

电气电缆接线施工常见缺陷及处理方法

谈国彬 李 松

中国能源建设集团浙江火电建设有限公司 浙江 杭州 310000

摘 要：电缆接线施工质量直接影响电气系统运行可靠性。本文系统梳理了导线剥线不规范、接头连接质量缺陷、绝缘防护缺陷及布线规整性缺陷四类常见问题，分析了剥线长度不合理、芯线损伤、接头松动、线序错位、绝缘包裹不密实、布线杂乱等具体表现及其成因，并从剥线整改、接头复紧、绝缘恢复、线束整理四个角度提出了针对性处理方法与整改措施，为提升电气电缆接线施工质量、消除运行安全隐患提供了系统性技术参考。

关键词：电气电缆；接线施工；施工缺陷；缺陷处理；方法

引言：电缆接线施工是电气工程建设中的关键工序，其施工质量直接关系到电气系统的运行可靠性与安全性。在实际工程中，剥线不规范、接头连接质量缺陷、绝缘防护不到位、布线规整性不足等问题频发，成为制约电气施工质量提升的主要短板。这些缺陷若未在施工阶段及时识别与整改，将在后期运行中逐步显现为接触电阻过大、绝缘击穿、线路跳闸乃至电气火灾等故障，严重影响设备运行连续性与生产安全。本文围绕电缆接线施工中的常见缺陷，系统分析各类缺陷的表现形式与成因，并提出针对性的整改处理措施，旨在为施工质量管控提供参考依据。

1 电缆接线施工质量管控核心意义

电缆接线作为电气系统的核心连接环节，承担着电能传输与信号传递的基础功能，其施工质量直接决定整个电气系统的运行可靠性与安全性。规范的接线工艺能够保障线路电流传输稳定，有效降低线路传输损耗，避免电缆接头因接触不良产生过热、因绝缘失效引发短路或断路等问题，从而保障各类电气设备正常启停与持续稳定运行。

在实际工程中，电缆接线涉及压接、焊接、螺栓紧固、端子绑扎等多道工序，工序间衔接紧密，任何环节操作不规范均可能引入质量缺陷。当接线施工存在缺陷时，电缆接头会出现接触电阻过大、绝缘层破损、线芯错位、相序错误等问题。这些缺陷在短期内可能不会立即暴露，但在长期带电运行状态下，接头部位因接触电阻偏大会持续发热，加速绝缘材料热老化，降低绝缘耐压等级；绝缘层破损处则可能在过电压冲击或潮湿环境条件下发生击穿，引发相间短路或接地故障，导致线路跳闸、设备停运。此类故障不仅会大幅增加后期设备检修与线路维护的人工及材料成本，还会造成生产中断、用电不连续等经济损失，严重时甚至可能引发电气火灾

等安全事故，威胁人员及财产安全^[1]。

因此，在电缆接线施工过程中精准识别各类施工缺陷，并及时采取针对性整改处理措施，是提升电气施工整体质量、消除运行安全隐患、保障电气系统长期稳定运行的关键环节，也是电气工程质量管控中不可忽视的核心内容。施工质量管控须贯穿接线施工全过程，从源头控制缺陷产生，确保每处接线接头均满足电气安全运行要求。

2 电气电缆接线施工常见缺陷及成因分析

2.1 导线剥线不规范缺陷

导线剥线是电缆接线施工的首道基础工序，也是缺陷发生率最高的环节，常见缺陷主要包含剥线长度不合理、芯线损伤、绝缘层残留三类。（1）剥线长度过长或过短。剥线长度超出端子压接深度要求时，多余裸芯线外露，增大相间短路及对地漏电风险；剥线长度不足时，芯线接入端子的有效深度不达标，压接不充分，连接牢固度不足，运行中易出现松动脱落。（2）剥线操作中芯线损伤。施工人员使用剥线钳或美工刀时操作力度控制不当，导致铜铝芯线表面被划伤、割伤，部分芯线出现断裂，导线有效截面积减小，线路载流能力随之下降，长期运行中接头部位易因过流而发热。（3）绝缘层残留。剥线后芯线根部残留少量绝缘皮，导致芯线与端子金属接触面不完整，出现虚接问题，接触电阻偏大，运行中持续发热。该类缺陷的主要成因是施工人员操作熟练度不足、剥线工具与线径不匹配、施工过程中未严格按照工艺标准把控剥线细节，作业态度敷衍所致^[2]。

2.2 电缆接头连接质量缺陷

电缆接头连接是接线施工的核心环节，也是缺陷发生率最高的工序，常见问题包括接头松动、压线不实、多股导线散股、线序错位等。（1）接头松动、压线不实主要表现为导线接入接线端子后，紧固螺丝未拧到位或

