

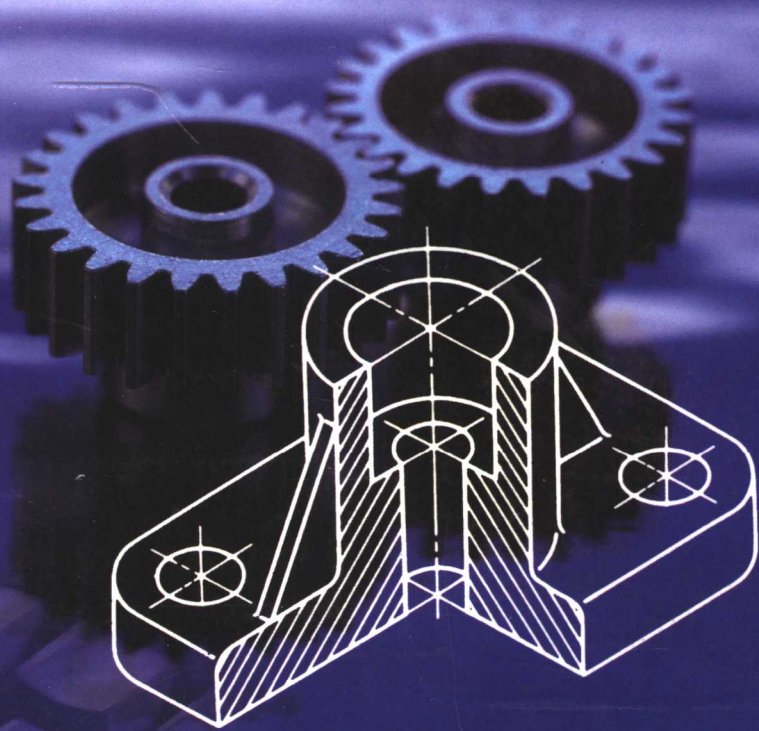
高等学校教材

机械制图

JIXIE ZHITU

主 编 肖 兵

副主编 孟立新
王琳平



中国标准出版社

7H12
138

高等学校教材

机械制图

(机械及近机类专业)

主 编 肖 兵

副主编 孟立新 王琳平

主 审 茹慧灵

中国标准出版社

内 容 提 要

本书依据教育部审定的《高等工业学校工程制图教学基本要求》，参照最新发布的国家标准编写而成，参考学时为 60~100 学时。

本书内容包括：制图的基本知识、投影与视图基础、形体的表达、轴测图、机件的表达方法、标准件与常用件、零件图、装配图、展开图和焊接图、管路图、CAXA 电子图板和附录。与本书配套的由成凤文主编的《机械制图习题集》同时出版，可供选用。

本书可作为高等工科院校机械类或相近专业的教材，也可作为相关专业工程技术人员参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械制图/肖兵主编. —北京：中国标准出版社，
2004

高等学校教材

ISBN 7-5066-3536-4

I. 机… II. 肖… 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 (2004) 第 071005 号

中国标准出版社出版发行

北京复兴门外三里河北街 16 号

邮政编码 100045

网址 www.bzcs.com

电话 68523946 68517548

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 18.75 字数 437 千字

2004 年 8 月第一版 2005 年 8 月第二次印刷

*

定价 28.50 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话：(010)68533533

前 言

本书是根据教育部审定的《高等工业学校工程制图基本要求》，参照最新发布的技术制图及机械制图等国家标准，总结多年的教学经验并参考部分国内优秀教材编写而成的。本书除绪论外，共有十一章及书后附录。本书立足于培养学生的空间想象力、形象思维能力和表达创新设计思想的能力，训练学生徒手绘图、仪器绘图和计算机绘图的基本技能。

在本书的编写过程中，注意到基础理论教学以应用为目的，以必需、够用为度，以掌握概念、强化应用为教学重点。为使本书尽可能满足各专业的教学需要，增加了展开图、焊接图和管路图等内容，把AutoCAD绘图溶入每一章，CAXA 电子图板作为一章介绍，使本书更具实用性及时代感，跟上现代机械制图的发展步伐。

本书适用作各类高等学校工科院校机械类专业或相近专业的教科书，也可作为相关专业工程技术人员参考用书。与本书配套的由华北航天工业学院成凤文主编的《机械制图习题集》同时出版，可供选用。

本书由河北石油职业技术学院肖兵主编，华北航天工业学院孟立新、河北石油职业技术学院王琳平副主编。河北石油职业技术学院茹慧灵教授主审。

参加编写的有(按章节顺序)：华北航天工业学院孟立新(绪论、第十一章)，河北石油职业技术学院肖兵(第一章)，河北石油职业技术学院计弘名(第一至八章 AutoCAD 绘图内容)，河北石油职业技术学院王琳平(第二章、第十章)，华北航天工业学院成凤文(第三章)，河北工业大学张松平(第四章)，华北航天工业学院王永泉(第五章、附录)，华北航天工业学院于海平(第六章、附录)，河北石油职业技术学院翁乐宁(第七章)，河北石油职业技术学院张晔(第八章)，河北石油职业技术学院杨景顺(第九章)。本书在编写过程中得到参编单位有关领导、教师的帮助和热情支持，在此表示诚挚的感谢。

