

# 水性木器涂料的制备及其性能研究

董颖<sup>1</sup>, 陈炳耀<sup>1,3</sup>, 杨善杰<sup>1</sup>, 刘恩全<sup>2</sup>

(1.广东三和化工科技有限公司, 广东 中山 528429; 2.广东顺德三和化工有限公司, 广东 佛山 528325;

3.中山市黄圃镇知识界人士联谊会, 广东 中山 528429)

**摘要:** 介绍了一种木器用高硬度、漆膜效果优异的水性木器漆涂料, 试验通过优选聚氨酯改性丙烯酸乳液为成膜物, 以二丙二醇甲醚、二丙二醇正丁醚混合液为成膜助剂, 再加入碳酸钙、钛白粉颜填料补强, 以此配方制得的木器涂料铅笔硬度为 2H、附着力为 0 级, 漆膜光泽度高、丰满, 完全能够满足建材家装市场需求。

**关键词:** 丙烯酸聚氨酯; 木器用水性涂料; 高硬度; 表面效果; 力学性能

中图分类号: TQ633 文献标志码: A 文章编号: 1007-9548(2024)10-0001-03

## Study on Preparation and Properties of Waterborne Wood Coatings

DONG Ying<sup>1</sup>, CHEN Bing-yao<sup>1,3</sup>, YANG Shan-jie<sup>1</sup>, LIU En-quan<sup>2</sup>

(1.Guangdong Sanvo Chemical Industry Technology Limited, Zhongshan 528429, Guangdong, China; 2.Guangdong Shunde Sanvo

Chemical Co., Ltd., Foshan 528325, Guangdong, China; 3.Huangpu Town Intellectual Community Association in Zhongshan

City, Zhongshan 528429, Guangdong, China)

**Abstract:** A waterborne wood paint with high hardness and excellent film effect for wood was introduced. Through the experiment, polyurethane modified acrylic lotion was selected as the film forming substance, the mixture of dipropylene glycol methyl ether and dipropylene glycol n-butyl ether was used as the film forming agent, and calcium carbonate and titanium dioxide powder filler were added to strengthen the film. The wood paint with hardness value of 2H, adhesion of 0 grade, high gloss and plump film was prepared by this formula, Fully able to meet the demand of the building materials and home decoration market.

**Key words:** acrylic polyurethane; water based paint for wood; high hardness; surface effect; mechanical property

## 0 引言

随着国家经济水平的提高与消费观念的进步, 涂料消费者对产品环保意识和对人体健康的重视程度不断增强。近期由国家环保部门掀起的“环保风暴”, 严格监管涂料 VOC 排放量, 加强对油性涂料产品的管控, 装饰涂料特别是家装木器涂料油改水是大势所趋<sup>[1]</sup>。目前市面上水性木器涂料品种逐渐增多, 但均存在漆膜光泽低、涂层易刮伤、硬度低、抗沾污性能差等质量问题, 无法满足家装装饰、美化功能等需求, 成为水性涂料发

展的一道门槛。

如何解决上述问题, 亟需涂料研发工作者共同攻克。本文通过原料品种选型、涂料配方优化、制造工艺改进等多维度考察, 旨在全面提升单组分水性木器涂料的综合性能, 为水性木器涂料的成长、壮大提供研究思路。

## 1 试验部分

### 1.1 主要原料及设备

丙烯酸乳液、水性聚氨酯乳液、聚氨酯改性丙烯酸乳液, 工业级, 绿联(济宁)化学科技有限公司; 丙二醇苯醚 (PPH)、二丙二醇甲醚 (DPM)、二丙二醇丁醚 (DPNB), 工业级, 拜耳(中国)有限公司; 消泡剂 (AGITAN A200), 德国明凌化工集团; pH 调节剂、流平

收稿日期: 2023-12-26

作者简介: 董颖(1984—), 女, 本科, 助理工程师, 主要从事精  
细化工产品品质管理工作。E-mail: 394991509@qq.com。

剂、分散剂、润湿剂：工业级，市售；助打磨剂：硬脂酸锌、滑石粉、石英粉。

GFJ-0.4 型高速分散机、150 μm 湿膜涂布器，上海现代环境工程技术有限公司；AUTO-2 自动漆膜划格试验机，北京仕家万联科技有限责任公司；QFD 型划圈法电动漆膜附着力试验仪，河北广惠试验仪器有限公司；ES320 电子天平，苏州金钻称重设备系统开发有限公司；光泽度仪 WGG60-4，科仕佳光电仪器研究所。

