

Pro/E

ENGINEER

野火版

3.0

数控加工全程详解

孙江宏 编著

内容：源自实践

知识：系统完整

举例：典型实用

讲解：专业精确

光盘包含：全书实例的**源文件**和具有
详细步骤的**视频教学文件**。



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

视频教学

PROVE 3.0



PROVE

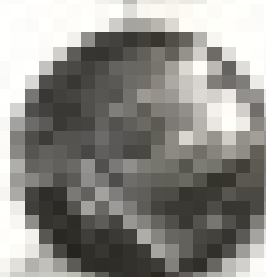
3.0



3.0

数控加工全程详解

第3版



作者：王 伟
编者：王 伟
编者：王 伟
编者：王 伟
编者：王 伟

ISBN 7-302-11111-1
http://www.cmpbook.com

机械工业出版社

TG659-39

13D

2007

工业设计
精通系列



Pro/ENGINEER 野火版3.0 数控加工全程详解

孙江宏 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书结合计算机辅助加工的最新发展和工程实例,围绕数控加工这一中心,系统地讲解了Pro/ENGINEER 野火版 3.0 的 NC 模块具体功能与实践操作方法。主要内容包括加工启航篇,介绍了数控加工与 Pro/ENGINEER 的关系,Pro/NC 加工中的基本概念与配置操作,NC 序列的创建、通用制造参数、加工数据库配置、辅助 NC 序列、CL 命令及设置、NC 序列的编辑与过切检测等;铣削加工篇,介绍了铣削加工基础,常用铣削方法及铣削制造几何模型设置等;其他加工篇,包括孔加工、粗加工与重新粗加工等其他常见加工;车削加工篇,介绍了车削工艺基础以及车削方法;高级加工篇,介绍了线切割与加工中心;后置处理篇,介绍了后处理器与工艺表。

本书非常适合课堂教学、资料参考和自学指导,既可以作为高等工科院校的相关设计专业学生的教材,也可以作为工程技术人员的参考书。

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。

图书在版编目(CIP)数据

Pro/ENGINEER 野火版 3.0 数控加工全程详解 / 孙江宏编著. —北京: 电子工业出版社, 2007.7

(工业设计精通系列)

ISBN 978-7-121-04549-3

I. P… II. 孙… III. 数控机床—加工—计算机辅助设计—应用软件, Pro/ENGINEER 野火版 3.0
IV. TG659-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 081005 号

责任编辑: 胡铭娅

文字编辑: 宋兆武

印 刷: 北京市通州大中印刷厂

装 订: 三河市皇庄路通装订厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 37.5 字数: 821 千字

印 次: 2007 年 7 月第 1 次印刷

印 数: 5000 册 定价: 65.00 元 (含光盘 1 张)

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线: (010) 88258888。



光盘说明

本书光盘所带文件为书中各章练习文件，文件名称与正文中引用文件名称一致，读者可以参照打开。
除第11章和第3章外，每章都配有视频文件，均在视频文件夹下。

光盘中以chap*为目录名称，*代表章号。

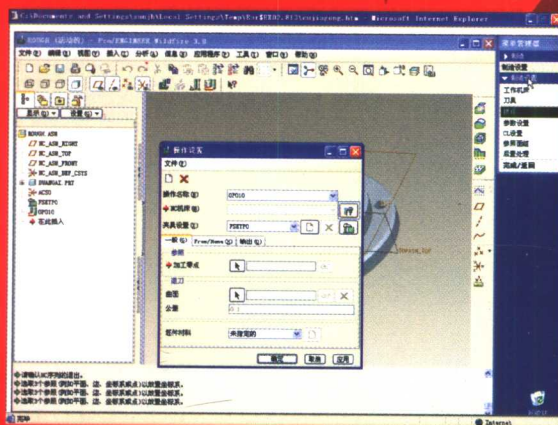
光盘中文件类型如下：

- (1) *.prt: 零件文件。
- (2) *.asm: 装配体文件。
- (3) *.mfg: 加工（制造）文件。
- (4) *.ncl: 数控刀具路径文件。
- (5) 其他类型文件，需要在过程操作中打开或者察看，包括*.tap、*.lst、*.drl、*.tph等。

