

中专教材

计算机绘图

江苏省中专制图教学研究会 编



河海大学出版社

计 算 机 绘 图

江苏省中专制图教学研究会 编

河 海 大 学 出 版 社

责任编辑 代江滨

封面设计 张世立

计算机绘图

江苏省中专制图教学研究会 编

出版发行：河海大学出版社

（地址：南京市西康路1号 邮政编码：210098）

经 销：江苏省新华书店

印 刷：扬中市印刷厂

开本 787×1092 毫米 1/16 印张：9.75 字数：250 千字

1997 年 10 月第 1 版 1998 年 4 月第 3 次印刷

印数：8201—12200 册

ISBN 7-5630-0906-X

TP·36

定价：15.80 元

河海版图书若有印刷装订错误，可向承印厂调换

序 言 (一)

在现代科技迅速发展的今天,计算机辅助设计(CAD)技术应用,日益广泛。“到2000年,我国CAD科研开发和应用水平要达到国际上中等发达国家90年代后期水平”,*工程设计水平将逐步与国际接轨。为了达到这一目标,普及CAD技术已势在必行。

计算机绘图是CAD技术的基础。迅速培养大量的具有计算机绘图能力的新型人才是职业教育的一项紧迫任务。为推动我省中等专业学校,职业技术学校计算机绘图教学的起步和发展,适应新形势对工程制图课程教学改革的需要,江苏省中专制图教学研究会经过一年多的努力,组织编撰了这本教材。相信该教材的出版将有助于推动全省乃至全国的计算机绘图的教学工作。

希望这本教材能为中等专业学校及各类职业技术学校机械制图课程的教学改革和教学现代化作出应有的贡献。

江苏省教委职业教育办公室 王兆明

江苏省中专教育委员会 范国强

一九九七年七月

* 国家教委画法几何及工程制图课程教学指导委员会1995年10月下发的《画法几何及工程制图系列课程内容与体系改革的建议》

序 言(二)

计算机绘图是工程制图改革的一个重要方面,也是教学面向现代化的重要体现。目前,工程制图课程体系教学内容尚未有很大的更新,绘图技术训练仍以手工操作为主,不能很好地满足后续课程特别是CAD的需要。为了培养新型人才,使学生掌握计算机绘图的初步能力,计算机绘图进入工程制图已是人们的共识,迫切需要一本实用性的计算机绘图教材。

该教材是以机械制图为主线,选用通用的绘图软件,结合工科专业特点进行精心编排的。

该书具有以下特点:

一、有较广的适用性:该书以机械制图体系为主线,循序渐进地引入 Auto-CAD 主要命令的功能、用法和作图技巧,使计算机制图和工程制图有机地结合,体现了工程制图内容的继续、深入和现代化,便于学习、掌握和使用。所以该书既可以作为工程图学课程的内容,也可以作为独立开设《计算机绘图》课程的教材,适合不同类型部、省属中专,职业学校和技工学校选用。

二、有较好的实用性:全书选材恰当,章节编排合理,读来通俗易懂。在介绍有关命令时能与机械图样相结合,以典型图例示范计算机绘图的实际操作过程、方法和技巧,实用易学。在章末附有思考题和上机题,为教学提供了方便,是中专计算机绘图教学的一本较好的教材。

《计算机绘图》的出版是我省广大中专制图工作者共同努力的结果,对我省中专全面启动计算机绘图和深入教学改革必将起到积极的推动作用,相信该教材在实践中会不断充实、提高和完善。

江苏省工程图学学会理事长 张蔚如

一九九七年七月

前 言

随着计算机应用技术的推广和普及,计算机绘图已成为一项重要的工程技术。根据国家教委关于《画法几何及工程制图、计算机绘图课程教学的基本要求》,我会组织了江苏省一些具有计算机绘图教学经验的教师编写了这本《计算机绘图》教材。希望本教材的出版能为我省计算机绘图的普及与发展起到积极的推动作用。

