



21世纪全国高职高专机电类规划教材

CAD/CAM应用基础

—— 制造工程师2006

CAD/CAM YINGYONG JICHU
—— ZHIZAO GONGCHENGSHI 2006

吕修海 周 玮 主编



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

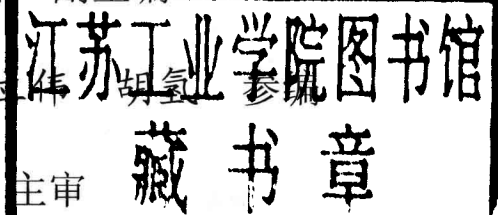
CAD/CAM 应用基础——制造工程师 2006

吕修海 周玮 主编

刘永利 李宏 副主编

段性军 刘佳坤 武立伟 胡氢 参编

闫瑞涛 主审



北京大学出版社
PEKING UNIVERSITY PRESS

内 容 简 介

本书以我国自主研发的 CAD/CAM 一体化软件——制造工程师 2006 为蓝本介绍了 CAD/CAM 技术的应用。本书分为两部分共 12 章,第 1~6 章为基础篇,主要介绍 CAD 和 CAM 的基本功能,第 7~12 章为实训篇,主要讲授制造工程师 2006 的应用。本书以应用为主线,列举了大量应用实例,读者通过这些典型实例的操作练习,可达到事半功倍的学习效果。

本书可作为高职、中职等职业院校的数控加工、数控技术应用、机械制造、模具设计与制造、机电一体化等专业的教材,也可作为从事 CAD、CAM 和数控编程与加工的技术人员的参考书,同时也可作为制造工程师 2006 的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

CAD/CAM 应用基础——制造工程师 2006/吕修海,周玮主编. —北京:北京大学出版社, 2007.3

(21 世纪全国高职高专机电类规划教材)

ISBN 978-7-301-11654-8

I. C… II. ① 吕… ② 周… III. 自动绘图—软件包, CAXA 2006—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(2007)第 025348 号

书 名: CAD/CAM 应用基础——制造工程师 2006

著作责任者: 吕修海 周玮 主编

责任编辑: 温丹丹 桂春

标准书号: ISBN 978-7-301-11654-8/TH·0069

出版者: 北京大学出版社

地 址: 北京市海淀区成府路 205 号 100871

电 话: 邮购部 62752015 发行部 62750672 编辑部 62765126 出版部 62754962

网 址: <http://www.pup.cn>

电子信箱: xxjs@pup.pku.edu.cn

印刷者: 北京宏伟双华印刷有限公司

发 行 者: 北京大学出版社

经 销 者: 新华书店

787 毫米×980 毫米 16 开本 15.75 印张 344 千字

2007 年 3 月第 1 版 2007 年 3 月第 1 次印刷

定 价: 25.00 元

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究

举报电话: 010—62752024; 电子信箱: fd@pup.pku.edu.cn

前 言

CAD/CAM 技术是随着计算机和信息技术的发展而形成的新技术,自 20 世纪 60 年代问世以来经过 40 多年的快速发展,现已经成为一种高新技术产业。目前,CAD/CAM 技术广泛应用于机械、电子、航天、汽车、船舶、航空、轻工等各个领域。计算机辅助设计已经不仅仅是过去的计算绘图,而是真正意义上的辅助设计,当前的零件设计是三维实体造型,一可为装配体打下良好的基础,二可为自动生成程序做好技术准备,三可为实体零件进行力学分析和强度计算,真正实现了优化设计。同时三维设计的各零件之间的尺寸协调和干涉检查为设计质量提供了可靠保证,爆炸视图和动画则为产品的维护和使用培训提供了方便。计算机辅助制造自动生成的数控加工程序,为实现复杂零件的加工和提高加工效率提供了保障。各软件之间的数据接口可以使各类设计和制造软件共享数据资源。

本书考虑到高职学生的实际,从应用角度介绍我国自主研发的 CAD/CAM 一体化软件——制造工程师 2006。在内容编排上以易懂、易读为出发点,注重基本概念和基本原理的讲解,突出应用能力的培养。本书从教学实际出发,特别是实例部分的造型和加工方法步骤详细,便于教师讲授和学生学习,体现了高职的特色。

