

## 风电场智能化维护技术研究综述

武会朋

国水集团化德风电有限公司, 内蒙古 乌兰察布 012000

**[摘要]** 在我国的风力发电领域, 风电场中的各项基础设备的质量以及专业技术的水平都有了长足的进步。但在风电场的维护方面还存在一些不足, 因此对风电场的现状进行一定的调查了解是很有必要的, 其有利于风电场进行自身的精确定位, 从而对相关的设备进行一个配套的维护制度, 同时更新技术, 使风电场的维护效率以及质量有一个系统性的提升。因此, 目前风电工厂需要对智能化维护技术进行更深一步的研究, 从而减少设备运行时的电力损失。

**[关键词]** 风力发电厂; 维护技术; 技术研究; 研究综述

DOI: 10.33142/hst.v5i4.6581

中图分类号: TM6

文献标识码: A

### Review on Intelligent Maintenance Technology of Wind Farm

WU Huipeng

Guoshui Group Huade Wind Power Co., Ltd., Wulanchabu, Inner Mongolia, 012000, China

**Abstract:** In the field of wind power generation in China, the quality of various basic equipment and the level of professional technology in wind farms have made considerable progress. However, there are still some deficiencies in the maintenance of the wind farm. Therefore, it is necessary to investigate and understand the current situation of the wind farm, which is conducive to the accurate positioning of the wind farm itself, so as to provide a supporting maintenance system for the relevant equipment, and update the technology, so as to systematically improve the maintenance efficiency and quality of the wind farm. Therefore, at present, wind power plants need to further study the intelligent maintenance technology to reduce the power loss during equipment operation.

**Keywords:** wind power plant; maintenance technology; technical research; research review

#### 引言

随着我国综合实力的发展, 在发电领域由之前的相对单一来源转变为多渠道发电共同发展, 而且逐步向清洁发电方向迈进。在这种趋势之下, 风力发电逐渐进入人们的视线, 并且在我国有了长足的进步。但在风电场的具体运营当中, 还存在一些细节问题需要进行研究解决。例如在风电场的维护方面, 相关的技术还需要进一步的更新升级, 从而减少风电厂的故障率, 保证电厂长时正常运转, 同时提高电力传送效率, 降低运行损失比重。

#### 1 我国风电场维护现状

风能是否长期保持稳定、相关的机组是否维持较低的故障率、相关设备的发电效率高以及在输电、变电过程当中相关设备是否可靠, 这是影响风力发电厂经济收益的重要因素。其中, 机型是影响风力发电相关机组发电效率以及故障率的主要因素, 若想获得更多的发电量就需要选择性能更加优异的机型, 这样发电机组就能够拥有更好的对风能的捕捉以及转换的能力, 同时主桨和变桨的操控方面也会有更加良好的表现, 这样机组就能够提高发电的效率。除了机型对机组性能以及故障率的影响, 相关的维护以及修复技术也是其重要的影响因素。2011-2012 年是我国相对集中投入运营风力发电厂的时期, 到了现在, 这些风力发电厂的各种设备已经超出质量保证的期限了。而

且在风电场的运营期间, 这些设备并没有受到体制性的维护管理, 这也导致风电场各种故障相继出现, 但在出现之后却没有相应的科学有效的解决措施, 这也逐渐成为了风电场今后发展需要着重解决的问题。

在场内输变电设备的维护方面, 风电场维护涉及的设备不仅包括整套风机, 还包括风电场升压变电站、集输管道、集输管道开关柜、风电场升压站等各种高压电气设备。对于这一部分变电站以及输电设备的相关维护等流程都有相关的现行标准可以参考, 而且这些标准已经推行较长的时间, 而且也在不断地进行更新和完善, 因此权威性和可靠性都比较高。但是由于我国幅员辽阔, 不同地区的风电场其面临的环境会有所不同, 尤其是一些经常出现极端天气的地区, 这些地区的风电场如果只是参考通行标准而没有考虑自身的特殊情况, 那么就有可能在出现极端天气时发生设备故障的情况, 从而影响风电场的正常运行。集输管线故障将导致连接到该管线的的所有风机停机, 导致风机停机率高, 故障风险成本高。因此, 如何有效地保证风电输变电设备的运行和维护, 同时加强各设备抵抗极端天气的能力, 减少出现故障的因素也是相关人员需要思考的课题。

