

环氧富锌底漆漆膜脱漆剂的研制

黄学卫¹, 梁志杰², 黄琪¹

(1. 装甲兵工程学院 材料科学与工程系, 北京 100072; 2. 装备再制造技术国防科技重点实验室, 北京 100072)

摘要: 随着环氧富锌底漆的广泛应用, 对脱漆技术的研究甚为迫切。文中介绍了自配的以复合溶剂为主溶剂, 添加其它助剂的脱漆剂。该脱漆剂在 25 ℃ 时 25 min 内可使漆膜软化、脱落, 经 SEM 测试表明对底材腐蚀性影响小; 与现有脱漆剂相比脱漆效率提高了 30%, 节省用量 20%。文中还探讨了脱漆温度、漆膜厚度、底材处理方式等工艺因素对脱漆效率的影响, 优化了工艺参数。

关键词: 脱漆剂; 环氧富锌底漆; 复合主溶剂

中图分类号: TQ633.9

文献标识码: A

文章编号: 1007-9289(2005)01-0034-05

Study on the Paint Remover of Zinc Rich Epoxy Primer Coating

HUANG Xue-wei¹, LIANG Zhi-jie², HUANG Qi¹

(1. Faculty of Materials Science and Engineering, Academy of Armored Force Engineering, Beijing 100072; 2. National Key Laboratory for Remanufacturing, Beijing 100072)

Abstract: A paint remover of Zinc rich epoxy primer, which is composed of complex solvents and other additives, is introduced. The paint was softened and removed at 25℃ in 25min, micrograph showed the paint remover has small influence on metal substrate, and the removing efficiency was improved by 30 percent as compared with that of the paint removers commonly used and the amount of remover was decreased by 20 percent. In addition, the effects of the removing temperature, coating thickness and pretreated methods of substrate on the removing efficiency were discussed.

Key words: paint remover; zinc rich epoxy primer; compound main solvents

0 引言

涂覆复合涂层是金属制品防护的最有效的方法之一。在恶劣环境下使用的金属制件通常采用底漆、中间层和面漆的复合体系, 发挥着整体防护功效。在 3 层复合体系中, 底漆的性能尤为重要, 它与基材之间附着力的强弱以及自身防护能力将直接影响到复合体系对金属的防护功效。底漆种类繁多, 主要有红丹底漆、富锌底漆等。其中, 环氧富锌底漆防腐性能优良^[1], 已广泛应用于桥梁、海上作业平台、船舶、军械、装甲车辆、石油化工等重要领域。

随着复合涂层防护环境的日益苛刻, 尽管 3 层复合体系具有长效防腐功能, 但涂装缺陷仍在所难免; 涂装好的构件在使用过程中, 也不可避免地会出现漆膜老化、起泡、干裂以及机械擦伤等现象,

如不及时重新涂装, 则会加速金属的腐蚀, 影响构件的使用性和装饰性, 重新涂漆前为保证附着力必须去除旧漆膜, 也就是脱漆; 尤其是对构件进行修理或再制造时, 往往需要对其进行大面积脱漆^[2]。涂漆和脱漆是涂装技术的重要组成部分, 是矛盾对立的统一, 随着环氧富锌底漆的广泛应用, 脱漆技术的研究也就更加迫切。目前的脱漆技术正由机械脱漆法向脱漆快速、操作简便的化学脱漆法发展, 但现有脱漆剂的效能各有局限性, 专利和文献中未见有关环氧富锌底漆高效脱漆剂的表述。因此文中介绍了研制的环氧富锌底漆漆膜脱漆剂, 并对其应用工艺作了初步探讨。

1 试验材料及方法

1.1 试验材料

(1) 环氧富锌底漆(工业品)。

(2) 溶剂: 二氯甲烷(分析纯)、丙酮(分析纯)、乙酸乙酯(分析纯)、甲酸(分析纯)、羟乙基纤维

收稿日期: 2004-10-18; 修回日期: 2004-12-22

作者简介: 黄学卫(1973-), 男(汉), 安徽砀山人, 硕士研究生。

素(化学纯)OP-10(工业纯)

(3) 磷化液(工业品)

