



CAD/CAM职场技能特训视频教程

# NX8

Siemens PLM Software



## UG NX8

(第2版)

# 数控编程基本功特训

**品力作**

课堂学不到的知识，工程师与教师的经验总结，难得的技术宝典

**视频教学**

企业工程师原汁原味的讲解，知其然且知其所以然

**经验点评**

学习方法、知识拓展、小疑问、小提示

**适合教学、培训、自学**

经过企业多年培训实践检验

陈胜利  
谢新媚  
陆宇立  
蔡凯武

编 著



电子工业出版社  
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY  
<http://www.phei.com.cn>



视频讲解

QQ答疑

CAD/CAM 职场技能特训视频教程

# UG NX8 数控编程 基本功特训 (第 2 版)

陈胜利 谢新媚 陆宇立 蔡凯武 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

## 内 容 简 介

本书是一本以软件为基础并结合实践的书籍,是生产一线工程师与一线教师的倾情力作,作者根据多年的编程经验及模具设计经验,把工厂所需与教学实际相结合,通过软件的基本操作详细地阐述编程过程及加工注意事项。书中还包含大量的操作技巧和编程工程师的经验点评,读者学习后可以轻松掌握UG编程。

全书共16章,内容精练简明,主要包括两部分内容,第一部分为UG编程基本操作及加工工艺、平面加工、型腔铣加工、型腔铣二次开粗、等高轮廓铣加工、轮廓区域铣加工、数控钻孔加工、NC程序与后处理;第二部分为如何看刀路和判别刀路的好坏、拆铜公与出铜公工程图纸、模具加工前的补面工作,以及塑料玩具球前模、保龄球前模、电蚊香座盖后模、保温瓶盖前模和铜公的编程。

本书内容丰富、功能讲解详尽,配书光盘中有大量实例素材和所有内容的视频讲解,并且在讲解功能的同时穿插大量的加工工艺知识,实例都来自于工厂实际,实用性非常强。另外,还将为选用本书作教材的教师提供丰富的教学资源。

本书适合大中专院校机械类专业师生和从事数控加工的广大技术人员,也可作为相关培训班的教材。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

### 图书在版编目(CIP)数据

UG NX8 数控编程基本功特训/陈胜利等编著. —2版. —北京:电子工业出版社,2014.5

CAD/CAM 职场技能特训视频教程

ISBN 978-7-121-22585-7

I. ①U… II. ①陈… III. ①数控机床—程序设计—应用软件—教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆CIP数据核字(2014)第040482号

策划编辑:许存权

责任编辑:许存权 特约编辑:马军令

印 刷:北京市京科印刷有限公司

装 订:三河市鹏成印业有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编:100036

开 本:787×1092 1/16 印张:25.25 字数:645千字

印 次:2014年5月第1次印刷

印 数:4000册 定价:59.00元(含DVD光盘1张)

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。  
联系及邮购电话:(010)88254888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

服务热线:(010)88258888。

## 再 版 前 言

### ※ UG NX 软件简介

Unigraphics Solutions 公司(原名 UGS, 现名为 Siemens PLM Software)是全球著名的 MCAD 供应商, 主要为汽车与交通、航空航天、日用消费品、通用机械及电子工业等领域通过其虚拟产品开发(VPD)的理念提供多级化的、集成的、企业级的包括软件产品与服务在内的完整的 MCAD 解决方案。

UG(Unigraphics)在航空航天、汽车、通用机械、工业设备、医疗器械, 以及其他高科技应用领域的机械设计和模具加工自动化领域得到了广泛的应用。多年来, UGS 一直在支持美国通用汽车公司实施目前全球最大的虚拟产品开发项目, 同时, UG 也是日本著名汽车零部件制造商 DENSO 公司的计算机应用标准, 并在全球汽车行业得到了广泛的应用, 如 Navistar、底特律柴油机厂、Winnebago 和 Robert Bosch AG 等, 现 UG 改名为 NX。

NX-CAM 是整个 NX 系统的一部分, 它以三维主模型为基础, 具有强大可靠的刀具轨迹生成方法, 可以完成铣削(2.5~5 轴)、车削、线切割等的编程。NX-CAM 是模具数控行业最具代表性的数控编程软件, 其最大的特点就是生成的刀具轨迹合理、切削负载均匀、适合高速加工。另外, 在加工过程中的模型、加工工艺和刀具管理, 均与主模型相关联, 主模型更改设计后, 编程只需重新计算即可, 所以, NX 编程的效率非常高。

### ※ 编写目的

(1) 我国的模具和数控行业已经广泛的使用 NX, 尤其是在广东的深圳、东莞及中山等工业发达的地区最为普及, 很多工厂都开始接受和使用 NX 进行编程、产品设计和模具设计等。

(2) 目前, 市场上优秀的 NX 模具设计和编程类书籍并不多, 多数都是些简单的功能介绍、命令讲解等, 离实际的生产设计、加工相差很远, 一些读者学完了整本书都未能达到入门的水平。本书作者有多年的编程经验, 且愿意把这些工作经验和技巧呈现出来与大家一起分享, 希望读者在编程方面有所提高, 并做到真正的学以致用。

### ※ 本书特色

- (1) 在第 1 版基础上, 结合读者建议修订改版, 完善内容、增加素材。
- (2) 重点体现操作技巧和活学活用, 技术含量高。
- (3) 功能解释详细到位, 每个功能均有操作演示, 海量视频讲解。
- (4) 工程师经验点评、模型分析、编程思路使读者技高一筹。
- (5) 使用的图档、实例均为工厂实际编程文件。
- (6) 非常适合作为高等院校相关专业的数控教材。





