



高等军事院校教材

国防科技大学 空军工程学院

合编

第二炮兵工程学院 武装警察技术学院



画法几何及工程制图

国防工业出版社

内 容 简 介

本书以国家教委批准印发的《画法几何及工程制图课程教学基本要求》为基准,结合军队高等工程技术院校的特点编写而成。

内容有:制图基本知识和技能;点、直线、平面的投影;立体的投影;轴测图;组合体;形体的表达方法;形体的尺寸注法;零件图;常用件、标准件和连接画法;装配图;计算机绘图导论;曲线与曲面;立体表面的展开;附录。

本书为军队高等工程技术院校非机械类、电子和应用理科类等60~90学时的教材;也可作为地方高等院校相近专业以及职工大学、函授大学的教材;还可供有关工厂、科研单位的工程技术人员等参考使用。

与本教材相配套的《画法几何及工程制图习题集》同时由国防工业出版社出版发行。

画法几何及工程制图

国防科技大学 空军工程学院 合 编
第二炮兵工程学院 武装警察技术学院
责任编辑 崔金泰
封面设计 赵学纯
技术设计 郑峰章

*

国防工业出版社 出版发行

(北京市车公庄西路老虎庙七号)

中国人民解放军空军工程学院印刷厂印装

*

787×1092 1/16 21.4/5印张 523千字

1989年7月第一版 1989年7月第一次印刷 印数00,001—08,000册

ISBN 7-118-00537-1/TB·19 定价:6.95元

序 言

本书以国家教委关于制订第三轮教材规划的指导思想和要求为依据,以《画法几何及工程制图》课程指导委员会制订、国家教委批准印发的《教学基本要求》为基准,结合军队高等工程技术院校各类专业的特点和多年来教学与教材编写方面的实践经验编写而成。

为适应军队高等工程技术院校设计、使用和维修等专业的实际需要,本书将《教学基本要求》中的非机械类和电子、应用理科类两种学时数融合为60~90学时,兼顾了非机械非土建各类专业的要求,以减少教材层次和扩大本书适用范围。

本书在编写中力求做到:

1. 教材结构合理、新颖。
2. 教材内容选取既切合教学实际的要求,又兼顾到将来的发展。在选编本门课的基本内容时,考虑到计算机绘图这一新技术及其发展,对计算机绘图内容的介绍有所加强。另外,还列入了“曲线与曲面”和“展开图”的一些基本知识,作为选学内容。
3. 吸收了有关图学新成果,全面贯彻了最新制订的国家标准。
4. 体现军队工程技术院校理论联系实际,重在使用、维修的特点,对画图 and 看图能力的培养给予了足够的重视。

5. 在内容的叙述以及图例和习题的选取上,吸取了成功的教学经验。

6. 注意了文字叙述简练,通俗易懂,图文相配,统一名词术语和符号标记。

在编写教材的同时,还编写了一本可与本书紧密配合使用的习题集。

本书由国防科技大学欧义同、唐根顺,空军工程学院赵学纯、李庸殷、邴乐源,第二炮兵工程学院王世昭、温广业,武装警察技术学院肖家贵合编。邴乐源和欧义同任主编。

武装警察技术学院唐领君、唐晋昌为第一、五两章编写了部分内容。

本书的编写工作,得到参编四所院校有关领导、机关和制图教研室(组)的大力支持。

全部描图工作由空军工程学院绘图室徐世俊、张西平、贾兰兰等承担。

在此一并致谢。

恳请读者对本书中存在的问题进行批评指正。

编 者

目 录

绪论.....	(1)
第一章 制图基本知识和技能.....	(3)
第一节 制图基本标准介绍.....	(8)
第二节 绘图工具和仪器的使用.....	(15)
第三节 绘制平面图形的方法和步骤.....	(21)
第二章 点、直线、平面的投影.....	(26)
第一节 投影法基本概念.....	(26)
第二节 点的投影.....	(27)
第三节 直线的投影.....	(32)
第四节 平面的投影.....	(40)
第五节 直线与平面、平面与平面的相对位置.....	(48)
第六节 更换投影面法.....	(53)
第三章 立体的投影.....	(61)
第一节 平面立体.....	(62)
第二节 回转体及其表面上的点.....	(65)
第三节 截交线.....	(70)
第四节 相贯线.....	(74)
第四章 轴测图.....	(83)
第一节 轴测图的基本知识.....	(83)
第二节 正等轴测图.....	(84)
第三节 斜二等轴测图.....	(93)
第四节 轴测剖视图.....	(96)
第五章 组合体.....	(98)
第一节 组合体的组成方式.....	(98)
第二节 画组合体视图的方法与步骤.....	(100)
第三节 阅读组合体视图的方法与步骤.....	(104)
第六章 形体的表达方法.....	(110)
第一节 视图.....	(110)
第二节 剖视图.....	(113)
第三节 剖面图.....	(125)
第四节 其它表达方法.....	(128)
第五节 第三角投影法.....	(133)
第六节 形体表达方法应用举例.....	(135)
第七章 形体的尺寸注法.....	(140)
第一节 基本形体的尺寸注法.....	(140)

