



CAD/CAM

零点工作室 周华 蔡丽安 周爱梅 等编著

应用基础与进阶教程

UG NX 6.0

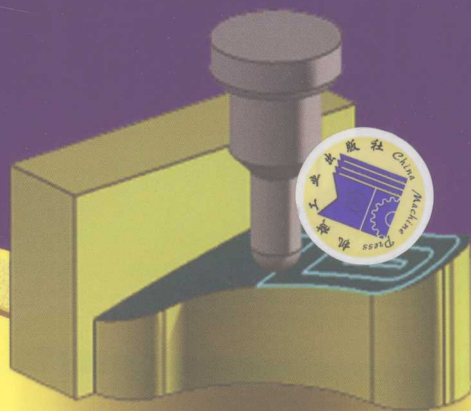
数控编程

基础与进阶

- 面向基础，轻松入门
- 实例引导，轻松上手
- 学以致用，轻松体验



随书附赠PPT教学课件
教师可免费下载使用



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS





CAD/CAM

零点工作室 周华 蔡丽安 周爱梅 等编著 应用基础与进阶教程

UG NX 6.0

数控编程

基础与进阶

- 面向基础 轻松入门
- 实例引导, 轻松上手
- 学以致用, 轻松体验



随书附赠PPT教学课件
教师可免费下载使用



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

本书从基础入手,结合大量实例,系统全面地讲解了利用 UG NX 6.0 实现数控编程的基本思路与操作方法,重点介绍了 NX 各种数控铣操作的参数含义与设置方法。内容包括 UG NX 6.0 基本功能、数控编程基础知识、NX 6.0 建模基础、平面铣、型腔铣、固定轴曲面轮廓铣、点位加工、高速铣与多轴铣以及后处理等。每章都安排了典型的操作实例,由浅入深地对各种数控加工操作步骤进行解析,每章的最后还安排了一定数量的概念题和操作题,便于初学者学习。

本书内容全面,图解新颖,浅显易懂,适合作为大中专院校机械专业学生的教材,也可作为工程技术人员的参考书和初学者的自学教程。

图书在版编目(CIP)数据

UG NX 6.0 数控编程基础与进阶/周华等编著. —北京:机械工业出版社, 2009.7

(CAD/CAM 应用基础与进阶教程)

ISBN 978-7-111-27671-5

I. U… II. 周… III. 数控机床—加工—计算机辅助设计—应用软件, UG NX 6.0—教材 IV. TG659-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 117788 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:张晓娟

责任印制:杨 曦

北京蓝海印刷有限公司印刷

2009 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm · 19.25 印张 · 451 千字

0001—5000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-27671-5

ISBN 978-7-89451-168-3(光盘)

定价: 34.00 元(含 1CD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 88379366

本社服务邮箱:marketing@mail.machineinfo.gov.cn

封面无防伪标均为盗版

前 言

CAD/CAM 技术在现代设计、制造及其自动化的实施进程中,一直占据着不可替代的地位并发挥着巨大的作用,而且随着计算机应用技术的不断发展,更加凸显出其高精度、高效率、低成本的优势。对于从事设计制造工作的工程师及技术人员,不懂得 CAD/CAM 技术,几乎可以被认为是当代的文盲。其中,数控加工及编程技术更是重要的必修课。

传统的数控技术需要技术人员在掌握数控加工基本原理知识的前提下,熟悉数控机床的基本结构及数控加工的基本程序指令,才能合理编制数控加工工艺及加工程序。可以说,现场经验丰富的技术人员具有更强的处理问题的能力。而在计算机辅助制造环境下,也许一个初出茅庐的学生也可以出色地完成产品的低成本的计算机加工模拟仿真阶段的工作,并最终利用最佳方案完成产品的加工。UG NX 就是这样一个常常被采用的神奇而有效的工具。

UG NX 是 Siemens PLM Software 公司的旗舰产品,作为当今首屈一指的具有强大功能的 PLM(产品生命周期管理)应用软件,正在得以飞速普及和推广。UG NX 6.0 是公司 2008 年 4 月发布的最新版本,相对 NX 5.0 而言, NX 6.0 在设计生产力的提高方面取得了重大的技术突破,特别是将同步建模技术集成到 NX,实现了在设计、仿真和制造能力方面的大幅度提升。

