

数控加工自动编程丛书

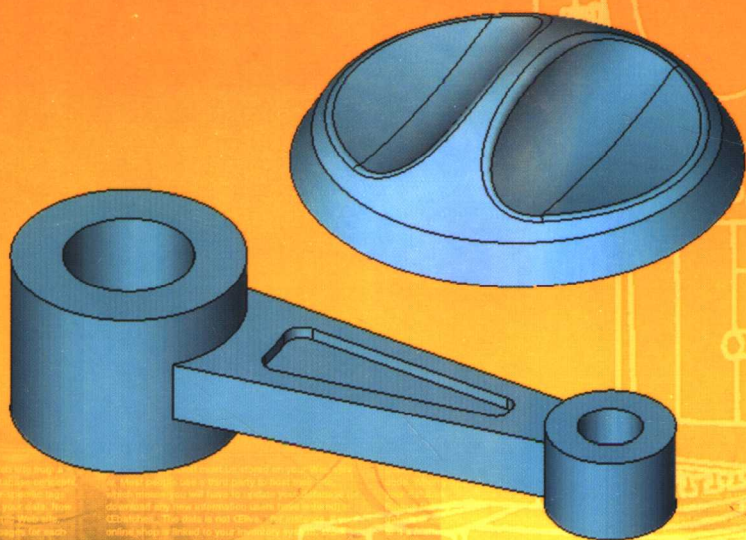
■详细全面的自学手册!

■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

——Cimatron E 详解



清华大学出版社

数控加工自动编程丛书

TG659-39/23D

:4

2008

数控加工自动编程

——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 Cimatron E7.0 版本为介绍对象。

全书共 11 章, 主要介绍了 3 大部分内容: (1) Cimatron E7.0 的草图、实体设计、曲线和曲面造型等; (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等。通过大量实例将 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, 并且每章最后附有适当的习题, 另外提供了 7 道技工考证的实操题。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的知识和技能。

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——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 978-7-302-16658-0

I. 数… II. 吴… III. 数控机床-加工-计算机辅助设计-应用软件, Cimatron E IV. TG659-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 199605 号

责任编辑: 许存权 张丽萍

封面设计: 范华明

版式设计: 赵丽娜

责任校对: 王 云

责任印制: 孟凡玉

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: 北京密云胶印厂

装 订 者: 三河市金元印装有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×260 印张: 48.5 字数: 1097 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: 69.80 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: 022179-01

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 Cimatron E7.0 版本为介绍对象。

Cimatron E7.0 是以色列 Cimatron 公司推出的一套全新的非常优秀的全功能 CAD/CAM/PDM 软件,由于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。Cimatron 软件在我国珠三角和长三角地区使用十分广泛,特别是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。

Cimatron E7.0 包括一套超强并易于使用的 3D 设计工具。该工具融合了曲线造型、曲面造型和实体设计,允许用户方便地处理获得的数据模型和进行产品的概念设计。Cimatron E7.0 具有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。针对制造过程,Cimatron E7.0 支持具有高速铣削功能的 2.5 轴~5 轴铣削加工,基于毛坯残留知识的加工和自动化加工模板,所有这些大大减少了数控编程和加工时间。Cimatron E7.0 全面的 NC 解决方案包含一系列相对成熟的加工策略,为用户提供了高效率的加工。Cimatron E7.0 让用户工作在一个集成的环境中,NC 文档包含完整的 CAD 功能,一个交互式的 NC 向导条引导用户完成整个 NC 过程。

全书共 11 章,主要介绍 Cimatron E7.0 的草图、实体设计、曲线和曲面造型/数控加工刀路、NC 加工程序的产生及常用数控铣床和加工中心的操作等。通过大量实例将 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的知识。本书内容包括:

- (1) 数控加工概述。
- (2) Cimatron E7.0 概述。
- (3) Cimatron E7.0 草图。
- (4) Cimatron E7.0 实体设计。
- (5) Cimatron E7.0 曲线、曲面造型。
- (6) Cimatron E7.0 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 NC 编程概述与 2.5 轴加工。
- (9) Cimatron E7.0 3 轴加工刀路的产生。
- (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，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。

本书由吴明友编写，在编写过程中得到我妻子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很多艰辛的劳动。

