



unigraphics
应用指导系列丛书



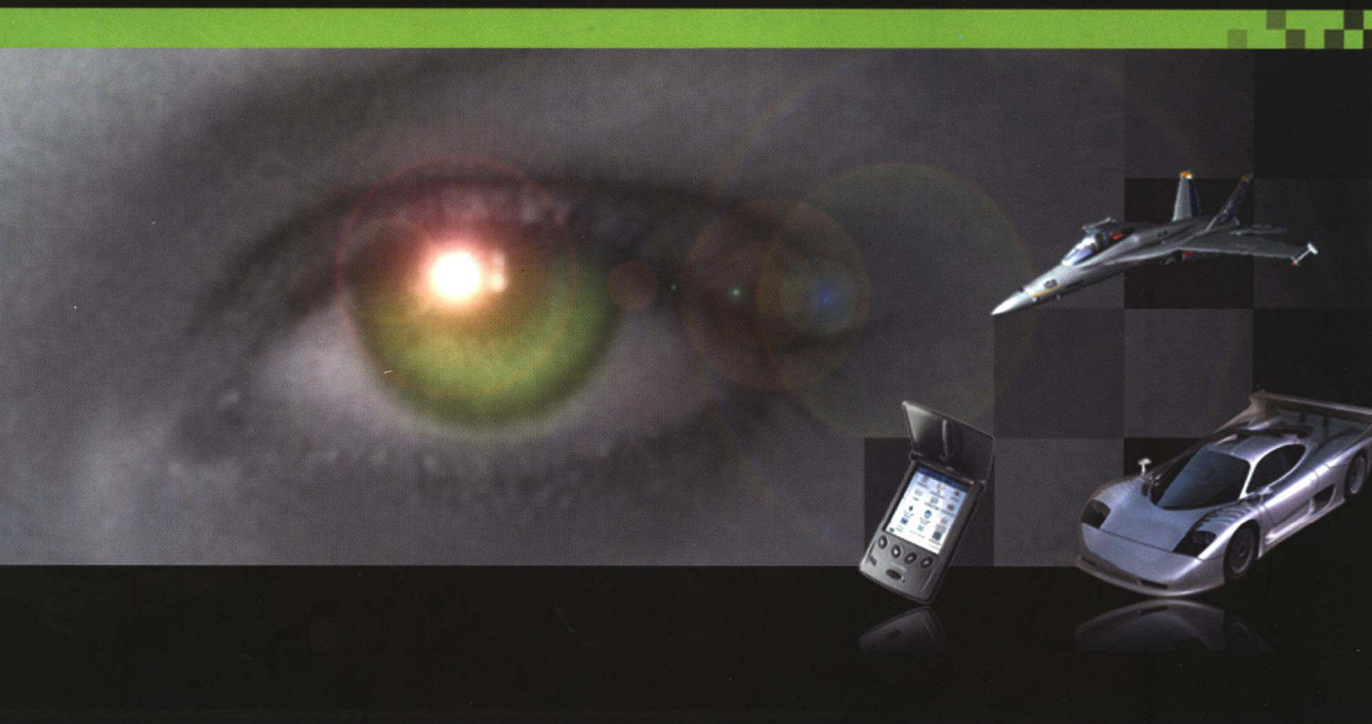
内附练习
光盘

UG 多轴铣制造过程培训教程

[美] Unigraphics Solutions Inc 著

黄毓荣 顾 菘 编译

刘其荣 审校



Unigraphics 应用指导系列丛书

UG 多轴铣制造过程 培训教程

[美] Unigraphics Solutions Inc 著

黄毓荣 顾 菘 编译

刘其荣 审校

本书附盘可从本馆主页 <http://lib.szu.edu.cn/>
上由“馆藏检索”该书详细信息后下载,
也可到视听部复制



A1004464

清华大学出版社

(京)新登字 158 号

内 容 简 介

本书主要介绍怎样使用 Unigraphics 的加工模块建立 4 轴和 5 轴的铣削加工, 通过本书可以学习到专用于多轴加工的变轴轮廓铣和顺序铣, 同时学习变轴轮廓铣和顺序铣中刀具轴的变化。本书结合大量操作实例和图表, 详细深入地讲解 UG 变轴加工的基本概念、主要功能和使用方法。学习本书后, 读者能够完全掌握 UG 变轴加工的基本知识和操作方法, 能够根据被加工的几何体, 使用 UG 变轴加工模块, 选择相应的操作类型建立操作, 生成刀轨。

