

新世纪
高等职业教育规划教材

CAD/CAM 技术与应用

何友义 主 编
杨志勇 副主编



机械工业出版社
China Machine Press



新世纪高等职业教育规划教材

CAD/CAM 技术与应用

主 编 何友义
副主编 杨志勇
参 编 李兆飞 冯小军
主 审 阮 锋



机械工业出版社

本书内容包括 CAD/CAM 技术基础、典型 CAD/CAM 软件介绍、CAD/CAM 技术在型腔模中的应用、电火花加工实例、CAD/CAM 技术在冲压模中的应用、数控线切割加工实例、数控雕刻技术及应用、文字与图案雕刻实例、快速成型技术及应用等。

本书在保持内容系统性的基础上,突出了内容的实用性、新颖性和广泛性,在介绍 CAD/CAM 基础知识和典型 CAD/CAM 软件的同时,结合电火花加工型腔模、线切割加工冲压模、数控雕刻文字与图案等实例进行了详细讲解。本书坚持“实际、实用、实践”的编写原则,促使读者达到“会用、能用、管用”的目的。本书可作为机电工程数控专业、模具专业学生的教材,以及工科大中专院校师生的参考教材;也可作为广大从事 CAD/CAM 技术研究和数控技术应用的工程技术人员的参考书和培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

CAD/CAM 技术与应用/何友义主编. —北京:机械工业出版社, 2002.6
新世纪高等职业教育规划教材
ISBN 7-111-10355-6

I .C… II .何… III. ①计算机辅助设计—高等学校:技术学校—教材
②计算机辅助制造—高等学校:技术学校—教材 IV .TP391.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 035200 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:贡克勤 版式设计:霍永明 责任校对:陈延翔

封面设计:姚毅 责任印制:闫焱

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2002 年 8 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm×1092mm¹/₁₆·11.5 印张·278 千字

0 001—5 000 册

定价:17.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010) 68993821、68326677—2527
封面无防伪标均为盗版

新世纪高等职业教育规划教材编审委员会

主任委员	李维东	广东白云职业技术学院	常务副院长
副主任委员	陈周钦	广东交通职业技术学院	院长
	石令明	广西柳州职业技术学院	院长
	蔡昌荣	广州民航职业技术学院	副院长
	覃洪斌	广西职业技术学院	副院长
	姚和芳	湖南铁道职业技术学院	副院长
	韩雪清	机械工业出版社教材编辑室	副主任
委 员	沈耀泉	深圳职业技术学院	副院长
	郑伟光	广东机电职业技术学院	副院长
	张尔利	广西交通职业技术学院	院长
	谈向群	无锡职业技术学院	副院长
	刘国生	番禺职业技术学院	副院长
	陈大路	温州职业技术学院理工学区	主任
	邹 宁	广西机电职业技术学院	副院长
	成王中	济源职业技术学院	副院长
	管 平	浙江机电职业技术学院	副院长
	韦荣敏	广西柳州市交通学校	校长
	田玉柯	遵义航天工业学校	校长
	黄秀猛	厦门市工业学校	校长
	张毓琴	广东白云职业技术学院	兼委员会秘书

编写说明

20 世纪 90 年代以来,我国高等职业教育为社会主义现代化建设事业培养了大批急需的各类专门人才,提高了劳动者的素质,对建设社会主义精神文明,促进社会进步和经济发展起到了重要作用。中共中央、国务院《关于深化教育改革,全面推进素质教育的决定》指出:“要大力发展高等职业教育”。教育部在《关于加强高职高专教育人才培养工作的意见》中明确指出:“高职高专教育是我国高等教育的重要组成部分,培养拥护党的基本路线,适应生产、建设、服务第一线需要的,德、智、体、美等方面全面发展的高等技术应用性专门人才;学生应在具有必备的基础理论知识和专门知识的基础上,重点掌握从事本专业领域实际工作的基本能力和基本技能。”加入 WTO 以后,我国将面临人才资源的全球竞争,其中包括研究开发型人才的竞争,也包括专业技能型优秀人才的竞争。高等职业教育要适应我国现代化建设的需要,适应世界市场和国际竞争的需要,尽快为国家培养出大批符合市场需求的、有熟练技能的高等技术应用性人才。

教材建设工作是整个高等职业教育工作中的重要内容,在贯彻国家教改精神、保证培养人才质量等方面起着重要作用。根据目前高等职业教育发展的趋势,机械工业出版社组织全国多所在高等职业教育办学有特色、在社会上有影响的高职院校成立了“新世纪高等职业教育规划教材编审委员会”,诚请教学经验丰富、实践能力强的专业骨干教师,组织、规划、编写了这套“新世纪高等职业教育规划教材”,首批教材含三个专业系列共 21 本书(书目附后)。系列教材凝聚了全体编审人员、编委会委员的大量心血,同时得到了各委员院校的大力支持,在此表示衷心感谢。

参加本套教材编写的作者均来自教学一线,他们对高职教育的专业设置、教学大纲、教改形势都有深刻的认识和体会。这为编写出具有创新性、适用性的高职教材奠定了良好基础。

本套教材的编写以保证基础、加强应用、体现先进、突出以能力为本位的职教特色为指导思想,在内容上遵循“宽、新、浅、用”的原则。所谓“宽”,即知识面宽,适用面广;所谓“新”,就是要体现新知识、新技术、新工艺、新方法;所谓“浅”,是指够用为度、通俗易懂;所谓“用”,就是要注重应用、面向实践。

