

CAD/CAM/CAE

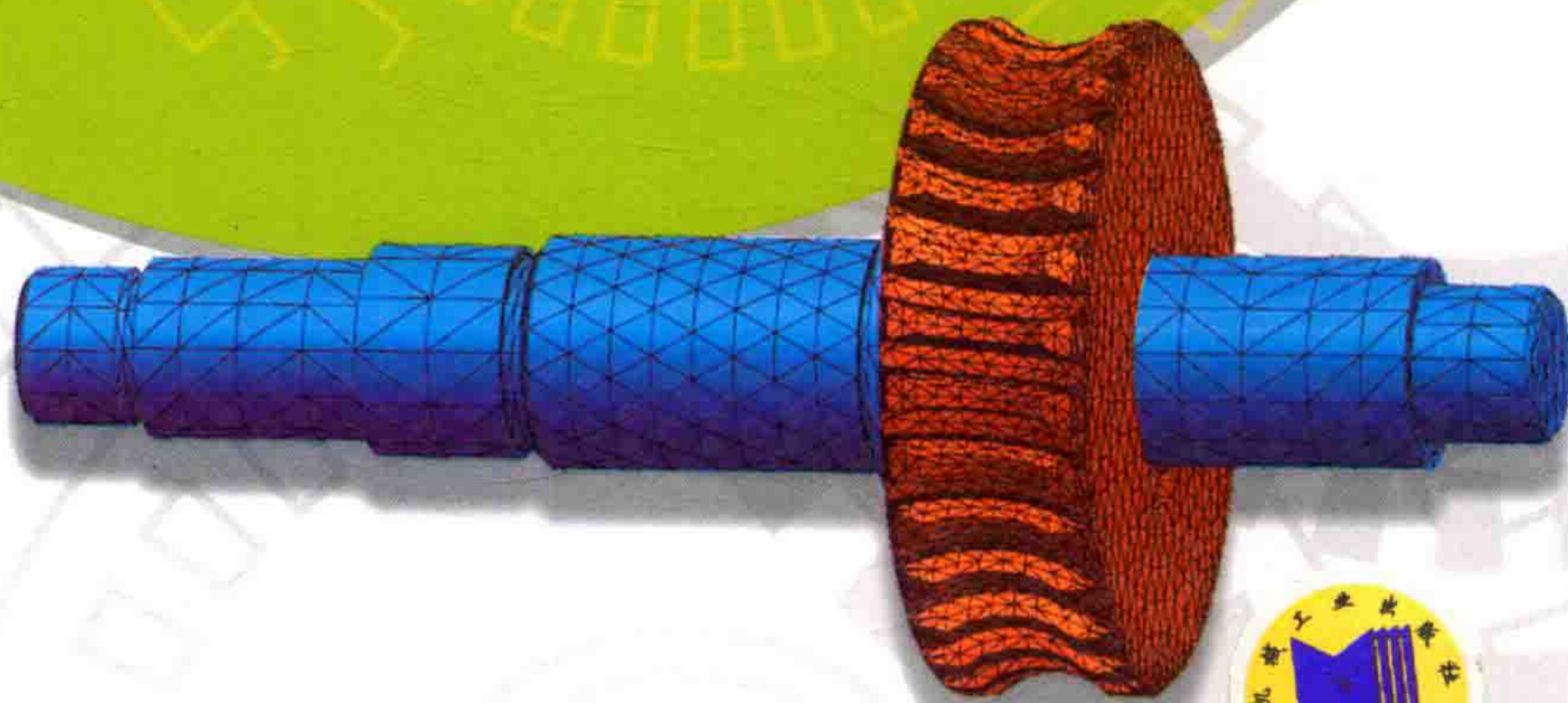
工程应用丛书

UG系列

UG NX 11.0

有限元分析基础实战

沈春根 孔维忠 关天龙 等编著



关注机械工业出版社计算机分社官方微信订阅号“IT 有得聊”，即可获得本书配套资源，包含全部案例素材文件和操作教学视频



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

CAD/CAM/CAE 工程应用丛书

UG NX 11.0 有限元分析基础实战

沈春根 孔维忠 关天龙 等编著



机械工业出版社

本书以 UG NX 11.0 的前/后处理模块为平台,采用任务型项目教学法的形式,通过详细介绍工程案例,进行有限元分析的项目描述、项目思路、项目步骤和项目拓展,内容包括 UG NX 有限元软件界面和分析工作流程、底座类零件有限元分析、轴套类零件有限元分析、3D 装配体有限元分析、面面接触过盈装配有限元分析、2D 和 3D 装配有限元分析、1D 梁有限元分析、0D1D2D3D 混合模型分析、结构对称有限元分析、轴对称有限元分析、结构静力学综合应用和结构动力学综合应用等实例。

本书内容编排符合由浅入深的有限元软件教学认知规律,注重软件操作命令和有限元分析流程相结合、教学典型案例和企业工程案例相结合、实例过程讲解和实例拓展提升相结合、软件的操作引导和知识难点的提示相结合。

本书随书网盘学习材料包含所有实例操作演示的语音视频、素材模型、对应的有限元计算结果文件和专题培训学习资料,方便读者快速入门和掌握工程实际应用中有限元分析的工作流程、常用命令、关键参数和项目解决思路。

本书适合理工院校机械工程、车辆工程等专业的本科生、硕士研究生、博士研究生及教师使用,可以作为高等院校学生及科研院所研究人员学习 UG NX 11.0 前/后处理和有限元分析的参考用书,也可以作为从事相关领域科学技术研究的工程技术人员的参考用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

UG NX 11.0 有限元分析基础实战 / 沈春根等编著. —北京: 机械工业出版社, 2018.6

(CAD/CAM/CAE 工程应用丛书)

ISBN 978-7-111-60054-1

I. ①U… II. ①沈… III. ①有限元分析—应用软件 IV. ①O241.82

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 110128 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 张淑谦

责任编辑: 张淑谦

责任校对: 张艳霞

责任印制: 张 博

三河市宏达印刷有限公司印刷

2018 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·16.5 印张·392 千字

0001—3000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-60054-1

定价: 59.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线: (010) 88361066

机工官网: www.cmpbook.com

读者购书热线: (010) 68326294

机工官博: weibo.com/cmp1952

(010) 88379203

教育服务网: www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

金书网: www.golden-book.com

出版说明

随着信息技术在各领域的迅速渗透, CAD/CAM/CAE 技术已经得到了广泛的应用, 从根本上改变了传统的设计、生产、组织模式, 对推动现有企业的技术改造、带动整个产业结构的变革、发展新兴技术、促进经济增长都具有十分重要的意义。

CAD 在机械制造行业的应用最早, 使用也最为广泛。目前其最主要的应用涉及机械、电子、建筑等工程领域。世界各大航空、航天及汽车等领域的制造业巨头不但广泛采用 CAD/CAM/CAE 技术进行产品设计, 而且投入大量的人力、物力及资金进行 CAD/CAM/CAE 软件的开发, 以保持自己在技术上的领先地位和国际市场上的优势。CAD 在工程中的应用, 不但可以提高设计质量, 缩短工程周期, 还可以节省大量建设投资。

各行各业的工程技术人员也逐步认识到 CAD/CAM/CAE 技术在现代工程中的重要性, 掌握其中的一种或几种软件的使用方法和技巧, 已成为他们在竞争日益激烈的市场经济形势下生存和发展的必备技能之一。然而, 仅仅知道简单的软件操作方法是远远不够的, 只有将计算机技术和工程实际结合起来, 才能真正达到通过现代技术手段提高工程效益的目的。

