

制图员职业培训教材

计算机 绘图

主编 尚凤武

编著 窦忠强
尚玉山
尚凤武

中央广播电视大学出版社

全国职业技能培训推荐教材

劳动和社会保障部培训就业



计 算 机 绘 图

尚凤武 主编

窦忠强 尚玉山 尚凤武 编著

童秉枢 主审

中央广播电视大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

计算机绘图/尚凤武主编;窦忠强等编著. - 北京:中央广播电视大学出版社,1999.4

ISBN 7-304-01718-X

I. 计… II. ①尚… ②窦… III. 自动绘图-技术培训-教材 IV. TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 12561 号

版权所有,翻印必究。

计算机绘图

尚凤武 主编

窦忠强 尚玉山 尚凤武 编著

童秉枢 主审

出版·发行/中央广播电视大学出版社

经销/新华书店北京发行所

印刷/北京首师大印刷厂

开本/787×1092 1/16 印张/18.75 字数/404 千字

版本/1999 年 3 月第 1 版 2000 年 3 月第 4 次印刷

印数/15001—20000

社址/北京市复兴门内大街 160 号 邮编/100031

电话/66419791 68519502

(本书如有缺页或倒装,本社负责退换)

书号: ISBN 7-304-01718-X/G·454

定价: 24.00 元

前 言

计算机及计算机技术在不断发展, 计算机技术的普及率也在逐年提高, 在众多的计算机应用技术领域中, 计算机绘图和计算机辅助设计 (CAD) 是发展最快的分支之一。

计算机绘图不仅是计算机辅助设计和计算机辅助制造的重要组成部分, 也是科研、教学、企业、生产和管理等各行业开展工作的有力工具, 它的作用已日益受到人们的重视。计算机绘图已在机械、航空航天、船舶、纺织、建筑、电子、气象和管理等众多部门得到广泛应用。

目前, 图书市场上的计算机绘图教材不下几十种, 读者的对象大多为在校的大专院校的学生, 教材的重点偏重系统的理论和方法, 但是对已经走出学校的广大工程技术人员或没有进入大学的初、中级技术人员来说, 他们更需要一本实用性很强的教材, 以便在工作中了解和掌握这一新技术。为此, 为了配合劳动和社会保障部组织制图员的培训以及满足基层技术人员学习的需要, 由劳动和社会保障部、中央广播电视大学和中国工程图学学会共同组织编写这本面向基层的计算机绘图教材, 以打破计算机绘图的神秘感, 使这一先进技术和工具在生产中发挥良好作用。

基于以上考虑, 本书编写的第一个特点就是注重实用, 以满足读者的应用为最终目的。因此, 本书以“准指南”的形式组织教材各章节, 使读者在了解了一般的道理之后, 把学习重点放在实际应用上, 教材力求做到既是学习的良师益友, 又是开展绘图工作必不可少的资料。

本书的第二个特点是选用具有我国自主知识产权的软件——CAXA 电子图板作为教材编写的背景。该软件功能齐全, 操作方便, 全中文界面使用户更加便于理解和学习。它是广大技术人员学习计算机绘图的得力帮手。

本书的第三个特点是高低层次兼顾, 叙述通俗易懂, 由浅入深, 内容丰富具体, 既便于学习入门又可为二次开发提供技术帮助, 从而使本书的读者群的范围更加扩大。

全书共分十五章, 第一章介绍计算机绘图的发展历史及应用; 第二章介绍计算机的基本知识; 第三章介绍计算机绘图系统及其软、硬件; 第四章至第十五章介绍计算机绘图中的绘图、编辑、图层、块、工程标注以及文件管理等方法及其有关操作。在全书的最后编有两个附录, 其一为电子图板的命令索引, 其二为电子图板的图库清单、内有各类标准件、电气元件等图符清单, 供读者使用或查找。

本书由尚凤武主编, 清华大学童秉枢教授主审, 窦忠强、尚玉山和尚凤武编写。

教材编写的分工为: 第一章和第三章由窦忠强编写; 第二章由尚玉山编写; 其余各章由尚凤武编写, 并由尚凤武整理全书。

孙冰先生在本书的编写过程中做了大量的组织工作和出版的协调工作, 为本书顺利与读者见面作出了贡献。北京华正软件工程研究所所长雷毅教授和陈言秋博士为编写本书提供

了有力的物质和技术支持。北方交通大学的宋兆全教授参加了本书编写大纲的讨论并提出了宝贵意见。余载泉、曾庆磊等参加本书大部分的录入工作，对以上给予本书各种帮助的各位先生在此表示诚挚的谢意。

