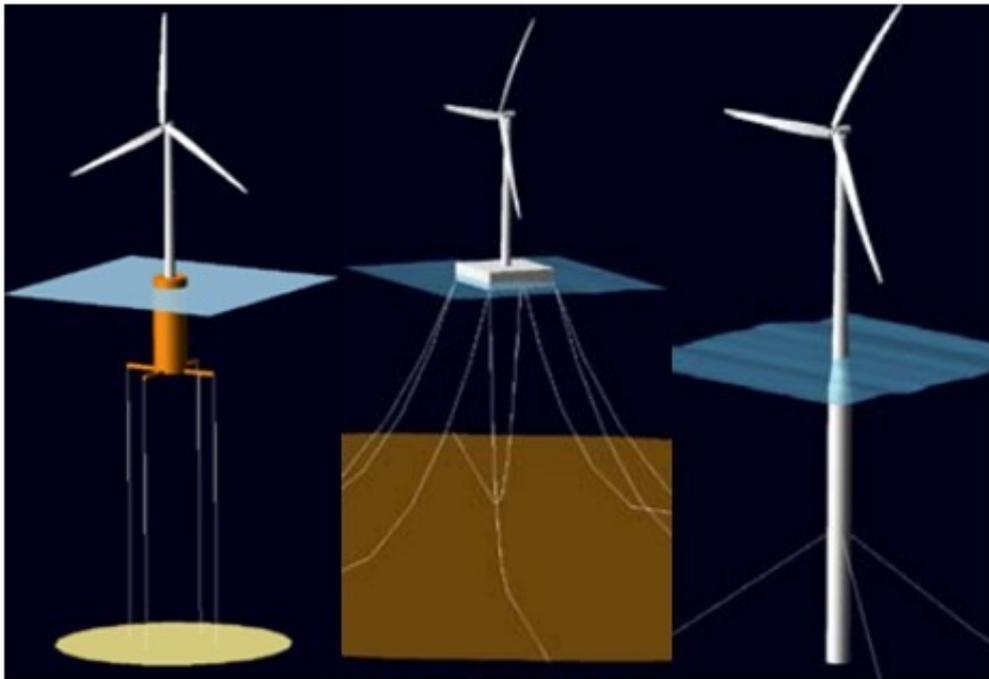


## 工程热物理所漂浮式风力机研究取得进展

风能是一种清洁的可再生能源，风力发电是目前可再生能源中技术最成熟、发展速度最快的一种发电形式。全球风电装机容量已经连续十余年保持两位数以上的高速增长，而海上风电在风能利用中所占的比例正快速增加。近年来，随着海上风电利用不断向深海地区发展，漂浮式风力机逐渐受到了企业和研究人员的关注。

在海上风和波浪的综合作用下，漂浮式风力机的振荡运动十分显著。机组的振荡运动会对漂浮式风力机的安全运行和气动特性产生重要影响。同时，因为浮台和系泊系统受到了水动力学载荷与系统的结构动力学载荷，以及风轮的气动载荷相耦合，从而为漂浮式风力机的准确模拟和评估带来了极大的困难。2002年以来，Bulder、Lee、Wayman、Vijfhuizen、Henderson、Withee、Fulton、Nielsen等研究人员对漂浮式风力机的一些初步设计进行了可行性分析。2006年，美国可再生能源实验室（NREL）的Jonkman等人建立了漂浮式风力机“气动-水动-控制-结构”完全耦合模型，并设计了三种漂浮式平台。

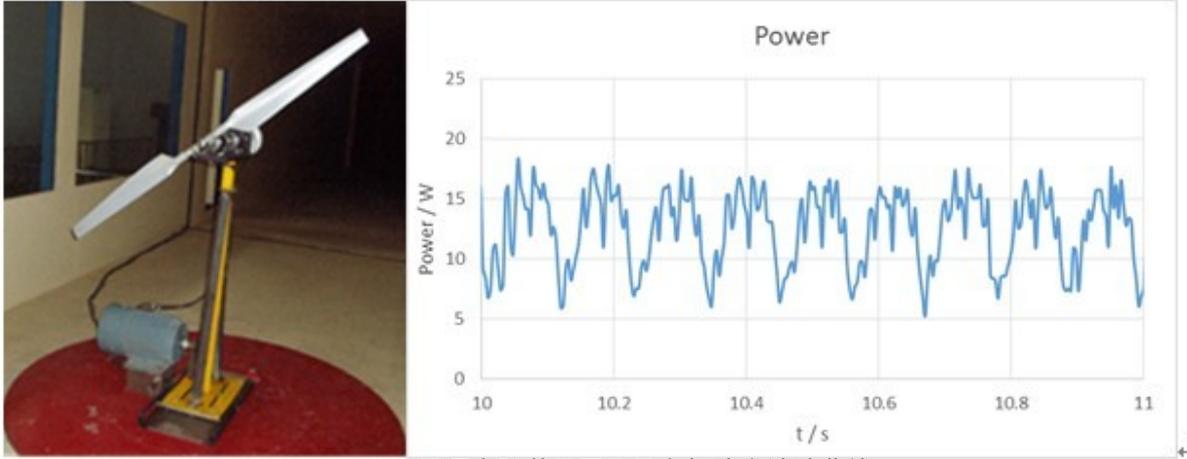


三种漂浮式风力机示意图

为了获得漂浮式风力机的动态响应特性和气动特性，中科院工程热物理研究所风电叶片研发团队对多种典型的漂浮式风力机在一系列风和波浪条件下的动态响应进行了计算，分析并总结了漂浮式风力机的运动规律以及叶片攻角的变化规律。

研究发现，纵荡运动是最主要的运动形式，而且纵荡平均值主要受风速影响，纵荡振幅主要受浪高影响。根据漂浮式风力机叶片攻角的变化规律，对厚翼型的二维动态失速特性进行了数值模拟研究。研究发现，厚翼型的升力系数基本没有动态失速效应，而阻力系数和俯仰力矩系数的动态失速效应很强。振荡运动不仅引起风轮气动特性的变化，还会使风力机与尾迹之间发生相互作用，从而改变风力机的尾迹特性。为了研究振荡条件下漂浮式风力机的尾迹特性，研究团队对目前风力机尾迹研究中广泛采用的致动线方法进行了改进，建立了二维制动线模型，计算结果表明新建立的模型具有更高的准确性，并能减少大约10%的计算时间。

根据漂浮式风力机的动态响应特性，研究团队设计了在风洞中模拟漂浮式风力机振荡运动的摆动实验台，并对模型风力机进行了一系列定常和非定常实验研究，实验得到了摆动条件下风力机的功率和载荷波动特性。



风洞实验装置图及风力机功率波动曲线

以上研究工作得到了国家自然科学基金面上项目“漂浮式风电机组三维流动及动态失速特性研究”（No. 50976117）的支持，相关研究成果已发表在《工程热物理学报》（2013, 34(7): 1256-1261）。

原文地址：<http://www.china-nengyuan.com/tech/54538.html>