基于这一考虑, 机械工业出版社特别推出了这套主要面向相关行业工程技术人员的“CAD/CAM/CAE 工程应用丛书”。本丛书涉及 AutoCAD、Pro/ENGINEER、Creo、UG、SolidWorks、Mastercam、ANSYS 等软件在机械设计、性能分析、制造技术方面的应用, 以及 AutoCAD 和天正建筑 CAD 软件在建筑和室内配景图、建筑施工图、室内装潢图、水暖、空调布线图、电路布线图以及建筑总图等方面的应用。

本丛书立足于基本概念和操作, 配以大量具有代表性的实例, 并融入了作者丰富的实践经验, 丛书内容具有专业性强、操作性强、指导性强的特点, 是一套真正具有实用价值的书籍。

机械工业出版社

前 言

2010年以来,笔者及编书团队陆续出版了《UG NX 7.0 有限元分析入门与实例精讲》和《UG NX 8.5 有限元分析入门与实例精讲第2版》两本有限元软件应用图书,并收到了大量读者来信,在获得肯定的同时也听到了两种声音:一是这两本书太难,希望笔者编写更适宜入门的有限元书籍;二是这两本书中的实例太简单,缺少高级模块的工程应用实例。

显然,这两种意见代表了不同层次的读者需求,也为笔者策划和出版新书指明了方向。针对第一种读者意见,结合培训教学、工程实践经验并借鉴项目教学法的精髓,笔者系统地梳理了有限元软件的教学规律和学习入门要点,提出了有限元学习需要遵从3D、2D和1D网格划分并逐渐过渡到0D/1D/2D/3D混合网格划分的渐进式认知顺序,进而编排出了适合零起点读者的有限元基础知识、实例操作和知识要点,同时考虑到已有一定基础的读者,在内容上增加了项目拓展案例和知识点,便于读者进行自学和提高。

因此,本书吸收和继承了前两本图书案例演示引导、内容逐渐深入的编排风格,对案例内容和编排顺序做出了重大的改进和更新,希望给初学者快速入门和提高学习带来帮助。

本书主要的内容

第1章:认识NX有限元分析工作界面和分析流程,涉及UG NX前、后处理操作界面、有限元分析工作流程、单元类型、边界条件、文件的数据结构关系、后处理显示方法和结果评判方法等知识点。

第2章:底座类零件有限元分析实例——水箱底座受力分析,涉及项目描述、项目分析、项目操作、项目结果、项目拓展(解算方案求解的置信度分析、四面体网格和六面体网格求解效率的对比和自定义材料属性)等知识点。

第3章:轴套类零件有限元分析实例——发动机曲柄受力分析,涉及项目描述、项目分析、项目操作、项目结果、项目拓展(不同转速承载工况的分析、不同偏心质量工况的分析)等知识点。

第4章:3D装配体有限元分析实例——支撑工作台承载分析,涉及装配FEM方法、项目描述、项目分析、项目操作、项目结果、项目拓展(局部区域划分网格对解算结果的影响和局部区域划分网格的应用案例)等知识点。

第5章:面面接触有限元分析实例——传动轴和齿轮内孔过盈配合分析,涉及面对面接触参数设置、项目描述、项目分析、项目操作、项目结果、项目拓展(施加扭矩载荷的操作过程、扭矩和过盈量的变化对接触性能影响)等知识点。

第6章:2D装配有限元分析实例——集热器支架受力分析,涉及2D单元类型、2D和3D连接、项目描述、项目分析、项目操作、项目结果、项目拓展(复杂模型抽取中面的方法和应用、2D单元常见修补方法)等知识点。

第7章：1D梁有限元分析实例——铰支梁受力分析，涉及1D单元类型、合并节点、项目描述、项目分析、项目操作、项目结果、项目拓展（1D复杂截面梁分析、1D梁单元销标志及其应用）等知识点。

第8章：0D1D2D3D混合模型分析实例——光伏支架受力分析，涉及项目描述、项目分析、项目操作、项目结果、项目拓展（创建0D/1D/2D/3D装配模型方案、查看0D/1D/2D/3D模型求解结果）等知识点。

第9章：结构对称有限元分析实例——卡箍受力分析，涉及接触对算法、对称结构网格划分方法、项目描述、项目分析、项目操作、项目结果、项目拓展（抽取中面创建2D单元、边界线上创建对称约束）等知识点。

第10章：轴对称有限元分析实例——球形薄壳承压分析，涉及屈曲分析、项目描述、项目分析、项目操作、项目结果、项目拓展（LDC算法进行屈曲分析）等知识点。

第11章：结构静力学综合应用实例——万向节总成受力分析，涉及螺栓连接及其预紧力、混合网格、项目描述、项目分析、项目操作、项目结果、项目拓展（3D螺栓建模和1D螺栓建模）等知识点。

第12章：动力学综合应用实例——电机支架振动分析，涉及振动响应运动方程、阻尼、直接频率响应、模态频率响应、直接瞬态响应、模态瞬态响应、项目描述、项目分析、项目操作、项目结果、项目拓展（SOL响应动力学频响和瞬态响应分析）等知识点。

本书编写的特色

- 第1章UG NX有限元作为基础知识的铺垫，包括基本操作界面、常用命令、操作流程、后处理及其结果评价方法，可以让零基础的读者快速了解入门知识的要点。
- 解题思路清晰，操作步骤详细，可以让读者在较短的时间内掌握UG NX高级仿真的基本操作步骤和方法，为后续的学习和实战打下坚实的基础。
- 实例类型齐全，难度适宜具有渐进性，通过实例的跟随操作，可以使读者逐步掌握分析工程实际问题中的解题要点。
- 大量UG NX高级仿真的重要概念、知识要点、工程经验和操作技巧，在“问题描述”“实例小结”“提示”等形式中进行了提炼，让UG CAE初学者少走弯路。
- 随书网盘免费提供完整的源文件模型、解算后的结果文件、所有实例操作的有声视频文件和有限元教学培训专题知识，有助于UG CAE初学者快速入门。

本书适合的读者

- 理工科院校相关专业的高年级本科生、硕士研究生、博士研究生及教师。
- 具备三维建模基础的UG CAE初学者。
- 企业的工程技术人员和科研院所的研究人员。

本书编著人员

本书主要由沈春根、孔维忠和关天龙编著，此外参与编写的还有邵小军、王春艳、范燕萍、汪健、徐雪、许洪龙、沈卓凡、黄冬英、史建军、戴永前、马殿文、马永、周丽萍、陈建、邹晔、邢美峰、聂文武、裴宏杰、薛宏丽、李海东、许玉方、李伟家和姚炆。

本书编著得到了“高档数控机床与基础制造装备”科技重大专项子课题（课题号 2013ZX04009031-9）和 2013 年度“江苏省博士后科研资助计划”第二批项目课题的资助。

由于作者水平有限，书中不足或错误之处在所难免，恳请广大读者批评指正，欢迎业内人士和 UG CAE 爱好者一起进行交流和探讨（本书作者电子邮箱：chungens@163.com，技术交流 QQ 群：182296428）。

