

数控加工自动编程丛书

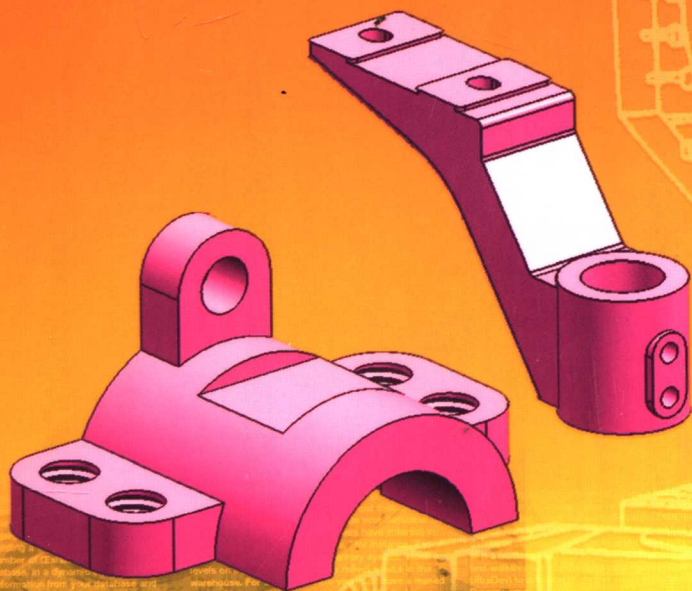
■详细全面的自学手册!

■日常工作的备查手册!

■考工考证的实操训练!



附视频光盘



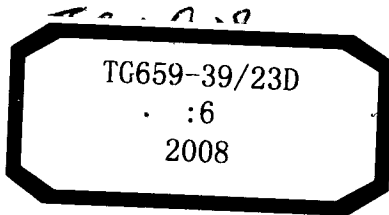
吴明友 编著

数控加工自动编程

—UG NX 详解



清华大学出版社



数控加工自动编程丛书

数控加工自动编程

——UG NX 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UG NX 4.0版本为介绍对象。

全书共11章,主要介绍了3大部分内容:①UG NX 4.0的曲线和草图、实体特征、曲面;②UG NX 4.0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UG NX 4.0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,并且每章最后附有大量的习题,另外还有技工各级考证的实操题。在配套光盘中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——UG NX 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 978-7-302-16664-1

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

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第199611号

责任编辑:许存权 张丽萍

封面设计:范华明

版式设计:杨 洋

责任校对:焦章英

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:北京国马印刷厂

装订者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印张:43.25 字数:974千字

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:022181-01

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 UG NX 4.0 版本为介绍对象。

Unigraphics（简称 UG）是美国 Unigraphics Solutions 公司（简称 UGS）的主导产品，是全球应用最普遍、最富竞争力的一流计算机辅助设计、辅助制造、辅助工程（CAD/CAM/CAE）一体化的三维参数化软件系统之一，在全球拥有大量的用户，广泛应用于机械、航空、航天、汽车、造船、消费产品、医疗仪器、工具和电子等工业领域。

Unigraphics CAD/CAM/CAE 系统提供了一个基于过程的产品设计环境，使产品开发从设计到加工真正实现了数据的无缝集成，从而优化了企业的产品设计与制造。UG 不仅具有强大的实体造型、曲面造型、虚拟装配和产生工程图等设计功能，而且可用建立的三维模型直接生成数控代码，用于产品的加工，其后处理程序支持多种类型数控机床。UG 自 1990 年进入中国市场以来发展迅速，已经成为中国航空航天、汽车、机械、计算机，以及外设、家用电器的首选软件。中国已成为其远东区业务增长最快的国家。UG NX 4.0 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 UG NX 4.0 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 3 大部分内容：①UG NX 4.0 的曲线和草图、实体特征、曲面；②UG NX 4.0 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 UG NX 4.0 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）UG NX 4.0 概述。
- （3）UG NX 4.0 曲线和草图。
- （4）UG NX 4.0 实体建模。
- （5）UG NX 4.0 曲面造型。
- （6）UG NX 4.0 三维造型综合实例。
- （7）CAM 数控编程及加工工艺基础。
- （8）UG NX 4.0 数控加工概述与平面加工。
- （9）UG NX 4.0 3D 数控加工刀路和 NC 程序。
- （10）UG NX 4.0 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。

