

NX 多轴加工

实战宝典

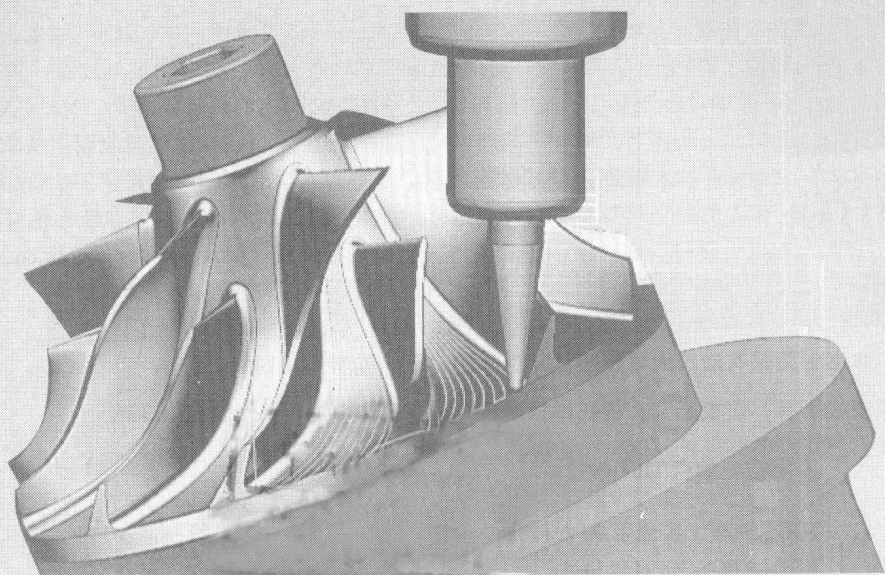
朱建民 著

NX多轴编程技术的专业级解读

- ◆ 多年院校和企业NX铣削教学精华
- ◆ 案例紧扣工艺
- ◆ PRT与工序契合
- ◆ 3+1、3+2模式应用详解
- ◆ 透彻解读驱动体、投影和刀轴
- ◆ 4轴及5轴联动加工实战应用
- ◆ 基于工艺的参数设置与说明
- ◆ 多轴加工特征案例练习
- ◆ ISV仿真机床应用
- ◆ 关联工序模型创建
- ◆ Sinumerik优化控制输出



清华大学出版社



NX

多轴加工

实战宝典

朱建民 著

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本书详细讲解NX 10数控编程模块中的多轴铣加工技术,主要阐述使用NX 10进行多轴铣削数控编程的应用方法,以简明扼要、通俗易懂的语言详述了每个功能的应用范围,并结合实际生产中的工艺要求说明了每个参数的具体释意以及参数设定的原因。书中还在需要着重注意的地方,进行了强调与注释说明,并在理论讲解之后,结合贴切的PRT进行实例操练,得以将理论知识融入实际应用之中,使读者能更透彻地理解相关概念。

全书共20章,主要内容包括NX多轴加工概述、格式转换、NX多轴孔加工、定轴加工、NX多轴铣加工基础知识、刀轴概念详解、NX四轴铣加工、侧倾刀轴、深度加工五轴铣、可变流线铣、NX外形轮廓铣、NX多轴曲线驱动加工、NX侧刃铣、一般运动、NX叶轮加工模块、NX CAM新功能说明、NX多轴铣综合练习、工序模型的创建、刀轨虚拟仿真验证、Sinumerik优化控制输出及NX多轴加工辅助功能。

本书是NX CAM的高阶辅导教材,适合希望深入学习NX CAM技术的NX读者使用,同时也是企业相关岗位工作人员的学习与参考书,还适合作为数字化制造类院校相关专业的教材。

本书相关素材获取方法:登录清华大学出版社网站(<http://www.tup.com.cn>),搜索到本书页面后按提示下载。

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

NX多轴加工实战宝典 / 朱建民著. — 北京:清华大学出版社, 2017

ISBN 978-7-302-45654-4

I. ①N… II. ①朱… 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(2016)第 283715 号

责任编辑:杨如林

封面设计:杨玉兰

责任校对:徐俊伟

责任印制:沈 露

出版发行:清华大学出版社

网 址:<http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 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 刷 者:北京鑫丰华彩印有限公司

