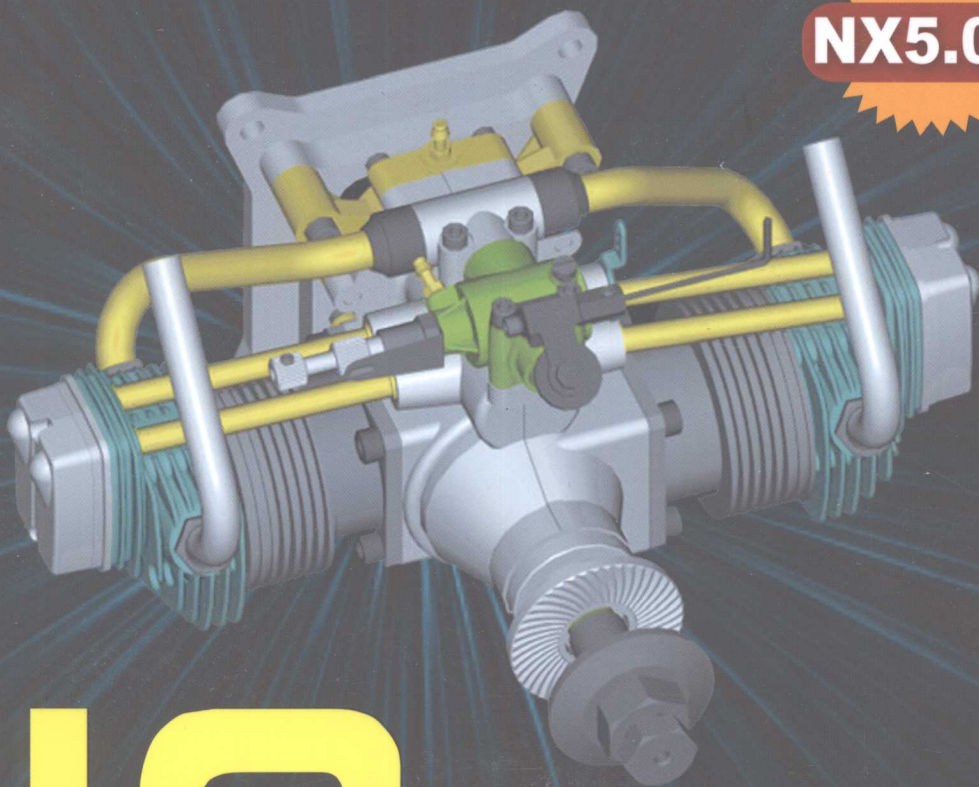


NX5.0版



UG 数控加工

实例教程

张云杰 编 著



附赠多媒体光盘 轻松学习



清华大学出版社

读者回执卡

UG 数控加工实例教程

张云杰 编 著

请剪下本页填写清楚，放入信封寄回，谢谢！

1. 您购买的图书名称是什么？

2. 您在何处购买的？

3. 您对图书的质量评价：

4. 您学习此书的主要目的是：

5. 您希望通过此书学到何种程度？

6. 您想学习此书的其他电脑知识有：

7. 您希望购买图书的邮费：

8. 您比较喜欢哪种形式的学习方式？

9. 您认为接受图书的价格是：

10. 您从何处得知本书信息？

11. 您对本书有何评价？

12. 请对我们提出建议：

100084

北京100084—157信箱

清华大学出版社

北京

邮政编码：□□□□□□

内 容 简 介

UG是目前工程设计中被广泛使用的软件之一,其最新的版本是UG NX5中文版,为了使读者能够在最短的时间内掌握UG NX5 CAM实战的诀窍,笔者根据多年使用UG CAM的经验,编写了这本范例教程,用户可以通过本书来进行实际操作方面的学习和提高。本书针对UG NX5 CAM的特点,对书的内容作了周密的安排,范例按照UG NX5 CAM使用的方法,由简单到复杂的过程进行编排。全书共分为13章,共有12个具有代表性的精彩范例。另外,本书还配备了交互式多媒体教学光盘,将案例制作过程制作为多媒体进行讲解,讲解形式活泼,方便实用,便于读者学习使用。

本书结构严谨、内容翔实、知识全面、可读性强,范例实用性强、专业性强,多媒体教学光盘实用,主要针对使用UG NX5中文版进行设计的广大用户,适合多领域的工程设计人员使用,可以作为UG NX5 CAM实战的指导用书,同时也适合作为工科院校CAM设计的教材和参考书。

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 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

UG 数控加工实例教程/张云杰编著. —北京:清华大学出版社, 2008.9
ISBN 978-7-302-18017-3

I. U… II. 张… III. 数控机床—加工—计算机辅助设计—应用软件, UG NX 5 IV. TG659-39
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 096394 号

责任编辑:张彦青

封面设计:杨玉兰

版式设计:北京东方人华科技有限公司

责任校对:李玉萍

责任印制:杨 艳

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

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:190×260 印 张:20.25 字 数:508 千字

附光盘 1 张

版 次:2008 年 9 月第 1 版

印 次:2008 年 9 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:38.00 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:024390-01

前 言

UG 是美国著名的三维产品开发软件, 由于其强大的功能, 现已逐渐成为当今世界最为流行的 CAD/CAM/CAE 软件之一, 广泛应用于通用机械、模具、家电、汽车及航天领域。UG 软件自从 1990 年进入中国以来, 在汽车、航空、军事、模具等诸多领域大展身手, 现已成为我国工业界主要使用的大型 CAD/CAE/CAM 软件。

