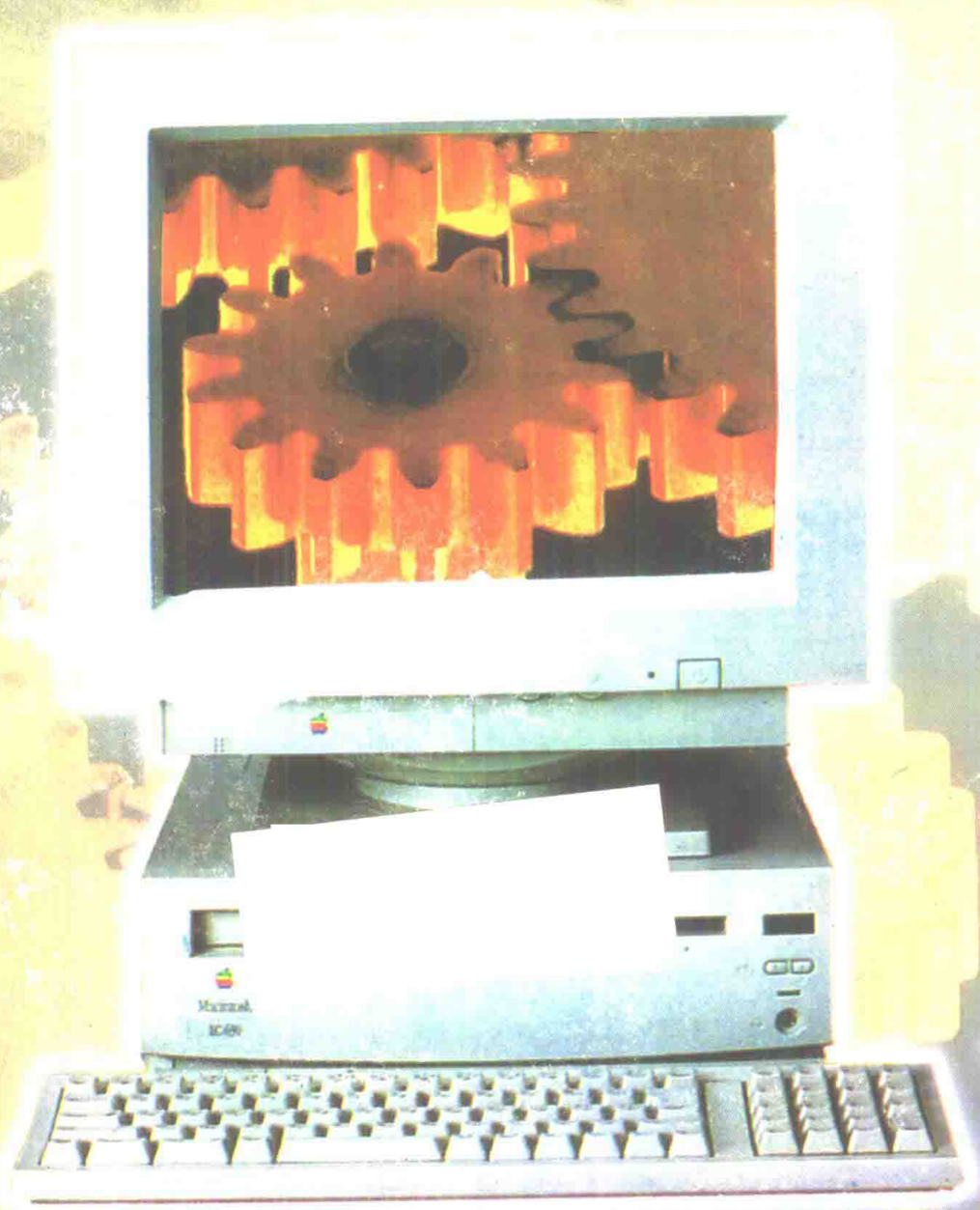


机械制图及计算机绘图

颜尧炉 陈世源 主编



重庆大学出版社

机械制图及计算机绘图

颜尧炉 陈世源 主编

责任编辑 彭 宁 黄世芳

*

重庆大学出版社出版发行

新华书店经销

重庆电力印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:26.25 字数:655千

1997年8月第1版 1997年8月第1次印刷

印数:1-7000

ISBN 7-5624-1499-8/TH·64 定价:27.00元

前 言

为适应现代化工业发展的需求,机械制图课程的改革必须走与计算机绘图相结合的路子。在此形势下,特编写《机械制图及计算机绘图》教材。机械制图部分,参照高等工业学校《画法几何及机械制图》课程教学指导委员会拟订的基本要求编写。计算机绘图部分,系根据昆明理工大学近年的计算机绘图教学汇总提高而成。与此同时,编写了相应的习题集,与教学配套使用。本教材适用于近机类各专业(总学时为 90~120 学时)。

本书对画法几何部分有所精减,在投影制图、机械图及计算机绘图部分编写了足够的章节,以确保对学生能力的培养。近机类专业繁多,为照顾某些专业,编写了注※号的选修章节。

本书由颜尧炉、陈世源主编,参加编写工作的有:吴艳萍、张建勋、李世芸、刘福华、龙天伟、李华、何卉、周泽萍。编写分工:李世芸写第一、四章,颜尧炉写第二章,陈世源写第三、六章,李华写第五、九章,何卉写第七章,张建勋写第八章,龙天伟写第十章,吴艳萍写第十一章至十三章,第十四章至十六章由刘福华编写,周泽萍协助。最后由颜尧炉、陈世源二人统稿。

本书聘请昆明理工大学卫晶和教授主审。对本书,卫教授认真审阅,提出了许多宝贵意见,给本书的出版以很大帮助,在此深表谢意!

