

**CAD/CAM** 工程范例系列教材  
国家职业技能培训用书

# 塑料模具 CAM 实例精解

吴光明 著



附赠光盘



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

CAD/CAM 工程范例系列教材

国家职业技能培训用书

# 塑料模具 CAM 实例精解

吴光明 著



机械工业出版社

Mastercam 软件集二维绘图、三维曲面设计、数控编程、刀具路径模拟及加工真实感模拟等功能于一身,把计算机辅助设计(CAD)和辅助制造(CAM)有机地结合在一起。运用 Mastercam 进行模具设计与加工编程时,需要对刀具、机床、精度、模具材料、模具结构等诸多因素进行综合考虑。

本书从实际工作需要出发,由浅入深,列举了四套塑料型腔模具(32个模具配件)实际生产中加工过的实际例子,详细地讲述了使用 Mastercam 软件进行塑料模具前后模分模、铜电极(铜公)设计及加工的方法,对模具设计及加工中所遇到的问题进行了综合介绍,并对实例的每一步操作的目的和参数设置进行了详细的分析。读者只要按照本书的实例一步步地学习,就一定能掌握模具设计与加工的方法、数控加工工艺及各种常用的编程技巧。通过本书的学习和实践,读者可轻松达到模具设计及 CAM 编程的中高级水平。

本书没有介绍绘图的基本指令、零件的 CAD 造型过程及 CAM 的一些基础操作,本书非常适合对 Mastercam 软件或其他 CAM 基础知识有一定了解,但对模具设计和数控加工工艺还不熟悉,正处于摸索、实践,水平还需提高的各层次在校学生或模具设计与加工工作者、CAM 工作者,也可作为培训机构、企业模具加工数控编程员及学校师生的参考书。本书的核心是塑料模具数控加工技术。

## 图书在版编目(CIP)数据

塑料模具 CAM 实例精解/吴光明著. —北京:机械工业出版社, 2007. 8  
(CAD/CAM 工程范例系列教材国家职业技能培训用书)

“双证制”教学改革用书

ISBN 978-7-111-22375-7

I. 塑… II. 吴… III. 塑料模具 - 计算机辅助制造 - 应用软件, Mastercam - 技术培训 - 教材 IV. TQ320.5-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 146593 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)  
责任编辑:汪光灿 版式设计:冉晓华 责任校对:李秋荣  
封面设计:王伟光 责任印制:杨 曦  
北京机工印刷厂印刷(兴文装订厂装订)  
2008 年 1 月第 1 版第 1 次印刷  
184mm×260mm·35.5 印张·878 千字  
0 001—3 000 册  
标准书号:ISBN 978-7-111-22375-7  
ISBN 978-7-89482-383-0(光盘)  
定价:56.00 元(含 1CD)

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  
购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643  
编辑热线电话:(010) 88379193  
封面无防伪标均为盗版

# 前 言

数控技术是提高产品质量、提高劳动生产率必不可少的重要手段,是关系我国制造业发展和综合国力提高的关键技术,在模具设计与制造、机械加工等行业已非常普及,只有加快数控技术的发展,进一步提高模具产品的设计制造水平,才能促进我国生产力的发展。

Mastercam 是美国 CNC Software 公司研制与开发的一套计算机辅助设计和制造的 CAD/CAM 一体化软件,它是目前机械加工行业使用普及率最高的软件之一。Mastercam 软件集二维绘图、三维曲面设计、数控编程、刀具路径模拟及加工真实感模拟等功能于一身,把计算机辅助设计(CAD)和计算机辅助制造(CAM)功能有机地结合在一起,从图形设计、模具前后模分模设计、铜电极设计到编制刀具路径,再通过后处理器转换为机床数控系统能识别的 NC 程式,并能模拟刀具路径验证 NC 程式,然后通过计算机传输到数控机床上,选用适合工件的刀具即可完成工件的加工。

运用 Mastercam 进行模具设计与加工编程时,需要对刀具、机床、精度、模具材料、模具结构等诸多因素进行综合考虑。本书从实际工作需要出发,由浅入深,列举了四套塑料型腔模具(32 个模具配件)生产中加工过的实际例子,详细地讲述了使用 Mastercam 软件进行塑料模具前后模分模、铜电极(铜公)设计及加工的方法。书中对模具设计及加工中所遇到的问题进行了综合介绍,并详细讲述了一些在实际生产中常用的模具相关名词术语、数控编程方法和技巧,包括数控加工工艺的编制,工序的安排,以及各种加工方法的参数设置等。各部分内容都结合典型实例进行讲解,并对实例的每一步操作的目的和参数设置进行了详细的分析,读者只要按照本书的实例,并配合光盘一步步地操作,就一定能掌握塑料型腔模具设计与加工的方法、数控加工工艺及各种常用的编程技巧。通过本书的学习和实践,读者可轻松达到模具设计及 CAM 编程的中高级水平。

本书没有介绍绘图的基本指令和零件的 CAD 详细的造型过程及 CAM 的一些基础操作,因为目前大多数的 Mastercam 书籍已经将这些内容介绍得非常清楚。本书内容全面,循序渐进,以图文对照形式编写,通俗易懂,非常适合对 Mastercam 软件或其他 CAM 基础知识有一定了解,但对模具设计和数控加工工艺还不熟悉,正处于摸索、实践,水平还需提高的在校学生或模具设计与加工工作者、CAM 工作者,也可作为培训机构、企业模具加工数控编程员及学校师生的参考书。本书的核心是塑料型腔模具数控加工技术。