装 订 者:三河市溧源装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:22.5 字 数:509千字

版 次:2017年1月第1版 印 次:2017年1月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:49.80元

产品编号:065855-01

多轴数控机床加工在我国逐渐有普及的态势，无论是教育部、人保部，还是有高端冷加工制造技术需求的企业，以及相关院校都给予了高度重视。由于多轴CAM应用技术的短板，导致了我国的多轴机床利用率普遍不高，造成了不必要的功能闲置和浪费。

本书主要介绍的是NX的CAM（计算机辅助制造）数控编程模块中的高级功能，即多轴铣加工功能。

由于本书为NX多轴铣数控编程教程，所以作者希望本书的读者在阅读本书前最好具备熟练的NX二轴半到三轴联动数控编程技能和全面的NX建模技能（本书凡是涉及到二轴半到三轴铣以及相关参数方面的内容，均一带而过）。当然，读者对相应的工艺知识最好也要有所了解。

本书的教学资料以及课件模型除作者本人搜集和制作以外，很多来自西门子工业软件金牌代理公司北京天极力达，在此感谢他们的大力支持。

本书由朱建民编著，另外参与本书编写的专家还包括：

序号	所属单位和姓名
1	北京航空航天大学 杨伟群
2	新乡职业技术学院 许允
3	贵港职业教育中心 陆梓务
4	湖南省石油化工技工学校 孙文奎
5	北京现代职业技术学院 李霞
6	安徽电子信息职业技术学院 金敦水
7	鄂尔多斯生态环境职业学院 祁欣
8	北京天极力达技术开发有限责任公司 杜培培
9	北京天极力达技术开发有限责任公司 华姝萸

注：排名不分先后，在此向他们表示诚挚的感谢

本书主要基于西门子工业软件的英文版NX10（个别章节基于NX9）编写。由于此软件基于英文环境开发，在英文界面下进行大规模运算更加稳定，因此编写时选用了英文版。为了便于读者辨识，本书采用了中英文混排和标注的方法编写。本书编写用时经历了两年多，作者使用的NX版本经历NX9.0.3.4MP2（NX9最高补丁版）和NX10未打补丁、补丁1、补丁2、补丁3和MP2补丁等多个版本，所以在本书中，存在同一命令对话框可能在不同章节中样式不同的情况。

从NX9开始，NX相关模块的功能升级不再像以往那样以大版本为主，而改为在每

个升级补丁中升级，如NX10 CAM功能从未升级大版本，直到升级至补丁3以及对应的MP，而在每个升级补丁上功能都有所改进或增强。

如果说数字化制造技术是场战争的话，那么CAM就是最前线，下面，让我们开赴前线吧。

朱建民

第0章 NX多轴加工概述	1
0.1 NX概述	1
0.2 NX CAM概述	2
0.3 五轴加工的优点	3
0.4 NX CAM加工解决方案流程图：从产品设计到制造	3
0.5 NX五轴CAM模块所需计算机配置	3
0.6 NX 10经典界面模式的转换	4
0.7 本书所需背景知识的要求	5
第1章 格式转换	6
1.1 NX可打开或输入的数据格式	6
1.2 NX可输出的数据格式	7
1.3 NX支持的其他数据格式	7
1.4 小结	8
第2章 NX多轴孔加工	9
2.1 顶面为平面的孔特征加工	9
2.2 顶面为曲面的孔特征加工1	13
2.3 顶面为曲面的孔特征加工2	15
2.4 铣削孔加工	17
2.5 曲面铣削孔加工	20
2.6 孔特征钻孔应用	22
2.7 多轴孔加工综合练习	24
2.8 小结	25
第3章 定轴加工	26
3.1 四轴定轴平面铣（3+1模式）实例	28
3.2 定轴平面铣综合练习	30
3.3 定轴曲面铣实例	31
3.3.1 毛坯的预处理以及定轴粗加工	31
3.3.2 曲面精加工	32
3.4 五轴定轴平面铣（3+2模式）	33