由于编者水平有限，编写时间仓促，书中难免有不足和错误之处，敬请读者批评指正。

编 者

2004 年 4 月

目 录

绪论	1
第一章 制图的基本知识	2
第一节 机械制图标准	2
第二节 常用绘图工具及其使用	10
第三节 几何作图	12
第四节 平面图形的分析与画法	16
第五节 AutoCAD 绘图基础	18
第二章 投影与视图基础	40
第一节 正投影法和三视图	40
第二节 几何元素的投影	43
第三节 基本立体的三视图	51
第四节 立体表面的交线	58
第五节 AutoCAD 绘制简单体的三视图	68
第三章 形体的表达	70
第一节 形体的构成形式	70
第二节 形体表面间的相对位置关系	71
第三节 形体的三视图画法	73
第四节 形体三视图的识读	77
第五节 形体的尺寸标注	86
第六节 AutoCAD 绘制复杂体的三视图及图形标注	93
第四章 轴测图	105
第一节 概述	105
第二节 正等轴测图	107
第三节 正面斜二轴测图的画法	111
第四节 AutoCAD 绘制正等轴测图	112
第五章 机件的表达方法	117
第一节 视图	117
第二节 剖视图	122
第三节 断面图	132
第四节 局部放大图和简化画法	135
第五节 表达方法的综合举例	139
第六节 AutoCAD 绘制剖视图	141
第六章 标准件与常用件	143
第一节 螺纹与螺纹连接件	144

第二节	键、销和滚动轴承	153
第三节	齿轮	157
第四节	弹簧	159
第五节	AutoCAD 绘制连接件图	161
第七章	零件图	164
第一节	零件图的作用和内容	164
第二节	零件图的视图选择及尺寸标注	165
第三节	零件图的技术要求	173
第四节	零件的工艺结构	184
第五节	看零件图	186
第六节	零件测绘	188
第七节	AutoCAD 绘制零件图	190
第八章	装配图	194
第一节	装配图内容及表达方法	194
第二节	装配图的尺寸标注和技术要求	197
第三节	装配图的零部件序号及明细表	198
第四节	装配结构简介	199
第五节	部件测绘和装配图的画法	202
第六节	读装配图及拆画零件图	209
第七节	AutoCAD 绘制装配图	213
第九章	展开图和焊接图	217
第一节	展开图概述	217
第二节	平面立体的展开	217
第三节	可展曲面的展开	219
第四节	焊接图	222
第十章	管路图	228
第一节	管路及常用管路配件的画法	228
第二节	管路轴测图	235
第三节	管路布置图	237
第十一章	CAXA 电子图板简介	242
第一节	CAXA 电子图板界面	242
第二节	图形绘制	244
第三节	曲线编辑	251
第四节	工程标注	255
第五节	“块”操作与“图库”	261
第六节	机械图样的绘制	265
附录		272
参考文献		291

绪 论

一、本课程的研究对象

机械制图是研究用投影法绘制和阅读机械图样及解决空间几何问题的理论和方法的课程。在设计、制造、检验、安装机器等过程中使用的图样称为机械图。图样是人们生产和实践中表达和交流设计思想的一种重要工具,是工业生产和工程施工中的重要技术文件,是工程界共同的技术语言。

机械图样用图形加注尺寸的方法,准确而完整地表达了一个零件的形状和大小。由于机械图样按照一定的理论和方法把“形”和“数”结合得比较完善,因此它解决了语言和文字难以描绘清楚的形、数问题。

二、本课程的性质、任务和学习方法

1. 性质 机械制图是工科院校培养工程师及高级工程技术应用型人才的一门必修的技术基础课。

2. 任务 掌握正投影法理论及其应用。学习、贯彻新制图国家标准和其他有关规定。掌握绘制和阅读机械图样的基本方法和技能(徒手、尺规、计算机)。培养三维立体及其相互位置的分析和想象能力。培养认真细致的工作态度和严谨踏实的工作作风。

3. 学习方法 多想、多画、多看;由物画图,由图想物,从空间到平面,再从平面到空间,注意空间几何关系的分析,以及空间问题与其在平面上表示方法之间的对应关系;绘图和读图能力主要通过一系列的绘图实践来培养;并认识到制图国家标准是绘图时必须执行的规定。

三、工程图学的发展概况

早在 2000 多年前,我国已有图样史料的记载。例如在春秋时的《周礼考工记》中,有画图工具“规、矩、绳墨、悬、水”的记载;在《周髀算经》中,有关于勾股和方圆相切的几何作图问题的记载。

宋代李诫所著《营造法式》是我国建筑技术的一部经典著作,使用了正投影法和轴测投影法表达建筑造型和结构;明代宋应星所著《天工开物》中大量图例正确运用了轴测图表示工程结构;清代程大位所著《算法统筹》中有丈量步车的装配图和零件图。

