

10kV变配电工程电缆防火封堵施工工艺

赵宇鑫

国网太原供电公司电缆运检中心

摘要: 在现代社会中, 电力已成为人们生活和生产中不可或缺的基础能源。电力电缆作为电力传输的重要方式之一, 其稳定运行直接影响着电网的安全和稳定。由于电缆在发电厂的广布性、电缆着火的串延性、电缆着火后果的严重性, 使电缆的防火工作受到了电力部门的高度重视。为提高电缆防火封堵施工质量, 本文对电缆防火封堵施工工艺进行了总结分析, 可为类似电缆防火封堵施工提供借鉴参考。

关键词: 10kV; 变配电; 电缆; 防火封堵

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2022.07.097

引言

当前, 很多电力企业都采用传统的电缆防火封堵方法, 但是采用传统方法存在送电后缺陷与弊端难改、施工工艺陈旧、造价管理混乱、招投标不认真、质量验收不到位、不考虑是否达标等问题, 给电力安全生产带来极大的安全隐患。为此, 对电缆防火封堵新工艺进行了研究。

一、电力电缆的基本结构

(一) 导体

在电力电缆中, 导体是非常重要的组成部分, 它承担着传输电能的任务。导体通常使用纯铜或铝制成, 截面积越大, 其传输电能的能力就越强。导体可以分为单股导体和多股导体两种类型。单股导体是一根直径较大的金属丝, 它具有较高的传导性能和承载能力, 比多股导体更容易安装和连接; 多股导体由多根铜丝绞合而成, 它们更加灵活, 适用于高压电缆。此外, 导体的选择应考虑其所处的环境和所传输电能的特性。在高温、高湿等特殊环境下, 需要选择适合的导体材料, 以确保电力传输的安全和可靠性。

(二) 屏蔽层

在电力电缆的结构中, 屏蔽层位于导体和绝缘层之间。屏蔽层主要功能是减少电缆传输过程中的干扰和噪声, 提高电缆传输的稳定性。通常, 屏蔽层采用金属或金属箔材料制成, 也可以采用带电性聚合物材料, 这些材料可以有效地隔离电磁场和外部电场。屏蔽层的设计和材料的选择需要考虑电缆所处的环境和所传输电能的特性。在高频率传输中, 屏蔽层的设计和性能对电缆传输的质量影响很大。同时, 不同的屏蔽结构也会对电缆的性能产生影响。因此, 屏蔽层的设计和材料的选择都需要根据实际应用情况进行综合考虑和优化。

(三) 绝缘层

电力电缆的绝缘层是电力电缆中非常重要的组成部

分之一, 位于导体和保护层之间, 主要的作用是隔离导体与外部环境, 防止电能泄漏和外部介质对电缆的侵蚀。绝缘层通常使用聚乙烯、交联聚乙烯、橡胶等材料制成, 这些材料具有良好的绝缘性能、耐热性和耐化学腐蚀性能。除此之外, 这些材料还具有良好的机械性能, 可以保证电缆在使用过程中不会发生机械损坏。

(四) 保护层

保护层位于电力电缆的最外层, 主要功能是为电缆提供机械保护和防腐蚀作用。在电力电缆的使用环境中, 可能会受到各种机械损伤和化学腐蚀的影响, 这会对电力电缆的使用寿命和安全性产生严重影响。保护层通常使用聚氯乙烯、聚乙烯等高强度材料制成, 具有较高的机械强度和防腐蚀性能。保护层材料和厚度的选择主要取决于电力电缆的使用环境和要求。例如, 埋设于地下的电缆中, 保护层需要具有良好的防水性和防腐蚀性, 因此通常采用较厚的聚氯乙烯材料作为保护层; 而在海底电缆中, 由于海水的盐度高和其他化学物质的存在, 保护层的材料需要具有良好的抗腐蚀性和耐海水侵蚀性能。

