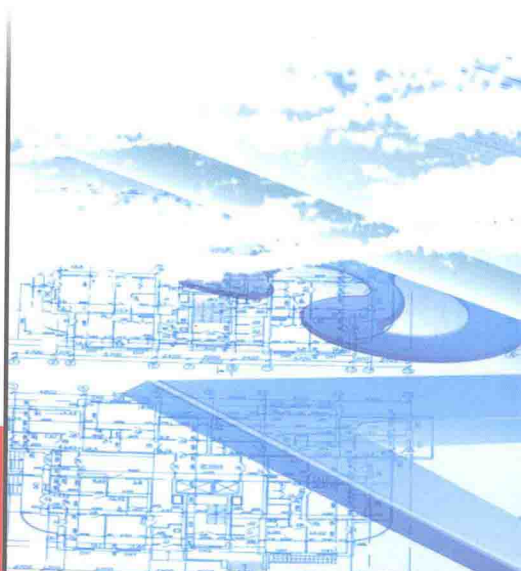


“十二五”国家重点图书出版规划项目
先进制造理论研究与工程技术系列

GONGCHENG
ZHITU

工程制图



主编 邢 蕾

主审 黄丙申



哈尔滨工业大学出版社
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

“十二五”国家重点图书出版规划项目
先进制造理论研究与工程技术系列

工程制图

主 编 邢 蕾
副主编 于泳红 刘向东
参 编 刘明普
主 审 黄丙申

哈尔滨工业大学出版社

内容简介

本书是“十二五”国家重点图书出版规划项目,是依据国家教育部制定的高等工科类学校本科“工程制图课程教学基本要求”和最新颁布的有关国家标准,参考同类教材和相关文献,总结多年的教学经验和教学改革成果编写而成。

全书共分9章及附录,另配习题集同时出版。主要内容制图的基本知识和基本技能,点、直线、平面的投影,立体的投影,组合体,轴测图,机件的图样画法,零件图,标准件与常用件,装配图。书中突出地反映了现代科学技术的新内容、新知识。有利于现代化教学手段与方法的采用。本书插图全部由计算机生成,平面图形准确清晰,立体图形形象逼真,具有时代感。

本书可作为高等院校工科类工程制图课程的教材,也可供工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/邢蕾主编. —哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2015.5

(先进制造理论与工程技术系列)

ISBN 978-7-5603-5367-8

I. ①工… II. ①邢… III. ①工程制图-教材
IV. ①TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 094156 号

责任编辑 杨秀华

封面设计 刘长友

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街 10 号 邮编 150006

传 真 0451-86414749

网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>

印 刷 黑龙江省地质测绘印制中心印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 16.75 字数 418 千字

版 次 2015 年 8 月第 1 版 2015 年 8 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5603-5367-8

定 价 39.00 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

前 言

随着高等教育不断发展、改革和调整教育理念,因材施教、争强工程和创新意识、培养具有工程素质的各类人才,成为工科院校教育的重点。为此高校的课程体系、教学内容与手段都有较大的改变。本书是“十二五”国家重点图书出版规划项目,是依据国家教育部制定的高等工科类学校本科“工程制图课程教学基本要求”和最新颁布的有关国家标准,参考同类教材和相关文献,总结多年的教学经验和教学改革成果编写而成。

全书共分9章及附录。主要内容制图的基本知识和基本技能,点、直线、平面的投影,立体的投影,组合体,轴测图,机件的图样画法,零件图,标准件与常用件,装配图。书中突出地反映了现代科学技术的新内容、新知识。编写过程中充分注意到教材体系结构的系统性、内容的实用性和科学性,突出培养学生的空间想象能力与空间分析问题能力,重点提高学生的读图能力和绘图能力,尽可能做到概念准确、重点突出、语言简练、图样清晰并与文字紧密结合。

本书主要有以下特点:

1. 精选了画法几何学部分内容,调整深度,降低了点、线、平面综合问题和立体表面交线的求画难度,使内容更加紧凑。

2. 加强了组合体内容,增加了各种典型图例的分析,以加强培养学生对三维形体与相关位置的空间逻辑思维能力和形象思维能力。

3. 制图与设计紧密结合,零、部件结构介绍与构形设计紧密结合,注重徒手绘制草图的方法与技能训练,为学生在今后的工作中构思和创意设计打下坚实的基础。

4. 本书内容科学准确,文字精练、逻辑性强。采用国家最新颁布的《技术制图与机械制图》国家标准及制图有关的其他标准。

本书的编写分工如下:邢蕾编写第2章、第3章、第7章和第8章,于泳红编写第1章、第4章和第6章,刘向东编写第5章、第9章和附录。本书由邢蕾任主编,于泳红、刘向东任副主编,参编刘明普,本书由黄丙申主审。全书由邢蕾统稿。

