

光伏发电工程中电缆敷设及接线施工技术与质量分析

李军辉

天津洛斐工程有限公司, 天津 300457

DOI:10.61369/EPTSM.2026010023

摘 要： 光伏发电工程作为清洁能源运用的关键媒介，电缆布设及线路连接作业是维护系统平稳运转、提高发电效能的重要步骤，直接关联到工程整体品质与使用寿命。本文结合光伏工程实地作业实况，从作业前期筹备、电缆布设核心工艺、线路连接作业要点、质量管控及常见难题处置等角度，深入解析电缆布设及线路连接作业的关键程序与实践技法，聚焦落地细节，给光伏工程作业人员提供技术参照，助力提高作业品质与安全性，维护光伏系统长期高效平稳运行。

关 键 词： 光伏发电工程；电缆布设；线路连接作业；质量管控；实践工艺

Analysis of Cable Laying and Wiring Construction Technology and Quality in Photovoltaic Power Generation Project

Li Junhui

Tianjin Luofei Engineering Co., Ltd. Tianjin 300457

Abstract： As a pivotal medium for clean energy utilization, photovoltaic power generation projects rely on cable installation and line connection operations as critical steps to ensure system stability and enhance power generation efficiency, directly impacting the overall quality and service life of the project. Based on field operations in photovoltaic projects, this paper provides an in-depth analysis of key procedures and practical techniques for cable installation and line connection, covering pre-operation preparation, core cable installation processes, key points of line connection operations, quality control, and common issue resolution. By focusing on implementation details, it offers technical references for photovoltaic project personnel to improve operational quality and safety, ensuring long-term efficient and stable operation of photovoltaic systems.

Keywords： photovoltaic power generation project; cable laying; line connection operation; quality control; practical process

引言

随着清洁能源策略的行进，光伏发电工程在我国各处广泛扎根，从大型集中式光伏电站至分布式光伏项目，作业规模与技术要求持续提升。电缆作为光伏系统电能传送的“脉络”，衔接光伏组件、逆变器、汇流箱等核心设施，其布设与线路连接品质直接作用电能传送效率，甚至引发设施故障、安全风险等状况。当前实地作业中，部分项目存在布设不规范、线路连接工艺粗劣、防护举措不到位等情形，致使后期运维成本增加、发电效益损失。鉴于此，结合实地作业经验，深入剖析电缆布设及线路连接的核心工艺要点与质量管控举措，给实地作业提供实践指导，具备重要的工程价值^[1]。

一、光伏发电工程电缆敷设及接线施工前期准备

作业前期筹备事务是维护电缆布设及线路连接顺利开展的基础，需兼顾技术、物资、实地环境等方面，规避因筹备不足造成作业中断或品质问题。

（一）技术筹备

作业前需组织技术人员、作业班组全面熟悉作业图纸、设计要求及相关规范，明晰电缆的型号、规格、布设路径、线路连接

方式及防护要求。针对光伏工程特性，重点核查光伏组件阵列、汇流箱、逆变器的位置分布，确认电缆布设路径是否规避积水区域、尖锐物体及高温环境，防止与其他管线交错干扰。同时，结合实地实际地形调整布设方案，比如山地光伏电站需优化路径坡度，规避电缆因重力牵拉损伤；分布式光伏项目需兼顾建筑构造，避开承重薄弱部位。另外，需对作业人员开展技术交底，明确各环节操作要点、质量标准及安全注意事宜，确保作业人员娴熟掌握工艺要求，规避违规操作^[2]。

（二）物资与设备筹备

电缆及其配套物料的品质对施工成效起着直接决定作用，必须严格掌控进场验收环节，对电缆的型号、规格、长度是否与设计规定相符进行核对，查看电缆外观是否存在破损情况、绝缘层是否保持完好状态，同时对出厂合格证、检测报告等相关资料进行核查，将不合格材料进入场地的情况予以杜绝。像接线端子、绝缘胶带、电缆桥架、穿线管这类配套物料，需要与电缆型号相匹配，并且要具备耐腐蚀、抗老化、绝缘性能优良等特性，以适应光伏工程在户外、长期运行的环境要求^[3]。在施工设备方面，需要提前对电缆敷设机、剥线钳、压线钳、绝缘摇表等工具进行检修，确保设备性能处于完好状态，举例来说，绝缘摇表需要提前进行校准操作，以保障接线之后绝缘检测数据的准确性；电缆敷设机需要对动力系统进行检查，防止在施工过程中出现卡顿现象从而对敷设质量产生影响。



