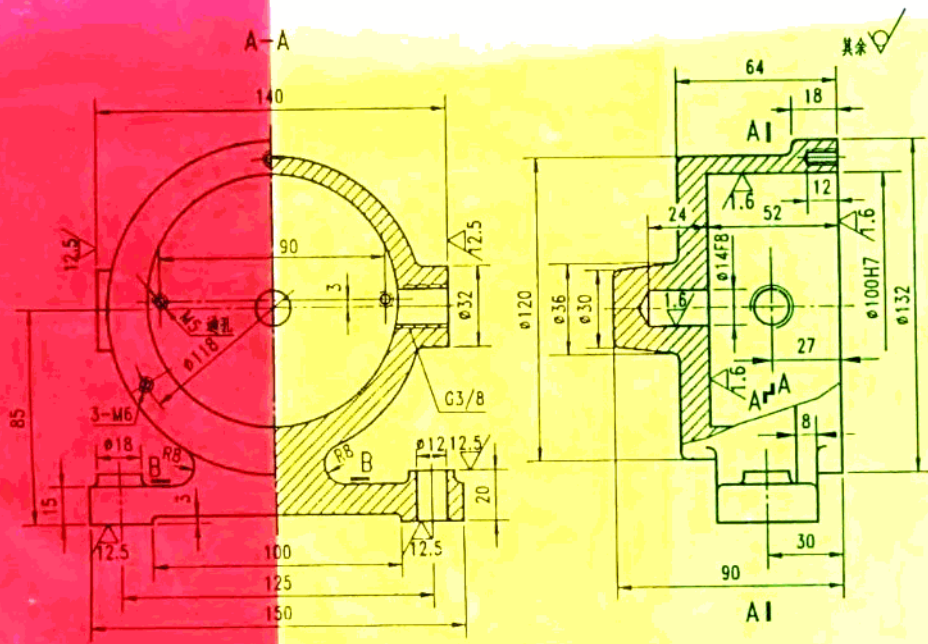


高等学校教材

现代工程制图

张春元 主编

朱泗芳 副主编



中南工业大学出版社

前 言

目前生产中使用的图样,主要是依靠手工的方式绘制出来的。这种绘图方式速度慢、精度低、劳动量大,特别对于一些精度要求高、图线密集的图形,手工绘制几乎是不可能的。这种状况与现代科学技术发展的要求很不适应。

随着计算机技术的飞速发展,传统的手工绘图正逐渐被速度快、精度高、易于使用与开发的计算机绘图(Computer Graphics 简称 CG)所代替。CG是计算机应用学科的一个分支,是计算机辅助设计(Computer Aided Design 简称 CAD)的重要组成部分。国务院有关部门已作出决定,要求大力推广CAD技术,这就对我国工程技术的发展和人才的培养提出了明确的方向。

为了培养跨世纪的人才,本书把工程制图的理论、方法与国内外最流行的微型计算机绘图软件AutoCAD(12.0)结合起来,使读者具体了解交互式绘图技术,迅速进入一个崭新的领域。初学者经过短期学习和实践,便能在微型计算机上绘制出机械、电气、建筑、地质、矿冶、材料、管理等领域的工程图样。深入学习,还可进行二次开发,为研究和工作服务。

为了缓解新内容增加与学时数减少的矛盾,我们对传统的教材进行了改革。在内容编排上,我们把工程制图与微机绘图紧密地结合起来,把画法几何中的基础理论与工程制图紧密地结合起来,以使内容具有先进性和实用性;在论述与剖析方面,遵循少而精的原则,突出重点,剖析层次,对“三基”内容尽量讲深讲透;在写法上,力求通俗易懂,言简意赅,便于自学。尽管如此,本书仍处于初级阶段,在内容的广度和深度方面都有待于发展和完善。

参加本书编写工作的有:汤晓燕、李进(合编第2章),云忠(第3章、第12章),何凤桥(第4章、第7章),朱泗芳(第5章、第6章、附录并任副主编),徐绍军(第9章),杨放琼(第11章),张春元(绪论、第1章、第4章、第8章、第10章并任主编)。

与本书配套的《现代工程制图习题集》(徐绍军、杨放琼主编)也同时出版,供选用。

本书在编写和出版过程中,得到了中南工业大学出版社和教研室全体同志的大力支持,特表感谢。

由于我们编写改革教材的经验不足,加上水平有限,书中定有不少缺点和错误,请读者提出宝贵意见。

编 者

1997.7.1

内容简介

本书把工程制图的投影理论与微型计算机的绘图方法有机地结合起来,具有内容新颖、实用性强、普及面广、通俗易懂等特点。

本书介绍的 Auto CAD(12.0)软件是目前国内外最流行的微机绘图软件。读者经过短期的学习和实践,便能在微机上绘制出机械图、建筑图、地矿图、电路图等工程图样来,从而登上现代设计绘图的新台阶。