目 录

出版说明

前言

- 第 1 章 认识 NX 有限元工作界面和分析流程**..... 1
- 1.1 认识 NX 有限元分析工程用途..... 1
- 1.2 认识 NX 有限元分析工作界面..... 2
- 1.2.1 认识 NX CAD 环境界面..... 2
- 1.2.2 认识 NX FEM 环境界面..... 5
- 1.2.3 认识 NX 理想化环境界面..... 5
- 1.2.4 认识 NX SIM 环境界面..... 8
- 1.2.5 认识 NX 解算方案求解环境界面..... 10
- 1.2.6 认识 NX 后处理环境界面..... 12
- 1.2.7 认识 NX 分析报告界面..... 14
- 1.2.8 认识退出各级文件的操作方法..... 15
- 1.2.9 认识打开各级文件及的操作方法..... 15
- 1.2.10 认识 NX 有限元结果文件..... 16
- 1.3 认识 NX 有限元分析工作流程..... 16
- 1.3.1 认识 NX 有限元分析的主要步骤..... 16
- 1.3.2 认识 NX 有限元分析工作流程的框图..... 20
- 1.4 认识 NX 有限元分析基础知识..... 20
- 1.4.1 认识常见单元类型及其应用场合..... 20
- 1.4.2 认识边界条件及其应用场合..... 22
- 1.4.3 认识有限元分析文件的数据结构关系..... 23
- 1.4.4 认识常见后处理显示方法..... 25
- 1.4.5 认识常见分析结果的评判方法..... 30
- 1.5 本章小结..... 32
- 第 2 章 底座类零件有限元分析实例——水箱底座受力分析**..... 33
- 2.1 项目描述..... 33
- 2.2 项目分析..... 34
- 2.2.1 有限元分析的基本流程和思路..... 34
- 2.2.2 底座有限元分析的主要命令..... 34
- 2.3 项目操作..... 35
- 2.3.1 创建底座理想化模型..... 35
- 2.3.2 创建底座 FEM 模型..... 37
- 2.3.3 创建底座 SIM 模型..... 39
- 2.3.4 求解底座解算方案..... 39
- 2.4 项目结果..... 40
- 2.4.1 查看底座最大变形..... 41
- 2.4.2 查看底座最大应力..... 41
- 2.4.3 创建底座棱边位移图表..... 42
- 2.5 项目拓展..... 43
- 2.5.1 解算方案求解的置信度分析..... 43
- 2.5.2 四面体网格与六面体网格求解效率的对比..... 44
- 2.5.3 自定义材料属性的基本方法..... 47
- 2.6 项目总结..... 48
- 第 3 章 轴套类零件有限元分析实例——发动机曲柄受力分析**..... 49
- 3.1 项目描述..... 49
- 3.2 项目分析..... 50
- 3.3 项目操作..... 50
- 3.3.1 新建 FEM 模型和 SIM 模型..... 50
- 3.3.2 创建理想化模型..... 51
- 3.3.3 创建 FEM 模型..... 54

3.3.4 创建 SIM 模型	58	5.2 项目描述	81
3.3.5 模型检查和求解解算方案	58	5.3 项目分析	82
3.4 项目结果	60	5.3.1 传动轴结构特点	82
3.5 项目拓展	61	5.3.2 传动轴过盈配合受力分析的特点	82
3.5.1 曲柄不同转速承载工况的分析	61	5.4 项目操作	83
3.5.2 曲柄不同偏心质量工况的分析	62	5.4.1 创建孔轴配合 FEM 模型	83
3.6 项目总结	63	5.4.2 创建 SIM 模型和定义面对面接触的参数	84
第 4 章 装配体有限元分析实例——支撑工作台承载分析	64	5.4.3 定义面对面接触的输出请求参数	87
4.1 基础知识	64	5.5 项目结果	89
4.2 项目描述	64	5.5.1 查看孔轴配合接触变形和接触应力结果	89
4.3 项目分析	65	5.5.2 查看孔轴配合接触力和接触压力结果	91
4.3.1 项目分析总体思路	65	5.5.3 面对面接触性能的结果评价	91
4.3.2 项目分析工作流程	65	5.6 项目拓展	92
4.3.3 项目分析关键问题和命令	66	5.6.1 施加扭矩载荷的操作过程	92
4.4 项目操作	66	5.6.2 扭矩和过盈量的变化对接触性能影响	94
4.4.1 创建支撑工作台装配 FEM 模型	66	5.7 项目总结	94
4.4.2 创建支撑工作台 SIM 模型	67	第 6 章 2D 装配有限元分析实例——集热器支架受力分析	95
4.4.3 解算方案的求解	70	6.1 基础知识	95
4.5 项目结果	70	6.1.1 2D 单元类型和用途	95
4.5.1 解算结果及其后处理	70	6.1.2 2D 网格命令主要参数	96
4.5.2 解算方案的比较分析	71	6.1.3 2D 单元网格划分的方法	97
4.6 项目拓展	73	6.1.4 RBE2 单元和蛛网连接使用场合	98
4.6.1 局部区域划分网格对解算结果的影响	73	6.1.5 2D 和 3D 常见连接方法和应用	98
4.6.2 局部区域划分网格的应用案例	77	6.2 项目描述	100
4.7 项目总结	78	6.2.1 集热器支架设计要求	100
第 5 章 面面接触有限元分析实例——传动轴和齿轮内孔过盈配合分析	79	6.2.2 集热器支架分析思路	101
5.1 基础知识	79	6.3 项目操作	101
5.1.1 面面连接命令的简介	79	6.3.1 支架装配模型处理	101
5.1.2 面面连接命令支持的解算方案	80	6.3.2 创建 2D 装配 FEM 模型	102
5.1.3 面对面接触主要参数的解释	80	6.3.3 创建 2D 装配 SIM 模型	106
		6.3.4 2D 和 1D 连接装配模型	

求解	106	8.1 基础知识	134
6.4 项目结果	107	8.2 项目描述	134
6.4.1 支架整体模型后处理显示	107	8.3 项目分析	135
6.4.2 2D 单元结果单独显示	107	8.4 项目操作	135
6.5 项目拓展	108	8.4.1 创建 1D 网格模型	135
6.5.1 复杂模型抽取中面的方法和应用	108	8.4.2 创建 2D 网格模型	137
6.5.2 2D 单元常见修补方法	109	8.4.3 创建 3D 网格模型	139
6.6 项目总结	111	8.4.4 创建 1D 连接模型	140
第 7 章 1D 梁有限元分析实例——		8.4.5 创建面对面粘连	141
铰支梁受力分析	112	8.4.6 创建边对面粘连	142
7.1 基础知识	112	8.4.7 创建装配 SIM 模型	142
7.1.1 1D 单元的类型和用途	112	8.5 项目结果	143
7.1.2 CBAR 和 CBEAM 梁单元的区别	112	8.5.1 查看装配模型位移结果	143
7.1.3 梁弯曲应力公式	113	8.5.2 查看装配模型应力结果	144
7.1.4 合并节点及其场合	115	8.6 项目拓展	145
7.2 项目描述	115	8.6.1 创建 0D/1D/2D/3D 装配模型方案	145
7.3 项目分析	116	8.6.2 查看 0D/1D/2D/3D 模型求解结果	149
7.3.1 理论公式计算方法	116	8.6.3 0D/1D/2D/3D 模型分析拓展	150
7.3.2 理论计算有关结论	117	8.7 项目总结	150
7.4 项目操作	117	第 9 章 结构对称有限元分析实例——	
7.4.1 创建 1D 梁单元 FEM 模型	117	卡箍受力分析	151
7.4.2 编辑 1D 梁单元属性	118	9.1 基础知识	151
7.4.3 检查 1D 梁单元的截面方向	120	9.1.1 结构对称分析的优点	151
7.4.4 创建 1D 梁单元 SIM 模型	121	9.1.2 结构对称分析的方法	152
7.5 项目结果	122	9.2 项目描述	152
7.5.1 查看 1D 梁挠度	122	9.3 项目分析	153
7.5.2 查看梁长度方向的正应力	122	9.3.1 装配模型拆分思路	153
7.5.3 查看梁横截面正应力分布	123	9.3.2 接触对的算法简介	153
7.5.4 查看梁横截面剪切应力分布	123	9.3.3 螺栓预紧力的处理方法	154
7.5.5 查看梁横截面剪力和弯矩	123	9.4 项目操作	154
7.6 项目拓展	124	9.4.1 创建 FEM 模型和拆分模型	154
7.6.1 1D 复杂截面梁分析	124	9.4.2 对称结构划分网格	156
7.6.2 1D 梁单元销标志及其应用	127	9.4.3 创建 4 种工况的解算方案	159
7.7 项目总结	133	9.5 项目结果	167
第 8 章 0D1D2D3D 混合模型分析		9.5.1 查看后处理位移结果	167
实例——光伏支架受力		9.5.2 查看后处理接触压力结果	168
分析	134	9.5.3 查看后处理非线性应力结果	169

