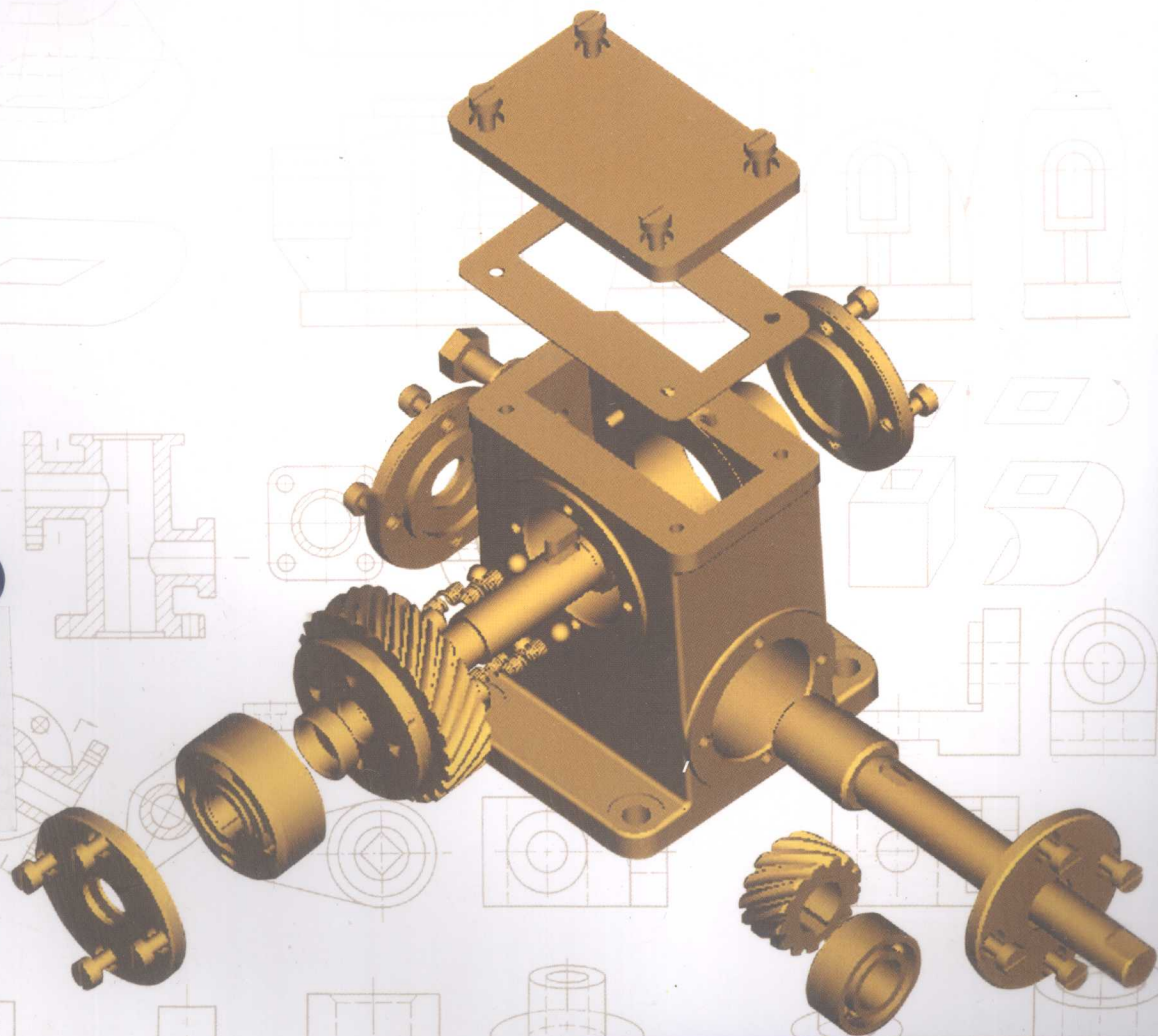


工程图学

主编 曹 敏 高西林 张新伟 苏 红
主审 刘发鸿 荆大安



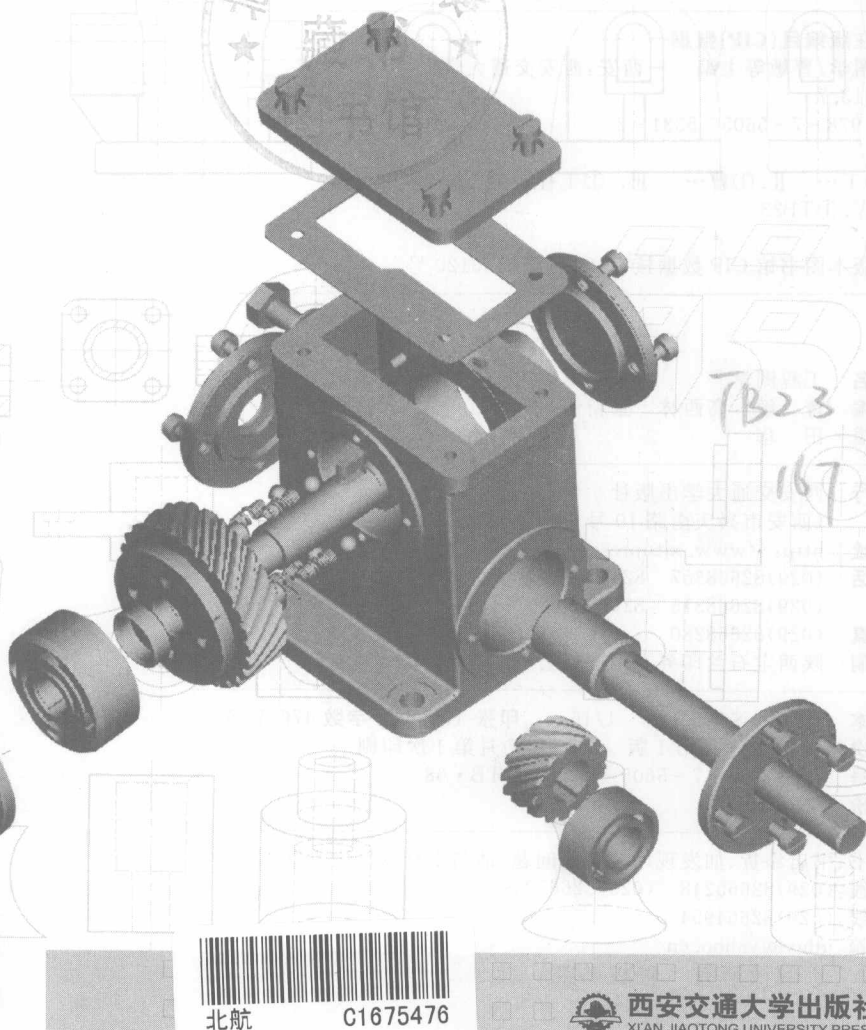
西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

013067667

TB23
167

工程图学

主编 曹 敏 高西林 张新伟 苏 红
主审 刘发鸿 荆大安



北航

C1675476



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书以教育部高等学校工程图学教学指导委员会制定的《高等学校工程图学教学基本要求》为依据,参考国内同类优秀教材,结合编者多年教学经验和设计实践经验编写而成。

全书共分 11 章,内容包括:制图的基本知识,几何元素的投影,基本立体,立体表面的交线,轴测投影图,以及组合体,机件的表达方法,标准件和常用件,零件图和装配图,最后介绍了计算机绘图的基础知识。

本书可作为高等工科院校工程制图课程的公共基础通用教材,也可作为职业技术教育工科类专业的教材或参考书,也可作为有关工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

工程图学/曹敏等主编. —西安:西安交通大学出版社,2013.7

ISBN 978-7-5605-5331-3

I. ①工… II. ①曹… III. ①工程制图-高等学校-教材 IV. ①TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 123120 号

书 名	工程图学
主 编	曹 敏 高西林 张新伟 苏 红
责任编辑	田 华

出版发行 西安交通大学出版社