鉴于 CAM 类软件所提供的加工方法具有相似性,读者如使用其他版本软件或其他 CAM 类软件,本书所讲述的编程思路和技巧也可起到一定的参考作用。

为了方便读者学习,本书附带一张光盘,包含了书中的所有实例的图形文件和刀具路径文件。

本书由吴光明著。

限于作者的水平,书中难免有错误和不妥之处,恳请广大读者批评指正。

作 者

2007.5

# 目 录

## 前言

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 第 1 章 曲面盒子塑料模具的加工 .....      | 1   |
| 1.1 曲面盒子前模的加工 .....          | 3   |
| 1.1.1 曲面盒子前模结构分析 .....       | 3   |
| 1.1.2 工艺规划 .....             | 4   |
| 1.1.3 图形准备 .....             | 5   |
| 1.1.4 刀具路径参数设置 .....         | 7   |
| 1.2 曲面盒子前模铜公的加工 .....        | 46  |
| 1.2.1 曲面盒子前模铜公结构分析 .....     | 46  |
| 1.2.2 工艺规划 .....             | 47  |
| 1.2.3 图形准备 .....             | 48  |
| 1.2.4 刀具路径参数设置 .....         | 49  |
| 1.3 夹子前模铜公的加工 .....          | 71  |
| 1.3.1 夹子前模铜公结构分析 .....       | 71  |
| 1.3.2 工艺规划 .....             | 72  |
| 1.3.3 图形准备 .....             | 72  |
| 1.3.4 刀具路径参数设置 .....         | 74  |
| 1.4 夹子前模枕位铜公的加工 .....        | 92  |
| 1.4.1 夹子前模枕位铜公结构分析 .....     | 92  |
| 1.4.2 工艺规划 .....             | 93  |
| 1.4.3 图形准备 .....             | 94  |
| 1.4.4 刀具路径参数设置 .....         | 95  |
| 1.5 盒子后模的加工 .....            | 106 |
| 1.5.1 盒子后模的结构分析 .....        | 106 |
| 1.5.2 工艺规划 .....             | 107 |
| 1.5.3 图形准备 .....             | 107 |
| 1.5.4 刀具路径参数设置 .....         | 108 |
| 1.6 盒子后模枕位铜公 A 的加工 .....     | 130 |
| 1.6.1 盒子后模枕位铜公 A 的结构分析 ..... | 130 |
| 1.6.2 工艺规划 .....             | 131 |
| 1.6.3 图形准备 .....             | 132 |
| 1.6.4 刀具路径参数设置 .....         | 132 |

|            |                        |            |
|------------|------------------------|------------|
| 1.7        | 盒子后模枕位铜公 B 的加工 .....   | 152        |
| 1.7.1      | 盒子后模枕位铜公 B 的结构分析 ..... | 152        |
| 1.7.2      | 工艺规划 .....             | 153        |
| 1.7.3      | 图形准备 .....             | 153        |
| 1.7.4      | 刀具路径参数设置 .....         | 154        |
| 1.8        | 夹子后模枕位铜公的加工 .....      | 167        |
| 1.8.1      | 夹子后模枕位铜公结构分析 .....     | 167        |
| 1.8.2      | 工艺规划 .....             | 168        |
| 1.8.3      | 图形准备 .....             | 168        |
| 1.8.4      | 刀具路径参数设置 .....         | 168        |
| <b>第2章</b> | <b>叉子模具的加工 .....</b>   | <b>182</b> |
| 2.1        | 叉子前模的加工 .....          | 183        |
| 2.1.1      | 叉子前模结构分析 .....         | 183        |
| 2.1.2      | 工艺规划 .....             | 184        |
| 2.1.3      | 图形准备 .....             | 184        |
| 2.1.4      | 刀具路径参数设置 .....         | 186        |
| 2.2        | 叉子前模铜公的加工 .....        | 201        |
| 2.2.1      | 叉子前模铜公结构分析 .....       | 201        |
| 2.2.2      | 工艺规划 .....             | 201        |
| 2.2.3      | 图形准备 .....             | 202        |
| 2.2.4      | 刀具路径参数设置 .....         | 203        |
| 2.3        | 叉子前模小铜公的加工 .....       | 223        |
| 2.3.1      | 叉子前模小铜公结构分析 .....      | 223        |
| 2.3.2      | 工艺规划 .....             | 223        |
| 2.3.3      | 图形准备 .....             | 223        |
| 2.3.4      | 刀具路径参数设置 .....         | 224        |
| 2.4        | 叉子后模的加工 .....          | 234        |
| 2.4.1      | 叉子后模结构分析 .....         | 234        |
| 2.4.2      | 工艺规划 .....             | 234        |
| 2.4.3      | 图形准备 .....             | 235        |
| 2.4.4      | 刀具路径参数设置 .....         | 236        |
| 2.5        | 叉子后模铜公的加工 .....        | 251        |
| 2.5.1      | 叉子后模铜公结构分析 .....       | 251        |
| 2.5.2      | 工艺规划 .....             | 251        |
| 2.5.3      | 图形准备 .....             | 252        |
| 2.5.4      | 刀具路径参数设置 .....         | 252        |

