

光伏电站电缆接头过热隐患排查与处理研究

曹金波

昆明川力水电工程有限公司 云南 昆明 650000

【摘要】：光伏电站电缆接头过热是影响电站安全稳定运行的关键隐患，易引发设备故障、火灾等安全事故，威胁电站运营安全与经济效益。明确电缆接头过热的核心诱因，构建科学系统的排查体系，制定针对性处理措施，是防范此类隐患、保障光伏电站长效平稳运行的关键。本文聚焦光伏电站电缆接头过热问题，梳理过热隐患的形成机制，探索高效排查方法，提出切实可行的处理方案，为光伏电站电缆接头过热隐患的防控提供可靠支撑，助力提升电站运营的安全性与稳定性。

【关键词】：光伏电站；电缆接头；过热隐患；排查方法；处理措施

DOI:10.12417/2705-0998.26.06.100

1 光伏电站电缆接头过热隐患的核心诱因分析

1.1 电缆接头安装工艺不规范的影响

电缆接头安装质量是其运行稳定的基础，各类不规范操作易直接引发过热隐患。导体连接不紧密会导致接触电阻过高，电流通过产生的焦耳热无法及时散发，造成接头温度升高。绝缘层包裹不规范，易出现破损、缝隙，让水汽、灰尘等杂质侵入，破坏绝缘性能并加剧导体氧化，进一步增大接触电阻。接头压接力度不当，会损伤导体、影响电流传输，压接处受力不均引发局部发热，长期运行后过热隐患加剧。施工环境把控不严，在潮湿、多粉尘环境安装，会影响接头密封与连接效果，埋下过热隐患。

1.2 环境因素对电缆接头运行的干扰

光伏电站多建设在户外开阔区域，电缆接头长期暴露在自然环境中，受温度、湿度、光照、风沙等多种环境因素的持续影响，易出现过热隐患。高温环境会加速电缆接头绝缘材料的老化，降低其耐热性能，同时增大导体电阻，导致热量产生速度加快，超过散热能力后便会出现过热。低温环境则会使接头绝缘层变脆、易开裂，密封性能下降，外界冷空气和水汽进入接头内部，引发导体氧化，增加接触电阻，进而产生过热^[1]。潮湿环境会导致接头绝缘受潮，绝缘电阻降低，出现漏电流，漏电流产生的热量会使接头温度升高，同时加速导体腐蚀，进一步恶化接头运行状态。风沙天气会导致粉尘附着在接头表面，堵塞散热通道，影响热量散发，长期积累会导致接头温度持续升高，形成过热隐患；强紫外线照射则会破坏接头表面的防护层，加速材料老化，降低接头的绝缘性能和散热能力。

1.3 电缆接头材料损耗与老化问题

电缆接头所使用的导体、绝缘层、密封件等材料，在长期运行过程中会发生自然损耗与老化，这是引发过热隐患的重要内在因素。导体材料在长期电流传输过程中，会因电化学反应出现氧化、腐蚀现象，导体截面逐渐减小，电阻增大，电流通过时产生的热量增多，进而导致接头过热。绝缘材料长期受温度变化、电场作用和环境侵蚀，会出现老化、龟裂、变脆等现

象，绝缘性能大幅下降，无法有效隔绝电流，易出现局部放电，局部放电产生的热量会使接头温度升高，同时进一步加速绝缘材料老化，形成恶性循环。密封件老化后会失去密封作用，外界水汽、灰尘等杂质进入接头内部，加剧导体氧化和绝缘损坏，增大接触电阻，诱发过热。部分劣质材料的使用，会缩短接头的使用寿命，加快材料损耗与老化速度，使过热隐患提前出现，且隐患程度更为严重。

