




附赠**1DVD**光盘

ANSYS 14.5 Workbench 机械仿真实例详解

刘江 等编著

基础够用，实例丰富，讲解透彻，提升迅速

赠送视频操作演示，轻松学习

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



ANSYS 14.5 Workbench

机械仿真实例详解

刘 江 等编著



机械工业出版社

本书基于 ANSYS 14.5 Workbench 环境平台, 通过大量典型实例, 深入浅出地介绍了 ANSYS Workbench 机械仿真技术和实际应用。全书包括两部分共 12 章, 第 1~4 章为 ANSYS 14.5 Workbench 基础技术, 分别介绍了 ANSYS 14.5 实体建模技术、建立有限元模型、求解、结果数据的处理。第 5~12 章为典型实例, 从专业的角度, 本着循序渐进、由浅入深的原则, 分别介绍了 Workbench 结构静力学分析实例、结构动力学分析实例、疲劳分析实例、结构非线性分析实例、屈曲分析实例、刚体动力学分析实例、结构热分析实例以及结构优化分析实例。这些实例全部来自于工程项目, 代表性和实践性强, 无论读者之前是否有基础, 通过学习都可以实现入门和提高, 并达到熟练应用的程度。

本书含光盘一张, 包括书中所有实例素材文件和视频操作演示, 方便读者使用。本书适合机械仿真人员使用, 同时也可作为高校相关专业学生的教材, 是读者学习 ANSYS Workbench 仿真的必备宝典。

图书在版编目 (CIP) 数据

ANSYS 14.5 Workbench 机械仿真实例详解/刘江等编著. —北京: 机械工业出版社, 2014.12 (2016.8重印)
ISBN 978-7-111-48820-0

I. ①A… II. ①刘… III. ①机械设计—计算机仿真—有限元分析—应用软件 IV. ①TH122-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 290207 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: 周国萍 责任编辑: 周国萍 吴超莉

版式设计: 霍永明 责任校对: 路清双

封面设计: 马精明 责任印制: 李洋

北京宝昌彩色印刷有限公司印刷

2016 年 8 月第 1 版·第 2 次印刷

184mm×260mm·26.5 印张·647 千字

3001—4000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-48820-0

ISBN 978-7-89405-666-5 (光盘)

定价: 69.00 元 (含 1DVD)

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线: 010-88361066

读者购书热线: 010-68326294

010-88379203

编辑热线: 010-88379733

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网: www.cmpbook.com

机工官博: weibo.com/cmp1952

金书网: www.golden-book.com

教育服务网: www.cmpedu.com

前 言

ANSYS 是美国 ANSYS 开发的融结构、流体、电场、磁场、声场分析于一体的大型通用有限元分析软件。它能与多数 CAD 软件接口实现数据的共享和交换,是现代产品设计中的高级 CAE 工具之一。Workbench 是 ANSYS 协同仿真环境的平台,它提供软件的组件(API)。用户可以根据本企业产品研发流程,将这些拆散的技术重新组合,并集成为具有自主知识产权的技术,形成既能够充分满足自身的分析需求,又融入产品研发流程的仿真体系。具有客户化、集成化、参数化等特点,应用越来越普遍。因此,出版 ANSYS Workbench 应用类教程很有必要。

为了保证本书的实用性,本书以最新的 ANSYS 14.5 为写作平台,以应用为纲,通过大量实例来讲解 ANSYS Workbench 机械仿真分析的原理、方法和操作事项。本书共包括 12 章,具体内容如下。

第 1 章为 ANSYS 14.5 Workbench 概述,简要介绍了 ANSYS Workbench 功能特点、系统配置、工作界面以及分析过程。读者通过学习,将对 ANSYS Workbench 有一个入门性的了解。

第 2 章介绍了 ANSYS 实体建模技术,包括二维草图绘制、基础实体建模、高级实体建模、建模编辑工具、线面建模以及实体建模综合实例。读者通过学习,将对 ANSYS 实体建模技术有所熟悉和掌握。

第 3 章介绍了如何建立有限元模型,包括单元类型选择、属性设置、施加载荷和约束、划分网格、模型质量检查和修正以及建立有限元模型实例。读者学习时,应重点掌握属性设置和网格划分的方法。

第 4 章首先介绍了求解技术,包括设置求解控制项、Workbench 环境直接求解、导入 ANSYS 环境求解。读者学习时,可以比较两者的区别。然后讲解了结果数据的处理,包括基本操作和使用技巧。

第 5~12 章为 ANSYS 14.5 Workbench 应用实例,通过 22 个实例,详细介绍了 Workbench 结构静力学分析、结构动力学分析、疲劳分析、结构非线性分析、屈曲分析、刚体动力学分析、结构热分析以及优化分析的流程、方法和技巧。实例典型丰富,由浅入深,涉及面广,全部来自于工程项目,代表性和实践性强。读者学习后可以快速实现入门和提高,并达到熟练应用的程度。