本教材在编写过程中充分考虑到计算机绘图与工程制图的有机结合,我会还对各类中等职业技术学校的计算机绘图教学情况进行了认真的调查和研究,从而使该教材具有一定的适用性和针对性。

本教材适用于中等专业学校、技工学校和职业学校计算机绘图教学,也可作为计算机绘图培训班的培训教材,建议学时为45~60。

在教学过程中,应提倡现场教学,注重技能训练。

在本教材的编写过程中,得到了江苏省工程图学学会领导和专家们的悉心指导,得到了全省许多学校领导及教师的帮助,得到了江苏省职教学会中专教育委员会秘书处自始至终的全面关心和支持。在此一并表示感谢。

由于本教材的编审者水平有限,加之时间仓促,书中缺点和错误在所难免,敬请广大读者批评指正。

江苏省中专制图教学研究会

一九九七年七月

《计算机绘图》编审委员会

主任委员	董怀艾	江苏省中专制图教学研究会理事长 南京无线电工业学校高级讲师					
副主任委员	黄荣枝	江苏省中专制图教学研究会副理事长 南京交通学校校长高级讲师					
副主任委员	毛海兴	江苏省中专制图教学研究会副理事长 无锡无线电工业学校副校长					
委 员	郑文灏	南京机电学校高级讲师					
	宋乐群	南京电力高等专科学校高级讲师					
	李 华	南京无线电工业学校讲师					
	孙燕华	江苏省无锡机械制造学校讲师					
顾 主 主	陈炳声	南京无线电工业学校校长兼党委书记					
	李 华	孙燕华					
	张蔚如	东南大学教授					
	刘思元	南京理工大学教授					
	史金松	河海大学教授					
	李靖谊	南京航空航天大学副教授					
参 编	成丙延	王志平	钟明湖	沈 进	唐利芹	张小红	
	顾国强	叶国银	邢卫东	杨兰花	王党生	袁丽萍	
	张本兰	万先梅	施泽波	尤辛基	韩玉秀	胡传樵	
	黄燕萍	宋余琪	何宁高	李 明	赵春声	孙定夷	
	杨新友	丁玉兴	吴舒琛	唐建成	韩满林	王 庶	
	韩新华	李柏年	金全菊	闰照粉	唐正东	王 芳	
	朱月红	李全明	王锦亚	张业超	陶介元	王满保	
	曹满华	杨志沂	李爱惠	黄远征	袁国方	黎 雯	
	奚国伟	刘新德	徐曙光	杨大明	李 宏	钟建刚	
	李七一						
参 审							

编 审 单 位

南京无线电工业学校	江苏省常州纺织工业学校
南京交通学校	常州机械学校
南京机电学校	常州铁路机械学校
南京化工学校	常州化工学校
南京电力高等专科学校	常州无线电工业学校
南京工业学校	常州轻工业学校
南京航运学校	苏州铁路机械学校
南京铁路运输学校	苏州机械学校
江苏省邮电学校	苏州电力工业学校
南京地质学校	张家港中等专业学校
南京农业大学农业机械化学校	江苏省劳动经济学校
南京建筑工程学校	镇江市技工学校
南京物质学校	淮阴电子工业学校
江苏省广播电视大学中专部	淮阴食品工业学校
南京经营管理职教中心	江苏省淮海工业贸易学校
南京建筑职业技术教育中心	江苏省南通纺织工业学校
南京市建筑工程学校	南通航运学校
南京莫愁职业学校	徐州煤炭建筑工业学校
长江机器制造厂培训中心	徐州市技工学校
无锡无线电工业学校	江苏省连云港水产学校
江苏省无锡机械制造学校	连云港市建筑职工中专
锡山市工业学校	连云港市延安职业中学
无锡船舶工业学校	盐城市机械中专

