

一种水性抗黏连丙烯酸高光面漆涂料的研制

任 静, 刘邵龙, 信雅全, 雷日霄

(石家庄市油漆厂, 石家庄市水性工业涂料技术创新中心, 石家庄 050051)

摘要: 以丙烯酸乳液为主成膜物制备水性高光面漆涂料, 研究不同基因改性丙烯酸乳液、不同醇酸树脂含量、不同手感助剂对水性抗黏连丙烯酸高光涂料的影响。结果表明: 采用含硅改性丙烯酸乳液 GS-218 冷拼自产 WB-05 醇酸树脂体系, 醇酸树脂添加量为 15%, 手感助剂为 2556 水溶性蜡, 所制备的水性丙烯酸高光面漆涂料具有良好的光泽及抗黏连性。

关键词: 丙烯酸乳液; 醇酸树脂; 手感助剂; 抗黏连; 光泽

中图分类号: TQ637 文献标志码: A 文章编号: 1007-9548(2025)07-0009-04

Development of A Water-based Anti-adhesion Acrylic High Gloss Topcoat Coating

REN Jing, LIU Shao-long, XIN Ya-quan, LEI Ri-xiao

(Shijiazhuang Paint Company, Shijiazhuang Waterborne Industrial Coatings Technology Innovation Center, Shijiazhuang 050051, China)

Abstract: The effects of different modified acrylic emulsions, alkyd resins, alkyd resin content and hand feel additives on waterborne anti-adhesion acrylic coatings were studied. The results showed that the water-based acrylic high gloss coating, which was prepared by cold preparation of WB-05 alkyd resin system with modified acrylic emulsion GS-218 containing silicon, with 15% alkyd resin added and 2556 water-soluble wax as the handle agent, had good gloss and anti-adhesion properties.

Key words: acrylic emulsion; alkyd; handle-agent; anti-adhesion; gloss

0 引言

随着人们环保意识的增强和国家政策的支持, 以水性涂料为主的新型环保涂料逐渐成为发展方向。相较于传统溶剂型涂料, 水性涂料具有低毒性、低挥发性有机化合物(VOC)排放量等特点, 在环保性能、生态效益和经济效益等方面相较传统溶剂型涂料具有很大的优势^[1], 其在表面涂装领域中的应用日益广泛^[2-4]。

其中, 以丙烯酸乳液为主成膜物的水性丙烯酸涂料由于其具有很高的光、热和化学稳定性, 同时具有透明度高、光亮丰满等优点, 在建筑物、汽车表面、彩钢瓦表面等面漆领域得到广泛的应用。但由于其热黏冷脆、抗回黏性差、手感不佳等固有缺点, 严重制约了其在水

性面漆领域的应用。相反, 水性醇酸树脂具有干燥后漆膜附着力好、硬度稳定、手感优良、抗回黏性好等优点, 但同时, 采用醇酸树脂制备的水性面漆涂料其耐候性较差、味道较大等主要缺点也限制了其在水性涂料面漆领域的应用。目前, 以丙烯酸乳液为主成膜物, 冷拼醇酸树脂, 使两种不同成膜物发挥协同作用, 成为制备水性面漆涂料领域的主要解决方案。

由于丙烯酸乳液和醇酸树脂之间容易存在相容性不佳, 分散程度不一等问题, 采用醇酸树脂冷拼丙烯酸乳液体系制备的水性抗黏连丙烯酸面漆涂料的光泽一般较低, 不满足市场对面漆涂料的光泽要求。因此研究水性抗黏连丙烯酸高光涂料具有明显的现实意义。

本文通过筛选不同改性的丙烯酸乳液作为成膜物, 考察了成膜物对漆膜光泽的影响, 并通过调整成膜物种类和比例, 手感助剂的选择, 在一定范围内解决水性丙烯酸涂料高温返黏的难题, 并在提高初期干燥硬度的同时, 保证了产品光泽。

收稿日期: 2024-05-06

作者简介: 任静(1995—), 女, 本科, 助理工程师, 主要从事水性单组分丙烯酸涂料和水性醇酸涂料的配方研制、生产质量控制和施工指导等工作。E-mail: 1176007865@qq.com。

