

中等专业学校计算机专业教材

计算机制图

张红刚 汪 聪 编著



91.72-43

科学出版社

f48

TP391.72-43

Z32C

中等专业学校计算机专业教材

计 算 机 制 图

张红刚 汪 聪 编著

科 学 出 版 社

2001

内 容 简 介

本书根据计算机绘图这一门新型学科的课程设计要求,并从实际工作出发,以工程制图基础、零件表达方法等传统制图的经典内容为主体,融合计算机辅助设计绘图的新内容,既能帮助读者了解传统设计绘图的基本知识,又能帮助他们掌握现代的计算机设计绘图方法。

全书共分10章:第一章、第三章介绍了计算机绘图的特点应用以及计算机绘图的准备工作;第二章介绍了工程制图的基本知识和基本要求;第四章到第九章从基本几何图元的绘制命令入手,结合实例讲解了在计算机上构图,绘制投影图、零件图 and 标准件,用剖视图、剖面图等表达形体内部结构的方法;第十章介绍了图形的布局和打印输出。

本书可作为中等专业学校计算机、机电等专业的教材,也可作为具有初中以上文化程度的人员学习计算机绘图参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

计算机制图/张红刚等编著.-北京:科学出版社,2001

(中等专业学校计算机专业教材)

ISBN 7-03-008687-2

I. 计… II. 张… III. 计算机-专业学校-教材 IV. TP 393

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 81851 号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社总发行 各地新华书店经销

*

2001年6月第一版 开本:787×1092 1/16

2001年6月第一次印刷 印张:12 1/2

印数:1—5 000 字数:292 000

定价:19.00元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈路通〉)

第一章 计算机绘图概论

1.1 绪 论

1.1.1 计算机绘图发展简史

计算机绘图是利用计算机图形输入输出设备,实现图形制作、显示,辅助绘图设计的一门技术。计算机绘图的历史要从绘图机的产生开始算起。根据数控机床的加工原理,50年代美国率先研制出了平板式绘图机和滚筒式绘图机,随后世界各国开始研制生产绘图设备。我国的绘图机研制工作开始于60年代,1969年在上海成功制造出了小型平台式绘图机。

随着科学技术的不断发展,绘图机的功能得到不断完善和强化。计算机技术也为“图形”、“数据”的相互转换提供了可能。人们通过对“图形”、“数据”处理方法的研究,设计出一系列图形处理软件,这些软硬件技术的发展极大地推动了计算机绘图技术的发展。计算机绘图进入实用阶段。

1.1.2 计算机绘图的特点和应用

与传统手工绘图相比,计算机绘图具有以下特点。

1. 绘图效率高、精度高,便于修改,能有效地缩短设计周期,提高设计效率

图是一种简明直观的工程语言。在设计过程中,工程人员经过构思,用图形表达出设计方案。设计过程是一个反复修改的过程,设计方案发生变化,图形也要作相应的变动。手工绘图是在图纸上作图,图形修改以后既影响图面质量,又不便于看图,多次修改后,只能将全部图形重画。为保证图面质量,在确定设计方案以前,要绘制大量的草图,最后再绘正式图纸。因此,手工绘图的重复劳动多,作图工作量大。采用计算机绘图后,设计方案由计算机直接处理后在屏幕上显示出图形,利用计算机的存储和编辑功能,可以对屏幕上的图形进行修改。因为计算机绘图是在屏幕上作图,图面修改次数不受限制,修改时不必重新输入全部图形,只要对图形变化部分作相应改动,就可以生成一幅新图。设计方案确定以后,可以用计算机保存屏幕上显示的图形,并能够随时按照给定的比例将图形输出到图纸上,也可以重新打开图形进行编辑。由此我们看出,使用计算机绘图减少了大量重复劳动,所以能够显著提高设计效率;此外,计算机绘图是用绘图机或打印机输出图纸,所以它与手工绘图相比具有精度高,速度快的特点。

2. 计算机绘图的功能能随着计算机技术的发展得到增强和拓展

计算机技术的飞速发展,推动着计算机应用技术向社会生活的各个领域渗透,计算机技术的相互渗透结合,使计算机绘图的应用领域越来越广;计算机绘图软件的逐步完

善, 又使计算机绘图的功能得到不断增强。在计算机上不仅可以用来绘制普通的平面图形, 还能绘制三维实体, 或在计算机上产生动态图形。

将计算机绘图与计算机辅助制造结合在一起, 不需要重新编程, 直接就将计算机中保存的图形信息转变成数控代码, 用这些代码控制数控设备对工件进行切削加工, 实现设计、绘图、加工制造一体化, 减少了设计制造的中间环节, 缩短了设计制造周期; 计算机绘图的三维造型技术不仅能绘制三维实体图形, 还能根据需要对图形进行放大、旋转, 产生各个方向上的视图。在汽车制造工业中, 利用这一功能可以根据设计方案产生汽车的立体图形, 对汽车进行外形和车身结构设计。在建筑行业中, 使用计算机绘图技术, 在施工以前就能够从各个角度观察到建筑物的外貌, 了解建筑物的实体效果, 便于根据需要选择和修改设计方案, 增强了建筑行业在市场中的竞争能力; 在计算机中使用动画方式可以产生动态图形, 演示物体的运动变化过程。这一技术用在工程领域可以进行仿真模拟试验, 既降低了试验成本, 又能够提供准确的试验数据, 尤其为各种破坏试验提供了安全的试验条件。在影视制作中应用计算机动画技术能降低制作成本, 产生各种特技效果, 增强作品的艺术感染力。

