

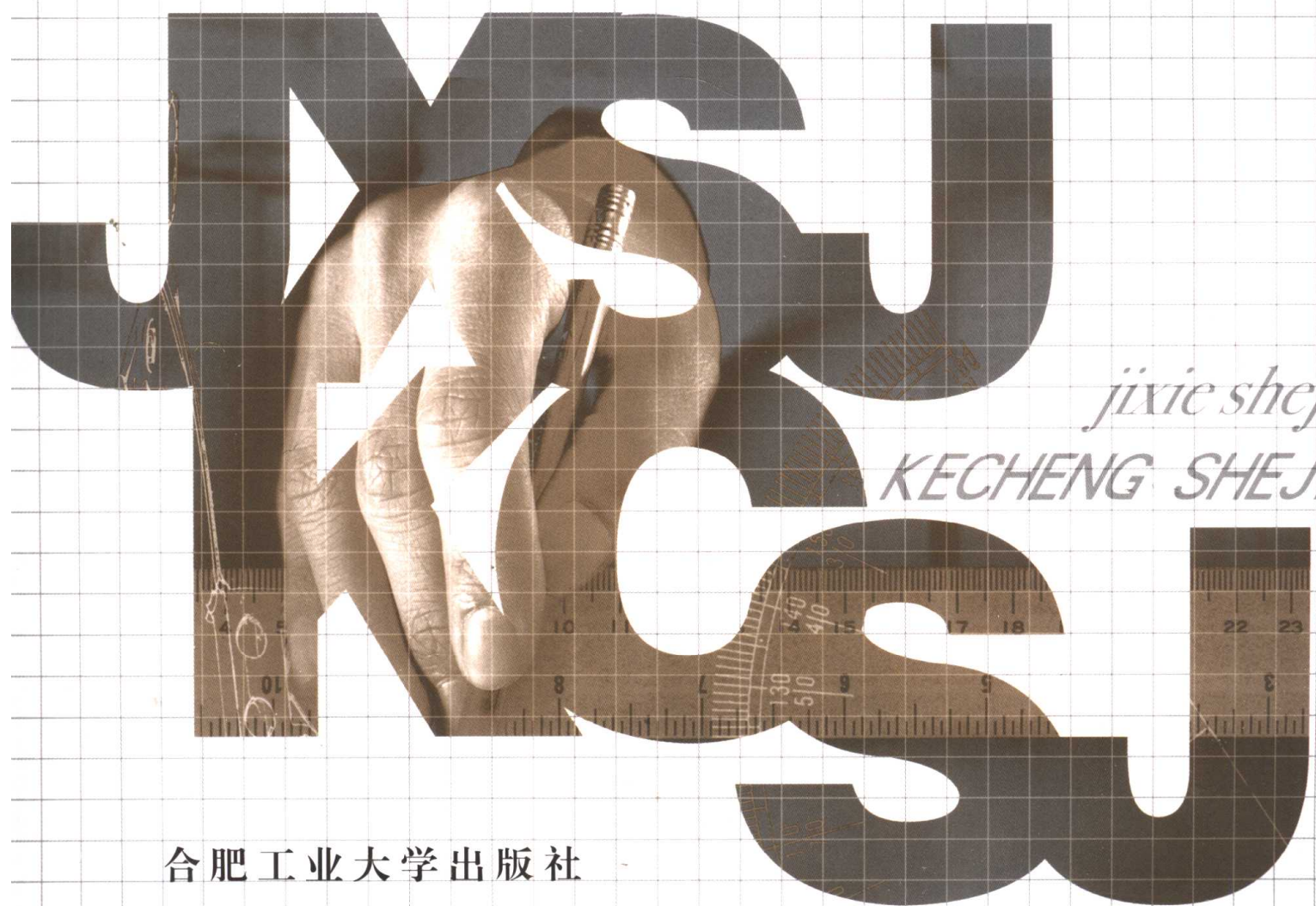
JIXIE SHEJI
kecheng shfji

高等学校教材

主编 朱家诚

主审 朱文予

机械设计 课程设计



jixie sheji

KECHENG SHEJI

合肥工业大学出版社



JIXIE SHEJI 责任编辑 汤礼广 封面设计 王国亮
KECHENG SHEJI

ISBN 7-81093-300-0



9 787810 933001 >

ISBN 7-81093-300-0/TH·6

定价: 25.00 元

高等学校教材

机械设计课程设计

主 编：朱家诚

参 编：汪 进 王纯贤

田 杰 吴天星

主 审 朱文予

合肥工业大学出版社

内 容 简 介

本书是根据机械设计和机械设计基础课程教学基本要求编写的,可供这两门课程的理论学习和课程设计时使用。全书由课程设计指导、课程设计参考图例、机械设计常用标准和规范三部分组成。全书采用最新的国家标准。各章节的末尾一般都附有思考题。

本书可供高等工科院校、高等职业技术学院和中等专业学校的师生使用,也可供机械设计、机械制造和维修等工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计课程设计/朱家诚主编. —合肥:合肥工业大学出版社,2005.8

ISBN 7-81093-300-0

I. 机… II. 朱… III. 机械设计—课程设计—高等学校—教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 095446 号

机械 设计 课程 设计

主 编 朱家诚

责任编辑 汤礼广

出 版	合肥工业大学出版社	版 次	2005年8月第1版
地 址	合肥市屯溪路193号	印 次	2005年8月第1次印刷
邮 编	230009	开 本	787×1092 1/16
电 话	总编室:0551-2903038 发行部:0551-2903198	印 张	18.25 字 数 500千字
网 址	www.hfutpress.com.cn	发 行	全国新华书店
E-mail	press@hfutpress.com.cn	印 刷	合肥现代印务有限公司
		纸 张	山东光华纸业有限公司

ISBN 7-81093-300-0/TH·6 定价:25.00元

如果有影响阅读的印装质量问题,请与出版社发行部联系调换

前 言

为了满足学生在课程设计时的迫切需要,根据《机械设计(机械设计基础)课程教学基本要求》和《机械设计课程设计基本要求》的精神,在参考了大量有关文献和资料的基础上,并结合我们多年的教学经验,我们特编写此书。本书的特色是:

(1)将机械设计课程设计指导、机械设计课程设计参考图例、机械设计常用标准和规范三部分内容集中编入一本书内,便于学生在课程设计中查阅和使用。

(2)采用了最新的国家标准,还收录了一些减速器设计中常用的附件和设计规范。

(3)课程设计指导内容按设计步骤进行编排,以圆柱齿轮减速器为主,每阶段均给出较详细的实例,每章末还编有思考题,便于学生掌握和巩固所学内容。

(4)精选了典型减速器的装配图和减速器中的主要零件图,并给出了装配图设计时常见的装配图错误和正确的示例,以供参考。

本书由朱家诚主编。参加本书编写的均为合肥工业大学教师,具体有:朱家诚(第1章、第2章、第5章、第16章、第17章、第18章、第21章),汪进(第3章、第4章、第14章、第15章),王纯贤(第6章、第19章、第20章),田杰(第7章、第8章、第11章、第12章、第13章),吴天星(第9章、第10章、第22章、第23章)。另外,许林、陈奇、朱立红也参加了部分图文编写工作。

本书由合肥工业大学朱文予教授担任主审。

本书在编写过程中,得到了合肥工业大学机械原理及零件教研室的全体教师和兄弟院校的许多专家的热情帮助和支持,在此对他们表示衷心的感谢。

限于编者水平,书中可能存在错误或欠妥之处,恳请广大读者提出宝贵意见。

编 者

2005年7月

目 录

第一部分 机械设计课程设计指导

第 1 章 概 述	(2)
1.1 机械设计课程设计的目的	(2)
1.2 课程设计的内容	(2)
1.3 课程设计的方法与步骤	(3)
1.4 课程设计的要求和注意事项	(3)
1.4.1 课程设计的要求	(3)
1.4.2 课程设计中的注意事项	(4)
第 2 章 传动装置的总体设计	(6)
2.1 传动方案概述	(6)
2.2 确定传动方案.....	(11)
2.3 选择电动机.....	(12)
2.4 传动装置的总传动比及分配.....	(13)
2.5 传动装置运动和动力参数的计算.....	(15)
2.6 设计示例.....	(15)
第 3 章 传动零件的设计计算	(20)
3.1 减速器外传动零件的设计要点.....	(20)
3.1.1 带传动.....	(20)
3.1.2 链传动.....	(21)
3.1.3 开式齿轮传动.....	(21)
3.2 减速器内传动零件的设计要点.....	(21)
3.2.1 圆柱齿轮传动.....	(21)
3.2.2 圆锥齿轮传动.....	(23)
3.2.3 蜗杆传动.....	(24)
第 4 章 减速器结构	(25)
4.1 减速器各部位及附属零件的名称和作用.....	(25)
4.2 减速器箱体有关尺寸的经验值.....	(28)
4.3 箱体结构.....	(28)
4.4 减速器的润滑.....	(29)

第 5 章 减速器装配图设计(第 1 阶段)	(32)
5.1 概述	(32)
5.2 确定箱体内壁和轴承座端面的位置	(33)
5.3 轴的结构设计	(35)
5.3.1 初步计算轴的直径	(35)
5.3.2 轴的各段直径	(35)
5.3.3 轴的各段轴向尺寸	(37)
5.4 轴、轴承及键联接的校核计算	(39)
第 6 章 减速器装配图设计(第 2 阶段)	(41)
6.1 齿轮的结构设计	(41)
6.2 滚动轴承的组合设计和轴承端盖结构	(42)
6.3 轴承的润滑与密封	(43)
第 7 章 减速器装配图设计(第 3 阶段)	(45)
7.1 箱体的结构设计	(45)
7.1.1 箱体的高度	(45)
7.1.2 箱体要有足够的刚度	(45)
7.1.3 箱盖外轮廓的设计	(46)
7.1.4 箱体凸缘与底座结构设计	(47)
7.1.5 导油沟的形式和尺寸	(47)
7.1.6 箱体的加工要求	(48)
7.2 减速器附件设计	(48)
7.2.1 窥视孔和视孔盖	(48)
7.2.2 通气器	(49)
7.2.3 启盖螺钉	(49)
7.2.4 定位销	(50)
7.2.5 放油螺塞	(50)
7.2.6 油标	(50)
7.2.7 环首螺钉、吊环和吊钩	(50)
第 8 章 完成装配图	(53)
8.1 标注尺寸	(53)
8.2 注明减速器的技术特性	(54)
8.3 编写技术要求	(54)
8.4 零件编号、明细表和标题栏	(56)
8.5 检查装配图	(56)
第 9 章 零件工作图设计	(58)
9.1 轴类零件工作图的设计要点	(58)
9.2 齿轮类零件工作图的设计要点	(60)

9.3 箱体零件工作图的设计要点	(61)
第 10 章 设计计算说明书和答辩准备	(63)
10.1 设计计算说明书的内容	(63)
10.2 设计计算说明书的要求和注意事项	(63)
10.3 设计计算说明书示例	(65)
10.4 答辩准备	(66)

第二部分 机械设计课程设计参考图例

第 11 章 齿轮减速器装配图	(68)
第 12 章 减速器零件图	(86)
第 13 章 减速器装配图常见错误与正确画法	(95)

第三部分 机械设计常用标准和规范

第 14 章 标准代号、常用数据和一般标准	(98)
14.1 标准代号	(98)
14.2 常用数据	(98)
14.3 一般标准	(104)
14.4 铸件设计一般规范和焊缝符号	(113)
第 15 章 常用材料	(119)
15.1 黑色金属材料	(119)
15.2 有色金属材料	(126)
15.3 型钢和型材	(133)
15.4 工程塑料及其零件的结构要素	(139)
第 16 章 联接件和紧固件	(143)
16.1 螺纹	(143)
16.2 螺栓	(147)
16.3 螺柱与螺钉	(150)
16.4 螺母	(157)
16.5 垫圈	(159)
16.6 键与销	(161)
16.7 轴系零件的紧固件	(167)
第 17 章 滚动轴承与滑动轴承	(173)
17.1 常用滚动轴承	(173)
17.2 滚动轴承座	(187)

17.3	滚动轴承的配合	(191)
17.4	滑动轴承座	(193)
第 18 章	润滑与密封	(197)
18.1	润滑剂	(197)
18.2	润滑方法与润滑装置	(198)
18.3	密封件	(203)
第 19 章	联轴器和离合器	(206)
19.1	联轴器轴孔和键槽形式	(206)
19.2	联轴器	(207)
19.3	离合器	(216)
第 20 章	极限与配合、形状与位置公差和表面粗糙度	(217)
20.1	极限与配合	(217)
20.2	形状与位置公差	(234)
20.3	表面粗糙度	(242)
第 21 章	齿轮传动、蜗杆传动公差	(247)
21.1	渐开线圆柱齿轮精度	(247)
21.2	锥齿轮精度	(256)
21.3	圆柱蜗杆、蜗轮精度	(265)
第 22 章	电动机	(272)
22.1	Y 系列三相异步电动机	(272)
22.2	YZR、YZ 系列冶金及起重用三相异步电动机	(276)
第 23 章	减速器附件	(281)
23.1	通气器	(281)
23.2	轴承盖和套杯	(282)
23.3	窥视孔及视孔盖	(283)
23.4	起吊装置	(283)
参考文献		(284)

第一部分

机械设计课程设计指导

第 1 章 概 述

1.1 机械设计课程设计的目的

机械设计和机械设计基础课程的教学内容由基础理论学习、实验和课程设计三个基本教学环节组成,缺一不可。其中,课程设计是十分重要的教学环节,是一次较全面的设计能力和综合技能的训练,其基本目的是:

(1)综合运用机械设计课程和其他先修课程的知识,分析和解决机械设计问题,进一步巩固、加深和拓宽所学机械设计的相关知识。

(2)通过设计实践,逐步树立正确的设计思想,熟练掌握机械设计的一般规律,培养分析问题和解决问题的能力,增强创新意识和竞争意识。在课程设计过程中,通过制订设计方案,合理选择传动机构和零件类型,正确计算零件工作能力,确定零件尺寸,选择材料和结构设计,以及较全面地考虑制造工艺、使用和维护等方面的要求,达到了解和掌握机械零件、机械传动装置或简单机械的一般设计过程和方法。

(3)全面进行机械设计基本技能的训练,即培养计算、绘图、熟悉和运用设计资料(手册、图册、标准和规范等),以及使用经验数据、进行经验估算和处理数据等多方面的能力。

1.2 课程设计的内容

课程设计的题目常选择通用机械的传动装置或简单机械,例如以齿轮减速器为主体的机械传动装置。如图 1-1 为带式输送机传动装置简图,图 1-2 为电动绞车传动方案简图。

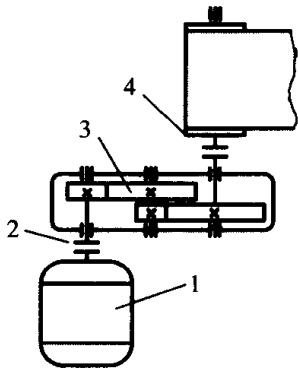


图 1-1 带式输送机传动装置简图

1—电动机 2—联轴器 3—减速器 4—驱动卷筒

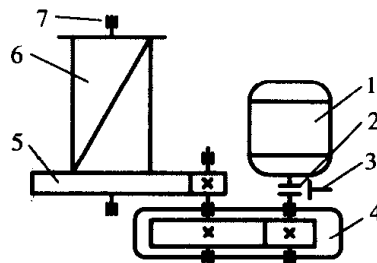


图 1-2 电动绞车传动方案简图

1—电动机 2—联轴器 3—制动器 4—减速器
5—开式齿轮 6—卷筒 7—轴承

课程设计通常包括以下主要内容和环节:确定传动装置的总体设计方案;选择电动机;计算传动装置的运动和动力参数;传动零件、轴的设计计算和强度校核;轴承、联接件、润滑密封和联轴器的选择及校验计算;机体结构及其附件的设计;绘制装配图和零件工作图;编写计算说明书和设计答辩等。

机械设计课程设计一般要求每个学生独立完成以下工作:

- (1)装配图一张(A0 或 A1 幅面);
- (2)零件工作图 1~3 张(幅面视内容而定,一般为 A2 幅面);

(3)设计计算说明书一份(一般要求 6000~8000 字)。

1.3 课程设计的方法与步骤

课程设计步骤大体分为以下几个阶段进行:

序号	阶段名称	主要内容
1	设计准备	阅读设计任务书,明确设计要求、条件、内容和步骤;通过阅读有关资料、图纸、参观实物或模型、观看电视教学片,并进行减速器拆装实验等,了解设计对象;复习有关课程内容,熟悉零部件的设计方法和步骤;准备好设计需要的图书、资料和用具;拟定设计计划等
2	传动装置的总体设计	比较和选择传动装置的方案;选择电动机类型,计算电动机所需功率,选定电动机额定转速和型号;计算传动装置的运动和动力参数,即确定总传动比和分配各级传动比,计算各轴转速和转矩等
3	传动件的设计计算	设计计算各级传动件的参数和尺寸,例如减速器的外传动零件(带、链等)和减速器的内传动零件(齿轮、蜗杆传动等),以及选择联轴器的类型和型号等
4	装配图设计	绘制装配图草图;确定箱体结构和有关尺寸;设计轴并计算轴毂联接强度;选择轴承和进行支承结构设计,并进行轴承的寿命计算;进行箱体结构及其附件的设计;完成装配图的其他要求(标注尺寸、配合、技术要求、零件明细表和标题栏等);审核图纸
5	零件工作图设计	从装配图中拆出指定的零件,绘制零件工作图;确定零件的细部结构和尺寸;完成零件图的其他要求(标注尺寸、技术要求、标题栏等);审核图纸
6	整理和编写计算说明书	按计算说明书的格式要求整理课程设计中全部有效的设计计算参数,说明设计计算采用的方法、过程和结果,并注明设计计算的依据来源
7	设计总结和答辩	总结课程设计过程中的经验和教训;阐述课程设计思想,并正确回答教师提出的问题

1.4 课程设计的要求和注意事项

1.4.1 课程设计的要求

机械设计课程设计是学生一次比较完整的机械设计实践活动,也是理论联系实际、培养初步设计能力的重要教学环节。因此,学生在课程设计过程中必须做到:

(1) 在教师的指导下,学生独立完成全部的课程设计任务。开始时都应该明确设计任务和要求,并拟定设计计划,设计过程中注意掌握进度,按时完成。

(2) 整个课程设计过程可分阶段进行,每个阶段的设计都要认真检查,通常在没有原则性或明显错误时才能继续进入下一阶段的设计。但由于各阶段的设计是相互关联与制约的,常常会在后续阶段才发现前阶段的设计错误,此时,应即时返回前阶段修改存在的设计错误,再继续进行设计。因此,为保证设计质量,课程设计常常需经过各阶段设计的多次修改后才能完成。

(3) 在课程设计过程中,提倡独立思考和深入钻研,主动地、创造性地进行设计。要正确处理继承与创新的关系,反对走极端,即反对不求甚解的全面继承,也反对一味追求创新。要求学生设计态度严肃认真、有错必改,反对敷衍塞责、容忍错误的存在。

机械设计的目标是要满足使用要求和经济要求,因此,常常需要经过多次反复才能得到比较满意的结果。另外,影响零部件结构尺寸的因素很多,不可能完全由计算确定,而需要借助于类比、初估或画草图等手段。因此,课程设计一般要通过边计算、边画图、边修改,亦即计算与画图交叉进行来逐步完成。例如轴设计过程:首先根据轴的受力进行轴直径的初算,得到轴直径的最小值,再选择相应的轴承,并在结构草图上画出轴上零件位置,同时进行轴的结构初步设计,然后进行轴和轴承的校核计算。当轴或轴承不能满足设计要求时,需重复上述步骤,直至满足设计要求。

1.4.2 课程设计中的注意事项

在课程设计过程中,还需要注意如下事项:

(1) 强度计算与结构、工艺等关系

机械零件的尺寸不可能完全由理论计算确定,还要考虑结构、加工和装配工艺、经济性和使用条件等要求。理论计算一般只为确定零件尺寸提供了单方面的依据(如强度条件等),有些经验公式(例如机体壁厚、齿轮轮缘、轮毂尺寸等)也只是考虑了主要因素的要求,所求得的是近似值。因此,设计时都要根据具体情况作适当调整,多数尺寸须圆整或选择系列值等,还应同时全面考虑强度、刚度、结构和工艺等方面的要求。

(2) 设计中标准使用的要求

采用和遵守标准,是降低成本的首要原则,也是评价设计质量的一项指标,熟悉标准和熟练使用标准是课程设计重要任务之一。由于标准件多为专业厂家大批量产生,往往价格低而且质量好,所以,标准件无需自己制造,只要选购就可以了,例如电动机、滚动轴承、传动胶带、链、橡胶油封和紧固件等。对于非标零件一般需自行制造,但也常要求圆整为标准数或优先数,以方便制造和测量,例如轴的直径、减速器的机体尺寸等,都应适当圆整为优先数(一般圆整为0或5的尾数)。但也有一些尺寸不能圆整,例如直齿圆柱齿轮分度圆直径 $d=61.25\text{mm}$,就不能圆整为62mm或61mm。

在设计中,确定零件结构尺寸的合理有效位数是非常重要的。它不仅影响到测量精度要求,而且还影响到零件的制造成本。

设计中应尽量减少选用的材料牌号和规格,减少标准件的品种、规格,尽可能选用市场上能充分供应的通用品种,这样能降低成本,并能方便使用和维修。例如减少螺栓的尺寸规格,不仅便于采购和保管,装拆时也可减少扳手数目。

(3) 结构与零件工艺性要求

机械的成本主要取决于制造成本,而制造成本的高低与零件结构工艺性直接相关,必须努力提高零件结构的工艺性。良好的工艺性就是既能满足使用要求,又能使制造工艺简单,制造费用较低。

设计零件结构时常考虑的工艺性要求分为如下几个方面:

① 选择合理的毛坯种类和形状。如大批量生产时应优先考虑铸造、轧制、模锻的毛坯,单件生产或件数很少时则采用比较简单的结构,避免用模具或铸模,以便能用现有设备加工;又如直径大于400mm的圆柱齿轮,应选用铸造结构的齿轮毛坯或者用焊接结构等;此外,还应尽可能地选用型材。

② 零件形状应尽量简单和便于加工。如用最简单的形状(圆柱面、平面和共轭曲面等)构成零件,尽量减少加工表面的数量和面积等。

③ 零件结构应便于装配和拆卸。例如为螺栓联接留有扳手空间,零件之间有调节装配尺寸的余地和环节(如有垫片、套筒或锥面等),装配时易于找正、定位等。

(4) 创新与继承的关系

设计是继承和创新结合的过程,完全的原创性设计是不多见的。一般的设计是在继承已有产品的基础上,进行适当的、局部的创新。设计中的继承,也不是盲目地、机械地抄袭已有的类似产品,而是在理解原设计思想的基础上继承。多数的创新设计也是在理解原设计思想的基础上,找出存在的问题和缺陷,再进行创新设计。一般来说,任何一个设计任务都可能有很多解决的方案,因此设计者应具备创新思维能力,能提出创新解决方案。但是设计工作又是极为复杂、细致和繁重的工作,长期的设计和生产实践积累了许多可供参考和借鉴的宝贵经验和资料,继承和发展这些经验和成果,不但可以减少重复工作,加快设计进度,也是提高设计质量的重要保证。善于掌握和使用各种资料,既是设计工作能力的重要体现,也是课程设计中培养学生能力的任务之一。

第 2 章 传动装置的总体设计

传动装置总体设计的内容:确定传动方案、选定电动机型号、计算总传动比并合理分配各级传动比、计算传动装置的运动和动力参数。总体设计将为后面设计各级传动件和装配图设计提供条件。

2.1 传动方案概述

拟定传动方案的主要内容:了解传动装置的组成和不同传动方案的特点,并合理拟定传动方案。机器一般由原动机、传动装置和工作机三部分组成,如图 2-1 所示电动绞车。

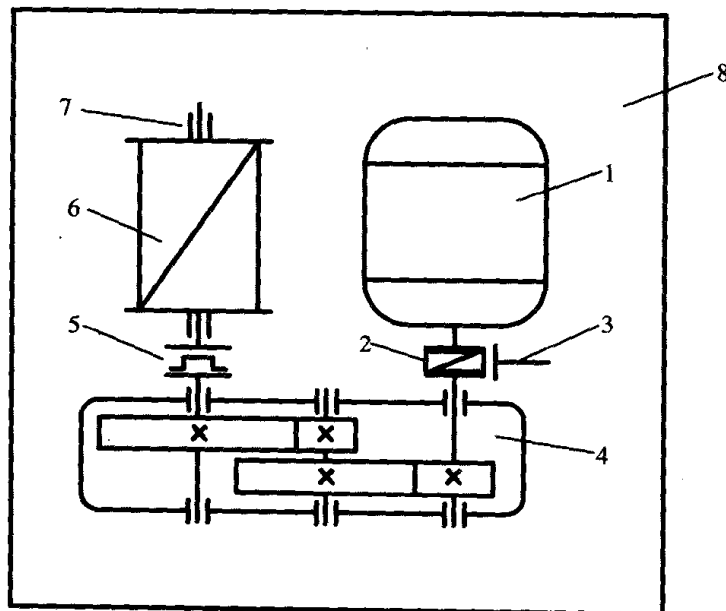


图 2-1 电动绞车

1—电动机 2、5—联轴器 3—制动器 4—减速器 6—卷筒 7—轴承 8—机架。

图 2-1 中,原动机为电动机 1,传动装置为减速器 4,工作机为卷筒 6,各部件用联轴器 2、5 联接,并安装在机架 8 上。由此可见,传动装置位于原动机与工作机之间,用于传递运动和动力,并可以改变运动的形式、速度和转矩大小。传动装置一般包括传动件(齿轮传动、蜗杆传动、带传动、链传动等)和支承件(轴、轴承、机体等)两大部分。它的机械性能、技术水平和产品质量对整个机器的性能和工作状况影响很大。因此,合理设计传动方案具有重要意义。

合理的传动方案首先要满足机器的功能要求,如传递功率的大小、转速和运动形式等。此外,还要适应工作条件 and 环境要求,也就是应保证工作可靠,满足结构简单、尺寸紧凑、加工方便、成本低廉、传动效率高、使用维护方便、工艺性和经济性合理等多方面要求。一般来说,要同时满足上述全部要求往往是不可能的。因此,要通过对多个可行方案进行分析、综合、比较,最终选择各项主要技术指标较优且其他各项技术指标也较好的传动方案。

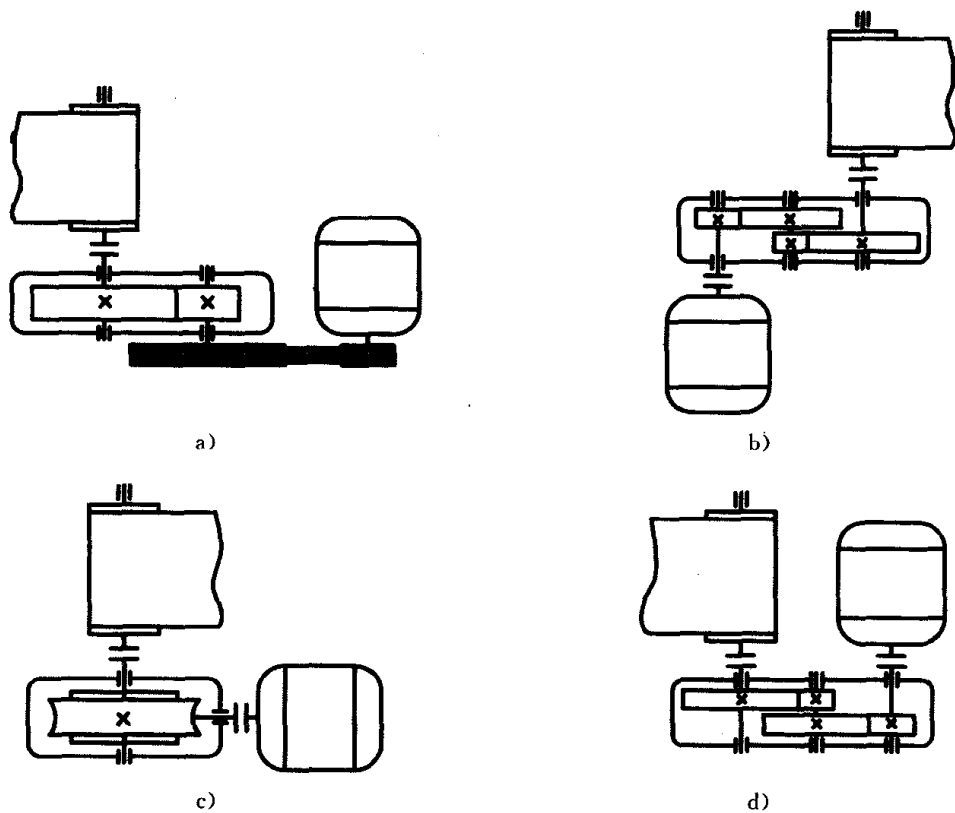


图 2-2 带式输送机传动方案简图

图 2-2 所示为四种带式输送机的传动方案。其中图 2-2a 方案中的带传动不适应繁重的工作要求和恶劣的工作环境；图 2-2c 方案虽然结构紧凑，但由于蜗杆的传动效率低，功率损失大，因此，不适用于长期连续运转的传动。图 2-2b 方案与图 2-2d 方案主要性能相近，但 d 方案的宽度尺寸明显小于 b 方案。

评价传动方案的优劣应从多方面进行，在课程设计时可从传动装置的外形尺寸和机械性能等方面入手进行评价。常见机械传动的主要性能见表 2-1，常见减速器的类型和特点见表 2-2。

在传动装置设计时，一般考虑以下几方面问题：

(1) 带传动的特点是传动平稳、能缓冲减振，但承载能力较小，即传递相同转矩时结构尺寸较其他传动形式大些。此外，带传动宜布置在高速级。

(2) 链传动的特点是运转不均匀、有冲击，不适于高速传动，应布置在低速级。

(3) 蜗杆传动的特点是可以实现较大的传动比、尺寸紧凑、传动平稳，但效率较低，适用于中、小功率且间歇运转的场合。对于传递动力且连续工作的场合，应选择多级齿轮传动来实现大传动比。

(4) 圆锥齿轮加工较困难，大直径、大模数的圆锥齿轮加工更为困难，所以只有在需改变轴的布置方向时才采用。此外，圆锥齿轮传动尽量放在高速级，并限制传动比，以减小圆锥齿轮的直径和模数。

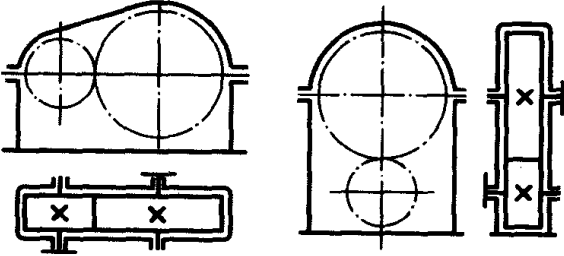
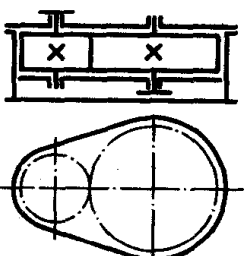
(5) 斜齿轮传动的平稳性较直齿轮传动好，承载能力大，常用在要求结构尺寸小或要求传动平稳的场合。

(6) 开式齿轮传动的工作环境较差、润滑条件不好、磨损较严重、寿命较短，应布置在低速级或用于不重要的场合。

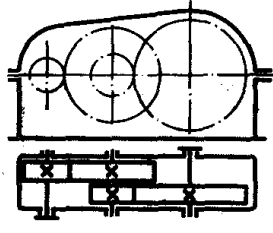
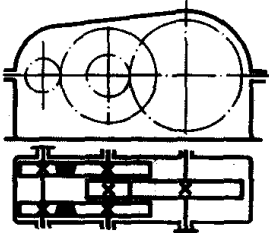
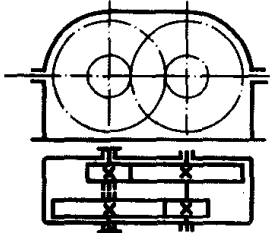
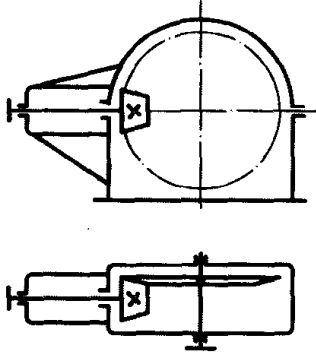
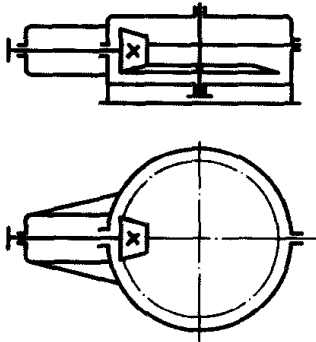
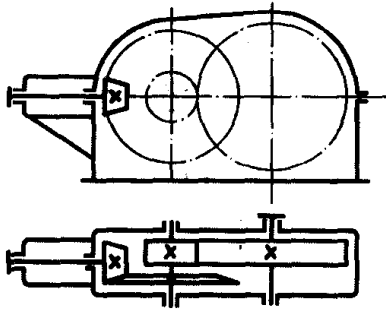
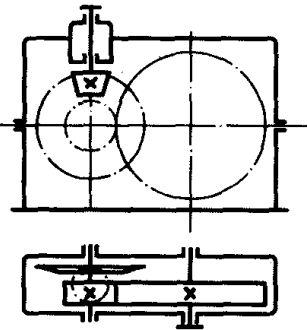
表 2-1 常见机械传动的主要性能

传动机构 选用指标		平带传动	V带传动	圆柱摩擦轮 传动	链传动	齿轮传动		蜗杆传动
功率/kW (常用值)		小 (≤ 20)	中 (≤ 100)	小 (≤ 20)	中 (≤ 100)	大 (最大达 50 000)		小 (≤ 50)
单级	常用值	2~4	2~4	2~4	2~5	圆柱 3~5	圆锥 2~3	10~40
传动比	最大值	5	7	5	6	8	5	80
传动效率		见表 14-7						
许用的线速度 (m/s)		≤ 25	$\leq 25\sim 30$	$\leq 15\sim 25$	≤ 40	$\leq 20\sim 50$		$\leq 15\sim 35$
外廓尺寸		大	大	大	大	小		小
传动精度		低	低	低	中等	高		高
工作平稳性		好	好	好	较差	一般		好
自锁能力		无	无	无	无	无		可有
过载保护作用		有	有	有	无	无		无
使用寿命		短	短	短	中等	长		中等
缓冲吸振能力		好	好	好	中等	差		差
要求制造及安装精度		低	低	中等	中等	高		高
要求润滑条件		不需	不需	一般不需	中等	高		高
环境适应性		不能接触酸、碱、油类、 爆炸性气体		一般	好	一般		一般

表 2-2 减速器的主要类型和特点

类 型	简 图 及 特 点
一级圆柱齿轮 减速器	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>水平轴</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>立轴</p>  </div> </div> <p>传动比一般小于 5, 可用直齿、斜齿或人字齿, 传递功率可以很大, 效率较高, 工艺简单, 精度易于保证, 对制造要求一般, 应用广泛。轴线有多种布置方式</p>

续表 2-2

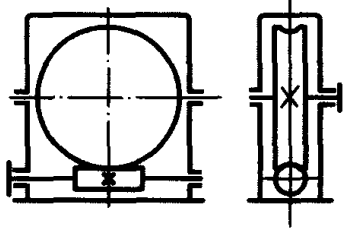
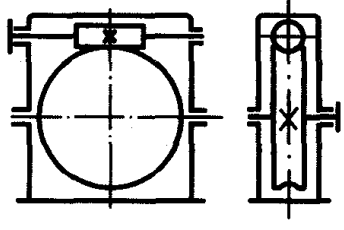
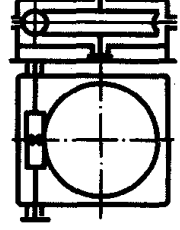
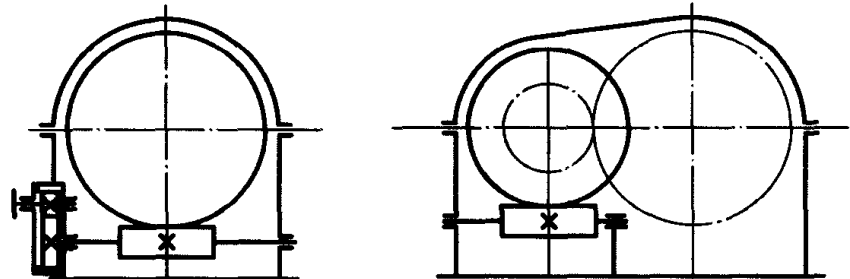
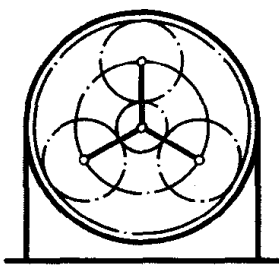
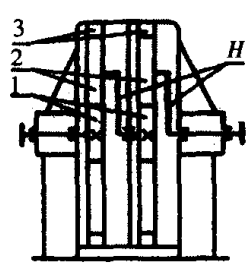
类型	简图及特点		
<p>二级圆柱齿轮 减速器</p>	<p>展开式</p> 	<p>分流式</p> 	<p>同轴式</p> 
<p>一级圆锥齿轮 减速器</p>	<p>水平轴</p> 		<p>立轴</p> 
<p>二级圆锥—圆 柱齿轮减速器</p>	<p>水平轴</p> 		<p>立轴</p> 
	<p>锥齿轮应布置在高速级,使其直径不致于过大,这样便于加工</p>		

传动比一般为8~40,可用直齿、斜齿或人字齿,结构简单,应用广泛。展开式由于齿轮相对于轴承为不对称布置,因而沿齿向载荷分布不均,故要求轴有较大的刚度;分流式则齿轮相对于轴承对称布置,常用于较大功率、变载荷传动的场合;同轴式在减速器长度方向尺寸较小,但轴向尺寸较大,刚度较差

圆锥齿轮减速器传动比一般小于3,可用直齿、斜齿和弧齿

锥齿轮应布置在高速级,使其直径不致于过大,这样便于加工

续表 2-2

类型	简图及特点		
<p>一级蜗杆 减速器</p>	<p>蜗杆下置式</p> 	<p>蜗杆上置式</p> 	<p>立轴式</p> 
<p>结构简单,尺寸紧凑,效率较低,适用于载荷较小、间歇工作的场合。蜗杆圆周速度 $v \leq 4 \sim 5\text{m/s}$ 时用下置蜗杆, $v > 4 \sim 5\text{m/s}$ 时用上置式。采用立轴式布置时密封要求高</p>			
<p>齿轮—蜗杆 减速器</p>	 <p>传动比一般为 60~90。齿轮传动在高速级时结构比较紧凑,蜗杆传动在高速级时则传动效率较高</p>		
<p>NGW 型行星 齿轮减速器</p>	<div style="display: flex; justify-content: space-around;"> <div style="text-align: center;"> <p>一级</p>  </div> <div style="text-align: center;"> <p>二级</p>  </div> </div> <p style="text-align: center;">1—太阳轮 2—行星轮 3—内齿轮 H—转臂</p> <p>传动比一级一般为 3~9,二级为 10~60;通常固定内齿轮,也可以固定太阳轮或转臂;体积小、重量轻,但制造精度要求高,结构复杂</p>		

2.2 确定传动方案

传动装置中应用最广的是减速器。减速器具有固定传动比、结构紧凑、机体封闭、润滑良好、寿命长且传动可靠等特点。表2-2为减速器的主要类型和应用特点。许多类型的减速器已有系列标准,并由专业厂生产,如圆柱齿轮减速器(JB/T8853—2001)、锥面包络圆柱蜗杆减速器(JB/T5559—1991)、NGW型行星齿轮减速器(JB/T6502—1993)等。在实际产品开发时,应尽可能地选用标准减速器。只有在传动布置、结构尺寸、功率、传动比等方面有特殊要求而标准减速器又不能满足时,才需要自行设计制造。

课程设计的目的是培养学生的设计能力,因此,一般不选用标准减速器,而需要自行设计。在确定传动方案和设计减速器之前,可以通过拆装同类型减速器实物和阅读设计手册(或图册)中减速器的装配图来对所要设计的减速器的组成和结构作一个初步的了解。在阅读装配图时,具体步骤和要点如下:

- (1) 对照标题栏和零件明细表,了解每个零件的名称、位置、用途、特点、规格、数量和材料等;
- (2) 重点了解轴系零件的相互位置、装配关系和定位方法;
- (3) 分析传动零件的装配关系、调整方法和润滑密封方法,并了解附件结构、作用和特点;
- (4) 了解减速器的技术特性和技术要求的主要内容;
- (5) 了解零件尺寸与总体尺寸之间的联系,建立结构尺寸概念。特别应注意零件间的装配关系,建立轴与齿轮、轴与轴承等不同零件间的装配尺寸和公差尺寸概念。

在初步了解减速器结构的基础上,根据设计任务书的工作条件要求,可初步确定减速器的传动方案,其主要内容有:

- (1) 选定减速器类型和传动级数
选择减速器的类型主要依据减速器的工况和传动比。一般情况下应选圆柱齿轮减速器。传动级数可根据工作机转速要求,由传动件类型、传动比以及空间位置和尺寸要求而定。例如对圆柱齿轮传动,为了使结构尺寸和重量较小,当减速器传动比 $i \geq 8$ 时,宜采用二级以上的传动型式。当传动比较大时,也可在减速器的高速端外加带传动,或在减速器的低速端外加链传动。
- (2) 确定传动件布置型式
没有特殊要求时,轴线应尽量采用水平布置(卧式减速器)。对于二级圆柱齿轮减速器,一般根据传递功率的大小和轴线布置要求来决定采用展开式、分流式还是同轴式。蜗杆减速器的蜗杆位置是上置还是下置,通常由蜗杆圆周速度大小来决定。
- (3) 初选轴承类型

一般减速器都选用滚动轴承。滚动轴承的类型由载荷和转速等要求而定。对于直齿轮传动,可采用深沟球轴承;对于斜齿轮传动,可采用角接触球轴承或圆锥轴承;对于蜗杆减速器,由于蜗杆轴受较大轴向力,选择轴承类型及布置型式时应满足轴向力要求。此外,选轴承时还要考虑轴承的调整、固定、润滑、密封以及轴承端盖结构型式。

- (4) 决定减速器箱体结构
通常在沒有特殊要求时,齿轮减速器箱体都采用沿齿轮轴线水平剖分的结构,以便于装

配。蜗杆减速器箱体可以沿蜗轮轴线剖分,也可用整体式箱体(用大端盖)结构。减速器一般采用铸造件,对于单件、小批量产品或有特殊要求的产品,也可以采用焊接件。

(5) 选择联轴器类型

高速轴常用弹性联轴器,低速轴常用可移式刚性联轴器或弹性联轴器。

2.3 选择电动机

电动机是最常用的原动机,它是由专门工厂批量生产的标准部件。在一般机械产品设计中,电动机多为外购件,设计时只要选定电动机的具体型号就可。电动机主要是根据类型、结构、容量(功率)、转速和安装结构型式等要求来选择,并据此从产品目录中查出相应的型号和尺寸。选择电动机时应注意如下问题:

(1) 选择电动机类型和结构型式

电动机类型要根据电源种类(交流或直流),工作条件(温度、环境和空间位置尺寸等),载荷特点(变化性质、大小和过载情况),起动性能和起动、制动、反转的频繁程度,转速高低和调速性能等要求来确定。

无特殊要求时一般应选用三相交流异步电动机。其中以普通笼型异步电动机应用最多。表 22-1 所列的 Y 系列三相笼型异步电动机属于一般用途的全封闭自扇冷电动机,其结构简单、工作可靠、价格低廉、维护方便,适用于不易燃、不易爆、无腐蚀性气体和无特殊要求的机械上。在经常起动、制动和反转的场合(如起重机等),即要求电动机转动惯量小和过载能力大的场合,应选用起重及冶金用三相异步电动机 YZ 型(笼型)或 YZR 型(绕线型)(见表 22-6)。

电动机除按功率、转速形成系列之外,为适应不同的输出轴要求和安装需要,电动机机体又有几种安装结构型式。根据不同防护要求,电动机结构还有开启式、防护式、封闭式和防爆式等。电动机的额定电压一般为 380V。

(2) 选择电动机的容量

电动机的容量(功率)选得合适与否,对电动机的工作和经济性都有影响。容量小于工作要求,则不能保证工作机的正常工作或使电动机长期过载而过早损坏;容量过大则电动机价格高,能力又不能充分利用,由于经常不满载运行,效率和功率因数都较低,增加电能消耗,造成很大浪费。

电动机的容量主要根据电动机运行时的发热条件来决定。电动机的发热与其运行状态有关。运行状态有三类,即长期连续运行、短时运行和重复短时运行。课程设计中传动装置的工作条件一般为不变(或变化很小)载荷下长期连续运行,所以,只要所选电动机的负载不超过额定值,电动机就不会过热,通常无需校验发热和启动力矩。所需电动机功率为

$$P_d = \frac{P_w}{\eta} \text{ kW} \quad (2-1)$$

式中: P_d ——工作机实际所需电动机的输出功率, kW;

P_w ——工作机所需输入功率, kW;

η ——电动机至工作机之间传动装置的总效率。

工作机所需工作功率 P_w , 应由机器工作阻力和运动参数(线速度或转速、角速度)计算求得。在课程设计中,应按设计任务书给定的工作机参数(F 、 v 或 T 、 n), 由下式计算:

$$P_w = \frac{Fv}{1000} \quad \text{kW} \quad (2-2)$$

或

$$P_w = \frac{Tn}{9550} \quad \text{kW} \quad (2-3)$$

式中: F ——工作机的工作阻力, N;
 v ——工作机的线速度, m/s;
 T ——工作机的阻力矩, N·m;
 n ——工作机的转速, r/min;

传动装置的总效率 η 应为组成传动装置的各部分运动副效率之乘积, 即:

$$\eta = \eta_1 \eta_2 \eta_3 \cdots \eta_n \quad (2-4)$$

其中: $\eta_1, \eta_2, \eta_3, \cdots, \eta_n$ 分别为每个传动副(齿轮、蜗杆、带或链)、每对轴承、每个联轴器及卷筒的效率。其效率概略值可按表 14-7 选取。选用表中数值时, 一般可取中间值, 如工作条件差、加工精度低、采用脂润滑或维护不良时应取低值; 反之, 可取高值。

(3) 确定电动机的转速

额定功率相同的同一类型异步电动机一般有 3000r/min、1500r/min、1000r/min、750r/min 等多种同步转速可供选用。当选用低转速电动机时, 因极数较多而外廓尺寸及重量较大, 故价格较高, 但可减少传动装置的总传动比及外形尺寸; 当选用高转速电动机时, 则相反。因此, 应经综合分析和比较后再选定电动机的转速。

按照工作机的转速要求和传动装置中各级传动的合理传动比范围, 可以推算出电动机转速的可选范围, 推算公式如下

$$n = (i_1 i_2 \cdots i_n) n_w \quad \text{r/min} \quad (2-5)$$

式中: n_w ——工作机的转速, r/min;
 i_1, i_2, \cdots, i_n ——各传动副合理传动比范围;
 n ——电动机可选转速范围, r/min。

对于 Y 系列电动机, 一般多选用同步转速为 3000r/min、1500r/min 或 1000r/min 的电动机, 如无特殊需要, 一般不选低于 750r/min 的电动机。选用时, 可对不同转速电动机进行比较。选定电动机的转速和容量后, 即可在电动机产品目录中查出其型号、性能参数和主要尺寸。应及时记下电动机型号、额定功率、满载转速、外形尺寸、电动机中心高、轴伸尺寸和键联接尺寸等。

设计传动装置时, 一般按工作机实际需要的电动机输出功率 P_d 计算, 转速则取满载转速。

2.4 传动装置的总传动比及分配

传动装置的总传动比 i 计算公式如下:

$$i = \frac{n_m}{n_w} \quad (2-6)$$

式中: n_m ——电动机满载转速, r/min;
 n_w ——工作机转速, r/min。

多级传动中, 总传动比应为:

$$i = i_1 i_2 i_3 \cdots i_n \quad (2-7)$$

式中： $i_1, i_2, i_3, \dots, i_n$ 为各级传动机构的传动比。

在已知总传动比要求后，应合理选择和分配各级传动机构的传动比，分配时应考虑以下几点：

(1) 各级传动机构的传动比应尽量在推荐范围内选取(参见表 14-8)。

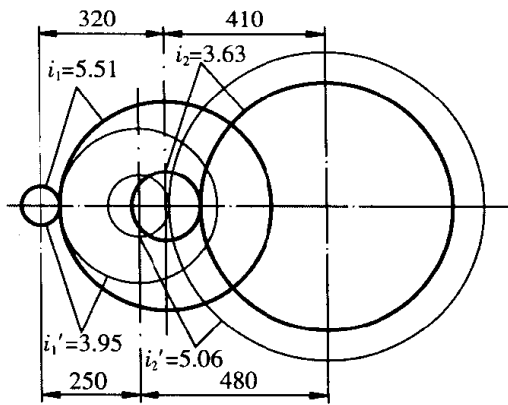


图 2-3 两个传动比分配方案比较

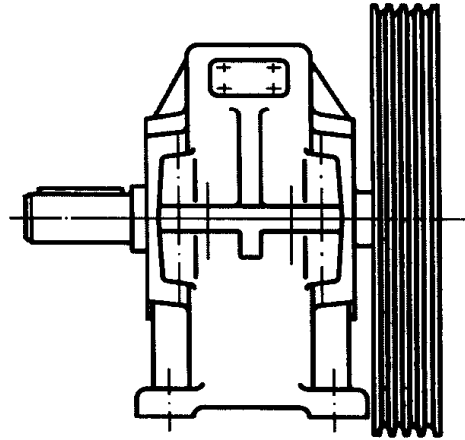


图 2-4 带传动和单级齿轮减速器

(2) 合理分配各级传动比可使传动装置结构尺寸较小、重量较轻。如图 2-3 所示二级减速器，当总中心距($a=730$)和总传动比($i=20$)相同时，粗实线所示方案(高速级传动比 $i_1=5.51$ ，低速级传动比 $i_2=3.63$)中的大齿轮直径较小，而细实线所示方案(高速级传动比 $i_1=3.95$ ，低速级传动比 $i_2=5.06$)中的大齿轮直径较大。因此，粗实线方案结构尺寸较小、重量较轻。

(3) 应使各级传动件尺寸协调，结构匀称合理，避免干涉碰撞。如图 2-4 所示的由带传动和单级圆柱齿轮减速器组成的传动装置中，一般应使带传动的传动比小于齿轮传动的传动比，否则，可能使大带轮的半径大于减速器的中心高，使带轮与底座平面相碰。又例如在二级减速器中，当两级的大齿轮直径相近时，有利于浸油润滑，如图 2-5 所示。再例如在二级减速器中，高速级传动比太大(如： $i_1 > 2i_2$)，可能使高速级大齿轮与低速轴相碰(图 2-6)。

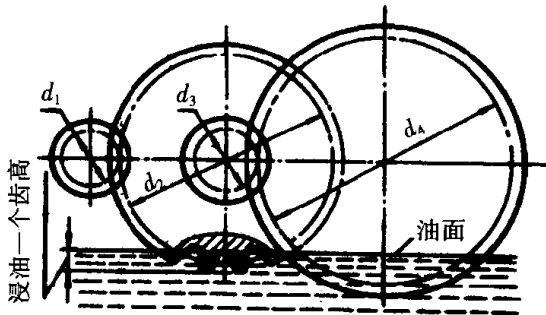


图 2-5 齿轮浸油

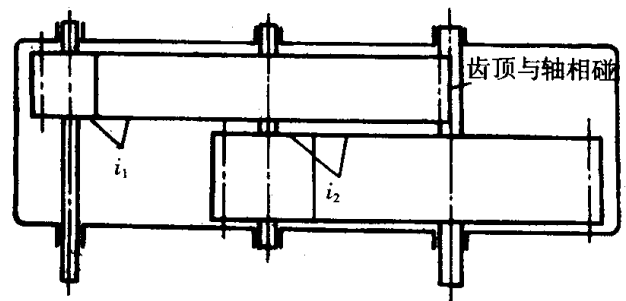


图 2-6 大齿轮齿顶与轴相碰

一般推荐展开式二级圆柱齿轮减速器高速级传动比 i_1 与低速级传动比 i_2 之间满足 $i_1=(1.3\sim 1.5)i_2$ ，同轴式则为 $i_1\approx i_2$ ；圆锥—圆柱齿轮减速器中，锥齿轮传动比可取为 $i_1=0.25i$ ；蜗杆—齿轮减速器中，齿轮传动比可取为 $i_2\approx(0.03\sim 0.06)i$ ；二级蜗杆减速器中，传动比可取为 $i_1\approx i_2$ 。

分配的各级传动比只是初步选定的数值，实际传动比要根据选定的齿数或带轮基准直

径准确计算,因而,可能与要求传动比有误差。一般允许工作机实际转速与要求转速的相对误差不大于 $\pm(3\sim5)\%$,当误差较大时,则应重新进行传动比分配。

2.5 传动装置运动和动力参数的计算

为了后面的设计计算,应先计算从电动机到工作机间各轴的转速、转矩或功率。例如从电动机到工作机之间的传动装置共有三轴,依次为I轴、II轴、III轴,则转速、功率和转矩计算如下:

(1) 各轴转速

$$n_{\text{I}} = \frac{n_{\text{m}}}{i_0} \quad \text{r/min} \quad (2-8)$$

$$n_{\text{II}} = \frac{n_{\text{I}}}{i_1} = \frac{n_{\text{m}}}{i_0 i_1} \quad \text{r/min} \quad (2-9)$$

$$n_{\text{III}} = \frac{n_{\text{II}}}{i_2} = \frac{n_{\text{m}}}{i_0 i_1 i_2} \quad \text{r/min} \quad (2-10)$$

式中: n_{m} ——电动机满载转速,r/min;

n_{I} 、 n_{II} 、 n_{III} ——分别为I轴、II轴、III轴的转速,r/min;

i_0 、 i_1 、 i_2 ——依次为由电动机轴到I轴、I轴到II轴、II轴到III轴间的传动比。

(2) 各轴功率

$$P_{\text{I}} = P_{\text{d}} \eta_{01} \quad \text{kW} \quad (2-11)$$

$$P_{\text{II}} = P_{\text{I}} \eta_{12} = P_{\text{d}} \eta_{01} \eta_{12} \quad \text{kW} \quad (2-12)$$

$$P_{\text{III}} = P_{\text{II}} \eta_{23} = P_{\text{d}} \eta_{01} \eta_{12} \eta_{23} \quad \text{kW} \quad (2-13)$$

式中: P_{d} ——电动机输出功率,kW;

P_{I} 、 P_{II} 、 P_{III} ——I轴、II轴、III轴输入功率,kW;

η_{01} 、 η_{12} 、 η_{23} ——依次为由电动机轴与I轴、I轴与II轴、II轴与III轴间的传动效率。

(3) 各轴转矩

$$T_{\text{I}} = T_{\text{d}} i_0 \eta_{01} \quad \text{N} \cdot \text{m} \quad (2-14)$$

$$T_{\text{II}} = T_{\text{I}} i_1 \eta_{12} = T_{\text{d}} i_0 i_1 \eta_{01} \eta_{12} \quad \text{N} \cdot \text{m} \quad (2-15)$$

$$T_{\text{III}} = T_{\text{II}} i_2 \eta_{23} = T_{\text{d}} i_0 i_1 i_2 \eta_{01} \eta_{12} \eta_{23} \quad \text{N} \cdot \text{m} \quad (2-16)$$

式中: T_{d} ——电动机轴的输出转矩,N·m;

T_{I} 、 T_{II} 、 T_{III} ——I轴、II轴、III轴的输入转矩,N·m。

全部的运动和动力参数计算结果经整理后,填入表2-6中,以备后面设计时使用。

2.6 设计示例

下面以一实例计算全过程,说明传动装置的总体设计过程。

【例2-1】如图2-7所示带式输送机传动方案,已知卷筒直径 $D=450\text{mm}$,运输带的有效拉力 $F=9500\text{N}$,卷筒效率(不包括轴承) $\eta_5=0.96$,运输带速度 $v=0.4\text{m/s}$,在室内常温下长期连续工作,环境有少量灰尘,电源为三相交流,电压为380V。试进行减速器的总体设计。

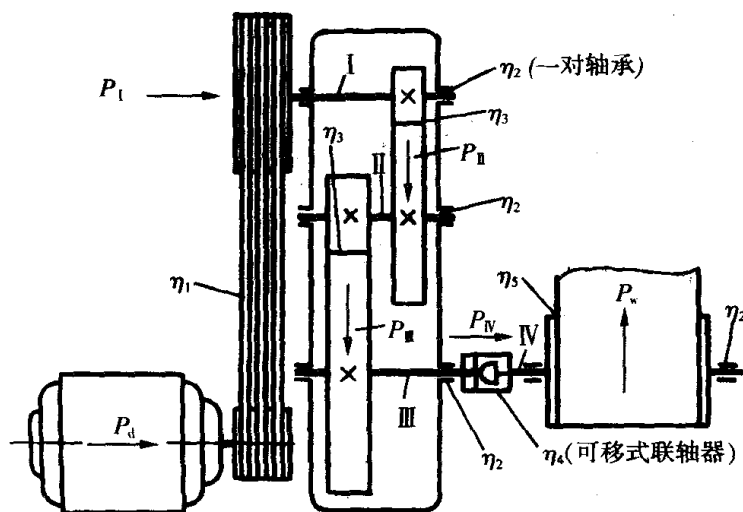


图 2-7 减速器装置总体设计

解：(1) 选择电动机类型

按工作要求和工况条件，选用三相笼型异步电动机，封闭式结构，电压为 380V，Y 型。

(2) 选择电动机的容量

电动机所需工作功率为

$$P_d = \frac{P_w}{\eta_a} = \frac{Fv}{1000\eta_a} \quad \text{kW}$$

由电动机至运输带的传动总效率为

$$\eta_a = \eta_1 \cdot \eta_2^4 \cdot \eta_3^2 \cdot \eta_4 \cdot \eta_5$$

式中： η_1 、 η_2 、 η_3 、 η_4 、 η_5 分别为带传动、轴承、齿轮传动、联轴器和卷筒的传动效率。

取 $\eta_1 = 0.96$ (带传动)， $\eta_2 = 0.98$ (滚子轴承)， $\eta_3 = 0.97$ (齿轮精度为 8 级)， $\eta_4 = 0.99$ (弹性联轴器)， $\eta_5 = 0.96$ (已知条件)，则

$$\eta_a = 0.96 \times 0.98^4 \times 0.97^2 \times 0.99 \times 0.96 = 0.79$$

所以

$$P_d = \frac{Fv}{1000\eta_a} = \frac{9500 \times 0.4}{1000 \times 0.79} = 4.81 \quad \text{kW}$$

从表 22-1 中可选额定功率为 5.5kW 的电动机。

(3) 确定电动机转速

卷筒轴转速为

$$n = \frac{60 \times 1000v}{\pi D} = \frac{60 \times 1000 \times 0.4}{3.14 \times 450} = 17 \quad \text{r/min}$$

按表 14-8 推荐的传动比合理范围，取 V 带传动的传动比 $i_1' = 2 \sim 4$ ，二级圆柱齿轮减速器传动比 $i_2' = 8 \sim 40$ ，则从电动机到卷筒轴的总传动比合理范围为 $i_a' = 16 \sim 160$ 。故电动机转速的可选范围为

$$n_d' = i_a' \cdot n = (16 \sim 160) \times 17 = 272 \sim 2720 \quad \text{r/min}$$

可见，电动机同步转速可选 750r/min、1000r/min 和 1500r/min 三种。根据相同容量的三种转速，从表 22-1 中查出三个电动机型号，再将总传动比合理分配给 V 带传动和减速器，就得到三种传动比方案，如表 2-3 所示。

表 2-3 三种不同的传动比方案

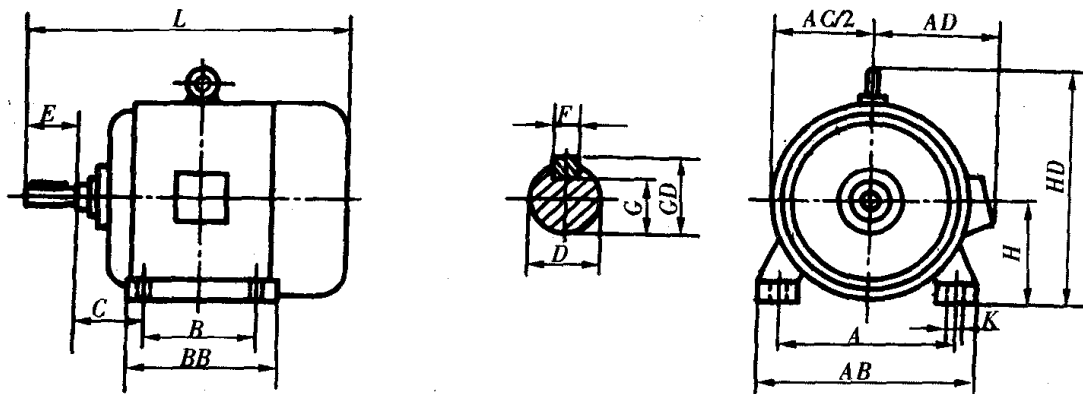
方案	电动机型号	额定功率 P_{ed} kW	电动机转速 r/min		电动机重量 kg	参考价格 元	传动装置的传动比		
			同步转速	满载转速			总传动比	V带	减速器
1	Y132S-4	5.5	1500	1440	68	320	84.71	3.1	27.33
2	Y132M2-6	5.5	1000	960	84	480	56.47	2.8	20.17
3	Y160M2-8	5.5	750	720	119	710	42.35	2.5	16.94

综合考虑多方面因素,选择第1种方案,即选电动机型号为 Y132S-4,则电动机的技术参数如表 2-4,主要外形尺寸见表 2-5。

表 2-4 电动机主要技术参数

型号	额定功率 kW	满载时				起动电流 额定电流	起动转矩 额定转矩	最大转矩 额定转矩
		转速 r/min	电流 A	效率 %	功率 因素			
Y132S-4	5.5	1440	9	84	0.77	6.5	2.0	2

表 2-5 Y132S-4 型电动机主要外形和安装尺寸



(mm)

中心高 H	外形尺寸 $L \times HD$	底脚安装尺寸 $A \times B$	地脚螺栓孔直径 K	轴伸尺寸 $D \times E$	装键部位尺寸 $F \times G$
132	475×315	216×140	12	38×80	10×33

(4) 二级减速器传动比分配

按展开式二级圆柱齿轮减速器推荐高速级传动比 $i_1 = (1.3 \sim 1.5) i_2$, 取 $i_1 = 1.4 i_2$,

得

$$i_1 = \sqrt{1.4i} = \sqrt{1.4 \times 27.33} = 6.19$$

所以

$$i_2 = i / i_1 = 27.33 / 6.19 = 4.42$$

(5) 计算各轴转速

按公式(2-8)、(2-9)和(2-10)计算,得

$$\text{I 轴 } n_{\text{I}} = \frac{n_{\text{m}}}{i_0} = \frac{1440}{3.1} = 464.52 \text{ r/min}$$

$$\text{II 轴 } n_{\text{II}} = \frac{n_{\text{I}}}{i_1} = \frac{464.52}{6.19} = 75.04 \text{ r/min}$$

$$\text{III 轴 } n_{\text{III}} = \frac{n_{\text{II}}}{i_2} = \frac{75.04}{4.42} = 16.98 \text{ r/min}$$

$$\text{卷筒轴 } n_{\text{IV}} = n_{\text{III}} = 16.98 \text{ r/min}$$

(6) 计算各轴输入功率、输出功率

按公式(2-11)、(2-12)和(2-13)计算各轴的输入功率,得

$$\text{I 轴 } P_{\text{I}} = P_{\text{d}} \cdot \eta_{01} = P_{\text{d}} \cdot \eta_1 = 4.81 \times 0.96 = 4.62 \text{ kW}$$

$$\text{II 轴 } P_{\text{II}} = P_{\text{I}} \cdot \eta_{12} = P_{\text{I}} \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 = 4.62 \times 0.98 \times 0.97 = 4.39 \text{ kW}$$

$$\text{III 轴 } P_{\text{III}} = P_{\text{II}} \cdot \eta_{23} = P_{\text{II}} \cdot \eta_2 \cdot \eta_3 = 4.39 \times 0.98 \times 0.97 = 4.17 \text{ kW}$$

$$\text{卷筒轴 } P_{\text{IV}} = P_{\text{III}} \cdot \eta_{34} = P_{\text{III}} \cdot \eta_2 \cdot \eta_4 = 4.17 \times 0.98 \times 0.99 = 4.05 \text{ kW}$$

各轴的输出功率为输入功率乘轴承效率 0.98,分别为

$$\text{I 轴 } P'_{\text{I}} = P_{\text{I}} \cdot \eta_2 = 4.62 \times 0.98 = 4.53 \text{ kW}$$

$$\text{II 轴 } P'_{\text{II}} = P_{\text{II}} \cdot \eta_2 = 4.39 \times 0.98 = 4.30 \text{ kW}$$

$$\text{III 轴 } P'_{\text{III}} = P_{\text{III}} \cdot \eta_2 = 4.17 \times 0.98 = 4.09 \text{ kW}$$

$$\text{卷筒轴 } P'_{\text{IV}} = P_{\text{IV}} \cdot \eta_2 = 4.05 \times 0.98 = 3.97 \text{ kW}$$

(7) 计算各轴的输入、输出转矩

按公式(2-14)、(2-15)和(2-16)计算各轴的输入、输出转矩。电动机轴输出转矩

$$T_{\text{d}} = 9550 \frac{P_{\text{d}}}{n_{\text{m}}} = 9550 \times \frac{4.81}{1440} = 31.90 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$\text{I 轴输入转矩 } T_{\text{I}} = 9550 \frac{P_{\text{I}}}{n_{\text{I}}} = 9550 \times \frac{4.62}{464.52} = 94.98 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$\text{II 轴输入转矩 } T_{\text{II}} = 9550 \frac{P_{\text{II}}}{n_{\text{II}}} = 9550 \times \frac{4.39}{75.04} = 558.70 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$\text{III 轴输入转矩 } T_{\text{III}} = 9550 \frac{P_{\text{III}}}{n_{\text{III}}} = 9550 \times \frac{4.17}{16.98} = 2346.70 \text{ N} \cdot \text{m}$$

$$\text{卷筒轴输入转矩 } T_{\text{IV}} = 9550 \frac{P_{\text{IV}}}{n_{\text{IV}}} = 9550 \times \frac{4.05}{16.97} = 2279.17 \text{ N} \cdot \text{m}$$

各轴的输出转矩分别为各轴的输入转矩乘轴承效率 0.98。运动和动力参数计算结果

整理后填入表 2-6。

表 2-6 运动和动力参数计算结果

轴名	功率 P (kW)		转矩 T (N·m)		转速 n r/min	传动比 i	效率 η
	输入	输出	输入	输出			
电动机轴		4.81		31.90	1440	3.1	0.96
I 轴	4.62	4.53	94.98	93.08	464.52	6.19	0.95
II 轴	4.39	4.30	558.70	547.53	75.04	4.42	0.95
III 轴	4.17	4.09	2346.70	2299.77	16.98		
卷筒轴	4.05	3.97	2279.17	2233.59	16.98	1.00	0.97

思考题

1. 传动装置的主要作用是什么？合理的传动方案应有哪些要求？
2. 各种机械传动型式有哪些特点？其适用范围怎样？带传动和链传动应布置在何处？
3. 减速器的主要类型有哪些？各有什么特点？如何读减速器装配图？
4. 如何进行电动机的选择？根据哪些条件来选择电动机类型？
5. 总效率与各级传动效率的关系如何？计算总效率时要注意哪些问题？
6. 如何确定所需要的电动机工作功率？设计传动装置时用什么功率？
7. 如何选择电动机的转速？选择不同转速的电动机各有什么优缺点？
8. 合理分配传动比有什么意义？分配传动比时要考虑哪些基本原则？
9. 当分配的传动比和实际传动比之间存在误差时，如何处理？
10. 如何确定传动装置中各相邻轴间的功率、转矩、转速关系？同一轴的输入功率与输出功率是否相同，设计传动件或轴时用哪个功率？

第3章 传动零件的设计计算

传动装置的工作性能、结构布置和尺寸大小主要由传动零件所决定,传动装置中的其他零件,如支承零件和联接零件则要根据传动零件的要求进行设计,因此,一般应先设计计算传动零件,确定其尺寸、参数、材料和结构等。当传动装置中减速器外有传动件时,一般应进行减速器外传动零件设计,以便使减速器设计的原始条件比较准确。减速器外传动零件主要有V带传动、链传动和开式齿轮传动等。传动零件的设计计算方法均按教材所述,本书不再重复。下面仅就设计中应注意的问题作简要提示。

3.1 减速器外传动零件的设计要点

减速器外的传动件设计,除了应满足传动件的设计要求外,还应注意这些传动件与减速器和其他部件的协调问题。

3.1.1 带传动

带传动设计所需的原始数据主要有:工作条件及外廓尺寸、传动位置的要求,原动机种类和所需的传动功率,主动轮和从动轮的转速(或传动比)等。设计计算需确定的内容主要有:V带的型号、长度和根数;中心距、安装要求、对轴的作用力;带轮直径、材料、结构尺寸和加工要求等。设计时应注意如下问题:

(1) 装在电动机轴上的小带轮直径与电动机中心高是否相称,小带轮轴孔直径、长度与电动机外伸轴径、长度是否相配。如图3-1所示,带轮半径大于电动机中心高 H ,这样的设计不太合适。

(2) 大带轮轴孔直径、长度应与减速器输入轴轴伸尺寸相配。应注意带轮轮缘宽度取决于带的型号和根数,而带轮轮毂长度 l 与带轮轮缘宽度 B 不一定相同(见图3-2)。带轮轮毂长度 l 按轴孔直径 d 的大小确定,可按轴伸标准系列(表)选用,也可按 $l=(1.5\sim 2)d$ 取值。

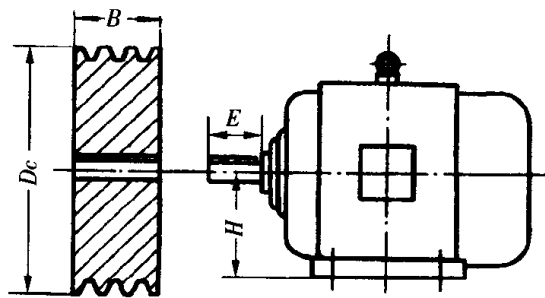


图3-1 小带轮与电动机配合

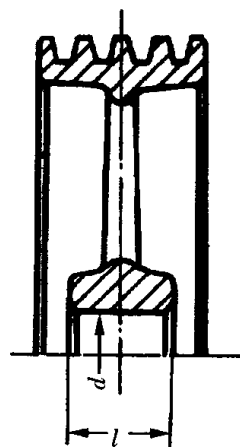


图3-2 大带轮轴孔直径与轮毂宽

(3) 带轮结构型式主要由带轮直径大小而定,其具体结构及尺寸可查手册,为了便于后续设计,应按查得的结果画出结构草图,并标明主要尺寸。

(4) 应计算出初拉力以便安装时检查张紧要求及考虑张紧方式;计算出带传动对轴的

作用力,用于轴的强度计算。

3.1.2 链传动

常用的链传动为滚子链传动,其设计计算要点:

(1) 设计所需的已知条件主要有:载荷特性和工作情况、传递功率、主动链轮和从动链轮的转速或传动比、外廓尺寸、传动布置方式等。

(2) 设计计算的主要内容:根据工作要求选出链型号(链节距)、排数和链节数;确定传动参数和尺寸(中心距、链轮齿数等);设计链轮(材料、尺寸和结构);确定润滑方式、张紧装置和维护要求等。

(3) 当设计出的单排链链节尺寸过大时,为减小动载荷,可改选双排链或多排链。由于滚子链轮端面齿形已经标准化,并由专门的刀具加工,因此,只需画出链轮结构图,并按链轮标注标准在图上标注链轮参数即可。

(4) 设计中还应注意检查链轮直径尺寸、轴孔尺寸、轮毂尺寸等是否与减速器、工作机协调。当链传动的实际传动比与设计要求的传动比相差较大时,应考虑修正减速器的传动比。

3.1.3 开式齿轮传动

对于不重要或转速较低、或间歇转动的齿轮传动,可设计成开式齿轮传动。开式齿轮传动的设计计算要点如下:

(1) 所需的已知条件主要有传递功率(或转矩)、转速、传动比、工作条件和尺寸限制等。

(2) 设计计算内容主要是选择材料,确定齿轮传动的参数(中心距、齿数、模数、螺旋角、变位系数和齿宽等)和齿轮的其他几何尺寸及其结构。开式齿轮常采用直齿轮。

(3) 按齿轮传动的设计准则,开式齿轮一般只需校核轮齿弯曲强度,而无需校核齿面的接触强度。考虑到齿面的磨损,应将强度计算求得的模数加大10%~20%。如果是进行轮齿弯曲强度校验计算,则应将已知的模数减小10%~20%后,再代入公式中进行校核计算。

(4) 检查齿轮尺寸与传动装置和工作机是否相配,齿轮轴孔等尺寸与相配的轴伸尺寸是否相符。

3.2 减速器内传动零件的设计要点

3.2.1 圆柱齿轮传动

圆柱齿轮传动设计所需的已知条件主要有传递功率(或转矩)、转速、传动比、工作条件和尺寸限制等;设计计算内容主要是选择材料,确定齿轮传动的参数(中心距、齿数、模数、螺旋角、变位系数和齿宽等)和齿轮的其他几何尺寸及其结构;设计计算的要点是:

(1) 选择齿轮材料及热处理时,通常先估计毛坯的制造方法,不同的毛坯制造方法将限定齿轮材料的选择范围。当 $d > 500\text{mm}$ 时,多用铸造毛坯;齿轮轴的选材应兼顾齿轮和轴两方面的要求;一般的齿轮,根据制造条件可以采用锻造或铸造毛坯。此外,同一减速器中的各级小齿轮(或大齿轮)的材料应尽可能一致,以减少材料牌号。

(2) 一般来说,齿轮材料机械性能取决于材料牌号、热处理和毛坯尺寸。但在课程设计阶段,可忽略毛坯尺寸对材料机械性能的影响,直接由材料及热处理决定其极限值。

(3) 直齿圆柱齿轮传动的主要参数有:两齿轮的齿数 z_1 、 z_2 ,模数 m (m_n),两齿轮的齿宽 b_1 、 b_2 ;斜齿圆柱齿轮传动再增加一个螺旋角 β 。齿轮参数可由初算公式算得,也可由经验类比获得。

(4) 根据 $\phi_d = b/d_1$ 求齿宽 b 时, 可将一对齿轮中的大齿轮宽取为 b (即 $b_2 = b$), 齿宽数值应圆整。为补偿齿轮轴向位置误差, 应使小齿轮宽度略大于大齿轮宽度, 一般可取为 $b_1 = b_2 + (5 \sim 10) \text{mm}$ 。

(5) 齿轮传动的几何参数和尺寸有严格的要求, 应作适当的圆整, 达到一定的精度, 并符合标准化要求。例如: 模数必须选标准系列值, 中心距和齿宽尽量圆整, 啮合尺寸 (节圆、分度圆、齿顶圆以及齿根圆的直径、螺旋角、变位系数等) 必须达到足够的精确, 长度尺寸应计算到小数点后 2~3 位, 角度应计算到秒 (")。

(6) 圆整中心距时, 对直齿轮传动, 可以调整模数 m 和齿数 z , 或采用角变位; 对斜齿轮传动还可以调整螺旋角 β 。对于斜齿轮传动, 中心距 a 值的个位一般要求圆整到 0 或 5, 螺旋角 β 的取值范围为 $\beta = 8^\circ \sim 20^\circ$ 。齿轮几何参数间满足如下关系

$$a = \frac{m_n}{2 \cos \beta} (z_1 + z_2)$$

(7) 用初定的齿轮参数按教材给出的校核公式进行齿轮接触强度和弯曲强度校核。若遇某个强度条件不满足时, 应适当调整齿轮参数, 或改用其他材料及热处理。

(8) 完成了齿轮几何参数设计后, 再进行齿轮结构设计。齿轮结构尺寸可按参考资料给定的经验公式计算, 但都应尽量圆整, 以便于制造和测量。

(9) 各级大齿轮、小齿轮几何尺寸和参数的设计过程与计算结果, 将作为设计说明书中的内容, 所以应及时整理, 并将计算结果列入表 3-1 中, 同时画出齿轮结构简图, 以备装配图设计时使用。

表 3-1 圆柱齿轮传动参数表

名称	代号	单位	小齿轮	大齿轮
中心距	a	mm		
传动比	i			
模数	m_n	mm		
螺旋角	β	($^\circ$)		
端面压力角	α_t	($^\circ$)		
啮合角	α'_t	($^\circ$)		
分度圆分离系数	y			
总变位系数	$x_{n\Sigma}$			
齿顶高变动系数	σ			
变位系数	x_n			
齿数	z			
分度圆直径	d	mm		
节圆直径	d'	mm		
齿顶圆直径	d_a	mm		
齿根圆直径	d_f	mm		
齿宽	b	mm		
螺旋角方向				
材料及齿面硬度				

【例3-1】由接触疲劳强度公式计算得到的斜齿圆柱齿轮传动的小齿轮分度圆直径应为 $d_1 \geq 110\text{mm}$ ，已知传动比 $i = 4.1$ ，载荷平稳，速度中等， $\psi_d = 1.2$ 。试设计计算该齿轮传动的各参数，并计算大齿轮、小齿轮的分度圆直径和齿宽。

解：(1) 确定中心距 a

$$a \geq \frac{d_1}{2}(1+i) = \frac{110}{2} \times (1+4.1) = 280.5 \text{ mm}$$

中心距 a 应尽量圆整成尾数为 0 或 5，以利于制造和测量，所以初定 $a = 280\text{mm}$ 。

(2) 选定模数 m_n 、齿数 z_1 、 z_2 和螺旋角 β

$$a = \frac{m_n}{2\cos\beta}(z_1 + z_2)$$

一般 $z_1 = 17 \sim 30$ ， $\beta = 8^\circ \sim 15^\circ$ 。初选 $z_1 = 21$ ， $\beta = 14^\circ$ ，则 $z_2 = iz_1 = 4.1 \times 21 = 86$ ，代入上式得

$$m_n = \frac{2a\cos\beta}{z_1 + z_2} = \frac{2 \times 280 \times \cos 14^\circ}{21 + 86} = 5.08 \text{ mm}$$

由标准取 $m_n = 5\text{mm}$ ，则

$$\beta = \cos^{-1} \frac{m_n(z_1 + z_2)}{2a} = \cos^{-1} \frac{5 \times (21 + 86)}{2 \times 280} = 17^\circ 11' 5''$$

满足要求。

另外，也可先选取模数 m_n ，一般取 $m_n = (0.01 \sim 0.02)a$ 。若按 $m_n = 0.016a$ ，则 $m_n = 0.016 \times 280 = 4.48$ ，圆整为标准值 $m_n = 5\text{mm}$ 。下面的计算与前面相同。

(3) 计算齿轮分度圆直径

小齿轮

$$d_1 = m_n z_1 / \cos\beta = 5 \times 21 / \cos 17^\circ 11' 5'' = 109.89 \text{ mm}$$

大齿轮

$$d_2 = m_n z_2 / \cos\beta = 5 \times 86 / \cos 17^\circ 11' 5'' = 450.03 \text{ mm}$$

(4) 齿轮宽度

根据齿宽系数 $\psi_d = 1.2$ ，齿轮工作宽度

$$b = \psi_d d_1 = 1.2 \times 109.89 = 131.87 \text{ mm}$$

圆整为大齿轮宽度取 $b_2 = 132\text{mm}$ ，小齿轮宽度取 $b_1 = 140\text{mm}$ 。

(5) 齿轮强度校核

按照教材推荐的齿轮接触强度和弯曲强度公式进行校核。校核时，将上述选定的参数代入公式进行计算。注意，每对齿轮都应进行接触强度和弯曲强度计算。若满足强度条件，则上述计算结果可以采用；若不满足，则应对上述参数进行适当的修改，并再进行强度校核，直至满足强度条件。

(6) 设计小结

将全部的设计结果，经整理后填入表 3-1，以备后用。

3.2.2 圆锥齿轮传动

圆锥齿轮传动的过程与圆柱齿轮传动的过程相似，除此之外，还应注意：

(1) 圆锥齿轮以大端模数为标准，计算节锥顶距 R 、节圆直径 d (大端) 等几何尺寸都采用大端模数。

(2) 一般取小圆锥齿轮齿数 $z_1 = 17 \sim 25$, 也可按下列经验公式确定大圆锥齿轮的齿数

$$z_2 = c \cdot \sqrt[5]{i^2} \cdot \sqrt[6]{d_2}$$

式中, 大圆锥齿轮分度圆直径 d_2 的单位为 mm; 采用硬齿面齿轮时, $c = 11.2$; 采用软齿面齿轮时, $c = 18$ 。则 $z_1 = z_2 / i$ 。

(3) 两轴交角为 90° 时, 确定大齿轮、小齿轮齿数后, 节锥角 δ_1 、 δ_2 可由齿数比 $u = z_1 / z_2$ 算出。计算时应注意精度, u 应达小数点后第 4 位, δ 应精确到秒(")。

(4) 圆锥齿轮结构设计原则与圆柱齿轮的相同。选择圆锥齿轮结构型式时, 除考虑分度圆直径大小外, 还要注意分度圆锥角的大小。

详细的圆锥齿轮传动设计方法请参阅教材或手册中相关的内容。

3.2.3 蜗杆传动

蜗杆传动的设计条件、要求、设计过程和圆柱齿轮传动的设计条件、要求、设计过程基本相同。蜗杆传动设计时还应注意:

(1) 由于蜗杆传动的工作特点是滑动速度大, 因此要求蜗杆副材料有较好的跑合和耐磨性能。在选材料时要初估蜗杆副的相对滑动速度, 再由不同的相对滑动速度确定适用的蜗杆副材料。蜗杆传动尺寸确定后, 要校验相对滑动速度和传动效率与初估值是否相符, 并检查材料选择是否恰当等。

(2) 模数 m 和蜗杆特性系数 q 要符合标准规定。应注意, 蜗杆传动的模数标准系列与圆柱齿轮的不同。在确定 m 、 q 、 z_2 后, 蜗杆传动的中心距应尽量圆整成尾数为 0 或 5 (mm), 为此蜗杆传动常采用变位传动, 并适当调整蜗轮的齿数。在设计中, d_1 、 q 还应取标准值。

(3) 为了便于加工, 蜗杆螺旋线方向尽量采用右旋。蜗杆转动方向则由工作机转动方向和蜗杆螺旋线方向确定。

(4) 与齿轮传动不同的是蜗杆传动要进行蜗杆的刚度验算和传动的热平衡计算。一般蜗杆强度及刚度验算、蜗杆传动热平衡计算都要在装配草图完成后进行。

(5) 蜗杆传动结构设计时, 主要分为蜗杆下置和上置两种。当蜗杆分度圆圆周速度 $v \leq 4 \sim 5 \text{ m/s}$ 时一般将蜗杆下置, 当 $v > 4 \sim 5 \text{ m/s}$ 时, 则上置。

详细的蜗杆传动设计方法, 请参阅教材或手册中的相关内容。

思考题

1. 设计带传动所需的原始数据主要有哪些? 设计内容主要是哪些?
2. 设计滚子链传动所需原始数据主要是哪些? 设计内容主要是哪些?
3. 齿轮传动的设计准则是什么? 开式齿轮的设计要点有哪些?
4. 齿轮传动参数中, 哪些值应取标准值? 哪些值要精确计算? 哪些值应该进行圆整?
5. 齿轮传动设计的一般过程是什么? 基本参数有哪些?
6. 圆柱齿轮传动中, 什么时候中心距数值要圆整? 什么时候不能圆整? 若需圆整时, 可调整哪些参数?
7. 典型的齿轮结构有哪些? 齿轮的材料和齿轮结构两者间有什么关系?

第4章 减速器结构

4.1 减速器各部位及附属零件的名称和作用

虽然减速器的类型很多,但减速器各部位及附属零件的名称和作用大致相同。其名称和作用如下:

(1) 窥视孔和窥视孔盖

为了能看到减速器箱体内传动零件的啮合处情况,以便检查齿面接触斑点和齿侧间隙,一般应在减速器上部开窥视孔。另外,润滑油也由此注入箱体内。窥视孔上有盖板,以防止污物进入箱体内和润滑油飞溅出来。

(2) 放油螺塞

减速器底部应有放油孔,用于排出污油。

(3) 油标

油标用来检查箱体内润滑油面高度,以保证有正常的油量。油标的种类结构较多,有些已定为标准件。

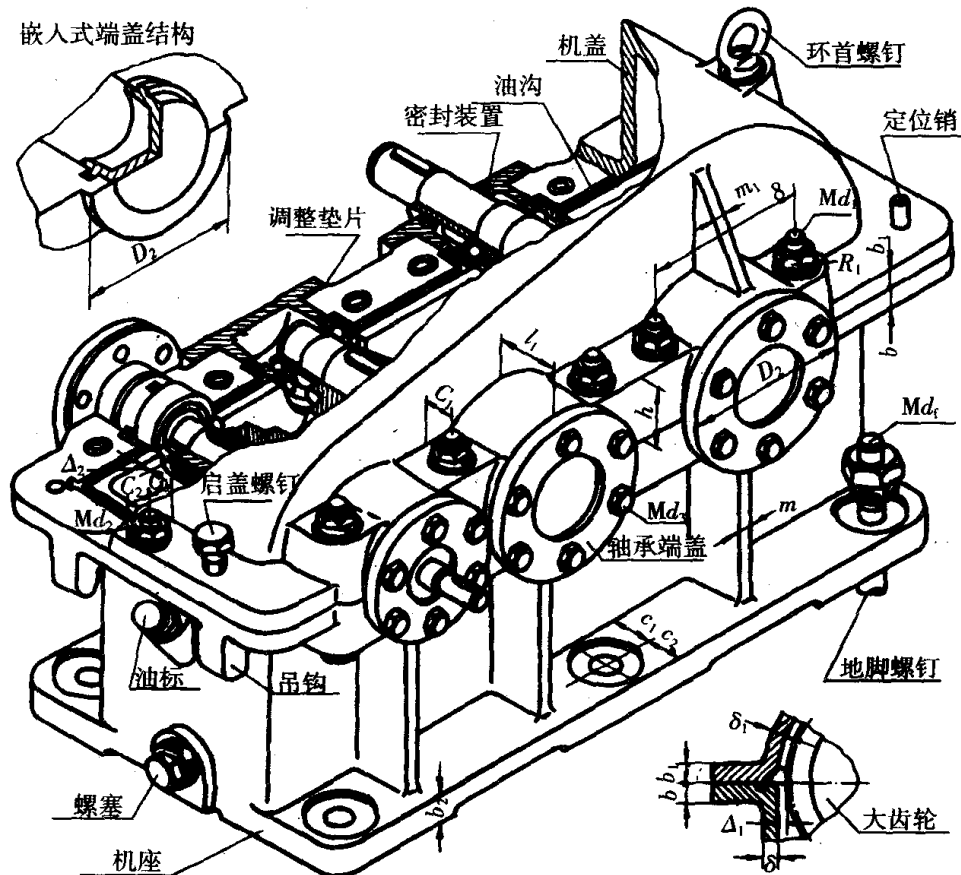


图 4-1 圆柱齿轮减速器

(4) 通气器

由于减速器工作时的摩擦发热会使箱体内温度升高,并使箱体内气压增大,这将会导致润滑油从各处缝隙向外渗漏。因此,为了平衡箱体内外气压,便于箱体内气体的出入,提高箱体缝隙处的密封性能,需安装通气器。通气器一般安装在机盖顶部或窥视孔盖上。

(5) 启盖螺钉

在减速器安装时,一般应在机盖与机座接合面上涂上水玻璃或密封胶,以提高密封性,且不易分开。为了便于启盖,可在机盖凸缘上设计一至两个启盖螺钉。在启盖时,可先拧动此螺钉顶起机盖。

(6) 定位销

为了保证轴承座孔的重复安装精度,应在机盖和机座用螺栓联接后,镗孔之前装上两个定位销(一般选圆锥销),销孔位置尽量远些。若箱体结构是对称的(如蜗杆传动箱体),则销孔位置不应采用对称布置,以免装反。

(7) 调整垫片

调整垫片由多片很薄的软金属(铜片)制成,用以调整轴承间隙。有的垫片还要起调整传动零件(如蜗轮、圆锥齿轮等)轴向位置的作用。

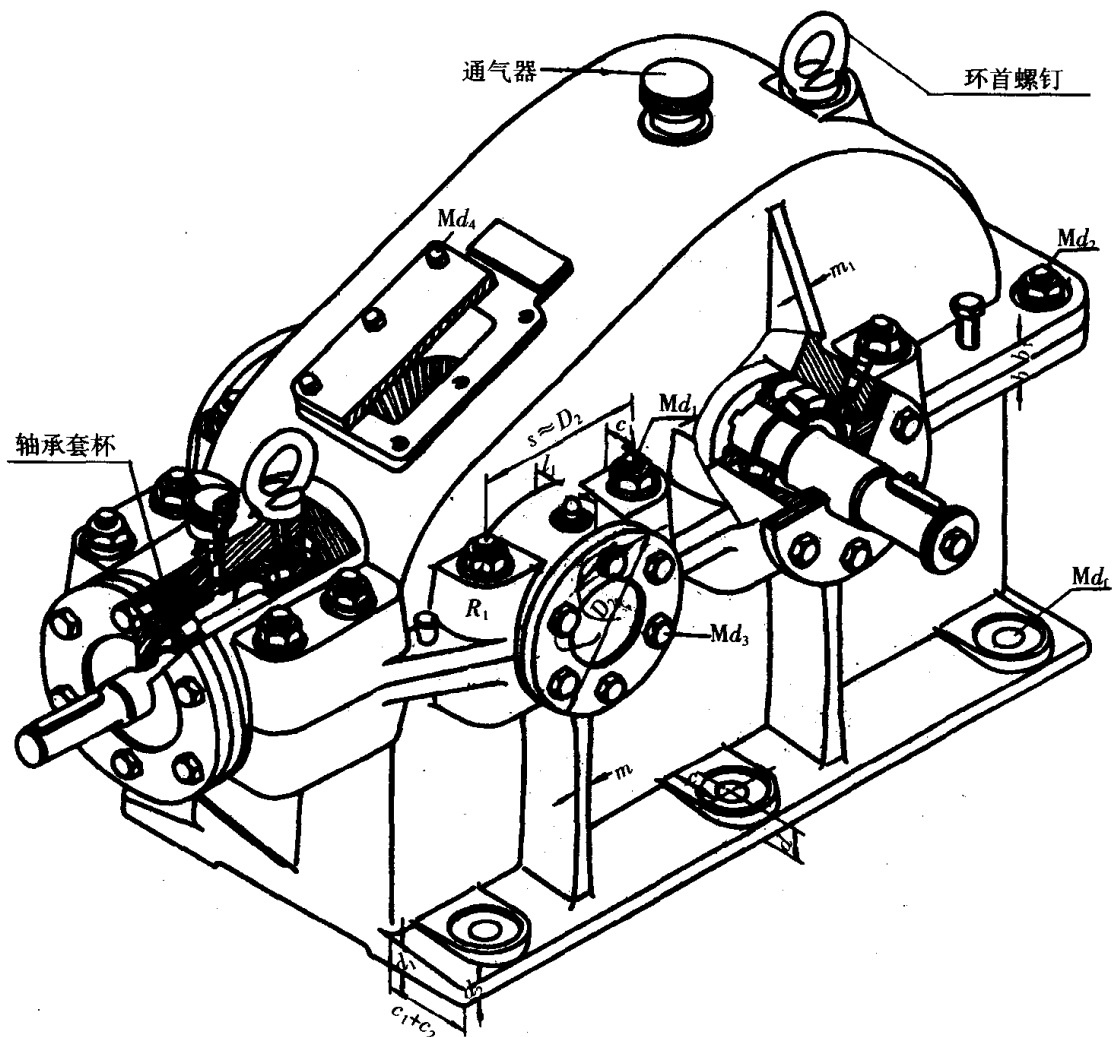


图 4-2 圆锥—圆柱齿轮减速器

(8) 环首螺钉、吊环和吊钩

为了搬运或拆卸方便,在机盖上需有起吊结构,一般可选用环首螺钉(图4-1)或铸出吊环或吊钩(图4-3)。为了搬运机座或整个减速器,一般在机座上铸出吊钩。应注意,机盖上的吊钩与机座上的吊钩用途不同。

(9) 密封装置

由于伸出轴与端盖之间有间隙,必须安装密封件,以防止漏油和污物进入箱体内。密封件多为标准件,其密封效果相差很大,应根据具体情况选用。

图4-1、图4-2、图4-3分别为圆柱齿轮减速器、圆锥—圆柱齿轮减速器和蜗杆减速器的典型结构。

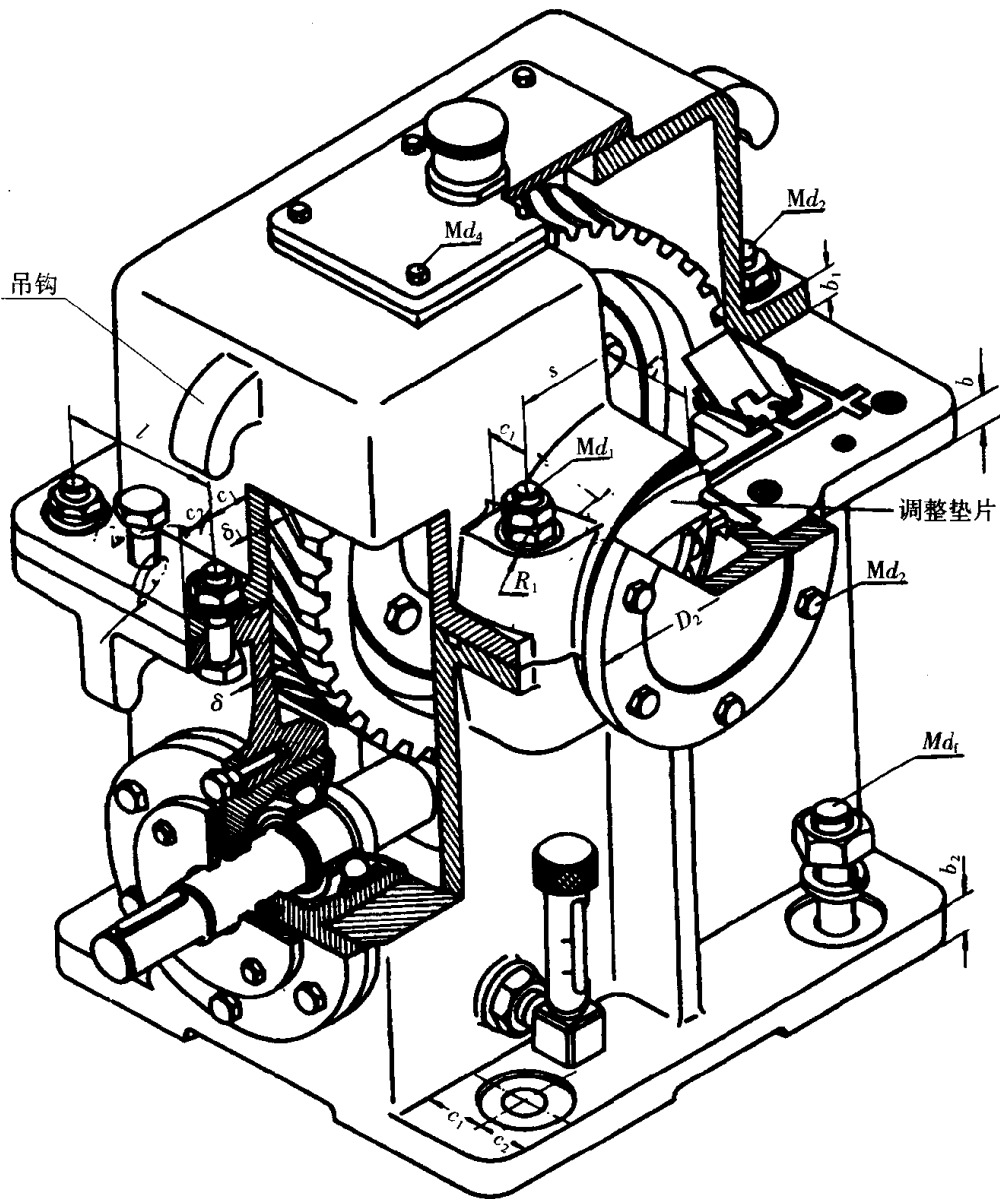


图4-3 蜗杆减速器

4.2 减速器箱体有关尺寸的经验值

由于受到设计、制造、装配等多方面的要求和限制,加上多年来减速器产品设计中积累的经验,已形成了减速器箱体上各个尺寸的经验值和经验公式,表4-1为铸铁减速器箱体结构尺寸经验值。

表4-1 铸铁减速器箱体结构尺寸
(参见图4-1、图4-2、图4-3)

mm

名称	符号	减速器型式及尺寸关系							
		齿轮减速器		圆锥齿轮减速器			蜗杆减速器		
机座、机盖壁厚	δ	一级	$0.025a+1 \geq 8$	$0.0125(d_{1m}+d_{2m})+1 \geq 8$			$0.04a+3 \geq 8$		
		二级	$0.025a+3 \geq 8$	或 $0.01(d_1+d_2)+1 \geq 8$					
		三级	$0.025a+5 \geq 8$	d_1, d_2 —小、大圆锥齿轮的大端直径					
	考虑铸造工艺,所有壁厚都不应小于8								
机座、机盖凸缘厚度	b, b_1	1.5δ							
机座底凸缘厚度	b_2	2.5δ							
地脚螺钉直径	d_f	$0.036a+12$	$0.018(d_{1m}+d_{2m})+1 \geq 12$			$0.036a+12$			
			或 $0.015(d_1+d_2)+1 \geq 12$						
地脚螺钉数目	n	$a \leq 250$ 时, $n=4$ $a > 250 \sim 500$ 时, $n=6$	$n = \frac{\text{机座底凸缘周长}}{100 \sim 150} \geq 4$			4			
轴承旁联接螺栓直径	d_1	$0.75d_f$							
机盖与机座联接螺栓直径	d_2	$(0.5 \sim 0.6)d_f$, 螺栓间距 $L \leq 150 \sim 200$							
轴承端盖螺钉直径	d_3	$(0.4 \sim 0.5)d_f$							
螺栓至箱体外壁距离 螺栓至凸缘边缘距离	C_1 C_2	螺栓直径	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M27
		C_{1min}	13	16	18	22	26	34	34
		C_{2min}	11	14	16	20	24	28	32
		沉头座直径	20	24	26	32	40	48	54
轴承旁凸台半径	R_1	$R_1 = C_2$							
凸台高度	h	根据低速级轴承座外径确定,以便于扳手操作为准							
外机壁至轴承座端面距离	l_1	$C_1 + C_2 + (5 \sim 10)$							

注:1. 多级传动时, a 取低速级中心距;对圆锥—圆柱齿轮减速器,按圆柱齿轮传动中心距取值。

2. 轴承端盖的详细尺寸,可参见表23-4、23-5。

4.3 箱体结构

减速器箱体是用以支撑和固定轴系零件,是保证传动零件的啮合精度、良好润滑及密封的重要零件,其重量约占减速器总重量的一半。因此,箱体结构对减速器的工作性能、加工工艺、材料消耗、重量及成本等有很大影响,设计时必须全面考虑。

箱体材料多用铸铁制造。在重型减速器中,为了提高箱体强度,也有用铸钢铸造的。铸

造箱体重量较大,适于成批生产。箱体也可用钢板焊成(如图4-4),焊接箱体比铸造箱体轻 $1/4\sim 1/2$,生产周期短,但焊接时容易产生热变形,故要求较高的技术,并应在焊接后退火处理。箱体可以作成剖分式或整体式(如图4-5)。

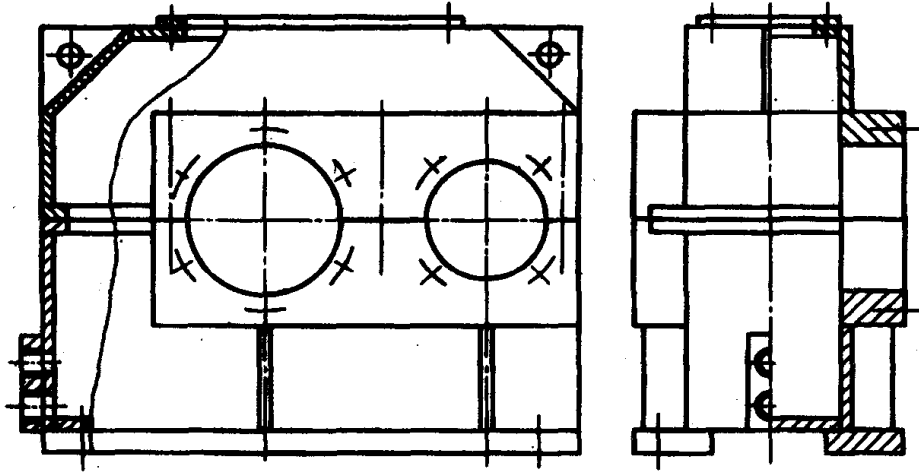


图4-4 焊接箱体

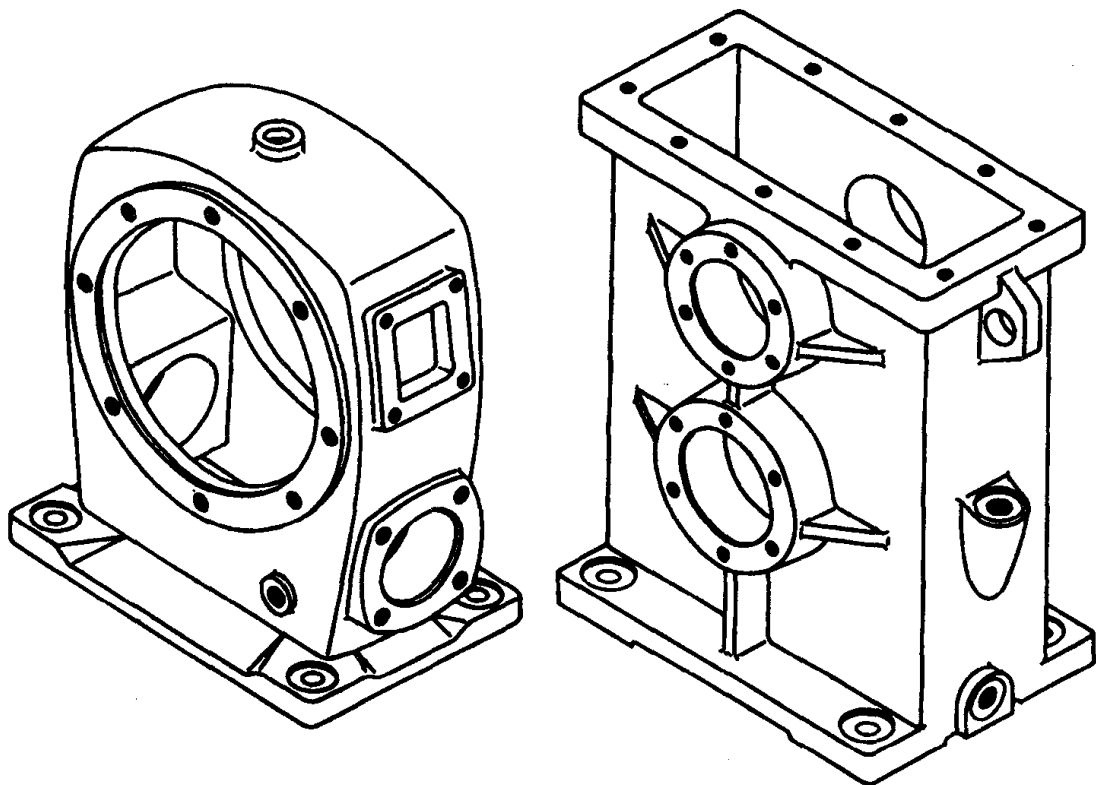


图4-5 整体式箱体

4.4 减速器的润滑

减速器内的传动零件和轴承都需要有良好润滑,这不仅可以减少摩擦损失、提高传动效率,还可以防止锈蚀、降低噪声和提高寿命。

表4-2列出了减速器内传动零件的润滑方式,表4-3列出了减速器滚动轴承的常用润滑方法。

表 4-2 减速器内传动件的润滑方式及其应用

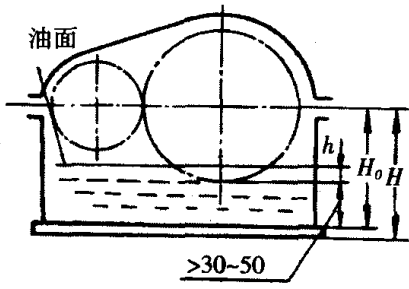
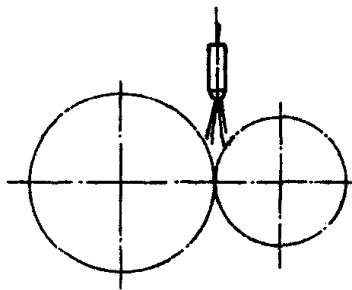
润滑方式			应用说明
浸油润滑	单级圆柱齿轮减速器	当模数 $m < 20$ 时, 浸油深度 h 约为 1 个齿高, 但不小于 10mm	 <p>适用于圆周速度 $v < 12\text{m/s}$ 的齿轮传动。传动件浸入油中的深度要适当, 既要避免搅油损失太大, 又要保证充分的润滑。油池要有一定的深度和贮油量。对于二级或多级齿轮减速器, 应选择合适的传动比分配, 使各级的大齿轮的直径尽量接近。当直径相差较大时, 可采用带油轮润滑等措施</p>
	二级或多级圆柱齿轮减速器	高速级大齿轮浸油深度 h_1 约为 0.7 齿高, 但不小于 10mm 低速级当 $v = 0.8 \sim 12\text{m/s}$ 时, 大齿轮浸油深度 $h_s = 1$ 个齿高; 当 $v = 0.5 \sim 8\text{m/s}$ 时, $h_s = (1/6 \sim 1/3)$ 齿轮半径	
喷油润滑		利用油泵压力将润滑油直接喷到啮合面上。喷油润滑需要专门的供油装置, 费用较高	 <p>适用于 $v > 12\text{m/s}$ 的齿轮传动。由于高速使粘在齿轮上的油被甩掉而且搅油损失过大, 温度上升。此外还可用于重载或重要减速器中</p>

表 4-3 减速器滚动轴承的润滑方式及其应用

润滑方式		应用说明
脂润滑	润滑脂在装配时直接填入轴承室, 或采用旋盖式油杯压入润滑油, 如图 4-6 所示	适用于齿轮圆周速度 $v < 1.5 \sim 2\text{m/s}$ 齿轮减速器。可采用多种方式向轴承室加注润滑脂
油润滑	飞溅润滑	适用于齿轮圆周速度 $v \geq 1.5 \sim 2\text{m/s}$ 的场合。当速度较大 ($v \geq 3\text{m/s}$) 时, 飞溅油可以形成油雾; 当速度较小时, 应设置输油沟等, 便于油流入轴承室
	刮板润滑	适用于不能采用飞溅润滑的场合, 如齿轮圆周速度较小, 或同轴式减速器中间轴承的润滑等
	浸油润滑	使轴承局部浸入油中, 但油面应不高于最低滚动体的中心 适用于中、低速下置式蜗杆轴的轴承润滑

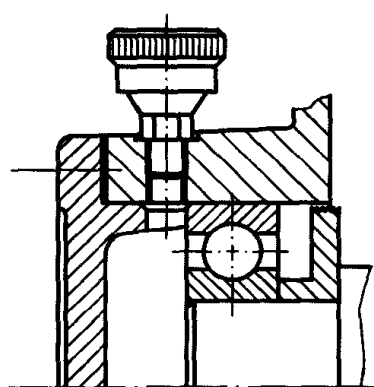


图 4-6 脂润滑

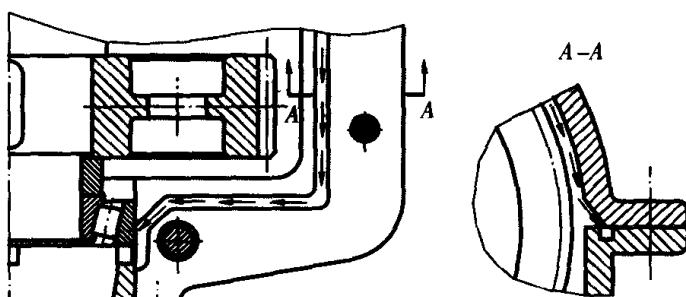


图 4-7 油润滑-飞溅润滑

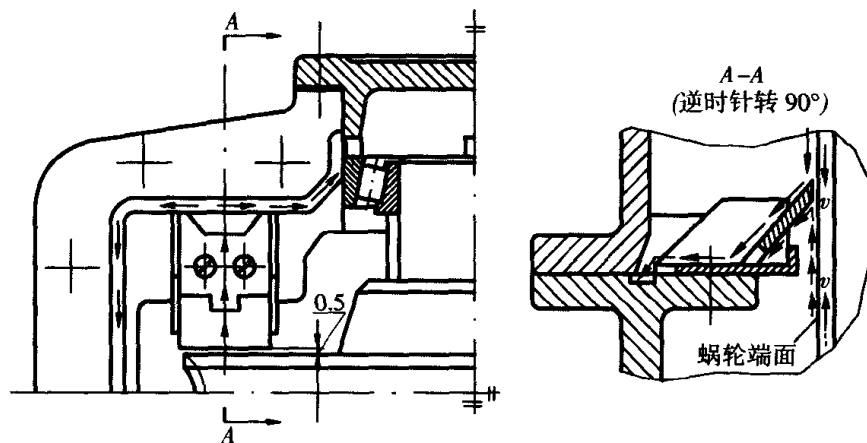


图 4-8 油润滑-刮油润滑

思考题

1. 减速器箱体有哪些结构型式？各有哪些特点？
2. 铸造箱体和焊接箱体各有什么特点？选择时应注意哪些条件？
3. 箱体上有关尺寸如何确定？
4. 窥视孔、通气器、油标、螺塞的作用是什么？有哪些结构型式？是否有标准？
5. 为什么要安装启盖螺钉，其大小如何确定？
6. 定位销的作用是什么？其位置如何确定？
8. 吊环、吊钩有哪些结构型式？用途是否相同？
9. 密封装置的作用是什么？有哪些结构型式？如何选用？

第 5 章 减速器装配图设计(第 1 阶段)

5.1 概 述

装配图是用来表达机器的整体结构、轮廓形状、零件间相互关系以及尺寸的图纸。因此,设计通常是从绘制装配图入手。在装配图上需确定所有零件的位置、主要结构和尺寸,并以此为依据绘制零件工作图(也称拆零件图)。同时,装配图也是机器组装、调试、维护等方面的重要技术依据,所以绘制装配图是设计过程中的重要环节,必须综合考虑各方面的影响因素,且用足够的视图和剖面图将机器的外形和内部结构表达清楚。

装配图设计所涉及的内容较多、过程复杂,往往需要边计算、边画图、边修改,直至最后完成装配图。为了便于同学们的学习与掌握,一般可将减速器装配图的设计过程划分为如下 5 个阶段:

(1) 准备阶段

主要完成装配图设计的前期准备,进行必要的设计计算。如前面第 1~4 章节所述内容。

(2) 装配草图阶段(第 1 阶段)

主要完成减速器箱体初步结构型式,确定各传动零件的初步结构、位置和尺寸,并进行必要的受力和校核计算等;

(3) 传动零件设计阶段(第 2 阶段)

主要完成箱体内、外传动零件的参数设计和结构设计;

(4) 箱体和附件设计阶段(第 3 阶段)

主要完成箱体的具体结构设计和附件的设计与选用;

(5) 完成装配图阶段(第 4 阶段)

在装配图上标注尺寸、制定技术要求、给零件编号、填写明细表和标题栏等。

在装配图的设计过程中,各个阶段不能绝对分开,常常会有交叉和反复。在进行后续设计时,可能会对前面已完成的设计作必要的修改,有时修改量可能很大,同学们应有足够的思想准备。

在开始绘制装配图之前的准备阶段,应做好必要的准备工作。这个阶段的主要任务是:

(1) 通过翻阅有关资料、参观或装拆减速器,了解和熟悉减速器的结构特点、设计内容和方法。

(2) 根据减速器设计任务书上的技术数据和设计要求,选择计算出有关零部件的结构和主要尺寸,并汇总和检查绘制装配图时所必需的技术资料和数据。具体内容有:

① 确定各级传动的中心距、最大圆直径和宽度(轮毂和轮缘)等主要尺寸;

② 选出电动机类型和型号,并查出其轴径和轴伸尺寸;

② 选出联轴器类型和型号,查出两端轴孔直径和孔宽、有关装配尺寸;

(3) 确定滚动轴承类型及轴的支承型式(两端固定或一端固定、一端游动等),轴承的具体型号可暂不确定。

(4) 根据轴上零件的受力、固定和定位等要求,初步确定轴的阶梯段,具体尺寸暂不定。

(5) 确定箱体的结构方案(整体式、剖分式等)和轴承端盖型式(凸缘式或嵌入式)。

(6) 选定图纸幅面及绘图的比例。课程设计中的减速器装配图应采用 A0 或 A1 图纸绘制,应尽量优先采用 1:1 的比例绘制,以增强真实感。减速器装配图通常用三个视图并辅以必要的局部视图来表达。应估计减速器的外型尺寸、合理布置三个主要视图。同时,还要考虑标题栏、明细表、技术要求和尺寸标注等所需的图面位置。

做好上述准备工作后,即可开始绘图。绘制装配图时应采用国标规定的画法和简化画法,具体的画法可参见《机械制图》教材或相关的手册资料。

由于在减速器装配图设计的初期,存在着大量的不定因素,许多设计需通过多次的边计算、边画图、边修改的反复才能确定,因此,装配草图阶段可先绘制装配草图,在草图上进行反复的设计与修改,等到减速器结构基本确定后,再另绘正式的装配图。

装配草图阶段的基本内容是:在选定箱体结构型式(如剖分式)的基础上,确定各传动零件间及箱体内壁位置;进行轴的结构设计、初选轴承型号和确定轴承位置等;对轴、轴承及键联接等进行校核计算。

5.2 确定箱体内壁和轴承座端面的位置

对于一级和二级圆柱齿轮减速器,装配草图一般只需画出主视图和俯视图(如图 5-1、图 5-2 所示)。具体步骤为:

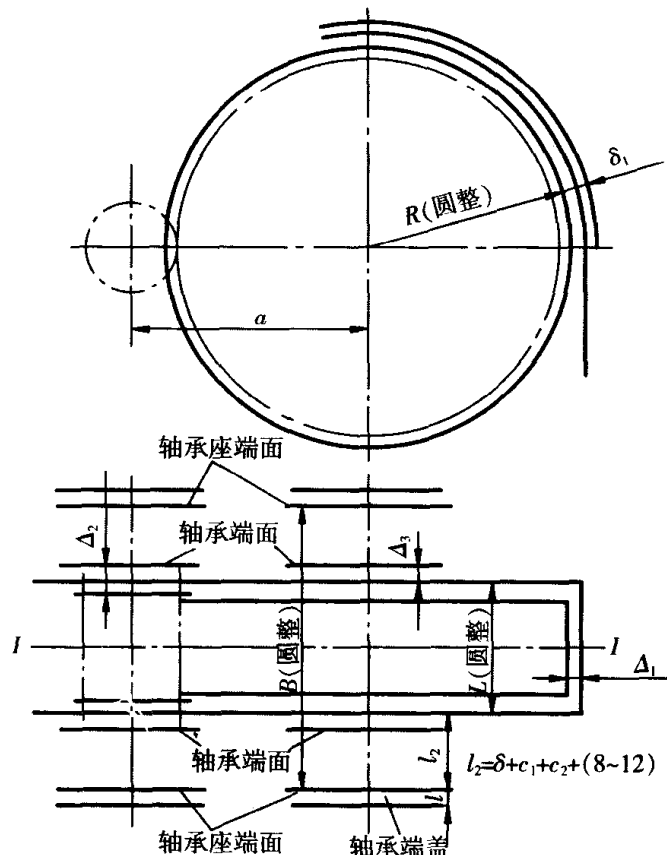


图 5-1 一级圆柱减速器装配草图设计

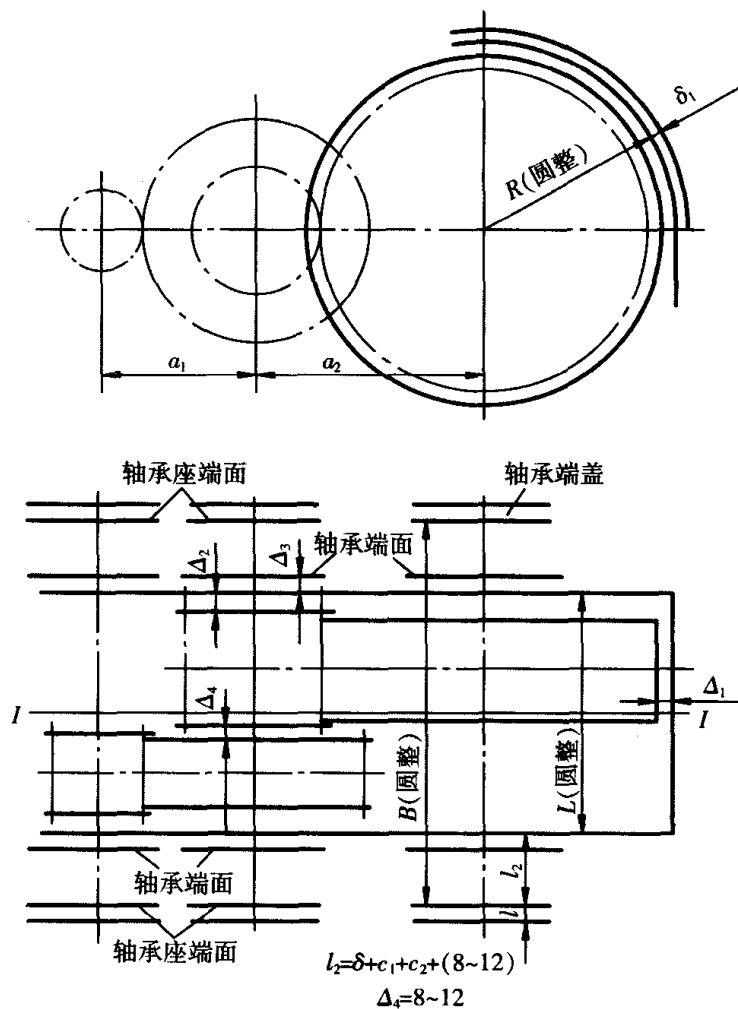


图 5-2 二级圆柱减速器装配草图设计

(1) 在主视图上给出齿轮水平中心线,按中心距尺寸绘出各齿轮的垂直中心线,并绘出各齿轮的分度圆和齿顶圆。

(2) 在俯视图上绘出齿轮的位置。对于二级减速器,两对齿轮的轴向间距取 $\Delta_4 = 8 \sim 12$ 。

(3) 确定齿轮到内壁的距离。大齿轮齿顶到内壁的距离 $\Delta_1 > 1.2\delta$ (δ 为箱体的壁厚), 齿轮端面到内壁的距离 $\Delta_1 > \delta$, 内壁之间距离 L 需圆整。注意小齿轮齿顶到内壁的距离此时还不能确定。

(4) 根据先前设计的箱体壁厚,绘出箱体外壁位置。

(5) 在主视图上绘出大齿轮处的箱体内外壁位置。

(6) 确定轴承座端面到外壁的距离,主要考虑扳手空间的 C_1 、 C_2 值。另外,左右两侧的轴承座端面之间的距离 B 应进行圆整。

(7) 对于采用凸缘式轴承端盖减速器,还应画出轴承端盖位置。

(8) 确定轴承内侧到箱体内壁之间的距离,分油润滑和脂润滑两种情况,如图 5-3 所示。

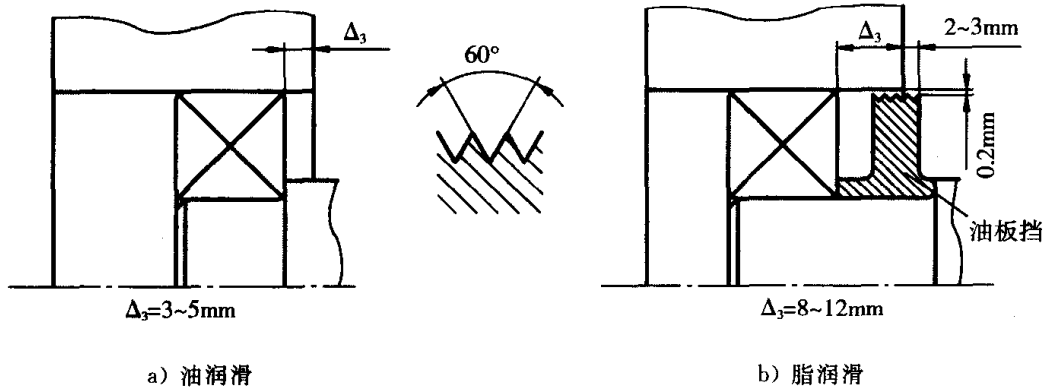


图 5-3 轴承内侧到箱体内壁的距离

5.3 轴的结构设计

5.3.1 初步计算轴的直径

在进行轴的结构设计之前,应首先初步计算轴的直径。一般按受纯扭作用下的扭转强度估算各轴的直径,计算公式为

$$d \geq A \sqrt[3]{\frac{P}{n}} \quad \text{mm}$$

式中: P ——轴所传递的功率,kW;

n ——轴的转速,r/min;

A ——由轴的许用切应力所确定的系数,其值可查有关教材。

利用上式估算轴直径时,应注意以下问题:

(1) 对外伸轴,由上式算得的轴径常作为轴的最小直径(轴端直径),这时应取较小的 A 值;对非外伸轴,初算轴径常作为安装齿轮处的直径,此时 A 值应取较大值。

(2) 当计算轴径处有键槽时,应适当增大轴径以补偿键槽对轴强度的削弱。

(3) 当外伸轴通过联轴器与电动机联接时,则初算直径 d 必须与电动机轴和联轴器孔相匹配,必要时适当增减轴径 d 的尺寸。

轴的结构设计是在初算轴径的基础上进行的。为了满足轴上零件的定位和紧固要求,同时便于轴的加工和轴上零件的装拆,通常将轴设计成阶梯轴。轴结构设计任务是确定合理的阶梯轴形状和结构尺寸。

5.3.2 轴的各段直径

阶梯轴各轴段直径的变化是根据轴上零件的受力、安装、固定及对轴表面粗糙度、加工精度等要求而定的。设计时应注意如下几方面问题:

