

上册



画法几何 及机械制图

修订版

陈经斗 韩群生
叶时勇 主编
孙昭文 主审

天津科学技术出版社

画法几何及机械制图

(修 订 版)

上 册

陈经斗 韩群生 叶时勇 主编

孙昭文 主审

天津科学技术出版社

津新登字(90)003号

责任编辑: 苏 飞

画法几何及机械制图

(修 订 版)

上 册

陈经斗 韩群生 叶时勇 主编

孙昭文 主审

*

天津科学技术出版社出版

天津市张自忠路148号 邮编300024

天津新华印刷二厂印刷

新华书店天津发行所发行

* \

开本787×1092毫米 1/16 印张13.125 字数316000

1985年3月第1版

1993年4月第2版

1993年4月第2次印刷

印数: 21 901—26 810

ISBN 7-5308-1223-8/TH·33 定价: 6.35元

前 言

本书采用最新颁布的《机械制图》、《紧固件》等国家标准进行编写。为了配合本教材的使用，另编了《画法几何及机械制图习题集》和《画法几何及机械制图习题解题分析指南》一同出版。

全书贯彻“少而精”的原则，在培养空间思维能力的基础上，从体出发，把投影理论与绘图、读图有机地结合起来，由浅入深，由易到难，以培养分析问题、解决问题的能力。

本书选用的图例附有适当的立体图，并尽量选择联系生产实际的题材，便于学生理解，有利于结合生产实践。

书末附有必要的附录，以利读者学习标准规范，查阅标准件以及有关参考数据等。

本书可作为大专院校机械类、近机类各专业的教科书，亦近合职工工业余大学等使用，也可供有关工程技术人员参考。

本书分上、下两册，上册由陈经斗、韩群生、叶时勇主编，孙昭文主审；下册由孙昭文、侯清寿主编，向豪英主审。参加编写的有：韩群生（1、15章）、杨惠兰（绪论、2、3、4章）、陈国伟（5章）、杨起成（6章）、陈经斗、董培蓓（7、16章）、刘黎（8章）、叶时勇（9、10、20章）、申月荣（11章）、马梦兰（12章）、梁泰安（13章）、孙昭文（14章）、马素珍（17章）、侯清寿（18、19章）。

本书在编写过程中，得到天津大学机械制图教研室的支持，在此表示诚挚谢意。

由于水平所限，书中误、漏、欠妥之处恳请广大读者批评、指正。

编 者

1992年8月于天津大学

目 录

绪论.....	(1)
§ 1 本课程的研究对象、学习目的和学习方法.....	(1)
§ 2 投影法的基本概念.....	(2)
§ 3 工程上常用的投影图.....	(4)
第一章 机械制图基本知识.....	(7)
§ 1-1 国家标准《机械制图》中的若干基本规定	(7)
§ 1-2 制图工具、仪器及其用法	(16)
§ 1-3 几何作图	(21)
§ 1-4 绘图的一般步骤	(30)
第二章 点.....	(32)
§ 2-1 点在两投影面体系中的投影	(32)
§ 2-2 点在三投影面体系中的投影	(34)
§ 2-3 两点的相对位置	(37)
复习题.....	(38)
第三章 直线.....	(39)
§ 3-1 直线的投影	(39)
§ 3-2 各种位置直线的投影	(39)
§ 3-3 一般位置线段的实长及其对投影面的倾角	(42)
§ 3-4 点与直线的从属关系	(44)
§ 3-5 两直线的相对位置	(47)
§ 3-6 直角投影定理	(50)
复习题.....	(52)
第四章 平面.....	(53)
§ 4-1 平面的投影表示法	(53)
§ 4-2 各种位置平面的投影	(54)
§ 4-3 属于平面的直线和点	(58)
§ 4-4 过已知直线或点作平面	(60)
§ 4-5 属于平面的特殊位置直线	(62)
复习题.....	(64)
第五章 直线与平面、平面与平面的相对位置.....	(65)
§ 5-1 直线与平面平行、两平面平行	(65)
§ 5-2 直线与平面相交、两平面相交	(67)
§ 5-3 直线与平面垂直、两平面垂直	(71)
§ 5-4 点、直线、平面的综合作图问题	(75)