3. 使用计算机绘图便于对图纸进行管理

手工绘图的结果保存在图纸上, 不易保管。计算机绘图的结果是以图形文件的形式保存在磁盘上, 由计算机进行管理, 并能通过计算机指令随时调用, 将它输出到图纸上。显然, 使用计算机绘图, 节省了图纸存放空间, 加快了图纸查找速度, 使图纸管理更加方便科学。

由于计算机绘图具备了这些特点, 目前已在机械、电子、建筑、航空航天、轻工、纺织、农业、艺术等领域得到了广泛的应用, 并且还将随着科学技术的发展发挥越来越大的作用。

1.1.3 计算机绘图系统的组成

计算机绘图、计算机辅助设计要求计算机绘图系统具备数据处理和图形处理能力。

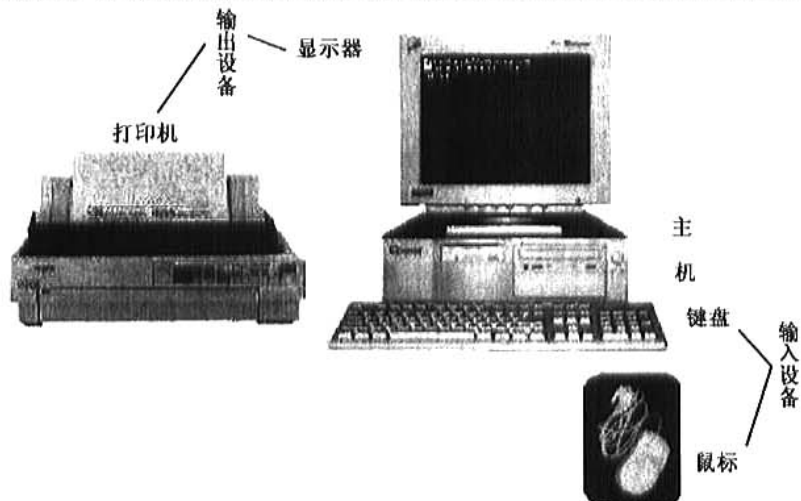


图 1.1 计算机绘图硬件系统

一套完整的计算机绘图系统由硬件系统和软件系统两部分组成。

1. 硬件系统

硬件系统由主计算机和各种图形输入、输出设备三部分组成。键盘、鼠标、数字化仪为常用的输入设备，显示器、打印机、绘图仪为常用的输出设备（图 1.1）。

2. 软件系统

软件系统由系统软件（如 DOS、Windows 等）和图形软件两部分组成，本书介绍 AutoCAD 软件，它是目前使用最广泛的绘图软件。

1.2 AutoCAD R14 软件的基本操作

AutoCAD 软件包是 1982 年 10 月美国 Autodesk 公司推出的绘图软件。Auto 是 Autodesk 公司名称的一部分，又代表自动的意思。CAD 表示计算机辅助设计和计算机辅助绘图的意思。AutoCAD R14 是 Autodesk 公司于 1997 年 6 月推出的 Windows 环境下的绘图软件。它在功能和操作性方面得到了进一步的提高和改善，用户还能在它的基础上进行二次开发，推出各种专用软件。本书只介绍 AutoCAD R14 软件在计算机绘图方面的基本应用，帮助读者掌握计算机绘图的基本技能。

1.2.1 AutoCAD R14 的启动

系统安装了 AutoCAD R14 后，会在桌面上自动生成 AutoCAD 快捷图标，双击图标

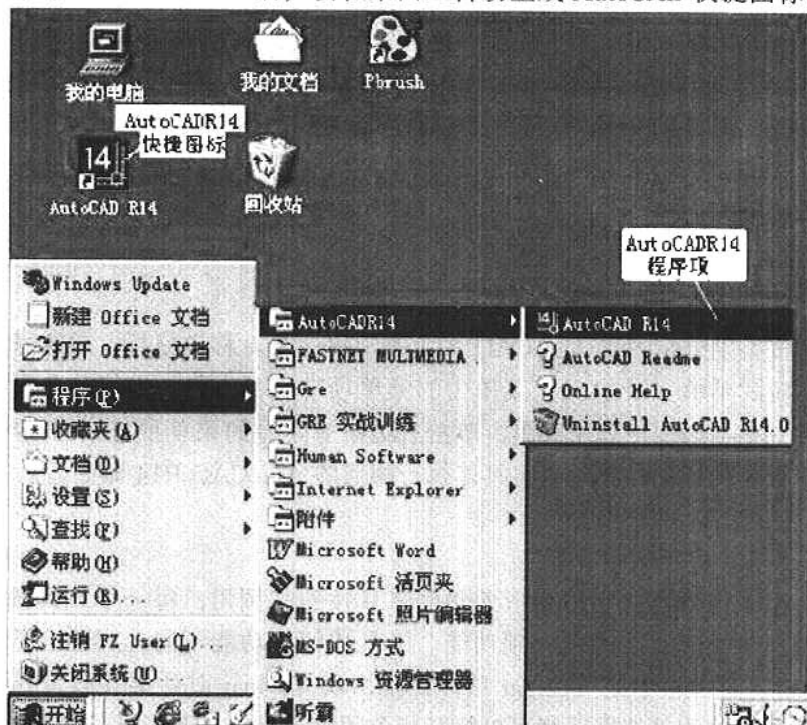


图 1.2 启动 AutoCAD R14

就可启动 AutoCAD R14。另一种方法是打开 Windows 的开始菜单，在程序选项中找到 AutoCAD R14 选项，单击该选项启动 AutoCAD R14（图 1.2）。