(1) 轴上装有齿轮、带轮和联轴器处的直径,如图 5-4 中的 d_3 和 d 应取标准值(参照表 14-28)。在装有密封元件的滚动轴承处的直径,如 d_1 、 d_2 、 d_5 ,则应与密封元件和轴承的内孔径尺寸一致。另外,轴上两个支点的轴承,应尽量采用相同的型号,便于轴承座孔的加工。

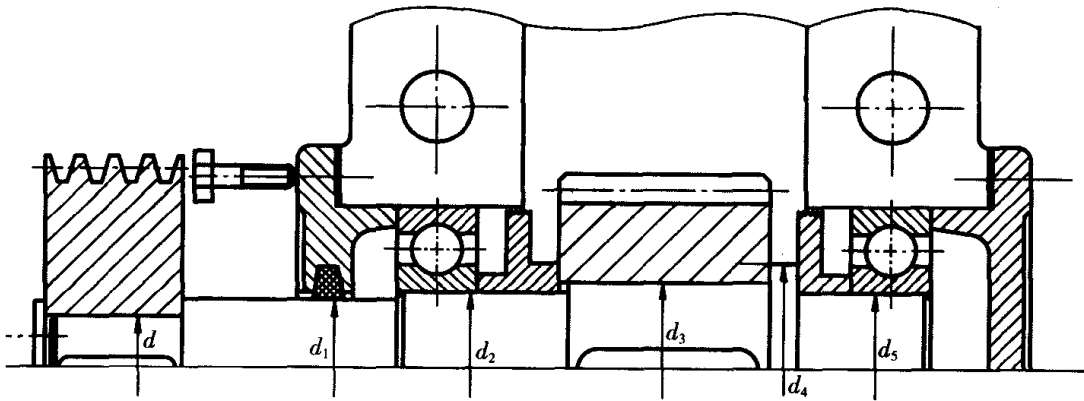


图 5-4 阶梯轴的各轴段直径

(2) 当直径变化处的端面是为了固定轴上零件或承受轴向力时,则直径变化值要大些,一般可取 $6\sim 10\text{mm}$ 。如图 5-4 中直径 $d-d_1$ 、 $d_3-d_4-d_5$ 之间形成的轴肩。当轴肩用作轴承内圈定位时,轴肩的直径应按轴承安装尺寸要求取值,如图 5-5 所示,图中 D 值,应根据轴承的具体型号查手册获得。

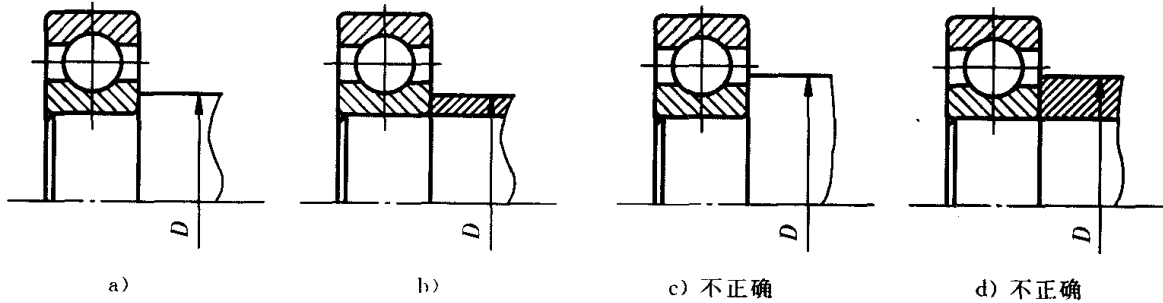


图 5-5 用作轴承内圈定位的轴直径

(3) 如果两相邻轴段直径的变化只是为了轴上零件装拆方便或区分加工表面时,两直径略有差值即可,差值可取 $1\sim 5\text{mm}$,如图 5-4 中直径 d_1-d_2 、 d_2-d_3 的变化。另外,当受到某个因素制约,两轴段直径不能有差值时,也可采用不同的配合公差加以区别。如图 5-6 所示,轴的左段采用间隙配合,便于零件的安装,轴的右段采用过渡配合,满足零件的安装要求。

(4) 为了降低应力集中,轴肩处的过渡圆角不宜过小。用作零件定位的轴肩,零件毂孔的倒角(或圆角半径)应大于轴肩处过渡圆角半径,以保证定位的可靠(如图 5-7)。装滚动轴承处轴肩的过渡圆角半径应按轴承的安装尺寸要求取值。

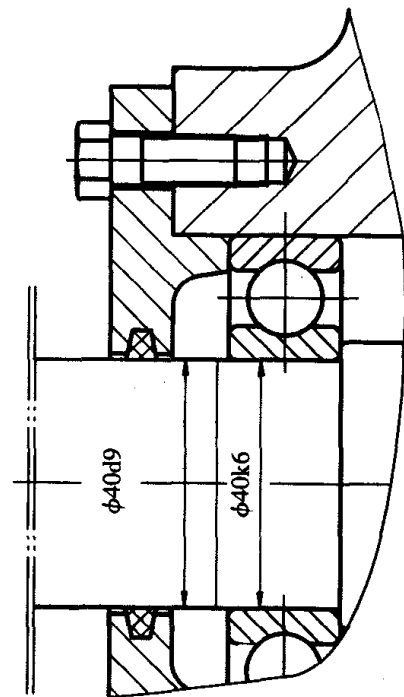


图 5-6 同一轴段有不同的配合公差

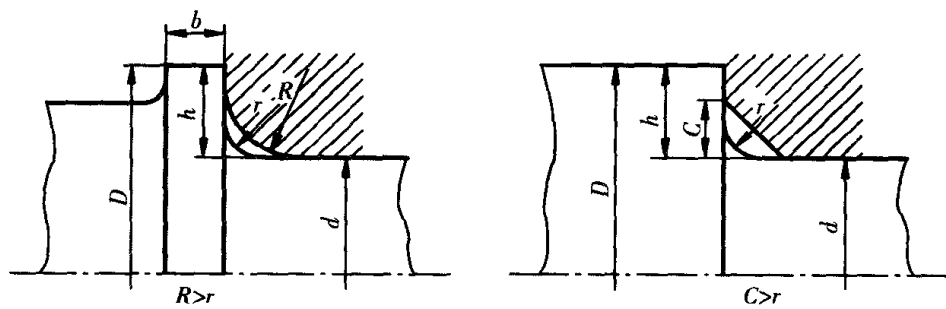


图 5-7 零件毂孔的倒角与过渡圆角半径的关系

(5) 需要磨削加工的轴段常设置砂轮越程槽(如图 5-8);车制螺纹的轴段应有退刀槽(如图 5-9)。砂轮越程槽和退刀槽的具体尺寸可查相关手册。

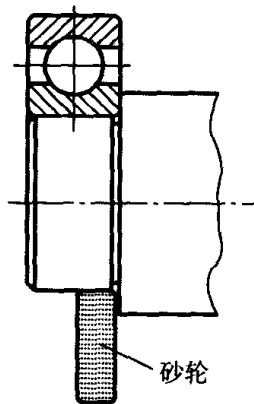


图 5-8 砂轮越程槽

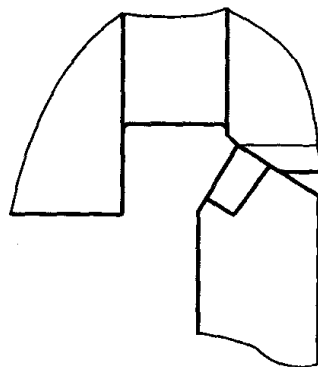


图 5-9 退刀槽

(6) 为了便于加工,直径相近的轴段,其过渡圆角、越程槽、退刀槽等尺寸应一致。另外,对于直径相近轴段的键槽,为了便于键槽的加工,其剖面尺寸也应一致,且位于同一方位。

5.3.3 轴的各段轴向尺寸

各轴段的长度主要取决于轴上零件(齿轮、带轮和轴承等)的宽度以及相关零件(箱体轴承座和轴承端盖等)的轴向位置和结构尺寸。设计时应注意如下几个问题:

(1) 对于安装齿轮、带轮等盘类零件的轴段,为了保证盘类零件的端面能与轴向固定零件(套筒、挡圈等)可靠接触与固定,该轴段的长度应略短于相配轮毂的宽度,如图 5-10 所示。

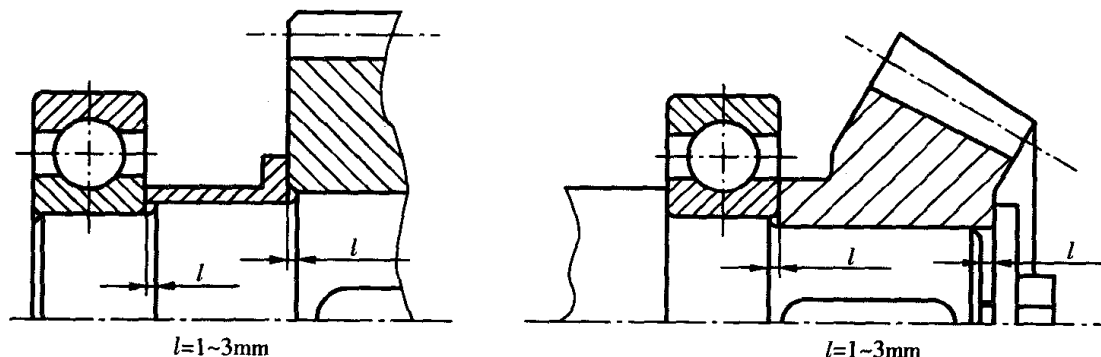


图 5-10 轴段长度应略长于轮毂宽度

(2) 在装键的轴段,应使键槽靠近直径变化处,以便于安装时键与槽对准,如图 5-11 所示。若采用过盈配合固定轴上零件时,为了便于装配,直径变化可用锥面过渡,锥面大端应在键槽直线部分,如图 5-12 所示。

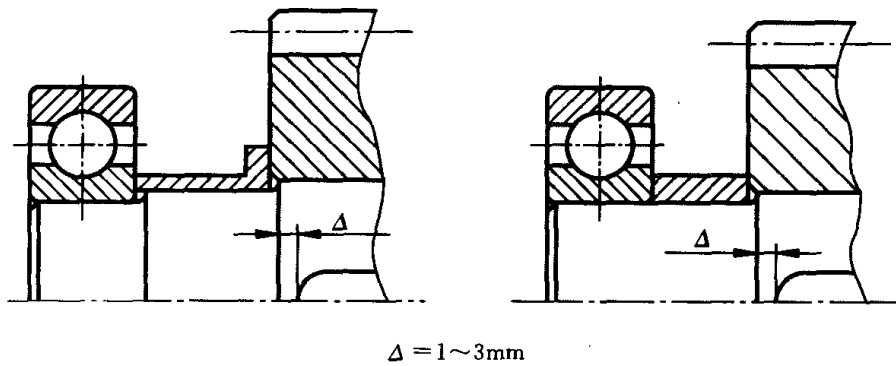


图 5-11 轴段直径变化与键槽位置

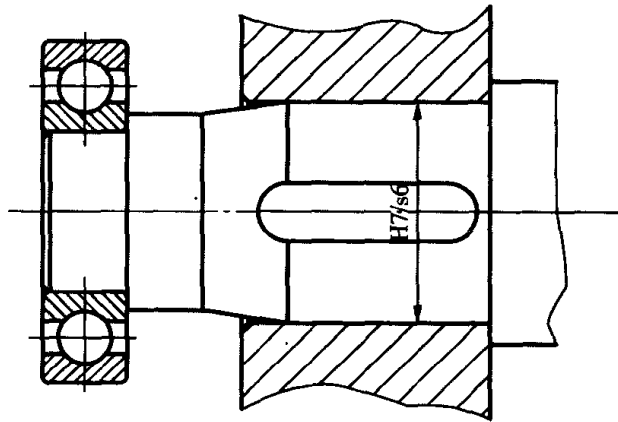
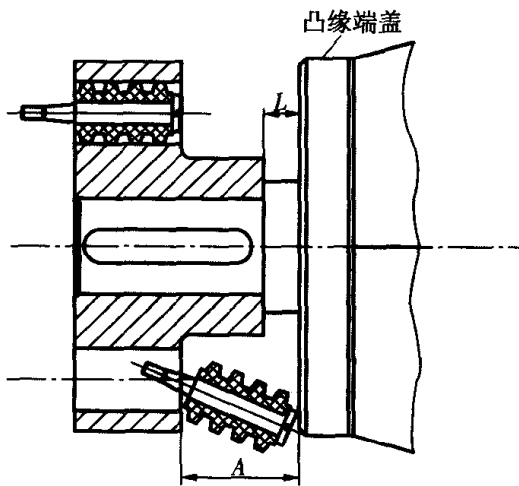
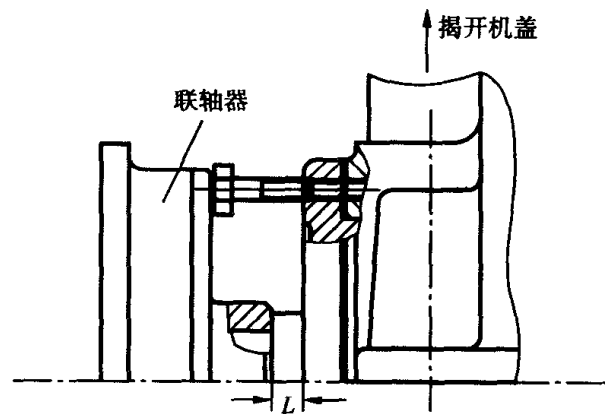


图 5-12 用于过盈配合的锥面与键槽

(3) 轴的外伸长度与外接零件及轴承端盖的结构有关。若轴端装有联轴器,则必须留有足够的装配尺寸,例如弹性套柱销联轴器,就要求有装配尺寸 A ,如图 5-13 所示。采用不同的轴承端盖结构,也将影响轴外伸的长度。例如,当采用凸缘式端盖时,轴外伸长度必须考虑拆卸端盖螺钉所需的足够长度 L ,以便在不拆卸联轴器的情况下,可以打开减速器机盖,如图 5-14 所示。

图 5-13 联轴器要求的安装尺寸 A 图 5-14 拆卸端盖螺钉所需的长度 L

(4) 当轴承位于整个轴的一端时,轴的外侧一般与轴承的外侧对齐,如图 5-11、图 5-12 所示。

通过轴的结构设计,可初步绘制出减速器装配草图,图5-15所示为单级圆柱齿轮减速器的装配草图。

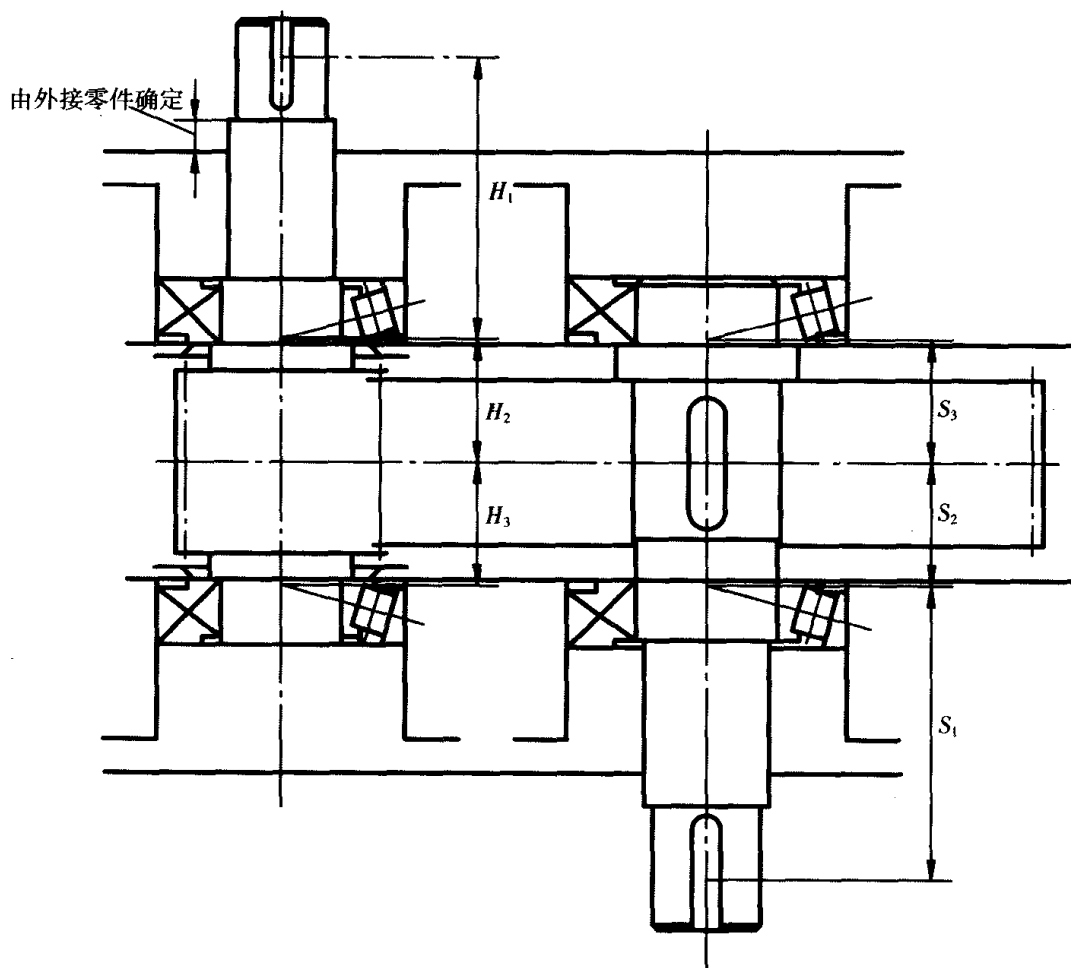


图 5-15 减速器装配草图

5.4 轴、轴承及键联接的校核计算

(1) 确定轴上力作用点和轴承支点距离

由图5-15所示的减速器装配草图,可确定轴上传动零件受力点的位置和轴承支点间的距离。圆锥滚子轴承和角接触球轴承的支点与轴承端面间的距离可查轴承标准。

(2) 轴强度的校核计算

在确定了轴承支点距离及零件的力作用点后,即可进行轴的受力分析,并画出力矩图。根据轴各处所受力、力矩大小及应力集中情况,确定2~3个危险截面进行轴的强度校核计算。轴强度校核计算按照教材中介绍的方法进行。若强度不够,则必须对轴的一些参数,如轴径、圆角半径、断面变化尺寸等进行修改;若强度富裕过多,可待轴承寿命及键联接的强度校核后,再综合考虑修改轴的结构或尺寸。

(3) 滚动轴承寿命的校核计算

滚动轴承的寿命可与减速器的寿命或减速器的检修期(2~3年)大致相符。若计算出的寿命达不到要求,可考虑选另一种系列的轴承,必要时可改换轴承类型。

(4) 键联接强度的校核计算

对键联接主要进行挤压强度校核,若键联接的强度不够时,应采取必要的修改措施,如增加键长或改用双键等。

思考题

1. 在机器设计中,装配图的作用是什么? 绘制减速器装配图从何处入手?
2. 绘制装配图之前应作哪些准备? 应先确定哪些参数和结构?
3. 在进行装配图设计与绘制时,采取先绘制装配草图有什么好处?
4. 装配草图绘制的具体步骤如何? 应注意哪些问题?
5. 轴设计的一般过程是什么? 阶梯轴各段的直径与长度如何确定? 应注意哪些问题?
6. 轴的外伸长度如何确定?
7. 轴上零件的轴向定位和周向固定方法有哪些?
8. 越程槽、退刀槽的作用是什么? 尺寸如何确定?
9. 键在轴上的位置如何确定? 确定键尺寸时应注意哪些问题? 当键不满足强度要求时如何处理?
10. 对圆锥轴承和角接触轴承的支点位置如何确定?
11. 如何选择轴的危险截面? 当不能满足强度要求时应如何处理?

第6章 减速器装配图设计(第2阶段)

减速器装配图设计第2阶段的主要工作内容是设计传动零件、轴上其他零件、轴的支承等具体结构。

6.1 齿轮的结构设计

齿轮结构形状、尺寸与所采用的材料、毛坯大小及制造方法有关。设计时可参考教材、有关的设计资料及用例,确定齿轮的结构。

当齿轮的齿顶圆直径与轴的直径相差不大时,可做成齿轮轴,如图6-1所示。当齿顶圆或齿根圆直径(d_a 或 d_f)小于轴径 d 时,必须用滚齿法加工轮齿,如图6-1b所示。

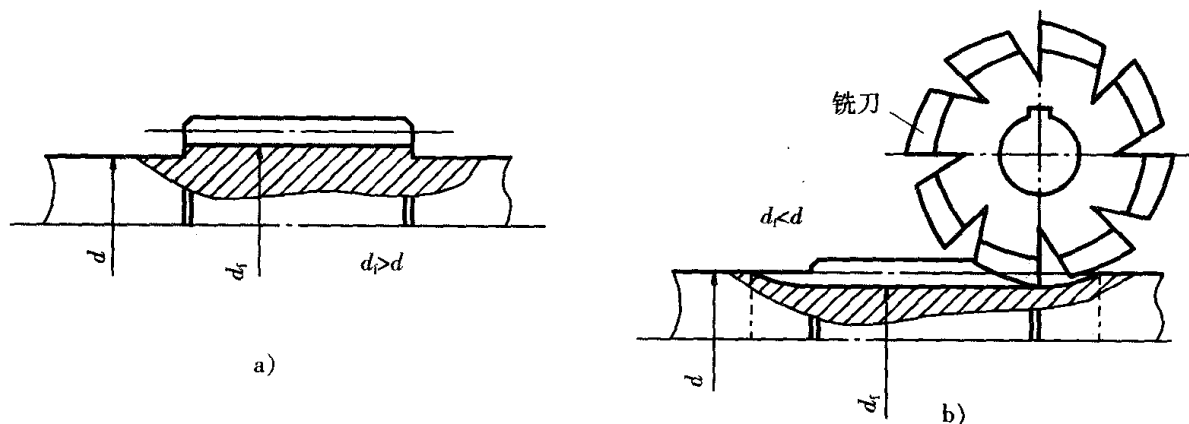


图6-1 齿轮轴及加工方法

如图6-2所示,当齿轮根圆直径与轴径 d ,满足 $s \geq 2.5m_n$ 时,齿轮可与轴分开制造。当直径不大时,可做成实心齿轮。对直径较大的齿轮,常用腹板结构,并在腹板上加工孔(钻孔或铸造孔),这样不仅便于加工时装夹,还可减轻重量,如图6-3所示。图6-3a为锻造结构,图6-3b为铸造结构,所不同的是铸造结构有铸造斜度,而锻造结构没有。更大的齿轮多采用铸造或焊接带有轮辐的结构,轮辐断面有各种形状,可参阅有关资料。

齿轮轮毂宽度与轴直径有关,可大于或等于轮缘宽度,一般常等于轮缘宽度,如图6-3中的 $L = B$ 。

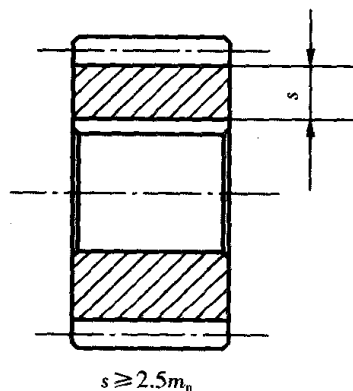


图6-2 实心齿轮结构

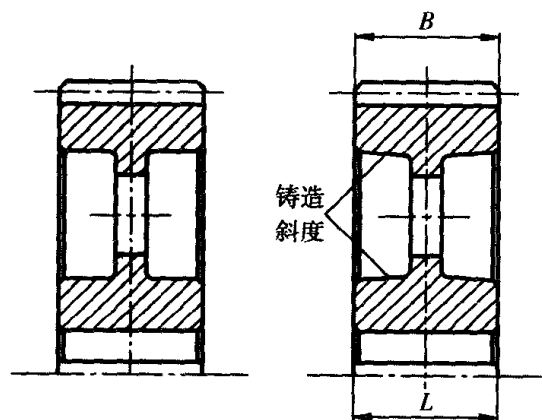


图6-3 锻造结构和铸造结构

6.2 滚动轴承的组合设计和轴承端盖结构

按轴系零件轴向定位方法的不同,轴的支承结构可分为三种基本型式:两端固定支承,一端固定、一端游动支承和两端游动支承。它们的结构特点和应用场合可参阅教材。

普通圆柱齿轮减速器,其轴的支承跨度较小,故常采用两端固定的支承型式。轴承内圈在轴上可用轴肩或套筒作轴向定位,轴承外圈用轴承端盖作轴向固定。

采用两端固定支承时,应留出适当的轴向间隙,以补偿工作时轴的热伸长量,同时应提供适当的间隙调整方法。对于固定间隙的深沟球轴承等,装配时可通过调整垫片来控制轴向间隙。调整垫片可设置在轴承盖与箱体轴承座之间(主要用于凸缘式轴承盖),如图6-4b所示;也可设置在轴承盖与轴承外圈之间(主要用于嵌入式轴承盖),如图6-4a所示。

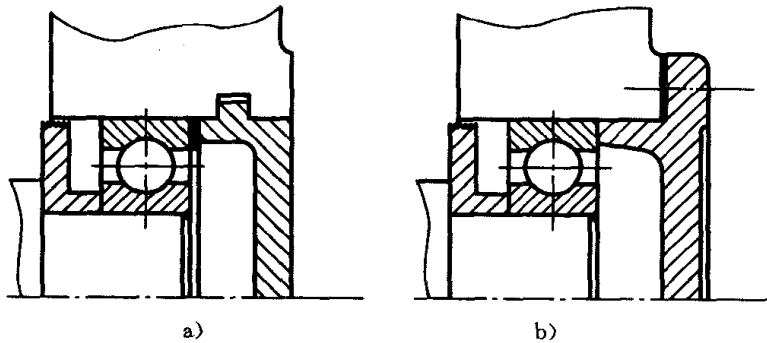


图 6-4 轴承间隙调整垫片

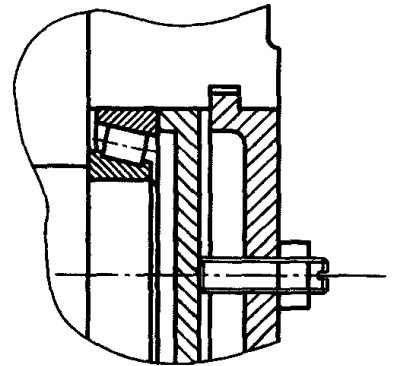


图 6-5 用螺纹件调整轴承间隙

对于圆锥滚子轴承或角接触球轴承等可调整间隙轴承,则可利用调整垫片或螺纹件来调整轴承的游隙,以保证轴承的正常运转。图6-5所示采用嵌入式轴承盖时利用螺纹件来调整轴承游隙。

轴承端盖用以固定轴承及调整轴承间隙,并承受轴向力。轴承端盖可分为嵌入式(图6-4a)和凸缘式(图6-4b)两种类型。

嵌入式轴承端盖结构简单,但密封性能差,一般采用图6-6的型式进行密封。若采用嵌入式轴承端盖,调整轴承间隙时需打开箱体机盖,它主要用于深沟球轴承的场合。若用于固定角接触轴承时,应在端盖上增加调整螺钉,以便于调整轴承间隙。

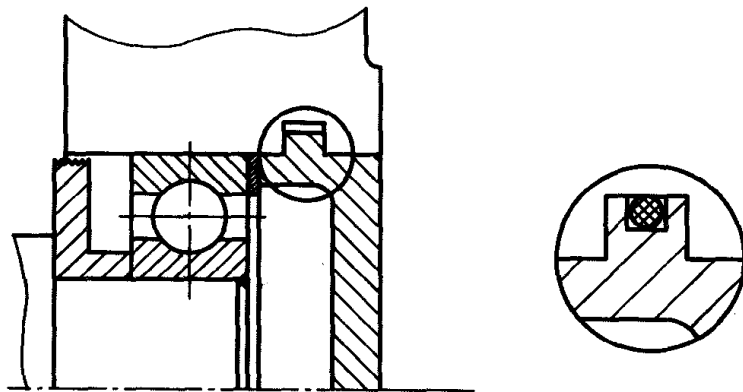


图 6-6 嵌入式轴承端盖的密封

凸缘式轴承端盖调整轴承间隙比较方便,密封性能也较好,所以用得较多。

当轴承端盖的宽度 L 较大时,可在端部铸出一段较小一些的直径 D' ,但必须保留有足够的长度 L ,否则在拧紧螺钉时容易造成端盖倾斜,以致轴承受力不均,一般可取 $L = 0.15D$ 。另外,为了减少加工量,可在端面铸出凹面,取 $\delta = 1 \sim 2\text{mm}$,如图 6-7 所示。

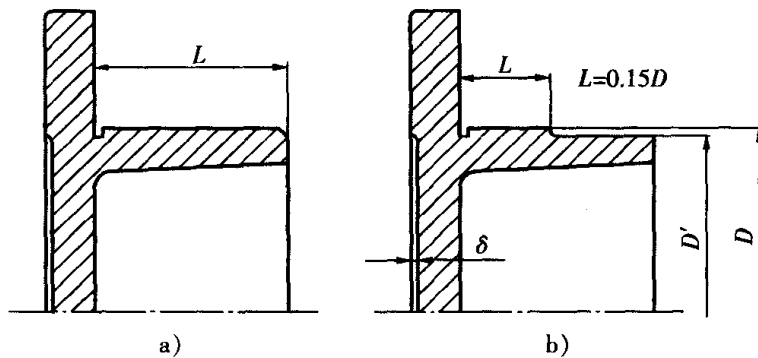


图 6-7 轴承端盖的定位长度

6.3 轴承的润滑与密封

(1) 滚动轴承的润滑

根据轴颈的速度,轴承可以用润滑脂或润滑油润滑,润滑方式可参阅表 4-3。

(2) 滚动轴承内侧的封油盘和挡油盘

当采用脂润滑时,为了防止轴承中的润滑脂被箱内齿轮啮合时挤出的油冲刷、稀释而流失,需在轴承内侧设置封油盘,如图 6-8 所示。

当采用脂润滑时,若轴承旁小齿轮的齿顶圆小于轴承的外径,为了防止齿轮啮合时(特别是斜齿轮啮合和高速传动时)所挤出的热油大量冲向轴承内部,增加轴承的阻力,常设置挡油盘,如图 6-9 所示。挡油盘可用薄钢板冲压或用圆钢车制,也可以铸造成型。

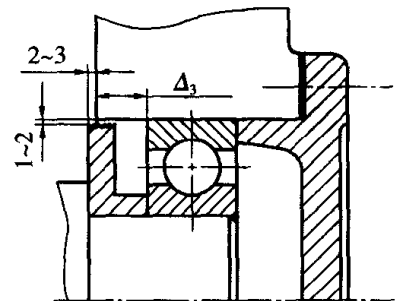


图 6-8 封油盘

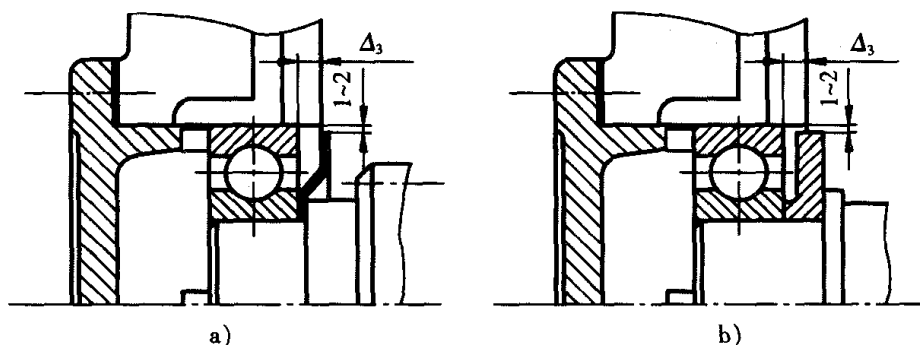


图 6-9 挡油盘

(3) 轴外伸处的密封

在输入轴和输出轴的外伸处,都必须在端盖轴孔内安装密封件,以防止润滑油外漏及灰尘、水汽和其他杂质进入减速器箱体内。

密封形式很多,密封效果也不一样。密封形式的选择,主要取决于密封处轴表面的圆周

速度、润滑剂的种类、工作温度、周围环境等因素。常见密封形式的特点及应用如表 6-1 所示。

表 6-1 常见密封形式的特点及应用

密封类型	密封形式	特点及应用
接触式	橡胶油封	橡胶密封效果较好,所以得到广泛应用。这种密封件装配方向不同,其密封效果也有差别。如采用两个橡胶油封相对放置,则效果更好(见图 6-10)
	毡封油圈	密封效果较差,但结构简单,用润滑脂润滑也能可靠工作(见图 6-11)
非接触式	油沟	优点是可用于高速,如果与其他密封形式配合使用,则可收到更好的效果(见图 6-12、图 6-13)
	迷宫式密封结构	

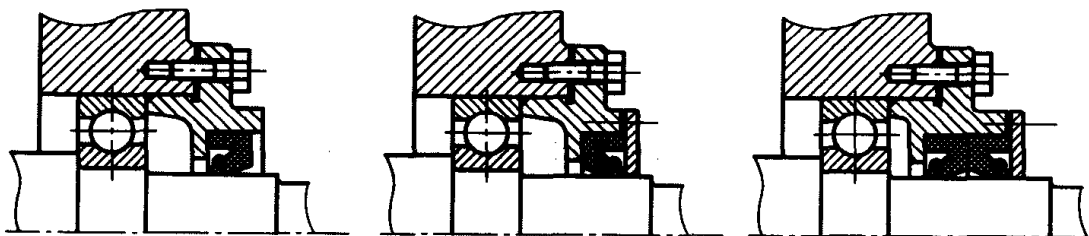


图 6-10 橡胶油封

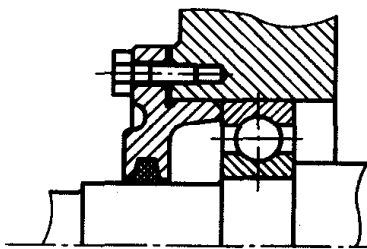


图 6-11 毡封油圈

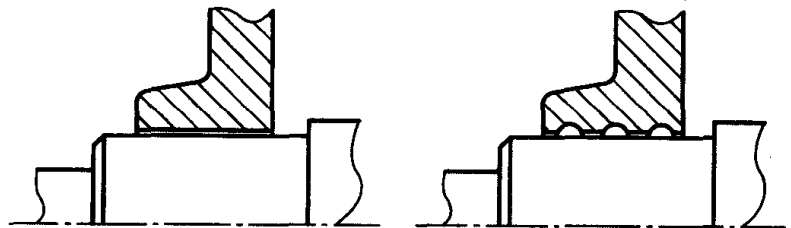


图 6-12 油沟

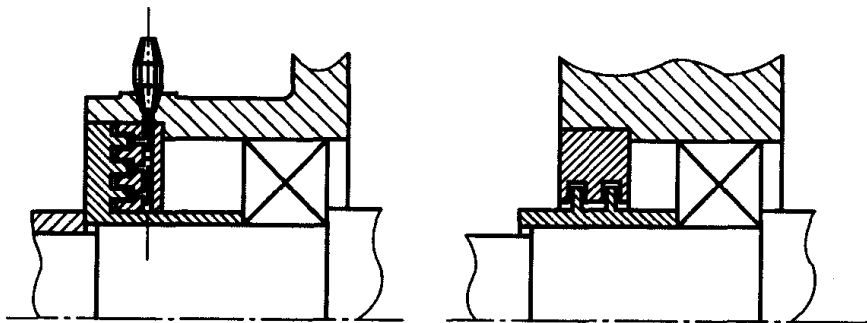


图 6-13 迷宫式密封结构

思考题

1. 齿轮、蜗轮常用哪些材料? 常见的齿轮、蜗轮、蜗杆的加工方法有哪些?
2. 齿轮的主要结构形式有几种? 如何选择? 锻造或铸造齿轮在结构上有什么区别?
3. 齿轮、蜗轮的轮毂宽度和内孔直径如何确定? 轮缘厚度又如何确定?
4. 轴承端盖有哪几种常见结构形式? 各有什么特点? 设计时应注意哪些问题?
5. 如何选择轴承的润滑剂? 采用不同的润滑剂对轴系结构型式有什么影响?
6. 外伸轴的密封结构型式有哪些? 各有什么特点? 如何选择?

第7章 减速器装配图设计(第3阶段)

这一阶段的内容是进行箱体及其附件的结构设计,并进行必要的验算(如热平衡)。设计绘图工作应在三个视图上同时进行。绘图次序应先箱体,后附件;先主体,后局部;先轮廓,后细节。

7.1 箱体的结构设计

箱体的主要作用是支承轴系、保证传动件和轴系运转。在已确定的箱体结构型式(如剖分式)和箱体毛坯制造方法(如铸造箱体),以及前两阶段已进行的装配图草图设计的基础上,可全面进行箱体的结构设计。

7.1.1 箱体的高度

对于采用浸油润滑的减速器,箱体高度除了应满足齿顶圆到油池底面的距离不小于30~50mm外,还应使箱体能容纳一定量的润滑油,以保证润滑和散热。对于单级传动,每传递1kW需油量 $V_0=350\sim 700\text{cm}^3$;对于多级传动,按级数成比例增加,如不满足,应适当增加箱体高度。

设计时,在离大齿轮顶圆为30~50mm处,画出箱体油池底面线,并初步确定箱体高度为

$$H \geq \frac{d_{a2}}{2} + (30\sim 50) + \Delta_7$$

式中: d_{a2} 为大齿轮齿顶圆直径; Δ_7 为箱体底面到箱体油池底面的距离(见表4-2)。

再根据传动件的浸油深度确定油面高度,即可计算出箱体的贮油量。若贮油量不足,应适当地将箱底面下移,增加箱体的容积。

7.1.2 箱体要有足够的刚度

箱体的刚度不够,会在加工和工作过程中产生较大的变形,引起轴承座孔中心线歪斜,影响减速器的正常工作。箱体的刚度主要取决于箱体的壁厚、轴承座螺栓联接刚度和肋板尺寸。

(1) 箱体的壁厚

箱体要有合理的壁厚。轴承座、箱体底座等处承受较大的载荷,其壁厚应相应的加厚些。对于铸造箱体,壁厚还应满足铸造壁厚最小值要求,同时壁厚应尽可能一致,并采用圆弧过渡。箱座、箱盖、轴承座、底座凸缘等处的壁厚尺寸可参照表4-1确定。

(2) 轴承座螺栓凸台的设计

为了提高轴承座处的联接刚度,座孔两侧的联接螺栓距离 S 应尽可能靠近(以不与端盖螺钉孔干涉为原则),一般取 $S \approx D_2$,为此轴承座孔附近应做出凸台,其高度应保证安装时有足够的扳手空间,如图7-1所示。

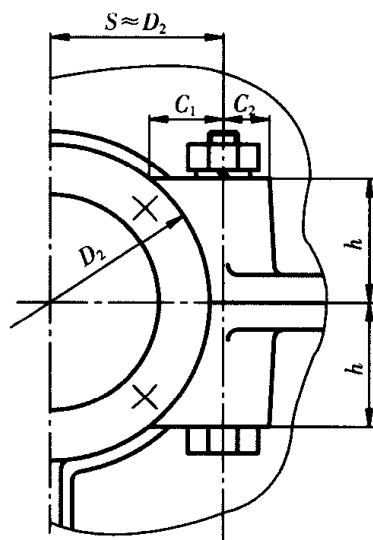


图7-1 轴承座凸台设计

(3) 设置加强肋板

为了提高轴承座附近箱体的刚度,在平壁式箱体上可适当设置加强肋板。

箱体加肋有外肋和内肋两种结构形式。内肋刚度大,外表光滑美观,但工艺比较复杂,近年来有流行的趋势,如图 7-2 所示。另外,还有一种大刚度外肋的结构形式,如图 7-3 所示。

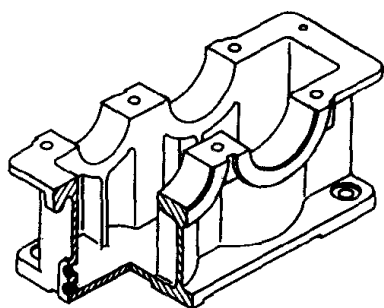


图 7-2 内肋结构设计

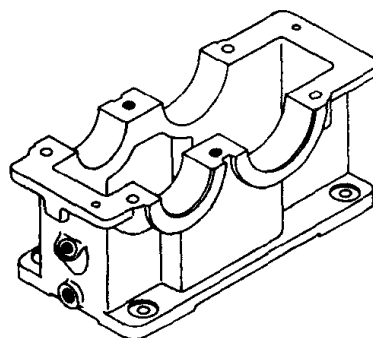


图 7-3 大刚度外肋结构设计

7.1.3 箱盖外轮廓的设计

箱盖顶部外轮廓常以圆弧和直线组成。大齿轮所在一侧的箱盖外表面圆弧,一般与大齿轮成同心圆。内壁到齿轮顶的距离和壁厚,按表 4-1 选择。通常轴承座旁螺栓凸台应处于箱盖圆弧的内侧。

由于高速轴上齿轮较小,所以高速轴一侧的箱盖外表面不能按齿顶到箱体内壁距离和壁厚确定,通常是根据轴承座凸台的结构尺寸来确定。一般可使高速轴的轴承座旁螺栓凸台位于箱盖圆弧内侧,如图 7-4 所示。首先确定轴承座螺栓凸台的位置与高度,再取 $R > R'$ 画出箱盖圆弧。另外,此处的轴承凸台有多种结构形式(如图 7-5 所示),设计时也可根据需要进行选择。

当主视图上确定了箱盖基本外廓后,便可在三个视图上详细画出箱盖的结构。

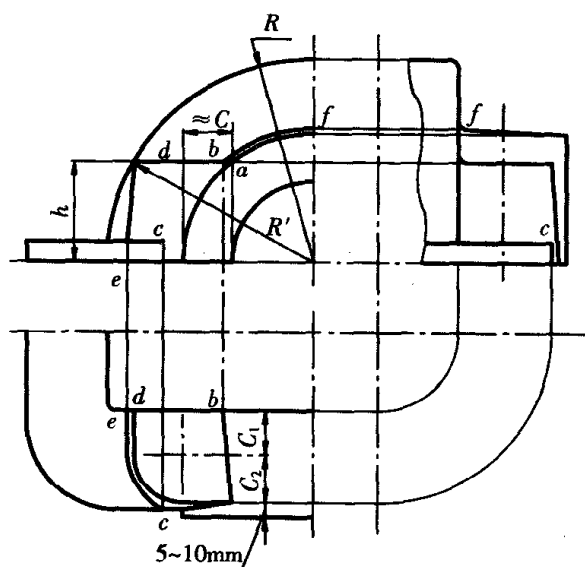


图 7-4 高速轴一侧箱盖外轮廓设计

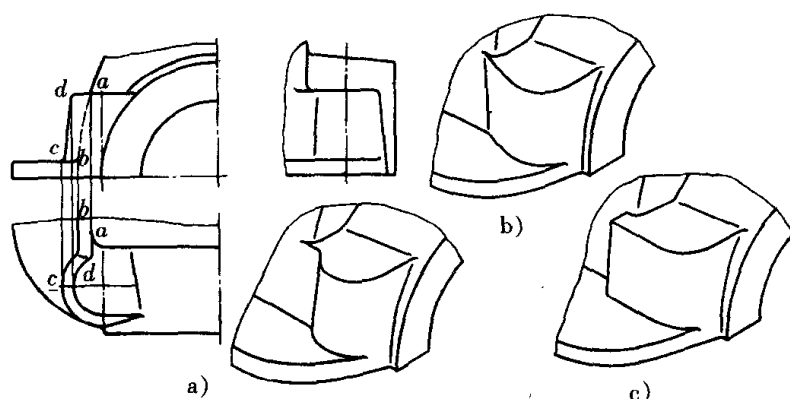


图 7-5 轴承座凸台的结构形式

7.1.4 箱体凸缘与底座结构设计

箱盖与箱座联接凸缘、箱底座凸缘要有一定宽度,可参照表4-1确定。箱座底凸缘的宽度 B 应超过箱体内壁。正确的结构设计如图 7-6a 所示,而图 7-6b 结构不正确。

轴承座外端面应向外凸出 5~10mm(图 7-4),以便切削加工。箱体凸缘联接螺栓应合理布置,螺栓间距不宜过大,一般减速器不大于 150~200mm,大型减速器可再大些。

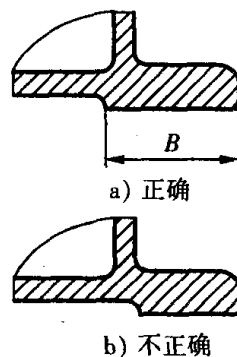


图 7-6 箱座底凸缘结构设计

7.1.5 导油沟的形式和尺寸

当轴承采用飞溅润滑时,通常在箱座的凸缘面上开导油沟,使飞溅到箱盖内壁上的油经导油沟进入轴承。导油沟尺寸如图 7-7 所示,可以铸造成型(图 7-8a),也可铣制而成。图 7-8b 为用圆柱端铣刀铣制的油沟,图 7-8c 为用盘铣刀铣制的油沟。铣制油沟加工方便,油流阻力小,故应用较广。

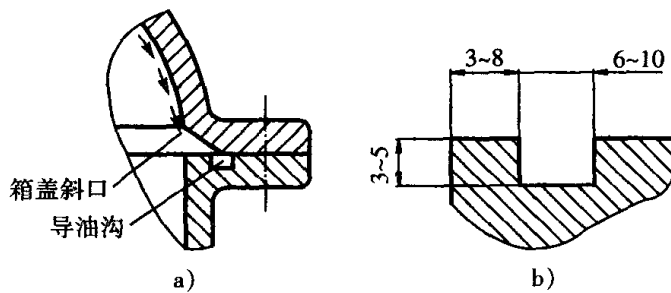


图 7-7 导油沟尺寸

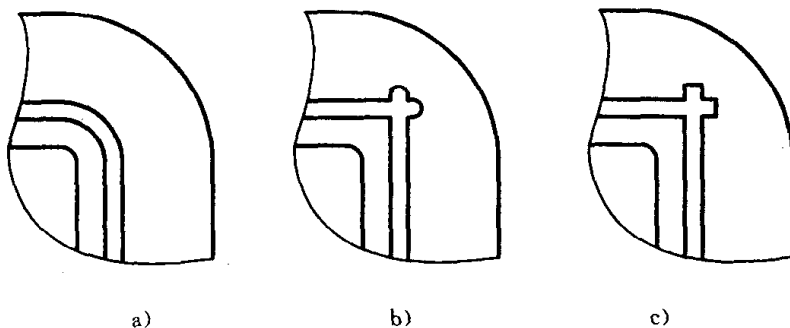


图 7-8 油沟形式

7.1.6 箱体的加工要求

在设计箱体的结构形状时,应尽可能减小机械加工面积,以提高劳动生产率,并减小刀具磨损,在图 7-9 所示的箱座底面结构中,图 7-9d 为较好的结构,小型箱体则多采用图 7-9b 所示的结构。

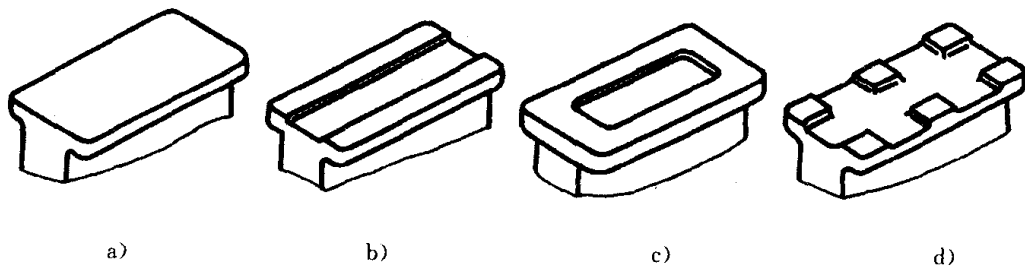


图 7-9 箱座底面结构

箱体的任何一处加工面与非加工面必须严格分开。例如,箱盖的轴承座端面需要加工,因而应凸出,如图 7-10b 所示,而图 7-10a 为不合理结构。

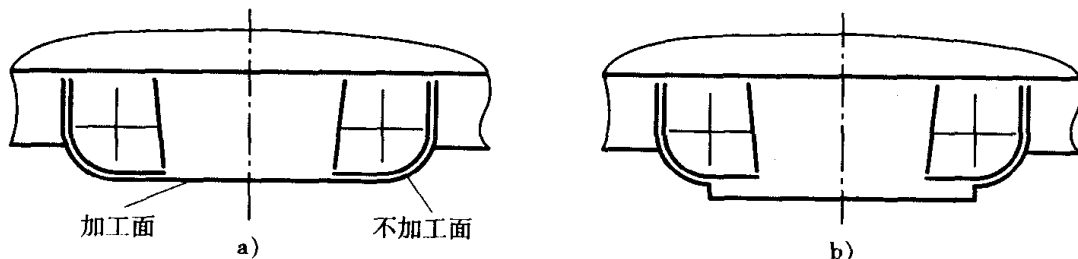


图 7-10 区分加工面与非加工面

与螺栓头部或螺母接触的支承面,应进行机械加工,可采用图 7-11 所示的结构和加工方法。

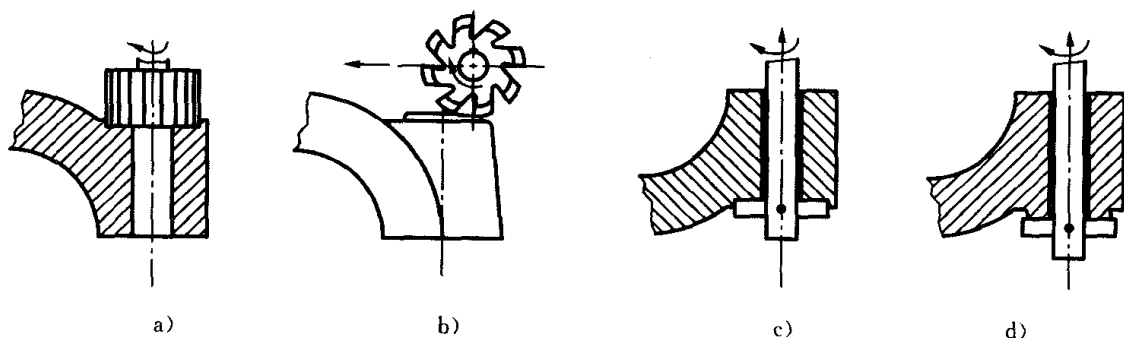


图 7-11 螺栓头部或螺母接触面结构和加工方法

7.2 减速器附件设计

7.2.1 窥视孔和视孔盖

窥视孔应设在箱盖顶部能够看到齿轮啮合区的位置,其大小以手能伸入箱体进行检查操作为宜。窥视孔处应设计凸台以便于加工。在固定视孔盖时应加密封垫,如图 7-12 所示。盖板常用钢板或铸铁制成,用 M5~M10

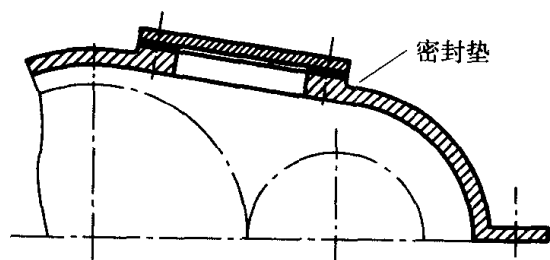


图 7-12 窥视孔结构

螺钉紧固,其典型结构形式如图7-13所示,其尺寸可参阅相关手册,也可自行设计。

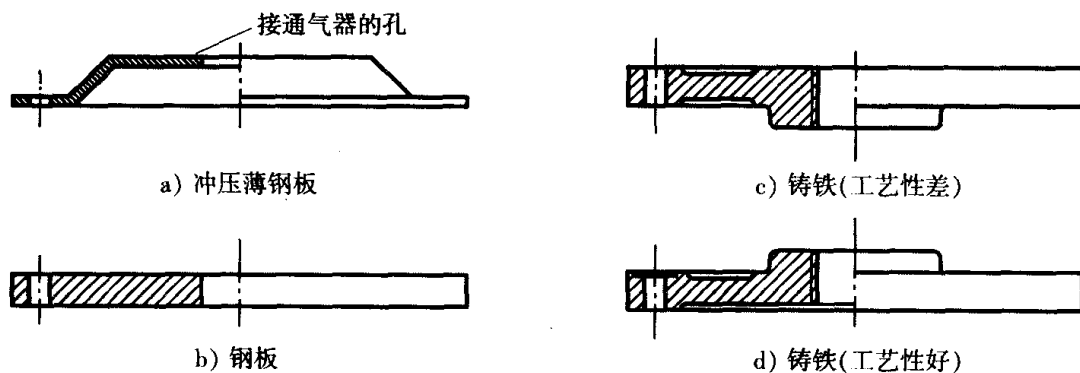


图7-13 窥视孔盖典型结构形式

7.2.2 通气器

简易的通气器用带孔螺钉制成,为了防止灰尘进入,通气孔不能直通顶端,如图7-14所示。这种通气器没有防尘功能,所以一般用于比较清洁的场合。较完善的通气器内部一般做成各种曲路,并有防尘金属网,可以防止吸入空气中的灰尘进入箱体内,如图7-15所示。减速器常用通气器的尺寸见表23-1、表23-2、表23-3。选择通气器类型时应考虑其对环境的适应性,规格尺寸应与减速器大小相适应。

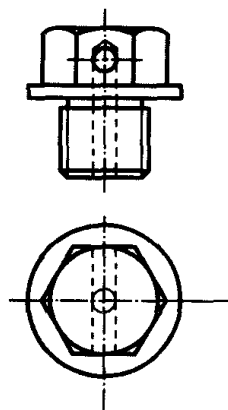


图7-14 简易通气器

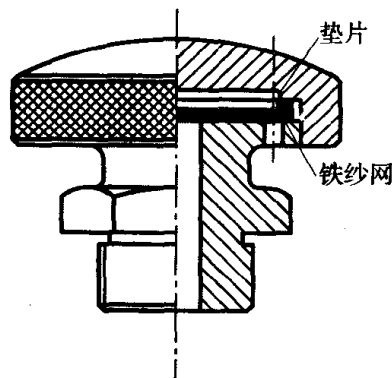


图7-15 带过滤的通气器

7.2.3 启盖螺钉

启盖螺钉是用于开启减速器的,如图7-16。启盖螺钉上的螺纹长度要大于箱盖联接凸缘的厚度,钉杆端部要做成圆柱形、大倒角或半圆形,以免顶坏螺纹。

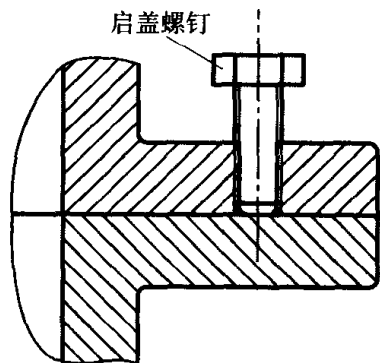


图7-16 启盖螺钉

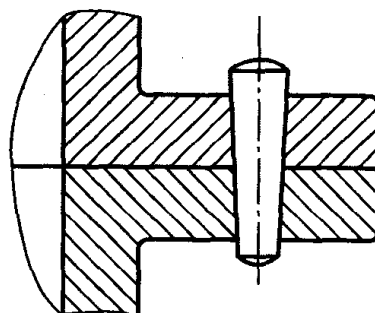


图7-17 圆锥定位销

7.2.4 定位销

为了保证剖分式箱体轴承座孔的加工及重复装配精度,在箱体联接凸缘的长度方向的对角位置各安置一个圆锥定位销,如图 7-17 所示。两销相距尽量远些,以提高定位精度。

7.2.5 放油螺塞

放油孔的位置应在油池最低处,并保证螺孔内径低于箱座底内壁。放油孔用螺塞堵住,安装时应加封油圈以加强密封,如图 7-18 所示。放油孔等结构尺寸可参见表 18-12。

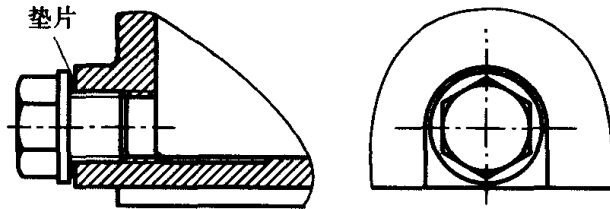


图 7-18 放油螺塞

7.2.6 油标

油标一般放置在便于观测减速器油面之处。常用的油标有油标尺、圆形油标、长形油标、油面指示螺钉等。油标尺的结构简单,在减速器中较常采用,如图 7-19 所示。油标尺上有表示最高及最低油面的刻线。装有隔离套的油标尺(图 7-19b),可以减轻油搅动对其的影响。

油标尺安装位置不能太低,以避免油溢出油标尺座孔。箱座油标尺座孔的倾斜位置应便于加工和使用,如图 7-20 所示。标式油杆尺寸见表 18-11。

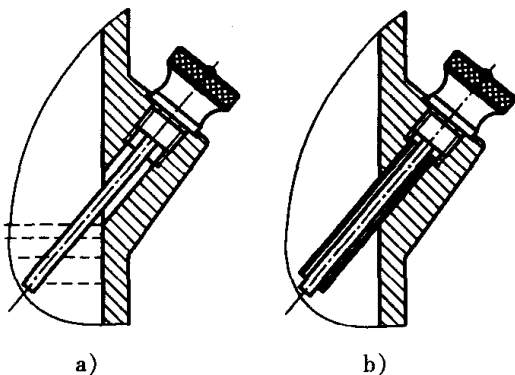


图 7-19 油标尺

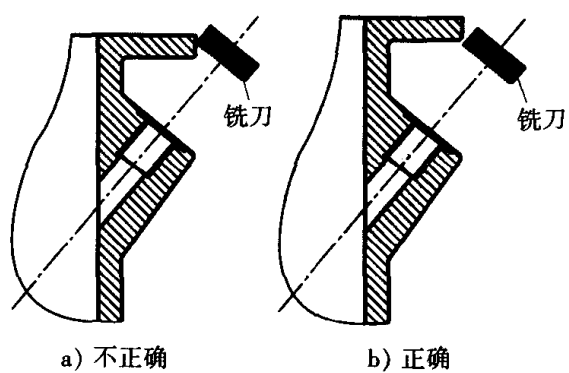


图 7-20 油标尺结构设计

7.2.7 环首螺钉、吊环和吊钩

为了拆卸和搬运方便,应在箱盖上装有环首螺钉或铸出吊钩、吊环,并在箱座上铸出吊钩。环首螺钉(如图 7-21)主要用于拆卸箱盖,也允许用来吊运轻型减速器。环首螺钉为标准件,可按起吊重量从表 16-21 中选取。由于环首螺钉的使用,增加了箱盖加工的工序,为了便于加工,常采用在箱盖上直接铸出吊钩和吊环,如图 7-22 所示。为了起吊或搬运较重的减速器,应在箱座两端铸出吊钩,一端可铸出一个或两个吊钩,如图 7-23 所示。

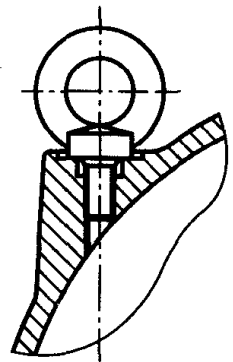


图 7-21 环首螺钉

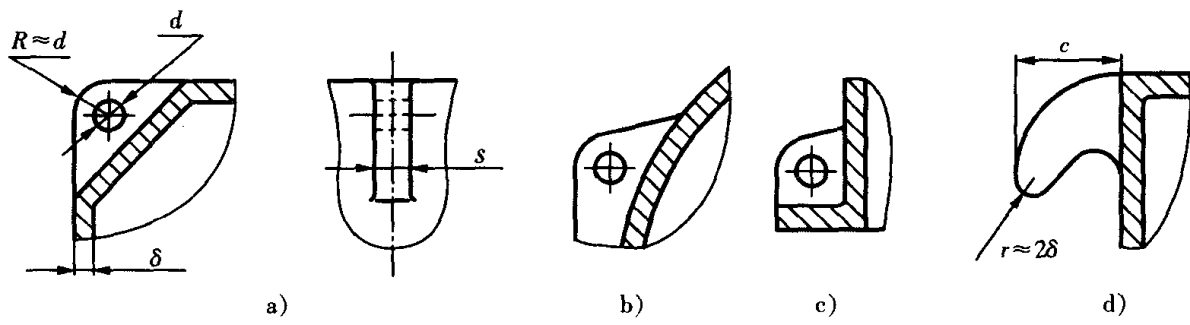


图 7-22 铸出的吊钩和吊环结构形式

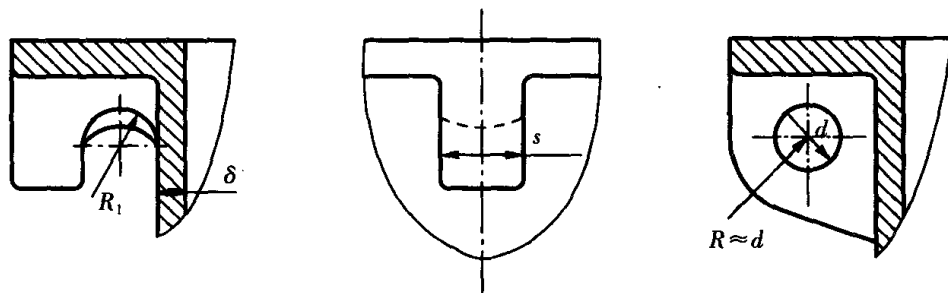


图 7-23 箱座上铸出的吊钩结构形式

完成箱体和附件设计后,可完成与图 7-24 类似的减速器装配草图。

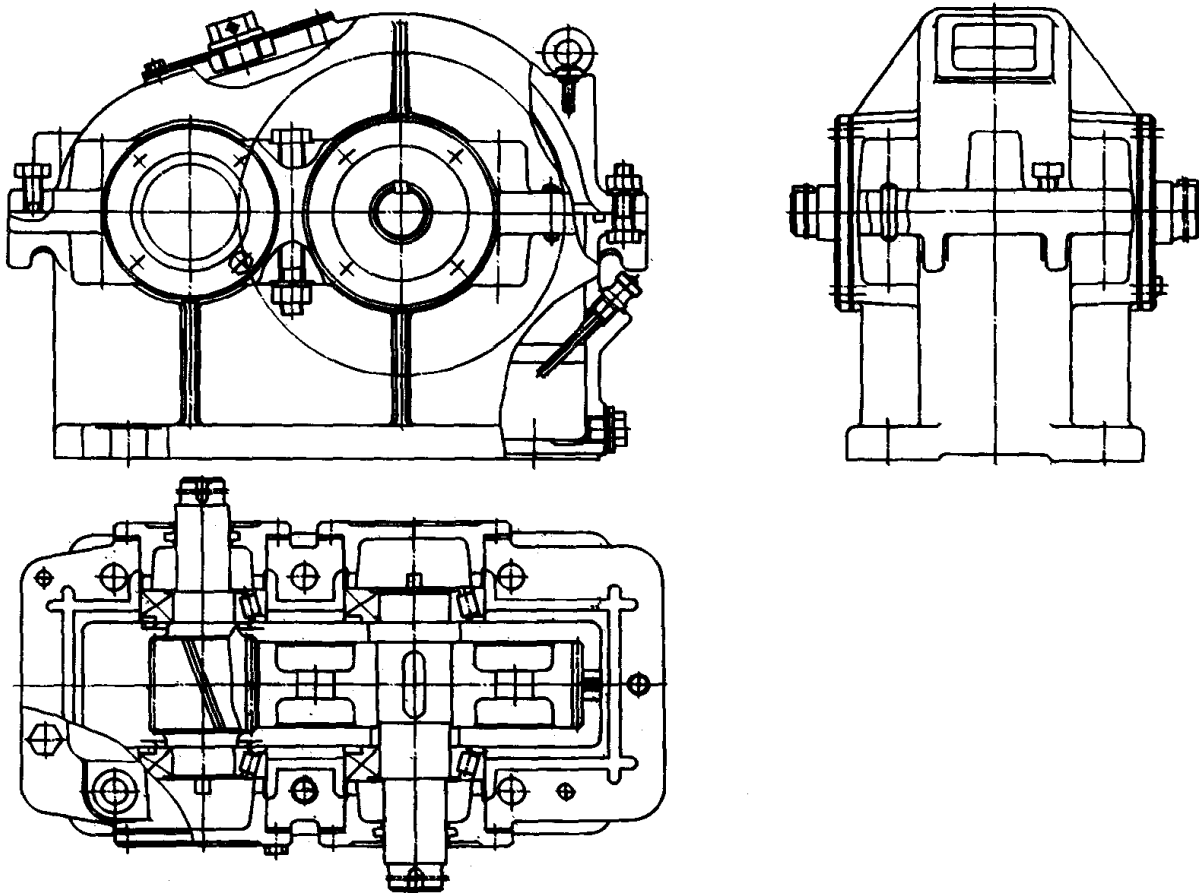


图 7-24 减速器装配草图

减速器装配草图完成后,应进行如下的检查:

- (1) 所绘制的装配图是否符合总的传动方案;

- (2) 传动件、轴系部件的结构设计是否正确、合理；
- (3) 各个零部件是否能满足加工、装配、润滑、密封等各方面的要求；
- (4) 视图选择是否合理？是否有必要再增加视图或调整视图？是否符合国家制图标准？

通过检查,再对装配草图进行适当的修改,然后就可进入下一阶段。

思考题

1. 减速器箱体的作用是什么？剖分式与整体式、铸造与焊接箱体各有什么特点？
2. 箱体的高度一般如何确定？它同保证良好的润滑和散热有何关系？
3. 为什么要保证箱体有足够的刚度？可采取哪些措施？
4. 设计轴承座孔附近的联接螺栓凸台结构时需考虑哪些问题？
5. 采取哪些措施以保证机体的密封？
6. 如何考虑箱体的结构工艺性？铸件设计有何特点？
7. 减速器各附件,如窥视孔、放油螺塞、油标尺、通气器等在设计时应注意哪些问题？
8. 定位销设计需要考虑哪些问题？

第8章 完成装配图

完整的装配图应包括减速器结构的各个视图、主要尺寸和配合、技术要求和技术特性、零件编号、零件明细表和标题栏等。

减速器结构的各个视图应在已经绘制的减速器装配草图的基础上进行修改、补充,使视图完整、清晰,并符合制图规范。装配图上应尽量少用虚线表示零件结构,必须表达的内部结构或某些附件的结构可采用局部视图或局部剖视图加以表示。

画剖视图时,对于相邻的不同零件,其剖面线的方向应该不同,以示区别;但同一零件在各剖视图中的剖面线方向和间隔应一致;对于很薄的零件(如垫片),其剖面可以涂黑。

根据制图标准,装配图中某些结构可以采用简化画法,例如螺栓、螺母、滚动轴承均可以采用简化画法。

8.1 标注尺寸

在装配图上标注的尺寸主要有以下四个方面:

(1) 外形尺寸

外形尺寸用于表示机器的大小。对于减速器来说,主要是减速器总长、总宽、总高等。表示外形尺寸是为了方便考虑机器所需空间大小及工作范围等,可供车间布置及装箱运输时参考。

(2) 特性尺寸

特性尺寸用于表示该机器的主要特性,用于区别同类型中不同型号的机器。对于减速器而言,特性尺寸主要是传动零件中心距和减速器中心高。

(3) 安装尺寸

安装尺寸用于表示机器安装的尺寸要求。减速器的安装尺寸主要是箱体底面尺寸(包括长、宽、厚)、地脚螺栓孔中心的定位尺寸、地脚螺栓孔直径以及孔间的距离、减速器中心高、主动轴与从动轴外伸端的配合长度和直径、轴外伸端面与减速器某基准轴线的距离等。

(4) 配合尺寸

在装配图中,主要零件的配合处都应标出尺寸、配合性质和精度等级。配合性质和精度的选择对减速器工作性能、加工工艺及制造成本等有很大影响,应根据手册中有关资料认真确定。配合精度等级选择过低,不能满足设计要求;选择过高,则可能会使零件的加工费用增加较多。所以,应合理选择精度等级。另外,配合性质和精度也是选择装配方法的依据。

表8-1给出了减速器主要零件的荐用配合,供设计时参考。

表 8-1 减速器主要零件的荐用配合

配合零件		荐用配合	装拆方法
一般齿轮、蜗轮、带轮、 联轴器与轴的配合	一般情况	$\frac{H7}{r6}$	用压力机
	较少装拆	$\frac{H7}{n6}$	用压力机
	经常装拆	$\frac{H7}{m6}, \frac{H7}{k6}$	手锤装拆
滚动轴承内圈与轴的配合	轻负载 ($P \leq 0.07C$)	j6, k6	用压力机或温差法
	正常负载 $0.07C < P \leq 0.15C$	k5, m5 m6, n6	
滚动轴承外圈与箱体孔的配合		H7	木锤或徒手装拆
轴承盖与箱体轴承座孔		$\frac{H7}{H8}, \frac{H7}{f9}$	徒手装拆
轴承套杯与箱体孔的配合		$\frac{H7}{js6}, \frac{H7}{h6}$	

注：滚动轴承与轴和轴承座孔的配合也可查阅表 17-12 和表 17-13。式中的 C 为额定载荷。

标注尺寸时，应使尺寸的布置整齐清晰，多数尺寸应布置在视图外面，并尽量集中在反映主要结构的视图上。

8.2 注明减速器的技术特性

应在装配图中的适当位置写出减速器的技术特性。技术特性主要包括输入功率和转速、传动效率、总传动比及各级传动比、传动特性(如各级传动件的主要几何参数、精度等级)等。技术特性一般可采用如表 8-2 所示的列表表示。

表 8-2 技术特性

输入功率 (kW)	输入转速 (r/min)	效率 η	总传动比 i	传动特性									
				高速级				低速级					
				m_n	z_2/z_1	β	精度等级	m_n	z_4/z_3	β	精度等级		

8.3 编写技术要求

装配图上应写明有关装配、调整、润滑、密封、检验、维护等方面的技术要求。正确制订这些技术要求将保证减速器的各种性能。技术要求通常包括如下几方面的内容：

(1) 对零件的要求

在装配前,应按图纸检验零件的配合尺寸,合格零件才能装配。对零件要进行清洁处理,如用煤油或汽油清洗零件,清除箱体内任何杂物等。另外,对零件或整机还有进行防蚀处理的要求。

(2) 对润滑剂的要求

润滑剂对传动性能影响很大,所以在技术要求中应标明传动件及轴承所用润滑剂牌号、用量、补充及更换时间。

选择润滑剂时,应综合考虑传动类型、载荷性质及运转速度。一般对重载、高速、频繁启动、反复运转等情况下的减速器,应选用粘度高、油性和极压性好的润滑油;对轻载,间歇工作的传动件可选择粘度较低的润滑油。当传动件与轴承采用同一润滑剂时,应优先满足传动件的要求并适当兼顾轴承的要求。对多级传动,由于高速级和低速级对润滑油粘度的要求不同,选用时可取其平均值。

减速器所用润滑剂的具体选择方法可参考教材和手册。箱体内装油量的计算如前所述。换油时间取决于油中杂质多少及氧化与被污染的程度,一般为半年左右。当轴承采用润滑脂润滑时,轴承空隙内润滑脂的填入量与速度有关,若轴承转速 $n < 1500$ r/min,润滑脂填入量不得超过轴承空隙体积的 $2/3$;若轴承转速 $n > 1500$ r/min,则不得超过轴承空隙体积的 $1/3 \sim 1/2$ 。润滑脂用量过多会使阻力增大,温升提高,影响润滑效果。

(3) 对密封的要求

在箱体剖分面及轴外伸段密封处都不允许漏油。箱体剖分面不允许使用任何垫片,但允许涂刷密封胶或水玻璃,轴伸处密封应涂上润滑脂。

(4) 作为装配时检查的依据,应写明对传动侧隙和接触斑点的要求。对于多级减速器,各级的要求不同时,应分别在技术要求中注明。关于对传动侧隙和接触斑点的具体要求,请参阅相关手册。

(5) 对安装调整的要求

在安装调整滚动轴承时,必须保证一定的轴向游隙。因为游隙大小将影响轴承的正常工作。游隙过大会使滚动体受载不均、轴系窜动;游隙过小则会妨碍轴系因发热而伸长,增加轴承阻力,甚至会将轴承卡死。当轴承支点跨度大、运转温度升高时,应取较大的游隙。所以在技术要求中应对轴承游隙的大小提出要求。

对于可调游隙的轴承(如圆锥滚子轴承和角接触球轴承),应在技术条件中标出轴承游隙数值。对于两端固定支承的轴系,若采用不可调游隙的轴承(如深沟球轴承),则必须注明轴承盖与轴承外圈端面之间应保留的轴向间隙(一般为 $0.25\text{mm} \sim 0.4\text{mm}$)。

(6) 其他要求

必要时,可对减速器的试验、外观、包装、运输等提出要求。例如负载试验时,要求油池温升不得超过 35°C ,轴承温升不得超过 40°C ,箱体表面应涂漆,运输和装卸时不可倒置等。

在减速器装配图上写出的技术要求条目和内容可参考图 11-1。

8.4 零件编号、明细表和标题栏

(1) 对零件进行编号

在装配图上,必须对全部零件进行编号。零件编号方法有两种:一种是不区分标准件和非标准件,统一进行编号;另一种是区分标准件和非标准件,分别进行编号。课程设计的编号方法推荐采用不区分标准件和非标准件的统一编号法。国家制图标准规定了多种编号引线及数字写法,课程设计中推荐采用如图 8-1 的引线及数字写法。

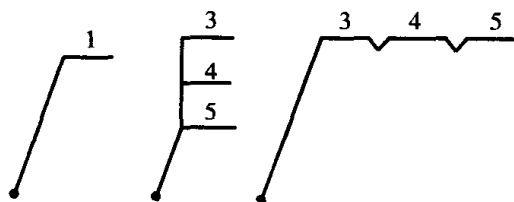


图 8-1 零件编号的引线和数字写法

图上相同零件应只有一个编号,编号引线相互不能相交,一般还应注意不与剖面线平行。对于装配关系清楚的零件组(如螺栓、垫圈、螺母)可以利用公共编号引线。编号可按一个方向(或顺时针方向或逆时针方向)顺序排列整齐,字高一般比尺寸数字高度大一号。

(2) 填写零件明细表和标题栏

装配图上的明细表是减速器所有零件的详细目录。填写时一般应区分标准件和非标准件。标准件必须按照规定的标记进行填写,各种零件的标记方法请参阅相关的标准。非标准件应按明细表的格式内容进行填写。明细表应由下向上填写,当零件数较多时,可采用多列。

机械设计课程设计采用的明细表、装配图标题栏的格式如表 14-17 所示。

8.5 检查装配图

在前面几项工作完成后,装配图的绘制就基本完成。此时还应对图纸进行最后的认真检查,看看是否有不正确或遗漏的地方。检查的主要内容如下:

(1) 装配图上视图是否能清楚地表达减速器的工作原理和装配关系;是否存在表达不明确或不正确的地方;各处的粗实线是否都已加粗等。

(2) 各项尺寸是否标全;重要零件的位置、结构、尺寸(含装配尺寸)的标注是否正确、完备。

(3) 技术要求中,对零件的加工、装拆、调整、维修、润滑等要求是否合理。

(4) 零件编号是否齐全,有无遗漏;明细表与零件编号是否一一对应;明细表标记是否正确;标题栏内容是否正确。

思考题

1. 装配图应标注哪些尺寸? 各起什么作用?
2. 如何选择减速器主要零件的配合与精度? 如何选择滚动轴承与轴和座孔的配合?
3. 在装配图中编写技术要求的作用如何? 其内容应包含哪些方面?
4. 选择传动件及轴承的润滑方式和润滑剂时应考虑哪些问题? 如何协调相配?

5. 轴承为什么要调整间隙？如何确定间隙的大小？如何调整间隙？
6. 传动件的接触斑点在什么情况下进行检查？如何检查？接触斑点和传动件精度的关系如何？当不符合要求时如何调整？
7. 在对零件进行编号、填写明细表和标题栏时，应注意哪些问题？如何区分标准件和非标准件？
8. 检查装配图应包括哪些内容？

第9章 零件工作图设计

零件工作图是在装配图的基础上绘制的。零件工作图是制造和检验零件的主要技术文件,因此,零件工作图上除了应完整、清楚地表达零件的结构和尺寸外,还应标注出零件的尺寸公差、形位公差、表面粗糙度等,写明零件选用的材料、热处理要求及相关的技术要求等。

每一张零件工作图应只表达一个零件,所表达的零件结构和尺寸应与装配图一致。若遇零件的结构或尺寸必须更改时,应先对装配图上的相应零件进行修改,并在装配图上检查修改后的零件是否满足减速器的总体设计要求,修改是否可行。零件设计应服从于整机设计要求。

下面分别介绍轴类、齿轮类和箱体等零件工作图的设计内容。

9.1 轴类零件工作图的设计要点

轴类零件系指圆柱体形状的零件,如轴、套筒等。这类零件的设计要点如下:

(1) 视图的选择

轴类零件工作图一般只用一个主要视图表达,在有键槽和孔的部位,增加必要的剖视图。对于轴上表达不清的内容,如砂轮越程槽、退刀槽、中心孔等,可采用局部放大图表达。

(2) 尺寸标注

在标注尺寸时,轴的各段直径尺寸都应标注,凡有配合处的直径,都应标出尺寸的极限偏差。

标注轴向尺寸时,首先应选好基准面,并尽量使尺寸的标注反映加工工艺的要求,不允许出现封闭的尺寸链,只有在必要时可以标注带有括号的参考尺寸。下面以图9-1所示的轴为例,说明轴向尺寸标注的一般方法。

一般轴的加工需要调头,所以应取一端为主要基准面(如①面),而取另一端为辅助基准面(如②面)。在各段长度尺寸中,直径为 $\phi 32$ 的轴段长度是次要尺寸,误差的大小不影响装配精度,故取它为封闭环,不标注长度尺寸。这样两端的加工误差积累在该轴段上,避免出现封闭的尺寸链。另外,考虑到加工工艺和测量方便,应标注从①端面到 $\phi 32$ 右侧的尺寸,装配齿轮的轴段和装配轴承的轴段从两端标注,而将 $\phi 24$ 也取为封闭环,不标注长度尺寸。由于图中的齿轮用弹性挡圈固定其轴向位置,所以轴向尺寸要求精确,即应标注出极限偏差 $\phi 30_{-0.1}^{0}$ 。左半段轴的标注也类似。

键槽的尺寸偏差及标注方法可参考手册。

轴上的全部倒角、过渡圆角都应标注。若尺寸相同时,也可在技术要求中加以说明。

(3) 形位公差

轴类零件的零件工作图上应标出必要的形位公差,以保证加工精度和装配质量。标注方法及公差值可参考手册。表9-1列出了轴上标注的形位公差推荐项目,图9-2为形位公差标注示例。

表 9-2 轴的表面粗糙度 R_a 推荐值 μm

加工表面	R_a			
与传动零件、联轴器配合的表面	3.2~0.8			
传动件及联轴器的定位端面	6.3~1.6			
与普通精度滚动轴承配合的表面	1.0(轴承内径 $\leq 80\text{mm}$)	1.6(轴承内径 $> 80\text{mm}$)		
普通精度滚动轴承的定位端面	2.0(轴承内径 $\leq 80\text{mm}$)	2.5(轴承内径 $> 80\text{mm}$)		
平键键槽	3.2(键槽侧面)		6.3(键槽底面)	
密封处表面	毡圈	橡胶密封圈		
	密封处圆周速度(m/s)			油沟、迷宫式 3.2~1.6
	≤ 3	$> 3\sim 5$	$> 5\sim 10$	
	1.6~0.8	0.8~0.4	0.4~0.2	

(5) 技术要求

轴类零件图上的技术要求一般有如下内容:

- ① 对材料的化学成分和机械性能的说明;
- ② 热处理方法、热处理后的硬度、渗碳深度等要求;
- ③ 图中未注明的圆角、倒角尺寸和未注明的表面粗糙度等;
- ④ 其他必要的说明,如图上未画出的中心孔类型及标准代号等。

9.2 齿轮类零件工作图的设计要点

(1) 视图的选择

齿轮类零件工作图一般用两个视图表示,即主视图和侧视图。主视图通常采用全剖或半剖视图,侧视图可采用以表达孔、键槽等形状和尺寸为主的局部视图。对于轮幅结构齿轮,还应增加必要的局部视图。

(2) 尺寸、公差和表面粗糙度的标注

在齿轮尺寸标注时,齿轮的各径向尺寸以轴线为基准,轴向尺寸以端面为基准。另外,还应标注键槽尺寸。

齿轮类零件的装配尺寸,如孔、键槽等,均应标注尺寸偏差。一些精度要求较高的尺寸,如齿顶圆直径等,也应标注尺寸偏差。对配合表面、安装或测量基准面等,应标注形位公差。标注方法、标注内容和相应的公差值,可参考手册。

齿轮上各加工表面应标注表面粗糙度,标注时可参考手册选择表面粗糙度 R_a 值。

(3) 啮合特性表

齿轮是一类特殊的零件。在齿轮零件工作图上,并没有全部准确地画出零件的形状(如齿的形状等),而是由啮合特性表给出齿轮零件的一些重要参数。啮合特性表列出了齿轮的基本参数、精度等级和检验项目等。详细内容可参考手册或齿轮零件工作图示例。

(4) 技术要求

齿轮类零件图上的技术要求一般有如下内容:

- ① 对材料的化学成分、机械性能、热处理方法等的说明;
- ② 图中未注明的圆角、倒角尺寸和未注明的表面粗糙度等;

- ③ 齿轮毛坯的来源(如锻件、铸件等);
- ④ 对大齿轮或高速齿轮还应提出动平衡要求。

9.3 箱体零件工作图的设计要点

(1) 视图的选择

箱座或箱盖一般要用三个视图来表示,对于一些不易表达清楚的局部结构,如油尺孔、螺栓孔、销钉孔、放油孔等细部结构,还应增加局部视图或采用剖视图来表示。

(2) 尺寸标注

箱体结构较复杂,箱体图上要标注的尺寸较多。在标注尺寸时,应清晰正确,要避免遗漏和重复,避免出现封闭尺寸链等。

标注尺寸时,考虑到加工工艺和测量要求,应选择合适的标注基准。箱座高度方向的尺寸,一般以箱座底面为基准;箱盖高度方向的尺寸一般以剖分面为标注基准;长度方向的尺寸应以轴承座孔的中心线为主要基准;宽度方向的尺寸一般以箱体宽度的对称中线为基准。

标注的箱体尺寸可分为形状尺寸、定位尺寸和工作性能尺寸。形状尺寸是箱体各部位形状大小的尺寸,如箱体的长宽高、壁厚、孔径和深度等,这类尺寸应直接标出、标全。定位尺寸是确定箱体各部位相对于基准的位置尺寸,如孔的中心线、关键平面到基准的距离等,这类尺寸应从基准(或辅助基准)直接标出。工作性能尺寸是指对机器工作性能影响较大的尺寸,如减速器的中心距等。

箱体的所有圆角、倒角、铸造斜度等都应标出或在技术要求中说明。全部的配合尺寸都应标出偏差值。

(3) 形位公差和表面粗糙度

箱体的形位公差可参考表9-3进行选择,箱体的表面粗糙度可参考表9-4进行选择。

表9-3 箱体的形位公差推荐项目

加工表面和标注项目	精度等级
箱体剖分面的平行度	7~8
轴承座孔的圆柱度	7(适于普通精度等级轴承)
轴承孔端面对孔中心线的垂直度	7~8
两轴承座孔的同轴度	6~7
轴承座孔轴线的平行度	6~7(应参考齿轮副轴线平行度公差)

表9-4 箱体表面粗糙度 R_a 推荐值

加工表面	R_a
箱体剖分面	3.2~1.6
定位销孔	1.6~0.8
轴承座孔(适于普通精度等级)	3.2~1.6
轴承座孔外端面	3.2
其他配合面	6.3~3.2
其他非配合面	12.5~6.3

(4) 技术要求

箱体零件图上的技术要求一般有如下内容:

- ① 对铸件质量的要求(如不允许有砂眼、渗漏现象等);
- ② 铸件应进行时效处理,并对铸件进行清砂和表面防护(如涂漆)等要求;
- ③ 对未注明的圆角、倒角、铸造斜度等进行说明;
- ④ 对需要进行配作加工(如配作定位销、轴承座孔等)的说明;
- ⑤ 其他必要的说明。

思考题

1. 零件工作图设计应包括哪些主要内容?
2. 各类零件在标注尺寸时,如何选择基准?
3. 轴类零件的标注尺寸与加工工艺有何关系?
4. 如何确定各类零件的形位公差?如何选择各类零件各表面的粗糙度?
5. 如何选择齿轮类零件的误差检验项目?它与齿轮精度的关系如何?
6. 各类零件的技术要求有何不同?各有什么特点?
7. 零件图中哪些尺寸需要圆整?

第10章 设计计算说明书和答辩准备

设计计算说明书是减速器设计、计算全过程的整理和总结,是减速器整机、零件的结构和图纸设计的理论依据,同时也是审核设计是否正确、合理的重要技术文件之一。因此,编写设计计算说明书是设计工作的一个重要组成部分。

10.1 设计计算说明书的内容

设计计算说明书的内容应根据设计任务和对象的不同,略有不同。对于减速器产品设计,其主要内容应包括:

- (1) 目录:全部说明书的标题及页码。
- (2) 设计任务书:一般由教师下达的设计任务书。
- (3) 传动方案的拟定:其内容为简要说明可满足设计任务存在的多个方案,并对多个方案进行比较,最后确定的传动方案,一般应附相应的传动方案简图。
- (4) 电动机的选择:根据分析、计算、比较,从多个可选电机中选定电动机,并列出现电动机的技术参数和安装尺寸等。
- (5) 传动装置的运动和动力参数计算:主要内容为传动比的分配依据和具体的传动比分配,传动装置的运动和动力参数计算公式、计算过程,并将最终计算结果列在表中。
- (6) 传动零件的设计计算:主要内容是带传动和齿轮传动等的设计计算。包括设计依据、设计计算过程、校核计算和结论,最后应将设计结果列在相应的表中以便查阅。课程设计一般要求每对齿轮都应进行接触强度和弯曲强度计算。
- (7) 轴与键的强度计算:主要内容应包括每根轴的初算直径。课程设计要求至少应对一根轴(一般为低速轴)进行全面的校核计算:分析轴上所受的全部外力,画出受力图、弯矩图和扭矩图等,根据应力分布和轴段结构与尺寸,找出可能出现的多个危险截面,进行危险截面的校核计算,列出全部的校核计算过程和结论。另外,还应对该轴上的键进行强度校核,列出校核计算过程和结论。
- (8) 滚动轴承的选择与寿命计算:主要内容应包括滚动轴承的选择依据、型号和寿命计算。课程设计要求至少应对一对轴承(一般为低速轴上的轴承)进行寿命计算,列出全部的计算过程和结论。
- (9) 联轴器的选择计算:主要内容应包括联轴器的选择依据、选择计算和型号。
- (10) 参考文献:应在说明书的最后列出全部的参考文献。

此外,说明书还可以包括一些其他技术说明和要求,如在装配、拆卸、维护时的注意事项,安装、调试方法,润滑方法和润滑剂的选择等。

10.2 设计计算说明书的要求和注意事项

对说明书的总体要求是:计算正确、论述清楚、图文并茂、书写整洁。具体要求如下:

- (1) 说明书的封面和内容用纸应统一大小,如用16K纸或A4纸,并采用蓝墨水钢笔、黑墨水钢笔或水笔书写或由计算机打印。注意,由计算机打印的说明书,在设计者处应由设

计者本人签字。

(2) 说明书的封面和内容应按统一的书写格式。封面上应包括图 10-1 所示的全部内容,也可采用统一的课程设计说明书封面。说明书内容的书写格式一般分为两栏:设计计算栏与说明、依据和结果栏。

机械设计课程设计 计算说明书	
装订线	设计题目 _____
	_____系 _____专业
	_____班
	设计者 _____
	指导教师 _____
	_____年 _____月 _____日
	_____ (校名)
_____ 教研室	

图 10-1 说明书封面

(3) 计算部分的书写,应按如下顺序:

- ① 已知条件和参数;
- ② 计算公式;
- ③ 将已知条件或参数代入公式(应按公式的对应位置代入参数,不作任何运算和简化);
- ④ 计算结果(标明单位)。

注意,计算部分涉及到的单位应采用工程单位,且写法应一致,即全用汉字或全用符号,不要混用。

(4) 采用的公式和数据,应在“依据和结果”栏中注明来源,即参考资料编号和页码或标准号等。

(5) 对计算结果,应给出明确的结论,不能采用模糊的说法。当结论不易理解时,应对结论进行简要的解释并说明原因。

(6) 为了便于说明,应多采用附图加以说明,例如传动方案简图、轴的结构简图、受力图、弯矩图等。图中的符号应与计算中的符号一致。

(7) 应对说明书的内容进行合理规划,一般按设计过程顺序排列。每一个设计计算内容应自成一体,形成单元,还应给出大小标题,使其突出,更于查阅。标题排序可采用:1、2、…; 1.1、1.2、…; 1.1.1、1.1.2、…; (1)、(2)、…。

10.3 设计计算说明书示例

设计计算和说明	依据和结果
.....	
2 电动机的选择	
2.1 电动机的类型选择	
根据电动机工作环境和电源条件,选用卧式封闭型 Y(IP44)系列三相交流异步电动机。	
2.2 电动机功率的选择	
(1)工作机所需功率	
已知卷筒上作用力 $F = 1600\text{N}$,卷筒线速度 $v = 1.2\text{m/s}$ 。工作机所需功率为	
$P_w = \frac{Fv}{1000} = \frac{1600 \times 1.2}{1000} = 1.92\text{kW}$	$P_w = 1.92\text{kW}$
(2)电动机输出功率	
$P_d = \frac{P_w}{\eta}$	
由表 14-7 查得 V 带传动、滚动轴承、齿轮传动、联轴器的效率分别为	
$\eta_1 = 0.96, \eta_2 = 0.99, \eta_3 = 0.98, \eta_4 = 0.99$,则传动装置总效率为	
$\eta = \eta_1 \cdot \eta_2^2 \cdot \eta_3 \cdot \eta_4 = 0.96 \times 0.99^2 \times 0.98 \times 0.99 = 0.90$	$\eta = 0.90$
则	
$P_d = \frac{P_w}{\eta} = \frac{1.92}{0.90} = 2.13\text{kW}$	$P_d = 2.13\text{kW}$
按表 22-1 确定电动机额定功率为 $P_{ed} = 2.2\text{kW}$ 。	$P_{ed} = 2.2\text{kW}$
(3)电动机转速的选择	
(4)电动机型号的确定	
.....	
4 传动零件设计	
.....	
4.2 高速级齿轮传动设计	
(1)已知参数:功率 $P_1 = 2.1\text{kW}$,转速 $n_1 = 800\text{ r/min}$,传动比 $i_1 = 3.1, \dots$	
(2)选择材料及热处理,确定极限应力	
小齿轮:45 钢,调质, $\text{HB}_1 = 240$	
大齿轮:45 钢,正火, $\text{HB}_2 = 190$	
(3)初选参数	
小齿轮: $z_1 = 21$	$z_1 = 21$
大齿轮: $z_2 = iz_1 = 3.1 \times 21 = 65.1$,取 $z_2 = 65$	$z_2 = 65$
齿数比: $u = z_2/z_1 = 65/21 = 3.095$	$u = 3.095$
齿轮精度:8 级	8 级精度
初选螺旋角: $\beta = 14^\circ$	$\beta = 14^\circ$
(4)齿轮许用应力 $[\sigma_H], [\sigma_F]$	
(5)按齿面接触强度计算和确定齿轮参数	
(6)进行齿轮强度校核	满足强度要求
.....	
5 轴设计	
5.1 初算轴直径	
.....	

10.4 答辩准备

答辩是课程设计的最后一个重要环节,是对课程设计进行系统地、全面地总结。

课程设计总结的目的是对设计工作进行分析、自我检查和评价,进一步掌握机械设计的一般方法和步骤,巩固分析和解决工程实际问题的能力。

课程设计总结应以设计计算说明书为主要依据,正确评估自己所作设计是否满足设计任务书中的要求,客观地分析自己所作设计的优点、缺点和存在的问题,为答辩作必要的准备。具体内容有:

- (1) 分析总体设计方案的合理性。
- (2) 分析零部件的设计计算的正确性。
- (3) 认真、仔细检查装配图、零件图是否存在问题。对存在的问题应如何处理。
- (4) 对计算部分进行分析,着重分析计算依据、计算公式和数据是否可靠,计算结果是否正确等。
- (5) 对照本书各章后的思考题,结合设计工作,进行认真地思考、回顾和总结。
- (6) 将图纸按规定叠好(如图 10-2),将说明书装订好,把它们放入同一图纸袋内,交指导教师,准备答辩。

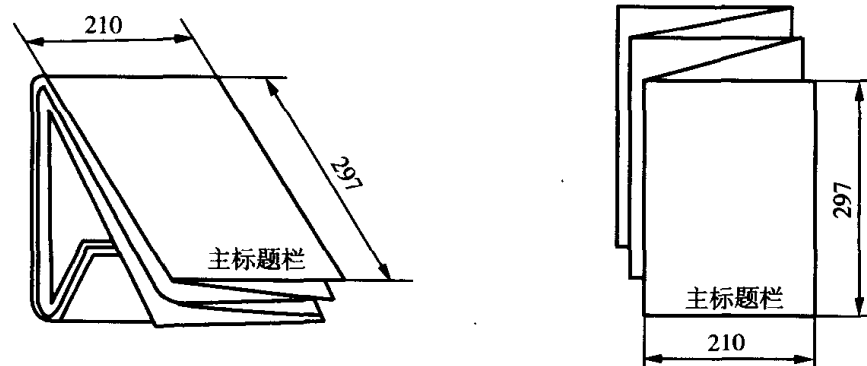


图 10-2 图纸的折叠方法

第二部分

机械设计课程设计参考图例

第 11 章 齿轮减速器装配图

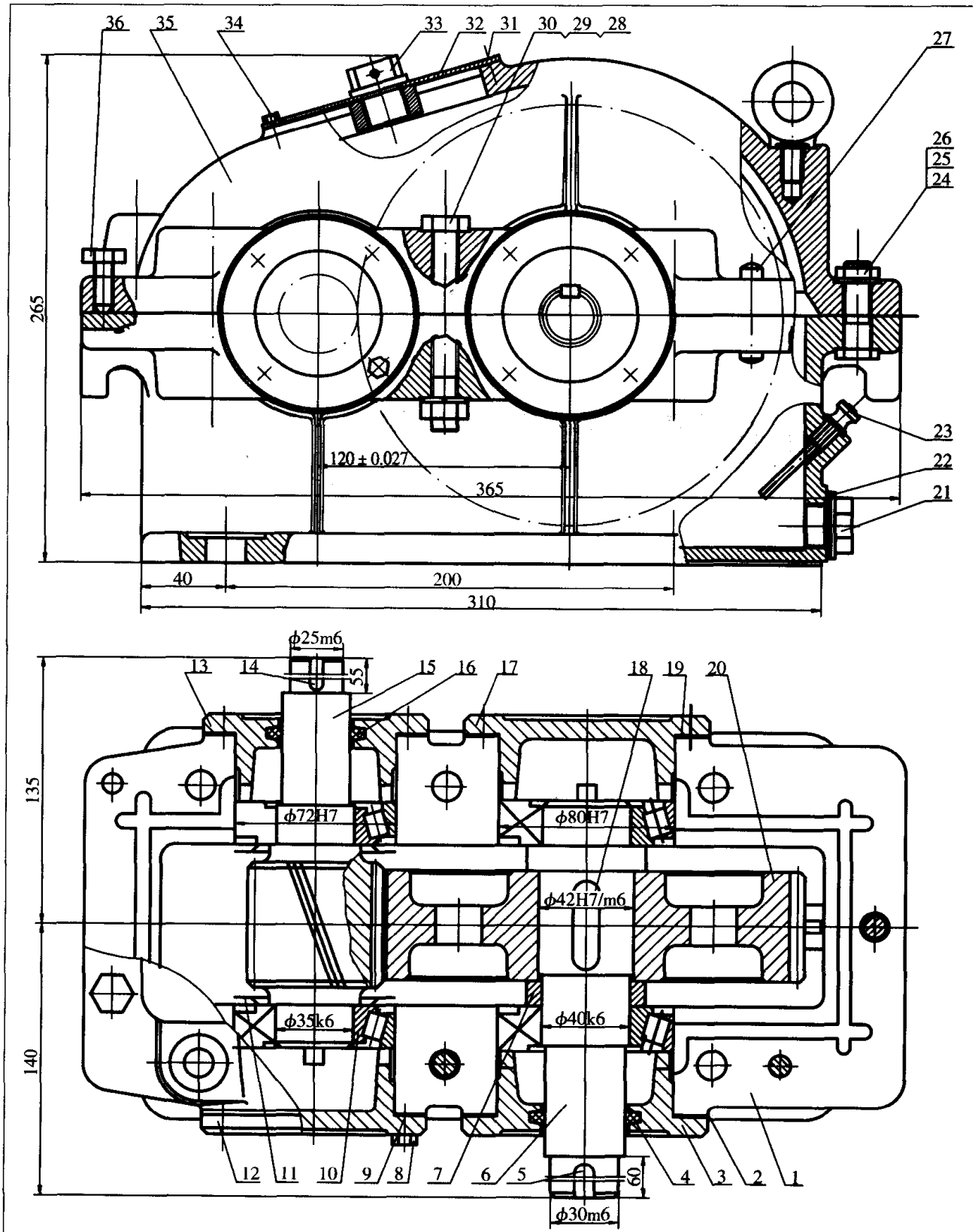
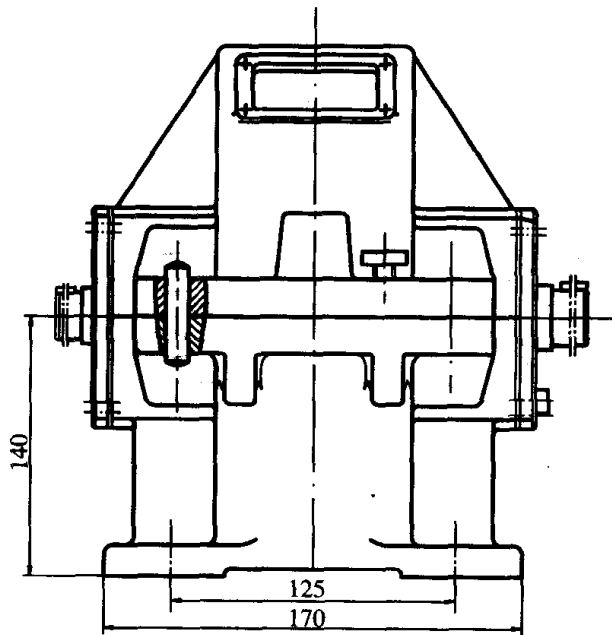


图 11-1 单级圆柱齿轮减速器(I)



技术特性

输入功率 kW	输入轴转速 r/min	传动比 <i>i</i>
4.5	960	3.56

技术要求

1. 装配前,滚动轴承用汽油清洗,其他零件用煤油清洗,箱体内不允许有任何杂物存在,箱体内壁涂耐油漆;
2. 齿轮副的侧隙用铅丝检验,侧隙值应不小于 0.14mm;
3. 滚动轴承的轴向调整间隙均为 0.05~0.1mm;
4. 齿轮装配后,用涂色法检验齿面接触斑点,沿齿高不小于 45%,沿齿长不小于 60%;
5. 减速器剖分面涂密封胶或水玻璃,不允许使用任何填料;
6. 减速器内装 N150 号工业齿轮油 (GB/T5903 - 1986),油量应达到规定高度;
7. 减速器外表面涂灰色油漆。

28	螺栓	6	Q235	GB/T5782 M12×10	
27	圆锥销	2	35	销 GB/T117 B8×35	
26	弹簧垫圈	1	65Mn	垫圈 GB/T93 10	
25	螺母	1	Q235	GB/T6170 M10	
24	螺栓	1	Q235	GB/T5782 M10×40	
23	油标尺			组合件	
22	封油圈	1	石棉橡胶纸		
21	油塞	1	Q235		
20	大齿轮	1	45	$m_n=2.5, z=71$	
19	圆锥滚子轴承	2		7208E GB/T297	
18	键	1	45	键 12×40 GB/T1096	
17	轴承盖	1	HT200		
16	毡圈	1	半粗羊毛毡	毡圈 30JB/ZQ4606	
15	齿轮轴	1	45	$m_n=2.5, z=20$	
14	键	1	45	键 C8×50 GB/T1096	
13	轴承盖	1	HT200		
12	轴承盖	1	HT200		
11	挡油盘	2	Q235		
10	圆锥滚子轴承	2		7207E GB/T297	
9	调整垫片	2组	08F		
8	螺钉	16	Q235	GB/T5783 M8×25	
7	轴套	1	45		
6	轴	1	45		
5	键	1	45	键 C8×55 GB/T1096	
4	毡圈	1	半粗羊毛毡	毡圈 35JB/ZQ4606	
3	轴承盖	1	HT200		
2	调整垫片	2组	08F		

36	起盖螺钉	1	Q235	M10×20	
35	箱盖	1	HT200		
34	螺钉	4	Q235	GB/T5783 M6×20	
33	通气器	1	Q235		
32	视孔盖	1	Q235		
31	垫片	1	软钢纸板		
30	弹簧垫圈	6	65Mn	垫圈 GB/T93 12	
29	螺母	6	Q235	GB/T6170 M12	

序号	零件名称	数量	材料	规格及标准代号	备注
1	箱座	1	HT200		
		比例		图号	
		数量		重量	
设计	年月	机械设计课程设计		(校名)	
审核				(班号)	

单级圆柱齿轮减速器

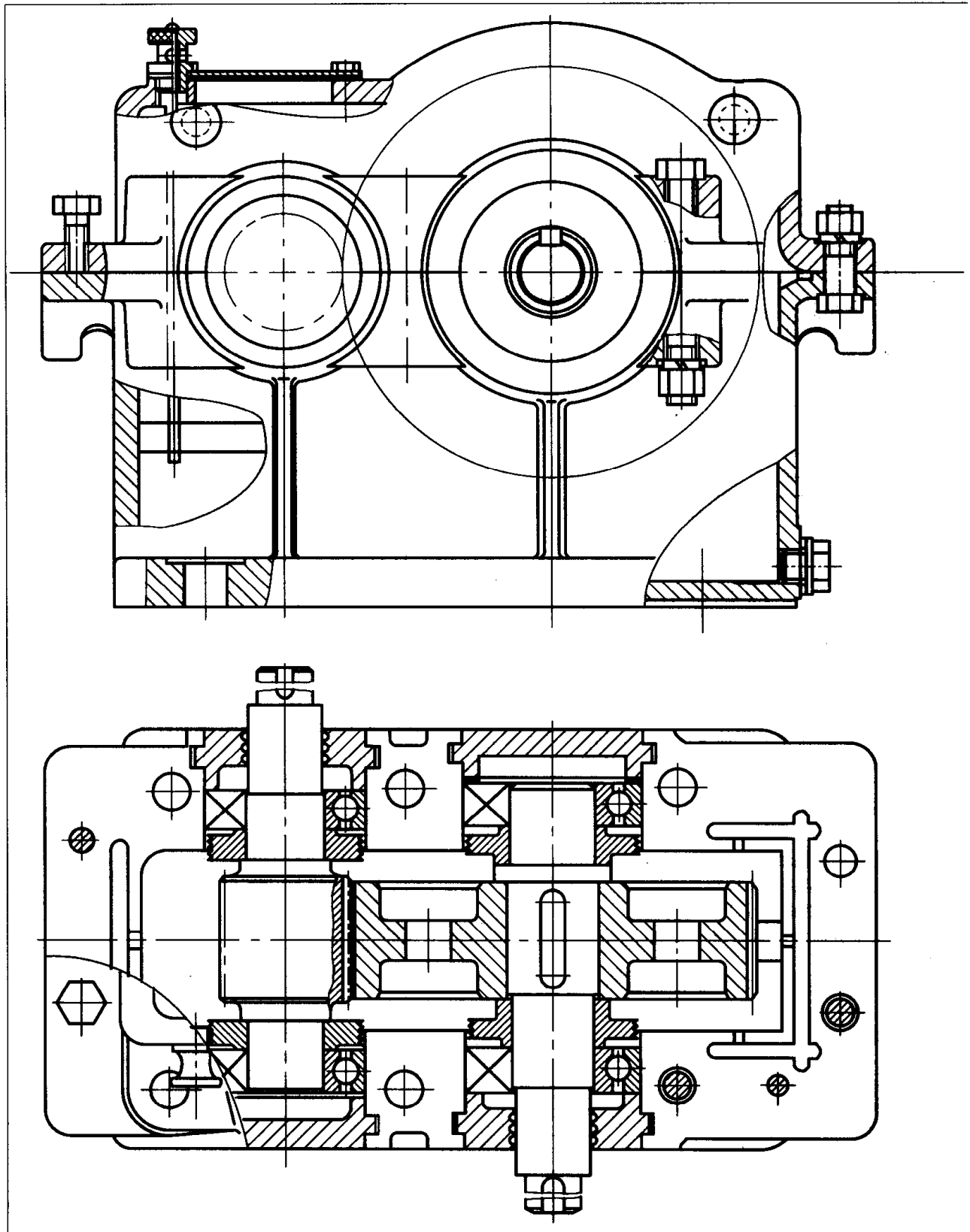
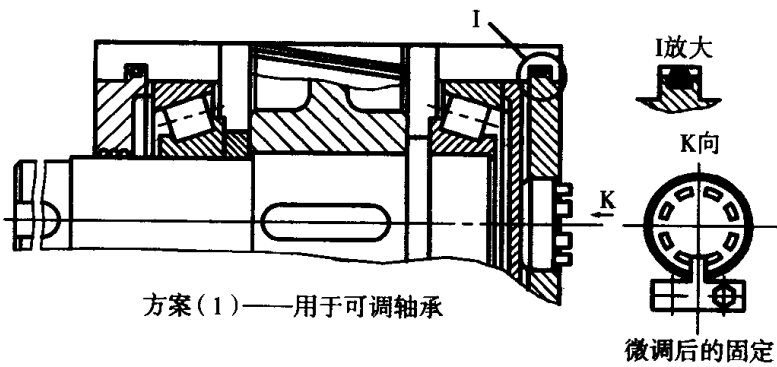
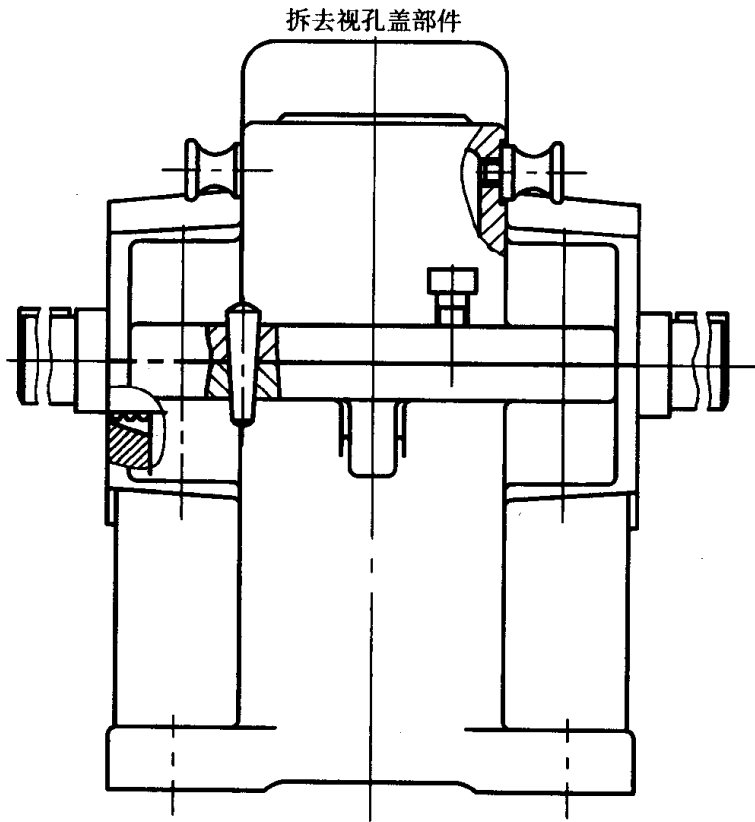
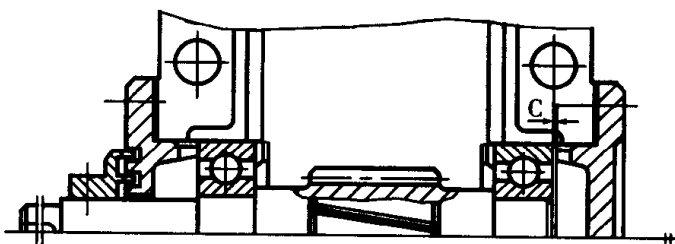


图 11-2 单级圆柱齿轮减速器(II)



方案(1)——用于可调轴承



方案(2)——用于不可调轴承

一对圆锥滚子轴承组成正装，轴向游隙的调整是通过槽形螺塞和调整环来实现的。其特点是：支承刚度好，拆装方便，但调整较麻烦，适用于径向和轴向负荷都较大而转速较低场合。

采用一对深沟球轴承组成两端固定支承。凸缘式端盖调整轴向游隙比较方便，适用于转速较高、负荷较小的场合，这种轴承也可承受不大的轴向力。

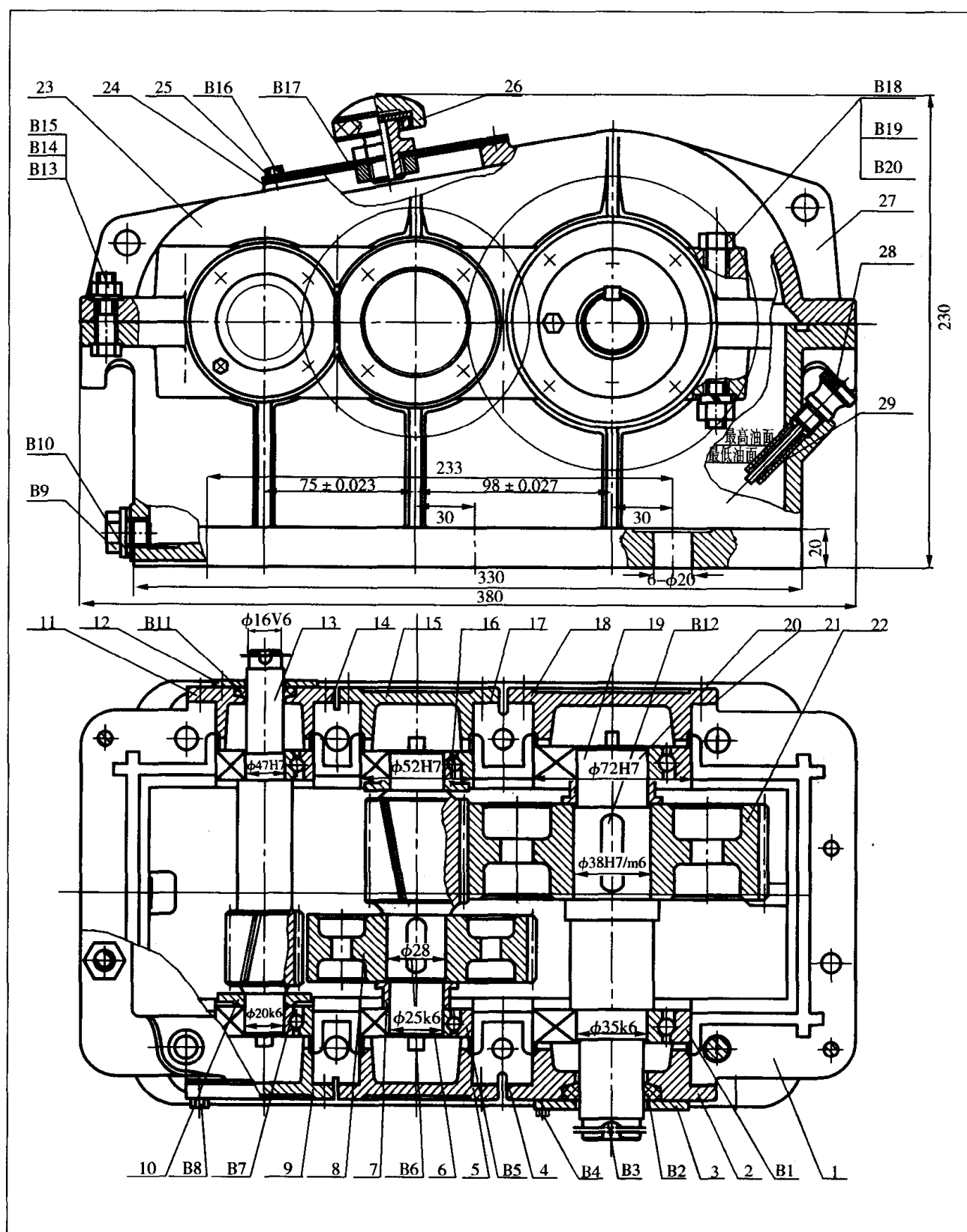
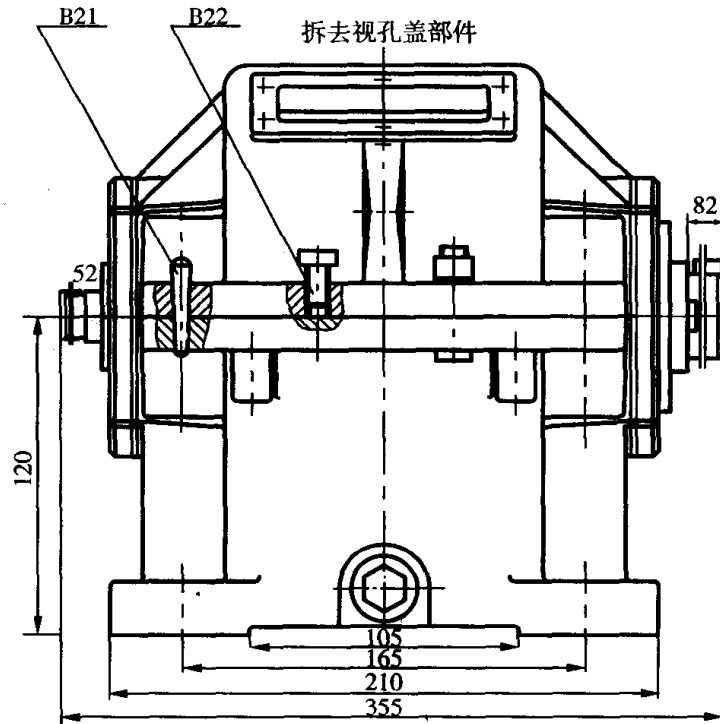


图 11-3 二级圆柱齿轮减速器(I)



技术特性

输入功率 kW	输入轴 转速 r/min	效率 η	总传动 比 i	传动特性			
				第一级		第二级	
				m_n	β	m_n	β
4	1440	0.93	11.99	2	$13^\circ 43' 48''$	2.5	$11^\circ 2' 38''$

技术要求

1. 装配前箱体与其他铸件不加工面应清理干净，除去毛边毛刺，并浸涂防锈漆；
2. 零件在装配前用煤油清洗，轴承用汽油清洗干净，晾干后表面应涂油；
3. 齿轮装配后应用涂色法检查接触斑点，圆柱齿轮沿齿高不小于 40%，沿齿长不小于 50%；
4. 调整、固定轴承时应留有轴向间隙 0.2~0.5mm；
5. 减速器内装 N220 工业齿轮油，油量达到规定深度；
6. 箱体内壁涂耐油油漆，减速器外表面涂灰色油漆；
7. 减速器剖分面、各接触面及密封处均不允许漏油，箱体剖分面应涂以密封胶或水玻璃，不允许使用其他任何填充料；
8. 按试验规程进行试验。



高速轴方案

高速轴采用两端全对称结构，当一端齿轮损坏时，便于调头继续使用。

...				
...				
B13	螺栓	1	Q235	GB/T5782M10×35
B12	键	1	45	键 8×40 GB/T1096
B11	毡圈	1	半粗羊毛毡	毡圈 30JB/ZQ4606
B10	封油圈	1	软钢纸板	
B9	油塞	1	Q235	
B8	螺钉	24	Q235	GB/T5783 M8×12
B7	角接触球轴承	2		36204 GB/T292
B6	键	1	45	键 8×28 GB/T1096
B5	角接触球轴承	2		36205 GB/T292
B4	螺钉	4	Q235	GB/T5782 M5×10
B3	键	1	45	键 C8×52GB/T1096
B2	毡圈	1	半粗羊毛毡	毡圈 30JB/ZQ4606
B1	角接触球轴承	2		36207 GB/T292

...				
...				
12	密封盖	1	Q235	
11	轴承盖	1	HT200	
10	挡油盘	1	Q235	
9	轴承盖	1	HT200	
8	大齿轮	1	45	
7	套筒	1	Q235	
6	轴	1	45	
5	轴承盖	1	HT200	
4	调整垫片	2 组	08F	
3	密封盖	1	Q235	
2	轴承盖	1	HT200	
1	箱座	1	HT200	

序号	零件名称	数量	材料	规格及标准代号	备注
双级圆柱齿轮减速器	比例			图号	
	数量			重量	
设计	年月	机械设计课程设计		(校名)	
审核				(班号)	

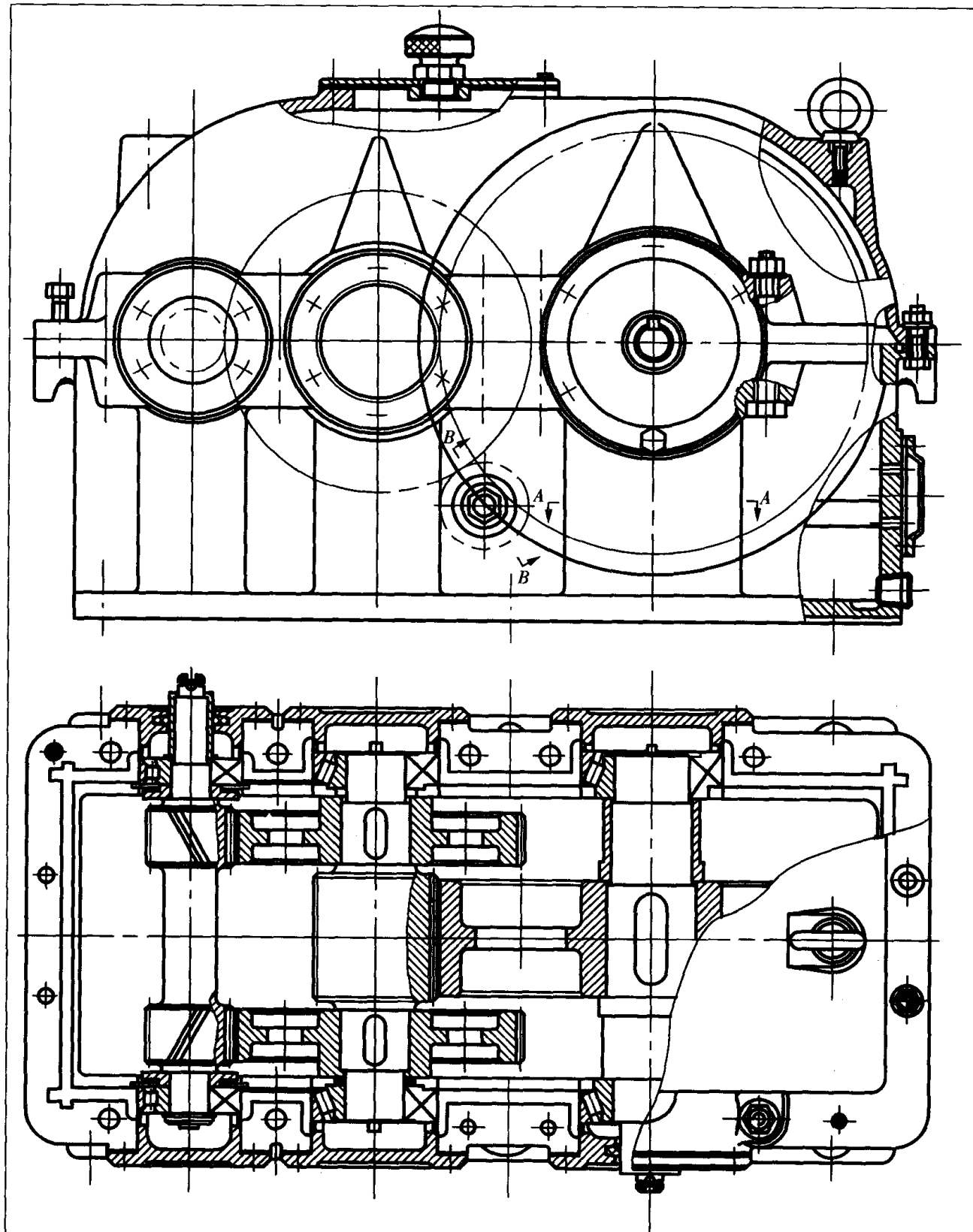
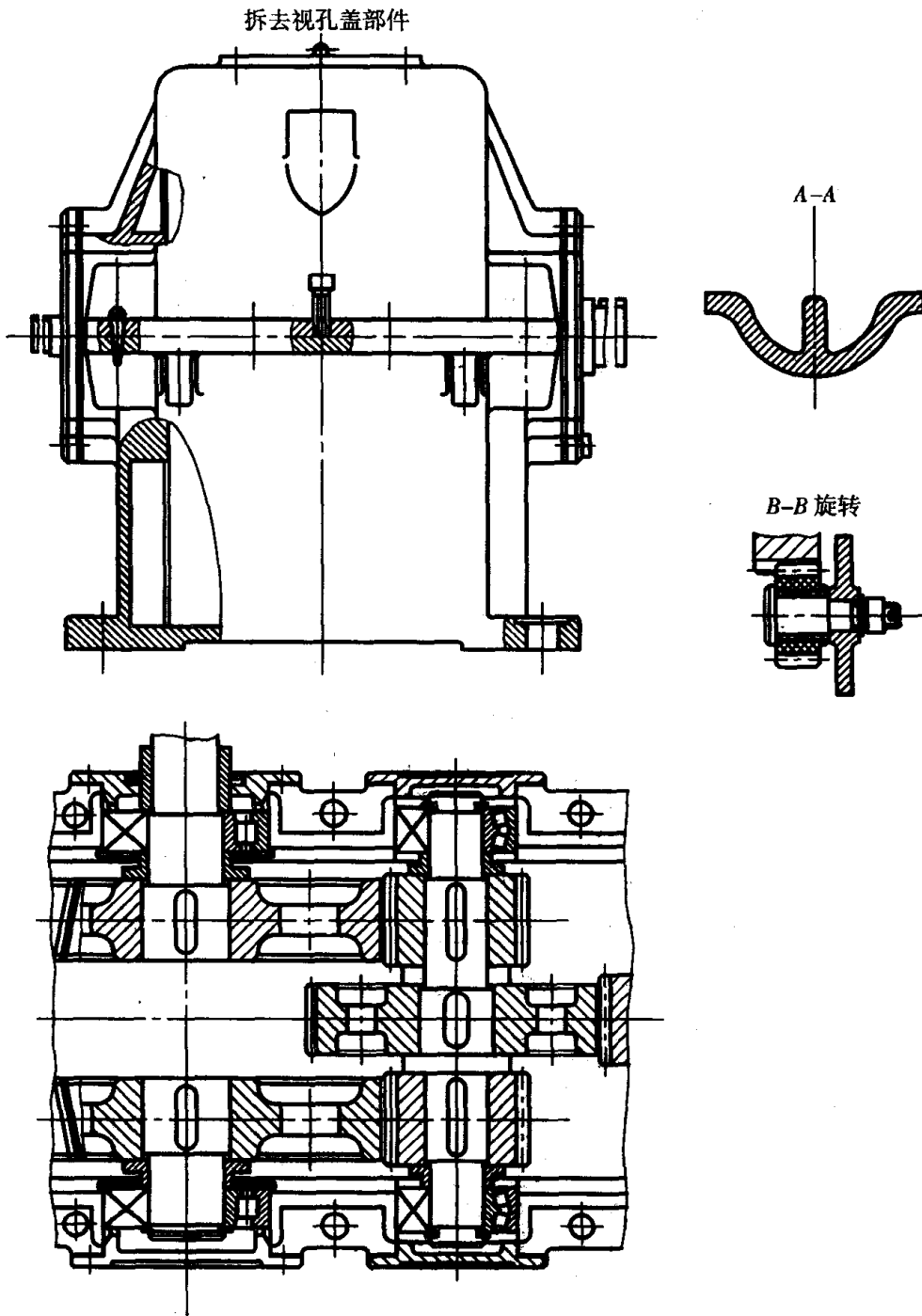


