



CAD/CAM 模具设计与制造指导丛书

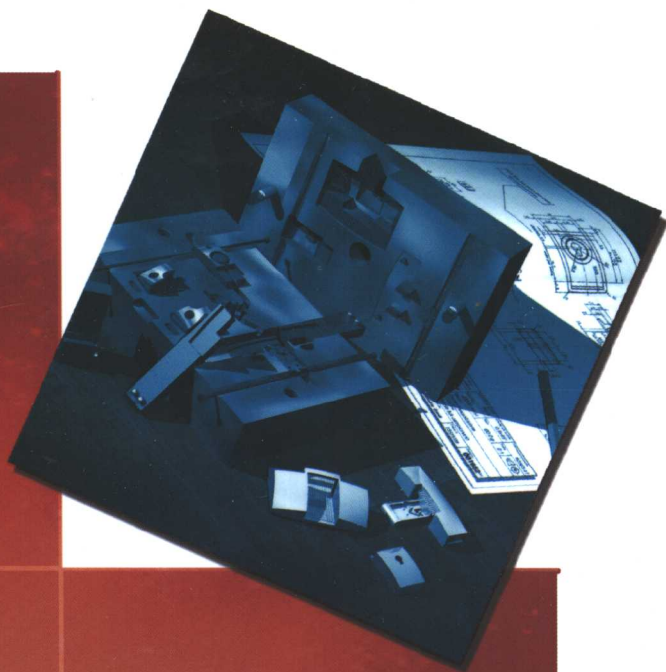


Cimatron

模具设计与制造指导

——进阶篇

姚志强 章泳健 编著



清华大学出版社

CAD/CAM 模具设计与制造指导丛书

Cimatron 模具设计与制造指导

——进阶篇

姚志强 章泳健 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

Cimatron 是以色列 Cimatron 公司推出的一套主要面向模具设计与制造的优秀 CAD/CAM/PDM 软件, 在全球模具行业得到了广泛的应用。

本书以 Cimatron[®] V12 版本的模具设计及 NC 加工编程功能为基础, 介绍了实体分模、快速分模、快速电极以及三维模架库等面向制造的模具设计功能。同时, 系统地介绍了广泛应用于模具制造的两轴半~五轴数控钻铣、数控线切割加工编程功能。

本书的特点是: 对 Cimatron[®] 面向模具设计与制造的模具设计专用功能及 NC 加工编程功能作了系统、全面的介绍。在软件的功能介绍中, 强调系统性、注重基本概念及基本方法的介绍, 使读者在学习后能对软件功能有较系统的了解。同时, 从实际工程项目中精选了一些能充分体现软件功能特点的模具设计与 NC 加工实例, 通过实例来介绍各种常用功能的典型应用。

本书可供从事模具设计及模具 NC 加工编程的各类工程专业人士使用, 同时也适合作为 Cimatron[®] 模具 CAD/CAM 应用的培训教程及大中专院校模具 CAD/CAM 应用课程的教材。

版权所有, 翻印必究。举报电话: 010-62782989 13901104297 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社激光防伪标签, 无标签者不得销售。

图书在版编目 (CIP) 数据

Cimatron 模具设计与制造指导——进阶篇/姚志强, 章泳健编著. —北京: 清华大学出版社, 2004.8
(CAD/CAM 模具设计与制造指导丛书)

ISBN 7-302-09101-3

I. C… II. ①姚… ②章… III. 模具—计算机辅助设计—应用软件, Cimatron IV. TG76-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 073382 号

出 版 者: 清华大学出版社 地 址: 北京清华大学学研大厦

<http://www.tup.com.cn> 邮 编: 100084

社 总 机: 010-62770175 客户服务: 010-62776969

组稿编辑: 许存权

文稿编辑: 吕春龙

封面设计: 秦 铭

版式设计: 张红英

印 装 者: 北京牛山世兴印刷厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印 张: 24.25 字 数: 532 千字

版 次: 2004 年 8 月第 1 版 2004 年 8 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-09101-3/TP·6424

印 数: 1~5000

定 价: 36.00 元(附光盘 1 张)

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、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)62770175-3103 或 (010)62795704

