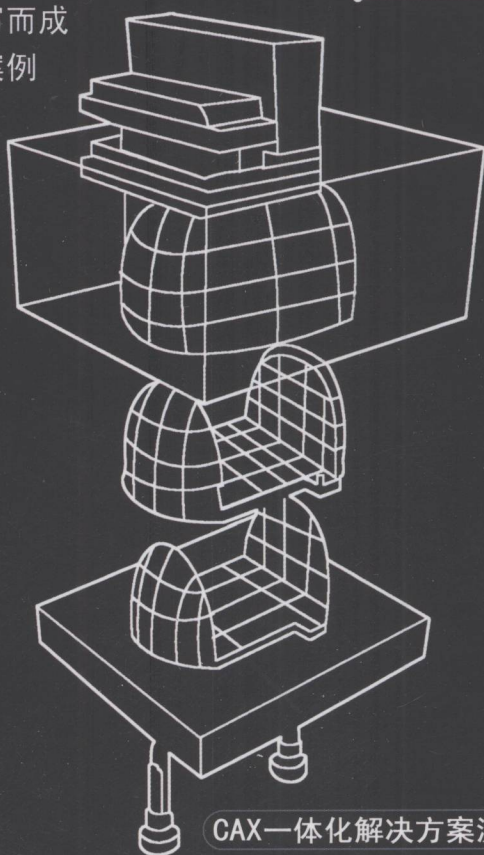


- 造型设计-模具设计-数控编程及CNC加工一体化解决方案
- 国家模具/数控工程师认证中心专家顾问团队
- 企业一线工程师多年设计经验编写而成
- 汇集教学培训和企业一线的成功案例

CAX 系列丛书
一体化解决方案



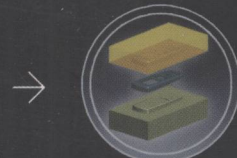
CAX一体化解决方案流程

野火科技 组编

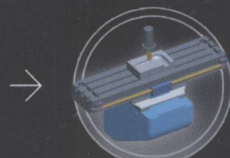
李锦标 钟平福 等编著



造型设计



模具设计



数控编程及CNC加工

UG NX

从数控编程 到CNC加工实战



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



附赠超值 **DVD** 光盘

视频操作+范例素材

CAX 一体化解决方案系列丛书

UG NX 从数控编程 到 CNC 加工实战

野火科技 组 编

李锦标 钟平福 等编著



机械工业出版社

Unigraphics (简称 UG) 是西门子公司推出的集 CAX (CAD/CAM/CAE 的总称) 于一体的三维参数化软件。本书介绍了 UG NX 6.0 数控编程的技巧与 CNC 常见机床的使用方法, 并通过综合的典型实例, 讲解了从 UG 数控编程到 CNC 机床实际加工的实战过程。全书共 8 章, 分别介绍了 CAM 数控编程原理及加工工艺, UG NX 6.0 加工基础知识, UG NX 6.0 二维加工、三维加工、孔加工操作及实例, CNC 机床加工基础知识与操作演练、从数控编程到 CNC 加工一体化实战。

本书内容丰富, 通俗易懂, 具有很强的实用性和可操作性, 可作为大专院校及技工学校的教材, 也可作为自学用书以及从事数控编程、CNC 机床操作的初中级用户的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

UG NX 从数控编程到 CNC 加工实战/李锦标等编著. —北京: 机械工业出版社, 2009.7

(CAX 一体化解决方案系列丛书)

ISBN 978-7-111-27501-5

I. U… II. 李… III. 数控机床-加工-计算机辅助设计-应用软件, UG NX 6.0 IV. TG659-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 110118 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 丁 诚 吴鸣飞

责任编辑: 吴鸣飞 罗子超

责任印制: 洪汉军

三河市宏达印刷有限公司印刷

2009 年 7 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·25 印张·618 千字

0001—4000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-27501-5

ISBN 978-7-89451-137-9 (光盘)

