

全国 CAD 应用培训网络工程设计中心统编教材

计算机绘图(初级)

AutoCAD

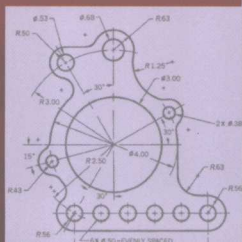
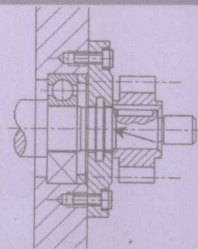
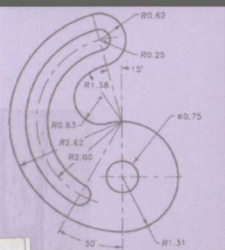
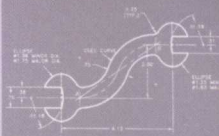
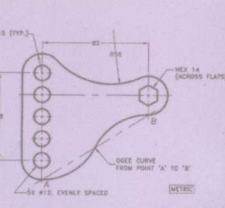
2008 版

李启炎 主编

李光耀
郝泳涛 编著
卫 刚



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS



全国 CAD 应用培训网络工程设计中心统编教材 主编 李启炎

计算机绘图(初级)

——AutoCAD 2008 版

编著 李光耀
郝泳涛
卫 刚



同济大学出版社
TONGJI UNIVERSITY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

计算机绘图(初级)——AutoCAD 2008 版/李启炎主编;
李光耀,郝泳涛,卫刚编著. —上海:同济大学出版社,
2008.9

ISBN 978-7-5608-3821-2

I. 计… II. ①李… ②李… ③郝… ④卫… III. 计算机辅助设计—应用软件, AutoCAD 2008—高等学校:技术学校—教材 IV. TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 122054 号

全国 CAD 应用培训网络工程设计中心统编教材 主编 李启炎

计算机绘图(初级)——AutoCAD 2008 版

编著 李光耀 郝泳涛 卫 刚

责任编辑 王建中 责任校对 徐春莲 封面设计 陈益平

出版发行 同济大学出版社 www.tongjipress.com.cn

(地址:上海市四平路 1239 号 邮编:200092 电话:021-65985622)

经 销 全国各地新华书店

印 刷 同济大学印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 18.75

印 数 1—10 000

字 数 468 000

版 次 2008 年 9 月第 1 版 2008 年 9 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-5608-3821-2/TP·296

定 价 30.00 元

本书若有印装质量问题,请向本社发行部调换 版权所有 侵权必究

普及计算机辅助设计
迎接人工智能新时代

宋健

前 言

计算机绘图是计算机辅助设计(CAD)的基础之一。设计人员通过创意构思,设计出新产品、新工程,需形成加工图或工程图才能付诸生产和施工。因此,计算机绘图是工程师和设计师从事 CAD 工作的必备技能。CAD 技术现在已经成为企业提高创新能力、提高产品开发能力、增强企业适应市场需求的竞争力的一项关键技术。大力推广应用 CAD 技术,开展全国性的“CAD 应用工程”是我国近十几年来重中之重项目。未来的 10~15 年内,企业信息化将是我国企业发展并为之追求的一个主题,而所有这一切都必须基于“人才先行”的基本方针。国家科技部和国家教育部在上海设立的“全国 CAD 应用培训网络工程设计中心”的主要任务之一就是大力推广普及 CAD 技术应用。该中心以同济大学为依托,已在全国范围内建立了近 250 个二级培训基地。每年培训超过 8 万人次以上的各类 CAD 技术人才。

为了更好地统一教学,提高教学质量,“全国 CAD 应用培训网络工程设计中心”统一制订了各科目的教学大纲并积极组织力量编写统一教材。《计算机绘图(初级)》就是其中之一。该书从 AutoCAD R12 版开始,经过 R13, R14, R2000 和 R2004 四次改版,现在又进行 AutoCAD R2008 改版,每次在改版过程中都认真吸取读者和网点教师的宝贵意见,力争不断完善。

本书有以下几个特点:

1. 本书采用易于接受的、循序渐进的方式讲述计算机绘图知识,使初学者能由浅入深、由简到繁地掌握计算机绘图技术。
2. 本书在章节编排方面充分考虑到培训教学的特点,一改其他计算机书籍手册型的编写方式。在介绍 AutoCAD 命令时始终与实际应用相结合,学以致用原则贯穿全书,以使读者对绘图命令有深刻和形象的理解,有利于培养读者用 AutoCAD 独立完成设计绘图的能力。
3. 本书的第一章着重讲述了 CAD 技术的基本知识,有助于读者了解 CAD 技术的发展历史和应用领域,以及计算机绘图在 CAD 应用中的地位。
4. 本书以 AutoCAD R2008 为基础,讲述了 AutoCAD 的基本知识、基本操作、二维图形绘制、图形编辑、图层、图块、图案填充、文字注释、工程标注以及绘图输出等内容。同时新增了 AutoCAD R2008 的一些新功能。
5. 与本书配套的《计算机绘图(初级)习题及实验手册》,作为培训教学用上机实验书,适合大专院校、初高等职业技术学院学生以及广大初学者作上机指导书,能使读者更加深入地理解、熟练操作 AutoCAD 的命令。

本书由全国 CAD 应用培训网络工程设计中心主任李启炎教授主编,同济大学 CAD 研究中心李光耀博士、郝泳涛博士、卫刚讲师共同编写。其中第一章由李启炎执笔;第二、六、九、十一、十二、十三章由李光耀执笔;第三、四、五章由卫刚执笔;第七、八、十、十四、十五、十六章由郝泳涛执笔;全书由李光耀统稿;本书在编写过程中还得到了全国 CAD 应用培训网络工程设计中心以及二级网点的许多老师的关心和支持,他们提出了非常多的宝贵意见,这些意见我们

在改版时都加以考虑。同济大学 CAD 研究中心许多同志也给予了不少支持和帮助。本书从编写之初到 AutoCAD R2004 版已经发行了近 100 万册,取得如此成果应该说是以上所提到的所有同志的智慧结晶,编者由衷地感谢他们。

虽然尽心尽力,但要求在提高,期望也在提升,如有错误和不足之处,望广大专家和读者能给予批评和指正,并真诚希望大家能提出宝贵意见供下次改版参考。

编 者
2008 年 6 月

目 录

前言

1 CAD 技术概况	(1)
1.1 CAD 技术的发展史	(1)
1.2 CAD 系统的构成	(3)
1.3 CAD 技术的应用	(5)
1.4 CAD 技术发展展望	(7)
2 AutoCAD 2008 的基本概念	(9)
2.1 AutoCAD 2008 的启动	(9)
2.2 页面设置管理器	(10)
2.3 AutoCAD 文件的基本操作方法和技巧	(12)
2.4 AutoCAD 2008 输入方法	(14)
2.5 AutoCAD 绘图区域界限的设定	(17)
2.6 AutoCAD 几个辅助绘图工具的操作	(18)
2.7 图纸集的概念及操作	(20)
2.8 坐标系	(21)
2.9 命令输入方法	(24)
2.10 点的输入方法	(26)
2.11 实体选择方式	(31)
2.12 夹点的操作	(33)
2.13 绘图区的概念和设置	(36)
2.14 AutoCAD 设计快捷工具	(37)
3 基本绘图命令	(40)
3.1 画点(PPOINT)	(40)
3.2 画直线(LINE)	(41)
3.3 画圆(CIRCLE)	(44)
3.4 画圆弧(ARC)	(47)
3.5 椭圆和椭圆弧(ELLIPSE)	(53)
3.6 特殊点的捕捉	(55)
3.7 点的过滤	(60)