2 光伏电站电缆接头过热隐患的排查体系构建

2.1 外观巡检排查方法的应用

外观巡检是排查电缆接头过热隐患的基础手段，通过直观观察接头的外观状态，能够及时发现明显的安全隐患。巡检过程中重点检查接头的连接部位是否牢固，有无松动、脱落现象，接头表面是否存在破损、开裂、变形等情况，若出现此类问题，可能导致接触不良，进而引发过热。同时观察接头表面的颜色变化，正常运行的电缆接头表面颜色均匀，若出现发黑、发黄、碳化等现象，说明接头已出现过热情况，需进一步检测确认^[2]。还需检查接头的密封性能，查看密封件是否完好、有无老化、破损，接头周围是否存在积水、积尘、油污等杂质，这些杂质会影响接头散热和绝缘性能，易诱发过热隐患。外观巡检需遵循全面覆盖、重点排查的原则，对电站内所有电缆接头逐一检查，做好巡检记录，对发现的异常情况及时标记，为后续进一步排查和处理提供依据。

2.2 温度监测排查技术的实践

温度监测是精准排查电缆接头过热隐患的核心技术，通过实时监测接头温度变化，能够及时发现潜在的过热问题，避免隐患扩大。温度监测可采用接触式和非接触式两种方式，接触式监测通过将温度传感器直接安装在电缆接头表面，实时采集接头温度数据，能够精准反映接头的实际温度情况，适用于重点区域、关键部位的电缆接头监测。非接触式监测则通过红外测温仪、红外热像仪等设备，对电缆接头进行远距离测温，无需接触接头即可获取温度数据，适用于大面积、大范围的快速排查，能够高效发现温度异常的接头。温度监测需设定合理的

温度阈值,当监测到接头温度超过阈值时,及时发出预警信号,提醒相关人员进行排查处理。同时,需建立温度监测档案,记录接头温度变化趋势,通过分析温度数据,预判过热隐患的发展方向,提前采取防控措施。

2.3 隐患分级排查标准的制定

为提高电缆接头过热隐患排查的针对性和有效性,需制定科学合理的隐患分级排查标准,根据隐患的严重程度,将过热隐患划分为不同等级,采取差异化的排查频次和处理优先级。隐患分级主要依据接头温度超标幅度、外观损坏程度、绝缘性能下降情况等因素,将隐患分为一般隐患、较大隐患和重大隐患。一般隐患指接头温度轻微超标,外观无明显破损,绝缘性能基本正常,此类隐患可采用定期巡检、加强监测的方式排查管控;较大隐患指接头温度明显超标,外观出现轻微破损,绝缘性能有所下降,此类隐患需缩短排查频次,及时采取初步处理措施,防止隐患升级;重大隐患指接头温度严重超标,外观出现严重破损、碳化,绝缘性能大幅下降,存在短路、起火风险,此类隐患需立即停止相关设备运行,开展紧急排查处理,杜绝安全事故发生。

3 光伏电站电缆接头过热隐患的针对性处理措施

3.1 安装工艺优化与接头整改方法

针对安装工艺不规范引发的过热隐患,需从优化安装流程、整改不合格接头两方面入手,彻底解决问题。优化安装工艺需严格按照行业规范和技术标准,明确安装操作流程,对安装人员进行专业培训,确保安装过程中每一个环节都符合要求。导体连接时需保证接触紧密,采用合适的压接工具和压接力度,避免出现松动、接触不良等问题;绝缘层包裹需严密,选用合格的绝缘材料,确保绝缘层无破损、缝隙,做好绝缘防护处理。对于已安装的不合格接头,需进行全面整改,对接触不良的接头重新压接、连接,对绝缘层破损的接头进行修补或更换,对压接不当的接头进行重新处理。整改完成后,需进行严格的检测,确保接头连接牢固、绝缘性能达标,避免整改后再次出现过热隐患。

