

新世纪应用型高等教育机械类课程规划教材

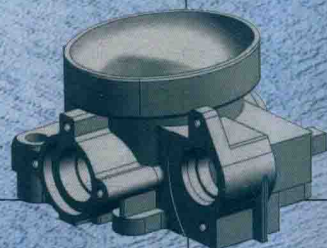
机械CAD/CAM 应用技术——UG NX 8.0

JIXIE CAD/CAM

YINGYONG JISHU—UG NX 8.0

主 编 唐继武

主 审 余桂英



大连理工大学出版社

新世纪应用型高等教育机械类课程规划教材

机械CAD/CAM 应用技术——UG NX 8.0

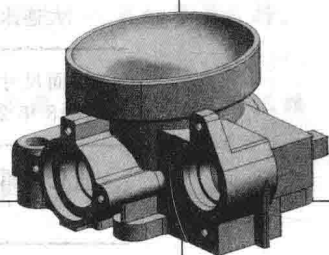
JIXIE CAD/CAM

YINGYONG JISHU—UG NX 8.0

主 编 唐继武

副主编 魏 波

主 审 余桂英



大连理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械 CAD/CAM 应用技术 : UG NX 8.0 / 唐继武主编

· 一 大连 : 大连理工大学出版社, 2018. 2

新世纪应用型高等教育机械类课程规划教材

ISBN 978-7-5685-1193-3

I. ①机… II. ①唐… III. ①机械设计—计算机辅助
设计—应用软件—高等学校—教材 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 308191 号

大连理工大学出版社出版

地址:大连市软件园路 80 号 邮政编码:116023

发行:0411-84708842 邮购:0411-84708943 传真:0411-84701466

E-mail: dutp@dutp. cn URL: http://dutp. dlut. edu. cn

大连永盛印业有限公司印刷 大连理工大学出版社发行

幅面尺寸:185mm×260mm 印张:17.25 字数:418 千字
2018 年 2 月第 1 版 2018 年 1 月第 1 次印刷

责任编辑:白璐

责任校对:王晓伟

封面设计:张莹

ISBN 978-7-5685-1193-3

定 价:42.80 元

本书如有印装质量问题,请与我社发行部联系更换。

前言

《机械 CAD/CAM 应用技术——UG NX 8.0》是新世纪应用型高等教育教材编审委员会组编的机械类课程规划教材之一。

UG NX 8.0 通过新一代数字化产品开发系统实现向产品全生命周期管理转型的目标。它包含了企业中应用较广泛的 CAD/CAE/CAM 集成应用套件,可用于产品设计、分析和制造全范围的开发过程,是当今世界较先进的计算机辅助设计、分析和制造软件。UG NX 8.0 问世以来,在航空航天、汽车、通用机械、工业设备、医疗器械以及其他高科技应用领域得到广泛的应用。

本教材依托 UG NX 8.0 中文版为操作平台,详细讲解了 UG NX 8.0 中 CAD/CAM 两大模块的常用基础命令的功能和典型操作方法,实例由浅入深、由易到难,语言流畅、通俗易懂、图文并茂、思路清晰、步骤详尽,使读者不仅能够快速入门,而且能够全面掌握产品从建模、装配、工程图到仿真加工的全数字化开发过程,快速提升产品开发能力。

本教材内容安排以实例为主,首先对基本命令的功能和操作方法进行介绍,其次通过简单实例使读者熟练运用学到的常用基本命令和操作方法,再次通过复杂的实例来提升读者的软件运用能力,最后通过课后习题的强化训练,培养读者合理地创建思路,采用适当的设计方法提升自身的设计水平。本教材内容全面、层次分明、由浅入深、结构安排合理、可读性和操作性强,建议学时为 48~64 学时。本教材可作为普通高校机械、机电、数控、模具等专业的教材,也可以作为 CAD/CAM 工程技术人员的参考资料。

本教材具有以下特色:

1. 语言简洁易懂、内容层次分明、步骤清晰明了,没有三维 CAD 软件基础的初学者容易入门。
2. 案例典型、难易适中、针对性强,并能对工程实践有一定指导作用。
3. 内容丰富,囊括了 CAD/CAM 的部分内容,读者可以从草图绘制、实体建模、曲面设计、装配设计、工程图到仿真加工过程中展开全数字化设计过程,从而快速提升产品开发能力。

本教材由大连海洋大学唐继武任主编,哈尔滨石油学院魏波



任副主编。具体编写分工如下:唐继武编写了第1章至第7章、第10章和第11章;魏波编写了第8章和第9章。南昌大学余桂英教授审阅了书稿,并提出了大量宝贵的意见,在此仅致谢忱。

