

过程装备与控制工程丛书

过程装备CAD

童水光 蔡 娥 主编



化学工业出版社
教材出版中心

过程装备与控制工程丛书

过程装备 CAD

童水光 蔡 娥 主编

化 学 工 业 出 版 社

教 材 出 版 中 心

· 北 京 ·

(京)新登字 039 号

图书在版编目(CIP)数据

过程装备 CAD / 童水光, 蔡娥主编. —北京: 化学工业出版社, 2004.3

(过程装备与控制工程丛书)

ISBN 7-5025-5289-8

I. 过… II. ①童… ②蔡… III. 化工过程—化工设备—计算机辅助设计—高等学校—教材 IV. TQ051.02

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 020534 号

过程装备与控制工程丛书

过程装备 CAD

童水光 蔡娥 主编

责任编辑: 程树珍

文字编辑: 云 雷

责任校对: 陈 静 吴 静

封面设计: 蒋艳君

*

化学工业出版社

教材出版中心 出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

发行电话: (010) 64982530

[http:// www.cip.com.cn](http://www.cip.com.cn)

*

新华书店北京发行所经销

北京管庄永胜印刷厂印刷

三河市海波装订厂装订

开本 787 毫米×1092 毫米 1/16 印张 14½ 字数 347 千字

2004 年 5 月第 1 版 2004 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-5289-8/G · 1399

定 价: 25.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

序

按照国际标准化组织 (ISO) 的认定, 社会经济过程中的全部产品通常分为四类, 即硬件产品 (hardware)、软件产品 (software) 和流程性材料产品 (processed material) 以及服务产品 (service)。在 21 世纪初, 我国和世界上各主要发达国家都已经把“先进制造技术”列为自己国家优先发展的战略性高技术之一。通常, 先进制造技术主要是指硬件产品的先进制造技术和流程性材料产品的先进制造技术。所谓“流程性材料”则是指以流体 (气、液、粉粒体等) 形态为主的材料。

过程工业是加工制造流程性材料产品的现代国民经济的支柱产业之一。成套过程装置则是组成过程工业的工作母机群, 它通常是由一系列的过程机器和过程设备, 按一定的流程方式用管道、阀门等连接起来的一个独立的密闭连续系统, 再配以必要的控制仪表和设备, 即能平稳连续地把以流体为主的各种流程性材料, 让其在装置内部经历必要的物理化学过程, 制造出人们需要的新的流程性材料产品。单元过程设备 (如塔、换热器、反应器与贮罐等) 与单元过程机器 (如压缩机、泵与分离机等) 二者的统称为过程装备。为此, 有关涉及流程性材料产品先进制造技术的主要研究发展领域应该包括以下几个方面: ① 过程原理与技术的创新; ② 成套装置流程技术的创新; ③ 过程设备与过程机器——过程装备技术的创新; ④ 过程控制技术的创新。持续推进这些技术的创新, 就有可能把过程工业需要实现的最佳技术经济指标, 即高效、节能、清洁和安全不断推向新的技术水平, 以确保该产业在国际上的竞争实力。

过程装备技术的创新, 其关键首先应着重于装备内件技术的创新, 而其内件技术的创新又与过程原理和技术的创新以及成套装置工艺流程技术的创新密不可分, 它们互为依托, 相辅相成。这一切也是流程性产品先进制造技术与一般硬件产品的先进制造技术的重大区别所在。另外, 这两类不同的先进制造技术的理论基础也有着重大的区别, 前者的理论基础主要是化学、固体力学、流体力学、热力学、机械学、化学工程与工艺学、电工电子学和信息技术科学等, 而后者则主要侧重于固体力学、材料与加工学、机械机构学、电工电子学和信息技术科学等。

“过程装备与控制工程”本科专业在新世纪的根本任务是为国民经济培养大批优秀的能够掌握流程性材料产品先进制造技术的高级专业人才。

四年多来, 教学指导委员会以邓小平同志提出的“教育要面向现代化, 面向世界, 面向未来”的思想为指针, 在广泛调研研讨的基础上, 分析了国内外化工类与机械类高等教育的现状、存在问题和未来的发展, 向教育部提出了把原“化工设备与机械”本科专业改造建设为“过程装备与控制工程”本科专业的总体设想和专业发展规划建议书, 于 1998 年 3 月获得教育部的正式批准, 建立了“过程装备与控制工程”本科专业。以此为契机, 教学指导委员会制订了“高等教育面向 21 世纪‘过程装备与控制工程’本科专业建设与人才培养的总体思路”, 要求各院校从转变传统教育思想出发, 拓宽专业范围, 以培养学生素质、知识与能力为目标, 以发展先进制造技术作为本专业改革发展的出发点, 重组课程体系, 在加强通用基础理论与实践环节教学的同时, 强化专业技术基础理论的教学, 削减专业课程的分量,

