



TB23-43

2

052744

工 程 制 图

张五明 主编

中央广播电视大学出版社

工 程 制 图

张玉明 主编

中央广播电视大学出版社出版

新华书店北京发行所发行

北京密云胶印厂印刷厂印装

开本787×1092 1/16 印张 17 387千字

1991年5月第1版 1991年5月第1次印刷

印数 1—14000

定价 5.35元

ISBN 7-304-00609-9/TU·21

前 言

本书根据1990年中央广播电视大学《工程制图》教学大纲编写,适用于非机非土工程类专业(60学时)。

本书重点讲述投影基础和机件的表达方法两部分。为了在学时较少的情况下,能使学生较快地提高空间想象和空间分析能力,掌握读图和绘图的基本原理和方法,对直线、平面等投影特性的叙述,一般都在立体上进行分析,对切割体、组合体读图和绘图方法的介绍,着重应用形体分析法和线面分析法,并选用了较多的图例。

根据广播电视大学的教学特点,为了便于学生课前预习,课后复习,全书章节编排尽量与电视授课次序相一致,文字叙述上力求简明通俗,在形式上尽量采用文图并举,投影图与直观图对照的表现手法,以使读者加深对内容的理解,有助于空间想象能力的提高。

为了配合本书学习,同时编写了与本书配套使用的《工程制图习题集》及《工程制图学习指导书》,上述两书亦由中央广播电视大学出版社出版。

本书由张玉明主编,参加编写的有张玉明(绪论、第二、三、四、五、六章)、孙淑德(第一、七、九章及附录四)、王秀珍(第八、十章及附录一、二、三)、郑家骥(第十一章),张明协助描绘(第二、三、四、五章)插图。

本书由陈剑南(北京航空航天大学)、石光源(清华大学)两位教授主审。

在本书编写过程中,得到中央广播电视大学及山东广播电视大学王春林、郑维汉等同志的关心和指导,《工程制图》主持教师王涿民以及山东工业大学王中豫同志为编写组做了大量工作,山东工业大学制图教研室为本书编写提供了方便和支持,在此一并表示衷心感谢。

由于我们水平所限,加上编写时间比较仓促,书中难免存在缺点和错误,欢迎读者批评指正。

编 者

一九九〇年九月

绪 论

一、本课程的性质和任务

在现代化的工业生产中，当改进或设计新的机器、仪器、设备时，一般先由设计人员按照一定的绘图方法，把所设计或改进的机器、仪器、设备等的结构以及它们的全部零件形状用图形表示在图纸上，并用规定的数字、文字和符号标注出它们的大小、材料和有关制造技术要求，技术说明等，这称之为工程图样（图0-1）。然后制作人员就以图样为依据进行加工、装配、检验和调试等（图0-2）。因此，图样是工程技术部门中用来表达设计意图、指导生产的一项重要技术文件。

