

万水 MSC 技术丛书

MSC Software

MSC 产品实用

MSC 软件公司 编著

技术技巧



MSC Nastran

Patran

Adams

Marc



附赠超值 DVD



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

万水 MSC 技术丛书

MSC 产品实用技术技巧

MSC 软件公司 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书以大量的实践应用为基础，详细介绍了用户在使用 MSC 产品过程中可能碰到的问题及解决方法。随书光盘中含有本书介绍的 4 个软件的试用版。

全书共 8 章，包括 4 个产品：Patran、MSC Nastran、Adams 和 Marc，主要内容有：利用 Patran 简化分析模型的创建，建模案例有用于线性、非线性、显式动力学、热及其他学科的有限元仿真建模；MSC Nastran 输出刚度和质量矩阵；惯性释放静力学中的节点加速度输出；线性屈曲中的负特征值问题；使用时域载荷进行频响分析；BUSH 单元计算原理及结果解读；预应力随机振动分析及带预应力的外部超单元方法；优化在声学设计中的应用；声疲劳；制动啸叫分析及各行业的应用实例等。Adams 主要介绍工程师在应用时如何简单地处理用户所期望的数据；从柔性体的应用到与模态振动相关的知识，从二次开发到 Adams 的高级模块应用以及从通用制造行业、航空、汽车等工程应用获得的工程经验。Marc 主要介绍近年来新增的最新材料本构模型的使用技巧，如粉末冶金行业常用的 Shima-Oyane 和玻璃高温分析常用的 Narayanaswamy 材料本构模型；引入了针对复合材料的应变不变量失效理论；在接触分析新技术方面，介绍了大且不均匀过盈配合的处理工具、磨损分析功能以及最新的电磁感应热分析的实现流程和最新技术等。

本书可作为各行业人员使用 MSC 系列软件的参考书，也可作为理工院校相关专业高年级本科生、研究生及教师学习 MSC 系列软件的参考资料。

图书在版编目（C I P）数据

MSC 产品实用技术技巧 / MSC 软件公司编著. -- 北京：
中国水利水电出版社，2014.7
（万水 MSC 技术丛书）
ISBN 978-7-5170-2144-5

I. ①M… II. ①M… 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 128971 号

策划编辑：杨元泓

责任编辑：张玉玲

封面设计：李 佳

书 名	万水 MSC 技术丛书
作 者	MSC 产品实用技术技巧
出版发行	MSC 软件公司 编著 中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 68367658 (发行部)、82562819 (万水) 北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京蓝空印刷厂
规 格	184mm×260mm 16 开本 24.5 印张 655 千字
版 次	2014 年 7 月第 1 版 2014 年 7 月第 1 次印刷
印 数	0001—4000 册
定 价	68.00 元 (含 1DVD)



凡购买我社图书，如有缺页、倒页、脱页的，本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

MSC 软件公司从创立至今已经有超过 50 年的历史，自 1993 年进入中国以来，其旗舰产品 MSC Patran、Nastran、Adams、Marc 等软件已为广大客户所熟知和认可，赢得了市场的广泛赞誉。为了让广大使用者能更容易地掌握这些软件，我们的技术团队一起努力，先后编写了一系列教材，同时为了加强对客户的服务，我们一直坚持把具有共性的客户问题进行总结，形成了数百篇技术技巧文章，指导客户使用软件。这些非常实用的技术技巧很大程度上帮助他们解决了工作中的问题。现在，我们把这些技术技巧系统地整理出来，形成了这本汇编《MSC 产品实用技术技巧》。

本书按照产品进行分类，主要对 2010 年以来的各版本软件进行了总结。在对最新的技术技巧整理和归纳的同时，还对部分原有内容进行了补充和完善，例如对旧版本下面做的例子进行了重新运算，确保在最新的版本下可以顺利执行。

这本书是全体工程师的经验结晶，我们非常荣幸能将它发布出来助益社会。也非常希望能收到广大使用者的反馈和建议，以便在今后的修订中补充来自用户和读者的使用体验和使用窍门。

本书编写工作全部由 MSC 公司完成，内容由仰莼雯、汤涤军、李伟、田利思、孙丹丹、陈火红、陈志伟、董月亮、李保国、李相辉、邱菊、徐岷、马璐等提供，并得到裴延军、黄晓铭、刘庆、黄伟、陈应津、姜正旭等的帮助和支持，在此向他们表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，书中缺点和错误之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者
2014 年 5 月

目 录

前言

第 1 章 Patran/Nastran 常规技术技巧整理	1
1.1 Patran 测量工具	1
1.2 Patran 未公开的六面体网格划分方法	2
1.3 Patran 中的 List 与 Group	7
1.4 Patran 早期版本 db 文件的读取	9
1.5 Patran 工作菜单丢失后如何处理	11
1.6 Patran 操作界面定制工具栏功能	11
1.7 如何在 Patran 中将计算结果变形网格 转换成 CAD 模型	14
1.8 如何在 Patran 中自定义材料库	16
1.9 Nastran 软件中的 cfg 配置文件设置	19
1.10 Nastran 计算内存的设置和查看方法	20
1.11 Nastran 输出 xdb 文件过大问题	22
1.12 Nastran 多个 JOB 连续运行的方法	23
1.13 Nastran 常用单位	24
1.14 MSC Nastran 模型刚度矩阵和质量矩阵 的输出方法	27
1.15 以 OUTPUT4 (ASCII) 形式输出 MGG 和 MAA (KGG 和 KAA) 的方法	29
1.16 循环对称结构的模态分析	29
1.17 模拟不同工况下的加速度载荷	32
1.18 使用注册表进行 Patran 界面修复	35
1.19 2D-3D mesh	37
1.20 轴承连接的有限元处理方法	38
1.21 曲线梁单元方向和偏置定义	39
第 2 章 Patran/Nastran 结构分析技术技巧整理	43
2.1 惯性释放静力求解中的节点加速度输出	43
2.2 线性屈曲分析中的负特征值问题	47
2.3 MSC Nastran 时域载荷定义频响分析	49
2.4 BUSH 单元计算原理及结果解读	51
2.5 预应力随机振动分析	55
2.6 随空间变化的惯性载荷如何施加	58
2.7 温度场映射加载方法	59
2.8 局部高应力区域的模型处理方法	63
2.9 线性 gap 单元分析	64
2.10 多工况屈曲分析	76
2.11 模态-频率响应分步分析	79
2.12 曲面体单元坐标系定义	83
2.13 求解参数 ENFMETH	86
2.14 弹塑性分析	89
2.15 考虑流体影响的正则模态计算	94
2.16 非线性弹性分析	96
2.17 粘接接触摄动模态分析	99
2.18 Nastran Sol600 轴对称分析	102
2.19 Sol400 定义随温度变化材料参数	105
2.20 预载荷 (static pre-load) 作用下的 动力学分析	109
2.21 带预应力的外部超单元方法	115
第 3 章 Patran/Nastran 高级分析及应用技术 技巧整理	118
3.1 颤振优化分析	118
3.2 声学优化分析	120
3.3 声疲劳	122
3.4 MSC Nastran2013 制动啸叫分析	130
3.5 外部超单元复制	133
3.6 复合材料热分析	136
3.7 Fluent 和 Patran/Nastran 接口	136
3.8 非线性模态 Adams MNF 文件的生成	139
3.9 在 Nastran 中生成 Adams 的 MNF 文件时 各物理量单位统一问题	146
3.10 MSC Nastran 高性能配置	149
3.11 多工况线性屈曲分析方法整理	150
3.12 PCL 开发编写环境	156
3.13 航空航天行业机载箭载设备整机动力学 分析建模技巧	162
3.14 利用 DMAP 语句将模态分析中的 特征矢量提取到指定文件	164
3.15 Patran H-Group 分组层级管理	164

