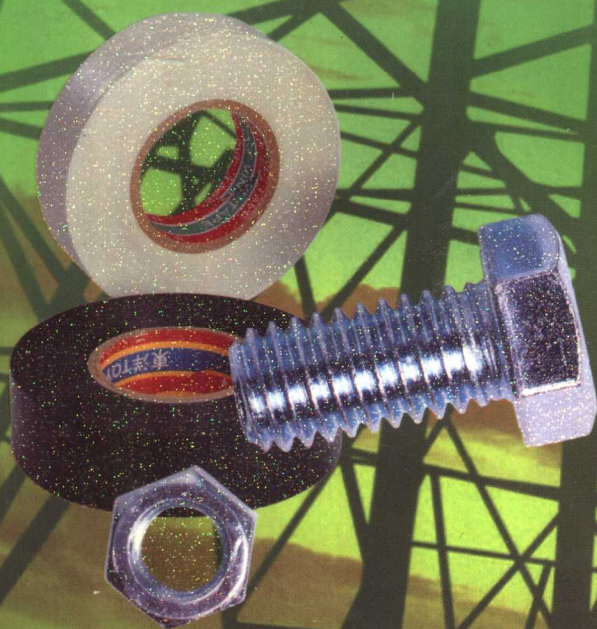


国家技能型、紧缺型、实用型人才培养培训工程
机电、工程类通用教材

机械制图

王守忠 主编
李新德



中国商业出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/王守忠,李新德主编. —北京:中国商业出版社, 2006. 8

ISBN 7-5044-5722-1

I. 机… II. ①王…②李… 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099657号

责任编辑:刘毕林

封面设计:于凤丽

中国商业出版社出版发行

(100053 北京广安门内报国寺1号)

新华书店总店北京发行所经销

中铁十八局一处涿州印刷厂印刷

开本:787×1092毫米 1/16 印张:26 字数:450千字

2006年9月第1版 2006年9月第1次印刷

定价:38.80元 (本书附习题册)

* *

(如有印装质量问题可更换)

前言

本书是根据国家教育部审定的工程制图课程基本要求,并参照有关行业职业技能鉴定规范及中、高级技术工人等级考核标准编写的。以面向 21 世纪中、高等职业技术教育的人才需求为出发点,以教育、教学改革的需求为编写思路,以提高学生的科学文化素养,培养学生的创新精神、实践能力及职业素质为目标。书中删去了以前许多教学参考书中不实用的画图几何内容,增加了新颖实用的计算机绘图知识,着重阐明了绘制图样和识图的基本理论和方法步骤,突出以识图为主,学以致用,采用国家标准《技术制图》、《机械制图》和有关的技术标准最新规定,按照学生的认知规律规划教材内容,力求做到内容通俗易懂,由浅入深,由简到繁,突出重点,阐明难点,理论结合实际,注重培养学生的动手和空间想像思维能力。认真总结教学经验,注意把握教材的科学性、系统性、实用性,把一些相关的内容有机结合起来,例如画图与读图相结合,画图与尺寸标注相结合,正投影与轴测图相结合,手工画图与计算机绘图相结合等。随着科学技术的发展与进步,工程界用仪器手工绘图的方式正逐步被计算机绘图所取代。为了加强学生计算机绘图能力的培养,本书系统地介绍了计算机绘图的有关知识,且采用较新的 AutoCAD2006 中文版。本书语言简练,插图精美,规范统一。在各章后面均有简要小结,本书后面配有附录,有配套的习题集,便于自学和教学,是中、高等职业技术学院机械类专业教学通用教材和中、高级技术工人考核培训较为理想的参考书。

参加本书编写的有关人员都是长期担任专业基础课的教师,每位参编者都有较为扎实的基础理论知识和专业技能,丰富的教学和生产实践经验,增强了本书的实用性和通用性。参加本书编写的有:王守忠、李新德、陈爱荣、王彦华、郑杰、焦玉琳、马红梅、马永杰、马丛、李玲、冯喜忠、张艳玲等。王守忠、李新德担任主编,汪洋、陈爱荣、王彦华、郑杰担任副主编,王守忠、李新德负责全书的统稿工作。陈哲、汪洋审阅了全书,并提出了许多宝贵的意见和建议,在此谨致谢忱。