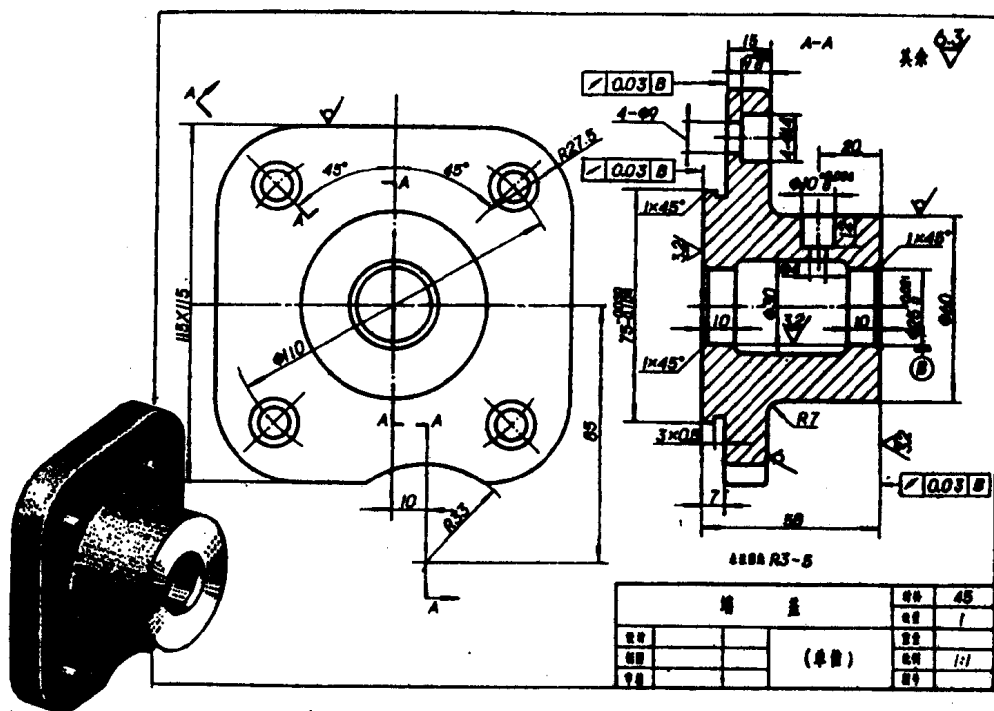
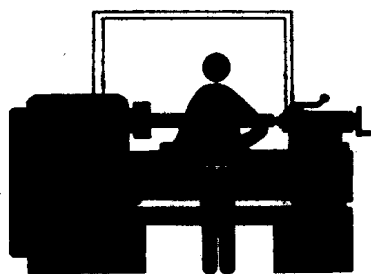


图 0-1 工程图样



(a)



(b)

图 0-2 图样在工程中的应用

图样除了作为生产过程中的主要依据外,当产品到了用户手中,还需要通过阅读图样来帮助了解产品的结构、性能以及其使用和维修方法等,同时在国内和国际间进行工程技术交流以及在传递工程技术信息时,图样也是一种必不可少的重要技术资料,被人们喻为“工程界的语言”,因此对于学习和从事工程技术专业的人员,必须学会和掌握这种“语言”,工程制图即是研究绘制和阅读工程图样的基本原理和基本方法的学科,它是所有工科专业必不可少的一门技术基础课,课程的主要内容包括制图基本知识,投影基础(包括三面投影图、点、线、面、体以及组合体和轴测投影图等),机件的表达方法,机械图(包括零件图、装配图、标准件和常用件的画法),计算机绘图等。

本课程的主要任务是:

1. 学习正投影的基本原理。
2. 培养阅读和绘制机械图样的初步能力。
3. 培养空间想象和空间分析的初步能力。
4. 使学生对计算机绘图有初步的认识。
5. 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风,并在教学过程中注意培养自学能力,学习分析问题和解决问题的方法。

二、本课程的学习方法

1. 绘图是根据投影原理和国家标准《机械制图》中有关的各种表达方法把机件的形状用平面图形表达在图纸上,而读图则是根据投影原理和表达方法由平面图形想象出所表达的机件形状。因此,在培养读图和绘图的基本能力时,必须把投影的基本概念理解透彻,要熟悉和应用各种表达方法。在学习投影原理时,要注意分析空间几何要素(点、线、面等)与平面图形之间的对应关系,掌握空间几何要素的各种投影特性。

2. 读图和绘图能力的培养以及空间想象能力和空间分析能力的培养,始终不能离开实践。也就是在培养上述能力时,必须通过完成大量的读图和绘图的练习。只有多读多画不断实践,才能在实践中逐步理解和掌握投影基本原理,熟悉国家标准《机械制图》中有关各种基本规定和表达方法,以及牢固掌握绘图和读图的基本方法和步骤。

3. 鉴于图样在生产中的重要作用,因此要求所绘的图不能有错,读图时也不能看错,否则会给生产造成损失,因此在绘图和读图时,必须养成一丝不苟、严谨细致的习惯。

三、投影基本知识

1. 投影法概念

在日常生活中,人们可以看到太阳光或灯光照射物体时,就会在墙壁上或地面上出现它的影子(图0-3),这是一种投影现象,但是这个影子只能概括地反映出物体某个方面的外形形状,而不能反映出物体上各表面间的界限以及物体内部和后面被前面挡住部分的形状。例如图0-3所示的影子就反映不出物体上A、B两面的界限线,也反映不出物体上孔的情况。于是人们根据上述现象的启示,在长期的生产和绘画实践中,科学系统地总结出假想光线(称