二、电力电缆发生故障的影响因素

(一) 外部环境破坏

电力电缆在使用过程中发生故障有多种原因, 其中外部环境破坏是主要的基础因素之一。外部环境破坏是指电缆在使用过程中, 受到自然环境因素或外界物体的影响, 导致电缆发生机械力破坏的情况。例如, 在电缆敷设过程中, 由于地质条件不良或工程施工问题, 电缆遭受地面沉降、土壤膨胀等自然环境因素的影响, 或受到车辆、挖掘机等外界物体的碰撞、压力等影响。此外, 天气因素也可能对电缆的故障发生产生影响, 如风力、温度变化、湿度等因素都会影响电缆的使用寿命和性能。

(二) 电压冲击

电压冲击是指突然出现的电压幅度或频率的突变，使电缆受到不良的电气影响，导致电缆出现故障。电力电缆是电力系统中的重要组成部分，而电压冲击是电力电缆发生故障的常见原因之一。电压冲击通常是电压幅度或频率的突然变化所导致，这种变化可能源于电网的操作、故障、雷击和其他原因。当电压冲击发生时，电缆将会受到高电压的冲击，这可能会导致电缆中的介质被击穿或绝缘材料被破坏，从而引起电缆故障。这些故障可能会严重影响电力系统的正常运行，甚至导致停电和其他问题。

（三）湿度大

湿度大是导致电缆故障的基础因素之一。在高湿度的环境下，电缆绝缘材料受到水分的侵蚀，会使其绝缘性能发生变化，从而导致电缆发生故障。特别是在高温高湿的环境下，电缆绝缘材料中的水分更容易渗透到绝缘层中，导致电缆介质损伤，使电缆失去绝缘功能，从而导致电缆发生击穿故障。同时，湿度大还会对电缆接头等部位的金属零部件产生影响。由于湿度大，金属表面会形成氧化物，导致金属表面生锈腐蚀，从而引发接触不良或者短路等故障。此外，湿度大还会导致电缆的电阻增加，电流通过时会产生热量，进一步损伤电缆绝缘材料，从而使电缆的寿命缩短。

（四）高温

高温会对电缆的绝缘层、导体和护套等部分产生影响，导致电缆性能的变化和损坏。首先，高温会对电缆的绝缘层产生影响。电缆的绝缘层主要是由聚乙烯、交联聚乙烯等材料构成，高温会使绝缘材料的分子链断裂，从而导致绝缘层老化和劣化，失去其应有的电气性能，从而引起电缆故障。其次，高温还会对电缆的导体产生影响。电缆的导体是电能传输的核心部分，高温会使导体的电阻率增加，从而导致电缆的电阻值变大，功率损耗增加，降低了电缆的效率和使用寿命，甚至会引起电缆的过热，进一步加剧电缆故障的发生。最后，高温还会对电缆的护套产生影响。电缆的护套主要是起到保护电缆的作用，高温会导致护套材料的硬度和韧性降低，失去保护作用，从而导致电缆的机械性能下降，易受外力损伤。

（五）电缆外绝缘层老化

电缆外绝缘层老化会导致电缆的性能和安全受到影响，可能会引发电缆击穿、漏电、短路等故障，给电网的稳定运行和人们的生产和生活带来巨大风险。电缆外绝缘层的主要功能是保护导体和绝缘层，避免电缆受

到外界因素的干扰和损伤。当电缆外绝缘层老化时，其物理和化学性质会发生变化，从而导致电缆绝缘层出现“电树枝”。所谓“电树枝”，指的是电缆绝缘层中的小分支，通常呈树状分布。这些分支可能会在电缆外绝缘层老化的过程中逐渐形成，并且会扩大并加速电缆的老化和故障的发生。“电树枝”的形成主要是由于电缆绝缘层老化时，其表面出现微小的孔洞或裂缝，电场通过这些孔洞或裂缝进入绝缘层内部，形成了一个电场集中的区域，从而使得绝缘层局部电离和击穿。一旦“电树枝”形成，会导致电缆的绝缘阻抗降低，从而引起漏电和短路等故障，进一步加剧电缆的老化和故障的发生。此外，“电树枝”的存在还会导致电缆局部电压异常升高，可能引起电缆击穿和火灾等安全事故，会对电网稳定运行、人们的生产和生活造成巨大的危害。

