



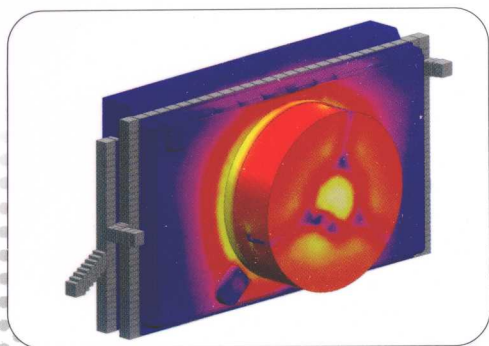
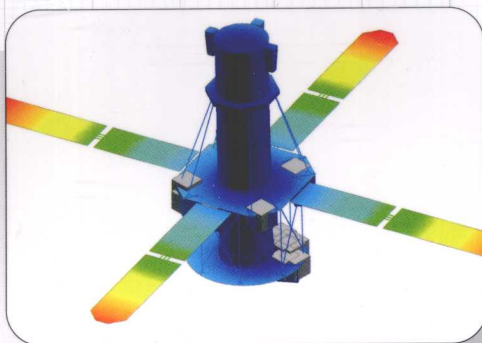
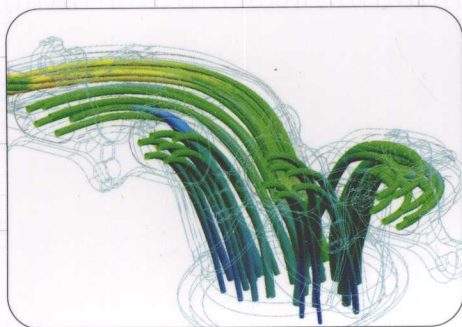
计算机辅助设计与制造系列

全国信息化应用能力考试(NCAE)指定参考用书

UG NX CAE

基础与实例应用

朱崇高 谢福俊 编著



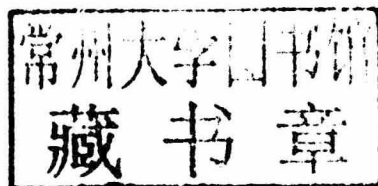
提供代码、实例文件下载
<http://www.tup.com.cn>



清华大学出版社

UG NX CAE 基础与实例应用

朱崇高 谢福俊 编著



清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书介绍利用 NX 6 进行产品零件的有限元分析以及运动仿真方面的知识和应用技术,包括产品分析思路、分析方法、操作步骤和技巧,最后进行知识总结并提供了大量习题。为了使读者直观掌握有关操作和技巧,本书配套光盘中根据章节制作了有关的视频教程,与本书相辅相成,可最大限度地帮助读者快速掌握本书的内容。

本书注重实践,强调实用。适合国内机械分析师和生产企业的工程师阅读,可以作为 NX 培训机构的培训教材、NX 爱好者和用户自学教材,以及在校大中专相关专业学生学习 NX 的教材。

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

UG NX CAE 基础与实例应用/朱崇高,谢福俊编著. --北京:清华大学出版社,2010.10
ISBN 978-7-302-23769-3

I. ①U… II. ①朱… ②谢… III. ①计算机辅助设计—应用软件, UG NX IV. ①TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 167362 号

责任编辑:黄 飞

装帧设计:杨玉兰

责任校对:周剑云

责任印制:王秀菊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

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 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:24.5 字 数:587 千字

附光盘 1 张

版 次:2010 年 10 月第 1 版

印 次:2010 年 10 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:45.00 元

前 言

本书为全国信息化应用能力考试工业技术类指定参考教材,从完整的考试体系出发,同时配备相关考试大纲、课件及练习系统。UG NX 高级仿真是一个综合性的有限元建模、解算和结果可视化的产品。高级仿真包括一整套前处理和后处理工具,并支持广泛的产品性能评估解法。

本书详细介绍 NX 6 的高级仿真和运动仿真等方面的内容,注重实际应用和技巧训练相结合。全书共分为 13 章,第 1~9 章详细介绍 NX 高级仿真模块功能的使用,第 10~13 章详细介绍 NX 运动仿真模块功能的使用。各章主要内容如下。