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谅解，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	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 数控加工编程的目的和方法	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 Cimatron E7.0 概述	17
2.1 Cimatron E7.0 系统概述	17
2.1.1 Cimatron E7.0 软件的功能模块	17
2.1.2 Cimatron E7.0 软件的系统需求、安装、运行与汉化	19
2.2 Cimatron E7.0 的文件操作和工作界面	22
2.2.1 Cimatron E7.0 的文件操作	22
2.2.2 Cimatron E7.0 的工作界面	25
2.3 Cimatron E7.0 基本操作	27
2.3.1 鼠标的使用与快捷键	27
2.3.2 视图操作	28
2.3.3 人机交互的参数设置方式	32
2.3.4 物体选取	33
2.3.5 特征树与特征向导	35
2.3.6 矢量方向设置	38
2.4 基准	38
2.4.1 基准面	39
2.4.2 基准轴	40
2.4.3 坐标系	41

习题.....	43
第3章 Cimatron E7.0 草图	44
3.1 草图概述.....	44
3.1.1 Cimatron E7.0 使用草图的一般过程.....	44
3.1.2 进入草图环境.....	44
3.2 草图编辑工具.....	45
3.3 草图约束.....	55
3.3.1 几何约束.....	55
3.3.2 增加约束.....	55
3.3.3 尺寸约束.....	56
3.4 草图综合实例.....	57
3.4.1 草绘综合实例 3-1.....	57
3.4.2 草绘综合实例 3-2.....	58
3.4.3 草绘综合实例 3-3.....	60
3.4.4 草绘综合实例 3-4.....	62
习题.....	65
第4章 Cimatron E7.0 实体设计	70
4.1 生成实体.....	71
4.1.1 新建实体.....	72
4.1.2 增加实体.....	80
4.1.3 删除实体.....	83
4.1.4 过渡与拔模.....	86
4.2 其他实体特征.....	97
4.2.1 打孔.....	97
4.2.2 比例缩放.....	98
4.2.3 抽壳.....	100
4.3 布尔运算.....	101
4.3.1 分割.....	101
4.3.2 融合.....	104
4.3.3 切除.....	104
4.4 编辑几何体.....	105
4.4.1 移动几何体.....	105
4.4.2 复制几何体.....	109
4.4.3 删除几何体.....	111
4.5 实体设计综合实例.....	111

4.5.1 实例 4-1——Extrude、Revolve、Hole 和 Round 的综合应用（万向联轴器轴叉）	111
4.5.2 实例 4-2——Drive、Extrude 和 Shell 的综合应用（冷却片）	115
4.5.3 实例 4-3——Extrude 和 Round 的综合应用（发动机连杆）	118
4.5.4 实例 4-4——Extrude 和 Round 的综合应用（旋钮）	123
习题	131
第 5 章 Cimatron E7.0 曲线、曲面造型	134
5.1 曲线、曲面概述	134
5.2 曲线绘制	136
5.2.1 组合曲线	136
5.2.2 简单曲线	138
5.2.3 曲面曲线	148
5.3 曲线编辑	152
5.3.1 延伸	152
5.3.2 投影	153
5.3.3 偏移	155
5.3.4 圆角过渡	155
5.3.5 文本	156
5.3.6 断开	158
5.3.7 裁剪	159
5.4 曲面造型	160
5.4.1 简单曲面	160
5.4.2 高级曲面	167
5.5 曲面编辑	183
5.5.1 曲面缝合、断开与裁剪	183
5.5.2 曲面修改	192
5.6 曲线、曲面造型综合实例	202
5.6.1 实例 5-1——Inclined Plane、Copy Mirror、Composite、Bounded、Stitch 和 Cut 综合应用	202
5.6.2 实例 5-2——Extrude、Sweep 和 Cut 的综合应用	209
5.6.3 实例 5-3——Extrude、Line、Composite Curve、Bounded、Stitch 和 Cut 综合应用	213
5.6.4 实例 5-4——Revolve、Skin、Composite、Sweep、Stitch、Copy Mirror、Cut 和 Trim 综合应用	220
5.6.5 实例 5-5——Sweep、Mirror、Merge、Trim、Round 和 Thicken 综合应用	225
习题	232

