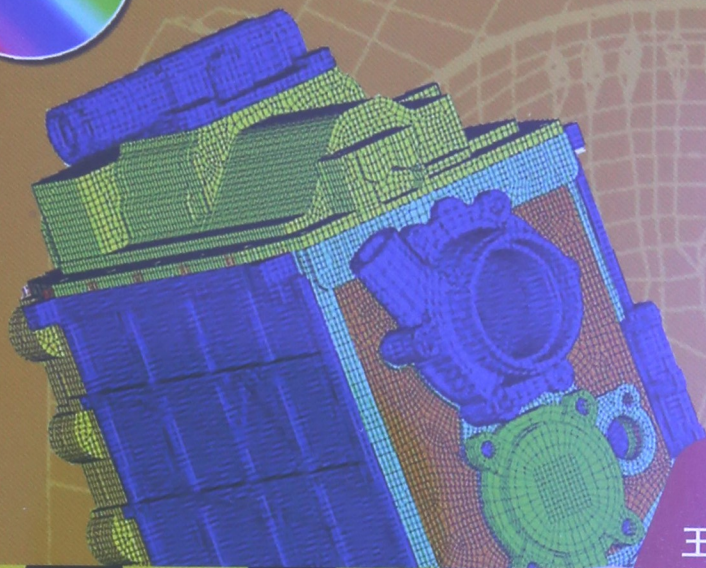




ANSYS工程应用系列丛书



三维书屋工作室

王泽鹏 胡仁喜 康士廷 等编著

# ANSYS

## Workbench 14.5

视频操作 ■ 源文件 ■ 最终效果

### 有限元分析从入门到精通



长达**260**分钟录音讲解


AVI文件

**50**个实例源文件结果文件

全面完整的知识体系  
深入浅出的理论阐述  
循序渐进的分析讲解  
实用典型的实例引导



本丛书包含各书目分别由ANSYS工程应用领域的专家和学者执笔编写，书中融入了他们多年研究的经验和体会，为了便于读者快速掌握ANSYS工程开发技巧，书中引用大量的工程案例。

 **机械工业出版社**  
CHINA MACHINE PRESS

0241.82-39  
97-2

014041997

# ANSYS Workbench 14.5 有限元分析 从入门到精通

三维书屋工作室

王泽鹏 胡仁喜 康士廷 等编著



机械工业出版社



北航 C1729571

0241.82-39

97-2

P

788130910

本书以 ANSYS 的最新版本 ANSYS 14.5 为依据,对 ANSYS Workbench 分析的基本思路、操作步骤、应用技巧进行了详细介绍,并结合典型工程应用实例详细讲述了 ANSYS Workbench 的具体工程应用方法。

本书前 9 章为操作基础,详细介绍了 ANSYS Workbench 分析全流程的基本步骤和方法:第 1 章为 ANSYS Workbench 14.5 的基础;第 2 章为 ANSYS Workbench 项目管理;第 3 章为 DesignModeler 图形用户界面;第 4 章为草图模式;第 5 章为三维特征;第 6 章为高级三维建模;第 7 章为概念建模;第 8 章为一般网格控制;第 9 章为 Mechanical 简介。后 9 章为专题实例,按不同的分析专题讲解了各种分析专题的参数设置方法与技巧:第 10 章为静力结构分析;第 11 章为模态分析;第 12 章为响应谱分析;第 13 章为谐响应分析;第 14 章为随机振动分析;第 15 章为线性屈曲分析;第 16 章为结构非线性分析;第 17 章为热分析;第 18 章为优化设计。

本书适用于 ANSYS 软件的初中级用户,以及有初步使用经验的技术人员;本书可作为理工科院校相关专业的高年级本科生、研究生及教师学习 ANSYS 软件的培训教材,也可作为从事结构分析相关行业的工程技术人员使用 ANSYS 软件的参考书。

### 图书在版编目 (CIP) 数据

ANSYS Workbench 14.5 有限元分析从入门到精通/王泽鹏等编著. —2 版.  
—北京:机械工业出版社,2014.2

ISBN 978-7-111-45722-0

I. ①A… II. ①王… III. ①有限元分析—应用软件 IV. ①0241.82-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 023916 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:曲彩云 责任印制:刘 岚

北京中兴印刷有限公司印刷

2014 年 3 月第 2 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 24.5 印张 · 608 千字