第 4 章 Patran/Nastran 行业应用技术整理	167	6.12 Adams 中如何进行轴承建模	243
4.1 MSC Nastran 在船舶 CAE 中的 成功应用	167	6.13 Adams Cable 中如何使钢丝绳 正确缠绕	248
4.2 螺栓建模的几种方法	168	6.14 Adams/Cable 绳索仿真	250
4.3 基于 Patran_Nastran 的铰链模拟分析	170	6.15 基于 Adams&Easy5 的气锤模拟	253
4.4 发动机安装系统强度分析与 结构优化方案	173	第 7 章 Adams 工程应用技巧	257
4.5 燃油管路耦合分析方案	176	7.1 Adams 在风力发电机行业的应用	257
4.6 外部多级超单元装配技术应用	180	7.2 Adams 在铁路机车设计中的应用	261
4.7 船体舱室减振降噪分析	183	7.3 Adams 飞机舱门仿真分析	264
第 5 章 Adams 软件应用技巧	187	7.4 Adams 在汽车机构运动学分析中 的应用	267
5.1 Adams 机械系统动态质心实时显示	187	7.5 Adams-Vibration 悬置系统隔振 性能分析	269
5.2 在 Adams 中插入背景图片	189	7.6 SimDesignerSuspension 在生成轮胎 包络中的应用	274
5.3 Adams 动画录制	192	7.7 应用 Driveline 分析转向系波动性	277
5.4 Adams 间隙计算方法	194	7.8 Leafspring 板簧模型刚度调校	279
5.5 Adams 实现运动控制	196	7.9 AdamsCar2013 在商用车钢板弹簧 悬架建模中的应用	283
5.6 转向系中间轴转角测量	198	7.10 Adams Driveline 在汽车传动系统及 整车动力学分析中的应用	289
5.7 Adams 过约束问题	200	7.11 Adams/Car 批处理仿真流程	298
5.8 Adams 柔性体阻尼比设置方法	203	7.12 整车偏频的仿真方法和技巧	301
5.9 Adams 自定义 memSize 的方法	205	7.13 Adams/Car 路面谱模型建立及整车 载荷提取	304
5.10 Adams 后处理中曲线绘图数据的 查看与导出	206	第 8 章 Marc 技术技巧	309
5.11 Adams 对 FMI 协议的支持	208	8.1 接触非线性	309
第 6 章 Adams 高级应用	211	8.2 接触和材料非线性	317
6.1 生成 MNF 文件单位问题	211	8.3 材料非线性	334
6.2 刚柔耦合 MDDB 文件	214	8.4 几何非线性	347
6.3 Adams 命令之模态力	217	8.5 多物理场	357
6.4 振动后台运行	219	8.6 高性能	361
6.5 Adams 非线性衬套定义方法	222	8.7 GUI	363
6.6 蜗轮蜗杆系统 Adams 建模方法	225	8.8 Interface	381
6.7 Adams2012 编译 C 语言用户子程序	227		
6.8 Adams 用户子程序编译方法	230		
6.9 Adams 与 ISIGHT 联合仿真流程	232		
6.10 整车分析工况下的载荷输出	235		
6.11 Leafspring 板簧建模	237		

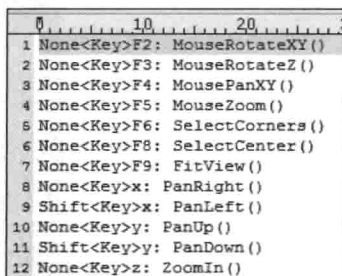
Patran/Nastran 常规技术 技巧整理

1.1 Patran 测量工具

说明

在抽取中面或建模时，往往需要测量几何模型的一些数据，为了能够更方便地输入测量结果，可以使用 Patran 隐含的工具来自动完成数据的输入。下面通过修改 Patran 的键盘映射文件来实现。

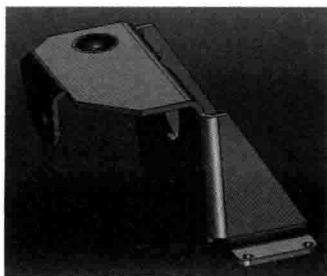
- (1) 在 Patran 的安装目录下查找文件 Patran.EventMaps，该文件是 Patran 快捷键的映射文件。
- (2) 使用文本编辑工具打开 Patran.EventMaps。