限于编者的学识水平，书中难免有不足和错误之处，希望读者予以批评指正。

编 者

1999 年元月

内容提要

本书是国家劳动和社会保障部制图员远程职业培训的指定教材。

全书共十五章，其中第一、第二、三章介绍计算机绘图的基本概念，计算机的基本知识以及计算机绘图系统的组成和计算机绘图的方法。第四章至第十五章以国内具有自主知识产权的二维绘图软件——CAXA 电子图板为背景，介绍计算机绘图中的绘图、编辑、显示、图层、块、工程标注、系统设置、文件管理等基本概念、功能以及操作方法。书后的附录包括命令索引和图库存清单。

本书除作为制图员培训教材外，也可作为厂矿职工的培训教材，还可以作为大专院校学生和工程技术人员学习计算机绘图的教材或参考书。

目 录

第1章 绪论	1
1.1 计算机绘图与计算机辅助设计(CAD)	1
1.2 计算机绘图的应用领域	2
1.3 计算机绘图课程的学习目的和学习方法	2
思考题	3
第2章 计算机的基本知识	4
2.1 计算机的组成及主要部件的功能	4
2.1.1 微机硬件入门	4
2.1.2 软件入门	7
2.2 计算机中常用名词术语	8
2.2.1 文件与文件名	8
2.2.2 目录与路径	10
2.3 DOS 系统的基本知识	12
2.3.1 DOS 的基本知识	12
2.3.2 目录操作	13
2.3.3 文件操作	14
2.3.4 磁盘操作	15
2.4 Windows 系统简介	16
2.4.1 Windows 95 系统概述	17
2.4.2 Windows 95 系统概貌	19
2.4.3 Windows 资源管理器的基本操作	23
思考题	27
第3章 计算机绘图系统	28
3.1 计算机绘图系统的硬件构成	28
3.2 计算机绘图系统的硬件	29
3.2.1 图形输入设备	29
3.2.2 图形输出设备	31
3.3 计算机绘图系统的软件	31
3.3.1 应用于微机的计算机绘图软件	32
3.3.2 大型集成化设计绘图软件	32
3.4 CAXA 电子图板 98 系统简介	32
3.4.1 CAXA 电子图板 98 的特点	33

3.4.2 运行环境.....	34
3.5 计算机绘图的方法.....	34
思考题	35
第4章 用户界面与基本操作	36
4.1 用户界面的组成.....	36
4.1.1 屏幕画面的分布.....	37
4.1.2 用户界面说明.....	39
4.2 基本操作.....	41
4.2.1 常用键的含义.....	42
4.2.2 命令的输入与执行.....	43
4.2.3 点的输入.....	44
4.2.4 选择(拾取)实体.....	46
4.2.5 右键直接操作功能.....	47
4.2.6 其它常用的操作.....	48
4.2.7 汉字输入和特殊符号的输入.....	48
4.2.8 对话框的操作.....	48
4.3 菜单系统简介.....	48
4.3.1 应用主菜单.....	49
4.3.2 下拉主菜单.....	51
4.3.3 常驻菜单.....	54
思考题	55
第5章 图形绘制	56
5.1 基本曲线的绘制.....	56
5.1.1 绘制直线.....	56
5.1.2 绘制圆弧.....	63
5.1.3 绘制圆.....	66
5.1.4 绘制矩形.....	67
5.1.5 绘制中心线.....	68
5.1.6 绘制样条曲线.....	69
5.1.7 绘制轮廓线.....	69
5.1.8 绘制等距线.....	70
5.1.9 绘制剖面线.....	71
5.2 高级曲线的绘制.....	75
5.2.1 绘制正多边形.....	75
5.2.2 绘制椭圆.....	76
5.2.3 绘制孔/轴	77
5.2.4 绘制波浪线.....	78
5.2.5 绘制双折线.....	78
5.2.6 绘制公式曲线.....	79

