

内 容 提 要

本书是根据教育部制定的“高职高专机械制图课程教学基本要求”和近几年修订的有关机械制图国家标准，并紧紧围绕 CAD 技术的快速发展以及我国目前大力发展高职高专教育的形势编写而成。全书除附录外共 13 章，分别是：制图的基本知识和技能，三维构形基础，投影法，多面正投影与三视图，轴测投影图，基本立体的投影，立体表面交线的投影，组合体，机件的表达方法，标准件和常用件，零件图，装配图，表面展开图和焊接图。与本教材配套使用的《机械制图习题集》同时出版。

本教材可作为高职高专以及成人高等教育机械类、近机类专业教材，也可作为高等教育自学考试的教学用书，且可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/侯洪生主编. —长春: 东北师范大学出版社, 2006.9
ISBN 7 - 5602 - 4591 - 9

I. 机... II. 侯... III. 机械制图高等学校—教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 065718 号

责任编辑：陈永杰 封面设计：宋 超
责任校对：李 桃 责任印制：张允豪

东北师范大学出版社出版发行
长春市人民大街 5268 号 (130024)

电话：0431—5687213 5691263

传真：0431—5691969

网址：<http://www.nenup.com>

电子函件：sdcbs@mail.jl.cn

广告许可证：吉工商广字 2200004001001 号

东北师范大学出版社激光照排中心制版

制版热线：0431-5680137 0431-5693036 转 2098

印装

2006 年 10 月第 1 版 2006 年 10 月第 1 次印刷

幅面尺寸：185 mm × 260 mm 印张：17.5 字数：410 千

印数：0 001 — 3 000 册

定价：22.00 元

如发现印装质量问题，影响阅读，可直接与承印厂联系调换

内 容 简 介

本书是根据教育部制定的高职高专“机械制图课程教学基本要求”和近几年修订的有关机械制图国家标准并紧紧围绕 CAD 技术的快速发展和我国目前大力发展高职高专教育的形势编写而成。全书除附录外共 13 章，主要内容有：制图的基本知识和技能、三维构形基础、投影法、多面正投影与三视图、轴测投影图、基本立体的投影、立体表面交线的投影、组合体、机件的表达方法、标准件和常用件、零件图、装配图、表面展开图和焊接图。与本教材配套使用的《机械制图习题集》同时出版。

本教材可作为高职高专以及成人高等教育机械类、近机类等专业的教材，也可作为高等教育自学考试的教学用书，且可供相关工程技术人员参考。

前 言

进入新世纪以来，随着计算机信息技术的迅猛发展，现代计算机 3D 技术终于使人们对现实世界的描述重新回到了原始的直观三维境界。设计理论和制造方法都发生了重大的变化，工程设计和制造已发展到全数字化阶段，人们可直接进行产品的三维造型设计，然后由三维模型直接生成二维视图，或将三维模型的数字信息直接输入数控机床进行加工。由此可看出，传统的工程图学课程内容已不能完全适应机械设计和制造的需要。

本教材参照了教育部制定的“高职高专机械制图课程教学基本要求”（机械类专业）并参考了教育部工程图学教学指导委员会 2004 年制定的“普通高等院校工程图学课程教学基本要求”，注意了高职高专教育改革和发展对机械制图教学的新要求。在课程体系上紧跟科技发展，在内容深度上以必需、够用为度。

本教材特点如下：

(1) 根据人的认知规律，重新对各章节进行了编排，增加了三维构型设计基础一章并将其放在投影法之前，旨在以三维立体作为切入点展开课程内容。

(2) 用直角坐标系引出三投影面体系和投影规律，利用学生已储备的几何知识帮助理解抽象内容，使复杂问题简单化。

(3) 将轴测投影提到组合体之前介绍，使之真正成为一种帮助学生阅读组合体三视图想象其空间形状的工具。

(4) 将现代造型方法和传统投影理论相结合，用于轴测投影和组合体的绘制及阅读之中，使读者不但容易想象出组合体形状而且知道其成型的方法和过程。这是本书的一个创新点。