1.2.2 AutoCAD R14 应用程序窗口简介

启动 AutoCAD R14 后，屏幕上出现 Start Up 对话框（图 1.3），按下键盘上的 Esc 键，关闭对话框（在 AutoCAD R14 中，使用键盘上的 Esc 键可以关闭各种对话框），显示出 AutoCAD R14 的操作窗口（图 1.4）。AutoCAD R14 操作窗口由菜单栏、工具条、作图窗口、坐标图标、命令提示区、状态行、滚动条几部分组成。

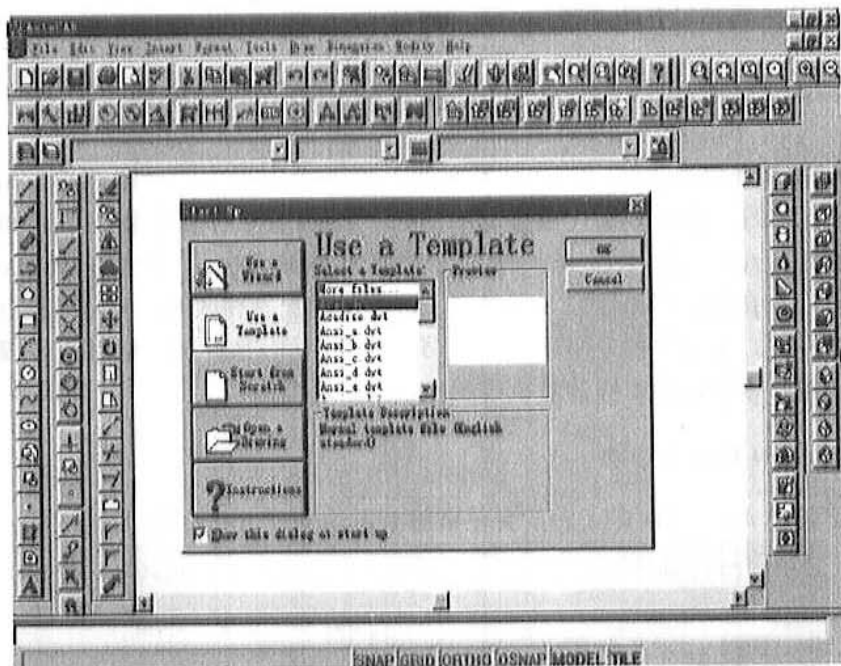


图 1.3 Start Up 对话框

1. 菜单栏

菜单栏按类别分组列出 AutoCAD R14 的常用命令。移动鼠标，单击菜单组名就会出现一份下拉式菜单（图 1.5）。菜单中的菜单项有三种类型，光标移到右边带三角符号的菜单项，将会出现一列子菜单，单击右边带省略号的菜单项将会弹出一个对话框，单击右边不带任何标记的菜单项将具体执行相应的 AutoCAD R14 命令。

2. 工具条

AutoCAD R14 命令还可以用形象化的工具按钮来调用，每一个工具按钮执行一个 AutoCAD R14 命令或该命令的一项功能。工具按钮按功能不同分类组合放置在工具条中。选中 View 菜单组中的 Toolbar 项，屏幕出现 Toolbar 对话框（图 1.6），单击对话框中某一工具条前的复选框，就可以打开或关闭该工具条。若工具条前复选框内的标记为×，表示该工具条被打开，若复选框内没有标记，表示该工具条被关闭。将光标移至