3.8	重新生成(REGEN)	(62)
4	高级绘图命令	(63)
4.1	等分点(DIVIDE)	(63)
4.2	参照线(也称构造线)	(65)
4.3	多段线(PLINE)	(67)
4.4	矩形(RECTANG)	(71)
4.5	正多边形(POLYGON)	(73)
4.6	实多边形(SOLID)	(75)
4.7	圆环和实心圆(DONUT)	(76)
4.8	多线(MLINE)	(78)
4.9	样条曲线(SPLINE)	(84)
4.10	绘制表(TABLE)	(86)
4.11	徒手绘图(SKETCH)	(91)
4.12	修订云线(REVCLOUD)	(91)
5	基本图形编辑命令	(93)
5.1	命令的撤消和恢复(U或UNDO)	(93)
5.2	删除(ERASE)	(94)
5.3	复制(COPY)	(95)
5.4	移动(MOVE)	(96)
5.5	旋转(ROTATE)	(98)
5.6	缩放(SCALE)	(99)
5.7	拉伸(STRETCH)	(101)
5.8	拉长(LENGTHEN)	(102)
5.9	对齐(ALIGN)	(104)
5.10	修剪(TRIM)	(106)
5.11	延伸(EXTEND)	(108)
6	高级图形编辑命令	(110)
6.1	打断(BREAK)	(110)
6.2	合并(JOIN)	(111)
6.3	倒角(CHAMFER)	(112)
6.4	圆角(FILLET)	(114)
6.5	镜像(复制)(MIRROR)	(115)
6.6	偏移(复制)(OFFSET)	(116)
6.7	阵列(复制)(ARRAY)	(117)

6.8	分解(图形)(EXPLODE)	(120)
6.9	编辑多段线(PEDIT)	(121)
6.10	样条曲线的编辑(SPLINEDIT)	(124)
6.11	修改“对象特性”	(126)
6.12	设置“选项”对话框	(127)
7	AutoCAD 实体属性	(130)
7.1	图层	(130)
7.2	实体的颜色	(143)
7.3	实体的线型	(144)
7.4	实体的线宽	(147)
7.5	实体的特性匹配	(149)
8	显示控制	(151)
8.1	视图缩放和平移	(151)
8.2	鸟瞰视图	(154)
8.3	打开或关闭可见元素	(156)
8.4	控制图形的显示精度	(157)
9	图 块	(159)
9.1	图块的基本概念与特点	(159)
9.2	内部图块的定义	(160)
9.3	外部图形块	(163)
9.4	插入图形块	(163)
9.5	图块以矩形阵列形式多重插入	(165)
9.6	图块的分解(EXPLODE 命令)	(166)
9.7	图块的重新定义	(167)
9.8	定义属性	(168)
10	其他外部格式输入	(174)
10.1	DWG 参照	(174)
10.2	DWF 参照底图	(176)
10.3	网络图形文件——DWF 文件	(178)
10.4	在外部浏览器中使用 DWF 文件	(181)
10.5	DGN 参考底图	(182)
10.6	光栅图像参照	(184)

10.7	3D Studio	(185)
10.8	外部参照	(186)
11	图案填充与编辑	(188)
11.1	图案填充的基本概念	(188)
11.2	图案填充操作	(190)
11.3	应用实例	(195)
11.4	编辑填充的图案	(195)
11.5	利用界标点功能编辑填充对象	(196)
11.6	对图案填充编辑与说明	(196)
12	文字标注与编辑	(198)
12.1	设置文字样式	(198)
12.2	单行文字标注	(200)
12.3	用 MTEXT 命令标注多行文本	(201)
12.4	文本编辑	(203)
13	工程标注	(205)
13.1	概述	(205)
13.2	尺寸标注的构成及类型	(205)
13.3	设置尺寸标注样式	(206)
13.4	尺寸标注的类型	(206)
13.5	尺寸标注的编辑	(224)
13.6	尺寸变量	(226)
14	图纸空间	(228)
14.1	图纸空间与模型空间	(229)
14.2	使用布局向导指定图纸空间的布局	(231)
14.3	图纸布局的使用与编辑	(235)
14.4	创建非矩形视口	(242)
15	AutoCAD 2008 设计工具	(244)
15.1	标记集管理器	(244)
15.2	设计中心	(245)
15.3	常用工具介绍	(256)