|                        |            |
|------------------------|------------|
| <b>第3章 塑料外壳模具的加工</b>   | <b>276</b> |
| 3.1 塑料外壳前模的加工          | 278        |
| 3.1.1 塑料前模结构分析         | 278        |
| 3.1.2 工艺规划             | 279        |
| 3.1.3 图形准备             | 279        |
| 3.1.4 刀具路径参数设置         | 279        |
| 3.2 塑料外壳前模铜公的加工        | 300        |
| 3.2.1 塑料外壳前模铜公结构分析     | 300        |
| 3.2.2 工艺规划             | 301        |
| 3.2.3 图形准备             | 302        |
| 3.2.4 刀具路径参数设置         | 303        |
| 3.3 塑料外壳后模的加工          | 324        |
| 3.3.1 塑料外壳后模结构分析       | 324        |
| 3.3.2 工艺规划             | 325        |
| 3.3.3 图形准备             | 325        |
| 3.3.4 刀具路径参数设置         | 326        |
| 3.4 塑料外壳后模铜公 A 的加工     | 345        |
| 3.4.1 塑料外壳后模铜公 A 的结构分析 | 345        |
| 3.4.2 工艺规划             | 346        |
| 3.4.3 图形准备             | 347        |
| 3.4.4 刀具路径参数设置         | 348        |
| 3.5 塑料外壳后模铜公 B 的加工     | 365        |
| 3.5.1 塑料外壳后模铜公 B 的结构分析 | 365        |
| 3.5.2 工艺规划             | 366        |
| 3.5.3 图形准备             | 367        |
| 3.5.4 刀具路径参数设置         | 368        |
| 3.6 塑料外壳后模铜公 C 的加工     | 381        |
| 3.6.1 塑料外壳后模铜公 C 的结构分析 | 381        |
| 3.6.2 工艺规划             | 382        |
| 3.6.3 图形准备             | 382        |
| 3.6.4 刀具路径参数设置         | 384        |
| 3.7 塑料外壳后模铜公 D 的加工     | 396        |
| 3.8 塑料外壳后模镶件的加工        | 396        |
| 3.8.1 塑料外壳后模镶件结构分析     | 396        |
| 3.8.2 工艺规划             | 398        |
| 3.8.3 图形准备             | 399        |
| 3.8.4 刀具路径参数设置         | 399        |
| 3.9 塑料外壳后模小铜公的加工       | 411        |

|            |                         |            |
|------------|-------------------------|------------|
| 3.9.1      | 塑料外壳后模小铜公结构分析 .....     | 411        |
| 3.9.2      | 工艺规划 .....              | 412        |
| 3.9.3      | 图形准备 .....              | 412        |
| 3.9.4      | 刀具路径参数设置 .....          | 414        |
| <b>第4章</b> | <b>遥控器面板模具的加工 .....</b> | <b>424</b> |
| 4.1        | 遥控器面板前模的加工 .....        | 425        |
| 4.1.1      | 遥控器面板前模结构分析 .....       | 425        |
| 4.1.2      | 工艺规划 .....              | 426        |
| 4.1.3      | 图形准备 .....              | 426        |
| 4.1.4      | 刀具路径参数设置 .....          | 428        |
| 4.2        | 遥控器面板前模铜公的加工 .....      | 439        |
| 4.2.1      | 遥控器面板前模结构分析 .....       | 439        |
| 4.2.2      | 工艺规划 .....              | 440        |
| 4.2.3      | 图形准备 .....              | 441        |
| 4.2.4      | 刀具路径参数设置 .....          | 442        |
| 4.3        | 遥控器面板前模枕位铜公的加工 .....    | 458        |
| 4.3.1      | 遥控器面板前模枕位铜公结构分析 .....   | 458        |
| 4.3.2      | 工艺规划 .....              | 458        |
| 4.3.3      | 图形准备 .....              | 459        |
| 4.3.4      | 刀具路径参数设置 .....          | 459        |
| 4.4        | 遥控器面板后模框的加工 .....       | 469        |
| 4.4.1      | 遥控器面板后模框结构分析 .....      | 469        |
| 4.4.2      | 工艺规划 .....              | 470        |
| 4.4.3      | 图形准备 .....              | 470        |
| 4.4.4      | 刀具路径参数设置 .....          | 470        |
| 4.5        | 遥控器面板后模型芯的加工 .....      | 479        |
| 4.5.1      | 遥控器面板后模型芯结构分析 .....     | 479        |
| 4.5.2      | 工艺规划 .....              | 479        |
| 4.5.3      | 图形准备 .....              | 480        |
| 4.5.4      | 刀具路径参数设置 .....          | 481        |
| 4.6        | 遥控器面板后模型芯镶件的加工 .....    | 491        |
| 4.6.1      | 遥控器面板后模型芯镶件结构分析 .....   | 491        |
| 4.6.2      | 工艺规划 .....              | 491        |
| 4.6.3      | 图形准备 .....              | 492        |
| 4.6.4      | 刀具路径参数设置 .....          | 492        |
| 4.7        | 遥控器面板后模铜公的加工 .....      | 502        |
| 4.7.1      | 遥控器面板后模铜公结构分析 .....     | 502        |
| 4.7.2      | 工艺规划 .....              | 502        |

|        |                         |     |
|--------|-------------------------|-----|
| 4.7.3  | 图形准备 .....              | 503 |
| 4.7.4  | 刀具路径参数设置 .....          | 504 |
| 4.8    | 遥控器面板后模镶件铜公的加工 .....    | 519 |
| 4.8.1  | 遥控器面板后模镶件铜公结构分析 .....   | 519 |
| 4.8.2  | 工艺规划 .....              | 520 |
| 4.8.3  | 图形准备 .....              | 520 |
| 4.8.4  | 刀具路径参数设置 .....          | 521 |
| 4.9    | 遥控器面板后模十字槽大铜公的加工 .....  | 531 |
| 4.9.1  | 遥控器面板后模十字槽大铜公结构分析 ..... | 531 |
| 4.9.2  | 工艺规划 .....              | 531 |
| 4.9.3  | 图形准备 .....              | 532 |
| 4.9.4  | 刀具路径参数设置 .....          | 533 |
| 4.10   | 遥控器面板后模十字槽小铜公的加工 .....  | 544 |
| 4.10.1 | 遥控器面板后模十字槽小铜公结构分析 ..... | 544 |
| 4.10.2 | 工艺规划 .....              | 544 |
| 4.10.3 | 图形准备 .....              | 545 |
| 4.10.4 | 刀具路径参数设置 .....          | 545 |

# 第1章 曲面盒子塑料模具的加工

## 【内容】

通过一套较为简单的塑料模具的结构设计与型芯部件的数控加工,清晰地说明了如何根据塑件的3D图形及产品的特点,结合合理的数控加工工艺,来进行模具的结构设计,将模具的关键部位分解成模具型芯部件和铜公,拟定数控加工工艺,输入加工参数,生成加工程序,进行加工的工艺步骤和方法。本章还较为详细地讲述了加工刀具路径的一些常用参数及使用的一些注意事项。

