

光伏电站施工过程中电缆敷设工艺对系统效率的影响

余金鹏

浙江江能建设有限公司 浙江 杭州 310051

【摘要】：电缆敷设工艺在光伏电站施工中直接影响电力传输的稳定性与系统效率。不同的敷设方式、路径规划、线缆间距及散热条件会导致传输损耗和发电效率出现显著差异。优化敷设工艺能够降低能量损耗，还能延长设备使用寿命，提升系统的整体经济性。对典型电缆敷设方案的对比分析，明确施工环节中的关键影响因素，为提升光伏系统运行效率提供技术参考与实践依据。

【关键词】：光伏电站；电缆敷设；系统效率；能量损耗；施工工艺

DOI:10.12417/2811-0536.26.02.081

1 电缆敷设过程中常见问题对系统效率的影响

在光伏电站的施工过程中，电缆作为电能传输的核心介质，其敷设质量对整个系统的运行效率具有直接且深远的影响。由于现场环境复杂，施工环节多，电缆敷设中常常出现路径规划不合理、敷设方式不规范等问题，这些因素会导致电缆线路电阻增加，进而造成电能传输过程中的功率损耗上升。部分施工中忽视了电缆转弯半径的控制，出现过度弯曲、拉伸等现象，使导体结构受损，增加接触电阻，影响导电性能，还埋下故障隐患。若未按照额定载流量选择电缆规格或铺设方式，易导致局部过载，进而引发热损耗升高，降低系统输出效率。长期运行在超负荷状态下还可能造成电缆绝缘层老化、导体发热、接头松动等问题，严重时甚至引发电气火灾，影响系统稳定性，也增加了运维风险与成本。

敷设电缆时对散热条件的不重视也是影响系统效率的重要原因。在一些项目中，电缆被集中敷设在封闭管道或通风条件差的电缆沟中，导致热量无法有效释放，使电缆持续处于高温运行状态，绝缘老化速度加快，长期运行下将造成电阻上升、传输效率下降^[1]。若电缆排列过于密集，会形成热聚集效应，加剧散热难题。尤其在高温或强日照地区，未采用分层敷设、预埋通风等辅助措施，容易造成系统发电能力下降。部分施工忽视了电缆与地面之间的绝缘防护措施，导致土壤湿度变化引起绝缘层受潮，增加漏电风险，从而进一步影响系统的稳定性与效率。

除了物理层面的敷设问题，电缆接头处理不当同样是效率下降的关键因素之一。接头处若压接不牢、端子选型不匹配，容易出现局部接触不良，形成电弧放电，增加局部热损耗。在实际施工中，有些作业人员为图施工便利，未按设计要求设定电缆长度，增加了接头数量，从而扩大了能量传输路径中的电阻总值。信号电缆与电力电缆混合敷设也可能引起电磁干扰，

影响逆变器通信与监控系统的准确性，间接造成发电系统效率波动。由此可见，电缆敷设过程中的一系列常见问题涉及能量传输效率，更关乎整个光伏电站运行的安全性与稳定性，必须在设计与施工各环节中予以高度重视与规范控制。

2 优化电缆敷设工艺以提升传输效率的关键措施

提升光伏电站系统的整体运行效率，必须从电缆敷设工艺的各个环节着手进行优化。在设计阶段，应对电缆路径进行科学规划，避免线路过长、频繁转弯或穿越高温区域，尽可能减少线路电阻带来的能量损耗。采用等电位布线原则，结合负载分布情况进行合理分段，确保不同电压等级电缆之间保持足够安全距离，减少电磁干扰。依据系统容量与载流需求准确选型电缆规格，避免导体截面积偏小引起的过载与压降问题。高效低阻的铜芯电缆比铝芯电缆具有更好的导电性能，尽管成本略高，但在长期运行中能显著降低线损，提高传输效率。铜芯材料具备更高的导电率和更强的耐热性，不易发生氧化和疲劳断裂，适用于载流密度较大或运行环境复杂的场景，从而在全生命周期内提升电站的经济性与可靠性。