图 11-4 二级圆柱齿轮减速器(II)



低速级分流方案

采用低速级分流 (高速级为直齿, 低速级为斜齿), 可传递较大的转矩而径向尺寸较小, 而且中、低速轴上的轴向力可相互抵消。为保证轮齿的正确啮合, 应将其中一根轴做成游动的。

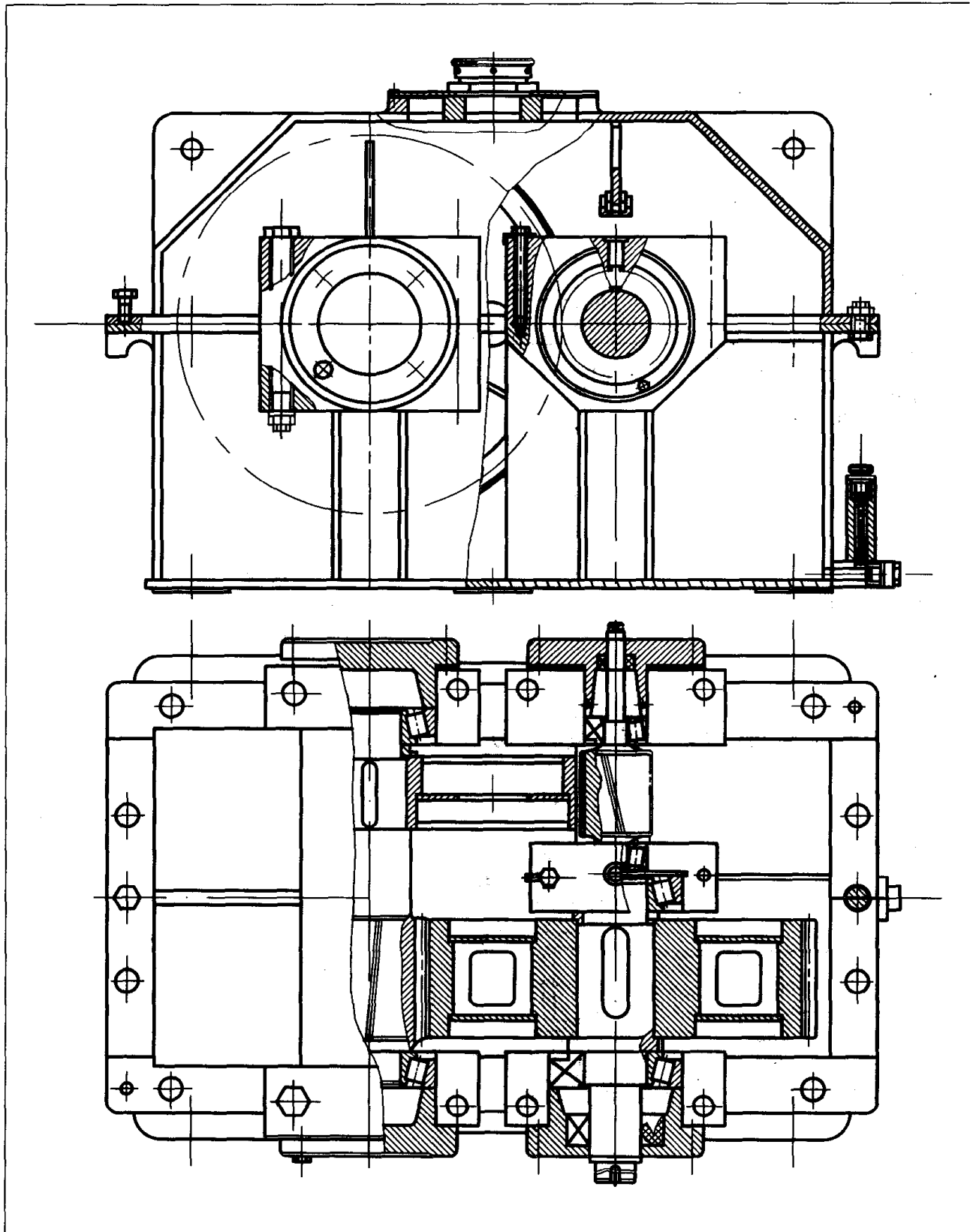
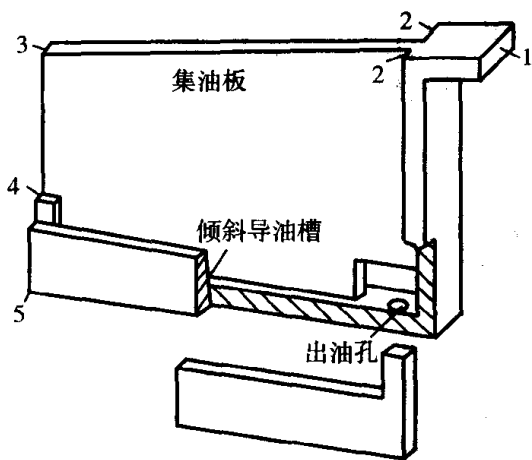
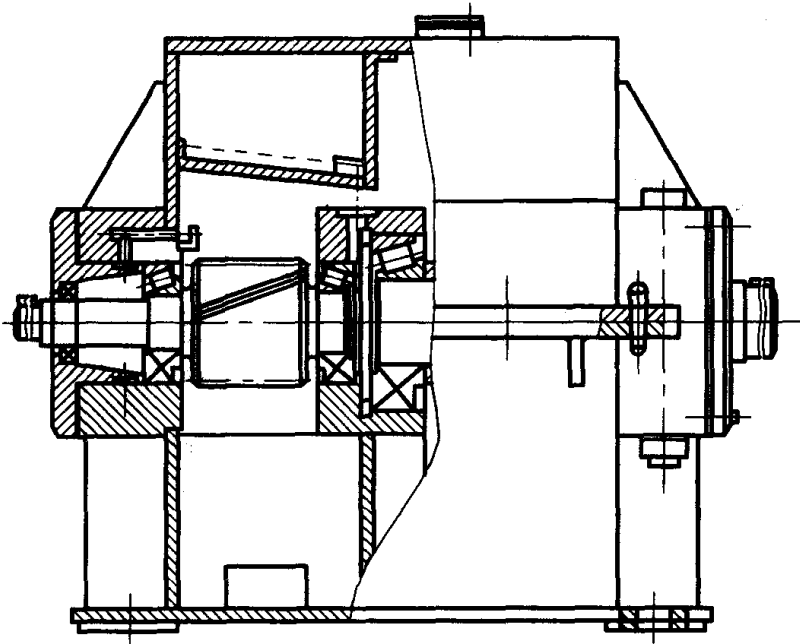


图 11-5 二级同轴式齿轮减速器



减速器中部轴承座的供油装置：

该装置通过 1、2、3、4、5 处与箱盖内壁焊在一起。工作时，由高速级大齿轮旋转飞溅出来的油，通过箱盖顶部内壁和集油板流到具有一定斜度的导油槽内，然后经缺口处的出油孔流入轴承座孔中，以保证该处两个滚动轴承的自润滑。

关于箱体两侧各一个轴承的润滑装置，请参照侧视图中的有关结构。

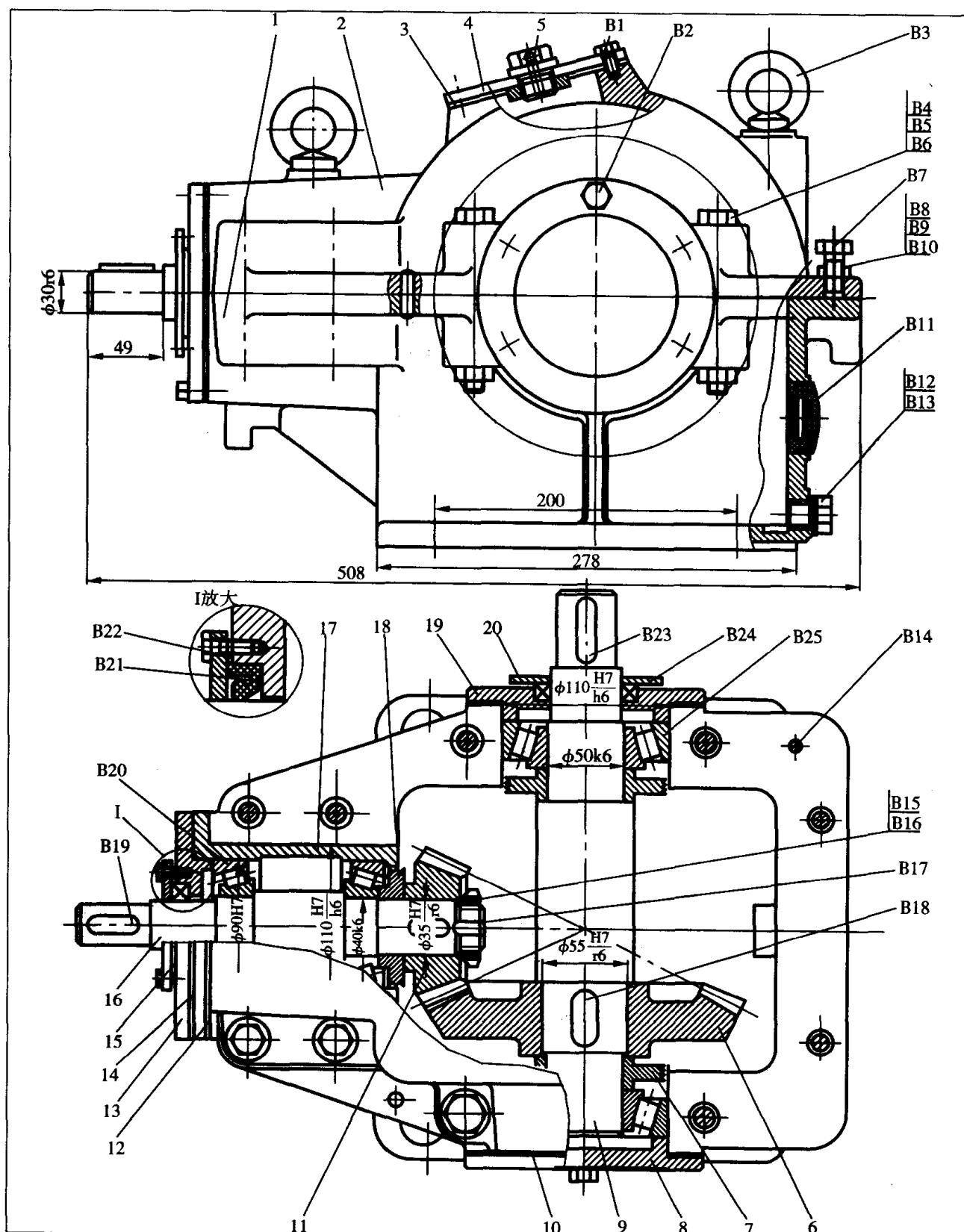
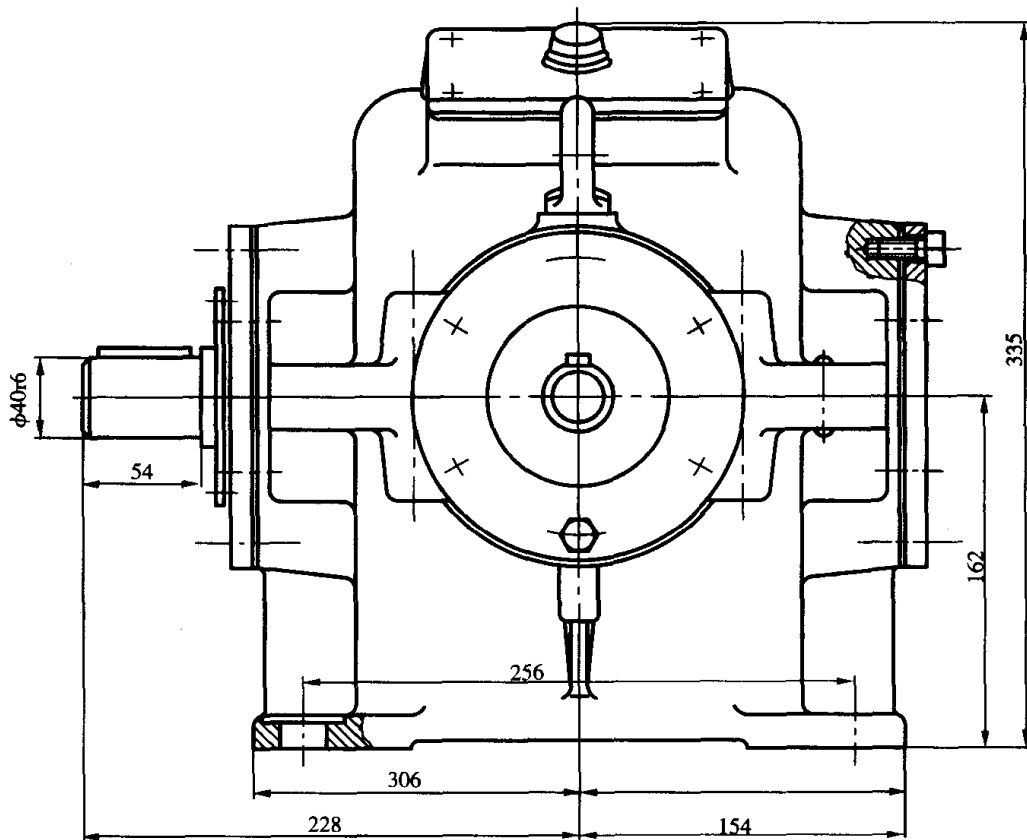


图 11-6 单级圆锥齿轮减速器



减速器技术特性

输入功率/kW	输入轴转速/(r·min ⁻¹)	总传动比 <i>i</i>	效率 η
4.5	420	2.1	0.94

技术要求

1. 装配前,所有零件进行清洗,箱体内壁涂耐油油漆。
2. 啮合侧隙 j_{min} 的大小用锡丝检验,保证侧隙不小于 0.12mm,所用锡丝直径不得大于最小侧隙的两倍。
3. 用涂色法检验齿面接触斑点,按齿高和齿长的接触斑点都不少于 50%。
4. 调整、固定轴承时,应留轴向间隙 0.04~0.07mm。
5. 减速器剖分面、各接触面及密封处均不许漏油,剖分面允许涂密封胶或水玻璃。
6. 箱内装全损耗系统用油 L-AN68 至规定高度。
7. 减速器表面涂灰色油漆。

20	密封盖	1	Q235A						
19	穿透轴承盖	1	HT150						
18	挡油环	1	Q235A						
17	套环	1	HT150						
16	轴	1	45						
15	密封盖	1	Q235A						
14	调整垫片	1组	08F						
13	穿透轴承盖	1	HT150						
12	调整垫片	1组	08F						
11	圆锥小齿轮	1	45		$m=5, z_1=20$				
10	调整垫片	2组	08F						
9	轴	1	45						
8	轴承盖	1	HT150						
7	挡油环	2	Q235A						
6	圆锥大齿轮	1	45		$m=5, z_2=42$				
5	通气器	1	Q235A						
4	窥视孔盖	1	Q235A						
3	垫片	1	软钢纸板						
2	箱盖	1	HT150						
1	箱座	1	HT150						
B7	螺钉 M10×40	2	Q235	GB/T5782	标准件	单级圆锥齿轮减速器	比例 数量	图号 重量	备注 (校名) (班号)
B6	垫圈 12	8	65Mn	GB/T93	标准件				
B5	螺母 M12	8	Q235	GB/T41	标准件				
B4	螺栓 M12×120	8	Q235	GB/T5782	标准件				
B3	螺钉 M20	2	20	GB/T825	标准件				
B2	螺钉 M8×25	12	Q235	GB/T5782	标准件				
B1	螺钉 M6×20	4	Q235	GB/T5782	标准件				
序号	名称	数量	材料	标准	备注	设计	(日期)	机械设计	
						审核		课程设计	

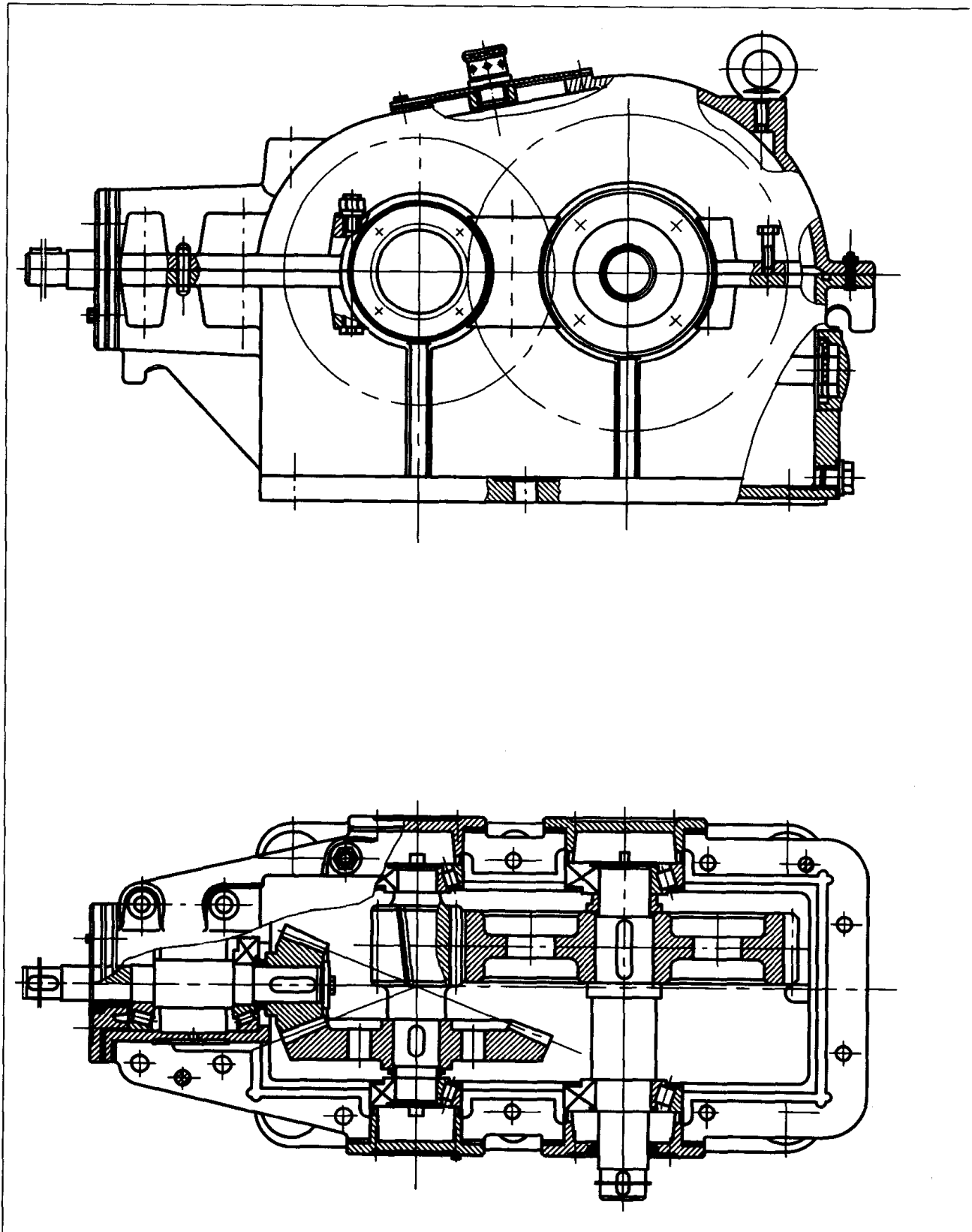
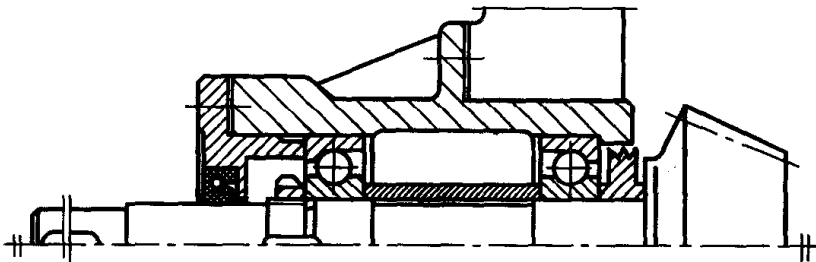
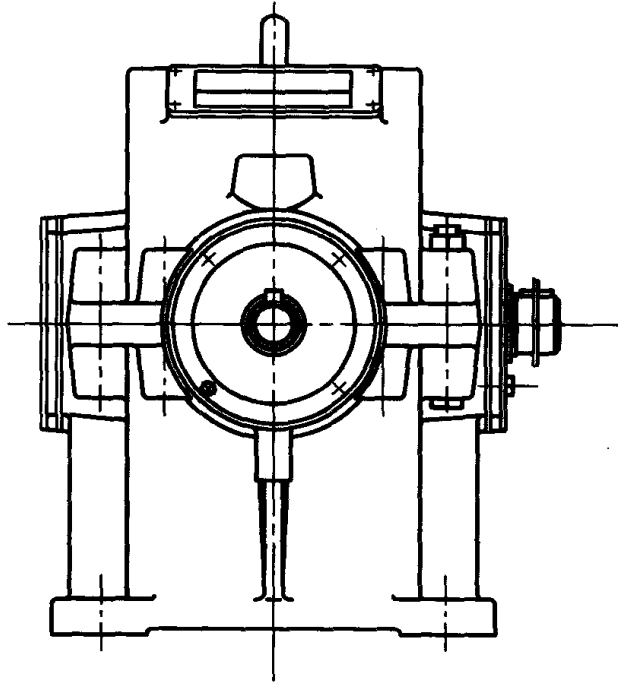
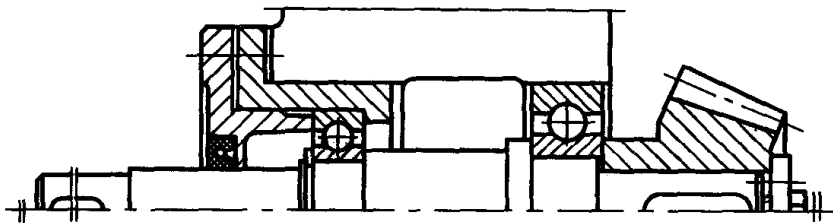


图 11-7 圆锥—圆柱齿轮减速器



高速轴为一个独立部件,刚度较好,并可简化箱体结构,但拆装较困难,适用于高速和载荷不太大的场合。



这是一种短套杯式结构,采用深沟球轴承组成固定(左端)游动(右端)式支承,可承受不大的轴向力,拆装比较方便。适用于高速、载荷不大、但温升较高的场合。

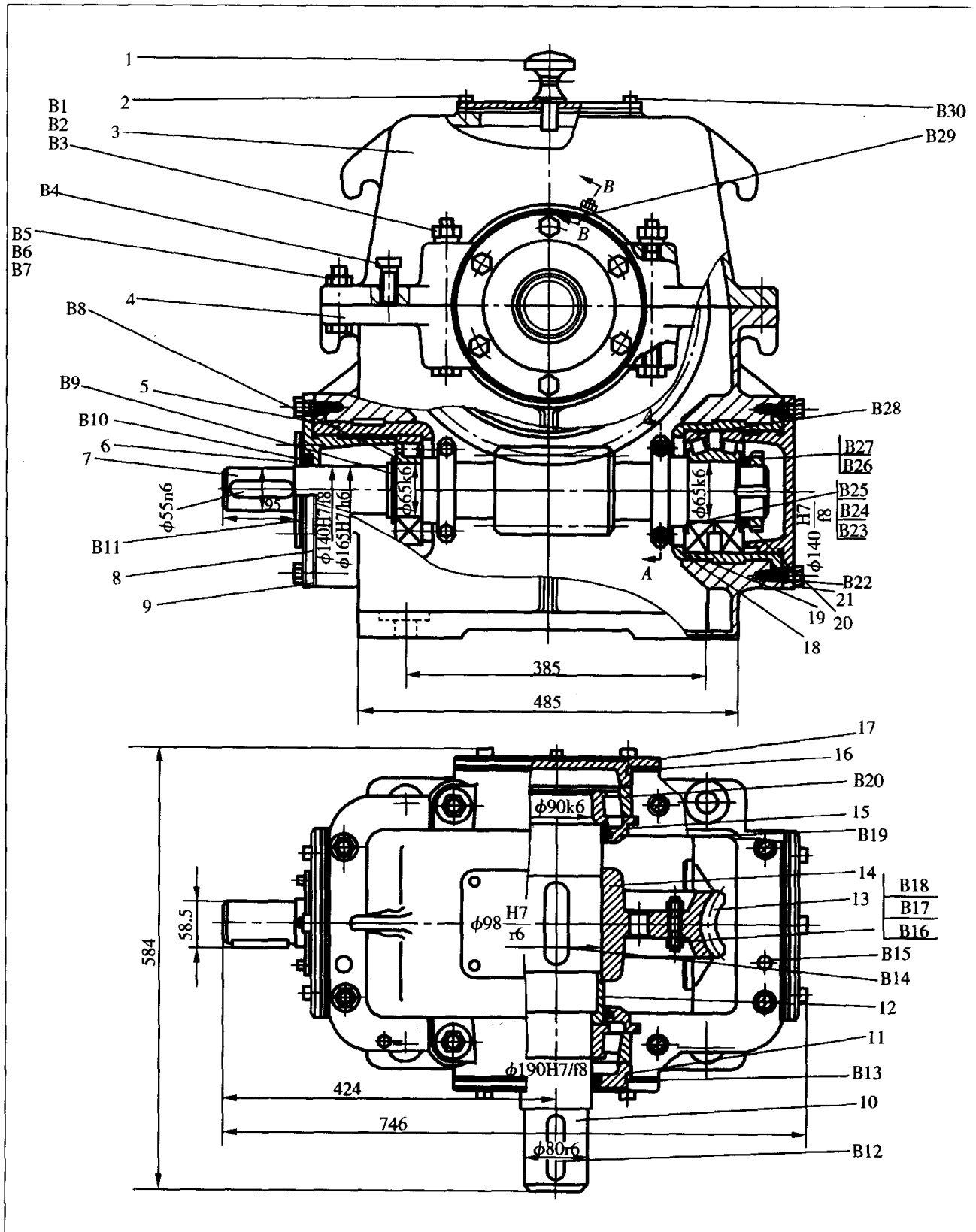
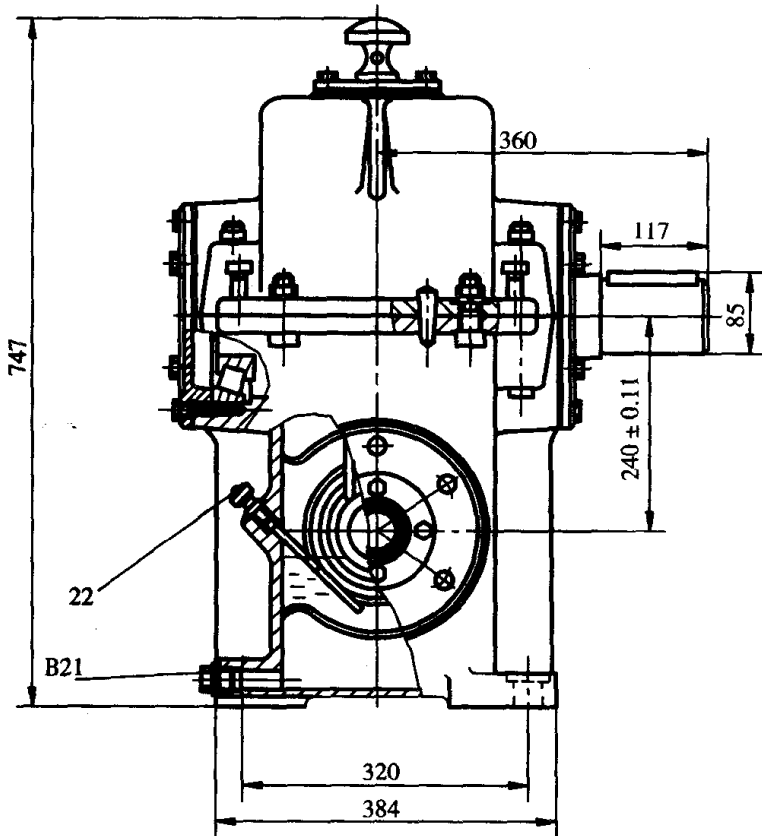


图 11-8 单级蜗杆减速器



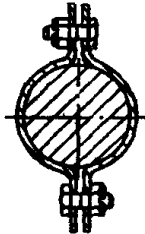
技术特性

主动轴功率	主动轴转速	传动比
17kW	1000r/min	16.33

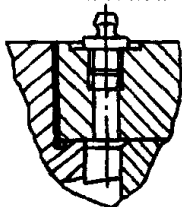
技术要求

1. 装配前所有零件用煤油清洗, 滚动轴承用汽油清洗。
2. 各配合、密封、螺钉联接处用润滑脂润滑。
3. 啮合侧隙不小于 0.19mm, 检验锡丝不得大于最小侧隙的四倍。
4. 用涂色法检验斑点, 按齿高不得小于 60%, 按齿长不得小于 65%。
5. 蜗杆轴承的轴向游隙为 0.05~0.1mm, 蜗轮轴承的轴向游隙为 0.12~0.20mm。
6. 装成后进行空载荷试验, 条件为: 高速轴转速 $n = 1000r/min$ 正反转各 1h。运转平稳, 无噪声和撞击声, 温升不得超过 60℃, 不漏油(试车用 L-AN32 全损耗系统用油)。
7. 箱座内装 L-AN65 全损耗系统用油至规定高度。
8. 未加工外表面涂灰色油漆, 内表面涂红色耐油油漆。

A-A 放大



B-B 旋转放大



...					
B12	键 22×100	1		GB/T1096	
B11	螺栓 M10×40	4		GB/T5780	
B10	B60807D	1		GB/T9877.1	
B9	挡圈 65	2		GB/T894.1	
B8	轴承 N313E	1		GB/T283	
B7	垫圈 12	4		GB/T93	
B6	螺母 M12	4		GB/T41	
B5	螺栓 M12×70	4		GB/T5780	
B4	螺栓 M12×55	2		GB/T5780	
B3	垫圈 16	4		GB/T93	
B2	螺母 M16	4		GB/T41	
B1	螺栓 M16×160	4		GB/T5780	
序号	名称	数量	材料	标准	备注

...					
12	套筒	1	Q235		
11	轴承端盖	1	HT150		
10	轴	1	45		
9	调整垫片	2组	08F		
8	轴承端盖	1	HT150		
7	蜗杆	1	45		
6	密封盖	1	Q235		
5	套筒	1	Q235		
4	箱座	1	HT200		
3	箱盖	1	HT200		
2	窥视孔盖	1	Q235		
1	通气器	1	Q235		组合件
序号	名称	数量	材料	标准	备注

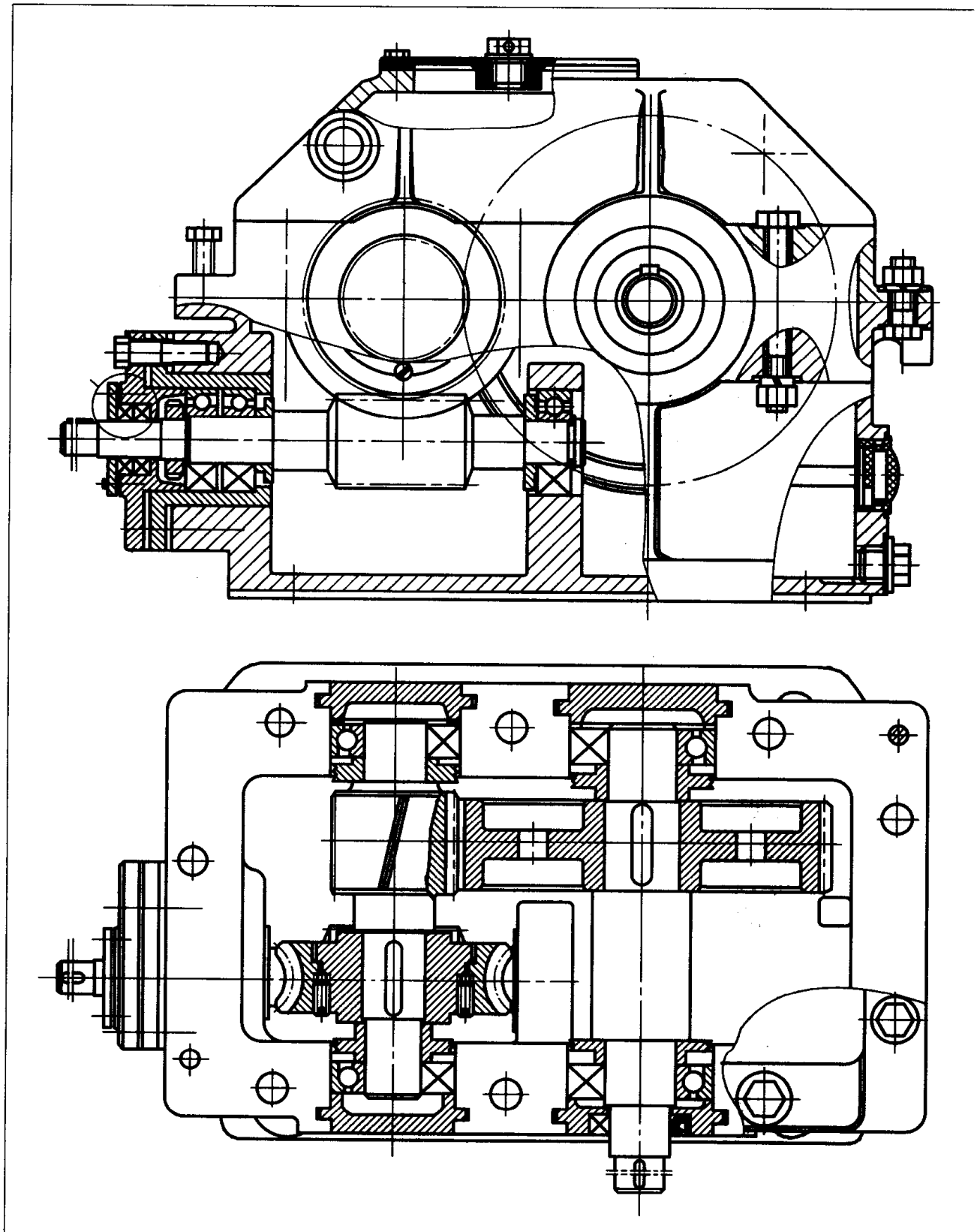
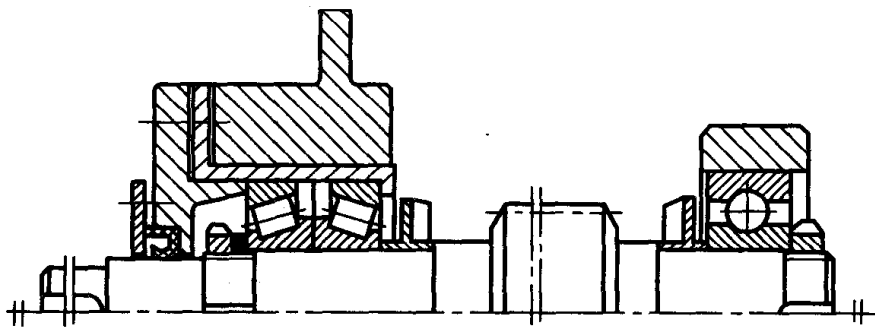
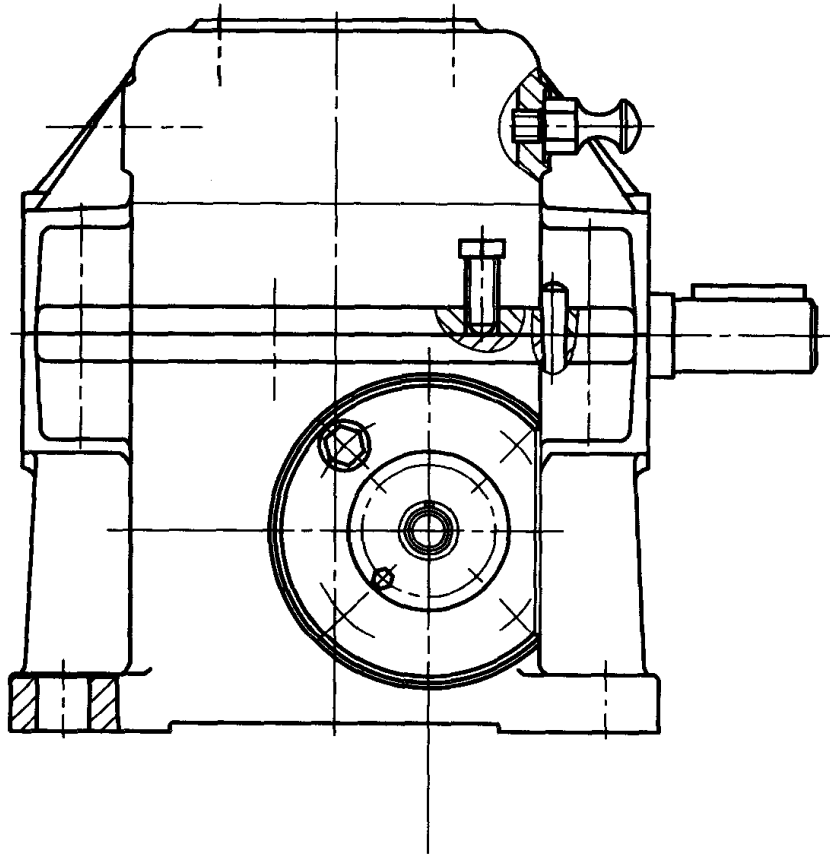


图 11-9 蜗杆—圆柱齿轮减速器



这是由圆锥滚子轴承组成固定端的轴系结构。轴向力由左端承受,右端的深沟球轴承只承受径向载荷并作为游动端,适用于载荷较大、轴较长和温升较大的场合。

第 12 章 减速器零件图

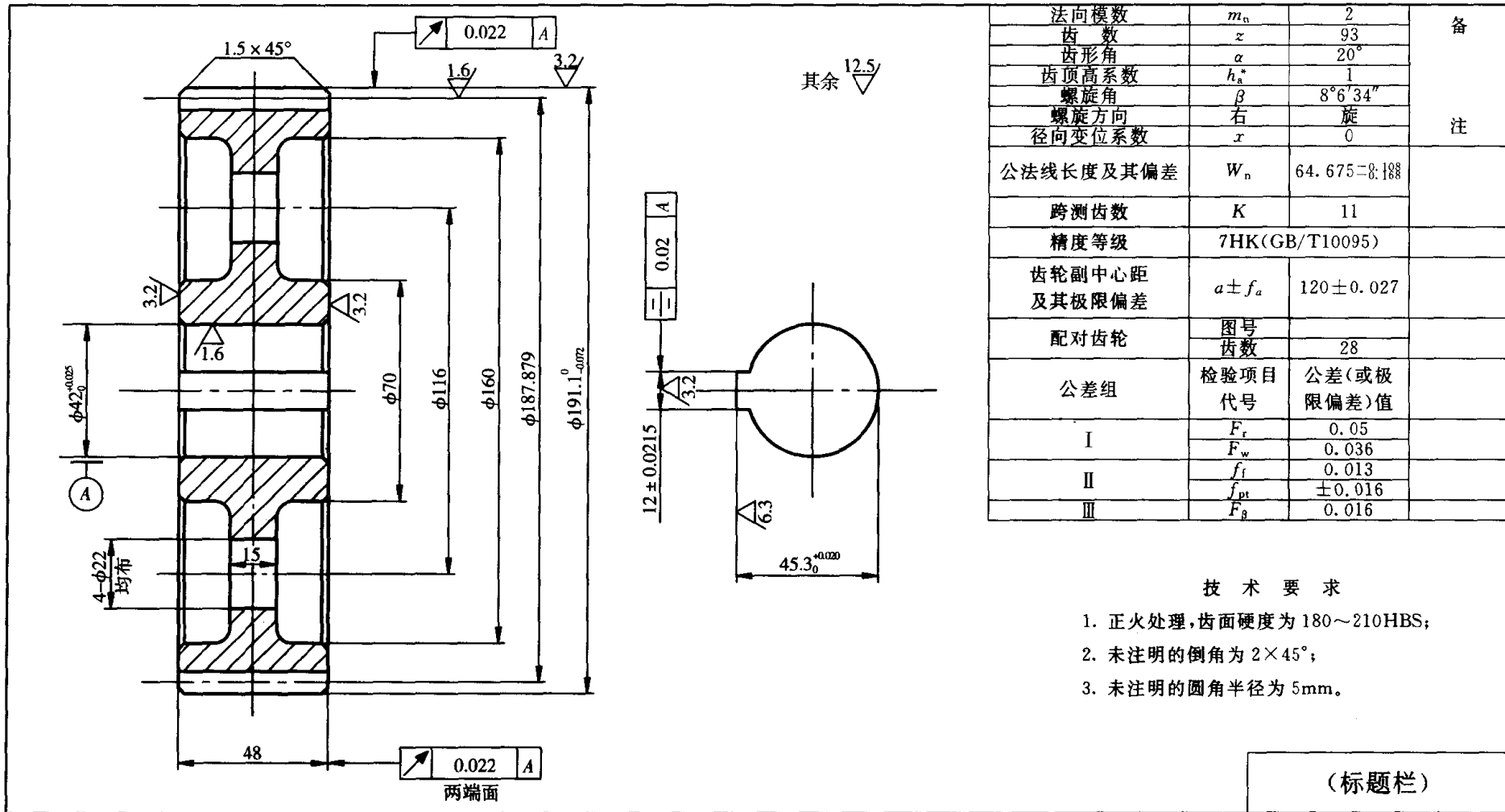
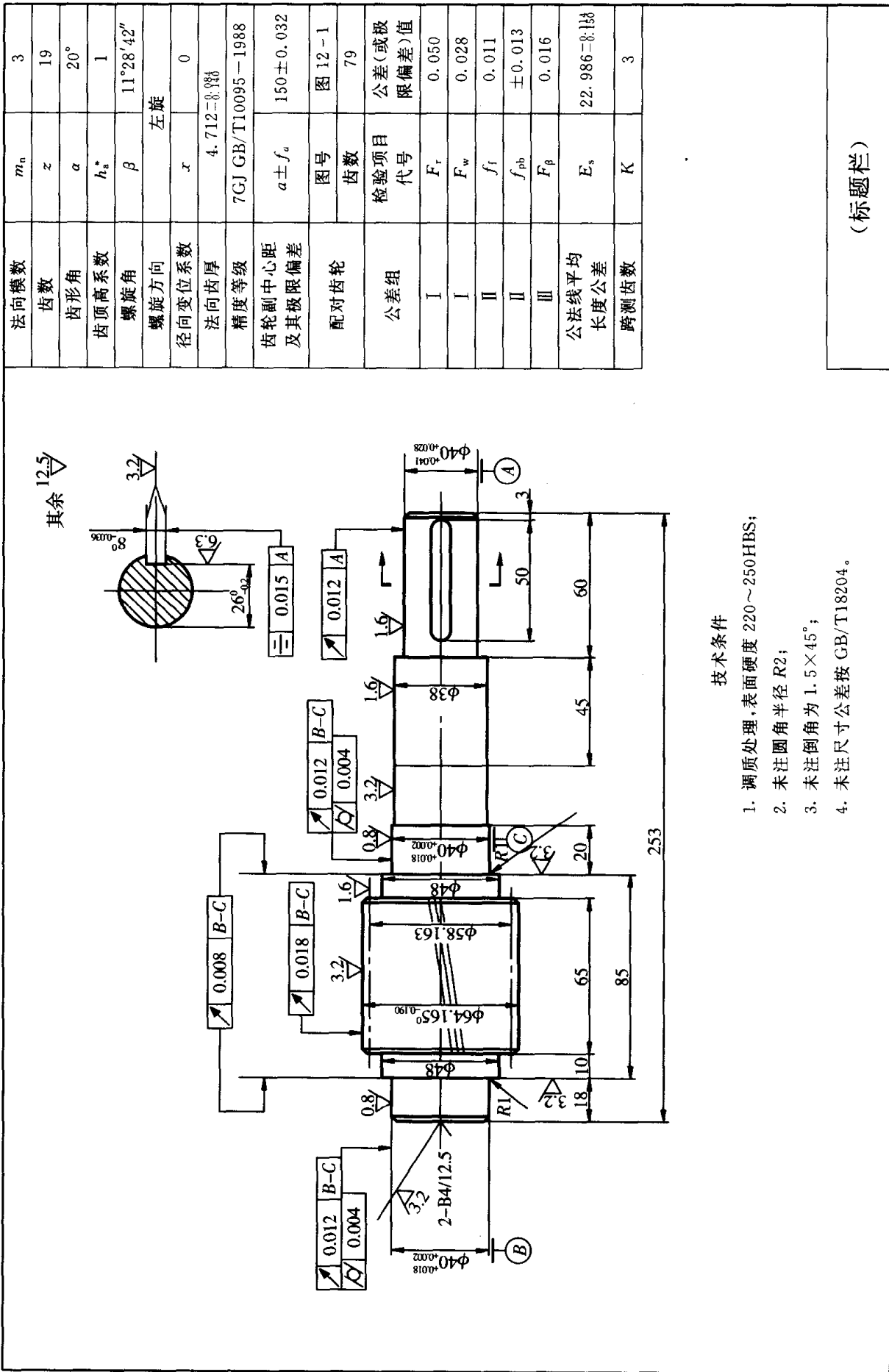


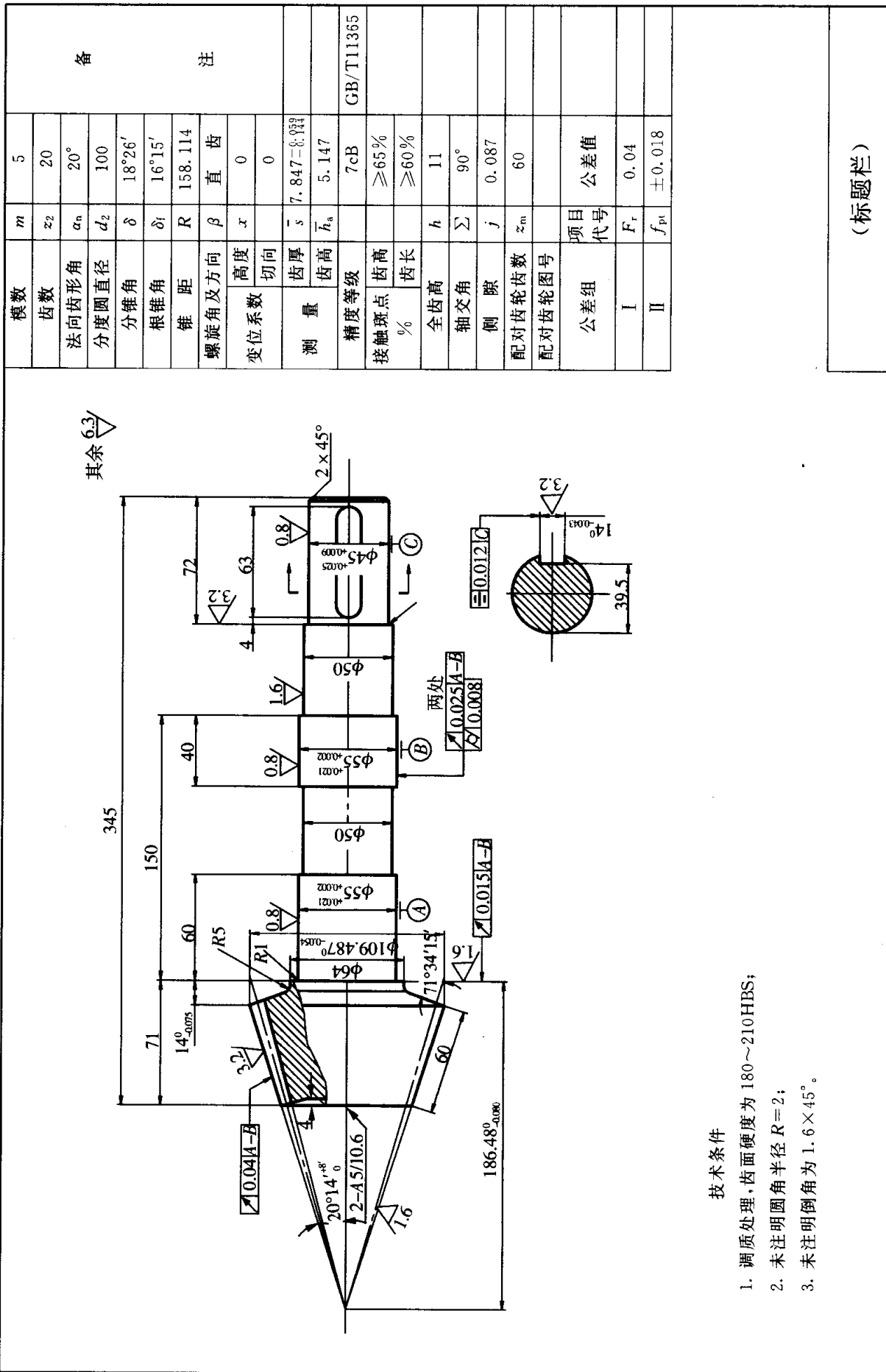
图 12-1 圆柱齿轮



- 技术条件
1. 调质处理, 表面硬度 220~250HBS;
 2. 未注圆角半径 R2;
 3. 未注倒角为 $1.5 \times 45^\circ$;
 4. 未注尺寸公差按 GB/T18204。

图 12-2 圆柱齿轮轴

(标题栏)

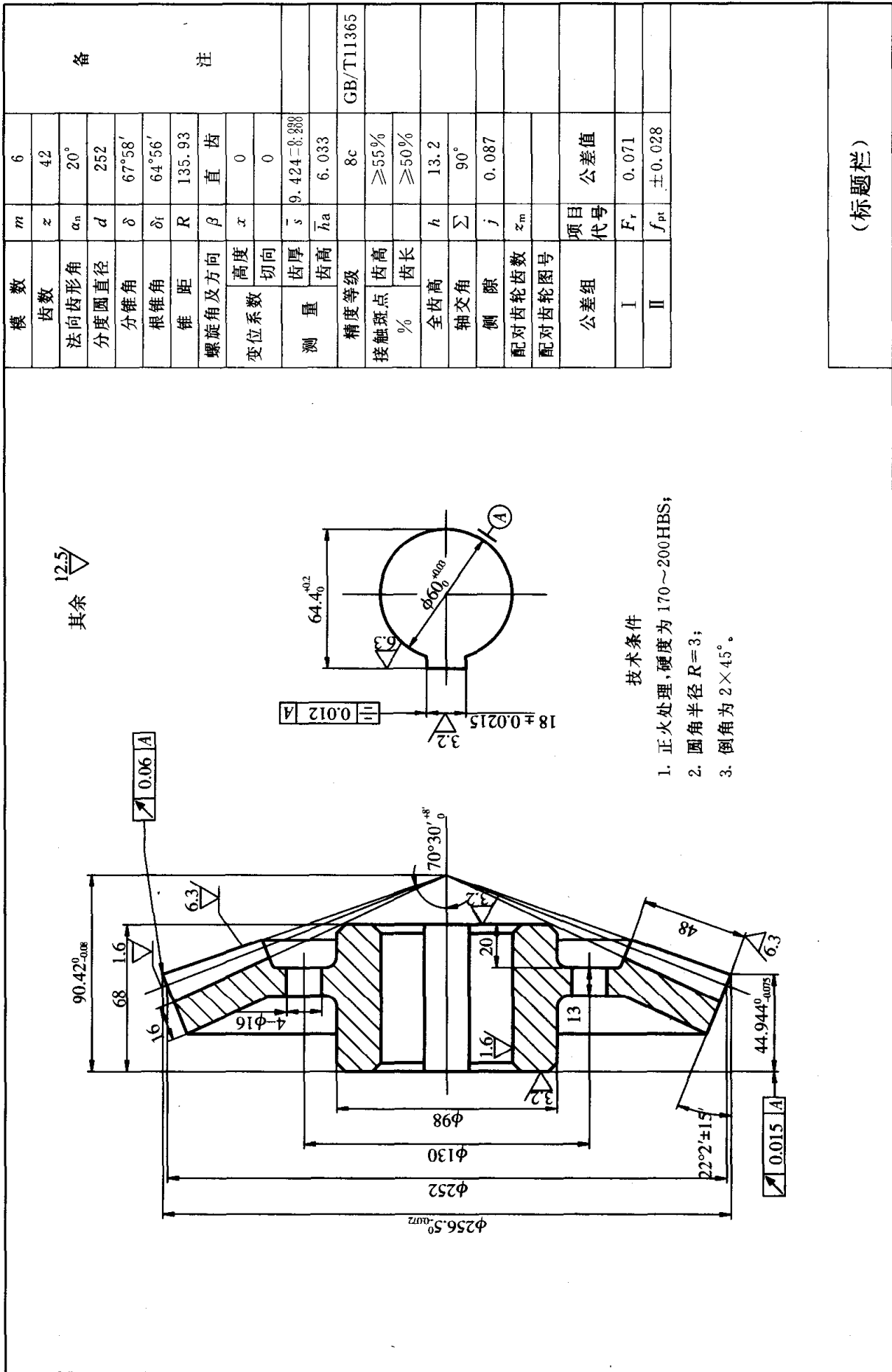


技术条件

1. 调质处理, 齿面硬度为 180~210HBS;
2. 未注明圆角半径 $R=2$;
3. 未注明倒角为 $1.6 \times 45^\circ$ 。

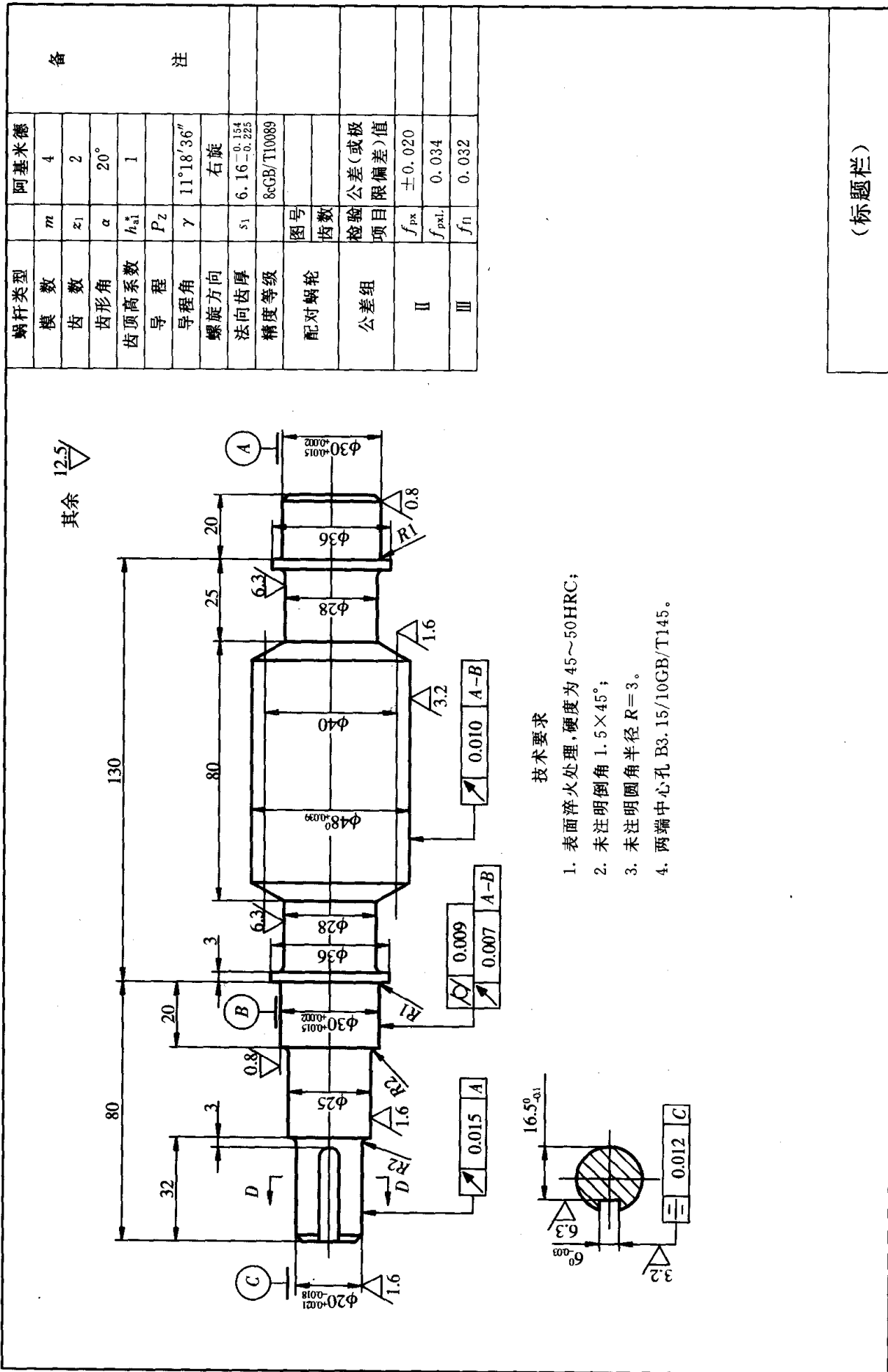
图 12-3 圆锥齿轮轴

(标题栏)



(标题栏)

图 12-4 圆锥齿轮



技术要求

1. 表面淬火处理, 硬度为 45~50HRC;
2. 未注明倒角 $1.5 \times 45^\circ$;
3. 未注明圆角半径 $R=3$ 。
4. 两端中心孔 B3.15/10GB/T145。

图 12-5 蜗杆

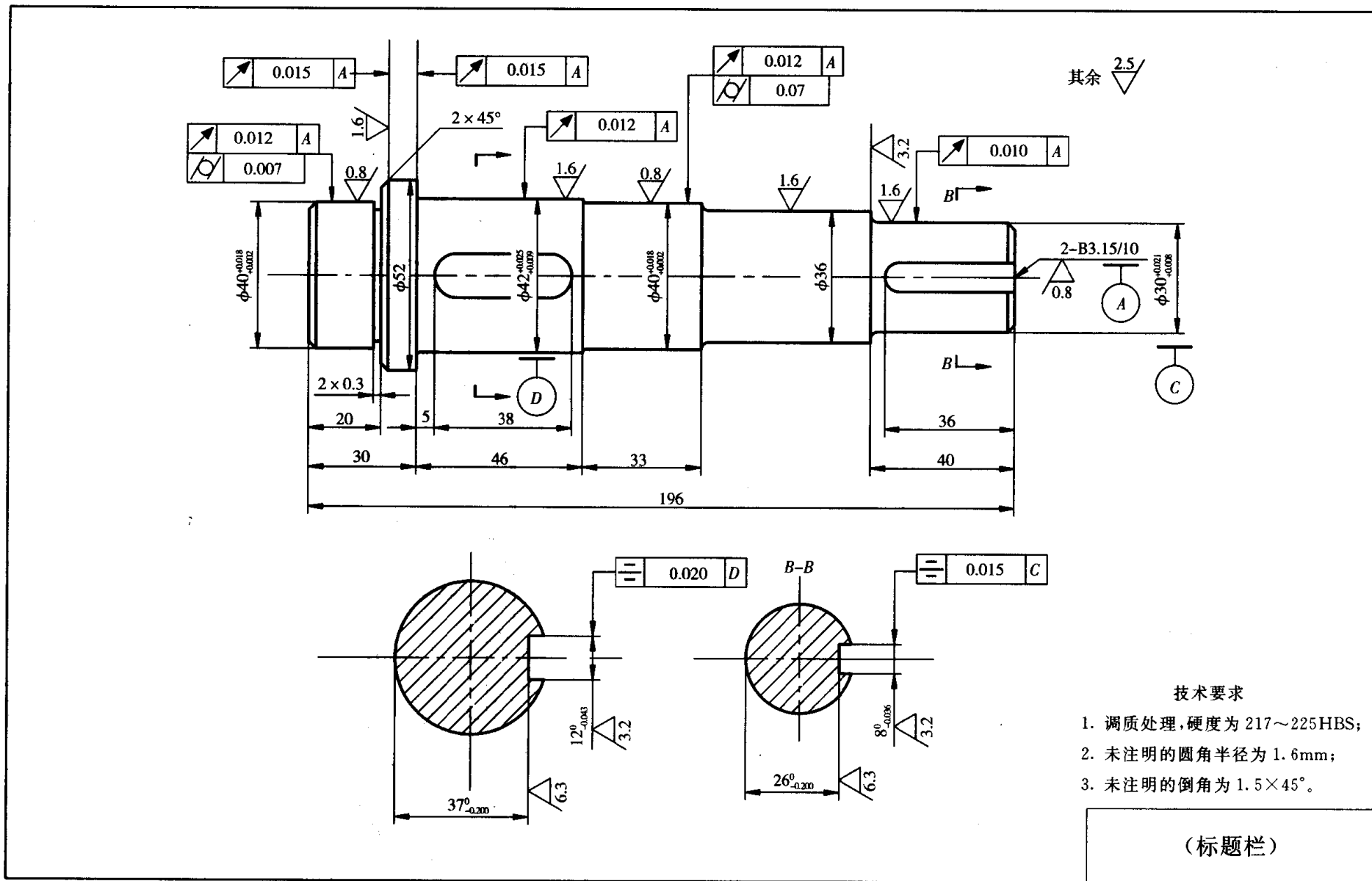


图 12-7 轴

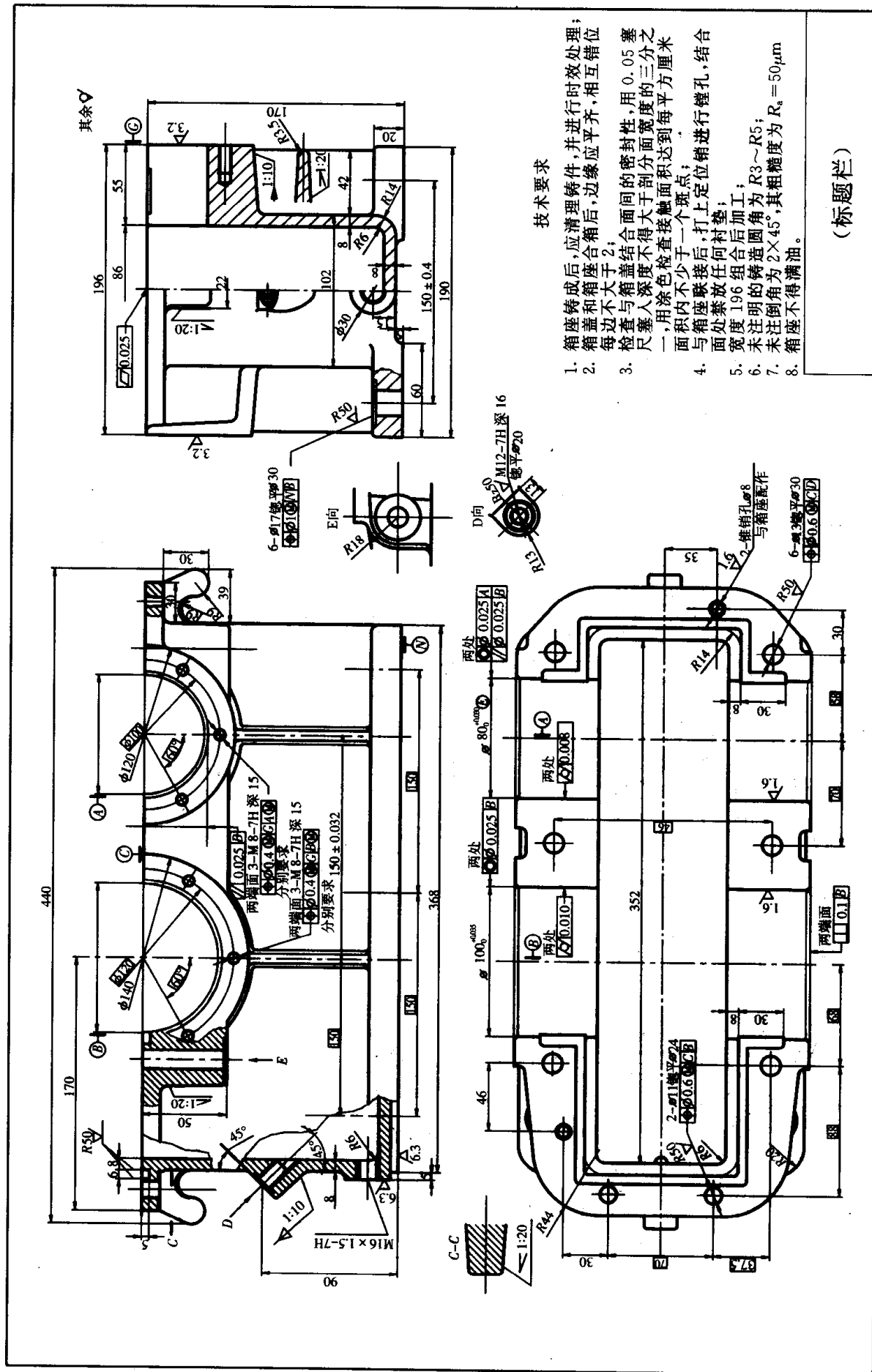
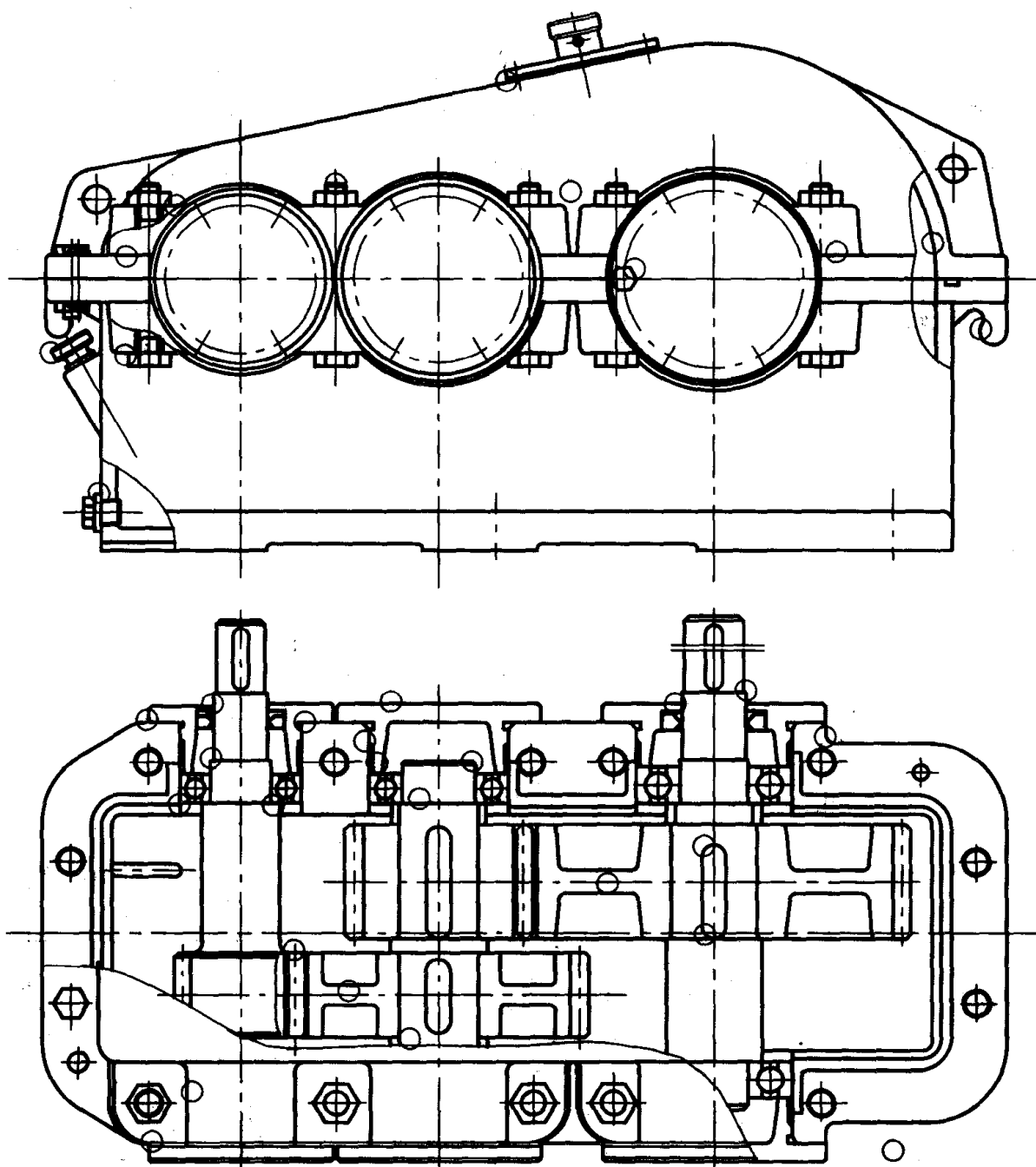


图 12-9 箱体

第 13 章 减速器装配图常见错误与正确画法



注：○表示错误结构或结构不好的工艺性和装配性

图 13-1 减速器装配图常见错误示例

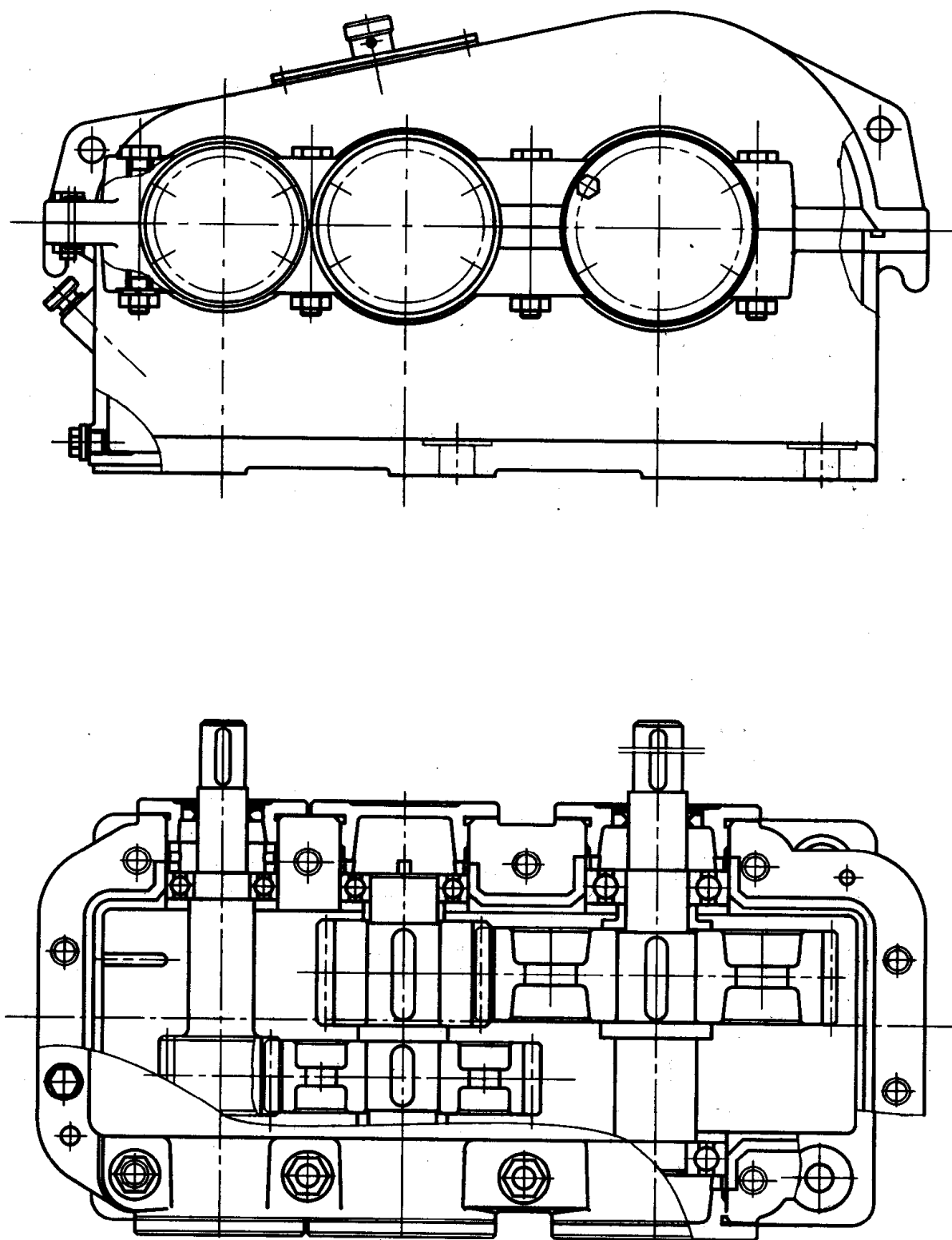


图 13-2 减速器装配图正确画法

第三部分

机械设计常用标准和规范

第 14 章 标准代号、常用数据和一般标准

14.1 标准代号

表 14-1 国内部分标准代号

代号	名称	代号	名称
GB(GB/T)	中华人民共和国国家标准	QB	轻工行业标准
GBn	国家内部标准	SY	石油天然气行业标准
KY	中国科学院标准	SH	石油化工行业标准
JJC	国家计量局标准	HG	化工行业标准
JB	机械行业标准	FJ	纺织工业行业标准
YB	黑色冶金行业标准	SJ	电子行业标准
YS	有色金属行业标准	QC	汽车行业标准
ZB	国家专业标准	JC	建材行业标准

注：在代号后加“/T”为推荐性技术文件，在代号后加“/Z”为指导性技术文件，如 YB/Z。

表 14-2 国外部分标准代号

代号	名称	代号	名称
ISA	国家标准协会标准	CSA	加拿大标准协会标准
ISO	国际标准化组织标准	UNI	意大利国家标准
ГОСТ(ГОСТ)	俄罗斯国家标准(原苏联国家标准)	AFNOR	法国标准协会标准
NBS	美国国家标准局标准	NF	法国国家标准
ASA	美国标准协会标准	DIN	德国工业标准
AISI	美国钢铁学会标准	JIS	日本工业标准
ASME	美国机械工程协会标准	SNV	瑞士国家标准
ANSI	美国国家标准	BS	英国标准
AGMA	美国齿轮制造者协会标准	AS	澳大利亚标准

14.2 常用数据

表 14-3 金属材料熔点、热导率及比容

名称	熔点 ℃	热导率 W/(m·k)	比热容 J/(kg·K)	名称	熔点 ℃	热导率 W/(m·k)	比热容 J/(kg·K)
灰铸铁	1200	46.4~92.8	544.3	铝	658	203	904.3
铸铁	1425		489.9	铅	327	34.8	129.8
低碳钢	1400~1500	46.4	502.4	锡	232	62.6	234.5
黄铜	950	92.8	393.6	锌	419	110	393.6
青铜	995	63.8	385.2	镍	1452	59.2	452.2

注：表中的热导率(导热系数)值为 0~100℃ 范围内的值。

表 14-4 材料线[膨]胀系数 $\alpha_t \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

材 料	温度范围/ $^\circ\text{C}$								
	20	20~100	20~200	20~300	20~400	20~600	20~700	20~900	70~1000
黄铜		17.8	18.8	20.9					
青铜		17.6	17.9	18.2					
铸铝合金	18.44~24.5								
铝合金		22.0~24.0	23.4~24.8	24.0~25.9					
碳钢		10.6~12.2	11.3~13	12.1~13.5	12.9~13.9	13.5~14.3	14.7~15		
铬钢		11.2	11.8	12.4	13	13.6			
3Cr13		10.2	11.1	11.6	11.9	12.3	12.8		
1Cr18Ni9Ti		16.6	17	17.2	17.5	17.9	18.6	19.3	
铸铁		8.7~11.1	8.5~11.6	10.1~12.1	11.5~12.7	12.9~13.2			
镍铬合金		14.5							17.6
砖	9.5								
水泥、混凝土	10~14								
胶木、硬橡皮	64~77								
玻璃		4~11.5							
有机玻璃		130							

表 14-5 常用材料的[质量]密度

材料名称	[质量]密度 $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \left(\frac{\text{t}}{\text{m}^3} \right)$	材料名称	[质量]密度 $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \left(\frac{\text{t}}{\text{m}^3} \right)$	材料名称	[质量]密度 $\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \left(\frac{\text{t}}{\text{m}^3} \right)$
碳钢	7.8~7.85	铅	11.37	无填料的电木	1.2
合金钢	7.9	锡	7.29	赛璐珞	1.4
球墨铸铁	7.3	镁合金	1.74	酚醛层压板	1.3~1.45
灰铸铁	7.0	硅钢片	7.55~7.8	尼龙 6	1.13~1.14
紫铜	8.9	锡基轴承合金	7.34~7.75	尼龙 66	1.14~1.15
黄铜	8.4~8.85	铅基轴承合金	9.33~10.67	尼龙 1010	1.04~1.06
锡青铜	8.7~8.9	胶木板、纤维板	1.3~1.4	纵纤维木材	0.7~0.9
无锡青铜	7.5~8.2	玻璃	2.4~2.6	横纤维木材	0.7~0.9
碾压磷青铜	8.8	有机玻璃	1.18~1.19	石灰石、花岗石	2.4~2.6
冷拉青铜	8.8	矿物油	0.92	砌砖	1.9~2.3
工业用铝	2.7	橡胶石棉板	1.5~2.0	混凝土	1.8~2.45

表 14-6 常用材料的弹性模量及泊松比

名 称	弹性模量 E/GPa	切变模量 G/GPa	泊松比 μ	名 称	弹性模量 E/GPa	切变模量 G/GPa	泊松比 μ
灰铸铁、白口铸铁	115~160	45	0.23~0.27	铸铝青铜	105	42	0.25
球墨铸铁	151~160	61	0.25~0.29	硬铝合金	71	27	
碳钢	200~220	81	0.24~0.28	冷拔黄铜	91~99	35~37	0.32~0.42
合金钢	210	81	0.25~0.3	轧制纯铜	110	40	0.31~0.34
铸钢	175	70~84	0.25~0.29	轧制锌	84	32	0.27
轧制磷青铜	115	42	0.32~0.35	轧制铝	69	26~27	0.32~0.36
轧制锰黄铜	110	40	0.35	铅	17	7	0.42

表 14-7 机械传动和摩擦副的效率略值

种 类		效率 η	种 类		效率 η
圆柱 齿轮 传动	很好跑合的 6 级精度和 7 级精度齿 轮传动(油润滑)	0.98~0.99	摩擦 传动	平摩擦轮传动	0.85~0.92
	8 级精度的一般齿轮传动(油润滑)	0.97		槽摩擦轮传动	0.88~0.90
	9 级精度的齿轮传动(油润滑)	0.96		卷绳轮	0.95
	加工齿的开式齿轮传动(脂润滑)	0.94~0.96	联 轴 器	十字滑块联轴器	0.97~0.99
	铸造齿的开式齿轮传动	0.90~0.93		齿式联轴器	0.99
圆锥 齿轮 传动	很好跑合的 6 级和 7 级精度的齿轮 传动(油润滑)	0.97~0.98	联 轴 器	弹性联轴器	0.99~0.995
	8 级精度的一般齿轮传动(油润滑)	0.94~0.97		万向联轴器($\alpha \leq 3^\circ$)	0.97~0.98
	加工齿的开式齿轮传动(脂润滑)	0.92~0.95	万向联轴器($\alpha > 3^\circ$)	0.95~0.97	
	铸造齿的开式齿轮传动	0.88~0.92	滑 动 轴 承	润滑不良	0.94(一对)
自锁蜗杆(油润滑)	0.40~0.45	润滑正常		0.97(一对)	
单头蜗杆(油润滑)	0.70~0.75	润滑特好(压力润滑)		0.98(一对)	
双头蜗杆(油润滑)	0.75~0.82	液体摩擦		0.99(一对)	
三头和四头蜗杆(油润滑)	0.80~0.92	滚 动 轴 承		球轴承(稀油润滑)	0.99(一对)
环面蜗杆传动(油润滑)	0.85~0.95		滚子轴承(稀油润滑)	0.98(一对)	
带 传 动	平带无压紧轮的开式传动	0.98	卷筒		0.96
	平带有压紧轮的开式传动	0.97	减 一 变 速 器	单级圆柱齿轮减速器	0.97~0.98
	平带交叉传动	0.90		双级圆柱齿轮减速器	0.95~0.96
	V 带传动	0.96		行星圆柱齿轮减速器	0.95~0.98
焊接链	0.93	单级锥齿轮减速器		0.95~0.96	
链 传 动	片式关节链	0.95	双级圆锥—圆柱齿轮减速器	0.94~0.95	
	滚子链	0.96	无级变速器	0.92~0.95	
	齿形链	0.97	摆线—针轮减速器	0.90~0.97	
	复滑 轮组	滑动轴承($i=2\sim6$)	0.90~0.98	丝杆 传 动	滑动丝杠
滚动轴承($i=2\sim6$)		0.95~0.99	滚动丝杠		0.85~0.95

表 14-8 各种传动的传动比(参考值)

传动类型	传动比	传动类型	传动比
平带传动	≤5	锥齿轮传动:(1)开式	≤5
V带传动	≤7	(2)单级减速器	≤3
圆柱齿轮传动:		蜗杆传动:(1)开式	15~60
(1)开式	≤8	(2)单级减速器	8~40
(2)单级减速器	≤4~6	链传动	≤6
(3)单级外啮合和内啮合行星减速器	3~9	摩擦轮传动	≤5

表 14-9 钢、灰铸铁和轻金属的平均极限强度

材料	拉伸 ^①		弯曲 ^①			扭转 ^①		
	σ_{-1}	σ_0	σ_{-1b}	σ_{0b}	σ_{sb}	τ_{-1}	τ_0	τ_s
结构钢	$0.45\sigma_b$	$1.3\sigma_{-1}$	$0.49\sigma_b$	$1.5\sigma_{-1b}$	$1.5\sigma_s$	$0.35\sigma_b$	$1.1\tau_{-1}$	$0.7\sigma_s$
调质钢	$0.41\sigma_b$	$1.7\sigma_{-1}$	$0.44\sigma_b$	$1.7\sigma_{-1b}$	$1.4\sigma_s$	$0.30\sigma_b$	$1.6\tau_{-1}$	$0.7\sigma_s$
渗碳钢 ^②	$0.40\sigma_b$	$1.6\sigma_{-1}$	$0.41\sigma_b$	$1.7\sigma_{-1b}$	$1.4\sigma_s$	$0.30\sigma_b$	$1.4\tau_{-1}$	$0.7\sigma_s$
灰铸铁	$0.25\sigma_b$	$1.6\sigma_{-1}$	$0.37\sigma_b$	$1.8\sigma_{-1b}$	—	$0.36\sigma_b$	$1.6\tau_{-1}$	—
轻金属	$0.30\sigma_b$	—	$0.4\sigma_b$	—	—	$0.25\sigma_b$	—	—

注:①直径为 10mm 的抛光圆试件。

②渗碳硬化状态。由直径为 30mm 左右的圆试件得出。 σ_b 和 σ_s 为心部材料的。

③在压缩时 σ_0 要大一些。例如,对于弹簧钢 $\sigma_{0c} \approx 1.3\sigma_0$;灰铸铁 $\sigma_{0c} \approx 3\sigma_0$ 。

表 14-10 运动粘度与恩氏粘度换算表

运动粘度 cSt	恩氏粘度 E_t	运动粘度 cSt	恩氏粘度 E_t	运动粘度 cSt	恩氏粘度 E_t	运动粘度 cSt	恩氏粘度 E_t	运动粘度 cSt	恩氏粘度 E_t
1	1.00	16	2.48	31	4.33	46	6.28	61	8.26
2	1.10	17	2.60	32	4.46	47	6.42	62	8.40
3	1.20	18	2.72	33	4.59	48	6.55	63	8.53
4	1.29	19	2.83	34	4.72	49	6.68	64	8.66
5	1.39	20	2.95	35	4.85	50	6.81	65	8.80
6	1.48	21	3.07	36	4.98	51	6.94	66	8.93
7	1.57	22	3.19	37	5.11	52	7.07	67	9.06
8	1.67	23	3.31	38	5.24	53	7.20	68	9.20
9	1.76	24	3.43	39	5.37	54	7.33	69	9.34
10	1.86	25	3.56	40	5.50	55	7.47	70	9.48
11	1.96	26	3.68	41	5.63	56	7.60	71	9.61
12	2.05	27	3.81	42	5.76	57	7.73	72	9.75
13	2.15	28	3.95	43	5.89	58	7.86	73	9.88
14	2.26	29	4.07	44	6.02	59	8.00	74	10.01
15	2.37	30	4.20	45	6.16	60	8.13	75	10.15

注: $E_t = 0.135 \nu_t$, E_t ——石油产品在温度 t 时的恩氏粘度; ν_t ——石油产品在温度 t 时的运动粘度, cSt。

表 14-11 50℃和 100℃时的恩氏粘度近似值对照表

• E ₅₀	2	3	2.8~ 3.3	4~ 4.5	5	5.5~ 6	6.5	8	7.5~ 8.5	10~ 12	15	18	22~ 24	27	33~ 44	48~ 54	70~ 84	119~ 136	200
• E ₁₀₀	1.05	1.15	1.1~ 1.2	1.25~ 1.40	1.45	1.5~ 1.55	1.6	1.7	1.65~ 1.75	1.8~ 2.25	2.4	2.6	3.2~ 3.9	4	6~8	9	10~ 22	14~ 16	20

表 14-12 黑色金属硬度对照表(摘自 GB/T1172-1974)

洛氏 HRC	维氏 HV	布氏(30 D ²)		洛氏 HRC	维氏 HV	布氏(30 D ²)		洛氏 HRC	维氏 HV	布氏(30 D ²)		洛氏 HRC	维氏 HV	布氏(30 D ²)	
		HBS	d ₁₀ , 2d ₅ , 4d _{2.5}			HBS	d ₁₀ , 2d ₅ , 4d _{2.5}			HBS	d ₁₀ , 2d ₅ , 4d _{2.5}			HBS	d ₁₀ , 2d ₅ , 4d _{2.5}
70	1037	—	—	56	620	—	—	42	399	391	3.087	28	274	269	3.701
69	997	—	—	55	599	—	—	41	388	380	3.130	27	268	263	3.741
68	959	—	—	54	579	—	—	40	377	370	3.171	26	261	257	3.783
67	923	—	—	53	561	—	—	39	367	360	3.214	25	255	251	3.826
66	889	—	—	52	543	—	—	38	357	350	3.258	24	249	245	3.871
65	856	—	—	51	525	—	—	37	347	341	3.299	23	243	240	3.909
64	825	—	—	50	509	—	—	36	338	332	3.343	22	237	234	3.957
63	795	—	—	49	493	—	—	35	329	323	3.388	21	231	229	3.998
62	766	—	—	48	478	—	—	34	320	314	3.434	20	226	225	4.032
61	739	—	—	47	463	449	2.886	33	312	306	3.477	19	221	220	4.075
60	713	—	—	46	449	436	2.927	32	304	298	3.522	18	216	216	4.111
59	688	—	—	45	436	424	2.967	31	296	291	3.563	17	211	211	4.157
58	664	—	—	44	423	413	3.006	30	289	283	3.611	16	—	—	—
57	642	—	—	43	411	401	3.049	29	281	276	3.655	15	—	—	—

注: 1. 30 D²——试验载荷, kgf; D——钢球直径, D = 10mm、5mm 和 2.5mm。

2. d₁₀——钢球直径为 10mm 时的压痕直径, mm;

2d₅——2×钢球直径为 5mm 时的压痕直径, mm;

4d_{2.5}——4×钢球直径为 2.5mm 时的压痕直径, mm。

表 14-13 常用材料的摩擦系数

材料名称	摩擦系数 f				材料名称	摩擦系数 f			
	静摩擦		滑动摩擦			静摩擦		滑动摩擦	
	无润滑剂	有润滑剂	无润滑剂	有润滑剂		无润滑剂	有润滑剂	无润滑剂	有润滑剂
钢-钢	0.15	0.1~0.12	0.15	0.05~0.1	钢-夹布胶木			0.22	
钢-低碳钢			0.2	0.1~0.2	青铜-夹布胶木			0.23	
钢-铸铁	0.3		0.18	0.05~0.15	纯铝-钢			0.17	0.02
钢-青铜	0.15	0.1~0.15	0.15	0.1~0.15	青铜-酚醛塑料			0.24	
低碳钢-铸铁	0.2		0.18	0.05~0.15	淬火钢-尼龙 9			0.43	0.023
低碳钢-青铜	0.2		0.18	0.07~0.15	淬火钢-尼龙 1010				0.0395
铸铁-铸铁		0.18	0.15	0.07~0.12	淬火钢-聚碳酸酯			0.30	0.031
铸铁-青铜			0.15~0.2	0.07~0.15	淬火钢-聚甲醛			0.46	0.016
皮革-铸铁	0.3~0.5	0.15	0.6	0.15	粉末冶金-钢			0.4	0.1
橡胶-铸铁			0.8	0.5	粉末冶金-铸铁			0.4	0.1

表 14-14 物体的摩擦系数

名称		摩擦系数 f	名称		摩擦系数 f
滑动轴承	液体摩擦	0.001~0.008	滚动轴承	深沟球轴承	0.002~0.004
	半液体摩擦	0.008~0.08		调心球轴承	0.0015
	半干摩擦	0.1~0.5		圆柱滚子轴承	0.002
密封软填料盒中填料与轴的摩擦		0.2		调心滚子轴承	0.004
制动器普通石棉制动带(无润滑) $p = 0.2 \sim 0.6 \text{MPa}$		0.35~0.46		角接触球轴承	0.003~0.005
离合器装有黄铜丝的压制石棉 $p = 0.2 \sim 1.2 \text{MPa}$		0.40~0.43		圆锥滚子轴承	0.008~0.002
				推力球轴承	0.003

表 14-15 滚动摩擦系数

摩擦材料	滚动摩擦力臂 k / mm	摩擦材料	滚动摩擦力臂 k / mm
低碳钢与低碳钢	0.05	木材与木材	0.5~0.8
淬火钢与淬火钢	0.01	表面淬火的车轮与钢轨:	
铸铁与铸铁	0.05	圆锥形车轮	0.8~1
木材与钢	0.3~0.4	圆柱形车轮	0.5~0.7

14.3 一般标准

表 14-16 图纸幅面、图样比例

留装订边						不留装订边					
图纸幅面(GB/T 14689-1993 摘录) mm						图样比例(GB/T 14690-1993)					
基本幅面(第一选择)			加长幅面(第二选择)			原值比例	缩小比例		放大比例		
幅面代号	$B \times L$	a	c	e	幅面代号		$B \times L$				
A0	841×1189	25	10	20	A3×3	420×891	1:1	1:2	$1:2 \times 10^n$	5:1	$5 \times 10^n : 1$
A1	594×841				A3×4	420×1189		1:5	$1:5 \times 10^n$	2:1	$2 \times 10^n : 1$
A2	420×594			A4×3	297×630	1:10	$1:1 \times 10^n$	必要时允许选取		必要时允许选取	
A3	297×420			A4×4	297×841		1:1.5	$1:1.5 \times 10^n$	4:1	$4 \times 10^n : 1$	
A4	210×297			A4×5	297×1051		1:2.5	$1:2.5 \times 10^n$	2.5:1	$2.5 \times 10^n : 1$	
		5	10				1:3	$1:3 \times 10^n$			
							1:4	$1:4 \times 10^n$			
							1:6	$1:6 \times 10^n$		n —正整数	

注:1. 加长幅面的图框尺寸,按所选用的基本幅面大一号图框尺寸确定。例如对 A3×4,按 A2 的图框尺寸确定,即 e 为 10(或 c 为 10)。
2. 加长幅面(第三选择)的尺寸见 GB/T 14689。

表 14-17 标题栏、明细表格式

标题栏格式												
明细表格式												

表 14-18 机构运动简图符号(摘自 GB/T4460-1984)

名称	基本符号	可用符号	名称	基本符号	可用符号
机架 轴、杆 组成部分与轴 (杆)的固定连接			锥齿轮		
连杆 平面机构			圆柱蜗杆传动		
曲柄(或摇杆) 平面机构			齿条传动 一般表示		
偏心轮			扇形齿轮传动		
导杆			盘形凸轮		
滑块			圆柱凸轮		
摩擦传动 圆柱轮			凸轮从动杆		
圆锥轮			尖顶 曲面 滚子		
可调圆锥轮			槽轮机构 一般符号		
可调冕状轮			棘轮机构 外啮合		
齿轮传动(不指明 齿线)			内啮合		
圆柱齿轮					

续表 14-18

名称	基本符号	可用符号	名称	基本符号	可用符号
联轴器 一般符号(不指明类型)			轴上飞轮		
固定联轴器			向心轴承 普通轴承		
可移式联轴器			滚动轴承		
弹性联轴器			推力轴承 单向推力 普通轴承		
啮合式离合器 单向式			双向推力 普通轴承		
双向式			推力滚动轴承		
摩擦离合器 单向式			单向向心推力 普通轴承		
双向式			双向向心推力 普通轴承		
电磁离合器			双向向心推力 普通轴承 角接触 滚动轴承		
安全离合器 有易损元件			弹簧		
无易损元件			压缩弹簧		
制动器			拉伸弹簧		
一般符号			扭转弹簧		
带传动 一般符号(不指明类型)		若需指明类型可采用下列符号: V带传动	涡卷弹簧		
链传动 一般符号(不指明类型)		滚子链传动	电动机 一般符号		
螺杆传动 整体螺母		整体螺母	装在支架上的电动机		
挠性轴					

表 14-19 标准尺寸(直径、长度、高度等)(摘自 GB/T2822-1981)

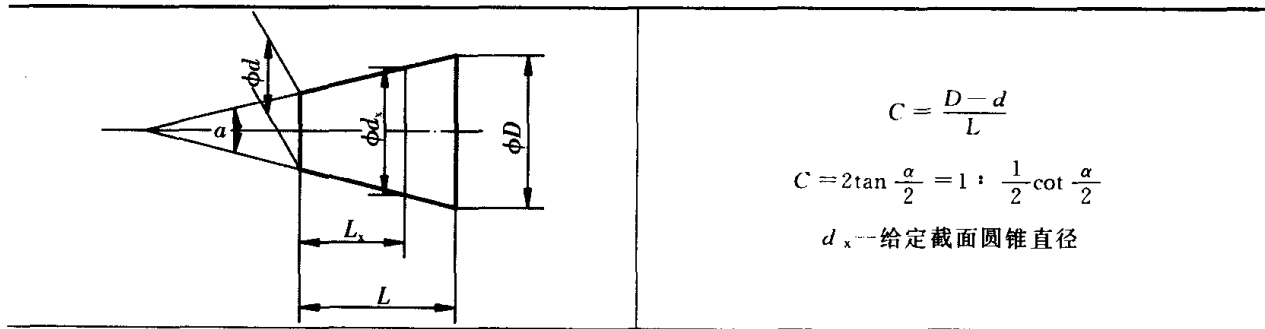
mm

R			R _a			R			R _a			R			R _a		
R 10	R 20	R 40	R _a 10	R _a 20	R _a 40	R 10	R 20	R 40	R _a 10	R _a 20	R _a 40	R 10	R 20	R 40	R _a 10	R _a 20	R _a 40
2.50	2.50		2.5	2.5		40.0	40.0	40.0	40	40	40		280	280		280	280
	2.80			2.8				42.5			42			300			300
3.15	3.15		3.0	3.0			45.0	45.0		45	45	315	315	315	320	320	320
	3.55			3.5				47.5			48			335			340
4.00	4.00		4.0	4.0		50.0	50.0	50.0	50	50	50		355	355		360	360
	4.50			4.5				53.0			53			375			380
5.00	5.00		5.0	5.0			56.0	56.0		56	56	400	400	400	400	400	400
	5.60			5.5				67.0			60			425			420
6.30	6.30		6.0	6.0		63.0	63.0	63.0	63	63	63		450	450		450	450
	7.10			7.0				64.0			67			475			480
8.00	8.00		8.0	8.0			71.0	71.0		71	71	500	500	500	500	500	500
	9.00			9.0				75.0			75			530			530
						80.0	80.0	80.0	80	80	80		560	560		560	560
								85.0			85			600			600
10.0	10.0		10.0	10.0			90.0	90.0		90	90	630	630	630	630	630	630
	11.2			11				95.0			95			670			670
12.5	12.5	12.5	12	12	12								710	710		710	710
		13.2		13										750			750
	14.0	14.0		14	14	100	100	100	100	100	100			800	800	800	800
		15.0		15				106			105			850			850
16.0	16.0	16.0	16	16	16		112	112		110	110			900	900	900	900
		17.0		17				118			120			950			950
	18.0	18.0		18	18	125	125	125	125	125	125						
		19.0		19				132			130						
20.0	20.0	20.0	20	20	20		140	140		140	140	1000	1000	1000	1000	1000	1000
		21.2		21				150			150			1060			
	22.4	22.4		22	22	160	160	160	160	160	160		1120	1120			
		23.6		24				170			170			1180			
25.0	25.0	25.0	25	25	25		180	180		180	180	1250	1250	1250			
		26.5		26				190			190			1320			
	28.0	28.0		28	28	200	200	200	200	200	200		1400	1400			
		30.0		30				212			210			1500			
31.5	31.5	31.5	32	32	32		224	224		220	220	1600	1600	1600			
		33.5		34				236			240			1700			
	35.5	35.5		36	36	250	250	250	250	250	250		1800	1800			
		37.5		38				265			260			1900			

注:1. 选择系列及单个尺寸时,应首先在优先数系 R 系列中选用标准尺寸。选用顺序为: R 10、R 20、R 40。如果必须将数值圆整,可在相应的 R_a 系列中选用标准尺寸。

2. 本标准适用于机械制造业中有互换性或系列化要求的主要尺寸,其他结构尺寸也应尽量采用。对于由主要尺寸导出的因变量尺寸和工艺上工序间的尺寸,不受本标准限制。对已有专用标准规定的尺寸,可按专用标准选用。

表 14-20 锥度与锥角系列(摘自 GB/T157--1989)



一般用途圆锥的锥度与锥角

基本值		推算值		备注
系列 1	系列 2	圆锥角 α	锥度 C	
120°		—	—	1 : 0.288 675 螺纹孔内倒角, 填料盒内填料的锥度
90°		—	—	1 : 0.500 000 沉头螺钉头, 螺纹倒角, 轴的倒角
	75°	—	—	1 : 0.651 613 沉头带榫螺栓的螺栓头
60°		—	—	1 : 0.866 025 车床顶尖, 中心孔
45°		—	—	1 : 1.207 107 用于轻型螺纹管接口的锥形密合
30°		—	—	1 : 1.866 025 摩擦离合器
1 : 3		18°55'28.7"	18.924 644°	— 具有极限转矩的摩擦圆锥离合器
	1 : 4	14°15'0.1"	14.250 033°	—
1 : 5		11°25'16.3"	11.421 186°	— 易拆零件的锥形联接, 锥形摩擦离合器
	1 : 6	9°31'38.2"	9.527 283°	—
	1 : 7	8°10'16.4"	8.171 234°	— 重型机床顶尖, 旋塞
	1 : 8	7°9'9.6"	7.152 669°	— 联轴器和轴的圆锥面联接
1 : 10		5°43'29.3"	5.724 810°	— 受轴向力及横向力的锥形零件的接合面, 电机及其他机械的锥形轴端
	1 : 12	4°46'18.8"	4.771 888°	— 固定球及滚子轴承的衬套
	1 : 15	3°49'5.9"	3.818 305°	— 受轴向力的锥形零件的接合面, 活塞与其杆的连接
1 : 20		2°51'51.1"	2.864 192°	— 机床主轴的锥度, 刀具尾柄, 公制锥度铰刀, 圆锥螺栓
1 : 30		1°54'34.9"	1.909 682°	— 装柄的铰刀及扩孔钻
	1 : 40	1°25'56.8"	1.432 222°	—
1 : 50		1°8'45.2"	1.145 877°	— 圆锥销, 定位销, 圆锥销孔的铰刀
1 : 100		0°34'22.6"	0.572 953°	— 承受陡振及静、变载荷的不需拆开的联接零件, 楔键
1 : 200		0°17'11.3"	0.286 478°	— 承受陡振及冲击变载荷的需拆开的联接零件, 圆锥螺栓
1 : 500		0°6'52.5"	0.114 591°	—

特殊用途圆锥的锥度与锥角

7 : 24	16°35'39.4"	16.594 290°	1 : 3.428 571	机床主轴, 工具配合
1 : 9	6°21'34.8"	6.359 660°	—	电池接头
1 : 16 : 666	3°26'12.2"	3.436 716°	—	医疗设备
1 : 19.002	3°0'52.4"	3.014 543°	—	莫氏锥度 No. 5
1 : 19.180	2°59'11.7"	2.986 582°	—	No. 6
1 : 19.212	2°58'53.8"	2.981 618°	—	No. 0
1 : 19.254	2°58'30.6"	2.975 179°	—	No. 4
1 : 19.922	2°52'31.5"	2.875 406°	—	No. 3
1 : 20.020	2°51'40.0"	2.861 377°	—	No. 2
1 : 20.047	2°51'26.7"	2.857 417°	—	No. 1

注: 优先选用第一系列, 当不能满足需要时选用第二系列。

表 14-21 中心孔(摘自 GB/T145-1985)

D	D ₁		l ₁ (参考)		t (参考)	l _{min}	r _{max}	r _{min}	D	D ₁	D ₂	l	l ₁ (参考)	选择中心孔的参考数据				
	A型	B型	A型	B型										A型	B型	R型	C型	原料端部 最小直径 D ₀
1.60	3.35	5.00	1.52	1.99	1.4	3.5	5.00	4.00										
2.00	4.25	6.30	1.95	2.54	1.8	4.4	6.30	5.00								8	>10~18	0.12
2.50	5.30	8.00	2.42	3.20	2.2	5.5	8.00	6.30								10	>18~30	0.2
3.15	6.70	10.00	3.07	4.03	2.8	7.0	10.00	8.00	M3	3.2	5.8	2.6	1.8			12	>30~50	0.5
4.00	8.50	12.50	3.90	5.05	3.5	8.9	12.50	10.00	M4	4.3	7.4	3.2	2.1			15	>50~80	0.8
(5.00)	10.60	16.00	4.85	6.41	4.4	11.2	16.00	12.50	M5	5.3	8.8	4.0	2.4			20	>80~120	1
6.30	13.20	18.00	5.98	7.36	5.5	14.0	20.00	16.00	M6	6.4	10.5	5.0	2.8			25	>120~180	1.5
(8.00)	17.00	22.40	7.79	9.36	7.0	17.9	25.00	20.00	M8	8.4	13.2	6.0	3.3			30	>180~220	2
10.00	21.20	28.00	9.70	11.66	8.7	22.5	31.50	25.00	M10	10.5	16.3	7.5	3.8			35	>180~220	2.5
									M12	13.0	19.8	9.5	4.4			42	>220~260	3

- 注: 1. A型和B型中心孔的尺寸 l 取决于中心钻的长度, 此值不应小于 t 值。
 2. 括号内的尺寸尽量不采用。
 3. 选择中心孔的参考数据不属 GB145 内容, 仅供参考。

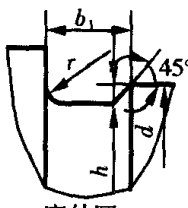
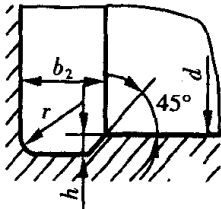
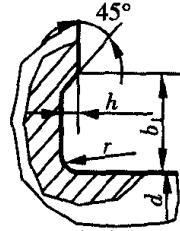
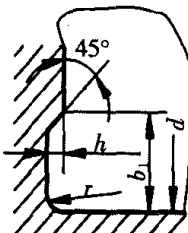
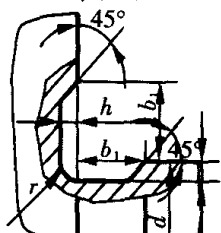
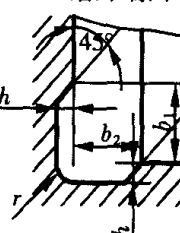
表 14-22 中心孔表示法(摘自 GB/T459.5-1984)

标注示例	解 释	标注示例	解 释
	要求作出 B 型中心孔 D = 3.15mm D ₁ = 10mm 在完工的零件上要求保留中心孔		用 A 型中心孔 D = 4mm D ₁ = 8.5mm 在完工的零件上不允许保留中心孔
	用 A 型中心孔 D = 4mm D ₁ = 8.5mm 在完工的零件上是否保留中心孔都可以		同一轴的两端中心孔相同, 可只在其一端标注, 但应注出数量

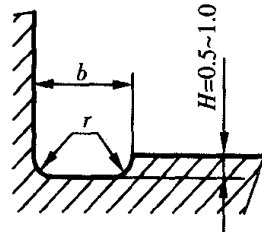
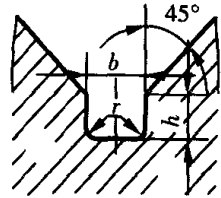
表 14-23 砂轮越程槽(摘自 GB/T6403.5-1986)

mm

回转面及端面砂轮越程槽的形式及尺寸

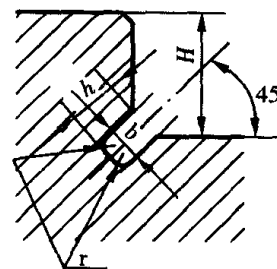
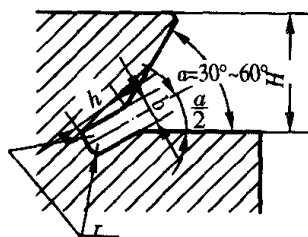
			b_1	b_2	h	r	d
磨外圆	磨内圆	磨外端面	0.6	2.0	0.1	0.2	~10
			1.0	3.0	0.2	0.5	
			1.6				
			2.0	4.0	0.3	0.8	>10
磨内端面	磨外圆及端面	磨内圆及端面	3.0		0.4	1.0	~50
			4.0	5.0	0.6	1.6	>50
			5.0		0.6	1.6	~100
			8.0	8.0	0.8	2.0	>100
			10	10	1.2	3.0	

平面砂轮及 V 形砂轮越程槽

		b	2	3	4	5
		r	0.5	1.0	1.2	1.6
		h	1.6	2.0	2.5	3.0

燕尾导轨砂轮越程槽

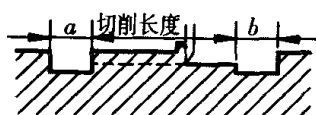
矩形导轨砂轮越程槽



H	≤5	6	8	10	12	16	20	25	32	40	50	63	80	H	8	10	12	16	20	25	32	40	50	63	80	100
b	1	2	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	32	40	50	63	80	100	b	2	3	5	8			
h														h	1.6	2.0	3.0	5.0								
r	0.5	1.0	1.6	2.0										r	0.5	1.0	1.6	2.0								

表 14-24 刨切越程槽

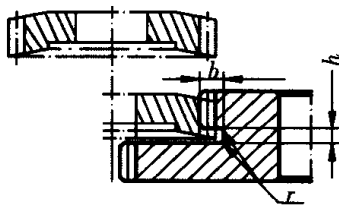
mm



名称	刨切越程
龙门刨	$a + b = 100 \sim 200$
牛头刨床、立刨床	$a + b = 50 \sim 75$

表 14-25 齿轮加工退刀槽(摘自 JB/ZQ4238-1997)

mm

		插齿空刀槽												
		模数	1.5	2	2.5	3	4	5	6	7	8	9	10	12
h_{min}	5	5	6			7			8			9		
b_{min}	4	5	6	7.5	10.5	13	15	16	19	22	24	28	33	38
r	0.5					1.0								

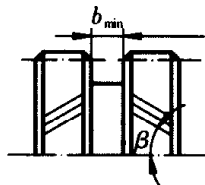
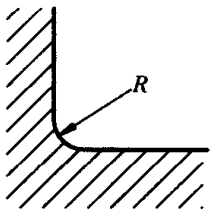
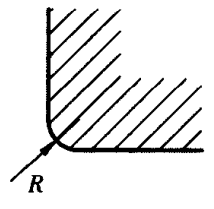
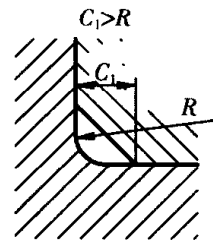
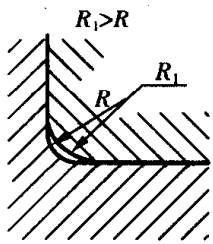
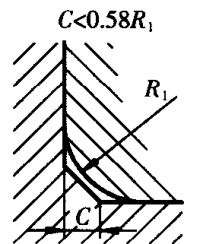
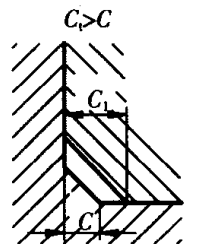
		滚人字齿轮退刀槽								
		法向模数	螺旋角 β				法向模数	螺旋角 β		
m_n		25°	30°	35°	40°	m_n	25°	30°	35°	40°
		b_{min}					b_{min}			
4	46	50	52	54	10	94	100	104	108	
5	58	58	62	64	12	118	124	130	136	
6	64	66	72	74	14	130	138	146	152	
7	70	74	78	82	16	148	158	165	174	
8	78	82	86	90	18	164	175	184	192	
9	84	90	94	98	20	185	198	208	218	

表 14-26 零件倒圆与倒角(摘自 GB/T6403.4-1986)

mm

倒圆、倒角形式	倒圆、倒角(45°)的四种装配形式			
 				

倒圆、倒角尺寸

R 或 C	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.6	2.0	2.5	3.0
		4.0	5.0	6.0	8.0	10	12	16	20	25	32	40	50

续表 14-26

与直径 ϕ 相应的倒角 C 、倒圆 R 的推荐值

ϕ	~3	>3 ~6	>6 ~10	>10 ~18	>18 ~30	>30 ~50	>50 ~80	>80 ~120	>120 ~180	>180 ~250	>250 ~320	>320 ~400	>400 ~500	>500 ~630	>630 ~800	>800 ~1000
C 或 R	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	1.6	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10	12	16

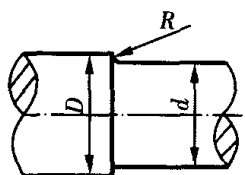
内角倒角, 外角倒圆时 C_{max} 与 R_1 的关系

R_1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.6	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10	12	16	20	25	
C_{max} ($C < 0.58 R_1$)	—	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.8	1.0	1.2	1.6	2.0	2.5	3.0	4.0	5.0	6.0	8.0	10	12	16	20	25

注: α 一般采用 45° , 也可采用 30° 或 60° 。

表 14-27 圆形零件自由表面过渡圆角

mm

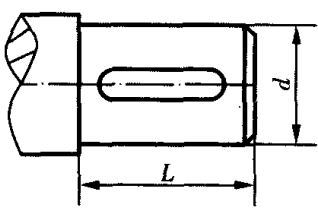


$D-d$	2	5	8	10	15	20	25	30	35	40
R	1	2	3	4	5	8	10	12	12	16
$D-d$	50	55	65	70	90	100	130	140	170	180
R	16	20	20	25	25	30	30	40	40	50

注: 尺寸 $D-d$ 是表中数值的中间值时, 则按较小尺寸来选取 R 。例: $D-d=98\text{mm}$, 则按 90mm 选 $R=25\text{mm}$ 。

表 14-28 圆柱形轴伸(摘自 GB/T1569-1990)(参考)

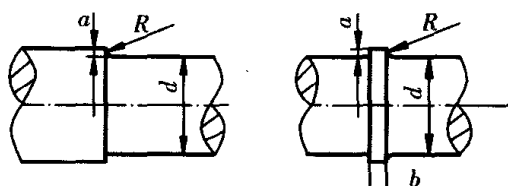
mm



d	L		d	L					
	长系列	短系列		长系列	短系列				
6,7	16	—	80,85,90,95	170	130				
8,9	20	—	100,110,120,125	210	165				
10,11	23	20	130,140,150	250	200				
12,14	30	25	160,170,180	300	240				
16,18,19	40	28	190,200,220	350	280				
20,22,24	50	36	240,250,260	410	330				
25,28	60	42	280,300,320	470	380				
d 的极限偏差	30,32,35,38	80	58	340,360,380	550	450			
d	6~30	32~50	55~630	40,42,45,48,50, 55,56	110	82	400,420,440,450, 460,480,500	650	540
极限偏差	j6	k6	m6	60,63,65,70,71,75	140	105	530,560,600,630	800	680

表 14-29 轴肩和轴环尺寸

mm



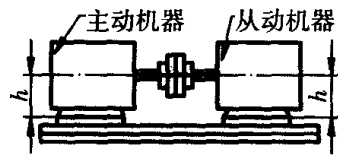
$a = (0.07 \sim 0.1) d$
 $b \approx 1.4 a$
 定位用 $a > R$
 R — 倒圆半径, 见表 14-27

表 14-30 机器轴高(摘自 GB/T12217-1990)

mm

系列	轴高的基本尺寸 h
I	25,40,63,100,160,250,400,630,1000,1600
II	25,32,40,50,63,80,100,125,160,200,250,315,400,500,630,800,1000,1250,1600
III	25,28,32,36,40,45,50,56,63,71,80,90,100,112,125,140,160,180,200,225,250,280,315,355,400,450,500,560,630,710,800,900,1000,1120,1250,1400,1600
IV	25,26,28,30,32,34,36,38,40,42,45,48,50,53,56,60,63,67,71,75,80,85,90,95,100,105,112,118,125,132,140,150,160,170,180,190,200,212,225,236,250,265,280,300,315,335,355,400,425,450,475,500,530,560,600,630,670,710,750,800,850,900,950,1000,1060,1120,1180,1250,1320,1400,1500,1600

轴高 h	轴高的极限偏差		平行度公差		
	电动机、从动机器、减速器等	除电动机以外的主动机器	$L > 2.5h$	$2.5h \leq L \leq 4h$	$L > 4h$
25~50	0 -0.4	+0.4 0	0.2	0.3	0.4
>50~250	0 -0.5	+0.5 0	0.25	0.4	0.5
>250~630	0 -1.0	+1.0 0	0.5	0.75	1.0
>630~1000	0 -1.5	+1.5 0	0.75	1.0	1.5
>1000	0 -2.0	+2.0 0	1.0	1.5	2.0



注:1. 机器轴高应优先选用第 I 系列数值,如不能满足需要时,可选用第 II 系列数值,其次选用第 III 系列数值,尽量不采用第 IV 系列数值。

2. h 不包括安装时所用的垫片。 L 为轴的全长。

14.4 铸件设计一般规范和焊缝符号

表 14-31 铸件最小壁厚(不小于)

mm

铸造方法	铸件尺寸	铸钢	灰铸铁	球墨铸铁	可锻铸铁	铝合金	铜合金
砂型	~200×200	8	~6	6	5	3	3~5
	>200×200~500×500	10~12	>6~10	12	8	4	6~8
	>500×500	15~20	15~20			6	

表 14-32 铸件斜度

斜度 $b:h$	角度 β	使用范围
1:5	11°30'	$h < 25\text{mm}$ 的钢和铁铸件
1:10	5°30'	h 在 25~500mm 时的钢和铁铸件
1:20	3°	$h > 500\text{mm}$ 时的钢和铁铸件
1:50	1°	有色金属铸件
1:100	30'	有色金属铸件

注:当设计不同壁厚的铸件时,在转折点处的斜角最大还可增大到 30°~45°。

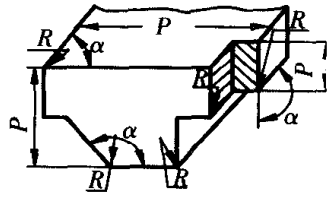
表 14-33 铸造过渡斜度

mm

铸铁和铸钢件的壁厚 δ	K	h	R
10~15	3	15	5
>15~20	4	20	5
>20~25	5	25	5
>25~30	6	30	8
>30~35	7	35	8
>35~40	8	40	10
>40~45	9	45	10
>45~50	10	50	10

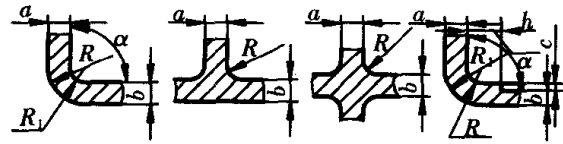
适用于减速器、连接管、气缸及其他联接法兰

表 14-34 铸造外圆角(摘自 JB/ZQ4256-1997)



表面的最小边尺寸 P/mm	R/mm					
	外圆角 alpha					
	<50°	51°~75°	76°~105°	106°~135°	136°~165°	>165°
≤25	2	2	2	4	6	8
>25~60	2	4	4	6	10	16
>60~160	4	4	6	8	16	25
>160~250	4	6	8	12	20	30
>250~400	6	8	10	16	25	40
>400~600	6	8	12	20	30	50

表 14-35 铸造内圆角(摘自 JB/ZQ4255-1997)



$$a \approx b \quad R_1 = R + a$$

$$b < 0.8a \text{ 时} \quad R_1 = R + b + c$$

$\frac{a+b}{2}$	R/mm											
	内圆角 alpha											
	<50°	51°~75°	76°~105°	106°~135°	136°~165°	>165°						
	钢	铁	钢	铁	钢	铁	钢	铁	钢	铁	钢	铁
≤8	4	4	4	4	6	4	8	6	16	10	20	16
9~12	4	4	4	4	6	6	10	8	16	12	25	20
13~16	4	4	6	4	8	6	12	10	20	16	30	25
17~20	6	4	8	6	10	8	16	12	25	20	40	30
21~27	6	6	10	8	12	10	20	16	30	25	50	40

c 和 h/mm				
b/a	<0.4	0.5~0.65	0.66~0.8	>0.8
c ≈	0.7(a-b)	0.8(a-b)	a-b	—
h	钢 8c			
≈	铁 9c			

表 14-36 焊缝的图示法(摘自 GB/T324-1988)

图示方式	规定	图例
视图	<p>视图中焊缝画法如图 a、b(表示焊缝的一系列细实线允许用徒手绘制)所示。也允许采用粗线(2b~3b)表示焊缝,如图 c 所示,但同一图样中,只允许采用一种画法</p> <p>在表示焊缝端面的视图中,通常用粗实线绘出焊缝的轮廓。必要时,可用细实线画出焊接前的坡口形状等,如图 d 所示</p>	
剖视图或断面图	<p>在剖视图或断面图上,焊缝的金属熔焊区,通常应涂黑表示,如图 e 所示。若同时需要表示坡口等的形状时,熔焊区部分亦可用细实线画出焊接前的坡口形状,如图 f 所示</p>	

续表 14-36

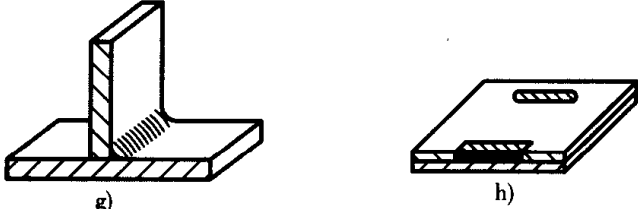
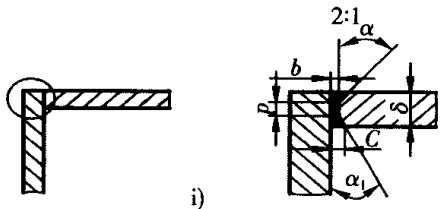
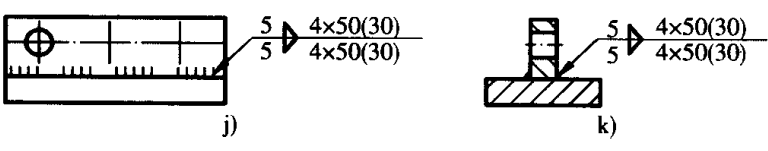
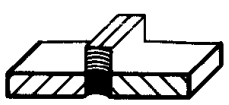


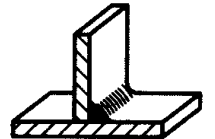

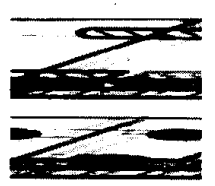


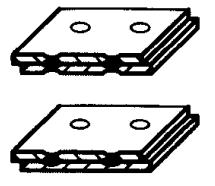


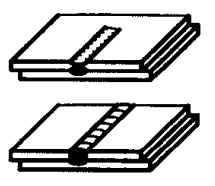

<p>轴测图</p>	<p>用轴测图示意地表示焊缝的画法,如图 g、h 所示</p>	
<p>局部放大图</p>	<p>必要时,可将焊缝部位放大表示,并标注如图 i 所示</p>	
<p>图示法中标注焊缝符号</p>	<p>当在图样中采用图示法绘出焊缝时,通常应同时标注焊缝符号,如图 j、k 所示</p>	

表 14-37 焊缝符号表示法(摘自 GB/T324-1988)

基本符号					
名称	示意图	符号	名称	示意图	符号
卷边焊缝* (卷边完全熔化)		八	封底焊缝		⌒
I 形焊缝			角焊缝		△
V 形焊缝		V	塞焊缝或槽焊缝		⌊
单边 V 形焊缝		∨			
带钝边 V 形焊缝		Y	点焊缝		○
带钝边单边 V 形焊缝		∨			
带钝边 U 形焊缝		U	缝焊缝		⊕
带钝边 J 形焊缝		J			

续表 14-37


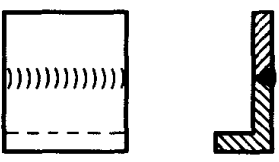
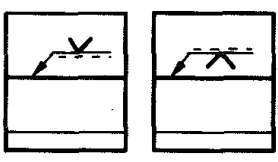
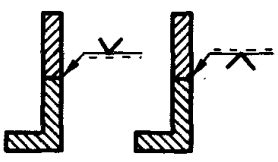

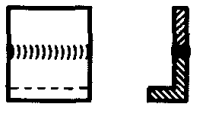
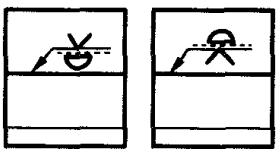
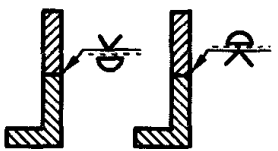
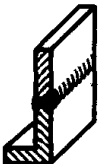

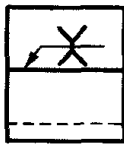
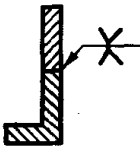
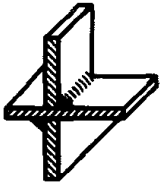
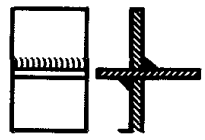
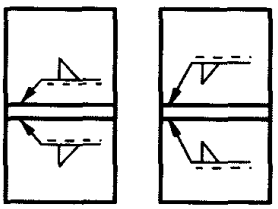
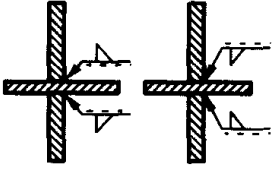
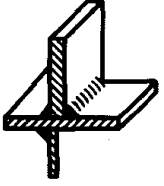
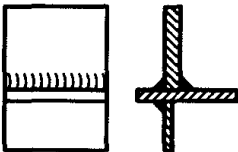
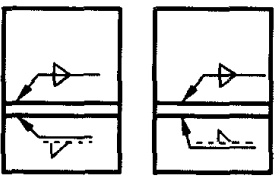
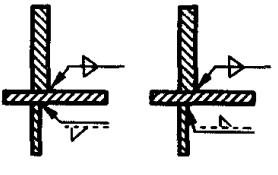
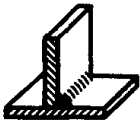
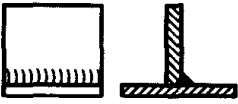
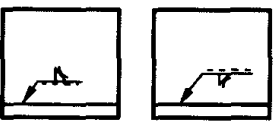
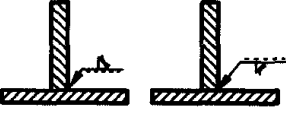
辅助符号						补充符号					
名称	示意图	符号	名称	示意图	符号	名称	示意图	符号	名称	示意图	符号
平面符号			凸起符号			三面焊缝符号			带垫板符号		
凹陷符号				周围焊缝符号			现场符号			尾部符号	

焊缝尺寸符号

符号	名称	示意图	符号	名称	示意图
δ	工件厚度		e	焊缝间距	
α	坡口角度		K	焊角尺寸	
b	根部间隙		d	熔核直径	
p	钝边		S	熔缝有效厚度	
c	焊缝宽度		N	相同焊缝数量符号	
R	根部半径		H	坡口深度	
l	焊缝长度		h	余高	
n	焊缝段数		β	坡口面角度	

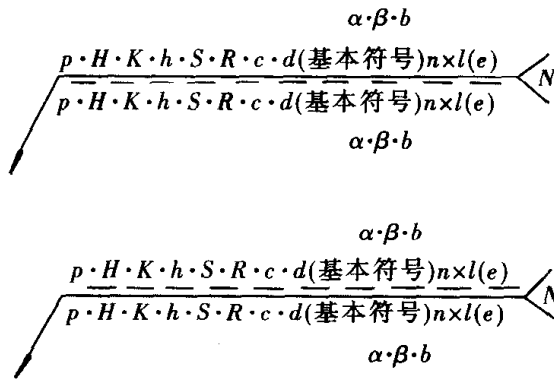
注：* 不完全熔化的卷边焊缝用 I 形焊缝符号表示，并加注焊缝有效厚度 S 。

表 14-38 焊缝基本符号应用举例(摘自 GB/T324-1988)

示意图	图示法	标注方法	
1. 			
2. 			
3. 			
4. 			
5. 			
6. 			