复习题.....	(77)
第六章 投影变换.....	(78)
§ 6-1 换面法	(79)
§ 6-2 旋转法	(86)
复习题.....	(92)
第七章 曲线和曲面.....	(93)
§ 7-1 曲线	(93)
§ 7-2 曲面概述	(97)
§ 7-3 直纹曲面	(98)
§ 7-4 螺旋线及螺旋面	(102)
§ 7-5 曲纹曲面	(107)
§ 7-6 曲面的切平面	(108)
复习题.....	(110)
第八章 立体.....	(112)
§ 8-1 平面立体	(112)
§ 8-2 回转体	(114)
复习题.....	(122)
第九章 平面与立体相交、直线与立体相交.....	(123)
§ 9-1 平面与平面立体相交	(123)
§ 9-2 平面与曲面立体相交	(124)
§ 9-3 直线与立体相交	(134)
复习题.....	(137)
第十章 两立体相交.....	(138)
§ 10-1 利用积聚性法求相贯线.....	(138)
§ 10-2 利用辅助平面法求相贯线.....	(144)
§ 10-3 利用辅助球面法求相贯线.....	(146)
§ 10-4 相贯线的特殊情况.....	(148)
§ 10-5 立体表面交线的综合举例.....	(149)
复习题.....	(152)
第十一章 立体表面的展开.....	(153)
§ 11-1 平面立体的表面展开.....	(153)
§ 11-2 可展曲面的表面展开.....	(156)
§ 11-3 不可展曲面的近似展开.....	(160)
复习题.....	(165)
第十二章 轴测图.....	(167)
§ 12-1 概述.....	(167)
§ 12-2 正等轴测图.....	(169)
§ 12-3 正二测图.....	(177)
§ 12-4 斜二测图.....	(180)

§12-5 轴测剖视图.....	(182)
复习题.....	(184)
第十三章 组合体.....	(185)
§13-1 组合体及其组合方式.....	(185)
§13-2 组合体的画图方法和步视.....	(186)
§13-3 组合体的读图.....	(189)
§13-4 组合体的尺寸注法.....	(195)

绪 论

§1 本课程的研究对象、学习目的和学习方法

“画法几何及机械制图”是一门研究图示、图解空间几何问题和绘制与阅读机械工程图样的学科。

在工程技术上,为了正确地表示机器、仪器、设备的形状、大小、规格和材料等内容,通常需要将物体按一定的投影方法和技术规定表示在图纸上,这称之为图样。随着生产和科学技术的发展,图样的作用显得更为重要。设计人员通过它表达自己的设计思想,制造人员根据它加工制造,使用人员利用它进行合理使用。因此,图样被喻为“工程界的语言”。它是设计、制造、使用机器过程中的一项主要技术资料,是发展和交流科学技术的有力工具。所以,必须熟练地掌握这门学科所介绍的基本理论、基本知识和基本技能。

本课程的研究对象是:

1. 在平面上表示空间形体的图示法

将物体进行投影,并把它形状、大小表达在图纸上的方法称为图示法。图示法为绘制和阅读机械图提供了理论基础。

2. 空间几何问题的图解法

在图纸上,按投影规律通过几何作图来解决空间几何问题(如定位、度量、轨迹)的方法称为图解法。

3. 绘制和阅读机械图样的方法

学习本课程的主要目的就是培养学生具有绘图、读图和图解空间几何问题的能力,同时培养和发展学生的空间想象能力以及分析问题与解决问题的能力。

为了帮助学生学好本课程,根据课程特点,提出下列学习方法,供学习中参考。

(1) 本课程是一门实践性很强的技术基础课。在学习中除了掌握理论知识外,还必须密切联系实际;在具体作图时,更应注意如何运用这些理论。只有通过一定数量的画图、读图练习,反复实践,才能掌握本课程的基本原理和基本方法。

(2) 在学习中必须经常注意空间几何关系的分析以及空间形体与其投影之间的相互联系。只有“从空间到平面,再从平面到空间”进行反复研究和思考,才是学好本课程的有效方法。也只有这样,才能不断提高和发展空间想象能力以及分析问题与解决问题的能力。

(3) 认真听课,及时复习,独立地完成习题和作业,在弄懂和掌握基本理论和方法的同时,注意正确使用绘图仪器以及运用恰当的绘图方法进行画图,不断提高绘图技能和绘图速度。