本套教材的出版,将促进高等职业教育的教材建设,对我国高等职业教育的发展产生积极的影响。同时,我们也希望在今后的使用中不断改进、完善此套教材,更好地为高等职业教育服务,为经济建设服务。

新世纪高等职业教育规划教材编审委员会

前 言

20 世纪 90 年代以来,我国高等职业教育进入了一个新的发展时期,高职教材建设是高职教育的难题之一。当今我国高等职业技术学院所使用的授课教材,基本上都是沿用本科或专科的传统教材,或者说是传统教材的压缩型。目前教材的共同特点和主要功能是:传统教材其内容结构基本上是按学科逻辑顺序编排的知识系统结构体系,缺乏科学系统设计的知识应用结构体系;传统教材只注重知识传授,忽略知识应用;只强调学科知识系统结构及其意义,而没有重视知识应用系统结构及其意义。我们在编写这本教材的过程中,力图体现高职教材的知识应用结构体系,贯彻了职业性、实用性、创新性、地方性的编写原则,突出了以下几个特点:

1. 职教特色明显。本书体现能力本位的思想,紧密结合珠江三角洲外向型产业比较多、区域经济比较发达的实际,理论够用为度,强化实际操作。按照“实际、实用、实践”的原则,使读者达到“会用、能用、管用”的目的。

2. 图文并茂、有创新意识。本书使用了大量的插图、框图,使读者更容易地学习和理解,更贴近于工程实际,因此也更容易地接受所讲述的内容。在数控雕刻、快速成型部分把最近的新工艺、新技术编入书中。

3. 应用性、实用性和可操作性强。本书提供的大量操作实例,步骤清晰,便于读者上机实践。书中大量例题均来自国内、外公司和三资企业。在主要章节后都配有必要的思考练习题,以供读者对本章内容学习之后进行复习。

本书分为五章,各章的主要内容如下:

第一章介绍 CAD/CAM 技术的发展历程、常用的 CAD/CAM 软件及其功能概要、CAD/CAM 系统的组成及软硬件平台、典型的 CAD/CAM 软件介绍、CAD/CAM 软件造型(建模)方法、数控加工工艺基础等。

第二章介绍型腔模制造的工艺特点、型腔加工的要领、数控编程与机床操作、型腔模加工实例、电火花加工工艺与实例等。

第三章介绍冲压模的工艺特点、数控线切割加工原理、控制系统与编程技术、数控线切割加工工艺、数控线切割的应用及实例等。

第四章介绍雕刻技术的工艺特点与应用状况、数控雕刻系统组成、数控雕刻机与雕刻软件、MasterCAM 的雕刻功能、在平面上雕刻凹凸字形、在曲面上雕刻文字、在曲面上雕刻图案、其他雕刻软件简介等。

第五章介绍快速成型技术的原理与分类、快速成型系统的组成及工艺特点、快速成型系统的特点及应用范围、快速成型技术国内外应用概况、快速成型与三维 CAD 技术、三维设计模型的分层处理、快速成型与快速模具技术、应用实例简介等。

全书由何友义主编和统稿,由华南理工大学阮锋教授主审。其中,第一章、第四章由何友义编写,第二章由杨志勇编写,第三章由李兆飞编写,第五章由冯小军编写。

在本书的编写过程中,得到了机械工业出版社、省内外兄弟院校和企业的大力支持与关

心，在此特向他们致以衷心的感谢。

由于编者水平有限，加之时间仓促，缺点和错误在所难免，恳请读者批评指正。您的建议和意见可发送到如下电子邮件地址：heyoyi@21cn.com。

编 者

2002 年 2 月

目 录

编写说明

前 言

第一章 CAD/CAM 技术基础与应用

概况 1

第一节 CAD/CAM 技术的发展历程 1

第二节 常用的 CAD/CAM 软件及其功能 概要 2

第三节 CAD/CAM 系统的组成及软硬件 平台 4

第四节 典型的 CAD/CAM 软件介绍 8

第五节 CAD/CAM 软件造型 (建模) 方法简介 13

第六节 数控加工工艺基础 22

思考练习题 26

第二章 CAD/CAM 技术在型腔模中的

应用 27

第一节 型腔模制造的工艺特点 27

第二节 型腔加工的要领 28

第三节 数控编程与机床操作 32

第四节 型腔模加工实例 52

第五节 电火花加工与实例 56

思考练习题 58

第三章 CAD/CAM 技术在冲压模中的

应用 60

第一节 冲压模的工艺特点 60

第二节 数控线切割加工 61

第三节 控制系统与编程技术 68

第四节 数控线切割加工工艺 79

第五节 数控线切割的应用及实例 86

思考练习题 106

第四章 数控雕刻技术与应用 107

第一节 雕刻技术的工艺特点与应用 107

第二节 MasterCAM 的雕刻功能 112

第三节 其他软件雕刻功能简介 143

思考练习题 147

第五章 快速成型技术与应用 148

第一节 快速成型技术的原理与分类 148

第二节 快速成型系统的组成及工艺 特点 152

第三节 快速成型系统的特点及应用 范围 156

第四节 快速成型技术的应用 159

思考练习题 172

第一章 CAD/CAM 技术基础与应用概况

第一节 CAD/CAM 技术的发展历程

CAD/CAM 即计算机辅助设计 (Computer Aided Design) 和计算机辅助制造 (Computer Aided Manufacturing) 的简称, 指的是以人为本, 以计算机为主要辅助手段来进行产品的设计和制造。CAD 解决的是设计问题, CAM 则是利用 CAD 中建立的零件模型信息, 再给予工艺信息与参数, 自动生成 NC 代码, 通过数控机床加工零件, 完成传统机床难以达到的高难度、高精度的加工。CAD 中建立的模型是 CAM 的基础。