淡化专业技术教学，从而较大幅度在减少总的授课时数，以加强学生自学、自由探讨和发展的空间，并有利于逐步树立本科学生勇于思考与创新的精神。

高质量的教材是培养高素质人才的重要基础，因此组织编写面向 21 世纪的迫切需要的核心课程教材，是专业建设的重要内容。同时，为了进一步拓宽高年级本科学生和研究生专业知识面，进一步加强理论与实际的联系，进而增强解决工程实际问题能力，我们又组织编写了这套“过程装备与控制工程”的专业丛书，以帮助学生能有机会更深入地了解专业技术领域的理论研究与技术发展的现状和趋势，力求使高校的课堂教学与社会工程实践能够更好地衔接起来。

这套丛书，既可作为选修课教材，也可作为毕业设计环节的教学参考书，还可供广大工程技术人员作为工程设计理论分析与实践的有力助手。

“过程装备与控制工程”本科专业的建设将是一项长期的任务，以上所列工作只是一个开端。尽管我们在这套丛书中，力求在内容和体系上能够体现创新，注重拓宽基础，强调能力培养。但是，由于我们目前对于教学改革的研究深度和认识水平都有限，在这套丛书中必然会有许多不妥之处。为此，恳请广大读者予以批评和指正。

全国高等学校化工类及相关专业教学指导委员会

副主任委员兼化工装备教学指导组组长

大连理工大学 博士生导师

丁信伟 教授

2001 年 10 月于大连

前 言

过程装备与控制工程专业立足于传统,同时必须结合目前机械行业的先进设计、制造技术,利用先进的计算机辅助技术来改造传统的设计方式。《过程装备 CAD》正是为了适应专业调整和学科发展的需要,全面讲述计算机辅助技术的基本理论,并以著名的商品化 CAD 软件 Unigraphics V18 为平台,介绍应用该软件完成设计应用的方法。

本书分为上下篇。上篇全面、深入浅出地介绍了计算机辅助技术(CAD)。由于 CAD 涉及到相当广泛的基础理论知识,而且每一方面都可以单独开课,如计算机图形学、有限元分析等。对于过程装备与控制工程专业的学生而言,致力于钻研这些相关技术的理论意义不大,但这些知识又是本门课程的理论基础,不可或缺。上篇内容共 5 章,第 1 章 CAD 技术概论,介绍 CAD 技术发展简史、CAD 系统的软硬件平台以及目前流行的商品化 CAD 平台;第 2 章计算机辅助设计技术基础,介绍图形标准、计算机图形学与计算机辅助几何设计基础、造型技术、装配等内容;第 3 章有限元分析,介绍有限元概要、前置处理、模型求解、后置处理等;第 4 章 CAM 技术基础,介绍 CAM 系统的原理及组成、数控代码和数控编程、手工编程方法、数控自动编程技术、交互式图形编程等内容;第 5 章 CAD 应用软件设计方法,通过我们开发成功的国家“九五”CAD 应用示范工程项目“锅炉 CAD 应用系统”通过这些内容比较全面、深入浅出地介绍了过程装备与控制工程 CAD 相关的技术理论知识,注重理论性与实用性、科学性与知识性的统一,使得本专业学生能够迅速建立 CAD 技术的整体概念,并且具备足够的应用储备。下篇着重介绍了 Unigraphics V18 的三维造型、装配、制图相关知识和使用方法,特别强调对一个实际问题如何建立优秀的模型和装配时的思路和方法,概念正确、用词规范。最后通过一个综合实例阐述了利用 Unigraphics V18 完成建模、装配、生成图纸全过程。