## 【实例】

实例1: 曲面盒子前模的加工与编程。

实例2: 曲面盒子前模铜公的加工与编程。

实例3: 夹子前模铜公的加工与编程。

实例4: 夹子前模枕位铜公的加工与编程。

实例5: 盒子后模的加工与编程。

实例6: 盒子后模枕位铜公A的加工与编程。

实例7: 盒子后模枕位铜公B的加工与编程。

实例8: 夹子后模枕位铜公的加工与编程。

## 【目的】

通过实例的讲解,使用户熟悉和掌握用 Mastercam 软件进行盒体类模具设计和加工刀具路径的设计方法,了解相关的数控工艺知识。

图1-1所示为一塑料盒子,材料为ABS,收缩率为5‰。零件的3D图如图1-1所示。曲面盒子的形状较为简单,顶面是一平面,倒有圆角,最小圆弧半径是R1.508mm。盒子外形为多条曲线组成,周边有两个缺口,但一边开口,另外三边设计都有半圆形的缺口,圆弧半径为R6.78mm。内部有两个安装螺钉的柱位和加固用的骨位。

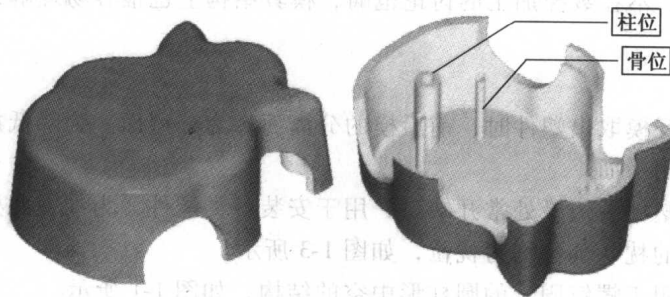


图1-1 曲面盒子3D图

另外还有一塑料夹子零件,材料也为ABS,零件的3D图如图1-2所示。夹子的形状也



很简单,但内部结构比较复杂,周边设计了四个半圆台阶,中间有两个中通的圆柱台阶,还有两个方形孔,方形孔的下部设计了支撑条。

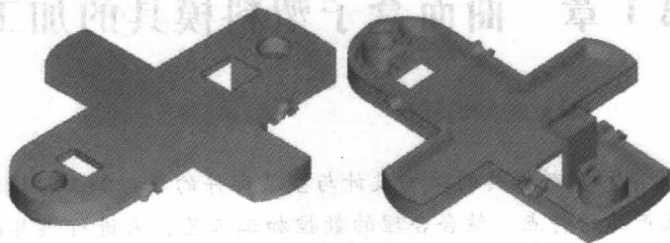


图 1-2 夹子 3D 图

此两零件不算复杂,从注塑、加工及经济角度综合考虑,一模设计出四件(每样两件),采用标准模架,模具材料选用模具钢。首先用 Pro-E 软件绘制了两零件的 3D 图,此塑件可用 Pro-E 软件进行分模,也可用 Mastercam 直接将属于前后模部分的曲面分别复制到前后模即可。图 1-3 为模具排位设计的 2D 工程图,XY 坐标原点置于型芯毛坯的中心处。

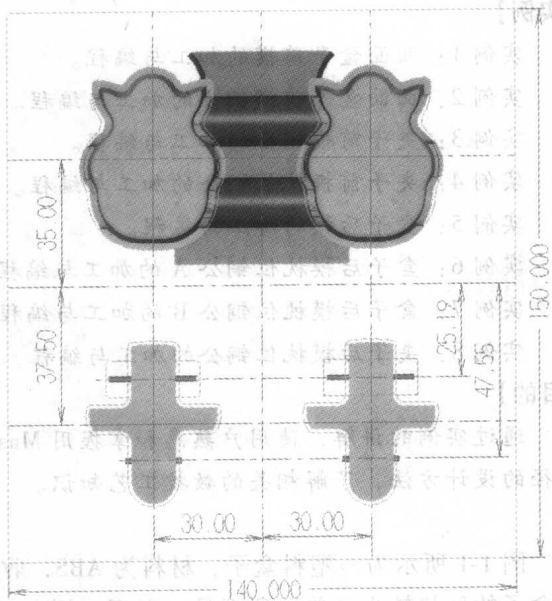


图 1-3 模具设计 2D 工程图

根据塑件的结构特点,将两塑件平行而置,设计了枕位来实现盒子的缺口部位、柱位和骨位全部在后模中直接形成,柱位中间的孔由后模镶嵌而出。夹子中间的两个圆柱台阶孔分别靠前后模镶嵌零件实现,两个方形孔及下部的支撑条也由前模镶嵌小型芯、后模出胶位来完成,周边的四个半圆台阶靠前模出胶位、后模设计了四个枕位来实现。因为此套模具的镶件都是规则的圆形和四边形,可以在普通机床上直接加工出来,不在数控加工的讨论范畴,模具结构上也很容易理解,这里不作深入研究。