由于编者水平有限,疏漏错误之处在所难免,恳请使用者批评指正。

编者

2006 年 5 月

目 录

绪 论	(1)
第1章 制图的基本规定	(2)
§ 1.1 图纸幅面与格式	(2)
§ 1.2 比例	(4)
§ 1.3 字体	(4)
§ 1.4 图线	(6)
§ 1.5 尺寸注法	(8)
第2章 几何作图	(13)
§ 2.1 绘图工具及使用方法	(13)
§ 2.2 线段等分法	(15)
§ 2.3 圆的等分法	(16)
§ 2.4 圆弧连接	(17)
§ 2.5 椭圆的画法	(18)
§ 2.6 斜度和锥度	(20)
§ 2.7 平面图形的画法	(22)
§ 2.8 徒手画图	(22)
第3章 正投影法与三视图	(27)
§ 3.1 投影法及其分类	(27)
§ 3.2 三视图的形成及投影规律	(29)
§ 3.3 点的投影	(32)
§ 3.4 直线的投影	(37)
§ 3.5 平面的投影	(40)
第4章 基本几何体	(45)
§ 4.1 平面体	(46)
§ 4.2 曲面体	(49)
§ 4.3 基本几何体的尺寸标注	(54)
§ 4.4 截交线	(56)

第5章 轴测图.....	(66)
§5.1 轴测投影的基本知识	(66)
§5.2 正等测轴测图的画法	(68)
§5.3 斜二测图的画法	(74)
第6章 组合体.....	(77)
§6.1 组合体的基本知识	(77)
§6.2 组合体的三视图画法	(79)
§6.3 组合体的尺寸标注	(81)
§6.4 组合体视图的识读	(84)
第7章 图样画法	(88)
§7.1 视图	(88)
§7.2 剖视图	(92)
§7.3 断面图	(100)
§7.4 其它表示方法	(103)
§7.5 读剖视图的方法	(108)
第8章 常用件与标准件	(111)
§8.1 螺纹及其紧固件	(111)
§8.2 螺纹紧固件及其连接	(119)
§8.3 键、销及其连接	(125)
§8.4 齿轮	(131)
§8.5 滚动轴承	(141)
§8.6 弹簧	(146)
第9章 零件图	(150)
§9.1 零件图的内容与基本要求	(150)
§9.2 零件图的视图表达方案	(151)
§9.3 零件图的尺寸标注	(153)
§9.4 零件图的技术要求	(160)
§9.5 零件的工艺结构	(174)
§9.6 几种典型零件图例分析	(177)
§9.7 零件测绘	(183)
§9.8 阅读零件图的一般步骤	(187)
第10章 装配图	(191)
§10.1 装配图的内容	(191)

§ 10.2	装配图视图的选择及画法规定	(193)
§ 10.3	装配图上的尺寸标注和技术要求	(197)
§ 10.4	装配图中的零部件序号、明细表	(198)
§ 10.5	装配体的工艺结构	(200)
§ 10.6	测绘装配图的方法和步骤	(202)
§ 10.7	读装配图和拆画零件图的一般步骤	(207)
第 11 章 计算机绘图		(212)
§ 11.1	AutoCAD 软件概述	(212)
§ 11.2	AutoCAD2006 的绘图基础	(213)
§ 11.3	基本操作	(215)
§ 11.4	编辑基本实体对象	(225)
§ 11.5	文字注写与编辑	(235)
§ 11.6	AutoCAD2006 尺寸标注	(239)
§ 11.7	用 AutoCAD 绘制零件图和装配图	(250)
附录		(254)
附录 1	螺纹 (附表 1-1 ~ 1-3)	(254)
附录 2	螺纹紧固件 (附表 2-1 ~ 2-8)	(257)
附录 3	键与销 (附表 3-1 ~ 3-4)	(264)
附录 4	滚动轴承 (附表 4-1 ~ 4-3)	(267)
附录 5	公差与配合 (附表 5-1 ~ 5-3)	(272)

绪 论

1. 课程的性质和任务

本课程是研究绘制和识读机械图样基本原理和方法的一门学科,是高等学校机械类专业的一门实践性较强的技术基础课。它的主要任务是培养学生具有初步的图示能力、读图能力、空间想象和思维能力以及绘图的技能。本课程主要包括以下内容:

- (1) 制图的基本规定
- (2) 几何作图
- (3) 正投影法与三视图
- (4) 基本几何体
- (5) 轴测图
- (6) 组合体
- (7) 图样的表示方法
- (8) 标准件与常用件
- (9) 零件图
- (10) 装配图
- (11) 计算机绘图

2. 课程的基本要求

- (1) 掌握正投影的基本原理和作图方法。
- (2) 能够识读和绘制简单的零件图,并能够识读简单的装配图。所绘制的图样应做到:投影正确、视图选择和配置比较恰当、尺寸完整。图面整洁,符合国家标准《技术制图》、《机械制图》的规定。
- (3) 能够正确地使用常用的绘图工具。
- (4) 掌握绘制轴测图的基本方法。
- (5) 掌握 AutoCAD 的基本绘图方法。
- (6) 培养认真负责的工作态度和一丝不苟的工作作风。

3. 本课程的学习方法

- (1) 在学习本课程的理论基础部分时,必须掌握投影原理、基本作图方法和图解方法。
- (2) 为了培养空间形体的图示表达能力,必须注意对物体进行几何分析以及掌握不同形体在各种相对位置时物体形状的图示特点。
- (3) 绘图能力和读图能力的培养主要通过一系列的绘图和读图实践。
- (4) 对于国家标准的有关规定要严格遵守,学会查阅手册。
- (5) 要注意培养自学能力。

第 1 章 制图的基本规定

图样是设计和生产中的重要技术资料,是工程技术人员进行技术交流的一种工程语言。为了便于生产管理和交流,在设计和绘制图样时,必须严格遵守国家标准《技术制图》、《机械制图》和有关的技术标准。本章主要介绍图纸幅面和格式、比例、字体、图线以及尺寸标注法等。

§ 1.1 图纸幅面与格式

1.1.1 图纸幅面和尺寸

1. 基本幅面

为便于进行图样管理,用于绘制图样的图纸,其幅面的大小和格式必须遵循 GB/T 1469 - 1993 中的规定。

绘制技术图样时,优先采用表 1 - 1 中规定的基本幅面。

表 1 - 1 基本幅面及图框尺寸

mm

幅面代号	A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
B × L	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

注:表 1 - 1 中 A₁ 号图纸幅面是 A₀ 号图纸幅面沿长边对开,其余图纸幅面类推。

2. 加长幅面

当基本幅面不能满足需要时,可沿长边加长。对于 A₀、A₂、A₄ 幅面的加长量应按幅 A₀ 面长边的八分之一的倍数增加,对于 A₁、A₃ 幅面的加长量应按 A₀ 幅面长边的四分之一的倍数增加,对于 A₀、A₁ 幅面也允许同时加长两边。