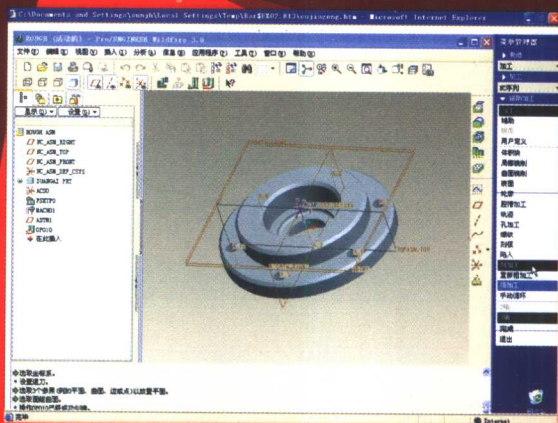
对于书中有些章节没有明确的练习文件的，我们没有提供，可以在已有文件中选择。

视频文件为HTML文件，可全屏显示。

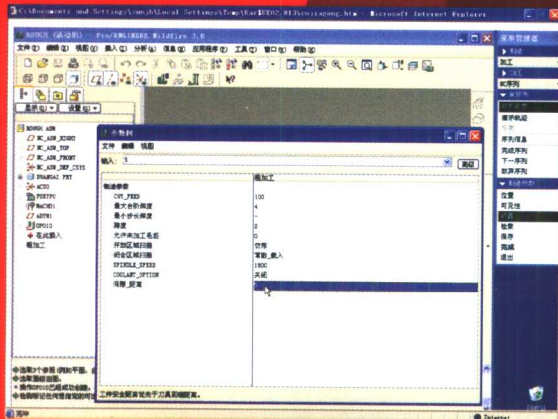
下面的图形为操作过程中的部分图片，概括了NC数控加工操作的基本过程。



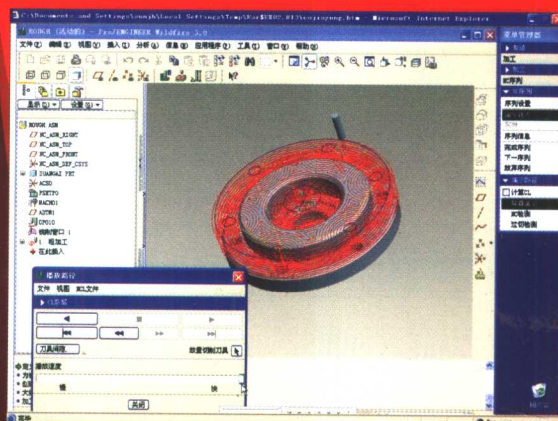
操作设置



NC序列设置



加工参数设置



加工轨迹演示



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

Broadview®
www.broadview.com.cn

工业设计精通系列



通信地址: 北京市万寿路173信箱 博文视点 邮编: 100036

电话: 010-51260888 传真: 010-51260888-802

E-mail: editor@broadview.com.cn (投稿热线) market@broadview.com.cn (市场部)



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
http://www.phei.com.cn

Broadview®
WWW.BROADVIEW.COM.CN

Csdn.net

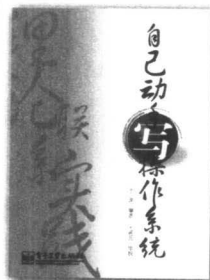
技术凝聚实力 专业创新出版

博文视点 (www.broadview.com.cn) 资讯有限公司是电子工业出版社、CSDN.NET、《程序员》杂志联合打造的专业出版平台, 博文视点致力于——IT专业图书出版, 为IT专业人士提供真正专业、经典的好书。

请访问 www.dearbook.com.cn (第二书店) 购买优惠价格的博文视点经典图书。

请访问 www.broadview.com.cn (博文视点的服务平台) 了解更多更全面的出版信息; 您的投稿信息在这里将会得到迅速的反馈。

博文本版精品汇聚

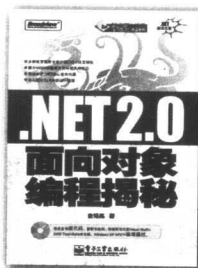


自己动手写操作系统

用理论指导动手实践, 用实践深化理解理论。
出版一年累计销量20000册, 广受读者好评!

于渊 编著 尤晋元 审校

ISBN 7-121-01577-3 48.00元 (含光盘1张)



NET 2.0面向对象编程揭秘

从跨语言角度全面介绍C#2.0语言特性
展示VS2005集成开发环境实用技巧
系统剖析.NET核心技术内幕
深入探讨CLR内部运行机理

金旭亮 著

ISBN 978-7-121-03975-1 69.8元 (含光盘1张)



游戏之旅——我的编程感悟

历时一载写就, 凝结十年心得。
《仙剑奇侠传》之父姚壮宪热情推荐, 技术作家孟岩高度评价!

云风 著

ISBN 7-121-01609-5 46.00元



SOA原理·方法·实践

IBM资深架构师——毛新生主编
IBM中国开发中心技术经典呈现!