1 试验部分

1.1 主要原材料

含硅改性丙烯酸乳液 A1 (常州广树化工 GS-218), 苯环结构改性丙烯酸乳液 A2 (衡水新光 XG9018), 水性环氧酯改性丙烯酸乳液 A3 (衡水新光 XG900A), 水性通用丙烯酸乳液 A4 (恒和永盛 LR2020)、水性醇酸树脂 (自产树脂 WB-05)、丙二醇甲醚 (巴斯夫), pH 调节剂 (德化化工), 分散剂 (毕克化学), 消泡剂 (德国化学), 流平剂 (德国化学), 基材润湿剂 (德国化学), 防闪锈助剂 (毕克化学), 手感助剂 C1 (2556 手性蜡), 手感助剂 C2 (迪高化学 TEGO-482), 手感助剂 C3 (毕克化学 BYK-3720), 颜料 (钛白粉, 日本三菱工业有限公司), 基础填料 (沉淀硫酸钡, 巩义市盛达微粉厂)。

1.2 试验仪器

JJ500 型精密电子天平, 常熟双杰测试仪器厂; JSF-550A 搅拌砂磨分散多用机, 上海普申化工机械有限公司; QSM II 型砂磨机, 天津市精科联材料试验机有限公司; QSD 型刮板细度计, 上海天辰现代环境技术有限公司; BGD856 紫外光老化仪; 铅笔硬度仪 QHQ-A 750 g, 艾普计量仪器有限公司; MN268 型光泽度仪, 天津市其立科技有限公司。

1.3 基础配方

根据客户要求, 结合客户使用工艺和条件要求, 水性抗黏连丙烯酸高光面漆的基础配方如表 1 所列。

表 1 水性抗黏连丙烯酸高光面漆的基础配方

原材料	质量分数/%
成膜物	32~60
成膜助剂	3~8
pH 调节剂	0.2~0.5
分散剂	0.5~2.0
消泡剂	0.05~1.50
流平剂	1~2
防闪锈助剂	1~2
水	10~30
颜料	15~30
填料	5~10
增稠剂	0.2~1.5

1.4 涂料制备

按配方称取: 去离子水、成膜物、成膜助剂、pH 调节剂、分散剂、消泡剂、流平剂、防闪锈助剂、颜料、填料, 通过高速搅拌均匀, 主机转速 800~1 000 r/min, 再经搅拌砂磨分散多用机研磨得到细度为 20 μm 的成品涂料, 过滤备用。

1.5 性能检测

所制备的水性抗黏连丙烯酸高光面漆按照表 2 进行性能检测。

表 2 水性抗黏连丙烯酸高光面漆的检测方法及标准

项目	产品标准	测试方法及标准
容器中状态	搅拌后混合后无硬块, 呈均匀状态	HG/T 4758—2014
漆膜外观	平整、光滑、无气泡、无针孔、无缩孔	目测
光泽/%	≥ 70	GB/T 9754—2007
表干时间/h	≤ 2	GB/T 1728—2020
实干时间/h	≤ 24	GB/T 1728—2020
自干 24 h 铅笔硬度	2B	GB/T 6739—2022
自干 7 d 铅笔硬度	HB	GB/T 6739—2022
25 $^{\circ}\text{C}$ 下黏连程度	基本不黏连	指触法
50 $^{\circ}\text{C}$ 下黏连程度	轻微黏连	指触法

本文中的黏连程度是以指触法作为判定标准, 严重黏连即用手指轻触漆膜表面, 留下清晰指纹; 轻微黏连即用手指轻触漆膜表面, 感到发黏, 但无明显指纹留在漆膜表面; 基本不黏连则为用手指轻触漆膜表面, 不感到发黏, 漆膜表面无指纹印。

2 结果与分析

2.1 丙烯酸乳液对高光抗黏连面漆体系的影响

丙烯酸乳液是由丙烯酸酯类单体经聚合反应得到, 具有优异的耐候性、耐腐蚀性、耐化学药品等特性, 同时其所制备的涂料具有高光泽, 附着力优异等特性, 被广泛应用于装饰面漆领域, 但由于丙烯酸乳液涂料体系的独特成膜机理, 在其成膜过程中, 丙烯酸胶粒在成膜助剂的辅助作用下平铺在基础表面, 没有其他交联反应的发生, 使其具有良好的施工性的同时, 带来了初期硬度偏低、高温黏连这一不可避免的系统问题, 严重限制了其使用范围。