## 1.2 涂料的制备

### 1.2.1 涂料配方

涂料基本原料配方见表 1。

表 1 涂料基本原料配方

原材料	质量分数/%	原材料	质量分数/%
树脂乳液	30~40	流平剂	0.2
填料	8~10	分散剂	0.2
钛白粉	40	消光粉	5
防沉剂	0.5	光稳定剂	0.3~0.5
消泡剂	0.2	稀释剂	适量

### 1.2.2 制备工艺

按照工艺配方，首先将丙烯酸乳液、分散剂、稀释剂逐一添加到高速分散机中，开启中低速搅拌 5 min 左右，确保乳液与助剂充分搅拌均匀；然后开启高速分散，并在分散过程中分别加入钛白粉、石英粉、滑石粉等补强颜填料，物料加完后持续高速分散 30 min 左右；停机后取样送检，要求漆料中控细度在 35 μm 以下，中控不合格的需进行砂磨或过滤；最后加入流平剂、消泡剂以及 pH 调节剂等功能助剂，开启中速搅拌 10 min 左右；待物料充分搅拌均匀后，取样装入铁制罐中密封备用。

### 1.3 性能测试

首先将制备的水性木器涂料参照 GB/T 1727—1992 要求制样，然后放入恒温恒湿检测室中自然养护 7 d，最后依据 GB/T 23999—2009 标准分别检测各项性能。

## 2 结果与讨论

### 2.1 乳液类型对涂料性能的影响

乳液在水性涂料原料体系中占 70%~90%，其类型选择与性能是决定涂料漆膜性能优劣的关键环节<sup>[2]</sup>。市面上常用的单组分水性木器涂料成膜物乳液品种很多，如丙烯酸乳液、聚氨酯乳液和聚氨酯改性丙烯酸乳液等。试验采用单一变量法，通过更换乳液的品种逐一制样检测，对比各类型乳液对水性木器涂料性能的影响，见表 2。

表 2 乳液类型对涂料性能的影响

检测项目	乳液类型		
	丙烯酸乳液	聚氨酯乳液	聚氨酯改性丙烯酸乳液
附着力/级	0	0	0
光泽(60°)/%	88	95	91
柔韧性/mm	2	1	1
铅笔硬度	H	H	H
耐冲击性/cm	30	50	50
耐醇性(50%, 1 h)/级	0	5	1
耐碱性(50 g/L NaHCO <sub>3</sub> , 1 h)/级	1	0	0
耐水性(24 h)/级	0	0	0
耐干热性(75 °C)/级	0	0	0
耐黄变性 ΔE(168 h)	0.8	2.3	1.2

从表 2 可以看出，成膜乳液类型的差异，制得的水性木器漆综合性能有很大不同。试验发现，丙烯酸乳液制备的涂料在漆膜硬度、耐醇性或者耐老化效果方面表现优异，但其光泽、柔韧性、耐冲击性等性能表现不佳，漆膜韧性差、脆裂严重；聚氨酯乳液虽然光泽效果、柔韧性、耐冲击性都有明显改善，但其耐醇性与耐黄变性较差，不适合室外施工使用。同时我们还可以发现，由聚氨酯改性丙烯酸乳液制备的水性木器漆，不仅附着力、硬度与柔韧性十分优异，而且其光泽度高、耐黄变性好。综合考虑，本试验最终选择聚氨酯改性丙烯酸乳液为水性木器涂料主成膜物质，其漆膜具有更好的性能优势。

### 2.2 消泡剂用量对涂料性能的影响

涂料无论是在生产还是施工环节，都很容易混入空气，造成漆膜起泡等问题。这些气泡的存在，不仅影响到漆膜装饰的美观性，而且降低了漆膜的耐水性、耐老化等物理化学性能，迅速有效地消除漆膜表层气泡非常关键<sup>[3]</sup>。涂料生产企业一般会引入消泡剂去消除或抑制已经产生的气泡，研究多少消泡剂用量可以解决水性木器涂料气泡问题至关重要。本试验选用 AGITAN A200 为消泡剂，考察其用量对漆膜性能的影响，见表 3。

表 3 消泡剂用量对涂料性能的影响

检测项目	消泡剂用量/%			
	0	1.0	1.5	2.0
漆膜外观	有较多气泡	有少量气泡	平整光滑	表面有明显缩孔
附着力/级	0	0	0	0
耐水性(24 h)/级	0	0	0	0

从表 3 可以看出,水性木器涂料配方体系中,消泡剂的引入有效地改善了漆膜表面效果,随着消泡剂用量增大,基本可以全面彻底地清除漆膜中的气泡问题。但消泡剂用量并非越多越好,消泡剂的过量添加会造成缩孔现象<sup>[4]</sup>。试验发现,消泡剂用量达到 1.5%时,制得的水性木器涂料漆膜外观平整光滑,获取最佳的消泡和破泡效果。