0 001—3 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-45722-0

ISBN 978-7-89405-250-6 (光盘)

定价:68.00 元 (含 1DVD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

策划编辑:(010)88379782

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

# 前 言

有限元法作为数值计算方法中在工程分析领域应用较为广泛的一种计算方法，自 20 世纪中叶以来，以其独有的计算优势得到了广泛的发展和应用，已出现了不同的有限元算法，并由此产生了一批非常成熟的通用和专业有限元商业软件。随着计算机技术的飞速发展，各种工程软件也得以广泛应用。

ANSYS 软件是美国 ANSYS 公司研制的大型通用有限元分析(FEA)软件，能够进行包括结构、热、声、流体以及电磁场等学科的研究，在核工业、铁道、石油化工、航空航天、机械制造、能源、汽车交通、国防军工、电子、土木工程、造船、生物医药、轻工、地矿、水利、日用家电等领域有着广泛的应用。ANSYS 的功能强大，操作简单方便，现在它已成为国际最流行的有限元分析软件，在历年 FEA 评比中都名列第一。

Workbench 是 ANSYS 公司开发的新一代协同仿真环境，与传统 ANSYS 相比较，Workbench 有利于协同仿真、项目管理，可以进行双向的参数传输，具有复杂装配件接触关系的自动识别、接触建模功能，可对复杂的几何模型进行高质量的网格处理，自带可定制的工程材料数据库，方便操作者进行编辑、应用，支持所有 ANSYS 的有限元分析功能。

本书以 ANSYS 的最新版本 ANSYS 14.5 为依据，对 ANSYS Workbench 分析的基本思路、操作步骤、应用技巧进行了详细介绍，并结合典型工程应用实例详细讲述了 ANSYS Workbench 的具体工程应用方法。

本书前 9 章为操作基础，详细介绍了 ANSYS Workbench 分析全流程的基本步骤和方法：第 1 章为 ANSYS Workbench 14.5 基础；第 2 章为 ANSYS Workbench 项目管理；第 3 章为 DesignModeler 图形用户界面；第 4 章为草图模式；第 5 章为三维特征；第 6 章为高级三维建模；第 7 章为概念建模；第 8 章为一般网格控制；第 9 章为 Mechanical 简介。后 9 章为专题实例，按不同的分析专题讲解了参数设置方法与技巧：第 10 章为静力结构分析；第 11 章为模态分析；第 12 章为响应谱分析；第 13 章为谐响应分析；第 14 章为随机振动分析；第 15 章为线性屈曲分析；第 16 章为结构非线性分析；第 17 章为热分析；第 18 章为优化设计。

本书附有一张多媒体光盘，光盘中除了有每一个实例操作步骤的视频以外，还给出了每个实例的源文件，用户可以直接调用。

本书由三维书屋工作室总策划，青岛科技大学的王泽鹏老师、军械工程学院的胡仁喜老师和康士廷老师主要编写，其中王泽鹏执笔编写了第 1~9 章，胡仁喜执笔编写了第 10~14 章，康士廷执笔编写了第 15~18 章。李鹏、周冰、董伟、李瑞、王敏、张俊生、刘昌丽、王玮、孟培、王艳池、阳平华、袁涛、闫聪聪、王培合、路纯红、王义发、王玉秋、杨雪静、张日晶、卢园、万金环、王渊峰、王兵学等也参加了部分编写工作。

本书适用于 ANSYS 软件的初中级用户，以及有初步使用经验的技术人员；本书可作为理工科院校相关专业的高年级本科生、研究生及教师学习 ANSYS 软件的培训教材，也可作为从事结构分析相关行业的工程技术人员使用 ANSYS 软件的参考书。由于时间仓促，加之作者的水平有限，不足之处在所难免，恳请专家和广大读者不吝赐教，登录 [www.sjzsanweishuwu.com](http://www.sjzsanweishuwu.com) 或联系 [win760520@126.com](mailto:win760520@126.com) 批评指正。

