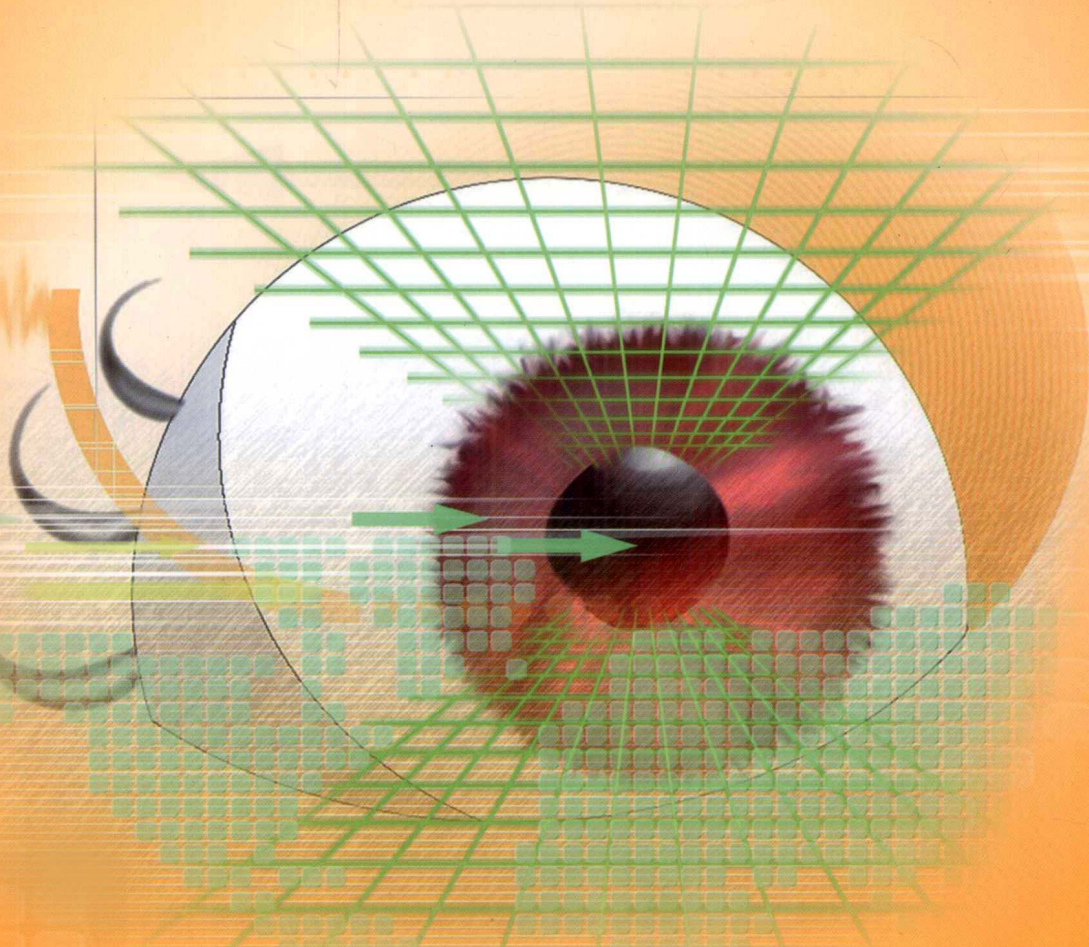


高等学校通用教材

工程图学基础

第 二 版

王 农 戚 美 梁会珍 杨德星 ◎编著



北京航空航天大学出版社

高等学校通用教材

工 程 图 学 基 础

(第二版)

王 农 戚 美 梁会珍 杨德星 编著

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书共分十章,包括工程图学的基本知识、正投影的基本理论、机件的常用表达方法、标准件和常用件的绘制、机械图样的绘制与阅读、计算机绘图和计算机在工程图样中的应用等内容。在内容的选择和系统的编排上,力求使学科的系统性与教学体系一致;在内容的深度和广度上,给教师教学留有选择的余地。

本书可作为高等学校工科非机类各专业的教材,也可作为成人高等教育有关专业的教材,并可供中等专业学校教师及工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程图学基础/王农等编著. --2 版. --北京:
北京航空航天大学出版社, 2010. 8