东南大学
南京理工大学
河海大学
南京航空航天大学

目 录

第一章 计算机绘图概论	(1)
第一节 绪论	(1)
第二节 计算机绘图系统	(2)
第三节 计算机绘图的一些术语和概念	(6)
第四节 软件操作	(8)
练 习	(11)
第二章 几何图形绘制	(12)
第一节 命令输入	(13)
第二节 作图命令	(19)
第三节 绘图辅助工具	(26)
第四节 显示控制命令	(30)
第五节 目标选择	(33)
第六节 编辑命令	(34)
第七节 几何作图综合示例及注意事项	(46)
练 习	(49)
第三章 三视图与轴测图	(53)
第一节 命令介绍	(53)
第二节 建立样板图	(59)
第三节 三视图画法	(61)
第四节 正等测轴测图的画法	(71)
练 习	(76)
第四章 机件的表达方法	(79)
第一节 命令介绍	(79)
第二节 视 图	(85)
练 习	(91)
第五章 零件图的绘制	(93)
第一节 图块	(93)
第二节 文字标注	(97)
第三节 尺寸标注	(99)
第四节 轴类零件的零件图绘制	(110)
第五节 盘盖类零件	(114)
练 习	(117)
第六章 装配图	(118)

练 习.....	(127)
第七章 图样输出	(128)
第一节 常用绘图设备简介.....	(128)
第二节 图形输出设备的配置.....	(128)
第三节 出图命令 PLOT	(131)
练 习.....	(137)
附录一.....	(138)
附录二.....	(139)
附录三.....	(141)

第一章 计算机绘图概念

本章简要地介绍计算机绘图的定义、特点及应用, 计算机绘图系统以及计算机绘图基本术语和概念。

第一节 绪 论

计算机绘图 (Computer graphics—CG) 是一项先进的工程技术, 已在工程实践中得到越来越广泛的应用, 并收到了极大的经济效益。

一、计算机绘图的兴起

计算机绘图是应用计算机及图形输入输出设备, 实现图形输入、显示、加工及输出的技术。本书所讨论的计算机绘图, 主要是介绍利用计算机进行工程制图的方法和技能。

计算机绘图于五十年代首先由美国开始, 它是由数控机床的原理演变而来的。在五十年代, 根据数控加工原理, 人们设计生产了世界上第一台平台式绘图机; 随后又研制出第一台滚筒式绘图机。这样, 人类就开始进入了计算机绘图的新时期。

为了能将图形信息输入到计算机中, 或将计算机中的图形数据以图形的方式输出, 作为一个绘图系统, 必须具备由“数”变“图”和由“图”变“数”的两种功能。这两种功能的实现依赖于计算机、自动绘图机、图数转换器、及其它图形输入输出设备的生产和发展, 以及图形数据处理方法的研究, 这些都促进了计算机绘图的发展。

二、计算机绘图的应用

(一) 计算机辅助设计和辅助制造 (CAD/CAM)

这是一个发展极快且成果显著的领域。在机械工程中, 利用 CAD/CAM 技术进行计算、绘图、工艺规程制定、数控编程以及试验和模拟, 极大地缩短了设计、制造周期, 降低了设计、制造成本, 提高了设计、制造质量。在 CAD 中, 设计人员的设计思想需要用图形这一工程语言来表达, 而计算机上数据化的图形又为设计分析作好了准备。在工程中, 计算机绘图常用来进行建筑工程设计、机械结构和部件设计、汽车、飞机的外形设计, 等等; 在 CAM 中, 计算机绘图所画出的图形可被作为原始加工数据, 通过一些 CAM 软件将图形信息转换成 NC 码 (数铣语言代码), 再将这些代码输入数控设备从而对工件进行切削加工。可以看出, 计算机绘图是 CAD/CAM 的基础。

(二) 科学技术及事务管理

计算机绘图系统可用来绘制数学的、物理的以及各种管理的二维和三维图形, 如各种曲线、曲面等。在测量数据的处理方面, 计算机绘图在地理、地质及其它自然现象的勘探、测量上也得到了广泛的应用, 例如地理图、地形图、矿藏分布图、海洋地理图、气象图、人口分布图, 以及其它各类等高线图。