第 1 章介绍高级仿真结构、高级仿真导航器以及高级仿真创建流程。

第 2 章介绍理想化几何体、怎样移除模型上的特征、创建中位面 and 缝合等命令,以及修复几何模型常出的问题。

第 3 章介绍网格的概念、如何创建物理和材料属性、网格捕集器的使用,以及如何创建 3D、2D、1D 和 0D 网格。

第 4 章主要介绍网格控制的概念、1D 连接的概念和创建以及网格修复常用的命令。

第 5 章主要介绍高级仿真中边界条件的概念、如何创建载荷、如何创建约束、如何创建边界条件。

第 6 章介绍怎样使用后置处理的技术、怎样使用后置控制工具条中的各种工具、后视图的类型、图标的概念,以及如何创建图表、报告的概念和如何创建报告。

第 7 章介绍求解的概念以及类型,线性分析、线性屈曲分析、模态分析、耐久性分析和优化分析的概念和创建流程。

第 8 章介绍接触和粘合分析的概念及创建流程、高级非线性分析的概念和装配 FEM 分析的概念及创建流程。

第 9 章介绍 NX 热分析和流体分析的概念、工作流程、约束和载荷。

第 10 章介绍 NX 运动仿真模块、运动仿真文件结构以及工作流程。

第 11 章介绍连杆概念以及常用运动副的概念和应用场合。

第 12 章介绍运动驱动的概念,恒定驱动、简谐驱动、函数驱动和关节运动及其应用场合。

第 13 章介绍封装选项的类型和应用场合、电子表格的概念和创建使用方法、如何绘制图表。

附录介绍 Nastran 解算器的安装步骤和配置以及补丁的安装。

本书各章后面的习题不仅可起到巩固所学知识和实战演练的作用,并且对深入学习 NX 具有引导和启发作用。为方便用户学习,本书提供了大量实例的素材和操作视频。

本书可作为在校机械和机电专业本科专业教材,研究生做课题中的自学参考书。

本书在写作过程中,充分吸取了 NX 授课经验,同时,与 NX 爱好者展开了良好的交

流, 充分了解他们在应用 NX 过程中所急需掌握的知识内容, 做到理论和实践相结合。

本书由朱崇高, 谢福俊编著, 参加本书编写的人员有魏峥、李玉超、郭洋、魏薇、车远亮、张丽萍、姜在瑛等。在此对参与编写者表示由衷的感谢。

由于编者水平有限, 加上时间仓促, 本书虽经再三审阅, 仍有可能存在不足和错误, 恳请各位专家和朋友批评指正!

朱崇高

附:

全国信息化应用能力考试是由工业和信息化部人才交流中心主办, 以信息技术在各行各业、各岗位的广泛应用为基础, 面向社会, 检验应试人员信息技术应用知识与能力的全国性水平考试体系。作为全国信息化应用能力考试工业技术类指定参考用书, 《UG NX CAE 基础与实例应用》从完整的考试体系出发来编写, 同时配备相关考试大纲、课件及练习系统。通过对本书的系统学习, 可以申请参加全国信息化应用能力考试相应科目的考试, 考试合格者可获得由工业和信息化部人才交流中心颁发的《全国信息化工程师岗位技能证书》。该证书永久有效, 是社会从业人员胜任相关工作岗位的能力证明。证书持有人可通过官方网站查询真伪。

全国信息化应用能力考试官方网站: www.ncie.gov.cn

项目咨询电话: 010-88252032

传真: 010-88254205

目 录

第 1 章 高级仿真概述..... 1	2.3 习题 37
1.1 高级仿真介绍 1	第 3 章 基本网格技术 38
1.2 高级仿真文件结构..... 2	3.1 网格基本信息..... 38
1.3 仿真导航器 4	3.1.1 网格划分概述..... 38
1.3.1 仿真导航器节点..... 5	3.1.2 网格单元大小 38
1.3.2 仿真文件视图..... 5	3.1.3 自动单元大小计算..... 39
1.4 高级仿真工作流程..... 6	3.2 物理和材料属性..... 40
1.4.1 选择工作流程..... 6	3.2.1 材料属性..... 40
1.4.2 自动工作流程和 显示工作流程..... 7	3.2.2 材料类型..... 41
1.4.3 处理多个解法..... 7	3.2.3 创建和应用物理属性表 41
1.4.4 处理多个仿真文件..... 8	3.3 网格捕集器..... 42
1.5 上机指导：支架有限元仿真..... 8	3.3.1 网格捕集器概述..... 42
1.6 习题 14	3.3.2 创建网格捕集器..... 42
第 2 章 模型准备 15	3.3.3 管理网格捕集器..... 43
2.1 几何体理想化 15	3.3.4 上机指导：高尔夫球杆 44
2.1.1 几何体理想化概述..... 15	3.4 3D 网格划分 52
2.1.2 理想化几何体..... 16	3.4.1 3D 四面体网格概述..... 52
2.1.3 移除几何特征..... 17	3.4.2 创建 3D 四面体网格 53
2.1.4 中位面 19	3.4.3 3D 扫描网格概述..... 53
2.1.5 分割模型 19	3.4.4 创建 3D 扫描网格 55
2.1.6 缝合 20	3.4.5 上机指导：3D 网格划分 55
2.1.7 再分割面 21	3.5 2D 网格划分 57
2.1.8 上机指导：移除几何特征 练习 22	3.5.1 2D 网格概述..... 57
2.1.9 上机指导：网格中位面练习... 23	3.5.2 创建 2D 自由网格 58
2.2 使用 NX 建模工具修复几何模型 25	3.5.3 自由映射网格..... 59
2.2.1 修复问题 25	3.5.4 2D 映射网格概述..... 60
2.2.2 诊断问题 25	3.5.5 上机指导：创建 2D 网格 60
2.2.3 修复几何模型的常用工具 26	3.5.6 上机指导：创建 2D 映射网格..... 63
2.2.4 上机指导：活塞几何体 修复练习 27	3.6 1D 和 0D 网格划分 65
	3.6.1 1D 网格概述..... 65
	3.6.2 创建 1D 网格 65

