工程软件
数控加工自动编程 经典实例

UG 数控加工自动编程 经典实例教程

第2版

肖军民 编著

- 详解14个典型案例
- 掌握编程工艺精髓
- 提高实际加工能力
- 赢得更好工作机会





机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



工程软件数控加工自动编程经典实例

UG 数控加工自动编程经典实例教程

第 2 版

肖军民　编　著

机 械 工 业 出 版 社

全书内容共分6章，第1章介绍UG NX8.0软件及数控编程技术；第2章介绍3个典型二维零件的数控编程；第3章介绍3个典型三维曲面零件的数控编程；第4章介绍3个典型数控技工及技师鉴定零件的数控编程；第5章介绍2个典型模具成形零件的数控编程；第6章介绍3个典型多轴加工零件的数控编程。第2～6章均配以图片详细演示了其自动编程的步骤和技巧。为便于读者学习，本书同时配备光盘，盘中含书中实例及练习文件。

本书可以供普通高等学校、高等职业技术学院作为教材使用，同时也可以供工厂、企业、大专院校等从事CAD/CAM的专业人员使用。

图书在版编目（CIP）数据

UG数控加工自动编程经典实例教程/肖军民编著. —2版.
—北京：机械工业出版社，2015.8
（工程软件数控加工自动编程经典实例）
ISBN 978-7-111-51228-8

Ⅰ. ①U… Ⅱ. ①肖… 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（2015）第195530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：张玉琴 封面设计：马精明
责任印制：李 洋

三河市国英印务有限公司印刷

2015年10月第2版第1次印刷
184mm×260mm · 16印张 · 396千字
0001—3000册
标准书号：ISBN 978-7-111-51228-8
ISBN 978-7-89405-815-7（光盘）
定价：46.00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

第 2 版前言

UG 是集 CAD/CAE/CAM 于一体的三维参数化软件，被广泛应用于航空、航天、汽车、造船、通用机械和电子等工业领域。UG NX 8.0 为用户提供了一套集成的、全面的产品开发解决方案，逐渐成为业界所公认的领先软件，牢固地占领了高端产品设计和制造领域的大部分市场。

UG 数控加工自动编程模块（CAM 模块）为数控机床编程提供了一套经过企业生产实践证明的完整解决方案，即先进的编程技术和一个完整的 NC 编程系统所需的全部组件，改善了 NC 编程和加工过程，提高了产品加工质量与制造效率。UG CAM 模块提供了数控车床、数控铣床（加工中心）、线切割机床等多个功能强大的数控编程子模块。其中，UG CAM 的数控铣床（加工中心）编程模块不仅可以实现所有二轴联动、三轴联动、四轴联动和五轴联动的数控编程，而且支持高速铣削的数控编程。UG NX 8.0 对多轴加工过程中的过切和干涉问题处理更加智能化，编程者利用 UG NX 8.0 的整体叶轮五轴铣模块已可方便实现像整体叶轮等复杂五轴零件的数控编程。

本书在介绍 UG 软件和数控编程技术的基础上，通过对典型零件数控编程的详细讲解，向读者清晰地展示了 UG 软件数控加工模块的主要功能和操作技巧。根据读者的反映和数控技术的最新发展，在保留第 1 版 8 个经典编程实例的基础上，又重新精选了 6 个数控编程实例。这 14 个典型实件包括了普通机械零件、三维曲面模型零件、数控技工及技师实操考试零件、模具成形零件和多轴加工零件（包含整体叶轮五轴零件）。

全书内容共分 6 章，第 1 章介绍 UG NX 8.0 软件及数控编程技术；第 2 章介绍 3 个典型二维零件的数控编程；第 3 章介绍 3 个典型三维曲面零件的数控编程；第 4 章介绍 3 个典型数控技工及技师鉴定零件的数控编程；第 5 章介绍 2 个典型模具成形零件的数控编程；第 6 章介绍 3 个典型多轴加工零件的数控编程。第 2～6 章均配以图片详细演示了其自动编程的步骤和技巧。

本书结构紧凑，实例丰富而经典，讲解详细且通俗易懂，能帮助 UG NX 8.0 用户迅速掌握和全面提高 UG 软件数控编程的操作技能，对具有一定数控编程基础的用户也有非常好的参考使用价值。本书可以供普通高等学校、高等职业技术学院作为教材使用，同时也可供工厂、企业等从事 CAD/CAM 的专业人员使用。