本书以 UG NX 6.0 为基础,对 NX CAM 的实现进行了讲解,主要对数控铣加工操作进行了介绍。全书共分 10 章,内容包括绪论、数控加工及编程基础、NX 6.0 建模基础、UG NX 6.0 数控模块通用知识、平面铣加工、型腔铣、固定轴曲面轮廓铣、点位加工、高速铣与多轴铣以及后处理等。

本书浅显易懂,适合初学者学习并进行操作和练习。为便于读者跟进,在每章中除了列举加工实例和综合实例外,章节的最后又安排了一定数量的理论题和操作题。同时,为便于读者学习,本书配有光盘,其中收录了书中出现的所有实例及操作练习的源文件。此外,本书还配有 PPT 教学课件,教师可登录 www.cmpbook.com (机工门户网)或 www.cmpedu.com (教材服务网)免费下载。

本书主要由周华(第 1、7 章)、蔡丽安(第 3、9、10 章)、周爱梅(第 4、5、6 章)和徐颖(第 2、8 章及附录)编写完成,最后由周华统稿。参加本书编写工作的还有张春丽、管殿柱、于广滨、曹政才、付本国、石玉祥、马震、杜立彬、温建民和张忠林等。

限于编者的水平,书中难免有不尽之处,衷心希望读者能够批评指正,以便我们不断改进工作。

编者

目 录

前言

第 1 章 绪论	1
1.1 CAD/CAM 简介	1
1.1.1 CAD/CAM 概念	1
1.1.2 CAM 实现的一般过程	4
1.2 UG NX 简介	4
1.2.1 UG NX 功能介绍	4
1.2.2 UG NX 6.0 新功能	5
1.3 本章小结	8
1.4 课后习题	8
第 2 章 数控加工及编程基础	9
2.1 数控加工基本原理	9
2.2 数控机床	10
2.2.1 数控机床的组成	10
2.2.2 数控机床的坐标系	10
2.2.3 数控机床的工艺装备	14
2.3 数控加工中的工艺设计	19
2.3.1 数控加工工艺确定原则	19
2.3.2 工序的选择	20
2.3.3 工艺性分析	20
2.3.4 工艺路线的设计	21
2.3.5 加工工序的设计	22
2.4 数控编程基础	26
2.4.1 数控编程的一般步骤	26
2.4.2 数控编程方法	27
2.4.3 数控程序	31
2.4.4 数控常用指令	32
2.5 编程实例	34
2.6 本章小结	39
2.7 课后习题	39
第 3 章 NX 6.0 建模基础	41
3.1 UG 工作界面及定制	41

3.1.1 菜单	43
3.1.2 工具条	44
3.2 用户默认设置	47
3.3 图层管理	49
3.4 鼠标操作	50
3.5 建模原则与步骤	51
3.6 综合实例	52
3.7 本章小结	66
3.8 课后习题	66
第 4 章 UG NX 6.0 数控模块通用知识	68
4.1 创建加工操作的基本流程	68
4.2 创建操作中的四要素	79
4.2.1 创建刀具	79
4.2.2 创建几何体	85
4.2.3 创建加工方法	89
4.2.4 创建程序组	94
4.3 生成刀具路径及后处理	95
4.3.1 刀具路径管理	96
4.3.2 刀具路径模拟	97
4.3.3 有关后处理	100
4.4 本章小结	103
4.5 课后习题	104
第 5 章 平面铣加工	105
5.1 平面铣的基本概念	105
5.2 创建平面铣的一般步骤	105
5.3 几何体	113
5.3.1 几何体类型	113
5.3.2 边界类型	114
5.3.3 创建边界	114
5.3.4 边界的编辑	117
5.4 参数设置	118
5.4.1 选择切削方法	118
5.4.2 控制点	120
5.4.3 进刀/退刀方法	121
5.4.4 切削参数	124
5.4.5 拐角控制与避让	128
5.5 加工实例——平面铣综合	131
5.6 本章小结	143