本书与同时出版的《工程制图习题集》配套使用。本套书可作为高等院校机械类、近机类本科生教材,也可作为其他专业教师、学生及工程技术人员的参考书。

由于编者水平有限,书中的疏漏之处在所难免,恳请使用本书的广大师生和读者批评指正,在此表示感谢。

编 者

2015年5月

目 录

// 绪论	1
// 第1章 制图的基本知识和基本技能	
1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的有关规定	2
1.2 尺规绘图	11
1.3 徒手绘图	21
// 第2章 点、直线、平面的投影	
2.1 投影法概述	25
2.2 点的投影	27
2.3 直线的投影	32
2.4 平面的投影	43
// 第3章 立体的投影	
3.1 立体的三面投影及其投影规律	58
3.2 平面立体	59
3.3 曲面立体	64
3.4 两回转体表面相交	76
// 第4章 组合体	
4.1 组合体的三视图	84
4.2 组合体的构形和分析方法	85
4.3 画组合体视图	91
4.4 读组合体视图的方法和步骤	95
4.5 组合体尺寸的标注	100
// 第5章 轴测图	
5.1 轴测图的基础知识	107
5.2 正等测	108
5.3 斜二测	116
5.4 正等轴测草图的画法	117
5.5 轴测剖视图的画法	118
5.6 轴测图的尺寸标注	120
5.7 轴测图的选择	121

第6章 机件的图样画法

6.1 视图	122
6.2 剖视图	125
6.3 断面图	135
6.4 简化画法和局部放大图画法	138
6.5 机件各种表示法综合运用举例	141

第7章 零件图

7.1 零件图的内容	143
7.2 零件的结构	144
7.3 螺纹	148
7.4 零件视图的选择	155
7.5 零件图中尺寸的合理标注	157
7.6 零件图上的技术要求	164
7.7 读零件图的方法和步骤	177
7.8 零件的测绘	183

第8章 标准件与常用件

8.1 螺纹紧固件	189
8.2 键	197
8.3 销	198
8.4 滚动轴承	200
8.5 弹簧	203
8.6 齿轮	206

第9章 装配图

9.1 装配图的作用和内容	211
9.2 装配图的图样画法	212
9.3 装配图中的尺寸标注和技术要求	215
9.4 装配图的零件序号及明细栏、标题栏	217
9.5 装配结构的合理性	219
9.6 部件测绘	223
9.7 画装配图的方法和步骤	225
9.8 读装配图的方法和步骤	228
9.9 由装配图拆画零件图	230

附录

参考文献	261
------------	-----

绪 论

1. 本课程的性质、研究对象和内容

本课程是工科各专业必需的一门学科基础课。主要研究工程图样绘制、识读的原理和方法,培养学生的空间想象能力和空间构思能力。

工程图样是工程与产品信息的载体,是工程界表达、交流设计思想的语言,被称为工程界的“技术语言”。在现代工业生产中,不论是机械制造还是土木建筑都离不开工程图样。工程图样不但是表达设计思想的工具,也是进行生产制造或施工的重要技术文件。因此,工程技术人员必须掌握这种技术语言,具备画图和看图的能力。

本课程的内容:

- (1) 投影理论:正投影法的概念;立体的投影;立体表面交线(截交线、相贯线)。
- (2) 制图基础:制图基本知识和技能;绘制和识读组合体视图;绘制轴测投影图。
- (3) 工程图:国家制图标准件与常用件的绘图方法及标记;零件图和装配图的绘制和读图。

2. 本课程的目的和任务

本课程的目的是培养学生掌握绘制、识读工程图样的基本理论和方法。主要任务:

- (1) 学习正投影理论及应用。
- (2) 培养学生掌握仪器绘图和徒手绘图的方法,培养学生具有空间形体的形象思维能力和创造性的构型设计能力。
- (3) 培养学生学习和贯彻并执行《技术制图》《机械制图》国家标准及相关规定,培养查阅有关标准、手册的能力。
- (4) 培养学生绘制和识读工程图样的能力。
- (5) 培养学生具有耐心细致的工作作风和严肃认真的工作态度。

3. 本课程的学习方法

本课程是实践性很强的技术基础课,要学好本课程的主要内容,只能通过画图和看图实践才能掌握。

(1) 认真学习投影理论,运用形体分析等各种分析方法,由浅入深、由简入繁地通过一系列的画图和读图实践,经过反复的由三维实体到二维图形、由二维图形到三维实体,逐步提高空间想象能力和空间思维能力。

(2) 认真听课,及时复习。学习中积极主动思考,独立完成作业。在课堂上提倡在书上旁注的形式,记下重点、难点。正确对待作业,培养学生认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。严格规范手工绘图,为计算机绘图打下坚实的基础。

(3) 正确使用绘图工具和仪器,按照正确的工作方法和步骤画图。通过作业培养绘图和识图的能力。

(4) 遵循国家标准的有关规定。不断改进自学方法,准确地使用制图有关资料,提高独立工作能力和自学能力。

第 1 章

制图的基本知识和基本技能

本章重点介绍国家标准《技术制图》《机械制图》的有关规定和基本的几何作图方法,以及平面图形的基本画法、尺寸标注、手工绘图工具的使用技能和徒手绘图的技能。

1.1 国家标准《技术制图》和《机械制图》的有关规定

工程图样是工程技术界的通用语言,现代工业生产中必不可少的技术资料,具有严格的规范性。为了保证规范性,适应现代化生产、管理的需要和便于技术交流,国家制定并颁布了一系列相关的国家标准,简称“国标”。它包括强制性国家标准(代号为“GB”)、推荐性国家标准(代号为“GB/T”)和国家标准化指导性技术文件(代号为“GB/T”)。本节摘录了有关《技术制图》和《机械制图》国家标准中关于图纸幅面和格式、比例、字体、图线、尺寸标注的基本规定。