由于我们水平有限,书中还会有缺点乃至错误,敬请读者批评指正。

编者

1996年12月11日

绪 论

一、本课程的性质和任务

在现代工业生产中,各种机械设备和仪器仪表的设计、制造、维修、使用,都需要工程图样。本书论及的机械图就是工程技术人员的重要技术文件,它是工程界技术交流的语言,人们美称“工程画”为“工程语”,真是恰如其份。计算机绘图是绘制工程图的一大进步,加速了工程图的绘制,并能协助人们对机械结构的构思,进而提高设计能力。

本课程是一门既有系统理论又强调实践的技术基础课,它包含正投影理论基础、投影制图、机械制图及计算机绘图诸方面内容。通过以上内容的系统学习,为学生今后作为一名合格的工程师奠定坚实的基础。

本课程的主要任务是:

1. 了解正投影理论;
2. 培养学生的空间想象力和构思能力;
3. 培养学生阅读机械图样的基本能力;
4. 学生能较熟练地手工绘制和用计算机绘制工程图;
5. 本课程的性质所定,必与图样打交道,图样正确与否,事关重大,必须注意培养学生认真细致,一丝不苟的工作作风。

二、本课程的特点和学习方法

本课程包括机械制图和计算机绘图两大部分。教学中可各自独立,最好能相互交融,如能有机穿插,可增强直观感,丰富想象力,节省时间,提高学习效率。

学习本门课的方法:

1. 认真听课,及时复习。首先学懂投影理论,领会将空间物体转化为平面图形的规律,进而学会形体分析、线面分析和结构分析等分析问题的方法。
 2. 理论联系实际,注意由物画图,由图想物的转换,增强想象力,提高识别力。
 3. 学生必须按时完成足够数量的制图作业,完成的手段,既要手工画,又需上机绘图。绘图时应动脑思考,在提高绘图能力的同时,随之提高看图的水平。
 4. 还应学会查阅、使用手册和国家标准,为今后搞设计打基础。
- 注意以上各项要求,定会熟能生巧,事半功倍,顺利完成学业。

目 录

前言

绪论

第一章 制图的基本知识和基本技能	1
§ 1-1 国家标准《机械制图》简介	1
§ 1-2 绘图工具和仪器的使用方法	11
§ 1-3 几何作图	14
§ 1-4 平面图形的尺寸分析及画法	18
§ 1-5 绘图的方法和步骤	22
第二章 点、直线、平面的投影	25
§ 2-1 投影法概述	25
§ 2-2 点的投影	26
§ 2-3 直线的投影	31
§ 2-4 平面的投影	40
§ 2-5 直线与平面、两平面间的相对位置	47
§ 2-6 换面法	52
第三章 立体的投影	61
§ 3-1 基本立体	61
§ 3-2 平面与回转体表面相交	76
§ 3-3 两立体相交	85
第四章 组合体	96
§ 4-1 三视图的形成及投影规律	96
§ 4-2 组合体的形体分析和视图的画法	97
§ 4-3 组合体的尺寸标法	101
§ 4-4 看组合体视图的方法	106
第五章 轴测图	112
§ 5-1 轴测图的基本知识	112
§ 5-2 正等测图	113
§ 5-3 正面斜二测图	121
第六章 机件的各种表达方法	125
§ 6-1 视图	126
§ 6-2 剖视图	129
§ 6-3 剖面图	140
§ 6-4 局部放大图、简化画法和其它规定画法	143
§ 6-5 机件的各种表达方法综合举例	148
§ 6-6 第三角投影法简介	150
第七章 标准件和常用件	153

§ 7-1	螺纹	153
§ 7-2	螺纹紧固件	160
§ 7-3	键连接和销连接	167
§ 7-4	滚动轴承	170
§ 7-5	齿轮	172
§ 7-6	弹簧	179
第八章	零件图	182
§ 8-1	零件图的内容	182
§ 8-2	零件图的视图选择及尺寸标注	183
§ 8-3	表面粗糙度、镀涂和热处理的代(符)号及其标注	189
§ 8-4	公差与配合和形位公差简介	195
§ 8-5	零件上的常见工艺结构	203
§ 8-6	零件测绘	206
§ 8-7	看零件图	210
第九章	装配图	214
§ 9-1	概述	214
§ 9-2	装配图的表达方法	216
§ 9-3	装配图中常见的装配结构	218
§ 9-4	装配图中的尺寸标注	221
§ 9-5	装配图中的零、部件序号及明细栏	221
§ 9-6	部件测绘及画装配图	223
§ 9-7	看装配图及拆画零件图	235
第十章	立体表面的展开	248
§ 10-1	概述	248
§ 10-2	平面立体的表面展开	248
§ 10-3	可展曲面的表面展开	250
§ 10-4	不可展曲面表面的近似展开	253
第十一章	计算机绘图概述	257
§ 11-1	计算机绘图的产生和发展	257
§ 11-2	计算机绘图的应用	258
§ 11-3	计算机绘图系统	259
第十二章	绘图程序设计	263
§ 12-1	屏幕绘图的基本知识	263
§ 12-2	绘图程序设计	267
§ 12-3	动画技术	276
第十三章	图形变换	281
§ 13-1	二维图形变换	281
§ 13-2	三维图形变换	290
§ 13-3	三维图形变换的应用	296
第十四章	AutoCAD 的基础知识	306
§ 14-1	概述	306
§ 14-2	AutoCAD R12 对系统的要求与安装	306

§ 14-3	AutoCAD R12 的启动及图形屏幕	308
§ 14-4	AutoCAD R12 命令及对话框	310
§ 14-5	AutoCAD R12 功能键及鼠标的使用	312
第十五章	基本作图	313
§ 15-1	使用 AutoCAD R12 作图的基本步骤	313
§ 15-2	绘图工具	316
§ 15-3	基本实体绘图命令	319
§ 15-4	目标捕捉	323
§ 15-5	基本编辑命令	325
§ 15-6	图层	334
第十六章	高级作图	340
§ 16-1	文字	340
§ 16-2	剖面线	343
§ 16-3	图块	345
§ 16-4	尺寸标注	349
§ 16-5	综合应用举例	358
附录		367
一、	螺纹	367
二、	连接件	372
三、	滚动轴承	382
四、	常用的热处理和表面处理名词解释	385
五、	公差与配合	387
六、	常用的机械加工一般规范和零件结构要素	397
七、	AutoCAD 命令及下拉菜单、屏幕菜单	400

