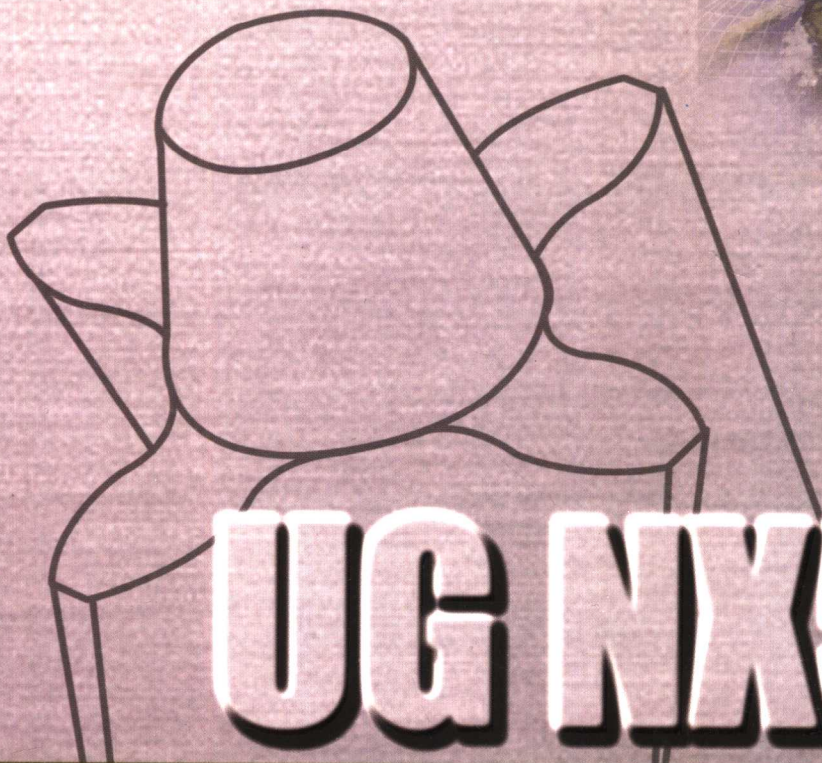




内附视频教学光盘 1DVD



UG NX5

中文版

多轴加工及应用实例

腾龙工作室 李朝光 谢龙汉 编著



- ★ 专为设计师度身定做
- ★ 内容详实，分析透辟
- ★ 实例经典，源于实践
- ★ 视频教学光盘，动画演示



清华大学出版社

UG NX5 中文版多轴加工及应用实例

腾龙工作室

李朝光 谢龙汉 编著

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书介绍了 UG NX5 基本数控加工及其多轴加工模块所需的各部分内容,分 7 章依次介绍 UG NX5 数控模块基本操作、平面铣削、型腔铣、固定轴曲面铣削、点位加工、可变轴曲面轮廓铣和顺序铣。本书各部分都以典型的实例作为综合实例,并在章节开始前通过一个引例来说明加工模块的各个基本操作。通过入门实例的介绍,读者可以初步了解该部分功能的使用方法及应用流程。接着,具体介绍该对应加工对象所需要的主要功能,通过综合实例将相关功能作进一步深化阐述。

本书最大的特色是在对多轴加工模块的介绍详尽和典型,在变轴曲面轮廓铣和顺序铣章节中都有多个实例对相关内容进行综合应用。本书配套光盘还提供了书中所需的例子源文件,以及例子的操作动画。

本书适合具有中专以上文化程度的机械加工人员或在校学生使用,特别适合作培训教程,也可以作为 CAD/CAE/CAM 相关领域的工程设计人员使用。

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。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13501256678 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

UG NX5 中文版多轴加工及应用实例/李朝光,谢龙汉编著. —北京:清华大学出版社,2007.10

ISBN 978-7-302-16118-9

I. U… II. ①李… ②谢… III. 铣削-计算机辅助设计-应用软件, UG NX5 IV. TG54-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 141452 号

责任编辑:许存权 涂 荣

封面设计:范华明

版式设计:杨 洋

责任校对:焦章英

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn> 邮 编:100084

c-service@tup.tsinghua.edu.cn

社 总 机:010-62770175 邮购热线:010-62786544

投稿咨询:010-62772015 客户服务:010-62776969

印 刷 者:北京密云胶印厂

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:27.5 字 数:620 千字

附 DVD 光盘 1 张

版 次:2007 年 10 月第 1 版

印 次:2007 年 10 月第 1 次印刷

印 数:1~5000

定 价:46.00 元

本书如存在文字不清、漏印、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)62770177 转 3103 产品编号:026026-01

