电力工程电缆敷设施工难点及质量控制研究

杨裕进

湖北鄂电建设监理有限责任公司 湖北 武汉 430062

【摘　要】：电力工程电缆敷设施工受作业环境、线路布局及施工工艺等因素影响，易出现敷设路径冲突、牵引张力超限、弯曲半径不足及电缆外护层损伤等问题，直接影响线路绝缘性能与运行可靠性。围绕电缆敷设施工中的关键技术难点，分析复杂施工环境下路径布置、机械牵引、电缆固定及接头施工的质量风险，提出以施工条件核查、敷设参数控制、工序衔接管理和质量检验为核心的控制措施，强化施工准备、现场操作与竣工验收各环节的质量管控，减少电缆机械损伤及潜在绝缘缺陷，提高电缆敷设施工质量与工程交付水平。

【关键词】：电力工程；电缆敷设；施工难点；牵引张力；质量控制

DOI:10.12417/2705-0998.26.14.035

引言

电缆敷设质量不仅取决于电缆本身的性能，还与施工环境、敷设工艺及现场操作精度密切相关。在电力工程建设中，电缆线路常需穿越电缆沟、排管、桥架及复杂交叉区域，施工空间受限、路径转弯频繁与机械牵引条件变化，容易引发电缆受力不均、外护层磨损及局部弯曲变形等问题。部分质量缺陷在敷设完成后难以直接识别，可能在后续运行中逐渐发展为绝缘故障，增加线路维护难度。电缆敷设施工需要将技术参数控制与现场质量管理相结合，准确识别不同施工环节的风险因素，重点分析敷设路径、牵引控制、电缆保护及质量验收中的关键问题，明确各工序质量控制要求。

1 电缆敷设施工的主要技术难点

1.1 复杂环境下敷设路径布置困难

电力工程电缆敷设涉及电缆沟、排管、桥架及地下综合管廊等多种施工环境，不同敷设区域的空间条件与结构特点存在明显差异，增加了线路路径布置难度。实际施工中，部分电缆线路需要穿越建筑基础、地下管线密集区及设备集中区域，容易与给排水管道、通信线路及其他电气设施发生空间冲突。当施工现场预留通道不足或原有管线分布不清时，电缆路径容易出现频繁转弯、局部交叉及敷设距离增加等问题[1]。电缆沟内部积水、桥架安装偏差及排管接口错位，也会限制电缆正常敷设。尤其在多回路电缆集中布置条件下，线路排列、层间间距及散热空间需要协调，进一步提高路径规划与现场施工的复杂程度。

1.2 机械牵引过程张力难以掌握

机械牵引是电力工程长距离电缆敷设施工中的常用方式，但牵引张力受到电缆自重、敷设长度、路径转弯角度及摩擦阻力等因素共同影响，现场受力状态具有较强的不确定性。在水平敷设过程中，电缆与托辊、管壁之间持续接触，摩擦阻力随敷设距离增加而累积；进入弯曲段后，电缆侧压力进一步增大，容易产生局部受力集中。部分施工现场存在牵引设备与放线装置运行不同步、托辊布置间距不合理及牵引速度波动等情况，导致电缆出现瞬时张力升高或运行卡滞。当牵引力超过电缆允许承受范围时，可能引发导体变形、绝缘结构受损及护层拉伸等问题，而单纯依靠操作经验难以准确判断全过程受力变化，增加施工质量风险。

1.3 电缆弯曲变形与外护层损伤

电缆在敷设过程中需要经过转角、竖井、设备入口及管道接口等位置，受施工空间限制与外部机械荷载影响，容易发生弯曲变形和外护层损伤。不同电压等级、绝缘结构及外径规格的电缆具有相应的最小允许弯曲半径，若施工过程中转弯空间不足或强行改变电缆走向，可能造成绝缘层局部受压、金属屏蔽层变形及内部结构损伤。电缆在拖拽、穿管和桥架转移过程中，容易与尖锐边缘、粗糙管口及金属构件发生摩擦，引起外护套划伤、挤压或破损。部分损伤位置处于电缆底部或隐蔽区域，敷设完成后不易直接观察，增加缺陷识别难度。若护层破损未得到及时处理，潮气可能沿受损部位侵入，影响电缆长期运行的绝缘可靠性。

2 敷设前期准备与路径优化

2.1 开展现场勘察明确敷设条件

电缆敷设施工前的现场勘察是确定施工条件与降低后续作业风险的重要环节，需要结合工程设计资料对施工区域进行全面核查。勘察内容包括电缆通道结构、周边管线分布、设备安装位置、地面承载条件以及施工空间限制等，明确电缆敷设过程中可能受到的环境影响。针对地下敷设区域，应重点检查电缆沟、排管及检查井的尺寸、连通情况和防水条件，避免因通道缺陷影响电缆穿设。对于桥架敷设区域，需要确认支架间距、承载能力及安装位置是否满足要求[2]。现场勘察还应结合电缆型号、长度及运行要求，对敷设路径中的特殊区域进行标记，为施工组织、材料准备和工序安排提供准确依据。

