

## 环氧导静电涂料固化剂的研究

李艳红<sup>1</sup>, 陈宏书<sup>2</sup>, 郑建龙<sup>2</sup>, 张五龙<sup>2</sup>, 王结良<sup>2</sup>, 陈卫星<sup>1</sup>

(1. 西安工业大学材料与化工学院, 陕西 西安 710032; 2. 总后建筑工程研究所, 陕西 西安 710032)

**[摘要]** 固化剂的种类对环氧导静电涂料的各项性能影响很大, 因此, 固化剂的选择尤为重要。对酚醛胺 T31、聚酰胺 650 两种固化剂进行比较试验, 并对涂膜的力学性能(漆膜干燥时间、抗冲击强度、附着力、柔韧性)、导静电性能、耐油性进行研究。结果表明: 与聚酰胺 650 相比, 酚醛胺 T31 配制的环氧导静电涂料具有优良的力学性能和耐油性, 且表面电阻率为  $10^8 \Omega$ , 而聚酰胺 650 配制的涂料表面电阻率为  $10^{11} \Omega$ 。因此, 酚醛胺 T31 是环氧导静电涂料的最佳固化剂。

**[关键词]** 环氧导静电涂料; 固化剂; 酚醛胺 T31; 聚酰胺 650

**[中图分类号]** TQ630.4

**[文献标识码]** A

**[文章编号]** 1001-3660(2008)04-0035-02

## Study on the Curing Agents for the Epoxy Static Electricity Conductive Coating

LI Yan-hong<sup>1</sup>, CHEN Hong-shu<sup>2</sup>, ZHENG Jian-long<sup>2</sup>, ZHANG Wu-long<sup>2</sup>, WANG Jie-liang<sup>2</sup>, CHEN Wei-xing<sup>1</sup>

(1. School of Materials and Chemical Engineering, Xi'an Technological University, Xi'an 710032, China;

2. Architectural Engineering Institute of General Logistics Department, Xi'an 710032, China)

**[Abstract]** It is very important to choose the curing agent in coatings, the type of curing agents has considerable influence on diversified properties of coating. The two curing agents (phenolic aldehyde amine T31 and polyimide 650) were compared. The influence of curing agents on the properties of coating, such as mechanics capability (drying time, ash strength, adhesion and flexibility, static conductivity capability and oil-resistant capability) were also studied. It was found that T31 as curing agents for coating has outstanding mechanics capability and oil-resistant capability and surface resistance rate is  $10^8 \Omega$ , whereas 650 is  $10^{11} \Omega$ . So T31 is optimal curing agents for the epoxy static electricity conductive coating.

**[Key words]** Epoxy static electricity conductive coating; Curing agent; Phenolic aldehyde amine T31; Polyimide 650

## 0 引言

导静电涂料是导电涂料中表面电阻率在  $10^5 \sim 10^9 \Omega$  范围内的一种涂料, 用以消除静电放电产生的灾害或静电引力导致的各类生产障碍。使用导静电涂料对保证油品质量、确保安全生产、延长油罐使用寿命、减少清罐次数、减少轻质油品损失、避免因罐体腐蚀而造成油罐穿孔和油品跑损等方面, 均有重要的意义<sup>[1-6]</sup>。

环氧树脂以其优异的耐油、防腐性能被誉为是导静电防腐涂料的最佳树脂基料。对于环氧树脂, 只有在添加固化剂, 干燥固化后才具有实用价值。固化剂的结构将直接影响环氧树脂的应用效果, 对环氧树脂的各种性能影响很大, 因此, 固化剂的选择尤为重要。

环氧导静电涂料中选择的固化剂应满足耐油、耐腐蚀、固化速度快、无毒或低毒、不需诱导期、固化后有良好力学性能、价格较低等要求。环氧导静电涂料常需在现场、常温下较大规模地施工, 因此选用常温、低毒或无毒的固化剂也同样重要。

本文对酚醛胺 T31、聚酰胺 650 两种常温环氧固化剂进行比较试验, 对环氧导静电涂料成膜时的力学性能(漆膜干燥时间、抗冲击强度、附着力、柔韧性)、耐油性、导电性能等进行了研究。