CAD/CAM 技术是最近 30 多年来迅速发展起来的一门综合性计算机应用系统技术。CAD/CAM 起源于 20 世纪 60 年代初由麻省理工学院开发的 APT 程序系统。APT (Automatically Programmed Tools) 语言是通过对刀具轨迹的描述来实现计算机辅助自动数控编程的系统。在发展 APT 的同时, 人们提出了一种设想: 能否不描述刀具轨迹, 而直接描述被加工零件的形状及尺寸, 由此产生了利用计算机进行辅助设计和加工的概念。1963 年, 麻省理工学院的 Jan Sutherland 在美国的计算机联合大会上宣读了他的题为“人机对话图形通信系统”的博士论文, 由此开创了 CAD 的历史。

20 世纪 70 年代初, CAD/CAM 技术进入早期实用阶段。特别是针对某个特定问题的 CAD 系统蓬勃发展, 如美国 Lockheed 飞机公司推出的 CAD/CAM 系统, 英国 Shape Data 公司推出的 Romulus 实体造型系统等。这时 CAD/CAM 的应用进入了机械、船舶、建筑、电子等行业。

进入 20 世纪 80 年代后, 由于计算机硬件和软件产品的功能达到了新的水平, 性能价格比大大提高, 特别是 32 位小型机和高档微机的出现, 使 CAD/CAM 系统的硬件配置和软件的发展适应了中小企业的承受能力, 逐渐打破了 CAD/CAM 系统只用于大型企业的局面。

20 世纪 90 年代是 CAD/CAM 广泛应用与高速发展的时代, 不再局限于专业设计院、研究院、大学或大型企业的有关部门, 许多行业如机械、电子、航空、船舶、建筑、服装等已普遍接受了 CAD。现在, 在珠江三角洲及长江三角洲的很多中小型企业运用 CAD/CAM 技术已日益广泛。我国台湾地区由于其制造业发达, CAD/CAM 技术的应用更是相当普及。

CAD/CAM 技术具有高智力、高效益、知识密集、更新速度快、综合性强等特点。它是科技领域中的前沿课题之一。CAD/CAM 技术的发展和水平已成为衡量一个国家科技和工业现代化水平的重要标志之一, CAD/CAM 技术从根本上改变了过去的手工设计绘图, 凭图样组织整个生产过程的技术管理方式, 而变成了在计算机上交互设计, 用数据文件定义产品, 在统一的数字化产品模型下进行产品的设计、分析计算、制订工艺规程、设计工艺装备、数控加工、质量控制等。我国已充分认识到了 CAD/CAM 技术的重要地位, 已经在大力推广。

国内很多 CAD 软件商家都以“甩掉图板”为口号促销其产品, 造成很多初学者以为

CAD 不过是代替铅笔、圆规和直尺而已。诚然 CAD 固然可以甩掉图板,大量减轻设计者手工设计和绘图的劳动量,但这只是 CAD 最基本的功能而已。CAD 的实质不单是甩掉图板,更本质的是可帮你省去繁重重复的工作,帮你进行各种复杂的数理分析,使设计的产品在还没生产出来之前就可以得知其合理性,避免造成生产上的损失,产品设计与制造的风险,缩短产品的开发周期,更快地将新产品打入市场,增强产品的市场竞争力,从而解决企业的根本问题——效率和效益。

企业在导入与发展 CAD/CAM 技术的过程中,需强调的是,“人”才是最主要的因素。CAD/CAM 技术企业中只有与企业的生产、规划、购销等各个部门密切配合,才能使设计过程及时、准确和完整地利用与产品有关的各种信息,改善和优化产品结构;才能使设计人员能充分考虑产品的质量、成本和上市周期等企业最关心的问题;才能对市场和客户的不断需求做出迅速反应。因此,CAD/CAM 技术必须与管理结合起来,才能发挥其巨大的威力。

第二节 常用的 CAD/CAM 软件及其功能概要

一、常用的 CAD/CAM 软件

目前在我国流行的 CAD/CAM 软件很多,可谓百花齐放,百家争鸣。根据产品性能及应用领域的不同大致可分为 CAD、CAM、CAD/CAM 三大类。

CAD 类主要是用于二维设计,工程制图为主。其功能主要提供基本制图工具、零件库、符号库、尺寸与公差标注等,如 AutoCAD 以及国内大部分自主版权开发的或二次开发的符合国情之 CAD 软件。上述低端 CAD 类软件流行于各企业的设计部门。

