



UGS PLM 应用指导系列丛书

The PLM Company

NX MasterFEM

基础教程



李 伟 刘 东 编译
蔡 波 审校



清华大学出版社

UGS PLM 应用指导系列丛书

NX MasterFEM 基础教程

李 伟 刘 东 编译

蔡 波 审校

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

NX MasterFEM 是 I-deas NX 系列产品中一个独立运行的 CAE 应用, 是 UGS 用于创建和分析有限元模型的核心仿真软件包。本书是 NX MasterFEM 的基础培训教程, 着重介绍软件的有限元分析前、后处理功能, 主要内容包括 NX MasterFEM 仿真解决方案、有限元分析前处理、有限元分析后处理、MasterFEM 的新增功能、分析数据转换接口与部分。在配书光盘中有实例操作步骤的编译内容、仿真分析和演示文件。

本书适用于 NX MasterFEM 有限元分析软件的初级用户, 也可供其他从事有限元分析的专业人员参考。

版 权 声 明

本系列丛书为 UGS PLM Solutions (中国) 公司 (原名: 优集系统 (中国) 有限公司) 独家授权的中文版培训教程与使用指导。本书的专有出版权属清华大学出版社所有。在没有得到 UGS PLM Solutions (中国) 公司和本丛书出版者的书面许可, 任何单位和个人不得复制与翻印。

版权所有, 违者必究。

“Copyright 2000 by Unigraphics Solutions Inc.

Original English Language Edition Copyright

2000 by Unigraphics Solutions Inc. All Rights Reserved”

版权所有, 翻印必究。举报电话: 010-62782989 13501256678 13801310933

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。

本书防伪标签采用特殊防伪技术, 用户可通过在图案表面涂抹清水, 图案消失, 水干后图案复现; 或将表面膜揭下, 放在白纸上用彩笔涂抹, 图案在白纸上再现的方法识别真伪。

图书在版编目 (CIP) 数据

NX MasterFEM 基础教程/李伟, 刘东编译. —北京: 清华大学出版社, 2005. 5
(UGS PLM 应用指导系列丛书)

ISBN 7-302-10771-8

I. N… II. ①李… ②刘… III. 有限元分析-软件包, NX MasterFEM-教材 IV. 0241.82
中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 030838 号

