



高等职业教育“十一五”规划教材
高职高专机电类教材系列

高汉华/主 编
刘远祥/副主编
李正峰/主 审

CAD/CAM 应用技术

— Pro/Engineer Wildfire 3.0

 科学出版社
www.sciencep.com

• 高等职业教育“十一五”规划教材

高职高专机电类教材系列

CAD/CAM 应用技术

——Pro/Engineer Wildfire 3.0

高汉华 主 编

刘远祥 副主编

李正峰 主 审

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第093947号

责任编辑：李正峰、刘远祥、高汉华
封面设计：吕春晓、刘远祥、李正峰

科学出版社出版

北京东黄城根北街24号

邮政编码：100717

http://www.sciencep.com

印刷：北京科印印刷厂

科学出版社发行 各地新华书店经销

2007年7月第1版 16开 787×1092mm

2007年7月第1次印刷 印张：21.14

科学出版社

(北京) 电话：(010) 64015000

电邮：bj@sciencep.com 网址：http://www.sciencep.com

内 容 简 介

本书首先简要介绍了 CAD/CAM 技术的有关概念、CAD/CAM 系统的组成、CAD/CAM 技术的应用与发展等内容,重点介绍了当前最新版 Pro/Engineer Wildfire 3.0 基本操作方法,并结合大量实例由浅入深,详细阐述了运用 Pro/E 软件进行零件图形绘制及三维造型、零件的装配、工程图创建、数控加工及自动编程的方法。本书重点突出,举例典型,强调对学生基本知识的讲述和实践技能的培养。

本书可作为高等职业教育机械、数控等专业的教材,也可供从事 CAD/CAM 技术应用的工程技术人员、自学人员参考,同时还可作为中等职业教育相关专业的教材及参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

CAD/CAM 应用技术-Pro/Engineer Wildfire 3.0/高汉华主编. —北京:科学出版社, 2007

(高等职业教育“十一五”规划教材·高职高专机电类教材系列)

ISBN 978-7-03-019256-1

I. C… II. 高… 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 (2007) 第 093947 号

责任编辑:李昱颀 赵卫江 / 责任校对:刘彦妮

责任印制:吕春珉 / 封面设计:耕者设计工作室

科学出版社出版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双青印刷厂印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2007 年 9 月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2007 年 9 月第一次印刷 印张:21 1/4

印数:1—3 000 字数:497 000

定价:25.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈双青〉)

销售部电话 010-62136131 编辑部电话 010-62137154 (VT03)

高等职业教育“十一五”规划教材

高职高专机电类教材系列

编 委 会

主任 李振格

委员 (按拼音排序)

崔州平	杜巧连	高汉华	黄晓红
蒋勇敏	李传军	李正峰	卢恩贵
卢相中	陆全龙	倪兆荣	盛继生
孙庆群	王宏启	王 军	王淑珍
魏增菊	吴东平	吴水萍	谢旭华
邢江勇	徐起贺	徐晓东	续永刚
于小喜	张洪涛	张晓娟	周宗明

前言

CAD/CAM 技术产生于 20 世纪 50 年代,随着计算机技术和其他相关技术的发展,CAD/CAM 技术已日趋完善,已成为制造业信息化中的基础技术。目前 CAD/CAM 技术已具备零件三维造型、装配造型、工程分析、自动加工编程、优化设计等功能,彻底改变了传统的产品设计与制造的模式,为制造业信息化提供基本的、原始的数字化信息。CAD/CAM 技术在各行各业的应用日益广泛,应用水平也在不断提高,同时其应用人才的需求也不断增加。

为了满足目前高等职业教育急需培养大量的 CAD/CAM 应用人才,保证培养人才质量,编者在多年教学和实际应用的基础上编写了本书。本书是依据高等职业技术教育人才培养指导思想,根据 CAD/CAM 技术的特点而编写的,结构上体现了 CAD/CAM 技术内容的系统性,完整地介绍了 CAD/CAM 技术中的造型、装配、工程图、NC 加工等技术,在此基础上突出内容的实用性和新颖性。本书以主流 CAD/CAM 软件——Pro/E 3.0 系统为平台,综合论述应用该软件设计、制造产品的方法与流程,从而使读者体会并掌握 CAD/CAM 技术的具体应用。

