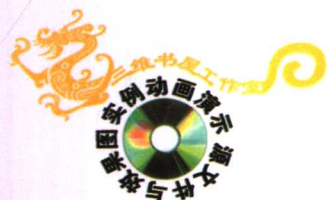


计算机辅助分析实例指导丛书



Patran 2006与Nastran 2007 有限元分析实例指导教程

三维书屋工作室

李邦国 路华鹏 胡仁喜 等编著



 **机械工业出版社**
CHINA MACHINE PRESS

0241.82-39/14D

2008

计算机辅助分析实例指导丛书

Patran 2006 与 Nastran 2007 有限元分析实例指导教程

三维书屋工作室

李邦国 路华鹏 胡仁喜 等编著

机械工业出版社

本书介绍了 Patran 2006 软件的基本操作以及 Nastran 2007 的求解分析,全书共分为 16 章,第 1 章介绍 MSC 公司以及 Patran 的基本操作和 Nastran 的基本功能;第 2 章简介使用 Patran 建模和 Nastran 分析的过程;第 3 章介绍使用 Patran 建立几何模型;第 4 章介绍使用 Patran 进行有限元网格划分;第 5 章介绍场的知识;第 6 章介绍创建有限元模型的载荷及边界条件;第 7 章介绍了材料属性的创建;第 8 章介绍创建单元的物理特性;第 9 章介绍了如何进行分析控制;第 10 章介绍分析结果后处理。第 11~16 章是实例章,涵盖了使用 Nastran 分析的主要分析类型,其中第 11 章介绍静力学分析;第 12 章介绍屈曲分析;第 13 章介绍动力学分析,包括模态分析、瞬态响应分析、频率响应分析以及随机响应分析;第 14 章介绍非线性分析;第 15 章介绍隐式非线性分析;第 16 章介绍热传导分析。对所有实例的操作步骤都提供了比较详细的文字和图例说明,便于读者学习掌握。

本书可作为高等院校研究生计算机辅助有限元分析软件的自学教材,也可以作为各科研院所研究人员的研究参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

Patran 2006 与 Nastran 2007 有限元分析实例指导教程/李邦国等编著. —北京:机械工业出版社, 2008. 1

(计算机辅助分析实例指导丛书)

ISBN 978 - 7 - 111 - 22794 - 6

I. P… II. 李… III. 有限元分析—应用软件, Patran 2006、Nastran 2007—教材 IV. 0241. 82 - 39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 174721 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:李妍

北京蓝海印刷有限公司印刷

2008 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 22 印张 · 543 千字

0001—4000 册

标准书号:ISBN 978 - 7 - 111 - 22794 - 6

ISBN 978 - 7 - 89482 - 476 - 9 (光盘)

定价:48.00 元(含 1CD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

销售服务热线电话:(010) 68326294

购书热线电话:(010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话:(010) 68351729

封面无防伪标均为盗版

前 言

MSC.Software Corporation (简称 MSC.Software) 创建于 1963 年, 总部设在美国洛杉矶, 是享誉全球最大的工程校验、有限元分析和计算机仿真预测应用软件 (CAE, Computer Aided Engineering) 供应商。

MSC.Patran 是一个集成的并行框架式有限元前后处理及分析仿真系统。MSC.Patran 最早由美国宇航局 (NASA) 倡导开发, 是工业领域最著名的并行框架式有限元前后处理及分析系统, 其开放式、多功能的体系结构可将工程设计、工程分析、结果评估、用户化设计和交互图形界面集于一身, 构成一个完整的 CAE 集成环境。使用 MSC.Patran 可以帮助产品开发用户实现从设计到制造全过程的产品性能仿真。MSC.Patran 拥有良好的用户界面, 便于用户学习和使用。

MSC.Nastran 是 MSC 公司的旗舰产品, 40 多年来, 经过开发者的不断努力, MSC.Nastran 的功能越来越强大, MSC.Nastran 的分析功能主要有以下几个方面: 静力学分析、屈曲分析、动力学分析、热分析、空气动力弹性及颤振分析、流-固耦合分析、多级超单元分析、高级对称分析、设计灵敏度及优化分析、复合材料分析、P 单元及 H、P、H-P 自适应、转子动力学特征分析、概率有限元分析、与 Adams 集成进行刚/柔多体分析、集成 MSC.Marc 的隐式非线性分析等。