编 者

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 UG NX 4.0 概述.....	17
2.1 UG NX 4.0 系统概述	17
2.1.1 UG NX 4.0 的特点	17
2.1.2 UG NX 4.0 的发展历史	18
2.1.3 UG 软件的应用领域	19
2.1.4 UG NX 4.0 软件的安装	19
2.2 UG NX 4.0 的工作环境	23
2.2.1 进入 UG NX 4.0 软件界面	23
2.2.2 UG NX 4.0 软件界面	23
2.2.3 文件管理	26
2.2.4 工具栏的定制和常用对话框	30
2.2.5 视图管理、布局和层的管理	34
2.2.6 信息查询和分析	37
2.2.7 平面、矢量构造器和工作坐标系	40
2.3 UG NX 4.0 对象的基本操作	46
2.3.1 对象的选择和显示模式	46
2.3.2 对象的旋转和缩放显示	52
2.3.3 对象的隐藏与删除	54

2.3.4 对象的变换.....	55
习题.....	57
第3章 UG NX 4.0 曲线和草图.....	58
3.1 绘制曲线.....	58
3.1.1 基本曲线 (Basic Curve)	58
3.1.2 点或点集 (Point and Point Sets)	64
3.1.3 曲线倒角 (Curves Chamfer)、矩形 (Rectangle) 和 多边形 (Polygon)	68
3.1.4 样条曲线 (Spline)	69
3.1.5 二次曲线 (Conic Curve)	74
3.1.6 规律曲线 (Law Curve) 和螺旋线 (Helix)	77
3.2 曲线编辑.....	80
3.2.1 编辑曲线参数 (Edit Curve Parameters)	80
3.2.2 裁剪曲线 (Trim Curve) 和裁剪角 (Trim Corner)	85
3.2.3 分割曲线 (Divide Curve) 和编辑圆角 (Edit Fillet)	87
3.2.4 拉伸曲线 (Stretch Curve) 和编辑弧长 (Edit Curve Length)	89
3.3 曲线操作.....	90
3.3.1 偏置曲线 (Offset Curve) 和桥接曲线 (Bridge Curve)	90
3.3.2 简化曲线 (Simplify Curve) 和合并 (Join)	93
3.3.3 投影 (Project) 和组合投影 (Combined Projection)	94
3.3.4 镜像曲线 (Mirror Curve) 和相交曲线 (Intersection Curve)	97
3.3.5 剖面曲线 (Section Curve) 和抽取曲线 (Extract Curve)	98
3.3.6 在面上偏置 (Offset in Face)、缠绕与展开 (Wrap/Unwrap)	100
3.4 草图.....	101
3.4.1 草图概述.....	101
3.4.2 草图的预设置.....	102
3.4.3 草图的创建及定位.....	103
3.4.4 草图约束.....	108
3.4.5 草图操作.....	113
3.5 曲线和草图综合实例.....	115
3.5.1 曲线综合实例——拨臂.....	115
3.5.2 草图综合实例——挂轮架.....	119
习题.....	124
第4章 UG NX 4.0 实体建模.....	127
4.1 UG NX 4.0 实体建模概述.....	127
4.1.1 UG NX 4.0 实体建模功能模块简介.....	127

4.1.2 基准特征	128
4.2 基本实体特征	131
4.2.1 拉伸、旋转、沿导动线扫描和软管	131
4.2.2 长方体、圆柱体、圆锥和球体	135
4.2.3 孔、圆台、腔体和凸垫	139
4.2.4 键槽和沟槽	146
4.3 实体特征操作	148
4.3.1 细节特征	148
4.3.2 偏置/比例	153
4.3.3 关联复制	156
4.3.4 联合体	158
4.3.5 其他实体特征	161
4.4 实体特征的编辑	165
4.4.1 编辑特征参数和编辑定位尺寸	165
4.4.2 移动特征和特征重排序	167
4.4.3 抑制特征、取消抑制特征、移除参数和特征回放	168
4.5 实体建模综合实例	169
4.5.1 实体建模综合实例一——座架	169
4.5.2 实体建模综合实例二——托脚支架	175
4.5.3 实体建模综合实例三——旋钮开关	184
4.5.4 实体建模综合实例四——遥控器外壳	189
习题	194
第 5 章 UG NX 4.0 曲面造型	197
5.1 基本曲面	197
5.1.1 通过点、从极点和从点云	198
5.1.2 直纹曲面、已扫掠、通过曲线组和通过曲线网格	201
5.2 复杂曲面	207
5.2.1 截形体、桥接和 N 边曲面	207
5.2.2 延伸曲面、规律延伸、条带构造器、偏置曲面、大致偏置和熔合	211
5.2.3 裁剪的片体、修剪与延伸和倒圆曲面	215
5.2.4 整体突变、艺术曲面和从外部导入	219
5.3 曲面的编辑和修改	222
5.3.1 移动定义点、移动极点、扩大曲面、等参数修剪和分割和 编辑片体边界	222
5.3.2 更改阶次、更改边、法向反向、曲面变形和 X-成形	228
5.4 曲面造型综合实例	231