CAM 类主要用于三维建模,以提供完整的加工功能为主。此类软件典型的如 MASTER-CAM、SURFCAM 等,大量应用于各企业特别是中小型企业的制造部门。

CAD/CAM 类则是大型集成化系统,不但兼有 CAD、CAM 两类软件之长,还集成有 CAE 和 CAPP、PDM 等分析、工艺、产品资料管理的功能,如 I-DEAS、Pro/Engineer、UG 等高端软件。这一类软件对系统资源要求高、价格昂贵。

从 CAD/CAM 技术的发展趋势看,CAD/CAM 软件越来越集成化,功能越来越强,但其系统也会随之越庞大复杂,个人往往难以全面透彻掌握。下面我们给出全球主要 CAD/CAM 软件商产品及网址,以便读者需要时上网查阅。

表 1-1 全球主要 CAD/CAM 软件商站点

产品网址	产品公司	产品网址	产品公司
http://www.sdrc.com	MASTER SERIES SDRC (美)	http://www.surfware.com	SurfCAM SurfCAM (美)
http://www.ug.eds.com	UNIGRAPHICS EDS (美)	http://www.ev.com	CADDS-5 Computervision (美)
http://www.ptc.com	Pro/ENGINEER PTC (美)	http://www.pathtrace.com	EdgeCAM Pathtrace (英)
http://www.catia.com	CATIA Dassault (法)	http://www.solidworks.com	Solidworks Solidworks (美)
http://www.mastercam.com	MasterCAMCNC software (美)	http://www.intergraph.com	EMS Intergraph (美)
http://www.cimatron.com	Cimatron Cimatron (以色列)	http://www.matradatavision.com	EUCLID MatraDatavision (法)
http://www.autodesk.com	AutoCAD Autodesk (美)	http://www.solidedge.com	SolidEdge Intergraph (美)
		http://www.delcam.com	DUCT Delcam (英)

其中 AutoCAD、MasterCAM、Cimatron、UG、Pro/E 在广东珠江三角洲的企业中应用非常广泛。

二、CAD/CAM 软件功能概要

考察各家 CAD/CAM 软件,虽说各有千秋,但从所有的 CAD/CAM 软件提供的总体功能、所能解决的问题、达到的最终目的来看都差不多,只不过是各软件的界面、具体操作上有所不同而已,如修剪 (Trim) 功能,具体操作上,是先选取被修剪的实体 (Object),还是先选取用来修剪的边界实体,就要视不同的软件了。从总体上了解 CAD/CAM 软件具有的功能,有利于全面认识、更好地把握应用 CAD/CAM 软件。总体来说,一般都有如下功能:

1. 建立零件模型

几乎所有的 CAD/CAM 软件都会提供线框造型、曲面造型、实体造型等造型方法中的一种或几种供使用。我们要熟悉以上几种造型方法,根据实际需要选择其中的一种。

2. 模型的空间转换

当模型建立后,通常会需要一些转换功能来使设计工作更有效率地进行,这些转换功能常见的有:复制 (Copy)、搬移 (Move)、平移 (Offset)、旋转 (Rotate)、投影 (Project)、镜像 (Mirror)、比例缩放 (Scale),以及将三维图转化为二维平面图等。

3. 编辑修改功能

执行一些较细的编辑工作,如:修剪 (Trim)、倒角 (Fillet)、延伸 (Extend)、切断 (Break)、截面 (Section) 等。其中,修剪 (Trim)、倒角 (Fillet) 等功能在曲面造型中显得尤为重要,其好用与否,很大程度上反映软件的建模能力。

4. 平面制图功能

这部分功能主要是指尺寸的标注、编辑修改、绘制平面几何体、剖面线、注解文字、标题栏、图形输出、图形网上传送等。

5. 显示控制、观测及渲染功能

这类功能主要目的在协助设计者在三维空间仔清楚地辨认出其产品的几何特征,这些功能大概包括:荧幕显示比例、图层开关、观测视窗功能、动态旋转等。特别地,图层的使用会给复杂的曲面建模带来极大的方便。

渲染就是对完成的造型进行视觉效果处理。可设置光源、视点、模型的材质及表面纹理、色彩,以生成如实物相片般逼真的效果图,供生产前评估产品的造型效果。

6. 资料验证与分析功能

这一类功能协助设计人员在设计工作进行之中,可随时地确认其设计是否符合要求,如尺寸的检查、面积计算、惯性矩计算、质量特性计算,甚至运动学分析、动力学分析、有限元分析、温度场应力场分析、塑性流动分析、可制造性分析等。

7. 零件装配及干涉检查

可随意组合或分解产品的各项零部件,以方便设计者对整体机构及功能特性的掌握,并在进行局部或整体设计时能清楚地了解到相关零件之间的互动关系及干涉现象。

8. 数据交换

大多数提供 IGES、DXF、VDA 等格式文件的读写,这主要是考虑顾及与各种不同的系统间资料需要共享。

9. 档案管理及资料库

帮助使用者管理各种不同类型的档案, 以及建立完整的产品资料, 例如材料清单、质量特性分析表、编程清单等。其目的在于使后续的各种自动化应用所需要的各相关资讯皆能涵盖在内。