本书可以作为 UG CAM 的教材, 也可以供具有一定 UG 基础知识和数控加工经验的编程人员或工艺人员自学参考。

版权声明

本系列丛书为 EDS PLM Solutions (中国) 公司 (原名: 优集系统 (中国) 有限公司) 独家授权的中文版培训教程与使用指导。本书的专有出版权属清华大学出版社所有。在没有得到 EDS PLM Solutions (中国) 公司和本丛书出版者的书面许可, 任何单位和个人不得复制与翻印。

版权所有, 违者必究。

“Copyright 2000 by Unigraphics Solutions Inc.

Original English Language Edition Copyright

2000 by Unigraphics Solutions Inc. All rights reserved”

版权所有, 翻印必究。

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。

书 名: UG 多轴铣制造过程培训教程

作 者: [美] Unigraphics Solutions Inc 著

编 译: 黄毓荣 顾 菘

审 校: 刘其荣

出 版 者: 清华大学出版社(北京清华大学学研大厦, 邮编 100084)

<http://www.tup.tsinghua.edu.cn>

责任编辑: 钟志芳

印 刷 者: 清华大学印刷厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 787×1092 1/16 印张: 10 字数: 225 千字

版 次: 2002 年 7 月第 1 版 2002 年 7 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-900643-17-6

印 数: 0001~5000

定 价: 26.00 元(附光盘)

Unigraphics 应用指导系列丛书序

Unigraphics (简称 UG) 是当前世界上最先进和紧密集成的、面向制造行业的 CAID/CAD/CAE/CAM 高端软件。作为一个集成的全面产品工程解决方案, UG 软件家族使得用户能够数字化地创建和获取三维产品定义。UG 软件被当今许多世界领先的制造商用来从事概念设计、工业设计、详细的机械设计以及工程仿真和数字化的制造等各个领域。

Unigraphics 是知识驱动自动化技术领域中的领先者。它实现了设计优化技术与基于产品和过程的知识工程的组合, 显著地改进了如汽车、航天、航空、机械、消费产品、医疗仪器和工具等工业的生产率。

Unigraphics 为各种规模的企业带来了显而易见的价值; 更快地递交产品到市场; 使复杂产品的设计简化; 减少产品成本和增加企业的竞争实力。它已成为世界上最优秀公司广泛使用的系统, 这些公司包括: 通用汽车、波音飞机、通用电气、普惠发动机、爱立信、飞利浦、松下、精工和柯达, 今天 Unigraphics 在全球已拥有 17000 多个客户。

Unigraphics 自 1990 年进入中国市场以来, 发展迅速, 已经成为中国航天航空、汽车、机械、计算机及外设、家用电器等行业首选软件。目前在上海、北京、广州、成都、深圳、香港设有分公司或办事处, 在全国设有 13 个授权培训点。

计算机辅助技术发展与应用极为迅速, 软件的技术含量和功能更新极快。为了帮助我们的客户正确、高效地把 Unigraphics 应用于产品开发过程中, 满足广大用户了解和学习 Unigraphics 的需求, EDS 公司 PLM Solutions 事业部(中国)与清华大学出版社联合组织出版这套 Unigraphics 应用指导系列丛书。

系列丛书由两部分组成:

(1) UG CAD/CAE/CAM 培训教程

培训教程均采用全球通用的、最优秀的学员指导(UG Student Guide)教材为来源, 组织国内优秀的 UG 培训教员与 UG 应用工程师编译。最后由 EDS 公司 PLM Solutions 事业部(中国)指定的专家审校。

(2) UG CAD/CAE/CAM 使用指导

使用指导汇集有关专家的使用经验, 追求简洁清晰的风格形式, 帮助广大用户快速掌握和正确应用相应的 UG 模块与功能。

系列丛书的读者对象为:

(1) 已购 UG 的广大用户

培训教程可作为离线培训与现场培训的教材或自学参考书。

使用指导可作为快速入门或进一步自学提高的参考书。

(2) 选型中的 UG 潜在用户

培训教程可作为预培训的教材，或深入了解 UG 模块与功能的参考书。

使用指导可作为快速入门或进一步自学提高的参考书。

(3) 在校机械、机电专业本科生与研究生

培训教程可作为 CAD 专业课教材，研究生做课题中的自学参考书。

使用指导可作为快速入门或进一步自学提高的参考书。

(4) 机械类工程技术人员

培训教程可作为再教育的教材或自学参考书。

使用指导可作为快速入门或进一步自学提高的参考书。

系列丛书的编译、编著、审校工作得到优集系统（中国）有限公司与各 UG 培训中心的大力支持，特别是得到 EDS 公司 PLM Solutions 事业部大中华区总裁陈杰先生与大中华区销售总监魏永强先生的指导与支持。在此表示衷心的感谢。