1805 年,法国几何学家蒙日在所著《画法几何》中系统、完整地提出了投影原理和方法,从而为在纸面上表达、绘制立体提供了理论基础。

1959 年,我国颁布了国家《机械制图》标准,并于 1974、1984、1993、2000、2003 年进行修订,并向国际标准化组织(ISO)靠拢,利于工程技术的国际交流。

随着信息时代的到来,图样信息的载体由原来传统的手工图样发展成为计算机图样,所以,工程技术人员必须熟练掌握这门技能。

第一章 制图的基本知识

机械工程图样是现代化工业生产中的主要技术文件之一,是表达设计思想和进行技术交流的共同语言。为适应生产需要和技术交流,国家制定了关于制图的各项标准,统一规定必须共同遵守的制图规则。

第一节 机械制图标准

我国于 1959 年首次发布了国家《机械制图》标准,后又经多次修订。本节仅就图纸幅面及格式、比例、字体、图线、尺寸标注等内容的最新国家标准予以介绍,其余标准将在以后各章中陆续说明。

一、图纸幅面及格式(GB/T 14689—1993)

1. 图纸幅面尺寸

绘制技术图样时优先采用表 1-1 所规定的基本幅面。必要时也可采用规定的加长幅面。

表 1-1 基本幅面尺寸

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

2. 图框格式及标题栏

(1) 图框格式 图框格式分为不留装订边和留装订边两种,同一产品只能采用同一种格式。图框线用粗实线绘制。

不留装订边的图框格式如图 1-1 所示,其尺寸按表 1-1 的规定。留装订边的图框格式如图 1-2 所示,其尺寸按表 1-1 的规定。

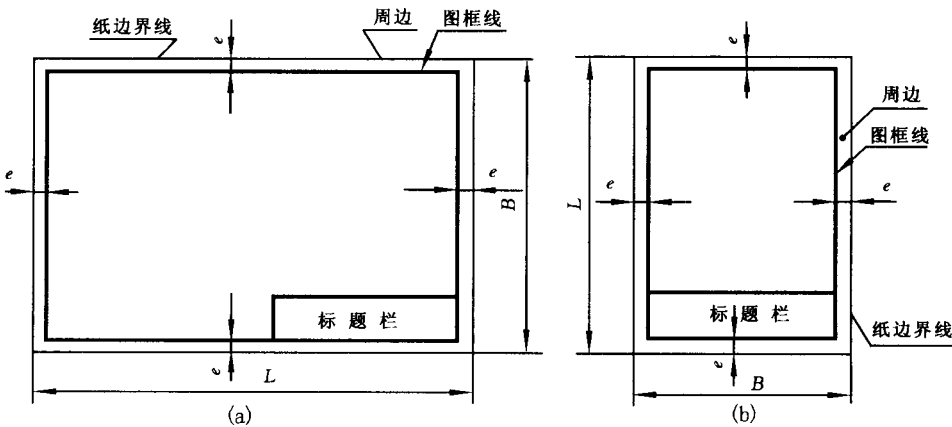


图 1-1 不留装订边图框格式

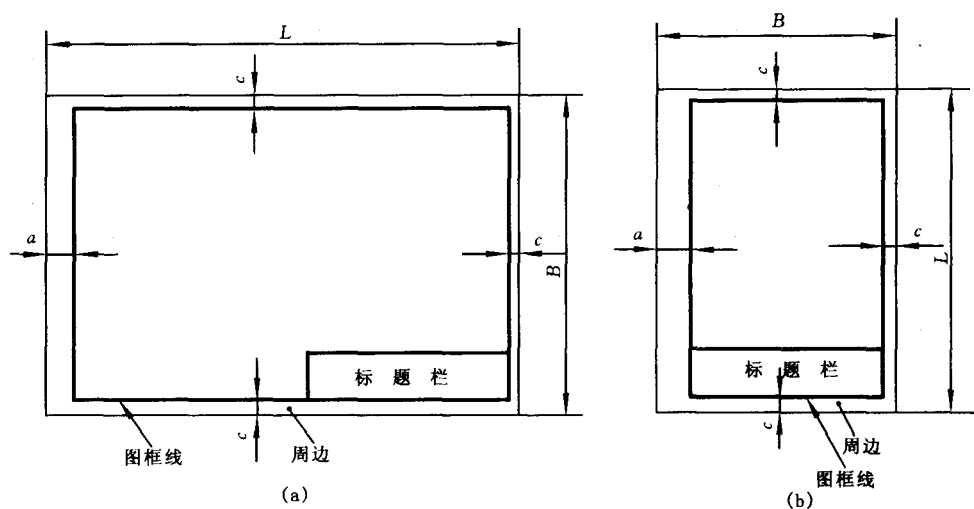


图 1-2 留装订边的图框格式

(2) 标题栏(GB/T 10609.1—1989, JB/T 5054.3—2000)

