



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

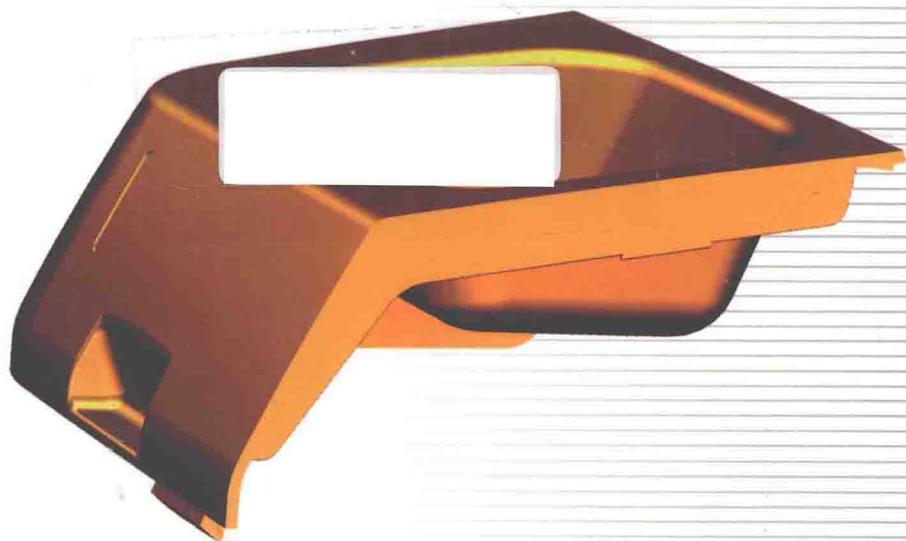
UGNX产品建模 项目实践

主 编 吴立军 勾东海 邓宇峰
副主编 徐 兵 刘立东 刘华刚

海量资源，个性教学

源于企业真实项目，与实际应用接轨

“基础知识、操作技能、应用思路、实战经验”四位一体



浙大旭日科技提供教学资源



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

UGNX 产品建模项目实践

主 编 吴立军 勾东海 邓宇峰
副主编 徐 兵 刘立东 刘华刚



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

UGNX 产品建模项目实践 / 吴立军等主编. —杭州:
浙江大学出版社, 2015. 1
ISBN 978-7-308-13589-4

I. ①U… II. ①吴… III. ①工业产品—计算机辅助
设计—应用软件—教材 IV. ①TB472-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 167103 号

内容简介

本书以 UGNX8 为蓝本, 详细介绍基于 UGNX 进行产品建模的基础知识、操作方法、应用技巧与思路。全书共 14 章, 由 13 个项目组成, 项目案例由简单到复杂, 难度逐步提高, 每个项目都由思路分解、知识链接、实施过程和总结四部分组成。除项目案例外, 本书还附有大量的功能实例, 每个实例均有详细的操作步骤。

针对教学的需要, 本书由浙大旭日科技配套提供全新的立体教学资源库(立体词典), 内容更丰富、形式更多样, 并可灵活、自由地组合和修改。同时, 还配套提供教学软件和自动组卷系统, 使教学效率显著提高。

本书是“十二五”职业教育国家规划教材, 适合用作为应用型本科、高等职业院校计算机辅助设计等课程的教材, 还可作为各类技能培训的教材, 也可供相关工程技术人员的培训自学教材。

UGNX 产品建模项目实践

主 编 吴立军 勾东海 邓宇峰
副主编 徐 兵 刘立东 刘华刚

责任编辑 杜希武

封面设计 刘依群

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州好友排版工作室

印 刷 杭州杭新印务有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 20.5

字 数 500 千

版 次 2015 年 1 月第 1 版 2015 年 1 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-13589-4

定 价 48.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部联系方式: (0571) 88925591; <http://zjdxcb.tmall.com>

《机械精品课程系列教材》

编审委员会

(以姓氏笔画为序)

丁友生	门茂琛	王卫兵	王志明
王敬艳	王翠芳	甘树坤	卢俊
朱俊杰	刘绪民	刘晶	杜志忠
李玉庆	李加文	李绍鹏	李银海
杨大成	吴中林	吴立军	吴治明
邱国旺	陆军华	陈加明	林华钊
罗晓晔	金文兵	周文学	郑道友
单岩	赵学跃	施乾烽	贾方
黄丽娟	黄岗	谢力志	鲍华斌
褚建忠	蔡玉俊	潘常春	