3.6.3	1D 截面.....	66	5.2.3	轴承载荷.....	101
3.6.4	0D 网格.....	66	5.2.4	螺栓预载概述.....	103
3.6.5	上机指导: 创建 1D 网格.....	67	5.2.5	上机指导: 扳手的载荷.....	104
3.7	习题.....	70	5.2.6	上机指导: 应用轴承载荷和 销钉约束.....	106
第 4 章	高级网格技术.....	71	5.3	创建约束.....	109
4.1	网格控制.....	71	5.3.1	约束类型.....	109
4.1.1	网格控制概述.....	71	5.3.2	用户定义的约束.....	110
4.1.2	网格控制密度类型.....	71	5.3.3	强迫位移约束.....	111
4.1.3	上机指导: 网格控制.....	72	5.3.4	销钉约束.....	112
4.2	1D 连接.....	76	5.3.5	上机指导: 叶轮施加 自动耦合约束.....	112
4.2.1	1D 连接概述.....	76	5.4	使用边界条件中的字段.....	118
4.2.2	边到面连接.....	76	5.4.1	使用字段定义边界条件.....	118
4.2.3	点到点及节点到节点连接.....	77	5.4.2	使用字段定义力载荷幅值.....	118
4.2.4	蛛网单元连接.....	78	5.4.3	使用空间分布定义力载荷.....	119
4.2.5	使用 RBE2 和 RBE3 蛛网单元.....	79	5.4.4	局部建模.....	120
4.3	网格修复.....	79	5.4.5	上机指导: 塞子施加 自动耦合约束.....	121
4.3.1	自动修复几何体.....	79	5.5	习题.....	125
4.3.2	塌陷边、面修复.....	80	第 6 章	后处理.....	126
4.3.3	合并边、合并面.....	81	6.1	后处理概述.....	126
4.3.4	分割边、分割面.....	82	6.1.1	后处理简介.....	126
4.3.5	缝合边、取消缝合.....	83	6.1.2	后处理导航器.....	126
4.3.6	上机指导: 几何体抽取.....	85	6.1.3	后处理工具条.....	128
4.3.7	上机指导: 缝合练习.....	88	6.1.4	导入结果及结果类型.....	128
4.4	习题.....	93	6.1.5	上机指导: 导入一连杆的 后处理.....	130
第 5 章	边界条件.....	94	6.2	后视图.....	134
5.1	边界条件概述.....	94	6.2.1	后处理视图概述.....	134
5.1.1	NX 边界条件.....	94	6.2.2	轮廓、标记图和流线.....	135
5.1.2	基于一般几何体和 FEM 的 边界条件.....	94	6.2.3	切割平面.....	137
5.1.3	边界条件显示.....	95	6.2.4	后处理中的动画.....	137
5.1.4	边界条件管理.....	96	6.3	图表.....	138
5.1.5	上机指导: 支架的 载荷和约束.....	96	6.3.1	图表概述.....	138
5.2	创建载荷.....	98	6.3.2	创建图形.....	139
5.2.1	载荷类型.....	98	6.3.3	创建路径.....	139
5.2.2	力载荷.....	100	6.3.4	上机指导: 图表.....	140

