

工程软件职场应用实例精析丛书

PowerMill 2018

四轴数控加工编程

应用实例

韩富平 田东婷◎主 编



● 5个全新企业应用实例

● 专家讲透数控编程思路

● 助你领悟工艺路径精髓

● 快速突破技术难点瓶颈

● 轻松赢得更好工作机会



赠送实例的模型
文件和结果文件

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

赠送PPT课件



微智造

机械人APP

工程软件职场应用实例精析丛书

PowerMill 2018

四轴数控加工编程应用实例

主 编 韩富平 田东婷

副主编 曹怀明 李春光

参 编 甘卫华 李凤波 刘京伟 江 伟

张 惠 陈 琳 吴 娱 孙淑君



机械工业出版社

本书主要介绍 PowerMill 2018 四轴数控加工生成刀具路径的要点和技巧,以提高读者在实际生产应用中的能力。全书共 6 章,内容全是一线企业生产实例,打破了传统的理论教学实例,并采用通俗易懂的语言和图文并茂的形式讲解,实例安排从简单到复杂,循序渐进,让读者充分领悟 PowerMill 2018 四轴数控加工编程的工艺思路,达到事半功倍的效果。随书赠送光盘,包含书中所有实例的模型文件和结果文件,读者在学习过程中可以参考练习。同时提供 PPT 课件(联系 QQ296447532 获取),便于培训教师授课。

本书适合数控技术专业学生、技术人员,以及有 PowerMill 基础的读者自学。

图书在版编目(CIP)数据

PowerMill 2018 四轴数控加工编程应用实例/韩富平,田东婷主编.

—北京:机械工业出版社,2018.4

(工程软件职场应用实例精析丛书)

ISBN 978-7-111-59590-8

I. ①P… II. ①韩… ②田… III. ①数控机床—加工—计算机辅助设计—应用软件 IV. ①TG659-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 063041 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:周国萍 责任编辑:周国萍

责任校对:郑 婕 封面设计:马精明

责任印制:李 飞

北京机工印刷厂印刷

2018 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·15.25 印张·360 千字

0 001—3 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-59590-8

ISBN 978-7-88709-973-0(光盘)

定价:59.00 元(含 1CD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88361066

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-68326294

机工官博:weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网:www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网:www.cmpedu.com

前 言

Autodesk PowerMill (简称 PowerMill) 是一款专业的 CAD/CAM 软件, 该软件面向工艺特征, 利用工艺知识并结合智能化设备对数控加工自动编程的过程进行优化, 具有文件兼容性强、加工策略丰富、加工路径高效、刀具路径算法先进、实体仿真准确等特点。继 PowerMill 2017 之后, Autodesk 公司推出了 PowerMill 2018, 在继承 PowerMill 2017 所有功能的基础上, 对界面及部分功能进行了重排与优化。PowerMill 2018 主要包含以下几类更新:

1) 功能图标区界面重排: 工具栏及下拉菜单被整合成为带式功能图标区, 从而能更好地与其他 Autodesk 软件同步; 操作者通过此界面也可更清晰地了解 PowerMill 2018 的布局及功能。

2) 查看工具栏右置: 新版软件将原软件“查看”选项卡下的实用内容整合至绘图区右侧, 方便操作者在编程过程中及时、灵活地查看工件和刀具路径。

3) 默认颜色方案更新, 并提供自定义颜色功能。

4) 优化车削刀具路径设置: 包括开始点和结束点以及切入、切出和连接设置等。

5) 生成刀具路径算法优化: 包括对一定区域内的刀具路径使用动态刀轴控制、调整进给率, 叶盘及叶片的刀轴控制优化, 3D 偏移精加工的拐角中心线刀具路径补偿, 特征加工中增加干涉碰撞检测功能与特征精加工、特征顶部圆倒角铣削策略。

6) 优化仿真刀具路径的动态干涉碰撞检测功能。

本书主要面向具有一定数控加工基础知识的操作者或有此方面专业兴趣的读者, 对 PowerMill 2018 的四轴数控加工功能技巧及加工思路、编程方法做出讲解, 并结合实例阐述不同形状零件加工的思路、刀具路径编程策略以及 PowerMill 2018 的使用技巧。书中的一些加工思路在实际生产中应用普遍, 是作者在使用过程中对 PowerMill 2018 进行数控加工编程的研究和总结, 在实际生产及教学过程中具有指导意义。另外, 书中的实例均是作者在实际生产中的加工实例, 书中的方法可以直接指导读者进行实际 CAM 加工。

数控编程对实践性的要求很高, 这也是本书的重点所在。本书的编纂思路即是以实例为主要讲解对象, 对加工思路以及软件操作进行阐述。

本书在编写过程中得到了多方面的支持和帮助, 在此表示诚挚的谢意。本书由韩富平、田东婷担任主编, 曹怀明、李春光担任副主编, 参加编写的有甘卫华、李凤波、刘京伟、江伟、张惠、陈琳、吴娱和孙淑君。

由于编者水平有限, 书中难免存在错误与不妥之处, 恳请广大读者发现问题后, 不吝指正。

编 者

目 录

前言

第 1 章 PowerMill 2018 的界面及应用要点	1
1.1 PowerMill 2018 的界面	1
1.2 PowerMill 2018 的模型输入与输出	2
1.2.1 模型输入	3
1.2.2 模型输出	3
1.3 PowerMill 2018 快捷键的使用技巧	4
1.4 PowerMill 2018 在四轴编程方面的 功能与特点	5
1.5 PowerMill 2018 的编程策略要点	6
1.6 PowerMill 2018 的操作要点	13
1.6.1 刀具库的设立	13
1.6.2 坐标系的建立	18
1.6.3 毛坯的创建	20
1.6.4 切削用量的设置	21
1.6.5 刀具路径连接设置	23
1.6.6 刀具路径策略的公共选项说明	26
1.6.7 参考线	36
1.6.8 边界	38
1.6.9 图层和组合的操作	47
第 2 章 无人机上壳的四轴加工	49
2.1 加工任务概述	49
2.2 工艺方案分析	49
2.3 准备加工模型	50
2.4 毛坯的设定	50
2.5 编程详细操作步骤	51
2.5.1 加工端面	52
2.5.2 粗加工 $\phi 10\text{mm}$ 的孔及圆弧倒角	54
2.5.3 精加工 $\phi 10\text{mm}$ 的孔	58
2.5.4 精加工圆弧倒角	61
2.5.5 加工端面 4 个 $\phi 3\text{mm}$ 的孔	64
2.5.6 加工侧面 $\phi 8\text{mm}$ 的孔	68

2.6 NC 程序仿真及后处理	71
2.6.1 NC 程序仿真	71
2.6.2 NC 程序后处理	72
2.6.3 生成 G 代码	73
2.7 经验点评及重点策略说明	73
第 3 章 分纸杯上从动轮的四轴加工	75
3.1 加工任务概述	75
3.2 工艺方案分析	75
3.3 准备加工模型	76
3.4 毛坯的设定	77
3.5 编程详细操作步骤	77
3.5.1 加工凸台到尺寸	77
3.5.2 加工 $\phi 36\text{mm}$ 外径到尺寸	80
3.5.3 粗加工（A 面）	83
3.5.4 粗加工（B 面）	86
3.5.5 精加工底面	89
3.5.6 精加工侧面 1	92
3.5.7 精加工侧面 2	95
3.5.8 精加工侧面 3	98
3.5.9 精加工清角 1	101
3.5.10 精加工清角 2	105
3.5.11 精加工清角 3	108
3.6 NC 程序仿真及后处理	112
3.6.1 NC 程序仿真	112
3.6.2 NC 程序后处理	113
3.6.3 生成 G 代码	113
3.7 经验点评及重点策略说明	114

