

风力发电可靠性评估研究

高坡

国华(山西)新能源有限公司 山西太原 030000

【摘要】风力发电的特点是随机性、间歇性和波动性,风力发电系统容易受到外部环境和故障的影响。电力供应节点影响风力发电系统的可靠性,节点故障导致风力发电系统故障,导致人力、物力和财力资源的损失。由于恶劣运行条件,风力发电的失败率仍然很高。因此,在寻求发电时有必要考虑发电系统的可靠性。

【关键词】风力发电系统可靠性建模;维护策略

Reliability assessment study of wind power generation

Gao Po

Guohua (Shanxi) New Energy Co., LTD., Shanxi Taiyuan 030000

【Abstract】 Wind power generation is characterized by randomness, intermittence and volatility, and the wind power generation system is easy to be affected by the external environment and faults. Power supply nodes affect the reliability of wind power system, and node failure leads to the failure of wind power system, leading to the loss of human, material and financial resources. Failure rates of wind power generation remain high due to poor operating conditions. Therefore, it is necessary to consider the reliability of the power generation system when seeking power generation.

【Key words】 reliability modeling of wind power generation system; maintenance strategy;

随着中国风力发电技术的不断进步,风力发电机在实际生产中的应用越来越普遍。随着风力发电机组装机能力的不断提高,风力发电的结构正变得越来越复杂。就目前中国使用的风力设备而言维护技术还不成熟。

一、研究的背景

风能是一种可再生和清洁的自然能源。为了防止全球变暖和减少二氧化碳排放,世界各国政府正在放弃化石燃料的使用。由于各国的支持、技术进步和商业模式的更新,风能正在迅速发展。尽管风力发电技术不断发展,但风力发电系统仍有许多问题需要解决,如高回收率、复杂的维护过程、不稳定的电力质量、噪音污染、环境污染等。其中,风力发电的故障和停止降低了它们的可靠性和可用性。操作和维护策略的复杂性与运营成本密切相关。因此,如何提高风力发电的可靠性,利用先进的科学运行和维护策略来降低运行成本和延长寿命,成为风力发电可靠性研究的核心。目前,中国风力发电机组能力正在迅速增长,大型数百兆瓦的风电场正在迅速发展。由于风力发电运行的特殊性可靠性对风力发电行业的发展至关重要,也是影响风力发电厂成功运行的关键因素。当出现故障时就会影响发电造成经济损失。因此及时全面准确地监测和评估风力发电的运行状况和可靠性,有效地预防故障及其后果,对于优化风力发电厂的运行和维护战略,实现风力发电的安全高效运行至关重要。

二、风力发电可靠性方法研究

可靠性分析。可靠性是指设备在给定的时间和条件下执行给定任务的可能性。设备可靠性评估是对设备从设计开始的整个生命周期的数据分析的结果。评估设备可靠性的需求在不同的时期是不同的,因此评估可靠性的分析模型也不同。各种性能的主要目的在于收集现有数据,揭示弱点影响当前设备的可靠性,并在此基础上确定这些缺点的原因,以及提供基础应当有针对性的预防性维修,确保决策符合设备安装功能和增加任务的可能性。

可靠性定性分析包括故障和影响分析、预危害分析和故障树分析。定量可靠性分析通常包括概率可靠性分析、可靠性建模和分布以及事件树分析。预危害分析也称为预危害分析,其主要功能是识别与系统相关的重大危害。找出危险的原因;评估事故对人体和系统的影响;可靠性分析,以确定危险水平,并实施技术和管理措施,以消除或控制危险。事件树分析是一种归纳推理方法,通常用于安全工程系统,它起源于决策树分析。这是一种通过按事故发展的时间顺序从最初事件中推断可能后果来识别危险的方法。这种方法使用一个称为事件树的树来说明系统中可能发生的事故与导致事故的各种原因之间的逻辑联系。通过对事件树的定性和定量分析为确定安全措施提供可靠的基础,以实现事故的预测和预防目标。

三、风力发电可靠性模型

中国已建成和投入使用的风电场大多是大型集中风电场,一次运行数十台甚至数百台设备。此外有许多相同类型

和型号的风扇,这有利于收集和简化风扇故障数据。有了这些样本,就可以进行大数据分析,快速确定故障机制,为定量分析风力设备的可靠性提供数据分析基础,并创建故障模型。这些设备调试后获得的故障样本数据通常有一定的大小和体积。当故障数据积累到一定程度时它们可以反映每个子系统或风扇组件的故障模式,形成一个统计故障模式。基于这些故障样本的数据,可以对整个风扇和子系统的运行可靠性进行量化,为制定合理的运行和维护策略提供量化基础。

国内对风机运行可靠性分析方法进行了大量研究,包括建立基于故障数据的设备寿命分析模型,优化设备运行和维护决策。由于收集和整理风电场实际故障数据的难度,虽然不同的风电场积累了不同程度的一些故障数据,但由于不同的原因很难形成一个标准化的故障数据库,这大大限制了运行可靠性分析的工作。因此,目前对风力涡轮机可靠性的研

