

高等学校教材·计算机应用

可赠送课件

jsjc@tup.tsinghua.edu.cn

计算机辅助设计教程

张秉森 王 钰 编著



清华大学出版社

高等学校教材·计算机应用

计算机辅助设计教程

张秉森 王 钰 编著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书详细介绍了计算机辅助设计的基本概念、计算机辅助设计技术的发展历程、非参数化设计和参数化设计技术,以及尺寸驱动的基本概念和相关知识,并以常用的非参数化和参数化设计软件 AutoCAD 和 Solid Edge 为代表,介绍了基本图形的设计方法和三维模型的构造方法。

本书对 AutoCAD 和 Solid Edge 环境下的二次开发的基本方法做了较为全面的介绍,可以帮助读者完成 AutoCAD 和 Solid Edge 二次开发的入门过程,从而较顺利地进入更高层次的开发工作中。

本书还给出了开发一个简易 CAD 系统的基本方法,系统地介绍了使用 Win32 API 绘图函数实现图形绘制和图形编辑的基本编程方法,同时给出了完整的程序代码。

本书结构严谨、内容丰富、通俗易懂,并配有大量的习题,可作为高等院校计算机或工科专业的教材使用,也可供相关专业的研究生和工程技术人员参考。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13801310933

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。

本书防伪标签采用清华大学核研院专有核径迹膜防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

计算机辅助设计教程/张秉森,王钰编著. —北京:清华大学出版社,2005.1

(高等学校教材·计算机应用)

ISBN 7-302-10117-5

I. 计… II. ①张… ②王… III. 计算机辅助设计—高等学校—教材 IV. TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 130968 号

出 版 者:清华大学出版社

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

社总机:010-62770175

地 址:北京清华大学学研大厦

邮 编:100084

客户服务:010-62776969

责任编辑:付弘宇

封面设计:王 永

印 刷 者:清华园胶印厂

装 订 者:三河市金元装订厂

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:18.25 字数:448 千字

版 次:2005 年 1 月第 1 版 2005 年 1 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-10117-5/TP·1047

印 数:1~3000

定 价:25.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010) 62770175-3103 或 (010) 62795704

高等学校教材·计算机

编审委员会成员

(按地区排序)

清华大学	周立柱	教授
	章 征	教授
	王建民	教授
	刘 强	副教授
	冯建华	副教授
北京大学	杨冬青	教授
	陈 钟	教授
	陈立军	副教授
北京航空航天大学	马殿富	教授
	吴超英	副教授
	姚淑珍	教授
中国人民大学	王 珊	教授
	孟小峰	教授
	陈 红	教授
北京交通大学	阮秋琦	教授
北京信息工程学院	孟庆昌	教授
北京科技大学	杨炳儒	教授
石油大学	陈 明	教授
天津大学	艾德才	教授
复旦大学	吴立德	教授
	吴百锋	教授
	杨卫东	副教授
华东理工大学	邵志清	教授
华东师范大学	杨宗源	教授
	应吉康	教授
东华大学	乐嘉锦	教授
上海第二工业大学	蒋川群	教授
浙江大学	吴朝晖	教授
	李善平	教授
南京大学	骆 斌	教授

南京航空航天大学	秦小麟	教授
南京理工大学	张功萱	教授
南京邮电学院	朱秀昌	教授
苏州大学	龚声蓉	教授
江苏大学	宋余庆	教授
武汉大学	何炎祥	教授
华中科技大学	刘乐善	教授
中南财经政法大学	刘腾红	教授
华中师范大学	王林平	副教授
	魏开平	教授
武汉理工大学	李中年	教授
国防科技大学	赵克佳	教授
	肖 依	副教授
中南大学	陈松乔	教授
湖南大学	林亚平	教授
	邹北骥	教授
西安交通大学	沈钧毅	教授
	齐 勇	教授
西北大学	周明全	教授
长安大学	巨永峰	教授
西安石油学院	方 明	教授
西安邮电学院	陈莉君	副教授
哈尔滨工业大学	郭茂祖	教授
吉林大学	徐一平	教授
	毕 强	教授
长春工程学院	沙胜贤	教授
山东大学	孟祥旭	教授
	郝兴伟	教授
山东科技大学	郑永果	教授
中山大学	潘小轰	教授
厦门大学	冯少荣	教授
福州大学	林世平	副教授
云南大学	刘惟一	教授
重庆邮电学院	王国胤	教授
西南交通大学	杨 燕	副教授

