

高压电缆终端头施工工艺对绝缘性能的影响研究

胡 刚

湖南澧水流域水利水电开发有限责任公司 湖南 长沙 410014

【摘 要】：高压电缆终端头施工工艺与绝缘性能存在紧密关联，工艺实施质量直接决定电缆线路运行的安全与稳定。不规范的施工操作会破坏绝缘结构完整性，改变电场分布状态，降低材料绝缘特性，进而引发绝缘缺陷乃至运行故障。围绕施工关键环节开展分析，明确工艺对绝缘性能的作用方式与影响路径，梳理常见隐患成因，提出对应控制与优化方式，能够有效提升终端头绝缘可靠性，减少绝缘故障，为高压电缆工程施工与质量管控提供支撑。

【关键词】：高压电缆终端头；施工工艺；绝缘性能；绝缘缺陷；工艺优化

DOI:10.12417/2811-0528.26.09.082

引言

高压电缆终端头是电力传输系统中的关键组成部分，也是绝缘故障易发部位。终端头绝缘状态直接关系整条线路的运行寿命与供电可靠性，大量线路异常均与施工环节控制不到位存在关联。电缆剥切、绝缘恢复、密封处理、接地设置等工序，均会对终端头内部绝缘结构与电场分布产生直接作用。深入探究施工工艺对绝缘性能的影响规律，识别薄弱环节与风险点，有助于规范施工流程，提升整体施工质量，保障高压电缆系统长期稳定运行。

1 高压电缆终端头施工工艺与绝缘性能的核心关联

1.1 高压电缆终端头的绝缘功能与施工核心要求

高压电缆终端头的核心绝缘功能，是阻断导体电流对地泄漏，保障电力传输过程中不发生绝缘击穿、电晕放电等问题，其绝缘性能的稳定性依赖于施工工艺的精准实施。施工过程需严格遵循相关规范，围绕绝缘层处理、密封防护、电场优化等核心要求开展操作，确保各工序衔接顺畅、质量达标。终端头的绝缘防护需覆盖电缆剥切、导体处理、绝缘恢复、密封封装等全流程，每一个环节的操作质量都直接影响整体绝缘效果。例如，绝缘层的处理需保证表面无损伤、无杂质，密封封装需杜绝水分、灰尘等杂质侵入，这些施工要求的落实程度，直接决定了终端头绝缘结构的完整性和稳定性，是保障绝缘性能的基础前提。

1.2 施工工艺影响绝缘性能的内在工作机制

施工工艺通过影响终端头绝缘结构的完整性、电场分布的均匀性以及绝缘材料的性能，进而作用于整体绝缘效果。绝缘结构的完整性是绝缘性能的核心保障，施工中若出现剥切过度、绝缘层破损等问题，会直接破坏绝缘屏障，导致局部电场集中，引发电晕放电，加速绝缘老化。电场分布的均匀性依赖于施工中的应力控制，若应力控制管安装偏差、绝缘层过渡不

平滑，会导致局部场强过高，长期运行下会击穿绝缘层^[1]。同时，施工过程中对绝缘材料的不当操作，会破坏材料的绝缘特性，降低材料的耐老化、耐电压能力，间接影响终端头的绝缘寿命，形成长期安全隐患。

1.3 绝缘性能失效与施工工艺的关联特征

绝缘性能失效的各类表现，均与施工工艺的不规范存在直接关联，呈现出明显的对应特征。绝缘击穿多源于施工中绝缘层处理不当，如剥切时产生刀痕、清洁不彻底残留杂质，这些缺陷会在电场作用下逐渐扩大，最终导致绝缘层破损。绝缘老化加速则与密封工艺不到位相关，水分、潮气侵入终端头内部，会腐蚀导体、破坏绝缘材料结构，降低绝缘性能，长期运行后引发老化失效。电晕放电现象的出现，多是由于施工中应力控制不当、终端头结构安装偏差，导致电场畸变，局部场强超过绝缘材料耐受范围，进而产生电晕，持续侵蚀绝缘层，最终引发绝缘故障。

2 高压电缆终端头施工中的关键工艺问题及绝缘隐患

2.1 电缆剥切工艺不规范引发的绝缘损伤

电缆剥切是终端头施工的首要环节，也是最易引发绝缘隐患的关键工序，工艺不规范会直接造成绝缘层损伤。剥切过程中，若使用工具不当、操作力度控制不佳，会在绝缘层表面留下刀痕、划痕，这些微小损伤会成为绝缘薄弱点，在高压电场作用下逐渐扩展，最终导致绝缘击穿。部分施工中存在剥切长度偏差过大的问题，过长或过短都会影响后续绝缘恢复和应力控制，导致绝缘结构衔接不畅，电场分布不均。剥切后未及对绝缘层表面进行处理，残留的氧化层、油污等杂质，会破坏绝缘材料的介电性能，降低绝缘强度，埋下绝缘失效隐患。