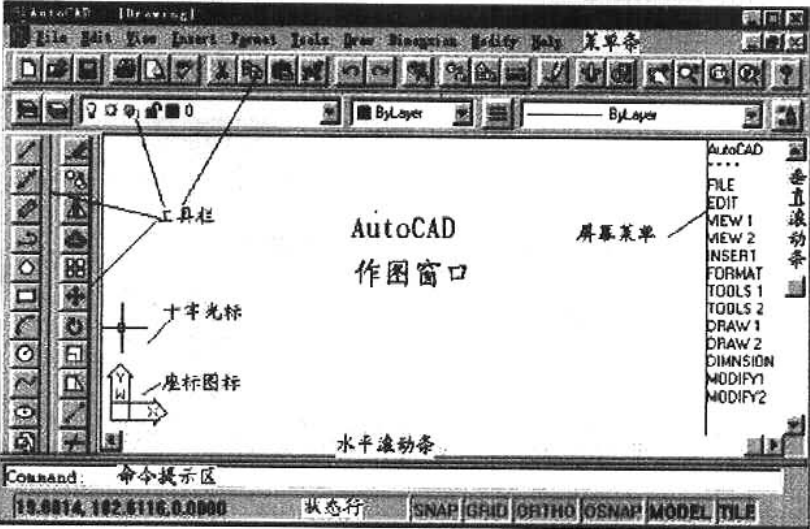


图 1.4 AutoCAD R14 的操作窗口

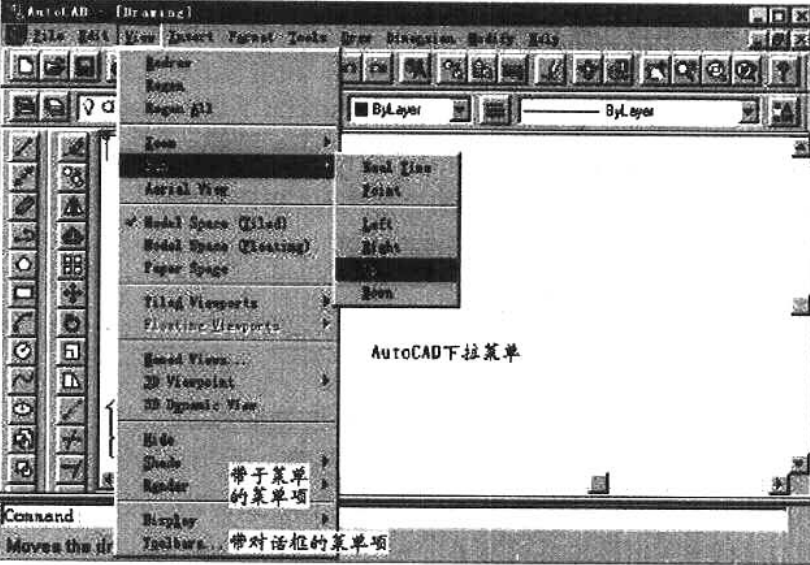


图 1.5 AutoCAD R14 下拉菜单

工具条的边界线上，让光标显示为双向箭头形式，可以移动工具条的边界，改变工具条的形状，重新排列工具条中的工具。当光标移至工具条上方的边框，显示为空心箭头时，就可拖动工具条至指定位置。将光标移至某个工具按钮上，稍等片刻，就会显示该工具的名称。

3. 作图窗口

作图窗口是 AutoCAD R14 用于绘图的区域。在窗口的左下方有一“L”形坐标图

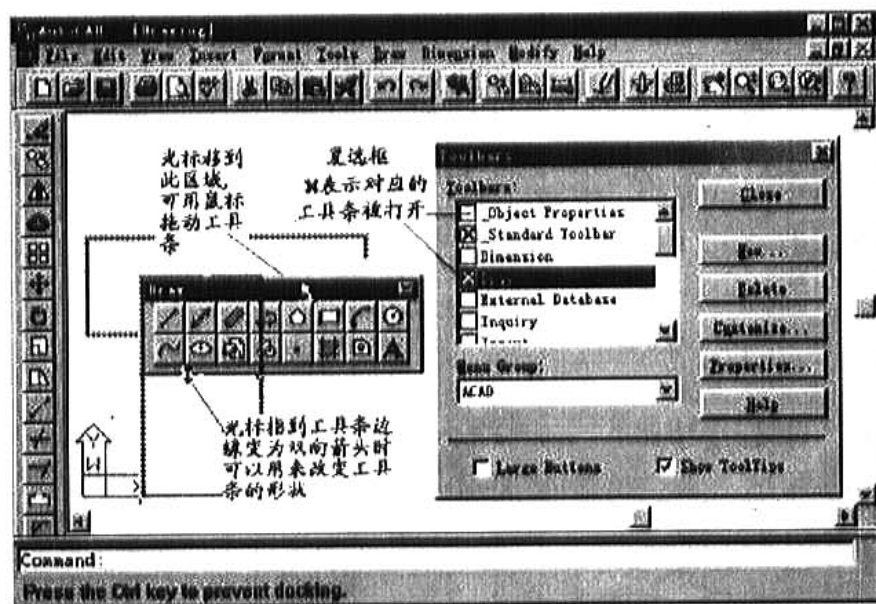


图 1.6 Toolbar 对话框

标, 如果图标中包含字母“W”, 表示当前使用的是世界坐标系 (WCS), 否则为用户坐标系 (UCS)。在作图窗口中还有个十字形光标, 用鼠标或键盘可以改变光标的位置, 进行绘图操作。作图窗口的右边是屏幕菜单, 屏幕菜单又分成多级子菜单, 菜单中包含了 AutoCAD R14 的大部分命令。因为屏幕菜单占用了一部分作图空间, 而且使用屏幕菜单查找命令不太方便, 用户可以根据需要将屏幕菜单隐藏起来。

4. 命令提示区

作图窗口的下方是命令提示区, 在这个区域执行 AutoCAD R14 命令。在 AutoCAD R14 中, 除了可以用菜单和工具按钮输入命令, 还可以从键盘上直接输入命令, 并在 Command: 提示符后显示执行的命令名称, 提示有关命令的操作信息, 显示命令执行后的结果。将光标移到命令提示区的边缘, 使光标变为双向箭头形式, 拖动鼠标可以改变命令提示区的大小, 也可以直接按 F2 功能键, 将作图窗口切换成文本窗口, 以便显示更多的执行过的命令信息。