为投射线或投影线)能通过物体上内外各表面的所有边界轮廓线向一个平面(称为投影面)进行投射,从而在这个平面上得到一个以线条显示的平面图形(称为投影),用来表达物体的形状(图0-4)。这种对物体进行投影并在投影面上产生图形的方法称为投影法。

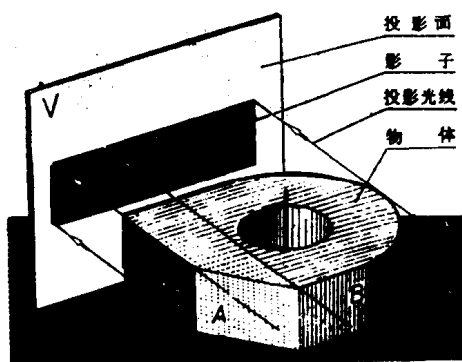


图0-3 投影现象

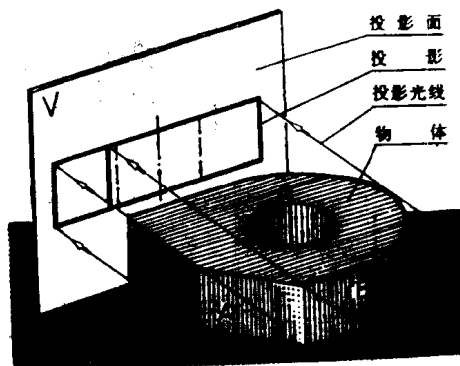


图0-4 投影的产生

2. 投影法分类

投射线、物体(包括几何要素点、线、面)和投影面是产生投影的三个基本要素。由于投射线、物体和投影面之间的相互关系不同,因而产生了不同的投影法。表0-1列出了工程上常见的几种投影法。

从表0-1中可看出,各种投影法具有各自的特点和应用场合。在机械工程图样中,为了满足实形性和度量性的要求以及画图简便,一般都采用正投影法来绘制,本书除斜轴测图外,所述的投影均为正投影。

3. 正投影法的基本特性

正投影法是属于平行投影法中的一种特殊情况(投影光线垂直投影面),它具有以下几个基本特性:

1. 同素性

点的投影仍是点;直线的投影一般仍是直线。当直线、平面倾斜于投影面时,直线的投影短于实长;平面图形的投影是其原形的类似形。图0-5中,倾斜于 V 投影面的直线 AC ,其投影 $a'c' < AC$; $\triangle ABC$ 平面的投影 $\triangle a'b'c'$ 与原形边数相同面积缩小了的类似形。

2. 实形性

当直线、平面图形平行投影面时,其投影反映它们的实形。如图0-6中,平行于 V 投影面的平面图形 $CDEF$,其投影 $c'd'e'f'$ 反映它的实形,即 $c'd'e'f' = CDEF$ 。