## 1 试验部分

### 1.1 主要原料

环氧树脂 E-20、钛白粉、胶体石墨、沉淀硫酸钡、硅烷偶联剂、分散剂、二甲苯、正丁醇、酚醛胺 T31、聚酰胺 650 等。

### 1.2 环氧导静电涂料制备

#### 1.2.1 涂料甲组分的制备

首先将改性环氧树脂溶于混合溶剂中, 然后加颜料、助剂, 搅拌均匀, 经研磨机研磨到规定细度, 即制得涂料甲组分。

#### 1.2.2 涂料乙组分的制备

将固化剂溶于混合溶剂中, 搅拌均匀, 即制得涂料乙组分。

### 1.3 试样制备

按照 GB T1727-1979《涂膜一般制备法》, 将底材(马口铁片)表面处理干净后, 涂料甲、乙组分按一定比例混合, 均匀涂刷, 待室温干燥后测试其性能。

**[收稿日期]** 2008-05-19

**[作者简介]** 李艳红(1982-), 女, 云南普洱人, 硕士, 研究方向为功能高分子材料。

## 2 结果与讨论

### 2.1 两种固化剂对漆膜物理性能的影响

在同一配方的基础上,分别选用酚醛胺 T31 和聚酰胺 650 作为环氧导静电涂料的固化剂,分别测试 T31 和 650 两种固化剂配制的漆膜的物理性能,测试结果见表 1。

表 1 两种固化剂对漆膜物理性能的影响

Table 1 The influence of two curing agents on mechanical properties of coating

固化剂种类	T31		650		性能指标
涂刷次数	一道	二道	一道	二道	
表干时间/h	3	≤3.5	3.5	6	<4
实干时间/h	18	<24	20	>36	<24
附着力	一级		一级		一级
冲击强度/(kg·cm)	50		40		50
柔韧性/mm	1	1	1	1	1

从漆膜的干燥时间来看,尽管表干时间和实干时间都符合性能指标要求,但是涂刷二道时 650 固化剂制备的漆膜干燥时间较长,而且以 650 为固化剂的涂膜的冲击强度几乎不符合性能指标。因此,从物理性能看,选用 T31 作为环氧导静电涂料的固化剂为宜。这是因为酚醛胺环氧固化剂 T31 的分子中含有酚羟基和胺类活泼氢,大大加强了反应活性,提高了胺基与环氧基团的固化反应速度,极易形成高度网状交联结构,使漆膜具有优良的物理性能。

### 2.2 两种固化剂对涂料导静电性能的影响

国家石化总局 GB13348-92 标准规定“油罐内壁”应使用导静电涂料<sup>[7-8]</sup>,要求涂层的体积电阻率应低于  $10^8 \Omega \cdot m$ ,表面电阻率低于  $10^9 \Omega$ 。本试验分别选用酚醛胺 T31 和聚酰胺 650 作为环氧导静电涂料的固化剂,测试了 T31 和 650 两种固化剂配置的漆膜的表面电阻率,研究了两种固化剂对涂料导静电性能的影响,结果见表 2。

表 2 两种固化剂对涂料导静电性能的影响

Table 2 The influence of two curing agents on static conductivity capability of coating

固化剂种类	酚醛胺固化剂 T31	聚酰胺固化剂 650
表面电阻率/ $\Omega$	$10^8$	$10^{11}$ (不合格)

由表 2 可知,以 T31 为固化剂的漆膜表面电阻率为  $10^8 \Omega$ ,而以 650 为固化剂的涂层表面电阻率为  $10^{11} \Omega$ ,后者不符合性能指标要求。这是因为酚醛胺环氧固化剂 T31 分子中所含苯环上的酚羟基具有催化作用,而且胺基连接在烃基上,故与环氧基团的固化反应速度快,使漆膜的黏度快速上升,从而有效地防止导电填料在漆膜中的迁移,使得导电填料在漆膜中均匀分布,降低了表面电阻率,故以 T31 为固化剂的漆膜表面电阻率大大低于以 650 为固化剂的漆膜表面电阻率。

### 2.3 两种固化剂的浸油试验

#### 2.3.1 两种固化剂的耐油性

将以 T31、650 为固化剂制成的涂料板分别浸泡到汽油和航空煤油中,观察漆膜是否起泡、剥落、失色,考察耐油性,其耐油

性见表 3。

表 3 两种固化剂所得漆膜的耐油性

Table 3 The oil-resistant capability of two curing agents

固化剂种类	耐油性	
	耐航空煤油	耐 90# 汽油
酚醛胺固化剂 T31	> 半年,无变化	> 半年,无变化
聚酰胺固化剂 650	> 半年,无变化	60 天,起小泡