出版说明

改革开放以来，特别是党的十五大以来，我国教育事业取得了举世瞩目的辉煌成就，高等教育实现了历史性的跨越，已由精英教育阶段进入国际公认的大众化教育阶段。在质量不断提高的基础上，高等教育规模取得如此快速的发展，创造了世界教育发展史上的奇迹。当前，教育工作既面临着千载难逢的良好机遇，同时也面临着前所未有的严峻挑战。社会不断增长的高等教育需求同教育供给特别是优质教育供给不足的矛盾，是现阶段教育发展面临的基本矛盾。

教育部一直十分重视高等教育质量工作。2001年8月，教育部下发了《关于加强高等学校本科教学工作，提高教学质量的若干意见》，提出了十二条加强本科教学工作提高教学质量的措施和意见。2003年6月和2004年2月，教育部分别下发了《关于启动高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作的通知》和《教育部实施精品课程建设提高高校教学质量和人才培养质量》文件，指出“高等学校教学质量和教学改革工程”，是教育部正在制订的《2003—2007年教育振兴行动计划》的重要组成部分，精品课程建设是“质量工程”的重要内容之一，教育部计划用五年时间（2003—2007年）建设1500门国家级精品课程，利用现代化的教育信息技术手段将精品课程的相关内容上网并免费开放，以实现优质教学资源共享，提高高等学校教学质量和人才培养质量。

为了深入贯彻落实教育部《关于加强高等学校本科教学工作，提高教学质量的若干意见》精神，紧密配合教育部已经启动的“高等学校教学质量与教学改革工程精品课程建设工作”，在有关专家、教授的倡议和有关部门的大力支持下，我们组织并成立了“清华大学出版社教材编审委员会”（以下简称“编委会”），旨在配合教育部制定精品课程教材的出版规划，讨论并实施精品课程教材的编写与出版工作。“编委会”成员皆来自全国各类高等学校教学与科研第一线的骨干教师，其中许多教师为各校相关院、系主管教学的院长或系主任。

按照教育部的要求，“编委会”一致认为，精品课程的建设工作从开始就要坚持高标准、严要求，处于一个比较高的起点上；精品课程教材应该能够反映各高校教学改革与课程建设的需要，要有特色风格、有创新性（新体系、新内容、新手段、新思路，教材的内容体系有较高的科学创新、技术创新和理念创新的含量）、先进性（对原有的学科体系有实质性的改革和发展、顺应并符合新世纪教学发展的规律、代表并引领课程发展的趋势和方向）、示范性（教材所体现的课程体系具有较广泛的辐射性和示范性）和一定的前瞻性。教材由个人申报或各校推荐（通过所在高校的“编委会”成员推荐），经“编委会”认真评审，最后由清华大学出版社审定出版。

目前，针对计算机类和电子信息类相关专业成立了两个“编委会”，即“清华大学出版社计算机教材编审委员会”和“清华大学出版社电子信息教材编审委员会”。首批推出的特色精品教材包括：

(1) 高等学校教材·计算机应用——高等学校各类专业，特别是非计算机专业的计算机应用类教材。

(2) 高等学校教材·计算机科学与技术——高等学校计算机相关专业的教材。

(3) 高等学校教材·电子信息——高等学校电子信息相关专业的教材。

(4) 高等学校教材·软件工程——高等学校软件工程相关专业的教材。

(5) 高等学校教材·信息管理与信息系统

清华大学出版社经过近二十年的努力，在教材尤其是计算机和电子信息类专业教材出版方面树立了权威品牌，为我国的高等教育事业做出了重要贡献。清华版教材经过二十多年的精雕细刻，形成了技术准确、内容严谨的独特风格，这种风格将延续并反映在特色精品教材的建设中。