使用说明

(1) 将DVD光盘插入DVD光驱，系统自动播放，出现如图1所示的光盘主界面。如果无法出现该界面，请直接双击光盘根目录中的CD_Start.exe文件。

(2) 将鼠标移动到“内容简介”图标上，主界面的右侧出现本书的内容介绍。

(3) 将鼠标移动到“光盘说明”图标上，可以阅读DVD光盘的使用方法。

(4) 单击“浏览光盘”图标，可以弹出打开光盘根目录，浏览光盘中的内容。

(5) 单击“操作动画”图标，弹出如图2所示的画面，读者可以按照其中的指示进行操作。如果无法播放操作录像，那么请单击“AVI_TSCC.EXE”，安装播放软件插件。

(6) 单击“CATIA及其他书籍”图标，可以浏览腾龙工作室已出版的其他书籍。



图1

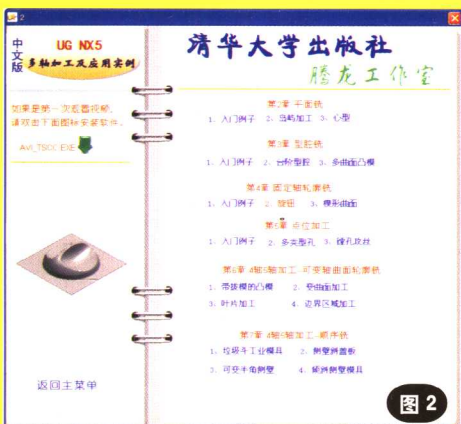


图2

操作方法

本书所配DVD光盘中的操作动画可以使用Media Player或其他可以播放AVI格式文件的播放器播放，如图3所示是使用Media Player进行播放的情况。

所有操作动画均配有语音讲解。

读者也可以打开光盘中的AVI文件夹，其中文件夹Ch*与各章的操作动画对应，读者可以从书中的动画路径进行观看。

建议读者一边阅读本书，一边在软件上动手操作，最后再观看操作动画，以加深理解。

光盘目录说明

(1) 由于光盘文件是只读文件，因此，需要将光盘中的源文件复制到电脑硬盘上，并取消文件的“只读”属性，导入后方可进行修改。