10. 系统的开放性

容许对系统进行必要的修改、扩充与连结等二次开发, 以适应不同的场合与要求, 解决特定的问题。

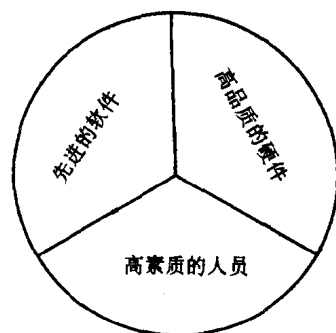
11. 数控加工的功能

多数软件具有在三、四、五坐标机床加工产品零件的能力, 并能在图形显示终端上识别、校核刀具轨迹和刀具干涉, 以及对加工过程进行模拟仿真的功能。

第三节 CAD/CAM 系统的组成及软硬件平台

一、CAD/CAM 系统的组成及运行环境

CAD/CAM 系统是由软件、硬件和操作人员三大部分组成的, 其运行环境也是三者缺一不可, 如图 1-1 所示。硬件设备是 CAD/CAM 系统能够运行的基础, 软件是核心, 人才是关键。硬件系统的性能和 CAD/CAM 的功能只有通过软件系统才能实现。CAD/CAM 系统属于高科技范畴, 它是在人的操纵下, 以人机交互对话的方式工作的, 因此, 只有高素质的人员才能把 CAD/CAM 系统用好、用活, 才能把高新技术的先进性充分地发挥出来, 为企业创造效益。



二、CAD/CAM 系统的硬件要求

CAD/CAM 系统的硬件主要包括: 计算机、存储设备、输入设备、输出设备和通信设备等。系统对硬件的主要要求有:

1. 高性能的计算机

计算机是硬件系统的核心, CAD/CAM 的所有计算、分析和控制都是由主机完成的, 主机的类型和性能在很大程度上决定 CAD/CAM 系统的使用性能, CAD/CAM 系统对主机的要求是要有高的运算速度和大容量的内存。CAD/CAM 系统常用的主机类型主要有:

(1) 大中型计算机 大中型计算机功能强大, 通常采用一个主机连接多个终端, 支持多个用户同时工作, 目前, 大中型计算机主要用于大型复杂的设计计算、图形仿真以及大型数据库的集中管理。

(2) 小型机 在 20 世纪 70 年代末和 80 年代初, 由于小型机的性能价格比较好, 被用于 CAD/CAM 的主机, 但是, 随着图形工作站的出现, 小型机在 CAD/CAM 系统中已经逐渐被淘汰。

(3) 图形工作站 所谓图形工作站, 是以个人计算机环境和分布式网络环境相结合的高性能价格比的小型机。与一般小型机相比, 工作站具有较强的人机交互、图形显示和网络通信功能, 是 CAD/CAM 系统较理想的主流硬件平台。

(4) 微机 当前最流行和普及的 CAD/CAM 硬件平台当属微机, 因为微机的性价比极高, 操作简单, 应用软件非常丰富。高档微机的功能已经接近低档工作站的水平, 许多原来

图 1-1 CAD/CAM 系统的组成

只能在工作站上使用的 CAD/CAM 软件已经移植到微机平台上,由微机组成的 CAD/CAM 系统备受欢迎。

2. 大容量的存储器

CAD/CAM 系统的软件规模迅速扩大,同时图形、图像、声音等多媒体数据在 CAD/CAM 系统中被广泛应用,所以 CAD/CAM 系统一般需要几十到几百兆以上的存储及工作空间。

(1) 内存 内存储器用于存储 CPU 的工作程序、指令和数据,根据存储信息的功能,内存储器分为读写存储器 (RAM)、只读存储器 (ROM) 以及高速缓冲存储器 (Cache)。RAM 是 CPU 用于存取信息的随机存储器,可以随意、不按顺序地存取信息。但是如果断电,在 RAM 中的数据将丢失,停机前,应将当前处理过的有用信息存入外存储器,以被后用。ROM 主要用于存储启动引导程序和基本输入输出程序等,CPU 只能从中读出信息,不能写入信息,ROM 中的信息是事先固化好的,即使断电也不会丢失。随着高速处理器的出现,处理的速度大大提高,而 RAM 的存取速度却跟不上,两者之间出现了“等待”现象,为了弥补这种存取速度的不匹配,可在处理器或主板上分别加入小容量的高速存储器(如高速缓冲存储器 Cache),在运输处理时,CPU 先在 Cache 中读写数据,提高了读写速度,从而克服了内存读写速度比微处理器速度慢的缺陷。

(2) 外存 内存的容量有限,造价高,内存中的信息断电后即消失,无法永久保存信息,因此要采用外存储器,而且,采用虚拟内存管理技术,外存储器可用于扩大逻辑工作内存容量。最常用的外存储器就是硬盘、软盘、光盘和磁带存储器。

1) 硬盘 一个完整的硬盘存储器由驱动器(磁盘机)、控制器和盘片三部分组成,通过控制器和驱动器对盘片进行读写操作,实现数据的存取。硬盘含有多个盘片,其驱动器有多个读写磁头。反映磁盘工作性能的主要参数是硬盘存储容量、读写速度以及传输数据的速度,存取速度是指主机从硬盘读写数据的平均存取时间,它受多个因素影响,包括硬盘转速、寻道时间、外部传输速率以及硬盘驱动器内部机械结构的影响等。