第 4 章 3D 打印头架的四轴加工	116
4.1 加工任务概述	116
4.2 工艺方案分析	116
4.3 准备加工模型	117

4.4 毛坯的设定	117	5.6 NC 程序仿真及后处理	189
4.5 编程详细操作步骤	117	5.6.1 NC 程序仿真	189
4.5.1 0° 方向粗加工	117	5.6.2 NC 程序后处理	190
4.5.2 120° 方向粗加工	120	5.6.3 生成 G 代码	190
4.5.3 240° 方向粗加工	123	5.7 经验点评及重点策略说明	190
4.5.4 -60° 精加工曲面	126	第 6 章 无人机下壳的四轴加工	192
4.5.5 60° 精加工曲面	129	6.1 加工任务概述	192
4.5.6 加工平面（辅助坐标 1 方向）	132	6.2 工艺方案分析	192
4.5.7 钻孔	135	6.3 准备加工模型	193
4.5.8 清角（辅助坐标 1 方向）	138	6.4 毛坯的设定	193
4.5.9 精加工 180° 方向槽的一侧	142	6.5 编程详细操作步骤	194
4.6 NC 程序仿真及后处理	145	6.5.1 粗加工（A 面）	195
4.6.1 NC 程序仿真	145	6.5.2 粗加工（B 面）	198
4.6.2 NC 程序后处理	145	6.5.3 精加工曲面	201
4.6.3 生成 G 代码	146	6.5.4 精加工 $\phi 14\text{mm}$ 的孔	203
4.7 经验点评及重点策略说明	146	6.5.5 加工沉头孔（A 面 1）	206
第 5 章 无人机新头的四轴加工	148	6.5.6 加工沉头孔（A 面 2）	209
5.1 加工任务概述	148	6.5.7 加工沉头孔（B 面）	212
5.2 工艺方案分析	148	6.5.8 粗加工 B 面的槽	215
5.3 准备加工模型	149	6.5.9 精加工 B 面的槽	218
5.4 毛坯的设定	149	6.5.10 B 面 $\phi 3\text{mm}$ 的孔加工	221
5.5 编程详细操作步骤	150	6.5.11 圆弧倒角	224
5.5.1 粗加工（A 面）	150	6.5.12 切 C 面 3mm 槽	227
5.5.2 粗加工（B 面）	154	6.6 NC 程序仿真及后处理	230
5.5.3 精加工曲面	157	6.6.1 NC 程序仿真	230
5.5.4 加工 $\phi 14\text{mm}$ 的孔	160	6.6.2 NC 程序后处理	231
5.5.5 加工 C 面的槽	163	6.6.3 生成 G 代码	232
5.5.6 加工 C 面的圆孔	166	6.7 经验点评及重点策略说明	232
5.5.7 加工圆角	169	附录	234
5.5.8 切断	173	附录 A PowerMill 2018 的一些实用命令	234
5.5.9 环形槽及中间圆孔的加工	176	附录 B 实例用机床参数介绍	235
5.5.10 环形孔铣削	179	参考文献	237
5.5.11 加工 $\phi 1.8\text{mm}$ 孔	182		
5.5.12 侧面槽的铣削	186		

第1章

PowerMill 2018 的界面及应用要点

本章将介绍 PowerMill 2018 的界面、工具条、快捷键的定义、加工基本操作要点、坐标系、刀具和毛坯建立等。

1.1 PowerMill 2018 的界面

与同类 CAM 软件相比，PowerMill 2018 是一款独立的 CAM 软件，具有刀具路径计算速度快、碰撞和过切检查功能完善、刀具路径策略丰富、刀具路径编辑功能丰富、操作过程简单易学等优势。这些优势更明显地表现在复杂型面以及多轴数控加工编程方面。

为了方便读者在阅读后面章节的内容时能分清各个工具栏的名称和位置，在图 1-1 中对其进行了统一名称和界定。

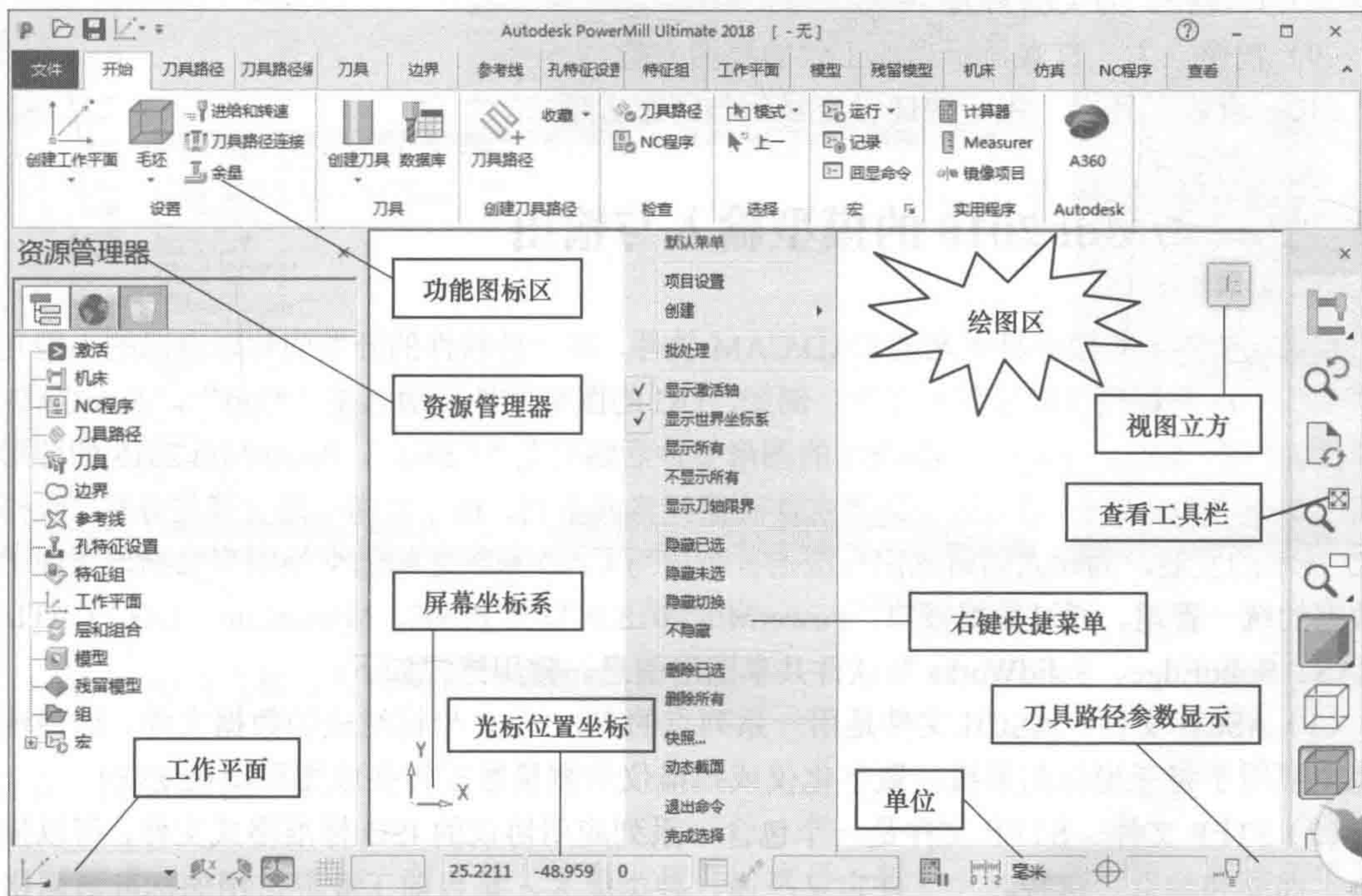


图 1-1

(1) 功能图标区 包括文件、开始、刀具路径、刀具路径编辑、刀具、边界、参考线、工作平面、仿真、NC 程序等标签栏, 每一个标签栏下又细分为更多的功能选项, 如图 1-2 所示。