5. 滚动条

在屏幕的下方和右边分别是水平滚动条和垂直滚动条。当所绘制的图形比较大, 超出了屏幕的显示范围时, 用鼠标拖动滚动条上的滑块或者单击滚动条上的按钮, 可以调整图形在作图窗口中的位置, 将要观察的部分移到显示范围内。

6. 状态行

状态行用于显示当前的作图状态, 反映当前光标所处位置的坐标, 提示当前命令的功能。在状态行中, 用鼠标双击栅格捕捉、栅格显示、正交方式、隐含捕捉方式、切换作图空间等功能按钮, 可以打开或隐藏对应的功能。打开功能的按钮变亮, 隐藏的变暗。

练 习 一

- 1.1 计算机绘图与手工绘图相比,在编辑修改图形时,哪一个更加方便,为什么?
- 1.2 使用计算机绘图需要哪些硬件设备?
- 1.3 启动 AutoCAD R14 有哪几种方式?
- 1.4 在 AutoCAD R14 中,如何用键盘关闭各种对话框?
- 1.5 AutoCAD R14 菜单项有哪些类型?试在 Tools 菜单组中打开 Drawing Aids...对话框,并用键盘关闭该对话框。
- 1.6 试在 Toolbars 对话框中打开 Object Snap 工具条,并将它拖至作图窗口的右侧。
- 1.7 在状态行中打开栅格显示开关,关闭正交方式开关,观察命令行与作图窗口有何反应。

第二章 制图基本知识

计算机绘图以计算机为辅助工具，取代了传统的丁字尺、三角板、铅笔和圆规等简单工具，实现了绘图工具的一次革命。为了便于进行生产和技术交流，逐步实现与国际接轨，无论使用哪一种工具绘图，都必须遵循统一的标准。为此，绘图前有必要先了解一下机械制图的有关术语和规定。

2.1 制图的有关术语

2.1.1 投影与视图

图 2.1 是一个棱柱的立体图，这种图虽然富有立体感，但是比较难画，而且不能确切反映物体的真实形状（如矩形的表面变成了平行四边形）。怎样才能准确地用图形表达物体的结构形状呢？

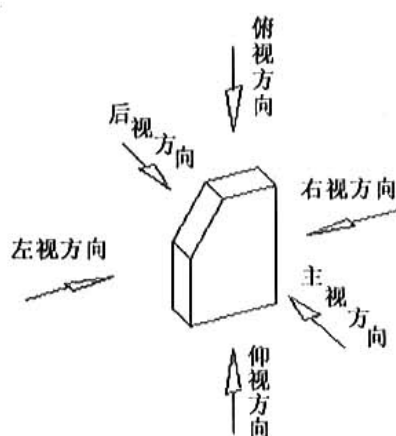


图 2.1 棱柱的立体图与六个投影方向

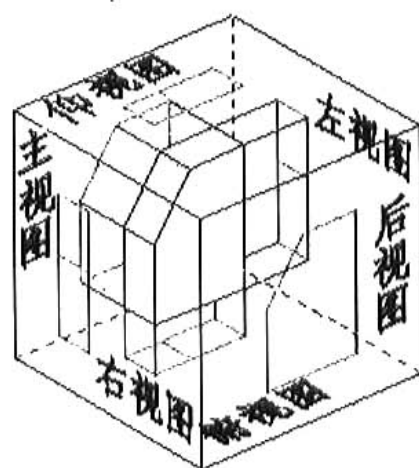


图 2.2 六个基本投影与视图

日常生活中我们注意到，当一束光线照射到物体上，被物体所阻挡，会在地面或墙壁上留下物体的影子。这种与物体的影子相对应的图形称为投影，投影所在的平面称为投影面，产生投影的光线称为投影线或投射射线。如果产生投影的光线互相平行，而且垂直于投影面，这样的投影叫正投影。

如果将人的视线设想成一组平行的投影线，那么物体在投影面上的投影就称作视图，在制图中，人们用视图来表达物体的结构形状。以正六面体的 6 个面作为投影面，将物体放在观察者和投影面之间，按照正投影法向 6 个投影面投影，所得的 6 个视图称为基本视图。其中物体在正立投影面上的投影，也就是从前向后看物体所得到的投影，

称为主视图；物体在水平投影面上的投影，也就是从上向下看物体所得到的投影，称为俯视图；物体在侧立投影面上的投影，也就是从左向右看物体所得到的投影，称为左视图，另外3个方向的视图分别是仰视图、右视图和后视图（见图2.2）。主视图反映物体的长度和高度，俯视图反映物体的长度和宽度，左视图反映物体的宽度和高度。

2.1.2 三视图的对应关系

保持正立投影面的位置不变，旋转其余的投影面，将它们摊平到正立投影面上（图2.3）。以主视图为准，俯视图在主视图的下方，左视图在主视图的右边（图2.4）。从视图的形成过程可以看出，主视图俯视图等长（长对正），主视图左视图等高（高平齐），左视图俯视图等宽（宽相等）。所有物体的三视图都应该满足“长对正、高平齐、宽相等”的投影规律。