(西安市兴庆南路 10 号 邮政编码 710049)

网 址 <http://www.xjtpress.com>
电 话 (029)82668357 82667874(发行中心)
(029)82668315 82669096(总编办)

传 真 (029)82668280
印 刷 陕西宝石兰印务有限责任公司

开 本	787mm×1092mm 1/16	印张	19.5	字数	476 千字
版次印次	2013 年 7 月第 1 版 2013 年 7 月第 1 次印刷				
书 号	ISBN 978-7-5605-5331-3/TB·68				
定 价	35.00 元				

读者购书、书店添货、如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。

订购热线:(029)82665248 (029)82665249

投稿热线:(029)82664954

读者信箱:jdlgy@yahoo.cn

版权所有 侵权必究

前言

本书是根据教育部工程图学教学指导委员会制定的《普通高等院校工程图学课程教学基本要求》，并结合当今先进成图技术的发展对本课程的新要求及多年来工程图学的教学、教改经验和成果编写而成。

在本书编写过程中，力求理念先进。培养学生具有丰富活跃的空间思维能力而促使其有想法，具有较强平面表达能力能将想法绘制成图形，并培养学生通过学习软件掌握先进的成图技术，从而实现“具有把想法变成图形，把图形变成模型的能力”的培养目标。

编写组成员通过多年工程图学系列课的教学和教改实践，融合教学创新的思路，使本书的内容既注重对基本理论、基本能力的学习及培养的需要，又突出对实践环节和创新思维的启发与训练。在编写本书的过程中，精心设计了教学体系和内容，把传统内容和教学方法与现代内容和教学方法有机的结合在一起，让本门课程的内容不断推陈出新。