6.4 报告	144	7.4.5 上机指导: 模态分析	163
6.4.1 报告概述	144	7.5 耐久性分析	167
6.4.2 创建和管理报告	144	7.5.1 耐久性分析介绍	167
6.4.3 上机指导: 报告	145	7.5.2 准备模型以进行 耐久性分析	168
6.5 习题	147	7.5.3 疲劳材料属性	169
第 7 章 求解模型和解法类型	148	7.5.4 了解载荷变化	169
7.1 求解模型	148	7.5.5 了解疲劳寿命	170
7.1.1 求解概述	148	7.5.6 评估疲劳结果	171
7.1.2 NX 结构分析和解算类型	149	7.5.7 上机指导: 螺旋桨的 疲劳分析	171
7.1.3 NX Nastran 输出文件概述	150	7.6 优化分析	176
7.1.4 解算模型	151	7.6.1 优化设计概述	176
7.1.5 NX Nastran 解法监视器	151	7.6.2 优化分析过程及创建步骤	177
7.2 线性静态分析	152	7.6.3 优化分析选项	179
7.2.1 线性静态分析介绍	152	7.6.4 设计目标	180
7.2.2 支持线性静态分析类型	152	7.6.5 约束	181
7.2.3 使用网格和材料的线性 静态分析	153	7.6.6 设计变量	182
7.2.4 为线性静态分析定义 边界条件	153	7.6.7 优化结果	183
7.2.5 设置线性静态解算属性及 使用迭代求解器	153	7.6.8 上机指导: 三脚架的 优化分析	184
7.2.6 上机指导: 连杆的 线性静态分析	154	7.7 习题	189
7.3 线性屈曲分析	157	第 8 章 高级 FEM 建模技术	191
7.3.1 线性屈曲介绍	157	8.1 接触和粘合分析	191
7.3.2 在线性屈曲分析中如何 处理载荷	157	8.1.1 曲面和曲面接触	191
7.3.3 使用网格和材料的 线性静态分析	158	8.1.2 曲面和曲面粘合	192
7.3.4 为屈曲分析定义边界条件	158	8.1.3 自动面配对	193
7.3.5 设置屈曲解算属性	158	8.1.4 上机指导: 曲面和曲面 接触分析	194
7.3.6 上机指导: 线性屈曲分析	159	8.1.5 上机指导: 曲面和曲面 粘合分析	200
7.4 模态分析	162	8.2 高级非线性分析	204
7.4.1 模态仿真介绍	162	8.2.1 高级非线性接触概述	204
7.4.2 使用网格和材料的 模态分析	162	8.2.2 定义高级非线性接触	205
7.4.3 为模态分析定义边界条件	163	8.3 装配 FEM 分析	206
7.4.4 设置模态解算属性	163	8.3.1 装配 FEM 概述	206
		8.3.2 装配 FEM 和多个体 FEM	207

8.3.3 装配 FEM 工作流程	207	第 11 章 创建连杆和运动副	250
8.3.4 创建装配 FEM 文件	208	11.1 连杆介绍	250
8.3.5 创建关联和非关联装配 FEM 文件	209	11.2 创建连杆	250
8.3.6 连接组件 FEM 和 解析标签冲突	209	11.2.1 质量属性	250
8.3.7 上机指导: 航天器的 装配 FEM 分析	210	11.2.2 设置固定连杆和名称	251
8.4 习题	219	11.3 运动副介绍	251
第 9 章 NX 热流分析	220	11.4 旋转副	251
9.1 NX 热分析	220	11.4.1 旋转副介绍	251
9.1.1 使用 NX 热和流	220	11.4.2 创建旋转副	252
9.1.2 工作流程	221	11.5 滑动副	252
9.1.3 定义属性单元	221	11.5.1 滑动副介绍	252
9.1.4 定义热载荷和约束	222	11.5.2 创建滑动副	253
9.1.5 定义热耦合	222	11.6 柱面副	253
9.1.6 模型解算	223	11.6.1 柱面副介绍	253
9.1.7 上机指导: PCB 板热流分析	223	11.6.2 创建柱面副	253
9.2 NX 流体运动仿真	229	11.7 螺旋副	254
9.2.1 NX 流体运动仿真特点	229	11.7.1 螺旋副介绍	254
9.2.2 工作流程	230	11.7.2 创建螺旋副	254
9.2.3 定义约束和载荷	230	11.8 万向节	255
9.2.4 流体域和流体面网格	231	11.8.1 万向节介绍	255
9.2.5 流体域边界条件	231	11.8.2 创建万向节	255
9.2.6 流表面和流阻塞	233	11.8.3 上机指导: 活塞运动仿真 ...	256
9.2.7 上机指导: NX 流体分析	234	11.8.4 上机指导: 万向节运动仿真	258
9.3 习题	241	11.9 固定运动副	260
第 10 章 运动仿真概述	242	11.9.1 固定运动副介绍	260
10.1 运动仿真介绍	242	11.9.2 创建固定运动副	260
10.2 运动仿真文件结构	242	11.9.3 咬合连杆介绍	261
10.3 运动仿真工作流程	243	11.9.4 上机指导: 四连杆 运动仿真	261
10.3.1 新建运动仿真文件	243	11.10 齿轮副、齿轮齿条副和线缆副	264
10.3.2 环境设置	243	11.10.1 齿轮副、齿轮齿条副和 线缆副介绍	264
10.3.3 工作流程	243	11.10.2 创建齿轮副	265
10.4 上机指导: 四连杆机构运动仿真	244	11.10.3 上机指导: 齿轮副方法的 锥齿轮运动仿真	265
10.5 习题	248	11.11 弹簧与阻尼	267
		11.11.1 弹簧与阻尼介绍	267
		11.11.2 创建弹簧与阻尼	268

