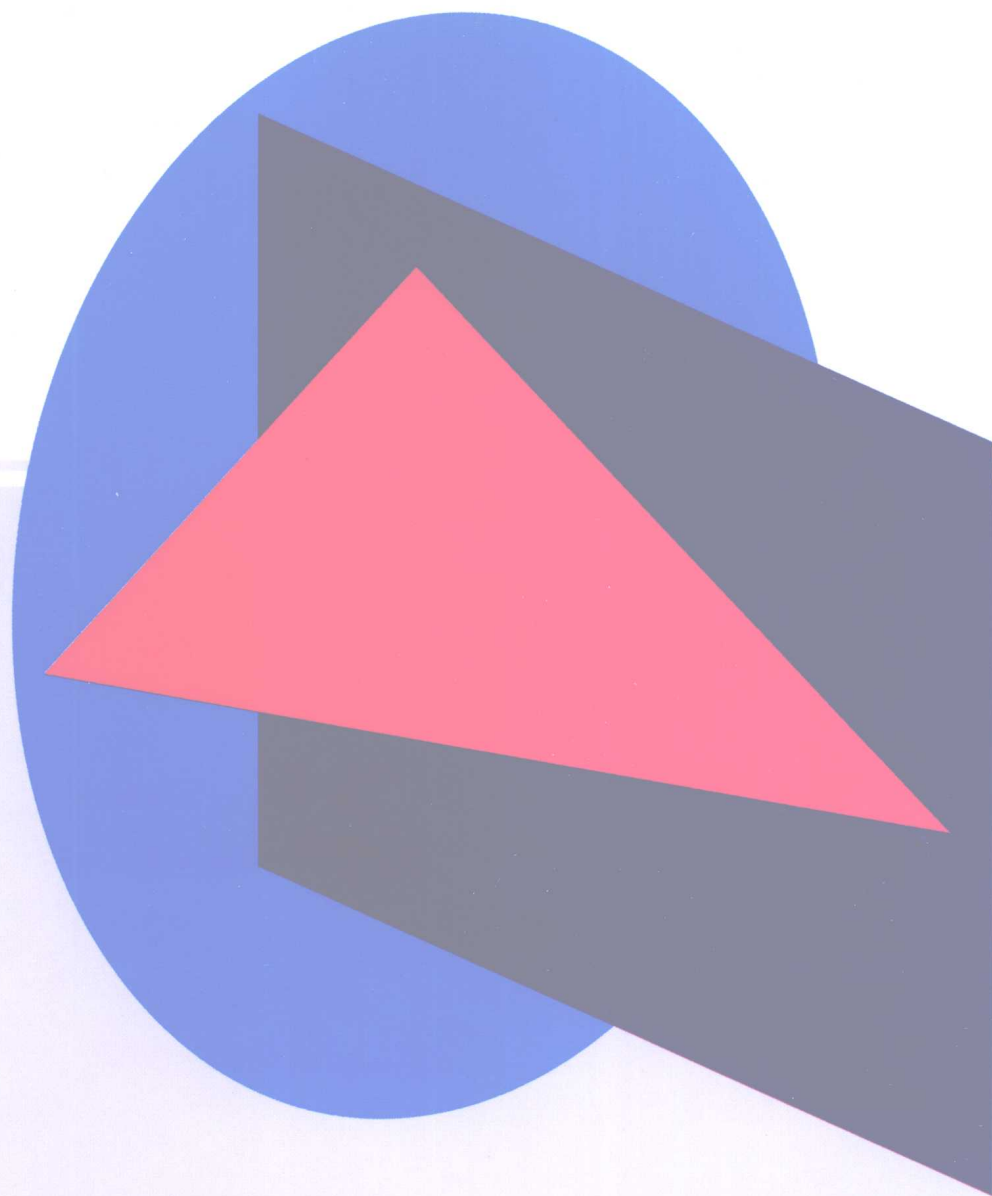


全国高等学校轻化工专业规划教材

工程制图

(第四版)

- 主编 徐元龙 李建新 窦宪民
- 主审 徐湄举



哈尔滨工业大学出版社

全国高等学校轻化工专业规划教材

工程制图

(第四版)