本书介绍了 MSC.Patran 2006 软件的基本操作以及 MSC.Nastran 2007 的求解分析, 全书共分为 16 章, 第 1 章介绍 MSC 公司以及 MSC.Patran 的基本操作和 MSC.Nastran 的基本功能; 第 2 章介绍使用 MSC.Patran 建模和 MSC.Nastran 分析的过程; 第 3 章介绍使用 MSC.Patran 建立几何模型; 第 4 章介绍使用 MSC.Patran 进行有限元网格划分; 第 5 章介绍场的知识; 第 6 章介绍创建有限元模型的载荷及边界条件; 第 7 章介绍了材料属性的创建; 第 8 章介绍创建单元的物理特性; 第 9 章介绍了如何进行分析控制; 第 10 章介绍分析结果后处理。第 11~16 章是实例章, 涵盖了使用 MSC.Nastran 分析的主要分析类型, 其中第 11 章介绍静力学分析; 第 12 章介绍屈曲分析; 第 13 章介绍动力学分析, 包括模态分析、瞬态响应分析、频率响应分析以及随机响应分析; 第 14 章介绍非线性分析; 第 15 章介绍隐式非线性分析; 第 16 章介绍热传导分析。对所有实例的操作步骤都提供了比较详细的文字和图例说明, 便于读者学习掌握。

随书多媒体光盘包含全书所有实例源文件和操作过程录屏 AVI 文件。可以帮助读者更加形象直观地学习本书内容。

本书由三维书屋工作室总策划, 北京理工大学李邦国博士、上海汽车股份有限公司路华鹏博士以及北京理工大学胡仁喜博士主要编写, 参加编写的还有马建雄、赵迁、王文平、王敏、刘昌丽、熊慧、张日晶、路纯红、周冰、董伟、李瑞、李鹏、周广芬、张俊生、孟清华、陈丽芹、李世强、赵黎、王兵学、王渊峰、袁涛、王佩楷、阳平华、王义发、郑长松、王艳池、许洪、王培合等, 在此, 对他们的帮助和支持表示衷心的感谢。

由于编者水平有限, 时间仓促, 所以本书难免在内容选材和叙述上有欠缺之处。竭诚欢迎广大读者在阅读过程中登录网站 www.bj3dweishuwu.com, 对本书提出批评和建议, 也可以发电子邮件到编者的电子信箱: win760520@126.com, 以方便作进一步的交流。

编 者

目 录

前言

第1章 概述.....	1
1.1 MSC 公司及其产品介绍.....	1
1.1.1 MSC 公司简介.....	1
1.1.2 MSC 公司的产品.....	3
1.2 MSC.Patran 介绍.....	3
1.2.1 几何建模功能.....	4
1.2.2 几何模型直接访问技术.....	4
1.2.3 分析求解器集成.....	5
1.2.4 有限元建模功能.....	5
1.2.5 分析条件定义.....	7
1.2.6 结果后处理.....	9
1.2.7 PCL 命令语言.....	11
1.3 MSC.Nastran 软件功能介绍.....	12
1.3.1 静力分析.....	12
1.3.2 屈曲分析.....	12
1.3.3 动力学分析.....	13
1.3.4 非线性分析.....	14
1.3.5 热传导分析.....	15
1.3.6 空气动力弹性及颤振分析.....	16
1.3.7 流-固耦合分析.....	17
1.3.8 多级超单元分析.....	17
1.3.9 高级对称分析.....	18
1.3.10 计灵敏度及优化分析.....	18
第2章 Patran 建模和 Nastran 分析过程.....	21
2.1 Patran 2006 和 Nastran2007 的安装.....	21
2.2 Patran 建模和 Nastran 分析流程.....	24
2.2.1 Patran 2006 的用户界面介绍.....	24
2.2.2 Patran 建模和 Nastran 分析的一般流程.....	29
2.2.3 MSC.Patran 和 MSC.Nastran 的主要相关文件.....	30
2.2.4 单位制介绍.....	31
2.2.5 一个典型问题的分析.....	32
第3章 创建几何模型.....	38
3.1 直接创建几何模型.....	38
3.1.1 创建点.....	38
3.1.2 创建曲线.....	43
3.1.3 创建曲面.....	52

