



普通中等专业教育机电类规划教材

机械CAD/CAM 应用基础

山东省机械工业学校 陈清奎 主编



机械工业出版社

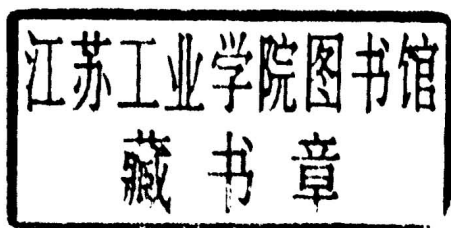
普通中等专业教育机电类规划教材

机械 CAD/CAM 应用基础

主编 陈清奎

参编 黄卫东 周 玮

主审 张导成



机械工业出版社

本书着重介绍了机械 CAD/CAM 的基础知识,反映了它们在机械设计与制造中的应用特点。全书共分七章。主要内容有机械 CAD/CAM 基本知识;计算机辅助图形设计 (AutoCAD); AutoCAD 的应用开发技术;机械设计数据的计算机处理;机械 CAD 应用举例;CAM 基础及自动编程系统 (CAXA-ME)。内容通俗易懂,应用实例多为机械设计方面的举例,其中部分实例可直接用于机械产品 CAD 系统中,具有较强的针对性和实用性。

为便于学习,书中还编入了上机实验指导书。

本书可作为中专机械及机电类专业 CAD/CAM 课程的教材,也可供从事 CAD/CAM 应用和软件开发的人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械 CAD/CAM 应用基础/陈清奎主编. —北京:机械工业出版社, 1999. 12

普通中等专业教育机电类规划教材

ISBN 7-111-06877-7

I. 机… II. 陈… III. 机械设计: 计算机辅助设计-专业学校-教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 24310 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 邓海平 版式设计: 霍永明 责任校对: 孙志筠

封面设计: 海之帆 责任印制: 路琳

成都新华印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2000 年 5 月第 1 版第 2 次印刷

787mm×1092mm $1/16$ · 16.5 印张 · 399 千字

5 001—11 000 册

定价: 22.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
本社购书热线电话 (010) 68993821、68326677-2527

前 言

本教材为普通中等专业教育机电类规划教材，适合于机械及机电类专业学生使用。

针对机械 CAD/CAM 的特点，结合几年来的教学经验及开发成果，我们编写了本教材。本教材主要介绍了机械 CAD/CAM 方面的基础知识，应用实例尽量与机械设计方面的知识相结合，其中的部分实例可直接用于机械产品 CAD 系统中，具有较强的针对性和实用性。

全书共分七章。第一章介绍机械 CAD/CAM 基本知识；第二、三章介绍现在国际上应用最多的微机 CAD 软件——AutoCAD 在绘制机械图中的应用；第四章介绍在 AutoCAD 基础上开发机械 CAD 系统的方法；第五章介绍机械设计数据的计算机处理方法；第六章以编制皮带传动 CAD 程序为例，介绍机械零部件计算机辅助设计的方法及步骤；第七章介绍计算机辅助制造的过程，并介绍了自动编程系统——CAXA-ME。

附录 D 为上机实验指导，它按照教材的内容顺序及各章的特点，分别编写了相应的实验内容，共计 21 个实验。通过进行这些实验，可基本掌握绘制符合我国国家标准的机械图样的方法，并能掌握一些开发机械 CAD 系统的方法，熟悉数控自动编程系统的工作过程。

书中带“*”的内容为选学内容；“{}”内的内容为英文提示信息的中文参考译文；在命令提示信息后带下划线部分为用户键盘输入部分；在命令提示信息后带下划线且在“()”内的内容，是提示用户进行相应的操作；符号“↵”为回车操作符；每个命令均以回车操作结束。

书中所列程序以及 BASIC 与 AutoCAD 的接口软件均已制成软盘，需要者请与山东省机械工业学校机制教研室陈清奎联系，邮编：250013。

本教材第一、四章由山东省机械工业学校陈清奎编写；第三章由福建高级工业专门学校黄卫东编写；第五章由沈阳机电工业学校周玮编写；第二章由黄卫东、陈清奎编写；第六、七章由陈清奎、周玮编写；附录由陈清奎编写。全书由陈清奎主编。

本教材由湖南省机械工业学校张导成高级讲师主审。参加审稿工作的还有常州机械学校冯纪良、海南省工业学校马波、河北机电工业学校赵国增、济南纺织工业学校周夏青、北京机械工业学校孔晓林、珠海市工业学校毛银丝、上海市机电工业学校张子良、上海市南方工业学校蒋忠理、深圳工业学校张磊明、姜加吉、抚顺市工业学校黄国元、广东省机械工业学校柳宁、芜湖机械学校陈云明等。主审及参加审稿的老师认真审阅了书稿，并提出了许多宝贵意见，在教材编写过程中得到了赵志超、闫玉琴老师的大力帮助，在此一并致谢。