5.2.7 填充.....	80
5.2.8 画箭头.....	81
5.2.9 绘制点.....	82
思考题	83
第6章 图形编辑	85
6.1 概述.....	85
6.2 曲线编辑.....	85
6.2.1 裁剪.....	86
6.2.2 过渡.....	89
6.2.3 齐边.....	94
6.2.4 打断.....	95
6.2.5 拉伸.....	95
6.2.6 平移.....	98
6.2.7 旋转.....	99
6.2.8 镜像	101
6.2.9 比例缩放	102
6.2.10 阵列.....	102
6.2.11 局部放大.....	105
6.3 图形编辑	107
6.3.1 概述	107
6.3.2 取消操作与重复操作	107
6.3.3 图形剪切、图形拷贝与图形粘贴.....	108
6.3.4 拾取删除与删除所有	109
6.3.5 改变颜色	110
6.3.6 改变线型	111
6.3.7 改变图层	113
6.4 鼠标右键操作功能中的图形编辑	114
6.4.1 曲线编辑	114
6.4.2 属性修改	115
思考题.....	115
第7章 显示控制	117
7.1 概述	117
7.2 显示工具条	117
7.3 重画	118
7.4 显示窗口	118
7.5 显示平移	119
7.6 显示全部	120
7.7 显示复原	121
7.8 显示放大/缩小.....	121

7.8.1 显示放大	121
7.8.2 显示缩小	121
7.9 显示比例	121
7.10 显示回溯	122
7.11 显示向后	122
7.12 鹰眼	123
思考题	125
第8章 图层	126
8.1 层的概念	126
8.2 图层的操作	127
8.2.1 设置当前层	127
8.2.2 图层改名	128
8.2.3 创建图层	129
8.3 图层属性	129
8.3.1 打开和关闭图层	130
8.3.2 图层颜色	130
8.3.4 图层线型	131
8.4 对实体的层控制	131
8.5 图层、线型和颜色小结	132
思考题	134
第9章 块	135
9.1 概述	135
9.2 块生成	136
9.3 块打散	137
9.4 块属性	137
9.5 块属性表	138
9.6 块消隐	140
9.7 其它有关的块操作	142
9.7.1 块的线型与颜色	142
9.7.2 右键操作功能中的块操作	143
思考题	143
第10章 工程标注	144
10.1 尺寸标注	144
10.1.1 尺寸标注分类	144
10.1.2 尺寸标注的基本操作	145
10.1.3 尺寸标注中的基本标注	146
10.1.4 尺寸标注中的基准标注	150
10.1.5 尺寸标注中的连续标注	151
10.1.6 尺寸标注中的半标注	152

10.1.7 尺寸标注中的“大圆弧标注”	153
10.1.8 倒角尺寸标注	154
10.1.9 尺寸公差的标注	154
10.2 文字标注	157
10.2.1 文字标注	158
10.2.2 引出说明	164
10.2.3 剖切符号	165
10.3 工程符号标注	166
10.3.1 基准代号	166
10.3.2 形位公差的标注	167
10.3.3 表面粗糙度的标注	169
10.4 标注编辑	171
10.4.1 尺寸编辑	171
10.4.2 文字编辑	175
10.4.3 工程符号编辑	176
10.5 标注参数设置	176
思考题	180
第11章 图库	181
11.1 概述	181
11.2 提取图符	182
11.2.1 提取参数化图符	182
11.2.2 提取固定图符	185
11.3 驱动图符	185
11.4 定义图符	186
11.4.1 定义固定图符	186
11.4.2 定义参数化图符	188
11.4.3 图符参数控制	192
11.5 图库管理	194
11.5.1 图符编辑	194
11.5.2 数据编辑	195
11.5.3 属性编辑	195
11.5.4 图符排序	195
11.5.5 图符改名	196
11.5.6 图库转换	197
11.5.7 删除图符	198
11.5.8 压缩图库	198
11.6 尺寸驱动	199
思考题	200

第12章 幅面	202
12.1 图纸幅面	202
12.2 图框设置	203
12.2.1 调入图框	204
12.2.2 定义图框	205
12.2.3 存储图框	205
12.3 标题栏设置	206
12.3.1 调入标题栏	206
12.3.2 定义标题栏	207
12.3.3 存储标题栏	207
12.4 零件序号	208
12.4.1 生成序号	209
12.4.2 删除序号	211
12.4.3 编辑序号	211
12.4.4 序号设置	212
12.5 明细栏	213
12.5.1 定制表头	213
12.5.2 填写表项	215
12.5.3 删除表项	215
12.5.4 表格折行	215
12.5.5 输出数据	217
12.5.6 读入数据	217
12.6 综合应用举例	218
思考题	225
第13章 系统查询	226
13.1 点坐标	226
13.2 两点距离	227
13.3 角度	228
13.4 元素属性	229
13.5 周长查询	230
13.6 面积查询	231
13.7 重心	232
13.8 惯性矩查询	232
13.9 系统状态的查询	233
13.10 右键操作功能中的查询	234
思考题	234
第14章 系统设置	235
14.1 概述	235
14.2 线型	235