本书含光盘一张,包括书中所有实例素材文件和视频操作演示,方便读者使用。本书适合机械仿真分析人员使用,同时也可作为高校相关专业学生的教材。

本书由刘江、李万全、高长银、刘丽、黎胜容、黎双玉、邱大伟、马龙梅、涂志涛、刘红霞、刘铁军、何文斌、邓力、王乐、杨学围、张秋冬、闫延超、董延、郭志强、毕晓勤、贺红霞、史丽萍、袁丽娟、刘汝芳、夏劲松编写。

由于时间有限,书中难免会有一些错误和不足之处,欢迎广大读者及业内人士批评指正。

编著者

目 录

前言

第 1 部分 ANSYS 14.5 Workbench 基础技术

第 1 章 ANSYS 14.5 Workbench 入门概述 1	
1.1 ANSYS 14.5 Workbench 概述.....1	
1.1.1 ANSYS 14.5 Workbench 的特点..... 2	
1.1.2 ANSYS 14.5 Workbench 的功能..... 3	
1.2 ANSYS 14.5 Workbench 用户操作界面..... 4	
1.2.1 启动 ANSYS Workbench.....4	
1.2.2 ANSYS Workbench 用户界面..... 4	
1.3 ANSYS Workbench 项目管理.....12	
1.3.1 分析项目组成.....12	
1.3.2 创建分析项目.....12	
1.3.3 删除分析项目.....13	
1.3.4 复制项目.....13	
1.3.5 项目关联与链接.....14	
1.4 ANSYS 14.5 Workbench 分析的 基本过程.....14	
1.5 本章小结.....15	
第 2 章 ANSYS 14.5 Workbench 建立分析模型16	
2.1 DesignModeler 概述.....16	
2.1.1 DesignModeler 模块的特点.....16	
2.1.2 DesignModeler 用户界面.....17	
2.1.3 鼠标选择操作.....21	
2.2 二维草图绘制.....22	
2.2.1 二维草图简介.....22	
2.2.2 创建新平面.....22	
2.2.3 创建新草图.....25	
2.2.4 创建草图元素——Draw.....26	
2.2.5 编辑草图元素——Modify.....32	
2.2.6 标注草图尺寸——Dimension.....37	
2.2.7 草图几何约束——Constraints.....38	
2.2.8 草图设置——Settings..... 39	
2.3 实体特征建模..... 39	
2.3.1 基础实体建模..... 40	
2.3.2 拉伸特征——Extrude..... 43	
2.3.3 旋转特征——Revolve..... 45	
2.3.4 扫描特征——Sweep..... 45	
2.3.5 放样特征——Skin/Loft..... 45	
2.4 实体特征编辑和操作..... 46	
2.4.1 抽壳——Thin/Surface..... 46	
2.4.2 倒圆角特征..... 46	
2.4.3 倒角特征——Chamfer..... 47	
2.4.4 阵列特征——Pattern..... 48	
2.4.5 体操作特征——Body Operation..... 48	
2.4.6 布尔运算——Boolean..... 49	
2.4.7 切片特征——Slice..... 49	
2.4.8 面删除——Face Delete..... 49	
2.4.9 边删除——Edge Delete..... 50	
2.5 实体建模工具..... 50	
2.5.1 激活和冻结体—— Unfreeze 和 Freeze..... 50	
2.5.2 抑制体和取消——Suppress Body 和 Unsuppress Body..... 51	
2.5.3 命名选择——Named Selection..... 51	
2.5.4 中面——Mid-Surface..... 51	
2.5.5 包围——Enclosure..... 52	
2.5.6 对称——Symmetry..... 52	
2.5.7 填充——Fill..... 53	
2.5.8 组合单体零件—— Form New Part..... 53	
2.6 概念建模..... 54	
2.6.1 创建线体..... 54	

2.6.2	定义截面——Cross Section	56			
2.6.3	绘制面体	57			
2.7	参数化建模	59			
2.7.1	提取参数	59			
2.7.2	参数管理器	60			
2.8	CAD 数据导入 Workbench	61			
2.8.1	ANSYS Workbench 与 SolidWorks 集成设置	61			
2.8.2	直接读取模式	63			
2.8.3	双向关联模式	64			
2.9	本章小结	64			
第 3 章	ANSYS 14.5 Workbench 建立 有限元模型	65			
3.1	设置材料属性	65			
3.1.1	进入 Engineering Data 应用程序	65			
3.1.2	工程数据源和材料库	66			
3.1.3	添加现有材料	68			
3.1.4	添加新材料库及材料属性	70			
3.2	有限元网格概述	72			
3.2.1	Workbench 网格划分界面—— Meshing 界面	72			
3.2.2	网格类型	78			
3.3	全局网格控制	79			
3.3.1	网格分析类型	79			
3.3.2	相关性和关联中心——Relevance 和 Relevance Center	81			
3.3.3	全局单元尺寸——Element Size	82			
3.3.4	初始尺寸种子—— Initial Size Seed	83			
3.3.5	平滑和过渡—— Smoothing 和 Transition	83			
3.3.6	跨度中心角—— Span Angle Center	85			
3.3.7	高级尺寸功能—— Use Advanced Size Function	85			
3.3.8	膨胀层——Inflation	87			
3.3.9	三角曲面划分器选项—— Patch Conforming	88			
3.3.10	网格高级选项——Advanced	88			
3.3.11	网格损伤设置——Defeaturing	89			
3.3.12	网格评估统计——Statistics	89			
3.4	局部网格控制	94			
3.4.1	启动局部网格控制命令	94			
3.4.2	局部尺寸——Sizing	95			
3.4.3	接触尺寸——Contact Sizing	97			
3.4.4	细化——Refinement	97			
3.4.5	映射面划分—— Mapped Face Meshing	98			
3.4.6	匹配控制——Match Control	99			
3.4.7	收缩控制——Pinch	100			
3.4.8	膨胀——Inflation	100			
3.5	网格划分方法	102			
3.5.1	网格划分方法简介	102			
3.5.2	自动划分方法——Automatic	103			
3.5.3	四面体方法——Tetrahedrons	104			
3.5.4	六面体方法—— Hex Dominant	105			
3.5.5	扫掠方法——Sweep	105			
3.5.6	多区域——MultiZone	107			
3.6	网格工具	109			
3.6.1	生成和预览网格	110			
3.6.2	剖面	110			
3.6.3	命名选项	112			
3.7	本章小结	112			
第 4 章	ANSYS 14.5 Workbench 求解和后处理	113			
4.1	Mechanical 简介	113			
4.2	Mechanical 用户界面	113			
4.2.1	启动 Mechanical	113			
4.2.2	Mechanical 界面	114			
4.2.3	鼠标控制	117			
4.3	Mechanical 基本操作	118			
4.4	模型求解	122			
4.4.1	设置求解器	122			
4.4.2	Workbench 环境直接求解	123			