序

随着我国改革开放步伐的进一步加快,中国正逐步成为全球制造业的基地,特别是加入 WTO 后,作为制造业基础的模具行业近年来得到了迅速发展。

模具是工业生产的基础工艺装备,在电子、汽车、电机、电器、仪表、家电和通信等产品中,60%~80%的零部件,都依靠模具成型。国民经济的五大支柱产业机械、电子、汽车、石化、建筑,都要求模具工业的发展与之相适应。模具是“效益放大器”,用模具生产的最终产品的价值往往是模具自身价值的几十倍、上百倍。模具生产水平的高低,已成为衡量一个国家产品制造水平高低的重要标志,在很大程度上决定着产品的质量、效益和新产品的开发能力。因此,我国要从一个制造业大国发展成为一个制造业强国,必须要振兴和发展我国的模具工业,提高模具工业的整体技术水平。同时,模具工业的发展也日益受到人们的重视和关注,国务院颁布的《关于当前产业政策要点的决定》也把模具列为机械工业改造序列的第一位、生产和基本建设序列的第二位。

随着 CAD/CAM、数控加工及快速成型等先进制造技术的不断发展,以及这些技术在模具行业中的普及应用,模具设计与制造领域正发生着一场深刻的技术革命,传统的二维设计及模拟量加工方式正逐步被基于产品三维数字化定义的数字化制造方式所取代。在这场技术革命中,逐步掌握三维 CAD/CAM 软件的使用,并用于模具的数字化设计与制造是其中的关键。

我国模具工业发展前景非常广阔,国内外模具及模具加工设备厂商已普遍看好中国市场。随着对模具设计质量与制造要求的不断提高,以及 CAD/CAM 技术在模具制造业中的大规模推广应用,急需大批熟悉 CAD/CAM 技术应用的模具设计与制造的技术人才。这是企业最为宝贵的财富,也是企业走向世界、提高产品竞争力最根本的基础。而目前这方面的专业人才非常缺乏,据了解,在目前就业形势相当严峻的环境中,我国制造业 CAD/CAM 方面的技术人才却供不应求。为满足这类人才培养的需要,同时也为提高目前从业人员的整体技术水平,我们组织了具有丰富教学、科研经验的高校教师和具有丰富生产实践经验的工程技术人员,共同推出了这套《CAD/CAM 模具设计与制造指导系列丛书》,以飨广大读者和相关的从业工程技术人员。

编 者

2003年12月18日

前 言

Cimatron 是以色列 Cimatron 公司推出的一套非常优秀的全功能 CAD/CAM/PDM 软件, 由于凭借其先进的模具设计与 NC 加工功能, 在全球模具行业得到了广泛的应用, 并成为模具 CAD/CAM 领域中事实上的领导者。

Cimatron 的数控加工技术一直处于世界领先的地位, 被业界普遍认为是最杰出的数控编程系统之一。它除了提供对数控加工领域(如: 2.5~5 轴数控钻铣加工、数控车、数控冲裁, 数控线切割等)的全面支持外, 还为用户提供了代表当今领先的加工技术——基于知识的加工、自动化 NC 和基于毛坯残留知识三大技术为基础的智能 NC 功能。

作为面向模具行业的 CAD/CAM 软件, Cimatron 除了提供各种通用 CAD 功能外, 还提供了各种支持面向制造的模具设计功能, 如: 用于模具型芯、型腔设计的实体分模、快速分模功能, 用于模具结构设计的三维模架库功能及设计模具电火花加工所需电极的快速电极功能等。

作为《Cimatron 模具设计与制造指导——基础篇》的姊妹篇, 本书将在基础篇介绍的通用功能基础上, 着重介绍 Cimatron[®] 的模具专用功能, 并全面介绍 Cimatron[®] 用于模具 NC 加工的各种铣削及线切割编程功能。全书分为 11 章, 各章主要介绍的内容为:

第 1 章 注塑模具设计流程。介绍注塑模具设计的基本流程及支持模具设计的各功能模块的基本情况。

第 2 章 零件分模。介绍基于产品零件模型, 分别采用实体分模、快速分模功能进行模具的型芯、型腔设计。

第 3 章 模具结构设计。介绍基于零件的分模结果, 使用三维模架库功能进行模具结构设计。

第 4 章 电极设计。介绍使用基于曲面技术的快速电极功能, 快速完成模具零件在进行电火花加工中所需电极的设计。

第 5 章 Cimatron[®] NC 加工环境。介绍数控加工的概况及编程的基本流程和 Cimatron[®] NC 加工环境中的基本功能。

第 6 章 平面轮廓与区域加工。介绍 Cimatron[®] 两轴半铣削加工中常用的加工方法。

第 7 章 曲面轮廓与区域加工。介绍 Cimatron[®] 三轴铣削加工中常用的三维曲面加工方法。

第 8 章 Cimatron[®] 智能加工。介绍代表当今加工编程技术领先水平的智能加工的特点及使用方法。

第 9 章 模具的典型加工策略。主要讨论针对各种不同模具零件, 应采用的较为合理的典型加工策略。

第 10 章 高速加工与多轴加工。主要介绍 Cimatron[®] 支持高速加工及多轴加工的基本情况及应用特点。

第 11 章 线切割加工。介绍在各类模具加工应用非常广泛的线切割加工的特点及编程方法。

本书所带的随书光盘中,包含了各章功能应用实例中所使用的练习文件及最终的结果。读者在使用光盘中的文件时,应将其复制到硬盘上,并将文件的只读属性去除。

本书由章泳健和姚志强合作编著,其中第 1 章~第 4 章及第 9 章的典型加工策略、第 10 章的多轴加工部分由章泳健完成,第 5 章~第 8 章、第 11 章及第 9、10 章的其余部分由姚志强完成,并由章泳健对全书进行了统稿。在本书的编写过程中,得到了蒋卫忠等模具业人士及常熟理工学院机电工程系领导的大力帮助及支持,在此表示衷心感谢。

由于作者水平有限,书中难免出现错误或疏漏,敬请广大读者批评指正。

作者

2004 年 6 月

目 录

第 1 章 注塑模具设计流程	1
1.1 设计流程	1
1.2 零件分模	2
1.2.1 实体分模功能	3
1.2.2 曲面分模功能	4
1.2.3 两种分模功能的特点	5
1.3 模具结构设计	6
1.4 电极设计	7
第 2 章 零件分模	10
2.1 实体分模功能	10
2.1.1 分模环境设置	10
2.1.2 零件分模	12
2.1.3 模具参数编辑	18
2.1.4 分模结果输出	18
2.2 实体分模应用实例	18
2.2.1 寻呼机托架的分模	18
2.2.2 电器外壳件的分模	24
2.3 快速分模功能	33
2.3.1 Qsplit 环境	34
2.3.2 IT 环境	42
2.4 快速分模应用实例	50
2.4.1 咖啡壶盖的分模	50
2.4.2 玩具手机的分模	58
第 3 章 模具结构设计	65
3.1 三维模架库功能	65
3.1.1 菜单功能简介	65
3.1.2 模架的选择与定义	66
3.1.3 加入标准件	70
3.1.4 定义插件	74

3.1.5 加入非标件	75
3.1.6 增加模板	77
3.1.7 模具编辑	80
3.1.8 模具制图功能	82
3.2 模具结构设计应用实例	87
第 4 章 电极设计	117
4.1 快速电极环境设置	117
4.2 放电面的提取	120
4.2.1 进入快速电极环境	120
4.2.2 确定电极毛坯	122
4.2.3 放电区域的定义	122
4.3 放电区域及电极文件管理	123
4.3.1 E-MANAGE 的显示功能	123
4.3.2 电极文件的生成	124
4.3.3 电极文件的管理	125
4.4 电极毛坯的定义	125
4.4.1 电极毛坯及基座的定义	126
4.4.2 电极夹头及坐标系的定义	128
4.5 电极延伸面的定义	130
4.5.1 高度延伸	130
4.5.2 侧向延伸	132
4.5.3 自动延伸	135
4.6 电极工作过程模拟	136
4.7 电极报告的生成	137
4.7.1 重新装载配置文件	138
4.7.2 生成正交视图	139
4.7.3 生成装配图	141
4.7.4 生成电极检查图	141
4.7.5 生成电极位置图	142
4.7.6 生成所有的图档	143
4.8 快速电极应用实例	143
4.8.1 模具嵌件的电极设计	143
4.8.2 玩具手机模的电极设计	152
第 5 章 Cimatron[®] NC 加工环境	161
5.1 数控加工概况	161

