



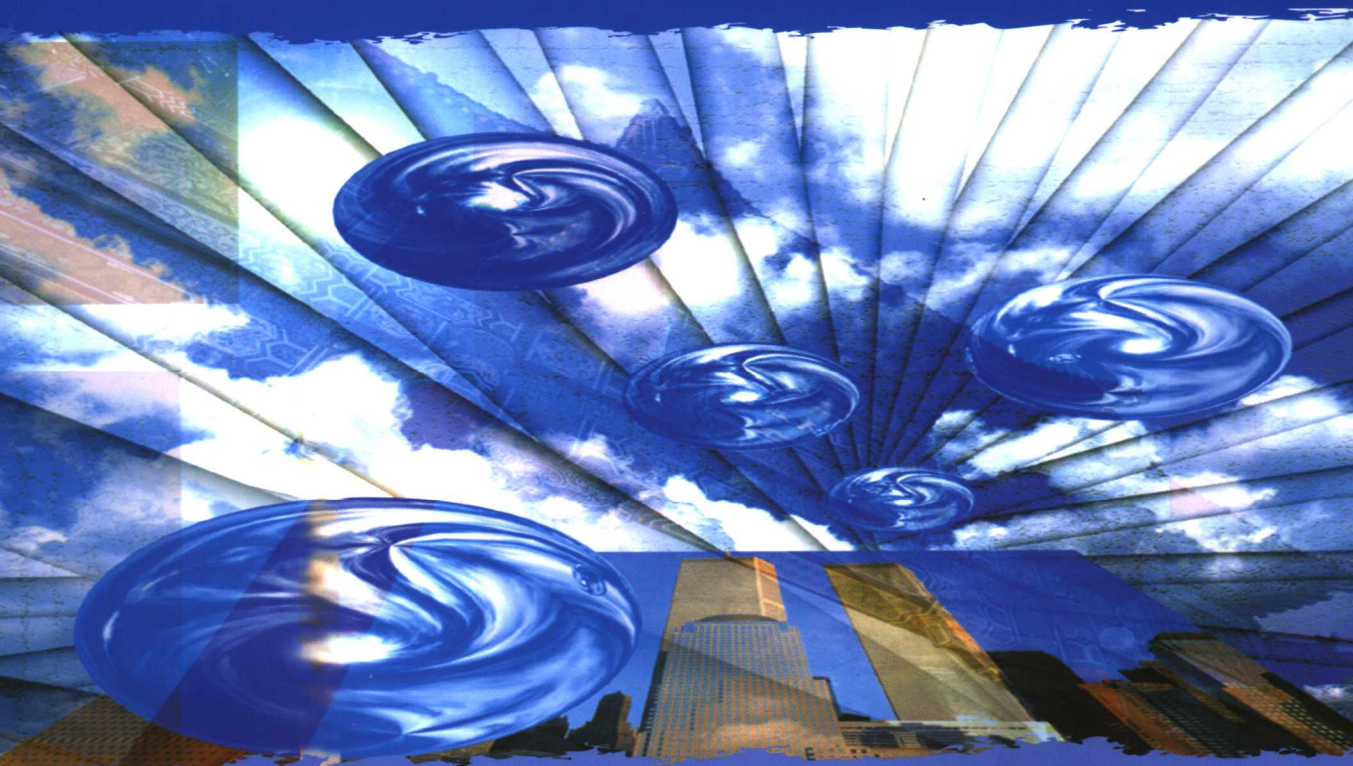
新世纪

高职高专
数控技术应用类课程规划教材

CAD / CAM 应用技术

新世纪高职高专教材编审委员会组编

主编 田美丽



大连理工大学出版社



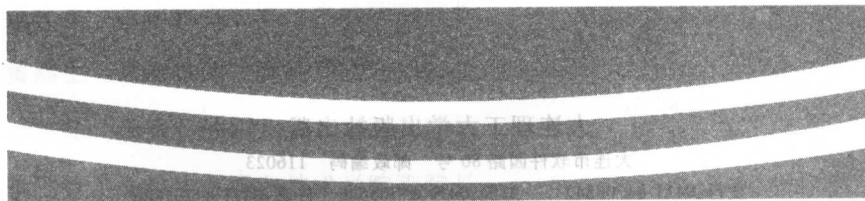
高职高专数控技术应用类课程规划教材

CAD / CAM 应用 技术

新世纪高职高专教材编审委员会组编

主 编 田美丽

副主编 郑士成



CAD/CAM YINGYONG JISHU

大连理工大学出版社

DALIAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY PRESS

图书在版编目(CIP)数据

CAD/CAM 应用技术 / 田美丽主编. — 大连: 大连理工大学出版社,
2006. 8

高职高专数控技术应用类课程规划教材

ISBN 7-5611-3290-5

I. C… II. 田… 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(2006)第 087699 号

大连理工大学出版社出版

大连市软件园路 80 号 邮政编码 116023

发行:0411-84708842 邮购:0411-84703636 传真:0411-84701466

E-mail: dutp@ dutp. cn URL: http://www. dutp. cn

大连理工印刷有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

幅面尺寸: 185mm × 260mm	印张: 19.5	字数: 426 千字
附件: 光盘一张		印数: 1 ~ 4 000
2006 年 8 月第 1 版	2006 年 8 月第 1 次印刷	

责任编辑: 赵晓艳	郑淑芹	责任校对: 杜聚有
封面设计: 波 朗		

定 价: 32.00 元

新世纪高职高专数控技术应用类教材建设 指导委员会

主任委员：

龙德毅 天津市教育委员会副主任

副主任委员：

叶 庆 天津市教委高职高专处处长

王 宇 天津市教委高职高专处副处长

委 员：

张英会 天津工程师范学院副院长