(5) 本书语言简练，通俗易懂。精选的插图清晰，立体感强，便于读者自学。

与本教材配套使用的由侯洪生等编写的《机械制图习题集》同时出版，可供读者选用。

本教材可作为高职高专以及成人高等教育机械类、近机类等专业的教材，也可作为高等教育自学考试的教学用书，且可供相关工程技术人员参考。

本书第 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 12 章由侯洪生老师编写，第 6, 7 章由闫冠老师编写，第 11 章由林玉祥老师编写，第 1, 13 章和附录由白海英老师编写。

本书在编写过程中参考了一些国内同类著作，在此一并表示感谢。

限于我们的水平，加之经验不足和时间仓促，书中难免存在缺点和不足，恳请广大读者批评指正。

编者

2006 年 6 月

绪 论

一、本课程的研究对象、性质和任务

在现代工业生产中，设计和制造机器以及所有工程建设都离不开工程图样；在使用和维修机器设备时，也要通过阅读图样了解机器设备的结构和性能。因此，工程图样是工业生产中一种重要的技术文件，是进行技术交流不可缺少的工具，是工程界共同的技术语言。每个工程技术人员和工程管理人员都必须掌握这种语言，否则就无法从事技术工作。

工程图学是研究绘制和阅读工程图样的一门技术基础课，它既具有系统的理论性，又有较强的实践性和技术性。

本课程的主要任务是：

- (1) 学习投影法的基本理论及其应用；
- (2) 培养空间几何问题的图解能力；
- (3) 培养空间思维和几何抽象能力；
- (4) 培养零部件构型表达能力；
- (5) 培养计算机绘图、徒手绘图和尺规绘图的综合能力；
- (6) 掌握与工程图样有关的知识 and 机械制图国家标准，培养查阅有关设计资料 and 标准的能力；
- (7) 培养学生认真负责的工作态度和严谨的工作作风，全面提高学生的动手能力、工程意识、创新能力、设计理念等。

二、本课程的学习方法

(1) 要学好本课程，必须认真学好投影理论，会运用形体分析、线面分析和结构分析等方法；由浅入深地进行绘图和读图实践，以提高掌握和运用基础知识的能力；多画、多读、多想，反复地进行由物画图，由图想物，逐步提高空间想象能力和空间分析能力。这是学好本课程的关键。

(2) 必须按规定并以正确的方法和步骤，完成一系列制图作业。准确使用工程制图

中的有关资料，提高独立工作能力和自学能力。

(3) 注意将计算机绘图、徒手绘图和尺规绘图等各种技能与投影理论密切结合，能较准确、快速地绘制工程图样。

由于工程图样在生产建设中起着重要的作用，绘图和读图的差错不仅会导致经济损失，甚至还负有法律责任，所以在完成习题和作业的过程中要逐步养成认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。学好本课程可为后继课程及生产实习、课程设计和毕业设计打下良好的基础，同时也可以以上各环节中使绘图和读图的能力得到进一步的巩固和提高。

目 录

绪 论	1
第 1 章 制图的基本知识和技能	3
1.1 《技术制图》和《机械制图》国家标准的一般规定	3
1.2 制图的基本技能	12
1.3 几何作图	14
1.4 平面图形的画法	19
1.5 画徒手草图的方法	21
第 2 章 三维构形基础	23
2.1 基本形体的类型及形成	23
2.2 简单形体、组合体及相贯体的形成特点	26
第 3 章 投影法	28
3.1 投影法的分类	28
3.2 单面投影图与多面正投影图	30
第 4 章 多面正投影与三视图	32
4.1 三投影面体系及几何元素的三面投影	32
4.2 换面法	45
4.3 形体的三视图	51
第 5 章 轴测投影图	55
5.1 轴测图的概念和基本知识	56
5.2 轴测图的画法	57
第 6 章 基本立体的投影	65
6.1 平面立体的投影	65
6.2 回转体的投影	67