9.6 项目拓展	169	11.3.3 3D 混合网格的作用	198
9.6.1 抽取中面创建 2D 单元	169	11.4 项目操作	198
9.6.2 边界线上创建对称约束	171	11.4.1 创建装配体 FEM 模型	198
9.6.3 2D 单元和 3D 单元结果对比	173	11.4.2 创建装配体 SIM 模型	208
9.7 项目总结	174	11.4.3 求解出错分析及修改方法	211
第 10 章 轴对称有限元分析实例——球形薄壳承压分析	175	11.5 项目结果	212
10.1 基础知识	175	11.6 项目拓展	213
10.1.1 轴对称分析基本概念	175	11.6.1 3D 螺栓建模分析	213
10.1.2 屈曲分析基础知识	176	11.6.2 1D 螺栓建模和 3D 螺栓建模结果比较	214
10.2 项目描述	177	11.7 项目总结	217
10.3 项目分析	177	第 12 章 结构动力学综合应用实例——电机支架振动分析	218
10.3.1 屈服分析的基本思路	177	12.1 基础知识	218
10.3.2 项目材料的本构模型	177	12.1.1 振动响应系统运动方程	218
10.4 项目操作	178	12.1.2 振动响应系统阻尼问题	222
10.4.1 创建非轴对称解算方案	178	12.1.3 NX 动力学响应类型和应用场合	223
10.4.2 创建轴对称单元解算方案	183	12.2 项目描述	226
10.5 项目结果	189	12.3 项目分析	227
10.5.1 轴对称解算结果的对比	189	12.4 项目操作	227
10.5.2 网格细化对解算结果的影响	189	12.4.1 确定模型的质量和惯量	227
10.5.3 轴对称模型后处理的显示	190	12.4.2 创建 FEM 模型	229
10.5.4 轴对称分析的有关结论	190	12.4.3 SOL103 实特征值分析	231
10.6 项目拓展	193	12.4.4 SOL108 直接频率响应分析	233
10.6.1 LDC 算法进行屈曲分析的简介	193	12.4.5 SOL111 模态频率响应分析	235
10.6.2 LDC 算法进行屈曲分析的操作	194	12.4.6 SOL109 直接瞬态响应分析	236
10.7 项目总结	195	12.4.7 SOL112 模态瞬态响应分析	238
第 11 章 结构静力学综合应用实例——万向节总成受力分析	196	12.5 项目结果	238
11.1 基础知识	196	12.5.1 模态分析结果	238
11.1.1 圆柱坐标系及其应用	196	12.5.2 频率响应分析结果	238
11.1.2 接触面节点穿透原因	197	12.5.3 瞬态响应分析结果	240
11.2 项目描述	197	12.6 项目拓展	242
11.3 项目分析	198	12.6.1 SOL103 响应动力学频响分析	242
11.3.1 确定零件的许用应力	198	12.6.2 SOL103 响应动力学瞬态响应分析	246
11.3.2 螺栓连接及其预紧力	198	12.7 项目总结	250
		参考文献	251

第1章 认识NX有限元工作界面 和分析流程

本章内容提要

本章在介绍UG NX有限元分析(前/后处理)的工程用途、操作界面和 workflows 的基础上,介绍了常见单元类型及其应用场合、边界条件和载荷类型及其应用场合、有限元文件的数据结构关系、后处理显示方法、分析结果评判方法等内容,为后面熟练掌握有限元实例操作流程和有限元工程分析入门提供了感性认识。

1.1 认识NX有限元分析工程用途

UG NX(简称NX)有限元,也称之为高级仿真、前/后处理,是用来对产品、组件、零件进行建模、求解和结果可视化的一种CAE数字化仿真软件,具有静力学、动力学、非线性、复合材料分析和多物理场耦合分析等强大的工程分析能力,常用于分析弹簧、杆、梁、壳体、实体等结构在承受拉伸、弯曲、扭转和离心力等载荷下的变形和应力状态,为优化结构和改进设计提供参数,从而成为提高产品开发能力的重要工具。

NX有限元默认的求解器是NX Nastran,它和NX建模无缝集成,即在CAD模型(包括点、线、平面和三维模型)基础上借助前/后处理模块,让工程师快速地构建前处理模型(包括理想化模型、FEM有限元模型、SIM仿真模型和设置解算方案选项),通过求解并利用后处理来评判刚度、强度、稳定性和耐疲劳等指标是否满足设计要求,这个基本的工作过程可以用图1-1来表述(以方向节从动叉模型的受力分析为例)。

提示

从NX 11.0版本开始,NX的CAE功能改称为Simcenter,高级仿真应用模块改称为前/后处理,Simcenter支持CAE行业中许多标准求解器,比如NX Nastran、Msc Nastran、Samcef、ANSYS和ABAQUS。

