

# 海上风电状态监测与故障诊断技术

崔伟强 刘裴 陈晓

中国电建集团西北勘测设计研究院有限公司

**[摘要]**近几年,海上风电是一个新兴的风电领域,具有风速高、不占地、环境条件限制小的内在优点,国家开始重视海上风力发电的发展。本文针对海上风电,论述其发展现状,阐述其检测与诊断技术,并详细叙述未来发展前景。

**[关键词]**风电; 状态检测; 故障诊断

**[DOI]** 10.12252/j.issn.2096-6288.2021.09.990

## 引言

海上风电是保障能源消费安全、促进经济增长和应对石油危机的有效手段。风电技术被广泛应有以下几个方面,一是海上风力资源极其丰富;二是海上风源相对稳定;三是不会争抢陆地资源,四是海上风电场规模大。因此,海上风力发电技术,成为各相关机构研究热点。同样,海上风电也带来了检测与故障诊断等技术问题。

### 一、海上风电的重要性

#### (一)海上风电在国内外的的发展

风能,一种能量转换形式,其中涡轮机将风的动能转换为可用于动力的机械能或电能。风能被认为是一种可再生能源。从历史上看,风车形式的风力发电已被用于研磨谷物和抽水等任务已有数百年历史。现代商用风力涡轮机通过使用旋转能驱动发电机来发电。它们由叶片或转子和称为机舱的外壳组成,机舱在高塔顶上装有传动系统。风电技术在不断增强,各种设备也在不断更新,全世界的海上风电发展都十分的迅速。据GWEC所述,到2019年,全球风电累计装机容量为651GW,较2001年底增长超过26倍,年均复合增长率为20.12%<sup>[1]</sup>。与2001年全球新增装机容量相比,2019年的新增装机容量增长8倍,年均复合增长率为13.18%<sup>[2]</sup>。

#### (二)状态监测与故障诊断技术

在风力发电机整体系统中,电气系统的故障率是最为频繁的,再就是结构强度,还有一部分是转子叶片、齿轮箱和发电机的故障<sup>[3]</sup>。据统计,陆上风电场的运行维护成本占总营业额的15%~20%,海上风电场甚至可达30%~35%。故障诊断技术是保证风电场运行效率、降低风电场运行成本的关键。风力发电机组状态监测、故障诊断和智能维护技术逐渐发展成为行业新的增长点。为此,需要制定高效的海上风电场预防性维护机制,电网状态监测和故障诊断是实现这一目标的有效手段。

### 二、海上风电状态监测技术

#### (一)海上风电机组故障的特点

风力发电是世界上发展最快的绿色能源技术,由于海上丰富的风能资源和当今技术的可行性,海洋将成为一个迅速发展的风电市场。随着科学技术的发展,海上风电的各种出故障率正在慢慢降低。然而,与蒸汽轮机、燃气轮机和水轮机等传统发电系统相比,风力发电机的故障率仍然较高,其运行可靠性仍有待观察。其他改进和改进。一般来说,海上风力发电机组工作的时候,环境恶劣以及负载复杂,容易发生中断;由于风暴、海浪和盐雾腐蚀的影响,海上风力涡轮机比陆上风力涡轮机更容易出现故障;风力涡轮机的故障频率也随着风力涡轮机的尺寸而增加。虽然风力发电机组的电气和控制故障发生的频率较高,但由于此类故障维修导致的风力发电机组停机时间相对较短。

#### (二)海上风电机组结构健康监测技术

风机由于长期暴露在强风、地震、海浪等极端环境中,风力发电机的转子叶片和塔架在日常运行中积累了大量的负荷变化。结构监测系统可以在早期检测到结构损坏,并防止连接损坏,包括塔架的完全倒塌。同时,对反馈数据的分析可以优化维修计划,节省维修时间。海上风电场比陆上风电场更难维护,因此对海上风电场使用结构健康监测技术至关重要。此外,结构状态的监测也为未来风机的优化设计提供了极有力的保障。

1. 振动分析。振动分析是监测结构状态最广泛使用的技术,尤其适用于旋转机械部件,如风扇叶片。位置传感器、速度传感器、加速度计和光能传感器均可用于低频到高频检测。加速度计广泛应用于大型结构监测系统,通过对测得的加速度进行积分不但可以获得结构的速度和位移响应,还可以通过傅里叶变换分析频率响应谱<sup>[4]</sup>。由于其简单易用,振动分析被广泛用于高层建筑和桥梁结构的监测。目前,长期实时振动分析在风电领域的应用还比较有限。

2. 应变测量。应变测量是一种广泛用于监测结构状态的技术。目前,应变测量在预测疲劳寿命和应力水平方面起到非常重要的作用。该技术专门用于检测风力涡轮机转子叶片的损坏情况。在风力发电机的应变测量中,光纤光栅传感器具有较强的抗电磁干扰特性和广泛的适用性,因此得到了广泛的应用。由于风力涡轮机长期直接暴露在经常受到威胁的自然环境中,并且对闪电很敏感,因此光纤网格传感器能够监测风力涡轮机的状态以承受连续负载。

### 三、海上风电发展趋势和需求

近几年,风电在我国的比重仅次于火电和水电,海上风电则更加具有优势,它不但促进环境可持续性发展,还带来了一定经济效益,更重要的是与其相关的产业也迅速发展起来,为人们带来了巨大福利。

随着海上风力发电的快速发展,在运行监控方面变得越来越重要。相比其他发电方式,海上发电可以分布广,但是所处环境更加恶劣。所以就导致不能按照陆地风电方式对其进行检查检查。故而,在海上风电智能监控是极有必要的,需进行智能化设计。把控制中心放在陆地上,实现对风力发电机组和增压设备、海上增压站和陆基中央控制中心等主要电气设备的集中监控。针对海上风电系统安全稳定的运行,需建立一套智能化的监管体制,才能实现海上的做业环境。比如智能无人化系统监测风电机组的状况。同时,海上智慧风电场智能装备的研发也是一个重要的发展方向。

### 四、结束语

海上风力发电机的发展具有深远的前景。未来,我国海上风电建设将从海上转向深海。然而,海上风电场的可达性较差,运行条件较差。风力涡轮机故障需要很长时间才能修复并且难以维护。一旦故障结束,经济损失将是巨大的。从而科学地实施海上风力发电机的运行和维护策略和方法;通过切实可行的手段和方法,提高海上风机的利用率将是降低海上风机成本的有效途径。

### 参考文献:

- [1]魏锋.中国风电行业现状及前景展望[J].今日工程机械,2020(04):24-25.
- [2]滕吉文,张永谦,阮小敏.发展可再生能源和新能源与必须深层次思考的几个科学问题——非化石能源发展的必由之路[J].地球物理学进展,2010,25(04):1115-1152.
- [3]李辉,胡姚刚,李洋,杨东,梁媛媛,欧阳海黎,兰涌森.大功率并网风电机组状态监测与故障诊断研究综述[J].电力自动化设备,2016,36(01):6-16.
- [4]光电子技术[J].中国无线电电子学文摘,2011,27(04):22-57.