3.5	定轴曲面粗加工	34
3.6	定轴曲面铣（3+2模式）	35
3.7	辅助几何体——定轴综合加工案例	36
3.8	小结	37
第4章 NX多轴铣加工基础知识		38
4.1	驱动几何体	39
4.1.1	驱动几何体是什么	39
4.1.2	驱动几何体有什么作用	40
4.1.3	驱动几何体在哪里指定	40
4.1.4	驱动几何体作用实例	41
4.2	投影矢量	41
4.2.1	投影矢量是什么	41
4.2.2	指定投影矢量	42
4.2.3	投影矢量选项	42
4.3	刀轴	44
4.3.1	什么是刀轴	44
4.3.2	指定刀轴	44
4.3.3	刀轴选项	44
4.4	多轴加工工序中加工坐标系（MCS）的定义	48
4.5	综合实例说明	48
4.6	小结	49
第5章 刀轴概念详解		50
5.1	远离点	50
5.2	朝向点	51
5.3	远离直线	52
5.4	朝向直线	53
5.5	相对于矢量	53
5.6	垂直于部件	55
5.7	相对于部件	55
5.8	插补矢量	56
5.9	优化后驱动	59
5.10	垂直于驱动体	59
5.11	侧刃驱动体	60
5.12	动态	61
5.13	远离部件	62
5.14	朝向曲线	62

5.15	4轴, 垂直于部件	63
5.16	相对于驱动	64
5.17	4轴, 相对于驱动体	65
5.18	双4轴, 在驱动体上	66
5.19	小结	67
第6章 NX四轴铣加工		68
6.1	四轴曲线/点驱动实例说明1	69
6.2	四轴曲线/点驱动实例说明2	71
6.2.1	驱动曲线的提取	72
6.2.2	刀轨的生成	72
6.2.3	往复切削驱动面的构建	75
6.2.4	往复切削刀轨的创建	75
6.3	边界驱动实例说明	77
6.3.1	加工刀轨的生成	78
6.3.2	通过复制工序创建轮廓加工刀轨	81
6.3.3	通过偏置曲线创建轮廓加工刀轨	81
6.4	四轴定轴粗加工实例说明	82
6.4.1	毛坯和检查体的创建	83
6.4.2	定轴粗加工刀轨的生成	83
6.5	曲面驱动四轴精加工实例说明	84
6.5.1	加工驱动面的创建	84
6.5.2	四轴精加工刀轨的生成	85
6.6	曲面驱动四轴精加工	88
6.6.1	加工模型前处理	89
6.6.2	加工刀轨的生成	89
6.7	曲线驱动四轴粗加工	91
6.7.1	模型优化处理	92
6.7.2	驱动曲线的创建	92
6.7.3	MCS和WORKPIECE的预设置	93
6.7.4	粗加工刀轨的创建	93
6.7.5	加工刀轨仿真	93
6.8	曲面驱动四轴精加工	94
6.9	曲面驱动开粗加工	95
6.10	曲面驱动四轴精加工	97
6.10.1	精加工驱动面的构建	97
6.10.2	蜗杆面精加工	98
6.11	用B曲面来创建驱动面	99

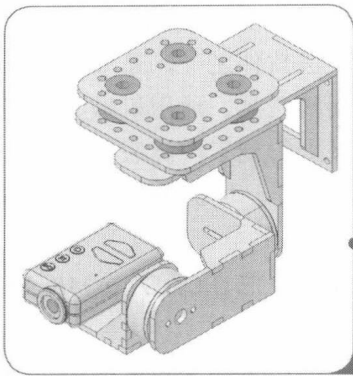
6.11.1	生成四轴加工刀轨	99
6.11.2	由B曲面构建的驱动面驱动刀轨	99
6.12	驱动面构建和四轴加工	100
6.12.1	构建驱动面	101
6.12.2	整体粗加工方法1	101
6.12.3	整体粗加工方法2	103
6.12.4	小径面精加工	103
6.12.5	螺纹面精加工	104
6.12.6	圆角面精加工	105
6.12.7	预处理几何体提高加工效率	105
6.13	创建驱动分层铣刀轨	105
6.14	综合练习	106
6.15	小结	107
第7章	侧倾刀轴	108
7.1	刀轴侧倾参数说明	108
7.2	刀轴侧倾的具体应用	111
7.2.1	三轴深度轮廓刀轨转五轴刀轨	111
7.2.2	三轴区域轮廓刀轨转五轴刀轨1	114
7.2.3	三轴区域轮廓刀轨转五轴刀轨2	115
7.2.4	通常情况下的工序创建方法	118
7.3	小结	120
第8章	深度加工五轴铣	121
8.1	深度加工五轴铣	122
8.2	深度加工五轴铣的侧壁精加工	123
8.3	深度加工五轴铣的深腔清角加工	126
8.4	深度加工五轴铣的朝向曲线刀轴设置	127
8.5	小结	129
第9章	可变流线铣	130
9.1	多轴流线工件的粗加工到精加工	130
9.1.1	型腔铣二轴半粗加工	131
9.1.2	五轴可变流线精加工	131
9.2	可变流线精加工	134
9.2.1	辅助流线的构建	134
9.2.2	可变流线铣工序的创建	135
9.3	可变流线铣刀具干涉的处理	138