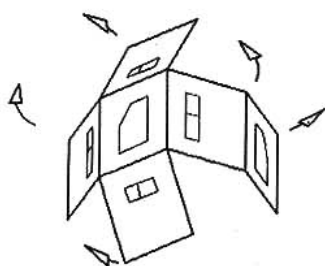


图 2.3 投影面的展开

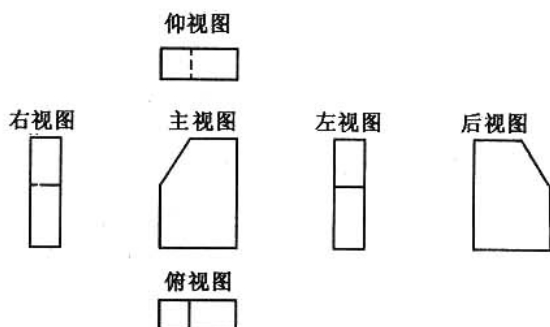


图 2.4 六个基本视图的方位关系

2.1.3 基本几何体的三面投影

图2.5是几种基本几何体的三面投影。从图中可以看出，平行于投影面的投影反映

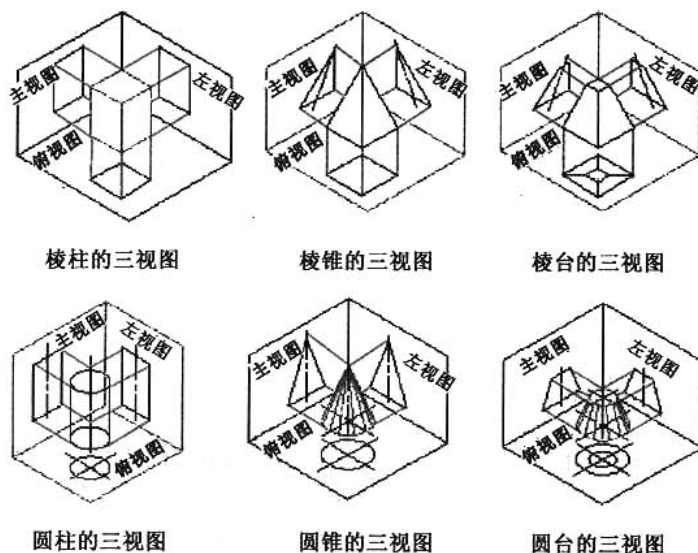


图 2.5 基本几何体的三面投影

物体的实形，垂直于投影面的投影具有积聚性。如图中圆柱体和正四棱柱的上、下底面与水平投影面平行，与正立投影面垂直，因此它们在水平投影面上的投影反映各自的实形，俯视图分别是圆和矩形；在正立投影面上的投影（主视图）积聚为直线。同时我们也能看出，有时仅靠一两幅视图无法准确判别物体的形状，如图 2.5 中正四棱柱与圆柱的主视图、左视图都是矩形，只有通过俯视图才能将两者区别开来。

2.2 机械制图国家标准

用视图描述物体，并将其绘制到图纸上，还必须遵循统一的标准。国家标准《机械制图》（简称机械制图国标）是由国家制订和颁布实施的有关机械制图的规范，是正确绘图和读图的准则和依据。每个标准代号都由字母和两组数字组成。例如：GB/T14689-93，字母“GB”代表国家标准，“/T”是推荐性国标）第一组数字 14689 表示标准的编号，第二组数字表示标准是 1993 年颁布的。机械制图国标的内容很多，本章就图纸幅面和格式、线型、比例、尺寸标注等有关规定作简要介绍。

2.2.1 图纸幅面和格式 (GB/T 14689-93)

图纸有五种基本幅面，分别用 A0、A1、A2、A3、A4 等 5 种代号表示，必要时，可以将基本幅面的短边成整数倍增加，取加长幅面。在图纸上，必须用粗实线画出图框线，图框格式分为留装订边和不留装订边两种格式，在图框的下角还要画出标题栏。有关图幅尺寸见表 2.1，图框格式见图 2.6 和图 2.7，标题栏的格式和尺寸应符合 (GB10609.1-89) 的规定，在作绘图练习时，建议采用图 2.8 所示的简化标题栏格式。

表 2.1 图幅尺寸

剖面代号		A0	A1	A2	A3	A4
宽度×长度 (B×L)		841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
留装订边	装订边宽 a	25				
	其它周边宽 c	10			5	
不留装订边	周边宽 c	20		10		

2.2.2 比例 (GB/T 14690-93)

比例是图中图形与其相应要素的线性尺寸之比。绘制图样时，应在表 2.2 规定的系列中选取适当的比例，优先选用不带括号的比例。比例符号以“:”表示，例如 1:1，1:2 等。比例一般应标注在比例栏内，若个别图形选用的比例与标题栏中所注的比例不同时，可在视图名称的下方或右侧标注比例，见第七章图 7.22 中的标注。

