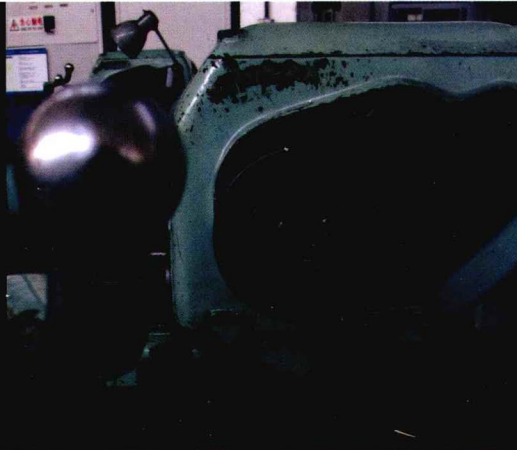




买买提明·艾尼 陈华磊 编著

ANSYS Workbench 14.0

仿真技术与工程实践

清华大学出版社

ANSYS Workbench 14.0 仿真技术与工程实践

买买提明·艾尼 陈华磊 编著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书以 ANSYS Workbench 14.0 为基础,集 ANSYS 软件的使用技巧和实际工程应用于一体,包含固体分析、流体分析和优化设计三大部分内容,共 12 章。

本书着重介绍 ANSYS Workbench 平台基础、几何建模基础方法与实例、ANSYS 网格划分(包括 Workbench 统一网格划分平台、TurboGrid 划分网格和 ICFM CFD 网格划分)、结构静力学分析、结构动力学分析、显式动力学分析(包括 ANSYS Explicit Dynamics 和 ANSYS AUTODYN)、热力学分析、CFX/FLUENT 流体动力学分析和优化设计等知识。作为一本系统介绍 CAE 分析与工程应用的书籍,全书涵盖了 ANSYS Workbench 14.0 的新功能及工程应用实例。

本书内容适合机械工程、土木工程、水利水电、能源动力、电子通信、工程力学、航空航天等领域,既可以作为工科类专业的本科生、研究生和教师的教学用书及参考书,也可供相关领域从事产品设计、仿真和优化的工程技术人员及广大 CAE 爱好者参考。

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

ANSYS Workbench 14.0 仿真技术与工程实践/买买提明·艾尼,陈华磊编著.--北京:清华大学出版社,2013.4

ISBN 978-7-302-31499-8

I. ①A… II. ①买… ②陈… III. ①有限元分析—应用软件 IV. ①O241.82-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 028983 号

责任编辑:庄红权

封面设计:傅瑞学

责任校对:赵丽敏

责任印制:王静怡

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:22.75

字 数:550 千字

版 次:2013 年 4 月第 1 版

印 次:2013 年 4 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:39.80 元

产品编号:050413-01

前 言

CAE(computer aided engineering)技术已广泛应用于各个领域,在产品的设计开发中起到越来越重要的作用。在众多的 CAE 分析软件中,选择一款适合的有限元分析工具对节省物力、财力和精力会达到事半功倍的效果。ANSYS Workbench 无疑是一款值得研究、学习、应用的好工具,它是一款集大成者,涵盖了固体结构、流体、电磁、多物理场耦合和系统级的计算能力。里程碑式的 Workbench 2.0 框架使分析完全可以在一个流程图下完成,Workbench 所提供的 CAD 双向参数互动、强大的全自动网格划分、项目更新机制、全面的参数管理、无缝集成的优化工具、使用拖曳方式即可完成多物理场计算流程的方法、高性能计算(HPC)等,使 ANSYS Workbench 平台在仿真驱动产品设计方面更加简单,也达到了前所未有的高度。