5.1.1 数控加工概述	161
5.1.2 数控加工工艺	162
5.1.3 数控加工编程	163
5.2 Cimatron [®] NC 编程基本步骤	164
5.2.1 建立加工模型	165
5.2.2 建立加工坐标系	165
5.2.3 建立刀路	166
5.2.4 加工模拟	168
5.2.5 后置处理	170
5.3 加工坐标系	172
5.3.1 机床坐标系	172
5.3.2 刀路坐标系	173
5.4 刀具管理	174
5.4.1 内部刀具库	174
5.4.2 外部刀具库	177
5.5 刀具路径管理	179
5.5.1 刀路模式	179
5.5.2 工序模式	181
5.5.3 刀路变换	182
5.6 主要加工参数的设置	185
5.6.1 刀具基本切削参数的设置	186
5.6.2 走刀方式的设置	187
5.6.3 铣削方式的设置	190
5.6.4 加工范围的设置	191
5.6.5 安全高度的设置	193
5.6.6 进刀退刀的设置	195
5.6.7 拐角方式的设置	197
5.6.8 加工精度的设置	198
5.7 手工编辑刀路	200
5.7.1 检查刀具路径	200
5.7.2 删除部分刀具路径	201
5.7.3 修改刀具路径	202
5.7.4 服务功能	203
5.8 加工模拟仿真与校验	204
5.8.1 手工校验	204
5.8.2 模拟仿真	205
5.8.3 仿真校验	206

5.9 后置处理	208
5.9.1 GPP	208
5.9.2 IMS Post	209
第 6 章 平面轮廓与区域加工	212
6.1 平面轮廓加工—PROFILE	212
6.1.1 工序的定义	212
6.1.2 加工轮廓的定义	212
6.1.3 工序定义参数的设置	213
6.1.4 平面轮廓加工实例	217
6.2 平面区域加工—POCKET	221
6.2.1 工序的定义	221
6.2.2 加工区域的定义	222
6.2.3 工序定义参数的设置	223
6.2.4 平面区域加工实例	227
6.3 孔加工—DRILL	230
6.3.1 工序的定义	230
6.3.2 孔加工位置的定义	230
6.3.3 孔加工参数的设置	233
6.3.4 孔加工实例	235
第 7 章 曲面轮廓与区域加工	238
7.1 曲面区域加工—SRFPKT	238
7.1.1 工序的定义	238
7.1.2 加工区域的定义	238
7.1.3 工序定义参数的设置	240
7.1.4 曲面区域加工实例	245
7.2 曲面投影线加工—SRFPRF	247
7.2.1 工序的定义	247
7.2.2 投影线的定义	247
7.2.3 工序定义参数的设置	248
7.2.4 曲面投影线加工实例	250
7.3 等高线加工—WCUT	252
7.3.1 工序的定义	253
7.3.2 定义加工范围	253
7.3.3 等高线区域加工	254
7.3.4 等高线轮廓加工	258

7.3.5 层间加工	259
7.3.6 等高线加工实例	264
7.4 参数线曲面加工—SURMILL	269
7.4.1 工序的定义	269
7.4.2 工序定义参数的设置	270
7.4.3 参数线曲面加工实例	272
7.5 导向线曲面加工—SURCLR	274
7.5.1 工序的定义	274
7.5.2 导向轮廓的定义	274
7.5.3 工序定义参数的设置	276
7.5.4 导向线曲面加工实例	277
7.6 等高沿面加工—ZCUT	280
7.6.1 工序的定义	280
7.6.2 加工实例	280
7.6.3 工序定义参数说明	282
7.7 三维等步距加工—3D STEP	283
7.7.1 工序的定义	283
7.7.2 轮廓的定义	283
7.7.3 工序定义参数设置	285
7.7.4 三维等步距加工实例	285
7.8 再加工—REMACHING	287
7.8.1 区域清残加工	287
7.8.2 笔式清角加工	294
7.8.3 水平优化加工	297
7.8.4 垂直优化加工	298
第8章 Cimatron[®]智能加工	299
8.1 毛坯和零件	299
8.1.1 毛坯—STOCK	300
8.1.2 零件—PART	301
8.2 刀路优化	301
8.2.1 事前优化	301
8.2.2 事后优化	301
8.3 选择准则应用	305
8.4 智能化参数设置	306
8.5 加工模板应用	307
8.5.1 模板的建立	308