2.2 绝缘恢复工艺缺陷导致的绝缘性能下降

绝缘恢复工艺是弥补电缆剥切后绝缘层缺失、保障终端头

绝缘性能的核心环节，工艺缺陷会直接导致绝缘性能下降。绝缘恢复过程中，若绝缘材料选型与电缆本体不匹配，会导致绝缘层衔接不紧密，存在缝隙或气隙，这些间隙会引发局部电场集中，加速绝缘老化。部分施工中存在绝缘层包裹不紧密、重叠率不足的问题，无法形成完整的绝缘屏障，导致水分、灰尘等杂质侵入，破坏绝缘结构^[2]。同时，绝缘恢复时的操作环境不符合要求，在潮湿、多尘环境下施工，会导致绝缘材料与电缆本体结合不牢固，降低绝缘层的密封性和耐电压能力，引发绝缘隐患。

2.3 密封与接地工艺不当造成的绝缘失效风险

密封与接地工艺的规范性，直接影响终端头的绝缘稳定性和抗干扰能力，工艺不当会显著增加绝缘失效风险。密封工艺不到位，会导致雨水、潮气、灰尘等杂质侵入终端头内部，腐蚀导体和绝缘材料，破坏绝缘结构的完整性，导致绝缘性能持续下降，长期运行后引发绝缘击穿。接地工艺不规范，如接地引下线连接不牢固、接地电阻不符合要求，会导致雷电过电压、感应过电压无法有效释放，过高的电压会击穿终端头绝缘层，引发绝缘故障。密封材料老化、接地部件锈蚀等问题，也会因施工时的工艺疏漏产生，进一步加剧绝缘失效的风险。

3 施工各环节的规范实施要点

3.1 电缆剥切工艺的规范操作流程

电缆剥切工艺需遵循精准操作、保护绝缘的原则，严格按照规范流程开展。施工前需明确电缆型号、规格，选用匹配的剥切工具，避免使用锋利工具直接切割绝缘层，防止产生刀痕。剥切过程中需控制操作力度，循序渐进剥离外护套、钢带铠装、内护套及半导电屏蔽层，确保剥切长度符合设计要求，偏差控制在合理范围^[3]。剥切完成后，需用细砂纸轻轻打磨绝缘层表面，去除氧化层和杂质，再用专用清洁剂擦拭干净，确保绝缘层表面光滑、无残留，为后续绝缘恢复奠定基础。操作过程中需避免绝缘层出现破损、开裂等问题，若发现损伤需及时处理，杜绝绝缘隐患。如图1所示：



图1 电缆终端头施工工艺现场

3.2 绝缘恢复工艺的标准化实施方法

绝缘恢复工艺需坚持材料匹配、衔接紧密、防护到位的原则，实施标准化操作。首先需选用与电缆本体绝缘性能一致的绝缘材料，确保材料质量合格、规格匹配，避免因材料不符导致绝缘性能下降。绝缘恢复时，需按照设计要求逐层包裹绝缘材料，控制包裹力度，确保绝缘层均匀、紧密，无缝隙、无气隙，包裹重叠率需达到规范要求，形成完整的绝缘屏障。施工环境需保持干燥、无尘，避免在潮湿、多尘、高温或低温环境下开展绝缘恢复操作，防止影响绝缘材料的粘结效果。绝缘恢复完成后，需检查绝缘层的完整性和光滑度，确保无破损、无褶皱，保障绝缘性能达标。

3.3 密封与接地工艺的优化操作要点

密封与接地工艺需注重严密性和可靠性，通过优化操作提升绝缘防护效果。密封施工时，需选用耐候性、密封性良好的密封材料，针对终端头与电缆本体衔接处、导体连接部位等关键节点，采用双重密封方式，确保密封严密，杜绝杂质侵入。密封材料的缠绕需均匀、紧密，避免出现松动、脱落等问题，施工完成后需检查密封效果，确保无渗漏。接地施工时，需选用规格匹配的接地引下线和连接部件，确保连接牢固，接地电阻符合规范要求。接地引下线的布置需合理，避免与导体接触，连接部位需做好防腐处理，防止锈蚀，确保雷电过电压和感应过电压能够有效释放，保护终端头绝缘层。

4 提升高压电缆终端头绝缘性能的施工工艺优化措施

4.1 完善施工工艺标准与操作规范

提升终端头绝缘性能，需首先完善施工工艺标准与操作规范，为施工提供明确的指引。结合不同电压等级、不同类型电缆终端头的施工需求，制定针对性的工艺标准，明确各工序的操作要求、质量标准和验收规范，细化剥切、绝缘恢复、密封、接地等关键环节的操作流程，确保施工过程有章可循^[4]。同时，需结合施工实际，及时修订完善规范，弥补现有工艺标准中的不足，解决施工中出现的新问题。规范施工人员的操作行为，要求施工人员严格按照标准开展作业，杜绝擅自更改工艺流程、简化操作步骤的行为，从源头保障施工质量，提升绝缘性能。

