

数控加工自动编程丛书

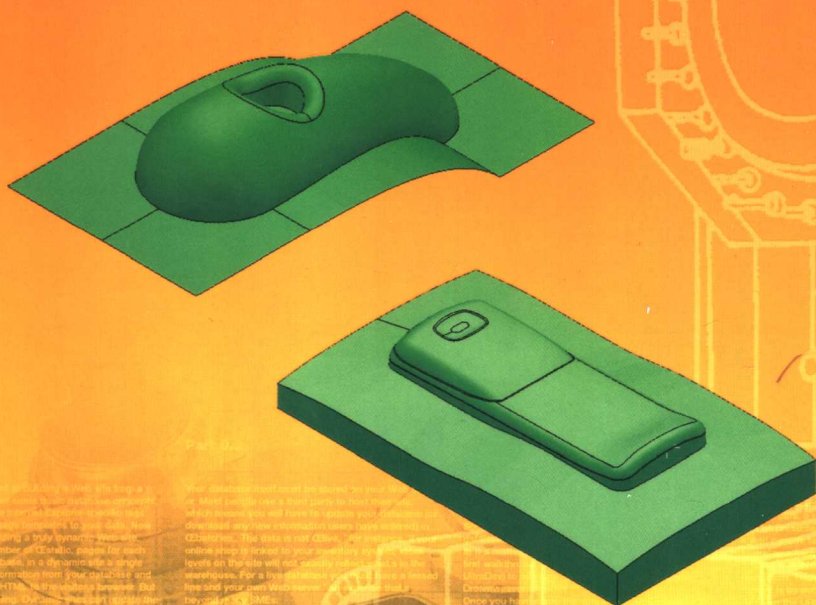
■详细全面的自学手册！

■日常工作的备查手册！

■考工考证的实操训练！



附视频光盘



吴明友 编著

数控加工自动编程

—Pro/E Wildfire+ PowerMILL 详解



清华大学出版社

TG659-39/23D

:1

2008

数控加工自动编程丛书

数控加工自动编程

——Pro/E Wildfire+PowerMILL 详解

吴明友 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是数控加工自动编程丛书之一,以目前广泛使用的 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 和 PowerMILL 6.0 版本为介绍对象。

全书共 11 章,主要介绍了 3 大部分内容:①Pro/ENGINEER 的草绘、实体特征、曲面;②PowerMILL 6.0 的数控加工刀路、NC 加工程序的产生;③常用数控铣床和加工中心的操作。通过大量实例将 Pro/ENGINEER、PowerMILL 常用的基本指令和操作技巧贯穿其中,突出了实用性和可操作性,并且每章后附有习题。在配套光盘中附有实例文件和形象生动的演示动画,以方便读者理解和掌握相关知识。

本书可作为大学、高职高专、中专、技校、职高数控技术应用专业、机械制造专业、模具设计与制造专业、计算机辅助设计与制造专业以及机电技术应用专业的教材,也可作为各培训机构的考工培训教材,还可作为企业技术人员、相关专业师生的参考书。

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。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

数控加工自动编程——Pro/E Wildfire+PowerMILL 详解/吴明友编著. —北京:清华大学出版社,2008.1
(数控加工自动编程丛书)

ISBN 978-7-302-16660-3

I. 数… II. 吴… III. 数控机床-加工-计算机辅助设计-应用软件, Pro/ENGINEER Wildfire、PowerMILL
IV. TG659-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 199607 号

责任编辑:许存权 闫志朝 周中亮

封面设计:范华明

版式设计:杨 洋 侯哲芬

责任校对:姜 彦 马军令

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社 地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社 总 机:010-62770175 邮购热线:010-62786544

投稿咨询:010-62772015 客户服务:010-62776969

印 刷 者:北京国马印刷厂

装 订 者:三河市李旗庄少明装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印张:43.25 字数:969 千字