3.1.4	创建三维实体.....	61
3.1.5	创建坐标系.....	64
3.1.6	创建平面.....	66
3.1.7	创建矢量.....	69
3.2	转化创建几何模型.....	69
3.3	Patran 的输入输出接口.....	74
3.3.1	Patran 输入接口.....	74
3.3.2	Patran2006 输出接口.....	76
3.4	编辑几何模型.....	77
3.4.1	编辑点.....	77
3.4.2	编辑曲线.....	78
3.4.3	编辑曲面.....	80
3.4.4	编辑实体.....	83
3.5	其他几何操作.....	86
3.5.1	删除功能.....	86
3.5.2	信息显示.....	86
3.5.3	检查几何模型.....	86
3.5.4	关联.....	87
3.5.5	反关联.....	87
3.5.6	重新标号.....	87
3.6	应用实例.....	87
3.6.1	应用实例一.....	87
3.6.2	应用实例二.....	91
3.6.3	应用实例三.....	99
第4章	划分有限元网格.....	108
4.1	单元库简介.....	108
4.2	直接创建有限元网格 (Create).....	110
4.2.1	网格生成器的分类.....	110
4.2.2	几何协调性和有限元协调性.....	112
4.2.3	自动生成网格 (mesh).....	112
4.2.4	手动生成网格.....	112
4.2.5	创建多点约束 (MPC).....	113
4.3	转化创建有限元网格.....	114
4.3.1	移动、旋转、镜像创建节点/单元.....	114
4.3.2	拉伸、滑动创建单元.....	114
4.4	修改有限元网格模型.....	115
4.4.1	修改网格 (mesh).....	115
4.4.2	修改单元.....	116
4.4.3	修改梁/杆、三角形、四边形、四面体单元.....	117

4.4.4	修改节点	117
4.4.5	修改网格种子	118
4.5	检查有限元网格	118
4.5.1	有限元网格检查 (Verify)	118
4.5.2	检查三角形单元的质量	119
4.5.3	检查四边形单元的质量	120
4.5.4	检查四面体单元的质量	120
4.5.5	检查五面体单元的质量	120
4.5.6	检查六面体单元的质量	120
4.5.7	检查节点	121
4.5.8	检查中间节点	121
4.5.9	检查超级单元	121
4.6	基于有限元网格模型的其他操作	121
4.6.1	重新标号操作	121
4.6.2	联结 (Associate)	122
4.6.3	解除联结 (Disassociate)	122
4.6.4	优化 (Optimize)	122
4.6.5	显示信息	123
4.6.6	删除有限元元素 (Delete)	124
4.7	创建有限元网格实例	124
4.7.1	实例一	124
4.7.2	实例二	128
4.7.3	实例三	130
第5章	场	134
5.1	概述	134
5.2	场的种类及自变量	135
5.2.1	空间场 (Spatial Field)	135
5.2.2	材料特性场 (Material Property)	136
5.2.3	非空间场 (Non Spatial)	136
5.3	场输入方法	136
5.4	PCL 函数简介	141
5.4.1	PCL 函数的一些例子	141
5.4.2	PCL 语言常用数学函数	141
第6章	工况及边界条件	143
6.1	概述	143
6.2	载荷/边界条件的种类	144
6.3	创建边界条件的步骤	145
6.4	显示、检查边界条件	146
6.5	修改、删除边界条件	146