第 1、7 章由黑龙江农业工程职业学院吕修海编写,第 2 章由沈阳职业技术学院周玮编写,第 3、12 章由黑龙江农业经济职业学院刘永利编写,第 4、12 章由平顶山工业职业技术学院李宏编写,第 5、8 章由黑龙江农业工程职业学院段性军编写,第 6 章由黑龙江农业工程职业学院刘佳坤编写,第 9 章由黑龙江农业工程职业学院武立伟编写,第 10、11 章由平顶山工学院胡氢编写。

本书由吕修海、周玮担任主编,刘永利、李宏担任副主编,黑龙江农业经济职业学院闫瑞涛担任主审。

由于时间仓促,编著水平有限,书中不足之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2006 年 1 月

目 录

第 1 章	CAD/CAM 系统.....	1
1.1	CAD/CAM 系统概述.....	1
1.1.1	CAD/CAM 系统定义.....	1
1.1.2	CAD/CAM 系统的组成及其功能.....	2
1.1.3	CAD/CAM 技术的发展及应用.....	5
1.2	CAD/CAM 硬件系统.....	10
1.2.1	CAD/CAM 硬件系统的组成.....	10
1.2.2	计算机主机.....	11
1.2.3	输入、输出设备.....	11
1.2.4	外存储器.....	13
1.2.5	生产加工设备.....	14
1.2.6	计算机网络通信设备.....	14
1.2.7	CAD/CAM 硬件系统的选择.....	15
1.3	CAD/CAM 软件系统.....	15
1.3.1	CAD/CAM 软件系统分类.....	15
1.3.2	系统软件.....	16
1.3.3	支撑软件.....	16
1.3.4	专业应用软件.....	17
1.3.5	典型 CAD/CAM 软件及其选择原则.....	18
第 2 章	二维图形构建.....	21
2.1	曲线造型.....	21
2.1.1	直线.....	21
2.1.2	圆弧.....	24
2.1.3	圆.....	27
2.1.4	矩形.....	27
2.1.5	椭圆.....	28
2.1.6	样条.....	28
2.1.7	点.....	30
2.1.8	公式曲线.....	31

2.1.9	多边形.....	33
2.1.10	二次曲线.....	34
2.1.11	等距线.....	35
2.1.12	曲线投影.....	35
2.1.13	相关线.....	36
2.2	曲线编辑.....	38
2.2.1	曲线裁剪.....	38
2.2.2	曲线过渡.....	41
2.2.3	曲线打断.....	43
2.2.4	曲线组合.....	43
2.2.5	曲线拉伸.....	44
2.2.6	曲线优化.....	44
2.2.7	样条型值点.....	44
2.2.8	样条控制顶点.....	45
2.2.9	样条端点切矢.....	45
2.3	综合练习.....	46
2.4	本章小结.....	47
第3章	几何变换.....	51
3.1	平移.....	51
3.2	平面旋转.....	52
3.3	旋转.....	52
3.4	平面镜像.....	53
3.5	镜像.....	54
3.6	阵列.....	54
3.7	缩放.....	55
3.8	本章小结.....	55
第4章	曲面构建.....	57
4.1	曲面造型.....	57
4.1.1	直纹面.....	57
4.1.2	旋转面.....	59
4.1.3	扫描面.....	60
4.1.4	导动面.....	60
4.1.5	等距面.....	64
4.1.6	平面.....	65
4.1.7	边界面.....	67