(2) Ch*文件夹，其中*号代表某个数字，与本书的章对应，其文件夹中的文件是该章实例中使用的文件。

(3) AVI文件夹中存放本书所有操作实例的操作录像，直接双击需要播放的文件即可观看。

(4) 本书采用UG NX5.0.0.25正式版软件进行编写，读者需要用不低于该版本的软件打开实例部件文件。

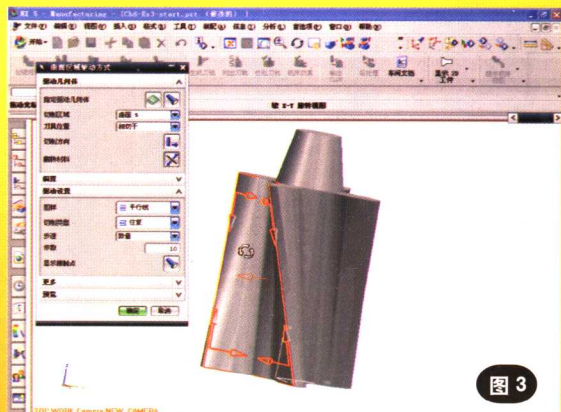
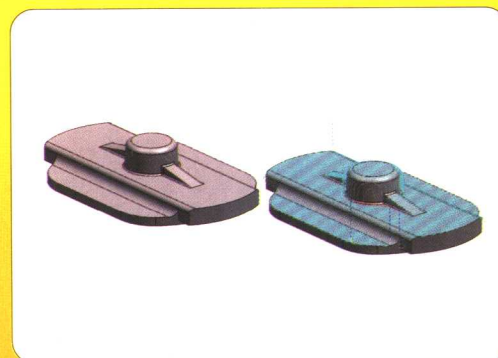
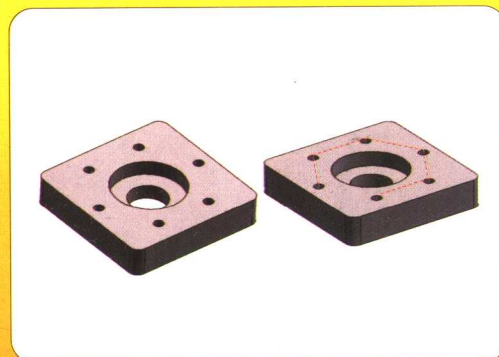
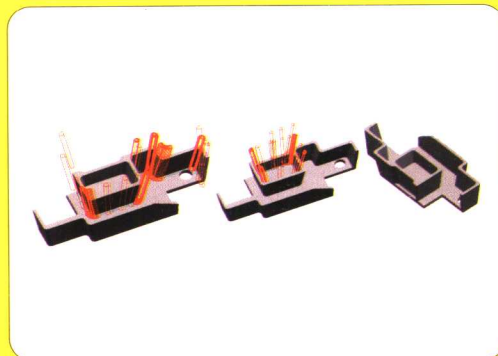
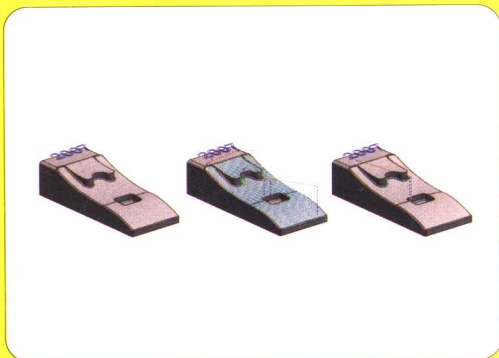
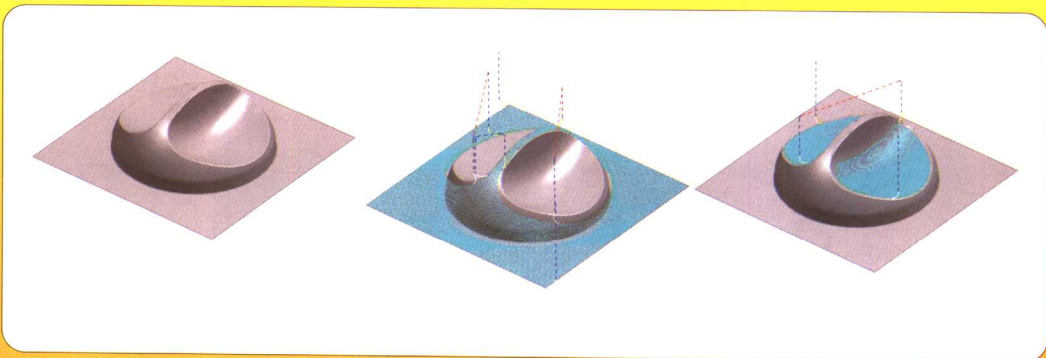
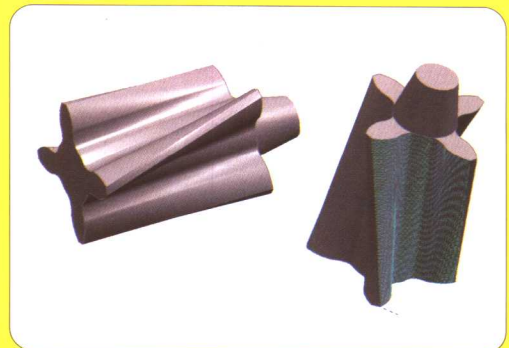
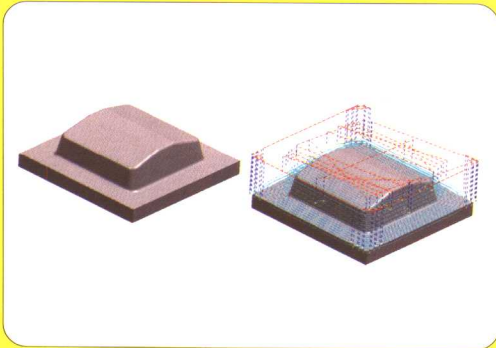
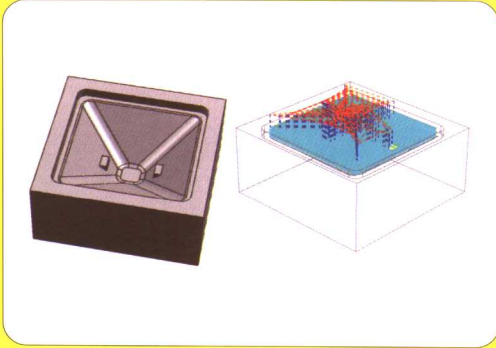
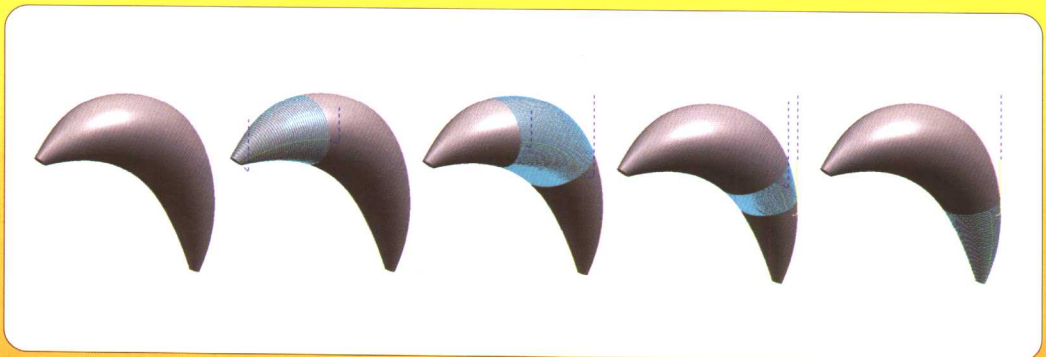
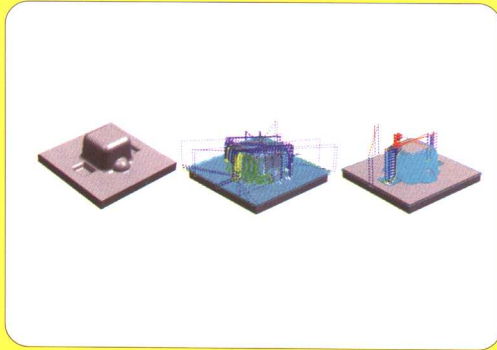
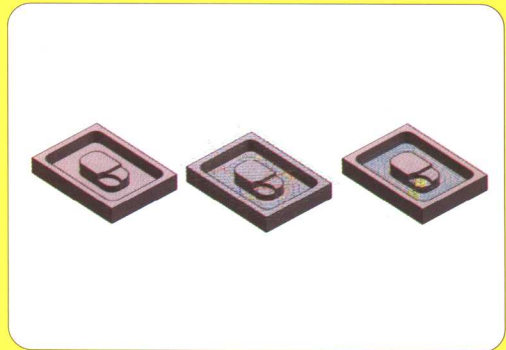


