

21世纪高职高专系列教材

J I X I E Z H I T U

机械制图

于 梅 主编

附习题集

东南大学出版社

内 容 提 要

本书在编写过程中,编者认真总结长期的课程教学实践经验,广泛吸取兄弟院校同类教材的优点,力求在注重学科知识的系统性、表达的规范性和准确性的同时,充分考虑学生对知识的接受性。

本书内容包括:制图的基本知识、投影基础、基本几何体、组合体、轴测图、机件的表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图和装配体测绘实训等。

本书既可作为高职高专机械类专业教材,也可作为企业技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/于梅主编. —南京:东南大学出版社,
2005. 8

ISBN 7-5641-0032-X

I. 机... II. 于... III. 机械制图—教材
IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 044759 号

东南大学出版社出版发行
(南京四牌楼 2 号 邮编 210096)

出版人:宋增民

江苏省新华书店经销 南京五四印刷厂印刷

开本:787 mm×1 092 mm 印张:34.75 字数:652 千字

2005 年 8 月第 1 版 2005 年 8 月第 1 次印刷

印数:1—4 000 册 定价:49.00 元

(凡因印装质量问题,可直接向读者服务部调换。电话:025-83792328)

前 言

本书是一本面向高职高专机械类专业的基础性教材。在教材编写过程中,编者认真总结长期的课程教学实践经验,广泛吸取兄弟院校同类教材的优点,力求做到以下几点:

(1) 在注重学科知识的系统性、表达的规范性和准确性的同时,充分考虑学生对知识的接受性。因此本书大量使用了三维立体图,以培养学生对机械零件的感性认识。

(2) 为了适应部分学生自学,凡属教学目标的重点或难点,均加强了作图步骤的详细讲解。凡属学生看得懂,能够自己把握的内容则简单叙述。教师可根据实际情况实施不同的教学计划和策略,力求讲精讲透。

(3) 实行仪器绘图、手工草图两种绘图能力的综合培养,如果条件允许,教师和学生还可以利用开放性试验环境将计算机绘图训练贯穿于教学全过程。

(4) 为了提高学生对机械制图的实际运用能力,本书将“零件测绘”内容单独编为一章,详细讲解了零件测绘的有关知识并进行实例分析。希望教师在机械制图课上对本章进行重点介绍,为后面的零件测绘和课程设计打下一个坚实的基础。

(5) 考虑到教材的完整和参考的方便,在内容上有着适当的裕量。本书适合高等职业教育机械类各专业 80~140 学时使用,教师可根据教学时数和教学条件按一定的深度、广度进行取舍。

参加本教材编写的有郝钢(第 1 章、第 2 章、附录),魏海生(第 3 章、第 4 章),曹桂玲(第 5 章、第 7 章),于梅(绪论、第 6 章、第 8 章、第 9 章),李晓宏(第 10 章),赵海峰(习题集第 1 章、第 2 章、第 3 章),居垣书(习题集第 4 章、第 5 章、第 8 章、第 9 章),胡迎花(习题集第 6 章、第 7 章),最后于梅对全书进行统稿。本教材由福建信息职业技术学院徐宁主审并提出了许多宝贵意见,李晓宏任副主编,在此谨表感谢。

本教材在编写过程中,得到南京信息职业技术学院各级领导及教务处的大力支持,在此一并表示感谢!

由于时间仓促,水平有限,疏漏错误之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者
2005.6

目 录

绪 论	(1)
1 制图的基本知识	(3)
1.1 机械制图国家标准	(3)
1.2 常用绘图工具及绘图方法	(13)
1.3 常用几何图形的画法	(17)
1.4 平面图形的画法及标注	(24)
2 投影基础	(26)
2.1 投影法及三投影面体系	(26)
2.2 点的投影	(28)
2.3 直线的投影	(31)
2.4 平面的投影	(36)
3 基本几何体	(41)
3.1 三视图及投影规律	(41)
3.2 基本几何体	(43)
3.3 截交线	(53)
3.4 相贯线	(59)
4 组合体	(67)
4.1 组合体的形体分析	(67)
4.2 组合体三视图的画法	(69)
4.3 组合体的尺寸注法	(72)
4.4 组合体三视图的读图	(78)
5 轴测图	(81)
5.1 轴测图的基本知识	(81)
5.2 正等测轴测图	(83)
5.3 斜二测轴测图	(90)
6 机件的表达方法	(93)
6.1 视图	(93)
6.2 剖视图	(96)
6.3 断面图	(102)
6.4 其他表达方法	(105)
6.5 表达方法综合应用实例	(108)

