

万水ANSYS技术丛书



浦广益 编著

ANSYS Workbench 12

基础教程与实例详解



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

万水 ANSYS 技术丛书

ANSYS Workbench 12 基础教程 与实例详解

浦广益 编 著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书融有限元分析的基础知识和 ANSYS Workbench 12 应用实例为一体,在基础理论和工程实践应用之间架起一座桥梁。全书共 11 章,讲解 ANSYS Workbench 12 基础知识;几何建模基础方法和实例;在 Workbench 12 下的网格划分平台;线性静力结构分析、热分析、动力学分析、线性屈曲分析和结构非线性分析;如何在 Workbench 12 中进行优化分析;流体动力学分析;多物理场耦合分析的综合应用,主要包括不同物理场耦合技术在当今产品研发中的应用,这些都反映了当今国际上仿真技术发展的最新应用成果。

为了提高读者学习的效率,本书还特别配套 1 张 DVD 光盘的模型和计算文件。

本书可作为机械、土木、工程力学、能源、电子通信、航空航天等专业的高年级本科生、广大研究生和教师的参考书及教学用书,亦可供相关领域从事产品设计、仿真与优化的工程技术人员和广大 CAE 爱好者学习参考。

图书在版编目 (C I P) 数据

ANSYS Workbench 12 基础教程与实例详解 / 浦广益
编著. — 北京: 中国水利水电出版社, 2010. 10
(万水 ANSYS 技术丛书)
ISBN 978-7-5084-7988-0

I. ①A… II. ①浦… III. ①有限元分析—应用程序
, ANSYS Workbench 12 IV. ①0241. 82

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 202056 号

策划编辑: 杨元泓 责任编辑: 宋俊娥 封面设计: 李 佳

书 名	万水 ANSYS 技术丛书 ANSYS Workbench 12 基础教程与实例详解
作 者	浦广益 编著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)、82562819 (万水)
经 售	全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京蓝空印刷厂
规 格	184mm×260mm 16 开本 23.5 印张 608 千字
版 次	2010 年 10 月第 1 版 2010 年 10 月第 1 次印刷
印 数	0001—5000 册
定 价	58.00 元 (赠 1DVD)

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

有人将 CAE 技术称为当今“科学与技术的完美结合”。这句话说得可能比较夸张，但不可否认，CAE 技术的确是现代产品研发的重要基础技术，且其理论性和需要的学科知识厚重而宽广。

ANSYS 有限元软件是目前 CAE 的主流分析软件之一，在全球拥有最大的用户群。2002 年，ANSYS 公司开发了新一代产品研发集成平台 ANSYS Workbench，其新颖的操作界面和操作思路一直深受用户欢迎，特别是近几年 ANSYS 公司兼并了 CFX 和 FLUENT 及 Ansoft 软件而成为全球 CAE 界的巨无霸。所有的这些软件均可集成于 ANSYS Workbench 12 中，可以想象 ANSYS Workbench 12 具有多么强大的分析功能。

目前，国内关于 ANSYS Workbench 的中文书籍极少。2009 年 6 月 9 日 ANSYS 公司推出新版 ANSYS Workbench 12，由于界面较之以前变化极大，连许多老用户一时也很难适应。如何快速地掌握 ANSYS Workbench 12 并用来解决实际工程问题一直是广大用户所面临的难题。

本书融有限元分析的基础知识和 ANSYS Workbench 12 应用实例为一体，在基础理论和工程实践应用之间架起一座桥梁。全书共 11 章，第 1 章讲解 ANSYS Workbench 12 基础知识；第 2 章讲解几何建模基础方法和实例；第 3 章讲解在 Workbench 12 下的网格划分平台；第 4~8 章分别讲解线性静力结构分析、热分析、动力学分析、线性屈曲分析和结构非线性分析；第 9 章讲解如何在 Workbench 12 中进行优化分析；第 10 章讲解流体动力学分析；第 11 章是多物理场耦合分析的综合应用，主要包括不同物理场耦合技术在当今产品研发中的应用，这些都反映了当今国际上仿真技术发展的最新应用成果。

本书特色

- 本书的实例均来自科学研究和工程实践，很多实例读者稍微修改就能解决相关工程中类似的科研和工程问题。
- 为了提高读者的学习效率，操作步骤统一在图形上作了标注，这样读图就可以理解操作的内涵。
- 本书尽量简化有限元理论知识的讲解，只把必知必会的内容简明扼要地提出来，特别注重对 ANSYS Workbench 12 应用技巧的讲解。
- 全书贯穿了大量静力学、热分析、动力学分析、屈曲分析、结构分析、优化设计、流体动力学以及多物理场耦合分析的实例。针对 ANSYS Workbench 12 的分析强项，特别细致地讲解了多物理场耦合分析的四大综合实例。
- 配套一张 DVD 光盘的模型文件，以最大限度地提高读者的学习效率。