6.6 应用实例.....	146
第7章 材料属性.....	152
7.1 概述.....	152
7.2 创建材料模型.....	154
7.2.1 材料模型的分类.....	154
7.2.2 创建材料模型的方法.....	157
7.3 显示材料模型.....	157
7.4 工程实例.....	157
第8章 单元属性.....	163
8.1 概述.....	163
8.2 创建单元属性.....	163
8.2.1 0D 单元属性.....	163
8.2.2 1D 单元属性.....	165
8.2.3 2D 单元属性.....	171
8.2.4 3D 单元属性.....	174
8.3 梁的显示.....	175
8.4 显示检查单元属性.....	176
第9章 分析控制.....	177
9.1 概述.....	177
9.2 设定分析环境并提交计算.....	178
9.2.1 转换参数设置.....	178
9.2.2 分析类型的设置.....	179
9.2.3 Subcase 的定义.....	180
9.2.4 Subcase 的选择.....	182
9.3 读取分析结果.....	182
9.3.1 读取分析结果.....	182
9.3.2 将计算结果与 Patran 相关联.....	183
9.4 优化分析.....	183
9.4.1 问题描述.....	184
9.4.2 创建设计变量.....	184
9.4.3 创建目标函数.....	186
9.4.4 创建约束条件.....	186
9.4.5 分析设置.....	187
9.4.6 分析求解.....	187
第10章 结果后处理.....	189
10.1 概述.....	189
10.2 后处理的一般步骤.....	190
10.3 分析结果快速显示.....	190
10.4 显示变形图.....	193

10.5	显示云图.....	194
10.6	图形符号显示.....	196
10.7	创建 X-Y 坐标曲线.....	198
10.8	生成报告.....	198
10.9	其他操作.....	200
10.9.1	修改结果图.....	201
10.9.2	显示结果图.....	201
10.9.3	删除结果图.....	201
第 11 章	静力学分析.....	202
11.1	静力分析的步骤.....	202
11.2	平板受力分析.....	203
11.3	铰接桁架的受力分析.....	208
11.4	平面应力问题.....	214
11.4.1	平面应力问题简介.....	214
11.4.2	平面应力问题求解.....	215
11.5	平面应变问题.....	219
11.5.1	平面应变问题简介.....	219
11.5.2	平面应变问题求解.....	220
第 12 章	屈曲分析.....	227
12.1	屈曲分析的步骤.....	227
12.2	薄壁圆筒屈曲分析.....	227
第 13 章	动力学分析.....	235
13.1	模态分析.....	235
13.1.1	模态分析的步骤.....	235
13.1.2	翼板的模态分析.....	236
13.1.3	有预应力的模态分析.....	239
13.2	瞬态响应分析.....	246
13.2.1	瞬态响应分析的步骤.....	246
13.2.2	车灯瞬态响应分析.....	246
13.3	频率响应分析.....	254
13.3.1	频率响应分析的步骤.....	254
13.3.2	悬臂梁频率响应分析.....	255
13.4	随机响应分析.....	261
13.4.1	随机响应分析的步骤.....	261
13.4.2	平板随机响应分析.....	262
第 14 章	非线性分析.....	277
14.1	非线性分析的分类.....	277
14.2	非线性分析的过程.....	277
14.3	弹塑性分析实例.....	280

第 15 章 隐式非线性分析.....	289
15.1 隐式非线性分析的步骤.....	289
15.2 应用实例一.....	289
15.3 应用实例二.....	301
第 16 章 热传导分析.....	310
16.1 热分析的步骤.....	310
16.2 空间热辐射分析.....	310
16.3 自由对流热分析.....	318
16.4 热应力分析.....	324
16.4.1 双金属片热应力分析.....	324
16.4.2 方向热载荷作用下的热应力分析.....	332

第 1 章 概述



本章介绍了 MSC 公司及公司的主要产品以及 MSC.Patran 和 MSC.Nastran 的功能。

通过本章的学习,读者可以对 CAE 领域有个大概的了解,本章还简要介绍了 Patran 建模的基本操作以及 Nastran 的各种功能,为读者后面使用 Patran 建模和 Nastran 分析打好基础。



