

新闻动态

您当前所在位置: 首页>新闻动态>科研进展

- 图片新闻
- 综合新闻
- 学术活动
- 科研进展
- 媒体报道

邮箱登录

用户名: @ iet.cn
密 码:

科研机构

- 国家能源风电叶片研发（实验）中心
- 能源动力研究中心
- 轻型动力实验室
- 循环流化床实验室
- 分布式供能与可再生能源实验室
- 储能研发中心
- 传热传质研究中心
- 工业燃气轮机实验室
- 无人飞行器实验室（筹）
- 新技术实验室（筹）

风力机叶片气弹耦合模型研究进展

发稿时间: 2017-02-28 作者: 赵鹰 廖猜猜 来源: 国家能源风电叶片研发（实验）中心 【字号: 小 中 大】

随着低风速区以及海上风能的大范围开发，叶片趋于柔性化、细长化。由此产生的气弹耦合效应对叶片的各项性能产生重要影响，已经逐渐成为大型叶片设计的决定性因素。

气弹耦合模型作为风电机组各耦合特性的分析基础，它的准确建模有助于我们了解叶片结构变形和周围流场的变化过程，对改善叶片气动性能，增大风电机组发电效益，确保风电机组安全稳定运行具有举足轻重的作用。而由于叶片的流场尺度、结构尺度以及运行时间横跨多个数量级，叶片的气弹耦合模拟在计算精度与计算时间上存在着难以调和的矛盾。目前，国内外研究人员通常将气动模型和结果模型进行相应的简化已完成相应的分析：如气动模型仍然以BEM方法为基础建模以保证较快的计算速度；结构模块上仍以模态法、多体动力学方法和有限元梁模型进行建模。以上结构模型均基于叶片截面的综合特性，无法反映出叶片在展向、弦向以及垂直叶片表面方向上的铺层变化，简化了许多结构尺度信息，无法准确给出叶片的耦合刚度、剪力、扭转中心等结构特性，从而降低了叶片的气弹耦合模拟精度。

针对这一问题，国家能源风电叶片研发（实验）中心的研究人员依据本实验室100kW风电机组叶片的复合材料铺层结构，运用APDL语言，建立了叶片三维有限元壳模型和加载模型（如图1所示），并与实验数据进行了对比验证。两者的叶尖挠度相差为2.8%，具有较高的计算准确性。同时，采用BEM方法进行了气动简化建模，并与实验数据和同样基于BEM理论且广泛验证的Bladed软件进行计算对比，结果如图2所示，气动模块仍然具有较好的计算精度。最终，通过弱耦合方法，将气动计算模块和结构分析模块耦合起来，建立了BEM-3DFEM气弹耦合模型（如图3所示）。

研究人员基于BEM-3DFEM模型和叶片的实际受载情况，采用弯扭耦合加载方式，对100kW风力机叶片进行了气弹耦合分析，对比了耦合与非耦合情形下风力机的响应、功率系数和弯矩等特性，得到了不同风速下气弹耦合效应对变速变桨风力机的影响结果（如图4所示）。计算结果表明，当叶片存在变桨动作时，气弹耦合的影响随着风速升高明显呈现先增大后减小的趋势，而且随着风速上升，变桨程度不断提高，气弹耦合的影响将逐渐减小；在额定风速前后区域，叶片气动弹性效应会造成叶片较为明显的功率输出下降，导致风力机达不到设计功率，因此在叶片设计时尤其是大型叶片设计时要充分考虑气弹效应的影响。最后，通过分析不同风速下叶片气弹扭角的变化，研究人员提出了一种简单可行的方法用于弥补由于气弹耦合效应带来的功率损失，使得在考虑耦合效应时，年发电量提升了0.1% 以上。