### 【相关名词术语】

**分型面:** 模具开模取出塑件时,前后模的分离面称为分型面。为降低加工难度,分型面要尽量简单,多采用平面。

**枕位:** 外壳类塑件的边缘处常开缺口,用于安装各类配件,为加强此处模具的强度,将分型面更改后形成的枕状部位称为枕位,如图 1-3 所示。

**柱位:** 外壳上用于螺钉固定的圆柱形中空的结构,如图 1-1 所示。

**骨位:** 为增加塑胶产品强度所设计的薄片状结构,又称加强肋。

**胶位:** 塑料产品的各个部位。

**碰穿位:** 当塑件产品上有各种不同类型的穿孔时,模具结构通常设计成前后模面水平方



向相互接触。因为通常塑件的外表面要求较高，所以一般情况下将前模设计凸起，后模设计成平台，以避免在塑件外表面产生锋利锐角。

**铜公：**模具型腔中有深孔、窄槽及尖角时，受刀具的硬度和规格尺寸等特性限制，无法用数控机床加工出全部的余量时（尤其是前模），此时需要加工出电火花加工用的铜公。

**电火花加工：**电火花加工利用电腐蚀的原理工作，加工时，铜公和钢料分别连接电源两极，在铜公和钢料之间充入绝缘液体。通电后，铜公移近，接近钢料，间隙减少到一定值时，铜公和钢料之间发生放电现象，放电电弧使放电间隙处产生高温，引起放电部位局部的钢料熔化，熔化产生的残渣被绝缘液体冲刷并带走。电火花加工结束时，模坯上的材料即被除去。也称为电腐蚀。电火花加工过程中，铜公和钢料间没有直接的加工作用力，即使所需加工的孔或槽的尺寸小、深度大、加工材料硬度高，也可采用电火花加工。电火花加工提高了模具的加工精度和效率，也使复杂的型腔结构能够得以实现。

## 1.1 曲面盒子前模的加工

### 1.1.1 曲面盒子前模结构分析

依次点击 File/Converters/IIGS/Read file 读入 3D 图形文件，将图形乘以塑胶材料的收缩率，在前视图将零件旋转 180°，将前模曲面、枕位、分型面等部分绘制成前模图。图 1-4 所示为设计好的前模加工 3D 图，模具型芯采用整体式设计，前模为塑件的外表面，表面粗糙度值要求小，最小圆角半径仅为 R1.508mm。因此，无法直接将前盒子的前模型腔直接加工出来，可设计加工前模铜公进行清角加工。为降低电火花加工的时间和减少铜公的损耗，要尽量使用小刀先进行初步清角加工，减少加工余量。前模中，盒子的两个圆弧半径 R6.78mm 的枕位可以直接加工出来，无须设计铜电极。但加工时，为保证枕位和前模型腔相交处的加工质量，须将枕位曲面放在独立的层，加工时再调出。同样，要将前模型腔曲面的缺口进行补缺。枕位及修补面分别如图 1-4 和 1-5 所示。为了加工出夹子中间的两个圆柱台阶孔，在前模设计有圆柱形的镶件，两个方形孔也由前模镶嵌小型芯而成型。镶件都是规则的圆形和四边形，可以在普通机床上直接加工出来。夹子的前模外形最小圆角半径仅为 R1.005mm，要设计外形整体铜公。为加工出夹子周边的四个半圆台阶的前模胶位，还要设计铜公进行电火花加工。

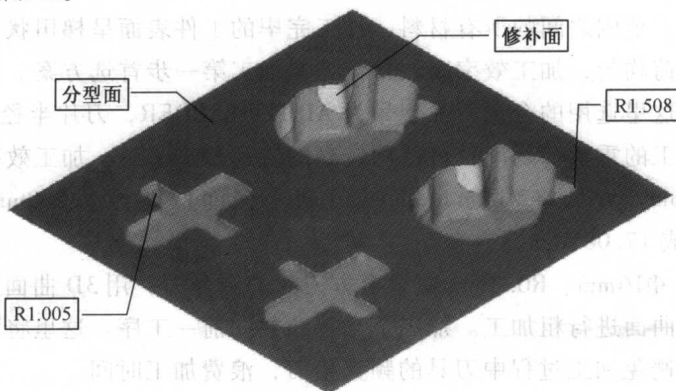


图 1-4 前模 3D 图

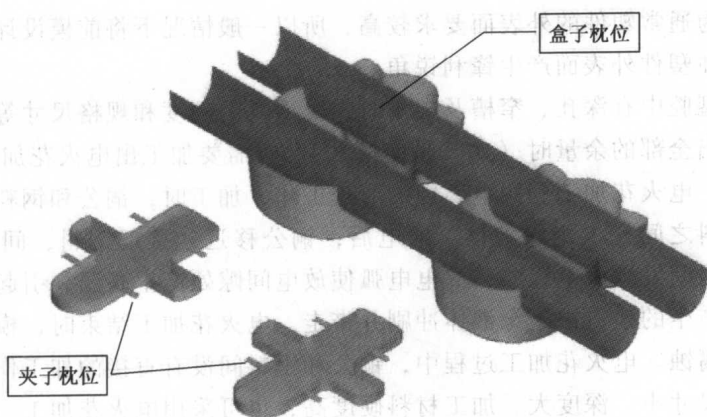


图 1-5 前模枕位图

前模的加工一般先选取镶合金刀片的大刀,采用曲面挖槽刀具路径进行粗加工(留 0.35mm 的余量),然后选取合金刀,采用等高外形刀具路径进行半精加工(留 0.2mm 的余量),精加工一般选取镶合金刀片的球头刀,采用平行铣削来进行(留 0.1mm 的余量)。由于前模多为型腔面,结构复杂,较难加工,在制造时一般都有与之配套的铜公,以粗加工和半精加工为主,辅以局部曲面精加工。当模具带有分型面和枕位面,要一起加工时,分型面、枕位面应加工到位,不留余量。型腔部位留余量 0.2~0.5mm,以便电火花加工。前模碰穿位、擦穿位可留余量 0.1mm,用于前后模配模。至于加工的刀具,考虑到镶合金刀片的圆鼻刀直径大、刚性好、经济耐用,粗加工时多采用大直径的圆鼻刀,精加工时也要尽量采用。有些前模材料较硬,加工前要仔细检查,减少差错,不能轻易烧焊。

数控加工前,利用铣、平面磨等通用设备先加工出 140×150×50mm 的标准毛坯,要求保证上下面的平行度及四周面之间的相互垂直度。选择垂直的三个面作为加工和定位的基准面,在零件的底面钻四个孔并攻螺纹 M16,用螺钉固定在布满孔阵的装夹固定板上,再将装夹固定板用压板固定在数控机床的工作台上进行加工。

