

文章编号:1001-3849(2011)11-0030-03

## 氧化锌对醇溶性无机富锌漆性能的影响

麻 慧, 陈 玲, 郑雪娇, 谌 岩

(燕山大学 环境与化学工程学院, 河北 秦皇岛 066004)

**摘要:** 研究了醇溶性无机富锌漆中球状锌粉被氧化锌粉取代对涂层性能的影响。通过电位-时间曲线研究了涂层在 3.5% NaCl 溶液中电化学活性的变化情况, 同时记录了涂层的耐盐水时间, 耐盐雾时间。结果显示: 随氧化锌的增加涂层的耐盐水和耐盐雾时间均都是先延长后缩短, 在  $w$  (氧化锌) 为 15% 时达到最大值。涂层的阴极保护时间呈现同样的规律。

**关键词:** 富锌漆层; 氧化锌; 耐盐雾时间; 阴极保护; 屏蔽保护

中图分类号: TQ635.3

文献标识码: B

## Effect of ZnO on Properties of Alcohol-soluble Inorganic Zinc-rich Coating

MA Hui, CHEN Ling, ZHENG Xue-jiao, CHEN Yan

(College of Environmental and Chemical Engineering, Yanshan University, Qinhuangdao 066004, China)

**Abstract:** Effect of replacing spherical shaped zinc with ZnO in alcohol-soluble inorganic zinc-rich coating on performance of the coating was studied. Electrochemical activity of the coating in 3.5% NaCl solution was studied by chronopotentiogram, times of resisting salt solution soaking and salt solution spraying tests were also recorded. Experimental results showed that times of resisting salt solution soaking and salt solution spraying tests prolonged firstly and then shortened along with the increasing of ZnO content in the coating, and reached the maximum when ZnO content was 15% (w/w), also duration time of cathodic protection followed the same rule.

**Key words:** zinc-rich coating; ZnO; time of resisting salt spray test; cathodic protection; shielding protection

### 引 言

孟买大学的学者研究了人为添加 ZnO 对片状锌粉环氧富锌底漆的影响, 并分析了氧化锌的作用机理。发现添加适量的氧化锌能提高涂层耐蚀性, 氧化锌占粉体总质量 15% 时, 涂层耐蚀性最强<sup>[1]</sup>。氧化锌提高耐蚀性的作用机理为: 一方面, 具有 p 型半导体性质的锌和作为 n 型半导体的氧化锌接触后很可能形成一种 p-n 结, 它允许电子流过, 并可以很

好地控制腐蚀电化学反应, 为基体提供更好的阴极保护; 另一方面, 氧化锌微粒能填充底漆的孔隙, 提高屏蔽性能<sup>[1]</sup>。添加 ZnO 对非还原富锌漆的影响尚未见报道, 对球状粉富锌漆的影响也未见报道。

本文用氧化锌粉体取代醇溶性无机富锌涂料中的部分球状锌粉, 研究取代量对涂层性能的影响。

### 1 实验内容及方法

醇溶性无机富锌涂料中用 5%、10%、15%、

收稿日期: 2011-06-18

基金项目: 河北省自然科学基金项目( E2010001174)

20%、25% 和 30% 的氧化锌取代球状锌粉,取代时遵循颜料粉总吸油量一定的原则。根据测定出的每 10g 球粉的吸油量为 0.9mL,每 10g 氧化锌的吸油量为 4.2mL,而采取的具体用量见表 1。

表 1 不同配方中球状锌粉和氧化锌的用量

| $w(\text{氧化锌})/\%$ | $m(\text{锌粉})/\text{g}$ | $m(\text{氧化锌})/\text{g}$ |
|--------------------|-------------------------|--------------------------|
| 0                  | 64.80                   | 0                        |
| 5                  | 61.56                   | 0.77                     |
| 10                 | 58.32                   | 1.54                     |
| 15                 | 55.08                   | 2.31                     |
| 20                 | 51.84                   | 3.08                     |
| 25                 | 48.60                   | 3.86                     |
| 30                 | 45.36                   | 4.63                     |

选用材质为 Q235 钢,规格为 150mm × 70mm × 1.5mm 的试片,涂装前用粗砂纸打磨,酒精棉脱脂。空气喷涂使用 PE2090 型空气压缩机和 PQ-2 型喷漆枪。

检测了涂层的外观、硬度、附着力和厚度四项物理性能。涂层硬度用 QHQ-A 型便携式铅笔硬度计测定。附着力检测根据国标 GB/T5270-2005 进行。厚度检测采用 HCC-24 涂层测厚仪。

涂层耐蚀性研究采用三种方法测试,即:极化曲线法,电位-时间曲线、耐盐水和耐盐雾性。采用上海辰华仪器公司生产的 CHI660A 型电化学工作站进行电化学测试。极化曲线测试采用三电极体系,涂层为研究电极(1cm<sup>2</sup>),饱和甘汞电极为参比电极,铂电极为辅助电极,3.5% NaCl 溶液,扫描电位范围为 -1.2 ~ -0.7V,扫描速度为 5mV/s。电位-时间测试时,将试片浸入室温的 3.5% NaCl 溶液中,每隔 4d 更换一次溶液,每天读取涂层开路电位,以涂层出现红锈为测试终点,同时出红锈时间即为涂层的耐盐水腐蚀时间。耐盐雾腐蚀测试根据 GB/T 1771-2007 用 SST-090 型盐雾箱进行。

2 结果与讨论

2.1 涂层物理性能检测

醇溶性无机富锌涂料中氧化锌取代球状锌粉,氧化锌质量分数对涂层物理性能影响如表 2 所示:

表 2  $w(\text{氧化锌})$  对涂层物理性能影响

| $w(\text{氧化锌})/\%$ | 涂层外观 | $\sigma/\text{H}$ | 附着力/级 | $\delta/\mu\text{m}$ |
|--------------------|------|-------------------|-------|----------------------|
| 0                  | 正常   | 2                 | 5     | 88                   |
| 5                  | 正常   | 3                 | 5     | 85                   |
| 10                 | 正常   | 3                 | 5     | 91                   |
| 15                 | 正常   | 3                 | 5     | 96                   |
| 20                 | 正常   | 3                 | 5     | 87                   |
| 25                 | 正常   | 3                 | 5     | 93                   |
| 30                 | 正常   | 3                 | 5     | 84                   |

从表 2 可以看出,氧化锌的加入,对涂层外观、硬度和附着力几乎没有影响,厚度也都维持在 90μm 左右,符合盐雾测试所需厚度标准。

2.2 极化曲线测试

醇溶性无机富锌涂料中氧化锌取代球状锌粉,不同  $w(\text{氧化锌})$  对涂层进行极化曲线测试,结果如图 1 所示。

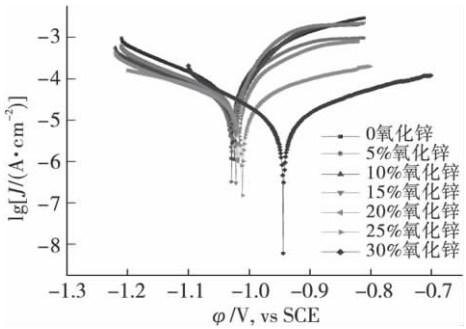


图 1 不同  $w(\text{氧化锌})$  涂层的极化曲线

由图 1 可以看出,当  $w(\text{氧化锌})$  升至 30% 时,腐蚀电位正移 60mV 左右,氧化锌的添加对腐蚀的阴极过程没有影响,阳极极化曲线的极化度随  $w(\text{氧化锌})$  的升高而变大,也就是说,随着氧化锌的增多,阳极溶解速度变慢。这就导致初期腐蚀速率随  $w(\text{氧化锌})$  的升高而降低。

2.3 电位-时间测试

不同  $w(\text{氧化锌})$  涂层的电位-时间曲线如图 2 所示。取 -0.86V 为阀电位<sup>[9]</sup>。所谓阀电位为阴极保护所需最正的电极电位,当涂层的开路电位负于阀电位时,涂层对基体具有阴极保护作用;当涂层的开路电位正于阀电位时,涂层对基体具有屏蔽保护作用。

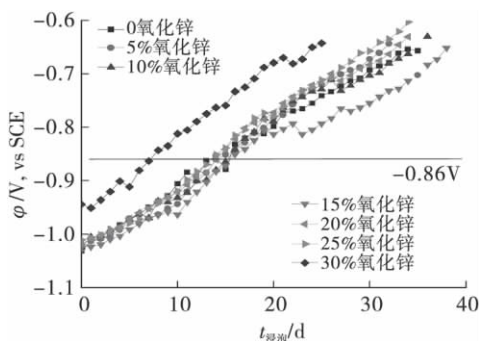


图2 不同涂层的电位-时间曲线

由图2可以得到醇溶性无机富锌涂料中氧化锌取代球状锌粉不同 $w(\text{氧化锌})$ 涂层的耐盐水腐蚀时间、涂层的阴极保护时间和屏蔽保护时间。涂层的阴极保护时间和屏蔽保护时间曲线如图3所示。不同 $w(\text{氧化锌})$ 涂层的耐盐水腐蚀时间如图4所示。

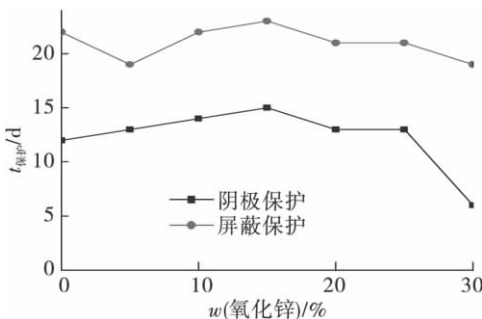


图3 涂层的阴极保护和屏蔽保护时间随 $w(\text{氧化锌})$ 的变化曲线

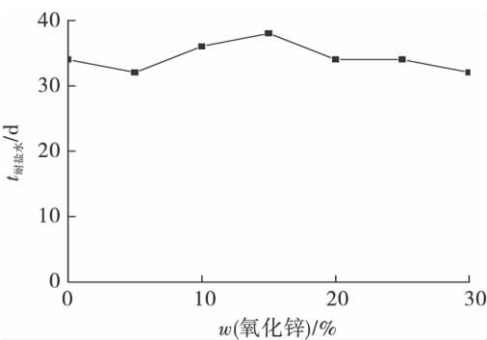


图4 涂层耐盐水时间随 $w(\text{氧化锌})$ 的变化曲线

由图3可以看出,不同 $w(\text{氧化锌})$ 的涂层均有阴极保护和屏蔽保护作用。 $w(\text{氧化锌})$ 高达30%时,涂层的阴极保护作用和屏蔽保护作用均比未取代时变差。 $w(\text{氧化锌})$ 在5%~25%均能延长涂层的阴极保护时间,以15%时延长最多。

屏蔽保护时间只有 $w(\text{氧化锌})$ 为15%时被延长了1d。由此可见,少量氧化锌的存在能提高球状锌粉无机富锌漆的耐盐水腐蚀性,这主要是延长了阴极保护时间而实现的。 $w(\text{氧化锌})$ 为15%时效果最好,这可能由于此时粉体堆积密度较高,这种紧凑性增强了p-n结的建立,从而提高了导电性,有利于阴极保护,同时粉体堆积紧密也有利于屏蔽保护作用。

## 2.4 盐雾测试

涂层的耐盐雾时间随醇溶性无机富锌涂料中氧化锌取代球状锌粉 $w(\text{氧化锌})$ 的变化曲线如图5所示。从图5可以看出,涂层耐盐雾腐蚀时间的变化规律与耐盐水腐蚀的基本一致。

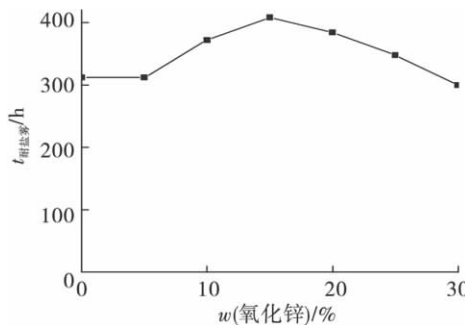


图5 涂层耐盐雾时间随 $w(\text{氧化锌})$ 的变化曲线

## 3 结 论

1) 氧化锌取代部分球状锌粉对醇溶性无机富锌涂层的物理性能几乎没有影响,随着 $w(\text{氧化锌})$ 提高,初期腐蚀的腐蚀电位变正,腐蚀电流密度降低。

2) 涂层的耐盐水和耐盐雾时间随 $w(\text{氧化锌})$ 增加都是先延长后缩短,在15%达到最大值。涂层的阴极保护变化呈现同样的趋势。

## 参考文献

- Jagtap R N, Ptatil P P, Hassan S Z. Effect of zinc oxide in combating corrosion in zinc-rich primer [J]. Progress in Organic Coatings, 2008, (63): 389-394.
- Meroufel A, Deslouis C, Touzain S. Electrochemical and anticorrosion performances of zinc-rich and polyaniline powder coating [J]. Electrochimica Acta, 2008, 53(5): 2331-2338.