（六）质量

电缆是由绝缘层、导体和护套等材料构成的，这些材料的质量直接影响着电缆的安全运行。如果电缆使用的材料质量不佳，容易导致绝缘层老化、导体腐蚀、护套破损等问题，从而导致电缆发生故障。电缆的加工过程包括绝缘层压制、导体编织和护套挤出等多个环节，如果加工质量不达标，就会导致电缆内部存在气泡、夹层等质量问题，从而降低电缆的绝缘性能和耐压能力，进而导致电缆发生故障。电缆在安装过程中需要经过弯曲、压力、拉伸等多个环节，如果安装过程不规范、不细致，就会导致电缆受到过度压力或拉伸，进而破坏电缆内部的绝缘层和导体，最终导致电缆发生故障。

三、10kV变配电工程电缆防火封堵施工工艺

（一）电缆沟阻火墙施工

在完成相应施工准备后，首先需要进行电缆沟阻火墙的施工，阻火墙应严格按照设计图纸施工，在施工过程中应注意以下几点：（1）先利用有机堵料将电缆和模块的接触位置进行封堵，然后再利用防火膨胀模块对封堵后的位置再次进行封堵。（2）当防火膨胀模块与电缆沟存在间隙时，用有机堵料对此间隙进行封堵密实。（3）利用有机堵料将阻火墙的顶部填充平整，并加盖防火隔板，在电缆沟的底部预留一个直径10cm的排水孔洞，排水孔洞用镀锌钢管铺设。（4）阻火隔墙的两侧电缆均匀地涂上一层防火涂料，涂层的长度和厚度应满足 $>1\text{m}$ 和 $>1\text{mm}$ 。（5）利用有机堵料将电缆沟底与防火隔板两者之间的缝隙进行封堵，封堵方式采用线脚方式，线脚呈几何图形，厚度宜大于阻火墙表层的 1cm ，宽度 $>2\text{cm}$ ，整个面层需保持平整。（6）当阻火墙施工

完成后，在对应位置处涂上明显的标记以作区分。

（二）竖井防火封堵施工

在竖井防火封堵施工前，需对竖井周边环境进行清扫，保持周围洁净。然后测量竖井孔洞的尺寸，根据测量的尺寸大小和形状切割两块对应的CP670B防火涂层板，在竖井壁上安装角钢，将切割的两块防火涂层板托起。将切割好的两块CP670B防火涂层板安装到电缆桥架与孔壁间隙中。利用CP606防火填缝胶依次对矿棉板周边缝、电缆与电缆的间隙、电缆与桥架的间隙填充完整，并在填充结束后将CP606防火填缝胶抹平。假如抹平施工过程中仍存在没有填充密实的缝隙，则需要立即用CP606防火填缝胶进行补填；在补填结束后如果还存在没有处理掉的缝隙，则需要用CP67B防火涂料对剩余的缝隙进行修补，直至所有缝隙全部封堵完成。最后，在电缆进、出竖井侧各20cm范围内的电缆上涂刷CP670B防火涂料，前后需涂刷2次，第一次与第二次涂刷间隔时间需在4h以上，两次涂刷防火涂料的干厚度为1mm。