近年来,随着 ANSYS 公司不断加大研发力度,ANSYS 版本的更新速度也在不断加快,ANSYS Workbench 已集成了现今市面上主流的商用工程仿真软件 FLUENT、CFX、ICEM CFD、LS-DYNA、AUTODYN 等,在静态和动态、线性和非线性、多场耦合等方面体现了强大的数值计算能力并逐步强化了快捷方便的前后处理功能,已成为工程领域相关的大专院校师生、研发机构和企业研发人员必须学习掌握的一种工程仿真软件平台。因此,如何快速了解、掌握持续不断更新的 ANSYS Workbench 及相关前沿性理论和先进技术已成为新老用户的一个困扰。此外,从国内相关商用工程软件发表的文章或论文之中可以发现,有许多盲目使用商用工程软件所带来的错误分析结果。例如,边界条件的误导、网格选择和划分技术不到位、理论知识不足、缺乏数值计算的认识,以及过分依赖商用工程软件的默认设置、盲目选择相关选项、过分信赖计算结果等等,也是引人注目的大问题。最可怕的是,这种过分地把商用工程软件认为是万能分析器的用户将在教育系统或工程领域之中带来不可挽救的后果。很显然,商用工程软件只是数值计算和可视化软件,用户怎么设置它就怎么算。目前,包括 ANSYS 等商用工程软件还未成为全功能的分析器,它在很长的一段时间内也不可能全面考虑分析建立合理的模型、设定合理的边界条件、选择最佳网格类型和网格界面处理以及分析和判断计算结果等。最终还是用户靠自己的智商和运用能力建模、计算和分析并做出最后的结论。因此,对商用工程软件的各项模块和选项必须具有较强的认识,对运用必须深入了解。然而,市面上能真正体现 ANSYS Workbench 等软件的详细功能、理论与新技术应用,并系统性介绍工程应用及 Workbench 将来发展趋势的书籍还甚少。

本书顺应趋势、自成体系、突出重点、注意细节、正误明确,在困扰读者前处理、后处理及其相关分析选项设置方面深入讲解。读者可以学习建模、网格划分、静(动)结构分析、热分析、流体动力分析、多物理场耦合分析和优化设计等知识,也可以学习到一种解决实际工程问题的能力 and 研发技术。

本书以 ANSYS Workbench 14.0 为基础,同时也讨论以前版本之间的差别和今后新版本的发展趋势,在必要的理论概述的基础上,通过大量的典型工程实例对 ANSYS

Workbench 平台中的固体结构分析、流体分析、优化设计 3 大模块进行详细介绍。

全书共分 12 章,具体各章所涉及的内容如下:

第 1 章:详细介绍 ANSYS Workbench、ANSYS 安装、文件格式、应用 CAE 仿真技术需注意的事项等内容。

第 2 章:详细介绍 DesignModeler 二维草图、各个绘图工具、几何导入、具体二维绘图操作实例等内容。

第 3 章:详细介绍 DesignModeler 三维建模、概念建模、参数化建模、多体零件、高级工具、具体建模实例等内容。

第 4 章:详细介绍 ANSYS Meshing 网格划分及划分方法和技巧、ICEM CFD 网格划分、涡轮机械网格划分、具体的网格划分实例等内容。

第 5 章:详细介绍结构线性静力分析、Mechanical 工作环境、各载荷工具用法及意义,具体结构线性静力分析实例等内容。

第 6 章:详细介绍非线性分析,包括接触非线性、几何非线性、材料非线性和非线性诊断,具体的非线性分析实例等内容。

第 7 章:详细介绍结构动力学分析,包括模态分析、有预应力的模态分析、谐响应分析、响应谱分析、随机振动分析和瞬态动力分析,各动力分析的详细设置方法,各个动力分析的具体实例等内容。

第 8 章:详细介绍 ANSYS 显式动力学分析,包括本地化的显式动力学和 AUTODYN 显式动力学,以及通过两模块联合应用的具体实例等内容。

第 9 章:详细介绍热力学分析,包括稳态热分析和瞬态热分析,具体实例等内容。

第 10 章:详细介绍 CFX 流体动力学方法,基本设置、前处理、后处理、具体实例等内容。

第 11 章:详细介绍 FLUENT 流体动力学方法,基本设置、前处理、后处理、具体实例等内容。

第 12 章:详细介绍优化设计,实验设计、多目标驱动优化、相关参数、响应面、六西格玛分析、多物理场多目标优化方法及具体实例等内容。

本书有以下特色:

(1) 兼顾新老用户读者,兼顾初中高级用户读者,从固体分析到流体分析再到优化设计,循序渐进,使读者能够快速掌握产品开发分析流程;

(2) 本书大部分的实例来自科学研究与实践,很多实例读者稍微修改即可应用到科研活动中;

(3) 为提高读者学习效率,本书对关键操作步骤在图例上进行标注,方便读者理解内涵;

(4) 本书简化有限元知识,突出 Workbench 的特点和优势及新版软件的使用技巧。

本书在编写过程中得到了国家“973”计划项目(2007CB707706)、(2011CB706600)和国家自然科学基金项目(11072209)等的大力支持,在此深表感谢。另外,本书的很多内容都是在新疆大学机械工程学院机械设计及理论学科点的老师及同学们长期应用 ANSYS 软件所积累的经验的基礎上编写,对他们的支持表示感谢。

本书有配套相关模型,可通过出版社网站下载,或通过邮件索取(hkd985@163.com)。

笔者在本书的编写过程中追求准确性、完整性和应用性。但是,由于笔者水平有限,编写时间较短,书中欠妥、错误之处在所难免,希望读者和同仁能够及时指出,期待共同提高。读者在学习过程中遇到难以解答的问题,可以直接发邮件到笔者通信邮箱 mgheni@263.net 和 hkd985@163.com,笔者会尽快给予解答。

买买提明·艾尼

2013 年 1 月

目 录

第 1 章 ANSYS Workbench 基础	1
1.1 ANSYS Workbench 概述	1
1.2 ANSYS Workbench 14.0 平台	2
1.2.1 ANSYS Workbench 14.0 的启动方式	2
1.2.2 ANSYS Workbench 14.0 界面	2
1.2.3 ANSYS Workbench 14.0 应用程序类型	6
1.2.4 ANSYS Workbench 14.0 产品分析流程	7
1.2.5 使用 Workbench 功能	10
1.3 ANSYS 14.0 安装和配置	11
1.3.1 ANSYS 14.0 主程序安装	11
1.3.2 ANSYS 14.0 许可配置安装	16
1.3.3 ANSYS 14.0 并行处理平台安装	21
1.3.4 ANSYS 14.0 数据管理平台安装	22
1.3.5 Workbench 14.0 运行环境配置	22
1.4 Workbench 14.0 工作目录、文件及格式	23
1.4.1 设置 Workbench 14.0 工作目录	23
1.4.2 ANSYS Workbench 14.0 文件管理	24
1.4.3 ANSYS Workbench 14.0 文件格式	24
1.5 应用 CAE 仿真技术需注意的事项	27
本章小结	28
第 2 章 几何草绘	29
2.1 DesignModeler 用户界面	29
2.1.1 进入 DesignModeler 用户界面	29
2.1.2 DesignModeler 界面介绍	29
2.1.3 DesignModeler 窗口管理	33
2.2 绘制 2D 草图	34
2.3 模型导入与导出	39
2.4 Workbench 14.0 草图绘制工程实例	40
2.4.1 工程实例 1: 绘制轴	40
2.4.2 工程实例 2: 绘制底座	44
本章小结	47

第3章 三维几何建模	48
3.1 DesignModeler 体和零件	48
3.2 DesignModeler 特征体	49
3.3 编辑特征体	52
3.4 概念建模	56
3.5 参数化建模	57
3.6 高级 3D 几何工具	59
3.7 Workbench 14.0 三维建模工程实例	62
3.7.1 工程实例 1: 概念建模创建加固梁	62
3.7.2 工程实例 2: 参数化建模创建滑轮	65
本章小结	71
第4章 网格划分	72
4.1 网格划分平台概述	72
4.2 基于 ANSYS Meshing 的网格划分方法及流程	72
4.2.1 网格划分方法	72
4.2.2 网格划分流程	75
4.3 全局网格控制	76
4.4 局部网格控制	78
4.5 ICEM CFD 网格	81
4.6 涡轮机械网格划分	84
4.6.1 ANSYS TurboGrid 环境介绍	84
4.6.2 TurboGrid 功能工具	86
4.7 Workbench 14.0 网格划分工程实例	89
4.7.1 工程实例 1: ANSYS Meshing 机床模型网格划分	89
4.7.2 工程实例 2: ICEM CFD 股骨网格划分	91
4.7.3 工程实例 3: TurboGrid 涡轮模型网格划分	95
本章小结	100
第5章 结构线性静力分析	101
5.1 结构静力分析基础	101
5.2 结构静力分析前处理	102
5.2.1 结构静力分析界面	102
5.2.2 材料属性	103
5.2.3 几何模型	103
5.2.4 坐标系	105
5.2.5 连接关系	106
5.2.6 网格划分	108
5.2.7 分析设置	108

