

风机结构监测技术在海上风电工程中的应用研究

陈晓 范坤 崔伟强

中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司

[摘要]海上风电是清洁能源之一，是可再生能源发展的重要方向之一，也是全球各个国家风电发展的重点领域。随着海上风电的开发利用的深入，海上风能的开发利用也逐步走向人类的视野。从2005年以后，以欧洲和美国为代表的海上风电开发团队，开始建立大型的海上风力发电厂。海上风电相对其他新能源基本算是一个新型的新能源行业，技术发展很迅速。在海上风电运行过程中，对风机结构的监测是保证海上风力发电的一个重要的手段。本文就是从风机结构监测技术的实际应用为主题，提出一些相应的研究，供相关从业人员做一参考。

[关键词] 风机结构；监测技术；海上风电；应用研究

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.10.1565

引言：

海上风电的系统安全稳定运行，是海上风电产生经济效益和社会效益的基础。海上风电系统在运行的过程中，风机结构体系的损坏占风电安全事故的比例比较高，是海上风电运行的重要安全隐患。对于海上风电风机结构体系的监测和评估是预防风机损坏的重要抓手，对风机可能带来的事故损失有很强的预判作用。近年来随着海上风力发电的快速发展，风机损坏造成的事故对整体海上风电影响巨大。目前，我国对海上风力发电的监测技术还不够先进，监测的项目也相对偏少，没有一个全面的监测体系和监测数据。很难在风机运行的过程中，发现运行的隐患，往往都是发生事故后，再去分析研究事故产生的原因。从而造成了很多不必要的损失。

一、风机结构安全监测技术的发展

海上风力发电在全球各地发展后，很多的科技公司开始重视海上风力发电风机监测系统的研究和开发应用。监测系统主要针对是对风机的运行数据、参数控制和报警显示等功能进行重点的部署，而对风机的运行状态的监测没有引起高度重视。我国海上风电起步较晚，但是随着海上风电场的建设加快，从政府层面开始逐步建立风电的监测体系，在结构监测体系的建设中，主要是参考陆上风电的监测内容和体系。没有针对海上运行状况进行分析研究，不能满足海上结构监测目标要求。同时，由于没有统一的规范和可执行的标准，海上风电结构体系监测和远程诊断方面的进程很缓慢，多数的监测系统还是停留在对机组的自身监测上，硬件监测设备设施性能还比较低，相对应的风机结构系统监测软件系统不完善。

二、风机结构监测系统设计

（一）风机结构监测系统设计的必要性

海上风电要受到巨浪和洋流等海洋环境的影响，还要受到海上的盐雾和台风等恶劣天气的影响。这些影响都有很强的随机性，对风机产生冲击损伤、疲劳损伤、振动断裂等破坏性损坏，直接影响着海上风电的运行。因此，建立结构振动、受力和分析远程诊断等结构体系的运行状态监测系统很有必要。

（二）风机结构监测系统总体框架

海上风机结构监测系统搭建需要建立在物联网和云平台的基础上。主要的设计理念是要在无人值守的状态下，实现对风机结构的时时监测。首先应在风机上安装现场采集和控制模块，用于风机结构运行的基础数据的采集，模块的安装要选取容易产生复杂载荷的位置，现场采集的数据通过传输设备进入中央控制室，中央控制室收到监测数据后，根据正常的运行参数进行数据分析，将数据分析的结果借助数据处理平台，反馈到海上风机结构监测系统的平台，平台的管理者可根据实际情况对现场的设备发出远程操控的指令。系统即可以显示远程风机结构数据，采集风机结构的现场数据，又可以对远程的设备进行诊断控制。同时还需要实现自动运行的预测报警功能，同时向设备的监控人员、操作人员和管理人员进行预测预警。

（三）风机结构监测硬件设计

风机结构监测硬件的关键设备主要有：振动监测模块、结构安全监测模块、腐蚀电位监测模块，通讯传输监测模块和供电设备模块等组成。实现的功能主要是，现场采集、存储传

输和远程诊断等功能。通过电压、电流、电阻和频率等物理变量，确定风机结构的运行状态。振动监测模块主要是对单台风机的振动频率进行监测，用拾振器收集信号，高速采集卡采集信号，控制器传输数据。主要用于记录风机的振动异常，尤其是在恶劣气候的条件下，会产生强烈的反馈信号，虽然出现冲击振动的时间比较短，但是振幅宽，是风机结构基础健康运行的重要参数。结构安全监测模块是现场结构安全的数个安全传感器的统称，这些传感器主要埋设在风机现场各个应力变化的部位。结构安全监测模块采集器可以对传感器的信息进行集中加工，利用转换器进行数据上报。腐蚀电位监测模块是海上风电特有的监测模块，是用阴极保护技术防止风机结构金属腐蚀的电化学方法，在船舶和海洋工程中广泛应用。由参比电极采集信号，信号变送器传输信号，数据采集模块加工和处理信号。需要振动监测模块数据、结构安全监测模块数据和腐蚀电位监测模块数据按照一个风机一个单元的模式进行数据处理。通讯传输模块就是将一个风机的综合数据进行汇总，并向集中控制中心服务器传输数据的设备。

达到监控人员随时可以监测现场设备状态和参数的效果。供电设备模块就是为现场的监测单元和模块提供电源的设备，有交流和直流供电的模式，同时还有备用电池的设计，保证断电后数据不丢失。

（四）软件设计

系统的软件主要是对硬件采集的数据进行分析处理的工具。主要的模块有数据显示、数据管理、数据分析、数据预警和监测报告等模块组成。数据显示是将振动监测模块、结构安全监测模块、腐蚀电位监测模块监测到的原始的物理变量

通过一定的技术处理后，展现给监控人员的模块。数据管理是将监测到的数据进行传输和存储模块。数据分析是软件的核心，主要任务是对监测数据进行加工整理，在这个模块中可以实现监测点的数据时时在线监控和分析比对，确定数据的变化趋势和轨迹。数据预警模块是数据与正常参数比对，提供异常参数信息，对监测监控人员预测预警的模块。监测报告是根据监控人员不同的需求，制定除不同类别的监测报告种类，便于风机结构监测数据分析的模块。

三、结束语

海上风力发电的建设脚步越来越快，今年，国内首个百万千瓦级海上风电项目三峡阳江沙扒海上风电场实现全容量并网发电，为粤港澳大湾区建设再添清洁能源支撑。也助力达成“碳中和”的目标。风机结构监测技术的推进，对海上风力发电的风机制造参数起了很好的指导作用，虽然国内的结构监测技术还不够先进，但是通过一定的资料积累，必然会给国内的海上风电结构监测技术带来长足的发展。

参考文献：

- [1] 申浩. 风机结构监测技术在海上风电工程中的应用研究[J]. 中国科技纵横2019(007):73-76.
- [2] 杨三元, 杨安韬, and 郭伟. 海上风电基础结构安全监测系统开发与应用研究[J]. 海洋开发与管理. 2018(35). A01: 5.