毛新生 主编

ISBN 978-7-121-04264-5 49.80元

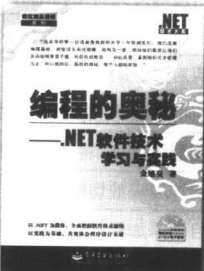


Windows环境下32位汇编语言程序设计 (第2版)

畅销书升级版!

罗云彬 编著

ISBN 7-121-02260-5 79.00元 (含光盘1张)

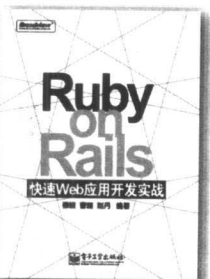


编程的奥秘——.NET软件技术学习与实践

步入编程之门, 领略软件之美!
以.NET为载体, 全面把握软件技术脉络! 以实践为基础, 直观体会程序设计本质!

金旭亮 著

ISBN 7-121-01820-9 65.00元 (含光盘1张)



Ruby on Rails快速Web应用开发实战

国内第一本原创RoR图书。
实例引导, 学以致用!

柳晴、曹璐、赵丹 编著

ISBN 7-121-02913-8 39.00元



Ajax开发精要——概念、案例与框架

国内第一本重量级原创Ajax图书,
由一线开发人员编写,
上市以来持续热销!

柯自聪 编著

ISBN 7-121-02468-3 45.00元

博文视点资讯有限公司
电话: (010) 51260888 传真: (010) 51260888-802
E-mail: market@broadview.com.cn (市场)
editor@broadview.com.cn jsj@phei.com.cn (投稿)
通信地址: 北京市万寿路173信箱 北京博文视点资讯有限公司
邮编: 100036

电子工业出版社发行部
发行部: (010) 88254055
门市部: (010) 68279077 68211478
传真: (010) 88254050 88254060
通信地址: 北京市万寿路173信箱
邮编: 100036

博文视点 · IT出版旗舰品牌

《Pro/ENGINEER 野火版 3.0 数控加工 全程详解》读者调查表

尊敬的读者：

感谢您对我们的支持与爱护。为了今后为您提供更优秀的图书，请您抽出宝贵的时间将您的意见以下表的方式及时告知我们（可另附页）。我们将从中评选出热心读者若干名，免费赠阅我们以后出版的图书。

姓名：	性别： ☐ 男 ☐ 女	年龄：	职业：
通信地址：			邮政编码：
电话：	传真：	E-mail：	

1. 影响您购买本书的因素（可多选）：

- ☐ 封面封底 ☐ 价格 ☐ 内容提要、前言和目录 ☐ 书评广告 ☐ 出版物名声
☐ 作者名声 ☐ 正文内容 ☐ 其他_____

2. 您对本书的满意度：

从技术角度 ☐ 很满意 ☐ 比较满意 ☐ 一般 ☐ 较不满意 ☐ 不满意

☐ 改进意见_____

从文字角度 ☐ 很满意 ☐ 比较满意 ☐ 一般 ☐ 较不满意 ☐ 不满意

☐ 改进意见_____

从版面、封面设计角度 ☐ 很满意 ☐ 比较满意 ☐ 一般 ☐ 较不满意

☐ 不满意

☐ 改进意见_____

3. 您最喜欢书中的哪篇（或章、节）？请说明理由。

4. 您最不喜欢书中的哪篇（或章、节）？请说明理由。

5. 您希望本书在哪些方面进行改进？

6. 您感兴趣或希望增加的图书选题有：

通信地址：北京万寿路 173 信箱 博文视点（100036） 电话：010-51260888

如果您对我们出版的图书有任何意见和建议，也可以发邮件给我们，我们将及时回复。

E-mail: jsj@phei.com.cn, editor@broadview.com.cn

Pro/ENGINEER 是美国参数技术公司 1988 年首家推出的使用参数化特征造型技术的大型 CAD/CAM/CAE 集成软件,具有造型设计、零件设计、装配设计、二维工程图制作、结构分析、运动仿真、模具设计、钣金设计、管路设计、数控加工、数据库管理等功能。

Pro/ENGINEER 野火版 3.0 是 PTC 公司最近推出的 CAD/CAM 集成软件,它的内容广泛而深入,涉及平面制图、三维造型、虚拟装配、工业标准交互传输等。这些内容每个部分都可以独立应用,并有各自的技术特点。它的最大优势就是三维模型和参数化。正是由于其设计思想先进,所以一经推出,就在我国大型工厂、科研单位和部分大学得到了较为普遍的应用,深受广大从事三维产品设计和研究人员的喜爱,并占据了广大的三维建模市场。