7 标准件和常用件	(111)
7.1 螺纹及螺纹紧固件	(111)
7.2 键和销	(125)
7.3 滚动轴承	(129)
7.4 齿轮	(133)
7.5 弹簧	(145)
8 零件图	(148)
8.1 零件图的作用和内容	(148)
8.2 零件结构的工艺性	(149)
8.3 零件图表达方案的选择	(153)
8.4 零件图的尺寸标注	(157)
8.5 零件图的技术要求	(165)
8.6 读零件图	(178)
9 装配图	(185)
9.1 装配图的作用和内容	(185)
9.2 装配体的表达方法	(187)
9.3 装配图的尺寸和技术要求的标注	(189)
9.4 装配图中的零部件编号及明细栏	(191)
9.5 装配体的工艺结构	(192)
9.6 画装配图的方法和步骤	(194)
9.7 读装配图和拆画零件图	(199)
10 装配体测绘实训	(204)
10.1 测绘概述	(204)
10.2 测绘的方法与步骤	(205)
10.3 常用测绘工具、量具以及测量方法	(206)
10.4 装配体测绘实例	(207)
11 附 录	(226)
11.1 螺纹	(226)
11.2 螺纹的结构要素	(232)
11.3 螺纹紧固件	(234)
11.4 滚动轴承	(241)
11.5 键	(248)
11.6 销	(250)
11.7 公差与配合	(252)
11.8 砂轮越程槽	(266)
11.9 常用金属材料与非金属材料	(267)
11.10 常用的热处理和表面处理	(270)
参考文献	(273)

绪 论

自从人类开始谱写文明史以来,图形一直是人们了解和认识自然、探索和征服自然的重要手段之一,也是人们相互表达思想、交流感情的主要方式之一。“图形学”在漫长的人类历史进程中得到不断的发展、充实和完善,最终形成了一门严谨的基础科学。

本课程是研究如何阅读和绘制“工程图样”的一门学科,工程图样是与近代及现代的工业密不可分的。从闻名遐迩的埃菲尔铁塔、悉尼歌剧院到上海的东方明珠广播电视塔,从第一个核电站的建立到我国神州号飞船的发射成功,这些标志性的建筑和高技术产物的设计思想和设计雏形都是由工程图样作为信息载体表达出来的。工程图样在工程中的重要性奠定了它在工业生产中的地位,被喻为“工程界的语言”。而这一种语言是无国界的,不同国家,使用不同语言文字的人,可以通过工程图样进行无障碍技术交流。

一、本课程的作用和研究对象

工程中根据投影原理、标准或有关规定,表示工程对象并配有必要的技术说明的图,称为图样。

图样是现代生产中重要的技术文件,是工程界各行各业进行设计、制造、检测、安装、调试、维修等的主要依据,是人们借以表达和进行技术思想交流的一种“技术语言”。工程技术人员必须掌握这种技术语言,即具备绘图和读图的能力。

二、本课程的主要任务和内容

本课程的主要任务是培养学生具有一定的绘制和识读机械图样的能力、空间想象和思维能力,为后续课程的学习和毕业后能在工作岗位上从事设计制图工作打下坚实的基础。因此,学完本课程后应达到如下要求:

- (1) 掌握正投影法的基本理论,并能利用投影法在平面上表示空间几何形体。
- (2) 培养绘制和阅读机械图样的能力,并研究如何在图样上标注尺寸。
- (3) 培养用仪器绘图和手工绘制草图的能力。
- (4) 培养查阅有关资料和有关国家标准的能力。
- (5) 培养空间逻辑思维与形象思维的能力。
- (6) 培养分析问题和解决问题的能力。
- (7) 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

三、本课程的特点和学习方法

本课程是一门既有系统理论,又比较注重实践的技术基础课。本课程的各部分内容既紧密联系,又各有特点。根据《机械制图》课程的学习要求及各部分内容的特点,这里简要介绍一下学习方法:

- (1) 正确使用绘图工具并认真完成作业,按照正确的制图方法和步骤来画图。
- (2) 认真听课、及时复习,要掌握形体分析法、线面分析法和投影分析方法,提高独立分析和解决看图、画图等问题的能力。
- (3) 注意画图与看图相结合,物体与图样相结合,要多画多看,逐步培养空间逻辑思维与形象思维的能力。
- (4) 严格遵守机械制图的国家标准,并具备查阅有关标准和资料的能力。

1 制图的基本知识

[学习目的和要求]

学习并熟悉机械制图国家标准的基本规定(图样、字体、图线、比例及标题栏等)。掌握机械制图国家标准规定的尺寸标注方法。掌握平面图形的绘制方法及尺寸标注。

1.1 机械制图国家标准

图样是指导生产的主要依据,是进行技术交流的重要资料,是工程界的技术语言。在各工业部门,为了科学地进行生产和管理,对图样的各个方面,如视图安排、尺寸注法、图纸大小、图线型式以及应用等,都需要有一个统一的规定,这些规定就叫制图标准。

国家标准《技术制图》、《机械制图》是整个国家标准的一部分。国家标准简称“国标”,用“GB”或“GB/T”表示。其中,“GB”表示强制性国家标准;“GB/T”表示推荐性国家标准,如GB/T 14691-1993 为字体的标准,其中“14691”为该标准的编号,“1993”表示该标准是1993年颁布的。绘制图样时必须严格遵守国家标准的有关规定。本节对图幅、比例、字体、图线、尺寸注法等基本规定作一简要介绍。