在编写本教材的过程中,我们参考、借鉴了许多专家、学者的相关著作,已列入参考文献,对于引用的段落、文字不能一一列出,谨向各位专家、学者一并表示感谢。

尽管我们在教材特色的建设方面做了许多努力,但由于编者水平有限,教材中难免存在疏漏和不妥之处,恳请教学单位和读者多提宝贵意见,以便下次修订时改进。

编 者

2018年2月

所有意见和建议请发往:dutpbk@163.com

欢迎访问教材服务网站: <http://www.dutpbk.com>

联系电话:0411-84708445 84708462

目 录

第 1 章 UG NX 8.0 基础知识	1
1.1 系统简介	1
1.2 常用模块	2
1.3 主要技术特点	8
1.4 参数化设计	8
1.5 表达式	9
1.6 本章小结	13
1.7 课后练习	13
第 2 章 UG NX 8.0 操作基础	14
2.1 操作界面	14
2.2 布局操作	18
2.3 图层编辑	20
2.4 坐标系与基准特征	23
2.5 产品设计	31
2.6 本章小结	32
2.7 课后练习	32
第 3 章 UG NX 8.0 草图设计	33
3.1 草图基本环境	33
3.2 绘制和编辑草图	34
3.3 草图约束	37
3.4 草图定位	40
3.5 草图设计综合实例 1:零件 1 草图	42
3.6 草图设计综合实例 2:零件 2 草图	46
3.7 本章小结	51
3.8 课后练习	51

第4章 UG NX 8.0 实体设计	53
4.1 实体建模	53
4.2 体素特征建模	55
4.3 基本成形设计特征	57
4.4 扫描特征建模	65
4.5 特征操作	72
4.6 编辑特征	86
4.7 实体设计综合实例:法兰零件设计	89
4.8 本章小结	95
4.9 课后练习	95
第5章 UG NX 8.0 曲面设计	96
5.1 曲面创建	96
5.2 曲线创建	97
5.3 点构造曲面	118
5.4 曲线构造曲面	120
5.5 曲面设计综合实例 1:五角星造型	126
5.6 曲面设计综合实例 2:安全帽主体造型	130
5.7 本章小结	136
5.8 课后练习	136
第6章 UG NX 8.0 零件工程图	137
6.1 工程图概述	137
6.2 图纸页和视图管理	143
6.3 工程图标注	148
6.4 打印输出	156
6.5 零件工程图综合实例:法兰零件	156
6.6 本章小结	164
6.7 课后练习	164
第7章 UG NX 8.0 综合装配设计	165
7.1 装配设计概述	165
7.2 装配建模方法介绍	169
7.3 干涉检查与装配间隙	180
7.4 爆炸图与装配序列	183
7.5 本章小结	192
7.6 课后练习	192

第 8 章 UG NX 8.0 数控加工技术及编程技术基础	193
8.1 数控加工技术与原理	193
8.2 数控编程主要步骤	194
8.3 数控程序的格式及主要指令	195
8.4 机床坐标系与工件坐标系	197
8.5 常用数控指令	200
8.6 手工编程综合实例	204
8.7 本章小结	208
8.8 课后练习	208
第 9 章 UG NX 8.0 平面铣	209
9.1 平面铣操作入门与编程步骤	209
9.2 平面铣简介	219
9.3 平面铣综合实例 1:花形凹模加工	226
9.4 平面铣综合实例 2:奖牌基座加工	233
9.5 本章小结	238
9.6 课后练习	238
第 10 章 UG NX 8.0 型腔铣	239
10.1 型腔铣简介	239
10.2 型腔铣综合实例:碗形凹模	242
10.3 本章小结	251
10.4 课后练习	251
第 11 章 UG NX 8.0 固定轴曲面轮廓铣	252
11.1 固定轴曲面轮廓铣简介	252
11.2 固定轴曲面轮廓铣实例:盒盖凸模	258
11.3 本章小结	267
11.4 课后练习	267
参考文献	268

第1章

UG NX 8.0基础知识

1.1 系统简介



UG 是 Siemens PLM Software 公司旗舰数字化产品开发解决方案,它为用户的产品设计及加工过程提供数字化造型和验证手段,这些解决方案可以全面提高设计过程的效率,削减成本,并缩短产品进入市场的时间。

