

# MSC/ PATRAN LAMINATE 复合材料设计分析软件

## 概述

迭层复合材料由于具有可通过材料和铺层设计来满足工程上的特殊设计要求（例如比刚度最小）的优点，因此，在需要高效结构的工程领域里得到越来越广泛的应用。迭层复合材料的这种优点只有当设计人员，结构分析工程师和制造者之间紧密合作，并能很容易地评估设计更改的影响时才能更充分地体现出来。

典型地说，设计人员在选择某种制造方法和相应的材料时必然涉及到制造问题。他所设计的每一单层的材料性质和其中纤维的走向必须是制造者可以实际生产出来的。在此过程中，分析工程师必须能够容易地修改迭层参数并得到有意义的结果。因此，分析精度和优化结果的有效性依赖于他所获得的模型数据的完整性。

结构复合材料的制造有其自身的特点。如果设计人员不了解制造过程中的问题，或者平板形状的设计不得不用反复试验的方法进行，则质量控制无从谈起。因为实际的铺层可能与设计人员和分析工程师的预想并不一致。

考虑到存在这些问题，就不奇怪大多数迭层复合材料的设计离优化还有很远的距离。

## LAMINATE MODELER 介绍

LAMINATE MODELER 是 MSC. Patran 的一个模块，用于辅助迭层复合材料结构的设计、分析、和制造。它提供了产生精确的迭层材料数据的方法，材料数据可输出到任何 MSC. Patran 支持的求解器。它允许工程师和设计师直观的进行铺层设计，只需选择某个几何区域及其所用的铺层特性即可。铺层特性包括每一单层的初始方向及材料数据。在铺层的定义中确定纤维的方向。

对设计人员来说，LAMINATE MODELER 提供了一个理想的开发工具。设计的细节可以与负责结构设计校验和优化的分析工程师直接交流。分析工程师也可快速准确的进行其结构分析，因为基本上消除了定义材料的负担。利用 LAMINATE MODELER 可以很容易增加、删除、或修改每一单层的性质，从而使优化分析变得容易。

对制造者来说，LAMINATE MODELER 提供了制造数据，包括每个铺层的切割形状。这避免了反复试验的过程，降低了时间和经费的消耗。

## 主要功能

### 集成的设计、分析和制造

LAMINATE MODELER 提供了设计人员、分析工程师及制造者之间的公共通信工具。迭层复合材料用一种对所有参与者都很自然的方法定义。铺层特性，包括最终形状和纤维方向，存储在统一的数据库中。

## 管理构造数据

LAMINATE MODELER 管理用于构造迭层复合材料的数据，尽管这些数据可能非常复杂。已有铺层的特性可以修改或删除，也可插入新的铺层，用户不必关心各铺层之间的关系。铺层信息可随时恢复并按结构分析所需的形式自动传送到 MSCPATRAN 的数据库中。

## 提供直观模型

LAMINATE MODELER 使用直观的方法表示迭层复合材料。例如可定义用特殊铺层和铺层方法覆盖的区域。选择适当的材料，定义起始点位置，起始点纤维方向，及铺层的方法。这种直观的过程即相当于实际的制造方法。定义完每个铺层后，用一个下拉菜单定义整体铺层。

## 指明潜在的制造问题

LAMINATE MODELER 可仿真当一个铺层最终成型时可能出现的问题。可允许的扭曲作为一个材料参数，超出该参数范围的区域可被突出显示。如果需要，可找出发生皱褶或突变的位置。为了改变该铺层，可以非常简单地选择一个新起始点和铺层方向，然后定义这一层在铺层序列中的位置。

## 强大的可视化工具

LAMINATE MODELER 提供了综合的视效工具。任何时候可显示铺层的形状和特性。设计人员可同时查看每层的覆盖形状、纤维方向、构造扭曲和构造厚度，以及其对应的平面形状。这使制造阶段的问题在早期得以解决。

## 精确的分析模型

LAMINATE MODELER 为有限元分析模型的每一单元提供了完整精确的定义。这意味着对每一个单元都要有唯一的一组材料对应—若没有铺层数据的自动化管理，进行此项工作简直是难于想象的。所谓唯一是指采用理想的公差，减少数据量，但又随时可得到完整的信息。真正的精度限制是制造精度而不是模型的精度。对于更细致得分析，可自动把壳单元扩展成求解器支持的适当的实体单元。

## 计算破坏模式

LAMINATE MODELER 应用常用的破坏准则计算迭层复合材料的破坏模式。破坏准则包括：最大应力准则，蔡-吴(Tsai-Wu)准则，Hoffman 准则，Hankinson

准则和 Cowin 方法。用户也可以用 PCL 函数定义自己的破坏准则。破坏分析采用 MSC.Patran 数据库中的应力和（或）应变计算结果，以及许用强度极限。计算结果包括安全容限，临界铺层号数，所选单元中的临界元件，并把结果写入包含详细信息的文本格式文件中。

## 沿层的分类分析

传统有限元分析程序一般采用按每一个单元的纤维束排列索引计算和显示结果，这意味着如果存在纤维束急剧变化或单元方向变化的话，一个实际上单一的物理铺层在不同的单元上会有多个不同的排列索引号。而 LAMINATE MODELER 采用基于迭层复合材料的物理层基础上的方法对分析结果进行分类，因此结果直观清楚。

