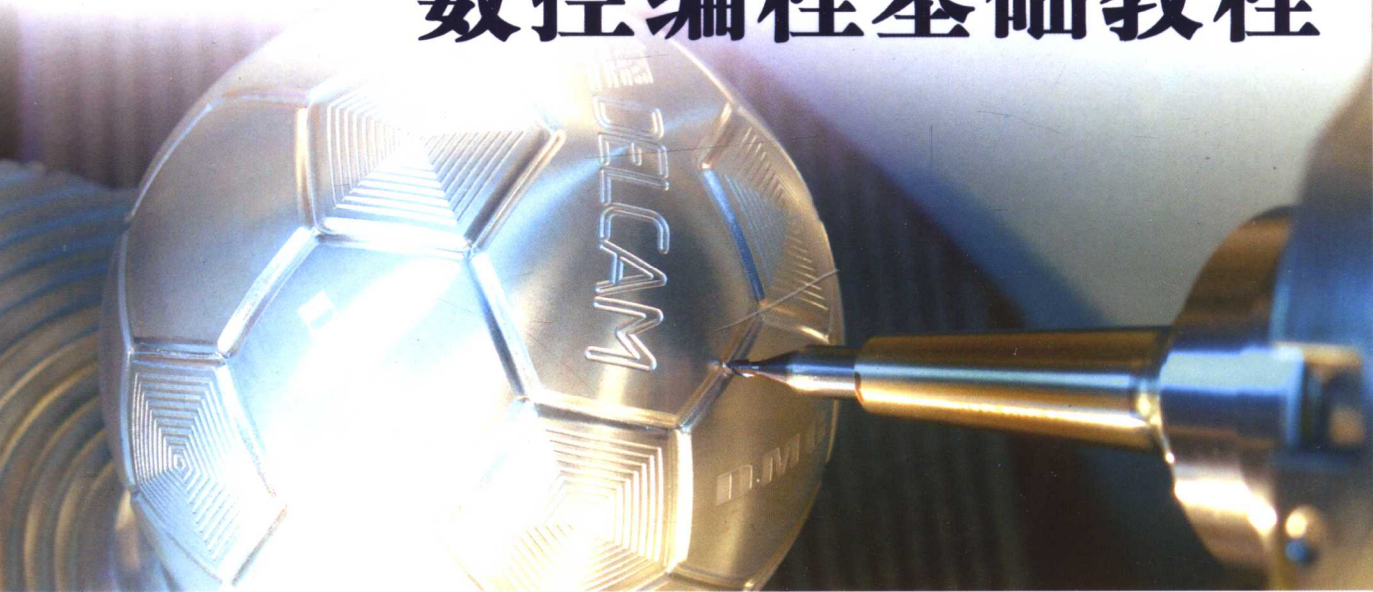


PowerMILL

数控编程基础教程



夏 天 单 岩 编著

- 系统易学易用，提高您CAM系统的使用效率
- 计算速度更快，提高您数控编程的工作效率
- 优化刀具路径，提高您加工中心的切削效率
- 支持高速加工，提高您贵重设备的使用效率
- 支持多轴加工，提升您企业技术的应用水平
- 先进加工模拟，降低您加工中心的试切成本
- 无过切与碰撞，排除您加工事故的费用损失



清华大学出版社

PowerMILL 数控编程基础教程

夏 天 单 岩 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书在内容安排上注重基础知识与数控技术的统一、应用思路和编程技巧的统一,文字简练,图文并茂,详细介绍了 PowerMILL 数控编程的基本流程,精心设计应用实例,并结合作者的数控编程经验和心得体会,重点讨论 PowerMILL 的各个模块,包括模型输入、毛坯定义、刀具定义、加工参数的设置、加工策略的选择、刀具路径的产生以及 NC 程序的生成等内容。

本书可作为 CAM 技术的自学教材、大中专院校 CAM 专业课程教材以及 CAM 技术各级培训教材。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

本书防伪标签采用特殊防伪技术,用户可通过在图案表面涂抹清水,图案消失,水干后图案复现;或将表面膜揭下,放在白纸上用彩笔涂抹,图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目(CIP)数据

PowerMILL 数控编程基础教程/夏天,单岩编著. —北京:清华大学出版社,2005.12

ISBN 7-302-12195-8

I. P… II. ①夏… ②单… III. 数控机床-程序设计-应用软件, PowerMILL-教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 142515 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:刘 丽