前 言

产品建模是 CAD/CAM 技术中最基本和最常用的部分,它不仅是构成 CAD 的核心内容,而且是实施各种 CAD/CAM/CAE 技术(如 NC 编程、FEM 计算、模具分析等)的必要前提。

UG NX 软件是德国西门子公司推出的一套集 CAD/CAM/CAE 于一体的软件集成系统,是当今世界上最先进的计算机辅助设计、分析和制造的软件之一,广泛应用于航空、航天、汽车、通用机械和电子等工业领域。

本书作者从事 CAD/CAM/CAE 教学和研究多年,具有丰富的 UG NX 使用经验和教学经验;在编写本书的同时借鉴了杭州浙大旭日科技开发有限公司多位资深造型工程师的经验,对本书内容进行了仔细认真的构思。本书主要由 13 个项目组成,项目案例由简单到复杂,难度逐步提高,每个案例都由思路分解、知识链接、实施过程和总结组成,思路分解是学习本书的灵魂部分,每个案例都有其独特的制作思路和制作方法,而产品建模的精华就在于通过产品的外观和特征对产品能够准确的进行庖丁解牛,做到建模前胸中有丘壑的境界。知识链接部分着重对重要命令的复习,使学习者在使用命令的同时学到该命令更多的拓展知识。实施过程主要记录了产品建模的大概过程、建模思路、实战经验。本书还配有大量的精心制作的视频,以呈现制作过程和建模思路。真正做到“基础知识、操作技能、应用思路和实战经验”四位一体有机组成。

此外,我们发现,无论是用于自学还是用于教学,现有教材所配套的教学资源库都远远无法满足用户的需求。主要表现在:1)一般仅在随书光盘中附以少量的视频演示、练习素材、PPT 文档等,内容少且资源结构不完整。2)难以灵活组合和修改,不能适应个性化的教学需求,灵活性和通用性较差。为此,本书特别配套开发了一种全新的教学资源:立体词典。所谓“立体”,是指资源结构的多样性和完整性,包括视频、电子教材、印刷教材、PPT、练习、试题库、教学辅助软件、自动组卷系统、教学计划等等。所谓“词典”,是指资源组织方式。即把一个个知识点、软件功能、实例等作为独立的教学单元,就像词典中的单词。并围绕教学单元制作、组织和管理教学资源,可灵活组合出各种个性化的教学套餐,从而适应各种不同的教学需求。实践证明,立体词典可大幅度提升教学效率和效果,是广大教师和学生的得力助手。

本书是“十二五”职业教育国家规划教材,适合用作为应用型本科、高等职业院校计算机辅助设计等课程的教材,还可作为各类技能培训的教材,也可供相关工程技术人员培训自学教材。

本书由吴立军(浙江科技学院,第 1、13、14 章)、勾东海(天津劳动保护学校,第 2、12 章)、邓宇峰(江苏信息职业技术学院,第 3、7、8 章)、徐兵(台州科技职业技术学院,第 4、9 章)、刘立东(天津信息工程学校,第 5、10 章)、刘华刚(北京电子科技职业学院,第 6、11 章)

等编写,杭州浙大旭日科技开发有限公司卢骏、李加文、潘常春等工程师负责校对审核。限于编写时间和编者的水平,书中必然会存在需要进一步改进和提高的地方。我们十分期望读者及专业人士提出宝贵意见与建议,以便今后不断加以完善。请通过以下方式与我们交流:

- 网站:<http://www.5lcax.com>
- E-mail:service@5lcax.com,book@5lcax.com
- 致电:0571-28811226,28852522

杭州浙大旭日科技开发有限公司为本书配套提供立体教学资源库、教学软件及相关协助,在此表示衷心的感谢。

最后,感谢浙江大学出版社为本书的出版所提供的机遇和帮助。

作 者
2014 年 12 月



目 录

第 1 章 概 述	1
1.1 设计的飞跃——从二维到三维	1
1.2 什么是三维造型	2
1.3 三维造型——CAx 技术的基础	3
1.4 UG NX 软件介绍	5
第 2 章 心形零件草图建模	8
2.1 思路分解	8
2.1.1 案例说明	8
2.1.2 零件建模思路	9
2.2 知识链接	9
2.2.1 常用命令	9
2.2.2 重点命令复习	10
2.3 实施过程	15
2.4 总 结	22
第 3 章 酒杯零件建模	23
3.1 思路分解	23
3.1.1 案例说明	23
3.1.2 零件建模思路	24
3.2 知识链接	24
3.2.1 常用命令	24
3.2.2 重点命令复习	25
3.3 实施过程	31
3.4 总 结	36
第 4 章 轴零件建模	37
4.1 思路分解	37
4.1.1 案例说明	37
4.1.2 零件建模思路	38
4.2 知识链接	38