第7章 立体表现交线的投影	73
7.1 平面与立体相交	73
7.2 两曲面立体相交	81
第8章 组合体	89
8.1 组合体视图的绘制方法	89
8.2 组合体的尺寸标注	94
8.3 读组合体视图	101
第9章 机件的表达方法	110
9.1 视图	110
9.2 剖视图	114
9.3 断面图	126
9.4 简化画法及其他规定画法	128
9.5 表达方法的综合应用	133
9.6 第三角投影法简介	135
第10章 标准件和常用件	136
10.1 螺纹及螺纹连接	136
10.2 键、销及滚动轴承	148
10.3 齿 轮	155
10.4 弹 簧	164
第11章 零件图	169
11.1 零件的概述	169
11.2 零件图的作用与内容	170
11.3 零件的工艺结构	171
11.4 零件的表达方案	174
11.5 零件图中的尺寸标注	181
11.6 零件图中的技术要求	187
11.7 零件测绘	201
11.8 读零件图	204
第12章 装配图	208
12.1 装配图的作用和内容	209
12.2 机器或部件的表达方法	209
12.3 装配图中的尺寸标注和技术要求	213
12.4 装配图中的零、部件序号及明细栏	214

12.5	装配工艺结构的合理性	215
12.6	部件测绘和装配图的画法	219
12.7	读装配图和由装配图拆画零件图	222
第 13 章	表面展开图和焊接图	229
13.1	平面立体表面的展开	229
13.2	可展曲面的展开	230
13.3	不可展曲面的展开	232
13.4	应用举例	234
13.5	焊接件	236
附 录	244
参考文献	269

第 1 章

制图的基本知识和技能

【学习要点】 理解国家标准的作用，掌握并严格遵守《技术制图》和《机械制图》国家标准的一般规定，掌握平面图形的基本作图及尺寸标注，掌握手工绘图的基本技能。

【主要内容】 《技术制图》和《机械制图》国家标准的一般规定，绘图工具的使用方法与绘图基本技能，几何作图方法，平面图形的尺寸分析和画图步骤等。

1.1 《技术制图》和《机械制图》国家标准的一般规定

图样是工程技术界的重要技术文件，为了表达设计思想，进行技术交流，指导生产，国家标准对图样中的有关内容作出了统一的规定。

我国标准简称“国标”，属性代号为“GB”。例如 GB/T14689—1993，其中“T”为推荐性标准，“14689”是标准顺序号，“1993”是标准颁布的年代号。本节介绍图幅、比例、字体、图线、尺寸注法等规定，其余内容将在后续章节中分别介绍。

1.1.1 图纸幅面和格式 (GB/T14689—1993)

1. 图纸幅面

绘制图样时应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面。幅面共有 5 种，其代号为 A_0 ， A_1 ， A_2 ， A_3 ， A_4 。必要时允许按规定加长幅面（加长幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加得出）。

表 1-1 图纸基本幅面及图框尺寸

幅面代号	A_0	A_1	A_2	A_3	A_4
$B \times L$	841×1 189	594×841	420×594	297×420	210×297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