为方便读者学习，书中所有实例的 UG CAD 实体模型文件都收录在本书配套光盘的“Source”文件夹中。光盘中的内容是按照书中的章节来组织的，每个文件夹的数字即对应书中相应的章节。为了使读者更好地完成书中所有实例的编程操作，光盘中除提供每个实例的 CAD 模型之外，还提供了作者已编程完成的 UG CAM 文件，这将非常便于读者参考和自学。为了加强学习效果，本光盘还为读者提供了针对性极强的训练题。

全书由中山职业技术学院肖军民编写，由于作者水平和时间有限，书中疏漏之处在所难免，恳请使用本书的专家和读者批评指正。

肖军民

目　录

第 2 版前言
第 1 章　UG 软件与数控加工概述 1
1.1　UG 软件概述 1
1.1.1　UG 软件的历史及应用 1
1.1.2　UG 软件的特点 1
1.2　UG 软件数控加工自动编程模块 2
1.2.1　UG 软件 CAM 功能模块 2
1.2.2　UG CAM 数控铣自动编程模块 3
1.2.3　UG 数控加工自动编程的基本流程 4
1.2.4　其他发展较为成熟的 CAM 软件 5
1.3　UG NX 8.0 无法启动的解决方案 6
1.4　UG NX 8.0 数控加工操作界面及公用项 9
1.4.1　UG NX 8.0 数控加工操作界面 9
1.4.2　UG NX 8.0 公用项 12
1.5　UG NX 8.0 软件安装 16
1.6　数控编程技术 18
1.6.1　数控技术的发展趋势 18
1.6.2　数控加工编程的结构和代码 20
1.6.3　机床原点及工件坐标系 21
1.7　数控加工工艺 21
1.7.1　零件的数控加工工艺性分析 21
1.7.2　数控加工方法的选择与方案的制订 22
1.7.3　逆铣与顺铣的概念及选择 23
1.7.4　数控加工切削液的选择 24
1.8　数控加工刀具的选择 26
1.8.1　刀具材料的选择 26
1.8.2　铣削刀具类型的选择 27
1.8.3　铣削刀具大小和长度的确定 29
1.8.4　刀具几何参数的选择 30
1.9　数控切削参数的确定与计算 31
1.9.1　数控切削参数的确定 31
1.9.2　数控切削参数计算实例 33
第 2 章　典型二维零件数控加工自动编程实例 36
2.1　二维数控加工概述 36
2.1.1　二维数控加工刀具轨迹生成 36
2.1.2　UG 二维数控加工功能 37

2.1.3　二维数控加工时应注意的问题 39
2.2　平面凸轮零件数控加工自动编程 39
2.2.1　实例介绍 39
2.2.2　数控加工工艺分析 39
2.2.3　创建数控编程的准备操作 40
2.2.4　创建数控编程的加工操作 42
2.2.5　实体模拟仿真加工 51
2.2.6　后处理与数控代码输出 51
2.2.7　实例小结 53
2.3　注塑模 B 板零件数控加工自动编程 53
2.3.1　实例介绍 53
2.3.2　数控加工工艺分析 53
2.3.3　创建数控编程的准备操作 54
2.3.4　创建数控编程的加工操作 57
2.3.5　实体模拟仿真加工 66
2.3.6　实例小结 66
2.4　平面印章零件数控加工自动编程 67
2.4.1　实例介绍 67
2.4.2　数控加工工艺分析 67
2.4.3　创建数控编程的准备操作 67
2.4.4　创建数控编程的加工操作 69
2.4.5　实体模拟仿真加工 76
2.4.6　实例小结 76
2.5　数控加工自动编程训练题 77
第 3 章　典型三维曲面零件数控加工自动编程实例 78
3.1　三维曲面数控加工概述 78
3.1.1　曲面数控加工刀具轨迹生成 78
3.1.2　UG 曲面数控加工功能 79
3.1.3　数控铣削曲面时应注意的问题 80
3.2　锥形椭圆曲面零件数控加工自动编程 81
3.2.1　实例介绍 81
3.2.2　数控加工工艺分析 81
3.2.3　创建数控编程的准备操作 81
3.2.4　创建数控编程的加工操作 84
3.2.5　实体模拟仿真加工 93
3.2.6　实例小结 93
3.3　电吹风外壳曲面零件数控加工自动编程 94
3.3.1　实例介绍 94
3.3.2　数控加工工艺分析 94