第二节 组合体的尺寸注法	(141)
第八章 零件图	(147)
第一节 零件图的作用与内容	(147)
第二节 零件上的常见结构	(148)
第三节 零件的视图选择	(161)
第四节 零件尺寸的合理标注	(169)
第五节 零件的技术要求	(174)
第六节 读零件图	(188)
第九章 常用件、标准件和连接画法	(193)
第一节 常用件	(193)
第二节 标准件和连接画法	(200)
第十章 装配图	(210)
第一节 装配图的作用与内容	(210)
第二节 装配图的表达方法	(212)
第三节 装配图上的尺寸标注和技术要求	(217)
第四节 装配图上零(部)件的编号、明细表	(218)
第五节 装配结构的工艺性	(219)
第六节 部件(或机器)的测绘	(220)
第七节 阅读装配图和由装配图拆画零件图	(230)
第十一章 计算机绘图导论	(237)
第一节 计算机绘图概述	(237)
第二节 绘图机的工作原理	(239)
第三节 基本图形程序设计	(247)
第四节 图形变换及程序设计	(258)
第十二章 曲线与曲面	(267)
第一节 曲线	(267)
第二节 曲面	(270)
第十三章 立体表面的展开	(280)
第一节 平面立体表面的展开	(280)
第二节 可展曲面的展开	(282)
第三节 不可展曲面的近似展开	(284)
附录:	
一、几何作图	(286)
二、通用标准	(292)
三、螺纹和螺纹结构	(293)
四、常用的标准件	(307)
五、公差配合与表面粗糙度	(323)
六、常用材料的应用及热处理名词解释	(336)

绪 论

一、本课程的性质、研究对象和内容

画法几何及工程制图是一门必修的技术基础课。它以正投影法和《机械制图》国家标准为基础,研究绘制和阅读工程图样以及解决空间几何问题的理论与方法。并为培养学生的制图和空间想象能力打下必要的基础。

“图样”是指根据投影原理和有关标准绘制的图。它能准确地表达物体的形状、大小,并注明材料以及技术要求等内容。图样是设计者用来表达设计意图的具体体现;是产品设计的综合反映;也是产品制造和使用、维修工作的重要技术文件。简言之,图样是人们进行科学技术交流的重要手段。因此,它常被喻为工程界的一种“语言”。每个工程技术人员都必须掌握这种语言。

本课程主要是培养学生绘制和阅读机械图样的能力,其内容由以下四部分组成:

1. 画法几何部分

它根据正投影法的基本原理,通过点、线、面及基本几何体的投影与相互关系的研究,解决空间几何元素的图示方法和图解方法,并建立起物与图之间的对应关系。为今后学习奠定必要的理论基础。

2. 投影制图部分

运用正投影原理,提高空间想象能力和图示能力。应用形体分析法与线面分析法,绘制和阅读形体的投影图,以及形体的表达方法与尺寸标注。这部分内容对培养绘图与读图技能是至关重要的。

3. 机械制图部分

这一部分的关键性环节是零件图,它需综合运用已学知识及绘图技能,通过实践进一步提高绘图、读图能力。装配图在设计、制造、检验、安装、维修中占很重要的地位。因此,培养绘制与阅读装配图的能力,二者不可偏废。它在本课程中,也是对上述几部分内容的总结。

4. 计算机绘图部分

计算机绘图是研究应用计算机及其外围设备,生成、处理和输入/输出图形的一种新技术,是迅速发展起来的一门新学科。在本课程中,只对其基本知识作必要介绍,以便学生对它有初步了解。