究不包括对实际故障数据的确认和分析。本文对风电场运行以来的实际运行和设备故障数据进行了综合统计分析,分析了风力各子系统和部件的运行可靠性,并最终得出了整个风力可靠性评估的定量结果。创建了设备故障分析模型,为未来优化操作和维护策略提供了基础。

风力发电机可靠性分析的主要模型。(1)确定设备运行可靠性要求和相应的可靠性评价指标;明确设备的结构和功能划分以及要完成的任务;(2)根据以往的可靠性要求和功能任务,建立不同组件的可靠性分析模型;(3)按设备设计类型收集操作数据特别注意收集有关设备故障的信息,使用适当的可靠性指标对收集到的数据进行预处理和评估;本文针对风力发电机组进行可靠性量化分析,在可靠性数据分析一般流程上,着重进行了设备失效率 and 可靠度的量化分析,其具体分析流程如图 1 所示。



图 1 风机可靠性分析流程图

本设备可靠性定量分析的目的是获得关键指标,通过量化设备可靠性来突出风机的可靠性水平,即故障和故障的值,以及系统故障的概率。这两个主要的量化指标为后续的设备维护决策提供了基线估计。因此本文所讨论的可靠性定量分析过程比一般的可靠性分析和数据分析过程更具针对性,整个分析过程也得到了更好的优化。数据分析结果更有效,为优化运营策略的实施提供了更准确的决策基础。在工程应用中,为了更好地反映设备的可靠性状态,使用了一些量化指标来描述设备的可靠性。可靠性分析很难用一个定量指标来反映,需要几个系统的定量指标来反映设备的可靠性。根据风电场的现有数据,可以计算出可靠性指标:可靠的使用寿命、可用性平均使用寿命、首次故障的平均时间、计划外停机率、可用性和计划外停机频率。根据风机的实际结构仪表的计算分为系统级、子系统级和下层组件级,使分析结果具有宏观和微观特征为运行和维护策略提供了更丰富的信息和知识。

四、风力发电可靠性评估

目前有两种主要方法来评估风力涡轮机的可靠性。第一种方法是手动设置某些可靠性评估参数的最小值,以确定风力涡轮机的运行状态是否满足预定义的要求。低于目标的风扇将被指定为关键的校准和维护设备;第二种方法是选择几个可靠性评估指标,对单个指标进行分类,根据专家的经验确定指标的重要性,并根据风扇的性能计算每个指标的权重。每个指标的分类结果乘以该指标的权重,得到一个可靠性估计。然而,在实际运行中,不同运行周期内的风力发电

机组的可靠性是截然不同的如图 2 所示,风力发电机可靠性的变化遵循浴缸曲线。在拆卸期风机失效率相对较高,随着进入有效循环,失效率逐渐下降,后期进入损耗期,失效率逐渐增加。如果上述方法用于评估评估所有风机同一个最小值或同等重量磨损年间,风扇将被视为低可靠性指标,风扇分离出大量风扇不能真正需要定期校准和维修服务实现有针对性的控制和风扇。

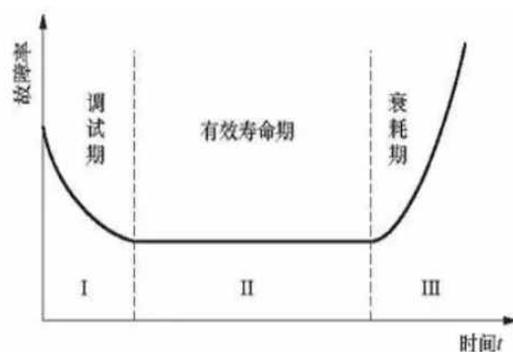


图 2 风电机组可靠性盆骨曲线

在其使用寿命内,风机是可再生系统,不同的维护方法和策略对机组的可靠性有不同的影响。目前,中国风机的维护主要采用补救维护和预防性维护相结合的方式。根据维修的内容和数量,调整维修通常使用立即故障排除技术将机组恢复到故障前的性能水平,这是最小维修策略的一部分。预防性维护主要使用定期维护:不完美的维护不是定期的大修和完美的维护大的维修。风机的维护仍处于起步阶段,在全国委托的风力发电项目中还没有得到广泛应用。风机功率特性的测试主要包括功率曲线的测量和年发电量的估计,这两个方面的功率曲线测量是基础。根据风电场运行的实际情

况,利用数据在机组运行过程中选择输出功率、风速、天气等测量,当场测量机组功率曲线。即使您可以按照标准要求安装风力塔和其他设施,由于风力发电厂机组的广泛分布,考虑到风力发电厂的成本效益,机组之间的交互可能无法满足既定的测试条件。在单元运行期间,系统记录风速、气压、环境温度和输出功率等信号并给出10分钟内数据的统计平均值。