附光盘 1 张

版 次:2008 年 1 月第 1 版 印 次:2008 年 1 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:68.00 元

本书如存在文字不清、漏印、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)62770177 转 3103 产品编号:022178-01

序

目前,中国制造业在国际分工中已争取到比较有利的地位,并正在迅速发展,有望成为世界制造业的中心,迫切需要大批技术、技能型人才,特别是机械制造行业(汽车、电子、模具)。

国际劳工组织的研究成果显示,劳动者的技能水平对经济发展具有决定性作用。发达国家的技术工人构成中,高级技工占35%以上,中级技工占50%,初级技工占15%。我国7000万技术工人中,高级技工仅为4%,中级技工为36%,初级技工占60%。更令人担忧的是,据共青团中央公布的一项报告显示,在全国8000万青年职工中,高级以上技能等级的比例极低,中级工仅占10%,其余近90%的为初级工。若不加以改善,这样的人才结构将严重削弱我国经济的国际竞争能力。二战以来,英国工业由于缺乏有技术的劳动力致使英国经济出现停滞,无疑,对我国是前车之鉴。

从劳动生产率看,我国人均劳动生产率仅为日本的1/26,美国的1/25,德国的1/20,也就是说,这些国家一个从业人员等于我国的20多个。从科技成果转化看,据统计,在过去10年中,经济合作与发展组织(OECD)主要成员国的科技成果转化率为50%,国民收入增长中60%~70%是以技术与知识为基础的,美国技术与知识的增长因素更占到80%。产品合格率与国外相比相差40%~50%。我国有些企业尽管引进了全套技术设备,但产品合格率与国外相比相差40%~50%。而我国科技成果转化率为15%,科技进步对经济增长的贡献仅为29%。国际劳工组织《世界就业报告(1998~1999)》指出:“一个国家的经济运行状况主要取决于对新技术和劳动力技能的获得和运用,一个国家的经济成功越来越依赖于对新技术的掌握和劳动力的素质。”高级技术人才的短缺,已经成为影响我国制造业发展的一个瓶颈。

我国现阶段正在进行的全面建设小康社会,也需要数以千万计的专门技能型人才。而CAD/CAM软件的应用对提高机械制造技术人员的技能素质有极大的帮助,也有利于提高机械类大中专学生的就业竞争力,对提高我国机械制造业的自动化水平和产品质量以及缩短制造周期都具有至关重要的作用。

本丛书由浅入深,涉及企业最流行的7种国际CAD/ACM软件:Pro/ENGINEER、SolidWorks、Mastercam、Cimatron、CATIA、UG、PowerMILL等。根据企业的实际使用情况,充分发挥各软件的优势,进行CAD造型和CAM产生数控加工程序的组合。本丛书包含下列7本:

1. 《数控加工自动编程——Pro/E Wildfire+Mastercam 详解》;
2. 《数控加工自动编程——Pro/E Wildfire+PowerMILL 详解》;
3. 《数控加工自动编程——Pro/E Wildfire+Cimatron E 详解》;
4. 《数控加工自动编程——Solid Works+Mastercam 详解》;

5. 《数控加工自动编程——Cimatron E 详解》；
6. 《数控加工自动编程——UG NX 详解》；
7. 《数控加工自动编程——CATIA V5 详解》。

每本书都含有 4 部分：数控加工基础知识、CAD 造型、CAM 产生 NC 加工程序、常用数控铣床和加工中心的操作等。通过大量的实例来掌握相应部分的内容。每本书除例题外还提供了多个数控铣床和加工中心中级工、高级工、技师以及高级技师的实操题。

本丛书可作为大中专院校教材、师生参考书籍，可作为各培训机构的考工教材，也可作为企业、研究机构技术人员的参考书。

编辑部

前 言

本书是数控加工自动编程丛书之一，以目前广泛使用的 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 和 PowerMILL 6.0 版本为介绍对象。

