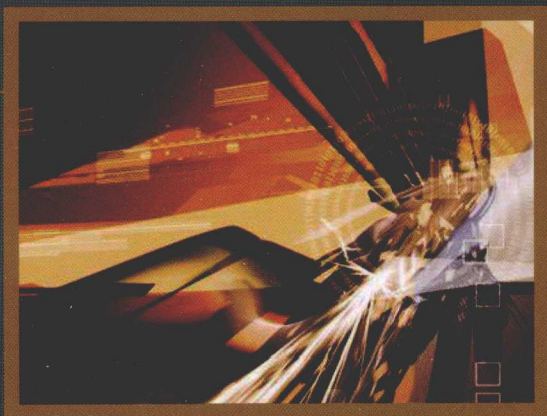




高等学校计算机科学与技术教材

计算机绘图

——AutoCAD 2010



□ 王亮申 马勇磊 主 编
□ 戚 宁 李 刚 副主编

- 原理与技术的完美结合
- 教学与科研的最新成果
- 语言精炼，实例丰富
- 可操作性强，实用性突出

清华大学出版社



北京交通大学出版社

高等学校计算机科学与技术教材

计算机绘图

——AutoCAD 2010

王亮申 马勇 主 编
戚 宁 李 刚 副主编

清华大学出版社
北京交通大学出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书是在已入选为普通高等教育“十一五”国家级规划教材的《计算机绘图——AutoCAD 2006》的基础上,依据高等学校工程图学教学指导委员会制定的《普通高等院校工程图学课程教学基本要求》编写的。本书作为计算机绘图基础性教材,充分考虑了工科专业教学特点,力求内容编排系统、简洁。首先用简短的篇幅介绍计算机绘图技术,使读者初步了解什么是计算机绘图技术,然后以 AutoCAD 2010 为基础,介绍 AutoCAD 操作的基本方法,包括绘图环境、界面设置、命令操作、二维及三维图形绘制、块的定义与使用、图层的使用、提高绘图效率手段、图案填充、文字输入与编辑、尺寸标注与编辑、表格输入与编辑等内容。附录列出了 AutoCAD 常用的命令、变量,为读者学习、操作 AutoCAD 提供了方便。每章都附有实例、习题供教学时参考。

本书知识结构编排合理,概念简洁、清楚,操作方便,易学易用,适合作为机械工程、建筑工程等专业大学本科教材,也适合作为工程技术人员参考用书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

计算机绘图: AutoCAD 2010 / 王亮申, 马勇磊主编. — 北京: 清华大学出版社; 北京交通大学出版社, 2009. 11

(高等学校计算机科学与技术教材)

ISBN 978-7-81123-912-6

I. ① 计… II. ① 王… ② 马… III. ① 计算机辅助设计-应用软件, AutoCAD 2010-高等学校-教材 IV. ① TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 206082 号

责任编辑: 刘 洵

出版发行: 清华大学出版社

邮编: 100084

电话: 010-62776969

<http://www.tup.com.cn>

北京交通大学出版社

邮编: 100044

电话: 010-51686414

<http://press.bjtu.edu.cn>

印刷者: 北京交大印刷厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×260 印张: 20.25 字数: 504 千字

版 次: 2010 年 1 月第 1 版 2010 年 1 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 978-7-81123-912-6/TP·545

印 数: 1~4 000 册 定价: 32.00 元

本书如有质量问题, 请向北京交通大学出版社质监组反映。对您的意见和批评, 我们表示欢迎和感谢。
投诉电话: 010-51686043, 51686008; 传真: 010-62225406; E-mail: press@bjtu.edu.cn。

前 言

高等学校工程图学教学指导委员会在《普通高等院校工程图学课程教学基本要求》中特别说明：“计算机二维绘图和三维造型是适应现代化建设的新技术，对学生以后掌握计算机辅助设计技术有着重要的影响。”由此可见，计算机绘图是工程图学课程的重要组成部分。

到目前为止，本书编写人员先后编写出版了《计算机绘图——AutoCAD 2006》和《计算机绘图——AutoCAD 2008》。其中《计算机绘图——AutoCAD 2006》已入选为普通高等教育“十一五”国家级规划教材。

