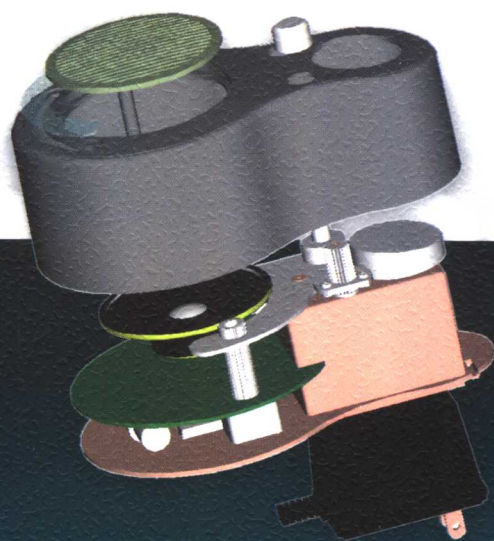




Pro/ ENGINEER Wildfire 3.0

万启超 魏田和 著
飞思数码产品研发中心 监制

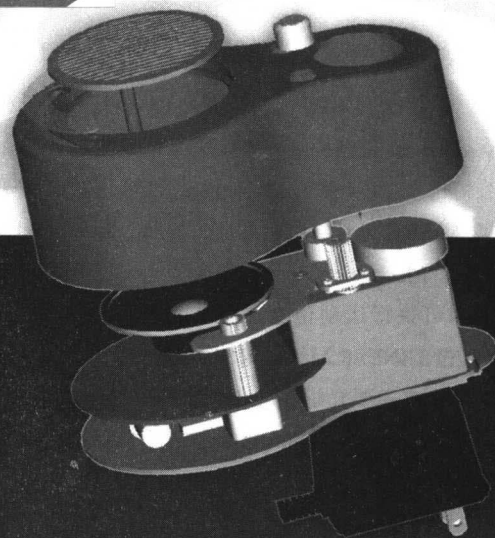
结构、热、运动分析 基础与典型范例



TH122/809D

2008

CAD/CAM/CAE 教学基地



Pro/ ENGINEER Wildfire 3.0

万启超 魏田和 著
飞思数码产品研发中心 监制

结构、热、运动分析 基础与典型范例

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内容简介

近年来以有限元法为基础的一些工程仿真软件,正以其强大的功能将服务领域扩展到科学计算的各个领域。**Mechanica** 是一种以有限元法为基础的面向产品设计工程师的仿真软件,能够提供易于使用、功能广泛的结构和热传等分析仿真功能。使用 **Mechanica**,能够方便地计算模型物理性态,进而了解并改进设计的机械性能。还可以利用 **Mechanica** 直接、方便地计算结构的应力分布、变形、振动特性、热传等其他需要求解的因素,并且可以模拟模型在真实环境下的行为。**Mechanism** 是一种集成于 Pro/ENGINEER 环境下的运动仿真软件,使用 **Mechanism**,无须退出 Pro/ENGINEER 环境即可执行运动仿真,完成各种运动机构的模拟、测试工作,并能够配合使用 Pro/ENGINEER 行为建模工具和 Pro/ENGINEER **Mechanica** 完成更复杂的运动特性设计。

本书主要介绍 Pro/ENGINEER **Mechanica** 及 **Mechanism** 的仿真分析功能,并详细地描述了使用 Pro/ENGINEER **Mechanica** 和 **Mechanism** 执行分析的过程和技巧。全书分为两篇,分别介绍结构、热分析和运动仿真功能。本书的主要特点是使用简单的语言描述分析要点与注意事项,尽量避免复杂理论的堆叠,注重与实际设计案例的结合。

附书光盘内容为书中实例源文件。

本书适合从事产品开发、设计等工程技术人员及高等院校有关专业师生使用,亦可作为有限元分析的入门教材使用。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书的部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 结构、热、运动分析基础与典型范例 / 万启超,魏田和著. —北京:电子工业出版社,2008.3
(CAD/CAM/CAE 教学基地)

