

doi: 10.3969/j.issn.1001-3849.2022.06.007

松香酸锌对醇酸树脂磁漆的防腐蚀性能影响研究

谭政亮¹, 余会成^{1,2*}, 石展望¹, 文新萍¹, 雷福厚^{1*}, 苏东荣³

(1. 广西民族大学 化学化工学院, 广西林产化学与工程重点实验室, 广西南宁 530006; 2. 广西民族大学 化学化工学院, 广西高校食品安全与药物分析化学重点实验室, 广西南宁 530006; 3. 广西梧州龙鱼漆业有限公司, 广西梧州 543001)

摘要: 以干性长油度醇酸树脂为成膜物质, 松香酸锌为缓蚀剂并加入其他助剂制备了松香基醇酸树脂防腐磁漆。利用 Tafel 极化曲线、电化学交流阻抗及盐雾试验测试了涂料的防腐性能。结果表明: 添加了缓蚀剂松香酸锌的醇酸树脂涂层具有更好的防腐蚀性能。松香酸锌的添加量为 0.25 % 时的涂层防腐性能最佳, 腐蚀电流密度由 $39.6 \mu\text{A} \cdot \text{cm}^{-2}$ 下降到 $1.9 \mu\text{A} \cdot \text{cm}^{-2}$, 阻抗值可从 $1.2 \text{ k}\Omega \cdot \text{cm}^2$ 提升到 $7.0 \text{ k}\Omega \cdot \text{cm}^2$; 盐雾试验分析、附着力测试及硬度测试表明添加松香酸锌为 0.25 % 时的涂层具有更好的防腐性能、更强的附着及更高的硬度, 可以显著提高醇酸树脂防腐磁漆的性能。

关键词: 磁漆; 松香酸锌; 电化学测试; 盐雾试验; 腐蚀阻力

中图分类号: TQ631

文献标识码: A

Influence of Zinc Rosinate Addition on the Anticorrosive Properties of Alkyd Resin Enamel Paints

TAN Zhengliang¹, YU Huicheng^{1,2*}, SHI Zhanwang¹, WEN Xinping¹, LEI Fuhou^{1*}, SU Dongrong³

(1. Guangxi Key Laboratory of Chemistry and Engineering of Forest Products, School of Chemistry and Chemical Engineering, Guangxi University for Nationalities, Nanning 530006, China; 2. Key Laboratory of Guangxi Colleges and Universities for Food Safety and Pharmaceutical Analytical Chemistry, School of Chemistry and Chemical Engineering, Guangxi University for Nationalities, Nanning 530006, China; 3. Guangxi Wuzhou Dragon-Fish Paint Industry Co., Ltd., Wuzhou 543001, China)

Abstract: A rosin-based alkyd resin anticorrosive enamel paint was prepared using the drying long oil alkyd resin as the film-forming substance, zinc rosinate as corrosion inhibitor and other additives. The anticorrosive properties of enamel paints were analyzed by Tafel curve, AC impedance technique and salt spray fog test. The results showed that the enamel paints had the better corrosion resistance after addition of zinc rosinate. The anticorrosive properties of coatings were the best when 0.25 % of zinc rosinate was added into the formula of enamel paints. The corrosion current of anti-corrosive coatings decreased from $39.6 \mu\text{A} \cdot \text{cm}^{-2}$ to $1.9 \mu\text{A} \cdot \text{cm}^{-2}$, and the impedance value increased from about $1.2 \text{ k}\Omega \cdot \text{cm}^2$ to $7.0 \text{ k}\Omega \cdot \text{cm}^2$. The salt spray test analysis, adhesion test and hardness test also showed that the enamel

收稿日期: 2021-01-16

修回日期: 2021-03-22

作者简介: 谭政亮(1997—), 男, 硕士研究生, email: 19961121@qq.com

通信作者: 余会成(1968—), 男, 博士, 副教授, 主要从事高分子防腐涂层研究, email: doyh@126.com;

雷福厚(1965—), 男, 博士, 教授, 主要从事天然产物的开发与应用研究, email: leifuhou@163.com

基金项目: 广西重点研发计划(桂科 AB18281024); 广西自然科学基金项目(2018GXNSFAA294086)

paints had better anti-corrosion properties, better adhesion and higher hardness when 0.25 % of zinc rosinate was added into the formula, and the properties of alkyd resin enamel paints can be significantly improved.