UG 使企业能够通过新一代数字化产品开发系统实现向产品全生命周期管理转型的目标。它包含了企业中应用较广泛的 CAD/CAE/CAM 集成应用套件,可用于产品设计、分析和制造全范围的开发过程,是当今世界最先进的计算机辅助设计、分析和制造软件。UG 面世以来,在航空航天、汽车、通用机械、工业设备、医疗器械以及其他高科技应用领域得到广泛的应用。

UG 主要客户包括通用汽车、通用电气、福特、波音公司、劳斯莱斯、普惠发动机、日产、克莱斯勒以及美国军方等。几乎所有飞机发动机和大部分汽车发动机都采用 UG NX 8.0 进行设计,充分体现了 UG NX 8.0 在高端工程领域,特别是军工领域的强大实力。

UG 进入中国以后,很快就以其先进的管理理念、强大的工程背景、完善的技术功能以及专业化的技术服务队伍赢得了广大中国用户的赞誉,在中国的业务有了很大的发展。

UG NX 8.0 是西门子公司 2011 年下半年正式发布的新版本。该版本构建在西门子的全新 PLM 技术框架之上,可以为用户提供可视化程度更高的信息和分析,从而改善协同和决策过程。UG NX 8.0 在 CAD 建模、分析、制图、仿真和加工等方面新增或增强了很多实用功能,以进一步提高整个产品开发过程中的生产效率。本教材将以 UG NX 8.0 中文版为操作平台,全面地讲解 UG NX 8.0 软件中 CAD/CAM 部分的使用方法和操作技巧。

1.2 常用模块

UG NX 8.0 是通用的 CAD/CAM/CAE 一体化软件,该软件主要包括以下一些常用应用模块:

- UG NX 8.0 建模模块
- UG NX 8.0 产品设计模块
- UG NX 8.0 装配模块
- UG NX 8.0 工程图模块
- UG NX 8.0 模具设计模块
- UG NX 8.0 数控加工模块
- UG NX 8.0 注塑分析
- UG NX 8.0 钣金设计模块
- UG NX 8.0 机构运动仿真模块

UG NX 8.0 的功能是靠各功能模块来实现的,利用不同的功能模块实现不同的用途。下面本教材简要介绍几种常用的功能模块。

1. CAD 模块

(1) 实体建模

提供业界最强的复合建模功能。UG NX 8.0 实体建模模块是基于约束的特征建模和显式几何建模,用户能够方便地建立二维和三维线框模型,通过扫描和旋转形成实体,并可对实体进行布尔运算及参数化编辑。实体建模是特征建模和自由形状建模的必要基础,如图 1-1 所示。

(2) 特征建模

UG NX 8.0 特征建模模块提供了对建立和编辑标准设计特征的支持,常用的特征建模命令包括圆柱、圆锥、球、圆台、凸垫及孔、键槽、腔体、倒圆角、倒角等。特征可以相对于任何其他特征或对象定位,也可以被引用复制,如图 1-2 所示。