董 刚 天津职业大学副校长

吕景泉 天津中德职业技术学院副院长

戴裕崴 天津轻工职业技术学院副院长

吴佳礼 天津电子信息职业技术学院副院长

张维津 天津机电职业技术学院副院长

黄燕生 天津城建学院高职学院副院长

辜忠涛 天津石油职业技术学院副院长

李玉香 天津冶金职业技术学院副院长

杨冠声 天津现代职业技术学院副院长

王文选 天津渤海职业技术学院副院长

杜学森 天津滨海职业学院副院长

袁克强 天津工业大学高职院校院长

莫解华 广西工业职业技术学院副院长

总序

我们已经进入了一个新的充满机遇与挑战的时代,我们已经跨入了21世纪的门槛。

20世纪与21世纪之交的中国,高等教育体制正经历着一场缓慢而深刻的革命,我们正在对传统的普通高等教育的培养目标与社会发展的现实需要不相适应的现状作历史性的反思与变革的尝试。

20世纪最后的几年里,高等职业教育的迅速崛起,是影响高等教育体制变革的一件大事。在短短的几年时间里,普通中专教育、普通高专教育全面转轨,以高等职业教育为主导的各种形式的培养应用型人才的教育发展到与普通高等教育等量齐观的地步,其来势之迅猛,发人深思。

无论是正在缓慢变革着的普通高等教育,还是迅速推进着的培养应用型人才的高职教育,都向我们提出了一个同样的严肃问题:中国的高等教育为谁服务,是为教育发展自身,还是为包括教育在内的大千社会?答案肯定而且惟一,那就是教育也置身其中的现实社会。

由此又引发出高等教育的目的问题。既然教育必须服务于社会,它就必须按照不同领域的社会需要来完成自己的教育过程。换言之,教育资源必须按照社会划分的各个专业(行业)领域(岗位群)的需要实施配置,这就是我们长期以来明乎其理而疏于力行的学以致用问题,这就是我们长期以来未能给予足够关注的教育目的问题。

如所周知,整个社会由其发展所需要的不同部门构成,包括公共管理部门如国家机构、基础建设部门如教育研究机构和各种实业部门如工业部门、商业部门,等等。每一个部门又可作更为具体的划分,直至同它所需要的各种专门人才相对应。教育如果不能按照实际需要完成各种专门人才培养的目标,就不能很好地完成社会分工所赋予它的使命,而教育作为社会分工的一种独立存在就应受到质疑(在市场经济条件下尤其如此)。可以断言,按照社会的各种不同需要培养各种直接有用人才,是教育体制变革的终极目的。