4.4.3 导入 ANSYS 经典环境求解	123	4.5.3 工具	127
4.5 结果数据后处理	125	4.5.4 图形显示结果	129
4.5.1 变形显示	125	4.5.5 动画显示结果	132
4.5.2 应力和应变	126	4.6 本章小结	132

第 2 部分 ANSYS 14.5 Workbench 应用实例

第 5 章 ANSYS 14.5 Workbench 结构

静力学分析实例

5.1 结构静力学分析概述	133
5.1.1 线性结构静力分析基础	133
5.1.2 工程数据和几何模型	134
5.1.3 构造几何	136
5.1.4 分析设置	137
5.1.5 载荷和约束	139
5.2 实例 1——薄板平面受力结构分析	148
5.2.1 实例说明	148
5.2.2 分析思路	149
5.2.3 具体分析过程	149
5.2.4 实例总结	157
5.3 实例 2——托架体的结构分析	157
5.3.1 实例说明	157
5.3.2 分析思路	157
5.3.3 具体分析过程	158
5.3.4 实例总结	168
5.4 实例 3——拉杆式桁架的结构分析	169
5.4.1 实例说明	169
5.4.2 分析思路	169
5.4.3 具体分析过程	169
5.4.4 实例总结	176
5.5 本章小结	177

第 6 章 ANSYS 14.5 Workbench 结构

动力学分析实例

6.1 结构动力学分析概述	178
6.1.1 结构动力学简介	178
6.1.2 模态分析基础知识	179
6.1.3 谐响应分析基础知识	181
6.1.4 响应谱分析基础知识	186
6.2 实例 1——轴和轴承座模态分析	189

6.2.1 实例说明	189
6.2.2 分析思路	189
6.2.3 具体分析过程	189
6.2.4 实例总结	197
6.3 实例 2——压榨机架的谐响应分析	197
6.3.1 实例说明	197
6.3.2 分析思路	197
6.3.3 具体分析过程	197
6.3.4 实例总结	207
6.4 实例 3——桁架的响应谱分析	207
6.4.1 实例说明	207
6.4.2 分析思路	207
6.4.3 具体分析过程	207
6.4.4 实例总结	214
6.5 本章小结	214

第 7 章 ANSYS 14.5 Workbench 疲劳

分析实例

7.1 疲劳分析概述	215
7.1.1 疲劳分析基础	215
7.1.2 疲劳分析术语	216
7.1.3 疲劳工具	218
7.2 实例 1——篮圈的疲劳分析	219
7.2.1 实例说明	219
7.2.2 分析思路	220
7.2.3 具体分析过程	220
7.2.4 实例总结	230
7.3 实例 2——轴零件的疲劳分析	231
7.3.1 实例说明	231
7.3.2 分析思路	231
7.3.3 具体分析过程	231
7.3.4 实例总结	244
7.4 本章小结	244