Keywords: enamel paint; zinc rosinate; electrochemical test; salt spray fog test; corrosion resistance

金属腐蚀是金属材料在水、氧气和氯离子等腐蚀介质的作用下,降低了金属材料的塑性等力学性能,并使其金属材料的电学和光学性能也有所下降,导致金属材料设备的寿命减短。为了节约金属资源,减少金属材料腐蚀带来的安全问题,研究具有耐腐蚀性的金属材料是非常有必要的。常见的金属防腐方法有电化学保护、使用耐腐蚀性能好的材料及有机涂层保护。有机涂层是有机涂料涂覆在金属表面经固化后形成的保护膜。虽然有机涂层不能完全阻止腐蚀介质的浸透,但能在很大程度上阻止金属表面与外界腐蚀介质的接触,有效地减缓腐蚀速度,从而延长金属设备使用寿命。因此,有机涂层保护是如今应用最广泛的方法之一^[1-2]。

醇酸树脂是由多元醇、多元酸和脂肪酸或者植物油通过酯化缩聚反应合成的聚酯树脂。醇酸树脂是常用的涂料树脂之一,它具有很多出色的特性,其漆膜综合性能优良,原料来源丰富且方便、价格低廉、易于获得、合成工艺简便,可广泛应用于建筑装饰、车辆的喷涂、桥梁防腐等方面^[3-4]。目前,醇酸树脂防腐磁漆虽然具有较好的防腐蚀性能,但大多含有铅、六价铬等有毒的重金属元素^[5-7]。所以研制一种高性能的低毒醇酸树脂防腐磁漆是很有必要的。

松香来源丰富、价格低廉,是天然无毒的化工原料之一,有良好的机械强度及热稳定性,松香及其深加工改性制品广泛应用于许多领域,如涂料、胶黏剂、油墨、造纸、橡胶、食品添加剂及生物制品等^[8]。随着松香及其衍生物的研究不断深入,越来越多的以松香为原料的工业产品广泛应用于日常生活中。目前国内外对松香改性醇酸树脂的研究越来越多,经松香改性后的醇酸树脂具有更高的附着力、硬度,还可以显著地提高涂料的防腐性能。另外,锌化合物是一种低毒高效的缓蚀剂,广泛地应用于金属材料的防腐中。Ait Aghzzaf A等^[9]发现脂肪酸锌对钢材有较强的缓蚀作用;Palimi M J等^[10]采用乙酰丙铜锌作颜料添加到环氧树脂中,研究结果表明乙酰丙铜锌可显著增强环氧树脂涂层的防腐蚀性能;

Wu Y等^[11]发现磷酸锌能显著聚氨酯涂层的防腐蚀性能;Yuan J等^[12]报道了磷酸锌转化膜对镁合金有较好的腐蚀保护作用。

本文以松香酸锌为缓蚀剂(松香酸锌的化学结构式如图1),制备了醇酸树脂磁漆,并用Tafel曲线、交流阻抗图谱及盐雾试验研究了不同添加量的松香酸锌的涂层的防腐性能及物理性能。

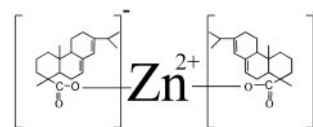


图1 松香酸锌的化学结构式

Fig.1 Chemical structure of zinc rosinate

1 实验

1.1 主要原料

松香酸锌、干性长油度醇酸树脂:南通方鑫化工有限公司;活性碳酸钙:上海缘江化工有限公司;炭黑:广西南宁合美兴颜料有限公司;正丁醇:天津市富宇精细化工有限公司;天那水:南宁景达化工有限公司;丁二酮肟:天津市大茂化学试剂厂;二甲基硅油:天津市鼎盛鑫化工有限公司;环烷酸钴催干剂:无锡汉德森化工制品有限公司。

1.2 涂料的制备

加入活性碳酸钙、正丁醇、松香酸锌、丁二酮肟、二甲基硅油、干性长油度醇酸树脂复配成所需的防腐涂料,然后用电动搅拌器以3000 r/min的转速下搅拌1 h后,加入催干剂继续搅拌10 min后得到涂料。实验配方:150 g干性长油度醇酸树脂、6 g炭黑、50 g活性碳酸钙、24 g正丁醇、0~0.8 g松香酸锌、2 g丁二酮肟、2 g二甲基硅油、2 g环烷酸钴催干剂,其中松香酸锌质量分别为:0.1 g、0.3 g、0.6 g、0.8 g,相应的质量分数分别为:0.04 %、0.12 %、0.25 %、0.34 %。