11.11.3 上机指导: 门的运动仿真	268	12.5.2 创建关节运动	302
11.12 2D、3D 接触和衬套	272	12.5.3 上机指导: 冲压机构运动仿真	302
11.12.1 2D、3D 接触和衬套介绍	272	12.6 上机指导: 电风扇运动仿真	305
11.12.2 创建 3D 接触	272	12.7 习题	308
11.12.3 上机指导: 用 3D 接触方法锥齿轮的运动仿真	272	第 13 章 基于时间的运动仿真	309
11.13 点在线上副、线在线上副和点在面上副	274	13.1 封装选项	309
11.13.1 运动高副介绍	274	13.1.1 干涉	309
11.13.2 创建点在线上副	275	13.1.2 测量	311
11.13.3 上机指导: 阀门的运动仿真	275	13.1.3 追踪	313
11.14 上机指导: 挖掘机模型运动仿真	277	13.1.4 上机指导: 转向机构追踪检查	314
11.15 习题	285	13.1.5 上机指导: 转向机构测量检查	316
第 12 章 创建运动驱动	287	13.1.6 上机指导: 转向机构干涉检查	318
12.1 运动驱动介绍	287	13.2 创建电子表格	319
12.2 恒定驱动	287	13.2.1 电子表格概述	319
12.2.1 恒定驱动介绍	287	13.2.2 用电子表格驱动铰链运动和仿真运动	320
12.2.2 上机指导: 车门机构的运动仿真	287	13.2.3 上机指导: 电子表格练习 ...	320
12.3 简谐驱动	290	13.3 绘制图表	323
12.3.1 简谐驱动介绍	290	13.3.1 图表对话框	324
12.3.2 上机指导: 折叠式升降机运动仿真	290	13.3.2 执行定义的图表	325
12.4 函数驱动	294	13.3.3 上机指导: 挖掘机插值载荷函数图	326
12.4.1 函数驱动介绍	294	13.4 习题	330
12.4.2 创建函数驱动	296	附录 A 考试指导	331
12.4.3 上机指导: 机械手运动仿真	297	附录 B Nastran 安装以及配置	373
12.5 关节运动	302	参考文献	377
12.5.1 关节运动介绍	302		

第 1 章 高级仿真概述

1.1 高级仿真介绍

高级仿真是一种综合性有限元建模和结果可视化产品，旨在满足资深分析员的需要。高级仿真包括一整套前处理和后处理工具，并支持多种产品性能评估解法。图 1-1 所示为高级仿真界面。

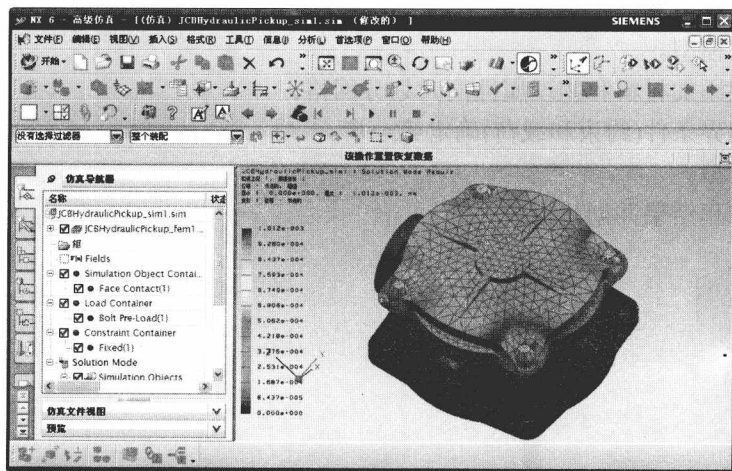


图 1-1 高级仿真界面

高级仿真提供对许多业界标准解算器的无缝、透明支持，这样的解算器包括 NX Nastran、MSC Nastran、ANSYS 和 ABAQUS。例如，如果在高级仿真中创建网格或解法，则指定将要用于解算模型的解算器和要执行的分析类型。NX 软件使用该解算器的术语或“语言”及分析类型来展示所有如网格划分、边界条件和解法选项。另外，还可以解算用户的模型并直接在高级仿真中查看结果，不必首先导出解算器文件或导入结果。

高级仿真会提供设计仿真中可用的所有功能，以及支持高级分析流程的众多其他功能。

- 高级仿真的数据结构很有特色，例如具有独立的仿真文件和 FEM 文件，这有利于在分布式工作环境中开发 FE 模型。这些数据结构还允许分析员轻松地共享 FEM 数据，以执行多种分析。
- 高级仿真提供世界级网格划分功能。NX 软件旨在使用经济的单元计数来产生高质量网格。高级仿真支持补充完全的单元类型(0D、1D、2D 和 3D)。另外，高级仿真使分析员能够控制特定网格公差，这些公差控制着软件如何对复杂几何体(例如圆角)划分网格。