本书第 1 章介绍 CAD/CAM 技术的基本概念、CAD /CAM 系统组成、CAD/CAM 技术的应用与发展情况,第 2 章介绍 Pro/Engineer Wildfire 3.0 入门基础知识,第 3 章介绍草绘截面设计的应用方法,第 4 章介绍建立基本实体特征的应用方法,第 5 章介绍建立基准特征的方法,第 6 章介绍放置实体特征的方法,第 7 章介绍实体特征操作工具的应用,第 8 章介绍曲面特征设计的应用方法,第 9 章介绍零件装配的应用方法,第 10 章介绍建立工程图的方法,第 11 章介绍 Pro/ENC 加工的应用。

本书编写分工为:第 1、9、11 章由无锡商业职业技术学院高汉华编写;第 2、3 章由金华职业技术学院王志明编写;成都电子高等专科学校江书勇编写了第 4 章,罗彬编写了第 5 章;无锡商业职业技术学院李景魁编写了第

6 章, 刘远祥编写了第 7、8 章; 第 10 章由湖南铁道职业技术学院段继承编写。全书由高汉华统稿。

本书由无锡商业职业技术学院李正峰教授担任主审, 他在百忙之中认真审阅了书稿并提出了很多建设性的修改意见。无锡商业职业技术学院王吴光老师对某些章节中的插图做了大量的修改工作, 在此表示衷心感谢。

本书的编写得到作者所在单位领导、同事及金华职业技术学院庄晓龙老师的大力支持, 在此表示衷心感谢。同时对书中所引用文献的作者亦表示衷心感谢。

由于编者水平有限, 差错和不足之处恳请读者批评指正。

目 录

前言

第 1 章 CAD/CAM 技术概论	1
1.1 CAD/CAM 技术	2
1.1.1 CAD/CAM 的基本概念	2
1.1.2 CAD/CAM 的集成	3
1.1.3 CAD/CAM 的基本功能	3
1.2 CAD/CAM 系统组成	5
1.2.1 CAD/CAM 硬件系统	5
1.2.2 CAD/CAM 软件系统	6
1.2.3 CAD/CAM 系统的配置原则	11
1.3 CAD/CAM 技术的应用与发展	12
1.3.1 CAD/CAM 技术在工业中的应用	12
1.3.2 CAD/CAM 技术的发展趋势	13
小结	15
思考题与习题	15
第 2 章 Pro/Engineer Wildfire 3.0 入门	16
2.1 初识 Pro/Engineer Wildfire 3.0	17
2.1.1 Pro/Engineer Wildfire 3.0 简介	17
2.1.2 Pro/Engineer Wildfire 3.0 的使用特征	19
2.2 Pro/Engineer Wildfire 3.0 的基本设计功能	20
2.2.1 创建二维草图	20
2.2.2 创建三维实体模型	21
2.2.3 创建曲面特征	21
2.2.4 组件装配	21
2.2.5 创建工程图	21
2.3 Pro/Engineer Wildfire 3.0 的工作界面	22

2.3.1 Pro/Engineer Wildfire 3.0 的操作界面	22
2.3.2 常用的文件操作与管理	26
2.3.3 视图操作	31
2.3.4 设置工作环境	32
小结	34
思考题与习题	35
第3章 草绘截面设计	36
3.1 草绘界面和工具介绍	37
3.1.1 工具栏	38
3.1.2 特征工具栏	39
3.1.3 菜单栏	41
3.2 草绘截面	41
3.2.1 绘制和编辑点、直线和矩形	41
3.2.2 绘制和编辑圆、圆弧和椭圆	43
3.2.3 绘制曲线	45
3.2.4 绘制文本	46
3.2.5 截面的镜像、旋转与复制	46
3.3 尺寸标注和修改截面图元	48
3.3.1 尺寸标注	48
3.3.2 修改尺寸	51
3.3.3 修改约束条件	53
3.3.4 修剪截面图元	55
3.4 草绘截面综合实例	57
小结	60
思考题与习题	60
第4章 建立基本实体特征	62
4.1 拉伸特征	63
4.1.1 拉伸特征的思路	63
4.1.2 拉伸特征的应用实例	64
4.2 旋转特征	77
4.2.1 实体旋转特征	77

