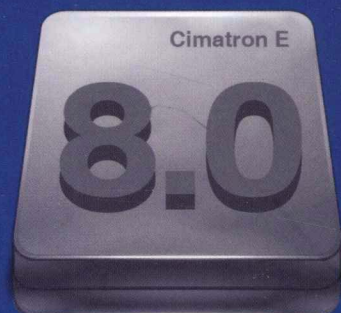
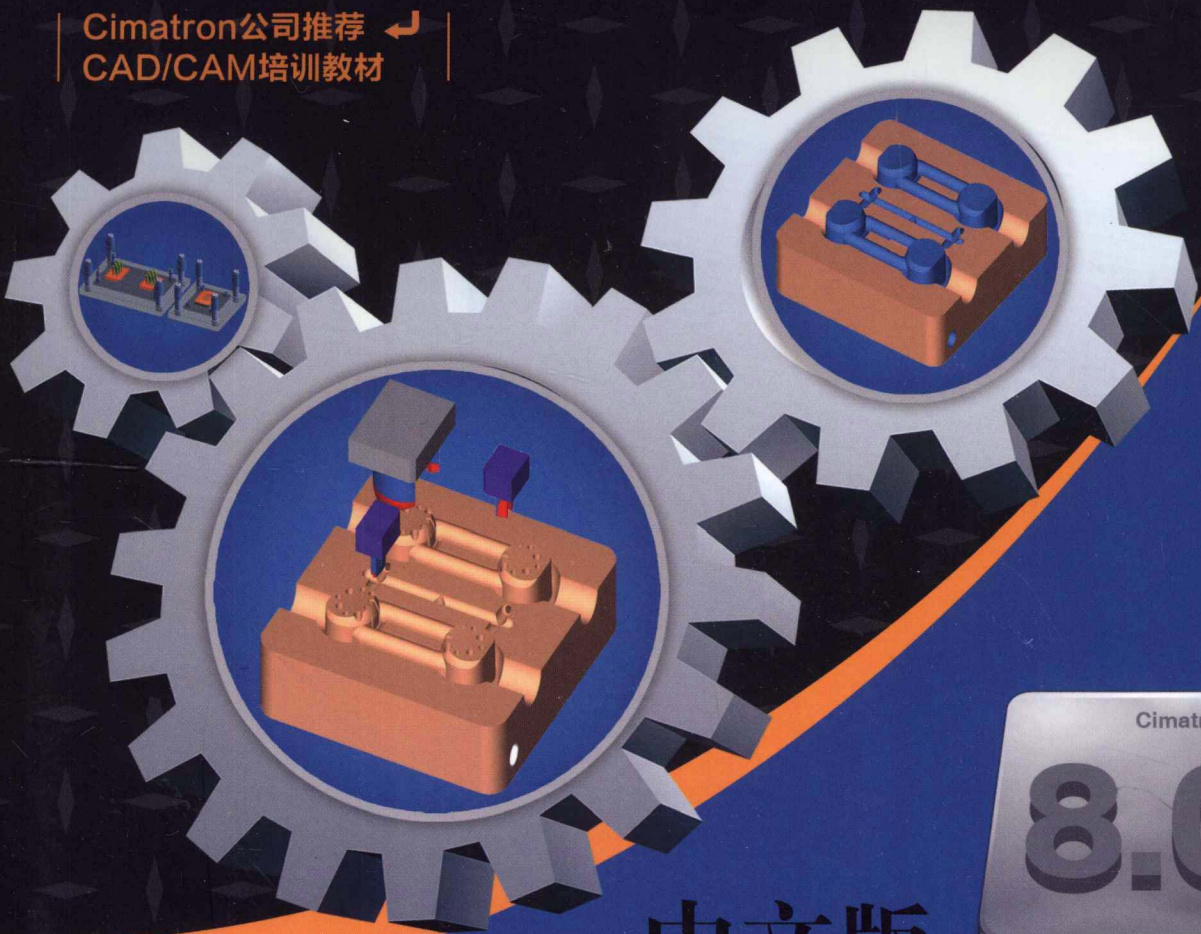


Cimatron公司推荐  
CAD/CAM培训教材



中文版

# Cimatron E

## 数控加工 基础教程

赖新建 李 琦 何华妹 编著  
思美创（广州）科技有限公司 审校

- Cimatron公司资深专家组织编写，编程技术精湛
- 编程实例源于企业一线生产，突出实战技巧
- 讲解细致、专业，让读者快速掌握数控编程技术
- 海量教学视频，讲解精辟，分析深刻

 人民邮电出版社  
POSTS & TELECOM PRESS



Cimatron公司推荐  
CAD/CAM培训教材

TG659-39  
L032



Cimatron E

8.0

中文版

# Cimatron E

## 数控加工 基础教程

赖新建 李 琦 何华妹 编著  
思美创（广州）科技有限公司 审校

人民邮电出版社  
北 京

## 图书在版编目(CIP)数据

Cimatron E 8.0 中文版数控加工基础教程/赖新建,李琦,何华妹编著. —北京:人民邮电出版社,2009.8  
ISBN 978-7-115-20755-5

I. C… II. ①赖…②李…③何… III. 数控机床—加工—计算机辅助设计—应用软件, Cimatron E 8.0—教材  
IV.TG659-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 128682 号