5.7 课后习题	143
第6章 型腔铣	145
6.1 型腔铣的特点	145
6.2 创建型腔铣的一般步骤	146
6.3 几何体	151
6.3.1 型腔铣的加工几何	151
6.3.2 定义加工几何	152
6.4 参数设置	153
6.4.1 切削层	153
6.4.2 加工参数	155
6.5 加工实例——凸模型腔铣	158
6.6 本章小结	163
6.7 课后习题	164
第7章 固定轴曲面轮廓铣	165
7.1 入门引例——球形型腔精加工过程创建	165
7.2 固定轴曲面轮廓铣	170
7.2.1 创建固定轴曲面轮廓铣的基本步骤	171
7.2.2 固定轴曲面轮廓铣中的一些重要概念	171
7.3 常用驱动方法	172
7.3.1 曲线/点驱动方法	173
7.3.2 边界驱动方法	180
7.3.3 区域铣削驱动方法	189
7.3.4 表面积(曲面区域)驱动方法	194
7.4 刀轨设置	201
7.4.1 切削参数	201
7.4.2 非切削移动	205
7.5 本章小结	209
7.6 课后习题	209
第8章 点位加工	210
8.1 入门引例——钻孔	210
8.2 孔加工循环的类型	218
8.3 几何体设置	220
8.3.1 指定加工位置	220
8.3.2 设置工件表面	222
8.3.3 加工底面设置	223
8.4 循环选择与参数设置	223
8.4.1 循环参数设置	223

8.4.2 其他参数设置	224
8.5 加工实例——普通孔与阶梯孔的点位加工	225
8.6 本章小结	231
8.7 课后习题	232
第9章 高速铣与多轴铣简介	233
9.1 高速加工简介	233
9.1.1 高速铣削特点和优势	233
9.1.2 实现高速加工的基本条件	234
9.1.3 实现高速加工的工艺策略	235
9.2 Z-Level 加工的创建	235
9.3 高速铣加工实例	238
9.4 多轴铣加工简介	245
9.4.1 可变轴曲面轮廓铣的基本概念	245
9.4.2 可变轴曲面轮廓铣加工的驱动方法	246
9.4.3 可变轴曲面轮廓铣加工的刀轴控制方法	246
9.5 多轴铣加工实例	246
9.6 本章小结	253
9.7 课后习题	253
第10章 后处理 (UG/Post)	254
10.1 后置处理的基本概念及任务	254
10.1.1 刀轨源文件	255
10.1.2 后处理器	256
10.1.3 加工输出管理器	257
10.2 后处理构造器 (UG/Post Builder) 简介	257
10.2.1 后处理构造器菜单	258
10.2.2 后处理构造器新建后处理	259
10.3 后处理构造器参数定义	260
10.3.1 机床参数设置	260
10.3.2 程序和刀轨参数设置	261
10.3.3 NC 数据定义	262
10.4 后处理实例	263
10.5 本章小结	269
10.6 课后习题	270
附录	272
附录 A UG 常用快捷键	272
附录 B UG CAM 常用中英文对照	274
附录 C FANUC 0I 数控指令格式	286
附录 D SIEMENS 810D 数控指令格式	291

第1章 绪 论

本章概述

UG NX 软件是 Siemens PLM Software 公司的旗舰产品。Siemens PLM Software 是西门子自动化与驱动集团 (A&D) 旗下机构,也是全球领先的产品生命周期管理 (PLM) 软件与服务提供商,在全世界有 51000 个客户,装机量 460 万套,总部位于美国德克萨斯州的普莱诺市。Siemens PLM Software 的开放式企业解决方案可以帮助企业及其合作伙伴通过全球化创新网络进行协作,以提供世界级的产品和服务。UG NX 6.0 是该公司 2008 年发布的最新版本,计算机辅助数控编程是该软件提供的一个主要模块。

通过本章的学习,读者应实现如下目标:

- ☐ 掌握 CAM (计算机辅助制造) 的基本概念
- ☐ 掌握 CAM 实现的一般步骤
- ☐ 了解 UG NX 6.0 的新功能
- ☐ 了解 UG NX 6.0 CAM 学习的方法

1.1 CAD/CAM 简介

CAD、CAM 分别是计算机辅助设计 (Computer Aided Design) 和计算机辅助制造 (Computer Aided Manufacturing) 的英文缩写。