图 1-2

(2) 资源管理器 对加工必要的元素进行管理与设定, 其中包括机床、NC 程序、刀具路径、刀具、边界、参考线、孔特征设置、特征组、工作平面、层和组合等类别, 如图 1-3 所示。

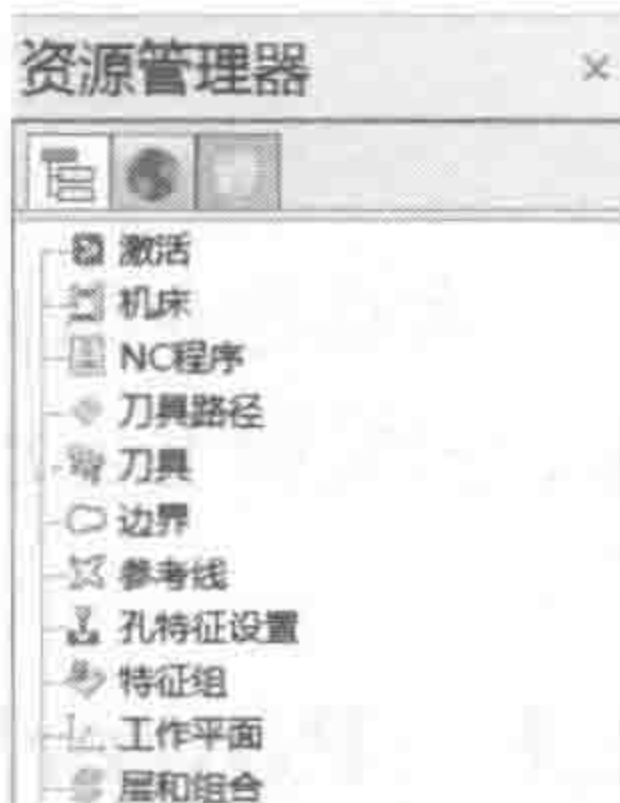


图 1-3

(3) 屏幕坐标系 位于绘图区右下角, 显示当前视图的坐标方向。

(4) 工作平面 显示当前激活的工作平面及其编辑选项。

(5) 光标位置坐标 以数值显示光标目前所在位置的坐标值, 从左向右依次为 X 值、Y 值与 Z 值。

(6) 右键快捷菜单 在绘图区右击即可弹出右键快捷菜单。该菜单中包括了加工过程中基本的显示与编辑功能。

(7) 单位 用于显示当前的绘图单位。当显示“毫米”时表示米制单位, 显示“英寸”时表示英制单位。

(8) 刀具路径参数显示 显示目前激活刀具路径的基本参数(从左向右依次为公差、余量值、刀具直径、刀尖圆角)。

(9) 视图立方 直观显示当前工件的视图方位。

(10) 查看工具栏 用于快速设定显示与阴影选项。

1.2 PowerMill 2018 的模型输入与输出

目前, 世界上有数十种著名的 CAD/CAM 软件, 每一种软件的开发商都以自己的小型几何数据库和算法来管理和保存图形文件。例如, UG 的图形文件后缀名是“*.prt”, AutoCAD 的图形文件后缀名是“*.dwg”, CAXA 的图形文件后缀名是“*.mxe”, PowerMill 2018 的图形文件后缀名是“*.pmlprj”等。这些图形文件的保存格式不同, 相互之间不能交换与分享, 阻碍了 CAD 技术的发展。为此人们研究出高级语言程序与 CAD 系统之间的交换图形数据, 实现了产品数据的统一管理。通过数据接口, PowerMill 2018 可以与 Pro/E、Mastercam、UG、CATIA、IDEAS、SolidEdge、SolidWorks 等软件共享图形信息。常用格式如下:

(1) ASCII 文件 ASCII 文件是用一系列点的 X、Y、Z 坐标组成的数据文件。这种转换文件主要用于将三坐标测量机、数字化仪或扫描仪的测量数据转换成图形。

(2) STEP 文件 STEP 文件是一个包含一系列应用协议的 ISO 标准格式文件, 可以描述实体、曲面和线框。这种转换文件定义严谨、种类庞大, 是目前工业界常用的标准数据格式文件。

(3) DWG 文件和 DXF 文件 Autodesk 软件可以写出两种类型的文件: DWG 文件和 DXF 文件, 其中 DWG 文件是 Autodesk 软件存储图形的文件格式, DXF 文件是一种图形交换标准, 主要作为与 AutoCAD 和其他 CAD 系统必备的图形交换接口。

(4) IGES 文件 IGES 文件格式是美国提出的初始化图形交换标准, 是目前使用最广泛的图形交换格式之一。IGES 格式支持点、线、曲面以及一些实体的表达, 通过该接口可以与市场上几乎所有的 CAD/CAM 软件共享图形信息。

(5) Parasld 文件 Parasld 文件格式是一种新的实体核心技术模块, 现在越来越多的 CAD 软件都采用这种技术, 如 Pro/E、SolidWorks、NX、CATIA 等, 多用于实体模型转换。

(6) STL 文件 STL 文件格式是在三位多层扫描中利用的一种 3D 网格数据模式, 常用于快速成型 (PR) 系统中, 也可用于数据浏览和分析中。PowerMill 2018 还提供了一个功能, 即通过 STL 文件直接生成刀具路径。

(7) SolidWorks、NX、Pro/E 生成的文件 PowerMill 2018 可以直接读取 SolidWorks、NX、Pro/E 生成的文件, 这种接口可以保证软件图形之间的无缝切换。

1.2.1 模型输入

启动 PowerMill 2018, 选择“文件→输入→模型”命令, 弹出“输入模型”表格, 输入模型文件名称即可。输入模型文件及完成模型输入的界面如图 1-4 所示。