读者对象

本书可作为机械、土木、工程力学、能源、电子通信、航空航天等专业的高年级本科生、广大研究生和教师的参考书及教学用书，亦可供相关领域从事产品设计、仿真与优化的工程

技术人员和广大 CAE 爱好者学习参考。

本书写作与分工

本书由浦广益编著，在写作过程中得到了江南大学机械工程学院广大师生的大力支持，在此深表谢意。感谢盛辉和浦澄夕对本书给予的帮助。参与本书具体工作的还包括陈军、陈鲲、陈争航、邓海涛、郭敏、李平、吴艳、虞晓东、朱诚、刘利平、李伟、路锦正、刘道军、景小燕、詹福宇、傅茂林、谢韵、刘正君、李佳等。写作过程很辛苦，非常感谢家人在写作中给与的理解和支持。

由于时间仓促，加之本书内容新、书中涉及面广及作者水平有限，书中不足甚至错误之处在所难免，恳请广大读者批评指正，如有疑问可以发 E-mail 至 sharepub@126.com。

作者

2010 年 8 月

目 录

前言

第 1 章 ANSYS Workbench 12 基础	1	2.6 概念建模	26
1.1 ANSYS Workbench 12 概述	1	2.6.1 从点生成线体	27
1.1.1 几何体模型与网格划分	2	2.6.2 从草图生成线	27
1.1.2 多物理场	2	2.6.3 从边生成线	27
1.1.3 流体动力学	2	2.6.4 从外部曲线的坐标文件生成线体	28
1.1.4 仿真过程及数据管理	2	2.7 概念建模实例	28
1.1.5 显式动力学	3	2.8 本章小结	32
1.2 ANSYS Workbench 12 的设计流程	3	第 3 章 网格划分	33
1.2.1 ANSYS Workbench 12 支持的应用	3	3.1 认识网格划分平台	33
1.2.2 启动 ANSYS Workbench 12 的方法	4	3.2 典型网格分析	34
1.2.3 ANSYS Workbench 12 的用户 界面 (GUI)	5	3.2.1 四面体网格	34
1.3 ANSYS Workbench 12 的文件管理	7	3.2.2 扫掠型网格	35
1.4 本章小结	8	3.2.3 自动划分法 (Automatic Method)	36
第 2 章 ANSYS Workbench 几何建模	9	3.2.4 Inflation 法	36
2.1 几何建模基础	9	3.2.5 多域扫掠型 (Multizone Sweep Meshing)	36
2.1.1 熟悉 DesignModeler 12 建模平台	9	3.2.6 Hex Dominant 网格划分	37
2.1.2 DesignModeler 的鼠标操作	12	3.2.7 面网格划分 (Surface Meshing)	37
2.1.3 DesignModeler 的插入特征	13	3.3 网格划分实例	38
2.1.4 特征抑制	13	3.4 了解 ANSYS ICEM CFD	49
2.1.5 Go To 特征	14	3.4.1 ANSYS ICEM CFD 12 软件	49
2.2 草图模式	14	3.4.2 ANSYS ICEM CFD 12 文件类型	51
2.2.1 进入草图	14	3.4.3 ANSYS ICEM CFD 12 主菜单及 功能栏	51
2.2.2 创建新平面	14	3.4.4 ANSYS ICEM CFD 12 的工作流程	53
2.2.3 创建草图	15	3.4.5 Workbench 12 和 ICEM CFD 12 的 互动链接	54
2.2.4 几何模型的关联性	16	3.4.6 ICEM CFD 12 的实例分析	54
2.3 3D 几何体的生成	16	3.5 本章小结	64
2.3.1 多体部件体 (Multi-body Parts)	17	第 4 章 线性静力结构分析	65
2.3.2 表面印记 (Imprint Faces)	19	4.1 线性静力分析基础	65
2.3.3 填充 (Fill) 和包围 (Enclosure) 操作	21	4.2 Workbench 12 与线性静力学分析	65
2.4 DesignModeler 与外部 CAD 软件	22	4.2.1 几何模型	66
2.5 DesignModeler 实例分析	23		