ISBN 978-7-121-05881-3

I. P… II. ①万…②魏… III. 机械设计:计算机辅助设计—应用软件, Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 011145 号

责任编辑:王树伟 田 蕾

印 刷:北京天宇星印刷厂

装 订:涿州市桃园装订有限公司

出版发行:电子工业出版社

北京海淀区万寿路 173 信箱 邮编:100036

开 本:850×1168 1/16 印张:24 字数:691.2 千字

印 次:2008 年 3 月第 1 次印刷

印 数:5 000 册 定价:49.00 元(含光盘 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。

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

服务热线:(010) 88258888。

CAE (Computer Aided Engineering) 是用计算机来辅助求解复杂工程和产品结构强度、刚度、屈曲稳定性、动力响应、热传导、三维多体接触、弹塑性等性态的一种工程技术。

近年来以有限元法为基础的一些工程仿真软件,正以其强大的功能将服务领域扩展到科学计算的各个领域。CAE 从 20 世纪 60 年代初开始在工程上应用到今天,经历了 40 多年的发展历程,其理论和算法都经历了从蓬勃发展到日趋成熟的过程,现已成为工程和产品结构分析中(如航空、航天、机械、土木结构等领域)必不可少的数值计算工具,同时也是分析连续力学各类问题的一种重要手段。随着计算机技术的普及和不断提高,CAE 系统的功能和计算精度都有很大提高,各种基于产品数字建模的 CAE 系统应运而生,并已成为结构分析和结构优化、电磁场分析、计算流体力学分析、热分析及多场耦合分析计算的重要工具。

以有限元分析软件为代表的 CAE 技术的应用,使分析设计方法得到了实质上的应用。这种设计方法有别于传统的试验设计,借助于 CAE 技术建立一个虚拟的开发环境,不仅能够减少物理样机的试制次数,缩短产品上市周期,也能够降低开发成本。然而,这种较为理想的设计方式并不是一帆风顺的,有的企业花费高昂代价引入 CAE 解决方案却没有带来任何好处,而是由于成本因素成为企业的负担。CAE 市场处于起步阶段,CAE 整合至工程分析的经验不够丰富,团队之间沟通不畅甚至导致计算结果对产品开发起不到任何作用,这是对资源的浪费。

然而,就目前来说,有限元分析软件尚未得到普遍应用,其原因主要有两点:一是有限元模型建立的难点,一个好的有限元网格对结果极为重要,据统计,工程师用于网格建立的时间占整个分析时间的 70% 以上;二是体现在整合有限元分析结果上,这是产品开发流程上的问题,也是最主要的原因,产品设计师与分析工程师缺乏一个好的沟通模式,从而使分析结果对产品开发的辅助作用有限。针对这一现状,PTC 公司推出了有限元分析软件 Mechanica,特别是在 Mechanica 的整合模式下能够实现与 Pro/ENGINEER 模型数据的无缝集成,提供了 CAE 环节与产品设计其他环节的良好沟通;基于 CAD 模型几何的自动网格划分将工程师从网格处理中解脱出来,能够专注于问题本身的分析。

本书结合一些产品设计的实例,由浅入深地介绍 Pro/ENGINEER 部分仿真模块 (Mechanica 和 Mechanism) 的结构、热及运动仿真分析的功能。全书共分 2 篇 16 章,第 1 篇包括前 14 章,较为全面地阐述 Mechanica 的结构与热分析功能及使用技巧,并结合设计实例详细描述使用 Mechanica 分析设计的过程及在设计过程中需要注意的问题;第 2 篇包括第 15 章和第 16 章,分别介绍 Mechanism 的运动分析和动力学分析的运动仿真功能。本书中的所有实例均可在随书光盘中找到,亦可与作者联系。

本书主要目的是将 Mechanica 介绍给广大的产品设计师,特别是有一定的 Pro/ENGINEER 使用基础的工程师,并结合作者长期推广 Mechanica 应用的经验为需求者提供一些指引。希望通过此书,能够为读者顺利地借助原创设计和仿真软件(不仅是 Mechanica),构建一个有效的虚拟设计环境,为降低开发成本及缩短产品上市周期找到正确的路径有所帮助。由于时间紧迫和学识有限,书中难免会出现不妥之处,望读者批评指正。

在本书的编写过程中得到了作为著者之一的魏田和先生的极大帮助、支持和鼓励,在此特予以感谢。感谢在深圳工作的同事、同学的支持与鼓励,还要感谢电子工业出版社及其工作人员,是他们的大力支持、热忱和高效的工作才使本书得以面世。