2. 图框格式

画图时，应在图纸上用粗实线画出图框，其格式分为不留装订边和留装订边两种格式，见图 1-1 和 1-2。

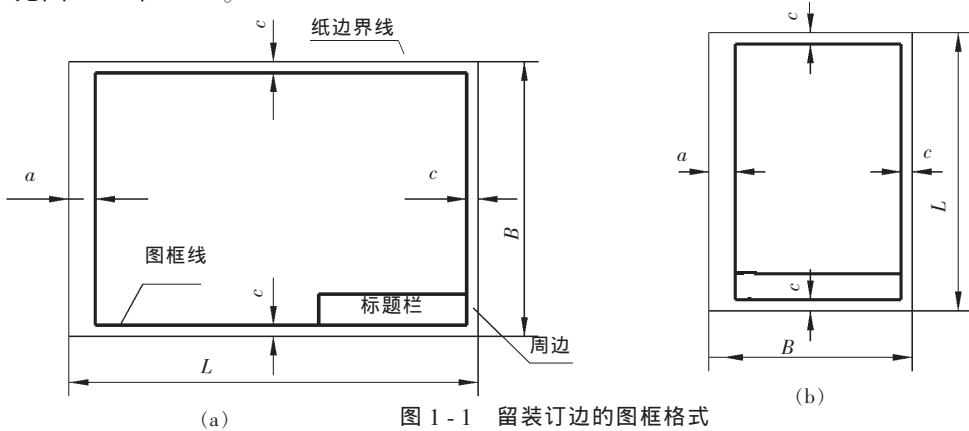


图 1-1 留装订边的图框格式

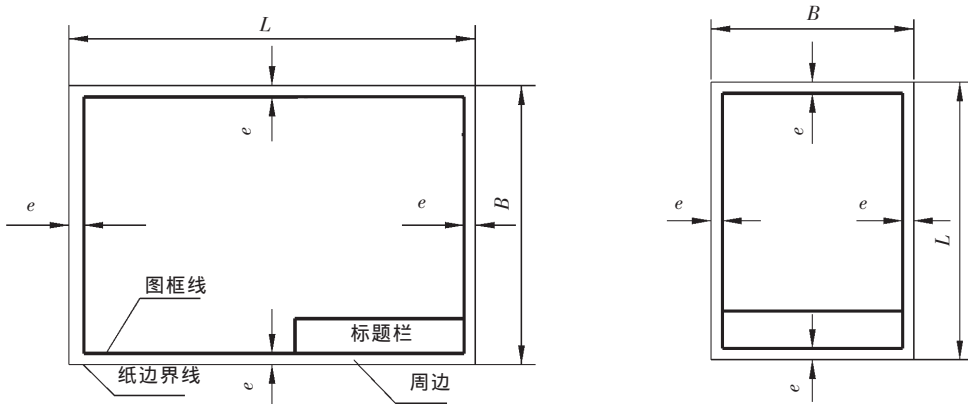


图 1-2 不留装订边的图框格式

3. 标题栏

每张技术图样均应有标题栏，用来填写图样上的综合信息，它是图样中的重要组成部分。国家标准 GB/T10609.1—1989 规定了标题栏格式、内容及尺寸。其格式一般由更改区、签字区、其他区和名称及代号区组成，详见图 1-3 所示。学生在制图作业中也可采用图 1-4 中的简单格式。