封面设计:杨佳灵 范华明

版式设计:冯彩茹 俞小红

印 装 者:三河市春园印刷有限公司

发 行 者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:26.5 字数:586 千字

版 次:2005 年 12 月第 1 版 2005 年 12 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-12195-8/TP·7859

印 数:1~5000

定 价:46.00 元(附光盘 1 张)

Delcam CAD/CAM 软件系列丛书出版前言

我首先祝贺第一本中文 Delcam CAD/CAM 软件系列丛书在中国大陆正式出版发行！

英国 Delcam 公司是世界领先的专业化 CAD/CAM 软件公司。Delcam 软件的研发最早起源于世界著名学府剑桥大学,经过三十多年的发展,Delcam 软件系列横跨产品/模具设计、产品/模具加工、逆向工程、艺术设计与雕刻加工、质量检测 and 协同合作管理等应用领域。Delcam 最新的软件研发在英国和美国同时进行,客户超过一万多家,遍布世界八十多个国家和地区。Delcam CAD/CAM 系列软件被广泛地应用于航空航天、汽车、船舶、家用电器、轻工产品和模具制造等行业。

Delcam 最新的软件系列包括 PowerSHAPE、PowerMILL、PowerINSPECT、CopyCAD、ArtCAM、FeatureCAM 和 PS-Team 等软件系统。

本丛书的编写与出版发行是应众多的中国 Delcam 用户和 Delcam 软件学习者的要求,为满足有关大中专学校教育、职业教育和培训认证等方面的需要而组织完成的。在此,我衷心感谢浙江大学的专家和浙大旭日科技的工程师们在百忙之中,能计划和撰写 Delcam CAD/CAM 软件系列中文丛书。

我相信这套图书的陆续出版将有助于推动中国制造业 CAD/CAM 软件的应用和技术水平的提高,也会推动 Delcam 公司在中国的业务发展。让我们,Delcam 和广大的中国用户携起手来,为 CAD/CAM 技术在中国工业界发挥更大的效益共同努力！

英国 Delcam 亚洲业务发展经理
Delcam (中国) 有限公司总经理



2005 年 12 月

前 言

PowerMILL 是一种专业的数控加工编程软件,由英国 Delcam Plc 公司研制开发。Delcam Plc 是世界领先的专业化 CAD/CAM 软件公司,其软件产品适用于具有复杂形体的产品、零件及模具的设计制造,广泛地应用于航空航天、汽车、船舶、内燃机、家用电器、轻工产品等行业,尤其对塑料模、压铸模、橡胶模、锻模、大型覆盖件冲压模、玻璃模具等的设计与制造具有明显的优势。

PowerMILL 是世界上功能最强大、加工策略最丰富的数控加工编程软件系统,同时也是 CAM 软件技术最具代表性的、增长率最快的加工软件。它是独立运行的、智能化程度最高的三维复杂形体加工 CAM 系统,实现了 CAM 系统与 CAD 分离,在网络下完成一体化集成,更能适应工程化的要求,代表着 CAM 技术最新的发展方向。

本书在内容安排上注重基础知识与数控技术的统一、应用思路和编程技巧的统一,文字简练,图文并茂,详细介绍了 PowerMILL 数控编程的基本流程,精心设计应用实例,并结合作者的数控编程经验和心得体会,重点讨论 PowerMILL 的各个模块,包括模型输入、毛坯定义、刀具定义、加工参数的设置、加工策略的选择、刀具路径的产生以及 NC 程序的生成等内容,使读者能在最短的时间内掌握 PowerMILL 的优势和特点,领会 PowerMILL 的精髓。

本书由 Delcam(中国)有限公司授权,浙江大学与 Delcam(中国)有限公司合作共同编写,是 Delcam 公司的惟一指定培训教程,可作为 CAM 技术的自学教材、大中专院校 CAM 专业课程教材以及 CAM 技术各级培训教材。