(4) 画图时要确立对生产负责的观点,严格遵守机械制图国家标准中的有关规定,认真细致,一丝不苟。

只要刻苦学习,不断总结经验,就一定能学好本课程。

§2 投影法的基本概念

一、投影法

1. 投影法

在图1中, 设平面 P 为投影面, 在投影面 P 外有一定点 S , 过定点 S 和空间点 A 连一直线, 并与投影面 P 相交于 a 点。点 a 称为空间点 A 在投影面 P 上的投影。定点 S 称为投影中心, 直线 SAa 称为射线或投影线。同样, 点 b 是空间点 B 在投影面 P 上的投影。

一组射线通过物体射向预定平面上得到图形的方法称为投影法。

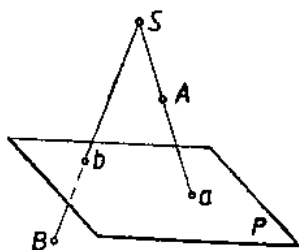


图1 投影

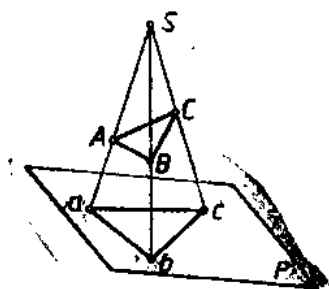


图2 中心投影法

2. 投影法分类

投影法一般分为中心投影法和平行投影法两类。

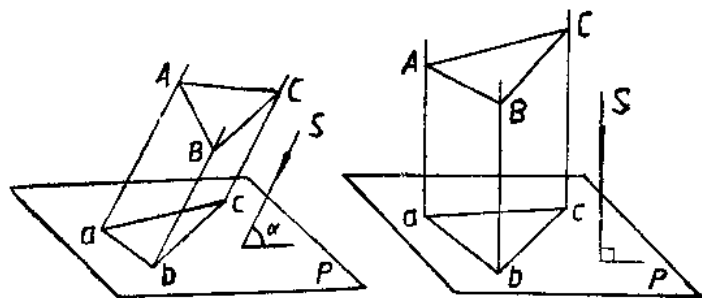
(1) 中心投影法

如图2所示, 过投影中心 S 与三角形 ABC 各顶点连直线 SA 、 SB 、 SC , 延长 SA 与投影面 P 相交于 a 点。用同样的作图方法可得 b 、 c 两点。连接 a 、 b 、 c 三点, 所得 $\triangle abc$ 就是空间 $\triangle ABC$ 在投影面 P 上的投影。

在这种投影法中, 射线(投影线) SAa 、 SBb 、 SCc 相交于投影中心 S , 这种一组射线汇交于一点的投影法称为中心投影法。

(2) 平行投影法

当投影中心 S 移至无穷远处时, 射线(投影线)被视为互相平行, 如图3所示。这种一组射线互相平行的投影法称为平行投影法。



(a) 斜投影

(b) 正投影

图3 平行投影法

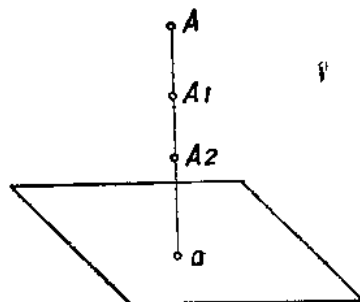


图4 点的一个投影不能确定其空间位置

在平行投影法中, 给出投影面 P 和投影方向 S (不平行于 P) 以后, 空间的每一点在投影面上各有其唯一确定的投影。

当投影方向倾斜于投影面时, 称为斜投影。如图 3 (a) 所示。

当投影方向垂直于投影面时, 称为正投影。如图 3 (b) 所示。

无论对于中心投影法还是平行投影法, 若只知空间点在一个投影面 P 上的投影, 不能确定该点在空间的位置, 如图 4 所示。

二、平行投影法的投影特性

1. 直线的投影一般情况下仍是直线, 特殊情况下投影积聚成一点。

图 5 表示, 经过直线 AB 上的所有点的射线 (投影线) 形成平面 $ABba$, 此平面与投影面交于直线 ab 。直线 ab 即为空间直线 AB 在投影面 P 上的投影。所以一般情况下直线的投影仍然是直线。

在图 5 中, 直线 CD 平行于投影方向, 过 CD 上所有点的射线 (投影线) 都与 CD 重合, 其投影 cd 积聚为一点。它是直线 CD 与投影面 P 的交点。这种投影性质称为积聚性。