## ※ 如何学习本书

如何有效地学习本书,才能真正达到融会贯通、举一反三的效果呢?相信很多读者都想知道答案。根据本书的内容,作者提出几点建议。

(1) 书本内容结合光盘讲解可快速地掌握第一部分内容中的编程基本操作及参数设置。

(2) 掌握 NX 编程的基本操作后,接着就应该学习第 10 章的拆铜公知识、出铜公图和第 11 章的模具补面知识,因为只有知道模具的哪些部位需要拆铜公和哪些部位需要补面,才能编制出合理的加工程序。

(3) 最后就是学习本书最后几章的综合实例。学习之前,读者可先根据光盘提供的原文件尝试去独立思考,确定加工方法和使用的加工刀具,然后再对照书中的编程方法,这样便可达到事半功倍的效果。

(4) 学习本书的同时,应从其他资料了解更多的数控刀具知识和电脑锣知识,这样有助于对书本知识更深入地掌握。

(5) 用更多的时间了解模具结构知识,掌握模具的加工流程。

(6) 应有目的地了解电火花加工和线切割加工的有关知识。

## ※ 本书编写人员

除封面署名作者外,参与本书编写和光盘开发的人员还有范得升、陈文胜、陈金华、韩思远、陈卓海、郑福禄、张罗谋、郑志明、郑福达、王泽凯、何志冲、韩思明等。本书在编写过程中还得到了业内多位专家的指导,在此表示衷心感谢!

本书书稿虽经过多次校核,但书中难免还存在不足之处,望广大读者批评指正,电子邮箱:qiushigzs@126.com,若本书选为学校教材,可通过 YL878787@163.com 邮箱索取其丰富的教学资料!