### 1.1.2 工艺规划

(1) 选取  $\Phi 16\text{mm}$ 、R0.8mm 镶合金方刀片的圆鼻刀,用 3D 曲面挖槽刀具路径对前模左面盒子的型腔曲面进行粗加工。加工余量为 0.3mm。用 3D 曲面挖槽刀具路径加工时,刀具分层清除曲面与加工范围之间的所有材料,加工完毕的工件表面呈梯田状,刀具路径计算时间短,刀具切削负荷均匀,加工效率高,常作为粗加工第一步首选方案。其进给方式采用最常用的来回进给。这里选用的合金刀片型号为 APMT1135PDER,刀片半径为 R0.8mm。这种刀片可适合型腔加工的重负荷切削,可使用较高的转速和进给量,加工效率高。这里的刀具留出的长度为 50mm。此处将 Minimum depth (最小深度) 设置成 0.0mm, Maximum depth (最大深度) 设置成 17.085mm。

(2) 继续选取  $\Phi 16\text{mm}$ 、R0.8mm 镶合金方刀片的圆鼻刀,用 3D 曲面挖槽刀具路径对前模右面盒子的型腔曲面进行粗加工。加工余量等参数同前一工序。这里将两个型腔分开来进行加工主要是为了避免加工过程中刀具的频繁抬刀,浪费加工时间。

(3) 选取  $\Phi 16\text{mm}$ 、R0.8mm 镶合金方刀片的圆鼻刀,用曲面精加工等高外形刀具路径对前模左右盒子的型腔曲面半精加工。加工余量为 0.2mm。曲面粗、精加工中都有等高外



形刀具路径选项, 加工效果相同, 通常选用精加工类型。选用等高外形刀具路径加工时, 刀具沿曲面等高曲线加工, 常用平底刀加工完毕后, 工件表面呈梯田状。粗加工阶段常作为第二步刀具路径, 常用于曲面的半精加工及精加工, 以小直径刀具去除残料。精加工阶段常用于侧壁外形曲面光刀及清角。

(4) 继续选取  $\Phi 16\text{mm}$ 、 $R0.8\text{mm}$  镶合金方刀片的圆鼻刀, 用3D 曲面挖槽刀具路径对前模左右盒子的型腔曲面的底部半精加工。加工余量为  $0.2\text{mm}$ 。此处将 **Minimum depth** 和 **Maximum depth** 都设置成  $0.0\text{mm}$ , 在同一深度上精加工分型面 (这种方法是精加工平面时常用的一种加工刀具路径)。

(5) 选取  $\Phi 8\text{mm}$  平底合金刀, 用3D 曲面挖槽刀具路径对前模盒子型腔的上部枕位粗加工。加工余量为  $0.25\text{mm}$ 。

(6) 继续选取  $\Phi 8\text{mm}$  平底合金刀, 用3D 曲面挖槽刀具路径对前模盒子型腔的下部枕位粗加工。加工余量为  $0.25\text{mm}$ 。同样, 这里将两个型腔分开来进行加工主要是为了避免加工过程中的刀具的频繁抬刀。

(7) 选取  $\Phi 6\text{mm}$  平底合金刀, 用3D 曲面挖槽刀具路径对前模左面夹子的型腔曲面进行粗加工。加工余量  $0.35\text{mm}$ 。此处将 **Minimum depth** 设置成  $-0.1\text{mm}$ , **Maximum depth** 设置成  $-3.015\text{mm}$ 。

(8) 继续选取  $\Phi 6\text{mm}$  平底合金刀, 用3D 曲面挖槽刀具路径对前模右面夹子的型腔曲面进行粗加工。加工余量等参数同前一工序。

(9) 选取  $\Phi 6\text{mm}$  平底合金刀, 用曲面精加工等高外形刀具路径对前模左右夹子的型腔曲面进行半精加工。加工余量为  $0.15\text{mm}$ 。

(10) 因为前面工序在加工前模盒子的枕位使用的是  $\Phi 16\text{mm}$  的刀具, 而枕位的半径是  $R6.78\text{mm}$ , 因而在枕位的底部留下了较多的加工余量。这里选取  $\Phi 6\text{mm}$  平底合金刀, 用3D 曲面挖槽刀具路径对型腔的上部枕位曲面进行粗加工。加工余量为  $0.25\text{mm}$ 。此处将 **Minimum depth** 设置成  $-8.0\text{mm}$ , **Maximum depth** 设置成  $-8.8\text{mm}$ 。

(11) 继续选用选取  $\Phi 6\text{mm}$  平底合金刀, 用3D 曲面挖槽刀具路径对型腔的下部枕位曲面进行粗加工。加工余量等参数同前一工序。

(12) 因为前面工序在粗加工及半精加工前模盒子的型腔曲面时使用的是  $\Phi 16$  的刀具, 而前模型腔曲面的最小圆弧半径是  $R1.508\text{mm}$ , 因而前模型腔中留下了较多的加工余量。这里选取  $\Phi 6\text{mm}$  平底合金刀, 用曲面精加工等高外形刀具路径对前模盒子型腔上部曲率半径较小的部位进行清角加工。加工余量为  $0.2\text{mm}$ 。此处将 **Minimum depth** 设置成  $-0.1\text{mm}$ , **Maximum depth** 设置成  $-16.0\text{mm}$ 。

(13) 选取  $\Phi 8\text{mm}$ 、 $R4\text{mm}$  球头合金刀, 用直纹铣削刀具路径精加工前模盒子型腔的上部枕位曲面。因为枕位的半径是  $R6.78\text{mm}$ , 这里加工余量  $0.0\text{mm}$ , 无须后续再进行电火花加工。

(14) 继续选取  $\Phi 8\text{mm}$ 、 $R4\text{mm}$  球头合金刀, 用直纹铣削刀具路径精加工前模盒子型腔的下部枕位曲面。加工余量等参数同前一工序。