4.2.1 常用命令	38
4.2.2 重点命令复习	38
4.3 实施过程	48
4.4 总 结	57
第 5 章 方向盘零件建模	58
5.1 思路分解	58
5.1.1 案例说明	58
5.1.2 零件建模思路	59
5.2 知识链接	59
5.2.1 常用命令	59
5.2.2 重点命令复习	59
5.3 实施过程	66
5.4 总 结	69
第 6 章 固定座零件建模	70
6.1 思路分解	70
6.1.1 案例说明	70
6.1.2 零件建模思路	70
6.2 知识链接	71
6.2.1 常用命令	71
6.2.2 重点命令复习	72
6.3 实施过程	79
6.4 总 结	84
第 7 章 连接块零件建模	85
7.1 思路分解	85
7.1.1 案例说明	85
7.1.2 零件建模思路	86
7.2 知识链接	86
7.2.1 常用命令	86
7.2.2 重点命令复习	86
7.3 实施过程	92
7.4 总 结	98
第 8 章 反射镜零件建模	99
8.1 思路分解	99
8.1.1 案例说明	99
8.1.2 零件建模思路	100



8.2 知识链接	100
8.2.1 常用命令	100
8.2.2 重点命令复习	101
8.3 实施过程	105
8.4 总 结	113
第 9 章 导向块零件建模	114
9.1 思路分解	114
9.1.1 案例说明	114
9.1.2 零件建模思路	115
9.2 知识链接	115
9.2.1 常用命令	115
9.2.2 重点命令复习	116
9.3 实施过程	125
9.4 总 结	132
第 10 章 转向节零件建模	133
10.1 思路分解	133
10.1.1 案例说明	133
10.1.2 零件建模思路	134
10.2 知识链接	134
10.2.1 常用命令	134
10.2.2 重点命令复习	135
10.3 实施过程	140
10.4 总 结	148
第 11 章 小家电外壳零件建模	149
11.1 思路分解	149
11.1.1 案例说明	149
11.1.2 零件建模思路	150
11.2 知识链接	150
11.2.1 常用命令	150
11.2.2 重点命令复习	151
11.3 实施过程	161
11.4 总 结	178
第 12 章 支撑桥零件建模	179
12.1 思路分解	179
12.1.1 案例说明	179

12.1.2 零件建模思路·····	180
12.2 知识链接·····	180
12.2.1 常用命令·····	180
12.2.2 重点命令复习·····	181
12.3 实施过程·····	191
12.4 总 结·····	202
第 13 章 油箱盖零件建模 ·····	203
13.1 思路分解·····	203
13.1.1 案例说明·····	203
13.1.2 零件建模思路·····	204
13.2 知识链接·····	204
13.2.1 常用命令·····	204
13.2.2 重点命令复习·····	204
13.3 实施过程·····	221
13.4 总 结·····	261
第 14 章 便携式吸尘器外壳零件建模 ·····	262
14.1 思路分解·····	262
14.1.1 案例说明·····	262
14.1.2 零件建模思路·····	263
14.2 知识链接·····	263
14.2.1 常用命令·····	263
14.2.2 重点命令复习·····	264
14.3 实施过程·····	287
14.4 总 结·····	315
配套教学资源与服务 ·····	316

第1章 概 述

项目要求

- 了解三维造型。
- 了解 UGNX 软件。

难度系数

- ★☆☆☆☆

1.1 设计的飞跃——从二维到三维

目前我们能够看到的几乎所有印刷资料,包括各种图书、图片、图纸,都是二维的。而现实世界是一个三维的世界,任何物体都具有三个维度,要完整地表述现实世界的物体,需要用 X、Y、Z 三个量来度量。所以这些二维资料只能反映三维世界的部分信息,必须通过抽象思维才能在人脑中形成三维映像。