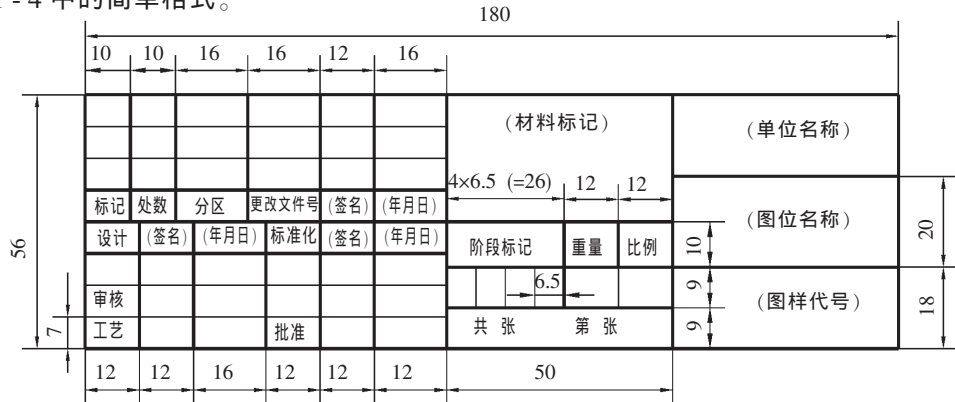


图 1-3 标题栏的格式

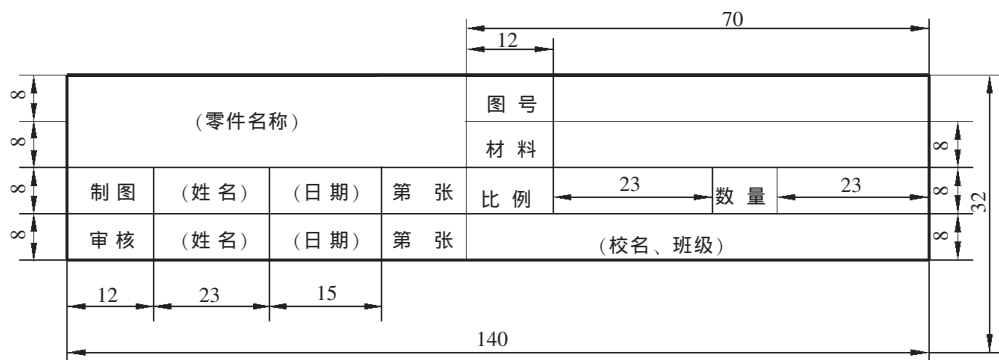


图 1-4 制图作业中采用的标题栏格式

GB/T14689—1993 规定标题栏的位置应在图纸的右下角，标题栏的长边置于水平方向，其右边和底边均与图框线重合。此时，看图的方向应与标题的方向一致，如图 1-1、图 1-2 所示。为了利用预先印制的图纸，标准也允许将标题栏的短边置于水平位置。此时，标题栏必须位于图纸的右上角，图中必须标注方向符号，看图方向应以方向符号为准，而标题栏中的内容及书写方向不变。

1.1.2 比例 (GB/T14690—1993)

1. 术语

比例：图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

原值比例：为 1 的比例，即 1:1。

放大比例：比值大于 1 的比例，如 2:1 等。

缩小比例：比值小于 1 的比例，如 1:2 等。

2. 比例系列

绘图时应尽量采用原值比例，以便从图样上直接估计出机件的大小。需要按比例绘制图样时，应优先选取表 1-2 中所规定的比例数值。必要时，也允许选取表 1-3 中的比例。

图样无论放大或缩小，在标注尺寸时，都应按机件的实际尺寸标注。同一张图样上的各视图应采用相同的比例，并标注在标题栏中的“比例”栏内。

表 1-2 规定的比例系列 (一)

种 类	比 例
原值比例 (比值为 1 的比例)	1:1
放大比例 (比值>1 的比例)	5:1 2:1 5×10 ⁿ :1 2×10 ⁿ :1 1×10 ⁿ :1
缩小比例 (比值<1 的比例)	1:2 1:5 1:10 1:2×10 ⁿ 1:5×10 ⁿ 1:1×10 ⁿ

注：n 为正整数。

表 1-3 规定的比例系列 (二)

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。

1.1.3 字体 (GB/T14691—1993)

标准规定在图样中字体书写必须做到: 字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

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

1. 汉 字

图样上的汉字应写成长仿宋字, 并应采用国家正式颁布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5 mm, 字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。汉字不分直体或斜体。

长仿宋字的特点是: 字体细长, 起笔和落笔均有笔锋, 字形挺拔, 与数字和字母书写在一起也显得协调。要写好长仿宋体, 应在基本笔画和结构布局两方面下工夫。基本笔画是横、竖、撇、捺、点、挑、钩、折等。每一笔画要一笔写成, 不宜勾描。同时还应注意字体的写法, 其要领是: 横平竖直, 注意起落, 结构均匀, 方正丰满写方格。

2. 字母和数字

字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 (d) 为字高 (h) 的 $1/14$, B 型字体笔画宽度为字高的 $1/10$ 。在同一张图上, 只允许选用同一种形式的字体。

字母和数字可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜, 与水平基准线成 75° 。拉丁字母、阿拉伯数字、罗马数字、汉字的字体示例见图 1-5 所示。



图 1-5 字体示例

1.1.4 图线 (GB/T17450—1998)

1. 图线的形式及应用

图线是指在起点和终点间,以任意方式连接的一种几何图形。图线的起点和终点可以重合,如一条图线形成圆的情况。当图线长度小于或等于图线宽度的一半时,称为点。









标准规定了15种基本线型,如实线、虚线、点画线等(详见GB/T17450)。所有线型的图线宽度(d)应按图样的类型和尺寸大小在下列数系中选择:

0.13, 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1.0, 1.4, 2.0, 单位: mm。