图 1-4

此外, 也可直接将文件拖拽到绘图区。

1.2.2 模型输出

启动 PowerMill 2018, 打开模型文件, 选择“文件→输出→输出模型”, 保存所需的文件格式。

1.3 PowerMill 2018 快捷键的使用技巧

启动 PowerMill 2018，在“文件→选项”标签下选择“自定义键盘快捷键”，可以查看并编辑软件中使用的键盘快捷键，如图 1-5 所示。

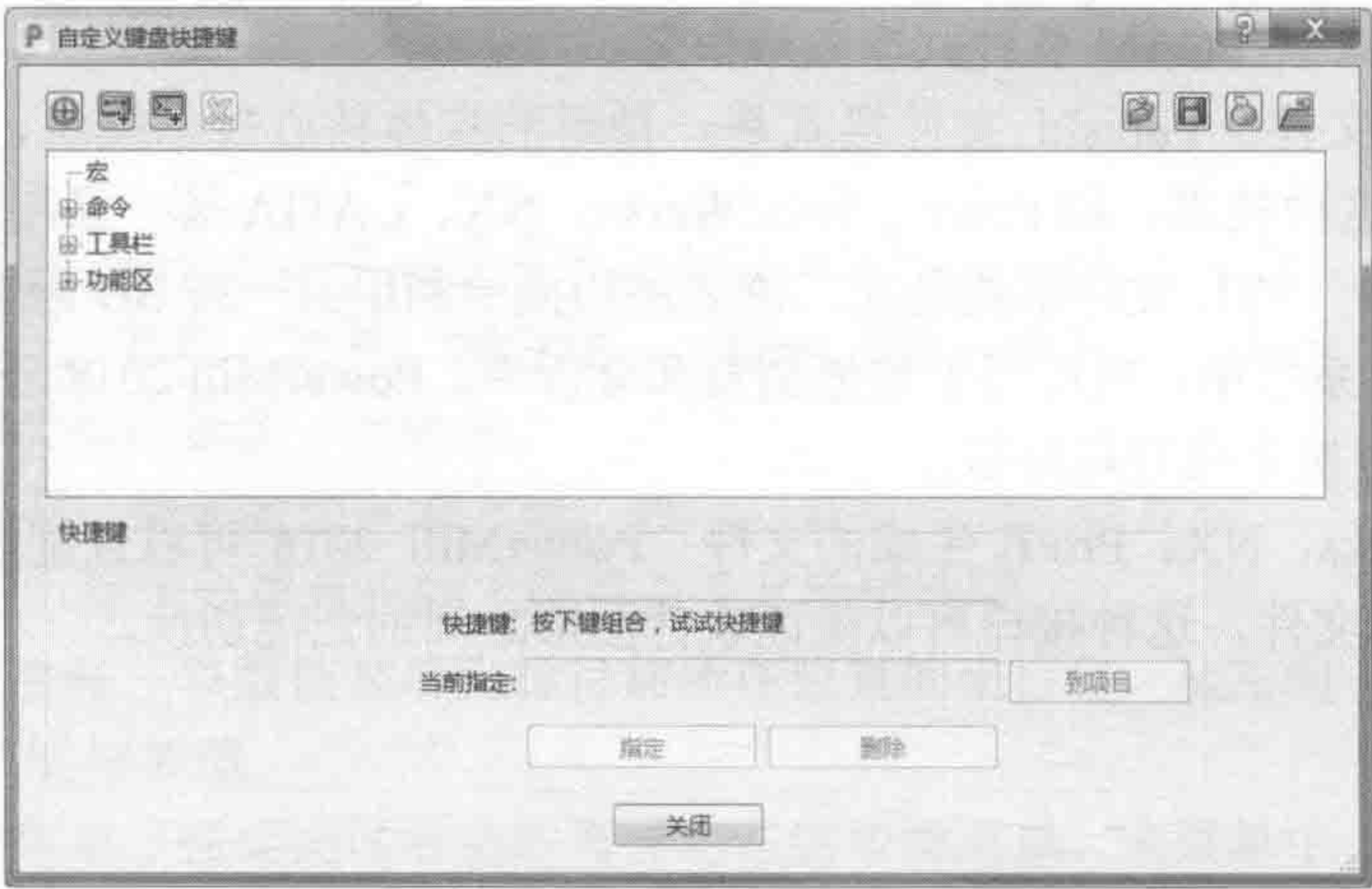


图 1-5

表 1-1 列出了一些 PowerMill 2018 中系统默认的常用快捷键。

表 1-1

图标/功能	快捷键
文件→保存	Ctrl+S
文件→打开	Ctrl+O
光标工具绘制	Ctrl+T
删除所选	Ctrl+D
位图打印选项	Ctrl+P
插入项目	Ctrl+I
查看→刷新	Ctrl+R
查看→光标→十字	Ctrl+H
查看→可见性→不隐藏	Ctrl+L
查看→可见性→隐藏已选→隐藏切换	Ctrl+Y
查看→可见性→隐藏已选→隐藏未选	Ctrl+K
查看→可见性→隐藏已选→隐藏已选	Ctrl+J
查看→自→下 (-Z)	Ctrl+0
查看→ISO→ISO 1	Ctrl+1
查看→自→前 (-Y)	Ctrl+2
查看→ISO→ISO 2	Ctrl+3
查看→自→左 (-X)	Ctrl+4
查看→自→上 (Z)	Ctrl+5

(续)

图标/功能	快 捷 键
查看→自→右 (X)	Ctrl+6
查看→ISO→ISO 4	Ctrl+7
查看→自→后 (Y)	Ctrl+8
查看→ISO→ISO 3	Ctrl+9
打开帮助	F1
显示模型线框	F2
显示模型：阴影重置	F3
查看→外观→线框	F4
查看→导航→全屏重画	F6
查看→刀具→沿轴向下	Ctrl+Alt+A
查看→外观→毛坯	Ctrl+Alt+B
查看→刀具→自侧面	Ctrl+Alt+S
查看→显示/隐藏工具栏	Alt+V
关闭程序	Alt+F4

1.4 PowerMill 2018 在四轴编程方面的功能与特点

与同类 CAM 系统相比,PowerMill 系统在应用于四轴加工编程方面具备以下功能和特点。

1. 四轴加工刀具路径计算策略丰富

PowerMill 系统是目前国内市场上 CAM 领域内刀具路径计算策略最丰富的系统之一，粗、精加工策略合计起来达到 90 多种，这些策略通过控制刀轴指向均可以直接生成四轴加工刀具路径。同时，PowerMill 系统还允许使用全系列类型的切削刀具进行四轴加工编程。

2. 四轴加工刀具路径编辑功能强大

PowerMill 系统提供了丰富的刀具路径编辑工具，可以对计算出来的刀具路径进行灵活、直观和有效的编辑与优化。例如，刀具路径裁剪功能可以将刀具路径视为一张布匹，操作者的鼠标是剪刀，可对刀具路径进行任意的裁剪，同时系统也能保证裁剪后刀具路径的安全性。在计算刀具路径时，PowerMill 系统会尽可能避免刀具的空程移动，通过设置合适的切入切出和连接方法来提高切削效率。

3. 实现四轴机床仿真切削，碰撞检查全面

大部分 CAM 系统在做碰撞检查时只会考虑刀具和刀柄与工件的位置关系，而未将机床整体考虑进来。在进行四轴加工时，由于刀轴相对于工件可以做出位置变化，机床的工作台、刀具、工件与夹具等就有可能发生碰撞和干涉，PowerMill 系统将四轴机床纳入仿真切削，大大提高了四轴刀具路径的安全性。

4. 实现刀具自动避让碰撞

PowerMill 系统可按照用户的设置自动调整四轴加工时刀轴的前倾角度和后倾角度,在可能出现的碰撞区域按指定公差自动倾斜刀轴,避开碰撞,在切削完碰撞区域后又自动将刀轴调整回原来设定的角度,从而避免工具系统和模型之间的碰撞。在加工叶轮及进行四轴清根等复杂加工时,能自动调整刀轴的指向,并可以设置与工件的碰撞间隙。

5. 交互式刀轴指向控制和编辑功能

PowerMill 系统可以全面控制和编辑四轴加工的刀轴指向,可对不同加工区域的刀具路径直观交互地设置不同的刀轴指向,以优化四轴加工控制和切削条件,避免任何刀轴方向的突然改变,从而提高产品加工质量,确保加工的稳定性。

6. 四轴刀具路径计算速度快

有编程经历的技术人员可能都会有这样一种体会,即在现有计算机硬件配置条件下,计算加工复杂型面的刀具路径时,占用计算机的硬件资源非常惊人,计算速度慢,有时甚至计算不出来。在这方面,PowerMill 系统具有极为突出的计算速度优势。

7. 操作简单,易学易用

软件从输入零件模型到输出 NC 程序,操作步骤较少(约八个步骤),初学者可以快速掌握。有使用其他软件编程经验的技术人员更可以快速提高编程质量和效率。

PowerMill 系统的另一个明显特点是其界面风格非常简单、清晰,而且创建某一工序(例如精加工)刀具路径时,其各项设置基本上集中在同一窗口(PowerMill 系统称之为“表格”)中进行,修改起来极为方便。

8. 由三轴加工刀具路径自动生成四轴加工刀具路径

PowerMill 系统可以将计算好的三轴刀具路径自动转换为优化的四轴刀具路径,自动生成刀轴,并自动将原始刀具路径分割成多个不同的多轴刀具路径。所生成的刀具路径快速、可靠,全部刀具路径都经过过切检查,无过切之虑。