万启超
2008 年 2 月

我们经常感谢生活的慷慨，让我们这些原本并不同源的人得以同本，为了同一个梦想走到一起。

因为身处科技教育前沿，我们深感任重道远；因为伴随知识更新节奏的加快，我们一刻也不敢停歇。

虽然我们年轻，但我们拥有：

“严谨、高效、协作”的团队精神

全方位、立体化的服务意识

实力雄厚的作者群和开发队伍

当然，最重要的是我们还拥有：

恒久不变的理想

永不枯竭的激情和灵感

正因如此，我们敢于宣称：

飞思科技=丰富的内容+完美的形式

这也是我们共同精心培育的品牌  的承诺。

“问渠哪得清如许，为有源头活水来”。路再远，终需用脚去量；风景再美，终需自然抚育。

年轻的飞思人愿做清风细雨、阳光晨露，滋润您发芽、成长；更甘当坚实的铺路石，为您铺就成功之路。

联系方式

咨询电话：（010）68134545 88254160

电子邮件：support@fecit.com.cn

服务网址：<http://www.fecit.com.cn> <http://www.fecit.net>

通用网址：计算机图书、飞思、飞思教育、飞思科技、FECIT

目 录

第 1 篇 结构与热分析

第 1 章	Mechanica 简介	3
1.1	概述	4
1.2	Mechanica 的功能特性	4
1.3	Mechanica 的优点	5
1.4	Mechanica Wildfire 3.0 的新增功能	6
第 2 章	有限元分析基础	7
2.1	概述	8
2.2	连续问题的离散化	8
2.2.1	实际问题的连续性	8
2.2.2	标准的离散系统	9
2.2.3	连续问题的离散化	9
2.3	单元	10
2.3.1	概述	10
2.3.2	单元的选择指南	10
2.3.3	一些主要单元的介绍	11
2.4	边界条件	13
2.5	结构分析的基础概念	14
2.5.1	概述	14
2.5.2	结构强度与刚度分析	15
2.5.3	结构稳定性分析	17
2.6	结构分析、热分析的理论基础	17
2.6.1	通用动力学方程	17
2.6.2	通用热学方程	19
2.7	有限元分析的一般流程	20
第 3 章	Mechanica 界面操作互动	21
3.1	基本操作界面	22
3.2	工具列	22
3.3	后处理操作界面	23
3.4	环境与偏好设定	23
3.4.1	环境设定	23
3.4.2	config.pro 设置	25
3.5	视图窗口的图标	26
第 4 章	Mechanica 分析计算特点	27
4.1	工作模式	28
4.1.1	集成模式 (Integrated Mode)	28
4.1.2	独立模式 (Independent Mode)	29
4.1.3	工作模式的切换	29
4.2	工作流程	30
4.3	有限元分析 (FEA) 与几何单元分析 (GEA)	30

4.3.1	FEA 与 GEA 的单元比较	31
4.3.2	FEA 与 GEA 的收敛方式	31
4.4	材料性能	32
4.4.1	概述	32
4.4.2	材料定义	34
4.4.3	Mechanica 材料的本构关系	35
4.5	网格划分	36
4.5.1	几何公差	36
4.5.2	AutoGEM 设置	37
4.5.3	AutoGEM 控制	37
4.5.4	使用 AutoGEM 建立网格	38
第 5 章	约束及载荷定义	39
5.1	概述	40
5.2	约束	40
5.2.1	位移约束	41
5.2.2	对称约束	45
5.2.3	规定温度条件	48
5.2.4	对流条件	50
5.2.5	热分析的循环对称边界条件	51
5.2.6	约束组	52
5.3	载荷	53
5.3.1	集中力载荷	53
5.3.2	压力载荷	55
5.3.3	轴承载荷	56
5.3.4	体载荷	57
5.3.5	力矩载荷	59
5.3.6	函数功能	60
5.3.7	温度载荷	64
5.3.8	热载荷	64
5.3.9	载荷组	65
5.3.10	机构载荷	65
第 6 章	应用理想化模型	67
6.1	梁与杆的理想化	68
6.1.1	梁单元的几何参考	68
6.1.2	梁单元坐标系	68
6.1.3	梁截面	69
6.1.4	梁单元定向	70
6.1.5	梁端点自由度释放	71
6.2	应用梁单元	72
6.2.1	悬臂梁	72
6.2.2	桁架	77
6.3	质量与弹簧的理想化	84
6.3.1	质量单元的设定	84
6.3.2	弹簧单元的设定	85