注:浸油试验仍在继续中,至今为止浸泡时间为半年。

从表 3 可知,以 650 为固化剂的环氧导静电涂膜的耐油性较差,以 T31 为固化剂的涂膜具有优良的耐油性。

#### 2.3.2 浸油试验中两种固化剂对漆膜质量的影响

用于油罐内壁的环氧导静电涂料必须耐油性好,否则会引起涂层溶胀和变软,就会失去防腐作用,而溶胀现象可以通过浸油后漆膜质量的变化来体现。现分别将 T31、650 固化剂制备的涂膜浸泡到汽油中,漆膜质量的变化见表 4。

表 4 浸汽油过程中两种固化剂对漆膜质量的影响

Table 4 The influence of two curing agents on weight of coating which dip in oil

浸泡汽油的时间/d	10	30	60	90	120	150	180
配套漆	T31 制备的漆膜增重/g	0.00	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
	650 制备的漆膜增重/g	0.01	0.02	0.05	0.06	0.07	0.10
底漆	T31 制备的漆膜增重/g	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	650 制备的漆膜增重/g	0.02	0.03	0.03	0.04	0.04	0.06
面漆	T31 制备的漆膜增重/g	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	650 制备的漆膜增重/g	0.02	0.02	0.03	0.03	0.04	0.05

由表 4 可知,经汽油浸泡的漆膜的增重随着浸油时间的延长而增加,且配套漆质量变化略大于底漆和面漆。当选用 T31 作为固化剂时,漆膜经汽油浸泡半年(180d),底漆和面漆几乎无增重现象( $<0.005g$ ),配套漆增重 0.02g;当选用 650 作为固化剂时,漆膜经汽油浸泡半年,配套漆增重 0.10g,底漆增重 0.06g,面漆增重 0.05g。从浸油后漆膜的质量变化来看,以 T31 为固化剂的漆膜浸油后质量的变化小于以 650 为固化剂的漆膜,因此宜选用 T31 作为固化剂。

## 3 结 论

酚醛胺 T31、聚酰胺 650 两种常温固化剂对环氧导静电涂料的性能研究具有重要意义。通过试验研究可得到以下结论:

1) 从漆膜物理性能来看,与聚酰胺环氧固化剂 650 相比,酚醛胺环氧固化剂 T31 配制的环氧导静电涂料漆膜满足干燥时间要求,并具有优良的力学性能。

2) 从涂膜导静电性能来看,酚醛胺环氧固化剂 T31 制备的环氧导静电涂膜的表面电阻率为  $10^8 \Omega$ ,符合导静电涂料性能指标要求,而聚酰胺环氧固化剂 650 制备的涂膜表面电阻率为  $10^{11} \Omega$ 。

(下转第 80 页)

亚口反而变成缩口(指在塞规通过情况下)。其实,枪管带点缩口比存在允许(即止规允许进1mm且有刻线标志)范围内的亚口状态有宜,这对射击精度有益。

5) 本产品枪管口部端面 and 60°锥面均有良好的铬镀层(它是经改用非金属夹具的结果),因此采用本法补镀亚口是适宜的。如果目前枪管镀铬仍用传统的金属夹具(上下夹具),其口部一般是无铬层的。为统一起见,补镀后将端面镀上的铬层用0#砂布打磨除去即可发蓝。

(上接第36页)

3) 从涂膜耐油性来看,酚醛胺环氧固化剂 T31 制备的环氧导电涂膜具有优异的耐油性。

4) 酚醛胺 T31 是环氧导电涂膜的最佳固化剂。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 林安,周苗银. 功能性防腐蚀涂料及应用[M]. 北京:化学工业出版社,2004. 1-20
- [2] 李运德,李春,于一川. 储油罐内壁导电涂料防腐失效原因分析及对策[J]. 全面腐蚀控制,2004,18(3):40-42
- [3] 吴贤官,李成章,王塘. 贮油罐导电涂料涂装设计方案探讨[J].

(上接第68页)

ChemLINE784 具有 28 个官能团,与芳香型固化剂结合后具有 784 个交联点,具有高度的防腐性能和高韧性,目前在国外已广泛应用于石化、运输等多个行业<sup>[14]</sup>。

## 5 结 语

随着我国地面武器装备的发展,对防腐性能的要求将越来越高,地面武器装备的防腐涂层将向长效、环保、施工道数少的方向发展。

#### [ 参 考 文 献 ]

- [1] 刘新. 火力发电厂的重防腐涂料系统[J]. 中国涂料,2005,20(6):48-50
- [2] 金晓鸿,郑添水. 鳞片状在环氧富锌底漆的研究[J]. 材料保护,1999,32(4):25-26
- [3] 于晓辉. 鳞片状锌基环氧富锌重防腐涂料的研制[J]. 表面技术,2005,34(1):53-55
- [4] 曾凡辉,姜其斌. 复合铁钛粉改性环氧富锌重防腐涂料的研究[J]. 现代涂料与涂装,2006,9(9):12-13