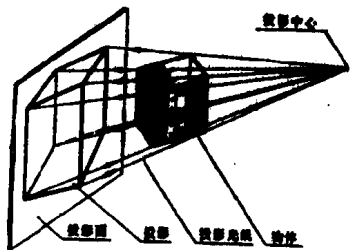
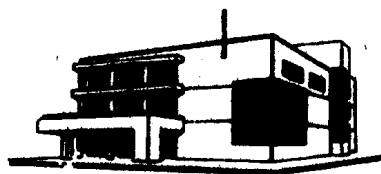
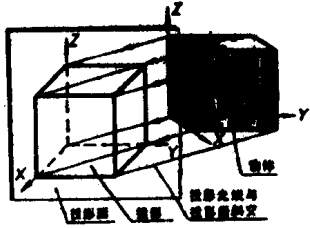
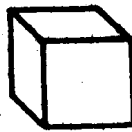
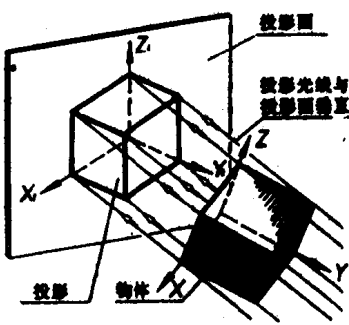
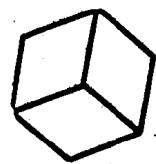
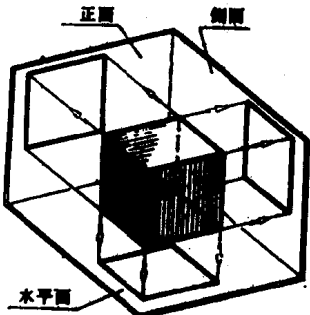
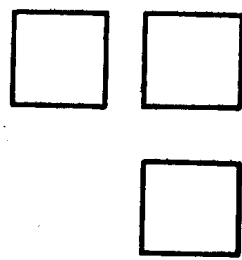
3. 积聚性

当直线、平面垂直投影面时,直线的投影积聚为一点,平面的投影积聚为直线。如图0-7中,垂直 V 投影面的 CB 直线,其投影积聚为一点 $c'(b')$;平面 $\triangle ABC$ 的投影积聚为直线 $a'b'c'$ 。

4. 平行性

表0-1

投影法分类

	投影原理图	工程上应用图例
中心投影法	 投影光线相交于一点	 透视图 直观性好 度量性差 作图复杂
斜投影法	 投影光线倾斜于投影面	 斜轴测图 直观性较好 度量性稍差 作图较繁
平行投影法 (投影光线相互平行)	正投影法 (投影光线垂直于投影面)  正轴测图	 正轴测图 直观性较好 度量性较差 作图较繁
	 三面投影图	 三面投影图 直观性差 度量性好 作图简便

空间平行两直线，其投影仍平行。如图0-8中， $AB \parallel CD$ ，其投影 $a'b' \parallel c'd'$ 。

5. 从属性、定比性

从属于直线上的点，其投影仍在直线的投影上，且点分割线段之比与其投影分割线段投影成相同之比。如图0-9中，直线 AE 上的 C 点其投影 C' 仍在 AE 的投影 $a'e'$ 上，且 $a'c' : c'e' = AE : CE$ 。