续表 14-38

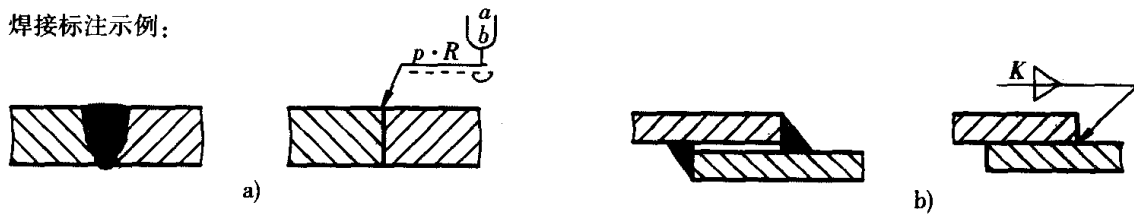
焊缝尺寸符号及其标注位置



标注方法说明:

1. 指引线一般由箭头线和两条基准线(一条为实线,另一条为虚线)两部分组成。如果焊缝在接头的箭头侧,则将基本符号标在基准线的实线侧(参见表 1-42 中 1);如果焊缝在接头的非箭头侧,则将基本符号标在基准线的虚线侧(参见表 1-42 中 4 下部);标注对称焊缝及双面焊缝时,可不加虚线(参见表 1-42 中 3 及 5 上部)。
2. 基本符号左侧标注焊缝横截面上的尺寸,基本符号右侧标注焊缝长度方向尺寸,基本符号的上侧或下侧标注坡口角度、坡口面角度、根部间隙等尺寸。
3. 相同焊缝数量符号标在尾部。
4. 当标注的尺寸数据较多又不易分辨时,可在数据前面增加相应的尺寸符号。

焊接标注示例:



第15章 常用材料

15.1 黑色金属材料

表 15-1 钢的常用热处理方法及应用

名称	说明	应用
退火 (焖火)	退火是将钢件(或钢坯)加热到适当温度,保温一段时间,然后再缓慢地冷却下来(一般用炉冷)	用来消除铸、锻、焊零件的内应力,降低硬度,以易于切削加工,细化金属晶粒,改善组织,增加韧度
正火 (正常化)	正火是将钢件加热到相变点以上 30~50℃,保温一段时间,然后在空气中冷却,冷却速度比退火快	用来处理低碳和中碳结构钢材及渗碳零件,使其组织细化,增加强度及韧度,减小内应力,改善切削性能
淬火	淬火是将钢件加热到相变点以上某一温度,保温一段时间,然后放入水、盐水或油中(个别材料在空气中)急剧冷却,使其得到高硬度	用来提高钢的硬度和强度极限。但淬火时会引起内应力使钢变脆,所以淬火后必须回火
回火	回火是将淬硬的钢件加热到相变点以下的某一温度,保温一段时间,然后在空气中或油中冷却下来	用来消除淬火后的脆性和内应力,提高钢的塑性和冲击韧度
调质	淬火后高温回火	用来使钢获得高的韧度和足够的强度,很多重要零件是经过调质处理的
表面淬火	仅对零件表层进行淬火。使零件表层有高的硬度和耐磨性,而心部保持原有的强度和韧度	常用来处理轮齿的表面
时效	将钢加热 ≤120~130℃,长时间保温后,随炉或取出在空气中冷却	用来消除或减小淬火后的微观应力,防止变形和开裂,稳定工件形状及尺寸以及消除机械加工的残余应力
渗碳	使表面增碳,渗碳层深度 0.4~6mm 或 >6mm。硬度为 56~65HRC	增加钢件的耐磨性能、表面硬度、抗拉强度及疲劳极限 适用于低碳、中碳 ($w_c < 0.40\%$) 结构钢的中小型零件和大型的重负荷、受冲击、耐磨的零件
碳氮共渗	使表面增加碳与氮,扩散层深度较浅,为 0.02~3.0mm;硬度高,在共渗层为 0.02~0.04mm 时具有 66~70HRC	增加结构钢、工具钢制件的耐磨性能、表面硬度和疲劳极限,提高刀具切削性能和使用寿命 适用于要求硬度高、耐磨的中、小型及薄片的零件和刀具等
渗氮	表面增氮,氮化层为 0.025~0.8mm,而渗氮时间需 40~50 多小时,硬度很高(1200HV),耐磨、抗蚀性能高	增加钢件的耐磨性能、表面硬度、疲劳极限和抗蚀能力 适用于结构钢和铸铁件,如气缸套、气门座、机床主轴、丝杠等耐磨零件,以及在潮湿碱水和燃烧气体介质的环境中工作的零件,如水泵轴、排气阀等零件

表 15-2 钢的化学热处理方法及应用

名称	操作与扩散层的特征	应用
渗碳	使表面增碳;渗碳层深度 0.4~6mm 或 >6mm。硬度为 56~65HRC	增加钢件的耐磨性能、表面硬度、抗拉强度及疲劳极限 适用于低碳、中碳 ($w_c < 0.40\%$) 结构钢的中小型零件和大型的重负荷、受冲击、耐磨的零件
液体碳氮共渗	使表面增加碳与氮;扩散层深度较浅,为 0.02~3.0mm;硬度高,在共渗层为 0.02~0.04mm 时具有 66~70HRC	增加结构钢、工具钢制件的耐磨性能、表面硬度和疲劳极限,提高刀具切削性能和使用寿命 适用于要求硬度高、耐磨的中、小型及薄片的零件和刀具等
渗氮	表面增氮,氮化层为 0.025~0.8mm,而渗氮时间需 40~50h,硬度很高(1200HV),耐磨、抗蚀性能高	增加钢件的耐磨性能、表面硬度、疲劳极限和抗蚀能力 适用于结构钢和铸铁件,如气缸套、气门座、机床主轴、丝杠等耐磨零件,以及在潮湿碱水和燃烧气体介质的环境中工作的零件,如水泵轴、排气阀等零件

续表 15-7

牌号	等级	力学性能											冲击试验		应用举例		
		屈服点 σ_s /MPa					抗拉强度 σ_b /MPa	伸长率 δ_5 /%					温度 $^{\circ}\text{C}$	V型冲击功 (纵向) J			
		钢材厚度(直径)/mm						钢材厚度(直径)/mm									
		≤ 16	$>16 \sim 40$	$>40 \sim 60$	$>60 \sim 100$	$>100 \sim 150$		>150	≤ 16	$>16 \sim 40$	$>40 \sim 60$	$>60 \sim 100$				$>100 \sim 150$	>150
不小于					不小于					不小于							
Q235	A						375~460	26	25	24	23	22	21	—	—	金属结构构件,心部强度要求不高的渗碳或碳氮共渗零件、吊钩、拉杆、套圈、气缸、齿轮、螺栓、螺母、连杆、轮轴、楔、盖及焊接件	
	B	235	225	215	205	195	185							20	27		
	C													0			
	D													-20			
Q255	A	255	245	235	225	215	205	410~510	24	23	22	21	20	19	—	—	轴、轴销、刹车杆、螺母、螺栓、垫圈、连杆、齿轮以及其他强度较高的零件,焊接性尚可
	B													20	27		
Q275	—	275	265	255	245	235	225	490~610	20	19	18	17	16	15	—	—	

注:括号内的数值仅供参考。

表 15-8 优质碳素结构钢(摘自 GB/T699-1988)

牌号	推荐热处理 $^{\circ}\text{C}$			试机毛坏尺寸 mm	力学性能					钢材交货状态硬度 HBS		应用举例
	正火	淬火	回火		抗拉强度 σ_b	屈服强度 σ_s	伸长率 δ_5	收缩率 ψ	冲击功 A_K	不大于		
										MPa		
					不小于					J		
08F	930			25	295	175	35	60		131		用于需塑性好的零件,如管子、垫片、热圈;心部强度要求不高的渗碳和碳氮共渗零件,如套筒、短轴、挡块、支架、靠模、离合器盘
10	930			25	335	205	31	55		137		用于制造拉杆、卡头、钢管垫片、垫圈、铆钉。这种钢无回火脆性,焊接性好,用来制造焊接零件
15	920			25	375	225	27	55		143		用于受力不大韧性要求较高的零件、渗碳零件、紧固件、冲模锻件及不需要热处理的低负荷零件,如螺栓、螺钉、拉条、法兰盘及化工贮器、蒸汽锅炉
20	910			25	410	245	25	55		156		用于不经受很大应力而要求很大韧性的机械零件,如杠杆、轴套、螺钉、起重钩等。也用于制造压力 $<6\text{MPa}$ 、温度 $<450^{\circ}\text{C}$ 、在非腐蚀介质中使用的零件,如管子、导管等。还可用于表面硬度高而心部强度要求不大的渗碳与氰化零件
25	900	870	600	25	450	275	23	50	71	170		用于制造焊接设备,以及经锻造、热冲压和机械加工的不承受高应力的零件,如轴、辘子、联接器、热圈、螺栓、螺钉及螺母

续表 15-8

牌号	推荐热处理 ℃			试机 毛坯 尺寸 mm	力学性能					钢材交货 状态硬度 HBS		应用举例
					抗拉 强度 σ_b	屈服 强度 σ_s	伸长率 δ_5	收缩率 ψ	冲击功 A_K	不大于		
	MPa		%							J	未热 处理	
	正火	淬火	回火		不小于							
35	870	850	600	25	530	315	20	45	55	197		用于制造曲轴、转轴、轴销、杠杆、连杆、横梁、链轮、圆盘、套筒钩环、垫圈、螺钉、螺母。这种钢多在正火和调质状态下使用,一般不作焊接
40	860	840	600	25	570	335	19	45	47	217	187	用于制造辘子、轴、曲柄销、活塞杆、圆盘
45	850	840	600	25	600	355	16	40	39	229	197	用于制造齿轮、齿条、链轮、轴、键、销、蒸汽透平机的叶轮、压缩机及泵的零件、轧辊等。可代替渗碳钢做齿轮、轴、活塞销等,但要经高频或火焰表面淬火
50	830	830	600	25	630	375	14	40	31	241	207	用于制造齿轮、拉杆、轧辊、轴、圆盘
55	820	820	600	25	645	380	13	35		255	217	用于制造齿轮、连杆、轮缘、扁弹簧及轧辊等
60	810			25	675	400	12	35		255	229	用于制造轧辊、轴、轮箍、弹簧、弹簧垫圈、离合器、凸轮、钢绳等
20Mn	910			25	450	275	24	50		197		用于制造凸轮轴、齿轮、联轴器、铰链、拖杆等
30Mn	880	860	600	25	540	315	20	45	63	217	187	用于制造螺栓、螺母、螺钉、杠杆及刹车踏板等
40Mn	860	840	600	25	590	355	17	45	47	229	207	用以制造承受疲劳负荷的零件,如轴、万向联轴器、曲轴、连杆及在高应力下工作的螺栓、螺母等
50Mn	830	830	600	25	645	390	13	40	31	255	217	用于制造耐磨性要求很高,在高负荷作用下的热处理零件,如齿轮、齿轮轴、摩擦盘、凸轮和截面在 80mm 以下的心轴等
50Mn	810			25	695	410	44	35		269	229	适于制造弹簧、弹簧垫圈、弹簧环和片以及冷拔钢丝($\leq 7\text{mm}$)和发条

注:表中所列正火推荐保温时间不少于 30min,空冷;淬火推荐保温时间不少于 30min,水冷;回火推荐保温时间不少于 1h。

表 15-9 弹簧钢(摘自 GB/T 1222-1984)

牌号	热处理温度			力学性能				交货状态硬度		应用举例			
	淬火温度 ℃	淬火介质	回火温度 ℃	抗拉强度 σ_b	屈服强度 σ_s	伸长率		收缩率 ψ	HBS				
						δ_5	δ_{10}		不大于				
				MPa		%		热轧	冷拉+ 热处理				
65	840	油	500	981	785	9	35	285	321	调压调速弹簧, 柱塞弹簧, 测力弹簧, 一般机械的圆、方螺旋弹簧			
70	830		480	1030	834	8	30						
65Mn	830	油	540	981	785	8	30	302	321	小尺寸的扁、圆弹簧、座垫弹簧, 发条, 离合器簧片, 弹簧环, 刹车弹簧			
55Si2Mn	870	油	480	1275	1177	6	30	302	321	汽车、拖拉机、机车的减振板簧和螺旋弹簧, 气缸安全阀簧, 止回阀簧, 250℃以下使用的耐热弹簧			
55Si2MnB											5	25	
60Si2Mn													20
60Si2MnA													
55CrMnA	830 ~860	油	460 ~510	1226	1079 ($\sigma_{0.2}$)	9	20	321	321	用于车辆、拖拉机上负荷较重、应力较大的板簧和直径较大的螺旋弹簧			
60CrMnA			460 ~520										
60Si2CrA	870	油	420	1765	1569	6	20	321 (热轧+ 热处理)	321	用于高应力及温度在 300~350℃以下使用的弹簧。如调速器、破碎机、汽轮机汽封用弹簧			
60Si2CrVA	850		410	1863	1667								

注: 1. 表列性能适用于截面尺寸 $\leq 80\text{mm}$ 的钢材, 对 $> 80\text{mm}$ 的钢材允许其 δ 、 ψ 值较表内规定分别降低 1 个单位及 5 个单位。

2. 除规定热处理上下限外, 表中热处理允许偏差为: 淬火 $\pm 20^\circ\text{C}$, 回火 $\pm 50^\circ\text{C}$ 。

表 15-10 常用低合金高强度结构钢(摘自 GB/T1591-1994)

牌号	质量等级	力学性能				应用举例
		σ_b/MPa	σ_s/MPa	冲击功 A_k/J	$\delta_s/(\%)$	
Q295	A	390~570	295	—	23	低、中压化工容器, 低压锅炉汽包, 车辆冲压件, 建筑金属构件, 输油管, 储油罐, 有低温要求的金属构件
	B	390~570	295	34(20℃)	23	
Q345	A	470~630	345	—	21	各种大型船舶, 铁路车辆, 桥梁, 管道, 锅炉, 压力容器, 石油储罐, 水轮机涡壳, 起重及矿山机械, 电站设备, 厂房钢架等承受动载荷的各种焊接结构件。一般金属构件、零件
	B	470~630	345	34(20℃)	21	
	C	470~630	345	34(0℃)	22	
	D	470~630	345	34(-20℃)	22	
	E	470~630	345	27(-40℃)	22	
Q390	A	490~650	390	—	19	中、高压锅炉汽包, 中、高压石油化工容器, 大型船舶、桥梁、车辆及其他承受较高载荷的大型焊接结构件。承受动载荷的焊接结构件, 如水轮机涡壳
	B	490~650	390	34(20℃)	19	
	C	490~650	390	34(0℃)	20	
	D	490~650	390	34(-20℃)	20	
	E	490~650	390	24(-40℃)	20	
Q420	A	520~680	420	—	18	—
	B	520~680	420	34(20℃)	18	
	C	520~680	420	34(0℃)	19	
	D	520~680	420	34(-20℃)	19	
	E	520~680	420	27(-40℃)	19	
Q460	C	550~720	460	34(0℃)	17	—
	D	550~720	460	34(-20℃)	17	
	E	550~720	460	27(-40℃)	17	

注: 1. σ_b 的值是指钢材厚度(直径) $\leq 16\text{mm}$ 的试验结果值。

2. 低合金高强度钢是在低碳钢中加入少量合金元素制成, 它多在热轧后经退火或正火处理后供应, 使用时一般不再进行热处理(其化学成分详见 GB/T1591-1994)。

表 15-11 合金结构钢(摘自 GB/T3077-1988)

钢号	热处理				试样毛坏尺寸 mm	力学性能					钢材退火或高温回火供应状态的布氏硬度 HBS 不大于	特性及应用举例
	淬火		回火			抗拉强度 σ_b	屈服强度 σ_s	伸长率 δ_5	收缩率 ψ	冲击功 A_K		
	温度 ℃	冷却剂	温度 ℃	冷却剂								
						MPa	%		J			
						≥						
20Mn2	850 880	水、油 水、油	200 440	水、空 水、空	15	785	590	10	40	47	187	截面小时与 20 Cr 相当,用于做渗碳小齿轮、小轴、钢套、链板等,渗碳淬火后硬度 56~62 HRC
35Mn2	840	水	500	水	25	835	685	12	45	55	207	对于截面较小的零件可代替 40 Cr,可做直径 ≤15mm 的重要用途的冷墩螺栓及小轴等,表面淬火后硬度 40~50 HRC
45Mn2	840	油	550	水、油	25	885	735	10	45	47	217	用于制造在较高应力与磨损条件下的零件。在直径 ≤60mm 时,与 40Cr 相当。可做万向联轴器、齿轮、齿轮轴、蜗杆、曲轴、连杆、花键轴和摩擦盘等,表面淬火后硬度 45~55 HRC
35SiMn	900	水	570	水、油	25	885	735	15	45	47	229	除了要求低温(-20℃以下)及冲击韧性很高的情况外,可全面代替 40Cr 作调质钢,亦可部分代替 40CrNi,可做中小型轴类、齿轮等零件以及在 430℃ 以下工作的重要紧固件,表面淬火后硬度 45~55HRC
42SiMn	880	水	590	水	25	885	735	15	40	47	229	与 35SiMn 钢同。可代替 40Cr、34CrMo 钢做大齿圈。适于作表面淬火件,表面淬火后硬度 45~55HRC
20MnV	880	水、油	200	水、空	15	785	590	10	40	55	187	相当于 20CrNi 的渗碳钢,渗碳淬火后硬度 56~62HRC
20SiMnVB	900	油	200	水、空	15	1175	980	10	45	55	207	可代替 20CrMnTi 做高级渗碳齿轮等零件,渗碳淬火后硬度 56~62HRC
40MnB	850	油	500	水、油	25	980	785	10	45	47	207	可代替 40Cr 做重要调质件,如齿轮、轴、连杆、螺栓等
37SiMn2MoV	870	水、油	650	水、空	25	980	835	12	50	63	269	可代替 34CrNiMo 等做高强度重负荷轴、曲轴、齿轮、蜗杆等零件,表面淬火后硬度 50~55HRC
20CrMnTi	第一次 880 第二次 870	油	200	水、空	15	1080	835	10	45	55	217	强度、韧性均高,是铬镍钢的代用品。用于承受高速、中等或重负荷以及冲击磨损等的重要零件,如渗碳齿轮、凸轮等,渗碳淬火后硬度 56~62HRC
20CrMnMo	850	油	200	水、空	15	1175	885	10	45	55	217	用于要求表面硬度高、耐磨、心部有较高强度、韧性的零件,如传动齿轮和曲轴等,渗碳淬火后硬度 56~62HRC

续表 15-11

钢号	热处理				试样 毛坯尺寸 mm	力学性能					钢材退 火或高 温回火 供应状 态的布 氏硬度 HBS 不大于	特性及应用举例
	淬火		回火			抗拉 强度 σ_b	屈服 强度 σ_s	伸长率 δ_5	收缩率 ψ	冲击功 A_K		
	温度 $^{\circ}\text{C}$	冷却剂	温度 $^{\circ}\text{C}$	冷却剂								
						MPa	%		J			
38CrMoA1	940	水、油	640	水、油	30	980	835	14	50	71	229	用于要求高耐磨性、高疲劳强度和相当高的强度且热处理变形最小的零件,如镗杆、主轴、蜗杆、齿轮、套筒、套环等,渗氮后表面硬度 1100HV
20Cr	第一次 880 第二次 780~ 820	水、油	200	水、空	15	835	540	10	40	47	179	用于要求心部强度较高,承受磨损、尺寸较大的渗碳零件,如齿轮、齿轮轴、蜗杆、凸轮、活塞销等;也用于速度较大受中等冲击的调质零件,渗碳淬火后硬度 56~62HRC
40Cr	850	油	520	水、油	25	980	785	9	45	47	207	用于承受交变负荷、中等速度、中等负荷、强烈磨损而无很大冲击的重要零件,如重要的齿轮、轴、曲轴、连杆、螺栓、螺母等零件,并用于直径大于 400mm 要求低温冲击韧性的轴与齿轮等,表面淬火后硬度 48~55HRC
20CrNi	850	水、油	460	水、油	25	785	590	10	50	63	197	用于制造承受较高载荷的渗碳零件,如齿轮、轴、花键轴、活塞销等
40CrNi	820	油	500	水、油	25	980	785	10	45	55	241	用于制造要求强度高、韧性高的零件,如齿轮、轴、链条、连杆等
40CrNiMoA	850	油	600	水、油	25	980	835	12	55	78	269	用于特大截面的重要调质件,如机床主轴、传动轴、转子轴等

15.2 有色金属材料

表 15-12 常用有色金属及合金产品表示方法

名称	铜	黄铜	青铜	铝	金属粉末	铸造合金
汉语拼音	T	H	Q	L	F	Z

表 15-13 加工黄铜(摘自 GB/T5232-1985)

组别	牌 号	代 号	室温力学性能						应用举例
			抗拉强度 σ_b /MPa		伸长率 δ_5 /(%)		布氏硬度 /HBS		
			软态	硬态	软态	硬态	软态	硬态	
普通黄铜	96 黄铜	H96	240	450	50	2	—	—	在一般机械制造中用作导管、冷凝管、散热器管、散热片、汽车水箱带以及导电零件等
	90 黄铜	H90	260	480	45	4	53	130	供水及排水管、奖章、艺术品、水箱带以及双金属片
	85 黄铜	H85	280	550	45	4	54	126	冷凝和散热用管、虹吸管、蛇形管、冷却设备制件
	80 黄铜	H80	320	640	52	5	53	145	造纸网、薄壁管、皱纹管及房屋建筑用品
	70 黄铜	H70	320	660	53	3	—	150	复杂的冷冲件和深冲件,如散热器外壳、导管、波纹管、弹壳、垫片等(H68A中有微量砷,可防止脱锌,并提高耐腐蚀性)
	68 黄铜	H68 H68A	320	660	55	3	—	150	
	65 黄铜	H65	320	700	48	4	—	—	小五金、日用品、小弹簧、螺钉、铆钉和机器零件
	63 黄铜	H63	300	633	49	3~4	56	140	各种深引伸和弯折制造的受力零件,如销钉、铆钉、垫圈、螺母、导管、气压表弹簧、筛网、散热器零件等
	62 黄铜	H62	330	600	49	3	56	164	
	59 黄铜	H59	390	500	44	10	—	163	一般机器零件、焊接件、热冲及热轧零件
铅黄铜	63-3 铅黄铜	HPb63-3	350	580	55	5	—	—	主要用于要求切削性极高的钟表结构零件及汽车拖拉机零件
	63-0.1 铅黄铜	HPb63-0.1							用于一般机器结构零件
	62-0.8 铅黄铜	HPb62-0.8							
	61-1 铅黄铜	HPb61-1	350	650	45	5	—	—	用于高强度、高切削性结构零件
	59-1 铅黄铜	HPb59-1	420	550	45	5	75	149	适于以热冲压和切削加工制作的各种结构零件,如螺钉、垫圈、垫片、衬套、螺母、喷嘴等
锡黄铜	90-1 锡黄铜	HSn90-1	280	520	40	4	58	148	汽车拖拉机弹性套管及其他耐蚀减摩零件
	70-1 锡黄铜	HSn70-1	350	580	62	10	48	142	海轮上的耐蚀零件,与海水、蒸汽、油类接触的导管,热工设备零件
	62-1 锡黄铜	HSn62-1	380	700	40	4	85	146	用作与海水或汽油接触的船舶零件或其他零件
铝黄铜	77-2 铝黄铜	HA177-2	350 ~400	600	50	10	65	170	船舶和海滨热电站中用作冷凝管以及其他耐蚀零件
	67-2.5 铝黄铜	HA167-2.5							海船抗蚀零件
	60-1-1 铝黄铜	HA160-1-1	450	760	45	9	80	170	要求耐蚀的结构零件,如齿轮、蜗轮、衬套、轴等
	59-3-2 铝黄铜	HA159-3-2	380	650	42~ 50	10 ~15	75	150	发动机和船舶及其他在常温下工作的高强度耐蚀件
	66-6-3-2 铝黄铜	HA166-6-3-2	—	650	—	7	—	—	重载荷下工作的固定螺钉的螺母及大型蜗杆;可作铝青铜 QA110-4-4 的代用品

注:1. 加工黄铜的组别还有锰黄铜、铁黄铜、硅黄铜、镍黄铜,本表略。

2. 加工黄铜产品的形状有:板、带、箔、管、棒、线。

表 15-14 加工青铜(摘自 GB/T5233-1985)

组别	牌 号	代 号	室温力学性能						应用举例
			抗拉强度 σ_b /MPa		伸长率 δ_5 /(%)		布氏硬度 /HBS		
			软态	硬态	软态	硬态	软态	硬态	
锡青铜	4-3 锡青铜	QSn4-3	350	550	40	4	60	160	制作弹簧及其他弹性元件,化工设备上的耐蚀零件以及耐磨零件(如衬套、圆盘、轴承等)和抗磁零件,造纸工业用的刮刀
	4-4-2.5 锡青铜	QSn4-4-2.5	300~ 350	550~ 650	35~ 45	2~4	60	160~ 180	制作在摩擦条件下工作的轴承、卷边轴套、衬套、圆盘以及衬套的内垫等。QSn4-4-4 使用温度可达 300℃ 以下,是一种热强性较好的锡青铜
	4-4-4 锡青铜	QSn4-4-4	300~ 350	550~ 650	46	2~ 4	62	160~ 180	
	6.5-0.1 锡青铜	QSn6.5-0.1	350~ 450	700~ 800	60~ 70	7.5~ 12	70~ 90	160~ 200	制作弹簧和导电性好的弹簧接触片,精密仪器中的耐磨零件和抗磁零件,如齿轮、电刷盒、振动片、接触器
	6.5-0.4	QSn6.5-0.4	350~ 450	700~ 800	60~ 70	7.5~ 12	70~ 90	160~ 200	除用作弹簧和耐磨零件外,主要用于制造工业制作耐磨的铜网和单位载荷 < 981MPa、圆周速度 < 3m/s 的条件下工作的零件
	7-0.2 锡青铜	QSn7-0.2	360	500	64	15	75	180	制作中等载荷、中等滑动速度下承受摩擦的零件,如耐磨垫圈、轴承、轴套、蜗轮等,还可用做弹簧、簧片等
铍青铜	2 铍青铜	QBe2	450~ 500	950	40	3	90HV	250HV	制作精密仪表、仪器中的弹簧和弹性元件,各种耐磨零件以及在高速、高压和高温下工作的轴承、衬套,矿山和炼油厂用的冲击不生火花的工具以及各种深冲零件

续表 15-14

组别	牌 号	代 号	室温力学性能						应用举例
			抗拉强度 σ_b /MPa		伸长率 δ_5 /(%)		布氏硬度 /HBS		
			软态	硬态	软态	硬态	软态	硬态	
铝青铜	5 铝青铜	QA15	380	800	65	5	60	200	制作弹簧和其他要求耐蚀的弹性元件、齿轮、摩擦轮、涡轮机传动机构等,可作为 QSn6.5-0.4、4-3 和 4-4-4 的代用品
	7 铝青铜	QA17	420	1000	70	3~10	70	154	
	9-2 铝青铜	QA19-2	450	600~800	20~40	4~5	80~100	160~180	高强度耐蚀零件以及在 250℃ 以下蒸气介质中工作的管配件和海轮上零件
	9-4 铝青铜	QA19-4	500~600	800~1000	40	5	110	160~200	制作在高载荷下工作的耐磨、耐蚀零件,如轴承、轴套、齿轮、蜗轮、阀座等,也用于制作双金属耐磨零件
	10-3-1.5 铝青铜	QA110-3-1.5	500~600	700~900	20~30	9~12	125~140	160~200	制作高温条件下工作的耐磨零件和各种标准件,如齿轮、轴承、飞轮、固定螺母等,可代替高锡青铜制作重要机件
	10-4-4 铝青铜	QA110-4-4	600~700	900~1100	35~45	9~15	140~160	180~225	高强度的耐磨零件和高温下(400℃)工作的零件,如轴衬、轴套、齿轮、球形座、滑座等以及各种重要的耐蚀耐磨零件
	11-6-6 铝青铜	QA111-6-6	—	—	30	7	—	—	高强度耐磨零件和 500℃ 以下工作的高温抗蚀耐磨零件
硅青铜	1-3 硅青铜	QSi1-3	—	600	—	8	—	150~200	用于制造在 300℃ 以下、润滑不良、单位压力不大的工作条件下的摩擦零件以及在腐蚀介质中工作的结构零件
	3-1 硅青铜	QSi3-1	350~400	650~700	50~60	1~5	80	180	用于制作在腐蚀介质中工作的各种零件,弹簧和弹簧零件,以及蜗轮、蜗杆、齿轮、轴套、制动销和杆类耐磨零件,也用于焊接结构中的零件,可代替重要的锡青铜
	3.5-3-1.5 硅青铜	QSi3.5-3-1.5							主要用作在高温下工作的轴套零件

注:加工青铜产品形状有板、带、箔、管、棒、线。

表 15-15 铸造铜合金(摘自 GB/T1176-1987)

合金名称	牌 号	铸造方法	力学性能, 不低于			应用举例	
			抗拉强度 σ_b /MPa	伸长率 δ_5 /(%)	布氏硬度 /HBS		
3-8-6-1 锡青铜	ZCuSn3Zn8Pb6Ni1	S	175	8	590	在各种液体燃料以及海水、淡水和蒸汽中工作的零件, 压力不大于 2.5MPa 的阀门和管配件	
		J	215	10	685		
3-11-4 锡青铜	ZCuSn3Zn11Pb4	S	175	8	590		
		J	215	10	590		
5-5-5 锡青铜	ZCuSn5Pb5Zn5	S, J	200	13	590*		在较高载荷、中等滑动速度下工作的耐磨、耐蚀零件, 如轴瓦、衬套、缸套、活塞、离合器、泵体压盖、蜗轮等
		Li, La	250	13	635*		
10-1 锡青铜	ZCuSn10P1	S	220	3	785*	可用于高载荷(20MPa 以下)和高滑动速度(8m/s)下工作的耐磨零件, 如连杆、衬套、轴瓦、齿轮、蜗轮等	
		J	310	2	885*		
		Li	330	4	885*		
		La	360	6	885*		
10-5 锡青铜	ZCuSn10Pb5	S	195	10	685	结构材料, 耐蚀、耐酸的配件以及破碎机衬套、轴瓦	
		J	245	10	685		
10-2 锡青铜	ZCuSn10Zn2	S	240	12	685*	在中等及较高载荷和小滑动速度下工作的重要配件, 以及阀、旋塞、泵体、齿轮、叶轮和蜗轮等	
		J	245	6	785*		
		Li, La	270	7	785*		
10-10 铅青铜	ZCuPb10Sn10	S	180	7	635*	表面压力高、又存在侧压力的滑动轴承, 如轧辊、车辆轴承、载荷峰值 60MPa 的受冲击的零件, 最高峰值达 100MPa 的内燃机双金属轴瓦等, 以及活塞销套、摩擦片等	
		J	220	5	685*		
		Li, La	220	6	685*		
17-4-4 铅青铜	ZCuPb17Sn4Zn4	S	150	5	540	一般耐磨件, 高滑动速度的轴承等	
		J	175	7	590		
20-5 铅青铜	ZCuPb20Sn5	S	150	5	440*	高滑动速度的轴承及破碎机、水泵、冷轧机轴承, 载荷达 40MPa 的零件, 抗腐蚀零件, 双金属轴承, 载荷达 70MPa 的活塞销套	
		J	150	6	540*		
		La	180	7	540*		
8-13-3 铝青铜	ZCuAl8Mn13Fe3	S	600	15	1570	适合于制造重型机械用轴套, 以及要求强度高、耐磨、耐压的零件, 如衬套、法兰、阀体、泵体等	
		J	650	10	1665		

续表 15-15

合金名称	牌 号	铸造方法	力学性能, 不低于			应用举例
			抗拉强度 σ_b /MPa	伸长率 δ_5 /(%)	布氏硬度 /HBS	
8-13-3-2 铝青铜	ZCuAl8Mn13Fe3Ni2	S	645	20	1570	要求强度高、耐腐蚀的重要铸件, 如船舶螺旋桨、高压阀体、泵体以及耐压耐磨零件, 如蜗轮、齿轮、衬套等
		J	670	18	1665	
9-4-4-2 铝青铜	ZCuAl9Fe4Ni4Mn2	S	630	16	1570	强度高、耐磨性好, 可用作耐磨和400℃以下工作的零件, 如轴承、螺旋桨、齿轮、蜗轮、阀体、导向套管
10-3-2 铝青铜	ZCuAl10Fe3Mn2	S	490	15	1080	要求强度高、耐磨、耐蚀的零件, 如齿轮、轴承、衬套、管嘴以及耐热管配件等
		J	540	20	1175	
38 黄铜	ZCuZn38	S	295	30	590	一般结构零件和耐蚀零件, 如法兰、阀座、支架、手柄和螺母等
		J	295	30	685	
25-6-3-3 铝黄铜	ZCuZn25Al6Fe3Mn3	S	725	10	1570*	适用于高强度、耐磨零件, 如桥梁支承板、螺母、螺杆、耐磨板、滑块和蜗轮等
		J	740	7	1665*	
		Li, La	740	7	1665*	
31-2 铝黄铜	ZCuZn31Al2	S	295	12	785	适于压力铸造, 如电机、仪表等压铸件及造船和机械制造业的耐蚀件
		J	390	15	885	
38-2-2 锰黄铜	ZCuZn38Mn2Pb2	S	245	10	685	一般用途的结构件, 船舶、仪表等使用的外形简单的铸件, 如套筒、衬套轴瓦、滑块等
		J	345	18	785	
40-2 锰黄铜	ZCuZn40Mn2	S	220	15	785*	一般用途的耐磨、耐蚀零件, 如轴套、齿轮等
		J	280	20	885*	
16-4 硅黄铜	ZCuZn16Si4	S	345	15	885	接触海水工作的管配件以及水泵、叶轮、旋塞和在空气、淡水、油、燃料, 以及工作压力在4.5MPa, 250℃以下蒸汽中工作的铸件
		J	390	20	980	

注: 1. 有“*”符号的数据为参考值。

2. 布氏硬度试验, 力的单位为 N(牛顿)。

3. 铸造方法代号表示涵义: S—砂型铸造; J—金属型铸造; La—连续铸造; Li—离心铸造。

表 15-16 铸造铝合金(摘自 GB/T1173-1995)

组别	合金牌号	合金代号	铸造方法	合金状态	力学性能			应用举例
					抗拉强度 σ_b /MPa	伸长率 δ_5 /(%)	布氏硬度 /HBS	
铝硅合金	ZAlSi7Mg	ZL101	金属型	T5	205	2	60	形状复杂的零件,如飞机仪器零件
			砂型		195	2	60	
			砂型变质处理	T6	225	1	70	
	ZAlSi12	ZL102	金属型	T2	145	3	50	仪表、水泵壳体,工作温度在200℃以下的高气密性和低载零件
			砂型、金属型变质处理		135	4	50	
	ZAlSi9Mg	ZL104	金属型	T6	235	2	70	在200℃以下工作的零件,如气缸体、机体等
砂型变质处理			225		2	70		
ZAlSi5Cu1Mg	ZL105	砂型	T6	225	0.5	70	形状复杂、工作温度为250℃以下的零件,如风冷发动机的气缸头、油泵壳体	
		金属型	T5	235	0.5	70		
铝铜合金	ZAlCu5Mn	ZL201	砂型	T4	295	8	70	内燃机气缸头、活塞等零件
			砂型	T5	335	4	90	
	ZAlCu10	ZL202	砂型		165		100	高温下工作不受冲击的零件和要求硬度较高的零件
			金属型				100	
ZAlCu4	ZL203	砂型	T5	215	3	70	中等载荷、形状较简单的零件	
铝镁合金	ZAlMg10	ZL301	砂型	T4	280	10	60	在大气或海水中工作的零件,承受大振动载荷、工作温度不超过150℃的零件,如船配件
	ZAlMg5Si1	ZL301	砂型	F	145	1	55	腐蚀介质作用下的中等载荷零件,在严寒大气中以及工作温度不超过200℃的零件,如海轮配件和各种壳体
金属型								
铝锌合金	ZAlZn11Si7	ZL401	金属型	T1	245	1.5	90	结构形状复杂的汽车、飞机、仪器零件

注:合金状态代号:F—铸态;T1—人工时效;T2—退火;T4—固溶处理加自然时效;T5—固溶处理加不完全人工时效;T6—固溶处理加完全人工时效。

表 15-17 铸造轴承合金(摘自 GB/T1174-1992)

合金名称	合金牌号	铸造方法	布氏硬度/HBS \geq	应用举例
锡基轴承合金	ZSnSb12Pb10Cu4	金属型铸造	29	一般机械的主轴轴承
	ZSnSb12Cu6Cd1		34	
	ZSnSb11Cu6		27	400kW 以上的涡轮压缩机轴承
	ZSnSb8Cu4		24	一般大型机器轴承、重载高速汽车发动机轴承
	ZSnSb4Cu4		20	涡轮内燃机高速轴承
铅基轴承合金	ZPbSb16Sn16Cu2	金属型铸造	30	重载高速轴承(无大冲击)
	ZPbSb15Sn5Cu3Cd2		32	船舶轴承、中小型电动机轴承
	ZPbSb15Sn10		24	高温中等压力轴承
	ZPbSb15Sn5		20	低速轻载轴承
	ZPbSb10Sn6		18	重载、耐磨用轴承

15.3 型钢和型材

表 15-18 冷轧钢板和钢带 (摘自 GB/T708-1988)

厚度	0.20, 0.25, 0.30, 0.35, 0.40, 0.45, 0.55, 0.6, 0.65, 0.70, 0.75, 0.80, 0.90, 1.00, 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 1.6, 1.7, 1.8, 2.0, 2.2, 2.5, 2.8, 3.0, 3.2, 3.5, 3.8, 3.9, 4.0, 4.2, 4.5, 4.8, 5.0
----	---

- 注: 1. 本标准适用于宽度 $\geq 600\text{mm}$, 厚度为 $0.2\sim 5\text{mm}$ 的冷轧钢板和厚度不大于 3mm 的冷轧钢带。
2. 宽度系列为 600, 650, 700, (710), 750, 800, 850, 900, 950, 1000, 1100, 1250, 1400, (1420), 1500~2000 (100 进位)。

表 15-19 热轧钢板 (摘自 GB/T709-1988)

厚度	0.35, 0.50, 0.55, 0.60, 0.65, 0.70, 0.75, 0.80, 0.90, 1.0, 1.2~1.6 (0.1 进位), 1.8, 2.0, 2.2, 2.5, 2.8, 3.0, 3.2, 3.5, 3.8, 3.9, 4.0, 4.5, 5, 6, 7, 8, 9, 10~22 (1 进位), 25, 26~42 (2 进位), 45, 48, 50, 52, 55~95 (5 进位), 100, 105, 110, 120, 125, 130~160 (10 进位), 165, 170, 180~200 (5 进位)
----	--

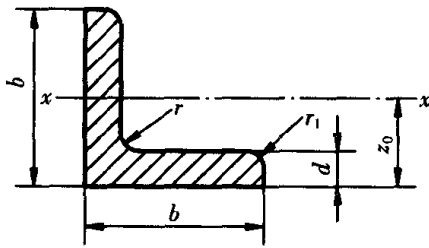
- 注: 钢板宽度系列为 600, 650, 700, 710, 750~1000 (50 进位), 1250, 1400, 1420, 1500~3000 (100 进位), 3200~3800 (200 进位)。

表 15-20 热轧圆钢和方钢尺寸 (摘自 GB/T702-1986)

圆方	5.5	6	6.5	7	8	9	10	*11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	*23	24	25
圆钢	26	*27	28	*29	30	*31	32	*33	34	*35	36	38	40	42	45	48	50	53	*55	56		
直边	*58	60	63	*65	*68	70	75	80	85	90	95	100	105	110	115	120	125	130	140			
径长	150	160	170	180	190	200	220	250														

- 注: 1. 本标准适用于直径为 $5.5\sim 250\text{mm}$ 的热轧圆钢和边长为 $5.5\sim 200\text{mm}$ 的热轧方钢。
2. 各种直径优质钢的长度为 $2\sim 6\text{m}$; 普通钢的长度当直径或边长小于 25mm 时为 $4\sim 10\text{m}$ 。
3. 表中带*者不推荐使用。

表 15-21 热轧等边角钢(摘自 GB/T 9787—1988)



b —边宽
 d —边厚
 J —惯性矩
 W —截面系数
 z_0 —重心距离
 r —内圆弧半径
 r_1 —边端圆弧半径

标记示例:

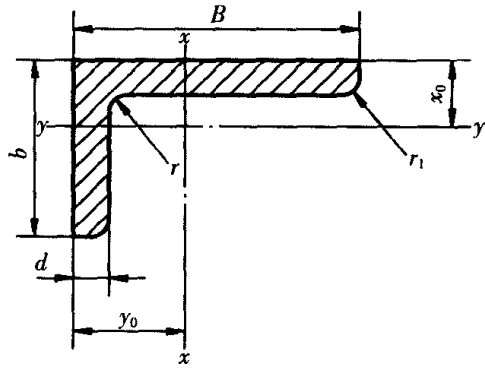
热轧等边角钢 $\frac{100 \times 100 \times 10 - \text{GB/T 9787-1988}}{\text{Q235 - GB/T 700-1988}}$
 (Q235 钢, 等边角钢 $b = 100 \text{ mm}, d = 10 \text{ mm}$)

角钢 号数	尺寸/mm			截面面积 cm ²	参考数值		重心距离 Z ₀ /cm	角钢 号数	尺寸/mm			截面面积 cm ²	参考数值		重心距离 Z ₀ /cm				
	b	d	r		$x-x$				J_x/cm^4	i_x/cm	b		d	r		$x-x$			
					J_x/cm^4	i_x/cm										J_x/cm^4	i_x/cm		
2	20	3	3.5	1.132	0.40	0.59	0.60	7	70	8	4	5.570	26.39	2.18	1.86				
		4		1.459	0.50	0.58	0.64				5	6.875	32.21	2.16	1.91				
2.5	25	3	1.432	0.82	0.76	0.73	6				8.160	37.77	2.15	1.95					
		4	1.859	1.03	0.74	0.76	7				9.424	43.09	2.14	1.99					
3	30	3	1.749	1.46	0.91	0.85	8				10.667	48.17	2.12	2.03					
		4	2.276	1.84	0.90	0.89	(7.5)				75	9	5	7.367	39.97	2.33	2.04		
3.6	36	4	2.109	2.58	1.11	1.00							6	8.797	46.95	2.31	2.07		
		5	2.756	3.29	1.09	1.04							7	10.160	53.57	2.30	2.11		
		4	3.086	4.60	1.22	1.13		8	11.503	59.96			2.28	2.15					
4	40	5	3.791	5.53	1.21	1.17		10	14.126	71.98			2.26	2.22					
		4.5	45	3	2.659	5.17		1.40	1.22	8			80	9	5	7.912	48.79	2.48	2.15
				4	3.486	6.65		1.38	1.26						6	9.397	57.35	2.47	2.19
5	4.292			8.04	1.37	1.30		7	10.860						65.58	2.46	2.23		
6	5.076			9.33	1.36	1.33	8	12.303	73.49		2.44	2.27							
5	50	3	2.971	7.18	1.55	1.34	10	15.126	88.43		2.42	2.35							
		4	3.897	9.26	1.54	1.38	9	90	10		6	10.637			82.77	2.79	2.44		
		5	4.803	11.21	1.53	1.42					7	12.301			94.83	2.78	2.48		
		6	5.688	13.05	1.52	1.46					8	13.944			106.47	2.76	2.52		
5.6	56	3	3.343	10.19	1.75	1.48				10	17.167	128.58	2.74	2.59					
		4	4.390	13.18	1.73	1.53				12	20.306	149.22	2.71	2.67					
		5	5.415	16.02	1.72	1.57				10	100	12	6	11.932	114.95	3.10	2.67		
		8	8.367	23.63	1.68	1.68							7	13.796	131.86	3.09	2.71		
6.3	63	4	4.978	19.03	1.96	1.70							8	15.638	148.24	3.08	2.76		
		5	6.143	23.17	1.94	1.74	10	19.261	179.51				3.05	2.84					
		6	7.288	27.12	1.93	1.78	12	22.800	208.90				3.03	2.91					
		8	9.515	34.46	1.90	1.85	14	26.256	236.53				3.00	2.99					
		10	11.657	41.09	1.88	1.93	16	29.627	262.53				2.98	3.06					

注: 1. 角钢长度为: 角钢号 2~9, 长度 4~12 m; 角钢号 10~14, 长度 4~19 m.

2. $r_1 = \frac{1}{3}d$.

表 15-22 不等边角钢(摘自 GB/T 9788—1988)



B —长边宽度
 b —短边宽度
 d —边厚
 r —内圆弧半径
 r_1 —边端内弧半径
 J —惯性矩
 W —截面系数
 x_0, y_0 —重心距离

标记示例:

热轧不等边角钢

$100 \times 63 \times 10 - \text{GB/T 9788—1988}$
 $\text{Q235 - GB/T 700—1988}$

(Q235 钢, 不等边角钢 $B = 100 \text{ mm}, b = 63 \text{ mm}, d = 10 \text{ mm}$)

角钢 号数	尺寸/mm				截面面积 /cm ²	理论重量 /(kg/m)	$x-x$		$y-y$		x_0 /cm	y_0 /cm
	B	b	d	r			J_x /cm ⁴	W_x /cm ³	J_y /cm ⁴	W_y /cm ³		
2.5/1.6	25	16	3	3.5	1.162	0.912	0.70	0.43	0.22	0.19	0.42	0.86
			4		1.499	1.176	0.88	0.55	0.27	0.24	0.46	0.90
3.2/2	32	20	3	3.5	1.492	1.171	1.53	0.72	0.46	0.30	0.49	1.08
			4		1.939	1.522	1.93	0.93	0.57	0.39	0.53	1.12
4/2.5	40	25	3	4	1.890	1.484	3.08	1.15	0.93	0.49	0.59	1.32
			4		2.467	1.936	3.93	1.49	1.18	0.63	0.63	1.37
4.5/2.8	45	28	3	5	2.149	1.687	4.45	1.47	1.34	0.62	0.64	1.47
			4		2.806	2.203	5.69	1.91	1.70	0.80	0.68	1.51
5/3.2	50	32	3	5.5	2.431	1.908	6.24	1.84	2.02	0.82	0.73	1.60
			4		3.177	2.494	8.02	2.39	2.58	1.06	0.77	1.65
5.6/3.6	56	36	3	6	2.743	2.153	8.88	2.32	2.92	1.05	0.80	1.78
			4		3.590	2.818	11.45	3.03	3.76	1.37	0.85	1.82
			5		4.415	3.466	13.86	3.71	4.49	1.65	0.88	1.87
6.3/4	63	40	4	7	4.058	3.185	16.49	3.87	5.23	1.70	0.92	2.04
			5		4.993	3.920	20.02	4.74	6.31	2.71	0.95	2.08
			6		5.908	4.638	23.36	5.59	7.29	2.43	0.99	2.12
			7		6.802	5.339	26.53	6.40	8.24	2.78	1.03	2.15
7/4.5	70	45	4	7.5	4.547	3.570	23.17	4.86	7.55	2.17	1.02	2.24
			5		5.609	4.403	27.95	5.92	9.13	2.65	1.06	2.28
			6		6.647	5.218	32.54	6.95	10.62	3.12	1.09	2.32
			7		7.657	6.011	37.22	8.03	12.01	3.57	1.13	2.36
(7.5/5)	75	50	5	8	6.125	4.808	34.86	6.83	12.61	3.30	1.17	2.40
			6		7.260	5.699	41.12	8.12	14.70	3.88	1.21	2.44
			8		9.467	7.431	52.39	10.52	18.53	4.99	1.29	2.52
			10		11.590	9.098	62.71	12.79	21.96	6.04	1.36	2.60
8/5	80	50	5	8.5	6.375	5.005	41.96	7.78	12.82	3.32	1.14	2.60
			6		7.560	5.935	49.49	9.25	14.95	3.91	1.18	2.65
			7		8.724	6.848	56.16	10.58	16.96	4.48	1.21	2.69
			8		9.867	7.745	62.83	11.92	18.85	5.03	1.25	2.73

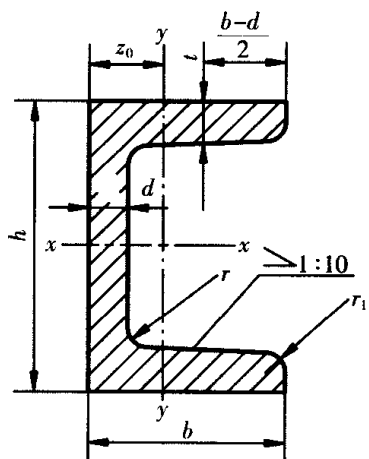
续表 15-22

角钢 号数	尺寸/mm				截面面积 /cm ²	理论重量 /(kg/m)	x-x		y-y		x ₀ /cm	y ₀ /cm
	B	b	d	r			J _x /cm ⁴	W _x /cm ³	J _y /cm ⁴	W _y /cm ³		
9/5.6	90	56	5	9	7.212	5.661	60.45	9.92	18.32	4.21	1.25	2.91
			6		8.557	6.717	71.03	11.74	21.42	4.96	1.29	2.95
			7		9.880	7.756	81.01	13.49	24.36	5.70	1.33	3.00
			8		11.183	8.779	91.03	15.27	27.15	6.41	1.36	3.04
10/6.3	100	63	6	10	9.617	7.550	99.06	14.64	30.94	6.35	1.43	3.24
			7		11.111	8.722	113.45	19.88	35.26	7.29	1.47	3.28
			8		12.584	9.878	127.37	19.08	39.39	8.21	1.50	3.32
			10		15.467	12.142	153.81	23.32	47.12	9.98	1.58	3.40
10/8	100	80	6	10	10.637	8.350	107.04	15.19	61.24	10.16	1.97	2.95
			7		12.301	9.656	122.73	17.52	70.08	11.71	2.01	3.00
			8		13.944	10.946	137.92	19.81	78.58	13.21	2.05	3.04
			10		17.167	13.476	166.87	24.24	94.65	16.12	2.13	3.12
11/7	110	70	6	11	10.637	8.350	133.37	17.85	42.92	7.90	1.57	3.53
			7		12.301	9.656	153.00	20.60	49.01	9.09	1.61	3.57
			8		13.944	10.946	172.04	23.30	54.87	10.25	1.65	3.62
			10		17.167	13.476	208.39	28.54	65.88	12.48	1.72	3.70
12.5/8	125	80	7	11	14.096	11.066	227.98	26.86	74.42	12.01	1.80	4.01
			8		15.989	12.551	256.77	30.41	83.49	13.56	1.84	4.06
			10		19.712	15.474	312.04	37.33	100.67	16.56	1.92	4.14
			12		23.351	18.330	364.41	44.01	116.67	19.43	2.00	4.22
14/9	140	90	8	12	18.038	14.160	365.64	38.48	120.69	17.34	2.04	4.50
			10		22.261	17.475	445.50	47.31	146.03	21.22	2.12	4.58
			12		26.400	20.724	521.59	55.87	169.79	24.95	2.19	4.66
			14		30.456	23.908	594.10	64.18	192.10	28.54	2.27	4.74
16/10	160	100	10	13	25.315	19.872	668.69	62.13	205.03	26.56	2.28	5.24
			12		30.054	23.592	784.91	73.49	239.06	31.28	2.30	5.32
			14		34.709	27.247	896.30	84.56	271.20	35.83	2.43	5.40
			16		39.281	30.835	1003.04	95.33	301.60	40.24	2.51	5.48
18/11	180	110	10	14	28.373	22.273	956.25	78.96	278.11	32.49	2.44	5.89
			12		33.712	26.464	1124.72	93.53	325.03	38.32	2.52	5.98
			14		38.967	30.589	1286.91	107.76	369.55	43.97	2.59	6.06
			16		44.139	34.649	1443.06	121.64	411.85	49.44	2.67	6.14
20/12.5	200	125	12	14	37.912	29.761	1570.90	116.73	483.16	49.99	2.83	6.54
			14		43.867	34.436	1800.97	134.65	550.83	57.44	2.91	6.62
			16		49.739	39.045	2023.35	152.18	615.44	64.69	2.99	6.70
			18		55.526	43.588	2238.30	169.33	677.19	71.74	3.06	6.78

注:1. 角钢长度:角钢号 2.5/1.6 ~ 9/5.6, 长度 4 ~ 12 m; 角钢号 10/6.3 ~ 14/9, 长度 4 ~ 19 m; 角钢号 16/10 ~ 20/12.5, 长度 6 ~ 19 m。

2. $r_1 = \frac{1}{3}d$ 。

表 15-23 热轧槽钢(摘自 GB/T 707—1988)



- h — 高度
- b — 腿宽
- d — 腰厚
- t — 平均腿厚
- r — 内圆弧半径
- r_1 — 腿端圆弧半径
- J — 惯性矩
- W — 截面系数
- z_0 — 重心距离

标记示例:

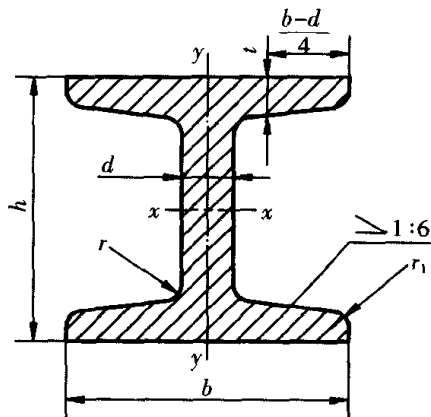
热轧槽钢 $180 \times 70 \times 9 - \text{GB/T 707—1988}$
 $\text{Q235 - GB/T 700—1988}$

(Q235 钢, 槽钢 $h = 180 \text{ mm}, b = 70 \text{ mm}, d = 9 \text{ mm}$)

型号	尺寸 /mm						截面面积 /cm ²	理论重量 /(kg/m)	$x-x$		$y-y$		Z_0 /cm
	h	b	d	t	r	r_1			W_x /cm ³	J_x /cm ⁴	W_y /cm ³	J_y /cm ⁴	
5	50	37	4.5	7.0	7.0	3.5	6.928	5.438	10.4	26.0	3.55	8.3	1.35
6.3	63	40	4.8	7.5	7.5	3.8	8.451	6.634	16.1	50.8	4.50	11.9	1.36
8	80	43	5.0	8.0	8.0	4.0	10.248	8.045	25.3	101	5.79	16.6	1.43
10	100	48	5.3	8.5	8.5	4.2	12.748	10.007	39.7	198	7.80	25.6	1.52
12.6	126	53	5.5	9.0	9.0	4.5	15.692	12.318	62.1	391	10.2	38.0	1.59
14a	140	58	6.0	9.5	9.5	4.8	18.516	14.535	80.5	564	13.0	53.2	1.71
14b	140	60	8.0	9.5	9.5	4.8	21.316	16.733	87.1	609	14.1	61.1	1.67
16a	160	63	6.5	10.0	10.0	5.0	21.962	17.240	108	866	16.3	73.3	1.80
16	160	65	8.5	10.0	10.0	5.0	25.162	19.752	117	935	17.6	83.4	1.75
18a	180	68	7.0	10.5	10.5	5.2	25.699	20.174	141	1270	20.0	98.6	1.88
18	180	70	9.0	10.5	10.5	5.2	29.299	23.000	152	1370	21.5	111	1.84
20a	200	73	7.0	11.0	11.0	5.5	28.837	22.637	178	1780	24.2	128	2.01
20	200	75	9.0	11.0	11.0	5.5	32.837	25.777	191	1910	25.9	144	1.95
22a	220	77	7.0	11.5	11.5	5.8	31.846	24.999	218	2390	28.2	158	2.10
22	220	79	9.0	11.5	11.5	5.8	36.246	28.453	234	2570	30.1	176	2.03
25a	250	78	7.0	12.0	12.0	6.0	34.917	27.410	270	3370	30.6	176	2.07
25b	250	80	9.0	12.0	12.0	6.0	39.917	31.335	282	3530	32.7	196	1.98
25c	250	82	11.0	12.0	12.0	6.0	44.917	35.260	295	3690	35.9	218	1.92
28a	280	82	7.5	12.5	12.5	6.2	40.034	31.427	340	4760	35.7	218	2.10
28b	280	84	9.5	12.5	12.5	6.2	45.634	35.823	366	5130	37.9	242	2.02
28c	280	86	11.5	12.5	12.5	6.2	51.234	40.219	393	5500	40.3	268	1.95
32a	320	88	8.0	14.0	14.0	7.0	48.513	38.083	475	7600	46.5	305	2.24
32b	320	90	10.0	14.0	14.0	7.0	54.913	43.107	509	8140	49.2	336	2.16
32c	320	92	12.0	14.0	14.0	7.0	61.313	48.131	543	8690	52.6	374	2.09
32a	360	96	9.0	16.0	16.0	8.0	60.916	47.814	660	11900	63.5	455	2.44
36b	360	98	11.0	16.0	16.0	8.0	68.110	53.466	703	12700	66.9	497	2.37
36c	360	100	13.0	16.0	16.0	8.0	75.310	59.118	746	13400	70.0	536	2.34
40a	400	100	10.5	18.0	18.0	9.0	75.068	58.928	879	17600	78.8	592	2.49
40b	400	102	12.5	18.0	18.0	9.0	83.068	65.208	932	18600	82.5	640	2.44
40c	400	104	14.5	18.0	18.0	9.0	92.068	71.488	986	19700	86.2	688	2.42

注:槽钢长度:槽钢号 5~8,长度 5~12m;槽钢号 10~18,长度 5~19m;槽钢号 20~40,长度 6~19m。

表 15-24 热轧工字钢(摘自 GB/T 706—1988)



h —高度
 b —腿宽
 d —腰厚
 t —平均腿厚
 r —内圆弧半径
 r_1 —腿端圆弧半径
 J —惯性矩
 W —截面系数

标记示例:

热轧工字钢

400 × 144 × 12.5 — GB/T 706—1988

Q235 — GB/T 700—1988

(Q235 钢, 工字钢 $h = 400 \text{ mm}$, $b = 144 \text{ mm}$,

$d = 12.5 \text{ mm}$)

型号	尺寸/mm						截面面积 /cm ²	理论重量 /(kg/m)	x-x		y-y	
	h	b	d	t	r	r_1			J_x /cm ⁴	W_x /cm ³	J_y /cm ⁴	W_y /cm ³
10	100	68	4.5	7.6	6.5	3.3	14.345	11.261	245	49	33.0	9.72
12.6	126	74	5.0	8.4	7.0	3.5	18.118	14.223	488	77.5	46.9	12.7
14	140	80	5.5	9.1	7.5	3.8	21.516	16.890	712	102	64.4	16.1
16	160	88	6.0	9.9	8.0	4.0	26.131	20.513	1130	141	93.1	21.2
18	180	94	6.5	10.7	8.5	4.3	30.756	24.143	1660	185	122	26.0
20a	200	100	7.0	11.4	9.0	4.5	35.578	27.929	2370	237	158	31.5
20b	200	102	9.0	11.4	9.0	4.5	39.578	31.069	2500	250	169	33.1
22a	220	110	7.5	12.3	9.5	4.8	42.128	33.070	3400	309	225	40.9
22b	220	112	9.5	12.3	9.5	4.8	46.528	36.524	5020	325	239	42.7
25a	250	116	8.0	13.0	10.0	5.0	48.541	38.105	5570	402	280	48.3
25b	250	118	10.0	13.0	10.0	5.0	53.541	42.030	5280	423	309	52.4
28a	280	122	8.5	13.7	10.5	5.3	55.404	43.492	7110	508	345	56.6
28b	280	124	10.5	13.7	10.5	5.3	61.004	47.888	7480	534	379	61.2
32a	320	130	9.5	15.0	11.5	5.8	67.156	52.717	11100	692	460	70.8
32b	320	132	11.5	15.0	11.5	5.8	73.556	57.741	11600	726	502	76.0
32c	320	134	13.5	15.0	11.5	5.8	79.956	62.765	12200	760	544	81.2
36a	360	136	10.0	15.8	12.0	6.0	76.480	60.037	15800	875	552	81.2
36b	360	138	12.0	15.8	12.0	6.0	83.680	65.689	16500	919	582	84.3
36c	360	140	14.0	15.8	12.0	6.0	90.880	71.341	17300	962	612	87.4
40a	400	142	10.5	16.5	12.5	6.3	86.112	67.598	21700	1090	660	93.2
40b	400	144	12.5	16.5	12.5	6.3	94.112	73.878	22800	1140	692	96.2
40c	400	146	14.5	16.5	12.5	6.3	102.112	80.158	23900	1190	727	99.6
45a	450	150	11.5	18.0	13.5	6.8	102.446	80.420	22200	1430	855	114
45b	450	152	13.5	18.0	13.5	6.8	111.446	87.485	33800	1500	894	118
45c	450	154	15.5	18.0	13.5	6.8	120.446	94.550	35300	1570	938	122
50a	500	158	12.0	20.0	14.0	7.0	119.304	93.654	46500	1860	1120	142
50b	500	160	14.0	20.0	14.0	7.0	129.304	101.504	48600	1940	1170	146
50c	500	162	16.0	20.0	14.0	7.0	139.304	109.354	50600	2080	1220	151
56a	560	166	12.5	21.0	14.5	7.3	135.435	106.316	65600	2340	1370	165
56b	560	168	14.5	21.0	14.5	7.3	146.635	115.108	68500	2450	1490	174
56c	560	170	16.5	21.0	14.5	7.3	157.835	123.900	71400	2550	1560	183
63a	630	176	13.0	22.0	15.0	7.5	154.658	121.407	93900	2980	1700	193
63b	630	178	15.0	22.0	15.0	7.5	167.258	131.298	98100	3160	1810	204
63c	630	180	17.0	22.0	15.0	7.5	179.858	141.189	102000	3300	1920	214

注:工字钢长度:工字钢号 10 ~ 18, 长度为 5 ~ 19 m; 工字钢号 20 ~ 63, 长度为 6 ~ 19 m。

15.4 工程塑料及其零件的结构要素

表 15-25 工程塑料的性能

品 种	力学性能							热性能				用 途
	抗拉强度 /MPa	抗压强度 /MPa	抗弯强度 /MPa	伸长率 / (%)	冲击值 / (MJ/m ²)	弹性模量 / (10 ³ MPa)	硬度	熔点 / °C	马丁耐热 / °C	脆化温度 / °C	线胀系数 / (10 ⁻⁵ °C ⁻¹)	
硬聚氯乙烯	45 ~ 50	59 ~ 91	70 ~ 112	断裂 20 ~ 40	0.0022 ~ 0.0109		邵氏 D 70 ~ 90		50 ~ 65	-15	5 ~ 8	可代替金属材料制成耐腐蚀设备与零件,可作灯座、插头、开关等
低压聚乙烯	15 ~ 16	22.5	25 ~ 40	60 ~ 150	0.007 ~ 0.008	0.84 ~ 0.95	邵氏 D 60 ~ 70			-70	12.6 ~ 16	可作一般结构件和减摩自润滑零件,并可作耐腐蚀零件和电器绝缘材料
改性有机玻璃 (372)	≥ 50		≥ 100		无缺口 ≥ 0.012		≥ 10 HB		≥ 60		5 ~ 6	用作要求有一定强度的透明结构零件,如汽车用各种灯罩、电气零件等
改性聚苯乙烯 (204)	≥ 50	≥ 90	≥ 72	1.0 ~ 3.7	≥ 0.012 ~ 0.026		68 ~ 98 HRM		75		5 ~ 5.5	
聚丙烯	30 ~ 39	39 ~ 56	42 ~ 56	断裂 > 200	0.0022 ~ 0.0050	1.1 ~ 1.6	95 ~ 105 HRR		44	-35	10.8 ~ 11.2	最轻的塑料之一,用作一般结构件、耐腐蚀件和电工零件
ABS	超高冲击型	35	62		0.053	1.8	100 HRR				10.0	用作一般结构或耐磨受力传动零件,如齿轮、轴承等;耐腐蚀设备与零件;用ABS制成的泡沫夹层板可作小轿车车身
	高强度中冲击型	63	97		0.006		121 HRR				7.0	

续表 15-25

品 种		力学性能						热性能				用 途	
		抗拉强度 /MPa	抗压强度 /MPa	抗弯强度 /MPa	伸长率 /%	冲击值 / (MJ/m ²)	弹性模量 / (10 ⁸ MPa)	硬度	熔点 /°C	马丁耐热 /°C	脆化温度 /°C		线胀系数 / (10 ⁻⁵ °C ⁻¹)
ABS	低温冲击型	21 ~ 28	18 ~ 39	25 ~ 46		0.027 ~ 0.049		62 ~ 88 HRR				8.6 ~ 9.9	用作一般结构或耐磨受力传动零件, 如齿轮、轴承等; 耐腐蚀设备与零件; 用ABS制成的泡沫夹层板可作小轿车车身
	耐热型	53 ~ 56	70	64		0.016 ~ 0.032		108 ~ 116 HRR				6.8 ~ 8.2	
氟化聚醚		42.3	63 ~ 87	70 ~ 77	60 ~ 160	0.002 1	1.1	100 HRR		72	-40	12	用作耐腐蚀设备与零件和在腐蚀介质中工作的低载荷精密耐磨传动零件
聚酚氧		63 ~ 70	84	90 ~ 110	60 ~ 100	0.013 4	2.7	121 HRR		77	-60	5.8 ~ 6.8	适用于精密的、形状复杂的耐磨受力零件和仪表计算机零件
聚四氟乙烯 (F-4)		14 ~ 25	12	11 ~ 14	250 ~ 350	0.016 4	0.4	58 HRR			-180 ~ -195	10 ~ 12	素称“塑料王”, 有极好的化学稳定性和润滑性, 耐热, 适于作耐腐蚀化工设备与零件, 减摩自润滑零件和电绝缘零件
聚酰亚胺	老亚胺	94.5	> 170	> 100	6 ~ 8	0.003 8					-180	5.5 ~ 6.3	新型的耐高温、高强度塑料之一, 适用于高温、高真空条件下作减摩、自润滑零件、电气零件
	可溶性亚胺	120	> 230	200 ~ 210	6 ~ 10	0.012					-180		

注: 1. 冲击值中未标明者皆为带缺口值。

2. 表中弹性模量值皆为拉伸状态下的。

表 15-26 工程塑料的选用

用途	工作条件	应用举例	荐用材料
一般结构零件	强度和耐热性无特殊要求,一般批量较大,要求有较高的生产率,成本低	壳体、盖板、支架、手轮、手柄、导管、管接头紧固件等	低压聚乙烯、改性聚苯乙烯、聚丙烯、ABS
透明结构零件	除上述条件外,还需有良好的透明度	仪表壳、灯罩、风窗玻璃液面计、油标、透明管路和光学镜片等	改性有机玻璃(372)、聚碳酸酯、透明 ABS、聚砜、改性聚苯乙烯
耐磨传动零件	承受交变应力和冲击载荷,表面受磨损,要求有较高的力学性能和热稳定性	轴承、齿轮、齿条、蜗轮、凸轮、辊子、联轴器等	尼龙、MC 尼龙、聚甲醛、聚碳酸酯、氯化聚醚、线型聚脂、聚酚氧
减摩、自润滑零件	一般受力较小,但运动速度较高,要求有低的摩擦系数、高的耐磨性和好的自润滑性	活塞环、机械动密封圈、填料函、滑动导轨以及轴承等	F-4, 填充的 F-4, F-4 填充的聚甲醛、填充改性的聚酰亚胺、低压聚乙烯、F-46
耐高温零件	在较高温度下工作,要求有高的热变形温度和高温抗蠕变性,并要求有高温耐磨、耐腐蚀以及电绝缘性能	煮沸的外科医疗器械,高温下工作的机械零件,如:齿轮、轴承、活塞环、泵及阀门零部件, B、F、H 和 C 级电气绝缘零件	(1) 工作温度 $\leq 130^{\circ}\text{C}$: 聚苯醚、聚碳酸酯、氯化聚醚、线型聚脂 (2) 工作温度 $\leq 150^{\circ}\text{C}$: 聚砜、环氧、玻璃纤维增强聚丙烯或尼龙 66 (3) 工作温度 $\leq 180^{\circ}\text{C}$: 有机硅 DAP、芳香尼龙、F-46 (4) 工作温度 $\leq 250^{\circ}\text{C}$: F-4、聚酰亚胺、聚芳砜 (5) 工作温度 $\leq 315^{\circ}\text{C}$: 聚苯并咪唑、体型聚脂
耐腐蚀零部件	在常温或较高温度下,长期受酸、碱或其他腐蚀介质的侵蚀	化工容器、管道、泵、阀门、塔器、冷凝器、分离和排气净化装置、搅拌器等	聚四氟乙烯、聚丙烯、聚氯乙烯、ABS、酚醛玻璃钢、环氧玻璃钢、氯化聚醚
高强度、高模量结构件	载荷大、运转速度高,有的承受强大的离心力和热应力,有的受介质腐蚀	燃气轮机压气机叶片、高速风扇叶片、泵叶轮、压力容器、高速离心转筒、船艇壳体、汽车车身等	玻璃布层压塑料、玻璃纤维增强尼龙、环氧玻璃钢、聚酯玻璃钢

表 15-27 塑料零件的最小壁厚

mm

塑料名称	最小壁厚			
	最低限值	小型零件	一般零件	大型零件
聚苯乙烯	0.75	1.25	1.6	3.2 ~ 5.4
改性有机玻璃(372)	0.8	1.5	2.2	4 ~ 6.5
聚乙烯	0.8	1.25	1.6	2.4 ~ 3.2
硬聚氯乙烯	1.15	1.6	1.8	3.2 ~ 5.8
软聚氯乙烯	0.85	1.25	1.5	2.4 ~ 3.2
聚丙烯	0.85	1.45	1.75	2.4 ~ 3.2
聚甲醛	0.8	1.4	1.6	3.2 ~ 5.4
聚碳酸酯	0.95	1.8	2.3	3 ~ 4.5
聚苯醚	1.2	1.75	2.5	3.5 ~ 6.4
氯化聚醚	0.85	1.35	1.80	2.5 ~ 3.4
尼龙	0.45	0.75	1.60	2.4 ~ 3.2

表 15-28 塑料零件外形尺寸与最佳壁厚的关系

材料名称		外形尺寸				
		< 20	20 ~ 50	50 ~ 80	80 ~ 150	150 ~ 250
		最佳壁厚				
塑压粉	酚醛塑料	—	1.0 ~ 1.5	2.0 ~ 2.5	5.0 ~ 6.0	—
	聚酰胺	0.8	1.0	1.3 ~ 1.5	3.0 ~ 3.5	4.0 ~ 6.0
纤维塑料		—	1.5	2.5 ~ 3.5	4.0 ~ 6.0	6.0 ~ 8.0
耐热塑料		0.5	0.5 ~ 1.0	1.0 ~ 1.5	1.5 ~ 2.0	2.0 ~ 3.0

表 15-29 塑料零件孔深小于 2 倍外径时的最小孔径

材 料	d_{\min}
聚 酰 胺	0.5
玻 璃 纤 维	1.0
塑 压 料	1.5
纤 维 塑 料	2.5
酚 醛 塑 料	4.0
其 他	0.8

表 15-30 塑料零件螺纹孔的尺寸关系

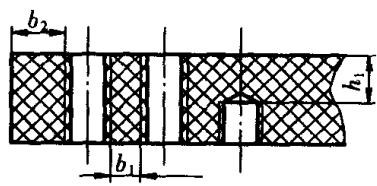
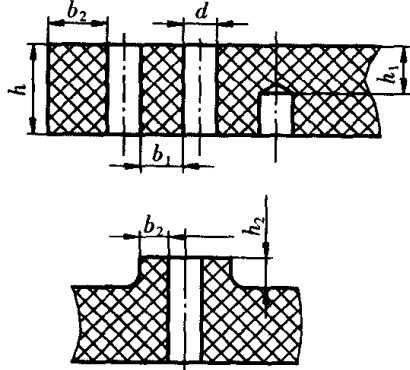
	螺纹直径	边距尺寸		盲螺纹孔最小底厚
		b_1	b_2	h_1
	≤ 3	1.3	2.0	2.0
	$> 3 \sim 6$	2.0	2.5	3.0
	$> 6 \sim 10$	2.5	3.0	3.8
	> 10	3.8	4.3	5.0

表 15-31 塑料零件孔的尺寸关系

	孔径 d	孔深与孔径比 h/d		边距尺寸		盲孔底的最 小厚度 h_1
		制件边孔	制件中心	b_1	b_2	
	≤ 2	2.0	3.0	0.5	1.0	1.0
	$> 2 \sim 3$	2.3	3.5	0.8	1.25	1.0
	$> 3 \sim 4$	2.5	3.8	0.8	1.5	1.2
	$> 4 \sim 6$	3.0	4.8	1.0	2.0	1.5
	$> 6 \sim 8$	3.4	5.0	1.2	2.3	2.0
	$> 8 \sim 10$	3.8	5.5	1.5	2.8	2.5
	$> 10 \sim 14$	4.6	6.5	2.2	3.8	3.0
	$> 14 \sim 18$	5.0	7.0	2.5	4.0	3.0
	$> 18 \sim 30$	—	—	4.0	4.0	4.0
	> 30	—	—	5.0	5.0	5.0

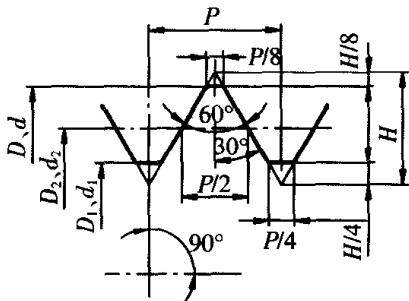
当 $b_2 \geq 0.3 \text{ mm}$ 时, 采用 $h_2 \leq 3b_2$

第 16 章 联接件和紧固件

16.1 螺 纹

表 16-1 普通螺纹基本尺寸(摘自 GB/T 196-1981)

mm



$H = 0.866P$
 $d_2 = d - 0.6495P$
 $d_1 = d - 1.0825P$
 D, d —内、外螺纹大径
 D_2, d_2 —内、外螺纹中径
 D_1, d_1 —内、外螺纹小径
 P —螺距

标记示例：
 M20-6H(公称直径20粗牙右旋内螺纹，中径和大径的公差带均为6H)
 M20-6g(公称直径20粗牙右旋外螺纹，中径和大径的公差带均为6g)
 M20-6H/6g(上述规格的螺纹副)
 M20×2左-5g6g-S(公称直径20、螺距2的细牙左旋外螺纹，中径、大径的公差带分别为5g,6g,短旋合长度)

公称直径 D, d		螺距 P	中径 D_2, d_2	小径 D_1, d_1	公称直径 D, d		螺距 P	中径 D_2, d_2	小径 D_1, d_1	公称直径 D, d		螺距 P	中径 D_2, d_2	小径 D_1, d_1
第一系列	第二系列				第一系列	第二系列				第一系列	第二系列			
3		0.5	2.675	2.459		18	1.5	17.026	16.376		39	2	37.701	36.835
		0.35	2.773	2.621			1	17.350	16.917			1.5	38.026	37.376
4	3.5	(0.6)	3.110	2.850	20		2.5	18.376	17.294	42		4.5	39.077	37.129
		0.35	3.273	3.121			2	18.701	17.835			3	40.051	38.752
4		0.7	3.545	3.242	20		1.5	19.026	18.376	42		2	40.701	39.835
		0.5	3.675	3.459			1	19.350	18.917			1.5	41.026	40.376
5	4.5	(0.75)	4.013	3.688	22		2.5	20.376	19.294	45		4.5	42.077	40.129
		0.5	4.175	3.959			2	20.701	19.835			3	43.051	41.752
6		0.8	4.480	4.134	22		1.5	21.026	20.376	45		2	43.701	42.835
		0.5	4.675	4.459			1	21.350	20.917			1.5	44.026	43.376
8		1	5.350	4.917	24		3	22.051	20.752	48		5	44.752	42.587
		0.75	5.513	5.188			2	22.701	21.835			3	46.051	44.752
8		1.25	7.188	6.647	24		1.5	23.026	22.376	48		2	46.701	45.835
		1	7.350	6.917			1	23.350	22.917			1.5	47.026	46.376
10		0.75	7.188	7.188	27		3	25.051	23.752	52		5	48.752	46.587
		1	9.026	8.376			2	25.701	24.835			3	50.051	48.752
10		1.25	9.188	8.647	27		1.5	26.026	25.376	52		2	50.701	49.835
		1	9.350	8.917			1	26.350	25.917			1.5	51.026	50.376
12		1.5	9.513	9.188	30		3.5	27.727	26.211	56		5.5	52.428	50.046
		1.25	10.863	10.106			2	28.701	27.835			4	53.402	51.670
12		1.5	11.026	10.376	30		1.5	29.026	28.376	56		3	54.051	52.752
		1.25	11.188	10.647			1	29.350	28.917			2	54.701	53.835
14		1	11.350	10.917	30		1.5	29.350	28.917	56		1.5	55.026	54.376
		2	12.701	11.835			3.5	30.727	29.211			(5.5)	56.428	54.046
14		1.5	13.026	12.376	33		2	31.701	30.835	60		4	57.402	55.670
		1	13.350	12.917			1.5	32.026	31.376			3	58.051	56.752
16		2	14.701	13.835	36		4	33.402	31.670	60		2	58.701	57.835
		1.5	15.026	14.376			3	34.051	32.752			1.5	59.026	58.376
16		1	15.350	14.917	36		2	34.701	33.835	64		2	60.103	57.505
		2	16.376	15.294			1.5	35.026	34.376			4	61.402	59.670
18		2.5	16.701	15.835	39		4	36.402	34.670	64		3	62.051	60.752
		2	16.701	15.835			3	37.051	35.572			3	62.051	60.752

注:1. “螺距P”栏中第一个数值(黑体字)为粗牙螺距,其余为细牙螺距。
 2. 优先选用第一系列,其次第二系列,第三系列(表中未列出)尽可能不用。
 3. 括号内尺寸尽可能不用。

表 16-2 普通螺纹旋合长度(摘自 GB/T 197-1981)

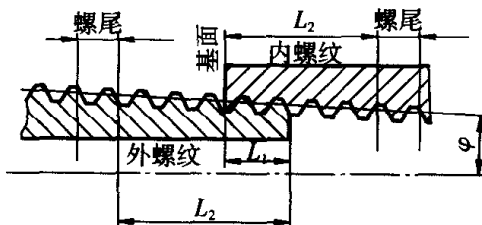
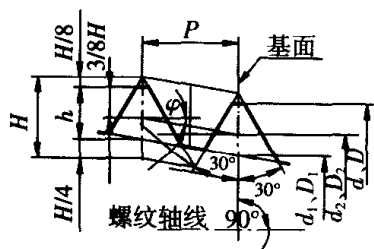
mm

公称直径 D,d		螺距 P	旋合长度				公称直径 D,d		螺距 P	旋合长度			
>	≤		S	N		L	>	≤		S	N		L
			≤	>	≤	>			≤	>	≤	>	
2.8	5.6	0.35	1	1	3	3	22.4	45	0.75	3.1	3.1	9.4	9.4
		0.5	1.5	1.5	4.5	4.5			1	4	4	12	12
		0.6	1.7	1.7	5	5			1.5	6.3	6.3	19	19
		0.7	2	2	6	6			2	8.5	8.5	25	25
		0.75	2.2	2.2	6.7	6.7			3	12	12	36	36
		0.8	2.5	2.5	7.5	7.5			3.5	15	15	45	45
5.6	11.2	0.5	1.6	1.6	4.7	4.7	45	90	1	4.8	4.8	14	14
		0.75	2.4	2.4	7.1	7.1			1.5	7.5	7.5	22	22
		1	3	3	9	9			2	9.5	9.5	28	28
		1.25	4	4	12	12			3	15	15	45	45
		1.5	5	5	15	15			4	19	19	56	56
11.2	22.4	0.5	1.8	1.8	5.4	5.4	90	180	1.5	8.3	8.3	25	25
		0.75	2.7	2.7	8.1	8.1			2	12	12	36	36
		1	3.8	3.8	11	11			3	18	18	53	53
		1.25	4.5	4.5	13	13			4	24	14	71	71
		1.5	5.6	5.6	16	16							
		1.75	6	6	18	18							
		2	8	8	24	24							
		2.5	10	10	30	30							

注:S—短旋合长度;N—中等旋合长度;L—长旋合长度。

表 16-3 米制锥螺纹(摘自 GB/T 1415-1992)

mm



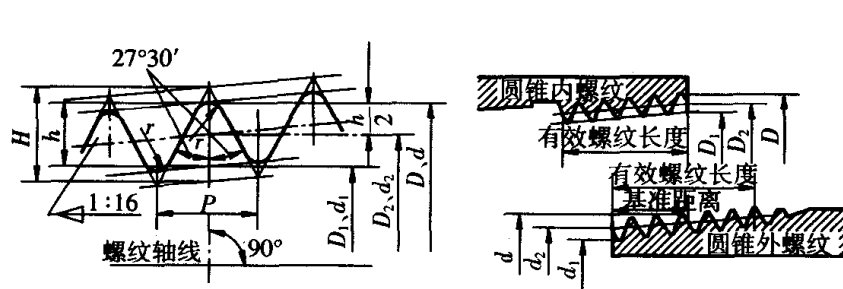
$\varphi = 1^{\circ}47'24''$
 锥度 $2 \tan \varphi = 1 : 16$
 $H = 0.866P$
 $h = 0.6495P$

标记示例:ZM10(公称直径为10,标准基准距离)
 ZM10-S(公称直径为10,短基准距离)
 ZM10/ZM10(圆锥内螺纹与圆锥外螺纹的配合)

螺纹公称直径 d,D	螺距 P	基面上螺纹直径			基准距离 L ₁		有效螺纹长度 L ₂	
		大径 d = D	中径 d ₂ = D ₂	小径 d ₁ = D ₁	标准基准距离	短基准距离	标准有效螺纹长度	短有效螺纹长度
6	1	6	5.350	4.917	5.5	2.5	8	5
8		8	7.350	6.917				
10		10	9.350	8.917				
12	1.5	12	11.026	10.376	7.5	3.5	11	7
14		14	13.026	12.376				
16		16	15.026	14.376				
18		18	17.026	16.376				
20		20	19.026	18.376				
22		22	21.026	20.376				
24	24	23.026	22.376					
27	2	27	25.701	24.835	11	5	16	10
30		30	28.701	27.835				
33		33	31.701	30.835				
36		36	34.701	33.835				

表 16-4 用螺纹密封的管螺纹(摘自 GB/T 7306-1987)

mm



$$P = \frac{25.4}{n}$$

$$H = 0.960\ 237P$$

$$h = 0.640\ 327P$$

$$r = 0.137\ 278P$$

标记示例:

R_c1¹/₂(1¹/₂ 圆锥内螺纹)

R_c1¹/₂(1¹/₂ 圆锥外螺纹)

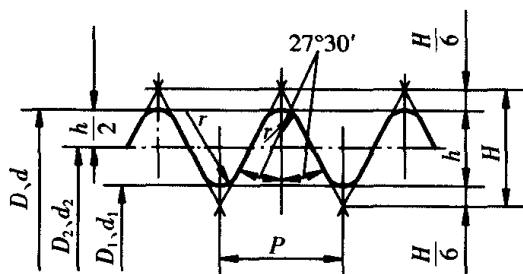
R_c1¹/₂/R₁¹/₂(1¹/₂ 圆锥内螺纹与圆锥外螺纹的配合)

尺寸代号	每 25.4mm 内的牙数 n	螺距 P	牙高 h	圆弧半径 r ≈	基本直径			基 准 距 离	有效螺 纹长度
					大径(基准直径) d = D	中径 d ₂ = D ₂	小径 d ₁ = D ₁		
1/8	28	0.907	0.581	0.125	9.728	9.147	8.566	4.0	6.5
1/4	19	1.337	0.856	0.184	13.157	12.301	11.445	6.0	9.7
3/8	19	1.337	0.856	0.184	16.662	15.806	14.950	6.4	10.1
1/2	14	1.814	1.162	0.249	20.955	19.793	18.631	8.2	13.2
3/4	14	1.814	1.162	0.249	26.441	25.279	24.117	9.5	14.5
1	11	2.309	1.479	0.317	33.249	31.770	30.291	10.4	16.8
1 ¹ / ₄	11	2.309	1.479	0.317	41.910	40.431	38.952	12.7	19.1
1 ¹ / ₂	11	2.309	1.479	0.317	47.803	46.324	44.845	12.7	19.1
2	11	2.309	1.479	0.317	59.614	58.135	56.656	15.9	23.4
2 ¹ / ₂	11	2.309	1.479	0.317	75.184	73.705	72.226	17.5	26.7
3	11	2.309	1.479	0.317	87.884	86.405	84.926	20.6	29.8

注:本标准包括圆锥内螺纹与圆锥外螺纹、圆柱内螺纹与圆锥外螺纹两种联结形式。

表 16-5 非螺纹密封的管螺纹(摘自 GB/T 7307-1987)

mm



$$H = 0.960\ 491P$$

$$h = 0.640\ 327P$$

$$r = 0.137\ 329P$$

$$P = \frac{25.4}{n}$$

$$\frac{H}{6} = 0.160\ 082P$$

D、d—内、外螺纹大径

D₂、d₂—内、外螺纹中径

D₁、d₁—内、外螺纹小径

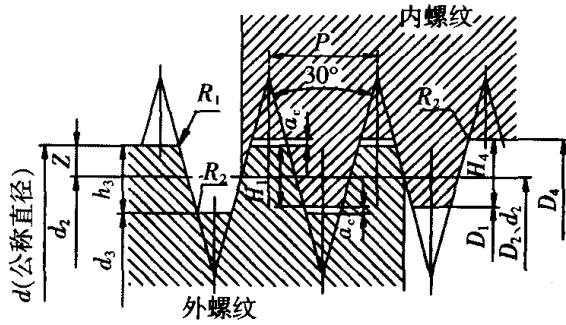
标记示例:G1¹/₂(1¹/₂ 内螺纹)

G1¹/₂A(1¹/₂ 外螺纹,公差等级为 A 级)

(注:外螺纹分 A、B 两级公差等级)

尺寸代号	每 25.4mm 内的牙数 n	螺距 P	牙高 h	圆弧半径 r ≈	基 本 直 径		
					大径 d = D	中径 d ₂ = D ₂	小径 d ₁ = D ₁
1/4	19	1.337	0.856	0.184	13.157	12.301	11.445
3/8	19	1.337	0.856	0.184	16.662	15.806	14.950
1/2	14	1.814	1.162	0.249	20.955	19.793	18.631
5/8	14	1.814	1.162	0.249	22.911	21.749	20.587
3/4	14	1.814	1.162	0.249	26.441	25.279	24.117
7/8	14	1.814	1.162	0.249	30.201	29.039	27.877
1	11	2.309	1.479	0.317	33.249	31.770	30.291
1 ¹ / ₈	11	2.309	1.479	0.317	37.897	36.418	34.939
1 ¹ / ₄	11	2.309	1.479	0.317	41.910	40.431	38.952
1 ¹ / ₂	11	2.309	1.479	0.317	47.803	46.324	44.845
1 ³ / ₄	11	2.309	1.479	0.317	53.746	52.267	50.788
2	11	2.309	1.479	0.317	59.614	58.135	56.656

表 16-6 梯形螺纹最大实体牙型尺寸(摘自 GB/T 5796-1986)



标记示例:

Tr40×7-7H(梯形内螺纹,公称直径 $d = 40$ 、螺距 $P = 7$ 、精度等级 7H)

Tr40×14(P7)LH-7e(多线左旋梯形外螺纹,公称直径 $d = 40$ 、导程 = 14、螺距 $P = 7$ 、精度等级 7e)

Tr40×7-7H/7e(梯形螺旋副,公称直径 $d = 40$ 、螺距 $P = 7$ 、内螺纹精度等级 7H、外螺纹精度等级 7e)

螺距 P	a_c	$H_4 = h_3$	R_{1max}	R_{2max}	螺距 P	a_c	$H_4 = h_3$	R_{1max}	R_{2max}	螺距 P	a_c	$H_4 = h_3$	R_{1max}	R_{2max}
1.5	0.15	0.9	0.075	0.15	9		5			24		13		
2		1.25			10	0.5	5.5	0.25	0.5	28		15		
3		1.75			12		6.5			32		17		
4	0.25	2.25	0.125	0.25	14		8			36	1	19	0.5	1
5		2.75			16		9			40		21		
6		3.5			18	1	10	0.5	1	44		23		
7	0.5	4	0.25	0.5	20		11							
8		4.5			22		12							

表 16-7 梯形螺纹直径与螺距系列(摘自 GB/T 5796-1986)

公称直径 d		螺距 P	公称直径 d		螺距 P	公称直径 d		螺距 P	公称直径 d		螺距 P
第一系列	第二系列		第一系列	第二系列		第一系列	第二系列		第一系列	第二系列	
8		1.5*	28	26	8.5*, 3	52	50	12.8*, 3		110	20, 12*, 4
10	9	2*, 1.5		30	10.6*, 3		55	14.9*, 3	120	130	22, 14*, 6
	11	3.2*	32		10.6*, 3	60		14.9*, 3	140		24, 14*, 6
12		3*, 2	36	34		70	65	16.10*, 4		150	24, 16*, 6
	14	3*, 2		38	10.7*, 3	80	75	16.10*, 4	160		28, 16*, 6
16	18	4*, 2	40	42			85	18.12*, 4			
					12.7*, 3	90	95	18.12*, 4	180	170	28, 16*, 6
20		4*, 2	44		12.8*, 3	100		20.12*, 4		190	28, 18*, 8
24	22	8.5*, 3	48	46							32, 18*, 8

注:优先选用第一系列的直径,带 * 者为对应直径优先选用的螺距。

表 16-8 梯形螺纹基本尺寸(摘自 GB/T 5796-1986)

螺距 P	外螺纹小径 d_3	内、外螺纹中径 D_2, d_2	内螺纹大径 D_4	内螺纹小径 D_1	螺距 P	外螺纹小径 d_3	内、外螺纹中径 D_2, d_2	内螺纹大径 D_4	内螺纹小径 D_1
1.5	$d - 1.8$	$d - 0.75$	$d + 0.3$	$d - 1.5$	8	$d - 9$	$d - 4$	$d + 1$	$d - 8$
2	$d - 2.5$	$d - 1$	$d + 0.5$	$d - 2$	9	$d - 10$	$d - 4.5$	$d + 1$	$d - 9$
3	$d - 3.5$	$d - 1.5$	$d + 0.5$	$d - 3$	10	$d - 11$	$d - 5$	$d + 1$	$d - 10$
4	$d - 4.5$	$d - 2$	$d + 0.5$	$d - 4$	12	$d - 13$	$d - 6$	$d + 1$	$d - 12$
5	$d - 5.5$	$d - 2.5$	$d + 0.5$	$d - 5$	14	$d - 16$	$d - 7$	$d + 2$	$d - 14$
6	$d - 7$	$d - 3$	$d + 1$	$d - 6$	16	$d - 18$	$d - 8$	$d + 2$	$d - 16$
7	$d - 8$	$d - 3.5$	$d + 1$	$d - 7$	18	$d - 20$	$d - 9$	$d + 2$	$d - 18$

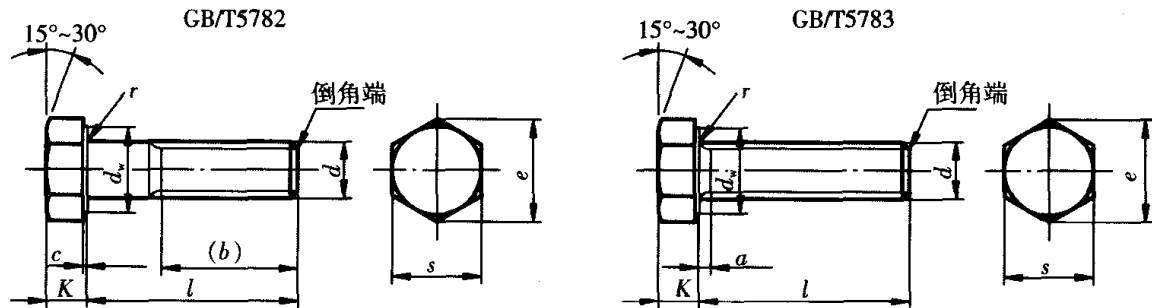
注:1. d —公称直径(即外螺纹大径)。

2. 表中所列的数值是按下式计算的: $d_3 = d - 2h_3$; $D_2, d_2 = d - 0.5P$; $D_4 = d + 2a_c$; $D_1 = d - P$ 。

16.2 螺 栓

表 16-9 六角头螺栓 - A 和 B 级 (摘自 GB/T 5782 - 1986)

六角头螺栓 - 全螺纹 - A 和 B 级 (摘自 GB/T 5783 - 1986)



标记示例:

螺纹规格 $d = M12$ 、公称长度 $l = 80$ 、性能等级为 8.8 级、
表面氧化、A 级的六角头螺栓的标记为:
螺栓 GB/T 5782 M12 × 80

标记示例:

螺纹规格 $d = M12$ 、公称长度 $l = 80$ 、性能等级为 8.8
级、表面氧化、全螺纹、A 级的六角头螺栓的标记为:
螺栓 GB/T 5783 M12 × 80

螺纹规格 d		M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M(14)	M16	(M18)	M20	(M22)	M24	(M27)	M30	M36	
b 参考	$l \leq 125$	12	14	16	18	22	26	30	34	38	42	46	50	54	60	66	78	
	$125 < l \leq 200$	—	—	—	—	28	32	36	40	44	48	52	56	60	66	72	84	
	$l > 200$	—	—	—	—	—	—	—	53	57	61	65	69	73	79	85	97	
a	max	1.5	2.1	2.4	3	3.75	4.5	5.25	6	6	7.5	7.5	7.5	9	9	10.5	12	
c	max	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	
	min	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	
d_w	min	A	4.6	5.9	6.9	8.9	11.6	14.6	16.6	19.6	22.5	25.3	28.2	31.7	33.6	—	—	—
		B	—	—	6.7	8.7	11.4	14.4	16.4	19.2	22	24.8	27.7	31.4	33.2	38	42.7	51.1
e	min	A	6.07	7.66	8.79	11.05	14.38	17.77	20.03	23.35	26.75	30.14	33.53	37.72	39.98	—	—	—
		B	—	—	8.63	10.89	14.20	17.59	19.85	22.78	26.17	29.56	32.95	32.29	39.55	45.2	50.85	60.79
K	公称	2	2.8	3.5	4	5.3	6.4	7.5	8.8	10	11.5	12.5	14	15	17	18.7	22.5	
r	min	0.1	0.2	0.2	0.25	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	1	0.8	1	1	1	
s	公称	5.5	7	8	10	13	16	18	21	24	27	30	34	36	41	46	55	
l 范围		20 ~ 30	25 ~ 40	25 ~ 50	30 ~ 60	35 ~ 80	40 ~ 100	45 ~ 120	60 ~ 140	55 ~ 160	60 ~ 180	65 ~ 200	70 ~ 220	80 ~ 240	90 ~ 260	90 ~ 300	110 ~ 360	
l 范围(全螺线)		6 ~ 30	8 ~ 40	10 ~ 50	12 ~ 60	16 ~ 80	20 ~ 100	25 ~ 100	30 ~ 140	35 ~ 100	35 ~ 180	40 ~ 100	45 ~ 200	40 ~ 100	55 ~ 200	40 ~ 100		

l 系列 6, 8, 10, 12, 16, 20 ~ 70(5 进位), 80 ~ 160(10 进位), 180 ~ 360(20 进位)

技术条件	材料	力学性能等级	螺纹公差	公差产品等级	表面处理
	钢	8.8	6g	A 级用于 $d \leq 24$ 和 $l \leq 10d$ 或 $l \leq 150$ B 级用于 $d > 24$ 或 $l > 10d$ 或 $l > 150$	氧化或镀锌钝化

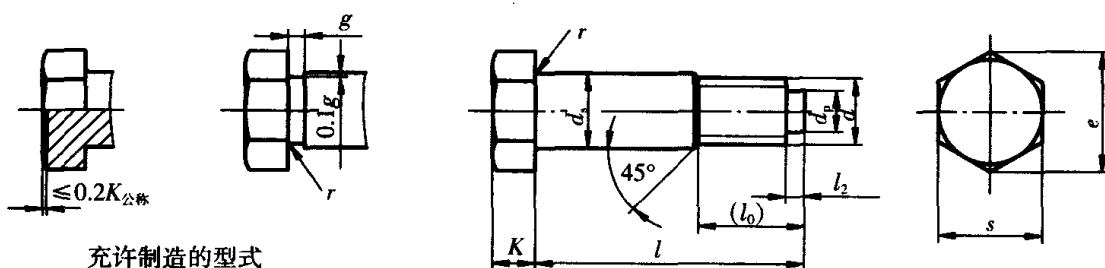
注: 1. A、B 为产品等级, A 级最精确, C 级最不精确。C 级产品详见 GB/T 5780、GB/T 5781。

2. l 系列中, M14 中的 55、56, M18 和 M20 中的 65, 全螺线中的 55、65 等规格尽量不采用。

3. 括号内为第二系列螺纹直径规格, 尽量不采用。

表 16-10 六角头铰制孔用螺栓 - A 和 B 级 (摘自 GB/T 27-1988)

mm



允许制造的形式

标记示例:

螺纹规格 $d = M12$ 、 d_s 尺寸按表 3-10 规定,公称长度 $l = 80$ 、机械性能 8.8 级、表面氧化处理、A 级的六角头铰制孔用螺栓的标记为:

螺栓 GB/T 27 M12 × 80

当 d_s 按 m6 制造时应标记为:螺栓 GB/T 27 M12 × m6 × 80

螺纹规格 d		M6	M8	M10	M12	(M14)	M16	(M18)	M20	(M22)	M24	(M27)	M30	M36	
$d_s(h9)$	max	7	9	11	13	15	17	19	21	23	25	28	32	38	
s	max	10	13	16	18	21	24	27	30	34	36	41	46	55	
K	公称	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	17	20	
r	min	0.25	0.4	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.8	0.8	0.8	1	1	1	
d_p		4	5.5	7	8.5	10	12	13	15	17	18	21	23	28	
l_2		1.5		2		3			4			5		6	
e_{min}	A	11.05	14.38	17.77	20.03	23.35	26.75	30.14	33.53	37.72	39.98	—	—	—	
	B	10.89	14.20	17.59	19.85	22.78	26.17	29.56	32.95	37.29	39.55	45.2	50.85	60.79	
g		2.5				3.5				5					
l_0		12	15	18	22	25	28	30	32	35	38	42	50	55	
l 范围		25 ~ 65	25 ~ 80	30 ~ 120	35 ~ 180	40 ~ 180	45 ~ 200	50 ~ 200	55 ~ 200	60 ~ 200	65 ~ 200	75 ~ 200	80 ~ 230	90 ~ 300	
l 系列		25, (28), 30, (32), 35, (38), 40, 45, 50, (55), 60, (65), 70, (75), 80, 85, 90, (95), 100 ~ 260(10 进位), 280, 300													

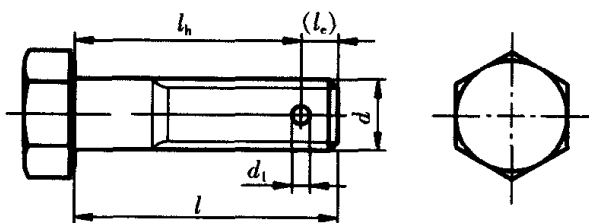
注:1. 技术条件见表 16-9。

2. 尽可能不采用括号内的规格。

3. 根据使用要求,螺栓上无螺纹部分杆径(d_s) 允许按 m6、u8 制造。

表 16-11 六角头螺杆带孔螺栓 - A 和 B 级 (摘自 GB/T 31.1-1986)

mm



标记示例:

螺纹规格 $d = M12$ 、公称长度 $l = 80$ 、性能等级为 8.8 级、不经表面处理、A 级的六角头螺杆带孔螺栓的标记为:

螺栓 GB/T 31.1 M12 × 80

该螺杆是在 GB/T 5782 的杆部制出开口销孔,其余的型式与尺寸按 GB/T 5782 规定,参见表 16-9。

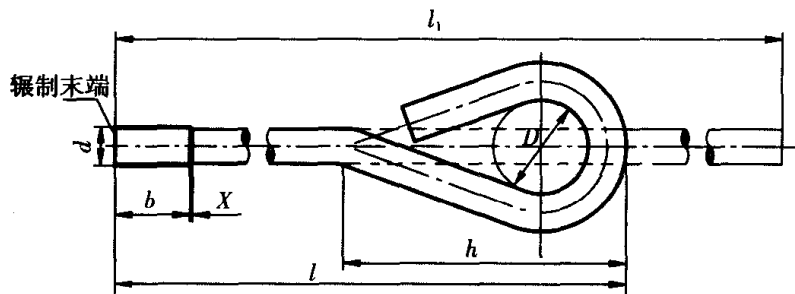
螺纹规格 d		M6	M8	M10	M12	(M14)	M16	(M18)	M20	(M22)	M24	(M27)	M30	M36
d_1	max	1.86	2.25	2.75	3.5	3.5	4.3	4.3	4.3	5.3	5.3	5.3	6.6	6.6
	min	1.6	2	2.5	3.2	3.2	4	4	4	5	5	5	6.3	6.3
l_c		3	4	4	5	5	6	6	6	7	7	8	9	10

注:1. l_c 数值是根据标准中 $l - l_h$ 得到的。

2. l_h 的公差按 +IT14。

表 16-12 地脚螺栓(摘自 GB/T 799-1988)

mm



标记示例:
 $d = 20, l = 400$ 、性能等级为 3.6 级、
 不经表面处理的地脚螺栓的标记为:
 螺栓 GB/T 799 M20 × 400

螺纹规格 d		M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42
b	max	27	31	36	40	50	58	68	80	94	106
	min	24	28	32	36	44	52	60	72	84	96
X	max	2.5	3.2	3.8	4.2	5	6.3	7.5	8.8	10	11.3
D		10	10	15	20	20	30	30	45	60	60
h		41	46	65	82	93	127	139	192	244	261
l_1		$l + 37$	$l + 37$	$l + 53$	$l + 72$	$l + 72$	$l + 110$	$l + 110$	$l + 165$	$l + 217$	$l + 217$
l 范围		80 ~ 160	120 ~ 220	160 ~ 300	160 ~ 400	220 ~ 500	300 ~ 600	300 ~ 800	400 ~ 1 000	500 ~ 1 000	600 ~ 1 250
l 系列		80, 120, 160, 220, 300, 400, 500, 600, 800, 1 000, 1 250									
技术条件		材料	力学性能等级			螺纹公差	产品等级	表面处理			
		钢	$d < 39, 3.6$ 级; $d > 39$, 按协议			8g	C	1. 不处理; 2. 氧化; 3. 镀锌			

表 16-13 螺栓、螺钉的拧入深度和螺纹尺寸(参考)

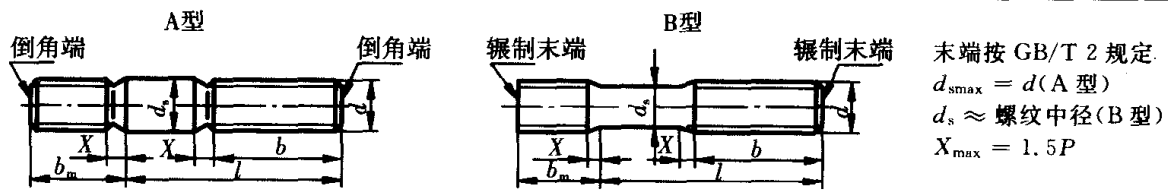
mm

d	用于钢或青铜				用于铸铁				用于铝			
	h	L	L_1	L_2	h	L	L_1	L_2	h	L	L_1	L_2
6	8	6	10	12	12	10	14	16	22	19	24	26
8	10	8	12	16	15	12	16	20	25	22	26	30
10	12	10	16	20	18	15	20	24	36	28	34	38
12	15	12	18	22	22	18	24	28	38	32	38	42
14	18	14	22	26	24	20	28	32	42	36	44	48
16	20	16	24	28	26	22	30	34	50	42	50	54
18	22	18	28	34	30	25	35	40	55	46	56	62
20	24	20	30	35	32	28	38	44	60	52	62	68
22	27	22	32	38	36	30	40	46	65	58	68	74
24	30	24	36	42	42	35	48	54	75	65	78	84
27	32	27	40	45	45	38	50	56	80	70	82	88
30	36	30	44	52	48	42	56	62	90	80	94	102
36	42	36	52	60	55	50	66	74	105	90	106	114

注: h 为内螺纹通孔长度; L 为双头螺柱或螺钉拧入深度。

16.3 螺柱与螺钉

表 16-14 双头螺柱 $b_m = d$ (摘自 GB/T 897-1988)、 $b_m = 1.25d$ (摘自 GB/T 898-1988)、 $b_m = 1.5d$ (摘自 GB/T 899-1988) mm



末端按 GB/T 2 规定。
 $d_{smax} = d$ (A型)
 $d_s \approx$ 螺纹中径(B型)
 $X_{max} = 1.5P$

标记示例:

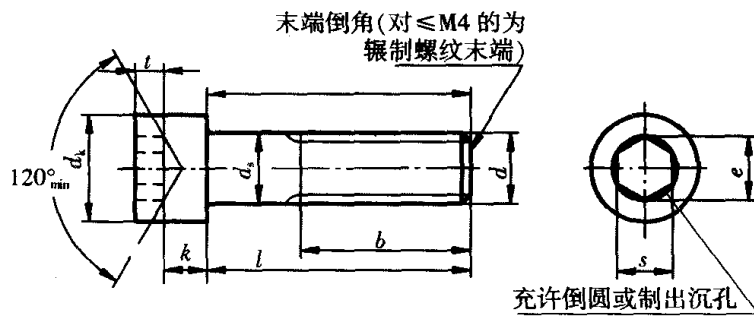
两端均为粗牙普通螺纹, $d = 10, l = 50$, 性能等级为 4.8 级、不经表面处理、B 型, $b_m = 1.25d$ 的双头螺柱的标记为: 螺柱 GB/T 898 M10 \times 50
 旋入机体一端为粗牙普通螺纹, 旋螺母一端为螺距 $P = 1$ 的细牙普通螺纹, $d = 10, l = 50$, 性能等级为 4.8 级、不经表面处理、A 型, $b_m = 1.25d$ 的双头螺柱的标记为: 螺柱 GB/T 898 AM10 - M10 \times 1 \times 50
 旋入机体一端为过渡配合螺纹的第一种配合, 旋螺母一端为粗牙普通螺纹, $d = 10, l = 50$, 性能等级为 8.8 级、镀锌钝化, B 型, $b_m = 1.25d$ 的双头螺柱的标记为: 螺柱 GB/T 898 GM10 - M10 \times 50 - 8.8 - Zn \cdot D

螺纹规格 d		M5	M6	M8	M10	M12	(M14)	M16
b_m (公称)	$b_m = d$	5	6	8	10	12	14	16
	$b_m = 1.25d$	6	8	10	12	15	18	20
	$b_m = 1.5d$	8	10	12	15	18	21	24
l (公称) b		$\frac{16 \sim 22}{10}$	$\frac{20 \sim 22}{10}$	$\frac{20 \sim 22}{12}$	$\frac{25 \sim 28}{14}$	$\frac{25 \sim 30}{16}$	$\frac{30 \sim 35}{18}$	$\frac{30 \sim 38}{20}$
		$\frac{25 \sim 50}{16}$	$\frac{25 \sim 30}{14}$	$\frac{25 \sim 30}{16}$	$\frac{30 \sim 38}{16}$	$\frac{32 \sim 40}{20}$	$\frac{38 \sim 45}{25}$	$\frac{40 \sim 55}{30}$
			$\frac{32 \sim 75}{18}$	$\frac{32 \sim 90}{22}$	$\frac{40 \sim 120}{26}$	$\frac{45 \sim 120}{30}$	$\frac{50 \sim 120}{34}$	$\frac{60 \sim 120}{38}$
					$\frac{130}{32}$	$\frac{130 \sim 180}{36}$	$\frac{130 \sim 180}{40}$	$\frac{130 \sim 200}{44}$
螺纹规格 d		(M18)	M20	(M22)	M24	(M27)	M30	M36
b_m (公称)	$b_m = d$	18	20	22	24	27	30	36
	$b_m = 1.25d$	22	25	28	30	35	38	45
	$b_m = 1.5d$	27	30	33	36	40	45	54
l (公称) b		$\frac{35 \sim 40}{22}$	$\frac{35 \sim 40}{25}$	$\frac{40 \sim 45}{30}$	$\frac{45 \sim 50}{30}$	$\frac{50 \sim 60}{35}$	$\frac{60 \sim 65}{40}$	$\frac{65 \sim 75}{45}$
		$\frac{45 \sim 60}{35}$	$\frac{45 \sim 65}{35}$	$\frac{50 \sim 70}{40}$	$\frac{55 \sim 75}{45}$	$\frac{65 \sim 85}{50}$	$\frac{70 \sim 90}{50}$	$\frac{80 \sim 110}{60}$
		$\frac{65 \sim 120}{42}$	$\frac{70 \sim 120}{46}$	$\frac{75 \sim 120}{50}$	$\frac{80 \sim 120}{54}$	$\frac{90 \sim 120}{60}$	$\frac{95 \sim 120}{66}$	$\frac{120}{78}$
		$\frac{130 \sim 200}{48}$	$\frac{130 \sim 200}{52}$	$\frac{130 \sim 200}{56}$	$\frac{130 \sim 200}{60}$	$\frac{130 \sim 200}{66}$	$\frac{130 \sim 200}{72}$	$\frac{130 \sim 200}{84}$
							$\frac{210 \sim 250}{85}$	$\frac{210 \sim 300}{97}$
公称长度 l 的系列		16、(18)、20、(22)、25、(28)、30、(32)、35、(38)、40、45、50、(55)、60、(65)、70、(75)、80、(85)、90、(95)、100 ~ 260(10 进位)、280、300						

注: 1. 尽可能不采用括号内的规格。GB/T 897 中的 M24、M30 为括号内的规格。
 2. GB/T 898 为商品紧固件品种, 应优先选用。
 3. 当 $b - b_m \leq 5$ mm 时, 旋螺母一端应制成倒圆端。

表 16-15 内六角圆柱头螺钉(摘自 GB/T 70.1-2000)

mm



标记示例:

螺纹规格 $d = M5$ 、公称长度 $l = 20$ mm、性能等级为 8.8 级、表面氧化的 A 级内六角圆柱头螺钉的标记:
螺钉 GB/T 70.1 M5 × 20

u (不完整螺纹的长度) $\leq 2P$

螺纹规格 d	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36
b (参考)	22	24	28	32	36	44	52	60	72	84
d_k (max)	8.5	10	13	16	18	24	30	36	45	54
e (min)	4.58	5.72	6.86	9.15	11.43	16	19.44	21.73	25.15	30.85
k (max)	5	6	8	10	12	16	20	24	30	36
s (公称)	4	5	6	8	10	14	17	19	22	27
t (min)	2.5	3	4	5	6	8	10	12	15.5	19
l 范围(公称)	8 ~ 50	10 ~ 60	12 ~ 80	16 ~ 100	20 ~ 120	25 ~ 160	30 ~ 200	40 ~ 200	45 ~ 200	55 ~ 200
制成全螺纹时 $l \leq$	25	30	35	40	45	55	65	80	90	110
l 系列(公称)	8, 10, 12, (14), 16, 20 ~ 50(5 进位), (55), 60, (65), 70 ~ 160(10 进位), 180, 200									

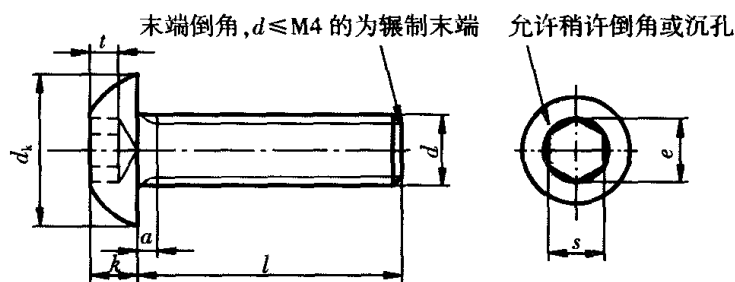
注:1. 括号内规格尽可能不采用。

2. 另有螺纹规格 M1.6、M2、M2.5、M3、M4、(M14)、M42、M48、M56、M64。

3. $e_{\min} = 1.14s_{\min}$ 。

表 16-16 内六角平圆头螺钉(摘自 GB/T 70.2-2000)

mm



标记示例:

螺纹规格 $d = M12$ 、公称长度 $l = 40$ mm、性能等级为 12.9 级、表面氧化的 A 级内六角平圆头螺钉的标记:
螺钉 GB/T 70.2 M12 × 40

螺纹规格 d	M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16
a (max)	1.0	1.4	1.6	2	2.5	3.0	3.5	4
d_k (max)	5.7	7.6	9.5	10.5	14.0	17.5	21.0	28.0
e (min)	2.3	2.87	3.44	4.58	5.72	6.86	9.15	11.43
k (max)	1.65	2.20	2.75	3.3	4.4	5.5	6.6	8.8
s (公称)	2	2.5	3	4	5	6	8	10
t (min)	1.04	1.3	1.56	2.08	2.6	3.12	4.16	5.2
l 范围(公称)	6 ~ 12	8 ~ 16	10 ~ 30	10 ~ 30	10 ~ 40	16 ~ 40	16 ~ 50	20 ~ 50

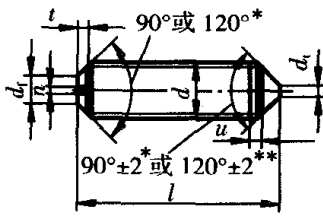
注:1. 括号内规格尽可能不采用。

2. $e_{\min} = 1.14s_{\min}$ 。

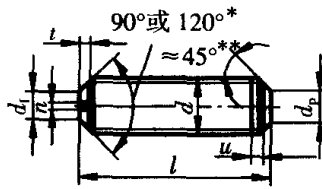
表 16-17 紧定螺钉

mm

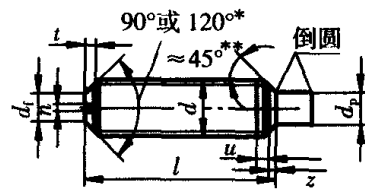
开槽锥端紧定螺钉(GB/T 71—1985)



开槽平端紧定螺钉(GB/T 73—1985)



开槽长圆柱端紧定螺钉(GB/T 75—1985)



标记示例:螺纹规格 $d = M5$ 、公称长度 $l = 12\text{mm}$ 、性能等级为 14H 级、表面氧化的开槽锥端紧定螺钉的标记为:

螺钉 GB/T 71 M5 × 12

标记示例:螺纹规格 $d = M5$ 、公称长度 $l = 12\text{mm}$ 、性能等级为 14H 级、表面氧化的开槽平端紧定螺钉的标记为:

螺钉 GB/T 73 M5 × 12

标记示例:螺纹规格 $d = M5$ 、公称长度 $l = 12\text{mm}$ 、性能等级为 14H 级、表面氧化的开槽长圆柱端紧定螺钉的标记为:

螺钉 GB/T 75 M5 × 12

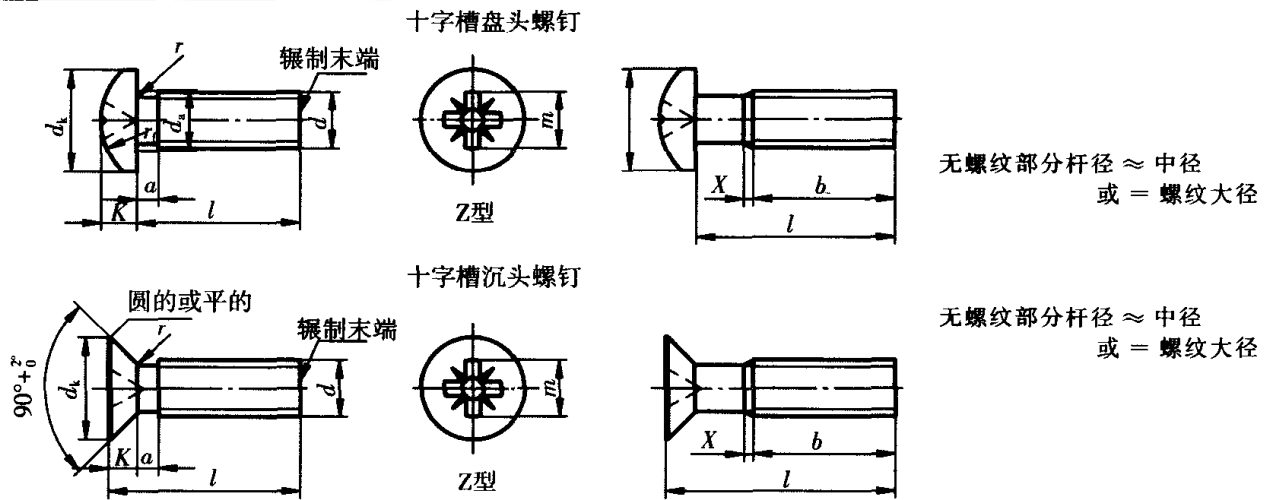
螺纹规格 d		M3	M4	M5	M6	M8	M10	M12
螺 距 P		0.5	0.7	0.8	1	1.25	1.5	1.75
$d_1 \approx$		螺 纹 小 径						
d_1	max	0.3	0.4	0.5	1.5	2	2.5	3
d_p	max	2	2.5	3.5	4	5.5	7	8.5
n	公称	0.4	0.6	0.8	1	1.2	1.6	2
t	min	0.8	1.12	1.28	1.6	2	2.4	2.8
z	max	1.75	2.25	2.75	3.25	4.3	5.3	6.3
不完整螺纹的长度 u		$\leq 2P$						
l 范围 (商品规格)	GB/T 71	4 ~ 16	6 ~ 20	8 ~ 25	8 ~ 30	10 ~ 40	12 ~ 50	14 ~ 60
	GB/T 73	3 ~ 16	4 ~ 20	5 ~ 25	6 ~ 30	8 ~ 40	10 ~ 50	12 ~ 60
	GB/T 75	5 ~ 16	6 ~ 20	8 ~ 25	8 ~ 30	10 ~ 40	12 ~ 50	14 ~ 60
	短螺钉	GB/T 73	3	4	5	6	—	—
	GB/T 75	5	6	8	8,10	10,12,14	12,14,16	14,16,20
公称长度 l 的系列		3,4,5,6,8,10,12,(14),16,20,25,30,35,40,45,50,(55),60						

注:1. 尽可能不采用括号内的规格。

2. 表图中,* 公称长度在表中 l 范围内的短螺钉应制成 120° ;

** 90° 或 120° 和 45° 仅适用于螺纹小径以内的末端部分。

表 16-18 十字槽盘头螺钉(摘自 GB/T 818-1985)、十字槽沉头螺钉(摘自 GB/T 819-1985) mm



标记示例：

螺纹规格 $d = M5$ 、公称长度 $l = 20$ 、性能等级为 4.8 级、不经表面处理的十字槽盘头螺钉(或十字槽沉头螺钉)的标记为：

螺钉 GB/T 818 M5 × 20 (或 GB/T 819 M5 × 20)

螺纹规格 d		M1.6	M2	M2.5	M3	M4	M5	M6	M8	M10	
螺距 P		0.35	0.4	0.45	0.5	0.7	0.8	1	1.25	1.5	
a	max	0.7	0.8	0.9	1	1.4	1.6	2	2.5	3	
b	min	25	25	25	25	38	38	38	38	38	
X	max	0.9	1	1.1	1.25	1.75	2	2.5	3.2	3.8	
十字槽盘头螺钉	d_a	max	2.1	2.6	3.1	3.6	4.7	5.7	6.8	9.2	11.2
	d_K	max	3.2	4	5	5.6	8	9.5	12	16	20
	K	max	1.3	1.6	2.1	2.4	3.1	3.7	4.6	6	7.5
	r	min	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.25	0.4	0.4
	r_f	≈	2.5	3.2	4	5	6.5	8	10	13	16
	m	参考	1.7	1.9	2.6	2.9	4.4	4.6	6.8	8.8	10
	l 商品规格范围		3 ~ 16	3 ~ 20	3 ~ 25	4 ~ 30	5 ~ 40	6 ~ 45	8 ~ 60	10 ~ 60	12 ~ 60
十字槽沉头螺钉	d_K	max	3	3.8	4.7	5.5	8.4	9.3	11.3	15.8	18.3
	K	max	1	1.2	1.5	1.65	2.7	2.7	3.3	4.65	5
	r	max	0.4	0.5	0.6	0.8	1	1.3	1.5	2	2.5
	m	参考	1.8	2	3	3.2	4.6	5.1	6.8	9	10
	l 商品规格范围		3 ~ 16	3 ~ 20	3 ~ 25	4 ~ 30	5 ~ 40	6 ~ 50	8 ~ 60	10 ~ 60	12 ~ 60
公称长度 l 的系列		3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, (14), 16, 20 ~ 60(5 进位)									
技术条件	材料	力学性能等级		螺纹公差		公差产品等级		表面处理			
	钢	4.8		6g		A		1. 不经处理 2. 镀锌钝化			

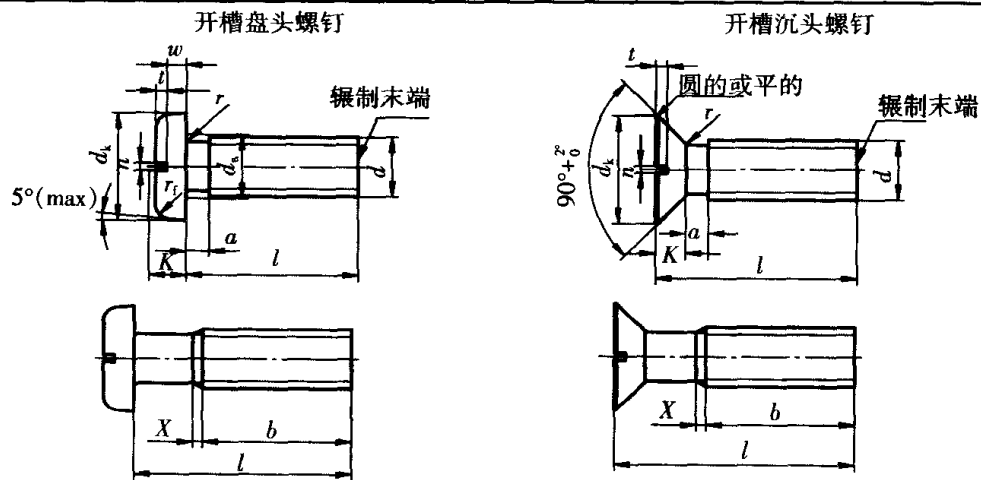
注：1. 公称长度 l 中的 (14), (55) 等规格尽可能不采用。

2. 对十字槽盘头螺钉, $d \leq M3, l \leq 25$ mm 或 $d > M4, l \leq 40$ mm 时, 制出全螺纹 ($b = l - a$);

对十字槽沉头螺钉, $d \leq M3, l \leq 30$ mm 或 $d \geq M4, l \leq 45$ mm 时, 制出全螺纹 [$b = l - (K + a)$].