主 编 徐元龙 李建新 窦宪民
副主编 李东生 解晓梅 高 慧
主 审 徐眉举

哈尔滨工业大学出版社

内 容 简 介

本书共十三章,内容包括:制图的基本知识;点、直线、平面的投影;立体的投影;组合体的三视图;轴测投影图;机件常用的表达方法;标准件和常用件;零件工作图;装配图;立体表面的展开;焊接图;化工制图;Auto CAD 绘图基础。

本书突出了轻化工专业特色,从简了画法几何内容,加强了计算机绘图基础内容,全书采用最新国家标准。

本书不仅是轻化工专业及高等工业学校非机械类专业本科教材,也可供大学专科、成人高等教育及其他相近专业的工程技术人员作参考用书。

为了教学需要,另有习题集同时出版与本教材配套使用。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图/徐元龙,李建新主编.—4版.—哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2008.8

全国高等学校轻化工专业规划教材

ISBN 978-7-5603-1526-3

I.工… II.①徐… ②李… III.工程制图-高等学校-教材 IV.TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 105940 号

责任编辑 王超龙

封面设计 卞秉利

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 23 字数 530 千字

版 次 2008 年 9 月第 4 版 2008 年 9 月第 6 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5603-1526-3

定 价 32.00 元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

前 言

本书的(第四版)是在 2000 年第一版、2002 年第二版和 2005 年第三版的基础上,并结合教学与实践中的实际情况重新研究了 1995 年国家教委批准的高等工业学校非机械类专业《画法几何及工程制图课程教学基本要求》,并听取各方面的意见,在总结教学经验的基础上,由齐齐哈尔大学、哈尔滨工业大学、韶关学院的教学一线人员重新修订共同编写的。

第四版除保持前三版的特点外,对教材中有关内容进行了调整和修改,采用了最新的国家标准,书中 AutoCAD 绘图基础部分按 AutoCAD2008 版重新进行了编写,以适应计算机绘图与辅助设计发展的需要。同时在每章后增加了复习思考题,使同学们在学习时更有的放矢,吃透教材,更好地掌握工程制图的有关内容。

本书修改后进一步体现了内容紧凑、体系完整、结合轻化工类专业性强、贯彻新的国家标准及加强了计算机绘图的实际应用等特点。书中画法几何部分,根据非机械类专业特点,做到了既有比较完整的理论基础,又力求叙述简洁、内容紧凑实用。书中考虑到轻化工类专业特点,在图例选择上尽量结合轻化工设备和机器上的零部件,图例清晰,难易适度。书中单设了焊接图、化工制图等内容,使学生对轻化工类专业设备和相关图样有了初步了解。另外,书中加强了计算机绘图基础内容,并着重介绍了运用 AutoCAD 软件的绘图方法,培养学生的计算机绘图能力,为后续课程的学习打下良好基础。

参加第四版教材编写工作的有:徐元龙(第九章、第十二章、附录一、二(十)、三、四、五)、李建新(第七章、第八章、附录二(六~九))、窦宪民(第十章)、李东生(第十三章)、解晓梅(第一章、第二章、附录二(一~五))、高慧(第三章、第四章、第五章、第六章)、吴佩年(第十一章)。

对在本教材编写过程中曾经做出贡献的曹维江教授,哈尔滨工业大学徐和亮、郭怀义教授,大连轻工业学院敖泌云副教授,山东轻工业学院张志勤教授表示衷心的感谢。

由于编者水平所限,不当之处,欢迎批评指正。

编 者

2008 年 9 月

绪 论

一、本课程的性质和任务

在科学技术和工业生产中,需用图样准确地表达各种物体的形状和人们的设计要求,图样在工程技术领域的设计、制造、安装、施工、检验等过程中,是必不可少的技术文件,是人们进行科技交流的技术语言。随着计算机技术的普及和发展,计算机绘制图样得到了广泛应用,使设计制图工作发生了根本性变化,是现代设计制造者必须掌握的一种工具。