Pro/ENGINEER（简称 Pro/E）是由美国 PTC 公司研制的、在全球发行的首套用于产品开发领域的“全方位”一体化设计和开发系统（PDS），其单一数据库、参数化、基于特征、全相关及工程数据再利用等概念改变了 MDA 的传统观念，自 1988 年问世至今，Pro/ENGINEER 已俨然成为世界 3D CAD/CAE/CAM 系统的标准软件。Pro/ENGINEER 的应用范围横跨许多行业，如航空、航天、汽车、船舶、兵器、机械工业、模具、工业设计、信息家电和通信电子等 3C 产业。掌握 Pro/ENGINEER 已经成为现代工程师的重要标志之一。

PowerMILL 是一种专业的数控加工编程软件，由英国 Delcam Plc 公司研制开发。Delcam Plc 是世界领先的专业化 CAD/CAM 软件公司，其软件产品适用于具有复杂形体的产品、零件及模具的设计制造，广泛地应用于航空、航天、汽车、船舶、内燃机、家用电器、轻工产品等行业，尤其对塑料模、压铸模、橡胶模、锻模、大型覆盖件冲压模、玻璃模具等的设计与制造具有明显的优势。Delcam Plc 是当今世界唯一拥有大型数控加工车间的 CAD/CAM 软件公司，所有的软件产品都在实际的生产环境中经过了严格的测试，使得其最能理解用户的问题与需求，提供从设计、制造、测试到管理的全套产品，并为客户提供符合实际的集成化解决方案。PowerMILL 是世界上著名的功能最强大、加工策略最丰富的数控加工编程软件系统，同时也是 CAM 软件技术最具代表性的、增长率最快的加工软件。它是独立运行的、智能化程度最高的三维复杂形体加工 CAM 系统，实现了 CAM 系统与 CAD 分离，在网络下完成一体化集成，更能适应工程化的要求，代表着 CAM 技术最新的发展方向。

本书共 11 章，主要介绍了 3 大部分内容：①Pro/ENGINEER 的草绘、实体特征、曲面；②PowerMILL 的数控加工刀路、NC 加工程序的产生；③常用数控铣床和加工中心的操作。通过大量实例将 Pro/ENGINEER、PowerMILL 常用的基本指令和操作技巧贯穿其中，突出了实用性和可操作性，并且每章后附有习题。在配套光盘中附有实例文件和形象生动的演示动画，以方便读者理解和掌握相关知识。本书内容包括：

- (1) 数控加工概述。
- (2) Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 概述。
- (3) 2D 剖面草绘（2D Sketcher）。
- (4) Pro/E 实体特征。
- (5) Pro/E 曲面特征。
- (6) Pro/E 三维造型综合实例。

- (7) CAM 数控编程及加工工艺基础。
- (8) PowerMILL 6.0 概述。
- (9) PowerMILL 6.0 数控加工刀路和 NC 程序。
- (10) PowerMILL 6.0 数控加工综合实例。
- (11) 常见数控铣床和加工中心的操作。

本书可作为大学、高职高专、中专、技校、职高数控技术应用专业、机械制造专业、模具设计与制造专业、计算机辅助设计与制造专业以及机电技术应用专业的教材，也可作为各培训机构的 CAD/CAM 软件、数控机床考工培训教材，还可作为企业技术人员、相关专业师生的参考书。

本书由吴明友编写，在编写过程中得到了王玉萍的大力支持和帮助，她在书稿的文字校对和修改上付出了许多艰辛的劳动。

本书在编写过程中参考引用了参考文献中的资料，在此对这些作者表示诚挚的感谢。

虽经反复推敲、校对，但因时间仓促，加上编者水平有限，书中难免存在不妥之处，敬请广大读者和同行原谅，并提出宝贵意见。编者联系方式：wumy20050101@163.com，出版社编辑邮箱：x_xcq@sina.com。