二、本课程的任务和要求

对于60到90学时各类专业来说,学习本课程的主要目的是培养绘制和阅读机械图样的能力。具体的任务和要求是:

1. 学习投影法,掌握用正投影法表达空间几何形状和图解简单空间几何问题的基本原理和方法。

2. 运用正投影法的基本原理,培养形体表达及尺寸标注的能力。并遵照国家标准规定。

正确使用绘图工具和仪器，培养绘制机械图样的技能。

3. 培养空间想象能力和分析能力，使之具有阅读机械图样的基本能力。

4. 学习计算机绘图的基本知识，初步掌握简单图形的编程，并上机实践，画出其图形。

5. 培养耐心细致的工作作风和严肃认真的工作态度。

三、本课程的特点和学习方法

本课程是一门实践性较强的课程，要学好本课程，必须进行一定数量的画图和看图练习。在学习过程中要做到：

1. 切实掌握正投影基本原理，运用基本原理，学会线面分析和形体分析方法，注意点、线、面、体的空间情况与它们投影之间的联系。

2. 要将画图与看图相结合、物体与图形相结合，多画多看。注意空间想象能力和空间构思能力的培养。

3. 严格遵守国家标准的规定，注意正确使用绘图工具和仪器，按作图方法和步骤，认真负责地完成每次作业。

第一章 制图基本知识和技能

第一节 制图基本标准介绍

为使工程界语言统一，国家标准局批准颁布了《机械制图》国家标准（简称国标）。国标是衡量机械图样的绘制是否合格的依据，因此，要严格执行国标的统一规定。

一、图纸幅面 (GB 4457.1—84)

绘制机械图样时，其幅面应采用表1—1规定的幅面尺寸。

表1—1 图纸幅面尺寸

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					
c	10			5		
e	20		10			

绘制图样时，优先采用表1—1规定的幅面尺寸，必要时可沿长边加长。对于A0、A2、A4幅面的加长量应按A0幅面长边八分之一的倍数增加；对A1、A3幅面的加长量应按A0幅面短边四分之一的倍数增加，见图1-1中的细实线部分。A0及A1幅面允许同时加长两边，见图1-1中的虚线部分。