由于编者水平所限，加之时间仓促，错误和缺点之处在所难免，敬请批评指正。

编 者

1998 年 6 月

目 录

前言		
第一章 绪论	1	
第一节 机械 CAD/CAM 方法概述	1	
第二节 机械 CAD/CAM 系统的组成	3	
第三节 CAD/CAM 技术在机械工业中的应用	4	
第四节 机械 CAD/CAM 技术的发展趋势	4	
第二章 计算机辅助图形设计	6	
第一节 AutoCAD 简介	6	
第二节 AutoCAD 入门	7	
第三节 基本图形的显示与绘制 (一)	14	
第四节 绘图设置	23	
第五节 基本图形的显示与绘制 (二)	33	
第六节 文本注写	40	
第七节 图形编辑	45	
第八节 图块、属性及其应用	73	
第九节 剖面线的绘制	81	
第十节 尺寸标注	86	
第十一节 AutoCAD 的配置与图形输出	104	
习题	110	
第三章 三维绘图简介	115	
第一节 正等轴测图	115	
第二节 三维绘图基础	116	
第三节 三维实体	121	
第四节 实体造型 (AME) 简介	126	
习题	131	
第四章 AutoCAD 的应用开发技术	133	
第一节 机械 CAD 系统开发综述	133	
第二节 命令组文件及其应用	135	
第三节 用户菜单的建立	138	
第四节 DXF 文件及其应用	146	
第五节 AutoLISP 语言及其应用	152	
* 第六节 通用机械 CAD 软件简介	164	
习题	167	
第五章 机械设计数据的计算机处理	168	
第一节 数表程序化	168	
第二节 线图程序化	172	
习题	174	
第六章 机械 CAD 应用举例	175	
第一节 编制机械零部件的设计程序概述	175	
第二节 带传动设计举例	176	
习题	185	
第七章 CAM 基础	186	
第一节 概述	186	
第二节 CAPP 简介	186	
第三节 自动编程系统——CAXA-ME 简介	188	
习题	219	
附录 A AutoCAD R12 下拉式菜单	220	
附录 B 运行 AutoLISP 程序常见错误信息	224	
附录 C AutoCAD R14 新特性简介	228	
附录 D 上机实验指导	230	
实验一 CAD 系统组成及工作过程	230	
实验二 熟悉 AutoCAD 运行环境	231	
实验三 二维图形的绘制 (一)	232	
实验四 图层设置及点过滤器应用	233	
实验五 二维图形的绘制 (二)	234	
实验六 文本注写	235	
实验七 实体的复制	236	
实验八 实体形状及特性的改变	237	
实验九 图块操作及属性的概念	238	
实验十 剖面线的绘制	239	
实验十一 尺寸标注	240	
实验十二 图形输出	241	
实验十三 正等轴测图的绘制	242	

实验十四	三维作图	244	应用	250	
实验十五	AME 作图	245	实验十九	AutoLISP 语言及其应用	252
实验十六	AutoCAD 中 SCR 文件的 应用	248	实验二十	典型机械零件设计程序的 调试	253
实验十七	AutoCAD 用户菜单的 编制	249	实验二十一	自动编程系统—— CAXA-ME 软件的使用	254
实验十八	AutoCAD 中 DXF 文件的		参考文献		256

第一章 绪 论

第一节 机械 CAD/CAM 方法概述

一、传统机械设计方法概述

传统的机械设计过程的每一个环节都是依靠设计者用手工方式完成的。从本质上说，这些都是凭藉设计者直接或间接的经验，通过类比分析或经验公式确定方案，对于特别重要的设计或计算工作量不太大的设计，有时可对拟定的几个方案作计算对比。方案选定后按机械零件的设计方法或按标准选用，最后绘出整机及部件装配图和零件图，编写技术文件，从而完成整机设计。

按传统的机械设计方法，设计人员的大部分精力耗费在零部件的常规设计上，特别是繁重而费时的绘图工作，而对整机以及全局问题难以进行深入的研究，对于一些困难而费时的分析计算，常常不得不采用作图法或类比定值等粗糙的方法，因此具有很大的局限性，主要表现在：

1) 方案的拟定很大程度上取决于设计者的个人经验，即使同时拟定少数几个方案，也难以获得最优方案；

2) 在分析计算工作中，由于受人工计算条件的限制，只能采用静态的或近似的方法，难以按动态的或精确的方法计算，计算结果未能完全反映零部件的真正工作状态，影响了设计质量；

3) 设计工作周期长，效率低，成本高。

此外，随着科学技术和生产的发展，对机械产品的要求越来越高，主要表现在：

1) 对机械产品的综合技术性能要求越来越高，要求高参数、高效率、低消耗、高耐久性、高可靠性、成套性和自动化；

2) 大批量生产产品的比例有所减少，而批量或小批量生产的产品有所增加。要求产品系列化，实现产品短期换代，以适应市场的需要；

3) 降低产品成本，提高经济效益。

设计工作是机械产品生产过程中重要的一环。据统计，设计过程中所花费用只占总成本的 5% 左右，但在产品成本中约有 75% 是在设计阶段由设计者的设计所决定的。因此，降低产品成本，关键在于改善设计。而产品换代周期，很大程度上取决于新产品的的设计速度。要确保产品的高技术性能指标，就要求在新产品设计中以理论设计代替经验设计，以精确计算代替近似计算，以动态分析代替静态分析。这样，设计过程中的分析计算工作量与复杂程度就大大增加。用人力来完成全过程不仅费时而且是不可能的。因此，传统的机械设计方式已成为科学技术和生产发展的障碍，必须对它进行彻底改革。