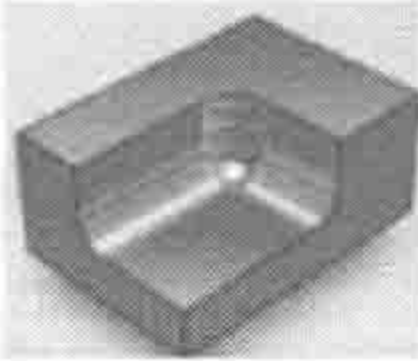
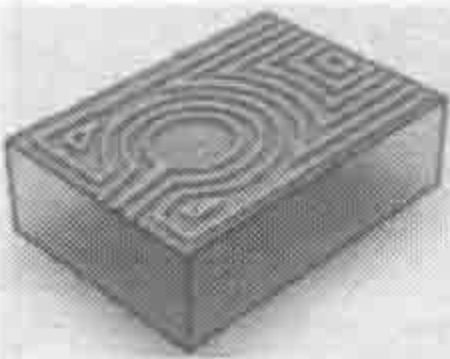
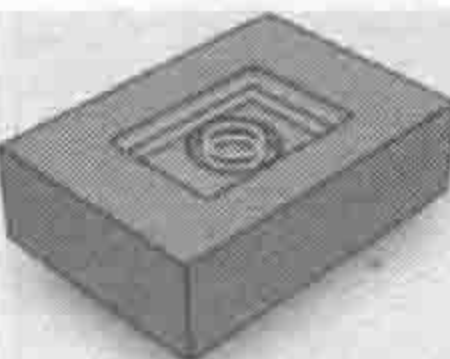
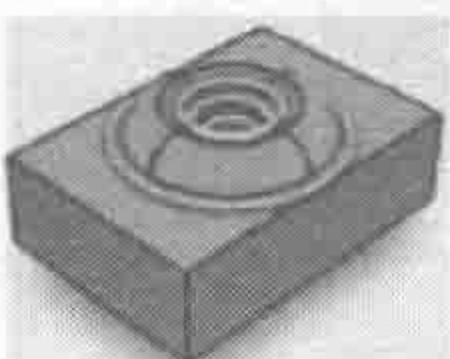
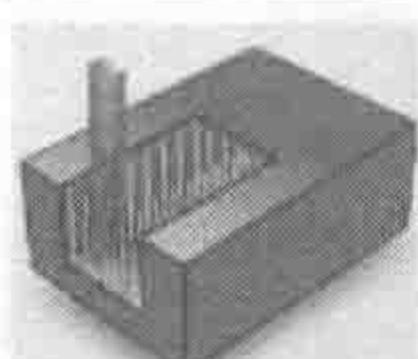
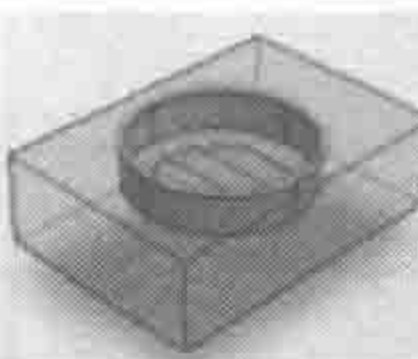
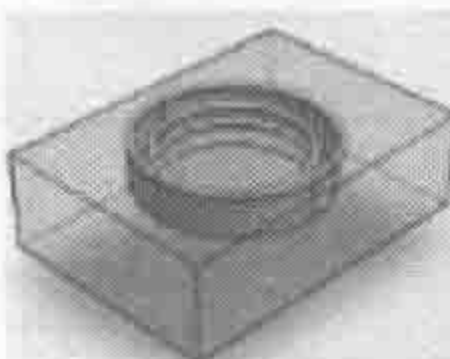
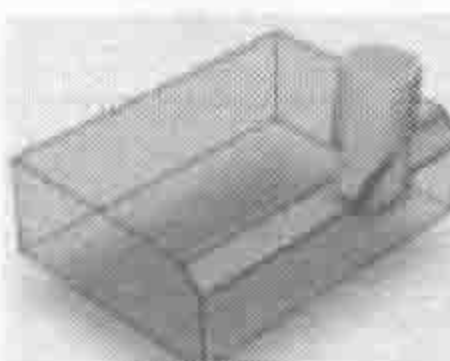
9. STL 格式模型数据四轴加工

在模具加工行业中,一些企业为了提高加工效率,有一部分毛坯是以 STL 格式文件提供给编程人员用于粗加工的,这就要求编程软件能接受并处理 STL 格式文件。STL 格式文件以大量的微小三角面片代替点、线、面元素来表征数字模型,可大大地减少数字模型的存储大小。PowerMill 系统可以直接对 STL 格式模型数据进行四轴加工,支持多种精加工策略以及球头铣刀、面铣刀和锥铣刀等多种刀具。

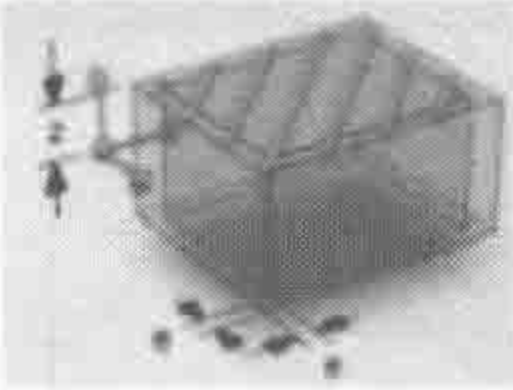
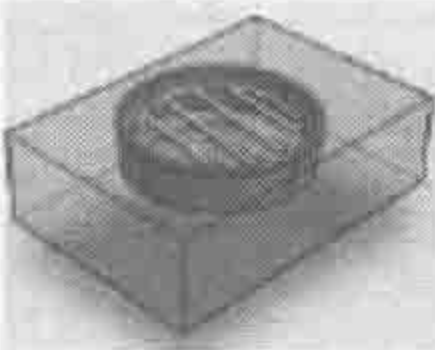
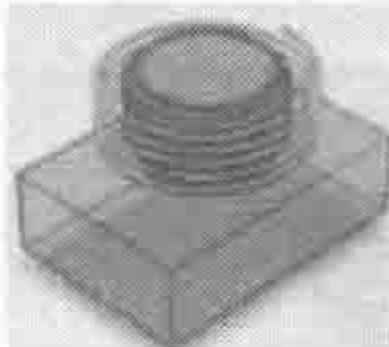
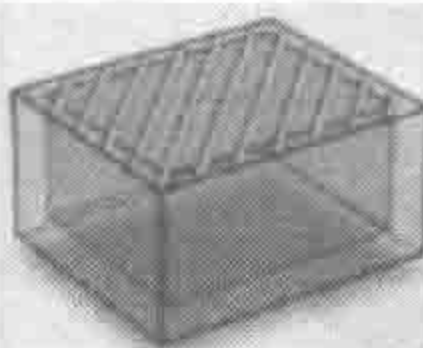
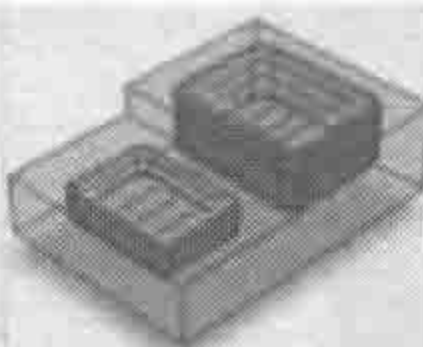
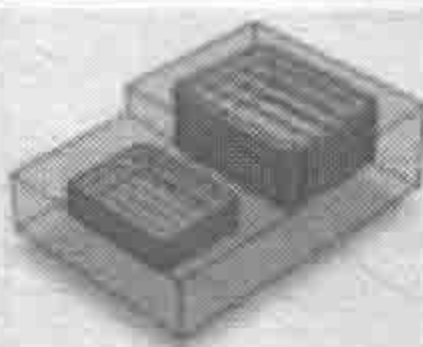
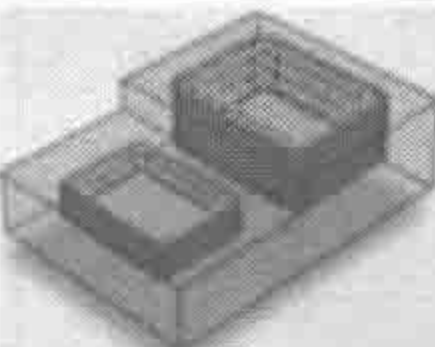
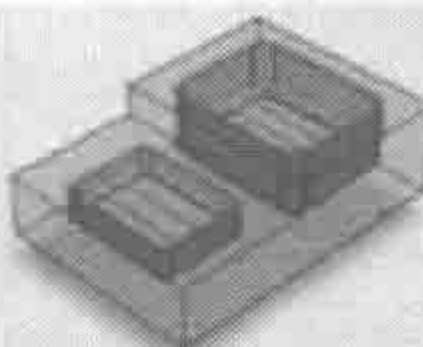
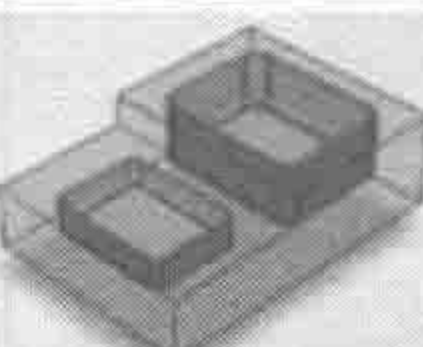
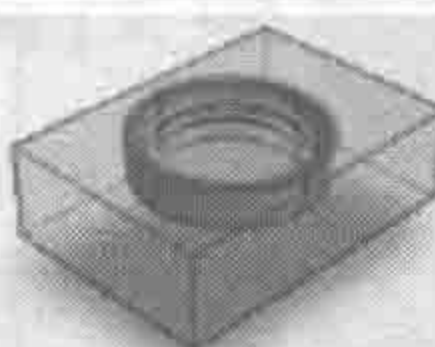
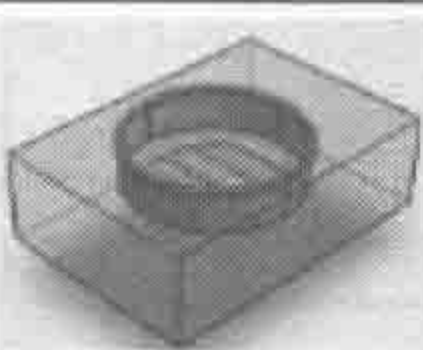
1.5 PowerMill 2018 的编程策略要点