专利名称:微波等离子体处理装置及其处理方法

专利申请号:00126475 公开号:1294481

申请人:佳能株式会社

申请人地址:日本东京

本发明的微波等离子体处理装置包括用介质构件将其周边与外界空气隔离开的等离子体发生室、利用设置在等离子体发生室周围并设有多个槽的无端环形波导管的微波引入装置等,其特征在于无端环形波导管的圆周长度  $L_g$ ,无端环形波导管的微波的波长  $\lambda_g$ ,介质构件的圆周长度  $L_s$  和在介质材料中传导的表面波波长  $\lambda_s$  大体满足关系式:  $L_s/\lambda_s = (2n+1)L_g/\lambda_g$ ,其中  $n$  为 0 或自然数。

6) 对于亚口过大,尤其纵向太深的枪管镀件应剔除,不得用本法补镀铬。因为镀铬电解液的深度能力差,纵向太深会因没有内孔阳极镀不上铬,造成内膛呈“大肚子”而影响精度。

7) 根据本法补镀铬结果,可将机械加工下来的枪管放宽镀前阴阳线量规的检验要求,如原规定镀前止规允许进1mm刻线标志,放宽到进2~3mm,分开专项送镀,便于镀铬掌握,即首次镀铬后再采用本法对其亚口局部补镀铬。这样,相应提高了枪管生产总成品率,大大节约了原材料,降低了生产成本。

全面腐蚀控制,2002,16(3):25-29

- [4] 沈建荣,蔡启上,宋广成. 石油产品贮罐内壁防静电防腐涂料漆层结构与应用原理[J]. 石油化工腐蚀与防护,2000,17(2):37-39
- [5] Mobin M, Malik A U, Al-Fozan S, et al. Corrosion failure of bottom plates of an above ground storage tank[J]. Journal of Failure Analysis and Prevention, 2007, 7(1): 18-22
- [6] 宋广成,黄添源,姜才兴. 环氧导电防腐涂料在油罐上应用结果的分析[J]. 中国涂料,2006,21(11):36-38
- [7] 宋广成,李进. 石油罐防腐应采用导电涂料[J]. 石油商技,1994,(3):30-31
- [8] 宋广成,李进. 石油罐导电涂料电阻率测定法综述[J]. 石油化工腐蚀与防护,1997,14(2):48-49
- [5] 陈述文,陈启平,全克闻,等. 高径厚比云母氧化铁的研制及其应用研究[J]. 涂料工业,2003,33(7):4-6
- [6] 林治华. 防腐性能优良的防腐颜料——云母氧化铁[J]. 上海涂料,1999,(4):17-21
- [7] 郑知虎. IPN 重防腐涂料研究成功[J]. 中国涂料,2005,20(B03):5-5
- [8] 庞启财. 新一代重防腐涂料技术——有机聚合物改性聚硅氧烷涂料[J]. 中国涂料,2004,19(4):30-33
- [9] 萧以德,姜才兴,徐海雄,等. 常温固化氟碳涂料耐候及防腐性能的研究[J]. 涂料技术与文摘,2007,28(12):15-20
- [10] 孙乔. 环氧树脂增韧改性面漆[J]. 中国石油和化工,2006,(22):71-73
- [11] 周小勇,樊君凤. 高弹性环氧-聚氨酯重防腐涂料的研制[J]. 现代涂料与涂装,2005,8(5):11-13
- [12] 戴志晟. 环氧树脂用天然长链取代酚醛胺固化剂[J]. 涂料工业,2000,30(8):1-4
- [13] 陈学军. 俄罗斯军队武器装备防腐方法所采用的防腐材料[J]. 防腐蚀,2004,11:20-22
- [14] 范东亮. 综合性能优异的超级重防腐涂料[J]. 涂料与应用,2005,37(3):23-29

专利名称:同时经受磨损和腐蚀的机械零件的表面处理方法

专利申请号:01125534.X 公开号:1338529

申请人:斯蒂芬流体力学与摩擦研究中心

地址:法国安德兹-布德龙

机械零件的表面处理方法,该方法能够赋予所述零件以高耐磨性和耐腐蚀性能以及有利于润滑的粗糙度,其中连续地进行所述零件的渗氮和氧化,该方法的特征在于通过将所述零件浸入不含含硫成分的熔融盐渗氮浴在约 500~700℃ 的温度下进行所述渗氮过程,而在温度低于大约 200℃ 的氧化水溶液中进行所述氧化过程。