图3







前 言

UG NX5 作为强大的 CAD/CAE/CAM 集成软件，在工业领域中具有广泛的应用，非常适合工程设计人员使用。

本书重点介绍 UG NX5 系统的数控加工功能，通过本书的学习和训练，读者可以使用 UG NX5 进行基本的 2 轴、3 轴加工，并通过多轴加工模块使其针对具体产品的加工水平有质的提高。

本书共分 7 章，依次介绍了 UG NX5 数控模块基本操作内容、平面铣削、型腔铣、固定轴曲面铣削、点位加工、可变轴曲面轮廓铣和顺序铣。

第 1 章 UG NX5 基本操作及加工基础。本章介绍 UG NX5 操作所必须掌握的基本内容，包括 UG NX5 多轴加工的概述、UG NX5 数控加工流程、UG NX5 CAM 基本知识等内容，在大的范围下还详细地阐述了 UG NX5 的操作界面、节点和树功能等以及其他 CAM 软件的特色。

第 2 章 2 轴加工——平面铣削。通过章节开始的平面铣操作步骤引例的介绍，概括了平面铣的一般操作过程，便于读者结合内容独自体会。其中平面铣的组设置功能、几何体功能以及基本的参数设置功能都比较详尽地展现在读者面前。针对平面铣在 UG NX5 的各个参数系统的系列化比较，加深读者的印象，使读者更容易接纳本章的知识。从而将书本和实际有机地结合为一体。

第 3 章 型腔铣。本章首先通过一个实例，向读者介绍了型腔铣的一般流程。在各个穿插于本章的小知识要点下介绍了进行型腔铣所需的各种功能，包括区别于第 2 章的切削参数对话框、非切削运动对话框以及型腔铣独有的切削层对话框等内容。最后以 2 个综合实例，进一步向读者介绍型腔铣的加工方法以及各项功能的综合使用，使读者明确型腔铣加工对象的特色。

第 4 章 固定轴曲面铣削。本章是在 UG NX5 中相对前面两章难以掌握的部分，但是读者熟练掌握后会发觉其实比型腔铣加工还容易。本章首先通过一个实例，向读者介绍固定轴曲面铣的一般流程。比较前面章节所提及的加工基本知识，有区别地将固定轴曲面铣的加工要点展现读者面前。最后以两个比较综合的实例，进一步讲解固定轴曲面铣加工的方法以及其内部结构各项功能的综合应用。

第 5 章 点位加工——钻/镗/攻螺纹。首先通过一个开篇实例介绍 UG NX5 点位加工的一般流程。在具体的章节内容中就点位加工的基础知识做了详细的阐述，包括普通的钻孔加工，以及在钻孔加工前的中心钻定位、镗孔、螺纹孔等的加工。最后的两个实例中分别对沉孔、通孔等进行了加工，以及使用镗削的方法加工大直径通孔（这些孔都是难于使用普通钻加工定位的）和使用攻丝钻削螺纹。

第 6 章 4 轴 5 轴加工——可变轴曲面轮廓铣。本章内容是多轴加工，使用的机床多

为 4 轴以上的加工中心，所针对的加工对象都是型面复杂或者说曲面复杂（包括曲面的曲率变化大或者曲面是倾斜的，无法使用传统加工刀轴加工的）。本章还深入地讲解多轴加工的投影矢量和刀轴的问题，使读者对多轴加工术语有比较深刻的理解，这样便于理解后面所讲解的四个实例。最后四个实例，包括多轴加工中典型的叶轮加工。