4.2.2 材料属性	66	分析	125
4.2.3 装配体	66	6.6 瞬态动力学分析	126
4.2.4 载荷及约束	67	6.6.1 瞬态动力学分析过程	127
4.2.5 Mechanical 中的常见载荷	67	6.6.2 时间步长	127
4.2.6 Mechanical 中常见的支撑约束	68	6.6.3 几何模型	127
4.2.7 Mechanical 中的求解选项	69	6.6.4 运动副	128
4.2.8 后处理结果	70	6.6.5 弹簧	128
4.3 Workbench 12 线性静力学分析实例	72	6.6.6 载荷和约束支撑	129
4.4 本章小结	88	6.6.7 阻尼	129
第 5 章 工程热分析	89	6.6.8 分析设置	129
5.1 热分析基础	89	6.6.9 后处理中查看结果	130
5.2 ANSYS Workbench 12 与热分析	90	6.7 Workbench 12 中的动力学模块	130
5.2.1 几何模型	90	6.8 动力学实例分析	131
5.2.2 材料属性	90	6.9 显式动力学简介	167
5.2.3 装配体与接触	90	6.9.1 ANSYS 12 在显式动力学中的特点	168
5.2.4 热载荷	92	6.9.2 显式动力学实例	169
5.2.5 热边界条件	92	6.10 本章小结	177
5.2.6 求解选项	92	第 7 章 线性屈曲分析	178
5.2.7 结果和后处理	93	7.1 线性屈曲分析的基础	178
5.3 热分析实例	93	7.2 在 Workbench 中进行屈曲分析	179
5.4 本章小结	116	7.2.1 线性屈曲分析的步骤	179
第 6 章 动力学分析	117	7.2.2 几何模型和材料属性	179
6.1 动力学分析基础	117	7.2.3 接触对	179
6.2 模态分析基础	118	7.2.4 载荷和约束	180
6.2.1 模态分析过程	118	7.2.5 屈曲分析的项目结构	180
6.2.2 模态分析中的几何体	119	7.2.6 求解模型	181
6.2.3 建立模态分析项	119	7.2.7 观察结果	181
6.2.4 载荷和约束及求解结果	119	7.3 屈曲分析实例分析	182
6.3 谐响应分析	121	7.4 本章小结	193
6.3.1 谐响应分析过程	121	第 8 章 结构非线性分析	194
6.3.2 建立谐响应分析项	121	8.1 非线性分析基础	194
6.3.3 加载谐响应载荷及求解	121	8.1.1 几何非线性	194
6.3.4 后处理中查看结果	123	8.1.2 材料非线性	195
6.4 响应谱分析	123	8.1.3 接触(状态)的非线性	195
6.4.1 响应谱分析过程	124	8.2 超弹性材料	195
6.4.2 在 Workbench 12 中进行响应谱分析	124	8.2.1 什么是超弹性体	195
6.5 随机振动分析	125	8.2.2 ANSYS 中的超弹性体	196
6.5.1 随机振动分析过程	125	8.2.3 Workbench 中曲线的拟合	196
6.5.2 在 Workbench 12 中进行随机振动		8.3 金属塑性	199
		8.3.1 金属塑性概述	199

8.3.2	屈服准则	200	9.2.3	响应图表 (Response Charts)	249
8.3.3	强化准则	201	9.2.4	实验设计法 (Design of Experiments)	250
8.3.4	材料数据的输入	203	9.2.5	6 西格玛设计 (Six Sigma)	250
8.4	ANSYS Workbench 12 中的接触非线性	205	9.2.6	Design Explorer 与 APDL	251
8.4.1	接触的基本概念	205	9.3	Design Exploration 分析实例	252
8.4.2	Workbench 中接触类型	206	9.4	本章小结	269
8.4.3	对称/非对称行为	207	第 10 章	流体动力学分析	270
8.4.4	接触工具	207	10.1	CFD 基础	270
8.4.5	摩擦接触	207	10.2	ANSYS CFD 12 基础	272
8.4.6	接触结果	209	10.3	ANSYS CFD 12 实例分析	273
8.5	结构非线性实例分析	209	10.4	本章小结	302
8.6	本章小结	242	第 11 章	ANSYS Workbench 12 多物理场耦合分析	303
第 9 章	优化设计	243	11.1	流场腔内固定块的应力场优化	303
9.1	Design Exploration 基础	243	11.2	风机的流—固耦合计算	323
9.1.1	参数定义	243	11.3	主板的综合分析	341
9.1.2	优化方法设定	244	11.4	电气插件分析	356
9.1.3	Design Explorer 的特征	244	11.5	本章小结	367
9.1.4	Design Explorer 的特点	244			
9.1.5	Design Explorer 的用户界面	245			
9.2	Design Exploration 分析使用基础	246			
9.2.1	参数的设置	246			
9.2.2	目标驱动优化 (GDO)	247			

ANSYS Workbench 12 基础

作为一个大型的 CAE 分析软件, ANSYS 自 20 世纪 70 年代诞生以来, 随着计算机和有限元理论的发展, 在各个领域得到了高度的评价和广泛的应用。自 ANSYS 7.0 开始, ANSYS 公司推出了 ANSYS 经典版和 ANSYS Workbench 版。本书是基于 ANSYS 12, 新版本不仅在计算速度上进行了改进, 同时增强了软件的几何处理、网格划分和后处理等能力。另外, 它还将创新的、耳目一新的仿真技术引入各主要物理学科。这些改进代表了仿真驱动产品的发展道路又向前迈出了一步。本章从 ANSYS Workbench 的概述开始, 逐步讲解 ANSYS Workbench 的设计流程和文件管理。本章内容包括:

- ANSYS Workbench 12 概述
- ANSYS Workbench 12 的设计流程
- ANSYS Workbench 12 的文件管理

1.1 ANSYS Workbench 12 概述

ANSYS Workbench 12 按 ANSYS 官方称为 ANSYS Workbench 2。作为一个集成框架, 它整合现有的各种应用, 并将仿真过程结合在一起。这一点 ANSYS Workbench 2 与先前的 ANSYS Workbench 版本一样没有改变。但是从其操作界面而言, 新版本与先前的版本变化相差巨大。这令许多老用户一时无法适应, 也使初学者感到无从下手。

最新的 ANSYS Workbench 12 在工程页中首次引入了工程图解的概念, 这跟以前的 Workbench 不同。通过该项功能将一个复杂的包含多场分析的物理问题, 通过系统间的连接就能实现其相关性。