## 内 容 提 要

Cimatron E 8.0 软件是以色列 Cimatron 公司开发的一套全功能、高度集成的 CAD/CAM 集成软件,广泛应用于制造行业。

本书分为 11 章,系统地介绍了实际生产中的电极设计、修补片面以及零件的编程加工方法等知识。全书以 Cimatron E 8.0 的编程模块作为核心,运用理论与实际相结合的方法,介绍了软件编程加工的基础知识,同时还以图文结合的叙述形式介绍了企业生产编程加工的实例,让读者掌握 Cimatron 编程加工知识打下坚实的基础。

本书可作为相关培训学校的教材,也可作为工程技术人员及各高等院校相关专业师生的参考书。

### Cimatron E 8.0 中文版数控加工基础教程

- ◆ 编 著 赖新建 李 琦 何华妹  
审 校 思美创(广州)科技有限公司  
责任编辑 李永涛
- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号  
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn  
网址 <http://www.ptpress.com.cn>  
北京鑫正大印刷有限公司印刷
- ◆ 开本: 787×1092 1/16  
印张: 33.25  
字数: 810 千字 2009 年 9 月第 1 版  
印数: 1—2 000 册 2009 年 9 月北京第 1 次印刷  
ISBN 978-7-115-20755-5

定价: 69.00 元(附 2 张光盘)

读者服务热线: (010)67132692 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154



## 序

Cimatron 公司成立于 1982 年,总部位于以色列,是全球著名的、为模具行业和机械设计制造行业专业提供 CAD/CAM 软件的供货商,公司在美国纳斯达克上市 (NASDAQ-CIMT),其子公司和代理商分布在全球 35 个以上的国家和地区。

Cimatron 公司研发的 Cimatron E 软件,为制造业提供了全面和有效的解决方案,能帮助客户提高生产效率、协同作业,最大限度地缩短产品研发和交货周期,从而大幅度地提升企业的竞争力。

Cimatron 软件自 1992 年进入中国以来,至今已成为运用最为广泛的模具三维 CAD/CAM 一体化专业软件之一,集零件设计、模具设计和 NC 加工于一体。Cimatron 在模具制造企业中占有及其重要的地位,堪称当今世界最先进的 CAD/CAM 软件之一。

Cimatron E 8 软件主要包括以下功能包:

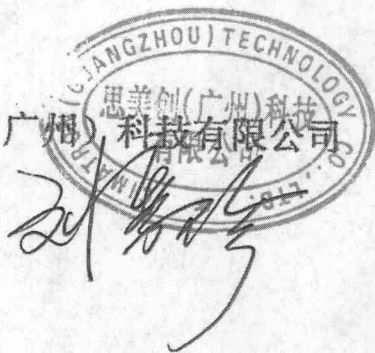
- 产品设计——Designer Solution;
- 模具设计——Mold Design;
- 数控加工编程——NC Solution(2.5 ~ 5X Mill);
- 专业电极设计——Electrode Solution;
- 制鞋专业方案——ShoeExpress Solution;
- 五金模具设计——Die Design。

为答谢广大用户和工程技术人员对 Cimatron 软件的支持,我们特邀行业内资深的专业技术人员编写了本套 Cimatron E 8 培训教材,并配有练习和教学光盘。

在这里,我向广大读者郑重推荐这套 Cimatron E 8 培训教材,本套书通俗易懂,书中包含了系统内容和专业技巧,更有大量的实例,使读者能够在学习理论的同时,反复实践、深入掌握。希望本套书能帮助广大用户和工程技术人员提高 Cimatron E 8 的应用水平。

思美创 (广州) 科技有限公司

总经理



# 关于本书

## 本书内容和特点

为了帮助读者迅速掌握使用软件进行数控编程的方法,本书由具有多年编程加工经验的一线工程师进行编写,采用实际生产中典型的模具型芯、型腔零件编程加工实例,全面介绍使用该软件进行数控编程的过程。

书中通过多个实例介绍了编程加工方法、常用的补片功能,以及实际工作中常用的电极设计方法。全书贯彻理论与实践相结合的写作理念,让读者在学习的过程中,不但能够快速掌握 Cimatron 的基本功能,还能熟练掌握数控编程的思路,为进一步掌握生产实际数控编程技术打好基础。

Cimatron E 8.0 强大的修补功能在辅助刀轨编程和模拟仿真中更接近于实际工作中所遇到的各种情况,能够避免各种不利于加工结果的情况发生。简洁的提取电极方案有助于生产设计,多种多样的编程刀路设计更能适应各种生产工作的要求。

全书共分 8 章,系统地讲解了数控编程方面的功能,各章内容简介如下。

- 第 1 章: 主要介绍数控编程的基础知识。
- 第 2 章: 主要介绍电极零件设计,通过学习让读者全面熟悉基础功能的应用,了解电极设计思路和方式方法。
- 第 3 章: 主要介绍补面设计,通过学习让读者全面理解曲面与修补功能综合应用的建模思路和准则。
- 第 4 章: 主要介绍 Cimatron E 8.0 数控编程的一些基础知识。
- 第 5 章: 主要介绍 2.5 轴的数控编程知识。
- 第 6 章: 主要介绍体积铣的数控编程知识。
- 第 7 章: 主要介绍精铣加工的数控编程知识。
- 第 8 章: 主要介绍简单型腔零件数控编程加工实例。
- 第 9 章: 进一步介绍复杂型腔零件数控编程加工实例。
- 第 10 章: 主要介绍简单型芯零件数控编程加工实例。
- 第 11 章: 进一步介绍复杂型芯零件数控编程加工实例。