本书编写的主要思想和特点是：

1. 从课程教学的要求和实际需要出发，力求概念准确清楚，深入浅出，通俗易懂，便于理解和掌握。

2. 以“图”代“文”，采用了大量的图例表达方式，使内容图文并茂，一目了然，增加了教材的直观性。

3. 注重基本知识和基本技能的培养，调动学生的主观能动性。在每章的结尾对本章的基本概念和要点、基本技能和方法，设置了一些思考题，加强了实践性环节。

4. 注重综合能力的培养与训练，如几何元素投影部分的综合解题分析，组合体部分的构形设计等，这些都有利于丰富和活跃学生的空间思维与想象力。

5. 教材突出了3D绘制图形的理念，有利于培养学生的空间思维能力。

6. 加强了实用工程化的训练，如测绘实体、尺寸标注、CAD设计等。

7. 教材中全部采用最新的《技术制图》、《机械制图》国家标准及与制图有关的其他标准。

本教材可作为普通高等学校理工类各专业40~120学时的工程制图系列课程的通用教材，也可作为其他类型相关专业的教学用书或参考书。

本教材的第1章、第4章及附录由高西林编写，第2章、第6章(6.5)、第9章由曹敏编写，第3章、第6章、第7章由苏红编写，第5章、第8章、第10章、第11章由张新伟编写。

对西安工程大学制图教研室全体教师提出的修改建议，对西安交通大学出版社的鼎力支持，对刘发鸿教授、荆大安教授提出的宝贵建议和精心审阅一并表示感谢。

限于编者水平，本教材中缺点、错误与不妥之处在所难免，恳请使用者指正。

编者
2013年6月

目 录

第 1 章 制图的基本知识	(1)
1.1 制图的基本规定	(1)
1.2 绘图工具及其仪器的使用方法	(12)
1.3 几何作图	(15)
1.4 平面图形的画法及尺寸标注	(19)
第 2 章 几何元素的投影	(22)
2.1 投影的基本知识	(22)
2.2 点的投影	(24)
2.3 直线的投影	(29)
2.4 平面的投影	(38)
2.5 直线与平面、平面与平面的相对位置	(43)
2.6 换面法	(52)
2.7 综合解题示例	(58)
第 3 章 基本立体	63
3.1 三视图的形成及对应关系	(63)
3.2 平面立体的投影	(66)
3.3 曲面立体的投影	(69)
第 4 章 立体表面的交线	(77)
4.1 平面与立体相交	(77)
4.2 两回转体相贯	(90)
第 5 章 轴测投影图	(99)
5.1 轴测图的基本知识	(99)
5.2 正等轴测图	(100)
5.3 斜二等轴测图	(105)
第 6 章 组合体	(109)
6.1 组合体的构形分析	(109)
6.2 画组合体的视图	(110)
6.3 组合体的尺寸标注	(115)
6.4 读组合体的视图	(124)
6.5 组合体构形设计	(134)
第 7 章 机件的各种表达方法	(139)
7.1 视图	(139)

7.2	剖视图	(142)
7.3	断面	(154)
7.4	局部放大图和简化画法	(156)
7.5	表达方案综合应用举例	(161)
7.6	第三角投影简介	(164)
第 8 章	标准件及常用件	(167)
8.1	螺纹及紧固件	(167)
8.2	键与销连接	(188)
8.3	齿轮	(192)
8.4	弹簧	(199)
8.5	滚动轴承	(202)
第 9 章	零件图	(209)
9.1	零件图的作用及内容	(209)
9.2	零件图的视图表达	(210)
9.3	零件图的尺寸标注	(214)
9.4	零件图的技术要求	(219)
9.5	零件的工艺结构	(231)
9.6	零件的测绘	(235)
9.7	读零件图	(239)
第 10 章	装配图	(243)
10.1	装配图的内容	(243)
10.2	装配图的画法	(244)
10.3	装配图的尺寸注法和技术要求	(245)
10.4	装配图的零件序号和明细栏	(247)
10.5	装配结构的合理性	(248)
10.6	由零件图画装配图的方法和步骤	(250)
10.7	读装配图和拆画零件图的方法	(251)
10.8	部件的测绘	(257)
第 11 章	计算机绘图基础	(262)
11.1	AutoCAD 的基本知识	(262)
11.2	AutoCAD 的常用命令	(268)
11.3	平面图样的绘制	(281)
11.4	三维绘图简介	(283)
附录 1	常用标准数据和标准结构	(287)
附录 2	极限与配合	(288)
附录 3	常用材料及热处理	(299)
参考文献		(305)

第 1 章 制图的基本知识

工程图样是产品设计和制造过程中必不可少的技术文件,是工程界用来表达和交流设计思想的技术语言。为完整、清晰、准确地绘制工程图样,工程技术人员均应熟悉和掌握有关制图的基本知识和绘图技能,同时必须严格遵守制图的有关国家标准。本章介绍《技术制图》和《机械制图》国家标准中有关“图纸幅面和格式”、“比例”、“字体”、“尺寸标注”等有关规定,同时对绘图工具的使用、几何作图、平面图形的画法及尺寸标注等作基本介绍。