PowerMill 2018 具备丰富的刀具路径生成策略,粗加工和精加工策略总计达 90 多种。在这些策略中,一部分策略可以通过改变刀轴指向来生成四轴加工刀具路径(此部分占据绝大多数),另一小部分策略则是专门的四轴加工编程策略。表 1-2 归纳了 PowerMill 2018 的刀具路径生成策略。

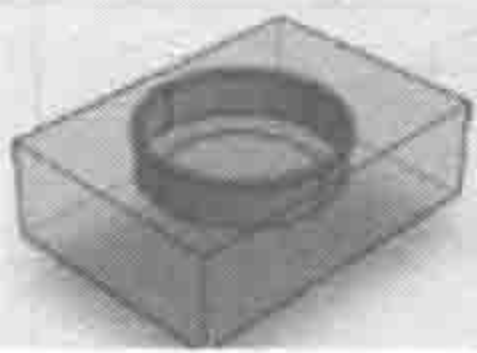
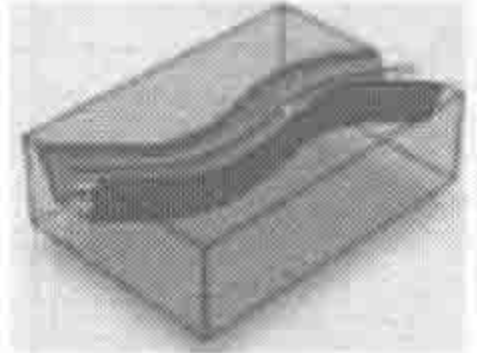
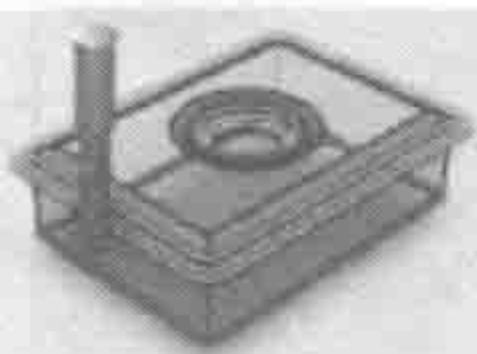
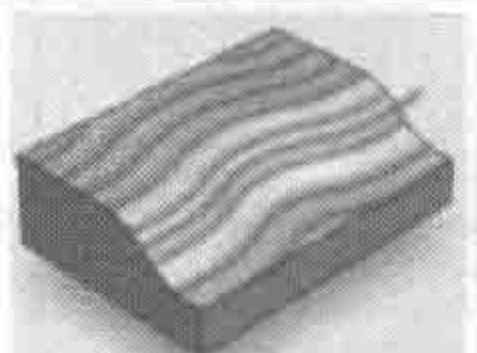
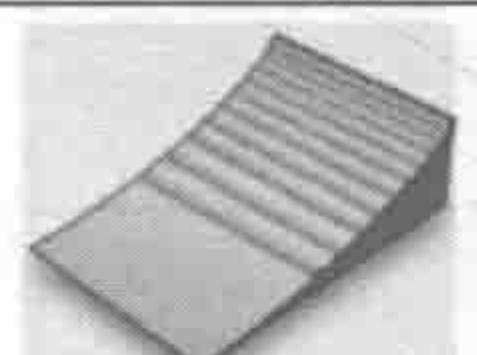
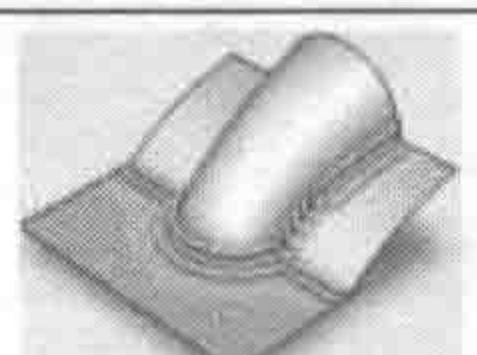
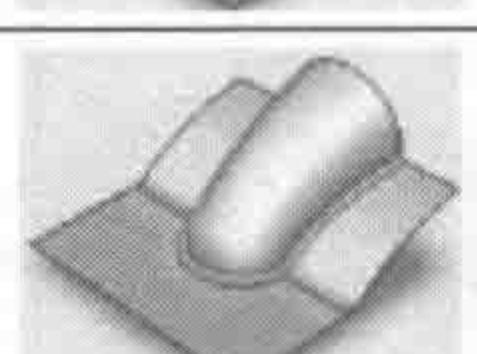
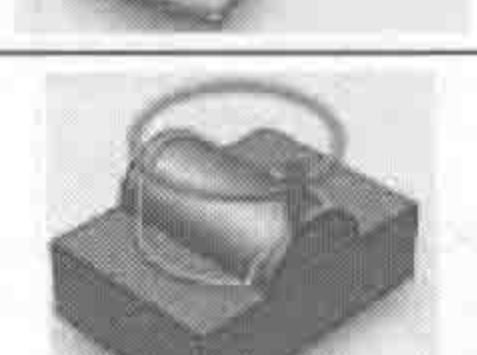
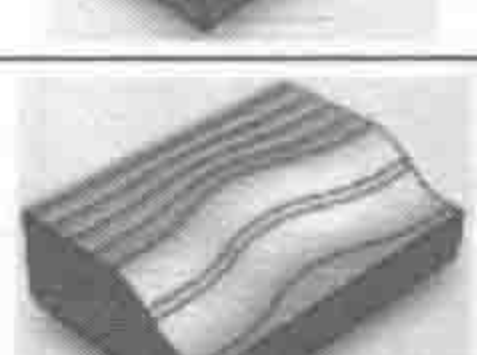
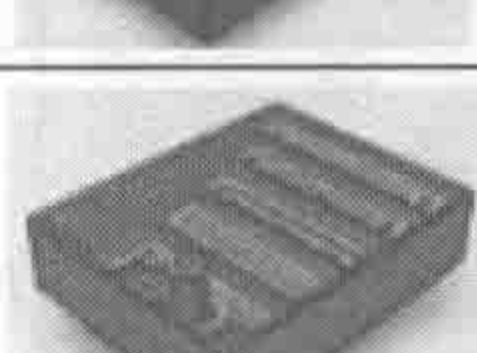
表 1-2

