

[风电]

仿真技术提高风电设备的性能



实际应用的风力发电设备必须满足使用寿命长和维护保养工作少的要求，且这些要求在设备的研发阶段就应尽量满足。模拟软件 ADINA 在设计阶段就能对风力发电设备在空气气流作用下的结构特性进行计算，是提高设备性能的有效手段。

文 / Michael Probst

模拟技术专家 ISKO 公司利用现代化的运算方法对风力发电设备的刚性结构和柔性结构进行了分析计算，例如其在风力作用下的结构特性。在设备的模拟、分析和计算过程中，15 年前的多功能物理模拟计算工具 ADINA 软件给了 ISKO 公司的工程师们极大帮助。借助该模拟软件丰富的功能，可以对提出的结构力学、流体力学、声学、热力学和电磁学等方面的问题进行模拟计算。为了获得尽可能符合实际情况的模拟分析，ADINA 软件也考虑了所谓的 FSI，即流体结构影响因素。

找出设计中的薄弱环节

利用模拟分析的结果就能够直接得到风力发电设备的结构（如转子叶片）与环境气流间的相互关系（图 1）。在此计算分析中不仅可以得出气流对发电设备结构的影响，而且还可得出设备对周

围环境的反作用，实践表明这些结果都是非常具有说服力的。例如，模拟结果不仅清楚显示了转子叶片的变形或振动，而且也显示了全局性和局部性的交互作用，如进入气流与叶片振动和塔架振动之间的交互关系。这一模拟工具包含了结构动力学和流体力学两大领域中所有重要的建模和分析方法，几乎能够模拟所有希望得出模拟分析结果的机械部件和连接件的情况。

准确的风力发电设备结构图和其所使用的材料允许工程技术人员在风力发电设备研发设计的早期阶段就通过模拟分析得到设备薄弱环节的有关信息和基本资料。按照所需详细程度进行的结构模拟，一部分是在极端负载情况下的进行的，能够在实际制造价格昂贵的样机之前，以及在进行代价巨大的性能测试之前，就清楚的指出设计中的薄弱环

节。在进行气流影响模拟分析时，ISKO 公司采用了涡轮机变量数学模型（图 2），能够用很高的清晰度对感兴趣的部位进行模拟和显示。这一模拟分析的范围很广，包括了从 2D 模型试验到转子分析，直至整个风力发电设备的气流环境条件的分析。

零部件的最佳设计和数字化管理

在风力发电设备的模拟中，最令人感兴趣的是转子叶片多层次的机械负载分析，即考虑转子叶片自重、旋转、质量惯性、进气条件和安装环境等方面的机械负载分析。利用柔性结构在气流环境中的模拟分析，能够把风力发电设备相关的预测质量提高到新的水平。转子叶片由气蚀和离心力引起的负荷与转子叶片风压分布状况及周期性交变压力的叠加能够得出新的有价值的真实负载的结论。MM

图 1 ADINA 软件模拟风力发电设备结构与空气气流之间的交互作用

图 2 ISKO 公司利用涡轮机变量数学模型进行的模拟