书中各项技术标准均采用国家颁发的最新标准。所用微机绘图软件具有通用性并可进行二次开发。

本书可作为高等工业学校非机类各专业的教材,也可作为函大、电大、职大、夜大及自考等有关专业的教材并可供工程技术人员参考。

目 录

绪论	(1)
第1章 投影原理及三面视图	(7)
1.1 投影的基本知识	(7)
1.2 物体表面上平面、直线和点的投影	(12)
1.3 立体的三视图	(18)
第2章 Auto CAD 软件绘制三视图	(51)
2.1 Auto CAD 基本知识	(51)
2.2 基本绘图命令	(56)
2.3 图形编辑	(63)
2.4 绘图辅助工具	(76)
2.5 综合举例	(78)
第3章 轴测图	(85)
3.1 轴测图基本知识	(85)
3.2 正等轴测图	(86)
3.3 斜二等轴测图	(91)
3.4 轴测剖视图的画法	(94)
3.5 Auto CAD 基本三维绘图命令	(94)
第4章 机件的表达方法	(102)
4.1 视图	(102)
4.2 剖视图	(104)
4.3 剖面图	(113)
4.4 其它表达方法	(115)
4.5 表达方法综合举例	(120)
4.6 第三角画法简介	(122)
4.7 剖面符号(HATCH)命令	(123)
第5章 标准件与常用件	(129)
5.1 螺纹及螺纹紧固件	(129)
5.2 键和销	(141)
5.3 滚动轴承	(144)
5.4 弹簧	(146)
5.5 齿轮	(149)
第6章 零件图	(157)
6.1 概述	(157)
6.2 典型零件的表达方法	(158)
6.3 零件结构的工艺性	(165)

6.4	零件测绘	(169)
6.5	看零件图的方法	(175)
第7章	尺寸标注	(178)
7.1	尺寸标注方法	(178)
7.2	尺寸标注(DIM与DIM1)命令	(186)
第8章	表面粗糙度与公差配合	(204)
8.1	表面粗糙度	(204)
8.2	公差与配合	(210)
8.3	形状和位置公差简介	(219)
第9章	装配图	(223)
9.1	装配图的作用和内容	(223)
9.2	部件的表达方法	(223)
9.3	装配图的尺寸标注、序号和明细栏	(228)
9.4	装配结构的合理性简介	(230)
9.5	由零件图拼画装配图	(232)
9.6	看装配图和由装配图拆画零件图	(235)
9.7	Auto CAD的高级绘图功能——图层与图块	(239)
第10章	展开图与焊接图	(256)
10.1	投影变换	(256)
10.2	展开图	(263)
10.3	焊接图	(270)
第11章	房屋建筑图	(275)
11.1	房屋建筑图基本知识	(275)
11.2	看厂房建筑图	(281)
11.3	计算机辅助建筑制图	(283)
第12章	Auto CAD的深入开发	(289)
12.1	Auto CAD库文件用户化	(289)
12.2	Auto CAD高级开发技术	(294)
附录		
一、	螺纹	(299)
二、	常用标准件	(301)
三、	常用材料及热处理名词解释	(310)
四、	公差与配合	(314)
五、	标题栏和明细栏	(316)

绪 论

一、本课程的任务和学习方法

为了正确、清晰地表示出机器、设备及厂房建筑物的结构形状、尺寸大小及生产上的技术要求，在工程中，通常将机器或建筑物按照一定的投影方法和技术规定，将上述内容表达在图纸上，这就是工程图样。

工程图样是设计、制造、使用和技术交流的重要技术文件。它不仅是生产和施工的依据，也是人们交流技术思想的工具，因此，它被喻为工程技术界的“语言”。

随着计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助制造(CAM)和计算机辅助工程(CAE)的飞速发展和广泛应用，一门新兴学科——计算机图形学应运而生。它把传统的图学、几何学、应用数学同现代计算机技术结合起来，成为计算机应用的一个重要方面。

近十几年来，人们将过去仅在大中型计算机上运行的交互式图形软件逐步向微型机移植。CAD与微型计算机绘图已经开始进入实用化与普及化阶段。

《现代工程制图》将国内外最流行的绘图软件 Auto CAD 与工程制图结合起来，使学员具体了解交互式绘图技术，从而进入一个崭新的绘图领域。

本书既介绍工程图样的图示原理、绘图和读图方法及有关标准，又介绍微型计算机绘图。学习本课程的目的是培养学生具有绘制、阅读工程图样的能力和空间想象能力，能在图板和微机上绘制出机械零件图、部件装配图及建筑施工图。通过本课程的学习，将为今后的课程设计、毕业设计及工作打下扎实的基础。

本课程是一门实践性很强的课程，要多画多看，不断地由“物”画“图”，由“图”想“物”，分析“图”与“物”之间的对应关系，才能不断地提高绘图能力和读图能力；要上机操作，不断实践，才能培养熟练处理图形的能力。此外，学生在做作业时，必须严格遵守国家标准，采用正确的作图方法和步骤，培养耐心细致的工作作风和严肃认真的工作态度。

二、国家标准《机械制图》中的部分规定

(一) 图纸幅面及格式

为了合理利用图纸和便于图样管理，国家标准(简称为“国标”，其代号为“GB”)规定了5种基本幅面。其中A0幅面最大，A4幅面最小，具体尺寸如表1。

无论图纸是否装订，均应按图1及表1规定的尺寸用粗实线画出图框。

图框的右下角应画出标题栏(如图1所示)。标题栏中的文字方向为看图的方向。学校的制图作业，建议采用图2所示的格式。

表1 图纸幅面尺寸(mm)