本课程既有系统理论,又有较强实践性,是高等工科院校的一门重要技术基础课,主要研究形体中点、线、面等几何元素间的几何关系,研究绘制和阅读工程图样的原理和方法,具体任务为:

1. 研究在平面上应用投影规律表示空间几何元素和形体的图示方法,研究在平面上应用几何作图解决几何问题的图解方法,培养空间想象能力、分析能力和空间问题的图解能力。
2. 介绍国家标准中有关制图的基本规定,研究绘制和阅读图样的基本理论与方法,培养绘制和阅读机械零件图与装配图的能力。
3. 学习计算机绘图的基本知识,初步掌握 Auto CAD 基本命令,并能用该软件绘制工程图样。为进一步学习打下基础。

二、本课程的要求及学习方法

本课程具有较强的理论性和实践性,要学习好本课程,应做到:

1. 能用正投影法并遵照国家标准《机械制图》等有关规定绘制机械图。
2. 根据国家标准《机械制图》的规定,并初步考虑结构和工艺的要求,能在图样上标注尺寸。
3. 培养空间想象能力和空间构思能力,能阅读机械图。
4. 具备用图解法解决空间几何问题的初步能力。
5. 了解计算机绘图的基本知识,能够运用 Auto CAD 软件绘制工程图样。

本课程的特点是实践性强,因此,要掌握本课程的内容,离不开画图和看图的实践,要在掌握正投影原理的基础上运用理论联系实际的学习方法,把画图和看图的练习贯穿于学习全过程,自始至终突出一个“练”字。

图样是用来指导生产的重要技术文件,在学习本课程作习题作业时,切忌粗心大意、草率从事,必须做到耐心细致,一丝不苟。严格遵守《国家标准》的有关规定。从而培养学生严肃认真、踏实细致的工作作风。

培养学生自学能力很重要,制图部分的学习,要学会查阅有关资料,掌握画图、看图的方法、步骤等,注意培养学生的自学能力和独立工作能力。

目 录

绪论

第一章 制图的基本知识

§ 1-1 制图的基本规格	1
§ 1-2 绘图工具的使用方法	11
§ 1-3 几何作图	13
§ 1-4 平面图形的尺寸注法和线段分析	19
§ 1-5 绘图的方法和步骤	21

第二章 点、直线、平面的投影

§ 2-1 投影法的基本知识和视图	24
§ 2-2 点的投影	27
§ 2-3 直线的投影	30
§ 2-4 平面的投影	38
§ 2-5 直线与平面、平面与平面的相对位置	46
§ 2-6 投影变换	50