1.1.1 图纸幅面和格式(GB/T 14689-1993)

1) 图纸幅面

为了便于图样管理和合理使用图纸,国家标准规定了绘制图样时应优先采用表1-1所规定的基本幅面尺寸。必要时,也允许加长幅面,加长幅面尺寸应是基本幅面短边的整数倍。

表 1-1 基本幅面及图框尺寸 mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
尺寸(B×L)	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

2) 图框格式

图纸使用时,应用粗实线画出图框,其格式分为不留装订边和留有装订边两种。不留装订边的图纸,其图框格式如图1-1所示;留有装订边的图纸,其图框格式如图1-2所示。周边尺寸按表1-1规定绘制。装订时,一般采用A4幅面竖装或A3幅面横装。

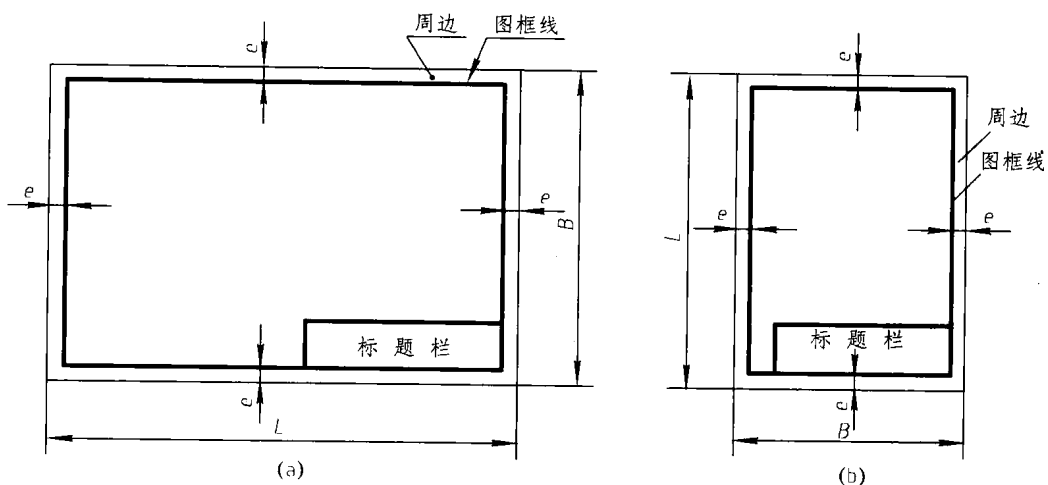


图 1-1 不留装订边的图框格式

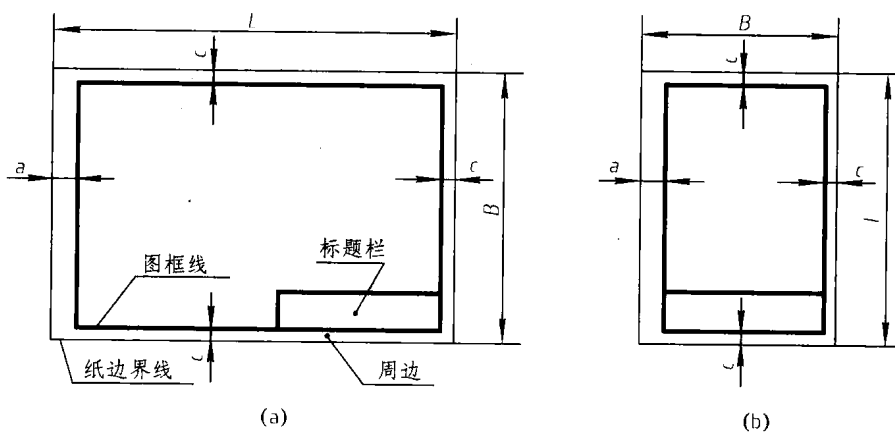


图 1-2 留有装订边的图框格式

为了图样复制和缩微摄影时的定位方便,可采用对中符号。对中符号是在图纸各边长的中点处用粗实线分别画出,长度从纸边界开始至伸入图框内为 5 mm,如图 1-3 所示。

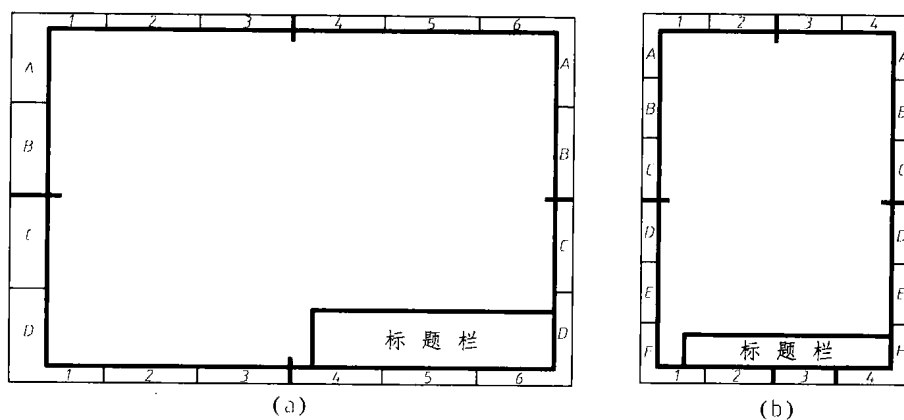


图 1-3 对中符号

3) 标题栏

每张图样上必须绘制标题栏,其位置一般在图纸的右下角,如图 1-1、图 1-2 所示。在此情况下,标题栏中的文字方向为看图的方向。标题栏的尺寸和格式在 GB/T 10609.1-1989 中作了规定,如图 1-4 所示。为了学习方便,本课程的制图作业建议采用图 1-5 所示格式。