在同一图样中,同类图线的宽度应一致。在机械工程图样中采用两种线型宽度即2:1,粗线宽度 d 一般取0.5~2,其他线的宽度应取 $d/2$ 。

机械工程图样中常用的8种线型名称、图线形式及主要用途(其中细波浪线、细双折线是由基本线型变形得到的)如表1-4所示。图1-6所示为图线的应用举例。

表 1-4 图线及应用举例

图线名称	图 线 型 式	图线主要应用举例 (见图 1-6)
粗实线		可见轮廓线 视图上的铸件分型线 相贯线
细实线		尺寸线和尺寸界线 剖面线 重合断面的轮廓线
细虚线		不可见轮廓线
细点画线		轴线, 对称中心线, 轨迹线, 剖切线
细波浪线		断裂处的边界线 视图与剖视的分界线
细双折线		断裂处的边界线
粗点画线		既定范围的表示, 例如热处理
细双点画线		相邻零件的轮廓线 移动件的限位线 先期成型的初始轮廓线

注:表中列举的图线应用是一些常见的应用范围,有些图线还可以应用于其他场合。

2. 图线画法

同一图样中,同类型的图线宽度应一致。虚线、点画线及双点画线各自的画长和间隔应尽量一致。其中虚线画长约3~6 mm,间隔约1 mm;点画线画长约15~20 mm,间隔和短画各约1 mm。

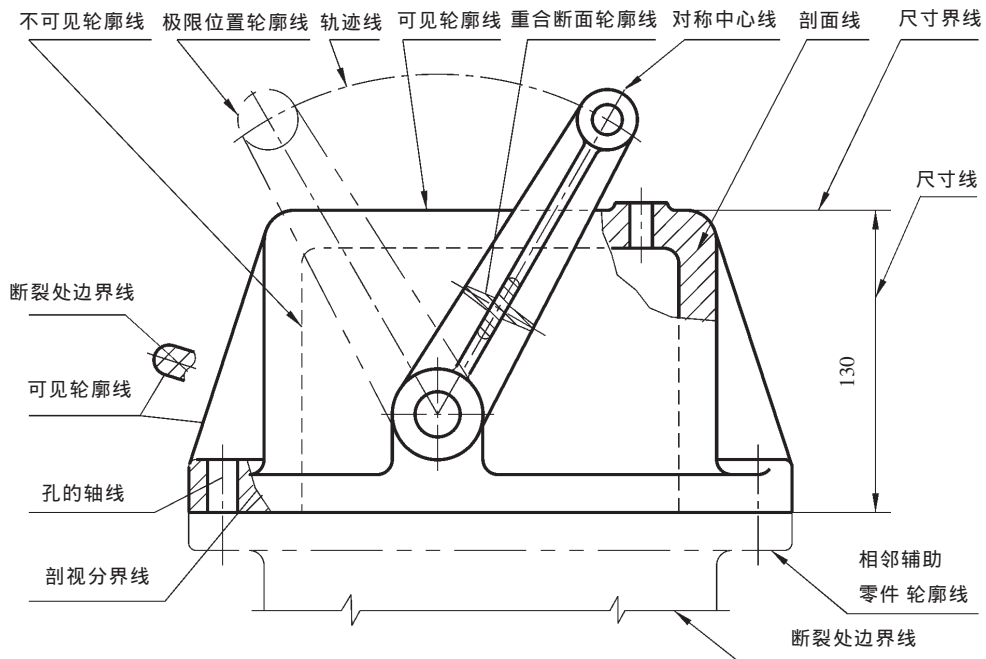
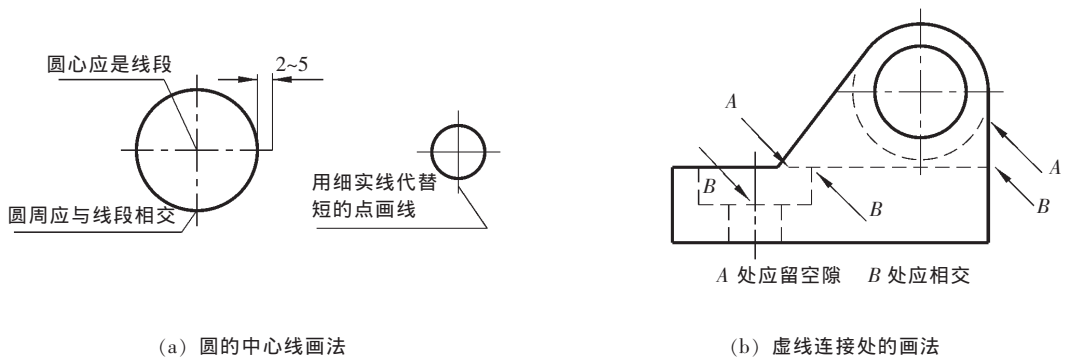