6.4	应用质量与弹簧单元	87
6.4.1	建立桁架模型架构	87
6.4.2	建立梁、质量及弹簧单元	88
6.5	壳的理想化	88
6.5.1	壳单元定义的一般过程	88
6.5.2	壳属性	90
6.5.3	壳属性类型	91
6.6	应用壳单元	93
6.7	理想化模型的制作	99
6.7.1	模型制作	99
6.7.2	实体模型制作	99
6.7.3	壳模型制作	104
6.7.4	区域	108
第 7 章	组件模型制作	113
7.1	界面	114
7.1.1	概述	114
7.1.2	定义连接界面 (Interface)	114
7.2	焊缝	116
7.2.1	端焊 (End Welds)	116
7.2.2	围焊 (Perimeter Welds)	118
7.2.3	点焊 (Spot Welds)	120
7.3	刚性连接	122
7.4	受力连接	122
7.5	接触	124
7.6	紧固件	125
第 8 章	Mechanica 分析与结果检视	129
8.1	分析功能	130
8.2	结构分析	130
8.2.1	线性静力分析	130
8.2.2	大变形分析	133
8.2.3	模态分析	137
8.2.4	预应力静力分析	140
8.2.5	预应力模态分析	144
8.2.6	屈曲分析	148
8.2.7	接触分析	152
8.2.8	疲劳分析	156
8.3	热分析	157
8.3.1	稳态热分析	157
8.3.2	瞬态热分析	162
8.4	振动分析	166
8.4.1	动态时间响应分析	167
8.4.2	动态频率响应分析	172
8.5	分析与设计研究设置	179
8.6	结果检视	181

第 9 章 灵敏度与优化设计研究	189
9.1 建立 CAD 模型与优化设计研究方案的规划	190
9.1.1 问题描述	190
9.1.2 模型准备	190
9.1.3 为测量建立一个基准点	191
9.1.4 建立载荷施加区域	191
9.2 结构静力分析	192
9.2.1 使用理想化模型模拟物理模型	192
9.2.2 设定材料性质、约束和载荷	193
9.2.3 定义测量	194
9.2.4 定义静力分析	195
9.2.5 执行结构静力分析	196
9.2.6 检视结果	196
9.3 结构优化设计	197
9.3.1 定义设计参数	197
9.3.2 区域敏感度设计研究	198
9.3.3 全域敏感度设计研究	201
9.3.4 最佳化设计研究	204
9.3.5 批处理操作	206
9.3.6 检视最佳化设计研究结果	207
9.3.7 更新零件	208
9.4 本章练习	208
第 10 章 二维问题分析	209
10.1 平面应力问题	210
10.1.1 建立薄钢板几何模型	210
10.1.2 选择平面应力分析类型	211
10.1.3 使用 2D 平板单元模拟薄钢板	212
10.1.4 施加载荷	212
10.1.5 设置约束	212
10.1.6 自动网格划分	213
10.1.7 定义分析类型	214
10.1.8 执行分析	214
10.1.9 查看分析结果	215
10.2 平面应变问题	216
10.2.1 建立支座几何模型	216
10.2.2 选择平面应变分析类型	217
10.2.3 使用 2D Solid 单元模拟支座并定义材料属性	217
10.2.4 施加载荷	218
10.2.5 设置约束	219
10.2.6 定义分析类型	219
10.2.7 执行分析	220
10.2.8 查看分析结果	220
10.3 轴对称问题	221
10.3.1 建立压力容器几何模型	222