第 8 章 ANSYS 14.5 Workbench 结构非线性分析实例245	第 10 章 ANSYS 14.5 Workbench 刚体动力学分析实例 300
8.1 结构非线性分析概述245	10.1 刚体动力学分析概述 300
8.1.1 结构非线性分析简介245	10.1.1 刚体动力学分析基础 300
8.1.2 结构非线性分类246	10.1.2 定义连接 301
8.1.3 接触分析简介247	10.1.3 载荷和约束 304
8.2 实例 1——夹钳大变形分析253	10.1.4 分析设置 305
8.2.1 实例说明253	10.2 实例 1——连杆机构运动分析 306
8.2.2 分析思路254	10.2.1 实例说明 306
8.2.3 具体分析过程254	10.2.2 分析思路 306
8.2.4 实例总结263	10.2.3 具体分析过程 306
8.3 实例 2——套杆静态接触分析264	10.2.4 实例总结 314
8.3.1 实例说明264	10.3 实例 2——压气机动力学分析 315
8.3.2 分析思路264	10.3.1 实例说明 315
8.3.3 具体分析过程264	10.3.2 分析思路 315
8.3.4 实例总结271	10.3.3 具体分析过程 315
8.4 实例 3——轴盘动态接触分析271	10.3.4 实例总结 327
8.4.1 实例说明271	10.4 实例 3——门机构运动分析 327
8.4.2 分析思路272	10.4.1 实例说明 327
8.4.3 具体分析过程272	10.4.2 分析思路 328
8.4.4 实例总结280	10.4.3 具体分析过程 328
8.5 本章小结280	10.4.4 实例总结 338
第 9 章 ANSYS 14.5 Workbench 屈曲分析实例281	10.5 本章小结 338
9.1 屈曲分析概述281	第 11 章 ANSYS 14.5 Workbench 结构热分析实例 339
9.1.1 屈曲分析基础281	11.1 结构热分析概述 339
9.1.2 屈曲分析类型282	11.1.1 传热方式 339
9.2 实例 1——风扇罩线性屈曲分析283	11.1.2 热分析类型 341
9.2.1 实例说明283	11.1.3 热分析中的接触 343
9.2.2 分析思路283	11.1.4 热分析中的载荷和边界条件 345
9.2.3 具体分析过程283	11.2 实例 1——芯片稳态热分析 347
9.2.4 实例总结290	11.2.1 实例说明 347
9.3 实例 2——工字梁非线性屈曲分析290	11.2.2 分析思路 347
9.3.1 实例说明290	11.2.3 具体分析过程 348
9.3.2 分析思路290	11.2.4 实例总结 358
9.3.3 具体分析过程290	11.3 实例 2——芯片瞬态传热分析 358
9.3.4 实例总结299	11.3.1 实例说明 358
9.4 本章小结299	11.3.2 分析思路 358

11.3.3	具体分析过程	359	12.2.3	具体分析过程	378
11.3.4	实例总结	363	12.2.4	实例总结	383
11.4	实例 3——齿轮淬火瞬态热分析	363	12.3	实例 2——连接片结构优化分析	383
11.4.1	实例说明	363	12.3.1	实例说明	383
11.4.2	分析思路	363	12.3.2	分析思路	384
11.4.3	具体分析过程	364	12.3.3	具体分析过程	384
11.4.4	实例总结	374	12.3.4	实例总结	397
11.5	本章小结	374	12.4	实例 3——散热器响应曲面 优化分析	397
第 12 章	ANSYS 14.5 Workbench 结构 优化分析实例	375	12.4.1	实例说明	397
12.1	优化设计概述	375	12.4.2	分析思路	398
12.1.1	优化设计类型	375	12.4.3	具体分析过程	398
12.1.2	Design Exploration 简介	376	12.4.4	实例总结	414
12.2	实例 1——夹钳拓扑优化分析	377	12.5	本章小结	414
12.2.1	实例说明	377	参考文献		415
12.2.2	分析思路	377			

第 1 部分

ANSYS 14.5 Workbench 基础技术



第 1 章 ANSYS 14.5 Workbench 入门概述

ANSYS Workbench 结合了 ANSYS 核心产品求解器，采用项目管理方式分析项目流程管理，以图表流程的方式构造分析系统，具有简单易用的耦合场分析功能。因此，随着功能的不断完善和强大，Workbench 逐渐被工程界接受，进而普遍应用。本章将对 ANSYS Workbench 软件的功能模块、用户界面、项目管理和分析流程等进行详细讲解。

1.1 ANSYS 14.5 Workbench 概述

ANSYS 14.5 Workbench 是 ANSYS 公司出品的新一代仿真平台，较以往版本，除在功能上作了较大扩展外，在操作界面和易学、易用方面还发生了革命性变化。

1997 年，ANSYS 公司基于广大设计者的分析应用需求，开发了专供设计人员应用的分析软件 ANSYS Design Space，其前后处理功能与经典的 ANSYS 软件完全不同，软件的易用性和 CAD 软件的接口特性非常优良。

2000 年，ANSYS Design Space 的界面风格更加深受广大用户喜爱。ANSYS 公司决定提升 ANSYS Design Space 的界面风格，以使经典的 ANSYS 软件的前后处理功能也能应用，由此形成了系统仿真环境——ANSYS Workbench Environment (AWE)。

2001 年，在 AWE 上开发了 ANSYS DesignModeler (DM)、ANSYS DesignXplorer (DX)、ANSYS DesignXplorer VT (DX VT)、ANSYS Fatigue Module (FM)、ANSYS CAE Template 等，目的是和 DS 共同提供给用户先进的 CAE 技术。

2009 年，ANSYS 公司发布了 ANSYS 12.0 Workbench 版本；2010 年，ANSYS 公司发布了 ANSYS 13.0 Workbench 版本；2012 年 11 月 13 日，ANSYS 公司发布以全面的 ANSYS 高级多物理场工程仿真技术为基础的 14.5 版软件产品，并将最新的多物理场功能无缝地集成到 ANSYS Workbench 平台中，能实现很好的设计工作效率和创新性，为进一步设计探索和完整虚拟原型的创建工作带来一体化最优方案。