2. 空间点属于直线, 则点的投影仍属于该直线的投影; 直线上两线段之比, 等于其投影之比

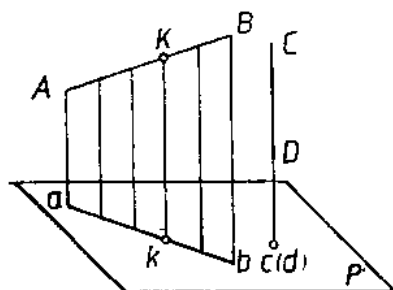
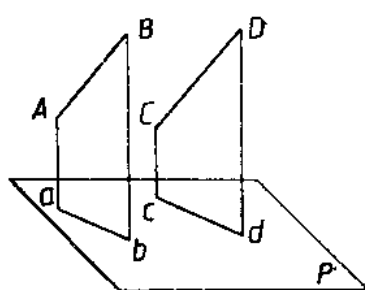
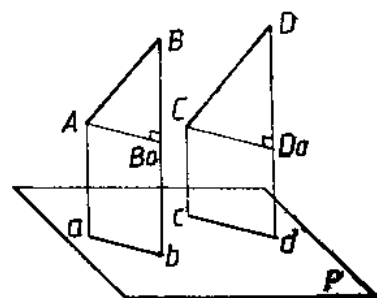


图 5 直线的投影



(a)



(b)

图 6 平行直线的投影

如图 5 所示, 空间点 K 属于直线 AB , 把 AB 分为 AK 和 KB 两线段, 从梯形 $ABba$ 的两底 Aa 、 Bb 和 Kk 互相平行的性质可知: $AK:KB = ak:kb$ 。

3. 空间平行的两直线, 其投影仍互相平行; 两平行线段长度之比, 等于其投影长度之比。

如图 6 (a), 已知 $AB \parallel CD$, 平面 $AabB$ 与平面 $CcdD$ 平行, 此两平行平面被投影面 P 所截, 其两交线平行, 即 $ab \parallel cd$ 。

如图 6 (b), 因 $AB \parallel CD$, 则 $ab \parallel cd$, 又由相似三角形的性质可推出: $AB:CD = ab:cd$ 。

4. 平行于投影面的线段或平面图形, 其投影反映该线段的实长或平面图形的实形。

如图 7、图 8 所示。

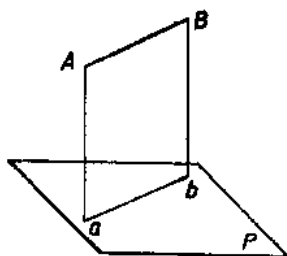


图7 投影反映实长

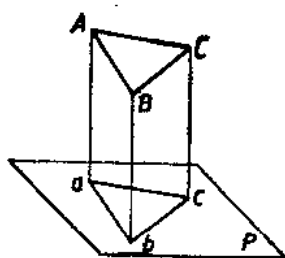


图8 投影反映实形

§3 工程上常用的投影图

一、正投影图

将物体按正投影法分别向两个或两个以上互相垂直的投影面进行投影，所得的投影图称为正投影图。根据物体的这些正投影图，便能确定该物体的空间位置和形状。图9是几何体在三个互相垂直的投影面上投影所得的三面投影图。