2.2 优化线路走向与转弯节点布置

电缆线路走向设计直接影响敷设施工效率和电缆运行安

全，需要根据现场空间条件、电缆性能参数及后期维护需求进行合理规划。在路径布置过程中，应减少不必要的线路交叉和重复转向，降低电缆敷设过程中的牵引阻力与机械损伤风险。对于必须经过转弯区域的位置，应结合电缆允许弯曲半径设置合理的转弯角度和过渡空间，避免因弯曲过急造成内部结构受力异常。在多根电缆集中敷设区域，还需统筹考虑排列方式、间距要求及散热条件，防止电缆运行过程中出现温升过高问题。通过优化线路走向与节点布局，可使施工路径更加清晰，减少现场调整频率，提高电缆敷设过程的稳定性。

2.3 合理配置牵引设备及辅助机具

电缆敷设施工过程中，牵引设备与辅助机具的配置水平直接影响施工安全和作业质量。设备选择需要结合电缆长度、重量、敷设环境及最大允许牵引力等参数进行匹配，避免因设备能力不足造成施工停滞或因牵引力过大导致电缆受损。长距离敷设时，应合理设置牵引机、放线架、导向滑轮、滚轮及保护装置，使电缆在移动过程中保持稳定受力状态。对于转弯较多或空间狭窄区域，应增加导向设施，减少电缆与通道壁面的直接摩擦。施工前应检查设备运行状态，确保制动、调速及张力监测功能正常，避免机械故障影响敷设过程。合理配置施工机具能够提升现场操作精度，为电缆安全敷设提供基础保障。

3 关键施工工序的质量把控

3.1 精确调节牵引速度与张力参数

电缆牵引过程中的速度与张力控制是影响敷设质量的重要环节，需要根据电缆规格、路径长度及现场阻力变化进行动态调整。施工过程中，牵引速度过快会增加电缆与管壁、滚轮之间的摩擦作用，容易造成外护层磨损，而速度过慢则可能降低施工效率并影响工序衔接[3]。应结合电缆允许牵引力范围设置合理运行参数，并利用张力监测设备实时掌握受力变化。当电缆经过转弯段、坡度变化区域或空间受限位置时，应适当降低牵引速度，避免瞬间受力增大。现场操作人员还需保持牵引设备与放线装置同步运行，减少电缆出现卡顿、松弛或冲击受力情况，确保电缆在稳定状态下完成敷设。

3.2 规范电缆转弯与排列固定工艺

电缆转弯处理和排列固定工艺直接影响线路安装质量及后期运行稳定性。施工过程中，应严格按照电缆型号对应的最小弯曲半径要求进行转向操作，避免因过度弯折造成绝缘层挤压或内部导体结构变化。在桥架、电缆沟等敷设区域，应根据设计要求合理安排电缆排列顺序，保持相邻电缆之间的距离均匀，防止交叉重叠导致散热条件下降。对于垂直敷设或振动较明显区域，需要采用符合要求的固定夹具进行加固，确保电缆位置稳定，减少长期运行中的机械应力积累。施工人员还应关注电缆排列整齐度和支撑点设置情况，使敷设完成后的线路满足安全、美观及检修要求。

3.3 加强电缆接头制作与绝缘防护

电缆接头属于线路连接中的关键部位，其制作质量直接影响电缆系统的绝缘性能和运行可靠性。接头施工过程中，需要严格控制剥切长度、导体连接、屏蔽层恢复及密封处理等工序，避免因操作偏差造成接触电阻增加或绝缘性能下降。电缆端部处理时，应保持切割面平整，防止绝缘层受到划伤，同时按照工艺要求完成绝缘材料安装和防潮密封。对于户外或潮湿环境中的电缆接头，还需加强防水、防腐措施，降低外界环境对连接部位的影响。完成接头制作后，应开展绝缘检测和外观检查，及时发现压接不牢、密封不严等问题，保证电缆连接部位长期稳定运行。

4 施工过程质量风险防范

4.1 强化电缆外护层损伤检查

电缆外护层是保护内部导体和绝缘结构的重要屏障，施工过程中受到牵引摩擦、机械碰撞及环境因素影响，容易产生划伤、破裂等缺陷。为降低外护层损伤风险，应在电缆运输、搬运、敷设及固定等环节加强检查。电缆进入施工现场后，需要核对外观状态，检查表面是否存在压痕、裂纹或局部变形，避免带缺陷电缆投入敷设[4]。敷设过程中，应重点关注转弯位置、管口连接处以及与支撑构件接触区域，采取加装保护套、优化牵引方式等措施减少摩擦。当发现外护层受损时，应及时进行记录和处理，避免缺陷进一步扩大。通过全过程检查，可有效减少因外部损伤导致的绝缘受潮、线路故障等问题。