1.1.1 CAD/CAM 概念

1. 计算机辅助设计 (CAD)

计算机辅助设计 (CAD) 是指工程设计人员利用计算机来辅助完成产品的设计、分析、优化和绘图等一系列的设计工作。在工程和产品设计中,计算机可以帮助工程设计人员承担计算、信息存储和制图等工作。

在通常的工程和产品设计中,工程设计人员需要进行大量的计算、分析和绘图等工作。随着计算机技术的发展,工程设计人员可以利用计算机进行计算,对不同方案进行分析和比较,以确定最优方案;各种设计信息,不论是数字的、文字的或图形的,都能存放在计算机的存储器里,并能被快速地检索;工程设计人员通常用草图开始设计,将草图变为工作图的繁重工作可以交给计算机完成;由计算机自动生成设计结果,并可以

快速进行图形显示,以便工程设计人员及时对设计作出判断和修改;利用计算机可以进行与图形的编辑、放大、缩小、平移和旋转等有关的图形数据加工工作。计算机辅助设计能够减轻工程设计人员的计算、绘图等重复性劳动,使设计人员能专注于设计本身,可以大大缩短设计周期,提高设计质量。

20 世纪 50 年代在美国诞生了第一台计算机绘图系统,开始出现具有简单绘图输出功能的被动式的计算机辅助设计技术。60 年代初期出现了 CAD 的曲面技术,中期推出了商品化的计算机绘图设备。70 年代,完整的 CAD 系统开始形成,后期出现了能产生逼真图形的光栅扫描显示器,推出了手动游标、图形输入板等多种形式的图形输入设备,促进了 CAD 技术的发展。80 年代,随着强有力的超大规模集成电路制成的微处理器和存储器件的出现,工程工作站问世, CAD 技术在中小型企业逐步普及。80 年代中期以来, CAD 技术向标准化、集成化、智能化方向发展。

标准的图形接口软件和图形功能相继推出,对 CAD 技术的推广、软件的移植和数据共享起了重要的促进作用;系统构造由过去的单一功能变成综合功能,出现了计算机辅助设计与辅助制造联成一体的计算机集成制造系统;固化技术、网络技术、多处理机和并行处理技术在 CAD 中的应用,极大地提高了 CAD 系统的性能;人工智能和专家系统技术引入 CAD,出现了智能 CAD 技术,使 CAD 系统的问题求解能力大为增强,设计过程更趋自动化。现在, CAD 已在电子和电气、科学研究、机械设计、软件开发、机器人、服装业、出版业、工厂自动化、土木建筑、地质、计算机艺术等各个领域得到了广泛应用。

2. 计算机辅助制造 (CAM)

计算机辅助制造 (CAM) 主要是指产品制造者利用计算机辅助生成数控加工程序,及利用计算机直接控制数控加工设备。CAM 系统一般具有数据转换和过程自动化两方面的功能。CAM 所涉及的范围,包括计算机数控和计算机辅助过程设计。

CAM 的核心是计算机数值控制 (简称数控, NC), 是将计算机应用于制造生产过程的过程或系统。1952 年美国麻省理工大学首先研制成数控铣床。数控的特征是由编码在穿孔纸带上的程序指令来控制机床。此后发展了一系列的数控机床,包括称为“加工中心”的多功能机床,能从刀库中自动换刀和自动转换工作位置,能连续完成铣、钻、铰、攻丝等多道工序,这些都是通过程序指令控制运作的。只要改变程序指令就可改变加工过程,数控的这种加工灵活性称为“柔性”。加工程序的编制不但需要相当多的人工,而且容易出错,最早的 CAM 便是计算机辅助加工零件编程工作。麻省理工大学于 1950 年研究开发数控机床的加工零件编程语言 APT,它是类似 FORTRAN 的高级语言,增强了几何定义、刀具运动等语句,应用 APT 使编写程序变得简单。这种计算机辅助编程是批处理的。数控除了在机床应用以外,还被广泛地用于其他各种设备的控制,如冲压机、火焰或等离子弧切割、激光束加工、自动绘图仪、焊接机、装配机、检查机、自动编织机、电脑绣花和服装裁剪等,成为各个相应行业 CAM 的基础。