第三章 立体的投影

§ 3-1 平面立体	59
§ 3-2 曲面立体	62
§ 3-3 平面与曲面立体相交的截交线	67
§ 3-4 两立体相交的相贯线	73

第四章 组合体的三视图

§ 4-1 组合体的组合形式及相互位置分析	79
§ 4-2 画组合体三视图	81
§ 4-3 读组合体视图	84
§ 4-4 组合体的尺寸标注	89

第五章 轴测投影图

§ 5-1 轴测投影的基本知识	95
§ 5-2 正等轴测投影图	96
§ 5-3 正面斜二等轴测投影图	101
§ 5-4 轴测投影的相关问题	103

第六章 机件常用的表达方法

§ 6-1 视图	106
§ 6-2 剖视图	109
§ 6-3 剖面图	117
§ 6-4 局部放大图和简化画法	119

§ 6-5 应用举例	123
§ 6-6 第三角画法简介	125
第七章 标准件和常用件	
§ 7-1 螺纹和螺纹连接件	128
§ 7-2 齿轮	144
§ 7-3 键和销	148
§ 7-4 滚动轴承	152
§ 7-5 弹簧	158
第八章 零件工作图	
§ 8-1 零件图的基本内容	161
§ 8-2 零件图的视图选择	162
§ 8-3 零件上常见的工艺结构	164
§ 8-4 零件图的尺寸标注	167
§ 8-5 零件图上的技术要求	172
§ 8-6 画零件图的方法	186
§ 8-7 读零件图	187
第九章 装配图	
§ 9-1 概述	191
§ 9-2 装配图的表达方法	193
§ 9-3 装配图的尺寸注法	196
§ 9-4 装配图的零部件序号、明细栏和标题栏	197
§ 9-5 装配结构的合理性	198
§ 9-6 画装配图的方法和步骤	201
§ 9-7 读装配图的方法和拆画零件图	205
第十章 立体表面的展开	
§ 10-1 平面立体的表面展开	212
§ 10-2 可展曲面的展开	214
§ 10-3 不可展曲面的近似展开	218
第十一章 焊接图	
§ 11-1 焊缝代号	221
§ 11-2 金属焊接件图举例	225
第十二章 化工制图	
§ 12-1 工艺流程图	229
§ 12-2 设备布置图	236
§ 12-3 管路布置图	239
第十三章 Auto CAD 绘图基础	
§ 13-1 概述	247
§ 13-2 Auto CAD 2008 简介及基本操作	249
§ 13-3 绘图环境设置及模型文件	253
§ 13-4 Auto CAD 二维绘图命令	255

§ 13-5 绘图辅助工具	269
§ 13-6 图形编辑命令	273
§ 13-7 显示控制	291
§ 13-8 图层	294
§ 13-9 图块、属性图块	300
§ 13-10 尺寸标注及剖面线的绘制	306
§ 13-11 图形输出	319
附录	
一、螺纹	327
二、常用的标准件	330
三、常用的金属材料与非金属材料	344
四、常用的热处理和表面处理名词解释	346
五、公差与配合	347
参考文献	357

第一章 制图的基本知识

§ 1-1 制图的基本规格

图样是现代工业生产中重要的技术文件之一,也是一种交流技术思想的语言。为了便于生产和技术交流,必须对图样的内容作出统一的规定。我国于 1959 年第一次颁布了《机械制图》国家标准,对图样作了统一的技术规定。为了适应科学技术的发展和国际技术交流的需要,又多次进行了修订,并于 1993 年颁布了《技术制图》国家标准。该标准更加靠近了国际标准,使我国国家标准具有国际性、通用性,它是有关工程技术方面共同遵守的画图规则。

《机械制图》、《技术制图》国家标准简称国标。例如:GB/T 4458.4-2003 中,GB 为国标代号,T 为推广使用,4458.4 为该标准的编号,2003 表示该标准是 2003 年发布的。

本章主要介绍国家标准《技术制图》与《机械制图》中的一般规定,制图工具及仪器的使用,几何作图及平面图形尺寸分析、画图方法等内容,其余将在以后各章中分别叙述。

一、图纸幅面和格式(GB/T 14689-1993)

1. 图纸幅面

绘制图样时,应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面。

表 1-1 基本幅面及图框尺寸

幅面代号	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		

必要时,也允许按规定加长幅面,其加长幅面的尺寸,可由《技术制图》国家标准 GB/T 14689-1993 中根据需要查出。

2. 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和留有装订边两种,但同一产品的图样只能采用一种格式。不留装订边的图纸,其图框格式如图 1-1 所示。

留有装订边的图纸,其图框格式如图 1-2 所示,一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装。

3. 标题栏的方位

每张图纸上都必须画出标题栏。标题栏的格式和尺寸在 GB/T 10609.1-1989 中已有规定。零件图采用图 1-3 的格式,学生制图作业建议采用图 1-4 的格式。