参与系列丛书的编译、编著、审校的全体工作人员认真细致地写稿、审稿、改稿，正是他们付出的辛勤劳动，才使系列丛书得以在短期内完成，在此也表示衷心的感谢。

最后要感谢清华大学出版社北京清大金地科技有限公司，在系列丛书的策划、出版过程中给予的特别关注、指导与支持。

UG 软件在继续发展与升版，随着新版本、新模块与新功能的推出，UG 系列丛书也将定时更新和不断增册。

由于时间仓促，书中不足之处，敬请广大读者批评指正。

Unigraphics 应用指导系列丛书工作组

2002 年 3 月

前 言

UG 是 Unigraphics 的简称, 是美国 EDS 公司 PLM Solutions 事业部的核心软件产品。UG 软件以强大的功能、先进的技术、优质的服务闻名于 CAD/CAM/CAE 领域, 经过近半个世纪的不断完善、开拓与发展, 积累了航天、航空、汽车和机械等众多专业领域的丰富经验和技能, 形成独具特色的优秀 CAD/CAM/CAE 软件。

变轴加工是 UG 软件模块中最强大的、最值得骄傲的功能之一, 具有许多同类软件无法实现的强大功能。

本书是 UG 英文系列教材中 Multi-Axis Machining 的编译本。本书主要介绍怎样使用 Unigraphics 的加工模块建立 4 轴和 5 轴的铣削加工, 通过本书可以学习到专用于多轴加工的变轴轮廓铣和顺序铣, 同时学习变轴轮廓铣和顺序铣中刀具轴的变化及控制方法。本书结合大量操作实例和图表, 详细深入地讲解 UG 变轴加工的基本概念、主要功能和使用方法。学习本书后, 读者能够完全掌握 UG 变轴加工的基本知识和操作方法, 能够根据被加工的几何体使用 UG 的变轴加工模块, 选择相应的操作类型建立操作, 生成刀轨。

本书可以作为 UG CAM 的教材, 也可以供具有一定 UG 基础知识和数控加工经验的编程人员或工艺人员自学参考。为了方便读者学习, 本书最后附上了由上海大学 UG 培训中心编写的 UG CAM 术语英中文对照表。

本书由成都 EDS 公司 PLM Solutions 事业部(中国)刘其荣工程师主审, 他对本书做了非常仔细和认真的审阅和修改, 并且提供了大量的修改建议, 在此表示衷心的感谢!