16	图形的打印输出与图形数据格式转换.....	(259)
16.1	图形打印输出简介.....	(259)
16.2	打印设备的配置.....	(260)
16.3	打印样式和笔设定.....	(264)
16.4	指定打印区域、旋转、图纸尺寸和缩放比例.....	(268)
16.5	创建用户自定义图纸尺寸.....	(271)
16.6	修改标准图纸尺寸的可打印区域.....	(274)
16.7	使用批处理打印实用程序.....	(275)
16.8	图形数据格式转换.....	(276)

1 CAD 技术概况

1.1 CAD 技术的发展史

1. 20 世纪 60 年代以来 CAD 技术发展史

CAD 是 Computer Aided Design 的缩写,即计算机辅助设计,也就是使用计算机和信息技术来辅助工程师和设计师进行产品或工程的设计。CAD 技术是一项综合性的、正在迅速发展和应用的高新技术。

纵观 CAD 技术的发展历史,它起源于计算机图形学技术的发展。早在 20 世纪 60 年代初,美国麻省理工学院(MIT)的博士生 Ivan SutherLand 研制出世界上第一台利用光笔的交互式图形系统 SKETCHPAD,并且在一篇题为《计算机辅助设计纲要》的论文中提出了“设计师坐在 CRT(显示屏)的控制台前用光笔操作,从概念设计到生产设计以至制造,都可以实现人机对话,设计人员可以随心所欲地对计算机显示的图形进行增、删、改、……”。这里第一次提出了计算机辅助设计和制造的概念。但在 20 世纪 60 年代,由于计算机及图形设备价格昂贵,技术复杂,只有一些实力雄厚的大公司,如波音公司、通用汽车公司等才能使用这一技术。作为 CAD 技术的基础,计算机图形学在这一时期得到了很快的发展,如 Coons 曲面片技术。洛克希德公司还研制了用于数控的图形系统,见图 1-1。

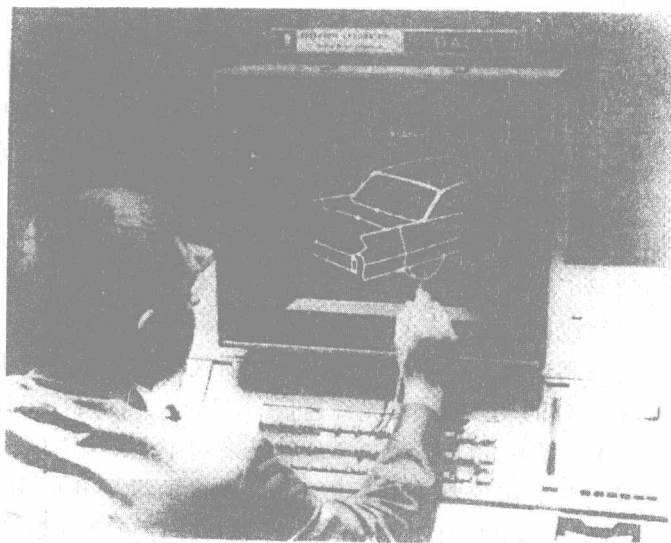


图 1-1 通用汽车公司早期使用的 DAC-1 系统

20 世纪 70 年代是 CAD 技术充实提高的时期。由于电子电路设计采用了 CAD 技术,使集成电路技术得到很大发展。集成电路用于计算机,使计算机平台的性能大为提高。20 世纪 70 年

代推出了以小型计算机为平台的 CAD 系统。同时图形软件和 CAD 应用支撑软件也不断充实提高,图形设备,如光栅扫描显示器、图形输入板、绘图仪等都相继推出和完善。于是,20 世纪 70 年代出现了面向中小型企业商品化 CAD 系统。如 1970 年美国 Applicon 公司首先推出基于小型计算机的 CAD 系统。接着,Computer Vision(CV),Intergraph,Calma 等公司相继推出各自的 CAD 系统。因为这种系统包含了计算机、CAD 软件、图形输入及输出设备,用户只要学会操作即可进行计算机辅助设计工作。人们称这种系统为 Turnkey,即交钥匙系统。