### 2.3 成膜助剂类型对涂料性能的影响

成膜助剂是水性木器涂料配方体系中关键原料之一,不仅影响到涂层的表干、硬度、光泽等物理性能,而且对漆膜的耐水性、耐候性以及贮存稳定性均有重要影响<sup>[5]</sup>。水性木器涂料原料的选择首先要考虑的就是安全健康、经济环保,以最少的用量、最有效地降低漆膜最低成膜温度。试验中选用了 4 种不同成膜助剂制样,考察成膜助剂种类对涂料性能的影响,见表 4。

表 4 成膜助剂类型对涂料性能的影响

检测项目	成膜助剂类型			
	丙二醇苯醚 (PPH)	二丙二醇甲 醚(DPM)	二丙二醇丁 醚(DPNB)	DPNB:DPM =1:1
漆膜外观	少裂纹	有小颗粒	无明显颗粒	平整
光泽(60°)/%	64.3	85.7	88.7	86.6
沸点/℃	243	120.4	230	175
铅笔硬度	F	2H	H	2H
挥发速率(醋酸丁酯=100)	0.2	3.5	0.6	1.7
闪点/℃	120	75	100	80
水中溶解度	1.0	互溶	4.5	>2

从表 4 可以看出,不同类型的成膜助剂制得的木器漆试样性能具有很明显差异,其中 PPH 和 DPNB 两款成膜助剂制得漆膜硬度不佳,而采用 DPM 为成膜助剂漆膜硬度最好,这主要是受成膜助剂沸点差异的影响,沸点越低挥发速率越快,制得的漆膜固化后硬度最高<sup>[6]</sup>。DPNB 与树脂相容性较好、漆膜光泽最好,但漆膜硬度值有待提升。试验过程中选用 DPNB 和 DPM 两款不同沸点的溶剂复配使用,复配后的成膜助剂挥发速度快、溶解性能强,以此制备的木器用水性涂料不仅拥有优异的表面效果和较高的硬度,而且漆膜光泽高。试验建议,优选 DPM 和 DPNB 按 1:1 比例复配混合,作为木器涂料的成膜助剂。

### 2.4 打磨助剂的选择

木器涂料的打磨性能十分关键,直接影响到涂装的美观效果和装饰质量。试验中,引入打磨助剂提升漆膜打磨性能,以期实现优异的喷涂效果。目前涂料行业

中,常见的打磨助剂有石英粉、滑石粉和硬脂酸锌等原料。打磨助剂对漆膜综合性能的影响见表 5。

表 5 打磨助剂对漆膜性能的影响

检测项目	打磨助剂			
	无	硬脂酸锌	滑石粉	石英粉
打磨性	难打磨	易打磨	易打磨	易打磨
附着力/级	1	1	0	0
光泽(60°)/%	90	75	73	88
漆膜外观	漆面平整光滑、透明性好	气泡多、透明度差	漆膜透明度较差	透明性好、漆膜丰满

从表 5 可以看出,大部分打磨助剂加入后可以有效地改善水性木器涂料的打磨性能,但硬脂酸锌和滑石粉制备的漆膜在经过干燥固化后透明程度要比没添加的差很多。因为硬脂酸锌、滑石粉等粉体原料的纯度直接影响到涂料的透明度,在清漆、透明漆类产品中不太受欢迎<sup>[7]</sup>。综合试验结果发现,优选石英粉为打磨助剂,不仅改善漆膜打磨性能,而且漆膜外观丰满、透明性好,具有光泽性优异、附着力较高的性能优势。

## 3 综合性能分析

本试验制备的高性能木器用水性涂料,按照 GB/T 23999—2009 检测性能,结果见表 6。

表 6 水性木器漆产品性能

检测项目	技术要求	测试结果	对照样品 A
不挥发物/%	≥30	38	30
细度/μm	≤35	<20	25
表干时间/min	≤30	15	25
实干时间/h	≤6	2	4
铅笔硬度	≥H	2H	H
耐冲击性(50 cm)	无脱落、裂痕	符合	符合
耐醇性(50%, 1 h)	无异常	无异常	无异常
耐碱性(50 g/L NaHCO <sub>3</sub> , 1 h)	无异常	无异常	无异常
耐水性(24 h)	无异常	无异常	无异常
耐干热性((70±2)℃, 15 min)	无异常	无异常	无异常
耐黄变性 ΔE(168 h)	无异常	无异常	无异常
附着力/级	≤1	0	1
光泽(60°)/%	商定	84	60

从表 6 检测数据发现,本试验优选聚氨酯改性丙烯酸乳液为成膜物质、石英粉为补强原料,消泡剂 AGITAN A200 用量为 1.5%,DPNB 和 DPM 复配综合了高低沸点的需求,以此配方制备的(下转第 8 页)