随着 CAD/CAE/CAM 等技术的发展和人们对设计软件要求的提高，软件运营公司不断提升自己的软件技术水平，以应对可能面临的各种挑战。尽管市面上流行的计算机绘图软件很多，但由美国 Autodesk 公司开发出来的 AutoCAD 因其价格低、易学易用等特点，受到人们的青睐。

Autodesk 公司几乎每年都会推出 AutoCAD 的新版本，对软件功能进行改进。AutoCAD 2010 与以往的版本相比，更加注重人性化处理，方便用户使用；对界面和软件操作方式进行了改进，增加了很多新功能，增强了三维图形处理功能。因此，有必要介绍 AutoCAD 2010 的使用方法和功能。

本书以中文版 AutoCAD 2010 为基础，结合计算机绘图的基本原理，讲解了利用 AutoCAD 进行图形设计的基本方法和设计技巧。全书共 12 章，其中第 1 章主要介绍计算机绘图技术发展及现有 CAD/CAM 软件；第 2 章介绍 AutoCAD 2010 绘图环境；第 3 章介绍简单图形如点、线、圆等的绘制方法；第 4 章介绍提高绘图效率所采用的辅助工具及其操作方法；第 5~7 章介绍二维图形的绘制与编辑；第 8 章介绍视图的概念及操作方法；第 9 章介绍文本操作、尺寸标注及表格编制方法；第 10 章介绍块定义、块属性等内容；第 11~12 章介绍三维图形的绘制与编辑操作。

本书由王亮申、马勇磊担任主编，戚宁、李刚担任副主编。参编人员有王亮申、戚宁、马勇磊、李刚、王保卫。其中王亮申编写了第 1 章，并对全书进行了统稿；王保卫编写了第 2 章、第 3 章；戚宁编写了第 4 章、第 5 章、第 6 章、第 7 章；马勇磊编写了第 8 章、第 9 章、第 10 章；李刚编写了第 11 章、第 12 章、附录 A 及附录 B。此外，参与本书编写的还有闫平、宋进桂、刘长霞、陈少华、谢在玉、郑雷等同志。由于编者水平有限，书中难免出现疏漏和不足之处，恳请读者批评指正。

编者

2010 年 1 月

目 录

第1章 计算机绘图技术概述	1
1.1 计算机绘图技术简介	1
1.1.1 计算机绘图技术的产生及发展过程	1
1.1.2 计算机绘图系统	2
1.1.3 图形软件标准	4
1.1.4 造型技术	5
1.2 常用的计算机绘图软件简介	7
1.2.1 AutoCAD	7
1.2.2 CATIA	8
1.2.3 UG	9
1.2.4 Pro/E	11
1.2.5 Cimatron	11
1.2.6 CAXA	12
习题	13
第2章 AutoCAD 2010 的绘图环境	14
2.1 界面介绍	14
2.1.1 标题栏	14
2.1.2 菜单栏	15
2.1.3 快捷菜单	16
2.1.4 工具栏	16
2.1.5 绘图窗口	16
2.1.6 命令行与文本窗口	16
2.1.7 状态栏	17
2.2 文件操作	21
2.2.1 创建新图形文件	21
2.2.2 打开文件	23
2.2.3 保存文件	23
2.2.4 加密保存绘图文件	25
2.3 坐标系	26
2.3.1 笛卡儿坐标系	26
2.3.2 极坐标系	27
2.3.3 相对坐标	27
2.3.4 坐标值的显示	27