随着教育体制变革的进一步深入,高等院校的设置是否



新世纪

会同社会对人才类型的不同需要一一对应,我们姑且不论。但高等教育走应用型人才培养的道路和走研究型(也是一种特殊应用)人才培养的道路,学生们根据自己的偏好各取所需,始终是一个理性运行的社会状态下高等教育正常发展的途径。

高等职业教育的崛起,既是高等教育体制变革的结果,也是高等教育体制变革的一个阶段性表征。它的进一步发展,必将极大地推进中国教育体制变革的进程。作为一种应用型人才培养的教育,它从专科层次起步,进而应用本科教育、应用硕士教育、应用博士教育……当应用型人才培养的渠道贯通之时,也许就是我们迎接中国教育体制变革的成功之日。从这一意义上说,高等职业教育的崛起,正是在为必然会取得最后成功的教育体制变革奠基。

高等职业教育还刚刚开始自己发展道路的探索过程,它要全面达到应用型人才培养的正常理性发展状态,直至可以和现存的(同时也正处在变革分化过程中的)研究型人才培养的教育并驾齐驱,还需要假以时日;还需要政府教育主管部门的大力推进,需要人才需求市场的进一步完善发育,尤其需要高职教学单位及其直接相关部门肯于做长期的坚忍不拔的努力。新世纪高职高专教材编审委员会就是由全国 100 余所高职高专院校和出版单位组成的旨在以推动高职高专教材建设来推进高等职业教育这一变革过程的联盟共同体。

在宏观层面上,这个联盟始终会以推动高职高专教材的特色建设为己任,始终会从高职高专教学单位实际教学需要出发,以其对高职教育发展的前瞻性的总体把握,以其纵览全国高职高专教材市场需求的广阔视野,以其创新的理念与创新的运作模式,通过不断深化的教材建设过程,总结高职高专教学成果,探索高职高专教材建设规律。

在微观层面上,我们将充分依托众多高职高专院校联盟的互补优势和丰裕的人才资源优势,从每一个专业领域、每一种教材入手,突破传统的片面追求理论体系严整性的意识限制,努力凸现高职教育职业能力培养的本质特征,在不断构建特色教材建设体系的过程中,逐步形成自己的品牌优势。

新世纪高职高专教材编审委员会在推进高职高专教材建设事业的过程中,始终得到了各级教育主管部门以及各相关院校相关部门的热忱支持和积极参与,对此我们谨致深深谢意,也希望一切关注、参与高职教育发展的同道朋友,在共同推动高职教育发展、进而推动高等教育体制变革的进程中,和我们携手并肩,共同担负起这一具有开拓性挑战意义的历史重任。

新世纪高职高专教材编审委员会

2001 年 8 月 18 日

《CAD/CAM 应用技术》是新世纪高职高专教材编审委员会组编的数控技术应用类课程规划教材之一。

近三十年来,计算机辅助设计与制造(Computer Aided Design and Computer Aided Manufacturing,简称 CAD/CAM)技术迅速发展,已广泛应用于航空航天、汽车、船舶、机械、电子、轻工、建筑等各个领域。1989 年,CAD/CAM 技术被美国国家工程科学院评为当代最杰出的十大工程技术成就之一。我国从 20 世纪 80 年代也开始了对 CAD/CAM 技术的研究与应用,在“九五”期间,把开展“CAD 应用工程”作为重点项目。目前,CAD/CAM 技术已经成为加速产品更新、提高产品质量和增强市场竞争力的强大工具,通过 CAD/CAM 技术的实施,可以提高企业的应变能力和管理水平,使企业适应多品种、小批量高效生产,满足市场瞬息多变的需求。这是相关工业部门参与国际合作,在市场竞争中不可缺少的重要手段。当前,CAD/CAM 技术发展的主要趋势是集成化、智能化、网络化和交互化。如何适应机械制造业的迅猛发展、加快我国制造业的现代化进程,快速推广、应用 CAD/CAM 技术是关键环节之一。因此,为企业培养适应技术发展和市场竞争所需要的人才,已摆在我国高等职业教育的面前。

本教材在编写的过程中主要突出以下特点:

1. 本教材以培养掌握一定理论基础和实践操作能力的应用型高技术人才为指导思想,在教材的知识结构方面进行了合理的安排。

2. 理论内容以够用为度,简化了深奥难懂的理论叙述。

3. 教材中例题以实用为原则,以培养学生解决实际问题的能力为重点,突出实训环节,合理地安排例题并给出相应的思考性练习题。

4. 在难易程度上,以大多数高职学生所能接受的程度为限。

5. 本教材借鉴了案例教学的模式,并融合了一定的理论知识,在实践环节以北京航空航天大学开发的 CAD/CAM 软件 CAXA 为平台进行实例教学,具有很强的可操作性。另外,本



教材还附有 CAXA 大学认证试题库光盘,供学生课后练习。

本教材分四篇共 10 章,分别是第一篇 CAD/CAM 技术概述(CAD/CAM 技术概述,几何建模技术基础);第二篇 CAD 技术应用(曲线、曲面建模技术,实体造型技术,特征造型与装配建模技术);第三篇 CAM 技术应用(CAM 技术基础,CAXA 制造工程师 2006——数控铣编程,CAXA 数控车编程);第四篇 CAD/CAM 技术综合应用(CAXA 数控车自动编程综合实例,CAXA 数控铣自动编程综合实例)。

本教材建议学时 60~80 学时。

本教材由天津工程师范学院田美丽任主编,天津职业大学郑士成任副主编。参加本教材编写的还有天津轻工职业技术学院李月凤和天津南洋职业技术学校张秀乾。具体编写分工如下:第 1、3 章由田美丽编写;第 2 章由郑士成编写;第 4、5 章由戚厚军、张秀乾共同编写;第 6、7 章由李月凤、陈磊共同编写;第 8 章由郑士成、董学文共同编写;第 9 章由董学文编写;第 10 章由周玉山编写。本教材由田美丽负责组稿和统稿。渤海船舶职业学院的张丽华老师审阅了全部书稿,并提出了许多宝贵意见和建议。另外,本教材在编写过程中得到了 CAXA 软件天津办事处的经理杨光女士的大力支持和帮助,天津工程师范学院高职部的李占杰老师也给予了诸多帮助,在此表示衷心的感谢。

对于教材中存在的不足和错误之处,诚望读者批评指正。

所有意见和建议请发往:gzjckfb@163.com

联系电话:0411-84707492 84706104

编 者

2006 年 8 月



第一篇 CAD/CAM 技术基础

第 1 章 CAD/CAM 技术概述	3
1.1 CAD/CAM 技术基本概念	3
1.2 CAD/CAM 系统组成	8
1.3 CAXA 制造工程师 2006 基本功能简介	12
思考与练习	17
第 2 章 几何建模技术基础	18
2.1 坐标系	18
2.2 线架造型	21
2.3 实体特征造型	41
思考与练习	68

第二篇 CAD 技术应用

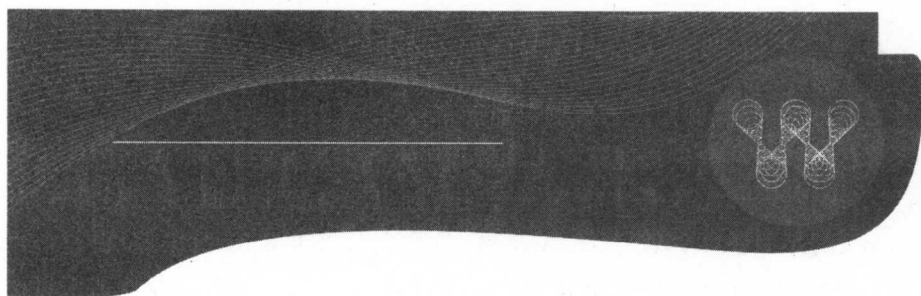
第 3 章 曲线、曲面建模技术	73
3.1 曲线、曲面基本知识	74
3.2 常见曲面的构造	76
3.3 曲面的编辑	87
3.4 曲面建模实例	102
思考与练习	111
第 4 章 实体造型技术	113
4.1 实体造型表示方法	113
4.2 复杂零件的实体造型	116
思考与练习	129
第 5 章 特征造型与装配建模技术*	130
5.1 特征造型技术	130
5.2 参数化设计技术	133
5.3 装配建模技术	136
思考与练习	142