通过大量的数据分析, 相较于进口的机组, 国产的机组一般质量较差, 而且寿命周期较短。这样对于大量采用

国产机组的风电场来说,不仅在运行过程中出现故障的几率会增加,而且机器的寿命周期较短,因此在更换设备时还要花费大量的资金,这样都导致了风电场运营成本的增加。同时机组发电效率不高也会导致风电厂发出的电较少,从而影响经济收益。负责维护风电场各项设备的人员的素质也是参差不齐,很多人员在之前并没有相关的维护经验,因此在面临机器故障时并没有相应熟练有效的技术去解决,这就导致一些设备出现故障之后并不能得到及时有效的解决,从而导致风电场不能保持正常运转,从而导致发电量的损失。当前对于风电场的维护主要是对相关设备进行定期的检修,但是精确到具体设备上就没有相应的维护修理制度了,这就使得检修时间过长,而且也不能保证在检修过程当中能够及时发现问题。这样在一些故障没有被及时发现后会逐渐演变为更大的故障,这样的故障出现后就需要相关维护人员在解决时需要花费更多的精力和成本。同时在相关的维护技术标准方面也存在一些需要解决的地方,例如在机组以及其相关的零部件的维修标准方面,其相应的标准比较完备,但是在设备的可靠性以及经济标准方面其评价标准以及指导标准就存在缺失的现象。风电场最重要的设备就是风电机组,机组的正常运行需要成体系化的标准以及技术的支持,但目前相应的国家标准只是要求相关运营企业要定期进行检查,但是检查的细节内容就相对模糊,没有提供具体可循的数据,这就使得相关人员在维护检查时只能依照自己的经验积累。但是现在维护人员的技术积累并不充足,因此就形成了一种矛盾。在技术监督方面,由于火力发电场发展较早,因此其相关的监督体系也相对完整成熟。但是火力发电厂的许多技术内容与风力发电场的技术内容并不能完全适用,这样也使得监管体系在实际当中并不能完全发挥作用。这样就在一定程度上影响了风电场的后续发展。

## 2 风电场维护技术研究现状及发展方向

### 2.1 风电机组及其关键部件故障预测

对于估测风机电组以及其关键部件的可能出现的故障方面,可以采用日常的状态检测、分析设备的历史数据以及利用计算机进行方针模拟等方式来进行,通过将设备故障的初期状况与设备运行现状进行对比,检测人员就能够及时掌握设备可能出现故障的情况,从而及时采取调整和修补措施,提前避免设备故障的发生。例如在风力涡轮机的故障预测方面,检测人员可以根据涡轮机产生的功率来对机身叶片以及相关的控制系统进行检测,长期下来就能够等到其变化的数据,这样在今后的检查过程当中就有了参考的资料,可以更加准确和及时的对设备及其内部零件的故障进行分析推算,从而避免问题扩大化,减少机器故障带来的损失。对于相关设备的检测技术并不是单一的,除了上述这种检测技术之外,还有利用直流电解电容器以及电力电子设备的检测技术,这些技术在理论上都可以作

为风电机组故障检测的手段,但是目前还没有在实际当中进行应用,因此需要未来将这些技术投入实践当中才能验证其效果。目前的检测技术依然是主要依靠以往维修检测的经验并结合实际的情况来进行。

### 2.2 风电机组故障诊断与维护指导

在实际的风电机组故障诊断与维护过程中,我国的风电场普遍还是采取以往的维修流程,通过维修积累经验,同时将相关的数据以及维修方法记录下来,从而形成一个数据库,在之后的诊断与维修活动当中就可以参考这个数据库中的资料,同时不断对数据库进行补充更新。现在一些相关专家慢慢着手通过故障诊断算法来对风电机的相关设备进行诊断,同时建立动态的故障检测系统,可以实时对相关设备的运行情况进行检测。但目前一些提出的维修理论并没有在实际的维护活动当中得到应用,主要还是依靠以往的维修经验来进行。一般维修都有相关的指导资料,但是一线的维修人员并不具有随时参考维修资料的条件,所以这也使得风电机等相关设备的维护主要还是借助于现场维护人员的经验和技能。这样的情况具有很大的不确定性,因为人员的素质并不都是处于一个水平的,参差不齐是实际的状况。因此这种情况需要逐步地进行改变,建立相关的制度,同时形成良性的培养体系,让一些富有经验的技术人员帮助培养那些技术还不成熟的新员工,逐渐缩小水平差距。

### 2.3 风电场备品备件库存管理

对相关风电设备的备件进行有效管理也是降低风电场设备故障率的有效手段。在管理资金相对固定的情况下,如何对相关管理制度进行优化使做好备件库存管理的关键。但是在当下,我国对相关的策略研究并不多,各个风电场的备件库存管理都主要是依靠自身的经验与实际需要进行。这种情况使得我国风电场备件库存的总体管理水平处于一种低效状态,在一定程度上影响了风电场的正常运转。但是从辩证的角度来看,这一部分也具备了降低风电场因故障而造成停摆的发生概率的潜力。风电场建立了备件仓库之后,其就可以适当的储备一些容易出现故障的设备的备件,这样当设备出现问题之后就可以及时取出备件进行更换。通过这样的方式,即使正在运行当中的设备出现了问题,通过更换备件也不会影响到风电场的正常运行,而更换下来的备件就可以让维修人员在专门维修的场所进行维修。