由于单个平面图形不能完全反映产品的三维信息,人们就约定一些制图规则,如将三维产品向不同方向投影、剖切等,形成若干由二维视图组成的图纸,从而表达完整的产品信息,如图 1-1 所示。图中是用四个视图来表达产品的。根据这些视图以及既定的制图规则,借助人脑的抽象思维,就可以在人脑中重构物体的三维空间几何结构。因此,不掌握工程制图规则,就无法制图、读图,也就无法进行产品的设计、制造,从而无法与其他技术人员沟通。

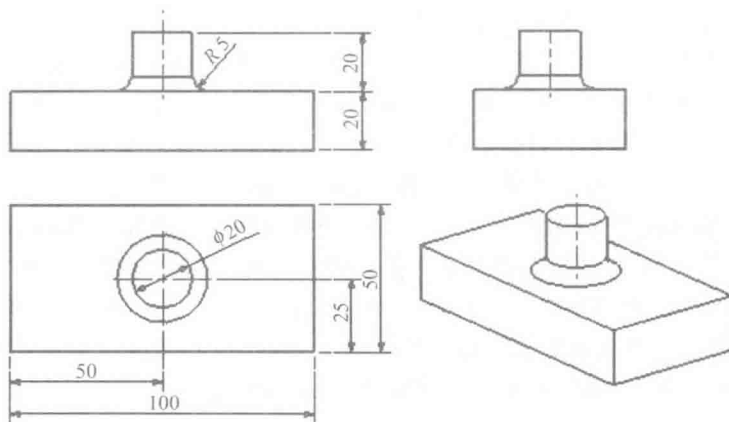


图 1-1

那么,有没有办法可以直接反映人脑中的三维的、具有真实感的物体,而不用经历三维投影到二维、二维再抽象到三维的过程呢?答案是肯定的,这就是三维造型技术,它可以直接建立产品的三维模型,如图 1-2 所示。

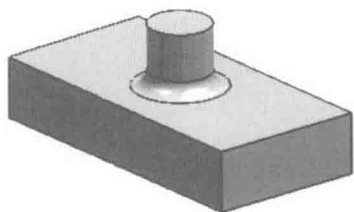


图 1-2

三维造型技术直接将人脑中设计的产品通过三维模型来表现,无须借助二维图纸、制图规范、人脑抽象就可获得产品的三维空间结构,因此直观、有效、无二义性。

三维模型还可直接用于工程分析,尽早发现设计的不合理之处,大大提高设计效率和可靠性。

正是三维造型技术的实用化,推动了 CAD、CAM、CAE 的蓬勃发展,使得数字化设计、分析、虚拟制造成为现实,极大地缩短了产品设计制造周期。

毫无疑问,三维造型必将取代二维图纸,成为现代产品设计与制造的必备工具;三维造型技术必将成为工程人员必备的基本技能,替代机械制图课程,成为高校理工科类学生的必修课程。

1.2 什么是三维造型

什么是三维造型呢?

设想这样一个画面:父亲在炉火前拥着孩子,左一刀、右一刀地切削一块木块;在孩子出神的眼中,木块逐渐成为一把精致的木手枪或者弹弓。木手枪或弹弓形成的过程,就是直观的三维造型过程。人脑中的物体形貌在真实空间再现出来的过程,就是三维造型的过程。

本书所说的“三维造型”,是指在计算机上建立完整的产品三维数字几何模型的过程,与广义的三维造型概念有所不同。

计算机中通过三维造型建立的三维数字形体,称为三维数字模型,简称三维模型。在三维模型的基础上,人们可以进行后续的许多工作,如 CAD、CAM、CAE 等。

虽然三维模型显示在二维的平面显示器上,与真实世界中可以触摸的三维物体有所不同,但是这个模型具有完整的三维几何信息,还可以有材料、颜色、纹理等其他非几何信息。人们可以通过旋转模型来模拟现实世界中观察物体的不同视角,通过放大/缩小模型,来模拟现实中观察物体的距离远近,仿佛物体就位于自己眼前一样。除了不可触摸,三维数字模型与现实世界中的物体没有什么不同,只不过它们是虚拟的物体。

本书以世界著名的 CAx 软件——UG NX 为例,介绍三维造型技术的基本原理、造型的基本思路和方法。三维造型系统的主要功能是提供三维造型的环境和工具,帮助人们实现物体的三维数字模型,即用计算机来表示、控制、分析和输出三维形体,实现形体表示上的几何完整性,使所设计的对象生成真实感图形和动态图形,并能够进行物性(面积、体积、惯性矩、强度、刚度、振动等)计算、颜色和纹理仿真以及切削与装配过程的模拟等。具体功能包括:

- 形体输入:在计算机上构造三维形体的过程。
- 形体控制:如对形体进行平移、缩放、旋转等变换。

- 信息查询:如查询形体的几何参数、物理参数等。
- 形体分析:如容差分析、物质特性分析、干涉量的检测等。
- 形体修改:对形体的局部或整体进行修改。
- 显示输出:如消除形体的隐藏线、隐藏面,显示、改变形体明暗度、颜色等。
- 数据管理:三维图形数据的存储和管理。

1.3 三维造型——CAx 技术的基础

CAx 技术包括 CAD(Computer Aided Design, 计算机辅助设计)、CAM(Computer Aided Manufacturing, 计算机辅助制造)、CAPP(Computer Aided Process Planning, 计算机辅助工艺规划)、CAE(Computer Aided Engineering, 计算机辅助工程分析)等计算机辅助技术;其中,CAD 技术是实现 CAM、CAPP、CAE 等技术的先决条件,而 CAD 技术的核心和基础是三维造型技术。

以模制产品的开发流程为例,来考察 CAx 技术的应用背景以及三维造型技术在其中的地位。通常,模制产品的开发分为四个阶段,如图 1-3 所示。

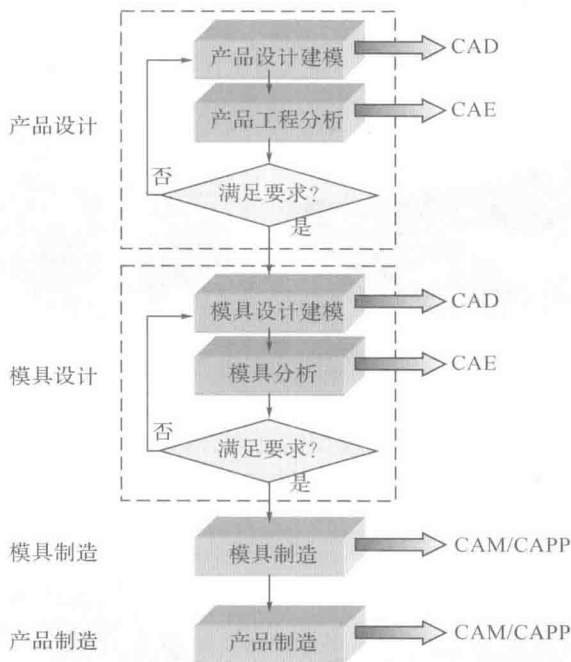


图 1-3

1. 产品设计阶段

首先建立产品的三维模型。建模的过程实际就是产品设计的过程,这个过程属于 CAD 领域。设计与分析是一个交互过程,设计好的产品需要进行工程分析(CAE),如强度分析、刚度分析、机构运动分析、热力学分析等,分析结果再反馈到设计阶段(CAD),根据需要修

改结构,修改后继续进行分析,直到满足设计要求为止。

2. 模具设计阶段

根据产品模型,设计相应的模具,如凸模、凹模以及其他附属结构,建立模具的三维模型。这个过程也属于 CAD 领域。设计完成的模具,同样需要经过 CAE 分析,分析结果用于检验、指导和修正设计阶段的工作。例如对于塑料制品,注射成型分析可预测产品成型的各种缺陷(如熔接痕、缩痕、变形等),从而优化产品设计和模具设计,避免因设计问题造成的模具返修甚至报废。模具的设计分析过程类似于产品的设计分析过程,直到满足模具设计要求后,才能最后确定模具的三维模型。

3. 模具制造阶段

由于模具是用来制造产品的模版,其质量直接决定了最终产品的质量,所以通常采用数控加工方式,这个过程属于 CAM 领域。制造过程不可避免地与工艺有关,需要借助 CAPP 领域的技术。