定价: 49.80 元 (含 1DVD)

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010) 68326294 68993821

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 88379753 88379739

封面无防伪标均为盗版

编委会成员名单



主 任 李锦标

顾 问 (排名不分先后)

刘彦求 李慧中 陈健美 简琦昭

赖新建 李秀林 黄 波 卫 勇

委 员 (排名不分先后)

杨土娇 马 婷 李成国 陈希翎

杨晓红 肖丽红 李耀炳 沈宠棣

钟平福 邓志安 杨烨辉 张耀文

易铃棋 杨胜中 郭雪梅 谷海军

陈海龙 程五毛 黄永枝 胡思政

陈伟城 甘嘉峰 钟海平 邓高兰

李月霞 何胜江 钟国钊 何 龙

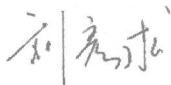
序 言

改革开放 30 年,我国取得了许多令世界刮目相看的成就,同时激发了国人复兴中华民族的热情和信心。随着发展职业教育的相关政策和一系列措施的出台,使我国迎来了职业教育的第一个春天。模具数控技术已成为衡量一个国家生产制造水平的重要标志之一,也是现代制造业的基础和核心。因此,我认为,要想成为“工业强国”,必先成为“模具数控强国”。

可喜的是,我国有许多专家、学者,尤其是具有一线模具数控经验的技能型人才,他们怀着“模具数控报国”的强烈责任心,一直在孜孜不倦地、默默地耕耘着。他们将自己的经验编写成书籍,为我国模具数控行业人才的教育培训作出了自己的贡献。以李锦标为带头人的野火科技的多位作者在教研活动中,全面总结一线企业生产经验,积极探索应用型技能人才培养的科学方法,在大量实践的基础上,经多年的教学探索和实训活动,不断完善课程体系,并在全国首家紧缺人才培养工程“模具数控工程师”考证中心和各地合作学校推广使用该课程标准,取得了巨大成功。

更加令人敬佩的是,野火科技的全体同仁,携理论与实践兼修的特殊优势,创办了野火科技·新东粤国家模具/数控工程师认证中心,敢于挑战自我,把一线经验和理论融入到模具数控应用教学中。因此,我完全有理由相信:《CAX 一体化解决方案系列丛书》和野火科技·新东粤国家模具/数控工程师认证中心一定会为中国模具数控行业作出更多、更大的贡献。

国家紧缺人才模具数控工程师广东省考证中心常务理事
野火科技·新东粤国家模具/数控工程师认证中心董事会主席



作为世界制造业强国的中国,国家工业和信息化部提出大力发展模具数控行业,但与此同时,我国模具数控行业正面临着模具数控技术应用型人才严重短缺的问题。据统计,中国在未来 20 年内将需要 500 万模具数控人才。

《CAX 一体化解决方案系列丛书》是专门针对一体化应用型产品设计—模具设计—数控编程—CNC 加工专业编写的,内容面向企业、面向生产实际,包含大量的典型 3D 产品设计、模具设计、典型数控加工实例,并由 CNC 加工机床来完成加工。本套丛书采用通俗易懂的语言,务求使刚接触模具数控行业的新手也能轻松读懂,也可供在模具数控企业生产第一线工作的技术人员在工作中参考。

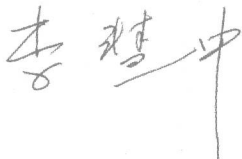
广东省职业技能鉴定指导中心模具设计与制造专家组组长
模具设计师国家职业技能鉴定所所长



中国模具人才市场缺口达数百万之多，尤其是模具中高级人才。模具行业能给青年学子提供一个黄金职业，年薪 10 万元，甚至 100 万元不是梦；模具这份黄金职业还是一个越老越高薪的职业，它能让学员的个人价值一步步提升。目前中国模具设计与加工工艺较落后，国家每年从外国进口模具及模具配件要花费大量外汇，严重影响工业强国梦想的如期实现。