4.2.2 薄壁旋转特征	79
4.3 扫描特征	81
4.3.1 恒定截面扫描特征	82
4.3.2 可变截面扫描特征	92
4.4 混合特征	96
4.4.1 混合特征的类型	97
4.4.2 创建混合特征的应用实例	98
小结	109
思考题与习题	110
第5章 基准特征的建立	114
5.1 基准平面	115
5.1.1 建立基准平面	115
5.1.2 创建基准平面实例	116
5.1.3 修改基准平面	118
5.2 基准轴	119
5.2.1 建立基准轴	119
5.2.2 建立基准轴实例	120
5.3 基准曲线	122
5.3.1 草绘基准曲线	123
5.3.2 非草绘基准曲线	123
5.4 基准点	125
5.4.1 基准点	125
5.4.2 建立基准点实例	126
5.4.3 草绘基准点	127
5.4.4 建立草绘基准点实例	128
5.4.5 偏移坐标基准点	129
5.4.6 建立偏移坐标系基准点实例	131
5.5 基准坐标系	132
5.5.1 基准坐标系的三种表达方法	132
5.5.2 设置基准坐标系的方法	133
5.5.3 建立基准坐标系实例	134

小结	136
思考题与习题	136
第6章 放置实体特征	137
6.1 孔特征	138
6.1.1 创建孔特征	138
6.1.2 创建孔特征实例	140
6.2 倒圆角特征	142
6.2.1 倒圆角的类型	142
6.2.2 倒圆角特征选项设置	142
6.2.3 倒圆角实例	144
6.3 倒角特征	146
6.3.1 边倒角的创建	146
6.3.2 拐角倒角的创建	146
6.4 拔模特征	148
6.4.1 单向拔模	149
6.4.2 双向拔模	150
6.5 筋特征	151
6.6 抽壳特征	153
6.7 实例练习	154
小结	157
思考题与习题	157
第7章 实体特征操作工具	159
7.1 特征修改	160
7.1.1 尺寸值的修改	161
7.1.2 参照的更改	161
7.1.3 特征的重定义	162
7.1.4 特征的删除	162
7.2 特征信息与模型树操作	162
7.2.1 特征的父子关系	162
7.2.2 特征信息查看	163
7.2.3 插入特征与插入模式	163

7.2.4	重排序	165
7.3	特征复制	166
7.3.1	新参考方式	166
7.3.2	相同参考方式	167
7.3.3	镜像方式	168
7.3.4	移动方式	168
7.3.5	复制、粘贴与选择性粘贴	169
7.4	特征阵列	171
7.4.1	尺寸阵列	171
7.4.2	轴阵列	173
7.4.3	表阵列	174
7.4.4	参照阵列	176
7.4.5	填充阵列	177
7.4.6	阵列特征再生选项	178
7.5	特征组	179
7.6	特征的隐藏/显示与隐含/恢复	180
7.7	图层管理及应用	181
7.7.1	图层的管理	182
7.7.2	图层的应用	184
7.8	实体特征操作实例	185
	小结	188
	思考题与习题	188
第8章	曲面特征设计	189
8.1	一般曲面设计	190
8.1.1	拉伸曲面	190
8.1.2	旋转曲面	192
8.1.3	扫描曲面	192
8.1.4	混合曲面	193
8.2	高级曲面设计	194
8.2.1	可变截面扫描曲面	194
8.2.2	边界混合曲面	202

8.3 曲面编辑与曲面特征操作	205
8.3.1 曲面的复制、移动、镜像	205
8.3.2 填充曲面	208
8.3.3 合并曲面	208
8.3.4 曲面偏移	209
8.3.5 修剪曲面	210
8.3.6 曲面延伸	214
8.3.7 加厚曲面	215
8.3.8 曲面实体化	215
8.4 造型特征曲面设计	217
8.5 曲面特征综合实例	218
小结	224
思考题与习题	225
第9章 零件装配	226
9.1 零件装配步骤	227
9.1.1 零件装配应满足的条件	227
9.1.2 零件的装配步骤	227
9.2 装配约束类型	229
9.2.1 匹配型约束	230
9.2.2 对齐型约束	230
9.2.3 插入型约束	231
9.2.4 坐标系型约束	232
9.2.5 相切型约束	232
9.2.6 线上点型约束	232
9.2.7 表面上的点型约束	233
9.2.8 表面上的边型约束	233
9.2.9 固定型约束	233
9.2.10 缺省型约束	233
9.2.11 自动型约束	233
9.3 移动装配件	234
9.3.1 运动类型	234