- 高级仿真包括许多几何体抽取工具,使分析员能够根据其分析需要来量身定制 CAD 几何体。例如,分析员可以使用这些工具提高其网格的整体质量,方法是消除有问题的几何体(如微小的边)。

传统的方法验证了设计是建立一个原始模型和对其进行测试。如果测试发现了新的问题,现有的设计应当被改变,一个新的模型应当被重新设计和测试。另一种方法是使用有限元分析(FEA)。有限元分析有以下好处。

- 在一个新的模拟环境中仿真和分析产品。
- 降低产品成本和缩短开发时间,减少物理样机次数。
- 对产品进行优化。

传统分析和有限元分析如图 1-2 所示。

有限元分析过程如下(见图 1-3)。

- (1) 获取部件模型或装配模型,确定所需要的分析、边界条件以及结果。
- (2) 选择解算方案。
- (3) 理想化模型。
- (4) 对模型添加材料和物理属性同时划分网格。
- (5) 加载边界条件(约束和载荷)确定第一步。
- (6) 解算模型。
- (7) 查看仿真结果并创建报告文件。

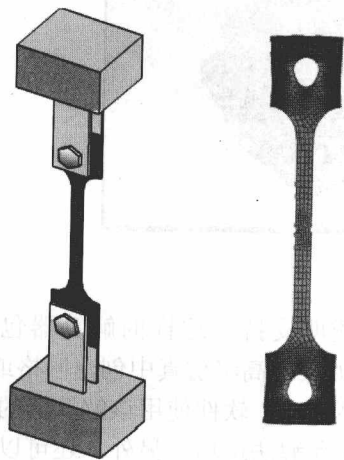


图 1-2 传统分析和有限元分析

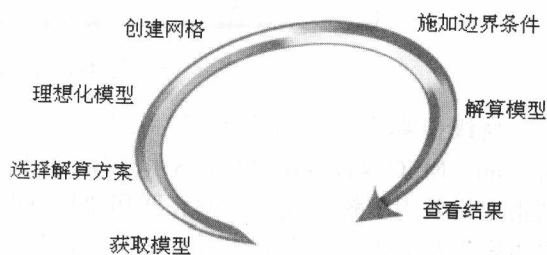


图 1-3 有限元分析过程

1.2 高级仿真文件结构

高级仿真在 4 个独立而关联的文件中管理仿真数据。要在高级仿真中高效工作,需要了解哪些数据存储在哪个文件中,以及在创建哪些数据时哪个文件必须是活动的工作部件,如图 1-4 所示。

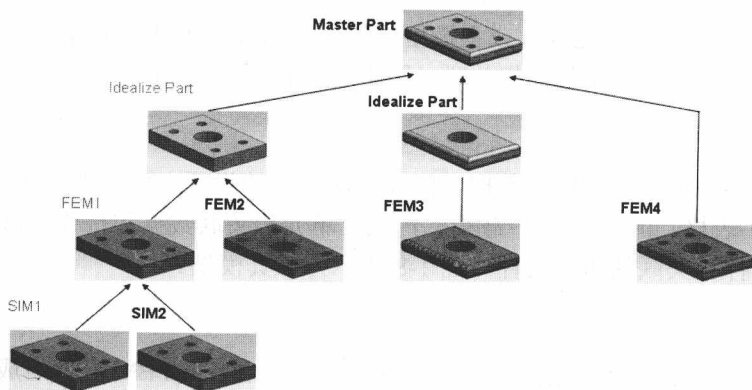


图 1-4 高级仿真文件结构

1. 主模型文件

主模型(Master Part)文件包含主模型部件和未修改的部件几何体。如果要在理想化部件中使用部件间表达式,主模型部件则具有写锁定。仅在使用主模型尺寸命令直接更改或通过优化间接更改主模型尺寸时,会发生该情况。大多数情况下,主模型部件将不更改,也根本不会具有写锁定。写锁定可移除,以允许将新设计保存到主模型部件,图 1-5 所示为主模型文件。

注意: 因特征移除而产生的所有更改都应用于理想化部件。在高级仿真中,主模型部件是可选的。

2. 理想化部件文件

理想化部件(Idealize Part)文件包含理想化部件,理想化部件是主模型部件的装配事例。理想化工具(如抑制特征或分割模型)允许使用理想化部件对模型的设计特征进行更改。可以按照需要对理想化部件执行几何体理想化,而不修改主模型部件。图 1-6 所示为理想化模型。