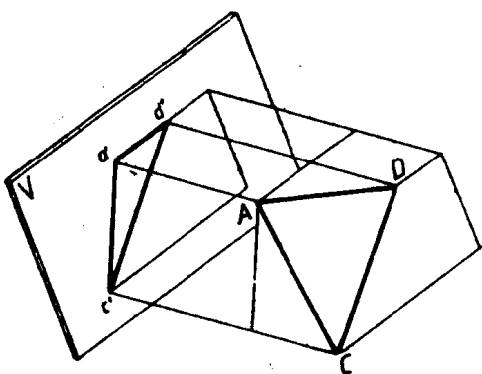


图0-5 同素性

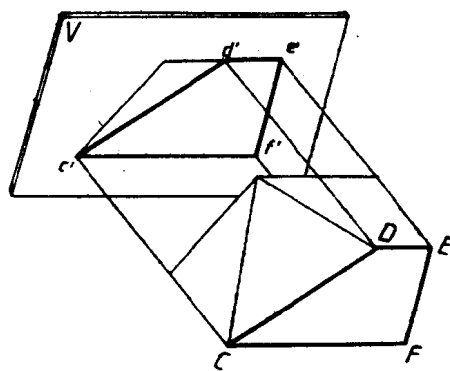


图0-6 实形性

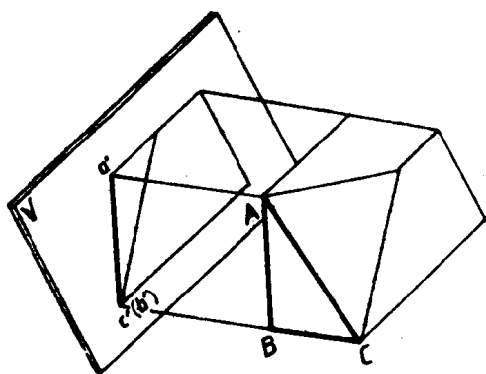


图0-7 积聚性

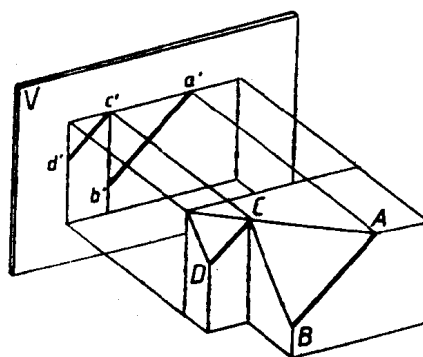


图0-8 平行性

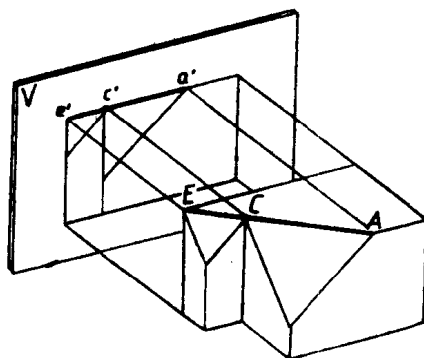


图0-9 从属性、定比性

目 录

绪 论	(1)
第一章 制图基本知识	(1)
§ 1-1 国家标准《机械制图》的基本规定	(1)
§ 1-2 制图工具及仪器的使用方法	(11)
§ 1-3 几何作图	(18)
第二章 三面投影图	(27)
§ 2-1 三面投影图的形成及三面投影间的对应关系	(27)
§ 2-2 物体与投影之间的对应关系	(29)
第三章 点、直线和平面的投影	(34)
§ 3-1 点的投影	(34)
§ 3-2 直线的投影	(37)
§ 3-3 平面的投影	(42)
§ 3-4 综合举例	(46)
第四章 立体及其表面交线的投影	(49)
§ 4-1 基本几何体及其表面上点、线的投影	(49)
§ 4-2 切割体及其表面交线的投影	(58)
§ 4-3 立体相交表面交线的投影	(70)
第五章 组合体的投影	(79)
§ 5-1 画组合体三面投影图的方法	(79)
§ 5-2 组合体的尺寸注法	(84)
§ 5-3 读组合体三面投影图的方法	(90)
第六章 轴测投影图	(97)
§ 6-1 轴测投影图的形成	(97)
§ 6-2 正等轴测投影图	(98)
§ 6-3 斜二等轴测投影图	(106)
第七章 机件的表达方法	(109)
§ 7-1 视图	(109)
§ 7-2 剖视图	(114)
§ 7-3 剖面图	(128)

§ 7-4 局部放大图及简化画法	(131)
§ 7-5 表达方法综合举例	(135)
§ 7-6 第三角投影法简介	(137)
第八章 标准件和常用件	(140)
§ 8-1 螺纹及螺纹紧固件	(141)
§ 8-2 齿轮	(154)
§ 8-3 其它标准件和常用件	(163)
第九章 零件图	(171)
§ 9-1 零件图的作用和内容	(171)
§ 9-2 各类零件及其结构特点	(172)
§ 9-3 零件图的视图选择	(175)
§ 9-4 零件图上的尺寸注法	(179)
§ 9-5 表面粗糙度	(185)
§ 9-6 公差与配合及形位公差简介	(189)
§ 9-7 读零件图的方法	(199)
第十章 装配图	(202)
§ 10-1 装配图的作用和内容	(203)
§ 10-2 装配图的表达方法	(204)
§ 10-3 装配图的尺寸注法、零(部)序号和明细表	(207)
§ 10-4 画装配图的方法和步骤	(210)
§ 10-5 读装配图及由装配图拆画零件图	(213)
第十一章 计算机绘图简介	(212)
§ 11-1 计算机图形学的发展	(212)
§ 11-2 计算机绘制图形的基本知识	(224)
附录一 螺纹及螺纹紧固件	(229)
附录二 键、销	(243)
附录三 滚动轴承	(249)
附录四 轴和孔的极限偏差	(253)