1.3 涂层的制备

将尺寸为12 mm×5 mm×1 mm的马口铁板及

Q235 碳钢电极(直径 1 mm)依次用 280、600 目的砂纸打磨,再用乙醇清洗,自然干燥。然后取制备好的涂料加入一定量的天那水稀释并搅拌均匀,用移液管吸取一定量的涂料均匀地滴在 Q235 碳钢电极表面,待其自然干燥制得涂膜厚度为 $(60 \pm 5) \mu\text{m}$ 的工作电极;剩下的用喷涂法将涂料均匀地喷在马口铁板上,控制涂层厚度在 $(100 \pm 10) \mu\text{m}$,自然干燥后得到涂层试样。

1.4 表征方法

1.4.1 附着力测试

采用划格法测量附着力。划格法是评价附着力的最简单有效的方法,实验方法参考国家标准 GB/T 9286-1998。具体如下:先把喷好的样板划成间距 2 mm 的方格,然后把胶黏带的中心点放在网格的上方,方向与一组切割线平行,然后用手指把胶带网格上方的部位压平,拿住胶带悬空的一端,在 60° 左右的角度平稳地撕离胶带。

1.4.2 硬度测试

采用划痕法,按照国家标准 GB/T 6739-2006 来测试漆膜的硬度。

1.4.3 盐雾腐蚀试验

盐雾试验是用盐雾设备制造的人工模拟盐雾环境条件来测试产品或金属材料耐腐蚀性能的环境试验。一般使用盐雾试验箱,其工作原理是在一定容积空间内创造盐雾环境来对产品的耐盐雾腐蚀性能进行测试。本实验使用的仪器为盐雾腐蚀试验箱,室温为 35°C ,用 5 % 的氯化钠溶液喷雾 48 h,并定时观察涂层表面的变化。

1.4.4 电化学测试

用移液管吸取一定量的涂料滴在工作电极表面,用 3.5 % 的氯化钠溶液作为电解液。采用三电极体系,工作电极为无涂层(裸电极)或有涂层的 Q235 碳钢电极,参比电极为饱和甘汞电极,辅助电极为铂电极。本实验使用上海辰华 CHI660D 电化学工作站进行电化学测试,极化曲线测量的扫描电位范围为 -1800 mV 到 0 mV ,扫描速度为 0.01 V/s ,电化学阻抗测试频率范围为 100 kHz 到 1 Hz ,测试电压为开路电压,幅值为 5 mV 。

2 结果与讨论

2.1 极化曲线测试

图 2 为添加不同量的松香酸锌与醇酸树脂的复

合防腐涂层在 3.5 % NaCl 溶液中测试的极化曲线图,含裸电极。由 Tafel 外推法原理,用电化学软件 CHI660D 对图 2 中的极化曲线进行拟合,所得数据如表 1, E_{corr} 为涂层腐蚀电位, J_{corr} 为涂层腐蚀电流密度。表 1 的保护效率(PE)计算公式如下:

$$\text{PE} = \frac{J_{\text{corr}} - J_{\text{corr}}^*}{J_{\text{corr}}} \times 100$$

式中: J_{corr} 为没有涂层的 Q235 碳钢裸电极的腐蚀电流密度, J_{corr}^* 为有涂层的 Q235 碳钢电极的腐蚀电流密度,单位 $\mu\text{A} \cdot \text{cm}^{-2}$; PE 为保护效率, %。

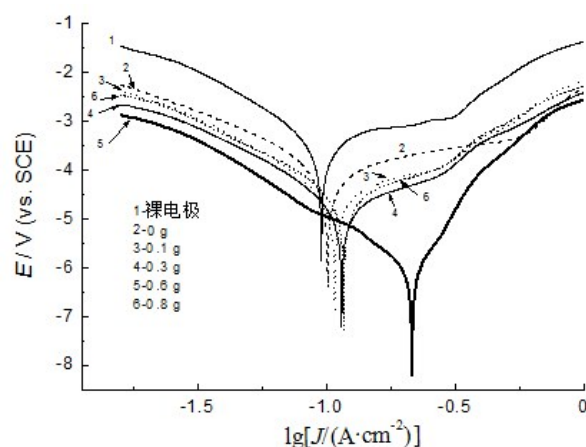


图 2 松香酸锌不同添加量的涂层在 3.5 % NaCl 水溶液中的极化曲线

Fig.2 Tafel plots of the coatings with different amounts of zinc rosinate in 3.5 % NaCl solution

