

# 除氧器水箱防腐特种涂料的研制与应用

朱志平 杨道武 唐秋生

长沙电力学院 长沙 410077

**摘要** 通过试验研究,得到了一种耐热、耐水、耐汽,性能稳定且不脱落、不开裂、附着力强的除氧器水箱防腐特种涂料,并在 12 台机组上的成功应用,时间最长的已达 6 年半,实践证明了该涂料性能优越。

**关键词** 除氧器 水箱 防腐 涂料

中图分类号 TGI74.46 文献标识码 A 文章编号 1002-6495(2003)02-0123-03

## APPLICATION OF A SPECIAL ANTICORROSION PAINT FOR DEAERATOR WATER TANK IN THERMAL POWER PLANT

ZHU Zhiping, YANG Daowu, TAN G Qiusheng

Changsha University of Electric Power, Changsha 410077

**ABSTRACT** The anticorrosion of deaerator water tank is a very important issue in thermal power plant. The authors developed special anticorrosion paint for deaerator water tank by a series of tests. The paint has good performance in heat - resistant, water - resistant and steam - resistant. Furthermore, the paint has strong adhesion with the substrate without cracking and breaking off during service. The paint has been used for 12 deaerator water tanks successfully, it has been proved to meet deaerator water tank operation condition in practice for more than 6 years.

**KEY WORDS** deaerator, water tank, anticorrosion, coating

热电厂除氧器水箱由于在高温(158 ~ 178 )、高压(0.6 MPa ~ 1.0 MPa)且氧、水、汽并存的条件下运行,其腐蚀相当严重<sup>[1,2]</sup>。所以该类设备的防腐蚀一直是未能解决的难题。国外有的厂家采用不锈钢制造除氧器水箱,确实解决了腐蚀问题,但造价高昂,且对业已服役的除氧器无能为力。因此,采用涂料防腐是一条行之有效的方法。但除氧器水箱的特点决定了其对防腐涂料的苛刻要求,即需满足:不脱落,这是对防腐涂料最起码的要求,但在除氧器水箱中该要求具有不同寻常的意义,运行时如果涂料脱落而堵塞给水泵进口滤网,则会导致机组停机;不仅造成电厂重大的经济损失,而且引起电网不稳定。不溶解,锅炉给水采用的是二级除盐水(其电导率 0.2 (μs/cm),是高品质的纯水,涂料的溶解将恶化给水品质,从而造成锅炉炉管的结垢、腐蚀,甚至爆管。耐热、耐水、耐汽性能良好;因为除

氧器水箱运行环境恶劣,其内部有水、有汽、且界面处水汽交替。常温施工性能良好,不需加热或烘干,同时,具有一定的带锈防锈功能,因为除氧器水箱的结构特点决定了除锈程序不可能做的很完美。

具备长期稳定的粘接特性与附着力,有效期服役期达到 6 年以上。

为此,按上述要求,进行了除氧器水箱防腐涂料的研制与性能试验,并进行了工业应用。

### 1 YYK-1 型涂料的研制

涂料一般由成膜物质、颜料、辅助材料(溶剂与助剂)组成。成膜物质是构成涂膜的主体,决定了涂膜的基本性质;成膜物质可以单独成膜,也可以与其成膜物质及颜料共同成膜。颜料有着色、防锈、体质三类,它不能单独成膜,必须与成膜物质共同使用才能成膜,但颜料使涂料的结构更加紧密,提高了涂膜的防护效果。溶剂在涂料成膜过程中挥发逸出,不参与涂膜组成;但它能使成膜物质与颜料形成高分子胶体的混合物,并保持稳定;同时,溶剂可以改善涂料施工特性。助剂是对涂料的某一特定方面的性能

收到初稿:2001-10-03;收到修改稿:2001-12-17

作者简介:朱志平,男,1963年生,硕士,副教授

Tel:0731-2618389 E-mail:zhuzp@mail.csuep.edu.cn

起改进作用(如增塑、稳定、防霉、流平、催干、乳化、固化等);现有的防腐涂料以及新开发的各种涂料都是以此为依据的<sup>[3~8]</sup>。

除氧器水箱防腐涂料的研制分两步进行,首先对现有工业品的验证试验,其次是对一些成膜物质、颜料、辅助材料配伍试验,从而筛选出满足除氧器水箱运行条件的涂料。

### 1.1 现有涂料工业品的验证试验

根据上述讨论除氧器水箱工作温度在 158 ~ 178 之间,因此,成膜物质耐热温度选定为 200 ,按此标准,有以环氧树脂、醇酸铝粉、有机硅树脂、有机硅铝粉等为成膜物质的涂料满足要求。为此选定 H52 - 12 环氧酚醛烘干防腐漆(西安产)、C61 - 51 铝粉醇酸烘干耐热漆(湖南产)、W61 - 53 黑有机硅烘干耐热漆(西安产)、W61 - 32 铝粉有机硅耐热漆(西安产)在高压釜中进行耐热、耐水汽性试验。