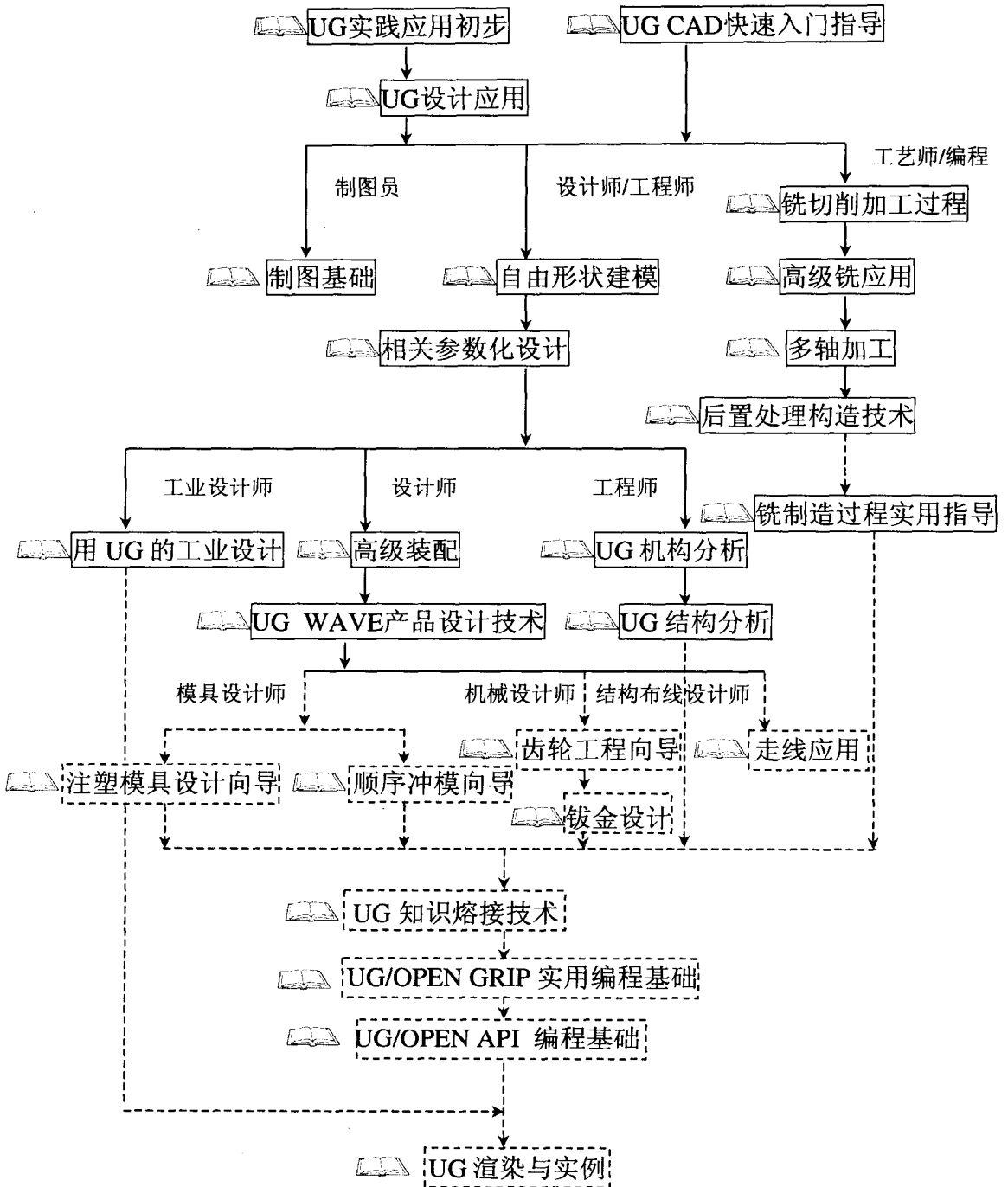
在本书的编写和修改过程中得到 EDS 公司 PLM Solutions 事业部(中国)高级顾问洪如瑾女士的大力帮助和指导, 并且为本书的最后定稿做了大量细致认真的审阅和修改工作, 在此表示特别的感谢!