1.2 试验方法

(1) 涂层制备方法

按照 GB/T1727-1992 的规定在 A3 钢板(50 mm × 100 mm)上制备漆膜,涂装前钢板分别经过酸洗磷化和喷砂处理。喷砂处理钢板的质量等级应达到 GB/T8923 规定的 Sa2.5 级。试验中采用灰色环氧富锌底漆按产品技术要求涂装,制备不同厚度的漆膜试样。

(2) 脱漆效率测试方法

脱漆效率是脱漆剂性能的主要指标之一,其测试方法参照行业标准 HG/T 2881-1997《脱漆剂效率测定法》。公式为:

$$\text{脱漆效率}/\% = \frac{\text{漆膜起皱松软面积}/\text{m}^2}{\text{脱漆前漆膜总面积}/\text{m}^2} \times 100\%$$

试验步骤:将脱漆剂均匀涂刷在制备好的环氧富锌涂层上,同时开动计时器,在 25 min 时检查漆膜膨胀和起皱的面积百分数。

(3) 扫描电镜检测

对研制的环氧富锌底漆脱漆剂脱漆后的试样、国内某脱漆剂脱漆后的试样,采用电子扫描显微镜测试,由表面形貌情况分析对底材的腐蚀情况。

2 结果与讨论

2.1 复合主溶剂的筛选

旧漆膜由成膜物、颜料、填料及适当助剂组成。脱漆剂的脱漆原理,就是利用溶剂对成膜物的溶解或溶胀作用,破坏漆膜的空间结构或漆膜与基材的结合力^[3]。环氧富锌底漆一般是以环氧树脂-聚酰胺为固化体系,加入大量活性锌粉组成,漆膜致密,起电化学保护作用。

配方中选用主溶剂作为脱漆剂的主要组分,同时添加促进剂、表面活性剂、增稠剂、阻挥发剂、缓蚀剂等来改善脱漆剂的性能。

由溶剂化原则^[4],应选用低分子量溶剂作主溶剂,脱漆时能够迅速渗透到漆膜中,使漆膜软化膨胀,尽快脱落。对于环氧类涂料,烃类中卤代烷较好,几种卤代烷的脱漆活性顺序如下:CH₂Cl₂>CHCl₃>CH₃Cl>CCl₄。二氯甲烷(CH₂Cl₂)分子小,

渗透力强,脱漆活性最大,与有机物的相溶性也好。

但目前单一的主溶剂组份局限性大,有时难以脱除高致密的漆膜,尤其是环氧富锌底漆,除含有环氧基基团外,还含有酯基等。由相似相溶原理知,选择主溶剂时以二氯甲烷为主加入酯类形成复合体系,提高脱漆效果^[5]。

试验中选取二氯甲烷、复合溶剂 1(二氯甲烷和乙酸乙酯组成的混合溶剂)、复合溶剂 2(二氯甲烷和丙酮组成的混合溶剂)分别作为主溶剂,固定其重量份(75%)不变,其它添加剂重量份(25%)不变配制脱漆剂,在 25 min 时测试脱漆效率,结果见图 1。

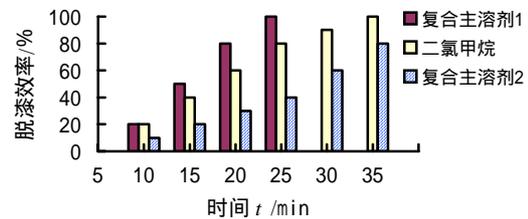


图 1 不同主溶剂的脱漆效率

Fig. 1 Removing efficiency of different main solvents

由图 1 可知,随着时间的延长,二氯甲烷、复合主溶剂 1、复合主溶剂 2 的脱漆效率都在增大,但二氯甲烷和复合主溶剂 2 增长幅度较小,且脱漆时间较长。复合主溶剂 1 在 25 min 时脱漆效率达到最大,脱漆时间比单独用二氯甲烷作主溶剂时缩短了 10 min。说明在二氯甲烷中加入乙酸乙酯增加了对漆膜的溶解效果,提高了脱漆效率。因此主溶剂选用复合主溶剂 1(二氯甲烷和乙酸乙酯组成的混合溶剂)比较理想。

2.2 脱漆剂配方的优化

由前期单因素试验确定了复合主溶剂和其它添加剂的种类及数量范围,知复合主溶剂、促进剂(有机酸)、表面活性剂、阻挥发剂对脱漆效率影响较大;在相同的条件下,以脱漆时间和脱漆效率(25 min 时)为评价指标进行正交试验(见表 1),得出优化后的配方。