图 1-6 图线应用举例

点画线、双点画线的首尾应为长划，不应画成点，且应超出轮廓线 3~5 mm。
 点画线、双点画线中的点是很短的一横，不能画成圆点，且应点、线一起绘制。
 在较小的图形上绘制点画线或双点画线较困难时，可用细实线代替。
 虚线、点画线、双点画线相交时，应是线段相交。
 当多种线型重合时，应按粗实线、虚线、点画线的优先顺序画出（见图 1-7）。



(a) 圆的中心线画法

(b) 虚线连接处的画法

图 1-7 图线画法

1.1.5 尺寸注法 (GB/T4458.4—1984, GB/T16675.2—1996)

1. 基本规则

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程度无关。

图样中的尺寸以毫米为单位时，不需标注计量单位的代号“mm”或名称“毫米”；如采用其他单位，则必须注明相应的计量单位的代号或名称，如45°（度）、m（米）等。

图样中所标注的尺寸为该图样所示机件的最后完工尺寸，否则应另加说明。

机件的每一个尺寸一般只注一次，并应注在反映该结构最清晰的图形上。

2. 尺寸的基本要素

一个完整的尺寸主要包括尺寸界线、尺寸线和尺寸数字三个基本要素，如图1-8所示。

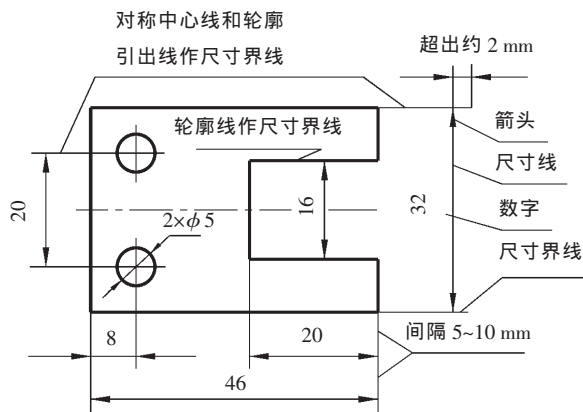


图1-8 尺寸要素

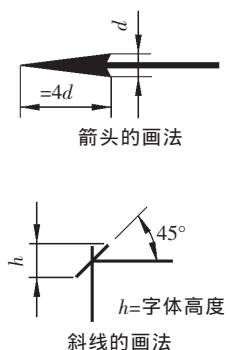


图1-9 尺寸线终端

尺寸界线。表明所注尺寸的范围，用细实线绘制，并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出，也可以直接利用这些线作尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直，必要时才允许倾斜。

尺寸线。表明尺寸度量的方向，必须用细实线单独绘制，不能用其他图线代替，也不得与其他图线重合或画在其他图线的延长线上。尺寸线终端有两种形式：箭头或斜线，如图1-9所示。同一图样上只用一种终端形式。机械工程图样上的尺寸线终端一般为箭头，当地方不够时可用实心圆点代替。同一张图上的箭头大小要一致。

尺寸数字。表示尺寸的数值，应按GB/T14691—1993《技术制图 字体》中对数字的规定形式书写，且不允许被任何图线穿过，否则必须将图线断开。图样上的尺寸数字高度一般用3.5号。