策略名称	刀具路径策略名称		刀具路径显示	特点及应用
3D 区域 清除	1	拐角区域清除		计算清除拐角区域余料的刀具路径
	2	模型区域清除		计算偏移模型切削层轮廓线的粗加工刀具路径
	3	模型轮廓		生成单层刀具路径，用于铣削三维轮廓
	4	模型残留区域清除		计算二次粗加工刀具路径
	5	模型残留轮廓		计算清除二次粗加工后型腔及拐角轮廓等处余料的刀具路径
	6	插铣		能快速去除大量余量，效率高
	7	等高切面区域清除		计算边界、参考线、文件及平坦面等的刀具路径
	8	等高切面轮廓		计算边界、参考线、文件及平坦面等轮廓的刀具路径
曲线 加工	1	2D 曲线区域清除		计算二维封闭曲线区域粗加工刀具路径
	2	2D 曲线轮廓		计算二维封闭曲线区域轮廓精加工刀具路径
	3	平倒角铣削		计算直角铣削刀具路径

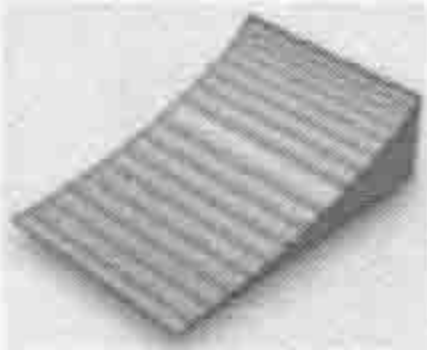
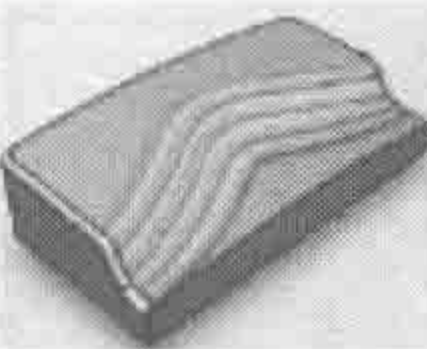
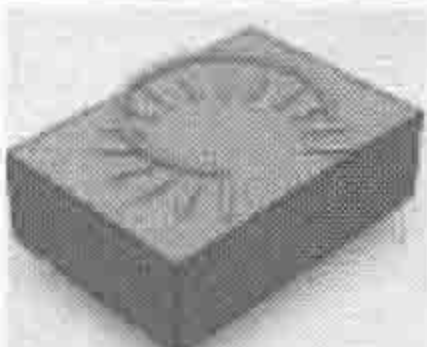
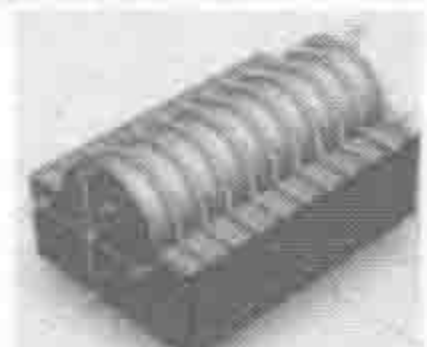
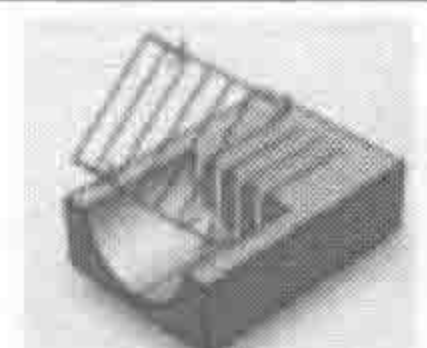
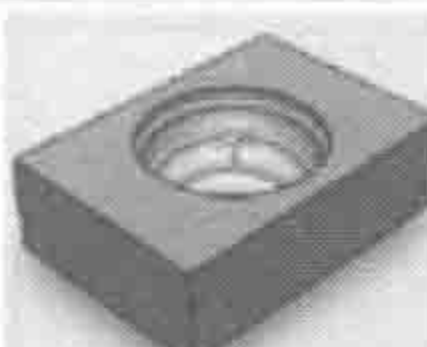
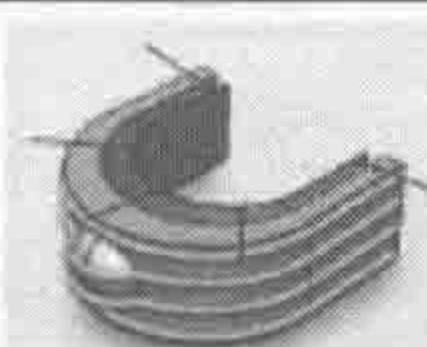
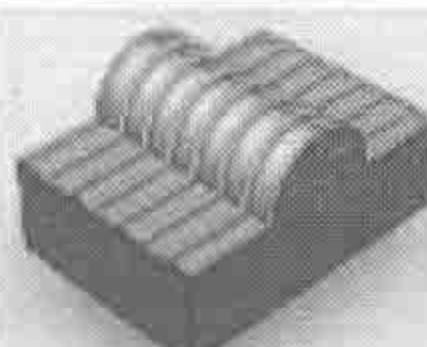
(续)

策略名称	刀具路径策略名称		刀具路径显示	特点及应用
曲线加工	4	面铣削		计算大平面的粗、精加工刀具路径
特征加工	1	特征区域清除		计算快速清除两轴半型腔的刀具路径
	2	特征平倒角铣削		计算具有一定几何形状的特征面平倒角的铣削刀具路径
	3	特征外螺纹铣削		计算柱体上的外螺纹加工刀具路径
	4	特征面铣削		计算特征平面的粗、精加工刀具路径
	5	特征精加工		计算平面与内壁的半精加工或精加工刀具路径
	6	特征型腔区域清除		计算加工不同 Z 高度特征型腔区域的刀具路径
	7	特征型腔轮廓		计算加工不同 Z 高度特征型腔轮廓的刀具路径
	8	特征型腔残留区域清除		用于精加工特征型腔残留区域
	9	特征型腔残留轮廓		用于精加工特征型腔残留轮廓
	10	特征轮廓		生成单层刀具路径，用于加工特征轮廓
	11	特征残留区域清除		计算特征残留区域精加工刀具路径