标题栏的位置应位于图纸的右下角,紧靠图框线,标题栏中的文字方向为看图方向。

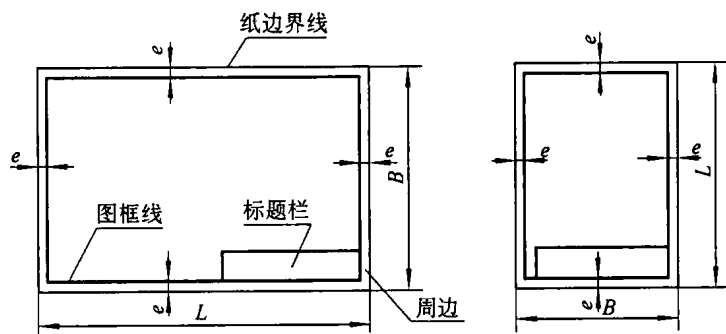


图 1-1 不留装订边的图框格式

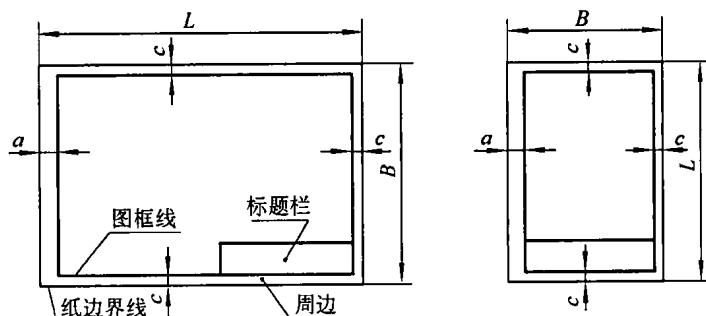


图 1-2 留有装订边的图框格式

180											
10 10 16 16 12 16						(材料标记)			(单位名称)		
7						4×6 5 (=26) 12 12					
标记 处数 分区 更改文件号 签名 年、月、日						阶段标记 重量 比例			(图样名称)		
设计 (签名) (年、月、日) 标准化 (签名) (年、月、日)						6.5			(图样代号)		
审核						共 张 第 张					
工艺											
12 12 16 12 12 16						50					

图 1-3 标题栏(参考件)

4 × 8	(图名)			比例		(图号)
				材料		
	制图	(姓名)	(日期)	(校名)		
	审核	(姓名)	(日期)			
	15	20	20	15	20	30
	120					

图 1-4 学生用标题栏

二、比例(GB/T 14690 - 1993)

比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

绘制图样时,一般应从表 1-2 规定的系列中选取不带括号的适当比例,必要时也允许选取带括号的比例。

表 1-2 绘图的比例

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)	$1:1 \times 10^n$	$(1:1.5 \times 10^n)$	
	$1:2 \times 10^n$	$(1:2.5 \times 10^n)$	$(1:3 \times 10^n)$	$(1:4 \times 10^n)$	$1:5 \times 10^n$	$(1:6 \times 10^n)$				
放大比例	2:1	(2.5:1)	(4:1)	5:1	$1 \times 10^n:1$	$2 \times 10^n:1$	$(2.5 \times 10^n:1)$	$(4 \times 10^n:1)$	$5 \times 10^n:1$	

注: n 为正整数。

比例一般应标注在标题栏中的比例一栏内;必要时,可标注在视图名称的下方或右侧。

为了能从图样上得到实物大小的真实感,应尽量采用 1:1 的比例。当机件不宜用 1:1 绘制时,可用放大或缩小的比例画出,不论缩小或放大,在标注尺寸时,必须标注机件的实际尺寸。

三、字体(GB/T 14691 - 1993)

1. 在图样上书写的字体,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, 20 mm。如需要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比例递增。字体高度代表字体的号数。

3. 汉字应写成长仿宋体字,并应采用国家正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的高度不应小于 3.5mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$,如图 1-5 所示。

10 号字

字体工整笔画清楚间隔均匀排列整齐

7 号字

横平竖直注意起落结构均匀填满方格

5 号字

技术制图机械电子汽车航空船舶土木建筑矿山井坑港口纺织服装

3.5 号字

蜗轮齿端端子接线飞行指导驾驶舱位挖填施工引水通风闸阀项棉麻化纤

图 1-5 长仿宋体汉字示例

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。在同一图样上,只允许选用一种型式的字体。字母和数字可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75°。

5. 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,图样中的数字符号、物理量符号、计量单位符号以及其它符号、代号,应分别符合国家的有关法令和标准的规定,如图 1-6 所示。



