

如何实现风机叶片的优化？

几乎所有大型设计项目的首要目标都是如何获得最轻的重量。HyperSizer是一种复合材料结构分析及优化软件，是专为含有复合材料的宇宙飞船设计的，其故障容差为零。这些设计必须在低重量与高强度之间找到关键性平衡点。风电行业，依然如此。在设计风机叶片时，重量起着极其重要的作用。因为叶片更轻，它所采用的原材料就更少，就易于制造和运输，同时疲劳载荷也就更低。

由于风机叶片故障率仍居高不下（一项对桑迪亚有记载的风电设备的调查表明叶片故障率高达20%），故障停工代价高，不利于企业，因此，叶片设计师和制造商必须借助最佳方法来设计复合材料。

以HyperSizer软件为例，它是一种复合材料结构应力分析和尺寸优化工具，可自动与许多有限元分析（FEA）解算器共同工作。在一个反馈环路中，HyperSizer软件与有限元分析（FEA）解算器共同探索重量最小化、结构完整性和可制造性最大化的解决方案。该软件采用一层接一层，甚至一个有限元接一个有限元的方式对设计进行快速评估，对整套复合材料结构进行分析。同时，对每一种复合材料层压板设计的一切可能组合进行优化，使设计师几乎能够控制一切设计细节。

瑞士复合材料制造商顾瑞特公司的设计师揭开了通用设计的涂层集合，展示了复合材料转子叶片的复杂性。HyperSizer软件可用以优化复合材料、结构、原材料及接口，从而设计出最轻，最耐用的叶片。

改善风机叶片设计将会提高叶片的效率和性能，削减捕获风资源的成本，使风能比石化燃料更具竞争力。为了增加风力发电机的发电容量，就必须增加叶片的长度（一个风电机所能捕获的风能与其叶片长度面积成正比）。虽然叶片的长度在不断增加，但是其重量必须保持尽可能的轻。因为更轻的质量意味着更好的性能，更长的使用寿命，更低的制造成本和更短的生产周期，所有这些因素都会提高风力发电机在能源市场上的竞争力。HyperSizer软件在航空航天领域留下了宝贵的遗产，它帮助使用者从结构上削减了至少20%的重量，如美国国家航空和宇宙航行局（NASA），美国航空航天公司洛克希德马丁（Lockheed Martin），波音公司（Boeing）和庞巴迪公司（Bombardier）。HyperSizer软件同样适用于风机叶片。

目前，实用规模风力发电机叶片的直径范围为40米到90米。但是，处于设计阶段的概念叶片和原型叶片的直径惊人的接近145米。随着叶片变的更长，设计工程问题就变得越来越严重，诸如结构强度、疲劳性能、抗弯稳定性、叶片硬度、翼尖绕曲度和扭曲限制。简言之，叶片的重量必须尽可能的轻，具备足够维持其空气动力学形状的硬度，同时还要有足够的耐用性来承载风力载荷且无材料损伤。此外，大型叶片必须对重量和硬度进行合理布局，避免因气动弹性载荷引起的不稳定性。

为了优化叶片设计，此软件从传统有限元分析结束的地方开始。它以一个有限元模型开始，同时与有限元分析解算器天衣无缝的结合，核实风机叶片的结构完整性，预测所有气动弹性载荷情况的故障模式，确定故障位置与载荷，从而达到所需的安全系数。为解决不合格安全因素，或者选择一种重量更轻的设计，通过对大量备选设计的尺寸和层压板进行调查，该软件可实现最优设计。从模型的设置、运行到测试结果和原始新设计的解读，这一过程通常仅在4小时就能完成。

为了对假定分析方案、行业研究方案、叶片设计的灵敏性进行评估，HyperSizer软件会纪录风机叶片内部部件的载荷，确定一种板梁概念、横截面尺寸、原材料与接口的最佳组合，风机叶片内部部件的载荷通过有限元分析计算得出。为了达到这一目标，该软件会对许多不同的失效模式进行分析，所有叶片区域、一切载荷情况和分析都可实现正安全边际（安全系数为1）。此外，该软件还可用于板材设计。例如，蜂窝板或泡沫夹心结构可能都适宜于剪切腹板，而结实的层压板可能最适合叶片前缘。HyperSizer软件可检测不同的连接接口及板材横截面形状。提高叶片的可制造性和疲劳寿命可使片层脱离实现最小化，从而削减成本。

该软件避免了人工计算、离线电子数据表、重建模型及长期运行成批作业。此外，它可对层片脱离和层片增加模式进行评估，有助于发现符合强度要求的最轻层压板，且转移区域最小。

HyperSizer可对含有螺栓、粘接接口（如剪切腹板与表层）的叶片区域进行评估。对螺栓区域进行分析，优化连接点的厚度，可防止由较重结构引起过度建造的一般性问题。而对粘接接口进行的高级分析则着眼于层间剪切和剥离应力、分层及裂纹萌生的研究。

材料的内置资料库可控制材料的温度及湿度依赖性性能，同时内置资料库可根据软件公司及项目资料进行定

制。数据库包括金属物质（各向同性）、石墨和玻纤系统，夹芯板（蜂窝结构、泡沫结构、合成结构），混成积层板（胶带、织物和金属箔）。有了这一材料清单，使用者就可对100多种基于非有限元分析故障模式的所有载荷情况进行分析。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/23241.html>