1.1 制图的基本规定

为了适应生产管理的需要和便于技术交流,国家技术监督局依据国际标准化组织制定的国际标准,制订并颁布了我国的《技术标准》和《机械制图》国家标准,简称“国标”,代号“GB”。本节摘录了“国标”中有关绘图的基本规定,在绘制工程图样时,必须严格遵守这些规定。

1.1.1 图纸幅面和格式(GB/ T 14689—1993)

1. 图纸幅面

图纸的基本幅面有 A0、A1、A2、A3、A4 五种。在绘制图样时,应优先采用表 1-1 中规定的图纸幅面尺寸。必要时,可以按规定加长图纸的幅面,加长幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出,见图 1-1。虚线为加长后的图纸幅面。

2. 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框,其格式分为不留装订边(见图 1-2)和留有装订边(见图 1-3)两种。同一种产品采用同一种图框格式。

表 1-1 图纸幅面代号及图框尺寸 mm

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

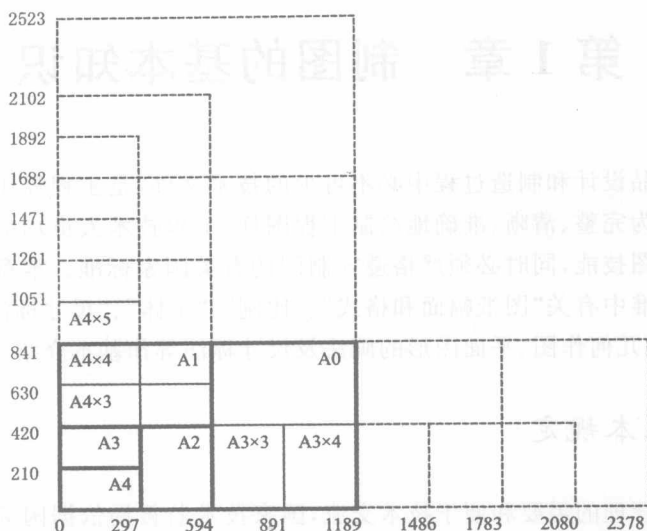


图 1-1 图纸的幅面

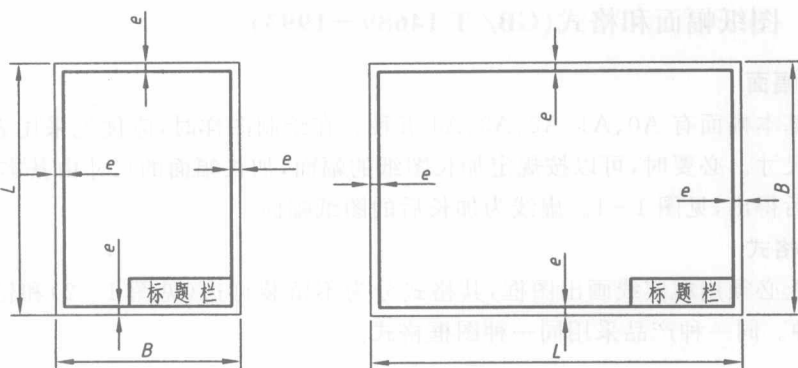


图 1-2 不预留装订边的图框格式

3. 标题栏及明细栏

每张图纸上都必须有标题栏,标题栏中文字的方向是看图方向。标题栏应位于图纸右下角,如图 1-2 和图 1-3 所示,标题栏的底边与下图框线重合,标题栏的右边与右图框线重合。标题栏的基本要求、内容、尺寸和格式在国家标准 GB/T 10609.1—1989《技术制图 标题栏》中有详细规定。其基本要求、内容和格式在国家标准 GB/T 10609.2—1989《技术制图明细栏》中有具体的规定,如图 1-4 所示。

在学校的制图作业中,标题栏可以采用如图 1-5 所示的简化形式。标题栏内校名、图样名称、图样代号、材料用 7 号字书写,其余都用 5 号字书写。

1.1.2 比例(GB/ T 14690—1993)

比例是指图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。图样比例分为原值比例、放大比例、缩

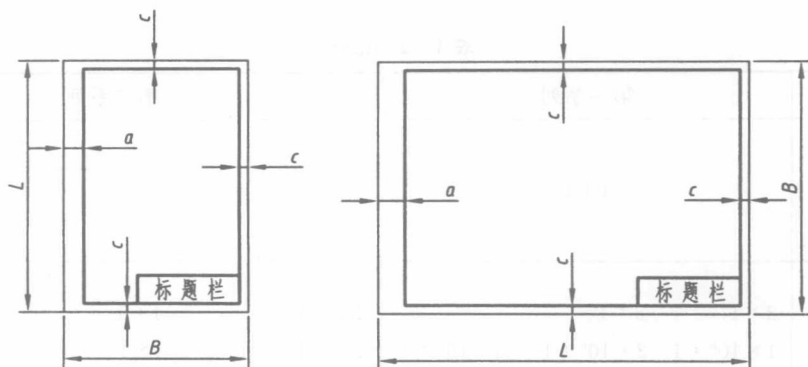


图 1-3 预留装订边的图框格式

						(材料标记)			(单位名称)	
						4×6.5			(图样名称)	
						阶段标记			(图样代号)	
						重量				
						比例				
						共 张第 张				
						50				
						180				