清华大学出版社教材编审委员会

E-mail: dingl@tup.tsinghua.edu.cn

前 言

“计算机辅助设计”是工科类专业（如机械、计算机应用和建筑等）的一门重要的专业基础课。目前，大多数高等院校中的相关专业均开设了该门课程。但是，由于该课程近几年才逐步进入高校，因此，对该课程所涉及到的教学内容及教学体系还没有一个一致认同的方案。现有的相关教材大多是某一个软件系统的操作手册或培训教材，不太适于作为高等院校本科生的基础性教材。鉴于此种情况，本书的作者力图从计算机辅助设计的基本概念开始，比较系统地介绍计算机辅助设计技术的发展历程以及不同软件系统所采用的技术及特性，并以目前比较有代表性的两个软件系统 AutoCAD 和 Solid Edge 为基础，分别介绍非参数化设计和参数化设计的基本概念及知识。

在本教材中，除了比较详细地介绍了计算机辅助设计技术的基本概念以外，还重点介绍了 AutoCAD 和 Solid Edge 的基本图形设计方法，三维模型的建立方法，CAD 软件二次开发的基本概念、基础知识以及简易计算机绘图系统开发的基本技术。通过本教材的学习，读者可以比较全面地掌握计算机辅助设计的基本概念、基本图形的设计技术、三维建模的技术和计算机辅助设计系统的二次开发。

本教材每章均附有一定数量的习题供学生课后练习，以巩固所学的知识。

本教材共有 6 章，第 1 章介绍计算机辅助设计的历史与未来；第 2 章介绍计算机辅助设计技术基础知识；第 3 章介绍非参数化设计；第 4 章介绍参数化设计；第 5 章简要介绍 CAD 软件的二次开发技术；第 6 章介绍简易 CAD 系统的开发。其中，第 1 章由张秉森（第 1~3 节）和王钰（第 4~6 节）编写；第 2~4 章由张秉森编写；第 5 章和第 6 章由王钰编写。研究生刘晓洁参与了第 3 章部分资料的整理工作。

本教材可作为高等院校相关专业“计算机辅助设计”课程的教材使用，也可供相关专业的研究生和工程技术人员作为参考书使用。

本书的写作过程中参考了一些资料，在此深表谢意。另外，作者要特别感谢本书的责任编辑清华大学出版社的付弘宇编辑，她对本书的编写提出了许多宝贵的意见，为本书的出版付出了辛勤的劳动。

由于作者的水平有限，加之编写的时间相当仓促，难免会有一些不妥或错误之处，恳请同行专家和广大读者不吝指正。

编 者

2004 年 7 月

目 录

第 1 章 计算机辅助设计的历史与未来	1
1.1 CAD 技术概论	1
1.1.1 CAD 技术的基本概念	1
1.1.2 CAD、CAE、CAM 与 CIMS	1
1.1.3 CAD/CAM 系统的分类	2
1.2 计算机辅助设计的发展历程	5
1.3 计算机辅助设计技术的现状	9
1.4 常用的计算机辅助设计软件	11
1.4.1 以产品结构设计为主的计算机辅助设计软件	12
1.4.2 以工业造型设计为主的计算机辅助设计软件	18
1.5 计算机辅助设计的硬件环境	19
1.5.1 交互设备	19
1.5.2 图形显示设备	21
1.5.3 图形输出设备	23
1.6 CAD 技术的发展热点与未来趋势	25
1.6.1 三维超变量化技术	25
1.6.2 基于知识工程的 CAD 技术	26
本章小结	27
习题 1	27
第 2 章 计算机辅助设计基础知识	29
2.1 几何建模	29
2.1.1 图形元素	29
2.1.2 图元的几何信息	29
2.1.3 尺寸驱动	29
2.1.4 图元的拓扑信息	30
2.1.5 坐标系	30
2.1.6 图块与图组	31
2.1.7 几何模型	31
2.1.8 实体造型技术——参数化设计	32
2.2 图形的非几何信息	32
2.2.1 文本	32
2.2.2 颜色	34
2.2.3 线型	35
2.2.4 图层及层	36