## 读者对象

本书可作为相关培训学校的教材,也可作为工程技术人员及各高等院校相关专业师生的参考书。

## 版权声明

本书版权以及书中所提及的作品范例均属骏毅科技所有,请尊重知识产权,勿作任何抄袭及商业使用,书附光盘的范例文件仅供读者参考学习之用,任何人未经作者正式授权,不得擅自复制与散布其内容。

## 光盘使用说明

为方便读者的学习,本书配有2张DVD教学光盘,一张为Cimatron公司为客户进行培训时使用的教学光盘,另一张为本书配套的教学光盘。本书配套的教学光盘主要分为4大部分,分别是操作范例、操作结果、练习作业和动画演示。建议读者先将光盘内容复制到硬盘上,然后再进行相关操作学习。通过操作范例练习,希望能够帮助读者快速、全面地掌握Cimatron数控编程的技巧和要领。

光盘的主要内容和使用方法介绍如下。

- “操作范例”文件夹下包含本书所有操作范例文件,读者可以根据相关章节中的范例文件直接将其打开,然后对应书中内容进行操作。
- “操作结果”文件夹下包含本书所有操作结果文件,读者可以根据相关范例文件直接将其打开,然后进行浏览其结果。
- “练习题”文件夹中放置了本书相关章节的练习文件,读者可以根据书中练习提示打开练习题文件进行练习。
- “动画演示”文件夹下包含本书所有操作范例的动画演示文件(\*.avi格式),动画演示文件名称和书中的文件名称对应。读者可以用Windows系统自带的播放工具进行播放,或者其他适用于\*.avi格式的工具进行播放。

注意:播放动画演示文件前要先安装光盘目录下的“tsc.exe”插件。

本书在编写过程中得到了Cimatron公司的大力支持,在此要诚挚地感谢Cimatron(思美创)广州科技有限公司总经理刘秀珍女士给予的指导和帮助,同时感谢广东省技能鉴定中心邹炳辉先生和Cimatron公司赖新建技术总监为本书付出的辛勤劳动。另外还要感谢广东白云学院、广州白云工商高级技工学校的各位领导和老师的帮助与支持。

感谢您选择了本书,也请您把对本书的意见和建议告诉我们。

骏毅科技技术服务网站: <http://www.cadcam mould.com>; 服务电子邮件: [jycadcam mold@163.com](mailto:jycadcam mold@163.com)。

**骏毅科技**

2009年3月

# 目录

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 第1章 数控编程与加工概述 .....           | 1  |
| 1.1 数控编程基础知识 .....            | 1  |
| 1.1.1 数控编程的基本流程 .....         | 1  |
| 1.1.2 数控编程的特点 .....           | 1  |
| 1.2 数控加工工艺 .....              | 2  |
| 1.3 铣削刀具的类型与特点 .....          | 4  |
| 1.4 加工类型与参数的确定 .....          | 14 |
| 1.5 实际加工注意事项 .....            | 16 |
| 1.6 数控程序基础 .....              | 19 |
| 1.6.1 数控与数控编程的概念 .....        | 20 |
| 1.6.2 数控程序的格式及组成 .....        | 20 |
| 1.6.3 数控程序的基本功能 .....         | 21 |
| 1.7 数控编程 G、M 指令 .....         | 22 |
| 1.7.1 数控编程常用准备机能 (G 指令) ..... | 22 |
| 1.7.2 数控编程常用辅助机能 (M 指令) ..... | 27 |
| 1.7.3 数控编程 G、M 代码综合实例 .....   | 28 |
| 1.8 数控程序的生成及修改 .....          | 29 |
| 1.8.1 数控程序的产生 .....           | 29 |
| 1.8.2 数控程序的修改 .....           | 30 |
| 1.9 练习作业 .....                | 32 |
| 第2章 电极的作用与设计 .....            | 33 |
| 2.1 电极设计基础 .....              | 33 |
| 2.1.1 快速电极向导 .....            | 37 |
| 2.1.2 提取电极 .....              | 39 |
| 2.1.3 电极毛坯的定义 .....           | 44 |
| 2.1.4 电极坐标系的定义 .....          | 47 |
| 2.1.5 电极轮廓的定义 .....           | 48 |
| 2.1.6 电极延伸面的定义 .....          | 50 |
| 2.1.7 电极模板的定义 .....           | 53 |
| 2.1.8 电极模板的应用 .....           | 54 |
| 2.1.9 添加其他电极 .....            | 58 |
| 2.1.10 电极模拟 .....             | 61 |
| 2.1.11 电极图的生成 .....           | 61 |
| 2.2 实践指导——家电外壳模具电极设计 .....    | 65 |
| 2.2.1 设计解析 .....              | 65 |