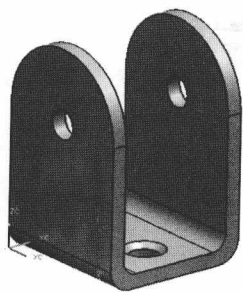


图 1-5 主模型文件

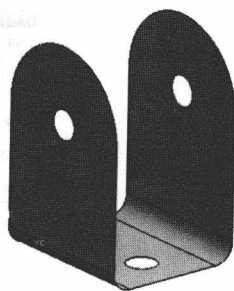


图 1-6 理想化模型

3. 有限元模型文件

有限元模型(FEM)文件包含网格(节点和单元)、物理属性和材料。FEM 文件中的所有几何体都是多边形几何体。如果对 FEM 进行网格划分,则会对多边形几何体进行进一步几

何体抽取操作,而不是理想化部件或主模型部件。FEM 文件与理想化部件相关联,可以将多个 FEM 文件与同一理想化部件相关联。图 1-7 所示为有限元模型。

4. 仿真文件

仿真(SIM)文件包含所有仿真数据,例如解法、解法设置、解算器特定仿真对象(例如温度调节装置、表格、流曲面等)、载荷、约束、单元相关联数据和替代。可以创建许多与同一个 FEM 部件相关联的仿真文件。图 1-8 所示为仿真模型。

5. 装配文件

装配(FEM)文件是一个可选文件类型,可用于创建由多个 FEM 文件组成的系统模型。装配文件包含所引用的 FEM 文件的事例和位置数据,以及连接单元和属性覆盖。图 1-9 所示为装配文件。

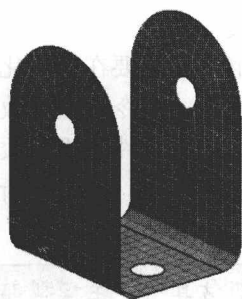


图 1-7 有限元模型

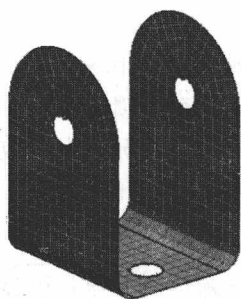


图 1-8 仿真模型

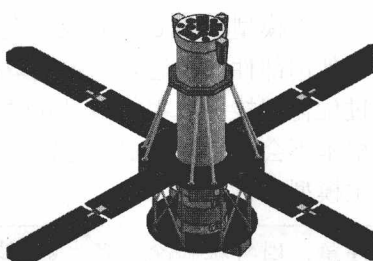


图 1-9 装配文件

1.3 仿真导航器

仿真导航器提供一种图形方式,以查看和操控一个树形结构内 CAE 分析的不同文件和组件。每个文件或组件均显示为该树中的独立节点,如图 1-10 所示。



图 1-10 仿真导航器

可以使用仿真导航器执行分析过程中的所有步骤，右击导航器，弹出的快捷菜单中的命令可以完成以下操作。

- 在 FEM 文件内定义网格。
- 显示选定的多边形几何体。
- 使理想化部件成为显示部件。

1.3.1 仿真导航器节点

仿真导航器中的典型节点介绍见表 1-1。

表 1-1 仿真导航器节点描述

图 标	节点名称	描 述
	仿真	含有所有仿真数据，如专门求解器、解决方案、解决方案设置、仿真对象、载荷、约束和压制。可以有多个仿真文件与单个 FEM 文件关联
	FEM	含有所有网格数据、物理特性、材料数据和多边形几何体。FEM 文件总是相关到理想化。可以关联多个 FEM 文件到单个理想化部件
	理想化部件	含有理想化部件，当建立 FEM 时由软件自动建立
	主模型部件	当主模型部件是工作部件时，在主模型部件节点上右击，建立一个新的 FEM 或显示已有的理想化部件
	多边形几何体	含有多边形几何体(多边形体、表面和边缘)。一旦网格化有限元模型，任何进一步几何体提取都发生在多边形几何体上，而不是在理想化或主模型部件上
	0D 网格	含有所有零维(0D)网格
	1D 网格	含有所有一维(1D)网格
	2D 网格	含有所有二维(2D)网格
	3D 网格	含有所有三维(3D)网格
	仿真对象容器	含有解算器和解决方案专有的对象，如自动调温器、表格或流动表面
	载荷容器	含有指定到当前仿真文件的载荷。在一解决方案容器内，载荷容器(Load Container)含有指定到子工况的载荷
	约束容器	含有指定到当前仿真文件的约束。在一解决方案容器内，约束容器(Constraint Container)含有指定到解决方案的约束
	解决方案	含有解决方案对象、载荷、约束和对解决方案的子工况
	子工况	含有一解决方案内每一个子工况解决方案的实体，如载荷、约束和仿真对象
	结果	含有从一求解得来的任一结果。在后置处理器中，可以打开结果节点，并利用在仿真导航器内的可见复选框去控制各种结果组的显示