4.1.8	放样面	67
4.1.9	网格面	68
4.1.10	实体表面	70
4.2	曲面编辑	70
4.2.1	曲面裁剪	70
4.2.2	曲面过渡	74
4.2.3	曲面缝合	81
4.2.4	曲面拼接	82
4.2.5	曲面延伸	86
4.2.6	曲面优化	87
4.2.7	曲面重拟合	87
4.3	综合练习	87
4.4	本章小结	93
第5章	实体模型构建	95
5.1	绘制草图	95
5.2	草图环检查	96
5.3	特征生成	96
5.3.1	拉伸增料	97
5.3.2	拉伸除料	98
5.3.3	旋转增料	100
5.3.4	旋转除料	101
5.3.5	放样增料	102
5.3.6	放样除料	103
5.3.7	导动增料	103
5.3.8	导动除料	104
5.3.9	曲面加厚增料	105
5.3.10	曲面加厚除料	106
5.4	曲面裁剪除料	107
5.4.1	过渡	108
5.4.2	倒角	110
5.4.3	孔	111
5.4.4	拔模	112
5.4.5	抽壳	113
5.4.6	筋板	113
5.4.7	线性阵列	114

5.4.8	环形阵列	115
5.4.9	基准面	116
5.4.10	缩放	118
5.4.11	型腔	119
5.4.12	分模	120
5.4.13	实体布尔运算	121
5.5	综合练习	122
5.6	本章小结	124
第 6 章	实体加工	126
6.1	区域式粗加工	126
6.1.1	加工参数	127
6.1.2	切入切出	131
6.1.3	下刀方式	134
6.1.4	切削用量	136
6.1.5	加工边界	138
6.1.6	刀具参数	139
6.2	等高线粗加工	140
6.2.1	加工参数 1	140
6.2.2	加工参数 2	143
6.2.3	切入切出	146
6.3	综合练习	148
第 7 章	线框造型与加工	157
7.1	零件造型	157
7.1.1	零件图工艺分析	157
7.1.2	绘制图形	158
7.2	零件加工	159
7.2.1	加工前的准备	159
7.2.2	生成加工刀具路径	160
7.2.3	数控刀路轨迹仿真	165
第 8 章	实体零件造型与加工	167
8.1	实体零件造型	167
8.1.1	建立零件草图生成零件主体	167
8.1.2	零件槽型结构造型	170
8.2	实体零件模型加工	171
8.2.1	编程准备	171

8.2.2 程序生成及实体加工	172
第9章 摩擦楔块锻模的造型与加工	176
9.1 锻模造型	176
9.1.1 截面造型	177
9.1.2 主体造型	186
9.1.3 型腔造型	188
9.1.4 实体凹坑造型	190
9.1.5 布尔运算	193
9.1.6 圆角过渡	198
9.2 锻模加工	199
9.2.1 加工前的准备——毛坯设置	199
9.2.2 粗加工刀具轨迹生成	200
9.2.3 精加工刀具轨迹生成	202
9.2.4 生成加工 G 代码	202
9.2.5 生成加工工序单	203
第10章 鼠标的曲面造型与加工	205
10.1 鼠标造型	205
10.1.1 生成扫描面	205
10.1.2 曲面裁剪	207
10.1.3 生成直纹面	209
10.1.4 曲面过渡	209
10.1.5 鼠标电极的托板生成	209
10.2 鼠标加工	210
10.2.1 加工前的准备	210
10.2.2 等高线粗加工	211
10.2.3 等高线精加工	213
10.2.4 加工仿真、刀路检验	214
10.2.5 生成 G 代码	216
10.2.6 生成加工工艺单	217
第11章 连杆件的造型与加工	218
11.1 连杆件的实体造型	218
11.1.1 基本拉伸体草图的生成	218
11.1.2 基本拉伸实体生成	219
11.1.3 实体小凸台凹坑生成	220
11.1.4 实体大凸台凹坑生成	222

11.1.5	基本实体上表面的凹坑生成.....	222
11.1.6	实体零件上表面棱边的过渡.....	223
11.1.7	基本实体延伸.....	224
11.1.8	连杆电极托板的生成.....	224
11.2	连杆件加工.....	225
11.2.1	加工前的准备.....	225
11.2.2	等高线粗加工刀具轨迹.....	225
11.2.3	等高线精加工刀具轨迹.....	227
11.2.4	轨迹仿真、检验与修改.....	228
11.2.5	生成 G 代码.....	228
11.2.6	生成加工工艺单.....	228
第 12 章	曲面与实体结合零件加工.....	230
12.1	零件造型.....	230
12.1.1	生成主实体拉伸特征.....	230
12.1.2	生成放样面并裁剪实体.....	231
12.2	零件加工.....	237
12.2.1	加工前的准备.....	237
12.2.2	生成加工刀具轨迹.....	237
12.2.3	刀具轨迹仿真.....	241
参考文献		242