本书由童水光、蔡娥主编,参加编写的有童水光教授(第 1 章、第 2 章)、许跃敏副教授(第 3 章)、金涛教授(第 4 章)、蔡娥副研究员(第 5~11 章)。

本书 Unigraphics 部分借鉴了 EDS 公司的培训材料,在此向 EDS 公司的洪如瑾老师表示衷心的感谢。

限于水平,虽经努力,书中不妥甚至错误之处在所难免,敬请读者更正。

编 者

2004.1

目 录

上篇 过程装备 CAD 基础

1 CAD 技术概论	1
1.1 计算机辅助技术在过程装备中的应用情况.....	1
1.1.1 CAD 技术的发展简史.....	1
1.1.2 过程装备 CAD 系统相关名词术语.....	1
1.2 CAD 系统的硬件平台.....	3
1.2.1 计算机.....	3
1.2.2 网络.....	3
1.2.3 输入/输出设备.....	3
1.3 CAD 系统的软件平台.....	4
1.3.1 操作系统.....	4
1.3.2 网络管理系统.....	4
1.3.3 数据库.....	4
1.3.4 软件开发工具.....	5
1.3.5 CAD 支撑系统.....	5
1.3.6 CAD 应用系统.....	6
1.3.7 行业 CAD 专用系统.....	6
1.3.8 企业二次开发的 CAD 系统.....	7
1.4 目前流行的 CAD 系统简介.....	7
1.4.1 I-deas 系统.....	7
1.4.2 Unigraphics 系统.....	9
1.4.3 Pro/Engineer 系统.....	9
1.4.4 CATIA 系统.....	10
1.4.5 AutoCAD 系统.....	10
2 计算机辅助设计技术基础	12
2.1 图形标准.....	12
2.2 计算机图形学与计算机辅助几何设计基础.....	14
2.2.1 计算机图形学与工程图形处理.....	15
2.2.1.1 图形图像处理的基本概念.....	15
2.2.1.2 坐标系.....	15
2.2.1.3 二维与三维图形变换.....	16
2.2.1.4 二维图形学.....	18
2.2.1.5 二维绘图系统的数据结构设计.....	23
2.2.1.6 二维绘图系统的应用.....	26

2.2.1.7 交互技术	26
2.2.2 自由曲线	28
2.2.2.1 Ferguson 曲线	28
2.2.2.2 Beizer 曲线	29
2.2.2.3 样条曲线	29
2.2.2.4 非均匀有理 B 样条曲线	30
2.3 造型技术	31
2.3.1 系统中的几何体	32
2.3.2 表示形体的线框、表面、实体模型	33
2.3.3 线框造型	34
2.3.4 曲面造型	34
2.3.4.1 Coons 曲面	35
2.3.4.2 Bezier 曲面	35
2.3.4.3 B 样条曲面	36
2.3.4.4 非均匀有理 B 样条曲面	36
2.3.4.5 曲面的运算	36
2.3.4.6 曲面造型的应用	38
2.3.5 实体造型	38
2.3.5.1 实体的边界表示法	38
2.3.5.2 实体的 CSG 树表示	38
2.3.5.3 实体的基本体素	39
2.3.5.4 实体的扫描表示法	39
2.3.5.5 实体的局部运算	40
2.3.5.6 复杂实体的生成	40
2.3.6 特征造型	41
2.3.6.1 特征的概念和分类	41
2.3.6.2 特征的表达方法	41
2.3.6.3 特征建模方法	41
2.3.7 参数化造型	42
2.4 装配	44
2.4.1 装配建模方法	44
2.4.2 装配模型的信息要求	44
2.4.3 装配功能的实现	44
3 有限元分析	45
3.1 概述	45
3.2 前置处理	45
3.2.1 单元网格	45
3.2.2 边界条件	48
3.3 模型求解	49
3.3.1 线性静态问题求解	49