表 16-19 开槽盘头螺钉(摘自 GB/T 67-1985)、开槽沉头螺钉(摘自 GB/T 68-1985)

mm



无螺纹部分杆径 ≈ 中径或 = 螺纹大径

标记示例:

螺纹规格 $d = M5$ 、公称长度 $l = 20$ 、性能等级为 4.8 级、不经表面处理的开槽盘头螺钉(或开槽沉头螺钉)的标记为:
螺钉 GB/T 67 M5 × 20(或 GB/T 68 M5 × 20)

螺纹规格 d		M1.6	M2	M2.5	M3	M4	M5	M6	M8	M10	
螺距 P		0.35	0.4	0.45	0.5	0.7	0.8	1	1.25	1.5	
a	max	0.7	0.8	0.9	1	1.4	1.6	2	2.5	3	
b	min	25	25	25	25	38	38	38	38	38	
n	公称	0.4	0.5	0.6	0.8	1.2	1.2	1.6	2	2.5	
X	max	0.9	1	1.1	1.25	1.75	2	2.5	3.2	3.8	
开槽盘头螺钉	d_K	max	3.2	4	5	5.6	8	9.5	12	16	20
	d_a	max	2.1	2.6	3.1	3.6	4.7	5.7	6.8	9.2	11.2
	K	max	1	1.3	1.5	1.8	2.4	3	3.6	4.8	6
	r	min	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.25	0.4	0.4
	r_f	参考	0.5	0.6	0.8	0.9	1.2	1.5	1.8	2.4	3
	t	min	0.35	0.5	0.6	0.7	1	1.2	1.4	1.9	2.4
	w	min	0.3	0.4	0.5	0.7	1	1.2	1.4	1.9	2.4
l 商品规格范围		2~16	2.5~20	3~25	4~30	5~40	6~50	8~60	10~80	12~80	
开槽沉头螺钉	d_K	max	3	3.8	4.7	5.5	8.4	9.3	11.3	15.8	18.3
	K	max	1	1.2	1.5	1.65	2.7	2.7	3.3	4.65	5
	r	max	0.4	0.5	0.6	0.8	1	1.3	1.5	2	2.5
	t	min	0.32	0.4	0.5	0.6	1	1.1	1.2	1.8	2
l 商品规格范围		2.5~16	3~20	4~25	5~30	6~40	8~50	8~60	10~80	12~80	
公称长度 l 的系列		2, 2.5, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, (14), 16, 20 ~ 80(5 进位)									
技术条件	材料	力学性能等级			螺纹公差		公差产品等级		表面处理		
	钢	4.8, 5.8			6g		A		1. 不经处理 2. 镀锌钝化		

注: 1. 公称长度 l 中的 (14)、(55)、(65)、(75) 等规格尽可能不采用。

2. 对开槽盘头螺钉, $d \leq M3, l \leq 30$ mm 或 $d \geq M4, l \leq 40$ mm 时, 制出全螺纹 ($b = l - a$);

对开槽沉头螺钉, $d \leq M3, l \leq 30$ mm 或 $d \geq M4, l \leq 45$ mm 时, 制出全螺纹 [$b = l - (K + a)$].

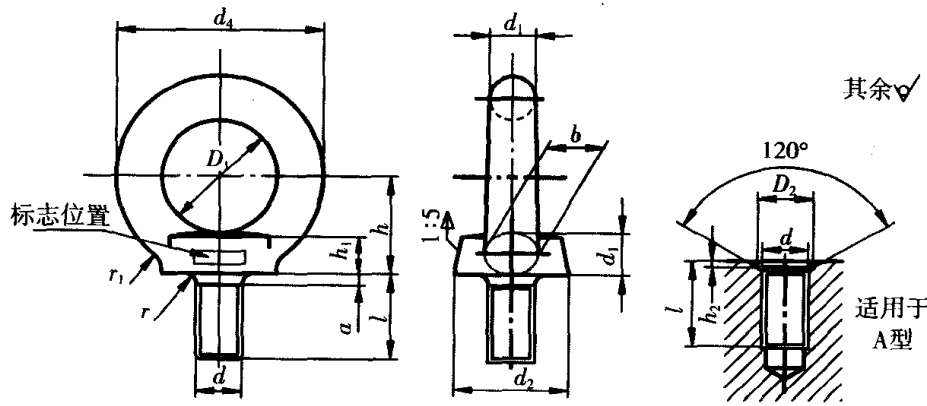
表 16-20 十字槽盘头自攻螺钉(摘自 GB/T 845-1985)、十字槽沉头自攻螺钉(摘自 GB/T 846-1985)和十字槽半沉头自攻螺钉(摘自 GB/T 847-1985)

螺纹规格		ST2.2	ST2.9	ST3.5	ST4.2	ST4.8	ST5.5	ST6.3	ST8	ST9.5		
螺距 P		0.8	1.1	1.3	1.4	1.6	1.8		2.1			
a	max	0.8	1.1	1.3	1.4	1.6	1.8		2.1			
dk	max	4	5.6	7	8	9.5	11	12	16	20		
		3.8	5.5	7.3	8.4	9.3	10.3	11.3	15.8	18.3		
k	max	1.6	2.4	2.6	3.1	3.7	4	4.6	6	7.5		
		1.1	1.7	2.35	2.6	2.8	3	3.15	4.65	5.25		
y(参考)	C 型	2	2.6	3.2	3.7	4.3	5	6	7.5	8		
	F 型	1.6	2.1	2.5	2.8	3.2	3.6		4.2			
十字槽槽号 No		0	1	2			3		4			
十字槽插入深度	H 型	GB/T 845	min	0.85	1.4		1.9	2.4	2.6	3.1	4.15	5.2
			max	1.2	1.8	1.9	2.4	2.9	3.1	3.6	4.7	5.8
	Z 型		min	0.95	1.45	1.5	1.95	2.3	2.55	3.05	4.05	5.25
			max	1.2	1.75	1.9	2.35	2.75	3	3.5	4.5	5.7
	H 型	GB/T 846	min	0.9	1.7	1.9	2.1	2.7	2.8	3	4	5.1
			max	1.2	2.1	2.4	2.6	3.2	3.3	3.5	4.6	5.7
	Z 型		min	0.95	1.6	1.75	2.05	2.6	2.75	3	4.15	5.2
			max	1.2	2	2.2	2.5	3.05	3.2	3.45	4.6	5.56
H 型	GB/T 847	min	1.2	1.8	2.25	2.7	2.9	2.95	3.5	4.75	5.5	
		max	1.5	2.2	2.75	3.2	3.4	3.45	4	5.25	6	
Z 型		min	1.15	1.8	2.25	2.65	2.9	2.95	3.4	4.75	5.6	
		max	1.4	2.1	2.7	3.1	3.35	3.4	3.85	5.2	6.05	
① 长度范围	GB/T 845		4.5 ~ 16	6.5 ~ 19	9.5 ~ 25	9.5 ~ 32	9.5 ~ 38	13 ~ 38		16 ~ 50		
	GB/T 846 GB/T 847		4.5 ~ 16	6.5 ~ 19	9.5 ~ 25	9.5 ~ 32		13 ~ 38		16 ~ 50		
螺纹规格		ST2.2	ST2.9	ST3.5	ST4.2	ST4.8	ST5.5	ST6.3	ST8	ST9.5		
表面处理		镀锌钝化										

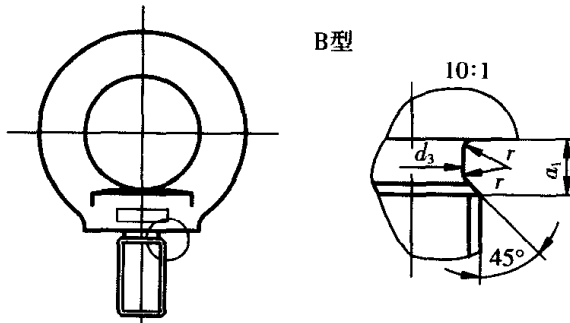
标记示例：
 螺纹规格 ST3.5、公称长度 $l = 16\text{mm}$ 、H 型槽、表面镀锌钝化的 C 型十字槽盘头自攻螺钉标记为：
 自攻螺钉 GB/T 845 ST3.5 × 16

注：① 长度系列(单位为 mm)为 4.5、6.5、9.5、13、16、19、22、25、32、38、45、50。

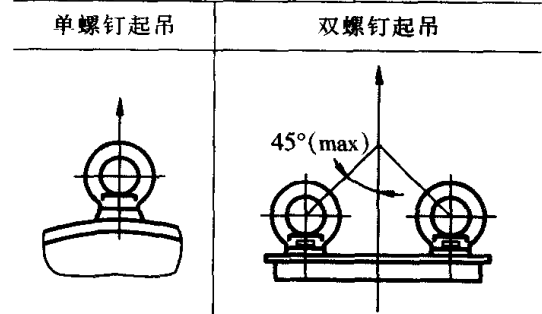
表 16-21 吊环螺钉(摘自 GB/T 825-1988)



标记示例：
规格为 20 mm、材料为 20 钢、经正火处理、不经表面处理的 A 型吊环螺钉的标记为：
螺钉 GB/T 825 M20



起吊方式



螺纹规格(d)		M8	M10	M12	M16	M20	M24	M30	M36	M42	M48	
d_1	max	9.1	11.1	13.1	15.2	17.4	21.4	25.7	30	34.4	40.7	
D_1	公称	20	24	28	34	40	48	56	67	80	95	
d_2	max	21.1	25.1	29.1	35.2	41.4	49.4	57.7	69	82.4	97.7	
h_1	max	7	9	11	13	15.1	19.1	23.2	27.4	31.7	36.9	
l	公称	16	20	22	28	35	40	45	55	65	70	
d_1	参考	36	44	52	62	72	88	104	123	144	171	
h		18	22	26	31	36	44	53	63	74	87	
r_1		4	4	6	6	8	12	15	18	20	22	
r	min	1	1	1	1	1	2	2	3	3	3	
a_1	max	3.75	4.5	5.25	6	7.5	9	10.5	12	13.5	15	
d_3	公称(max)	6	7.7	9.4	13	16.4	19.6	25	30.8	35.6	41	
a	max	2.5	3	3.5	4	5	6	7	8	9	10	
b		10	12	14	16	19	24	28	32	38	46	
D_2	公称(min)	13	15	17	22	28	32	38	45	52	60	
h_2	公称(min)	2.5	3	3.5	4.5	5	7	8	9.5	10.5	11.5	
最大起吊重量 t	单螺钉起吊	(参见右上图)	0.16	0.25	0.4	0.63	1	1.6	2.5	4	6.3	8
	双螺钉起吊		0.08	0.125	0.2	0.32	0.5	0.8	1.25	2	3.2	4
减速器类型		一级圆柱齿轮减速器						二级圆柱齿轮减速器				
中心距 a		100	125	160	200	250	315	100×140	140×200	180×250	200×280	250×355
重量 W/kN		0.26	0.52	1.05	2.1	4	8	1	2.6	4.8	6.8	12.5

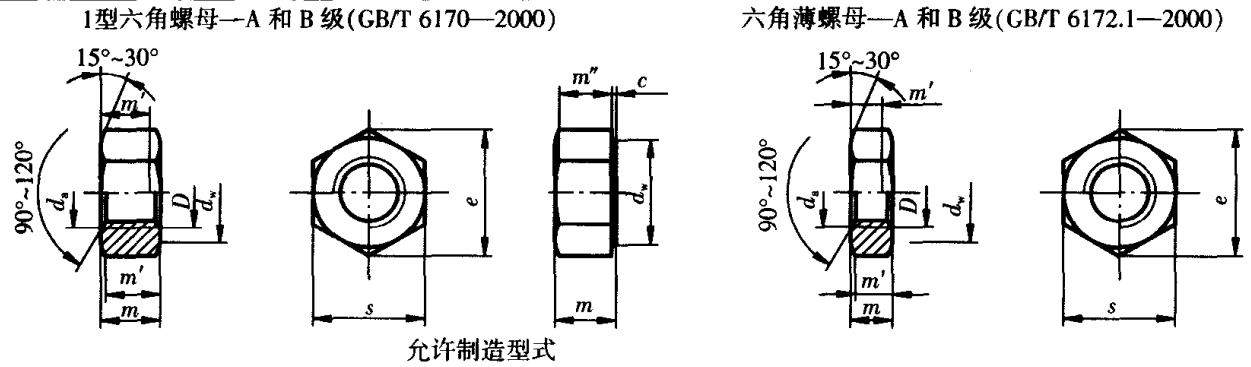
注:1. M8 ~ M36 为商品规格。

2. “减速器重量 W” 非 GB/T 825 内容, 仅供课程设计参考用。

16.4 螺 母

表 16-22 六角螺母(摘自 GB/T 6170—2000、GB/T 6172.1—2000)

mm



允许制造型式

标记示例:螺纹规格 $D = M12$ 、性能等级为 10 级、不经表面处理、A 级的 1 型六角螺母的标记为:

螺母 GB/T 6170 M12

标记示例:螺纹规格 $D = M12$ 、性能等级为 04 级、不经表面处理、A 级的六角薄螺母的标记为:

螺母 GB/T 6172.1 M12

螺纹规格 D	d_a		d_w	e	GB/T 6170							GB/T 6172				
					c	m		m'	m''	s		m		m'	s	
	min	max	min	min	max	max	min	min	min	max	min	max	min	min	max	min
M3	3	3.45	4.6	6.01	0.4	2.4	2.15	1.7	1.5	5.5	5.32	1.8	1.55	1.24	5.5	5.32
M4	4	4.6	5.9	7.66		3.2	2.9	2.3	2	7	6.78	2.2	1.95	1.56	7	6.78
M5	5	5.75	6.9	8.79	0.5	4.7	4.4	3.5	3.1	8	7.78	2.7	2.45	1.96	8	7.78
M6	6	6.75	8.9	11.05		5.2	4.9	3.9	3.4	10	9.78	3.2	2.9	2.32	10	9.78
M8	8	8.75	11.6	14.38	0.6	6.8	6.44	5.1	4.5	13	12.73	4	3.7	2.96	13	12.73
M10	10	10.8	14.6	17.77		8.4	8.04	6.4	5.6	16	15.73	5	4.7	3.76	16	15.73
M12	12	13	16.6	20.03		10.8	10.37	8.3	7.3	18	17.73	6	5.7	4.56	18	17.73
M16	16	17.3	22.5	26.75	0.8	14.8	14.1	11.3	9.9	24	23.67	8	7.42	5.94	24	23.67
M20	20	21.6	27.7	32.95		18	16.9	13.5	11.8	30	29.16	10	9.10	7.28	30	29.16
M24	24	25.9	33.2	39.55		21.5	20.0	16.2	14.1	36	35	12	10.9	8.72	36	35
M30	30	32.4	42.7	50.85		25.6	24.3	19.4	17	46	45	15	13.9	11.1	46	45
M36	36	38.9	51.1	60.79		31	29.4	23.5	20.6	55	53.8	18	16.9	13.5	55	53.8

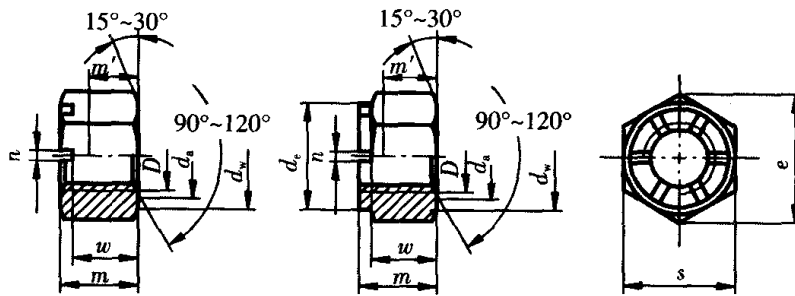
注:1. A 级用于 $D \leq 16$ 的螺母、B 级用于 $D > 16$ 的螺母。

2. 本表所列部分优选螺纹规格,其他还有:M1.6、M2.5、M4.2、M4.8、M5.6、M6.4。

3. GB/T 6172.1—2000 代替了 GB/T 6172—1986,新增 GB/T 6172.2—2000《非金属嵌件六角锁紧薄螺母》,本表未摘录。

表 16-23 1型六角开槽螺母—A和B级(摘自 GB/T 6178—1986)

mm



标记示例: 螺纹规格 $D = M5$ 、性能等级为 8 级、不经表面处理、A 级的 1 型六角开槽螺母的标记为:

螺母 GB/T 6178 M5

螺纹规格 D	M4	M5	M6	M8	M10	M12	(M14)	M16	M20	M24	M30	M36	
d_a	min	4	5	6	8	10	12	14	16	20	24	30	36
	max	4.6	5.75	6.75	8.75	10.8	13	15.1	17.3	21.6	25.9	32.4	38.9
d_e	max	—	—	—	—	—	—	—	28	34	42	50	
	min	—	—	—	—	—	—	—	27.16	33	41	49	
d_w	min	5.9	6.9	8.9	11.6	14.6	16.6	19.6	22.5	27.7	33.2	42.7	51.1
e	min	7.66	8.79	11.05	14.38	17.77	20.03	23.35	26.75	32.95	39.55	50.85	60.79
m	max	5	6.7	7.7	9.8	12.4	15.8	17.8	20.8	24	29.5	34.6	40
	min	4.7	6.4	7.34	9.44	11.97	15.37	17.37	20.28	23.16	28.66	33.6	39
m'	min	2.32	3.52	3.92	5.15	6.43	8.3	9.68	11.28	13.52	16.16	19.44	23.52
n	min	1.2	1.4	2	2.5	2.8	3.5	3.5	4.5	4.5	5.5	7	7
	max	1.8	2	2.6	3.1	3.4	4.25	4.25	5.7	5.7	6.7	8.5	8.5
s	max	7	8	10	13	16	18	21	24	30	36	46	55
	min	6.78	7.78	9.78	12.73	15.73	17.73	20.67	23.67	29.16	35	45	53.8
w	max	3.2	4.7	5.2	6.8	8.4	10.8	12.8	14.8	18	21.5	25.6	31
	min	2.9	4.4	4.9	6.44	8.04	10.37	12.37	14.37	17.37	20.88	24.98	30.38
开口销	1×10	1.2×12	1.6×14	2×16	2.5×20	3.2×22	3.2×25	4×28	4×36	5×40	6.3×50	6.3×63	

注: 1. 尽可能不采用括号内的规格。

2. A 级用于 $D \leq M16$ 的螺母, B 级用于 $D > M16$ 的螺母。

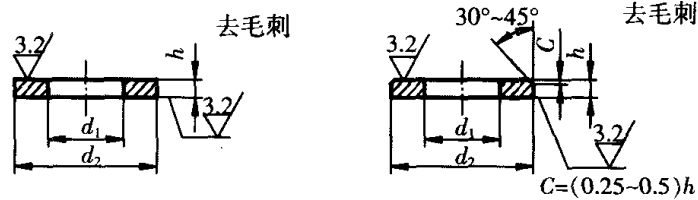
16.5 垫 圈

表 16-24 小垫圈、平垫圈

mm

小垫圈—A级(GB/T 848—1985 摘录)
平垫圈—A级(GB/T 97.1—1985 摘录)

平垫圈—倒角型—A级
(GB/T 97.2—1985 摘录)



标记示例:

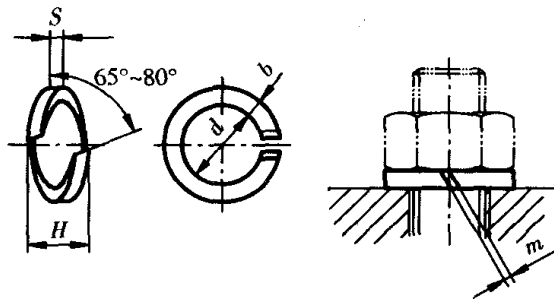
小系列(或标准系列)、公称尺寸 $d = 8$ 、性能等级为 140HV 级、不经表面处理的小垫圈(或平垫圈,或倒角型平垫圈)的标记为:

垫圈 GB/T 848 8-140HV(或 GB/T 97.1 8-140HV,或 GB/T 97.2 8-140HV)

公称尺寸(螺纹规格 d)		1.6	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	14	16	20	24	30	36											
d_1	GB/T 848—1985	1.7	2.2	2.7	3.2	4.3	5.3	6.4	8.4	10.5	13	15	17	21	25	31	37											
	GB/T 97.1—1985	—	—	—	—	—																						
	GB/T 97.2—1985	—	—	—	—	—																						
d_2	GB/T 848—1985	3.5	4.5	5	6	8	9	11	15	18	20	24	28	34	39	50	60											
	GB/T 97.1—1985	4	5	6	7	9												10	12	16	20	24	28	30	37	44	56	66
	GB/T 97.2—1985	—	—	—	—	—												—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
h	GB/T 848—1985	0.3	0.3	0.5	0.5	0.5	1	1.6	1.6	1.6	2	2.5	2.5	3	3	4	4	5										
	GB/T 97.1—1985					0.8				2	2.5																	
	GB/T 97.2—1985					—				—	—		—						—	—	—	—	—					

表 16-25 标准型弹簧垫圈(摘自 GB/T 93—1987)、轻型弹簧垫圈(摘自 GB/T 859—1987)

mm



标记示例:

规格为 16、材料为 65Mn、表面氧化的标准型(或轻型)弹簧垫圈的标记为:

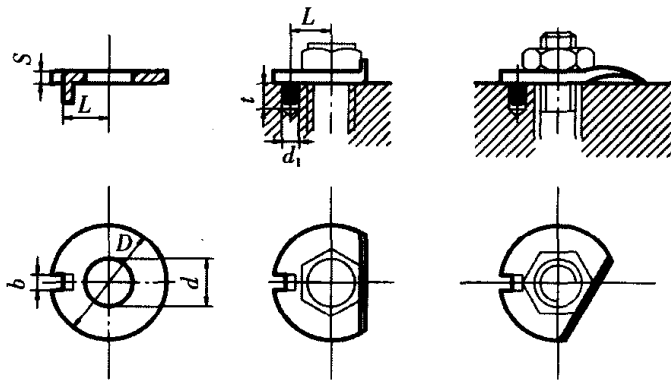
垫圈 GB/T 93 16
(或 GB/T 859 16)

规格(螺纹大径)		3	4	5	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	(33)	36	
GB/T 93—1987	$S(b)$ 公称	0.8	1.1	1.3	1.6	2.1	2.6	3.1	3.6	4.1	4.5	5.0	5.5	6.0	6.8	7.5	8.5	9	
	H	min	1.6	2.2	2.6	3.2	4.2	5.2	6.2	7.2	8.2	9	10	11	12	13.6	15	17	18
		max	2	2.75	3.25	4	5.26	6.2	7.72	9	10.25	11.25	12.5	13.75	15	17	18.75	21.25	22.5
	m	\leq	0.4	0.55	0.65	0.8	1.05	1.3	1.55	1.8	2.05	2.25	2.5	2.75	3	3.4	3.75	4.25	4.5
GB/T 859—1987	S 公称	0.6	0.8	1.1	1.3	1.6	2	2.5	3	3.2	3.6	4	4.5	5	5.5	6	—	—	
	b 公称	1	1.2	1.5	2	2.5	3	3.5	4	4.5	5	5.5	6	7	8	9	—	—	
	H	min	1.2	1.6	2.2	2.6	3.2	4	5	6	6.4	7.2	8	9	10	11	12	—	—
		max	1.5	2	2.75	3.25	4	5	6.25	7.5	8	9	10	11.25	12.5	13.75	15	—	—
m	\leq	0.3	0.4	0.55	0.65	0.8	1.0	1.25	1.5	1.6	1.8	2.0	2.25	2.5	2.75	3.0	—	—	

注:尽可能不采用括号内的规格。

表 16-26 外舌止动垫圈(摘自 G/T 856-1988)

mm



标记示例:
规格为 10、材料为 Q235-A、经退火、
不经表面处理的外舌止动垫圈的标记
为:

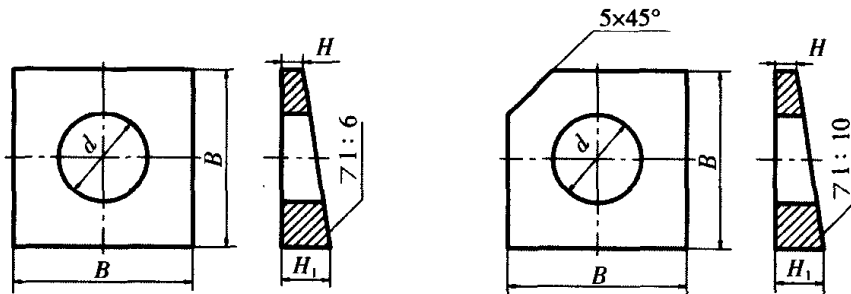
垫圈 GB/T 856 10

规格 (螺纹大径)	3	4	5	6	8	10	12	(14)	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	36	
d	max	3.5	4.5	5.6	6.76	8.76	10.93	13.43	15.43	17.43	19.52	21.52	23.52	25.52	28.52	31.62	37.62
	min	3.2	4.2	5.3	6.4	8.4	10.5	13	15	17	19	21	23	25	28	31	37
D	max	12	14	17	19	22	26	32	32	40	45	45	50	50	58	63	75
	min	11.57	13.57	16.57	18.48	21.48	25.48	31.38	31.38	39.38	44.38	44.38	49.38	49.38	57.26	62.26	74.26
b	max	2.5	2.5	3.5	3.5	3.5	4.5	4.5	4.5	5.5	6	6	7	7	8	8	11
	min	2.25	2.25	3.2	3.2	3.2	4.2	4.2	4.2	5.2	5.7	5.7	6.64	6.64	7.64	7.64	10.57
L	4.5	5.5	7	7.5	8.5	10	12	12	15	18	18	20	20	23	25	31	
S	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	1	1	1	1	1	1	1	1.5	1.5	1.5	
d ₁	3	3	4	4	4	5	5	5	6	7	7	8	8	9	9	12	
t	3	3	4	4	4	5	6	6	6	7	7	7	7	10	10	10	

注:尽可能不采用括号内的规格。

表 16-27 工字钢、槽钢用方斜垫圈

mm



标记示例:

规格为 16、材料为 Q235-A、不经表面处理
的工字钢用(槽钢用)方斜垫圈的标记为:

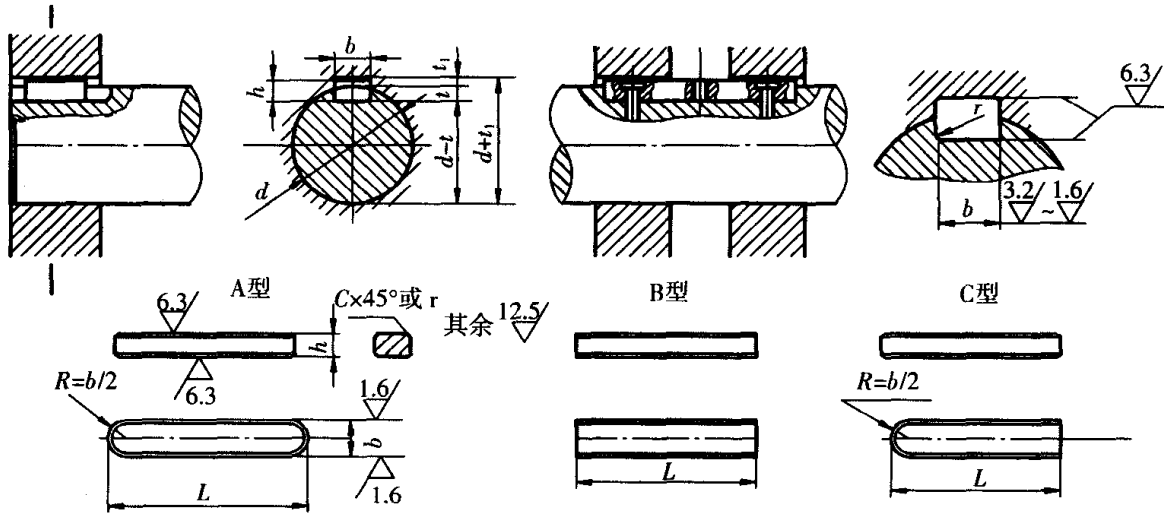
垫圈 GB/T 852 16(GB/T 853 16)

规格 (螺纹大径)	6	8	10	12	16	(18)	20	(22)	24	(27)	30	36
d	max	6.96	9.36	11.43	13.93	17.93	20.52	22.52	24.52	26.52	30.52	39.62
	min	6.6	9	11	13.5	17.5	20	22	24	26	30	33
B	16	18	22	28	35	40	40	40	50	50	60	70
H	2						3					
H1	GB/T 852	4.7	5.0	5.7	6.7	7.7	9.7	9.7	9.7	11.3	11.3	14.7
	GB/T 853	3.6	3.8	4.2	4.8	5.4	7	7	7	8	8	10

注:尽可能不采用括号内的规格。

16.6 键与销

表 16-28 平键联接的剖面图和键槽 (摘自 GB/T 1095-1979)、
普通平键的形式和尺寸 (摘自 GB/T 1096-1979)



标记示例:

键 16×100 GB/T 1096 [圆头普通平键(A型), $b=16, h=10, L=100$]

键 B16×100 GB/T 1096 [平头普通平键(B型), $b=16, h=10, L=100$]

键 C16×100 GB/T 1096 [单圆头普通平键(C型), $b=16, h=10, L=100$]

轴 公称直径 d	键 公称尺寸 $b \times h$	键 槽												
		公称 尺寸 b	宽度 b						深 度				半径 r	
			极限偏差						轴 t		毂 t_1			
			较松键联结		一般键联结		较紧键联结		公称 尺寸	极限 偏差	公称 尺寸	极限 偏差		
轴 H9	毂 D10	轴 N9	毂 Js9	轴和毂 P9	公称 尺寸	极限 偏差	公称 尺寸	极限 偏差	最小	最大				
自 6~8	2×2	2	+0.025	+0.060	-0.004	±0.0125	-0.006	1.2	+0.1 0	1	+0.1 0	0.08	0.16	
> 8~10	3×3	3	0	+0.020	-0.029	-0.031	1.8	1.4						
> 10~12	4×4	4	+0.030	+0.078	0	±0.015	-0.012	2.5		1.8				
> 12~17	5×5	5	0	+0.030	-0.030	-0.042	3.0	3.0	2.3	0.16	0.25			
> 17~22	6×6	6	+0.036	+0.098	0	±0.018	-0.015	4.0	3.3					
> 22~30	8×7	8	0	+0.040	-0.036	-0.051	5.0	3.3						
> 30~38	10×8	10	+0.043	+0.120	0	±0.0215	-0.018	5.5	+0.2 0	3.8	+0.2 0	0.25	0.40	
> 38~44	12×8	12	0	+0.050	-0.043	-0.061	6.0	4.3						
> 44~50	14×9	14	+0.052	+0.149	0	±0.026	-0.022	7.0		4.4				
> 50~58	16×10	16	0	+0.065	-0.052	-0.074	7.5	4.9	0.40	0.60				
> 58~65	18×11	18	+0.052	+0.149	0	±0.026	-0.022	9.0			5.4			
> 65~75	20×12	20	0	+0.065	-0.052	-0.074	9.0	5.4						
> 75~85	22×14	22	+0.052	+0.149	0	±0.026	-0.022	10.0	6.4					
> 85~95	25×14	25	0	+0.065	-0.052	-0.074	9.0	5.4						
> 95~110	28×16	28					10.0	6.4						

注: 1. 在工作图中, 轴槽深用 t 或 $(d-t)$ 标注, 轮毂槽深用 $(d+t_1)$ 标注。

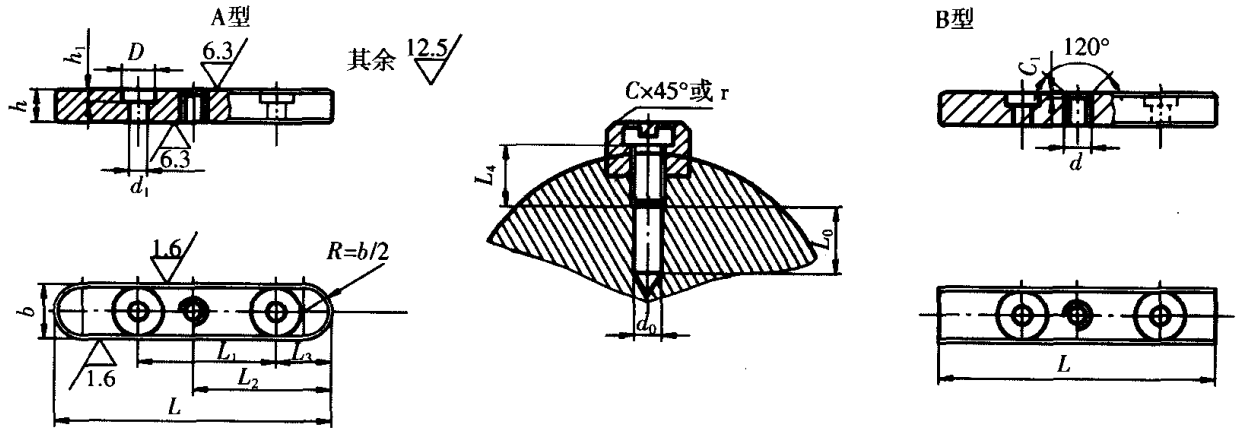
2. $(d-t)$ 和 $(d+t_1)$ 两组组合尺寸的极限偏差按相应的 t 和 t_1 极限偏差选取, 但 $(d-t)$ 极限偏差值应取负号(-)。

3. 键尺寸的极限偏差 b 为 h9, h 为 h11, L 为 h14。

4. 平键常用材料为 45 钢。

5. 本标准经 1990 年确认有效。

表 16-29 导向平键的型式和尺寸(摘自 GB/T 1097-1979)



标记示例:

键 16×100 GB/T 1097[圆头导向平键(A型), b=16, h=10, L=100]

键 B16×100 GB/T 1097[平头导向平键(B型), b=16, h=10, L=100]

b	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32
h	7	8	8	9	10	11	12	14	14	16	18
C或r	0.25~0.4	0.40~0.60					0.60~0.80				
h ₁	2.4	3	3.5	4.5			6	7			
d	M3	M4	M5	M6			M8	M10			
d ₁	3.4	4.5	5.5	6.6			9	11			
D	6	8.5	10	12			15	18			
c ₁	0.3	0.5									
L ₀	7	8	10			12		15	18		
螺钉 (d ₀ ×L ₄)	M3×8	M3×10	M4×10	M5×10		M6×12		M6×16	M8×16		M10×20
L	25~90	25~110	28~140	36~160	45~180	50~200	56~220	63~250	70~280	80~320	90~360

L, L₁, L₂, L₃ 对应长度系列

L	25	28	32	36	40	45	50	56	63	70	80	90	100	110	125	140	160	180	200	220	250	280	320	360
L ₁	13	14	16	18	20	23	26	30	35	40	48	54	60	66	75	80	90	100	110	120	140	160	180	200
L ₂	12.5	14	16	18	20	22.5	25	28	31.5	35	40	45	50	55	62	70	80	90	100	110	125	140	160	180
L ₃	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	18	20	22	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80

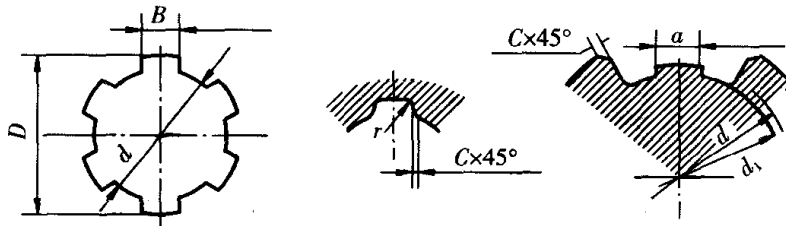
注:1. 固定用螺钉应符合 GB/T 65《开槽圆柱头螺钉》的规定。

2. 键的截面尺寸(b×h)的选取及键槽尺寸见表 16-28。

3. 导向平键常用材料为 45 钢。

4. 本标准经 1990 年确认有效。

表 16-30 矩形花键尺寸、公差(摘自 GB/T 1144-1987)



标记示例:花键, $N = 6, d = 23 \frac{H7}{f7}, D = 26 \frac{H10}{a11}, B = 6 \frac{H11}{d10}$ 的标记为:

花键副: $6 \times 23 \frac{H7}{f7} \times 26 \frac{H10}{a11} \times 6 \frac{H11}{d10}$ GB/T 1144

内花键: $6 \times 23H7 \times 26H10 \times 6H11$ GB/T 1144

外花键: $6 \times 23f7 \times 26a11 \times 6d10$ GB/T 1144

小径 d	轻 系 列					中 系 列				
	规格 $N \times d \times D \times B$	C	r	参 考		规格 $N \times d \times D \times B$	C	r	参 考	
				d_{1min}	a_{min}				d_{1min}	a_{min}
18						6 × 18 × 22 × 5			16.6	1.0
21						6 × 21 × 25 × 5	0.3	0.2	19.5	2.0
23	6 × 23 × 26 × 6	0.2	0.1	22	3.5	6 × 23 × 28 × 6			21.2	1.2
26	6 × 26 × 30 × 6	0.3	0.2	24.5	3.8	6 × 26 × 32 × 6	0.4	0.3	23.6	1.2
28	6 × 28 × 32 × 7			26.6	4.0	6 × 28 × 34 × 7			25.3	1.4
32	8 × 32 × 36 × 6			30.3	2.7	8 × 32 × 38 × 6			29.4	1.0
36	8 × 36 × 40 × 7			34.4	3.5	8 × 36 × 42 × 7			33.4	1.0
42	8 × 42 × 46 × 8	0.4	0.3	40.5	5.0	8 × 42 × 48 × 8	0.5	0.4	39.4	2.5
46	8 × 46 × 50 × 9			44.6	5.7	8 × 46 × 54 × 9			42.6	1.4
52	8 × 52 × 58 × 10			49.6	4.8	8 × 52 × 60 × 10			48.6	2.5
56	8 × 56 × 62 × 10			53.5	6.5	8 × 56 × 65 × 10			52.0	2.5
62	8 × 62 × 68 × 12	0.6	0.5	59.7	7.3	8 × 62 × 72 × 12	0.6	0.5	57.7	2.4
72	10 × 72 × 78 × 12			69.6	5.4	10 × 72 × 82 × 12			67.4	1.0
82	10 × 82 × 88 × 12			79.3	8.5	10 × 82 × 92 × 12			77.0	2.9
92	10 × 92 × 98 × 14			89.6	9.9	10 × 92 × 102 × 14			87.3	4.5
102	10 × 102 × 108 × 16			99.6	11.3	10 × 102 × 112 × 16			97.7	6.2

内、外花键的尺寸公差带

内花键				外花键			装配型式
d	D	B		d	D	B	
		拉削后不热处理	拉削后热处理				

一般用公差带

H7	H10	H9	H11	f7	a11	d10	滑 动
				g7		f9	紧滑动
				h7		h10	固 定

精密传动用公差带

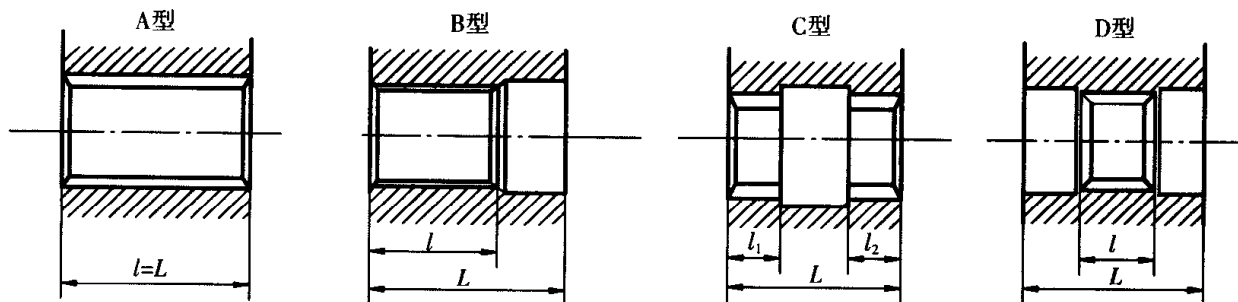
H5	H10	H7、H9		f5	a11	d8	滑 动
				g5		f7	紧滑动
h5				h8		固 定	
f6				d8		滑 动	
H6				g6		f7	紧滑动
	h6	d8	固 定				

注:1. N —键数, D —大径, B —键宽, d_1 和 a 值仅适用于展成法加工。

2. 精密传动用的内花键, 当需要控制键侧配合间隙时, 槽宽可选用 H7, 一般情况下可选用 H9。

3. d 为 H6 和 H7 的内花键, 允许与提高一级的外花键配合。

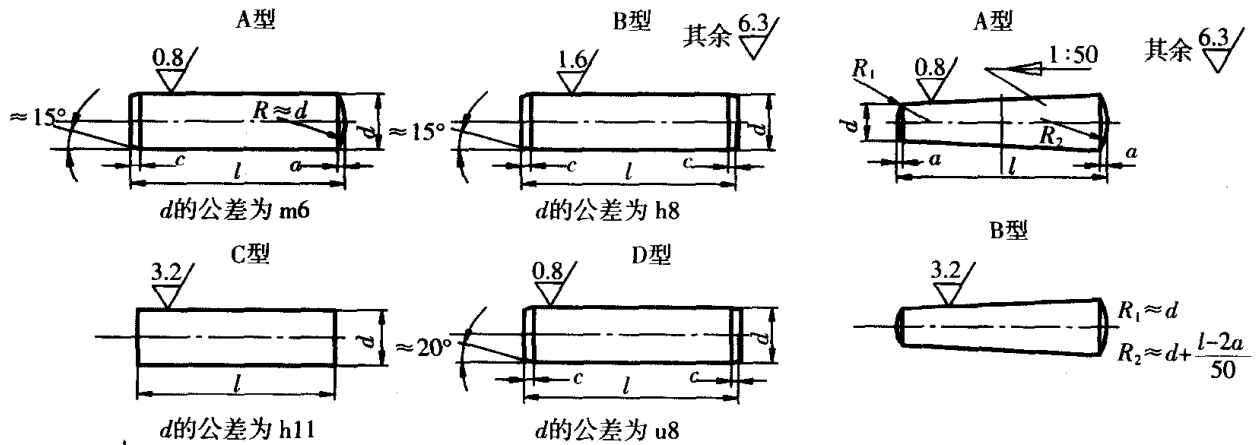
表 16-31 矩形内花键长度系列(摘自 GB/T 10081-1988)



花键长度 l 或 $l_1 + l_2$	花键小径其本尺寸 d																			拉刀 拉削长度			
	11	13	16	18	21	23	26	28	32	36	42	46	52	56	62	72	82	92	102		112		
10																						≤ 18	
12																							
15																							
18																							
22																						≤ 18 ~ 30	
25																							
28																							
30																							
32																						> 30 ~ 50	
36																							
38																							
42																							
45																							
48																							
50																						> 50 ~ 80	
56																							
60																							
63																							
71																							
75																							
80																						> 80 ~ 120	
85																							
90																							
95																							
100																						> 120	
110																							
120																							
130																							
140																							
160																							
180																							
200																							
孔的最大长度 L	50	80			120				200				250				300						

表 16-32 圆柱销(摘自 GB/T 119-1986)、圆锥销(摘自 GB/T 117-1986)

mm



标记示例: 公称直径 $d = 8$ 、长度 $l = 30$ 、材料为 35 钢、热处理硬度 28 ~ 38HRC、

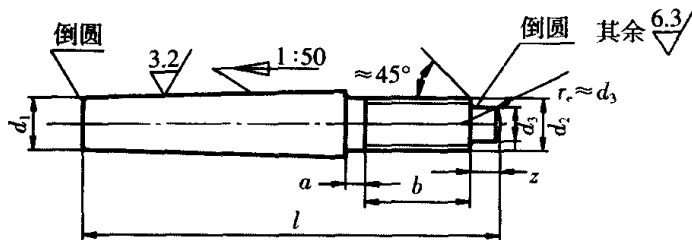
表面氧化处理的 A 型圆柱销(A 型圆锥销)的标记为:

销 GB/T 119 A8×30(GB/T 117 A8×30)

公称直径 d		3	4	5	6	8	10	12	16	20	25	
圆柱销	$a \approx$	0.4	0.5	0.63	0.8	1.0	1.2	1.6	2.0	2.5	3.0	
	$c \approx$	0.5	0.63	0.8	1.2	1.6	2.0	2.5	3.0	3.5	4.0	
	l (公称)	8 ~ 30	8 ~ 40	10 ~ 50	12 ~ 60	14 ~ 80	18 ~ 95	22 ~ 140	26 ~ 180	35 ~ 200	50 ~ 200	
圆锥销	d	min	2.96	3.95	4.95	5.95	7.94	9.94	11.93	15.93	19.92	24.92
		max	3	4	5	6	8	10	12	16	20	25
	$a \approx$	0.4	0.5	0.63	0.8	1.0	1.2	1.6	2.0	2.5	3.0	
	l (公称)	12 ~ 45	14 ~ 55	18 ~ 60	22 ~ 90	22 ~ 120	26 ~ 160	32 ~ 180	40 ~ 200	45 ~ 200	50 ~ 200	
l (公称)的系列		12 ~ 32(2 进位), 35 ~ 100(5 进位), 100 ~ 200(20 进位)										

表 16-33 螺尾锥销(摘自 GB/T 881-1986)

mm



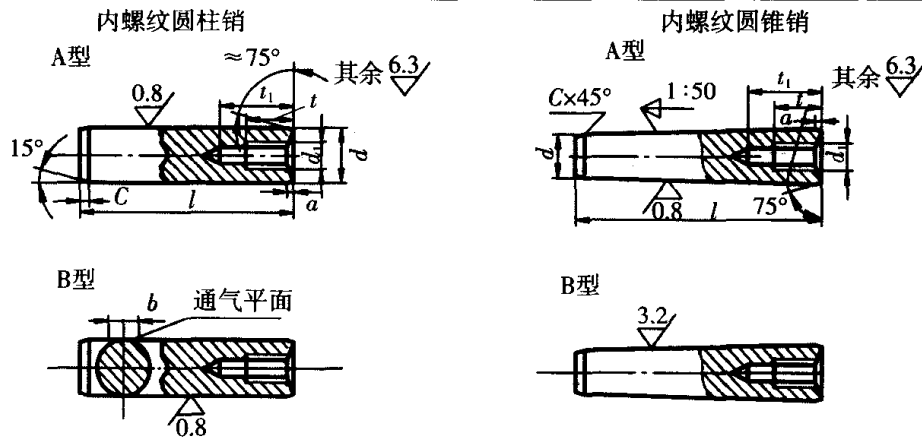
标记示例:

公称直径 $d_1 = 8$ 、长度 $l = 60$ 、材料为 35 钢、热处理硬度 28 ~ 38HRC、表面氧化处理的螺尾锥销的标记为:

销 GB/T 881 8×60

d_1	公称	5	6	8	10	12	16	20	25	30	40	50
d_1	min	4.952	5.952	7.942	9.942	11.930	15.930	19.916	24.916	29.916	39.90	49.90
	max	5	6	8	10	12	16	20	25	30	40	50
a	max	2.4	3	4	4.5	5.3	6	6	7.5	9	10.5	12
b	max	15.6	20	24.5	27	30.5	39	39	45	52	65	78
	min	14	18	22	24	27	35	35	40	46	58	70
d_2		M5	M6	M8	M10	M12	M16	M16	M20	M24	M30	M36
d_3	max	3.5	4	5.5	7	8.5	12	12	15	18	23	28
	min	3.25	3.7	5.2	6.6	8.1	11.5	11.5	14.5	17.5	22.5	27.5
z	max	1.5	1.75	2.25	2.75	3.25	4.3	4.3	5.3	6.3	7.5	9.4
	min	1.25	1.5	2	2.5	3	4	4	5	6	7	9
l	公称	40 ~ 50	45 ~ 60	55 ~ 75	65 ~ 100	85 ~ 140	100 ~ 160	120 ~ 220	140 ~ 250	160 ~ 280	190 ~ 360	220 ~ 400
l 的系列		40 ~ 75(5 进位), 85, 100, 120, 140, 160, 190, 220, 280, 320, 360, 400										

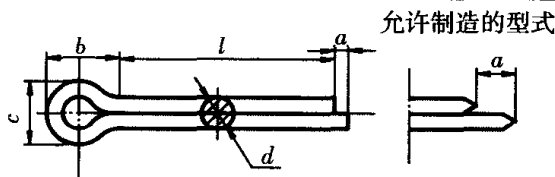
表 16-34 内螺纹圆柱销(摘自 GB/T 120-1986)、内螺纹圆锥销(摘自 GB/T 118-1986) mm



标记示例:公称直径 $d = 10$ 、长度 $l = 60$ 、材料为 35 钢、热处理硬度 $28 \sim 38\text{HRC}$ 、表面氧化处理的 A 型内螺纹圆柱销(A 型内螺纹圆锥销)的标记为:
销 GB/T 120 A10 \times 60(GB/T 118 A10 \times 60)

公称直径 d		6	8	10	12	16	20	25	30	40	50	
$a \approx$		0.8	1	1.2	1.6	2	2.5	3	4	5	6.3	
内螺纹圆柱销	d_1	min	6.004	8.006	10.006	12.007	16.007	20.008	25.008	30.008	40.009	50.009
		max	6.012	8.015	10.015	12.018	16.018	20.021	25.021	30.021	40.025	50.025
	$c \approx$	1.2	1.6	2	2.5	3	3.5	4	5	6.3	8	
	d_1	M4	M5	M6	M6	M8	M10	M16	M20	M20	M24	
	t min	6	8	10	12	16	18	24	30	30	36	
	t_1	10	12	16	20	25	28	35	40	40	50	
	$b \approx$	1					1.5			2		
	l (公称)	16 ~ 60	18 ~ 80	22 ~ 100	26 ~ 120	30 ~ 160	40 ~ 200	50 ~ 200	60 ~ 200	80 ~ 200	100 ~ 200	
内螺纹圆锥销	d	min	5.952	7.942	9.942	11.93	15.93	19.916	24.916	29.916	39.9	49.9
		max	6	8	10	12	16	20	25	30	40	50
	d_1	M4	M5	M6	M8	M10	M12	M16	M20	M20	M24	
	t	6	8	10	12	16	18	24	30	30	36	
	t_1 min	10	12	16	20	25	28	35	40	40	50	
	$C \approx$	0.8	1	1.2	1.6	2	2.5	3	4	5	6.3	
l (公称)	16 ~ 60	18 ~ 85	22 ~ 100	26 ~ 120	30 ~ 160	45 ~ 200	50 ~ 200	60 ~ 200	80 ~ 200	120 ~ 200		
l (公称)的系列		16 ~ 32(2 进位), 35 ~ 100(5 进位), 100 ~ 200(20 进位)										

表 16-35 开口销(摘自 GB/T 91-1986) mm



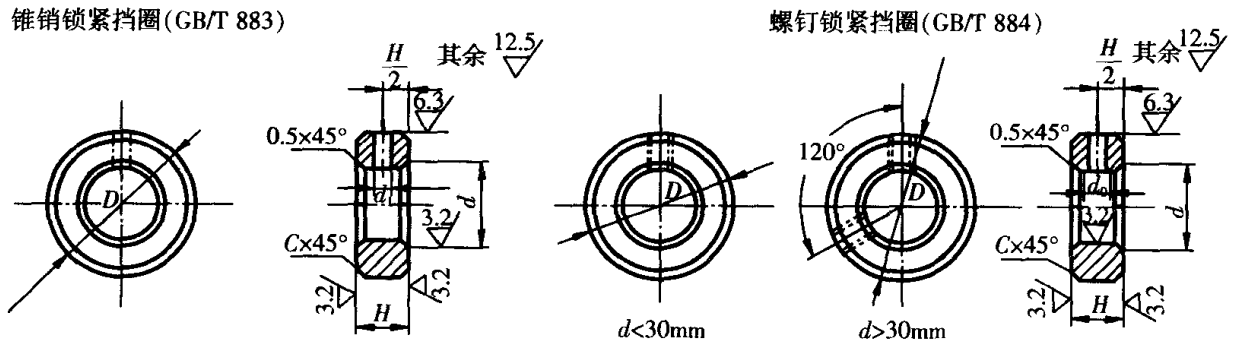
允许制造的型式
标记示例:
公称直径 $d = 5$ 、长度 $l = 50$ 、材料为低碳钢、不经表面处理的开口销标记为:
销 GB/T 91 5 \times 50

公称直径 d		0.6	0.8	1	1.2	1.6	2	2.5	3.2	4	5	6.3	8	10	12
a	max	1.6			2.5			3.2	4			6.3			
	min	0.9	1.2	1.6	1.7	2.4	3.2	4	5.1	6.5	8	10.3	13.1	16.6	21.7
c	max	1	1.4	1.8	2	2.8	3.6	4.6	5.8	7.4	9.2	11.8	15	19	24.8
c	min	0.9	1.2	1.6	1.7	2.4	3.2	4	5.1	6.5	8	10.3	13.1	16.6	21.7
$b \approx$		2	2.4	3	3	3.2	4	5	6.4	8	10	12.6	16	20	26
l (公称)		4 ~ 12	5 ~ 16	6 ~ 20	8 ~ 26	8 ~ 32	10 ~ 40	12 ~ 50	14 ~ 65	18 ~ 80	22 ~ 100	30 ~ 120	40 ~ 160	45 ~ 200	70 ~ 200
l (公称)的系列		6 ~ 32(2 进位), 36, 40 ~ 100(5 进位), 100 ~ 200(20 进位)													

注:销孔的公称直径等于销的公称直径 d 。

16.7 轴系零件的紧固件

表 16-36 锥销锁紧挡圈(摘自 GB/T 883—1986)、螺钉锁紧挡圈(摘自 GB/T 883—1986) mm



标记示例:

挡圈 GB/T 883 20(公称直径 $d = 20$ mm、材料为 Q235-A、不经表面处理的锥销锁紧挡圈)

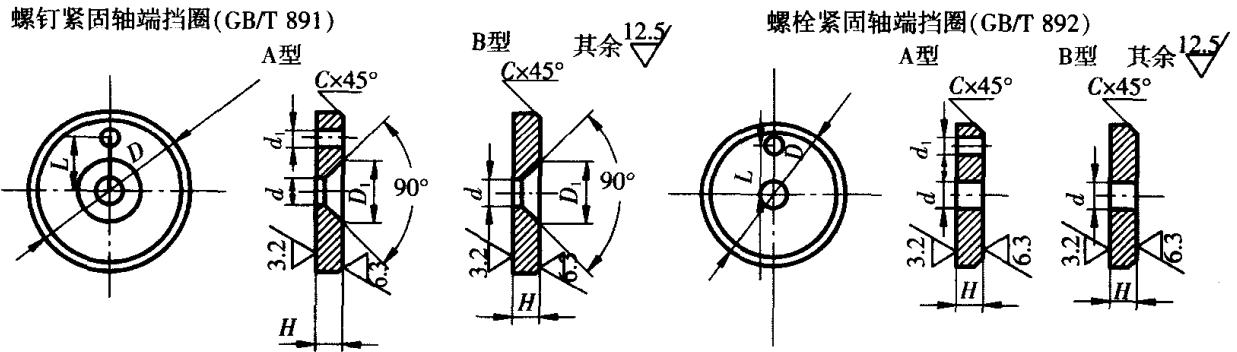
挡圈 GB/T 884 20(公称直径 $d = 20$ mm、材料为 Q235-A、不经表面处理的螺钉锁紧挡圈)

公称直径 d	D	锥销锁紧挡圈(GB/T 883)				螺钉锁紧挡圈(GB/T 884)			
		H	d_1	C	圆锥销 GB/T 117 (推荐)	H	d_0	C	螺钉 GB/T 71 (推荐)
18	32	12	4	0.5	4 × 32	12	M6	1	M6 × 10
(19)	35				4 × 35				
20	38				5 × 40				
22	42	14	5	1	5 × 45	14	M8	1	M8 × 12
25	45				6 × 50				
28	48				6 × 55				
30	52	16	6	1	6 × 60	16	M10	1	M10 × 16
32	56				6 × 70				
35	62				8 × 80				
40	70	18	8	1	8 × 90	18	M10	1	M10 × 20
45	80				10 × 100				
50	85				10 × 110				
55	90	20	10	1	10 × 120	20	M12	1.5	M12 × 25
60	95				10 × 130				
65	100				10 × 140				
70	110	22	12	1.5	12 × 150	25	M12	1.5	M12 × 25
75	115				12 × 160				
80	120								
85	125	25	12	1.5		30	M12	1.5	M12 × 25
90	130								
95	135								
100	140	30	12	1.5		30	M12	1.5	M12 × 25
105	145								
110	150								
115	155	30	12	1.5		30	M12	1.5	M12 × 25
120	160								

注: 1. 括号内的尺寸, 尽可能不采用。

2. d_1 孔在加工时, 只钻一面; 在装配时钻透并铰孔。

表 16-37 螺钉紧固轴端挡圈(摘自 GB/T 891-1986)、螺栓紧固轴端挡圈(摘自 GB/T 892-1986) mm



标记示例:

挡圈 GB/T 891 45(公称直径 $D = 45$ mm、材料为 Q235-A、不经表面处理的 A 型螺钉紧固轴端挡圈)

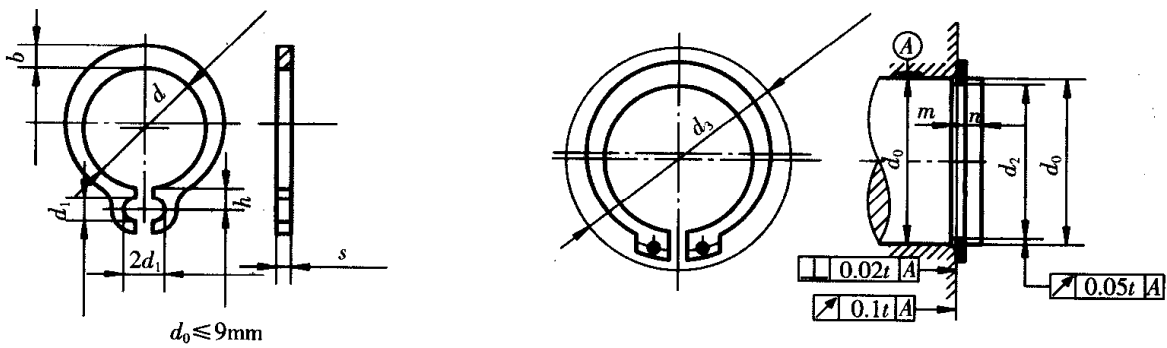
挡圈 GB/T 891 B45(公称直径 $D = 45$ mm、材料为 Q235-A、不经表面处理的 B 型螺钉紧固轴端挡圈)

轴径 \leq	公称直径 D	H	L	d	d_1	C	螺钉紧固轴端挡圈			螺栓紧固轴端挡圈		
							D_1	螺钉 GB/T 819	圆柱销 GB/T 119	螺栓 GB/T 5783 (推荐)	圆柱销 GB/T 119 (推荐)	垫圈 GB/T 93 (推荐)
18	25	4	—	5.5	2.1	0.5	11	M5 × 12	A2 × 10	M5 × 16	A2 × 10	5
20	28		7.5									
22	30		7.5									
25	32	5	10	6.6	3.2	1	13	M6 × 16	A3 × 12	M6 × 20	A3 × 12	6
28	35											
30	38											
32	40		12									
35	45											
40	45											
45	55	6	16	9	4.2	1.5	17	M8 × 20	A4 × 14	M8 × 25	A4 × 14	8
50	60											
55	65											
60	70											
65	75		20									
70	80											
75	90											
85	100	8	25	13	5.2	2	25	M12 × 25	A5 × 16	M12 × 30	A5 × 16	12

注:根据使用要求,挡圈可进行热处理。

表 16-39 轴用弹性挡圈—A 型(摘自 GB/T 894.1—1986)

mm



$d_0 \leq 9\text{mm}$

标记示例:

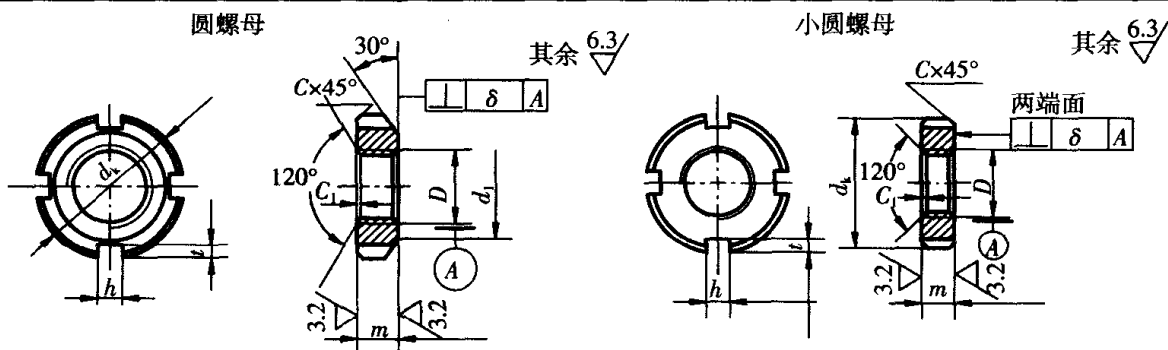
挡圈 GB/T 894.1 50(轴径 $d_0 = 50\text{ mm}$ 、材料 65Mn、热处理 HRC44 ~ 51、经表面氧化处理的 A 型轴用弹性挡圈)

轴径 d_0	挡圈				沟槽(推荐)				孔 $d_3 \geq$	轴径 d_0	挡圈				沟槽(推荐)				孔 $d_3 \geq$
	d	s	$b \approx$	d_1	d_2	m	$n \geq$	d			s	$b \approx$	d_1	d_2	m	$n \geq$			
18	16.5	1	2.48	1.7	17	1.1	1.5	27	55	50.8	2	5.48	52	2.2	70.4				
19	17.5				18			28	56	51.8						53			
20	18.5		2.68		19			29	58	53.8						55			
21	19.5				20			31	60	55.8						57			
22	20.5			21			32	62	57.8	59	79								
24	22.2	1.2	3.32	2	22.9	1.3	1.7	34	63	58.8	2.5	6.12	60	4.5	79.6				
25	23.2				23.9			35	65	60.8					62	81.6			
26	24.2		3.60		24.9			36	68	63.5					65	85			
28	25.9				26.6			38.4	70	65.5					67	87.2			
29	26.9	3.72	3	2.6	27.6	2.1	39.8	72	67.5	69	89.4								
30	27.9				28.6			42	75	70.5	72	92.8							
32	29.6	3.92			30.3			44	78	73.5	75	96.2							
34	31.5				32.3			46	80	74.5	76.5	98.2							
35	32.2	1.5	4.52	2.5	33	3	48	82	76.5	78.5	101								
36	33.2				34			49	85	79.5	81.5	104							
37	34.2		5.0		35			50	88	82.5	84.5	107.3							
38	35.2				36			51	90	84.5	86.5	110							
40	36.5	3	3.8	37.5	1.7	53	95	80.5	91.5	115									
42	38.5						56	100	94.5	96.5	121								
45	41.5						59.4	105	98	101	132								
48	44.5						62.8	110	103	106	136								
50	45.8	2	5.48	3	2.2	4.5	64.8	115	108	111	142								
52	47.8						67	120	113	116	145								

注: d_3 ——允许套入的最小孔径。

表 16-40 圆螺母(摘自 GB/T 812-1988)、小圆螺母(摘自 GB/T 810-1986)

mm



标记示例:螺母 GB/T 812-1988 M16×1.5

螺母 GB/T 810-1988 M16×1.5

(螺纹规格 $D = M16 \times 1.5$ 、材料为 45 钢、槽或全部热处理硬度 35 ~ 45HRC、表面氧化的圆螺母和小圆螺母)

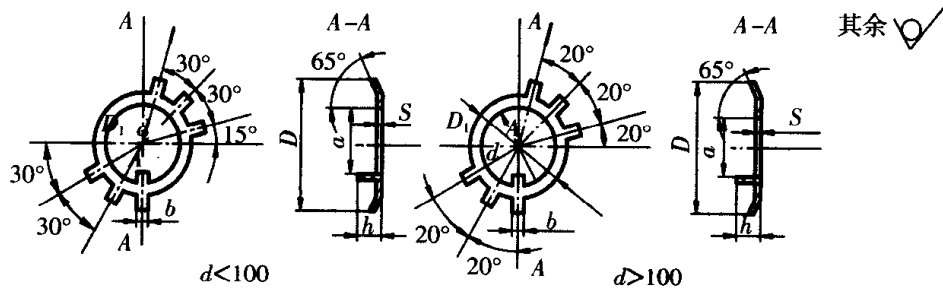
圆螺母(GB/T 812-1988)								小圆螺母(GB/T 810-1988)										
螺纹规格 $D \times P$	d_k	d_1	m	h		t		C	C_1	螺纹规格 $D \times P$	d_k	m	h		t		C	C_1
				max	min	max	min						max	min	max	min		
M10×1	22	16	8	4.3	4	2.6	2	0.5		M10×1	20	6	4.3	4	2.6	2	0.5	
M12×1.25	25	19								M12×1.25	22							
M14×1.5	28	20								M14×1.5	25							
M16×1.5	30	22								M16×1.5	28							
M18×1.5	32	24								M18×1.5	30							
M20×1.5	35	27								M20×1.5	32							
M22×1.5	38	30								M22×1.5	35							
M24×1.5	42	34								M24×1.5	38							
M25×1.5*	42	34	10	5.3	5	3.1	2.5	1	0.5	M25×1.5*	42	8	5.3	5	3.1	2.5	0.5	
M27×1.5	45	37								M27×1.5	42							
M30×1.5	48	40								M30×1.5	45							
M33×1.5	52	43								M33×1.5	48							
M35×1.5*	52	43								M35×1.5*	52							
M36×1.5	55	46								M36×1.5	52							
M39×1.5	58	49								M39×1.5	55							
M40×1.5*	58	49								M40×1.5*	58							
M42×1.5	62	53	12	8.36	8	4.25	3.5	1.5	0.5	M42×1.5	62	10	8.36	8	4.25	3.5	1	
M45×1.5	68	59								M45×1.5	62							
M48×1.5	72	61								M48×1.5	68							
M50×1.5*	72	61								M50×1.5*	72							
M52×1.5	78	67								M52×1.5	72							
M55×2*	78	67								M55×2*	78							
M56×2	85	74								M56×2	80							
M60×2	90	79								M60×2	85							
M64×2	95	84	M64×2	90														
M65×2*	95	84	15	10.36	10	4.75	4	1	1.5	M65×2*	95	12	10.36	10	4.75	4	1	
M68×2	100	88								M68×2	95							
M72×2	105	93								M72×2	100							
M75×2*	105	93								M75×2*	105							
M76×2	110	98								M76×2	105							
M80×2	115	103								M80×2	110							
M85×2	120	108								M85×2	115							
M90×2	125	112								M90×2	120							
M95×2	130	117	18	12.43	12	5.75	5	1.5	1.5	M95×2	125	15	12.43	12	5.75	5		
M100×2	135	122								M100×2	125							
M105×2	140	127								M105×2	130							

注:1. 槽数 n : 当 $D \leq M100 \times 2, n = 4$; 当 $D \geq M105 \times 2, n = 6$ 。

2. * 仅用于滚动轴承锁紧装置。

表 16-41 圆螺母用止动垫圈(摘自 GB/T 858—1988)

mm



标记示例:

垫圈 GB/T 858 16(规格为 16 mm、材料为 Q235-A、经退火、表面氧化的圆螺母用止动垫圈)

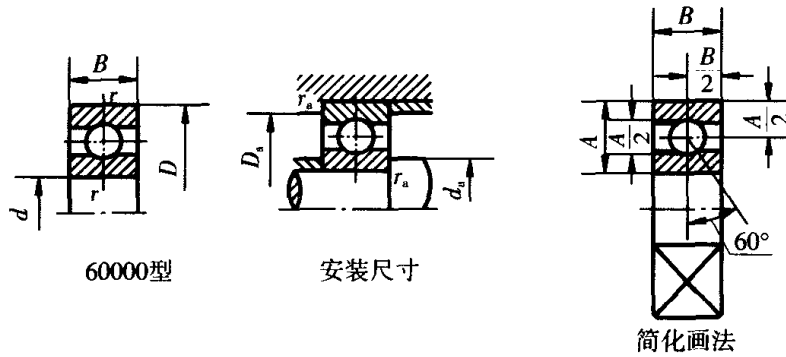
规格 (螺纹大径)	d	D (参考)	D_1	S	h	b	a		
18	18.5	35	24	1.0	4	4.8	15		
20	20.5	38	27				17		
22	22.5	42	30				19		
24	24.5	45	34				21		
25*	25.5						22		
27	27.5						24		
30	30.5	52	40				1.5	5	5.7
33	33.5	56	43	30					
35*	35.5			32					
36	36.5			33					
39	39.5	62	49	36					
40*	40.5			37					
42	42.5			39					
45	45.5	76	61	42					
48	48.5			45					
50*	50.5			47					
52	52.5	82	67	2	6	7.7	49		
55*	56						52		
56	57						53		
60	61	94	79				57		
64	65						61		
65*	66						62		
68	69	100	84				7	9.6	65
72	73								69
75*	76								71
76	77	110	93						72
80	81			76					
85	86			81					
90	91	125	108	11.6	5	86			
95	96					86			
100	101					91			
105	106	96							
110	111	101							
115	116	156	135	106	111				
120	121				140	116			
		166	145						

注: * 仅用于滚动轴承锁紧装置。

第 17 章 滚动轴承与滑动轴承

17.1 常用滚动轴承

表 17-1 深沟球轴承(摘自 GB/T 276-1994)



标记示例:滚动轴承 6210 GB/T 276

F_a/C_{0r}	e	Y	径向当量动载荷		径向当量静载荷							
			当 $\frac{F_a}{F_r} \leq e, P_r = F_r$	当 $\frac{F_a}{F_r} > e, P_r = 0.56F_r + YF_a$	$P_{0r} = F_r$	$P_{0r} = 0.6F_r + 0.5F_a$						
0.014	0.19	2.30										
0.028	0.22	1.99										
0.056	0.26	1.71										
0.084	0.28	1.55										
0.11	0.30	1.45										
0.17	0.34	1.31										
0.28	0.38	1.15										
0.42	0.42	1.04										
0.56	0.44	1.00										
轴承代号	基本尺寸/mm				安装尺寸/mm			基本额定动载荷 C_r	基本额定静载荷 C_{0r}	极限转速 r/min		原轴承代号
	d	D	B	r_s min	d_g min	D_a max	r_{as} max			kN	脂润滑	
(1)0 尺寸系列												
6000	10	26	8	0.3	12.4	23.6	0.3	4.58	1.98	20 000	28 000	100
6001	12	28	8	0.3	14.4	25.6	0.3	5.10	2.38	19 000	26 000	101
6002	15	32	9	0.3	17.4	29.6	0.3	5.58	2.85	18 000	24 000	102
6003	17	35	10	0.3	19.4	32.6	0.3	6.00	3.25	17 000	22 000	103
6004	20	42	12	0.6	25	37	0.6	9.38	5.02	15 000	19 000	104
6005	25	47	12	0.6	30	42	0.6	10.0	5.85	13 000	17 000	105
6006	30	55	13	1	36	49	1	13.2	8.30	10 000	14 000	106
6007	35	62	14	1	41	56	1	16.2	10.5	9 000	12 000	107
6008	40	68	15	1	46	62	1	17.0	11.8	8 500	11 000	108
6009	45	75	16	1	51	69	1	21.0	14.8	8 000	10 000	109
6010	50	80	16	1	56	74	1	22.0	16.2	7 000	9 000	110
6011	55	90	18	1.1	62	83	1	30.2	21.8	6 300	8 000	111
6012	60	95	18	1.1	67	88	1	31.5	24.2	6 000	7 500	112
6013	65	100	18	1.1	72	93	1	32.0	24.8	5 600	7 000	113
6014	70	110	20	1.1	77	103	1	38.5	30.5	5 300	6 700	114
6015	75	115	20	1.1	82	108	1	40.2	33.2	5 000	6 300	115
6016	80	125	22	1.1	87	118	1	47.5	39.8	4 800	6 000	116
6017	85	130	22	1.1	92	123	1	50.8	42.8	4 500	5 600	117
6018	90	140	24	1.5	99	131	1.5	58.0	49.8	4 300	5 300	118
6019	95	145	24	1.5	104	136	1.5	57.8	50.0	4 000	5 000	119
6020	100	150	24	1.5	109	141	1.5	64.5	56.2	3 800	4 800	120
(0)2 尺寸系列												
6200	10	30	9	0.6	15	25	0.6	5.10	2.38	19 000	26 000	200
6201	12	32	10	0.6	17	27	0.6	6.82	3.05	18 000	24 000	201
6202	15	35	11	0.6	20	30	0.6	7.65	3.72	17 000	22 000	202
6203	17	40	12	0.6	22	35	0.6	9.58	4.78	16 000	20 000	203
6204	20	47	14	1	26	41	1	12.8	6.65	14 000	18 000	204
6205	25	52	15	1	31	46	1	14.0	7.88	12 000	16 000	205

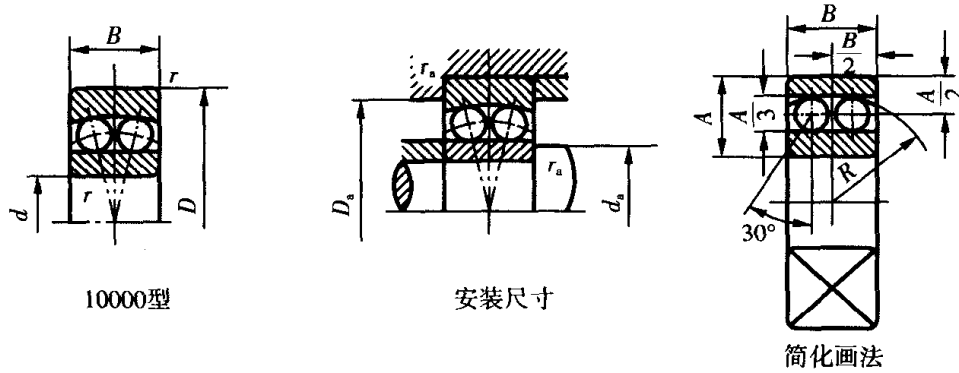
续表 17-1

轴承代号	基本尺寸/mm				安装尺寸/mm			基本额定动载荷 C_r	基本额定静载荷 C_{0r}	极限转速 r/min		原轴承代号
	d	D	B	r_s min	d_g min	D_s max	r_{as} max			kN	脂润滑	
	(O)2 尺寸系列											
6206	30	62	16	1	36	56	1	19.5	11.5	9 500	13 000	206
6207	35	72	17	1.1	42	65	1	25.5	15.2	8 500	11 000	207
6208	40	80	18	1.1	47	73	1	29.5	18.0	8 000	10 000	208
6209	45	85	19	1.1	52	78	1	31.5	20.5	7 000	9 000	209
6210	50	90	20	1.1	57	83	1	35.0	23.2	6 700	8 500	210
6211	55	100	21	1.5	64	91	1.5	43.2	29.2	6 000	7 500	211
6212	60	110	22	1.5	69	101	1.5	47.8	32.8	5 600	7 000	212
6213	65	120	23	1.5	74	111	1.5	57.2	40.0	5 000	6 300	213
6214	70	120	24	1.5	79	116	1.5	60.8	45.0	4 800	6 000	214
6215	75	130	25	1.5	84	121	1.5	66.0	49.5	4 500	5 600	215
6216	80	140	26	2	90	130	2	71.5	54.2	4 300	5 300	216
6217	85	150	28	2	95	140	2	83.2	63.8	4 000	5 000	217
6218	90	160	30	2	100	150	2	95.8	71.5	3 800	4 800	218
6219	95	170	32	2.1	107	158	2.1	110	82.8	3 600	4 500	219
6220	100	180	34	2.1	112	168	2.1	122	92.8	3 400	4 300	220
(O)3 尺寸系列												
6300	10	35	11	0.6	15	30	0.6	7.65	3.48	18 000	24 000	300
6301	12	37	12	1	18	31	1	9.72	5.08	17 000	22 000	301
6302	15	42	13	1	21	36	1	11.5	5.42	16 000	20 000	302
6303	17	47	14	1	23	41	1	13.5	6.58	15 000	19 000	303
6304	20	52	15	1.1	27	45	1	15.8	7.88	13 000	17 000	304
6305	25	62	17	1.1	32	55	1	22.2	11.5	10 000	14 000	305
6306	30	72	19	1.1	37	65	1	27.0	15.2	9 000	12 000	306
6307	35	80	21	1.5	44	71	1.5	33.2	19.2	8 000	10 000	307
6308	40	90	23	1.5	49	81	1.5	40.8	24.0	7 000	9 000	308
6309	45	100	25	1.5	54	91	1.5	52.8	31.8	6 300	8 000	309
6310	50	110	27	2	60	100	2	61.8	38.0	6 000	7 500	310
6311	55	120	29	2	65	110	2	71.5	44.8	5 300	6 700	311
6312	60	130	31	2.1	72	118	2.1	81.8	51.8	5 000	6 300	312
6313	65	140	33	2.1	77	128	2.1	93.8	60.5	4 500	5 600	313
6314	70	150	35	2.1	82	138	2.1	105	68.0	4 300	5 300	314
6315	75	160	37	2.1	87	148	2.1	112	76.8	4 000	5 000	315
6316	80	170	39	2.1	92	158	2.1	122	86.5	3 800	4 800	316
6317	85	180	41	3	99	166	2.5	132	96.5	3 600	4 500	317
6318	90	190	43	3	104	176	2.5	145	108	3 400	4 300	318
6319	95	200	45	3	109	186	2.5	155	122	3 200	4 000	319
6320	100	215	47	3	114	201	2.5	172	140	2 800	3 600	320
(O)4 尺寸系列												
6403	17	62	17	1.1	24	55	1	22.5	10.8	11 000	15 000	403
6404	20	72	19	1.1	27	65	1	31.0	15.2	9 500	13 000	404
6405	25	80	21	1.5	34	71	1.5	38.2	19.2	8 500	11 000	405
6406	30	90	23	1.5	39	81	1.5	47.5	24.5	8 000	10 000	406
6407	35	100	25	1.5	44	91	1.5	56.8	29.5	6 700	8 500	407
6408	40	110	27	2	50	100	2	65.5	37.5	6 300	8 000	408
6409	45	120	29	2	55	110	2	77.5	45.5	5 600	7 000	409
6410	50	130	31	2.1	62	118	2.1	92.2	55.2	5 300	6 700	410
6411	55	140	33	2.1	67	128	2.1	100	62.5	4 800	6 000	411
6412	60	150	35	2.1	72	138	2.1	108	70.0	4 500	5 600	412
6413	65	160	37	2.1	77	148	2.1	118	78.5	4 300	5 300	413
6414	70	180	42	3	84	166	2.5	140	99.5	3 800	4 800	414
6415	75	190	45	3	89	176	2.5	155	115	3 600	4 500	415
6416	80	200	48	3	94	186	2.5	162	125	3 400	4 300	416
6417	85	210	52	4	103	192	3	175	138	3 200	4 000	417
6418	90	225	54	4	108	207	3	192	158	2 800	3 600	418
6420	100	250	58	4	118	232	3	222	195	2 400	3 200	420

注: 1. 表中 C_r 值适用于轴承为真空脱气轴承钢材料。如为普通电炉钢, C_r 值降低; 如为真空重熔或电渣重熔轴承钢, C_r 值提高^[9]。

2. r_{smin} 为 r 的单向最小倒角尺寸; r_{asmax} 为 r_{as} 的单向最大倒角尺寸。

表 17-2 调心球轴承(摘自 GB/T 281-1994)



标记示例:滚动轴承 1207 GB/T 281

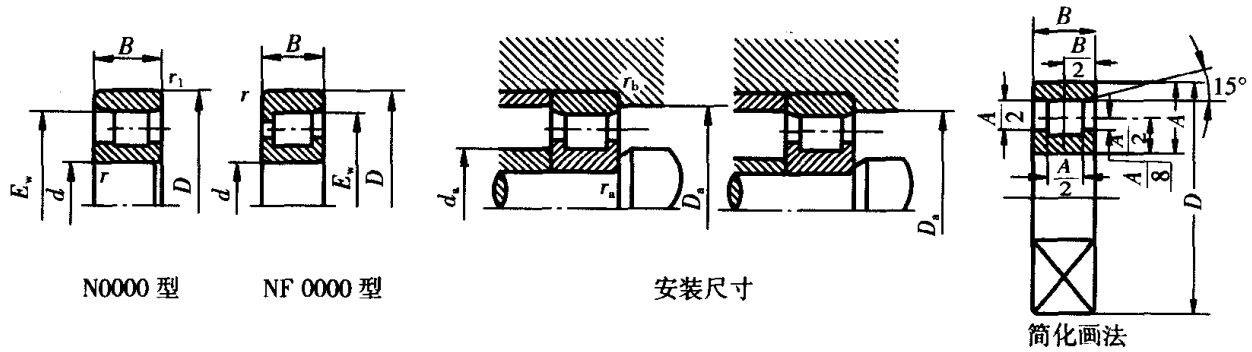
径向当量动载荷								径向当量静载荷								
$\text{当 } \frac{F_a}{F_r} \leq e, P_r = F_r + Y_1 F_a$ $\text{当 } \frac{F_a}{F_r} > e, P_r = 0.65 F_r + Y_2 F_a$								$P_{0r} = F_r + Y_0 F_a$								
轴承代号	基本尺寸/mm				安装尺寸/mm			计算系数				基本额定动载荷 C_r	基本额定静载荷 C_{0r}	极限转速 r/min		原轴承代号
	d	D	B	r_s min	d_a min	D_a max	r_{as} max	e	Y_1	Y_2	Y_0	kN		脂润滑	油润滑	
(0)2 尺寸系列																
1200	10	30	9	0.6	15	25	0.6	0.32	2.0	3.0	2.0	5.48	1.20	24 000	28 000	1200
1201	12	32	10	0.6	17	27	0.6	0.33	1.9	2.9	2.0	5.55	1.25	22 000	26 000	1201
1202	15	35	11	0.6	20	30	0.6	0.33	1.9	3.0	2.0	7.48	1.75	18 000	22 000	1202
1203	17	40	12	0.6	22	35	0.6	0.31	2.0	3.2	2.1	7.90	2.02	16 000	20 000	1203
1204	20	47	14	1	26	41	1	0.27	2.3	3.6	2.4	9.95	2.65	14 000	17 000	1204
1205	25	52	15	1	31	46	1	0.27	2.3	3.6	2.4	12.0	3.30	12 000	14 000	1205
1206	30	62	16	1	36	56	1	0.24	2.6	4.0	2.7	15.8	4.70	10 000	12 000	1206
1207	35	72	17	1.1	42	65	1	0.23	2.7	4.2	2.9	15.8	5.08	8 500	10 000	1207
1208	40	80	18	1.1	47	73	1	0.22	2.9	4.4	3.0	19.2	6.40	7 500	9 000	1208
1209	45	85	19	1.1	52	78	1	0.21	2.9	4.6	3.1	21.8	7.32	7 100	8 500	1209
1210	50	90	20	1.1	57	83	1	0.20	3.1	4.8	3.3	22.8	8.08	6 300	8 000	1210
1211	55	100	21	1.5	64	91	1.5	0.20	3.2	5.0	3.4	26.8	10.0	6 000	7 100	1211
1212	60	110	22	1.5	69	101	1.5	0.19	3.4	5.3	3.6	30.2	11.5	5 300	6 300	1212
1213	65	120	23	1.5	74	111	1.5	0.17	3.7	5.7	3.9	31.0	12.5	4 800	6 000	1213
1214	70	125	24	1.5	79	116	1.5	0.18	3.5	5.4	3.7	34.5	13.5	4 800	5 600	1214
1215	75	130	25	1.5	84	121	1.5	0.17	3.6	5.6	3.8	38.8	15.2	4 300	5 300	1215
1216	80	140	26	2	90	130	2	0.18	3.6	5.5	3.7	39.5	16.8	4 000	5 000	1216
1217	85	150	28	2	95	140	2	0.17	3.7	5.7	3.9	48.8	20.5	3 800	4 500	1217
1218	90	160	30	2	100	150	2	0.17	3.8	5.7	4.0	56.5	23.2	3 600	4 300	1218
1219	95	170	32	2.1	107	158	2.1	0.17	3.7	5.7	3.9	63.5	27.0	3 400	4 000	1219
1220	100	180	34	2.1	112	168	2.1	0.18	3.5	5.4	3.7	68.5	29.2	3 200	3 800	1220
(0)3 尺寸系列																
1300	10	35	11	0.6	15	30	0.6	0.33	1.9	3.0	2.0	7.22	1.62	20 000	24 000	1300
1301	12	37	12	1	18	31	1	0.35	1.8	2.8	1.9	9.42	2.12	18 000	22 000	1301
1302	15	42	13	1	21	36	1	0.33	1.9	2.9	2.0	9.50	2.28	16 000	20 000	1302
1303	17	47	14	1	23	41	1	0.33	1.9	3.0	2.0	12.5	3.18	14 000	17 000	1303
1304	20	52	15	1.1	27	45	1	0.29	2.2	3.4	2.3	12.5	3.38	12 000	15 000	1304
1305	25	62	17	1.1	32	55	1	0.27	2.3	3.5	2.4	17.8	5.05	10 000	13 000	1305
1306	30	72	19	1.1	37	65	1	0.26	2.4	3.8	2.6	21.5	6.28	8 500	11 000	1306
1307	35	80	21	1.5	44	71	1.5	0.25	2.6	4.0	2.7	25.0	7.95	7 500	9 500	1307
1308	40	90	23	1.5	49	81	1.5	0.24	2.6	4.0	2.7	29.5	9.50	6 700	8 500	1308
1309	45	100	25	1.5	54	91	1.5	0.25	2.5	3.9	2.6	38.0	12.8	6 000	7 500	1309
1310	50	110	27	2	60	100	2	0.24	2.7	4.1	2.8	43.2	14.2	5 600	6 700	1310
1311	55	120	29	2	65	110	2	0.23	2.7	4.2	2.8	51.5	18.2	5 000	6 300	1311
1312	60	130	31	2.1	72	118	2.1	0.23	2.8	4.3	2.9	57.2	20.8	4 500	5 600	1312

续表 17-2

轴承代号	基本尺寸/mm				安装尺寸/mm			计算系数				基本额定动载 荷 C_r	基本额定静载 荷 C_{or}	极限转速 r/min		原轴承代号
	d	D	B	r_s min	d_a min	D_a max	r_{as} max	e	Y_1	Y_2	Y_0			脂润滑	油润滑	
												kN				
1313	65	140	33	2.1	77	128	2.1	0.23	2.8	4.3	2.9	61.8	22.8	4 300	5 300	1313
1314	70	150	35	2.1	82	138	2.1	0.22	2.8	4.4	2.9	74.5	27.5	4 000	5 000	1314
1315	75	160	37	2.1	87	148	2.1	0.22	2.8	4.4	3.0	79.0	29.8	3 800	4 500	1315
1316	80	170	39	2.1	92	158	2.1	0.22	2.9	4.5	3.1	88.5	32.8	3 600	4 300	1316
1317	85	180	41	3	99	166	2.5	0.22	2.9	4.5	3.0	97.8	37.8	3 400	4 000	1317
1318	90	190	43	3	104	176	2.5	0.22	2.8	4.4	2.9	115	44.5	3 200	3 800	1318
1319	95	200	45	3	109	186	2.5	0.23	2.8	4.3	2.9	132	50.8	3 000	3 600	1319
1320	100	215	47	3	114	201	2.5	0.24	2.7	4.1	2.8	142	57.2	2 800	3 400	1320
22 尺寸系列																
2200	10	30	14	0.6	15	25	0.6	0.62	1.0	1.6	1.1	7.12	1.58	24 000	28 000	1500
2201	12	32	14	0.6	17	27	0.6	—	—	—	—	8.80	1.80	22 000	26 000	1501
2202	15	35	14	0.6	20	30	0.6	0.50	1.3	2.0	1.3	7.65	1.80	18 000	22 000	1502
2203	17	40	16	0.6	22	35	0.6	0.50	1.2	1.9	1.3	9.00	2.45	16 000	20 000	1503
2204	20	47	18	1	26	41	1	0.48	1.3	2.0	1.4	12.5	3.28	14 000	17 000	1504
2205	25	52	18	1	31	46	1	0.41	1.5	2.3	1.5	12.5	3.40	12 000	14 000	1505
2206	30	62	20	1	36	56	1	0.39	1.6	2.4	1.7	15.2	4.60	10 000	12 000	1506
2207	35	72	23	1.1	42	65	1	0.38	1.7	2.6	1.8	21.8	6.65	8 500	10 000	1507
2208	40	80	23	1.1	47	73	1	0.24	1.9	2.9	2.0	22.5	7.38	7 500	9 000	1508
2209	45	85	23	1.1	52	78	1	0.31	2.1	3.2	2.2	23.2	8.00	7 100	8 500	1509
2210	50	90	23	1.1	57	83	1	0.29	2.2	3.4	2.3	23.2	8.45	6 300	8 000	1510
2211	55	100	25	1.5	64	91	1.5	0.28	2.3	3.5	2.4	26.8	9.95	6 000	7 100	1511
2212	60	110	28	1.5	69	101	1.5	0.28	2.3	3.5	2.4	34.0	12.5	5 300	6 300	1512
2213	65	120	31	1.5	74	111	1.5	0.28	2.3	3.5	2.4	43.5	16.2	4 800	6 000	1513
2214	70	125	31	1.5	79	116	1.5	0.27	2.4	3.7	2.5	44.0	17.0	4 500	5 600	1514
2215	75	130	31	1.5	84	121	1.5	0.25	2.5	3.9	2.6	44.2	18.0	4 300	5 300	1515
2216	80	140	33	2	90	130	2	0.25	2.5	3.9	2.6	48.8	20.2	4 000	5 000	1516
2217	85	150	36	2	95	140	2	0.25	2.5	3.8	2.6	58.2	23.5	3 800	4 500	1517
2218	90	160	40	2	100	150	2	0.27	2.4	3.7	2.5	70.0	28.5	3 600	4 300	1518
2219	95	170	43	2.1	107	158	2.1	0.26	2.4	3.7	2.5	82.8	33.8	3 400	4 000	1519
2220	100	180	46	2.1	112	168	2.1	0.27	2.3	3.6	2.5	97.2	40.5	3 200	3 800	1520
23 尺寸系列																
2300	10	35	17	0.6	15	30	0.6	0.66	0.95	1.5	1.0	11.0	2.45	18 000	22 000	1600
2301	12	37	17	1	18	31	1	—	—	—	—	12.5	2.72	17 000	22 000	1601
2302	15	42	17	1	21	36	1	0.51	1.2	1.9	1.3	12.0	2.88	14 000	18 000	1602
2303	17	47	19	1	23	41	1	0.52	1.2	1.9	1.3	14.5	3.58	13 000	16 000	1603
2304	20	52	21	1.1	27	45	1	0.51	1.2	1.9	1.3	17.8	4.75	11 000	14 000	1604
2305	25	62	24	1.1	32	55	1	0.47	1.3	2.1	1.4	24.5	6.48	9 500	12 000	1605
2306	30	72	27	1.1	37	65	1	0.44	1.4	2.2	1.5	31.5	8.68	8 000	10 000	1606
2307	35	80	31	1.5	44	71	1.5	0.46	1.4	2.1	1.4	39.2	11.0	7 100	9 000	1607
2308	40	90	33	1.5	49	81	1.5	0.43	1.5	2.3	1.5	44.8	13.2	6 300	8 000	1608
2309	45	100	36	1.5	54	91	1.5	0.42	1.5	2.3	1.6	55.0	16.2	5 600	7 100	1609
2310	50	110	40	2	60	100	2	0.43	1.5	2.3	1.6	64.5	19.8	5 000	6 300	1610
2311	55	120	43	2	65	110	2	0.41	1.5	2.4	1.6	75.2	23.5	4 800	6 000	1611
2312	60	130	46	2.1	72	118	2.1	0.41	1.6	2.5	1.6	86.8	27.5	4 300	5 300	1612
2313	65	140	48	2.1	77	128	2.1	0.38	1.6	2.6	1.7	96.0	32.5	3 800	4 800	1613
2314	70	150	51	2.1	82	138	2.1	0.38	1.7	2.6	1.8	110	37.5	3 600	4 500	1614
2315	75	160	55	2.1	87	148	2.1	0.38	1.7	2.6	1.7	122	42.8	3 400	4 300	1615
2316	80	170	58	2.1	92	158	2.1	0.39	1.6	2.5	1.7	128	45.5	3 200	4 000	1616
2317	85	180	60	3	99	166	2.5	0.38	1.7	2.6	1.7	140	51.0	3 000	3 800	1617
2318	90	190	64	3	104	176	2.5	0.39	1.6	2.5	1.7	142	57.2	2 800	3 600	1618
2319	95	200	67	3	109	186	2.5	0.38	1.7	2.6	1.8	162	64.2	2 800	3 400	1619
2320	100	215	73	3	114	201	2.5	0.37	1.7	2.6	1.8	192	78.5	2 400	3 200	1620

注:同表 17-1 中注 1、2。

表 17-3 圆柱滚子轴承(摘自 GB/T 283-1994)



标记示例:滚动轴承 N216E GB/T 283

径向当量动载荷		径向当量静载荷	
$P_r = F_r$	对轴向承载的轴承(NF型2,3系列)		$P_{0r} = F_r$
	$P_r = F_r + 0.3F_a (0 \leq F_a/F_r \leq 0.12)$ $P_r = 0.94F_r + 0.8F_a (0.12 \leq F_a/F_r \leq 0.3)$		

轴承代号	尺寸/mm						安装尺寸/mm				基本额定动载荷 C_r /kN		基本额定静载荷 C_{0r} /kN		极限转速 r/min		原轴承代号	
	d	D	B	r_a	r_{1s}	E_w		d_a	D_a	r_{as}	r_{bs}	基本额定动载荷 C_r /kN		基本额定静载荷 C_{0r} /kN		极限转速 r/min		
				min	N型	NF型	min					max	N型	NF型	N型	NF型		脂润滑

(0)2 系列

N204E	NF204	20	47	14	1	0.6	41.5	40	25	42	1	0.6	25.8	12.5	24.0	11.0	12 000	16 000	2204E	12204
N205E	NF205	25	52	15	1	0.6	46.5	45	30	47	1	0.6	27.5	14.2	26.8	12.8	10 000	14 000	2205E	12205
N206E	NF206	30	62	16	1	0.6	55.5	53.5	36	56	1	0.6	36.0	19.5	35.5	18.2	8 500	11 000	2206E	12206
N207E	NF207	35	72	17	1.1	0.6	64	61.8	42	64	1	0.6	46.5	28.5	48.0	28.0	7 500	9 500	2207E	12207
N208E	NF208	40	80	18	1.1	1.1	71.5	70	47	72	1	1	51.5	37.5	53.0	38.2	7 000	9 000	2208E	12208
N209E	NF209	45	85	19	1.1	1.1	76.5	75	52	77	1	1	58.5	39.8	63.8	41.0	6 300	8 000	2209E	12209
N210E	NF210	50	90	20	1.1	1.1	81.5	80.4	57	83	1	1	61.2	43.2	69.2	48.5	6 000	7 500	2210E	12210
N211E	NF211	55	100	21	1.5	1.1	90	88.5	64	91	1.5	1	80.2	52.8	95.5	60.2	5 300	6 700	2211E	12211
N212E	NF212	60	110	22	1.5	1.5	100	97	69	100	1.5	1.5	89.8	62.8	102	73.5	5 000	6 300	2212E	12212
N213E	NF213	65	120	23	1.5	1.5	108.5	105.5	74	108	1.5	1.5	102	73.2	118	87.5	4 500	5 600	2213E	12213
N214E	NF214	70	125	24	1.5	1.5	113.5	110.5	79	114	1.5	1.5	112	73.2	135	87.5	4 300	5 300	2214E	12214
N215E	NF215	75	130	25	1.5	1.5	118.5	118.3	84	120	1.5	1.5	125	89.0	155	110	4 000	5 000	2215E	12215
N216E	NF216	80	140	26	2	2	127.3	125	90	128	2	2	132	102	165	125	3 800	4 800	2216E	12216
N217E	NF217	85	150	28	2	2	136.5	135.5	95	137	2	2	158	115	192	145	3 600	4 500	2217E	12217
N218E	NF218	90	160	30	2	2	145	143	100	146	2	2	172	142	215	178	3 400	4 300	2218E	12218
N219E	NF219	95	170	32	2.1	2.1	154.5	151.5	107	155	2.1	2.1	208	152	262	190	3 200	4 000	2219E	12219
N220E	NF220	100	180	34	2.1	2.1	163	160	112	164	2.1	2.1	235	168	302	212	3 000	3 800	2220E	12220

(0)3 尺寸系列

N304E	NF304	20	52	15	1.1	0.6	45.5	44.5	26.5	47	1	0.6	29.0	18.0	25.5	15.0	11 000	15 000	2304E	12304
N305E	NF305	25	62	17	1.1	1.1	54	53	31.5	55	1	1	38.5	25.5	35.8	22.5	9 000	12 000	2305E	12305
N306E	NF306	30	72	19	1.1	1.1	62.5	62	37	64	1	1	49.2	33.5	48.2	31.5	8 000	10 000	2306E	12306
N307E	NF307	35	80	21	1.5	1.1	70.2	68.2	44	71	1.5	1	62.0	41.0	63.2	39.2	7 000	9 000	2307E	12307
N308E	NF308	40	90	23	1.5	1.5	80	77.5	49	80	1.5	1.5	76.8	48.8	77.8	47.5	6 300	8 000	2308E	12308
N309E	NF309	45	100	25	1.5	1.5	88.5	86.5	54	89	1.5	1.5	93.0	66.8	98.0	66.8	5 600	7 000	2309E	12309
N310E	NF310	50	110	27	2	2	97	95	60	98	2	2	105	76.0	112	79.5	5 300	6 700	2310E	12310
N311E	NF311	55	120	29	2	2	106.5	104.5	65	107	2	2	128	97.8	138	105	4 800	6 000	2311E	12311
N312E	NF312	60	130	31	2.1	2.1	115	113	72	116	2.1	2.1	142	118	155	128	4 500	5 600	2312E	12312

续表 17-3

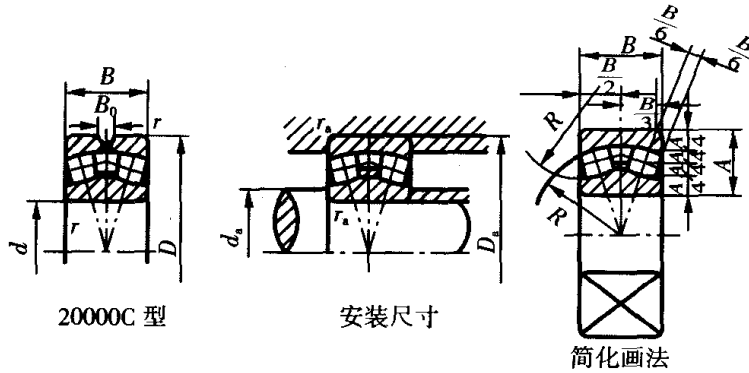
轴承 代号	尺寸/mm							安装尺寸/mm				基本额定动 载荷 C_r /kN		基本额定静 载荷 C_{0r} /kN		极限转速 r/min		原轴承 代 号	
	d	D	B	r_a	r_{1s}	E_w		d_a	D_a	r_{as}	r_{bs}	N 型	NF 型	N 型	NF 型	脂润滑	油润滑		
				min	N 型	NF 型	min	max											
N313E	NF313	65	140	33	2.1	124.5	121.5	77	125	2.1	170	125	188	135	4 000	5 000	2313E	12313	
N314E	NF314	70	150	35	2.1	133	130	82	134	2.1	195	145	220	162	3 800	4 800	2314E	12314	
N315E	NF315	75	160	37	2.1	143	139.5	87	143	2.1	228	165	260	188	3 600	4 500	2315E	12315	
N316E	NF316	80	170	39	2.1	151	147	92	151	2.1	245	175	282	200	3 400	4 300	2316E	12316	
N317E	NF317	85	180	41	3	160	156	99	160	2.5	280	212	332	242	3 200	4 000	2317E	12317	
N318E	NF318	90	190	43	3	169.5	165	104	169	2.5	298	228	348	265	3 000	3 800	2318E	12318	
N319E	NF319	95	200	45	3	177.5	173.5	109	178	2.5	315	245	380	288	2 800	3 600	2319E	12319	
N320E	NF320	100	215	47	3	191.5	185.5	114	190	2.5	365	282	425	340	2 600	3 200	2320E	12320	
(0)4 尺寸系列																			
N406		30	90	23	1.5	73		39	—	1.5	57.2		53.0		7 000	9 000	2406		
N407		35	100	25	1.5	83		44	—	1.5	70.8		68.2		6 000	7 500	2407		
N408		40	110	27	2	92		50	—	2	90.5		89.8		5 600	7 000	2408		
N409		45	120	29	2	100.5		55	—	2	102		100		5 000	6 300	2409		
N410		50	130	31	2.1	110.8		62	—	2.1	120		120		4 800	6 000	2410		
N411		55	140	33	2.1	117.2		67	—	2.1	128		132		4 300	5 300	2411		
N412		60	150	35	2.1	127		72	—	2.1	155		162		4 000	5 000	2412		
N413		65	160	37	2.1	135.3		77	—	2.1	170		178		3 800	4 800	2413		
N414		70	180	42	3	152		84	—	2.5	215		232		3 400	4 300	2414		
N415		75	190	45	3	160.5		89	—	2.5	250		272		3 200	4 000	2415		
N416		80	200	48	3	170		94	—	2.5	285		315		3 000	3 800	2416		
N417		85	210	52	4	179.5		103	—	3	312		345		2 800	3 600	2417		
N418		90	225	54	4	191.5		108	—	3	352		392		2 400	3 200	2418		
N419		95	240	55	4	201.5		113	—	3	378		428		2 200	3 000	2419		
N420		100	250	58	4	211		118	—	3	418		480		2 000	2 800	2420		
22 尺寸系列																			
N2204E		20	47	18	1	0.6	41.5	25	42	1	0.6	30.8		30.0		12 000	16 000	2504E	
N2205E		25	52	18	1	0.6	46.5	30	47	1	0.6	32.8		33.8		11 000	14 000	2505E	
N2206E		30	62	20	1	0.6	55.5	36	56	1	0.6	45.5		48.0		8 500	11 000	2506E	
N2207E		35	72	23	1.1	0.6	64	42	64	1	0.6	57.5		63.0		7 500	9 500	2507E	
N2208E		40	80	23	1.1	1.1	71.5	47	72	1	1	67.5		75.2		7 000	9 000	2508E	
N2209E		45	85	23	1.1	1.1	76.5	52	77	1	1	71.0		82.0		6 300	8 000	2509E	
N2210E		50	90	23	1.1	1.1	81.5	57	83	1	1	74.2		88.8		6 000	7 500	2510E	
N2211E		55	100	25	1.5	1.1	90	64	91	1.5	1	94.8		118		5 300	6 700	2511E	
N2212E		60	110	28	1.5	1.5	100	69	100	1.5	1.5	122		152		5 000	6 300	2512E	
N2213E		65	120	31	1.5	1.5	108.5	74	108	1.5	1.5	142		180		4 500	5 600	2513E	
N2214E		70	125	31	1.5	1.5	113.5	79	114	1.5	1.5	148		192		4 300	5 300	2514E	
N2215E		75	130	31	1.5	1.5	118.5	84	120	1.5	1.5	155		205		4 000	5 000	2515E	
N2216E		80	140	33	2	2	127.3	90	128	2	2	178		242		3 800	4 800	2516E	
N2217E		85	150	36	2	2	136.5	95	137	2	2	205		272		3 600	4 500	2517E	
N2218E		90	160	40	2	2	145	100	146	2	2	230		312		3 400	4 300	2518E	
N2219E		95	170	43	2.1	2.1	154.5	107	155	2.1	2.1	275		368		3 200	4 000	2519E	
N2220E		100	180	46	2.1	2.1	163	112	164	2.1	2.1	318		440		3 000	3 800	2520E	

注:1. 同表 17-1 中注 1。

2. r_{smin} 、 r_{1smin} 分别为 r_s 、 r_1 的单向最小倒角尺寸; r_{asmax} 、 r_{bsmax} 分别为 r_{as} 、 r_{bs} 的单向最大倒角尺寸。

3. 后缀带 E 为加强型圆柱滚子轴承, 应优先选用。

表 17-4 调心滚子轴承(摘自 GB/T 288-1994)



标记示例: 滚动轴承 22210C/W33 GB/T 288

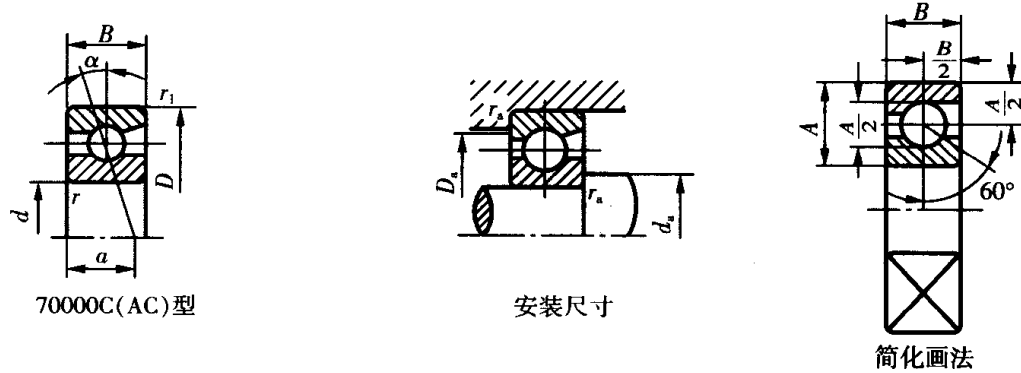
径向当量动载荷	径向当量静载荷
$\text{当 } \frac{F_a}{F_r} \leq e \quad P_r = F_r + Y_1 F_a$ $\text{当 } \frac{F_a}{F_r} > e \quad P_r = 0.67 F_r + Y_2 F_a$	$P_{0r} = F_r + Y_0 F_a$

轴承代号	尺寸/mm					安装尺寸/mm			计算系数				基本额定动载荷 C_r	基本额定静载荷 C_{0r}	极限转速 r/min		原轴承代号
	d	D	B	r_s min	B_0 参考	d_a min	D_a max	r_{as} max	e	Y_1	Y_2	Y_0			kN	脂润滑	
22 尺寸系列																	
22206C	30	62	20	1	—	36	56	1	0.33	2.0	3.0	2.0	51.8	56.8	6 300	8 000	53506
22207C/W33	35	72	23	1.1	5.5	42	65	1	0.31	2.1	3.2	2.1	66.5	76.0	5 300	6 700	53507
22208C/W33	40	80	23	1.1	5.5	47	73	1	0.28	2.4	3.6	2.3	78.5	90.8	5 000	6 000	53508
22209C/W33	45	85	23	1.1	5.5	52	78	1	0.27	2.5	3.8	2.5	82.0	97.5	4 500	5 600	53509
22210C/W33	50	90	23	1.1	5.5	57	83	1	0.24	2.8	4.1	2.7	84.5	105	4 000	5 000	53510
22211C/W33	55	100	25	1.5	5.5	64	91	1.5	0.24	2.8	4.1	2.7	102	125	3 600	4 500	53511
22212C/W33	60	110	28	1.5	5.5	69	101	1.5	0.24	2.8	4.1	2.7	122	155	3 200	4 000	53512
22213C/W33	65	120	31	1.5	5.5	74	111	1.5	0.25	2.7	4.0	2.6	150	195	2 800	3 600	53513
22214C/W33	70	125	31	1.5	5.5	79	116	1.5	0.23	2.9	4.3	2.8	158	205	2 600	3 400	53514
22215C/W33	75	130	31	1.5	5.5	84	121	1.5	0.22	3.0	4.5	2.9	162	215	2 400	3 200	53515
22216C/W33	80	140	33	2	5.5	90	130	2	0.22	3.0	4.5	2.9	175	238	2 200	3 000	53516
22217C/W33	85	150	36	2	8.3	95	140	2	0.22	3.0	4.4	2.9	210	278	2 000	2 800	53517
22218C/W33	90	160	40	2	8.3	100	150	2	0.23	2.9	4.4	2.8	240	322	1 900	2 600	53518
22219C/W33	95	170	43	2.1	8.3	107	158	2.1	0.24	2.9	4.4	2.7	278	380	1 900	2 600	53519
22220C/W33	100	180	46	2.1	8.3	112	168	2.1	0.23	2.9	4.3	2.8	310	425	1 800	2 400	53520
23 尺寸系列																	
22308C/W33	40	90	33	1.5	5.5	49	81	1.5	0.38	1.8	2.6	1.7	120	138	4 300	5 300	53608
22309C/W33	45	100	36	1.5	5.5	54	91	1.5	0.38	1.8	2.6	1.7	142	170	3 800	4 800	53609
22310C/W33	50	110	40	2	5.5	60	100	2	0.37	1.8	2.7	1.8	175	210	3 400	4 300	53610
22311C/W33	55	120	43	2	5.5	65	110	2	0.37	1.8	2.7	1.8	208	250	3 000	3 800	53611
22312C/W33	60	130	46	2.1	5.5	72	118	2.1	0.37	1.8	2.7	1.8	238	285	2 800	3 600	53612
22313C/W33	65	140	48	2.1	5.5	77	128	2.1	0.35	1.9	2.9	1.9	260	315	2 400	3 200	53613
22314C/W33	70	150	51	2.1	8.3	82	138	2.1	0.35	1.9	2.9	1.9	292	362	2 200	3 000	53614
22315C/W33	75	160	55	2.1	8.3	87	148	2.1	0.35	1.9	2.9	1.9	342	438	2 000	2 800	53615
22316C/W33	80	170	58	2.1	8.3	92	158	2.1	0.35	1.9	2.9	1.9	385	498	1 900	2 600	53616
22317C/W33	85	180	60	3	8.3	99	166	2.5	0.34	1.9	3.0	2.0	420	540	1 800	2 400	53617
22318C/W33	90	190	64	3	8.3	104	176	2.5	0.34	2.0	2.9	2.0	475	622	1 800	2 400	53618
22319C/W33	95	200	67	3	8.3	109	186	2.5	0.34	2.0	3.0	2.0	520	688	1 700	2 200	53619
22320C/W33	100	215	73	3	11.1	114	201	2.5	0.35	1.9	2.9	1.9	608	815	1 400	1 800	53620

注: 1. 同表 17-1 中注 1, 2。

2. 代号中 W33 表示轴承外圈有润滑油槽和三个润滑油孔。

表 17-5 角接触球轴承(摘自 GB/T 292-1994)



标记示例:滚动轴承 7210C GB/T 292

iF_a/C_{0r}	e	Y	70000C 型	70000AC 型
0.015	0.38	1.47	径向当量动载荷 当 $F_a/F_r \leq e$ $P_r = F_r$ 当 $F_a/F_r > e$ $P_r = 0.44F_r + YF_a$	径向当量动载荷 当 $F_a/F_r \leq 0.68$ $P_r = F_r$ 当 $F_a/F_r > 0.68$ $P_r = 0.41F_r + 0.87F_a$
0.029	0.40	1.40		
0.058	0.43	1.30		
0.087	0.46	1.23		
0.12	0.47	1.19		
0.17	0.50	1.12	径向当量静载荷 $P_{0r} = 0.5F_r + 0.46F_a$ 当 $P_{0r} < F_r$ 取 $P_{0r} = F_r$	径向当量静载荷 $P_{0r} = 0.5F_r + 0.38F_a$ 当 $P_{0r} < F_r$ 取 $P_{0r} = F_r$
0.29	0.55	1.02		
0.44	0.56	1.00		
0.58	0.56	1.00		

轴承代号	基本尺寸/mm				安装尺寸/mm			70000C ($\alpha = 15^\circ$)			70000AC ($\alpha = 25^\circ$)			极限转速 r/min		原轴承代号	
	d	D	B	r_a	r_{1s}	d_a min	D_a	r_{as} max	a mm	基本额定 动载荷静载荷		a mm	基本额定 动载荷静载荷		脂润滑		油润滑
				min	C_r					C_{0r}	C_r		C_{0r}				

(1)0 尺寸系列

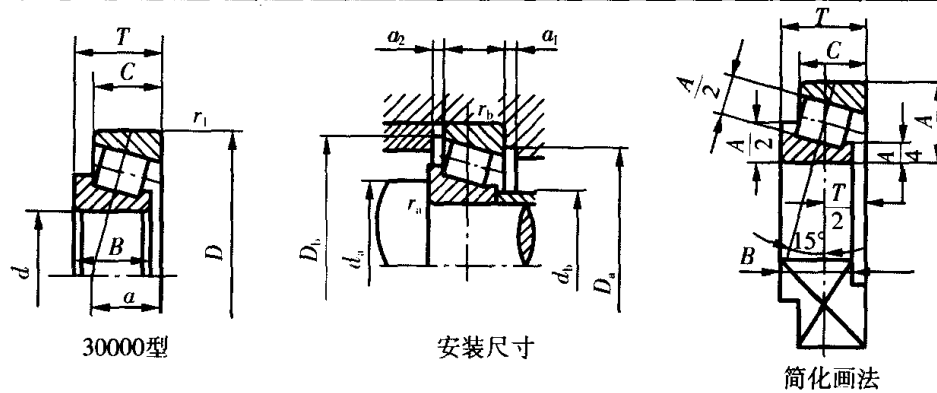
7000C	7000AC	10	26	8	0.3	0.15	12.4	23.6	0.3	6.4	4.92	2.25	8.2	4.75	2.12	19 000	28 000	36100	46100
7001C	7001AC	12	28	8	0.3	0.15	14.4	25.6	0.3	6.7	5.42	2.65	8.7	5.20	2.55	18 000	26 000	36101	46101
7002C	7002AC	15	32	9	0.3	0.15	17.4	29.6	0.3	7.6	6.25	3.42	10	5.95	3.25	17 000	24 000	36102	46102
7003C	7003AC	17	35	10	0.3	0.15	19.4	32.6	0.3	8.5	6.60	3.85	11.1	6.30	3.68	16 000	22 000	36103	46103
7004C	7004AC	20	42	12	0.6	0.15	25	37	0.6	10.2	10.5	6.08	13.2	10.0	5.78	14 000	19 000	36104	46104
7005C	7005AC	25	47	12	0.6	0.15	30	42	0.6	10.8	11.5	7.45	14.4	11.2	7.08	12 000	17 000	36105	46105
7006C	7006AC	30	55	13	1	0.3	36	49	1	12.2	15.2	10.2	16.4	14.5	9.85	9 500	14 000	36106	46106
7007C	7007AC	35	62	14	1	0.3	41	56	1	13.5	19.5	14.2	18.3	18.5	13.5	8 500	12 000	36107	46107
7008C	7008AC	40	68	15	1	0.3	46	62	1	14.7	20.0	15.2	20.1	19.0	14.5	8 000	11 000	36108	46108
7009C	7009AC	45	75	16	1	0.3	51	69	1	16	25.8	20.5	21.9	25.8	19.5	7 500	10 000	36109	46109
7010C	7010AC	50	80	16	1	0.3	56	74	1	16.7	26.5	22.0	23.2	25.2	21.0	6 700	9 000	36110	46110
7011C	7011AC	55	90	18	1.1	0.6	62	83	1	18.7	37.2	30.5	25.9	35.2	29.2	6 000	8 000	36111	46111
7012C	7012AC	60	95	18	1.1	0.6	67	88	1	19.4	38.2	32.8	27.1	36.2	31.5	5 600	7 500	36112	46112
7013C	7013AC	65	100	18	1.1	0.6	72	93	1	20.1	40.0	35.5	28.2	38.0	33.8	5 300	7 000	36113	46113
7014C	7014AC	70	110	20	1.1	0.6	77	103	1	22.1	48.2	43.5	30.9	45.8	41.5	5 000	6 700	36114	46114
7015C	7015AC	75	115	20	1.1	0.6	82	108	1	22.7	49.5	46.5	32.2	46.8	44.2	4 800	6 300	36115	46115
7016C	7016AC	80	125	22	1.5	0.6	89	116	1.5	24.7	58.5	55.8	34.9	55.5	53.2	4 500	6 000	36116	46116
7017C	7017AC	85	130	22	1.5	0.6	94	121	1.5	25.4	62.5	60.2	36.1	59.2	57.2	4 300	5 600	36117	46117
7018C	7018AC	90	140	24	1.5	0.6	99	131	1.5	27.4	71.5	69.8	38.8	67.5	66.5	4 000	5 300	36118	46118
7019C	7019AC	95	145	24	1.5	0.6	104	136	1.5	28.1	73.5	73.2	40	69.5	69.8	3 800	5 000	36119	46119
7020C	7020AC	100	150	24	1.5	0.6	109	141	1.5	28.7	79.2	78.5	41.2	75	74.8	3 800	5 000	36120	46120