压线卡扣未完全压实,线路在运行振动作用下极易出现接触不良,产生电弧放电及局部高温,加速接头烧损。

(2)多股软导线接线时,未对分散芯线进行绞合并拢或搪锡处理,芯线分散外露,与相邻线路发生搭接时极易引发相间短路故障。(3)线序错位即火线、零线、地线接线位置错乱,直接导致电气设备无法正常启停运行,严重时可能造成设备损坏或保护装置误动作。此类缺陷主要由施工人员操作不规范、接线前未核对线序图纸、忽视不同材质导线连接工艺差异所致。

2.3 绝缘层恢复及防护缺陷

接线完成后的绝缘层恢复与防护是保障线路运行安全的关键工序,常见缺陷包括绝缘包裹不密实、包裹长度不足、胶带缠绕方式错误、未做防潮防水防护等。

(1)部分施工人员在缠绕绝缘胶带时松紧不均、存在缝隙残留,导致绝缘层无法完全隔绝空气与水汽,接头芯线在长期使用后受潮氧化,出现漏电及绝缘性能下降问题。绝缘包裹长度不足时,部分裸芯线仍处于外露状态,存在相间短路及触电安全隐患。(2)在潮湿环境、户外露天、地下管沟等特殊施工场景中,部分接线接头仅做简单胶带包裹,未加装绝缘护套或防水套管进行强化防护,接头长期受环境水汽、粉尘侵蚀,极易造成绝缘层老化开裂、破损失效。(3)该类缺陷的主要成因是施工人员绝缘防护意识薄弱,忽视绝缘恢复工序的工艺标准要求,未根据实际施工环境匹配对应等级的绝缘防护方式,导致防护措施与运行工况不匹配。

2.4 接线布线规整性缺陷

此类缺陷虽不直接影响线路瞬时运行状态,但会给后期运维及线路检修埋下安全隐患,同时加速线路整体老化进程,主要表现为电缆接线后走线杂乱无序、导线过度弯折、接线端子处导线受力拉扯、多根导线无序堆叠、线束未固定绑扎等。(1)导线过度弯折时,内部芯线及绝缘层因受力损伤,长期运行条件下极易出现芯线疲劳断裂、绝缘层开裂破损,降低线路载流能力与绝缘可靠性。导线无序堆叠、杂乱布线时,线束内部空气流通受阻,散热条件恶化,局部温度持续偏高,加速绝缘材料热老化,缩短线路使用寿命。接线端子处导线存在拉扯受力时,在长期运行振动作用下接头逐步松动乃至脱落,导致接触不良甚至断路。(2)该类缺陷的主要成因是施工人员重接线质量、轻布线规整,接线施工完成后未及时整理线束走向、固定线路排列,缺乏精细化施工意识,未将布线规整纳入施工质量管控范围^[3]。

3 各类施工缺陷的处理方法及整改措施

3.1 剥线不规范缺陷整改处理

针对剥线长度不合理问题,监理须要求施工单位在施工前根据接线端子规格及设备接线工艺要求,精准把控剥线长度,确保芯线接入端子的有效深度满足设计要求,无过长裸线外露,无绝缘层遮挡接触部位。对于剥线过长的线路,须将多余裸线部分裁剪,重新规范剥线;对于剥线过短的线路,须重新剥离绝缘层,保证接线长度与端子适配。(1)针对芯线损伤问题,须根据损伤程度分类处置。对于轻微划伤的芯线,可清理表面毛刺与氧化层后重新使用;对于芯线断裂、截面积受损严重的,须直接裁剪损伤段落,重新剥线并规范接线,严禁带损伤芯线接入电气设备,防止接触电阻偏大引发接头过热。(2)针对绝缘层残留问题,须使用细小专用工具清理芯线根部残留绝缘皮,确保芯线表面光洁完整、无残留绝缘遮挡接触面,避免绝缘碎屑进入端子压接部位影响电气连接可靠性。(3)须严格规范剥线操作工艺,优先选用与线径适配的专用剥线钳,禁止使用美工刀等非专用工具暴力剥线,操作时严格控制力度与角度,避免割伤、压伤芯线,从操作层面杜绝剥线不规范缺陷的产生^[4]。

3.2 接头连接缺陷整改处理

针对接头松动、压线不实问题,监理须要求施工单位对接线端子逐一复检,使用适配规格的螺丝刀、压线钳重新紧固端子螺丝、压实压线端子,确保导线与端子之间紧密贴合,无松动、无晃动。紧固完成后须轻拉导线确认连接牢固可靠,防止因接触不良导致接触电阻偏大、接头发热。(1)针对多股导线散股问题,须将分散的芯线重新整齐绞合并拢。对于动力回路、大电流线路使用的多股软线,须采用搪锡工艺处理,使分散芯线形成整体后再接入端子,杜绝散股外露导致接触面积不足、电流分布不均等问题。(2)针对线序错位问题,须将错误接线全部拆除,对照设备接线图纸及线路相序标准重新逐线核对线序,严格按照火线、零线、地线的规范位置逐一接线,接线完成后须再次进行全回路复核,确认无错接、无漏接,避免因相序错误引发设备反向运行或保护装置误动作。(3)针对铜铝导线直接连接缺陷,须将铜铝直接搭接的接头全部拆除,更换为铜铝过渡端子或铜铝过渡套管进行连接,有效阻断不同金属之间的电化学腐蚀通道,防止接头因电化学腐蚀导致接触电阻持续增大、接头过热甚至烧损,保障接线接头长期稳定运行。