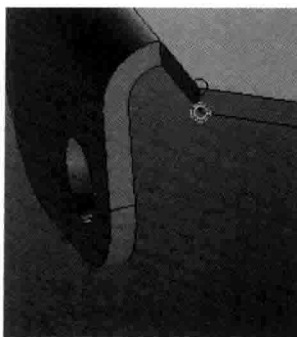
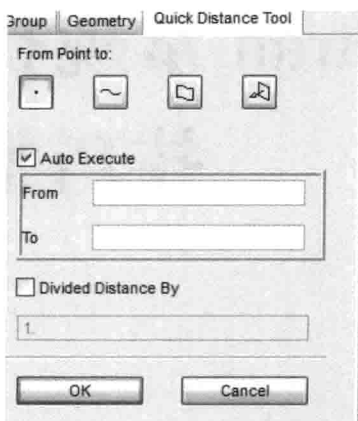
```
0 10 20 30
1 None<Key>F2: MouseRotateXY()
2 None<Key>F3: MouseRotateZ()
3 None<Key>F4: MousePanXY()
4 None<Key>F5: MouseZoom()
5 None<Key>F6: SelectCorners()
6 None<Key>F8: SelectCenter()
7 None<Key>F9: FitView()
8 None<Key>x: PanRight()
9 Shift<Key>x: PanLeft()
10 None<Key>y: PanUp()
11 Shift<Key>y: PanDown()
12 None<Key>z: ZoomIn()
```

(3) 在文件末尾添加一行：Shift<Key>m:CallPCL(uil_measurement_display)，然后保存并关闭文件。

- (4) 启动 Patran，读入要抽取中面的零件。

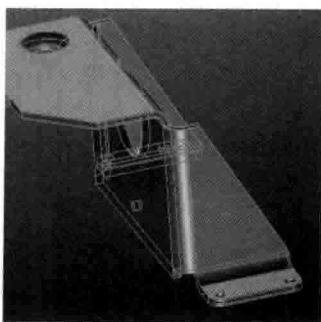


- (5) 使用命令 Group→Create 创建新的 Group，命名为 Mid_Surf，并设置为 Make Current。
- (6) 使用命令 Geometry→Select→MidSurface 创建中面。
- (7) Solid List: 使用鼠标拾取绘图窗口中的实体。
- (8) 将光标置于 Max.Thickness 文本框中。
- (9) 在绘图窗口中的空白处单击鼠标左键。
- (10) 按 Shift+M 组合键，在屏幕右侧出现 Quick Distance Tool 窗口。
- (11) 在绘图窗口中选择能够表示厚度的两个点。



(12) 单击 OK 按钮，Patran 会自动返回创建中面的对话框，其中 Max.Thickness 文本框中已经填入了测量的结果：4.0。

(13) 单击 Apply 按钮，Patran 自动抽取中面。



参考信息

适用版本：MSC Patran2011 及以后版本。

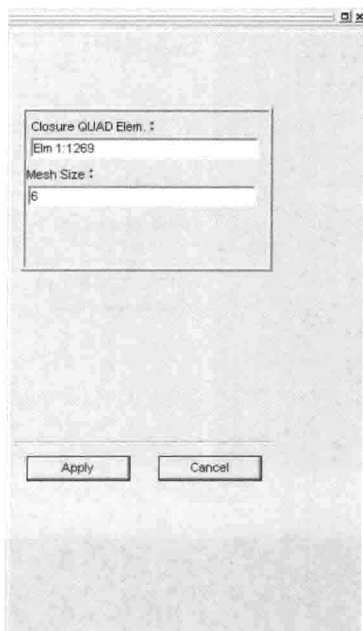
1.2 Patran 未公开的六面体网格划分方法

步骤介绍

说明：该插件利用 Patran 未经公开的六面体网格划分功能函数 fem_create_mesh_hex 开发而成，该功能存在局限且不够稳定，因此感兴趣的用户可测试使用。

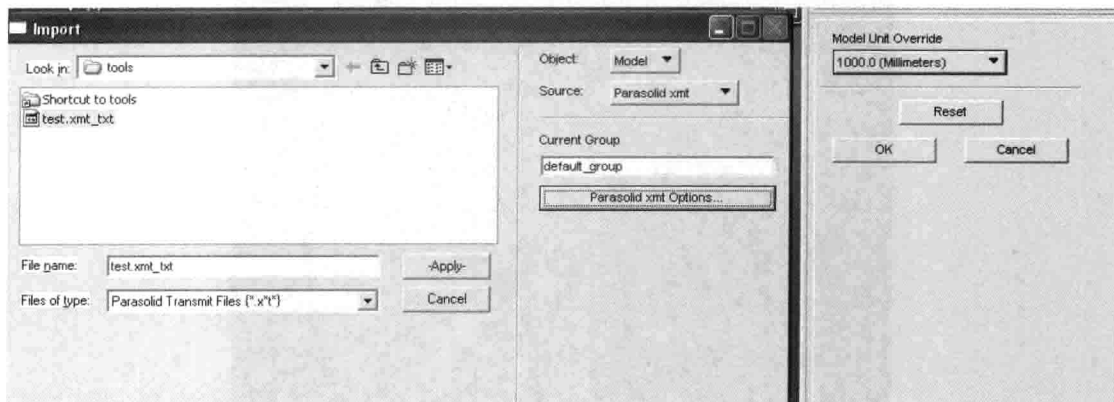
(1) 插件安装。

将附件 HexMesh_V1.plb 和 p3epilog.pcl 两文件拷贝至 Patran 的安装目录下, 启动 Patran, 将在 Patran 菜单中出现 HexMesh V1.0, 单击该菜单出现输入界面, 用户需要事先对几何实体的所有表面进行四边形网格划分并形成封闭面网格, 然后该插件可基于此封闭面网格形成六面体实体网格。具体操作步骤参见下述测试。