极差分析:对于时间指标:A 因子影响最大,依次是 B、C、D;对于脱漆效率指标:影响因素相同。

表 1 不同组分数量与脱漆指标的关系

Table 1 Relationship between the amount of different composition and removing index

试验号	A 复合主溶剂	B 有机酸	C 表面活性剂	D 阻挥发剂	时间/ min	脱漆效率 /%
1	1 (70)	1 (9)	1 (4)	1 (1)	40	87
2	1 (70)	2 (10)	2 (5)	2 (2)	30	92
3	1 (70)	3 (11)	3 (6)	3 (3)	36	89
4	2 (75)	1 (9)	2 (5)	3 (3)	33	90
5	2 (75)	2 (10)	3 (6)	1 (1)	35	89
6	2 (75)	3 (11)	1 (4)	2 (2)	36	88
7	3 (80)	1 (9)	3 (6)	2 (2)	32	90
8	3 (80)	2 (10)	1 (4)	3 (3)	28	96
9	3 (80)	3 (11)	2 (5)	1 (1)	30	93
k1	35.3	35	34.7	35		
k2	34.7	31	31	32.7		
k3	30	34	34.3	32.3		
极差	5.3	4	3.7	2.7		
k1	89.3	89	90.3	89.7		
k2	89	92.3	91.7	90		
k3	93	90	89.3	91.7		
极差	4	3.3	2.4	2		

因此对脱漆效率的影响顺序依次为复合主溶剂、促进剂、表面活性剂、阻挥发剂。

由表 1 可知,对于脱漆时间,数据越小越好,取 $A_3B_2C_2D_3$;对于脱漆效率,数据越大越好,取 $A_3B_2C_2D_3$ 。综合两项指标,取 $A_3B_2C_2D_3$ 。即:各组分重量份为:复合主溶剂 80;有机酸 10;阻挥发剂 3;表面活性剂 5;增稠剂 1;缓蚀剂 1。

2.3 工艺因素的影响

(1) 温度对脱漆时间的影响

在不同温度下,测试该脱漆剂 100%脱除环氧富锌底漆漆膜所需时间,结果见图 2。

由图 2 可知,在 $-10\sim 15$ 时,曲线平稳下降,在 $15\sim 25$ 下降较快,当温度升至 40 以上时,

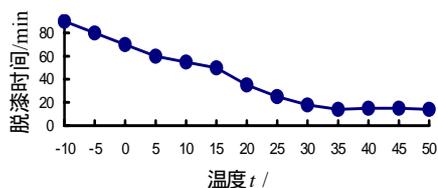


图 2 温度对脱漆时间的影响

Fig. 2 Influence of temperature on removing time

曲线变化趋于平缓。说明脱漆时间随着温度的增加是减小的。在 $15\sim 25$ 范围时,高聚物分子活动不剧烈,空隙多,溶剂分子容易渗入到漆膜底部,脱漆较快。当超过 40 时,因为此类脱漆剂属于挥发性有机溶剂,脱漆剂在向漆膜渗透的同时,也向空气中挥发,温度升高,挥发速度加快,脱漆速度也会相应随之减缓。

(2) 漆膜厚度对脱漆效率的影响

对经酸洗磷化后的试片,涂装 $20\ \mu\text{m}$ 、 $40\ \mu\text{m}$ 、 $60\ \mu\text{m}$ 3组不同的漆膜厚度,在 25 ,使用等量的脱漆剂,观察漆膜厚度对脱漆时间的影响。结果见图 3。

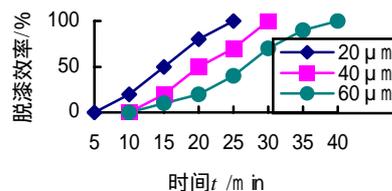


图 3 漆膜厚度对脱漆效率的影响

Fig.3 Influence of coating thickness on removing efficiency

从图 3 可见,随着漆膜厚度增加,主溶剂通过扩散渗透至基材底部的阻力增加,脱漆时间也在延长,使脱漆变得困难。对于较厚漆膜进行脱漆时,可反复操作以实现短时间内彻底脱漆的目的。

