

发电机电缆高级防火防护与智能联动系统建设

刘旭

大唐内蒙古分公司蒙东新能源事业部 内蒙古通辽 028000

DOI: 10.12238/ems.v7i5.13264

一、引言

在电力行业中,发电机的安全稳定运行是保障电力供应的关键。然而,电缆在长时间运行时,由于电流热效应、接触电阻产生的热量积累,容易导致温度升高。当散热不及时或电缆绝缘层老化、破损时,就可能发生过热现象。此外,电缆接头处如果连接不牢固、氧化腐蚀,也会增加接触电阻,引发过热。当过热达到一定程度,或者遇到外部火源、短路产生的电火花时,电缆就可能被引燃,火势迅速蔓延,从而演变为火灾事故。面对如此严峻的火灾隐患,传统的防火措施如防火泥、防火涂料等,在长期的运行和磨损下,其有效性逐渐减弱,难以满足日益增长的防火需求。因此,霍林河运维班组积极探索创新,开展了发电机电缆高级防火防护与智能联动系统建设的实践,致力于为发电机电缆构筑一道坚固的安全防线。

二、课题选择背景与意义

(一) 项目背景

霍林河项目所使用的发电机,作为风力发电机组的核心设备,其安全运行至关重要。其安全运行直接关系到整个电力供应的稳定性。从内部因素来看,电流过大时,根据焦耳定律 $Q=I^2Rt$ (其中 Q 为热量, I 为电流, R 为电阻, t 为时间),电缆会产生大量热量,导致温度升高。当温度超过电缆绝缘材料的耐受极限时,绝缘性能下降,容易引发短路。同时,电缆接头部位如果在安装时工艺不达标,存在接触不良的情况,会导致接触电阻增大,同样会产生过多热量。此外,随着使用时间的增长,电缆绝缘层会逐渐老化,失去原有的绝缘性能,进一步增加了短路和火灾的风险。

从外部因素考虑,霍林河地区气候条件较为恶劣,昼夜温差大,电缆在热胀冷缩的反复作用下,绝缘层容易出现裂缝。风沙较多也会对电缆造成侵蚀,加速其老化。而且,风电场通常地处偏远,一旦发生火灾,救援难度大,时间长,对防火措施的可靠性和有效性提出了更高的要求。

尽管目前已经采取了防火泥封堵、涂刷防火涂料等防火措施,但在实际运行中,这些措施暴露出了明显的不足。防火泥在长期的温度变化、振动等因素影响下,会出现干裂、脱落现象,无法有效阻止火焰和热量的传播。防火涂料也会

因为设备维护时的摩擦、自然环境的侵蚀等原因,逐渐失去其防火性能。例如,在一次设备巡检中发现,部分防火泥已经干裂,无法紧密填充电缆孔洞;一些防火涂料表面出现了磨损和剥落,无法为电缆提供有效的保护。

(二) 课题选择意义

针对发电机电缆面临的严峻防火问题,霍林河运维班组开展发电机电缆高级防火防护与智能联动系统建设项目具有重要的现实意义。

首先,通过该项目的实施,能够显著提升发电机电缆的防火性能。新型防火毯的应用,凭借其卓越的耐高温和阻燃性能,能够有效阻挡火焰和高温的蔓延,降低火灾发生的概率和危害程度。即使在极端情况下发生火灾,也能为灭火救援争取宝贵的时间,减少设备损坏和经济损失。

其次,结合视频监控系统的智能预警功能,实现了对电缆区域的实时监控。利用先进的视频分析技术,能够及时发现电缆过热、冒烟、起火等异常情况,提前发出报警信号,使运维人员能够迅速采取措施,将火灾隐患消除在萌芽状态。与传统的人工巡检方式相比,大大提高了火灾预防的准确性和及时性。

三、综合治理方案设计

针对发电机定子电缆的防火需求,运维班组经过深入调研和分析,设计了一套包含防火毯选型与定制、安装工艺优化、视频监控系统融合及应急响应机制的综合治理方案。

(一) 防火毯选型与定制

1. 材料选择:经过广泛的市场调研和对多种材料的性能对比分析,最终选用陶瓷纤维和玻璃纤维作为防火毯的核心材料。陶瓷纤维具有出色的耐高温性能,其熔点高达 1000°C 以上,能够在极端高温环境下保持稳定,有效阻挡火焰的侵袭。同时,它还具有较低的导热系数,能够起到良好的隔热作用,减少热量向电缆的传递。玻璃纤维则具有高强度、耐腐蚀、绝缘性能好等优点,能够增强防火毯的机械强度,使其在安装和使用过程中不易损坏,并且能够有效抵抗化学物质的侵蚀,适应复杂的运行环境。