1.1.1 ANSYS 14.5 Workbench 的特点

1) 利用项目视图功能将整个仿真流程紧密结合起来,使得用户完成复杂仿真的过程变得简单容易。用户可选择软件设置好的分析项目流程,也可用软件提供的模块组装自己的分析项目流程。软件提供了一个项目流程图,用户按照顺序执行任务就能很容易地完成分析项目,通过项目流程图还可以很方便地了解数据关系、分析过程状态。Workbench 可以被看做一个平台,能自动管理项目所使用的数据和应用程序。

2) 与 CAD 和 FEA 求解器的协同仿真。ANSYS Workbench 集设计、仿真、优化、网格变形等功能于一体,对各种数据进行协同管理,如图 1-1 所示。

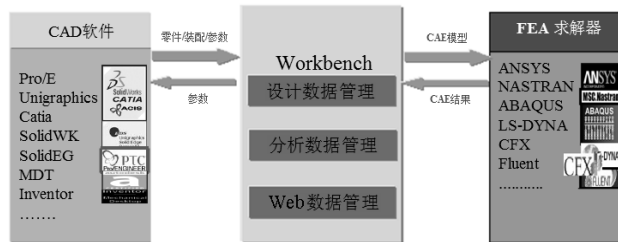


图 1-1 CAD 设计—CAE 仿真协同流程

3) 具有与 CAD 软件的双向参数链接。最新的 ANSYS Workbench 可与 CAD 系统中的实体及曲面模型双向链接,具有更高的 CAD 几何导入成功率。当 CAD 模型发生变化时,不用对所施加的负载和约束重新定义。

4) 强大的装配体自动分析功能。针对航空、汽车、电子产品结构复杂,零部件众多的技术特点,Workbench 可识别相邻的零件并自动设置接触关系,从而可节省模型建立的时间。而现行的许多软件均需要手工设置接触关系,这不但费时间同时还容易出错,除此之外,Workbench 还提供了许多工具,以方便手动编辑接触表面或为现有的接触指定接触类型。

5) 具有先进的网格处理功能,可对复杂的几何实体进行高质量的网格划分,划分结果可提供给不同类型的仿真过程使用。

许多 CAE 用户都花费大量的时间建立模型网格,Workbench 在大型复杂部件,如飞机组装配件的网格建立上独具特色,自动网格生成技术可大大节省用户的时间。传统的专业分析人员会花大量的时间和训练来掌握各种分析,手动处理模型以保证分析的精度,而对于设计人员来说,他所关注的应该是自己的产品设计,而不是有限元方法,因此需要一个可靠的工具来替代传统的工具,尽可能实现自动化。

6) 协同的多物理场分析环境和行业化定制功能。CAE 技术涵盖了计算结构力学、计算流体力学、计算电磁学等诸多学科专业,而航空产品的设计对这几个学科专业都有强烈的 CAE 需求。单个 CAE 软件通常只能解决某个学科专业问题,导致使用者需要购买一系列由不同公司开发的、具有不同应用领域的软件,并将其组合起来解决世界工程问题,这不但增加了软件投资,而且很多问题会由于不同软件间无法有效而准确地传递数据而根本不能实现真正的耦合分析。Workbench 提供了完备的多物理场分析功能。

1.1.2 ANSYS 14.5 Workbench 的功能

ANSYS 14.5 Workbench 用来模拟多物理场环境的实际工程问题, 可实现的数值模拟技术如下:

1. 结构静力学分析

结构静力学分析用来求解外载荷引起的位移、应力和约束反力。结构静力学分析很适合求解惯性和阻尼对结构的影响并不显著的问题。结构静力学分析不仅可以进行线性分析, 而且可以进行非线性分析, 结构非线性导致结构或部件的响应随外载荷不成比例变化。可求解静态非线性问题, 包括材料非线性, 如塑性、大应变; 几何非线性, 如膨胀、大变形; 单元非线性, 如接触分析等。

2. 结构动力学分析

结构动力学分析用来求解随时间变化的载荷对结构或部件的影响。与静力学不同, 动力学分析考虑随时间变化的载荷以及它对阻尼和惯性的影响。动力学分析可分析大型三维柔体和刚体运动。当运动的积累影响起主要作用时, 可使用这些功能分析复杂结构在空间的运动特性, 并确定结构中由此产生的应力、应变和变形。结构动力学分析包括模态分析、谐响应分析、响应谱分析、随机振动响应分析、瞬态动力学分析等。

3. 刚体动力学分析

刚体动力学是研究刚体在外力作用下的运动规律。它是机器部件的运动, 舰船、飞机、火箭等航行器的运动以及天体姿态运动的力学基础。Workbench 直接以参数化方式导入复杂的 CAD 运动装配模型, 提供了完整的运动副类型来自动定义构件的运动关系, 并提供了丰富的载荷库, 以此来创建完全参数化的机械系统动力学计算模型。在求解算法上, Rigid Dynamics 采用了无须迭代计算和收敛检查的显示积分技术, 并提供了自动时间步功能来快速求解复杂系统的动力学特性, 输入位移、速度、加速度和反作用力等历程曲线。