3.2 环境防护措施的完善与落实

针对环境因素引发的过热隐患,需完善电缆接头的环境防护设施,落实各项防护措施,减少环境因素对接头运行的干扰。在高温区域的电缆接头,可安装散热装置,如散热片、散热套等,加快热量散发,降低接头温度;在低温区域,可对电缆接头进行保温处理,选用耐低温的保温材料,防止绝缘层因低温脆裂,同时减少温度变化对接头的影响^[3]。对于潮湿、多雨区域,需加强接头的密封防护,选用防水、防潮性能优良的密封件,定期检查密封件的完好性,及时更换老化、破损的密封件,防止水汽进入接头内部。在风沙、粉尘较多的区域,需定期清理接头表面的粉尘、杂物,安装防尘罩,堵塞散热通道,确保

接头散热顺畅,同时避免粉尘对绝缘性能的破坏。

3.3 老化接头的更换与维护方案

针对材料损耗与老化引发的过热隐患,需建立老化接头更换与维护机制,及时更换老化严重的接头,做好日常维护工作,延长接头使用寿命。定期对电缆接头进行检测,评估材料老化程度,对老化严重、绝缘性能大幅下降、存在过热风险的接头,及时进行更换,选用质量合格、性能优良的接头产品,确保更换后的接头符合运行要求。日常维护过程中,需定期对接头进行清洁、检查,清除接头表面的灰尘、油污等杂质,检查接头连接部位是否牢固、密封是否完好,发现问题及时处理。同时,可在接头表面涂抹防护剂,增强接头的抗老化、抗腐蚀能力,减缓材料老化速度,减少过热隐患的产生。需合理规划接头的使用寿命,定期进行全面排查,提前预判老化趋势,做好更换准备工作。

4 光伏电站电缆接头过热隐患防控的保障措施

4.1 人员专业能力提升策略

电缆接头过热隐患的排查、处理与防控,离不开专业人员的操作,提升人员专业能力是保障防控工作有效开展的关键。建立完善的培训体系,定期组织相关人员参加专业培训,内容涵盖电缆接头的安装工艺、运行原理、过热隐患排查方法、处理技术、安全防护等方面,确保人员熟练掌握相关知识和技能。邀请行业专家开展专题讲座,分享实际案例和先进技术,提升人员的实践操作能力和问题解决能力。建立考核机制,对培训效果进行定期考核,考核合格后方可上岗作业,对考核不合格的人员进行再培训,直至合格。同时,鼓励人员主动学习新知识、新技术,关注行业发展动态,不断提升自身专业素养,确保能够高效开展过热隐患防控工作。

4.2 日常运维管理制度的完善

完善的日常运维管理制度,是规范电缆接头过热隐患防控工作、保障防控措施落实到位的重要支撑。建立电缆接头专项运维档案,详细记录接头的安装时间、位置、规格、材料、检测数据、维护情况、处理记录等信息,实现接头全生命周期管理,便于后续排查、维护和追溯。制定定期巡检制度,明确巡检频次、巡检内容、巡检责任,安排专人负责巡检工作,确保巡检工作全面、细致、到位,及时发现潜在隐患^[4]。建立隐患排查处理台账,对发现的过热隐患进行详细记录,明确处理责任人、处理措施和处理时限,确保隐患及时处理,不拖延、不遗漏。同时,建立奖惩机制,对运维工作表现优秀的人员给予奖励,对工作不力、造成隐患扩大的人员给予处罚,调动人员的工作积极性和责任心。

4.3 防控技术的创新与应用

随着光伏电站规模的不断扩大和技术的不断发展,传统的隐患防控技术已难以满足实际需求,推动防控技术的创新与应

用,能够提升过热隐患防控的效率和效果。积极引入先进的温度监测技术,如无线测温系统、智能测温终端等,实现电缆接头温度的实时监测、数据传输和智能预警,提高隐患排查的精准度和及时性。探索新型防护材料的应用,选用耐老化、耐高温、防水防潮、耐腐蚀性能优良的材料,替代传统材料,延长电缆接头的使用寿命,减少过热隐患的产生。推广智能化运维技术,利用大数据、物联网等技术,对电缆接头的运行状态进行实时监控和数据分析,预判隐患发展趋势,提前采取防控措施,实现过热隐患的精准防控、主动防控。