本丛书作者将自己宝贵的教学经验凝结成这套《CAX 一体化解决方案系列丛书》奉献给广大读者，将模具数控培训的专业知识与更多学子共同分享。

湖南省模具设计与制造学会常务理事
中南大学教授 博士生导师



从“老三样”的电视机、冰箱、洗衣机，到时下流行的 MP3、录音笔、数码相机，这些产品的生产都离不开模具设计与数控加工。模具设计师所从事的工作就是进行模具的数字化设计，包括型腔模与冷冲模。据统计，我国模具行业目前从业人员有 600 多万，但模具设计师仅 60 万。据劳动部门调查显示，目前企业对模具数控人才的需求越来越大。在北京、广东和浙江等地，模具设计人员、模具开发人员、模具维修人员等已成为人才市场最紧缺的人才之一，尽管许多企业打出“年薪 10 万元”的招聘启事，但也不一定能招到合适的人才。

以李锦标为带头人的“野火科技”创办了野火科技·新东粤国家模具/数控工程师认证中心，这是一所由国家工业和信息化部批准的国家紧缺人才专业培训学校，是广东省唯一被指定的“模具与数控工程师”考证中心，野火科技·新东粤是一所专注“模具设计和数控技术”领域的技术培训学校。“野火科技”把模具与数控标准技术编写成《CAX 一体化解决方案系列丛书》推向企业及相关学校，可以说，这是根据企业的用人需求，为广大读者量身定做的一套就业前强化指导培训教程，目的是为了在就业前强化技术与企业的接轨，提前学会进入企业的工作模式。

湖南省模具设计与制造学会副理事长
湖南涉外经济学院教授



前言

Unigraphics (简称 UG) 是西门子公司推出的集 CAX (CAD/CAM/CAE 的总称) 于一体的三维参数化软件。UG 软件从 20 世纪 70 年代开发以来, 经历了基于图样 (1974 年)、基于特征 (1988 年)、基于过程 (1995 年) 和基于知识 (2000 年) 的发展阶段, 功能不断扩展, 在 CAX 等领域的应用不断扩大。UG 软件包含 CAD/CAE/CAM 计算机辅助工业设计、知识驱动自动化、数据交换和其他特殊应用等功能。

UG 软件在 CAD 方面的建模和造型分为两个模块——实体造型和自由曲面造型。在造型功能方面, 除其他软件所具有的通用功能外, 它还拥有灵活的复合建模、齐备的仿真照相、细腻的画面渲染和快速的原型工具, 仅复合建模就可让用户在实体建模、曲面建模、线框建模和基于特征的参数建模中任意选择, 使设计者可根据工程设计实际情况确定最佳建模方式, 从而得到最佳设计效果。在加工功能方面, UG 针对计算机辅助制造的实用性、适应性和效能性, 通过覆盖制造过程, 实现制造的自动化、集成化和用户化, 从而在产品制造周期、产品制造成本和产品制造质量等方面提供了极大的效益。

本书由资深企业设计专家精心规划与编写详细介绍了 UG NX 6.0 简体中文版软件, 从数控编程到 CNC 加工机床在一体化实际应用中的使用方法与技巧。本书的特点如下:

- 内容新颖

本书采用目前最新版本的 UG NX 6.0 作为教学软件, 综合应用 CAX 一体化解决问题的思路进行编写, 独特的解决方案在本书讲解的淋漓尽致。

- 内容经典

本书内容的安排完全按照读者的接受角度出发, 从 UG NX 6.0 在数控编程基础开始讲述, 接着手把手形式的二维与三维数控编程解说与实战, 接着用典型的综合实例进行编程并利用仿真 CNC 机床精心加工解说, 在一体化应用中衔接恰到好处, 安排例子和模块功能完全吻合, 真正做到有的放矢。