续表 17-5

轴承代号		基本尺寸/mm					安装尺寸/mm			70000C ($\alpha = 15^\circ$)			70000AC ($\alpha = 25^\circ$)			极限转速 r/min		原轴承代号	
		d	D	B	r_a	r_{1s}	d_a	D_a	r_{as}	a	基本额定		a	基本额定		脂润滑	油润滑		
					min						动载荷静载荷			动载荷静载荷					
		min		max		mm		kN		kN									
(0)2 尺寸系列																			
7200C	7200AC	10	30	9	0.6	0.15	15	25	0.6	7.2	5.82	2.95	9.2	5.58	2.82	18 000	26 000	36200	46200
7201C	7201AC	12	32	10	0.6	0.15	17	27	0.6	8	7.35	3.52	10.2	7.10	3.35	17 000	24 000	36201	46201
7202C	7202AC	15	35	11	0.6	0.15	20	30	0.6	8.9	8.68	4.62	11.4	8.35	4.40	16 000	22 000	36202	46202
7203C	7203AC	17	40	12	0.6	0.3	22	35	0.6	9.9	10.8	5.95	12.8	10.5	5.65	15 000	20 000	36203	46203
7204C	7204AC	20	47	14	1	0.3	26	41	1	11.5	14.5	8.22	14.9	14.0	7.82	13 000	18 000	36204	46204
7205C	7205AC	25	52	15	1	0.3	31	46	1	12.7	16.5	10.5	16.4	15.8	9.88	11 000	16 000	36205	46205
7206C	7206AC	30	62	16	1	0.3	36	56	1	14.2	23.0	15.0	18.7	22.0	14.2	9 000	13 000	36206	46206
7207C	7207AC	35	72	17	1.1	0.6	42	65	1	15.7	30.5	20.0	21	29.0	19.2	8 000	11 000	36207	46207
7208C	7208AC	40	80	18	1.1	0.6	47	73	1	17	36.8	25.8	23	35.2	24.5	7 500	10 000	36208	46208
7209C	7209AC	45	85	19	1.1	0.6	52	78	1	18.2	38.5	28.5	24.7	36.8	27.2	6 700	9 000	36209	46209
7210C	7210AC	50	90	20	1.1	0.6	57	83	1	19.4	42.8	32.0	26.3	40.8	30.5	6 300	8 500	36210	46210
7211C	7211AC	55	100	21	1.5	0.6	64	91	1.5	20.9	52.8	40.5	28.6	50.5	38.5	5 600	7 500	36211	46211
7212C	7212AC	60	110	22	1.5	0.6	69	101	1.5	22.4	61.0	48.5	30.8	58.2	46.2	5 300	7 000	36212	46212
7213C	7213AC	65	120	23	1.5	0.6	74	111	1.5	24.2	69.8	55.2	33.5	66.5	52.5	4 800	6 300	36213	46213
7214C	7214AC	70	125	24	1.5	0.6	79	116	1.5	25.3	70.2	60.0	35.1	69.2	57.5	4 500	6 000	36214	46214
7215C	7215AC	75	130	25	1.5	0.6	84	121	1.5	26.4	79.2	65.8	36.6	75.2	63.0	4 300	5 600	36215	46215
7216C	7216AC	80	140	26	2	1	90	130	2	27.7	89.5	78.2	38.9	85.0	74.5	4 000	5 300	36216	46216
7217C	7217AC	85	150	28	2	1	95	140	2	29.9	99.8	85.0	41.6	94.8	81.5	3 800	5 000	36217	46217
7218C	7218AC	90	160	30	2	1	100	150	2	31.7	122	105	44.2	118	100	3 600	4 800	36218	46218
7219C	7219AC	95	170	32	2.1	1.1	107	158	2.1	33.8	135	115	46.9	128	108	3 400	4 500	36219	46219
7220C	7220AC	100	180	34	2.1	1.1	112	168	2.1	35.8	148	128	49.7	142	122	3 200	4 300	36220	46220
(0)3 尺寸系列																			
7301C	7301AC	12	37	12	1	0.3	18	31	1	8.6	8.10	5.22	12	8.08	4.88	16 000	22 000	36301	46301
7302C	7302AC	15	42	13	1	0.3	21	36	1	9.6	9.38	5.95	13.5	9.08	5.58	15 000	20 000	36302	46302
7303C	7303AC	17	47	14	1	0.3	23	41	1	10.4	12.8	8.62	14.8	11.5	7.08	14 000	19 000	36303	46303
7304C	7304AC	20	52	15	1.1	0.6	27	45	1	11.3	14.2	9.68	16.8	13.8	9.10	12 000	17 000	36304	46304
7305C	7305AC	25	62	17	1.1	0.6	32	55	1	13.1	21.5	15.8	19.1	20.8	14.8	9 500	14 000	36305	46305
7306C	7306AC	30	72	19	1.1	0.6	37	65	1	15	26.5	19.8	22.2	25.2	18.5	8 500	12 000	36306	46306
7307C	7307AC	35	80	21	1.5	0.6	44	71	1.5	16.6	34.2	26.8	24.5	32.8	24.8	7 500	10 000	36307	46307
7308C	7308AC	40	90	23	1.5	0.6	49	81	1.5	18.5	40.2	32.3	27.5	38.5	30.5	6 700	9 000	36308	46308
7309C	7309AC	45	100	25	1.5	0.6	54	91	1.5	20.2	49.2	39.8	30.2	47.5	37.2	6 000	8 000	36309	46309
7310C	7310AC	50	110	27	2	1	60	100	2	22	53.5	47.2	33	55.5	44.5	5 600	7 500	36310	46310
7311C	7311AC	55	120	29	2	1	65	110	2	23.8	70.5	60.5	35.8	67.2	56.8	5 000	6 700	36311	46311
7312C	7312AC	60	130	31	2.1	1.1	72	118	2.1	25.6	80.5	70.2	38.7	77.8	65.8	4 800	6 300	36312	46312
7313C	7313AC	65	140	33	2.1	1.1	77	128	2.1	27.4	91.5	80.5	41.5	89.8	75.5	4 300	5 600	36313	46313
7314C	7314AC	70	150	35	2.1	1.1	82	138	2.1	29.2	102	91.5	44.3	98.5	86.0	4 000	5 300	36314	46314
7315C	7315AC	75	160	37	2.1	1.1	87	148	2.1	31	112	105	47.2	108	97.0	3 800	5 000	36315	46315
7316C	7316AC	80	170	39	2.1	1.1	92	158	2.1	32.8	122	118	50	118	108	3 600	4 800	36316	46316
7317C	7317AC	85	180	41	3	1.1	99	166	2.5	34.6	132	128	52.8	125	122	3 400	4 500	36317	46317
7318C	7318AC	90	190	43	3	1.1	104	176	2.5	36.4	142	142	55.6	135	135	3 200	4 300	36318	46318
7319C	7319AC	95	200	45	3	1.1	109	186	2.5	38.2	152	158	58.5	145	148	3 000	4 000	36319	46319
7320C	7320AC	100	215	47	3	1.1	114	201	2.5	40.2	162	175	61.9	165	178	2 600	3 600	36320	46320
(0)4 尺寸系列																			
	7406AC	30	90	23	1.5	0.6	39	81	1				26.1	42.5	32.2	7 500	10 000		46406
	7407AC	35	100	25	1.5	0.6	44	91	1.5				29	53.8	42.5	6 300	8 500		46407
	7408AC	40	110	27	2	1	50	100	2				31.8	62.0	49.5	6 000	8 000		46408
	7409AC	45	120	29	2	1	55	110	2				34.6	66.8	52.8	5 300	7 000		46409
	7410AC	50	130	31	2.1	1.1	62	118	2.1				37.4	76.5	64.2	5 000	6 700		46410
	7412AC	60	150	35	2.1	1.1	72	138	2.1				43.1	102	90.8	4 300	5 600		46412
	7414AC	70	180	42	3	1.1	84	166	2.5				51.5	125	125	3 600	4 800		46414
	7416AC	80	200	48	3	1.1	94	186	2.5				58.1	152	152	3 200	4 300		46416

注:表中 C_r 值,对(1)0、(0)2 系列为真空脱气轴承钢的负荷能力,对(0)3、(0)4 系列为电炉轴承钢的负荷能力。

表 17-6 圆锥滚子轴承(摘自 GB/T 297-1994)



径向当量 动载荷	$\text{当 } \frac{F_a}{F_r} \leq e \quad P_r = F_r$ $\text{当 } \frac{F_a}{F_r} > e \quad P_r = 0.4F_r + YF_a$
径向当量 静载荷	$P_{0r} = F_r$ $P_{0r} = 0.5F_r + Y_0 F_a$ 取上列两式计算结果的较大值

标记示例:滚动轴承 30310 GB/T 297

轴承 代号	尺寸/mm								安装尺寸/mm								计算系数			基本额定		极限转速		原轴承 代号	
	d	D	T	B	C	r _s min	r _{1s} min	a ≈	d _a min	d _b max	D _a min	D _a max	D _b min	a ₁ min	a ₂ min	r _{as} max	r _{bs} max	e	Y	Y ₀	动载荷 C _r	静载荷 C _{0r}	r/min		
																					kN	脂润滑	油润滑		
02 尺寸系列																									
30203	17	40	13.25	12	11	1	1	9.9	23	23	34	34	37	2	2.5	1	1	0.35	1.7	1	20.8	21.8	9 000	12 000	7203E
30204	20	47	15.25	14	12	1	1	11.2	26	27	40	41	43	2	3.5	1	1	0.35	1.7	1	28.2	30.5	8 000	10 000	7204E
30205	25	52	16.25	15	13	1	1	12.5	31	31	44	46	48	2	3.5	1	1	0.37	1.6	0.9	32.2	37.0	7 000	9 000	7205E
30206	30	62	17.25	16	14	1	1	13.8	36	37	53	56	58	2	3.5	1	1	0.37	1.6	0.9	43.2	50.5	6 000	7 500	7206E
30207	35	72	18.25	17	15	1.5	1.5	15.3	42	44	62	65	67	3	3.5	1.5	1.5	0.37	1.6	0.9	54.2	63.5	5 300	6 700	7207E
30208	40	80	19.75	18	16	1.5	1.5	16.9	47	49	69	73	75	3	4	1.5	1.5	0.37	1.6	0.9	63.0	74.0	5 000	6 300	7208E
30209	45	85	20.75	19	16	1.5	1.5	18.6	52	53	74	78	80	3	5	1.5	1.5	0.4	1.5	0.8	67.8	83.5	4 500	5 600	7209E
30210	50	90	21.75	20	17	1.5	1.5	20	57	58	79	83	86	3	5	1.5	1.5	0.42	1.4	0.8	73.2	92.0	4 300	5 300	7210E
30211	55	100	22.75	21	18	2	1.5	21	64	64	88	91	95	4	5	2	1.5	0.4	1.5	0.8	90.8	115	3 800	4 800	7211E
30212	60	110	23.75	22	19	2	1.5	22.3	69	69	96	101	103	4	5	2	1.5	0.4	1.5	0.8	102	130	3 600	4 500	7212E
30213	65	120	24.75	23	20	2	1.5	23.8	74	77	106	111	114	4	5	2	1.5	0.4	1.5	0.8	120	152	3 200	4 000	7213E
30214	70	125	26.25	24	21	2	1.5	25.8	79	81	110	116	119	4	5.5	2	1.5	0.42	1.4	0.8	132	175	3 000	3 800	7214E
30215	75	130	27.25	25	22	2	1.5	27.4	84	85	115	121	125	4	5.5	2	1.5	0.44	1.4	0.8	138	185	2 800	3 600	7215E
30216	80	140	28.25	26	22	2.5	2	28.1	90	90	124	130	133	4	6	2.1	2	0.42	1.4	0.8	160	212	2 600	3 400	7216E
30217	85	150	30.5	28	24	2.5	2	30.3	95	96	132	140	142	5	6.5	2.1	2	0.42	1.4	0.8	178	238	2 400	3 200	7217E
30218	90	160	32.5	30	26	2.5	2	32.3	100	102	140	150	151	5	6.5	2.1	2	0.42	1.4	0.8	200	270	2 200	3 000	7218E
30219	95	170	34.5	32	27	3	2.5	34.2	107	108	149	158	160	5	7.5	2.5	2.1	0.42	1.4	0.8	228	308	2 000	2 800	7219E
30220	100	180	37	34	29	3	2.5	36.4	112	114	157	168	169	5	8	2.5	2.1	0.42	1.4	0.8	255	350	1 900	2 600	7220E
03 尺寸系列																									
30302	15	42	14.25	13	11	1	1	9.6	21	22	36	36	38	2	3.5	1	1	0.29	2.1	1.2	22.8	21.5	9 000	12 000	7302E
30303	17	47	15.25	14	12	1	1	10.4	23	25	40	41	43	3	3.5	1	1	0.29	2.1	1.2	28.2	27.2	8 500	11 000	7303E
30304	20	52	16.25	15	13	1.5	1.5	11.1	27	28	44	45	48	3	3.5	1.5	1.5	0.3	2	1.1	33.0	33.2	7 500	9 500	7304E
30305	25	62	18.25	17	15	1.5	1.5	13	32	34	54	55	58	3	3.5	1.5	1.5	0.3	2	1.1	46.8	48.0	6 300	8 000	7305E
30306	30	72	20.75	19	16	1.5	1.5	15.3	37	40	62	65	66	3	5	1.5	1.5	0.31	1.9	1.1	59.0	63.0	5 600	7 000	7306E
30307	35	80	22.75	21	18	2	1.5	16.8	44	45	70	71	74	3	5	2	1.5	0.31	1.9	1.1	75.2	82.5	5 000	6 300	7307E
30308	40	90	25.25	23	20	2	1.5	19.5	49	52	77	81	84	3	5.5	2	1.5	0.35	1.7	1	90.8	108	4 500	5 600	7308E
30309	45	100	27.25	25	22	2	1.5	21.3	54	59	86	91	94	3	5.5	2	1.5	0.35	1.7	1	108	130	4 000	5 000	7309E
30310	50	110	29.25	27	23	2.5	2	23	60	65	95	100	103	4	6.5	2	2	0.35	1.7	1	130	158	3 800	4 800	7310E
30311	55	120	31.5	29	25	2.5	2	24.9	65	70	104	110	112	4	6.5	2.5	2	0.35	1.7	1	152	188	3 400	4 300	7311E

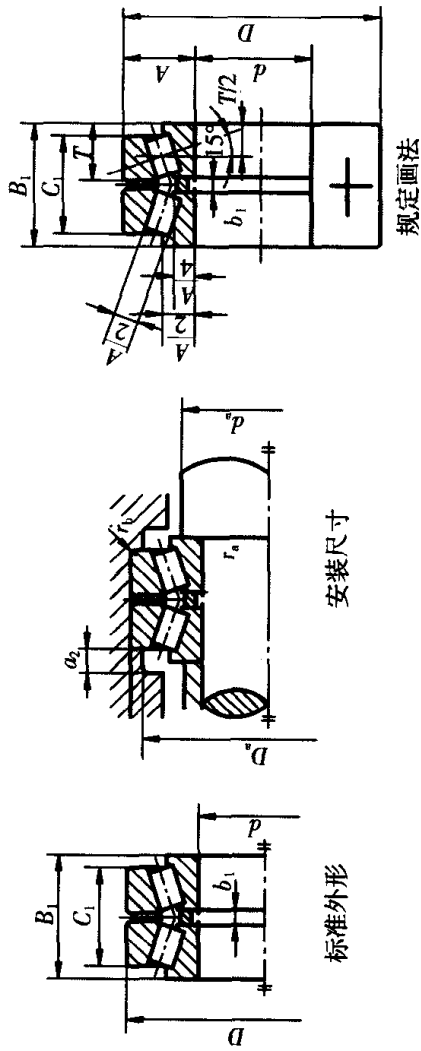
续表 17-6

轴承代号	尺寸/mm										安装尺寸/mm							计算系数				基本额定			极限转速		原轴承代号
	d	D	T	B	C	r _s min	r ₁₈ min	α ≈	d _a min	d _b max	D _a min	D _a max	D _b min	d ₁ min	a ₂ min	r _{as} max	r _{bs} max	ε	Y	Y ₀	C _r	C _{or}	脂润滑	油润滑			
																									r _{as} max	r _{bs} max	
30312	60	130	33.5	31	26	3	2.5	26.6	72	76	112	118	121	5	7.5	2.5	2.1	0.35	1.7	1	170	210	3200	4000	7312E		
30313	65	140	36	33	28	3	2.5	28.7	77	83	122	128	131	5	8	2.5	2.1	0.35	1.7	1	195	242	2800	3600	7313E		
30314	70	150	38	35	30	3	2.5	30.7	82	89	130	138	141	5	8	2.5	2.1	0.35	1.7	1	218	272	2600	3400	7314E		
30315	75	160	40	37	31	3	2.5	32	87	95	139	148	150	5	9	2.5	2.1	0.35	1.7	1	252	318	2400	3200	7315E		
30316	80	170	42.5	39	33	3	2.5	34.4	92	102	148	158	160	5	9.5	2.5	2.1	0.35	1.7	1	278	352	2200	3000	7316E		
30317	85	180	44.5	41	34	4	3	35.9	99	107	156	166	168	6	10.5	3	2.5	0.35	1.7	1	305	388	2000	2800	7317E		
30318	90	190	46.5	43	36	4	3	37.5	104	113	165	176	178	6	10.5	3	2.5	0.35	1.7	1	342	440	1900	2600	7318E		
30319	95	200	49.5	45	38	4	3	40.1	109	118	172	186	185	6	11.5	3	2.5	0.35	1.7	1	370	478	1800	2400	7319E		
30320	100	215	51.5	47	39	4	3	42.2	114	127	184	201	199	6	12.5	3	2.5	0.35	1.7	1	405	525	1600	2000	7320E		
22 尺寸系列																											
32206	30	62	21.25	20	17	1	1	15.6	36	36	52	56	58	3	4.5	1	1	0.37	1.6	0.9	51.8	63.8	6000	7500	7506E		
32207	35	72	24.25	23	19	1.5	1.5	17.9	42	42	61	65	68	3	5.5	1.5	1.5	0.37	1.6	0.9	70.5	89.5	5300	6700	7507E		
32208	40	80	24.75	23	19	1.5	1.5	18.9	47	48	68	73	75	3	6	1.5	1.5	0.37	1.6	0.9	77.8	97.2	5000	6300	7508E		
32209	45	85	24.75	23	19	1.5	1.5	20.1	52	53	73	78	81	3	6	1.5	1.5	0.4	1.5	0.8	80.8	105	4500	5600	7509E		
32210	50	90	24.75	23	19	1.5	1.5	21	57	57	78	83	86	3	6	1.5	1.5	0.42	1.4	0.8	82.8	108	4300	5300	7510E		
32211	55	100	26.75	25	21	2	1.5	22.8	64	62	87	91	96	4	6	2	1.5	0.4	1.5	0.8	108	142	3800	4800	7511E		
32212	60	110	29.75	28	24	2	1.5	25	69	68	95	101	105	4	6	2	1.5	0.4	1.5	0.8	132	180	3600	4500	7512E		
32213	65	120	32.75	31	27	2	1.5	27.3	74	75	104	111	115	4	6	2	1.5	0.4	1.5	0.8	160	222	3200	4000	7513E		
32214	70	125	33.25	31	27	2	1.5	28.8	79	79	108	116	120	4	6.5	2	1.5	0.42	1.4	0.8	168	238	3000	3800	7514E		
32215	75	130	33.25	31	27	2	1.5	30	84	84	115	121	126	4	6.5	2	1.5	0.44	1.4	0.8	170	242	2800	3600	7515E		
32216	80	140	35.25	33	28	2.5	2	31.4	90	89	122	130	135	5	7.5	2.1	2	0.42	1.4	0.8	198	278	2600	3400	7516E		
32217	85	150	38.5	36	30	2.5	2	33.9	95	95	130	140	143	5	8.5	2.1	2	0.42	1.4	0.8	228	325	2400	3200	7517E		
32218	90	160	42.5	40	34	2.5	2	36.8	100	101	138	150	153	5	8.5	2.1	2	0.42	1.4	0.8	270	395	2200	3000	7518E		
32219	95	170	45.5	43	37	3	2.5	39.2	107	106	145	158	163	5	8.5	2.5	2.1	0.42	1.4	0.8	302	448	2000	2800	7519E		
32220	100	180	49	46	39	3	2.5	41.9	112	113	154	168	172	5	10	2.5	2.1	0.42	1.4	0.8	340	512	1900	2600	7520E		
23 尺寸系列																											
32303	17	47	20.25	19	16	1	1	12.3	23	24	39	41	43	3	4.5	1	1	0.29	2.1	1.2	35.2	36.2	8500	11000	7603E		
32304	20	52	22.25	21	18	1.5	1.5	13.6	27	26	43	45	48	3	4.5	1.5	1.5	0.3	2	1.1	42.8	46.2	7500	9500	7604E		
32305	25	62	23.25	24	20	1.5	1.5	15.9	32	32	52	55	58	3	5.5	1.5	1.5	0.3	2	1.1	61.5	68.8	6300	8000	7605E		
32306	30	72	28.75	27	23	1.5	1.5	18.9	37	38	59	65	66	4	6	1.5	1.5	0.31	1.9	1.1	81.5	96.5	5600	7000	7606E		
32307	35	80	32.75	31	25	2	1.5	20.4	44	43	66	71	74	4	8.5	2	1.5	0.31	1.9	1.1	99.0	118	5000	6300	7607E		
32308	40	90	35.25	33	27	2	1.5	23.3	49	49	73	81	83	4	8.5	2	1.5	0.35	1.7	1	115	148	4500	5600	7608E		
32309	45	100	38.25	36	30	2	1.5	25.6	54	56	28	91	93	4	8.5	2	1.5	0.35	1.7	1	145	188	4000	5000	7609E		
32310	50	110	42.25	40	33	2.5	2	28.2	60	61	90	100	102	5	9.5	2	2	0.35	1.7	1	178	235	3800	4800	7610E		
32311	55	120	45.5	43	35	2.5	2	30.4	65	66	99	110	111	5	10	2.5	2	0.35	1.7	1	202	270	3400	4300	7611E		
32312	60	130	48.5	46	37	3	2.5	32	72	72	107	118	122	6	11.5	2.5	2.1	0.35	1.7	1	228	302	3200	4000	7612E		
32313	65	140	51	48	39	3	2.5	34.3	77	79	117	128	131	6	12	2.5	2.1	0.35	1.7	1	260	350	2800	3600	7613E		
32314	70	150	54	51	42	3	2.5	36.5	82	84	125	138	141	6	12	2.5	2.1	0.35	1.7	1	298	408	2600	3400	7614E		
32315	75	160	58	55	45	3	2.5	39.4	87	91	133	148	150	7	13	2.5	2.1	0.35	1.7	1	348	482	2400	3200	7615E		
32316	80	70	61.5	58	48	3	2.5	42.1	92	97	142	158	160	7	13.5	2.5	2.1	0.35	1.7	1	388	542	2200	3000	7616E		
32317	85	180	63.5	60	49	4	3	43.5	99	102	150	166	168	8	14.5	3	2.5	0.35	1.7	1	422	592	2000	2800	7617E		
32318	90	190	67.5	64	53	4	3	46.2	104	107	157	176	178	8	14.5	3	2.5	0.35	1.7	1	478	682	1900	2600	7618E		
32319	95	200	71.5	67	55	4	3	49	109	114	166	186	187	8	16.5	3	2.5	0.35	1.7	1	515	738	1800	2400	7619E		
32320	100	215	77.5	73	60	4	3	52.9	114	122	177	201	201	8	17.5	3	2.5	0.35	1.7	1	600	872	1600	2000	7620E		

注:1. 同表 17-1 中注 1.

2. 同表 17-2 中注 2.

表 17-7 双列圆锥滚子轴承 (摘自 GB/T 299—1994)



标记示例: 滚动轴承 352208 GB/T 299

当量静载荷		当量静载荷																			
$F_a/F_r \leq e$ $F_a/F_r > e$		$P_{Or} = F_r + Y_0 F_a$																			
$P_r = F_r + Y_1 F_a$ $P_r = 0.67 F_r + Y_2 F_a$		$P_{Or} = F_r + Y_0 F_a$																			
轴承型号	基本尺寸/mm										安装尺寸/mm			当量静载荷		基本额定载荷/kN		极限转速/(r/min)			
	d	D	B ₁	C ₁	b ₁	r _s min	r _{1s} min	d _a min	D _a min	a ₁ min	r _{as} max	r _{bs} max	e	Y ₁	Y ₂	Y ₀	C _r	C _{Or}	脂润滑	油润滑	
22 系列																					
352208	40	80	55	43.5	9	1.5	0.6	47	75	6	1.5	0.6	0.37	1.8	2.7	1.8	128	188	3 800	4 500	
352209	45	85	55	43.5	9	1.5	0.6	52	81	6	1.5	0.6	0.4	1.7	2.5	1.6	135	200	3 200	4 000	
352210	50	90	55	43.5	9	1.5	0.6	57	86	6	1.5	0.6	0.42	1.6	2.4	1.6	145	218	3 200	3 800	
352211	55	100	60	48.5	10	2	0.6	64	96	6	2	0.6	0.4	1.7	2.5	1.6	175	270	2 800	3 400	
352212	60	110	66	54.5	10	2	0.6	69	105	6	2	0.6	0.4	1.7	2.5	1.6	215	330	2 600	3 200	
352213	65	120	73	61.5	11	2	0.6	74	115	6	2	0.6	0.4	1.7	2.5	1.6	260	410	2 200	3 000	
352214	70	125	74	61.5	12	2	0.6	79	120	6.5	2	0.6	0.42	1.6	2.4	1.6	272	440	2 200	2 800	
352215	75	130	74	61.5	12	2	0.6	84	126	6.5	2	0.6	0.42	1.6	2.3	1.5	275	445	2 000	2 600	
352216	80	140	78	63.5	12	2.5	0.6	90	135	7.5	2.1	0.6	0.42	1.6	2.4	1.6	320	530	1 900	2 400	
352217	85	150	86	69	14	2.5	0.6	95	143	8.5	2.1	0.6	0.42	1.6	2.4	1.6	368	600	1 700	2 200	
352218	90	160	94	77	14	2.5	0.6	100	153	8.5	2.1	0.6	0.42	1.6	2.4	1.6	440	720	1 600	2 200	
352219	95	170	100	83	14	3	1	107	163	8.5	2.5	1	0.42	1.6	2.4	1.6	492	835	1 400	2 000	
352220	100	180	107	87	15	3	1	112	172	10	2.5	1	0.42	1.6	2.4	1.6	555	925	1 400	1 900	

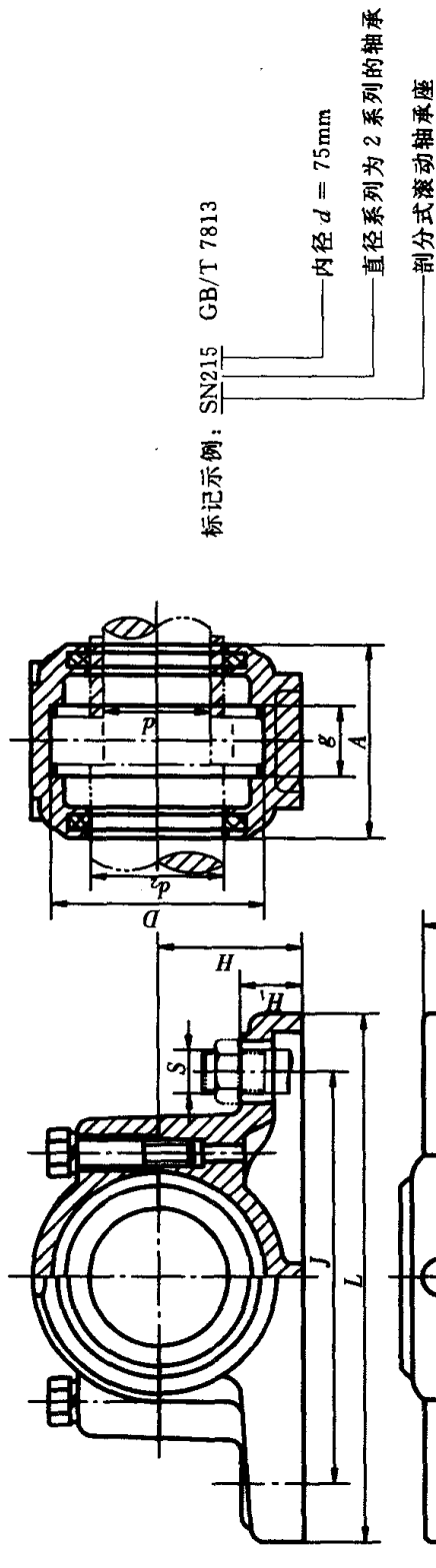
注: 表中 $r_{s \min}$ 、 $r_{1s \min}$ 为 r_s 、 r_{1s} 的单向最小倒角尺寸; $r_{s \max}$ 、 $r_{1s \max}$ 为 r_s 、 r_{1s} 的单向最大倒角尺寸; r_{as} 、 r_{bs} 为 r_{as} 、 r_{bs} 的单向最大倒角尺寸。

续表 17-8

轴承 代号	尺寸/mm										安装尺寸/mm						基本额定		极限转速		原轴承 代号	
	d	d ₂	D	T	T ₁	d ₁ min	D ₁ max	D ₂ max	B	r _s min	r _{1s} min	d _a min	D _b max	D _b min	d _b max	r _{as} max	r _{1as} max	C _r kN	C _{0r} kN	r/min		
																				脂润滑		油润滑
51213	65	55	100	27	47	67	100	10	1	0.6	86	79	79	65	1	0.6	74.8	188	1700	2600	8213	
51214	70	55	105	27	47	72	105	10	1	1	91	84	70	1	1	1	73.5	188	1600	2400	8214	
51215	75	60	110	27	47	77	110	10	1	1	96	89	75	1	1	1	74.8	198	1500	2200	8215	
51216	80	65	115	28	48	82	115	10	1	1	101	94	80	1	1	1	83.8	222	1400	2000	8216	
51217	85	70	125	31	55	88	125	12	1	1	109	101	85	1	1	1	102	280	1300	1900	8217	
51218	90	75	135	35	62	93	135	14	1.1	1	117	108	90	1	1	1	115	315	1200	1800	8218	
51220	100	85	150	38	67	103	150	15	1.1	1	130	120	100	1	1	1	132	375	1100	1700	8220	
13(51000型)、23(52000型)尺寸系列																						
51304	20	—	47	18	—	22	47	—	1	—	36	31	—	—	1	—	35.0	55.8	3600	4500	8304	
51305	25	20	52	18	34	27	52	8	1	0.3	41	36	25	1	0.3	1	0.3	35.5	61.5	3000	4300	8305
51306	30	25	60	21	38	32	60	9	1	0.3	48	42	30	1	0.3	1	0.3	42.8	78.5	2400	3600	8306
51307	35	30	68	24	44	37	68	10	1	0.3	55	48	35	1	0.3	1	0.3	55.2	105	2000	3200	8307
51308	40	30	78	26	49	42	78	12	1	0.6	63	55	40	1	0.6	1	0.6	69.2	135	1900	3000	8308
51309	45	35	85	28	52	47	85	12	1	0.6	69	61	45	1	0.6	1	0.6	75.8	150	1700	2600	8309
51310	50	40	95	31	58	52	95	14	1.1	0.6	77	68	50	1	0.6	1	0.6	96.5	202	1600	2400	8310
51311	55	45	105	35	64	57	105	15	1.1	0.6	85	75	55	1	0.6	1	0.6	115	242	1500	2200	8311
51312	60	50	110	35	64	62	110	15	1.1	0.6	90	80	60	1	0.6	1	0.6	118	262	1400	2000	8312
51313	65	55	115	36	65	67	115	15	1.1	0.6	95	85	65	1	0.6	1	0.6	115	262	1300	1900	8313
51314	70	55	125	40	72	72	125	16	1.1	1	103	92	70	1	1	1	148	340	1200	1800	8314	
51315	75	60	135	44	79	77	135	18	1.5	1	111	99	75	1.5	1	1	162	380	1100	1700	8315	
51316	80	65	140	44	79	82	140	18	1.5	1	116	104	80	1.5	1	1	160	380	1000	1600	8316	
51317	85	70	150	49	87	88	150	19	1.5	1	124	111	85	1.5	1	1	208	495	950	1500	8317	
51318	90	75	155	50	88	93	155	19	1.5	1	129	116	90	1.5	1	1	205	495	900	1400	8318	
51320	100	85	170	55	97	103	170	21	1.5	1	142	128	100	1.5	1	1	235	595	800	1200	8320	
14(51000型)、24(52000型)尺寸系列																						
51405	25	15	60	24	45	27	60	11	1	0.6	46	39	25	1	0.6	1	0.6	55.5	89.2	2200	3400	8405
51406	30	20	70	28	52	32	70	12	1	0.6	54	46	30	1	0.6	1	0.6	72.5	125	1900	3000	8406
51407	35	25	80	32	59	37	80	14	1.1	0.6	62	53	35	1	0.6	1	0.6	86.5	155	1700	2600	8407
51408	40	30	90	36	65	42	90	15	1.1	0.6	70	60	40	1	0.6	1	0.6	112	205	1500	2200	8408
51409	45	35	100	39	72	47	100	17	1.1	0.6	78	67	45	1	0.6	1	0.6	140	262	1400	2000	8409
51410	50	40	110	43	78	52	110	18	1.5	0.6	86	74	50	1.5	0.6	1	0.6	160	302	1300	1900	8410
51411	55	45	120	48	87	57	120	20	1.5	0.6	94	81	55	1.5	0.6	1	0.6	182	355	1100	1700	8411
51412	60	50	130	51	93	62	130	21	1.5	0.6	102	88	60	1.5	0.6	1	0.6	200	395	1000	1600	8412
51413	65	50	140	56	101	68	140	23	2	1	110	95	65	2.0	1	1	215	448	900	1400	8413	
51414	70	55	150	60	107	73	150	24	2	1	118	102	70	2.0	1	1	255	560	850	1300	8414	
51415	75	60	160	65	115	78	160	26	2	1	125	110	75	2.0	1	1	268	615	800	1200	8415	
51416	80	—	170	68	—	83	170	—	2.1	—	133	117	—	2.1	—	1	—	292	692	750	1100	8416
51417	85	65	180	72	128	88	177	29	2.1	1.1	141	124	85	2.1	1	1	318	782	700	1000	8417	
51418	90	70	190	77	135	93	187	30	2.1	1.1	149	131	90	2.1	1	1	325	825	670	950	8418	
51420	100	80	200	85	150	103	205	33	3	1.1	165	145	100	2.5	1	1	400	1080	600	850	8420	

17.2 滚动轴承座

表 17-9 SN2、SN3 型滚动轴承座(摘自 GB/T 7813—1987)



型号	d/mm	d_1/mm	D/mm	g/mm	A/mm max	A_1/mm	H/mm	H_1/mm max	L/mm	J/mm	S (螺栓)/mm	N_1/mm	N/mm	质量 \approx /kg
SN505	25	20	52	25	67	46	40		165	130	M12	15	20	1.4
SN506	30	25	62	30	77	52	22	185	150	1.9				
SN507	35	30	72	33	82	60	25	205	170	2.1				
SN508	40	35	80	33	85	60	25	205	170	2.9				
SN509	45	40	82	31	90	60	25	205	170	3.1				
SN510	50	45	90	33	90	60	25	205	170	3.3				

(SN5 适用于 2 系列圆锥孔带紧定套的调心球轴承, 调心滚子轴承和 22 系列圆锥孔带紧定套的调心滚子轴承)

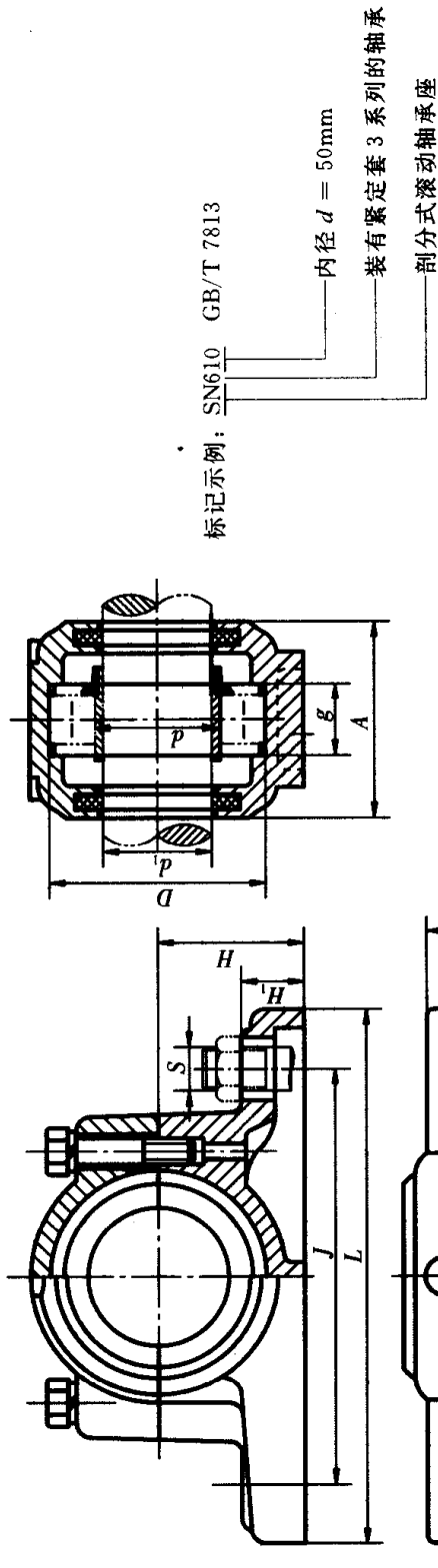
续表 17-9

型号	d/mm	d ₂ /mm	D/mm	g/mm	A/mm max	A ₁ /mm	H/mm	H ₁ /mm max	L/mm	J/mm	S(螺栓)/mm	N ₁ /mm	N/mm	质量 ≈ /kg
(SN2 适用于 2 系列深沟球轴承、调心球轴承和 22 系列调心球轴承、调心滚子轴承)														
SN211	55	65	100	33	95	70	70	28	255	210				4.3
SN212	60	70	110	38	105			30						5.0
SN213	65	75	120	43	110				275	230	M16	18	23	6.3
SN214	70	80	125	44		80	80	30						6.7
SN215	75	85	130	41	115				280					7.0
SN216	80	90	140	43	120	90	95	32	315	260				9.3
SN217	85	95	150	46	125				320		M20	22	27	9.8
SN218	90	100	160	62.4	145	100	100	35	345	290				12.3
SN220	100	115	180	70.3	160	110	112	40	380	320	M24	26	32	16.5
(SN3 适用于 3 系列深沟球轴承、调心球轴承和 23 系列调心球轴承、调心滚子轴承)														
SN305	25	30	62	34	82	52	50	22	185	150				1.9
SN306	30	35	72	37							M12	15	20	2.1
SN307	35	45	80	41	90	60	60	25	205	170				3.0
SN308	40	50	90	43	95									3.3
SN309	45	55	100	46	105	70	70	28	255	210				4.6
SN310	50	60	110	50	115			30	275					5.1
SN311	55	65	120	58	120	80	80	30	280	230	M16	18	23	6.5
SN312	60	70	130	56	125									7.3
SN313	65	75	140	58	130	90	95	32	315	260				9.7
SN314	70	80	150	61	130				320		M20	22	27	11.0
SN315	75	85	160	65	140	100	100	35	345	290				14.0
SN316	80	90	170	68	145	110	112	40	380	320	M24	26	32	13.8
SN317	85	95	180	70	155	110	112	40	380	320				15.8

注:1. 图中滚动轴承可参阅规定画法绘制。

2. 轴承座适用于线速度 $v \leq 5$ m/s, 工作温度 $t \leq 90^\circ\text{C}$, 脂润滑的工作条件。

表 17-10 SN5、SN6 型滚动轴承座(摘自 GB/T 7813—1987)



型号	d/mm	d ₁ /mm	D/mm	g/mm	A/mm max	A ₁ /mm	H/mm	H ₁ /mm max	L/mm	J/mm	S(螺栓)/mm	N ₁ /mm	N/mm	质量 ≈ /kg
SN505	25	20	52	25	67	46	40	22	165	130	M12	15	20	1.4
SN506	30	25	62	30	77	52	50		185	150				1.9
SN507	35	30	72	33	82	60	60	25	205	170	M12	15	20	2.1
SN508	40	35	80	33	85									2.9
SN509	45	40	82	31	90	90	60	25	205	170	M12	15	20	3.1
SN510	50	45	90	33										3.3

(SN5 适用于 2 系列圆锥孔带紧定套的调心球轴承, 调心滚子轴承和 22 系列圆锥孔带紧定套的调心滚子轴承)

续表 17-10

型号	d/mm	d ₂ /mm	D/mm	g/mm	A/mm max	A ₁ /mm	H/mm	H ₁ /mm max	L/mm	J/mm	S(螺栓)/mm	N ₁ /mm	N/mm	质量 ≈ /kg
(SN5 适用于 2 系列圆锥孔带紧定套的调心球轴承、调心滚子轴承和 22 系列圆锥孔带紧定套的调心滚子轴承)														
SN511	55	50	100	33	95	70	70	28	255	210	M16	18	23	4.6
SN512	60	55	110	38	105		30							
SN513	65	60	120	41	110	80	80	30	275	230				6.7
SN515	75	65	130	43	115				280					7.3
SN516	80	70	140	43	120	90	95	32	315	260				9.3
SN517	85	75	150	46	125	100	100	35	320	290	M20	22	27	9.8
SN518	90	80	160	62.4	145				345					12.5
SN520	100	90	180	70.3	160	110	112	40	380	320	M24	26	32	17

(SN6 适用于 3 系列圆锥孔带紧定套的调心球轴承、调心滚子轴承和 23 系列圆锥孔带紧定套的调心滚子轴承)

SN605	25	20	62	34	82	52	50	22	185	150	M12	15	20	2.0
SN606	30	25	72	37										
SN607	35	30	80	41	90	60	60	25	205	170				3.3
SN608	40	35	90	43	95									3.4
SN609	45	40	100	46	105	70	70	28	255	210	M16	18	23	4.7
SN610	50	45	110	50	115		30							
SN611	55	50	120	53	120	80	80	30	275	230				6.6
SN612	60	55	130	56	125				280					7.3
SN613	65	60	140	58	130	90	95	32	315	260				9.9
SN615	75	65	160	65	140	100	100	35	345	290	M20	22	27	13.3
SN616	80	70	170	68	145	110	112	40	380	320				
SN617	85	75	180	70	155	110	112	40	380	320	M24	26	32	15

注:1. 图中滚动轴承可参阅规定画法绘制。

2. 轴承座适用于线速度 $v \leq 5$ m/s, 工作温度 $t \leq 90^\circ\text{C}$, 脂润滑的工作条件。

17.3 滚动轴承的配合

表 17-11 向心轴承载荷的区分

载荷大小	轻 载 荷	正 常 载 荷	重 载 荷
$\frac{P_r}{C_r}$ (径向当量动载荷) $\frac{C_r}{C_r}$ (径向额定动载荷)	≤ 0.07	$> 0.07 \sim 0.15$	> 0.15

表 17-12 安装向心轴承的轴公差带代号

运转状态		载荷状态	深沟球轴承、 调心球轴承和 角接触球轴承	圆柱滚子轴承 和圆锥滚子 轴承	调心滚子轴承	公差带
说 明	举 例		轴承公称内径 /mm			
旋 转 的 内 圈 载 荷	一般通用机械、电动机、机床主轴、泵、内燃机、直齿轮传动装置、铁路机车车辆轴箱、破碎机等	轻 载 荷	≤ 18 $> 18 \sim 200$ $> 100 \sim 200$	— ≤ 40 $> 40 \sim 140$	— ≤ 40 $> 40 \sim 100$	h5 j6 ^① k6 ^②
		正 常 载 荷	≤ 18 $> 18 \sim 100$ $> 100 \sim 140$ $> 140 \sim 200$	— ≤ 40 $> 40 \sim 100$ $> 100 \sim 140$	— ≤ 40 $> 40 \sim 65$ $> 65 \sim 100$	j5, js5 k5 ^② m5 ^② m6
		重 载 荷	— —	$> 50 \sim 140$ $> 140 \sim 200$	$> 50 \sim 100$ $> 100 \sim 140$	n6 p6 ^②
固 定 的 内 圈 载 荷	静止轴上的各种轮子、张紧轮、绳轮、振动筛、惯性振动器	所 有 载 荷	所有尺寸			f6 g6 ^① h6 j6
仅有轴向载荷			所有尺寸			j6, js6

- 注：1. 凡对精度有较高要求场合、应用 j5、k5... 代替 j6、k6...。
 2. 圆锥滚子轴承、角接触球轴承配合对游隙影响不大，可用 k6、m6 代替 k5、m5。
 3. 重载荷下轴承游隙应选大于 0 组。

表 17-13 安装向心轴承的孔公差带代号

运转状态		载荷状态	其他状况	公差带 ^①		
说明	举例			球轴承	滚子轴承	
固 定 的 外 圈 载 荷		轻、正常、重	轴向易移动，可采用剖分式外壳	H7、G7 ^②		
		冲击	轴向能移动，可采用整体或剖分式外壳	J7、Js7		
摆 动 载 荷	一般机械、铁路机车车辆轴箱、电动机、泵、曲轴主轴承	轻、正常	轴向不移动，采用整体式外壳	K7		
		正常、重		M7		
旋 转 的 外 圈 载 荷	张紧滑轮，轮毂轴承	冲击		壳	J7	K7
		轻			K7、M7	M7、N7
		正常	—		N7、P7	
		重				

- 注：① 并列公差带随尺寸的增大从左至右选择，对旋转精度有较高要求时，可相应提高一个公差等级。
 ② 不适用于剖分式外壳。

表 17-14 安装推力轴承的轴和孔公差带代号

运转状态	载荷状态	安装推力轴承的轴公差带		安装推力轴承的外壳孔公差带	
		轴承类型	公差带	轴承类型	公差带
仅有轴向载荷		推力球和推力滚子轴承	j6、js6	推力球轴承	H8
				推力圆柱、圆锥滚子轴承	H7

表 17-15 轴和外壳的形位公差

基本尺寸 mm		圆柱度 t				端面圆跳动 t_1			
		轴 颈		外壳孔		轴 肩		外壳孔肩	
		轴承公差等级							
		/P0	/P6 (/P6x)	/P0	/P6 (/P6x)	/P0	/P6 (/P6x)	/P0	/P6 (/P6x)
大于	至	公差值 (μm)							
	6	2.5	1.5	4	2.5	5	3	8	5
6	10	2.5	1.5	4	2.5	6	4	10	6
10	18	3.0	2.0	5	3.0	8	5	12	8
18	30	4.0	2.5	6	4.0	10	6	15	10
30	50	4.0	2.5	7	4.0	12	8	20	12
50	80	5.0	3.0	8	5.0	15	10	25	15
80	120	6.0	4.0	10	6.0	15	10	25	15
120	180	8.0	5.0	12	8.0	20	12	30	20
180	250	10.0	7.0	14	10.0	20	12	30	20
250	315	12.0	8.0	16	12.0	25	15	40	25

注:轴承公差等级新、旧标准代号对照为:/P0—G级;/P6—E级;/P6x—Ex级。

表 17-16 配合面的表面粗糙度

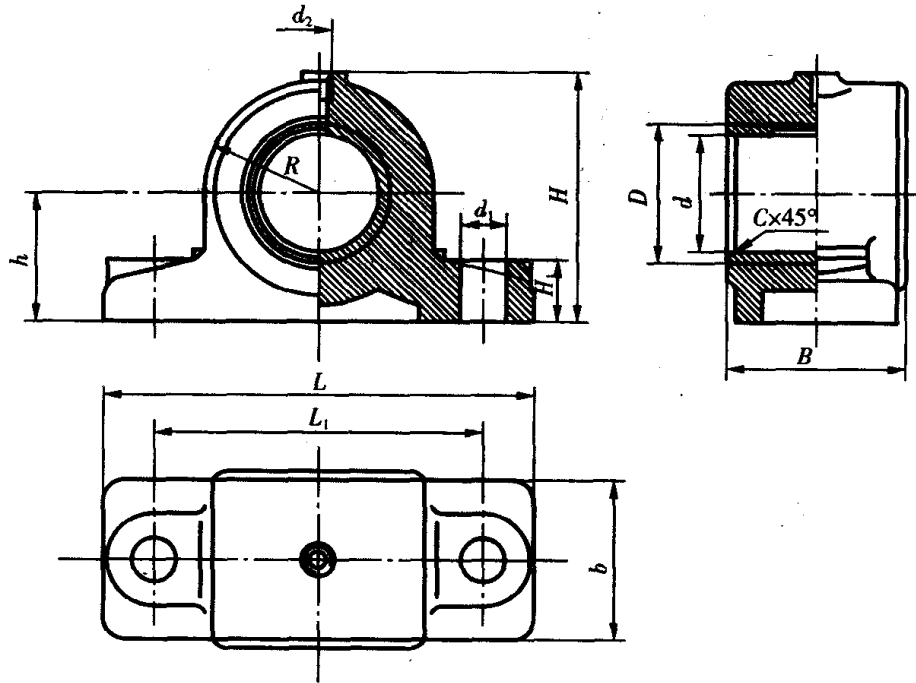
轴或轴承座 直径 mm		轴或外壳配合表面直径公差等级								
		IT7			IT6			IT5		
		表面粗糙度 μm								
超过	到	R_z	R_a		R_z	R_a		R_z	R_a	
			磨	车		磨	车		磨	车
80	80	10	1.6	3.2	6.3	0.8	1.6	4	0.4	0.8
	500	16	1.6	3.2	10	1.6	3.2	6.3	0.8	1.6
端 面		25	3.2	6.3	25	3.2	6.3	10	1.6	3.2

注:与/P0、/P6(/P6x)级公差轴承配合的轴,其公差等级一般为IT6,外壳孔一般为IT7。

17.4 滑动轴承座

表 17-17 整体有衬正滑动轴承座(JB/T 2560—1991)

mm



标记示例:

$d = 30 \text{ mm}$ 的整体有衬正滑动轴承座标记为:

HZ 030 轴承座 JB/T 2560

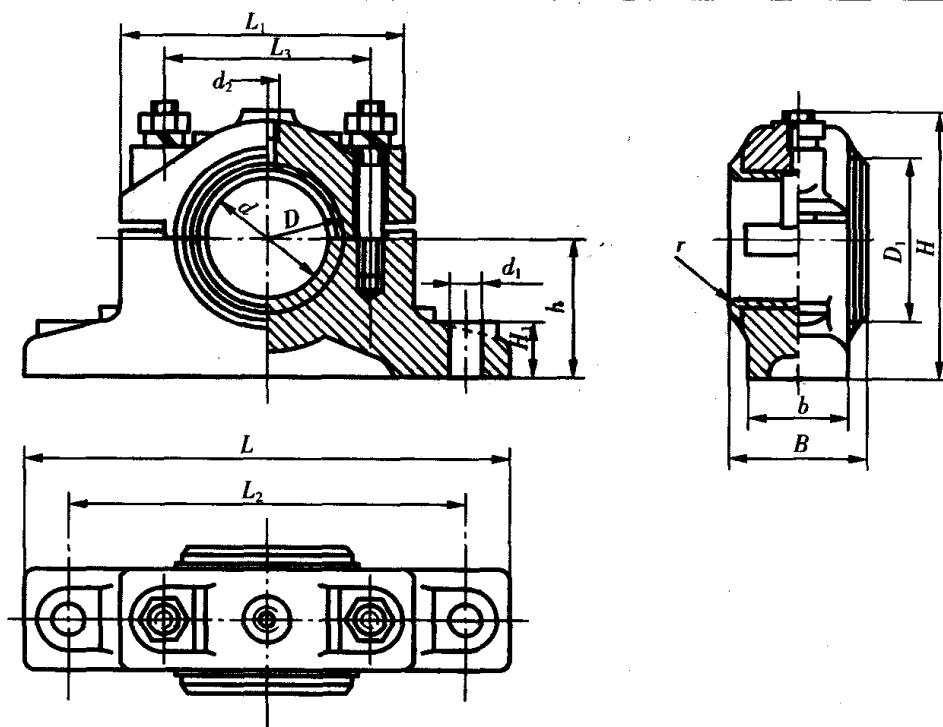
型号	d (H8)	D	R	B	b	L	L_1	$H \approx$	h (h12)	H_1	d_1	d_2	C
HZ020	20	28	26	30	25	105	80	50	30	14	12	M10 × 1	1.5
HZ025	25	32	30	40	35	125	95	60	35	16	14.5		
HZ030	30	38		50	40	150	110	70		20	18.5		
HZ035	35	45	38	55	45	160	120	84	42	25	24	M14 × 1.5	2
HZ040	40	50	40	60	50	165	125	88	45				
HZ045	45	55	45	70	60	185	140	90	50	25	24		
HZ050	50	60		75	65			100					
HZ060	60	70	55	80	70	225	170	120	60	30	28	2.5	
HZ070	70	85	65	100	80	245	190	140	70				
HZ080	80	95	70		255	200	155	80					
HZ090	90	105	75	120	90	285	220	165	85	40	35	3	
HZ100	100	115	85			305	240	180	90				
HZ110	110	125	90			140	100	315	250				190
HZ120	120	135	100	150	110	370	290	210	105	45	42		
HZ140	140	160	115	170	130	400	320	240	120				

轴承座的选用要求:

轴承座的径向载荷方向应在轴承垂直中心线左、右 35° 范围内。

表 17-18 对开式二螺柱正滑动轴承座(JB/T 2561—1991)

mm



标记示例:

$d = 50 \text{ mm}$ 的对开式二螺柱正滑动轴承座标记为:

H 2050 轴承座 JB/T 2561

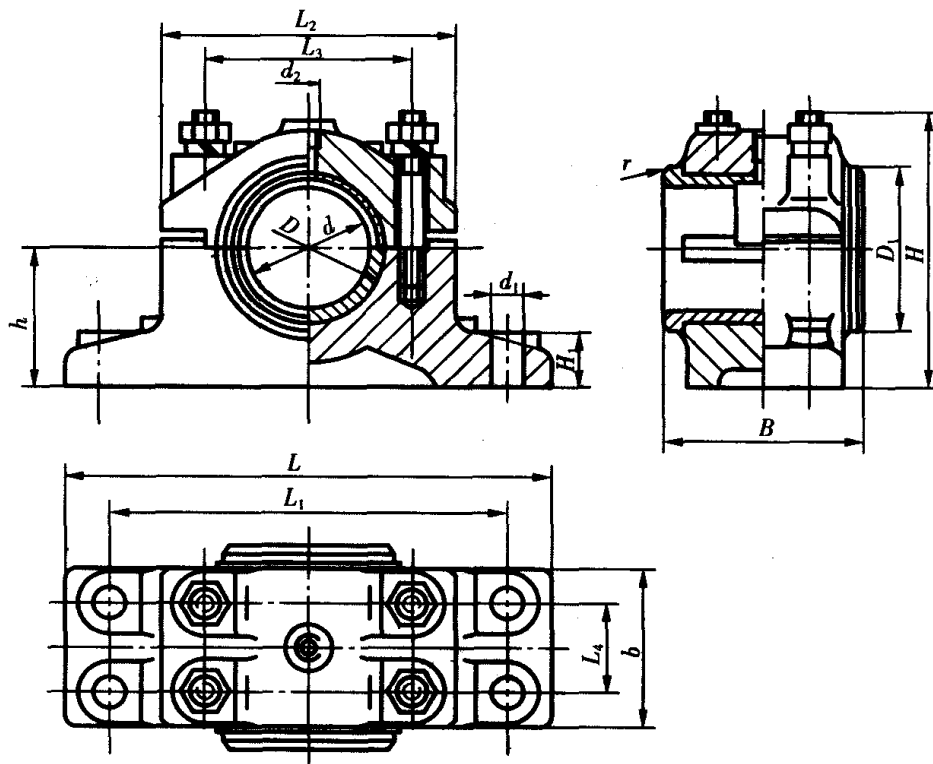
型号	d (H8)	D	D_1	B	b	$H \approx$	h (h12)	H_1	L	L_1	L_2	L_3	d_1	d_2	r	
H2030	30	38	48	34	22	70	35	15	140	85	115	60	10	M10 × 1	1.5	
H2035	35	45	55	45	28	87	42	18	165	100	135	75	12		M10 × 1	2
H2040	40	50	60	50	35	90	45	20	170	110	140	80	14.5			
H2045	45	55	65	55	40	100	50		175		145	85				
H2050	50	60	70	60	40	105	50	25	200	120	160	90				
H2060	60	70	80	70	50	125	60		240	140	190	100				
H2070	70	85	95	80	60	140	70	30	260	160	210	120		24	2.5	
H2080	80	95	110	95	70	160	80	35	290	180	240	140	28			
H2090	90	105	120	105	80	170	85		300	190	250	150				
H2100	100	115	130	115	90	185	90	40	340	210	280	160		M14 × 1.5	3	
H2110	110	125	140	125	100	190	95		350	220	290	170				
H2120	120	135	150	140	110	205	105	45	370	240	310	190	35			
H2140	140	160	175	160	120	230	120	50	390	260	330	210				
H2160	160	180	200	180	140	250	130		410	280	350	230				4

轴承座的选用要求:

1. 当轴肩直径不小于轴瓦肩部外径时,允许承受的轴向载荷不大于最大径向载荷的 30%。
2. 轴承的径向载荷方向应该在垂直中心线左、右 35° 范围内。

表 17-19 对开式四螺柱正滑动轴承座(JB/T 2563—1991)

mm



标记示例:

$d = 80 \text{ mm}$ 的对开式四螺柱正滑动轴承座标记为:

H 4080 轴承座 JB/T 2562

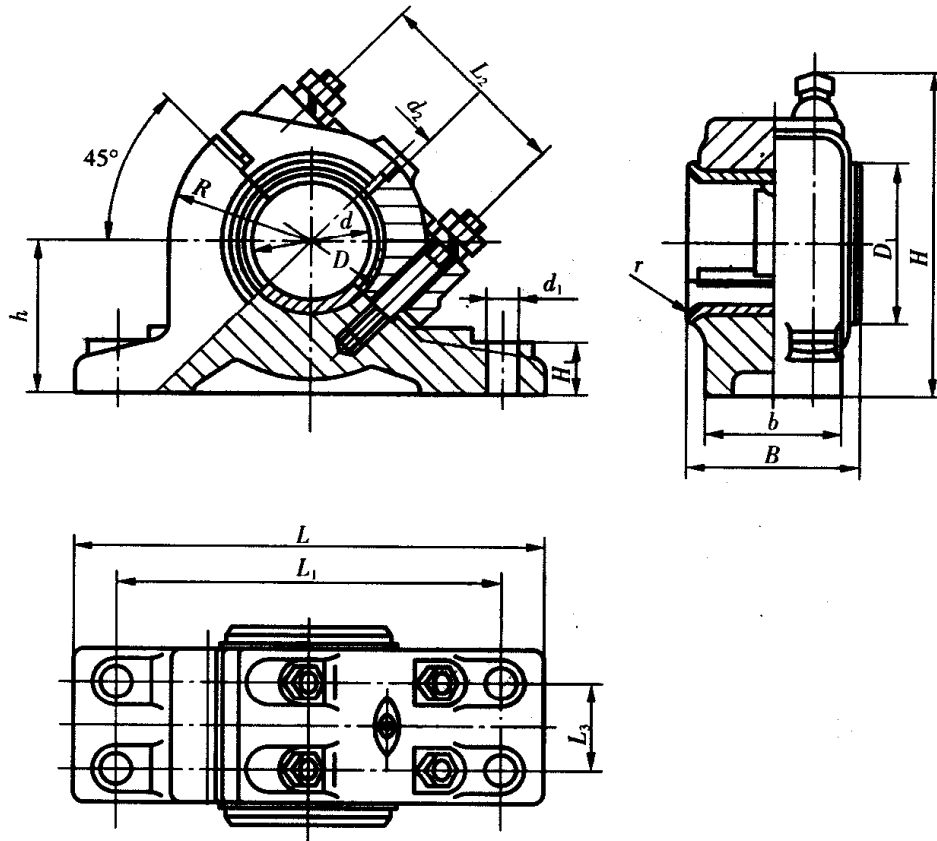
型号	d (H8)	D	D_1	B	b	$H \approx$	h (h12)	H_1	L	L_1	L_2	L_3	L_4	d_1	d_2	r
H4050	50	60	70	75	60	105	50	25	200	160	120	90	30	14.5	M10 × 1	2.5
H4060	60	70	80	90	75	125	60		240	190	140	100	40			
H4070	70	85	95	105	90	135	70	30	260	210	160	120	45	18.5	M10 × 1	
H4080	80	95	110	120	100	160	80	35	290	240	180	140	55			24
H4090	90	105	120	135	115	165	85		300	250	190	150	70			
H4100	100	115	130	150	130	175	90	40	340	280	210	160	80	24	M14 × 1.5	3
H4110	110	125	140	165	140	185	95		350	290	220	170	85			
H4120	120	135	150	180	155	200	105	45	370	310	240	190	90	28	M14 × 1.5	
H4140	140	160	175	210	170	230	120		390	330	260	210	100			
H4160	160	180	200	240	200	250	130	50	410	350	280	230	120	35	M14 × 1.5	4
H4180	180	200	220	270	220	260	140		460	400	320	260	140			
H4200	200	230	250	300	245	295	160	55	520	440	360	300	160	42	M14 × 1.5	5
H4220	220	250	270	320	265	360	170	60	550	470	390	330	180			

轴承座的选用要求:

1. 当轴肩直径不小于轴瓦肩部外径时,允许承受的轴向载荷不大于最大径向载荷的 30%。
2. 轴承座的径向载荷方向应该在轴承垂直中心线左、右 35° 的范围内。

表 17-20 对开式四螺柱斜滑动轴承座(JB/T 2563—1991)

mm



标记示例:

 $d = 80$ mm 的对开式四螺柱斜滑动轴承座标记为:

HX080 轴承座 JB/T 2563

型号	d (H8)	D	D_1	B	b	$H \approx$ (h12)	h	H_1	L	L_1	L_2	L_3	R	d_1	d_2	r
HX050	50	60	70	75	60	140	65	25	200	160	90	30	60	14.5	M10 × 1	2.5
HX060	60	70	80	90	75	160	75		240	190	100	40	70			
HX070	70	85	95	105	90	185	90	30	260	210	120	45	80	18.5		
HX080	80	95	110	120	100	215	100	35	290	240	140	55	90			
HX090	90	105	120	135	115	225	105		40	300	250	150	70	95	24	
HX100	100	115	130	150	130	250	115	340		280	160	80	105			
HX110	110	125	140	165	140	260	120	50	350	290	170	85	110	28	M14 × 1.5	3
HX120	120	135	150	180	155	275	130		370	310	190	90	120			
HX140	140	160	175	210	170	300	140	45	390	330	210	100	130	35		
HX160	160	180	200	240	200	335	150	50	410	350	230	120	140			
HX180	180	200	220	270	220	375	170		55	460	400	260	140	160	42	
HX200	200	230	250	300	245	425	190	520		440	300	160	180			
HX220	220	250	270	320	265	440	205	60	550	470	330	180	195	42		5

轴承座的选用要求:

1. 当轴肩直径不小于轴瓦肩部的外径时,允许承受的轴向载荷不大于最大径向载荷的 30%。
2. 轴承座的径向载荷方向应该在垂直于分合面的轴承中心线左、右 35° 的范围内。

第18章 润滑与密封

18.1 润滑剂

表 18-1 常用润滑油的主要性质和用途

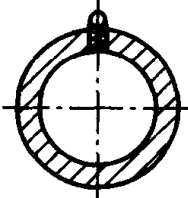
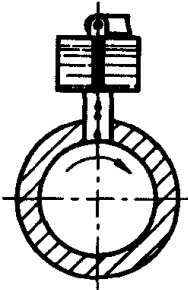
名称	代号	运动粘度/(mm ² /s)		倾点 ≤℃	闪点 (开口) ≥℃	主要用途		
		40/℃	100/℃					
全损耗系统 用油 (GB443-89)	L-AN5	4.14~5.06	—	-5	80	用于各种高速轻载机械轴承的润滑和冷却 (循环式或油箱式),如转速在1000r/min以上的 精密机械、机床及纺织纱锭的润滑和冷却		
	L-AN7	6.12~7.48			110			
	L-AN10	9.00~11.0			130			
	L-AN15	13.5~16.5			—	-5	150	用于小型机床齿轮箱、传动装置轴承,中小型 电机,风动工具等
	L-AN22	19.8~24.2						用于一般机床齿轮变速箱、中小型机床导轨 及100kw以上电机轴承
	L-AN32	28.8~35.2					160	主要用在大型机床、大型刨床上
	L-AN46	41.4~50.6						
	L-AN68	61.2~74.8						
	L-AN100	90.0~110					180	主要用在低速重载的纺织机械及重型机床、 锻压、铸工设备上
L-AN150	135~165							
工业闭式 齿轮油 (GB5906 -95)	L-CKC68	61.2~74.8	—	-8	180	适用于煤炭、水泥、冶金工业部门大型封闭式 齿轮传动装置的润滑		
	L-CKC100	90.0~110						
	L-CKC150	135~165						
	L-CKC220	198~242						
	L-CKC320	288~352						
	L-CKC460	414~506						
	L-CKC680	612~748			-5		220	
液压油 (GB11118.1 -94)	L-HL15	13.5~16.5	—	-12	140	适用于机床和其他设备的低压齿轮泵,也可 以用于使用其他抗氧防锈型润滑油的机械设备 (如轴承和齿轮等)		
	L-HL22	19.8~24.2		-9				
	L-HL32	28.8~35.2		-6	180			
	L-HL46	41.4~50.6						
	L-HL68	61.2~74.8						
	L-HL100	90.0~110						
汽轮机油 (GB11120 -89)	L-TSA32	28.8~35.2	—	-7	180	适用于电力、工业、船舶及其他工业汽轮机 组、水轮机组的润滑和密封		
	L-TSA46	41.4~50.6						
	L-TSA68	61.2~74.8			195			
	L-TSA100	90.0~110						
QB汽油机 润滑油 (GB485-84) (1988年确认)	20号	—	6~9.3	-20	185	用于汽车、拖拉机汽化器、发动机汽缸活塞的 润滑,以及各种中、小型柴油机等动力设备的润 滑		
	30号		10~<12.5	-15	200			
	40号		12.5~<16.3	-5	210			
L-CPE/P 蜗轮蜗杆油 (SH0094-91)	220	198~242	—	-12	—	用于铜-钢配对的圆柱型、承受重负荷、传动 中有振动和冲击的蜗轮蜗杆副		
	320	288~352						
	460	414~506						
	680	612~748						
1000	900~1100							
仪表油 (GB487-84)	—	12~14	—	-60 (凝点)	125	适用于各种仪表(包括低温下操作)的润滑		

表 18-2 常用润滑脂的主要性质和用途

名称	代号	滴点℃ 不低于	工作锥入度 (25℃, 150g) 1/10mm	主要用途
钙基润滑脂 (GB/T 491-1987)	L-XAAMHA1	80	310~340	有耐水性能。用于工作温度低于 55~60℃ 的各种工农业、交通运输机械设备的轴承润滑, 特别是有水或潮湿处
	L-XAAMHA2	85	265~295	
	L-XAAMHA3	90	220~250	
	L-XAAMHA4	95	175~205	
钠基润滑脂 (GB/T 492-1989)	L-XACMGA2	160	265~295	不耐水(或潮湿)。用于工作温度在 -10~100℃ 的一般中负荷机械设备轴承润滑
	L-XACMGA3		220~250	
通用锂基润滑脂 (GB/T 7324-1987)	ZL-1	170	310~340	有良好的耐水性和耐热性。适用于温度在 -20~120℃ 范围内各种机械的滚动轴承、滑动轴承及其他摩擦部位的润滑
	ZL-2	175	265~295	
	ZL-3	180	220~250	
钙钠基润滑脂 (ZBE 36001-1988)	ZGN-1	120	250~290	用于工作温度在 80~100℃、有水分或较潮湿环境中工作的机械润滑, 多用于铁路机车、列车、小电动机、发电机滚动轴承(温度较高者)的润滑。不适用于低温工作
	ZGN-2	135	200~240	
石墨钙基润滑脂 (ZBE 36002-1988)	ZG-S	80	—	人字齿轮, 起重机、挖掘机的底盘齿轮, 矿山机械、绞车钢丝绳等高负荷、高压、低速度的粗糙机械润滑及一般开式齿轮润滑。能耐潮湿
滚珠轴承脂 (SY 1514-1982)	ZGN69-2	120	250~290 (-40℃ 时为 30)	用于机车、汽车、电机及其他机械的滚动轴承润滑
7407 号齿轮润滑脂 (SY 4036-1984)		160	75~90	适用于各种低速, 中、重载荷齿轮、链和联轴器等 的润滑, 使用温度 ≤ 120℃, 可承受冲击载荷
高温润滑脂 (GB/T 11124-1989)	7014-1 号	280	62~75	适用于高温下各种滚动轴承的润滑, 也可用于一般滑动轴承和齿轮的润滑。使用温度为 -40~+200℃
工业用凡士林 (GB/T 6731-1986)		54	—	适用于作金属零件、机器的防锈, 在机械的温度不高和负荷不大时, 可用作减摩润滑脂

18.2 润滑方法与润滑装置

表 18-3 常用润滑方法

润滑方法及简图	特点	应用
手动润滑 	通过油枪、油杯加油, 结构简单, 不能调节流量, 加油不及时易造成磨损	用于低速轻载, 如开式齿轮、链条及粗糙机械
滴油润滑 	利用油的自重通过油杯的针、孔向润滑部位滴油, 滴油量随供油孔的大小、油的粘度而不同	用于圆周速度小于 4~5m/s 的轻载、中载轴承, 及齿轮、链条和滑动导轨上

续表 18-3

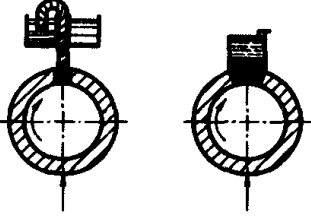
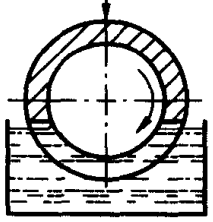
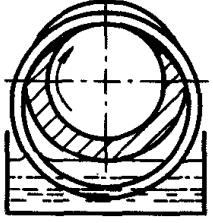
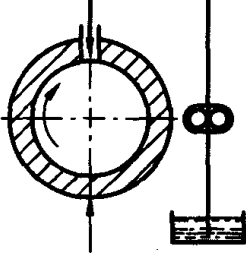
润滑方法及简图	特点	应用
<p>油芯润滑 油垫润滑</p> 	<p>利用毛细管作用进行供油,油芯或油垫还有过滤作用</p>	<p>用于速度小于 4~5m/s 的轻载、中载轴承及一般机械的润滑</p>
<p>油浴润滑 飞溅润滑</p> 	<p>将轴上回转零件部分浸到油池中,靠回转零件将油池中的油溅散或带到润滑的部位进行润滑 浸在油池中回转零件的速度应小于 12.5m/s。避免产生大量泡沫,而使油迅速氧化变质</p>	<p>主要用于闭式齿轮传动的润滑</p>
<p>油环润滑</p> 	<p>靠挂在轴上并能旋转的浸油油环将油带到润滑部位。润滑可靠,维护较简单 油环直径小,速度高,宽度大,则供油量多</p>	<p>适用于轴径大于 50mm,速度达 6~7m/s 的中速轴承上</p>
<p>压力润滑</p> 	<p>靠机械或电机的带动,使泵从油池中把油压向润滑部位。另一种方式靠泵将油送向高位油箱,然后靠重力作用将油送向润滑部位 供油量充足,并能带走摩擦热</p>	<p>适用于高速、重载处。如轴承圆周速度可达 50m/s,轴承压力达 40MPa</p>

表 18-4 直通式压注油杯(摘自 GB/T 1152-1989)

mm

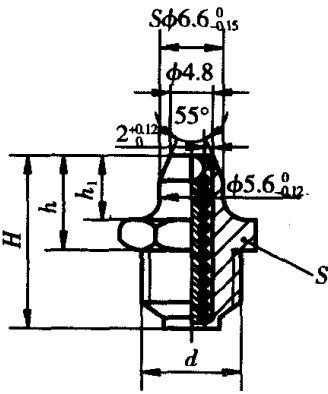
	d	H	h	h_1	S	钢球 (按 GB/T 308)
	M6	13	8	6	8	3
	M8×1	16	9	6.5	10	
	M10×1	18	10	7	11	
<p>标记示例: 连接螺纹 M10×1、直通式压注油杯的标记:油杯 M10×1 GB/T 1152</p>						

表 18-5 接头式压注油杯(摘自 GB/T 1153-1989)

mm

	d	d_1	a	S	直通式压注油杯 (按 GB/T 1152)
	M6	3	45°, 90°	11	M6
	M8×1	4			
	M10×1	5			
标记示例: 连接螺纹 M10×1、45°接头式压注油杯的标记:油杯 45°M10×1 GB/T 1153					

表 18-6 压配式压注油杯(摘自 GB/T 1155-1989)

mm

	d		H	钢球 (按 GB308)
	基本尺寸	极限偏差		
	6	+0.040 +0.028	6	4
	8	+0.049 +0.034	10	5
	10	+0.058 +0.040	12	6
	16	+0.063 +0.045	20	11
25	+0.085 +0.064	30	13	
标记示例: $d=6$ 压配式压注油杯的标记:油杯 6 GB/T 1155				

表 18-7 旋盖式油杯(摘自 GB/T 1154-1989)

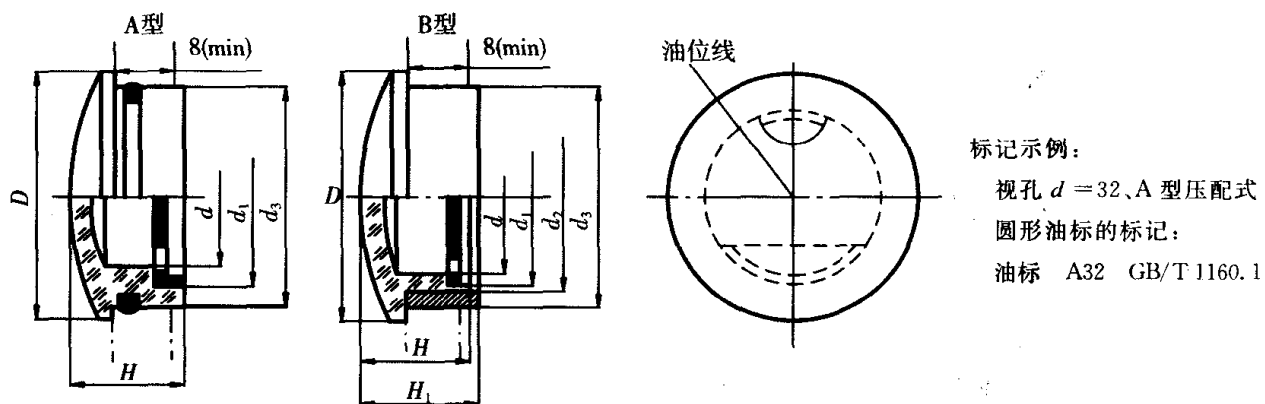
mm

A 型 	最小容量 cm ³	d	l	H	h	h_1	d_1	D	L_{max}	S
	1.5	M8×1	8	14	22	7	3	16	33	10
	3	M10×1		15	23	8	4	20	35	13
	6			17	26			26	40	
	12	M14×1.5	12	20	30	0	5	32	47	18
	18			22	32			36	50	
	25			24	34			41	55	
	50	M16×1.5		30	44			51	70	21
	100			38	52			68	85	
	标记示例: 最小容量 25cm ³ 、A 型旋盖式油杯的标记:油杯 A25 GB/T 1154									

注: B 型旋盖式油杯见 GB/T 1154-1989。

表 18-8 压配式圆形油标(摘自 GB/T 1160.1-1989)

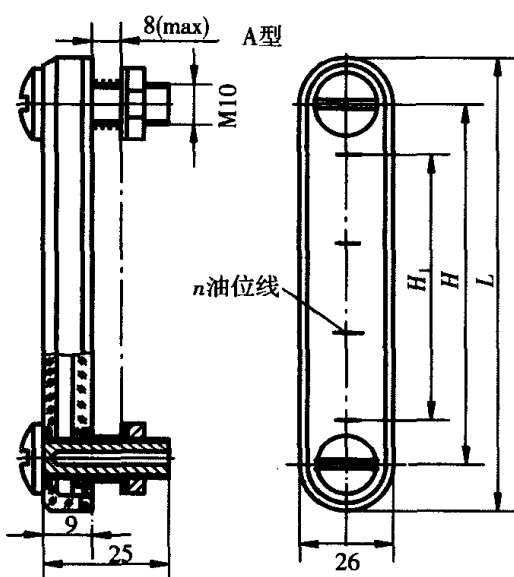
mm



d	D	d ₁		d ₂		d ₃		H	H ₁	O 型橡胶密封圈 (按 GB/T 3452.1)
		基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差	基本尺寸	极限偏差			
12	22	12	-0.050	17	-0.050	20	-0.065	14	16	15×2.65
16	27	18	-0.160	22	-0.065	25	-0.195			20×2.65
20	34	22	-0.065	28	-0.195	32	-0.080	16	18	25×3.55
25	40	28	-0.195	34	-0.080	38	-0.240			31.5×3.55
32	48	35	-0.080	41	-0.240	45	-0.240	18	20	38.7×3.55
40	58	45	-0.240	51	-0.100	55	-0.100			48.7×3.55
50	70	55	-0.100	61	-0.290	65	-0.290	22	24	—
63	85	70	-0.290	76	-0.290	80	-0.290			

表 18-9 长形油标(摘自 GB/T 1161-1989)

mm



基本尺寸	极限偏差	H		L	n (条数)
		基本尺寸	极限偏差		
80	±0.17	40	60	110	2
100		80	120	130	3
125	±0.20	80	120	155	4
160		100	140	190	6
O 型橡胶密封圈 (按 GB/T 3452.1)		六角螺母 (按 GB/T 6172)		弹性垫圈 (按 GB/T 861)	
10×2.65		M10		10	
标记示例: H=80、A 型长形油标的标记: 油标 A80 GB/T 1161					

注: B 型长形油标见 GB/T 1161-1989

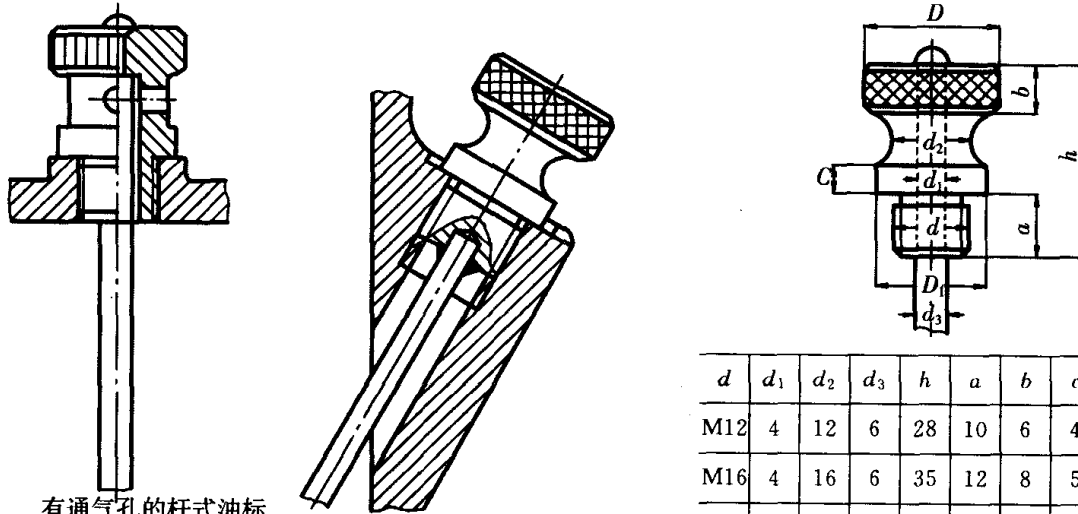
表 18-10 管状油标(摘自 GB/T 1162-1989)

mm

	H	O型橡胶密封圈 (按 GB/T 3452.1)	六角薄螺母 (按 GB/T 6172)	弹性垫圈 (按 GB/T 861)
	80,100,125, 160,200	11.8×2.65	M12	12
标记示例: H=200、A型管状油标的标记:油标 A200 GB/T 1162 注: B型管状油标尺寸见 GB/T 1162-1989。				

表 18-11 杆式油标

mm



d	d ₁	d ₂	d ₃	h	a	b	c	D	D ₁
M12	4	12	6	28	10	6	4	20	16
M16	4	16	6	35	12	8	5	26	22
M20	6	20	8	42	15	10	6	32	26

表 18-12 外六角螺塞、纸封油圈

mm

	d	d ₁	D	e	S	L	h	b	b ₁	R	C	D ₀	H						
														纸圈	皮圈				
外六角螺塞 25/	M10×1	8.5	18	12.7	11	20	10	12	3	0.5	0.7	18	2	2					
	M12×1.25	10.2	22	15	13	24	15								3	1.0	22	2	2
	M14×1.5	11.8	23	20.8	18	25													
	M18×1.5	15.8	28	24.2	21	27	15	3	1.0	30	2	2							
	M20×1.5	17.8	30	24.2	21	30							15	3	1.0	32	2	2	
	M22×1.5	19.8	32	27.7	24	30	15	3	1.0	35	2	2							
	M24×2	21	34	31.2	27	32							16	4	1.5	35	3	2.5	
	M27×2	24	38	34.6	30	35	17	4	1.5	40	3	2.5							
	M30×2	27	42	39.3	34	38	18	4					1.5	45	3	2.5			

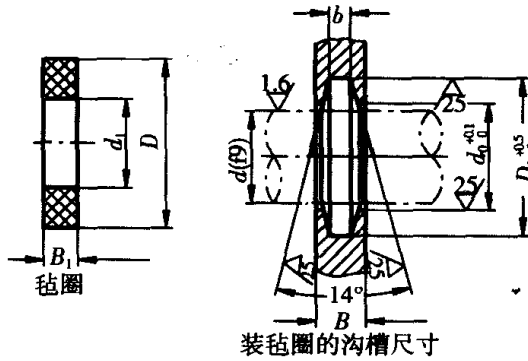
标记示例: 螺塞 M20×1.5 JB/ZQ 4450-1986
 油圈 30×20 ZB 71-62(D₀=30, d=20 的纸封油圈)
 油圈 30×20 ZB 70-62(D₀=30, d=20 的皮封油圈)

材料: 纸封油圈—石棉橡胶纸; 皮封油圈—工业用革; 螺塞—Q235

18.3 密封件

表 18-13 毡圈油封及槽 (摘自 JB/TQ 4606-1986)

mm



装毡圈的沟槽尺寸

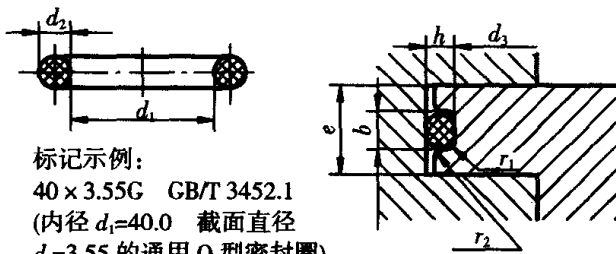
标记示例：
毡圈 40 JB/ZQ 4606
($d=40$ 的毡圈)
材料：半粗羊毛毡

轴径 d	毡圈			槽				
	D	d_1	B_1	D_0	d_0	b	B_{min}	
							钢	铸铁
15	29	14	6	28	16	5	10	12
20	33	19		32	21			
25	39	24	7	38	26	6	12	15
30	45	29		44	31			
35	49	34		48	36			
40	53	39		52	41			
45	61	44		60	46			
50	69	49	8	68	51	7	15	18
55	74	53		72	56			
60	80	58		78	61			
65	84	63		82	66			
70	90	68		88	71			
75	94	73	9	92	77	8	15	18
80	102	78		100	82			
85	107	83		105	87			
90	112	88	10	110	92	8	15	18
95	117	93		115	97			
100	122	98		120	102			

注：本标准适用于线速度 $v < 5m/s$

表 18-14 O 形橡胶密封圈 (摘自 GB/T 3452.1-1992)

mm



标记示例：
40×3.55G GB/T 3452.1
(内径 $d_1=40.0$ 截面直径
 $d_2=3.55$ 的通用 O 型密封圈)

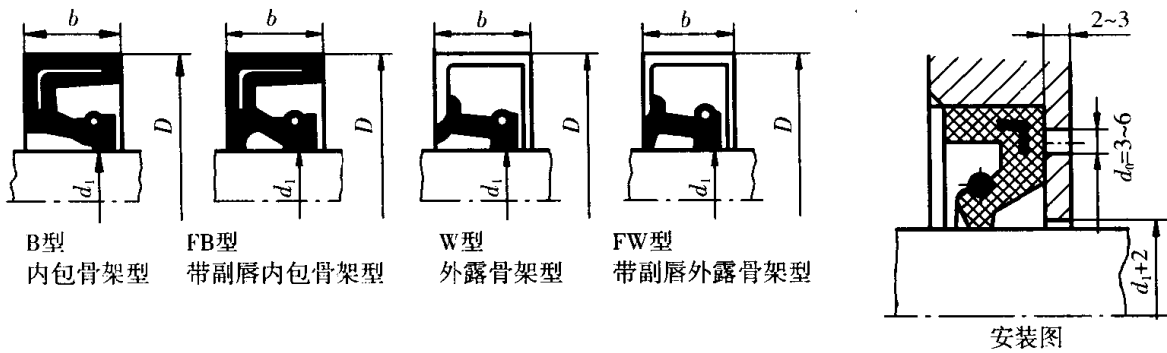
沟槽尺寸 (GB/T 3452.3-1988)

d_2	$b^{+0.25}$	$h^{+0.10}$	d_3 偏差值	r_1	r_2
1.8	2.4	1.38	0 -0.04	0.2~ 0.4	0.1~ 0.3
2.65	3.6	2.07	0 -0.05	0.4~ 0.8	
3.55	4.8	2.74	0 -0.06	0.8~ 1.2	
5.3	7.1	4.19	0 -0.07		
7.0	9.5	5.67	0 -0.09		

内 径		截面直径 d_2			内 径		截面直径 d_2				内 径		截面直径 d_2									
d_1	极限 偏差	1.80	2.65	3.55	d_1	极限 偏差	1.80	2.65	3.55	5.30	d_1	极限 偏差	2.65	3.55	5.30	d_1	极限 偏差	2.65	3.55	5.30	7.0	
		±0.08	±0.09	±0.10			±0.08	±0.09	±0.10	±0.13			±0.09	±0.10	±0.13			±0.09	±0.10	±0.13	±0.15	
13.2	±0.17	*	*		33.5	±0.30	*	*	*		56.0	±0.44	*	*	*	95.0	±0.65	*	*	*		
14.0		*	*		34.5		*	*	*		58.0		*	*	*			97.5	*	*	*	
15.0		*	*		35.5		*	*	*		60.0		*	*	*			100	*	*	*	
16.0		*	*		36.5		*	*	*		61.5		*	*	*			103	*	*	*	
17.0		*	*		37.5		*	*	*		63.0		*	*	*			106	*	*	*	
18.0	*	*	*	38.7	*	*	*	*		65.0	*	*	*		109	*	*	*	*			
19.0	*	*	*	40.0	*	*	*	*		67.0	*	*	*		112	*	*	*	*			
20.0	*	*	*	41.2	*	*	*	*		69.0	*	*	*		115	*	*	*	*			
21.2	*	*	*	42.5	*	*	*	*		71.0	±0.53	*	*	*		118	*	*	*	*		
22.4	*	*	*	43.7	*	*	*	*		73.0		*	*	*		122	*	*	*	*		
23.6	*	*	*	45.0	*	*	*	*		75.0		*	*	*		125	*	*	*	*		
25.0	±0.22	*	*	*	46.2	±0.36	*	*	*	*		77.5	*	*	*		128	*	*	*	*	
25.8		*	*	*	47.5		*	*	*	*		80.0	*	*	*		132	*	*	*	*	
26.5		*	*	*	48.7		*	*	*	*		82.5	*	*	*		136	±0.90	*	*	*	*
28.0		*	*	*	50.0		*	*	*	*		85.0	*	*	*		140		*	*	*	*
30.0		*	*	*	51.5		*	*	*	*		87.5	±0.65	*	*	*			145	*	*	*
31.5	±0.30	*	*	*	53.0	±0.44	*	*	*	*		90.0		*	*	*		150	*	*	*	*
32.5		*	*	*	54.5		*	*	*	*		92.5	*	*	*		155	*	*	*	*	

表 18-15 旋转轴唇形密封圈的型式、尺寸及安装要求 (摘自 GB/T 13871-1992)

mm



标记示例:

(F)B 120 150 GB/T 13871

(带副唇的内包骨架型旋转轴唇形密封圈, $d_1=120, D=150$)

d_1	D	b	d_1	D	b	d_1	D	b
6	16,22	7	25	40,47,52	7	55	72,(75),80	8
7	22		28	40,47,52		60	80,85	
8	22,24		30	42,47,(50)		65	85,90	
9	22		30	52		70	90,95	10
10	22,25		32	45,47,52		75	95,100	
12	24,25,30		35	50,52,55		80	100,110	
15	26,30,35		38	52,58,62		85	110,120	
16	30,(35)		40	55,(60),62		90	(115),120	
18	30,35		42	55,62		95	120	12
20	35,40,(45)		45	62,65		100	125	
22	35,40,47	50	68,(70),72	105	(130)			

旋转轴唇形密封圈的安装要求

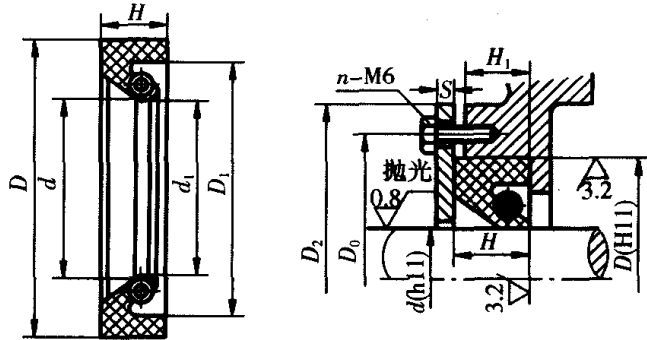
轴导入倒角	轴导入倒角				腔体内孔尺寸	腔体内孔尺寸			
	d_1	$d_1 - d_2$	d_1	$d_1 - d_2$		基本宽度 b	最小内孔深 h	倒角长度 C	r_{max}
	$d_1 \leq 10$	1.5	$40 < d_1 \leq 50$	3.5	≤ 10	$b + 0.9$	0.70 ~ 1.00	0.50	
	$10 < d_1 \leq 20$	2.0	$50 < d_1 \leq 70$	4.0	$> b$	$b + 1.2$	1.20 ~ 1.50	0.75	
	$20 < d_1 \leq 30$	2.5	$70 < d_1 \leq 95$	4.5					
	$30 < d_1 \leq 40$	3.0	$95 < d_1 \leq 130$	5.5					

注: 1. 标准中考虑到国内实际情况, 除全部采用国际标准的基本尺寸外, 还补充了若干种国内常用的规格, 并加括号以示区别。

2. 安装要求中若轴端采用倒圆导入导角, 则倒圆的圆角半径不小于表中的 $d_1 - d_2$ 之值。

表 18-16 J 型无骨架橡胶油封

mm

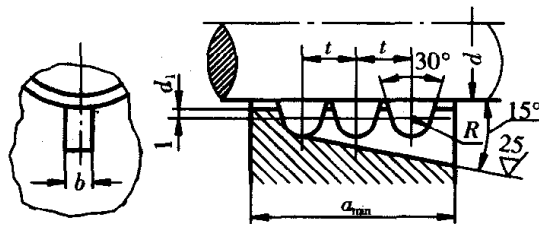


标记示例: J 型油封 50×75×12 橡胶 I-1 HG 4-338-66
($d=50, D=75, H=12$, 材料为耐油橡胶 I-1 的 J 型无骨架橡胶油封)

轴径 d	30 ~ 95 (按 5 进位)	100 ~ 170 (按 10 进位)
油封尺寸	D	$d + 25$
	D_1	$d + 16$
	d_1	$d - 1$
	H	12
油封槽尺寸	S	6 ~ 8
	D_0	$D + 15$
	D_2	$D_0 + 15$
	n	4
	H_1	$H - (1 \sim 2)$

表 18-17 油沟式密封槽

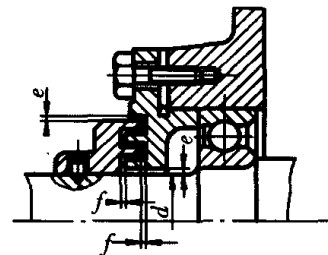
mm



轴径 d	25 ~ 80	> 80 ~ 120	> 120 ~ 180	油沟数 n
R	1.5	2	2.5	2 ~ 3 (使用 3 个较多)
t	4.5	6	7.5	
b	4	5	6	
d_1	$d + 1$			
a_{min}	$nt + R$			

表 18-18 迷宫式密封槽

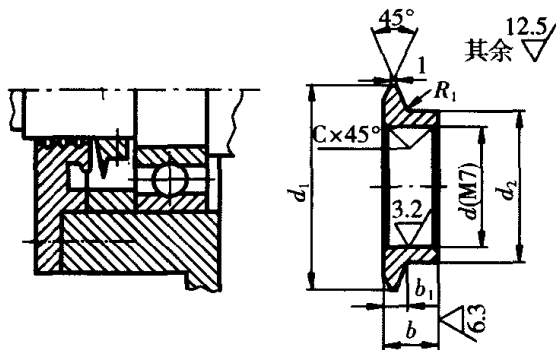
mm



轴径 d	10 ~ 50	50 ~ 80	80 ~ 110	110 ~ 180
e	0.2	0.3	0.4	0.5
f	1	1.5	2	2.5

表 18-19 甩油环(高速轴用)

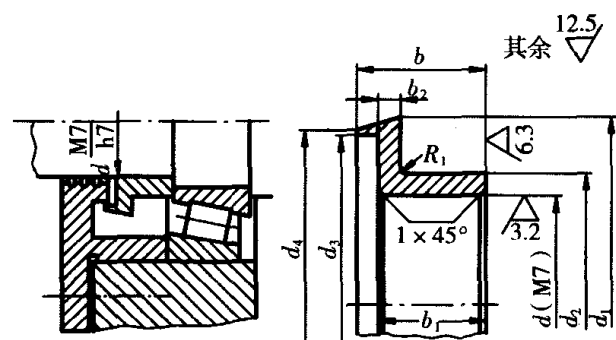
mm



轴径 d	d_1	d_2	b (参考)	b_1	C	
30	48	36	12	4	0.5	
35	65	42		5		7
40	75	50				
50	90	60				
55	100	65				
65	115	80	15			
80	140	95	30			

表 18-20 甩油盘(低速轴用)

mm



轴径 d	d_1	d_2	d_3	d_4	b	b_1	b_2
45	80	55	70	72	32	20	5
60	105	72	90	92	42	28	7
75	130	90	115	118	38	25	
95	142	108	135	138	30	15	5
110	160	125	150	155	32	18	
120	180	135	165	170	38	24	

第 19 章 联轴器 and 离合器

19.1 联轴器轴孔和键槽形式

表 19-1 轴孔和键槽的形式、代号及系列尺寸(摘自 GB/T 3852-1983)

	长圆柱形轴孔(Y型)	有沉孔的短圆柱形轴孔(J型)	无沉孔的短圆柱形轴孔(J ₁ 型)	有沉孔的圆锥形轴孔(Z型)
轴孔				
键槽			<p>b, t 尺寸见 GB/T 1095-1979 (表 16-28)</p>	

轴孔和 C 型键槽尺寸/mm

直径 <i>d, d_z</i>	轴孔长度			沉孔		C 型键槽			直径 <i>d, d_z</i>	轴孔长度			沉孔		C 型键槽		
	L		<i>L₁</i>	<i>d₁</i>	<i>R</i>	<i>b</i>	<i>t₂</i>			L		<i>L₁</i>	<i>d₁</i>	<i>R</i>	<i>b</i>	<i>t₂</i>	
	Y 型	J, J ₁ , Z 型					公称尺寸	极限偏差		Y 型	J, J ₁ , Z 型					公称尺寸	极限偏差
16						3	8.7		55								
18	42	30	42				10.1		56	112	84	112	95		14	29.2	
19				38		4	10.6		60							31.7	
20							10.9		63			105		16	32.2		
22	52	38	52		1.5		11.9		65	142	107	142	2.5		34.2		
24							13.4		70						36.8		
25				48		5	13.7	±0.1	71			120		18	37.3		
28	62	44	62				15.2		75						39.3		
30							15.8		80			140		20	41.6	±0.2	
32				55		6	17.3		85	172	132	172			44.1		
35	82	60	82				18.3		90			160		22	47.1		
38							20.3		95				3		49.6		
40				65		10	21.2		100			180		25	51.3		
42					2		22.2		110	212	167	212			56.3		
45	112	84	112	80			23.7	±0.2	120			210			62.3		
48						12	25.2		125					28	64.8		
50				95			26.2		130	252	202	252	4		66.4		

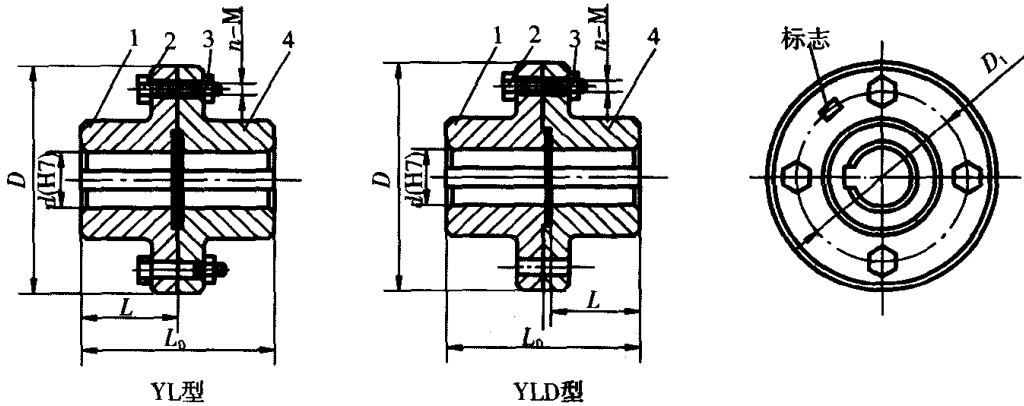
轴孔与轴伸的配合、键槽宽底 *b* 的极限偏差

<i>d, d_z</i> /mm	圆柱形轴孔与轴伸的配合		圆锥形轴孔的直径偏差		键槽宽度 <i>b</i> 的极限偏差	
6~30	H7/j6	根据使用要求也可选用 H7/r6 或 H7/n6	Js10		P9 (或 Js9, D10)	
>30~50	H7/k6		(圆锥角度及圆锥形状公差 应小于直径公差)			
>50	H7/m6					

注: 无沉孔的圆锥形轴孔(Z₁型)和 B₁型、D型键槽尺寸, 详见 GB/T 3852-1983。

19.2 联轴器

表 19-2 凸缘联轴器 (摘自 GB/T 5843-1986)



标记示例: YL5 联轴器 $\frac{J 30 \times 60}{J_1 B28 \times 44}$ GB/T 5843
 主动端: J 型轴孔、A 型键槽、 $d=30\text{mm}$ 、 $L=60\text{mm}$;
 从动端: J_1 型轴孔、B 型键槽、 $d=28\text{mm}$ 、 $L=44\text{mm}$

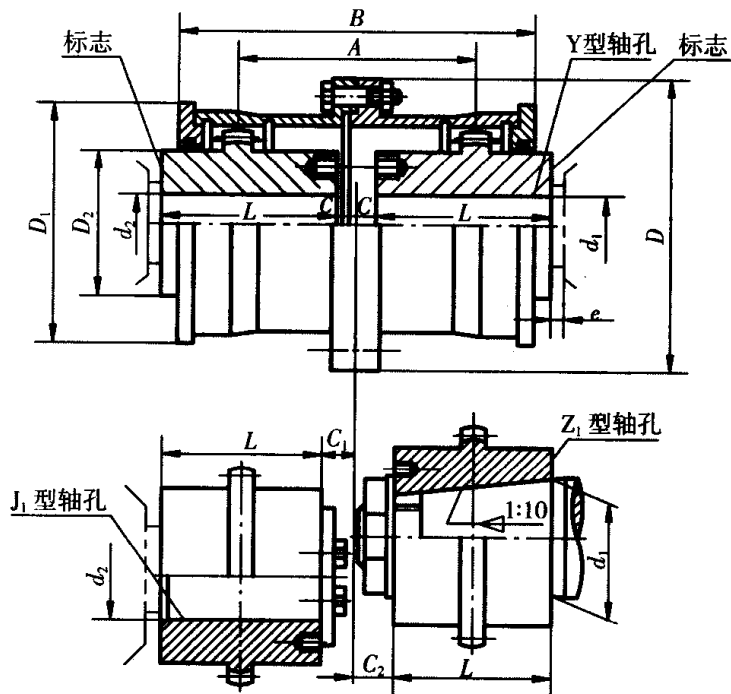
1、4—半联轴器;
 2—螺栓;
 3—尼龙销紧螺帽

型号	公称 转矩 N·m	许用转速 r/min		轴孔直径 $d(H7)/\text{mm}$	转孔长度 L/mm		D	D_1	螺栓		L_0/mm		质量 kg	转动 惯量 $\text{kg} \cdot \text{m}^2$	
		铁	钢		Y 型	J、 J_1 型			mm	数量	直径	Y 型			J、 J_1 型
YL3 YLD3	25	6 400	10 000	14	32	27	90	69	3	(3)	M8	68	58	1.99	0.006
				16,18,19	42	30						88	64		
				20,22,(24)	52	38						108	80		
				(25)	62	44						128	92		
YL4 YLD4	40	5 700	9 500	18,19	42	30	100	80	4	(4)	M8	88	64	2.47	0.009
				20,22,24	52	38						108	80		
				25,(28)	62	44						128	92		
YL5 YLD5	63	5 550	9 000	22,24	52	38	105	85	4	(4)	M8	108	80	3.19	0.013
				25,28	62	44						128	92		
				30,(32)	82	60						168	124		
YL6 YLD6	100	5 200	8 000	24	52	38	110	90	4	(4)	M8	108	80	3.99	0.017
				25,28	62	44						128	92		
				30,32,(35)	82	60						168	124		
YL7 YLD7	160	4 800	7 600	28	62	44	120	95	4	(3)	M10	128	92	5.66	0.029
				30,32,35,38	82	60						168	124		
				(40)	112	82						228	172		
YL8 YLD8	250	4 300	7 000	32,35,38	82	60	130	105	6	(3)	M10	169	125	7.29	0.043
				40,42,(45)	112	84						229	173		
YL9 YLD9	400	4 100	6 800	38	82	60	140	115	6	(3)	M10	169	125	9.53	0.064
				40,42,45,48,(50)	112	84						229	173		
YL10 YLD10	630	3 600	6 000	45,48,50,55,(56)	142	107	160	130	6	(4)	M12	289	219	12.46	0.112
				(60)								142	107		
YL11 YLD11	1 000	3 200	5 300	50,55,56	142	107	180	150	8	(4)	M12	289	219	17.97	0.205
				60,63,65,(70)								142	107		
YL12 YLD12	1 600	2 900	4 700	60,63,65,70,71,75	172	132	200	170	12	(6)	M16	349	269	30.62	0.443
				(80)								172	132	349	269
YL13 YLD13	2 500	2 600	4 300	70,71,75	172	132	220	185	8	(6)	M16	289	219	35.58	0.646
				80,85,(90)								172	132		
YL14 YLD14	4 000	2 300	3 800	80,85,90,95	212	167	250	215	12	(8)	M16	350	270	57.13	1.353
				100,(110)								212	167		

注: 1. 括号内的轴孔直径仅适用于钢制联轴器。括号内螺栓数量为铰制孔用螺栓数量。

2. 本联轴器不具备径向、轴向和角向的补偿性能, 刚性好, 传递转矩大, 结构简单, 工作可靠, 维护简单, 适用于两轴对中精度良好的一般轴系传动。

表 19-3 GICL 型鼓形齿式联轴器 (摘自 ZB/T 19013-1989)



标记示例:

GICL4 联轴器 $\frac{50 \times 112}{J_1 B 45 \times 84}$ ZB/T 19013

主动端: Y 型轴孔、A 型键槽、 $d_1 = 50\text{mm}$
 $L = 112\text{mm}$;

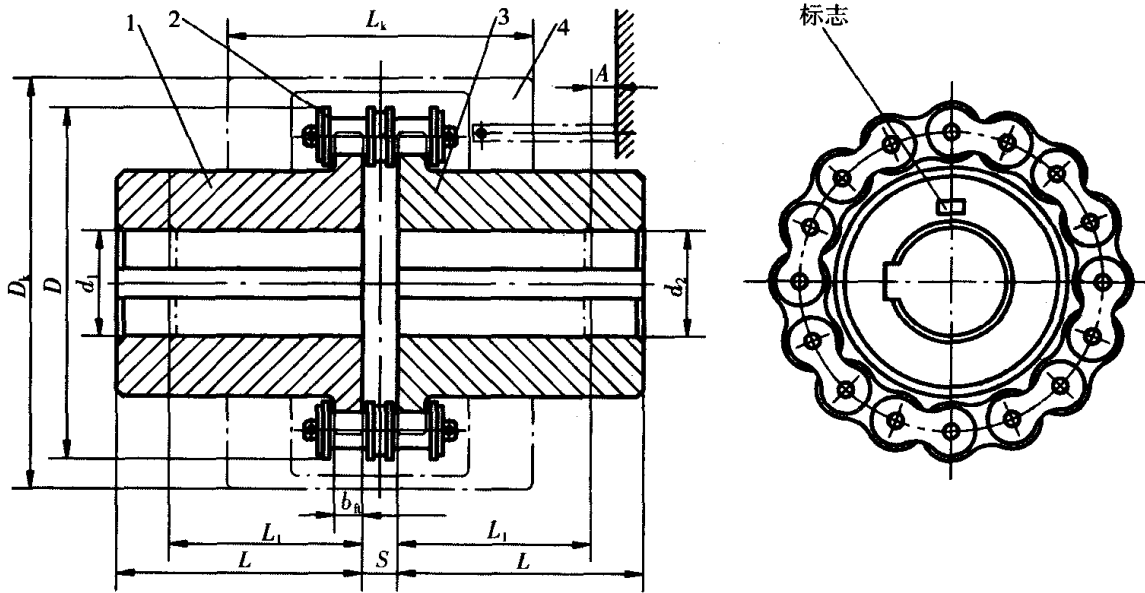
从动端: J₁ 型轴孔、B 型键槽、 $d_2 = 45\text{mm}$,
 $L = 84\text{mm}$

型号	公称转矩 N·m	许用转速 r/min	轴孔直径 d_1, d_2, d_z			轴孔长度 L		D	D_1	D_2	B	A	C	C_1	C_2	e	转动惯量 $\text{kg} \cdot \text{m}^2$	质量 kg	
			Y	J ₁ , Z ₁	Y	J ₁ , Z ₁													
GICL1	630	4 000	16, 18, 19	42	—	125	95	60	115	75	20	—	—	30	0.009	5.9			
			20, 22, 24	52	38												10	—	24
			25, 28	62	44												2.5	—	19
			30, 32, 35, 38	82	60												15	22	
GICL2	1 120	4 000	25, 28	62	44	144	120	75	135	88	10.5	—	29	30	0.02	9.7			
			30, 32, 35, 38	82	60												2.5	12.5	30
			40, 42, 45, 48	112	84												13.5	28	
GICL3	2 240	4 000	30, 32, 35, 38	82	60	174	140	95	155	106	3	24.5	25	30	0.047	17.2			
			40, 42, 45, 48, 50, 55, 56	112	84												17	28	
			60	142	107												35		
GICL4	3 550	3 600	32, 35, 38	82	60	196	165	115	178	125	14	37	32	30	0.091	24.9			
			40, 42, 45, 48, 50, 55, 56	112	84												3	17	28
			60, 63, 65, 70	142	107												35		
GICL5	5 000	3 300	40, 42, 45, 48, 50, 55, 56	112	84	224	183	130	198	142	3	25	28	30	0.167	38			
			60, 63, 65, 70, 71, 75	142	107												20	35	
			80	172	132												22	43	
GICL6	7 100	3 000	48, 50, 55, 56	112	84	241	200	145	218	160	6	32	35	30	0.267	48.2			
			60, 63, 65, 70, 71, 75	142	107												4	20	35
			80, 85, 90	172	132												22	43	
GICL7	10 000	2 680	60, 63, 65, 70, 71, 75	142	107	260	230	160	244	180	4	35	35	30	0.453	68.9			
			80, 85, 90, 95	172	132												22	43	
			100	212	167												48		
GICL8	14 000	2 500	65, 70, 71, 75	142	107	282	245	175	264	193	5	35	35	30	0.646	83.3			
			80, 85, 90, 95	172	132												22	43	
			100, 110	212	167												48		

注: 1. J₁ 型轴孔根据需要也可以不使用轴端挡圈。

2. 本联轴器具有良好的补偿两轴综合位移的能力, 外形尺寸小, 承载能力高, 能在高转速下可靠地工作, 适用于重型机械及长轴联接, 但不宜用于立轴的联接。

表 19-4 滚子链联轴器 (摘自 GB/T 6069-1985)



标记示例: GL7 联轴器 $\frac{J_1 B_{45} \times 84}{J_1 B_1 50 \times 84}$ GB/T 6069

主动端: J_1 型轴孔、B 型键槽、 $d_1 = 45\text{mm}$ 、 $L = 84\text{mm}$;
从动端: J_1 型轴孔、 B_1 型键槽、 $d_2 = 50\text{mm}$ 、 $L_1 = 84\text{mm}$

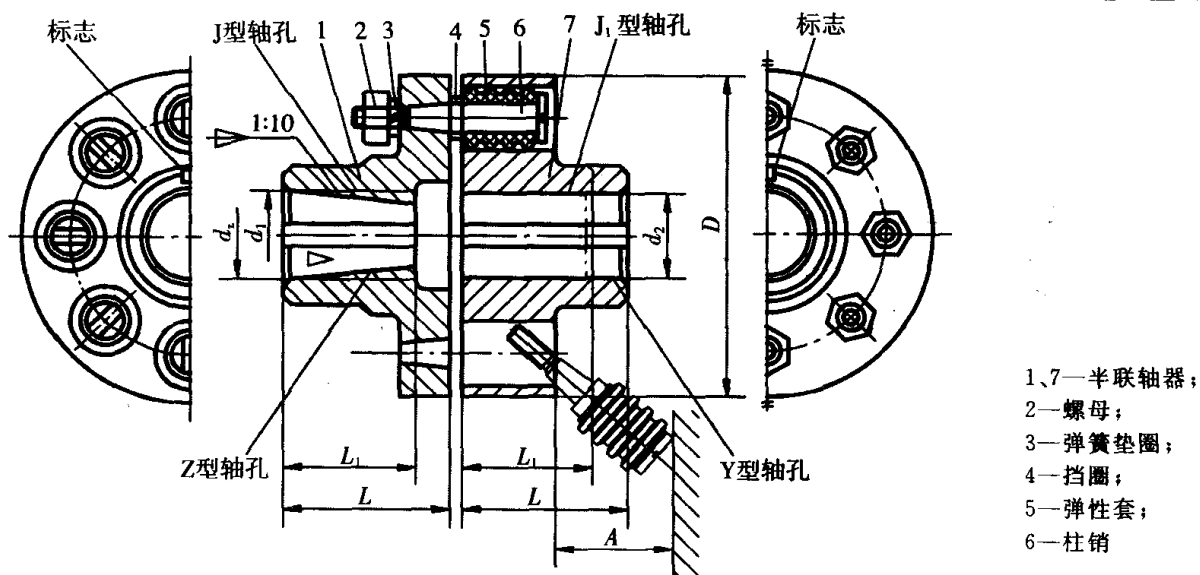
1—半联轴器 I; 3—半联轴器 II
2—双排滚子链; 4—罩壳

型号	公称转矩 N·m	许用转速 r/min		轴孔直径 d_1, d_2		轴孔长度		链号	链条节距 P	齿数 z	D	b_{f1}	S	A	D_k, L_k (最大)		质量 kg	转动惯量 $\text{kg} \cdot \text{m}^2$	许用补偿量		
		不装罩壳	装罩壳	mm	mm	Y 型 L	J_1 型 L_1								径向 ΔY	轴向 ΔX			角向 $\Delta \alpha$		
GL1	40	1 400	4 500	16, 18, 19	42	—	06B	9.525	14	51.06	5.3	4.9	—	70	70	0.4	0.000 10	0.19	1.4	1°	
				20	52	38															
GL2	63	1 250	4 500	19	42	—	06B	9.525	16	57.08	5.3	4.9	—	75	75	0.7	0.000 20	0.19	1.4	1°	
				20, 22, 24	52	38															
GL3	100	1 000	4 000	20, 22, 24	52	—	08B	12.7	14	68.88	7.2	6.7	12	85	80	1.1	0.000 38	0.25	1.9	1°	
				25	62	44															
GL4	160	1 000	4 000	24	52	—	08B	12.7	16	76.91	7.2	6.7	6	95	88	1.8	0.000 86	0.25	1.9	1°	
				25, 28	62	44															
GL5	250	800	3 150	30, 32, 35, 38	82	60	10A	15.875	16	94.46	8.9	9.2	—	112	100	3.2	0.002 5	0.32	2.3	1°	
				40	112	84															
GL6	400	630	2 500	32, 35, 38	82	60	10A	15.875	20	116.57	8.9	9.2	—	140	105	5.0	0.005 8	0.32	2.3	1°	
				40, 42, 45, 48, 50	112	84															
GL7	630	630	2 500	40, 42, 45, 48	112	84	12A	19.05	18	127.78	11.9	10.9	—	150	122	7.4	0.012	0.38	2.8	1°	
				50, 55	142	107															
GL8	1 000	500	2 240	45, 48, 50, 55	112	84	12A	19.05	16	154.33	11.9	10.9	12	180	135	11.1	0.025	0.38	2.8	1°	
				60, 65, 70	142	107															
GL9	1 600	400	2 000	50, 55	112	84	16A	25.40	20	186.50	15	14.3	12	215	145	20	0.061	0.50	3.8	1°	
				60, 65, 70, 75	142	107															
GL10	2 500	315	1 600	60, 65, 70, 75	142	107	20A	31.75	18	213.02	18	17.8	6	245	165	26.1	0.079	0.63	4.7	1°	
				80, 85, 90	172	132															

注: 1. 有罩壳时, 在型号后加“F”, 例 GL5 型联轴器, 有罩壳时改为 GL5F。

2. 本联轴器可补偿两轴相对径向位移和角位移, 结构简单, 重量较轻, 装拆维护方便, 可用于高温、潮湿和多尘环境, 但不宜于立轴的联接。

表 19-5 弹性套柱销联轴器(摘自 GB/T 4323-1984)



- 1,7—半联轴器;
- 2—螺母;
- 3—弹簧垫圈;
- 4—挡圈;
- 5—弹性套;
- 6—柱销

标记示例: TL3 联轴器 $\frac{ZC16 \times 30}{JB18 \times 42}$ GB/T 4323

主动端: Z 型轴孔、C 型键槽、 $d_z=16\text{mm}$ 、 $L=30\text{mm}$;

从动端: J 型轴孔、B 型键槽、 $d_2=18\text{mm}$ 、 $L=42\text{mm}$

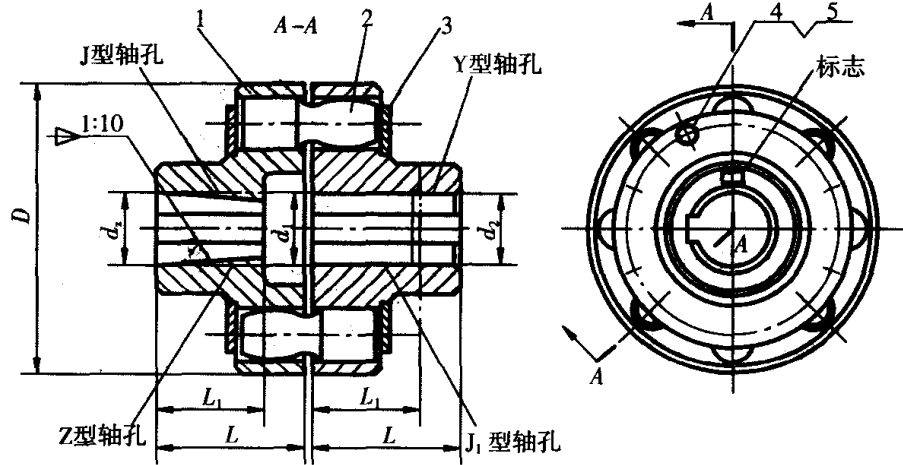
型号	公称转矩 N·m	许用转速 r/min		轴孔直径 d_1, d_2, d_z mm	轴孔长度/mm			D mm	A mm	质量 kg	转动惯量 $\text{kg} \cdot \text{m}^2$	许用补偿量	
		铁	钢		Y 型 L	J、J ₁ 、Z 型 L ₁ L	径向 $\Delta Y/\text{mm}$					角向 $\Delta \alpha$	
TL1	6.3	6 600	8 800	9	20	14	—	71	18	1.16	0.000 4	0.2	1°30'
				10, 11	25	17							
				12, (14)	32	20							
TL2	16	5 500	7 600	12, 14	42	30	42	80	35	1.64	0.001	0.3	1°
				16, (18), (19)	52	38	52						
TL3	31.5	4 700	6 300	16, 18, 19	62	44	62	95	45	1.9	0.002	0.4	0°30'
				20, (22)	82	60	82						
TL4	63	4 200	5 700	20, 22, 24	112	84	112	106	65	2.3	0.004	0.5	0°30'
				(25), (28)	142	107	142						
TL5	125	3 600	4 600	25, 28	172	132	172	130	80	8.36	0.011	0.6	0°30'
				30, 32, (35)	212	167	212						
TL6	250	3 300	3 800	32, 35, 38	252	202	252	160	100	10.36	0.026	0.7	0°30'
				40, (42)	292	242	292						
TL7	500	2 800	3 600	40, 42, 45, (48)	352	252	352	190	130	15.6	0.06	0.8	0°30'
				45, 48, 50, 55, (56)	392	292	392						
TL8	710	2 400	3 000	(60), (63)	442	342	442	224	150	25.4	0.13	0.9	0°30'
				50, 55, 56	482	382	482						
TL9	1 000	2 100	2 850	60, 63, (65), (70), (71)	522	422	522	250	180	30.9	0.20	1.0	0°30'
				63, 65, 70, 71, 75	562	462	562						
TL10	2 000	1 700	2 300	80, 85, (90), 95)	602	502	602	315	200	65.9	0.64	1.1	0°30'
				80, 85, 90, 95	642	542	642						
TL11	4 000	1 350	1 800	100, 110	702	602	702	400	250	122.6	2.06	1.2	0°30'
				100, 110, 120, 125	742	642	742						
TL12	8 000	1 100	1 450	(130)	802	702	802	475	300	218.4	5.00	1.3	0°30'
				120, 125	842	742	842						
TL13	16 000	800	1 150	130, 140, 150	902	802	902	600	350	425.8	16.00	1.4	0°30'
				160, (170)	942	842	942						

注: 1. 括号内的值仅适用于钢制联轴器。

2. 短时过载不得超过公称转矩值的 2 倍。

3. 本联轴器具有一定补偿两轴线相对偏移和减振缓冲能力, 适用于安装底座刚性好, 冲击载荷不大的中、小功率轴系传动, 可用于经常正反转, 起动频繁的场所, 工作温度为 $-20 \sim +70^\circ\text{C}$ 。

表 19-6 弹性柱销联轴器(摘自 GB/T 5014-1985)



标记示例:HL7 联轴器 ZC 75×107
JB 70×107 GB/T 5014

主动端:Z 型轴孔、C 型键槽、 $d_z=75\text{mm}$ 、 $L_1=107\text{mm}$;
从动端:J 型轴孔、B 型键槽、 $d_z=70\text{mm}$ 、 $L_1=107\text{mm}$

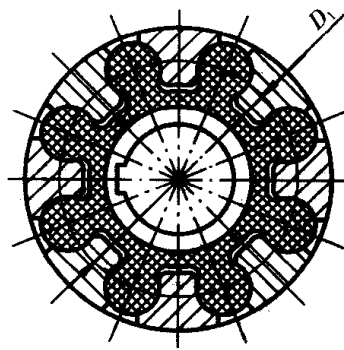
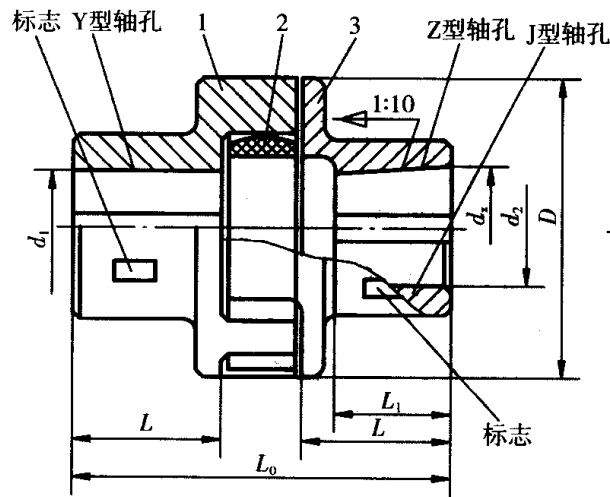
- 1—半联轴器;
- 2—柱销;
- 3—档板;
- 4—螺栓;
- 5—垫圈

型号	公称 转矩 N·m	许用转速 r/min		轴孔直径 d_1, d_2, d_z mm	轴孔长度/mm			D mm	质量 kg	转动 惯量 kg·m ²	许用补偿量		
		铁	钢		Y 型 L	J、J ₁ 、Z 型 L ₁	L				径向 ΔY	轴向 ΔX	角向 $\Delta \alpha$
HL1	160	7 100	7 100	12, 14	32	27	32	90	2	0.0064	0.15	±0.5	≤0°30'
				16, 18, 19	42	30	42						
				20, 22, (24)	52	38	52						
HL2	315	5 600	5 600	20, 22, 24	62	44	62	120	5	0.253	0.15	±1	
				25, 28									
				30, 32, (35)									
HL3	630	5 000	5 000	30, 32, 35, 38	112	84	112	160	8	0.6	0.15	±1.5	
				40, 42, (45), (48)									
HL4	1 250	2 800	4 000	40, 42, 45, 48, 50, 55, 56 (60), (63)	142	107	142	195	22	3.4	0.15	±1.5	
HL5	2 000	2 500	3 550	50, 55, 56, 60, 63, 65, 70, (71), (75)									
HL6	3 150	2 100	2 800	60, 63, 65, 70, 71, 75, 80 (85)									
HL7	6 300	1 700	2 240	70, 71, 75	172	132	172	320	98	41.1	0.20	±2	
				80, 85, 90, 95									
				100, (110)									
HL8	10 000	1 600	2 120	80, 85, 90, 95, 100, 110, (120), (125)	212	167	212	360	119	56.6	0.20	±2	
HL9	16 000	1 250	1 800	100, 110, 120, 125 130, (140)	252	202	252	410	197	133.3	0.25	±2.5	
HL10	25 000	1 120	1 560	110, 120, 125	252	202	252	480	322	273.2	0.25	±2.5	
				130, 140, 150									
				160, (170), (180)									

注:1. 括号内的值仅适用于钢制联轴器。

2. 本联轴器结构简单,制造容易,装拆更换弹性元件方便,有微量补偿两轴线偏移和缓冲吸振能力,主要用于载荷较平稳、起动频繁、对缓冲要求不高的中、低速轴系传动,工作温度为-20~+70℃。

表 19-7 梅花形弹性联轴器(摘自 GB/T 5272-1985)



标记示例:

ML3 型联轴器 ZA30×60
YB25×62

MT3a GB/T 5272

主动端: Z 型轴孔、A 型键槽、轴孔直径 $d_1=30\text{mm}$ 、轴孔长度 $L_1=60\text{mm}$;

从动端: Y 型轴孔、B 型键槽、轴孔直径 $d_2=25\text{mm}$ 、轴孔长度 $L=62\text{mm}$;