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

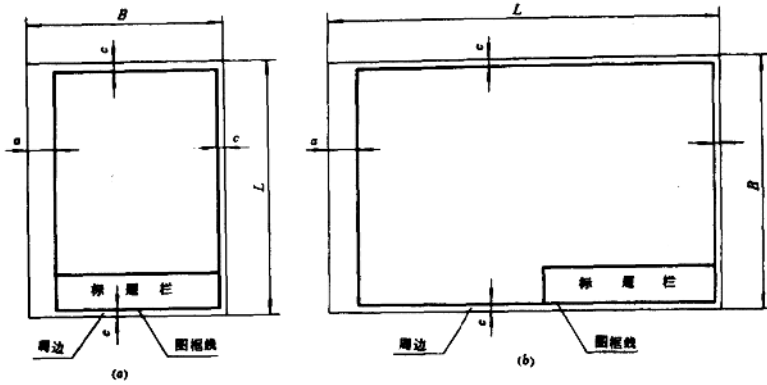


图1 图框格式及标题栏方位

4×8=32	(图 名)					比例	
	(校 名)					材料	
	制图	(签名)	(日期)	(专业 班)		(图 号)	
	审核					15	25
	15	25	15	140			

图2 作业中采用的标题栏和明细栏

(二)比例

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。画图时，应尽量用1:1的比例画图，以便从图样上得到机件的真实大小。当机件太大或太小则采用缩小或放大的比例画图，所用比例应符合表2中的规定。不论缩小或放大，在标注尺寸时，必须注机件的实际尺寸。

(三)字体

在图样中，书写的长仿宋体汉字、数字和字母等，必须做到“字体端正，笔划清楚，排列整齐，间隔均匀”。

字体的大小，分为7种号数，字体的号数，即字体的高度(单位为mm)，有20、14、

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

注：n 为正整数

10、7、5、3.5、2.5，字体的宽度约等于其高的三分之二。
长仿宋体汉字、斜体数字和字母等示例如图3所示。

字体端正 笔划清楚 排列整齐 间隔均匀

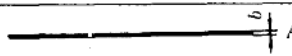
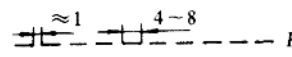
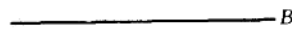
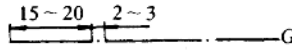
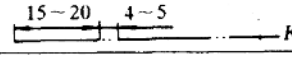
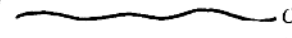


图3 字体示例

(四)图线及其画法

绘图时，应采用表3中规定的图线。各种图线的应用举例见图4。

表3 图线

图线名称	图线型式	线宽	一般应用
粗实线		$b = 0.5 \sim 2\text{mm}$	可见轮廓线、可见过渡线
虚线		约 $b/3$	不可见轮廓线、不可见过渡线
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、指引线等
细点划线		约 $b/3$	轴线、对称中心线
双点划线		约 $b/3$	极限位置的轮廓线、相邻辅助零件的轮廓线
波浪线		约 $b/3$	断裂处的边界线

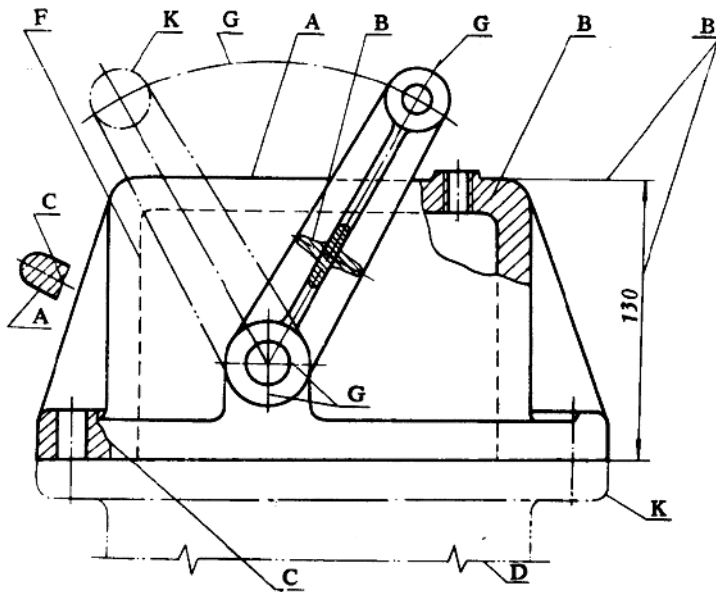


图4 图线应用示例

(五) 尺寸注法

图形只能表达机件的形状，其大小则须通过标注尺寸来确定。图中的尺寸数值表示机件的真实大小，与图形的大小及绘图的准确度无关。

一个完整的尺寸，一般应由尺寸界线、尺寸线、尺寸数字和箭头组成(见图5)。尺寸数字的单位规定为 mm，图中不需注明。机件的每一个尺寸，一般只标一次，且应标在结构最清楚的图形上。