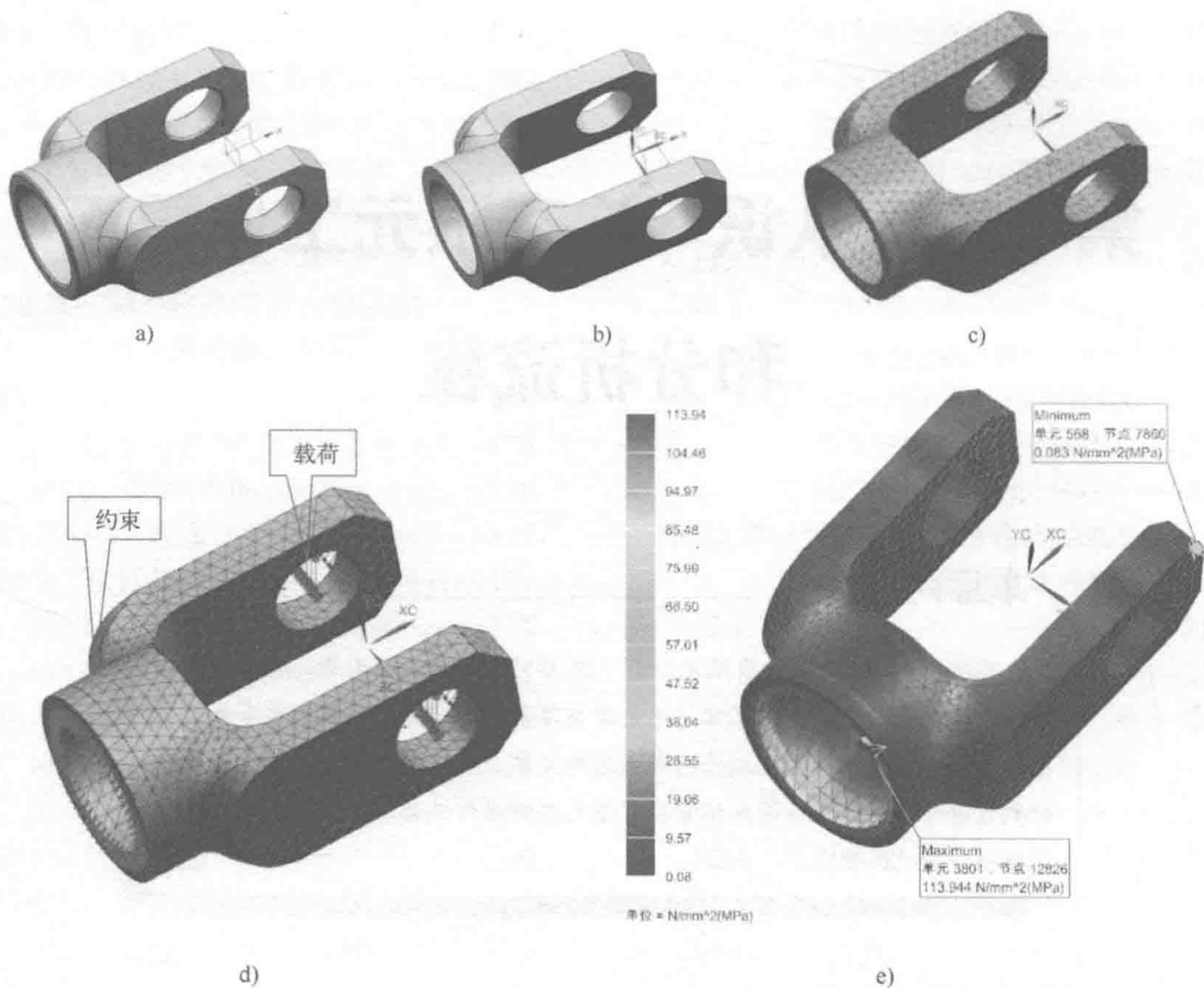


图 1-1 NX 有限元的基本工作过程

a) CAD 模型 b) 理想化模型 (删除孔倒角) c) FEM 模型 d) SIM 模型 e) 后处理模型

1.2 认识 NX 有限元分析工作界面

1.2.1 认识 NX CAD 环境界面

启动 NX 11.0, 进入 NX 界面, 可以创建新的文件 (CAD 模型或者 CAE 模型) 或者打开现有文件, 单击工具栏中的【打开】图标, 在个人计算机文件目录中选中待分析的 CAD 模型 (举例打开本书第 2 章的底座模型, 此处模型名称为: M0100_底座), 确认后进入 NX 11.0 建模主界面, 如图 1-2 所示。

提示

进入高级仿真之前, 先检查模型上的一些细节特征, 比如圆角、倒斜角、小孔等, 如果确认它们对模型解算结果和性能指标的影响微乎其微, 可以在建模环境中利用同步建模等工具, 将小细节特征进行删除或者编辑。

但是建议: 对模型进行有限元分析时, 一般不允许破坏其设计特征 (即保留主模型

的特征及其参数), 所以删除或者抑制模型的细节特征, 应尽量放在理想化环境中进行相关操作。

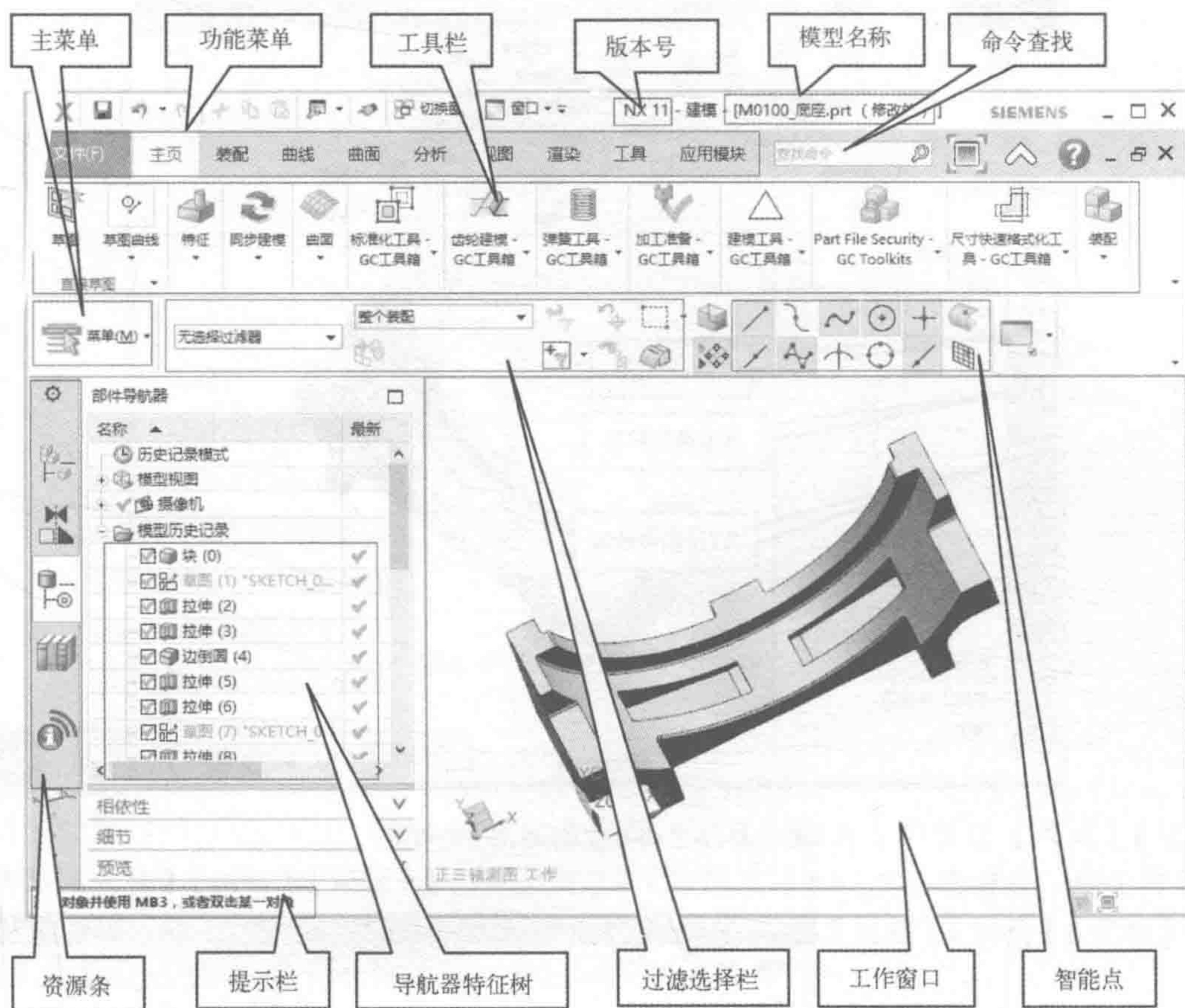


图 1-2 NX 11.0 建模主界面

单击功能菜单栏上的【应用模块】, 观察工具栏中的图标和命令发生的变化, 单击【前/后处理】图标, 进入图 1-3 所示的前/后处理空白界面。

单击仿真导航器窗口的【M0100_底座.prt】, 右击弹出图 1-4 所示的菜单, 单击其中的【新建 FEM】, 弹出图 1-5 所示的【新建部件文件】对话框, 默认【NX Nastran】模板, 默认生成的模型名称【M0100_底座_fem1.fem】, 其格式和扩展名发生了变化; 根据需要单击【文件夹】下拉列表右侧的按钮, 选择模型文件的存放路径, 单击【确定】按钮。

提示

仿真导航器可在 CAE 模型中以图形化、交互式、层次结构树的形式显示文件相互的从属或者并列关系。仿真导航器中适用于节点的命令是上下文关联的, 并且可能因所选求解器和分析类型而异。右键单击结构树中的任何节点, 即可查看该节点的命令。

弹出图 1-6 所示的【新建 FEM】对话框, 观察对话框中的【FEM 名称】【理想化部件名称】(注意和 FEM 模型名称的区别) 和求解器环境中的【求解器】【分析类型】, 默认对话框