1.1.1 图纸幅面和图框格式(GB/T 14689—2008)

1. 图纸幅面

图纸幅面是指图纸宽度与长度组成的图面。绘制图样时,应采用表 1.1 中规定的图纸基本幅面尺寸。基本幅面代号有 A0, A1, A2, A3, A4 五种。必要时可采用由基本幅面的短边成整数倍增加后的幅面。

表 1.1 图纸幅面及图框格式尺寸

mm

幅面代号	幅面尺寸	周边尺寸		
	$B \times L$	a	c	e
A0	841×1 189	25	10	20
A1	594×841			
A2	420×594		5	10
A3	297×420			
A4	210×297			

2. 图框格式

图纸上限定绘图区域的线框称为图框。图框在图纸上必须用粗实线画出,图样绘制在图框内部。其格式分为不留装订边和留装订边两种,如图 1.1, 1.2 所示。同一产品的图样只能采用一种图框格式。

为了复制或缩微摄影时定位方便,应在图纸各边长的中点处绘制对中符号。对中符号是

从图纸边界画入图框内 5 mm 的一段粗实线。当对中符号处在标题栏范围内时,则伸入标题栏部分省略不画。

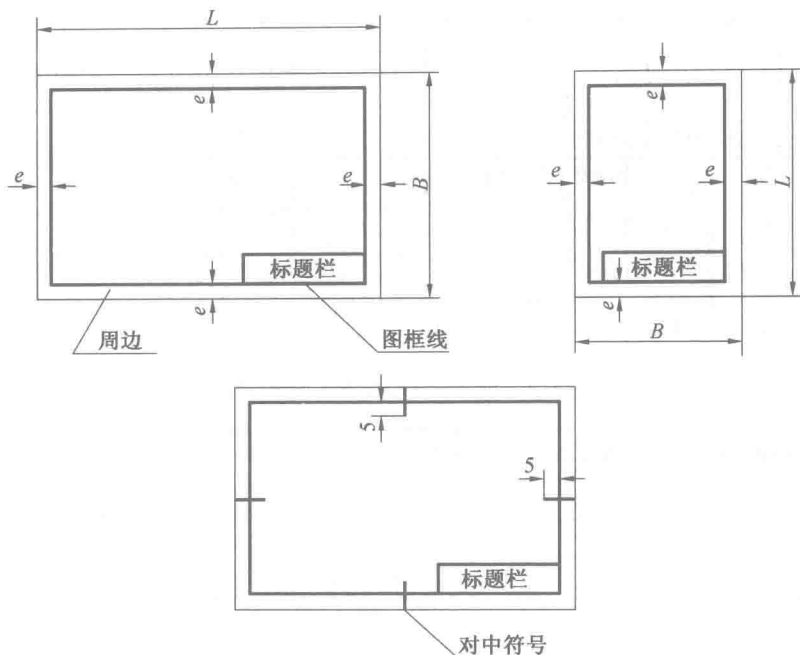


图 1.1 不留装订边图框格式

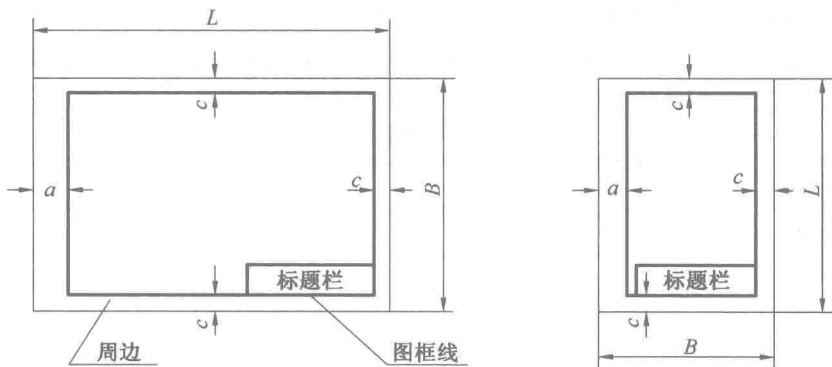


图 1.2 图框格式及标题栏方位

3. 标题栏

标题栏位于图纸的右下角。标题栏是由名称及代号区(单位名称、图样名称及图样代号等)、签字区、更改区和其他区(材料、比例、数量等)组成的栏目。其格式和尺寸由 GB/T 10609.1—2008 规定,图 1.3 是该标准提供的标题栏格式。

教学中可使用简化的零件图标标题栏和装配图标标题栏,如图 1.4 所示。

1.1.2 比例(GB/T 14690—1993)