出 版 者: 清华大学出版社

<http://www.tup.com.cn>

社 总 机: 010-62770175

地 址: 北京清华大学学研大厦

邮 编: 100084

客户服务: 010-62776969

组稿编辑: 许存权

文稿编辑: 刘 丽

封面设计: 姜凌娜

版式设计: 杨 洋

印 刷 者: 北京市清华园胶印厂

装 订 者: 三河市李旗庄少明装订厂

发 行 者: 新华书店总店北京发行所

开 本: 185×260 印张: 11.75 字数: 228 千字

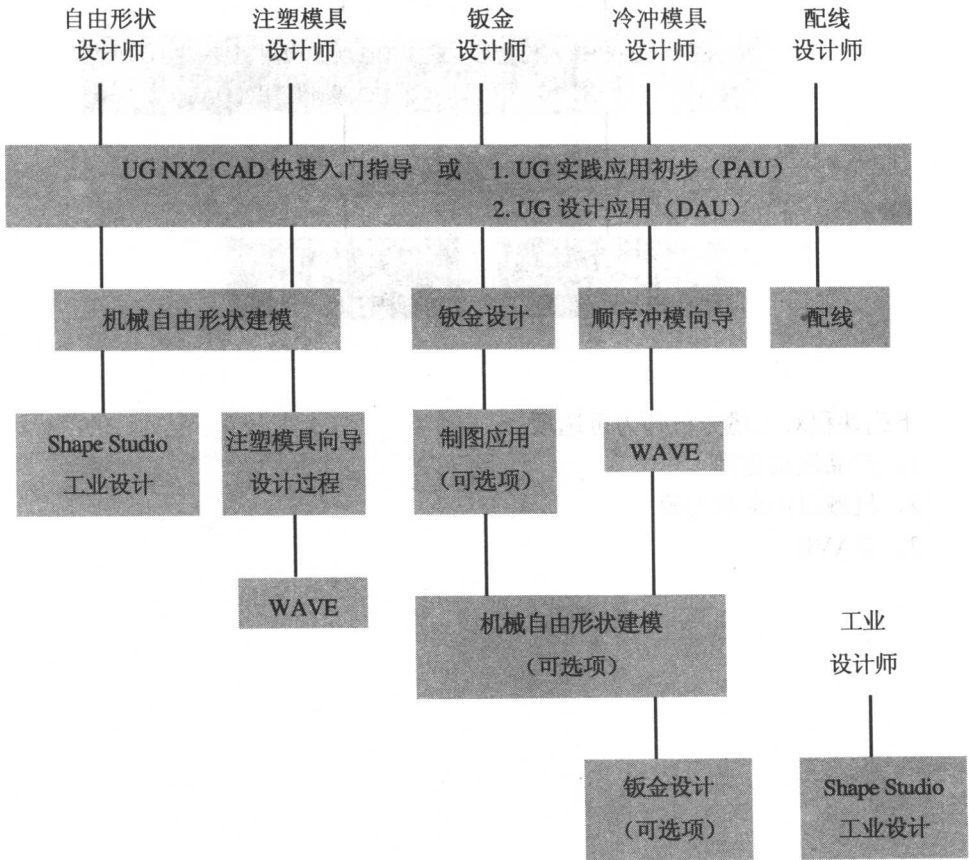
版 次: 2005 年 5 月第 1 版 2005 年 5 月第 1 次印刷

书 号: ISBN 7-302-10771-8/TP·7172

印 数: 1~5000

定 价: 25.00 元(附光盘 1 张)

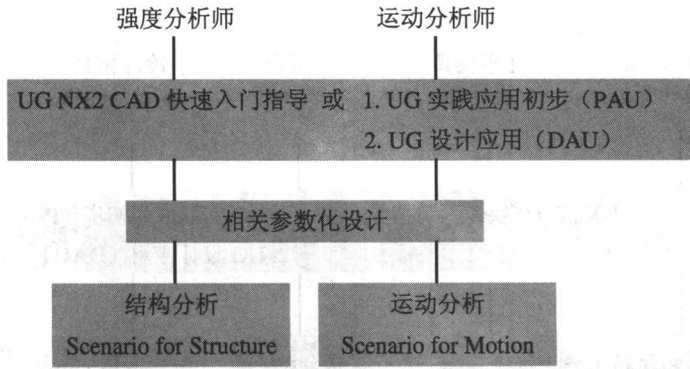
UG NX 设计师学习途径



下列课程对所有上述人员为可选项:

1. 产品数据管理
2. 相关参数化设计

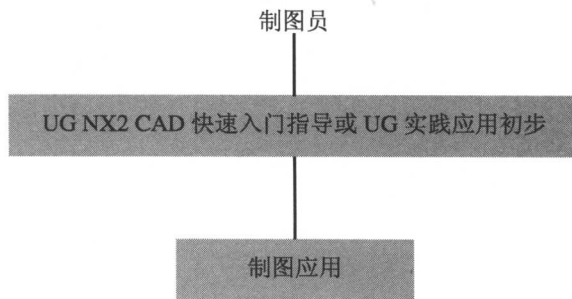
UG NX 分析师学习途径



下列课程对上述分析师为可选项:

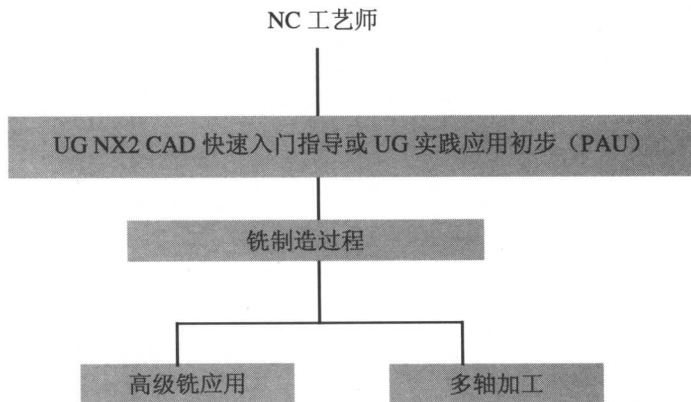
1. 产品数据管理
2. 机械自由形状建模
3. WAVE

UG NX 制图员学习途径



下列课程为可选项课程：
产品数据管理

UG NX NC 加工学习途径



下列课程为可选项课程：
1. 产品数据管理
2. 车削过程
3. 后置处理器构建技术

UGS PLM 应用指导系列丛书序

UGS PLM Solutions 公司是产品生命周期管理 (PLM) 软件及相关服务领域的市场领导者, 由原来的 UGS、SDRC 和 EAI 组成, 拥有 42000 家客户, 全球装机量超过 280 万台。公司与客户密切协作, 提供产品数据管理、工程协同和产品设计、分析加工的完整解决方案, 帮助客户实现管理流程的改革与创新, 以期真正获得 PLM 所带来的价值。

为了丰富清华大学出版社计算机图书的种类, 强化品牌优势和帮助 UGS 客户正确与高效地应用 MCAD/CAE/CAM 技术于产品开发过程和满足广大 UG 学习者的要求, 清华大学出版社北京清大金地科技有限公司和优集系统 (中国) 有限公司从 2000 年起, 联合组织出版了 Unigraphics 中文版应用指导系列丛书。该系列丛书的出版深受广大用户与读者的欢迎。今天为了帮助 UGS 客户正确与高效地应用 UGS PLM 产品生命周期管理解决方案于产品开发过程和满足广大读者的进一步学习要求, 清华大学出版社北京清大金地科技有限公司和优集系统 (中国) 有限公司决定将原有的中文版 Unigraphics 应用指导系列丛书扩展为中文版 UGS PLM 应用指导系列丛书。