10.3.2	选择 2D 轴对称模型类型	222
10.3.3	使用 2D Solid 单元模拟压力容器并定义材料属性	223
10.3.4	施加载荷	223
10.3.5	设置约束	223
10.3.6	定义分析类型	224
10.3.7	执行分析	224
10.3.8	查看分析结果	224
10.4	二维问题分析练习	225
10.4.1	平面应力问题	225
10.4.2	平面应变问题	226
10.4.3	轴对称问题	226
第 11 章	一个 MP3 充电器的静力分析	227
11.1	问题分析	228
11.2	模型简化处理	228
11.3	判断分析为线性还是大变形类型	238
11.3.1	判断静力分析为线性还是非线性	238
11.3.2	判断几何非线性	239
11.3.3	判断 MP3 充电器各个工况下的几何非线性	239
11.4	使用静力分析计算 MP3 充电器应力与变形	239
11.4.1	进入 Mechanics Structure 环境	240
11.4.2	定义材料属性	240
11.4.3	为约束建立曲面区域	240
11.4.4	施加载荷	241
11.4.5	设置约束条件	241
11.4.6	使用自动几何工具建立单元网格	242
11.4.7	定义静力分析	243
11.4.8	执行分析	244
11.4.9	查看分析结果	244
第 12 章	梁分析实例	249
12.1	桁架的内力及挠度计算	250
12.1.1	问题分析	250
12.1.2	建立桁架几何模型	250
12.1.3	进入 Mechanics Structure 环境	251
12.1.4	使用梁单元模拟桁架	251
12.1.5	设置约束	251
12.1.6	施加载荷	252
12.1.7	定义并执行静力分析	252
12.1.8	查看分析结果	253
12.2	梁与壳单元组合计算	255
12.2.1	问题分析	255
12.2.2	建立屋框架几何	256
12.2.3	进入 Mechanics Structure 环境	257
12.2.4	定义梁单元与壳单元	257
12.2.5	施加载荷	259

12.2.6	设置约束	260
12.2.7	定义并执行静力分析	260
12.2.8	查看分析结果	261
12.3	梁的稳定性计算	264
12.3.1	在静力分析的基础上定义屈曲分析	264
12.3.2	执行屈曲分析	264
12.3.3	查看屈曲载荷系数 (BLF) 和屈曲模态	264
12.4	梁的特征值计算	265
12.4.1	打开钢桥的几何模型并进入 Mechanics Structure 环境	266
12.4.2	使用梁单元模拟钢桥	266
12.4.3	设置约束	267
12.4.4	定义模态分析	267
12.4.5	运行模态分析	268
12.4.6	查看模态分析结果	268
12.5	应用梁的优化设计	269
12.5.1	钢桥的固有频率特性优化	269
12.5.2	结构重量的优化	278
12.6	本章练习	287
第 13 章	热-结构耦合分析实例	289
13.1	热-结构耦合分析的基本过程	290
13.2	热-结构耦合分析实例	290
13.2.1	问题分析	290
13.2.2	热分析	291
13.2.3	结构分析	295
第 14 章	优化设计研究实例	299
14.1	问题分析	300
14.2	模型分析	300
14.3	判断是否为大变形分析	300
14.3.1	进入 Mechanics Structure 环境	300
14.3.2	设定材料属性	301
14.3.3	使用压缩中间曲面建立壳对	301
14.3.4	施加载荷	301
14.3.5	设定约束	302
14.3.6	使用 AutoGEM 工具建立单元网格	302
14.3.7	建立并执行线性静力分析	303
14.3.8	查看分析结果	303
14.4	对方案 1 的研究	304
14.4.1	定义全局灵敏度设计研究	304
14.4.2	运行灵敏度设计研究	305
14.4.3	查看灵敏度设计研究结果	305
14.4.4	对方案 1 的评估	306
14.5	对方案 2 的研究	306
14.5.1	包含加强肋的线性静力分析	306
14.5.2	对方案 2 的评估	308

14.6	对方案 3 的研究	308
14.6.1	修改模型厚度	309
14.6.2	执行静力分析计算修改后模型对载荷的响应	309
14.6.3	查看分析结果	309
14.7	使用大变形分析验证结果	310
14.7.1	使用实体单元划分网格	310
14.7.2	建立约束	310
14.7.3	定义并执行大变形分析	311
14.7.4	查看大变形分析结果	312
第 2 篇 机构运动仿真		
第 15 章	机构运动学分析	317
15.1	机构运动仿真简介	318
15.1.1	用户界面	318
15.1.2	运动分析工作流程	321
15.2	组件模型的建立	321
15.2.1	使用约束条件装配	322
15.2.2	使用连接装配	324
15.3	连接设置	325
15.3.1	连接位置的设定	325
15.3.2	特殊连接	327
15.4	伺服电动机	332
15.5	建立运动特性测量	334
15.6	定义并执行运动学分析	336
15.7	查看运动分析结果	338
15.7.1	图形显示测量结果	338
15.7.2	结果回放	339
15.8	平面四连杆机构运动学分析	341
15.8.1	组件装配	342
15.8.2	连接设置	344
15.8.3	检查模型	344
15.8.4	建立伺服电动机	345
15.8.5	建立测量	345
15.8.6	建立并运行运动学分析	345
15.8.7	查看结果	346
第 16 章	机构动力学分析	349
16.1	机构动力学分析机构图元	350
16.1.1	质量属性设定	350
16.1.2	重力	351
16.1.3	弹簧	351
16.1.4	阻尼器	352
16.1.5	力/扭矩	353
16.1.6	初始条件	354
16.1.7	执行电动机	355
16.1.8	组件设置	355