（三）计算机模拟与仿真

借助于计算机，我们不但可以通过图形显示来研究数学函数，而且也能把科学现象数学模型化，再把此数学模型以图表或图像形象地表示出来，或以动画方式来模拟物体随时间的变化规律，如水流、核反应、化学反应、生理学系统以及机械运动、电路模拟及物体结构在负荷下的变形等。此外，计算机模拟与仿真还被用于飞行模拟、虚拟现实、飞行员训练、飞机格斗训练；还用于诸如汽车碰撞、地震破坏等安全系数的测定方面。在这些应用中，计算机绘图不仅可以提供逼真的景物画面和可靠的数据，还提供了真正安全、迅速而又极低廉的试验条件和比较、存贮资料的手段。

（四）艺术和商业

计算机绘图在艺术和商业上的应用日益增多。利用计算机可以绘制各种图案、花纹，甚至传统的油画和中国画。此外，这一技术给印刷、广告设计与制作、电视、电影的创意、设计与制作也带来了日新月异的变化，不仅大大降低了设计制作成本，也给艺术家提供了更为广泛的艺术创造和想象的空间。

此外，计算机图形技术在农业的植物生长过程模拟方面，在印染及服装工业上，在医学教育等众多领域，都有着广泛的应用。

本课程所讨论的内容，将仅限于计算机绘图在工程上的应用，其主要目的是训练培养一种以计算机为工具来绘制工程图的技能。

三、计算机绘图的优越性

计算机绘图速度快、精度高，尤其是图形修改极为方便。计算机绘图可以将图形绘在图纸上，也可以将图形保存在磁盘上，易于保存、检索和调用，可避免或减少重复劳动。计算机绘图一般都采用交互式的工作方式，这使得设计、绘图过程更方便有效。此外，计算机作图将图形信息数据化，这使得计算机绘图不受幅面限制；多层作图功能又使得计算机作图更为方便、准确、快速。

第二节 计算机绘图系统

计算机绘图系统由硬件系统和软件系统组成。

一、硬件系统

硬件系统是由基本的物理设备构成的，它包括主机、大容量外存贮器和图形输入输出设备，例如图 1—1 所示的图形显示器、打印机、绘图机、键盘、鼠标、数字化仪等。

二、软件系统

在计算机绘图系统中，软件可分为以下三类：

1. 系统软件 系统软件是直接配合硬件工作，并对其它软件起着支撑作用的软件。主要的系统软件有操作系统、窗口操作系统、网络系统及高级语言编译器等，如 DOS、UNIX、WINDOWS、NOVELL—NETWARE 等。系统软件大都由计算机制造商或软件公司开发，作为商品软件出售。