2.3 设计空间、视图与视窗	37
2.3.1 模型空间	37
2.3.2 图纸空间	37
2.3.3 视图	37
2.3.4 视窗	38
2.4 图形的文件格式	39
2.4.1 专用 CAD 图形文件格式	39
2.4.2 CAD 图形数据交换标准文件格式	39
2.4.3 图形核心开发平台简介	40
本章小结	42
习题 2	42
第 3 章 非参数化设计	44
3.1 非参数化与参数化图形的基本概念	44
3.2 AutoCAD 简介	44
3.3 图形元素及图形的创建	45
3.4 图形的编辑	49
3.5 文本的创建与编辑	53
3.6 块的创建及插入	55
3.7 尺寸的标注与编辑	56
3.8 层、模板、颜色及线型的设置	61
3.9 二维图形绘图实例	63
3.10 三维实体模型	66
3.10.1 用户坐标系	66
3.10.2 视图的应用	68
3.10.3 三维实体模型的创建	69
3.10.4 三维实体模型的编辑	72
3.11 多视图的基本概念及其应用	74
3.11.1 多视图的应用	75
3.11.2 视口的概念及其应用	75
3.11.3 三维实体的设置图形、设置视图和设置轮廓功能	76
3.12 三维模型的着色与渲染	78
3.12.1 着色	78
3.12.2 渲染	79
3.13 三维实体模型建模实例	85
本章小结	89
习题 3	89
第 4 章 参数化设计	92
4.1 参数化图形及特征的概念	92

4.2 Solid Edge 简介	92
4.3 草图的创建、标注及编辑	94
4.3.1 草图界面的简单介绍	94
4.3.2 在主参考面上建立草图	95
4.3.3 在其他面上建立草图	95
4.3.4 草图工具	95
4.3.5 草图的编辑	106
4.3.6 草图的参考点	107
4.3.7 草图的关系助手	107
4.3.8 草图的辅助工具	108
4.3.9 智能草图	109
4.3.10 草图绘制实例	109
4.4 三维基本实体的创建	111
4.4.1 零件特征工具	111
4.4.2 资源查找器	118
4.4.3 零件实例	119
4.4.4 表面处理特征工具	122
4.5 装配的概念与应用	126
4.5.1 装配环境的界面	127
4.5.2 装配工具	127
4.5.3 装配关系	128
4.5.4 装配检测	131
4.5.5 组件剖视图	133
4.5.6 装配实例	133
4.6 工程图的概念与应用	136
4.6.1 工程图环境的界面	136
4.6.2 工程图工具	136
4.6.3 工程图实例	140
本章小结	142
习题 4	142

第 5 章 CAD 软件二次开发简介

144

5.1 ActiveX 技术简介	144
5.2 AutoCAD 的二次开发	146
5.2.1 AutoCAD 应用程序的对象层次	146
5.2.2 设计环境的编程实现	153
5.2.3 基本图形元素的创建与编辑	157
5.2.4 图层、线型和颜色的编程实现	171
5.2.5 图块的创建与引用	178

5.3 Solid Edge 的二次开发	185
5.3.1 Solid Edge 应用程序的对象层次	185
5.3.2 Solid Edge 应用程序框架的获取与创建	186
5.3.3 草图与轮廓的编程实现	190
5.3.4 三维实体的编程实现	194
5.3.5 装配的编程实现	198
5.3.6 变量的编程控制	205
5.3.7 文档属性的获取与编辑	210
本章小结	213
习题 5	213
第 6 章 简易 CAD 系统的开发	214
6.1 在 VB 中调用 Win32 API 函数	214
6.1.1 API 函数浏览器	214
6.1.2 API 函数的声明与调用	216
6.1.3 常用绘图 API 函数	218
6.2 Windows 图形编程基础	220
6.2.1 DC 与 GDI	221
6.2.2 图形对象	223
6.2.3 使用 VC++ 实现图形绘制	226
6.2.4 使用 VB 实现图形绘制	228
6.2.5 坐标与坐标映射	232
6.2.6 窗口与视口	237
6.2.7 简单绘图实例	242
6.3 图形的交互式设计	251
6.3.1 鼠标交互绘图基础	252
6.3.2 橡皮筋绘制技术	255
6.3.3 图元类与集合类	258
6.3.4 基于图元类的绘图实例	264
6.4 图元的编辑	265
6.4.1 二维图形的几何变换算法	265
6.4.2 点与线条图元的相交算法	268
6.4.3 图元的选择	269
6.4.4 图元的删除	272
6.4.5 视图的缩放和平移	273
6.4.6 图元的几何变换	273
本章小结	279
习题 6	279
参考文献	280