(a) 阿拉伯数字



(b) 大写拉丁字母



(c) 小写拉丁字母



(d) 小写希腊字母



(e) 罗马数字

10^3 $R8$ T_d 380 kPa $7^{\circ} \begin{smallmatrix} +1^{\circ} \\ -2^{\circ} \end{smallmatrix}$ $\frac{3}{5}$ 5%
 m/kg l/mm 10Js5(± 0.003) M24-6h
 $\phi 20 \begin{smallmatrix} +0.010 \\ -0.023 \end{smallmatrix}$ $\phi 25 \frac{H6}{m5}$ $\frac{II}{2:1}$ $\frac{A \text{向旋转}}{5:1}$ $\frac{6.3}{\triangle}$

(f) 综合应用示例

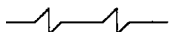
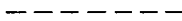
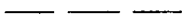
图 1-6 数字、字母书写法(A 型、斜体)

四、图线(GB/T 4457.4-2003)

1. 图线标准

绘制图样应采用规定的标准图线,国家标准 GB/T 4457.4-2003 规定了机械图样中采用的各种图线的名称、型式、宽度及一般应用,见表 1-3。图线应用实例如图 1-7 所示。

表 1-3 图线的型式、宽度和主要用途

名称	型 式	宽度 d/mm		主要用途及线素长度	
粗实线		0.7	0.5	表示可见轮廓线	
细实线		0.35	0.25	表示尺寸线、尺寸界线、通用剖面线、引出线、重合断面的轮廓线	
波浪线				表示断裂处的边界线、局部剖视的分界线	
双折线		0.35	0.25	表示断裂处的边界线	
虚线		0.7	0.5	表示不可见轮廓线。画长 $12d$ 、短间隔长 $3d$	
细点画线				表示轴线、圆中心线、对称线	长画长 $24d$ 、短间隔长 $3d$ 、点长 $< 0.5d$
粗点画线				表示限定范围表示线	
双点画线		0.35	0.25	表示假想轮廓线、断裂处的边界线	
粗虚线		0.7	0.5	表示允许表面处理的表示线。画长 $12d$ 、短间隔长 $3d$	

2. 图线的宽度

图线分为粗、细两种。粗线的宽度 d 应按图样的大小和复杂程度在 0.5~2 mm 之间选择。细线的宽度约为 $d/2$ 。图线宽度的推荐系列为:0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2 mm,粗实线宽度优先采用 0.5 mm、0.7 mm。由于图样复制中存在的困难,0.18 mm 应尽量避免采用。

3. 图线的画法

1. 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

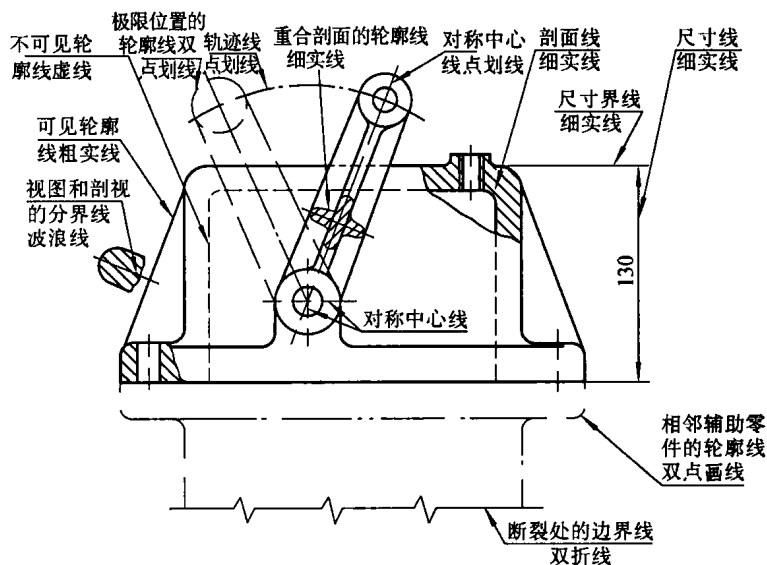


图 1-7 图线的应用

于 0.7 mm。

3. 绘制圆的对称中心线时,应超出圆外 2~3 mm;首末两端应是线段而不是短画;圆心应是线段的交点。在较小的图形上绘制细点画线或双点画线有困难时,可用细实线代替。