- 企业适用性强

本书面向企业, 编写流程是按照企业产品的实际操作流程进行的。从数控编程到 CNC 机床加工, 先编写程序, 最后转到机床加工, 形成一体化应用方案。本书实例从数控编程到 CNC 加工, 为学习一体化设计提供了强有力的服务, 提高了企业效率和减少了出错率。

- 安排合理、通俗易懂

本书的章节结构经过精心策划, 合理安排, 依照最佳的学习接受方向进行教学。知识由浅入深、实例由简到难, 逐步提高读者对产品全过程生产的操作与问题的实际解决能力。

另外, 为了能够彻底地掌握并解决问题的技巧, 本书将源文件、结果文件和部分实例章节的操作制作成视频, 供读者学习。读者也可以登录野火科技网站 (<http://www.yahocax.com>), 得到技术支持和进行讨论。

本书具有很强的实用性和操作性, 是一本理想的学习用书。

本书由野火科技组编, 李锦标、钟平福、马婷、杨士娇、沈宠棣、张耀文、何胜江、何

龙、钟国钊、李成国、郭雪梅、易铃棋、陈希翎、李耀炳、李月霞、杨胜中、杨晓红、邓志安、陈海龙等参与了本书的编著。在本书的编写过程中，我们力求精益求精，但难免存在一些不足之处，敬请广大读者批评指正。

（烽火科技：李福书）



目 录

序言

前言

第 1 章	CAM 数控编程原理及加工工艺	1
1.1	数控加工简介	1
1.1.1	数控技术与数控机床	1
1.1.2	数控机床的发展和分类	2
1.1.3	数控机床的工作原理	3
1.1.4	数控加工的内容及原理	3
1.2	数控加工工艺基础	4
1.2.1	数控加工工艺的主要内容	4
1.2.2	数控加工内容的选择	4
1.2.3	数控加工的工艺分析	5
1.3	数控机床程序的编制	6
1.3.1	编制程序的基础知识	6
1.3.2	数控编程的内容	6
1.3.3	数控编程的方法	7
1.3.4	数控程序段的格式和程序中的信息字	7
1.3.5	数控编程常用指令及其功能	8
1.4	数控模块分析	16
1.4.1	CAD/CAM 软件数控模块分析	16
1.4.2	NC 刀具轨迹生成方法研究发展现状	17
1.4.3	主流的现役 CAD/CAM 系统的 NC 刀轨生成方法分析	18
1.4.4	UG NX 编程技术高级应用	19
1.5	UG NX 6.0 数控模块特点简介	19
1.6	UG CAM 典型编程流程	20
1.6.1	获取 CAD 模型	21
1.6.2	加工工艺分析和规划	21
1.6.3	填写程序单	24
1.7	本章小结	24
第 2 章	UG NX 6.0 加工入门	26
2.1	UG 加工环境的设置	26
2.1.1	UG 的加工环境	26
2.1.2	启用 UG 加工环境	26
2.2	UG 编程简介	28
2.2.1	UG 编程的一般步骤	28

2.2.2	UG 铣加工编程初探	28
2.3	操作导航器简介及应用	32
2.3.1	程序顺序视图	33
2.3.2	刀具视图	33
2.3.3	几何视图	34
2.3.4	方法视图	34
2.4	创建刀具	35
2.4.1	刀具类型及其参数设置	35
2.4.2	刀具建立	36
2.5	创建操作	39
2.6	创建几何体	39
2.6.1	创建几何体的过程	40
2.6.2	创建加工坐标系	42
2.6.3	创建安全平面	46
2.7	刀具路径的仿真及检查	48
2.7.1	刀具路径的仿真	48
2.7.2	过切检查	49
2.8	刀具路径后处理	49
2.8.1	CLSF 方式后处理	49
2.8.2	UG 后置后处理	50
2.8.3	车间工艺文件	52
2.9	用户模板设置	52
2.10	本章小结	52
第 3 章	UG NX 6.0 二维加工	53
3.1	平面铣的加工特点	53
3.2	一般平面铣的创建过程	54
3.3	平面铣基础	61
3.3.1	操作对话框	61
3.3.2	平面铣加工几何体的类型	62
3.3.3	平面铣加工几何体的创建	63
3.4	公用选项	64
3.4.1	切削模式	65
3.4.2	切削步进	68
3.4.3	切削层	70
3.4.4	切削参数	71
3.4.5	非切削移动	78
3.4.6	进给和速度	92
3.5	平面铣操作	94
3.5.1	平面铣的优点	94