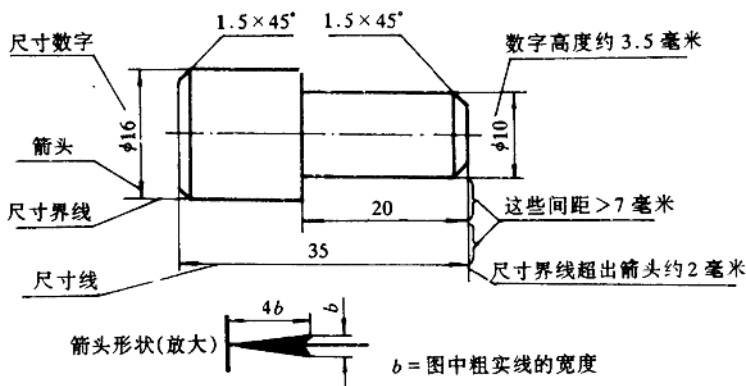


图5 尺寸的组成

圆和大于半圆的圆弧应标注直径尺寸，并在尺寸数字前加注符号“ ϕ ”；等于或小于半圆的圆弧应标注半径尺寸，并在尺寸数字前加注符号“R”。如图6所示。

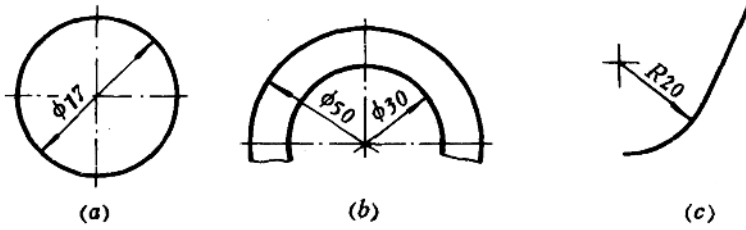


图6 圆和圆弧的尺寸注法

对于较小的尺寸，在没有足够的位置画箭头或写数字时，允许将箭头画在尺寸界线的外侧或用圆点代替，如图7所示。

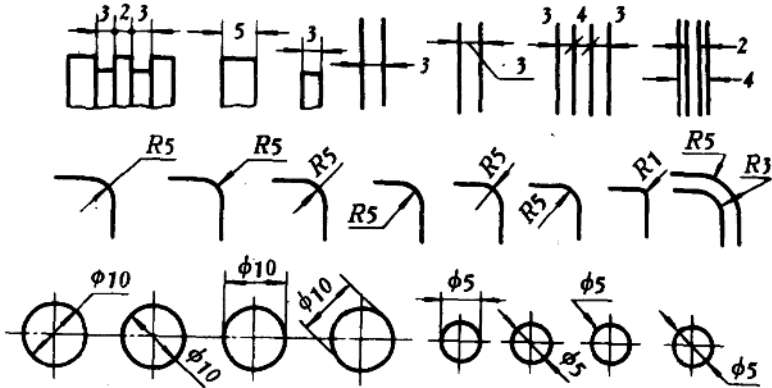


图7 小尺寸的注法

三、绘图软件 Auto CAD 概述

(一) 微型计算机绘图的发展

随着计算机技术的飞速发展，传统的手工绘图正逐渐被计算机绘图(Computer Graphics, 简称CG)所代替。CG是计算机应用学科的一个分支，是计算机辅助设计(Computer Aided Design, 简称CAD)的重要组成部分。

近十几年来，由于微型计算机硬件水平的不断提高和成本的降低，软件开发研究的飞速发展，过去仅在大中型计算机运行的交互式图形软件包逐步向微型机移植。从而使CG与CAD开始进入普及化与实用化阶段。Auto CAD是美国AUTODESK公司研制的适用于微型计算机的交互式绘图软件包，自1982年问世以来，版本不断更新，功能不断增强，到1987年4月推出的2.6版时就更新了7次。这时的Auto CAD已具有很强的二维作图编辑功能。1988年10月推出的10.0版，三维作图功能已大大增强，1992年6月推出的12.0版和1994年11月推出的13.0版，将该软件又提高到更新、更高的水平。

绘图软件Auto CAD经过不断完善，现已成为国际上最流行的绘图软件。由于它是一个

功能极强的软件，加上它对硬件配置要求不高，在 IBM PC/AT、PC/XT 以及各种 386 机、486 机及奔腾 586 机上都可运行，又有多个成功的汉化版本，因此，在众多的 CAD 软件中，它最受我国广大用户的欢迎。

(二) Auto CAD 软件的优点

与手工方法相比，用 Auto CAD 软件绘图有以下优点：

(1) 速度快 Auto CAD 软件具有很强的绘图与编辑能力，它不但可绘制一般的二维、三维图形，而且可以将图形进行放缩、平移、旋转、镜像变换、插入、复制及删除等。如你在绘图时要用到多种标准件，你不必每个都重新绘制，只需将每种标准件画一个保存在磁盘中，在绘图时插入其中即可。绘图过程中通常是一次成图，不需经过画底稿再加深的过程，删除图形时也不会在所绘图形上留下任何擦除的痕迹。因此，这种绘图方法不仅快捷准确，而且美观标准。

(2) 精度高 Auto CAD 软件的放大功能可以将图形中任一小部分放大，就如同在放大镜下看局部一样，这样画起来更加得心应手，画好后又可以将图形恢复原大，误差可以大大减小，这是传统绘图方法无法比拟的。