本章重点

- MSC 各种产品的功能
- MSC.Patran 的基本功能
- MSC.Nastran 的基本功能

1.1 MSC 公司及其产品介绍

1.1.1 MSC 公司简介

MSC Software Corporation (简称 MSC Software) 创建于 1963 年,总部设在美国洛杉矶,是享誉全球最大的工程校验、有限元分析和计算机仿真预测应用软件(CAE, Computer Aided Engineering) 供应商,其最早最著名的产品是大型通用结构有限元分析软件 MSC.Nastran。MSC.Nastran 软件始终作为美国联邦航空管理局 (FAA) 飞行器适航证领取的唯一验证软件。近十几年来,通过并购重组,资源整合, MSC Software 迅速膨胀扩大。MSC Software 公司先后在 1989 年收购闻名于国防、核能和汽车行业的流体 CAE 软件公司 Pisces International, 1993 年收购著名 CAD 供应厂商 Aries Technology 公司, 1994 年收购当时全球第二大 CAE 公司 PDA Engineers, 1998 年收购机构动力学和运动学仿真软件公司 Knowledge Revolution, 1999 年收购顶尖高度非线性 CAE 软件公司 MARC, 2001 年收购了美国 AES 公司等。并购之后重新整合的 MSC Software 产品线从低端桌面级设计工具,向上延伸到中端专业级仿真软件,到最顶层的高端企业级分析平台。2001 年 4 月 MSC Software 与 IBM/达索 (DASSAULT, CATIA) 结成全球性战略联盟,共同向客户提供内容广泛的产品生命周期管理 PLM (Product Lifecycle Management) 集成分析和仿真分析软件

包。MSC. Software 以其丰富的产品和一流的技术，为全球制造业及相关行业提供全套 CAD/CAE/System/Service 解决方案，现已占有超过 40% 的全球 CAE 市场份额，高居 CAE 业界前列。2001 年以来，随着市场的不断扩大，MSC. Software 公司已从纯粹的 CAE 公司发展成从 CAD/CAE 软件到系统/硬件及工程咨询服务一体化集成，提供一步到位的全方位整体解决方案公司。

MSC. Software 公司的产品被广泛应用于各个行业的工程仿真分析，包括国防，航空航天，机械制造、汽车、船舶、兵器、电子、铁道、石化、能源、材料工程、科学研究及大专院校等各个工业领域，用户遍及世界 100 多个国家和地区的主要设计制造工业公司和研究机构，其中覆盖了全球 92% 的机械设计制造部门，97% 的汽车制造商和零部件供应商，95% 的航空、航天公司和 98% 的国防及军事研发部门。其产品作为世界公认的 CAE 工业标准，获得各种权威机构的质量认证，例如 MSC. Software 公司的 MSC. Nastran 软件获得美国联邦航空管理局（FAA）认证，成为领取飞行器适航证指定的唯一验证软件。MSC. Marc 软件通过了 ISO9001 质量认证。

21 世纪全球经济飞速发展，市场竞争不断加剧，产品更新速度加快。只有拥有和使用先进的设计技术和产品开发工具，制造商才能以最小投入获取最大的利润。贯穿于产品概念设计、详细设计和制造过程的 CAE 仿真工具对提高产品性能质量起着举足轻重的作用。MSC. Software 公司为制造商提供的集软件工具、行业专长和专业化服务的一揽子解决方案，帮助制造商在产品定形或生产之前预测、仿真和优化产品的性能质量，改进产品加工工艺，降低设计成本，节约资金，缩短产品投放市场的时间，大幅提升竞争实力。

从 1993 年以来，MSC. Software 公司开始了在中国的业务拓展，已先后在北京、上海、成都、深圳建立了 4 个办事处，形成了包括代理、软硬件合作伙伴及系统集成商在内的广泛的销售网络和渠道，并在北京、上海、长春、西安和成都等地建立了相应的技术培训中心和工程咨询中心。形成了以北京技术服务部及工程咨询部为核心，以 MSC. Software 上海、成都、深圳办事处、代理和技术培训中心为基地的服务网络，为广大中国用户提供全方位、深层次的技术服务，并通过每年定期召开的中国用户年会为用户提供横向交流的机会。

为使产品适应中国的工业标准，MSC. Software 产品作为与压力容器行业标准（JB4732-1995）相适应的设计分析软件，全面通过了（中国）全国压力容器技术委员会的严格考核认证；MSC. Nastran 还成为中国船级社指定的船舶分析验证软件（CCS/CC (1997) 118 附件）。MSC. Software 公司还与上海汽车总公司达成合作联盟，大力推广 MSC. Software 产品、技术及咨询服务。