限于作者的知识水平和经验,书中难免存在疏漏之处,恳请广大读者批评指正。读者可通过网站 www.sunnytech.cn 与我们交流。

编 者

2005 年 9 月

目 录

第 1 章 PowerMILL 快速入门.....	1
1.1 PowerMILL 简介	1
1.2 PowerMILL 数控编程——一个简单的应用实例.....	2
1.3 PowerMILL 数控编程的一般步骤	15
第 2 章 PowerMILL 用户界面.....	17
2.1 下拉菜单	18
2.1.1 “文件”菜单	18
2.1.2 “查看”菜单	20
2.1.3 “插入”菜单	22
2.1.4 “显示”菜单	24
2.1.5 “工具”菜单	28
2.1.6 “帮助”菜单	34
2.2 PowerMILL 窗格	36
2.2.1 PowerMILL 浏览器	36
2.2.2 HTML 浏览器	36
2.2.3 元素回收站	36
2.3 工具栏	37
2.4 鼠标功能键	43
第 3 章 模型、用户坐标系和层	44
3.1 模型	44
3.1.1 模型的输入	44
3.1.2 “模型”菜单	45
3.1.3 模型对象菜单	52
3.2 用户坐标系	54
3.2.1 用户坐标系的定义	54
3.2.2 “用户坐标系”菜单	55
3.2.3 用户坐标系对象菜单	56
3.3 层	60
3.3.1 层的定义	60
3.3.2 “层”菜单	60
3.3.3 层对象菜单	61

3.4 残留模型	62
3.4.1 残留模型的定义	62
3.4.2 “残留模型”菜单	64
3.4.3 残留模型对象菜单	65
第4章 毛坯的定义	67
4.1 最小/最大限	67
4.2 图形	69
4.3 三角形	70
4.4 边界	71
第5章 刀具	73
5.1 刀具的定义	73
5.1.1 端铣刀	74
5.1.2 球头刀	79
5.1.3 刀尖圆角端铣刀	79
5.1.4 锥度球铣刀	79
5.1.5 圆角锥度端铣刀	80
5.1.6 钻头	81
5.1.7 圆角盘铣刀	82
5.1.8 偏心圆角端铣刀	82
5.1.9 锥形	83
5.1.10 自定义	83
5.1.11 自目录	85
5.2 “刀具”菜单	86
5.3 刀具对象菜单	87
5.4 “刀具”工具栏	88
5.5 数控铣刀具的选择原则	90
第6章 进给率的设置	92
6.1 进给率参数	92
6.1.1 快进速度	92
6.1.2 下切速度	92
6.1.3 切削速度	93
6.1.4 主轴转速	93
6.2 进给率参数的设置方法	94
第7章 快进高度的设置	96
7.1 绝对	96
7.2 相对	98

7.2.1 绝对	99
7.2.2 下切	100
7.2.3 掠过	101
第 8 章 刀具开始点的设置	103
8.1 毛坯中心安全 Z 高度	103
8.2 第一点安全 Z 高度	105
8.3 第一点	105
8.4 绝对	106
第 9 章 切入/切出和连接	107
9.1 Z 高度	107
9.2 切入	108
9.2.1 无	109
9.2.2 垂直圆弧	110
9.2.3 水平圆弧	111
9.2.4 左水平圆弧	112
9.2.5 右水平圆弧	112
9.2.6 延伸移动	113
9.2.7 加框	113
9.2.8 直	113
9.2.9 斜向	114
9.3 切出	117
9.4 延伸	117
9.5 连接	118
9.5.1 安全高度	119
9.5.2 相对	119
9.5.3 掠过	119
9.5.4 在曲面上	120
9.5.5 下切步距	120
9.5.6 直线	120
9.5.7 圆形圆弧	120
第 10 章 刀具路径策略	122
10.1 “刀具路径策略”对话框	122
10.2 常用刀具路径策略的添加和删除	124
10.3 “刀具路径策略”对话框标签的添加和删除	126
第 11 章 三维区域清除	128
11.1 偏置区域清除模型	128