第 1 章 CAD/CAM 系统

1.1 CAD/CAM 系统概述

随着计算机和网络技术的迅猛发展，以前以手工为主的设计和制造方法，现在被逐渐赋予了信息化的内涵。计算机辅助设计与制造（Computer Aided Design and Computer Aided Manufacturing）正是信息技术与制造技术相互结合与渗透而产生、发展起来的一门综合性应用学科，简称 CAD/CAM。它具备知识密集、综合性强、效益高等特点，是目前科技领域的前沿课题。

1.1.1 CAD/CAM 系统定义

CAD（Computer Aided Design，计算机辅助设计）技术的首要任务是为产品设计和生产对象提供方便、高效的数字化表示和表现（Digital Representation and Presentation）的工具。数字化表示是指用数字形式为计算机所创建的设计对象生成内部描述，如二维图、三维线框、曲面、实体和特征模型；而数字化表现是指在计算机屏幕上生成真实感图形、创建虚拟现实环境进行漫游、多通道人机交互、多媒体技术等。

CAM（Computer Aided Manufacturing，计算机辅助制造）与 CAD 密不可分，甚至比 CAD 应用得更为广泛。几乎每一个现代制造企业都离不开大量的数控设备。随着对产品质量要求的不断提高，要高效地制造高精度的产品，CAM 技术不可或缺。设计系统只有配合数控加工才能充分显示其巨大的优越性。另一方面，数控技术只有依靠设计系统产生的模型才能发挥其效率。所以，在实际应用中，二者很自然地紧密结合起来，形成 CAD/CAM 系统，在这个系统中设计和制造的各个阶段可利用公共数据库中的数据，即通过公共数据库将设计和制造过程紧密地联系为一个整体。数控自动编程系统利用设计的结果和产生的模型，形成数控加工机床所需的信息。CAD/CAM 大大缩短了产品的制造周期，显著地提高产品质量，产生了巨大的经济效益。

CAD/CAM 技术已经是一个相当成熟的技术。波音 777 新一代大型客机以 4 年半的周期研制成功，采用的新结构、新发动机、新的电传操纵等都是步到位，立刻投入批量生产。飞机出厂后直接交付客户使用，故障返修率几乎为零。媒介宣传中称之为“无纸设计”，而波音公司本身认为，这主要应归功于 CAD/CAM 设计制造一体化。

1.1.2 CAD/CAM 系统的组成及其功能

1. CAD/CAM 系统的组成

CAD/CAM 系统是由若干个相互作用和相互依赖的部分集合而成的、具有特定功能的有机整体,而且一个系统又属于另一个更大的系统。这个系统由实现 CAD/CAM 所必须的硬件系统、软件系统组成。CAD/CAM 系统的组成如图 1-1 所示。

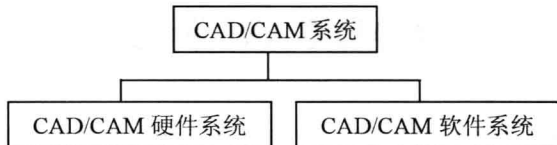


图 1-1 CAD/CAM 系统的组成

硬件系统主要指计算机主机及其外部设备、网络通信设备和生产加工设备,硬件系统是 CAD/CAM 系统运行的基础。软件系统一般是由系统软件、支撑软件和应用软件组成的,软件系统是 CAD/CAM 系统的核心。近年来,由于计算机技术的不断进步,大大缩短了软件升级和硬件更新周期。二者之中,尤以软件更为活跃,只有及时进行升级完善,才能不断满足生产加工的需要。软件的开发需要更好的计算机硬件系统,而硬件的更新为开发更好的 CAD/CAM 软件提供了匹配的物质条件。