8.5.2 模板的调用	308
第 9 章 模具的典型加工策略	309
9.1 典型加工策略	309
9.1.1 型腔的加工策略	310
9.1.2 型芯的加工策略	311
9.1.3 电极的加工策略	311
9.2 综合应用实例	312
9.2.1 发泡模的加工	312
9.2.2 吊钩锻模型腔的加工	322
9.2.3 面板按键模的电极加工	325
第 10 章 高速加工与多轴加工	329
10.1 高速加工概况	329
10.1.1 高速铣削的特点和优势	329
10.1.2 高速铣削的技术支持	329
10.2 Cimatron [®] 高速加工	331
10.2.1 Cimatron [®] 面向高速加工的特征	331
10.2.2 Cimatron [®] 高速加工参数设置	336
10.3 多轴加工应用	339
10.3.1 多轴加工的概念	339
10.3.2 曲线多轴加工 CURVE_MX	339
10.3.3 五轴粗加工 ROUGH_5X	344
10.3.4 直纹面多轴加工 RULED_MX	348
10.3.5 导向线曲面加工 SURCLR	352
10.3.6 参数线曲面加工 SURMILL	352
10.3.7 多轴加工的后置处理	352
第 11 章 线切割加工	358
11.1 线切割编程简介	358
11.2 线切割工序	358
11.2.1 WIRE_GO	359
11.2.2 WIRE_2X	360
11.2.3 WIRE_PKT	361
11.2.4 WIRE_4X	361
11.2.5 线切割的后置处理	362
11.2.6 WIRE_2X 加工实例	362

11.2.7 WIRE_4X 加工实例	363
附录 1 NC 加工旗标	365
附录 2 Cimatron 编程常用文件类型	366
附录 3 FANUC 数控铣床程序基本 G 代码指令	367
附录 4 FANUC 数控系统的 M 代码及其功能	369

第 1 章 注塑模具设计流程

本章的目的：熟悉注塑模具设计的基本流程，了解 Cimatron[®] 支持注塑模具设计的各功能模块的基本情况。

1.1 设计流程

在 Cimatron[®] CAD/CAM 系统中，除提供了各种丰富的通用设计功能来支持各类模具设计外，还提供了主要用于支持注塑模具设计的各种专用功能。

Cimatron[®] 中的注塑模具设计功能基于成型产品零件的三维模型来实现。因此，在模具设计以前，需要首先在 MODELING 模块下生成产品零件的三维模型，或通过图形数据接口将其他 CAD 系统中生成的零件模型转化生成 Cimatron[®] 格式的零件模型。在 Cimatron[®] 中，以产品零件的三维模型为基础，可将整个模具设计过程分为以下三个阶段：

□ 零件分模

零件分模是整个模具设计的关键。在该阶段中，首先载入产品零件的三维模型，并指定主分模方向。然后，根据分模方向定义分模线并生成分模面。最后，将模具的成型嵌件毛坯用分模面分割为型芯及型腔块。如果根据模具的结构及工艺要求，需要进行抽芯及嵌件的设计，可继续在型芯或型腔块中分割出来。完成零件分模后形成的各成型零件可参见图 1-1 所示，分模结果可继续进行模具的三维结构设计，也可直接用于 NC 加工编程。

□ 模具三维结构设计

传统的模具结构设计是整个模具设计中非常繁琐并容易出错的阶段。基于 MOLDBASE 3D 功能的模具结构设计，可直接从符合工业标准的各类标准三维模架库中选择合适的模架，并自动生成各模板间的导柱导套、连接螺钉等标准件。在完成型芯及型腔等嵌件的定义后，能继续加入定位环、主流道衬套、螺钉、顶杆及冷却水道等标准零件及结构，形成整个模具结构的三维实体模型，参见图 1-2 所示。完成的模具三维模型基于参数化实体造型技术完成，因此，设计完成后，如果需要进行编辑修改，可以很方便地通过 MOLDBASE 3D 标准件编辑功能及通用的实体编辑功能对模具各部分的尺寸进行修改。