2.4	界面设置	28
2.4.1	调整视窗	28
2.4.2	设置绘图单位	29
2.4.3	设置绘图边界	29
2.5	实例	30
2.5.1	绘制图形	30
2.5.2	文件存储	33
	习题	33
第3章	简单图形的绘制	34
3.1	点的绘制	34
3.1.1	设置点样式	34
3.1.2	绘制点	35
3.1.3	绘制等分点	36
3.1.4	绘制等距点	36
3.2	直线的绘制	37
3.2.1	绘制直线段	37
3.2.2	绘制射线	40
3.2.3	绘制构造线	41
3.3	圆及圆弧的绘制	44
3.3.1	绘制圆	44
3.3.2	绘制圆弧	45
3.3.3	绘制椭圆与椭圆弧	47
3.4	多边形的绘制	48
3.4.1	绘制矩形	48
3.4.2	绘制正多边形	49
3.5	实例	51
	习题	53
第4章	提高绘图效率	55
4.1	图层管理	55
4.1.1	设置图层特性	55
4.1.2	切换当前层	58
4.1.3	使用【图层过滤器特性】对话框过滤图层	58
4.1.4	使用“新组过滤器”过滤图层	59
4.1.5	保存与恢复图层状态	59
4.1.6	转换图层	60
4.2	工具栏的设置	61
4.2.1	控制工具栏显示	61

4.2.2	创建个性化工具栏	62
4.3	绘图辅助工具	64
4.3.1	捕捉模式	64
4.3.2	栅格显示	65
4.3.3	正交模式	66
4.3.4	对象捕捉	66
4.3.5	自动追踪	69
4.3.6	动态 UCS	70
4.3.7	动态输入	70
4.3.8	线宽	72
4.3.9	快捷特性	73
4.4	快速计算器	74
4.5	实例	75
	习题	82
第 5 章	复杂图形的绘制	84
5.1	多线	84
5.1.1	绘制多线	84
5.1.2	定义多线样式	85
5.1.3	修订多线样式	87
5.1.4	编辑多线	88
5.2	多段线	88
5.2.1	绘制多段线	89
5.2.2	编辑多段线	90
5.3	样条曲线	93
5.3.1	绘制样条曲线	93
5.3.2	编辑样条曲线	94
5.4	螺旋	95
5.5	徒手绘制图形	96
5.5.1	绘制徒手画	96
5.5.2	绘制修订云线	97
5.5.3	区域覆盖	98
5.6	实例	99
	习题	101
第 6 章	创建面域和图案填充	103
6.1	面域	103
6.1.1	利用 REGION 命令创建面域	103
6.1.2	利用 BOUNDARY 命令创建面域	103

6.1.3 从面域中提取数据	104
6.2 布尔运算	104
6.3 图案填充	105
6.3.1 基本概念	105
6.3.2 创建图案填充	105
6.3.3 编辑图案填充	111
6.3.4 控制图案填充的可见性	112
6.4 实例	113
习题	117
第7章 图形编辑	118
7.1 选择对象	118
7.1.1 选择对象的方法	118
7.1.2 快速选择	121
7.2 使用夹点编辑图形	122
7.2.1 控制夹点显示	122
7.2.2 使用夹点编辑对象	124
7.3 删除与复制对象	125
7.3.1 删除与恢复对象	125
7.3.2 复制对象	126
7.4 镜像、偏移和阵列对象	128
7.4.1 镜像对象	128
7.4.2 偏移对象	128
7.4.3 阵列对象	129
7.5 移动、旋转和缩放对象	131
7.5.1 移动对象	131
7.5.2 旋转对象	131
7.5.3 缩放对象	132
7.6 拉伸、拉长和对齐对象	132
7.6.1 拉伸对象	132
7.6.2 拉长对象	133
7.6.3 对齐对象	133
7.7 修剪与延伸对象	133
7.7.1 修剪对象	133
7.7.2 延伸对象	134
7.8 打断与合并对象	134
7.8.1 打断对象	134
7.8.2 合并对象	135
7.9 修改倒角、圆角	136

