

基于 FiberSIM 软件的复合材料构件铺层设计优化

郝晶莹 甘爱峰 夏细胜 牟国辉

(北京新风机械设备有限公司, 北京 100074)



摘要: 针对航天复合材料构件传统铺层设计存在的问题, 分析了模压工艺中的铺层方式、坯料形状、变形受力, 通过 FiberSIM 软件模拟复杂的铺层过程, 并生成平面展开图样, 将裁割相关数据无缝连接到裁割机, 减少了材料浪费, 缩短了工艺设计和生产周期, 提高了尺寸精度, 产品质量得到很大提高, 实现了复合材料构件设计及制造的数字化流程。

关键词: FiberSIM 软件; 铺层设计; 数字化流程

Improvement of Ply Design of Composites Structure based on FiberSIM

Hao Jingying Gan Aifeng Xia Xisheng Mu Guohui

(Beijing Xinfeng Machinery Factory, Beijing 100074)

Abstract: In this paper, the ply design of composites structure has been improved based on FiberSIM software. By analyzing the type of layup, the stock size and the deformation and stress of ply in the mould pressing, the efficiency of layup and quality of products has been greatly improved, the costs and period of technological design and production have been reduced by a large margin. Finally the digital process of which structure design and manufacturing of composites has been achieved.

Key words: FiberSIM software; ply design; digital process

1 引言

航天领域很多复合材料产品大多采用模压成型, 在模压成型工艺过程中, 铺层是模压成型工艺的关键工序之一, 铺层计算是实现复合材料精确成型的重要环节。设计复杂产品时, 传统铺层计算无法在首件或试制阶段了解铺层设计方案是否可行。初期可能因铺层厚度、角度、铺贴位置定位等参数难控制, 在成型过程中造成气孔、翘曲、架桥等现象, 达不到设计指标, 需要反复进行试验, 成本较高。针对上述问题, 我们引进了先进的设计和制造软件工具——FiberSIM 软件。以挡块为例, 基于 FiberSIM 软件对产品进行铺层设计, 模拟仿真计算, 最终制得合格产品。

2 复合材料设计软件功能

作者简介: 郝晶莹 (1980-), 工程师, 复合材料成型专业; 研究方向: 复合材料成型工艺研究。

收稿日期: 2013-11-11

FiberSIM 软件主要解决复合材料精确铺层设计和铺层定位问题, 集成铺层软件与现有 pro/e、激光裁割系统、自动裁料系统, 满足铺层设计要求, 创建、设计、分析和解决复合材料工程问题, 并实现复合材料设计、制造自动化、一体化。

3 应用实例

3.1 复合材料挡块的特点



图 1 挡块产品简图

产品简图如图 1 所示。挡块的球冠圆弧面为不等壁厚，凸面内凹槽均为曲面结构。

3.2 铺贴过程

根据压缩比计算出相应的裁剪数量及铺贴层数，按照产品外型结构及尺寸，对预浸布进行相应的裁剪，并进行铺贴，最后将铺贴好的预浸布合模加压，按照相应的工艺参数进行升温、加压、保压。对于曲面热压之前的料厚与热压之后的料厚存在一定差距，受形状尺寸的限制，铺层的贴合度和一致性难以预测。

3.3 传统铺层设计存在问题

- a. 产品的曲面铺贴尺寸难以精确计算，定位不准。很难预测添加切口和拼接的位置，使得切口和拼接大大超出实际位置所需，铺层切口区域附加的层片增加了零件的重量。
- b. 由于产品厚度不均，形状复杂，原材料铺贴层数多，总共有 150 层左右，很难预测复合材料如何才能贴合于零件复杂的表面及层的平面展开图样。
- c. 需要冗长的反复试验过程来满足结构件高精度成型的要求。

- d. 在项目的早期阶段，复合材料的大量使用减慢了制造工程过程。

3.4 采用 FiberSIM 软件进行铺层计算

挡块铺层难点在于预浸料剪裁形状及铺贴后贴合度，预浸料剪裁的尺寸精度能否与模具型腔完全匹配。如果不能精确铺贴，成品就会出现褶皱、缺料、气孔、富树脂等缺陷。针对挡块球冠曲面铺层易褶皱处等难点部位进行铺层计算。应用 FiberSIM 软件进行每一铺层的分析及展开，生成了各铺层的平面图样输出文件。操作步骤如下：

- a. 从 pro/e 三维实体零件上抽取模型曲面。对于铺贴部位都是复杂曲面的结构，FiberSIM 无法直接进行模拟，FiberSIM 的参数是建立在边界闭合的状态下进行仿真，因此必须形成封闭空间，分别提取模具的上成型面和下成型面相应部位，并利用阵列的方法对其进行交截。
- b. 在 FiberSIM 软件中依次建立设计环境参数，包括层合板参数、参考方向，创建铺层和原点，选取铺层边界，边界自动延伸，定义铺贴层数、材料、铺贴顺序、铺贴角度等，如图 2、图 3 所示。

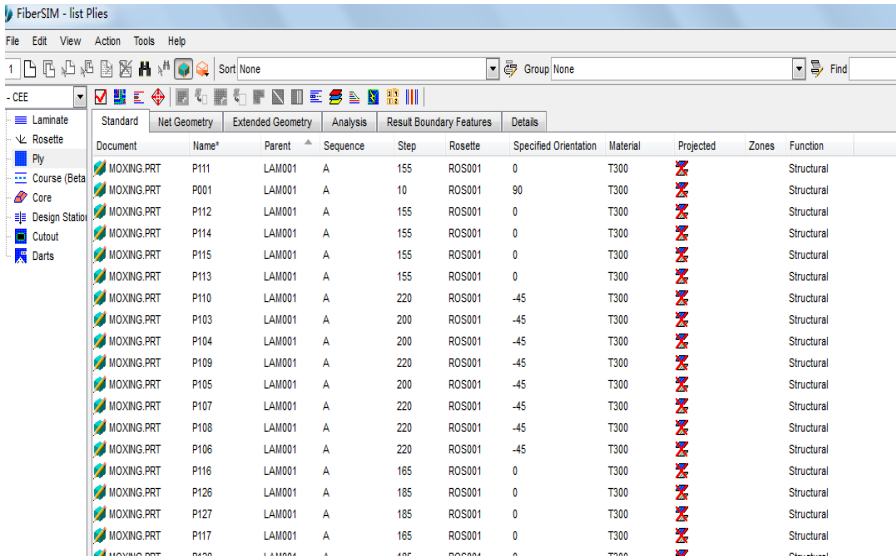


图 2 铺层参数界面

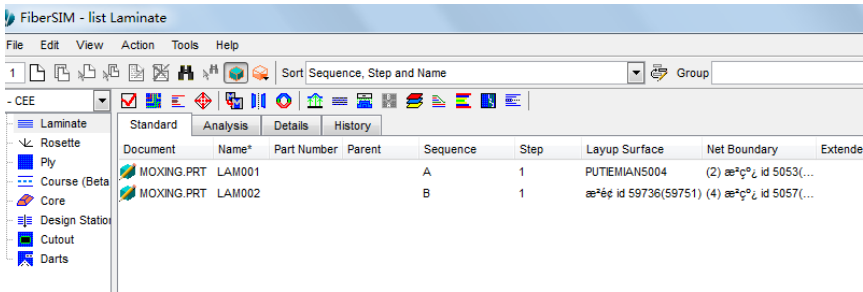


图 3 铺层参数界面