## 提供制造数据

LAMINATE MODELER 生成每一单层的三维式样和二维展开形状，避免了反复试验的制造过程或用户主观臆断的制造方法。这意味着在制造过程中可引入真正的质量控制。所设计和模拟的即是最终制造出来的。而且首次实现对迭层复合材料进行完整的检查追踪。

## 支持多个分析求解器

LAMINATE MODELER 通过 MSC.Patran 数据库可供所有的 MSC.Patran 支持的求解器分析迭层复合材料使用，包括潜在的流体流动和结构分析求解器。

## 使用过程

### 材料定义

LAMINATE MODELER 有两类材料数据：一类是传统应力分析所用的数据（弹性模量、泊松比、密度等），另一类是制造数据。基本材料数据在所选的分析器选项的材料菜单里定义，如果需要也可用 MATERIAL SELECTOR 从材料库中选取。其它数据，如厚度、允许的构造扭曲及方向定义要在 LAMINATE MODELER 的菜单里输入。

## 单层生成

LAMINATE MODELER 专门用于在有限元里可用板壳单元表示的层板结构，因此，铺层是在曲面上定义的。用户要确定包括物理特性和作用范围两方面的信息。用于定义层材料的网格也是分析时所用的网格。

铺层定义的过程从几何定义开始。几何模型可在 PATRAN 中直接生成也可从 CAD 系统读入，然后用线性或高阶壳单元对曲面划分网格。作用区域是用 PATRAN 的标准选择功能来选择被某铺层所覆盖的单元。每个铺层材料（铺层材料名）包括一个材料类型、一个起始点和一个方向矢量。一旦铺层方法确定，这些信息就足够确定纤维分布角度了。

## 铺层模型

LAMINATE MODELER 支持几种内建的铺层模型，包括：涂刷模型用于各向同性材料，如涂层材料和泡沫材料；喷射模型，用于简单的喷射就已足够的情况；剪裁和滑动模型，用于单向材料；覆盖模型，用于织物。覆盖模型计算单层成型曲面形状时，纤维间相互关系的变化。对不可展曲面也同样能计算。

## 铺层的定义

LAMINATE MODELER 用一个下拉菜单定义在铺层中所用的铺层材料。下拉菜单允许铺层的选择、排序和管理。增加、插入和删除层的过程反复进行直到铺层全部完成。仅把最终的铺层结果传递到 PATRAN 数据库中。

图 4 图示为定义铺层的下拉菜单。图中定义了由 3 种铺层材料组成的 10 个层的复合材料。

## 结构分析

LAMINATE MODELER 将迭层材料数据写入 MSC.Patran 数据库中，因而可直接由 MSC.Patran 的各应用模块或求解器访问。例如，迭层复合材料板壳结构即可用 MSC/NASTRAN, PATRAN-FEA, 或 AFEA, ABAQUS, ANSYS, MARC 或 SAMCEF 进行分析。对 SAMCEF 不但支持板壳结构，而且还支持层板三维实体分析模型。

## 三维式样和二维形状

LAMINATE MODELER 可按所选格式生成一个说明覆盖铺层和平面铺层的三维式样图形，以及二维形状的数据文件。一组完整的二维形状构成一个“铺层手册”。目前支持的文件格式有 Postscript、DXF、和 IGES。允许文件打印输出、生成机器的数控指令，也可将形状传回 CAD 系统。

## 特殊功能

P3/LAMINATE MODELER 提供以下特殊功能:

### 迭层几何形状

- ◆ QUAD4/8, TRI3/6 壳单元
- ◆ HEX8/20, WEDGE6/15 实体单元, 须解算器支持

### 材料定义

- ◆ 手工定义工程常数
- ◆ 从 PATRAN-MATERIAL SELECTOR 读入

### 铺层模型

- ◆ 涂刷
- ◆ 喷射
  - 平面法线
  - 轴矢量
- ◆ 剪裁覆盖
  - 最短线控制
  - 平面控制
  - 能量控制
- ◆ 滑动覆盖
  - 最短线控制

### 铺层定义

- ◆ 增加/插入/替换/删除层
- ◆ 定义多种情况
- ◆ 控制作用边
- ◆ 定义角度偏置

### 图形显示

- ◆ 翘曲和纬线角度
- ◆ 剪切或扭曲度

- ◆ 铺层厚度
- ◆ 顶层和底层的方向及脱离
- ◆ 铺层的作用区域
- ◆ 铺层前的切割形状

## 分析数据

- ◆ 用户指定误差内的迭层复合材料的描述
- ◆ 为以下求解器提供材料特性：MSC/NASTRAN, PATRAN-FEA, PATRAN-AFEA, ABAQUS, ANSYS, MARC, SAMCEF。

## 制造数据

- ◆ 每层的三维式样
- ◆ 每层的二维切割形状
- ◆ 铺层定义文件
- ◆ 模具曲面
- ◆ DXF 和 IGES 文件

## 支持平台

Unix 各种工作站

Windos NT 4.0, Windows2000