计算机辅助制造系统是通过计算机分级结构控制和管理制造过程的多方面工作,它的目标是开发一个集成的信息网络,来监测一个广阔的相互关联的制造作业范围,并根据一个总体的管理策略控制每项作业。一个大规模的计算机辅助制造系统是一个计算机分级结构的网络,它由两级或三级计算机组成:中央计算机控制全局,提供经过处理的信息;主

计算机管理某一方面的工作,并对下属的计算机工作站或微型计算机发布指令和进行监控;计算机工作站或微型计算机承担单一的工艺控制过程或管理工作。

计算机辅助制造系统的组成可以分为硬件和软件两方面。硬件方面有数控机床、加工中心、输送装置、装卸装置、存储装置、检测装置和计算机等;软件方面有数据库、计算机辅助工艺过程设计、计算机辅助数控程序编制、计算机辅助工装设计、计算机辅助作业计划编制与调度、计算机辅助质量控制等。

计算机辅助制造(CAM)有狭义和广义之分。狭义CAM指的是从产品设计到加工制造之间的一切生产准备活动,它包括CAPP、NC编程、工时定额的计算、生产计划的制订、资源需求计划的制订等。这是最初CAM系统的狭义定义,狭义CAM的概念甚至更进一步缩小为NC编程的同义词。CAPP已被作为一个专门的子系统,而工时定额的计算、生产计划的制订、资源需求计划的制订则划分给MRP II/ERP系统来完成。广义CAM除了上述狭义CAM所包含的所有内容外,还包括制造活动中与物流有关的所有过程(加工、装配、检验、存贮和输送)的监视、控制和管理。

提示

本书仅讨论利用UG NX 6.0辅助生成数控加工程序,包括加工工艺的规划、加工刀具的选择、刀具移动路径的生成与优化、加工轨迹的模拟、数控加工程序的生成等过程。

3. CAD/CAM 系统

CAD/CAM系统的组成如图1-1所示。CAD/CAM技术的应用是通过CAD/CAM商用软件系统来实现的。在几十年的发展过程中,先后走过大型机、小型机、工作站、微机时代,每个时代都有当时比较流行的CAD/CAM软件。现在,工作站和微机平台CAD/CAM软件已经占据主导地位,并且出现了一批比较优秀的商品化软件。



图 1-1 CAD/CAM 系统组成

典型的高档CAD/CAM软件系统有美国的UG和Pro/ENGINEER、法国的CATIA等。这些软件系统包括的模块通常有曲面建模、实体建模、工程绘图(二维、三维图形双向关联)、产品装配、机构设计、标准件库设计、模具设计、图形数据交换接口、有限元分析、机构分析、多轴数控铣、车、线切割机床的编程加工、数控后置处理、切削仿真和机床仿真等。它们多用于产品精度和性能要求高的行业,例如航空航天业、汽车制造业和精密模具业等。

典型的中档CAD/CAM软件有AutoCAD、SolidEdge、SolidWorks、Mastercam、Cimatron和国内的CAXA等。它们最常用的模块包括CAD造型和CAM数控自动编程。随着计算机硬件技术的迅速发展,中档CAD/CAM软件的功能也在不断地完善和增强,由于其价格相对低廉,在各行业也有广泛应用。

1.1.2 CAM 实现的一般过程

首先利用 CAD/CAM 软件的 CAD 模块, 创建零件的三维实体模型。创建三维实体模型的方式有如下 3 种。

- 根据设计人员对产品的构思, 利用软件本身的 CAD 建模功能, 创建三维实体模型。
- 利用软件提供的标准图形转换功能, 将用其他 CAD 软件创建的三维实体模型转换成本软件 CAM 模块能够识别的模型。
- 先有实物模型, 然后用三坐标测量仪测得数据文件 (实物模型上离散点的数据文件), 最后转换成相应软件格式的三维实体模型。

然后利用 CAD/CAM 软件的 CAM 模块对加工进行前处理, 主要包括以下内容。

- 根据零件要求与加工工艺, 选择合适的加工方式, 选定加工区域。
- 合理选择刀具类型、刀具参数与切削用量。
- 定义加工时的切削路径与各类加工参数。
- 生成刀具轨迹, 并通过仿真演示检查正误。