4. 产品制造阶段

此阶段根据设计好的模具批量生产产品,可能会用到 CAM/CAPP 领域的技术。

可以看出,模制品设计制造过程中,贯穿了 CAD、CAM、CAE、CAPP 等 CAx 技术;而这些技术都必须以三维造型为基础。

例如要设计生产如图 1-4 和图 1-5 所示的产品,必须首先建立其三维模型。没有三维造型技术的支持,CAD 技术无从谈起。



图 1-4

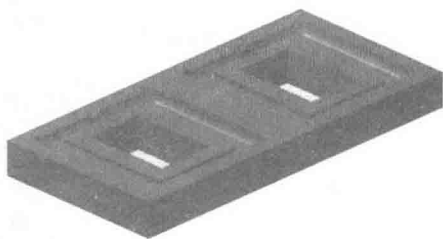


图 1-5

产品和模具的 CAE,不论分析前的模型网格划分,还是分析后的结果显示,也都必须借助三维造型技术才能完成,如图 1-6 和图 1-7 所示。

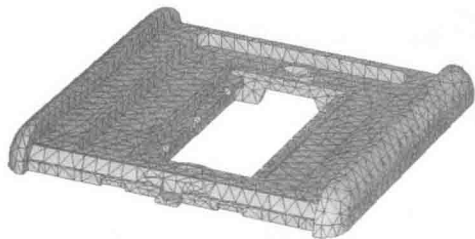


图 1-6



图 1-7

对于 CAM,同样需要在模具三维模型的基础上,进行数控(Numerical Control,NC)编程与仿真加工。图 1-8 显示了模具加工的数控刀路,即加工模具时,刀具所走的路线。刀具按照这样的路线进行加工,去除材料余量,加工结果就是模具。图 1-9 显示了模具的加工刀轨和加工仿真的情况。可以看出,CAM 同样以三维模型为基础,没有三维造型技术,虚拟制造和加工是不可想象的。

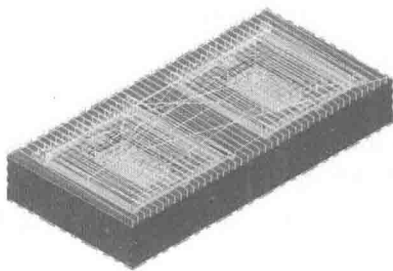


图 1-8

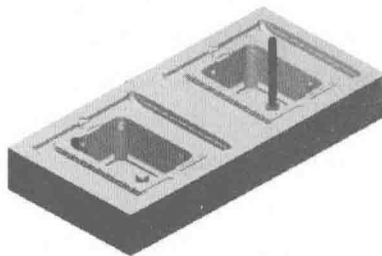


图 1-9

上述模制产品的设计制造过程充分表明,三维造型技术是 CAD、CAE、CAM 等 CAx 技术的核心和基础,没有三维造型技术,CAx 技术将无从谈起。

1.4 UG NX 软件介绍

UG NX 软件是美国 EDS 公司(现已经被西门子公司收购)的一套集 CAD/CAM/CAE/PDM/PLM 于一体的软件集成系统。CAD 功能使工程设计及制图完全自动化;CAM 功能为现代机床提供了 NC 编程,用来描述所完成的部件;CAE 功能提供了产品、装配和部件性能模拟能力;PDM/PLM 帮助管理产品数据和整个生命周期中的设计重用。

运用其功能强大的复合式建模工具,设计者可根据工作的需求选择最适合的建模方式;运用其关联性的单一数据库,使大量零件的处理更加稳定。除此之外,它的装配功能、制图功能、数控加工功能及其与 PDM 之间的紧密结合,使得 UG NX 软件在工业界成为一套无可匹敌的高端 PDM/CAD/CAM/CAE 系统。

UG NX 软件是一个全三维的双精度系统,该系统可以精确地描述任何几何形状。通过组合这些形状,可以设计、分析并生成产品的图纸。一旦设计完成,加工应用模块就允许选择该几何体作为加工对象,设置诸如刀具直径的加工信息,自动生成刀路轨迹,经过后处理的 NC 程序可以驱动 NC 机床进行加工。

1. UG NX 软件的技术特点

UG NX 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的设计功能,而且在设计过程中可以进行机构运动分析、动力学分析和仿真模拟,提高了设计的精确度和可靠性。同时,使用生成的三维模型可直接生成数控代码,用于产品的加工,其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/OPENAPI 简单易学,实现功能多,便于用户开发专用的 CAD 系统。具体来说,该软件具有如下特点。

(1) 具有统一的数据库,真正实现了 CAD/CAE/CAM 各模块之间数据交换的无缝接合,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) 基于特征(如孔、凸台、型腔、沟槽、倒角等)的建模和编辑方法作为实体造型的基础,形象直观,类似于工程师传统的设计方法,并能用参数驱动。