作者

# 目 录

前言	1
第 1 章 ANSYS Workbench 14.5 基础	1
1.1 CAE 软件简介	2
1.2 有限元法简介	3
1.2.1 有限元法的基本思想	4
1.2.2 有限元法的特点	4
1.3 ANSYS 简介	5
1.3.1 ANSYS 的发展	5
1.3.2 ANSYS 的功能	6
1.4 ANSYS Workbench 概述	7
1.4.1 ANSYS Workbench 的特点	7
1.4.2 ANSYS Workbench 应用分类	8
1.5 ANSYS Workbench 分析的基本过程	9
1.5.1 前处理	9
1.5.2 加载并求解	10
1.5.3 后处理	10
1.6 ANSYS Workbench 14.5 的设计流程	11
1.7 ANSYS Workbench 系统要求和启动	11
1.7.1 系统要求	11
1.7.2 启动	12
1.8 ANSYS 14.5 的界面	13
第 2 章 ANSYS Workbench 项目管理	14
2.1 工具箱	15
2.2 项目概图	16
2.2.1 系统和模块	17
2.2.2 模块的类型	17
2.2.3 了解模块状态	18
2.2.4 项目概图中的链接	18
2.3 Workbench 选项窗口	19
2.4 Workbench 文档管理	20
2.4.1 目录结构	20
2.4.2 显示文件明细	20
2.4.3 打包文件	21
2.5 创建项目概图实例	22
第 3 章 DesignModeler 图形用户界面	25
3.1 启动 DesignModeler	26

3.2 图形界面 .....	28
3.2.1 操作界面介绍 .....	28
3.2.2 Workbench 窗口定制 .....	29
3.2.3 DesignModeler 主菜单 .....	30
3.2.4 DesignModeler 工具栏 .....	32
3.2.5 属性栏窗格 .....	32
3.2.6 DesignModeler 和 CAD 类文件交互 .....	32
3.3 选择操作 .....	34
3.3.1 基本鼠标功能 .....	34
3.3.2 选择过滤器 .....	34
3.4 视图操作 .....	37
3.4.1 图形控制 .....	37
3.4.2 光标模式 .....	38
3.5 右键弹出菜单 .....	38
3.5.1 插入特征 .....	39
3.5.2 显示/隐藏目标 .....	40
3.5.3 特征/部件抑制 .....	40
3.5.4 Go To 特征 .....	40
3.6 帮助文档 .....	42
第 4 章 草图模式 .....	43
4.1 DesignModeler 中几何体的分类 .....	44
4.2 绘制草图 .....	44
4.2.1 长度单位制 .....	44
4.2.2 创建新平面 .....	45
4.2.3 创建新草图 .....	46
4.2.4 草图的隐藏与显示 .....	47
4.3 工具箱 .....	47
4.3.1 草绘工具箱 .....	48
4.3.2 修改工具箱 .....	48
4.3.3 标注工具箱 .....	50
4.3.4 约束工具箱 .....	52
4.3.5 设置工具箱 .....	53
4.4 草绘附件 .....	53
4.4.1 标尺工具 .....	53
4.4.2 正视于工具 .....	54
4.4.3 撤消工具 .....	54
4.5 草图绘制实例——垫片草图 .....	54
第 5 章 三维特征 .....	59
5.1 建模特性 .....	60

5.1.1	拉伸	60
5.1.2	旋转	63
5.1.3	扫掠	64
5.1.4	放样	65
5.1.5	抽壳	66
5.2	修改特征	66
5.2.1	等半径倒圆	66
5.2.2	变半径倒圆	67
5.2.3	顶点倒圆	68
5.2.4	倒角	68
5.3	体操作	68
5.3.1	镜像	69
5.3.2	移动	69
5.3.3	缝合	70
5.3.4	简化	70
5.3.5	旋转	71
5.3.6	切除材料	71
5.3.7	印记面	71
5.3.8	切片	72
5.4	高级体操作	72
5.4.1	阵列特征	72
5.4.2	布尔操作	73
5.4.3	直接创建几何体	74
5.5	三维特征实例 1——联轴器	75
5.5.1	新建模型	75
5.5.2	拉伸模型	75
5.5.3	拉伸底面	76
5.5.4	拉伸大圆孔	78
5.5.5	拉伸生成键槽	79
5.5.6	拉伸小圆孔	80
5.6	三维特征实例 2——机盖	81
5.6.1	新建模型	81
5.6.2	旋转模型	81
5.6.3	阵列筋	83
5.6.4	创建底面	85
第 6 章	高级三维建模	88
6.1	建模工具	89
6.1.1	激活和冻结体	89
6.1.2	体抑制	89

