

风力发电系统状态监测和故障诊断技术的分析

胡爽 王斌 邹晓婷 孙宇

华能新能源股份有限公司辽宁分公司 辽宁 沈阳 110004

摘要:在国家鼓励节能环保的政府号召下,采用太阳能进行水力发电在全国能源供应中占据相当的份额,对改善中国能源消费结构有着重大作用。因为目前风电场的工作条件相对不好,从而提高了风力发电机出现问题的可能性。为确保风力发电的平稳供电,可对风力发电机进行工作状态监控和故障诊断等功能,以有效监测发电厂的工作情况,提升故障诊断能力与检修质量,从而保证电力的平稳供电。

关键词:风力发电系统;状态监测;故障诊断技术

引言

随着风力发电系统运营期限的增长,系统故障频率逐渐增加,故障类型和故障情况也更加复杂,往往会由于故障无法发现而造成大量停机故障事件,给风场带来了不必要的经济损失,所以在今后的风能发电系统工作中,可通过动态性检测手段对整个运行系统的不同部位进行动态性检测,以确保有效了解装置的工作状况,并及时发现故障及时处理。

1 风力发电机状态监测系统概述

采集汽轮机振动的数据,对其进行分析,就能够确定发电机组每个单元的运行状态,这正是我国风力发电机在线状态监测技术的具体实施手段。国内外许多公司的风力发电机运行监测装置也是这样。

目前,中国已经开发了一个可以对发动机状况进行系统监控与故障诊断的新技术系统,即WT负一系列风力发电机状况监控和故障诊断技术,发动机的所有电气信息以及整个风力发电机组运行链中所有部位的振动信息都能够由这一系统获取并控制,并且可以将正负序电压分析法、电流谐波成分分析法等常用的电力信号处理技术集成在该系统中^[1]。

2 风力发电系统状态监测技术分析

风力发电设备的性能监测技术,主要涵盖了对振动、液、过滤系数、机械参数等四大方面所进行的测试研究。该技术的主要功能是对齿轮盒部件的振动情况的历史数据进行采集,将收集到的数据与一般状态下的震动数据相对比,一旦出现问题即产生警告信息。油液检查的工作重点是油液质量和铁屑,有时还会考虑到油虑压力变化和水温。通过监测与过滤数据,可确保风力发电系统的平稳工作。而性能参数监测的主要内容,是与风力发电装置的实际输出或正常输出功率相对比,如果误差超过设计要求的程度,视为控制系统出现问题,及

时发布预警。

3 风力发电机采用状态监测和故障诊断技术的必要性

为方便对风力的收集,风区通常会位于相对偏僻的丘陵或是近海地带,导致风力发电机容易遭受阵风、侵蚀等因子的干扰。风能发电机组一般设在50~80m的较高处,因此在发电机组工作中必须承担很大的受力负荷。通常因为设置不当、焊接工艺问题这些因素容易导致设备的失效,在发生阵风后,会对叶片形成短暂而频繁的冲击载荷,同时其所受到的的高气压也会对传动链中的部件产生不同幅度的撞击而产生损坏,如风轮、发展主轴部件、转轮箱、发电机等所遭受的冲击也很大^[2]。计划修理与事后修复是风力发动机较为普遍的修理方法,不过这二种修理方法也具有一定的缺点,计划维修的检修规模不大,修理信息不够详尽,不能完整的反映出机电设备的运行状况。所以需要进一步提高风力发电机维护能力,并通过运行状态检测与故障诊断等手段,来明显提高风力发电机工作的稳定性与可靠性。

风力发电厂的控制与故障诊断技术主要指利用计算机控制器,将信息收集、网络控制与信息计算结合使用的软件系统。系统的监测技术主要有油液监测、震动检测、温度监测、反应性检测,通过设置在风力发电机上的监测装置实现信息的采集,进而经过对信息的整理、分析、评估和检测,就可以准确掌握发电厂的工作情况,从而通过控制中心对发电厂的工作情况做出调节,可有效防止事故的发生。油液监测技术主要是通过润滑剂和液压装置的特性进行研究,由此来了解系统的润滑和损耗情况。震动检测主要是利用震动信息的获取来研究风力发电机的机械故障,包括定子不均匀,定子变形等。工作环境温度检测技术则主要是利用对水质感应器获取了设备的实际温度,并且主要应用于电子与电气部分的故障诊断技术,也可以更加直接的反映装置的实

际工作情况。而应变能力监测技术则主要是利用对应变能力传感器的信息收集,主要完成了对叶片寿命的预估和疲劳状况的检测^[3]。工作状态检测和故障诊断技术则可以对风力发电机实现了远距离的遥控和监测,并经过对系统内所有数据资料的采集和处理,能够及时监控风力发电机在不同区域的运行状态,可有效防止安全事故的发生,也因此极大地提高了风力发电机运行的稳定性和可靠性。