计算机技术（软件、硬件）的出现、发展和应用领域的日益扩大，为传统的机械设计方式进行彻底改革提供了基础。因为计算机不仅具有快速、准确的计算功能，而且它的大容量存储器使它具有极强的“记忆能力”；计算机的逻辑判断功能又使它具有一定程度的“思维

能力”。人机对话式的设计方法又使设计者与计算机进行直接对话和进行图形显示及即时修改创造了条件；精密绘图机的出现能迅速和准确地将设计结果直接以图样的形式输出，使设计者摆脱了繁重而低效的绘图劳动；有限元分析、可靠性和优化设计等软件的研制成功，使设计者能对产品进行精确的分析和获得最佳的设计。这样，计算机已不单是一种高效的计算工具，已经越来越成为设计者进行创造性设计的强有力的工具。因此，计算机问世以后，一门利用计算机进行设计与制造工作的新学科——计算机辅助设计与制造便逐步形成。

二、机械 CAD/CAM 方法概述

计算机辅助设计 (Computer Aided Design, 简称 CAD) 和计算机辅助制造 (Computer Aided Manufacturing, 简称 CAM), 常称为 CAD/CAM, 该技术是设计人员和组织产品制造的工艺设计人员在 CAD/CAM 系统的辅助之下, 进行产品的设计和制造的一项新技术。其中, 设计人员通过人一机交互操作方式进行产品设计构思和论证、产品总体设计、技术设计、零部件设计、有关零件的强度等分析计算、零件加工信息 (工程图样等) 的输出以及技术文档和有关技术报告的编制等, 而工艺设计人员则可以根据 CAD 过程提供的信息和 CAM 系统的功能, 进行零部件加工工艺路线的控制和加工情况的预演示以及生成控制零件加工过程的信息, 即现在的 CAD 过程往往与计算机辅助工艺规程设计 (Computer Aided Process Planning, 简称 CAPP) 及数控自动编程连在一起, 形成集成的 CAD/CAM 系统, 该系统的工作流程如图 1-1 所示。其过程为先根据市场需求确定产品的性能要求, 然后用专家系统进行产品方案设计, 再进行几何建模、工程分析、产生详细的工程图。CAPP 的功能是进行零件加工工艺路线及工序的编制, 其作用是为生产调度及控制提供信息, 并为 NC (Numerical Control) 自动编程提供所需信息。NC 自动编程部分生成刀具加工轨迹并在屏幕上进行加工仿真, 检查无误后, 经后置处理生成加工代码, 控制机床进行加工, 图 1-1 左边是工程数据库, 构成了信息交换与集成的基础, 右边列出了所需软件的种类。

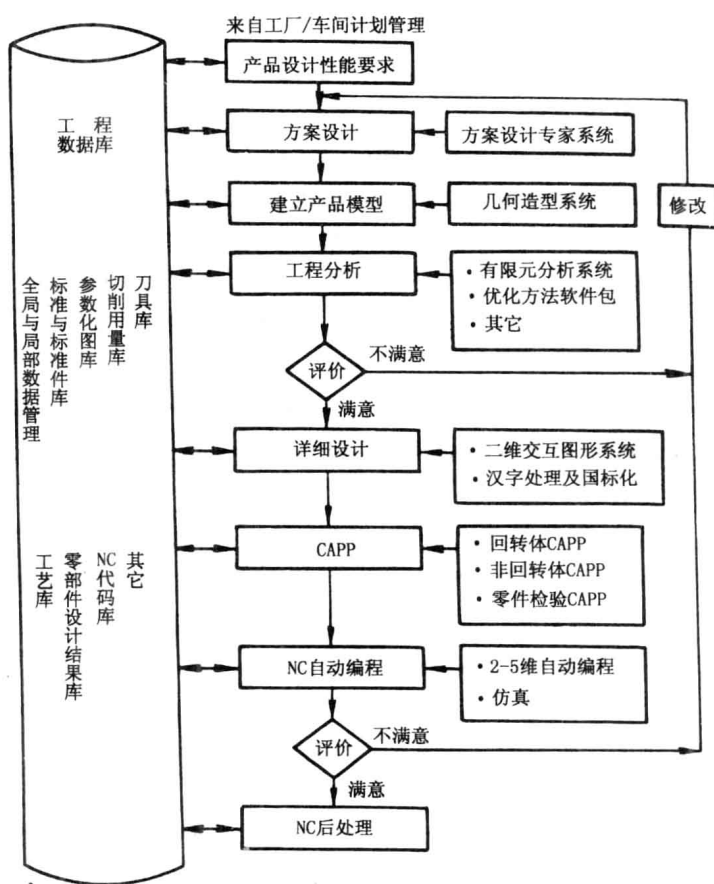


图 1-1 CAD/CAM 系统工作流程图

CAD/CAM 技术是一门多学科的综合应用新技术, 该技术的应用和发展, 正在引起一场产品设计和制造的技术革命, 并对产品结构、产业结构、管理结构、生成方式以及人才知

识结构、生产方式以及人才知

识结构等产生重大的影响，它是计算机集成制造系统（Computer Integrated Manufacturing System，简称 CIMS）的重要组成部分之一。