试片用 20g 优质炭素钢制成,规格为 35 mm × 12 mm × 3 mm,200<sup>#</sup> 金相砂子打磨;按有关涂料的要求进行涂刷、烘干。高压釜为大连第四仪表厂生产的 FYX - 1 型。

控制温度为 200 (1.34 MPa),恒温 4 h,每次试验中悬挂三块试片。其试验结果:在耐热耐水汽性方面,环氧酚醛烘干防腐漆、铝粉醇酸烘干耐热漆特性尚可,但其烘干条件,在现场是无法达到的。同时,也是现场施工中所不允许的,因为烘烤会导致热压力出现。有机硅类涂料的耐热耐水汽性稍差,它们的耐高温性体现在干燥的环境中。因此,现有的涂料(工业品)种难以满足除氧器水箱防腐施工要求,必须对涂料成膜物质进行重新筛选与配伍,对颜料与溶剂也要进行相应试验工作,以研制出满足除氧器水箱运行条件,具备较好施工性能的特种防腐涂料。

### 1.2 涂料构成组份的筛选与配伍

从上述试验中可知:单一成膜物质构成的涂料即是某些指标满足要求,其性能也未必适合现场施工。为此从防腐、耐热、耐水特性出发,对一些常见的成膜物质进行了筛选与配伍。在颜料与溶剂相对稳定的情况下,在常温下考查其施工特性,在高压釜中验证其耐热、耐水性。

可选择的成膜物质:天然树脂(松香及其衍生物、虫胶、动物胶、大漆及其衍生物)、酚醛树脂(酚醛树脂、改性酚醛树脂等)、醇酸树脂(甘油醇酸树脂、季戊四醇醇酸树脂、其他醇类的醇酸树脂、改性醇酸树脂等)、沥青(煤、焦油沥青、石油沥青等)、环氧树

脂(环氧树脂、环氧酯、改性环氧树脂等)、丙烯酸树脂(热塑性丙烯酸树脂、热固性丙烯酸树脂等)、元素有机聚合物(有机硅树脂、有机钛树脂、有机铝树脂等)、氟类聚合物。

可选择的颜料:氧化铁红(化学性质比较安定,耐热性好,对碱及电解质有一定的抵抗力,不耐强酸,遮盖力很强,提高涂膜致密性)、云母氧化铁(主要成份是稳定的  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,呈菱形,厚度与平面尺寸之比很小,呈鳞片状态,抗渗作用好)、铝粉(呈鳞片状的金属铝粉或铝粉浆,其直径 40  $\mu\text{m}$  以下,厚度 0.2  $\mu\text{m}$  ~ 0.5  $\mu\text{m}$ ;具有良好的叶展性,良好的抗渗透性)、石墨粉(质地滑腻,有黑灰色光泽,成叶片状或鳞片状,化学性能稳定)、微细玻璃片(0.4  $\mu\text{m}$  ~ 0.8  $\mu\text{m}$  厚玻璃薄片,具有优异的抗蚀性,除对碱类、氟化物外,性能稳定,抗渗透性、屏蔽性极好)、红丹(含  $\text{Pb}_3\text{O}_4$  97% 以上,防锈性能稳定、可靠)、锌粉(对钢铁有阴极保护作用,粒度在 10  $\mu\text{m}$  以内,金属表面处理要求严格)。

可选择的溶剂:200<sup>#</sup> 油漆溶剂油、X - 6 稀释剂、二甲苯、氯代苯、甲苯

试验结果:根据正交法试验结果,由 3 种成膜物质,2 种颜料,2 种溶剂及其它助剂组成的 YYK - 1 型除氧器水箱防腐特种涂料具备良好的施工特性,具有良好的耐热、耐水、耐汽性能,能够满足除氧器水箱运行工况要求。表 1、表 2 分别给出了 YYK - 1 型特种涂料的常温施工特性,高压釜中耐热、耐水汽性试验结果。可见,YYK - 1 型除氧器水箱防腐特种涂料是性能良好的防腐涂料。

## 2 YYK - 1 型涂料的应用

完成高压釜性能试验后,从 1996 年 4 月起,YYK - 1 型除氧器水箱防腐特种涂料在电厂得到了应用,到目前为止,该涂料已在全国 7 家电厂(从 125 MW 到 300 MW)的 12 台除氧器水箱成功使用,得到用户的一致好评;典型应用情况见表 3。

表 1 YYK - 1 型涂料常温施工特性

| 序号 | 内容   | 特性              |
|----|------|-----------------|
| 1  | 涂料状态 | 黑色液体,粘度适中       |
| 2  | 涂装方式 | 刷涂(可浸涂)         |
| 3  | 干燥方式 | 自然干燥            |
| 4  | 干燥时间 | 表干 1 小时,实干 6 小时 |
| 5  | 涂装道数 | 三遍,在试片表干后涂刷一遍   |
| 6  | 试片状态 | 涂装后试片,漆膜平整、光亮   |