1.1.2 图框格式和尺寸

1. 图框格式

每张图纸在绘图之前必须用粗实线先画出图框。图框有两种格式:一种是留装订边,另一种是不留装订边。同一产品中所有图样均应采用同一种格式。

(1) 不留装订边的图纸,其图框格式如图 1 - 1a、b 所示。

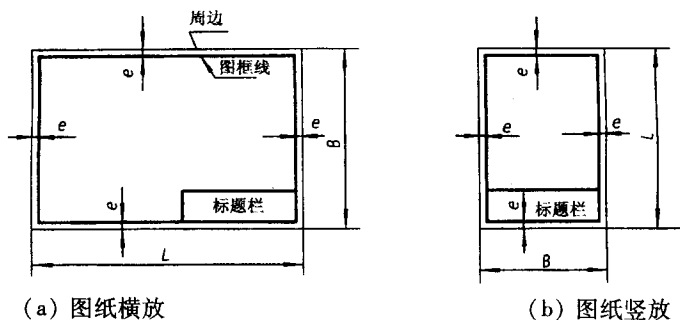


图 1-1 不留装订边的图框格式

(2) 留有装订边的图纸,其图框格式如图 1-2a、b 所示。

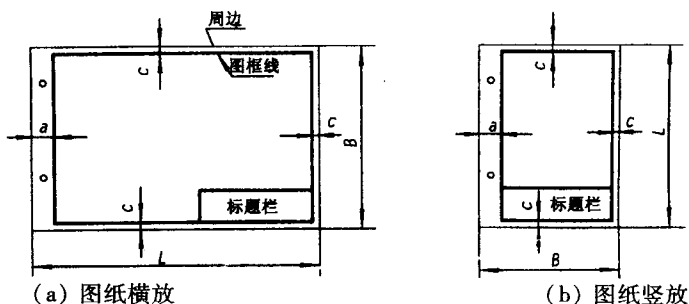


图 1-2 留有装订边的图框格式

2. 图框尺寸

不留装订边的图纸,其四周边框的宽度相同,均为 e , 宽度 e 值根据图纸幅面的大小而定; 留有装订边的图纸,其装订边宽度 a 一律为 25mm, 其他三边一致,均为 c , 宽度 c 值根据图纸幅面的大小而定,具体尺寸见表 1-1。

1.1.3 标题栏

国家标准《技术制图标题栏》(GB/T10609.1-1989),对标题栏的基本要求、内容、尺寸与格式作了明确规定,制图作业的标题栏格式如图 1-3 所示。标题栏一般应位于图纸的右下角。

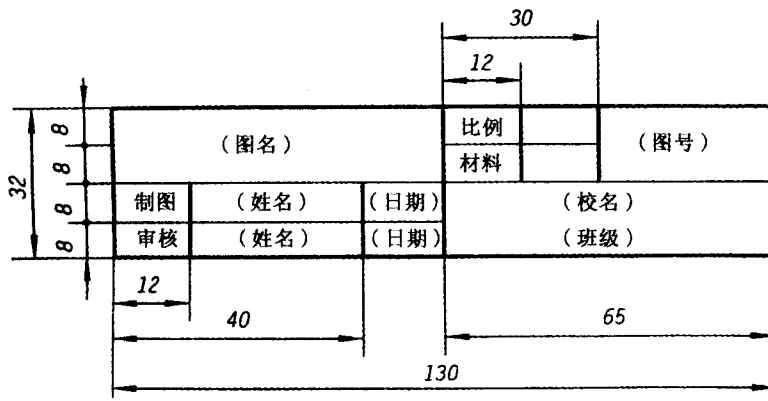


图 1-3 标题栏的格式

§ 1.2 比例

1.2.1 比例的概念

图样及技术文件中的比例是指图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

1.2.2 比例系列

绘制图样时,一般应优先选用表 1-2 中不带括号的适当比例,必要时亦可选用表 1-2 中带括号的适当比例。

表 1-2 比例系列

原值比例	1 : 1						
缩小比例	(1 : 1.5)	1 : 2	(1 : 2.5)	(1 : 3)	(1 : 4)	1 : 5	(1 : 6)
	1 : 1 × 10 ⁿ	(1 : 1.5 × 10 ⁿ)	1 : 2 × 10 ⁿ	(1 : 2.5 × 10 ⁿ)	(1 : 3 × 10 ⁿ)		
	(1 : 4 × 10 ⁿ)	1 : 5 × 10 ⁿ	(1 : 6 × 10 ⁿ)				
放大比例	2:1	(2.5:1)	(4:1)	5:1	1 × 10 ⁿ :1	2 × 10 ⁿ :1	
		(2.5 × 10 ⁿ :1)	(4 × 10 ⁿ :1)	5 × 10 ⁿ :1			

注:n 为正整数。

1.2.3 标注方法

- 1. 比例符号应以“:”表示。比例的表示方法如 1 : 1、1 : 500、20 : 1 等。
- 2. 比例一般应标注在标题栏中的比例栏内。必要时,可在视图名称下方标注比例。
- 3. 当同一机件的某个视图采用了不同的比例绘制时,必须另行标明所用比例。

1.2.4 选择比例的原则

- 1. 当表达对象的形状复杂程度和尺寸适中时,一般采用原值比例 1 : 1 绘制。
- 2. 当表达对象的尺寸较大,结构较为简单时,应采用缩小比例,但要保证复杂部位清晰可读。
- 3. 当表达对象的尺寸较小,结构较为复杂时应采用放大比例,使各部位清晰可读。
- 4. 尽量优先选用表 1-2 中不带括号的比例。
- 5. 选择比例时,应结合幅面尺寸选择,综合考虑其最佳表达效果和图面的审美价值。