第 1 章 计算机辅助设计的历史与未来

1.1 CAD 技术概论

近几年来,随着计算机硬件和软件技术的不断发展和计算机的普及,计算机辅助设计(Computer-Aided Design, CAD)技术也得到了极大发展。CAD 技术已成功地在汽车、造船、航空、电子、机械、建筑以及轻工业等领域得到了广泛的应用。CAD 技术充分利用了计算机强大的计算功能和高效的图形处理能力对产品进行辅助设计、分析、修改和优化。计算机辅助设计是一门综合了计算机科学、数学、信息科学和设计方法等最新成果而形成的新兴交叉学科,它使传统的产品设计、制造内容和工作方式等都发生了根本性的变化。

1.1.1 CAD 技术的基本概念

CAD 技术在不同时期、不同行业中所实现的功能不同,因此不同时期和不同行业中的工程技术人员对于 CAD 技术的认识也有所不同,很难给 CAD 技术下一个统一的定义。CAD 技术的内涵将随着计算机硬件和软件的发展而不断扩展。就目前的情况而言,可以认为 CAD 技术是计算机系统在工程和产品设计的各个阶段中,为设计人员提供的快速、有效的工具和手段,能够加快和优化设计过程并达到最佳设计效果的一种技术。CAD 技术可以使工程设计人员摆脱繁重的设计计算和绘图工作,从而把更多的精力用于创造性的工作上。它所能完成的工作包括建模、计算、分析、装配设计、工程图绘制、运动以及动力仿真等。

1.1.2 CAD、CAE、CAM 与 CIMS

CIMS (Computer-Integrated Manufacturing System, 计算机集成制造系统)是有着 20 余年历史的 CAD/CAM (Computer-Aided Manufacturing, 计算机辅助制造)/CAE (Computer-Aided Engineering, 计算机辅助工程)技术的产物,于 1983 年春美国工业工程学会(Institute of Industrial Engineering)的年会上得到正式认可。^[1]

传统的 CIMS 建立在对已有的各单元技术集成的基础之上。早期的 CAD、CAPP (Computer-Aided Process Planning, 计算机辅助过程规划)、CAM 和 CAE 等单元技术是分别设计和开发的,彼此之间的联系较小。按照 CIMS 的思想,各子系统设计时必须考虑系统集成的需要,所以人们提出了许多对现有子系统进行集成的技术和方法,但这种自下而上的被动集成在技术上有很大的难度。

CIMS 作为新一代的企业自动化模式之一,覆盖了产品的整个生命周期。一般产品的生命周期包括从产品的市场需求分析、立项论证、生产决策、产品设计、工艺设计、加工

制造、装配、测试等到销售和售后服务的全过程。CIMS 集成产品模型是产品生命周期中全部数据的集合，它是整个 CIMS 研究和处理的对象，所有类型的产品信息都集中存储在这个集成的产品信息模型中，信息的表达已考虑了产品生命周期中的不同阶段，可为企业提供在生产周期的任何阶段共享的信息模型。它能在整体和局部上支持各种应用活动，使得面向制造、面向装配、面向质量的控制等成为可能。集成产品模型是以用户需求、市场分析为出发点，以产品设计 CAD 和产品制造 CAM 的模型为基础，在整个产品生命周期内不断扩充、不断更新的动态模型。它能克服以往仅根据某一特定阶段的数据需求和数据处理的特点来建立数据模型的不足，在产品生命周期中的各个阶段实现信息交换与共享。