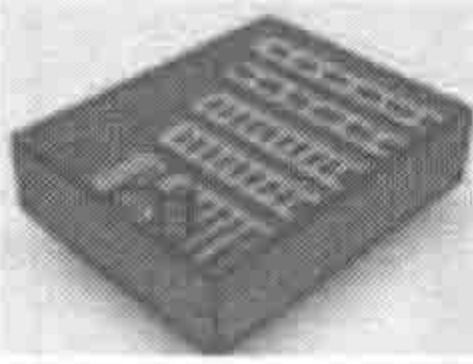
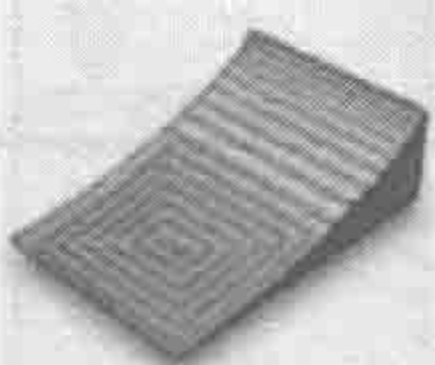
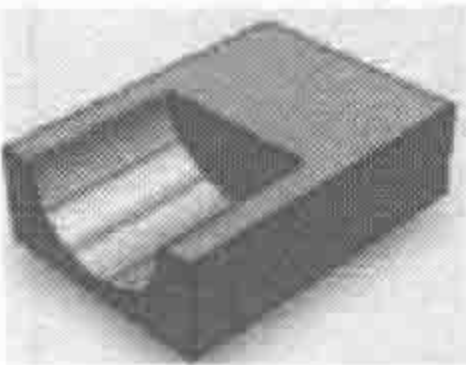
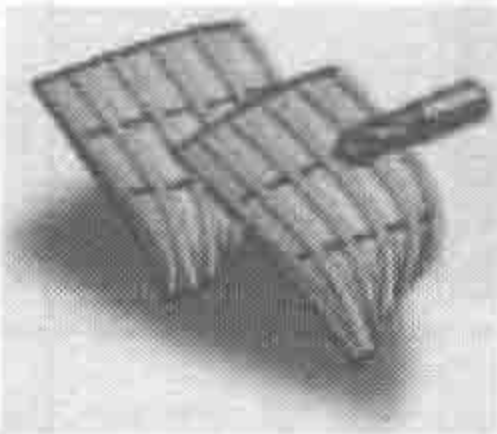
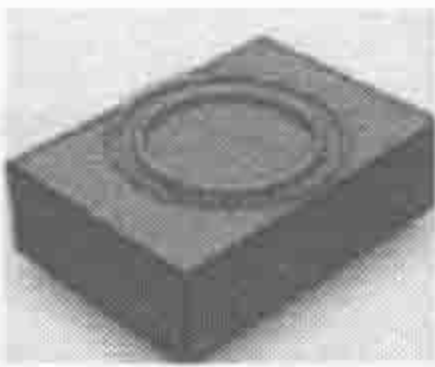
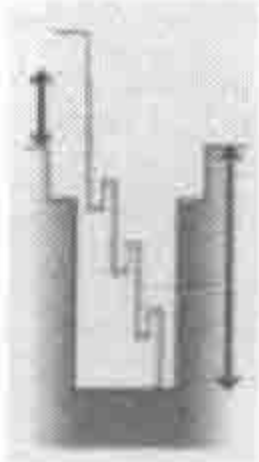
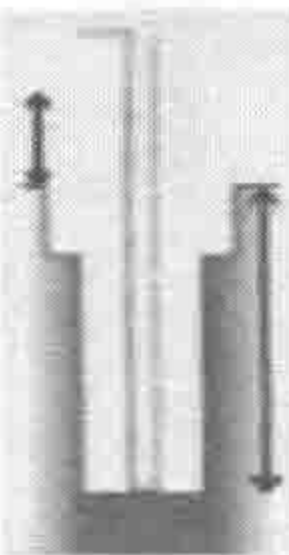
(续)

策略名称	刀具路径策略名称	刀具路径显示	特点及应用
特征加工	12 特征残留轮廓		计算特征残留轮廓精加工刀具路径
	13 特征笔直槽加工		生成特征组内笔直槽加工的刀具路径
	14 特征顶部圆倒角铣削		计算特征面顶部圆倒角的铣削刀具路径，常用于去除毛刺等精加工
精加工	1 3D 偏移精加工		三维沿面轮廓或参考线等距偏置刀具路径，广泛用于零件型面的精加工
	2 等高精加工		模型陡峭部位等距加工，用于零件陡峭区域的精加工
	3 清角精加工		在模型浅滩部位偏置角落线生成多条刀具路径，在陡峭部位使用等高线生成刀具路径
	4 多笔清角精加工		偏移模型角落线生成多条刀具路径加工
	5 笔式清角精加工		模型角落处单条刀具路径加工
	6 盘轮廓精加工		计算镶齿盘刀精加工轮廓的刀具路径，用于进一步加工前的缩进、复位与插入下刀式加工
	7 镶嵌参考线精加工		使用参考线定义刀具路径接触点
	8 流线精加工		刀具路径按多条控制线走势分布
	9 偏移平坦面精加工		在模型的平坦区域创建偏移刀具路径，多用于平坦面、型腔底部的精加工与高速铣削

(续)

策略名称	刀具路径策略名称	刀具路径显示	特点及应用
精加工	10 优化等高精加工		系统自动计算平坦部位和浅滩部位的刀具路径
	11 参数偏移精加工		在两条预设的参考线之间分布刀具路径
	12 参数螺旋精加工		由中心的一个参考要素螺旋扩散到边界曲面生成刀具路径
	13 参考线精加工		刀具路径由已有的参考线生成，用于测量型面、刻线及文字加工
	14 轮廓精加工		对选取的平面进行二维轮廓加工，允许刀具路径在该曲面之外
	15 曲线投影精加工		假想一发光曲线生成扫描体状参考线投影到曲面上生成刀具路径，多用于五轴加工
	16 直线投影精加工		假想一发光直线生成圆柱体状参考线投影到曲面上生成刀具路径，多用于五轴加工
	17 平面投影精加工		假想一平面发光体生成平面状参考线投影到曲面上生成刀具路径，多用于五轴加工
	18 点投影精加工		假想一个发光点生成球体状参考线投影到曲面上生成刀具路径，多用于五轴加工
	19 曲面投影精加工		假想一曲面发光体生成曲面状参考线投影到曲面上生成刀具路径，多用于五轴加工
	20 放射精加工		刀路由一点放射出去，适用于圆环面加工
	21 平行精加工		浅滩部位等距加工，广泛用于零件浅滩部位的精加工

(续)

策略名称	刀具路径策略名称		刀具路径显示	特点及应用
精加工	22	平行平坦面精加工		加工模型的平面，刀具路径沿模型轮廓线分布
	23	旋转精加工		生成旋转刀具路径，用于非圆截面零件的四轴加工
	24	螺旋精加工		刀具路径按螺旋线展开，用于圆环面、圆球面的精加工
	25	陡峭和浅滩精加工		可设定平坦与陡峭部位的分界角，陡峭部位使用等高策略，浅滩区域使用三维偏置策略
	26	曲面精加工		偏置单一曲面内部构造线生成刀具路径
	27	SWARF 精加工		对直纹曲面计算与刀具侧刃相切的刀具路径
	28	线框轮廓加工		计算三维轮廓加工刀具路径
	29	线框 SWARF 精加工		由两条曲线生成与刀具侧刃相切的刀具路径
钻孔	1	间断切削		生成以每次进行一次啄式钻孔的方式进行多次啄式钻孔的刀具路径（钻完提刀高度较小）
	2	镗孔		以镗孔策略作为第二个镗孔循环（G86）的方式钻孔