Pro/ENGINEER 的功能强大,它的模块分配非常明确,通过一本书的方式并不能完全掌握,应该采用阶段性学习的方式。本书面向的对象是具有一定实践设计经验而又对软件的掌握不甚清楚的读者。我们在组织本书的过程中,对 Pro/ENGINEER 进行了综合比较,对其常用功能进行了总结。在讲解过程中,注重从教学角度出发,循序渐进,引导读者逐步掌握该软件的特点和具体应用。而且,通过大量的机械设计操作实例,使读者可以在学习理论知识后验证自己的理解程度,达到切实掌握的目的。这些例子都来自于工程实践,是机械设计人员经常遇到的问题,针对性强。

本书特点

本书内容包括 Pro/ENGINEER 与 CAM 之间的关系,数控加工流程,制造设置,铣削加工方法,车削加工方法,电火花加工,数控加工中心,以及制造模型的后处理、工艺卡管理等。

本书内容全面实用、条理清晰、通俗易懂,全书贯穿了特征命令的综合应用,紧密结合实例进行透彻讲解,给出的实例都是在工程设计中具有代表性和实用性的例子,使读者能够综合运用本书所讲述的各项功能,确保读者在学习后能够迅速掌握 Pro/ENGINEER 数控加工技术。

目前,市场上的同类书,大都集中在铣削加工方面,对于电火花加工、加工中心等高级加工技术均未涉及,而且对后处理解释不详细;另外,在与数控加工的理论结合方面没有做到很好的融合,对于加工中刀具、机床类型、参数设置等的来龙去脉描述不清楚。本书从技术角度很好地克服了这两个不足。

本书主要内容

全书主要包括 6 篇,共分 11 章。

第1篇为加工启航篇，分为3章。第1章，介绍了数控加工与Pro/ENGINEER的对应关系，数控机床基础知识，Pro/ENGINEER中与NC加工相关的模块及Pro/NC制造环境；第2章介绍了Pro/NC加工模型中的一些基本概念，加工环境配置操作，机床、夹具、刀具设置、退刀与自动切减材料设置等；第3章介绍了NC序列的创建、通用制造参数、加工数据库配置、辅助NC序列、CL命令及设置、NC序列的编辑与过切检测等。

第2篇为铣削加工篇，分为3章。第4章介绍了铣削加工基础，数控铣床的选择与工艺参数，铣床的工装夹具，常用铣削方法及参数，铣削曲面与刀具轴，铣削制造几何模型设置等；第5章介绍了体积块铣削、局部铣削、曲面铣削；第6章介绍了表面加工（端面加工）、轮廓加工、腔槽加工（挖槽）、刻模加工（雕刻）、陷入加工（插削）、轨迹加工等。

第3篇为其他加工篇，包括孔加工与其他常见加工，分为2章。第7章介绍了孔加工基础及参数、钻孔、镗孔、铰孔、钻孔组、自动钻孔及螺纹铣削。孔加工并不是单独的内容，而是在铣削加工和车削加工中都有的。孔加工比较常见，所以单独列出。第8章介绍了粗加工与重新粗加工、精加工、辅助NC序列与用户定义NC序列。

第4篇为车削加工篇，分为1章。第9章介绍了车削工艺特点及效率、Pro/NC中的车削、Pro/NC车削参数、车削包络、车削轮廓以及车削方法，包括区域车削、轮廓车削、凹槽车削、螺纹车削等。

第5篇为高级加工篇，分为1章。第10章介绍了线切割，包括线切割基础、线切割加工的步骤及要求、线切割参数、Pro/NC中的线切割参数、2轴线切割、4轴线切割等；介绍了加工中心，包括加工中心基础及加工实例。

第6篇为后置处理篇，分为1章。第11章首先介绍了后置处理器，包括后置处理器模式、后置处理器操作、后置处理方法、车削加工数控程序生成、铣削加工数控程序生成及线切割加工数控程序生成等；然后介绍了工艺表，包括工艺表基础、在工艺表中进行插入操作、其他操作及制造模板等。

每个实例讲解都采用常用件加工方式，对难点分析、操作步骤等进行了详细讲解，其间穿插提示，帮助读者总结操作经验。

学习建议

本书提供影音课件，读者可以像看电影一样的学习。提供素材光盘文件，方便读者练习或使用，并对如何使用进行举例说明。

Pro/NC加工是一个内容庞大的模块，很多读者经常询问作者相关的问题。在培训工作中，作者切实感受到必须采用理论与实例结合的方式进行讲解。读者的学习也要采用这种方式。这不单单是学习软件的过程，而是要在已有专业知识的基础之上方能进行的。往往读者抱怨的源头都在于学习时专业知识匮乏，因此，专业素质的培养才是软件学习的重要基础。读者切记不要本末倒置，把软件作为主要工具。