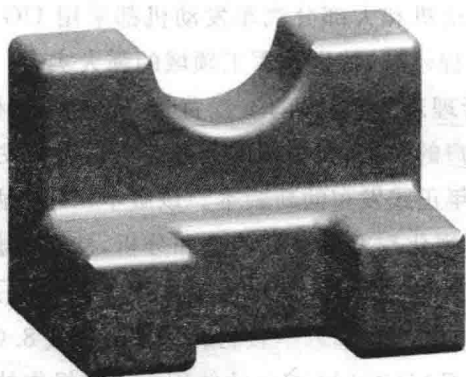


图 1-1 实体建模

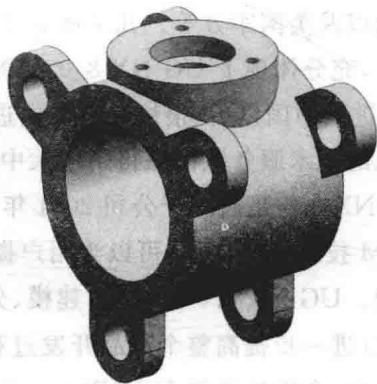


图 1-2 特征建模

(3)自由形状建模

自由形状建模用于构建用标准建模方法无法创建的复杂形状,它既能生成曲面,也能生成实体。定义自由形状特征可以采用点、线、片体或实体的边界和表面,如图 1-3 所示。

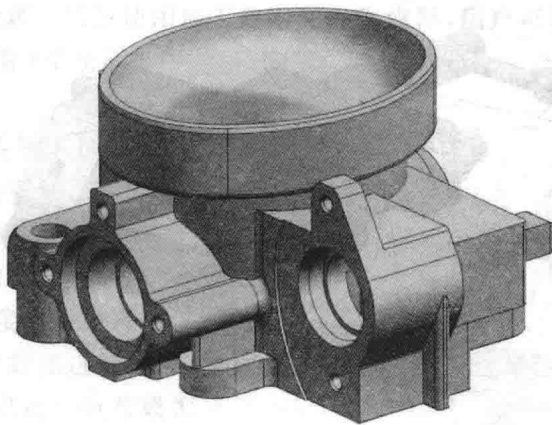


图 1-3 自由形状建模

(4)制图模块

制图模块即工程图模块,通过该模块设计人员能够快速、方便地由三维实体模型直接生成全相关的二维工程图,当实体模型改变时,工程图将被同步更新,从而减少工程图生成的时间和成本,提高设计效率。制图模块提供自动的视图布局(包括基本视图、剖视图、投影视图和局部放大视图等),可以自动、手动标注尺寸,自动绘制剖面线,标注几何公差和表面粗糙度等。利用装配模块创建的装配信息可以方便地建立装配图,包括快速建立装配图的剖视图、爆炸图等,如图 1-4 所示。

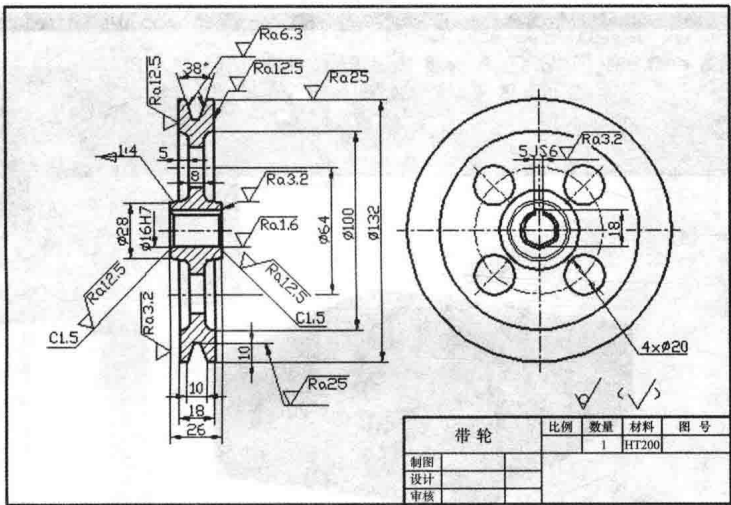


图 1-4 工程图

(5)装配模块

装配模块提供并行的自顶向下和自底向上的产品开发方案,其生成的装配模型中零件数据是对零件本身的链接映像,保证装配模型和零件设计完全双向相关,并改进了软件操作

性能,减少了对存储空间的需求。零件设计修改后装配模型中的零件会自动更新,同时可在装配环境下直接修改零件设计。装配建模的主模型可以在总装配的上下文中设计和编辑,组件以接触对齐、同心和距离等方式被灵活地配对或定位,如图 1-5 所示。

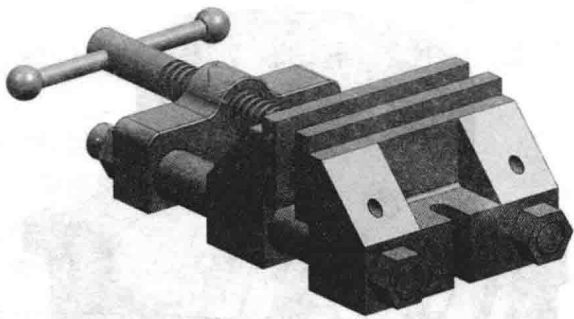


图 1-5 装配体

2. CAM 模块

加工模块可根据建立的三维模型生成数控代码,用于产品的加工,其后处理程序支持多种类型的数控机床。加工模块提供了众多的基本模块,如车削、固定轴曲面轮廓铣削、可变轮廓铣、切削仿真、线切割等。

(1) 加工基础

加工基础提供连接 UG NX 8.0 所有加工模块的基础框架,它为所有 UG NX 8.0 的加工模块提供一个相同的、工作界面友好的图形化窗口环境。可在图形方式下观察刀具沿轨迹运行的情况并进行图形化修改,如对刀具轨迹进行扩展、缩短或修改等。用户可按需求进行灵活的个性化修改和剪裁、定义标准化刀具库、加工工艺参数样板库等,使常用加工参数标准化,以减少使用培训时间并优化加工工艺,如图 1-6 所示。

