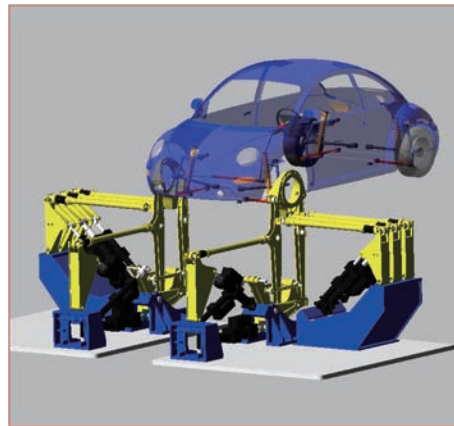


MSC.Fatigue

久负盛誉的高级疲劳分析软件

MSC.Fatigue是MSC.Software公司与英国谢菲尔德nCode国际公司(nCode International)紧密合作的基础上发展起来的高级疲劳分析软件。nCode公司在全球的疲劳与寿命领域久负盛誉。



耐久性虚拟试验

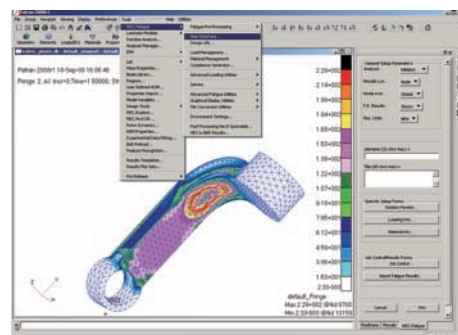
在产品阶段使用MSC.Fatigue,可在设计制造过程之前进行疲劳分析,并为集成的寿命管理创造一个MCAE环境,真实地预测产品的寿命,极大地降低生产原型机和进行疲劳寿命测试所带来的巨额开销。MSC.Fatigue已经使世界众多的知名公司和企业从中获得巨大的经济效益。涉及从空间站、飞机发动机到汽车、铁路,从空调、洗衣机等家电产品到电子通讯系统,从舰船到石油化工,从内燃机、核能、电站设备到通用机械制造等各个领域。早期疲劳分析可提高产品的可靠性,增强客户对产品性能的信心,同时也可减少售后保修维护等费用,避免产品召回等难以预计的严重后果。

一. MSC.Fatigue 特色

- ◆ 完全与 Patran 完全集成;
- ◆ 支持多种有限元软件的求解结果;
- ◆ 自带大量的材料疲劳特性数据库
- ◆ 独特的随机振动条件下的疲劳寿命;
- ◆ 独特的旋转车轮的疲劳分析;
- ◆ 具有重设计循环能力,进行真实载荷工况仿真;
- ◆ 支持 MSC.Nastran 所有的 CWELD 选项 -ALIGN, GRIDID, ELEMID, PARTPAT & ELPAT,3 层板连接处理,支持 XDB 和 .op2 文件;
- ◆ Windows-Unix 无限制交互通讯;

二. MSC.Fatigue 功能模块

1. MSC.Fatigue 疲劳寿命分析前后处理器



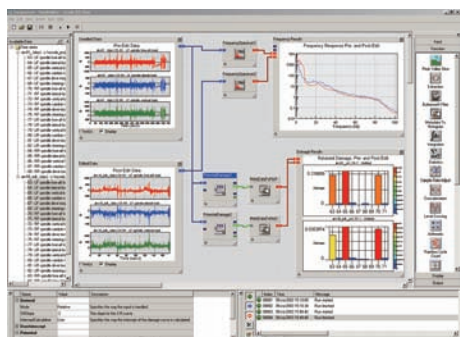
Patran - MSC.Fatigue 界面

MSC.Fatigue集成在Patran环境下,进行疲劳分析前后的前后处理,可充分利用 Patran 强大的图形功能,方便地建立疲劳寿命计算的模型,并直接访问MSC.Fatigue的所有分析功能。后处理功能可方便地透视和诊断各种疲劳寿命问题。改变材料等疲劳输入参数,后处理可直接计算出新参数下的疲劳寿命,从而对设计模型进行选材等优化。

疲劳分析的流程一般有五步：

- 1) 输入循环材料特性
- 2) 输入时变载荷(或频域)
- 3) 输入几何信息(有限元应力或应变)
- 4) 执行疲劳求解
- 5) 计算结果的可视化处理

MSC.Fatigue 前后处理器的界面按照疲劳分析的流程而设计，可有效引导用户一步步完成疲劳分析。同时可十分方便地对输入参数进行修改，以判断结构的疲劳灵敏度及进行优化设计。



