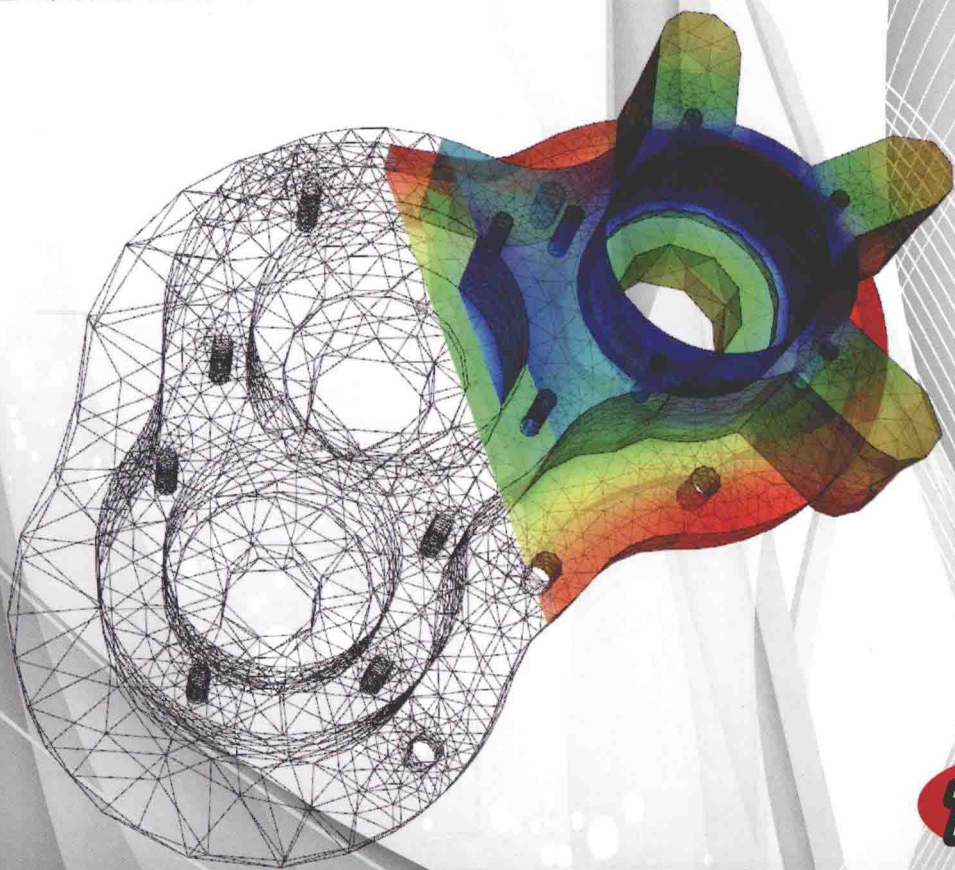




15.0

ANSYS Workbench

结构分析快速入门、进阶与精通

(配全程视频教程)

北京兆迪科技有限公司 编著

ANSYS Workbench 15.0
结构分析快速入门、进阶与精通



9.1 小时 **2.82** G
259 集全程视频教程

书配光盘 互动学习

在线答疑解惑

助您快速入门，从进阶到高手

内容全面，范例丰富

讲解详细，条理清晰

写法独特，附加值高



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

ANSYS 认证工程师成长之路丛书

ANSYS Workbench 15.0 结构分析快速入门、进阶与精通 (配全程视频教程)

北京兆迪科技有限公司 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是全面、系统学习和运用 ANSYS Workbench 15.0 有限元结构分析的快速入门、进阶与精通的书籍,全书共 9 章,从最基础的 ANSYS Workbench 15.0 安装和使用方法开始讲起,以循序渐进的方式详细讲解了 ANSYS Workbench 15.0 的软件配置与基本操作、几何建模、网格划分、载荷定义、约束定义、线性静力结构分析和非线性结构分析等,书中还配有大量的实际综合应用案例。

本书讲解所使用的模型和应用案例覆盖了不同行业,具有很强的实用性和广泛的适用性。在内容安排上,书中结合大量的实例对 ANSYS 有限元结构分析一些抽象的概念、命令、功能和应用技巧进行讲解,通俗易懂,化深奥为简易;另外,本书所举范例均为一线实际产品,这样的安排能使读者较快地进入结构分析实战状态;在写作方式上,本书紧贴软件的真实界面进行讲解,使读者能够直观、准确地操作软件,提高学习效率。本书附带 1 张多媒体 DVD 教学光盘,制作了与本书全程同步的语音视频文件,含 259 段(集)ANSYS 应用技巧和具有针对性实例的教学视频(全部提供语音教学视频),时长达 9.1 小时(546 分钟)。光盘还包含了本书所有的素材文件、练习文件和范例的源文件。