MSC. Software 产品几乎覆盖了中国航空航天领域所有的研究结构、设计部门、生产厂家和高等院校，并得到了全面应用。在汽车行业，MSC. Software 拥有具有十几年以上应用经验的长期用户。所有国有大中型汽车厂商、合资合作汽车公司以及重点高校汽车学院，均选用 MSC. Software 产品作为汽车国产化设计的标准 CAE 仿真软件。在船舶和海洋工程行业，MSC. Software 占据 90% 以上的分析市场，在各船舶研究机构、船检局、大型造船厂和高校船舶和海洋工程专业，拥有广泛的用户。MSC. Software 的高端非线性产品，在冶金行业极享盛誉，成为各大钢铁公司和冶金院校优化压力加工、焊接和热处理工艺过程的首选工具。MSC. Software 还独享轮胎设计及橡胶密封和减振器市场，在国防、铁道、核能、电子、石化和工程机械行业，均有不俗业绩，为广大中国用户提供全方位、深层次的技术服务。

1.1.2 MSC 公司的产品

MSC Software 公司的核心产品的目标是向用户提供全面、优秀的高级仿真工具，用来辅助提高用户的产品性能。MSC Software 公司的软件可以帮助公司开发出高质量的产品，包括航空航天、汽车、铁道、机械工业、医药和电器设备等。MSC Software 通过几十年的开发、调试和应用，赢得了业界的公认，为客户提供了最好、最有权威的虚拟产品的性能评估工具，聚焦于评估协同设计能力和多学科的应用。MSC Software 的产品能够帮助用户减少物理试验的次数，以达到节约时间和金钱的目的，评估配置的合理性降低风险，提高产品的质量，缩短开发周期。MSC Software 的产品及功能如表 1-1 所示。

表 1-1 MSC Software 的产品和功能

产品名称	主要功能
MSC. Actran	全面的预测结构和机械系统声场和振动—声场性能的工具
MSC. Acumen	实现特定任务客户化的工具
MSC. Akusmod	以 MSC.Nastran 为基础的内噪声预测仿真系统
MSC. ADAMS	世界上应用最广泛的机械系统仿真软件
MSC. Dytran	解决仿真高度非线性、瞬态动力学响应和流—固耦合问题的通用软件
MSC. EASY5	虚拟系统的建模、分析和控制软件
MSC. Explore	观察 MSC.Patran 对 MSC.Nastran 等软件计算结果后处理的工具
MSC. Fatigue	建立在 CAE 技术基础上的疲劳耐久性分析软件
MSC. FlightLoads	是 MSC 公司与美国波音公司、洛克希德—马丁公司、诺斯罗普—格鲁门公司在 Patran 和 Nastran 及相关公司内部软件基础上联合开发的专门针对各类航空航天及武器系统等各类飞行器设计的飞行载荷及动力控制仿真系统
MSC. Marc	处理高度组合非线性结构、热及其他物理场和耦合场问题的高级有限元软件
MSC. Mvision	是当今世界上唯一全面的商品化材料数据信息系统
MSC. Nastran	世界上被采用最广泛的有限元程序，解决从简单到复杂、结构线性、非线性、热、流体和耦合系统问题
MSC. Optishape	是在 MSC.Patran 界面环境下，基于 MSC.Nastran 求解器的拓扑及形状优化概念化设计软件系统
MSC. Patran	有限元建模前处理软件
MSC. SuperForm	是二维和三维体成型过程仿真的专用软件
MSC. Supermodel	功能强大且易于使用的集 CAE 过程，文件及分析管理于一体的集成系统，其中包含了针对大型结构和组装件的先进的建模特征。特别适用于航空航天、汽车、船舶等大型系统
MSC. visual NastranV5i	MSC. visual Nastran 与 CATIA V5 环境无缝集成

1.2 MSC.Patran 介绍

MSC.Patran 是一个集成的并行框架式有限元前后处理及分析仿真系统。MSC.Patran 最早由美国宇航局 (NASA) 倡导开发，是工业领域最著名的并行框架式有限元前后处理及分析系统，其开放式、多功能的体系结构可将工程设计、工程分析、结果评估、用户化设计和交

互图形界面集于一身，构成一个完整的 CAE 集成环境。使用 MSC.Patran，可以帮助产品开发用户实现从设计到制造全过程的产品性能仿真。MSC.Patran 拥有良好的用户界面，便于用户学习和使用。

1.2.1 几何建模功能

MSC.Patran 提供了一系列的几何建模功能，包括几何元素的创建 (Create)、删除 (Delete)、编辑(edit)、显示(show)、变换(Transform)、检查(Verify)、关联(Associate)、取消关联 (Disassociate)、重新标号 (Renumber)。