□ 电极设计

在模具的型芯、型腔或嵌件中，常有一些狭窄的内凹区域，通常无法直接通过铣加工来达到最终的加工要求，此时需要采用电火花加工。另外，模具中形状较复杂的型面在铣加工后，往往无法满足对模具的尺寸精度及表面质量要求，此时，同样也需要制作电极后用电火花加工来完成精加工。

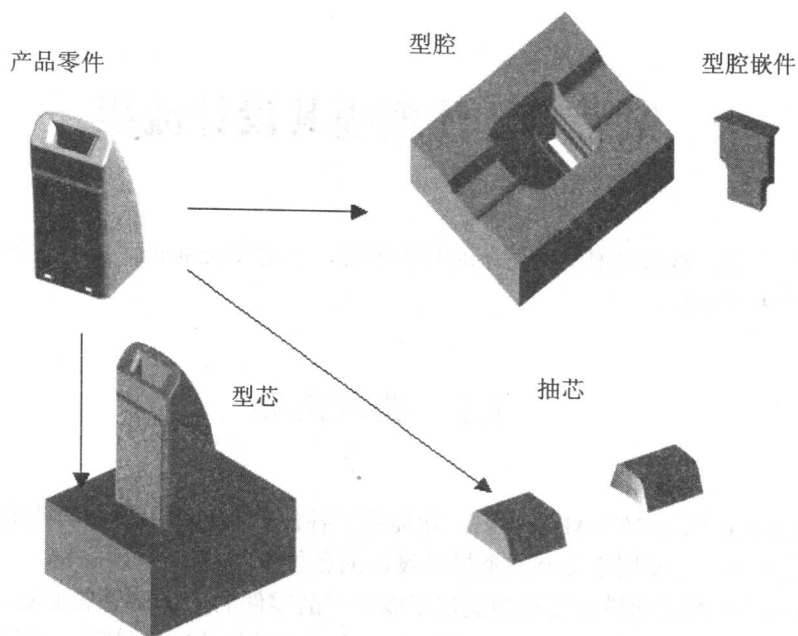


图 1-1 零件分模后形成的各成型零件

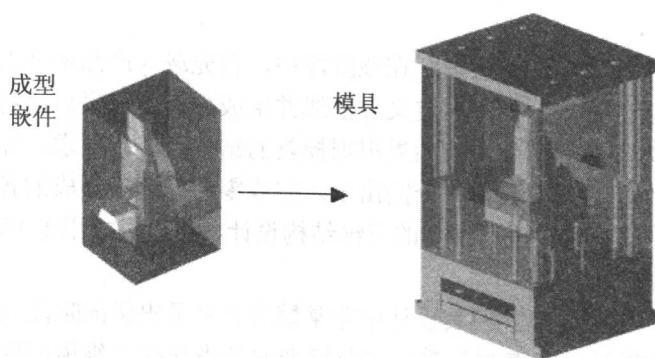


图 1-2 成型嵌件及模具三维实体模型

在面向模具制造的过程中，必须解决好电极的快速设计。由于电极在设计时，需要从模具型面中提取局部表面，并进行裁剪、延伸等操作，用实体功能往往对这类问题处理较困难，使用基于曲面技术的快速电极功能，可较好地处理上述问题。

1.2 零件分模

由于通过图形数据接口 DI 输入的数据模型一般为曲面模型，即使直接在 Cimatron[®] 环

境下进行造型,也不一定能形成实体模型。因此,针对分模零件的模型状态及不同的复杂程度,Cimatron^{it}提供了两种零件分模应用功能,一种为支持实体模型的实体分模功能,另一种为支持曲面模型的快速分模功能。