4. 结构热分析

结构热分析可处理热传递的 3 种基本类型——传导、对流和辐射。热传递的 3 种类型均可进行稳态和瞬态、线性和非线性分析。结构热分析应用于热处理问题、电子封装、发动机组、压力容器、流固耦合问题、热结构耦合的热应力问题等。

5. 流体动力学分析

ANSYS Workbench 流体动力学包括 CFX 和 Fluent, 分析类型可以为瞬态或稳态。分析结果可以是每个节点的压力和通过每个单元的流速, 并且可以利用后处理功能产生压力、流速和温度分布的图形显示。此外也提供专业流体分析系统, 如模流分析 Polyflow、水动力学分析 Hydrodynamic、电子设计中的传热和流体流动模拟 Icepak。

6. 电磁场分析

电磁场问题的分析, 包括电感、电容、磁通量密度、涡流、电场分布、磁场分布、力、运动效应、电路和能量损失等。电磁场分析可用于螺线管、变压器、发电机等设计和分析领域, Workbench 的分析系统包括电场、静磁场和热电分析等。

7. 耦合场分析

通过直接耦合或载荷传递顺序耦合求解不同场的交互作用, 用于分析如流体-结构耦合、

结构-热耦合、热电耦合等问题，Workbench 中可使用直接耦合分析系统进行直接耦合分析，使用不同分析系统的组合进行间接耦合分析。

8. 优化分析

ANSYS DesignXplorer 具有功能强大且方便易用的多目标优化模块，优化参数可以是 CAD 模型的几何参数、结构形式、施加的边界条件、求解得到的分析结果等，也可以是由这些参数数学运算后派生出来的参数，既可以进行连续性参数和离散化参数的优化，也可以进行单目标/多目标的优化，得到设计空间的三维设计相应面/二维设计曲线，并自动根据优化结果更新几何模型文件。

1.2 ANSYS 14.5 Workbench 用户操作界面

应用 ANSYS Workbench 软件首先进入用户操作界面，可根据习惯选择用户界面的语言和操作界面设置。下面分别加以介绍。

1.2.1 启动 ANSYS Workbench

ANSYS Workbench 的启动有两种方法：开始菜单启动和 CAD 软件启动。

1. 【开始】菜单启动

双击桌面上的【Workbench 14.5】图标，或选择开始菜单中的【ANSYS 14.5】|【Workbench 14.5】命令，启动 ANSYS 14.5 Workbench，进入用户操作界面，如图 1-2 所示。

2. CAD 软件启动

ANSYS Workbench 在安装时自动嵌入到其他 CAD 系统中（如 Pro/Engineer、Solidworks、UG、Creo 等），此时可选择 CAD 界面中的【ANSYS 14.5】|【ANSYS Workbench】命令，直接进入用户操作界面，如图 1-3 所示。