标题栏位于图纸的右下角,每张图纸都必须画出标题栏,标题栏的尺寸与格式如图 1-3 所示。

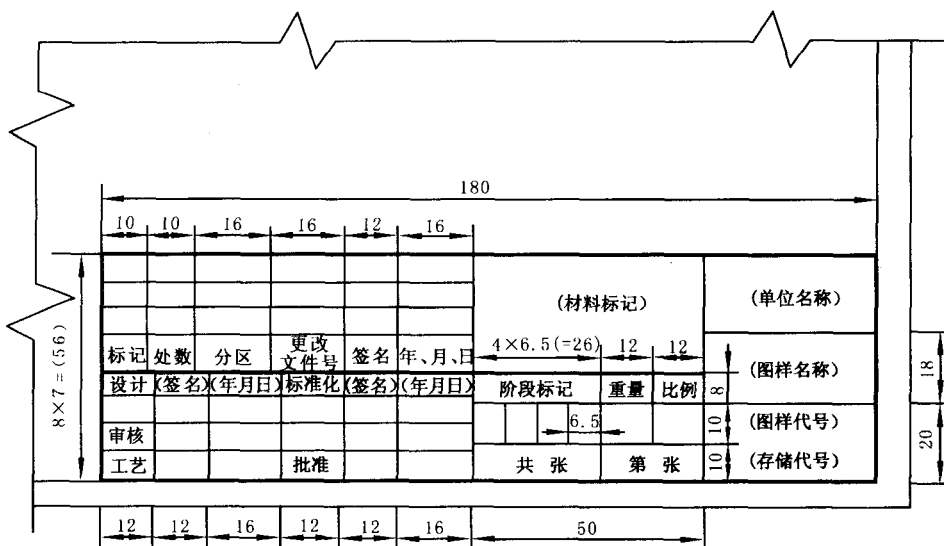


图 1-3 标题栏格式

学校学生作业用推荐的标题栏格式如图 1-4 所示。

				15	35	15	(15)
$4 \times 8 = 32$ 	(图名)			材料		比例	
				数量		图号	
	制图	(姓名)	(日期)	(校名) (班级学号)			
	审核	(姓名)	(日期)				
				15	25	20	
140							

图 1-4 学生用标题栏

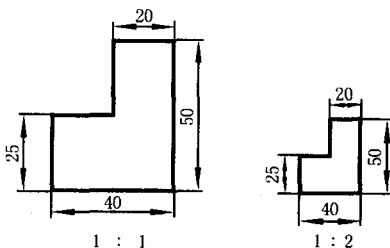
二、比例(GB/T 14690—1993)

图样中的图形与其实物相应要素的线性尺寸之比,称为比例。绘制技术图样时应优先从表 1-2 规定的系列中选用适当的比例。必要时也可选用其他规定比例。

表 1-2 一般选用的比例(n 为正整数)

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

一般情况下,比例应填写在标题栏中的比例栏内。应尽量采用原值比例绘画;不论采用缩小或放大的比例绘画,图样中的所标注尺寸,均为机件的实际尺寸,如图 1-5 所示。当某个视图采用不同于标题栏内的比例时,可在视图名称的下方以分数形式注出比例。



三、字体(GB/T 14691—1993)

在机械图样中,除了表示机件形状的图形之外,还要具有用汉字、字母、数字来标注尺寸和说明机件在设计、制造、装配时的技术要求等内容。

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, 20 mm 等 8 种。字体高度称为字体的号数。若要书写大于 20 号的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

1. 汉字

图样上的汉字应写成长仿宋体(直体),并采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度不应小于 3.5 mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。长仿宋体汉字示例:

字体端正 笔划清楚 排列整齐 间隔均匀

2. 字母和数字

字母和数字分为 A 型和 B 型,A 型字体的笔划宽度(d)为字高(h)的十四分之一,B 型字体的笔划宽度(d)为字高(h)的十分之一。但在同一张图样上,只允许选用一种型式

的字体。
字母和数字可写成斜体或直体。斜体字的字头向右倾斜,与水平基本成 75° 。图样上字母和数字一般采用斜体字。字母和数字字例见图 1-6。

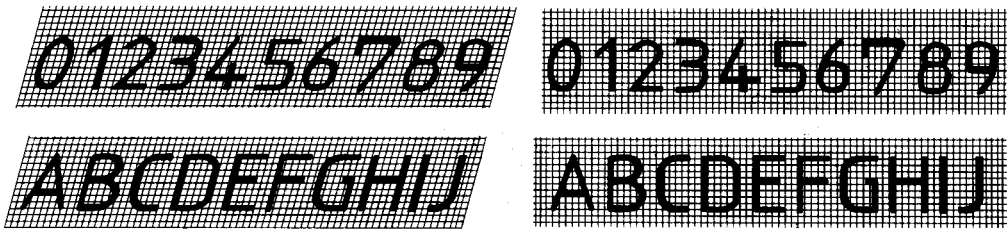


图 1-6 字母和数字字例(一)