图1 电线电缆

（三）现场环境筹备

现场清理以及路径修整是前期准备工作里的关键环节。需要提前对电缆敷设路径之上的杂物、碎石、杂草等进行清理，将地面进行平整处理，对于山地、坡地等复杂地形，需要修整出较为平缓的敷设通道，在必要的时候铺设垫层以防止电缆被尖锐物体划伤。户外光伏电站需要提前对敷设路径周边的地质状况进行排查，避开低洼积水区域，若无法避开则需要做好排水措施；同时对周边的易燃易爆物品进行清理，设置警示标识，对施工区域进行划分，以避免无关人员进入。对于涉及屋面、墙面敷设的分布式项目，需要提前对基层结构的稳定性进行检查，确认屋面防水层处于完好状态，在必要的时候做好防水防护预案，避免施工对防水造成破坏^[4]。

二、光伏发电工程电缆敷设核心技术

电缆敷设需要结合光伏工程的安装场景、电缆类型以及环境特点，挑选科学的敷设方式，对敷设过程中的操作细节进行严格把控，以保障电缆敷设质量以及使用寿命。

（一）敷设方式选取与实操要点

光伏工程电缆敷设常见的方式有直埋敷设、桥架敷设、穿管敷设以及沿组件支架敷设，需要依据现场环境灵活进行选择。直埋敷设适用于大型集中式光伏电站的户外开阔区域，在施工时需

要开挖深度不小于0.7米的电缆沟，在沟底铺设10厘米厚的细砂或者软土，电缆敷设完成之后覆盖细沙再进行回填土操作，同时要在电缆路径上设置标识桩，以避免后期施工造成破坏。需要注意的是，直埋电缆需要选用带有铠装的电缆，以增强抗腐蚀、抗机械损伤的能力，并且接头部位需要设置电缆井，以便于后期进行检修^[5]。

桥架敷设适用于逆变器室、控制室以及组件阵列集中区域，具有敷设规整、检修便利的特点。在施工时需要先对桥架进行固定，确保桥架处于水平、牢固的状态，间距符合规范要求，以避免因振动导致电缆脱落。桥架转弯的地方需要做成圆弧形状，半径不小于电缆直径的10倍，以防止电缆弯曲过度从而损伤绝缘层。不同电压等级的电缆需要分开进行敷设，间距不小于0.5米，或者采用隔板进行分隔，以避免相互产生干扰。穿管敷设匹配于跨越道路、墙体以及腐蚀性环境的状况，穿线管需要选用PVC管或者镀锌钢管，拥有充足的强度和防腐性能。施工之际要保证穿线管连接严实，不存在破损、渗漏情况，管口打磨平滑，规避划伤电缆绝缘层。电缆穿管之时能涂抹适当润滑剂，缓缓推送，防止强行拽拉，多根电缆一同穿管时要管控数量，保证电缆相互之间留有间隙，有益于散热。沿组件支架敷设属于光伏组件阵列区域的常用途径，施工时要把电缆固定在支架之上，防止悬空或者和支架尖锐部位接触。固定点间距把控在1.5—2米，运用专用电缆卡具固定，卡具与电缆之间可加装软垫，防范磨损电缆。同时，电缆要避开组件接线盒、逆变器出风口等高温部位，间距不低于0.3米，降低高温对电缆绝缘性能的作用^[6]。

表1 不同敷设方式的适用场景和施工要点

敷设方式	适用场景	施工要点
直埋敷设	大型集中式光伏电站的户外开阔区域	1. 开挖深度不小于0.7米的电缆沟2. 沟底铺设10厘米厚的细砂或软土3. 电缆敷设后覆盖细沙再回填土4. 在电缆路径上设置标识桩
桥架敷设	逆变器室、控制室以及组件阵列集中区域	1. 先固定桥架，确保水平、牢固，间距符合规范2. 桥架转弯处做成圆弧形状，半径不小于电缆直径的10倍3. 不同电压等级的电缆分开敷设，间距不小于0.5米或用隔板分隔
穿管敷设	跨越道路、墙体以及腐蚀性环境的状况	1. 选用PVC管或镀锌钢管，确保强度和防腐性能2. 保证穿线管连接严实，无破损、渗漏，管口打磨平滑3. 电缆穿管时涂抹润滑剂，缓缓推送4. 多根电缆穿管时控制数量，保证相互间留有间隙
沿组件支架敷设	光伏组件阵列区域	1. 将电缆固定在支架上，防止悬空或与支架尖锐部位接触2. 固定点间距把控在1.5—2米，使用专用电缆卡具固定3. 卡具与电缆间可加装软垫，防范磨损