编 者

# 目 录

## 第 1 部分 NX 编程入门与工艺介绍

### 第 1 章 NX 编程基本操作及加工工艺··· 2

#### 1.1 学习目标与课时安排····· 2

#### 1.2 NX 编程简介····· 2

#### 1.3 编程加工工艺知识····· 3

##### 1.3.1 数控加工的优点····· 3

##### 1.3.2 数控机床介绍····· 4

##### 1.3.3 铣床与加工中心操作····· 6

##### 1.3.4 数控刀具介绍及使用····· 8

##### 1.3.5 编程的工艺流程····· 13

##### 1.3.6 模具结构的认识····· 14

#### 1.4 数控编程常遇到的问题及解决方法····· 15

##### 1.4.1 撞刀····· 15

##### 1.4.2 弹刀····· 16

##### 1.4.3 过切····· 17

##### 1.4.4 欠加工····· 17

##### 1.4.5 多余的加工····· 18

##### 1.4.6 提刀过多和刀路凌乱····· 19

##### 1.4.7 空刀过多····· 20

##### 1.4.8 残料的计算····· 20

#### 1.5 编程界面及加工环境简介····· 22

##### 1.5.1 加工环境简介····· 22

##### 1.5.2 编程界面简介····· 22

##### 1.5.3 工序导航器介绍····· 23

#### 1.6 编程前的参数设置····· 24

##### 1.6.1 创建刀具····· 24

##### 1.6.2 创建几何体····· 25

##### 1.6.3 设置余量及公差····· 27

##### 1.6.4 创建操作····· 28

#### 1.7 刀具路径的显示及检验····· 30

#### 1.8 创建 NX8 编程模板····· 31

##### 1.8.1 创建模板····· 31

##### 1.8.2 导入模型到模板中进行

#### 编程····· 32

#### 1.9 工程师经验点评····· 33

#### 1.10 练习题····· 33

### 第 2 章 平面加工····· 34

#### 2.1 面铣加工····· 36

##### 2.1.1 学习目标与课时安排····· 36

##### 2.1.2 功能解释与应用····· 36

##### 2.1.3 需要设置的参数····· 47

##### 2.1.4 基本功的操作演示····· 48

##### 2.1.5 活学活用····· 53

##### 2.1.6 实际加工应注意的问题····· 54

#### 2.2 平面铣加工····· 55

##### 2.2.1 学习目标与学习课时安排····· 55

##### 2.2.2 功能解释与应用····· 56

##### 2.2.3 需要设置的参数····· 57

##### 2.2.4 基本功的操作演示····· 58

##### 2.2.5 活学活用····· 63

##### 2.2.6 实际加工应注意的问题····· 69

#### 2.3 综合提高特训····· 70

#### 2.4 工程师经验点评····· 82

#### 2.5 练习题····· 82

### 第 3 章 型腔铣加工····· 84

#### 3.1 跟随周边····· 85

##### 3.1.1 学习目标与课时安排····· 86

##### 3.1.2 功能解释与应用····· 86

##### 3.1.3 需要设置的参数····· 93

##### 3.1.4 基本功的操作演示····· 93

##### 3.1.5 活学活用····· 99

##### 3.1.6 实际加工中应注意的问题····· 100



|                         |     |                         |     |
|-------------------------|-----|-------------------------|-----|
| 3.2 跟随部件 .....          | 101 | 5.1.1 学习目标与学习课时安排 ..... | 142 |
| 3.2.1 学习目标与学习课时安排 ..... | 101 | 5.1.2 功能解释与应用 .....     | 142 |
| 3.2.2 功能解释与应用 .....     | 101 | 5.1.3 需要设置的参数 .....     | 145 |
| 3.2.3 需要设置的参数 .....     | 102 | 5.1.4 操作演示 .....        | 146 |
| 3.2.4 基本功的操作演示 .....    | 103 | 5.1.5 活学活用 .....        | 148 |
| 3.2.5 活学活用 .....        | 107 | 5.1.6 实际加工中应注意的问题 ..... | 149 |
| 3.2.6 实际加工中遇到的问题 .....  | 107 | 5.2 等高清角加工 .....        | 150 |
| 3.3 综合提高特训 .....        | 108 | 5.2.1 学习目标与学习课时安排 ..... | 150 |
| 3.4 工程师经验点评 .....       | 112 | 5.2.2 操作演示 .....        | 151 |
| 3.5 练习题 .....           | 112 | 5.2.3 活学活用 .....        | 153 |
| 第4章 型腔铣二次开粗 .....       | 113 | 5.2.4 实际加工中应注意的问题 ..... | 154 |
| 4.1 参考刀具 .....          | 114 | 5.3 功能综合应用实例 .....      | 155 |
| 4.1.1 学习目标与课时安排 .....   | 114 | 5.4 工程师经验点评 .....       | 164 |
| 4.1.2 基本功的操作演示 .....    | 115 | 5.5 练习题 .....           | 164 |
| 4.1.3 活学活用 .....        | 117 | 第6章 轮廓区域铣加工 .....       | 165 |
| 4.1.4 实际加工中应注意的问题 ..... | 118 | 6.1 区域铣削驱动 .....        | 166 |
| 4.2 使用3D .....          | 118 | 6.1.1 学习目标与课时安排 .....   | 167 |
| 4.2.1 学习目标与学习课时安排 ..... | 119 | 6.1.2 功能解释与应用 .....     | 167 |
| 4.2.2 基本功的操作演示 .....    | 119 | 6.1.3 需要设置的加工参数 .....   | 170 |
| 4.2.3 活学活用 .....        | 121 | 6.1.4 操作演示 .....        | 170 |
| 4.2.4 实际加工中应注意的问题 ..... | 122 | 6.1.5 活学活用 .....        | 174 |
| 4.3 使用基于层的 .....        | 122 | 6.1.6 实际加工中应注意的问题 ..... | 175 |
| 4.3.1 学习目标与学习课时计划 ..... | 122 | 6.2 边界驱动 .....          | 175 |
| 4.3.2 基本功的操作演示 .....    | 123 | 6.2.1 学习目标与课时安排 .....   | 176 |
| 4.3.3 活学活用 .....        | 126 | 6.2.2 功能解释与应用 .....     | 176 |
| 4.3.4 实际加工中应注意的问题 ..... | 129 | 6.2.3 操作演示 .....        | 178 |
| 4.4 综合提高特训 .....        | 129 | 6.2.4 活学活用 .....        | 187 |
| 4.5 工程师经验点评 .....       | 139 | 6.2.5 实际加工中应注意的问题 ..... | 189 |
| 4.6 练习题 .....           | 140 | 6.3 清根驱动 .....          | 189 |
| 第5章 等高轮廓铣加工 .....       | 141 | 6.3.1 学习目标与课时安排 .....   | 189 |
| 5.1 等高轮廓加工 .....        | 142 | 6.3.2 功能解释与应用 .....     | 190 |
|                         |     | 6.3.3 操作演示 .....        | 191 |