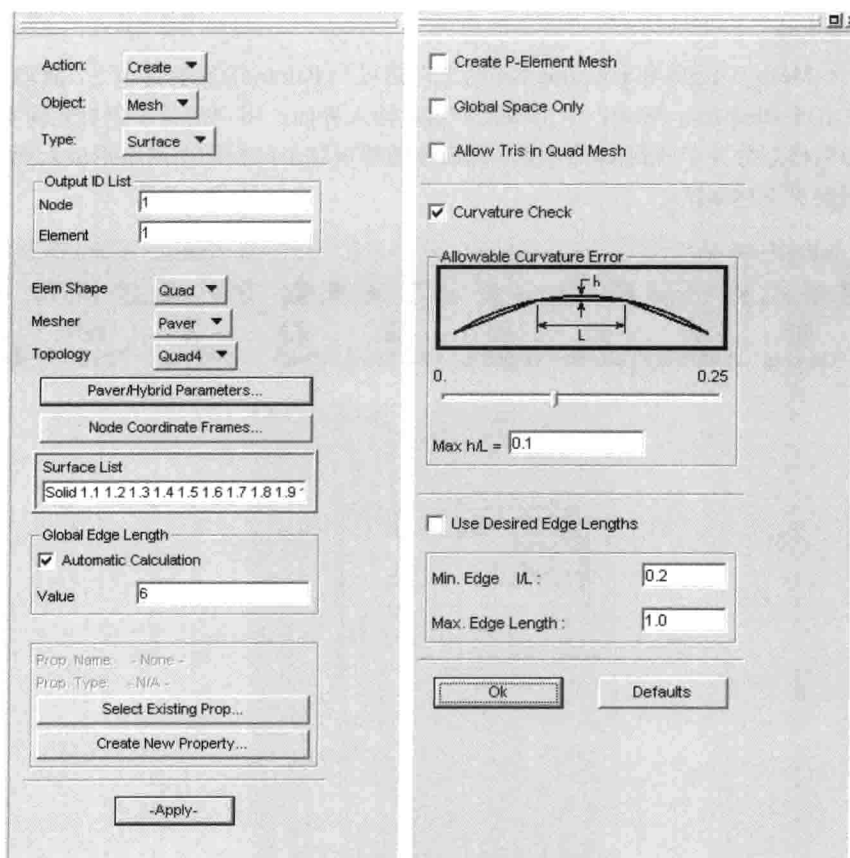


(2) 案例测试。

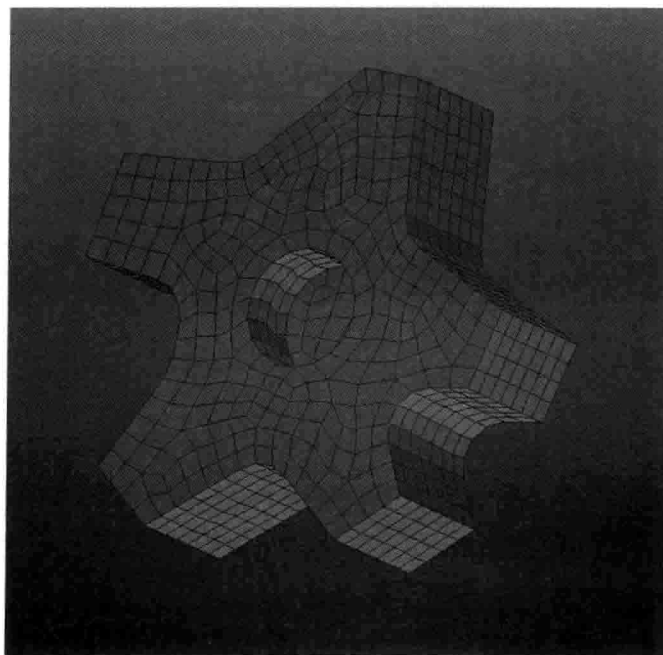
①启动 Patran2010 创建新 db, 读入 test.xmt_txt, 选择 mm 单位读入。



