

# 考虑时变工况的风电机组预防性维修策略分析

张鹏飞

北京国电电力新能源技术有限公司内蒙古分公司 内蒙古呼和浩特 010000

**摘要:** 伴随着我国风力发电工程的不断发展,我国风电装机的总容量在不断地增大,风电装机的总体容量在国家发电总体容量中的占比也在不断地增加,那么风力发电工程中风电机组的维修与安全保障的工作就变得十分重要,对维修工作的要求也逐渐提高。我国的风能资源十分丰富,但是风力发电的场所一般都处于比较恶劣的环境中,风力发电的工况条件会受到周围环境复杂多变的因素影响,让风力发电机组时常发生故障。现阶段,对风电机组进行预防维修的时候,一般都是对风电机组的工况条件默认恒定的条件下,但是在实际的风电机组预防维修过程之中,风电机组的退化速率会受到多变工况条件影响的,对风电机组的失效时间造成影响。

**关键词:** 风力发电; 电机组; 预防性维修

## Analysis of Preventive Maintenance Strategies for Wind Turbines Considering time-varying Operating Conditions

Pengfei Zhang

Beijing Guodian Electric Power New Energy Technology Co., LTD., Inner Mongolia Branch, Inner Mongolia Hohhot 010000

**Abstract:** With the continuous development of wind power projects in China, the total installed capacity of wind power has been increasing. The proportion of wind power installed capacity in the overall national power generation capacity is also growing. Therefore, maintenance and safety assurance of wind turbines in wind power projects have become crucial, and the requirements for maintenance work are gradually increasing. China has abundant wind energy resources, but wind power sites are generally located in harsh environments. The operating conditions of wind turbines are influenced by complex and changing factors in the surrounding environment, leading to frequent failures of wind turbines. Currently, when performing preventive maintenance on wind turbines, the operating conditions are usually assumed to be constant. However, in the actual process of preventive maintenance for wind turbines, the degradation rate of wind turbines is affected by variable operating conditions, which can impact the failure time of wind turbines.

**Keywords:** Wind power generation; Electric unit; Preventive maintenance

全球经济的大发展,尤其是工业化的发展,让世界环境都受到了严重的污染,再加上温室气体排放量的加大,使得世界环境的形势越加严峻,风力发电,作为没有污染,又十分干净的可再生能源,风力发电的能源运用,不仅可以减轻环境污染,还是非常经济的得到电力资源的方式,全世界对于风力发电的关注度都是非常的高的。风电机组的内部结构是很复杂的,是由很多的部件组成的,这也就表明了风电机组的造价十分昂贵,风电机组每个部件的运行环境,如果风电机组所在的环境十分恶劣就容易发生故障问题。当风电机组出现故障问题或者是因为失效导致风电机组停止运行的话,就会让经济效益下降,甚至还会对电网的稳定性造成影响。

### 一、时变工况的风电机组预防性维修的意义

我国在全面推动能源结构改革,对可再生能源的开发与利用都加大了政策支持,风力发电的行业发展前景非常广阔,

随着风电行业的快速发展,我国风电基数飞速增长,装机容量在进今年都是世界第一。现阶段,对风力发电机组的预防性维修策略都是在默认固定工况条件下制定的,但是在实际的风电机组运行过程之中,风速以及风电机组设备性能退化等这些工况条件,加大了风电机组性能退化速率的同时,还会影响风电机组的发电效率。所以要在保障风电机组的运维可靠性的基础上,降低风电机组的运维成本,对风电机组时变工况预防性维修策略进行研究变得意义重大<sup>[1]</sup>。

### 二、影响风电机组预防维修的问题因素

#### 1. 技术监督问题因素

在风电机组工程施工建设的时候,很多风电行业都没有按照技术监督实施的细则要求进行风电工程施工,在对风电工程进行设计审查、设备选型以及招标采购的过程中,没有进行全程的技术监督,安装调试以及制造等阶段也没有进行技术监督。只是在风电机组的中期,后期运行、技术改造、

检修维护等阶段进行了全程的技术监督,在风电机组的前期运行过程以及施工建设时没有进行全面掌握,从而使得风电机组发生故障,不能够及时地发现故障原因,也不能及时地消除施工建设时出现的问题,直接影响风电机组的使用寿命,影响风电机组的运行质量。