3.3.3　创建数控编程的准备操作 94
3.3.4　创建数控编程的加工操作 96
3.3.5　实体模拟仿真加工 103
3.3.6　实例小结 104
3.4　手机外壳曲面零件数控加工自动编程 104
3.4.1　实例介绍 104
3.4.2　数控加工工艺分析 104
3.4.3　创建数控编程的准备操作 105
3.4.4　创建数控编程的加工操作 106
3.4.5　实体模拟仿真加工 115
3.4.6　实例小结 116
3.5　数控加工自动编程训练题 116
第 4 章　典型数控铣职业资格考试零件数控加工自动编程实例 117
4.1　数控技工职业资格考试概述 117
4.1.1　高级数控铣床操作工要求 117
4.1.2　数控铣技工实操考试评分标准 119
4.1.3　数控铣技工技能鉴定考试说明 119
4.2　典型中级工技能鉴定零件数控加工自动编程 120
4.2.1　实例介绍 120
4.2.2　数控加工工艺分析 120
4.2.3　创建数控编程的准备操作 121
4.2.4　创建数控编程的加工操作 123
4.2.5　实体模拟仿真加工 133
4.2.6　实例小结 134
4.3　典型高级工技能鉴定零件数控加工自动编程 134
4.3.1　实例介绍 134
4.3.2　数控加工工艺分析 134
4.3.3　创建数控编程的准备操作 135
4.3.4　创建数控编程的加工操作 136
4.3.5　实体模拟仿真加工 147
4.3.6　实例小结 147
4.4　典型技师技能鉴定零件数控加工自动编程 148
4.4.1　实例介绍 148
4.4.2　数控加工工艺分析 148
4.4.3　创建数控编程的准备操作 149
4.4.4　创建数控编程的加工操作 151
4.4.5　实体模拟仿真加工 158
4.4.6　实例小结 158
4.5　数控加工自动编程训练题 158

第 5 章　典型模具成形零件数控加工自动编程实例 160
5.1　模具成形零件数控加工概述 160
5.1.1　模具加工的特点 160
5.1.2　模具数控加工的技术要点 160
5.1.3　数控铣床在模具加工中的主要应用 161
5.1.4　模具分类及结构 161
5.2　电风扇整体叶轮模具成形零件数控加工自动编程 163
5.2.1　实例介绍 163
5.2.2　数控加工工艺分析 163
5.2.3　创建数控编程的准备操作 163
5.2.4　创建数控编程的加工操作 166
5.2.5　实体模拟仿真加工 182
5.2.6　实例小结 182
5.3　曲面分型面注塑模型腔零件数控加工自动编程 183
5.3.1　实例介绍 183
5.3.2　数控加工工艺分析 183
5.3.3　创建数控编程的准备操作 183
5.3.4　创建数控编程的加工操作 185
5.3.5　实体模拟仿真加工 194
5.3.6　实例小结 194
5.4　数控加工自动编程训练题 195
第 6 章　典型零件多轴数控加工自动编程实例 196
6.1　多轴数控加工概述 196
6.1.1　多轴数控铣床的结构 196
6.1.2　多轴数控铣床的优点 197
6.1.3　多轴数控铣削编程技术 198
6.1.4　多轴数控加工仿真技术 199
6.2　典型非规整圆柱形零件四轴数控加工自动编程 199
6.2.1　实例介绍 199
6.2.2　数控加工工艺分析 199
6.2.3　创建数控编程的准备操作 200
6.2.4　创建数控编程的加工操作 201
6.2.5　实体模拟仿真加工 212
6.2.6　实例小结 213
6.3　典型“3+2”五轴加工件数控程序编制 213
6.3.1　实例介绍 213
6.3.2　数控加工工艺分析 213
6.3.3　创建数控编程的准备操作 214
6.3.4　创建数控编程的加工操作 216

6.3.5　实体模拟仿真加工 223
6.3.6　实例小结 223
6.4　整体叶轮零件五轴数控加工自动编程 224
6.4.1　实例介绍 224
6.4.2　数控加工工艺分析 224
6.4.3　创建数控编程的准备操作 225
6.4.4　创建五轴数控加工程序 234
6.4.5　实体模拟仿真加工 240
6.4.6　实例小结 241
6.5　数控加工自动编程训练题 241
附　　录 242
附录 A　常用材料数控铣削切削用量参考表 242
附录 B　孔数控切削用量参考表 245
附录 C　孔数控切削加工方式及加工余量参考表 247
参考文献 248

第 1 章　UG 软件与数控加工概述

1.1　UG 软件概述

Unigraphics（简称 UG）是集 CAD/CAE/CAM 一体的三维参数化软件，是当今世界最先进的计算机辅助设计、分析和制造软件之一，广泛应用于航空、航天、汽车、造船、通用机械和电子等工业领域。