表 1 涂层 Tafel 曲线拟合结果

Tab.1 Tafel curve fitting results of coatings

松香酸锌添加量/g	$E_{\text{corr}}/\text{mV}$	$J_{\text{corr}}/(\mu\text{A} \cdot \text{cm}^{-2})$	PE/%
裸电极	-1020	184.2	—
0	-995	39.6	78.5
0.1	-967	16.4	91.1
0.3	-940	14.0	92.4
0.6	-709	1.9	99.0
0.8	-933	17.0	91.0

由图 2 和表 1 可以看出,随着松香酸锌含量的增加,复合涂层的腐蚀电位先上升后下降。当加入松香酸锌的浓度从 0 到 0.6 g 时,腐蚀电位从 -995 mV 升高到 -709 mV ,腐蚀电位增加了 286 mV ;对应的腐蚀电流降至最低,为 $1.9 \mu\text{A} \cdot \text{cm}^{-2}$,比未加松香酸锌的单一涂层低了 $37.7 \mu\text{A} \cdot \text{cm}^{-2}$,保护效率也达到最高,为 99.0 %。因此加入松香酸锌 0.6 g 时涂层的

防腐性能最好。另外,松香酸锌的浓度继续增加时(超过0.6 g时),涂层的腐蚀电位开始下降,腐蚀电流上升,保护效率也下降。可能原因:松香是一种带有羧酸官能团的非环结构,当形成松香酸锌盐时,只剩下羧基。适量的松香酸锌盐的羧基在醇酸树脂磁漆中可与醇酸树脂进行有序物理交联,从而形成一种致密的涂层,但松香酸锌盐过量时会使交联紊乱,从而形成结构疏松的涂层,腐蚀粒子(水、氧气、氯离子等)会沿着松散的涂层表面微孔进入到涂层,造成基体腐蚀,腐蚀电流上升^[13]。

2.2 电化学交流阻抗测试分析

电化学交流阻抗技术是广泛用于测试涂层的防腐能力的重要方法^[14]。图3为松香酸锌添加量对涂层电化学阻抗的影响,含裸电极。从图3可以看出,未添加松香酸锌的涂层阻抗弧很小,大约1.2 k Ω 。随着松香酸锌量的增加,涂层阻抗弧的大小起始增大,然后又减小。当添加松香酸锌的量为0.6 g时(实验配方中的百分比为0.25%),涂层的阻抗弧值最大,约7.0 k Ω 。这可能是因为适量的松香酸锌盐的羧基与长油度醇酸树脂能有序的结合,而过量的松香酸锌会破坏结合的有序性,从而使结构混乱,使得涂层结构比较松散,因此涂层的防腐性能有所下降。

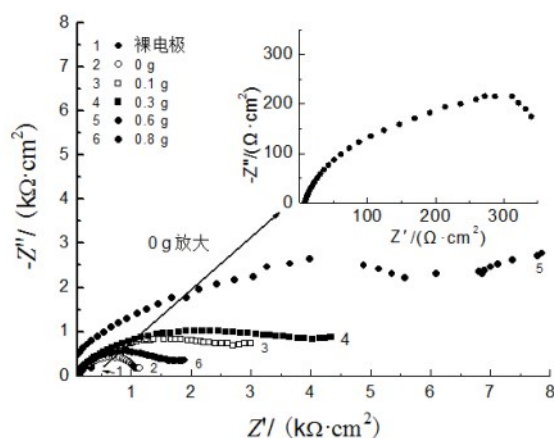


图3 含不同量的松香酸锌涂层的交流阻抗图

Fig.3 Nyquist plots of the coatings with different amounts of zinc rosinate

2.3 盐雾实验分析

图4是添加不同用量松香酸锌(0 g、0.1 g、0.3 g、0.6 g、0.8 g、1.2 g)的涂层经48 h耐盐雾实验后的图片。从图4可以看出,每个涂层表面都出现了不同