读者在学习本书后,能够迅速地运用 ANSYS 软件来完成复杂产品的有限元结构分析工作。本书可作为工程技术人员的 ANSYS 自学教程和参考书籍,也可供大专院校机械类专业的师生教与学参考使用。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

ANSYS Workbench 15.0 结构分析快速入门、进阶与精通/北京兆迪科技有限公司编著. —北京:电子工业出版社, 2016.8

(ANSYS 认证工程师成长之路丛书)

配全程视频教程

ISBN 978-7-121-29365-8

I. ①A… II. ①北… 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 (2016) 第 157838 号

策划编辑:管晓伟

责任编辑:管晓伟 特约编辑:李兴 等

印 刷:三河市良远印务有限公司

装 订:三河市良远印务有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱

邮编:100036

开 本:787×1092 1/16 印张:29.5 字数:708 千字

版 次:2016 年 8 月第 1 版

印 次:2016 年 8 月第 1 次印刷

定 价:69.90 元(含多媒体 DVD 光盘 1 张)

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式:(010) 88254460, guanphei@163.com。

前 言

ANSYS 是美国 ANSYS 公司推出的一款功能强大的大型分析软件系统,其功能涵盖了产品的结构、频率、流体、热力、电场、磁场和声场等的分析,应用范围涉及汽车、机械、航空航天、造船、通用机械、数控加工、医疗、玩具和电子等诸多领域。最新的 ANSYS Workbench 15.0 版本扩展了 ANSYS 系列产品的集成与多物理场的综合应用。从总体看,ANSYS Workbench 15.0 的新优势主要体现在三个领域:扩展了工程应用,复杂系统的仿真、高性能计算(HPC)的驱动创新。

本书是 ANSYS Workbench 15.0 结构分析快速入门、进阶与精通教程,其特色如下。

- ◆ **前呼后应,浑然一体。**书中各章节相互关联,环环相扣,书中后面的网格划分、线性结构分析、非线性结构分析和 ANSYS 结构分析实际综合应用等章节中的许多实例或案例,都在前面的几何建模章节中详细讲述了它们的三维建模方法和过程,这样的安排有利于迅速提升读者的软件综合应用能力,使读者既能三维建模,又能进行分析,这样无疑会极大地提升读者的职业竞争力。
- ◆ **本书实例、范例、案例丰富。**对软件中的主要命令和功能,先结合简单的实例进行讲解,然后安排一些较复杂的综合范例或案例,帮助读者深入理解和灵活应用。另外,本书中大量的实例、范例、案例,如果详细叙述则需要更多的纸张,由于纸质容量有限(增加纸张页数势必增加书的定价),因而将这些实例、范例、案例的详细操作视频(含语音讲解)存入到随书光盘中,读者借助随书光盘则可以进一步迅速提高软件使用能力和技巧。
- ◆ **讲解详细,条理清晰。**保证自学的读者能独立学习和运用 ANSYS Workbench 15.0 软件。
- ◆ **写法独特。**采用 ANSYS 软件中真实的对话框、操控板和按钮等进行讲解,使初学者能够直观、准确地操作软件,从而大大提高学习效率。
- ◆ **附加值极高。**本书附带 1 张多媒体 DVD 教学光盘,制作了 259 段(集)ANSYS 应用技巧和具有针对性实例的教学视频(全部提供语音教学视频),时长达 9.1 小时(546 分钟),可以帮助读者轻松、高效地学习。

本书主要编写人员来自北京兆迪科技有限公司,该公司专门从事 CAD/CAM/CAE 技术的研究、开发、咨询及产品设计与制造服务,并提供 ANSYS、CATIA、UG、Creo、Adams 等软件的专业培训及技术咨询。

本书由北京兆迪科技有限公司编著,参加编写的人员有詹友刚、王焕田、刘静、雷保珍、刘海起、魏俊岭、任慧华、詹路、冯元超、刘江波、周涛、段进敏、赵枫、邵为龙、侯俊飞、龙宇、施志杰、詹棋、高政、孙润、李倩倩、黄红霞、尹泉、李行、詹超、尹佩文。本书虽然经过多次审校,但是仍不免有疏漏之处,恳请广大读者予以指正。