2. CAD/CAM 系统的功能

CAD/CAM 是一个人机交互的过程,从产品图形的绘制、几何模型的建立,到 NC 代码生成和加工过程仿真,系统都应保证用户能随时进行观察、修改中间数据。用户的每一次操作,也应从显示器上及时得到反馈,直到获得最佳的设计结果。

(1) 计算机辅助设计技术。CAD 是人和计算机相结合,各尽所长的新型设计方法。从思维角度看,设计过程包含分析和综合两方面的内容。人们可以进行创造性的思维活动,将设计方法经过综合、分析转换成计算机可以处理的数学模型和解析这些模型的程序。在程序运行过程中,人们可以评价设计结果,控制设计过程;计算机则可以发挥其分析计算和存储信息的能力,完成信息管理、绘图、模拟、优化和其他的数值分析任务。计算机辅助设计技术已经渗透到机械设计领域的各方面,如图 1-2 所示为机械产品 CAD 过程模型,根据该技术的应用领域可以把 CAD 技术分为三类。

① 计算机辅助绘图(Computer Aided Drawing)。采用计算机进行平面图样的绘制,以取代传统的手工绘图。在传统手工设计中,需要画大量的二维图样,这是一件非常繁琐的工作,而且容易出错、效率很低。计算机技术在设计中的应用是从取代手工绘图开始的。

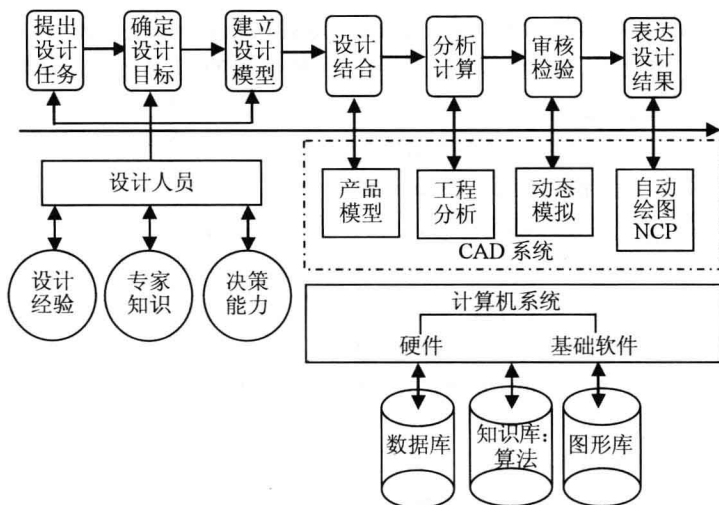


图 1-2 机械产品 CAD 过程模型

② 计算机辅助设计。计算机辅助设计的范围和内容很广泛，根据设计内容和目标的不同，主要包括以下几个方面。

- 产品的计算机辅助几何建模。通过二维图形表达三维的产品是一种间接的设计方法。理论上，应该直接设计具有三维形状的产品，但是，依靠人工去绘制三维产品，并对三维产品直接进行分析非常困难。因此，计算机辅助设计的基础任务就是利用计算机构造产品的三维几何模型，利用计算机来记录产品的三维模型数据，并在计算机屏幕上显示不出真实的三维形状效果。几何建模功能是产品 CAD/CAM 系统的核心功能，它提供有关产品设计的各种信息，是后续作业的基础。产品的几何建模包括两部分内容：零件建模，即在计算机中构造每个零件的三维几何结构模型；装配建模，即在计算机中构造部件的三维几何结构模型。常用的建模方法包括：线框模型，即用零件的边框线来表示零件的三维结构；曲面模型，即用零件的表面来表示零件的三维结构；实体模型，即全面记录零件的边框、表面以及由面所组成的体的信息，并记录材料属性以及其他加工属性。
- 装配及干涉分析（Design for Assemble, DFA）。零部件设计时，用计算机分析和评价产品的装配性，避免真实装配中的种种问题；对运动机构，还要分析运动中机构内部零部件之间，以及机构与周围环境之间是否存在干涉碰撞现象，要及时发现并纠正各种可能存在的干涉碰撞问题。
- 可制造性分析（Design for Manufacturing）。零部件设计时，用计算机分析和评价产品的可制造性能，应该避免一切不合理的设计，这些设计将导致后续制造的困难，或制造成本的增加。