(3) 底材处理方式对脱漆时间的影响

取酸洗磷化和喷砂两种底材处理的试片,涂装 20 μm 的漆膜厚度,在 25 ℃ 时,测试底材处理方式对脱漆时间的影响,结果见图 4。

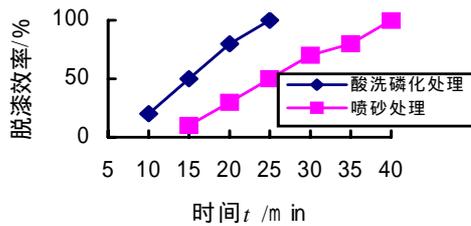


图 4 底材处理方式对脱漆效率的影响

Fig.4 Influence of pretreated methods of substrate on removing efficiency

由图 4 可知,喷砂处理后涂装的漆膜附着力强,脱漆时间长。

通过脱漆工艺影响因素的试验可以看到,不同涂漆条件、漆膜厚度及操作温度均会明显影响脱漆效率,可见在涂装技术中材料与工艺是密不可分的。因此,在进行脱漆处理时应了解涂漆工艺及操作条件,采取相应的措施,必要时进行二次脱漆处理。

2.4 脱漆剂的综合性能试验

针对环氧富锌底漆,将研制的脱漆剂与市售不同类型脱漆剂的主要性能进行了比较试验,结果见表 2。

表 2 研制的脱漆剂与市售脱漆剂的性能对比试验
Table 2 Comparison of quality between developed paint remover and paint remover commonly used

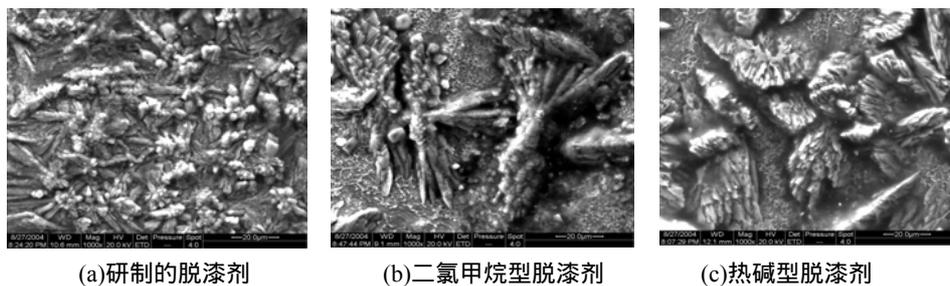
脱漆剂种类	脱漆时间*/min	脱漆效率/%	使用量**/ g · m ⁻²
二氯甲烷型	35	100	<175
国内某产品	12 h 内未脱除	<85	
热碱型	12 h 内未脱除	<80	
研制的脱漆剂	25	100	<125

注: *: 脱漆时间是指 100% 脱除漆膜所用的时间; **: 使用量是脱漆剂用量与被涂上脱漆剂的漆膜面积之比

由表 2 可知,研制的脱漆剂与现有其它脱漆剂相比,脱漆时间短、效率高、用量少,实现了在 25 min 内快速脱漆的目的。与国内某脱漆剂相比,新研制的脱漆剂脱漆效率提高了 30%,使用量减少了 20%。

2.5 脱漆剂对底材腐蚀性能的影响

选取不同脱漆剂处理后的试片,采用扫描电镜观察磷化膜的表面形貌变化情况,结果如图 5。



(a)研制的脱漆剂 (b)二氯甲烷型脱漆剂 (c)热碱型脱漆剂

图 5 脱漆后磷化膜基体的表面形貌 × 1000

Fig. 5 Surfacing micrograph of substrate after-removing

由图 5 可知,该脱漆剂对底材磷化膜结构破坏较少,图 5 (a) 照片上依然可见连续的团状物,A3 钢晶界未见明显变化,表明该脱漆剂对底材基本没有影响;而图 5 (b) 和图 5 (c) 的晶界颜色变黑,出现少许腐蚀现象。说明在脱漆剂中加入少

量的缓蚀剂可减缓酸性介质对底材的腐蚀。

3 结 论

(1) 选用复合溶剂作为主溶剂,通过试验优化确定了适用于环氧富锌底漆的脱漆剂配方,实现了

在短时间内 (25 min) 快速软化、脱除环氧富锌底漆漆膜的目的;与国内某脱漆剂相比,新研制的脱漆剂脱漆效率提高了 30%,使用量减少了 20%;

(2) 通过对工艺因素的探讨,表明脱漆剂对脱漆温度、漆膜厚度、底材处理方式等工艺参数依赖性较强;

(3) 采用扫描电镜测试了对底材的性能影响,经表面形貌分析,该脱漆剂对底材影响很小。

参考文献:

[1] 李金桂,曹备. 钢结构桥梁的腐蚀控制 [J]. 中国表

面工程, 2004,17(5):5-10.