程度的腐蚀,但是腐蚀程度大小不同。未加松香酸锌的涂层表面腐蚀严重,出现了带状锈迹及起泡现象;添加0.1 g松香酸锌的涂层表面腐蚀也比较严重,也出现了起泡现象,但腐蚀程度比未加松香酸锌的涂层低;添加0.3 g松香酸锌的涂层仅是轻微腐蚀;添加0.6 g(实验配方中的百分比为0.25%)松香酸锌的涂层表面几乎看不出腐蚀现象,耐盐雾性能最好;添加0.8 g松香酸锌涂层也是轻微的腐蚀,但腐蚀程度比添加0.3 g松香酸锌的涂层要大,也出现了起泡现象;添加1.2 g松香酸锌的涂层表面腐蚀较为严重,出现了少量带状锈迹和起泡现象。上述实验结果表明:添加适量的松香酸锌可以提高涂层的防腐性能,而过量的松香酸锌会降低涂层的防腐性能。这可能是因为适量的松香酸锌与长油度醇酸树脂可有序的结合,但过量的松香酸锌破坏这种结合的有序性,从而使结构混乱,使得涂层结构比较松散,防腐性能有所下降,即耐盐雾腐蚀能力下降。

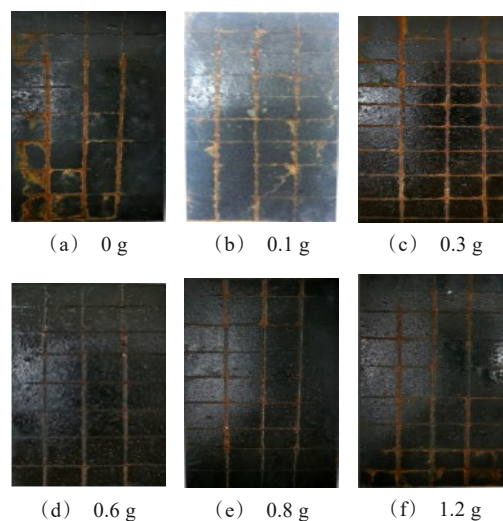


图4 添加不同用量松香酸锌涂层经48 h盐雾实验后的图片

Fig.4 Photographs of coatings with different dosages of zinc rosinate after 48 h salt spray tests

2.4 附着力分析

划格法测量松香酸锌的添加量对涂层附着力的影响如图5所示。从图5可以看出,胶带撕离后每个涂层的表面脱落程度大小不同。未添加松香酸锌的涂层,表面脱落比较严重,在划痕交叉处有大碎片脱落;添加0.1 g松香酸锌的涂层,表面脱落也较为严

重,在划痕交叉处有小碎片脱落;添加 0.3 g 松香酸锌的涂层,表面脱落现象较轻微;添加 0.6 g 松香酸锌的涂层,表面只出现了轻微的脱落现象;添加 0.8 g 松香酸锌的涂层,表面脱落现象比较轻微,但比添加 0.6 g 松香酸锌的涂层要严重;添加 1.2 g 松香酸锌的涂层在划痕交叉处又有大碎片脱落。上述结果表明,适量增加松香酸锌的量,有效地提高了涂层对金属的吸附力,增加了涂层的附着力。但过量的松香酸锌会破坏涂层表面的致密结构,从而降低附着力。

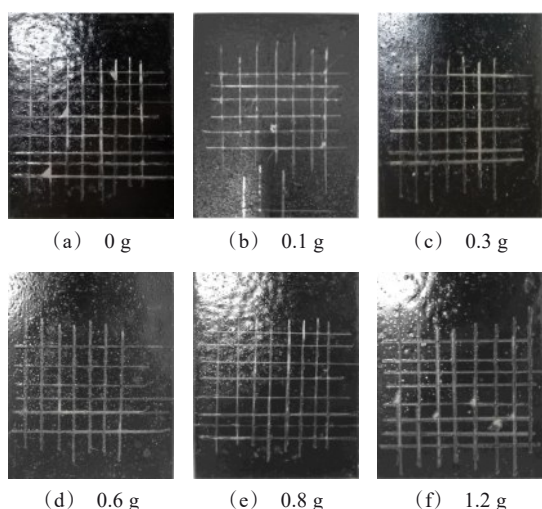


图5 附着力测试结果图

Fig.5 Photographs of specimens after adhesion tests

2.5 涂料其他物理性能分析

实验分别加入 0.1 g、0.3 g、0.6 g、0.8 g、1.2 g 的松香酸锌于涂料中,对所制备的涂料进行表干、实干及硬度物理性能检测,检测结果如表 2 所示。表干和实干时间测试标准为 GB/T 1728—1979(1989),硬度测试标准为 GB/T 6739—2006。由表 2 可知,随着松香酸锌的含量越多,涂层的表干时间、实干时间明显缩短,且加入松香酸锌 0.6 g、0.8 g 时,实干时间、表干时间最短。