3.5.2	几何体类型	95
3.5.3	切削	95
3.6	平面铣操作实例	96
3.6.1	工艺分析	96
3.6.2	填写 CNC 加工程序单	96
3.6.3	加工程序的创建过程	96
3.7	本章小结	117
第 4 章	UG NX 6.0 三维加工	118
4.1	型腔铣的加工特点	118
4.2	型腔铣的创建过程	119
4.3	型腔铣基础	127
4.3.1	型腔铣对话框	127
4.3.2	型腔铣加工几何体的类型	128
4.3.3	型腔铣加工几何体的创建	129
4.4	型腔铣的特有选项	130
4.4.1	全局每刀深度	130
4.4.2	切削层	130
4.4.3	切削参数	134
4.5	等高轮廓铣基础	141
4.5.1	等高轮廓铣简介	141
4.5.2	等高轮廓铣的一般操作	142
4.5.3	等高轮廓铣加工几何体	145
4.5.4	等高轮廓铣的参数选项	146
4.6	固定轴曲面轮廓简介及应用	149
4.7	固定轴曲面轮廓操作的建立	149
4.8	几何体基础	153
4.9	固定轴曲面轮廓铣的常用驱动方法	155
4.9.1	曲线/点驱动方法	155
4.9.2	曲线/点驱动方法流程剖析	158
4.9.3	螺旋式	161
4.9.4	螺旋驱动流程剖析	163
4.9.5	边界	165
4.9.6	边界驱动流程剖析	172
4.9.7	区域铣削	175
4.9.8	区域铣削驱动流程剖析	178
4.9.9	表面积驱动方法	181
4.9.10	流线	184
4.9.11	流线案例剖析	185
4.9.12	刀轨	188

4.9.13 径向切削	189
4.9.14 清根	190
4.9.15 文本	198
4.10 投影矢量	198
4.11 刀轨设置的参数选项	200
4.11.1 切削参数	201
4.11.2 非切削移动	205
4.11.3 进给和速度	218
4.12 三维加工实例	218
4.12.1 工件尺寸及几何特征	218
4.12.2 拟定加工工艺	219
4.12.3 编写刀路	220
4.12.4 创建操作	222
4.12.5 检查创建的操作并校验刀轨	229
4.12.6 后处理	230
4.12.7 编写加工程序单	231
4.13 本章小结	232
第 5 章 孔加工与实战	233
5.1 孔加工特点	233
5.2 孔加工的一般创建过程	234
5.3 孔加工基础知识	240
5.3.1 操作对话框	240
5.3.2 孔加工几何体的创建	240
5.3.3 指定孔	241
5.4 参数设置	243
5.4.1 操作参数	243
5.4.2 循环选项	244
5.4.3 深度	245
5.5 孔加工操作实例	246
5.5.1 工艺分析	246
5.5.2 填写 CNC 加工程序单	246
5.6 本章小结	261
第 6 章 CNC 机床加工基础知识与操作演练	262
6.1 CNC 机床加工基础知识	262
6.1.1 数控机床程序编制的典型流程	262
6.1.2 手工编程方法	264
6.2 数控仿真应用	277
6.2.1 宇龙仿真软件的安装与卸载	277
6.2.2 宇龙仿真软件操作演练	280