最后利用软件 CAM 模块的后处理功能, 主要包括以下内容。

- 利用软件构造数控机床, 定义特殊数控系统的加工代码。
- 将上述定义的刀具轨迹转换成数控加工设备能够识别的数控加工程序。

1.2 UG NX 简介

2001 年, 全球两大 CAD/CAM/PDM 软件供应商 UGS 与 SDRC 合并成立 UGS PLM 公司, 共同推出公司下一代数字化产品开发系统 NX, 并约定前两个版本命名为 Unigraphics NX、Unigraphics NX 2.0, 而从第三个版本开始直接命名为 NX 3.0、NX 4.0……但大家还是习惯上称之为 UG NX 3.0、UG NX 4.0……本书也是如此提法。2007 年 5 月, 西门子自动化与驱动集团并购 UGS 公司, 并将公司更名为 Siemens PLM Software 公司。

1.2.1 UG NX 功能介绍

NX 的功能包括产品设计、工程分析、制造生产、测试与验证、新产品发布等产品开发的全过程, 使客户能够在一个完全数字化的环境中, 完成构思、设计、生产和验证产品。UG NX 主要应用模块介绍如下。

1. 产品设计模块

提供先进的设计方案, 包括以参数化、清晰的直接建模技巧实施的混合建模, 装配设计和管理, 用于钣金和路线系统的流程特定工具, 连续设计验证, 三维尺寸标注和创建工程图。

产品设计模块主要分成建模、装配设计、基于系统的设计、用户自定义特征、线路系统设计、钣金设计和制图等模块。

2. 风格及样式设计模块

这是一套功能强大且灵活的工具包, 用于工业设计和风格及样式设计, 具备自由形状建

模,表面连续性及分析,颜色、材料、结构、照明和工作室效果,先进的表现方式等功能。风格及样式设计模块主要有外观造型设计模块。

3. 数字化仿真验证模块

范围广泛的仿真工具组合包括供设计人员使用的运动和结构分析向导,供仿真专家使用的前/后处理器,以及用于多物理场 CAE 的企业级解决方案。

4. 工装及模具模块

工装及模具模块包括普通用途工装和夹具设计,用于注模开发的知识驱动型注塑模设计向导、级进冲压模设计和模具工程向导等。

5. 加工制造模块

加工制造模块提供行业领先的数控编程解决方案,集成的刀具路径切削和机床运动仿真,后处理程序,车间工艺文档以及制造资源管理。

6. 有序的开发环境模块

NX 产品开发解决方案完全支持制造商所需的各种工具,可用于管理过程并与扩展的企业共享产品信息。NX 与 UGS PLM 的其他解决方案的完整套件无缝结合。这些对于 CAD、CAM 和 CAE 在可控环境下的协同、产品数据管理、数据转换、数字化实体模型和可视化都是一个补充。

1.2.2 UG NX 6.0 新功能

UG NX 6.0 是 NX 的最新版本,其欢迎界面如图 1-2 所示。相对 NX 5.0 而言, NX 6.0 在设计生产力的提高方面取得了重大的技术突破,特别将同步建模技术集成到 NX,实现了在设计、仿真和制造能力方面的大幅度提升。



图 1-2 NX 6.0 的欢迎界面

1.2.2.1 NX 6.0 的四大关键创新

1. 基于同步建模技术的“无约束设计”,使 NX 6.0 更灵活

在“无约束设计 (Design Freedom)”方面, NX 6.0 为用户提供了新的灵活性。这种灵

活性来自于同步建模技术，可以在建模过程中实现直接编辑，操作十分简便，为创建和编辑几何体提供了新的方法。“无约束设计”结合了约束驱动技术与直接建模技术各自的优势，为用户提供了比以前快 100 倍的设计体验。这些改进使 CAD 对于产品生命周期中的所有人员而言都变得更容易，包括设计师、工程师、分析师和制造工程师。