正投影图的优点是图形易于反映物体的实际形状和大小，即度量性好，且作图也较方便。因此它在工程上被广泛使用。

正投影图的缺点是直观性较差。

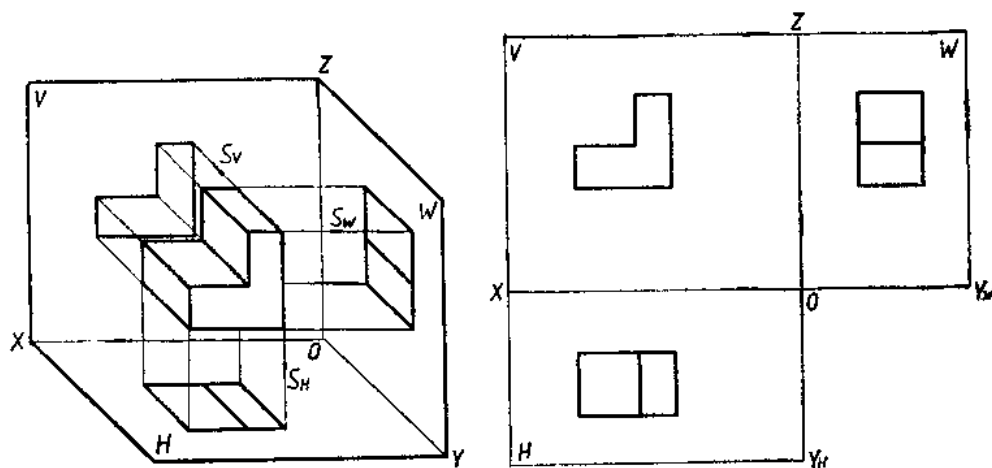


图9 几何体的三面正投影图

图10是机用虎钳钳身的零件图。它是按正投影法绘制的，图上还按机械制图国家标准注出了有关尺寸和各项技术要求等。

二、轴测投影图

按平行投影法（投影方向垂直或倾斜于投影面）将物体及其所在的 $O-XYZ$ 直角坐标系一起投影到单独一个投影面上，所得的投影图称为轴测投影图，简称轴测图。图11为几何体的轴测投影图。