6.3	常用仿真数控系统简介	289
6.3.1	华中数控系统	289
6.3.2	FANUC (法兰克) 系统	308
6.4	本章小结	309
第 7 章	从数控编程到 CNC 加工一体化实战——二维综合实例	310
7.1	工艺分析	310
7.1.1	尺寸分析	310
7.1.2	拟定加工工艺	310
7.2	加工程序的创建过程	311
7.2.1	启动软件	311
7.2.2	设置公共参数	311
7.2.3	创建操作	315
7.3	编写加工程序单	330
7.4	应用宇龙仿真系统模拟 NC 程序加工	331
7.4.1	进入系统	331
7.4.2	选择机床类型	332
7.4.3	激活机床	333
7.5	本章小结	344
7.6	习题精练	344
第 8 章	从数控编程到 CNC 加工一体化实战——三维综合实例	345
8.1	加工工艺分析	345
8.1.1	工件尺寸及几何特征	345
8.1.2	拟定加工工艺	348
8.2	编写刀路	348
8.2.1	设置公共参数	348
8.2.2	创建操作	352
8.2.3	检查创建的操作并校验刀轨	368
8.3	后处理	370
8.4	编写加工程序单	372
8.5	NC 程序加工模拟仿真	372
8.5.1	进入系统	372
8.5.2	选择机床类型	373
8.5.3	激活机床	374
8.6	本章小结	386
8.7	习题精练	386

第1章 CAM 数控编程原理及加工工艺



本章主要知识点:

- 数控加工简介
- 数控加工工艺基础
- 数控机床程序的编制
- 数控模块分析
- UG NX 6.0 数控模块特点简介
- UG-CAM 典型编程流程

尽管计算机自动编程给编程人员带来了很大的帮助,但是,作为一名数控编程员有必要了解 CAM 数控编程的原理及一些数控加工的工艺。本章重点介绍数控加工基础知识(包括数控技术和数控机床等有关概念、数控机床的发展概况和分类、数控机床的工作原理及数控加工的内容和原理)、数控加工工艺基础(包括数控加工工艺的主要内容、数控加工内容的选择、数控加工的工艺分析)、数控机床程序的编制(包括数控程序编制的基本知识、数控编程的内容和方法、数控程序段的格式和程序中的信息字、数控编程常用指令及功能)、数控模块分析(包括 NC 刀具轨迹生成方法研究发展现状、几个现役 CAD/CAM 系统中 NC 刀轨生成方法分析,及 Unigraphics NX 编程技术高级应用)。

1.1 数控加工简介

1.1.1 数控技术与数控机床

20 世纪最伟大的发明之一是计算机的出现和应用。它使人类实现了机械加工工艺过程自动化的理想。当科技人员首次把计算机作为一种信息处理装置移植到传统的机床中时,一种先进的机械加工设备——数控机床诞生了。随着计算机技术的发展,数控机床也得到迅速的发展和广泛的应用。当今,数控机床已成为现代制造技术的基础,人们对传统的机床传动及结构的观念发生了根本的转变,因此,数控机床水平的高低和拥有量已成为衡量一个国家工业现代化水平的重要标志之一。

在加工机床中得到广泛应用的数控技术,是 20 世纪 40 年代后期发展起来的一种自动化加工技术。它综合了计算机、自动控制、电机、电气传动、测量、监控和机械制造等学科的内容。该技术主要采用计算机对机械加工过程中各种控制信息进行数字化运算、处理,并通过高性能的驱动单元对机械执行的构件进行自动化控制。因此,读者有必要了解以下几个相