|              |                            |            |
|--------------|----------------------------|------------|
| 2.2.2        | 家电外壳电极设计 1 .....           | 65         |
| 2.2.3        | 家电外壳电极设计 2 .....           | 72         |
| 2.2.4        | 家电外壳电极设计 3 .....           | 76         |
| 2.3          | 专家点评 .....                 | 83         |
| 2.4          | 练习作业 .....                 | 84         |
| <b>第 3 章</b> | <b>补面设计 .....</b>          | <b>85</b>  |
| 3.1          | 补面设计基础 .....               | 85         |
| 3.1.1        | 基准的创建 .....                | 85         |
| 3.1.2        | 二维草图的创建 .....              | 89         |
| 3.1.3        | 三维草图的创建 .....              | 94         |
| 3.1.4        | 曲面设计 .....                 | 97         |
| 3.2          | 实践指导——家电外壳型芯补面设计 .....     | 98         |
| 3.2.1        | 设计解析 .....                 | 98         |
| 3.2.2        | 操作步骤 .....                 | 98         |
| 3.3          | 专家点评 .....                 | 106        |
| 3.4          | 练习作业 .....                 | 107        |
| <b>第 4 章</b> | <b>Cimatron 编程基础 .....</b> | <b>108</b> |
| 4.1          | NC 编程起步 .....              | 108        |
| 4.1.1        | 导入模型 .....                 | 109        |
| 4.1.2        | 定义机床坐标系 .....              | 112        |
| 4.2          | 刀具与加工参数设置 .....            | 115        |
| 4.2.1        | 定义刀具 .....                 | 115        |
| 4.2.2        | 加工参数设置 .....               | 117        |
| 4.3          | 刀路创建到 NC 程序产生流程 .....      | 118        |
| 4.3.1        | 创建刀路 .....                 | 119        |
| 4.3.2        | 创建零件 .....                 | 120        |
| 4.3.3        | 创建毛坯 .....                 | 121        |
| 4.3.4        | 创建程序 .....                 | 123        |
| 4.3.5        | 执行程序 .....                 | 126        |
| 4.3.6        | 仿真模拟 .....                 | 126        |
| 4.3.7        | 后置处理 .....                 | 131        |
| 4.4          | 程序与刀路管理 .....              | 133        |
| 4.4.1        | 程序管理器 .....                | 133        |
| 4.4.2        | 刀路轨迹管理 .....               | 137        |
| 4.4.3        | 刀轨编辑 .....                 | 140        |
| 4.5          | 容易发生的问题和注意事项 .....         | 140        |
| 4.6          | 练习作业 .....                 | 141        |

|                      |            |
|----------------------|------------|
| <b>第5章 2.5轴编程加工</b>  | <b>142</b> |
| 5.1 2.5轴加工简介         | 142        |
| 5.2 公用参数的设定          | 143        |
| 5.3 2.5轴加工的类型介绍      | 159        |
| 5.3.1 型腔铣削           | 159        |
| 5.3.2 轮廓铣削           | 161        |
| 5.3.3 平面铣削           | 162        |
| 5.3.4 钻孔加工           | 163        |
| 5.4 实践指导——型芯固定板加工    | 167        |
| 5.4.1 型芯固定板加工工艺分析    | 168        |
| 5.4.2 型芯固定板粗加工       | 170        |
| 5.4.3 型芯固定板侧面精加工     | 177        |
| 5.4.4 型芯固定板底面精加工     | 181        |
| 5.4.5 型芯固定板定位孔加工     | 183        |
| 5.4.6 型芯固定板钻孔加工      | 186        |
| 5.4.7 检验             | 188        |
| 5.4.8 产生NC程序并保存      | 189        |
| 5.5 专家点评             | 190        |
| 5.6 练习作业             | 190        |
| <b>第6章 3D体积铣编程加工</b> | <b>191</b> |
| 6.1 3轴加工简介           | 191        |
| 6.1.1 新NC加工公用参数的设定   | 192        |
| 6.1.2 传统的加工参数设置      | 197        |
| 6.2 体积铣的类型           | 197        |
| 6.2.1 粗加工平行铣         | 197        |
| 6.2.2 粗加工环行铣         | 199        |
| 6.2.3 二次开粗           | 200        |
| 6.2.4 传统加工程序         | 202        |
| 6.3 实践指导——玩具剑剑柄型芯加工  | 207        |
| 6.3.1 型芯粗加工工艺分析      | 207        |
| 6.3.2 型芯粗加工编程        | 207        |
| 6.3.3 型芯二次开粗编程       | 211        |
| 6.4 专家点评             | 213        |
| 6.5 练习作业             | 213        |
| <b>第7章 3D曲面编程加工</b>  | <b>214</b> |
| 7.1 曲面铣加工简介          | 214        |
| 7.2 曲面铣加工            | 217        |