第一章 制图基本知识

图样是工程界的共同语言，是机械设计和制造过程中的重要技术资料。要学会绘制和看懂工程图样，必须熟悉和掌握有关的基本知识和技能。本章介绍的主要内容是国家标准《机械制图》的基本规定、几何作图方法和制图工具及仪器的使用方法。

§ 1-1 国家标准《机械制图》的基本规定

国家标准《机械制图》是一项重要的技术标准。它对图样的某些内容、格式以及表达方法都作了明确统一的规定，制图者在绘图时必须严格遵守。

国家标准简称“国标”，以汉语拼音的缩写“GB”为代号。本节摘录了部分基本内容，其余部分将在以后有关章节中分别予以介绍。

一、图纸幅面及格式 (GB4457.1-84)

1. 图纸幅面尺寸

绘制图样时，优先采用表 1-1 中规定的图纸幅面尺寸。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 幅面的加长量应按 A0 幅面短边的四分之一的倍数增加，如图 1-1 所示。

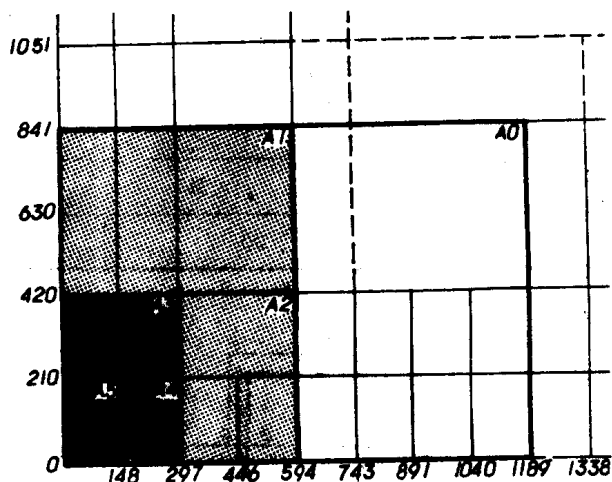


图 1-1 图纸幅面尺寸

2. 图框格式

无论图样是否装订，均应画出图框线，图框线用粗实线绘制。需要装订的图样，其图框的格式如图 1-2 所示，周边尺寸按表 1-1 中的规定。一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装。

不留装订边的图样，其图框格式如图 1-3 所示。

3. 标题栏

在图框的右下角必须有一标题栏，标题栏中的文字方向为看图方向。对标题栏的格式，国家标准未作统一规定，在学校的制图作业中，建议采用图 1-4 的格式。标题栏的外框线用粗实线绘制，标题栏的右边线和底边线应与图框重合。

二、比例 (GB4457.2-84)

绘制图样时采用的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。

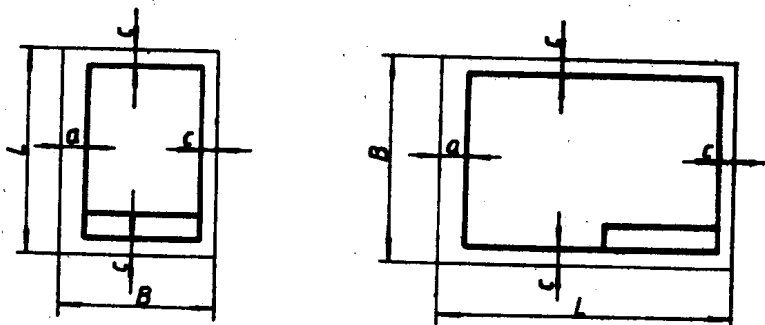


图1-2 图框格式

表1-1

图 纸 幅 面 尺 寸

mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4	A5
B×L	841×1189	594×841	420×894	297×420	210×297	148×210
a	25					
c	10			5		
e	20		10			