### 2.湍流抑制问题因素

在对风电机组的疲劳载荷进行评估的时候,评估的结果会产生很大的偏差,偏差度甚至达到了百分之二十,主要是因为在对风电机组的湍流模型进行研究时,还在使用早期的数据。除此之外,如果风电场的湍流水平超过了风电机组本身的设计水平的时候,风电机组的寿命就会下降,因为按照设计标准制造出来的风电机组,疲劳载荷是不符合实际情况的。风电机组在寿命还剩一半的情况下就会出现大部件磨损的问题。风电场的湍流会让风电机组的重要部件出现问题,如叶片开裂、齿轮箱损坏等,还会让风电机组的发电量达不到标准,从而降低风电企业的经济效益<sup>[2]</sup>。

### 3.气动不平衡问题因素

风电机组之中的重要部件就是叶片,叶片在风电机组的实际运行之中,工况条件是比较恶劣与复杂的,会出现腐蚀、脱漆、跑浆、开裂等问题。这些问题的出现就会让风电机组的叶片气动性受到破坏,影响风电机组叶片的运行性能,进一步导致风电机组的三个叶片气动达不到平衡,让风电机组的机舱产生明显震动,风电机组的叶片质量很重,风电机组的机舱一旦出现严重的震动,就会让风电机组出现失速的情况,从而对整个机组的出力造成影响,还会对风电机组造成荷载疲劳,对关键的部件造成巨大影响,存在巨大的潜在风险<sup>[3]</sup>。

## 三、时变工况的风电机组预防维修策略分析

### 1.做好技术监督工作

在对风电机组他施工建设进行技术监督的时候,要按照法律法规,还有分级管理的原则进行监督,要对风电工程建设的所有环节都进行全程的技术监督,对于风电的设备要从设备选择、招标采购、制造安装与验收、运行检修以及维护技术改造等方面进行闭环管理,着重对设计审查、招标采购、制造安装以及验收的阶段进行全过程的技术监督。要安排专门的工作人员对风电设备的设计审查等工作进行监督与管控。如果在监督的过程中发现了问题,要及时地进行解决,还要对处理结果进行持续的跟踪,让问题得到有效处理。与此同时,要建立三级联动的管控机制,电科院要发挥指导与监督的职能作用,要对风电企业的工作进行技术监督,要按

照国家的要求,对风电的技术监督管理以及设备检测工作积极展开。风电工程建设中,技术监督工作的主体就是风电企业,风电企业应该积极主动的对风电工程建设中的各个环节开展技术监督工作,要按照相关的技术监督政策以及流程,还有技术监督的标准和制度进行监督工作<sup>[4]</sup>。

### 2.做好风电机组沉降观测

风电机组是独立高耸的建筑物高度一般都是在60米以上,而且随着风电机组容量的增大高度也会增加,如果风电机组的地基不均匀,发生了沉降,就会让风电机组发生比较大的偏差。在多种因素的影响下,就会让风电机组产生偏心弯矩,从而让风电机组的水平方向发生倾斜,让风电机组的运行条件发生改变,使得风电机组的安全运行存在非常大的风险与隐患。所以做好风电机组的沉降观测工作是十分重要的,首先要对风电工程的测量规范进行明确,包括风电工程测量的资质要求、数据分析、观测质量验收、周期频次以及条件标准等。其次,对沉降观测工作积极展开,在风电机组吊装完成前以及吊装完成后,还有风电机组运行的每一个季度,解冻前和解冻后,都必须要对风电机组进行沉降观测。如果观察到沉降趋势比较稳定,就可以对观测的时间跨度加大,但是如果在沉降观测的过程中或者是间歇阶段,风电机组附近的地面出现了积水、或者是长时间的降雨、地震等地质灾害时,就要增加风电机组的观测次数。如果风电机组的地基发生了不均匀的沉降或者是严重的裂缝,应该对风电机组进行连续的观测。再次就是要对风电机组的沉降观测资料进行整理归档,要对风电机组的沉降速率以及倾斜率等进行计算与分析,并制作沉降数据曲线图,方便进行数据的观测。最后要把风电机组的塔筒垂直度,还有风电机组顶部的水平度测量工作每年进行定期检查,同时将检查的数据与历史的数据进行对比与分析,如果风电机组的沉降速率过大,或者是发生了沉降不均匀的现象,就要及时的采取措施解决<sup>[5]</sup>。