16.2 小球碰撞的动态分析	357
16.2.1 组件装配	357
16.2.2 连接设置	358
16.2.3 定义质量属性	358
16.2.4 建立凸轮连接模拟碰撞	358
16.2.5 检查模型	359
16.2.6 定义重力	360
16.2.7 建立初始条件	360
16.2.8 机构设置	360
16.2.9 建立测量	361
16.2.10 定义并执行动态分析	362
16.2.11 查看测量结果	362
16.2.12 结果回放	363
16.3 动态、静态和力平衡分析实例	364
16.3.1 问题分析	364
16.3.2 组件装配	364
16.3.3 连接设置	365
16.3.4 定义质量属性	365
16.3.5 检查模型并建立快照	366
16.3.6 建立初始条件	366
16.3.7 建立弹簧图元	366
16.3.8 建立集中力载荷	366
16.3.9 建立结果测量	367
16.3.10 定义并执行分析	368
16.3.11 查看分析结果	368

第1篇

结构 与热分析

Mechanica 是一种能应用于计算模型物理性态，进而了解并改进设计的机械性能的多学科 CAE 工具。你可以利用 Mechanica 直接、方便地计算结构的应力分布、变形、振动特性、热传等其他需要求解的因素，并且可以模拟模型在真实环境下的行为。

Mechanica 能够无缝提取 Pro/ENGINEER 模型数据，借助于强大的模型建构能力和网格的自适应能力使 Mechanica 成为一款简单、易用、分析计算领域广阔的强有力工具。Mechanica 能够满足你的众多分析需求，并且能够帮助你在最短时间内找到结构、热传、运动相关的最佳化设计。

在 Pro/ENGINEER Wildfire 3.0 Mechanica 版本下，结构与热分析功能可以分别由 Structure 和 Thermal 模块提供。与其他结构仿真软件相比，Mechanica 是一款能够直接面向工程师的仿真软件，并具有以下独特优势：

- 与 Pro/ENGINEER 数据的无缝集成，为设计与仿真提供了单一的开发环境。单一的开发环境使设计师与结构工程师能够协作完成产品设计的实时仿真、优化及测试工作，节省了工作时间，降低了出错的可能。
- 借助 Pro/ENGINEER 数据的全相关性，只需要一个模型就可以评估所有可能遇到的问题，而同样的问题却需要多个物理样机。
- 由于 Pro/ENGINEER 仿真软件的易用性，在无须仿真知识的背景下，及早地在产品设计初期洞察产品性能，发现设计缺陷，同时提高首次制造产品的成功几率。
- 直接在模型上操作，CAD 模型的变更自动导致 CAE 模型的相应改变，能使工程师自由地研究新的构思和设计变更，然后优化设计。

Mechanica 简介

本章导读

近年来产品生命周期越来越短,竞争越来越激烈,如何能够缩短产品的开发过程,让产品及早上市并且又能够控制产品质量,成为了业界重点研究的课题之一。计算机辅助工程(CAE)就是在这样的前提下提出的一个概念。

计算机辅助工程(CAE)是一种原本只局限于学术单位使用的技术,随着计算机技术的不断进步,无论是从与CAD软件的整合还是软件操作的便利性方面都有了很大的提高,渐渐地被业界所接受,并且成为产品开发流程的重要环节。在产品设计流程中嵌入CAE环节,通过CAE辅助,给设计师提供较优的设计方向,使得在设计初期即可对未来在量产、组装、测试、操作时可能产生的问题进行改善。如此一来,可大幅减少因设计疏忽、产品制造改进及测试等环节造成的时间浪费,减少设计变更的成本,并让产品能够更快上市,取得市场先机。