3.3.2	模态分析	49
3.3.3	动力学分析	49
3.4	后置处理	50
3.4.1	网格模型显示	50
3.4.2	变形网格图	50
3.4.3	等高线图	50
3.4.4	动画显示	51
4	CAM 技术基础	52
4.1	CAM 系统的原理及组成	52
4.1.1	数控机床的组成及工作原理	52
4.1.2	数控机床的控制方式	53
4.1.3	数控机床的坐标系	54
4.1.4	数控加工	54
4.2	数控代码和数控编程	55
4.3	手工编程方法	56
4.4	数控自动编程技术	57
4.4.1	自动编程的特点	57
4.4.2	数控自动编程	57
4.5	交互式图形编程	59
4.5.1	图形编程的工作方式及特点	59
4.5.2	图形编程的一般过程	60
4.5.3	国内外常用 CAD/CAM 软件	61
5	CAD 应用软件设计方法	62
5.1	软件概述	62
5.1.1	软件的生命周期	62
5.1.2	软件设计方法	62
5.1.2.1	结构化程序设计方法	62
5.1.2.2	面向对象程序设计方法	63
5.2	锅炉 CAD 应用系统开发	64
5.2.1	锅炉概述	64
5.2.2	锅炉 CAD 系统需求分析	65
5.2.2.1	锅炉 CAD 系统的功能需求	65
5.2.2.2	锅炉 CAD 系统的性能需求	66
5.2.2.3	锅炉 CAD 系统的数据需求	66
5.2.3	锅炉 CAD 系统模块功能及其实现技术	66
5.2.3.1	锅炉 CAD 系统模块划分及其功能设计	66
5.2.3.2	部件设计系统实现技术的研究	67
5.2.3.3	计算系统实现技术	69
5.2.3.4	二维绘图系统实现技术	71
5.2.3.5	三维造型和有限元分析计算系统实现技术的研究	72

5.2.3.6	管理系统实现技术	73
5.2.3.7	底层通用公用工具的开发	74
5.2.4	系统的实现	74
5.2.4.1	系统的网状拓扑结构及平台	74
5.2.4.2	尺寸驱动的变参结构设计——部件设计系统	75
5.2.4.3	通用的计算系统	78
5.2.4.4	面向工程的二维绘图系统	83
5.2.4.5	支持协同设计的管理系统——系统集成的保证	84
5.2.4.6	其他系统	85

下篇 CAD 软件实例 Unigraphics

6	Unigraphics 简介	87
6.1	EDS 公司简介	87
6.2	Unigraphics 简介	87
7	Unigraphics 入门	89
7.1	用户界面	89
7.2	工具条	90
7.3	工作坐标系 WCS	91
7.4	视图操纵	93
7.5	组织部件文件数据	94
7.5.1	层	94
7.5.2	布局	95
7.5.3	根据对象的颜色、线型、线宽组织数据	96
7.6	建模工作步骤	97
8	UG 建模	102
8.1	综述	102
8.2	基于特征的设计	102
8.2.1	成型特征	103
8.2.1.1	建立、编辑体素特征	103
8.2.1.2	标准粗加工特征——加材料、减材料、参考特征	105
8.2.1.3	标准精加工特征	114
8.2.2	基于特征的设计	127
8.2.2.1	基本曲线	127
8.2.2.2	草图	129
8.2.3	扫描特征 	136
8.3	参数化曲线	141
8.3.1	参数化曲线	141
8.3.2	相关的曲线操作	143
8.4	直接建模	145

8.5 自由形状建模	147
8.5.1 自由形状建模综述	147
8.5.2 自由曲线	148
8.5.3 全息片体——主片	152
8.5.4 全息片体——过渡片	159
8.5.5 片体转换为实体	163
8.5.6 面分析	163
8.5.7 自由形状建模小结	165
9 UG 装配	168
9.1 综述	168
9.1.1 装配建模的特点与方法	168
9.1.2 装配基础	168
9.2 从底向上装配建模	171
9.2.1 引用集	171
9.2.2 加已存部件	172
9.2.3 配对条件	172
9.3 自顶向下装配建模	175
9.4 组件阵列	176
9.5 部件清单	177
9.5.1 部件属性	177
9.5.2 明细表	178
9.6 爆炸视图	180
9.7 WAVE 几何连接器	181
9.7.1 综述	181
9.7.2 WAVE 几何连接器	181
9.8 装配建模小结	183
10 UG 制图	184
10.1 制图综述	184
10.2 图纸	185
10.3 建立与编辑视图	186
10.3.1 建立视图	186
10.3.2 管理视图	189
10.3.2.1 视图显示参数设置	189
10.3.2.2 移去视图、移动/拷贝视图、对准视图	189
10.3.2.3 编辑视图、定义视图边界	190
10.3.3 其他视图操作	190
10.3.3.1 局部挖剖视图	190
10.3.3.2 断开视图	191
10.4 建立与编辑尺寸	192
10.4.1 建立尺寸	192