从表 2 还可以看出,当加入松香酸锌的量越多时(从 0.1 g 至 0.6 g)涂层的硬度从 HB 增加到 2H。其中,加入 0.6 g 松香酸锌的涂层硬度最高。但随着松香酸锌含量的增加(从 0.6 g 至 1.2 g),涂层的硬度下降,这可能是由于松香酸锌含量过多,破坏松香酸锌与醇酸树脂交联的有序性,从而使结构混乱,使得

涂层结构比较松散,从而使涂层硬度降低。

表 2 松香酸锌的不同含量对涂层性能的影响

Tab.2 Effects of different contents of zinc rosinate on coating properties

性能	松香酸锌添加量/g					
	0	0.1	0.3	0.6	0.8	1.2
表干/h	12	11	10	8	8	11
实干/h	24	22	22	20	20	22
硬度	HB	HB	H	2H	H	HB

3 结论

加入 0.6 g 松香酸锌的防腐涂料腐蚀电流密度最低($1.9 \mu\text{A} \cdot \text{cm}^{-2}$),具有比较好的防腐性能;交流阻抗图表明加入适量的松香酸锌可以更好地提高涂料的防腐性能,并且添加 0.6 g 松香酸锌的防腐涂料的阻抗值最大。加入一定量的松香酸锌,提高了涂层的硬度及附着力,缩短了表干、实干时间,对涂层的物理性能有很大程度上的提高。

参考文献

- [1] Zhu L, Feng C, Cao Y. Corrosion behavior of epoxy composite coatings reinforced with reduced graphene oxide nanosheets in the high salinity environments[J]. Applied Surface Science, 2019, 493: 889-896.
- [2] Mei Y, Xu J, Jiang L, et al. Enhancing corrosion resistance of epoxy coating on steel reinforcement by amino-benzoate intercalated layered double hydroxides[J]. Progress in Organic Coatings, 2019, 134: 288-296.
- [3] Jeyasubramanian K, Benitha V S, Parkavi V. Nano iron oxide dispersed alkyd coating as an efficient anticorrosive coating for industrial structures[J]. Progress in Organic Coatings, 2019, 132: 76-85.
- [4] Ahmed N M, Mohamed M G, Abd El-Gawad W M. The assessment of anticorrosive behavior of calcium carbonate from different sources in alkyd-based paints[J]. Progress in Organic Coatings, 2019, 128: 168-180.
- [5] Benitha V S, Jeyasubramanian K, Hikku G S. Investigation of anti-corrosion ability of nano mixed metal oxide pigment dispersed alkyd coating and its optimization for A36 steel[J]. Journal of Alloys and Compounds, 2017, 721: 563-576.
- [6] Hadzich A, Flores S, Caprari J, Romagnoli R. Study of zinc tannates prepared with Tara powder (Caesalpinia spinosa) as anticorrosive pigments in alkyd paints and

- wash primer formulations[J]. Progress in Organic Coatings, 2018, 117: 35-46.
- [7] Selim M S, Yang H, Li Y, et al. Ceramic hyperbranched alkyd/ γ - Al_2O_3 nanorods composite as a surface coating[J]. Progress in Organic Coatings, 2018, 120: 217-227.
- [8] 陈莉晶, 曹晓琴, 徐徐. 松香基功能性单体的合成及应用[J]. 化工进展, 2016, 35(12): 4001-4006.
- [9] Ait Aghzzaf A, Rhouta B, Rocca E, et al. Zinc carboxylates used as anticorrosive pigments: corrosion inhibition of steel by water extract in NaCl medium[J]. Materials Today: Proceedings, 2019, 13: 1161-1168.
- [10] Palimi M J, Alibakhshi E, Ramezanzadeh B, et al. Screening the anti-corrosion effect of a hybrid pigment based on zinc acetyl acetonate on the corrosion protection performance of an epoxy-ester polymeric coating[J]. Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers, 2018, 82: 261-272.
- [11] Wu Y, Wen S, Chen K, et al. Enhanced corrosion resistance of waterborne polyurethane containing sulfonated graphene/zinc phosphate composites[J]. Progress in Organic Coatings, 2019, 132: 409-416.
- [12] Yuan J, Yuan R, Wang J, et al. Fabrication and corrosion resistance of phosphate/ZnO multilayer protective coating on magnesium alloy[J]. Surface and Coatings Technology, 2018, 352: 74-83.
- [13] 张伟华, 孙伟, 安丽洁, 等. 不同磷化工艺对建筑用16Mn钢的磷化效果研究[J]. 电镀与精饰, 2020, 42(12): 5-9.
- [14] 张翔, 李秋艺. SiO_2 颗粒分散液浓度对建筑结构钢锌系复合磷化膜耐蚀性的影响[J]. 电镀与精饰, 2020, 42(12): 10-14.