4 风力发电系统状态监测技术要点

4.1 神经网络技术

以模式为识别的视角,通过神经网络发挥故障分类器的功能,识别系统的各种问题类型并进行问题定位;

事故预估方面,将神经网络应用针对动态的系统进行事故预估;

在技术管理方面,配合专家系统的综合故障诊断体系,以扩展故障诊断功能的使用范围。通过利用神经网络对风力发电机的故障判断,能够通过归一性的管理减少知识库的管理复杂性,有利于实现神经网络信息的并行联想和自适应推理,有效避免利用专家管理流程中出现的无穷递归、组合爆炸的现象,增加事故判断的真实性。

4.2 振动监测

震动检测是风力发电机状态检测的必备技能,主要检测分析机组内的轴承、齿轮及其机舱等的震动状况。通过传感器收集这些区域的振动数据,之后再通过系统监测数据与系统数据进行比对分析,一旦发现有异常系统就会进行报警信号。因为振动监测仪器和其他监测技术相比,成本都较昂贵,在采用振动监测仪器进行监测的同时使用等旋转点采集的方式进行数据采集,为进一步提高数据精度,在分析时通过FFT分析消除干扰从而得到正确的振动信息^[4]。

4.3 设备的检修

对风力发电机组的正常运营来说,电气设备的品质品质直接决定着发电的品质,如果其中某一个甚至某一系统存在故障均将直接危及风力机组的正常工作。所以,在风力发电机组的操作和运营活动中,必须经常的对其所有装置及其各个部位进行经常的检测和保养,不但必须确保所有零部件以及装置的安全,而且必须确保所有组件和装置参数设置恰当,可以正常工作。在检查中出现问题之后,必须针对故障及其潜在安全隐患加以研究,采取相应的措施和手段以消除安全隐患。根据问题解决的问题,必须针对安全隐患排查隐患,并合理规划规避风力发电机组的故障风向。此外,针对这种户外工作的风力发电设备而言,对于恶劣气候也特别需做好检

查维护,在根据预报的极端气候开始工作之前就必须先对风力发电机组进行一个全面的临时检测,以确保当前风力机组的工作状况可以很好处理恶劣天气状况,并确保其顺利工作。

4.4 测控方案设计

为了完成对风能发电系统的仿真,我们利用伺服传动控制系统和信息收集系统完成了测控方案设计工作,将风力场域信息注入到系统仿真模式中,并通过风尖速比控制和桨距角控制二个系统收集到的系统速度比和桨距角控制数据,再将数据传送至风能利用系数计算系统,从而完成了对风力发电厂系统的过程仿真。当采用数据采集系统进行设计时,还可在齿轮箱盖上方设置一个IEPE压电加速度感应器,以实时收集齿轮箱在工作时的振动数据;选取的动态力矩转速传感器通常放置于高速主轴和负载电机中间,用来收集传动轴的扭矩、转速等信息。并通过把收集到的振动数据、扭矩、转速等信息和标定数据进行比较,就能够确定风力发电系统中有无故障现象,从而使控制系统适时发布告警,并结合有效处理方法实现对事故问题的高效处理,为风力发电系统的正常工作提供了保证^[5]。

4.5 风力发电系统状态监测技术分析

振动监测。振动检测是目前使用较为普遍的一项方法,齿轮箱中机件在工作过程中,测试获得一定的震动信息,通过对震动信息的研究以及与一般情况的震动信息比较,发生故障后产生的警报信息。振动检测方法包括了幅域统计分析法、同时频域的幅值频谱分析法,以及功率频谱密度分析方法等。在风力发电系统中应用振动状态监测技术也有它自身的优点,首先其实现出低转速动态负荷,相应于高功率输出损失,因此风力发电系统状态检测仪器设备的投入相对较高。在对飞机振动分析过程中,为减少风轮中学速度的影响,飞机振动信息必须通过等高旋转角收集;

油液检测。这方面监测主要包含油液品质检查,铁屑试验,有时也要考虑到油虑压降和油温的测试;再次,过滤参数监视。这是确保风力发电系统安全与平稳运转最常规的方式;

性能参数测试技术是利用风力发电设备自身的输出功率特性,使其真实的输出功率与正常的输出功率相对比,当真实输出功率超过规定范围时,风力发电性能检测技术将会判断出现问题,并发布相关的警告。