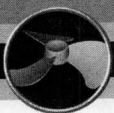
目前 UG 最新版本是 UG NX5, 其加工模块更是提供了强大的计算机辅助制造功能。由 UG NX5/CAD 或者其他 CAD 软件创建的实体模型, 可在 UG NX5/CAM 中生成精确的刀具路径。用户可以在图形界面中编辑刀具路径, 观察刀具的运动过程, 并进行加工模拟。生成的刀具路径, 可以通过后置处理产生用于特定数控机床的加工代码。

本书融合作者多年来利用该软件进行实际设计的经验, 向广大读者介绍学习的捷径。最大的特色是通过具体的范例制作步骤, 全面讲解 UG CAM 的使用方法。本书针对 UG CAM 的特点, 以最新的 UG NX5 中文版作为演示平台, 对书的内容作了周密的安排, 范例按照由简单到复杂的原则进行编排, 由浅入深地介绍了使用 UG NX5 中文版进行产品设计的各种相关操作步骤和方法。全书共分为 13 章, 在第 1 章中讲解了 UG NX5 CAM 的基础知识和基本操作方法, 后面的 12 章中共有 12 个具有代表性的精彩范例, 通过实际的加工操作讲解, 对其进行了仔细的剖析, 并加入了实际的操作因素。

本书作者群长期从事 UG 专业设计和教学, 对 UG 有很深入的了解, 并积累了大量的实际工作经验。书中每一章都提供了独立、完整的设计制作过程, 每个操作步骤都有简洁的文字说明和精美的图例展示。此外, 本书的范例安排本着“由浅入深, 循序渐进”的原则, 力求达到使读者“用得上, 学得会, 看得懂”的目的, 并能够学以致用, 举一反三, 从而尽快掌握 UG CAM 设计中的诀窍。本书在讲解范例制作步骤的同时, 还给读者一个“延伸思考”的过程, 以便让读者了解 UG CAM 的设计思路, 而不是局限于本书介绍的范例操作, 以便能使读者从本书的范例制作过程中培养实际的 CAM 设计能力。

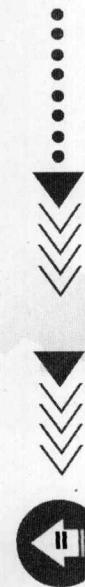
另外, 本书还配备了交互式多媒体教学光盘, 将案例制作过程制作作为多媒体进行讲解, 讲解形式活泼, 方便实用, 便于读者学习使用。同时光盘中还提供了所有实例的源文件, 按章节放置, 以便读者练习使用。

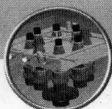
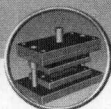
本书由张云杰编著, 同时参加编写工作的还有张云静、尚蕾、刘剑、马军、赵罂、李超、郝利剑、刘海、田澍、金宏平、贺安、董闯、宋志刚、李海霞、贺秀亭、彭勇、郑晔等, 书中的设计范例和光盘效果均由云杰漫步多媒体科技公司设计制作, 同时感谢出版社的编辑和老师们的协助。欢迎大家登录云杰漫步多媒体科技公司的论坛进行交流:



由于本书编写时间紧张,编写人员的水平有限,因此在编写过程中难免有不足之处,在此,编写人员对广大读者表示歉意,望广大读者不吝赐教,对书中的不足之处给予指正。

作者





目录

第1章 UG CAM 基础..... 1

1.1 数控编程基础..... 2

1.1.1 数控技术和机床介绍..... 2

1.1.2 数控加工工艺..... 3

1.1.3 数控加工编程介绍..... 3

1.1.4 确定 CAM 编程中的工艺参数..... 6

1.2 UG CAM 基础知识..... 9

1.2.1 UG CAM 概述..... 9

1.2.2 UG CAM 加工类型..... 9

1.2.3 加工术语及定义..... 10

1.2.4 UG CAM 的其他功能..... 12

1.2.5 UG CAM 加工基本流程..... 12

1.3 UG CAM 加工环境..... 14

1.3.1 加工环境初始化..... 14

1.3.2 工作界面..... 15

1.4 加工参数的创建和设置..... 19

1.4.1 创建程序组..... 19

1.4.2 创建刀具组..... 20

1.4.3 创建几何体..... 22

1.4.4 加工方法..... 23

1.4.5 创建操作..... 26

1.4.6 刀具轨迹..... 30

1.5 后置处理和车间工艺文档..... 32

1.5.1 后置处理..... 32

1.5.2 车间文档..... 33

第2章 电极加工..... 35

2.1 范例简介和学习目标..... 36

2.1.1 范例介绍..... 36

2.1.2 学习目标..... 36

2.2 范例制作..... 36

2.2.1 进入 UG 加工模块..... 37

2.2.2 创建程序父节点组..... 37

2.2.3 创建刀具的其他父节点组..... 38

2.2.4 创建粗加工操作..... 44

2.2.5 创建平面精加工操作..... 47

2.2.6 创建侧面精加工操作..... 49

2.2.7 创建顶面精加工操作..... 52

2.2.8 后处理并输出 NC 程序..... 54

2.3 范例小结..... 56

第3章 电极板后模模具型腔加工..... 57

3.1 范例介绍和学习目标..... 58

3.1.1 范例介绍..... 58

3.1.2 学习目标..... 58

3.2 范例制作..... 58

3.2.1 进入 UG 加工模块..... 59

3.2.2 创建父节点组..... 59

3.2.3 创建第一次粗加工操作..... 65

3.2.4 创建二次粗加工操作..... 68

3.2.5 创建 NC3 平面精加工操作..... 71

3.2.6 创建 NC4 平面精加工操作..... 73

3.2.7 创建 NC5 平面精加工操作..... 76

3.2.8 创建 NC6 平面精加工操作..... 78

3.2.9 创建侧面精加工操作..... 79

3.2.10 创建流道加工操作..... 82

3.2.11 输出 NC 程序..... 84

3.3 范例小结..... 85

第4章 插座盖上模具加工..... 87

4.1 范例介绍和学习目标..... 88

4.1.1 范例介绍..... 88

4.1.2 学习目标..... 88

4.2 实例制作..... 89

4.2.1 进入 UG 加工模块..... 89

4.2.2 创建父节点组..... 89

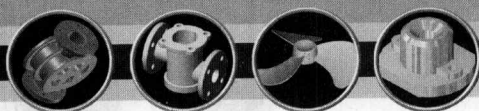
4.2.3 创建粗加工操作..... 96

4.2.4 创建底面清理加工操作..... 98

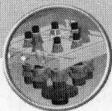
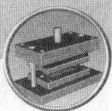
4.2.5 创建 NC3 平面精加工操作..... 101

4.2.6 创建 NC4 平面精加工操作..... 103

4.2.7 创建 NC5 平面精加工操作..... 104



4.2.8 创建 NC6 平面精加工操作	106	7.1.1 范例介绍	160
4.2.9 创建侧面精加工操作	107	7.1.2 学习目标	160
4.2.10 后处理和车间文档	109	7.2 范例制作	161
4.3 范例小结	111	7.2.1 进入 UG 加工模块	161
第 5 章 零件后模具加工	113	7.2.2 创建父节点组	161
5.1 范例介绍和学习目标	114	7.2.3 创建 $\Phi 15$ 钻孔加工操作	165
5.1.1 范例介绍	114	7.2.4 创建 $\Phi 10$ 钻孔加工操作	169
5.1.2 学习目标	114	7.2.5 创建 $\Phi 6$ 钻孔加工操作	175
5.2 范例制作	114	7.2.6 后处理并输出 NC 程序	179
5.2.1 进入 UG 加工模块	114	7.3 范例小结	180
5.2.2 创建父节点组	115	第 8 章 仪表盘面零件分模	181
5.2.3 创建粗加工操作	121	8.1 范例介绍和学习目标	182
5.2.4 创建顶面半精加工操作	123	8.1.1 范例介绍	182
5.2.5 创建侧壁半精加工操作	125	8.1.2 学习目标	183
5.2.6 创建侧壁精加工操作	128	8.2 范例制作	183
5.2.7 创建曲面半精加工操作	130	8.2.1 进入注塑模环境	183
5.2.8 创建曲面精加工操作	132	8.2.2 模具 CSYS 设定	184
5.2.9 创建侧面精加工操作	134	8.2.3 设置工件	185
5.2.10 后处理和车间文档	137	8.2.4 创建布局	186
5.3 范例小结	138	8.2.5 分型操作	187
第 6 章 端盖模具加工	139	8.2.6 查看、保存型腔和型芯文件	191
6.1 范例介绍和学习目标	140	8.3 范例小结	193
6.1.1 范例介绍	140	第 9 章 仪表面模具型芯加工	195
6.1.2 学习目标	140	9.1 范例介绍和学习目标	196
6.2 范例制作	140	9.1.1 范例介绍	196
6.2.1 进入 UG 加工模块	141	9.1.2 学习目标	196
6.2.2 创建父节点组	141	9.2 范例制作	196
6.2.3 创建粗加工操作	147	9.2.1 进入 UG 加工模块	197
6.2.4 创建侧壁半精加工操作	149	9.2.2 创建父节点组	197
6.2.5 创建侧壁精加工操作	151	9.2.3 创建粗加工操作	202
6.2.6 创建曲面半精加工操作	152	9.2.4 创建二次粗加工操作	205
6.2.7 创建曲面精加工操作	154	9.2.5 创建平面精加工操作	207
6.2.8 后处理并输出 NC 程序	156	9.2.6 创建侧壁精加工操作	209
6.3 范例小结	157	9.2.7 创建曲面半精加工和 精加工操作	211
第 7 章 孔零件加工	159	9.2.8 加工模拟	215
7.1 范例介绍和学习目标	160	9.2.9 后处理并输出 NC 程序	217



目录

9.3 范例小结.....	217	11.2.7 创建平面精加工操作.....	261
第 10 章 仪表面模具型腔加工.....	219	11.2.8 后处理和车间文档.....	268
10.1 范例介绍和学习目标.....	220	11.3 范例小结.....	270
10.1.1 范例介绍.....	220	第 12 章 模具型芯加工.....	272
10.1.2 学习目标.....	220	12.1 范例介绍和学习目标.....	272
10.2 范例制作.....	220	12.1.1 范例介绍.....	272
10.2.1 进入 UG 加工模块.....	220	12.1.2 学习目标.....	272
10.2.2 创建父节点组.....	221	12.2 范例制作.....	272
10.2.3 创建粗加工操作.....	226	12.2.1 进入 UG 加工模块.....	273
10.2.4 创建二次粗加工操作.....	229	12.2.2 创建父节点组.....	273
10.2.5 创建平面精加工操作.....	231	12.2.3 创建型腔铣粗加工操作.....	279
10.2.6 创建曲面半精加工和 精加工操作.....	233	12.2.4 创建二次粗加工操作.....	281
10.2.7 加工仿真.....	237	12.2.5 创建半精加工操作.....	282
10.2.8 后处理并输出 NC 程序.....	239	12.2.6 创建精加工操作.....	285
10.3 范例小结.....	240	12.2.7 后处理并生成车间文档.....	288
第 11 章 塑料盖模具型腔加工.....	241	12.3 范例小结.....	292
11.1 范例介绍和学习目标.....	242	第 13 章 复杂曲面加工.....	293
11.1.1 范例介绍.....	242	13.1 范例介绍和学习目标.....	294
11.1.2 学习目标.....	242	13.1.1 范例介绍.....	294
11.2 范例制作.....	242	13.1.2 学习目标.....	294
11.2.1 进入 UG 加工模块.....	243	13.2 范例制作.....	294
11.2.2 创建父节点组.....	243	13.2.1 进入 UG 加工模块.....	295
11.2.3 创建粗加工操作.....	250	13.2.2 创建父节点组.....	295
11.2.4 创建二次粗加工操作.....	254	13.2.3 创建型腔铣粗加工操作.....	301
11.2.5 创建大型腔侧壁半精 加工操作.....	258	13.2.4 创建半精加工操作.....	303
11.2.6 创建小型腔侧壁半 精加工操作.....	260	13.2.5 创建精加工操作.....	306
		13.2.6 后处理并输出 NC 程序.....	309
		13.3 范例小结.....	311