比例是图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

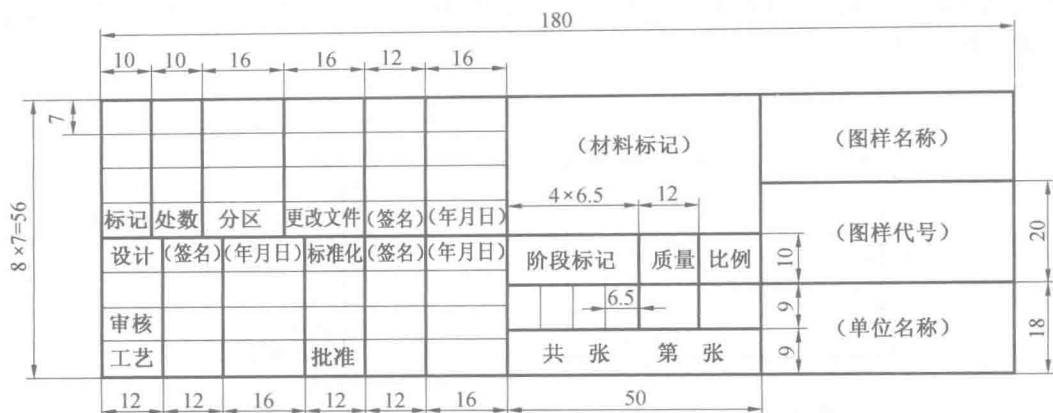


图 1.3 国家标准规定的标题栏格式

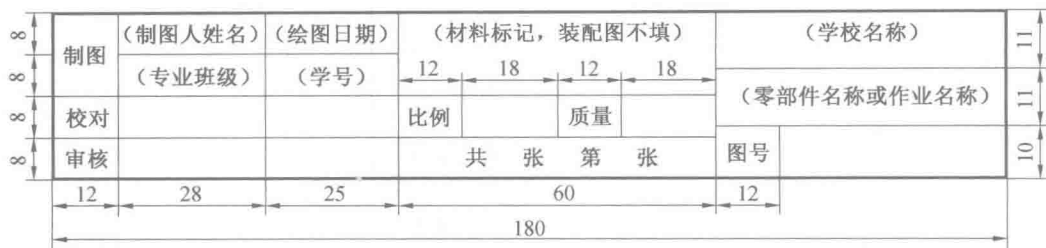


图 1.4 教学中采用的标题栏格式

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。一般应尽量按机件的实际大小采用 1 : 1 画图,以便能直接从图样上看出机件的真实大小。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。

表 1.2 绘图比例

种类	比例					
原值比例	1 : 1					
放大比例	优先使用	5 : 1	2 : 1	$5 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$	$1 \times 10^n : 1$
	允许使用	4 : 1	2.5 : 1	$4 \times 10^n : 1$	$2.5 \times 10^n : 1$	
缩小比例	优先使用	1 : 2	1 : 5	1 : 10	$1 : 2 \times 10^n$	$1 : 5 \times 10^n$ $1 : 1 \times 10^n$
	允许使用	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。

绘制图样时,不论采用何种比例绘图,标注尺寸时,均按机件的实际尺寸大小注出,如图 1.5 所示。

1.1.3 字体 (GB/T 14691—1993)

工程图样中字体是指汉字、数字、字母的书写形式。主要用它们来说明机件的大小、技术

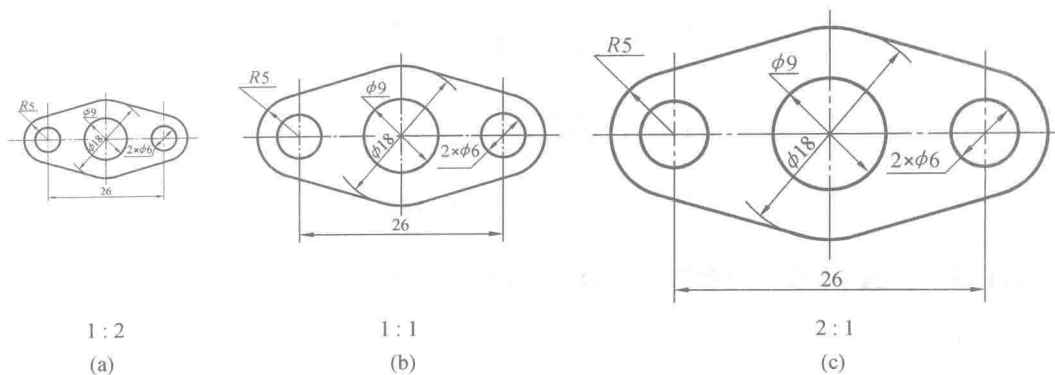


图 1.5 用不同比例画出的同一机件的图形

要求及其他内容。

1. 基本要求

图样中的字体书写必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字号(即字体高度,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。若需要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

2. 汉字

图样中的汉字应写成长仿宋体字,并应采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度 h 不应小于3.5 mm,其字宽一般约为 $0.7h$ 。

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。汉字书写示例如图1.6所示。

3. 数字和字母

数字和字母分为A型(笔画宽度 d 为字高 h 的四分之一)和B型(字体的笔画宽度 d 为字高的十分之一)两种。数字和字母有斜体和直体之分,斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 角。数字、字母书写示例如图1.6所示。