2) 软盘 软盘存储器(简称软盘)与硬盘存储器的存储原理相同,但是在结构上存在一定差别。硬盘转速高,存取速度快,而软盘转速低,存取速度慢;硬盘是固定磁头、固定盘及盘组结构,软盘是活动磁头、可换盘片结构;硬盘磁头不接触盘片,软盘磁头是接触式读写;硬盘对环境要求苛刻,软盘对环境要求不高。软盘驱动器也是由驱动器、控制器和软盘片三部分组成,目前常用的软盘是 3.5in 盘,容量大于 100MB 的大容量的软盘也已经开始进入应用。

3) 光盘 光盘存储器(简称光驱)是计算机系统中一种先进的外存储设备,根据性能和用途不同,光盘存储器可分为三类:只读型光盘(CD-ROM),只写一次性光盘(WORM)和可擦写光盘。目前,计算机上流行配置的是只读光盘,其主要作用是向硬盘安装软件及多媒体应用。光盘的特点是容量大(每片光盘容量在 650MB 以上)、可靠性高、信息存储成本低以及随机存储速度快(与磁带机相比)。

4) 磁带 磁带存储原理与录音带和录像带相似,只是在规格和材料上有所不同,磁带存储的容量比较大,记录单位信息的价格比磁盘低,磁带的格式统一、互换性好,与各种类型机器连接方便,常用于系统备份,是主要的后备存储器。磁带存储器与磁盘存储器相比,磁盘存储器属于直接存取设备,只要给出信息所在的位置(即盘面、磁道、扇区),磁头就能直接找到相应的位置并存取信息,而磁带存储器是顺序存取设备,磁带上的文件按顺序存

放, 只能顺序查找, 信息存取时间比磁盘长。

3. 灵活的人机交互能力

CAD/CAM 系统是一个人机交互系统, 人机交互设备是 CAD/CAM 系统的重要硬件资源, 人机交互设备主要由输入设备和图形显示设备组成。

(1) 键盘 键盘是计算机中最常用的输入设备, 用户通过键盘将字符型数据输入到计算机中, 从而向计算机发出命令或输入精确数据。CAD/CAM 系统工作时, 设计数据、各种命令以及各种字符等主要是通过键盘输入计算机的。

(2) 鼠标 CAD/CAM 系统中另一类主要的手动输入装配, 它通过光标在屏幕上一定的方式工作, 以便在该位置上输入图形、字符, 或激活菜单, 非常适合窗口环境下的工作。鼠标有机械式和光电式两种, 同时又可分为三键鼠标和双键鼠标, CAD/CAM 系统一般用三键鼠标。鼠标的工作方式分为定位、拾取, 即通过移动鼠标用光标在屏幕上定位。通过击打鼠标按键完成一定的操作。

(3) 扫描仪 扫描仪可以快速地将整张图样信息转化为数字信息输入计算机, 是 CAD/CAM 系统中非常有前途的图形输入设备。通过扫描仪和图形识别技术的综合应用, 并结合光盘存储技术, 可以方便地实现图样的无纸化管理, 改变目前仍然采用的图样管理模式, 从而节约大量空间和人力。扫描仪一般有大型小型两种, 大型通常为单色扫描输入, 主要用于工厂图样信息的录入, 小型的常为彩色扫描输入, 主要用于彩色图形和图像的录入。扫描仪的主要性能指标是幅面、光学分辨率和扫描速度。

(4) 其他图形输入设备 在 CAD/CAM 系统中可能用到的其他图像输入设备还包括: 数字化仪、数码相机、触摸屏等。

4. 逼真的图形输出能力

由于 CAD/CAM 系统的应用主要表现为图形图像的处理、显示和输出, 因此对输出设备的图形处理能力的要求也相应提高。目前 CAD/CAM 系统中普遍采用的输出设备主要包括显示器和打印机。

(1) 显示器和显示卡 显示器用于文字、图形等信息的显示。显示器的主要部分是阴极射线管 (CRT)、显示处理单元 (DPU) 以及显示用帧缓存内存存储器 (简称显存), 其中 DPU 和显存通常做成一个插卡, 称之为图像显示卡。早期的图像显示器, 图形与字符的生成都由主机完成, 计算机硬件的负担较重, 图像显示质量受到限制。随着硬件技术的发展, 显示系统增加了高性能的图形协处理器, 能够自行处理图形, 大大减轻了主 CPU 的负担, 提高了图形生成速度和质量。显示器的主要性能参数是分辨率和扫描频率, 分辨率用“水平像素值 $\times$ 垂直像素值”的形式表示, 例如分辨率“1024 $\times$ 768”表示屏幕可以划分成水平方向 1024 个显示点, 垂直方向划分成 768 个显示点, 一个显示点即为一个像素。显示器与主机之间的联系是通过图形适配器 (又称显示卡) 实现的, 它通过总线与 CPU 和显示器相连。区分显示卡的重要标记是图形分辨率、色度和速度, 显示卡的性能主要取决于显示处理芯片的性能和显示内存容量的大小。高级的显示卡的价格非常昂贵。

(2) 打印机和绘图仪 打印机和绘图仪 (包括单色和彩色) 是 CAD/CAM 系统把计算机内的字符和图形信息转化输出为图样信息的主要设备, 对打印输出设备的主要要求是: 打印幅面的大小、打印速度大小和分辨率的高低。目前使用的主要有: 针式打印机、激光打印机、平板式和滚筒式喷墨绘图仪、笔式绘图仪等。