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。如图 1-7 所示。

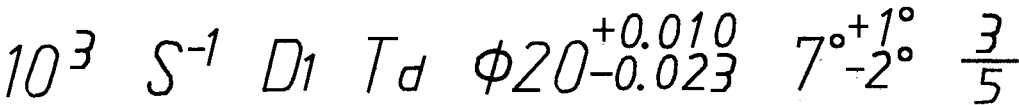


图 1-7 字母和数字字例(二)

图样中的数字符号、物理量符号、计量单位符号以及其他符号、代号,应分别符合国家有关标准规定。量的符号是斜体,单位的符号是直体,如 m/kg 。

四、图线(GB/T 17450—1998,GB/T 14665—1998,GB/T 4457. 4—2002)

1. 图线的型式

国际标准中规定了 15 种基本线型,以及多种基本线型的变形和图线的组合。在表 1-3 中仅列出机械制图常用的 4 种基本线型、1 种基本线型的变形(波浪线)和 1 种图线组合(双折线)。各种图线的应用举例如图 1-8。

表 1-3 图线

名 称		线 型	一 般 应 用
实线	粗实线	———— A	可见轮廓线、可见过渡线
	细实线	———— B	尺寸线、尺寸界线、剖面线、弯折线、牙底线、齿根线、引出线、辅助线等
虚线		- - - - - F	不可见轮廓线、不可见过渡线
点画线	细点画线	—— ——— G	轴线、对称中心线、轨迹线、齿轮节线等
	粗点画线	—— ——— J	有特殊要求的线或表面的表示线

续表 1-3

名 称	线 型	一 般 应 用
双点画线	—— — — — — K	相邻辅助零件的轮廓线、极限位置的轮廓线、假想投影的轮廓线等
波浪线	~~~~~ C	断裂处的边界线、剖视与视图的分界线
双折线	—— — — — — D	断裂处的边界线

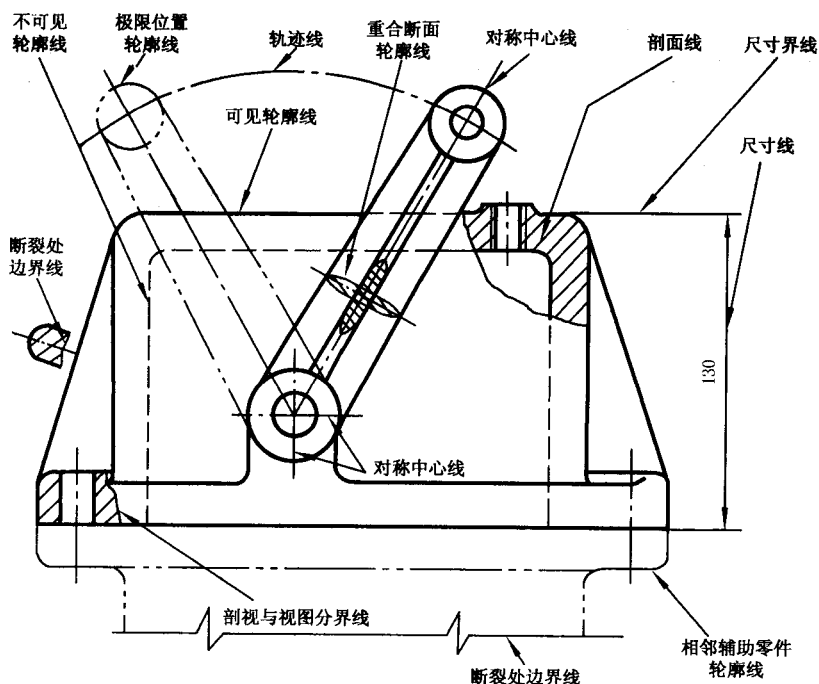


图 1-8 图线举例

2. 图线的尺寸

国家标准规定,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(数系公比为 $1:\sqrt{2}$,单位为 mm):0.13,0.18,0.25,0.35,0.5,0.7,1,1.4,2。为了保证图样清晰、易读和便于缩微复制,应尽量避免在图样中出现宽度小于 0.18 mm 的图线。

在机械制图中常用的图线,除粗实线和粗点画线以外均为细线,粗线与细线的线宽比率为 2:1,图样中的粗实线线宽应优先采用 0.7 mm。

3. 图线的画法

- (1) 在同一图样中,同类图线的宽度应一致。
- (2) 虚线、点画线及双点画线的线段长短和间隔应各自大致相等。
- (3) 当不同图线互相重叠时,只需画出其中一种,优先顺序为可见轮廓线—不可见轮廓线—对称中心线—尺寸界线。
- (4) 除非另有规定,两条平行线间最小间隙不得小于 0.7 mm。
- (5) 当虚线与虚线(或其他图线)相交时,应以线段相交,当虚线是粗实线的延长线时,其连接处应留空隙。