|                                       |     |                                   |     |
|---------------------------------------|-----|-----------------------------------|-----|
| 6.3.4 活学活用 .....                      | 194 | 7.4 NX 常用的钻孔方法 .....              | 221 |
| 6.3.5 实际加工中应注意的<br>问题 .....           | 195 | 7.4.1 功能解释与应用 .....               | 221 |
| 6.4 文本驱动 .....                        | 195 | 7.4.2 需要设置的加工参数 .....             | 223 |
| 6.4.1 学习目标与课时安排 .....                 | 195 | 7.4.3 操作演示 .....                  | 223 |
| 6.4.2 功能解释与应用 .....                   | 196 | 7.4.4 活学活用 .....                  | 229 |
| 6.4.3 操作演示 .....                      | 197 | 7.4.5 实际加工中应注意的<br>问题 .....       | 231 |
| 6.4.4 活学活用 .....                      | 200 | 7.5 工程师经验点评 .....                 | 231 |
| 6.4.5 实际加工中应注意的<br>问题 .....           | 201 | 7.6 练习题 .....                     | 232 |
| 6.5 综合提高特训 .....                      | 201 | <b>第 8 章 产生 NC 程序与输出后处理</b> ..... | 233 |
| 6.6 工程师经验点评 .....                     | 215 | 8.1 学习目标与课时安排 .....               | 234 |
| 6.7 练习题 .....                         | 215 | 8.2 安装 NX 后处理 .....               | 234 |
| <b>第 7 章 数控钻孔加工</b> .....             | 217 | 8.3 生成 NX 后处理 .....               | 235 |
| 7.1 学习目标与课时安排 .....                   | 218 | 8.3.1 基本功的操作演示 .....              | 235 |
| 7.2 孔加工的工艺介绍 .....                    | 218 | 8.3.2 如何查看加工时间 .....              | 237 |
| 7.3 孔加工的工序安排 .....                    | 219 | 8.4 练习题 .....                     | 238 |
| <b>第 2 部分 NX 编程高手实践</b>               |     |                                   |     |
| <b>第 9 章 如何看刀路和判别刀路的<br/>好坏</b> ..... | 240 | 10.6 出铜公工程图 .....                 | 273 |
| 9.1 学习目标与课时安排 .....                   | 241 | 10.6.1 出铜公工程图 .....               | 273 |
| 9.2 判别刀路的类型和作用 .....                  | 241 | 10.6.2 标注铜公位置尺寸 .....             | 277 |
| 9.3 判别进刀、退刀和横越 .....                  | 243 | 10.7 工程师经验点评 .....                | 280 |
| 9.4 判别提刀的多少 .....                     | 245 | 10.8 练习题 .....                    | 280 |
| 9.5 根据刀轨判别是否过切 .....                  | 247 | <b>第 11 章 模具加工前的补面工作</b> .....    | 281 |
| 9.6 根据刀轨确定哪些部位加工<br>不到 .....          | 247 | 11.1 学习目标与课时安排 .....              | 282 |
| 9.7 练习题 .....                         | 248 | 11.2 NX 补面常用的方法 .....             | 282 |
| <b>第 10 章 拆铜公与出铜公工程图</b> .....        | 250 | 11.3 洗涤剂瓶盖后模的补面 .....             | 283 |
| 10.1 学习目标与课时安排 .....                  | 251 | 11.3.1 模型分析 .....                 | 284 |
| 10.2 掌握模具中哪些部件需要<br>拆铜公 .....         | 251 | 11.3.2 补面具体步骤 .....               | 284 |
| 10.3 拆铜公的原则 .....                     | 252 | 11.4 工程师经验点评 .....                | 289 |
| 10.4 拆铜公的注意事项 .....                   | 254 | 11.5 练习题 .....                    | 289 |
| 10.5 照明电筒前后模铜公的拆分 .....               | 255 | <b>第 12 章 塑料玩具球前模编程</b> .....     | 290 |
| 10.5.1 模型分析 .....                     | 256 | 12.1 学习目标与课时安排 .....              | 291 |
| 10.5.2 拆铜公具体步骤 .....                  | 258 | 12.2 编程前的工艺分析 .....               | 291 |
|                                       |     | 12.3 编程思路及刀具的使用 .....             | 291 |
|                                       |     | 12.4 制定加工程序单 .....                | 292 |





|        |                             |     |         |                    |     |
|--------|-----------------------------|-----|---------|--------------------|-----|
| 12.5   | 编程前需要注意的问题                  | 292 | 13.6.8  | 清角——轮廓区<br>域铣      | 326 |
| 12.6   | 编程详细操作步骤                    | 293 | 13.6.9  | 两小孔的加工——<br>等高轮廓铣  | 327 |
| 12.6.1 | 开粗——型腔铣                     | 293 | 13.6.10 | 实体模拟验证             | 329 |
| 12.6.2 | 二次开粗——型<br>腔铣               | 299 | 13.7    | 工程师经验点评            | 329 |
| 12.6.3 | 陡峭面精加工——等<br>高轮廓铣           | 300 | 13.8    | 练习题                | 330 |
| 12.6.4 | 狭窄陡峭区域精加<br>工——等高参考刀<br>具加工 | 302 | 第 14 章  | 电蚊香座盖后模的编程         | 331 |
| 12.6.5 | 平缓区域精加工——<br>轮廓区域铣          | 304 | 14.1    | 学习目标与课时安排          | 332 |
| 12.6.6 | 清角——轮廓区<br>域铣               | 306 | 14.2    | 编程前的工艺分析           | 332 |
| 12.6.7 | 两小孔的加工——<br>等高轮廓铣           | 308 | 14.3    | 编程思路及刀具的使用         | 333 |
| 12.6.8 | 实体模拟验证                      | 310 | 14.4    | 制定加工程序单            | 333 |
| 12.7   | 工程师经验点评                     | 310 | 14.5    | 编程前需要注意的问题         | 334 |
| 12.8   | 练习题                         | 311 | 14.6    | 电蚊香座盖后模编程的具体<br>步骤 | 334 |
| 第 13 章 | 保龄球前模编程                     | 312 | 14.7    | 工程师经验点评            | 358 |
| 13.1   | 学习目标与课时安排                   | 313 | 14.8    | 练习题                | 358 |
| 13.2   | 编程前的工艺分析                    | 313 | 第 15 章  | 保温瓶盖前模编程           | 359 |
| 13.3   | 编程思路及刀具的使用                  | 313 | 15.1    | 学习目标与课时安排          | 360 |
| 13.4   | 制定加工程序单                     | 314 | 15.2    | 编程前的工艺分析           | 360 |
| 13.5   | 编程前需要注意的问题                  | 314 | 15.3    | 编程思路及刀具的使用         | 360 |
| 13.6   | 编程详细操作步骤                    | 314 | 15.4    | 制定加工程序单            | 361 |
| 13.6.1 | 调整坐标                        | 314 | 15.5    | 编程前需要注意的问题         | 361 |
| 13.6.2 | 开粗——型腔铣                     | 315 | 15.6    | 保温瓶盖前模编程的具体<br>步骤  | 362 |
| 13.6.3 | 陡峭面半精加工——<br>等高轮廓铣          | 320 | 15.7    | 工程师经验点评            | 381 |
| 13.6.4 | 底部平缓面半精加<br>工——轮廓区域铣        | 321 | 15.8    | 练习题                | 382 |
| 13.6.5 | 大区域面精加工——<br>轮廓区域铣          | 323 | 第 16 章  | 铜公(电极)编程           | 383 |
| 13.6.6 | 直壁面精加工——等<br>高轮廓铣           | 324 | 16.1    | 学习目标与课时安排          | 384 |
| 13.6.7 | 圆锥面精加工——轮<br>廓区域铣           | 325 | 16.2    | 编程前的工艺分析           | 384 |
|        |                             |     | 16.3    | 编程思路及刀具的使用         | 384 |
|        |                             |     | 16.4    | 制定加工程序单            | 385 |
|        |                             |     | 16.5    | 编程前需要注意的问题         | 385 |
|        |                             |     | 16.6    | 铜公(电极)编程的具体<br>步骤  | 385 |
|        |                             |     | 16.7    | 工程师经验点评            | 396 |
|        |                             |     | 16.8    | 练习题                | 396 |