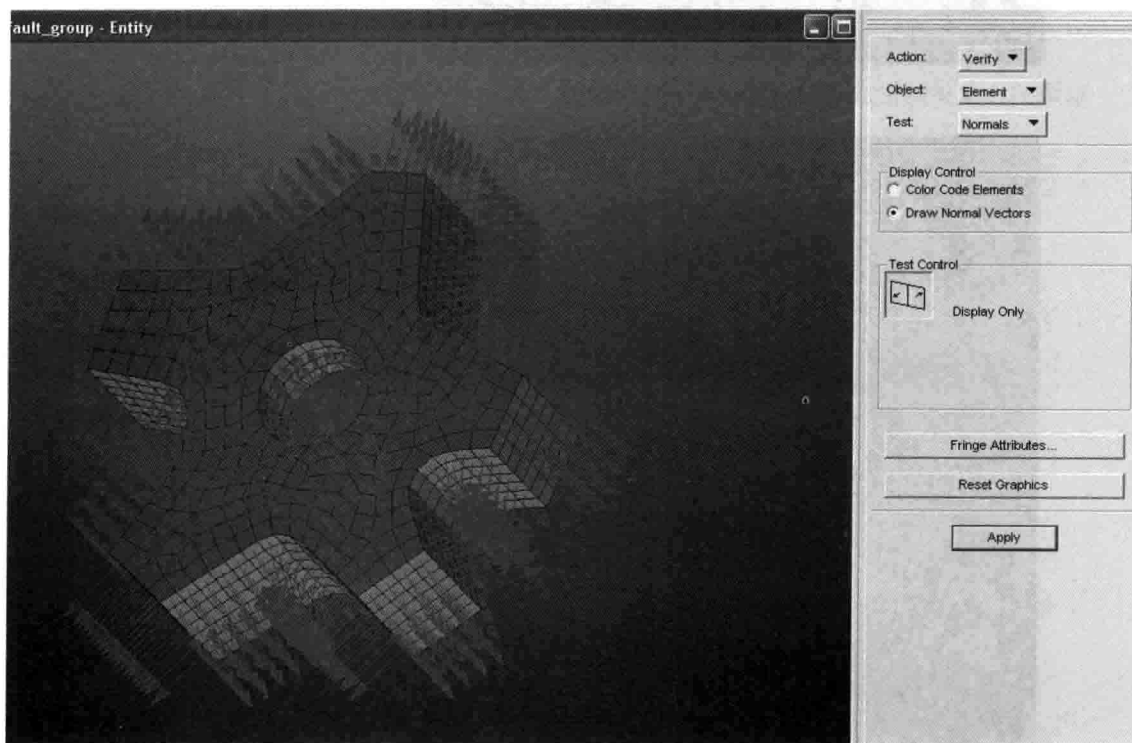
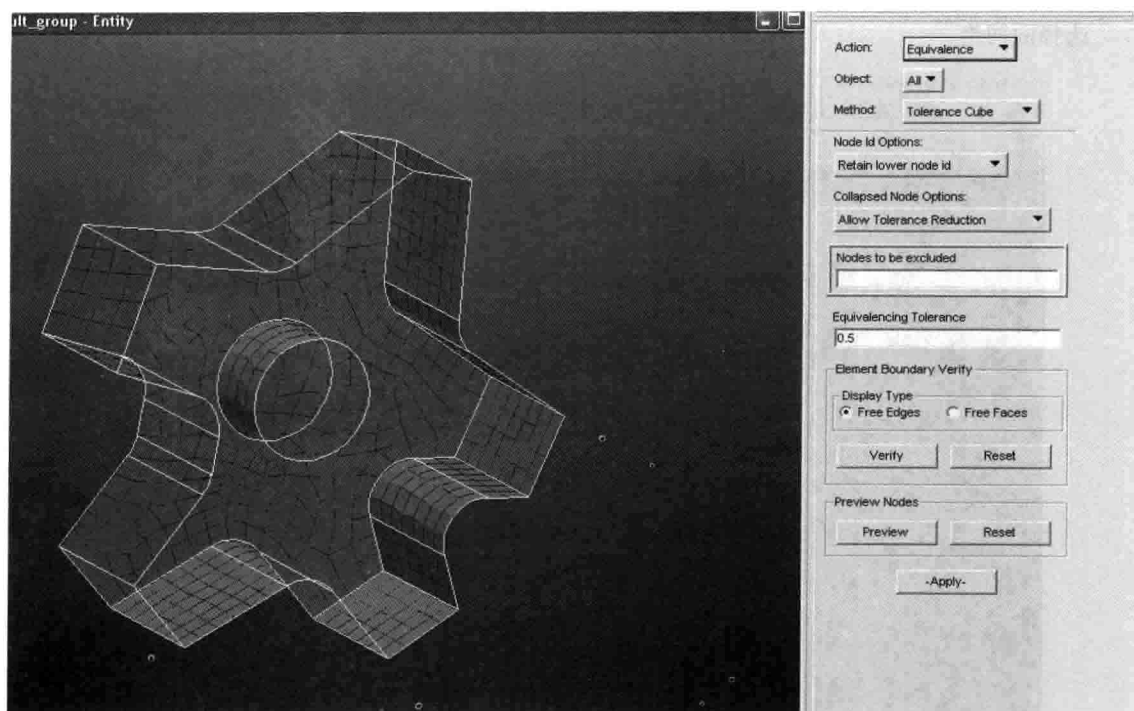
②对实体的所有表面用 Paver 生成四边形网格, 注意在 Paver 参数的设置中使其不生成三角形网格。