1.1.1　UG 软件的历史及应用

1983 年，UG 产品进入市场；1990 年，UG 产品作为 McDonnell Douglas（现在的波音公司）的机械 CAD/CAM/CAE 标准；1995 年，UG 产品首次发布 Windows NT 版本；2000 年，UG 发布新版本——UG V17，从而使 UGS 成为工业界第一个可装载包含深层嵌入“基于工程知识”（KBE）语言的世界级 MCAD 软件产品的主要供应商；2001 年，发布新版本——UG V18，对旧版本中的对话框做了大量调整，使设计者在更少的对话框中完成更多的工作，从而使设计工作变得更加便捷；2001 年以后，分别又发布了 NX 1.0、NX 2.0、NX 3.0、NX 4.0、NX 5.0、NX 6.0、NX 8.0。UG 在 NX 5.0 版本之后，被德国的 SIEMENS 公司收购，UG 软件由美国公司所有变为由德国公司所有，在 NX6.0 版本的主界面中也出现了“SIEMENS”字样。

UG 在机械设计和数控加工领域得到了广泛的应用。多年来，UG 一直支持美国通用汽车公司实施目前全球最大的虚拟产品开发项目，同时 UG 也是日本著名汽车零部件制造商 DENSO 公司的计算机应用标准，并在全球汽车行业得到了很大的应用，如 Navistar、底特律柴油机厂、Winnebago 和 Robert Bosch AG 等。另外，UG 在航空领域也有很好的表现：在美国的航空业，安装了超过 10000 套 UG 软件；在俄罗斯航空业，UG 具有 90%以上的市场；在北美汽轮机市场，UG 占 80%。UG 在喷气发动机行业也占有领先地位，拥有如 Pratt & Whitney 和 GE 喷气发动机公司这样的知名客户。航空业的其他客户还有 B/E 航空公司、波音公司、以色列飞机公司、英国航空公司、Northrop Grumman 和伊尔飞机公司等。

1.1.2　UG 软件的特点

UG 软件 CAD/CAM/CAE 系统提供了一个基于过程的产品设计环境，使产品开发从设计到加工真正实现了数据的无缝集成，从而优化了企业的产品设计与制造。UG 面向过程驱动的技术是虚拟产品开发的关键技术，在面向过程驱动技术的环境中，用户的全部产品

以及精确的数据模型能够在产品开发全过程的各个环节保持相关，从而有效地实现了并行工程。UG 不仅具有强大的实体造型、曲面造型、虚拟装配和产生工程图等设计功能；而且在设计过程中可进行有限元分析、机构运动分析、动力学分析和仿真模拟，提高设计的可靠性；同时可用建立的三维模型直接生成数控代码，用于产品的数控加工，其后处理程序支持多种类型的数控机床。另外，它所提供的二次开发语言 UG/OPen GRIP、UG/open API 简单易学，可实现功能多，便于用户开发专用的 CAD 系统。具体来说，该软件具有以下特点：

1）具有统一的数据库，真正实现了 CAD/CAE/CAM 等各模块之间无数据交换的自由切换，可实施并行工程。

2）采用复合建模技术，可将实体建模、曲面建模、线框建模、显示几何建模与参数化建模融为一体。

3）用基于特征（如孔、凸台、型胶、槽沟、倒角等）的建模和编辑方法作为实体造型基础，形象直观，类似于工程师传统的设计办法，并能用参数驱动。

4）曲面设计采用非均匀有理 B 样条作基础，可用多种方法生成复杂的曲面，特别适合于汽车外形设计、汽轮机叶片设计等复杂曲面造型。

5）出图功能强，可十分方便地从三维实体模型直接生成二维工程图；能按 ISO 标准和国标标注尺寸、几何公差和汉字说明等；并能直接对实体做旋转剖、阶梯剖和轴测图挖切生成各种剖视图，增强了绘制工程图的实用性。

6）提供了界面良好的二次开发工具 GRIP 和 UFUNC，并能通过高级语言接口，使 UG 的图形功能与高级语言的计算功能紧密结合起来。

7）具有良好的用户界面，绝大多数功能都可通过图标实现；进行对象操作时，具有自动推理功能；同时，在每个操作步骤中，都有相应的提示信息，便于用户做出正确的选择。

1.2　UG 软件数控加工自动编程模块

1.2.1　UG 软件 CAM 功能模块

1. UG/CAM Base（加工基础）

加工基础模块提供连接 NX 所有加工模块的基础框架，它为所有 NX 的加工模块提供了一个相同的、界面友好的图形化窗口环境，用户可以在图形方式下观察刀具沿轨迹运动的情况并可对其进行图形化修改，如对刀具轨迹进行延伸、缩短或修改等。该模块同时还提供通用的点位加工编程功能，可用于钻孔、攻螺纹和镗孔等加工编程。该模块交互界面可按用户需求进行灵活的用户化修改和剪裁，并可定义标准化刀具库、加工工艺参数样板库，使粗加工、半精加工、精加工等操作常用参数标准化，以减少使用培训的时间并优化加工工艺。NX 所有模块都可在实体模型上直接生成加工程序，并保持和实体模型全相关。