1.2.1 实体分模功能

在实体造型环境下,将应用功能菜单翻至第二页,选择其中的 MOLDPREP、SEPARATE 功能,可进行零件的实体分模,如图 1-3 所示。

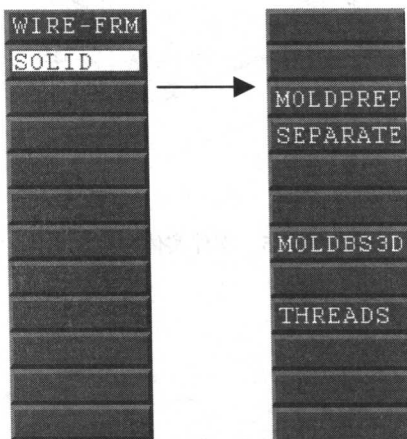


图 1-3 实体分模功能菜单

实体分模的基本流程如下:

- 分模环境设置。通过选择 MOLDPREP 功能,按步骤完成分模零件的定义、收缩率的设置,并定义成型嵌件毛坯的形状、尺寸及相对于零件的放置位置,如图 1-4 所示。

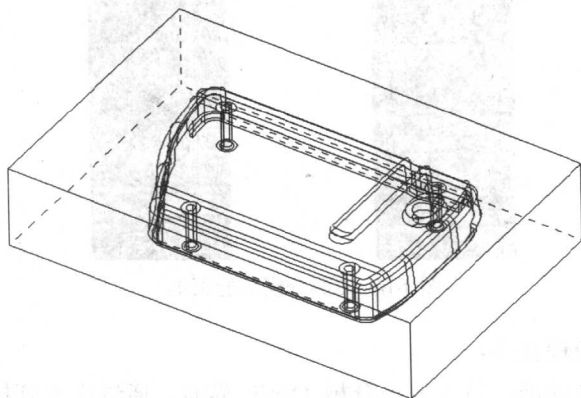


图 1-4 设置实体分模环境

- 模具分模。通过选择 SEPARATE 功能，指定分模方向，确定内外分模线，并自动生成分模面，如图 1-5 所示。再根据分模面将成型嵌件毛坯分割为型芯及型腔部分。

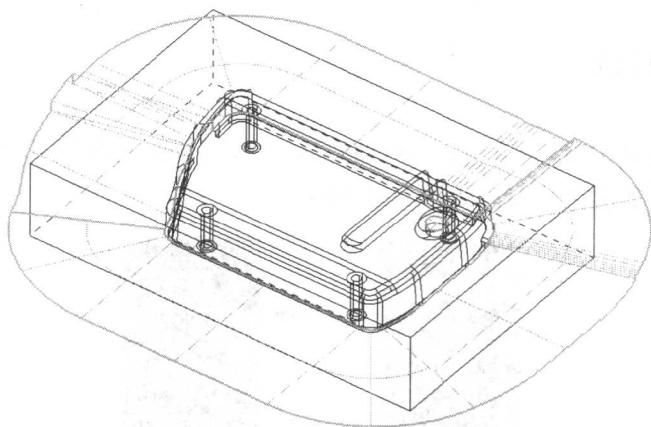


图 1-5 零件实体分模

1.2.2 曲面分模功能

在线框造型环境下，将应用功能菜单翻至最后一页。该页中提供了支持曲面快速分模的各项功能，如图 1-6 所示。

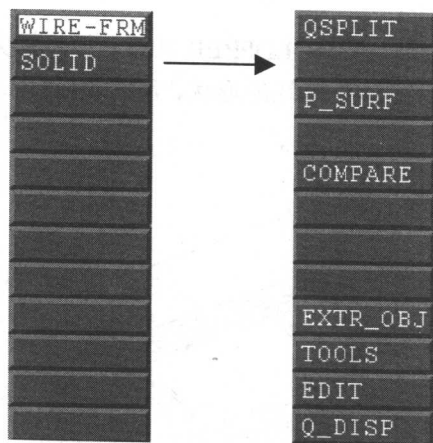


图 1-6 曲面分模功能菜单

快速分模的基本流程如下：

- 选择 QSPLIT 功能，进入快速分模 Qsplit 界面。通过定义开模方向将分模零件的模型面分组为型芯面、型腔面及抽芯面，并自动生成分模线，如图 1-7 所示。