14.3	颜色	238
14.4	层控制	239
14.5	屏幕点设置	239
14.6	拾取设置	241
14.7	文字参数和标注参数	242
14.8	剖面图案	243
14.9	用户坐标系	243
14.9.1	设置	244
14.9.2	切换	244
14.9.3	可见(不可见)	245
14.9.4	删除	245
14.10	三视图导航	246
14.11	系统配置	247
	思考题	249
第 15 章	文件管理	250
15.1	新文件	250
15.2	打开文件	252
15.3	存储文件	253
15.4	另存文件	254
15.5	并入文件	254
15.6	部分存储	255
15.7	文本读入	255
15.8	绘图输出	256
15.9	数据接口	258
15.9.1	DXF 读入	258
15.9.2	DXF 输出	258
15.9.3	DWG (R12)读入	259
15.9.4	HPGL 读入	259
15.10	退出	259
15.11	删除文件	260
	思考题	260
附录 1	CAXA 电子图板命令一览表	261
附录 2	CAXA 电子图板图库清单	265

第 1 章 绪 论

1.1 计算机绘图与计算机辅助设计 (CAD)

1. 计算机绘图

在信息交流过程中, 由于人的眼睛对于吸收图形的效果要比扫视一组文字和数据快得多, 即图形具有形象直观的特点。因此, 图形一直是人类传递信息的重要方式。在工程界, 图形是表达设计思想、指导生产、进行技术交流的“工程语言”。过去, 无论是二维的平面图, 还是三维立体图, 人们一直用尺规 (直尺、三角板、圆规、模板等) 手工绘制, 效率低, 精度差, 劳动量大。随着计算机技术的发展, 出现了计算机辅助绘图, 即通常所说的计算机绘图。计算机绘图是使用图形软件和硬件绘制图形及进行有关标注的一种方法和技术。计算机绘图使人们逐渐摆脱了繁重的手工绘图, 使绘图自动化成为可能。

2. 计算机辅助设计 (Computer Aided Design 简称 CAD)

计算机辅助设计是一种用计算机硬、软件系统辅助人们对产品或工程进行设计的方法与技术, 包括设计、绘图、工程分析与文档制作等设计活动; 它是一种新的设计方法, 也是一门多学科综合应用的新技术。

CAD 涉及以下一些基础技术:

- (1) 图形处理技术。如二维交互图形技术、三维几何造型技术及其它图形输入、输出技术。
- (2) 工程分析技术。如有限元分析、优化设计以及面向各种专业的工程分析等。
- (3) 数据管理与数据交换技术。如数据库管理、产品数据管理、产品数据交换规范及接口等。
- (4) 图文档案处理技术。如工程图形或文字档案制作、编辑、管理等。
- (5) 软件设计技术。如窗口界面设计、软件工具、软件工程规范等。

人们常常认为计算机绘图就是到 CAD, 这是因为早期 CAD 的大部分工作任务是用计算机来绘制图形这样的历史原因, 但这一看法并不确切, 应当说计算机绘图是 CAD 的重要组成部分, 因为无论哪种设计, 最终的设计结果都离不开图。

由上述可以看出, CAD 有它自身极丰富的内涵和广泛的应用范围, CAD 不等于计算机绘图。计算机绘图是 CAD 一个最重要的应用领域。计算机绘图贯穿于 CAD 的整个过程。

1.2 计算机绘图的应用领域

计算机绘图的应用领域非常广泛，例如：

- (1) 工程图。如二维或三维机械图、建筑图、管线图、钣金图等。
- (2) 模拟及动画。仿真模拟图形：人体运动、动画、广告、游戏等。
- (3) 科学计算的可视化。如各种声、光、热、电、力学、流体场的三维及多维空间中的各种各样的图形显示问题。
- (4) 统计计算管理图。如直方图、线条图、饼图、工作进度表及生产中的各种图表等。
- (5) 测量图。如地理图、地形图、地质图、矿藏勘探图、航海图、气象图、人口图、资源图等。
- (6) 物质结构、医学方面的图。如分子结构图、结晶解析图、人体结构图等。
- (7) 美术设计。如花纹图案、平面广告设计等。