9.3.2	运动参照	235
9.4	零件装配综合实例	235
9.5	生成爆炸图	238
9.5.1	缺省爆炸图	238
9.5.2	自定义爆炸图	238
	小结	239
	思考题与习题	239
第 10 章	工程图的建立	241
10.1	工程图基础	242
10.1.1	新建工程图文件	243
10.1.2	确定标题栏和图纸的格式	243
10.1.3	工程视图的表达	243
10.2	创建尺寸	247
10.2.1	显示尺寸	247
10.2.2	标注尺寸	248
10.2.3	编辑尺寸	249
10.3	创建剖面图	252
10.3.1	剖面图的类型	252
10.3.2	剖面图边的可见性设置	252
10.3.3	建立剖面图的步骤	254
10.4	编辑视图	255
10.4.1	移动视图	255
10.4.2	删除视图及恢复视图	256
10.4.3	设置视图的显示方式	256
10.5	打印	259
	小结	266
	思考题与习题	266
第 11 章	Pro/Engineer NC 加工	268
11.1	NC 加工模块介绍	269
11.2	NC 加工操作界面介绍	270
11.2.1	进入 Pro/Engineer NC 加工制造模块	270

11.2.2	主窗口	270
11.2.3	菜单管理器	272
11.2.4	导航区	272
11.3	NC 加工操作步骤	272
11.3.1	创建制造模型	273
11.3.2	制造设置	274
11.3.3	创建 NC 序列	276
11.3.4	加工仿真	278
11.3.5	生成刀位数据文件	278
11.3.6	后置处理	279
11.4	铣削加工方法与加工参数	283
11.4.1	轮廓铣削	283
11.4.2	体积块铣削	284
11.4.3	曲面铣削	287
11.4.4	局部铣削	289
11.4.5	平面铣削	291
11.4.6	腔槽铣削	292
11.4.7	孔加工	293
11.4.8	螺纹加工	296
11.4.9	雕铣加工	298
11.5	NC 加工操作综合实例	300
11.5.1	平面铣削加工	301
11.5.2	体积块铣削加工	307
11.5.3	腔槽铣削加工	310
11.5.4	φ20 孔加工	311
11.5.5	M12 螺纹加工	314
11.5.6	局部铣削加工	317
11.5.7	轮廓铣削加工	320
小结		322
思考题与习题		323
主要参考文献		324

第 1 章

CAD/CAM 技术概论

1.1 CAD/CAM 技术

1.1.1 CAD/CAM 的基本概念

1. CAD

❖ 知识点

1. CAD/CAM 技术的基本概念；
2. CAD/CAM 系统的组成；
3. CAD/CAM 技术的应用现状和发展趋势。

❖ 要求

了解：

1. CAD/CAM 技术的基本概念，包括 CAD 技术、CAM 技术、CAD/CAM 集成技术；
2. CAD/CAM 系统的组成，包括 CAD/CAM 系统的软硬件；
3. CAD/CAM 技术的应用现状和发展趋势等。

1. CAM

CAM (Computer Aided Manufacturing, 计算机辅助制造) 有广义和狭义两种定义。广义 CAM 是指借助计算机来完成从生产准备到产品制造出来的全过程的各项活动，包括工艺过程设计 (CAPP)、工装设计、计算机辅助机械加工编程、制造作业控制、制造过程控制、计算机辅助质量检测 (CAQ) 等。狭义 CAM 通常是指 NC 程序编制、刀具路径生成、刀具补偿及 NC 代码生成等。

随着 CAD/CAM 技术的迅猛发展,许多企业已将 CAD/CAM 技术运用到实际的生产当中,把产品的数字化模型、工程分析、产品设计、数控编程、模拟加工、生产加工等环节融为一体,进行整个生产周期的全方位预测和控制。本章主要介绍 CAD/CAM 的基本概念、CAD/CAM 系统的组成和 CAD/CAM 技术的发展等内容。

1.1 CAD/CAM 技术

1.1.1 CAD/CAM 的基本概念

1. CAD

CAD (Computer Aided Design, 计算机辅助设计) 以计算机为辅助工具来完成产品设计过程中的各项工作,如草图绘制、零件设计、零件装配、装配干涉分析等,并达到提高产品设计质量、缩短产品开发周期、降低产品成本的目的。