此外, ANSYS Workbench 12 平台还可以作为一个应用开发框架, 提供项目全脚本、报告、用户界面 (UI) 工具包和标准的数据接口, 该功能随后将发布。目前, 在 ANSYS 12 中, 工程数据和 DesignXplorer 将不再是独立的应用程序, 这可通过 UI 工具箱将它们重新设计整合在 ANSYS Workbench 工程页下。尽管工程页做了较大调整, 但 Workbench 的核心应用程序及操作界面并无大的改变。在这个创新的框架下, 工程师可以完成一个完整的仿真分析, 包括 CAD 集成、几何修改和网格划分。工程页的概念图解能帮助和指导用户完成复杂的分析、说明和明确数据关系及捕捉自动化的过程。

1.1.1 几何体模型与网格划分

ANSYS 12 融合了丰富的几何和网格划分技术,整合后的几何和网格划分解决方案使不同分析类型的仿真能够共享。ANSYS 12 增强了 ANSYS Workbench 12 环境下创建几何的功能,还提供了更多的自动化功能和更强的适应性,并增加了合并、连接和映射等用于曲面建模的功能。新增工具还可以自动探测处理常见问题,如小边、碎面、孔洞、裂痕以及尖角面等,且新版本对几何模型的修改和处理速度更快。

同时 ANSYS Workbench 12 提供的自动网格划分解决方案在流体动力学中也取得了很好的结果。应用 GAMBIT 和 TGRID 的网格附加功能,ANSYS Workbench 12 可以在用户最少的输入下自动生成 CFD 合适的四面体网格。另外,它融合了高级尺寸函数(与 GAMBIT 相似)、棱柱及四面体网格(来自 TGRID)及其他网格划分技术,改进了网格平滑度、网格质量、划分速度、曲率近似功能捕捉、边界分层捕捉等功能。尽管许多功能是出于流体动力学的应用而改进的,但是它们仍然可以用于其他类型的仿真分析。如结构分析的用户可以应用这些功能,得到自动化和高质量的网格。新增的多区域网格划分方法能使用户在不进行几何分割的情况下,可以直接对复杂的几何模型划分纯六面体网格。

1.1.2 多物理场

ANSYS Workbench 12 下的多物理场仿真速度比以前更快、更方便。它一些新增及增强功能可以处理直接耦合和顺序耦合的多物理场问题,而且它将各种求解器技术整合在一个统一的仿真环境中,显然这为多场求解提供了更有效的工作流程。

ANSYS Workbench 12 框架还能支持直接耦合场分析,其相关的耦合场单元能直接支持热电耦合。同时许多新增功能及工具都被整合到了 Workbench 平台中,从而缩短了整体求解时间。另外,在单元、材料、接触、求解性能、线性动力学、刚体动力学及柔体动力学上也都进行了很大的改进。

1.1.3 流体动力学

ANSYS 12 将流体产品完全整合进 Workbench 环境中,在该环境下就能进行仿真流程管理。如用户可以先采用 ANSYS CFX 或 ANSYS FLUENT 软件来创建、连接及重复使用等来完成自动化的仿真参数分析,然后再进行多物理场无缝对接仿真。在新版本中,ANSYS CFX 和 ANSYS FLUENT 求解器速度较之以前已经提高了 10%~20%,甚至更多。ANSYS FLUENT 通过显式松弛增加了密度基隐式求解器的稳健性,还采用递推映射方法选项来提高稳定性(耦合压力基求解器),这极大地增强了求解器性能。另外,程序的易用性在很多方面也得到了提高。目前,ANSYS FLUENT 采用单视图用户图形界面,这和 Workbench 中的其他分析应用保持一致,同时还改进了 TUI 日志的鲁棒性、扩展了 Case Check 的推荐功能。而 ANSYS CFX 软件界面在风格上的主要改进在于其增加了图形用户界面(GUI)。

1.1.4 仿真过程及数据管理

在今天全球化环境中,仿真和设计不断整合,这促使合作和交流成为产品开发必不可少的一部分。ANSYS 工程知识管理(EKM)解决方案旨在解决仿真和 CAE 界的仿真过程和数据管理(SPDM)难题。ANSYS EKM 内容包括如何更好地管理、共享、重复使用仿真数据以及如何更好地捕捉和重

复使用仿真结果等工程专业技术。ANSYS EKM 共有三个版本: ANSYS EKM Desktop、ANSYS EKM Workgroup 和 ANSYS EKM Enterprise, 分别面向个人用户、工作组及企业级用户。ANSYS EKM Desktop 是 ANSYS EKM 产品中单用户、局部环境版本, 作为 ANSYS 12 的一部分, 已经集成于 ANSYS Workbench 环境中, 通过提供数据搜索、修补和报告特性, 解决已有仿真任务的重复使用, 满足单个用户的数据管理需求, 提高生产力和效率。注意, 这一功能在早期版本中是没有的。

1.1.5 显式动力学

ANSYS 12 在显式动力学领域倾注了大量的精力, 包括附加的新产品, 这使该技术对于无使用经验者也易于使用。另外, 增强了 ANSYS LS-DYNA 和 ANSYS AUTODYN 产品功能, 为用户提供更大的便利。新增了 ANSYS Explicit STR 软件, 它基于 ANSYS AUTODYN 产品的拉氏算子部分, 这是 ANSYS Workbench 界面的第一个本地显式软件。该技术可用于满足固体、流体、气体及它们之间相互作用的非线性动力学仿真, 对已有 Workbench 环境使用经验的用户, 该软件有更好的适用性。