ISBN 978-7-5124-0154-9

I. ①工… II. ①王… 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(2010)第 135729 号

版权所有,侵权必究。

工 程 图 学 基 础

(第二版)

王 农 戚 美 梁会珍 杨德星 编著

责任编辑 金友泉

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:bhpress@263.net 邮购电话:(010)82316936

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×1 092 1/16 印张:16.75 字数:429 千字

2010 年 8 月第 2 版 2010 年 8 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 978-7-5124-0154-9 定价:27.00 元

前 言

本书是在 2002 年第一版的基础上,遵照适用于高等工科院校非机械类专业本课程的基本教学要求,结合近年来计算机应用技术的发展,总结多年使用过程中的教学反馈信息及全体参编人员的教学经验编写而成。

编写过程中,根据多年的《工程制图》课程教学的改革成果,考虑到非机械类专业学时较少的特点,坚持“强化基础、注重实践、强化思维、培养能力”的原则,正确处理经典内容与现代技术、继承与创新、理论与实际的关系,力求简明扼要、图例创新、把握重点、分散难点。

本次修订有下列一些改进与特点:

1. 采用最新制图国家标准。新标准是体现教材先进性的一个方面,凡在脱稿前搜集到的新标准,均在书中予以贯彻。

2. 对画法几何部分作了适当删减,降低难度,重点讲述投影基础,以必需、够用为原则。修订时基本体、组合体、机件常用的表达方法基本保持原有篇幅。重视学生对物体形状的空间构思,突出画图、看图能力的培养。以“平面”、“空间”相互转化为依托,将画图、看图揉在一起。

3. 简化机械制图的内容,将零件图与装配图合成一章,使内容简洁紧凑。强调机械图样的绘制和阅读,淡化了工艺要求和尺寸的合理性要求,既适应当前的教学现状又确保重点。

4. 为适应计算机绘图软件迅速发展的需要,教材修订时重新编写了计算机绘图内容。以 AutoCAD 2008 版本为主,精选部分内容介绍计算机绘图,可按不同专业的读者需求,合理、适度地选用。

5. 本教材着重于手工草图、仪器绘图和计算机绘图三种绘图能力的培养,有利于培养学生的综合图形处理能力与动手能力。

6. 本教材在文字叙述上力求简单通俗,在内容形式上尽量图文并茂,插图精美、醒目。用投影图和直观图对照的表现手法,有助于学生空间想像力的提高。

与本书配套的《工程图学基础习题集》也做了相应修订,与本书同时出版第二版,可供选用。

本书适合于高等工科院校的非机械类专业的教学要求,教学中可根据专业要求和学时数的不同酌量取舍。该书也适用于成人高等教育、函授大学的各专业使用。

本书由山东科技大学王农、戚美、梁会珍、杨德星编著,由王颖教授主审。参加第一版编写的宋巨烈副教授、陈波老师提出了许多宝贵意见,在此表示真挚的感谢。

由于编写水平有限,书中难免有错漏之处,恳请读者及同仁批评指正。

编 者

2010 年 6 月

目 录

绪 论	1
第一章 工程图学的基本知识与基本技能	2
1.1 国家对制图标准的基本规定	2
1.2 绘图的基本方法	11
1.3 平面图形的绘制	16
1.4 绘图技能	18
第二章 点、直线和平面的投影	20
2.1 投影法及工程上常用的投影图	20
2.2 点的投影	22
2.3 直线的投影	25
2.4 平面的投影	34
2.5 直线与平面、平面与平面的相对位置	38
第三章 立体及其表面交线	49
3.1 三视图的形成及投影规律	49
3.2 平面立体的三视图及表面取点	49
3.3 曲面立体的三视图及表面取点	51
3.4 平面与立体相交	56
3.5 两立体表面相交	65
第四章 组合体的视图及尺寸标注	75
4.1 概 述	75
4.2 组合体三视图的画法	80
4.3 组合体的尺寸标注	83
4.4 读组合体视图的方法	90
第五章 轴测投影图	97
5.1 轴测投影的基本知识	97
5.2 正等轴测图的画法	98
5.3 斜二等轴测投影图	103
第六章 机件常用的表达方法	106
6.1 视 图	106