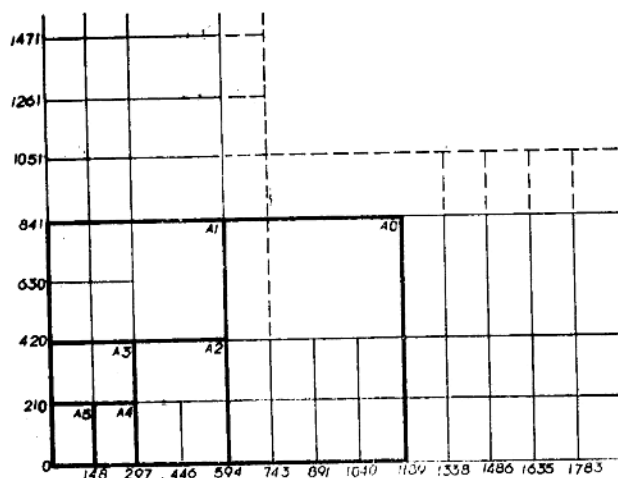


图 1—1 图幅的加长

需要装订的图样，图框格式如图1-2所示，尺寸按表1-1规定，一般采用“横三竖四”（即采用A4幅面竖装或A3幅面横装）装订。

不留装订边的图样，图框格式如图1-3所示，尺寸按表1-1中规定，图框线用粗实线绘制。

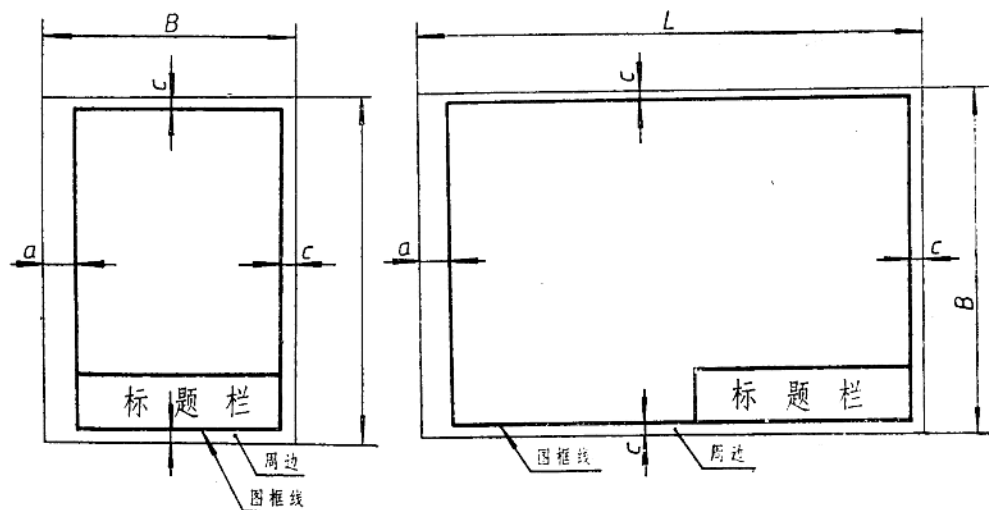


图 1-2 图纸格式（一）

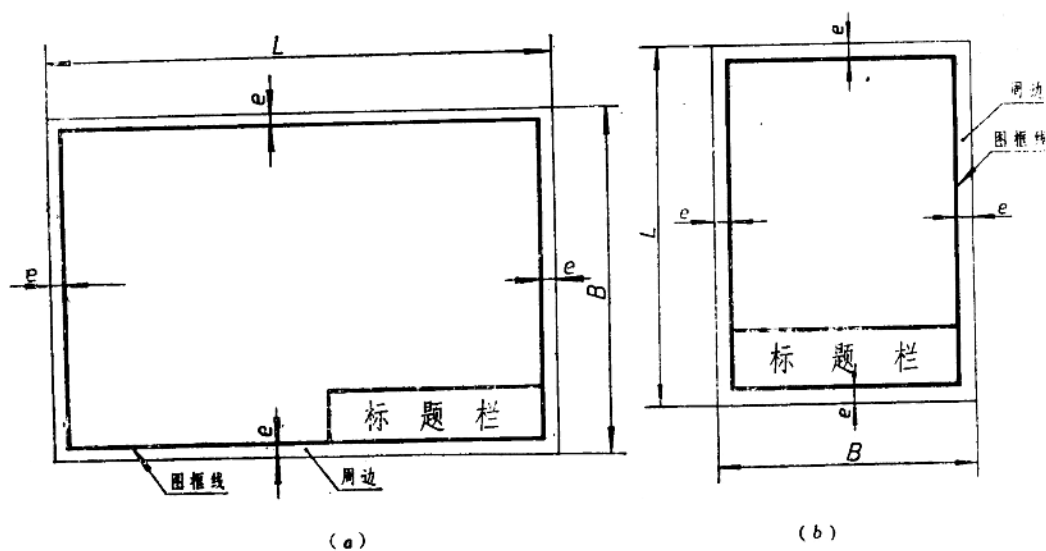


图 1-3 图纸格式（二）

Figure 1-10 shows two versions of a drawing sheet layout. The left version is a standard layout with dimensions 32, 8, 8, 8, 8, 12, 28, 25, 65, 130, 12, 28, 12, 13. The right version is a modified layout with dimensions 32, 8, 8, 8, 8, 12, 28, 25, 65, 130, 12, 53, 12, 28, 25, 12, 13. Both layouts include fields for drawing title, author, reviewer, date, school, and drawing details like scale and quantity.