[2] 徐滨士,朱胜,等. 装备再制造工程学科的建设与发展 [J]. 中国表面工程, 2003,16(3):1-6.

[3] 王春明. 脱漆剂 [J]. 电镀与环保, 2000,20(4):31-32.

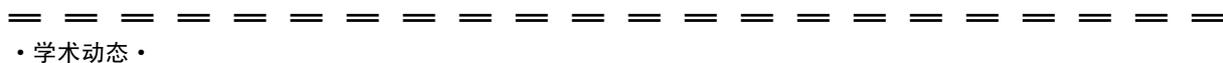
[4] 程能林. 溶剂手册 [M]. 北京: 化学工业出版社, 1996.

[5] Summerfield, Stephen R, Clark. Low toxicity paint stripper [P]. UP:5990062, 1999-11-23.

作者地址: 北京丰台区杜家坎 21 号 100072

装甲兵工程学院材料系 Tel: (010) 66717373

E-mail: hxwdyl@126.com



2005 推进高新技术发展与应用, 提高装备与设备维修保障能力研讨会 (征文通知)

总装备部装备维修工程技术专业组、中国工程机械学会维修工程分会、中国设备管理协会再制造技术委员会及中国设备管理协会工程机械维修委员会等 6 个单位联合商定, 拟于 2005 年 5 月在大连召开“推进高新技术发展与应用, 提高装备与设备维修保障能力”研讨会。

1. 会议主题: 推进高新技术发展与应用, 提高装备与设备维修保障能力。

2. 征文范围: 信息化、机械化复合发展条件下的装备与设备维修发展方向、重点、策略和需求; 装备与设备维修新理论、新概念、新思想; 野外损伤快速评估、应急抢修、抢救的理论与技术; 信息化条件下装备与设备损伤修复关键技术及软件密集型装备与设备的维修保障技术; 装备与设备故障快速诊断、检测与维修保障的远程支援技术; 装备与设备腐蚀防护与治理技术; 新技术、新材料、新工艺在装备与设备维修中的研究与应用; 适应信息化条件的维修组织、资源配置和社会化保障; 国内外维修发展现状、趋势及维修案例分析; 装备与设备再制造基础理论、关键技术及应用; 其他。全文截稿日期: 2005 年 3 月 31 日 联系人: 何嘉武

地址: 北京市丰台区长辛店杜家坎 21 号科研部 专业组办公室收 (邮编: 100072)

Tel: (010)66718875 Fax: (010)66718875 E-mail: weixiugaige@163.com



• 行业信息 •

中国科学技术协会表彰第二届中国科协期刊 99 篇优秀论文

中国科学技术协会为了激励广大科技人员不断创新, 发表高水平的学术论文, 进一步提高办刊质量, 加速我国科技期刊国际化, 促进我国科学技术水平的不断提高, 于 2005 年 1 月 12 日发文对《薄膜生长中的表面动力学》等 99 篇中国科协期刊优秀论文予以表彰, 以资鼓励。中国机械工程学会推荐参评的优秀论文中有《两相非定常流的一些显式解析解》等 4 篇论文获奖, 现节录报道如下:

第二届中国科协期刊优秀论文获奖名单(节录)

序号	论文题目	作者姓名	刊物名称	论文刊登时间	推荐学会
63	两相非定常流的一些显式解析解	蔡睿贤、张冬阳	机械工程学报	2001 年第 9 期	中国机械工程学会
64	Study on Macro & Micro Modeling on Solidification Process of Shaped Casting	柳百成、康进武、赵海东	Chine Journal of Mechanical Engineering	2002 年第 3 期	中国机械工程学会
65	面向 21 世纪的绿色仪器系统	秦树人、汤宝平	中国机械工程	2000 年第 3 期	中国机械工程学会
66	纳米颗粒复合刷镀层性能研究及其强化机制探讨	董世运、徐滨士、马世宁	中国表面工程	2003 年第 3 期	中国机械工程学会