2. UG/Lathe（数控车削）

数控车削模块中刀具路径和零件几何模型完全相关，刀具路径能随几何模型的改变而自动更新，并提供高质量旋转体零件加工所需的全部功能。它有粗车、多次走刀精车、车

退刀槽、车螺纹和钻中心孔等功能。输出的刀位源文件可直接进行后置处理，产生机床可读文件。用户可控制进给量、主轴转速和加工余量等参数。除非更改，这些参数就保持原有数值。通过生成并在屏幕模拟显示刀具路径，可检测参数设置是否正确。同时生成一个刀位源文件（CLSF），用户可以存储、删除或按要求修改。

3．UG/Wire EDM（线切割加工）

线切割加工模块支持线框或实体模型，以方便零件的 2 轴和 4 轴模式线切割加工。可获得多种类型的走线操作，比如多级轮廓走线、反走线和区域清除。还支持 glue stops 轨迹及各种钼线径尺寸和功率设置的使用。线切割加工模块还支持大量流行的 EDM 软件包，包括 AGIE、Charmilles 和许多其他软件包。

4．UG/MILL（数控铣削）

数控铣削模块功能非常强大，该模块包含了许多的子模块，可以完成 2 轴到 5 轴的数控编程任务；可方便地进行平面外形铣削、平面挖槽铣削、孔加工、平面加工、曲面加工及多轴加工的数控铣削自动编程。

5．UG/Vericut（切削仿真）

切削仿真模块是集成在 UG 中的第三方模块，它采用人机交互方式模拟、检验和显示 NC（Numerical Control，数控）加工程序，是一种方便的验证数控程序的方法。由于省去了试切样件，可节省机床调试时间，减少刀具磨损和机床清理工作。通过定义被切零件的毛坯形状，调用 NC 刀位文件数据，就可检验由 NC 生成的刀具路径的正确性。切削仿真模块可以显示出加工后并着色的零件模型，用户可以非常方便地检查出不正确的加工情况。

6．UG/POST（后置处理）

加工后置处理模块使用户可方便地建立自己的加工后置处理程序，该模块适用于目前世界上几乎所有主流 NC 机床和加工中心，该模块在多年的应用实践中已被证明适用于 2～5 轴或更多轴的铣削加工、2～4 轴的车削加工和电火花线切割加工。

1.2.2　UG CAM 数控铣自动编程模块

1．UG/Planar Milling（UG 平面铣削）

平面铣削模块提供加工 2～2.5 轴零件的所有功能，设计更改通过相关性而自动处理。该模块包括多次走刀轮廓铣削、仿型内腔铣削和 Z 字形走刀铣削，用户可规定避开夹具和进行内部移动的安全余量。此外，还提供型腔分层切削功能和凹腔底面小岛加工功能。该模块增强了对边界和毛坯料几何形状的定义，它还能显示未切削区域的边界，以便再做补充加工。

2．UG/Core & Cavity Milling（型芯/型腔铣削）

型芯/型腔铣削模块对加工注塑模和冲压模特别有用。它可以对单个或多个型腔进行方便而高效的粗加工，可以对任意类似型芯形状的零件进行高效率的粗加工。其最突出的功能是对非常复杂的形状产生刀具运动轨迹，确定走刀方式。

3．UG/Fixed-Axis Milling（固定轴轮廓铣削）

固定轴轮廓铣削模块提供完全和综合的功能，用于产生 3 轴联动加工刀具路径。基本上能造型出来的任何曲面和实体模型它都能加工。它具有强大的加工区域选择功能，有多

种驱动方法和走刀方式可供选择，如沿边界切削、放射状切削、螺旋切削及用户定义方式切削。在沿边界驱动方法中又可选择同心圆和放射状走刀等多种走刀方式。此外，它还提供逆铣、顺铣控制以及螺旋进刀方式，还可以自动识别前道工序未能切除的加工区域和陡峭区域，以便用户进一步清理这些地方。