电子邮箱:zhanygjames@163.com

咨询电话:010-82176248, 010-82176249。

编 者

本书导读

为了更好地学习本书的知识，请您仔细阅读下面的内容。

【写作软件蓝本】

本书采用的写作蓝本是 ANSYS Workbench 15.0 版。

【写作计算机操作系统】

本书使用的操作系统为 Windows7 专业版，系统主题采用 Windows 经典主题。

【光盘使用说明】

为了使读者方便、高效地学习本书，特将本书中所有的练习文件，素材源文件，已完成的实例、范例或案例文件和视频语音讲解文件等按章节顺序放入随书附带的光盘中，读者在学习过程中可以打开相应的文件进行操作、练习和查看视频。

本书附带多媒体 DVD 教学光盘 1 张，建议读者在学习本书前，先将 DVD 光盘中的所有内容复制到计算机硬盘的 D 盘中。

在光盘的 an15.01 目录下共有两个子文件夹。

(1) work 子文件夹：包含本书全部已完成的实例、范例或案例文件。

(2) video 子文件夹：包含本书讲解中所有的视频文件（含语音讲解），学习时，直接双击某个视频文件即可播放。

光盘中带有“ok”扩展名的文件或文件夹表示已完成的实例、范例或案例。

【本书约定】

◆ 本书中有关鼠标操作的简略表述说明如下。

- 单击：将鼠标指针移至某位置处，然后按一下鼠标的左键。
- 双击：将鼠标指针移至某位置处，然后连续快速地按两次鼠标的左键。
- 右击：将鼠标指针移至某位置处，然后按一下鼠标的右键。
- 单击中键：将鼠标指针移至某位置处，然后按一下鼠标的中键。
- 滚动中键：只是滚动鼠标的中键，而不是按中键。
- 选择（选取）某对象：将鼠标指针移至某对象上，单击以选取该对象。
- 拖拽某对象：将鼠标指针移至某对象上，然后按下鼠标的左键不放，同时移

动鼠标, 将该对象移动到指定的位置后再松开鼠标的左键。

- 本书涉及的所有参数, 限于软件的特殊性, 一律与对应图一致, 作为正体表述。
- ◆ 本书中的操作步骤分为“任务”和“步骤”两个级别, 说明如下。
 - 对于一般的软件操作, 每个操作步骤以 **步骤 01** 开始。例如, 下面是草绘环境中绘制矩形操作步骤的表述。
 - ☑ **步骤 01** 单击“Draw”栏中的  Rectangle 按钮。
 - ☑ **步骤 02** 定义矩形的第一个角点。在图形区某位置单击, 放置矩形的一个角点, 然后将该矩形拖至所需大小。
 - ☑ **步骤 03** 定义矩形的第二个角点。再次单击, 放置矩形的另一个角点。此时, 系统即在两个角点间绘制一个矩形。
 - 视每个“步骤”操作的复杂程度, 其下面可含有多级子操作。例如, **步骤 01** 下可能包含 (1)、(2)、(3) 等子操作, (1) 子操作下可能包含 ①、②、③ 等子操作, ① 子操作下可能包含 a)、b)、c) 等子操作。
 - 对于多个任务的操作, 则每个“任务”冠以 **任务 01**、**任务 02**、**任务 03** 等, 每个“任务”操作下则包含“步骤”级别的操作。
 - 由于已建议读者将随书光盘中的所有文件复制到计算机硬盘的 D 盘中, 所以书中在要求设置工作目录或打开光盘文件时, 所述的路径均以“D:”开始。

【技术支持】

本书主要编写人员均来自北京兆迪科技有限公司, 该公司专门从事 CAD/CAM/CAE 技术的研究、开发、咨询及产品设计与制造服务, 并提供 ANSYS、UG、CATIA、Creo、Adams 等软件的专业培训及技术咨询。读者在学习本书的过程中如果遇到问题, 可通过访问该公司的网站 <http://www.zalldy.com> 来获得技术支持。

咨询电话: 010-82176248, 010-82176249。

目 录

第 1 章 ANSYS Workbench 基础	1
1.1 有限元 CAE 设计优势	1
1.2 ANSYS Workbench 概述	3
1.3 ANSYS Workbench15.0 新功能概述	3
1.4 ANSYS Workbench 安装	7
1.5 启动 ANSYS Workbench	11
1.6 ANSYS Workbench 用户界面	11
1.7 ANSYS Workbench 项目列表操作	15
1.7.1 新建项目列表	15
1.7.2 项目列表基本操作	19
1.8 ANSYS Workbench 结构分析流程	23
1.9 ANSYS Workbench 文件基本操作与管理	23
1.9.1 文件基本操作	23
1.9.2 文件管理	25
1.10 Mechanical APDL 简介	27
1.11 Workbench 与 CAD 软件系统集成设置	28
第 2 章 ANSYS Workbench 基本操作	32
2.1 概述	32
2.2 设计数据管理	33
2.2.1 设计数据管理界面	33
2.2.2 定义新材料	36
2.2.3 材料数据库管理器	38
2.2.4 定义新材料库	39
2.3 设计参数设置	42
2.3.1 概述	42
2.3.2 参数设置操作	45
2.4 几何属性	50
2.4.1 导入几何体	50
2.4.2 几何体属性	50
2.5 单位系统	52
2.5.1 设置单位系统	52
2.5.2 新建单位系统	53
2.6 选择工具	54
2.6.1 一般选择工具	54
2.6.2 命名选择工具	56
2.7 坐标系	62
2.8 求解选项	64
2.9 求解与后处理结果	64
2.10 结果后处理工具	69
2.10.1 结果工具栏	69
2.10.2 剖截面	76