在学习本书的过程中，读者可以以节为单位，先读一遍内容，然后结合每节提供的实

例进行学习，勤动手，多思考，举一反三，方能学好该软件。

本书读者对象

本书的阅读对象是工程技术人员以及大中专 CAD 研究和设计人员，尤其适合于进行课程设计等常规学习任务的机械与近机械类专业学生。

全书内容丰富实用、语言通俗易懂，层次清晰严谨，可作为广大计算机技术爱好者自学 Pro/ENGINEER 技术的参考资料。

本书主要由北京机械工业学院机械设计教研室孙江宏副教授编著。其他参加编写工作的人员还有孙江涛、李翔龙、张万民、毕首权、马向辰、于美云、许九成、罗珅、叶楠、宁松、赵腾任、王雪艳、邱景宏、李刚等，在此表示感谢。

本书是在作者参考了大量同类书籍之后编写的，还涉及到许多专业网站，特别是 PTC 公司《Pro/NC 帮助主题汇集》的资料，在此表示感谢。由于无法全部列出出处而表示诚挚的歉意。

在编写本书的过程中，作者得到了电子工业出版社胡辛征编辑的大力支持和帮助，使本书能够在风格和结构上突出了自己的特点，在此表示感谢。

虽然经过数月的努力和辛勤劳动完成了本书，但是由于水平所限，难免有疏漏之处，敬请读者批评指正。

读者如有问题，请通过 E-mail 地址 editor@broadview.com.cn 与我们联系。我们也会在适当时间进行修订和补充。

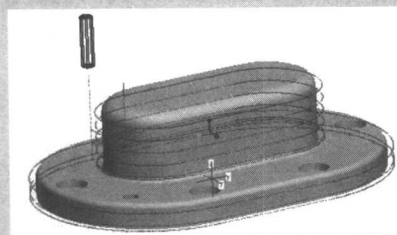
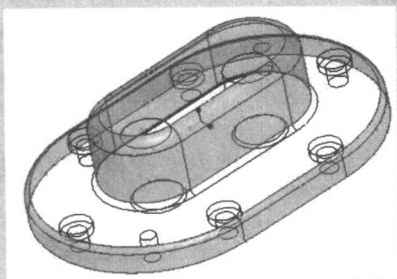
孙江宏
2007.4

目 录

第 1 篇 加工启航篇

第 1 章 数控加工与 Pro/Engineer

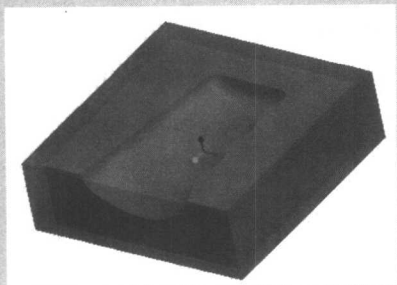
2



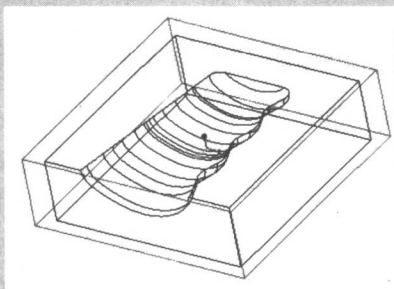
1.1 数控机床概述	2
1.1.1 数控机床的工作原理及结构	3
1.1.2 数控机床的分类	4
1.1.3 数控编程技术的发展	6
1.1.4 数控机床的历史及发展趋势	7
1.2 Pro/ENGINEER 中的数控加工	8
1.2.1 Pro/ENGINEER 中与 NC (数控) 加工有关的模块	8
1.2.2 Pro/ENGINEER 同 CAM 的联系	9
1.2.3 制造过程操作流程	11
1.3 Pro/ENGINEER 加工环境	12
1.3.1 Pro/ENGINEER 的操作窗口	12
1.3.2 加工制造模式	14
1.3.3 制造菜单	15
1.4 操作实例	16