4. 点画线、虚线和其它图线相交时,都应是线段相交,不应在空隙或短画处相交。当虚线处于粗实线的延长线上时,在连接处要留有空隙。

5. 当几种线条重合时,应按粗实线、虚线、点画线的优先顺序画出。

以上几点注意问题如图 1-8 所示。

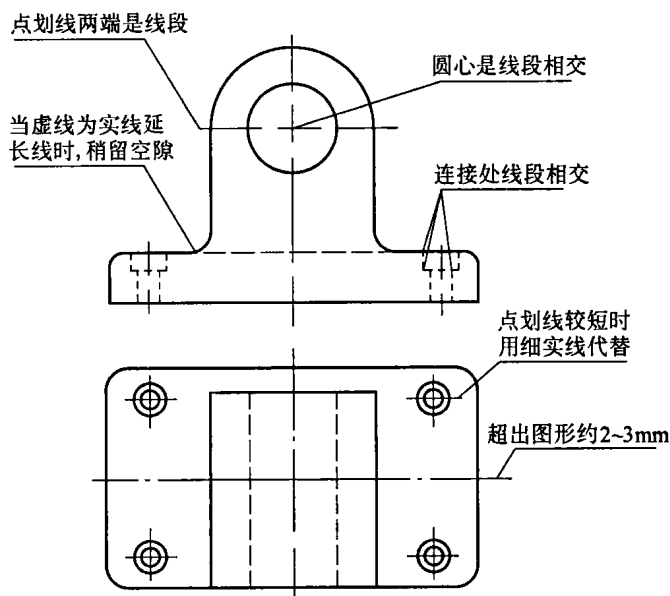


图 1-8 图线的画法

五、尺寸注法(GB/T 4458.4 - 2003)

在图样中,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。

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,以毫米为单位,不需标注计量单位的代号或名称,如采用其它单位,则必须注明相应的单位代号或名称。

(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。并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

(5)标注尺寸时,应尽可能使用符号或缩写词,常用的符号和缩写词见表 1-4。

表 1-4 尺寸标注中的常用符号和缩写词

名 称	符号或缩写词
直径	ϕ
半径	R
球半径	SR
球直径	$\S\phi$
厚度	t
正方形	$\square$
45°倒角	C
深度	$\downarrow$
沉孔或锪平	$\perp$
埋头孔	∇
均布	EQS