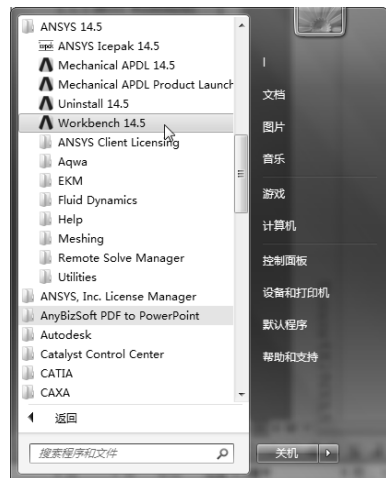


图 1-2 【开始】菜单启动



图 1-3 CAD 软件启动

1.2.2 ANSYS Workbench 用户界面

启动 ANSYS Workbench 并创建分析项目后，出现 ANSYS 14.5 Workbench 用户界面，包

括菜单栏、工具栏、工具箱、项目管理区、信息窗口、状态栏，如图 1-4 所示。

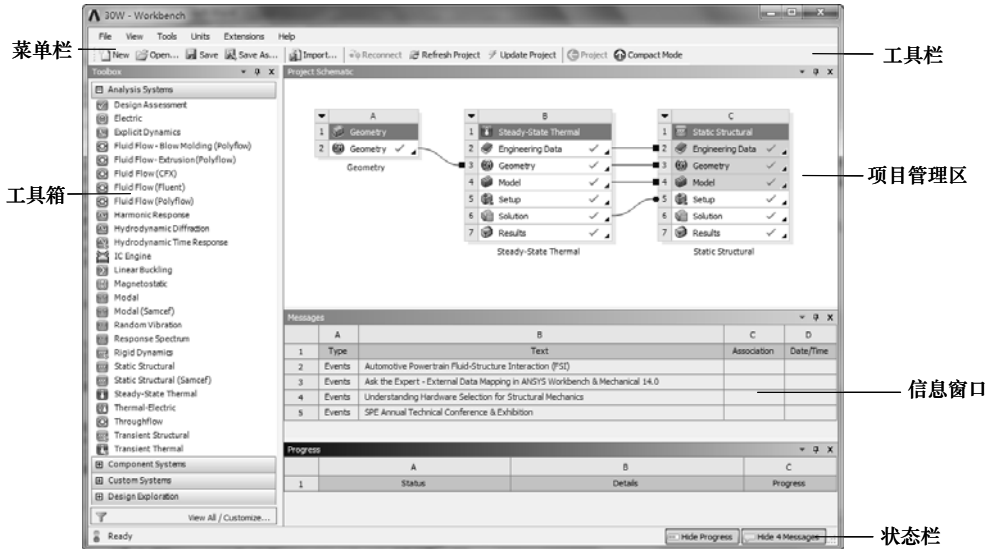


图 1-4 ANSYS 14.5 Workbench 用户界面

1. 菜单栏

ANSYS 14.5 Workbench 界面中常用的菜单有【File】菜单、【Views】菜单、【Tools】菜单、【Units】菜单、【Extensions】菜单和【Help】菜单。下面只介绍主要菜单命令。

(1) 【File】菜单 【File】菜单用于进行文件操作，如图 1-5 所示。



图 1-5 【File】菜单

(2) 【View】菜单 【View】菜单中包括对工程项目可视化操作的命令，如图 1-6 所示。



图 1-6 【View】菜单

【View】菜单主要命令如下：

- ✧ Compact Mode (简洁模式): 选择该命令，ANSYS 14.5 Workbench 会压缩为一个小图标 置于操作系统桌面上，同时任务栏上的图标将消失。如果将鼠标移动到 图标上，Workbench 平台变成简洁模式，如图 1-7 所示。

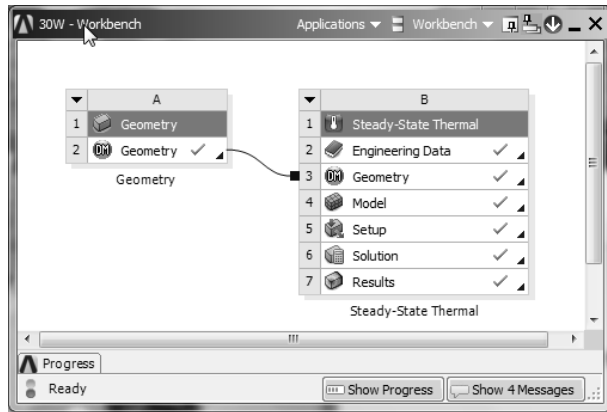


图 1-7 简洁模式

- ✧ Reset Workspace (复原操作平台): 将 ANSYS 14.5 Workbench 平台复原到初始状态，如图 1-8 所示。

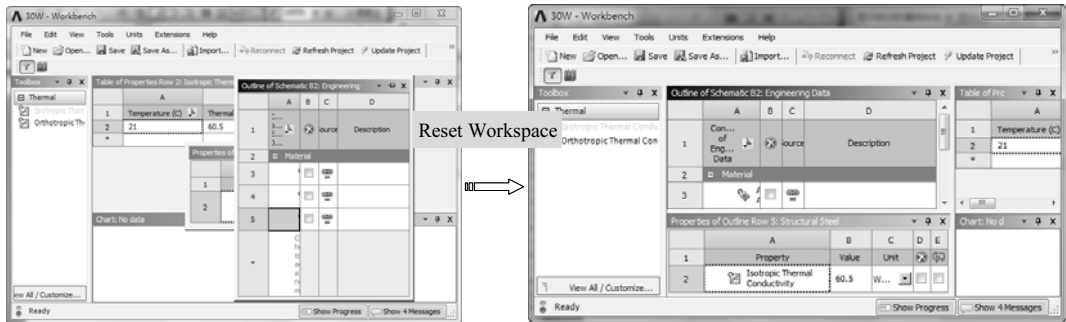


图 1-8 Reset Workspace (复原操作平台)

◇ **Reset Window Layout (复原窗口布局)**: 将 ANSYS 14.5 Workbench 平台窗口布局复原到初始状态, 如图 1-9 所示。

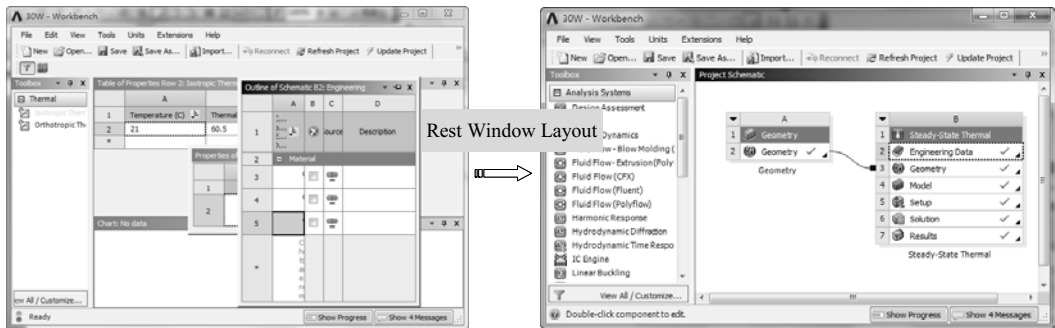


图 1-9 Reset Window Layout (复原窗口布局)