|              |                            |            |
|--------------|----------------------------|------------|
| 7.2.1        | 根据角度精铣 .....               | 219        |
| 7.2.2        | 精铣水平区域 .....               | 221        |
| 7.2.3        | 开放轮廓铣 .....                | 222        |
| 7.2.4        | 封闭轮廓铣 .....                | 225        |
| 7.2.5        | 传统加工程序 .....               | 225        |
| 7.3          | 局部精细加工 .....               | 233        |
| 7.3.1        | 清根铣 .....                  | 234        |
| 7.3.2        | 笔式铣 .....                  | 235        |
| 7.3.3        | 传统加工程序 .....               | 236        |
| 7.4          | 流线铣 .....                  | 242        |
| 7.4.1        | 3 轴瞄准曲面 .....              | 242        |
| 7.4.2        | 3 轴零件曲面 .....              | 243        |
| 7.4.3        | 3 轴直纹曲面 .....              | 244        |
| 7.5          | 实践指导 1——玩具剑型芯精加工 .....     | 244        |
| 7.5.1        | 型芯精加工工艺分析 .....            | 245        |
| 7.5.2        | 玩具剑剑柄模具型芯半精加工-精铣所有 .....   | 245        |
| 7.5.3        | 玩具剑剑柄模具型芯精加工-层切 .....      | 247        |
| 7.5.4        | 玩具剑剑柄模具型芯精加工-精铣水平区域 .....  | 250        |
| 7.5.5        | 玩具剑剑柄模具型芯精加工-平行切削-3D ..... | 252        |
| 7.5.6        | 玩具剑剑柄模具型芯精加工-型腔铣销 .....    | 254        |
| 7.6          | 实践指导 2——电极清根铣加工 .....      | 255        |
| 7.6.1        | 电极清根铣加工工艺分析 .....          | 256        |
| 7.6.2        | 电极清根铣精细加工-笔式铣功能 .....      | 256        |
| 7.7          | 实践指导 3——面盖型腔加工 .....       | 258        |
| 7.7.1        | 面盖型腔精细加工分析 .....           | 258        |
| 7.7.2        | 面盖模具型腔精细加工-3 轴零件曲面功能 ..... | 258        |
| 7.8          | 专家点评 .....                 | 260        |
| 7.9          | 练习作业 .....                 | 262        |
| <b>第 8 章</b> | <b>简单型腔加工实例 .....</b>      | <b>263</b> |
| 8.1          | 动模板内腔加工 .....              | 263        |
| 8.1.1        | 加工装夹方式确定 .....             | 263        |
| 8.1.2        | 加工工艺分析 .....               | 263        |
| 8.1.3        | 调入模型、创建零件和毛坯 .....         | 265        |
| 8.1.4        | 加工刀路的编制 .....              | 265        |
| 8.1.5        | 高级仿真和程序后处理 .....           | 271        |
| 8.1.6        | 创建加工程序单 .....              | 273        |
| 8.1.7        | 专家点评 .....                 | 274        |
| 8.2          | 机壳型腔加工 .....               | 274        |

|            |                       |            |
|------------|-----------------------|------------|
| 8.2.1      | 型腔电极设计 .....          | 275        |
| 8.2.2      | 加工装夹方式确定 .....        | 281        |
| 8.2.3      | 加工工艺分析 .....          | 281        |
| 8.2.4      | 调入模型、创建零件和毛坯 .....    | 282        |
| 8.2.5      | 加工刀路的编制 .....         | 283        |
| 8.2.6      | 高级仿真和程序后处理 .....      | 292        |
| 8.2.7      | 创建加工程序单 .....         | 294        |
| 8.2.8      | 专家点评 .....            | 295        |
| 8.3        | 灯盖型腔加工 .....          | 295        |
| 8.3.1      | 灯盖型腔电极设计 .....        | 295        |
| 8.3.2      | 加工装夹方式确定 .....        | 299        |
| 8.3.3      | 加工工艺分析 .....          | 299        |
| 8.3.4      | 调入模型、创建零件和毛坯 .....    | 301        |
| 8.3.5      | 加工刀路的编制 .....         | 302        |
| 8.3.6      | 专家点评 .....            | 309        |
| 8.4        | 电视接收器面壳型腔加工 .....     | 310        |
| 8.4.1      | 电视接收器面壳型腔电极设计 .....   | 310        |
| 8.4.2      | 加工装夹方式确定 .....        | 315        |
| 8.4.3      | 加工工艺分析 .....          | 315        |
| 8.4.4      | 调入模型、创建零件毛坯 .....     | 316        |
| 8.4.5      | 加工刀路的编制 .....         | 317        |
| 8.4.6      | 专家点评 .....            | 324        |
| <b>第9章</b> | <b>复杂型腔加工实例 .....</b> | <b>325</b> |
| 9.1        | 连接杆型腔加工 .....         | 325        |
| 9.1.1      | 连接杆型腔电极设计 .....       | 325        |
| 9.1.2      | 加工装夹方式确定 .....        | 328        |
| 9.1.3      | 加工工艺分析 .....          | 329        |
| 9.1.4      | 调入模型、创建零件和毛坯 .....    | 330        |
| 9.1.5      | 加工刀路的编制 .....         | 331        |
| 9.1.6      | 专家点评 .....            | 344        |
| 9.2        | 喷嘴型腔加工 .....          | 344        |
| 9.2.1      | 型腔加工电极的设计 .....       | 344        |
| 9.2.2      | 加工装夹方式确定 .....        | 357        |
| 9.2.3      | 加工工艺分析 .....          | 357        |
| 9.2.4      | 调入模型、创建零件和毛坯 .....    | 359        |
| 9.2.5      | 加工刀路的编制 .....         | 360        |
| 9.2.6      | 专家点评 .....            | 368        |
| 9.3        | 电蚊香型腔数控加工 .....       | 369        |