7.9.1	倒角	136
7.9.2	圆角	137
7.10	分解对象	138
7.11	编辑对象特性	138
7.11.1	【特性】窗口	138
7.11.2	【特性】窗口的功能	138
7.11.3	特性匹配	139
7.12	实例	141
	习题	150
第8章	视图操作	152
8.1	重画与重新生成图形	152
8.1.1	重画	152
8.1.2	重新生成	152
8.2	缩放视图	154
8.2.1	实时缩放	154
8.2.2	窗口缩放	155
8.2.3	显示前一个视图	156
8.2.4	动态缩放	156
8.2.5	按比例缩放	157
8.2.6	重设视图中心点	157
8.2.7	根据绘图范围或实际图形显示	157
8.3	平移视图	158
8.4	鸟瞰视图	159
8.5	命名视图	160
8.6	实例	161
	习题	164
第9章	文本、尺寸标注与表格	165
9.1	文字样式及字体	165
9.1.1	文字样式	165
9.1.2	字体	166
9.2	单行文字	167
9.3	多行文字	167
9.4	尺寸标注概述	168
9.4.1	组成	168
9.4.2	尺寸标注的类型与步骤	169
9.5	创建标注样式	175
9.6	表格	183

9.6.1	创建表格	183
9.6.2	创建表格样式	183
9.6.3	编辑表格和表格单元	186
9.7	实例	187
	习题	193
第 10 章	块设定	194
10.1	块的特点	194
10.2	块定义	195
10.3	插入块	196
10.4	块的属性	198
10.5	块的分解	202
10.6	修改块定义	203
10.7	修改块属性	204
10.8	动态块	206
10.8.1	动态块概述	206
10.8.2	移动和旋转块	207
10.8.3	拉伸块	208
10.8.4	使用可见性状态	208
10.8.5	使用查找表	209
10.9	删除块定义	211
10.10	实例	212
	习题	215
第 11 章	三维图形绘制	217
11.1	三维绘图基础	217
11.1.1	术语	217
11.1.2	三维建模工作空间	218
11.1.3	三维坐标系	219
11.1.4	用户坐标系	220
11.2	设置视点	222
11.2.1	使用【视点预设】对话框设置视点	223
11.2.2	使用罗盘设置视点	223
11.2.3	设置特殊视点	223
11.2.4	ViewCube	224
11.3	观察三维图形	224
11.3.1	自由动态观察	224
11.3.2	受约束的动态观察	226
11.3.3	连续动态观察	227

11.3.4	控制盘	227
11.4	视觉样式	228
11.4.1	二维线框	228
11.4.2	三维线框	228
11.4.3	三维隐藏	228
11.4.4	真实	229
11.4.5	概念	229
11.5	绘制简单三维图形	229
11.5.1	绘制三维点	229
11.5.2	绘制三维面	230
11.6	绘制三维网格	231
11.6.1	旋转网格	231
11.6.2	平移网格	231
11.6.3	直纹网格	232
11.6.4	边界网格	233
11.7	绘制基本实体	234
11.7.1	多段体	234
11.7.2	长方体	235
11.7.3	楔体	236
11.7.4	圆锥体	237
11.7.5	球体	238
11.7.6	圆柱体	239
11.7.7	圆环体	240
11.7.8	棱锥体	241
11.8	通过二维图形创建实体	242
11.8.1	将二维图形拉伸成实体	242
11.8.2	将二维图形旋转成实体	243
11.8.3	将二维图形扫掠成实体	244
11.8.4	将二维图形放样成实体	246
11.9	布尔运算	247
11.9.1	并集	247
11.9.2	差集	247
11.9.3	交集	249
11.10	实例	249
	习题	250
第 12 章	编辑和渲染三维图形	251
12.1	修改三维图形	251
12.1.1	三维移动	251

12.1.2	三维旋转	252
12.1.3	三维对齐	253
12.1.4	三维镜像	254
12.1.5	三维阵列	254
12.2	编辑三维实体	256
12.2.1	倒角	256
12.2.2	圆角	257
12.2.3	分解实体	257
12.2.4	剖切实体	257
12.2.5	加厚实体	258
12.2.6	通过小控件编辑三维实体	259
12.3	渲染	262
12.3.1	渲染窗口	262
12.3.2	设置光源	263
12.3.3	设置材质	264
12.3.4	设置贴图	264
12.3.5	渲染环境	264
12.3.6	高级渲染设置	265
12.4	实例	265
	习题	267