4．UG/Flow Cut（半自动清根）

半自动清根模块可大幅度地缩短半精加工和精加工时间。该模块和固定轴轮廓铣削模块配合使用，能自动找出待加工零件上满足“双相切条件”的区域。在一般情况下，这些区域正好就是型腔中的根区和拐角。用户可直接选定加工刀具，半自动清根模块将自动生成一次或多次走刀的清根程序。当用于复杂的型芯或型腔加工时，该模块可大大减少精加工或半精加工的工作量。

5．UG/Variable Axis Milling（可变轴轮廓铣削）

可变轴轮廓铣削模块支持定轴和多轴铣削功能，可加工造型模块中生成的任何几何体，并保持主模型相关性。该模块提供完整的、经过多年工程使用验证的 3～5 轴铣削功能，提供强大的刀轴控制、走刀方式选择和刀具路径生成功能。

6．UG/Sequential Milling（顺序铣削）

顺序铣削模块适用于需要完全控制刀具路径生成的情况，支持 2～5 轴的铣削编程。该模块和主模型完全相关，以高度自动化的方式，获得如用 APT 直接编程一样的绝对控制。它允许用户交互式地一段一段生成刀具路径，并保持对过程中每一步的全面控制。该模块适合于高难度的清根数控程序编制。

1.2.3　UG 数控加工自动编程的基本流程

UG 中各个加工模块的数控编程遵循一定规律，但每个加工模块的基本流程是相同的，只在某些个别地方有所不同。下面将简单介绍 UG 数控加工自动编程的基本流程。

1）分析工件几何体。确认零件要进行加工的结构和部位，测量与分析加工部位的尺寸，选择相应的数控加工模块。

2）进入 UG 数控加工环境，初始化 UG CAM 设置。

3）创建加工用的程序、刀具、加工坐标系、毛坯，为加工零件做好准备。

4）创建操作。在工具条上单击“创建操作”图标后，系统进入“创建操作”对话框，如图 1-1 所示，在这里编程者需要选择程序、刀具、加工坐标系（几何体）和加工方法。

5）单击图 1-1 所示的“应用”按钮，系统进入相应的“平面铣”对话框，如图 1-2 所示。在这里，编程者需要确定加工对象（用“指定部件”图标完成）、确定切削区域（用“指定切削区域”图标完成），还要设置一些必要的加工参数（切削模式、步距、进给和主轴转速、非切削移动等），对零件的数控加工工艺进行优化。

6）生成刀路轨迹。完成相应加工参数的设置后应进行刀路轨迹的生成，之后屏幕中就会出现相应刀路轨迹的线条。

7）仿真模拟加工。刀路轨迹生成后，为了检验其是否正确，一般都应进行实体仿真加工。实体仿真加工可直观地检查出刀具是否发生过切、刀具轨迹不合理等问题。

8）后置处理。软件生成的刀路轨迹不能够被数控机床读取和使用，编程者必须要进行

后置处理，将刀路轨迹转换成机床可识读和使用的数控代码。

9）创建车间工艺文件。将自动生成的程序文件转换成车间技术人员使用的文件，以便参看纠正。



图　1-1



图　1-2

1.2.4　其他发展较为成熟的 CAM 软件

1. Mastercam

Mastercam 是美国 CNC Software 公司研制开发的 CAD/CAM 软件，一开始就是在 Windows 平台上开发的，分为 DESIGN（设计）模块、MILL（数控铣削）模块、LATHE（数控车削）模块和 WIRE（线切割）模块，是一种简单易学、经济实用的小型 CAD/CAM 软件。它具有方便直观的几何造型，Mastercam 具有强劲的曲面粗加工及灵活的曲面精加工功能。用 Mastercam 软件编制复杂零件的加工程序极为方便，而且能对加工过程进行实时仿真，真实反映加工过程中的实际情况。

2. Cimatron

Cimatron 属于以色列 Cimatron 公司，该软件具有功能齐全、操作简便、学习简单、经济实用的特点，受到中、小型企业特别是模具企业的欢迎，在我国有广泛的应用。该软件具有全面的 NC 解决方案（包含一系列久经市场检验的加工策略），为用户提供了无与伦比的加工效率。在制造业，Cimatron 已用于高速铣床的 2.5～5 轴刀路、毛坯残留知识能够显著减少编程与加工时间。因为它拥有完全智能和基于特征的 NC 处理，能够为高级用户提供灵活的控制权。

3．PowerMILL

PowerMILL 是英国 Delcam 公司出品的功能强大、加工策略丰富的数控加工编程软件系统。它采用全新的中文 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，并且任何方案的修改和重新计算几乎在瞬间完成，缩短了 85%的刀具路径计算时间，对 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；具有集成一体的加工实体仿真，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。PowerMILL 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。其 CAM 系统与 CAD 分离，在网络下实现一体化集成，更能适应工程化的要求，代表着 CAM 技术最新的发展方向。与当今大多数的曲面 CAM 系统相比，PowerMILL 有着无可比拟的优越性。