限于作者水平, 恳请读者对书中的不足之处批评指正。

编译者

2002 年 3 月

学习 Unigraphics 流程图



注：—— 必修
 - - - - 选修

目 录

| | |
|--|----|
| 第 1 章 课程综述..... | 1 |
| 第 2 章 可变轴曲面轮廓铣..... | 4 |
| 2.1 可变轴曲面轮廓铣..... | 4 |
| 2.2 可变轴曲面轮廓铣刀轨的精确性..... | 5 |
| 2.3 可变轴曲面轮廓铣术语..... | 6 |
| 2.4 可变轴曲面轮廓铣对话框..... | 6 |
| 2.5 可变轴曲面轮廓铣的驱动方法..... | 7 |
| 2.5.1 曲线/点驱动方法..... | 7 |
| 2.5.2 边界驱动方法..... | 7 |
| 2.5.3 螺旋驱动方法..... | 13 |
| 2.5.4 曲面区域驱动方法..... | 14 |
| 2.5.5 刀轨驱动方法..... | 18 |
| 2.5.6 径向切削驱动方法..... | 18 |
| 2.5.7 用户函数驱动方法..... | 20 |
| 2.6 复习题..... | 24 |
| 2.7 刀具轴控制..... | 25 |
| 2.7.1 点和线刀具轴..... | 26 |
| 2.7.2 法向刀具轴..... | 28 |
| 2.7.3 相对刀具轴..... | 29 |
| 2.7.4 双 4 轴..... | 30 |
| 2.7.5 直纹面驱动刀具轴..... | 33 |
| 2.7.6 插补刀具轴..... | 47 |
| 2.8 刀具轴方法复习问题..... | 54 |
| 2.9 可变轴曲面轮廓铣的“最好实践”..... | 55 |
| 2.9.1 Surface Area 和 Boundary 驱动方法 (Drive Method) 的比较..... | 55 |
| 2.9.2 Surface Area 驱动方法..... | 56 |
| 第 3 章 顺序铣..... | 57 |
| 3.1 顺序铣概论..... | 57 |
| 3.2 顺序铣术语..... | 58 |
| 3.3 顺序铣对话框..... | 59 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 3.3.1 | 进刀运动对话框 | 61 |
| 3.3.2 | 连续刀轨运动对话框 | 61 |
| 3.3.3 | 点到点运动对话框 | 62 |
| 3.3.4 | 退刀运动对话框 | 62 |
| 3.4 | 定义检查面 | 64 |
| 3.5 | 多个检查面 | 64 |
| 3.6 | 创建一个顺序铣操作 | 74 |
| 3.7 | 循环 Looping 和嵌套循环 Nested Loops | 81 |
| 3.8 | 刀轴控制 | 85 |
| 3.9 | 其他顺序铣选项 | 117 |
| 3.9.1 | 刀轨生成 (Path Generation) 和多轴输出 (Multiaxis Output) | 117 |
| 3.9.2 | 全程替换几何体 (Replace Geometry Globally) | 117 |
| 3.9.3 | 其他选项 (Other Options) | 118 |
| 3.10 | 顺序铣的技巧 | 119 |
| 3.10.1 | 进刀运动 | 119 |
| 3.10.2 | 连续刀轨运动 | 120 |
| 3.10.3 | 循环 | 120 |
| 第 4 章 | 可变轴曲面轮廓铣与顺序铣的比较 | 121 |
| 4.1 | 可变轴曲面轮廓铣与顺序铣的零件、驱动和检查几何体 | 121 |
| 4.2 | 总体考虑 | 122 |
| 附录 A | 投影矢量 (Projection Vector) | 124 |
| 附录 B | 往复式曲面铣 (Zig-Zag Surface Maching) | 127 |
| 附录 C | 高级曲面轮廓铣 | 128 |
| 附录 D | UG CAM 术语英中文对照表 | 135 |

第 1 章 课程综述

【课程描述】

本课程主要介绍怎么使用 Unigraphics 的加工模块来建立 4 轴和 5 轴的铣削加工刀轨。通过学习本课程，将学习到专用于多轴加工的变轴轮廓铣和顺序铣，同时学习变轴轮廓铣和顺序铣中刀具轴变化的各种控制方式。

【读者对象】

本课程面向制造工程师、数控编程人员和希望学习、掌握创建 4 轴和 5 轴的铣削加工刀轨的其他人员。

【具备的条件】

已经掌握了 UG 的实践应用课程或 CAST（计算机辅助自我学习）中相当的知识，有数控铣加工知识，最好有 UG 固定轴轮廓铣刀轨创建经验。

【目的】

学习完本课程后，你将具有以下能力：

- 正确选择变轴轮廓铣和顺序铣加工类型。
- 正确选择在多轴加工中的刀具轴控制方式。
- 掌握更好的通用加工技巧。
- 具有更好的 UG 多轴加工编程技巧。

【UG 部件文件分类标准】

本课程采用以下的文件分类标准，使得读者能够清楚地知道 UG 部件文件的组织结构。所有的工作都将按照这一标准进行。

（1）UG 部件文件命名

本课程采用以下的文件命名标准：

用户名首字母

（3 个字符）

部件名

（1~120 个字符）

***_XXXXXXXXXXXXXXXXXXXXX.....X.prt

扩展名

（4 个字符）

注意：文件名总有效字符为 128 个，其中扩展名.prt 为自动生成，所以用户实际能定义的文件名字符为 124 个。

(2) 层 (Layer) 和类别 (Categories)

每个部件都按标准的层和类别进行设置，如表 1-1 所示。

表 1-1 层和类别

| 层 号 | 对 象 | 类 别 |
|---------|------------|----------------|
| 1~100 | 模型几何体 | MODEL |
| 1~14 | 实体 | SOLIDS |
| 15~20 | 连接对象 | LINKED OBJECTS |
| 21~40 | 草图几何体 | SKETCHES |
| 41~60 | 曲线几何体 | CURVES |
| 61~80 | 参考几何体 | DATUMS |
| 81~100 | 片体 | SHEETS |
| 101~120 | 制图对象 | DRAFT |
| 121~130 | 图框 | FORMATS |
| 131~150 | 有限元网格和工程工具 | CAE |
| 151~180 | 制造 | MFG |
| 181~190 | 质量工具 | QA |