Auto CAD 提供的辅助绘图工具的功能：如对光标进行网点捕捉、目标捕捉、显示网格和坐标轴、设置正交状态等，仿佛提供了一套能够运用自如的绘图工具，能方便地精确定位于所需的绘图点。

(3) 易于学习与开发 Auto CAD 提供了如键盘、屏幕菜单、数字化仪菜单、鼠标器等多种用户接口，便于用户采用人机对话方式来实现 Auto CAD 的各种功能，生成的图形和数据还可通过绘图仪或打印机输出，使 Auto CAD 易学易用。

Auto CAD 的结构是开放的体系结构。它配备的 AutoLISP 语言，有较强的图形处理功能，通过交换文件可以同其它高级语言通讯，Auto CAD 为用户提供了结合本专业工作需要，对 Auto CAD 进行功能扩展和二次开发的多种方法和手段。

(三) Auto CAD 软件的应用

(1) 在工业部门中的应用 用来绘制机械零件图、机器或部件装配图及轴测图；汽车、飞机及船舶外形图；集成电路图等。

(2) 在工程部门中的应用 用来画建筑施工图、透视图；等高线图、地质断面图、矿藏调查结果图等。

(3) 在科学研究中的应用 它将各种计算结果或试验数据绘线图形，并进行分析。例如，绘制原子、分子结构图，人造卫星轨道图及气象图等。

(4) 在经营管理中的应用 用来进行财务分析，绘制盈亏动向表，广告、市场分析表以及统计分析图等。

(5) 在其它方面的应用 可用于系统模拟与动画设计。它可生动地描述液体流动、核反应、化学反应及工程结构在有载荷时的变形等，不仅有很好的观赏价值，而且有很高的应用效果。此外，还可用于服装设计、艺术绘图、生产过程控制、计算机辅助制造(CAM)及计算机辅助教学(CAI)中。

第 1 章 投影原理及三面视图

1.1 投影的基本知识

在工程图中，物体的形状是通过视图表示出来的，而视图是采用正投影法画出来的。因此，首先研究正投影法，然后研究三面视图。

一、正投影法

当灯光或日光照射物体时，在地面或墙上就会出现物体的影子，这就是日常生活中遇到的投影现象。人们经过长期的观察和思考，从物体与其投影之间对应关系的规律中，创造出一种在平面上表达空间物体的方法，叫投影法。

如图 1-1 所示，将三角板放在灯与地面之间的适当位置，地面上就会出现三角板的影子。这个影子的轮廓就称为三角板的投影；地面称为投影面；光线称为投影线。不过在这种情况下，光线是从一点发出的，投影线间并不平行，如果我们变动物体到投影面的距离，其投影的大小就会发生变化。

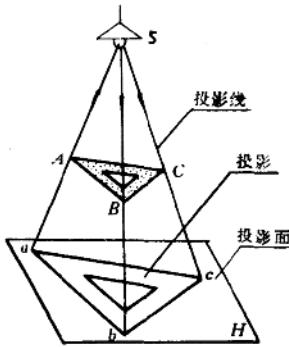


图 1-1 三角板的投影

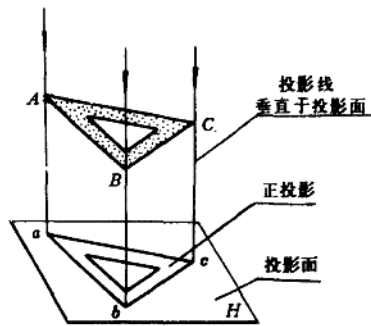


图 1-2 三角板的正投影

如图 1-2 所示，若我们将光源移到无限远处(如太阳)，投影线就相互平行了。若投影线相互平行，并垂直于投影面，而三角板又处于平行于投影面的位置，则所得的投影就同三角板的真实大小一致，而与三角板同投影面的距离无关。

上述以一束相互平行，且垂直于投影面的投影线，将物体向投影面进行投影的方法，称为正投影法。

用正投影法获得的图形，称为正投影图，或简称为投影。

一般工程图样大都是采用正投影法绘制的正投影图，通常将人的视线当作垂直于投影面的投影线(即正对着看)，因而称正投影图为视图。

二、正投影法的投影特性

(1) 平行于投影面的平面(或线段)，其投影反映实形(或实长)。

如图 1-3 (a) 所示，物体上的平面 $\triangle ABC$ 平行于投影面 H ， $\triangle abc \cong \triangle ABC$ 。这种特性称为反映实形。