新扩展的系列丛书由两部分组成:

- (1) NX MCAD/CAE/CAM 培训教程和应用指导
- (2) Teamcenter 培训教程和应用指导

培训教程: 系列教程将采用全球通用的最优秀的学员指导 (Student Guide) 教材为原始资料, 组织国内优秀的培训教员与应用工程师编译。最后由公司指定的专家们审校。

应用指导: 将汇集有关专家的使用经验, 以简洁清晰的形式写成使用指导, 指导广大用户快速正确地应用相应的产品、模块与功能。

系列丛书的读者对象为:

- (1) 已购 UGS PLM Solutions 软件的广大用户

培训教程可作为离线培训与现场培训的教材, 或自学参考书。

应用指导可作为快速入门或进一步自学提高的参考书。

- (2) 选型中的 UGS 潜在用户

培训教程可作为预培训的教材, 或深入了解 UGS PLM Solutions 软件产品、模块与功能的参考书。

- (3) 在校机械、机电专业本科生与研究生

培训教程可作为 CAD、CAM 与 PDM 专业课教材, 研究生做课题中的自学参考书。

应用指导可作为快速入门或进一步自学提高的参考书。

- (4) 机械类工程技术人员

培训教程可作为再教育的教材或自学参考书。

应用指导可作为快速入门或进一步自学提高的参考书。

系列丛书的编译、编著、审校工作得到优集系统（中国）有限公司与各 UG 培训中心的大力支持，特别是得到 UGS PLM Solutions 公司大中华区总裁陈杰先生、大中华区销售总监魏永强先生、大中华区技术总监宣志华先生的大力支持与指导。在此表示衷心的感谢。

参与系列丛书的编译、编著、审校的全体工作人员认真细致地写稿、审稿、改稿，正是他们付出的辛勤劳动，系列丛书才得以在短时间内完成，在此也表示衷心的感谢。

最后要感谢清华大学出版社北京清大金地科技有限公司，在系列丛书的策划、出版过程中给予的特别关注、指导与支持。

UGS PLM Solutions 软件在继续发展与升版，随着新版本、新模块与新功能的推出，UGS PLM 系列丛书将定时更新和不断增册。

由于时间仓促，书中难免有疏漏与出错之处，敬请广大读者批评指正。

UGS PLM 应用指导系列丛书工作组

2004 年 4 月

前 言

UGS PLM Solutions 数字化仿真解决方案

UGS PLM Solutions 提供完整的、世界一流的数字化仿真解决方案，帮助用户优化产品开发的全过程，以满足产品严格的质量和性能要求，如下图所示。



1. 仿真解决方案的独到之处

(1) 跨学科的数字仿真应用软件

NX 环境提供了多学科的分析仿真应用软件，不仅仅局限在有限元分析的范畴，还包括适用于方案设计师、设计员、标检员、系统分析员、工艺师、模具设计员、可维护性分析员、机加工成本分析人员的各种分析工具，如结构优化向导工具、Check Mate、Quick Check 标检工具、VSA 公差分析工具、注塑模流动分析工具、人体工学分析工具 Jack、NC 切削仿真工具、高级机床运动模拟分析软件包等，丰富的应用工具可满足数字化样机各阶段的模拟仿真。

(2) 多 CAD 有限元建模和可视化工具——高效性和开放性

对生产厂商来说，NX 仿真能满足那些需要以仿真为中心的解决方案的所有要求，在异构的多 CAD 环境中。I-deas NX MasterFEM 提供了非常高效的仿真过程。该环境里的几何设计数据可以来自不同的多个 CAD 系统。

(3) 知识获取和流程自动化工具——提供智能分析工具

在产品开发过程中，为遵循在多个行业内定义好的设计规范。NX 提供了一系列跨越工程学科的过程向导，如结构强度、应力分析向导、塑料模具填充冷却仿真过程向导和设计优化过程向导。向导允许设计师在其正常的工作流程中进行快速的概念级部件设计迭代，

而不需要求助仿真专家进行分析工作。NX 提供快速和准确的图形并反馈给设计师，告诉他如何设计才能符合工程基本原理，从而避免失败。同时 NX 也为高级分析师提供自定义向导工具，可以将专家的分析经验制作成特定的分析过程向导，为一般的设计工程师所用。