2. 先进的仿真功能，使 NX 6.0 更有力

NX 6.0 仿真对集成其中的 Advanced Flow 和 Advanced Thermal 解决方案进行了延展，可实现多物理场耦合的全方位仿真，包括传导、强制对流和液化等。此外，新的 FE 模型关联功能使 CAE 工程师能够根据物理样机的真实表现测量值来验证其仿真结果的准确性，从而带来了基于更高准确度的更好的设计决策。NX 6.0 先进的仿真功能可以应对要求最苛刻的 CAE 挑战，可以减少 30% 的物理样机。

3. 在世界各地均可对集中管理的数据进行访问，使 NX 6.0 更协调

NX 将产品的生命周期中的 CAD/CAM/CAE 功能进行集成，从而提供更好的协调性。这一体化的过程可对集中管理的知识进行访问，加速产品开发。通过产品和制造信息 (PMI) 数据，产品信息可以在下游应用中得以利用。NX 6.0 利用 PMI 数据显著改进了整个生命周期中的信息流。与 NX CAM 基于特征的自动化编程相连，可缩减 20% 的数控编程时间。NX 6.0 统一的过程促进协同产品开发，通过提高过程效率，缩短 20% 的产品开发周期时间。

4. 在整个生命周期中进行重用，使 NX 6.0 更高效

使 NX 领先于竞争系统的一个重要功能是在其 CAD/CAM/CAE 环境中捕获和重用知识的能力，NX 6.0 提供了提高产品重用率、缩短设计时间的重要新功能。NX 6.0 支持一种名为“剪贴建模”的新工作流，它使用户可以剪切、复制并粘贴模型的一部分，提高对几何体的重用。这可减少高达 70% 的模型准备工作。除了在设计中重用产品知识，NX 还可在制造过程中重用流程，从而缩短整体制造周期。比如，新的 NX 6.0 加工知识数据库 (NX 6.0 Machining Knowledge Database) 存储了基于特征的加工过程，可支持编程自动化，分享公司的最佳实践。NX 6.0 通过剪贴板建模等主要重用功能改进，可以使产品开发周期缩短 40%，从而为工程师和设计师带来更高的效率。利用 NX 6.0，工程师可以直接在其设计、分析和制造过程中利用多种 CAD 数据，从而降低了为改善分析和加工时间而重新掌握信息的需求，获得了更高的生产力。

1.2.2.2 NX 6.0 CAM 新功能

1. 产品制造信息 (PMI) 驱动的加工

直接从 NX 零件模型中读出产品制造信息 (PMI)，并且利用这些数据在 NX CAM 中驱动 NC 编程。在 CAM 中，基于标准的 PMI 标注模型，并由此传递至下游过程，是实现自动工艺规划的主要方法之一。该解决方案紧密依托于特征的加工 (Feature Based Machining) 的功能增强，如尺寸、公差和表面光洁度等 PMI 数据，被引入特征加工的工序中。标准化 PMI 数据作为零件供应商提供需求文档的一种表达方式。

2. 知识驱动的特征加工

NX 6.0 把专业 Tecnomatix Machine Line Planner (加工在线计划器) 系统的技术合并

到了 NX CAM 之中, 以实现更好的特征识别, 并且作为一个新的更高效的技术, 利用知识数据库来建立每个特征加工工序。NX 6.0 极大地扩展了特征识别的功能, 能够在比以前更多的场合里识别更多的特征, 能够识别多级孔 (包括倒角和倒圆), 此外还能够识别平面、槽和腔体, 扩展的特征识别涵盖了大量新的槽、腔体和多级阶梯孔。对于已实施的特征加工方法, 采用基于特征的技术能够节约 90% 的编程时间, 为更快、更容易地实施编程提供了优势。这个新系统更容易维护, 并且能够实现机床首选战略和刀具的持续细化和优化。