### 2.4 风电场维护计划决策

风机、集电系统以及变电站等,是风电场维护的主要设备,将发电量提高到最大是整个维护活动的主要目标。为了实现这个目标,在风电场的具体操作方面,首先就是要保障风机的正常运行,缩短其停机的时间,使其能够长时间保持在工作状态,特别是在风力资源丰富时,要尽可能的保证风机的充分运转,这样就能将风能与电力转换的

效益发挥到最大。在制定风电机组的相关维护策略时,要考虑到许多的因素,包括天气、交通、人员素质以及维护的成本等。因此需要将维护策略变得科学有效,使其不仅能够良好的修复风电机组出现的故障,而且在修复时间和成本上也能够维持在一个合理的水平。在具体的操作当中,无论是国内还是国外,风电机组的维修策略一般包括三种,也就是日常维护、故障排除以及状态维修。对于日常维护的工作内容就是对相关的设备和部件进行定期的检查,检查的方式和内容可以参考风电场建立的资料库。故障检修就是对出现故障的设备的部件进行修理或者更换,这一环节相较于其它两个环节耗费的时间较长,而且操作需要投入的人力也相对较大。状态维修就是根据设备的状态来进行评估是否对其进行维修和更换,这主要是一种监测手段,可以有效保证风电场的正常运行。

### 2.5 风电场信息化技术

风机状态监测系统是在标准风机监测系统的基础上设计的。此外,还配置了实时监控系统。目前主要涉及传动链振动监测。风机主轴承、齿轮箱低速轴轴承和高速轴轴承上一般安装 1-10 个振动传感器。在发电机的输入轴承和端轴承处,对轴承的径向和轴向振动状态进行监测,以防止因风机运行期间的无意监测或维护而导致传动系统和发电机发生意外故障,并可进行实时监测测试系统提示应尽快发现问题并提前进行维护。根据 Nb/t31004-2011《风机振动状态监测导则》的规定,单机容量 2MW 及以上的水平轴风机应配备振动状态监测系统。然而,基于输电系统振动信号的状态监测远远不足以实现“早期故障检测和预测性维护”的目标。风电场 SCADA 系统是用于生产过程调度的计算机控制和自动化系统。可对风机进行监控,实现数据采集、设备控制、测量、参数设置、事故报警等功能。一些系统具有分析风力涡轮机运行状况的功能,如统计功率曲线,这有助于分析风力涡轮机的运行状况。在风电场能源管理体系方面,国外起步较早,实践水平较高。ghscada、Smart farm 等系统作为风电场控制系统的支撑,不仅具有传统的数据采集、分析和显示功能,还具有风电场安全控制、无功电压优化控制、风电场优化运行等先进控制功能的集成功能。风电场综合

监测已成为未来的发展方向。基于这些需求,金丰、青岛高新等国内厂商也致力于风电场电源管理平台的研究,以实现风电场的 AGC 和 AVC 控制。在我国的风电场当中,大多数都借助生产管理系统促成了一些基本功能的实现,还有一部分风电场在这个基础之上实现了功能的拓展,增加了物料的管理能力。而且这些系统的操作运行都是相对独立的,相互之间并不能有效的实现数据的共享和传输,因此也对风电机组的整体维护形成了一定的阻碍。在这种情况下,相关的人员要逐步实现这些系统的互联互通,促进集成系统的实现,这样就能够将风电场向智能化管理迈进一步。

### 3 结束语

本文相对完整的对当下我国的风电场维护现状以及技术积累,同时对其今后的发展方向进行了研究探讨,并对今后如何更科学有效的维护风电场进行了技术总结。包括对风电相关设备进行精确预测,发现故障后如何进行维修的相关的技术指导,以及对相关的维护制度进行优化,这些都对风电厂的长远发展具有深刻的意义,通过这些研究课题,可以为我国发电发展打下坚实的基础,从而推动我国风力发电的进一步升级,进而促进我国发电市场的比重转变。

#### [参考文献]

- [1]白恺,宋鹏,邓春,等.风电场智能化维护技术研究综述[J].风能产业,2014(11):123.
  - [2]吴巍.智能化风电场运行维护研究[J].通信电源技术,2020(5):105.
  - [3]谢川江.风电场智能化维护技术研究综述[J].商品与质量,2019(20):145.
  - [4]赖如辉,张鲁红.风电场智能化维护技术研究综述[J].科研,2016(6):135.
  - [5]卢昌义.智能化风电场运行维护策略研究[J].中国科技投资,2021(6):156.
  - [6]董朝阳,赵俊华,文福拴,等.从智能电网到能源互联网:基本概念与研究框架[J].电力系统自动化,2014,38(15):1-11.
- 作者简介:武会朋(1985.9-)男,河北科技大学,自动化专业,单位:国水集团化德风电有限公司,职位:检修员。