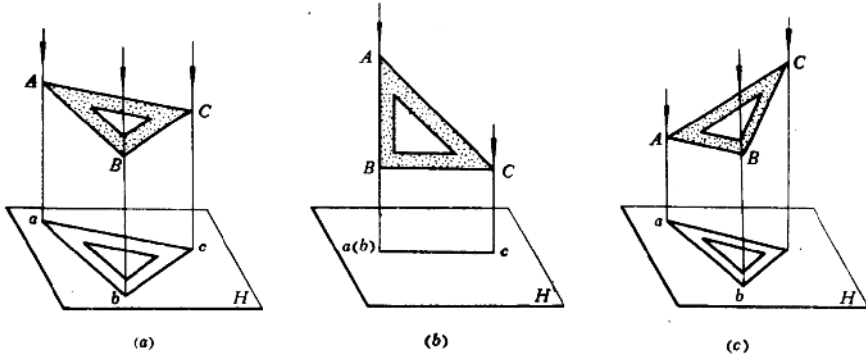


图 1-3 平面的正投影特性

(a) 反映实形；(b) 有积聚性；(c) 成类似形。

(2) 垂直于投影面的平面(或直线)其投影为一直线(或一点)。

如图 1-3 (b) 所示， $\triangle ABC$ 垂直于投影面 H ，其投影积聚成一条直线段(线段在本书中统称为直线)，直线 AB 垂直于投影面 H ，其投影积聚为一点。这种特性称为有积聚性。

(3) 倾斜于投影面的平面其投影成类似形。

如图 1-3 (c) 所示， $\triangle ABC$ 倾斜于投影面 H ，其投影仍为三角形，但 $\triangle abc$ 不反映实形，称为类似形；直线 AC 倾斜于平面 H ， $ac < AC$ 。

由于正投影图有“反映实形(或实长)”，“有积聚性”两个特性，所以，它不仅易于表达物体的形状和大小，而且还具有绘制简便的优点；“类似形”这一特性将给读图带来帮助。

三、三视图的形成及投影规律

(一) 三视图的形成

如图 1-4 所示，将三角块置于人和投影面 V 之间，并使三角形表面平行于投影面 V ，则它在这个投影上的投影是一个三角形线框。这个线框反映了三角块前后两个三角形表面的真实形状和大小(前后两个三角形表面的投影重合)。而三角块的三个长方形表面则由于同投影面垂直，它们的投影积聚成为三条直线，并分别同三角形线框的三条边重合。显然，这个正投影图只反映该物体三角形表面的形状和大小，而长方形表面则未能反映。这说明，只用一个视图往往不能反映物体的全貌。

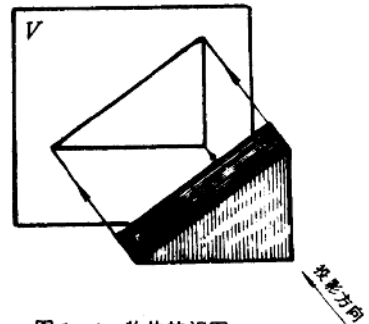


图 1-4 物体的视图

为了将物体各方面的形状和大小都反映出来，一般常用三个互相垂直的投影面，将物体

放在三个投影面之间的适当位置，并分别向这三个投影面投影而得到三个视图，由这三个视图相互补充，将物体表达清楚。

三个互相垂直的投影面如图 1-5(a)所示分别叫做正面投影面，简称正面或 V 面；水平投影面，简称水平面或 H 面；侧面投影面，简称侧面或 W 面。投影面之间的交线称为投影轴。H、V 面交线为 OX 轴(简称为 X 轴)，代表长度方向；H、W 面交线为 OY 轴(简称 Y 轴)，代表宽度方向；V、W 面交线为 OZ 轴(简称 Z 轴)，代表高度方向。三根投影轴互相垂直，其交点 O 称为原点。

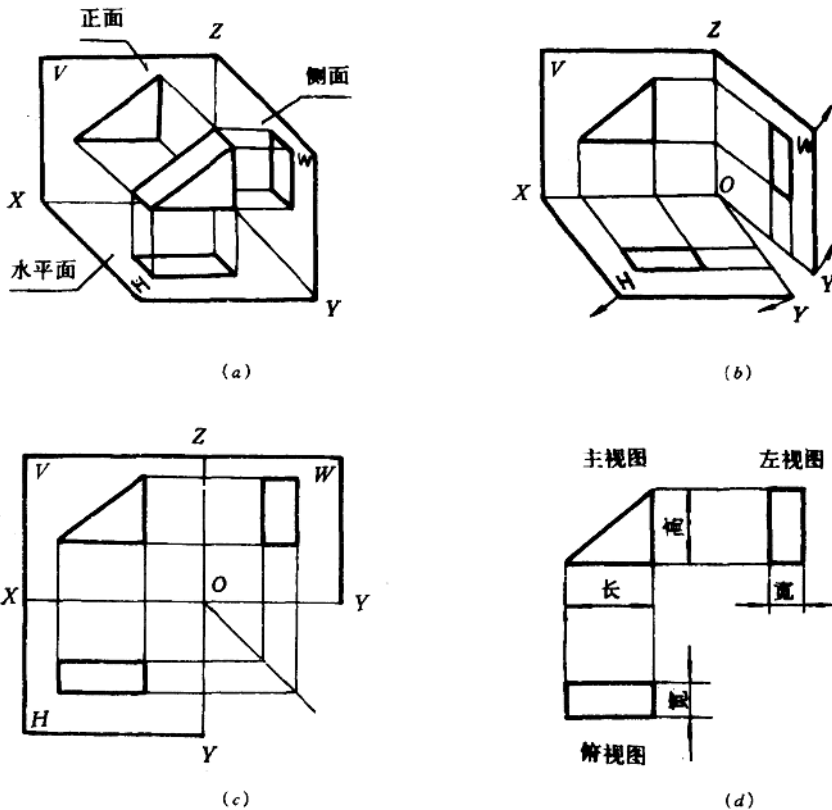


图 1-5 三视图的形成

(a)将物体向三个投影面投影；(b)将投影面展开；(c)展开后的情况；(d)物体的三视图。

将三角块放置在三投影面体系(简称三面体系)中，使三角块的底面与水平面平行，前后面与正面平行，右面与侧面平行。然后用正投影法从物体的前方、上方、左方分别向各投影面进行投影。这样，在三个投影面上便得到三个视图，即：