(3) 颜色

不同的颜色用来表达不同的对象，如表 1-2 所示。

表 1-2 颜色表

| 对 象 | 颜 色 |
|--------|-----|
| 实体 | 绿色 |
| 自由曲面 | 黄色 |
| 非草图曲线 | |
| 直线和圆弧 | 橙色 |
| 圆锥曲线 | 蓝色 |
| 草图 | |
| 草图曲线 | 青色 |
| 参考曲线 | 灰色 |
| 参考特征 | 碧绿色 |
| 点和坐标系 | 白色 |
| 系统显示颜色 | 红色 |

(4) 种子部件 (Seed part)

种子部件是建立用户文件默认设置的一个有效工具。它可以包含一些非几何的数据，比如：

- 草图预设置
- 共同使用的表达式
- 层的类别
- 自定义视图和布局
- 零件属性

【怎样使用本教程】

了解本教程的编写顺序对学习大有帮助。本教程的通用顺序如下：

- 讲解
- 例题
- 练习
- 总结

第 2 章 可变轴曲面轮廓铣

【目的】

本章介绍高级铣加工——可变轴曲面轮廓铣（Variable Contour Operation）的概念和编程技巧，以及在可变轴曲面轮廓铣中采用的一些特殊的刀轴控制方式和驱动方法。可变轴曲面轮廓铣通常用于零件的精加工。

【目标】

通过本章的学习，使读者能够：

- 选择最恰当的刀轴控制方式，生成精确的变轴加工刀轨。
- 掌握变轴加工的高级编程技巧。

【练习】

- 练习 2-1 可变轴曲面轮廓铣选项
- 练习 2-2 点和线刀具轴类型
- 练习 2-3 法向于零件和相关于零件的刀具轴
- 练习 2-4 直纹面驱动刀具轴
- 练习 2-5 插补刀具轴
- 练习 2-6 刀具轴练习

2.1 可变轴曲面轮廓铣

可变轴曲面轮廓铣用于零件型面的精加工。通过控制刀具轴、投射方向和驱动方法，可变轴曲面轮廓铣可以生成复杂零件的加工刀轨。

刀轨创建需要两个步骤，第 1 步从驱动几何体上产生驱动点，第 2 步将驱动点沿投射方向投射到零件几何体上。

驱动点可以从零件几何体的局部或整个零件几何体上产生，或是与加工零件不相关的其他几何体上产生。然后，将这些点投射到零件几何体上。

刀轨输出时有一个内部的运算过程，即将刀具从驱动点沿投射方向移动，直到接触零件几何体。输出的位置点可能和投射到零件上的驱动点重合，或者如果零件几何体的其他部位接触到了刀具，阻碍了刀具到达投射点投射到零件几何体上的位置点，则将输出一个新的点，从而忽略这个驱动点，如图 2-1 所示。