第 2 章 制造设置

26



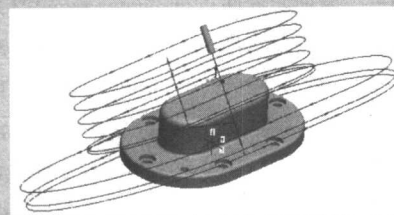
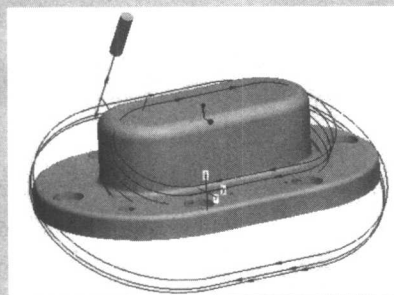
2.1 模型	26
2.1.1 基本概念	26
2.1.2 制造模型创建	29
2.1.3 操作训练	31
2.1.4 Pro/NC 中的零件族表与元件替换	35
2.2 Pro/NC 配置与操作设置	35
2.2.1 Pro/NC 配置	36
2.2.2 操作设置	40
2.2.3 加工坐标系及其设置	43



2.3	机床及刀具设置	45
2.3.1	机床设置及输出	45
2.3.2	夹具设置	53
2.4	刀具设置	55
2.4.1	关于刀具设置的元素	55
2.4.2	刀具设定	58
2.4.3	刀具材料设置	65
2.4.4	标准刀具与整体刀具	67
2.4.5	创建刀具模型	67
2.4.6	使用刀具模型	68
2.4.7	刀具显示	69
2.4.8	刀具附件	69
2.5	退刀设置与自动材料切减	71
2.5.1	退刀设置	71
2.5.2	自动材料切减	73

第3章 制造参数及 NC 序列设置

76

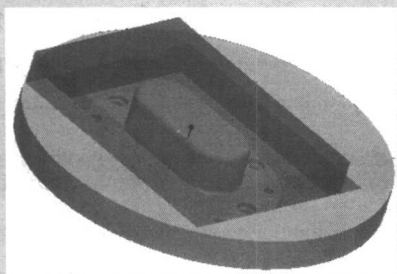
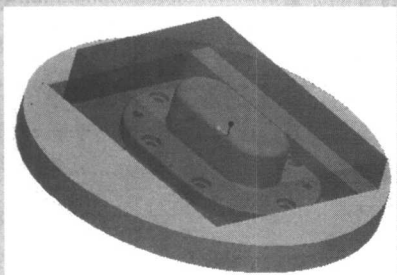


3.1	NC 序列	76
3.1.1	创建 NC 序列	76
3.1.2	制造参数	79
3.1.3	加工数据库	93
3.1.4	辅助 NC 序列	97
3.1.5	重新排序 NC 序列刀具路径的输出	98
3.1.6	CL 命令	99
3.2	CL 数据	106
3.2.1	CL 数据环境	107
3.2.2	CL 数据	111
3.3	NC 序列的编辑	125
3.3.1	NC 序列的修改与再生	125
3.3.2	NC 序列的重定义与重排序	127
3.3.3	NC 序列的阵列处理	129
3.3.4	NC 检测	133
3.3.5	过切检测	139

第2篇 铣削加工篇

第4章 铣削加工（一）

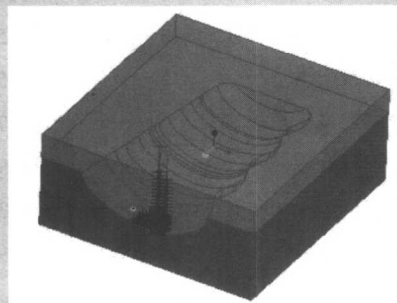
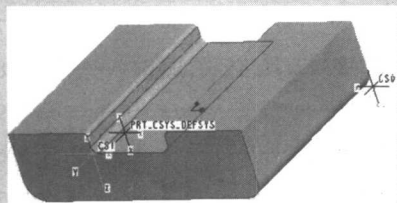
146



4.1 铣削加工及铣床选用	146
4.1.1 数控基础	146
4.1.2 数控铣床的选择与工艺参数	147
4.1.3 铣床的工装夹具	149
4.2 Pro/NC 常用铣削方法及铣削参数	150
4.2.1 常用铣削方法	150
4.2.2 常用铣削参数	151
4.3 选取铣削曲面与刀具轴	169
4.3.1 曲面选取	170
4.3.2 关于可变轴控制	172
4.4 Pro/NC 铣削制造几何模型设置	176
4.4.1 铣削窗口	177
4.4.2 铣削体积块	180
4.4.3 铣削曲面	185
4.4.4 过切检测	188
4.4.5 操作实例	189

第5章 铣削加工（二）

192

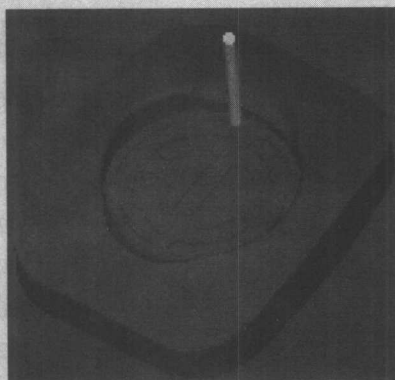
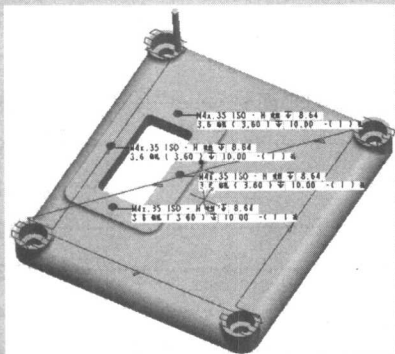


5.1 体积块铣削	192
5.1.1 体积块铣削基础	193
5.1.2 操作实例 1——带曲面体积块	195
5.1.3 操作实例 2——中加工零件	199
5.2 局部铣削	209
5.2.1 局部铣削基础	209
5.2.2 操作实例 1——带曲面零件	213
5.2.3 操作实例 2——带顶角零件	215
5.3 曲面铣削	221
5.3.1 曲面铣削基础	221
5.3.2 直线切削及操作实例	223
5.3.3 自曲面等值线切削及操作实例	226
5.3.4 切削线铣削及操作实例	228
5.3.5 投影铣削及操作实例	233

5.3.6 指定进刀和退刀运动	235
5.3.7 刀侧铣削	240

第6章 铣削加工方法 (三)

245



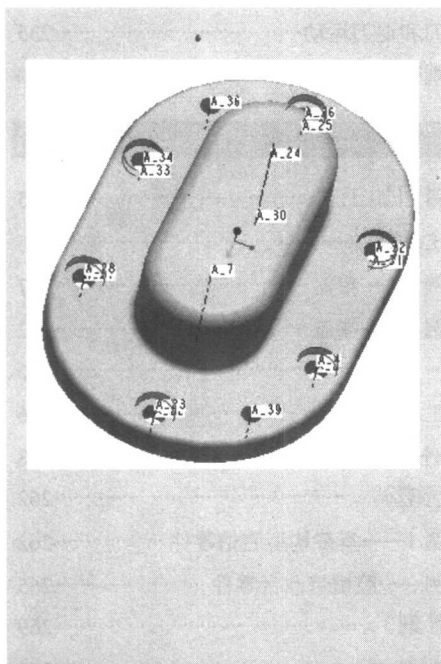
6.1 表面加工 (端面加工)	245
6.1.1 平面加工基础	245
6.1.2 操作实例 1——箱盖	247
6.1.3 操作实例 2——端盖	252
6.2 轮廓加工	256
6.2.1 轮廓加工基础	256
6.2.2 操作实例——拨叉	258
6.3 腔槽加工 (挖槽)	262
6.3.1 操作实例 1——复杂构型腔槽零件	262
6.3.2 操作实例——腔槽带凸台零件	265
6.4 刻模加工 (雕刻)	269
6.4.1 刻模基础	269
6.4.2 操作实例——刻字模型	270
6.5 陷入加工 (插削)	273
6.5.1 陷入加工基础	274
6.5.2 操作实例 1——衬垫	275
6.5.3 操作实例 2——加工零件	280
6.6 轨迹加工	284
6.6.1 2 轴轨迹铣削	284
6.6.2 3 轴轨迹铣削	291
6.6.3 5 轴轨迹铣削	301
6.6.4 轨迹铣削的一些重要问题	316

第3篇 其他加工篇

第7章 孔类特征加工及螺纹加工

320

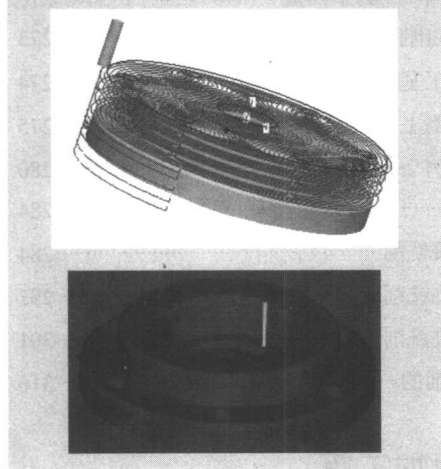
7.1 孔加工	320
7.1.1 孔加工基础	320
7.1.2 孔加工参数	329
7.1.3 孔加工操作实例 1——泵盖钻孔	332



7.1.4	孔加工操作实例 2——泵盖镗孔	337
7.1.5	孔加工操作实例 3——泵盖铰孔	341
7.2	钻孔组	345
7.2.1	钻孔组的定义与修改	346
7.2.2	使用钻孔组	347
7.3	自动钻孔	347
7.3.1	创建自动钻孔 NC 序列	347
7.3.2	选取坐标系和退刀平面	348
7.3.3	过滤行	349
7.3.4	编辑孔参数	351
7.3.5	应用孔加工方法	352
7.3.6	定制表格	353
7.4	螺纹铣削	354
7.4.1	螺纹铣削基础	354
7.4.2	操作实例——箱盖螺纹孔	359

第 8 章 其他铣削加工方式

366



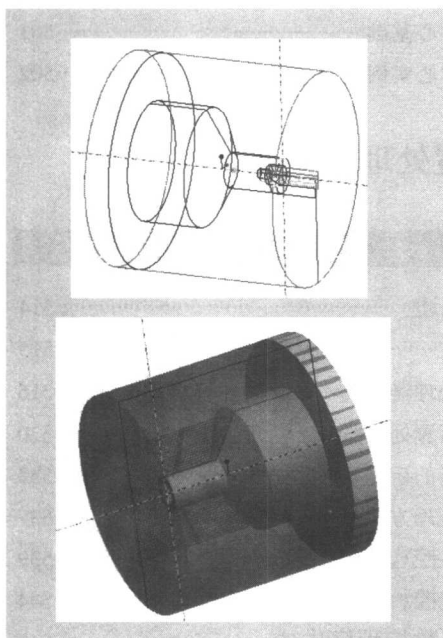
8.1	粗加工与重新粗加工	366
8.1.1	粗加工与重新粗加工基础	366
8.1.2	粗加工和重新粗加工专用的铣削参数	370
8.1.3	操作实例——端盖	372
8.2	精加工	380
8.2.1	精加工基础	380
8.2.2	操作实例——端盖	382
8.3	辅助 NC 序列	383
8.4	用户定义 NC 序列	386
8.4.1	制造 UDF 基础	386
8.4.2	操作实例——端盖	390

第 4 篇 车削加工篇

第 9 章 车削加工

394

9.1	车削基础	394
9.1.1	车削工艺特点及效率	394
9.1.2	Pro/NC 中的车削	395

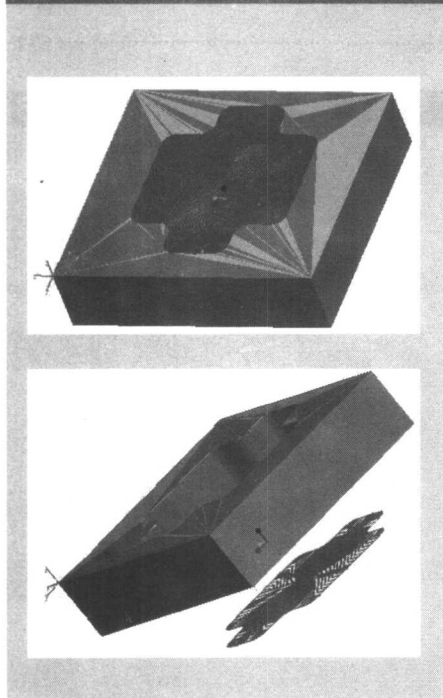


9.2	Pro/NC 车削参数	396
9.3	车削加工轮廓与说明	404
9.3.1	车削包络	404
9.3.2	车削轮廓	407
9.3.3	需要说明的问题	419
9.4	区域车削	425
9.4.1	面区域车削及实例	426
9.4.2	外表面区域车削及实例	431
9.4.3	内部区域车削及实例	435
9.4.4	创建 4 轴区域车削 NC 序列	439
9.5	轮廓车削	443
9.6	凹槽车削	452
9.6.1	凹槽车削基础	452
9.6.2	操作实例	453
9.7	螺纹车削	458

第 5 篇 高级加工篇

第 10 章 线切割加工与加工中心

464



10.1	线切割基础	464
10.1.1	电火花加工的分类	464
10.1.2	线切割加工的步骤及要求	466
10.2	线切割参数	468
10.2.1	线切割的主要电参数	468
10.2.2	Pro/NC 中的线切割参数	469
10.3	2 轴线切割	474
10.3.1	2 轴线切割 NC 序列及实例	474
10.3.2	创建无芯切削运动及实例	486
10.3.3	镜像切削运动及实例	487
10.3.4	注册表	489
10.3.5	半径替换表	490
10.4	4 轴线切割 NC 序列及实例	491
10.4.1	以锥角方式创建 4 轴线切割	491
10.4.2	以头 1/头 2 格式创建 4 轴线切割	497
10.5	加工中心	500