表 2 YYK- 1 型耐热、耐水特性试验结果(200 ,4 h)

| 指 标            | YYK- 1 型除氧器水箱特种防腐涂料 | 等级 |
|----------------|---------------------|----|
| 涂层起泡密度评级       | 无泡                  | 0  |
| 涂层起泡大小评级       | 10 倍放大镜下才有可见的泡      | S1 |
| 涂层剥落相对面积评级(%)  | 0.1                 | 1  |
| 涂层剥落大小评级(最大尺寸) | 1 mm                | S1 |
| 涂层开裂数量评级       | 无可见的开裂              | 0  |
| 涂层开裂大小评级       | 10 倍放大镜下才可见开裂       | S1 |
| 涂层均匀破坏变化程度评级   | 无变化,即无可觉察变化         | 0  |
| 涂层非均匀破坏数量质级评级  | 很少,即刚有一些值得注意的破坏     | 1  |
| 涂层失光程度评级       | 很轻微失光(目测)           | 1  |
| 涂层粉化程度评级       | 轻微,用力擦拭片,沾有少量颜料离子   | 2  |
| 涂层锈点数量评级       | 无锈点                 | 0  |
| 涂层锈点大小评级       | 10 倍放大镜下无可见锈点       | S0 |

表 3 YYK- 1 型除氧器水箱防腐特种涂料的应用情况

| 序号 | 机组            | 除氧器水箱腐蚀状况  | 防腐施工时间     | 防腐效果检查结果  |
|----|---------------|--|------------|---|
| 1  | 125MW<br>(湖南) | 投产一年后,除氧器水箱腐蚀比较严重,个别部位有可剥落的块状腐蚀产物;1995 年 4 月中修时发现腐蚀加剧,水箱表面均有红色锈蚀产物,呈层状的、可剥落的腐蚀产物增多;给水中 Fe 含量超标,分析发现其出口水中铁含量明显升高。 | 1996 年 4 月 | 厂家于 1996.5.10、1996.10.17、1997.8.9、1998.6.17、1999.5.20 检查发现,涂层完好,给水中 Fe 含量已符合水汽质量标准。最近检查涂层依然完好无损,经过 5 年半的考验,验证了该涂料良好的防腐特性。 |
| 2  | 300MW<br>(广东) | 除氧器水箱腐蚀严重,尤其两边封头附近,有大量层状的、可脱落的腐蚀产物,其蚀坑在 1 mm 以上且已连成一片;水箱底部有大量的腐蚀产物;且有腐蚀继续加剧的趋势。                                  | 1997 年 2 月 | 该厂于 1998、1999、2000、2001 年大、小修时检查发现,防腐涂料光亮、完好无损,锅炉水汽品质得到改善。  |
| 3  | 200MW<br>(广西) | 除氧器水箱内存在大量腐蚀产物,整个水箱内壁呈现锈红色,顶部、汽侧有大量可剥离的产物,且其腐蚀鼓包点已连成一片。  | 1997 年 6 月 | 厂家于 1998、1999、2000、2001 检查结果,涂层完好无损,光亮如初。2000 年大修时,发现涂层牢固地粘结于金属表面,防腐效果十分理想。   |
| 4  | 200MW<br>(江西) | 除氧器水箱腐蚀严重,多次检查发现有“可剥落的铁锈,铁锈呈片状,厚 1 mm ~ 1.5 mm”,并且有腐蚀加重的趋势。  | 1999 年 9 月 | 该机组经过 2 年运行后,涂层完好,水箱顶部呈金属光泽   |

在其它一些电厂的除氧器水箱防腐处理中,该涂料优异的防腐性能得到实践检验,获得了电厂的认同,并在最近通过了技术鉴定,为该涂料的推广奠定了基础。

### 3 结论

通过长时期运行考验,证明了 YYK- 1 型涂料 YYK- 1 型涂料具有良好的耐热、耐水、耐汽特性,且不脱落、不溶解、不开裂。符合除氧器水箱运行要求,适合其内部的防腐处理;YYK- 1 型涂料性能稳定,提高了锅炉水汽品质;YYK- 1 型涂料施工简便,便于推广。

### 参考文献:

- (1) 能源部西安热工研究所. 热工技术手册(电厂金属). 北京:水利电力出版社,1989. 11
- (2) 王杏卿. 热力设备的腐蚀与防护. 北京:水利电力出版社,1988. 11
- (3) 徐秉恺,张彬渊,任宗发等. 涂料使用手册. 南京:江苏科学技术出版社,2000. 4
- (4) 王泳厚. 实用涂料防蚀技术手册. 北京:冶金工业出版社,1994. 9
- (5) 虞兆年. 防腐蚀涂料和涂装. 北京:化学工业出版社,1994. 8
- (6) 陈士杰. 涂料工艺(第一分册). 北京:化学工业出版社,1994. 8
- (7) 居滋善. 涂料工艺(第四分册). 北京:化学工业出版社,1994. 8
- (8) 周长庚. 实用油漆施工手册. 石家庄:河北科学技术出版社,1994. 5