(6) 点画线应以线段相交,点画线的首末两端应是线段而不是点,并应超出图形2~3 mm。

(7) 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。

(8) 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。

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

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,与图形的比例大小及绘图的准确度无关。

(2) 图中标注的尺寸,为该图样所示机件的最后完工尺寸,否则应另加说明。

(3) 图样中的尺寸,一般以毫米为单位,此时,不需标注计量单位的代号或名称,若采用其他单位,则必须注明相应的计量单位的代号或名称。

(4) 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上。

2. 常用的尺寸注法

一个完整的尺寸包括尺寸界线,尺寸线(含箭头或斜线)和尺寸数字三个基本要素。如图 1-9 所示。常见尺寸的标注方法见表 1-4。

(1) 尺寸界线 尺寸界线表明所注尺寸的范围,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;也可直接利用这些线作为尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直,且超过尺寸箭头约 2~3 mm;当尺寸界线过于贴近轮廓线时,也允许倾斜画出;在光滑过渡处标注尺寸时,必须用细实线将轮廓线延长,并从它们的交点处引出尺寸界线。如图 1-10 所示。

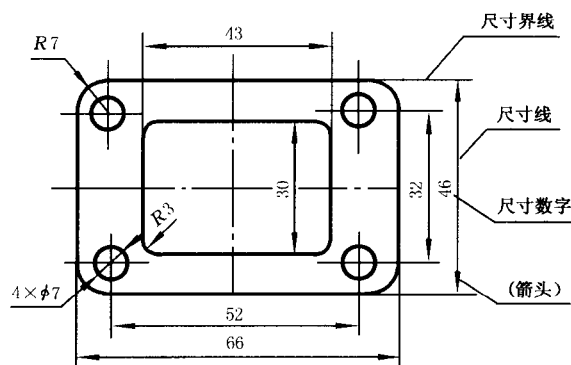


图 1-9 尺寸的组成

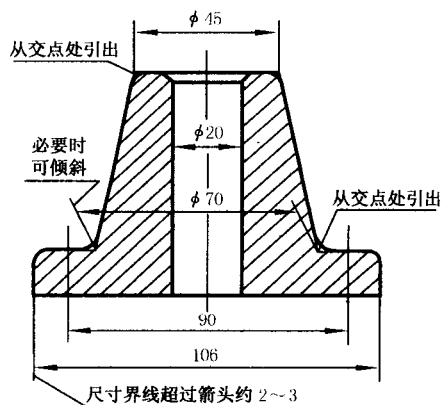


图 1-10 尺寸界线的画法

(2) 尺寸线 尺寸线表明度量尺寸的方向,必须用细实线单独绘制,不能用图中的任何图线来代替,也不得画在其他图线的延长线上。

线性尺寸的尺寸线应与所标注的线段平行,其间隔(或平行的尺寸线之间)距离尽量保持一致。

尺寸线的终端有箭头或斜线(当尺寸线与尺寸界线互相垂直时才用)两种形式,用来表明度量尺寸的起讫,如图 1-11 所示,但在同一张图样上只能采用同一种尺寸终端形式。

机械制图上多采用箭头；在同一张图样中，箭头的大小应一致，其尖端应指向并止于尺寸界线。

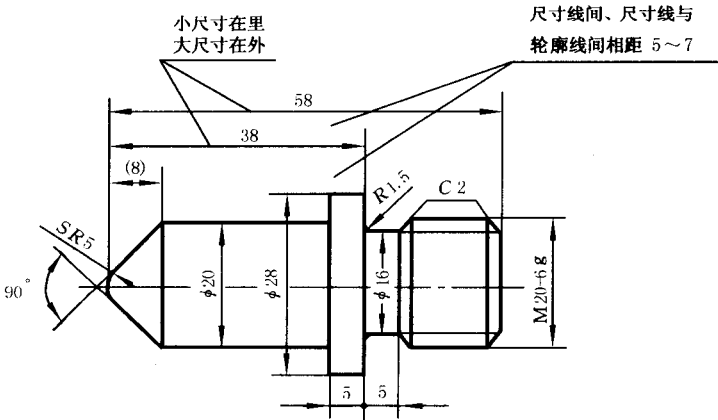


图 1-11 尺寸线的画法