随着计算机的硬件和软件技术的进步及多媒体技术的发展，计算机绘图的应用领域会越来越广泛，越来越展示出它的无穷的魅力。

1.3 计算机绘图课程的学习目的和学习方法

1. 学习计算机绘图课程的目的

“学以致用”。学习的目的不是赶时髦，是为了在实践中使用计算机绘图这一先进的技术，提高工作效率、把设计和绘图从繁重的手工劳动中解脱出来。

此外，在与外界交流设计绘制的图形时，使用传统的交流、传递方法已经大大落后了，设计绘图人员方便的利用单位内部的局域网和国际互联网络把图形在几秒钟之内“邮寄”给对方，甚至可以就图形的问题在网络上讨论、研究，这一切已经成为现实。

为了缩小我国在计算机绘图和 CAD 应用领域与先进国家的差距，国家已采取了强制性的推广应用措施，制定了 2000 年的发展规划，规划的总目标是：

“在国民经济主要的科研、设计单位和企业大面积普及 CAD 技术，摆脱手工绘图、甩掉图板，实现工程设计和产品设计现代化，提高设计效率和质量，扩大我国 CAD 市场，并建立起我国的 CAD 产业。”

现实迫使我们应及早的学习、掌握计算机绘图技术，跟上迅速发展的数字信息时代。

2. 计算机绘图课程的学习方法

计算机绘图是一门空间概念很强和实践性极强的课程，课堂学习和上机训练是掌握这种技能的必要手段。因此，在学习中应注意以下方法：

- (1) 了解计算机绘图常用的硬件的使用操作要领。
- (2) 熟悉计算机绘图软件需要的操作系统环境，如 DOS 和 WINDOWS 等。
- (3) 初次学习使用计算机绘图系统的学员要从简单的图形开始画起，尽可能

全部做完各章节后面的练习题。

(4) 及时总结、积累经验和绘图技巧，提高绘图效率。

(5) 有问题多请教他人，有时间多观摩他人绘图，可得到“事半功倍”的效果。

(6) 尽可能多的结合自己工作中涉及的图形做练习。

思 考 题

1. 什么是计算机绘图？什么是计算机辅助设计？二者有何区别？
2. 计算机绘图应用在哪些领域？
3. 为什么要学习计算机绘图？
4. 学习计算机绘图要注意哪些方法？

第2章 计算机的基本知识

电子计算机的出现和发展是 20 世纪科学技术伟大的成就之一，它的出现导致了一个新的时代——信息时代的开始。微机的出现只是近二十年的事情，但由于近几年微机进入了高速发展的阶段，其普及性也在迅速扩大，故本章将以微机为对象，介绍计算机的基本知识。

2.1 计算机的组成及主要部件的功能

计算机是由硬件与软件组成的（图 2.1）。简单说，硬件指计算机的物理设备本身，软件则指计算机程序和文件系统。

下面我们将介绍硬件与软件的基本知识。

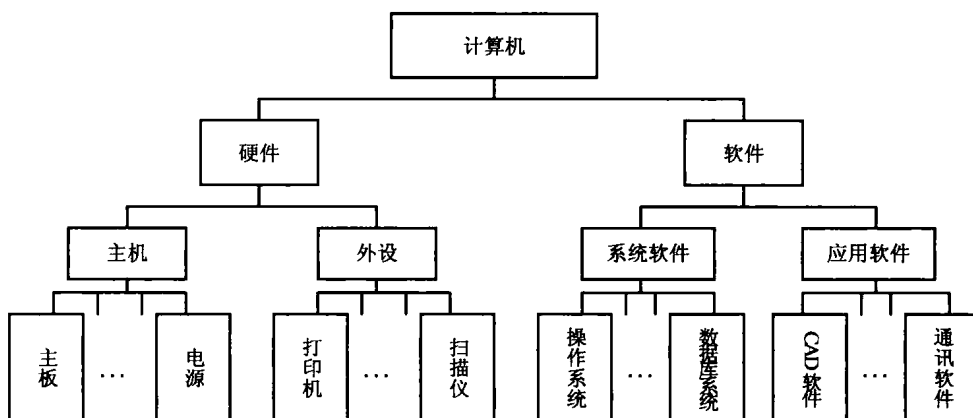


图 2.1 计算机的组成

2.1.1 微机硬件入门

微机的硬件部分，主要包括主机、显示器、键盘、鼠标等设备。常用的外部硬件设备还有打印机、绘图机、扫描仪等（图 2.2）。

微机的制造厂商很多，国外如 Compaq、IBM、HP、DEC、Apple 等公司，国内如联想、长城、方正等。本章主要以 IBM 微机及其兼容机为对象，介绍硬件的有关知识。