5 状态监测和故障诊断技术在风力发电机中的应用

5.1 齿轮箱状态监测和故障诊断

齿轮箱作为风力发电机中联接主轴与汽轮机的主要

部分,其构造及受力情况比较复杂,尤其是当运行工况和负载发生变化的情况下,出现故障的概率将会大大增加^[1]。而因为齿轮箱故障而导致风力发电机故障的比重也占了相当大,不但维护成本高昂,同时由于停机所导致的发电量损失也很大,所以对于齿轮箱的工作情况加以监控与故障诊断也十分关键。而齿轮类型和轴承种类也都是齿轮箱中最常用的损伤部分,断齿、传动表面疲劳、胶合机等是齿轮的常发损坏种类,而破损、点蚀、断裂、表面剥落等也是轴承类型的常发损坏种类,任意一个失效种类都可能威胁到齿轮箱的正常工作。震动检测与频率监测在齿轮箱的检测领域较为普遍,震荡检测主要是通过震荡检测设备对齿轮箱的振荡次数做出测量纪录,进而把量测的实际工作资料和设计资料进行比较研究,以便得知齿轮箱的各部分的工作情况。其特征发音频率是判断传动齿轮和轴承类型的健康状况的重要数据,所以使用微波信号统计能够初步判断出齿轮盒问题点和原因,之后再通过快速傅里叶变换的频率谱对早期检测的结论做出再次证实。而温度指标法主要是使用水质传感器,对齿轮箱零件在工作环境中的温度变化进行分析和测量,通过与常态进行比较,可以准确获得齿轮箱零件的状态数据。

5.2 叶片状态监测和故障诊断

叶片在风能发电厂中大部分要接受太阳能,长时间处在露天条件下,对叶片产生的损害很大。叶片直径通常为30~40m,所以在工作环境中产生的颤震很容易造成叶片产生疲劳断裂,如果在近海地区工作还很容易引起海洋湿气的侵蚀,而阵风和雷击也都是危害叶片工作安全的主要原因。为提高叶片工作的稳定性,常要求叶片的基本结构、质量和体积等均有严格的规定^[2]。如果叶片出现问题,不但会导致叶片自身的损伤,而且会危害到系统操作的稳定性。对于叶片的压力检测以及故障诊断一般都是利用应力应变测量设备来完成,但由于叶片材质和工作场所的限制,对应力应变传感器也有着相应的需求。而光纤光栅传感器,由于具备了很强的耐机械操作、耐腐蚀性、体积小、使用寿命长的特性,因此更加适合于对叶片的应力应变测量,在预测叶片使用寿命的方面也有着重大意义。为克服传统光纤光栅传感器的缺点,也可与声发射探测和近红外线图像探测技术结合使

用。利用声发射检测方法可以探测出叶片因受到气流冲刷而产生的内部残余应力以及集中断裂和变形等所产生的内部应力信号,由此可确定叶片的健康状况。利用红外成像探测方法则可根据叶片的断裂、剥落等所表现出的电子发射量分布情况,来确定叶片的健康情况。

5.3 发电机状态监测和故障诊断

汽轮机是整个风力发电机系统的核心部件,其主要功能是把机械能转化为能量。因为发动机一直处在工况复杂多变的电磁状态中,而且随着发电机组级数的增加对发电机的密封保护也带来了很大的难度,从而往往会发生震动过大、发电机过热、轴承过热、转子/定子线圈故障等问题,包括轴承故障、定子故障以及转子问题也占据了较大比例。而对于发电机的运行监测和故障诊断,主要是利用对转子/定子的电压信号、电量信息和输出功率信号都可以实现状态检查,首先利用对输出电流信号的时域分析获取幅值数据信号,接着再利用对谐波传动信号分量的变换,来判断汽轮机故障类型^[3]。

结束语

综上所述,由于风力发电机的组件保养比较复杂,加上工作条件相对不好,从而给发电机保养带来相当的麻烦。计划大修和停机检修虽然是汽轮机维修的主要方法,但是却会增加维护成本,而且还会因为拆装等过程增加不必要事故风险。为进一步提高汽轮机工作的可靠性和稳定性,使用系统检测和故障诊断方法能有效检测出传动系统和发电机控制系统的内部问题,降低由于无计划停车和日常保养所造成的维护花费。

参考文献

- [1]张明.风力发电机状态监测与故障诊断技术综述[J].魅力中国,2020(24):460.
- [2]王志远.风力发电机状态监测与故障诊断技术分析[J].科技创新与应用,2020(9):158-159.
- [3]风力发电系统状态监测和故障诊断技术探究[J].李恒.电子测试.2019(06)
- [4]风力发电机组状态监测和故障诊断技术研究[J].赵坚.机电信息.2019(23)
- [5]基于风力发电系统状态监测和故障诊断技术探究[J].孙重亮,谢兵红.电子测试.2019(17)