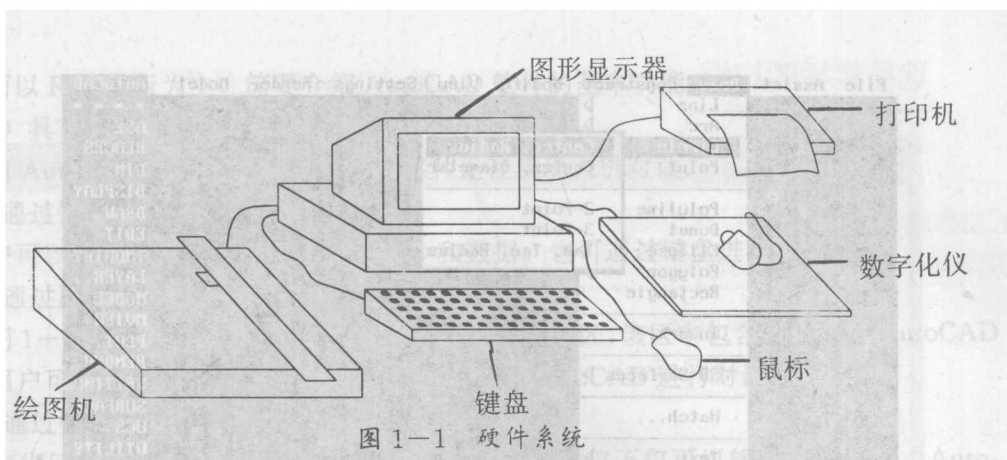


图 1-1 硬件系统

2. 支撑软件 在计算机绘图系统中,支撑软件是支撑用户进行绘图的通用性功能软件。通常,支撑软件也是由专门的软件公司开发,然后作为商品出售。根据计算机机的不同,绘图支撑软件有很多种。在微型机系统中,常用的图形支撑软件有 AutoCAD, CADKEY, PD 等,其中 AutoCAD 是应用最为广泛的图形支撑软件之一。本书只介绍 AutoCAD 软件的使用。

3. 专用应用软件 专用应用软件是专门为适应用户特定需要而开发的软件。

三、AutoCAD 软件简介

AutoCAD 软件是目前世界上流行很广的计算机辅助绘图软件。AutoCAD 图形软件包是美国 Autodesk 公司于 1982 年首先推出,并随着时间的推移不断改进更新。随着 Windows 的流行, Autodesk 公司不仅提供了 DOS 环境下的 AutoCAD 软件,也提供了 WINDOWS 环境下的 AutoCAD 软件,这使得 AutoCAD 的功能更为丰富。AutoCAD 的最主要功能是其交互式的二维通用绘图功能,三维功能随着版本的不断升级也越来越强。