目前市面上常见的改性方法包括水溶性硅改性、苯环结构改性、环氧酯改性。含硅改性丙烯酸乳液由于其结构主链中存在 Si—O—Si 分子链, 在干燥过程中有效地提高了初期硬度, 并由于 Si 元素的存在, 提高了其抗高温黏连性; 苯环结构改性丙烯酸乳液, 在其结构主链中引入刚性基团, 增大了在高温下丙烯酸分子链蠕动的难度, 对干燥后硬度有所提升, 在高温阶段能够继续保持一定的漆膜硬度; 环氧基团改性丙烯酸树脂在主链结构中引入环氧基团, 一方面可以提高树脂的光泽度, 另一方面环氧基团的存在, 提供了在干燥过程中与其他主链基团的反应性, 也在一定程度上改善了热塑性树脂体系在高温中产生黏连的缺点。

本文通过选取不同改性基团改性丙烯酸树脂体

系,分析在相同外界干燥条件下,丙烯酸乳液对高光抗黏连面漆体系的影响,结果如表3所列。其中:通用丙烯酸树脂作为基础体系,为试验空白对照组,A1为含硅改性丙烯酸乳液,A2为苯环结构改性丙烯酸乳液,A3为环氧酯改性丙烯酸乳液体系。

表3 不同改性基团对水性丙烯酸面漆性能的影响

项目	空白	A1	A2	A3
光泽/%	80	84	83	57
表干时间/min	20	23	22	26
实干时间/h	8	8	8	8
自干24h铅笔硬度	2B	B	B	2B
自干7d铅笔硬度	B	HB	HB	HB
25℃下黏连程度	轻微 黏连	基本 不黏连	轻微 黏连	基本 不黏连
50℃下黏连程度	严重 黏连	严重 黏连	严重 黏连	严重 黏连

由表3可以看出,含硅改性丙烯酸乳液A1表现较好,在自干24h后铅笔硬度达到B,自干7d后硬度达到HB,这可能是因为Si—O—Si分子链提供了较好的手感,在25℃的环境中基本不黏连,采用刚性基团苯环改性丙烯酸乳液A2在25℃的环境中黏连严重,刚性基团作用不明显;采用环氧酯改性的丙烯酸乳液A3体系,存在光泽较低的现象,这可能是由于改性后的丙烯酸树脂主链与环氧基团之间的叠加位阻效应,使得光泽出现下降。同时由于丙烯酸乳液成膜特性,在50℃的环境下,全部严重黏连不满足市场及客户需求。因此,选择含硅改性丙烯酸乳液作为本文高光抗黏连面漆体系的主成膜物,并对其进行相应改性,以达到市场及客户需求。

2.2 醇酸树脂含量对高光抗黏连面漆体系的影响

醇酸树脂由于其在干燥成膜过程中,存在一定的氧化交联反应,在较高温度下,分子运动受交联体系的影响,运动受阻,可以为改性后的丙烯酸树脂面漆体系提供一定的高温抗黏连特性,但由于两种成膜物之间相容性及分散程度的影响,在丙烯酸树脂面漆体系中冷拼加入醇酸树脂,容易导致面漆体系光泽下降,对高光抗黏连面漆体系产生负面影响。

本节选取自产WB-05醇酸树脂与含硅改性丙烯酸乳液冷拼体系,研究分析了醇酸树脂的含量对高光丙烯酸面漆体系的影响,结果如图1所示。

由图1可知,在醇酸树脂含量较低时,随着醇酸树脂含量的提高,涂料体系的光泽随之提高,在树脂含量为15%时,涂料体系的光泽最大,达到了86%;随着树脂含量的继续提高,涂料体系的光泽出现下降。

