

## 亚光铁红环氧酯防锈底漆的制备及其 PVC 与光泽的探讨

付岩, 杨国生, 赵春英

(沈阳理工大学环境与化工学院, 辽宁 沈阳 110168)

**[摘要]** 介绍了亚光铁红环氧酯防锈底漆的制备过程, 探讨了亚光铁红环氧酯防锈漆 PVC 与光泽的关系, 在不改变底漆其它性能的条件下, 通过改变配方中原材料的用量, 来调整颜料体积浓度(PVC)值, 试验得到底漆的 PVC 值在 42% 左右, 符合亚光铁红环氧酯防锈底漆行业标准 40% ~ 55% 的范围, 能达到理想的亚光效果。

**[关键词]** PVC 值; 亚光; 铁红环氧酯防锈底漆

**[中图分类号]** TQ633.9

**[文献标识码]** B

**[文章编号]** 1001-3660(2007)02-0068-02

### Preparation of Dumb-gloss Iron Red Epoxy Ester Antirust Primer and Relation between PVC and Gloss

FU Yan, YANG Guo-sheng, ZHAO Chun-ying

(Environment & Chemical Engineering Institute, Shenyang University of Science and Technology, Shenyang 110168, China)

**[Abstract]** Manufacture process of dumb-gloss iron red epoxy ester antirust primer was introduced. Relation between pigment volume concentration (PVC) and gloss was studied. Adjusting PVC by altering raw material volumes in formula, its PVC is up to 42%, satisfying dumb-gloss iron red epoxy ester antirust primer special specification in the range of 40-55%, it may obtain good results.

**[Key words]** Pigment volume concentration (PVC); Dumb-gloss; Iron red epoxy ester antirust primer

## 0 引言

环氧酯漆用途很广, 是目前我国环氧树脂涂料中生产量最大的一种。铁红环氧酯防锈底漆耐水性、耐化学品性极佳, 可常温干燥, 也可烘干, 且是单组分, 施工方便。环氧酯对金属有很好的附着力, 漆膜坚韧, 耐腐蚀性较强, 可以应用在长期受大气、海水侵蚀的钢材表面, 达到防锈效果<sup>[1]</sup>。红丹和锌黄防锈漆同样具备优良的防锈性能, 但红丹有毒, 而锌黄价高<sup>[2]</sup>, 因此价廉的铁红环氧酯防锈漆市场看好。本文介绍了铁红环氧酯防锈底漆的制备过程, 探讨了颜料体积浓度 PVC 与亚光之间的关系。

## 1 试验部分

### 1.1 原料的筛选

#### 1.1.1 漆料

环氧酯是酯化型环氧树脂的简称, 它是由脂肪酸与环氧树脂经酯化反应制得。环氧酯漆可由不同品种的脂肪酸以不同的配比与环氧树脂反应制得, 因而漆膜性能多样。本试验选择的 619 环氧酯是由 E-12 环氧树脂和亚麻油脂肪酸反应的产物。

#### 1.1.2 颜料

铁红本身并没有防锈能力, 但成膜后具有优良的物理性能, 耐光、耐高温、耐候、耐污浊气体、耐碱。但只加入铁红, 防锈效果不理想, 而且漆膜干燥后会出现发粘、发软的现象, 加入锌铬黄和氧化锌以后, 增强了漆膜的硬度, 还可提高耐候性和耐磨性。锌铬黄中的铬酸锌能和钢铁反应, 生成铬酸铁, 并与钢铁结合在一起, 另外锌铬黄的电极电位高于钢铁, 对于钢铁来说它是正极, 同样也能保护钢铁。氧化锌可与微量的游离脂肪酸作用生成锌皂, 使漆膜柔韧、牢固、不透水, 阻止金属腐蚀。又因氧化锌显碱性, 加入防锈漆中可中和漆料老化生成的酸性物质, 提高漆膜的稳定性。颜料的使用量达到颜料的吸油量(OA)以下为最佳, 如吸油量过大或过小, 则漆膜防水性差或容易起泡<sup>[3]</sup>。

#### 1.1.3 溶剂

选择廉价的芳烃或脂肪烃, 40% ~ 60% 酯化度的环氧酯用芳烃为宜, 70% ~ 90% 酯化度的环氧酯用脂肪烃即可。本试验选二甲苯为溶剂。

### 1.2 铁红环氧酯防锈底漆的制造

#### 1.2.1 环氧酯漆料 619 的炼制工艺

本试验选择 E-12 环氧树脂和亚麻油酸作为原料, 其质量分数分别为 55.6% 和 44.4%, 酯化程度为 50%。

将 E-12 树脂、亚麻油酸与回流二甲苯全部加入反应釜中, 开始加热升温。约 150℃ 左右时树脂熔化, 开始搅拌。然后升温至 220 ~ 240℃, 保温酯化约 2h 以后开始取样, 测黏度和酸值。当酸值降到 5 以下时, 停止加热, 立即冷却降温, 将酯化物

**[收稿日期]** 2006-11-28

**[作者简介]** 付岩(1974-), 辽宁铁岭人, 讲师, 硕士, 从事基础化学的教学工作和有机合成研究工作。

抽入稀释罐中降温至 130℃ 以下。加入二甲苯稀释至 60℃ 以下,开始过滤,贮存备用。

质量指标:酸值 <5,黏度 <6s。

### 1.2.2 底漆配方(见表 1)

表 1 环氧底漆的配方

Table 1 Formulation of epoxy ester antirust primer

原料名称	质量分数/%	下料量/g	作用
环氧酯漆料(619)	30	90	成膜物
氧化铁红	15	45	颜料
锌铬黄	5	15	颜料
氧化锌	5	15	颜料
滑石粉	16	48	体积颜料
膨润土	0.2	0.6	防沉剂
苯酸 Pb(10%)	1.3	3.9	催干剂
苯酸 Mn(2%)	1	3	催干剂
苯酸 Co(2%)	0.5	1.5	催干剂
二甲苯	26	78	溶剂
总计	100	300	

### 1.2.3 配方的改进

试验初期,原始配方在性能上不能满足客户的需求,因底漆的光泽较强,与客户提供的样板在光泽上有一定的差异。为此做了几组试验(见表 2)。

表 2 环氧底漆配方的调整试验

Table 2 Adjusting testing of epoxy ester antirust primer formulation

配方编号	1 <sup>#</sup>	2 <sup>#</sup>	3 <sup>#</sup>	4 <sup>#</sup>
环氧酯漆料	40	40	35	30
氧化铁红	15	15	15	15
锌铬黄	5	中黄 7	5	5
氧化锌	5	5	5	5
滑石粉	10	10	12	16
-Co	0.5	0.5	0.5	0.5
-Pb	1	1	1.3	1.3
-Mn	2	2	1	1
膨润土	0.5	0.5	0.2	0.2
二甲苯	23.5	23.5	25	26
总计	102.5	104.5	100	100

PVC 值按以下方法进行计算:

颜料体积浓度(PVC) = 颜料及体质颜料真体积 / (成膜物质体积 + 颜料及体质颜料真体积)

各组分密度(g/cm<sup>3</sup>): 漆料  $d \approx 1$ , 铁红  $d \approx 5.15$ , 锌铬黄  $d \approx 3.4$ , 氧化锌  $d \approx 5.6$ , 滑石粉  $d \approx 2.85$ , 中黄  $d \approx 6.05$ 。各组分漆料和颜料的质量分数见表 3。

表 3 各组分漆料和颜料的质量分数

Table 3 Weight percents of base and pigment

配方	质量分数/%					
	漆料	铁红	锌黄	中黄	氧化锌	滑石粉
1 <sup>#</sup>	54	20	6.5	—	6.5	13
2 <sup>#</sup>	52	19	—	9	7	13
3 <sup>#</sup>	49	21	7	—	7	16
4 <sup>#</sup>	42	21	7	—	7	23

4 种配方的颜料体积浓度计算如下:

$$1^{\#} \text{ PVC} = (20\% / 5.15 + 6.5\% / 3.4 + 6.5\% / 5.6 + 13\% / 2.85) / (54\% / 0.5 + 20\% / 5.15 + 6.5\% / 3.4 + 6.5\% / 5.6 + 13\% / 2.85) \approx 29.9\%$$

$$2^{\#} \text{ PVC} = (19\% / 5.15 + 9\% / 6.5 + 7\% / 5.6 + 13\% / 2.85) / (52\% / 0.5 + 19\% / 5.15 + 9\% / 6.05 + 7\% / 5.6 + 13\% / 2.85) \approx 29.7\%$$

$$3^{\#} \text{ PVC} = (21\% / 5.15 + 7\% / 3.4 + 7\% / 5.6 + 16\% / 2.85) / (49\% / 0.5 + 21\% / 5.15 + 7\% / 3.4 + 7\% / 5.6 + 16\% / 2.85) \approx 34.7\%$$

$$4^{\#} \text{ PVC} = (21\% / 5.15 + 7\% / 3.4 + 7\% / 5.6 + 23\% / 2.85) / (42\% / 0.5 + 21\% / 5.15 + 7\% / 3.4 + 7\% / 5.6 + 23\% / 2.85) \approx 42.3\%$$

由此可以看出 4<sup>#</sup> 配方符合标准。

### 1.2.4 生产流程

漆料、颜料、填料、溶剂 催干剂、溶剂

备料 → 配料混合 → 研磨分散 → 调漆 → 过滤包装

### 1.3 铁红环氧酯防锈底漆的生产工艺

小型试验:按照配方取定量的颜料、填料,配以部分环氧酯漆料适量混合,搅拌均匀后用小型三辊机研磨分散。细度合格后,加入催干剂及剩余的漆料,并用溶剂调整至合适的黏度。最后取样,刷试板测其性能。性能测试符合标准,可以进行大批量生产。

由小试成功的配方过渡至生产,500kg 铁红环氧酯底漆生产配方为:

原料名称	质量分数/%	下料量/kg
环氧酯漆料 619	30	150
氧化铁红	15	75
锌铬黄	5	25
氧化锌	5	25
滑石粉	16	80
膨润土	0.2	1
-Pb	1.3	6.5
-Mn	1	5
-Co	0.5	2.5
二甲苯	26	130
总计	100	500

根据配方量,将环氧酯、部分溶剂及颜料加入容积为 1000L 的配料釜中,用搅拌机搅拌至无干料状物存在,并使颜料湿润良好。将搅拌好的漆浆移至三辊机上研磨分散,三辊机采用单机研磨,研磨 2~3 遍,细度合格后,加入催干剂及剩余溶剂调节黏度,刷板测定干燥时间合格后,即可过滤包装。

试验中出现了黏度过大现象,原因是三辊机为敞开操作,溶剂挥发损失大。在批量生产中多采用砂磨机,其生产效率高、分散精度好,操作简单。

### 1.4 成本核算

环氧酯底漆的成本大约每吨 6300 元。由于生产过程中,有  
(下转第 77 页)

续表 2

硬度 HB	金相检查	断口形貌
75# 345	断口处无夹杂物、无脱碳层,基体组织为回火索氏体(呈带状分布)	断口较平直,呈灰色,明显可见纤维撕裂痕迹,隐约可见结晶颗粒
资料要求 314 ~ 360	回火索氏体	—

此外,抽取 73#、74# 炉枪管各一根,按 GB10561-89 评定其非金属夹杂物级别,结果如表 3、图 2 所示。

表 3 非金属夹杂物分析

Table 3 Analysis of non-metallic inclusion

试样号	硫化物类	氧化铝类	球状氧化物类
73#	4.5 级	2 级	3 级
74#	5 级	2 ~ 3 级	细系 1.5 ~ 2 级,粗系 1 级

图 2 裂纹处非金属夹杂物

Figure 2 The non-metallic inclusion within the cracked area

#### 1.4 扫描电镜分析

在每根试样距大端 7cm 和距小端 2 ~ 3cm 处取断裂面作扫描电镜观察(如图 3),图片左下角显示为枪管炉号。

## 2 裂纹成因及分析

由各项检测结果分析可得,枪管原材料材质符合资料要求。

图 3 扫描电镜图片

Figure 3 SEM photo

断口的层状特征、金相检查和断口扫描电镜都说明钢中非金属夹杂物严重,这不仅降低了钢的横向力学性能,还降低了耐腐蚀性能。从枪管加工程序看,酸洗、镀铬和退铬工序的溶液中的氢离子,都可能从金属表面得到电子,以氢原子方式进入钢的缺陷处,并聚集成氢分子,产生很大的应力。枪管经高压弹射击后,有较大的残余应力存在,又加上退铬液中盐酸含量高,作用时间长,两者共同作用造成了比较严重的氢致开裂。

## 3 预防措施

加强原材料复验的同时,对工艺进行调整,严格控制退铬溶液的浓度、浸泡时间,镀铬前增加去应力回火,退铬后增加去氢回火,退铬次数严格控制在 2 次以内。

(上接第 69 页)

部分原料损失,故每吨可达近 7000 元。

#### 1.5 检验标准(见表 4)

表 4 H06-2 铁红环氧酯底漆质量标准<sup>[4]</sup>  
Table 4 Specifications of epoxy ester antirust primer

技术要求	指标(ZBG51048-87)	实测
漆膜颜色及外观	铁红色,漆膜平整	合格
黏度(涂-4)/s	≥50	65
细度/μm	≤60	55
干燥时间/h	实干 24,烘干 1	合格
硬度(摆杆硬度计测)	≥0.4	合格
柔韧性/mm	1	合格
冲击韧性/(kg·cm)	50	合格
耐盐水(3% NaCl)/h	48	合格
耐硝基性	不起泡、不膨胀、不渗色	合格
PVC 值	40% ~ 55%	42%

## 2 结果分析

漆膜表面光泽与表面颜料体积浓度(PVC)有关。底漆光泽过强,会影响其与面漆的结合;反之,光泽过小,影响漆膜的物理

性质,并使面漆的光泽降低。底漆的 PVC 值应控制在 40% ~ 55% 之间。最后,根据改进的配方所计算的 PVC 值为 42% 左右,达到了底漆的标准。

## 3 结 论

采用改进的配方所计算的 PVC 值为 42% 左右,在底漆标准范围,已经投入生产,满足了客户的要求。漆膜具有良好的附着力、优良的柔韧性、较强的耐化学品性,对外来的冲击、弯曲、磨损等破坏、具有一定的抵抗作用,而且光泽适宜,干燥时间短,适用于铁板、机械零件上的涂装。

#### [参 考 文 献]

- [1] 虞兆年. 涂料工艺(增订本)第二分册[M]. 北京:化学工业出版社,1996. 110-115
- [2] 许步云,许家华. 油漆制造概念[M]. 北京:中国工业出版社,1960. 64-66
- [3] 武利民,李丹,游波. 现代涂料配方设计[M]. 北京:化学工业出版社,2000. 103-105
- [4] 王树强. 涂料工艺(增订本)第三分册[M]. 北京:化学工业出版社,1996. 213