5.2.8 惯性载荷	110
5.2.9 结构载荷	110
5.2.10 支撑约束	111
5.2.11 条件关系	112
5.3 结构静力分析后处理	112
5.3.1 求解选项	112
5.3.2 结果后处理	112
5.4 Workbench 14.0 结构静力分析工程实例	116
5.4.1 工程实例 1: 某起重机结构静力分析	116
5.4.2 工程实例 2: 某型燃气轮机机座静力分析	121
本章小结	126
第 6 章 结构非线性分析	127
6.1 非线性分析环境与分类	127
6.2 接触非线性	127
6.2.1 接触设置	127
6.2.2 接触工具	129
6.3 几何非线性	130
6.3.1 网格控制	130
6.3.2 大变形	130
6.4 材料非线性	130
6.4.1 塑性材料	131
6.4.2 超弹性材料	133
6.5 非线性诊断	135
6.5.1 非线性收敛诊断	135
6.5.2 非线性诊断总结	136
6.6 Workbench 14.0 结构非线性分析工程实例	136
6.6.1 工程实例 1: 某型片弹簧非线性大变形分析	136
6.6.2 工程实例 2: 某型管夹具螺栓预紧非线性接触分析	141
本章小结	150
第 7 章 结构动力学分析	151
7.1 动力学分析基础	151
7.2 模态分析基础	152
7.2.1 模态分析理论基础	153
7.2.2 Workbench 模态分析流程	153
7.3 谐响应分析基础	156
7.3.1 谐响应分析基本理论	157
7.3.2 Workbench 谐响应分析流程	157

7.4	响应谱分析基础	160
7.4.1	响应谱分析基本理论	160
7.4.2	Workbench 响应谱分析流程	160
7.5	随机振动分析基础	162
7.5.1	随机振动分析基本理论	162
7.5.2	Workbench 随机振动分析流程	163
7.6	瞬态动力学分析基础	164
7.6.1	瞬态动力学分析基本理论	164
7.6.2	Workbench 瞬态动力学分析流程	164
7.7	Workbench 14.0 结构动力分析工程实例	167
7.7.1	工程实例 1: 某机床珩琅振动模态分析	167
7.7.2	工程实例 2: 某斜拉桥预应力模态分析	171
7.7.3	工程实例 3: 某 S 形金属波纹管膜片谐响应分析	177
7.7.4	工程实例 4: 某斜拉桥频谱分析	182
7.7.5	工程实例 5: 某电线塔随机振动分析	184
7.7.6	工程实例 6: 某主轴的瞬态动力学分析	188
	本章小结	194
第 8 章	显式动力学分析	195
8.1	ANSYS 显式动力学分析概述	195
8.2	AUTODYN	199
8.3	Workbench 14.0 显式动力学分析工程实例	201
8.3.1	工程实例 1: 圆柱体撞击刚性墙	201
8.3.2	工程实例 2: 子弹冲击带铝板内衬的陶瓷装甲	206
	本章小结	217
第 9 章	热力学分析	218
9.1	传热学基础	218
9.2	ANSYS Workbench 14.0 热分析	220
9.3	Workbench 14.0 热力学工程实例	228
9.3.1	工程实例 1: 飞机双层窗导热分析	228
9.3.2	工程实例 2: 发动机支架热应力分析	231
9.3.3	工程实例 3: 晶体管瞬态热分析	236
	本章小结	242
第 10 章	流体动力学分析 I (ANSYS CFX)	243
10.1	CFX 概述	243
10.2	CFX 前处理	245
10.3	CFX-Solver 求解设置	256