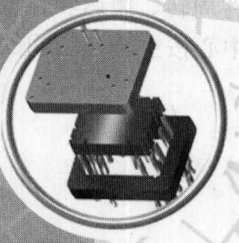
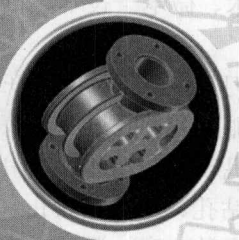
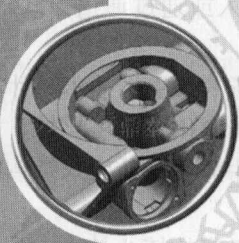
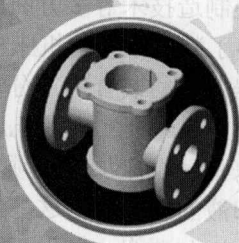


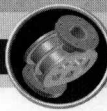
第 1 章

UG CAM 基础

UG NX5 是 CAD/CAE/CAM 三维参数化集成软件，其加工模块提供了强大的计算机辅助制造功能。由 UG NX5/CAD 或者其他 CAD 软件创建的实体模型，可在 UG NX5/CAM 中生成精确的刀具路径。用户可以在图形界面中编辑刀具路径，观察刀具的运动过程，并进行加工模拟。生成的刀具路径，可以通过后置处理产生用于特定数控机床的加工代码。

UG NX5/CAM 由三维建模、刀具轨迹设计、刀具轨迹编辑修改、加工仿真、后置处理、数控编程模板、切削参数库设计和二次开发功能接口等组成。加工编程包括数控铣、数控车、数控电火花线切割等方面。





1.1 数控编程基础

数控编程是数控技术中很重要的部分,本节将首先介绍一下数控编程的基础,为后面介绍UG CAM 部分提供基础的知识。



1.1.1 数控技术和机床介绍

数控技术,简称数控(Numerical Control)。它是利用数字化的信息对机床运动及加工过程进行控制的一种方法。数控技术是当今世界制造业中的先进技术之一,它涉及计算机辅助设计和制造技术,计算机模拟及仿真加工技术,机床仿真和后置处理,机械加工工艺,装夹定位技术和夹具设计与制造技术,金属切削理论,以及毛坯制造技术等多方面的关键技术。

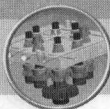
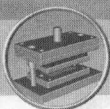
用数控技术实施加工控制的机床,或者说装备了数控系统的机床称为数控(NC)机床。数控系统包括:数控装置、可编程控制器、主轴驱动器及进给装置等部分。

数控机床是机、电、液、气、光高度一体化的产品。要实现对机床的控制,需要用几何信息描述刀具和工件间的相对运动以及用工艺信息来描述机床加工必须具备的一些工艺参数。例如:进给速度、主轴转速、主轴正反转换刀和冷却液的开关等。这些信息按一定的格式形成加工文件(即正常说的数控加工程序)存放在信息载体上(如磁盘、穿孔纸带和磁带等),然后由机床上的数控系统读入(或直接通过数控系统的键盘输入或通过通信方式输入),通过对其译码,从而使机床运动并加工零件。

现代数控机床是机电一体化的典型产品,是新一代生产技术、计算机集成制造系统等的技术集合。现代数控机床的发展趋向:高速化、高精度化、高可靠性、多功能、复合化、智能化和开放式结构。主要发展方向是研制开发软、硬件都具有开放式结构的智能化全功能通用数控装置。

数控技术是机械加工自动化的基础,是数控机床的核心技术,其水平高低关系到国家战略地位和体现国家综合实力的水平。它随着信息技术、微电子技术、自动化技术和检测技术的发展而发展。

数控加工中心是一种带有刀库并能自动更换刀具,对工件能够在一定的范围内进行多种加工操作的数控机床。在加工中零件的特点是:被加工零件经过一次装夹后,数控系统能控制机床按不同的工序自动选择和更换刀具;自动改变机床主轴转速、进给量和刀具相对工件的运动轨迹及其他辅助功能对工件各加工面自动地进行钻孔、镗孔、铰孔、镗孔、攻螺纹和铣削等多工序加工。由于加工中心能集中地、自动地完成多种工序,避免了人为的操作误差、减少了工件装夹和测误差,也减少了机床的调整时间及工件周转、搬运和存放时间,大大提高了加工效率和加工精度,所以具有良好的经济效益。加工中心按主轴在空间的位置可分为立式加工中心与卧式加工中心。