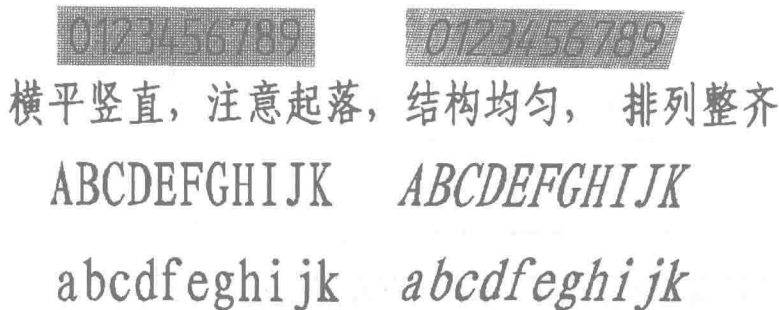


图 1.6 汉字、数字、字母的书写示例

用作指数、分数、极限偏差、脚注等的数字及字母,一般采用小一号的字体,各种符号、代号要遵守国家有关标准的规定。书写示例如图1.7所示。

$$10^3 \quad S^{-1} \quad D_1 \quad T_d$$

$$\phi 20_{-0.023}^{+0.010} \quad 7^{\circ+1^{\circ}}_{-2^{\circ}} \quad \frac{3}{5}$$

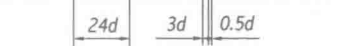
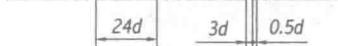
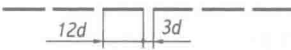
图 1.7 指数、分数、极限偏差、脚注的写法

1.1.4 图线 (GB/T 4457.4—2002, GB/T 17450—1998)

1. 图线形式及其应用

绘制工程图样使用 9 种基本图线 (见表 1.3), 即粗实线、细实线、细虚线、细点画线、细双点画线、波浪线、双折线、粗虚线、粗点画线。

表 1.3 图线及应用

图线名称	图线型式	图线宽度	应用举例
粗实线		$d=0.5\sim 2\text{ mm}$	可见轮廓线; 可见过渡线
细实线		约 $d/2$	尺寸线; 尺寸界线; 剖面线; 引出线
波浪线		约 $d/2$	断裂处的分界线; 视图和剖视的分界线
双折线		约 $d/2$	断裂处的边界线
虚线		约 $d/2$	不可见轮廓线; 不可见过渡线
点画线		约 $d/2$	轴线; 对称中心线; 轨迹线
双点画线		约 $d/2$	相邻辅助零件的轮廓线; 假想投影轮廓线; 极限位置的轮廓线; 成形前轮廓线
粗虚线		$d=0.5\sim 2\text{ mm}$	允许表面处理的表示线
粗点画线		$d=0.5\sim 2\text{ mm}$	限定范围表示线

注: 表中除粗实线、粗虚线和粗点画线外, 其他图线均为细线。

图线宽度应根据图样的类型、尺寸、比例和缩微复制的要求, 推荐系类: 0.13, 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2 mm。粗线宽度 d 优先采用 0.5 mm 或 0.7 mm, 细线的线宽约为 $d/2$ 。在同一图样中, 同类图线的宽度应一致。为了保证图样清晰易读, 便于复制, 图样上尽量避免出现线宽小于 0.18 mm 的图线。

2. 图线的画法

(1) 细虚线、细点画线、细双点画线与其他图线相交时, 应交于画或长画处。

(2) 细虚线在粗实线延长线上与粗实线相接时, 细虚线应留出间隙, 如图 1.8 所示。

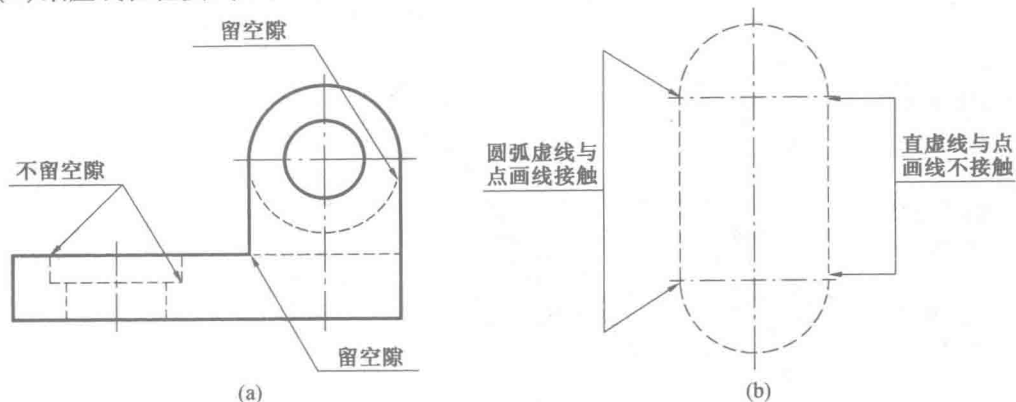


图 1.8 虚线的画法

(3) 细虚线圆弧与粗实线相切时, 细虚线圆弧应留出间隙。

(4) 画圆的中心线时, 圆心应是长画的交点, 细点画线两端应超出轮廓 2 ~ 5 mm; 当细点画线、细双点画线较短时 (例如 < 8 mm) 画起来有困难, 允许用细实线代替细点画线和细双点画线, 如图 1.9 所示。