（三）汇控柜、端子箱和检修箱的防火封堵

汇控柜、端子箱和检修箱的防火封堵与竖井封堵施工类似。（1）在正式封堵之前，需要对封堵处的电缆、桥架及隧道壁进行清理，使之保持干燥、无灰尘与杂物。（2）根据孔洞尺寸和电缆的实际位置、测量的尺寸大小和形状，切割两块对应尺寸大小和形状的CP670B防火涂层板。（3）在切割好的CP670B防火涂层板四周涂抹CP606防火填缝胶，然后将涂抹防火填缝胶的CP670B防火涂层板嵌入孔洞内。（4）在相邻拼接好的两块防火涂层板之间、电缆与电缆之间以及所有缝隙处均需要采用CP606防火填缝胶填充密实。（5）在安装好的防火涂层板上再次涂刷1遍CP670B防火涂料，在防火板下侧20cm范围内的电缆上涂刷2遍CP670B防火涂料，第一次与第二次涂刷间隔时间需在4h以上，两次涂刷防火涂料的干厚度宜为1mm左右。

（四）电缆保护管、二次接线盒的防火封堵

（1）清理楼板孔洞，保持干燥、无灰尘和无油腻，假如板孔洞不方便封堵也可将其封堵于盘柜内部。（2）根据孔洞尺寸和电缆位置切割对应尺寸大小和形状的CP670B防火涂层板。（3）在切割好的CP670B防火涂层板四周涂抹CP606防火填缝胶，然后将CP670B防火涂层板嵌入孔洞内。（4）在电缆与电缆之间和所有缝隙位置处均需涂抹CP606防火填缝胶。（5）当防火涂层板安装完成后，再在其上涂刷1遍CP670B防火涂料，在防火板下侧20cm范围内的电缆上涂刷CP670B防火涂料，

电缆上涂刷2次，第一次4h后再涂刷第二次，涂刷干厚度宜为1mm左右。

（五）防火涂料施工

防火涂料的涂刷位置一般位于防火墙两侧或者电缆接头两侧约2~3m长度范围内，在防火涂料正式施工前，需要清除电缆表面灰尘、油污。涂抹过程中，涂料应时刻保持搅拌均匀的状态，防火涂料不宜太稠。当电缆为水平敷设状态时，应沿电缆走向均匀涂刷防火涂料；当电缆为垂直敷设时，宜采用自上而下的方式涂刷防火涂料，涂刷的次数、厚度及间隔时间应符合所使用防火涂料产品的要求；当遇到电缆太过密集或者受到其他束缚情况时，应采取逐根涂刷的方式，不能出现漏刷情况，且涂刷过程需保持整齐。

（六）质量验收

电缆防火封堵施工质量验收标准应满足以下质量要求：（1）防火隔板位置安装正确、牢固，不存在缺口和缝隙问题，外观必须保持平整。（2）每一处的有机堵料封堵均需保持严密牢固，不存在漏光、漏风裂缝和脱漏现象，且表面光洁平整。（3）无机堵料封堵表面光洁、无粉化、硬化、开裂等明显缺陷情况。（4）每一处涂刷防火涂料的地方均需保持表面光洁，且防火涂料的涂刷厚度保持均匀。

结束语

本文主要不同的电缆防火封堵技术进行了详细说明，有助于防火封堵工程标准化、规范化、程序化实施，同时也有利于防火封堵新工艺的推进，以尽可能消除电力生产过程中存在的安全隐患，促进电力产业安全、快速发展。

参考文献

- [1] 雷蕾, 严恩泽, 杨卫国, 等. 电气线路贯穿孔口防火封堵应用现状研究[J]. 安全, 2020, 41(2): 17, 26.
- [2] 黄益平, 相成高, 梁刚, 等. 浅析大型公用建筑UL防火封堵产品的应用[J]. 安装, 2021(2): 31-34.
- [3] 徐浩军. 电缆防火封堵施工中监管管控要点[J]. 电力安全技术, 2021, 23(8): 73-75.
- [4] 陈勇, 吕海龙. 高层小区电缆竖井防火封堵措施及问题分析[J]. 科技创新导报, 2019, 16(24): 50, 52.
- [5] 胡焕霞. 10kV配电电缆敷设关键施工技术[J]. 通讯世界, 2020, (6).