第二节 机械 CAD/CAM 系统的组成

一、CAD/CAM 系统的硬件

CAD/CAM 系统的硬件是由计算机及其外围设备组成，它包括计算机主机、图形输入装置（键盘、鼠标、数字化仪、扫描仪）、图形输出装置（显示器、打印机、绘图仪）、数据存储设备（软盘、硬盘、光盘、磁带）等。它是 CAD/CAM 技术的物质基础。

二、计算机辅助设计系统的软件

所谓软件是指使用和发挥计算机效率、功能的各种程序。整个计算机系统的工作过程都是由软件来控制 and 实现的。软件的水平是决定系统性能优劣、功能强弱、使用方便与否的关键因素。在不同 CAD/CAM 系统中，对软件的要求也不同。这些软件的开发设计一般需要由计算机的软件人员和专业领域的设计人员密切合作，才能取得满意的效果。

系统的软件可按功能分为三个层次，一般称之为系统软件、支撑软件和应用软件。

(1) 系统软件 系统软件是对计算机资源进行自动管理和控制的软件系统，处于整个软件的核心内层。它主要包括操作系统、数据通信系统等，所有的软件都要在操作系统的管理和支持下进行工作。操作系统是对计算机进行自动管理和控制中心，通过对计算机的软、硬件资源的合理使用，使之协调一致并且高效地完成各种任务。

(2) 支撑软件 支撑软件是帮助人们高效率地开发、运行应用软件的软件系统，亦称为软件开发工具。CAD/CAM 系统的支撑软件主要包括交互式图形支撑系统、工程数据库及其管理系统、CAPP 软件、自动编程软件等。此外，高级语言、汇编语言、面向设计问题的专用语言等也属于支撑软件。它们为 CAD/CAM 系统的软件开发，特别是用户的二次开发，提供必要的软件环境，支持应用程序设计，实现多种多样的 CAD/CAM 功能。

支撑软件是应用软件开发的基础，应用软件以及 CAD/CAM 系统的功能和效率在很大程度上取决于支撑软件的性能。交互式图形处理是 CAD/CAM 最主要的特色和基本的功能，它是由图形支撑软件和各种应用图形程序实现的。图形支撑软件通常为用户提供一个可被高级语言调用的图形程序库，提供完成图形的生成、显示、编辑、修改、输出、存储以及文本操作、标注尺寸等基本功能，在应用程序中可以通过图形支撑软件进行图形处理。

(3) 应用软件 应用软件是针对某一产品，利用基础软件开发出来的软件。显然它亦包括专业设计计算软件、专业绘图软件、CAPP 软件。

例如一个通用机械的 CAD 系统，其设计计算软件应包括圆柱齿轮传动设计，圆锥齿轮传动设计，蜗杆蜗轮传动设计，带传动、链传动、轴的强度与刚度计算，滚动轴承与滑动轴承设计，键联接、螺栓联接等零件的设计计算程序。此外，一些系统尚需配置有限元分析、优化设计、可靠性设计等分析应用软件。而绘图应用软件方面，除包括各种零件的工作图绘图软件外，尚应有装配图、零部件图的绘图软件、参数化绘图软件等。只有配备了上述一些应用软件，才能适应各种通用机械设计的需要。

第三节 CAD/CAM 技术在机械工业中的应用

CAD/CAM 技术在机械工业中的应用主要有以下几方面:

- 1) 二维绘图, 用来代替传统的手工绘图。
- 2) 图形及符号库。将常用简单图形及符号, 先存入图库中, 需要时调出, 经编辑修改后插入到另一图形中去, 从而使图形设计工作更加方便。
- 3) 参数化设计。标准化或系列化的零部件具有相似结构, 但尺寸需经常改变, 采用参数化设计的方法建立图形程序库, 调出后赋以新的尺寸参数以生成新的图形。
- 4) 三维造型。采用实体造型设计零部件结构, 经消隐及着色等处理后显示物体的真实形状, 还可作装配及运动仿真, 以便观察有无干涉等。
- 5) 工程分析。常见的有有限元分析、优化设计、运动学及动力学分析等。此外针对某个具体设计对象还有其特殊的工程分析问题, 如注塑模设计中要进行塑流分析、冷却分析、变形分析等。
- 6) 设计文档或生成报表。许多设计属性需要制成文档说明或输出报表, 有些设计参数需要用直方图、饼图或曲线图等来表达。上述这些工作常用专用软件完成, 如 WPS、CCED、FoxBase 等。

- 7) 零件加工工艺的自动编制。
- 8) 数控加工程序的自动编制。
- 9) 较复杂零件的设计与制造。如刀具、夹具、模具的设计与制造。

从上述应用情况可知, 采用 CAD/CAM 技术有如下主要优点:

- 1) 减少手工绘图时间, 提高绘图效率。
- 2) 提高分析计算速度, 解决复杂计算问题。
- 3) 便于修改设计。
- 4) 促进设计工作的规范化、系列化和标准化。
- 5) 通过计算机仿真, 对自动编制的数控加工程序进行检验, 可降低加工成本, 提高产品质量及生产效率。
- 6) 可解决复杂零件的数控加工程序的编制问题。