读者可以登录 www.ansys.com 网站, 了解一下 Workbench 的详细特点。

1.2 ANSYS Workbench 12 的设计流程

ANSYS Workbench 12 实际就是利用 ANSYS 12 求解实际问题的新一代产品, Workbench 的环境为 CAD 系统和用户的仿真设计提供了全新的集成平台, 其工作台可组成各种不同的工程应用功能, 例如:

- Mechanical: 用于结构或热分析 (包括结构网格的划分)。
- Fluid Flow (CFX): 用 CFX 进行流体动力学分析。
- Fluid Flow (FLUENT): 用 FLUENT 进行流体动力学分析。
- DesignModeler: 用来建立几何模型。
- Engineering Data: 用来确定仿真所用材料特性。
- Meshing Application: 用来产生 CFD 及显式动力学分析用的网格。
- Design Exploration: 用于优化分析。
- Finite Element Modeler: 用于把 NASTRAN 和 ABAQUS 的网格转化到 ANSYS 中。
- BladeGen: 用于建立旋转机械中叶片的几何模型。
- Explicit Dynamics: 用于显式动力学分析。

1.2.1 ANSYS Workbench 12 支持的应用

在 ANSYS Workbench 12 中目前只支持本地应用和数据集成应用, 具体的区别如下:

- 本地应用 (workspaces): 所谓的本地应用是指这完全在 ANSYS Workbench 12 窗口下运行。例如在 Project- Schematic、Engineering Data 和 Design Exploration 下直接应用 (具体详细应用在本书后面会详细讲述), 如图 1-1 所示。
- 数据集成应用: 从 Mechanical、Mechanical APDL、FLUENT、CFX、AUTODYN 等下运行, 如图 1-2 所示。