第 7 章 4 轴 5 轴加工——顺序铣。顺序铣也是多轴加工中的一种，是 UG NX5 最有特色的一个加工模块。为了便于读者能够熟练运用 UG 进行多轴加工，本章的实例都是以倾斜面为主，顺序铣之所以特别，就是因为它几乎都是针对带倾斜面的侧壁加工，使用的刀轴按照可变轴曲面轮廓铣来说就是侧刃驱动。在本章中还提供了一些顺序铣加工技巧，读者可以在尝试操作时，不妨先好好理解这些内容。

本书配套光盘中的实例所使用的软件版本是 UG NX5.0，请使用 UG NX5.0 及以上的版本打开配套光盘中的文件。

配套光盘中还提供了本书实例的操作动画，读者可以用 Media Player 进行观看。如果无法打开，请先安装光盘中的 aiv_tscc.exe 文件，再进行播放。

本书是集体智慧的结晶，除了封面署名的作者之外，参加本书编写和制作的人员还有：林伟、林木议、魏艳光、钟翠霞、杨文勇、刘平安、骆兆、丁建兴、伍世全、刘方伟等。

由于时间仓促，书中难免有疏漏之处，请读者不吝指正。读者可通过电子邮件 xielonghan@yahoo.com.cn 与我们交流。

作者
2007 年 5 月

目 录

第 1 章 UG NX5 基本操作及加工基础	1
1.1 UG NX5 多轴加工概述	2
1.1.1 多轴加工基本知识	3
1.1.2 多轴加工的能力和特点	6
1.1.3 UG NX5 操作导航工具栏基本内容——节点与“树”关系	9
1.2 数控加工流程	12
1.2.1 创建程序节点	12
1.2.2 创建刀具节点	13
1.2.3 创建几何体节点	14
1.2.4 创建加工方法节点	14
1.2.5 数据共享和继承	15
1.2.6 程序节点及其操作状态标记	15
1.2.7 内容查找及过滤	17
1.2.8 选择和编辑 CAM 数据	18
1.3 多轴加工 CAM 基本知识	19
1.3.1 基本操作参数	19
1.3.2 避让几何	20
1.3.3 刀具路径显示命令	23
1.3.4 后处理命令	29
1.3.5 其他相关选项	32
1.3.6 基本通用功能	34
第 2 章 2 轴加工——平面铣削	35
2.1 平面铣概述	35
2.2 平面铣的操作步骤	37
2.2.1 初步体验平面铣操作的创建过程	37
2.2.2 平面铣的一般过程	44
2.3 平面铣的组设置	45
2.4 平面铣的几何体	46
2.4.1 选择几何体类型	47
2.4.2 选择边界定义模式及边界参数	49
2.4.3 选择边界几何图形	51

2.4.4	设定底平面	51
2.5	平面铣的参数设置	52
2.5.1	设置操作参数	53
2.5.2	设置切削层	55
2.5.3	设置切削参数	56
2.5.4	设置非切削移动参数	57
2.5.5	角控制	61
2.5.6	进给和速度	63
2.5.7	设定安全平面	63
2.6	综合示例 1——带岛屿加工	65
2.7	综合示例 2——心形凹模加工	79
2.7.1	前期准备	80
2.7.2	创建面铣	82
2.7.3	凹模的凹槽粗加工	85
2.7.4	凹模的凹槽轮廓精加工	90
第 3 章	型腔铣	94
3.1	型腔铣概述	94
3.2	型腔铣的操作步骤	95
3.2.1	初步体验型腔铣操作的创建过程	95
3.2.2	型腔铣的一般过程	102
3.3	型腔铣的组设置	102
3.4	型腔铣的几何体	104
3.4.1	选择几何体类型	104
3.4.2	选择几何体定义模式及定义参数	106
3.4.3	选择几何图形	107
3.5	型腔铣的参数设置	107
3.5.1	设置切削模式、步进和每一刀的全局深度	108
3.5.2	设置切削层	109
3.5.3	设置切削参数	111
3.5.4	设置非切削移动参数	113
3.6	综合示例 1——带台阶型腔加工	114
3.7	综合示例 2——多曲面凸模加工	135
第 4 章	固定轴曲面铣削	149
4.1	固定轴曲面铣削概述	149
4.2	固定轴曲面铣的操作步骤	152
4.2.1	初步体验固定轴曲面铣操作的创建过程	152