2.11	分析报告	78
2.11.1	创建结果图解报告	78
2.11.2	创建分析报告	80
第3章	几何建模	83
3.1	Design Modeler 几何建模基础	83
3.1.1	Design Modeler 建模平台	83
3.1.2	Design Modeler 鼠标操作	87
3.2	二维草图绘制	88
3.2.1	草图平面	88
3.2.2	进入与退出草图绘制模式	93
3.2.3	草绘设置	93
3.2.4	草图的绘制	94
3.2.5	草图修改	99
3.2.6	草图尺寸标注	106
3.2.7	草图约束	111
3.3	三维实体建模	113
3.3.1	基本体素建模	113
3.3.2	拉伸	116
3.3.3	特征操作与编辑	122
3.3.4	旋转	124
3.3.5	圆角	125
3.3.6	倒斜角	127
3.3.7	抽壳/曲面	128
3.3.8	扫描	130
3.3.9	混合	131
3.4	三维实体操作	132
3.4.1	冻结与解冻	132
3.4.2	布尔操作	134
3.4.3	体操作	136
3.4.4	阵列	142
3.4.5	分割	145
3.4.6	对称	147
3.4.7	填充	147
3.4.8	包围	149
3.5	几何体的简化与修复	150
3.5.1	删除面	150
3.5.2	延伸曲面	151
3.5.3	修补曲面	152
3.5.4	合并曲面	153
3.5.5	提取中面	154
3.5.6	接合	155
3.5.7	几何体修复	156
3.6	分析工具	166
3.7	概念建模	168
3.7.1	创建线体	168
3.7.2	创建面体	170
3.7.3	横截面	173
3.8	ANSYS Workbench 几何建模实际应用一	174

3.9	ANSYS Workbench 几何建模实际应用二	178
3.10	ANSYS Workbench 几何建模实际应用三	183
3.11	ANSYS Workbench 几何建模实际应用四	188
3.12	ANSYS Workbench 几何建模实际应用五	194
3.13	ANSYS Workbench 几何建模实际应用六	202
第4章	网格划分	212
4.1	ANSYS Workbench15.0 网格划分基础	212
4.1.1	概述	212
4.1.2	网格类型	213
4.1.3	ANSYS 网格划分平台	214
4.1.4	ANSYS Workbench 网格划分界面	214
4.1.5	网格划分方法	216
4.1.6	ANSYS Workbench 网格划分流程	219
4.2	全局网格控制	219
4.2.1	概述	219
4.2.2	划分网格	220
4.2.3	全局网格参数设置	221
4.2.4	全局网格参数设置实际应用	226
4.3	局部网格控制	229
4.3.1	概述	229
4.3.2	方法控制	230
4.3.3	尺寸控制	236
4.3.4	接触尺寸控制	240
4.3.5	加密控制	241
4.3.6	面映射控制	242
4.3.7	匹配控制	245
4.3.8	简化控制	246
4.3.9	分层网格控制	248
4.4	虚拟拓扑	249
4.4.1	概述	249
4.4.2	虚拟拓扑基本操作	250
4.4.3	虚拟拓扑在网格划分中的应用	258
4.5	网格检查	263
4.6	ANSYS Workbench 网格划分实际应用一	271
4.7	ANSYS Workbench 网格划分实际应用二	273
4.8	ANSYS Workbench 网格划分实际应用三	277
4.9	ANSYS Workbench 网格划分实际应用四	279
第5章	载荷定义	283
5.1	惯性载荷	283
5.1.1	加速度	284
5.1.2	重力加速度	285
5.1.3	旋转速度	286
5.2	结构载荷	287
5.2.1	力	287
5.2.2	压力	290
5.2.3	远程载荷	293
5.2.4	轴承载荷	294