3. 流线型刀轨路径

流线型刀轨是 NX 6.0 提供的新刀轨路径功能, 此加工刀轨特别适合于高速加工。利用它, NC 编程人员能够定义一种根据零件的形状来优化切割方向和模式的加工战略。与很多其他系统不一样, NX 6.0 编程人员不必构建新的几何结构, 或者修复建模建得不好以及数据转换得不好的曲面。在处理任何模型以及控制所采用的工作流和模式方面, 流线型刀轨提供了高度的灵活性。自动定义流方向和横贯方向曲线, 可以添加更多的控制曲线, 或对其进行编辑; 以驱动刀路路径的流方向, 使其与零件拓扑结构的关键元素相关。流线型刀轨调节切割模式和工具轴, 从切割区域的一端平顺地过渡到另一端。流线型刀具路径还提供了自动双重接触支持, 即在切割区域限制的特殊情况下, 由刀具在“墙壁和底部”双重接触点位置确定最后可能的刀路。

4. 利用 Renishaw 测量循环进行在线测量

利用该新功能能够定义测量工具, 并且对其进行编程和仿真。探头可以完全定义为一个实体, 并且在加工数据库中给予存储。可以直接对标准 Renishaw 测量循环进行编程, 并且仿真其结果。

5. NX 6.0 CAM 更易于使用

(1) 动态刀具预览显示

在 NC 环境中可迅速拖动刀具显示, 观察所选刀具与几何结构状况, 不需要刀具轨迹的计算, 立即显示出刀具对工作的适合性。

(2) 信息更丰富的操作导航器

操作导航器 (Operation Navigator) 是 NC 程序的信息中心。现在其信息比以前更加丰富, 包含加工时间和用户定义事件 (User Defined Event) 显示。而且不同的加工图形文件中可简便地进行各种复制和粘贴操作。

(3) 新的操作状态

可以把操作标记为“已批准”, 以避免误操作的变更, 从而透彻地区分被加工件的更新而带来的刀轨“过时”情况。

(4) 新的刀具路径状态

可以把刀具路径标记为“锁定”, 以防止它被意外重新计算。这样有助于使已验证过的程序免于意外更新, 并且对任何新计算保持严格的用户控制。

(5) 新的教程

对于新用户而言, 利用附件的嵌入式教程, 比以前更容易上手。这些教程现在包括一些特殊选项, 适用于飞机机身零件、高速铣削和后处理器安装等。

1.3 本章小结

本章介绍了 CAD 与 CAM 的基本概念、CAM 实现的一般步骤、NX 6.0 CAM 的新功能等内容,使读者对 CAD/CAM 软件有个全面的认识,特别对 NX 6.0 CAM 有了初步认识,为后续章节的学习做好准备。

1.4 课后习题

- (1) 什么是计算机辅助制造 (CAM)?
- (2) 简述 CAM 实现的一般步骤。
- (3) UG NX 6.0 CAM 有哪些新功能?

第2章 数控加工及编程基础

本章概述

对于 UG NX 数控加工工艺师而言,应该了解机械加工的基本知识,包括机械加工工艺、切削刀具和精度控制等;还应该掌握数控加工的基本知识,包括数控加工的基本原理、数控机床的基本结构以及数控加工的基本程序指令,能够合理编制数控加工工艺,对形状简单的零件能够手工编制加工程序。

通过本章的学习,读者应实现如下目标:

- ☐ 了解数控加工的基本知识
- ☐ 能够根据具体零件的结构特点,编制合理的加工工艺
- ☐ 能够读懂数控加工程序

2.1 数控加工基本原理

数控(NC)是数字控制(Numerical Control)的简称,是指用数字化的信号进行自动控制的方法。采用此项技术的机床称为数控机床。

国际信息处理联盟第五技术委员会对数控机床有一完整的定义:数控机床是一个装有程序控制系统的机床,该系统能够逻辑地处理具有使用号码或其他符号编码指令所规定的程序,此控制系统就是数控系统。

将加工过程所需的各种操作、步骤以及工件的形状尺寸用数字化代码表示的过程,称为数控编程。

数控加工就是将加工过程所需的各种操作(如主轴起停与变速、工件的松开与夹紧、进刀与退刀、自动关停冷却液等)和步骤以及工件的形状尺寸用数字化的代码表示,通过控制介质(如穿孔纸带或磁盘等)将数字信息送入数控装置,数控装置对输入的信息进行处理与运算,发出各种控制信号,控制机床的伺服系统或其他驱动元件,由此驱动工件、刀具作轨迹运动,使机床自动加工出所需要的工件形状与尺寸。

如图 2-1 所示为数控原理框图。