中国表面工程协会电镀分会教育培训基地

2022年两期(总85、86期)电镀技术、化验员、电镀废水治理

学习班开学通知

中表协电镀分会第七次会员代表大会上为济南浩金表面技术有限责任公司颁发了《中国电镀教育培训基地》的资质证书,授予“中国电镀培训基地济南基地”。在中表协电镀分会的直接领导下,与山东省及国内相关高校联合举办电镀技术、化验员、废水治理学习班,系统地讲解基础理论、新技术、新工艺。

一、招生对象及培养目标:初中以上文化水平、具有一定生产知识的技术骨干,通过学习掌握电镀基础知识,常用工艺,电镀液及电镀废水的治理、分析方法,镀层测试技术等,提高分析解决故障的能力,可进行电镀工艺、车间、废水处理站、化验室设计,推广清洁生产技术。

二、开设科目、学习方法、证书颁发及工作推荐

开设《电镀化学基础》、《电化学与电镀原理》、《电镀工艺学》、《电镀液及电镀废水化学分析》、《电镀测试技术》、《镀层质量标准及检测方法》、《电镀废水治理》等7门课程。以课堂教学为主,理论联系实际,开设30~35个实验,进行生产实习;请专家进行讲座,并组织学员赴国内先进地区参观。学习期满经考试合格者,可颁发中国电镀协会结业证书;也可再次报名,根据考试者条件技能水平,经考核合格者,由机械工业职业技能鉴定指导中心颁发初、中、高、技师、高级技师五个等级职业能力认定证书,作为工作上岗的资格证明,协助推荐工作及赴外研修。

三、开学具体事项

1、学习时间:第85期2022年4月20日至5月21日,第86期2022年9月20日至10月21日,每期31天,五一节、国庆节前10天开学;(如在生产淡季或企业和个人需要,经协商,暑假6月至9月10日,寒假11月至次年4月10日,皆可举办学习班和个人培训,学习技术项目、时间、人数不限,费用等另行协商!)

2、学习费用:培训费(含实验费、资料费、参观费等)4800元(不含税),中途退学者不退。

3、食宿安排:食宿自理,由公司协助安排酒店,标准由各单位决定(食宿费一般每天120元左右,简易宿舍可洗澡每天20元)。

4、联系方式:联系人:济南市历城区唐冶中路2号楼4567号1508室(15层)

《济南浩金表面技术有限责任公司》石勇 石金生。山东建筑大学材料科学与工程学院 石磊。

电话:(0531)88278889 手机:13001715085, 18660813836, 13006594941。

5、开学时间:第85期2022年4月20日全天报到,第86期2022年9月20日全天报到,当日晚开学并补课,次日正式上课。参加学习班者请于开学前15天电话(或微信)通知给联系人,以便安排学习资料、食宿。来校时请带1寸彩色免冠照片2张,参加国家机械工业职业技能鉴定指导中心职业资格证书考试者,发给相关文件,请在网上申请报名并带小二寸彩色免冠照片1张。

6、报道公交线路:①乘飞机乘大巴至济南长途汽车总站南站换乘69路至清联花园站下即到;②由济南火车西站(长途汽车西站)乘K910或BRT1至三孔桥站下换乘69路至清联花园站下即到;③济南长途汽车总站南站乘69路至清联花园站下即到;④由济南火车站乘4路长途汽车总站南站下换乘69路至清联花园站下即到。

中国表面工程协会电镀分会教育培训基地
济南浩金表面技术有限责任公司