5.2.5	螺栓载荷	295
5.2.6	力矩	297
第 6 章	约束定义	299
6.1	支撑约束	299
6.1.1	固定约束	300
6.1.2	强迫位移	300
6.1.3	远程位移	302
6.1.4	无摩擦约束	303
6.1.5	仅压缩约束	304
6.1.6	圆柱面约束	305
6.1.7	简支约束	306
6.1.8	固定旋转	307
6.1.9	弹性支撑	308
6.2	条件关系	309
6.2.1	耦合	310
6.2.2	约束方程	310
第 7 章	线性静力结构分析	311
7.1	线性静力结构分析基础	311
7.2	线性静力结构分析流程	312
7.3	杆系与梁系结构分析	317
7.3.1	概述	317
7.3.2	杆系与梁系结构分析一般流程	317
7.4	薄壳结构分析	321
7.4.1	概述	321
7.4.2	薄壳结构分析一般流程	321
7.5	平面问题分析	325
7.5.1	概述	325
7.5.2	平面应力问题	325
7.5.3	平面应变问题	332
7.5.4	轴对称问题	340
7.6	接触分析	345
7.6.1	概述	345
7.6.2	接触类型	346
7.6.3	接触定义	349
7.6.4	壳接触分析	374
7.6.5	网格连接	379
7.7	曲面接触分析实际应用	382
第 8 章	非线性结构分析	390
8.1	非线性分析基础	390
8.2	几何非线性	390
8.2.1	网格控制	391
8.2.2	大变形	392
8.3	材料非线性	392
8.3.1	塑性材料	393
8.3.2	超弹性材料	394
8.4	接触非线性	400

8.5	非线性诊断	400
8.5.1	非线性收敛诊断	400
8.5.2	非线性诊断总结	402
8.6	非线性结构分析流程	402
第 9 章	ANSYS 结构分析实际综合应用	409
9.1	结构分析实际综合应用一——支架结构分析	409
9.2	结构分析实际综合应用二——飞轮结构分析	413
9.3	结构分析实际综合应用三——3D 梁结构分析	417
9.4	结构分析实际综合应用四——水龙头结构分析	426
9.5	结构分析实际综合应用五——汽车钣金件结构分析	430
9.6	结构分析实际综合应用六——锥形涨套结构分析	436
9.7	结构分析实际综合应用七——结构非线性分析实例	444

第 1 章 ANSYS Workbench 基础

本章提要

ANSYS 作为目前 CAE 界主流分析软件之一,自诞生以来,随着世界信息技术和有限元理论的高速发展,在各个领域得到了高度的评价和广泛的应用。从 ANSYS 7.0 开始,ANSYS 公司推出了 ANSYS 经典版(即 Mechanical APDL)和 ANSYS Workbench 版。本章主要介绍 ANSYS Workbench 基础内容,同时还会对 Mechanical APDL 作简单的介绍。本章内容主要包括:

- ◆ 有限元 CAE 设计的优势。
- ◆ ANSYS Workbench 概述。
- ◆ ANSYS Workbench 15.0 新功能概述。
- ◆ ANSYS Workbench 安装。
- ◆ 启动 ANSYS Workbench。
- ◆ ANSYS Workbench 用户界面。
- ◆ ANSYS Workbench 项目列表操作。
- ◆ ANSYS Workbench 结构分析流程。
- ◆ ANSYS Workbench 文件基本操作与管理。
- ◆ Mechanical APDL 简介。
- ◆ ANSYS Workbench 与 CAD 软件系统集成设置。

1.1 有限元 CAE 设计优势

有限元法是现代产品及其结构设计的重要工具,它的基本思想是将连续的物理模型离散为有限的单元体,使其只在有限个指定的节点上相互连接,然后对每个单元选择一个比较简单的函数,近似模拟该单元的物理量,如单元的位移或应力,并基于问题描述的基本方程建立单元节点的平衡方程组,再把所有单元的方程组集成为整个结构力学特性的整体代数方程组,最后引入边界条件求解代数方程组而获得数值解,如结构的位移分布和应力分布。

将有限元法引入产品和结构设计是 CAE 的重要组成部分。图 1.1.1 所示的是传统的产品设计流程图,图 1.1.2 所示的是现代设计中采用 CAE 技术后的设计流程图。可见,从产品概念设计、方案对比、样机测试到加工制造,有限元仿真和优化设计方法可以贯穿整个产品的全部设计过程,把传统产品设计方法中的从概念设计到样机测试,再返回修改的大循环过程,演化成平行于每一个设计环节的精确分析及优化,减少了设计过程中的缺陷和不足,大大提高了产品