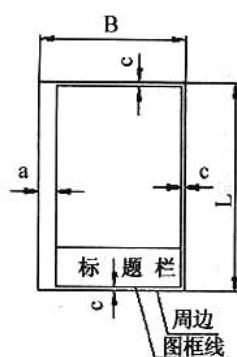


图 2.6 留装订边的图框格式

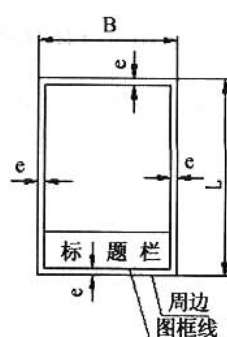


图 2.7 不留装订边的图框格式

				12	12	18	23	
(图 名)				比例	质量	材料	图号	10
								10
制图								10
审核								10
12	23	20						

(a)

(图 名)				比例		图号与作业号		10
				件数				10
班级		(学号)		材料		成绩		10
制图		(日期)		(校 名)				10
审核		(日期)						10
12	28	25		12	18	12	23	

(b)

图 2.8 简化的标题栏格式

表 2.2 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)	(1:6)	(1:10)
	(1:1.5×10 ⁿ)		(1:2×10 ⁿ)	(1:3×10 ⁿ)		(1:4×10 ⁿ)	(1:5×10 ⁿ)	(1:6×10 ⁿ)
	(1:10 ⁿ)							
放大的比例	5:1	(4:1)	2.5:1	(2:1)	5×10 ⁿ :1	(4×10 ⁿ :1)	2.5×10 ⁿ :1	2×10 ⁿ :1 10 ⁿ :1

2.2.3 字体 (GB/T 14691-93)

在图样中书写字体必须做到：书写工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。字体号数代表字体的高度（用 h 表示），它的公称系列有 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20mm 等 8 种。汉字应写成长仿宋体，采用我国正式推行的简化字，字体的高度不小于 3.5mm，字体的宽度约为字高的三分之二。数字和字母分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 $d = h/14$ ，B 型字体的笔画宽度 $d = h/10$ 。在同一图样中，只允许选用一种型式的字体。数字和字母可以写成直体或斜体，斜体字的字头向右倾斜，与水平基准线成 75 度，绘图时，一般用 B 型斜体字，如果与数字混写时，应写成直体。数字和字母的示例见图 2.9。

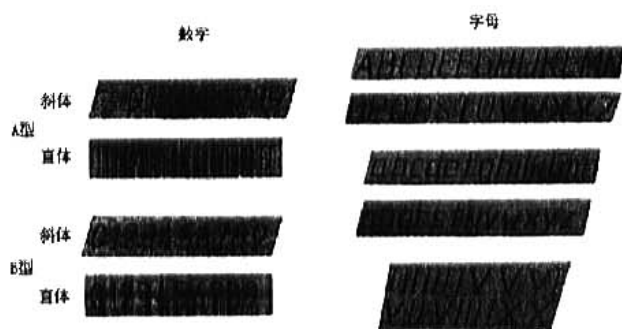


图 2.9 字体

2.2.4 线型 (GB 4457.4-84)

图形由各种不同粗细和型式的图线构成，绘图时，应参照表 2.3 选用合适的线型。图线分粗细两种，粗线的宽度在 0.5~2mm 之间选取，细线宽度取粗线的三分之一。图线宽度的推荐系列为 0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2mm。在同一图样中，同类图线的宽度应该一致，虚线、点划线、双点划线等非连续线应该符合表中的规格，并遵守图 2.10 的画法，即线与线应该以划相交，不留空隙，当虚线为实线的延长线时，在虚线和实线的连接处应留有空隙。图 2.11 是图线的应用示例。

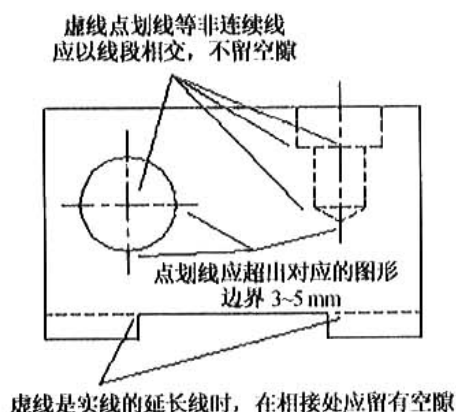
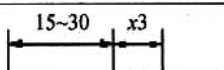
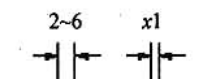
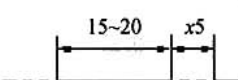
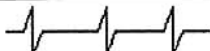


图 2.10 非连续线相交的画法

表 2.3 图线及应用

图线名称	图线型式	图线宽度	应用范围
粗实线		b	可见轮廓线 可见过渡线
细实线		约 b/3	尺寸线、尺寸界线 剖面线, 重合剖面的轮廓线 螺纹牙底线, 齿根线
点划线			轴线或对称中心线 节圆或节线
虚线			不可见轮廓线 不可见过渡线
波浪线			断裂处的边界线 视图与剖视的分界线
双点划线			相邻辅助零件的轮廓线 极限位置的轮廓线 坯料的轮廓线
双折线		b	断裂处的分界线
粗点划线			有特殊要求的线或表面的表示线