4.2.2	固定轴曲面铣的一般过程	160
4.3	固定轴曲面铣的组设置	160
4.4	固定轴曲面铣的几何体	162
4.4.1	选择几何体类型	162
4.4.2	选择几何体定义模式及定义参数	163
4.4.3	选择几何图形	163
4.5	固定轴曲面铣的参数设置	164
4.5.1	设置驱动方式	164
4.5.2	设置投影矢量	167
4.5.3	设置刀轨有关参数	168
4.6	综合示例 1——煤气灶旋钮模具加工	172
4.7	综合示例 2——带雕刻的楔形曲面加工	187
第 5 章	点位加工——钻/镗/攻螺纹	201
5.1	点位加工概述	201
5.2	点位加工的操作步骤	203
5.2.1	初步体验点位加工操作的创建过程	203
5.2.2	点位加工的一般过程	209
5.3	点位加工的组设置	210
5.4	点位加工的几何体	211
5.4.1	选择点位加工几何体类型	212
5.4.2	选择几何图形	212
5.5	点位加工的操作参数设置	217
5.5.1	设置循环类型	218
5.5.2	设置循环参数	220
5.5.3	设置其他参数	223
5.6	综合示例 1——多类型孔加工	224
5.7	综合示例 2——镗孔/攻丝	241
第 6 章	4 轴 5 轴加工——可变轴曲面轮廓铣	248
6.1	可变轴曲面轮廓铣加工概述	248
6.2	可变轴曲面轮廓铣刀具轨迹精确性	249
6.3	可变轴曲面轮廓铣术语	251
6.4	可变轴曲面轮廓驱动方式	252
6.4.1	曲线/点驱动方式	252
6.4.2	边界驱动方式	252
6.4.3	螺旋驱动方式	260
6.4.4	曲面区域驱动方式	261

6.4.5	刀轨驱动方式.....	266
6.4.6	径向切削驱动方式.....	266
6.4.7	用户定义驱动方式.....	266
6.5	刀具轴的控制.....	267
6.6	综合示例 1——带拔模的凸模加工.....	276
6.7	综合示例 2——变曲面加工.....	286
6.8	综合示例 3——叶片的加工.....	302
6.9	综合示例 4——边界区域加工.....	321
第 7 章	4 轴 5 轴加工——顺序铣.....	333
7.1	顺序铣加工概述.....	333
7.2	顺序铣刀具轨迹精确性.....	334
7.3	顺序铣术语.....	335
7.4	“顺序铣”对话框.....	336
7.4.1	顺序铣主界面.....	336
7.4.2	顺序铣共同选项.....	337
7.4.3	进刀运动.....	341
7.4.4	连续刀轨运动.....	344
7.4.5	退刀运动和横越运动.....	346
7.4.6	编辑顺序铣操作.....	347
7.5	顺序铣技巧.....	348
7.6	循环 Looping 和嵌套循环 Nested Loops.....	349
7.7	综合示例 1——垃圾斗工业模具加工.....	351
7.8	综合示例 2——侧壁斜盖板加工.....	368
7.9	综合示例 3——可变半角侧壁加工.....	398
7.10	综合示例 4——倾斜侧壁模具加工.....	414

第 1 章 UG NX5 基本操作及加工基础

UGS (Unigraphics Solutions) 是全球发展最快的机械 CAX (即 CAD、CAE、CAM 等的总称) 公司之一。它的产品 Unigraphics (简称 UG) 软件是当前世界上最先进和最紧密集成的、面向制造业的 CAX 高端软件, 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。UG 软件能够为各种规模的企业提供可测量的价值; 能够使企业产品更快地提供给市场; 能够使复杂的产品设计与分析简单化; 能够有效降低企业的生产成本并增加企业的市场竞争实力。正是由于该软件的高度集成化和优越的性能, 使之成为目前世界上最优秀公司广泛使用的软件, 这些公司包括波音飞机、通用汽车、普惠发动机、飞利浦、松下、精工和爱立信等。UG 成为日本主要的汽车配件生产商 Denso 的标准, 其占有 90% 的俄罗斯航空市场和 80% 的北美发动机市场。美国航天航空界已安装了 10000 多套 UG, 在世界各国航天航空界享有极高的地位。UG 软件目前也普及到机械、医疗设备和电子等行业, 并发挥着越来越显著的作用。

UG NX5 是 2007 年 UG 公司在 UG NX4 基础上推出的新一版本的更强大的 CAD/CAM/CAE 软件。其中界面修改比较多, 参数整合较先前的版本都有质的提高。每个弹出窗口更人性化, 书写编辑自由度更强。

在 UG NX5 加工应用环境中, 系统在交互式操作界面下提供多种类型的加工方法, 可用于各种表面形状零件的粗加工、半精加工和精加工。每个加工类型又包括多种加工模块。在其可视化功能下, 用户可以在 3D、2D 下实现对刀具的运动路径及其真实加工过程的模拟, 同时检验工件、刀具、刀柄之间的碰撞、过切等。如果在 CAM 环境中运行, 可以对特定的机床及其控制器进行监控, 对机床、工件、刀具、刀柄、工件、夹具、机床的相互碰撞进行检查, 防止过切削、欠切削问题的发生。同时可以检查残留材料, 并生成刀位文件。