习题.....	241
第 6 章 UG NX 4.0 三维造型综合实例.....	248
6.1 综合实例一.....	248
6.1.1 零件概述.....	248
6.1.2 零件造型步骤.....	249
6.2 综合实例二.....	253
6.2.1 零件概述.....	253
6.2.2 零件造型步骤.....	254
6.3 综合实例三.....	260
6.3.1 零件概述.....	260
6.3.2 零件造型步骤.....	260
6.4 综合实例四.....	266
6.4.1 零件概述.....	266
6.4.2 零件 1 造型步骤.....	268
6.4.3 零件 2 造型步骤.....	273
习题.....	278
第 7 章 CAM 数控编程及加工工艺基础.....	281
7.1 数控加工基础知识.....	281
7.1.1 数控加工原理.....	281
7.1.2 数控机床的坐标系.....	284
7.2 数控编程基础.....	287
7.2.1 数控指令.....	287
7.2.2 手工编程步骤.....	299
7.2.3 手工编程举例.....	300
7.3 数控加工工艺流程.....	306
7.3.1 数控加工工艺的特点及内容.....	306
7.3.2 工序的划分及加工刀具的选择.....	308
7.3.3 切削用量的确定和走刀路线的选择.....	314
7.3.4 对刀点的选择、高度安排与进/退刀控制方式.....	318
7.3.5 刀具补偿、铣削方式和冷却液的开关.....	321
7.3.6 拐角、轮廓控制与区域加工顺序.....	322
7.4 数控编程的误差控制.....	324
7.4.1 加工误差的概念.....	324
7.4.2 刀轨计算误差.....	325
7.4.3 残余高度的控制.....	325
7.5 高速加工编程概述.....	328

7.5.1	高速加工概述	328
7.5.2	高速加工工艺	333
7.5.3	高速加工编程要点	334
7.5.4	充分利用 CAM 软件的高速加工功能	336
	习题	337
第 8 章	UG NX 4.0 数控加工概述与平面加工	338
8.1	UG NX 4.0 CAM 概述	338
8.1.1	CAM 概述	338
8.1.2	NX 4.0 CAM 加工类型	339
8.2	NX 4.0 的加工环境和 CAM 用户界面	340
8.2.1	NX 4.0 的加工环境	340
8.2.2	NX 4.0 CAM 用户界面	343
8.3	UG NX 4.0 的加工创建	349
8.3.1	创建程序	349
8.3.2	创建刀具	349
8.3.3	创建几何体	355
8.3.4	创建加工方法	358
8.3.5	创建操作	360
8.4	NX 4.0 CAM 加工过程与对象管理	363
8.4.1	加工过程	363
8.4.2	对象管理	365
8.5	NX 4.0 CAM 刀具路径管理	370
8.5.1	生成、删除、重显、列出刀具路径	370
8.5.2	刀具路径的模拟	372
8.5.3	刀具路径的编辑和过切检查	376
8.5.4	输出刀具位置源文件、后置处理和车间工艺文档	378
8.6	NX 4.0 CAM 铣加工常用选项	380
8.6.1	避让几何、拐角控制、进给量和主轴转速	380
8.6.2	机床控制	383
8.6.3	后置处理命令	385
8.7	UG NX 4.0 CAM 点位加工	387
8.7.1	点位加工操作和几何体	387
8.7.2	固定循环	390
8.7.3	切削参数	393
8.8	NX 4.0 CAM 平面铣加工	394
8.8.1	平面铣加工步骤	394
8.8.2	加工几何体	394