20 世纪 80 年代是 CAD 技术取得大发展的时期。由于集成电路技术的进一步发展,出现了大规模和超大规模集成电路(VLSI)。计算机硬件平台又向前推进了一大步,微型计算机进入市场。1980 年美国阿波罗公司生产出第一台以超级微型计算机为平台的工作站(Workstation),接着 Sun 微系统公司提出了开放性系统的概念,推出了以 Unix 系统支撑的 SUN 工作站。这种系统推出的初衷即是为满足工程师、设计师们的需求,提供给他们一个性能好、价格便宜、便于开发的图形处理系统,一经推出就受到广大科技界和工业界的青睐。其后,DEC,HP,SGI,IBM 等供应商都相继进入工作站这一广阔的市场,展开了激烈的竞争。市场需求的驱动,促进了 CAD 技术的不断发展和完善。特别值得一提的是,20 世纪 80 年代中后期 RISC(精简指令集计算机)技术在 CAD 工作站系统上的应用使 CAD 系统的性能大大提高了一步。与此同时,图形软件更趋成熟,二维、三维图形处理技术、真实感图形技术以及有限元分析、优化、模拟仿真、动态景观、科学计算可视化等各方面都已进入实用阶段。包括 CAD/CAE/CAM 一体化的综合软件包使 CAD 技术又更上一个层次。

20 世纪 90 年代是 CAD 技术广泛普及、继续完善和向更高水平发展的时期。出现了成熟的高度标准化、集成化的 CAD 系统,由于 PC 平台的性能越来越好,基于 PC 平台的价廉物美的系统相继出现,使 CAD 技术的普及应用更具广阔诱人的前景。

2. CAD 技术的地位

CAD 技术综合了信息技术和制造业、工程设计等各个行业、各个领域的技术,日趋成熟。它应用广泛,几乎覆盖了机械、汽车、航空航天、电子、建筑工程、轻工、纺织、服装、家电乃至体育、文艺影视等各个领域。它是促进科技成果转化、提高产品和工程设计水平、缩短新产品开发周期、降低成本、大幅度提高劳动生产率的重要手段,是提高企业自主开发能力、技术创新能力和市场应变能力,参与国际竞争的重要条件。其作用和地位日益为广大科技界和产业界人士所认识。美国国家工程科学院在 1989 年成立 25 周年时,曾将 CAD/CAM 技术评选为当今最具影响的十大科技成就之一。从以下列表中可以看出:CAD/CAM 技术名列第四项。

登月	高级复合材料	应用卫星	喷气客机	微处理机
激光	CAD/CAM	光纤通信	CT	遗传工程

也有人甚至认为 CAD 技术是自电力技术发展以来对工业界影响最大,能牵动整个产业界向前发展的技术。目前各个国家都十分重视 CAD 技术的发展和运用,如美国的 AMT 计划、日本的 IMS 发展计划、欧洲共同体的 ESPRIT 计划、韩国的 G7 计划等都是围绕着以 CAD 技术为基础的先进制造技术展开的。我国在经过了“六五”、“七五”等科技发展计划的准备,在“八五”期间明确提出了在全国范围内实施“CAD 应用工程”,大力推广应用这一技术,并在“863”高科技发展计划中确立了以先进制造技术为内容的主题工程。这一切都反映我国对该技术极端重视,并尽其全力推广普及。

1.2 CAD 系统的构成

1. CAD 系统对支撑环境的要求

(1) 高速数据处理能力和数值计算能力,以适应大量工程计算、有限元分析、机械设计、机械运动分析及模拟仿真的需求。这就要求系统有高速中央处理机 CPU,有大容量的主存储器,有优良的数值分析算法乃至并行处理的机制。

(2) 很强的图形处理能力,以适应设计与制造过程中二维及三维图形处理以及透视渲染、真实感图形处理、可视化、虚拟现实等种种高级图形处理技术的需求。这要求系统不仅有高速 CPU,还必须配备强有力的图形处理硬件,以实现图形裁剪、消隐、变换等处理过程。同时,系统应配备性能优良的图形显示器及图形输入输出设备。当然,与之相适应的是高效的图形处理算法及实现手段。