(4) 成熟和标准化的分析解算器

NX 提供多种多样的仿真分析解算器。从机构动力学分析、公差分析、机器人仿真、机床运动模拟、切削仿真到全面的有限元分析。每一种分析解算器都经历了长期的工业实践检验，经过不断的修正与改进，得到工业界和学术界的广泛认可。其中许多解算器，如 NX Nastran 等已成为事实上的行业标准。

2. 企业级仿真解决方案的环境

(1) PLM 集成开发环境——与 CAD 相关的仿真数据管理

很多公司正在寻找能够满足完整的产品工程，包括设计、验证和制造等方面需要的解决方案。作为 NX 完整的产品工程的一部分，UGS PLM 的数字化仿真解决方案可以满足这个要求。该解决方案整合了大量专业人员实践经验和各个系统的优点，其中包括从概念设计到制造的整个产品工程生命周期的解决方案，UGS PLM 致力于满足客户虚拟产品和过程开发的需求。向客户提供已被实践验证的价值，UGS PLM 面向产品全生命周期的解决方案正日益广泛地被用于在并行过程中数字化地验证产品及其生产过程。

NX 把大量的产品定义、性能分析与工艺制造能力，灵活地融入统一的环境中，这个独特的环境成为直接把性能与设计理念联系的基础，只采用该统一的环境就可以对比、平衡和优化各不相同的产品要求。

使用 NX 系统，客户就可以在其他各不相同的产品研制工具间建立特定联系。一旦确定了这些联系，就有可能提供验证关键设计点的工具，而无须考虑面向客户属性的影响。这就是诸多质量工具（品质机能展开、失效模式、效应分析、制定指标、实验设计、仿真、统计优化、失误修正、稳健设计等）的作用。通过平衡各设计目标、满足特定的产品与性能目标验证这些作用，同时兼顾生产变更。

当今产品研制挑战的复杂性不断表明，为满足客户要求而创建的数据量过于庞大。不同的应用、不同数据形式、不同数据形式中的不同数据进一步加剧了这一事实。因此必须跟踪任何一个特定产品研制开发项目中的所有相关数据。并通过生产某一产品优先对这些流程实现有效管理，是至关重要的。Teamcenter 技术与 NX 的无缝集成能够跟踪所有的产品研制开发数据。

(2) 数字化产品开发、工程、制造和维护维修人员共同参与仿真与验证工作

由于 Teamcenter 管理着产品生命周期的各个阶段，所有相关人员都可以存取到数字样机模型的正确版本，同时运用各自的数字化仿真工具，及时地对数字化产品进行并行的仿真分析和验证工作，保证了数字样机的综合性能及可装配性、可加工性、安全性、低成本和较快的研制周期。

(3) 提供工业标准的有限元解算器 NX Nastran

Nastran 是一个有限元分析 (FEA) 解算程序，是由美国国家航空航天局 (NASA) 在 30 多年前为进行航空和空间工程的结构分析工作而首先开发的。在政府赞助了最初 Nastran 源代码的开发工作之后，NASA 将 Nastran 源代码发布到公共区域，允许广泛使用，并由工

业部门继续进行商业性开发，NASA 于 1976 年在美国将 Nastran 注册为商标。

在经过所有主要制造业部门的广泛使用后，Nastran 今天已成为进行高级系统级有限元分析的工业标准，以其针对系统建模子结构分析（Superelement 模块）、动态响应分析和解决方案定制（DMAP）的独特能力。适用于汽车、航空航天、国防、重型设备和造船工业等众多领域。

UGS PLM 在 2003 年取得了 Nastran 的开发权。现在的解算器开发团队拥有超过 300 人/年的经验。集中于高级结构分析、热分析、耐久性分析和动力学分析中 FEA 解算器软件开发、改进、质量保证、接口开发和支持。UGS PLM 已经很好地建立起严格的质量保证系统，且与 ISO 9001 标准相一致，产品的每次发布都依赖于工业标准的基准进行，诸如那些由 NAFEMS（美国国家有限元建模组织）发布的标准基准。

NX Nastran 是一个通用的仿真中枢，提供了与很多 CAE（计算机辅助工程）应用高度协同的工作能力，可以跨越大范围的功能学科和整个数字化原型过程。这就保证了在虚拟企业里所有的数字化仿真结果是一致的，同时也容易传输到所有的 CAE 用户中。最大程度地减少分析工作的返工。

NX Nastran 也能对 NX CAE 产品套件中其他先进数字化仿真和原型开发解决方案提供补充，包括多体机构仿真、高级热分析和辐射分析、电子系统的流动/热组合分析、动态响应分析和高级耐久性分析，也包含 UGS PLM 第三方合作伙伴的解决方案。如物理测试和评估、测试/分析相关性、振动声学、弹性多体动力学、冲击/安全性、CFD、EMAG 和 MEMS 应用等。与这几种补充的解决方案结合起来。NX Nastran 的用户就能在一个单一的数据管理和装配环境中进行所有的产品性能仿真。