1.2.2 几何模型直接访问技术

MSC.Patran 作为世界著名的分析前后置处理器，其本身不但可以作为一个完整的应用系统独立运行，其独有的几何模型直接访问技术 (Direct Geometry Access, 简称 DGA) 为各种 CAD/CAM 软件系统间的几何模型沟通，及各类分析模型无缝连接提供了完美的集成环境。使用 DGA 技术，应用工程师可直接在 MSC.Patran 框架内访问现有 CAD/CAM 系统数据库，读取、转换、修改和操作正在设计的几何模型而无需复制。MSC.Patran 支持不同的几何转化标准，包括：Parasolid、ACIS、STEP、IGES 等格式。

有限元分析模型可从 CAD 几何模型上快速地直接生成，MSC.Software 公司在世界范围内与领先的 CAD/CAM 软件供应商建立了紧密而重要的合作关系，从而实现了“并行工程”和 DGA 技术，其能够保证用户在同步的工程环境下从一个或多个 CAD 系统中获取 CAD 信息。这些先导的 CAD/CAM 软件包括：

- CADD5
- CATIA
- AutoDesk MDT
- EUCLID 3
- Bravo
- Pro/ENGINEER
- CADKEY
- Unigraphics
- IronCad
- SolidWorks
- MSC/ARIES
- SolidEdge
- TurboCAD
- SolidDesigner

对于任意其他 CAD 均可以依据其所遵循的标准进行访问。读入的 CAD 信息包括：几何点、曲线、曲面和实体、Unigraphics 的特征。其中，对于 Unigraphics 的特征不但可以读入 MSC.Patran，而且可以在 MSC.Patran 中根据分析的要求进行更改，随后特征仍可返回 UG

供 CAD 设计修改使用。从 Patran 2005 r3 版本开始, Patran 支持 CADD5 和 Eucild 3 转换器。

1.2.3 分析求解器集成

作为优秀的前后置处理器, MSC.Patran 提供了按“事件分类”的分析求解器选择功能,使 MSC.Patran 的分析集成系统达到一崭新的水平。分析选择可根据不同分析软件(包括 MSC.Patran 自己提供的商品化应用分析模块)设置不同的工作环境,可满足用户对使用效益和集成的需求,而无需再像以前那样当一个模型要进行不同的分析时,必须针对不同的分析软件的特点重复建模。MSC.Patran 界面内可直接选择的求解器有:

- ABAQUS
- ANSYS 5
- MSC.Marc
- MSC.Nastran
- MSC.Dytran
- LS-DYNA3D
- PAMCRASH
- SAMCEF

另外, MSC.Patran 还可以选择自身的求解器和分析功能,包括:

通用结构分析 MSC.Patran-FEA

专业热分析 MSC.Patran-Thermal

等等。

中性文件选择可以使 MSC.Patran 方便地与任何第三方分析器集成。一方面用户可通过中性文件选择与其他第三方分析求解器进行连接;另一方面可通过 MSC.Patran 强大的 PCL 功能直接将用户自编的软件嵌入 MSC.Patran 的框架系统。

一旦工程师在 MSC.Patran 中设定了分析选择,其工作环境会自动地定义到与所选择的分析软件相应匹配的状态,提示工程师每一步分析所有必需的数据,如 MSC.Nastran 工程师可不必离开 MSC.Patran 即可进行各种分析计算,此时 MSC.Patran 为使用 MSC.Nastran 提供了大量特定的菜单和表格,供输入数据使用,包括单元、材料类型和特性、载荷、边界条件与求解类型及参数。当用户拥有不同的分析软件时,用户只需在 MSC.Patran 中建立一个模型即可通过分析选择不同的分析软件进行计算校核,而不必像以往那样针对不同的分析软件构造不同的分析模型。如当工程师选用 MSC.Nastran 的分析模型进行结构分析时,可切换分析选择器到 MSC.Marc 使用同一模型进行非线性热分析。

1.2.4 有限元建模功能

1. 多种网格生成器

(1) 快速曲面网格划分器

- 任意 2D 曲面网格生成和缝合

- 用户定义局部或全局单元尺寸
- 网格自动光滑以确保网格质量
- 网格密度控制, 包括曲率检查
- 无曲面的面网格
- 先进的算法保证在边界和特殊区域的网格形状最佳
- p-单元算法产生较少的单元以用于 p-单元的方法分析