编 者

吴明友

高职高专院校工作多年，有丰富的CAD/CAM软件和数控加工教学及培训经验，高级工程师、高级技师、副教授，熟悉国内外常用数控系统（SIEMENS, FANUC, 华中数控），精通数控加工技术。中国工程图学会会员，担任学校数控/CAD教研室主任多年，数控学科带头人。

教学课程：

《数控加工工艺》、《数控技术应用》、《数控编程》、《数控原理与数控机床》、《数控专业英语》、《机械制图》、《液压与气压传动》等。

实训和培训：

数控车床、数控铣床、加工中心（西门子810D四轴联动等）；UG、Pro/E、Mastercam、SolidWorks、AutoCAD等。

所编著作：

《数控机床加工技术——编程与操作》、《数控铣床编程与操作实训教程》、《CAD/CAM实训教程——Pro/ENGINEER2001》、《AutoCAD二维绘图与三维造型实训教程》、《加工中心》等。

数控加工自动编程丛书

结构和形式:

结合知识结构的要求, 先讲概念、原理, 接着进行软件操作步骤的讲解, 再以综合实例进一步演示所学内容, 最后提供足够的习题供读者练习, 有利于教学、培训和自学。

内容:

- ① CAD 造型。
- ② 工艺与编程基础。
- ③ 刀路和后处理。
- ④ 国内外最流行数控系统的数控铣床和加工中心的操作。
- ⑤ 加工中心中级工、高级工、技师以及高级技师实操训练。

目 录

第 1 章 数控加工概述.....	1
1.1 数控加工在机械制造业中的地位和作用	1
1.2 数控加工的特点	2
1.3 数控机床的分类	3
1.3.1 数控机床的基本概念	3
1.3.2 数控机床的构成及基本工作原理	3
1.3.3 数控机床的分类	4
1.3.4 数控铣床	5
1.3.5 加工中心	10
1.4 数控加工编程目的和方法	16
1.4.1 编程的目的	16
1.4.2 编程的方法	16
习题	17
第 2 章 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 概述	18
2.1 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 系统概述	18
2.1.1 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 系统特性简介	18
2.1.2 行为建模技术	19
2.1.3 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 的新增功能	20
2.1.4 软、硬件需求	21
2.2 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 的操作界面	22
2.2.1 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 版本用户界面	22
2.2.2 下拉菜单	25
2.3 工作模式	36
2.4 系统实用工具	37
2.4.1 轨迹文件 (Trail File)	37
2.4.2 隐藏 (Hide)	38
2.4.3 显示设置 (Display Settings)	39
2.5 基准特征	42
2.5.1 基准特征的显示控制	42
2.5.2 基准特征的更名 (Edit Set Up Name)	43
2.5.3 基准轴 (Axis) 的创建	44
2.5.4 基准平面 (Datum Plane) 的创建	45

2.5.5 基准点 (Datum point) 的创建	49
2.5.6 基准曲线 (Datum Curve) 的创建	50
2.5.7 基准坐标系 (Coordinate System) 的创建	52
习题	53
第 3 章 2D 剖面草绘 (2D Sketcher)	54
3.1 草绘环境及其设置	54
3.1.1 进入草绘的途径	54
3.1.2 设定草绘模式环境	55
3.1.3 目的管理器 (Intent Manager)	58
3.2 几何图元的建立	59
3.2.1 鼠标的使用	60
3.2.2 几何图元的绘制	60
3.3 编辑几何图元	64
3.3.1 选择几何图元	64
3.3.2 利用鼠标动态修改几何图元	64
3.3.3 图形修整工具	65
3.3.4 剖面工具	65
3.4 尺寸标注 (Dimension)	67
3.4.1 一般型尺寸标注	68
3.4.2 周长型尺寸标注	71
3.4.3 参考型尺寸标注	72
3.4.4 基线型尺寸标注	72
3.4.5 替换型尺寸标注	72
3.4.6 标注尺寸的技巧	73
3.5 修改 (Modify)	74
3.5.1 尺寸数值的修改	74
3.5.2 样条的修改	75
3.6 约束 (Constraint)	76
3.7 草绘综合实例	78
3.7.1 例 3-1	78
3.7.2 例 3-2	79
3.7.3 例 3-3	81
3.7.4 例 3-4	83
习题	85
第 4 章 Pro/E 实体特征	87
4.1 实体特征的基础知识	87