- 从前向后投影，物体在正面 V 上的投影称为主视图；
- 从上向下投影，物体在水平面 H 上的投影称为俯视图；
- 从左向右投影，物体在侧面 W 上的投影称为左视图。

主视图、俯视图及左视图通常称为三面视图简称为三视图。

为了将三个视图画在同一平面上，规定按图 1-5 (b) 所示方法展开：取走空间物体，使 V 面不动，将 H 面与 W 面沿 Y 轴分开，然后使 H 面连同俯视图绕 X 轴向下旋转 90°，W 面连同左视图绕 Z 轴向右旋转 90°，使它们与正面摊成一个平面。

展开后的三视图如图 1-5 (c) 所示：左上方是主视图，俯视图在主视图的下方，左视图在主视图的右方。凡视图按这种配置，视图名称一律省略不写。为使视图清楚，投影面边框也省略不画，这样就得到了图 1-5 (d) 所示的三视图。

(二) 三视图的基本规律

1. 三视图的投影规律 如上所述，我们把 X 轴向尺寸称为长，Y 轴向尺寸称为宽，Z 轴向尺寸称为高。从图 1-5 可以看出：

主视图反映物体的长和高；

俯视图反映物体的长和宽；

左视图反映物体的高和宽。

由于图 1-5 是物体在同一位置分别向三个投影面作投影所得到的三视图。因此，这三个视图不是孤立的，它们有着内在的联系。三者之间的投影关系归纳为：

主视图与俯视图，长对正；

主视图与左视图，高平齐；

俯视图与左视图，宽相等。

这三个关系可简称为：长对正，高平齐，宽相等。工程制图中称之为三视图的投影规律，它是画图和看图的依据。不仅适用于整个物体，也适用于物体的每一个局部，因此应很好地理解、运用和掌握它。

2. 三视图与物体位置的对应关系 观察图 1-6 可知：

主视图反映物体的左、右和上、下的位置关系；

俯视图反映物体的左、右和前、后的位置关系；

左视图反映物体的前、后和上、下的位置关系。

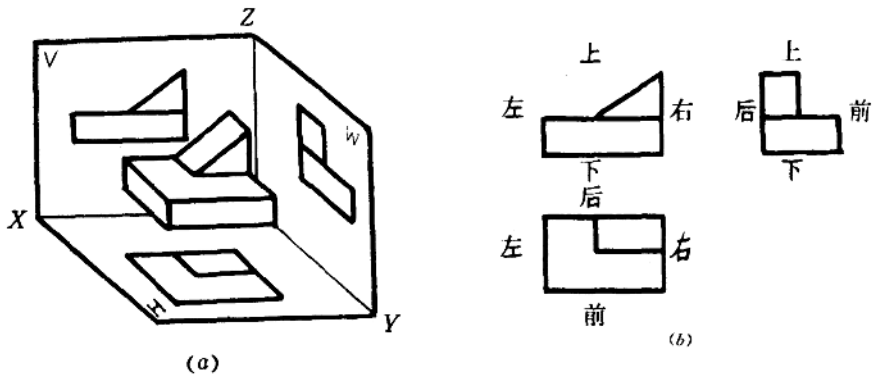


图 1-6 三视图与物体的位置关系

(a) 立体图；(b) 三视图。

应当注意，俯视图与左视图靠近主视图的一方反映物体的后方，远离主视图的一方反映物体的前方。在俯视图及左视图上量取宽度时，不仅要注意“宽相等”，而且要注意前后方向一致。

(三) 三视图投影规律的运用

1. 在画图时的运用 画物体的三视图时，应使物体上的主要面尽量平行于投影面；要注意分析物体上各个面与投影面的相对位置(平行、垂直或倾斜)和它们的投影特性；所画的三视图必须符合投影规律。