6.2	剖视图	109
6.3	断面图	122
6.4	局部放大图及简化画法	124
6.5	表达方法综合应用举例	127
6.6	第三角投影法简介	129
第七章	标准件和常用件	131
7.1	螺纹及螺纹紧固件	131
7.2	齿 轮	141
7.3	键、销、滚动轴承和弹簧	145
第八章	机械图样的绘制与阅读	151
8.1	概 述	151
8.2	零件图的内容	151
8.3	零件结构的工艺性分析	151
8.4	零件图的视图选择和尺寸标注	155
8.5	零件图中的技术要求	162
8.6	看零件图	173
8.7	零件测绘	174
8.8	装 配 图	178
第九章	计算机绘图基础	193
9.1	AutoCAD 绘图基础	193
9.2	常用绘图命令	199
9.3	辅助绘图工具	203
9.4	常用编辑命令	205
9.5	设置文字样式及注释文字	212
9.6	设置图层、颜色、线型、线宽	214
第十章	计算机在工程图样中的应用	218
10.1	绘制三视图的基本方法	218
10.2	计算机标注尺寸的方法	219
10.3	计算机绘制轴测图	222
10.4	计算机绘制工程图样	224
附 录		231
附录一	螺 纹	231
附录二	螺纹紧固件	234
附录三	键、销	242

附录四 公差与配合.....	244
附录五 滚动轴承.....	255
参考文献	259

绪 论

1. 研究对象

工程图学以图样作为研究对象。在工程技术中,把表达机器及其零件的机械图和表达房屋建筑的土建图统称为工程图样。工程图样能准确而详细地表示工程对象的形状、大小和技术要求。在机械设计、制造和建筑施工时都离不开图样,设计者通过图样表达设计思想,制造者依据图样加工制作、检验、调试,使用者借助图样了解结构性能等。因此,图样是产品设计、生产、使用全过程信息的集合。同时,在国内和国际间进行工程技术交流以及在传递技术信息时,工程图样也是不可缺少的工具,是工程界的技术语言。

当今,信息时代对工程图学又赋予了新的任务,课程又有了新的概念。随着计算机科学和技术的发展,计算机绘图技术推动了工程设计方法(从人工设计到计算机辅助设计)和工程绘图工具(从尺规到计算机)的发展,改变着工程师和科学家的思维方式和工作程序。

本课程主要研究绘制和阅读机械工程图样的基本原理和基本方法,是所有工科学生必须学习的实践性较强的一门技术基础课。课程内容包括制图基础知识、投影理论、机件的表达方法、机械制图(零件图和装配图)和计算机绘图等。

2. 主要任务

本课程是通过研究三维形体与二维图形之间的映射规律,进行画图、看图实践,训练图学思维方式,培养学生的工程图学素质,即运用工程图学的思维方式,构造、描述形体形状和表达、识别形体形状。因此,学习本课程的主要任务是:

- (1) 学习正投影法的基本原理及其应用;
- (2) 培养空间想像能力和空间构思能力;
- (3) 培养徒手绘制草图、仪器绘图、计算机绘图的三种绘图能力;
- (4) 培养阅读和绘制机械工程图样的基本能力;
- (5) 培养自学能力、创新能力和审美能力;
- (6) 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

3. 学习方法

树立理论联系实际的学风。本课程是一门实践性较强的课程,只有通过一系列绘图和读图的实践,正确运用正投影的规律,不断地由物画图、由图想物,分析和想像平面图样与空间形体之间的对应关系,才能不断提高空间想像能力和空间构思能力。

培养认真负责、一丝不苟的工作作风。徒手绘草图、仪器绘图和计算机绘图是本课程要求掌握的基本技能,每一笔、每一画、每一步骤都要认真仔细、一丝不苟按照规定和要求进行。手工作图时,应养成正确使用绘图工具和仪器的习惯,上机操作应掌握计算机绘图的技能和技巧,严格遵守《技术制图》及《机械制图》等国家标准的有关规定。