8.8.3	切削方法.....	400
8.8.4	切削参数.....	400
8.8.5	切削角度、切削步距、切削深度和控制点.....	404
8.8.6	进刀/退刀.....	407
8.8.7	2D 接触点轮廓加工.....	411
8.9	面铣加工.....	413
8.9.1	面铣加工操作和几何体.....	413
8.9.2	切削方法.....	415
8.9.3	切削参数.....	419
8.10	NX 4.0 CAM 平面加工综合实例.....	420
8.10.1	零件工艺分析.....	420
8.10.2	粗加工.....	421
8.10.3	精加工.....	428
8.10.4	钻孔加工.....	432
	习题.....	437
第 9 章	UG NX 4.0 3D 数控加工刀路和 NC 程序.....	438
9.1	型腔铣.....	438
9.1.1	型腔铣加工操作步骤和几何.....	438
9.1.2	切削层.....	440
9.1.3	切削参数.....	441
9.2	插铣.....	444
9.2.1	插铣加工操作步骤和插铣层.....	444
9.2.2	切削参数.....	446
9.3	等高轮廓铣.....	447
9.3.1	等高轮廓铣操作步骤和加工几何.....	447
9.3.2	操作参数.....	448
9.4	固定轴曲面轮廓铣.....	450
9.4.1	固定轴轮廓铣加工操作步骤和几何体.....	450
9.4.2	驱动方法.....	451
9.4.3	切削参数.....	467
9.4.4	非切削运动.....	471
9.4.5	投射矢量.....	478
9.5	UG NX 4.0 3D 数控加工综合实例.....	480
9.5.1	摩擦圆盘的压铸模腔的加工.....	480
9.5.2	锻模.....	499
	习题.....	521

第 10 章 UG NX 4.0 数控加工综合实例	522
10.1 UG NX 4.0 数控加工综合实例一	522
10.1.1 零件数控加工工艺分析	522
10.1.2 数控加工刀路和 NC 程序的产生	524
10.2 UG NX 4.0 数控加工综合实例二	541
10.2.1 零件数控加工工艺分析	541
10.2.2 数控加工刀路和 NC 程序的产生	543
10.3 UG NX 4.0 数控加工综合实例三	555
10.3.1 零件数控加工工艺分析	555
10.3.2 零件正面数控加工刀路和 NC 程序的产生	558
10.3.3 零件反面数控加工刀路和 NC 程序的产生	570
10.4 UG NX 4.0 数控加工综合实例四	581
10.4.1 零件数控加工工艺分析	581
10.4.2 零件 1 正面数控加工刀路和 NC 程序的产生	584
10.4.3 零件 1 反面数控加工刀路和 NC 程序的产生	596
10.4.4 零件 2 数控加工刀路和 NC 程序的产生	606
习题	618
第 11 章 常见数控铣床和加工中心的操作	619
11.1 FANUC 0i 系统的数控铣床操作	619
11.1.1 FANUC 0i 系统数控铣床操作面板	619
11.1.2 FANUC 0i 系统数控铣床的基本操作	624
11.2 SIEMENS 802D 的数控铣床操作	629
11.2.1 SIEMENS 802D 系统数控铣床操作面板	629
11.2.2 SIEMENS 802D 系统数控铣床的基本操作	634
11.3 SIEMENS 810D 加工中心的操作	649
11.3.1 SIEMENS 810D 系统加工中心 TH5660A 的功能、组成、特点和 技术参数	649
11.3.2 SIEMENS 810D 系统加工中心的操作面板	651
11.3.3 SIEMENS 810D 系统加工中心的基本操作	656
习题	673
参考文献	674

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 with 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,采用数控加工手段,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

工技术的应用,使机械加工的大量前期准备工作与机械加工过程联为一体,使零件的计算机辅助设计(CAD)、计算机辅助工艺规划(CAPP)和计算机辅助制造(CAM)的一体化成为现实,使机械加工的柔性自动化水平不断提高。