图 1-4 国家标准规定的标题栏格式

32 8 8	(图名)			比例	
				材料	
	制图	(签名)	(日期)	(学校、专业、班级)	
审核	(签名)	(日期)			
	15	40	25		
	140				

图 1-5 学校使用的标题栏格式

小比例三种,绘制图样时,应根据实际需要,按表 1-2 中规定的系列选取适当的比例,优先选择第一系列,必要时选取第二系列。

表 1-2 比例

种类	第一系列	第二系列
原值比例 (比值为 1)	1 : 1	
放大比例 (比值大于 1)	2 : 1 5 : 1 1 × 10 ⁿ : 1 2 × 10 ⁿ : 1 5 × 10 ⁿ : 1	2.5 : 1 4 : 1 2.5 × 10 ⁿ : 1 4 × 10 ⁿ : 1
缩小比例 (比值小于 1)	1 : 2 1 : 5 1 : 10 1 : 2 × 10 ⁿ 1 : 5 × 10 ⁿ 1 : 1 × 10 ⁿ	1 : 1.5 1 : 2.5 1 : 3 1 : 4 1 : 6 1 : 1.5 × 10 ⁿ 1 : 2.5 × 10 ⁿ 1 : 3 × 10 ⁿ 1 : 4 × 10 ⁿ 1 : 6 × 10 ⁿ

应尽量按机件的实际大小(1 : 1)画图,以便能直接从图样上看出机件的真实大小,当机件过大或过小时,可选用表 1-2 中规定的缩小或放大比例绘制。绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例,并在标题栏的比例一栏中标明。当某个视图需要采用不同的比例时,必须另行标注。应注意,不论采用何种比例绘图,尺寸数值均按实际尺寸标注。

1.1.3 字体(GB/ T 14691—1993)

图样上书写的字体有一定的要求,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,单位为 mm)的公称尺寸系列为:1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20。

1. 汉字

汉字采用长仿宋体,并应采用国家正式公布推行的《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,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

长仿宋体汉字的书写要领是:横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。

汉字书写示例——长仿宋体 10 号字

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

2. 数字和字母

数字和字母分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 d 为字高 h 的 1/14; B 型字体的笔画宽度 d 为字高 h 的 1/10。数字和字母均可写成斜体或直体,斜体字字头向右倾斜,与水平线成约 75°角。在同一张图样上,只允许选用一种形式的字体。下面是 A 型、B 型 10 号斜体数字、字母示例和 B 型 10 号直体字母示例。

10 号 A 型斜体字:

ABCDEFGHIJKLMN

OPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmn

opqrstuvwxyz

0123456789

I II III IV V VI VII VIII IX X

10 号 B 型斜体字:

abcdefghijklmn

opqrstuvwxyz

0123456789

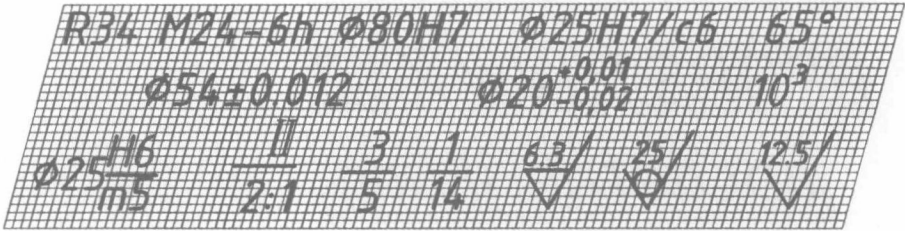
10 号 B 型直体字:

ABCDEFGHIJKLMN

OPQRSTUVWXYZ

3. 图样中书写规定与示例

- (1) 用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母，一般采用小一号的字体。
- (2) 图样中的数学符号、物理量符号、计量单位符号及其它符号、代号，应分别符合相应规定。



1. 1. 4 图线(GB/T 17450—1998、GB/T 4457. 4—2002)

国家标准 GB/T 17450—1998 中规定了 15 种基本线型及若干种基本线型的变形。在表 1-3 中，列出了机械图样中常用的 9 种图线(GB/T 4457. 4—2002)。

表 1-3 基本线型及应用

图线名称	图线型式	线宽 <i>d</i> /mm	一般应用
粗实线		<i>d</i> =0.7 或 0.5	可见棱边线、可见轮廓线
细实线		0.5 <i>d</i>	尺寸线及尺寸界线、剖面线，引出线、重合断面的轮廓线、可见过渡线、螺纹的牙底线及齿轮的齿根线
波浪线		0.5 <i>d</i>	机件断裂处的边界线、视图与剖视的分界线
双折线		0.5 <i>d</i>	断裂处的边界线
细虚线		0.5 <i>d</i>	不可见轮廓线、不可见棱边线
粗虚线		<i>d</i>	允许表面处理的表示线
细点画线		0.5 <i>d</i>	轴线、对称中心线、分度圆(线)、轨迹线、孔系分布的中心线、剖切线等
粗点画线		<i>d</i>	有特殊要求的线或表面的表示线
细双点画线		0.5 <i>d</i>	运动机件在极限位置的轮廓线、相邻辅助零件的轮廓线