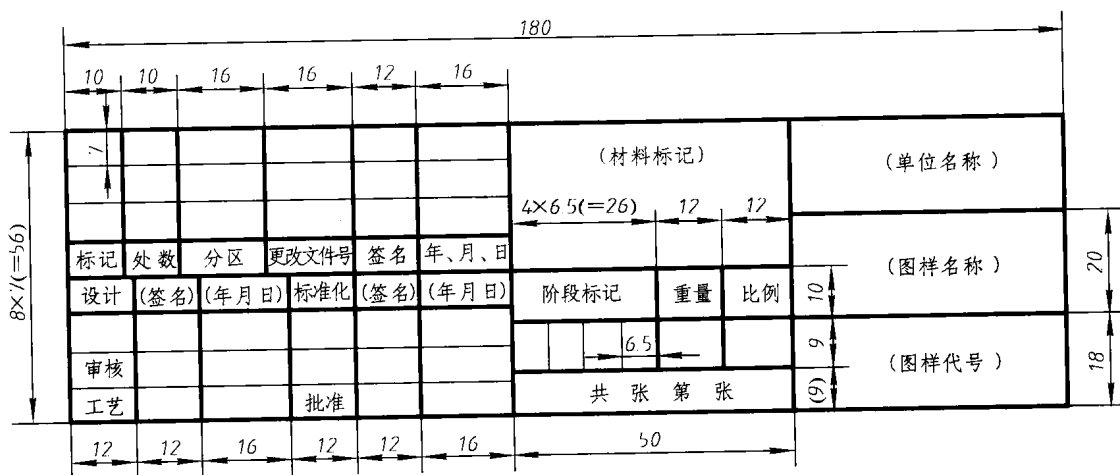


图 1-4 国家标准规定的标题栏格式

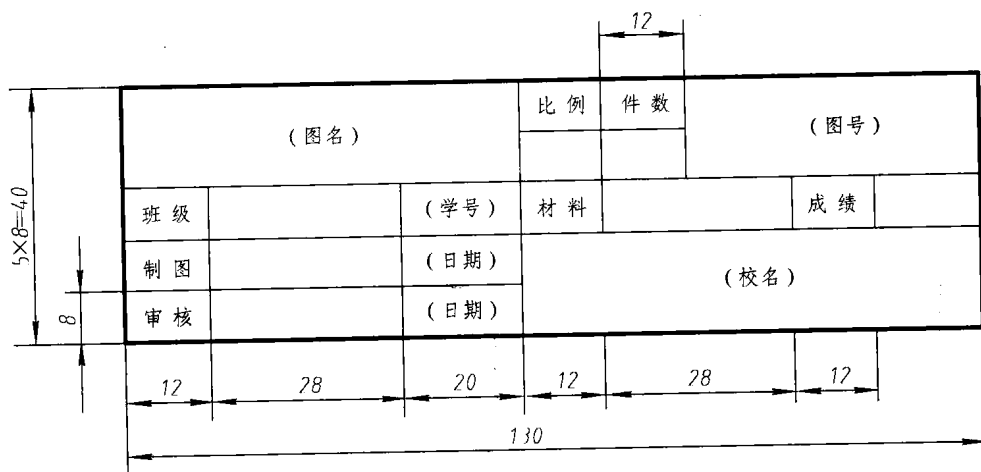


图 1-5 制图作业中使用的标题栏格式

此外,标题栏的线型、格式及内容应符合国家标准的相关规定。

1.1.2 比例(GB/T 14690-1993)

图样中机件要素的线性尺寸与实际机件相应要素的线性尺寸之比,称为比例。即比例等于图形长度尺寸大小与实物相应长度尺寸大小之比。

绘制图样时应尽可能按机件的实际大小画出,即采用 1:1 的原值比例进行绘图。这样便于从图中直接看出机件的真实大小。如果机件太小或太大,则可用表 1-2 中所规定的缩小或放大的比例绘图。必要时,也允许选取表 1-3 中所规定的比例进行绘图。

表 1-2 绘制图样优先选取的比例

种 类	比 例		
原值比例	1 : 1		
放大比例	5 : 1	2 : 1	10 : 1
	$5 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$	$1 \times 10^n : 1$
缩小比例	1 : 2	1 : 5	1 : 10
	$1 : 2 \times 10^n$	$1 : 5 \times 10^n$	$1 : 1 \times 10^n$