6.1.3	多体零件 .....	90
6.2	高级工具 .....	90
6.2.1	命名选择 .....	90
6.2.2	中面 .....	91
6.2.3	包围 .....	93
6.2.4	对称特征 .....	94
6.2.5	填充 .....	94
6.2.6	切片 .....	94
6.2.7	面删除 .....	96
6.3	高级三维建模实例——铸管 .....	96
6.3.1	导入模型 .....	96
6.3.2	填充特征 .....	97
6.3.3	简化模型 .....	98
第7章	概念建模 .....	99
7.1	概念建模工具 .....	100
7.1.1	从点生成线 .....	100
7.1.2	从草图生成线 .....	100
7.1.3	从边生成线 .....	101
7.1.4	修改线体：分割边 .....	101
7.2	横截面 .....	102
7.2.1	横截面树形目录 .....	102
7.2.2	横截面编辑 .....	102
7.3	面操作 .....	105
7.3.1	从线建立面 .....	105
7.3.2	从草图创建面 .....	106
7.3.3	面修补 .....	106
7.3.4	边接合 .....	107
7.4	概念建模实例——框架结构 .....	107
7.4.1	新建模型 .....	107
7.4.2	创建草图 .....	108
7.4.3	创建线体 .....	109
7.4.4	创建横截面 .....	110
7.4.5	创建梁之间的面 .....	111
7.4.6	生成多体零件 .....	112
第8章	一般网格控制 .....	113
8.1	网格划分概述 .....	114
8.1.1	ANSYS 网格划分应用程序概述 .....	114
8.1.2	网格划分步骤 .....	114
8.1.3	分析类型 .....	114



00	8.2 全局网格控制 .....	116
00	8.2.1 相关性和关联中心 .....	116
00	8.2.2 全局单元尺寸 .....	117
10	8.2.3 初始尺寸种子 .....	117
00	8.2.4 平滑和过渡 .....	118
10	8.2.5 跨度中心角 .....	119
10	8.2.6 高级尺寸功能 .....	120
10	8.3 局部网格控制 .....	121
00	8.3.1 局部尺寸 .....	122
00	8.3.2 接触尺寸 .....	125
00	8.3.3 细化 .....	125
70	8.3.4 映射面划分 .....	126
80	8.3.5 匹配控制 .....	127
00	8.3.6 收缩控制 .....	128
001	8.3.7 膨胀 .....	129
001	8.4 网格工具 .....	129
001	8.4.1 生成网格 .....	129
101	8.4.2 截面位面 .....	130
101	8.4.3 命名选项 .....	131
001	8.5 网格划分方法 .....	132
001	8.5.1 自动划分方法 .....	132
101	8.5.2 四面体 .....	132
101	8.5.3 扫掠 .....	135
101	8.5.4 多区域 .....	135
001	8.6 网格划分实例 1——两管容器网格划分 .....	136
001	8.6.1 定义几何 .....	137
701	8.6.2 初始网格 .....	138
701	8.6.3 命名选项 .....	139
701	8.6.4 膨胀 .....	139
801	8.6.5 截面位面 .....	140
001	8.7 网格划分实例 2——四通管网格划分 .....	140
011	8.7.1 定义几何 .....	141
111	8.7.2 Mechanical 默认与 CFD 网格 .....	142
011	8.7.3 截面位面 .....	143
011	8.7.4 使用面尺寸 .....	145
011	8.7.5 局部网格划分 .....	147
	第 9 章 Mechanical 简介 .....	149
011	9.1 启动 Mechanical .....	150
011	9.2 Mechanical 界面 .....	150