第三篇 CAM 技术应用

第 6 章 CAM 技术基础	145
6.1 数控加工基础	145
6.2 图形交互式自动编程技术	156
6.3 数控加工过程仿真	164
思考与练习	167
第 7 章 CAXA 制造工程师 2006——数控铣编程	168
7.1 数控铣编程基础知识	168
7.2 数控铣加工方式及刀具轨迹的生成	174
7.3 CAXA 制造工程师 2006 新增功能介绍	194
7.4 CAXA 制造工程师 2006 加工实例	196
思考与练习	202
第 8 章 CAXA 数控车编程	203
8.1 CAXA 数控车 XP 系统概述	203
8.2 数控车刀具轨迹生成及仿真	214
8.3 CAXA 数控车加工及仿真实例	238
思考与练习	244

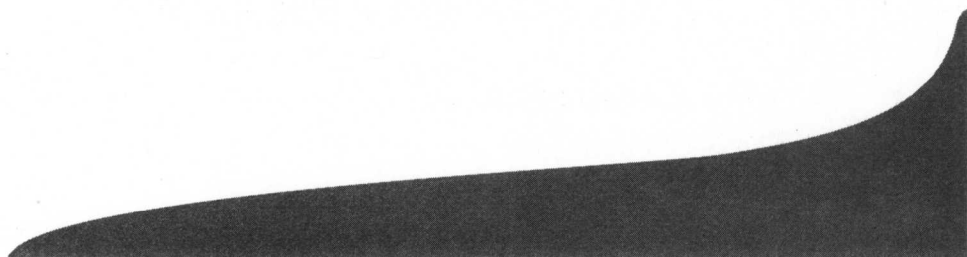
第四篇 CAD/CAM 技术综合应用

第 9 章 CAXA 数控车自动编程综合实例	249
9.1 CAXA 数控车综合应用实例 1	249
9.2 CAXA 数控车综合应用实例 2	263
思考与练习	265
第 10 章 CAXA 数控铣自动编程综合实例	268
10.1 实例 1——五角星的造型与加工	268
10.2 实例 2——凸轮的造型与加工	279
10.3 实例 3——连杆件的加工	287
思考与练习	294
附 录	297
参考文献	300



第一篇

CAD/CAM 技术基础



第 1 章

CAD/CAM 技术概述

随着人们生活水平的提高,消费者的价值观正在发生结构性的变化,呈现出多样化和个性化。用户对各类产品的质量、产品更新换代的速度,以及产品从设计制造到投放市场的周期都提出了越来越高的要求。为了适应这种变化,企业的产品也向着多品种、中小批量方向发展。要适应这种市场需求,企业的生产必须具有柔性。CAD/CAM 技术是近 20 多年来迅速发展、广泛应用的一门新兴综合性计算机和自动化应用技术,这项技术从根本上改变了过去从设计到产品的整个生产过程中的技术管理和工作方式,给设计和制造领域带来了深刻变革。因此,许多国家都把发展 CAD/CAM 技术作为战略目标。CAD/CAM 技术的发展与应用程度已成为衡量一个国家科技进步和工业现代化水平的重要标志之一。

1.1 CAD/CAM 技术基本概念

计算机辅助设计和计算机辅助制造(Computer Aided Design and Computer Aided Manufacturing,简称 CAD/CAM)技术作为传统技术与计算机技术的结合,以不同的方式广泛应用于各项工程实践中,例如:绘图和设计、生成着色图和动画显示、应用几何模型完成有限元等工程分析、生成工艺规划及零件数控加工程序等。随着计算机技术与现代设计制造技术的发展,CAD/CAM 技术作为现代产品设计制造方法及手段的综合体现,在产品生产过程中发挥了重要的作用。然而,关于 CAD/CAM 技术相关概念的解释至今没有统一的规定,本章结合现代产品的生产过程对 CAD/CAM 技术的基本概念作一概述。

1.1.1 现代产品生产过程

产品的生产过程是基于消费用户和市场的需求而开始的。从抽象的产品概念到生成具体的产品,主要经过两个过程,即产品设计和制造。如图 1-1 所示,现代产品的生产过程包



图 1-1 现代产品的生产过程

括产品设计、工艺设计、生产实施等阶段。

现代产品设计是一个多学科相交融的综合性学科。所谓产品设计,是指根据使用要求确定产品应具备的功能,构思产品的工作原理、总体布局、运动方式、力和能量的传递、结构形式、产品形状以及色彩、材质、工艺、人机工程等,并转化为工程描述(工程图纸、设计文件等),以此作为产品制造的依据。产品设计主要经过概念设计、初步设计和详细设计等环节完成。