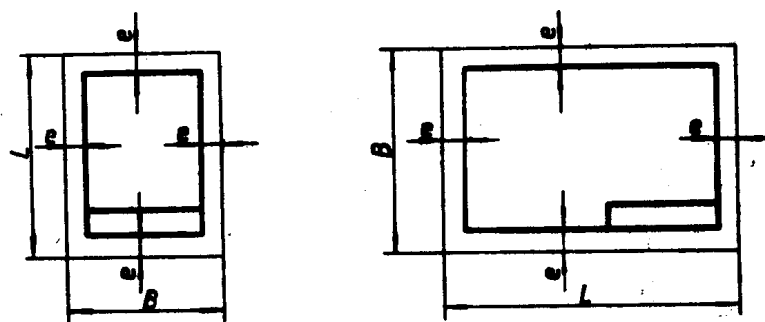


图1-3 图框格式

(零件名称)				材料	
				数量	
设计 (姓名) (日期)	制图 (姓名) (日期)	审核 (姓名) (日期)	(单位)	重量	
				比例	
				图号	
15	25	18		15	
140				38	

图1-4 标题栏

绘图时一般应采用表1-2中规定的比例。尽量采用1:1的比例，以便使图样能直接反映机件的真实大小。当机件过大或过小时，也可选用缩小或放大比例绘制。不论缩小或放大，在标注尺寸时，都必须标注机件的实际尺寸。

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
	1:1.5×10 ⁿ	1:2×10 ⁿ	1:2.5×10 ⁿ	1:3×10 ⁿ	1:4×10 ⁿ	1:5×10 ⁿ
放大的比例	2:1	2.5:1	4:1	5:1	(10×n):1	

绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例，并在标题栏的比例一栏中填写，如1:1、1:2等。当某个视图需要采用不同的比例时，必须另行标注。

三、字体 (GB4457.3-84)

图样中书写的汉字、数字、字母，必须做到：字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀。

字体的号数分为：20、14、10、7、5、3.5、2.5七种。字体的号数即为字体的高度(单位为毫米)，字体的宽度约等于字体高度的三分之二。数字及字母的笔划宽度约为字体高度的十分之一。各种字体的要求如下：

1. 汉字

图样上的汉字应写成长仿宋体，并应采用国家正式公布的简化字。长仿宋体的特点是：横平竖直、起落有锋、粗细一致、结构匀称。

汉字字体示例：

制图是工程技术界的共同语言

长仿宋体横平竖直注意起落结构匀称填满方格

2. 数字和字母

数字和字母有直体和斜体两种，一般采用斜体，斜体字字头向右倾斜，与水平线约成75°角。用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母，一般采用小一号的字体。

数字和字母字体示例:



四、图线 (GB4457.4-84)

1. 图线的型式及应用

各种图线的名称、型式、代号及在图样上的一般应用见表1-3。

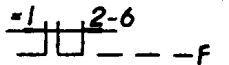
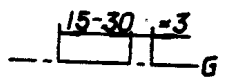
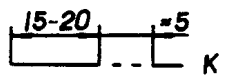
图线宽度分为粗细两种,粗线的宽度 b 应按图的大小和复杂程度,在 $0.5 \sim 2\text{mm}$ 之间选择,细线的宽度约为 $b/3$ 。图线宽度的推荐系列为: 0.18 、 0.25 、 0.35 、 0.5 、 0.7 、 1 、 1.4 、 2mm 。 0.18mm 尽量避免采用,制图中一般常用的粗实线宽度 b 为 0.7 和 1mm 。图1-5和图1-6为图线的应用示例(只选取常见的)。