10.4.2	设置尺寸参数	192
10.4.3	编辑尺寸	193
10.5	制图辅助工具	194
10.5.1	注释编辑器	194
10.5.2	制图符号	194
10.5.2.1	实用符号	195
10.5.2.2	ID 符号	195
10.5.2.3	用户定义符号	195
10.5.2.4	表面粗糙度符号	196
10.5.2.5	其他符号	196
10.5.3	表格式注释	196
10.6	图格式	197
10.6.1	建立图格式文件	197
10.6.2	调用图格式文件	197
11	综合实例	199
11.1	设计意图	199
11.2	建立模型	200
11.2.1	筒体模型分析	200
11.2.2	操作步骤	200
11.3	装配建模	209
11.3.1	装配建模方法设计	209
11.3.2	主要操作步骤	209
11.4	制图	214
11.5	检查	216
	参考文献	217

上篇 过程装备 CAD 基础

1 CAD 技术概论

计算机辅助设计 (Computer Aided Design) 技术是计算机科学与工程科学相结合的产物, 它支持企业的产品开发过程从市场需求分析、产品设计、制造工艺设计、加工直至在线质量管理等方面的工作, 其实质是充分运用现代计算机技术的成就, 辅助工程技术人员对产品进行总体设计、分析、绘图和编写技术文档, 从而提高工作效率、改善工作质量、扩展工作能力, 并进一步将传统分散、重复、串行的作业方式集成起来, 实现并行作业和信息化管理, 它集硬件技术、软件技术、数学、力学、工程设计、工程分析、图形图像处理 and 模型建立与分析技术于一体, 使得传统的设计方法与生产方式发生了根本性的变革。

CAD 是计算机在工程中最有影响的应用技术之一, 也是先进制造技术的重要组成部分。

1.1 计算机辅助技术在过程装备中的应用情况

时至今日, 人类已经进入了电子信息的时代, 而这个信息也是多元化的, 通过不同的媒体传递、接收、存储和处理, 信息技术 (Information Technology, IT) 就是一门处理信息、资料的新兴学科, CAD 是信息技术在工程制造业中的应用。

1.1.1 CAD 技术的发展简史

卓有远见的工程师们在 20 世纪 50 年代初就觉察到计算机的巨大潜力, 开始试验用计算机来帮助人们做设计工作。1952 年在美国麻省理工学院 (MIT) 诞生了第一台计算机绘图系统。当时 CAD 技术仅是一种被动的辅助设计技术。

1963 年美国 MIT 的林肯实验室在计算机图形学理论的应用方面有了重大突破, 首先提出了“计算机图形学”、人机通讯、交互式计算机图形系统的思想, 产生了联机交互图形技术的实用成果, 包括计算机驱动显示器, 光笔与 CRT 显示图形交互作用的技术和计算机分时技术。

20 世纪 70 年代初, 美国的 Applincon 公司开发了第一个完整的 CAD 系统。70 年代后期出现了能产生逼真图形的光栅显示器, 开发了手动游标、图形输入板等多种形式的图形输入设备, CAD 技术进入了实用阶段。

20 世纪 80 年代开始, 随着超大规模集成电路技术的设计的发展, 微处理器及存储器件的改进, 工程工作站的问世, CAD 技术得到了迅猛发展, 并向中、小型企业普及。80 年代中期以后, CAD 技术向标准化、集成化、智能化方向发展。产品数据技术标准化成为 CAD/CAM 技术发展的主要方向。

1.1.2 过程装备 CAD 系统相关名词术语

① 计算机绘图 Computer Graphics, 简称 CG CG 是计算机图形学的主要应用舞台。工程设计中几何形状的设计问题通过图形来表达和分析, 图纸是工程设计中的通用语言。计算

机辅助绘图将图形转换成数字信号后在计算机中处理, 绘图方式一般有交互式绘图和参数化绘图两种。交互式绘图是通过人机对话进行设计绘图的过程, 一般由键盘、数字化板、光笔、鼠标器随时输入绘图所需的参数, 显示器(或其他输出设备)输出图形来实现。参数化绘图则由计算机根据图形的几何参数自动完成绘图过程, 由用户自编的应用程序控制, 不受人的干预。用户为应用程序的原始参数赋值, 经过一定的分析计算或查询已有的数据库, 计算机自动完成图形的输出工作。