(b) 装配图明细表、标题栏格式

图 1-4 标题栏格式

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称为比例。绘制图样时应采用表1—2所规定的比例。

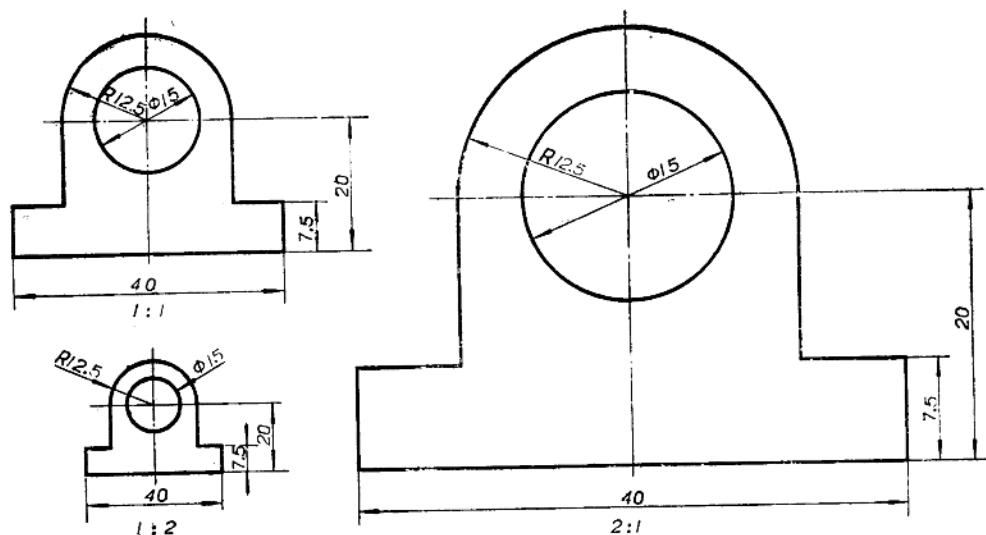


图 1-5 比例的应用

表 1—2 规定使用的比例

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
	1:1.5 $\times 10^n$		1:2 $\times 10^n$	1:2.5 $\times 10^n$		1:5 $\times 10^n$
放大的比例	2:1	2.5:1	4:1	5:1	(10 $\times n$):1	

绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例，并在标题栏中注明。当某个视图需要采用不同比例时，必须另行标注。

图样无论缩小还是放大，尺寸数字仍按机件实际尺寸标注，见图1-5示例。

三、字体 (GB 4457.3—84)

国标规定的字体包括：汉字、字母、数字的字体及号数（字高）。

规定中的汉字应写成长仿宋体，并应采用国家正式公布推行的简化汉字。图样中注写字体应做到：

字体端正 笔画清楚 排列整齐 间隔均匀

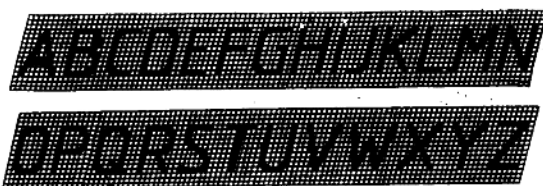
数字和字母可写成直体或斜体。斜体向右倾斜，与水平线约成75°角。

字体的号数分为：20、14、10、7、5、3.5、2.5七种，字体的宽度约等于字体高度的三分之二；用作指数、分数、极限偏差、注脚的数字及字母，一般采用小一号的字体。

(1) 汉字基本笔画。所谓基本笔画是属于五种标准笔画（横、竖、撇、点、折）范畴，是组成字体的元素。不掌握仿宋字的基本笔画写法，就练不出长仿宋字（见习题集1—1基本笔画练习）。

(2) 拉丁字母示例

大写斜体



大写直体



小写斜体

abcdefghijklmnop
opqrstuvwxyz

小写直体

abcdefghijklmnop
opqrstuvwxyz

(3) 阿拉伯数字示例

斜 体

1234567890

直 体

1234567890

(4) 罗马数字示例

斜 体

IIIIIIIV V VI
VII VIIII X X

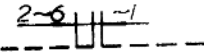
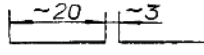
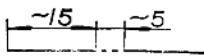
直 体

IIIIIIIV V VI
VII VIIII X X

四、图线 (GB 4457.4—84)

在机械图样中使用的各种图线的名称、型式、宽度以及在图上的一般应用, 见表1—3及图1—6。

表 1-3 图线名称、型式

图线名称	图线型式	图线宽度	一般应用
粗实线		b (0.5~2)	可见轮廓线；可见过渡线
细实线		约 $b/3$	尺寸线及尺寸界线；剖面线，重合剖面的轮廓线；螺纹牙底线及齿轮齿根线；引出线；分界线及范围线；弯折线；辅助线；不连续同一表面连线；成规律分布的相同要素连线
波浪线		约 $b/3$	断裂处的边界线；视图和剖视图的分界线
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；轨迹线；节圆及节线
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；坯料的轮廓线或毛坯图中制成品的轮廓线；假想投影轮廓线；试验或工艺用结构（成品上不存在）的轮廓线；中断线