1.1.2 数控加工工艺

数控加工工艺是伴随着数控机床的产生,不断发展和逐渐完善起来的一门应用技术,研究的对象是数控设备完成数控加工全过程相关的集成化技术,最直接的研究对象是与数控设备有着紧密关系的数控装置、控制系统、数控程序与编制方法。数控加工工艺源于传统的加工工艺,将传统的加工工艺、计算机数控技术、计算机辅助设计和辅助制造技术有机地结合在一起。

1. 数控加工工艺的特点

普通加工工艺是数控加工工艺的基础和技术保障,由于数控加工采用计算机对机械加工过程进行自动化控制,使得数控加工工艺具有如下特点。

- 数控加工工艺远比普通机械加工工艺复杂。
- 数控加工工艺设计要有严密的条理性。
- 数控加工工艺的继承性较好。
- 数控加工工艺必须经过实际验证才能指导生产。

2. 数控加工工艺方案设计

数控加工工艺方案设计是数控编程的核心部分,数控加工工艺方案设计的质量,完全取决于程序员的技术水平和加工经验,这其中包含对数控技术等相关技术的了解程度和熟练应用能力,同时也需要一些具体的应用技巧和操作技能。数控加工工艺方案设计主要内容包括确定加工方法,确定零件的定位和装夹方案,安排加工顺序,安排热处理、检验及辅助工序等。数控加工工艺方案设计的主要内容如下。

- (1) 零件加工工艺性分析。
- (2) 加工方法的选择。
- (3) 机床的选择。
- (4) 工装的选择。
- (5) 加工区域的规划。
- (6) 加工工艺路线规划。
- (7) 刀具的选择。
- (8) 切削参数的确定。
- (9) 数控编程方法的选择。

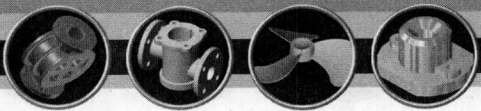


1.1.3 数控加工编程介绍

数控编程是以数控加工中的编程方法作为研究对象的一门加工技术。

1. 数控编程简介

数控编程就是把零件的工艺过程、工艺参数、机床的运动以及刀具位移量等信息用数控语言记录在程序单上,并校核的全过程。为了与数控系统的内部程序(系统软件)及自动编程用的零件源程序相区别,通常把从外部输入的直接用于加工的程序称为数控加工程序,简称为数控程序。



数控机床所使用的程序是按照一定的格式并以代码的形式编制的。数控系统的种类繁多,它们使用的数控程序的语言规则和格式也不尽相同,编制程序时应该严格按照机床编程手册中的规定进行。编制程序时,编程人员应对图样规定的技术要求、零件的几何形状、尺寸精度要求等内容进行分析,确定加工方法和加工路线;进行数学计算,获得刀具轨迹数据;然后按数控机床规定的代码和程序格式,将被加工工件的尺寸、刀具运动中心轨迹、切削参数以及辅助功能(如换刀、主轴正反转、切削液开关等)信息编制成加工程序,并输入数控系统,由数控系统控制机床自动地进行加工。理想的数控程序不仅应该保证能加工出符合图纸要求的合格工件,还应该使数控机床的功能得到合理的应用与充分的发挥,以使数控机床能安全、可靠、高效地工作。

2. 数控加工程序编制的方法

数控编程大体经过了机器语言编程、高级语言编程、代码格式编程和人机对话编程与动态仿真这样几个阶段。在 20 世纪 70 年代,美国电子工业协会(EIA)和国际标准化组织(ISO)先后对数控机床坐标轴和运动方向、数控程序编程的代码、字符和程序段格式等制定了若干标准和规范(我国按照 ISO 标准也制定了相应的国家标准和部颁标准),从而出现了用代码和标示符号,按照严格的格式书写的数控加工源程序——代码格式编程程序。这种编写源程序技术的重大进步,意义极为深远。在这种编程方式出现后,凡是数控系统不论档次高低,均具有编程功能。因为编程过程的简化,使得机床操作者只要查阅、细读系统说明书就有能力编程。从而使数控机床的应用领域更为广泛。图 1.1 所示为数控加工的实际零件。

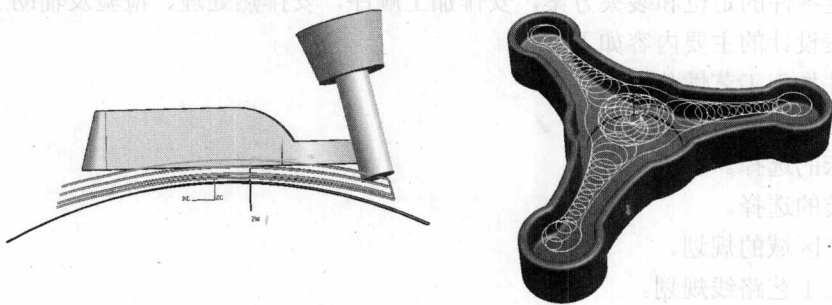


图 1.1 数控加工的实际零件

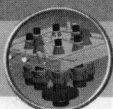
数控加工程序编制方法主要分为手工编程与自动编程两种。

1) 手工编程

手工编程是指从零件图纸分析、工艺处理、数值计算、编写程序单、直到程序校核等各步骤的数控编程工作均由人工完成。手工编程适合于编写进行点位加工或几何形状不太复杂的零件的加工程序,以及程序坐标计算较为简单、程序段不多、程序编制易于实现的场合。这种方法比较简单,容易掌握,适应性较强。手工编程方法是编制加工程序的基础,也是机床现场加工调试的主要方法,机床操作人员必须掌握的基本功,其重要性是不容忽视的。