数控加工技术也是发展军事工业的重要战略技术。美国与西方各国在高档数控机床与加工技术方面一直对我国进行封锁限制,因为许多先进武器装备的制造,如飞机、导弹、坦克等的关键零件,都离不开高性能的数控机床加工。我国的航空、能源、交通等行业也从西方引进了一些五坐标机床等高档数控设备,但其使用受到国外的监控和限制,不准用于军事用途的零件加工。这一切均说明数控加工技术在国防现代化方面所起的重要作用。

1.2 数控加工的特点

同常规加工相比,数控加工具有如下特点:

1. 自动化程度高

在数控机床上加工零件时,除了手工装卸工件外,全部加工过程都由机床自动完成。在柔性制造系统上,上下料、检测、诊断、对刀、传输、调度、管理等也都由机床自动完成,这样减轻了操作者的劳动强度,改善了劳动条件。

2. 加工精度高,加工质量稳定

数控加工的尺寸精度通常在 $0.005\sim 0.1\text{mm}$ 之间,目前最高的尺寸精度可达 $\pm 0.0015\text{mm}$,不受零件形状复杂程度的影响,加工中消除了操作者的人为误差,提高了同批零件尺寸的一致性,使产品质量保持稳定。

3. 对加工对象的适应性强

数控机床上实现自动加工的控制信息是加工程序。当加工对象改变时,除了相应更换刀具和解决工件装夹方式外,只要重新编写并输入该零件的加工程序,便可自动加工出新的零件,不必对机床作任何复杂的调整,这样缩短了生产准备周期,给新产品的研制开发以及产品的改进、改型提供了捷径。

4. 生产效率高

数控机床的加工效率高,一方面是自动化程度高,在一次装夹中能完成较多表面的加工,省去了划线、多次装夹、检测等工序;另一方面是数控机床的运动速度高,空行程时间短。目前,数控车床的主轴转速已达到 $5000\sim 7000\text{r/min}$,数控高速磨削的砂轮线速度达到 $100\sim 200\text{m/s}$,加工中心的主轴转速已达到 $20000\sim 50000\text{r/min}$,各轴的快速移动速度达到 $18\sim 70\text{m/min}$ 。

5. 易于建立计算机通信网络

由于数控机床是使用数字信息,易于与计算机辅助设计和制造(CAD/CAM)系统联接,形成计算机辅助设计和制造与数控机床紧密结合的一体化系统。

当然，数控加工在某些方面也有不足之处，这就是数控机床价格昂贵，加工成本高，技术复杂，对工艺和编程要求较高，加工中难以调整，维修困难。为了提高数控机床的利用率，取得良好的经济效益，需要切实解决好加工工艺与程序编制、刀具的供应、编程与操作人员的培训等问题。

1.3 数控机床的分类

1.3.1 数控机床的基本概念

数控机床是将加工过程的各种机床动作由数字化的代码表示，通过某种载体将信息输入数控系统，控制计算机对输入的数据进行处理，从而控制机床的伺服系统或其他执行元件，使机床加工出所需要的工件。数控机床是一种装了程序控制系统的机床。该系统能逻辑地处理具有使用号码或其他符号编码指令规定的程序，数控机床是典型的机电一体化的产品。

1.3.2 数控机床的构成及基本工作原理

数控机床主要由控制介质、数控装置、伺服系统、辅助装置和机床本体组成，如图 1-1 所示。

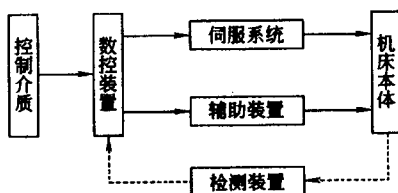


图 1-1 数控机床的基本构成

(1) 控制介质。控制介质用于记载各种加工信息（如零件加工的工艺过程、工艺参数和位移数据等），控制机床的运动，实现零件的机械加工的中间媒介物质。控制介质又称信息载体。

(2) 数控装置。数控装置是数控机床的运算和控制系统，也是数控机床的核心。它的功能是接受输入装置输入的加工信息，经过数控装置的系统软件或逻辑电路进行译码、运算和逻辑处理后，发出相应的脉冲送给伺服系统，通过伺服系统控制机床的各个运动部件按规定要求动作。数控装置集成了微电子技术、信息技术、自动控制技术、驱动技术、监控检测技术、软件工程技术和机械加工工艺知识。数控机床正是在它的控制下，按照给定的程序自动地对机械零件进行加工。