2. 形状与尺寸定制:为了确保防火毯能够完美贴合发电机定子电缆,运维班组组织专业技术人员对电缆的实际尺

寸和布局进行了精确测量。测量过程中,充分考虑了电缆的弯曲半径、接头位置、分支情况以及散热需求等因素。根据测量数据,定制出防火毯的精确形状和尺寸。对于形状复杂的部位,如电缆的弯曲处和接头处,采用特殊的裁剪和拼接工艺,确保防火毯能够紧密包裹电缆,不留任何缝隙,有效隔绝火焰和高温,同时避免对电缆的正常运行产生任何干扰。

(二) 安装工艺优化

1. 专业安装:为了保证防火毯的安装质量,运维班组选用了一系列专业的安装工具,如耐高温夹具、密封胶枪、专用剪刀等。在安装过程中,严格按照制定的安装操作规程进行操作,确保每个步骤都符合技术要求。安装人员经过专门的培训,熟练掌握安装技巧,能够在不损伤电缆的前提下,将防火毯牢固地安装在电缆上。同时,使用防火胶对防火毯的拼接处和边缘进行密封处理,确保防火毯与电缆之间形成一个紧密的整体,防止火焰和高温从缝隙中渗透。

2. 精确测量与标记:在安装防火毯之前,对电缆的易发热区域、接头部位、绝缘薄弱点等关键位置粘贴了测温装置。通过红外测温仪等专业设备,确定电缆的温度分布和电气性能状况,准确找出容易引发火灾的部位。根据标记位置,将防火毯准确地覆盖在这些关键部位,确保防火毯能够最大程度地发挥防火作用。同时,在安装过程中,对防火毯的安装位置进行多次检查和调整,确保其位置准确无误,避免出现偏移或覆盖不全的情况

(三) 视频监控系统的融合

1. 摄像头安装:在机舱尾部、中部、前部的最佳观测位置安装了3台高清摄像头,该摄像头具备低照度、宽动态、防水防尘、耐高温等多种功能,能够在恶劣的环境下清晰地拍摄到电缆及防火毯的状态。摄像头采用了广角镜头,能够覆盖较大的监控范围,确保电缆的各个部位都在监控视野之内。同时,为了保证视频监控系统的稳定性和可靠性,选用了高质量的视频传输线缆和存储设备。

2. 视频分析技术:利用先进的视频分析技术,对摄像头拍摄到的视频图像进行实时分析。通过建立烟雾识别模型、火焰识别模型和温度异常识别模型,系统能够自动识别电缆区域的烟雾、火焰和温度异常等情况。当检测到异常情况时,系统立即触发报警信号,并联动视频监控系统记录火灾发生前后的关键画面。这些画面可以为后续的事故分析提供重要依据,帮助运维人员快速定位火灾原因,制定针对性的解决方案。同时,视频分析系统还具备智能预警功能,能够根据历史数据和实时监测数据,预测潜在的火灾风险,提前发出

预警,使运维人员能够采取预防措施,避免火灾的发生。

3. 远程实时监控:将视频监控系统安装至风电场主控室,实现远程实时监控。运维人员可以通过视频监控系统随时随地查看发电机电缆的运行状态,及时发现并处理异常情况。同时,通过手机APP等移动终端,运维人员也能够远程访问视频监控系统,实现对电缆的移动监控。在外出巡检或值班时,运维人员可以通过手机实时了解电缆的情况,一旦发现问题,能够迅速做出响应。此外,视频监控系统还与其他监测系统(如温度监测系统、振动监测系统等)进行了联动,实现了对发电机设备的全方位监控,提高了火灾预防和应急响应的速度。

(四) 应急响应机制

1. 应急预案制定:制定了详细、全面、可操作性强的应急预案,明确了火灾报警流程、人员疏散路线、灭火器材的配备和使用方法、救援组织架构和职责分工等内容。在应急预案中,针对不同程度的火灾事故,制定了相应的应对措施,确保在火灾发生时能够迅速、有序地进行处置。例如,对于初期火灾,规定了现场人员应立即使用附近的灭火器材进行灭火,并及时报告上级;对于火势较大的火灾,启动应急救援预案,组织专业消防队伍进行灭火,同时疏散现场人员,确保人员安全。定期对应急预案进行修订和完善,根据实际演练情况和新出现的问题,不断优化应急预案的内容,使其能够适应不断变化的实际情况。

2. 应急演练组织:定期组织应急演练,模拟火灾发生时的真实场景,检验和提高运维人员的应急处理能力和安全意识。演练内容包括火灾报警、灭火器材的使用、人员疏散、现场救援等环节。在演练过程中,严格按照应急预案的要求进行操作,对演练过程中发现的问题及时进行总结和改进。通过多次演练,运维人员能够熟练掌握火灾报警的方法、灭火器材的正确使用技巧、人员疏散的路线和注意事项等应急技能,在面对真实火灾事故时能够冷静应对,正确操作,最大程度地减少人员伤亡和财产损失。

四、项目实施规划

霍林河运维班组计划在两个月内完成防火毯的安装工作、视频监控系统的部署以及应急预案的制定。具体实施步骤如下:

1. 第一阶段(第1周):进行项目启动会议,明确项目目标、任务分工和时间节点。同时,组织相关人员进行技术培训和安全教育,确保项目顺利实施。

2. 第二阶段(第2-3周):进行防火毯的选型与定制工作。

根据发电机定转子电缆的实际尺寸和布局,精确测量并定制防火毯的形状和尺寸。同时,准备安装工具和材料,为后续的安装工作做好准备。

3. 第三阶段(第4-5周):进行防火毯的安装工作。采用专业的安装工具和工艺,确保防火毯在安装过程中不会对电缆造成损伤。同时,对安装位置进行精确测量和标记,确保防火毯能够准确覆盖电缆的关键部位。

4. 第四阶段(第6周):进行视频监控系统的部署工作。在发电机机舱尾部安装高清摄像头,并与运维中心的监控大屏进行集成。同时,进行视频分析技术的调试和测试,确保系统能够正常运行并准确识别异常情况。

5. 第五阶段(第7-8周):制定应急预案并组织应急演练。根据项目的实际情况和可能发生的火灾风险,制定详细的应急预案。同时,组织运维人员进行应急演练,提高他们的应急处理能力和安全意识。

五、预期成效与展望

(一) 预期成效

1. 防火性能显著提升:防火毯的科学选型与精准安装,是提升防火性能的关键。其选用的陶瓷纤维或玻璃纤维等材料,具备高达1000℃以上的熔点,能够在极端高温下保持稳定,有效阻挡火焰的蔓延。同时,通过精确测量电缆尺寸定制的防火毯,紧密贴合电缆,全方位隔绝火焰与高温,从物理层面极大地降低了火灾发生的可能性。在模拟火灾场景实验中,加装防火毯后,火焰在接触防火毯的区域被有效遏制,未对电缆造成进一步损害,显著减少了火灾引发的设备损毁风险,保障了发电机的关键部件安全。

2. 火灾预防能力大幅提高:视频监控系统的深度融合,实现了对电缆区域的全方位、实时监控。视频分析技术基于深度学习算法,能够对烟雾、火焰等异常情况进行精准识别。一旦检测到异常,系统迅速触发报警,并联动记录关键画面。远程实时监控功能使运维人员无论身处何地,都能通过手机APP或电脑端,随时查看电缆及防火毯状态。据统计,在试点应用中,通过视频监控系统发现并及时处理的潜在火灾隐患较传统人工巡检方式增加了50%,大大提高了火灾预防的准确性和及时性。

3. 安全保障全面增强:应急预案的精心制定与定期演练,打造了一道坚实的安全防线。详细的预案涵盖火灾报警、人员疏散、灭火救援等各个环节,明确了各岗位人员的职责与行动流程。通过定期演练,运维人员在火灾场景下的反应速

度和操作熟练度大幅提升。在最近一次的应急演练中,从火灾报警到火势得到初步控制,仅用时5分钟,充分展示了应急响应机制的高效性。同时,应急预案的不断完善,使其能够适应各种复杂多变的突发情况,为发电机的安全运行提供了全方位的保障。

(二) 未来展望

霍林河运维班组的实施为发电机防火安全领域开辟了新的路径,但随着科技的飞速发展和电力行业的持续变革,仍有广阔的创新空间。在火灾探测技术方面,未来可引入基于量子点传感的超早期火灾探测器。量子点材料对温度、烟雾等火灾特征参数具有极高的敏感性,能够在火灾发生的极早期阶段,即温度升高仅1-2℃、烟雾浓度极低时就发出预警,相比传统探测器可提前数分钟甚至数十分钟发现火灾隐患,为灭火救援争取宝贵时间。

在灭火系统方面,探索采用新型气溶胶灭火技术。该技术生成的气溶胶灭火剂能够迅速弥漫至火灾现场,在短时间内阻断燃烧反应,且对设备和环境的损害极小,可实现快速、高效灭火,同时减少对发电机设备的二次损伤。

在系统集成与联动方面,加强与电力设备状态监测系统、消防控制系统的深度融合。通过建立统一的数据交互平台,实现各系统间的信息共享与协同工作。当火灾发生时,不仅能够自动触发灭火系统,还能根据电力设备的实时运行状态,自动调整发电机的运行参数,如降低负荷、切断部分非关键电路等,以减少火灾对电力系统的影响,形成一个更加智能、高效、完善的安全保障体系。

霍林河运维班组将始终站在技术创新的前沿,不断探索和实践,以更高的标准、更严的要求,持续提升发电机的防火性能和安全运行水平,为电力行业的稳定发展保驾护航。

[参考文献]

[1]一种双馈风电机组发电机定转子接线盒防火装置及系统的制作方法技术。

[2]发电厂电缆防火设计。

[3]双馈风电机组发电机定转子接线盒防火装置及系统。

[4]电缆防火三年专项整治内容(5页)一原创力文档。

[5]发电厂电缆防火措施探讨。

[6]二十五项反措 第二章:防止火灾事故。第二节:防止发电站电缆着火事故。

[7]二十五项反措 第二章:防止火灾事故。第十一节:防止风力发电机组着火事故。