2) 自动编程

自动编程是指在计算机及相应的软件系统的支持下,自动生成数控加工程序的过程。它充分发挥了计算机快速运算和存储的功能。其特点是采用简单、常用的语言对加工对象的几何形



状、加工工艺、切削参数及辅助信息等内容按规则进行描述,再由计算机自动地进行数值计算、刀具中心运动轨迹计算和后置处理,产生出零件加工程序单,并且对加工过程进行模拟。对于形状复杂、具有非圆曲线轮廓、三维曲面等零件编写加工程序,采用自动编程方法效率高,可靠性好。在编程过程中,程序编制人员可及时检查程序是否正确,需要时可及时修改。由于使用计算机代替编程人员完成了繁琐的数值计算工作,并省去了书写程序单等工作量,因而可提高编程效率几十倍乃至上百倍,解决了手工编程无法解决的许多复杂零件的编程难题。

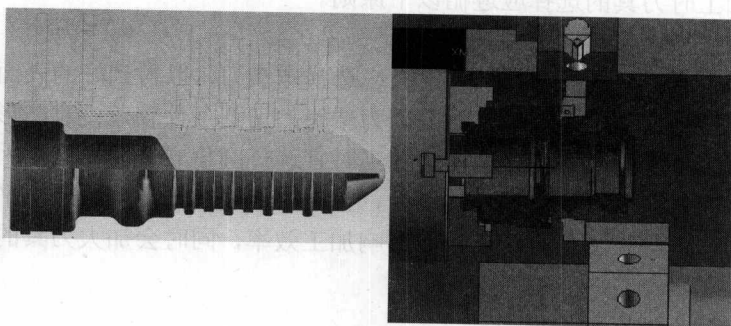
计算机辅助编程如今已成为 NC 加工行业的共识,目前主流的辅助编程软件有 UGS 公司推出的 UG NX5,以色列的 Cimatron、Powermill、Hypermill,达索公司的 CATIA 软件,以及国内拥有自主知识产权的 CAXA 等。

使用 3D CAM 软件辅助编程还具有直观、易学等好处,有利于公司提高工作效率、减少错误发生率,是目前行业发展的必然趋势。

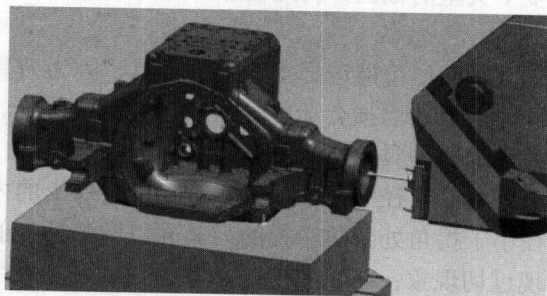
其中,UGS 公司推出的 UG NX5 软件更是具有以下几大优点。

- 易用性强,人机界面良好。
- 基于特征的加工。
- 集成的仿真与切削模拟。
- 电火花线切割。
- 车削。
- 内置刀具库。

下面提供部分 UG NX5 加工的产品供读者欣赏,如图 1.2 所示。

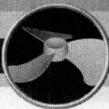
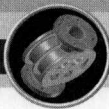


车削模拟



数控加工复杂零件模拟

图 1.2 UG NX5 加工的产品



1.1.4 确定 CAM 编程中的工艺参数

在借助 CAM 软件进行数控编程的过程中,工艺参数的选择十分重要,它不仅对被加工零件的质量影响巨大,甚至可以决定着机床功效的发挥和安全生产的顺利进行。本小节针对模具零件的特点,分析了模具零件数控铣削加工编程中工艺参数的选择对加工质量的影响,并结合实际介绍模具数控加工中 CAM 编程时工艺参数的设定方法和原则。

数控加工技术已广泛应用于模具制造业,如数控铣削、镗削、车削、线切割和电火花加工等,其中数控铣削是复杂模具零件的主要加工方法。数控设备为精密复杂零件的加工提供了基本条件,但要达到预期的加工效果,编制高质量的数控程序是必不可少的,这是因为数控加工程序不仅包括零件的工艺过程,而且还包括刀具的形状和尺寸、切削用量、走刀路径等工艺信息。对于简单的模具零件,通常采用手工编程的方法,对于复杂的模具零件,往往需要借助于 CAM 软件编制加工程序,如 Pro/ENGINEER、UG、Cimatron、MasterCAM 等。无论是手工编程或计算机辅助编程,在编制加工程序时,选择合理的工艺参数,是编制高质量加工程序的前提。

1. 刀具的选择

在模具型腔数控铣削加工中,刀具的选择直接影响着模具零件的加工质量、加工效率和加工成本,因此正确选择刀具有着十分重要的意义。在模具铣削加工中,常用的刀具具有平端立铣刀、圆角立铣刀、球头刀和锥度铣刀等。

在模具型腔加工时刀具的选择应遵循以下原则。

1) 根据被加工型面形状选择刀具类型

对于凹形表面,在半精加工和精加工时,应选择球头刀,以得到好的表面质量,但在粗加工时宜选择平端立铣刀或圆角立铣刀,这是因为球头刀切削条件较差;对凸形表面,粗加工时一般选择平端立铣刀或圆角立铣刀,但在精加工时宜选择圆角立铣刀,这是因为圆角铣刀的几何条件比平端立铣刀好;对带脱模斜度的侧面,宜选用锥度铣刀,虽然采用平端立铣刀通过插值也可以加工斜面,但会使加工路径变长而影响加工效率,同时会加大刀具的磨损而影响加工的精度。