CAD/CAM 是 CIMS 的核心，它可以按照产品设计和制造的实际进程，在计算机里实现应用程序所需要的信息处理与交换，从而形成连续的、协调的和科学的系统。实现 CAD/CAM 一体化的关键在于信息的集成。基于特征的产品模型是实现 CAD/CAM 有效集成的最佳方法，是 CIMS 集成产品模型的一个子集，是集成产品模型的基础模型，也是 CAD/CAM 系统中数据共享的核心。

传统的、基于实体造型的 CAD 系统仅仅是对几何形状的描述，缺乏对产品零件信息的完整表达，与制造所需信息彼此分离，从而导致 CAD/CAM 系统集成的困难。于是人们将特征概念引入 CAD/CAM，形成了产品特征模型。基于特征的建模是 CAD 建模技术发展的一个里程碑，是 CAD/CAM 技术的发展和應用达到一定的水平之后，要求进一步提高生产组织的集成化及自动化程度而必然采用的新技术。基于特征的建模着眼于更好地表达产品的完整信息，为建立产品集成信息模型服务，使产品设计得以在更高的层次上实现。设计人员的操作对象不再是原始的线条和实体，而是产品的功能要素。这些功能要素直接体现设计意图，使建立的产品模型容易被非设计人员理解并便于组织生产。设计图样更容易修改，有助于加强产品的设计、分析、工艺准备、加工检验等各部门之间的联系，更好地将产品设计的意图贯彻到各个环节中去，并及时得到有关信息的反馈。基于特征的产品建模是建立产品模型的可靠途径，由此涌现了许多关于特征建模的研究。^[2]

1.1.3 CAD/CAM 系统的分类

CAD/CAM 系统既可以按系统的功能分类，也可以按系统中使用的计算机的性能和类型分类。按系统的功能一般分为通用 CAD/CAM 系统和专用 CAD/CAM 系统。通用 CAD/CAM 系统使用范围广，其硬件和软件的配置也比较丰富；而专用 CAD/CAM 系统是为了实现某种专门产品生产的系统，其硬件配置比较简单，软件功能也比较单一。当前用户对 CAD/CAM 系统的要求不尽相同，所需的硬件和软件性能也不同。根据计算机的类型，传统的分类是将 CAD/CAM 系统分为四种类型。随着计算机技术的发展，CAD/CAM 系统的分类也在不断地变化。下面分别介绍按功能分类的专用 CAD/CAM 系统和按计算机类型分类的 CAD/CAM 系统。

按 CAD/CAM 系统的应用领域分类，可将 CAD/CAM 系统分为机械 CAD/CAM、建筑 CAD、电子 CAD/CAM、工业设计 CAD/CAM、地图 CAD、纺织 CAD/CAM 和服装 CAD/CAM 等。

1. 机械 CAD/CAM

机械 CAD 最早应用于汽车、飞机和船舶的设计中, 现在已广泛应用于各类机械制造企业, 是 CAD/CAM 应用最为普及的行业之一。

2. 建筑 CAD

建筑 CAD 包括建筑设计、结构设计、水电设计、预算决算、小区规划、路桥设计、城市规划等。其中, 建筑设计功能最复杂, 要同时满足功能、技术、经济、审美等多种要求, 是建筑 CAD 的难点和研究前沿之一。

3. 电子 CAD/CAM

电子 CAD 包括集成电路 CAD、印刷电路板 CAD、电子线路 CAD 等。大规模集成电路的设计与制造由于密集度和精度很高, 采用 CAD/CAM 技术进行电路的布局、布线与制造已成为生产的必需环节。

4. 工业设计 CAD/CAM

工业设计 CAD 包括日用工业产品的造型设计, 室内、室外、园林等环境设计, 图案、广告等视觉效果设计。工业设计 CAD/CAM 具有广阔的发展前景。

5. 地图 CAD (地理信息系统)