② 计算机辅助设计 Computer Aided Design, 简称 CAD 狭义的 CAD 由计算机完成产品设计中建立模型、工程分析、动态模拟、自动绘图等工作。广义的 CAD 则由科学计算、图形系统设计和工程数据库设计组成。科学计算包括有限元分析、可靠性分析、动态分析、产品的常规设计和优化设计等; 图形设计包括几何(特征)造型、自动绘图(二维工程图、三维实体图等)、动态仿真等; 工程数据库设计是对设计过程中需要使用和产生的数据、图形、文档资料等进行存储和管理。若在计算机辅助设计中加入人工智能和专家系统技术, 可大大提高设计的自动化水平, 可对产品进行总体方案设计, 实现对产品设计的全过程提供支持。

③ 计算机辅助工艺规划 Computer Aided Process Planning, 简称 CAPP 根据产品设计所给出的信息来设计产品的加工方法和制造过程。一般包括毛坯设计、加工方法选择、工序设计、工艺路线制定和工时定额计算等。其中, 工序设计又可包含装夹具设备选择或设计、加工余量分配、切削用量选择以及机床、刀具和夹具的选择、必要的工序图生成等。计算机工艺设计 CAPP 能迅速编制出完整、详尽、优化的工艺方案和各种工艺文件, 从而极大地提高工艺人员的工作效率, 缩短工艺准备时间, 加快新产品的投产。此外, 使用 CAPP 可以获得符合企业实际条件的优化的工艺方案、给出合理的工时定额和材料消耗, 还可为企业管理提供必要的数据库。

④ 计算机辅助制造 Computer Aided Manufacturing, 简称 CAM 用计算机对生产产品的设备进行管理、控制和操纵, 最后完成产品的加工制造。计算机根据设计的图纸及技术文件, 辅助技术人员制定生产计划、确定零部件加工顺序、选择加工设备和刀具, 并确定加工数据, 然后再将有关指令输送到各自动加工设备中进行自动加工, 计算机根据各种传感设备测出的数据, 监视、修改其加工过程。最后再由计算机控制其运输, 并控制检验器进行检验。

⑤ 计算机辅助工程分析 Computer Aided Engineering, 简称 CAE 包括产品几何形状的模块化和工程分析与仿真, 如机构分析、优化设计、运动仿真、流体分析、结构有限元分析等。

此外, 与过程装备 CAD 系统相关的名词术语还有如计算机辅助质量 Computer Aided Quality, 简称 CAQ; 计算机辅助设计与制造, 简称 CAD/CAM; 管理信息系统 Management Information System, 简称 MIS; 产品数据管理系统 Product Data Management, 简称 PDM; 计

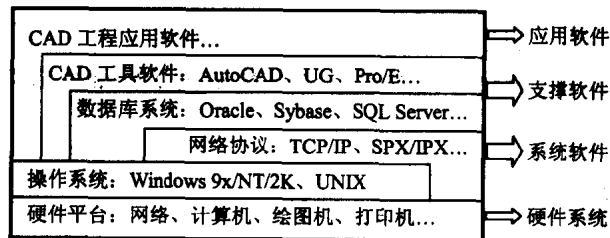


图 1-1 CAD 系统体系结构

计算机集成制造系统 Computer Integrated Manufacturing, 简称 CIMS; 智能制造系统 Intelligent Manufacturing System, 简称 IMS; 虚拟制造系统 Virtual Manufacturing, 简称 VMS; 企业资源管理系统 Enterprise Resource Planning, 简称 ERP 等。

CAD 系统的结构一般可以用图 1-1

所示的分层体系结构描述。

1.2 CAD 系统的硬件平台

CAD 系统的硬件系统包括计算机及其外围设备以及网络通讯设备等。

1.2.1 计算机

很长的一段时间里, 由于工作站具有高速的科学计算、丰富的图形处理能力、灵活的窗口及网络管理功能, 是 CAD 系统计算机的首选设备。工作站一般运行于 UNIX 操作系统和 X 窗口系统, 常见的工作站有 HP、SUN、SGI、DEC、IBM 等, 一般价值不菲。随着近年来微机性能的大幅度提升, 性能上与工作站相差不多, 价格上相对便宜, 大多数 CAD 软件都提供了支持 Window 操作系统的微机版本, 因而 CAD 系统的应用也得到了更广泛的应用。

1.2.2 网络

信息产业的急剧膨胀, 促使人们对并行工程的要求越来越高, 网络显示了前所未有的重要性。网络设备(相对于局域网)一般包括装有支持网络的操作系统微机、工作站、服务器、网线、网关、网卡、网络协议(TCP/IP)、打印机(绘图机)、集线器(hub)等组成。