5. 良好的通信网络功能

为了达到系统集成, 使位于不同地点和不同部门之间能够进行信息交换及协同工作, 需要计算机网络将其连接, 形成网络化的 CAD/CAM 系统。

三、CAD/CAM 系统的软件环境

CAD/CAM 系统的软件可以分为三个层次: 系统软件、支撑软件和应用软件, 三者之间的关系如图 1-2 所示。

1. 系统软件

系统软件主要负责管理硬件资源以及各种软件资源, 是应用和开发 CAD/CAM 系统的软件平台, 一般包括操作系统、网络系统、窗口系统, 如目前微机上视窗 Windows95、Windows98、Windows2000 和 WindowsNT, 工作站上流行的 UNIX 操作系统。苹果机上流行的 Mac 操作系统等。

2. 支撑软件

CAD/CAM 系统的支撑软件是指那些直接支持用户进行 CAD/CAM 工作的通用性功能软件。它是 CAD/CAM 软件系统的核心。若按主要功能可分为: 二维绘图支撑软件, 三维造型软件, 分析及优化设计软件。按软件功能的多少, 一般又可分为功能集成型软件和功能独立型软件。集成型支撑软件一般提供设计、分析、造型、数控编程及加工控制等多种模块, 功能比较齐全。比较通用的有以下几类:

(1) 计算机分析软件 这类软件主要用来解决工程设计中各种数值计算问题, 主要有: ①常用数学方法程序库, 它提供了诸如解微分方程、线性代数方程、数值积分、有限差分, 以及曲线曲面拟合等数学问题的计算机程序。②有限元法结构分析软件。目前, 有限元法在理论与方法上均已比较成熟, 而且求解的范围也日益扩大, 除了固体及流体力学问题外, 还应用于金属及塑料成形、电磁场分析、无损探伤等领域, 在工程设计上应用十分广泛。商品化的有限元分析软件很多, 其中国内外流行的有 SAP、ADINA、NASTRAN、ANSYS 等, 它们均具有较强的前后置处理功能。③优化设计软件。优化设计是在最优化数学理论和现代计算技术基础上, 运用计算机寻求设计的最优方案。随着优化技术的发展, 国内外已有许多成熟的算法和相应的计算机程序。如我国自行开发的“优化方法及计算方法软件库 OPB—2”等软件均属此列。

(2) 图形处理软件 它可分为图形处理语言及交互式绘图软件两种类型。①图形处理语言, 它通常以子程序或指令形式提供一整套绘图语句, 供用户在高级程序设计语言编程时调用。应用图形处理语言及高级语言编制的程序, 既有较强的计算能力, 又具有图形显示或绘图功能。②交互式绘图软件它可用人机交互形式 (如菜单方式、问答式) 生成图形, 进行图形编辑 (对图形增删、缩放、平移等)、标注尺寸、拼装图形等图形处理工作, 省去了编程的麻烦。

(3) 数据库管理软件 (DBMS) 数据库管理系统是为了适应数量庞大的数据处理和信

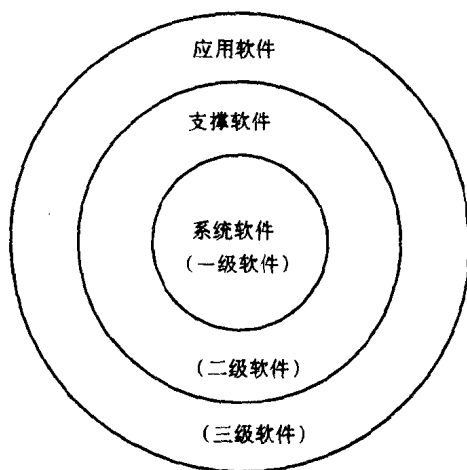


图 1-2 CAD/CAM 系统的软件图

息交换的需要而发展起来的。它除了保证数据资源共享、信息保密数据安全之外,还能尽量减少数据库内数据的重复。用户使用数据库都是通过数据库管理系统而进行的,因而它也是用户与数据之间的接口。数据库管理系统中使用的数据模型主要有三种,即层次模型、网状模型和关系型模型。当前国内流行的商品化数据库管理系统有 FOXPRO、FOXBASE、ORACLE 等,它们均属于关系型数据库管理系统,适用于商业及事务管理,用以管理非图形数据,一般通用的数据库管理系统在工程中并不适用,CAD/CAM 的工程数据库管理系统要求能管理极大的数据量,数据类型及数据关系也十分复杂,而且信息模式是动态的。

(4) 网络管理软件 网络 CAD/CAM 系统将成为 20 世纪 90 年代微机 CAD/CAM 主要使用环境之一。在微机网络工程中,网络系统软件是必不可少的,如 Netware 就是 NOVELL 公司专门为该公司微机局域网产品设计的网络系统软件,它包括服务器操作系统、文件服务器软件、通信软件等。应用这些软件可进行网络文件系统管理、存储器管理、任务调度、用户间通信、软硬件资源共享等项工作。计算机网络管理软件随微机局域网产品一起提供。