(3) **【Tools】菜单** **【Tools】** 菜单中包括对工程项目管理和定义操作的命令, 如图 1-10 所示。

Reconnect	再次链接注册信息
Refresh Project	刷新工程数据
Update Project	更新工程数据 (更新所有数据 (网格、载荷、求解、结果))
License Preferences...	参考注册文件
Release Reserved Licenses...	释放保存的注册文件
Launch Remote Solve Manager...	加载远程求解器管理
Options...	选项

图 1-10 【Tools】菜单

选择 **【Tools】|【Options】** 命令, 弹出 **【Options】** 对话框。该对话框包括以下选项卡:

- ◇ **【Project Management】** 选项卡: 用于设置 Workbench 启动的默认目录和临时文件位置、是否启动 **【导读】** 对话框及是否加载新闻信息等, 如图 1-11 所示。
- ◇ **【Appearance】** 选项卡: 用于设置软件背景颜色、文字、几何图形边等, 如图 1-12 所示。

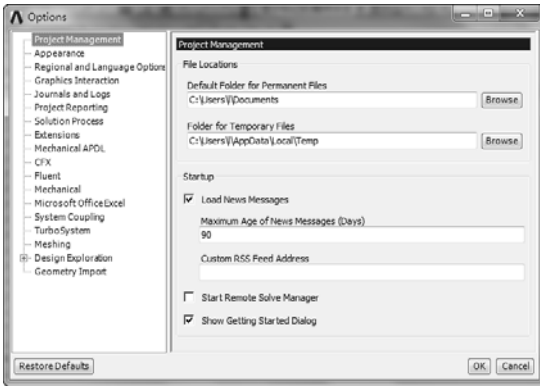


图 1-11 【Project Management】选项卡

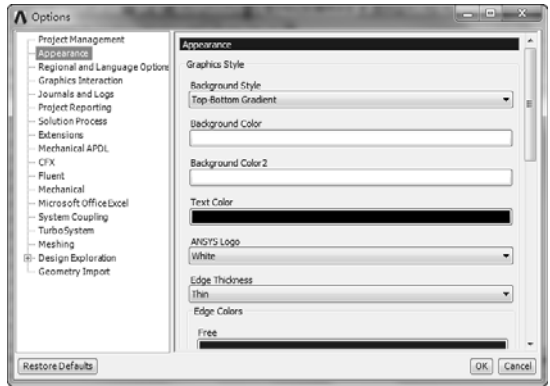


图 1-12 【Appearance】选项卡

◇ 【Regional and Language Options】选项卡：用于设置软件语言，如图 1-13 所示。

◇ 【Graphics Interaction】选项卡：用于设置鼠标对图形的操作，如平移、旋转、放大、缩小等，如图 1-14 所示。

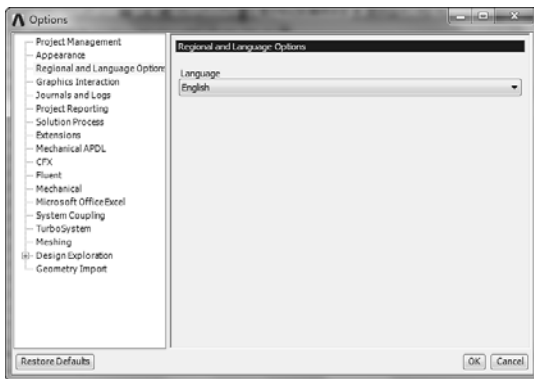


图 1-13 【Regional and Language Options】选项卡

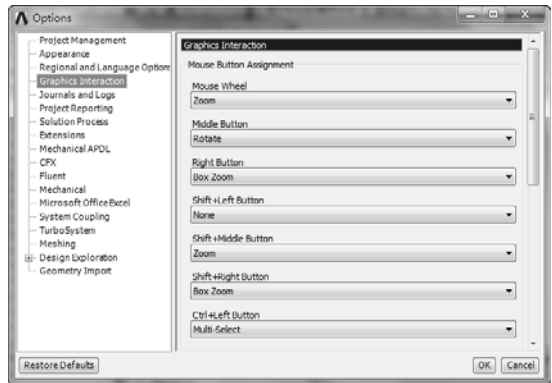


图 1-14 【Graphics Interaction】选项卡

(4) 【Units】菜单 【Units】菜单用于设置工程分析单位，包括对工程项目管理和定义操作的命令，如图 1-15 所示。

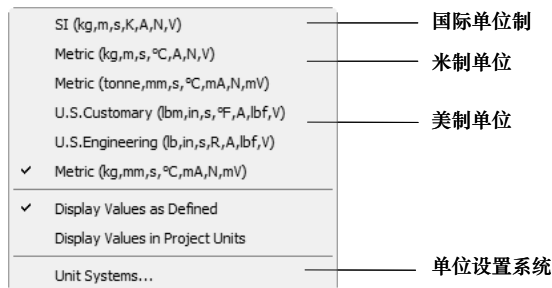


图 1-15 【Units】菜单

2. 工具栏

利用 Meshing 界面中的工具栏命令按钮启动命令是最方便的方法，如图 1-16 所示。