总之, 采用 CAD/CAM 技术能够提高设计质量、缩短设计周期、降低设计及加工成本, 从而加快了产品更新换代的速度, 使企业保持良好的竞争能力。

第四节 机械 CAD/CAM 技术的发展趋势

一、集成化

为适应设计与制造自动化的要求。特别是近几年出现的计算机集成制造系统的要求, 进一步提高集成水平是 CAD/CAM 系统发展的一个重要方向。为此, 必须加强以下几个方面的工作:

- 1) 在几何造型方面必须实现从传统的实体造型到参数化特征造型的转变, 以便建立包括几何信息在内的完整的产品信息模型 (包括几何、工艺、加工、管理等信息), 创造

CAD、CAPP、自动数控编程集成的必要条件。

2) CAD/CAM 系统必须有自己统一的数据库及其管理系统。该数据库的结构要以产品信息模型为基础,使 CAD/CAM 系统内的各模块都用这个统一数据库进行信息存取。

3) 解决好不同 CAD/CAM 系统间产品模型数据的转换问题。目前大多数系统采用的是初始图形交换规范 IGES (Initial Graphics Exchange Specification),应该逐步向国际标准 STEP (Standard for The Exchange of Product Model Data) 靠拢。

4) 集成系统内部应该包括种类更多、功能更为完善的设计与制造应用软件,例如 CAPP 软件、面向对象的各种应用软件、文字处理软件等,使整个系统功能更为完善。

5) 解决好网络通信问题,使不同节点及不同地区的用户能够协同工作。

二、智能化

现有的 CAD 技术在机械设计中只能处理数值型的工作,包括计算、分析与绘图。然而在设计活动中存在另一类符号推理性工作,包括方案构思与拟定、最佳方案选择、结构设计、评价、决策以及参数选择等。这些工作依赖于一定的知识模型,采用符号推理方法才能获得圆满成功。因此将人工智能技术,特别是专家系统的技术,与传统 CAD 技术结合起来,形成智能化 CAD 系统是机械 CAD 发展的必然趋势。

三、标准化

随着 CAD/CAM 技术的发展,工业标准化问题越来越显示出它的重要性。现已制定了不少标准,如面向通信设备的 CGI,面向用户的图形标准 GKS、PHIGS,面向不同 CAD/CAM 系统的数据交换标准 IGES、DXF、STEP,此外还有窗口标准等。随着技术的发展,新标准还会出现,基于这些标准的有关软件也会不断推出,用户的应用及开发常常离不开它们。

第二章 计算机辅助图形设计

在利用计算机绘制工程图样时，一般选用一个商品化的图形软件，本章将介绍目前在微机 CAD 系统中应用最广泛的绘图软件——AutoCAD 的基本绘图功能。

第一节 AutoCAD 简介

AutoCAD 是美国 Autodesk 公司的软件产品，它是一个通用的图形软件，适应面很广，可用于机械、电子、建筑、地理等行业。

自从 1982 年 12 月首次在 COMDEX 交易会上推出 AutoCAD 1.0 版本以来，AutoCAD 几经更新，现已推出最新版本 AutoCAD R14。本书主要介绍 AutoCAD R12 (DOS 版) 的基本功能。

利用 AutoCAD 绘图的过程一般分为两步：首先利用 AutoCAD 强大的绘图和编辑功能在计算机屏幕上绘出用户满意的图形，然后再以图样形式或文件形式输出图形。这与传统的手工绘图方法不同。

国内汉化版本的推出，促进了 AutoCAD 在我国的推广使用，由于其功能强，使用方便，所以目前国内许多微机 CAD 系统都以 AutoCAD 作为基础绘图软件。

一、AutoCAD 的主要功能

1) AutoCAD 采用人机交互方式，用户不必熟记那些单调、繁多的命令及操作步骤，AutoCAD 提供给用户各种菜单、对话框及操作步骤的提示，用户只需输入命令及响应提示即可画出所需的图形。

2) AutoCAD 提供了多种辅助绘图工具，在有限的屏幕范围内可以方便地绘制各种规格的图样，准确地在上定位，并能够使用不同颜色和线型表达图形。

3) AutoCAD 提供了直线、多义线、圆、圆弧、椭圆、圆环、正多边形等图形实体的绘图命令。通过调用这些命令，能够设计各种专业图样。

4) 图形编辑功能强，具有一定的智能化功能，编辑图形非常方便、迅速和准确。布图灵活，图形比例可调整，将常用图形定义成图块，可供不同的图样调用。

5) 能方便地标注尺寸及编写中英文说明、设备材料清单等。

6) 提供方便的系统服务，可以随时报告当前绘图区域内的各种数据，并可以请求系统帮助得到有关命令的信息。

7) 设计的图样可通过绘图仪或打印机输出，绘制在描图纸或白纸上，并可指定输出整幅或部分图形，比例可以调整。

8) AutoCAD 具有开放的体系结构，用户可结合本专业特点，对其进行功能扩展和二次开发，以形成各种专业 CAD 系统。AutoCAD 提供了 AutoLISP 语言，它既有图形处理功能，又有人工智能语言的编程手段，为 AutoCAD 的二次开发提供了强有力的工具，用它可以实现对 AutoCAD 的功能扩充或定义新的 AutoCAD 命令。

9) AutoCAD 提供了与外部程序和数据库进行图形及数据交换的接口, 通过 DXF 文件、IGES 等规范的图形数据转换接口, 与其它 CAD 系统、CAM 系统或应用程序进行数据交换, 以实现不同系统的集成。