（二）敷设过程质量管控

电缆敷设过程中要严格把控牵引速度和力度，采用机械牵引时，牵引速度不超出15米/分钟，牵引力要均匀，防止瞬间拉力过大造成电缆内部导体断裂、绝缘层破损。牵引点应选在电缆中间位置，或者采用多点牵引，对于长距离敷设的电缆，要在中

间位置设置转向滑轮，减轻牵引阻力。敷设过程中要安排专人监护，及时矫正电缆扭曲、打结等问题，保证电缆敷设平整、顺直。户外敷设电缆要考量环境因素，高温天气应避免中午时段，挑选早晚低温时段施工，防止电缆绝缘层因高温软化变形；雨天、大风天气不适宜施工，避免雨水侵入电缆内部，影响绝缘性能。电缆敷设完成之后，要及时整理固定，防止电缆裸露在外遭受日晒雨淋，对于暂时不接线的电缆端头，要用绝缘胶带密封，防止灰尘、水分进入。

三、光伏发电工程电缆接线施工要点

电缆接线是光伏系统电能传输的关键节点，接线工艺直接对接触电阻、绝缘性能产生影响，要严格依照规范操作，确保接头牢固、绝缘可靠^[7]。

（一）接线前准备事务

接线前要再次核对电缆型号、规格与设备接口是否匹配，确认电缆敷设位置准确，不存在拉扯、扭曲现象。用绝缘摇表检测电缆绝缘性能，确保绝缘电阻符合规范要求，若绝缘电阻不足，要排查电缆是否破损、受潮，及时处理。同时，清理设备接线端子，去除端子表面的氧化层、油污，确保接触良好，对于氧化严重的端子，可采用砂纸打磨之后再行接线。

（二）核心接线工艺实操具象化呈现

剥线阶段要对剥线尺度与力度加以掌控，依照端子的规格来明确剥线的长度，一般状况下要比端子接线的深度多出2—3毫米，在剥线的过程当中要防止对导体造成损害，一旦导体出现断丝的状况，就需要重新开展剥线操作。对于多股导体构成的电缆，在接线之后要把导体进行紧密绞合，防止在接线的时候出现散丝现象，进而对接触效果产生不良影响。压线工作要选用与电缆规格相匹配的压线钳，将端子和导体进行压实处理，以保证接头牢固可靠，不会出现松动情况，压线工作完成之后，要轻轻对电缆进行拉扯，以此来检验接头是否存在脱落现象。接线次序要遵循“先处理低压部分再处理高压部分、先处理直流部分再处理交流部分”的准则，光伏组件和汇流箱之间的直流电缆接线工作，要对正负极进行区分，坚决禁止接反的情况出现，接线工作完成之后，要用标识牌对正负极以及对应的组件编号进行标注，这样做是为了方便后期的检修工作。汇流箱和逆变器之间的接线工作，要对相序进行核对，确保相序保持一致，防止逆变器出现运行异常的状况。接线工作完成之后，要在接头部位缠绕绝缘胶带，缠绕的层数不能少于3层，并且要缠绕紧密，不能留有空隙，对于户外的接头，要加装防水接头盒，做好防水、防潮的处理工作，防止雨水浸入从而导致短路情况的发生。多根电缆接入同一个端子时，要保证导体排列整齐有序，避免出现相互挤压的情况，而且端子的容量要能够满足电缆载流量的要求，坚决禁止出现超容量接线的情况。在接线过程中，要做好记录工作，对电缆

编号、接线位置、接头数量等信息进行标注，为后期的运维工作提供必要的依据。

（三）接线之后的检测验收环节

接线工作完成之后，要进行全面的检测工作，首先要用绝缘摇表再次对电缆的绝缘电阻进行检测，确认绝缘性能达到合格标准；接着要检查所有接头是否牢固、接线是否正确，不能出现接反、错接的现象。对于直流回路，可以开展空载通电测试，检查设备是否能够正常识别组件信号；对于交流回路，要检测相序是否正确，接地是否可靠。在检测过程中，如果发现问题，要立即进行断电处理，坚决禁止带电作业，问题处理完成之后，要重新进行检测，直到所有指标都符合规范要求为止。