10.3.1	定义模拟计算	256
10.3.2	求解工作界面	257
10.4	CFX-Post 后处理	260
10.5	ANSYS CFX 14.0 工程实例分析	264
10.5.1	工程实例 1: 某风洞整流器流体力学分析	264
10.5.2	工程实例 2: 某离心泵流体力学分析	272
	本章小结	283
第 11 章	流体动力学分析 II (ANSYS FLUENT)	284
11.1	FLUENT 概述	284
11.2	ANSYS FLUENT 环境界面	285
11.3	FLUENT 问题设置	288
11.4	求解设置	294
11.5	FLUENT 后处理	295
11.6	ANSYS FLUENT 14.0 流体力学分析工程实例	298
11.6.1	工程实例 1: 二维瞬态流体力学分析	298
11.6.2	工程实例 2: 粘性流体在三维管道的流动分析	306
	本章小结	315
第 12 章	优化设计	316
12.1	Design Explorer	316
12.2	实验设计	319
12.3	响应曲面	320
12.4	目标驱动优化	323
12.5	相关参数	326
12.6	六西格玛分析	328
12.7	Workbench 14.0 优化设计分析工程实例	329
12.7.1	工程实例 1: 某支撑构件肋板的多目标优化	329
12.7.2	工程实例 2: 某中央铁块的流固耦合及多目标驱动优化	339
	本章小结	351
	参考文献	352

第 1 章 ANSYS Workbench 基础

1.1 ANSYS Workbench 概述

计算机辅助工程(CAE)已成为当今产品设计研发中最先进的、不可或缺的设计手段和方法之一。它在促使产品设计质量的提高、节约成本、缩短产品上市周期等方面越来越重要。CAE 的技术种类很多,其中包括有限元法(finite element method, FEM),边界元法(boundary element method, BEM),有限差分法(finite difference element method, FDM)。每一种方法各有其应用的领域,其中有限元法应用的领域越来越广,现已应用到结构静力学、结构动力学、热力学、流体力学、电磁学等。

ANSYS Workbench 是基于有限元法的工程仿真技术集成平台,由美国 ANSYS 公司于 2002 年首先推出,在 2009 年发布的 ANSYS 12.0 版本中推出了“第二代 Workbench”(Workbench 2.0),与“第一代 Workbench”相比,其最大变化是提供了全新的“项目视图”(Project Schematic)功能,将整个仿真流程紧密地结合在一起,通过简单的拖曳操作即可完成复杂的多物理场分析流程,如图 1-1 所示。Workbench 不但继承了 ANSYS Mechanical APDL 界面在有限元仿真分析上的大部分强大功能,其所提供的 CAD 双向参数链接互动,项目数据自动更新机制,全新的参数、无缝集成的优化设计工具等,使 ANSYS 在“仿真驱动产品设计”方面达到了前所未有的高度。ANSYS Workbench 真正实现了集产品设计、仿真、优化功能于一身,可帮助设计人员在同一平台上,完成产品研发过程的所有工作,从而大大节约产品开发周期,加快上市步伐,占领市场制高点。