|               |                       |            |
|---------------|-----------------------|------------|
| 9.3.1         | 型腔电极设计 .....          | 369        |
| 9.3.2         | 加工装夹方式确定 .....        | 373        |
| 9.3.3         | 加工工艺分析 .....          | 373        |
| 9.3.4         | 调入模型、创建零件和毛坯 .....    | 374        |
| 9.3.5         | 加工刀路的编制 .....         | 375        |
| 9.3.6         | 专家点评 .....            | 381        |
| 9.4           | 鼠标型腔加工 .....          | 381        |
| 9.4.1         | 鼠标型腔电极设计 .....        | 382        |
| 9.4.2         | 加工装夹方式确定 .....        | 385        |
| 9.4.3         | 加工工艺分析 .....          | 386        |
| 9.4.4         | 调入模型、创建零件毛坯 .....     | 387        |
| 9.4.5         | 加工刀路的编制 .....         | 388        |
| 9.4.6         | 高级仿真和程序后处理 .....      | 394        |
| 9.4.7         | 创建加工程序单 .....         | 396        |
| 9.4.8         | 专家点评 .....            | 397        |
| <b>第 10 章</b> | <b>简单型芯加工实例 .....</b> | <b>398</b> |
| 10.1          | 刀柄型芯加工 .....          | 398        |
| 10.1.1        | 刀柄型芯电极设计 .....        | 398        |
| 10.1.2        | 加工装夹方式确定 .....        | 401        |
| 10.1.3        | 加工工艺分析 .....          | 402        |
| 10.1.4        | 调入模型、创建零件和毛坯 .....    | 403        |
| 10.1.5        | 加工刀路的编制 .....         | 404        |
| 10.1.6        | 专家点评 .....            | 409        |
| 10.2          | 手柄型芯加工 .....          | 410        |
| 10.2.1        | 手柄型芯电极设计 .....        | 410        |
| 10.2.2        | 手柄型芯补面设计 .....        | 414        |
| 10.2.3        | 加工装夹方式确定 .....        | 415        |
| 10.2.4        | 加工工艺分析 .....          | 416        |
| 10.2.5        | 调入模型、创建零件和毛坯 .....    | 417        |
| 10.2.6        | 加工刀路的编制 .....         | 418        |
| 10.2.7        | 专家点评 .....            | 426        |
| 10.3          | 牙签筒盖型芯加工 .....        | 426        |
| 10.3.1        | 牙签筒盖型芯电极设计 .....      | 426        |
| 10.3.2        | 加工装夹方式确定 .....        | 431        |
| 10.3.3        | 加工工艺分析 .....          | 431        |
| 10.3.4        | 调入模型、创建零件和毛坯 .....    | 432        |
| 10.3.5        | 加工刀路的编制 .....         | 434        |
| 10.3.6        | 专家点评 .....            | 442        |

|                              |            |
|------------------------------|------------|
| <b>第 11 章 复杂型芯加工实例</b> ..... | <b>443</b> |
| 11.1 玩具锅铲型芯、电极加工 .....       | 443        |
| 11.1.1 锅铲型芯电极设计 .....        | 443        |
| 11.1.2 型芯模型的补面处理 .....       | 447        |
| 11.1.3 加工工艺分析 .....          | 451        |
| 11.1.4 调入模型、创建零件和毛坯 .....    | 452        |
| 11.1.5 型芯加工刀路的编制 .....       | 454        |
| 11.1.6 电极加工工艺分析 .....        | 462        |
| 11.1.7 调入模型、创建零件和毛坯 .....    | 463        |
| 11.1.8 电极加工刀路的编制 .....       | 465        |
| 11.1.9 专家点评 .....            | 471        |
| 11.2 电蚊香面壳型芯加工 .....         | 472        |
| 11.2.1 电蚊香型芯电极设计 .....       | 472        |
| 11.2.2 型芯模型的补面处理 .....       | 476        |
| 11.2.3 加工装夹方式确定 .....        | 484        |
| 11.2.4 加工工艺分析 .....          | 484        |
| 11.2.5 调入模型、创建零件和毛坯 .....    | 485        |
| 11.2.6 加工刀路的编制 .....         | 486        |
| 11.2.7 专家点评 .....            | 495        |
| 11.3 鼠标型芯加工 .....            | 496        |
| 11.3.1 鼠标型芯电极设计 .....        | 496        |
| 11.3.2 鼠标型芯补面设计 .....        | 502        |
| 11.3.3 加工装夹方式确定 .....        | 504        |
| 11.3.4 加工工艺分析 .....          | 504        |
| 11.3.5 调入模型、创建零件毛坯 .....     | 505        |
| 11.3.6 加工刀路的编制 .....         | 506        |
| 11.3.7 高级仿真和程序后处理 .....      | 513        |
| 11.3.8 创建加工程序单 .....         | 516        |
| 11.3.9 专家点评 .....            | 517        |

# 第1章 数控编程与加工概述

## 1.1 数控编程基础知识

数控编程是从零件图纸到获得数控加工程序的全过程，它的主要任务是计算加工走刀中的刀位点（Cutter Location Point，缩写为 CL 点）。刀位点一般取刀具轴线与刀具表面的交点，多轴加工中还要给出刀轴矢量。它的核心工作是生成刀具轨迹，然后将其离散成刀位点，再进行后置处理产生数控加工程序。

数控编程可以手工完成，称为手工编程；也可以由计算机辅助完成，称为计算机辅助数控编程。

采用计算机辅助数控编程需要一套专用的数控编程软件，现代数控编程软件主要分为以批处理命令方式为主的各种类型的 APT 语言和以 CAD 软件为基础的交互式 CAD/CAM——NC 编程集成系统。