附录 A	AutoCAD 命令一览表	268
------	---------------	-----

附录 B	AutoCAD 系统变量一览表	286
------	-----------------	-----

参考文献		312
------	--	-----

第 1 章 计算机绘图技术概述



本章要点

- 计算机绘图技术简介
- 计算机绘图软件简介

1.1 计算机绘图技术简介

计算机绘图是一种与手工绘图不同的高效率、高质量的绘图技术。计算机绘图是 20 世纪 60 年代发展起来的新型学科,是随着计算机图形学理论及其技术的发展而发展起来的。把数字化了的图形信息通过计算机存储、处理,并通过输出设备将图形显示或打印出来,这个过程称为计算机绘图,而研究计算机绘图领域中各种理论与实际问题的学科称为计算机图形学。计算机绘图所研究的内容,主要有图形变换的矩阵方法、立体图形的绘制和消隐技术、图形数据库、样条曲线和自由曲面、几何造型、动画技术,以及上述内容的程序设计。

伴随着计算机图形技术的发展,应运而生的计算机辅助设计 (Computer Aided Design, CAD) 技术也在不断进步。CAD 技术使人与计算机紧密结合,发挥各自所长,为应用多学科方法的综合性协作提供了可能。CAD 是工程技术人员以计算机为工具,对产品和工程进行设计、绘图、分析和编写技术文档等设计活动的总称。

1.1.1 计算机绘图技术的产生及发展过程

计算机绘图技术是 CAD/CAM 的重要组成部分。它的发展有力地推动了 CAD/CAM 的研究和应用,为 CAD/CAM 提供了高效的工具和手段。而 CAD/CAM 的发展又不断提出新的要求和设想,其中包括对计算机绘图技术的要求,因此, CAD/CAM 的发展与计算机绘图技术的发展有着密不可分的关系。

计算机绘图技术起源于 20 世纪 50 年代,后来随着计算机软硬件技术的不断进步及图形处理技术的出现,计算机绘图技术得到迅速发展。1950 年,世界上第一台图形显示器“旋风一号”在美国问世,解决了图形处理的问题。1958 年美国 CALCOMP 公司制成滚筒式绘图仪,GERBER 公司制成平板式绘图仪,解决了图形输出问题。同期研制成功的光笔,为计算机绘图提供了输入设备。1963 年 MIT (美国麻省理工学院) 的 I.E. Sutherland 提出并实现了一个人机交互图形系统 (SKETCHPAD 系统),首次使用了 Computer Graphics (计算机图形学) 这个专用名词,全面揭开了计算机绘图研究的序幕。1966 年美国 Lockheed 公司与 IBM 公司联合开发并推出了著名的 CAD/CAM 系统“计算机图形增强设计与制造软件包”。20 世纪 70 年代之后,大规模集成电路技术的应用使计算机的性能得到飞速提高,为计算机绘图过程中大量数据的检索、存储、处理提供了保证。图形处理技术的进一步发展和完善,使人机交互图形的生成趋于完善。操作杆、鼠标器、图形输入板、数字化仪等图形输入设备取代了使用不

便、易于损坏的光笔,光栅扫描图形显示器使图形显示更加形象、逼真。此时计算机绘图进入实用阶段。20 世纪 80 年代是计算机绘图技术、CAD/CAM 技术进一步发展与推广使用的阶段,其硬件、软件都由最初的研制、开发转向成熟和使用。以超级微机工作站为基础的计算机绘图系统得到迅速发展。进入 20 世纪 90 年代,计算机绘图技术进入开放式、标准化、集成化和智能化的发展时期。光栅扫描式大屏幕彩色图像终端、工程扫描仪、静电绘图机等设备的功能已很完善;计算机图形处理发展到三维实体设计;大量有实用价值的图形系统及功能良好的输入、输出设备相继投入使用并获得效益;以微型计算机为基础的计算机绘图系统得到普及应用。时至今日,计算机绘图技术不仅在工程设计领域得到广泛应用,而且已延伸到艺术、电影、动画、广告和娱乐等领域,产生了巨大的经济效益和社会效益,在国民经济和科技进步中起到了不可替代的作用。