中所有的选项，单击【确定】按钮，即可进入 FEM 环境界面。

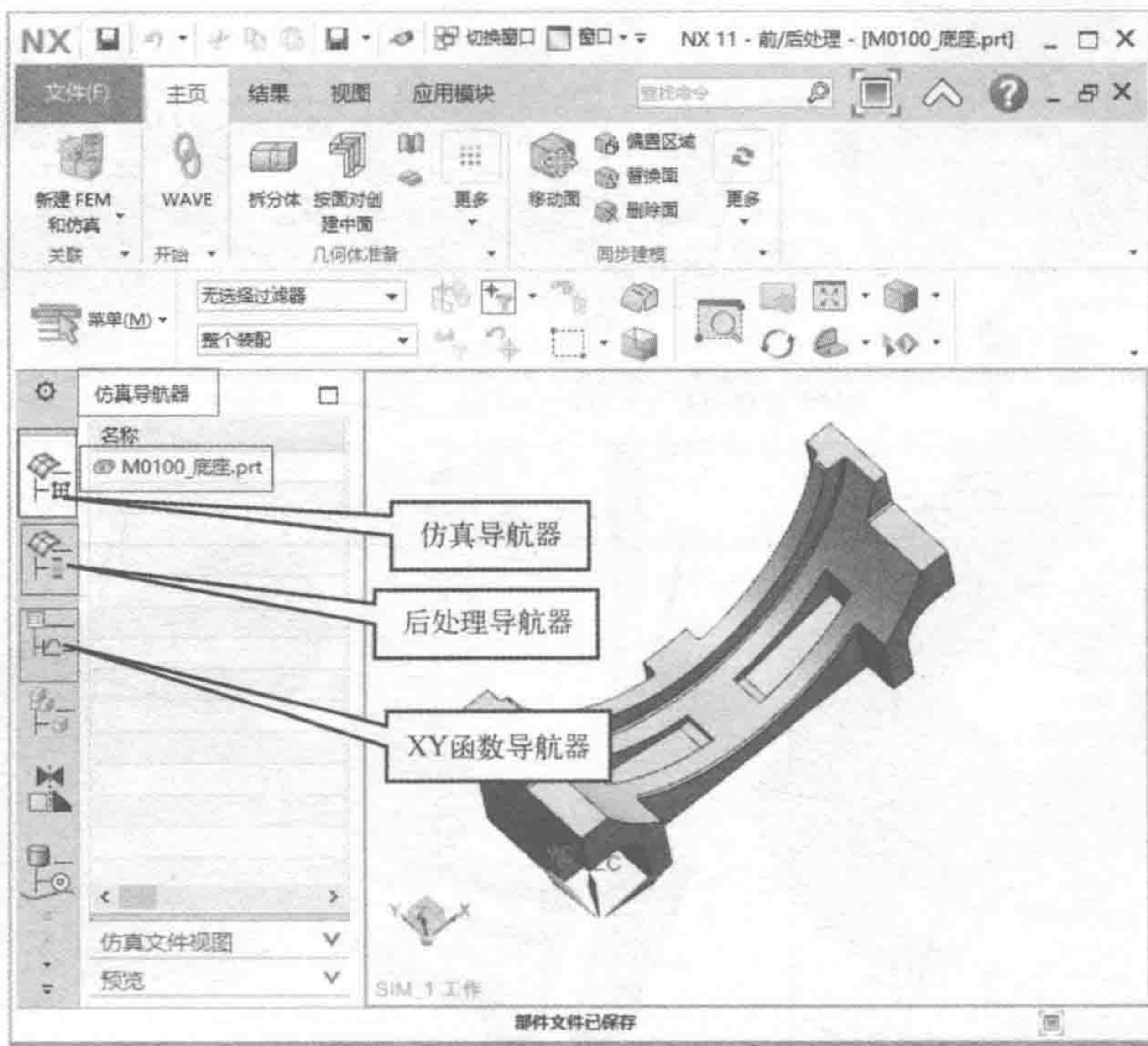


图 1-3 NX 11.0 前/后处理空白界面

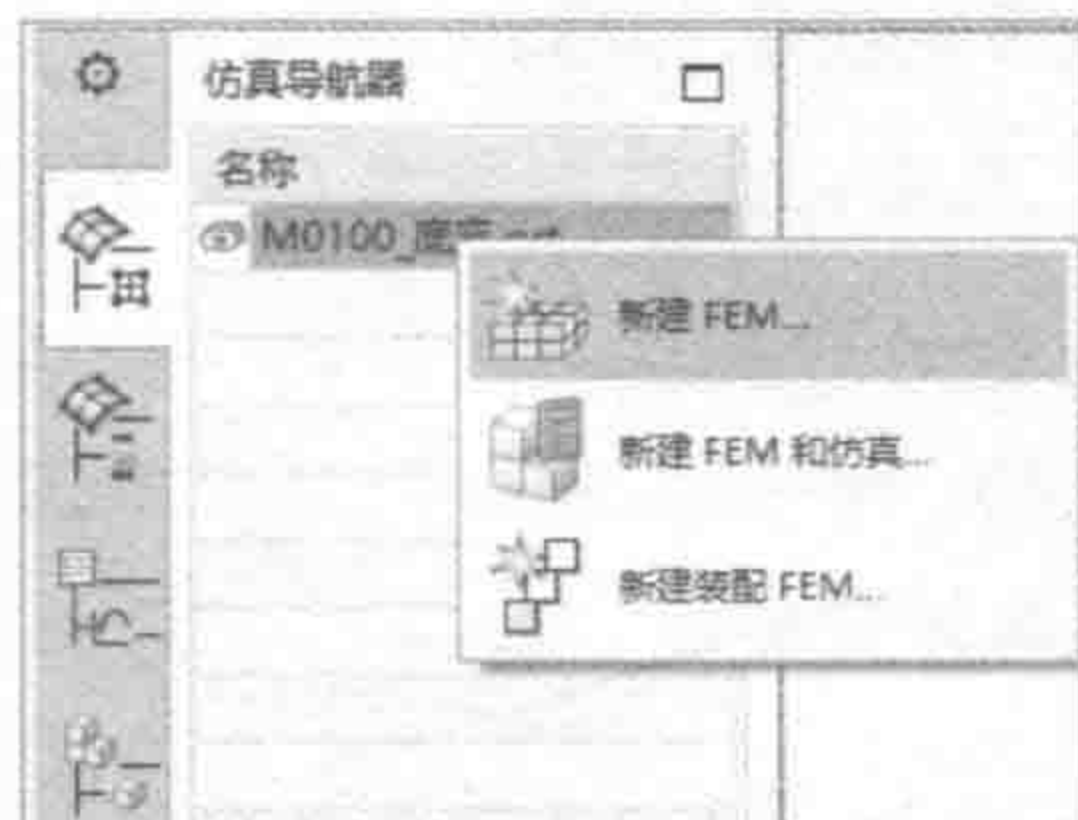


图 1-4 新建 FEM 菜单

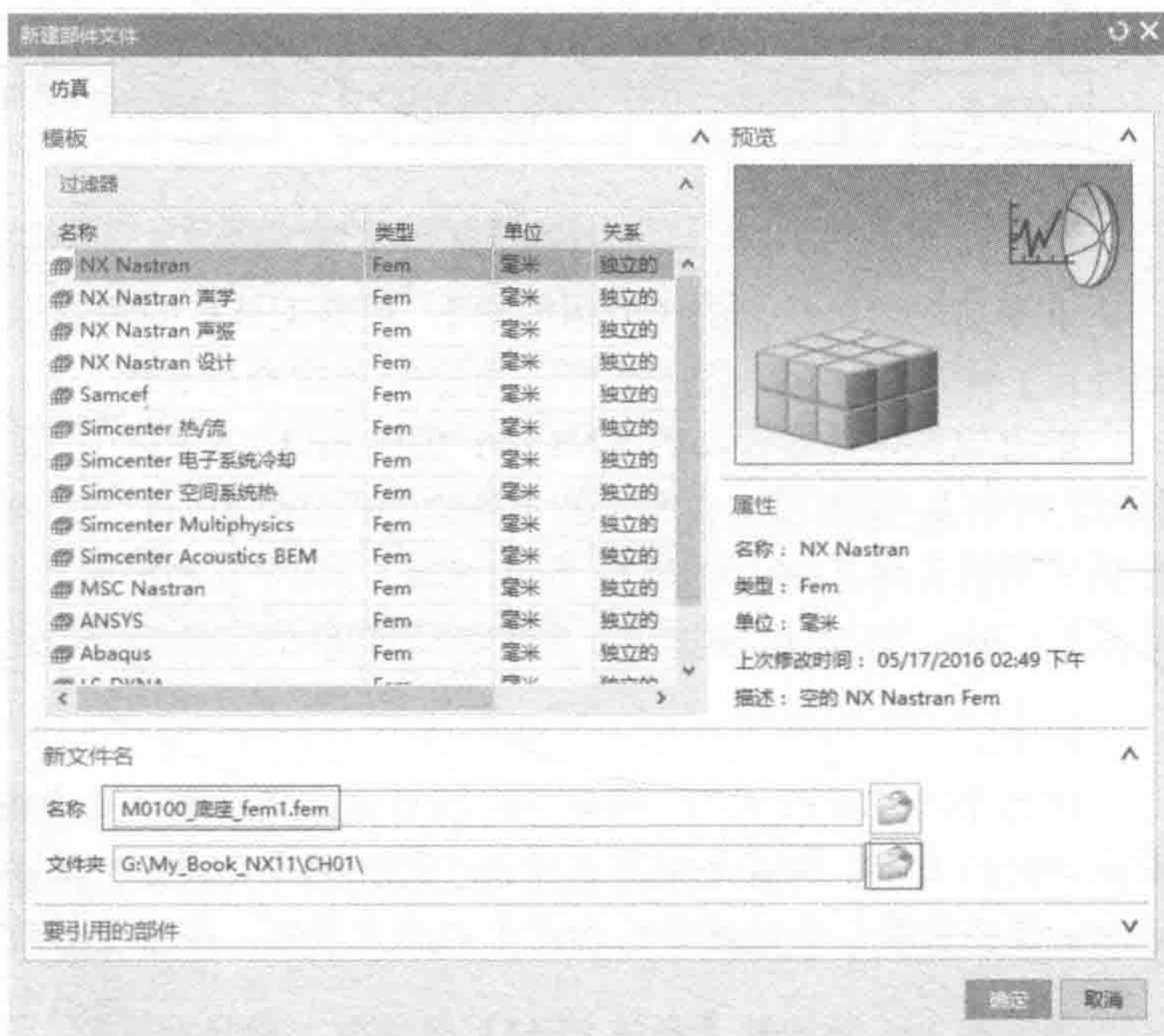


图 1-5 【新建部件文件】对话框



图 1-6 【新建 FEM】对话框

1.2.2 认识 NX FEM 环境界面

1) 如图 1-7 所示即为 FEM 环境的主界面，工具栏菜单主要包括【关联】【属性】【多边形几何体】【网格】【连接】【检查和信息】【实用工具】7 个功能模块，每个模块又包括若干个具体的操作命令。其中，最为常用的功能模块为【属性】【网格】【连接】【检查和信息】。

2) 注意仿真导航器窗口的变化，单击其特征树下节点【M0100_底座_fem1.fem】和【多边形几何体】前面的加号，展示出所有的特征和节点，观察相互之间的从属关系。显然，导航器窗口采用结构树形式描述出各个模型文件（特征、节点和历史记录）的结构关系，便于对操作历史记录进行合理分类，以及后续的查找和使用。

3) 在 FEM 环境中可以完成定义材料（指派材料）、定义物理属性、定义网格收集器、网格划分和检查单元质量等操作步骤；如果分析对象为装配组件，可以进一步通过网格配对、1D 连接、螺栓连接、焊接网格和面接触等命令，实现零件与零件之间的连接或者接触，完成构建 FEM 模型的所有工作。

1.2.3 认识 NX 理想化环境界面

如果主模型中的细节特征或者几何要素对整个分析结果影响不大，那么可以使用 NX 高级仿真提供的理想化环境，对此类的几何结构进行抑制或者删除，如图 1-8 所示，单击理想化模型【M0100_底座_fem1_i.prt】，右键单击弹出的【设为显示部件】，即可进入理想化模型环境，在构建 FEM 模型之前对主模型中的相关细节特征进行处理。