数控编程是目前 CAD/CAPP/CAM 系统中最能明显发挥效益的环节之一，其在实现设计加工自动化、提高加工精度和加工质量、缩短产品研制周期等方面发挥着重要作用。在航空工业、汽车工业、模具制造业等领域有着大量的应用。由于生产实际的强烈需求，国内外都对数控编程技术进行了广泛的研究，并取得了丰硕成果。

### 1.1.1 数控编程的基本流程

数控编程的基本流程主要是加载毛坯，定义工序加工的对象，设计刀具，定义加工方式并生成相应的加工程式，然后依据加工程式的内容，如加工对象的具体参数、刀具的导动方式、切削步距、主轴转速、进给量、切削角度、进退刀点、干涉面及安全平面等详细内容来确立刀具轨迹的生成方式，仿真加工后对刀具轨迹进行相应的编辑修改、复制等，待所有的刀具轨迹设计合格后，进行后处理生成相应数控系统的加工代码进行 DNC 传输与数控加工，其基本流程如图 1-1 所示。



图 1-1

### 1.1.2 数控编程的特点

数控编程与加工技术是现代先进制造技术的一个重要组成部分，在当今模具制造业中具有举足轻重的作用。数控编程加工以其精度高、效率高、能适应小批量多品种复杂零件的加工等特点，在机械加工中得到日益广泛的应用。概括起来，数控编程加工有以下几方面的特点。

- (1) 由于塑料模具制造是典型的单件小批生产,在以前主要是采用普通手动设备进行制造生产,遇到复杂自由曲面或难以加工的部分就采用仿形铣床与电火花机床进行生产制造。但由于仿形铣床加工精度较低,增加了抛光的工作量和时间,且制作仿形增加了生产费用和时间。所以现代塑料模具厂几乎都采用 CNC 机床、加工中心或者 CNC 电火花加工设备进行塑料模具的制造。由于采用了 CNC 机床和加工中心等先进设备,大大缩短了模具的交货期限,降低了生产成本。
- (2) 数控高速铣削加工在塑料模具制造行业也起到至关重要的作用。一是采用高转速的加工,使刀具在切削时与工件材料接触的时间很短,所以产生的切削热也相当低;二是切削加工过程中刀具所受的切削力小,从而提高了刀具寿命和减少了机床的维护;三是可以进行高度较高的薄壁零件加工;四是加工后的零件表面粗糙度可达到  $Ra0.2$  的精度,从而减少了抛光占用的时间。
- (3) 在塑料模具成型零件的整个制造过程当中,利用 CAM 软件在数控程序编制好后,先在计算机上模拟加工过程,以检验数控程序的正确性。在确认数控程序没有错误后,可通过与计算机连接的局域网,直接转送控制(DNC)方式将数控程序传送到选定的 CNC 机床或加工中心上,然后便可以加工。

所以,不难看出数控 CNC 制造加工对现代塑料模具制造效率、精度等方面的提高,起到至关重要的作用。

## 1.2 数控加工工艺

模具制造过程中,工艺方面也起到降低生产成本的作用。一般来说,工艺就是模具生产的步骤。如果步骤多了,也会增加模具的交货期限,所以模具的加工工艺是就是模具的重要组成部分之一。

### 一、加工工艺的确定

加工工艺分析就是指对加工零件的工序进行划分和加工顺序进行合理的安排,其具体内容应该根据零件的结构、材料特性、夹紧定位、机床功能、加工部位的数量以及安装次数等方面进行灵活划分。

#### 1. 工序的划分。

根据数控编程加工的特点,数控编程加工工序的划分一般可按下列方法进行。

##### (1) 刀具集中分序法。

以应用的刀具进行划分,用同一把刀具加工完成所有可以加工的零件部位,再用第二把或第三把刀具完成他们可以完成的其他部位。这样可减少换刀次数,压缩空白程序的时间,减少不必要的定位误差。

##### (2) 加工部位分序法。

在数控机床上加工零件,工序可以集中。对于加工部位很多的零件可一次装夹应尽可能完成全部工序,可按其结构特点将加工部分分成内形、外形、曲面或平面等几个部分,并将每一部分的加工作为一道工序,但一般应遵从下列原则。

- 一般先加工平面、定位面,后加工孔。

- 先加工简单的几何形状，再加工复杂的几何形状。
- 先加工精度较低的部位，再加工精度要求较高的部位。

### (3) 以粗、精加工分序法。

对于易发生加工变形的零件，由于粗加工后可能发生的变形而需要进行校形，所以凡要进行粗、精加工的都要将工序分开。

### (4) 保证精度的原则。

数控加工要求工序集中，常常粗、精加工在一次装夹下完成。为减少热变形和切削力变形对工件的形状、位置精度、尺寸精度和表面粗糙度的影响，应将粗、精加工分开进行。对轴类或盘类零件，将各处先粗加工，留少量余量精加工，来保证表面质量要求。同时，对一些箱体工件，为保证孔的加工精度，应先加工表面而后加工孔。

## 2. 顺序的安排。

顺序的安排应根据零件的结构和毛坯状况，以及定位、安装与夹紧的需要来考虑，重点是工件的刚性不被破坏。顺序安排一般应按以下原则进行。

- (1) 上道工序的加工不能影响下道工序的定位与夹紧，中间穿插有通用机床加工工序的也应综合考虑。
- (2) 先进行内腔加工，后进行外形加工。
- (3) 以相同定位、夹紧方式加工或用同一把刀具加工的工序，最好连续加工，以减少重复定位次数、换刀次数与挪动压板次数。
- (4) 在同一次安装中进行的多道工序，应先安排对工件刚性破坏小的工序。