为推进 NX Nastran，UGS PLM 将利用那些在 UGS PLM 的解算器和前、后处理中已有的最好功能来整合到 NX Nastran 中，也包括保持并且增强核心 Nastran 代码的所有其他方面，如非线性部分。此外，UGS PLM 也将主动利用额外的第三方技术，并将其融进 NX Nastran 中，包括诸如设计优化试验设计、高级非线性分析、高级热分析、高级多相物理场分析、测试分析相关性和振动声学等，以便进一步扩展当前 Nastran 代码的适用范围和稳定性，使之成为最完整和强有力的世界级数字化原型开发和仿真解决方案。

3. 广泛集成的数字化仿真解决方案

(1) 集成设计的仿真过程向导——NX Strength Wizard（强度向导）

NX 强度向导提供一个非常易用的仿真向导，为不具有仿真专家技术的人员设置在快速和简单的结构分析中的新标准。这个向导可以被剪裁以便于那些缺乏有限元分析（FEA）经验的设计师和设计师们使用，通常他们很少使用 FEA 操作。此外，向导还允许设计师在其正常的工作流程中进行快速的概念级的部件设计迭代，而不需要请仿真专家进行 FEA 分析工作。NX 提供快速和准确的图形并反馈给设计师，告诉他如何设计才能符合工程基本原理，从而避免失败。在设计过程中产生的设计缺陷可以尽早地被纠正。NX 强度向导为所有 NX 用户提供了一整套新的仿真能力，用户可以在 5 个快速和简便的步骤中使用该产品设计工程工具，这其中甚至包括生成一个基于网络的报告。在整个仿真过程的每一个阶段，对用户都有清晰简明的指导，以帮助用户通过其部件分析过程。这种基于结构分析的有限元方法，即使是对最复杂的几何模型都可以自动生成网格并具有自适应能力。

解算结果的准确性是最基本的考虑因素，因此解决方案具有充分的错误检查功能。在基本的分析完成后，作为基于向导过程的一部分，仿真的置信度可用图式方法交互地提交给用户，并作为基于网络的项目报告中的一部分。

由于和设计模型完全相关联，NX 强度向导保证了最新的设计信息可用来进行仿真，而不必进行费时的几何体旋转和数据的再生。设计改变时，用户可以简单地单击“再分析”按钮，这样最初的解算将被更新、仿真并重新运行。

关键特征：

- 快速、简便和准确的有限元结构仿真。
- 基于过程向导的功能。
- 综合的仿真过程引导。
- 自适应（查错）的仿真。
- 自动的基于网络的报告生成。
- 完全可升级性以满足高要求的分析。

(2) 集成设计的概念优化向导——NX Scenario for Motion+、Structure+

NX 运动分析应用（Scenario for Motion+）提供了一个先进的、简单易用的环境，帮助设计师和工程师针对功能性能设计目标，以了解、评估和优化其装配件及产品的复杂运动行为。设计工程师在设计过程的初期就可以评价多种设计更改方案，测试和细化用户的数字样机，直到获得优化的系统性能为止。装配设计是所有运动仿真的基础，在 NX 的主模型和运动仿真模型之间所有的设计变化都是双向关联的。仿真模型总是基于最新版本的设计，多个仿真的“方案（Scenario）”可以在 NX/Teamcenter 工程协同环境中得到评估和跟踪。

在专门为用户设计的一套现存的 NX 设计中，NX 运动分析应用提供了一整套专用的工具，进行各种先进的动态、静态和运动学的运动仿真。NX 提供一整套目前最好的和集成 CAD（计算机辅助设计）的运动仿真包。其中包括从模型的正确定义、问题的求解和结果显示的全部功能。此外，由于与 NX 结构分析应用共享同一个仿真模型和用户环境，设计载荷可以很容易地在结构性能仿真阶段就被使用，以保证一个新产品行为的更完整的评估。

NX 结构分析应用（Scenario for Structures+）提供集成设计和知识驱动的功能，可以使设计工程师在设计过程的早期阶段就优化产品的结构性能。NX 结构分析应用为设计工程师们了解、评估和优化零件及装配件的结构、热性能以及振动特性提供了功能强大、简单易用的环境。NX 结构分析应用包括集成的用于快速转变线性结构和热性能评估的 FE（有限元）功能，以及尺寸和参数形状优化功能。

工程师们可以快速多次地对一个新产品的结构和热性能的“*What if*”仿真，以选择最满意和最具创新性的概念设计，基于几何体的参数化造型和自动优化工具可以使用户详细地了解一个产品的性能特性，并且在产品开发过程的早期就可定义一个优化了的数字设计样机。