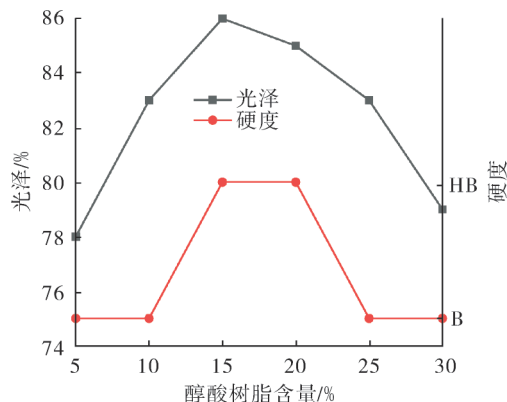


图1 醇酸树脂的含量对高光丙烯酸面漆体系的影响

这可能是因为:1)在树脂含量较低时,丙烯酸乳液体系和醇酸树脂的相容性较好,醇酸树脂能够均匀分散在漆膜中,使得涂层的光泽较高;但随着醇酸树脂含量的增多,醇酸树脂与丙烯酸树脂的相容性出现下降,导致涂层光泽的下降。2)在醇酸树脂含量较少时,其干燥所需氧气较少,干燥速度较快,能够在主体丙烯酸树脂干燥之前完成表干,对涂层光泽有着正向作用,但随着醇酸树脂含量的提高,其干燥所需时间增多,在主体丙烯酸树脂完成干燥之前,醇酸树脂未完全表干,内部未完成表干的醇酸树脂对涂层光泽出现负面影响,导致了涂层整体的光泽下降。

同时,随着树脂含量的增多,漆膜的初期硬度出现了先上升后下降的趋势,并且初期硬度的最大值与光泽最大值相对应,这可能是因为,此时醇酸树脂与丙烯酸树脂的相容性达到最佳,同时醇酸树脂的干燥速度与丙烯酸树脂的干燥速度相匹配,导致漆膜的初期硬度最佳。随着醇酸树脂的进一步增多,醇酸树脂的干燥速度受丙烯酸树脂的影响,或者说过量的醇酸树脂在干燥过程中,需要更多的空气进行干燥,丙烯酸树脂在表面的干燥影响了醇酸树脂获取氧气的途径,导致醇酸树脂的干燥速度受到较大影响,部分醇酸树脂在丙烯酸树脂干燥后,无法继续反应干燥,导致涂膜体系的硬度出现下降。因此,当醇酸树脂含量为15%时,该高光抗黏连面漆体系性能最佳。

2.3 手感助剂对高光抗黏连面漆体系的影响

手感助剂目前市面上主要为含硅助剂及部分水溶性蜡助剂,其主要作用是提高丙烯酸面漆体系表面的顺滑程度,在一定程度上提高了丙烯酸面漆体系的初期硬度。同时,手感助剂在丙烯酸面漆体系干燥成膜过程中,不同手感助剂的上浮速率不同,会导致丙烯酸面漆漆膜出现不同的表现。手感助剂的上浮速率与漆膜的干燥速率相匹配,手感助剂会提高漆膜的饱满程度,并提高漆膜光泽及表面顺滑程度,反之手感助剂的上

浮速率与漆膜的干燥速率不匹配,则漆膜会出现饱满度下降、光泽下降、褶皱等现象。根据经验选定手感助剂的添加量为 3%,不同手感助剂的添加效果如表 4 所列。

表 4 不同手感助剂对水性丙烯酸面漆性能的影响

项目	空白对照	C1	C2	C3
光泽/%	80.1	93.2	74.1	80.5
表面效果	光滑平整	光滑平整	褶皱	轻微褶皱

由表 4 可以看出,采用 C1 水溶性蜡作为手感助剂,漆膜表面光滑平整,没有褶皱,光泽从 80.1%提高至 93.2%,并且手感有明显改善,提高了丙烯酸面漆的抗黏连性,而采用 C2 水溶性硅手感助剂,漆膜表面明显出现褶皱,光泽由 80.1%下降到 74.1%;采用 C3 手感助剂,漆膜光泽与表面效果较空白组变化较小,未起到应有的作用。