1. 概念设计

根据市场用户需求分析,在产品可行性研究的基础上,确定产品的功能,构思产品设计方案,并进行反复分析和论证,最后确定一组可行的原理性方案。概念设计主要包括功能设计、原理设计、形状设计、布局设计和人机工程设计等内容。

2. 初步设计

从概念设计获得的一组可行方案中选出最优方案,进行总体布置,绘制草图,并确定各部件的基本结构和形状,建立相应的数学模型,进行主要设计参数的分析计算和优化。

3. 详细设计

确定设计对象的细节结构,进行详细的产品总体设计和零部件设计,最终完成产品的工程描述(产品总装图、零部件图及技术文件等)。

详细设计的结束并不意味着最终获得了一个好的设计,还需要完成样机生产和测试、批量生产,并根据产品投入市场后的用户意见和批量生产中的问题反馈,对产品进行完善设计和修改。由此可见,整个产品设计就是将创新构思转化为有竞争力产品的一个创新过程,是一个“设计—评价—再设计”的反复迭代、不断优化的过程。

工艺设计是连接产品设计和生产实施的中间环节。长期以来,工艺设计一直是由工艺师根据个人的经验通过手工设计完成的。工艺师首先通过读图,得到零件的形状、尺寸、公差、表面粗糙度及材料等信息;然后确定加工工艺路线和工序内容;选择加工机床、刀具;确定毛坯、夹具、走刀路线、切削速度、进给量等;计算加工费用、工时定额;最后形成一系列的工艺文件(如工艺卡、工序卡等)。正是由于该环节涉及具体的加工环境,过分依赖经验,所以在该过程中应用计算机辅助技术一直都是比较薄弱的环节,这也使我国的工艺水平长期落后于工业发达国家,制约了我国制造业的发展。

1.1.2 计算机辅助设计(CAD)

计算机辅助设计(CAD)是集计算机科学与工程科学为一体的综合性学科。近40年来,CAD技术得到迅速发展,已成为以“计算机技术”和“计算机图形学”为技术基础,并融合各工程学科知识的一种应用技术。

CAD技术是CAD/CAM的基础,亦是一项理论与实践相结合的技术。可以这样理解CAD技术:(1)它是一个过程,在计算机环境下完成产品设计的创新、分析和修改,以达到预期的设计目标;(2)它是一项产品建模技术,把产品的物理模型转化为产品数据模型,并将其储存在计算机内供后续的计算机辅助技术(CAX)所共享,驱动产品生命周期的全过程。

在CAD技术研究与应用的最初阶段,主要是在几何造型方面开展的,经历了线框造型、

曲面造型、实体造型和特征造型等发展阶段。几何造型技术解决了设计对象在计算机内部表达的问题,但一个完整的机械产品设计不仅仅对几何形状有要求,还有诸如力学特性、运动学特性等方面的要求。随着计算机技术的发展,CAX 技术广泛应用于制造业,生产实践中有了进一步提高生产过程的集成化和自动化程度的要求,CAD 的概念进一步扩展到与制造全过程相关联。如在产品数据模型中应考虑如何方便工艺过程设计、数控加工自动编程、数控检测等环节的要求。因此,机械产品 CAD 过程包括从产品数据模型建立、工程分析、动态模拟(动力学分析与仿真、运动学分析与仿真等)到生成产品的设计文档资料(装配图、零件图及设计过程需要的各种技术文档)的全过程。如图 1-2 所示为机械产品 CAD 过程。