4.1.1 视图操作	87
4.1.2 特征类型	89
4.1.3 草绘参照	91
4.2 基础实体特征	92
4.2.1 基础实体特征的基础知识	92
4.2.2 拉伸 (Extrude)	94
4.2.3 旋转 (Revolve)	95
4.2.4 扫描 (Sweep)	97
4.2.5 混合 (Blend)	100
4.3 实体特征操作工具	107
4.3.1 特征的复制	107
4.3.2 特征的操作	118
4.4 实体特征	128
4.4.1 孔 (Hole) 特征	128
4.4.2 筋 (Rib) 特征	130
4.4.3 拔模 (Draft) 特征	132
4.4.4 圆角 (Round) 特征	133
4.4.5 倒角 (Chamfer) 特征	139
4.5 复杂实体特征	141
4.5.1 螺旋扫描 (Helical Sweep)	142
4.5.2 可变截面扫描 (Variable Section Sweep)	143
4.6 综合实例	148
4.6.1 实例 4-1 Extrude、Revolve、Hole 和 Round 的综合使用—— 万向联轴器轴叉	148
4.6.2 实例 4-2 Extrude、Sweep、Copy、Mirror 和 Shell 的综合使用—— 冷却片	150
4.6.3 实例 4-3 Extrude、Sweep、Blend、Shell、Round 和 Hole 的综合 使用——车轮盖	152
4.6.4 实例 4-4 Extrude、Blend-General 的使用——铣刀刃	157
习题	160
第 5 章 Pro/E 曲面特征	168
5.1 基本曲面特征	168
5.1.1 面组概述	168
5.1.2 创建曲面	170
5.2 操作曲面特征	177
5.2.1 修改面组	177
5.2.2 利用面组建立实体特征	181

5.3	高级曲面特征	183
5.3.1	Boundary Blend (边界混合)	183
5.3.2	Conic Surface (圆锥曲面)	188
5.3.3	N-Sided Patch (N 侧曲面片)	191
5.4	综合实例	193
5.4.1	实例 5-1 Datum Point、Datum Plane 与 Fill surface 综合应用	193
5.4.2	实例 5-2 Datum curve、Revolve、Project、Solidify 与 Sweep surface 综合应用	197
5.4.3	实例 5-3 Extrude Solid、Extrude Surface、Surface Merge 和 Solidify 综合应用	200
5.4.4	实例 5-4 Extrude、Surface Merge 和 Solidify 综合应用	202
5.4.5	实例 5-5 Extrude Surface 、Datum Plane、Merge 和 Solidify 综合应用	205
5.4.6	实例 5-6 Revolve、Sweep、Merge、Shell、Round 和 Thicken 综合应用	208
5.4.7	实例 5-7 Extrude、Sweep、Fill、Projected、Mirror 和 Merge 综合应用	212
5.4.8	实例 5-8 Sweep、Mirror、Merge、Trim、Round 和 Thicken 综合应用	217
5.4.9	实例 5-9 Curve、Boundary Blend、Merge 和 Thicken 综合应用	221
	习题	226
第 6 章	Pro/E 三维造型综合实例	227
6.1	综合实例一	227
6.1.1	零件概述	227
6.1.2	零件造型步骤	227
6.2	综合实例二	231
6.2.1	零件概述	231
6.2.2	零件造型步骤	231
6.3	综合实例三	234
6.3.1	零件概述	234
6.3.2	零件造型步骤	234
6.4	综合实例四	241
6.4.1	零件概述	241
6.4.2	零件造型步骤	242
6.5	综合实例五	245
6.5.1	零件概述	245
6.5.2	零件造型步骤	246