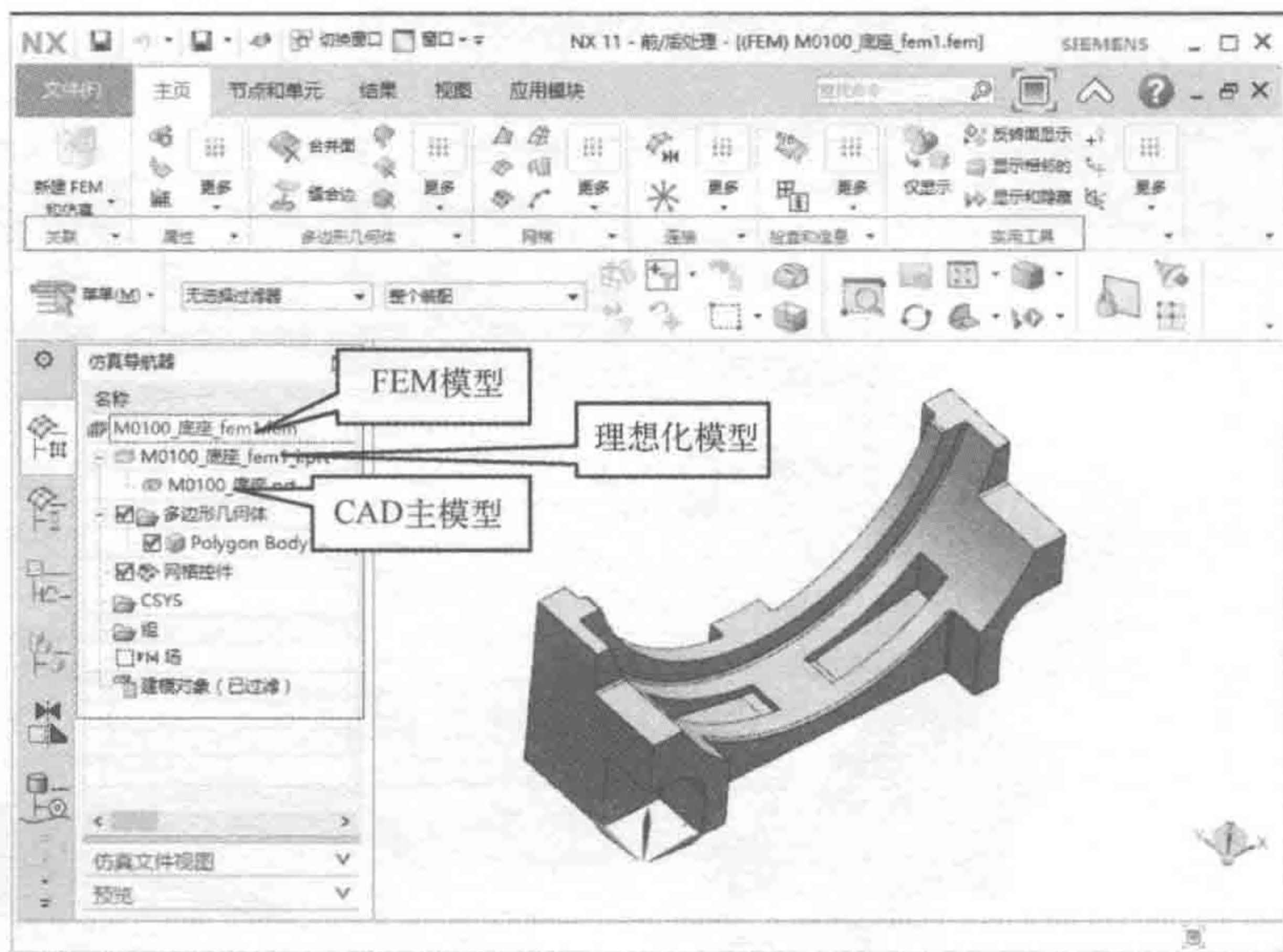


图 1-7 FEM 环境主界面

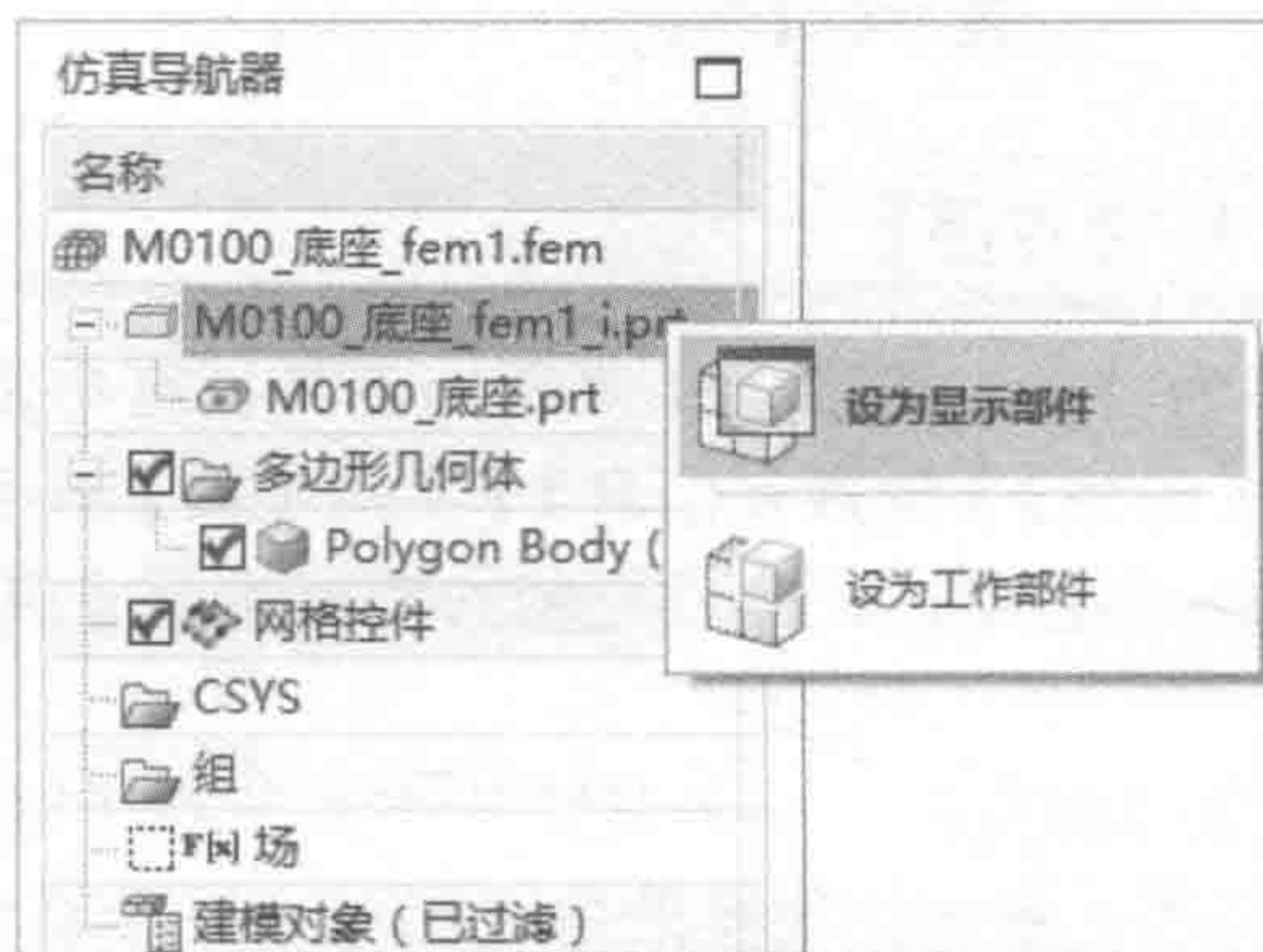


图 1-8 进入理想化环境的操作

1) 弹出图 1-9 所示的【理想化部件警告】对话框，勾选其中的【不再显示此消息】复选框，并单击【确定】按钮。

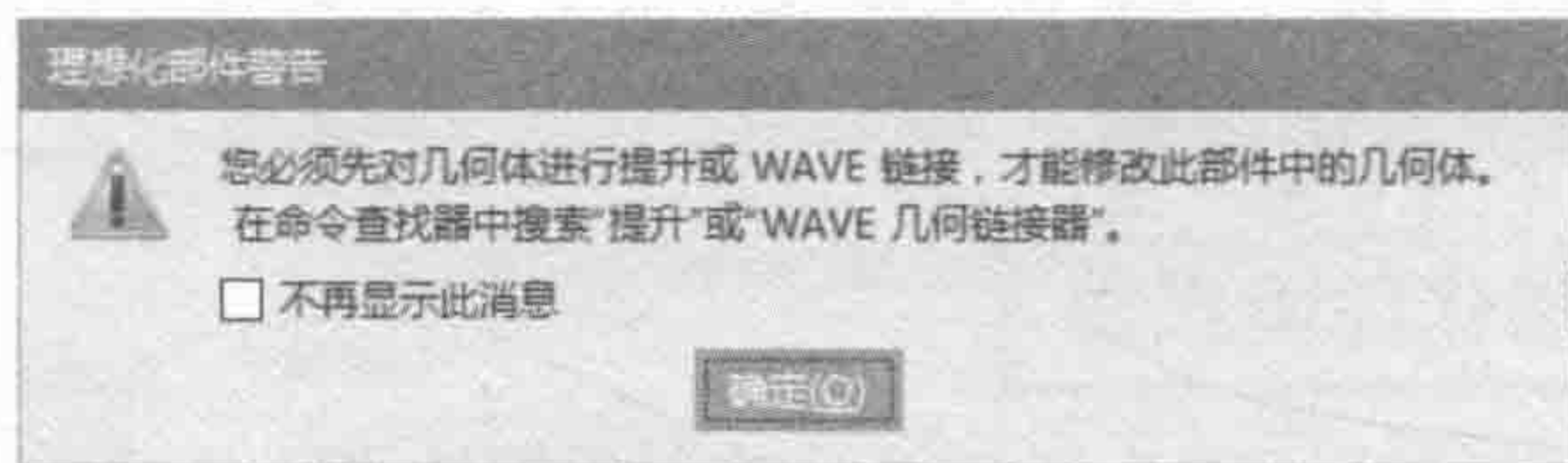



图 1-9 【理想化部件警告】对话框

2) 进入图 1-10 所示的理想化环境主界面，单击工具栏中的【提升】按钮，弹出【提升体】对话框，在工作窗口中单击底座模型，单击【确定】按钮，该操作完成了对主模型的复制，而复制的模型（可以称之为理想化模型的原型）允许进一步对细节特征和其他几何结