地图 CAD 包括行政区域图, 地形图和电子沙盘, 地质图, 城市规划图, 地下管网图, 交通图, 人口分布图, 环境保护图, 生物、品种、产量分布图, 海洋图, 气象图等与地域位置相关信息的操作和图形设计。由于这些信息数量巨大, 变化频繁, 使用要求复杂, 难以用手工方式来管理、分析、编辑、绘制, 地图 CAD 便成了发展的方向。地图 CAD 一般和地理信息的管理、分析、处理等功能结合在一起, 称为地理信息系统 (Geographic Information System, GIS)。GIS 将 CAD 技术与 MIS (Management Information System, 管理信息系统) 技术结合起来, 以图形数据库为核心, 形成一个图形信息的管理、分析、操作与显示系统。它在工业、农业、商业、城乡建设业、军事、环境保护和政府管理部门等行业中都有着重要的应用价值, 近年来已得到迅速的发展。^[3]

6. 纺织 CAD/CAM

在纺织品的设计中往往要进行大量的组织选择及设计、色纱选择和模纹设计以及烦琐的织物设计计算等。在传统的设计中, 以上工作都通过手工完成。所以每设计一个新品种, 设计人员都要付出艰辛的劳动。因而, 纺织 CAD/CAM 一般包括织物形态的模拟功能和织机的控制功能。

纺织 CAD/CAM 的织物模拟功能提供织物织成后的图样。系统只要输入颜色、组织及密度等数据, 织物的最终效果就可以在屏幕上显示出来, 而不用打小样。

组织 CAD/CAM 的织机控制功能根据其设计不同可以直接或间接地控制机器的运行。系统通过扫描纹样, 输入织物每一部分的组织结构, 经过显示、修改、更正, 然后控制织

机的织造过程。

7. 服装 CAD/CAM

服装 CAD/CAM 系统是指用于服装的款式设计、纸样设计、推板或放码、排料、试衣以及裁剪等工作的系统。目前的服装 CAD 系统还处于二维平面制图阶段，三维服装 CAD 系统正在研究，个别系统初步实现了从二维到三维的模拟试衣（没有实现皱褶和悬垂性），但是从三维到二维的展开还有许多理论和技术问题尚待解决。只有实现了真正三维的服装 CAD 系统（包括从二维到三维的转换以及从三维到二维的展开），才能更有效地发挥服装 CAD 技术在服装生产中的巨大作用。

按 CAD/CAM 系统所用计算机的类型分类，可以将 CAD/CAM 系统分为大型机 CAD/CAM 系统、小型机 CAD/CAM 系统、工作站 CAD/CAM 系统和微机 CAD/CAM 系统。

1. 大型机 CAD/CAM 系统

大型机 CAD/CAM 系统一般都以具有大容量的存储器和强大计算功能的大型通用计算机为主机，一台主机可以连接几十至几百台图形终端、字符终端及其他图形输入/输出设备。

它主要的优点有：①系统具有一个大型的数据库，可以对整个系统的数据实行统一管理和维护；②计算速度快；③给企业的集成管理带来方便；④提高了企业在设计、制造方面的效率，为企业的设计、制造一体化提供了条件。

它主要的缺点有：①安全性能低。如果主机出现故障，则整个系统都将停止工作。但随着双机容错等先进技术的广泛使用，安全性能已大大提高。②终端距离不能太远。目前，随着网络技术的发展，距离的限制也越来越小。③随着计算机总负荷的增加，系统的响应速度会降低。这种现象在三维造型和复杂有限元分析时尤为突出，但随着处理器速度的飞速发展，这个问题也已得到缓解。

大型机 CAD/CAM 系统的用户一般为大型的飞机制造公司和船舶制造公司。由于系统的成本很高，一般的中小企业难以承受。有代表性的大型机生产厂家有 IBM、NAS、CDC、Honeywell 等。大型机 CAD/CAM 系统应用的 CAD 和 CAM 软件有美国洛克希德（Lockheed）公司的 CADAM 和法国达索（Dassault）公司的 CATIA 及美国 CV 公司的 CADOS 等。实际上，随着计算机技术的发展，小型机在性能和功能上的提升已使其逐渐取代了传统大型机。