1.1.2 计算机绘图系统

计算机绘图系统是以硬件系统为主体,以软件系统为核心,以人为关键的组合体。系统硬件设备为软件的正常运行提供了基础保障和运行环境,二者组成的系统由人来操作使用。将软件、硬件及人这三者有效地融合在一起,是发挥计算机绘图系统强大功能的前提。计算机绘图系统的组成如图 1-1 所示。

1. 计算机绘图系统的硬件组成及功能

一般来说,将可进行计算机绘图作业的独立硬件环境称作计算机绘图的硬件系统。计算机绘图系统的硬件主要由主机、输入设备(键盘、鼠标、扫描仪等)、输出设备(显示器、绘图仪、打印机等)、信息存储设备(主要指外存,如硬盘、软盘、光盘等),以及网络设备、多媒体设备等组成。计算机绘图系统的基本硬件构成如图 1-2 所示。

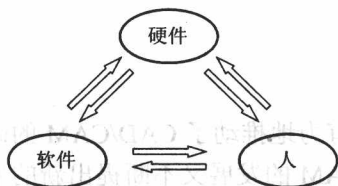


图 1-1 计算机绘图系统的组成

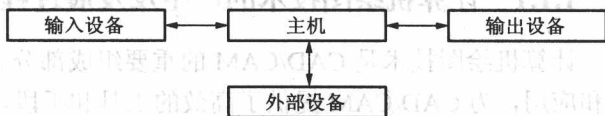


图 1-2 计算机绘图系统的基本硬件构成

1) 主机

主机由中央处理器(CPU)和内存储器(简称为内存)等组成,是整个计算机绘图系统的核心。衡量主机性能的指标主要有两项:CPU 的性能和内存容量。CPU 的性能决定着计算机的数据处理能力、运算精度和速度。CPU 的性能通常用每秒可执行的指令数目或进行浮点运算的速度指标来衡量,其单位为 MIPS(每秒处理 1 百万条指令)和 GIPS(每秒处理 10 亿条指令)。内存是存放运算程序、原始数据、计算结果等内容的记忆装置。如果内存容量过小,将直接影响计算机绘图系统的运行效果。因为,内存容量越大,主机能容纳和处理的信息量也就越大。

2) 外部设备

外部设备包括外存储器、网络设备、多媒体设备等。外存储器简称为外存。虽然内存可以直接和运算器、控制器交换信息,存取速度非常快,但因内存价格较高,且其容量受到 CPU

直接寻址能力的限制,因此,其应用有局限性。外存作为内存的后援,使计算机绘图系统可将大量的程序、数据库、图形库存放在外存中,待需要时再调入内存进行处理。

3) 输入设备

① 键盘是计算机最常用、最基本的输入设备,用于完成用户设计所需参数、命令、字符串的输入及菜单的选取等操作。

② 鼠标是一种手动输入的屏幕指示装置,用于控制光标在屏幕上的位置,以便在该位置上输入图形、字符或激活屏幕菜单。

③ 数字化仪是由一块图形输入平板和一个游标定位器组成。通过电磁感应等方式,将检测信息送入计算机系统,经检测处理,便可确定游标所在的准确位置。利用数字化仪输入图形很费时,也较难保证精度。目前数字化仪已被图形扫描仪所取代。

④ 扫描仪是通过光电阅读装置,将整张图样信息转化为数字信息输入到计算机的一种输入设备。

⑤ 数码相机是一种新出现的计算机真实图像录入设备,它采用光电装置将光学图像转换成数字图像,然后存储在磁性存储介质中,并且可以直接与计算机连接,对录入的图像进行显示和编辑修改。

除上述各种输入设备之外,触摸屏也是一种很有特点的输入设备,它能对物体触摸位置产生反应,当人的手指或其他物体触到屏幕上的不同位置时,计算机便能接收到触摸信号并按照软件要求进行响应。语音交互输入是另一种很有发展前景的多媒体输入手段。近年来,语音输入识别技术的研究已取得一些突破性进展,并已经出现商品化软件。另外,光笔、操纵杆等也是图形输入设备,但目前已很少使用。