数据处理

可直接读入多种有限元软件的计算结果进行疲劳寿命分析，支持的有限元软件和文件格式有：

- ◆ Patran 的中性文件及外部(单元、节点等)结果文件
- ◆ Patran、MSC.FEA、MSC.AFEA 结果文件
- ◆ MSC.Nastran的OUTPUT2文件、.xdb结果文件及bulk数据文件等
- ◆ MSC.Marc 结果文件
- ◆ ABAQUS 结果文件
- ◆ ANSYS 结果文件
- ◆ SDRC 通用文件

MSC.Fatigue 的分析结果及输入的有限元结果可通过不同的方式进行显示处理，包括：

- ◆ 比例阶梯图、云文图、等值线图及文字报告包括损伤(线性和对数比例)、寿命重复及用户单位定义(线性和对数比例)、安全因子、双轴预估参数
- ◆ 残余度、残余应力、比例因子的灵敏度显示
- ◆ 快速图形显示最大损伤区域,最差安全系数和最大双轴
- ◆ 访问材料库, 时间历程库, 载荷历程库
- ◆ MPVXMUL – 读取的文件多达 999 个

2. MSC.Fatigue Basic Package 疲劳分析基本包

MSC.Fatigue 基本包根据有限元模型提供的结构应力或应变分布、结构载荷的变化、材料的疲劳特性等条件预测结构寿命。分析中既可采用传统的 S-N 方法，也可采用更加现代的局部应变法（或称初始裂纹法）。

全寿命法，即通常所说的应力—寿命法或 S-N 方法，并不

严格区分裂纹产生和裂纹扩展，而是给出结构发生失效前的全寿命估计。初始裂纹法，即初始裂纹模型（或应变 - 寿命 ($\epsilon - N$) 模型），为预测产品产生初始裂纹寿命提供依据。初始裂纹法和全寿命法所共有的特点为：

- ◆ 雨流循环计数，矩阵 (bin) 大小可变 (32, 64, 128)
- ◆ 统计余度参数
- ◆ 表面光洁度 / 表面处理修正
- ◆ Palmgren-Miner 线性损伤累积，可变 Miner 累积量(>0, 缺省值为 1.0)
- ◆ 自定义寿命
- ◆ 多轴应力状态评估
- ◆ 安全因子分析
- ◆ 应力 / 应变张量的合成 / 分解：任意分量、主应力 / 主应变最大绝对值、带符号的 Von Mises 等效值、带符号的 Tresca / Shear 等效值

另外，疲劳分析基本包还包括 Strain Gauge(虚拟应变片测量)模块，Strain Gauge 可在 MSC.Nastran 有限元模型中创建软件形式虚拟应变片，在结构承受随时间变化的多种载荷作用时，根据标准的活用户定义的应变片，可以提取结构上任意一点应力 / 应变得相应时间历程。从虚拟应变片上可以提取静态、准静态有限元加载过程的仿真结果。Strain Gauge 可进行试验采集数据与有限元计算结果的相关性比较，从而增强对有限元模型的可信度。

3. MSC.Fatigue Fracture 裂纹扩展分析

MSC.Fatigue Fracture 根据有限元计算结果、模型结构形状，结构载荷的变化以及材料的疲劳特性等条件，预测裂纹的扩展速率和时间。研究裂纹扩展常采用传统的线弹性断裂力学 (LEFM)。裂纹扩展法有以下特点：

- ◆ Kitagawa 最小裂纹尺寸
- ◆ 断裂韧性破坏准则
- ◆ 平均应力修正
- ◆ 循环累计的雨流循环计数
- ◆ 初始以及最终裂纹长度的确定
- ◆ 平面应力修正
- ◆ 切口效应建模
- ◆ 迟滞以及闭合效应建模
- ◆ 基于有效应力密度范围的修正 Paris 原理
- ◆ 用户自定义寿命单位
- ◆ 断裂力学的三角求解 (应力 - 应力密度 - 裂纹长度)
- ◆ 与 NASA/FLAGRO2.03 的图形接口
- ◆ 应力 / 应变张量的合成 / 分解：任意分量、主应力 / 主应变最大绝对值、带符号的 Von Mises 等效值、带符号的 Tresca / Shear 等效值