四、施工过程中常见问题及相应处理措施

（一）电缆绝缘层破损情况

在施工过程中，电缆绝缘层出现破损情况，大多是由于机械损伤、拉扯过度或者接触到尖锐物体所导致的，如果破损情况较轻，可以采用绝缘胶带进行缠绕修复，缠绕时要覆盖破损部位以及周边5—10厘米的范围，以确保绝缘效果可靠；如果破损情况严重，无法进行修复，就需要更换整段电缆，避免因为绝缘失效而引发短路问题。预防措施如下：在敷设电缆之前，要清理路径上的杂物，在穿管时要对管口进行打磨，在牵引过程中要控制好力度，避免电缆与尖锐物体接触。

（二）接线接头呈现松动、发热状况

接头发生松动情形，大多是由压线缺乏规范性、端子出现氧化所造成，在运行过程当中，会产生接触电阻过大、散发热能的现象，情况严重之时，或许会致使接头遭到烧毁。处置办法：切断电源之后，对压线工作重新开展，保证端子与导体达成紧密接触，针对已经氧化的端子，进行打磨操作之后，更换全新的端子；倘若接头已然因发热而被烧毁，需要把受损部分予以切除，重新实施接线作业。预防手段：在进行接线操作时，严格依照工艺方面的要求开展压线工作，定期对端子的氧化状况进行检查，做好防腐相关处理。

（三）电缆完成敷设之后遭遇积水浸泡

在户外开展施工活动时，若电缆沟的排水功能不够顺畅、接头的防护工作未落实到位，便容易造成电缆被积水所浸泡，对绝缘性能产生不良影响。处理方式：及时将积水排出，对电缆的绝缘状况进行检查，若绝缘电阻出现下降情况，需把电缆晾干之后，重新进行检测操作，在必要的时候，对电缆进行更换；对接头部位实施防水加固举措，加装防水盒装置，对电缆沟的排水措施进行优化。预防办法：在敷设电缆之前，对路径上存在的积水隐患进行排查，做好排水设计工作，户外接头严格依照防水工艺开展施工。

（四）相序出现接反、正负极发生接错情况

此类问题大多是由于接线之前，核对工作不够细致所引发，

会造成设备无法正常运转，甚至导致设备受到损坏。处理措施：切断电源之后，重新对接线情况进行核对，对相序或者正负极进行纠正，接线工作完成之后，再次进行检测与确认。预防手段：接线之前做好标识工作，严格按照“先进行核对，后开展接线”的原则实施操作，安排多人进行交叉检查，避免出现错接现象。

五、结论

电缆的敷设以及接线施工，属于光伏发电工程的核心工序，其施工质量直接对光伏系统运行的稳定性以及发电效益产生决定

作用。在施工过程中，需要对前期准备工作进行强化，结合现场的实际状况，挑选科学合理的敷设方式，严格对接线工艺的细节进行把控，做好施工整个过程的质量控制工作，及时对常见问题进行处理。与此同时，施工人员需要提升实际操作技能，严格遵守施工规范，重视细节方面的管理，从根本上杜绝违规操作行为，保障电缆敷设以及接线的质量。唯有将技术方面的要求落实到现场的每一个环节当中，才能够有效降低后期的运维成本，确保光伏工程能够长期、高效、稳定地运行，为清洁能源战略的推进提供有力的支撑。

参考文献

[1]于鹏硕,轩诗杰,赵旭,蒋建波,杨顺吉.光伏支架施工工法在光伏发电工程中的实践应用[J].城市建筑,2025,(S1):115-117+126.
[2]秦丕伟,柴雨耕,金剑,邢磊磊.光伏发电系统在 LNG 接收站工程中的应用[J].山东化工,2025,54(09):225-227+244.
[3]覃挺进.光伏发电技术在变电站绿色节能改造工程中的应用研究[J].水利技术监督,2024,(10):251-254.
[4]郑凯,潘润霞.光伏发电工程中电缆敷设及接线施工技术分析[J].工程技术研究,2023,8(20):90-92.
[5]张韧.光伏发电工程中的箱逆变一体机安装技术[J].四川建材,2022,48(12):196-198.
[6]徐海龙.全过程项目管理在光伏发电工程中的应用[J].光源与照明,2022,(08):72-74.
[7]李欣哲.甘肃省光伏发电工程中光伏支架及其基础形式的探讨[J].太阳能,2022,(02):62-67.