图线画法：

- (1) 在一张图中，同类图线的宽度应基本一致，如图1-6所示。
- (2) 两条平行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) 绘制圆的对称中心线时，圆心应为线段的交点。点划线和双点划线首末两端应是线段而不是短划，见图1-6。
- (4) 在较小图形上绘制点划线或双点划线不合适时，可用细实线代替，见图1-7(c)。
- (5) 点划线、虚线和其它图线相交时，都应在线段处相交，不应在空隙处相交，见图1-7(a)和(b)图线画法正误对比。

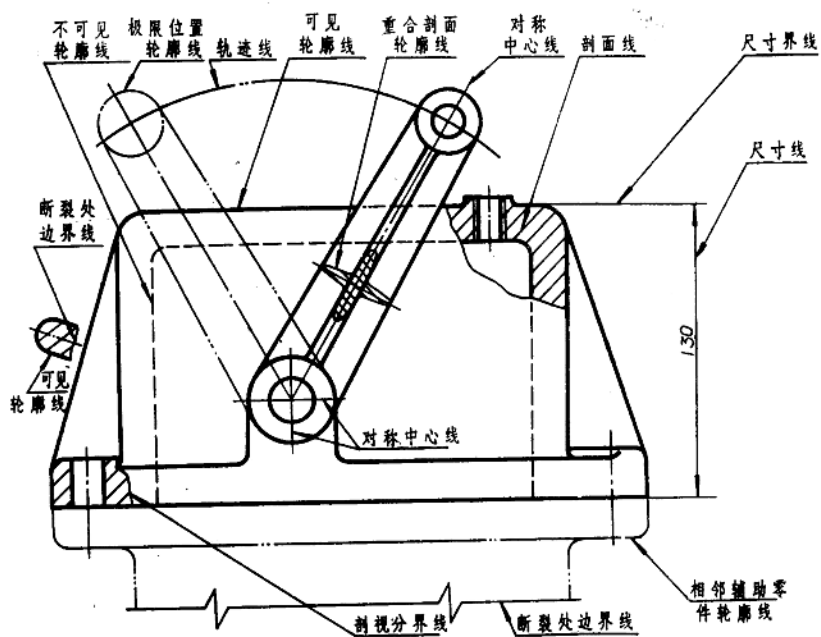
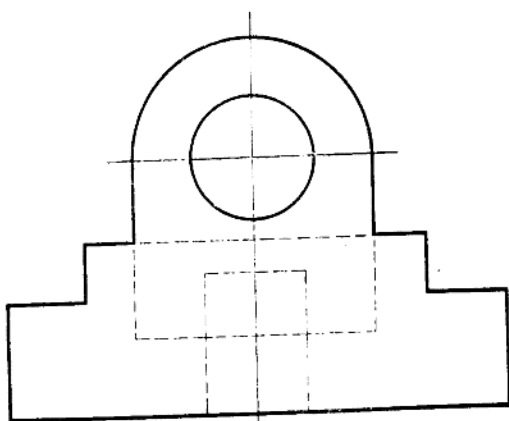
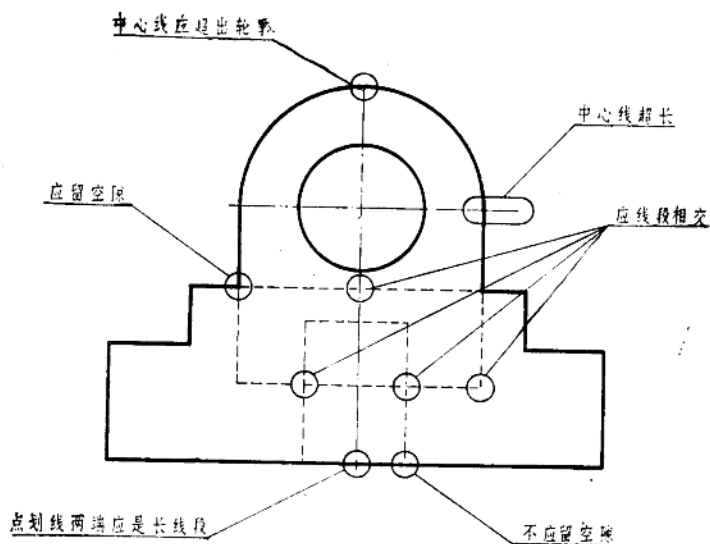