5 光伏电站电缆接头过热隐患防控的实践应用成效

5.1 隐患排查效率的提升路径

通过构建完善的排查体系,应用科学的排查方法和技术,光伏电站电缆接头过热隐患的排查效率得到显著提升。外观巡检与温度监测相结合,实现了全面排查与精准排查的有机统一,既能够快速覆盖所有电缆接头,又能够精准定位温度异常的接头,避免了盲目排查,减少了排查工作量,缩短了排查时间。隐患分级排查标准的实施,使排查工作更具针对性,能够根据隐患严重程度合理分配排查资源,优先处理重大、较大隐患,提高了排查工作的有效性^[5]。智能化排查技术的应用,实现了隐患排查的自动化、智能化,减少了人工干预,降低了人为失误,进一步提升了排查效率和排查质量,确保能够及时发现各类过热隐患,为后续处理工作争取时间。

5.2 处理措施的落地实施效果

针对性处理措施的落地实施,有效解决了光伏电站电缆接头过热隐患,降低了安全事故发生风险。安装工艺的优化与不合格接头的整改,从源头解决了安装不规范引发的过热问题,提高了电缆接头的安装质量,减少了接触不良、绝缘破损等问题的发生。环境防护措施的完善,有效抵御了温度、湿度、风

沙等环境因素的干扰,减缓了接头材料老化速度,保障了接头的正常运行。老化接头的更换与维护,及时消除了材料老化引发的过热隐患,延长了接头使用寿命,确保电缆接头能够长期稳定运行。各项处理措施相互配合、协同发力,有效降低了电缆接头过热发生率,保障了光伏电站设备的安全稳定运行。

5.3 长效防控机制的运行价值

长效防控机制的建立与运行,为光伏电站电缆接头过热隐患防控提供了持续保障,彰显了重要的实践价值。人员专业能力的提升,确保了排查、处理、维护等工作的专业性和规范性,为防控工作的有效开展提供了人力支撑。日常运维管理制度的完善,规范了防控工作流程,明确了工作责任,确保各项防控措施能够落到实处、执行到位,避免了防控工作流于形式。防控技术的创新与应用,不断提升防控工作的智能化、精准化水平,适应了光伏电站高质量发展的需求。长效防控机制的运行,实现了电缆接头过热隐患的常态化、制度化防控,有效防范了安全事故发生,保障了光伏电站的安全稳定运行和能源的持续供给。

6 结语

本文围绕光伏电站电缆接头过热隐患排查与处理展开系统研究,明确了过热隐患的核心诱因,构建了科学的排查体系,提出了针对性的处理措施和长效防控机制,梳理了防控工作的实践应用成效。研究聚焦实际运行中的安全难题,通过对隐患诱因、排查方法、处理方案的深入探索,形成了一套完善的过热隐患防控体系,能够有效防范电缆接头过热引发的安全事故。通过实践应用验证,相关排查方法和处理措施具有较强的实用性和可操作性,能够提升光伏电站电缆接头运行的稳定性和安全性。后续需持续优化防控技术,完善运维管理模式,进一步提升过热隐患防控能力,为光伏电站高质量、安全化运行提供有力支撑。

参考文献:

- [1] 宋正谦.光伏电站电气设备安装与调试技术[J].光源与照明,2025,(12):170-172.
- [2] 刘梦霞.基于 BIM 技术的光伏电站施工管理和质量控制方法[J].电气技术与经济,2025,(12):302-304.
- [3] 林诚.光伏电站施工期电缆敷设优化技术设计与应用研究[J].自动化应用,2025,66(23):117-120.
- [4] 闫彪.光伏电缆桥架的鼠患防治与防火安全研究[J].太阳能,2025,(08):99-106.
- [5] 冉福.光伏电站线缆敷设及接线施工技术研究[J].电气技术与经济,2025,(06):373-375.