6.6 综合实例六.....	249
6.6.1 零件概述.....	249
6.6.2 零件造型步骤.....	250
6.7 综合实例七.....	254
6.7.1 零件概述.....	254
6.7.2 零件 1 造型步骤.....	256
6.7.3 零件 2 造型步骤.....	260
习题.....	263
第 7 章 CAM 数控编程及加工工艺基础.....	264
7.1 数控加工基础知识.....	264
7.1.1 数控加工原理.....	264
7.1.2 数控机床的坐标系.....	267
7.2 数控编程基础.....	270
7.2.1 数控指令.....	270
7.2.2 手工编程步骤.....	281
7.2.3 手工编程举例.....	282
7.3 数控加工工艺流程.....	289
7.3.1 数控加工工艺的特点及内容.....	289
7.3.2 工序的划分及加工刀具的选择.....	290
7.3.3 切削用量的确定和走刀路线的选择.....	297
7.3.4 对刀点的选择、高度安排与进/退刀控制方式.....	301
7.3.5 刀具补偿、铣削方式和冷却液的开关.....	303
7.3.6 拐角、轮廓控制与区域加工顺序.....	305
7.4 数控编程的误差控制.....	307
7.5 高速加工编程概述.....	311
7.5.1 高速加工概述.....	311
7.5.2 高速加工工艺.....	315
7.5.3 高速加工编程要点.....	316
7.5.4 充分利用 CAM 软件的高速加工功能.....	319
习题.....	319
第 8 章 PowerMILL 6.0 概述.....	321
8.1 PowerMILL 6.0 系统概述.....	321
8.1.1 PowerMILL 简介.....	321
8.1.2 PowerMILL6.0 的软、硬件配置要求和安装方法.....	322
8.1.3 数据输入和输出的直接转换.....	323
8.1.4 PowerMILL 数控编程的一般步骤.....	324

8.2	PowerMILL 6.0 操作界面	324
8.2.1	下拉菜单	325
8.2.2	PowerMILL 窗口和鼠标功能键	335
8.2.3	工具栏	336
8.3	用户坐标系、层、模型及模型测量	340
8.3.1	用户坐标系	340
8.3.2	层	343
8.3.3	模型	344
8.3.4	残留模型	348
8.3.5	加工模型的测量	349
8.4	毛坯	350
8.5	刀具	352
8.5.1	刀具概述	352
8.5.2	刀具的定义	354
8.6	进给率、快进高度、刀具开始点的设置	360
8.6.1	进给率的设置	360
8.6.2	进给高度的设置	362
8.6.3	设定开始点参数	364
8.7	切入/切出和连接	366
8.7.1	Z 高度	367
8.7.2	初次切入与最后切出	367
8.7.3	切入与切出	369
8.7.4	延伸和连接	373
8.8	边界	375
8.8.1	边界概述	375
8.8.2	边界的定义	382
8.9	参考线	385
8.9.1	参考线概述	385
8.9.2	参考线的产生	390
8.10	综合实例	392
8.10.1	综合实例一——基本操作、模型测量和参考线	392
8.10.2	综合实例二——基本操作、参考线和边界	396
	习题	399
第 9 章	PowerMILL 6.0 数控加工刀路和 NC 程序	400
9.1	碰撞检查、动态模拟与仿真加工	400
9.1.1	碰撞检查	400
9.1.2	动态模拟	401