第一章 工程图学的基本知识与基本技能

图样是高度浓缩的工程信息的载体,是生产过程的技术资料。要学会看懂和绘制工程图样,就必须掌握工程制图中有关图样的基本知识和基本技能。

1.1 国家对制图标准的基本规定

图样是工程界交流技术和统一思想的语言,为了科学地进行生产和管理,必须对图样的内容、画法、格式作出统一的规定。我国于1959年首次发布了《机械制图》国家标准,对图样作了统一的技术规定。为适应国内生产技术和国际技术交流的要求,进行过多次修改和补充,我国还按科学技术日益进步和国民经济不断发展的需要,制定了对各类技术图样和有关技术文件共同适用的统一的国家标准《技术制图》。制图国家标准是每位工程技术人员在绘制图样时必须严格遵守和认真执行的。

本节摘要介绍标准中有关图幅、比例、字体、图线和尺寸标注的基本规定,其余部分将在以后有关章节中分别叙述。

1.1.1 图纸幅面及格式(根据 GB/T 14689—2008)

1. 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 1.1)和留有装订边(见图 1.2)两种。

2. 图纸幅面尺寸

绘制图样时,应优先采用表 1.1 中规定的图纸幅面尺寸。

表 1.1 图纸幅面尺寸 单位:mm

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

3. 标题栏

每张图纸的右下角均应有标题栏,标题栏的格式和尺寸按 GB 10609.1—2008 的规定。制图作业中建议采用图 1.3 所示的格式。

一般情况下,看图方向与标题栏中的文字方向一致。当两者不一致时,可采用方向符号标明看图方向。

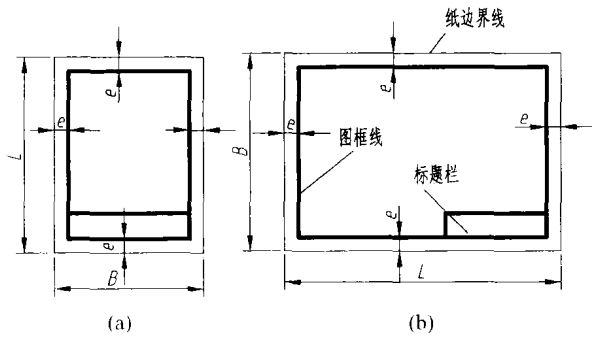


图 1.1 图框格式(一)

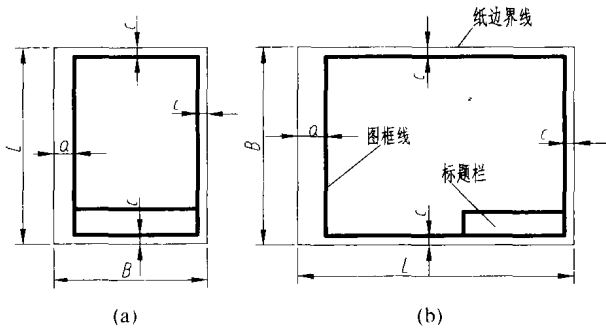


图 1.2 图框格式(二)

				30		零件图中此处为材料
				12		
(图 名)				比 例	(图 号)	
				件 数		
制 图		(日期)	重 量	共 张 第 张		
描 图		(日期)	(校 名)			
审 核		(日期)				
12		40		65		
				130		

图 1.3 标题栏的格式和尺寸

1.1.2 比例(根据 GB/T 14690—1993)

图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。绘制图样时,应尽可能按机件实际大小采用 1 : 1 的比例画出,以便从图样上看出机件的真实大小。由于机件的大小及结构复杂程度不同,对于大而简单的机件可采用缩小比例;对于小而复杂的机件则可采用放大比例。比例绘制图样时,应由表 1.2 规定的系列中选取适当的比例,必要时也可选用表 1.3 所给

出的比例。

表 1.2 比例系列(Ⅰ)

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

注: n 为正整数。

表 1.3 比例系列(Ⅱ)

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	$1 : 1.5 \times 10^n$
	$1 : 2.5 \times 10^n$	$1 : 3 \times 10^n$	$1 : 4 \times 10^n$	$1 : 6 \times 10^n$		

