

电 瓷 污 垢 特 效 清 洗 剂

杨 承 伟

(华东电力试验研究所)

一、前言

电瓷污秽引起闪络停电(称为“污闪”)是安全供电的一大祸害,随着环境污染加剧和系统电压等级不断提高,“污闪”问题日益突出。据不完全统计,近十余年来,全国输变电及电厂已发生大小“污闪”事故数千次,损失极其重大。“污闪”事故的发生往往是由于已积满污垢的绝缘瓷件,在遇到适宜的潮湿气候时,其污秽垢层被水分湿润形成电解质液膜,从而其绝缘性能迅速下降。同时在高压电作用下瓷件表面不断泄出电流,漏电热量又不断将瓷件表面的水分蒸干。被蒸干部位的电压(电位差)剧升,产生局部火花放电形成电弧。泄漏放电使电弧不断延伸扩展,最终发展为运行电压下的完全闪络,导致高压输电线和变、配电设备自动跳闸而停电。可见,造成电瓷“污闪”事故的主要原因是电瓷积污结垢的环境污染。当前,在解决此类问题的先进技术有带电水冲洗、电动刷和高压气吹等。这些方法对于解决非陈旧性(即浮灰)电瓷污秽是有效的,但对于随着环境污染而形成的大量结垢性电瓷污秽却无法解决,长期来只能采用笨拙落后的砂擦或刮洗,不仅工效低、劳动强度高、清洗质量差,而且用金属铲刮或硬擦,极易损伤瓷面釉层,反而加速积灰结垢,结果更加重了电瓷的清洗难度和电瓷污秽对安全供电的威胁。

二、对电瓷清洗剂的技术要求

近年来,以表面活性剂为主要成份的清洗剂发展越来越快,尤其是以各种新型非离

子表面活性剂及其助剂经科学配方而研制的特效清洗剂已扩大应用到许多工业部门。

电瓷污秽的化学成分复杂,其主要成分是来自环境中的各种污染物,如泥灰、烟尘、飘尘中的硅质(包括少量的硫、氯等)、有机杂质和某些金属物质。氧化硅的含量大,乃是电瓷污垢性质的重要特征。硅垢是一种化学结构异常致密的物质,难以洗净,在高压电作用下所形成的电瓷硅垢则就更难以清洗了。表1为电瓷污垢的成分分析结果。

用于清洗高压电瓷污秽物的特效清洗剂,除了要有很强的去污力外,还必须保证瓷件经清洗后,其机、电性能不被损害;瓷件表面及其金属附件不被腐蚀;对操作人员的皮肤及健康无不良影响。

绝缘电瓷设备的瓷体及端部帽头内的石

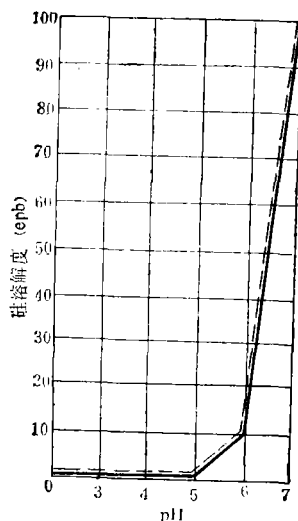


图1 不同 pH 值时硅的溶解度

表 1 电瓷垢样品成分分析结果

含量(%) 成分 采样点	H ₂ O	有机杂质 (以灼烧减量表示)			SiO ₂	M ₂ O ₃	其 他
		总量	450℃	900℃			
电 厂	8.17	18.6	13.84	4.77	50	14.04	8.94
钢 厂	8.36	19.2	14.21	4.97	50	15.48	7.18

英砂瓷粉水泥(即硅酸盐水泥)等填料均属硅类的中性溶解和碱溶性物质。因此对电瓷清洗剂的 pH 值就有一个严格的要求。图 1 为不同 pH 值时硅的溶解度。当 pH < 5 时, 硅的溶解度虽微, 但电瓷设备附件的涂锌金属将遭到过分的酸性腐蚀。经反复试验, 污秽清洗剂的配制液其 pH 应控制在 5—6 (一般不超过 ±0.5) 才能达到最佳清洗效果, 既能保证瓷件不因硅的溶解而破坏电瓷设备的结构强度影响运行的安全, 也能保证涂锌金属不受过份的酸性腐蚀。

三、原料、清洗机理及配制操作

电瓷污秽特效清洗剂是以多种表面活性剂为原料, 其中多数均为非离子型的聚乙二醇类新型化工产品, 采用的和可以采用的各类非离子型表面活性剂原料其成分和性能如下:

1. TX-10 型 仲辛烷基苯酚与环氧乙烷的缩合物, 黄棕色或茶褐色油状液体, 能渗透去污且比较耐酸碱。

2. 6501 型 活性物不少于 60%, 为粗制月桂酸酯二乙醇酰胺 (即脂肪酸与乙醇胺的缩合物), 琥珀茶褐色液体, 有渗透性和一定的防锈作用, 尚能稳定泡沫。

3. SP-1 型 有效成分的百分比含量较高, 以聚醚型洗涤剂为主的多种单体加少量缓蚀剂复配而成, 暗绿色透明液体, 呈泡较少但极易渗透去污。

4. 664 型 有效成分达 80%, 几种非离子单体复配而成, 棕黄色液体, 能渗透去污且能防锈。

5. 105 型 有效成分达 80%, (稍比 664 型低一些), 也是几种非离子型单体复配而成, 淡黄色液体, 渗透去污性强, 但单独使用防锈性较差。

电瓷污秽特效清洗剂配方中的一些非离子型表面活性剂原料均具有疏水基和亲水基两种特殊基团的分子结构, 因此, 清洗时, 活性剂聚集在液体与电瓷污垢的界面, 水的表面张力降低, 并在外加其他作用力 (如助剂作用力、温度热力、超声波力、冲洗、揩刷、擦拭等机械力) 的配合下, 达到高效清洗的目的。

配制液的温度不能过高, 否则其中的非离子型表面活性剂成分的分子结构会发生异常变化而使剂液浑浊而失效。

清洗剂使用时, 应将剂液使污垢浸湿片刻, 再辅以机械揩擦或刷洗, 特别严重的陈污老垢宜热洗, 洗后须揩干, 或用清水洗净。清洗剂应在塑料容器中贮存。

四、清洗效果

清洗效果对比见图 2。经电瓷厂和供电局等部门的鉴定测试证明: 大批高压电瓷经清洗后, 拉力性能 (4.5t/15s)、机电联合强度 (56kV/4.5t/h)、机电破坏强度 (56kV/6t)、电气耐压性能 (75kV)、金属附件锌层



图 2 清洗效果对比(实物照片)

和瓷质腐蚀性等项试验均符合国家标准。

自 1983 年 4 月开始,清洗过的大批悬式绝缘子投入上海地区污秽最严重的化工厂和钢铁厂附近的 220kV 线路(图 3)带电运行以来,情况良好。按照数理统计方法对该批悬式绝缘子抽样检查和测定结果表明,清洗后带电运行的瓷瓶不仅全部通过 3.6t 和单片耐

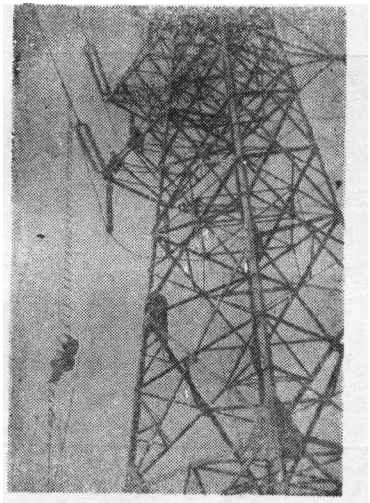


图 3 高压电瓷清洗后带电运行现场之一

压 75kV 的标准要求,而且瓷瓶表面积灰量和盐密值都比较小,其平均盐密值比在同样条件下经黄砂擦洗的瓷瓶要低 $0.0435\text{mg}/\text{cm}^2$ 。

经动物体外毒性鉴定,该清洗剂对兔眼、剃毛皮肤及皮肤(切口)创伤的愈合均未见不良影响,也未见任何病理性损伤。

电瓷污秽特效清洗剂已通过鉴定。该剂不仅可有效防止由于环境污垢造成高压电瓷的“污闪”事故,而且由于其应用面广,如可清洗厂房玻璃(样品见图 2 右上)、大楼幕墙(墙砖样品见图 2 右下)、路灯罩壳(样品见图 2 中上)等,对环境保护、美化市容和文明生产都有普遍意义。仅从 1983 年小批量投产后一年中所销售的清洗剂计算(按每公斤清洗 20 只瓷瓶计)可为国家节约上千万元的电瓷产品材料费用,故经济效益明显,原材料节约量可观。

五、清洗方式和清洗工艺试验

据上海供电局高压工区《瓷瓶清洗剂清洗工艺与带电试运行》报告,试验结果如下:

表 2 清洗剂原液浸泡试验

瓷瓶型号	配方浓度	试验时间 (min)	清洗前垢状	清洗后小组评价
24100	A 2%	10	严重 (黄色)	光洁 优
24100	A 2%	60	严重 (黑色)	光洁 优
24100	B 2%	10	一般 (黄色)	光洁 良
$\pi-4.5$	B 2%	60	严重 (黑色)	光洁 优
$\pi-4.5$	C 2%	10	严重 (黑色)	光洁 优
$\pi-4.5$	C 2%	60	严重 (黄色)	光洁 优
24100	D 2%	1	严重 (黑色)	光洁 优
24100	D 2%	9	严重 (黑色)	光洁 优