第一章 制图的基本知识和基本技能

本章着重介绍：国家标准《机械制图》中的图纸幅面及格式、比例、字体、图线、尺寸注法；绘图工具及仪器的使用；几何图形及平面曲线的作图；平面图形的尺寸分析及绘图方法等。

§ 1-1 国家标准《机械制图》简介

机械图样是机械设计和制造过程中的重要资料，是一种交流技术思想的语言。因此，对于图样画法、尺寸注法等都必须作统一的规定。国家标准《机械制图》是我国颁布的一项重要技术标准，统一规定了生产和设计部门共同遵守的画图规则。人人都必须树立标准化概念，严格遵守，认真执行国家标准。国家标准(简称国标)的代号是“GB”。在 GB4457.1—84~GB4457.4—84 和 GB4458.4—84 中，分别对图纸幅面及格式、比例、字体、图线和尺寸注法作了规定。

一、图纸幅面和标题栏

绘制图样时，按照图 1-1 优先采用表 1-1 中规定的幅面尺寸，必要时可以沿长边加长。对于 A0、A2、A4 幅面的加长量应按 A0 幅面长边的八分之一的倍数增加；对于 A1、A3 幅面的加长量按 A0 幅面短边的四分之一的倍数增加。A0 及 A1 幅面也允许同时加长两边。

表 1-1 图纸幅面及周边尺寸 单位:mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4	A5
$B \times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297	148×210
a	25					
e	10			5		
c	20		10			

无论图样是否装订，均应在图幅内画出图框，图框线用粗实线绘制。需要装订的图样，其图框格式、尺寸如图 1-1(a)和(b)所示，图中 a 和 c 的数值根据不同幅面从表 1-1 中选取。当图样不需装订时，只要将图 1-1(a)、(b)中的尺寸 a 和 c 都改为表 1-1 中的尺寸 e 即可，如图 1-1(c)和(d)。

标题栏的位置在图样的右下角，应按图 1-1 所示的方式配置，标题栏中的文字方向为看图的方向。

标题栏的格式由国家标准(GB10609.1-89)规定，学校的制图作业中使用的标题栏可以简化，建议采用图 1-2 的格式。

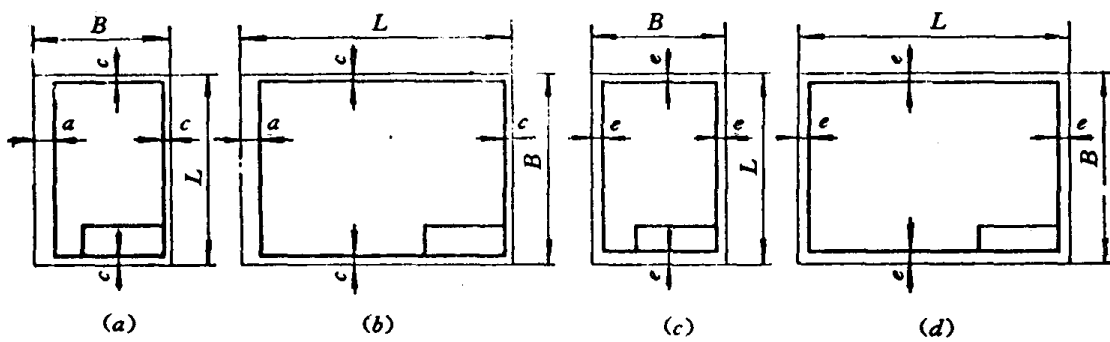


图 1-1 图样幅面及图框格式

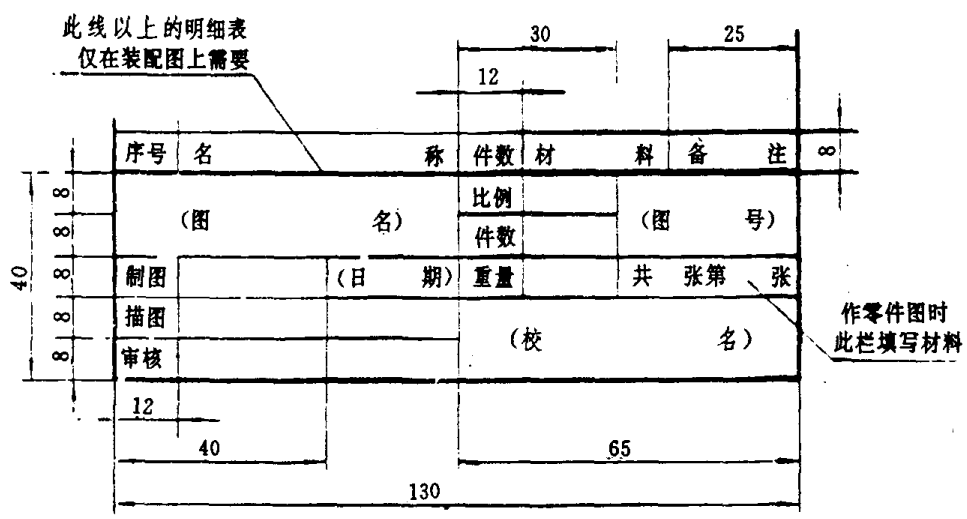


图 1-2 标题栏的格式和尺寸

二、比例(GB4457.2—84)

比例是指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。国标规定绘制图样时一般采用表 1-2 中规定的比例。

表 1-2 绘图的比例

与实物相同	1:1										
缩小的比例	1:1.5	1:2	1:2.5	1:3	1:4	1:5	1:10 ⁿ	1:1.5×10 ⁿ	1:2×10 ⁿ	1:2.5×10 ⁿ	1:5×10 ⁿ
放大的比例	2:1 2.5:1 4:1 5:1 (10×n):1										