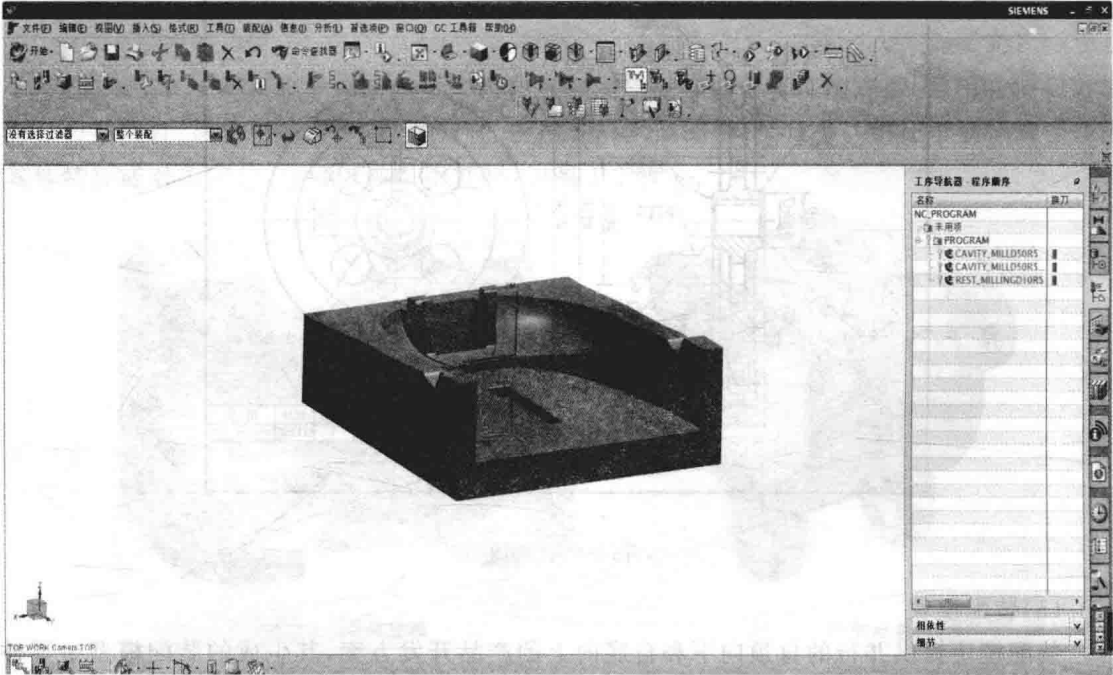


图 1-6 加工基础

(2) 后处理

后处理模块使用户能够方便地建立自己的加工后置处理程序,适用于目前世界上几乎所有的主流 NC 机床和加工中心。该模块包括一个通用的后置处理器,使用户能够方便地建立用户定制的后置处理。通过使用加工数据文件生成器,用户可以选择适合特定机床和控制器特性的参数,如图 1-7 所示。

(3) 车削

车削提供生产高质量车削零件所需要的所有功能。为了自动更新,该模块在零件几何体与刀轨间是全相关的。提供了包括粗车、多刀路精车、车沟槽、车螺纹和中心钻等子程序,可以产生直接被后处理器读取的源文件。用户控制的参数如进给速度、主轴转速和加工余量等,可以通过屏幕模拟显示生成的刀轨,检测参数设置是否正确。最后可生成刀位源文件,刀轨文件可以进行存储和更改,如图 1-8 所示。

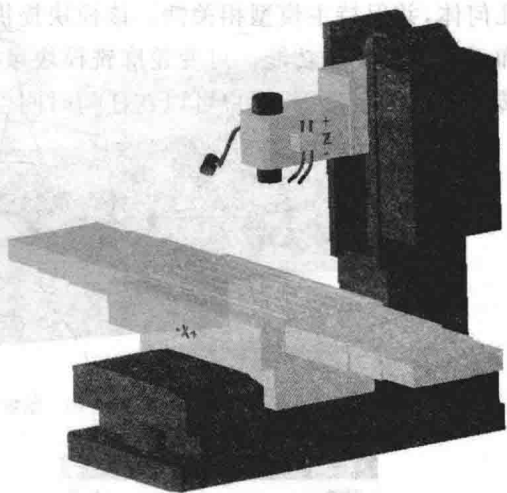


图 1-7 后处理

(4) 型芯和型腔铣削

型芯和型腔铣削模块常用于模具和冲模加工中,在汽车和消费品工业中也常被用

到。它提供粗加工单个或多个型腔的功能,可沿非常复杂的形状产生刀具运动轨迹。通过型腔铣削可加工设计精度低、曲面之间有间隙和重叠的形状。构成型腔的表面可以有数百个,加工中发现型面异常时,可以纠正这些异常或在用户规定的公差内加工型腔。这个模块提供对型芯和型腔铣削加工过程的全自动化控制,如图 1-9 所示。