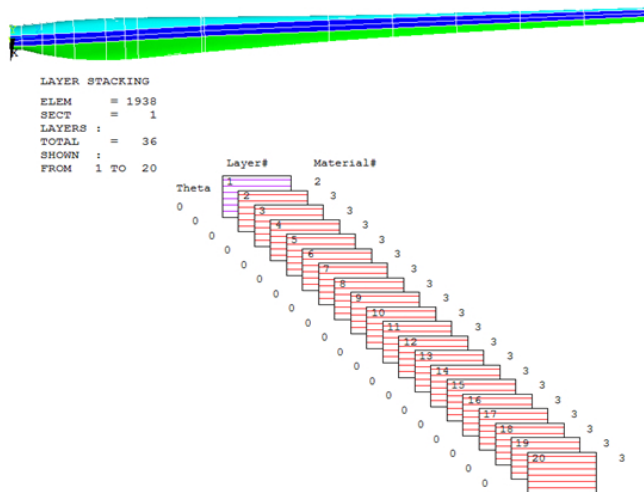


图1 叶片的三维有限元壳模型

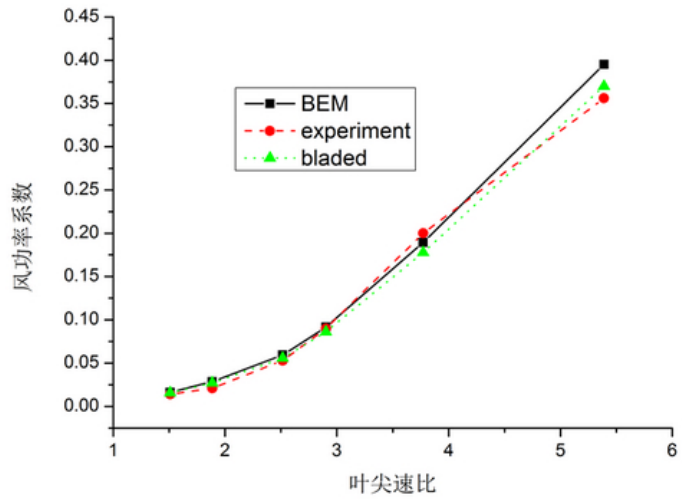


图2 功率系数随叶尖速比的变化

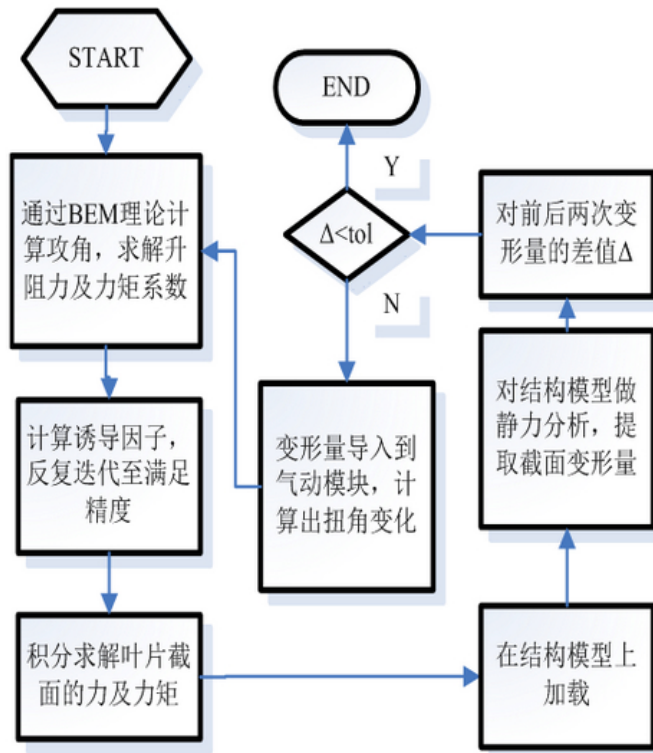


图3 BEM-3DFEM气弹耦合模型

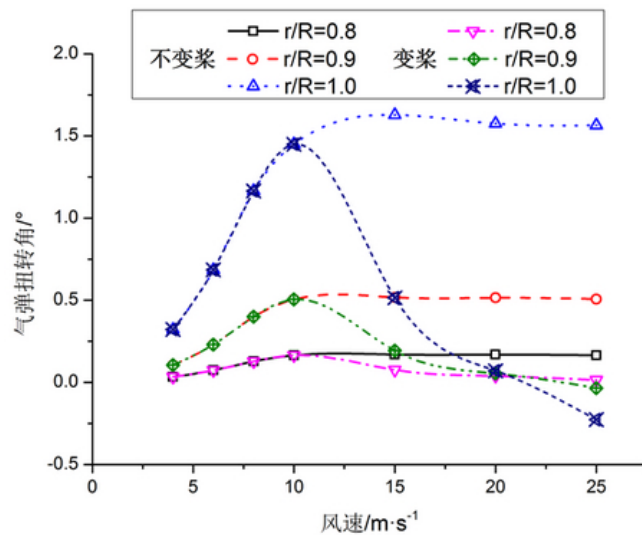


图4 气弹扭转角与风速关系

评论

相关文章



Copyright © 2009 中国科学院工程热物理研究所 单位地址：中国北京北四环西路11号 单位邮编：100190
联系电话：+86-10-62554126 电子邮件：iet@iet.cn 京ICP备05058839号-1 文保网安备案号：110402500028