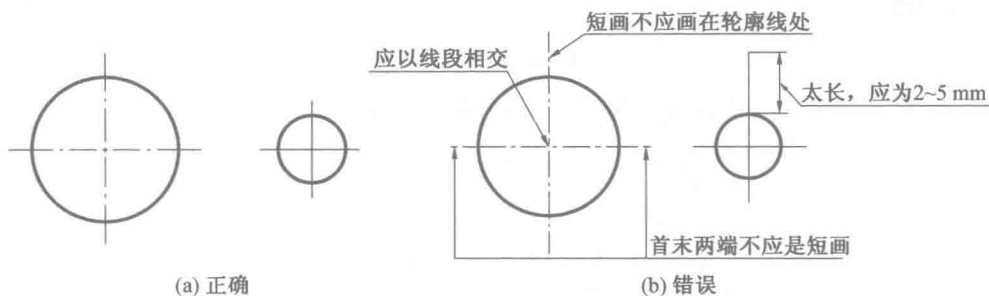


图 1.9 圆中心线的画法

(5) 考虑缩微制图的需要, 两条平行线之间的最小间隙一般不小于 0.7 mm。

3. 图线的应用

工程图样的图线应用规则见表 1.3, 具体示例如图 1.10 所示。

1.1.5 尺寸注法 (GB/T 4458.4—2003, GB/T 16675.2—1996)

机件结构形状的大小和相对位置都需用尺寸表示, 尺寸的组成见图 1.11。尺寸标注方法应符合国家标准的规定。

1. 尺寸标注的基本规则

(1) 机件的真实大小应以图样中所标注的尺寸为依据, 与图形的比例和绘图的准确度无关。

(2) 图样中 (包括技术要求和其他说明) 的尺寸, 以 mm 为单位时, 不需标注计量单位的名称或代号; 若采用其他单位, 则必须注明相应的计量单位名称或代号。