为了能从图样上得到实物大小的真实概念,同时也为画图方便,应尽量采用 1:1 画图。当机件不宜用 1:1 画时,可用国标规定的缩小或放大的比例画出。不论缩小或放大,在注尺寸时必须标注机件的真实大小尺寸。图 1-3 表示同一机件采用不同比例所画的图形。

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填写,例如 1:1。当某个视图需要采用不同的比例时,必须另行标注。

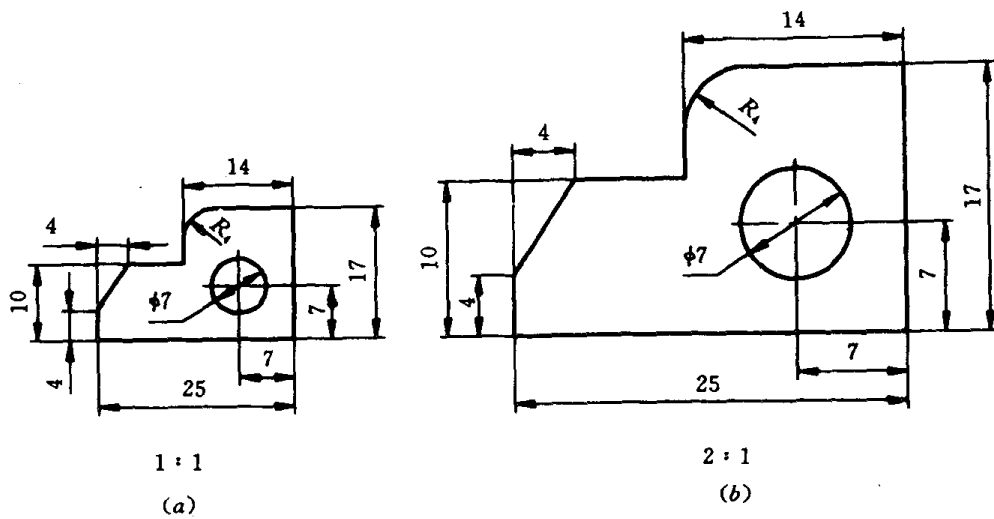


图 1-3 用不同比例画出的同一机件的图形

字体端正 笔划清楚 排列整齐 间隔均匀

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表面展开两端中心孔锥销键

图 1-4 汉字—长仿宋体示例

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
 abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
 1234567890 I II III IV V VI VII VIII IX X
 R3 2×45° M24-6H $\Phi 65H7$ $\Phi 9c6$
 $\Phi 20^{+0.010}_{-0.023}$ $\Phi 15^0_{-0.011}$ 10Js5(± 0.003)

图 1-5 斜体数字、字母及字体的应用示例

三、字体(GB4457.3—84)

在图样上除了表示机件形状的图形外,还要用文字和数字来说明机件的大小、技术要求和
其它内容。

在图样和技术文件中书写汉字、数字、字母必须做到:字体端正、笔画清楚、排列整齐、间隔
均匀。汉字应写成长仿宋体,并采用国家正式公布推行的简化字。如果在图样上的文字和数字
写得很潦草,不仅会影响图样的清晰和美观,而且还会造成差错,给生产带来麻烦和损失。

字体的号数,即字体的高度(单位为 mm),分别为 20、14、10、7、5、3.5、2.5 七种,字体的宽度约等于字体高度的 $\frac{2}{3}$ 。数字及字母的笔划宽度约为字体高度的 $\frac{1}{10}$ 。

汉字——长仿宋体的示例如图 1-4。书写长仿宋字的要领是:横平竖直,注意起落,填满方格,结构匀称。

数字和字母分直体和斜体两种。常用的是斜体,斜体字字头向右倾斜,与水平线约成 75° 。书写数字和字母时可参阅图 1-5 中的书写笔序。用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母,一般采用小一号字体。

四、图线及其画法(GB4457. 4—84)