③ 产品模型的计算机辅助分析 (Computer Aided Engineering, CAE)。在设计中要开展各种分析计算活动, 由于采用了计算机, 在产品几何建模的基础上, 可以对产品开展深入准备工作的分析, 这种分析的深度和广度是手工设计方法所不可比拟的。并且在分析之后, 可以采用各种方法把结果表示出来, 非常形象直观。目前, 常用的分析内容包括以下几种。

- 运动学、动力学分析与仿真 (Kinematics and Dynamics)。对机构的位移、速度、加速度以及关节的受力进行自动分析, 并以形象直观的方式在计算机中进行运动仿真, 从而全面了解机构的设计性能和运动情况, 以及发现设计问题, 进行修改以后, 再进行分析。用这样的方法可以取代大量的模型实验, 节省了时间和费用, 还可以获得更多更全面的实验结果。
- 有限元分析与仿真 (Finite Element Analysis, FEA)。对重要的零部件进行应力、应变分析, 根据分析结果评价结构设计的合理性, 对不合理的地方及时进行修改。
- 优化性 (Optimization, OPT)。为了追求产品的性能, 不仅希望设计的产品方案是可行的, 而且希望设计的产品是最优的, 比如体积最小、重量最轻、寿命长等, 要实现这些苛刻的设计目标, 就要借助优化设计技术。

随着 CAD 技术的发展, 其功能还将更加强大, 对设计人员的帮助更大。它可以将产品的信息直接送到 CAM 系统, 并将部分信息送到计算机信息管理系统 (MIS) 等。

(2) 计算机辅助制造技术。近年来, 由于计算机及相关技术的不断发展, CAM 的内涵也不断增加, CAPP 已逐渐成为了一门独立的技术分支。采用计算机辅助数控编程加工零件, 是指利用 CAM 系统对 CAD 系统产生的产品数学模型, 选择确定加工工艺参数, 生成、编辑、仿真刀具的运动轨迹, 以实现产品的虚拟加工, 并编制 NC 机床的控制程序。计算机辅助编制 NC 程序, 不但效率高, 而且错误率低。根据 CAM 技术覆盖的领域不同, 可以将其分为两大类。

① 狭义的 CAM, 即计算机辅助编程, 具体包括以下两种。

- 代码生成, 根据零件的设计模型, 利用计算机自动生成该零件的数控加工代码。
- 代码仿真, 在使用代码之前, 在计算机中运行该数控代码, 进行虚拟的数控加工, 观察加工中的机床运行情况和零件的切除情况, 确保在切削中没有干涉碰撞现象, 确保零件加工的正确性。

② 广义的 CAM, 指应用计算机进行制造信息处理的全过程, 主要包括以下两种。

- CAPP: 利用计算机编写零件加工的工艺路线, 选择合理的加工设备和切削参数, 制定合理的检验方法。
- 计算机辅助设计质量控制 (Computer Aided Quality, CAQ): 对产品质量进行及时的检查, 并提出分析报告, 对生产的组织、进度和其他的管理问题及时跟踪、反馈, 并辅助做出决策。

1.1.3 CAD/CAM 技术的发展及应用

随着科学技术的发展,机械行业在经济建设中的重要性日趋明显,CAD/CAM 在历经准备酝酿和成长发展阶段后,逐步走向成熟推广阶段。

1. 国内外 CAD/CAM 技术的发展

(1) 国外 CAD/CAM 技术的发展

CAD/CAM 技术的发展与信息技术和制造技术的发展密不可分。

1946 年,美国宾夕法尼亚大学研制出世界上第一台计算机,之后人们就不断地将计算机技术引入设计、制造领域。20 世纪 50 年代中期,计算机应用于工程和产品的设计计算中,促进了计算机辅助设计的发展。