1.2.3 输入/输出设备

CAD 系统中的计算机有一些特殊要求的外部设备。

(1) 输入设备

CAD 系统中的输入设备主要有键盘、光笔(数字化仪)、鼠标、扫描仪等。

键盘 主要用于数字的输入, 以及一些功能键。

光笔 (数字化仪) 又称图形输入板, 是专门为二维绘图作业设计的, 它由一块图形输入板和一游标定位器(或光笔)组成。可以用来点菜单或徒手作图。由于其价格较高, CAD 由二维设计向三维建模发展, 现在使用越来越少, 有逐渐被淘汰的趋势。

鼠标 主要用来控制屏幕上的光标的位置, 是 CAD 系统中最常用、价格最便宜的设备。不同的鼠标与计算机的连接方式是不同的。例如, 大多数工作站及 IBM 和 DEC 的微机采用专用的接口连接鼠标, 而大多数兼容机用串行口连接鼠标。许多 CAD 系统为了操作便捷, 对鼠标的三个键都有专门定义, 因此配置 CAD 系统硬件时应注意购买三键鼠标。

扫描仪 可以将图像扫描到计算机内进行存储。由于 CAD 绘图系统处理的是矢量信息, 因此图纸扫描到计算机中形成的点阵文件, 须经专门的矢量化识别程序处理成矢量文件。这种技术大大缩短了已有图纸的输入时间, 其缺点是矢量识别的正确率不是很理想, 但仍是大型图库建立的有效手段。

(2) 输出设备

CAD 系统中的输出设备主要有图形显示设备、图形绘制设备等。

图形显示设备 主要是图形显示器。其主要器件是阴极射线管(CRT), 目前广泛使用的是光栅扫描式显示器, 通过不断地读取帧缓冲区的数据来控制不同像素点的 RGB 色刷新屏幕上的图像。衡量图形显示器清晰度的主要指标是分辨率。同样尺寸的屏幕, 水平、垂直方向像素点的数目越大则分辨率越高, 显示的图形越精确。

图形显示器另一个相关的器件是图形显示卡, 具有较强的图形加速能力, 关键要对 OPEN

GL 的支持比较好。专业的图形显示卡有 3DLabs 等, 常用的芯片厂商如 ATI、nVidea 等, 生产显卡的公司很多, 如欧洲的 ELSA、台湾的丽台和耕升、深圳的七彩虹等。显存主流为 64M DDR, 越大越好。显卡的价格越来越便宜, 完全能够满足 CAD 系统的要求。

常见的显卡有 VGA 卡、TVGA 卡、9420PCI 卡、S3 卡等。后两个主要用于 486 以上机型, 具有 32 位甚至 64 位存取能力及较强的图形加速能力。工作站普遍采用成批处理技术 (X 协议要求) 来向图形卡发送绘图指令, 图形卡采用专门的微处理器并行处理绘图指令输出图形。一些图形卡如 Intel 的 i860、SGI 的 IRIS 图形加速卡, 以硬件支持三维图形的输出和真实感显示, 具有深度缓冲器实现三维图形的消隐。

图形绘制设备 CAD 设计结果通常以数据表的形式或工程图的形式输出到打印纸或绘图纸上, 以形成后续生产的指导性文件。因此图形绘制设备主要有打印机和绘图机。

打印机有针式打印机、喷墨打印机和激光打印机。24 针打印机分辨率不高, 用于对图形精度要求不高的场合。喷墨打印机和激光打印机分辨率较高, 而且后者有更高的输出速度。

笔式绘图机分为平板式和滚筒式两种。笔式绘图机基本原理是: 有 X、Y 两个方向的步进电机来驱动, 使笔和纸之间产生相对运动来画出线条。但是笔式绘图机重定位精度较低, 因此近几年来 HP 公司等推出了喷墨绘图机, 提高了绘图质量和效率, 成本较高。但这是发展的总趋势。

1.3 CAD 系统的软件平台

1.3.1 操作系统

操作系统的主要功能是管理文件及各种输入输出设备。

微机上常用的操作系统有: DOS 操作系统、Window 95/98/NT/2000/XP 操作系统、Unix 操作系统、OS/2 操作系统等。目前较为流行的微机上的操作系统是 Window 系列操作系统, 它们是 32 位多窗口、多任务的操作系统, 提供了多媒体、网络的软件支持。