4. MSC.Fatigue Utilities 高级疲劳和加载功能

Utilities 模块所包含的高级适用的应用程序，可帮助 MSC.Fatigue 用户收集，分析和处理诸如应力或应变时间历程的测量

值等数据，为进一步 MSC.Fatigue 分析做好准备。其具体应用可分为四大类：

- ◆ 高级的载荷处理
- ◆ 高级的疲劳分析和显示
- ◆ 文件传送
- ◆ 绘图和打印

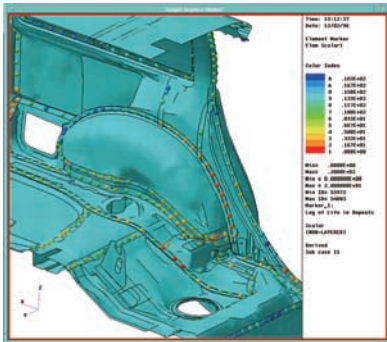
5. MSC.Fatigue Vibration 振动疲劳分析

MSC.Fatigue Vibration 可预测结构或部件在随机振动条件下的疲劳寿命。主要用于振动敏感系统，可以根据有限元分析所得的应力功率谱密度函数(PSD's)或传递函数，预估结构的疲劳寿命。当使用传递函数时，其功能可分成应力响应过程和疲劳分析两个部分。

MSC.Fatigue Vibration 包含有最新的应力分析工具，能够给出多载荷工况、频域问题的求解方法，同时还包含对应力张量迁移性和双轴检查的最新进展。

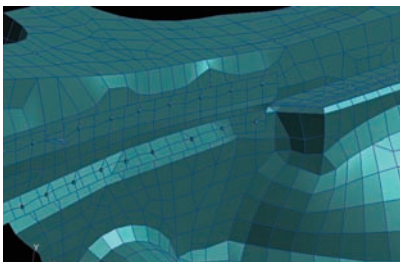
6. MSC.Fatigue Spot Weld 点焊的疲劳寿命分析

MSC.Fatigue.Spot Weld 基于有限元分析，可预测两块金属板在点焊连接处的疲劳寿命。计算中将结构的点焊看作是连接两块金属板的 CWELD 单元或者刚性单元，而金属板用薄壳单元描述。该方法利用连接单元横截面所受的力和力矩来计算焊接处的应力，然后采用 S-N 方法，完成结构的全寿命疲劳分析。



焊点疲劳寿命分布

采用 Spot Weld，可准确预测点焊的疲劳寿命，优化点焊的数量和大小，从而降低制造成本，增加产品可靠性。如汽车的车身结构通常有数千甚至上万个焊点。在生产流水线上，每一个机器人所能处理的点焊数量是有限的，因设计造成焊点布置不合理，其结果必然是无用焊点数增加，而每增加一个焊点就意味着生产线的成本增加 3 万美元。



CWELD 焊点有限元模型

7. MSC.Fatigue Wheels 车轮的疲劳寿命分析

可以使用 MSC.Fatigue Wheels 对车轮或其它旋转体进行疲劳分析，这些结构的特点为承受的载荷是沿着旋转体的外围传播的。通过载荷施加到车轮连续扇区上而完成仿真分析。在 MSC.Fatigue 中所有载荷工况的定义使用 "Loading"，用户界面非常容易处理，并且使用每个载荷工况的应力结果。可以绘出载荷施加到车轮连续扇区上，车轮上每一个节点的应力-历史。通过使用载荷工况的应力结果，可以确定旋转变化的每一个节点的一个完整的应力时间历史和疲劳损伤。可以在损伤最严重的表面角度为每一个节点绘出疲劳寿命和疲劳损伤云图等方式显示疲劳结果。MSC.Fatigue Wheels 应用领域：

- ◆ 所有类型的车轮或带轮的交通工具。
- ◆ 在循环载荷作用下的旋转机械。

8. MSC.Fatigue Multiaxial 多轴初始裂纹分析

与常用的单轴或比例载荷情况不同，MSC.Fatigue Multiaxial 采用了非比例、多轴应力状态假设，并通过裂纹扩展法预估结构寿命，分析结构的安全系数。因此，当载荷情况复杂，结构出现非比例、多轴应力状态时，该种算法可得出非常准确的疲劳寿命。

三. MSC.Fatigue 支持平台

MSC.Fatigue 同时具有广泛的平台适用性，可在 HP/UX、SGI/IRIX、IBM/AIX /RS6000、Sun/Solaris、PC/Windows 上高效运行。