这可能是由于手感助剂 2526 在漆膜中的上浮速度与丙烯酸面漆的干燥速度相匹配,能够起到相应作用,而手感助剂 C2 在漆膜中的上浮速度与丙烯酸面漆的干燥速度不匹配,未起到其相应的作用,并破坏了原有漆膜的完整性,导致光泽出现明显下降。因此,选择手感助剂为 C1 时,该高光抗黏连面漆体系性能最佳。

3 结语

1)采用含硅改性丙烯酸乳液为主成膜物所制备的丙烯酸面漆体系,较其他类型丙烯酸乳液有较好的表面效果,其抗回黏性较好

2)采用醇酸树脂冷拼改性丙烯酸乳液体系中,随着树脂含量的提高,体系成膜后光泽及硬度随着树脂含量的增多出现先增长后下降的趋势,树脂最佳添加

含量为 15%。

3)手感助剂能够有效提高丙烯酸面漆体系的光泽及抗回黏性,在本体系中,采用 C1 水溶性蜡作为手感助剂,取得了最佳效果

参考文献:

[1] 崔少杰,李雅蕾,张雷.水性涂料环保特性及其在表面涂装工艺中的应用分析[J].低碳世界,2023,13(7):16-18.

[2] 葛军秀.一种水性多功能涂料的制备和性能研究[J].上海涂料,2021,59(6):5-11.

[3] 束树军.水性高光,高性能丙烯酸乳剂的防腐应用研究[J].中国涂料,2022,37(3):63-69.

[4] 成竞祯,吴良,王富丽,等.水性丙烯酸防腐涂料改性的研究进展[J].化工技术与开发,2023,52(5):69-73.

[5] 肖娟.水性丙烯酸改性醇酸树脂涂料的合成和性能研究[D].北京:北京化工大学,2010.

[6] 杨晓梅.水溶性丙烯酸涂料的合成研究[D].武汉:武汉工程大学,2014.

[7] 许利莎,焦辉军,张战伟,等.水性丙烯酸工业涂料光泽影响因素研究[J].中国涂料,2019,34(3):55-59.

[8] 许利莎,信雅全,王国明,等.低温成膜高温码垛汽车板簧用水性防腐涂料的研制[J].中国涂料,2022,37(9):33-37.

[9] 林芳.苯丙乳液成膜过程与涂膜性能研究[D].广州:华南理工大学,2023.

[10] 穆元春,李晓晨,邱藤,等.成膜助剂对核壳结构乳胶粒子成膜过程的影响[J].北京化工大学学报(自然科学版),2011,38(3):44-49.

[11] 崔嘉敏,张胜文,何立凡,等.成膜助剂在多层核壳丙烯酸酯乳液中的应用[J].涂料工业,2008,38(10):19-22. ◆

(上接第 8 页)

[8] AKZO NOBEL. Intersleek® 900 foul release coating technical data sheet[Z].2020.

[9] LIU C, XIE Q Y, MA C F. Dynamic surface antifouling: mechanism and systems[J].Soft Matter,2016,12(2):345-361.

[10] WANG P, ZHANG D, LU Z H. Advantage of super-hydrophobic surface for reducing ice adhesion: a molecular dynamics simulation study[J]. Journal of Chemical Physics, 2015,143(13):134701-134712.

[11] CHEN X, LI Y, WANG F. Synergistic effect of fluorinated and siloxane segments on marine antifouling coatings [J]. ACS Applied Materials & Interfaces,2021,13 (28):33482 - 33493.

[12] ZHANG R, LIU H, ZHENG Y. Cavitation erosion resistance

of elastomeric coatings: Role of surface energy and elastic modulus[J].Wear,2022,500-501:204358-204365.

[13] International Paint Ltd. Foul release technology for marine propellers: WO2021178432A1[P].2021-09-10.

[14] YANG J, WU Z, ZHOU S. Long-term field assessment of fouling-release coatings in tropical seawater[J]. Ocean Engineering,2023,272:113876-113883.

[15] European Chemicals Agency (ECHA). Guidance on biocidal product regulation for antifouling coatings [EB/OL].2022, <https://echa.europa.eu/>.

[16] LI Q, SUN J, HUANG N. Nanosilica-reinforced fluorosilicone composites for enhanced mechanical and antifouling properties [J].Composites Part B:Engineering,2024,271:111 - 126. ◆