2) 根据从大到小的原则选择刀具

模具型腔一般包含有多个类型的曲面,因此在加工时一般不能选择一把刀具完成整个零件的加工。

无论是粗加工还是精加工,应尽可能选择大直径的刀具,因为刀具直径越小,加工路径越长,造成加工效率降低,同时刀具的磨损会造成加工质量的明显差异。

3) 根据型面曲率的大小选择刀具

在精加工时,所用最小刀具的半径应小于或等于被加工零件上的内轮廓圆角半径,尤其是在拐角加工时,应选用半径小于拐角处圆角半径的刀具并以圆弧插补的方式进行加工,这样可以避免采用直线插补而出现过切现象;在粗加工时,考虑到尽可能采用大直径刀具的原则,一般选择的刀具半径较大,这时需要考虑的是粗加工后所留余量是否会给半精加工或精加工刀具造成过大的切削负荷,因为较大直径的刀具在零件轮廓拐角处会留下更多的余量,这往往是精加工过程中出现切削力的急剧变化而使刀具损坏或裁刀的直接原因。



4) 粗加工时尽可能选择圆角铣刀

圆角铣刀在切削中可以在刀刃与工件接触的 $0\sim 90^\circ$ 范围内给出比较连续的切削力变化,这不仅对加工质量有利,而且会使刀具寿命大大延长;另外,在粗加工时选用圆角铣刀,与球头刀相比具有良好的切削条件,与平端立铣刀相比可以留下较为均匀的精加工余量,这对后续加工是十分有利的。

2. 走刀方式和切削方式的确定

走刀方式是指加工过程中刀具轨迹的分布形式。切削方式是指加工时刀具相对于工件的运动方式。在数控加工中,切削方式和走刀方式的选择直接影响着模具零件的加工质量和加工效率。其选择原则是根据被加工零件表面的几何特征,在保证加工精度的前提下,使切削时间尽可能短,切削过程中刀具受力平稳。

1) 走刀方式

在模具加工中,常用的走刀方式包括单向走刀、往复走刀和环切走刀三种形式。其中,单向走刀方式在加工中切削方式保持不变,这样可以保证顺铣或逆铣的一致性,但由于增加了提刀和空走刀,切削效率较低。粗加工中,由于切削量较大,一般选用单向走刀,以保证刀具受力均匀和切削过程的稳定性。往复走刀是指在加工过程中不提刀进行连续切削,加工效率较高,但逆铣和顺铣交替进行,加工质量较差。一般在粗加工时由于切削量大不宜采用往复走刀,而在半精加工和表面质量要求不高的精加工时可选用往复走刀。环切走刀是指刀具路径由一组封闭的环形曲线组成,加工过程中不提刀,采用顺铣或逆铣切削方式,是型腔加工常用的一种走刀方式。

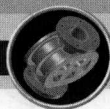
2) 铣削方式

铣削方式的选择直接影响到加工表面质量、刀具耐用度和加工过程的平稳性。①在采用圆周铣削时,根据加工余量的大小和表面质量的要求,要合理选用顺铣和逆铣。一般地,粗加工过程中余量较大,应选用逆铣加工方式,以减小机床的震动;精加工时,为达到精度和表面粗糙度的要求,应选择顺铣加工方式。②在采用端面铣削时,应根据所加工材料的不同,选用不同的铣削方式。一般地,在加工高硬度的材料时应选用对称铣削;在加工普通碳钢和高强度低合金钢时,应选用不对称逆铣,这样可以延长刀具的使用寿命,得到较好的工件表面质量;在加工高塑型材料时应选用不对称顺铣,以提高刀具的耐用度。

3. 刀具的切入与切出

在模具型腔数控铣削中,由于模具型腔的复杂性,往往需要多次更换不同的刀具才能完成对模具零件的加工。在粗加工时,每次加工后残留余量形成的几何形状是在变化的,在下次进刀时如果切入方式选择不当,很容易造成裁刀事故。在精加工时,切入和切出时切削条件的变化往往会造成加工表面质量的差异。因此,合理选择刀具切入、切出方式具有非常重要的意义。一般的CAM软件提供的切入切出方式有以下几种:①刀具垂直切入切出工件(Plunge);②刀具以斜线切入工件(Ramp);③刀具以螺旋轨迹下降切入工件(Spiral);④刀具通过预加工工艺孔切入工件(Entry Hole);⑤圆弧切入切出工件(ARC_TANGENT)。

其中刀具垂直切入切出工件是最简单、最常用的方式,适用于可以从工件外部切入的凸模类工件的粗加工和精加工以及模具型腔侧壁的精加工;刀具以斜线或螺旋线切入工件常用于较



软材料的粗加工；通过预加工工艺孔切入工件是凹模粗加工常用的下刀方式；圆弧切入切出工件由于可以消除接刀痕而常用于曲面的精加工。需要说明的是在粗加工型腔时，如果采用单向走刀(Zig)方式，一般 CAD/CAM 系统提供的切入方式是一个加工操作开始时的切入方式，并不定义在加工过程中每次的切入方式，这个问题有时是造成刀具或工件损坏的主要原因，解决这个问题的一种方法是采用环切走刀方式或双向走刀方式，另一种方法是减小加工的步距(Step-over)，使背吃刀量小于铣刀半径。