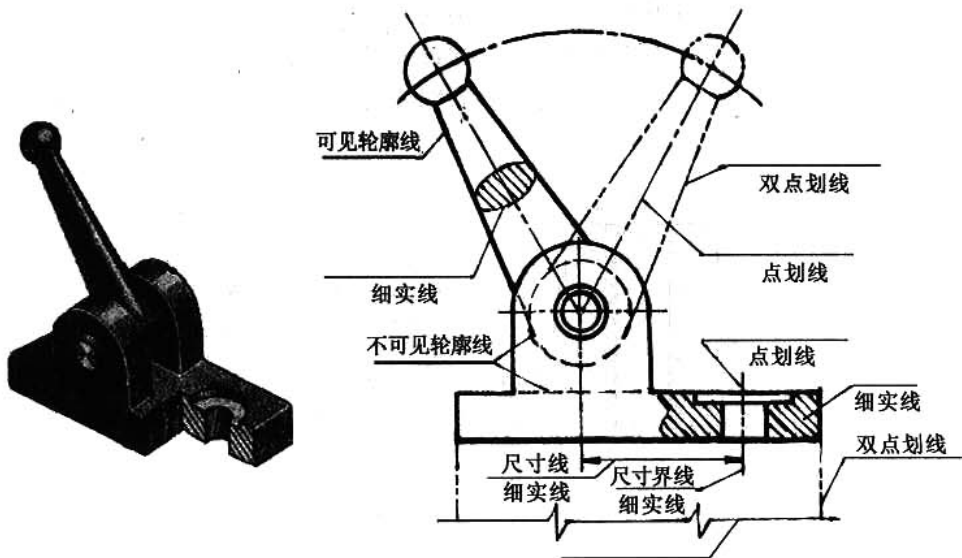


图 2.11 图线的应用示例

2.2.5 尺寸标注 (GB 4458.4-84)

完整的尺寸, 由尺寸线、尺寸界线、尺寸数字、箭头或斜线四个要素组成 (图

2.12)。尺寸标注必须遵循以下规定：图样中的尺寸以毫米为单位时，不需注明单位或名称，采用其它单位时，必须注明单位和名称；在同一图样中，每一尺寸一般只标一次；零件的真实大小，应以图上所注尺寸数值为依据，与图形的比例及绘图的准确度无关；图样中的尺寸应该是零件最后完工时的尺寸，否则应加以说明。

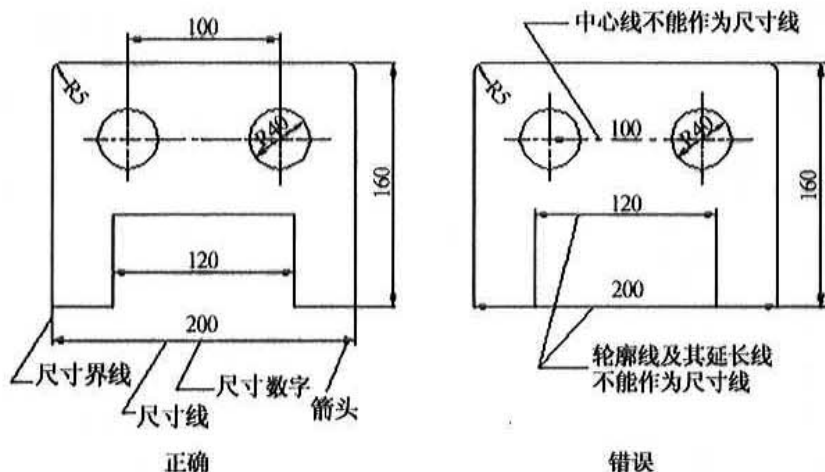


图 2.12 尺寸的 4 个要素

1. 尺寸界线

尺寸界线应自图形的轮廓线、轴线或中心线处引出，并超出尺寸箭头 2mm 左右。尺寸界线用细实线绘制，也可利用轮廓线、轴线或中心线作尺寸界线。一般情况下，尺寸界线应该与尺寸线垂直，当尺寸界线过于靠近倾斜的轮廓线时，允许尺寸界线和尺寸线倾斜。在光滑过渡处标注尺寸时，必须将轮廓线用细实线延长，从它们的交点处引出尺寸界线。参阅图 2.13。

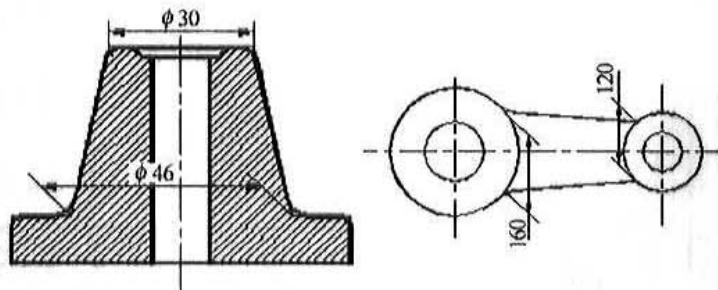


图 2.13 尺寸界线

2. 尺寸线

尺寸线必须用细实线单独画出，轮廓线、中心线或它们的延长线不能作为尺寸线。标注直线型尺寸时，尺寸线必须与所标注的线段平行，并应尽量避免尺寸线之间以及尺寸线与尺寸界线之间相交。相同方向的各尺寸线间的间隔要均匀，并大于 5mm，以便