注: n 为正整数。

表 1-3 绘制图样允许选取的比例

种 类	比 例				
放大比例	4 : 1		2.5 : 1		
	$4 \times 10^n : 1$		$2.5 \times 10^n : 1$		
缩小比例	1 : 1.5	1 : 2.5	1 : 3	1 : 4	1 : 6
	$1 : 1.5 \times 10^n$	$1 : 2.5 \times 10^n$	$1 : 3 \times 10^n$	$1 : 4 \times 10^n$	$1 : 6 \times 10^n$

注: n 为正整数。

绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例,并在标题栏中“比例”一栏内填写。当某个视图需要采用不同的比例时,必须另行标注。不论采用何种比例绘图时,图样中标注的线性尺寸数字均为实物的实际大小,如图 1-6 所示。

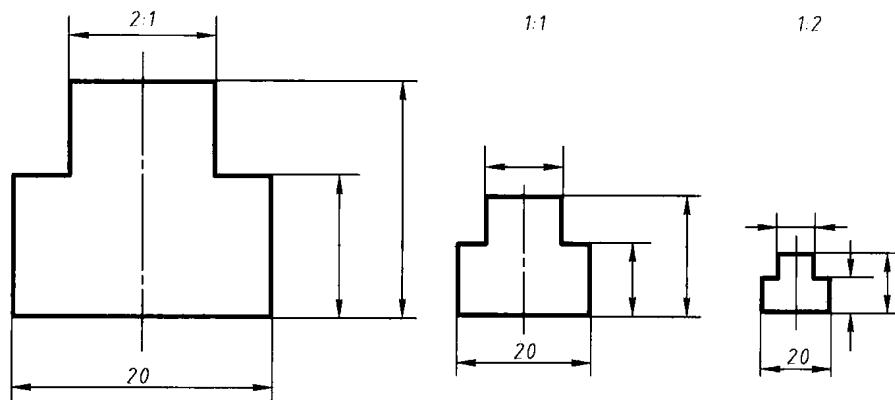


图 1-6 用不同比例绘制的图形

1.1.3 字体(GB/T 14691-1993)

字体包括汉字、数字和字母。国家标准规定图样中书写的字体必须做到字体工整、笔画清楚、排列整齐、间隔均匀。

字体高度(用 h 表示)的公称尺寸系列为 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20 mm。如需要书写更大的字体,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

汉字应写成长仿宋体字,并应采用中华人民共和国国务院正式推行的《汉字简化方案》中规定的简化字,汉字的字高 h 不应小于 3.5 mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。长仿宋体字的书写要领

是:横平竖直、注意起落、结构均匀、填满方格。长仿宋体汉字示例如图 1-7 所示。

字母和数字分为 A 型和 B 型,A 型字体的笔画宽度为字高的 1/14,B 型字体的笔画宽度为字高的 1/10,如图 1-8 所示。

字母有拉丁字母和希腊字母,数字有阿拉伯数字和罗马数字。字母和数字可写成斜体和直体,一般采用斜体,即字头向右倾斜,与水平线约 75° ,如图 1-9 和图 1-10 所示。在同一图样上,只允许选用一种字体。

用作指数、分数、注脚和尺寸偏差数值等的数字和字母,一般采用小一号字体。

各种字体书写示例如下:

10 号字

字体端正 笔画清楚 排列整齐 间隔均匀

7 号字

装配时作斜度深沉最大小球厚直网纹均布水平镀抛光研视图
向旋转前后表面展开两端中心锥销键

5 号字

技术要求对称不同轴垂线相交行径跳动弯曲形位移允许偏差内外左右
检验值范围应符合于等级精热处理淬回火渗碳硬圈并紧其
作法未注明按全部倒角

图 1-7 长仿宋体汉字示例

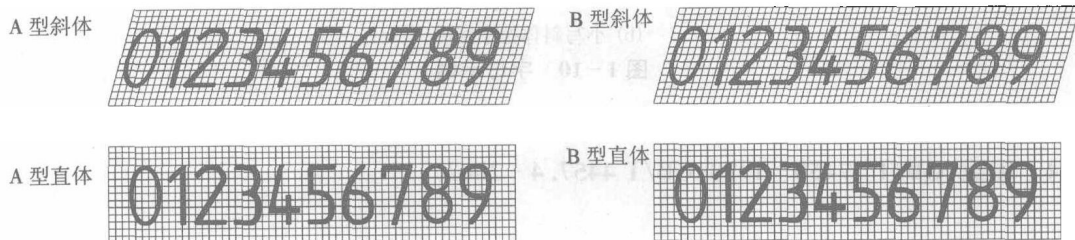
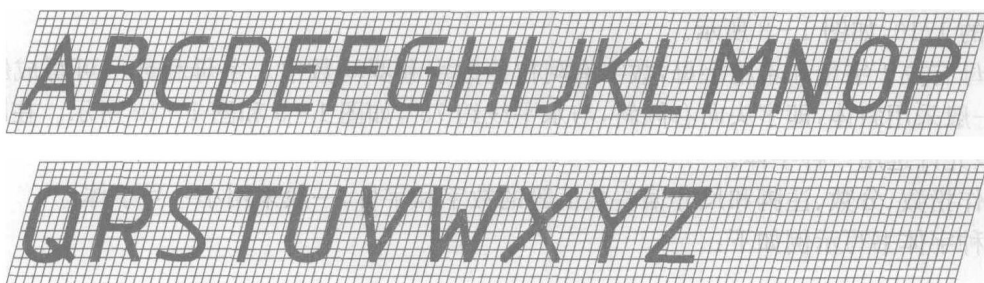