1.3.2 仿真文件视图

仿真文件视图是一个特殊浏览器窗口，存在于仿真导航器中。该窗口的功能如下。

- 显示所有已加载的部件, 以及这些部件到主模型部件层次关系中的所有 FEM 和仿真文件。
- 允许轻松更改显示的部件, 方法是双击要显示的部件。
 - ◆ 如果某一实体正在显示, 图标则显示为彩色, 且名称会高亮显示。
 - ◆ 如果某一实体不在显示, 图标则变灰。
- 允许在任何设计或理想化部件上创建新的 FEM 和仿真文件, 而不必首先显示部件。

仿真文件视图如图 1-11 所示。

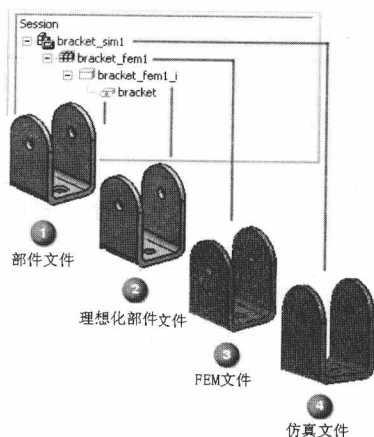


图 1-11 仿真文件视图

1.4 高级仿真工作流程

高级仿真软件非常灵活, 它可以根据建模问题、组织的标准以及个人偏好启用多种工作流。其中两种基本工作流可以满足大多数情况下的使用。这些工作流的主要区别在于对物理、材料和网格属性的创建和管理方式。

1.4.1 选择工作流程

在开始分析之前, 应对要解决的问题做一个全面的了解。应知道将使用的解算器、将执行的分析类型以及所需的解法类型。

- 在为大多数模型推荐的工作流中, 需要在网格化之前在网格捕集器中显式定义所有材料、物理和网格属性; 然后将网格分配给相应的捕集器; 之后再创建边界条件和进行求解。此显式工作流对于由多个体、材料和网格构成的复杂模型非常有用, 还有助于在完整定义模型时确保精确性和完整性。
- 对于由单个实体或一种材料的表面体构成的简单模型, 可以使用自动化工作流快速定义 FEM 和仿真。此工作流利用属性继承性和常用默认值来自动创建网格捕集器。

高级仿真灵活的数据结构使用户可以扩展一般工作流, 以便重用数据并执行多个分析。

1.4.2 自动工作流程和显示工作流程

在开始一个分析前，应该对试图求解的问题有一彻底了解。应知道将利用哪个求解器、执行什么类型的分析需要什么类型的解决方案。表 1-2 所示为高级仿真中通用的工作流程。

表 1-2 自动工作流程和显示工作流程

自动工作流程	显示工作流程
创建新的 FEM、仿真 SIM 和解算	创建新的 FEM
将部件几何体理想化，将材料应用于理想化几何体	将部件几何体理想化
对几何体进行网格划分	定义模型使用材料 创建物理属性表 创建网格捕集器
在物理和材料属性中修改网格捕集器	网格几何化同时指定相应的目标捕集器
检查网格质量，必要时修整网格	检查网格质量，必要时修整网格
应用边界条件	创建新的仿真文件和解算方法 应用边界条件 指定输出请求
解算模型	解算模型
对结果进行后处理并生成报告	对结果进行后处理并生成报告

1.4.3 处理多个解法

可为单个仿真文件定义多个解法。通过在已定义的解法和步骤或子工况中进行拖放，可以轻松重用已定义的边界条件。使用此方法时，所有的解法都将使用相同的材料和物理属性。如图 1-12 所示为连杆的多个解法。

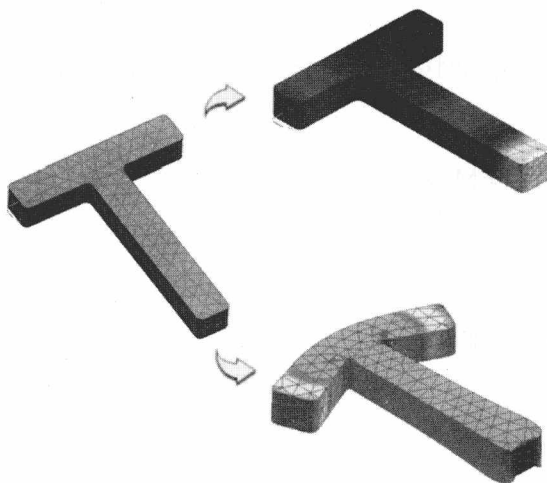


图 1-12 连杆的多个解法