MT3 型弹性件硬度为 a

1、3—半联轴器;
2—梅花形弹性体

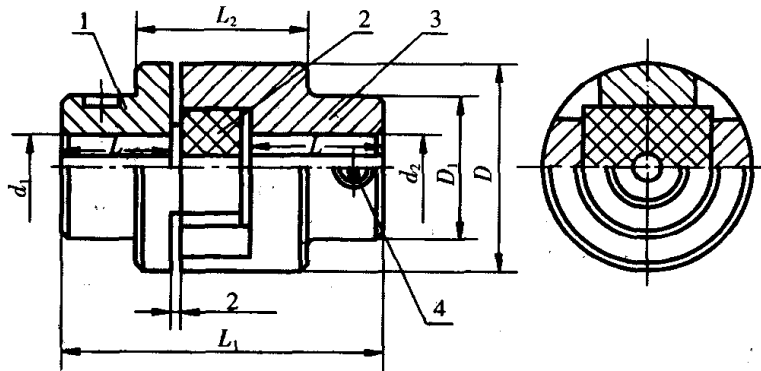
型号	公称转矩/(N·m)			许用转速 r/min	轴孔直径 d_1, d_2, d_z		轴孔长度 mm		L_0	D	D_1	弹性件 型号	质量 kg	转动 惯量 $\text{kg} \cdot \text{m}^2$	许用补偿量				
	弹性件硬度 HA				mm	L	L_1	mm							mm	mm	ΔY	ΔX	角向 $\Delta \alpha$
	a	b	c																
	≥ 75	≥ 85	≥ 94																
ML1	16	25	45	11 500 (15 300)	12, 14	32	27	80	50	30	—a	0.66	0.014	0.5	1.2	2°			
				20, 22, 24	52	38	120	—b											
				25, 28	62	44	147	—c											
ML2	63	100	200	8 200 (10 900)	20, 22, 24	52	38	127	70	48	—a	1.55	0.075	0.8	2	1.5			
				25, 28	62	44	147	—b											
				30, 32	82	60	187	—c											
ML3	90	140	280	6 700 (9 000)	22, 24	52	38	128	85	60	—a	2.5	0.178	0.8	2	1.5°			
				25, 28	62	44	148	—b											
				30, 32, 35, 38	82	60	188	—c											
ML4	140	250	400	5 500 (7 300)	25, 28	62	44	151	105	72	—a	4.3	0.412	2.5	3	1.5°			
				30, 32, 35, 38	82	60	191	—b											
				40, 42	112	84	251	—c											
ML5	250	400	710	4 600 (6 100)	30, 32, 35, 38	82	60	197	125	90	—a	6.2	0.73	1.0	3	1.5°			
				40, 42, 45, 48	112	84	257	—b											
				35*, 38*	82	60	203	—c											
ML6	400	630	1 120	4 000 (5 300)	40*, 42*, 45, 48, 50, 55	112	84	263	145	104	—a	8.6	1.85	1.0	3.5	1.5°			
				45*, 48*, 50, 55	112	84	265	—b											
				60, 63, 65	142	107	325	—c											
ML7	710	1 120	2 240	3 500 (4 500)	50*, 55*	112	84	272	170	130	—a	14	3.88	4	1.5°				
				60, 63, 65	142	107	325	—b											
				60, 63, 65, 70, 71, 75	142	107	332	—c											
ML8	1 120	1 800	3 550	2 900 (3 800)	50*, 55*	112	84	272	200	156	—a	25.7	9.22	4	1.5°				
				60, 63, 65, 70, 71, 75	142	107	332	—b											
				80, 85, 90, 95	172	132	394	—c											
ML9	1 800	2 800	5 600	2 500 (3 300)	60*, 63*, 65*, 70, 71, 75	142	107	334	230	180	—a	41	18.95	1.5	4.5	1°			
				80, 85, 90, 95	172	132	394	—b											
				100, 110	212	167	484	—c											
ML10	2 800	4 500	9 000	2 200 (2 900)	70*, 71*, 75*	142	107	344	260	205	—a	59	39.68	5.0	1°				
				80*, 85*, 90, 95	172	132	404	—b											
				100, 110	212	167	484	—c											
ML11	4 000	6 300	12 500	1 900 (2 500)	80*, 85*, 90*, 95*	172	132	411	300	245	—a	87	73.43	1.8	1.8	1°			
				100, 110, 120	212	167	491	—b											
								—c											

注: 1. 带“*”者轴孔直径可用于 Z 型轴孔。

2. 表中 a、b、c 为弹性件硬度代号。

3. 本联轴器补偿两轴的位移量较大, 有一定弹性和缓冲性, 常用于中、小功率、中高速、起动频繁、正反转变化和要求工作可靠的部位, 由于安装时需轴向移动两半联轴器, 不适宜用于大型、重型设备上, 工作温度为 $-35 \sim +80^\circ\text{C}$ 。

表 19-8 尼龙滑动联轴器(摘自 JB/ZQ 4384-1986)



标记示例:

KL6 联轴器 $\frac{35 \times 82}{J_1 38 \times 60}$ JB/ZQ 4384

主动端: Y 型轴孔, A 型键槽, $d_1 = 35\text{mm}$ 、
 $L = 82\text{mm}$;

从动端: J_1 型轴孔, A 型键槽, $d_2 = 38\text{mm}$ 、
 $L = 60\text{mm}$

1、3—半联轴器, 材料为 HT200、35 钢等;

2—滑块, 材料为尼龙 6;

4—紧定螺钉

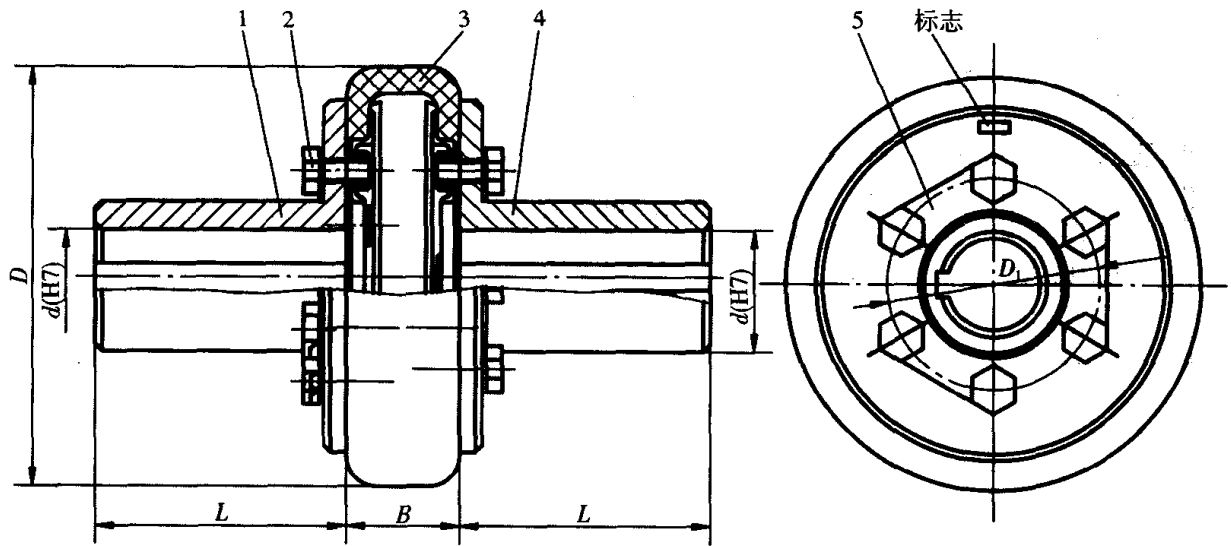
型 号	公称转矩 N·m	许用转速 r/min	轴孔直径 d_1, d_2	轴孔长度 L		D	D_1	L_2	L_1	质量 kg	转动 惯量 $\text{kg} \cdot \text{m}^2$
				Y 型	J_1 型						
mm											
KL1	16	10 000	10, 11	25	22	40	30	50	67	0.6	0.0007
			12, 14	32	27				81		
KL2	31.5	8 200	12, 14	42	30	50	32	56	86	1.5	0.003 8
			16, (17), 18						106		
KL3	63	7 000	(17), 18, 19	52	38	70	40	60	126	1.8	0.006 3
			20, 22						146		
KL4	160	5 700	20, 22, 24	62	44	80	50	64	151	2.5	0.013
			25, 28						191		
KL5	280	4 700	25, 28	82	60	100	70	75	201	5.8	0.045
			30, 32, 35						261		
KL6	500	3 800	30, 32, 35, 38	112	84	120	80	90	276	9.5	0.12
			40, 42, 45						336		
KL7	900	3 200	40, 42, 45, 48	142	107	150	100	120	346	25	0.43
			50, 55						406		
KL8	1 800	2 400	50, 55	172	132	190	120	150	486	55	1.98
			60, 63, 65, 70						486		
KL9	3 550	1 800	65, 70, 75	212	167	250	150	180	586	85	4.9
			80, 85						586		
KL10	5 000	1 500	80, 85, 90, 95	212	167	330	190	180	686	120	7.5
			100						686		

注: 1. 装配时两轴的许用补偿量: 轴向 $\Delta X = 1 \sim 2\text{mm}$; 径向 $\Delta Y \leq 0.2\text{mm}$; 角向 $\Delta \alpha \leq 0^\circ 40'$ 。

2. 括号内的数值尺寸不用。

3. 本联轴器具有一定补偿两轴相对偏移量、减振和缓冲性能, 适用于中、小功率, 转速较高、转矩较小的轴系传动, 如控制器、油泵装置等, 工作温度为 $-20 \sim +70^\circ\text{C}$ 。

表 19-9 轮胎式联轴器(摘自 GB/T 5844-1986)



标记示例: UL5 联轴器 $\frac{28 \times 62}{J_1 B 32 \times 60}$ GB/T 5844

主动端: Y 型轴孔, A 型键槽, $d=28\text{mm}$, $L=62\text{mm}$;

从动端: J_1 型轴孔, B 型键槽, $d=32\text{mm}$, $L=60\text{mm}$

1、4—半联轴器

2—螺栓

3—轮胎环

5—止退垫板

型号	公称扭矩 T_n /N·m	瞬时最大 扭矩 T_{max} /N·m	许用转速 $[n]$ /(r/min)		轴孔直径** d /mm	轴孔长度 L /mm		D /mm	B /mm	D_1 /mm	许用补偿量		
			铁	钢		J, J_1 型	Y 型				径向 ΔY / mm	轴向 ΔX / mm	角向 $\Delta \alpha$
UL1	10	31.5	3 500	5 000	11	22	25	80	20	42	1.0	1.0	
					12, 14	27	32						
					16, (18)	30	42						
UL2	25	80	3 000	4 800	14	27	32	100	26	51	1.6	2.0	1°
					16, 18, 19	30	42						
					20, (22)	38	52						
UL3	63	180	4 500	4 000	18, 19	30	42	120	32	62	1.6	2.0	1°
					20, 22, (24)	38	52						
					(25)	44	62						
UL4	100	315	3 000	4 500	20, 20, 24	38	52	140	38	69	1.6	2.0	1°
					25, (28)	44	62						
					(30)	60	82						
UL5	160	500	3 000	4 000	24	38	52	160	45	80	1.6	2.0	1°
					25, 28	44	62						
					30, (32), (35)	60	82						

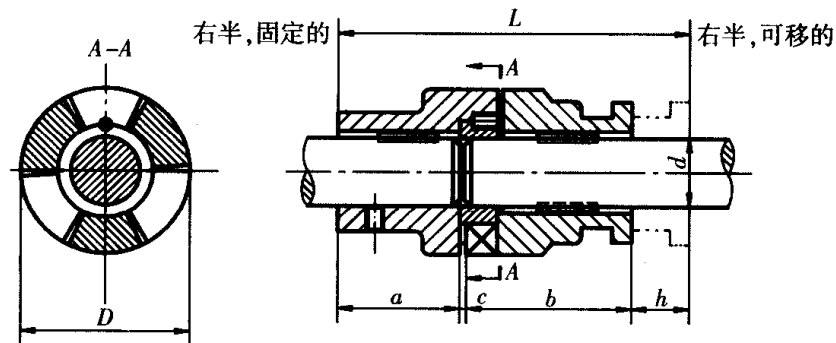
续表 19-9

型号	公称扭矩 T_n /N·m	瞬时最大扭矩 T_{max} /N·m	许用转速 [n] /(r/min)		轴孔直径** d /mm	轴孔长度 L /mm		D /mm	B /mm	D_1 /mm	许用补偿量			
			铁	钢		J、J ₁ 型	Y 型				径向 ΔY / mm	轴向 ΔX / mm	角向 $\Delta \alpha$	
UL6	250	710	2 500	3 600	28	44	62	180	50	90	1.6	2.0	1°	
					30,32,35,(38)		60							82
					(40)		84							112
UL7	315	900	3 200	3 200	32,35,38	60	82	200	56	104	2.0	2.5		
					40,42,(45),(48)		84							112
UL8	400	1 250	2 000	3 000	38	60	82	220	63	110	2.5	3.0		
					40,42,45,(48),(50)		84							112
UL9	630	1 800	2 800	2 800	42,45,48,50,55,(56)		107	142	250	71	130			
					(60)									
UL10	800	2 240	1 600	2 400	45*,48*,50,55,56		84	112	280	80	148	3.0	3.6	
					60,63,65,(70)		107	142						
UL11	1 000	2 500	2 100	2 100	50*,55*,56*		84	112	320	90	165			
					60,63,65,(70),(71),(75)		107	142						
UL12	1 600	4 000	2 000	2 000	55*,56*		84	112	360	100	188	3.6	4.0	
					60*,63*,65*,70,71,75		107	142						
					80,(85)		132	172						
UL13	2 500	6 300	1 800	1 800	63*,65*,70*,71*,75*		107	142	400	110	210	4.5	1°30'	
					80,85,90,95		132	172						
UL14	4 000	10 000	1 400	1 600	75*		107	142	480	130	254	4.0	5.0	
					80*,85*,90*,95*		132	172						
					100,110		167	212						
UL15	6 300	14 000	1 120	1 200	(85*),90*,95*		132	172	560	150	300	5.6		
					100*,110*,120*,125*		167	212						
UL16	10 000	20 000	1 000	1 000	100*,110*,120*,125*		202	252	630	180	335	5.0	6.0	
					130,140									
UL17	16 000	31 500	850	900	(120*),(125*)		167	212	750	210	405	6.7		
					130*,140*,150*		202	252						
					160*		242	302						

注:1. 带“*”值,为结构允许制成J型轴孔。
 2. “**”栏内带()值仅适用于钢制联轴器。
 3. 该联轴器最大型号为 UL18,详见 GB/T 5844-1986。

19.3 离合器

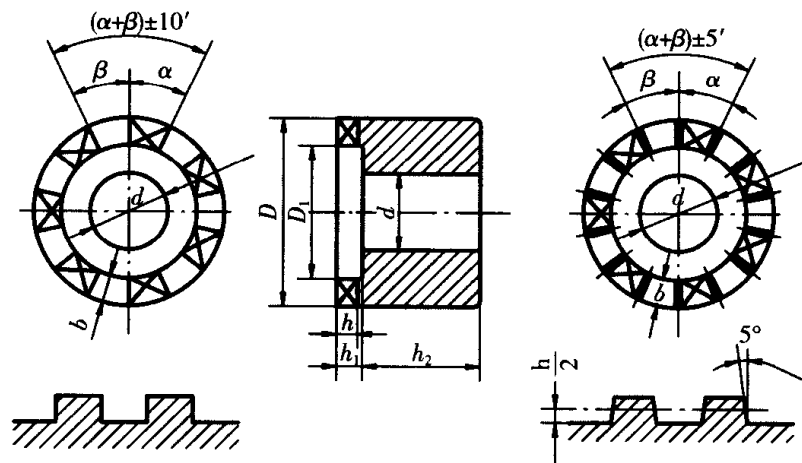
表 19-10 简易传动用矩形牙嵌式离合器



d	D	L	a	b	c	h
35,40	100	200	70	95	5	30
55,60	150	275	90	139	6	40
80	200	350	110	182	8	50
100	250	435	140	225	10	60
125	300	500	160	260	10	70

注:1. 中间对中环与左半部主动轴固结,为主、从动轴对中用。 2. 齿数选择决定于所传递转矩大小,一般取 $z=3\sim 5$ 。

表 19-11 矩形、梯形牙嵌式离合器



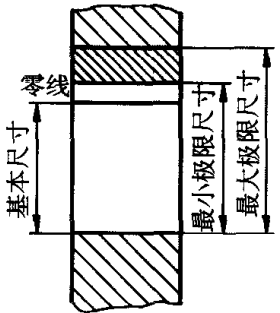
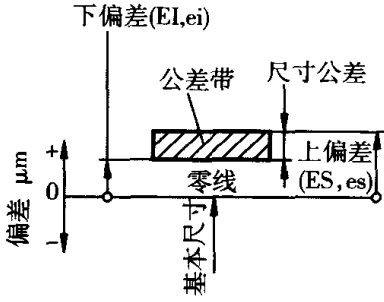
离合方法	齿数 z	D	$b = \frac{D-D_1}{2}$	α	β	h	h_1
用手动接合和脱开	7	35	6	$25^\circ 43' - 20'$ $-40'$	$25^\circ 43' + 40'$ $+20'$	4	5
		40,45	7				
	9	50	8				
		55,60,70	10				
正常齿,自动接合,或者 手动接合和自动脱开	5	40	5~8	$36^\circ - 20'$ $-40'$	$36^\circ + 40'$ $+20'$	6	7
		45,50,55	5~10				
	7	60,70,80,90					
细齿,低速工作时手动接合	7	40	5~8	$25^\circ 43' - 20'$ $-40'$	$25^\circ 43' + 40'$ $+20'$	4	5
		45,50,55	5~10				
	9	60,70,80,90					

注:1. 尺寸 d 和 h_2 从结构方面来确定,通常 $h_2 = (1.5 \sim 2)d$ 。 2. 自动接合或脱开时常采用梯形齿的离合器。

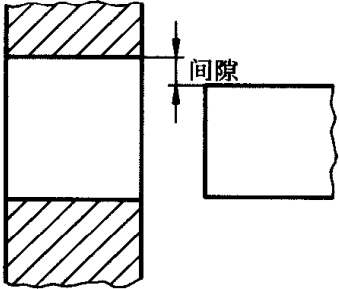
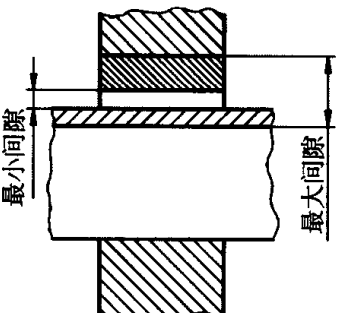
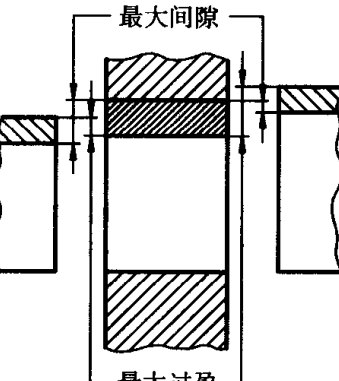
第 20 章 极限与配合、形状与位置公差和表面粗糙度

20.1 极限与配合

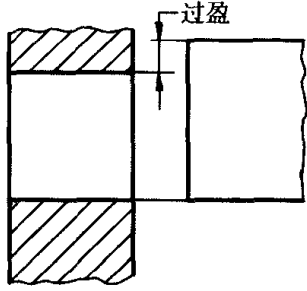
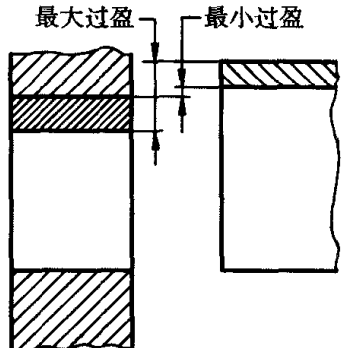
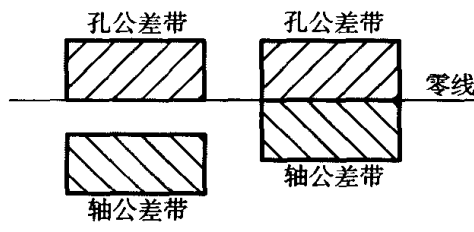
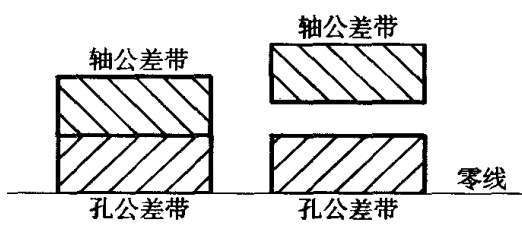
表 20-1 术语和定义

术 语	定 义
<p>基本尺寸</p>  <p>图(1) 基本尺寸、最大极限尺寸和最小极限尺寸</p>	<p>通过它应用上、下偏差可算出极限尺寸的尺寸[见图(1)]</p>
<p>实际尺寸</p>	<p>通过测量获得的某一孔、轴的尺寸</p>
<p>极限尺寸</p> <p>最大极限尺寸</p> <p>最小极限尺寸</p>	<p>一个孔或轴允许的尺寸的两个极端。实际尺寸应位于其中,也可达到极限尺寸</p> <p>孔或轴允许的最大尺寸[见图(1)]</p> <p>孔或轴允许的最小尺寸[见图(1)]</p>
<p>零线</p>  <p>图(2) 公差带图解</p>	<p>在极限与配合图解中,表示基本尺寸的一条直线,以其为基准确定偏差和公差[见图(1)]。通常,零线沿水平方向绘制,正偏差位于其上,负偏差位于其下[见图(2)]</p>
<p>偏差</p> <p>极限偏差</p> <p>上偏差和下偏差</p> <p>上偏差(ES,es)</p> <p>下偏差(EI,ei)</p> <p>注:轴的上、下偏差代号用小写字母 es、ei 表示;孔的上、下偏差代号用大写字母 ES、EI 表示[见图(2)]</p> <p>基本偏差</p> <p>注:它可以是上偏差或下偏差,一般为靠近零线的那个偏差,如图(2)为下偏差</p>	<p>某一尺寸(实际尺寸、极限尺寸,等等)减其基本尺寸所得的代数差</p> <p>最大极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差[见图(2)]</p> <p>最小极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差[见图(2)]</p> <p>在本标准极限与配合制中,确定公差带相对零线位置的那个极限偏差[见图(2)]</p>

续表 20-1

术 语	定 义
<p>尺寸公差(简称公差) 注:尺寸公差是一个没有符号的绝对值 标准公差(IT)(字母 IT 为“国际公差”的符号) 标准公差等级 公差带</p>	<p>最大极限尺寸减最小极限尺寸之差,或上偏差减下偏差之差。它是允许尺寸的变动量 本标准极限与配合制中,所规定的任一公差 在本标准极限与配合制中,同一公差等级(例如 IT7)对所有基本尺寸的一组公差被认为具有同等精确程度 在公差带图解中,由代表上偏差和下偏差或最大极限尺寸和最小极限尺寸的两条直线所限定的一个区域。它是由公差大小和其相对零线的位置如基本偏差来确定[见图(2)]</p>
<p>间隙</p>  <p>图(3) 间隙</p> <p>最小间隙</p>  <p>图(4) 间隙配合</p> <p>最大间隙</p>  <p>图(5) 过渡配合</p>	<p>孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸之差为正[见图(3)]</p> <p>在间隙配合中,孔的最小极限尺寸减轴的最大极限尺寸之差[见图(4)]</p> <p>在间隙配合或过渡配合中,孔的最大极限尺寸减轴的最小极限尺寸之差[见图(4)和图(5)]</p>

续表 20-1

术 语	定 义
<p>过盈</p>  <p>图(6) 过盈</p> <p>最小过盈</p>  <p>图(7) 过盈配合</p> <p>最大过盈</p>	<p>孔的尺寸减去相配合的轴的尺寸之差为负[见图(6)]</p> <p>在过盈配合中,孔的最大极限尺寸减轴的最小极限尺寸之差[见图(7)]</p> <p>在过盈配合或过渡配合中,孔的最小极限尺寸减轴的最大极限尺寸之差[见图(5)和图(7)]</p>
<p>配合</p> <p>间隙配合</p>  <p>图(8) 间隙配合的示意图</p> <p>过盈配合</p>  <p>图(9) 过盈配合的示意图</p>	<p>基本尺寸相同的,相互结合的孔和轴公差带之间的关系</p> <p>具有间隙(包括最小间隙等于零)的配合。此时,孔的公差带在轴的公差带之上[见图(8)]</p> <p>具有过盈(包括最小过盈等于零)的配合。此时,孔的公差带在轴的公差带之下[见图(9)]</p>

续表 20-1

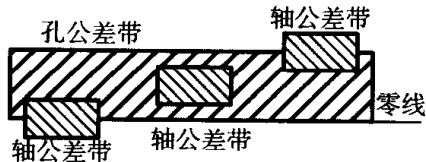
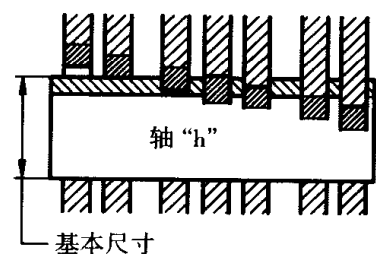
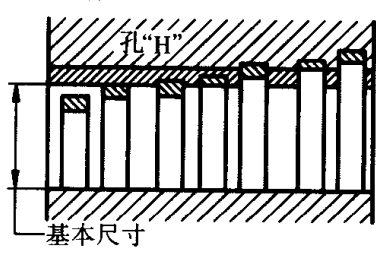
术 语	定 义
<p>过渡配合</p>  <p>图(10) 过渡配合的示意图 配合公差(没有符号的绝对值)</p>	<p>可能具有间隙或过盈的配合。此时,孔的公差带与轴的公差带相互交叠[见图(10)]</p> <p>组成配合的孔、轴公差之和。它是允许间隙或过盈的变动量</p>
<p>配合制</p> <p>基轴制配合</p>  <p>图注:1. 水平实线代表孔或轴的基本偏差。 2. 虚线代表另一极限,表示孔和轴之间可能的不同组合与它们的公差等级有关。</p> <p>图(11) 基轴制配合</p> <p>基孔制配合</p>  <p>图注:1. 水平实线代表孔或轴的基本偏差。 2. 虚线代表另一极限,表示孔和轴之间可能的不同组合与它们的公差等级有关。</p> <p>图(12) 基孔制配合</p>	<p>同一极限制的孔和轴组成配合的一种制度</p> <p>基本偏差为一定的轴的公差带,与不同基本偏差的孔的公差带形成各种配合的一种制度</p> <p>对本标准极限与配合制,是轴的最大极限尺寸与基本尺寸相等、轴的上偏差为零的一种配合制[见图(11)]</p> <p>基本偏差为一定的孔的公差带,与不同基本偏差的轴的公差带形成各种配合的一种制度</p> <p>对本标准极限与配合制,是孔的最小极限尺寸与基本尺寸相等、孔的下偏差为零的一种配合制[见图(12)]</p>
<p>最大实体极限</p>	<p>对应于孔或轴最大实体尺寸的那个极限尺寸,即:轴的最大极限尺寸;孔的最小极限尺寸。</p> <p>最大实体尺寸是孔或轴具有允许的材料量为最多时状态下的极限尺寸</p>
<p>最小实体极限</p>	<p>对应于孔或轴最小实体尺寸的那个极限尺寸,即:轴的最小极限尺寸;孔的最大极限尺寸</p> <p>最小实体尺寸是孔或轴具有允许的材料量为最少时状态下的极限尺寸</p>

表 20-2 公差、偏差和配合的基本规定(摘自 GB/T 1800.2-1998)

<p>标准公差等级代号</p>	<p>标准公差等级代号用符号 IT 和数字组成,例如:IT7。标准公差等级分:IT01、IT0、IT1 至 IT18 共 20 级。</p>
<p>基本偏差代号</p>	<p>对孔用大写字母 A, …, ZC 表示,对轴用小写字母 a, …, zc 表示,各 28 个。其中基本偏差 H 代表基准孔;h 代表基准轴。基本偏差系列示意图如下:</p>
<p>配合的表示</p>	<p>配合用相同的基本尺寸后跟孔、轴公差带表示。孔、轴公差带写成分数形式,分子为孔公差带,分母为轴公差带。例如:52H7/g6 或 $52 \frac{H7}{g6}$</p>

表 20-3 标准公差数值(摘自 GB/T 1800.3-1998)

基本尺寸 mm	标准公差等级																	
	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
≤3	0.8	1.2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600	1 000	1 400
>3~6	1	1.5	2.5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750	1 200	1 800
>6~10	1	1.5	2.5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900	1 500	2 200
>10~18	1.2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1 100	1 800	2 700
>18~30	1.5	2.5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1 300	2 100	3 300
>30~50	1.5	2.5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1 000	1 600	2 500	3 900
>50~80	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1 200	1 900	3 000	4 600
>80~120	2.5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1 400	2 200	3 500	5 400
>120~180	3.5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1 000	1 600	2 500	4 000	6 300
>180~250	4.5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1 150	1 850	2 900	4 600	7 200

续表 20-3

基本尺寸 mm	标准公差等级																	
	IT1	IT2	IT3	IT4	IT5	IT6	IT7	IT8	IT9	IT10	IT11	IT12	IT13	IT14	IT15	IT16	IT17	IT18
>250~315	6	8	12	16	23	32	52	81	130	210	320	520	810	1 300	2 100	3 200	5 200	8 100
>315~400	7	9	13	18	25	36	57	89	140	230	360	570	890	1 400	2 300	3 600	5 700	8 900
>400~500	8	10	15	20	27	40	63	97	155	250	400	630	970	1 550	2 500	4 000	6 300	9 700
>500~630	9	11	16	22	30	44	70	110	175	280	440	700	1 100	1 750	2 800	4 400	7 000	11 000
>630~800	10	13	18	25	35	50	80	125	200	320	500	800	1 250	2 000	3 200	5 000	8 000	12 500

注:1. 基本尺寸大于 500mm 的 IT1 至 IT5 的数值为试行的。

2. 基本尺寸小于或等 1mm 时,无 IT14 至 IT18。

表 20-4 基本偏差(摘自 GB/T 1800.3-1998)

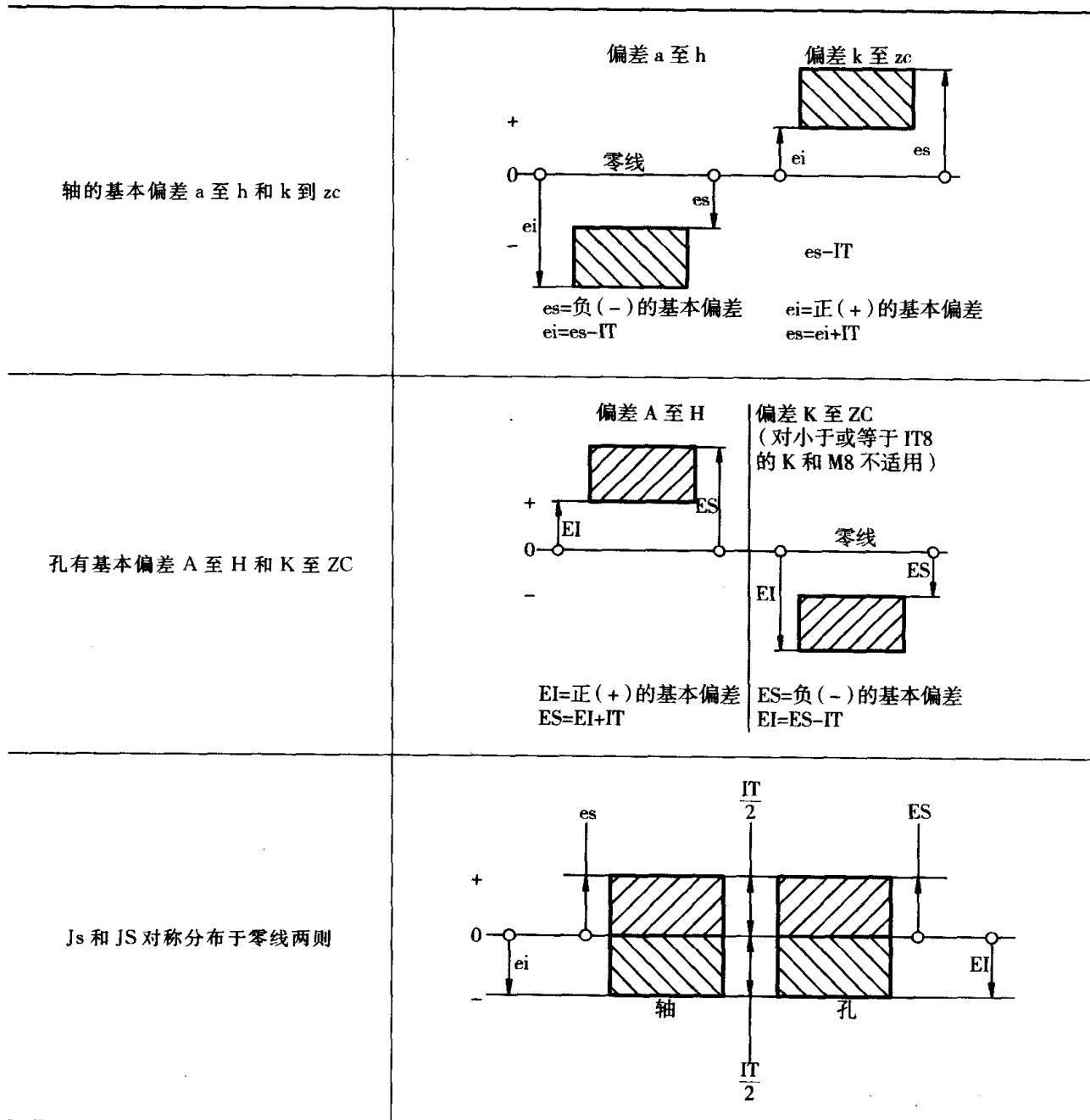


表 20-5 轴的基本偏差数值

基本尺寸 mm		公差带														
		a		b			c					d				
大于	至	10	11*	10	11*	12*	8	9*	10*	▲11	12	7	8*	▲9	10*	11*
-	3	-270 -310	-270 -330	-140 -180	-140 -200	-140 -240	-60 -74	-60 -85	-60 -100	-60 -120	-60 -160	-20 -30	-20 -34	-20 -45	-20 -60	-20 -80
	3	-270 -318	-270 -345	-140 -188	-140 -215	-140 -260	-70 -88	-70 -100	-70 -118	-70 -145	-70 -190	-30 -42	-30 -48	-30 -60	-30 -78	-30 -105
	6	-280 -338	-280 -370	-150 -208	-150 -240	-150 -300	-80 -102	-80 -116	-80 -138	-80 -170	-80 -230	-40 -55	-40 -62	-40 -76	-40 -98	-40 -130
	10	-290 -360	-290 -400	-150 -220	-150 -260	-150 -330	-95 -122	-95 -138	-95 -165	-95 -205	-95 -275	-50 -68	-50 -77	-50 -93	-50 -120	-50 -160
	14	-290 -360	-290 -400	-150 -220	-150 -260	-150 -330	-95 -122	-95 -138	-95 -165	-95 -205	-95 -275	-50 -68	-50 -77	-50 -93	-50 -120	-50 -160
	18	-300 -384	-300 -430	-160 -244	-160 -290	-160 -370	-110 -143	-110 -162	-110 -194	-110 -240	-110 -320	-65 -86	-65 -98	-65 -117	-65 -149	-65 -195
	24	-300 -384	-300 -430	-160 -244	-160 -290	-160 -370	-110 -143	-110 -162	-110 -194	-110 -240	-110 -320	-65 -86	-65 -98	-65 -117	-65 -149	-65 -195
	30	-310 -410	-310 -470	-170 -270	-170 -330	-170 -420	-120 -159	-120 -182	-120 -220	-120 -280	-120 -370	-80 -105	-80 -119	-80 -142	-80 -180	-80 -240
	40	-320 -420	-320 -480	-180 -280	-180 -340	-180 -430	-130 -169	-130 -192	-130 -230	-130 -290	-130 -380	-105 -130	-119 -146	-142 -174	-180 -220	-240 -290
	50	-340 -460	-340 -530	-190 -310	-190 -380	-190 -490	-140 -186	-140 -214	-140 -260	-140 -330	-140 -440	-100 -130	-100 -146	-100 -174	-100 -220	-100 -290
	65	-360 -480	-360 -550	-200 -320	-200 -390	-200 -500	-150 -196	-150 -224	-150 -270	-150 -340	-150 -450	-130 -155	-146 -174	-174 -207	-220 -260	-290 -340
	80	-380 -520	-380 -600	-220 -360	-220 -440	-220 -570	-170 -224	-170 -257	-170 -310	-170 -390	-170 -520	-120 -155	-120 -174	-120 -207	-120 -260	-120 -340
	100	-410 -550	-410 -630	-240 -380	-240 -460	-240 -590	-180 -234	-180 -267	-180 -320	-180 -400	-180 -530	-155 -185	-174 -208	-207 -245	-260 -305	-340 -395
	120	-460 -620	-460 -710	-260 -420	-260 -510	-260 -660	-200 -263	-200 -300	-200 -360	-200 -450	-200 -600	-185 -210	-208 -245	-245 -285	-305 -355	-395 -460
	140	-520 -680	-520 -770	-280 -440	-280 -530	-280 -680	-210 -273	-210 -310	-210 -370	-210 -460	-210 -610	-210 -245	-245 -285	-285 -325	-345 -395	-460 -510
	160	-580 -740	-580 -830	-310 -470	-310 -560	-310 -710	-230 -293	-230 -330	-230 -390	-230 -480	-230 -630	-245 -285	-285 -325	-325 -365	-395 -445	-510 -560
	180	-660 -845	-660 -950	-340 -525	-340 -630	-340 -800	-240 -312	-240 -355	-240 -425	-240 -530	-240 -700	-285 -325	-325 -365	-365 -405	-445 -495	-560 -610
	200	-740 -925	-740 -1030	-380 -565	-380 -670	-380 -840	-260 -332	-260 -375	-260 -445	-260 -550	-260 -720	-325 -365	-365 -405	-405 -445	-495 -545	-610 -660
	225	-820 -1005	-820 -1110	-420 -605	-420 -710	-420 -880	-280 -352	-280 -395	-280 -465	-280 -570	-280 -740	-405 -445	-445 -485	-485 -525	-575 -625	-690 -740
	250	-920 -1130	-920 -1240	-480 -690	-480 -800	-480 -1000	-300 -381	-300 -430	-300 -510	-300 -620	-300 -820	-445 -485	-485 -525	-525 -565	-625 -675	-740 -790
	280	-1050 -1260	-1050 -1370	-540 -750	-540 -860	-540 -1060	-330 -411	-330 -460	-330 -540	-330 -650	-330 -850	-525 -565	-565 -605	-605 -645	-705 -755	-820 -870
	315	-1200 -1430	-1200 -1560	-600 -830	-600 -960	-600 -1170	-360 -449	-360 -500	-360 -590	-360 -720	-360 -930	-605 -645	-645 -685	-685 -725	-785 -835	-900 -950
	355	-1350 -1580	-1350 -1710	-680 -910	-680 -1040	-680 -1250	-400 -489	-400 -540	-400 -630	-400 -760	-400 -970	-645 -685	-685 -725	-725 -765	-825 -875	-940 -990
	400	-1500 -1750	-1500 -1900	-760 -1010	-760 -1160	-760 -1390	-440 -537	-440 -595	-440 -690	-440 -840	-440 -1070	-685 -725	-725 -765	-765 -805	-865 -915	-980 -1030
	450	-1650 -1900	-1650 -2050	-840 -1090	-840 -1240	-840 -1470	-480 -577	-480 -635	-480 -730	-480 -880	-480 -1110	-725 -765	-765 -805	-805 -845	-905 -955	-1020 -1070

注:1. 基本尺寸小于 1mm 时,各级的 a 和 b 均不采用。

2. ▲为优先公差带,*为常用公差带,其余为一般用途公差带。

续表 20-5

基本尺寸 mm		公差带																
		js	k			m			n			p			r			
大于	至	10	5*	▲6	7*	5*	6*	7*	5*	▲6	7*	5*	▲6	7*	5*	6*		
-	3	±20	+4 0	+6 0	+10 0	+6 +2	+8 +2	+12 +2	+8 +4	+10 +4	+14 +4	+10 +6	+12 +6	+16 +6	+14 +10	+16 +10		
3	6	±24	+6 +1	+9 +1	+13 +1	+9 +4	+12 +4	+16 +4	+13 +8	+16 +8	+20 +8	+17 +12	+20 +12	+24 +12	+20 +15	+23 +15		
6	10	±29	+7 +1	+10 +1	+16 +1	+12 +6	+15 +6	+21 +6	+16 +10	+19 +10	+25 +10	+21 +15	+24 +15	+30 +15	+25 +19	+28 +19		
10	14	±35	+9 +1	+12 +1	+19 +1	+15 +7	+18 +7	+25 +7	+20 +12	+23 +12	+30 +12	+26 +18	+29 +18	+36 +18	+31 +23	+34 +23		
14	18		18	24	±42	+11 +2	+15 +2	+23 +2	+17 +8	+21 +8	+29 +8	+24 +15	+28 +15	+36 +15	+31 +22	+35 +22	+43 +22	+37 +28
24	30	30	40	±50	+13 +2	+18 +2	+27 +2	+20 +9	+25 +9	+34 +9	+28 +17	+33 +17	+42 +17	+37 +26	+42 +26	+51 +26	+45 +34	+50 +34
40	50	50	65		±60	+15 +2	+21 +2	+32 +2	+24 +11	+30 +11	+41 +11	+33 +20	+39 +20	+50 +20	+45 +32	+51 +32	+62 +32	+54 +41
65	80	80	100	±70		+18 +3	+25 +3	+38 +3	+28 +13	+35 +13	+48 +13	+38 +23	+45 +23	+58 +23	+52 +37	+59 +37	+72 +37	+66 +51
100	120	120	140		±80	+21 +3	+28 +3	+43 +3	+33 +15	+40 +15	+55 +15	+45 +27	+52 +27	+67 +27	+61 +43	+68 +43	+83 +43	+81 +63
140	160	160	180	+21 +3		+28 +3	+43 +3	+33 +15	+40 +15	+55 +15	+45 +27	+52 +27	+67 +27	+61 +43	+68 +43	+83 +43	+83 +65	+90 +65
160	180	180	200	+24 +4		+33 +4	+50 +4	+37 +17	+46 +17	+63 +17	+51 +31	+60 +31	+77 +31	+70 +50	+79 +50	+96 +50	+97 +77	+106 +77
200	225	225	250	±92	+24 +4	+33 +4	+50 +4	+37 +17	+46 +17	+63 +17	+51 +31	+60 +31	+77 +31	+70 +50	+79 +50	+96 +50	+100 +80	+109 +80
225	250	250	280		±105	+27 +4	+36 +4	+56 +4	+43 +20	+52 +20	+72 +20	+57 +34	+66 +34	+86 +34	+79 +56	+88 +56	+108 +56	+117 +94
250	280	280	315	+27 +4		+36 +4	+56 +4	+43 +20	+52 +20	+72 +20	+57 +34	+66 +34	+86 +34	+79 +56	+88 +56	+108 +56	+121 +98	+130 +98
315	355	±115	+29 +4	+40 +4	+61 +4	+46 +21	+57 +21	+78 +21	+62 +37	+73 +37	+94 +37	+87 +62	+98 +62	+119 +62	+113 +108	+144 +108		
355	400		+29 +4	+40 +4	+61 +4	+46 +21	+57 +21	+78 +21	+62 +37	+73 +37	+94 +37	+87 +62	+98 +62	+119 +62	+139 +114	+150 +114		
400	450	±125	+32 +5	+45 +5	+68 +5	+50 +23	+63 +23	+86 +23	+67 +40	+80 +40	+103 +40	+95 +68	+108 +68	+131 +68	+153 +126	+166 +126		
450	500		+32 +5	+45 +5	+68 +5	+50 +23	+63 +23	+86 +23	+67 +40	+80 +40	+103 +40	+95 +68	+108 +68	+131 +68	+159 +132	+172 +132		

续表 20-5

基本尺寸 mm		公差带														
		r		s				t			u				v	x
大于	至	7*	5*	▲6	7*	5*	6*	7*	5	▲6	7*	8	6*	6*	6*	6*
—	3	+20	+18	+20	+24	—	—	—	+22	+24	+28	+32	—	+26	—	+32
		+10	+14	+14	+14	—	—	—	+18	+18	+18	+18	—	+20	—	+20
3	6	+27	+24	+27	+31	—	—	—	+28	+31	+35	+41	—	+36	—	+43
		+15	+19	+19	+19	—	—	—	+23	+23	+23	+23	—	+28	—	+35
6	10	+34	+29	+32	+38	—	—	—	+34	+37	+43	+50	—	+43	—	+51
		+19	+23	+23	+23	—	—	—	+28	+28	+28	+28	—	+34	—	+42
10	14	+41	+36	+39	+46	—	—	—	+41	+44	+51	+60	—	+51	—	+61
		+23	+28	+28	+28	—	—	—	+33	+33	+33	+33	+50	+56	—	+71
14	18	+49	+44	+48	+56	—	—	—	+50	+54	+62	+74	+60	+67	+76	+86
		+28	+35	+35	+35	+50	+54	+62	+57	+61	+69	+81	+68	+77	+88	+101
24	30	+59	+54	+59	+68	+48	+48	+48	+60	+60	+60	+60	+68	+80	+94	+112
		+34	+43	+43	+43	+65	+70	+79	+81	+86	+95	+109	+97	+113	+130	+152
30	40	+71	+66	+72	+83	+79	+85	+96	+100	+106	+117	+133	+121	+141	+163	+191
		+41	+53	+53	+53	+66	+66	+66	+87	+87	+87	+87	+102	+122	+144	+172
65	80	+73	+72	+78	+89	+88	+94	+105	+115	+121	+132	+148	+139	+165	+193	+229
		+43	+59	+59	+59	+75	+75	+75	+102	+102	+102	+102	+120	+146	+174	+210
80	100	+86	+86	+93	+106	+106	+113	+126	+139	+146	+159	+178	+168	+200	+236	+280
		+51	+71	+71	+71	+91	+91	+91	+124	+124	+124	+124	+146	+178	+214	+258
100	120	+89	+94	+101	+114	+119	+126	+139	+159	+166	+179	+198	+194	+232	+276	+332
		+54	+79	+79	+79	+104	+109	+104	+144	+144	+144	+144	+172	+210	+254	+310
120	140	+103	+110	+117	+132	+140	+147	+162	+188	+195	+210	+233	+227	+273	+325	+390
		+63	+92	+92	+92	+122	+122	+122	+170	+170	+170	+170	+202	+248	+300	+365
140	160	+105	+118	+125	+140	+152	+159	+174	+208	+215	+230	+253	+253	+305	+365	+440
		+65	+100	+100	+100	+134	+134	+134	+190	+190	+190	+190	+228	+280	+340	+415
168	180	+108	+126	+133	+148	+164	+171	+186	+228	+235	+250	+273	+277	+335	+405	+490
		+68	+108	+108	+108	+146	+146	+146	+210	+210	+210	+210	+252	+310	+380	+465
180	200	+123	+142	+151	+168	+186	+195	+212	+256	+265	+282	+308	+313	+379	+454	+549
		+77	+122	+122	+122	+166	+166	+166	+236	+236	+236	+236	+284	+350	+425	+520
200	225	+126	+150	+159	+176	+200	+209	+226	+278	+287	+304	+330	+339	+414	+499	+604
		+80	+130	+130	+130	+180	+180	+180	+258	+258	+258	+258	+310	+385	+470	+575
225	250	+130	+160	+169	+186	+216	+225	+242	+304	+313	+330	+356	+369	+454	+549	+669
		+84	+140	+140	+140	+196	+196	+196	+284	+284	+284	+284	+340	+425	+520	+640
250	280	+146	+181	+190	+210	+241	+250	+270	+338	+347	+367	+396	+417	+507	+612	+742
		+94	+158	+158	+158	+218	+218	+218	+315	+315	+315	+315	+385	+475	+580	+710
280	315	+150	+193	+202	+222	+263	+272	+292	+373	+382	+402	+431	+457	+557	+682	+822
		+98	+170	+170	+170	+240	+240	+240	+350	+350	+350	+350	+425	+525	+650	+790
315	355	+165	+215	+226	+247	+293	+304	+325	+415	+426	+447	+479	+511	+626	+766	+936
		+108	+190	+190	+190	+268	+268	+268	+390	+390	+390	+390	+475	+590	+730	+900
355	400	+171	+233	+244	+265	+319	+330	+351	+460	+471	+492	+524	+566	+696	+858	+1 036
		+114	+208	+208	+208	+294	+294	+294	+435	+435	+435	+435	+530	+660	+820	+1 000
400	450	+189	+259	+272	+295	+357	+370	+393	+517	+530	+553	+587	+635	+780	+960	+1 140
		+126	+232	+232	+232	+330	+330	+330	+490	+490	+490	+490	+595	+740	+920	+1 100
450	500	+195	+279	+292	+315	+387	+400	+423	+567	+580	+603	+637	+700	+860	+1 040	+1 290
		+132	+252	+252	+252	+360	+360	+360	+540	+540	+540	+540	+660	+820	+1 000	+1 250

表 20-6 孔的基本偏差数值

基本尺寸 mm		公差带																		
		A		B		C		D				E			F					
大于	至	11*	11*	12*	10	▲11	12	7	8*	▲9	10*	11*	8*	9*	10	6*				
—	3	+330	+200	+240	+100	+120	+160	+30	+34	+45	+60	+80	+28	+39	+54	+12				
		+270	+140	+140	+60	+60	+60	+20	+20	+20	+20	+20	+14	+14	+14	+6				
3	6	+345	+215	+260	+118	+145	+190	+42	+48	+60	+78	+105	+38	+50	+68	+18				
		+270	+140	+140	+70	+70	+70	+30	+30	+30	+30	+30	+20	+20	+20	+10				
6	10	+370	+240	+300	+138	+170	+230	+55	+62	+76	+98	+130	+47	+61	+83	+22				
		+280	+150	+150	+80	+80	+80	+40	+40	+40	+40	+40	+25	+25	+25	+13				
10	14	+400	+260	+330	+165	+205	+275	+68	+77	+93	+120	+160	+59	+75	+102	+27				
14	18	+290	+150	+150	+95	+95	+95	+50	+50	+50	+50	+50	+32	+32	+32	+16				
18	24	+430	+290	+370	+194	+240	+320	+86	+98	+117	+149	+195	+73	+92	+124	+33				
24	30	+300	+160	+160	+110	+110	+110	+65	+65	+65	+65	+65	+40	+40	+40	+20				
30	40	+470	+330	+420	+220	+280	+370	+105	+119	+142	+180	+240	+89	+112	+150	+41				
		+310	+170	+170	+120	+120	+120										+80	+80	+80	+80
40	50	+480	+340	+430	+230	+290	+380	+130	+146	+174	+220	+290	+106	+134	+180	+49				
		+320	+180	+180	+130	+130	+130										+100	+100	+100	+100
50	65	+530	+380	+490	+260	+330	+440	+100	+100	+100	+100	+100	+60	+60	+60	+30				
		+340	+190	+190	+140	+140	+140										+155	+174	+207	+260
65	80	+550	+390	+500	+270	+340	+450	+120	+120	+120	+120	+120	+72	+72	+72	+36				
		+360	+200	+200	+150	+150	+150										+185	+208	+245	+305
80	100	+600	+440	+570	+310	+390	+520	+145	+145	+145	+145	+145	+85	+85	+85	+43				
		+380	+220	+220	+170	+170	+170										+830	+560	+710	+390
100	120	+630	+460	+590	+320	+400	+530	+170	+170	+170	+170	+170	+100	+100	+100	+50				
		+410	+240	+240	+180	+180	+180										+110	+110	+110	+110
120	140	+710	+510	+660	+360	+450	+600	+185	+208	+245	+305	+395	+148	+185	+245	+68				
		+460	+260	+260	+200	+200	+200										+190	+190	+190	+190
140	160	+770	+530	+680	+370	+460	+610	+145	+145	+145	+145	+145	+85	+85	+85	+43				
		+520	+280	+280	+210	+210	+210										+830	+560	+710	+390
160	180	+830	+560	+710	+390	+480	+630	+170	+170	+170	+170	+170	+100	+100	+100	+50				
		+580	+310	+310	+230	+230	+230										+110	+110	+110	+110
180	200	+950	+630	+800	+425	+530	+700	+216	+242	+285	+355	+460	+172	+215	+285	+79				
		+660	+340	+340	+240	+240	+240										+170	+170	+170	+170
200	225	+1 030	+670	+840	+445	+550	+720	+170	+170	+170	+170	+170	+100	+100	+100	+50				
		+740	+380	+380	+260	+260	+260										+110	+110	+110	+110
225	250	+1 110	+710	+880	+465	+570	+740	+170	+170	+170	+170	+170	+100	+100	+100	+50				
		+820	+420	+420	+280	+280	+280										+110	+110	+110	+110
250	280	+1 240	+800	+1 000	+510	+620	+820	+242	+271	+320	+400	+510	+191	+240	+320	+88				
		+920	+480	+480	+300	+300	+300										+190	+190	+190	+190
280	315	+1 370	+860	+1 060	+540	+650	+850	+190	+190	+190	+190	+190	+110	+110	+110	+56				
		+1 050	+540	+540	+330	+330	+330										+110	+110	+110	+110
315	355	+1 560	+960	+1 170	+590	+720	+930	+267	+299	+350	+440	+570	+214	+265	+355	+98				
		+1 200	+600	+600	+360	+360	+360										+210	+210	+210	+210
355	400	+1 710	+1 040	+1 250	+630	+760	+970	+210	+210	+210	+210	+210	+125	+125	+125	+62				
		+1 350	+680	+680	+400	+400	+400										+293	+327	+385	+480
400	450	+1 900	+1 160	+1 390	+690	+840	+1 070	+230	+230	+230	+230	+230	+135	+135	+135	+68				
		+1 500	+760	+760	+440	+440	+440										+230	+230	+230	+230
450	500	+2 050	+1 240	+1 470	+730	+880	+1 110	+230	+230	+230	+230	+230	+135	+135	+135	+68				
		+1 650	+840	+840	+480	+480	+480										+230	+230	+230	+230

注:1. 基本尺寸小于1mm时,各级的A和B均不采用。

2. ▲为优先公差带,*为常用公差带,其余为一般用途公差带。

续表 20-6

基本尺寸 mm		公差带														
		N			P				R			S		T		U
大于	至	6*	▲7	8*	6*	▲7	8	9	6*	7*	8	6*	▲7	6*	7*	▲7
—	3	-4	-4	-4	-6	-6	-6	-6	-10	-10	-10	-14	-14	—	—	-18
		-10	-14	-18	-12	-16	-20	-31	-16	-20	-24	-20	-24	—	—	-28
3	6	-5	-4	-2	-9	-8	-12	-12	-12	-11	-15	-16	-15	—	—	-19
		-13	-16	-20	-17	-20	-30	-42	-20	-23	-33	-24	-27	—	—	-31
6	10	-7	-4	-3	-12	-9	-15	-15	-16	-13	-19	-20	-17	—	—	-22
		-16	-19	-25	-21	-24	-37	-51	-25	-28	-41	-29	-32	—	—	-37
10	14	-9	-5	-3	-15	-11	-18	-18	-20	-16	-23	-25	-21	—	—	-26
14	18	-20	-23	-30	-26	-29	-45	-61	-31	-34	-50	-36	-39	—	—	-44
18	24	-11	-7	-3	-18	-14	-22	-22	-24	-20	-28	-31	-27	—	—	-33
		-24	-28	-36	-31	-35	-55	-74	-37	-41	-61	-44	-48	—	—	-54
24	30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-37	-33	-40
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-50	-54	-61
30	40	-12	-8	-3	-21	-17	-26	-26	-29	-25	-34	-38	-34	-43	-39	-51
		-28	-33	-42	-37	-42	-65	-88	-45	-50	-73	-54	-59	-59	-64	-76
40	50	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-49	-45	-61
		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	-65	-70	-86
50	65	-14	-9	-4	-26	-21	-32	-32	-35	-30	-41	-47	-42	-60	-55	-76
		-33	-39	-50	-45	-51	-78	-106	-54	-60	-87	-66	-72	-79	-85	-106
65	80	—	—	—	—	—	—	—	-37	-32	-43	-53	-48	-69	-64	-91
		—	—	—	—	—	—	—	-56	-62	-89	-72	-78	-88	-94	-121
80	100	-16	-10	-4	-30	-24	-37	-37	-44	-38	-51	-64	-58	-84	-78	-111
		-38	-45	-58	-52	-59	-91	-124	-66	-73	-105	-86	-93	-106	-113	-146
100	120	—	—	—	—	—	—	—	-47	-41	-54	-72	-66	-97	-91	-131
		—	—	—	—	—	—	—	-69	-76	-108	-94	-101	-119	-126	-166
120	140	—	—	—	—	—	—	—	-56	-48	-63	-85	-77	-115	-107	-155
		—	—	—	—	—	—	—	-81	-88	-126	-110	-117	-140	-147	-195
140	160	-20	-12	-4	-36	-28	-43	-43	-58	-50	-65	-93	-85	-127	-119	-175
		-45	-52	-67	-61	-68	-106	-143	-83	-90	-128	-118	-125	-152	-159	-215
160	180	—	—	—	—	—	—	—	-61	-53	-68	-101	-93	-139	-131	-195
		—	—	—	—	—	—	—	-86	-93	-131	-126	-133	-164	-171	-235
180	200	—	—	—	—	—	—	—	-68	-60	-77	-113	-105	-157	-149	-219
		—	—	—	—	—	—	—	-97	-106	-149	-142	-151	-186	-195	-265
200	225	-22	-14	-5	-41	-33	-50	-50	-71	-63	-80	-121	-113	-171	-163	-241
		-51	-60	-77	-70	-79	-122	-165	-100	-109	-152	-150	-159	-200	-209	-287
225	250	—	—	—	—	—	—	—	-75	-67	-84	-131	-123	-187	-179	-267
		—	—	—	—	—	—	—	-104	-113	-156	-160	-169	-216	-225	-313
250	280	-25	-14	-5	-47	-36	-56	-56	-85	-74	-94	-149	-138	-209	-198	-295
		-57	-66	-86	-79	-88	-137	-186	-117	-126	-175	-181	-190	-241	-250	-347
280	313	—	—	—	—	—	—	—	-89	-78	-98	-161	-150	-231	-220	-330
		—	—	—	—	—	—	—	-121	-130	-179	-193	-202	-263	-272	-382
315	355	—	—	—	—	—	—	—	-97	-87	-108	-179	-169	-257	-247	-369
		—	—	—	—	—	—	—	-133	-144	-197	-215	-226	-293	-304	-426
355	400	-62	-73	-94	-87	-98	-151	-202	-103	-93	-114	-197	-187	-283	-273	-414
		—	—	—	—	—	—	—	-139	-150	-203	-233	-244	-319	-330	-471
400	450	—	—	—	—	—	—	—	-113	-103	-126	-219	-209	-317	-307	-467
		—	—	—	—	—	—	—	-153	-166	-223	-259	-272	-357	-370	-530
450	500	-27	-17	-6	-55	-45	-68	-68	-119	-109	-132	-239	-229	-347	-337	-517
		-67	-80	-103	-95	-108	-165	-223	-159	-172	-229	-279	-292	-387	-400	-580

注:基本尺寸小于1mm时,大于IT8级的N不采用。

续表 20-6

基本尺寸 mm		公差带														
		J			JS						K			M		
大于	至	6	7	8	5	6*	7*	8*	9	10	6*	▲7	8*	6*	7*	8*
-	3	+2 -4	+4 -6	+6 -8	±2	±3	±5	±7	±12	±20	0 -6	0 -10	0 -14	-2 -8	-2 -12	-2 -16
3	6	+5 -3	-	+10 -8	±2.5	±4	±6	±9	±15	±24	+2 -6	+3 -9	+5 -13	-1 -9	0 -12	+2 -16
6	10	+5 -4	+8 -7	+12 -10	±3	±4.5	±7	±11	±18	±29	+2 -7	+5 -10	+6 -16	-3 -12	0 -15	+1 -21
10	14	+6 -5	+10 -8	+15 -12	±4	±5.5	±9	±13	±21	±35	+2 -9	+6 -12	+8 -19	-4 -15	0 -18	+2 -25
14	18															
18	24	+8 -5	+12 -9	+20 -13	±4.5	±6.5	±10	±16	±26	±42	+2 -11	+6 -15	+10 -23	-4 -17	0 -21	+4 -29
24	30															
30	40	+10 -6	+14 -11	+24 -15	±5.5	±8	±12	±19	±31	±50	+3 -13	+7 -18	+12 -27	-4 -20	0 -25	+5 -34
40	50															
50	65	+13 -6	+18 -12	+28 -18	±6.5	±9.5	±15	±23	±37	±60	+4 -15	+9 -21	+14 -32	-5 -24	0 -30	+5 -41
65	80															
80	100	+16 -6	+22 -13	+34 -20	±7.5	±11	±17	±27	±43	±70	+4 -18	+10 -25	+16 -38	-6 -28	0 -35	+6 -48
100	120															
120	140	+18 -7	+26 -14	+41 -22	±9	±12.5	±20	±31	±50	±80	+4 -21	+12 -28	+20 -43	-8 -33	0 -40	+8 -55
140	160															
160	180															
180	200	+22 -7	+30 -16	+47 -25	±10	±14.5	±23	±36	±57	±92	+5 -24	+13 -33	+22 -50	-8 -37	0 -46	+9 -63
200	225															
225	250															
250	280	+25 -7	+36 -16	+55 -26	±11.5	±16	±26	±40	±65	±105	+5 -27	+16 -36	+25 -56	-9 -41	0 -52	+9 -72
280	315															
315	355	+29 -7	+39 -18	+60 -29	±12.5	±18	±28	±44	±70	±115	+7 -29	+17 -40	+28 -61	-10 -46	0 -57	+11 -78
355	400															
400	450	+33 -7	+43 -20	+66 -31	±13.5	±20	±31	±48	±77	±125	+8 -32	+18 -45	+29 -68	-10 -50	0 -63	+11 -86
450	500															

注:当基本尺寸大于 250 至 315mm 时, M6 的 ES 等于 -9(不等于 -11)。

表 20-7 线性尺寸的未注公差(摘自 GB/T 1804-1992)

公差等级	线性尺寸的极限偏差数值								倒圆半径与倒角高度尺寸的极限偏差数值			
	尺寸分段								尺寸分段			
	0.5~3	>3 ~6	>6 ~30	>30 ~120	>120 ~400	>400 ~1 000	>1 000 ~2 000	>2 000 ~4 000	0.5~3	>3 ~6	>6 ~30	>30
f(精密级)	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2	±0.3	±0.5	—	±0.2	±0.5	±1	±2
m(中等级)	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2				
c(粗糙级)	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2	±3	±4	±0.4	±1	±2	±4
v(最粗级)	—	±0.5	±1	±1.5	±2.5	±4	±6	±8				

在图样上,技术文件或标准中的表示方法示例:GB/T 1804-m(表示选用中等级)

表 20-8 轴的各种基本偏差的应用

配合种类	基本偏差	配合特性及应用
间隙配合	a, b	可得到特别大的间隙,很少应用
	c	可得到很大的间隙,一般适用于缓慢、松弛的动配合。用于工作条件较差(如农业机械)、受力变形,或为了便于装配,而必须保证有较大的间隙时。推荐配合为 H11/c11,其较高级的配合,如 H8/c7 适用于轴在高温工作的紧密动配合,例如内燃机排气阀和导管
	d	一般用于 IT7~IT11 级,适用于松的转动配合,如密封盖、滑轮、空转带轮等与轴的配合,也适用于大直径滑动轴承配合,如透平机、球磨机、轧滚成型和重型弯曲机及其他重型机械中的一些滑动支承
	e	多用于 IT7~IT9 级,通常适用于要求有明显间隙,易于转动的支承配合,如大跨距、多支点支承等。高等级的 e 轴适用于大型、高速、重载支承配合,如蜗轮发电机、大型电动机、内燃机、凸轮轴及摇臂支承等
	f	多用于 IT6~IT8 级的一般转动配合。当温度影响不大时,被广泛用于普通润滑油(或润滑脂)润滑的支承,如齿轮箱、小电动机、泵等的转轴与滑动支承的配合
	g	配合间隙很小,制造成本高,除很轻负荷的精密装置外,不推荐用于转动配合。多用于 IT5~IT7 级,最适合不回转的精密滑动配合,也用于插销等定位配合,如精密连杆轴承、活塞、滑阀及连杆销等
	h	多用于 IT4~IT11 级。广泛用于无相对转动的零件,作为一般的定位配合。若没有温度、变形影响,也用于精密滑动配合
过渡配合	js	为完全对称偏差(±IT/2),平均为稍有间隙的配合,多用于 IT4~IT7 级,要求间隙比 h 轴小,并允许略有过盈的定位配合,如联轴器,可用手或木锤装配。
	k	平均为没有间隙的配合,适用于 IT4~IT7 级。推荐用于稍有过盈的定位配合,例如为了消除振动用的定位配合,一般用木锤装配
	m	平均为具有小过盈的过渡配合,适用 IT4~IT7 级,一般用木锤装配,但在最大过盈时,要求相当的压入力
	n	平均过盈比 m 轴稍大,很少得到间隙,适用 IT4~IT7 级,用锤或压力机装配,通常推荐用于紧密的组件配合。H6/n5 配合为过盈配合
过盈配合	p	与 H6 孔或 H7 孔配合时是过盈配合,与 H8 孔配合时则为过渡配合。对非铁类零件,为较轻的压入配合,易于拆卸。对钢、铸铁或铜、钢组件装配是标准压入配合
	r	对铁类零件为中等打入配合;对非铁类零件,为轻打入的配合,可拆卸。与 H8 孔配合,直径在 100mm 以上时为过盈配合,直径小时为过渡配合
	s	用于钢和铁制零件的永久性和半永久装配,可产生相当大的结合力。当用弹性材料,如轻合金时,配合性质与铁类零件的 p 轴相当,例如用于套环压装在轴上、阀座与机体等配合。尺寸较大时,为了避免损伤配合表面,需用热胀或冷缩法装配
	t, u, v x, y, z	过盈量依次增大,一般不推荐采用

表 20-9 公差等级与加工方法关系

加工方法	公差等级 (IT)																	
	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
研 磨																		
珩																		
圆磨、平磨																		
金钢石车、金钢石镗																		
拉 削																		
铰 孔																		
车、镗																		
铣																		
刨、插																		
钻 孔																		
滚压、挤压																		
冲 压																		
压 铸																		
粉末冶金成型																		
粉末冶金烧结																		
砂型铸造、气割																		
锻 造																		

表 20-10 优先配合特性及应用举例

基孔制	基轴制	优先配合特性及应用举例
$\frac{H11}{c11}$	$\frac{C11}{h11}$	间隙非常大,用于很松的、转动很慢的动配合,或要求大公差与大间隙的外露组件,或要求装配方便的很松的配合
$\frac{H9}{d9}$	$\frac{D9}{h9}$	间隙很大的自由转动配合,用于精度非主要要求时,或有大的温度变动、高转速或大的轴颈压力时
$\frac{H8}{f7}$	$\frac{F8}{h7}$	间隙不大的转动配合,用于中等转速与中等轴颈压力的精确转动,也用于装配较易的中等定位配合
$\frac{H7}{g6}$	$\frac{G7}{h6}$	间隙很小的滑动配合,用于不希望自由转动,但可自由移动和滑动并精密定位时,也可用于要求明确的定位配合
$\frac{H7}{h6}$ $\frac{H8}{h7}$	$\frac{H7}{h6}$ $\frac{H8}{h7}$	均为间隙定位配合,零件可自由装拆,而工作时一般相对静止不动。在最大实体条件下的间隙为零,在最小实体条件下的间隙由公差等级决定
$\frac{H9}{h9}$ $\frac{H11}{h11}$	$\frac{H9}{h9}$ $\frac{H11}{h11}$	
$\frac{H7}{k6}$	$\frac{K7}{h6}$	过渡配合,用于精密定位
$\frac{H7}{n6}$	$\frac{N7}{h6}$	过渡配合,允许有较大过盈的更精密定位
$\frac{H7^*}{p6}$	$\frac{P7}{h6}$	过盈定位配合,即小过盈配合,用于定位精度特别重要时,能以最好的定位精度达到部件的刚性及对中性要求,而对内孔承受压力无特殊要求,不依靠配合的紧固性传递摩擦负荷
$\frac{H7}{s6}$	$\frac{S7}{h6}$	中等压入配合,适用于一般钢件,或用于薄壁件的冷缩配合,用于铸铁件可得到最紧的配合
$\frac{H7}{u6}$	$\frac{U7}{h6}$	压入配合,适用于可以承受大压入力的零件或不宜承受大压入力的冷缩配合

20.2 形状与位置公差

表 20-11 形位公差符号包括的内容(摘自 GB/T 1182-1996)

公差框格中注写的内容	<p>公差框格(细实线)</p> <p>第二格注写公差数值和有关符号</p> <p>指引线(细实线)</p> <p>第一格注写形位公差项目符号</p> <p>第三格及以后注写基准字母和有关符号</p> <p>图例: </p>
基准符号	<p>大写拉丁字母 (勿用 E, I, J, M, O, P, L, R, F)</p> <p>圆圈(细实线)</p> <p>连线(细实线)</p> <p>基准符号(粗短横线)</p>
基准目标符号	<p>圆圈(细实线)</p> <p>上半部填写给定的局部表面尺寸</p> <p>基准目标指引线 (自圆圈径向引出)</p> <p>下半部填写基准字母和基准目标序号</p> <p>示例</p> <p>$\phi 6$ A2</p> <p>20×20 B1</p>

表 20-12 形位公差各特征项目的符号和基准要求(摘自 GB/T 1182-1996)

分类	特征项目	符号	基准要求	分类	特征项目	符号	基准要求		
形状公差	形状	直线度	—	无	位置公差	定位	位置度		有或无
		平面度		无			同轴(心)度		有
		圆度		无			对称度		有
		圆柱度		无		跳动	圆跳动		有
位置公差	定向	平行度		有			全跳动		有
		垂直度		有		轮廓	线轮廓度		有或无
		倾斜度		有	面轮廓度			有或无	

表 20-13 形位公差其他有关符号(摘自 GB/T 1182-1996)

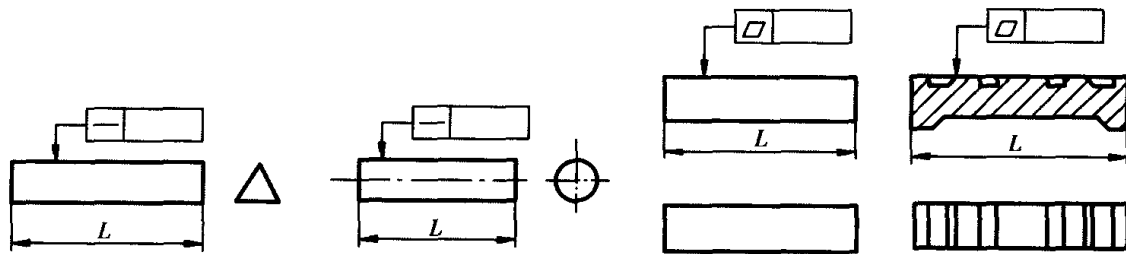
符号	意义	符号	意义
	被测要素直接标注		包容要求
	被测要素用字母标注		最大实体要求
	基准要素的标注		最小实体要求
	基准目标的标注		可逆要求
	理论正确尺寸		延伸公差带
			自由状态(非刚性零件)条件
			全周(轮廓)

表 20-14 对被测要素形状有附加要求的符号(摘自 GB/T 1182-1996)

符号	意义	标注示例	符号	意义	标注示例
(-)	只许中间向材料内凹下		(▷)	只许从左至右减小	
(+)	只许中间向材料外凸起		(◁)	只许从右向左减小	

表 20-15 直线度、平面度公差(摘自 GB/T 1184-1996)

主参数 L 图例



μm

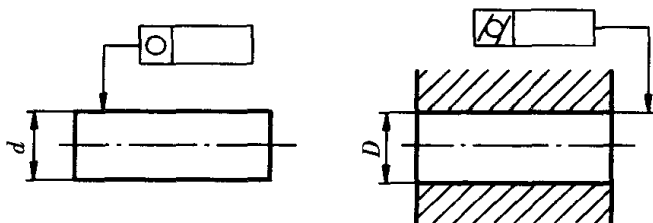
精度等级	主参数 L/mm													应用举例
	≤ 10	$>10 \sim 16$	$>16 \sim 25$	$>25 \sim 40$	$>40 \sim 63$	$>63 \sim 100$	$>100 \sim 160$	$>160 \sim 250$	$>250 \sim 400$	$>400 \sim 630$	$>630 \sim 1000$	$>1000 \sim 1600$	$>1600 \sim 2500$	
5	2	2.5	3	4	5	6	8	10	12	15	20	25	30	普通精度机床导轨, 柴油机进、排气门导杆
6	3	4	5	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50	
7	5	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50	60	80	轴承体的支承面, 压力机导轨及滑块, 减速器箱体、油泵、轴系支承轴承的接合面
8	8	10	12	15	20	25	30	40	50	60	80	100	120	
9	12	15	20	25	30	40	50	60	80	100	120	150	200	辅助机构及手动机械的支承面, 液压管件和法兰的连接面
10	20	25	30	40	50	60	80	100	120	150	200	250	300	
11	30	40	50	60	80	100	120	150	200	250	300	400	500	离合器的摩擦片, 汽车发动机缸盖结合面
12	60	80	100	120	150	200	250	300	400	500	600	800	1000	

标注示例	说明	标注示例	说明
	圆柱表面上任一素线必须位于轴向平面内, 距离为公差值 0.02mm 的两平行平面之间		ϕd 圆柱体的轴线必须位于直径为公差值 0.04mm 的圆柱面内
	棱线必须位于箭头所示方向, 距离为公差值 0.02mm 的两平行平面内		上表面必须位于距离为公差值 0.1mm 的两平行平面内

注: 表中“应用举例”非 GB/T1182-1996 内容, 仅供参考。

表 20-16 圆度、圆柱度公差(摘自 GB/T 1184-1996)

主参数 $d(D)$ 图例

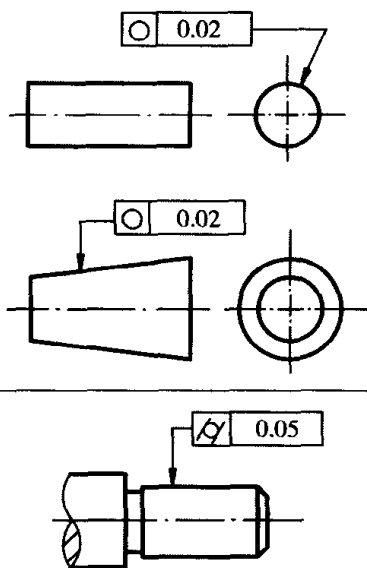


μm

精度等级	主 参 数 $d(D)$ /mm												应 用 举 例
	>3 ~6	>6 ~10	>10 ~18	>18 ~30	>30 ~50	>50 ~80	>80 ~120	>120 ~180	>180 ~250	>250 ~315	>315 ~400	>400 ~500	
5 6	1.5 2.5	1.5 2.5	2 3	2.5 4	2.5 4	3 5	4 6	5 8	7 10	8 12	9 13	10 15	安装 P6、P0 级滚动轴承的配合面,中等压力下的液压装置工作面(包括泵、压缩机的活塞和气缸),风动绞车曲轴,通用减速器轴颈,一般机床主轴
7 8	4 5	4 6	5 8	6 9	7 11	8 13	10 15	12 18	14 20	16 23	18 25	20 27	发动机的胀圈、活塞销及连杆中装衬套的孔等,千斤顶或压力油缸活塞,水泵及减速器轴颈,液压传动系统的分配机构,拖拉机汽缸体与汽缸套配合面,炼胶机冷铸轧辊
9 10 11	8 12 18	9 15 22	11 18 27	13 21 33	16 25 39	19 30 46	22 35 54	25 40 63	29 46 72	32 52 81	36 57 89	40 63 97	起重机、卷扬机用的滑动轴承,带软密封的低压泵的活塞和气缸 通用机械杠杆与拉杆、拖拉机的活塞环与套筒孔
12	30	36	43	52	62	74	87	100	115	130	140	155	

标注示例

说 明



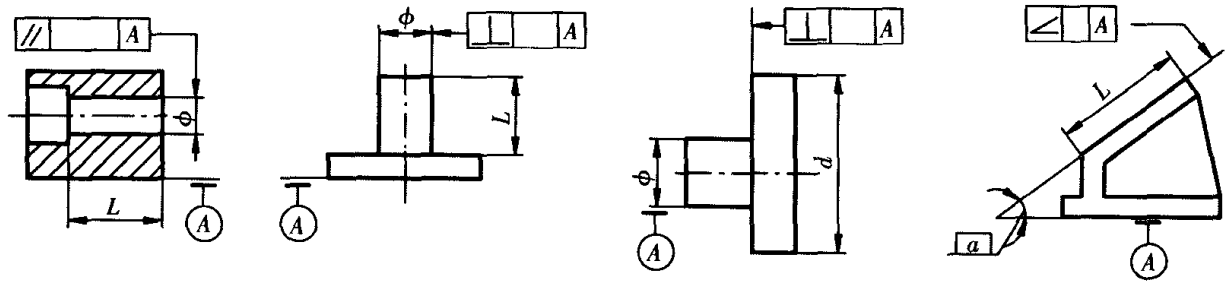
被测圆柱(或圆锥)面任一正截面的圆周必须位于半径差为公差值 0.02mm 的两同心圆之间

被测圆柱面必须位于半径差为公差值 0.05mm 的两同轴圆柱面之间

注:同表 20-15。

表 20-17 平行度、垂直度、倾斜度公差(摘自 GB/T 1184-1996)

主参数 $L, d(D)$ 图例



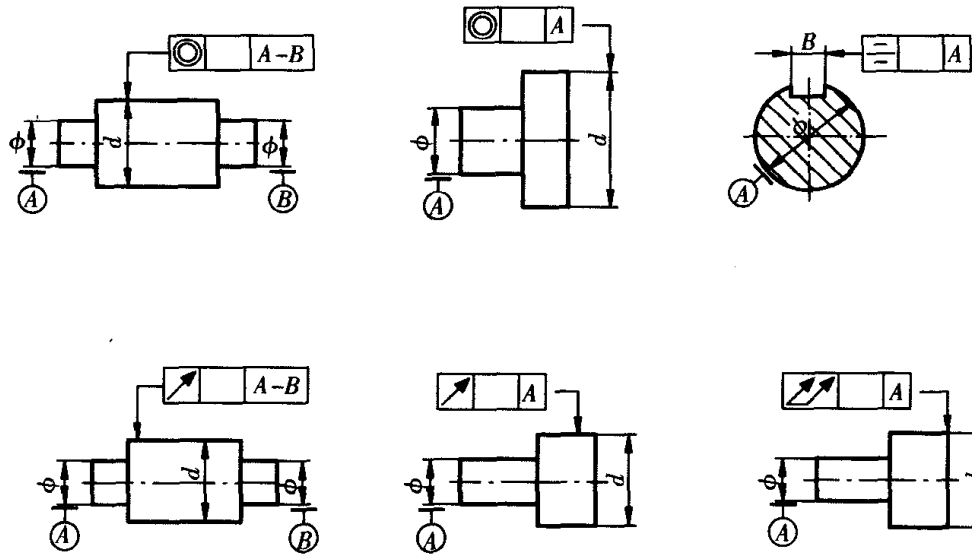
精度等级	主参数 $L, d(D)$ /mm													应用举例	
	≤ 10	$>10 \sim 16$	$>16 \sim 25$	$>25 \sim 40$	$>40 \sim 63$	$>63 \sim 100$	$>100 \sim 160$	$>160 \sim 250$	$>250 \sim 400$	$>400 \sim 630$	$>630 \sim 1000$	$>1000 \sim 1600$	$>1600 \sim 2500$	平行度	垂直度
5	5	6	8	10	12	15	20	25	30	40	50	60	80	机床主轴孔对基准面要求,重要轴承孔对基准面要求,床头箱体重要孔间要求,一般减速器壳体孔、齿轮泵的轴孔端面等	机床重要支承面,发动机轴和离合器的凸缘,气缸的支承端面,装 P4、P5 级轴承的箱体的凸肩
6	8	10	12	15	20	25	30	40	50	60	80	100	120	一般机床零件的工作面或基准面,压力机和锻锤的工作面,中等精度钻模的工作面,一般刀、量、模具	低精度机床主要基准面和工作面、回转工作台端面跳动,一般导轨,主轴箱体孔,刀架、砂轮架及工作台回转中心,机床轴肩、气缸配合面对其轴线,活塞销孔对活塞中心线以及装 P6、P0 级轴承壳体孔的轴线等
7	12	15	20	25	30	40	50	60	80	100	120	150	200	机床一般轴承孔对基准面的要求,床头箱一般孔间要求,气缸轴线,变速器箱孔,主轴花键对定心直径,重型机械轴承盖的端面,卷扬机、手动传动装置中的传动轴	
8	20	25	30	40	50	60	80	100	120	150	200	250	300	低精度零件,重型机械滚动轴承端盖	花键轴轴肩端向、带式输送机法兰盘等端面对轴线,手动卷扬机及传动装置中轴承端面、减速器壳体平面等
9	30	40	50	60	80	100	120	150	200	250	300	400	500	柴油机和煤气发动机的曲轴孔、轴颈等	
10	50	60	80	100	120	150	200	250	300	400	500	600	800	零件的非工作面,卷扬机、输送机上用的减速器壳体平面	农业机械齿轮端面等
11	80	100	120	150	200	250	300	400	500	600	800	1 000	1 200		
12	120	150	200	250	300	400	500	600	800	1 000	1 200	1 500	2 000		

标注示例	说明	标注示例	说明
	上表面必须位于距离为公差值 0.05mm,且平行于基准表面 A 的两平行平面之间		ϕd 的轴线必须位于距离为公差值 0.1mm,且垂直于基准平面的两平行平面之间 (若框格内数字标注为 $\phi 0.1$ mm,则说明 ϕd 的轴线必须位于直径为公差值 0.1mm,且垂直于基准平面 A 的圆柱面内)
	孔的轴线必须位于距离为公差值 0.03mm,且平行于基准表面 A 的两平行平面之间		左侧端面必须位于距离为公差值 0.05mm,且垂直于基准轴线的两平行平面之间

注:同表 20-15。

表 20-18 同轴度、对称度、圆跳动和全跳动公差(摘自 GB/T 1184-1996)

主参数 $d(D), B, L$ 图例



精度等级	主参数 $d(D), L, B / \text{mm}$										应用举例	
	>3 ~6	>6 ~10	>10 ~18	>18 ~30	>30 ~50	>50 ~120	>120 ~250	>250 ~500	>500 ~800	>800 ~1 250		>1 250 ~2 000
5 6	3 5	4 6	5 8	6 10	8 12	10 15	12 20	15 25	20 30	25 40	30 50	6 级和 7 级精度齿轮轴的配合面, 较高精度的快速轴, 汽车发动机曲轴和分配轴的支承轴颈, 较高精度机床的轴套
7 8	8 12	10 15	12 20	15 25	20 30	25 40	30 50	40 60	50 80	60 100	80 120	
9 10	25 50	30 60	40 80	50 100	60 120	80 150	100 200	120 250	150 300	200 400	250 500	10 级和 11 级精度齿轮轴的配合面, 发动机汽缸套配合面, 水泵叶轮, 离心泵泵件, 摩托车活塞, 自行车中轴
11 12	80 150	100 200	120 250	150 300	200 400	250 500	300 600	400 800	500 1 000	600 1 200	800 1 500	

标注示例	说明	标注示例	说明
	<p>ϕd 的轴线必须位于直径为公差值 0.1mm, 且与公共基准轴线 A-B 同轴的圆柱面内</p>		<p>ϕd 圆柱面绕公共基准轴线作无轴向移动旋转一周时, 在任一测量平面内的径向跳动量均不得大于公差值 0.05mm</p>
	<p>键槽的中心面必须位于距离为公差值 0.1mm 且相对于基准中心平面 A 对称配置的两平行平面之间</p>		<p>当零件绕基准轴线作无轴向移动旋转一周时, 在右端面上任一测量圆柱面内轴向的跳动量均不得大于公差值 0.05mm</p>

注: 同表 20-15。

表 20-19 直线度、平面度公差等级选择举例

公差等级	应用举例
3~4	用于较高精度量具,测量仪器和高精度机床的导轨。如1级样板平尺、宽平尺,测量仪器圆弧导轨,V形导轨和测杆,高精度平面,磨床的V形导轨和滚动导轨,轴承磨床及平面磨床的床身,柴油机喷油泵柱塞素线
5~6	用于标准精度的机床导轨及重要的定位面、密封面。如1级平板,2级宽平尺,平面磨床的纵导轨、垂直导轨、立体导轨和工作台,龙门刨床的导轨面,普通车床、六角车床的床身导轨面、滚齿机立柱导轨,床身导轨及工作台,卧式镗床、铣床的工作台,以及主轴箱导轨,柴油机机体上部结合面,进、排气门,导杆轴线等
7~8	用于一般零件的定位面、结合面、密封面。如2级平板,0.02mm游标卡尺尺身,机床床头箱体、主轴箱体、传动箱体和溜板箱体,铣床、摇臂钻床、自动车床的工作台底座,液压泵泵盖结合面,减速器壳体结合面,压力机导块及滑块,内燃机机体座面及连杆分离面等
9~10	用于3级平板,机床挂轮架端面,金相显微镜载物台,柴油机机体结合面,液压管件和法兰连接面,机床床身底面,汽车变速箱壳体结合面以及辅助机构,手动机械的支承面等

表 20-20 直线度、平面度公差等级相应的表面粗糙度最大的 R_a 值

表 公 差 等 级	基本尺寸					
	$\leq 25\text{mm}$		$> 25 \sim 160\text{mm}$		$> 160 \sim 1000\text{mm}$	
	重 要	不 重 要	重 要	不 重 要	重 要	不 重 要
3	0.1	0.2	0.1	0.2	0.4	0.8
4			0.2	0.4		
5	0.2	0.4	0.4	0.8	0.8	1.6
6					1.6	3.2
7	0.4	0.8	0.8	1.6	3.2	6.3
8	0.8	1.6				
9	1.6	3.2	1.6	3.2	6.3	12.5
10			3.2	6.3		

表 20-21 圆度、圆柱度公差等级选择举例

公差等级	应用举例
3	小工具显微镜套管处圆,高精度外圆磨床轴承,磨床砂轮主轴套筒,高精度微型滚动轴承内外圆
4	较精密的机床主轴、主轴箱孔,高压阀门活塞、活塞销、阀体孔,小工具显微镜顶针,较高精度滚动轴承配合轴、镗削动力头箱体孔等
5	一般量仪主轴,测杆外圆,陀螺仪轴颈,一般机床主轴,较精密机床主轴箱孔,内燃机活塞、活塞销孔,钻销动力头轴承座孔,高压空气压缩机十字头销、活塞,较低精度滚动轴承配合轴等
6	仪表端盖外圆,一般机床主轴箱孔,中等压力液压装置工作面(包括泵、压缩机的活塞和气缸),汽车发动机凸轮轴,纺机锭子,通用减速器轴颈,高速船用发动机曲轴,拖拉机曲轴等
7	大功率低速柴油机曲轴、活塞、活塞销、连杆、气缸套,高速柴油机机体孔,千斤顶或压力油缸活塞,液压传动系统的分配机构,机车传动轴,水泵及一般减速器轴颈等
8	低速发动机,减速器,大功率曲柄轴轴颈,压气机连杆,拖拉机气缸体、活塞,炼胶机冷铸轴辊,印刷机传墨辊,内燃机曲轴、凸轮轴、机体孔、气缸套外表面等
9	空气压缩机缸体,液压传动筒,通用机械杠杆与拉杆用套筒、销子、拖拉机活塞环、套筒孔等
10	印染机导布辊,铰车,吊车,起重机滑动轴承轴颈等

表 20-22 圆度、圆柱度公差等级相应的表面粗糙度最大的 R_a 值

表 公差 等级	基本尺寸					
	>3~18mm		>18~120mm		>120~500mm	
	重 要	不 重要	重 要	不 重要	重 要	不 重要
3	0.05	0.1	0.1	0.2	0.2	0.4
4	0.1	0.2	0.2	0.4	0.4	0.8
5	0.2	0.4			0.8	1.6
6	0.4	0.8	0.4	0.8	1.6	3.2
7			0.8	1.6		
8	0.8	1.6	1.6	3.2	3.2	6.3
9	1.6	3.2	3.2	6.3	6.3	12.5
10	3.2	6.3	6.3	12.5	12.5	25

表 20-23 平行度公差等级选择举例

公差等级	应用举例
2~3	用于要求较高精度的零件的动连接表面,如精密机床、测量仪器、量具及模具的基准面和工作表面,精密机床上的重要箱体主轴孔对基准面的要求,尾架孔对孔的要求,水泵中的动连接零件表面
4~5	用于在制造和检测时,做为精密基准的零件表面,以及精密装配工作表面,如标准精度机床、测量仪器、量具及模具的基准面和工作面,高精度轴承座圈端盖、挡圈的端面,要求高精度的动连接表面,如机床主轴孔对基准面的要求,重要轴承孔对基准面的要求,床头箱体重要孔间要求,一般减速器壳体孔,齿轮泵轴孔
6~8	用于要求在移动、定心、定位情况下有标准精度的零件表面。如一般机床零件的工作面或基准面,压力机或锻锤的工作面,导向器外框端面,低压电器模座、模套,一般刀、量,模具、重型机械轴承盖的端面
9~8	用于要求定位精度要求不太高的零件表面及精度不高的装配工作表面,如重型机械滚动轴承端盖等低精度零件,在移动、定心、定位等情况下具有标准精度的零件表面,如柴油机的曲轴孔、轴颈

表 20-24 垂直度、端面全跳动公差等级选择举例

公差等级	应用举例
2~3	用于要求具有高精度的零件表面。如精密机床导轨、机床主轴轴向定位面、精密机床主轴肩端面、滚动轴承座圈端面、齿轮测量仪的心轴、光学分度头心轴,涡轮轴端面,精密刀具的工作面和基准面
4~5	用于具有较高精度的零件动连接表面,以及具有重要用途的定心、定位的不动连接表面和精密装配表面。如普通车床导轨,精密机床重要零件,机床重要支承面,普通机床主轴,发动机轴和离合器凸缘,测量仪器,液压传动轴瓦端面,涡轮盘端面,刀、量具工作面和基准面
6~8	用于一般精度的连接零件表面,以及具有重要用途的精确定位和定心的不动连接表面、精密装配面。如低精度机床主要基准面和工作面、回转工作台端面,一般导轨和主轴箱体孔、刀架、砂轮架及工作台回转中心、机床轴肩、气缸配合面对其轴线、活塞销孔对活塞轴线、压气机气缸配合面对内表面
9~10	用于具有较大间隙、承受小的轴向力的不太重要的动连接表面、以及精度要求不太高的定心与定位的不动连接表面。如花键轴轴肩端面、皮带轮螺母、法兰盘等端面对轴线、减速器、壳体端面等

表 20-25 同轴度、径向全跳动公差等级选择举例

公差等级	应用举例
3~4	用于旋转或定位精度要求较高的零件。如高精度测量仪器、量具、机床主轴、砂轮轴轴颈、液压泵、汽轮机主轴,安装高精度齿轮的轴颈,转速 3 000~10 000 r/min 的高速轴、高精度轴承座圈等
5	用于标准精度要求的旋转或定位零件。如机床轴颈、机床床头箱孔、套筒,测量仪器的测量杆,轴承座孔、汽轮机主轴,柱塞油泵转子,高精度轴承外圈,一般精度轴承内圈等
6~7	用于内燃机曲轴、凸轮轴颈,柴油机机体主轴承孔,水泵轴,油泵柱塞,汽车后桥输出轴、安装一般精度齿轮的轴颈,涡轮盘,测量仪器杠杆轴,工具显微镜物镜管,电机转子,普通滚动轴承内圈,印刷机传墨辊等
8~9	用于一般精度要求。如内燃机凸轮轴孔,连杆小端铜套,齿轮轴,水泵叶轮,离心泵体,气缸套外径配合面对内径工作面,运输机械滚筒表面,压缩机十字头,农业机械用齿轮,安装低级齿轮用轴颈,棉花精梳机前后滚子、自行车轴等
10	用于较低级精度要求。如内燃机活塞环槽底径对活塞轴线,印染机导布辊,长 1~4m 的一般传动轴等

20.3 表面粗糙度

表 20-26 表面粗糙度主要评定参数 R_a 、 R_z 、 R_y 的数值系列(摘自 GB/T 1031-1995)

R_a	0.012	0.2	3.2	50	R_z, R_y	0.025	0.4	6.3	100	1 600
	0.025	0.4	6.3	100		0.05	0.8	12.5	200	—
	0.05	0.8	12.5	—		0.1	1.6	25	400	—
	0.1	1.6	25	—		0.2	3.2	50	800	—

注:1. 在表面粗糙度参数常用的参数范围内(R_a 为 0.025~6.3 μm , R_z 为 0.1~25 μm),推荐优先选用 R_a 。

2. 根据表面功能和生产的经济合理性,当选用的数值系列不能满足要求时,可选取表 20-27 中的补充系列值。

表 20-27 表面粗糙度主要评定参数 R_a 、 R_z 、 R_y 的补充系列(摘自 GB/T 1031-1995)

R_a	0.008	0.125	2.0	32	R_z, R_y	0.032	0.50	8.0	125	—
	0.010	0.160	2.5	40		0.040	0.63	10.0	160	—
	0.016	0.25	4.0	63		0.063	1.00	16.0	250	—
	0.020	0.32	5.0	80		0.080	1.25	20	320	—
	0.032	0.50	8.0	—		0.125	2.0	32	500	—
	0.040	0.63	10.0	—		0.160	2.5	40	630	—
	0.063	1.00	16.0	—		0.25	4.0	63	1 000	—
	0.080	1.25	20	—		0.32	5.0	80	1 250	—

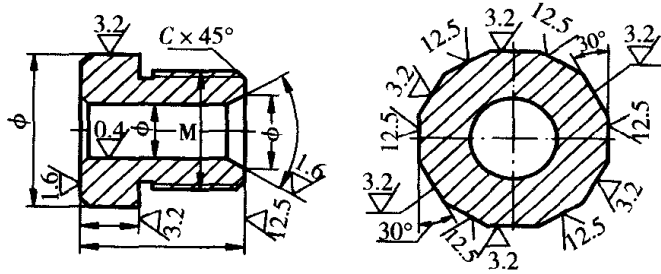
表 20-28 表面粗糙度符号、代号及其标注法(摘自 GB/T 131-1993)

表面粗糙度符号及意义		表面粗糙度数值及其有关的规定在符号中注写的位置
符 号	意义及说明	
	基本符号,表示表面可用任何方法获得,当不加注粗糙度参数值或有关说明(例如:表面处理、局部热处理状况等)时,仅适用于简化代号标注	<p>a_1, a_2—粗糙度高度参数代号及其数值(μm); b—加工要求、镀覆、涂覆、表面处理或其他说明等; c—取样长度(mm);或波纹度(μm); d—加工纹理方向符号; e—加工余量(mm); f—粗糙度间距参数值(mm)或轮廓支承长度率</p>
	基本符号上加一短划,表示表面是用去除材料方法获得。例如:车、铣、钻、磨、剪切、抛光、腐蚀、电火花加工、气割等	
	基本符号上加一小圆,表示表面是用不去除材料的方法获得。例如:铸、锻、冲压变形、热轧、冷轧、粉末冶金等。或者是用于保持原供应状况的表面(包括保持上道工序的状况)	
	在上述三个符号的长边上均可加一横线,用于标注有关参数和说明	
	在上述三个符号上均可加一小圆,表示所有表面具有相同的表面粗糙度要求	

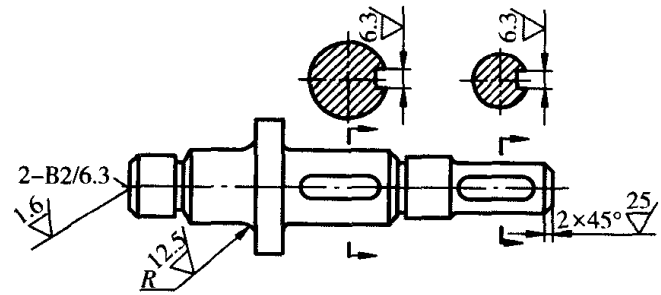
R_a 值的标注		R_y, R_z 值的标注	
代 号	意 义	代 号	意 义
	用任何方法获得的表面粗糙度, R_a 的上限值为 $3.2\mu\text{m}$		用任何方法获得的表面粗糙度, R_y 的上限值为 $3.2\mu\text{m}$
	用去除材料方法获得的表面粗糙度, R_a 的上限值为 $3.2\mu\text{m}$		用不去除材料方法获得的表面粗糙度, R_z 的上限值为 $200\mu\text{m}$
	用不去除材料方法获得的表面粗糙度, R_a 的上限值为 $3.2\mu\text{m}$		用去除材料方法获得的表面粗糙度, R_z 的上限值为 $3.2\mu\text{m}$, R_y 的下限值为 $1.6\mu\text{m}$
	用去除材料方法获得的表面粗糙度, R_a 的上限值为 $3.2\mu\text{m}$, R_y 的下限值为 $1.6\mu\text{m}$		用去除材料方法获得的表面粗糙度, R_a 的上限值为 $3.2\mu\text{m}$, R_y 的上限值为 $12.5\mu\text{m}$
	用任何方法获得的表面粗糙度, R_a 的最大值为 $3.2\mu\text{m}$		用任何方法获得的表面粗糙度, R_y 的最大值为 $3.2\mu\text{m}$
	用去除材料获得的表面粗糙度, R_a 的最大值为 $3.2\mu\text{m}$		用不去除材料方法获得的表面粗糙度, R_z 的最大值为 $200\mu\text{m}$
	用不去除材料获得的表面粗糙度, R_a 的最大值为 $3.2\mu\text{m}$		用去除材料方法获得的表面粗糙度, R_z 的最大值为 $3.2\mu\text{m}$, R_y 的最小值为 $1.6\mu\text{m}$
	用去除材料方法获得的表面粗糙度, R_a 的最大值为 $3.2\mu\text{m}$, R_y 的最小值为 $1.6\mu\text{m}$		用去除材料方法获得的表面粗糙度, R_a 的最大值为 $3.2\mu\text{m}$, R_y 的最大值为 $12.5\mu\text{m}$

表 20-29 表面粗糙度标注方法示例(摘自 GB/T 131-1993)

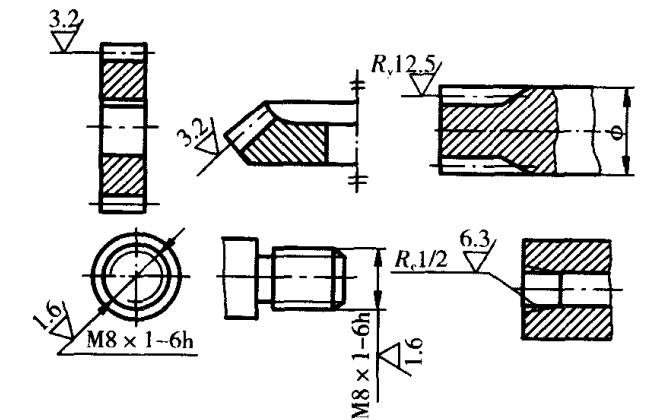
表面粗糙度符号和代号一般注在可见轮廓线、尺寸界线、引出线或它们的延长线上。符号的尖端必须从材料外指向表面



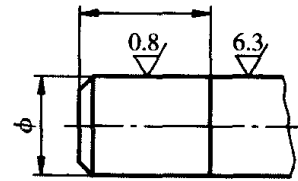
中心孔的工作表面、键槽工作面、倒角、圆角的表面,可以简化标注



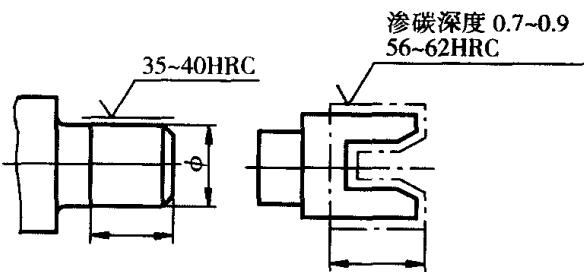
齿轮、渐开线花键、螺纹等工作表面没有画出齿(牙)形时的标注方法



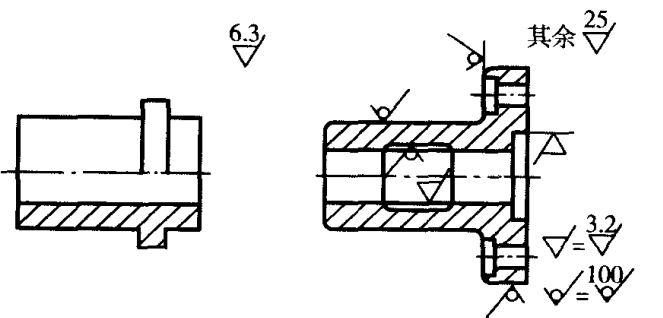
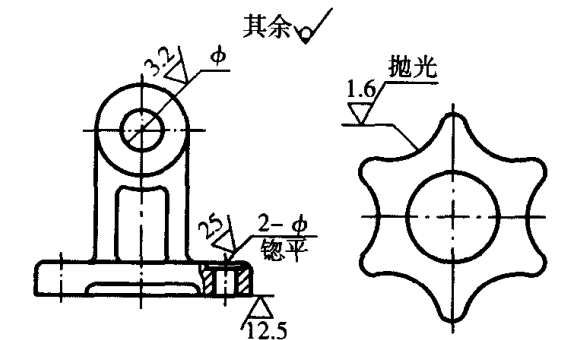
同一表面有不同的表面粗糙度要求时,须用细实线画出其分界线,并注出相应的表面粗糙度的代号和尺寸



需要将零件局部热处理或局部镀涂时,应用粗点划线画出其范围并标注相应的尺寸,也可将其要求注写在表面粗糙度符号长边的横线上



零件上连续表面及重复要素(孔、槽、齿等)的表面和用细实线连接不连续的同一表面,其表面粗糙度符号代号只标注一次



当零件所有表面具有相同的表面粗糙度要求时,其符号、代号可在图样的右上角统一标注

零件的大部分表面具有相同的表面粗糙度要求时,对其中使用最多的一种符号、代号可以注在图样的右上角,并加注“其余”二字

为了简化标注方法,或位置受到限制时,可以标注简化代号,也可采用省略注法,但必须在标题栏附近说明这些简化代号的含义

当用统一标注和简化标注方法时,其符号、代号和文字说明的高度均应是图形上其他表面所注代号和文字的 1.4 倍

表 20-30 表面粗糙度 R_a 值的应用范围

$R_a/\mu\text{m}$	表面形状特征	应用范围
50~100	明显可见刀痕	粗制后所得到的粗加工面,一般很少采用
25~50	可见刀痕	
12.5~25	微见刀痕	粗加工表面比较精确的一级,应用范围较广,一般非结合面用,如轴端面、倒角、钻孔、齿轮及带轮的侧面、键槽非工作表面、垫圈的接触面、轴承座的支承面等
6.3~12.5	可见加工纹理	半精加工表面。不重要零件的非配合表面,如:支柱、轴、支架、外壳、衬套、盖等的端面。紧固件的自由表面,如:螺栓、螺钉、螺柱和螺母的表面。不要求定心及配合特性的表面,如:用钻削的螺栓孔、螺钉孔及铆钉孔等表面。固定支承表面,如:与螺栓头及铆钉头相接触的表面。带轮、联轴器、凸轮、偏心轮的侧面、平键及键槽的上下面,楔键侧面等
3.2~6.3	少见加工纹理	半精加工表面,和其他零件连接而不是配合的表面,如:外壳、座架、盖端面和扳手及手轮的外圆。要求有定心及配合特性的固定支承表面,如定心的轴肩、键和键槽的工作表面。不重要的紧固螺纹的表面,非传动用的梯形螺纹、锯齿形螺纹表面,轴与毡圈摩擦面、燕尾槽的表面
1.6~3.2	微见加工纹理	接近于精加工,要求有定心(不精确的定心)及配合特性的固定支承表面,如衬套、轴承和定位销的压入孔。不要求定心及配合特性的活动支承面,如活动关节、花键结合,8级齿轮齿面、传动螺纹工作表面、低速转动的轴颈、楔形键及槽上下面、轴承盖凸肩表面(对中心用)、端盖内侧面等
0.8~1.6	可辨加工纹理方向	要求保证定心及配合特性的表面,如锥销与圆柱销的表面、与 G 和 F 级精度的球轴承相配合的孔和轴颈。中速转动的轴颈,过盈配合 IT7 的孔,间隙配合 IT9 的孔,不要求保证定心及配合特性的活动支承面,如:高精度的活动球状接头表面、支承垫圈、磨削的轮齿
0.4~0.8	微辨加工纹理方向	要求能长期保持所规定的配合特性的 IT7 的轴和孔的配合表面。高速工作下的轴颈及衬套的工作面,7级精度的大小齿轮工作面,蜗杆齿面(7~8级精度),滚动轴承轴颈。要求保证定心及配合特性的表面,如:滑动轴承轴瓦的工作表面。不要求保证定心及结合特性的活动支承面,如:推杆、导杆表面。工作时受反复应力的重要零件,在不破坏配合特性下工作要保证其耐久性和疲劳强度所要求的表面,如:受力螺栓的圆柱表面、曲轴和凸轮轴的工作表面
0.2~0.4	不可辨加工纹理方向	工作时承受交变应力的重要零件表面,保证零件的疲劳强度、防腐性和耐久性,并在工作时不破坏配合特性的表面,如:轴颈表面、活塞和柱塞表面、要求气密的表面和支承表面。圆锥定心表面。IT5~IT6配合的表面,3、4、5级精度齿轮的工作表面与 C 级精度滚动轴承配合的轴颈
0.1~0.2	暗光泽面	工作时承受较大交变应力的重要零件表面,保证零件的疲劳强度、防腐性及在活动接头工作中耐久性的一些表面,如:活塞销的表面、液压传动用的孔的表面,保证精确定心的锥体表面
0.05~0.1	亮光泽面	精密仪器及附件的摩擦面,量具工作面。保证高度气密性的接合表面,如:活塞、柱塞和气缸内表面等
0.025~0.05	镜状光泽面	
0.012~0.025	雾状镜面	
0.008~0.012	镜面	

注:本表提供选用 R_a 值时参考。

表 20-31 加工方法与表面粗糙度 R_a 值的关系

加工方法		R_a	加工方法		R_a	加工方法		R_a
砂模铸造		80~20*	铰孔	粗铰	40~20	钳工加工	粗锉	40~10
模型锻造		80~10		半精铰和精铰	2.5~0.32*		细锉	10~2.5
车外圆	粗车	20~10	拉削	半精拉	2.5~0.63		刮削	2.5~0.63
	半精车	10~2.5		精拉	0.32~0.16		研磨	1.25~0.08
	精车	1.25~0.32	圆和柱端铣削	粗铣	20~5*	磨削		5~0.01*
镗孔	粗镗	40~10		刨削	精铣	1.25~0.63*	切螺纹	板牙
	半精镗	2.5~0.63*	粗刨		20~10	铣	5~1.25*	
	精镗	0.63~0.32	插削		40~2.5	磨削	2.5~0.32*	
钻孔,扩孔		20~5	齿轮加工	插齿	5~1.25*	镗磨		0.32~0.04
铰孔,铰端面	5~1.25	插齿		滚齿	2.5~1.25*	研磨		0.63~0.16
				剃齿	1.25~0.32*	精研磨		0.08~0.02
			抛光			一般抛	1.25~0.16	
						精抛	0.08~0.04	

注:1. 表中数据系指钢材加工而言。2. * 为该加工方法可达到的 R_a 极限值。3. 本表仅供设计时参考。

表 20-32 与公差带代号相适应的 R_a 值

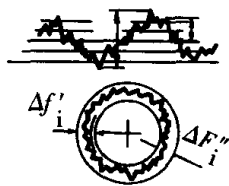
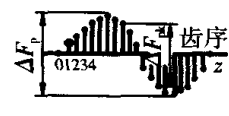
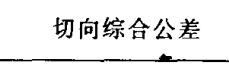
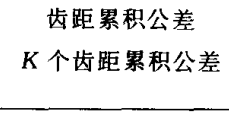
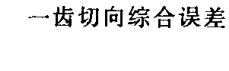


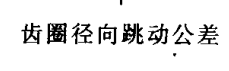

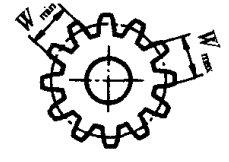
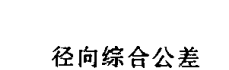
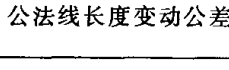
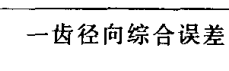



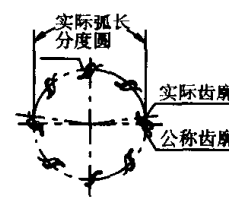

公差带代号	基本尺寸 /mm										
	>6 ~10	>10 ~18	>18 ~30	>30 ~50	>50 ~80	>80 ~120	>120 ~180	>180 ~260	>260 ~360	>360 ~500	
	$R_a/\mu\text{m}$										
H7	0.8~1.6			1.6~3.2							
s7,u5,u6 r6,s6	0.8~1.6			1.6~3.2							3.2~6.3
n6,m6,k6,js6,h6,g6	0.4~0.8		0.8~1.6				1.6~3.2				
f7	0.4~0.8	0.8~1.6			1.6~3.2				3.2~6.3		
e8	0.8~1.6		1.6~3.2								
d8 H8 n7,(j7,js7),h7 m7,k7	0.8~1.6		1.6~3.2				3.2~6.3				
			1.6~3.2						3.2~6.3		
H8,H9 h8~9,f9	1.6~3.2					3.2~6.3		6.3~12.5			
						3.2~6.3		6.3~12.5			
H10,h10	1.6~3.2			3.2~6.3				6.3~12.5			
H11,h11,d11 (b11,c10~11),(a11,b11)	1.6~3.2	3.2~6.3				6.3~12.5					
(H12~13,h12~13, b12,c12~13)	3.2~6.3				6.3~12.5				12.5 50		

注:本表仅供一般机械单件生产的产品设计时参考。



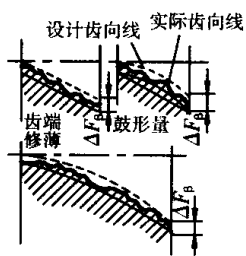
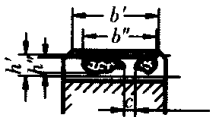

第 21 章 齿轮传动、蜗杆传动公差

21.1 渐开线圆柱齿轮精度(摘自 GB/T 10095—1988)

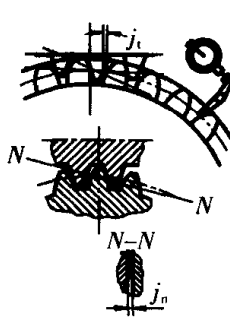
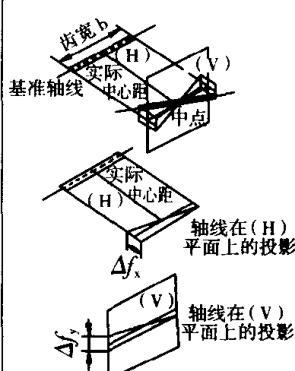
表 21-1 齿轮、齿轮副误差及侧隙的定义和代号

名称	代号	定义	名称	代号	定义
切向综合误差 	$\Delta F'_i$	被测齿轮与理想精确的测量齿轮①单面啮合时,在被测齿轮一转内,实际转角与公称转角之差的总幅度值,以分度圆弧长计值	K 个齿距累积误差 	ΔF_{pk}	在分度圆上②K个齿距的实际弧长与公称弧长之差的绝对值, K 为 2 到小于 $\frac{z}{2}$ 的整数
切向综合公差 	F'_i		齿距累积公差 K 个齿距累积公差 	F_p F_{pk}	
一齿切向综合误差 	$\Delta f'_i$	被测齿轮与理想精确的测量齿轮单面啮合时,在被测齿轮一齿距角内,实际转角与公称转角之差的总幅度值,以分度圆弧长计值	齿圈径向跳动 	ΔF_r	在齿轮一转范围内,测头在齿槽内于齿高中部双面接触,测头相对于齿轮轴线的最大变动量
一齿切向综合公差 	f'_i		齿圈径向跳动公差 	F_r	
径向综合误差 	$\Delta F''_i$	被测齿轮与理想精确的测量齿轮双面啮合时,在被测齿轮一转内,双啮中心距的最大变动量	公法线长度变动 	ΔF_w	在齿轮一周范围内,实际公法线长度最大值与最小值之差 $\Delta F_w = W_{max} - W_{min}$
径向综合公差 	F''_i		公法线长度变动公差 	F_w	
一齿径向综合误差 	$\Delta f''_i$	被测齿轮与理想精确的测量齿轮双面啮合时,在被测齿轮一齿距角内,双啮中心距的最大变动量	齿形误差 	Δf_t	在端截面上③,齿形工作部分内(齿顶倒棱部分除外),包容实际齿形且距离为最小的两条设计齿形间的法向距离
一齿径向综合公差 	f''_i		齿形公差 	f_t	设计齿形可以是修正的理论渐开线,包括修缘齿形、凸齿形等
齿距累积误差 	ΔF_p	在分度圆上任意两个同侧齿面间的实际弧长与公称弧长之差的绝对值			
齿距累积公差 	F_p				

续表 21-1

名称	代号	定义	名称	代号	定义
齿距偏差 	Δf_{pt}	在分度圆上 ^④ , 实际齿距与公称齿距之差。 公称齿距是指所有实际齿距的平均值	公法线平均长度偏差 公法线平均长度极限偏差 上偏差 下偏差 公差	ΔE_{wm} ΔE_{wms} E_{wmi} T_{wm}	在齿轮一周内, 公法线长度平均值与公称值之差
齿距极限偏差 $\pm f_{pt}$	$\pm f_{pt}$		齿轮副的切向综合误差	$\Delta F'_{ic}$	安装好的齿轮副, 在啮合转动足够多的转数内, 一个齿轮相对于另一个齿轮的实际转角与公称转角之差的总幅度值。以分度圆弧长计值
基节偏差 	Δf_{pb}	实际基节与公称基节之差。 实际基节是指基圆柱切平面所截两相邻同侧齿面的交线之间的法向距离	齿轮副的切向综合公差	F'_{ic}	安装好的齿轮副, 在啮合足够多的转数内, 一个齿轮相对于另一个齿轮的一个齿距的实际转角与公称转角之差的最大幅度值。以分度圆弧长计值
基节极限偏差 $\pm f_{pb}$	$\pm f_{pb}$		齿轮副的一齿切向综合误差	$\Delta f'_{ic}$	安装好的齿轮副, 在啮合足够多的转数内, 一个齿轮相对于另一个齿轮的一个齿距的实际转角与公称转角之差的最大幅度值。以分度圆弧长计值
齿向误差 	ΔF_{β}	在分度圆柱面上, 齿宽有效部分范围内(端部倒角部分除外), 包容实际齿线且距离为最小的两条设计齿线之间的端面距离。 设计齿线可以是修正的圆柱螺旋线, 包括鼓形线, 齿端修薄及其他修形曲线	齿轮副的一齿切向综合公差	f'_{ic}	装配好的齿轮副, 在轻微的制动下, 运转后齿面上分布的接触擦亮痕迹。 接触痕迹的大小在齿面展开图上用百分数计算。 沿齿长方向: 接触痕迹的长度 b'' (扣除超过模数值的断开部分 c) 与工作长度 b' 之比的百分数, 即
齿向公差 F_{β}	F_{β}		齿轮副的接触斑点 		沿齿高方向: 接触痕迹的平均高度 h'' 与工作高度 h' 之比的百分数, 即
齿厚偏差 	ΔE_s	分度圆柱面上 ^④ , 齿厚实际值与公称值之差。 对于斜齿轮, 指法向齿厚			$\frac{b'' - c}{b'} \times 100\%$
齿厚极限偏差 上偏差 下偏差 公差	E_{ss} E_{si} T_s				$\frac{h''}{h'} \times 100\%$

续表 21-1

名称	代号	定义	名称	代号	定义
齿轮副的侧隙 	j_t	装配好的齿轮副, 当一个齿轮固定时, 另一个齿轮的圆周晃动量。以分度圆上弧长计值	轴线的平行度误差		一对齿轮的轴线在其基准平面(H)上投影的平行度误差
	j_n	装配好的齿轮副, 当工作齿面接触时, 非工作齿面之间的最小距离	x 方向轴线的平行度误差	Δf_x	在等于齿宽的长度上测量
最大极限侧隙	j_{tmax}	$j_n = j_t \cos \beta_b$	y 方向轴线的平行度误差	Δf_y	一对齿轮的轴线, 在垂直于基准平面, 并且平行于基准轴线的平面(V)上投影的平行度误差
最小极限侧隙	j_{nmax}	$\cdot \cos \alpha$			在等于齿宽的长度上测量。
	j_{tmin}	β_b —基圆螺旋角			注: 包含基准轴线, 并通过由另一轴线与齿宽中间平面相交的点所形成的平面, 称为基准平面。两条轴线中任何一条轴线都可作为基准轴线
齿轮副的中心距偏差	Δf_a	齿轮副的齿宽中间平面内, 实际中心距与公称中心距之差	x 方向轴线的平行度公差	f_x	
齿轮副的中心距极限偏差	$\pm f_a$		y 方向轴线的平行度公差	f_y	

注: ①允许用齿条蜗杆测头等测量元件代替测量齿轮。 ② ΔF_p (ΔF_{pk}) 允许在齿高中部测量, 但仍按分度圆上计值。
 ③允许用检查被测齿轮和测量蜗杆啮合时齿轮齿面上的接触迹线(可称为“啮合齿形”)代替, 但应按基圆切线方向计值。
 ④允许在齿高中部测量, 但仍按分度圆上计值。

表 21-2 不同机器中所应用的齿轮精度等级(参考)

机器类别	精度等级	机器类别	精度等级	机器类别	精度等级
测量齿轮	3~5	轻型汽车	5~8	一般减速器	高硬齿面 4~7
透平机用减速器	3~6	重型汽车	6~9		中低硬齿面 6~8
金属切削机床	3~8	内燃机车、电气机车	5~8	起重机械	7~10
航空发动机	4~7	拖拉机、轧钢设备的小齿轮	6~10	农用机械	8~11

注: 本表不属 GB/T 10095—1988, 仅供参考。

表 21-3 齿轮传动精度等级与圆周速度及加工方法的关系(参考)

精度等级	齿面硬度 HBS	圆周速度/(m/s)		加工方法	工作条件及应用范围
		直齿	斜齿		
6	≤350 >350	≤18 ≤15	≤36 ≤30	在精密机床上用展成法切齿,齿面精磨或剃	在高速、平稳及无噪声下工作的齿轮;航空制造业特殊重要的小齿轮;分度机构的齿轮*;读数设备中特殊精密传动的齿轮
7	≤350 >350	≤12 ≤10	≤25 ≤20	在精密机床上用展成法切齿,未经热处理的齿面用精切,淬火的则须磨、剃、研磨或珩	金属切削机床中的进给齿轮;具有一定圆周速度的减速器中的齿轮;读数设备中的齿轮;航空制造业中的齿轮
8	≤350 >350	≤6 ≤5	≤12 ≤9	展成法切齿或成型法切齿,必要时齿面剃或研磨	一般机械制造业中不要求特别精度的齿轮;航空、汽车和拖拉机制造业中不重要的齿轮;除分度机构以外的机床用齿轮;起重机械、农业机械中重要齿轮;一般减速器的齿轮
9	≤350 >350	≤4 ≤3	≤8 ≤6	任意方法切齿	精度要求不高的低速传动齿轮,如农业机械、手动机械的齿轮
10	≤350 >350	≤1 ≤1	≤2 ≤1.5		

注:1. *第Ⅱ公差组的精度等级可以低一级。 2. 本表不属 GB/T 10095—1988,仅供参考。

表 21-4 公差组(表中增加说明内容)

公差组	公差与极限偏差项目		对传动性能的主要影响
	单个齿轮	齿轮副	
I	$F'_i, F_p, F_{pk}, F''_i, F_r, F_w$	F'_{ic}	传递运动的准确性
II	$f'_i, f''_i, f_t, \pm f_{pt}, \pm f_{pb}, f_{\beta}$	f'_{ic}	传动的平稳性、噪声、振动
III	$F_{\beta}, F_b, \pm F_{px}$	接触斑点 $\pm f_a, f_x, f_y$	载荷分布的均匀性
侧隙	E_{sn}, E_{si} 或 E_{Wms}, E_{Wmi}	j_t, j_n	润滑及各种误差的补偿

表 21-5 推荐的圆柱齿轮和齿轮副检验项目(表中增加公式关系内容)

项目		精度等级		
		6~7	7~8	9~10
公差组	I	F'_i 或 F_p	F''_i, F_w 或 F_r, F_w	F_r
	II	f'_i 或 f_t, f_{pt}	f''_i 或 f_t, f_{pb}	F_{pt}
	III	F_{β}	F_{β}	F_{β}
齿轮副	对齿轮	E_s 或 E_w		
	对传动	F'_{ic}, f'_{ic} 、接触斑点、 f_a		
	对箱体	f_x, f_y		
齿坯公差		顶圆直径公差、齿轮轴孔公差、基准面径向和端面跳动公差		

注:1. 若接触斑点分布位置和大小确有保证时,则第Ⅲ公差组检验项目可不考虑。

2. 对 $\epsilon_{\beta} > 1.25$,齿向线不作修正的斜齿轮,第Ⅲ公差组可检验 F_{px}, f_t 或 F_{px}, F_{β} ;对 $\epsilon_{\beta} \leq 1.25$ 齿向线不作修正的斜齿轮可检验 F_b 。

3. 本表不属国家标准,仅供参考。

表 21-6 圆柱齿轮的 F_r, F_i', f_i 值

μm

分度圆直径 mm		法向模数 mm	齿圈径向跳动公差 F_r					径向综合公差 F_i''					齿形公差 f_i				
大于	到		精度等级														
												6	7	8	9	10	
—	125	1~3.5	25	36	45	71	100	36	50	63	90	140	8	11	14	22	36
		>3.5~6.3	28	40	50	80	125	40	56	71	112	180	10	14	20	32	50
		>6.3~10	32	45	56	90	140	45	63	80	125	200	12	17	22	36	56
125	400	1~3.5	36	50	63	80	112	50	71	90	112	160	9	13	18	28	45
		>3.5~6.3	40	56	71	100	140	56	80	100	140	200	11	16	22	36	56
		>6.3~10	45	63	80	112	160	63	90	112	160	224	13	19	28	45	71
		>10~16	50	71	90	125	180	71	100	125	180	250	16	22	32	50	80
400	800	1~3.5	45	63	80	100	125	63	90	112	140	180	12	17	25	40	63
		>3.5~6.3	50	71	90	112	140	71	100	125	160	200	14	20	28	45	71
		>6.3~10	56	80	100	125	160	80	112	140	180	224	16	24	36	56	90
		>10~16	63	90	112	160	200	90	125	160	224	280	18	26	40	63	100
800	1600	1~3.5	50	71	90	112	140	71	100	125	160	200	17	24	36	56	90
		>3.5~6.3	56	80	100	125	160	80	112	140	180	224	18	28	40	63	100
		>6.3~10	63	90	112	140	180	90	125	160	200	250	20	30	45	71	112
		>10~16	71	100	125	160	200	100	140	180	224	280	22	34	50	80	125