11.2	轮廓区域清除模型	150
11.3	平行区域清除模型	151
第 12 章	精加工	156
12.1	三维偏置和等高加工	156
12.1.1	三维偏置精加工	156
12.1.2	等高精加工	161
12.1.3	最佳等高精加工	164
12.2	平行、放射、螺旋、参考线和嵌入参考线精加工	166
12.2.1	平行精加工	166
12.2.2	放射精加工	170
12.2.3	螺旋精加工	173
12.2.4	参考线精加工	176
12.2.5	嵌入参考线精加工	182
12.3	投影加工	183
12.3.1	点投影精加工	183
12.3.2	直线投影精加工	189
12.3.3	平面投影精加工	192
12.3.4	曲线投影精加工	196
12.3.5	曲面投影精加工	198
12.4	清角加工	201
12.4.1	笔式清角精加工	201
12.4.2	多笔清角精加工	204
12.4.3	缝合清角精加工	207
12.4.4	沿着清角精加工	208
12.4.5	自动清角精加工	209
12.5	轮廓精加工	210
12.6	旋转精加工	216
12.7	SWARF 精加工	219
12.8	五轴加工	223
12.8.1	刀轴定位方法	224
12.8.2	“刀轴方向表格”对话框	233
第 13 章	特征设置、2.5 维区域清除及钻孔	237
13.1	特征加工简单实例	237
13.2	特征设置	240
13.2.1	特征设置的定义	241
13.2.2	“特征设置”菜单	243
13.2.3	特征设置对象菜单	247

13.3	2.5 维区域清除	250
13.3.1	偏置区域清除特征设置	250
13.3.2	轮廓区域清除特征设置	252
13.3.3	平行区域清除特征设置	253
13.4	钻孔	255
13.4.1	钻孔刀具路径生成的两种方法	255
13.4.2	“钻孔”对话框	259
13.4.3	新的钻孔方法	265
第 14 章	边界	271
14.1	边界的定义	271
14.1.1	毛坯	272
14.1.2	残留	273
14.1.3	已选曲面	275
14.1.4	浅滩	277
14.1.5	轮廓	278
14.1.6	无碰撞边界	279
14.1.7	残留模型残留	281
14.1.8	接触点	282
14.1.9	接触转换	282
14.1.10	用户定义	283
14.2	“边界”菜单	287
14.3	边界对象菜单	290
14.4	“边界”工具栏	293
第 15 章	参考线	295
15.1	参考线的产生	295
15.1.1	边界	296
15.1.2	文件	296
15.1.3	模型	298
15.1.4	勾画	299
15.1.5	PS-Sketcher	300
15.1.6	参考线产生器	300
15.1.7	激活刀具路径	305
15.1.8	激活参考线	306
15.2	“参考线”菜单	308
15.3	参考线对象菜单	309
15.4	“参考线”工具栏	314

第 16 章 刀具路径	316
16.1 “刀具路径”工具栏.....	316
16.1.1 变换刀具路径.....	316
16.1.2 裁剪刀具路径.....	318
16.1.3 分割刀具路径.....	320
16.1.4 移动刀具路径开始点.....	323
16.1.5 更新区域.....	323
16.1.6 重排刀具路径.....	324
16.1.7 复制刀具路径.....	327
16.1.8 删除刀具路径.....	328
16.2 “刀具路径”菜单.....	328
16.3 刀具路径对象菜单.....	330
第 17 章 加工仿真和加工模拟	336
17.1 加工仿真.....	336
17.1.1 加工仿真流程.....	336
17.1.2 “加工仿真”工具栏.....	337
17.2 加工模拟.....	340
17.2.1 加工模拟流程.....	340
17.2.2 “模拟”工具栏.....	341
第 18 章 NC 程序	344
18.1 NC 程序的生成流程.....	344
18.2 “NC 程序”菜单.....	347
18.3 NC 程序对象菜单.....	350
第 19 章 PM-Post 后处理器	356
19.1 PM-Post 简介.....	356
19.2 PM-Post 后处理简单实例.....	357
19.3 PM-Post 后处理操作流程.....	360
19.4 PostProcessor 模块.....	360
19.4.1 PostProcessor 用户界面.....	360
19.4.2 PostProcessor 工具栏.....	361
19.4.3 任务树窗口.....	368
19.5 Editor 模块.....	372
19.5.1 Editor 用户界面.....	372
19.5.2 Editor 工具栏.....	373
19.5.3 修改记录.....	374
19.5.4 设置 Settings.....	375