2. 小型机 CAD/CAM 系统

20 世纪 70 年代末至 80 年代初，小型机 CAD/CAM 系统处于蓬勃发展的时期。在此期间，我国从国外购进的 CAD/CAM 系统大都属于这一类型。生产这类系统的厂商很多，如美国的 CV、Intergraph、DEC、Calma、Autotrol、Unigraphics 和法国的 Euclid 等。通过使用，人们逐渐发现这类小型机系统有一定的局限性，如系统的计算能力和扩充能力差，而且不同系统之间因为数据存储的格式不同很难进行数据交换。80 年代中期，由于分布式工程工作站的问世和异种机之间联网技术的发展，促进了这种孤立系统向开放式系统的发展，而系统使用的软件也逐渐向工业标准方向靠拢。

3. 工作站 CAD/CAM 系统

20 世纪 80 年代初, 32 位工作站的问世促进了以工作站组成的 CAD/CAM 系统的快速发展。这种系统与小型机 CAD/CAM 系统不同之处在于, 一台工作站只能由一个人使用, 并且具有较强的联网功能, 其处理速度很快, 一般能接近甚至超过过去的小型机的速度。这类工作站一般都采用 RISC 技术和开放系统的设计原则, 且用 UNIX 作为操作系统, 是 20 世纪 90 年代 CAD/CAM 系统的主要类型。生产这类产品的厂商有 IBM、CDC、DEC、HP、Sun 和 SGI 等。

4. 微型计算机 CAD/CAM 系统

随着微型计算机(简称微机)性能不断提高, 价格不断下降, 由微机组成的 CAD/CAM 系统近年来增长很快。过去以微机为主机的 CAD/CAM 系统一般只能进行二维绘图, 而现在可以进行三维造型和复杂的分析计算。值得一提的是, 由于网络技术的发展, 现在的微机已能与大型机、小型机及工作站联网, 作为整个网络的一个节点, 共享主机和工作站资源。这样, 大型机系统、工作站系统、微机系统就不再相互割裂, 而成为一个有机的整体, 在网络中发挥各自的优点, 使得原来在小型机和工作站上运行的 CAD/CAM 软件能够直接在微机上运行。在我国, 用高档微机组成的 CAD/CAM 系统发展得很快, 在某些方面已接近低档工作站 CAD/CAM 系统的能力。

除以上分类外, 在实际应用中, 往往按照 CAD 系统的规模进行分类, 即网络环境下的 CAD/CAM 系统和单机环境下的 CAD/CAM 系统。在过去几年里, 基于微机的单机 CAD/CAM 系统给小型企业、个人以及教学使用带来了方便, 这也是 CAD/CAM 技术普及的必由之路。但是, 随着企业的集成化管理和生产能力的进一步提高, 网络化是必然的趋势, 现代企业在 CAD/CAM 的建设过程中, 必须考虑到与 CAPP、PDM、MIS 等系统的集成问题。因此, 企业应根据其自身的发展来确定 CAD/CAM 系统的建设。

1.2 计算机辅助设计的发展历程

CAD 系统在发展初期仅仅是图板的替代品, 称为计算机辅助绘图 (Computer-Aided Drawing 或 Computer-Aided Drafting)。随着 CAD 技术不断发展, 其功能不断加强, CAD 已不再仅仅是图板的替代品, 而是提升为计算机辅助设计 (Computer-Aided Design)。

CAD 技术从 20 世纪 60 年代初开始出现, 40 年来随着微电子技术共同高速发展, 形成了一门新兴的学科。尤其是 20 世纪 80 年代中期, 分布式工作站的出现和微机 CAD 技术的普及应用, 引发了产品和工程设计领域的革命性变化。CAD 技术已从少数高技术大工业化企业向中小企业扩散, 并且形成了技术产业。现在, CAD 技术已应用于各行各业, 大到航空航天、机械、造船, 小到服装裁剪、皮鞋楦头和纺织业的花色图案等。

虽然计算机问世于 20 世纪 40 年代, 可直到 20 世纪 50 年代中期, 计算机还仅仅用在科学计算上。1963 年, 美国麻省理工学院的 I. E. Sutherland 在其博士论文中开发了 SKETCHPAD 系统, 该系统可以用光笔在图形显示器上实现选择、定位等交互功能, 对符