表 21-7 圆柱齿轮的 $\pm f_{pt}, \pm f_{pb}, f_i$ 值

μm

分度圆直径 mm		法向模数 mm	齿距极限偏差 $\pm f_{pt}$					基节极限偏差 $\pm f_{pb}$					一齿径向综合公差 f_i''				
大于	到		精度等级														
												6	7	8	9	10	
—	125	1~3.5	10	14	20	28	40	9	13	18	25	36	14	20	28	36	45
		>3.5~6.3	13	18	25	36	50	11	16	22	32	45	18	25	36	45	56
		>6.3~10	14	20	28	40	56	13	18	25	36	50	20	28	40	50	63
125	400	1~3.5	11	16	22	32	45	10	14	20	30	40	16	22	32	40	50
		>3.5~6.3	14	20	28	40	56	13	18	25	36	50	20	28	40	50	63
		>6.3~10	16	22	32	45	63	14	20	30	40	60	22	32	45	56	71
		>10~16	18	25	36	50	71	16	22	32	45	63	25	36	50	63	80
400	800	1~3.5	13	18	25	36	50	11	16	22	32	45	18	25	36	45	56
		>3.5~6.3	14	20	28	40	56	13	18	25	36	50	20	28	40	50	63
		>6.3~10	18	25	36	50	71	16	22	32	45	63	22	32	45	56	71
		>10~16	20	28	40	56	80	18	25	36	50	71	28	40	56	71	90
800	1600	1~3.5	14	20	28	40	56	13	18	25	36	50	20	28	40	50	63
		>3.5~6.3	16	22	32	45	63	14	20	30	40	60	22	32	45	56	71
		>6.3~10	18	25	36	50	71	16	22	32	45	67	25	36	50	63	80
		>10~16	20	28	40	56	80	18	25	36	50	71	28	40	56	71	90

表 21-8 圆柱齿轮的 $F_p, F_{pk}, F_w, F_\beta$ 值

μm

齿距累积公差 F_p 及 K 个齿距累积公差 F_{pk}					公法线长度变动公差 F_w					齿向公差 F_β													
分度圆弧长 L/mm	精度等级				分度圆直径 mm	精度等级				有效宽度 mm	精度等级												
	6	7	8	9		10	6	7	8		9	10	6	7	8	9	10						
≤ 11.2	11	16	22	32	45	≤ 125	20	28	40	56	80	≤ 40	9	11	18	28	45						
$> 11.2 \sim 20$	16	22	32	45	63		> 125 ~ 400	25	36	50	71		100	$> 40 \sim 100$	12	16	25	40	63				
$> 20 \sim 32$	20	28	40	56	80	$> 100 \sim 160$						16		20	32	50	80						
$> 32 \sim 50$	22	32	45	63	90	> 400 ~ 800						32		45	63	90	125	$> 160 \sim 250$	19	24	38	60	105
$> 50 \sim 80$	25	36	50	71	100		$> 250 \sim 400$	24	28	45	75		120										
$> 80 \sim 160$	32	45	63	90	125		> 800 ~ 1600	40	56	80	112		160					$> 400 \sim 630$	28	34	55	90	140
$> 160 \sim 315$	45	63	90	125	180																		
$> 315 \sim 630$	63	90	125	180	250																		
$> 630 \sim 1000$	80	112	160	224	315																		
$> 1000 \sim 1600$	100	140	200	280	400																		
$> 1600 \sim 2500$	112	160	224	315	450																		

注: 1. 查 F_p 时, 取 $L = \pi d/2 = \pi m_n z/2 \cos \beta$; 查 F_{pk} 时, 取 $L = K \pi m_n / \cos \beta$ (K 为 2 到小于 $z/2$ 的整数)。

2. 一般对于 F_{pk} , K 值规定取为小于 $z/6$ (或 $z/8$) 的最大整数。

表 21-9 中心距极限偏差 $\pm f_a$ 值 μm

第 II 公差组精度等级		6	7~8	9~10	
f_a		$\frac{1}{2}IT7$	$\frac{1}{2}IT8$	$\frac{1}{2}IT9$	
	大于	到			
齿轮副的中心距 mm	6	10	7.5	11	18
	10	18	9	13.5	21.5
	18	30	10.5	16.5	26
	30	50	12.5	19.5	31
	50	80	15	23	37
	80	120	17.5	27	43.5
	120	180	20	31.5	50
	180	250	23	36	57.5
	250	315	26	40.5	65
	315	400	28.5	44.5	70
	400	500	31.5	48.5	77.5
	500	630	35	55	87
	630	800	40	62	100
	800	1000	45	70	115
	1000	1250	52	82	130
1250	1600	62	97	155	

表 21-10 轴线平行度公差

x 方向轴线平行度公差 $f_x = F_\beta$	F_β 见表 21-8
y 方向轴线平行度公差 $f_y = \frac{1}{2}F_\beta$	

表 21-11 接触斑点

接触斑点	精度等级				
	6	7	8	9	10
按高度不小于/(%)	50 (40)	45 (35)	40 (30)	30	25
按长度不小于/(%)	70	60	50	40	30

注:括号内数值用于轴向重合度 $\epsilon_\beta > 0.8$ 的斜齿轮。

表 21-12 齿轮副侧隙

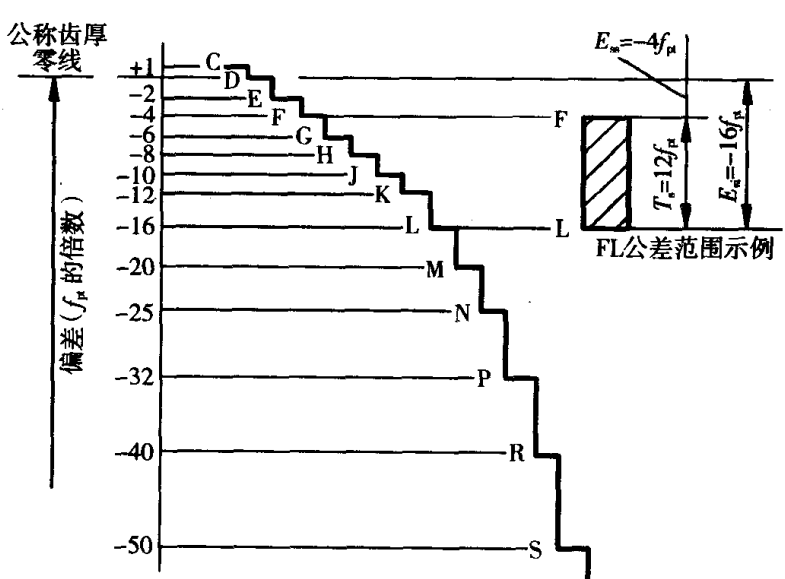
齿轮副的侧隙要求	应根据工作条件用最大极限侧隙 j_{Dmax} (或 j_{tmax}) 与最小极限侧隙 j_{Dmin} (或 j_{tmin}) 来规定。侧隙是通过选择适当的中心距偏差,齿厚极限偏差(或公法线平均长度偏差)等来保证
齿厚极限偏差的选择	选择齿厚极限偏差时,应根据对侧隙的要求,从下图中选择两种代号,组成齿厚上偏差和下偏差 
齿轮副侧隙的选择方法	对于一般齿轮传动,可从表 21-14 选取最小侧隙,然后按有关公式计算应选取的齿厚(或公法线长度)极限偏差,最后按上图加,圆整并确定代号。详细的确定方法请参阅有关设计手册

表 21-13 齿厚极限偏差

$C = +1f_{pt}$	$G = -6f_{pt}$	$L = -16f_{pt}$	$R = -40f_{pt}$
$D = 0$	$H = -8f_{pt}$	$M = -20f_{pt}$	$S = -50f_{pt}$
$E = -2f_{pt}$	$J = -10f_{pt}$	$N = -25f_{pt}$	
$F = -4f_{pt}$	$K = -12f_{pt}$	$P = -32f_{pt}$	

注：对外啮合齿轮：

公法线平均长度上偏差 $E_{wms} = E_{s\alpha} \cos\alpha - 0.72F_t \sin\alpha$ ；

公法线平均长度下偏差 $E_{wmi} = E_{s\alpha} \cos\alpha + 0.72F_t \sin\alpha$ ；

公法线平均长度公差 $T_{wm} = T_{s\alpha} \cos\alpha - 1.44F_t \sin\alpha$ 。

表 21-14 最小侧隙 j_{nmin} 参考值

中心距/mm		≤80	>80 ~125	>125 ~180	>180 ~250	>250 ~315	>315 ~400	>400 ~500	>500 ~630	>630 ~800	>800 ~1000	>1000 ~1250	>1250 ~1600
类别	较小侧隙	74	87	100	115	130	140	155	175	200	230	260	310
	中等侧隙	120	140	160	185	210	230	250	280	320	360	420	500
	较大侧隙	190	220	250	290	320	360	400	440	500	550	660	780

注：1. 中等侧隙所规定的最小侧隙，对于钢或铸铁齿轮传动，当齿轮和壳体温差为 25℃ 时，不会由于发热而卡住。

2. 本表不属 GB/T 10095—1988，仅供参考。

表 21-15 齿厚极限偏差 E_s 参考值

II 组 精度	法面模数 mm	分度圆直径/mm											
		≤80	>80 ~125	>125 ~180	>180 ~250	>250 ~315	>315 ~400	>400 ~500	>500 ~630	>630 ~800	>800 ~1000	>1000 ~1250	>1250 ~1600
6	>1~3.5	JK	JL	JL	KM	KM	LN	LN	LN	LN	LN	MP	NR
	>3.5~6.3	GJ	HK	HK	JL	JL	KM	KM	LN	LN	LN	MP	MP
	>6.3~10	GJ	HK	HK	HK	HK	JL	JL	JL	KM	LN	LN	MP
	>10~16			GJ	HK	HK	HK	HL	JL	KM	KM	LN	LN
7	>1~3.5	HK	HK	HK	HK	JM	KM	JL	KM	KM	LN	LN	MP
	>3.5~6.3	GJ	GJ	GJ	HK	HK	HK	JL	JL	KM	KM	LN	LN
	>6.3~10	GJ	GJ	GJ	GJ	HK	HK	HK	HK	JL	KM	KM	LN
	>10~16			GJ	GJ	GJ	HK	HK	HK	HK	JL	KL	KM
8	>1~3.5	GJ	GJ	GK	HL	HL	HL	HL	HL	JM	JM	KM	LN
	>3.5~6.3	FH	GJ	GJ	GJ	GJ	GJ	HK	HK	HL	HL	JM	KM
	>6.3~10	FH	FH	FH	GJ	GJ	GJ	GJ	GJ	HK	HL	HL	JM
	>10~16			FH	FH	GJ	GJ	GJ	GJ	GJ	HL	HL	JL
9	>1~3.5	FH	GJ	GJ	GJ	GJ	HK	HK	HK	HK	HL	JK	KM
	>3.5~6.3	FG	FG	FH	FH	GJ	GJ	GJ	GJ	HK	HK	HK	JL
	>6.3~10	FG	FG	FG	FH	FH	GJ	GJ	GJ	GJ	GJ	HK	HK
	>10~16			FG	FG	FH	FH	FG	GH	GH	GJ	GJ	HK
10	>1~3.5	FH	FH	FH	FH	GJ	GJ	GK	GK	GK	GK	HK	HK
	>3.5~6.3	FG	FG	FH	FH	FH	FH	GJ	GJ	GK	GK	GK	HK
	>6.3~10	EF	FG	FG	FG	FG	FH	FH	FH	FH	GJ	GJ	GJ
	>10~16			FG	FG	FG	FG	FH	FH	FH	FH	GJ	GJ

注：1. 本表不属 GB/T 10095—1988，仅供参考。本表代号主要取自《通用减速器行业标准》。

表 21-16 齿坯公差值

齿坯尺寸和形状公差					齿坯基准面径向 ^② 和端面跳动公差/ μm					
齿轮精度等级 ^①		6	7	8	9	10	分度圆直径/mm		精度等级	
孔	尺寸公差	IT6	IT7 ^③	IT8	大于	到	6	7,8	9,10	
	形状公差				—	125	11	18	28	
轴	尺寸公差	IT5	IT6	IT7	125	400	14	22	36	
	形状公差				400	800	20	32	50	
顶圆直径	作测量基准	IT8		IT9	400	800	20	32	50	
	不作测量基准	公差按 IT11 给定,但不大于 $0.1 m_n$			800	1600	28	45	71	

注:①当三个公差组的精度等级不同时,按最高的精度等级确定公差值。

②当以顶圆作基准面时,本栏就指顶圆的径向跳动。

③IT6~IT11 值见表 20-3

表 21-17 齿轮的表面粗糙度 R_a 推荐值

第 II 公差组精度等级		6	7	8	9	10
R_a	齿面	0.4,0.8	0.8,1.6	1.6	3.2	6.3
	齿顶圆柱面	1.6	1.6,3.2	3.2	6.3	12.5
	基准端面	1.6	1.6,3.2	3.2	3.2	6.3
	基准孔或轴	0.8	0.8,1.6	1.6	3.2	3.2

注:本表不属 GB/T 10095—1988,仅供参考。

表 21-18 齿轮精度等级和齿厚极限偏差的图样标注

齿轮精度等级和齿厚极限偏差	图样标注
齿轮第 I 公差组精度为 7 级,第 II 公差组精度为 6 级,第 III 公差组精度为 6 级,齿厚上偏差为 G,齿厚下偏差为 M	<p>7 — 6 — 6 G M GB/T 10095</p> <p>齿厚下偏差</p> <p>齿厚上偏差</p> <p>第 III 公差组的精度等级</p> <p>第 II 公差组的精度等级</p> <p>第 I 公差组的精度等级</p>
齿轮三个公差组精度同为 7 级,其齿厚上偏差为 F,下偏差为 L	7FL GB/T 10095
齿轮三个公差组精度同为 4 级,其齿厚上偏差为 $-330\mu\text{m}$,下偏差为 $-495\mu\text{m}$	$4\left(\begin{smallmatrix} -0.330 \\ -0.495 \end{smallmatrix}\right)\text{GB/T 10095}$

表 21-19 公法线长度 $W(m=1, \alpha_0=20^\circ)$

齿轮 齿数 z	跨测 齿数 K	公法线长度 W'	齿轮 齿数 z	跨测 齿数 K	公法线长度 W'	齿轮 齿数 z	跨测 齿数 K	公法线长度 W'	齿轮 齿数 z	跨测 齿数 K	公法线长度 W'	齿轮 齿数 z	跨测 齿数 K	公法线长度 W'
			41	5	13.858 8	81	10	29.179 7	121	14	41.548 4	161	18	53.917 1
			42	5	13.872 8	82	10	29.193 7	122	14	41.562 4	162	19	56.883 3
			43	5	13.8868	83	10	29.2077	123	14	41.5764	163	19	56.8972
4	2	4.4842	44	5	13.9008	84	10	29.2217	124	14	41.5904	164	19	55.9113
5	2	4.4982	45	6	16.8670	85	10	29.2357	125	14	41.6044	165	19	56.9253
6	2	4.5122	46	6	16.8810	86	10	29.2497	126	15	44.5706	166	19	56.9393
7	2	4.5262	47	6	16.8950	87	10	29.2637	127	15	44.5846	167	19	56.9533
8	2	4.5402	48	6	16.9090	88	10	29.2777	128	15	44.5986	168	19	56.9673
9	2	4.5542	49	6	16.9230	89	10	29.2917	129	15	44.6126	169	19	56.9813
10	2	4.5683	50	6	16.9370	90	11	32.2579	130	15	44.6266	170	19	56.9953
11	2	4.5823	51	6	16.9510	91	11	32.2718	131	15	44.6406	171	20	59.9615
12	2	4.5963	52	6	16.9660	92	11	32.2858	132	15	44.6546	172	20	59.9754
13	2	4.6103	53	6	16.9790	93	11	32.2998	133	15	44.6686	173	20	59.9894
14	2	4.6243	54	7	19.9452	94	11	32.3138	134	15	44.6826	174	20	60.0034
15	2	4.6383	55	7	19.9591	95	11	32.3279	135	16	47.6490	175	20	60.0174
16	2	4.6523	56	7	19.9731	96	11	32.3419	136	16	47.6627	176	20	60.0314
17	2	4.6663	57	7	19.9871	97	11	32.3559	137	16	47.6767	177	200	60.0455
18	3	7.6324	58	7	20.0011	98	11	32.3699	138	16	47.6907	178	20	60.0595
19	3	7.6464	59	7	20.0152	99	12	35.3361	139	16	47.7047	179	20	60.0735
20	3	7.6604	60	7	20.0292	100	12	35.3500	140	16	47.7187	180	21	63.0397
21	3	7.6744	61	7	20.0432	101	12	35.3640	141	16	47.7327	181	21	63.0536
22	3	7.6884	62	7	20.0572	102	12	35.3780	142	16	47.7468	182	21	63.0676
23	3	7.7024	63	8	23.0233	103	12	35.3920	143	16	47.7608	183	21	63.0816
24	3	7.7165	64	8	23.0373	104	12	35.4060	144	17	50.7270	184	21	63.0956
25	3	7.7305	65	8	23.0513	105	12	35.4200	145	17	50.7409	185	21	63.1096
26	3	7.7445	66	8	23.0653	106	12	35.4340	146	17	50.7549	186	21	63.1236
27	4	10.7106	67	8	23.0793	107	12	35.4481	147	17	50.7689	187	21	63.1376
28	4	10.7246	68	8	23.0933	108	13	38.4142	148	17	50.7829	188	21	63.1516
29	4	10.7386	69	8	23.1073	109	13	38.4282	149	17	50.7969	189	22	66.1179
30	4	10.7526	70	8	23.1213	110	13	38.4422	150	17	50.8109	190	22	66.1318
31	4	10.7666	71	8	23.1353	111	13	38.4562	151	17	50.8249	191	22	66.1458
32	4	10.7806	72	9	26.1015	112	13	38.4702	152	17	50.8389	192	22	66.1598
33	4	10.7946	73	9	26.1155	113	13	38.4842	153	18	53.8051	193	22	66.1738
34	4	10.8086	74	9	26.1295	114	13	38.4982	154	18	53.8191	194	22	66.1878
35	4	10.8226	75	9	26.1435	115	13	38.5122	155	18	53.8331	195	22	66.2018
36	5	13.7888	76	9	26.1575	116	13	38.5262	156	18	53.8471	196	22	66.2158
37	5	13.8028	77	9	26.1715	117	14	41.4924	157	18	53.8611	197	22	66.2298
38	5	13.8168	78	9	26.1855	118	14	41.5064	158	18	53.8751	198	23	69.1961
39	5	13.8308	79	9	26.1995	119	14	41.5204	159	18	53.8891	199	23	69.2101
40	5	13.8448	80	9	26.2135	120	14	41.5344	160	18	53.9031	200	23	69.2241

注:1. 对标准直齿圆柱齿轮,公法线长度 $W=W'm$; W' 为 $m=1\text{mm}, \alpha_0=20^\circ$ 时的公法线长度。

2. 对变位直齿圆柱齿轮,当变位系数较小, $|x| < 0.3$ 时,跨测齿数 K 不变,按照上表查出,而公法线长度 $W=(W'+0.684x)m$, x 为变位系数,当变位系数 x 较大, $|x| > 0.3$ 时,跨测齿数为 K' ,可按下式计算

$$K' = z \frac{\alpha_x}{180} + 0.5, \text{ 式中 } \alpha_x = \cos^{-1} \frac{2d \cos \alpha_0}{d_n + d_f}$$

而公法线长度为

$$W = [2.9521(K' - 0.5) + 0.014z + 0.684x]m$$

3. 斜齿轮的公法线长度 W_n 在法面内测量,其值也可按上表确定,但必须根据假想齿数 z' 查表, z' 可按下式计算: $z' = K_\beta z$, 式中 K_β 为与分度圆柱上齿的螺旋角 β 有关的假想齿数系数,见表 21-20。假想齿数常为非整数,其小数部分 $\Delta z'$ 所对应的公法线长度 $\Delta W'$ 可查表 21-22。故总的公法线长度: $W_n = (W' + \Delta W)m_n$ 。式中 m_n 为法面模数, W' 为与假想齿数 z' 整数部分相对应的公法线长度。

4. 本表不属 GB/T 10095-1988 内容。

表 21-20 假想齿数系数 $K_\beta (\alpha_n = 20^\circ)$

β	K_β	差 值	β	K_β	差 值	β	K_β	差 值	β	K_β	差 值
1°	1.000	0.002	16°	1.119	0.017	31°	1.548	0.047	46°	2.773	0.143
2°	1.002	0.002	17°	1.136	0.018	32°	1.595	0.051	47°	2.916	0.155
3°	1.004	0.003	18°	1.154	0.019	33°	1.646	0.054	48°	3.071	0.168
4°	1.007	0.004	19°	1.173	0.021	34°	1.700	0.058	49°	3.239	0.184
5°	1.011	0.005	20°	1.194	0.022	35°	1.758	0.062	50°	3.423	0.200
6°	1.016	0.006	21°	1.216	0.024	36°	1.820	0.067	51°	3.623	0.220
7°	1.022	0.006	22°	1.240	0.026	37°	1.887	0.072	52°	3.843	0.240
8°	1.028	0.008	23°	1.266	0.027	38°	1.959	0.077	53°	4.083	0.264
9°	1.036	0.009	24°	1.293	0.030	39°	2.036	0.083	54°	4.347	0.291
10°	1.045	0.009	25°	1.323	0.031	40°	2.119	0.088	55°	4.638	0.320
11°	1.054	0.011	26°	1.354	0.034	41°	2.207	0.096	56°	4.958	0.354
12°	1.065	0.012	27°	1.388	0.036	42°	2.303	0.105	57°	5.312	0.391
13°	1.077	0.013	28°	1.424	0.038	43°	2.408	0.112	58°	5.703	0.435
14°	1.090	0.014	29°	1.462	0.042	44°	2.520	0.121	59°	6.138	0.485
15°	1.114	0.015	30°	1.504	0.044	45°	2.641	0.132			

注:当分度圆螺旋角 β 为非整数时, K_β 可按差值用内插法求出。

表 21-21 假想齿数小数部分 $\Delta z'$ 的公法线 $\Delta W (m=1, \alpha_n=20^\circ)$

$\Delta z'$	0.00	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09
0.0	0.0000	0.0001	0.0003	0.0004	0.0006	0.0007	0.0008	0.0010	0.0011	0.0013
0.1	0.0014	0.0015	0.0017	0.0018	0.0020	0.0021	0.0022	0.0024	0.0025	0.0027
0.2	0.0028	0.0029	0.0031	0.0032	0.0034	0.0035	0.0036	0.0038	0.0039	0.0041
0.3	0.0042	0.0043	0.0045	0.0046	0.0048	0.0049	0.0051	0.0052	0.0053	0.0055
0.4	0.0056	0.0057	0.0059	0.0060	0.0061	0.0063	0.0064	0.0066	0.0067	0.0069
0.5	0.0070	0.0071	0.0073	0.0074	0.0076	0.0077	0.0079	0.0080	0.0081	0.0083
0.6	0.0084	0.0085	0.0087	0.0088	0.0089	0.0091	0.0092	0.0094	0.0095	0.0097
0.7	0.0098	0.0099	0.0101	0.0102	0.0104	0.0105	0.0106	0.0108	0.0109	0.0111
0.8	0.0112	0.0114	0.0115	0.0116	0.0118	0.0119	0.0120	0.0122	0.0123	0.0124
0.9	0.0126	0.0127	0.0129	0.0130	0.0132	0.0133	0.0135	0.0136	0.0137	0.0139

注:查取示例:当 $\Delta z' = 0.65$ 时,由上表查得 $\Delta W' = 0.0091$ 。

21.2 锥齿轮精度(摘自 GB/T 11365—1998)

表 21-22 锥齿轮第 II 公差组精度等级与圆周速度的关系

第 II 公差组精度等级		7	8	9	第 II 公差组精度等级		7	8	9
类 别	齿面硬度	平均直径处圆周速度/(m/s) ≤			类 别	齿面硬度	平均直径处圆周速度/(m/s) ≤		
直 齿	≤350HBS	7	4	3	非直齿	≤350HBS	16	9	6
	>350HBS	6	3	2.5		>350HBS	13	7	5

注:1. 锥齿轮精度应根据传动用途、使用条件、传递功率、圆周速度以及其他技术要求决定。本表为第 II 公差组精度等级与圆周速度之间的关系。

2. 本表不属 GB/T11365—1989,仅供参考。

表 21-23 锥齿轮和齿轮副的公差组及各检验组的应用

公差组	公差与极限偏差项目			检验组	适用精度范围	
	名称	代号	数值			
I	齿轮	切向综合公差	F'_i	$F_p + 1.15f_c$	$\Delta F'_i$	4~8 级
		轴交角综合公差	$F''_{i\Sigma}$	$0.7F''_{i\Sigma c}$	$\Delta F''_{i\Sigma}$	7~12 级直齿, 9~12 级非直齿
		齿距累积公差	F_p	表 21-26	ΔF_p	7~8 级
		K 个齿距累积公差	F_{pK}		ΔF_p 与 ΔF_{pK}	4~6 级
		齿圈跳动公差	F_r	表 21-26	ΔF_r	7~12 级, 对 7, 8 级 $d_m^{(1)} > 1600\text{mm}$
	齿轮副	齿轮副切向综合公差	F'_{ic}	$F'_{i1} + F'_{i2}^{(2)}$	ΔF_{ic}	4~8 级
齿轮副轴交角综合公差		$F''_{i\Sigma c}$	表 21-26	$\Delta F''_{i\Sigma c}$	7~12 级直齿, 9~12 级非直齿	
齿轮副侧隙变动公差		F_{vj}		$\Delta F''_{vj}$	9~12 级	
II	齿轮	一齿切向综合公差	f'_i	$0.8(f_{pt} + 1.15f_c)$	$\Delta f'_i$	4~8 级
		一齿轴交角综合公差	$f''_{i\Sigma}$	$0.7f''_{i\Sigma c}$	$\Delta f''_{i\Sigma}$	7~12 级直齿, 9~12 级非直齿
		周期误差的公差	f'_{zK}	表 21-29	$\Delta f'_{zK}$	4~8 级, 纵向重合度 $\epsilon_\beta >$ 界限值 ^③
		齿距极限偏差	$\pm f_{pt}$	表 21-27	Δf_{pt}	7~12 级
		齿形相对误差的公差	f_c		Δf_{pt} 与 Δf_c	4~6 级
	齿轮副	齿轮副一齿切向综合公差	f'_{ic}	$f_{i1} + f_{i2}$	$\Delta f'_{ic}$	4~8 级
		齿轮副一齿轴交角综合公差	$f''_{i\Sigma c}$	表 21-27	$\Delta f''_{i\Sigma c}$	7~12 级直齿, 9~12 级非直齿
		齿轮副周期误差的公差	f'_{zKc}	表 21-29	$\Delta f'_{zKc}$	4~8 级, 纵向重合度 $\epsilon_\beta >$ 界限值 ^③
		齿轮副齿频周期误差的公差	f'_{zkc}	表 21-31	$\Delta f'_{zkc}$	4~8 级, 纵向重合度 $\epsilon_\beta <$ 界限值 ^③
		接触斑点		表 21-28	接触斑点	4~12 级
安装精度	齿轮副	齿圈轴向位移极限偏差	$\pm f_{AM}^{(4)}$	表 21-30	$\Delta f_{AM}, \Delta f_a$ 和 ΔE_Σ	4~12 级。当齿轮副安装在实际装置上时检验
		齿轮副轴间距极限偏差	$\pm f_a^{(4)}$			
		齿轮副轴交角极限偏差	$\pm E_\Sigma$			

注: ① d_m 为中点分度圆直径。

② 当两齿轮的齿数比为不大于 3 的整数且采用选配时, 应将 F'_{ic} 值压缩 25% 或更多。

③ ϵ_β 的界限值, 对第 III 公差组精度等级 4~5 级, ϵ_β 为 1.35; 6~7 级, ϵ_β 为 1.55; 8 级, ϵ_β 为 2.0。


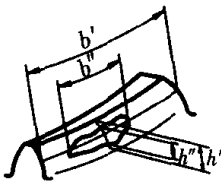
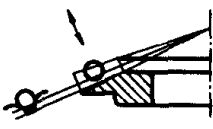
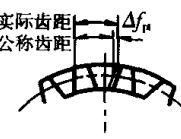
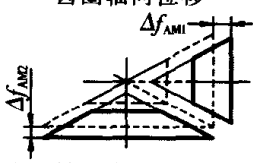
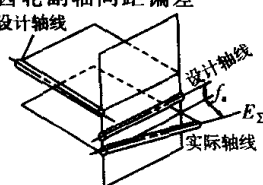
④ $\pm f_{AM}$ 属第 II 公差组, $\pm f_a$ 属第 III 公差组。

表 21-24 推荐的锥齿轮和齿轮副的检验项目

类别	锥 齿 轮			齿 轮 副			安装精度	
	7	8	9	7	8	9		
公差组	I	F_p 或 F_r		F_r	$F''_{i\Sigma c}$		$\pm f_{AM}, \pm f_a$ $\pm E_\Sigma$	
	II	$\pm f_{pt}$			$f''_{i\Sigma c}$			
	III	接触斑点						
侧 隙	E_{ss}, E_{si}			j_{min}				
齿坯公差	外径尺寸极限偏差及轴孔尺寸公差; 齿坯顶锥母线跳动和基准端面跳动公差; 齿坯轮冠距和顶锥角极限偏差							

注: 本表不属 GB/T11365-1989, 仅供参考。

表 21-25 推荐的锥齿轮及齿轮副检验项目的名称、代号和定义

名称	代号	定义	名称	代号	定义
齿距累积误差 	ΔF_p	在中点分度圆 ^① 上,任意两个同侧齿面间的实际弧长与公称弧长之差的最大绝对值	齿厚偏差 齿厚极限偏差 上偏差 下偏差 公差	ΔE_s E_{sn} E_{si} T_s	齿宽中点法向弦齿厚的实际值与公称值之差
齿距累积公差	F_p		接触斑点 		安装好的齿轮副(或被测齿轮与测量齿轮)在轻微力的制动下运转后,齿面上得到的接触痕迹。 接触斑点包括形状、位置、大小三方面的要求。 接触痕迹的大小按百分比确定: 沿齿长方向——接触痕迹长度 b'' 与工作长度 b' 之比的百分数,即 $(b''/b') \times 100\%$; 沿齿高方向——接触痕迹高度 h'' 与接触痕迹中部的工作高度 h' 之比的百分数,即 $(h''/h') \times 100\%$
齿圈跳动 	ΔF_r	齿轮一转范围内,测头在齿槽内与齿面中部双面接触时,沿分锥法向相对齿轮轴线的最大变动量			
齿圈跳动公差	F_r				
齿距偏差 实际齿距 公称齿距 	Δf_{pt}	在中点分度圆 ^① 上,实际齿距与公称齿距之差	齿圈轴向位移 	Δf_{AM}	齿轮装配后,齿圈相对于滚动检查机上确定的最佳啮合位置的轴向位移量
齿距极限偏差 上偏差 下偏差	$+f_{pt}$ $-f_{pt}$		齿圈轴向位移极限偏差 上偏差 下偏差	$+f_{AM}$ $-f_{AM}$	
齿轮副轴交角综合误差	$\Delta F'_{i\Sigma c}$	齿轮副在分锥顶点重合条件下双面啮合时,在转动的整周期 ^② 内,轴交角的最大变动量。以齿宽中点处线值计	齿轮副轴间距偏差 设计轴线  实际轴线	Δf_a	齿轮副实际轴间距与公称轴间距之差
齿轮副轴交角综合公差	$F'_{i\Sigma c}$		齿轮副轴间距极限偏差 上偏差 下偏差	$+f_a$ $-f_a$	
齿轮副一齿轴交角综合误差	$\Delta f'_{i\Sigma c}$	齿轮副在分锥顶点重合条件下双面啮合时,在一齿距角内,轴交角的最大变动量。在整周期 ^② 内取值,以齿宽中点处线值计			
齿轮副一齿轴交角综合公差	$f'_{i\Sigma c}$				
齿轮副侧隙变动量	ΔF_{vj}	齿轮副按规定的位置安装后,在转动的整周期 ^② 内,法向侧隙的最大值与最小值之差	齿轮副轴交角偏差 齿轮副轴交角极限偏差 上偏差 下偏差	ΔE_Σ $+E_\Sigma$ $-E_\Sigma$	齿轮副实际轴交角与公称轴交角之差。以齿宽中点处线值计
齿轮副侧隙变动公差	F_{vj}				

注:①允许在齿面中部测量。

②齿轮副转动整周期按 $n_2 = z_1/x$ 计算(n_2 为大轮转数; z_1 为小轮齿数; x 为大、小轮齿数的最大公约数)。

表 21-26 锥齿轮的 F_p 、 F_{pk} 、 F_r 和齿轮副的 $F''_{i\Sigma c}$ 、 F_{vj} 值

齿距累积公差 F_p 和 K 个齿距累积公差 F_{pk} ①							中点分度 圆直径		中点法向 模数 mm	齿圈跳动公差 F_r				齿轮副轴交角 综合公差 $F''_{i\Sigma c}$				侧隙变动 公差 F_{vj} ②	
L/mm		精度等级					大于	到		精度等级									
大于	到	6	7	8	9	10				7	8	9	10	7	8	9	10	9	10
—	11.2	11	16	22	32	45	—	125	1~3.5	36	45	56	71	67	85	110	130	75	90
		>3.5~6.3	40	50	63	80			75	95	120	150	80	100					
		>6.3~10	45	56	71	90			85	105	130	170	90	120					
		>10~16	50	63	80	100			100	120	150	190	105	130					
11.2	20	16	22	32	45	63	—	125	1~3.5	50	63	80	100	100	125	160	190	110	140
		>3.5~6.3	56	71	90	112			105	130	170	200	120	150					
		>6.3~10	63	80	100	125			120	150	180	220	130	160					
		>10~16	71	90	112	140			130	160	200	250	140	170					
20	32	20	28	40	56	80	125	400	1~3.5	63	80	100	125	130	160	200	260	140	180
		>3.5~6.3	71	90	112	140			140	170	220	280	150	190					
		>6.3~10	80	100	125	160			150	190	240	300	160	200					
		>10~16	90	112	140	180			160	200	260	320	180	220					
32	50	22	32	45	63	90	400	800	1~3.5	80	100	125	160	160	200	260	320	180	220
		>3.5~6.3	90	112	140	180			170	220	280	350	190	240					
		>6.3~10	100	125	160	200			180	230	290	360	200	250					
		>10~16	112	140	180	220			190	240	300	370	210	260					
50	80	25	36	50	71	100	800	1600	1~3.5	—	—	—	—	150	180	240	280	—	—
		>3.5~6.3	—	—	—	—			160	200	250	320	170	220					
		>6.3~10	—	—	—	—			180	220	280	360	200	250					
		>10~16	—	—	—	—			200	250	320	400	220	270					
80	160	32	45	63	90	125	800	1600	1~3.5	—	—	—	—	150	180	240	280	—	—
		>3.5~6.3	—	—	—	—			160	200	250	320	170	220					
		>6.3~10	—	—	—	—			180	220	280	360	200	250					
		>10~16	—	—	—	—			200	250	320	400	220	270					
160	315	45	63	90	125	180	800	1600	1~3.5	—	—	—	—	150	180	240	280	—	—
		>3.5~6.3	—	—	—	—			160	200	250	320	170	220					
		>6.3~10	—	—	—	—			180	220	280	360	200	250					
		>10~16	—	—	—	—			200	250	320	400	220	270					
315	630	63	90	125	180	250	800	1600	1~3.5	—	—	—	—	150	180	240	280	—	—
		>3.5~6.3	—	—	—	—			160	200	250	320	170	220					
		>6.3~10	—	—	—	—			180	220	280	360	200	250					
		>10~16	—	—	—	—			200	250	320	400	220	270					
630	1000	80	112	160	224	315	800	1600	1~3.5	—	—	—	—	150	180	240	280	—	—
		>3.5~6.3	—	—	—	—			160	200	250	320	170	220					
		>6.3~10	—	—	—	—			180	220	280	360	200	250					
		>10~16	—	—	—	—			200	250	320	400	220	270					
1000	1600	100	140	200	280	400	800	1600	1~3.5	—	—	—	—	150	180	240	280	—	—
		>3.5~6.3	—	—	—	—			160	200	250	320	170	220					
		>6.3~10	—	—	—	—			180	220	280	360	200	250					
		>10~16	—	—	—	—			200	250	320	400	220	270					
1600	2500	112	160	224	315	450	800	1600	1~3.5	—	—	—	—	150	180	240	280	—	—
		>3.5~6.3	—	—	—	—			160	200	250	320	170	220					
		>6.3~10	—	—	—	—			180	220	280	360	200	250					
		>10~16	—	—	—	—			200	250	320	400	220	270					

注：① F_p 和 F_{pk} 按中点分度圆弧长 L 查表。查 F_p 时，取 $L = \frac{1}{2} \pi d = \frac{\pi m_n z}{2 \cos \beta}$ ；查 F_{pk} 时，取 $L = \frac{K \pi m_n}{\cos \beta}$ （没有特殊要求时， K 值取 $z/6$ 或最接近的整数）。

② F_{vj} 取大小轮中点分度圆直径之和的一半作为查表直径。对于齿数比为整数且不大于 3(1.2、3) 的齿轮副，当采用选配时，可将 F_{vj} 值缩小 25% 或更多。

表 21-27 锥齿轮的 f_{pt} 、 f_c 和齿轮副的 $f''_{i\Sigma c}$ 值

中点分度圆 直径 mm		中点法向 模数 mm	齿距极限偏差 $\pm f_{pt}$					齿形相对误差的 公差 f_c			齿轮副—齿轴交综合 公差 $f''_{i\Sigma c}$			
大于	到		精度等级											
			6	7	8	9	10	6	7	8	7	8	9	10
—	125	1~3.5	10	14	20	28	40	5	8	10	28	40	53	67
		>3.5~6.3	13	18	25	36	50	6	9	13	36	50	60	75
		>6.3~10	14	20	28	40	56	8	11	17	40	56	71	90
		>10~16	17	24	34	48	67	10	15	22	48	67	85	105
125	400	1~3.5	11	16	22	32	45	7	9	13	32	45	60	75
		>3.5~6.3	14	20	28	40	56	8	11	15	40	56	67	80
		>6.3~10	16	22	32	45	63	9	13	19	45	63	80	100
		>10~16	18	25	36	50	71	11	17	25	50	71	90	120
400	800	1~3.5	13	18	25	36	50	9	12	18	36	50	67	80
		>3.5~6.3	14	20	28	40	56	10	14	20	40	56	75	90
		>6.3~10	18	25	36	50	71	11	16	24	50	71	85	105
		>10~16	20	28	40	56	80	13	20	30	56	80	100	130
800	1600	1~3.5	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
		>3.5~6.3	16	22	32	45	63	13	19	28	45	63	80	105
		>6.3~10	18	25	36	50	71	14	21	32	50	71	90	120
		>10~16	20	28	40	56	80	16	25	38	56	80	110	140

表 21-28 接触斑点

精度等级	6、7	8、9	10	对齿面修形的齿轮，在齿面大端、小端和齿顶边缘处不允许出现接触斑点；对齿面不修形的齿轮，其接触斑点大小不小于表中平均值
沿齿长方向(%)	50~70	35~65	25~55	
沿齿高方向(%)	55~75	40~70	30~60	

表 21-29 周期误差的公差 f'_{zk} 值(齿轮副周期误差的公差 f'_{zkc} 值)

精度等级	中点分度圆直径/mm		中点法向模数 mm	齿轮在一转(齿轮副在大轮一转)内的周期数								
	大于	到		2	>4	>8	>16	>32	>63	>125	>250	>500
				~4	~8	~16	~32	~63	~125	~250	~500	>500
6	—	125	1~6.3	11	8	6	4.8	3.8	3.2	3	2.6	2.5
			>6.3~10	13	9.5	7.1	5.6	4.5	3.8	3.4	3	2.8
	125	400	1~6.3	16	11	8.5	6.7	5.6	4.8	4.2	3.8	3.6
			>6.3~10	18	13	10	7.5	6	5.3	4.5	4.2	4
400	800	1~6.3	21	15	11	9	7.1	6	5.3	5	4.8	
		>6.3~10	22	17	12	9.5	7.5	6.7	6	5.3	5	
800	1600	1~6.3	24	17	15	10	8	7.5	7	6.3	5.6	
		>6.3~10	27	20	15	12	9.5	8	7.1	6.7	6.3	
7	—	125	1~6.3	17	13	10	8	6	5.3	4.5	4.2	4
			>6.3~10	21	15	11	9	7.1	6	5.3	5	4.5
	125	400	1~6.3	25	18	13	10	9	7.5	6.7	6	5.6
			>6.3~10	28	20	16	12	10	8	7.5	6.7	6.3
400	800	1~6.3	32	24	18	14	11	10	8.5	8	7.5	
		>6.3~10	36	26	19	15	12	10	9.5	8.5	8	
800	1600	1~6.3	36	26	20	16	13	11	10	8.5	8	
		>6.3~10	42	30	22	18	15	12	11	10	9.5	
8	—	125	1~6.3	25	18	13	10	8.5	7.5	6.7	6	5.6
			>6.3~10	28	21	16	12	10	8.5	7.5	7	6.7
	125	400	1~6.3	36	26	19	15	12	10	9	8.5	8
			>6.3~10	40	30	22	17	14	12	10.5	10	8.5
400	800	1~6.3	45	32	25	19	16	13	12	11	10	
		>6.3~10	50	36	28	21	17	15	13	12	11	
800	1600	1~6.3	53	38	28	22	18	15	14	12	11	
		>6.3~10	63	44	32	26	22	18	16	14	13	

表 21-30 齿圈轴向位移极限偏差 $\pm f_{AM}$ 值

中点锥距 mm		分锥角 (°)		精度等级																			
				6				7				8				9				10			
				中点法向模数/mm																			
大于	到	大于	到	1 ~3.5	>3.5 ~6.3	>6.3 ~10	>10 ~16	1 ~3.5	>3.5 ~6.3	>6.3 ~10	>10 ~16	1 ~3.5	>3.5 ~6.3	>6.3 ~10	>10 ~16	1 ~3.5	>3.5 ~6.3	>6.3 ~10	>10 ~16	1 ~3.5	>3.5 ~6.3	>6.3 ~10	>10 ~16
—	50	—	20	14	8	—	—	20	11	—	—	28	16	—	—	40	22	—	—	56	32	—	—
		20	45	12	6.7	—	—	17	9.5	—	—	24	13	—	—	34	19	—	—	48	26	—	—
		45	—	5	2.8	—	—	71	4	—	—	10	5.6	—	—	14	8	—	—	20	11	—	—
50	100	—	20	48	26	17	13	67	38	24	18	95	53	34	26	140	75	50	38	190	105	71	50
		20	45	40	22	15	11	56	32	21	16	80	45	30	22	120	63	42	30	160	90	60	45
		45	—	17	9.5	6	4.5	24	13	8.5	6.7	34	17	12	9	48	26	17	13	67	38	24	18
100	200	—	20	105	60	38	28	150	80	53	40	200	120	75	56	300	160	105	80	420	240	150	110
		20	45	90	50	32	24	130	71	45	34	180	100	63	48	260	140	90	67	360	190	130	95
		45	—	38	21	13	10	53	30	19	14	75	40	26	20	105	60	38	28	150	80	53	40
200	400	—	20	240	130	85	60	340	180	120	85	480	250	170	120	670	360	240	170	950	500	320	240
		20	45	200	105	71	50	280	150	100	71	400	210	140	100	560	300	200	150	800	420	280	200
		45	—	85	45	30	21	120	63	40	30	170	90	60	42	240	130	85	60	340	180	120	85
400	800	—	20	530	280	180	130	750	400	250	180	1050	560	360	260	1500	800	500	380	2100	1100	710	500
		20	45	450	240	150	110	630	340	210	160	900	480	300	220	1300	670	440	300	1700	950	600	440
		45	—	190	100	63	45	270	140	90	67	380	200	125	90	530	280	180	130	750	400	250	180
800	1600	—	20	—	—	380	280	—	—	560	400	—	—	750	560	—	—	1100	800	—	—	1500	1100
		20	45	—	—	—	240	—	—	—	340	—	—	—	480	—	—	—	670	—	—	—	950
		45	—	—	—	—	100	—	—	—	140	—	—	—	200	—	—	—	280	—	—	—	400

注:表中数值用于 $\alpha=20^\circ$ 的非修形齿轮。对修形齿轮,允许采用低一级的 $\pm f_{AM}$ 值;当 $\alpha \neq 20^\circ$ 时,表中数值乘 $\sin 20^\circ / \sin \alpha$ 。

表 21-31 锥齿轮副的 f'_{zrc} 、 $\pm E_{\Sigma}$ 、 $\pm f_a$ 值

齿轮副齿频周期误差的公差 f'_{zrc} ①				轴交角极限偏差 $\pm E_{\Sigma}$ ②						轴间距极限偏差 $\pm f_a$ ③							
大轮齿数	中点法向模数 mm	精度等组			中点锥距 mm	小轮分锥角 / (°)	最小法向侧隙种类					中点锥距 mm	精度等级				
		6	7	8			h, e	d	c	b	a		6	7	8	9	10
≤16	1~3.5	10	15	22	≤50	≤15	7.5	11	18	30	45	≤50	12	18	28	36	67
	>3.5~6.3	12	18	28		>15~25	10	16	26	42	63						
	>6.3~10	14	22	32		>25	12	19	30	50	80						
>16~32	1~3.5	10	16	24	>50~100	≤15	10	16	26	42	63	>50~100	15	20	30	45	75
	>3.5~6.3	13	19	28		>15~25	12	19	30	50	80						
	>6.3~10	16	24	34		>25	15	22	32	60	95						
	>10~16	19	28	24													
>32~63	1~3.5	11	17	24	>100~200	≤15	12	19	30	50	80	>100~200	18	25	36	55	90
	>3.5~6.3	14	20	30		>15~25	17	26	45	71	110						
	>6.3~10	17	24	36		>25	20	32	50	80	125						
	>10~16	20	30	45													
>63~125	1~3.5	12	18	25	>200~400	≤15	15	22	32	60	95	>200~400	25	30	45	75	120
	>3.5~6.3	15	22	32		>15~25	24	36	56	90	140						
	>6.3~10	18	26	38		>25	26	40	63	100	160						
	>10~16	22	34	48													
>125~250	1~3.5	13	19	28	>400~800	≤15	20	32	50	80	125	>400~800	30	36	60	90	150
	>3.5~6.3	16	24	34		>15~25	28	45	71	110	180						
	>6.3~10	19	30	42		>25	34	56	85	140	220						
	>10~16	24	36	53													
>250~500	1~3.5	14	21	30	>800~1600	≤15	26	40	63	100	160	>800~1600	40	50	85	130	120
	>3.5~6.3	18	28	40		>15~25	40	63	100	160	250						
	>6.3~10	22	34	48		>25	53	85	130	210	320						
	>10~16	28	42	60													

注：① f'_{zrc} 用于 $\epsilon_{\beta c} \leq 0.45$ 的齿轮副。当 $\epsilon_{\beta c} > 0.45 \sim 0.58$ 时，表中数值乘 0.6；当 $\epsilon_{\beta c} > 0.58 \sim 0.67$ 时，表中数值乘 0.4；当 $\epsilon_{\beta c} > 0.67$ 时，表中数值乘 0.3。其中 $\epsilon_{\beta c}$ = 纵向重合度 × 齿长方向接触斑点大小百分比的平均值。

② E_{Σ} 值的公差带位置相对于零线可以不对称或取在一侧，适用于 $\alpha = 20^\circ$ 的正交齿轮副。

③ f_a 值用于无纵向修形的齿轮副。对纵向修形齿轮副允许采用低一级的 $\pm f_a$ 值。

表 21-32 齿轮副侧隙

	<p>本标准规定齿轮副最小法向侧隙种类为 6 种：a、b、c、d、e 和 h。最小法向侧隙值以 a 为最大，h 为零，如下图所示：</p>
最小法向侧隙种类	
最大法向侧隙 j_{nmax} 计算公式	$j_{nmax} = (E_{s1} + E_{s2} + T_{s1} + T_{s2} + E_{s\Delta 1} + E_{s\Delta 2}) \cos \alpha_n$
法向侧隙公差	本标准规定齿轮副的法向侧隙公差种类为 5 种：A、B、C、D 和 H。法向侧隙公差种类与精度等级有关

表 21-33 最小法向侧隙 j_{\min} 值

中点锥距 mm		小轮分锥角 (°)		最小法向侧隙种类					
大于	到	大于	到	h	e	d	c	b	a
—	50	—	15	0	15	22	36	58	90
		15	25	0	21	33	52	84	130
		25	—	0	25	39	62	100	160
50	100	—	15	0	21	33	52	84	130
		15	25	0	25	39	62	100	160
		25	—	0	30	46	74	120	190
100	200	—	15	0	25	39	62	100	160
		15	25	0	35	54	87	140	220
		25	—	0	40	63	100	160	250
200	400	—	15	0	30	46	74	120	190
		15	25	0	46	72	115	185	290
		25	—	0	52	81	130	210	320
400	800	—	15	0	40	63	100	160	250
		15	25	0	57	89	140	230	360
		25	—	0	70	110	175	280	440
800	1600	—	15	0	52	81	130	210	320
		15	25	0	80	125	200	320	500
		25	—	0	105	165	260	420	660
1600	—	—	15	0	70	110	175	280	440
		15	25	0	125	195	310	500	780
		25	—	0	175	280	440	710	1100

注：正交齿轮副按中点锥距 R 查表。非正交齿轮副按下式算出的 R' 查表： $R' = R(\sin 2\delta_1 + \sin 2\delta_2)/2$ 式中， δ_1 和 δ_2 为大、小轮分锥角。

表 21-34 齿厚公差 T_f 值

齿圈跳动公差 F_r		法向侧隙公差种类				
大于	到	H	D	C	B	A
—	8	21	25	30	40	52
8	10	22	28	34	45	55
10	12	24	30	36	48	60
12	16	26	32	40	52	65
16	20	28	36	45	58	75
20	25	32	42	52	65	85
25	32	38	48	60	75	95
32	40	42	55	70	85	110
40	50	50	65	80	100	130
50	60	60	75	95	120	150
60	80	70	90	110	130	180
80	100	90	110	140	170	220
100	125	110	130	170	200	260
125	160	130	160	200	250	320
160	200	160	200	260	320	400
200	250	200	250	320	380	500
250	320	240	300	400	480	630
320	400	300	380	500	600	750
400	500	380	480	600	750	950
500	630	450	500	750	950	1180

表 21-35 最大法向侧隙 (j_{\max}) 的制造误差补偿部分 $E_s \Delta$ 值

第 II 公差组 精度等级	中点法向模数 mm	中点分度圆直径/mm											
		≤125			>125~400			>400~800			>800~1600		
		分锥角/(°)											
		≤20	>20~45	>45	≤20	>20~45	>45	≤20	>20~45	>45	≤20	>20~45	>45
6	1~3.5	18	18	20	25	28	28	32	45	40	—	—	—
	>3.5~6.3	20	20	22	28	28	28	34	50	40	67	75	72
	>6.3~10	22	22	25	32	32	30	36	50	45	72	80	75
	>10~16	25	25	28	32	34	32	45	55	50	72	90	75
7	1~3.5	20	20	22	28	32	30	36	50	45	—	—	—
	>3.5~6.3	22	22	25	32	32	30	38	55	45	75	85	80
	>6.3~10	25	25	28	36	36	34	40	55	50	80	90	85
	>10~16	28	28	30	36	38	36	48	60	55	80	100	85
8	1~3.5	22	22	24	30	36	32	40	55	50	—	—	—
	>3.5~6.3	24	24	28	36	36	32	42	60	50	80	90	85
	>6.3~10	28	28	30	40	40	38	45	60	55	85	100	95
	>10~16	30	30	32	40	42	40	55	65	60	85	110	95
9	1~3.5	24	24	25	32	38	36	45	65	55	—	—	—
	>3.5~6.3	25	25	30	38	38	36	45	65	55	90	100	95
	>6.3~10	30	30	32	45	45	40	48	65	60	95	110	100
	>10~16	32	32	36	45	45	45	48	70	65	95	120	100
10	1~3.5	25	25	28	36	42	40	48	65	60	—	—	—
	>3.5~6.3	28	28	32	42	42	40	50	70	60	95	110	105
	>6.3~10	32	32	36	48	48	45	50	70	65	105	115	110
	>10~16	36	36	40	48	50	48	60	80	70	105	130	110

表 21-36 齿厚上偏差 E_{ss} 值

基本值												系数						
中点法 向模数 mm	中点分度圆直径/mm											最小法向 侧隙种类	第 II 公差组精度等级					
	≤125			>125~400			>400~800			>800~1600			6	7	8	9	10	
	分锥角/(°)											h	0.9	1.0	-	-	-	
1~3.5	≤20	>20 ~45	>45	≤20	>20 ~45	>45	≤20	>20 ~45	>45	≤20	>20 ~45	>45	d	1.8	2.0	2.2	-	-
>3.5~6.3	-20	-20	-22	-28	-32	-30	-36	-50	-45	-	-	-	c	2.4	2.7	3.0	3.2	-
>6.3~10	-25	-25	-28	-36	-36	-34	-40	-55	-50	-80	-90	-85	b	3.4	3.8	4.2	4.6	4.9
>10~16	-28	-28	-30	-36	-38	-36	-48	-60	-55	-80	-100	-85	a	5.0	5.5	6.0	6.6	7.0

注: 1. 各最小法向侧隙种类和各精度等级齿轮的 E_{ss} 值, 由基本值栏查出的数值乘以系数得出。

2. 当轴交角公差带相对零线不对称时, E_{ss} 数值修正如下:

增大轴交角上偏差时, E_{ss} 加上 $(E_{\Sigma s} - |E_{\Sigma i}|) \tan \alpha$

减小轴交角上偏差时, E_{ss} 减去 $(|E_{\Sigma i}| - |E_{\Sigma s}|) \tan \alpha$

式中: $E_{\Sigma s}$ —修改后的轴交角上偏差; $E_{\Sigma i}$ —修改后的轴交角下偏差; E_{Σ} —表 21-31 中数值; α —齿形角。

3. 允许把大、小轮齿厚上偏差 ($E_{ss1} \cdot E_{ss2}$) 之和, 重新分配在两个齿轮上。

表 21-37 齿坯公差值

齿坯尺寸公差						齿坯轮冠距和顶锥角极限偏差					
精度等级	6	7	8	9	10	中点法向模数/mm	≤1.2	>1.2~10	>10		
轴径尺寸公差	IT5	IT6		IT7		轮冠距极限偏差/ μm	0	0	0		
孔径尺寸公差	IT6	IT7		IT8			-50	-75	-100		
外径尺寸极限偏差	0			0		顶锥角极限偏差/(')	+15	+8	+8		
	-IT8			-IT9			0	0	0		
齿坯顶锥母线跳动公差/ μm						基准端面跳动公差/ μm					
精度等级	6	7	8	9	10	精度等级	6	7	8	9	10
外 径 mm	≤30	15	25	50		基 准 端 面 直 径 mm	≤30	6	10	15	
	>30~50	20	30	60			>30~50	8	12	20	
	>50~120	25	40	80			>50~120	10	15	25	
	>120~250	30	50	100			>120~250	12	20	30	
	>250~500	40	60	120			>250~500	15	25	40	
	>500~800	50	80	150			>500~800	20	30	50	
	>800~1250	60	100	200			>800~1250	25	40	60	
	>1250~2000	80	120	250			>1250~2000	30	50	80	

注: 1. 当三个公差组精度等级不同时, 公差值按最高的精度等级查取。

2. 齿轮的表面粗糙度值可参考表 21-17。

3. IT5~IT9 值见表 20-3。

表 21-38 图样标注

齿轮精度等级与公差	图样标注
齿轮的三个公差组精度同为 7 级, 最小法向侧隙种类为 b, 法向侧隙公差种类为 B	7b GB/T 11365
齿轮的第 I 公差组精度为 8 级, 第 II、III 公差组精度为 7 级, 最小法向侧隙种类为 c, 法向侧隙公差种类为 B	<p>8 7 7 c B GB/T 11365</p> <p>—— 法向侧隙公差种类 —— 最小法向侧隙种类 —— 第 III 公差组的精度等级 —— 第 II 公差组的精度等级 —— 第 I 公差组的精度等级</p>

表 21-39 非变位直齿圆柱、锥齿轮分度圆上弦齿厚及弦齿高 ($\alpha_0 = 20^\circ, h_a^* = 1$)

弦齿厚 $S_x = K_1 m$; 弦齿高 $h_x^* = K_2 m$											
齿数 z	K_1	K_2	齿数 z	K_1	K_2	齿数 z	K_1	K_2	齿数 z	K_1	K_2
10	1.5643	1.0616	41		1.0150	73		1.0085	106		1.0058
11	1.5655	1.0560	42	1.5704	1.0147	74	1.5707	1.0084	107		1.0058
12	1.5663	1.0514	43		1.0143	75		1.0083	108	1.5707	1.0057
13	1.5670	1.0474	44		1.0140	76		1.0081	109		1.0057
14	1.5675	1.0440	45		1.0137	77		1.0080	110		1.0056
15	1.5679	1.0411	46		1.0134	78	1.5707	1.0079	111		1.0056
16	1.5683	1.0385	47		1.0131	79		1.0078	112		1.0055
17	1.5686	1.0362	48	1.5705	1.0128	80		1.0077	113	1.5707	1.0055
18	1.5688	1.0342	49		1.0126	81		1.0076	114		1.0054
19	1.5690	1.0324	50		1.0123	82		1.0075	115		1.0054
20	1.5692	1.0308	51		1.0121	83	1.5707	1.0074	116		1.0053
21	1.5694	1.0294	52		1.0119	84		1.0074	117		1.0053
22	1.5695	1.0281	53		1.0117	85		1.0073	118	1.5707	1.0053
23	1.5696	1.0268	54	1.5706	1.0114	86		1.0072	119		1.0052
24	1.5697	1.0257	55		1.0112	87		1.0071	120		1.0052
25		1.0247	56		1.0110	88	1.5707	1.0070	121		1.0051
26	1.5698	1.0237	57		1.0108	89		1.0069	122		1.0051
27		1.0228	58	1.5706	1.0106	90		1.0068	123	1.5707	1.0050
28	1.5699	1.0220	59		1.0105	91		1.0068	124		1.0050
29		1.0213	60		1.0102	92	1.5707	1.0067	125		1.0049
30		1.0205	61		1.0101	93		1.0067	126		1.0049
31	1.5701	1.0199	62		1.0100	94		1.0066	127		1.0049
32		1.0193	63	1.5706	1.0098	95		1.0065	128	1.5707	1.0048
33		1.0187	64		1.0097	96		1.0064	129		1.0048
34	1.5702	1.0181	65		1.0095	97	1.5707	1.0064	130		1.0047
35		1.0176	66		1.0094	98		1.0063	131		1.0047
36		1.0171	67	1.5706	1.0092	99		1.0062	132		1.0047
37	1.5703	1.0167	68		1.0091	100		1.0061	133	1.5708	1.0047
38		1.0162	69		1.0090	101		1.0061	134		1.0046
39	1.5704	1.0158	70	1.5707	1.0088	102		1.0060	135		1.0046
40		1.0154	71		1.0087	103	1.5707	1.0060	140		1.0044
			72	1.5707	1.0086	104		1.0059	145	1.5708	1.0042
						105		1.0059	150		1.0041
									齿条		1.0000

注: 1. 对于斜齿圆柱齿轮和锥齿轮, 使用本表时, 应以当量齿数 z_d 代替 z 。斜齿轮: $z_d = z / \cos^3 \beta$; 锥齿轮: $z_d = z / \cos \varphi$ 。 z_d 非整数时, 可用插值法求出。

2. 本表不属 GB/T11365-1989 和 GB/T10095-1988 内容。

21.3 圆柱蜗杆、蜗轮精度(摘自 GB/T 10089—1988)

表 21-40 蜗杆、蜗轮及其传动的公差组

公差组	蜗 杆		蜗 轮		传 动	
	公差及极限偏差项目					
	名 称	代 号	名 称	代 号	名 称	代 号
I	—	—	蜗轮切向综合公差	F'_i	蜗杆副的切向综合公差	F'_{ic}
			蜗轮径向综合公差	F''_i		
			蜗轮齿距累积公差	F_p		
			蜗轮 K 个齿距累积公差	F_{pk}		
			蜗轮齿圈径向跳动公差	F_r		
II	蜗杆一转螺旋线公差	f_h	蜗轮一齿切向综合公差	f'_i	蜗杆副的一齿切向综合公差	f'_{ic}
	蜗杆螺旋线公差	f_{hl}	蜗轮一齿径向综合公差	f''_i		
	蜗杆轴向齿距极限偏差	$\pm f_{px}$	蜗轮齿距极限偏差	$\pm f_{pt}$		
	蜗杆轴向齿距累积公差	f_{pxL}				
	蜗杆齿槽径向跳动公差	f_r				
III	蜗杆齿形公差	f_{ft}	蜗轮齿形公差	f_{fz}	接触斑点	
					蜗杆副的中心距极限偏差	$\pm f_a$
					蜗杆副的中间平面极限偏差	$\pm f_x$
					蜗杆副的轴交角极限偏差	$\pm f_{\Sigma}$

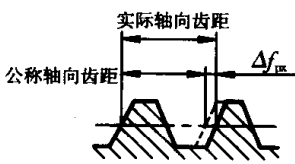
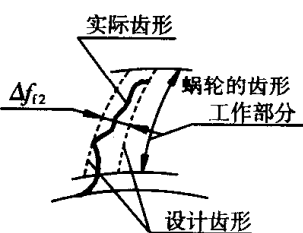
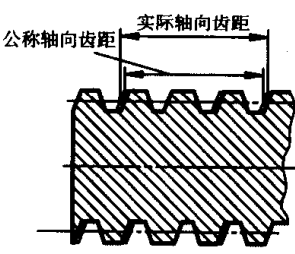
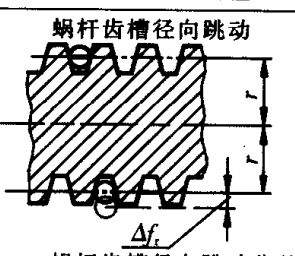
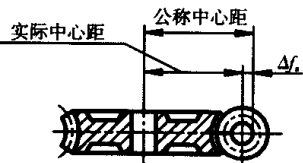
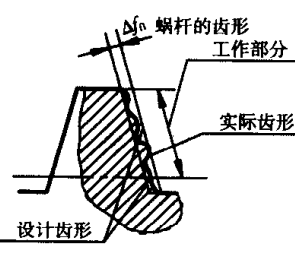
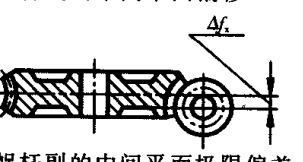
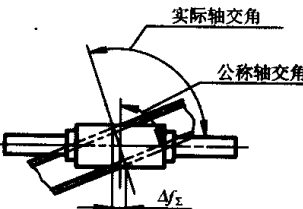
注:本标准对蜗杆、蜗轮和蜗杆传动规定 12 个精度等组,第 1 级的精度最高,第 12 级的精度最低。按照公差的特性对传动性能的主要保证作用,将蜗杆、蜗轮和蜗杆传动的公差(或极限偏差)分成三个公差组。

表 21-41 蜗杆传动的加工方法及应用范围

精度等级	7	8	9
蜗轮圆周速度	$\leq 7.5/(m/s)$	$\leq 3/(m/s)$	$\leq 1.5/(m/s)$
加工方法	蜗杆	渗碳淬火或淬火后磨削	淬火磨削或车削、铣削
	蜗轮	滚削或飞刀加工后珩磨(或加载配对跑合)	滚削或飞刀加工后加载配对跑合
应用范围	中等精度工业运转机构的动力传动。如机床进给、操纵机构,电梯曳引装置	每天工作时间不长的一般动力传动。如起重运输机械减速器,纺织机械传动装置	低速传动或手动机构。如舞台升降装置,塑料蜗杆传动

注:此表不属 GB/T 10089—1989,仅供参考。

表 21-42 蜗杆、蜗轮部分误差的定义和代号

名称	代号	定义	名称	代号	定义
蜗杆轴向齿距偏差  蜗杆轴向齿距极限偏差 上偏差 下偏差	Δf_{px} $+f_{px}$ $-f_{px}$	在蜗杆轴向截面上实际齿距与公称齿距之差	蜗轮齿形误差  蜗轮齿形公差	Δf_{f2} f_{f2}	在蜗轮轮齿给定截面上的齿形工作部分内,包容实际齿形且距离为最小的两条设计齿形间的法向距离。 当两条设计齿形线为非等距离曲线时,应在靠近齿体内的设计齿形线的法线上确定其两者间的法向距离
蜗杆轴向齿距累积误差  蜗杆轴向齿距累积公差	Δf_{pxl} f_{pxl}	在蜗杆轴向截面上的工作齿宽范围(两端不完整齿部分应除外)内,任意两个同侧面间实际轴向距离与公称轴向距离之差的绝对值	蜗轮齿厚偏差 蜗轮齿厚极限偏差 上偏差 下偏差 蜗轮齿厚公差	ΔE_{s2} E_{s2} E_{s2} T_{s2}	在蜗轮中间平面上,分离圆齿厚的实际值与公称值之差
蜗杆齿槽径向跳动  蜗杆齿槽径向跳动公差	Δf_r f_r	在蜗杆任意一转范围内,测头在齿槽内与齿高中部的齿面双面接触,其测头相对于蜗杆轴线的径向最大变动量	蜗杆副的中心距偏差  蜗杆副的中心距极限偏差 上偏差 下偏差	Δf_a $+f_a$ $-f_a$	在安装好的蜗杆副中间平面内,实际中心距与公称中心距之差
蜗杆齿形误差  蜗杆齿形公差	Δf_{fn} f_{fn}	在蜗杆轮齿给定截面上的齿形工作部分内,包容实际齿形且距离为最小的两条设计齿形间的法向距离。 当两条设计齿形线为非等距离的曲线时,应在靠近齿体内的设计齿形线的法线上确定其两者间的法向距离	蜗杆副的中间平面偏移  蜗杆副的中间平面极限偏差 上偏差 下偏差	Δf_x $+f_x$ $-f_x$	在安装好的蜗杆副中,蜗轮中间平面与传动中间平面之间的距离
蜗杆齿厚偏差 蜗杆齿厚极限偏差 上偏差 下偏差 蜗杆齿厚公差	ΔE_{s1} E_{s1} E_{s1} T_{s1}	在蜗杆分度圆柱上,法向齿厚的实际值与公称值之差	蜗杆副的轴交角偏差  蜗杆副的轴交角极限偏差 上偏差 下偏差	Δf_{Σ} $+f_{\Sigma}$ $-f_{\Sigma}$	在安装好的蜗杆副中,实际轴交角与公称轴交角之差。 偏差值按蜗轮齿宽确定,以其线性值计

注:推荐的检验项目中的 F_p 、 F_r 、 f_{pt} 、 j_{nmin} 和接触斑点的定义与圆柱齿轮类似,参考表 21-1。

表 21-43 推荐的蜗杆、蜗轮及其传动检验项目

类别		蜗 杆			蜗 轮			传 动
精度等级		7	8	9	7	8	9	
公差组	I	—			F_p		F_p 或 F_r	接触斑点 $\pm f_a, \pm f_x$ 和 $\pm f_\Sigma$
	II	$\pm f_{px}, f_{pxL}$ 与 f_r			$\pm f_{pt}$			
	III	f_{fl}			f_{f2}			
侧 隙		E_{ss1}, E_{si1}			E_{ss2}, E_{si2}			j_{nmin}
齿坯公差		蜗杆、蜗轮齿坯尺寸和形状公差, 基准面径向和端面跳动公差						

注: 1. 当接触斑点有要求时, f_{f2} 可不进行检验。

2. 本表不属 GB/T 10089—1988, 仅供参考。

表 21-44 蜗杆的公差和极限偏差 $f_h, f_{hl}, f_{px}, f_{pxL}, f_{fl}, f_r$ 值

名称代号	模数 m/mm	精度等级					名称代号	分度圆直径 d_1/mm	模数 m/mm	精度等级				
		6	7	8	9	10				6	7	8	9	10
蜗杆一转 螺旋线公差 f_h	1~3.5	11	14	—	—	—	蜗 杆 齿 槽 径 向 跳 动 公 差 f_r	≤ 10	1~3.5	11	14	20	28	40
	>3.5~6.3	14	20	—	—	—		>10~18	1~3.5	12	15	21	29	41
	>6.3~10	18	25	—	—	—		>18~31.5	1~6.3	12	16	22	30	42
	>10~16	24	32	—	—	—		>31.5~50	1~10	13	17	23	32	45
	>16~25	32	45	—	—	—		>50~80	1~16	14	18	25	36	48
蜗杆螺 旋线公差 f_{hl}	1~3.5	22	32	—	—	—		>80~125	1~16	16	20	28	40	56
	>3.5~6.3	28	40	—	—	—		>125~180	1~25	18	25	32	45	63
	>6.3~10	36	50	—	—	—		>180~250	1~25	22	28	40	53	75
	>10~16	45	63	—	—	—		>250~315	1~25	25	32	45	63	90
	>16~25	63	90	—	—	—		>315~400	1~25	28	36	53	71	100
蜗杆轴向齿 距极限偏差 $\pm f_{px}$	1~3.5	7.5	11	14	20	28								
	>3.5~6.3	9	14	20	25	36								
	>6.3~10	12	17	25	32	48								
	>10~16	16	22	32	46	63								
	>16~25	22	32	45	63	85								
蜗杆轴向齿 距累积公差 f_{pxL}	1~3.5	13	18	25	36	—								
	>3.5~6.3	16	24	34	48	—								
	>6.3~10	21	32	45	63	—								
	>10~16	28	40	56	80	—								
	>16~25	40	53	75	100	—								
蜗杆齿 形公差 f_{fl}	1~3.5	11	16	22	32	45								
	>3.5~6.3	14	22	32	45	60								
	>6.3~10	19	28	40	53	75								
	>10~16	25	36	53	75	100								
	>16~25	36	53	75	100	140								

注: 当基准蜗杆齿形角 α 不等于 120° 时, 本标准规定的 f_r 值乘以系数 $\sin 20^\circ / \sin \alpha$ 。

表 21-45 蜗轮的 $F_p, F_{pk}, \pm f_{pt}, f_{t2}$ 值

蜗轮齿距累积公差 F_p 和 K 个齿距累积公差 F_{pk}						分度圆 直径 d_2/mm	模数 m/mm	蜗轮齿距极限偏差 $\pm f_{pt}$					蜗轮齿形公差 f_{t2}				
分度圆弧长 L/mm	精度等级							精度等级					精度等级				
	6	7	8	9	10			6	7	8	9	10	6	7	8	9	10
≤ 11.2	11	16	22	32	45	≤ 125	1~3.5	10	14	20	28	40	8	11	14	22	36
$> 11.2 \sim 20$	16	22	32	45	63		$> 3.5 \sim 6.3$	13	18	25	36	50	10	14	20	32	50
$> 20 \sim 32$	20	28	40	56	80		$> 6.3 \sim 10$	14	20	28	40	56	12	17	22	36	56
$> 32 \sim 50$	22	32	45	63	90	$> 125 \sim 400$	1~3.5	11	16	22	32	45	9	13	18	28	45
$> 50 \sim 80$	25	36	50	71	100		$> 3.5 \sim 6.3$	14	20	28	40	56	11	16	22	36	56
							$> 6.3 \sim 10$	16	22	32	45	63	13	19	28	45	71
						$> 10 \sim 16$	18	25	36	50	71	16	22	32	50	80	
$> 80 \sim 160$	32	45	63	90	125	$> 400 \sim 800$	1~3.5	13	18	25	36	50	12	17	25	40	63
$> 160 \sim 315$	45	63	90	125	180		$> 3.5 \sim 6.3$	14	20	28	40	56	14	20	28	45	71
$> 315 \sim 630$	63	90	125	180	250		$> 6.3 \sim 10$	18	25	36	50	71	16	24	36	56	90
$> 630 \sim 1000$	80	112	160	224	315	$> 10 \sim 16$	20	28	40	56	80	18	26	40	63	100	
$> 1000 \sim 1600$	100	140	200	280	400	$> 16 \sim 25$	25	36	50	71	100	24	36	56	90	140	
$> 1600 \sim 2500$	112	160	224	315	450	$> 800 \sim 1600$	1~3.5	14	20	28	40	56	17	24	36	56	90
							$> 3.5 \sim 6.3$	16	22	32	45	63	18	28	40	63	100
							$> 6.3 \sim 10$	18	25	36	50	71	20	30	45	71	112
							$> 10 \sim 16$	20	28	40	56	80	22	34	50	80	125
						$> 16 \sim 25$	25	36	50	71	100	28	42	63	100	160	

注: 1. 查 F_p 时, 取 $L = \frac{1}{2} \pi d_2 = \frac{1}{2} \pi m z_2$; 查 F_{pk} 时, 取 $L = K \pi m$ (K 为 2 到小于 $z_2/2$ 的整数)。

2. 除特殊情况外, 对于 F_{pk} , K 值规定取为小于 $z_2/6$ 的最大整数。

表 21-46 蜗轮的 F_r, F''_i, f''_i 值

分度圆直径 d_2/mm	模数 m/mm	蜗轮齿圈径向跳动公差 F_r					蜗轮径向综合公差 F''_i					蜗轮一齿径向综合公差 f''_i				
		精度等级														
		6	7	8	9	10	6	7	8	9	10	6	7	8	9	10
≤ 125	1~3.5	28	40	50	63	80	-	56	71	90	112	-	20	28	36	45
	$> 3.5 \sim 6.3$	36	50	63	80	100	-	71	90	112	140	-	25	36	45	56
	$> 6.3 \sim 10$	40	56	71	90	112	-	80	100	125	160	-	28	40	50	63
$> 125 \sim 400$	1~3.5	32	45	56	71	90	-	63	80	100	125	-	22	32	40	50
	$> 3.5 \sim 6.3$	40	56	71	90	112	-	80	100	125	160	-	28	40	50	63
	$> 6.3 \sim 10$	45	63	80	100	125	-	90	112	140	180	-	32	45	56	71
	$> 10 \sim 16$	50	71	90	112	140	-	100	125	160	200	-	36	50	63	80
$> 400 \sim 800$	1~3.5	45	63	80	100	125	-	90	112	140	180	-	25	36	45	56
	$> 3.5 \sim 6.3$	50	71	90	112	140	-	100	125	160	200	-	28	40	50	63
	$> 6.3 \sim 10$	56	80	100	125	160	-	112	140	180	224	-	32	45	56	71
	$> 10 \sim 16$	71	100	125	160	200	-	140	180	224	280	-	40	56	71	90
	$> 16 \sim 25$	90	125	160	200	250	-	180	224	280	355	-	50	71	90	112
$> 800 \sim 1600$	1~3.5	50	71	90	112	140	-	100	125	160	200	-	28	40	50	63
	$> 3.5 \sim 6.3$	56	80	100	125	160	-	112	140	180	224	-	32	45	56	71
	$> 6.3 \sim 10$	63	90	112	140	180	-	125	160	200	250	-	36	50	63	80
	$> 10 \sim 16$	71	100	125	160	200	-	140	180	224	280	-	40	56	71	90
	$> 16 \sim 25$	90	125	160	200	250	-	180	224	280	355	-	50	71	90	112

注: 当基准蜗杆齿形角 α 不等于 20° 时, 本标准规定的公差值乘以系数 $\sin 20^\circ / \sin \alpha$ 。

表 21-47 蜗杆副接触斑点的要求

精度等级	接触面积的百分比/(%)		接触形状	接触位置
	沿齿高不小于	沿齿长不小于		
5 和 6	65	60	接触斑点在齿高方向无断缺, 不允许成带状条纹	接触斑点痕迹的分布位置趋近齿面中部, 允许略偏于啮入端。在齿顶和啮入、啮出端的棱边处不允许接触
7 和 8	55	50	不作要求	接触斑点痕迹应偏于啮出端, 但不允许在齿顶和啮入、啮出端的棱边接触
9 和 10	45	40		

注: 采用修形齿面的蜗杆传动, 接触斑点的要求可不受本标准规定的限制。

表 21-48 蜗杆副的 $\pm f_a$ 、 $\pm f_x$ 、 $\pm f_\Sigma$ 值

传动中心距 a/mm	蜗杆副中心距极限偏差 $\pm f_a$			蜗杆副中间平面极限偏移 $\pm f_x$			蜗杆副轴交角极限偏差 $\pm f_\Sigma$					
	精度等级						蜗轮齿宽 b_2/mm	精度等级				
	6	7,8	9,10	6	7,8	9,10		6	7	8	9	10
≤ 30	17	26	42	14	21	34	≤ 30	10	12	17	24	34
30~50	20	31	50	16	25	40	$>30\sim 50$	11	14	19	28	38
50~80	23	37	60	18.5	30	48						
80~120	27	44	70	22	36	56	$>50\sim 80$	13	16	22	32	45
120~180	32	50	80	27	40	64						
180~250	36	58	92	29	47	74	$>80\sim 120$	15	19	24	36	53
250~315	40	65	105	32	52	85						
315~400	45	70	115	36	56	92	$>120\sim 180$	17	22	28	42	60
400~500	50	78	125	40	63	100						
500~630	55	87	140	44	70	112	$>180\sim 250$	20	25	32	48	67
630~800	62	100	160	50	80	130						
800~1000	70	115	180	56	92	145	>250	22	28	36	53	75
1000~1250	82	130	210	66	105	170						
1250~1600	97	155	250	78	125	200						

表 21-49 蜗杆传动的侧隙

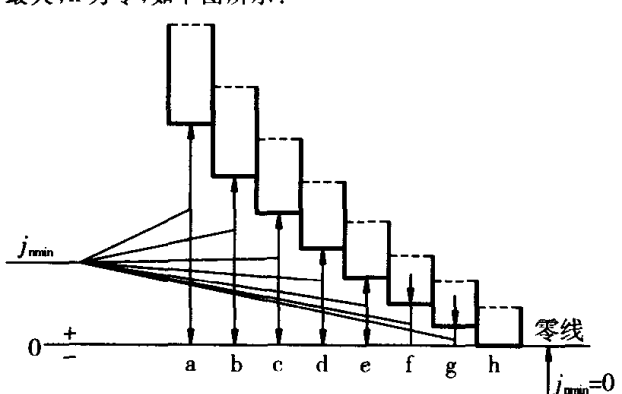
<p>最小法向侧隙种类</p>	<p>本标准规定最小法向侧隙种类为 8 种: a、b、c、d、e、f、g 和 h。最小法向侧隙值以 a 为最大, h 为零, 如下图所示:</p> 
<p>最大法向侧隙 $j_{n\max}$</p>	<p>由蜗杆、蜗轮齿厚公差 T_{s1}、T_{s2} 确定</p>

表 21-50 齿厚偏差计算公式

齿厚偏差名称		计算公式
蜗杆齿厚	上偏差	$E_{ss1} = -(j_{nmin}/\cos\alpha_n + E_{s\Delta})$
	下偏差	$E_{si1} = E_{ss1} - T_{s1}$
蜗轮齿厚	上偏差	$E_{ss2} = 0$
	下偏差	$E_{i2} = -T_{s2}$

注: 1. T_{s1} 、 T_{s2} 分别为蜗杆、蜗轮齿厚公差, 见表 21-53。

2. $E_{s\Delta}$ 为制造误差的补偿部分, 见表 21-52。

表 21-51 蜗杆副的最小法向侧隙 j_{nmin} 值

传动中心距 a/mm	侧隙种类							
	h	g	f	e	d	c	b	a
≤ 30	0	9	13	21	33	52	84	130
$> 30 \sim 50$	0	11	16	25	39	62	100	160
$> 50 \sim 80$	0	13	19	30	46	74	120	190
$> 80 \sim 120$	0	15	22	35	54	87	140	220
$> 120 \sim 180$	0	18	25	40	63	100	160	250
$> 180 \sim 250$	0	20	29	46	72	115	185	290
$> 250 \sim 315$	0	23	32	52	81	130	210	320
$> 315 \sim 400$	0	25	36	57	89	140	230	360
$> 400 \sim 500$	0	27	40	63	97	155	250	400
$> 500 \sim 630$	0	30	44	70	110	175	280	440
$> 630 \sim 800$	0	35	50	80	125	200	320	500
$> 800 \sim 1000$	0	40	56	90	140	230	360	560
$> 1000 \sim 1250$	0	46	66	105	165	260	420	660
$> 1250 \sim 1600$	0	54	78	125	195	310	500	780

注: 传动的最小圆周侧隙 $j_{tmin} \approx j_{nmin}/\cos\gamma' \cdot \cos\alpha_n$ 。

式中, γ' 为蜗杆节圆柱导程角; α_n 为蜗杆法向齿形角。

表 21-52 蜗杆齿厚上偏差 (E_{ss1}) 中的误差补偿部分 $E_{s\Delta}$ 值

第II公差组精度等级	模数 m/mm	传动中心距 a/mm													
		≤ 30	$> 30 \sim 50$	$> 50 \sim 80$	$> 80 \sim 120$	$> 120 \sim 180$	$> 180 \sim 250$	$> 250 \sim 315$	$> 315 \sim 400$	$> 400 \sim 500$	$> 500 \sim 630$	$> 630 \sim 800$	$> 800 \sim 1000$	$> 1000 \sim 1250$	$> 1250 \sim 1600$
6	1~3.5	30	30	32	36	40	45	48	50	56	60	65	75	85	100
	>3.5~6.3	32	36	38	40	45	48	50	56	60	63	70	75	90	100
	>6.3~10	42	45	45	48	50	52	56	60	63	68	75	80	90	105
	>10~16	—	—	—	58	60	63	65	68	71	75	80	85	95	110
	>16~25	—	—	—	—	75	78	80	85	85	90	95	100	110	120
7	1~3.5	45	48	50	56	60	71	75	80	85	95	105	120	135	160
	>3.5~6.3	50	56	58	63	68	75	80	85	90	100	110	125	140	160
	>6.3~10	60	63	65	71	75	80	85	90	95	105	115	130	140	165
	>10~16	—	—	—	80	85	90	95	100	105	110	125	135	150	170
	>16~25	—	—	—	—	115	120	120	125	130	135	145	155	165	185
8	1~3.5	50	56	58	63	68	75	80	85	90	100	110	125	140	160
	>3.5~6.3	68	71	75	78	80	85	90	95	100	110	120	130	145	170
	>6.3~10	80	85	90	90	95	100	100	105	110	120	130	140	150	175
	>10~16	—	—	—	110	115	115	120	125	130	135	140	155	165	185
	>16~25	—	—	—	—	150	155	155	160	160	170	175	180	190	210
9	1~3.5	75	80	90	95	100	110	120	130	140	155	170	190	220	260
	>3.5~6.3	90	95	100	105	110	120	130	140	150	160	180	200	225	260
	>6.3~10	110	115	120	125	130	140	145	155	160	170	190	210	235	270
	>10~16	—	—	—	160	165	170	180	185	190	200	220	230	255	290
	>16~25	—	—	—	—	215	220	225	230	235	245	255	270	290	320
10	1~3.5	100	105	110	115	120	130	140	145	155	165	185	200	230	270
	>3.5~6.3	120	125	130	135	140	145	155	160	170	180	200	210	240	280
	>6.3~10	155	160	165	170	175	180	185	190	200	205	220	240	260	290
	>10~16	—	—	—	210	215	220	225	230	235	240	260	270	290	320
	>16~25	—	—	—	—	280	285	290	295	300	305	310	320	340	370

表 21-53 蜗轮齿厚公差 T_{s2} 、蜗杆齿厚公差 T_{s1} 值

		T_{s2}					T_{s1}					
分度圆直径 d_2/mm	模数 m/mm	精度等级					模数 m/mm	精度等级				
		6	7	8	9	10		6	7	8	9	10
≤ 125	1~3.5	71	90	110	130	160	1~3.5	36	45	53	67	95
	>3.5~6.3	85	110	130	160	190	>3.5~6.3	45	56	71	90	130
	>6.3~10	90	120	140	170	210	>6.3~10	60	71	90	110	160
>125~400	1~3.5	80	100	120	140	170	>10~16	80	95	120	150	210
	>3.5~6.3	90	120	140	170	210	>16~25	110	130	160	200	280
	>6.3~10	100	130	160	190	230	注:1. 精度等级分别按蜗轮、蜗杆第 II 公差组确定。 2. 在最小法向侧隙能保证的条件下, T_{s2} 公差带允许采用对称分布。 3. 对传动最大法向侧隙 $j_{n\max}$ 无要求时, 允许蜗杆齿厚公差 T_{s1} 增大, 最大不超过两倍。					
	>10~16	110	140	170	210	260						
	>16~25	130	170	210	260	320						
>400~800	1~3.5	85	110	130	160	190						
	>3.5~6.3	90	120	140	170	210						
	>6.3~10	100	130	160	190	230						
	>10~16	120	160	190	230	290						
	>16~25	140	190	230	290	350						
>800~1600	1~3.5	90	120	140	170	210						
	>3.5~6.3	100	130	160	190	230						
	>6.3~10	110	140	170	210	260						
	>10~16	120	160	190	230	290						
	>16~25	140	190	230	290	350						

表 21-54 齿坯公差值

蜗杆、蜗轮齿坯尺寸和形状公差						蜗杆、蜗轮齿坯基准面径向和端面跳动公差 μm				
精度等级		6	7	8	9	10	基准面直径 d/mm	精度等级		
孔	尺寸公差	IT6	IT7		IT8			6	7~8	9~10
	形状公差	IT5	IT6		IT7		≤ 31.5	4	7	10
轴	尺寸公差						IT4	IT5		IT6
	形状公差	作测量基准 不作测量基准	IT8		IT9					
齿顶圆直径			尺寸公差按 IT11 确定, 但不大于 0.1mm				>125~400	11	18	28
							>400~800	14	22	36
							>800~1600	20	32	50

注:1. 当三个公差组的精度等级不同时, 按最高精度等级确定公差。

2. 当以齿顶圆作为测量基准时, 也即为蜗杆、蜗轮的齿坯基准面。

3. IT4~IT11 值见表 20-3。

表 21-55 蜗杆、蜗轮的表面粗糙度 R_a 推荐值

蜗 杆					蜗 轮				
精度等级		7	8	9	精度等级		7	8	9
R_a	齿面	0.8	1.6	3.2	R_a	齿面	0.8	1.6	3.2
	顶圆	1.6	1.6	3.2		顶圆	3.2	3.2	6.3

注: 本表不属 GB/T 10089—1988, 仅供参考。

第 22 章 电动机

22.1 Y 系列三相异步电动机

表 22-1 Y 系列(IP44)电动机的技术数据

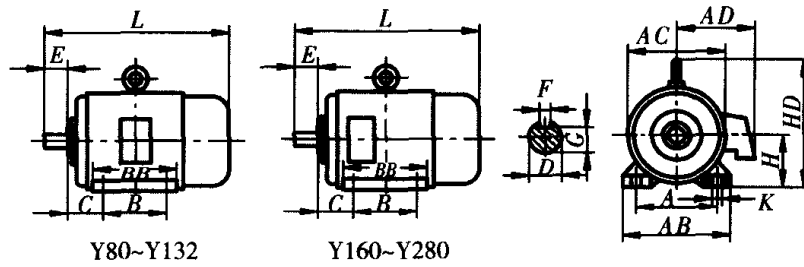
电动机型号	额定功率 kW	满载 转速 r/min	堵转转矩	最大转矩	质量 kg	电动机型号	额定 功率 kW	满载 转速 r/min	堵转转矩	最大转矩	质量 kg
			额定转矩	额定转矩					额定转矩	额定转矩	
同步转速 3000 r/min, 2 极						同步转速 1500 r/min, 4 极					
Y 801-2	0.75	2825	2.2	2.2	16	Y 801-4	0.55	1390	2.2	2.2	17
Y 802-2	1.1	2825	2.2	2.2	17	Y 802-4	0.75	1390	2.2	2.2	18
Y 90S-2	1.5	2840	2.2	2.2	22	Y 90S-4	1.1	1400	2.2	2.2	22
Y 90L-2	2.2	2840	2.2	2.2	25	Y 90L-4	1.5	1400	2.2	2.2	27
Y 100L-2	3	2880	2.2	2.2	33	Y 100L1-4	2.2	1420	2.2	2.2	34
Y 112M-2	4	2890	2.2	2.2	45	Y 100L2-4	3	1420	2.2	2.2	38
Y 132S1-2	5.5	2900	2.0	2.2	64	Y 112M-4	4	1440	2.2	2.2	43
Y 132S2-2	7.5	2900	2.0	2.2	70	Y 132S-4	5.5	1440	2.2	2.2	68
Y 160M1-2	11	2930	2.0	2.2	117	Y 132M-4	7.5	1440	2.2	2.2	81
Y 160M2-2	15	2930	2.0	2.2	125	Y 160M-4	11	1460	2.2	2.2	123
Y 160L-2	18.5	2930	2.0	2.2	147	Y 160L-4	15	1460	2.2	2.2	144
Y 180M-2	22	2940	2.0	2.2	180	Y 180M-4	18.5	1470	2.0	2.2	182
Y 200L1-2	30	2950	2.0	2.2	240	Y 180L-4	22	1470	2.0	2.2	190
Y 200L2-2	37	2950	2.0	2.2	255	Y 200L-4	30	1470	2.0	2.2	270
Y 225M-2	45	2970	2.0	2.2	309	Y 225S-4	37	1480	1.9	2.2	284
Y 250M-2	55	2970	2.0	2.2	403	Y 225M-4	45	1480	1.9	2.2	320
同步转速 1000 r/min, 6 极						Y 250M-4	55	1480	2.0	2.2	427
Y 90S-6	0.75	910	2.0	2.0	23	Y 280S-4	75	1480	1.9	2.2	562
Y 90L-6	1.1	910	2.0	2.0	25	Y 280M-4	90	1480	1.9	2.2	667
Y 100L-6	1.5	940	2.0	2.0	33	同步转速 750 r/min, 8 极					
Y 112M-6	2.2	940	2.0	2.0	45	Y 132S-8	2.2	710	2.0	2.0	63
Y 132S-6	3	960	2.0	2.0	63	Y 132M-8	3	710	2.0	2.0	79
Y 132M1-6	4	960	2.0	2.0	73	Y 160M1-8	4	720	2.0	2.0	118
Y 132M2-6	5.5	960	2.0	2.0	84	Y 160M2-8	5.5	720	2.0	2.0	119
Y 160M-6	7.5	970	2.0	2.0	119	Y 160L-8	7.5	720	2.0	2.0	145
Y 160L-6	11	970	2.0	2.0	147	Y 180L-8	11	730	1.7	2.0	184
Y 180L-6	15	970	1.8	2.0	195	Y 200L-8	15	730	1.8	2.0	250
Y 200L1-6	18.5	970	1.8	2.0	220	Y 225S-8	18.5	730	1.7	2.0	266
Y 200L2-6	22	970	1.8	2.0	250	Y 225M-8	22	730	1.8	2.0	292
Y 225M-6	30	980	1.7	2.0	292	Y 250M-8	30	730	1.8	2.0	405
Y 250M-6	37	980	1.8	2.0	408	Y 280S-8	37	740	1.8	2.0	520
Y 280S-6	45	980	1.8	2.0	536	Y 280M-8	45	740	1.8	2.0	592
Y 280M-6	55	980	1.8	2.0	596	Y 315S-8	55	740	1.6	2.0	1000

注:电动机型号意义:以 Y132 S2-2-B3 为例, Y 表示系列代号, 132 表示机座中心高, S 表示短机座第 2 种铁心长度 (M—中机座, L—长机座), 2 为电动机的极数, B3 表示安装型式。

表 22-2 Y 系列电动机安装代号

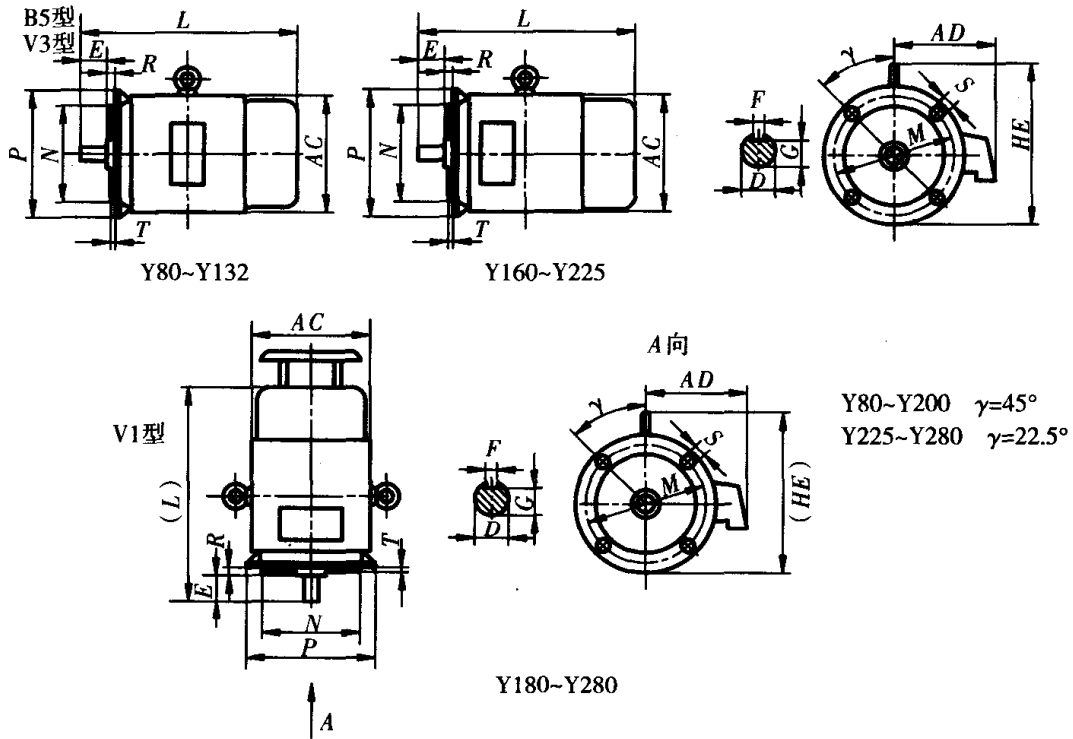
安装型式	基本安装型	由 B3 派生安装型				
	B3	V5	V6	B6	B7	B8
示意图						
轴中心高/mm	80~280	80~160				
安装型式	基本安装型	由 B5 派生安装型		基本安装型	由 B35 派生安装型	
	B5	V1	V3	B35	V15	V36
示意图						
轴中心高/mm	80~225	80~280	80~160	80~280	80~160	

表 22-3 机座带底脚、端盖无凸缘 (B3、B6、B7、B8、V5、V6 型) 电动机的安装及外形尺寸



机座号	极数	A	B	C	D	E	F	G	H	K	AB	AC	AD	HD	BB	L
80	2,4	125	100	50	19	40	6	15.5	80	10	165	165	150	170	130	285
90S	2,4,6	140		56	24											
90L		125	63	28	-0.004	60	8	24	100	12	205	205	180	245	170	380
100L		160														
112M		190	140	89	38	+0.018	80	10	33	132	15	280	270	210	315	200
132S	216	178	+0.002													
132M	2,4,6,8	254	210	108	42	110	14	42.5	180	19	355	360	285	430	311	670
160M			254	121	48											
160L		279	241	121	48	16	49	200	19	395	400	310	475	379	775	
180M			279	121	48											16
180L	318	305	133	55	140	18	53	225	24	435	450	345	530	368	820	
200L	318	305	133	55												140
225S	4,8	356	286	149	55	110	16	49	225	24	435	450	345	530	393	845
225M	2		311	149	55											
250M	2	406	349	168	60	140	18	53	250	24	490	495	385	575	455	930
280S	4,6,8															
280M	2	457	368	190	65	140	20	67.5	280	24	550	555	410	640	530	1000
280M	4,6,8															
280M	2	457	368	190	65	140	18	58	280	24	550	555	410	640	581	1050
280M	4,6,8															

表 22-5 机座不带底脚、端盖有凸缘(B5、V3型)和立式安装、机座不带底脚、端盖有凸缘,轴伸向下(V1型)电动机的安装及外形尺寸



机座号	极数	D	E	F	G	M	N	P	R	S	T	凸缘孔数	AC	AD	HE (HE)	L (L)
80	2,4	19	40	6	15.5	165	130j6	200	0	12	3.5	4	165	150	185	285
90S	2,4,6	24		+0.009	8								20	175	155	195
90L		24	-0.004	20		175	155	195	310							
100L	2,4,6	28	60	8	24	215	180j6	250	0	15	4	4	205	180	245	380
112M													230	190	265	400
132S	2,4,6	38	80	10	33	265	230j6	300	0	15	4	4	270	210	315	475
132M													270	210	315	515
160M	2,4,6,8	42	110	12	37	300	250j6	350	0	15	4	4	325	255	385	600
160L													325	255	385	645
180M	2,4,6,8	48	110	14	42.5	300	250j6	350	0	15	4	4	360	285	430(500)	670(730)
180L													360	285	430(500)	710(770)
200L	2,4,6,8	55	110	16	49	350	300js6	400	0	15	4	4	400	310	480(550)	775(850)
225S	4,8	60	140	18	53	400	350js6	450	0	19	5	8	450	345	535(610)	820(910)
225M	2	55	110	16	49											450
250M	4,6,8	60	140	18	53	400	350js6	450	0	19	5	8	495	385	(650)	845(935)
250M	2	60														+0.030
280S	4,6,8	75	140	20	67.5	500	450js6	550	0	19	5	8	555	410	(720)	(1120)
280M	2	65														+0.011
280M	4,6,8	75	140	20	67.5	500	450js6	550	0	19	5	8	555	410	(720)	(1170)

22.2 YZR、YZ 系列冶金及起重用三相异步电动机

表 22-6 YZR 系列电动机技术数据

型 号	S2				S3								
					6次/h*								
	30 min		60 min		FC=15%		FC=25%		FC=40%			FC=60%	
	额定 功率 kW	转速 r/min	额定 功率 kW	转速 r/min	额定 功率 kW	转速 r/min	额定 功率 kW	转速 r/min	额定 功率 kW	最大 转矩 额定 转矩	转速 r/min	额定 功率 kW	转速 r/min
YZR112M-6	1.8	815	1.5	866	2.2	725	1.8	815	1.5	2.5	866	1.1	912
YZR132M1-6	2.5	892	2.2	908	3.0	855	2.5	892	2.2	2.86	908	1.3	924
YZR132M2-6	4.0	900	3.7	908	5.0	875	4.0	900	3.7	2.51	908	3.0	937
YZR160M1-6	6.3	921	5.5	930	7.5	910	6.3	921	5.5	2.56	930	5.0	935
YZR160M2-6	8.5	930	7.5	940	11	908	8.5	930	7.5	2.78	940	6.3	949
YZR160L-6	13	942	11	957	15	920	13	942	11	2.47	945	9.0	952
YZR180L-6	17	955	15	962	20	946	17	955	15	3.2	962	13	963
YZR200L-6	26	956	22	964	33	942	26	956	22	2.88	964	19	969
YZR225M-6	34	957	30	962	40	947	34	957	30	3.3	962	26	968
YZR250M1-6	42	960	37	965	50	950	42	960	37	3.13	960	32	970
YZR250M2-6	52	958	45	965	63	947	52	958	45	3.48	965	39	969
YZR280S-6	63	966	55	969	75	960	63	966	55	3	969	48	972
YZR160L-8	9	694	7.5	705	11	676	9	694	7.5	2.73	705	6	717
YZR180L-8	13	700	11	700	15	690	13	700	11	2.72	700	9	720
YZR200L-8	18.5	701	15	712	22	690	18.5	701	15	2.94	712	13	718
YZR225M-8	26	708	22	715	33	696	26	708	22	2.96	715	18.5	721
YZR250M1-8	35	715	30	720	42	710	35	715	30	2.64	720	26	725
YZR250M2-8	42	716	37	720	52	706	42	716	37	2.73	720	32	725
YZR280M-8	63	722	55	725	75	715	63	722	55	2.85	725	43	730
YZR315S-8	85	724	75	727	100	719	85	724	75	2.74	727	63	731
YZR280S-10	42	571	37	560	55	564	42	571	37	2.8	572	32	578
YZR280M-10	55	556	45	560	63	548	55	556	45	3.16	560	37	569
YZR315S-10	63	580	55	580	75	574	63	580	55	3.11	580	48	585
YZR315M-10	85	576	75	579	100	570	85	576	75	3.45	579	63	584
YZR355M-10	110	581	90	585	132	576	110	581	90	3.33	589	75	588

型 号	S3		S4 及 S5									
			150 次/h*						300 次/h*			
	FC=100%		FC=25%		FC=40%		FC=60%		FC=40%		FC=60%	
	额定 功率 kW	转速 r/min	额定 功率 kW	转速 r/min	额定 功率 kW	转速 r/min	额定 功率 kW	转速 r/min	额定 功率 kW	转速 r/min	额定 功率 kW	转速 r/min
YZR112M-6	0.8	940	1.6	845	1.3	890	1.1	920	1.2	900	0.9	930
YZR132M1-6	1.5	940	2.2	908	2.0	913	1.7	931	1.8	926	1.6	936
YZR132M2-6	2.5	950	3.7	915	3.3	925	2.8	940	3.4	925	2.8	940
YZR160M1-6	4.0	944	5.8	927	5.0	935	4.8	937	5.0	935	4.8	937
YZR160M2-6	5.5	956	7.5	940	7.0	945	6.0	954	6.0	954	5.5	959
YZR160L-6	7.5	970	11	950	10	957	8.0	969	8.0	969	7.5	971
YZR180L-6	11	975	15	960	13	965	12	969	12	969	11	972
YZR200L-6	17	973	21	965	18.5	970	17	973	17	973		
YZR225M-6	22	975	28	965	25	969	22	973	22	973	20	977
YZR250M1-6	28	975	33	970	30	973	28	975	26	977	25	978
YZR250M2-6	33	974	42	967	37	971	33	975	31	976	30	977
YZR280S-6	40	976	52	970	45	974	42	975	40	977	37	978
YZR160L-8	5	724	7.5	712	7	716	5.8	724	6.0	722	5.0	727
YZR180L-8	7.5	726	11	711	10	717	8.0	728	8.0	728	7.5	729
YZR200L-8	11	723	15	713	13	718	12	720	12	720	11	724
YZR225M-8	17	723	21	718	18.5	721	17	724	17	724	15	727
YZR250M1-8	22	729	29	700	25	705	22	712	22	712	20	716
YZR250M2-8	27	729	33	725	30	727	28	728	26	730	25	731
YZR280M-8	40	732	52	727	45	730	42	732	42	732	37	735
YZR315S-8	55	734	64	731	60	733	56	733	52	735	48	736
YZR280S-10	27	582	33	578	30	579	28	580	26	582	25	583
YZR280M-10	33	587	42		37		33		31		28	
YZR315S-10	40	588	50	583	45	585	42	586	40	587	37	587
YZR315M-10	50	587	65	584	60	585	55	586	50	587	48	588
YZR355M-10	63	589	80	587	72	588	65	589	60	590	55	590

注：* 为热等效起动次数

表 22-7 YZR、YZ 系列电动机安装型式及其代号

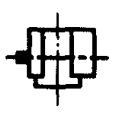
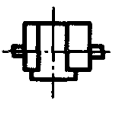
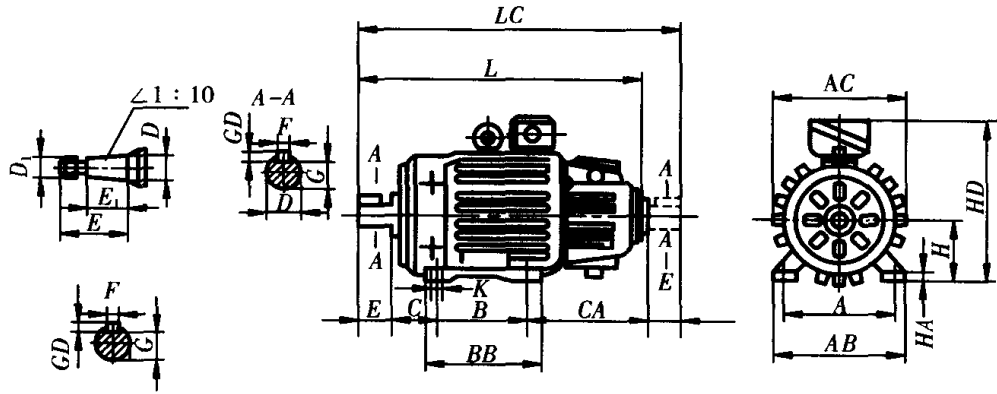
安装型式	代 号	制造范围(机座号)	备 注
	IM1001	112~160	
	IM1003	180~400	锥形轴伸
	IM1002	112~160	
	IM1004	180~400	锥形轴伸

表 22-8 YZR 系列电动机的安装及外形尺寸

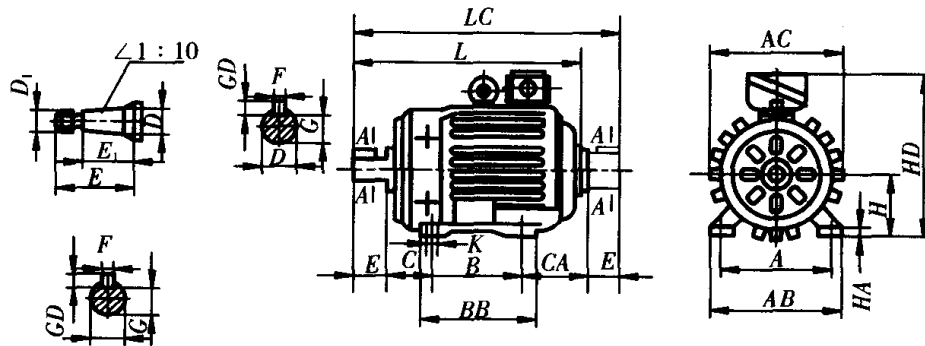


机座号	安装尺寸															外形尺寸						
	H	A	B	C	CA	K	螺栓直径	D	D ₁	E	E ₁	F	G	GD	AC	AB	HD	BB	L	LC	HA	
112M	112	190	140	70	300	12	M10	32		80		10	27	8	245	250	330	235	590	670	15	
132M	132	216	178	89				38							33	285	275	360	260	645	727	17
160M	160	254	210	108	330	15	M12	48		110		14	42.5	9	325	320	420	290	758	868	20	
160L			254															335	800	912		
180L	180	279	279	121	360	19	M16	55	M36×3	82		19.9		360	360	460	380	870	980	22		
200L	200	318	305	133	400			60	M42×3												140	105
225M	225	356	311	149	450	65	23.9	430	455	545	410	1050	1190	28								
250M	250	406	349	168	540	24	M20	70	M48×3	170	130	18	25.4	11	480	515	605	510	1195	1337	30	
280S	280	457	368	190				85	M56×3													20
280M			419	1315	1489																	
315S	315	508	406	216	600	28	M24	95	M64×4			22	35.2	14	620	640	750	630	1390	1562	35	
315M			457	1440															1613			
355M	355	610	560	254	630			110	M80×4	210	165	25	41.9		710	740	840	730	1650	1864	38	
355L			630																800	1720		1934
400L	400	686	710	280	630	35	M30	130	M100×4	250	200	28	50	16	840	855	950	910	1865	2120	50	

表 22-9 YZ 系列电动机技术数据

型 号	S2												S3															
	30 min			60 min			15%			25%			40%						60%			100%						
	6次/h(热等效启动次数)																											
	额定功率 kW	定子电流 A	转速 r/min	额定功率 kW	定子电流 A	转速 r/min	额定功率 kW	定子电流 A	转速 r/min	额定功率 kW	定子电流 A	转速 r/min	最大转矩	堵转转矩	堵转电流	效率 %	功率因数	额定功率 kW	定子电流 A	转速 r/min	额定功率 kW	定子电流 A	转速 r/min	额定功率 kW	定子电流 A	转速 r/min		
YZ112M-6	1.8	4.9	892	1.5	4.25	920	2.2	6.5	810	1.8	4.9	892	2.7	2.44	4.47	69.5	1.1	2.7	946	0.8	3.5	980	1.1	2.7	946	0.8	3.5	980
YZ132M1-6	2.5	6.5	920	2.2	5.9	935	3.0	7.5	804	2.5	6.5	920	2.9	3.1	5.16	74	1.8	5.3	950	1.5	4.9	960	1.8	5.3	950	1.5	4.9	960
YZ132M2-6	4.0	9.2	915	3.7	8.8	912	5.0	11.6	890	4.0	9.2	915	2.8	3.0	5.54	79	3.0	7.5	940	2.8	7.2	945	3.0	7.5	940	2.8	7.2	945
YZ100M1-6	6.3	14.1	922	5.5	12.5	933	7.5	16.8	903	6.3	14.1	922	2.7	2.5	4.9	80.6	5.0	11.5	940	6.3	14.2	956	5.0	11.5	940	4.0	10	953
YZ100M2-6	8.5	18	943	7.5	15.9	948	11	25.4	926	8.5	18	943	2.9	2.4	5.52	83	6.3	14.2	956	8.5	18.8	972	6.3	14.2	956	5.5	13	961
YZ160L-6	15	32	920	11	24.6	953	15	32	920	13	28.7	936	2.9	2.7	6.17	84	9	20.6	964	2.5	18.8	972	9	20.6	964	2.5	18.8	972
YZ100L-8	9	21.1	694	7.5	18	705	11	27.4	675	9	21.1	694	2.7	2.5	5.1	82.4	6.0	15.6	717	5	14.2	724	6.0	15.6	717	5	14.2	724
YZ180L-8	13	30	675	11	25.8	694	15	35.3	654	13	30	675	2.5	2.6	4.9	80.9	9	21.5	710	7.5	19.2	718	9	21.5	710	7.5	19.2	718
YZ200L-8	18.5	40	697	15	33.1	710	22	47.5	686	18.5	40	697	2.8	2.7	6.1	86.2	13	28.1	714	11	26	720	13	28.1	714	11	26	720
YZ225M-8	26	53.5	701	22	45.8	712	33	69	687	26	53.5	701	2.9	2.9	6.2	87.5	18.5	40	718	17	37.5	720	18.5	40	718	17	37.5	720
YZ250M1-8	35	74	681	30	63.3	694	42	89	663	35	74	681	2.54	2.7	5.47	85.7	26	56	702	22	45	717	26	56	702	22	45	717

表 22-10 YZ 系列电动机的安装及外形尺寸



机座号	安装尺寸															外形尺寸						
	H	A	B	C	CA	K	螺栓直径	D	D ₁	E	E ₁	F	G	GD	AC	AB	HD	BB	L	LC	HA	
112M	112	190	140	70	135	12	M10	32		80		10		27	8	245	250	325	235	420	505	15
132M	132	216	178	89	150			38									33		285	275	355	260
160M	160	254	210	108	180	15	M12	48		110		14	42.5	9	325	320	420	290	608	718	20	
160L			254																	335		650
180L	180	279	279	121				55	M36×3		82		19.9		360	360	460	380	685	800	22	
200L	200	318	305	133	210	19	M16	60	M42×3	140	105	16	21.4	10	405	405	510	400	780	928	25	
225M	225	356	311	149	258			65											23.9		430	455
250M	250	406	349	168	295	24	M20	70	M48×3			18	25.4	11	480	515	605	510	935	1092	30	

第 23 章 减速器附件

23.1 通气器

表 23-1 通气螺塞(无过滤装置)

	d	D	D_1	S	L	l	a	d_1
	M12×1.25	18	16.5	14	19	10	2	4
	M16×1.5	22	19.6	17	23	12	2	5
	M20×1.5	30	25.4	22	28	15	4	6
	M22×1.5	32	25.4	22	29	15	4	7
	M27×1.5	38	31.2	27	34	18	4	8

注: 1. S 为扳手口宽; 2. 材料为 Q235; 3. 适用于清洁的工作环境

表 23-2 通气帽(经一次过滤)

	d	D_1	D_2	D_3	D_4	B	h	H	H_1
	M27×1.5	15	36	32	18	30	15	45	32
	M36×2	20	48	42	24	40	20	60	42
	M48×3	30	62	56	36	45	25	70	52
	d	a	δ	k	b	h_1	b_1	S	孔数
M27×1.5	6	4	10	8	22	6	32	6	
M36×2	8	4	12	11	29	8	41	6	
M48×3	10	5	15	13	32	10	55	8	

有过滤网, 适合于有尘的工作环境

表 23-3 通气器(经两次过滤)

	d	d_1	d_2	d_3	d_4	D	a	b	c
	M18×1.5	M33×1.5	8	3	16	40	12	7	16
	M27×1.5	M48×1.5	12	4.5	24	60	15	10	22
	d	h	h_1	D_1	R	k	e	f	S
	M18×1.5	40	18	25.4	40	6	2	2	22
M27×1.5	54	24	39.6	60	7	2	2	32	

此通气器经两次过滤, 防尘性能好

23.2 轴承盖和套杯

表 23-4 凸缘式轴承盖

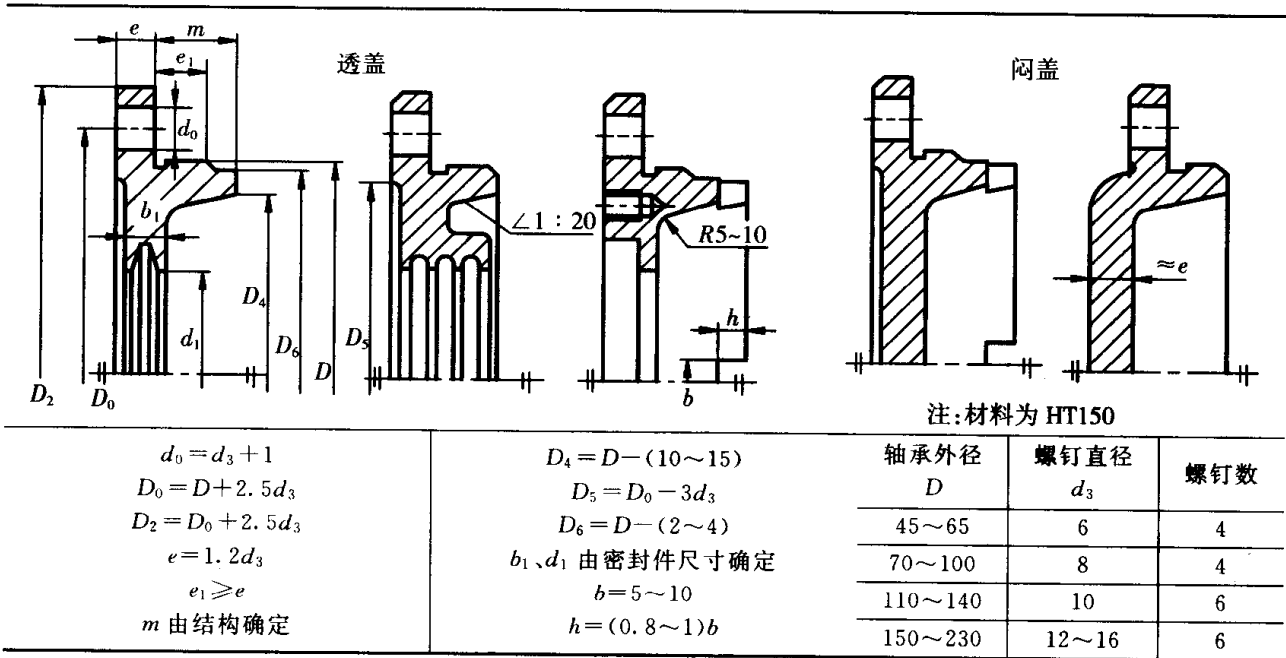


表 23-5 嵌入式轴承盖

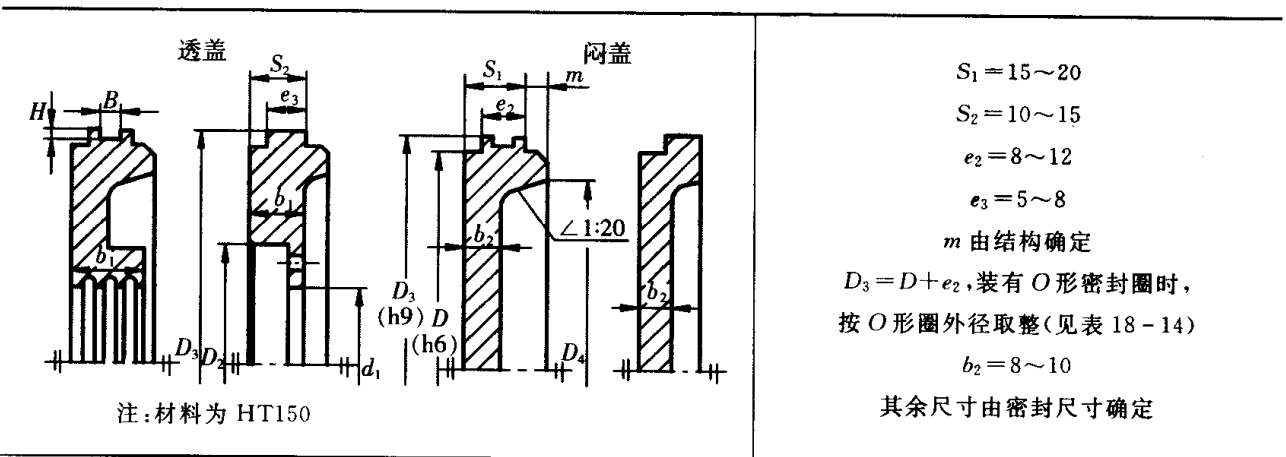
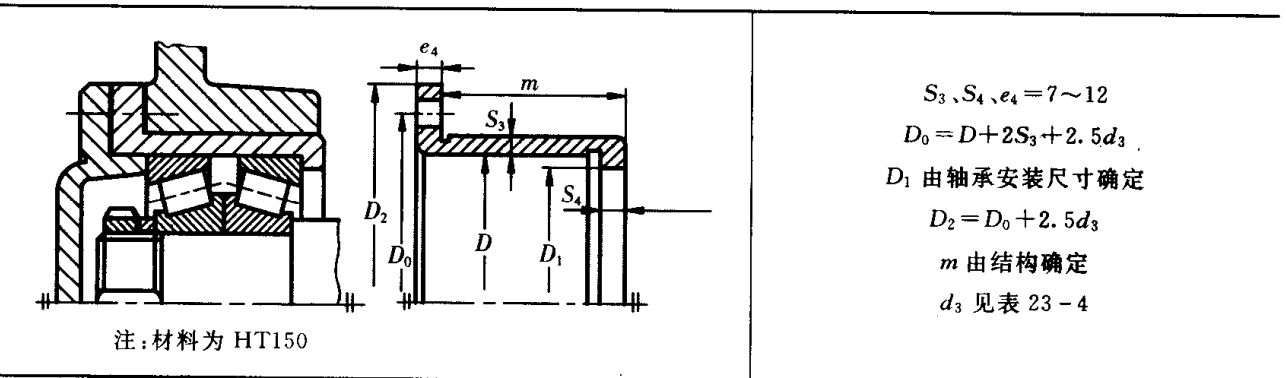


表 23-6 套杯

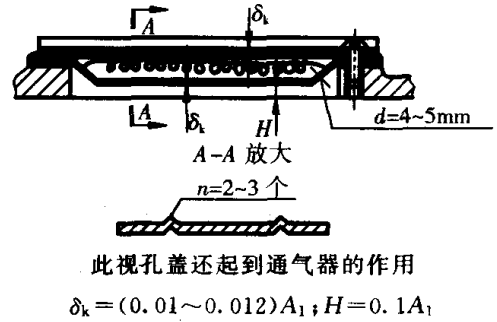


23.3 窥视孔及视孔盖

表 23-7 板结构视孔盖

	A	100, 120, 150, 180, 200
	A ₁	$A + (5 \sim 6)d_4$
	A ₀	$0.5(A + A_1)$
	B	$B_1 - (5 \sim 6)d_4$
	B ₁	箱体宽度 - (15 ~ 20)
	B ₀	$0.5(B + B_1)$
	d ₄	M6 ~ M8
	h	1.5 ~ 2(Q235); 5 ~ 8(铸铁)

表 23-8 带过滤网的视孔盖



23.4 起吊装置

表 23-9 吊耳及吊钩

箱盖吊钩	箱盖吊耳	箱座吊耳
$C_1 = (4 \sim 5)\delta_1$ $C_2 = (1.3 \sim 1.5)C_1$ $b = 2\delta_1$ $R = C_2$ $r_1 = 0.25C_1$ $r_2 = 0.2C_1$ δ_1 为箱盖壁厚	$d = (1.8 \sim 2.5)\delta_1$ $R = (1 \sim 1.2)d$ $e = (0.8 \sim 1)d$ $b = 2\delta_1$ δ_1 为箱盖壁厚	$B = C_1 + C_2$ $H = 0.8B$ $h = 0.5H$ $r_2 = 0.25B$ $b = 2\delta$ C_1, C_2 为扳手空间尺寸 δ 为箱座壁厚

表 23-10 起重螺栓(GB/T 2225-1980)

A型												
d	D	L	s	d ₁	l	l ₁	l ₂	l ₃	C	允许负荷(kN)	d ₂	h
M16	35	62	27	16	32	8	4	2	2	1.9	22	6
M20	42	75	32	20	38	9	5	3	2.5	2.6	28	8

标记示例:

A 型 M20 起重螺栓的

标记:

AM20 GB/T2225

起重螺栓用于起吊箱盖,结构紧凑,使箱体造型美观。材料为 45 钢

参 考 文 献

- (1) 濮良贵,纪名刚主编. 机械设计. 第七版. 北京:高等教育出版社,2001
- (2) 杨明忠,朱家诚主编. 机械设计. 武汉:武汉理工大学出版社,2001
- (3) 杨可桢,程光蕴主编. 机械设计基础. 第四版. 北京:高等教育出版社,1999
- (4) 朱家诚,王纯贤主编. 机械设计基础. 合肥工业大学出版社,2003
- (5) 周开勤主编. 机械零件手册. 第五版. 北京:高等教育出版社,2001
- (6) 陈立德主编. 机械设计基础课程设计指导书. 北京:高等教育出版社,2004
- (7) 李国柱主编. 机械设计与理论. 北京:科学出版社,2003
- (8) 机械设计手册编委会. 机械设计手册(第2卷、第3卷)(新版). 北京:机械工业出版社,2004
- (9) 成大先主编. 机械设计手册(单行本). 北京:化学工业出版社,2004
- (10) 刘庆普主编. 机械设计手册(单行本). 北京:化学工业出版社,2004
- (11) 中国机械工程学会编. 中国机械设计大典. 南昌:江西科学技术出版社. 2002
- (12) 吴宗泽主编. 机械设计师手册. 北京:机械工业出版社,2002
- (13) 吴宗泽主编. 机械设计禁忌 500 例. 北京:机械工业出版社,2000