AutoCAD R12.0 版运行后,将出现如图 1-2 (a) 所示的界面。

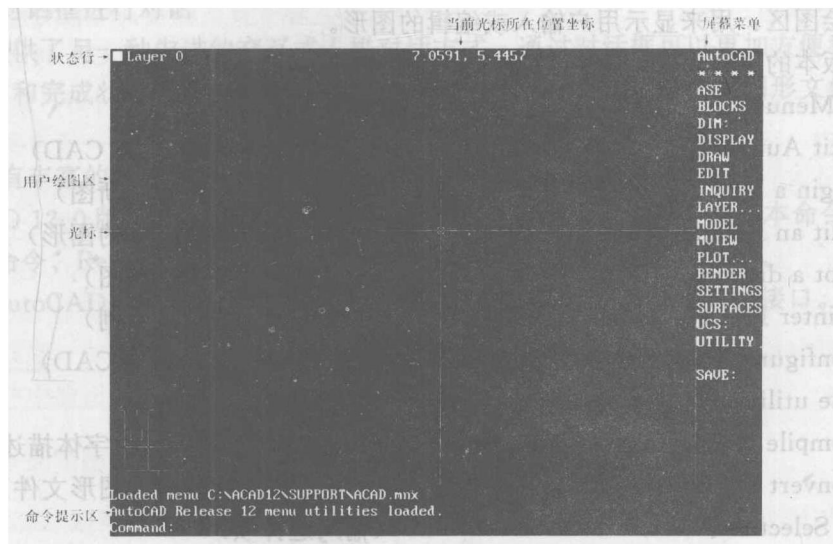


图 1-2 (a) Auto CAD R12.0 界面

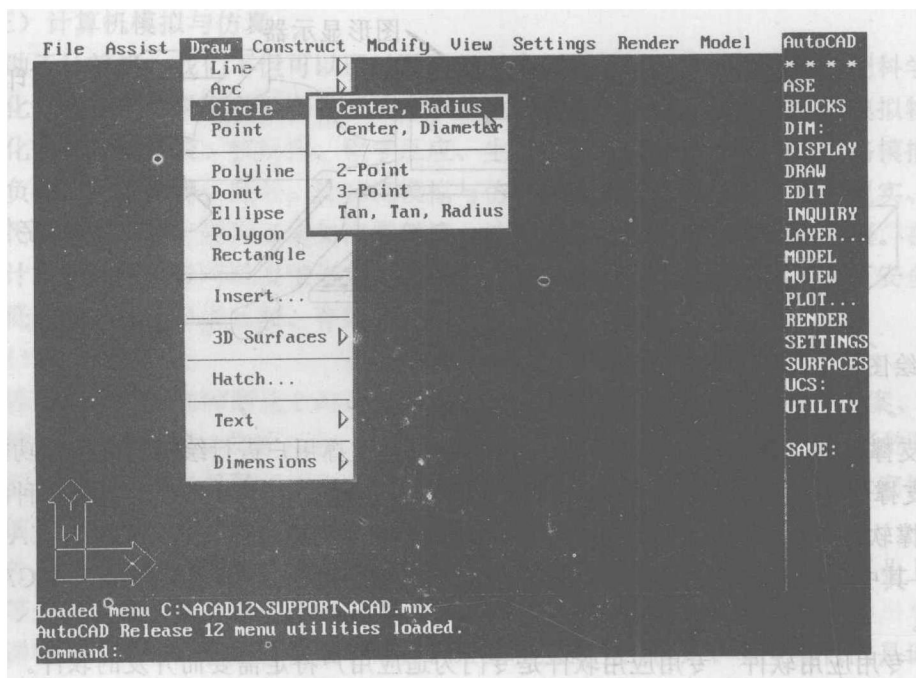


图 1-2 (b) 下拉菜单

系统将屏幕分成四个区域，即状态行、屏幕菜单区、命令提示区和用户绘图区。各区功能如下：

状态行：显示当前层的名称和当前光标的坐标值。当移动鼠标器使其箭头移至状态行区域时，状态行将变成下拉菜单的菜单栏，见图 1-2 (b)。

屏幕菜单区：以多级分页方式列出 AutoCAD 的所有命令供用户选择输入。

命令提示区：显示用户输入的命令及参数，并在此区域显示必要的提示信息供用户参考。

用户绘图区：用来显示用户输入或编辑的图形。

较低版本的 AutoCAD 软件运行后将出现图 1-3 所示的主菜单。

Main Menu

(主菜单)

- | | |
|--|---------------------|
| 0. Exit AutoCAD | (0 号任务：退出 Auto CAD) |
| 1. Begin a New Drawing | (1 号任务：开始绘制新图) |
| 2. Edit an Existing Drawing | (2 号任务：编辑已有的图形) |
| 3. Plot a drawing | (3 号任务：绘图机绘图) |
| 4. Printer Plot a drawing | (4 号任务：打印机绘制) |
| 5. Configure AutoCAD | (5 号任务：配置 AutoCAD) |
| 6. File utilities | (6 号任务：文件管理) |
| 7. Compile shape/font description file | (7 号任务：编译形状/字体描述文件) |
| 8. Convert old drawing file | (8 号任务：交换旧的图形文件) |
| Enter Selection: | (输入选择项) |

图 1-3 主菜单

下面以 R12.0 版为主, 简要介绍 AutoCAD 软件的基本功能。

(一) 具有方便直观的界面

使用 AutoCAD 软件, 可以通过下列多种途径实现人机对话。

1. 通过键盘输入进行对话

用户可以通过键盘输入系统的各种命令和数据, 也可通过键盘进行光标定位。

2. 通过屏幕菜单进行对话

如图 1-2 所示, 系统在屏幕的右边提供了一个菜单区, 该区中包含有全部的 AutoCAD 命令, 用户可以通过多级屏幕菜单选择有关命令与 AutoCAD 进行对话。

3. 通过数字化仪进行对话

数字化仪是一种将图形数据化的仪器。通过数字化仪不仅可以输入图形数据, AutoCAD 系统还提供了标准的数字化仪菜单, 利用这些菜单, 用户可与计算机进行对话, 同时用户还可以根据自己的需要建立专用的用户数字化仪菜单。