4.2 强化施工过程质量管控与监督

施工过程的质量管控与监督，是保障工艺规范实施、提升绝缘性能的关键。建立健全施工质量管控体系，明确各岗位的质量职责，对施工全流程进行严格管控，重点排查关键工序的施工质量，及时发现并整改工艺缺陷。加强施工过程中的现场监督，安排专业人员对施工操作进行全程指导和检查，对剥切、

绝缘恢复、密封等关键环节进行重点核查，确保操作符合规范要求。建立质量验收机制，每道工序完成后需进行质量验收，验收合格后方可进入下一道工序，杜绝不合格工序遗留，确保终端头施工质量达标，从过程层面保障绝缘性能。

4.3 提升施工人员专业能力与操作水平

施工人员的专业能力与操作水平，直接影响施工工艺的 implementation 质量和终端头绝缘性能。加强施工人员的专业培训，结合施工工艺标准和操作规范，开展针对性的培训活动，讲解终端头施工的核心要点、常见问题及处理方法，提升施工人员对工艺要求的理解和掌握程度。培训过程中需注重实操训练，让施工人员熟悉各类工具的使用方法，掌握规范的操作流程，积累施工经验，减少操作失误。建立施工人员考核机制，对考核不合格的人员严禁上岗，确保施工人员具备相应的专业能力和操作水平，能够规范完成施工任务，保障终端头绝缘性能。

5 高压电缆终端头施工工艺优化的实践应用与成效

5.1 工艺优化在不同场景下的实践应用

高压电缆终端头施工工艺优化措施，需结合不同应用场景的实际需求，灵活落地实施，确保适配各类施工环境。在户外高压电缆终端头施工中，重点优化密封工艺，选用耐候性更强的密封材料，增加密封层数，强化防雨、防雪、防紫外线防护，避免环境因素对绝缘性能的影响；同时优化接地工艺，提升防雷击能力，保障户外终端头的绝缘稳定性^[5]。在户内终端头施工中，重点优化绝缘恢复工艺，控制施工环境的粉尘和湿度，确保绝缘层衔接紧密，减少气隙和缝隙，提升绝缘强度。在高腐蚀、高湿度等特殊场景下，进一步强化防腐、防潮处理，优化施工工艺细节，确保终端头绝缘性能满足场景使用需求。

5.2 工艺优化对绝缘性能的提升成效

施工工艺优化的落地实施，能够有效解决原有施工中的工

艺缺陷，显著提升高压电缆终端头的绝缘性能。通过规范剥切工艺，减少绝缘层损伤，降低绝缘击穿隐患，提升绝缘层的完整性和耐压能力；通过优化绝缘恢复工艺，确保绝缘层衔接紧密、无间隙，改善电场分布均匀性，减少电晕放电现象，延缓绝缘老化速度。通过完善密封与接地工艺，杜绝杂质侵入，有效释放过电压，降低绝缘失效风险，延长终端头的绝缘寿命。工艺优化后，终端头的绝缘稳定性显著提升，各类绝缘故障发生率大幅降低，能够更好地适应电力系统长期稳定运行的需求。

5.3 工艺优化的推广价值与应用前景

高压电缆终端头施工工艺优化措施，具备较强的实用性和推广价值，能够为各类电力工程中的终端头施工提供科学指引。其核心价值在于通过规范施工流程、优化工艺细节，在不增加过多施工成本的前提下，有效提升终端头绝缘性能，降低故障发生率，减少电力供应中断带来的损失，保障电力系统的安全稳定运行。随着高压电缆在电力传输中的应用日益广泛，对终端头绝缘性能的要求不断提高，工艺优化措施能够适配不同电压等级、不同应用场景的施工需求，可在各类电力工程中广泛推广应用。未来可结合施工技术的发展，进一步优化工艺细节，提升工艺的便捷性和可靠性，推动终端头施工质量和绝缘性能的持续提升。

6 结语

本文围绕高压电缆终端头施工工艺与绝缘性能的关系展开系统分析，明确了施工各环节对绝缘结构、电场分布及运行稳定性的关键作用。终端头绝缘缺陷多源于工艺执行不到位，只有严格把控电缆剥切、绝缘恢复、密封与接地等关键工序，才能从源头降低故障风险。通过规范施工流程、强化过程管控、提升操作水平，可有效改善绝缘性能，延长电缆线路使用寿命。相关研究可为工程施工提供实践参考，助力提升高压电缆工程整体质量与供电系统安全稳定运行水平。

参考文献:

- [1] 葛健.高压电缆终端头关键部件图像识别与状态评估技术研究[J].产业创新研究,2025,(22):127-129.
- [2] 邹善伟,郑立莎.高压变电站电缆排管内敷设安装施工工艺[J].装备维修技术,2025,(02):97-100.
- [3] 邵钦禹.高压电力电缆线路的运行维护策略分析[J].集成电路应用,2024,41(10):302-303.
- [4] 袁乐,窦庆鹏,朱莹,等.热缩型高压电缆终端绝缘劣化分析及处理措施研究[J].电工技术,2024,(19):198-201.
- [5] 王国强.电气化铁路高压电缆智能诊断及故障预警技术探索[J].电气化铁道,2023,34(S2):50-52.