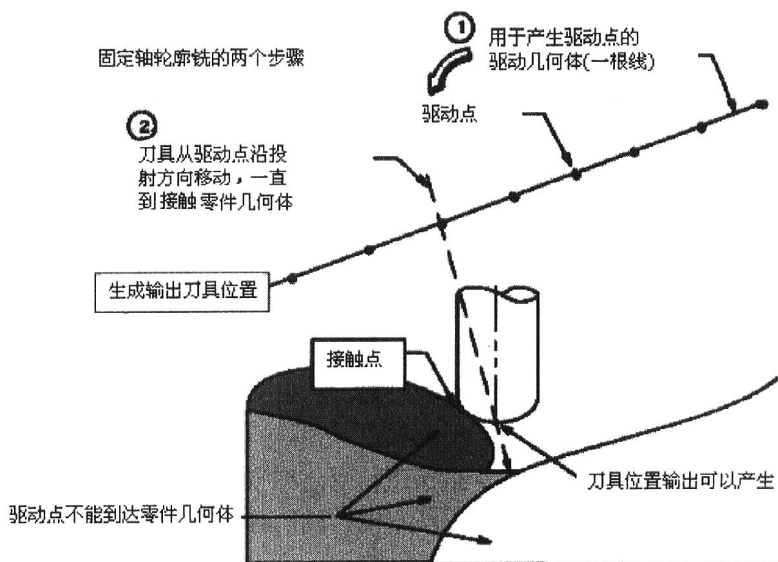


图 2-1 投射驱动点

2.2 可变轴曲面轮廓铣刀轨的精确性

可变轴曲面轮廓铣提供了许多选项以确保刀轨的精确性，包括：

- (1) 用于停止刀具运动的检查几何体；
- (2) 防止零件过切的过切检查；
- (3) 多种误差控制选项。

可变轴曲面轮廓铣可以在已经存在的零件几何体上（包括物体的边界 Edge）确定加工位置，但不能在零件几何体的延长部分确定加工位置，如图 2-2 所示。

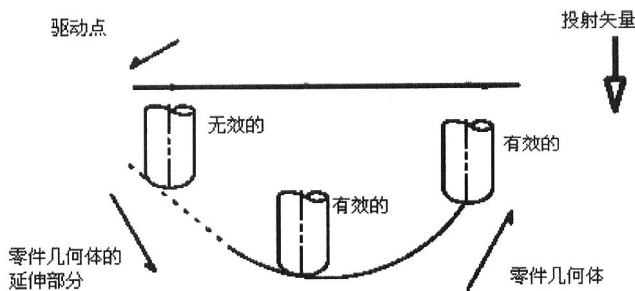


图 2-2 刀轨不能在零件几何体的延长部分产生

2.3 可变轴曲面轮廓铣术语

零件几何体 (Part Geometry)：用于加工的几何体。

检查几何体 (Check Geometry)：用于停止刀具运动的几何体。

驱动几何体 (Drive Geometry)：用于产生驱动点的几何体。

驱动点 (Drive Point)：从驱动几何体上产生的，将投射到零件几何体上的点。

驱动方法 (Drive Method)：驱动点产生的方法。某些驱动方法用于在曲线上产生一系列驱动点，有的驱动方法则用于在一定面积内产生阵列的驱动点。

投射矢量 (Project Vector)：用于指引驱动点怎样投射到零件表面，同时决定刀具将接触零件表面的哪一侧。所选择的驱动方法不同，则所能采用的投射矢量方式也不同，也就是说，驱动方法决定哪些投射矢量是可选用的。

注意：投射矢量不一定要与刀具轴方向共线。

2.4 可变轴曲面轮廓铣对话框

可变轴曲面轮廓铣对话框与固定轴轮廓铣对话框很相似，它们的不同之处主要在于刀具轴的控制上，如图 2-3 所示。

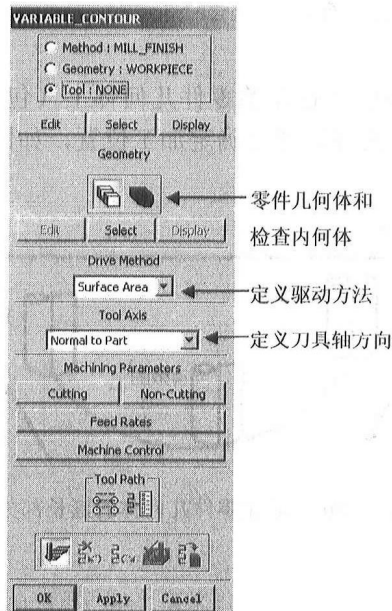


图 2-3 可变轴曲面轮廓铣对话框

2.5 可变轴曲面轮廓铣的驱动方法

2.5.1 曲线/点驱动方法

驱动方法即驱动点产生的方法。曲线/点驱动方法用于通过选择曲线和点定义驱动几何体。当选择点时，两个点间产生的驱动轨迹为直线；当选择曲线时，驱动点沿着选择的曲线产生。无论哪种情况，驱动几何体都要投射到被加工的零件表面上去产生刀轨。曲线可以是开口的或封闭的、连续的或不连续的、平面的或空间的。

当定义了驱动几何体的点后，刀具将按选择点的顺序从一个点移动到另一个点。同一个点可以被多次使用，只要它不是被连续地选择。同一个点在选择时既作为起始点又作为结束点，就可以形成一个封闭的刀轨。

曲线/点驱动方法用于在对话框中指定驱动点间的距离，还可以利用显示驱动轨迹（Display Drive Path）选项，在产生刀轨前预览驱动点的位置，如图 2-4 所示。