9.2.1 Mechanical 菜单栏.....	151
9.2.2 工具栏.....	151
9.2.3 树形目录.....	153
9.2.4 属性窗格.....	153
9.2.5 绘图区域.....	154
9.2.6 应用向导.....	154
9.3 基本分析步骤.....	155
9.4 一个简单的分析实例——铝合金弯管头.....	156
9.4.1 问题描述.....	156
9.4.2 项目概图.....	157
9.4.3 前处理.....	158
9.4.4 求解.....	161
9.4.5 结果.....	161
9.4.6 报告.....	163
第 10 章 静力结构分析.....	165
10.1 几何模型.....	166
10.1.1 质量点.....	166
10.1.2 材料特性.....	167
10.2 分析设置.....	167
10.3 载荷和约束.....	168
10.3.1 加速度和重力加速度.....	169
10.3.2 集中力和压力.....	169
10.3.3 约束.....	170
10.4 求解模型.....	171
10.5 后处理.....	171
10.6 静力结构分析 1——连杆基体强度校核.....	174
10.6.1 问题描述.....	174
10.6.2 前处理.....	176
10.6.3 求解.....	180
10.6.4 结果.....	180
10.7 静力结构分析 2——联轴器变形和应力校核.....	181
10.7.1 问题描述.....	181
10.7.2 项目概图.....	181
10.7.3 前处理.....	183
10.7.4 求解.....	185
10.7.5 结果.....	185
10.7.6 报告.....	186
10.8 静力结构学分析 3——基座基体强度校核.....	187
10.8.1 问题描述.....	187

10.8.2	建立分析项目 .....	187
10.8.3	前处理 .....	189
10.8.4	求解 .....	193
10.8.5	结果 .....	193
第 11 章	模态分析 .....	195
11.1	模态分析方法 .....	196
11.2	模态系统分析步骤 .....	196
11.2.1	几何体和质点 .....	196
11.2.2	接触区域 .....	196
11.2.3	分析类型 .....	197
11.2.4	载荷和约束 .....	198
11.2.5	求解 .....	198
11.2.6	检查结果 .....	198
11.3	模态分析实例 1——机盖壳体强度校核 .....	199
11.3.1	问题描述 .....	199
11.3.2	项目概图 .....	199
11.3.3	前处理 .....	200
11.3.4	求解 .....	203
11.3.5	结果 .....	203
11.4	模态分析实例 2——长铆钉预应力 .....	205
11.4.1	问题描述 .....	205
11.4.2	项目概图 .....	205
11.4.3	前处理 .....	207
11.4.4	求解 .....	209
11.4.5	结果 .....	209
11.5	模态分析实例 3——机翼 .....	212
11.5.1	问题描述 .....	212
11.5.2	项目概图 .....	212
11.5.3	前处理 .....	213
11.5.4	求解 .....	217
11.5.5	模态分析 .....	218
第 12 章	响应谱分析 .....	221
12.1	响应谱分析简介 .....	222
12.1.1	响应谱分析过程 .....	222
12.1.2	在 Workbench 14.5 中进行响应谱分析 .....	223
12.2	响应谱分析实例——三层框架结构地震响应分析 .....	224
12.2.1	问题描述 .....	224
12.2.2	项目概图 .....	225
12.2.3	前处理 .....	227

12.2.4	模态分析求解 .....	228
12.2.5	响应谱分析设置并求解 .....	230
12.2.6	查看分析结果 .....	231
第 13 章	谐响应分析 .....	234
13.1	谐响应分析简介 .....	235
13.2	谐响应分析步骤 .....	235
13.2.1	建立谐响应分析项 .....	235
13.2.2	加载谐响应载荷 .....	236
13.2.3	求解方法 .....	237
13.2.4	后处理中查看结果 .....	237
13.3	谐响应分析实例——固定梁 .....	237
13.3.1	问题描述 .....	237
13.3.2	项目概图 .....	238
13.3.3	前处理 .....	240
13.3.4	模态分析求解 .....	241
13.3.5	谐响应分析预处理 .....	244
13.3.6	谐响应分析设置并求解 .....	245
13.3.7	谐响应分析后处理 .....	246
第 14 章	随机振动分析 .....	249
14.1	随机振动分析简介 .....	250
14.1.1	随机振动分析过程 .....	250
14.1.2	在 Workbench 14.5 中进行随机振动分析 .....	250
14.2	随机振动分析实例——桥梁模型随机振动分析 .....	250
14.2.1	问题描述 .....	252
14.2.2	项目概图 .....	252
14.2.3	前处理 .....	254
14.2.4	模态分析求解 .....	257
14.2.5	随机振动分析设置并求解 .....	259
14.2.6	查看分析结果 .....	261
第 15 章	线性 屈曲分析 .....	263
15.1	屈曲概述 .....	264
15.2	屈曲分析步骤 .....	264
15.2.1	几何体和材料属性 .....	265
15.2.2	接触区域 .....	265
15.2.3	载荷与约束 .....	265
15.2.4	设置屈曲 .....	265
15.2.5	求解模型 .....	266
15.2.6	检查结果 .....	267
15.3	线性屈曲分析实例 1——空心管 .....	267