关概念。

1. 数字控制

数字控制是一种用数字化信号对被控对象（如机床各种运动及其加工过程）进行可编程自动控制的技术，简称 NC。

2. 数控技术

数控技术是指用数字、字母和符号（如下画线）对某一工作过程进行可编程自动控制的现代化技术。

3. 数控系统

数控系统是指集成了实现数控技术相关功能的软硬件模块的有机系统。可见，它是数控技术的载体。

4. 计算机数控系统

计算机数控系统是指以计算机主体为核心的数控系统，简称 CNC。

5. 数控机床

数控机床国际信息处理联盟第五技术委员会对数控机床作了如下定义：数控机床是一种装有程序控制系统的机床。该系统能逻辑地处理具有特定代码或其他符号编码指令规定的程序。

6. 数控轴数和联动轴数

- 数控轴数：是指数控系统按加工要求可控制机床运动的坐标轴数量（例如，某数控机床本身具有 X、Y、Z 3 个方向的运动坐标轴，则该机床的控制轴数为三轴）。
- 联动轴数：是指数控系统按加工要求可同时控制机床运动的坐标轴数量（例如，某数控机床本身具有 X、Y、Z 3 个方向的运动坐标轴，但数控系统仅同时控制两个坐标轴 XY、YZ 或 XZ 的运动，则该机床的联动轴数为两轴）。

7. 加工中心

加工中心是一种具有自动换刀装置（俗称机械手）及刀库且联动轴数在 4 轴或以上的数控机床，能实现一次装夹并进行多工序加工。其刀库中装有钻头、丝锥、绞刀、铣刀等工具，通过程序指令自动选择并更换刀具，这样可以大大缩短零件装卸时间和换刀时间，是数控机床的重要品种。

1.1.2 数控机床的发展和分类

第一台数控机床是为了适应航空工业制造复杂工件的需要产生的。1952 年，美国麻省理工学院和柏森公司合作成功研制了世界上第一台具有信息存储及信息处理功能的新型机床。这台机床就是数控机床。随着电子技术和计算机技术的发展，数控机床也在不断更新发展。

第一代数控机床（从 1952 年至 1959 年）的数控系统采用电子管元件；第二代数控机床（从 1959 年开始）的数控系统采用晶体管元件；第三代数控机床（从 1965 年开始）的数控系统采用集成电路；第四代数控机床（从 1970 年开始）的数控系统采用大规模集成电路及小型通用计算机；第五代数控机床（从 1974 年开始）的数控系统采用微处理器和微型计算机。

我国从 1958 年开始研制数控机床，1975 年研制出我国第一台加工中心。自改革开放以

来,由于引进了国外的数控系统和伺服系统技术,我国的数控机床在品种和质量方面都得到迅速的发展。自1986年,我国数控机床开始进入国际市场。目前,我国有若干家数控机床厂家能够生产高质量的数控机床和加工中心。由于经济型数控机床的研究、生产和推广取得了很大的发展,对机床制造技术起到了积极的推动作用。

目前,数控机床品种繁杂、结构功能各异,但通常可按以下几种方法来分类。

- 按机床运动轨迹,可分为:点位控制数控机床;直线控制数控机床;轮廓控制数控机床。
- 按伺服系统类型,可分为:开环伺服系统数控机床;闭环伺服系统数控机床;半闭环伺服系统数控机床。
- 按加工工艺类型,可分为:普通数控机床(如数控车床、数控铣床、数控磨床);加工中心机床(如镗铣加工中心、车削中心、钻削中心等);金属成型类数控机床(如数控冲床、数控折弯机、数控弯管机、数控回转头压力机等);数控特种加工机床(如数控线切割、数控电火花、数控激光加工机床等);其他非加工类型的数控机床(如数控装配机、数控三坐标测量机等)。

1.1.3 数控机床的工作原理

数控机床工作前,要先根据被加工零件的要求,确定零件加工工艺过程、工艺参数,并按一定的规则形成数控系统能理解的加工程序。也就是,要将被加工零件的几何信息和工艺信息数字化,按规定的代码和格式编制成数控加工程序,然后用适当的方式将此加工程序输入到数控机床的数控装置中,此时可启动机床运行数控加工程序。在运行数控加工程序的过程中,数控装置会根据数控加工程序的内容,发出各种控制指令,如启动主轴电动机,打开冷却液,进行刀具轨迹计算,同时向特定的执行单元发出数字位移脉冲,并进行进给速度控制等。正常情况下,可直到程序运行结束,零件加工完毕为止。当改变加工零件时,只要在数控机床中改变加工程序,就可继续加工新零件。