(15) 选取  $\Phi 3\text{mm}$ 、 $R1.5\text{mm}$  球头合金刀, 用2D 外形加工刀具路径半精加工夹子型腔的枕位曲面。

### 1.1.3 图形准备

根据此零件的特点, 设计了如图1-4所示的前模3D图。首先将前模曲面复制, 为保证



加工质量,绘制了图 1-5 前模枕位 3D 图,同时将枕位的缺口修补好放在独立的层。此套模具的分型面是一平面,将 Z0 的平面裁减去中间的零件外形曲线得到模具的分型面。图 1-4 根据加工要求同时绘制了相应的切削曲线及加工边界。绘图进行了分层管理,分为 9 个层,第 1 层 repairsurface 绘制了前模修补枕位的 3D 曲面,第 2 层 HMsurface 绘制了后模曲面,第 3 层 QMsurface 绘制了前模的加工曲面,第 4 层 zhenwei 绘制了盒子和夹子的枕位曲面,第 5 层 curveforcut 绘制了 2D 编制刀具路径时要使用的曲线及加工边界,第 6 层 partsurface 绘制了模具的分型面,第 7 层 Dim 标注了前模的尺寸,第 11 层 cuve 绘制了前模绘图的曲线,第 12 层 blank 绘制了零件的尺寸参数。层管理图如图 1-6 所示。切削曲线及边界如图 1-7 所示。

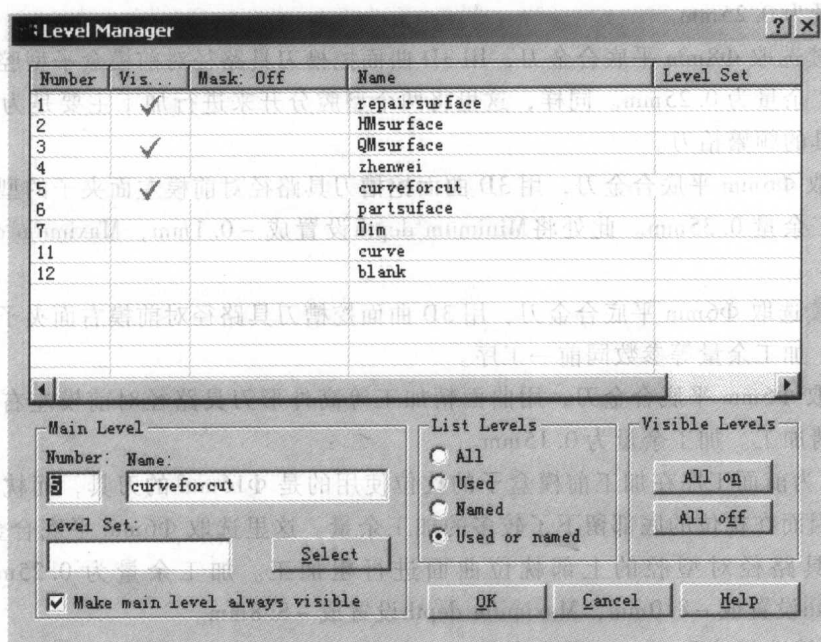


图 1-6 层管理图

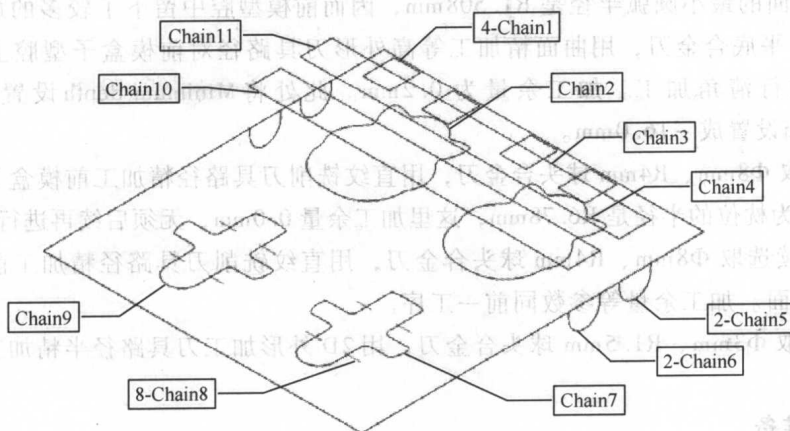


图 1-7 切削曲线及边界图



图形坐标原点放在前模 XY 方向的中心处, 前模顶面是模具的分型面, Z 方向尺寸为 0.0mm。

#### 1.1.4 刀具路径参数设置

(1) 打开第 1、3、5、6 层, 关闭其他层, 如图 1-4 所示。选取  $\Phi 16\text{mm}$ 、R0.8mm 镶合金方刀片的圆鼻刀, 用 3D 曲面挖槽刀具路径对前模左面盒子的型腔曲面进行粗加工。

1) 依此点选 Toolpaths/Surface/Rough/Pocket, 产生曲面挖槽刀具路径。  
2) 选取加工曲面: All/Surface/Done, 对所有曲面进行加工。进入图 1-8 的界面。在指定加工区域后, 必须定义加工用刀具的参数, 这些参数中许多项直接影响后置处理程式中的 NC 码, 各参数意义如下:

- 公共刀具参数 包括 Tool name (刀具名称)、Feed rate (进给率)、Corner radius (圆角半径)、Tool number (刀具号)、plunge rate (下刀进给)、Spindle speed (主轴速度)、Diameter offset (直径修正)、Retract rate (退刀速率)、Coolant (冷却)、Length offset (长度修正)、Tool diameter (刀具直径) 等。

- Program# (程式号) 该参数可设置在 0 至 2、147、482、647 间的任何值, 程式号与后处理变量 PROGNO 相联系, 设置一套操作指定的顺序。

- Seq. (程序的起始号) 程序始号参数是设定刀具路径 NC 程序第一行的号码, 可使大多数后处理程式节省顺序号, 把 NC 程式中起始号和行号增量参数都设置为 0。