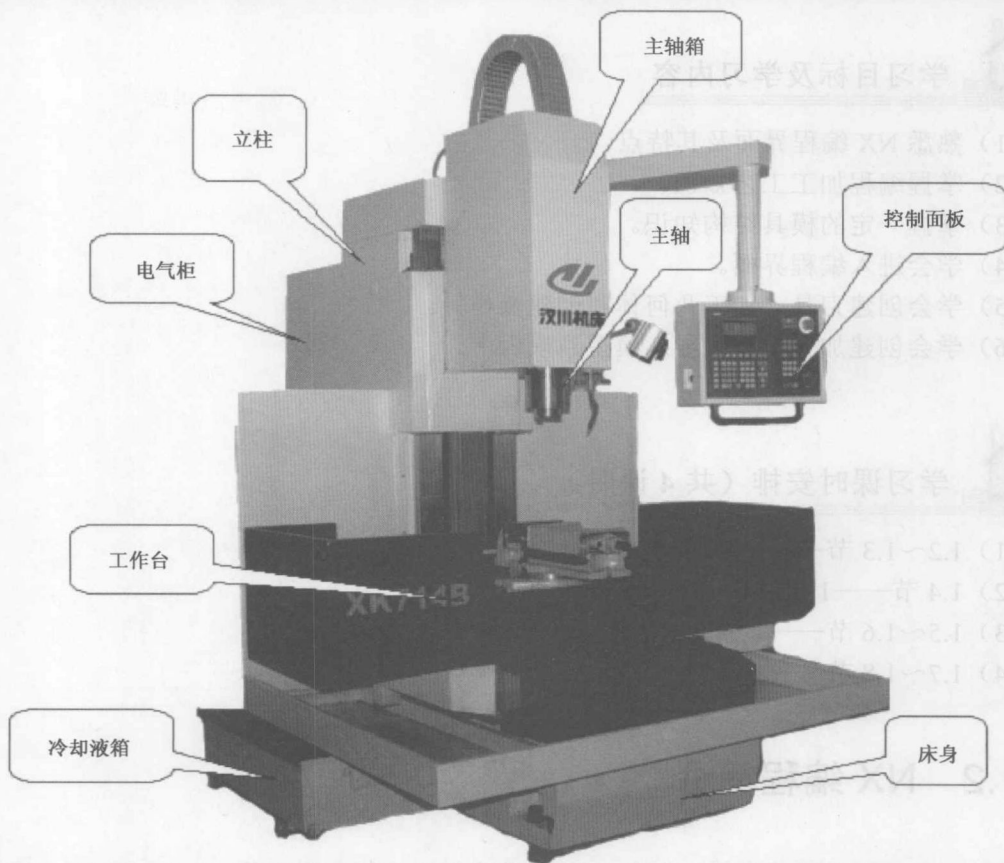
# 第 1 部分 NX 编程入门与工艺介绍

## 作者寄语

第一部分主要是基础与工艺内容，虽然有点枯燥，但读者一定要打下坚实的基础，并尽可能多掌握点加工工艺知识。

NX 软件提供的编程方法虽然很多，但在模具加工中主要还是反复地使用几个常用的命令，所以，读者在学习时一定要侧重于学习和应用这几个常用的命令，这样可达到事半功倍的效果。

书中虽然没有详细介绍如何操作机床和如何对刀等，但读者一定要清楚地认识到机床操作对编程也是非常重要的，编程人员必须要掌握一定的机床操作技能。



## 第 1 章

# NX 编程基本操作及加工工艺

本章主要介绍 NX 编程的基本操作及相关的加工工艺知识，读者学习完本章后将对 NX 编程知识有一个总体的认识，懂得如何设置编程界面及编程的加工参数。另外，为了使读者在学习 NX 编程前具备一定的加工工艺基础，本章还介绍了数控加工工艺的常用知识。

## 1.1 学习目标与课时安排



### 学习目标及学习内容

- (1) 熟悉 NX 编程界面及其特点。
- (2) 掌握编程加工工艺知识。
- (3) 掌握一定的模具结构知识。
- (4) 学会进入编程界面。
- (5) 学会创建刀具、加工几何体和创建操作等。
- (6) 学会创建加工模板和导入模型到模板中。



### 学习课时安排（共 4 课时）

- (1) 1.2~1.3 节——1 课时。
- (2) 1.4 节——1 课时。
- (3) 1.5~1.6 节——1 课时。
- (4) 1.7~1.8 节——1 课时。