2. 图线画法

(1) 同一图样中同种类的图线宽度应基本一致。虚线、点划线及双点划线: 线段长度和间隔应各自大致相等。

表1-3

GB4457.4-84 规定的图线

序号	图线名称	图线型式及代号	图线宽度	一般应用
1	粗实线	 A	b (约0.5~2mm)	A1 可见轮廓线 A2 可见过渡线
2	细实线	 B	约 $b/3$	B1 尺寸线及尺寸界线 B2 剖面线 B3 重合剖面的轮廓线 B4 螺纹的牙底及齿轮的齿根线 B5 引出线 B6 分界线及范围线 B7 弯折线 B8 辅助线 B9 不连续的同一表面的连线 B10 成规律分布的相同要素的连线
3	波浪线	 C	约 $b/3$	C1 断裂处的边界线 C2 视图和剖视的分界线
4	双折线	 D	约 $b/3$	D1 断裂处的边界线
5	虚线	 F	约 $b/3$	F1 不可见轮廓线 F2 不可见过渡线
6	细点划线	 G	约 $b/3$	G1 轴线 G2 对称中心线 G3 轨迹线 G4 节圆及节线
7	粗点划线	 J	b	I1 有特殊要求的线或表面的表示线
8	双点划线	 K	约 $b/3$	K1 相邻辅助零件的轮廓线 K2 极限位置的轮廓线 K3 坯料的轮廓线或毛坯图中制成品的轮廓线 K4 假想投影轮廓线 K5 试验或工艺结构 (成品上不存在) 轮廓线 K6 中断线

(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。

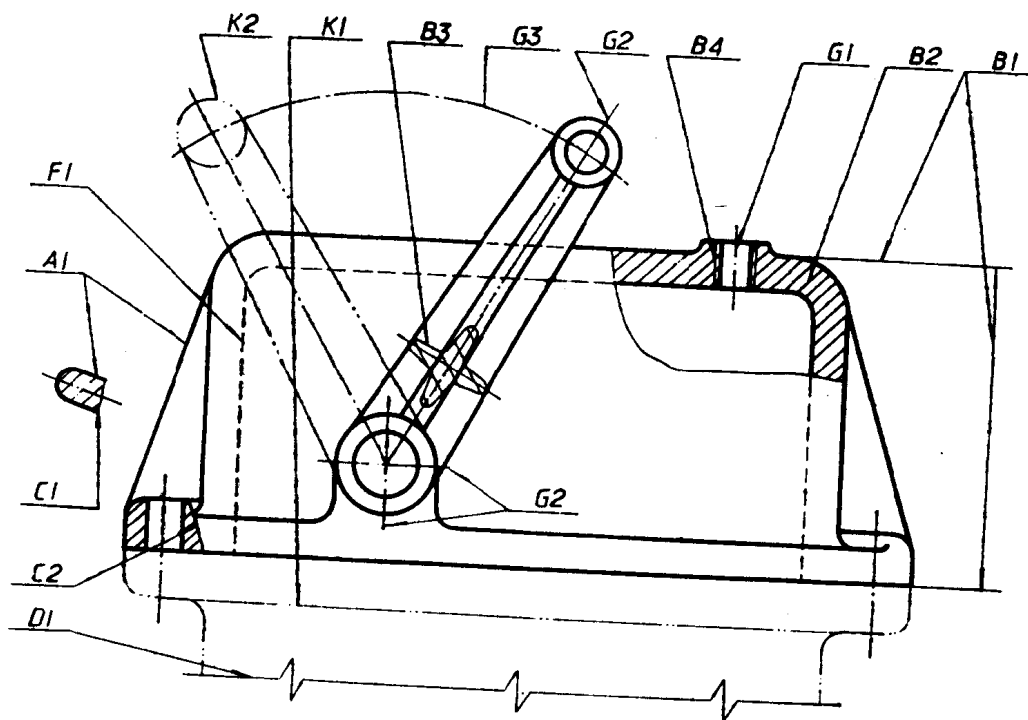


图1-5 图线应用示例

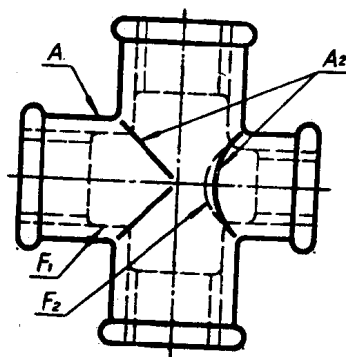


图1-6 图线应用示例

(3) 绘制圆的对称中心线时，圆心应为线段的交点。点划线和双点划线的首末两端应是线段而不是短划（见图1-7(a)）。在较小的图形上绘制点划线或双点划线有困难时，可用细实线代替（见图1-7(c)）。图1-7(b)的画法是不正确的。