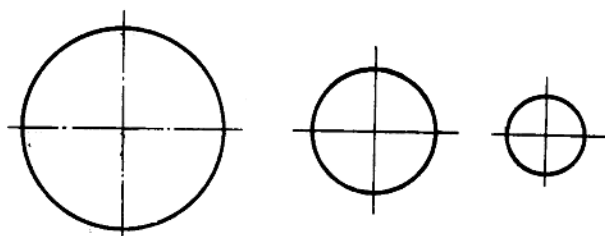
图 1—6 图线应用示例



(a) 正确



(b) 错误



(c)

图 1-7 图线画法举例

五、尺寸注法 (GB 4458.4—84)

图形仅仅确定了机件的形状，而机件的真实大小是靠尺寸确定的。国标规定了机械图样中标注尺寸的方法。

1. 基本规则

(1) 机件的真实大小应以图样上所注尺寸数值为依据，与图形大小及绘图的准确程度无关。

(2) 机械图样中的尺寸，以毫米为计量单位时，不需标注计量单位的代号或名称，如采用其它单位，则必须注明所用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) 机件上每一尺寸, 一般只标注一次, 并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

2. 尺寸的四要素

图样上的每一尺寸,都由尺寸界线、尺寸线、尺寸终端和尺寸数字四部分组成,见图1-8(a)。

(1) 尺寸界线

尺寸界线表示了标注尺寸的起止范围,用细实线绘制。尺寸界线可由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出,也可直接利用轮廓线、对称中心线或轴线作为尺寸界线,见图1-8。

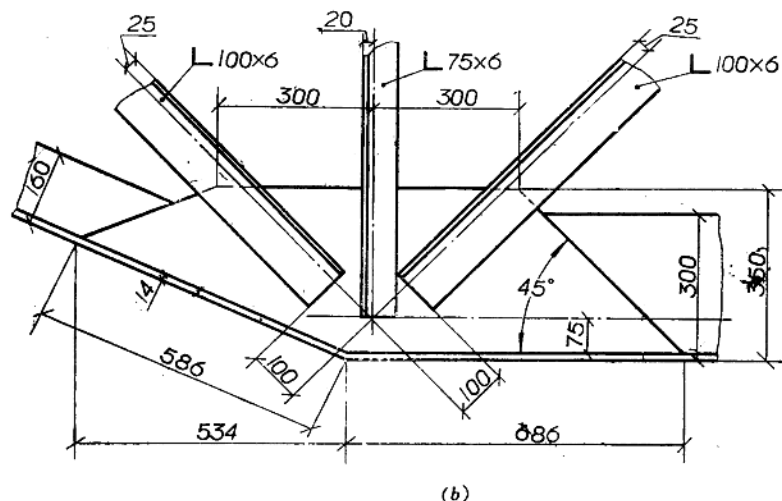
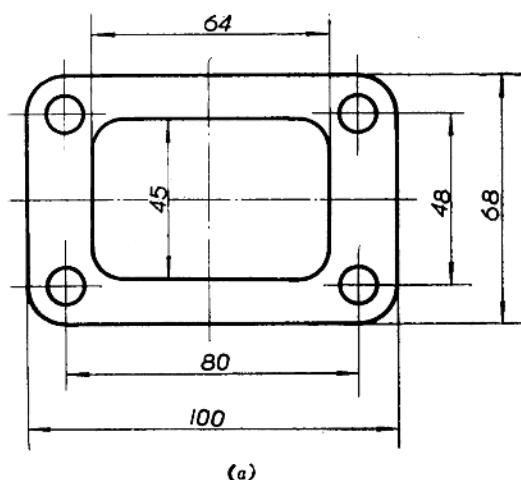


图1-8 尺寸标注示例

(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。

尺寸线不允许用其它图线代替，一般也不得与其它图线重合或画在其延长线上。

为清晰起见, 尺寸线不应互相交叉, 且尽可能避免与尺寸界线交叉, 见图1-8。

标注角度时,尺寸线应画成圆弧,其圆心是该角的顶点。

(3) 尺寸线终端的两种形式

① 箭头: 如图1-9(a)所示, 适用于各种类型的图样。图中 b 为粗实线宽度。

② 斜线：用细实线绘制，

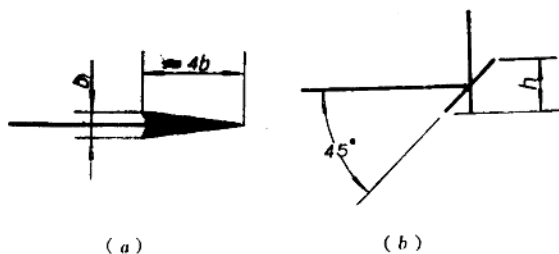


图 1-9 尺寸终端形式

其方向和画法如图1-9(b)所示,图中 h 为字体高度。当尺寸线终端采用斜线形式时,尺寸线与尺寸界线必须相互垂直。在圆或圆弧上径向尺寸线的终端应画成箭头。当尺寸线与尺寸界线互相垂直时,同一张图样中只能采用一种尺寸终端形式。