绘制图样时,对于选用的比例应在标题栏比例一栏中注明。标注尺寸时,不论选用放大比例或缩小比例,都必须标注机件的实际尺寸。

物体的各视图应尽量选取同一比例,否则可在各视图名称的下方或右侧标注比例,如:
 $\frac{I}{2:1}$ 、 $\frac{A}{1:100}$ 、 $\frac{B-B}{1:200}$ 和平面图 1 : 100。

1.1.3 字体(根据 GB/T 14691—1993)

图样中书写的汉字、数字、字母必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。
字体的号数即为字体的高度 h ,分为 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20 mm 八种。

1. 汉 字

图样上的汉字应写成长仿宋体字,并且采用国家正式公布的简化字。长仿宋体的特点是:字形长方、笔画挺直、粗细一致、起落分明、撇挑锋利、结构均匀。汉字高度 h 不应小于 3.5 mm,其字宽度一般约为 0.7 h ,如图 1.4 所示。

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

横平竖直注意起落结构均匀填满方格

技术制图机械电子汽车航空土木建筑矿山纺织服装

图 1.4 长仿宋体汉字示例

2. 数字和字母

数字和字母可写成斜体或直体。斜体字字头向右倾斜,与水平线约成 75° ,如图 1.5,图 1.6 所示。当与汉字混合书写时,可采用直体。

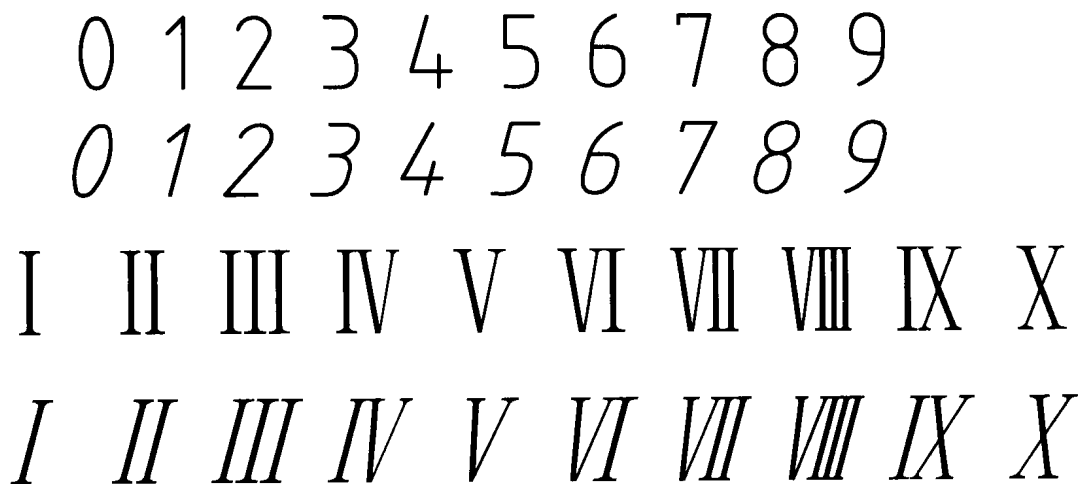


图 1.5 数字示例



图 1.6 拉丁字母示例

3. 字体应用示例

用作指数、分数、注脚、尺寸偏差的字母和数字,一般采用比基本尺寸数字小一号的字体,如图 1.7 所示。

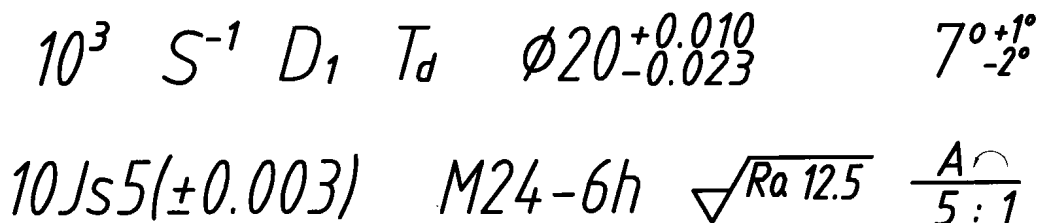
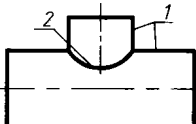
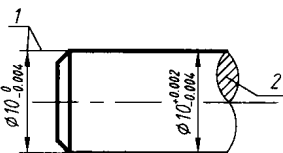
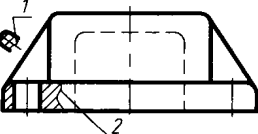
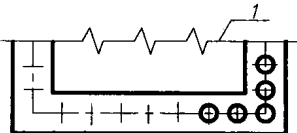
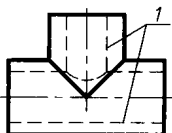
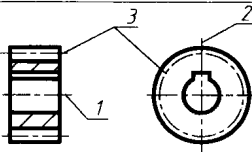
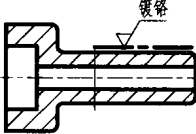
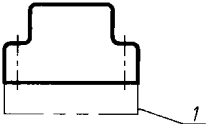