二、AutoCAD 对软件及硬件的要求

不同版本的 AutoCAD 对软件及硬件的要求不同, 版本越高, 要求也越高, 下面以 AutoCAD R12 为例介绍 AutoCAD 对软件及硬件的要求。

1. 硬件配置

1) 主机 主机必须是 80386 以上的 CPU 且带有 87 系列数学协处理器, 基本内存 640KB, 总内存为 4MB 以上。

2) 外存储器 在安装 AutoCAD R12 以前, 硬盘的自由空间必须在 25MB 以上。另外还必须具备一个 1.2MB 或 1.44MB 的高密软盘驱动器。

考虑到高版本 AutoCAD 已存放在光盘上, 故应配置光盘驱动器。

3) 显示器 AutoCAD R12 需要一个具有适当分辨率的彩色图形显示器, 至少应配备 VGA 卡, 最好能使用 1024×768 的分辨率。

4) 鼠标器或数字化仪 应配置 AutoCAD 支持的鼠标器或数字化仪。

5) 绘图仪或图形打印机 应配置 AutoCAD 支持的绘图仪或图形打印机。

2. 软件环境

1) 操作系统。AutoCAD 有 DOS 版和 WINDOWS 版之分, AutoCAD R13 C4 版及 AutoCAD R14 版为 WINDOWS 95 版。根据使用的 AutoCAD 版本的不同, 应分别选用相应的操作系统。

2) 为了完成相应的分析计算、文字输入等工作, 应配备相应的软件, 如 WPS、C、QBASIC、AutoCAD 汉化环境等。

3) 为了提高工作效率, 可配备对 AutoCAD 二次开发的 CAD 软件。如高华 CAD、AP-CAD、浪潮 CAD、XTMCAD、YS-MCAD 等通用机械 CAD 软件。

第二节 AutoCAD 入门

一、AutoCAD 启动

在第一次启动 AutoCAD 之前, 必须事先按照软件说明及要求正确安装好 AutoCAD 软件, 并根据具体情况预先配置好系统环境及变量等。

在正确安装完毕之后, 将会生成 ACADR12.BAT 批处理文件, 该文件的主要内容如下:

```
SET ACAD=C:\ACADR12\SUPPORT;C:\ACADR12\FONTS;C:\ACADR12\ADS
```

```
SET ACADCFG=C:\ACADR12
```

```
SET ACADDRV=C:\ACADR12\DRV
```

```
C:\ACADR12\ACAD %1 %2
```

使用该批处理文件启动所安装的 AutoCAD 系统。例如在 C 盘根目录下存有 ACADR12.BAT 批处理文件, 则在 DOS 提示符下用户只要键入 ACADR12 及回车就能启动运行 AutoCAD;

C:\>ACADR12

在 AutoCAD 启动后，显示一个简单的版本号和版权声明，然后显示 AutoCAD 屏幕。如图 2-1 所示。

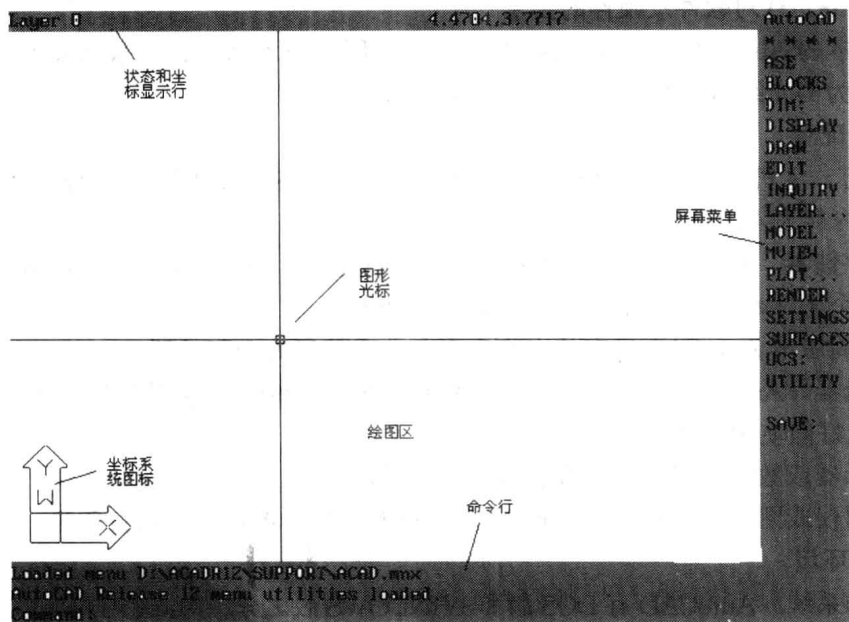


图 2-1 AutoCAD 屏幕布置

二、AutoCAD 屏幕介绍

AutoCAD 的屏幕分为四个区域：绘图区、屏幕菜单区、命令提示行区、状态行及下拉式菜单区。另外，在绘图区左下角有一个坐标系统图标，在绘图区还有一个用十字线表示的图形光标。

