

设计与制造

输电线路装配式基础防腐设计研究

占翔

(黄冈供电公司黄冈东源电业集团有限公司建设分公司 湖北省黄冈市 438000)

输电线路装配式基础在输电线路建设中占有重要地位,然而由于受到环境和材料的影响,其防腐问题日益凸显。基于此,本文将对 HCPE 防腐涂料在输电线路装配式基础防腐设计中的应用进行研究,以提高输电线路装配式基础的使用寿命。

1 HCPE 防腐涂料简介

环氧酚醛防腐涂料(HCPE)是一种高性能的防腐涂料,具有良好的耐腐蚀性、耐磨性和附着力。在输电线路装配式基础防腐设计中,HCPE 防腐涂料具有广泛的应用前景。首先,HCPE 防腐涂料的耐腐蚀性能优异,能够抵御多种腐蚀介质的侵蚀,包括酸、碱、盐等,使得其在输电线路装配式基础防腐设计中具有很大的优势,可以有效保护输电线路的基础设施免受腐蚀的侵害,从而提高输电线路的使用寿命和稳定性。其次,HCPE 防腐涂料具有优良的耐磨性,可以承受输电线路在运行过程中产生的摩擦和磨损,有助于减少输电线路的维护工作量,提高输电线路的运行效率。最后,HCPE 防腐涂料具有良好附着力,可以牢固地附着在各种材质的基础设施表面,包括金属、混凝土等,促使 HCPE 防腐涂料可以广泛应用于输电线路装配式基础防腐设计中,满足不同场景需求。

2 输电线路装配式基础腐蚀机理

2.1 输电线路装配式基础混凝土结构腐蚀机理

钢筋混凝土锈蚀是指混凝土中的混凝土、钢筋等受侵蚀介质侵蚀现象,其中硫酸盐、氯盐是引起钢筋锈蚀的重要原因。其本质是外部侵蚀介质中的 SO_4^{2-} 渗入到混凝土内部,并与其部分成分进行反应,形成膨胀性的内应力。如此一来,混凝土的强度就会降低,从而造成结构的损坏。氯盐侵蚀过程中,氯离子在高氯离子环境下,会与 C_3A 熟料矿物的水化产物发生反应,形成三氯离子水合氯铝酸钙,其腐蚀机制为盐结晶腐蚀。在低氯离子环境下,氯离子在碳酸盐岩中会与碳酸镁矿物发生水解反应,形成一种无体积膨胀特性的单氯水合氯铝酸

钙,即 Freidel 盐。Freidel 盐形成机制和化学性质取决于多种因素,包括地下水的温度、压力、pH 值和 CO_2 浓度等。在不同的地下水环境中, Freidel 盐含量和分布也会有所不同。例如,在深部地下水中,由于温度和压力的增加, Freidel 盐含量通常会增加,而在浅部地下水中,由于 pH 值和 CO_2 浓度的变化, Freidel 盐含量可能会减少。

2.2 输电线路装配式基础钢结构腐蚀机理

钢材的热力学性能不稳定是导致钢材腐蚀的根本原因,而组装式地基的角钢在腐蚀性介质的共同影响下,易产生电化、应力两种腐蚀形式。钢筋混凝土结构处于腐蚀性介质中,其自身理化特性不均一会形成锈胞,从而产生电化学腐蚀。在被侵蚀的电解槽中,阴阳两极无规则地排列在金属表面上,形成了一种均匀腐蚀现象。在阳极区面积很小时和阴极区非常大的情况下,出现了部分腐蚀。由于局部锈蚀,钢材易发生脆性失效,从而严重影响其使用寿命。除受到压的作用外,钢铁材料的应力腐蚀与电化学腐蚀的机制相似,当腐蚀性介质作用于钢材的表层时,会产生微小的裂缝,从而为钢材的局部腐蚀提供条件。随着钢筋锈蚀进程进行,钢筋混凝土内部的裂缝会变得更广、更深,从而导致钢筋混凝土内部的应力集中现象更加明显,从而加快了钢筋混凝土内部裂缝的扩展,从而使腐蚀性介质有较大的活动范围。

3 HCPE 防腐涂料在输电线路装配式基础防腐中的技术要求

3.1 施工前准备

(1) 在施工之前,做好设计、做好技术说明,对施工工艺、工艺规范要有一定了解。(2) 在施工过程中,HCPE 应充分搅拌,不能有沉淀与色差。通常不用稀释剂,如果温度太低,出现太浓不方便施工,可以适当加入聚氯乙稀防腐涂料的专用稀释剂。(3) 混凝土表面要进行一段时间的放置和养护,干燥期不少于 3 个星期,表面含水量不超过 3%,在施工过程中要防止油污、雨水及其

他化学物质的污染,如果有碱盐沉淀,则在施工前要将其清理干净。地面地经纬度平面要求 2 米以内的落差不得超过 2mm。混凝土表面出现裂缝,麻面,气孔等缺陷;脱皮、不平的地方,可以用 425#混凝土与高氯聚乙烯涂料,再配上稀释剂,制成腻子,配合适当的批刮操作为度。(4)基材的温度不得低于 0℃,并且比大气的露点温度至少要高 30℃,但不得超过 500℃。为了确保涂层的正常使用,涂层自身的温度应该在 15℃以上。在使用过程中,应尽量避免在 35℃以上的环境下进行作业。(5)在雨天或空气湿度超过 75%的情况下,必须停工。在涂漆过程中,如果漆膜太厚,可以使用特殊的稀释剂来调节。