1. 图线的型式及应用

绘制图样时,应采用表 1-3 中规定的图线。表 1-3 及图 1-6(a)~(c)列出了各种型式图线

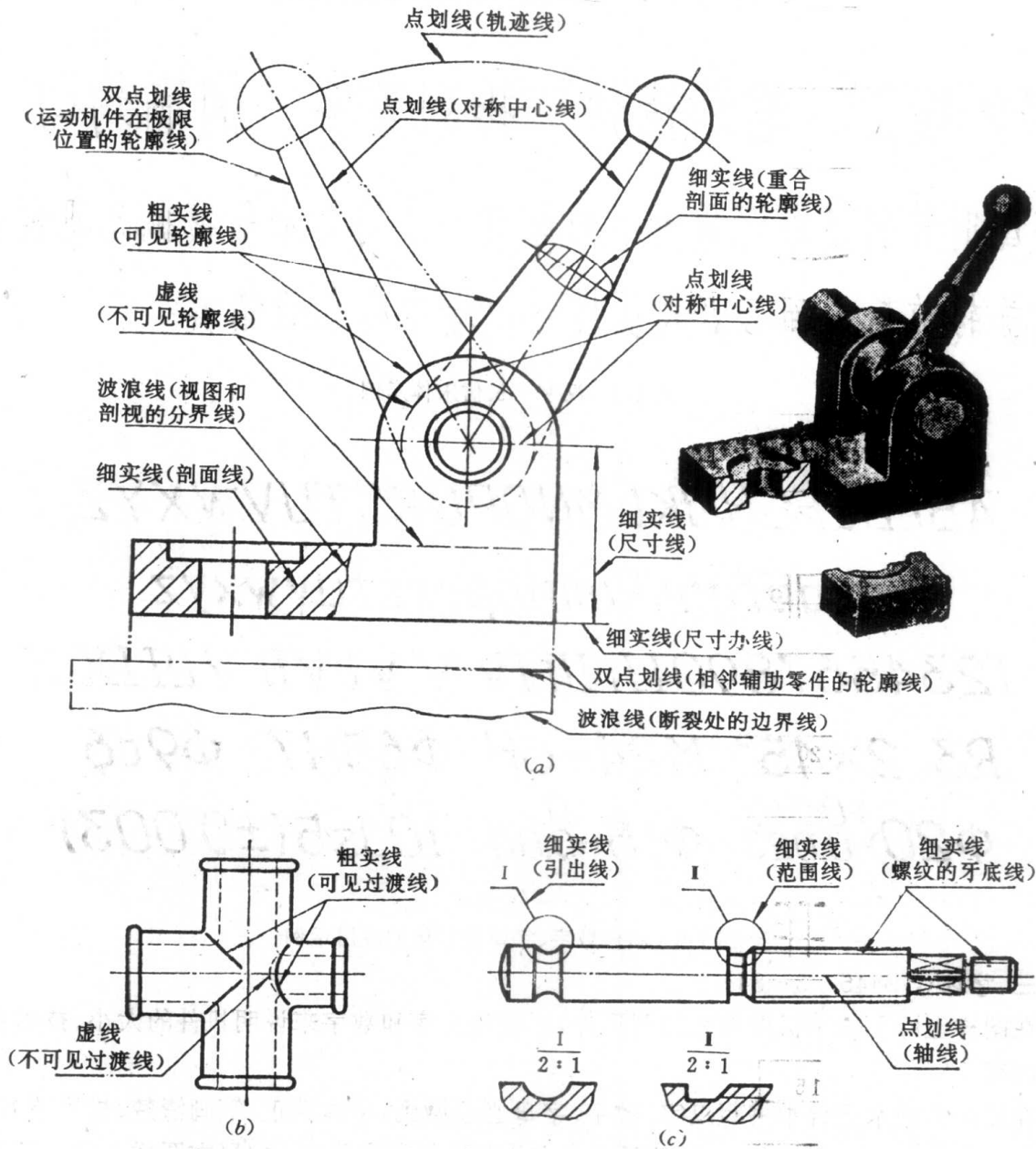






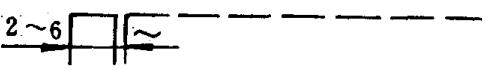
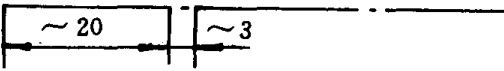

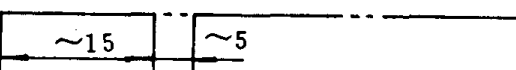
图 1-6 图线及其应用

的主要用途,其它用途可查阅国标。

图线分为粗、细两种。粗线的宽度 b 应按图的大小和复杂程度,在 $0.5 \sim 2\text{mm}$ 之间选择,细线的宽度约为 $b/3$ 。

图线宽度的推荐系列为: $0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2\text{mm}$ 。制图中粗线一般常用的宽度 b 为 0.7mm 和 1mm 。

表 1-3 图线的型式及用途

图线名称	图 线 型 式	图线宽度	应用举例
粗实线		b	可见轮廓线,可见过渡线
细实线		约 $b/3$	尺寸线,尺寸界线,剖面线,重合剖面的轮廓线,引出线
波浪线		约 $b/3$	断裂处的边界线,视图和剖视的分界线
双折线		约 $b/3$	断裂处的边界线
虚 线		约 $b/3$	不可见轮廓线,不可见过渡线
细点划线		约 $b/3$	轴线,对称中心线
粗点划线		b	有特殊要求的线或表面的表示线
双点划线		约 $b/3$	相邻辅助零件的轮廓线,极限位置的轮廓线,假想投影轮廓线,中断线

2. 图线的画法

如图 1-7 所示,绘图时应遵守以下各点:

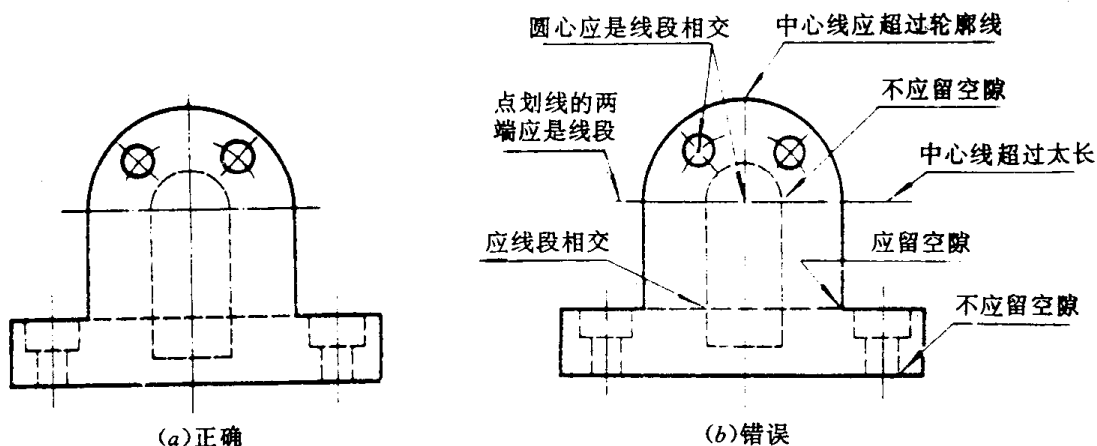


图 1-7 图线在相交、相切处的画法

(1)同一图样中同类图线的宽度应基本一致。虚线、点划线及双点划线的线段长度和间隔应各自大致相等。

(2)两条平行线(包括剖面线)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 0.7mm。

(3)点划线和双点划线的首末两端应是线段而不是短划。绘制圆的对称中心线(简称中心线)时,圆心应为线段的交点。

(4)在较小的图形上绘制点划线、双点划线有困难时,可用细实线代替。

(5)轴线、对称中心线、双点划线和作为中断线的双点划线,应超出轮廓线 2~5mm。

(6)点划线、虚线、双点划线和其它图线相交时,都应在在线段处相交,不应在空隙处相交。

(7)当虚线处于粗实线的延长线时,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,而虚线直线留有空隙。如图 1-7 所示。