15.3.1	问题描述 .....	267
15.3.2	项目概图 .....	268
15.3.3	创建草图 .....	269
15.3.4	Mechanical 前处理 .....	271
15.3.5	求解 .....	272
15.3.6	结果 .....	273
15.4	线性屈曲分析实例 2——升降架 .....	274
15.4.1	问题描述 .....	274
15.4.2	项目概图 .....	275
15.4.3	Mechanical 前处理 .....	276
15.4.4	求解 .....	278
15.4.5	结果 .....	278
第 16 章	结构非线性分析 .....	279
16.1	非线性分析概论 .....	280
16.1.1	非线性行为的原因 .....	280
16.1.2	非线性分析的基本信息 .....	281
16.2	结构非线性的一般过程 .....	283
16.2.1	建立模型 .....	283
16.2.2	分析设置 .....	284
16.2.3	查看结果 .....	286
16.3	接触非线性结构 .....	287
16.3.1	接触基本概念 .....	287
16.3.2	接触类型 .....	287
16.3.3	刚度及渗透 .....	287
16.3.4	Pinball 区域 .....	288
16.3.5	对称/非对称行为 .....	290
16.3.6	接触结果 .....	291
16.4	结构非线性实例 1——刚性接触 .....	292
16.4.1	问题描述 .....	292
16.4.2	项目概图 .....	292
16.4.3	绘制草图 .....	293
16.4.4	创建面体 .....	293
16.4.5	更改模型类型 .....	294
16.4.6	修改几何体属性 .....	295
16.4.7	添加接触 .....	296
16.4.8	划分网格 .....	296
16.4.9	分析设置 .....	299
16.4.10	求解 .....	302
16.4.11	查看求解结果 .....	303

16.4.12	接触结果后处理 .....	305
16.5	结构非线性实例 2——O 形圈 .....	307
16.5.1	问题描述 .....	307
16.5.2	项目概图 .....	308
16.5.3	绘制草图 .....	308
16.5.4	创建面体 .....	310
16.5.5	添加材料 .....	311
16.5.6	修改几何体属性 .....	313
16.5.7	添加接触 .....	314
16.5.8	划分网格 .....	317
16.5.9	分析设置 .....	318
16.5.10	求解 .....	320
16.5.11	查看求解结果 .....	321
第 17 章	热分析 .....	324
17.1	热分析模型 .....	325
17.1.1	几何模型 .....	325
17.1.2	材料属性 .....	325
17.2	装配体 .....	325
17.2.1	实体接触 .....	325
17.2.2	导热率 .....	326
17.2.3	点焊 .....	327
17.3	热环境工具栏 .....	327
17.3.1	热载荷 .....	327
17.3.2	热边界条件 .....	328
17.4	求解选项 .....	329
17.5	结果和后处理 .....	330
17.5.1	温度 .....	330
17.5.2	热通量 .....	331
17.5.3	响应热流速 .....	331
17.6	热分析实例 1——变速器上箱盖 .....	331
17.6.1	问题描述 .....	332
17.6.2	项目概图 .....	332
17.6.3	前处理 .....	333
17.6.4	求解 .....	337
17.6.5	结果 .....	338
17.7	热分析实例 2——齿轮泵基座 .....	340
17.7.1	问题描述 .....	340
17.7.2	项目概图 .....	341
17.7.3	前处理 .....	342

17.7.4	求解	346
17.7.5	结果	347
第 18 章	优化设计	349
18.1	优化设计概论	350
18.1.1	ANSYS 优化方法	350
18.1.2	定义参数	350
18.1.3	Design Explorer 优化类型	351
18.2	优化设计界面	351
18.2.1	Design Explorer 用户界面	351
18.2.2	Design Explorer 数据参数界面	351
18.2.3	读入 APDL 文件	351
18.3	优化设计实例 1——板材拓扑优化设计	352
18.3.1	问题描述	353
18.3.2	项目概图	354
18.3.3	创建模型	355
18.3.4	前处理	356
18.3.5	求解	360
18.3.6	结果	360
18.4	优化设计实例 2——连杆六西格玛优化设计	362
18.4.1	问题描述	362
18.4.2	项目概图	362
18.4.3	Mechanical 前处理	363
18.4.4	设置求解	366
18.4.5	六西格玛设计	368
附录 A	ANSYS Workbench 菜单栏命令	375
附录 B	有限元知识结构	378
附录 C	ANSYS Workbench 帮助文件说明	378