(3) 有效的数据管理功能,以适应大量非结构化的工程数据、图形图表、标准规范以及图像、语音等各种类型数据的管理工作。这要求系统必须有高效的数据存储及传输能力,大容量的存储设备,以及各种媒体数据的录入及管理输出手段,性能良好的工程数据库管理系统。

(4) 系统应符合标准化,适应当前通用的各种国际标准和工业标准,这包括系统的开放性标准,用户界面标准,数据存储与数据交换标准,图形处理标准以及各国家制定的工业标准。如设计规范、标准件库、制图格式标准、编码标准等。以便于各种系统间的交换及协同设计、并行工程。

(5) 良好的文字处理能力,以便于进行设计文档、报表、清单的制作。这就要求该系统有可能集成当今流行的字处理软件,如 Word, Excell 等。

(6) 友好的用户界面,以便于学习和使用。这就要求系统具有符合国际标准的图形用户界面、醒目方便的菜单以及适宜于多媒体操作和中文化的界面。

(7) 系统应具有较强的适合各领域应用的功能。如几何造型、参数化、渲染效果、尺寸驱动、自动导航、特征抽取、有限元分析、机构运动分析、可视化、数控加工等。同时,还应具有较强的二次开发能力和接口,以适应用户自我开发及本地化的需求。

(8) 有较强的网络通信能力,能高速传输 CAD 工程数据和图形数据。以便于 CAD 系统之间的数据交换、信息共享和并列处理。

2. CAD 系统组成

(1) 从以上分析可知,CAD 系统是一个综合的、集成了各种技术在内的系统,它将信息技术与应用领域技术紧密集成在一起。它所涉及到的信息技术有:

计算机技术:包括计算机硬件,即主机(CPU 和存储器)、外围设备、接口技术等;计算机软件,包括操作系统 OS 和编程语言、软件工具、开发方法(面向对象技术)等。

图形学:包括图形学算法及其实现、图形软件及其标准化,图形设备(显示器、绘图仪、数字化仪、扫描仪)。

数据管理:工程数据库管理系统、能处理文本、图形、图像、CAD 文件、标准、规范等各种工程数据。

数值分析:包括有限元分析、模拟、仿真等技术。

人机界面:如图形用户界面 GUI、多媒体界面等。

网络通信:包括局域网、广域网、分布式处理、客户机/服务器即 Client/Server 系统、Internet 和企业内联网 Intranet、外联网 Extranet。

(2) CAD 系统的组成如图 1-2 所示。

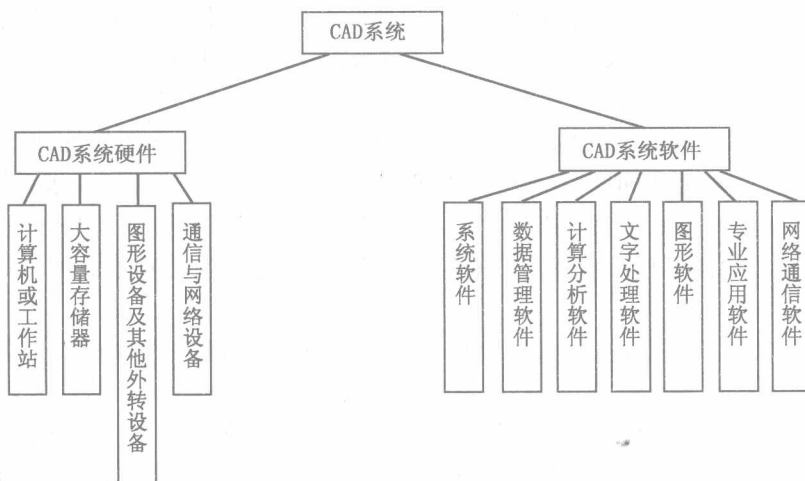


图 1-2 CAD 系统的组成

3. CAD 系统中的软件环境

(1) 系统软件。这里所指系统软件是指计算机操作系统、程序设计语言等。目前,CAD 系统计算机上运行的是 Windows 和 Unix 操作系统。Windows 系统已由 Windows 98 和 Windows 2000 升级为 Windows XP. Unix 系统亦已成为国际上公认的具有标准意义的操作系统。由于 PC 机和 Windows 平台已广泛应用于各个领域,为广大工程技术人员、设计人员所熟知。现有的 CAD 系统也由原先的工作站和 Unix 平台向 PC,Windows 平台上转移。而 Unix 平台上的 CAD 系统,由于技术要求高,进入门槛高,主要用于一些大型系统的设计开发上。