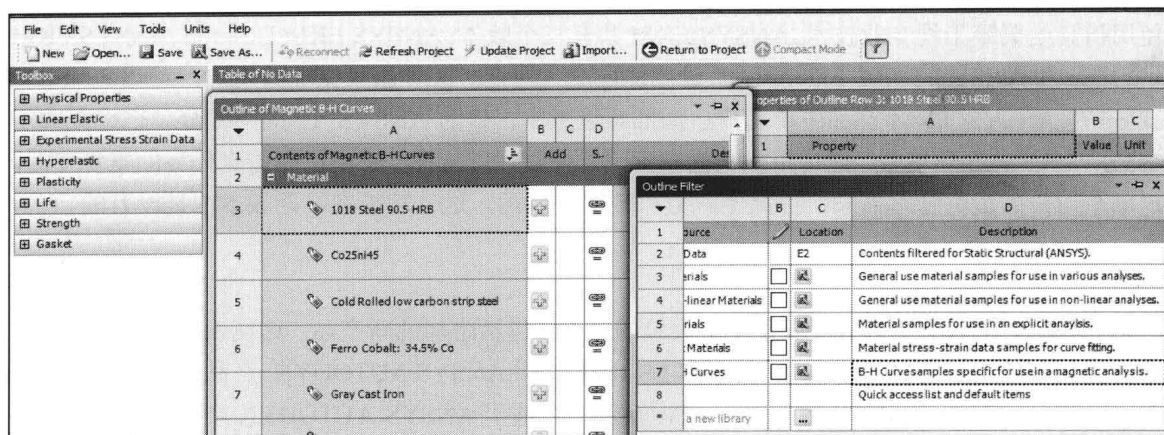


图 1-1 本地应用

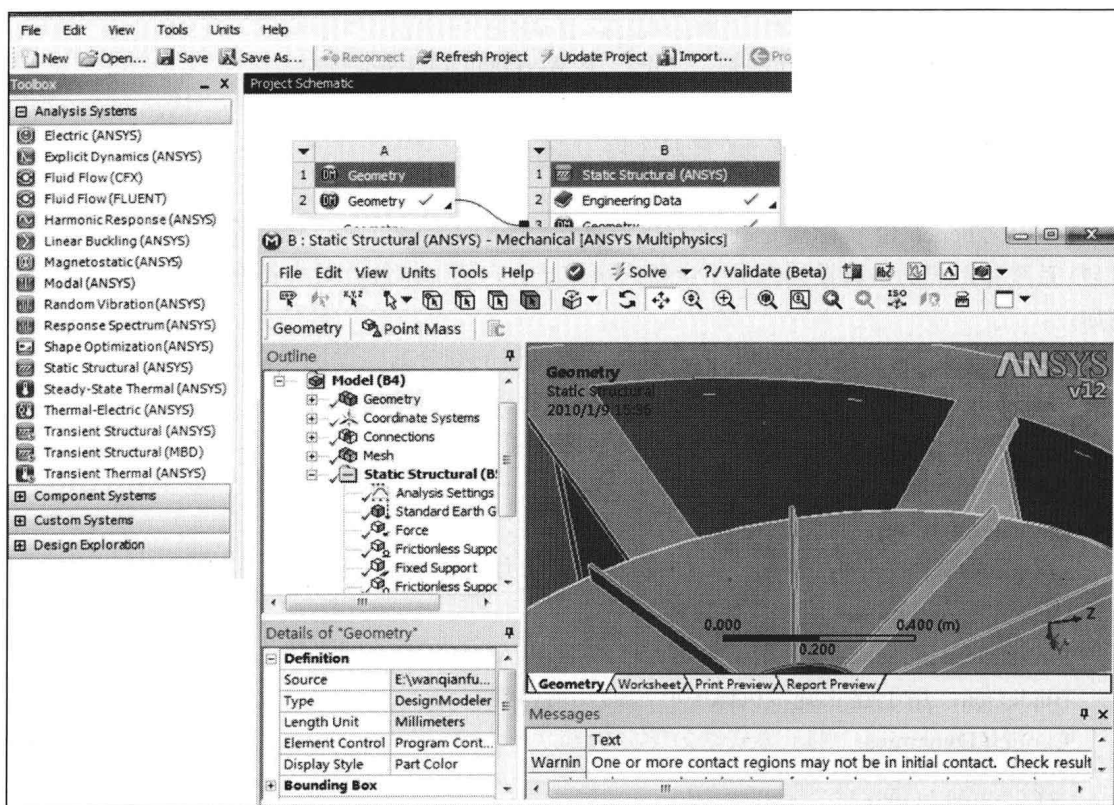


图 1-2 数据集成应用

1.2.2 启动 ANSYS Workbench 12 的方法

启动 ANSYS Workbench 12 共有两种方法:

- 在“开始”菜单中执行 ANSYS 12→Workbench 命令, 如图 1-3 所示。
 - 直接从 CAD 系统进入 Workbench 中, 如图 1-4 所示就是从 UGNX 中启动。
- 详细的操作过程在本书后面的章节中都会介绍。

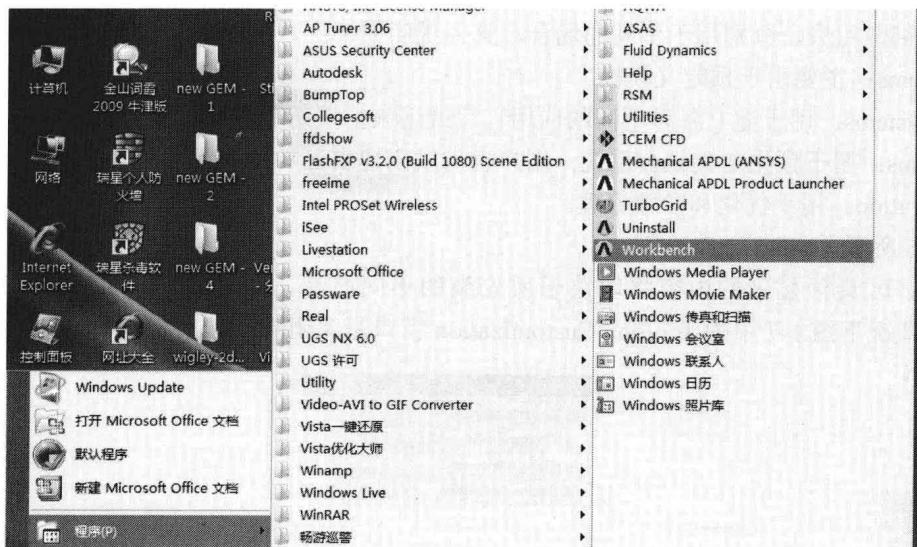


图 1-3 从“开始”菜单中启动 Workbench

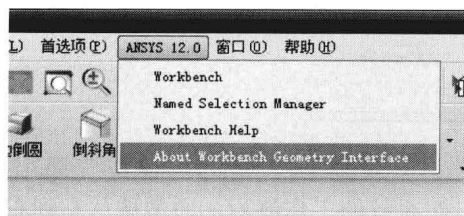


图 1-4 从 CAD 系统启动 Workbench

1.2.3 ANSYS Workbench 12 的用户界面 (GUI)

ANSYS Workbench 12 的用户界面 (GUI) 主要由两大块组成, 分别是 Toolbox 和 Project Schematic, 如图 1-5 所示。

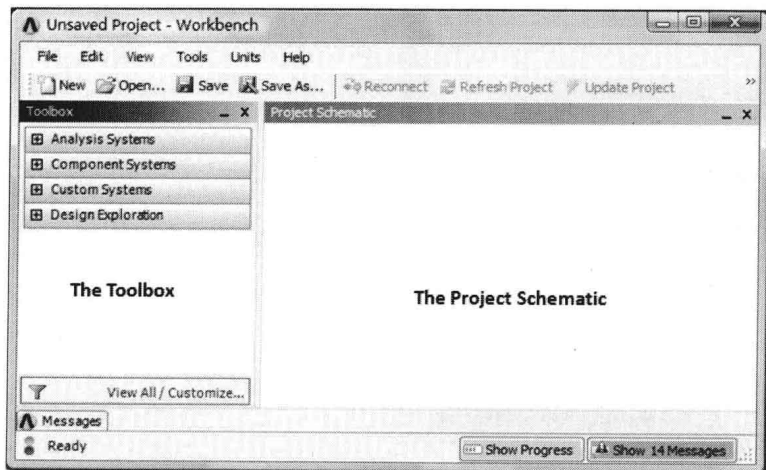


图 1-5 Workbench 12 的用户界面

其中 Toolbox 由四部分组成, 分别用于不同的场合, 具体说明如下:

- Analysis Systems: 主要用于预定义模板。
- Component Systems: 用于建立各种不同的应用程序或用来扩展所分析的系统。
- Custom Systems: 用于预先定义耦合系统, 用户也可以创建自己的预分析系统。
- Design Exploration: 用于优化和参数管理。

Toolbox 区如图 1-6 所示。

但要注意 Toolbox 区具体显示的内容将取决于所安装的不同产品, 所有这些产品都可在 Toolbox 区显示。通常情况下图 1-7 中的 Toolbox Customization 窗口是关闭的。

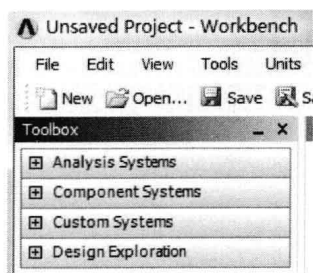


图 1-6 Toolbox 区

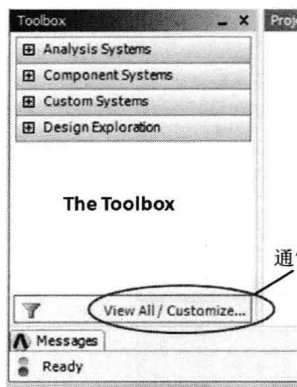


图 1-7 Customization 窗口

Project Schematic 区是用一个图形代表所定义的一个或一组系统的工作流程, 通常按从左到右的顺序排列。图 1-8 的这个例子代表的是静态结构分析类型的项目示意图。这只需要在 Toolbox 区上双击或直接拖动 Static Structural(ANSYS)图标到 Project Schematic 区即可。通过拖放应用程序到 Project Schematic 区的不同地方, 也就定义好了一个分析项目。

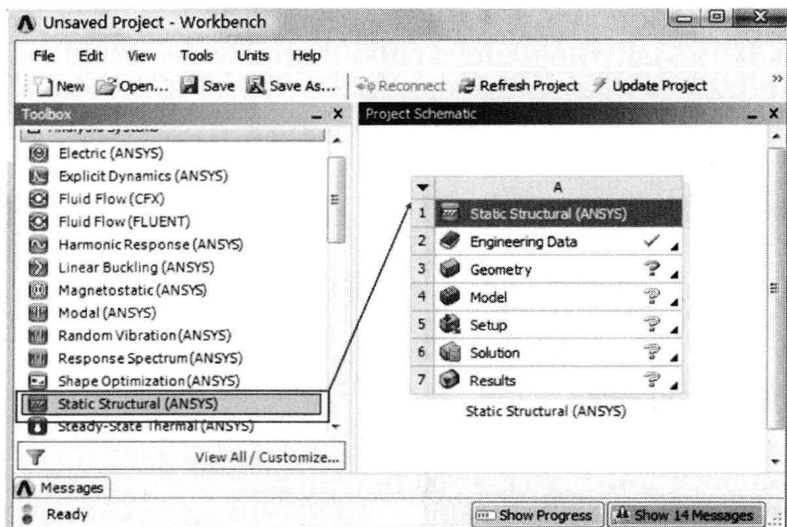


图 1-8 静态结构分析项目

此外, 在 ANSYS Workbench 12 中, 一些常见的图标含义如表 1-1 所示。

表 1-1 常见的图标含义

图标	图标解释
	缺少上游数据
	可能需要修正格或上游格数据
	刷新要求：上游格数据已改，需要刷新格数据
	更新要求：数据已变，需要更新
	更新
	输入变化等待：格是当前最新的，但由于上游的变化，可能会改变下次更新

1.3 ANSYS Workbench 12 的文件管理

ANSYS Workbench 12 中的文件管理与先前版本的文件管理相差很大。在 Workbench 12 中是通过创建一个项目文件和一系列子目录来管理所有相关文件的。用户应该允许 ANSYS Workbench 12 管理其内容。在这些目录中，读者请不要随便手动修改其内容或结构的项目目录。当创建了单个项目保存文件（格式为.wbpj）后，用户指定的项目文件名称（如 m1.wbpj）、一些子目录等都将创建在该项目目录下，如图 1-9 所示。



图 1-9 Workbench 12 的文件管理

具体地说，ANSYS Workbench 12 文件格式的目录结构如下：

- **dpn:** 这是设计点目录，是所有参数的分析所必需的。一般在一个单一的分析里只会会有一个 dp0 目录。
- **global:** 包含每个子目录中的应用分析。图 1-9 中在右侧的 MECH 目录中包含仿真分析的数据库等相关文件。
- **SYS:** 在 SYS 目录中包含每个系统类型的子目录项目（如 Mechanical、FLUENT、CFX、等），而每个系统的子目录中又包含具体的求解文件。例如，MECH 子目录包含结果文件、ds.dat 文件、solve.out 文件等。
- **user_files:** 包含用户宏文件、输入文件等。