图 1.7 字体应用示例

1.1.4 图线(根据 GB/T 4457.4—2002)

绘制图样时,应采用国标所规定的图线,如表 1.4 所列。图线宽度(d)尺寸系列为 0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2 mm,使用时按图形的大小和复杂程度选定。图线的宽度分粗线、中粗线、细线三种,其宽度比率为 4:2:1。在同一图样中,同类图线的宽度应一致。粗线和中粗线通常在 0.5~2 mm 之间选取,并尽量保证图样中不出现宽度小于 0.18 mm 的图线。

表 1.4 常用图线

No.	线 型	名 称	一般应用	实 例
01	实 线		粗 实 线 1. 可见轮廓线 2. 相贯线 3. 螺纹牙顶线、终止线	
			细 实 线 1. 尺寸线及尺寸界线 2. 剖面线 3. 指引线、过渡线等	
			波 浪 线 1. 断裂处边界线 2. 视图和剖视图分界线	
			双 折 线 断裂处边界线	
02		细 虚 线	不可见轮廓线	
04	点 画 线		细点画线 1. 轴线 2. 对称中心线 3. 节圆和节线	
			粗点画线 限定范围的表示线	
05		细双点画线	1. 相邻辅助零件轮廓线 2. 极限位置的轮廓线	

在建筑图样上,可以采用三种线宽,其比例关系是 4 : 2 : 1;在机械图样上,一般采用中粗线和细线两种线宽,其比例关系是 2 : 1。常用的线型有:粗实线、细实线、(细)波浪线、(细)双折线、(细)虚线、粗点画线、细点画线等。

绘图时,建议采用表 1.5 所列的图线规格,图线画法如表 1.6 所列。

表 1.5 图线规格

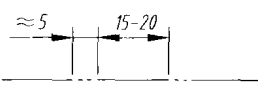
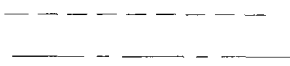
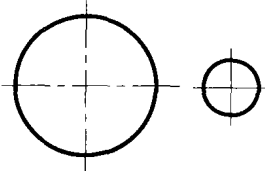
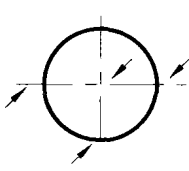
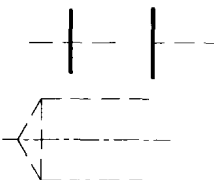
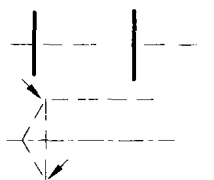
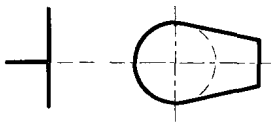
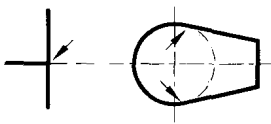
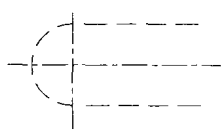
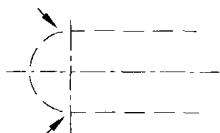
虚 线	
细点画线	
双点画线	

表 1.6 图线画法

正 确	不 正 确	说 明
		虚线、点画线、双点画线的线长度和间隔应各自大致相等
		绘制圆的对称中心线时,圆心应为线的交点。首末两端应是线段而不是点,其长度应超过轮廓线的 2~6 mm;在较小的图形上绘制点画线或双点画线时,应用细实线代替
		点画线、虚线和其他图线相交或虚线与虚线相交时,应线段相交,不应在空隙处相交
		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
		当虚线圆弧和虚线直线相切时,虚线圆弧的线段应画到切点,虚线直线应留有空隙