(3) 图样中所标注的尺寸为该机件的最后完工尺寸, 否则应另加说明。

(4) 机件的每一尺寸在图样中一般只标注一次, 并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

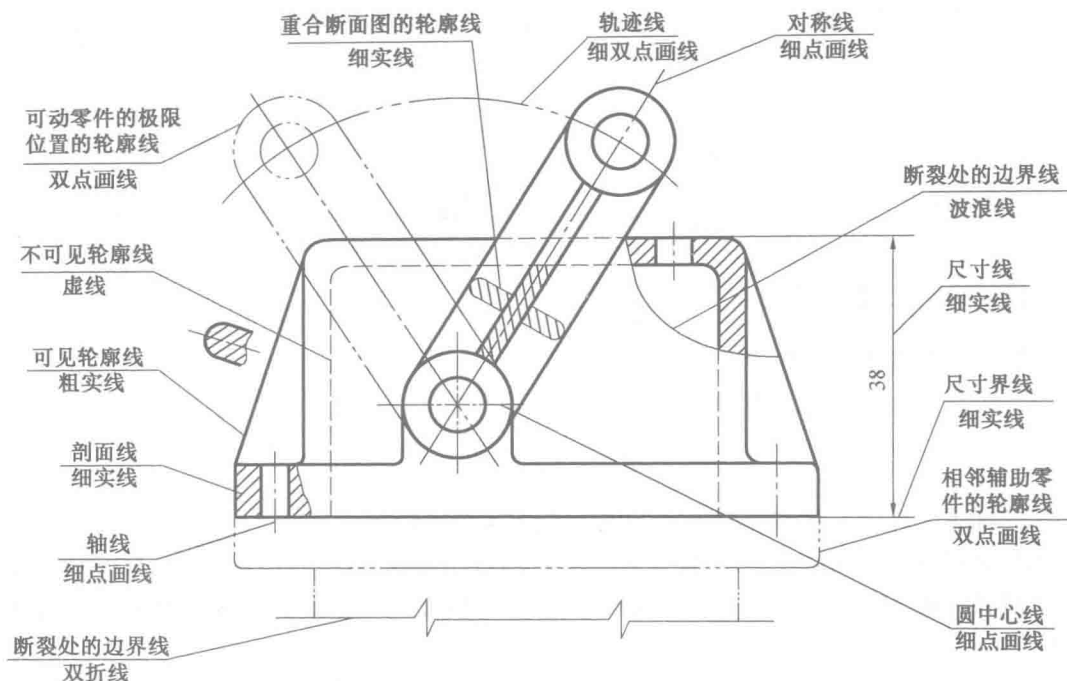


图 1.10 图线及其应用

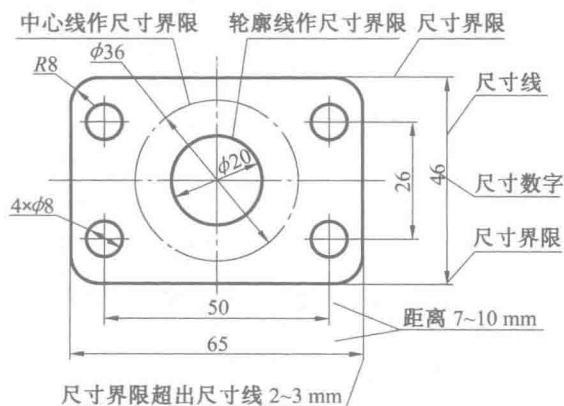


图 1.11 尺寸的组成

2. 尺寸要素

组成尺寸的要素有尺寸界线、尺寸线、尺寸线终端、尺寸数字及相关符号。

(1) 尺寸界线

尺寸界线表示所注尺寸的起始和终止位置,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,也可以直接利用轮廓线、轴线或对称中心线等作为尺寸界线。尺寸界线应超出尺寸线约 2 mm。尺寸界线一般应与尺寸线垂直,必要时才允许倾斜。

(2) 尺寸线

尺寸线用细实线绘制。标注线性尺寸时,尺寸线必须与所标注的线段平行,相同方向各尺寸线之间的距离要均匀,间隔应为 5 ~ 10 mm。尺寸线不能用图上的其他图线代替,也不能

与其他图线重合或画在其延长线上,并应尽量避免与其他的尺寸线或尺寸界线相交。

(3) 尺寸线终端可以有以下两种形式(图 1.12)



图 1.12 尺寸终端的画法

①箭头:箭头适合于各类图样, d 为粗实线宽度,箭头尖端与尺寸界线接触,不得超出或离开。机械图样中的尺寸线终端一般都采用这种形式。

②斜线:当尺寸线与尺寸界线垂直时,尺寸线的终端可用斜线绘制,斜线采用细实线。

当尺寸线与尺寸界线相互垂直时,同一图样中只能采用一种尺寸线终端形式。当采用箭头时,在位置不够的情况下,允许用圆点或斜线代替箭头,如图 1.17“小尺寸的注法”的示例。

(4) 尺寸数字及相关符号

尺寸数字用标准字体书写,且在同一张图上应采用相同的字号。尺寸数字不能被图线通过,无法避免时应断开图线。若断开图线影响图形表达时,应调整尺寸标注位置。尺寸标注中的常用符号和缩写词如表 1.4 所示。

表 1.4 尺寸标注中的符号和缩写词

名称	符号或缩写词	名称	符号或缩写词
直径	ϕ	厚度	t
半径	R	45°倒角	C
球的直径	$S\phi$	均布	EQS
球的半径	SR	锪平或沉孔	$\perp$
深度	∇	正方形	$\square$

3. 各类尺寸的标注方法

(1) 线性尺寸的标注方法

线性尺寸水平方向的尺寸数字应字头朝上,垂直方向的尺寸数字应字头朝左,倾斜方向的尺寸数字应保持字头朝上的趋势,如图 1.13(a)所示。尽量避免在图示 30°范围内标注尺寸,当无法避免时可按图 1.13(b)所示标注。尺寸数字也可写在尺寸线的中断处。

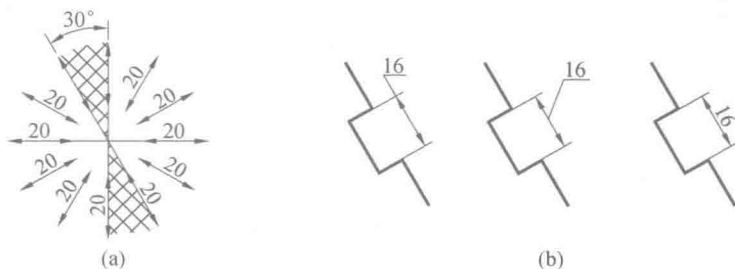


图 1.13 线性尺寸的数字方向

(2) 直径与半径尺寸的标注方法

①当标注整圆或大于半圆的圆弧时,应标注直径尺寸,即在尺寸数字前加注符号“ ϕ ”,尺寸线通过圆心,以圆周为尺寸界线,如图 1.14 所示。

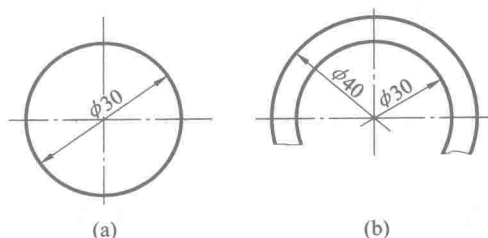


图 1.14 直径尺寸的标注

②当标注小于或等于半圆的圆弧时,应标注半径尺寸,即在尺寸数字前加注符号“ R ”,尺寸线自圆心引出,只画一个箭头,如图 1.15 (a) 所示。但当圆弧的半径很大,其圆心在图上不能示出时,可采用如图 1.15 (b) 所示的标注形式。