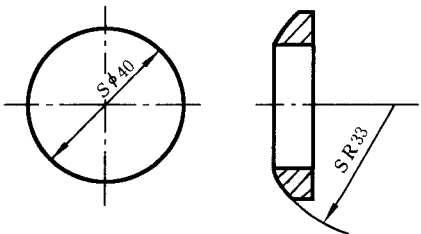
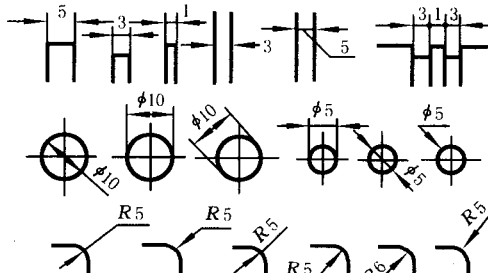
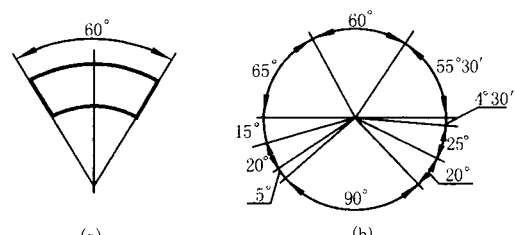
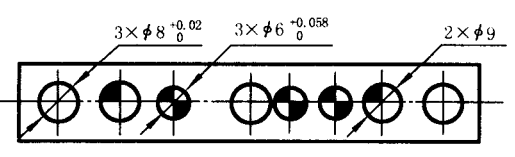
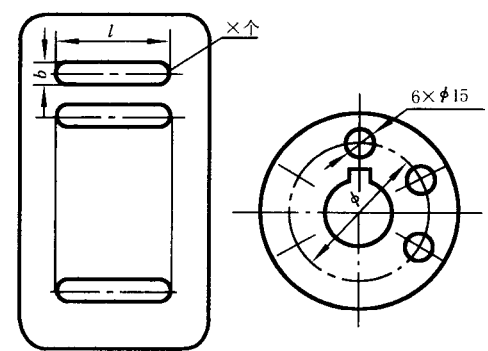
(3) 尺寸数字 尺寸数字用来表示机件的实际大小，一律用标准字体书写，在同一张图样上尺寸数字的字高应保持一致。水平方向的尺寸数字字头向上，垂直方向的尺寸数字字头向左，倾斜方向的尺寸数字字头偏向斜上方。

尺寸数字不允许被任何图线通过，尺寸数字与图线垂叠时，需将图线断开。当图中没有足够地方标注尺寸时，可引出标注。直径或半径的尺寸数字应在数字前加“φ”或“R”。标注球面的直径或半径时，应在“φ”或“R”符号前加注符号“S”。角度尺寸的数字必须水平书写。

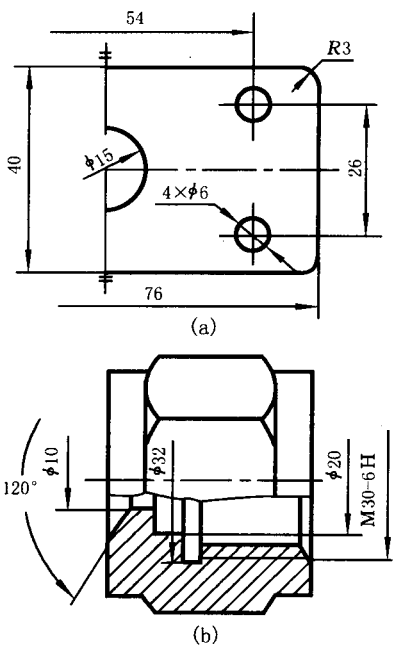
表 1-4 常见尺寸标注方法

项目	图 例	尺寸标注法
圆		标注整圆或大于半圆的圆弧直径尺寸时，应以圆周为尺寸界线，尺寸线通过圆心，并在尺寸数字前加注直径符号。
圆弧		标注小于或等于半圆的圆弧半径尺寸时，尺寸线应从圆心引向圆弧，只画一个箭头，并在尺寸数字前加注半径符号。
		当圆弧半径过大或在图纸范围内无法标出圆心位置时，可按图(a)的折线形式标出。当无需标出圆心位置时，则尺寸线只画靠近箭头的一段，如图(b)所示。

续表 1-4

项目	图 例	尺寸标注法
球面		标注球面直径或半径尺寸时,应在尺寸数字前加注符号“Sφ”或“SR”。
小尺寸		在尺寸界线之间没有足够位置画箭头或注写尺寸数字的小尺寸,可按图示方式进行标注。标注连续尺寸时,可用小圆点代替箭头。
角 度		标注角度的尺寸界线应沿径向引出,尺寸线画出圆弧,其圆心为该角的顶点,半径取适当大小,如图(a);角度数字一律写成水平方向,一般注写在尺寸线的中断处上方或外边,也可引出标注,如图(b)。
相 同 的 成 组 要 素		在同一图形中具有几种尺寸数值相近而又重要的要素(如孔等)时,可采用标记(如涂色等)的方法(如图所示),也可采用标注字母或列表的方法来区别。
		在同一图形中,对于尺寸相同的孔、槽等成组要素,可仅在一个要素上注出其尺寸和数量。

续表 1-4

项目	图 例	尺寸标注法
对称 机件	 (a) (b)	当对称机件的图形只画出一半或大于一半时,或用局部剖视图或半剖视图表达机件时,尺寸线应略超过对称线或对称中心线或断裂处的边界线,仅在其一端画箭头。 对称图形中相同的圆角半径或壁厚等,只注一次,如图(a)中的 R3。