1952 年,MIT(麻省理工学院)研制出了世界第一台数控铣床,实现了复杂零件的自动化加工,并促进了数控编程技术的发展。20 世纪 60 年代,MIT 又研制开发了自动编程语言 APT 程序系统。APT 语言是通过刀具轨迹的描述来实现计算机辅助自动编程的系统。与此同时,人们提出一种设想:能不能不描述刀具轨迹,而直接描述被加工零件本身呢?由此产生了 CAD 和 CAM 集成的最初概念。

1963 年,MIT 的研究生 I.E. Sutherland 在美国计算机联合大会上宣读了题目为《人机对话图形通信系统》的论文,由他推出的二维 SKETCHPAD 系统,允许设计者在显示器前操作光笔和键盘,同时在显示器上显示图形,由此开创了可人机交互的 CAD 历史。

20 世纪 70 年代初,CAD/CAM 技术进入早期实用阶段,比较具有代表性的有美国 Lock-hand 飞机公司的 CAD/CAM 系统、英国 Shape Date 公司的 Romulus 实体造型系统等。这时,CAD/CAM 的应用开始进入机械、建筑、船舶、电子等领域,但大多数集中在大型企业中。

20 世纪 80 年代,计算机硬件成本的大幅下降以及计算机外围设备生产的系列化,为推进 CAD/CAM 技术向更高水平发展创造了条件。同时,相应的软件技术也迅速提高,具体表现为几何实体造型技术日渐成熟,并发展了特征建模技术;人工智能和专家系统开始应用于计算机辅助工程领域,使得工程数据库得到了较快发展,从而出现了商品化的 CAD/CAM 软件。计算机软、硬件的发展,同时促进了 CAD/CAM 技术的推广和使用,使其从大中型企业推广到中小型企业,也从发达国家向发展中国家发展。

20 世纪 90 年代,CAD/CAM 技术不再停留在过去单一模式、单一功能、单一领域的水平上,而是向着标准化、智能化、集成化的方向发展,CAD/CAM 的应用不再局限于大中型企业、研究院所和大学,也迅速走向了各行各业的相关机构和部门。

(2) 我国 CAD/CAM 技术的发展

我国于 20 世纪 60 年代开始引进 CAD/CAM 技术,而 CAD/CAM 技术的应用开发始于 20 世纪 70 年代,受当时计算机软硬件条件的限制,主要利用计算机进行产品设计中的分析计算。

20 世纪 80 年代,我国 CAD 技术开发与应用进入了较为系统的推广阶段,各类 CAD 系统的研制开发出现了商品化、产业化的势头。机械行业自 1995 年以来相继开展了“CAD 应用 1215 工程”和“CAD 应用 1550 工程”。前者是树立 12 家“甩图板”的典型企业,后者是培养 50~100 家 CAD/CAM 应用示范企业,扶持 100 家,进而带动 5000 家企业的计划。现在,CAD/CAM 技术在我国经济发展较为活跃的东南沿海和大中城市应用日益广泛。

值得注意的是,目前我国 CAD/CAM 技术研究及应用水平与发达国家相比还有很大差距,主要表现在:CAD/CAM 应用集成化程度较低,大多数企业只停留在绘图、NC 编程等单一技术应用上;CAD/CAM 系统大部分软、硬件依赖进口,自主知识产权较少;缺少人才和技术力量,致使企业所引进的 CAD/CAM 系统功能得不到充分发挥。

2. CAD/CAM 技术引对产品开发影响

由于 CAD/CAM 技术的发展,产品开发的方法和技术手段发生了深刻变化,开发出的产品水平也日益提高,在机械制造业,以计算机技术为核心的信息技术的引入,导致了产品开发从传统开发模式向现代开发模式的巨大转变。传统产品开发模式的开发过程如图 1-3 所示,在传统开发模式基础上,引入计算机技术和现代设计方法,形成了现代产品开发模式,该模式如图 1-4 所示。