划分的面网格。

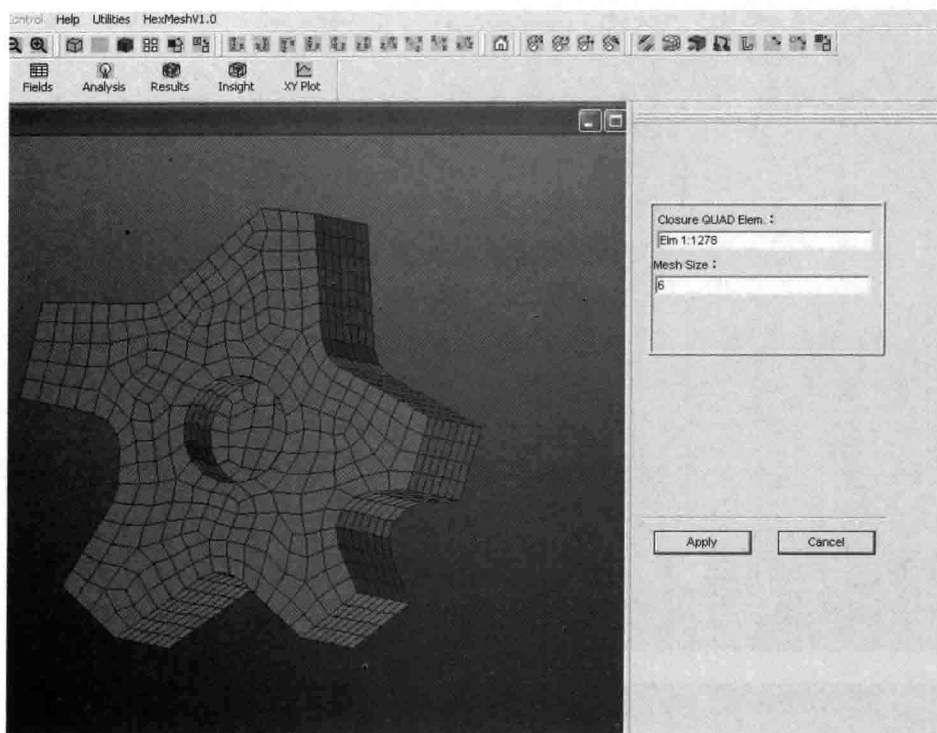


③消除重复节点，检查单元法向向外，保证面网格封闭。

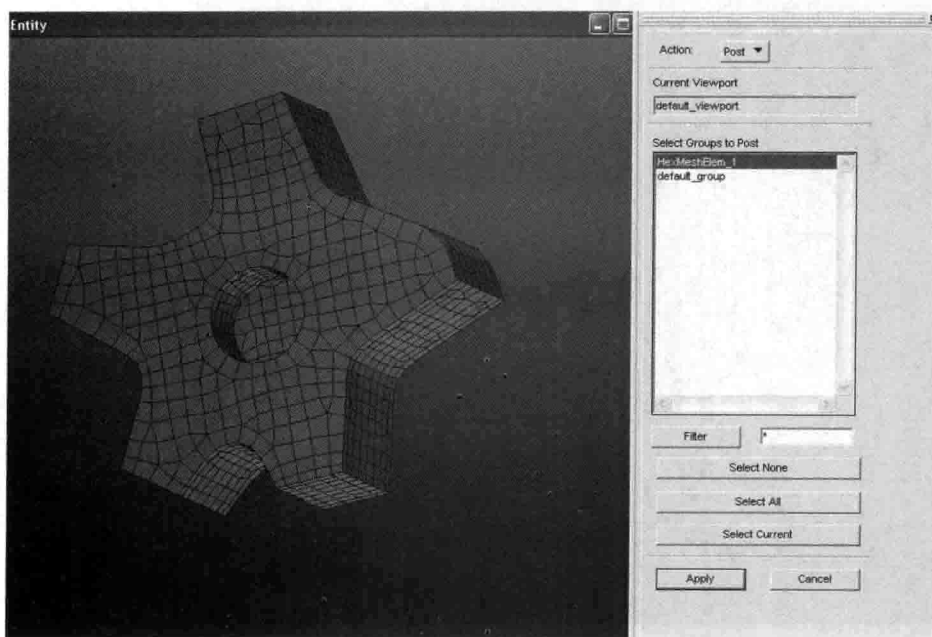


④选择该实体的所有面网格，输入网格大小，单击 **Apply** 按钮进行六面体网格划分。

选择面网格。



形成的六面体网格放于 HexMeshElem_1 组中。



参考信息

模型文件：HexMesh_V1.plb、p3epilog.pcl 和 test.xmt_txt。

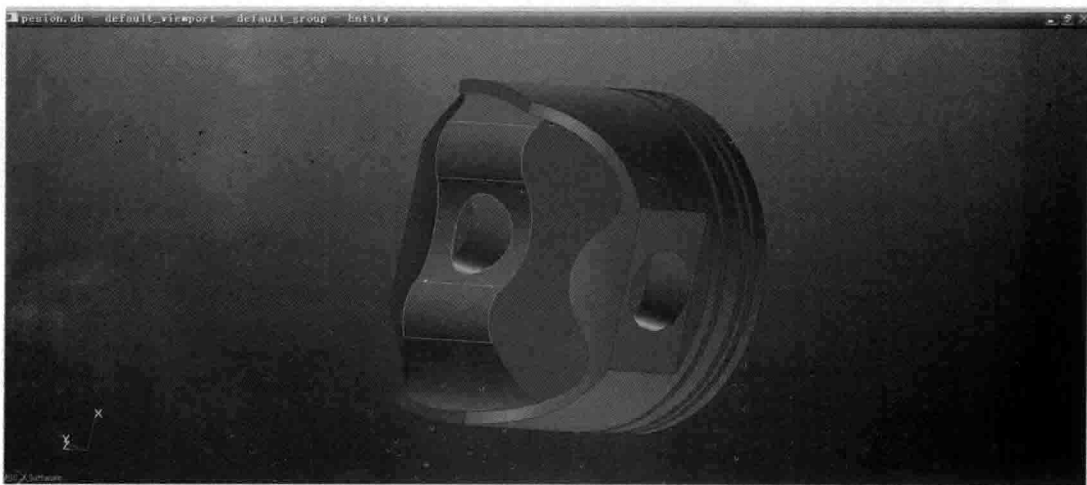
适用版本：MSC Patran2011。

1.3 Patran 中的 List 与 Group

问题阐述

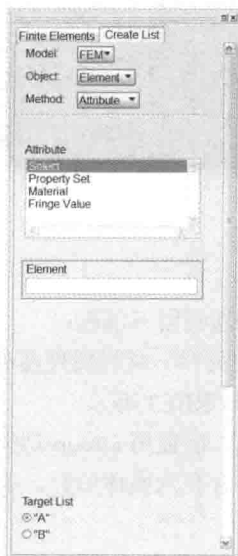
List 功能是 MSC Patran 工具箱中一款强大的工具，可以依托各种属性进行对象的选择，但在实际运用中仍然有很多掣肘不便之处。

例如，需要选择如下复杂结构中与其一面相关的体单元。



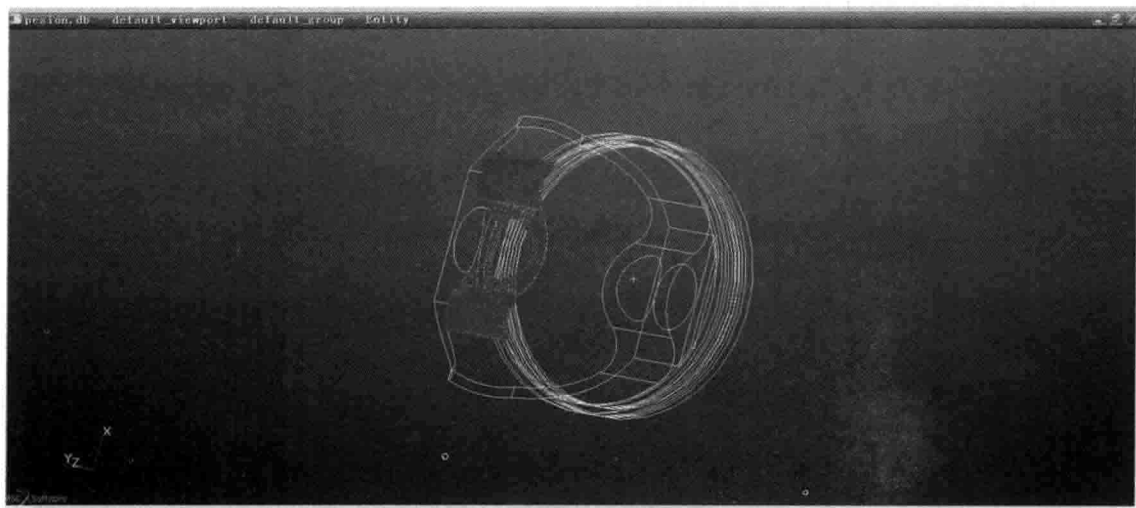
仅仅依靠原有 List 中的功能会发现：

- **Attribute:** 仅能从单元属性、材料属性、相关数值中进行选择，此处无法适用。
- **Association:** 通过此方法能从相关性进行对象的选择，但此处利用相关性无法完成所需的选择工作。