## 二、数控编程加工工艺流程

数控机床的加工工艺与通用机床的加工工艺有许多相同之处，但是，在数控机床上加工零件一般比通用机床加工零件的工艺规程要复杂得多。在数控加工前，要将机床的运动过程、零件的工艺过程、刀具的形状、切削用量和走刀路线等都要编入程序，这就要求编程员具有多方面知识的基础。一个合格的编程员首先应该是一个合格的工艺员，否则就无法做到全面周到地考虑零件加工的全过程，以及正确、合理地编制零件的加工程序。

为了模具加工更经济，企业常常选用普通机床和数控机床相结合的方式，用普通机床加工较简单的表面，用数控机床加工复杂的型面。由于设备的不同，数控加工工艺不同于常规工艺。数控编程加工工艺流程如图 1-2 所示。

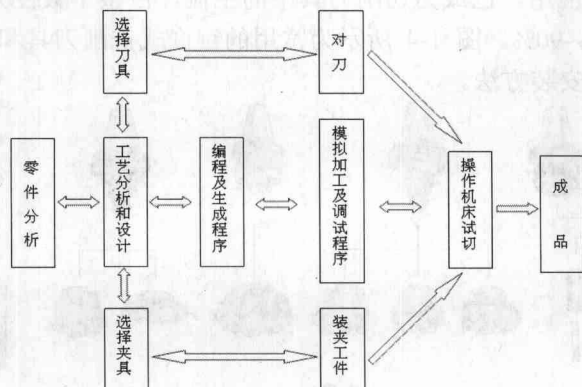


图1-2

## 1.3 铣削刀具的类型与特点

切削刀具选择合理与否,直接决定了加工质量和加工效率。刀具的选择是在数控编程的人机交互状态下进行的,应根据加工材料性能、切削量、工件结构形状、加工方式、机床加工能力、承受负荷以及其他相关因素选择刀具。

### 一、铣削刀具的类型

数控切削刀具为了适应数控机床高速、高效和自动化程度高等特点,一般应包括通用刀具、通用连接刀柄及少量专用刀柄。根据数控铣削刀具所用的材料、刀具结构和切削工艺等的不同,数控铣削刀具具有以下几种不同的分类。

- (1) 按制造刀具所用的材料分类,有高速钢刀具、硬质合金刀具、陶瓷刀具、金刚石刀具、立方氮化硼刀具和涂层刀具等,应用最多的是硬质合金刀具,因为无论从材料的经济性,还是从适应性,硬质合金的综合效果都优于其他刀具材料。
- (2) 按刀具结构分类,可分为整体式刀具、镶嵌式刀具(有机夹式或焊接连接,机夹式又可分为不转位和可转位)、特殊型式刀具(如减振式刀具、复合式刀具等),如图 1-3 所示。

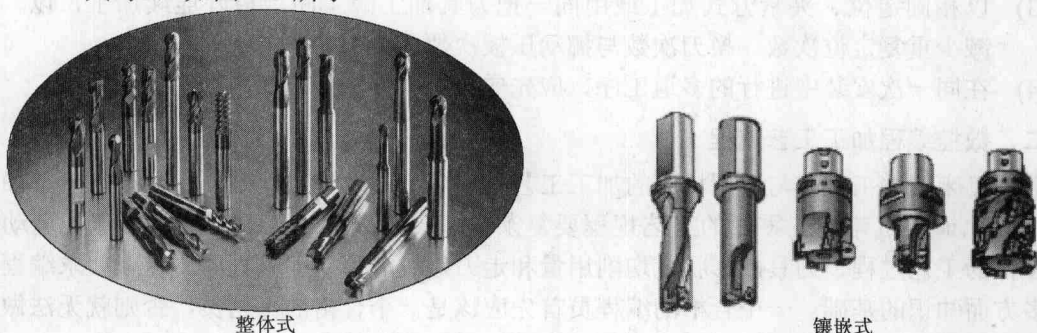


图1-3

- (3) 按切削工艺的不同,有车削刀具、钻削刀具、镗削刀具和铣削刀具等。

为了适应数控机床对刀具耐用、稳定、易调、可换等的要求,近几年镶嵌式中的机夹式可转位刀具得到广泛的应用,已成为切削刀具中的主流,占整个数控刀具的 30%~40%,金属切除量占总数的 80%~90%。图 1-4 所示为常用的镶嵌式铣削刀具和刀把种类,图 1-5 所示为镶嵌式铣削刀具的安装方法。

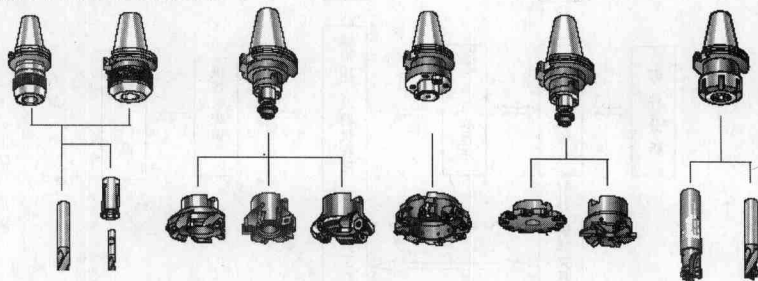


图1-4