9.4 小结	140
第10章 NX外形轮廓铣	141
10.1 外形轮廓铣的常规应用	142
10.2 外形轮廓铣之自动生成辅助底面的应用	144
10.3 外形轮廓铣之沿壁底部的应用	145
10.4 外形轮廓铣之指定辅助底面的应用	146
10.5 外形轮廓铣之模型优化	146
10.6 豁口特征的处理	149
10.7 螺旋状切入切出	153
10.8 侧刃加工曲面侧壁	156
10.9 外形轮廓铣的综合练习	158
10.10 小结	159
第11章 NX多轴曲线驱动加工	160
11.1 单段曲线驱动	160
11.2 多段曲线驱动	161
11.3 CAD辅助CAM实例	162
11.3.1 驱动面的创建	163
11.3.2 粗加工到精加工刀轨生成	164
11.4 小结	165
第12章 NX侧刃铣	166
12.1 侧刃铣的常规应用	166
12.2 侧刃铣螺旋加工	169
12.3 侧刃铣叶片精加工	170
12.4 五轴侧刃铣练习	173
12.5 小结	173
第13章 一般运动	174
13.1 旋转点矢量移动	174
13.2 跟随曲线/边	178
13.3 跟随部件偏置	179
13.4 小结	181
第14章 NX叶轮加工模块	182
14.1 叶轮几何体的模型优化	183
14.2 叶轮几何体的创建	183

14.3	叶轮模块加工工序	185
14.4	类叶轮工件的叶模块加工	190
14.5	小结	191
第15章 NX CAM新功能说明		192
15.1	新增功能1: 刀轴向上的倒扣加工	192
15.2	新增功能2: 槽铣削工序	196
15.3	新增功能3: 加工建模	199
15.3.1	倒圆腔体	199
15.3.2	分析刀槽	201
15.3.3	3D曲线偏置	203
15.4	新增功能4: 区域选择	204
15.4.1	增强的切削区域的选择功能	204
15.4.2	增强的切削区域的陡峭指定功能	208
15.4.3	切削区域的列表编辑	211
15.5	新增功能5: 旋转底面工序	216
15.5.1	应用实例1	217
15.5.2	应用实例2	219
15.6	新增功能6: 刀具接触偏移和左偏置	222
15.6.1	刀具接触偏移	222
15.6.2	左偏置	223
15.6.3	自动干涉避让	224
15.7	新增功能7: 添加中心刀路	226
15.8	新增功能8: 径向槽铣	228
15.9	数控机器人	230
15.10	小结	231
第16章 NX多轴铣综合练习		232
16.1	综合练习1: 腔曲面的五轴精加工	232
16.2	综合练习2: 头盔工件的五轴精加工	237
16.3	综合练习3: 叶片工件的二轴半粗加工到五轴精加工	239
16.3.1	型腔铣二轴半粗加工	239
16.3.2	二次开粗和清角加工	240
16.3.3	可变轮廓铣叶片精加工	244
16.3.4	可变流线铣叶片精加工	245
16.3.5	清根加工	249
16.4	综合练习4: 装配体粗加工到五轴精加工	252
16.4.1	型腔铣粗加工	252