4) 输出设备

常用的输出设备有图形显示器、打印机和绘图仪等。图形显示器将计算机计算处理的中间或最终结果用图形和文字信息显示出来,供观察或浏览使用。但是,图形显示器显示的信息不能长期保存,必须借助于打印机和绘图仪等硬件设备将 CAD/CAM 系统的设计处理结果绘制输出,以作为技术文档长期保存。

① 图形显示器主要有阴极射线管(CRT)显示器和液晶显示器(LED)。CRT 显示器体积大,功耗大;LED 显示器轻、薄、小,显示效果好。LED 显示器正逐渐取代 CRT 显示器。

② 打印机可分为撞击式与非撞击式两种。最典型的撞击式打印机为针式打印机,其打印头分别有 9 针、24 针、32 针等几种,由计算机控制每个针头的撞击,通过色带将所需输出的信息打印在纸上。非撞击式打印机包括喷墨打印机、激光打印机两种。由于这类打印机具有打印速度快、质量好、噪声低等优点,现已成为打印机市场上的主流。

③ 绘图仪是一种高速、高精度的图形输出装置。它可将 CAD/CAM 系统已完成的结构设计图形绘制到图纸上,以便在生产中使用和交流。目前市场上所提供的绘图仪有激光绘图仪、喷墨绘图仪两大类。

2. 计算机绘图系统的软件组成及功能

1) 组成

计算机软件是指控制计算机运行,并使计算机发挥最大功效的各种程序、数据及文档的集合。在计算机绘图系统中,软件配置水平决定着整个计算机绘图系统的性能优劣。因此可以说硬件是计算机绘图系统的物质基础,而软件则是计算机绘图系统的核心。

可以将计算机绘图系统的软件分为 3 个层次,即系统软件、支撑软件和应用软件。系统软件是与计算机硬件直接关联的软件,一般由专业的软件开发人员研制,它起着扩充计算机的功能,以及合理调度与使用计算机的作用。系统软件有两个特点:一是公用性,无论哪个应用领域都要用到它;二是基础性,各种支撑软件及应用软件都需要在系统软件的支撑下运行。

支撑软件是在系统软件的基础上研制的,它包括进行计算机绘图作业时所需的各种通用软件。应用软件则是在系统软件及支撑软件的支持下,为实现某个应用领域内的特定任务而开发的软件。

2) 计算机绘图软件的主要功能

不同的图形软件系统,其功能也不尽相同,但作为一个图形支撑环境应具有如下基本功能。

① 窗口定义与视区。即定义用户作图区与屏幕显示区或绘图仪绘图区,能进行二者之间的坐标变换。

② 图形描述。包括画点、线、圆、圆弧、矢量、字符文本等最基本的功能,以及绘制相应的多边形、椭圆、曲线等功能;能进行几何计算,如求交点、切点等,捕捉相应位置参量,进行尺寸标注。

③ 图形编辑与变换。对已有的图形进行删除、修改、完善;实现对图形的各种几何变换,如缩放、平移、旋转、投影、透视等。

④ 图形控制。包括显示控制、图形的初始化、图形输出控制等。

⑤ 图形文件处理。对于一些比较复杂的图形的集合,可分别将不同内容的图形定义成文件(或“块”)的方式处理,不同的图形文件或同一图形文件中的不同实体可以接受统一调度、管理,从而提高图形的处理效率。

⑥ 交互处理功能。由于绘图的过程常常是一个反复试探、修改的过程,这就要求所用图形软件具有交互处理图形的能力,人机界面良好。

⑦ 高级功能。除了具有上述基本功能外,CAD 软件还提供尺寸驱动的变量设计功能,参数化建图库工具及与高级语言的接口等。

1.1.3 图形软件标准

图形软件标准是一组通用的、独立于设备的、由标准化组织发布实施的图形系统软件包,它提供图形描述、应用程序和图形输入输出接口等,使应用软件系统更易于移植、信息资源更易于共享、CAD/CAM 集成更易于实现。