表 3 稀释二倍浸泡试验

瓷瓶型号	配方浓度	试验时间 (min)	清洗前垢状	清洗后小组评价
24100	A 0.5%	2	严重 (黄色)	光洁 (良)
24100	A 0.5%	10	严重 (黄色)	光洁 (优)
XP-6	B 0.5%	48	严重 (黑色)	光洁 优
XP-6	B 0.5%	30	严重 (黑色)	光洁 优
24100	C 0.5%	40	严重 (黄色)	光洁 优
24100	C 0.5%	60	严重 (黄色)	光洁 优

1. 浸泡清洗试验

将污秽电瓷在剂液中浸泡松垢, 然后用清水洗净, 进行观察和评价。试验结果证明, 能快速去污, 效果令人满意。评价结果全部优良(如较长时间浸泡, 对瓷件无副作用)。试验结果见表 2、3。

2. 辅以超声波清洗试验

辅机采用上海产 CSF-6 型(较大功率)超声波清洗仪, 即使剂液浓度较低, 也能快速去污。评价结果全部优良。

表 4 辅以超声波清洗试验结果

瓷瓶型号	配方浓度	清洗时间 (min)	清洗前垢状	清洗后小组评价
XP-6	A 0.05%	8	严重 (黑色)	光洁 良
XP-6	A 0.05%	15	严重 (黑色)	光洁 良
XP-6	A 0.05%	30	一般 (黄色)	光洁 优
XP-6	B 0.05%	6	严重 (黑色)	光洁 优
XP-6	B 0.05%	15	严重 (黑色)	光洁 优
XP-6	B 0.05%	30	严重 (黑色)	光洁 优
π -4.5	C 0.05%	8	一般 (黄色)	光洁 良
π -4.5	C 0.05%	15	一般 (黄色)	光洁 良
π -4.5	C 0.05%	40	严重 (黑色)	光洁 良
xp-6	D 0.05%	8	严重 (黑色)	光洁 良
xp-6	D 0.05%	15	严重 (黑色)	光洁 优
xp-6	D 0.05%	30	严重 (黑色)	光洁 优

3. 预热法清洗

正常情况下, 一般可采用浸泡法清洗, 当急需清洗大批污秽电瓷或在冬季清洗特别严重脏污电瓷时, 可采用预热法清洗。所谓预热法就是将污秽电瓷预先浸入热水中加温 1—2 分钟, 然后取出再以剂液浸洗。预热法能提高电瓷清洗剂清洗速度和去污力, 工艺效果极为显著。

参 考 文 献

- [1] Johnson, J. C. IEEE pap(U. S. A.) p. 6 (1976).
- [2] Yasuga, M.; Fujimora, T., IEEE pap (U. S. A) p. 8 (1976).
- [3] 磯崎孝, 生产と電気, 8, 27(1979).
- [4] Fujimura, T.; Naitok; Isozaki, T.; Kawagucki, T., Rev. Overseas Ed. 3, 24 (1979).
- [5] Lambeth, P. J; Looms JST; et. al., Riv. Cotton, Vol. 23 No. 2.
- [6] 磯崎孝; 川口敏幸; 大畑康明, 公开特许公报, 昭53-98092—98094.

(上接第76页)

甲基汞含量下降以后, 鱼体中甲基汞的含量需要有一定的时间才能反映出来, 如再经一定时间, “二松”鱼类甲基汞含量恢复到环境背景水平是有可能的。

参 考 文 献

- [1] 王书海等, 中国环境科学, 3(5), 18(1983).
- [2] 包礼平等, 环境科学, 3(1), 42(1982).
- [3] 冯玉珊等, 中国环境科学, 2(2), 49(1982).

- [4] 王书海等, 环境科学情报, (9), 34(1984).
- [5] 王书海等, 分析化学, 9(5), 590(1981).
- [6] Jernelöv A., Vattenl, 68 (1968).
- [7] 王书海, 分析化学, 13(1), 58(1985).
- [8] 王书海, 环境科学, (4), 34(1979).
- [9] Wood J. M., Nature, 220, 173 (1968).
- [10] 蔡宏道, 环境污染与卫生监测 p.45, 人民卫生出版社, (1979).
- [11] 上田喜一, 神经研究の進歩(日), 18(5), 815(1979).
- [12] Jernelöv A., J WPCF, 47, 810 (1975).
- [13] 王书海等, 环境科学学报, 5(3), 294(1985).