4．CAXA 制造工程师

CAXA 制造工程师将 CAD 模型与 CAM 加工技术无缝集成，可直接对曲面、实体模型进行一致的加工操作。它支持轨迹参数化和批处理功能，明显提高了工作效率；支持高速切削，大幅度提高加工效率和加工质量；通用的后置处理可向任何数控系统输出加工代码；在 2～2.5 轴加工模式中可直接利用零件的轮廓曲线生成加工轨迹，而无需建立其三维模型；提供轮廓加工和区域加工功能，加工区域内允许有任意形状和数量的岛；可分别指定加工轮廓和岛的拔模斜度，自动进行分层加工；在三轴加工模式中，多样化的加工方式可以安排从粗加工、半精加工到精加工的加工工艺路线；4～5 轴加工模块提供曲线加工、平切面加工、参数线加工、侧刃铣削加工等多种 4～5 轴加工功能。CAXA 制造工程师是完全由中国公司开发的 CAM 产品，拥有自主的知识产权，操作界面非常适合中国人使用，目前在部分企业和一些学校得到应用。

5．CATIA

CATIA 系统是 IBM 公司推出的产品，是最早实现曲面造型的软件，它开创了三维设计的新时代。它的出现，首次实现了计算机完整描述产品零件的主要信息，使 CAM 技术的开发有了现实的基础。目前，CATIA 系统已发展成从产品设计、产品分析、加工、装配和检验，到过程管理、虚拟运作等众多功能的大型 CAD/CAM/CAE 软件。该软件以强大的功能在飞机、汽车、轮船等设计领域享有很高的声誉，当然其 CAM 数控编程功能稍弱于其 CAD 的强大功能。

6．Pro/Engineer

Pro/Engineer 是美国 PTC 公司研制和开发的软件，它开创了三维 CAD/CAM 参数化的先河。该软件具有基于特征、全参数、全相关和单一数据库的特点，可用于设计和加工复杂零件。另外，它还具有零件装配、机构仿真、有限元分析、逆向工程、同步工程等功能。Pro/Engineer 广泛应用于模具、工业设计、汽车、航天、玩具等行业，并在国际 CAD/CAM/CAE 市场上占有较大的份额。

1.3　UG NX 8.0 无法启动的解决方案

UG NX 8.0 如果长期不用，则经常发生无法启动软件的现象。为了能解决 UG NX 8.0

软件无法启动的问题，这里依据作者的经验提供了一套解决方案，读者可以按照下面的解决方案进行操作。

1）UG NX 8.0 无法启动有可能是某种原因无意改变了你计算机的“计算机名称”，由于名称的改变而导致 UG NX 8.0 授权文件的主机名称与你现在计算机的“计算机名称”不一致。

为了排除这种可能性，你必须确认图 1-3 中所示的计算机名称和图 1-4 中所示的部分完全相同，如果不同则请将图 1-4 中的部分更改成图 1-3 中所示的计算机名称。特别说明的是，计算机名称有大小的区分，因此建议使用复制和粘贴的方法完成图 1-4 中的计算机名称更改，而不建议使用手动输入字母的方法。



图　1-3

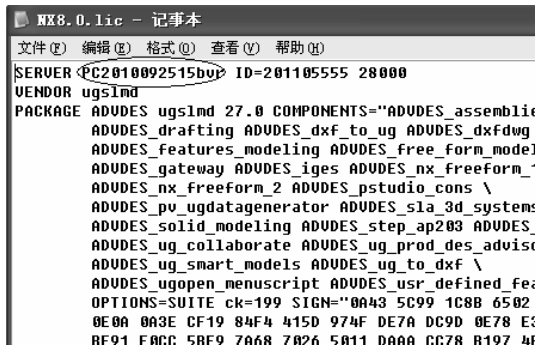


图　1-4

2）UG NX 8.0 无法启动也有可能是计算机中的授权文件没有正常自行启动。为了启动 UG NX 8.0 的授权文件，你需要手动强行启动它。在计算机“开始”的“所有程序”菜单中找到 UGS 许可命令“LMTOOLS”，并单击启动该许可命令，打开授权文件窗口，并单击“Config Services”选项卡，如图 1-5 所示。首先需要确保图中的“Path to the license file”后面对应的授权文件是正确的，如果是正确的话，则可以进行下面的操作。单击“Save Service”按钮，单击“Start/Stop/Reread”选项卡，然后勾选“Force Server Shutdown”复选框，如图 1-6 所示。接着依次单击“Stop Server”和“Start Server”两个按钮，则可手动启动 UG NX 8.0 的授权文件。