### 3.做好风电机组纠偏维护工作

风电机组在运行的过程之中,受到不同因素的影响,会让风电机组的部件产生运行偏离的情况。虽然这种变形很难被察觉到,但在风电机组的实际运行之中却是真实存在的,而且这个问题也极为重要,影响着风电机组大部件的正常运行。比如,会造成风电机组齿轮箱的齿轮变形,发电机齿轮箱不对中、轴系水平度偏移等。所以对风电机组的纠偏维护工作进行重视,是很有必要的。1、针对齿轮箱的齿轮变形问题。齿轮箱在运行过程之中齿轮偏载问题是比较常见的,主要就是因为载荷齿向的分布不均匀,齿轮发生弯曲变形,齿面接触变形,扭转变形等,就会让螺旋线发生改变从而导

致齿轮箱齿轮变形。发生这种问题就需要人为的去进行齿轮的修形与正形。齿轮的正形与修形工作,能够对齿轮的运转性能进行提高,并提高齿轮的承载能力,有效减小齿轮运行的振动噪音,延长齿轮箱的使用寿命。2、针对轴系水平度偏移的问题。风电机组的核心部件都在比较高的地方,风电机组就会受到风力的影响产生晃动,让轴系水平度出现偏移,所以在风电机组运行稳定之后,就需要对轴系水平度进行定期的检测,如果发现偏差过大就需要及时的进行校正。3、针对发电机齿轮箱的不对中问题。风电机组发生故障的常见原因就是风电机组不对中,发电机齿轮箱不对中就会让发电机出现机械振动,让齿轮箱和发电机轴承的磨损程度加剧,增加发电机的轴承附加力,影响风电机组的平稳运行。要对联轴器进行质量检查,并进行定期的维护,还要注意各个联轴器的螺栓不能互换。

#### 4.做好风电机组的定期养护管理

在风电机组的运行过程之中,定期的养护管理也是很重要的,预防性维护的重点也在于定期的养护管理。在进行风电机组的预防性维护策略定制的时候,要对风电机组的健康养护管理进行重视,并纳入风电机组的全生命周期中,要利用预防性维护保证风电机组的安全可靠性,其中重点就是在风电机组的使用耗损参数数据基础上对风电机组的损坏程度进行预测,对风电机组的大部件通过网络信息技术进行实时的检测并做出响应,对风电机组的设备进行预测性的维护,从而让风电机组的损耗程度能够降到最低,有效的避免风电机组的故障扩大,避免风电机组因为故障而停止运行,还可以让人力的成本耗费减少,对风电资源的分配更加科学合理。第一就是要根据风电机组的在线检测数据,以及风电场采集到的实时风电机组运行数据和设备的历史数据建立一个信息数据风电机组运行预测模型,第二就是通过这些数据分析以及数据筛选让风电设备的真实状态以及隐藏的状态都得到呈现,并对设备状态进行评估与预警。第三就是要对风电

机组的运维决策体系进行完善,要让风电机组的预测技术结果得到有效的判断与执行,并进行快速响应,并能够根据相应的运维动作进行流程的反馈。让风电机组的维护计划能够有效实施,让维护流程得到充分的优化<sup>[6]</sup>。

#### 四、结束语

总而言之,在实际的风电机组运行与维护过程之中,风电机组的任何一个部件的维修都是需要成本的,但是风力发电工程所处的场地一般环境都比较恶劣,就会使得风电机组的单个维修成本比较大。风电机组的维修工作是比较困难的,和其他大型的工程维修都不一样,风力发电运维的随机性,导致了风电机组的生产效率以及故障问题都是不可控制的。所以根据风电场的实际情况,制定科学合理的风电机组预防性维修策略是很重要的,能够让风力发电场的整体经济效益得到提升,还能够维护电网的稳定性,提高风电机组的维修效率,降低风电机组的故障发生频率与维修成本,还能提高风力发电机组的发电能力,有效保障电网的安全性能。

#### 参考文献:

- [1]刘华新,刘红艳,罗学智,等.风电机组齿轮箱动态周期不完全维修优化[J].自动化仪表,2020(7):41-44.
- [2]王云翔,王佳,陈乐融.基于 Tricon 平台的反应堆保护系统预防性维修策略优化[J].电工技术,2022(18):195-198,202.
- [3]张峻豪,张则言,傅钰.基于设备可靠性的风电场预防性机会维修策略[J].四川电力技术,2020(6):36-40.
- [4]吴永强.风电机组的基本维修策略及其零部件间维修的相关性研究[J].科技视界,2020(26):269-269,311.
- [5]黄琛,张智伟,寻健.考虑不完全维修的风电机组齿轮箱维修策略优化[J].太阳能,2021(6):75-79,69.
- [6]张润宏,陆元英,张所成.风电机组振动检测预防性检修技术的应用分析[J].电子技术与软件工程,2020(21):231-232.