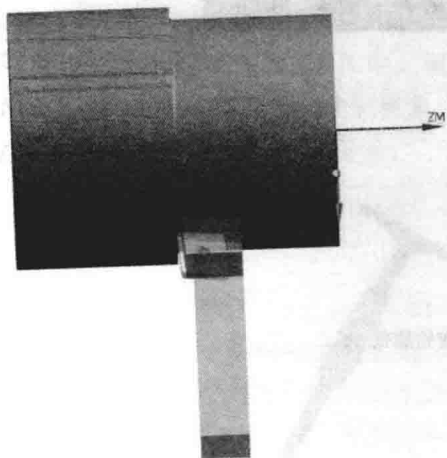


图 1-8 车削加工

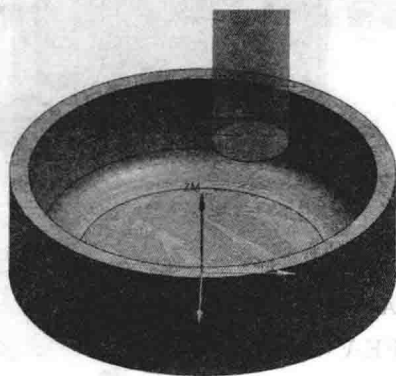


图 1-9 型腔铣削

(5) 固定轴曲面轮廓铣削

固定轴曲面轮廓铣削模块提供生成 3 轴联动运动刀轨、加工区域选择、多种驱动方法和走刀方式选择等功能,如走刀方式可选择沿边界切削、径向切削、螺旋切削和用户定义切削

等,主要进行曲面的精加工。在沿边界驱动的切削方法中,又可选择同心或径向等不同切削方式。该模块提供顺铣和逆铣以及螺旋进刀等切削方式,可自动识别前道工序未能切除的未加工区域和陡峭区域,以便用户进一步清理这些区域,如图 1-10 所示。

(6)可变轮廓铣

可变轮廓铣模块支持定轴和多轴铣削功能,可加工 UG NX 8.0 建模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 3~5 轴铣削功能,提供刀轴控制、走刀方式选择和刀具路径生成功能。可变轮廓铣模块可以方便地设定所有需要的参数,如进给速度、主轴转速和加工余量等,用户可以在任何时间生成刀轨,如图 1-11 所示。

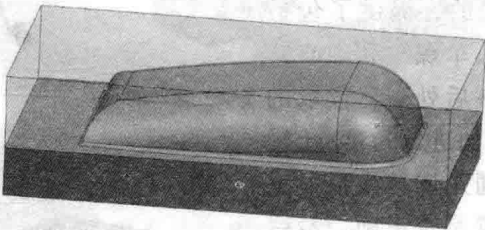


图 1-10 固定轴曲面轮廓铣削

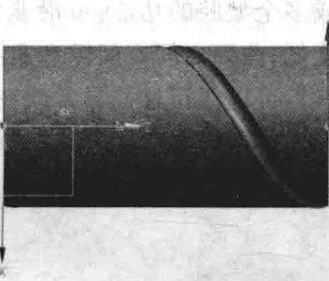
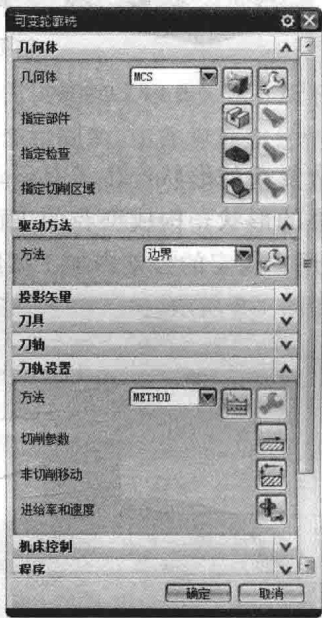


图 1-11 可变轮廓铣

3. CAE 模块

(1)FEA

FEA 是一个与 UG NX 8.0/Scenario for FEA 前处理和后处理功能紧密集成的有限元解算器,这些产品结合在一起为在 UG NX 8.0 环境内的建模与分析提供一个完整的解,UG NX 8.0/Scenario FEA 是基于世界领先的 FEA 程序 MSC nastran 开发的。它不仅在过去的 30 年为有限元的精度和可靠性建立了标准,而且也在今天的动态产品开发环境中继续证明它的精度和有效性。如图 1-12 所示。

lanxi2_sim1 Solution 1 Result
 Subcase - Static Loads 1, 静态步长 1
 应力 - 单元的, Von Mises
 最小 0.002 最大 0.308 单位 = N/mm²(MPa)
 变形 位移 - 节点的 幅值