(2) 自动实体单元网格划分器

- 四面体网格
- 任意几何体 3D 网格划分
- 强大的网格密度控制功能, 包括曲率控制和基于邻近面的网格划分(Proximity-based Meshing)

- 先进的算法保证在边界及重要区域网格有最佳形状
- 四面体网格诊断信息详尽, 能准确定位几何缺陷

(3) 可靠的映射网格划分器

- 通用 1D、2D、3D 有限元网格划分
- 单一命令多种网格划分选项
- 均匀、非均匀(包括单方向、双方向、及基于曲率的网格划分)控制
- 网格过渡控制
- 网格种子控制
- 用户控制的网格光滑处理
- 两条线之间产生面单元

(4) 扫成网格生成器

1D、2D和3D单元可从低一阶次的单元扫略形成, 扫略方法有很多种, 包括:

- 圆弧方向
- 柱面径向
- 拉伸
- 球面径向
- 滑动
- 滑动、导轨、法向
- 球面周向矢量域(field)

2. 有限元模型的编辑处理

除了优异的网格划分技术外, MSC.Patran 还拥有一些独特的网格处理功能, 将进一步大大方便用户的使用, 如网格的优化处理、单元验证试验、节点和单元编辑等。具体包括:

- 自动硬点生成
- 自动产生高阶单元的边中、面中、或中心节点
- 单元平移、转动、镜像和比例缩放以及复制和管理单元
- 节点和单元的修改编辑
- 单元细化
- 一个几何体多种不同网格划分并存在于同一个数据库

- 节点号、单元号、及其偏置用户可完全控制

方便的选项可用来产生位置重合的节点，用于生成零长度单元，如间隙单元和滑移线单元。重合节点自动消除功能选项包括：

- 根据拓扑或几何关系
- 用于检查重合的节点可根据组定义、个别选择或整个模型
- 检查单元不连续和特殊单元
- 预览将删除的重合节点
- 选择节点不进行重合检查

3. 单元检查

- 壳单元的细长比、翘曲、扭曲、阶梯性及法向的一致性检查
- 高阶壳单元的法向和切向偏置检查
- 实体单元的细长比、内角、扭曲、表面扭曲、表面阶梯性、表面翘曲、四面体间隙、单元连接及重合检查
- 雅可比测试
- 单元特性、材料、及边界条件的图形显示
- 单元自由边和自由面的图形显示

有限元网格可以随时与几何点、线、面或体相关联，这对生成网格时未做几何关联或网格从外部读入的情况非常有用。另外还可通过组的变换生成网格，或利用别的单元的表面或边生成新的单元。

节点可投影到平面、曲面、曲线或指定的空间位置；单元网格可进行打开和闭合控制。

4. 任意梁截面定义

梁作为工程领域最为常用的一种结构形式，在结构分析中也因此占据了十分重要的地位。如何高效地处理梁的或板梁实体组合的有限元模型是所有结构分析工具必须面临的问题。人们以往由于工具的限制，都是将三维简化成一维来处理，经常会造成空间梁的摆放位置和方向错误，使得计算失去意义。

在 MSC.Patran 中设计人员可十分方便地处理各种梁或梁的有限元组合模型。对于通用的标准梁截面，如“I”型、“L”型等，MSC.Patran 内嵌的梁单元库中均以参数的方式提供给用户，并通过三维摆放保证分析模型的正确性。

更为重要的是除常规梁单元库外，MSC.Patran 还特别提供了任意梁截面计算和模型处理方法，使得设计工程师能够随心所欲地选择各种形状的梁截面，设计出他们认为更合理的结构产品。

1.2.5 分析条件定义

网格划分完成后，紧接着就需要定义相应的单元特性、材料特性、载荷及边界条件。MSC.Patran 全面的分析模型定义功能可将各种分析信息（单元、材料、载荷、边界条件等）直接加到有限元网格或任何CAD几何类型上。如果分析信息定义到CAD几何模型上，单元和材料特性、载荷和边界条件将与几何保持相关性，并且当网格改变或修改时无需重新定义。