工作站上常用的操作系统有: DOS 操作系统、Unix 操作系统。目前工作站主要用的操作系统是 Unix 操作系统, 提供支持 X 协议的多窗口环境。它以其较好的稳定性, 仍占有一定的市场。

1.3.2 网络管理系统

目前网络互联和网际信息服务的迅速普及, 正改变信息服务方式。采用局域网 (LAN) 的分布方式的 CAD 系统得到迅速的发展, 其特点是微机和工作站实现互联, 通过网络协议 (TCP/IP), 使分散在同一企业的不同部门的计算机能共享软硬件资源, 近距离联网可达 2km 远。例如, 采用 Novell 网的微机及工作站网络结构如图 1-2 所示。其核心是文件服务器, 它要求具有较高的速度和大的内存, 实现 CAD 数据的共享。

1.3.3 数据库

数据库专门用于统一管理庞大的数据信息, 提供数据的增加、删除、查询、共享、安全维护等操作, 是用户与数据之间的接口, 是实现并行设计的基础。

目前较为流行的是关系型数据库, 如: SQL Server、Oracle、DB2 等。

CAD/CAM 系统中的数据具有结构复杂、工作量大等特点, 存在长事务管理、版本控制

等问题,常规的数据库系统不太适用。研究适合 CAD/CAM 的工程数据库是当今数据库研究的主流趋势之一。

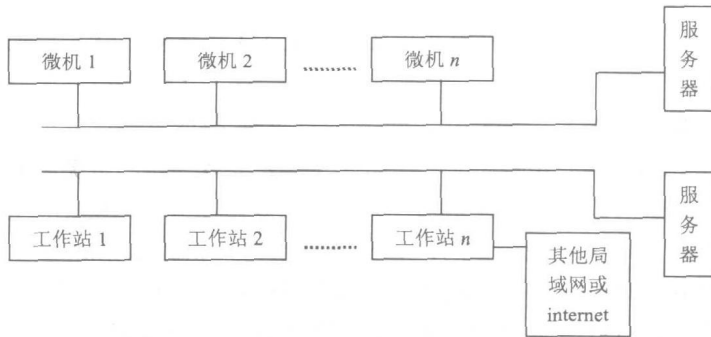


图 1-2 一种局域网的网络结构图

1.3.4 软件开发工具

现今的高级语言如 FORTRAN、BASIC、PASCAL、COBOL、LISP、C/C++ 都有相应的编译程序或集成开发环境。FORTRAN 主要用于分析计算, LISP 是人工智能语言, 用于开发专家系统, C/C++ 具备 FORTRAN 的计算功能, 又具备图形输出功能, 是目前较为流行的软件开发语言。目前微机上采用的 C/C++ 编译系统以 Microsoft 公司的 Visual C++ 和 Borland 公司的 Borland C++ 为主, 它具有很好的集成开发、调试环境和辅助工具。此外, Visual BASIC 也是不可忽视的, 它在界面设计和小型商业软件开发方面有独到的优势。

目前的 CAD/CAM 软件是集分析计算、造型、图形输出、专家系统等于一体的软件系统, 因此需要选定一种具备上述条件的软件开发工具。采用当今较为流行的 Microsoft 公司的 Visual C++ 作为软件开发工具, 是比较有效和方便的。

1.3.5 CAD 支撑系统

在系统软件的基础上开发的满足 CAD 用户一些共同需要的通用软件或工具软件组成了 CAD 的支撑系统。近几年来, 随着计算机应用领域的扩大, 组成 CAD 支撑系统的软件也越来越多, 主要包括以下几部分。

(1) 计算机分析软件

这类软件主要用于解决工程设计中的各种数值计算和分析。主要有以下几种。

① 常用数学方法库及其可视化软件。

② 有限元分析软件。有限元分析软件有 SAP-5、ADINA、NASTRAN、ANSYS、COSMOS 等, 很多集成的 CAD 软件都包含有限元分析模块, 如 I-DEAS 的有限元分析模块不仅可以分为弹性力学和流体力学问题, 也可以运用于流动分析、电磁场分析等方面。

③ 优化设计软件。优化设计是指建立在最优化数学理论和现代计算技术的基础上, 通过迭代寻求设计的最优方案。较为成熟的优化库有: IBM 公司的 ODL、中国的“优化方法程序库 OPB-2”等。

(2) 集成化 CAD/CAM/CAE 软件

20 世纪 80 年代中期开始, 实体造型技术日趋完善, 不少 CAD 系统转向采用实体造型技