第 6 章 Cimatron E7.0 三维造型综合实例	233
6.1 综合实例一	233
6.1.1 零件概述	233
6.1.2 零件造型步骤	234
6.2 综合实例二	241
6.2.1 零件概述	241
6.2.2 零件造型步骤	242
6.3 综合实例三	247
6.3.1 零件概述	247
6.3.2 零件造型步骤	248
6.4 综合实例四	260
6.4.1 零件概述	260
6.4.2 零件造型步骤	261
6.5 综合实例五	273
6.5.1 零件概述	273
6.5.2 零件造型步骤	273
6.6 综合实例六	285
6.6.1 零件概述	285
6.6.2 零件造型步骤	287
6.7 综合实例七	300
6.7.1 零件概述	300
6.7.2 零件 1 造型步骤	301
6.7.3 零件 2 造型步骤	310
习题	319
第 7 章 CAM 数控编程及加工工艺基础	320
7.1 数控加工基础知识	320
7.1.1 数控加工原理	320
7.1.2 数控机床的坐标系	323
7.2 数控编程基础	326
7.2.1 数控指令	326
7.2.2 手工编程步骤	338
7.2.3 手工编程举例	339
7.3 数控加工工艺流程	345
7.3.1 数控加工工艺的特点及内容	345
7.3.2 工序的划分及加工刀具的选择	347
7.3.3 切削用量的确定和走刀路线的选择	352

7.3.4 对刀点的选择、高度安排与进/退刀控制方式	356
7.3.5 刀具补偿、铣削方式和冷却液的开关	359
7.3.6 拐角、轮廓控制与区域加工顺序	361
7.4 数控编程的误差控制	362
7.4.1 加工误差的概念	362
7.4.2 刀轨计算误差	363
7.4.3 残余高度的控制	363
7.5 高速加工编程概述	366
7.5.1 高速加工概述	366
7.5.2 高速加工工艺	371
7.5.3 高速加工编程要点	372
7.5.4 充分利用 CAM 软件的高速加工功能	374
习题	375
第 8 章 Cimatron E7.0 NC 编程概述与 2.5 轴加工	376
8.1 Cimatron E7.0 NC 编程的工作环境	376
8.1.1 进入编程加工窗口	376
8.1.2 工作模式	378
8.1.3 工作界面	380
8.2 Cimatron E7.0 NC 编程的操作步骤	383
8.2.1 导入模型	383
8.2.2 定义刀具	385
8.2.3 创建刀路	386
8.2.4 创建零件	387
8.2.5 创建毛坯	388
8.2.6 创建程序	389
8.2.7 执行程序	394
8.2.8 仿真模拟	395
8.2.9 后置处理	396
8.3 Cimatron E7.0 NC 编程的刀具设置	397
8.3.1 刀具类型与参数	397
8.3.2 刀具管理	400
8.3.3 加载刀具	402
8.4 Cimatron E7.0 程序管理器	404
8.5 2.5 轴加工	407
8.5.1 2.5 轴加工概述	407
8.5.2 2.5 轴加工的加工对象选择	409
8.5.3 2.5 轴加工刀路参数	413

8.5.4 机床参数	429
8.5.5 钻孔加工	432
8.6 刀路轨迹管理	438
8.6.1 刀路轨迹的移动与复制	438
8.6.2 刀路编辑器与加工模板应用	440
8.6.3 刀具路径检视与模拟切削	442
8.6.4 后处理与加工工艺报表	445
8.7 综合实例	448
8.7.1 实例 8-1——心形凹模零件的 2.5 轴数控加工	448
8.7.2 实例 8-2——花形凸模零件的 2.5 轴数控加工	462
习题	476
第 9 章 Cimatron E7.0 3 轴加工刀路的产生	477
9.1 体积铣	477
9.1.1 体积铣概述	477
9.1.2 3D 体积铣的刀路参数	480
9.1.3 新 NC 策略的刀路参数	491
9.2 曲面铣	496
9.2.1 曲面铣概述	496
9.2.2 曲面铣的刀路参数	500
9.3 局部精细加工与流线铣	507
9.3.1 局部精细加工	507
9.3.2 流线铣	513
9.4 综合实例	517
9.4.1 实例 9-1——花形凹槽凸模的 3 轴数控加工	517
9.4.2 实例 9-2——鼠标上盖凸模的 3 轴数控加工	527
9.4.3 手机上盖注塑模具型腔的 3 轴数控加工	546
习题	562
第 10 章 Cimatron E7.0 数控加工综合实例	564
10.1 综合实例一	564
10.1.1 零件概述	564
10.1.2 数控加工刀路和 NC 程序的产生	566
10.2 综合实例二	578
10.2.1 零件概述	578
10.2.2 数控加工刀路和 NC 程序的产生	579
10.3 综合实例三	590
10.3.1 零件概述	590