1.1.5 尺寸标注(根据 GB/T 4458.4—2003, GB/T 11675.2—1996)

图形只能表达机件的形状,而机件的大小则由标注的尺寸确定。标注尺寸是一项极为重要的工作,必须认真细致、一丝不苟。如果尺寸有遗漏或错误,都会给生产带来困难和损失。

1. 基本规则

- (1) 图样上的尺寸数值要以机件的真实大小为依据,与绘图比例和绘图误差无关。
- (2) 图样中尺寸默认单位为 mm(毫米),如果采用其他单位,则必须注明。
- (3) 机件的每一尺寸,一般只标注一次,并标注在反映机件结构特征最清晰的图形上。

2. 尺寸组成

如图 1.8 所示,一个完整的尺寸一般应由尺寸界线、尺寸线、尺寸线终端及尺寸数字组成。

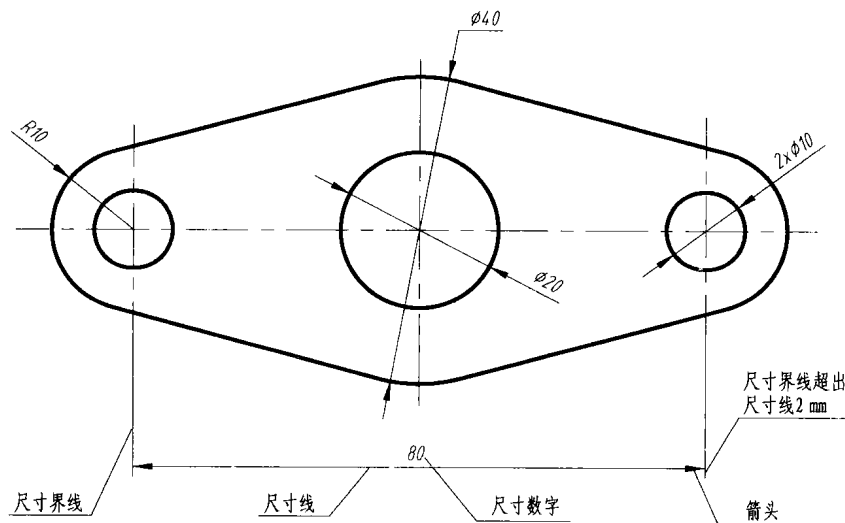


图 1.8 尺寸的组成及标注示例

(1) 尺寸界线:尺寸界线用细实线绘制,并应从图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出。也可直接用轮廓线、轴线或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。尺寸界线应超出尺寸线的终端 2 mm 左右。

(2) 尺寸线:尺寸线用细实线绘制,必须单独画出,不能与其他图线重合或画在其延长线上。标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行,当有几条相互平行的尺寸线时,各尺寸线的间距要均匀,间隔 5~10 mm,并使大尺寸在外,小尺寸在里,尽量避免尺寸线之间及尺寸线与尺寸界线之间相交。