(4) 尺寸数字

线性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。

线性尺寸数字一般应按图1-10(a)所示的方向注写,并尽量避免在图示 30° 范围内标注尺寸。当无法避免时,可按图1-10(b)所示方式标注。在不致引起误解时,也允许对于非水平方向的尺寸,其数字可水平地注写在尺寸线的中断处,如图1-10(c)所示。

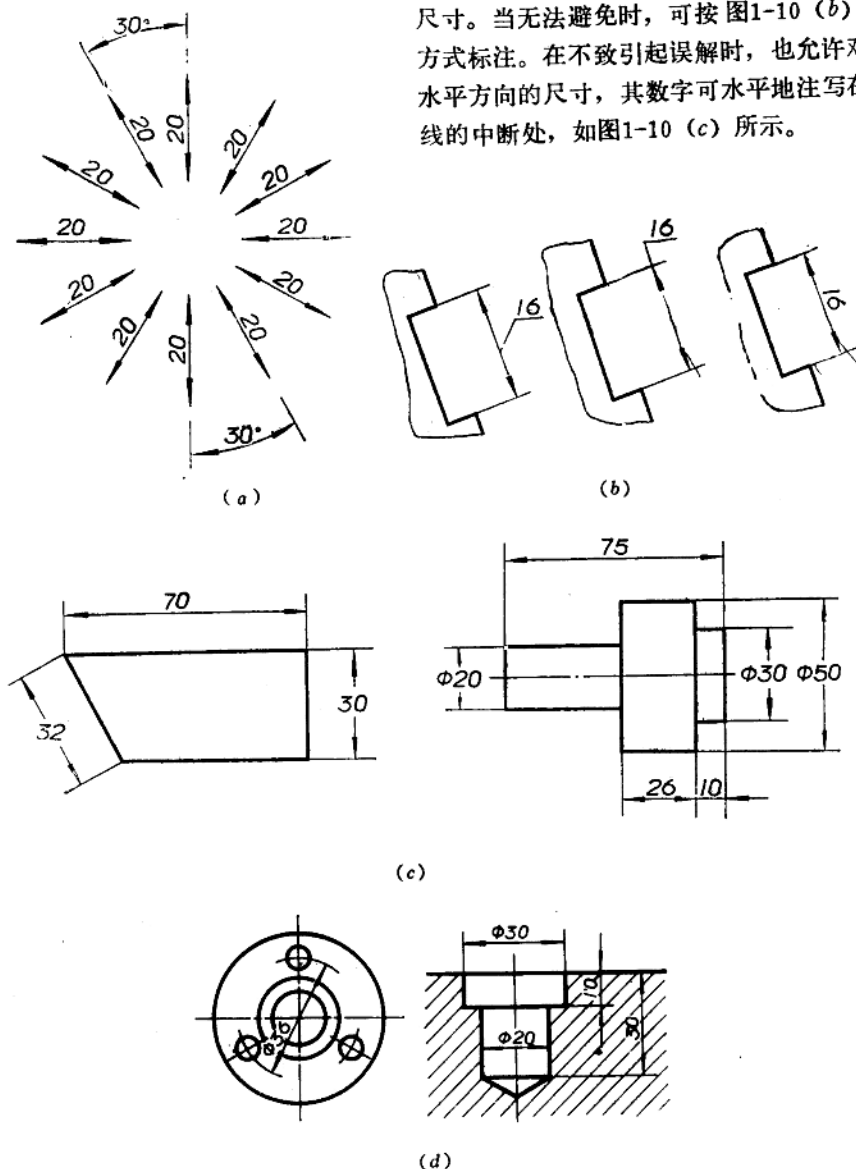


图 1-10 尺寸数字的注写