此外,ANSYS Workbench 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。

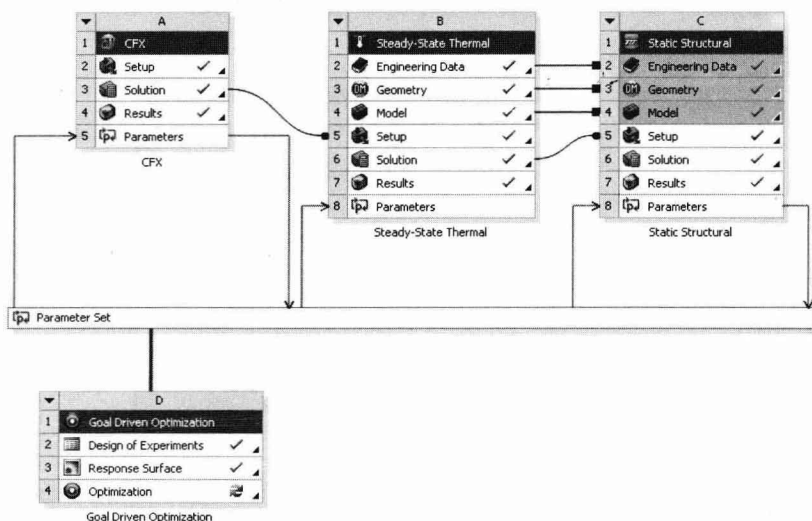


图 1-1 ANSYS Workbench 工程流程图

1.2 ANSYS Workbench 14.0 平台

1.2.1 ANSYS Workbench 14.0 的启动方式

进入 Workbench 环境,可以有如下方式。

(1) 用交互方式启动 Workbench 14.0: 在开始菜单中执行 ANSYS 14.0→Workbench 14.0 命令,如图 1-2 所示。

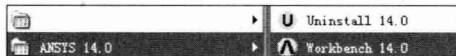


图 1-2 从开始菜单中启动

(2) 从支持的 CAD 系统窗口启动,如图 1-3 所示。

(3) 直接从 ANSYS Workbench 文件中打开,如图 1-4 所示。



图 1-3 从 CAD 窗口启动

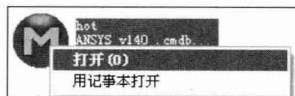


图 1-4 直接启动

1.2.2 ANSYS Workbench 14.0 界面

ANSYS Workbench 14.0 中采用 Workbench 2.0 的框架结构,Workbench 2.0 将不同分析类型的数值模拟过程整合在一起,并引入工程流程图的方式管理工程项目。利用该功能,一个复杂的物理场分析问题,通过系统间的相互关联即可实现。图 1-5 是 Workbench

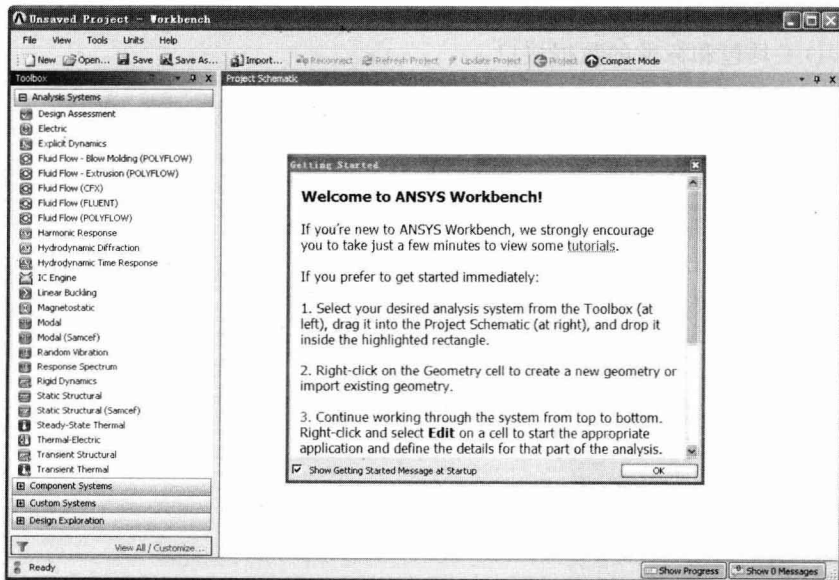


图 1-5 ANSYS Workbench 14.0 主界面

主界面,该界面主要由主菜单、基本工具条、工具箱、工程流程图等组成,下面给予重点介绍。

1. 主菜单

主菜单,如图 1-6 所示,包括基本的菜单系统,如文件(File)、窗口显示(View)、工具(Tools)、单位制(Units)、帮助(Help)。



图 1-6 主菜单

(1) 文件(File): 主要用来打开\保存文件,启动仿真数据文件管理等。

(2) 窗口显示(View): 主要显示窗口布置、属性等。

(3) 工具(Tools): 主要用来更新项目,许可管理设置,工作目录设置等。

(4) 单位制(Units): 主要用来设置系统单位,单位转换等。

(5) 帮助(Help): 主要提供各种帮助信息。

2. 基本工具条

基本工具条,如图 1-7 所示,包括常用命令按钮,如新建文件(New)、打开文件(Open)、保存文件(Save)、另存为文件(Save As)、导入模型(Import)、刷新项目(Refresh Project)、更新项目(Update Project)、紧凑视图模式(Compact Mode)(见图 1-8)等。