3.2 涂层厚度与间隔时间要求

3.2.1 涂层厚度

在涂敷过程中,必须对涂敷材料的用量与厚度进行严格控制,以达到设计及产品规范中对有效涂敷系统的要求。不同于普通涂料,高氯漆在施涂时能迅速地释出溶剂,如果一次涂刷过厚,由于内外不均匀,容易出现表面缺陷;引起涂层针孔。参照《石油化工设备和管道涂料防腐设计规范》中有关涂层厚度的规定,参照我国化学工业标准 SH3022-2011 中的涂层厚度,并参照表 1,确定该涂层的涂层厚度和涂布数量。如果因涂膜厚度达不到要求,需要进行二次涂布,在复涂过程中,前道工序一定要彻底烘干,涂布后的涂膜厚度不得少于 30 μm 。

表 1 漆膜厚度

厚度腐蚀等级	底漆		面漆		干膜总厚度/ μm
	道数	每道厚度/ μm	道数	每道厚度/ μm	
中腐蚀	2	41-51	3	41-51	≥ 200
强腐蚀	2	41+51	5	41-51	≥ 300

3.2.2 复涂间隔时间

在上一层涂层完全干透之后,才能进行下一层涂料涂刷,因为底层材料的温度不同,各层涂料的喷涂间隔也会有所不同。涂料的喷涂周期可以参照表 2 进行。

表 2 涂刷时间间隔

复涂间隔	底材温度/ $^{\circ}\text{C}$	6	26	41
	最短/h		25	9
是啊金	最长	不限制		

3.3 施工后注意事项

(1)在涂刷完涂料后,应避免 4 小时以内受到水浸。涂完漆后要检验涂膜是否平整,有没有针孔和褶皱等不良现象,反之则需及时消除。涂料工程的检查规程参照有关的国家标准及规程执行。(2)面层涂刷完毕后,在室温(约 25 $^{\circ}\text{C}$)养护 7 天,才能进行回填和加固,在回填过程中,要注意保护涂层的完整性。(3)桶盖开启后,若无法一次消耗完毕,便需重新进行密封,以免溶剂挥发而影响使用。(4)废弃 HCPE 防腐涂料的容器及包装不能随便丢弃,根据产品说明书、国家有关安全、环保的法律法规以及地方的相关规定处理。

4 输电线路装配式基础防腐设计

4.1 混凝土材料防腐

4.1.1 内防腐技术

梯度防腐技术通过在混凝土基材料结构设计中,采用保护层表面增强技术,可大幅削弱其离子输运能力,改善其耐腐蚀能力,从而改善其在腐蚀环境中耐久性能。采用高渗透、抗裂的材料加固混凝土表层,可以阻止侵蚀介质渗入,进而改善混凝土的耐久性。(1)高性能的混凝土基防蚀材料。本项目拟在混凝土外表面及与混凝土相连接的墙体表面采用高性能的混凝土基复合防腐蚀材料,利用防腐蚀材料的阻隔效应,最大限度地减少硫酸盐和氯盐对混凝土的腐蚀损伤。在前期研究基础上,以混凝土水化产物优化、界面过渡区强化、纤维增强和骨料密实填充等为基础,通过添加减缩剂、聚丙烯纤维、防腐剂等,优化胶凝材料组成、骨料级配和掺合料组成。通过添加矿物添加剂等方法,对高性能混凝土基复合材料进行抗腐蚀性能的改善,并对其组成进行优化设计。

(2)混凝土的耐久性能。将矿粉、粉煤灰、硅灰复合掺入到混凝土中,可以改善混凝土的耐腐蚀性。在此基础上,开展三掺矿物掺入混凝土的抗硫酸盐、抗水、抗氯离子渗透等性能研究,明确不同掺量的矿粉、粉煤灰和硅灰对混凝土各项性能的影响及提高作用。

HCPE 防腐涂料可以有效提高混凝土结构的耐久性。在混凝土内部进行防腐处理,可以延长混凝土的使用寿命,同时也可以提高建筑物的安全性和稳定性。采用 HCPE 防腐涂料进行混凝土内部防腐处理,可以保护混凝土不受腐蚀,从而避免混凝土的损坏和失效。这种涂料可以形成一层保护膜,防止水、氧气和其他有害物质进入混凝土内部,从而减缓混凝土的腐蚀速度。此外,HCPE 防腐涂料还具有良好的耐磨性和耐候性,可以在恶劣的

