

数控加工自动编程丛书

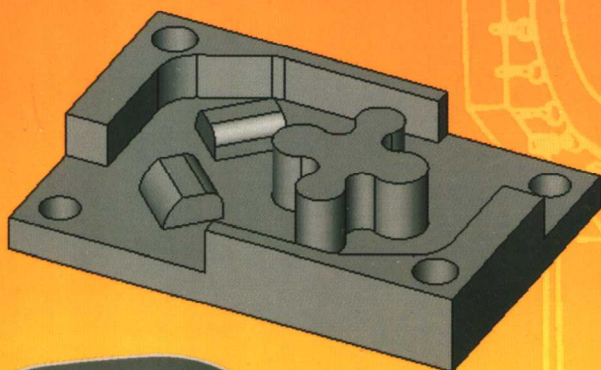
■详细全面的自学手册！

■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+ Cimatron E详解



清华大学出版社

TG659-39/23D

:5

2008

数控加工自动编程丛书

数控加工自动编程

——Pro/E Wildfire + Cimatron E 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 Cimatron E7.0 版本为介绍对象。

全书共 11 章,主要介绍了三大部分内容:(1) Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 的草绘、实体特征、曲面;(2) Cimatron E7.0 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 Wildfire 3.0、Cimatron E7.0 常用的基本指令和操作技巧贯穿在一起,突出了实用性和可操作性,并且每章后附有适量的习题,还提供了 7 道技工考证实操题。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,或各培训机构的考工培训教材,也可作为企业、研究机构技术人员及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+Cimatron E 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 978-7-302-16662-7

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、Cimatron E
IV. TG659-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 199609 号

责任编辑:许存权 纪文远 邵 兴

封面设计:范华明

版式设计:刘 娟

责任校对:姜 彦

责任印制:何 芊

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:三河市春园印刷有限公司

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:44 字数:988 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:69.00 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:022177-01

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。从科技成果转化率看,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仅为 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，以目前广泛使用的最新的 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 和 Cimatron E7.0 版本为介绍对象。

Pro/ENGINEER 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 年问世以来，Pro/ENGINEER 俨然发展成为世界 3D CAD/CAE/CAM 系统的标准软件。Pro/ENGINEER 的应用范围横跨许多行业，比如航空、航天、汽车、船舶、兵器、机械工业、模具、工业设计、信息家电、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。

Cimatron E7.0 是以色列 Cimatron 公司推出的一套最新的非常优秀的全功能 CAD/CAM/PDM 软件，凭借其先进的模具设计与 NC 加工功能，在全球模具行业得到了广泛的应用，是业界公认的最优秀的 CAD/CAM 软件之一，并成为模具 CAD/CAM 领域中事实上的领导者。它具有可以满足一般数控加工所需的各项功能，具有人性化、智能化的特点；还有刀路计算快、NC 文件短等优点；同时其编程操作简单易用。Cimatron 软件在我国珠三角和长三角地区使用十分广泛，特别在模具行业有很高的市场占有率。熟练掌握 Cimatron 编程的工程师深受企业欢迎，并可以获得高薪。

全书共 11 章，主要介绍了三大部分内容：（1）Pro/ENGINEER Wildfire3.0 的草绘、实体特征、曲面；（2）Cimatron E7.0 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 Wildfire3.0、Cimatron E7.0 常用的基本指令和操作技巧贯穿在一起，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）Cimatron E7.0 概述；
- （9）Cimatron E7.0 数控加工刀路和 NC 程序；
- （10）Cimatron E7.0 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，或各培训机构的 CAD/CAM 软件、数控机床考工培训教材，也可作为企业、研究机构技术人员及相关专业师生的参考书。

本书在编写过程中得到了我妻子王玉萍的大力支持和帮助，她在书稿文字的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，书中难免存在不足之处，敬请广大读者和同行不吝赐教。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	9
1.4 数控加工编程目的和方法	15
1.4.1 编程的目的.....	15
1.4.2 编程的方法.....	15
习题.....	16
第 2 章 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 概述.....	17
2.1 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 系统概述	17
2.1.1 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 系统特性简介	17
2.1.2 行为建模技术.....	18
2.1.3 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 的新增功能	19
2.1.4 软、硬件需求.....	20
2.2 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 的操作界面	21
2.2.1 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 用户界面	21
2.2.2 下拉菜单.....	24
2.3 工作模式.....	33
2.4 系统实用工具.....	34
2.4.1 轨迹文件 (Trail File)	34
2.4.2 隐藏 (Hide)	35
2.4.3 显示设置 (Display Settings)	36
2.5 基准特征.....	38
2.5.1 基准特征的显示控制.....	39
2.5.2 基准特征的更名 (Edit Set Up Name)	40
2.5.3 基准轴 (Axis) 的创建	41
2.5.4 基准平面 (Datum Plane) 的创建	42

2.5.5 基准点 (Datum Point) 的创建	45
2.5.6 基准曲线 (Datum Curve) 的创建	47
2.5.7 基准坐标系 (Coordinate System) 的创建	48
习题	50
第3章 2D 剖面草绘 (2D Sketcher)	51
3.1 草绘环境及其设置	51
3.1.1 进入草绘的途径	51
3.1.2 设定草绘模式环境	53
3.1.3 目的管理器 (Intent Manager)	55
3.2 几何图元的建立	57
3.2.1 鼠标的使用	57
3.2.2 几何图元的绘制	57
3.3 编辑几何图元	61
3.3.1 选择几何图元	61
3.3.2 利用鼠标动态修改几何图元	62
3.3.3 图形修整工具	62
3.3.4 剖面工具	63
3.4 尺寸标注 (DIMENSION)	65
3.4.1 一般型尺寸标注	66
3.4.2 周长型尺寸标注	68
3.4.3 参考型尺寸标注	70
3.4.4 基线型尺寸标注	70
3.4.5 替换型尺寸标注	70
3.4.6 标注尺寸的技巧	70
3.5 修改 (Modify)	71
3.5.1 尺寸数值的修改	71
3.5.2 样条的修改	72
3.6 约束 (CONSTRAINT)	74
3.7 草绘综合实例	76
3.7.1 例 3-1	76
3.7.2 例 3-2	77
3.7.3 例 3-3	79
3.7.4 例 3-4	81
习题	83
第4章 Pro/E 实体特征	85
4.1 实体特征的基础知识	85
4.1.1 视图操作	85

4.1.2 特征类型	87
4.1.3 草绘参照	89
4.2 基础实体特征	90
4.2.1 基础实体特征的基础知识	90
4.2.2 拉伸 (EXTRUDE)	92
4.2.3 旋转 (REVOLVE)	93
4.2.4 扫描 (SWEEP)	95
4.2.5 混合 (Blend)	98
4.3 实体特征操作工具	105
4.3.1 特征的复制	105
4.3.2 特征的操作	116
4.4 实体特征	125
4.4.1 孔 (Hole) 特征	125
4.4.2 加强筋 (Rib) 特征	128
4.4.3 拔模 (Draft) 特征	130
4.4.4 圆角 (Round) 特征	131
4.4.5 倒角 (Chamfer) 特征	136
4.5 复杂实体特征	138
4.5.1 螺旋扫描 (Helical Sweep)	138
4.5.2 可变剖面扫描 (Variable Section Sweep)	140
4.6 综合实例	145
4.6.1 实例 4-1 Extrude、Revolve、Hole 和 Round 的综合应用—— 万向联轴器轴叉	145
4.6.2 实例 4-2 Extrude、Sweep、Copy、Mirror 和 Shell 的综合应用—— 冷却片	147
4.6.3 实例 4-3 Extrude、Sweep、Blend、Shell、Round 和 Hole 的 综合应用——车轮盖	150
4.6.4 实例 4-4 Extrude、Blend-General 的应用——铣刀刃	155
习题	157
第 5 章 Pro/E 曲面特征	160
5.1 基本曲面特征	160
5.1.1 面组概述	160
5.1.2 创建曲面	162
5.2 操作曲面特征	168
5.2.1 修改面组	169
5.2.2 利用面组建立实体特征	173
5.3 高级曲面特征	175

5.3.1	Boundary Blend (边界混合)	175
5.3.2	Conic Surface (圆锥曲面)	180
5.3.3	N-Sided Patch (N 侧曲面片)	183
5.4	综合实例	185
5.4.1	实例 5-1 Datum Point、Datum Plane 与 Fill Surface 综合应用	185
5.4.2	实例 5-2 Revolve、Datum Shell、Project、Solidify 综合应用	188
5.4.3	实例 5-3 Extrude Solid、Extrude Surface、Surface Merge 和 Solidify 综合应用	191
5.4.4	实例 5-4 Extrude、Surface Merge 和 Solidify 综合应用	194
5.4.5	实例 5-5 Extrude Surface、Datum Plane、Merge 和 Solidify 综合应用	196
5.4.6	实例 5-6 Revolve、Sweep、Extend、Merge、Thicken 和 Round 综合应用	199
5.4.7	实例 5-7 Extrude、Sweep、Fill、Project、Mirror 和 Merge 综合应用	203
5.4.8	实例 5-8 Sweep、Mirror、Merge、Trim、Round、Thicken 综合应用	208
5.4.9	实例 5-9 Curve、Boundary Blend、Merge、Thicken 综合应用	214
	习题	219
第 6 章	Pro/E 三维造型综合实例	220
6.1	综合实例一	220
6.1.1	零件概述	220
6.1.2	零件造型步骤	220
6.2	综合实例二	223
6.2.1	零件概述	223
6.2.2	零件造型步骤	224
6.3	综合实例三	226
6.3.1	零件概述	226
6.3.2	零件造型步骤	227
6.4	综合实例四	232
6.4.1	零件概述	232
6.4.2	零件造型步骤	233
6.5	综合实例五	235
6.5.1	零件概述	235
6.5.2	零件造型步骤	236
6.6	综合实例六	240
6.6.1	零件概述	240
6.6.2	零件造型步骤	241

6.7 综合实例七.....	244
6.7.1 零件概述.....	244
6.7.2 零件 1 造型步骤.....	245
6.7.3 零件 2 造型步骤.....	249
习题.....	251
第 7 章 CAM 数控编程及加工工艺基础.....	252
7.1 数控加工基础知识.....	252
7.1.1 数控加工原理.....	252
7.1.2 数控机床的坐标系.....	255
7.2 数控编程基础.....	258
7.2.1 数控指令.....	258
7.2.2 手工编程步骤.....	269
7.2.3 手工编程举例.....	270
7.3 数控加工工艺流程.....	276
7.3.1 数控加工工艺的特点及内容.....	276
7.3.2 工序的划分及加工刀具的选择.....	278
7.3.3 切削用量的确定和走刀路线的选择.....	285
7.3.4 对刀点的选择、高度安排与进/退刀控制方式.....	289
7.3.5 刀具补偿、铣削方式和冷却液的开关.....	291
7.3.6 拐角、轮廓控制与区域加工顺序.....	293
7.4 数控编程的误差控制.....	294
7.4.1 加工误差的概念.....	294
7.4.2 刀轨计算误差.....	295
7.4.3 残余高度的控制.....	296
7.5 高速加工编程概述.....	299
7.5.1 高速加工概述.....	299
7.5.2 高速加工工艺.....	304
7.5.3 高速加工编程要点.....	305
7.5.4 充分利用 CAM 软件的高速加工功能.....	307
习题.....	308
第 8 章 Cimatron E7.0 概述.....	309
8.1 Cimatron E7.0 系统概述.....	309
8.1.1 Cimatron E7.0 软件的功能模块.....	309
8.1.2 Cimatron E7.0 软件的系统需求、安装、运行与汉化.....	311
8.2 Cimatron E7.0 的文件操作和工作界面.....	314
8.2.1 Cimatron E7.0 的文件操作.....	314
8.2.2 CimatronE7.0 的工作界面.....	317

8.3 Cimatron E7.0 基本操作	318
8.3.1 鼠标的使用与快捷键	318
8.3.2 视图操作	320
8.3.3 机交互的参数设置方式	323
8.3.4 物体选取	324
8.3.5 特征树与特征向导	326
8.3.6 矢量方向设置	329
8.4 基准 (Datum)	330
8.4.1 基准面 (Plane)	330
8.4.2 基准轴 (Axis)	331
8.4.3 坐标系 (UCS)	332
8.5 草图建立简介	334
8.5.1 草图概述	334
8.5.2 草图编辑工具	335
8.5.3 草图约束	345
8.6 曲线、曲面造型与实体造型简介	347
8.6.1 曲线、曲面概述	347
8.6.2 Cimatron E7.0 实体设计简介	349
8.7 Cimatron E7.0 NC 编程的工作环境	351
8.7.1 进入编程加工窗口	351
8.7.2 工作模式	353
8.7.3 工作界面	355
8.8 Cimatron E7.0 NC 编程的操作步骤	358
8.8.1 导入模型	358
8.8.2 定义刀具	359
8.8.3 创建刀路	360
8.8.4 创建零件	362
8.8.5 创建毛坯	363
8.8.6 创建程序	364
8.8.7 执行程序	369
8.8.8 仿真模拟	369
8.8.9 后置处理	371
8.9 综合实例	372
8.9.1 实例 8-1 Extrude、Revolve、Hole 和 Round 的综合应用—— 万向联轴器轴叉	372
8.9.2 实例 8-2 Extrude、Line、Composite Curve、Bounded、Stitch 和 Cut 综合应用	376
习题	382

第 9 章 Cimatron E7.0 数控加工刀路 和 NC 程序	383
9.1 NC 编程基础	383
9.1.1 Cimatron E7.0 NC 编程的刀具设置	383
9.1.2 Cimatron E7.0 程序管理器	388
9.2 2.5 轴加工	391
9.2.1 2.5 轴加工概述	391
9.2.2 2.5 轴加工的加工对象选择	393
9.2.3 2.5 轴加工刀路参数	398
9.2.4 机床参数	414
9.2.5 钻孔加工	417
9.3 体积铣	423
9.3.1 体积铣概述	423
9.3.2 3D 体积铣的刀路参数	426
9.3.3 新 NC 策略的刀路参数	437
9.4 曲面铣	443
9.4.1 曲面铣概述	443
9.4.2 曲面铣的刀路参数	446
9.5 局部精细加工与流线铣	453
9.5.1 局部精细加工	453
9.5.2 流线铣	459
9.6 刀路轨迹管理	464
9.6.1 刀路轨迹的移动与复制	464
9.6.2 刀路编辑器与加工模板应用	465
9.6.3 刀具路径检视与模拟切削	467
9.6.4 后处理与加工工艺报表	470
9.7 综合实例	473
9.7.1 心形凹模零件的 2.5 轴数控加工	473
9.7.2 鼠标上盖凸模的数控加工	486
习题	505
第 10 章 Cimatron E7.0 数控加工综合实例	506
10.1 数控加工综合实例一	506
10.1.1 零件概述	506
10.1.2 数控加工刀路和 NC 程序的产生	507
10.2 综合实例二	519
10.2.1 零件概述	519
10.2.2 数控加工刀路和 NC 程序的产生	521
10.3 综合实例三	531

10.3.1 零件概述.....	531
10.3.2 数控加工刀路和 NC 程序的产生.....	533
10.4 综合实例四.....	543
10.4.1 零件概述.....	543
10.4.2 数控加工刀路和 NC 程序的产生.....	545
10.5 综合实例五.....	554
10.5.1 零件概述.....	554
10.5.2 零件正面数控加工刀路和 NC 程序的产生.....	556
10.5.3 零件反面数控加工刀路和 NC 程序的产生.....	565
10.6 综合实例六.....	572
10.6.1 零件概述.....	572
10.6.2 零件正面数控加工刀路和 NC 程序的产生.....	574
10.6.3 零件反面数控加工刀路和 NC 程序的产生.....	585
10.7 综合实例七.....	594
10.7.1 零件概述.....	594
10.7.2 零件 1 正面数控加工刀路和 NC 程序的产生.....	596
10.7.3 零件 1 反面数控加工刀路和 NC 程序的产生.....	605
10.7.4 零件 2 数控加工刀路和 NC 程序的产生.....	611
习题.....	620
第 11 章 常见数控铣床和加工中心的操作.....	621
11.1 FANUC 0i 系统的数控铣床操作.....	621
11.1.1 FANUC 0i 系统数控铣床操作面板.....	621
11.1.2 FANUC 0i 系统数控铣床的基本操作.....	626
11.2 SIEMENS 802D 的数控铣床操作.....	631
11.2.1 SIEMENS-802D 系统数控铣床操作面板.....	631
11.2.2 SIEMENS-802D 系统数控铣床的基本操作.....	636
11.3 SIEMENS 810D 加工中心的操作.....	656
11.3.1 SIEMENS 810D 系统加工中心 TH5660A 的功能、组成、 特点和技术参数.....	656
11.3.2 SIEMENS 810D 系统加工中心的操作面板.....	658
11.3.3 SIEMENS 810D 系统加工中心的基本操作.....	664
习题.....	682
参考文献.....	683