在施工工艺方面，应严格执行国家及行业相关标准，确保电缆敷设过程中的每一环节都符合规范要求。弯曲半径控制、敷设张力限制、热膨胀预留长度的合理设置，是保障导体机械完整性和长期导电性能的关键。采用分层敷设与交错布置技术，能够有效提高散热效率，避免热积聚现象^[2]。对于长距离敷设，应采用桥架敷设或架空敷设方式提升散热与维护便利性，减少土壤热导率差异带来的温升影响。在电缆接头与终端处理方面，推荐使用机械压接或热缩式接头，减少接触电阻和热量积聚，确保接触点的电气稳定性。并在接头处设立明确标识，便于后期检测与维护，提高系统运行的可控性。

在实际运行维护过程中,安装热成像监测装置、线损在线检测模块等智能化运维手段,实现对敷设电缆状态的实时监测与故障预警,可以有效避免因老化、局部过热等问题导致的效率下降。对于运行多年的项目,可定期采用红外热成像或局放检测手段评估电缆运行状态,及时发现隐患并进行优化改造。在高温或腐蚀性环境中,采用带有防紫外线护套或双层绝缘结构的特种电缆,有助于提升长期运行稳定性。施工与运维一体化的优化管理,提升电缆敷设整体质量,可有效降低电力损耗,还能提升系统年均发电量与经济效益,从根本上强化光伏电站的可持续运行能力。

3 典型光伏项目中的电缆敷设优化实践与成效分析

在多个典型光伏项目中,电缆敷设优化实践已取得显著成效,具体措施涵盖了路径优化、布线方式改良、接地系统强化等方面。以西北某200MW地面光伏电站为例,项目采用了等电位多路径分布式敷设方式,避免了主干电缆长距离集中敷设带来的线损累积问题。科学分区、合理配置电缆沟与桥架系统,使电缆在传输路径上形成最小回路,有效控制了电压跌落。在汇流箱至逆变器之间采用了单芯直埋式敷设工艺,减少了护套电缆的热耦合效应,还降低了整体敷设材料成本。经过运行评估,该项目的电能传输效率比传统敷设方式提升了3.7%,并显著降低了系统的故障率。优化后的布线结构减少了线路电阻和接头发热问题,提升了电缆的载流能力与散热性能。施工过程中的规范化管理也降低了人为安装误差,为系统的稳定运行提供了可靠保障。

在华东某分布式屋顶光伏项目中,优化措施更多地体现在散热性能与空间利用率的协调上。由于屋顶面积有限,项目团队采用了多层交错布线与空气对流

辅助通风设计,提升了电缆运行期间的热交换效率,避免了高温环境下绝缘层老化过快的问题^[3]。所有电缆均使用高温低烟无卤绝缘护套,以应对夏季屋面高温导致的热胀冷缩冲击。在实际运行中,该项目的电缆外皮表面温度比未优化的对照项目低约8℃,系统运行稳定性增强,未出现电缆击穿或因热损引起的发电量波动,验证了优化敷设在高温区域的实用性与经济性。

南方某大型水面漂浮式光伏电站在电缆敷设优化中采用了模块化浮筒支撑架与专用防潮防腐电缆组合技术。项目针对水汽重、盐碱腐蚀性强等环境特征,使用了具有高绝缘强度与耐腐蚀性能的交联聚乙烯绝缘材料电缆,并采用桥架式架空布线方式避免电缆与水面直接接触。在关键节点处增加金属护套保护层,增强了抗机械损伤能力,显著延长了电缆使用寿命。根据运维数据,该项目在运行一年内未出现任何电缆故障,且发电效率保持在设计值以上,能量损耗比传统水上项目降低2%以上。由此可见,结合实际场景进行的电缆敷设优化,提升了传输效率,也显著增强了系统运行的可靠性与经济性,成为提升光伏项目品质的重要抓手。

4 结语

本文围绕光伏电站施工过程中电缆敷设工艺对系统效率的影响展开分析,阐明了常见问题、优化措施及实际应用成效。理论与实践相结合的论述,进一步明确了科学合理的电缆敷设对于降低能耗、提升系统稳定性与发电效率的重要意义。未来在光伏项目建设中,应持续深化对敷设工艺的标准化与智能化探索,为光伏产业高效、安全、可持续发展提供有力支撑。

参考文献:

- [1] 于连雪.基于数据传输技术的计量系统优化[J].信息记录材料,2025,26(09):134-136.
- [2] 张琦,孙二卫,谢雪庆,等.大型光伏电站布线优化设计关键技术分析[J].工程建设与设计,2025,(06):45-47.
- [3] 张正平.500kV超高压电缆施工设计与工艺[J].中国新技术新产品,2021,(20):108-110.