16.4.2	二次开粗和侧壁精加工	253
16.5	综合练习5: CATIA格式文件综合加工练习	254
16.5.1	孔加工	255
16.5.2	侧刃精加工	256
16.5.3	斜平面的定轴加工	260
16.6	综合练习6: CATIA装配文件定轴综合加工练习	261
16.6.1	实体平面的粗加工与精加工	262
16.6.2	加工模型前处理	264
16.7	综合练习7: 维纳斯模型的粗加工到精加工	265
16.7.1	型腔铣二轴半粗加工	266
16.7.2	精加工	266
16.8	综合练习8: 非叶轮模块的叶轮加工方法	270
16.8.1	非叶轮模块的叶轮加工方法1	270
16.8.2	非叶轮模块的叶轮加工方法2	274
16.9	综合练习9: 叶片半精加工与精加工	277
16.9.1	模型的优化处理和加工毛坯的创建	277
16.9.2	叶片模型的定轴加工	280
16.9.3	叶片模型的多轴半精加工与精加工	280
16.10	综合练习10: 旋转体底面加工	282
16.10.1	模型前处理	282
16.10.2	旋转底面精加工	283
16.11	综合练习11: 四轴槽铣	285
16.11.1	加工几何体的准备	285
16.11.2	四轴刀轴的生成	289
16.12	综合练习12: 四轴工件粗加工	290
16.12.1	毛坯和检查体的创建	290
16.12.2	豁口粗加工	291
16.13	综合练习13: 外形轮廓铣和侧刃铣	291
16.14	综合练习14: 国家多轴加工大赛题目	292
16.14.1	第四届全国多轴数控加工大赛	293
16.14.2	第五届全国多轴数控加工大赛	293
16.15	小结	294
第17章	工序模型的创建	295
17.1	WAVE关联工序模型的建立	295
17.2	建立工序模型练习	300
17.3	小结	302

第18章 刀轨虚拟仿真验证	303
18.1 NX机床加工仿真所需的各项配置文件	304
18.2 NX ISV机床加工仿真加工的应用方法	305
18.3 安全距离的设置方法	309
18.4 机床代码仿真的设置与应用	311
18.5 外部加工代码的仿真	314
18.6 ISV仿真机床自定义	318
18.6.1 构建ISV仿真机床的前期准备	318
18.6.2 相关文件的创建	318
18.6.3 运动组件的创建	321
18.6.4 各运动组件联接坐标系的创建	324
18.6.5 运动轴的定义	327
18.6.6 仿真机床的注册	333
18.6.7 自定义ISV仿真机床的应用	334
18.7 小结	336
第19章 Sinumerik优化控制输出	337
19.1 Sinumerik优化控制输出选项功能说明	337
19.2 Sinumerik优化控制输出选项的调用和使用方法	338
19.3 针对SINUMERIK数控系统的特定后处理	339
19.4 小结	340
第20章 NX多轴加工辅助功能	341
20.1 利用锁定轴清除多余代码	341
20.2 以ACS为准摆正模型	343
20.3 小结	347
附 录	348



NX就是曾经的UG，其标志如图0-1所示。

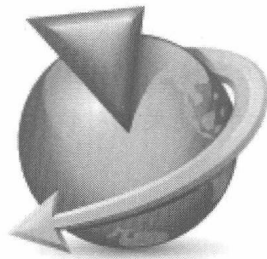


图0-1 NX的标志图案

0.1 NX概述

2007年，德国西门子工业自动化部门收购了原隶属于美国UGS公司的UG系统之后，将其正式更名为NX，原UGS PLM也随之更名为Siemens Industry Software。图0-2为NX系统的启动画面。