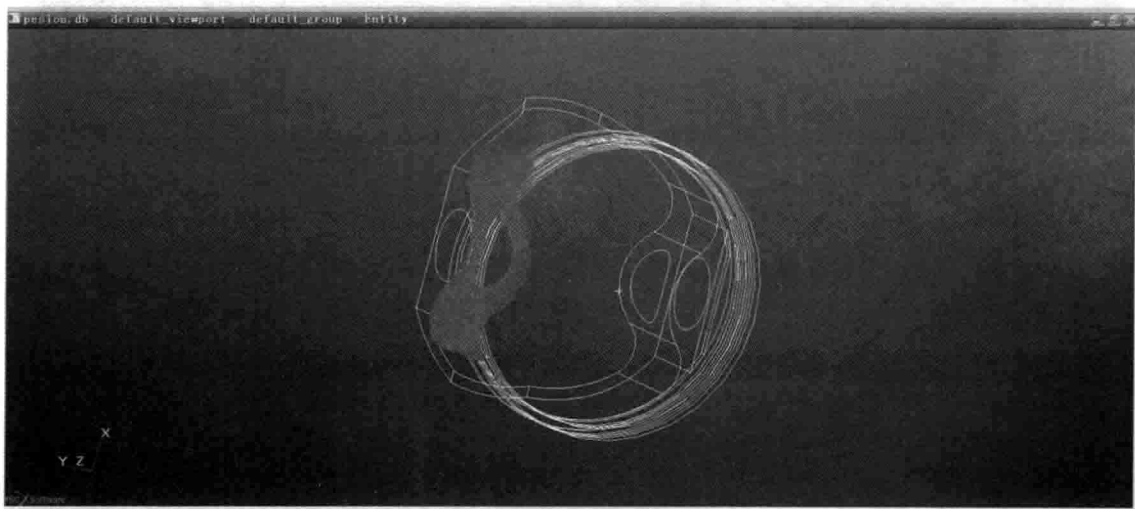


解决方案：利用组合选择功能将工作分两个步骤完成：

(1) 利用 Association 中的选择与面相关的 Node。



(2) 利用 Association 中的选择与 Node 相关的 Element。
最终选择结果。



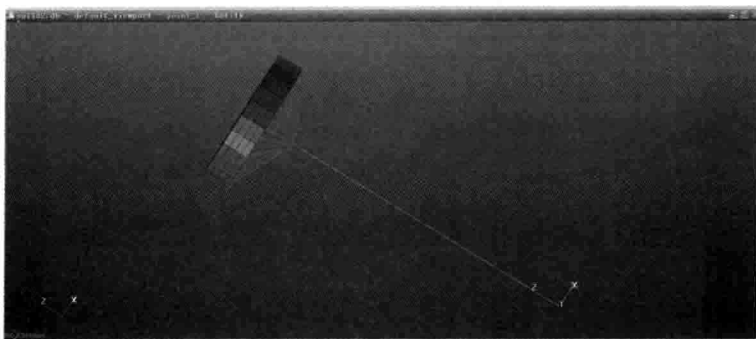
Group 功能的特殊用法

问题阐述：在实际建模中，经常会遇到以下情况：

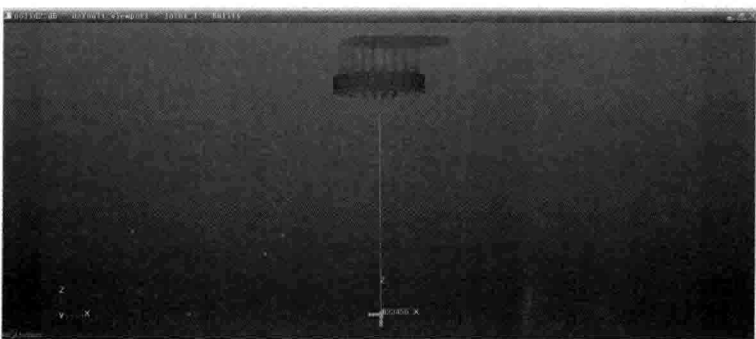
- 复制单元，期望同时复制相关材料、材料属性及载荷条件等情况。
- 对连接单元的复制（如 RBE2、RBE3 等）。

以上问题使用常规的方法不能完成，而使用 Group 功能则能很好地解决。

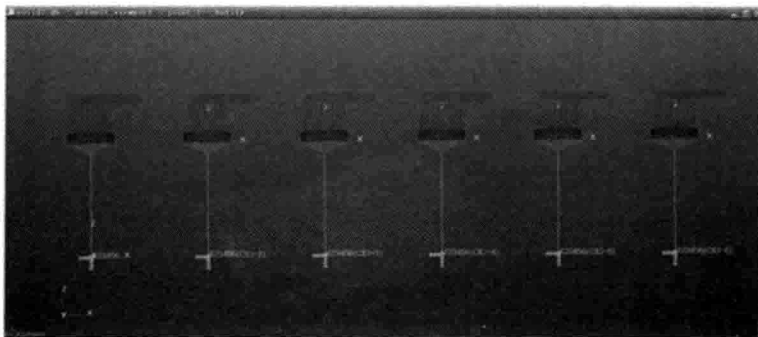
例如，对以下螺栓单元进行复制（含有六面体单元、梁单元、RBE2）。



针对单一螺栓进行单元属性、材料属性和载荷设置。



结果：使用 Group 功能进行复制平移操作。



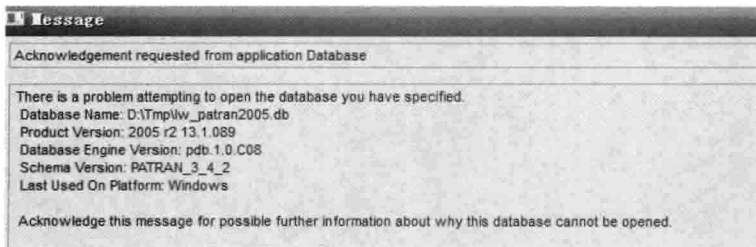
参考信息

适用版本：MSC Nastran/Patran2011~2013 及以后版本。

1.4 Patran 早期版本 db 文件的读取

概述

由于软件版本的不断更新，Patran 作为前后处理器在不同的客户群体中存在着各种版本软件同时使用的问题，有些早期版本的 Patran 数据库文件 (*.db) 在新版本 Patran 中无法直接读入，特别是 Patran2005r2，由于其小版本较多，有些版本生成的 db 文件不能直接读入到新版本(如 Patran2012)中，会出现下图所示的错误。



解决方法

Patran 提供了可以转换早期版本 db 文件的工具，可以通过该工具先转换 db 文件，然后再读入到新版本 Patran 软件中。

该转换工具所在的位置为 Patran 的安装路径下：..\Patran_x64\20121\bin。

```

X p3convert_2001r1.exe
□ p3convert_2001r1.pl
X p3convert_2003.exe
□ p3convert_2003.pl
X p3convert_2003r2.exe
□ p3convert_2003r2.pl
X p3convert_2004r2.exe
□ p3convert_2004r2.pl
X p3convert_2005.exe
□ p3convert_2005.pl