为了提高分析结果的可靠性,所使用的分析数据必须在设备正常运行时收集,并且不能损坏。因此以下情况下的数据应被删除。(1)除风速外,外部条件超过风力涡轮机的工作范围;(2)风扇故障导致停止;(3)测试或维护时手动关闭;(4)测量仪器的故障或退化。在商业风机交易合同中,设备性能验收标准通常有两个:1)机组功率曲线必须大于制造商承诺的功率曲线的95%;2)在保修期内,机组的平均利用率应高于95%。考虑到实际操作过程的不确定性,机组在不同风速条件下的输出功率被认为是随机数。风电场的实践表明,高可靠性的机组具有低失败率、易于维护和高性能的特点。可用平均指数通常用于评估风力涡轮机的可靠性,但它往往不能准确反映可靠性水平;在生产实践中可靠性水平和不明确之间没有明确的界限。因此,以混合集理论为基础,利用机组运行信息,探索了多指标可靠性的混合综合评估方法,为评估并网可靠性提供了理论基础。

权重的确定是直接影响评估结果的混合评估方法的一个关键步骤。通常采用直接压力法或专家评分法,根据权重的重要性将权重分配给不同的指标。然而由于专家的知识理解不同,他们对影响因素的重要性的看法不同,所获得的权重往往包括主观因素,而主观因素反过来又影响评估结果。权重的大小只取决于这些指标的变化程度。可变性越高,权重越大,可以客观地区分指标之间的差异。虽然电力对指标的重要性不敏感,但它不能反映某一指标在整个指标体系中的重要性,也不能帮助监测关键指标。本部分结合了称重法和专家评估法来确定权重的优势,以构建复合权重减少评估过程中专家的主观因素,以及称重法对指标重要性的不敏感性,使块可靠性评估的结果更加合理。机组章根据性能和运营数据的使用和故障信息,使用可靠性理论分析,研究分析方法和评估全面可靠的风力涡轮机只要有足够的数据:可以有效利用未使用的示例数据开出现场操作简单、可行的,适用风力发电的可靠性。

参考文献

- [1]王可芳.兆瓦风力发电机系统可靠性设计理论研究[M].节能,2023,(11):21-24.
- [2]郭汉山.风力机可靠性工程[M].北京:化学工业出版社,2023:215-221.
- [3]李丹焰,纪卓尚.基于模糊集理论事件树分析方法在风险分析中应用[J].大连理工大学学报,2023:97-100.

五、优化风力发电可靠性评估检修策略

预防性维护是一种维护活动,主要是在设备发生故障前进行的,以保持设备处于良好的状态。这种类型的维护活动通常包括润滑、清洗调整、检查拆卸更换等。为了确保设备在故障发生前有时间采取某些修复措施,提前防止设备故障的风险。预防性维护主要是为了减少在设备完成后发生故障和危险时的重大经济损失。预防性维护策略被广泛认为是解决系统故障和降低维护成本的有效方法。预防性服务频率的增加降低了生产效率,反之亦然,提高了生产效率。因此,预防性护理应在明确的时间间隔内进行。在充分了解设备故障的基础上,有必要按照规定的时间间隔或考虑到累积的工作时间进行计划的维修。如果设备处于一定的状态,进行计划维修的条件是设备已明确分析了正常的磨损期,设备的故障期之间有明确的联系,设备的大部分部件可以在预期的时间内工作。在发生故障时,可以通过定期维护及时改进,有效地减少工作重复。

在许多情况下基于状态的维护是一组维护策略,根据设备的实际操作条件组织设备维护。一个基本的事实是许多设备的故障时间不是突然的,而是遵循一定的时间曲线。这种状态下的维护应该是基于状态的维护特征。在这种情况下,有必要使用一定的状态监测技术团队来检测、分析、诊断各种功能故障,根据设备故障的发展,对设备全面的故障排除和合理的预防性维护。如果设备在维护过程中显示出可磨损的性能,应按照监测技术标准及时报告。设备状态的维护必须基于对设备状态的实际或定期评估,这将是未来维护策略不可避免的趋势。另一个基本事实是部件必须经过有针对性的全面计划维修、后续维修和基于状态的维修,并及时比较服务时间和相关状态。对于后续维修,部件故障是维修的主要原因,很容易导致维护不足。从计划维修的角度确定部件的工作状态可能会导致过度维修。这些都没有带来最大的经济利益。因此,状态维护一方面维护组件工作状态的低效措施,另一方面又不能直接发挥组件的作用。

风力发电是复杂的系统,结合了具有不同故障模式和工作条件的机械和电气组件。通过对风力发电可靠性的分析,有效提高了风力发电运行和维护周期的准确性,为进一步优化风力发电厂运行和维护战略提供了理论和统计基础,为风力发电领域的实际应用奠定了坚实的基础。