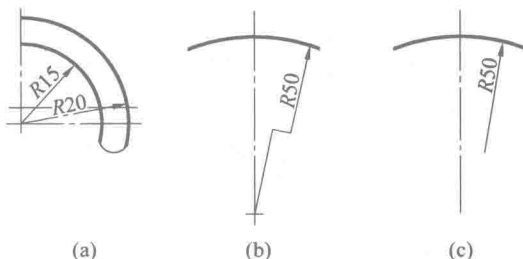


图 1.15 半径尺寸的标注

③标注球面直径或半径尺寸时,应在尺寸数字前加注符号“ $S\phi$ ”或“ SR ”。

(3) 角度和弧长的标注方法

角度的尺寸界线沿径向引出,尺寸线是以该角的顶点为圆心的圆弧,半径可按需要自行自定。角度数字一律水平书写,一般写在尺寸线的中断处,必要时允许写在尺寸线的外面或引出标注,如图 1.16 (a) 所示。

弧长的尺寸线是该圆弧的同心弧,尺寸界线平行于对应弦长的垂直平分线,如图 1.16 (b) 所示。

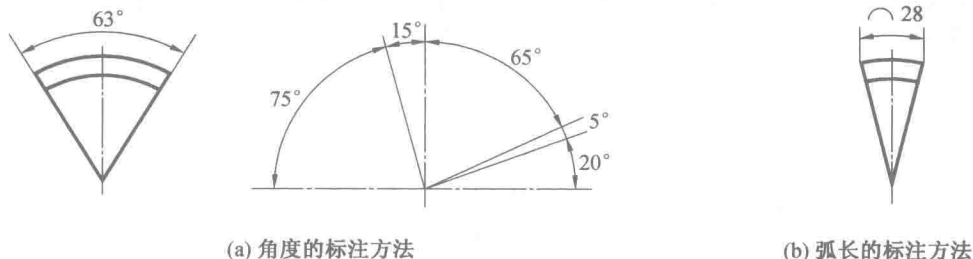


图 1.16 角度与弧长的标注方法

(4) 小尺寸的标注方法

标注尺寸时箭头应尽量画在尺寸界线的内侧,但较小的尺寸,当尺寸界线之间没有足够的

空间画尺寸箭头和书写尺寸数字时,可将箭头和数字放在尺寸界线的外面。当遇到连续的小尺寸时,允许用圆点或斜线代替箭头,如图 1.17 所示。

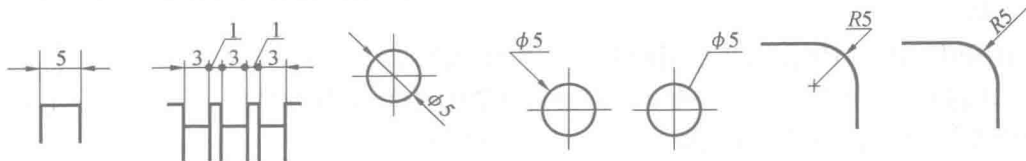


图 1.17 小尺寸的标注方法

(5) 对称机件的标注方法

当图形只画出一半或略大于一半时,尺寸线应略超过对称线、中心线或断裂处的边界线,只在尺寸线的一端画出箭头,尺寸数字是机件的真实大小,如图 1.18 所示。

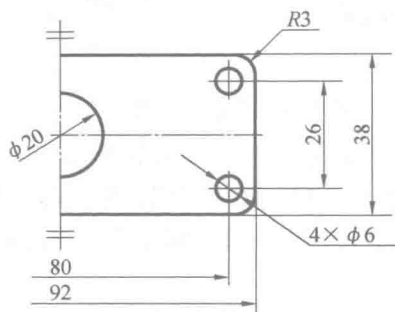


图 1.18 对称机件的标注方法

(6) 尺寸数字前符号的标注方法,如图 1.19 所示。

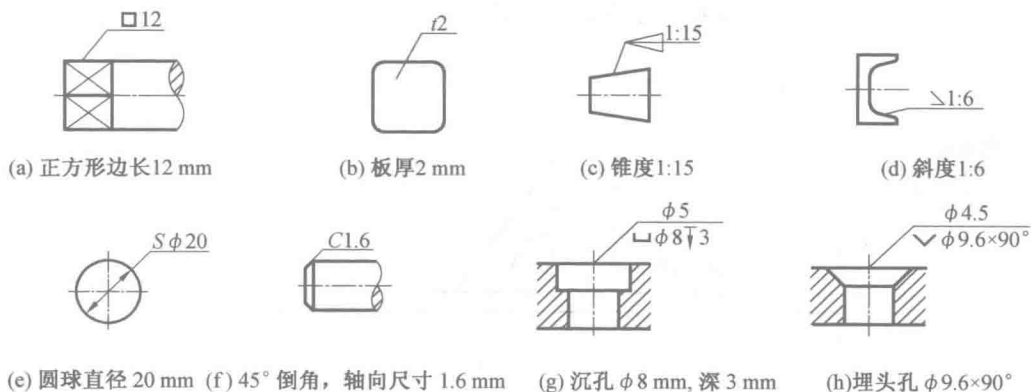


图 1.19 尺寸数字前符号的标注方法

1.2 尺规绘图

1.2.1 尺规绘图的工具及其使用

尺规绘图是指用铅笔、丁字尺、三角板、圆规等为主要工具绘制图样。虽然目前技术图样