的质量和可靠性，大幅缩减了设计时间，降低了产品研发成本。

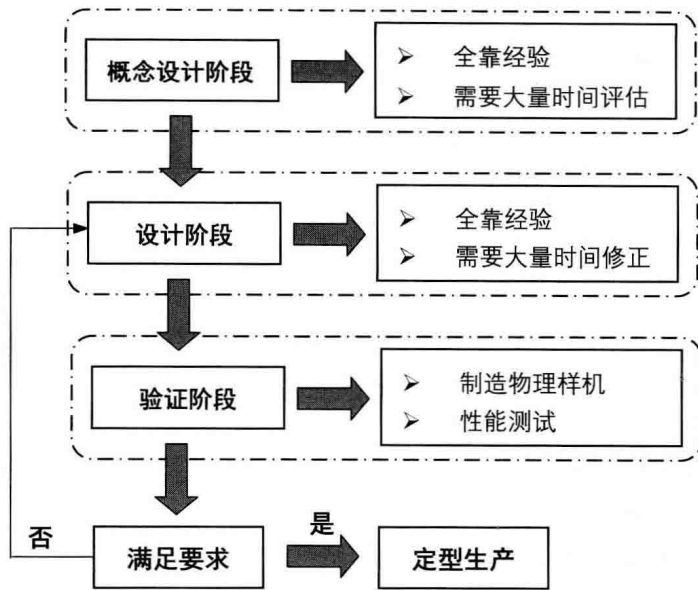


图 1.1.1 传统的产品设计流程图

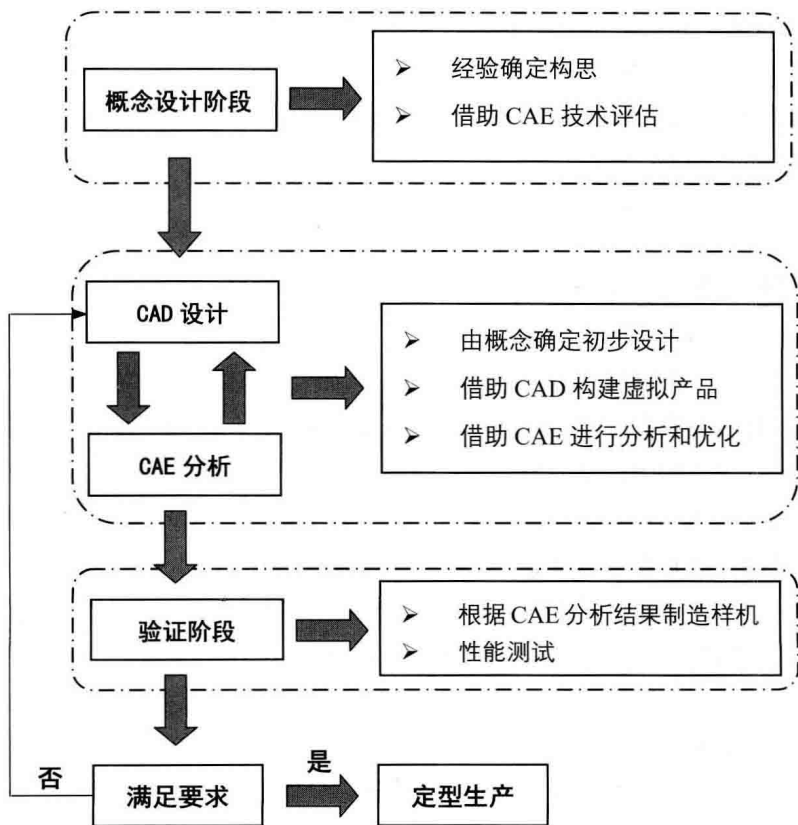


图 1.1.2 现代的产品设计流程图

1.2 ANSYS Workbench 概述

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。

ANSYS 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、全新的参数和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,从而大大缩短了产品开发周期,加快了上市步伐,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、用户界面工具包和标准的数据接口。

ANSYS Workbench 实际就是 ANSYS 各类求解器和功能应用的仿真设计管理集成平台,其工作台可组成各种不同的工程应用。ANSYS 家族中具体包括以下产品。

- ◆ ANSYS Workbench Application: 这实际上可认为是 ANSYS 产品的应用框架,如 CFD、结构力学、刚体动力学、电磁分析和优化设计等。
- ◆ Mechanical APDL: ANSYS 经典版,即传统版,简称 MAPDL。
- ◆ ANSYS CFD: ANSYS 流体动力学软件,主要包括 CFX 和 FLUENT。
- ◆ ANSYS ICEM CFD: 带有前、后处理特征的网格划分软件。
- ◆ ANSYS AUTODYN: ANSYS 的显示动力学软件。
- ◆ ANSYS LS-DYNA: LSTC 的显示动力学软件,可在 ANSYS 中进行前、后处理。