UG NX5 不仅提供了默认的加工环境, 用户还可以设置自己的加工环境。定制编程环境是指 UG/CAM 的编程环境在一定程度上可以由用户定制的, 可以根据自己的工作需要定制编程环境, 排除与自己的工作不相关的功能。这样可以简化编程环境, 使编程环境最符合自己的需要, 减少过于复杂的编程界面带来的精神压力, 有利于提高工作效率。通过在默认加工环境中创建并生成自己的加工环境, 在以后的工作中可以继承已有参数, 避免重复劳动, 提高操作效率。

UG NX5 的操作导航器提供用户观察和管理操作、几何、加工方法和刀具之间的关系。

UG NX5 的加工模块中几乎都提供驱动方法、走刀方式、刀轴方向和投影矢量, 可以根据部件表面轮廓选择最佳的切削路径和切削方法。UG NX5 还提供控制点、进刀/退刀、避让以及切削等方法来设置加工过程。

本章主要介绍 UG NX5 的 CAM 模块。针对铣加工编程的基础知识,让读者对 UG CAM 有一个初步的认识。本书面对的主要是 3 轴以上的加工,尤其是后面章节主要针对多轴加工,因此本章使用很大部分的篇幅对多轴加工基本知识进行描述。

【本章要点】

- UG NX5 多轴加工的基本知识
- UG NX5 数控加工的基本流程
- 程序、刀具、几何体和方法的父节点的创建
- 节点和树的数据继承与共享
- 程序节点及操作状态标记
- 内容查找及过滤
- CAM 参数的复制、粘贴、删除
- CAM 加工中的基本知识
- CAM 的通用功能

1.1 UG NX5 多轴加工概述

随着 CAD、CAM 等技术不断发展和日趋完善,它们在各个领域得到了极其广泛的应用。其中 Unigraphics 软件是应用这一技术比较成功的软件之一,它起源于美国麦道飞机公司,以 CAD/CAM/CAE 一体化而著称,目前已广泛应用于航空航天、汽车、通用机械等领域。其 CAM 模块尤其出色,在同类软件中处于绝对领先地位。该模块提供了一种交互式编程工具,可计算生成精确可靠的刀具加工轨迹,是一个功能强大的计算机辅助制造模块。目前,这一技术已成功应用于模具及零件的制造过程,为企业带来了极高的加工质量及可观的经济效益。

随着机床等基础制造技术的发展,多轴机床在生产制造过程中的使用越来越广泛。尤其是针对某些复杂曲面或者精度非常高的机械产品,加工中心的大面积覆盖将多轴的加工推广得越来越普遍。在国防工业系统中,比较前沿的多轴加工中心一直处在发达国家的技术壁垒的控制下。但是随着我国工业技术的飞速发展,如今中国已经成为全世界举足轻重的制造业大国,具备了对高精、高速、高效的加工技术制造和创新能力。可以推断,中国在多轴加工技术上一定会走在世界的前沿。

现代制造业所面对的经常是具有复杂型腔的高精度模具制造和复杂型面产品的外型加工,其共同特点是以复杂三维型面为结构主体,整体结构紧凑,制造精度要求高,加工成型难度极大。笔者通过近几年对 UG 软件的应用摸索,针对上述制造过程中普遍存在的技术难点,将传统工艺方案中适用现代数控加工的精华部分溶入 UG/CAM 的应用过程,总结出一套适用于各类复杂型面的数控加工编程方法。这就是 UG NX5 在 CAM 模块中最诱人的优势。

1.1.1 多轴加工基本知识

在 UG NX5 中，多轴加工主要是指可变轴曲面轮廓铣和顺序铣。两者针对的待加工的复杂曲面具有不同点，加工方法类型具有很大的区别。

UG 多轴加工主要通过控制刀具轴矢量、投影方向和驱动方法来生成加工轨迹。加工关键就是通过控制刀具轴矢量在空间位置的不断变化，或使刀具轴的矢量与机床原始坐标系构成空间某个角度，利用铣刀的侧刃或底刃切削加工来完成。多轴加工主要用于半精加工或精加工曲面轮廓铣削，其加工区域由选择的表面轮廓组成，并且提供了多种驱动方法和走刀方式。因此多轴加工可以对不同的部件轮廓曲面选择最佳的切削路径和切削方法，进而满足各种复杂型面的加工要求。

1. 刀具轴矢量控制方式

刀轴是一个矢量，它的方向从刀尖指向刀柄，可以定义固定的刀轴，相对也能定义可变的刀轴。固定的刀轴和指定的矢量始终保持平行，固定轴曲面铣削的刀轴就是固定的，而可变刀轴在切削加工中会发生变化。