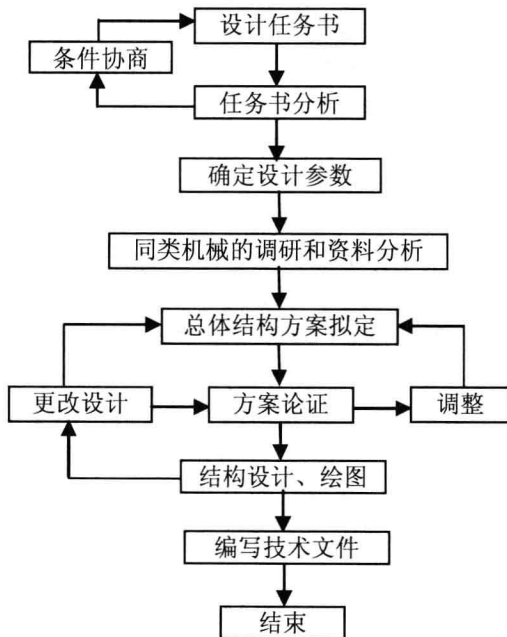
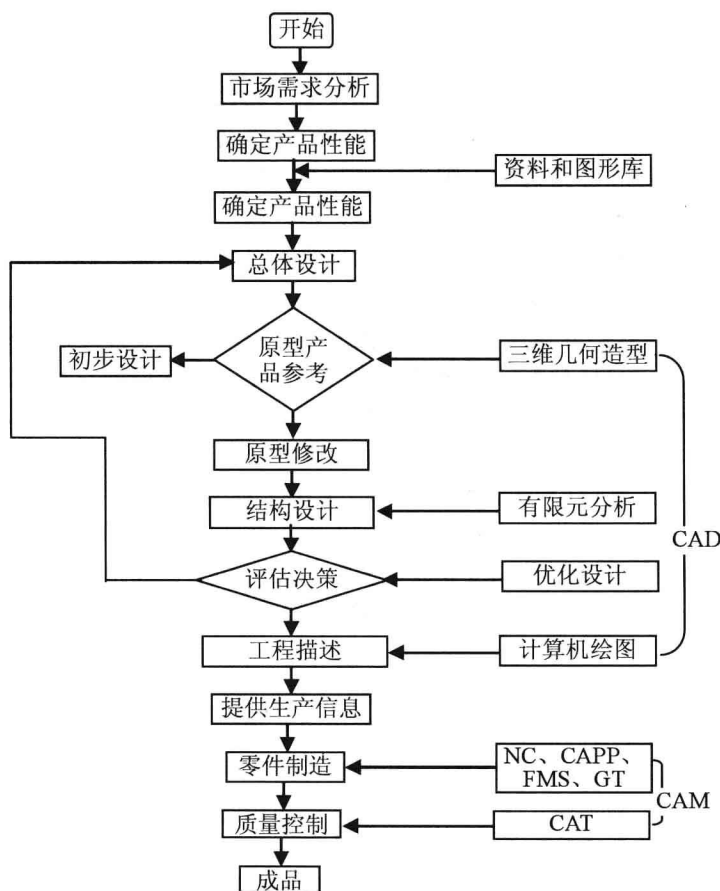


图 1-3 传统的机械设计过程



现代产品开发模式介绍。

(1) 市场需求分析并确定产品性能。这一部分仍主要由人工完成,在条件具备时也可以采用人工智能和专家系统辅助完成。

(2) 开展总体方案设计、原理设计和工业设计。方案设计和原理设计在条件具备时可以由方案设计专家系统辅助完成；工业设计在 2D 和 3D 工业设计软件的辅助下，结合人工的创造性工作完成产品外观造型。

(3) 计算机辅助设计 (CAD 技术)。利用 CAD 技术, 开展详细设计、分析与计算。这是现代产品开发模式中最有代表性的活动, 几乎所有的设计活动, 例如, 零件设计、零件计算与分析、部件装配等, 都在计算机中完成。在设计现场, 几乎见不到任何设计图样。采用了计算机辅助设计, 不仅仅是代替了人工绘图和计算, 而且设计质量和设计效率