1.3 ANSYS Workbench 15.0 新功能概述

ANSYS Workbench 15.0 是一个集成框架,它整合现有的各种应用并将仿真过程集成在同一界面下。最新的 ANSYS Workbench 15.0 版在 ANSYS Workbench 14.0 的基础上进一步提高和改进原有的框架,尤其扩展了 ANSYS 系列产品的集成与多物理场的耦合应用。ANSYS Workbench 15.0 的新功能主要体现在三个方面:扩展了工程应用、复杂系统的仿真、高性能计算(HPC)的驱动创新。

1. 扩展了工程应用

◆ 提高了 CAD 模型的处理和划分网格的功能。

复杂的 CAD 模型中一般包括多个零部件,在进行 CAE 分析过程中,需要处理各零部件间的接触、间隙等问题。这是一个非常烦琐并且费时的过程!在 ANSYS 15.0 中,利用装配体网格工具能自动从 CAD 装配体中抽取相应的计算域,如流体域等,而且它能根据用户需求自动创建 Cut-cell 的结构化直角网格(六面体网格单元)或非结构化的四面体网格。

其中 Cut-cell 网格技术具有划分更密、更理想的高质量网格功能,一般用于远离边界的地方。在靠近边界的区域,还可以采用 Cut-tet 划分高质量的网格。这两种网格技术均适用于梯度大的区域,如剪切层和边界层。

◆ 工作流程更加人性化。

ANSYS Workbench 15.0 进一步集成了仿真和优化的框架,在其平台上能够很方便地进行几何建模、网格控制、材料属性的设定和参数化操作等,从而实现。仿真自动化流程。同时,ANSYS 15.0 还允许通过远程求解管理器(RSM)对更新的设计点进行直接仿真。

◆ 提升了几何建模和协同仿真能力。

在 ANSYS DesignModeler 15.0 中,能对几何体直接进行模型操作,而且支持命名选择和草图模式。在 ANSYS 15.0 中,还提供了用于定制功能的工具。

◆ MAPDL 和 ANSYS Workbench 的紧集成。

ANSYS 15.0 引入了一些新特征,如允许用户在 Mechanical 下控制不同部件的有限元模型,在重新计算时可以进行修改施加约束和边界条件、显示约束方程和弱弹簧等工作。

◆ 复合材料分析。

在 ANSYS 15.0 中,ANSYS Composite PrePost 更紧密地集成于 ANSYS Workbench,这可以非常方便地应用于复合结构中的定义层,包括变化方向或者结构潜在失效的层-层分析。

◆ 外部数据映射。

不同物理场之间在共享数据时,一般要从外部文件读入数据。在 ANSYS 15.0 中,可把这些数据从一类网格映射到另一类网格上。这些在 ANSYS 13.0 中就已引入的功能在 ANSYS 15.0 中得到了更进一步的加强。

◆ 旋转机械。

在 ANSYS Workbench 15.0 中,目前可以直接得到转子系统临界转速的坎贝尔图了。

◆ 梁和壳。

ANSYS Mechanical 新增了用户在线体显示的管单元和梁单元之间转换的功能,同时还提供了定义特定管载荷和结果的功能。ANSYS 15.0 支持来自 MAPDL 求解器的最新管单元。

对于壳体,新版本还可以从程序中直接读入变厚度壳体。另外,在网格连接时,还允许用户在不改变几何尺寸的情况下直接把相邻面上的节点融合。

◆ 稳健的显式求解。

显式动力学中最适合的是六面体单元，然而对复杂几何体很难划分出六面体网格。此时往往采用 ANP 四面体单元，但在剪切变形的求解中经常导致单元锁定。ANSYS 15.0 中新引入了 NBS 四面体单元，从而消除了 ANP 四面体单元经常遇到的单元锁定问题。

◆ 三维集成电路封装电子冷却流程的易用性。

目前集成电路封装行业正在不断地发展更为复杂的封装技术，如系统芯片、叠层芯片和多芯片模块，以保持芯片性能的提高。在 ANSYS Icepak 15.0 中，工程师能模拟三维叠层芯片和不同封装方式的热响应值。

ANSYS Icepak 15.0 具有新的用户界面并扩展了右键单击功能，同时还加强了图形和许多附加提高效率的功能。在 ANSYS Design Modeler 中，工程师可以从机械 CAD 数据中快速简化和创建 Icepak 对象。

◆ 加强了 ANSYS EKM 产品的功能和效率。

ANSYS EKM 15.0 带来了新的重要功能。EKM 个人设置允许用户在自己的计算机上设置 EKM 服务器，用户可以访问单个服务器上的私人知识库及访问 EKM 的全部功能。