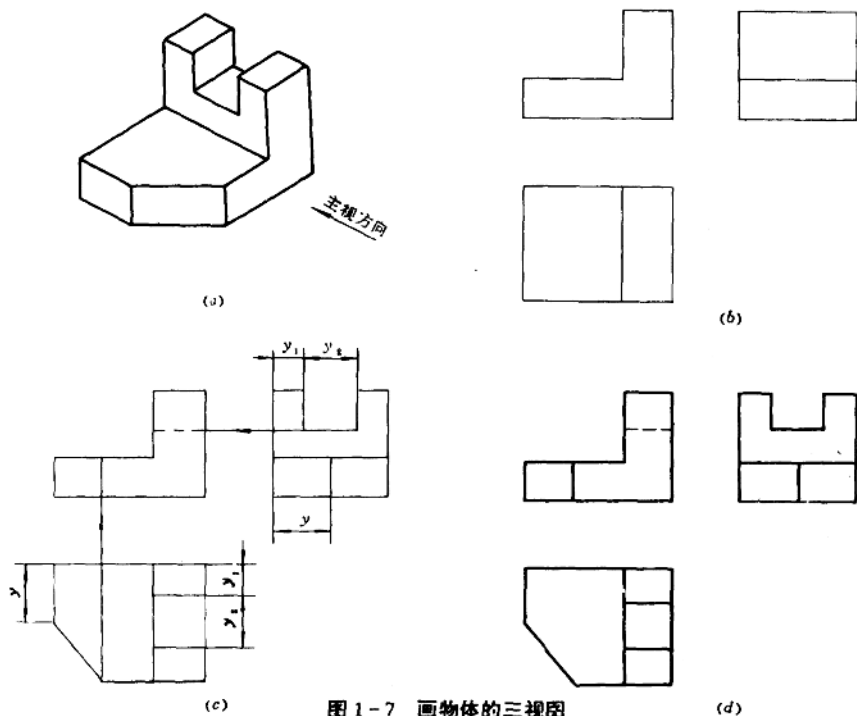


图 1-7 画物体的三视图

【例 1-1】 画出图 1-7 (a) 所示物体的三视图。

解：1. 分析 这个物体是在直角弯板左端切角，右端开槽后形成的。画图时可先画出直角弯板的三视图，然后画切角和方槽的投影。为便于作图，应先画反映形状特征的投影面后按投影规律画其它投影。

2. 作图

(1)画弯板的三视图图 1-7 (b) 先画反映弯板形状特征的主视图，然后根据投影规律画俯、左两视图。

(2)画切角和方槽的三面投影图 1-7 (c) 由于物体被切角后的平面垂直于水平面，故应先画出其水平投影；由于构成方槽的三个平面的侧面投影都积聚成直线，反映了方槽的形状特征，故先画出其侧面投影。在俯、左两视图中量取宽度尺寸时，不仅要注意“宽相等”，还要注意前后方向一致(如图中的 y 、 y_1 、 y_2 坐标)。

图 1-7 (d) 为加深后的三视图。图中的虚线为不可见的轮廓线。

2. 在看图中的运用 看图就是根据一组视图，按照投影规律想出物体的形状。很明显，看图是画图的逆过程。看图时，不仅要弄清每个视图的投影方向，还要抓住有形状特征的视

图配合其它视图一起看，如图 1-8 所示的三组视图中，主视图都相同，但从俯视图看，它们表示三个完全不同的物体。

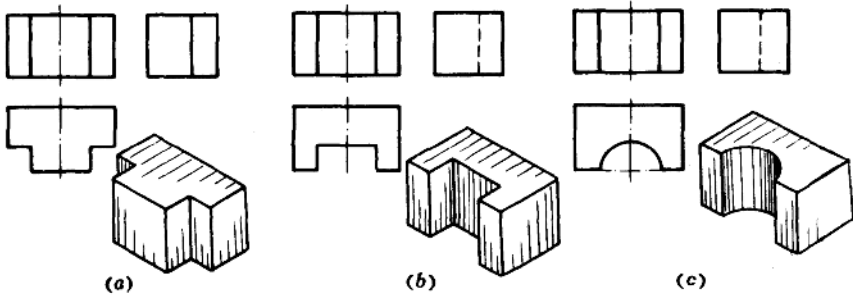


图 1-8 将三面视图联系起来看

1.2 物体表面上平面、直线和点的投影

物体的形状不论怎样复杂，都是由面、线、点这些几何要素所组成。画物体的视图，主要是画出组成物体的面、线、点的投影。因此，掌握其投影特性，对画图 and 看图将具有普遍意义。

一、物体表面上平面的投影

在三面体系中，平面按其相对于投影面的相对位置，可分为三类：投影面平行面、投影面垂直面和投影面倾斜面。前两类平面称为特殊位置平面，后一类平面称为一般位置平面。

(一) 投影面平行面

平行于一个投影面，亦即垂直于另外两个投影面的平面统称为投影面平行面，简称平行面。其中，平行于 V 面的平面称为正平面；平行于 H 面的平面称为水平面；平行于 W 面的平面称为侧平面。

现以表 1-1 中的水平面为例，分析其投影特性：

- (1) 物体顶面是水平面，它平行于 H 面，因此在 H 面上的投影反映实形。
- (2) 顶面平行于 H 面，它必然垂直于 V 、 W 面，因此在 V 、 W 面上的投影均积聚为横线。

正平面和侧平面的投影特性与水平面类同，见表 1-1。

(二) 投影面垂直面

垂直于一个投影面而倾斜于其它两个投影面的平面统称为投影面垂直面。其中，垂直于 V 面的平面称为正垂面；垂直于 H 面的平面称为铅垂面；垂直于 W 的平面称为侧垂面。

现以表 1-1 中的正垂面为例，分析其投影特性：

- (1) 物体左边的平面是正垂面，它垂直于 V 面，因此在 V 面上的投影积聚为一斜线。
- (2) 由于该平面倾斜于 H 、 W 面，因此在 H 、 W 面上的投影均成类似形。

铅垂面和侧垂面的投影特性与正垂面类同，见表 1-1。

(三) 投影面倾斜面