环境条件下保持稳定的性能。

4.1.2 外防腐技术

外部防腐技术就是在混凝土强度成型之后,在它的外表面喷涂或者包覆一层保护材料,以阻止腐蚀介质渗入到混凝土中,对混凝土进行阻挡,实现防腐。在沥青土工织物复合防腐体系中,普通沥青土工布的防腐构造为三油三布,涂层的总厚度在 4.0—5.5mm 之间。增强沥青土工织物的防腐构造是以四油四布为主,涂层总厚度在 5.5—7.0mm 之间。特增强沥青土工织物的防腐构造为五油五布,涂层总厚度为 7.7mm。高氯化聚乙烯防腐涂层具有优良的耐水性和耐油性,在冶金,石油,化工等领域得到了广泛的应用。在电力、机械等行业中,对各类工业装备及设施进行防护,以防止在不同的腐蚀性介质中发生腐蚀,从而达到延长被涂零件使用寿命的目的。环氧树脂漆是目前使用最多的一种防腐涂料。环氧树脂基防腐涂层黏结力好,对周围的材料有很强的吸附能力,对金属,木材,混凝土,玻璃都有很好的附着力。环氧树脂基团上苯环和醚键的稳定性,赋予了涂料耐酸、碱及有机溶剂腐蚀的能力。聚脲防腐涂层是一种新型的高分子材料,是一种具有良好耐腐蚀性能的高分子聚合物,在国内外已有大量的研究成果。环氧煤沥青,又称水沥青,适用于地下或水下输送石油、天然气和输水;热管外壁防腐,还可用于各种钢结构、码头、船舶、水闸、煤气储罐。

HCPE 防腐涂料应用于钢结构,可以大大提高钢结构的耐腐蚀性能,延长其使用寿命,同时也可以减少维修和更换的成本。HCPE 防腐涂料的施工需要注意以下几点:首先,钢结构的表面必须进行彻底的清洁和除锈处理,以确保涂料能够充分附着在钢结构的表面上。其次,HCPE 防腐涂料的涂覆厚度需要根据不同的应用环境和要求进行调整,一般在 200—400 微米之间。最后,在涂覆过程中,需要确保涂料的均匀涂覆和固化,以避免出现涂层不均匀、起泡和龟裂等问题。

4.2 钢结构防腐

考虑到地下水的侵蚀及干湿交替的天气特点,提出了以普通角钢、耐风雨角钢和镀锌普通角钢为主要材料,普通角材表面喷镀锌,普通角材表面涂覆一层聚脲,然后在含盐砂层长期埋置、盐溶液长期浸泡、含盐砂层+湿循环、盐溶液+湿循环 4 种侵蚀环境下,对钢筋锈蚀后的角材进行锈蚀形态观察和机械特性测试,全面评估角

材的服役特性和防腐效能。从实验观测到的结果可以看出,在四种不同的环境下,钢筋锈蚀速度从大到小顺序是:盐砂层+干湿交替,就角材的耐蚀性而言,从强度到强度的排序是镀锌型角钢、镀锌型、耐候型角钢、普通角钢。结果表明,采用热镀锌对角材具有较好的耐蚀性。通过对实验结果的分析,得出了采用喷涂聚氨酯涂层和喷涂环氧树脂防腐涂层两种方法,并指出了采用喷涂方式进行防腐的方法。结果表明:在四种不同工况中,砂层+干湿交替作用下,钢筋混凝土的抗折性能降低幅度最大,而对其拉伸性能无明显影响。导致钢筋混凝土构件发生腐蚀,其原因是混凝土中氯离子的去极化效应而导致钢筋混凝土截面变薄。当水中存在 Cl⁻ 时,锈蚀的钢材会被锈蚀,并与其发生化学反应,生成氢氧化亚铁,最后生成氢氧化亚铁,使其体积增大超过 5 倍,导致角钢截面减小,严重降低材料机械强度。

结语

对于 HCPE 的工艺参数,国内尚无统一的规范,本文中给出的 HCPE 的技术指标和施工技术要求,是根据国家石化工业的相关标准和部分文献数据制订出来的,因为时间仓促,加上笔者能力限制,可能会有不妥之处。当前,具有规模化生产 HCPE 防腐涂料的企业较多,各企业的技术标准、配方各不相同,生产工艺水平参差不齐。本文针对输电线路装配式基础防腐设计进行研究,提出采用 HCPE 防腐涂料进行防腐处理的方法。在实际工程中,应根据具体情况选择合适的防腐方案,提高输电线路装配式基础的使用寿命。

参考文献:

- [1]杨立军;杜威;黎汉林;孙乐雨;施鑫;侯岩;孟祥辉;崔佳宇.节能防腐型低风压导线在大风区输电线路的应用探讨[J].电线电缆,2023,(02):42-47.
- [2]秦澹澹;万星辰;翟羽翔;冯满;邓慰;王城闻笛.超高压交流输电线路对埋地金属管道的感性耦合计算模型研究[J].湖北大学学报(自然科学版),2023,45(04):634-642.
- [3]袁驰;姜志鹏;陈芳林;尹宓;李锦晓;安韵竹.输电线路杆塔混凝土塔基外敷接地引下线防腐研究[J].电瓷避雷器,2023,(01):74-82+91.
- [4]丁秉昊;申闯;武韩青.架空输电线路基础腐蚀机理及防腐措施研究[J].电工技术,2022,(19):83-85.