9.1.3 仿真加工	403
9.2 特征设置、2.5 维区域清除及钻孔	404
9.2.1 特征设置	404
9.2.2 2.5 维区域清除	406
9.2.3 钻孔	421
9.3 三维区域清除	422
9.3.1 偏置区域清除模型	422
9.3.2 切入铣削	425
9.3.3 轮廓区域清除模型	427
9.3.4 平行区域清除模型	428
9.4 精加工	430
9.4.1 精加工概述	430
9.4.2 三维偏置和等高加工	431
9.4.3 平行、放射、螺旋、参考线和镶嵌参考线精加工	437
9.4.4 投影精加工	446
9.4.5 清角精加工	455
9.4.6 轮廓、平坦精加工	464
9.4.7 多轴加工	469
9.5 编辑刀具路径	476
9.5.1 编辑刀具路径概述	476
9.5.2 刀具路径的编辑	481
9.6 NC 程序的产生与编辑	485
9.6.1 通过后处理产生 NC 程序	485
9.6.2 NC 程序的编辑	489
9.6.3 Power MILL6.0 编程技巧	491
9.7 综合实例	494
9.7.1 综合实例一——2.5 维区域清除切削加工（偏置区域清除）	494
9.7.2 综合实例二——3D 精加工（三维偏置精加工）	499
9.7.3 综合实例三——3D 精加工（轮廓精加工）	502
9.7.4 综合实例四——3D 精加工（平行精加工）	505
9.7.5 综合实例五——3D 精加工（曲线投影精加工）	508
9.7.6 综合实例六——3D 精加工（清角精加工）	512
9.7.7 综合实例七——多轴加工（4 轴旋转加工）	520
9.7.8 综合实例八——多轴加工（刀轴应用）	523
9.7.9 综合实例九——多轴加工（5 轴 SWARF 精加工）	526
习题	528

第 10 章 PowerMILL 6.0 数控加工综合实例	529
10.1 数控加工综合实例一	529
10.1.1 零件概述	529
10.1.2 用 PS-Exchange 软件将 Pro/E 模型文件转换为 DGK 文件	531
10.1.3 数控加工刀具路径和 NC 程序的产生	534
10.2 数控加工综合实例二	543
10.2.1 零件概述	543
10.2.2 用 PS-Exchange 软件将 Pro/E 模型文件转换为 DGK 文件	545
10.2.3 数控加工刀具路径和 NC 程序的产生	546
10.3 数控加工综合实例三	550
10.3.1 零件概述	550
10.3.2 用 PS-Exchange 软件将 Pro/E 模型文件转换为 DGK 文件	553
10.3.3 数控加工刀具路径和 NC 程序的产生	554
10.4 数控加工综合实例四	558
10.4.1 零件概述	558
10.4.2 用 PS-Exchange 软件将 Pro/E 模型文件转换为 DGK 文件	561
10.4.3 数控加工刀具路径和 NC 程序的产生	562
10.5 数控加工综合实例五	566
10.5.1 零件概述	566
10.5.2 用 PS-Exchange 软件将 Pro/E 模型文件转换为 DGK 文件	569
10.5.3 数控加工刀具路径和 NC 程序的产生	570
10.6 数控加工综合实例六	576
10.6.1 零件概述	576
10.6.2 用 PS-Exchange 软件将 Pro/E 模型文件转换为 DGK 文件	579
10.6.3 数控加工刀具路径和 NC 程序的产生	580
10.7 数控加工综合实例七	587
10.7.1 零件概述	587
10.7.2 用 PS-Exchange 软件将 Pro/E 模型文件转换为 DGK 文件	591
10.7.3 零件 1 数控加工刀具路径和 NC 程序的产生	593
10.7.4 零件 2 数控加工刀具路径和 NC 程序的产生	599
习题	603
第 11 章 常见数控铣床和加工中心的操作	604
11.1 FANUC Oi 系统的数控铣床操作	604
11.1.1 FANUC Oi 系统数控铣床操作面板	604
11.1.2 FANUC Oi 系统数控铣床的基本操作	610
11.2 SIEMENS 802D 的数控铣床操作	616