```

使用 cmd 命令行窗口将 Patran2005r2 先转换到 Patran2004r2，回退到早一个版本的 db 格式。命令行格式如下：

```
...\bin\p3convert_2004r2 oldversion_filename.db newversion_filename.db
```

例如，将文件 lw_patran2005.db 通过 P3convert_2004r2.exe 转换成 Patran2004r2 版本的格式文件 lw_.db。

```

D:\Imp>C:\MSC.Software\Patran_x64\20121\bin\p3convert_2004r2 lw_patran2005.db lw_.db

p3convert_2004r2 2004 r2 xdb patch (8/12/04) Rev. 3 (28-Apr-08)

- Converting from old database schema version: PATRAN_3_4_2
  Converting PDB.
  Copying PDM.
Database version 3.3 created by 2005 r2 13.1.089 successfully opened.
PDB WARNING : PDF COMPACT WARNING: Compaction not needed and not attempted
for file 'lw_.db'.

Converting from schema PATRAN_3_4_2
  Upgrading database.
No value for environment variable P3CONVERT2004R2_TEMPLATE
Using template database C:\MSC.Software\Patran_x64\20121\template.db
PDB ERROR : PDF OPEN ERROR: Can't open file 'C:\MSC.Software\Patran_x64\20121\template.db'.
PDF ERROR: File's schema version: 'PATRAN_3_12'
           doesn't match requested version: 'PATRAN_3_3'.
PDB ERROR : CMF_FILE_BAD_SCHEMA_VER - File schema version does not match required vers
Warning: could not open template file C:\MSC.Software\Patran_x64\20121\template.db
Template data upgrades will not occur
XDB patch: changing ParamSet(61)::charVal from lw to lwabc
XDB patch: changing ParamSet(64)::charVal from FULL-BALLAST-1 to FULL-BALLAST-1abc
XDB patch: changing ParamSet(66)::charVal from FULL-BALLAST-2 to FULL-BALLAST-2abc
XDB patch: changing ParamSet(67)::charVal from FULL-BALLAST-2 to FULL-BALLAST-2abc
XDB patch: changing ParamSet(68)::charVal from FULL-BALLAST-H-2 to FULL-BALLAST-H-2abc
XDB patch: changing ParamSet(69)::charVal from FULL-BALLAST-H-2 to FULL-BALLAST-H-2abc

p3convert_2004r2 xdb patch (8/12/04) Rev. 3 (28-Apr-08) Complete.

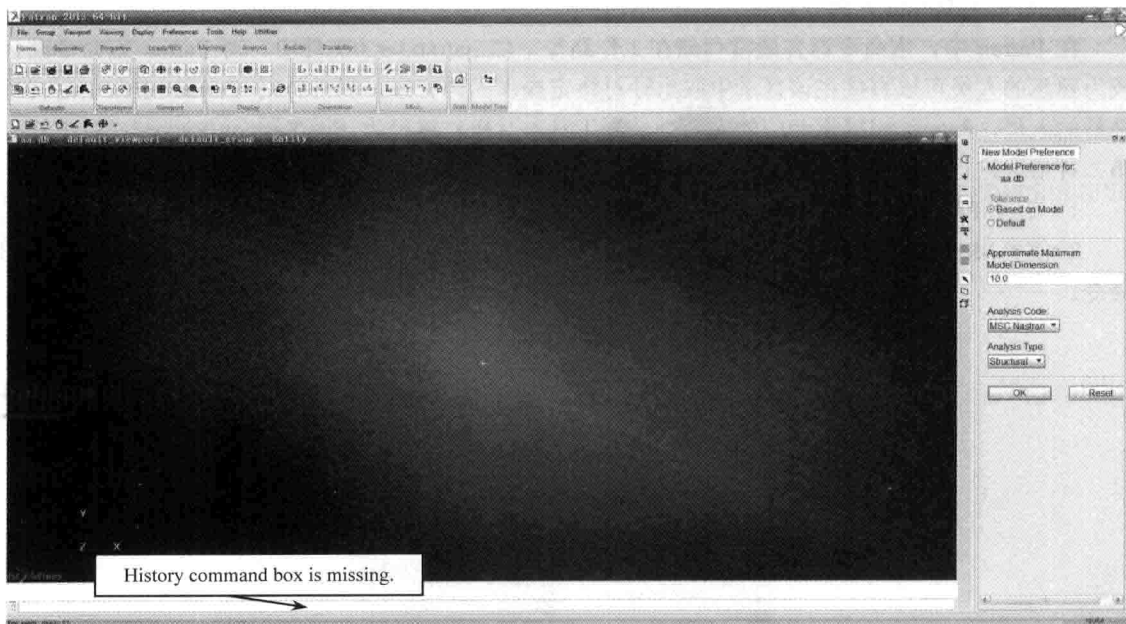
```

用新的版本就可以打开新生成的 db 文件了。

1.5 Patran 工作菜单丢失后如何处理

过程描述

在 Windows 操作系统下, Patran 在非正常中断或结束后, 偶尔会造成菜单混乱或丢失的现象, 重新启动后工作界面仍然不能恢复正常状态。



在这种情况下可以参考以下方法进行恢复:

- (1) 在 Windows 的运行界面下输入 regedit 命令打开注册表。
- (2) 删除注册表下的 HKEY_CURRENT_USER\Software\MSC.Software Corporation\ MSC.Patran。这个文件夹包含了 Patran 的菜单放置信息, 删除后重新启动 Patran 该文件夹可以重新生成。
- (3) 重新启动 Patran, Patran 的界面恢复到最初状态。

参考信息

适用版本: Patran2013。

1.6 Patran 操作界面定制工具栏功能

问题描述

Patran 中提供强大的定制工具栏功能, 创建定制工具栏将减少筛选菜单和单击鼠标的次数。使用 Patran 的命令语言 (Patran Command Language) 代码写入会话文件从而实现记录用户工作会话, 所以在工具栏中操作就能很方便地捕捉和重用这些操作步骤。