表 1-4 中符号的线宽为 $h/10$ (h 为字体高),符号的比例画法见图 1-9。

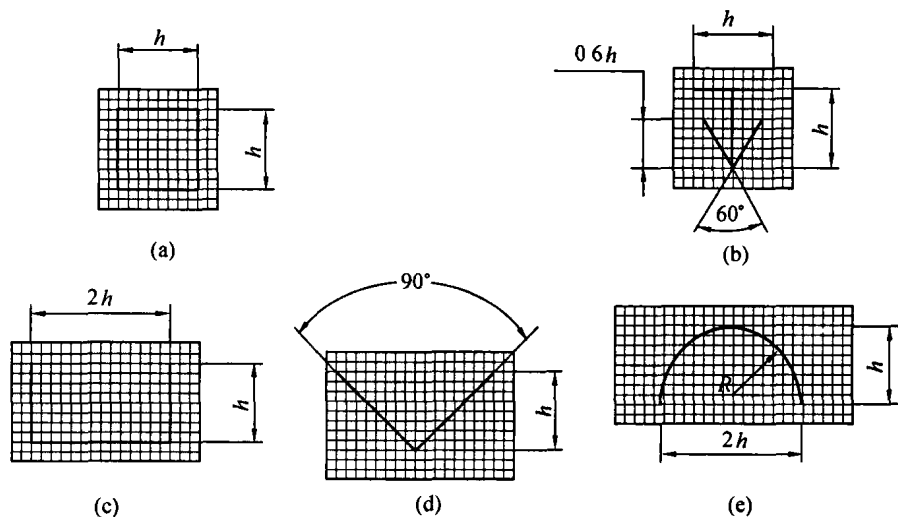


图 1-9 标注尺寸用符号的比例画法

2. 尺寸组成

一个完整的尺寸一般应包括尺寸数字、尺寸界线、尺寸线和尺寸线终端,如图 1-10 所示。

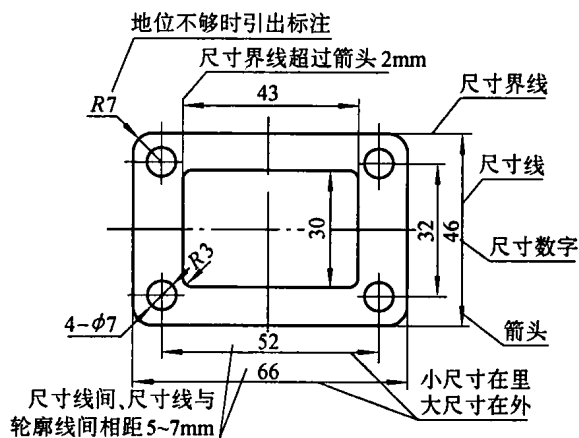


图 1-10 尺寸的组成及标注

(1) 尺寸数字

线性尺寸的尺寸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。线性尺寸数字的方向, 一般应采用如图 1-11 所示的第一种方法注写, 即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; 非水平方向的尺寸数字应尽可能避免在图示的 30° 范围内标注尺寸, 当无法避免时, 可按图 1-11(b) 的形式标注。

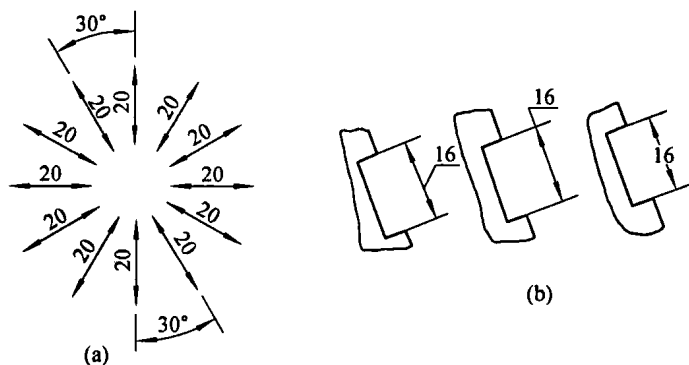


图 1-11 线性尺寸数字方向的标注形式一

另外, 在不致引起误解时, 也允许采用第二种方法注写线性尺寸数字, 即对于非水平方向的尺寸, 其数字可以水平注写在尺寸线的中断处, 如图 1-12 所示。但在一张图样中, 应尽可能采用同一种方法, 一般采用第一种方法注写。

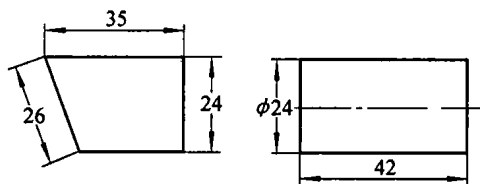


图 1-12 线性尺寸数字方向的标注形式二

角度的数字一律写成水平方向, 必要时也可以引出标注。尺寸数字不可被任何线所通过,

否则必须将该图线断开。标注直径尺寸时,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 ”;标注球面的直径或半径时,应在“ ϕ ”或“ R ”前再加注符号“ S ”;详见表 1-5。

表 1-5 尺寸标注示例

内 容	图 例	说 明
1. 线性尺寸的数字方向及箭头斜线的使用		倾斜方向的尺寸可水平地注写在尺寸线中断处,避免 30° 范围内造成的误解
2. 角度、弦长、弧长		标注角度的尺寸界线由径向引出,弦长和弧长的尺寸界线应平行于该弦的垂直平分线
3. 圆		圆的直径尺寸终端为箭头,圆不完整时也可一端为箭头
4. 大圆弧		圆弧的尺寸过大,图纸范围内无法注出圆心位置,可按图标注
5. 球面		球面的直径或半径应在“ ϕ ”或“ R ”前加注“ S ”,在不易误解时可省略