程序设计语言是用来进一步开发。在 CAD 领域常用的语言有 Basic, Fortran, C, C++, Visual C, Java 等。一些图形软件和 CAD 软件中提供有专门的开发工具和程序设计语言的接口。

(2) 图形处理软件。图形处理软件是 CAD 系统中的核心软件。在二维和三维 CAD 系统中,图形软件具有绘图功能及三维造型功能。二维 CAD 系统目前使用最广泛的是 Auto CAD,它是由 Auto desk 公司历经几十年的结果开发出的以图形功能为主的软件。在机械、建筑等各个工程领域为广大工程技术人员和设计人员喜爱和应用。三维 CAD 系统则以造型系统为其核心,现在几个最为广泛应用的 CAD 系统,其造型核心软件主要有 ACIS 和 Parasolid。还有一类为广大开发人员所熟知的图形和造型开发工具软件是 Dpen GL,它实际是一个庞大的系统类库,为开发语言如 C++ 等提供了调用接口。开发人员可以开发出自己所理想的图形系统和 CAD 系统。

(3) 计算分析软件。该类软件是在完成了产品的造型设计后,对所设计产品的功能和结构进行计算分析、模拟仿真的软件。目前,最常用的分析软件,即有限元分析软件,有 Ansys, Nonstran 等,模拟仿真软件有 Adams 等。这类软件对产品的优化设计、功能完善和改进有极其重要的作用。尤其在产品创新改造中越来越受到重视。

(4) 数据管理软件。信息处理技术中采用的数据库管理系统,如 Oracle, Sybase, Db2 等多为关系型数据库管理系统。这类商用数据库管理系统已经在各类事务管理中得到广泛的应用,它们很适宜于管理结构化类型的数据,如人事、财务、金融等系统中大多为这类数据。但在 CAD 系统中,涉及到大量的图形数据及其他各类与产品属性有关的非结构化数据,相对而言要复杂得多。因此,对工程 CAD 数据管理系统的要求也高,很多学者和软件技术人员致力于新型数据库管理软件的研究。这种数据库要适应非结构化数据的管理、可变长数据记录、长周期的事务处理、图形图像数据和属性数据的统一处理……等要求,最常见的是面向对象数据库管理系统。目前,该类数据库虽已有些商品化软件,但应用情况并不理想。比较多见的还是在传统关系型数据库管理系统上进行适当扩充和改造,以适应 CAD 数据管理的需求。

(5) 网络软件。CAD 系统正在向网络化、分布式处理发展,这就要求 CAD 软件本身网络化。同时也要求系统具有网络管理功能,小型的 CAD 系统以运行于企业内部一个部门或一幢大楼的局域网来解决信息和资源的共享。当 CAD 系统中有工作站、小型机及 PC 不同机种的时候,则需要运行 TCP/IP 协议来解决异种机的通信。

当今最热门的话题是因特网(Internet)和建立在 Internet 构架上的企业内联网 Intranet。企业的 CAD 系统其发展趋势随着经济全球一体化的发展必然会走上信息高速公路,形成国际化的 CAD 企业网络。各种设计图纸信息和其他信息可以通过 Internet 传播到任何一个目的地,实现异地设计、协同设计和异地制造。当然,这种需要有支撑 Internet 的浏览器软件,以及支撑 Intranet 的各种应用软件。

(6) 文字处理软件。在 Windows 环境下,以 Office 软件中的 Word 等中文处理环境作为主要的文字处理软件。图形处理和 CAD 软件应当有相当的接口,可以将这些字处理软件集成进来,以便利用它们强大的字处理功能,实现文字编辑工作,为完成 CAD 文档服务。