(1) 绘图区 屏幕的中间区域，它是屏幕上用户绘图的区域。

(2) 屏幕菜单区 位于屏幕的右侧，它显示组成 AutoCAD 全部命令的菜单和子菜单。可以使用鼠标器或键盘通过屏幕菜单输入命令。

(3) 命令提示行区 位于屏幕的下面三行，它是从键盘上输入命令和显示提示信息的地方。在图形编辑状态下，命令提示行区出现“Command:”提示符。

(4) 状态行及下拉式菜单区 位于屏幕的上方一行，状态行包括颜色框、层名、“SNAP、GRID、ORTHO”是否激活以及坐标读数。通过它可以了解 AutoCAD 的一些设置状态。

下拉式菜单区是隐藏在该区内的，可以使用鼠标器激活。各下拉式菜单选项的内容见附录 A。

(5) 图形光标 用于绘图、选择实体以及点取菜单和对话框；使用的目的取决于当时命令状态；它可以显示为十字线、拾取框等。

三、命令和数据的输入

(一) 命令的输入

1. 键盘输入命令

当屏幕命令提示区出现“Command:”时,就可以从键盘上输入 AutoCAD 的命令名,例如要画一个圆,就键入 Circle 命令,然后按回车键或空格键,AutoCAD 就执行该命令。如果输入的命令有错误,AutoCAD 显示出错信息:

Unknown command. Type? for list of commands.

注意:只有在“Command:”提示出现时,才能输入命令,否则输入无效。

2. 用屏幕菜单输入命令

屏幕菜单为多级菜单,每次只能显示一级,用户可通过鼠标器或键盘选择菜单项或下一级菜单。

用鼠标器较方便,操作方法为移动鼠标器,使光标移动到屏幕菜单区,光标所在菜单项亮显,上下移动鼠标器,以选择所需菜单项。按下鼠标器的“pick”(点取)按钮,即鼠标器左键,AutoCAD 即接受亮显菜单项所显示的命令或显示下一级菜单。

3. 用下拉式菜单输入命令

当用鼠标器将光标移到屏幕顶部时,在状态行处就会出现下拉菜单条,这时用户可根据需要点取不同的菜单选项以执行不同的命令。

4. 命令的重复

在某一个命令执行完毕出现“Command:”提示符时,再按一下空格键或回车键,就可自动重复这个命令,例如用 Circle 命令画完一个圆后,当“Command:”提示符出现时,按回车键, Circle 命令又被执行,此时就可画另外一个圆。

(二) 数据的输入

在 AutoCAD 命令的执行过程中常需输入一些附加信息,例如点的坐标、角度等。AutoCAD 将给出提示,告诉用户输入哪些信息,若输入的数据类型与 AutoCAD 要求的不一致,AutoCAD 就会出现有关的提示信息,并要求重新输入数据。

AutoCAD 各种数据的输入方法如下:

1. 坐标

当命令提示区出现 Point: 提示时,则需要输入某个点的坐标。在确定该点坐标后,就会在该点处生成一个小的十字光标标记,供作图时参考。该标记不是图形的一部分,可用 REDRAW 命令取消它。

坐标的输入方式有以下几种:

(1) 绝对坐标 在 Point: 提示符出现后,可用键盘输入 X 和 Y 的坐标来确定某点的位置,并用逗号隔开,例如,输入 (6, 8) 表示某点的 X 坐标为 6, Y 坐标为 8。也可以用鼠标器在屏幕上指定某点的位置以确定该点的坐标。

(2) 相对坐标 相对坐标是指相对于最后一点坐标的 X 和 Y 的位移量,此时,需要在相对坐标前加一个@符号,例如最后一点的坐标是 (4, 6),在 Point 提示符之后输入相对坐标 (@2, -2),则所指定点的绝对坐标为 (6, 4)。

若想将某一点设置为相对坐标的参考点,可使用 ID 命令,其命令格式为:

Command: ID

Point: (输入一个点)

(3) 极坐标 极坐标是指相对于最后一点的距离和角度,按如下方式输入极坐标:“@距离<角度”,例如输入 (@7.8<30) 就表示该点到前一点的距离为 7.8,前一点与该点的

连线与 X 轴正向的夹角为 30° 。

(4) 屏幕定标 在配有鼠标器或数字化仪时，只要在指定的区域上、下、左、右移动定标器，十字光标就随着定标器作相应的移动。当光标移到指定的位置后，按下 Pick（点取）键，就选择了该点。

2. 数值

除 Point 提示符之外，AutoCAD 还有其它提示符要求输入相应的数据。例如提示符：Column（列）、Column Distance（列间距）、Row（行）、Row Distance（行间距）、Height（高度）、Width（宽度）、Radius（半径）、Value（数值）等。

这些提示符都要求在其后输入数值，从键盘上输入数值可使用下列字符：

+ - 0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 E /

例如：10，+52，-8，213，4.2E+3（它是 4200 的浮点表示方法），都是合法的数值输入，响应行和列的数值必须是整数。

当 AutoCAD 要求输入两点间的距离时，可先输入第一个点的坐标值，然后在出现提示“Second Point:”时，输入第二个点的坐标值，AutoCAD 就自动计算出两点之间的距离。