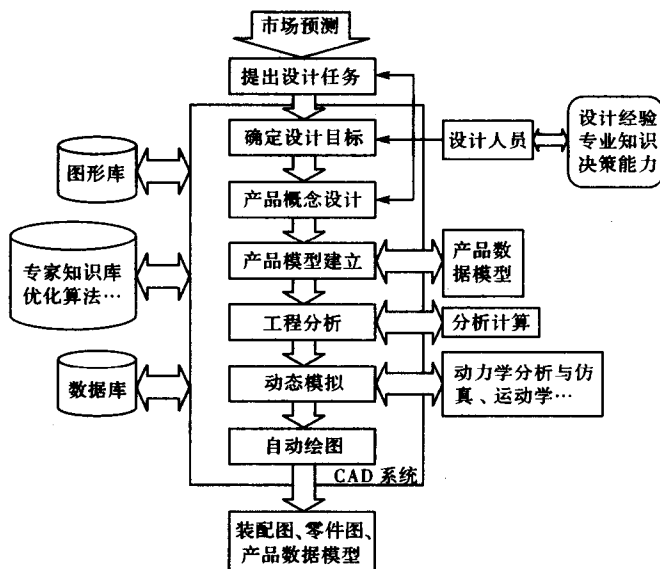


图 1-2 机械产品 CAD 过程

1.1.3 计算机辅助工艺过程设计(CAPP)

计算机辅助工艺过程设计(Computer Aided Process Planning,简称 CAPP)的发展在制造自动化领域是较晚的部分。世界上最早研究 CAPP 的国家是挪威,于 1969 年正式推出世界上第一个 CAPP 系统 AUTOPROS,1973 年正式推出商品化的 AUTOPROS 系统。在 CAPP 发展史上具有里程碑意义的是 1976 在美国 CAM-I(Computer Aided Manufacturing International)的资助下开发的 CAM-I's Automated Process Planning 系统,取其字首的第一个字母,称为 CAPP 系统。目前对 CAPP 这个缩写法虽然还有不同的解释,但把 CAPP 称为计算机辅助工艺过程设计已经成为公认的释义。

CAPP 是指应用计算机根据产品设计所给出的信息进行产品加工方法和制造过程的设计。它是通过向计算机输入被加工零件的几何信息(形状、尺寸等)和工艺信息(材料、热处理、批量等),由计算机自动输出零件的工艺路线和工序内容等工艺文件的过程。一般认为,CAPP 系统的功能包括毛坯设计、加工方法选择、工序设计、工艺路线制定和工时定额计算等。其中的工序设计又包含加工设备和工装的选用、加工余量的分配、切削用量的选择以

及机床的选择、刀具的选择、必要的工序图生成等。

当前我国正在完成制造企业信息化阶段,制造企业信息化是指企业利用信息技术(包括计算机技术、通信技术和自动化技术等)改善企业的经营、管理、生产的各环节,提高生产效率,提高产品质量,降低消耗,提高企业的创新能力。越来越多的企业开始意识到,信息化已成为企业快速成长、提高竞争力的制胜之道。对于制造企业,从市场预测、产品设计、加工制造、生产管理到售后服务的全部生产经营活动应该集成在一个整体的系统中,整个系统是通过信息流有机地集成在一起的,该信息流由面向制造的信息流和面向生产管理的信息流两大部分组成。如图 1-3 所示,面向制造的信息流是借助于 CAD/CAM 集成系统实现从产品设计到制造全过程的信息流自动化。因此 CAD/CAM 集成化的呼声越来越高,这就要求 CAPP 在设计与制造之间起到桥梁和纽带作用,向上要能与计算机辅助设计(CAD)相接,直接获取 CAD 的几何信息、工艺信息,代替原有的人机交互的零件信息输入;向下要能与计算机辅助制造(CAM)相连,输出 CAM 所需的各种信息。由此可见 CAPP 在实现生产自动化中具有非常重要的地位。

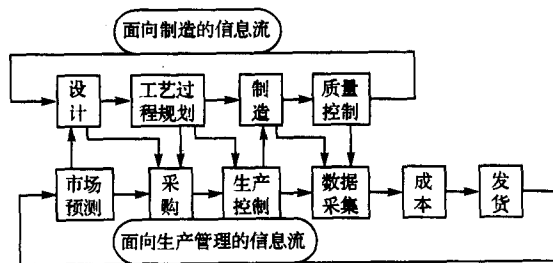


图 1-3 企业中的两大信息流

1.1.4 计算机辅助工程分析(CAE)

计算机辅助工程分析(Computer Aided Engineering,简称 CAE)是利用计算机设计产品,并对产品的功能和性能进行研究分析,包括对产品几何模型进行分析、计算,通过应力变形进行结构分析,对设计方案进行分析、评价等。如对新产品进行体积、重心等质量参数计算;或对其强度是否满足要求、是否存在传热方面的问题以及流动是否顺畅等许多问题进行分析。