## 1.2 NX 编程简介

NX 是当前世界最先进的、面向先进制造行业的、紧密集成的 CAID/CAD/CAE/CAM

软件系统,提供了产品设计、分析、仿真、数控程序生成等一整套解决方案。NX-CAM 是整个 NX 系统的一部分,它以三维主模型为基础,具有强大可靠的刀具轨迹生成方法,可以完成铣削(2.5~5 轴)、车削、线切割等的编程。NX-CAM 是模具数控行业最具代表性的数控编程软件,其最大的特点就是生成的刀具轨迹合理、切削负载均匀、适合高速加工。另外,在加工过程中的模型、加工工艺和刀具管理,均与主模型相关联,主模型更改设计后,编程只需重新计算即可,所以,NX 编程的效率非常高。

NX-CAM 主要由 5 个模块组成,即交互工艺参数输入模块、刀具轨迹生成模块、刀具轨迹编辑模块、三维加工动态仿真模块和后处理模块,下面对这 5 个模块作简单的介绍。

(1) 交互工艺参数输入模块:通过人机交互的方式,用对话框和过程向导的形式输入刀具、夹具、编程原点、毛坯、零件等工艺参数。

(2) 刀具轨迹生成模块:具有非常丰富的刀具轨迹生成方法,主要包括铣削(2.5~5 轴)、车削、线切割等加工方法。本书主要讲解 2.5 轴和 3 轴数控铣加工。

(3) 刀具轨迹编辑模块:刀具轨迹编辑器可用于观察刀具的运动轨迹,并提供延伸、缩短或修改刀具轨迹的功能。同时,能够通过控制图形和文本的信息编辑刀轨。

(4) 三维加工动态仿真模块:是一个无需利用机床,成本低,高效率的测试 NC 加工的方法,可以检验刀具与零件和夹具是否发生碰撞、是否过切,以及加工余量分布等情况,以便在编程过程中及时解决。

(5) 后处理模块:包括一个通用的后置处理器(GPM),用户可以方便地建立用户定制的后置处理。通过使用加工数据文件生成器(MDFG),一系列交互选项提示用户选择定义特定机床和控制器特性的参数,包括控制器和机床的规格与类型、插补方式、标准循环等。

## 1.3 编程加工工艺知识

在进行数控编程前,读者必须具备一定的加工工艺知识。例如,数控机床的分类、各种数控机床的加工能力和切削原理;切削刀具的规格和材料,切削参数(主轴转速、进给速度、吃刀量)的选择原则;工件材料的切削性能,切削过程中的冷却,公差配合等。只有具备了这些知识,才能编制出合理、高效的数控加工程序。

### 1.3.1 数控加工的优点

先进的数控加工技术是一个国家制造业发达的标志,利用数控加工技术可以加工很多普通机床不能加工的复杂曲面零件或模具,而且加工的稳定性和精度都会得到很大的保证。总体上说,数控加工比传统的加工具有以下优点。

(1) 加工效率高:利用数字化的控制手段可以加工复杂的曲面,而加工过程是由计算机控制的,所以零件的互换性强,加工的速度快。

(2) 加工精度高:与传统的加工设备相比,数控系统优化了传动装置,提高了分辨率,



减少了人为和机械误差,因此,加工的效率得到很大的提高。

(3) 劳动强度低:由于采用了自动控制方式,也就是说切削过程是由数控系统在数控程序的控制下完成的,不像传统加工手段那样利用手工操作机床来完成加工。在数控机床工作时,操作者只需要监视设备的运行状态即可,所以劳动强度低。

(4) 适应能力强:数控机床在程序的控制下运行,通过改变程序即可改变所加工的产品,产品的改型快且成本低,因此,加工的柔性非常高、适应能力强。

(5) 加工环境好:数控加工机床是机械控制、强电控制、弱电控制为一体的高科技产物,通常都有很好的保护措施,工人的操作环境相对较好。

### 1.3.2 数控机床介绍

用数控机床加工模具或零件时,首先应该编写出零件的加工程序作为数控机床的工作指令,将加工程序送到数控装置,由数控装置控制数控机床主传动的变速、起停、进给运动方向、速度和位移量,以及其他动作(如刀具的选择交换、工件的夹紧与松开、冷却和润滑的开关等),使刀具与工件及其他辅助装置严格地按照加工程序规定的顺序、轨迹和参数有条不紊地工作,从而加工出符合要求的工作。数控加工主要步骤如图 1-1 所示。

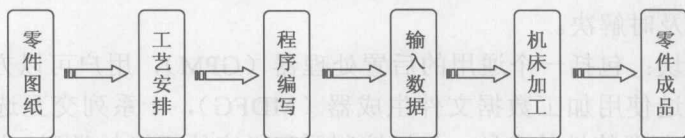


图 1-1 数控加工步骤

模具加工中,常用的数控设备有数控铣床、加工中心(具备自动换刀功能的数控铣)、火花机和线切割机等,如图 1-2 所示。

#### 1. 数控铣床的组成

数控铣床由数控程序、输入/输出装置、数控装置、驱动装置和位置检测装置、辅助控制装置、机床本体组成。

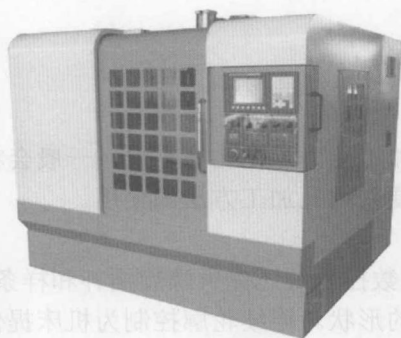
##### 1) 数控程序

数控程序是数控机床自动加工零件的工作指令,目前常用的称为“G 代码”。数控程序是在对加工零件进行工艺分析的基础上,根据一定的规则编制的刀具运动轨迹信息。编制程序的工作可由人工进行;对于形状复杂的零件,则需要用 CAD/CAM 进行。