图 1-7 基本工具条



图 1-8 Workbench 紧凑视图模式

3. 工具箱

Workbench 界面左侧是工具箱,工具箱窗口包含工程数值模拟所需的各类模块。工具箱包括分析系统(Analysis Systems),如表 1-1 所示;组件系统(Component Systems),如表 1-2 所示;自定义系统(Custom Systems),如表 1-3 所示;设计优化系统(Design Exploration),如表 1-4 所示。

4. 工程流程图

在 ANSYS Workbench 14.0 中,工程流程图(Project Schematic)是管理工程的一个区域。工程流程图引入图表显示方式管理整个工程,通过引入分析系统,描述工作流程及使用 ANSYS Workbench 14.0 中的各项功能。

表 1-1 分析系统类型及说明

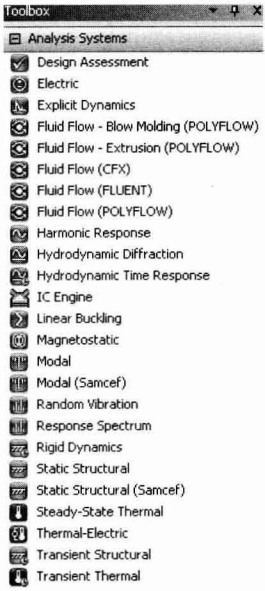
	分析类型	说明
	Design Assessment	ANSYS 设计评估
	Electric	ANSYS 电场分析
	Explicit Dynamics	ANSYS 显示动力学分析
	Fluid Flow-Blow Molding(POLYFLOW)	POLYFLOW 流体吹塑分析
	Fluid Flow-Extrusion(POLYFLOW)	POLYFLOW 流体挤压分析
	Fluid Flow(CFX)	CFX 流体动力学分析
	Fluid Flow(FLUENT)	FLUENT 流体力学分析
	Fluid Flow(POLYFLOW)	POLYFLOW 流体分析
	Harmonic Response	ANSYS 谐响应分析
	Hydrodynamic Diffraction	ANSYS 水动力衍射分析
	Hydrodynamic Time Response	ANSYS 水动力时间响应
	IC Engine	ANSYS 内燃机分析
	Linear Buckling	ANSYS 线性屈曲分析
	Magnetostatic	ANSYS 静磁场分析
	Modal	ANSYS 模态分析
	Modal(Samcef)	Samcef 模态分析
	Random Vibration	ANSYS 随即振动分析
	Response Spectrum	ANSYS 响应谱分析
	Rigid Dynamics	ANSYS 刚体动力学分析
	Static Structural	ANSYS 结构静力分析
	Static Structural(Samcef)	Samcef 结构静力分析
	Steady-State Thermal	ANSYS 稳态热分析
	Thermal-Electric	ANSYS 热电耦合分析
	Transient Structural	ANSYS 结构瞬态分析
	Transient Thermal	ANSYS 瞬态热分析