## 第 1 章

### ANSYS Workbench 14.5 基础

本章首先介绍 CAE 技术及其有关基本知识，并由此引出了 ANSYS Workbench。讲述了功能特点以及 ANSYS Workbench 程序结构和分析基本流程。

本章提纲挈领地介绍了 ANSYS Workbench 的基本知识，主要目的是给读者提供一个 ANSYS Workbench 感性认识。

#### 学 习 要 点

- CAE 软件简介
- 有限元法简介
- ANSYS 简介
- ANSYS Workbench 概述
- ANSYS Workbench 分析的基本过程
- ANSYS Workbench 14.5 的设计流程
- ANSYS Workbench 系统要求和启动



## 1.1 CAE 软件简介

由图 1-1 可以发现, 各项产品测试皆在设计流程后期方能进行。因此, 一旦发生问题, 除了必须付出设计成本, 相关前置作业也需改动, 而且发现问题越晚, 重新设计所付出的成本将会越高, 若影响交货期或产品形象, 损失更是难以估计, 为了避免此情形的发生, 预期评估产品的特质便成为设计人员的重要课题。

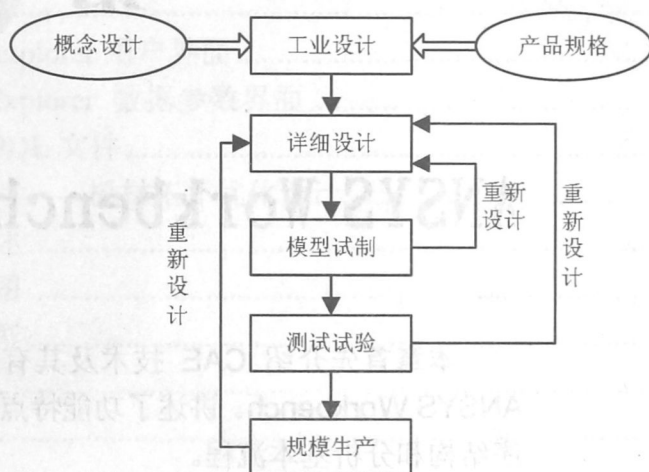


图 1-1 传统产品设计流程图

计算力学、计算数学、工程管理学特别是信息技术的飞速发展极大地推动了相关产业和学科研究地进步。有限元、有限体积及差分等方法与计算机技术相结合, 诞生了新兴的跨专业和跨行业的学科。CAE 作为一种新兴的数值模拟分析技术, 越来越受到工程技术人员的重视。

在产品开发过程中引入 CAE 技术后, 在产品尚未批量生产之前, 不仅能协助工程人员作产品设计, 更可以在争取订单时, 作为一种强有力的工具协助营销人员及管理人员与客户沟通; 在批量生产阶段, 可以协助工程技术人员在重新更改时, 找出问题发生的起点。

在批量生产以后, 相关分析结果还可以成为下次设计的重要依据。图 1-2 所示为引入 CAE 后产品设计流程图。

以电子产品为例, 80% 的电子产品都来自于高速撞击, 研究人员往往耗费大量的时间和成本, 针对产品做相关的质量试验, 最常见的如落下与冲击试验, 这些不仅耗费了大量的研发时间和成本, 而且试验本身也存在很多缺陷, 表现在:

- ◆ 试验发生的历程很短, 很难观察试验过程的现象。
- ◆ 测试条件难以控制, 试验的重复性很差。
- ◆ 试验时很难测量产品内部特性和观察内部现象。
- ◆ 一般只能得到试验结果, 而无法观察试验原因。

引入 CAE 后可以在产品开模之前, 透过相应软件对电子产品模拟自由落下试验(Free Drop Test)、模拟冲击试验(Shock Test)以及应力应变分析、振动仿真、温度分布分析等求得设计的最佳解, 进而为一次试验甚至无试验可使产品通过测试规范提供了可能。