图 1-8 阿拉伯数字示例

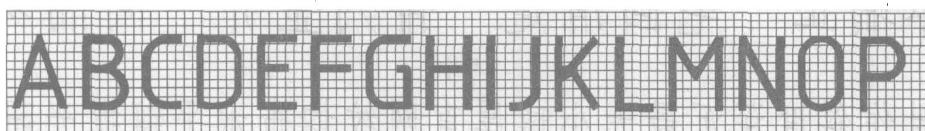
I II III IV V VI
VII VIII IX X

图 1-9 罗马数字示例

斜体



直体



(a) 大写拉丁字母



(b) 小写斜体拉丁字母

图 1-10 字母示例

1.1.4 图线(GB/T 17450-1998、GB/T 4457.4-2002)

1) 图线宽度

机械图样使用的图线宽度分为粗细两种,用 d 表示粗线的线宽代号,细线的宽度一般为 $d/2$ 。图线宽度的推荐系列为:0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2 mm。粗线的宽度一般按图样的大小和复杂程度在 0.5~2 mm 之间选择。

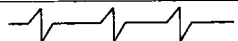
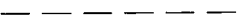
2) 图线的型式及应用

图样中的图形是由各种图线组成的。国家标准对图线的名称、型式、画法、应用等作了相关规定,如表 1-4 所示。图 1-11 所示为常用的几种图线应用举例。

3) 图线画法

(1) 同一图样中,同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线和双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。点画线和双点画线的首末两端应是线段而不是短画,同时其两端应超出图形的轮廓线 3~5 mm。

表 1-4 图线的名称、型式、宽度及用途

名 称	型 式	宽 度	一 般 应 用
粗实线	 A	d	可见轮廓线、可见过渡线
细实线	 B	约 $d/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、弯折线、牙底线、齿根线、引出线、辅助线等
波浪线	 C	约 $d/2$	断裂处的边界线、剖视与视图的分界线
双折线	 D	约 $d/2$	断裂处的边界线
细虚线	 F	约 $d/2$	不可见轮廓线、不可见过渡线
细点画线	 G	约 $d/2$	轴线、对称中心线、齿轮节线等
粗点画线	 J	d	有特殊要求的线或表面的表示线
细双点画线	 K	约 $d/2$	相邻辅助零件的轮廓线、极限位置的轮廓线、假想投影的轮廓线等

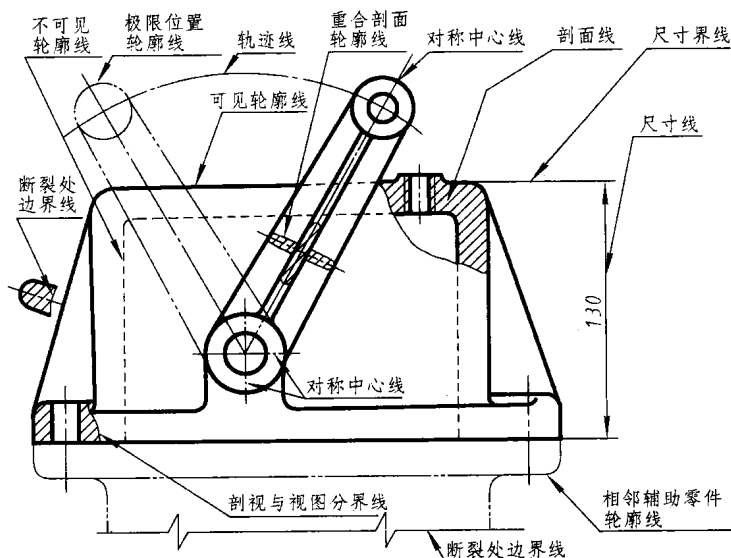


图 1-11 图线应用示例

(2) 两条平行线之间的距离应不小于粗实线的两倍宽度,其最小距离不得小于 0.7 mm。

(3) 绘制圆的对称中心线时,圆心应为线段的交点,且对称中心线的两端应超出圆弧 2~5 mm,在较小的图形上绘制点画线或双点画线有困难时,可用细实线代替,如图 1-12 所示。