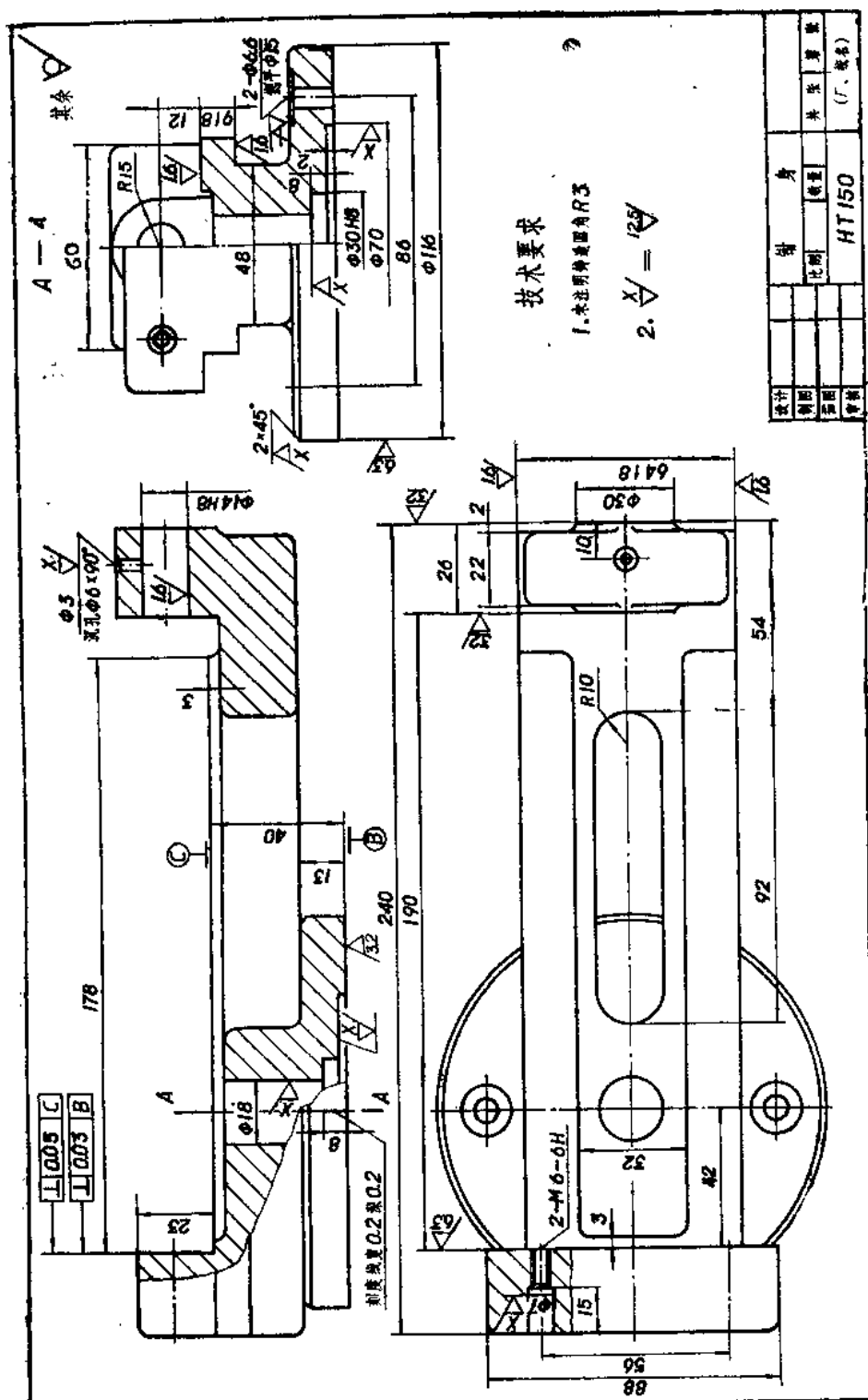


图10 钳身零件工作图

轴测投影图作图较繁，且度量性差。但因它的直观性较好，容易看懂，所以在某些工程图样和书籍中常作为辅助图样使用。

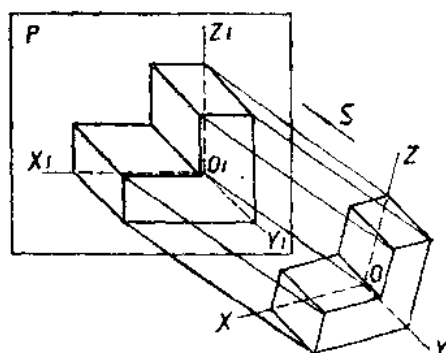


图11 几何体的轴测投影图

三、标高投影图

按照正投影法，将物体投影到一个投影面上，并附加数字以标注其高度。这样的投影图称为标高投影图。

在图12 (a) 中，物体被平面 H_1 、 H_2 、 H_3 所截，其交线投影表示在图12 (b) 中，各曲线旁附加的数字表示同一曲线上各点到投影面的高度。

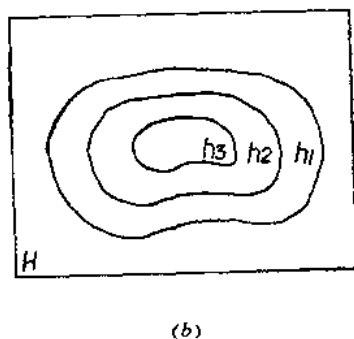
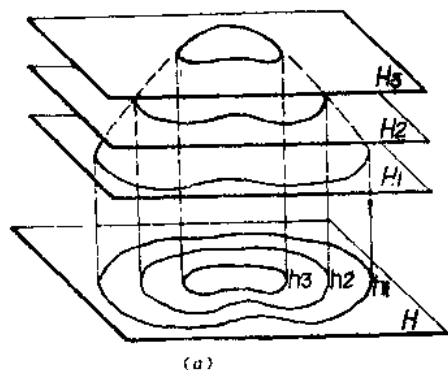


图12 曲面的标高投影图

标高投影图常用来表示不规则曲面，如船体、飞行器、汽车曲面及地形等。

四、透视投影图

按照中心投影法，将物体投影到一个投影面上所得到的投影图称为透视投影图，简称透视图，图13表示一几何体的透视投影图。

透视图与照相机成形原理相似，图形接近于视觉映象。所以透视图的直观性较强。但是，由于透视图不能反映物体的真实尺寸，即度量性差，且作图又复杂，因此，透视图只用于绘画、建筑设计等。

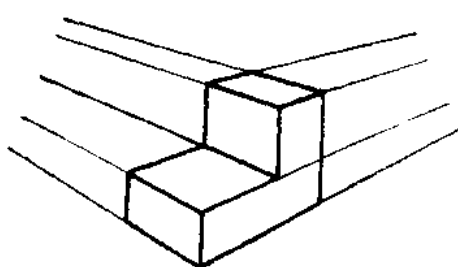


图13 几何体的透视投影图

第一章 机械制图基本知识

绘制图样的质量，直接影响到产品的质量和经济性。要达到完整、清晰、准确、快速地绘制机械图样，除应具有机械方面的基础知识和专业知识外，还必须具有耐心细致、一丝不苟的态度，严格遵守国家标准《机械制图》的各项规定，正确使用绘图仪器和工具，以及掌握并应用合理的绘图方法。

§1-1 国家标准《机械制图》中的若干基本规定

《机械制图》国家标准是我国基础技术标准之一，它起着统一工程界的共同“语言”的重要作用。为了准确无误地交流技术思想，绘图时必须严格遵守《机械制图》国家标准的规定。

一、图纸幅面及格式 (GB4457.1-84) *

1. 绘图时，应优先采用表1-1中规定的基本幅面。

表1-1 基本幅面尺寸 (mm)

幅面代号	$B \times L$	c	a	e
A 0	841 × 1189	10	25	20
A 1	594 × 841			
A 2	420 × 594			
A 3	297 × 420	5		10
A 4	210 × 297			
A 5	148 × 210			