3. 线性尺寸

图样上所标注的尺寸可分为线性尺寸和角度尺寸两种。线性尺寸是指物体某两点之间的距离，如物体的长、宽、高、直径、半径、中心距等。角度尺寸是指两相交直线（平面）所形成的夹角的大小。

(1) 直线尺寸的注法

水平直线尺寸的数字一般应写在尺寸线的上方或中断处，字头向上。垂直方向的尺寸数字写在尺寸线左方或中断处，且字头向左。直线尺寸数字字头如图1-10(a)所示。为防止看图时出差错，应尽量避免在图示30°范围内标注尺寸。当无法避免时，可按图1-10(b)注写。

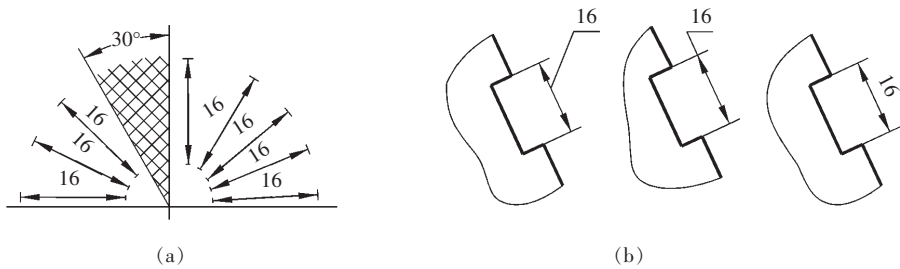


图 1-10 直线尺寸注法

(2) 直径与半径尺寸注法

标注整圆或大于半圆的圆弧时，尺寸线应通过圆心且为非水平方向或垂直方向，以圆周为尺寸界线，在尺寸数字前加注直径符号“ ϕ ”，如图 1-11 (a) 所示。回转体的非圆视图上也可以注直径尺寸，且在数字前加注符号“ ϕ ”，如图 1-11 (b) 所示。

标注小于或等于半圆的圆弧时，尺寸线应从圆心出发引向圆弧，只画圆弧端的箭头，尺寸数值前加注半径符号“ R ”，如图 1-11 (c) 所示。

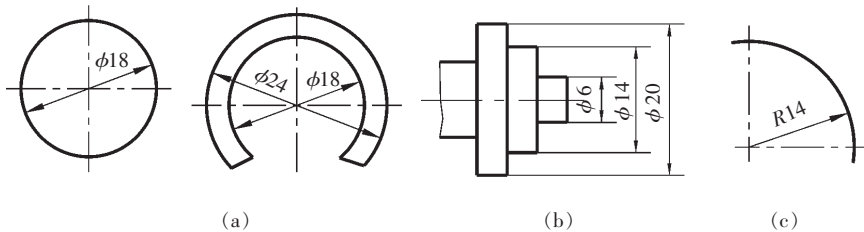


图 1-11 直径与半径尺寸注法

标注球的直径或半径时，应在符号“ ϕ ”或“ R ”前加注符号“ S ”，如图 1-12 (a) 所示。在读图不引起误解的情况下，符号“ S ”可以省略不注，如图 1-12 (b) 所示。

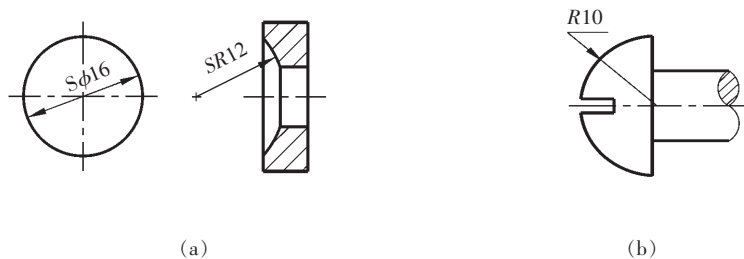


图 1-12 球面的尺寸注法

(3) 图样中的小结构尺寸注法

当几个小尺寸连续标注而无法画箭头时，中间的箭头可用斜线或实心圆点代替；当尺寸界线之间没有足够位置画箭头及写数字时，可把箭头或数字放在尺寸界线的外侧。小圆与小圆弧等注法如图 1-13 所示。