19.5.5	初始化 Initialization	378
19.5.6	程序命令 Commands.....	380
19.5.7	参数 Parameters	384
19.5.8	格式 Formats.....	386
19.5.9	结构 Structures.....	389
第 20 章	辅助功能.....	391
20.1	碰撞和过切检查	391
20.2	计算器	394
20.3	测量模型	395
20.4	PS-Exchange.....	397
20.5	宏	399
20.5.1	宏的定义和运行流程.....	399
20.5.2	“宏”菜单.....	400
20.5.3	宏对象菜单.....	401
20.5.4	用户定义菜单.....	402
20.6	组	405
20.6.1	“组”菜单.....	405
20.6.2	组对象菜单.....	406

第 1 章 PowerMILL 快速入门

1.1 PowerMILL 简介

PowerMILL 是一种专业的数控加工编程软件，由英国 Delcam Plc 公司研制开发。Delcam Plc 是世界领先的专业化 CAD/CAM 软件公司，其软件产品适用于具有复杂形体的产品、零件及模具的设计制造，广泛地应用于航空航天、汽车、船舶、内燃机、家用电器、轻工产品等行业，尤其对塑料模、压铸模、橡胶模、锻模、大型覆盖件冲压模、玻璃模具等的设计与制造具有明显的优势。

Delcam Plc 是当今全世界惟一拥有大型数控加工车间的 CAD/CAM 软件公司，所有的软件产品都在实际的生产环境中经过了严格的测试，使得其最能理解用户的问题与需求，提供从设计、制造、测试到管理的全套产品，并为客户提供符合实际的集成化解决方案。

Delcam Plc 公司的产品主要包括：PowerSHAPE（面向加工的三维设计系统）、PowerMILL（最先进的 CAM 加工软件）、PowerINSPECT（复杂三维零件检测）、CopyCAD（由数字化数据产生复杂曲面）、ArtCAM pro（三维浮雕和 CNC 浮雕）。

PowerMILL 是世界上著名的功能最强大、加工策略最丰富的数控加工编程软件系统，同时也是 CAM 软件技术最具代表性的，增长率最快的加工软件。它是独立运行的、智能化程度最高的三维复杂形体加工 CAM 系统，实现了 CAM 系统与 CAD 分离，在网络下完成一体化集成，更能适应工程化的要求，代表着 CAM 技术最新的发展方向。总的来说，PowerMILL 有以下一些特点和优势：

（1）采用全新的中文 Windows 用户界面，提供完善的加工策略，帮助用户产生最佳的加工方案，从而提高加工效率，减少手工修整，快速产生粗、精加工路径。

（2）任何方案的修改和重新计算几乎在瞬间完成，缩短 85% 的刀具路径计算时间。

（3）2.5 轴的数控加工包括刀柄、刀夹进行完整的干涉检查与排除。

（4）具有集成的加工实体仿真，方便用户在加工前了解整个加工过程及加工结果，节省加工时间。

（5）PowerMILL 可直接输入其他三维 CAD 软件，如 Pro/E、Unigraphics、CATIA、SolidEdge、SolidWorks 等的格式文件而不需进行任何数据转换的处理，避免了在数据转换过程中的数据丢失或数据变形。

（6）PowerMILL 系统操作过程完全符合数控加工的工程概念，实体模型全自动处理，实现了粗、精、清根加工编程的自动化，CAM 操作人员只需具备加工工艺知识，接