3. 角度

AutoCAD 的角度以度为单位，X 轴正方向为 0° 角，逆时针方向为角度的正方向。角度也可像数字一样用键盘或定标器输入。

4. 位移量

位移量的提示符为“Displacement”，它是指一个点或一个图形从一个位置平移到另一个位置的平移量。位移量的输入有两种方法：一种是用定标设备给出一个基点位置，然后再给出第二点的位置，两点间的距离就是位移量；另一种方法是用键盘输入 X 和 Y 的位移量，例如输入（4，6），就是指沿 X 轴方向的位移量为 4，沿 Y 轴方向的位移量为 6，当 AutoCAD 要求输入第二个点时，给一个空回车响应。

5. 命令出错和数据出错的校正

当输入的命令和数据出错时，可用下列三种方法校正：

- 1) 用 Backspace 键一次删除一个字符（Ctrl+H 键具有相同的功能）。
- 2) 用 Ctrl+X 键一次删除一行字符。
- 3) 用 Ctrl+C 键取消当前命令，回到“Command:”状态。

（三）标准文件对话框

在 AutoCAD 中，有许多命令是以对话框的形式让用户与 AutoCAD 进行对话的。在对话框显示期间，AutoCAD 只响应定标器的移动、定标器的点取和键盘的输入，不响应屏幕菜单和其它所有菜单区的命令，也不响应屏幕切换键和其它方式的切换键。可使用定标设备在对话框中进行选择。

下面以 SAVEAS 命令的标准文件对话框为例来说明对话框的使用方法。

如果在“Command:”提示符下输入 SAVEAS，则 AutoCAD 显示如图 2-2 所示的标准文件对话框。

上述标准文件对话框中各编辑框和按钮的使用方法如下：

1. Pattern

Pattern 编辑框允许用户指定文件的搜索模式，在该编辑框中输入一个具体的文件名，

也可以使用通配符来指定一组文件。例如，为了列出当前目录下的所有绘图文件，在 Pattern 编辑框内键入 * .DWG 并按回车键即开始搜索。AutoCAD 把找到的文件显示在 Files 列表框中，除了 AutoCAD 的绘图文件外，还可以搜索其它类型的文件。

2. File

在 File 编辑框内输入所需文件名。可以用键盘输入，也可从列表框中选取。当从 Files 列表框中选取了文件名后，该文件便自动地显示在 File 编辑框中。

3. 目录和文件列表框

为了在其它目录下进行搜索，在 Directories 列表框中，用鼠标器双击所需要的目录。如果要搜索上一级目录，点取“..”符号；如果要回到根目录下，则点取“\”符号。DOS 驱动器名在尖括号内 (<>)，例如 <A: > 代表 A 驱动器。

4. Type it 按钮

如果需要在“Command:”提示符下键入文件名，就点取 Type it 按钮。这时，标准文件对话框消失，然后按命令行的提示键入文件名。如果标准文件对话框中的 Type it 按钮呈暗色显示，就表示该按钮不能使用。

5. Default (缺省值) 按钮

点取 Default 按钮，将把对话框设定值恢复为它原来的值（例如它原来的路径名）。

6. OK 按钮和 Cancel 按钮

点取 OK 按钮或按回车键，将完成标准文件对话框的操作。

点取 CANCEL 按钮或按 Ctrl + C 组合键，将取消对话框，废除该命令并回到“Command:”提示状态。

四、AutoCAD 入门实例

下面以绘制如图 2-3 所示的图形为例说明 AutoCAD 的工作过程。

(一) 进入 AutoCAD

首先启动计算机，使其进入正确工作状态，然后键入：

C: \ > acadr12

待出现 AutoCAD 绘图屏幕状态后，即可进行绘图。

(二) 开始新的绘图

将十字光标移至屏幕顶部，亮显下拉式菜单条，按鼠标左键点取 File 项，拉出该下拉式菜单。下移光标点取

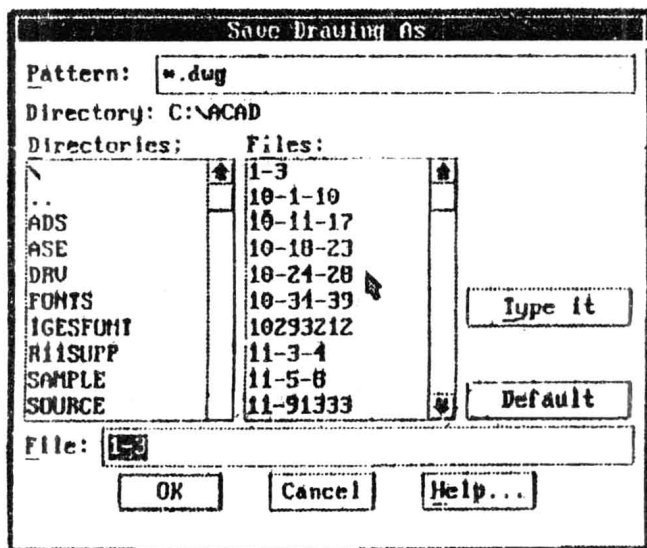


图 2-2 标准文件对话框

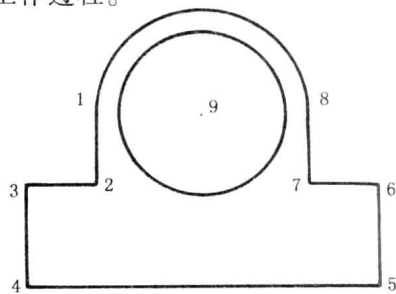


图 2-3 平面图形