有限元软件的出现就是CAE技术不断发展的一种体现。在我国,大型商用CAE软件种类众多,在机械、能源、土木工程、电子、航空航天、材料工程等领域有一定的应用,并创造出了巨大的价值。然而,就目前来说,有限元分析软件尚未得到普遍的应用,其原因主要有两点:一是有限元模型建立的难点,一个好的有限元网格对结果极为重要,据统计,工程师用于网格建立的时间占整个分析时间的70%以上;二是体现在整合有限元分析结果上,这是产品开发流程上的问题,也是最主要的原因,产品设计师与分析工程师缺乏一个好的沟通模式,使得分析结果对产品开发的辅助作用有限。针对这一现状,PTC公司推出了有限元分析软件Mechanica,特别是在Mechanica的整合模式下能够实现与Pro/ENGINEER模型数据的无缝集成,提供了CAE环节与产品设计的其他环节的良好沟通;基于CAD模型几何的自动网格划分将工程师从网格处理中解脱出来,能够专注于问题本身的分析。

本章主要内容



Mechanica 的功能特性



Mechanica 的优点



新增功能

1.1 概述

Mechanica 是一种能提供给你用于计算模型物理性态, 进而了解并改进设计的机械性能的多学科 CAE 工具。可以利用 Mechanica 直接方便地计算结构的应力分布、变形、振动特性、热传等其他需要求解的因素, 还可以模拟模型在真实环境下的行为。

Mechanica 的最新版本为野火版 Wildfire, 针对不同领域的计算, Mechanica Wildfire 主要包括两个模组 (模块) 即 Structure 和 thermal。Structure 主要应用于模型的结构分析, thermal 则是计算模型的传热特性。Mechanica 能够无缝地提取 Pro/ENGINEER 模型数据, 借助于强大的模型建构能力和网格的自适应能力使 Mechanica 成为一款简单易用、分析计算领域广阔的强有力工具。Mechanica 能够满足众多分析需求, 并且能够帮助你在最短时间内找到结构、热、运动相关的最佳化设计。

1.2 Mechanica 的功能特性

1. 强大的建模模型能力

Mechanica 与 Pro/ENGINEER 无缝集成, 利用 Pro/ENGINEER 创建的模型可以直接作为分析的模型, 这在很大程度上节省了工程师用于模型处理的时间, 并且减少因模型转换造成错误的可能。

对于组件模型, Mechanica 有一套完整可靠的工具来完成组件的建模, 包括点焊、对接焊和围焊建模, 元件之间自由的、粘合的或非线性的接触, 高级的螺钉或螺栓连接建模, 自动的组件中间曲面等。在处理组件模型时, 还可以使用刚性连接使几何作为刚体结合在一起, 如图 1-1 所示。

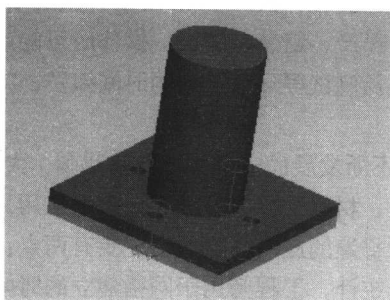


图 1-1 使用刚性连接处理组件模型

在单元网格处理方面, Mechanica 的网格是自动划分的, 并且不需要对 CAD 模型做任何处理, 单元将自动附着在几何模型上; 能够使用弹簧、壳、梁和质量单元对复杂设计的多种建模实体; 支持复合材料层合结构建模; 所有模型属性、边界条件的定义都是在几何模型上, 模型的变更对模型属性和边界条件没有影响。

2. 高级自适应求解

Mechanica 是基于 P 单元的有限元分析程序, 对单元形函数的控制可以使 Mechanica 自动收敛, 并且可以决定结果收敛的精度, 使设计者对计算结果充满信心而不用担心因软件因素而导致的错误。

3. 丰富的结构分析功能

使用 Mechanica, 无论是产品设计的前端还是后端, 都能够完成大部分的结构分析功能, 包括:

- 静态应力和位移分析。
- 非线性大变形分析。
- 模态分析。