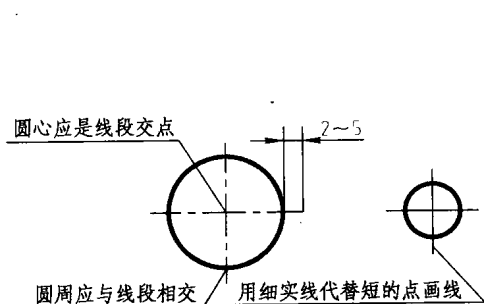


图 1-12 圆的对称中心线的画法

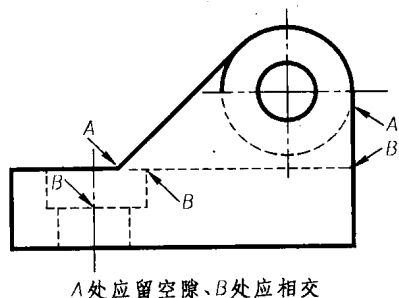


图 1-13 虚线连接处的画法

(4)虚线及点画线与其他图线相交时,都应以线段相交,不应在空隙或短画处相交;当虚线是粗实线的延长线时,粗实线应画到分界点,而虚线应留有空隙,如图 1-13 所示。

1.1.5 尺寸注法(GB/T 4458.4-2003)

1) 基本规则

(1) 机件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据,与图形的大小及绘图的准确度无关。

(2) 图样中(包括技术要求和其他说明)的尺寸,以毫米为单位时,不需标注相应的单位符号,如采用其他单位,则必须注明相应的单位符号。

(3) 图样中所注尺寸是该图样所示机件的最后完工尺寸,否则应另加说明。

(4) 机件的每一尺寸一般只标注一次,并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

2) 尺寸的组成

一个完整的尺寸应由尺寸界线、尺寸线、尺寸线终端和尺寸数字 4 个要素组成,如图 1-14 所示。

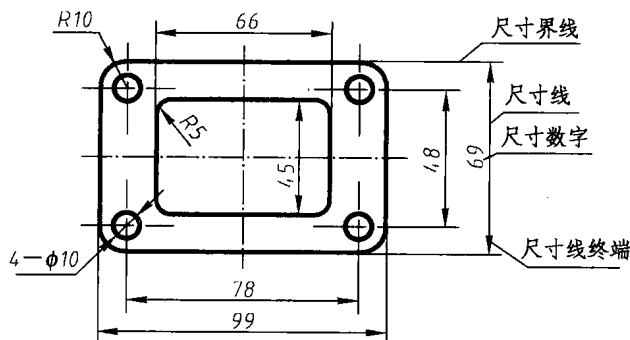


图 1-14 尺寸要素

(1) 尺寸界线 尺寸界线用细实线绘制,自图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出,也可利用图形的轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线。线性尺寸界线一般应与尺寸线垂直,并超出尺寸线 2~3 mm。

(2) 尺寸线 尺寸线用来表示尺寸度量的方向,并用细实线绘制在两尺寸界线之间。尺寸线必须单独画出,不能与其他图线重合或在其延长线上。标注直线尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行。

(3) 尺寸线终端形式 尺寸线的终端形式有箭头和斜线两种形式。其中,斜线作为尺寸线终端的形式主要用于建筑图样,而机械图样中一般采用箭头作为尺寸线的终端,如图 1-15 所示。

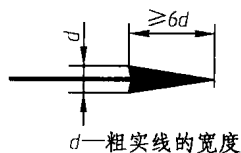


图 1-15 尺寸线终端的箭头

(4) 尺寸数字 尺寸数字用来表示机件的真实大小。尺寸数字一律用标准字体书写,一般为 3.5 号字,同一图样内大小应保持一致。尺寸数字不可被任何图线所通过,否则必须把图线断开。另外,国家标准还规定了一些标注尺寸的符号,用以区分不同类型的尺寸,如表 1-5 所示。

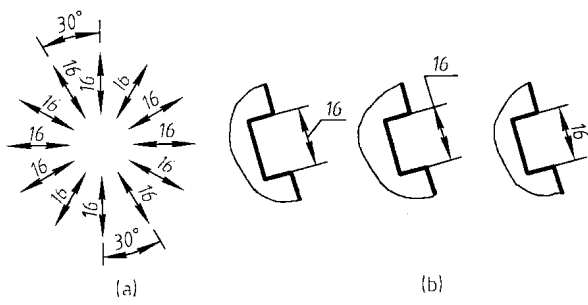
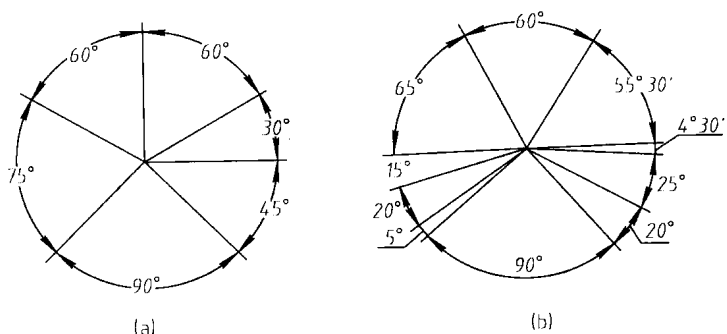
表 1-5 标注尺寸的符号及含义