4. 通过鼠标器进行对话

鼠标是一种常用的定标设备, 鼠标定标比键盘定标速度要快得多。在 AutoCAD 系统中, 鼠标被很频繁地用于命令输入和数据输入。对于有多个按钮的鼠标器, 还可以建立按钮菜单, 用户可以通过按钮菜单与 AutoCAD 进行对话。

以上四种对话方式皆为一般用户界面, 自 AutoCAD 9.0 版起, 系统提供了一种类似于 Windows 界面的交互环境, 即高级用户界面 AUI (Advanced User Interface)。现介绍如下:

1. 通过下拉菜单进行对话

如图 1-2 (b) 所示, 移动鼠标或数字化仪的游标器使光标移至屏幕顶部的状态行上, 状态行将变为菜单栏, 光标即随之变成了箭头。移动鼠标使箭头移至所需的菜单项上并单击鼠标左键便出现下拉菜单, 下拉菜单中的菜单项将是某个命令或者子菜单项, 还可以进一步选择命令的子命令。下拉菜单、屏幕菜单和键盘输入命令方式可以交互使用, 使图形绘制与编辑极为方便。

2. 通过对话框进行对话

对话框提供了另一种先进的交互式人机对话方式。通过对话框可以更加方便和灵活地实现各种操作和完成状态设置。图 1-4 表示的是用 NEW 命令建立一个新图形文件时出现的对话框。

(二) 具有丰富的绘图与设计命令

AutoCAD 12.0 版共有 200 多条绘图与设计命令, 可分为五大类, 即基本命令、AME 命令、ASE 命令、Render 命令和应用程序命令。本书将重点介绍基本命令。