2. CAE

CAE (Computer Aided Engineering, 计算机辅助工程分析) 以现代计算力学和有限元分析为基础、以计算机仿真为手段,对设计产品进行结构参数、强度、寿命、运动状态及优化性能等方面的工程分析,用于测量与校核产品的可靠性和优化程度。

3. CAPP (Computer Aided Process Planning, 计算机辅助工艺过程设计)

CAPP (Computer Aided Process Planning, 计算机辅助工艺过程设计) 以计算机为辅助工具,并根据产品的设计信息、要求及产品制造工艺技术要求,交互地或自动地确定出产品加工方法和方案,例如,进行加工方法选择、工艺路线确定、工序设计等。

4. CAM

CAM (Computer Aided Manufacturing, 计算机辅助制造) 有广义和狭义两种定义。广义 CAM 是指借助计算机来完成从生产准备到产品制造出来的全过程中的各项活动,包括工艺过程设计 (CAPP)、工装设计、计算机辅助数控加工编程、生产作业计划、制造过程控制、计算机辅助质量检测 (CAQ) 与分析、产品数据管理 (PDM) 等。狭义 CAM 通常只是指 NC 程序编制,包括刀具路径规划、刀位文件生成、刀具轨迹仿真及 NC 代码生成等。

1.1.2 CAD/CAM 的集成

自 20 世纪 70 年代中期以来,计算机的应用日益广泛,几乎深入到生产过程的各个领域,并形成了许多计算机辅助的分散系统。如果不考虑企业行政管理方面的因素,这些分散系统是:计算机辅助生产计划与控制(PPS);计算机辅助产品设计(CAD);计算机辅助工程分析(CAE);计算机辅助工艺过程设计(CAPP);计算机辅助制造(CAM);计算机辅助质量管理(CAQ);计算机辅助夹具设计(CAFD)等。

这些独立的分散系统,分别在产品设计自动化、工艺过程设计自动化和数控编程自动化等方面起到了重要作用。但是,采用这些各自独立的分散系统不能实现系统之间信息的自动传递和交换。例如 CAD 系统设计的结果不能直接为 CAPP 系统接受,若进行工艺过程设计时,还需要人工将 CAD 输出的图样文档等信息转换成 CAPP 系统所需要的输入数据,这不但影响了效率的提高,而且在人工转换中难免发生错误。所以,随着计算机应用的日益广泛深入,人们很快认识到,只有当 CAD 系统一次性输入的信息能为后续环节(如 CAPP、CAM)继续应用时才是最经济的。为此,提出了 CAD/CAPP/CAM 集成的概念,并首先致力于 CAD、CAPP 和 CAM 系统之间数据自动传递和转换的研究,以便将业已存在和使用的 CAD、CAPP、CAM 系统集成起来。目前,这一技术已达到实用化水平。

利用数据传递和转换技术实现 CAD 与 CAPP、CAM 集成的基本工作步骤如下:

- ① CAD 设计产品结构,绘制产品图样,为 CAPP、CAM 过程准备数据。
- ② 经数据转换接口,将产品数据转换成中性文件(如 IGES、STEP 文件)。
- ③ CAPP 系统读入中性文件,并将其转换为系统所需格式后生成零件工艺过程。
- ④ CAD、CAPP 系统生成数控编程所需数据,并按一定标准转换成相应的中性文件。
- ⑤ CAM 系统读入中性文件,并将其转换为本系统所需格式后生成数控程序。这样所形成的集成系统表达为 CAD/CAPP/CAM,也可简写为 CAD/CAM。

随着信息技术的不断发展,为使企业产生更大效益,又有人提出要把企业内所有的分散系统集成。这一设想不仅包括生产信息,也包括生产管理过程所需全部信息,从而构成一个计算机集成的制造系统 CIMS (Computer Integrated Manufacturing System)。计算机集成制造系统的核心技术是 CAD/CAM 技术。

1.1.3 CAD/CAM 的基本功能

在 CAD/CAM 系统中,计算机主要帮助人们完成产品结构描述、工程信息表达、工程信息传输与转化、结构及过程的分析与优化和信息管理与过程管理等工作。因此,