刀具轴的选项如图 1-1、图 1-2 所示，基本概括如下，在后面章节将多次应用。

- 点和线刀具轴 (Point and Tool Axis)：用远离点、线或朝向点、线的方法定义刀具轴。
- 法向刀具轴 (Normal Tool Axis)：保持刀具轴在每一个接触点上总是垂直于零件几何体、驱动几何体或旋转四轴。
- 相对刀具轴 (Relation Tool Axis)：保持刀具轴在每一个接触点上总是垂直于零件几何体、驱动体或旋转四轴，并用于给刀具轴定义引导角和倾角。
- 直纹面驱动刀具轴 (Swarf Drive Tool Axis)：保持刀具轴平行于驱动几何体（使用时，驱动几何体引导刀具侧刃，零件几何体引导刀具底部）。
- 插补刀具轴 (Interpolated Tool Axis)：可以通过在指定的点定义矢量方向来控制刀具轴。

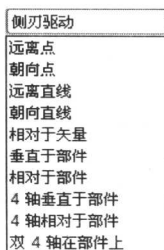


图 1-1

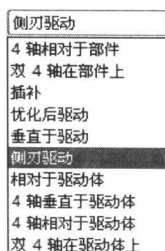


图 1-2

2. 投影矢量

投影矢量是指用于指定驱动点投影到零件几何上以及零件与刀具接触的一侧。一般情况下，驱动点沿投影矢量方向投影到零件几何上，生成投影点。有时当驱动点重驱动曲面向部件表面投影时，可能会沿着投影矢量的相反方向投影，但无论如何投影，刀具总是能

沿投影矢量与部件表面的一侧接触。系统提供了多种指定投影矢量的方法，如刀轴、两点、远离点、远离直线等，而可以选用的投影矢量方法却取决于驱动方式。

投影矢量的下拉菜单选项如图 1-3 所示，在后面章节将说明。

3. 驱动方法

驱动方法用于定义创建刀具路径的驱动点。UG NX5 在曲面加工中提供多种类型的驱动方法。其区别于 UG NX4.0 的还是在将这些驱动方式的整合，并在操作对话框里出现。其中有些驱动方法允许曲线创建驱动点集，而另外的一些驱动方法则允许在一个区域中创建点阵列，实际就是将驱动方法归纳为边界驱动和区域驱动两大类。驱动方式选择下拉菜单如图 1-4 所示。

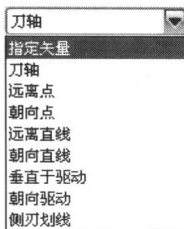


图 1-3

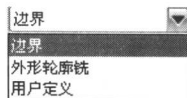


图 1-4

如果没有创建部件几何体，则系统会直接在驱动几何体上创建刀具路径，否则沿指定投影矢量将驱动点投影到部件表面上以创建刀具路径。

4. 可变轴曲面轮廓铣 (VARIABLE_CONTOUR)

可变轴曲面轮廓铣是相对固定轴加工而言的，指在加工过程中刀轴的轴线方向是可变的。即可随着加工表面的法线方向不同而相应改变，从而改善加工过程中刀具的受力情况，放宽对加工表面复杂性的限制，使得原来用固定轴曲面加工时为陡峭的表面变成非陡峭表面而一次加工完成。

可变轴曲面轮廓铣的驱动方法包括边界驱动、曲面区域驱动、螺旋线驱动、曲线/点驱动、刀具轨迹驱动和径向切削驱动。这些驱动方式的定义与固定轴曲面铣一致。需要注意的是，可变轴曲面轮廓铣没有区域驱动与清根切削驱动，而 UG NX5 将经常使用的曲面区域驱动和边界驱动作为主要驱动方式在菜单中显示。读者可以在后面实例章节上感受到这点。这一点相对以前的版本有所不同。

5. 顺序铣 (SEQUENTIAL_MILL)

顺序铣是利用部件表面控制刀具底部，驱动面控制刀具侧刃，检查面控制刀具停止位置的加工形式。刀具在切削过程中，侧刃沿着驱动面运动且保证底部与部件面相切，直至刀具接触到检查面。该操作适合切削有角度的侧壁，如图 1-5 所示。

一个顺序铣操作有 4 种类型子操作组成，分别是：点到点运动、进刀运动、连续轨迹运动和退刀运动。

另外，实体模型的建立是以工作坐标系为基础，而多轴数控加工刀位源文件的生成则是以加工坐标系为基础。加工坐标系的坐标原点位置应便于加工者快速准确对刀，同时方便加工过程中需要进行的尺寸计算。确定加工坐标轴方向时应考虑被加工产品在数控机床