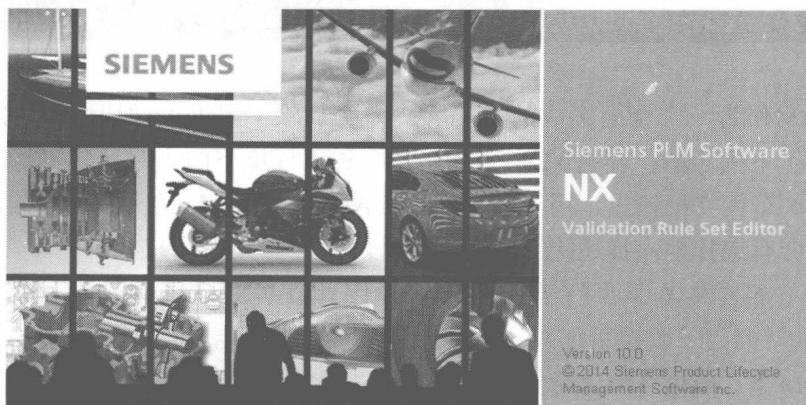


图0-2 NX系统启动画面

NX是西门子新一代数字化产品开发系统，它可以通过过程变更来驱动产品革新。它是当今应用最广泛、最具竞争力的CAE/CAD/CAM大型集成软件之一，是知识驱动自动化技术领域的领先者，在汽车与交通、航空航天、日用消费品、通用机械、电子工业及其他高科技领域的机械设计和模具加工自动化等领域上得到了广泛应用，其功能包括产品设计、工件装配、模具设计、NC加工、工程图设计、模流分析和机构仿真等。

与同类产品相比，对于从概念设计到制造一体化的NX而言，它在CAD/CAM/CAE方面的主要竞争对手如下（作者个人观点）。

- CAD产品设计方面，主要竞争对手是美国PTC公司的CERO和法国达索公司的CATIA。相对于CATIA，NX的优势是实体设计与编辑，劣势是曲面设计。
- 注塑模具设计方面，主要竞争对手是美国PTC公司的CERO。相对于CERO，NX的优势是与强势的NX CAM集成。
- 汽车冲压模具设计方面，主要竞争对手是法国达索公司的CATIA。
- CAM数控加工方面，主要竞争对手是英国达尔康公司的PowerMILL。相对于PowerMILL，NX的优势是与强势的NX CAD、模具设计、电极设计集成，不但可以通过WAVE创建关联工序模型，而且善于处理复杂体的精加工；劣势是针对大型复杂几何体的刀轨计算速度相对较慢。图0-3所示为NX加工模型优化前处理。

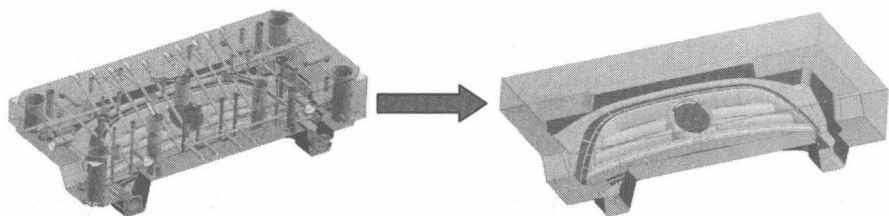


图0-3 NX加工模型优化前处理

- CAE有限元分析领域，主要竞争对手除了师出同门的MSC Nastran外，还有ABQUS和Ansys。

0.2 NX CAM概述

NX CAM作为一个全面集成的加工解决方案，除了提供各种切削工序的创建方式外，还提供了下列功能：支持NURBS代码、在加工环境下的全装配仿真、基于特征的加工自动化、车间文档输出、用于NC编程的CAD模型、机床仿真和开放的后处理构建工具（本书会有选择地，描述除五轴编程之外的其他相关功能）。

由于现在NX隶属于西门子工业公司，因此在NX CAM环境中，提供了针对SINUMERIK（西门子数控系统）的诸多优化控制输出功能。

NX CAM集CAD/CAM功能于一体，具有以下一些优点。

- 单一的用户界面和数据源，消除了数据转换和交流障碍。

- 避免在转换过程中造成数据破损，继而导致的数据修补及重建等重复性劳动。
- 直接对几何模型进行优化处理或构建辅助几何体。
- 针对开放曲面区域进行修补。
- 支持并行协同作业，加速产品上市时间。
- 可作为模型几何质量分析工具。

0.3 五轴加工的优点

五轴加工具有以下优点。

- 简化了制造流程，减少了工件装夹次数及装夹误差，提高了机床利用率。
- 减少了对EDM及手工抛光的需要。
- 使用较短的刀具，改善了切削条件，降低了偏差，能获得更高的表面质量和加工精度。
- 延长了刀具的使用寿命，减少了对其他加工设备的使用，如减少电加工设备的使用可减少电极数量。
- 使加工任意复杂程度的工件成为可能。