1. 图形标准

① GKS 图形核心系统。图形核心系统(Graphic Kernel System, GKS)是由德国标准化组织(DIN)于 1979 年提出的,国际标准化组织(ISO)于 1985 年采用其作为国际标准。它是一个为应用程序服务的基本图形系统。它提供了应用程序和一组图形输入、输出设备之间的功能性接口。该功能性接口包括在各式各样的图形设备上,具有实现交互的或非交互的二维作图所需的全部基本功能,即:输出功能、输入功能、控制功能、变换功能、元文件功能、询问功能和出错处理功能等。这是一个二维图形软件标准。

为了满足三维图形的需要,DIN 与 ISO 合作制定了三维图形核心系统 GKS-3D,作为 GKS

的扩充。GKS-3D 提供三维空间下的图形功能, 它包括 GKS 的重要概念和特点, 在三维空间里对原 GKS 的功能进行精确定义。这样, 两者在实现时并不相互依赖, 而在设计原则和基本结构上又尽量保持一致。GKS-3D 与 GKS 完全兼容。

② PHIGS 程序员层次交互图形系统。程序员层次交互图形系统 (Programmer's Hierarchical Interactive Graphics System, PHIGS) 是美国计算机图形技术委员会于 1986 年推出的, 后被接受为国际标准。它是为应用程序员提供的控制图形设备的图形软件系统接口, 以及动态修改、绘制和显示图形数据的手段。PHIGS 的图形数据按照层次结构组织, 使多层次的应用模型能方便地利用它进行描述。它是 GKS 的扩展, 是为具有高度动态性、交互性的三维图形的应用而设计的图形软件工具包。

2. 图形和图像编码

① CGM 计算机图形元文件。计算机图形元文件 (Computer Graphics Metafile, CGM) 是 ISO 正式发布的国际标准。它采用了高效率的图形编码方法, 规定了存储图形数据的格式, 由一套与设备无关的用于定义图形的语法和词法元素组成, 作为图形数据的中性格式, 能适用于不同的图形系统和图形设备。

② CGI 计算机图形接口。计算机图形接口 (Computer Graphics Interface, CGI) 是美国标准化协会 (ANSI) 于 1984 年起草的, 后被 ISO 接受作为国际标准。它描述了通用的抽象图形设备的软件接口, 定义了一个虚拟的设备坐标空间、一组图形命令及其参数格式。CGI 有两种字符编码与二进制编码, 提供了 300 多个函数功能。采用 CGI, 无论是应用程序还是图形支撑软件均可实现在不同设备配置之间的可移植性。对于具体的图形设备, 可配备各自的 CGI 驱动程序来实现操作。

3. 数据交换标准

① IGES 初始图形交换规范。初始图形交换规范 (Initial Graphics Exchange Specification, IGES) 是美国国家标准和技术研究所 (NIST) 主持, 波音公司和通用电气公司参加编制, 后经 ANSI 批准于 1980 年发布的美国国家标准。它建立了用于产品定义的数据表示方法与通信信息结构, 作用是在不同的 CAD/CAM 系统间交换产品、定义数据。其原理是: 通过前处理器把发送系统的内部产品定义文件翻译成符合 IGES 规范的“中性格式”文件, 再通过后处理器将中性格式文件翻译成接受系统的内部文件。IGES 定义了文件结构格式、格式语言, 以及几何、拓扑与非几何产品定义数据在这些格式中的表示方法, 其表示方法是可扩展的, 并且独立于几何造型方法。

目前, 绝大多数图形支撑软件都提供读、写 IGES 文件的接口, 使不同软件系统之间交换图形成为现实。

② STEP 产品模型数据交换标准。产品模型数据交换标准 (Standard for The Exchange of Product model data, STEP) 是由 ISO 制定并于 1992 年公布的国际标准。它是一套系列标准, 其目标是在产品生存周期内为产品数据的表示与通信提供一种中性的数字形式, 这种数字形式完整地表达产品信息并独立于应用软件, 也就是建立统一的产品模型数据描述。STEP 标准能够解决生产过程中产品信息的共享, 从根本上解决了 CAD/CAM 集成和 CIMS 信息集成的问题。

1.1.4 造型技术

造型技术是绘图软件的基础。三维造型有三种, 即线框、曲面和实体。早期的 CAD 系统