EKM 共享服务器设置允许在共享设备上设置 EKM 服务器，多个用户能以协作模式访问它。多个用户还能访问 LAN 或 WAN 上的共享知识库。

在 EKM 15.0 和 Workbench 的集成平台上，允许直接把当前的项目保存到选定的 EKM 知识库，也可以搜索一个项目，再在选定的知识库中打开它。

用户还可以直接在 EKM 中打开和保存 ANSYS Workbench 项目，这促进了当前项目的保存和升级，还可以对项目进行显示、确认、搜索和重新使用。

◆ ANSYS HFSS 与 ECAD 可直接连接，SIwave 的精确性和可用性亦得到了增强。

Ansoft Designer 具备了新的数据连接能力，用户可以在任何一款 Cadence 布线工具中创建 ANSYS HFSS 模型，所有建模步骤和过程均可在 Cadence 设计环境中完成。

可以利用 ODB 格式将版图直接导入 Ansoft Designer 中，用户可以在版图编辑器中非常方便和快速地对导入的版图进行编辑和自动定义激励端口，最后利用 HFSS 进行求解。

SIwave 在对孔及其相关结构精确仿真与建模方面亦进行了重要改进，包括对任意形状的反焊盘精确建模、更准确的耦合过孔模型及采用新的改进方法计算无参考平面的信号线。SIwave 可以在软件内部直接启动和运行 HSPice 或 ANSYS Nexxim 瞬态仿真工具，当仿真计算结束后，还能够在 SIwave 中直接对信号网络进行瞬态仿真并得到时域波形。

2. 复杂系统的仿真

◆ 自动模拟仿真。

在 ANSYS Workbench 15.0 中新增了内燃机 (IC Engine) 分析系统，该分析系统可以创建内

燃机 CFD 模型及进行网格划分,包括带有进/排气口和运动阀门的内燃机。这样用户能以极高的效率进行完整的内燃机系统仿真。

◆ 双向耦合。

ANSYS 15.0 中,在多物理场仿真中增加了 ANSYS Fluent 和 ANSYS Mechanical 之间的双向流-固耦合仿真功能。在 ANSYS 15.0 的系统耦合组件中,用户可以非常容易地设置多物理场仿真。

◆ 高级模型。

新版本中增加了许多高级材料模型,扩展了许多现有模块功能,如形状记忆合金支架模拟、扬声器的耦合声学仿真、考虑水分扩散影响的电子部件的热-结构和耦合场的仿真等。

◆ 扩展低频、结构和流体耦合。

在 Fluent 的单向电磁耦合中,可以将 CFD 结果如温度场传至电磁设计中,从而整个仿真系统就能在 ANSYS Workbench 中进行优化设计。

◆ 欧拉壁面液面模型和多分散流模拟。

欧拉壁面液面模型是在多相流模型中新添加了子模型,该模型能预测液滴在壁面堆积后形成的液膜,包括液体飞溅、颗粒成带状、液膜在壁面边缘分离。液滴的进入和分离是通过与 DPM 模型耦合来实现的。

3. HPC 驱动创新

◆ 流体求解器与 HPC。

在 ANSYS 的每个版本中都在不断地加强求解器和 HPC 性能。新版本中包括架构相关的分区、改进能监测仿真线性化、支持异构网络的远程求解管理等综合功能。同时还支持自动标识“差网格单元”,并用更稳健的数值方法来改进求解器求解“差网格单元”的精度。

◆ 旋转机械模拟。

ANSYS CFX 15.0 瞬态叶栅方法可用于计算单个流道的三类问题。首先,入口扰动值能设置成不同的相位角。其次,在叶片流道就能设置动网格,从而可以模拟叶片颤振。再次,能用两个不同叶距的单流道来模拟整个全级(转子和定子)。所有这些都大幅度地减少了计算代价。其应用涵盖了叶轮机械里的多级轴流、混流、离心压缩机、涡轮、风机、水泵。

◆ 结构计算与 HPC。

工程上经常要做大模型的计算仿真,这需要更大量的计算资源。随着计算机硬件的不断发展,如 GPU 性能飞速发展,在 ANSYS Mechanical 15.0 中,用户能利用最新一代的 GPU,同时还减少了后处理过程需要的 I/O。

◆ 有限大阵列天线分析。

在天线设计中,有限大阵列天线的仿真是一个非常重要的课题。由于其尺寸大、结构复杂、端口数多的原因,有限大阵列天线的三维仿真一直比较困难。因此普遍的做法就是采用单元法仿真。此法利用连接边界条件(周期性边界条件)来近似创建无线大阵列,再利用阵列因子计