传统设计方法中的计算一般采用简单的工具由手工完成,其计算过程繁琐、分析方法粗略,有时甚至仅凭设计者的经验进行估算,因此往往跟实际情况有一定差距。为了保证安全可靠,通常在设计中采用较大的安全系数,结果使结构尺寸和质量加大,造成材料不能合理利用,也难于提高产品各项性能。长期以来,工程设计人员力图找到一种快速的、较为精确的、科学的计算途径,可以使设计出的产品既能保证性能要求,又使结构和尺寸合理优化,从而达到产品设计的理想化。

近年来,由于计算机技术的飞速发展及其广泛应用,传统的人工计算已逐渐向自动计算发展、近似计算向精确计算过渡;机械产品设计已由静态、线性分析向动态、非线性分析过渡,以适应产品向高效、高速、高精度等现代化要求发展的需要,从而加快新产品的市场响应

速度,缩短设计制造周期,促进产品创新,提高产品整体性能,保证产品质量。同时通过在计算机上进行动态仿真和优化,可以节省产品试制的时间和成本。CAE 技术的发展,使得产品功能和性能分析过程的时间显著缩短,而其精度却明显提高。

CAE 的关键是在 CAD 建模的基础上,从产品方案设计阶段开始,按照实际使用的条件进行仿真和结构分析,按照性能要求进行设计和综合评价,从而找出产品结构中的薄弱环节,改进其结构尺寸,以便使材料充分发挥其潜力,设计出最佳方案。因此,CAE 通常包括有限元网格划分和计算、优化设计、仿真和试验模态分析等过程。目前大型商品化 CAD/CAM 软件中,有限元分析及优化设计已成为其重要模块。

1.1.5 计算机辅助制造 (CAM)

计算机辅助制造 (CAM) 至今尚无统一的定义。一般来说,可以从狭义和广义两个方面来理解 CAM。

(1) 狭义 CAM: 指应用计算机辅助技术编制数控机床加工指令 (Numerical Control Programming, 简称 NCP)。

(2) 广义 CAM: 指应用计算机及其交互设备进行制造信息处理的全过程。它不仅仅包括应用计算机辅助手段编制数控程序,还包括用计算机辅助完成生产前的准备及生产过程中的管理与控制工作,如计算机辅助工艺过程设计 (CAPP)、计算机辅助生产管理 (Computer Aided Production Management, 简称 CAPM)、生产过程控制和质量监控等。如图 1-4 所示为机械产品广义 CAM 范畴。

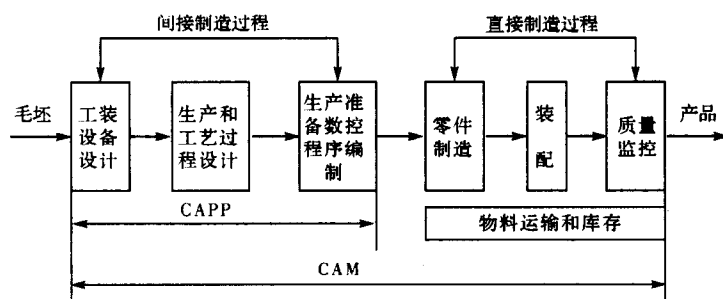


图 1-4 机械产品广义 CAM 范畴

从上述解释可以看出,广义 CAM 是指从毛坯到产品的全部制造过程中,包括间接制造过程和直接制造过程,都应用了计算机辅助手段。而狭义 CAM 仅指在制造过程中某个环节,如在数控编程环节应用计算机辅助技术。因此,如何理解 CAM,首先必须分清范畴。

1.1.6 CAD/CAM 集成

集成的概念应用非常广泛,如电路设计、软件系统开发、制造系统规划设计等工作中都会用到集成的概念。但是不同的应用领域中,集成的含义有所不同,即使是同一个领域,不同阶段、不同的层面,集成的含义也有差异。1992 年英国拉夫堡大学的 Wenston 教授给出了一个定义:集成是指将基于信息技术的资源及应用 (计算机软硬件、接口及机器) 聚集成