(4) 曲线设计采用非均匀有理 B 样线条作为基础,可用多样方法生成复杂的曲面,特别适合于汽车、飞机、船舶、汽轮机叶片等外形复杂的曲面设计。

(5) 出图功能强,可以十分方便地从三维实体模型直接生成二维工程图;能按 ISO 标准标注名义尺寸、尺寸公差、形位公差汉字说明等,并能直接对实体进行局部剖、旋转剖、阶梯剖和轴测图挖切等,生成各种剖视图,增强了绘图功能的实用性。

(6) 以 Parasolid 为实体建模核心,实体造型功能处于领先地位。目前著名的 CAD/CAE/CAM 软件均以此作为实体造型的基础。

(7) 提供了界面良好的二次开发工具 GRIP(Graphical Interactive Programing)和 UFUNC(User Function),使 UG NX 的图形功能与高级语言的计算机功能紧密结合起来。

(8) 具有良好的用户界面,绝大多数功能都可以通过图标实现,进行对象操作时,具有自动推理功能,同时,在每个步骤中,都有相应的信息提示,便于用户做出正确的选择。

2. 如何学好 UG NX 软件产品造型

UG NX 的模块很多,功能也十分强大,因此要学好 UG 的所有功能模块不太现实也没有必要,用户只要掌握、精通其中几个重要模块就可以了。三维造型模块就是其中最基础,也是最重要的模块之一,包括曲线、曲面、草图、实体建模、装配、工程图等许多非常重要的子模块,它是进行产品造型、模具设计的主要手段,更是以后进行 CAE 分析和 CAM 制造,形成最终产品实物的根本依据。

产品造型又称为三维设计,其目的就是将现实中的三维物体在计算机中描述出来,其结果可以称为虚拟机。它包含了物体所具有的所有物理属性,能对其进行运动、动力分析、有限元分析和其他分析等。

学好产品造型技术,首先要掌握产品造型的基础知识、基本原理、造型思路与基本技巧,其次要学会熟练使用至少一个产品造型软件,包括各种造型功能的使用原理、应用方法和操作方法。

基础知识、基本原理与造型思路是产品造型技术学习的重点,它是评价一个 CAD 工程师产品造型水平的主要依据。目前常用 CAD 软件的基本功能大同小异,因此对于一般产品的产品造型,只要掌握了正确的造型方法、思路 and 技巧,采用何种 CAD 软件并不重要。掌握了产品造型的基本原理与正确思路,就如同学会了“渔”而不仅仅是得到一条“鱼”。

在学习产品造型软件的使用时,也应避免只重视学习功能操作方法,而应着重理解软件功能的整体组成结构、功能原理和应用背景,纲举而目张,这样才能真正掌握并灵活使用软件的各种功能。

同其他知识和技能的学习一样,掌握正确的学习方法对提高产品造型技术的学习效率和质量有着十分重要的作用。那么,什么学习方法是正确的呢?下面给出几点建议。

(1) 集中精力打歼灭战,在较短的时间内集中完成一个学习目标,并及时加以应用,避



免马拉松式的学习。

(2) 正确把握学习重点。包括两方面含义:一是将基本原理、思路和应用技巧作为学习的重点;二是在学习软件造型功能时也应注重原理。对于一个高水平的 CAD 工程师而言,产品的造型过程实际上首先是在头脑中完成的,其后的工作只是借助某种 CAD 软件将这一过程表现出来。

(3) 有选择地学习。CAD 软件功能相当丰富,学习时切忌面面俱到,应首先学习最基本、最常用的造型功能,尽快达到初步应用水平,然后再通过实践及后续的学习加以提高。

(4) 对软件造型功能进行合理的分类。这样不仅可提高记忆效率,而且有助于从整体上把握软件功能的应用。

(5) 从一开始就注重培养规范的操作习惯,在操作学习中始终使用效率最高的操作方式。同时,应培养严谨、细致的工作作风,这一点往往比单纯学习技术更为重要。

(6) 将平时所遇到的问题、失误和学习要点记录下来,这种积累的过程就是水平不断提高的过程。

最后,学习产品造型技术和学习其他技术一样,要做到“在战略上藐视敌人,在战术上重视敌人”,既要完成学习目标树立坚定的信心,又要脚踏实地地对待每一个学习环节。