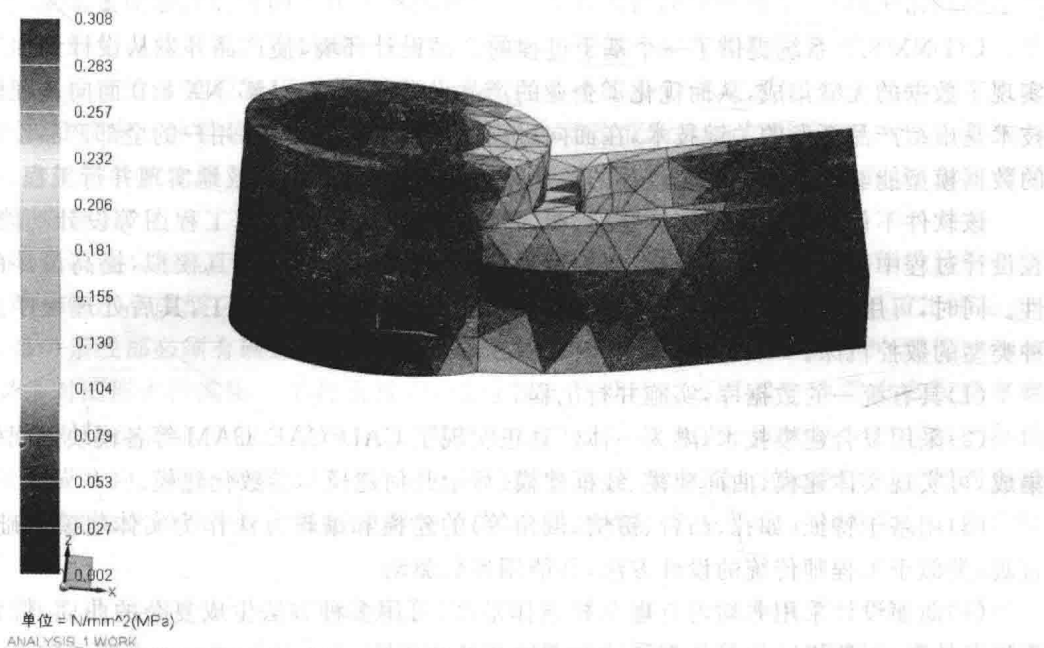


图 1-12 有限元分析

(2) 运动分析

运动分析是直接在 UG NX 8.0 软件内方便地进行二维或三维机构系统的运动学分析和设计仿真,用最小距离、干涉检测和跟踪轨迹包络选项,可以执行各种打包研究。独特的交互运动学方式,允许同时控制五个运动副,用户可以分析反作用力、图示最终位移、速度和加速度等,反作用力可以输入到 FEA 中。运动分析使用嵌入的来自机构动力学公司(MDI)的 ADAMS/Kine-matics 解算器,对于更复杂的应用,可以为 ADAMS/Solver 的动力学解算器建立一个输入文件,如图 1-13 所示。

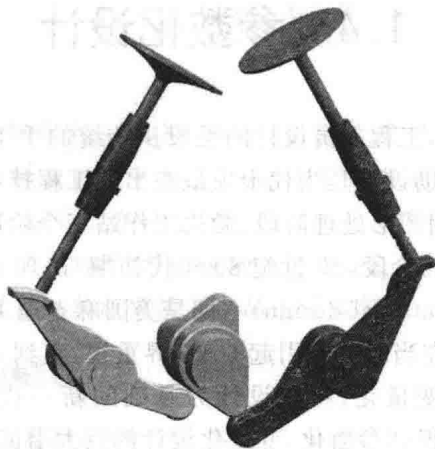


图 1-13 运动分析

1.3 主要技术特点

UG NX 8.0 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 NX 8.0 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,从而有效地实现并行工程。

该软件不仅具有强大的实体建模、曲面建模、虚拟装配和生成工程图等设计功能,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,用于产品的加工,其后处理程序支持多种类型的数控机床。

(1)具有统一的数据库,实施并行工程。

(2)采用复合建模技术,融为一体。真正实现了 CAD/CAE/CAM 等各模块之间的无缝集成,可实现实体建模、曲面建模、线框建模、显示几何建模与参数化建模。

(3)用基于特征(如孔、凸台、键槽、倒角等)的建模和编辑方法作为实体建模基础,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、汽轮机叶片等具有复杂曲面的产品的建模。