受短期的专业技术培训，就能对复杂模具进行数控编程。

(7) PowerMILL 实现了 CAM 系统与 CAD 分离，并在网络下实现系统集成，更符合生产过程的自然要求。

图 1.1 为 PowerMILL 用户界面。

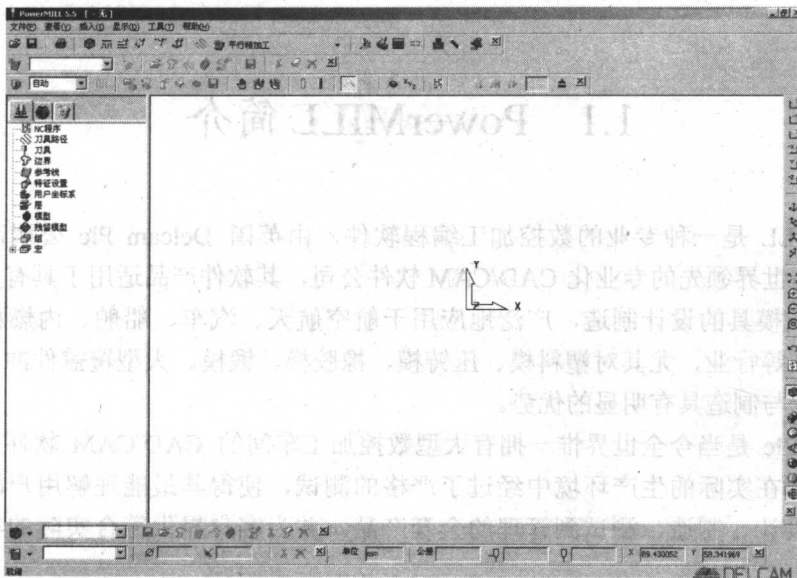


图 1.1 PowerMILL 用户界面

1.2 PowerMILL 数控编程——一个简单的应用实例

下面将首先介绍一个简单的加工应用实例，通过对该例子的详细讲解，使读者对于 PowerMILL 数控编程的步骤有一定的认识 and 了解。

例 1.1:

在这个例子中，将加工如图 1.2 所示的凸形台，包括刀具路径的产生、加工路径的仿真和 NC 程序的输出。

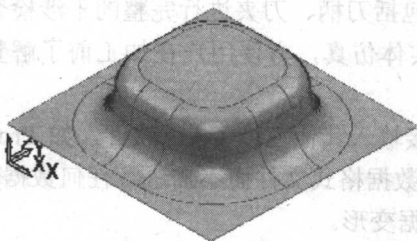


图 1.2 凸形台

此凸形台的加工分为 3 个步骤：粗加工、半精加工和精加工。每个加工步骤的加工方式、刀具类型、刀具参数、公差和加工余量等工艺参数参见表 1.1。

表 1.1 工艺参数表

序 号	加工步骤	加工方式	刀具类型	刀具参数	公 差	加工余量
1	粗加工	偏置区域清除模型	刀尖圆角端铣刀	D25R5	0.1	0.5
2	半精加工	等高精加工	刀尖圆角端铣刀	D16R0.8	0.05	0.2
3	精加工	平行精加工	球头刀	D16R8	0.01	0

【操作步骤】

1. 模型输入

单击下拉菜单“文件”→“输入模型”命令，弹出如图 1.3 所示的“输入模型”对话框，在此对话框内选择并打开本书光盘中的模型文件 one.dgk。然后单击用户界面最右边“查看”工具栏中的  图标，接着单击“查看”工具栏中的“平面阴影”图标 ，即产生如图 1.2 所示的凸形台。

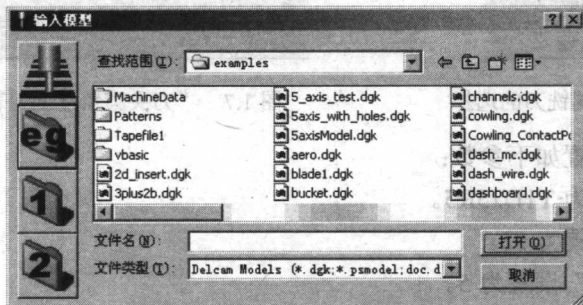


图 1.3 “输入模型”对话框

2. 毛坯定义

单击用户界面上部“主要”工具栏中的“毛坯”图标 ，弹出如图 1.4 所示的“毛坯表格”对话框。单击此对话框中的“计算”按钮，然后单击“接受”按钮，则绘图区变为如图 1.5 所示的模型。



图 1.4 “毛坯表格”对话框

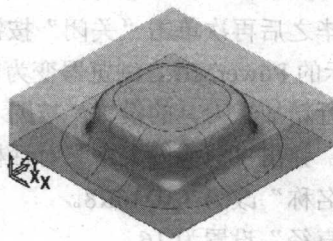


图 1.5 定义毛坯之后的模型

3. 刀具定义

由表 1.1 可得, 此模型的加工共需 3 把刀具: 2 把刀尖圆角端铣刀和 1 把球头刀。

如图 1.6 所示, 右击用户界面左边 PowerMILL 浏览器中的“刀具”, 依次选择“产生刀具”→“刀尖圆角端铣刀”选项, 弹出如图 1.7 所示的“刀尖圆角端铣刀表格”对话框。