用户若想看清整个项目的文件，从 View 菜单激活 Files 选项，就可以显示相关文件的细节，如图 1-10 所示。

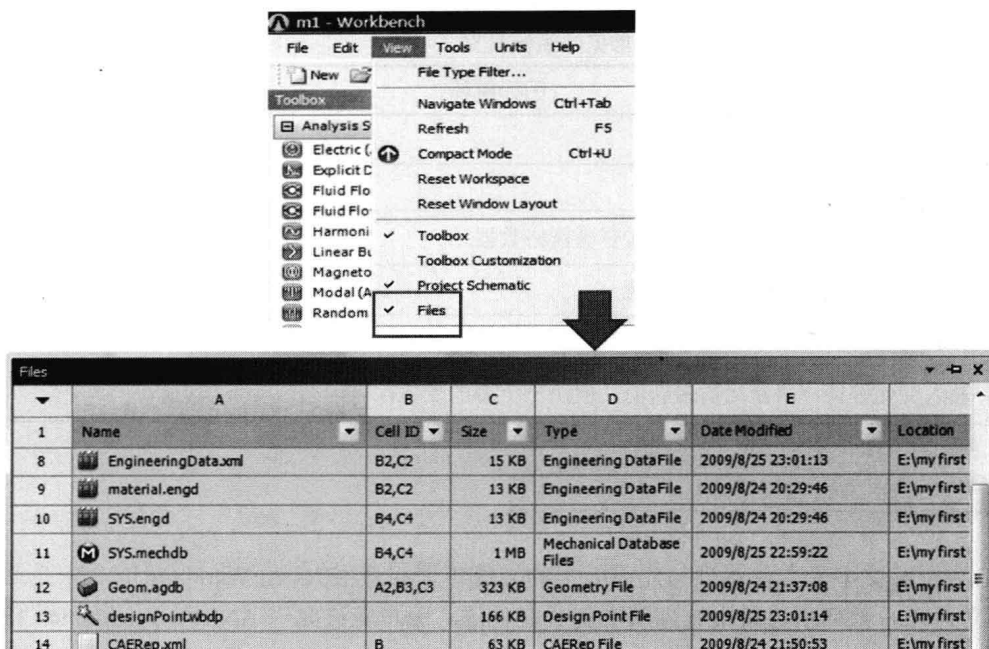


图 1-10 显示文件的细节

为了更有效地管理文件，在 ANSYS Workbench 12 中还能快速生成一个单一的压缩文件，其中包含的所有相关文件如图 1-11 所示。若要打开压缩文件，只要单击 Restore Archive 命令，就能用任何解压缩程序打开。

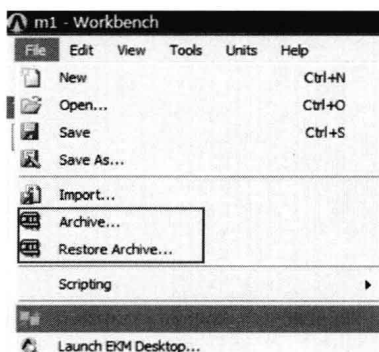


图 1-11 打开压缩文件

对于本节的内容（ANSYS Workbench 12 的设计流程及文件格式），读者应当很好地理解，此部分内容与先前版本相差很大，只有熟悉后方能进行以后具体项目的分析和学习。

1.4 本章小结

本章对 ANSYS Workbench 12 作了扼要的介绍，读者应该对 Workbench 12 有了一定的感性认识，或许大家对某些概念或 ANSYS Workbench 12 的具体操作过程仍然不甚清楚，但这不要紧，因为这些内容在本书后面的章节里还会详细介绍。

ANSYS Workbench 几何建模

在进行有限元分析之前，首先要建好几何模型。一般而言，建模的工作量在整个有限元工作中所占的比重是比较高的，本章重点介绍如何利用 DesignModeler 进行有限元的几何建模。本章内容包括：

- 几何建模基础
- 草图模式
- DesignModeler 实例分析
- 概念建模与实例

2.1 几何建模基础

在 ANSYS Workbench 12 中，建模工作是由 DesignModeler 承担的，下面就详细讲解几何建模的基础。

2.1.1 熟悉 DesignModeler 12 建模平台

DesignModeler 12 是 ANSYS WorkBench 12 的建模平台。实际上 DesignModeler 是一个类似于 CAD 的工具，但与普通的 CAD 软件又不同，它主要是为 FEM 服务的，所以它有一些功能也是一般 CAD 软件所不具备的，如梁建模（Beam Modeling）、封闭操作（Enclosure Operation）、填充操作（Fill Operation）、点焊设置（Spot Welds）等。它的用户图形界面（GUI），如图 2-1 所示，包含数字化的建模能力。

要进入 DesignModeler 界面，可由 CAD 几何体开始，一般包括如下两种方式：

- 从一个打开的 CAD 系统中探测并导入当前的 CAD 文件（File→Attach to Active CAD Geometry）。
- 导入外部几何体（File→Import External Geometry File），几何体格式有 Parasolid、SAT 等。具体如图 2-2 所示。