(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 标准和国家标准标注尺寸、几何公差和汉字说明等,并能直接对实体做旋转剖、阶梯剖和轴测剖等形成各种剖视图,增强了绘制工程图的实用性。

(6)以 Parasolid 为实体建模核心,其实体建模功能处于领先地位。目前大部分 CAD/CAE/CAM 软件均以此作为实体建模基础。

(7)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 NX 8.0 的图形功能与高级语言的计算功能紧密结合起来。

1.4 参数化设计

随着计算机技术的发展,工程人员设计的手段从传统的手工图板制图逐渐向计算机辅助设计方向发展。计算机辅助设计是当代十项最杰出的工程技术之一,CAD 技术的发展已经经历了二维绘图阶段、通用图形处理阶段、微机工作站三个阶段。

在 CAD 技术发展的第三阶段(20 世纪 80 年代初期)出现了变量化设计技术和参数化设计技术。变量化设计(variational design)一词是美国麻省理工学院 Gossard 教授于 1980 年提出的。Gossard 的理论在当时并未引起 CAD 界重视,直到 1987 年底 Parametric Technology 公司推出以参数化、变量化、特征设计为基础的新一代实体造型软件 Pro/ENGINEER 后,CAD 界才真正认识到参数化、变量化设计的巨大潜能。之后,参数化和变量化设计引起国内外 CAD 软件界的极大关注,并成为 CAD 界的研究热点。

参数化设计(parametric design)也叫尺寸驱动(dimension driven),它不仅可使 CAD 系统具有交互式绘图功能,还具有自动绘图的功能。目前,它是 CAD 技术应用领域内的一个重要的且待进一步研究的课题。利用参数化设计手段开发的实用产品设计系统,可使设计人员从大量繁重而琐碎的绘图工作中解脱出来,可以大大提高设计速度,并减少信息的存储量。应用参数化设计系统进行机械产品设计,其系统操作与运行比较简单,并能将已有的某种机械产品设计的经验和知识继承下来。参数化设计的参数化模型的尺寸用对应关系表示,而不需要确定具体数值。改变一个参数值,将自动改变所有与它相关的尺寸,并遵循约束条件,这就是参数化模型。采用该模型将通过调整参数来修改和控制几何形状,自动实现产品的精确造型。

参数化设计与传统方法相比,最大的不同在于它存储了设计的整个过程,能设计出一组而不是单一的产品模型。传统的人机交互式绘图一般需要用精确的尺寸值定义几何元素,输入的每一条线都必须有确定的位置,图形一旦建立,若想改变图形大小尺寸,即使结构相似,也必须对图形进行编辑。工程设计中,进行新产品设计时不可避免地需要多次反复修改,特别是对于结构定型的产品设计,需要针对用户的需求提供不同规格和尺寸的产品设计,以便形成系列。因此希望有一种比交互式绘图更方便、更高效、更适合结构相似图形绘制的方法。参数化设计方法比较好地解决了这一问题,在实际工程设计中得到了非常广泛的应用。

自 20 世纪 80 年代以来,基于特征设计的方法已被公认为是解决产品开发与过程设计集成问题的有效手段。特征是具有工程含义的几何实体,他表达的产品模型兼含语义和形状两方面的信息,而特征语义包含设计和加工信息,他为设计者提供了符合人们思维的设计环境,设计人员不必关注组成特征的几何细节,而是用熟悉的工程术语阐述设计意图的方式来进行设计。因此基于特征的设计越来越广泛地应用于参数化设计中。对于一个特征来说,其构成的几何图素之间的拓扑关系是不变的,特征形状的变化只能通过给特征指定不同的参数值来实现。这样对零件的修改就可以转化为对构成零件的特征参数值进行修改,而不用直接修改几何图素的位置,大大方便了零件的设计修改过程,提高了设计效率和准确性。

1.5 表达式

表达式是 UG NX 8.0 参数化建模的重要工具,表达式记录了设计过程中所有的特征参数,并以变量的形式出现,给变量赋予数值,其结构形式为:

变量名=数值(一个数学语句或条件语句)

当模型的结构发生变化时,变量的数值也随之改变,反过来,当变量的参数发生变化时,模型也随之改变,因此,可以通过参数来控制产品的结构特征。

1.5.1 表达式的概念

UG NX 8.0 中的表达式有自己的语法,类似于 C 语言中的表达式的用法。表达式语言中常遇到的一些元素有:表达式名、算数表达式及运算符、运算符的优先顺序和相关性、内部