表 1-2 组件系统类型及说明

	组 件 类 型	说 明
Component Systems AUTODYN BladeGen CFX Engineering Data Explicit Dynamics (LS-DYNA Export) External Connection External Data Finite Element Modeler FLUENT Geometry Icepak Mechanical APDL Mechanical Model Mesh Microsoft Office Excel POLYFLOW POLYFLOW - Blow Molding POLYFLOW - Extrusion Results System Coupling TurboGrid Vista AFD Vista CCD Vista CCD (with CCM) Vista RTD Vista TF	AUTODYN	非线性显式动力分析
	BladeGen	涡轮机械叶片设计工具
	CFX	CFX 高端流体分析工具
	Engineering Data	工程数据工具
	Explicit Dynamics(LS-DYNA Export)	LS-DYNA 显式动力分析
	External Connection	外部连接
	External Data	接入外部数据
	Finite Element Modeler	FEM 有限元模型工具
	FLUENT	FLUENT 流体分析工具
	Geometry	几何建模工具
	Icepak	电子热分析工具
	Mechanical APDL	机械 APDL 命令
	Mechanical Model	机械分析模型
	Mesh	网格划分工具
	Microsoft Office Excel	信息分析程序
	POLYFLOW	POLYFLOW 流体
	POLYFLOW-Blow Molding	POLYFLOW 吹塑成形
	POLYFLOW-Extrusion	POLYFLOW 挤压成形
	Results	结果后处理工具
	System Coupling	系统耦合分析
	TurboGrid	涡轮网格生成工具
	Vista AFD	轴流风扇初始设计
	Vista CCD	离心压缩机初始设计
	Vista CCD(with CCM)	径流透平设计(CCM)
	Vista RTD	径流透平初始设计
	Vista TF	叶片二维性能评估工具

表 1-3 定制系统类型及说明

Custom Systems ★ FSI: Fluid Flow (CFX) -> Static Structural ★ FSI: Fluid Flow (FLUENT) -> Static Structural ★ Pre-Stress Modal ★ Random Vibration ★ Response Spectrum ★ Thermal-Stress	定制系统	说明
	FSI: Fluid Flow (CFX) -> Static Strutral	流固耦合: CFX 流体分析与结构静力耦合
	FSI: Fluid Flow(FLUENT)-> Static Strutral	流固耦合: FLUENT 流体分析与结构静力耦合
	Pre-Stress Modal	预应力模态分析
	Random Vibration	随机动力分析
	Response Spectrum	响应谱分析
	Thermal-Stress	热应力分析

表 1-4 设计优化系统类型及说明

Design Exploration ● Goal Driven Optimization Parameters Correlation Response Surface Six Sigma Analysis	实验设计	说明
	Goal Driven Optimization	多目标驱动优化工具
	Parameters Correlation	参数相关性工具
	Response Surface	响应面工具
	Six Sigma Analysis	六西格玛分析工具

1.2.3 ANSYS Workbench 14.0 应用程序类型

ANSYS Workbench 14.0 环境提供了两种类型的应用程序：一种是本地应用程序 (Workspaces)，目前包括工程项目管理、工程数据和优化设计、本机应用程序的启动，完全在 Workbench 窗口运行，如图 1-9 所示；另一种是非本地应用(数据综合应用或数据集成)，目前包括 Mechanical (Formerly Simulation)、Mechanical APDL (Formerly ANSYS)、

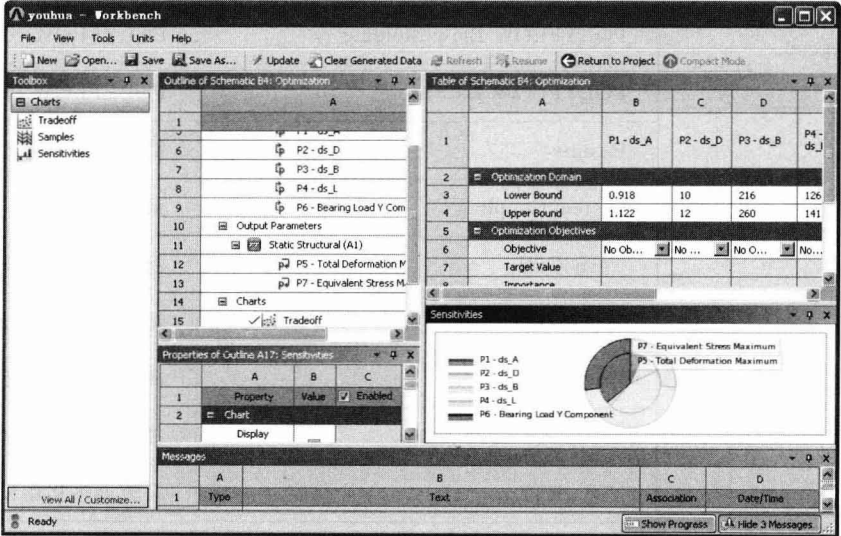


图 1-9 本地应用程序