在机械图样中,图线宽度 d 分粗、细两种,其粗、细图线宽度之比为 $2:1$,按图样的大小和复杂程度,在下列数系中选择:0.13, 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2 mm。

各种图线的应用实例,如图 1-6 所示。

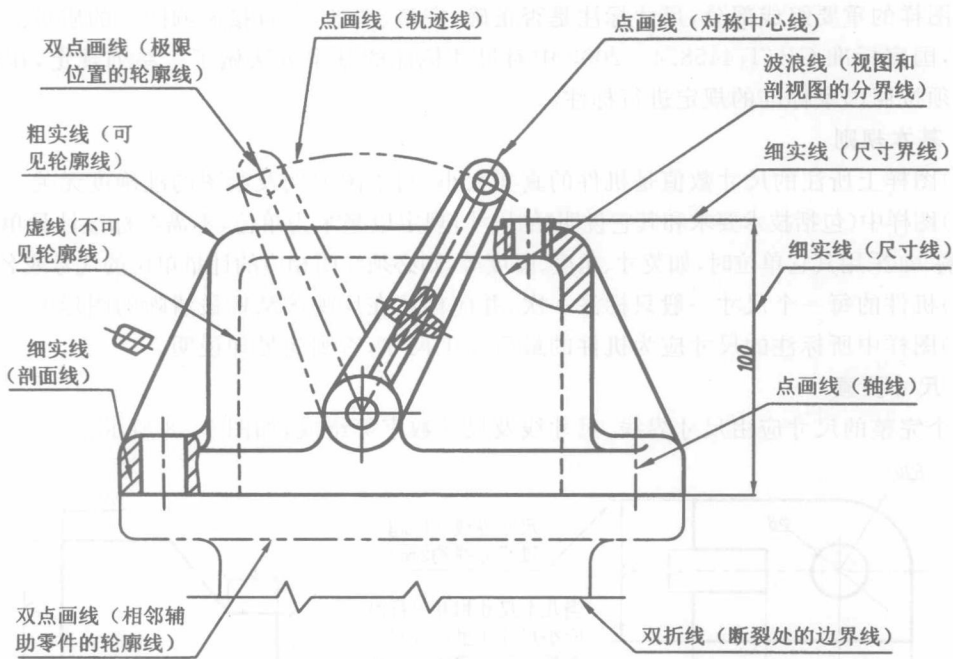


图 1-6 图线及其应用

在图示零件的视图上,粗实线表达该零件的可见轮廓线;虚线表达不可见轮廓线;细实线表达尺寸线、尺寸界线及剖面线;波浪线表达断裂处的边界线及视图和剖视的分界线;细点画线表达对称中心线及轴线;双点画线表达相邻辅助零件的轮廓线及极限位置轮廓线。

在图线的绘制及应用中,应注意下列几点(如图 1-7 所示):

(1) 同一图样中,同类图线的宽度应一致,虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等,其长度可根据图形的大小决定。

(2) 绘制圆的对称中心线时,圆心应为线段的交点。点画线的首末两端应是线段而不是点,且应超出图形外约 $2\sim 5$ 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。

(3) 当虚线与虚线、或虚线与粗实线相交时,应该是线段相交。当虚线处在粗实线的延长

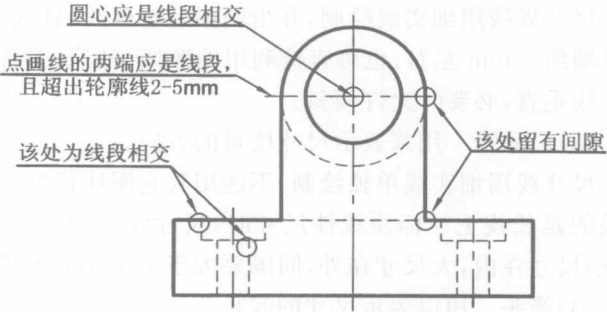


图 1-7 图线的画法

线时,应先留空隙,再画虚线的短画线。

1.1.5 尺寸注法(GB/ T 4458. 4—2003)

图样中的图形只能表达机件的形状,而机件的大小则由标注的尺寸来确定。因此,标注尺寸也是图样的重要组成部分,尺寸标注是否正确、完整、清晰,会直接影响图样的质量。为了便于交流,国家标准 GB/T 4458. 4—2003 中对尺寸标注的基本方法做了一系列规定,在标注尺寸时必须按照国家标准的规定进行标注。