0.4 NX CAM加工解决方案流程图：从产品设计到制造

该流程图如图0-4所示。

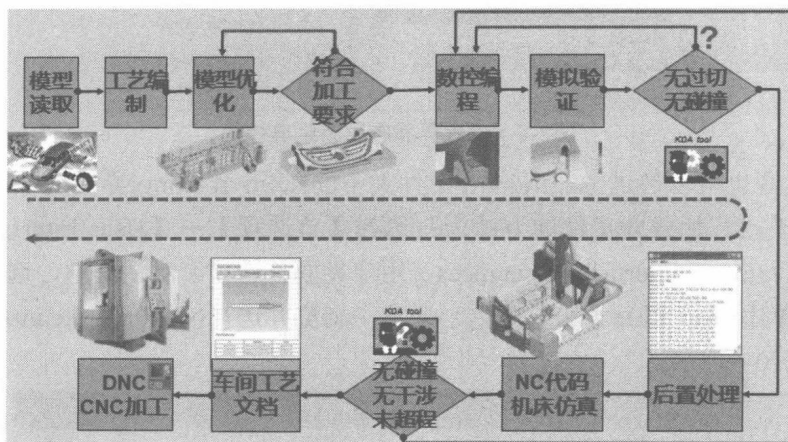


图0-4 从设计到加工过程的流程图

0.5 NX五轴CAM模块所需计算机配置

建议使用工作站级的计算机，如联想、戴尔和惠普的专业级工作站计算机（这

种计算机针对大型工业软件系统做了很多优化），同时最好配备三维球，以提高工作效率。

用于NX五轴编程的计算机硬件配置最低要求为：英特尔I3级别或以上的处理器、独立显卡（最好是通过西门子工业软件认证过的专业显卡）、8GB或以上内存。操作系统方面的要求为：Windows 7 64位专业版操作系统或NX要求的其他（如Linux、MAC）64位操作系统（NX自NX9就停止了对32位操作系统的支持）。

0.6 NX 10经典界面模式的转换

NX 10软件界面与以往版本有了质的变化，但由于作者习惯于经典的NX界面，因此，本书涉及的相关界面和路径均按“经典工具条（传统界面）”模式设置。

将NX 10默认界面转换至经典界面的方法有以下两种。

(1) 选择【文件】→【实用工具】→【Customer Defaults（用户默认设置）】，在展开的对话框中，单击Gateway（基本环境）选项，选择User Interface（用户界面）；在Layout（布局）选项卡中选择Classic Toolbars Only（仅经典工具条）单选按钮，如图0-5所示。单击确定并重启NX后，界面将改变为经典模式。

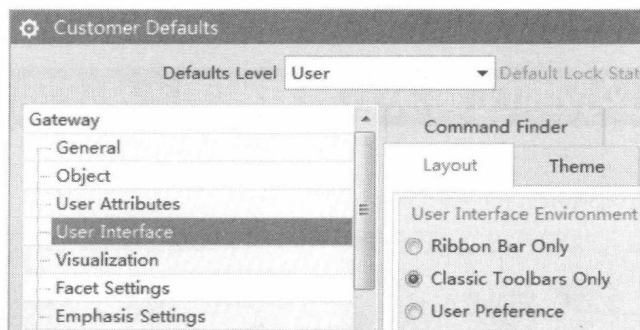


图0-5 设置界面布局为经典模式

(2) 读者也可以通过加载training文件夹中的NXmyrole.mtx界面文件，将NX界面设置为经典模式。加载此文件的方法为：选择【首选项】→【User Interface（用户界面）】，随后在User Interface Preferences（用户界面首选项）对话框中，选择Roles（角色）选项，单击Load Role（加载角色）按钮，浏览并选择NX10myrole.mtx角色文件后即可，参见图0-6。

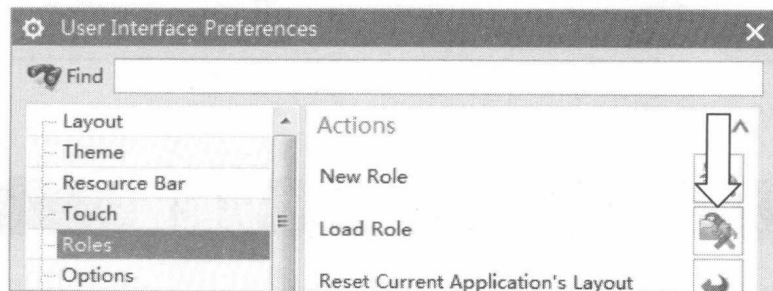


图0-6 加载界面文件