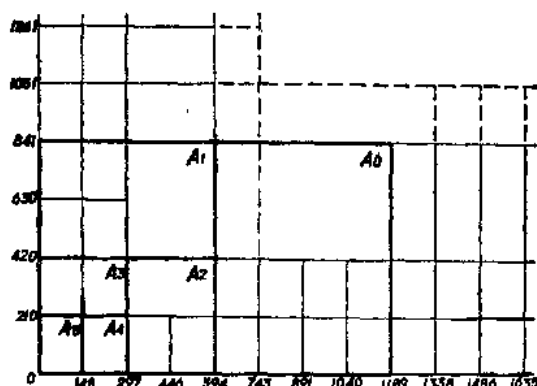


图1-1 图幅及加长边

必要时可将表1-1中幅面的长边加长。对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，见图1-1中的细实线部分。对A₀、A₁幅面也允许同时加长两边，见图1-1中的虚线部分。

2. 图框格式：

(1) 需要装订的图样，其图框格式如图1-2所示，具体尺寸查表1-1。图纸一般采用A₀幅面竖装或A₃幅面横装。

(2) 不留装订边的图样，其图幅格式如图1-3所示，周边尺寸按表1-1中的规定选取。

(3) 图框线用粗实线绘制。

(4) 为了复制或缩微摄影的方便，可采用对中符号。该符号是从周边画入图框内约5mm的一段粗实线，如图1-3所示。

* 国家标准简称“国标”，代号“GB”，GB后的数字“4457.1”是标准的编号，“84”是标准颁布的序号。

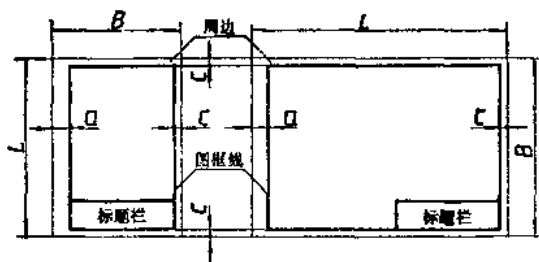


图1-2 装订时的图框格式

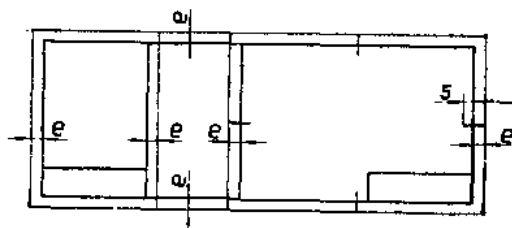


图1-3 不装订时的图框格式

3. 标题栏及其方位:

(1) 每张图样均应有标题栏。标题栏一般由更改区、签字区、其它区、名称及代号区组成，也可按实际需要增加或减少。图1-4为GB10609.1-89中供参考的标题栏格式。学校制图作业建议采用如图1-5的格式。作为装配图的标题栏时，应画出全部内容，但带括号的材料一栏不必填写；作为零件图的标题栏时，只需画出图中高(28)粗线框内的部分。

150									
10	10	16	16	12	16	(材料代号)		(单位名称)	
4 × 6.5 (=26)						12	12	(图样名称)	
标记	处数	分区	更改文件号	签名	年、月、日	阶段标记	数量	比例	10
设计	(签名)	(年月日)	标准化	(签名)	(年月日)	6.5			9
审核						共 张 第 张		(9)	18
工艺			批准			50			
12	12	16	12	12	16				

图1-4 标题栏格式

10	20	35	10	25	
7	7	7	7	7	7
序号	代号	零件名称	数量	材料	备注
设计		(图 名)		(图 号)	
制图		比例	数量	张数	第 张
描图		(图 样)		(校 名、班级)	
审核					
40	10		18	18	
120					

图1-5 学校作业用标题栏格式

(2) 无论图样是否装订，标题栏的方位一般应按图1-2所示的方式绘制。必要时也可按图1-6的方式绘制。标题栏中的文字方向为看图的方向。

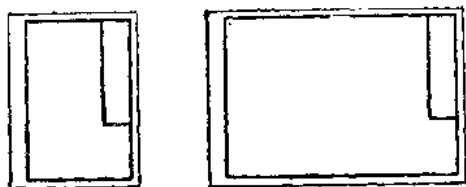


图1-6 标题栏的另一种配置方式

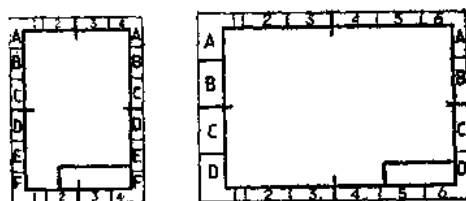


图1-7 图幅分区

4. 图幅分区:

(1) 必要时可按图1-7所示的方法将图幅分区。

(2) 每边的图幅分区数应是偶数，具体数目依图样的复杂程度而定。分区线为细实线，每一分区的长度应在25~150mm之间选取。

(3) 在分区内，沿标题栏的长边方向，从左至右用直体阿拉伯数字依次编号；沿标题栏的短边方向，自上而下用大写直体拉丁字母依次编号。编号顺序应从图纸的左上角开始，并应在相对边重复注写，如图1-7所示。

(4) 当需指明图幅的分区区域时，其代号应写成或读作阿拉伯数字在左，拉丁字母在右的形式，如3B，5C。

二、比例 (GB4457.2-84)

1. 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。

2. 绘图时，一般应采用表1-2中规定的比例。在选用比例时，最好选用原大比例，如1:1，以便于从图中看出实物的真实大小。由于物体的大小及其结构的复杂程度不同，对大而简单的物体，宜采用缩小的比例；对小而复杂的机件，宜采用放大比例。对同一机件的各个视图应采用相同的比例，并在标题栏“比例”一栏中填写所用的比例。当机件上有较小或较复杂的结构需用不同比例绘制时，必须另行标注，如图1-8所示。

表1-2 标准比例

与实物相同	1:1			
缩小比例	1:1.5	1:2	1:2.5	1:3
	1:4	1:5	1:10 ⁿ	1:1.5×10 ⁿ
	1:2×10 ⁿ	1:2.5×10 ⁿ	1:5×10 ⁿ	
放大比例	2:1	2.5:1	4:1	5:1
	(10×n):1			

注：n为正整数

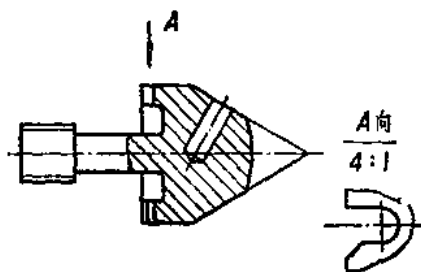


图1-8 不同比例的标注

三、字体 (GB4457.3-84)

图样中书写的字体必须做到：字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀。字体的号数（即字体的高度，单位为毫米）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2/3。字母及数字的笔划粗细，可选取字体高度的1/10。各种字体的特点及示例如下：

1. 汉字

汉字应写成长仿宋体，并应采用国家正式公布的简化字。写长仿宋字的要点是：横平竖

* 汉字不宜采用2.5号。

直、注意起落、笔划匀称、填满字格。长仿宋字的示例如下:

字体端正 笔划清楚 排列整齐 间隔均匀

图名 图号 零件名称 材料 数量 规格 备注 制图 校对 日期 技术要求

未注圆角 螺栓 柱钉 母垫圈 齿轮 精度 等级 热处理 淬火 调质 孔深

2. 拉丁字母及数字

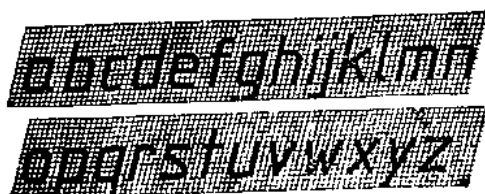
字母及数字有直体、斜体之分。斜体字与水平线约倾斜75°, 通常采用斜体书写。各种字

母、数字的字形示例如下:

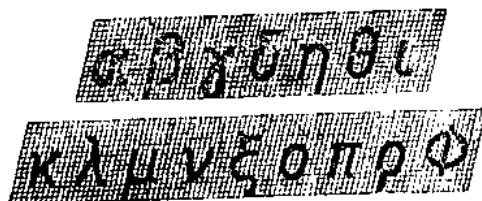
拉丁字母大写斜体



拉丁字母小写斜体



希腊字母



阿拉伯数字



罗马数字



3. 字体组合的应用示例

用作指数、分数、极限偏差、注脚等的字母及数字, 一般采用小一号字体。

组合应用的示例如下: