

数控加工自动编程丛书

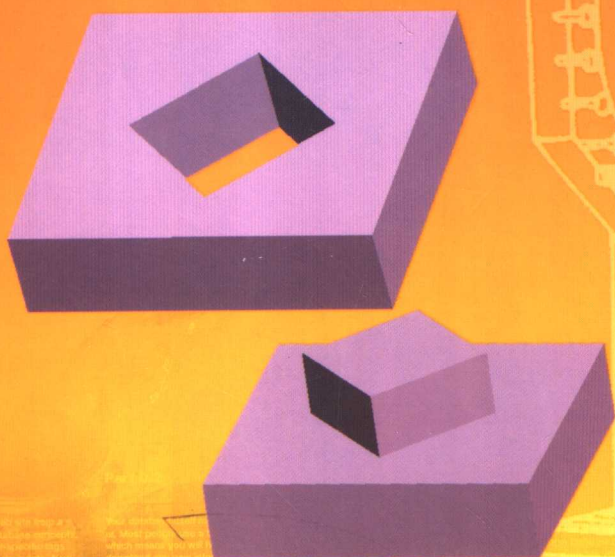
■详细全面的自学手册！

■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+ Mastercam 详解



清华大学出版社

TC659-39/'23D

:2

2008

数控加工自动编程丛书

数控加工自动编程

——Pro/E Wildfire+Mastercam 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 和 Mastercam 9.0 版本为介绍对象。

全书共 12 章,主要介绍 3 大部分内容:(1) Pro/ENGINEER 的草绘、实体特征、曲面。(2) Mastercam 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、Mastercam 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,可作为各培训机构的考工培训教材,也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+Mastercam 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 978-7-302-16661-0

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、Mastercam
IV. TG659-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 199608 号

责任编辑:许存权 刘欢欢

封面设计:范华明

版式设计:杨 洋

责任校对:姜 彦 焦章英

责任印制:王秀菊

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 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印张:11.75 字数:939 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:66.00 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:022175-01

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 和 Mastercam 9.0 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 在今日俨然成为世界 3D CAD/CAE/CAM 系统的标准软件。Pro/ENGINEER 的应用范围横跨许多行业，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 产业等。掌握 Pro/ENGINEER 已经成为现代工程师的重要标志之一。

Mastercam 软件是美国 CNC Software 公司开发的基于 PC Windows 的 CAD/CAM 系统，包括美国在内的各工业大国都采用该系统作为设计、加工制造的标准。Mastercam 作为全球 PC 级的 CAM，在全球的 CAM 市场所占据的市场份额雄踞榜首，是工业界及学校广泛采用的 CAD/CAM 系统。随着中国加工制造业的崛起，中国正逐步成为世界加工制造中心，Mastercam 产品也随着这一进程在中国区的销量迅速增加，广泛应用于企业界及教育单位。Mastercam 系统具有强大完整的曲线、曲面、实体造型功能，可以与典型的 CAD 系统进行数据交换，尤其是具有齐全的 2~5 轴 CNC 数控加工编程功能，并且有易于掌握、快速编程和能完成大型复杂零部件加工等特点。

本书共 12 章，主要介绍 3 大部分内容：（1）Pro/ENGINEER 的草绘、实体特征、曲面。（2）Mastercam 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、Mastercam 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 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）Mastercam 9.0 二维绘图与三维造型概述。
- （9）Mastercam 9.0 数控加工刀路的产生。
- （10）NC 后置处理。
- （11）Mastercam 9.0 数控加工综合实例。

(12) 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，可作为各培训机构的 CAD/CAM 软件、数控机床考工培训教材，也可作为企业技术人员、相关专业师生的参考书。

本书在编写过程中得到我妻子王玉萍的大力支持和帮助，她对书稿中文字的校对和修改付出了许多艰辛的劳动。

本书在编写过程中，参考引用了本书参考文献中的资料。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：wumy20060109@yahoo.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	16
1.5 习题	16
第 2 章 Pro/ENGINEER Wildfire 概述.....	17
2.1 Pro/ENGINEER 系统概述	17
2.1.1 Pro/ENGINEER 系统特性简介	17
2.1.2 行为建模技术	18
2.1.3 Pro/ENGINEER Wildfire 的新增功能	19
2.1.4 软件的安装过程	20
2.2 Pro/ENGINEER Wildfire 版的操作界面	23
2.2.1 Pro/ENGINEER Wildfire 版本用户界面	23
2.2.2 下拉菜单	26
2.3 工作模式	35
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	41
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	48
2.5.6 基准曲线 (Datum Curve) 的创建	49
2.5.7 基准坐标系 (Coordinate System) 的创建	51
2.6 习题	52
第3章 2D 剖面草绘 (2D Sketcher)	53
3.1 草绘环境及其设置	53
3.1.1 进入草绘的途径	53
3.1.2 设定草绘模式环境	54
3.1.3 目的管理器 (Intent Manager)	57
3.2 几何图元的建立	59
3.2.1 鼠标的使用	59
3.2.2 几何图元的绘制	59
3.3 编辑几何图元	63
3.3.1 选择几何图元	63
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	64
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	70
3.4.3 参考型尺寸标注	71
3.4.4 基线型尺寸标注	71
3.4.5 替换型尺寸标注	71
3.4.6 标注尺寸的技巧	72
3.5 修改 (Modify)	73
3.5.1 尺寸数值的修改	73
3.5.2 样条的修改	74
3.6 约束 (Constraint)	75
3.7 草绘综合实例	77
3.7.1 例 3-1	77
3.7.2 例 3-2	78
3.7.3 例 3-3	79
3.7.4 例 3-4	81
3.8 习题	83
第4章 Pro/E 实体特征	86
4.1 实体特征的基础知识	86

4.1.1	视图操作	86
4.1.2	特征类型	88
4.1.3	草绘参照	90
4.2	基础实体特征	91
4.2.1	基础实体特征的基础知识	91
4.2.2	拉伸 (EXTRUDE)	92
4.2.3	旋转 (REVOLVE)	94
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	115
4.4	实体特征	124
4.4.1	孔 (Hole) 特征	124
4.4.2	筋 (Rib) 特征	126
4.4.3	拔模 (Draft) 特征	128
4.4.4	圆角 (Round) 特征	129
4.4.5	倒角 (Chamfer) 特征	134
4.5	复杂实体特征	136
4.5.1	扫描混合 (Swept Blend)	137
4.5.2	螺旋扫描 (Helical Sweep)	143
4.5.3	可变截面扫描 (Variable Section Sweep)	144
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	153
4.6.4	实例 4-4 Extrude、Blend-General 的使用——铣刀刃	158
4.7	习题	160
第 5 章	Pro/E 曲面特征	163
5.1	基本曲面特征	163
5.1.1	面组概述	163
5.1.2	创建曲面	165
5.2	操作曲面特征	172
5.2.1	修改面组	172

5.2.2	利用面组建立实体特征	176
5.3	高级曲面特征	178
5.3.1	Boundary Blend (边界混合)	178
5.3.2	Conic Surface (圆锥曲面)	184
5.3.3	N-Sided Patch (N 侧曲面片)	187
5.4	综合实例	188
5.4.1	实例 5-1 Datum Point、Datum Plane 与 Fill surface 综合应用	188
5.4.2	实例 5-2 Datum curve、Revolve、Project、Solidify 与 Sweep surface 综合应用	192
5.4.3	实例 5-3 Extrude、Surface merge 和 Solidify 综合应用	194
5.4.4	实例 5-4 Extrude、Surface merge 和 Solidify 综合应用	197
5.4.5	实例 5-5 Extrude Surface、Datum Plane、Merge 和 Solidify 综合应用 ..	199
5.4.6	实例 5-6 Revolve、Sweep、Merge、Shell、Round 和 Thicken 综合应用	202
5.4.7	实例 5-7 Extrude、Sweep、Fill、Projected、Mirror 和 Merge 综合应用	206
5.4.8	实例 5-8 Sweep、Mirror、Merge、Trim、Round、Thicken 综合应用 ..	210
5.4.9	实例 5-9 Curve、Boundary Blend、Merge、Thicken 综合应用	215
5.5	习题	219
第 6 章	Pro/E 三维造型综合实例	220
6.1	综合实例 1	220
6.1.1	零件概述	220
6.1.2	零件造型步骤	221
6.2	综合实例 2	224
6.2.1	零件概述	224
6.2.2	零件造型步骤	225
6.3	综合实例 3	228
6.3.1	零件概述	228
6.3.2	零件造型步骤	229
6.4	综合实例 4	234
6.4.1	零件概述	234
6.4.2	零件造型步骤	235
6.5	综合实例 5	238
6.5.1	零件概述	238
6.5.2	零件造型步骤	239
6.6	综合实例 6	243
6.6.1	零件概述	243

6.6.2 零件造型步骤	244
6.7 综合实例 7	247
6.7.1 零件概述	247
6.7.2 零件 1 造型步骤	249
6.7.3 零件 2 造型步骤	253
6.8 习题	256
第 7 章 CAM 数控编程及加工工艺基础	257
7.1 数控加工基础知识	257
7.1.1 数控加工原理	257
7.1.2 数控机床的坐标系	260
7.2 数控编程基础	263
7.2.1 数控指令	263
7.2.2 手工编程步骤	274
7.2.3 手工编程举例	275
7.3 数控加工工艺流程	282
7.3.1 数控加工工艺的特点及内容	282
7.3.2 工序的划分及加工刀具的选择	283
7.3.3 切削用量的确定和走刀路线的选择	290
7.3.4 对刀点的选择、高度安排与进/退刀控制方式	294
7.3.5 刀具补偿、铣削方式和冷却液的开关	296
7.3.6 拐角、轮廓控制与区域加工顺序	298
7.4 数控编程的误差控制	300
7.5 高速加工编程概述	304
7.5.1 高速加工概述	304
7.5.2 高速加工工艺	308
7.5.3 高速加工编程要点	309
7.5.4 充分利用 CAM 软件的高速加工功能	311
7.6 习题	312
第 8 章 Mastercam 9.0 二维绘图与三维造型概述	313
8.1 Mastercam 9.0 系统概述	313
8.1.1 Mastercam 9.0 系统特性简介	313
8.1.2 Mastercam 9.0 软、硬件需求	314
8.1.3 Mastercam 9.0 的安装、启动、帮助与退出	315
8.2 Mastercam 9.0 操作界面	316
8.2.1 工作界面	316
8.2.2 菜单栏	318

8.2.3 坐标系、图层、视图操作和快捷键	321
8.3 系统设置	325
8.4 构建 2D 图形简介	328
8.5 编辑功能	337
8.5.1 Modify (修整)	337
8.5.2 Xform (转换)	340
8.6 尺寸标注	345
8.7 构建曲线、曲面简介	348
8.7.1 Cplane (构图面) 和 Gview (视角)	348
8.7.2 Curve (曲线)	350
8.7.3 Surface (曲面)	353
8.7.4 曲面编辑	357
8.8 分析简介	361
8.9 建立实体模型简介	364
8.9.1 简单实体造型的创建	364
8.9.2 由曲线创建实体	367
8.9.3 薄片实体	371
8.9.4 实体的编辑操作	373
8.9.5 实体的布尔运算与实体管理器	377
8.10 综合实例	378
8.11 习题	396
第 9 章 Mastercam 9.0 数控加工刀路的产生	397
9.1 Mastercam 9.0 数控加工基础设置	397
9.1.1 刀具、材料、工件和操作设置	397
9.1.2 操作管理	404
9.2 轮廓铣削 (Contour)	407
9.3 钻孔 (Drill)、挖槽 (Pocket)、面铣 (Face) 和圆铣 (Circular paths)	413
9.3.1 钻孔 (Drill)	413
9.3.2 挖槽铣削 (Pocket)	415
9.3.3 端面加工 (Face)	420
9.3.4 圆铣削 (Circular paths)	421
9.4 曲面铣削 (Surface)	424
9.4.1 曲面加工概述	424
9.4.2 曲面粗铣	427
9.4.3 曲面精铣	434
9.5 多轴加工 (Multiaxis)	440
9.5.1 多轴加工概述	440

9.5.2 多轴加工 (Multiaxis)	442
9.6 Mastercam 9.0 数控加工综合实例	450
9.6.1 二维加工综合实例——面铣削、外形铣削、挖槽和钻孔加工	450
9.6.2 曲面加工实例 1——平行粗、精加工	455
9.6.3 曲面加工实例 2——放射粗、精加工和投影精加工	459
9.6.4 曲面加工实例 3——流线粗、精加工	464
9.6.5 曲面加工实例 4——等高外形粗、精加工和浅平面精加工	467
9.6.6 曲面加工实例 5——挖槽粗加工和残料清除、等高外形、 浅平面精加工	472
9.6.7 曲面加工实例 6——挖槽粗加工和环绕等距精加工	479
9.7 习题	482
第 10 章 NC 后置处理	483
10.1 NC 后置处理概述	483
10.2 Mastercam 9.0 后置处理系统	486
10.2.1 注解和调试帮助	486
10.2.2 定义变量	487
10.2.3 后处理块	494
10.2.4 系统问答	499
10.3 设置数控机床后置处理文件举例	501
10.3.1 设置数控机床后置处理文件概述	501
10.3.2 为配有 FANUC 0i 系统的数控机床设置后置处理文件	502
10.3.3 为配有 SIEMENS 802D 系统的数控机床设置后置处理文件	506
10.3.4 为配有 SIEMENS 810D 系统的加工中心设置后置处理文件	510
10.4 习题	512
第 11 章 Mastercam 9.0 数控加工综合实例	513
11.1 数控加工综合实例 1	513
11.1.1 零件概述	513
11.1.2 图形转换	515
11.1.3 数控加工刀具路径和 NC 程序	516
11.2 数控加工综合实例 2	525
11.2.1 零件概述	525
11.2.2 图形转换	526
11.2.3 数控加工刀具路径和 NC 程序	528
11.3 数控加工综合实例 3	536
11.3.1 零件概述	536
11.3.2 图形转换	538
11.3.3 数控加工刀具路径和 NC 程序	539

11.4 数控加工综合实例 4	544
11.4.1 零件概述	544
11.4.2 图形转换	546
11.4.3 数控加工刀具路径和 NC 程序	548
11.5 数控加工综合实例 5	553
11.5.1 零件概述	553
11.5.2 图形转换	556
11.5.3 零件正面数控加工刀具路径和 NC 程序	557
11.5.4 零件反面数控加工刀具路径和 NC 程序	562
11.6 数控加工综合实例 6	564
11.6.1 零件概述	564
11.6.2 图形转换	567
11.6.3 零件正面数控加工刀具路径和 NC 程序	568
11.6.4 零件反面数控加工刀具路径和 NC 程序	573
11.7 数控加工综合实例 7	576
11.7.1 零件概述	576
11.7.2 图形转换	579
11.7.3 零件 1 正面数控加工刀具路径和 NC 程序	580
11.7.4 零件 1 反面数控加工刀具路径和 NC 程序	585
11.7.5 零件 2 数控加工刀具路径和 NC 程序	586
11.8 习题	592
第 12 章 常见数控铣床和加工中心的操作	593
12.1 FANUC Oi 系统的数控铣床操作	593
12.1.1 FANUC Oi 系统数控铣床操作面板	593
12.1.2 FANUC Oi 系统数控铣床的基本操作	598
12.2 SIEMENS 802D 的数控铣床操作	603
12.2.1 SIEMENS-802D 系统数控铣床操作面板	603
12.2.2 SIEMENS-802D 系统数控铣床的基本操作	608
12.3 SIEMENS 810D 加工中心的操作	623
12.3.1 SIEMENS 810D 系统加工中心 TH5660A 的功能、组成、特点和 技术参数	623
12.3.2 SIEMENS 810D 系统加工中心的操作面板	625
12.3.3 SIEMENS 810D 系统加工中心的基本操作	630
12.4 习题	647
参考文献	648