§ 1.3 字体

1.3.1 基本要求

图样上除了绘制机件的图形外,还要用文字填写标题栏、技术要求,用数字标注尺寸等。

为了易读、统一、便于缩微摄影及照相复制,国家标准《技术制图字体》(GB/T 14691 - 1993)对字体作了如下规定:

1. 书写字体必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。
2. 字体高度(用 h 表示)的公称尺寸系列为:1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20mm。如需要书写更大的字,其字体高度应按2的平方根比率递增。字体高度代表字体的号数。
3. 汉字应写成长仿宋体字,并应采用中华人民共和国国务院正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的高度 h 不应小于3.5mm,其字宽一般为 $h/2$ 的平方根。
4. 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型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的 $1/10$ 。一般采用B型字体。在同一图样上,只允许选用一种型式的字体。
5. 字母和数字可写成斜体或直体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。
6. 用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母,一般应采用小一号的字体。

1.3.2 字体示例

1. 长仿宋体汉字示例

10号字

字体工整 笔画清楚 间隔均 排列整齐

7号字

横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

5号字

技术制图国家标准作业号比例建筑汉字第一章数学阿拉伯罗马斜体长仿宋体均布

3.5号字 螺纹齿轮弹簧极限偏差中华人民共和国国务院正式公布推行效果和图面的审美价值

2. 拉丁字母示例

B型字体(图1-4)

大写斜体

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

小写斜体

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

图1-4 拉丁字母

3. 阿拉伯数字示例

B 型字体(图 1-5)

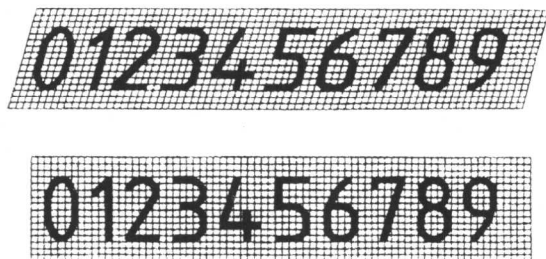


图 1-5 阿拉伯数字

4. 罗马字示例

B 型字体(图 1-6)

斜体



直体



图 1-6 罗马字体

§ 1.4 图线(GB/T 17450 - 1988)

绘制图样时,应遵循国家标准《技术制图图线》(GB/T 17450 - 1998)、《机械制图图线》(GB/T 4457.4 - 1984)的规定。

1.4.1 线型及图线的尺寸

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:

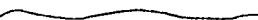
0.13mm;0.18mm;0.25mm;0.35mm;0.5mm;0.7mm;1.0mm;1.4mm;2.0mm。

绘制机械图样的图线分粗、细两种。粗线的宽度 d 可在 0.5 ~ 2mm 之间选择(练习时一般用 0.7mm),细线的宽度为 $d/2$ 。

1.4.2 图线的应用

表 1-3 中列出了机械图样中的线型及其应用,各种图线的应用示例见图 1-7。

表 1-3 图线及其应用

No	线 型	名 称	图线宽度	在图上的一般应用
01		粗实线	d	可见轮廓线
		细实线	约 $d/2$	(1) 尺寸线及尺寸界线 (2) 剖面线 (3) 重合断面的轮廓线 (4) 螺纹的牙底线及齿轮的齿根线 (5) 指引线 (6) 分界线及范围线 (7) 过渡线
		波浪线	约 $d/2$	(1) 断裂处的边界线 (2) 剖与未剖的边界线
		双折线	约 $d/2$	(1) 断裂处的边界线 (2) 局部剖视图中剖与未剖部分的分界线
02		细虚线	约 $d/2$	不可见轮廓线
03		细点画线	约 $d/2$	(1) 轴线 (2) 对称线和中心线 (3) 齿轮的节圆和节线
		粗点画线	d	限定范围的表示线
04		细双点画线	约 $d/2$	(1) 相邻辅助零件的轮廓线 (2) 极限位置的轮廓线 (3) 假想投影轮廓线 (4) 中断线