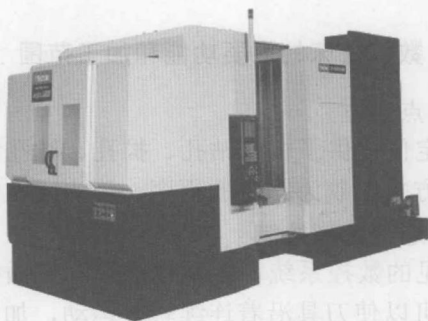
##### 2) 输入/输出装置

输入/输出装置的主要作用是提供人机交互和通信。通过输入/输出装置,操作者可以输入指令和信息,也可使其显示机床的信息。通过输入/输出装置也可以在计算机和数控机床之间传输数控代码、机床参数等。

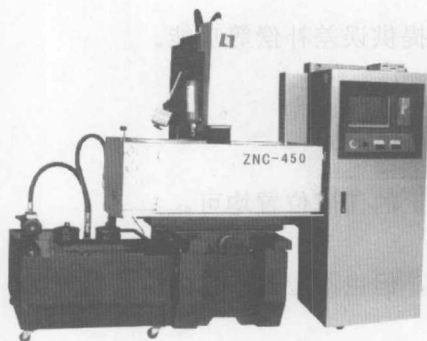
零件加工程序输入过程有两种不同的方式:一种是边读入边加工(DNC);另一种是一次将零件加工程序全部读入数控装置内部的存储器,加工时再从内部存储器中逐段调出进行加工。



(a) 数控铣床



(b) 加工中心



(c) 火花机



(d) 线切割机

图 1-2 数控设备

### 3) 数控装置

数控装置是数控机床的核心部分。数控装置从内部存储器中读取或接受输入装置送来的一段或几段数控程序，经过数控装置进行编译、运算和逻辑处理后，输出各种控制信息和指令，控制机床各部分的工作。

### 4) 驱动装置和位置检测装置

驱动装置接收来自数控装置的指令信息，经功率放大后，发送给伺服电机，伺服电机按照指令信息驱动机床移动部件，按一定的速度移动一定的距离。

位置检测装置检测数控机床运动部件的实际位移量，经反馈系统反馈至机床的数控装置，数控装置比较反馈回来的实际位移量值与设定值，如果出现误差，则控制驱动装置进行补偿。

### 5) 辅助控制装置

辅助控制装置的主要作用是接收数控装置或传感器输出的开关量信号，经过逻辑运算，实现机床的机械、液压、气动等辅助装置完成指令规定的开关动作。这些控制主要包括主轴起停、换刀、冷却液和润滑装置的启动停止、工件和机床部件的松开与夹紧等。

### 6) 机床本体

数控机床的机床本体与传统机床相似，由主轴传动装置、进给传动装置、床身、工作台及辅助运动装置、液压气动系统、润滑系统、冷却装置等组成。



## 2. 数控铣床的主要功能和加工范围

### 1) 点定位

点定位提供了机床钻孔、扩孔、镗孔和铰孔等加工能力。在孔加工中,一般会将典型的加工方式编制为固定的程序,称为固定循环,方便常用孔加工方法的使用。

### 2) 连续轮廓控制

常见的数控系统均提供直线和圆弧插补,高档的数控系统还提供螺旋插补和样条插补,这样就可以使刀具沿着连续轨迹运动,加工出需要的形状。连续轮廓控制为机床提供了轮廓、箱体和曲面腔体等零件的加工。

### 3) 刀具补偿

利用刀具补偿功能,可以简化数控程序编制、提供误差补偿等功能。

## 3. 数控铣床编程要点

### 1) 设置编程坐标系

编程坐标系的位置以方便对刀为原则,在毛坯上的任何位置均可。

### 2) 设置安全高度

安全高度一定要高过装夹待加工件的夹具高度,但也不应太高,以免浪费时间。

### 3) 刀具的选择

在型腔尺寸允许的情况下尽可能选择直径较大且长度较短的刀具;优先选择镶嵌式刀具,对于精度要求高的部位可以考虑使用整体式合金刀具;尽量少用白钢刀具(因为白钢刀具磨损快,换刀的时间浪费严重,得不偿失);对于很小的刀具才能加工到的区域应该考虑使用电火花机或者线切割机床加工。