第二节 常用绘图工具及其使用

常用的绘图工具有图板、丁字尺、三角板和绘图仪器等。正确熟练地使用绘图工具,掌握正确的绘图方法,既能保证绘图质量,又能提高绘图速度。

一、图板、丁字尺、三角板

(1) 图板 图板一般用胶合板制成,用于铺放和固定图纸,左边作为导边,必须平直。画图时,将图纸用胶带固定在图板适当位置。根据图幅大小,常用的图板规格有 0 号、1 号和 2 号三种。

(2) 丁字尺 丁字尺有木质和有机玻璃两种,它由尺头和带有刻度的尺身组成,主要用于画水平线。使用时尺头内侧边紧贴图板的左边(导边),上下移动丁字尺,可画出一系列不同位置的水平线。

(3) 三角板 三角板有 $45^\circ/90^\circ$ 角和 $30^\circ/60^\circ/90^\circ$ 角的两种。将三角板与丁字尺配合使用,可画出一系列不同位置的垂直线以及 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° 的倾斜线;两块三角板配合使用,可任画已知直线的平行线或垂直线。使用方法如图 1-12 所示。

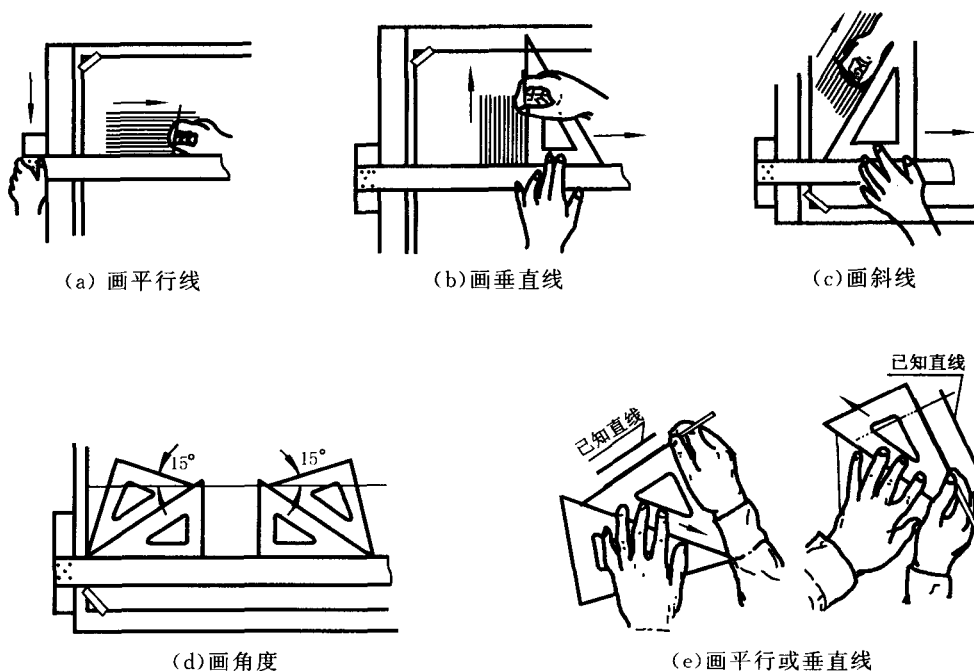


图 1-12 用丁字尺和三角板画线

二、圆规、分规、比例尺

(1) 圆规 圆规是用来画圆或圆弧的工具。圆规固定腿上的钢针有两种不同形状的尖端:带台阶的尖端是画圆或圆弧时定心用的;带锥形的尖端可作分规使用。活动腿上有肘形关节,可装换铅芯插脚、鸭嘴插脚及做分规用的锥形钢针插脚;画大圆时,可接上延长杆后使用。画圆或圆弧时,要保证针尖和笔尖均垂直于纸面。

(2) 分规 分规是用来量取线段和等分线段的工具。分规的两腿端部有钢针,当两腿合拢时,两针尖应重合于一点。

(3) 比例尺(三棱尺) 比例尺的三个棱面上有六种不同比例的刻度,主要用来量取相应比例的尺寸。尺寸可以从比例尺上直接量取,或用分规在比例尺上量取后移到图线上。

三、其他绘图工具

(1) 铅笔 常用铅笔型号从硬到软有 2H、H、HB、B、2B。绘制图样时,一般用 2H 或 H 的铅笔画底稿线和加深细线;用 HB 或 H 铅笔写字、画箭头;用 HB 或 B 铅笔画粗线;加深粗线圆或圆弧用 B 或 2B 铅笔。

画底稿线、细线和写字用的铅笔,铅芯应削成锥形尖端;画粗线时,铅芯宜削成呈梯形棱柱状的头部,因其磨损较缓,线型易于一致。

画细线圆时,将铅芯磨成凿形;画粗线圆时,将铅芯磨成带方形截面的头部。

(2) 模板 为提高绘图效率可使用各种模板,例如用曲线板、多用模板及自制专用模板绘制曲线、圆、六角螺母等。