4. 切削参数的控制

切削参数的选择对加工质量、加工效率以及刀具耐用度有着直接的影响。在 CAM 软件中与切削相关的参数主要有主轴转速(Spindle speed)、进给速率(Cut feed)、刀具切入时的进给速率(Lead in feed rate)、步距宽度(Step-over)和切削深度(Step depth)等。

1) 主轴转速

主轴转速一般根据切削速度来计算，其计算公式为： $n=1000V_c/\pi d$ ，式中 d 为刀具直径(mm)， V_c 为切削速度(m/min)。切削速度的选择与刀具的耐用度密切相关，当工件材料、刀具材料和结构确定后，切削速度就成为影响刀具耐用度的最主要因素，过低或过高的切削速度都会使刀具耐用度急剧下降。在模具加工，尤其是模具的精加工时，应尽量避免中途换刀，以得到较高的加工质量，因此应结合刀具耐用度认真选择切削速度。

2) 进给速度与刀具切入进给速度

进给速度的选择直接影响着模具零件的加工精度和表面粗糙度，其计算公式为 $F=nzf$ ，式中 n 为主轴转速(r/min)， z 为铣刀齿数， f 为每齿进给量(mm/齿)。每齿进给量的选择取决于工件材料的力学性能、刀具材料和铣刀结构。工件的硬度和强度越高，每齿进给量越小；硬质合金铣刀比同类高速钢铣刀每齿进给量要高；当加工精度和表面粗糙度要求较高时，应选择较低的进给量；刀具切入进给速度应小于切削进给速度。

3) 吃刀量

吃刀量的大小主要受机床、工件和刀具刚度的限制，其选择原则是在满足工艺要求和工艺系统刚度许可的条件下，选用尽可能大的吃刀量，以提高加工效率。为保证加工精度和表面粗糙度，应留 0.2~0.5mm 的精加工余量。在粗加工时，余量的切除往往采用层切的方法，在 CAM 编程时，需要设置每层切削深度和最大步距宽度，而实际步距往往与工件形状有关。

在精加工时，吃刀量的选择与表面粗糙度有关，CAM 软件中通常提供有两种参数控制表面粗糙度：步距宽度(Step-over)和残留高度(Scallop)。采用步距宽度控制表面粗糙度时，步距宽度越小，表面粗糙度越小，但加工路径和加工时间会大大延长，因此步距宽度不宜设置得太小，在实践中可以通过改变半精加工和精加工走刀路径的方法(二者成正交关系)改善表面质量；采用残留高度控制表面粗糙度时，步距宽度会依据工件形状自动调整。

5. 其他参数

在模具数控加工编程中，除以上参数的设定外，还有诸如工件坐标系(Work Coordinate)、刀具快速运动平面(Rapid Plane)、加工安全平面(Clearance Plane)、加工余量参数(Allowance)以及后置处理参数等的设定。工件坐标系的设定一般应与工件的工艺基准相重合；刀具快速运动平面和加工安全平面的选择应结合工件形状和夹具结构，在保证安全的情况下，尽量减小空刀



行程;加工余量的选择不宜过小或过大,过小容易造成粗加工时的过切,过大则会影响精加工质量;后置处理参数应结合数控机床控制系统的特点来设定。总之,模具零件数控编程具有很大的灵活性,只有正确理解以上工艺参数,在实践中不断进行总结,才能编制出高质量的加工程序,加工出高质量的模具零件。

1.2 UG CAM 基础知识

在介绍 UG NX5 数控加工模块之前,本书先来介绍数控加工类型、数控的术语及其定义,使读者对 UG CAM 有一个基础的认识,并了解 UG CAM 的基本流程,以方便后面的讲解。



1.2.1 UG CAM 概述

众所周知,UG 是当今世界上最先进的高端 CAD/CAE/CAM/CAID 软件之一,其各大功能高度集成。UG CAM 是 UG 软件的计算机辅助制造模块,与 UG CAD 模块紧密集成在一起。一方面,UG CAM 模块功能强大,可以实现对复杂零件和特殊零件的加工,另一方面,对用户而言,UG CAM 又是一个易于使用的编程工具。因此,UG CAM 是相关企业和工程师的首选,特别是已经把 UG CAD 当作设计工具的企业,更加把 UG CAM 作为最佳的编程工具。

UG CAM 和 UG CAD 之间紧密地集成,所以 UG CAM 直接利用 UG CAD 创建的模型进行加工编程。UG CAM 生成的 CAM 数据与模型有关,如果模型被修改,CAM 数据会自动更新,以适应模型的变化,免去了重新编程的工作,大大提高了工作效率。

总之,UG CAM 系统可以提供全面的、易于使用的功能,以解决数控刀轨的生成、加工仿真和加工验证等问题。



1.2.2 UG CAM 加工类型

UG CAM 加工编程可分成数控孔加工、数控铣、数控车、数控电火花线切割等。

1. 数控孔加工

数控孔加工可分为点位加工和基于特征的孔加工两种。点位加工用来创建钻孔、扩孔、镗孔和攻丝等刀具路径。基于特征的孔加工通过自动判断孔的设计特征信息,自动地对孔进行选取和加工,这就大大缩短了刀轨的生成时间,并使孔加工的流程标准化。

2. 数控车加工

车削加工可以面向二维部件轮廓或者是完整的三维实体模型编程。它用来加工回转体零件,包括粗车、多步骤精车、预钻孔、攻螺纹和镗孔等程序。程序员可以规定诸如进给速度、主轴转速和部件间隙等参数。车削可以由 A、B 轴控制。UG 有很大的机动性,允许在 XY 或者 ZX 的环境中进行卧式、立式或者倒立方向的编程。