(3) 桌面级解决方案——Femap、NX Nastran for Femap

NX Nastran for Femap 提供了一个强大的且价格适中的解决方案，对于广大中小企业，

通过给他们的设计组提供高级的 CAE 工具,使他们注重于提高产品的性能和可靠性并且使设计进程更加简化和高效。

NX Nastran for Femap 是 Nastran 集成化的桌面级版本,组合了广泛使用的、全功能的基于 Windows 的 Femap 高级前后处理器和经过时间检验和证明的 MSC.Nastran 的求解器技术。NX Nastran for Femap 与 Femap 环境是无缝集成的,因为 Femap 已有 15 年的历史,可将 MSC.Nastran 求解器作为 MSC.Software Nastran for Windows 的一个集成部件而紧密工作。

NX Nastran for Femap 提供了直接访问 Windows 级工程桌面到可用在独立的 NX Nastran 企业版中的完全解决能力。这些 Nastran 解决方案能够提供用于最高级 Nastran 分析能力的工程桌面解决方案的两种便利的、可升级的核心包和高级的附加模块。

这个许可证的灵活性和组合了 UGS PLM 的“公平的市场价值”的价格哲学的软件包为所有用户提供了有限元分析的工具,这是一个在具有吸引力的整体价格上来得到甚至是最高级的 Nastran 功能的最现实的方法。

NX Nastran for Femap 软件功能和打包情况如下:

- NX Nastran for Femap—Basic (先决条件是需要 Femap), 它包含线性静力、线性模态、屈服点、模型检查、点焊、静态稳态和瞬态热传递、设计灵敏度和不受限的解算。
- NX Nastran for Femap—ADvanceD (先决条件是需要 Basic 软件包) 它包含静态和瞬态非线性、线性和非线性的动态响应和并行处理器功能。
- NX Nastran for Femap—Optimizatation (先决条件是需要 Basic 软件包), 它通过根据设计规格比较产品性能的自动的迭代计算来提供产品的设计方案。
- NX Nastran for Femap—Superelerments (先决条件是需要 Basic 软件包), 当解算非常庞大和复杂的有限元模型时, 将庞大的结构分解成称为超单元的小型子结构进行解算时非常有用。
- NX Nastran for Femap—DMAP (先决条件是需要 Basic 软件包), 编程开发功能允许用户用自己的应用程序和客户化模块去扩展 NX Nastran 的功能。

Femap 热分析指瞬态和稳态分析、线性和热传导分析。

Femap 高级热分析包括如下特征:

- 高级传热学分析、热传导、对流、辐射。强迫对流和自由对流仿真模型分析。
- 模拟包括太阳和行星的环境热、轨道模型和交互轨道显示。

Femap 强大的前、后处理功能如下:

- Windows 界面风格, 支持多图形窗口、完全和多级的 Undo/Redo 功能, 超文本的在线帮助、剪切和粘贴图片到 Windows 应用程序中。
- 几何体输入/输出能力: 直接输入/输出 Parasolid (.x_1) 格式和 ACIS (.sat) 格式的零件或装配。输入 IGES、VDA 数据。输入 CATIA、PRO/E、I-deas、Solid Edge 数据。
- 几何体建立能力: 生成点、线、弧、圆和样条曲线。打断、修整、延伸、连接、倒角、偏置和复制几何体; 建立几何的能力、布尔和拉伸/旋转建模; 旋转、拉伸

和放样曲面；缝合曲面形成实体。

- 网格创建能力：全局和局部默认大小控制；利用偏移定义单元大小或间隔；四边形或三角形的自由曲面网格；四边形或六面体的映射网格；直接生成线、壳和实体单元；拉伸和旋转——几何曲线或者线单元可以通过拉伸，旋转生成壳单元；壳单元可以通过拉伸/旋转生成实体单元；连接的壳单元可以沿其法线方向拉伸，将薄壳模型变成实体单元模型；网格细化和平滑。
- 材料：各向同性、正交各向异性和各向异性；非线性弹性、双线性和塑性；固化各向同性或动态；超弹性、蠕变和合成；温度和应变相关；包括可扩展的材料库。
- 载荷和约束：基于几何体或有限单元；与几何体和网格相关联；工况定义与管理；固定（非零）位移和旋转约束方程（MFCs）；节点力和力矩沿线单元的分布式载荷；常数或变化的压力；速度和加速度；瞬态频率和随机振动；温度、热源或热通量；对流和辐射。
- 单元库：1-D 杆单元、管单元、杆单元、梁单元、弹簧单元、间隙单元；完全支持任意的和标准的截面包括所有属性的计算；2-D 平面实体；3-D 曲面或实体；平面和曲面；四边形和三角形；3-D 实体：四面体、楔形体、六面体；所有 2-D 和 3-D 单元线性或非线性；2-D 平面：平面应变或应力；轴对称：3-D 曲面；剪切板或面，质量和常规刚度矩阵；接触线、面和滑动线。