此外, AutoCAD 还具有一些高级功能, 以便进行二次开发和提供数据接口。

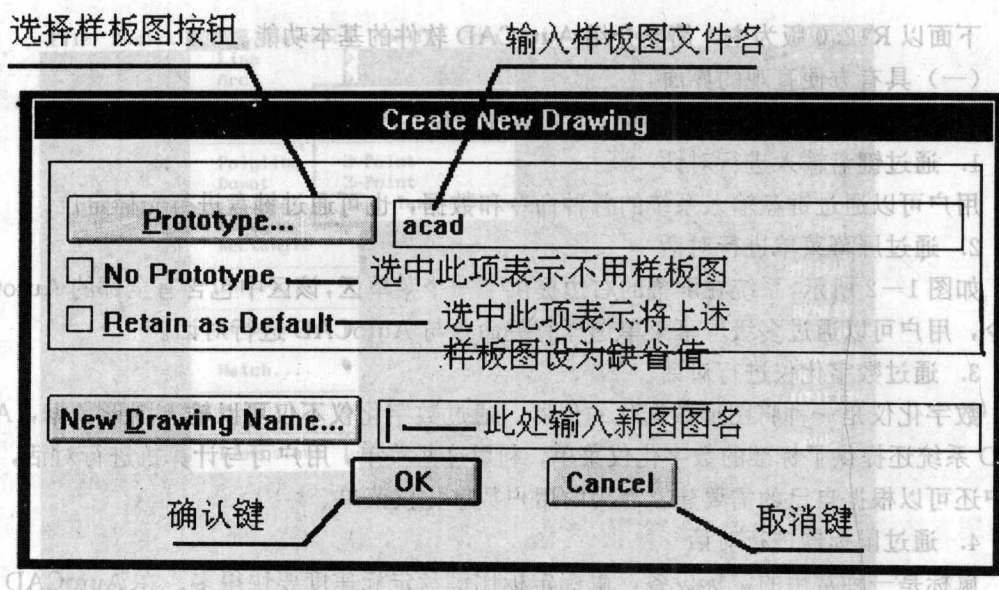


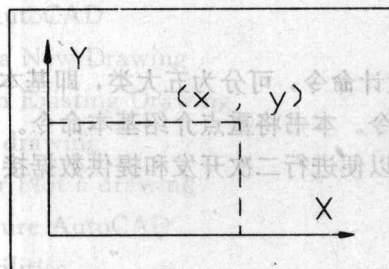
图 1-4 NEW 对话框

第三节 计算机绘图的一些术语和概念

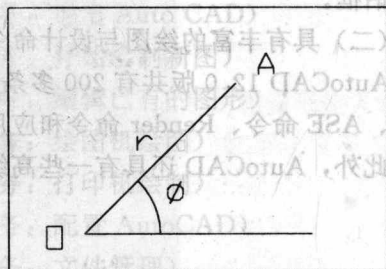
一、点和坐标系

点是最基本的几何元素。点的位置可以用在一定坐标系中的坐标来确定。

在 AutoCAD 系统中,常用的坐标系有两种,即笛卡尔坐标系和极坐标系。对于笛卡尔坐标系,屏幕的水平方向为 X 轴,向右为正向;屏蔽竖直方向为 Y 轴,向上为正向;坐标原点一般在屏幕的左下角;Z 轴垂直于屏幕平面并指向用户。用 (X, Y) 表示一个二维点,如图 1-5 (a),用 (X, Y, Z) 表示一个三维点。对于极坐标系,用相对坐标方式表示点的位置,如图 1-5 (b),A 点的位置用相对于参考点 O 的距离 r 及 OA 与水平方向的夹角 φ 来表示。



(a)



(b)

图 1-5 坐标系

二、实体与实体特性

（一）实体 (Entity) 的概念

在 AutoCAD 系统中,预先定义了若干种最基本的图形元素,用户将这些基本图形元素进行有效的组合即可绘出所需的各种各样的图形。这种用于组成实际图形的最基本的图形元素就称为实体。

AutoCAD R12.0 提供了下列基本实体:

1. 点 (Point): AutoCAD 中的点有大小和形状,位置由其坐标确定。
2. 直线段 (Line): 直线段的位置及长短决定于其起点和终点坐标,线型可以是实线、虚线和各种点划线,线宽固定不变,由系统确定。
3. 圆弧 (Arc): 圆弧的位置和大小可由多种方式确定,有多种线型,线宽固定。
4. 圆 (Circle): 可用多种方式绘制,有多种线型,线宽固定。
5. 椭圆 (Ellipse): 可用多种方式绘制,可有多种线型,线宽固定。
6. 文本 (Text): 可用不同字体 (Font) 以多种字型 (Style) 绘制各种字号的文本。
7. 正多边形 (Polygon): 绘制边数大于 3 的各种正多边形。
8. 多义线 (Polyline): 可连续绘制二维的直线段和弧线段,可有多种线型,线宽可调整。
9. 块 (Block): 由若干简单图形组成的一种复杂图形。
10. 填充图案 (Hatch): 又称剖面线,是由一组或多组有一定倾角和间隔的平行线构成的图案。
11. 标注尺寸 (Dimension): 由包括各种直线段、弧线及箭头的块状实体和标注文字组成。

12. 其它各种实体

（二）实体的特性 (Property)

实体除了具有形状和大小之外,还具有其它特性。现将 AutoCAD 中实体的三个特性介绍如下:

1. 图层 (Layer): 在 AutoCAD 中,一幅图中的实体往往分别绘制在不同的层上。一个图层就相当于一张透明的胶片,不同实体就象是画在不同的胶片上,而一幅图就象是由若干张这样的胶片重叠在一起组成的。每个图层有其自己的名称,还可以控制每一层上实体的可见性、颜色和线型。
2. 颜色 (Color): 具有不同颜色特性的实体将以相应的颜色在显示器上显示出来。
3. 线型 (Linetype): 在 AutoCAD 中,象直线段、弧线、圆、多边形等实体,它们都具有某种线型,如实线、点划线等。每种线型都具有一个特定的名称,每种线型的格式则在线型文件中给出精确的描述。

三、平面视图 (Plan View) 和三维视图 (3D View)

AutoCAD 既可以画二维平面视图,也可以画三维视图。本书的讨论仅限于二维视图的绘制。