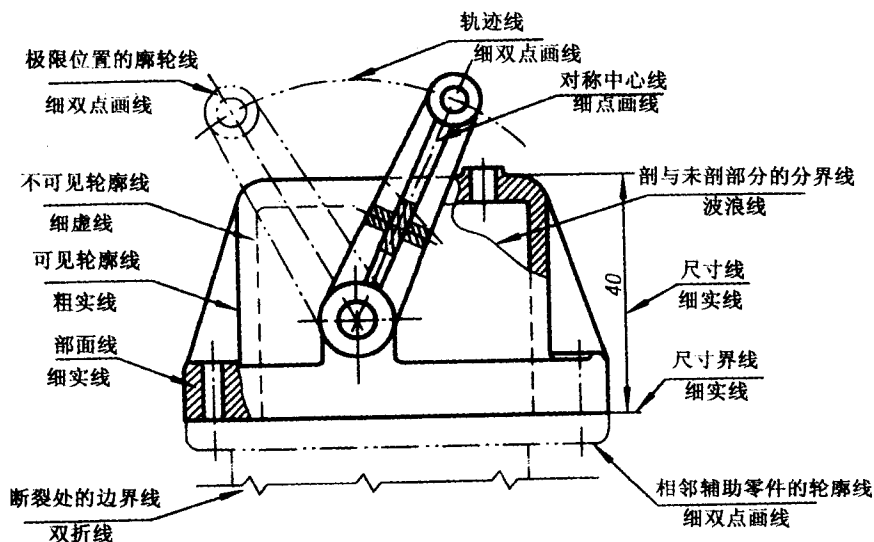


图 1-7 图线的应用示例

1.4.3 图线的画法

- 1. 在同一图样中,同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线及双点画线的画长及间隔应大致相同。点画线、双点画线的首、末端只能是画线而不能是点。
- 2. 两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7mm,除非另有规定。
- 3. 画图时,在线条交、接、切处应以表 1-4 中的举例画法进行。

表 1-4 图线交、接、切处的举例画法

画 法 说 明	图 例	
	正 确	错 误
虚线与虚线或实线相交: 应以线段相交,不得留有空隙。		
点画线应以线段相交: 点画线的首末两端是线段而不是点,并应超出图形 3~5 毫米。		
图线与图线相切: 应以切点相切,相切处应保持相切两线中较宽的图线的宽度,不得相割或相离。		

4. 图线重叠时的画法

当两种或两种以上图线重叠时,应按以下顺序优先画出所需的图线:
可见轮廓线→不可见轮廓线→轴线和对称中心线→双点画线。

§ 1.5 尺寸注法

在图样上,图形只表示物体的形状。物体的大小及各部分相互位置关系,则需要用标注尺寸来确定。国家标准《机械制图尺寸注法》(GB/T 4458.4 - 1984)、《技术制图简化表示法第 2 部分:尺寸注法》(GB/T 16675.2 - 1996)规定了图样中尺寸的注法。

1.5.1 基本原则

- 1. 机件的真实大小应以图样上所注尺寸数值为依据,与图形的大小及绘图的准确度无关。

2. 图样中(包括技术要求和其他说明)的尺寸,以 mm(毫米)为单位时,不需标注计量单位的符号或名称。如采用其他单位,则必须注明相应的计量单位的符号或名称。

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,并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

1.5.2 尺寸数字、尺寸线和尺寸界线

一个标注完整的尺寸应标注出尺寸数字、尺寸线和尺寸界线。尺寸数字表示尺寸的大小,尺寸线表示尺寸的方向,而尺寸界线则表示尺寸的范围。

1. 尺寸数字。用以表示所注机件尺寸的实际大小。

(1)线性尺寸的数字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,同一张图样上的注写方法应一致。通常采用的方法是:

①水平方向的尺寸,字头向上。

②垂直方向的尺寸,字头垂直朝左。

③倾斜方向的尺寸,始终使字头有向上的趋势。

(2)角度尺寸数字,一般写成水平方向。

2. 尺寸线。用以表示所注尺寸的方向,尺寸线用细实线绘制。尺寸线不能用其他图线代替,一般也不得与其他图线重合或画在其延长线上。尺寸线的终端结构形式主要有以下三种形式:

(1)箭头。箭头的形式如图 1-8(a)所示,适用于各种类型的图样。

(2)斜线。斜线用细实线绘制,其方向和画法如图 1-8(b)所示。当尺寸线的终端采用斜线形式时,尺寸线与尺寸界线必须相互垂直。这种形式适用于建筑图样。

(3)圆点。用来标注狭小部位的尺寸。

同一张图样中一般只采用一种尺寸线终端形式。

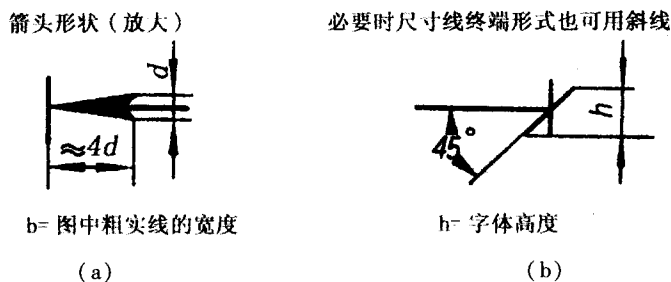


图 1-8 尺寸线的两种终端形式

3. 尺寸界线。用以表示所注尺寸的范围。

(1)尺寸界线用细实线绘制,并应由图形的轮廓线、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。

(2)尺寸界线一般应与尺寸线垂直并略超过尺寸线(通常以 3~4mm 为宜);在特殊情况下也可以不相垂直,但两尺寸界线必须互相平行。如图 1-9 所示。

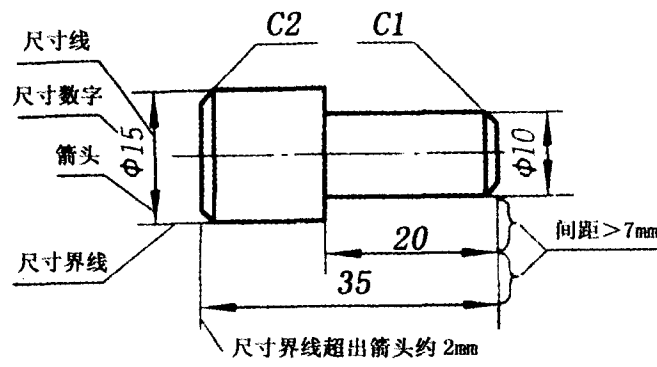


图 1-9 尺寸的标注示例

1.5.3 常见的尺寸注法

下面以表格的形式进一步说明常见尺寸的标注方法,如表 1-5 所示。

表 1-5 常见尺寸的标注方法

项目	说 明	图 例
尺寸数字	1. 线性尺寸的数字一般注在尺寸线的上方,也允许填写在尺寸线的中断处	
	2. 线性尺寸的数字应按右栏中左图所示的方向填写,并尽量避免在图示 30° 范围内标注尺寸。竖直方向尺寸数字也可按右栏中右图形式标注	
	3. 数字不可被任何图线通过。当不可避免时,图线必须断开	
尺寸线	1. 尺寸线必须用细实线单独画出。轮廓线、中心线或它们的延长线均不可作尺寸线使用 2. 标注线性尺寸,尺寸线必须与所标注的线段平行	

项目	说 明	图 例
尺寸界线	1. 尺寸界线用细实线绘制,也可以利用轮廓线(图(a))或中心线(图(b))作尺寸界线 2. 尺寸界线应与尺寸线垂直。当尺寸界线过于贴近轮廓线时,允许倾斜画出(图(c)) 3. 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(图(d))	(a) 轮廓线作尺寸界线 (b) 中心线作尺寸界线 (c) 从交点引出尺寸界线 (d)
直径与半径	标注直径尺寸时,应在尺寸数字前加注直径符号“Φ”;标注半径尺寸时,加注半径符号“R”,尺寸线应通过圆心	
小尺寸的注法	1. 标注一连串的小尺寸时,可用小圆点或斜线代替箭头,但最外两端箭头仍应画出 2. 小尺寸可按右图标注	
角度	1. 角度的数字一律水平填写 2. 角度的数字应写在尺寸线的中断处,必要时允许写在外面或引出标注 3. 角度的尺寸界线必须沿径向引出	