10.3.2 数控加工刀路和 NC 程序的产生.....	592
10.4 综合实例四.....	603
10.4.1 零件概述.....	603
10.4.2 数控加工刀路和 NC 程序的产生.....	605
10.5 综合实例五.....	615
10.5.1 零件概述.....	615
10.5.2 零件正面数控加工刀路和 NC 程序的产生.....	617
10.5.3 零件反面数控加工刀路和 NC 程序的产生.....	626
10.6 综合实例六.....	634
10.6.1 零件概述.....	634
10.6.2 零件正面数控加工刀路和 NC 程序的产生.....	636
10.6.3 零件反面数控加工刀路和 NC 程序的产生.....	648
10.7 综合实例七.....	657
10.7.1 零件概述.....	657
10.7.2 零件 1 正面数控加工刀路和 NC 程序的产生.....	660
10.7.3 零件 1 反面数控加工刀路和 NC 程序的产生.....	670
10.7.4 零件 2 数控加工刀路和 NC 程序的产生.....	676
习题.....	686
第 11 章 常见数控铣床和加工中心的操作.....	687
11.1 FANUC Oi 系统的数控铣床操作.....	687
11.1.1 FANUC Oi 系统数控铣床操作面板.....	687
11.1.2 FANUC Oi 系统数控铣床的基本操作.....	692
11.2 SIEMENS 802D 的数控铣床操作.....	699
11.2.1 SIEMENS 802D 系统数控铣床操作面板.....	699
11.2.2 SIEMENS 802D 系统数控铣床的基本操作.....	705
11.3 SIEMENS 810D 加工中心的操作.....	727
11.3.1 SIEMENS 810D 系统加工中心 TH5660A 的功能、组成、特点 和技术参数.....	727
11.3.2 SIEMENS 810D 系统加工中心的操作面板.....	729
11.3.3 SIEMENS 810D 系统加工中心的基本操作.....	736
习题.....	756
参考文献.....	757

第1章 数控加工概述

1.1 数控加工在机械制造业中的地位和作用

随着科学技术的飞速发展,机械产品结构越来越合理,其性能、精度和效率日趋提高,更新换代频繁,生产类型由大批大量生产向多品种小批量生产转化。因此,对机械产品的加工相应地提出了高精度、高柔性与高度自动化的要求。

大批大量的产品,如汽车、拖拉机与家用电器的零件。为了解决高产、优质的问题,多采用专用的工艺装备、专用自动化机床或专用的自动生产线和自动车间进行生产。但是应用这些专用生产设备进行生产,生产准备周期长,产品改型不易,因而使产品的开发周期增长。在机械产品中,单件与小批量产品占到70%~80%,这类产品一般都采用通用机床加工,当产品改变时,机床与工艺装备均需作相应的变换和调整,而且通用机床的自动化程度不高,基本上由人工操作,难以提高生产效率和保证产品质量。特别是一些由曲线、曲面轮廓组成的复杂零件,只能借助靠模和仿形机床,或者借助划线和样板用手工操作的方法来加工,加工精度和生产效率受到很大的限制。

由于数控机床综合应用了电子计算机、自动控制、伺服驱动、精密检测与新型机械结构等方面的技术成果,具有高柔性、高精度与高度自动化的特点。因此,采用数控加工方式,解决了机械制造中常规加工技术难以解决甚至无法解决的单件、小批量,特别是复杂型面零件的加工。应用数控加工技术是机械制造业的一次技术革命,使机械制造业的发展进入了一个新的阶段,提高了机械制造业的制造水平,为社会提供了高质量、多品种及高可靠性的机械产品。目前应用数控加工技术的领域已从当初的航空工业部门逐步扩大到汽车、造船、机床、建筑等民用机械制造业,并已取得了巨大的经济效益。

随着航空工业、汽车工业和轻工消费品生产的高速增长,复杂形状的零件越来越多,精度要求也越来越高;此外,激烈的市场竞争要求产品研制生产周期越来越短,传统的加工设备和制造方法已难以适应这种多样化、柔性化与复杂形状的高效高质量加工要求。因此,近几十年来,能有效解决复杂、精密、小批多变零件加工问题的数控(NC)加工技术得到了迅速发展和广泛应用,使制造技术发生了根本性的变化。努力发展数控加工技术,并向更高层次的自动化、柔性化、敏捷化、网络化和数字化制造技术推进,是当前机械制造业发展的方向。

数控技术是机械加工现代化的重要基础和关键技术。应用数控加工可大大提高生产率、稳定加工质量、缩短加工周期、增加生产柔性、实现对各种复杂精密零件的自动化加工,易于在工厂或车间实行计算机管理,还使车间设备总数减少,节省人力,改善劳动条件,有利于加快产品的开发和更新换代,提高企业对市场的适应能力和综合经济效益。数控加