1. 基本规则

(1)图样上所注的尺寸数值是机件的真实大小,与绘图比例及绘图的准确度无关。

(2)图样中(包括技术要求和其它说明)的尺寸,规定以毫米为单位,不需要标注计量单位的代号或名称,如采用其它单位时,如英寸、角度、弧度等,则必须注明相应的计量单位的代号或名称。

(3)机件的每一个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。

(4)图样中所标注的尺寸应为机件的最后完工尺寸,否则应另加说明。

2. 尺寸要素

一个完整的尺寸应由尺寸界线、尺寸线及尺寸数字等组成,如图 1-8 所示。

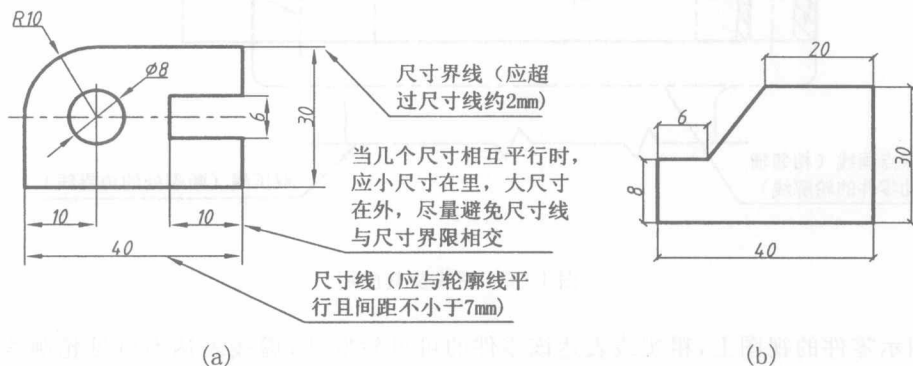


图 1-8 尺寸的组成

(1)尺寸界线 用来表示所注尺寸的范围。

尺寸界线用细实线绘制,并由图形的轮廓线、轴线或对称中心线延长画出,应超出尺寸线的终端约 2 mm 左右,也可直接利用轮廓线、轴线、对称中心线作尺寸界线。尺寸界线一般与尺寸线垂直,必要时允许倾斜。

(2)尺寸线 用来表示尺寸度量的方向。

尺寸线用细实线单独绘制,不能用其它图线代替,一般也不得与其它图线重合或画在其它图线的延长线上。标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行,当几个尺寸相互平行时,小尺寸在内,大尺寸在外,间隔要大于 7 mm,尽量避免尺寸线与尺寸界线相交。

(3)箭头 用以表示尺寸的起止。

箭头有 2 种形式。

① 箭头形式。箭头的画法,如图 1-9(a)所示,箭头的尖端应与尺寸界线接触(不得超出或离开)。在同一张图样上,箭头大小要一致。机械图样中一般采用箭头的形式作为尺寸线的终端。



d 为粗实线宽度
(a)箭头的画法

h 为字体高度
(b)斜线的画法

图 1-9 尺寸线终端形式

② 斜线形式。斜线用细实线绘制,其方向和画法,如图 1-9(b)所示。当尺寸线的终端采用斜线时,尺寸线与尺寸界线必须相互垂直。

同一图样上只能采用同一种尺寸线的终端形式。

(4) 尺寸数字 用以表示所注机件尺寸的实际大小。

线性尺寸的数字一般应注写在尺寸线的上方或中断处,同一图样上字号大小应一致,位置不够时可引出标注。

国标中还规定了一组表示特定含义的符号,作为对尺寸数字标注时的补充说明,表 1-4 给出了这些常用的符号,标注尺寸时应尽可能使用这些符号和缩写词。

表 1-4 尺寸标注常用符号及缩写词 (GB/T4458. 4—2003)

名 称	直 径	半 径	球直径	球半径	厚度	正方形
符号或缩写词	$\varnothing$	R	$S\varnothing$	SR	t	$\square$
名 称	45° 倒角	深度	沉孔或锪平	埋头孔	均 布	
符号或缩写词	C	$\Downarrow$	$\sqcup$	∇	EQS	