3. 应用软件

应用软件是在系统软件、支撑软件基础上,针对某一专门应用领域而研制的软件,这类软件通常由用户结合特定的设计工作需要而自行研究开发的,此项工作又称为“二次开发”,如模具设计软件、电器设计软件、机械零件设计软件、机床设计软件,以及汽车、船舶、飞机设计制造专用软件等均属应用软件。能否充分发挥已有 CAD/CAM 硬件的效益,应用软件的技术开发工作是关键,也是 CAD/CAM 作者的主要任务。

专家系统也可认为是一种应用软件。专家系统在设计过程中有相当一部分工作不是计算及绘图,而是依靠工程领域专家丰富实践经验和专门知识,经过专家进行思考、推理与判断才获得解决。使计算机工作竭力模拟专家解决问题的过程,为达到这个目的而编制的智能型计算机程序称为专家系统。20 世纪 80 年代末,国内也蓬勃地开展了研制产品设计专家系统的工作。如工业汽轮机总体方案设计专家系统、圆柱齿轮减速器设计专家系统和各类模具设计专家系统等,均已投入工业设计应用。CAD/CAM 应用软件将运用专家系统的概念和方法,使 CAD/CAM 进一步向智能化、自动化方向发展。

第四节 典型的 CAD/CAM 软件介绍

一、典型的 CAD/CAM 软件简介

目前市面上流行的 CAD/CAM 软件主要有:

1. I-DEAS 软件

I-DEAS 是美国 SDRC (Structure Dynamics Research Corporation) 公司的产品辅助设计与辅助制造软件,它是一个高度集成化的 CAD/CAE/CAM 系统,除了具备一般的设计功能以外,它的 CAE 能力突出,具备强大的有限元分析前处理和实用的机构仿真能力。I-DEAS 软件是一种综合性的机械设计自动化软件系统,它集成了设计、绘图、工程分析、塑料成型过程模拟、数控编程及测试等功能。

近几年该公司面世的 Master 系列产品采用变量化设计技术 (VGX),赢得了全球汽车行业、航空航天部门等厂商的大部分订单。它的功能强大的 PDM 产品 Matephase 尤为优秀,在 CAD/CAM 家族中独树一帜。

2. Pro/E 软件

Pro/E 是美国 PTC (Parametric Technology Corporation) 公司开发的机械设计自动化软件,也是最早实现参数化设计商品化的软件,在全球拥有广泛影响,在我国也是使用最为广泛的和十分优秀的 CAD/CAM 软件之一。

Pro/E 功能齐全,包括 70 多个专用功能模块,如特征造型、装配建模、有限元分析、曲面造型、产品数据管理等。

3. UG 软件

UG 是美国 EDS (Electronic Data System) 公司的产品,多年来,该软件汇集了美国航空航天,以及汽车工业丰富的设计经验,发展成为一个世界一流的集成化 CAD/CAE/CAM 系统,在世界和我国都占有重要的市场份额。该软件已广泛地应用于机械、模具、汽车及航空领域,它常应用于注塑模、钣金成形模及冲模的设计和制造上。

近年来,该公司成功收购并推出了 SolidEdges 系统,成为 CAD/CAM 中端系统的主导产品。

4. CATIA 软件

CATIA (Computer-Graphics Aided Three-Dimensional Interactive Applications) 即计算机辅助三维图形交互应用软件包,是法国达索飞机公司研究开发的三维几何造型软件,功能很强。具有工程绘图、数控加工编程、计算分析等方面的功能。可以方便地实现二维元素与三维元素之间的转换,还可以进行平面或空间机构运动学方面的模拟及分析等。

5. CADDs 软件

CADDs 软件是由美国 CV (Computervision) 公司研制的大型软件。该软件功能强大,包括三维绘图、三维建模、曲面和实体造型、线框的修剪和过渡、曲面的拼接与延伸、消隐和阴影处理以及有限元分析、动态模拟和多坐标自动编程等功能。它能满足图形数据库、非图形数据库和网络软件等各方面要求,国外许多著名模具厂都曾使用过该软件。

6. Solidworks 软件

Solidworks 软件是 Solidworks 公司推出的面向微机的小型 CAD/CAM 系统。它基于视窗风格设计的,同时它采用了著名的 Parasolid 为造型引擎。因此该系统的性能先进,主要功能几乎可以和上述大型 CAD/CAM 系统相媲美。

7. Moldflow 软件

Moldflow 公司是一家专业从事塑料计算机辅助工程分析 (CAE) 的软件和咨询公司。Moldflow 软件可以模拟整个注塑过程以及这一过程对注塑成型产品的影响。Moldflow 软件工具中融合了一整套设计原理,可以评价和优化整个过程,并在模具制造之前对塑料产品的设计、生产和质量进行优化。Moldflow 公司是塑料分析软件的创造者,自 1976 年发行世界第一套流动分析软件以来,一直主导塑料 CAE 软件的市场。

8. Moldmaker 软件

Moldmaker 是法国 MDTV 公司凭借自己久经考验的设计技术,与世界著名模具厂商一起开发的模具设计专用软件。工程师能直接受益于标准零件库,库中零件可以在工模具中自动定位和调整。Moldmaker 软件是针对模具设计师特殊需求而开发的专用工具,其最大特点是它本身拥有三维尺寸驱动的零件库,可供模具设计师随手选用的标准零件有:引导栓、浇注导向槽、浇注套、支撑栓、套筒、定位环、螺栓、垫片、浇道套和冷却管等。