3）如果在上述两步操作完成后，仍然不能启动 UG NX 8.0，则需要采用更为直接的方法来启动 UG NX 8.0 的授权文件。在“我的电脑”图标单击鼠标右键，弹出右键菜单，选择“管理”项并单击，如图 1-7 所示。弹出“计算机管理”窗口，单击“服务和应用程序”项下的“服务”，并选择 UGS8.0 或 UGS LICENSE SERVER 项目进行“停止”和“重启”操作，如图 1-8 所示。进行完上述操作后，请不要关机而直接启动 UG8.0。如果还是不行

的话，建议多次重复步骤 2）和步骤 3）。

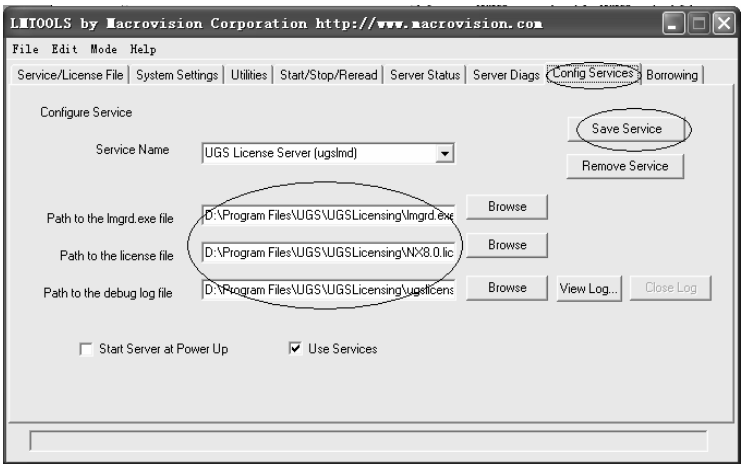


图　1-5

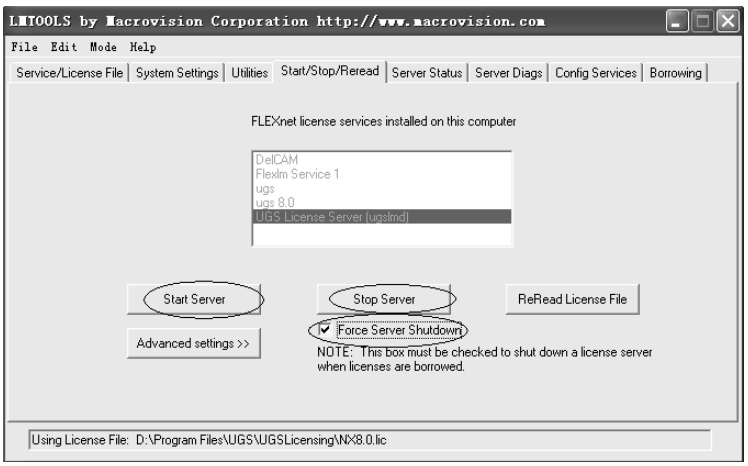


图　1-6

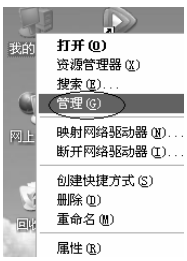


图　1-7

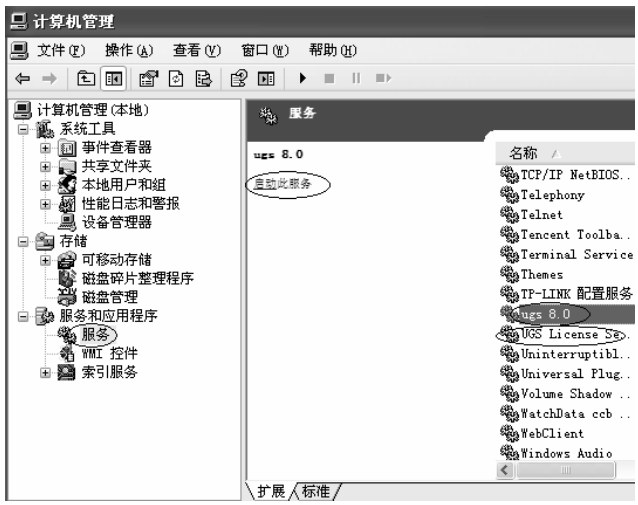


图　1-8