### 4) 加工模型的准备

设置合适的编程坐标系;创建毛坯;修补切削不到的区域(例如,很小的孔、腔,没有圆角的异型孔等)。

## 1.3.3 铣床与加工中心操作

### 1. 夹具与装夹

在数控铣床或加工中心上常用的夹具主要有通用夹具、组合夹具、专用夹具和成组夹具,在选择夹具时要综合考虑各种因素,选择最经济、合理的夹具。

#### 1) 螺钉压板

利用 T 形槽螺栓和压板将工件固定在机床工作台上即可。装夹工件时,需根据工件装夹精度要求,使用百分表校正工件。

#### 2) 机用虎钳(平口钳)

形状比较规则的零件铣削时常用虎钳进行装夹,方便灵活,适应性广。当加工精度要求较高,需要较大的夹紧力时,则需要使用较高精度的机械式或液压式虎钳。

虎钳在数控铣床工作台上的安装,要根据加工精度控制钳口与 $X$ 轴或 $Y$ 轴的平行度,且零件夹紧时要注意避免工件变形或钳口一端上翘。

### 3) 铣床用卡盘

当需要在数控铣床上加工回转体零件时,可以使用三爪卡盘装夹,对于非回转零件可使用四爪卡盘装夹。

## 2. 装夹注意事项

在装夹工件时,应该注意以下问题。

(1) 安装工件时,应保证工件在本次定位装夹中所有需要完成的待加工面充分暴露在外,以方便加工。同时,也应考虑机床主轴与工作台面之间的最小距离和刀具的装夹长度,确保在主轴的行程范围内能使工件的加工范围和加工内容全部完成。

(2) 夹具在机床工作台上的安装位置必须给刀具运动轨迹留有空间,不能和各工步刀具轨迹发生干涉。

## 3. 对刀

对刀的目的是通过刀具或对刀工具确定工件坐标系与机床坐标系之间的空间位置关系,并将对刀数据输入到相应的存储器中。它是数控加工中最重要的操作内容,其准确性将直接影响零件的加工精度。对刀分为 $X$ 、 $Y$ 向对刀和 $Z$ 向对刀。

### 1) 对刀方法

根据现有条件和加工精度要求选择对刀方法,可采用试切法、寻边器对刀、对刀仪对刀和自动对刀等。其中试切法精度较低,加工中常用寻边器和 $Z$ 轴设定器对刀,效率高且保证加工精度。

### 2) 对刀注意事项

- (1) 根据加工要求选择合适的对刀工具,控制对刀误差。
- (2) 在对刀过程中,可通过改变微调进给量来提高对刀精度。
- (3) 对刀时需谨慎操作,防止刀具在移动的过程中碰撞工件。
- (4) 对刀数据一定要存储在与程序对应的存储地址中,防止因调用错误而产生严重后果。

## 4. 塑料模具加工的步骤

### 1) 加工前的确认

- (1) 首先核对模具图、连络单、程序单、装夹图、版次是否一致。
- (2) 对工件外形尺寸、前工段尺寸、外观进行检查是否符合图纸要求。
- (3) 对程序进行确认,根据程序文件与图纸进行核对,检查图档尺寸与图纸尺寸是否一致。
- (4) 如果发现工件加工外形与图纸不合,应填写好加工异常记录表。





## 2) 工件的装夹

- (1) 在装夹前应先将工件的毛刺、油渍去除干净。
- (2) 注意要根据工件的基准角进行装夹。
- (3) 根据工件的形状和材质选择合适的夹具进行装夹。
- (4) 如果使用虎钳进行装夹, 应该考虑其压力大小, 以防将工件压变形。
- (5) 装夹完成后要将工作台面清理干净。

## 3) 装刀

- (1) 根据程序单, 选择好第一把刀, 对出工件 Z 轴零点。
- (2) 装刀时应该考虑刀具的有效长度与刀具的总伸出长度是否符合程序要求。
- (3) 若采用自动换刀加工, 将所有刀具按要求安装好, 并放入刀库中, 并记录每把刀的刀号。

## 4) 程序修改

## 5) 执行

## 6) 检查有无异常

## 7) 完工处理

- (1) 去油污, 去毛刺。

- (2) 用高度尺、卡尺确定加工尺寸。

- (3) 填写完工文件。

## 1.3.4 数控刀具介绍及使用

### 1. 刀具的介绍

数控加工刀具必须适应数控机床高速、高效和自动化程度高的特点, 一般包括通用刀具、通用连接刀柄及少量专用刀柄。刀柄要连接刀具并装在机床动力头上, 因此已逐渐标准化和系列化。数控刀具的分类有多种方法。根据刀具结构分类: ①整体式; ②镶嵌式, 采用焊接或机夹式连接, 机夹式又可分为不转位和可转位两种; ③特殊形式, 如复合式刀具、减震式刀具等。根据制造刀具所用的材料分类: ①高速钢刀具; ②硬质合金刀具; ③金刚石刀具; ④其他材料刀具, 如立方氮化硼刀具、陶瓷刀具等。为了适应数控机床对刀具耐用、稳定、易调、可换等的要求, 近几年机夹式可转位刀具得到广泛的应用, 在使用数量上达到整个数控刀具的 30%~40%, 金属切除量占总数的 80%~90%。

数控铣刀从形状上主要分为平底刀(端铣刀)、圆鼻刀和球刀, 如图 1-3 所示, 从刀具使用性能上分为白钢刀、飞刀和合金刀。在工厂实际加工中, 最常用的刀具有 D63R6、D50R5、D35R5、D32R5、D30R5、D25R5、D20R0.8、D17R0.8、D13R0.8、D12、D10、D8、D6、D4、R5、R3、R2.5、R2、R1.5、R1 和 R0.5 等。

(1) 平底刀: 主要用于粗加工、平面精加工、外形精加工和清角加工。其缺点是刀尖容易磨损, 影响加工精度。