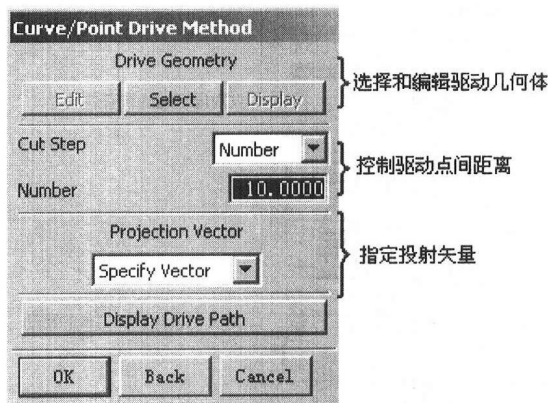


图 2-4 显示驱动轨迹

2.5.2 边界驱动方法

边界驱动方法（Boundary Drive Method）用于使用多个边界（Boundary）和环（Loop）来定义加工区域。边界可以与零件的形状和尺寸无关，但环则对应于零件表面的外边缘。

加工区域可以分别由边界、环来定义，也可以由边界和环来共同定义。

边界驱动方法用于使用永久边界、零件曲线或表面来产生驱动点。

驱动点在边界内产生，并沿指定的投射矢量方向线性地投射到零件上，如图 2-5 所示。

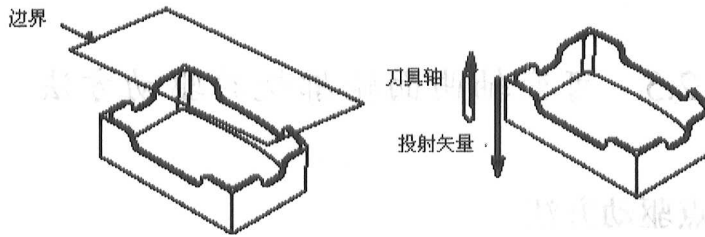


图 2-5 边界驱动方法

边界驱动方法比曲面区域驱动方法 (Surface Area Drive Method) 更快捷、更容易。可以快速地生成边界和刀轨, 而不像曲面区域驱动方法那样需要去定义曲面。但是, 在曲面区域驱动方法中可以使用的许多刀具轴控制选项在边界驱动方法中不能使用。

边界驱动方法更适合于粗加工, 曲面区域驱动方法则更适合于精加工。边界驱动方法对话框, 如图 2-6 所示。

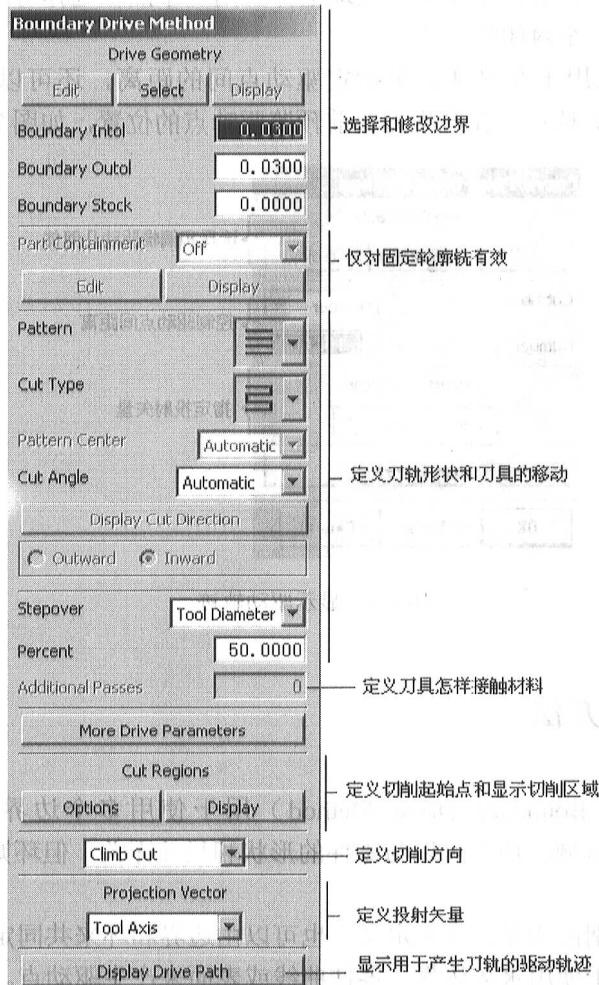


图 2-6 边界驱动方法对话框