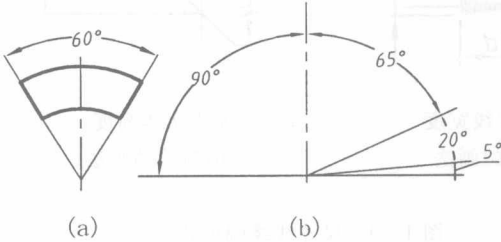
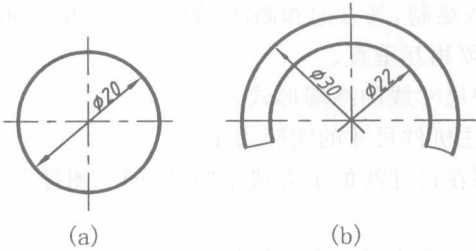
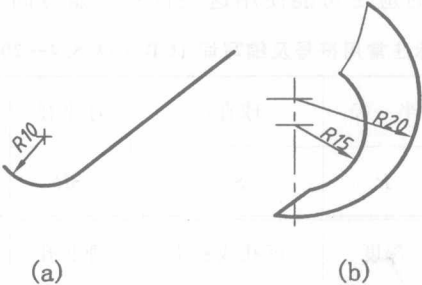
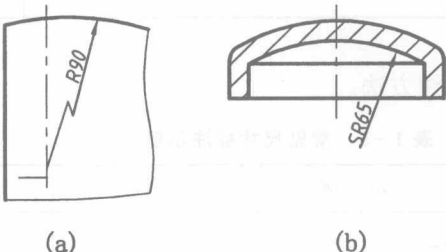
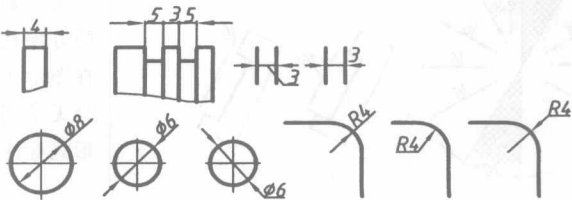
3. 常见尺寸标注的示例

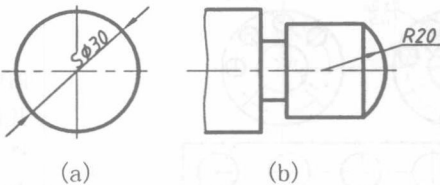
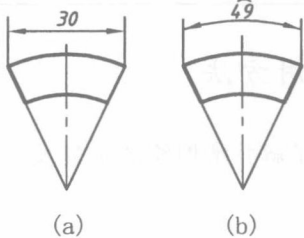
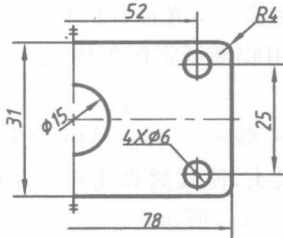
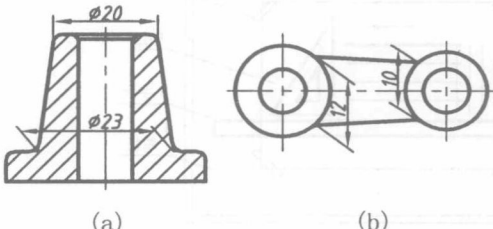
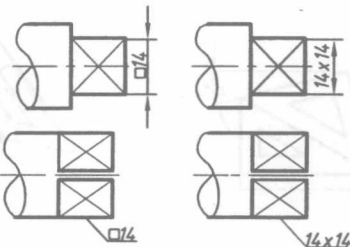
表 1-5 给出了各类尺寸的标注方法。

表 1-5 常见尺寸标注示例

标注内容	示 例	说 明
线性尺寸的 数字方向	(a) (b)	尺寸数字应按图(a)所示的方向注写,并尽可能避免在图示 30°范围内标注尺寸。当无法避免时可按图(b)的形式标注

续表 1-5

标注内容	示 例	说 明
角度	 (a) (b)	尺寸数字一律水平书写, 尺寸界线应沿径向引出, 尺寸线应画成圆弧, 圆心在角的顶点。一般注在尺寸线的中断处, 必要时允许写在外面或引出标注
圆	 (a) (b)	对于完整的圆和大于半圆的圆弧必须标注直径。标注圆的直径尺寸时应在尺寸数字前加注符号“ϕ”
圆弧	 (a) (b)	对于等于半圆或小于半圆的圆弧, 必须标注半径。标注圆弧半径时, 应在尺寸数字前加注符号 R, 尺寸线应通过圆心
大圆弧	 (a) (b)	在图纸范围内无法标出圆心位置时, 可按图(a)标注; 不需要标注圆心位置时, 可按图(b)标注
小尺寸		没有足够的空间时, 箭头可画在外面或用小圆点代替两个箭头, 尺寸数字也可写在外面或引出标注

标注内容	示例	说明
圆球面	 (a) (b)	应在 ϕ 和 R 前加注 S 。在不引起误解时,可省略,如图(b)
弧长和弦长	 (a) (b)	标注弦长时,尺寸线应平行于该弦,尺寸界线应平行于该弦的垂直平分线;标注弧长尺寸时,尺寸线用圆弧,尺寸数字上方应加注符号 $\frown$ (半径为字高 h 的半圆弧),见图(b)
只画出一半或大于一半的机件		尺寸线应略超出对称中心线或断裂处的边界线,仅在尺寸界线一端画出箭头。在对称中心线两端画出的于其垂直的平行细直线是对称符号
光滑过渡处	 (a) (b)	在光滑过渡处,必须用细实线将轮廓延长,并从它们的交点引出尺寸界线。尺寸界线如果垂直于尺寸线,则图线很不清晰,允许倾斜标注
正方形结构		断面为正方形时,可在边长尺寸数字前加注符号“□”,或用 14×14 的形式标注。图中相交的两细实线是平面符号