序号	符 号	含 义	序号	符 号	含 义
1	ϕ	直径	8	$\square$	正方形
2	R	半径	9	$\downarrow$	深度
3	$S\phi$	球直径	10	$\sqcup$	沉孔或铤平
4	SR	球半径	11	$\sphericalangle$	埋头孔
5	t	厚度	12	$\angle$	斜度
6	EQS	均布	13	$\triangleleft$	锥度
7	C	45°倒角	14	$\frown$	弧长

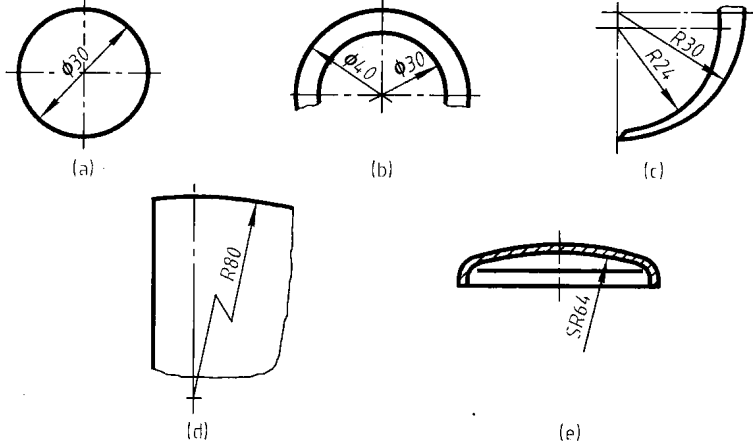
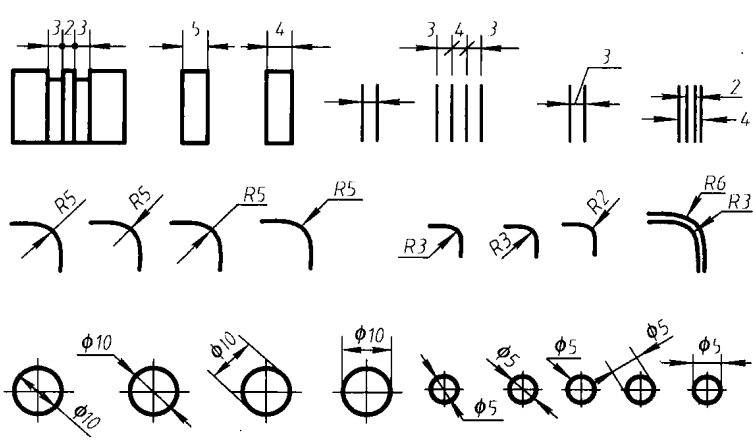
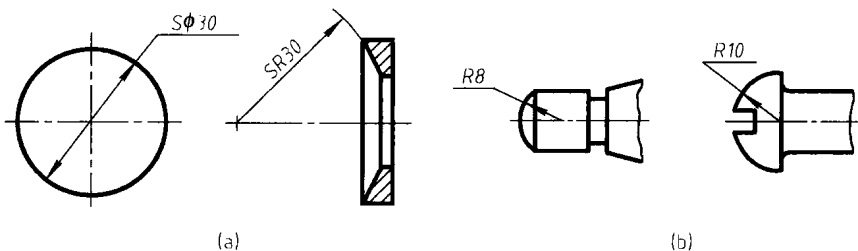
3) 尺寸注法

表 1-6 中列出了标注尺寸的基本规则,并适当地加以说明。

表 1-6 标注尺寸的基本规则

线性尺寸数字的注写方向	图 例	
	说明	线性尺寸数字应按图(a)所示方向注写,并尽可能避免在图示 30°范围内标注尺寸,无法避免时,可按图(b)的形式标注
角度尺寸的注写	图 例	
	说明	(1) 标注角度时,尺寸线应画成圆弧,其圆心是该角的顶点。(2) 角度的数字一律写成水平方向,一般注写在尺寸线的中断处(如图(a)),必要时,也可注写在尺寸线外侧或用指引线引出标注(如图(b))

续表 1-6

圆和圆弧尺寸的注写	图 例	
说明		(1) 圆的直径和圆弧半径的尺寸线的终端应画成箭头,并按照上图形式标注。(2) 直径或半径尺寸数字前,应分别注写符号“ ϕ ”或“R”。(3) 当圆弧的半径过大或在图纸范围内无法标出其圆心位置时,可按图(d)形式标注;若不需标出其圆心位置时,可按图(e)形式标注
小尺寸注法	图 例	
说明		在没有足够的位置画箭头或注写数字时,可按上图形式标注
球面尺寸注法	图 例	
说明		(1) 标注球面的直径或半径时,应在符号“ ϕ ”或“R”前再加注符号“S”。(2) 对于螺钉、铆钉的头部,轴(包括螺杆)的端部以及手柄的端部等,在不引起误解的情况下可省略符号“S”