五、尺寸注法(GB4458.4—84)

图形只能表达机件的形状,而机件的大小还必须通过标注尺寸才能确定。下面介绍国际“尺寸注法”(GB4458.4—84)中的一些基本内容,有些内容将在后面的有关章节中讲述,其它有关内容可查阅国标。

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(包括技术要求和其它说明)的尺寸,以 mm 为单位时,不需标注计量单位的代号或名称,如采用其它单位,则必须注明相应的计量单位的代号或名称。

(3)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。

(4)机件的每一尺寸,一般只标注一次,并注在反映该结构最清晰的图形上。

2. 尺寸组成

如图 1-8 所示,一个完整的尺寸一般应包括尺寸数字、尺寸线、尺寸界线及表示尺寸线终端的箭头或斜线。

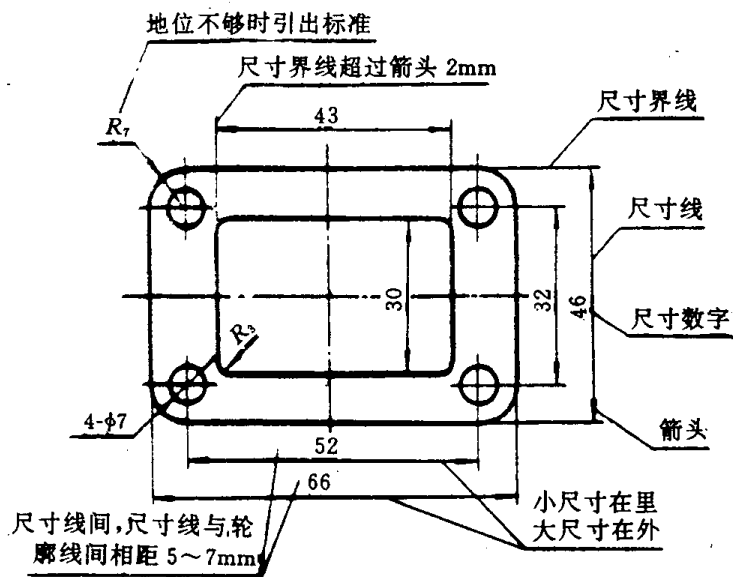


图 1-8 尺寸的组成及标注示例

3. 线性尺寸的标注

(1) 尺寸数字

线性尺寸数字的方向以标题栏为准,一般应注写在尺寸线的上方,也允许注写在尺寸线的中断处。当尺寸线水平时,尺寸数字写在尺寸线的上方,字头朝上;当尺寸线铅垂时,尺寸数字写在尺寸线的左边,字头向左,如图 1-8;当尺寸线倾斜时,尺寸数字写在尺寸线的上方,与尺寸线平行,如图 1-9(a)。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 1-9(b) 标注。

尺寸数字不能被任何图线通过,否则必须将该图线断开。同一张图上的字高要一致,一般采用 3.5 号字。

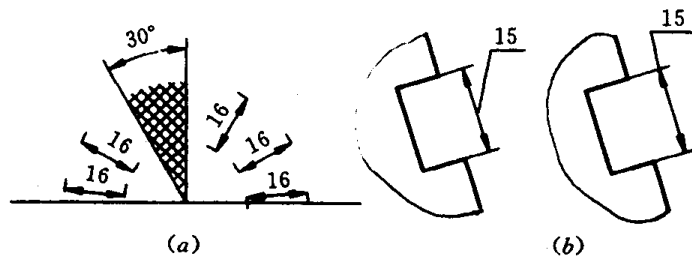


图 1-9 线性尺寸数字的注写

(2) 尺寸线

尺寸线用细实线绘制,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;当有几条互相平行的尺寸线时,大尺寸要注在小尺寸外面,以免尺寸线与尺寸界线相交;两条互相平行的尺寸线间的距离应大于 7mm。在圆或圆弧上标注直径或半径尺寸时,尺寸线一般应通过圆心或延长线通过圆心。如图 1-8 所示。

尺寸线的终端需画上箭头,表明尺寸的起止。箭头有两种形式:图 1-10(a)所示箭头适用于各种类型的图样,图中的 b 为粗实线的宽度;图 1-10(b)所示箭头采用斜线,用细实线绘制。图中的 h 为字体高度。

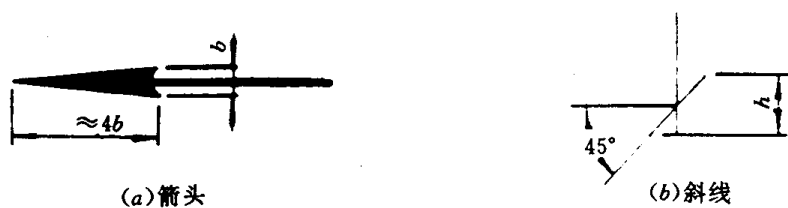


图 1-10 两种尺寸线终端的形式

同一张图样中只能采用一种尺寸线终端形式,尺寸线与尺寸界线必须相互垂直。在没有足够的位置画箭头或写数字时,可将箭头画在尺寸界线外面(图 1-11(a)),当标注连续几个较小的尺寸时,允许用圆点或斜线代替箭头(图 1-11(b)、(c))。