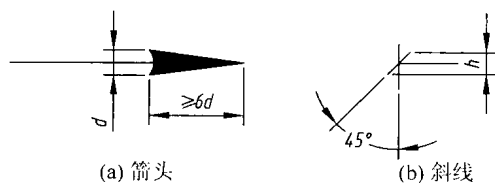


图 1.9 尺寸线终端形式

箭头适用于各种类型的图样。箭头的尖端与尺寸界线接触,不得超出也不得离开,图 1.9(a)中的 d 为粗实线的宽度。

斜线终端用细实线绘制,方向和画法见图 1.9(b)所示,图中 h 为字体高度。当采用该尺

(3) 尺寸线终端:尺寸线终端有箭头和斜线两种形式,如图 1.9 所示。

寸线终端形式时,尺寸线与尺寸界线必须相互垂直。

同一张图样中只能采用一种尺寸线终端形式。采用箭头时,在地位不够的情况下,允许用圆点或斜线代替箭头。

(4) 尺寸数字:线性尺寸数字一般标注在尺寸线的上方或中断处,在同一张图样中尽可能采用一种数字注写形式,其字号大小应一致,地位不够时可引出标注。

尺寸数字的方向,应以看图方向为准。水平方向尺寸数字的字头朝上,竖直方向尺寸数字的字头朝左,倾斜方向数字的字头应保持朝上的趋势。

在图样上,不论尺寸线方向如何,也允许尺寸数字一律水平书写,如图 1.10 所示。

尺寸数字不得被任何图线穿过,当无法避免时,应该将该图线断开。

3. 尺寸注法示例

表 1.7 中列出了国标规定的一些尺寸注法。图 1.11 用正误对比的方法,指出了初学尺寸标注的一些常见错误。

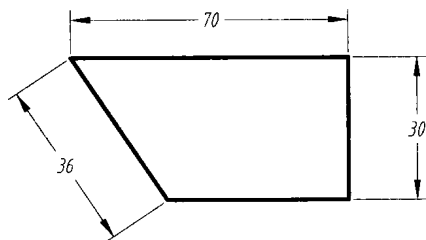
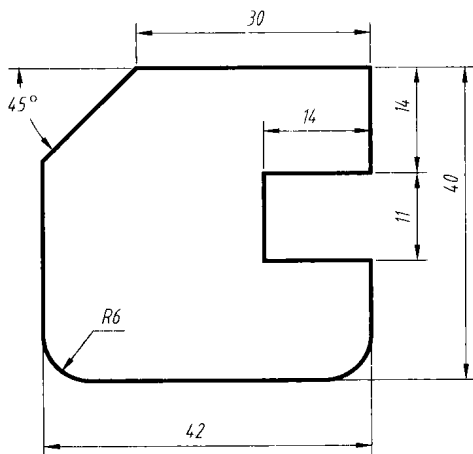
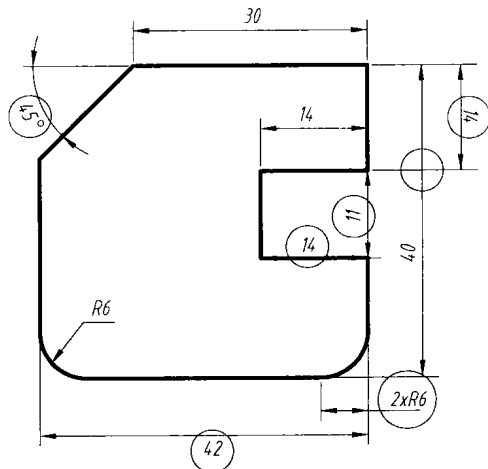


图 1.10 尺寸数字示例



(a) 正确



(b) 错误

图 1.11 尺寸标注的正误对比

表 1.7 尺寸的标注形式

标注内容	说 明	示 例
线性尺寸的数字方向	尺寸数字应按示例左图所示方向书写并尽可能避免在图示 30° 范围内标注尺寸,当无法避免时可按右图的形式标注	

续表 1.7

标注内容	说 明	示 例
角 度	尺寸数字一律按水平书写,尺寸界线应沿径向引出,尺寸线应画成圆弧,圆心是角的顶点。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	标注圆的直径尺寸时,应在尺寸数字前加注符号“ ϕ ”,尺寸线一般按右面两个图例绘制	
圆 弧	标注半径尺寸时,在尺寸数字前加注“R”,半径尺寸一般按右面两个图例所示的方法标注	
大圆弧	在图纸范围内无法标出圆心位置时,可按示例左图标注,不需标出圆心位置时,可按示例右图标注	
小尺寸	没有足够地位时,箭头可画在外面,允许用小圆点或斜线代替箭头;尺寸数字也可写在外面或引出标注。圆和圆弧的小尺寸,可按这些图例标注	
球 面	应在 ϕ 或 R 前加注“S”。在不致引起误解时,则可省略,如右图中的右端面球面	
弧长和弦 长	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,尺寸数字前方应加注符号“ $\sim$ ”	
对称机 件只画 出一半 或大于 一半时	尺寸线应略超过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。图中在对称中心线两端画出的两条与其垂直的平行细实线是对称符号	