3.3 绝缘防护缺陷整改处理

对于绝缘包裹不密实、包裹长度不足的接头,须将原有绝缘胶带全部拆除,清理接头表面附着的灰尘、水

汽及氧化层,确保包扎基面干燥洁净后重新规范缠绕绝缘胶带。缠绕时须采用半叠绕方式逐圈压紧,胶带松紧均匀一致,无褶皱、无气泡、无缝隙,包裹长度须完全超出裸露芯线两端,确保裸露部位被绝缘层全面覆盖,杜绝因绝缘包裹不到位导致芯线暴露引发的漏电或短路风险。(1)针对特殊环境下接线绝缘防护不足的问题,对于设置在潮湿环境、户外露天、地下管沟等场景中的电缆接头,须在绝缘胶带包裹的基础上,进一步加装防水绝缘护套或热缩管进行强化防护。热缩管安装时须使用热风枪均匀加热,使其充分收缩并紧密贴合接头轮廓,消除管体与芯线之间的空隙,实现防水、防潮、防氧化的多重绝缘防护效果,避免接头因环境侵蚀导致绝缘性能下降。(2)对于高温、腐蚀等恶劣工况下的电缆接头,须选用耐高温、耐腐蚀材质的绝缘防护材料进行包裹,确保防护层在长期运行条件下不老化、不开裂。所有绝缘防护施工完成后,须逐项检查接头部位,确认无裸线外露、无绝缘层破损、无防护遗漏,绝缘性能满足电气安全运行要求,保障接线接头在全生命周期内的绝缘可靠性。

3.4 布线规整性缺陷整改处理

对杂乱无序的接线线束须进行全面整理,逐一梳理线路走向,纠正导线存在的过度弯折、扭曲、拉扯等问题,保证导线走线平直顺畅、弧度自然合理,避免因弯曲半径过小导致芯线疲劳断裂或绝缘层受力破损。(1)将多根导线按照功能回路、电压等级进行分类梳理,整齐排布于线槽或桥架内,使用扎带、卡扣等固定件均匀绑扎固定线束。绑扎间距须保持均匀一致,松紧适度,既保证线路整体规整有序,又不会因绑扎过紧挤压损伤导线绝缘层。对于穿越孔洞、转弯处的导线,须加装橡胶护圈进行保护,防止导线绝缘层被锐边割伤。(2)须重点消除导线拉扯应力,确保接线端子处导线无拉力、

无扭力,导线自然垂落或贴靠于固定面,避免因长期机械振动导致接头松动、接触不良。对于留有备用芯线的接线端子,须将备用芯线整齐盘收并固定于端子侧方,不得随意甩落。(3)须统一布线工艺标准,同类回路的走线方式、绑扎位置、弯曲半径保持一致,提升整体施工规整度与美观性,同时为后期线路检修、故障排查及维护更换提供清晰的线路标识与操作便利,降低运维工作难度^[5]。

结束语

电缆接线施工缺陷的精准识别与及时整改,是保障电气系统长期稳定运行的核心环节。施工单位须严格落实各工序工艺标准,从剥线、接头连接、绝缘防护到布线规整全流程把控质量,杜绝带缺陷线路投入运行。监理人员须强化过程巡检与竣工复检,确保每处接线接头均满足电气安全要求。同时,施工人员须提升精细化作业意识,将质量管控贯穿施工全过程,从操作源头减少缺陷产生。唯有实现施工质量全过程闭环管理,才能有效降低线路故障率,减少后期运维成本,切实保障电气系统安全可靠运行。

参考文献

- [1]卫东,林树国,任晓洲,等.电气施工标准化接线工艺解析[J].石油技师,2023,(01):29-33.
- [2]杜望平.电缆敷设技术在现代输变电系统中的优化与应用研究[J].电力设备管理,2025,(13):197-199.
- [3]林霖.电力电缆敷设安装方法研究[J].光源与照明,2025,(06):199-201.
- [4]公鑫,张敏.10kV配电网架空线路电缆敷设安装施工技术研究[J].电气技术与经济,2025,(05):81-83.
- [5]徐宝武.机电设备电气安装调试常见故障及检测方法研究[J].造纸装备及材料,2024,53(10):55-57.