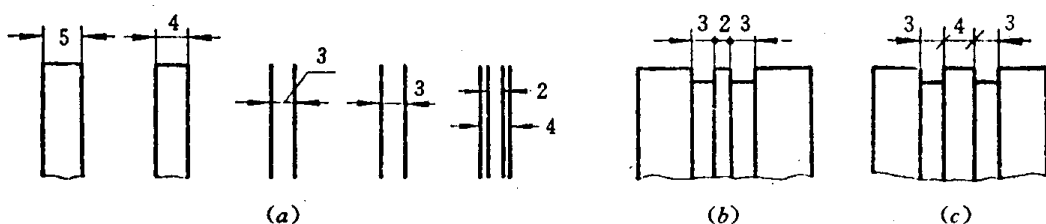


图 1-11 小尺寸的注法

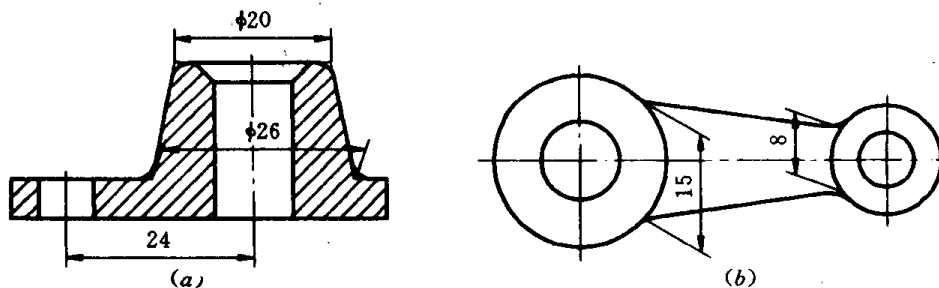


图 1-12 圆弧光滑过渡处的尺寸标注

(3) 尺寸界线

尺寸界线用细实线绘制,由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出。也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线。尺寸界线应超出尺寸线的终端 2~5mm。尺寸界线一般应与尺寸线垂直,必要时才允许倾斜,如图 1-12。在光滑过渡处标注尺寸时,必须用细实线将轮廓线延长,从它们的交点引出尺寸界线。

4. 角度的注法

标注角度尺寸时,尺寸界线沿径向引出,尺寸线是以该角顶点为圆心的一段圆弧。角度的尺寸数字一律水平书写,并配置在尺寸线的中断处。必要时也可以引出标注或把数字写在尺寸线旁边,如图 1-13。

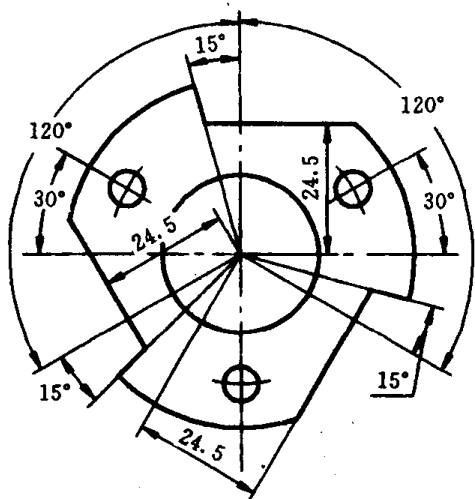


图 1-13 角度的注法图

零件上的 45°倒角,按 1-14(a)、(b)、(c)的形式标注,非 45°倒角则需要分别注出,如图 1-14(d)所示。

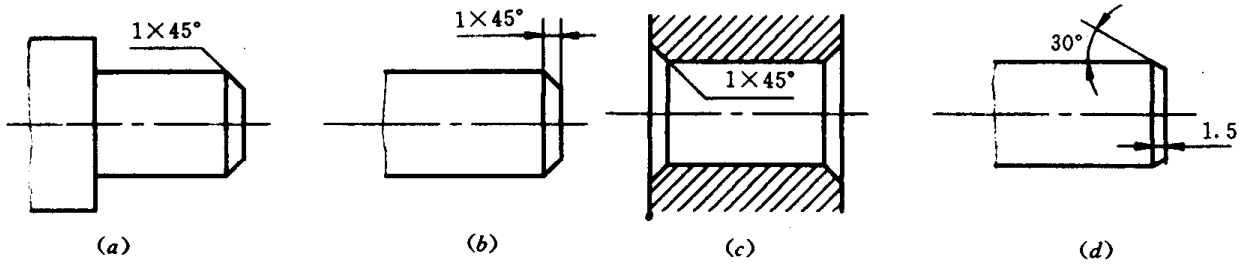


图 1-14 倒角的标注形式

5. 直径和半径的标注

标注圆或圆弧的直径和半径时,尺寸线应通过圆心,直径尺寸线两个终端均应画上箭头,半径尺寸线只画一个指向圆弧的箭头,另一端一般应画到圆心,或者略超过圆心。

标注直径时,应在尺寸数字前加注符号“ ϕ ”;标注半径时,应在尺寸数字前加注符号“R”(通常对小于或等于半圆的圆弧注半径,对大于半圆的圆弧则注直径)。在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”。

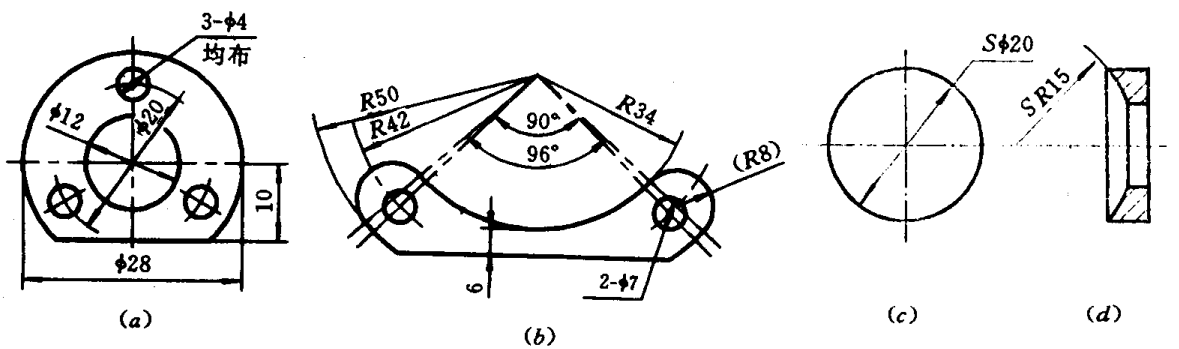


图 1-15 直径、半径的注法

在较小的圆或圆弧上注直径或半径时,若没有足够的位置画箭头或写尺寸数字,可按图 1-16 的形式标注。标注小圆弧半径的尺寸线,不论其是否画到圆心,其方向必须通过圆心,如图 1-16。当圆弧半径过大或在图纸范围内无法标注其圆心位置时,可采用图 1-17(a)所示的折线形式标注,若无需要标明圆心位置时,半径的尺寸线不必画全,如图 1-17(b)中的 SR105。