1.1.4 数控加工的内容及原理

1. 数控加工的内容

一般来说,数控加工主要包括以下几个方面的内容:

- 通过数控加工的适应性分析,选择并确定进行数控加工的零件的内容。
- 结合加工表面的特点和数控设备的功能对零件进行数控加工的工艺分析。
- 进行数控加工的工艺设计。
- 根据编程的需要,对零件图形进行数学处理和计算。
- 编写加工程序单。
- 按程序单制作控制介质,如穿孔带、磁带、磁盘等。
- 校验与修改加工程序。
- 试加工第一个零件以修改加工程序,并对发现的问题进行处理。
- 编制数控加工工艺技术文件,如数控加工工序卡、走刀路线图、程序说明卡等。

2. 数控加工的原理

- 根据零件的要求编写相应的加工程序(由人工或计算机执行),储存在软盘、磁带

等介质中或用网络与机床联机。

- 将编写好的加工程序输入到机床的数控装置中。
- 由数控装置按编写的程序控制伺服驱动系统和其他驱动系统。
- 由伺服驱动系统和其他驱动系统驱动机床的主轴、工作台、刀库等来完成零件的加工。

1.2 数控加工工艺基础

1.2.1 数控加工工艺的主要内容

所谓数控加工工艺，就是用数控机床对零件进行加工的工艺方法，包括以下内容：

- 选择合适的数控机床来加工零件，确定数控机床加工内容。
- 对零件图样进行工艺分析，确定加工内容及技术要求。
- 安排好数控加工工序，包括工步的划分、工件的定位、夹具与刀具选择、切削用量的确定等。
- 做好特殊工艺的处理，如对刀点、换刀点的选择，加工路线的确定，刀具补偿的确定等。
- 编写工艺文件，如对零件图样的数字处理，编写加工程序单，按程序单制作控制介质等。

1.2.2 数控加工内容的选择

数控加工前对工件进行工艺设计是必不可少的准备工作。无论是手工编程还是自动编程，在编程前都要对所加工的工件进行工艺分析，拟定工艺路线，设计加工工序。因此，合理的工艺设计方案是编制加工程序的依据。工艺设计做不好是数控加工出差错的主要原因之一，往往造成工作反复，工作量成倍增加。编程人员必须首先搞好工艺设计，再考虑编程。

当选择并决定对某个零件进行数控加工后，并非其全部加工内容都采用数控加工，数控加工可能只是零件加工工序中的一部分。因此，有必要对零件图样进行仔细分析，立足于解决难题、提高生产效率，注意充分发挥数控的优势，选择那些最适合、最需要的内容和工序进行数控加工。一般可按下列原则选择数控加工内容：

- 普通机床无法加工的内容应作为优先选择内容。
- 普通机床难加工，质量也难以保证的内容应作为重点选择内容。
- 普通机床加工效率低，工人手工操作劳动强度大的内容，可在数控机床尚有加工能力的基础上进行选择。

相比之下，下列一些加工内容不宜选择数控加工。

- 需要用较长时间占机调整的加工内容。
- 加工余量极不稳定，且数控机床上又无法自动调整零件坐标位置的加工内容。
- 不能在一次安装中加工完成的零星分散部位，采用数控加工很不方便，效果不明显，可以安排普通机床补充加工。

此外，在选择数控加工内容时，还要考虑生产批量、生产周期、工序间周转情况等因素，要尽量合理使用数控机床，达到产品质量、生产率及综合经济效益等指标都明显提高的