组和层：使用 Femap 可以用组、坐标剪切很方便地划分模型。来进行可视化或后处理；自动添加新的实体到活动或用户自定的组，用 ID、关联、材料、属性和类型创建组。也可以基于属性、材料和几何约束自动生成组。

结果：变形、动画和矢量显示；单一和多个载荷集动画；等高彩条和准数显示；动态控制的等面和切面；剪切和弯矩图表；错误评估；复合材料结果；大量的结果排序功能；多曲线 X-Y 绘图；文本报表标准和用户化文本报表；利用鼠标进行交互式数据查询；自由体显示，包括支持实体组存格点的力对比；输入/输出用逗号作分隔符的表；VRML 格式的网上发布；AV 格式的动画保存；图形；多视窗图形设备接口（矢量）和 OpenGL 图形；3-D 动态移动、缩放和旋转；隐藏线和线框显示；自由边和自由面显示；光源阴影和透明。

（4）专业级解决方案——I-deas NX MasterFEM、NX Nastran

I-deas NX MasterFEM 主要用来提供前后处理能力，是基于业界领先的有限元建模和可视化功能软件。NX Nastran 利用业界成熟的 Nastran 产品来为客户提供各种复杂模型的解算能力。

- I-deas NX MasterFEM 提供建立有限元分析模型和了解详细的 FE（有限元）分析结果的综合能力以及世界领先的技术。这其中包括几何体抽取与 FE 建模以及修改三维几何体和曲面的能力。高级的 FE 建模程序包是在具有 35 年仿真行业应用的经验基础上开发的。已被全球 20 000 多名高级仿真工程师应用以进行设计评估和性能验证。它可以接受来自广泛的多种几何体生成系统的输入数据，并支持所有主要设计应用系统，包括 Unigraphics、NX、Solid Edge、Pro/E、CATIA 和 AutoCAD，以及业界标准的数据格式如 IGES、STEP、VDA、JAMA—IS、STL 和 JT。通过 NX Gateway、I-deas NX MasterFEM 与 Unigraphics NX 和 Solid Edge

都可以进行直接的几何数据交换。并具有与之相连的设计模型同时更新仿真模型的能力。通过与企业级和工作组级数据管理系统直接归档,仿真模型和结果可以被归档,由企业内部及世界范围的供应向共享和重新使用。连接到第三方 CAD/CAE 解决方案的直接接口。

- NX Nastran 作为世界 CAE 工业标准及最流行的大型通用结构有限元分析软件, NX Nastran 的分析功能覆盖了绝大多数工程应用领域,并为用户提供了方便的模块化功能选项。NX Nastran 的主要功能模块有:基本分析模块(含静力、模态、屈曲、热应力、流固耦合及数据库管理等)、动力学分析模块、热传导模块、非线性分析模块、设计灵敏度分析及优化模块、超单元分析模块、气动弹性分析模块、DMAP 用户开发工具模块及高级对称分析模块,除模块化外, NX Nastran 还按解题规模分成 10 000 节点到无限节点。用户引进时可根据自身的经费状况和功能需求灵活地选择不同的模块和不同的解题规模。以最小的经济投入取得最大的效益。NX Nastran 的相关产品拥有统一的数据库管理,一旦用户需要,就可以方便地进行模块或解题规模扩充而不必有任何其他的担心。

(5) 集成传热解决方案

- ESC 电子系统冷却分析它是针对电子行业开发的专门应用,近年来越来越多的电子行业面临着巨大的市场挑战, IC 芯片的热功率大幅提升;多芯片模组的高密度立体安装;内置功率模组的产品小型化;产品工作环境温度高;静音操作要求无风扇,从而导致器件工作温度高;温度梯度增大,从而导致 PCB(印刷电路板)热循环/梯度应力与变形,元器件寿命减低,整机可靠性下降。有分析数据证实,温度是造成电子产品失效的重要原因,而且随着技术的发展,这种趋势更加明显。ESC 利用计算的流体动力学来仿真三维空气流体流动,可以计算对流、传导和辐射等热属性;采用先进的有限差分技术,复合并行解算,高级解算技术迅速获得结果。容易收敛;采用与电子设计工程师类似的造型术语;采用非结构网格支持任意几何构造。对电子系统组件进行数字化热设计、实验及优化。预测风扇曲线的工作点,模拟实际模型的流动及热特性,优化发热元件定位,根据需要选择散热肋片组,确定风扇及通气孔的尺寸,为导流板确定方位,确定电路板间距,进行多种方案综合评估,从而找到最佳的设计方案,极大地提高了电子产品的使用寿命。
- 它可以计算系统级和 PCB 板的问题,与 TMG 结合还可以解决 IC 封装的传热问题的热力工程仿真。这一解决方案广泛应用于计算机、通信设备、家用电器等电子行业。此外,ESC 也是一个针对汽车冷却和 HVAC 应用方面的理想的解决方案。

TMG 热分析:

- 瞬态和稳态分析、线性和非线性分析。
- 边界热条件包括温度、热载荷、热熔化、初始条件和温度调节。
- 热耦合为不连续热装配的有限元模型提供强大的曲面、边界和点之间的耦合。
- 热传导包括各向同性和各向异性材料、放射热流动、热相变和时间/温度和方向相关属性。

- 热辐射包括对散射曲面和不定曲面属性的视觉因子计算、轴对称和多辐射源。
- 对流计算通过表格或公式规定边界条件。
- 增加对轴对称模型、表参数、非几何模型和求解监视器的支持。

TMG 高级热分析:

- 包括具有对不可压缩和可压缩流体的多液体模型的强迫对流和自由对流仿真的管流网络模型分析。
- 模拟包括太阳和行星的环境热、轨道模型和交互轨道显示。
- 具有对传导曲面模型和放射迹线的镜面和半立方辐射模型分析。
- 对于包括移动和旋转连接和旋转太空船的发射模型的连接结构建模。
- 焦耳加热仿真电阻电路。
- 通过网格的温度映射。
- 工业热代码交换, 如 Sinda、Esatan、Trasys 和 Nevada。
- 高级解算特征包括模型简化、子结构、用户编写子程序、批处理求解、编辑输入文件等。

(6) MTS——测试仿真系统

MTS/I-deas 测试应用和 Master FEM 完全集成, 可以处理测试数据, 重要的是它与 CAE 结合使用, 可进行相关性分析, 验证分析结果的准确性, 从而帮助分析工程师找到分析模拟的误差, 并进行数学修正, 以便在下一进行类似产品分析时结果更加准确。

作为 UGS PLM Solution 的紧密合作伙伴, MTS 系统公司提供为测试数据的获得和处理、物理原型的评测、声学 and 声音质量的评测以及实验测试数据管理的集成软件和服务解决方案。

MTS/I-deas 提高了工程实验室的效率, 使得物理测试活动与整个新产品的开发过程更加紧密地集成在一起, 也提高了物理测试活动的附加值。CAE/CAT 应用集成和数据管理功能使得上游设计和仿真活动能够更加容易地和有效地对动态测试结果进行早期的沟通, 如性能目标、设计载荷和失效标准。

(7) 集成合作伙伴的行业解决方案

机械动力公司提供一个广泛应用的 ADAMS 多物体动态仿真软件的子集, 该子集和 NX 及 I-deas NX 紧密集成。这个技术是 NX Scenario for Motion 和 I-deas 机构设计及 I-deas 机构仿真内核解决方案。Moldflow 公司提供用于注塑模塑料零件的仿真和设计优化的集成软件解决方案。

Moldflow 公司提供用于注塑模塑料零件的仿真和设计优化的集成软件解决方案。Moldflow 设计优化解决方案是可升级的, 由零件和模具设计人员使用, 他们需要检查制造加工的可行性, 以便仿真分析师使用, 这些分析师需要详细地预测零件和模具设计、加工和零件质量的各个阶段。Moldflow 提供塑料部件的顾问以及高级的塑料件加工仿真。

把其他产品和 UGS PLM 数字原型解决方案集成在一起的其他领先的 CAE 公司有: ADINA、Altair Engineering、ANSYS、Blue Ridge Numerics、ESI、FEDEM、Fluent、HKS、Mecalog、MICROSM Technologies、MSC.Software、nCode、The Mathworks。

目 录

第 1 篇 NX MasterFEM 仿真解决方案

第 1 章 有限元分析方法简介.....	1
1.1 基本原理.....	1
1.2 有限元求解问题的基本步骤.....	2
1.3 有限元分析的优势和局限性.....	3
第 2 章 NX MasterFEM 概述.....	5
2.1 简介.....	5
2.2 一个综合的有限元分析系统.....	5
2.2.1 获取和使用几何模型.....	5
2.2.2 一流的网格生成功能.....	6
2.2.3 为了网格划分目的的 CAD 简化.....	7
2.2.4 自底向上 (bottom-up) 的网格划分.....	8
2.2.5 完整的模型操作工具.....	8
2.2.6 单元库.....	9
2.2.7 材料属性 MDS.....	10
2.2.8 物理和材料属性.....	10
2.2.9 梁截面属性.....	10
2.2.10 载荷和边界条件.....	10
2.2.11 求解器接口.....	12
2.2.12 全面的模型检查能力.....	12
2.2.13 强大的后处理能力.....	13

第 2 篇 有限元分析前处理

第 3 章 有限元分析流程.....	17
3.1 MasterFEM 前、后处理流程简介.....	18
3.1.1 创建一个有限元模型.....	19
3.1.2 定义零件的材料特性.....	20
3.1.3 定义新的材料特性.....	20
3.1.4 通过材料数据库选择材料.....	21
3.1.5 删除解算结果.....	21