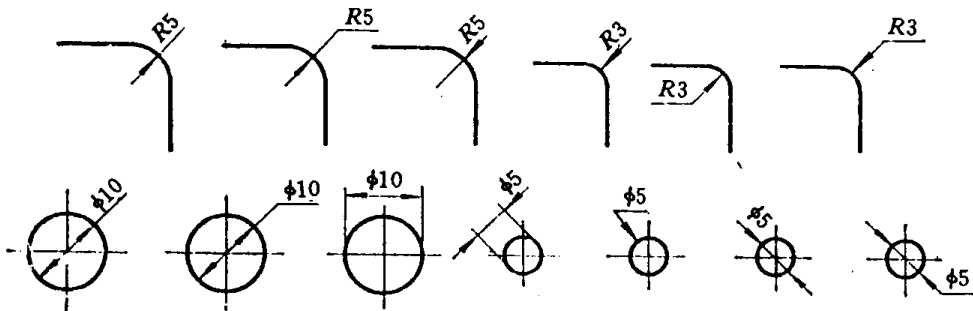


图 1-16 小直径与半径的注法

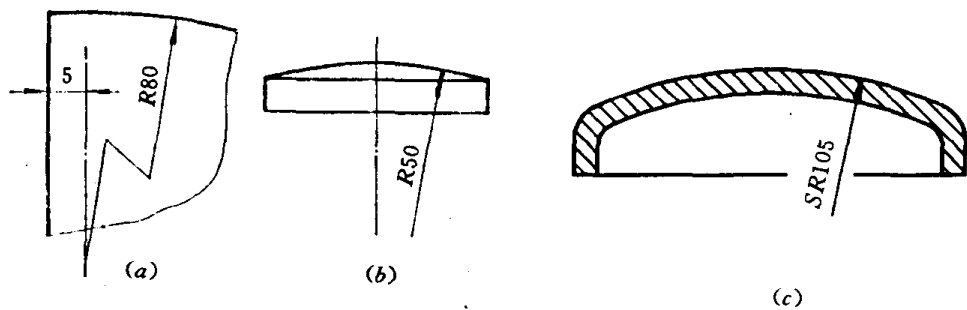


图 1-17 大圆弧半径的注法

6. 弦长和弧长的标注

标注弦长和弧长的尺寸界线应平行于该弦的垂直平分线,如图 1-18(a)、(b);当弧较大时,可沿径向引出,如图 1-18(c)。标注弧长时,应在尺寸数字上方加注符号“ \frown ”。

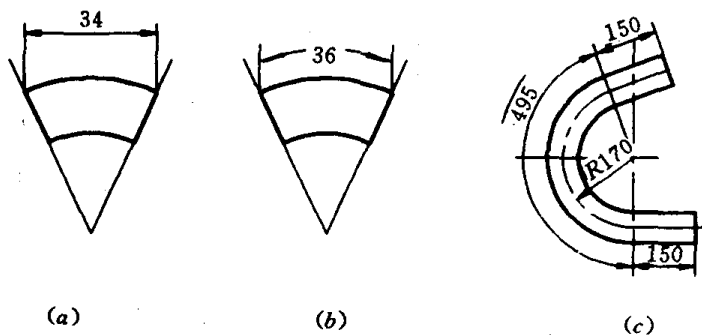
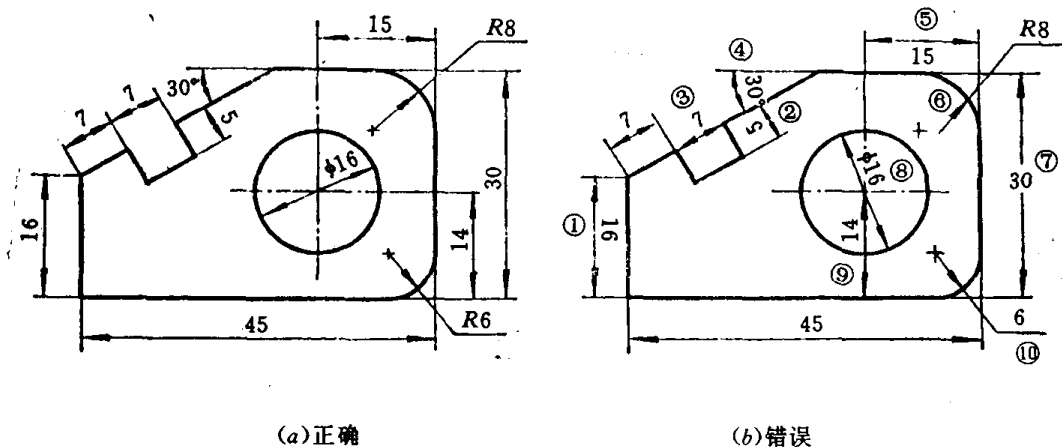


图 1-18 弦长和弧长的标注

标注尺寸时,必须符合上述各项规定。图 1-19 用正误对比的方法,指出了初学标注尺寸时的一些常见错误。



(a) 正确

(b) 错误

说明:①②线性尺寸数字的方向不符规定。③尺寸线不得画在轮廓线的延长线上。④角度的数字应一律写成水平方向。⑤线性尺寸的数字应注写在尺寸线的上方。⑥标注圆弧半径的尺寸线方向必须通过圆心。⑦在同一张图样上,应采用一种注写数字的方法。⑧应尽可能避免在图 1-9 所示 30° 范围内标注尺寸。⑨尺寸线不能用其他图线(点划线)代替或与其重合。⑩标注半径时,应在尺寸数字前加注符号“R”。

图 1-19 尺寸标注的正误对比