4.2 完善隐蔽工程工序交接管理

电缆敷设工程中存在大量隐蔽施工内容，如地下管道、电缆沟内布置、电缆固定方式及接地连接等，这些环节完成后难以直接观察，若施工质量存在问题，会增加后期检修难度。因此，需要完善隐蔽工程工序交接管理，对各阶段施工内容进行详细记录和检查。在电缆入沟、穿管、排列固定及封闭前，应由相关人员共同核查电缆型号、敷设位置、排列方式、保护措施等内容，确认符合设计要求后再进入下一工序。对于关键节点，应保留影像资料和验收记录，形成完整的施工档案。规范的工序交接管理能够减少施工信息缺失，提高隐蔽部位质量可追溯水平，避免因前期问题影响后续运行。

4.3 落实现场质量巡检与问题整改

现场质量巡检是发现电缆敷设施工异常情况的重要手段，需要贯穿施工全过程。巡检人员应结合施工进度，对电缆放线、牵引运行、转弯处理、固定安装及接头施工等关键环节进行检查，重点关注施工参数是否符合规范要求。针对现场发现的电缆排列混乱、固定不牢、保护措施不到位等问题，应及时记录并明确整改要求，避免缺陷进入后续工序。质量管理人员还应建立问题反馈机制，对整改过程进行复核，确认处理效果达到要求后再完成闭环管理。在连续施工或复杂环境条件下，应增

加巡检频次，加强对重点区域和高风险环节的关注，提高现场质量管理的及时性和有效性。

5 电缆敷设质量检验与验收

5.1 核查电缆敷设质量及安装偏差

电缆敷设完成后，需要对线路安装状态进行全面检查，确保实际施工结果符合设计要求和相关技术标准。质量核查内容包括电缆敷设路径、排列方式、固定间距、弯曲半径以及预留长度等关键参数，重点检查电缆是否存在交叉混乱、局部受压或固定不牢等问题[5]。对于桥架、电缆沟及排管内敷设的电缆，应确认支撑装置安装稳定，电缆之间保持合理间隔，避免因排列不规范影响散热和后期维护。应对施工过程中产生的安装偏差进行测量记录，如电缆位置偏移、固定点间距不符合要求等情况，需要及时调整处理。通过系统核查敷设质量，可确保电缆安装状态稳定，为后续检测和投入运行提供可靠基础。

5.2 开展绝缘性能检测与线路试验

电缆绝缘性能检测是验收阶段的重要内容，能够及时发现敷设施工过程中可能造成的绝缘缺陷。检测过程中，应根据电缆类型和电压等级选择适宜的试验方法，对绝缘电阻、耐压性能及导通状态进行测试，判断电缆内部结构是否保持完整。对于高压电缆线路，还需开展交流耐压试验、局部放电检测等项目，进一步验证电缆运行安全性。测试过程中，应严格控制试验环境和操作流程，保证检测数据准确可靠。当检测结果出现异常时，需要结合施工记录分析原因，重点排查接头处理、外护层损伤及敷设受力等环节。通过规范开展线路试验，可以有效识别潜在故障隐患，避免不合格线路投入使用。

5.3 健全验收记录与质量追溯机制

完善的验收记录能够为电缆工程质量管理提供完整依据，也是后期运行维护的重要参考。验收过程中，应对电缆型号规格、敷设位置、施工工序、检测数据及整改情况进行详细记录，形成覆盖施工全过程的质量资料。针对隐蔽工程和关键施工节点，应同步保存现场照片、检测报告及验收文件，确保工程信息具有连续性和可查询性。当线路运行过程中出现异常情况时，可依据完整记录快速定位施工环节和责任范围，提高故障分析效率。质量追溯机制还应明确各施工阶段的验收责任，加强施工单位、监理人员与管理人员之间的信息衔接，减少因资料缺失或信息不完整造成的管理漏洞，为电缆工程长期安全运行提供数据支撑。

6 结语

电力工程电缆敷设施工质量受现场环境、敷设工艺及施工管理等多重因素影响，路径布置不合理、牵引张力异常及外护层损伤均可能影响线路运行可靠性。针对施工中的关键技术难点，应加强前期现场勘察，优化敷设路径与设备配置，严格把控机械牵引、电缆固定及接头制作等关键工序。强化施工过程质量巡检、隐蔽工程交接及绝缘性能检测，建立完整的质量验收与追溯机制，实现施工质量全过程管控，减少电缆敷设缺陷和运行故障，提高电力工程建设质量与线路运行安全水平。

参考文献：

[1] 许建帮,郑提大.电力工程隧道电缆敷设的自动化技术应用与管理[J].流体测量与控制,2025,6(6):83-86.

[2] 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.

[3] 刘宁捷.电力工程电缆敷设施工技术及质量控制要点研究[J].电力设备管理,2025,(15):205-207.

[4] 惠裕,于金梅,卜祥杰,等.电力工程施工中的电力电缆敷设研究[J].光源与照明,2025,(3):191-193.

[5] 吴政.高压电缆敷设技术在城市电力工程中的应用研究[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(27):4-6.