- Seq. inc (顺序行号的增量值) 顺序行号的增量值参数是设置刀具路径的 NC 程式每行的增量数, 使大多数后处理的程式节省顺序号, 把 NC 程式中起始号和行号增量参数都设置为 0。

- Comment (注释) 输入任何操作的注释。

- Change NCI (改变 NCI 文件名) 改变 NCI 按钮, 改变目标 NCI 文件的名字, 使之

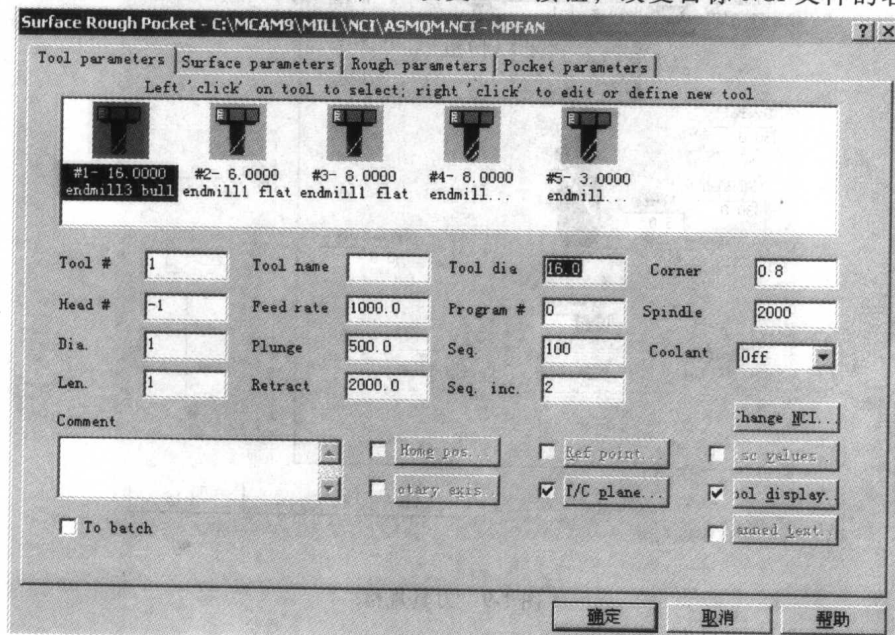


图 1-8 曲面挖槽刀具路径刀具参数



符合现行的操作，每一种操作有一个不同目标 NCI 文件。若在一个新图形 MC9 文件中构建第一个操作，Mastercam 9 系统会自动提示选择 NCI 文件名，否则系统下一次操作同样的 NCI 文件名。

● Home pos (原点设置) 该按钮用来设置刀具的原点，可在输入框中输入刀具原点的各坐标值，或用 Select 按钮选择图形区中一点作为原点位置。

● Ref. point (参考点) 在机械加工中，刀具先从刀具原点移动到 Approach (进刀时的参考点) 设置的位置，再开始第一条刀具路径的加工；当刀具完成加工后，先移动到 Retract (返回时的参考点) 栏设置的位置，再返回到刀具的原点。参考点对话框默认值相对于操作的刀具平面的坐标是 X0.0000、Y0.0000 和 Z0.0000。

● T/C Plane (刀具平面/构图平面) 该对话框用来设置刀具平面和构图平面的原点及视角方向，除工件补偿选项只应用于刀具平面外，刀具平面和构图平面选项是相同的。Mastercam 9 系统的工件坐标系 (WCS) 不仅适用于造型设计，同样也适用于其机械加工系统，选中 Tool Plane/Construction Plane 对话框中的 Working Coordinate System (加工坐标系) 选项后，即可在工件坐标系下定义构图面和加工平面以及各自的原点。

进入图 1-8 的界面后，在刀具空白栏内单击鼠标右键，在弹出的菜单中选择 Get tool from library (从刀库中选刀) 或 Create new tool (构建新刀具) 选项。

如图 1-9 所示，刀具参数选项，可对刀具的参数进行设置，不同类型的刀具选项卡的内容有所不同，但主要参数都是一样的。现以球头刀为例来说明该选项卡各参数的含义。

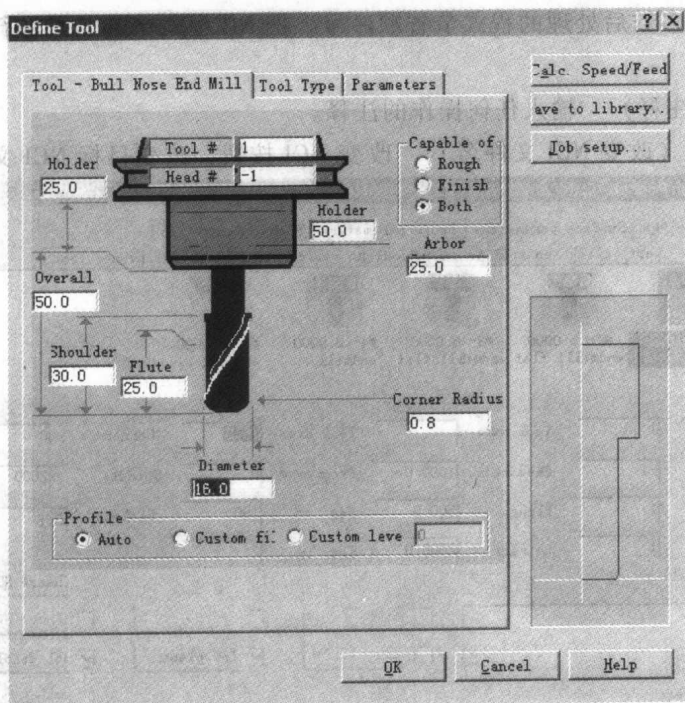


图 1-9 刀具规格

Diameter (直径): 设置刀具切口的直径。

Flute (切削刃长度): 设置刀具有效切削刃的长度。