1.3 CAD 技术的应用

1. 制造业中的应用

CAD 技术已广泛应用于各个领域。其中,以机床、汽车、飞机、船舶、航天器等制造业应用最为广泛、深入。众所周知一个产品的设计过程要经过概念设计、详细设计、结构分析和优化、仿真模拟等几个阶段。概念设计主要解决产品的造型外观,在满足功能的前提条件下,使产品外观和外界环境协调。在现代化设计中,还应考虑对环境的污染使其减至最小。当然还要考虑产品的整体结构、材料及实现主要功能的机构;详细设计是要确定产品的详细结构,各零部件的设计,所以又称为部件设计,包括各零部件的尺寸、形状和结构;结构分析主要包括有限元分析,将对各部件及产品整体的结构进行力学性能、热学性能的分析;仿真模拟则主要是对产品进行装配模拟、运动机构模拟,进行干涉、碰撞分析。

CAD 技术可以说贯穿于整个设计过程。而且现代设计技术还从并行工程的概念出发进行面向产品全生命周期的设计,即在设计阶段就对产品整个生命周期进行综合考虑,包括产品的功能、外观,对其可装配性、可生产性、可维修性、可循环利用性和环境的融和化等进行全面设计。

当前先进的 CAD 应用系统已经将设计、绘图、分析、仿真、加工等一系列功能集成于一个系统内。现在最常用的软件有:

美国 EDS 公司的 UG II

法国 DASSULT 公司的 CATIA

美国 PTC 公司的 PRO/E

以上软件目前在一些大型工程设计中,如飞机、汽车等在设计分析中被广为应用。自 20 世纪 90 年代以来,一些中小型企业适用的三维 CAD 软件相继推出,如 Solidworks, Solidedge Autodesk 公司的 Inventor 以及以色列的 Cimatron 等。这些软件的特点是规模稍小,使用方便,工程师及设计师们容易掌握,大多在 Windows 平台上。此外 CATIA, PRO/E, UG II 等也都陆续推出了 Windows 版本,为其普及应用打下了良好的基础。

2. 工程设计中的应用

工程设计领域中 CAD 技术的应用也是比较早的。实际上用计算机进行结构分析计算早在 20 世纪 50—60 年代就已开展。但真正在建筑、结构等领域应用 CAD 技术取得显著成效,则是在 20 世纪 70 年代。当时由小型计算机组成的图形系统推出,并广泛应用于 CAD 工程设计领域。较早应用并得到工程界认可的是 Intergraph 公司推出的 CAD 系统。我国工程界在 20 世纪 70 年代开始也已经开始应用 CAD 系统,并着手研制、开发适合中国国情的工程 CAD 系统。至 20 世纪八九十年代已形成了建筑、结构、水、电、暖设备等一系列工程设计软件,这类系列软件运行于微型计算机上,具有中国国家标准、规范。其中比较流行的有 ABD, PKPM, APM, HQUSE, 等等。

归纳起来, CAD 技术在工程领域中的应用有以下几个方面:

建筑: 方案设计、三维造型、建筑渲染图, 也就是我们通常所说的概念设计、平面布景、建筑构造设计、小区规划、日照分析、室内装潢(包括室内分隔、家具、环境设计等)。

结构: 有限元分析、结构平面设计、框和排架结构计算和分析、高层结构分析、地基及基础设计、钢结构设计与加工。

设备: 水、电、暖各种设备及管道设计。

市政建设: 城市规划、城市交通——道路高架、轻轨、地铁。

市政管线: 自来水、污水排放、煤气、电力、暖气、通信(包括电话、有线电视、数据通信等)。

交通工程: 公路、桥梁、铁路、航空、机场、港口、码头。

水利工程: 大坝、水渠、河海工程。

房地产开发及物业管理、工程概预算、施工过程控制与管理、风景、旅游景点设计与布置、智能大厦设计等。

目前在工程 CAD 软件中集建筑、结构、水、电、暖设备于一体的集成化 CAD 软件尚不多见, 在国内开发和市场上推出的软件大多为单项设计软件, 工程领域中集成化软件的开发也是当今软件开发商们集中关注的热点。此外, 科学计算可视化以及虚拟现实技术正应用于建筑