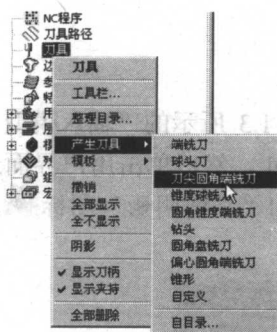


图 1.6 刀尖圆角端铣刀的选择

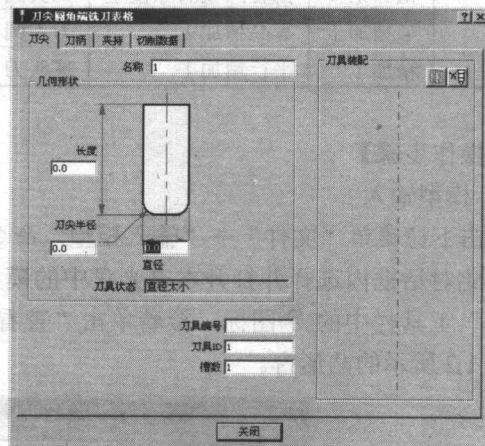


图 1.7 “刀尖圆角端铣刀表格”对话框

在此对话框中设置如下参数:

- ☐ “名称”改为 T1D25R5。
- ☐ “直径”设置为 25。
- ☐ “刀尖半径”设置为 5。

设置完毕之后, 单击“关闭”按钮。此时在用户界面左边的 PowerMILL 浏览器中将显示刚才设置的刀具, 如图 1.8 所示。

上述步骤完成了粗加工使用的刀具的设置。半精加工使用的刀具类型和粗加工相同, 区别的只是参数不同。按上述步骤再次产生如图 1.7 所示的“刀尖圆角端铣刀表格”对话框, 在此对话框中设置如下参数:

- ☐ “名称”改为 T2D16R0.8。
- ☐ “直径”设置为 16。
- ☐ “刀尖半径”设置为 0.8。

设置完毕之后再次单击“关闭”按钮, 这样就完成了半精加工使用的刀具的设置。此时图 1.8 所示的 PowerMILL 浏览器变为图 1.9 所示。

最后进行精加工刀具的设置。按图 1.6 所示依次选择“刀具”→“产生刀具”→“球头刀”选项, 弹出“球头刀表格”对话框, 在此对话框中设置如图 1.10 所示的参数:

- ☐ “名称”改为 T3D16R8。
- ☐ “直径”设置为 16。
- ☐ “刀尖半径”设置为 8。

设置完毕之后单击“关闭”按钮，此时 PowerMILL 浏览器变为如图 1.11 所示。



图 1.8 PowerMILL 浏览器



图 1.9 PowerMILL 浏览器

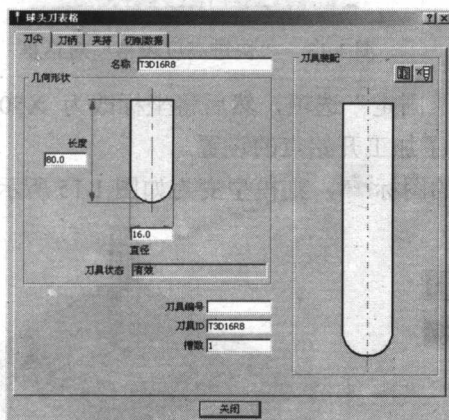


图 1.10 “球头刀表格”对话框

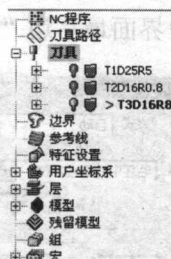


图 1.11 PowerMILL 浏览器

4. 进给率设置

单击用户界面上部“主要”工具栏中的“进给率”图标，弹出如图 1.12 所示的“进给率表格”对话框。

在此对话框中设置如下参数：

- ☐ “快进速度”设置为 1600。
- ☐ “下切速度”设置为 300。
- ☐ “切削速度”设置为 300。
- ☐ “主轴转速”设置为 800。

设置完毕之后，单击“接受”按钮，这样就完成了进给率的设置。

5. 快进高度设置

单击用户界面上部“主要”工具栏中的“快进高度”图标，弹出如图 1.13 所示的“快进高度表格”对话框。

在此对话框中单击“按安全高度重设”按钮，然后再单击“接受”按钮，这样就完成了快进高度的设置。

6. 加工开始点的设置

单击用户界面上部“主要”工具栏中的“开始点”图标，弹出如图 1.14 所示的