

不同消泡剂对水性双组分丙烯酸涂料的影响

董天宁, 姚改宁, 杜愈拓, 狄正文, 陈辉辉, 雍 涛
(西北永新涂料有限公司, 兰州 730046)

摘要: 本文采用不同类型消泡剂, 考察对水性双组分丙烯酸涂料的影响。在试验考察过程中, 研究了有机硅型消泡剂、聚醚嵌段型消泡剂、复合型消泡剂的消泡性能和消泡效率以及消泡剂对涂料密度、漆膜外观、性能及贮存稳定性的影响。通过综合试验可知: 消泡剂的加入能直接影响到涂料的密度、漆膜的外观、基本性能和贮存稳定性等, 因此消泡剂的正确选择既可以降低水性涂料在制备过程中的缩孔, 又可以明显解决水性涂料制备过程中产生的各类型起泡, 从而制备出高质量的水性涂料。

关键词: 消泡剂; 水性化; 丙烯酸涂料

中图分类号: TQ630.4 **文献标志码:** A **文章编号:** 1007-9548(2025)05-0013-04

Effect of Different Defoamers on Waterborne Two-component Acrylic Coatings

DONG Tian-ning, YAO Gai-ning, DU Yu-tuo, DI Zheng-wen, CHENG Hui-hui, YONG Tao
(Northwest Yongxin Coating Co., Ltd., Lanzhou 730046, China)

Abstract: In this paper, different types of defoamers are used to investigate the effects on waterborne two-component acrylic coatings. In the course of the experimental investigation, the defoaming performance and defoaming efficiency of silicone-type defoamer, polyether block defoamer and composite defoamer, as well as the effects of defoamer on the specific gravity, appearance, performance and storage stability of the paint film were studied. Through comprehensive experiments, it is known that the addition of defoamer can directly affect the specific gravity of the coating, the appearance of the paint film, the basic properties and storage stability, etc., so the correct selection of the defoamer can not only reduce the shrinkage porosity of the waterborne coating in the preparation process, but also significantly solve the various types of blistering generated in the preparation process of the waterborne coating, so as to efficiently prepare high-quality waterborne coatings.

Key words: defoamers; waterborne; acrylic coating

0 引言

随着国家环保法规对涂料中 VOC 的排放限制及人们环保意识的增强, 涂料行业中绿色环保的水性化越来越受到大家的重视。目前我国涂料产品大多依旧为溶剂型涂料, 其含有大量的有机溶剂, 且溶剂型涂料

在生产及施工过程中, 会有大量的溶剂释放到空气中, 不仅危害施工人员的身体健康, 而且会造成环境污染。而水性涂料却没有这方面的缺陷, 因此开发水性涂料更具有现实意义。随着国家对环境污染治理方面的加强以及国家相关法律法规、政策、标准的出台, 溶剂型涂料使用受到越来越多的限制, 环境友好型的水性涂料将会在未来涂料占有重要地位。丙烯酸类涂料由于其优异的耐久性和良好的机械性能在涂料行业有着广泛的应用, 同时其还具有良好的物理性、装饰性及保护性。在水性涂料体系中, 助剂的选择和加量对整个体系影响甚大, 尤其在水性涂料体系中由于加入的助剂大

收稿日期: 2024-08-13

基金项目: 甘肃省重点研发计划-工业类项目 25YFGA068 资助。

作者简介: 董天宁(1991—), 男, 本科, 工程师, 主要从事水性涂料的研发工作。E-mail: 455363990@qq.com。

多为表面活性剂,在搅拌状态下易产生气泡,这类气泡不易自我消除,故需加入消泡剂以解决该问题,同时过量使用消泡剂又会导致漆膜产生缩孔等弊病,因此消泡剂种类的选择和加入量的把握是个难点。

本研究分别选用机硅型消泡剂、聚醚嵌段型消泡剂、复合型消泡剂等,考察了在水性双组分丙烯酸涂料体系中的消泡性能和消泡效率以及消泡剂对涂料密度、漆膜外观、性能及稳定性的影响。

1 试验部分

1.1 主要原材料

蒸馏水,自制;水性丙烯酸乳液、水性聚氨酯固化剂,科思创;基材润湿剂,毕克;分散剂,膨润土,海明斯;钛白粉,金红石型,上海颜钛;炭黑,乌海黄河亿腾;沉淀硫酸钡,河南汇金;磷酸锌,威海天创;绢云母;滁州格瑞;迪高 810 有机硅类消泡剂;毕克 1781 有机硅类消泡剂;毕克 024 有机硅类消泡剂;毕克 1711 有机硅类消泡剂;圣诺普科 SN-154 聚醚嵌段型消泡剂;以上原材料均为工业级。

1.2 主要仪器及设备

BGD750 搅拌砂磨分散多用机、BGD186 斯托默黏度计、标格达试验钢板,标格达精密仪器有限公司;EC-770P 干膜测厚仪,深圳宇问加壹传感系统有限公司;QBB 密度杯、QTY-32 漆膜圆柱弯曲试验器,沧州仪轩试验仪器有限公司;Qi79-3Ki 型漆膜冲击器,梧州市化工仪器厂;TQT-1 型漆膜弹性测定仪,天津市第三材料试验机厂;BY970/120B 盐雾试验箱,四川思创倍科科技有限公司。

1.3 水性双组分丙烯酸涂料的制备

采用研磨法先用蒸馏水和各类消泡剂等助剂以及

颜填料预制色浆,即通过机械剪切力将颜料/填料聚集体破碎,使其均匀分散于基料中,形成稳定悬浮体系。色浆细度合格后用水性丙烯酸乳液兑稀,最后过滤得到水性涂料。涂料配方如表 1~2 所列,制备工艺流程如图 1 所示。说明:与表 1 中相同配方,同时试验测试 4 组复合型消泡剂,分别为 810 搭配 1711,1781 搭配 1711,024 搭配 1711,SN-154 搭配 1711,搭配总量均为 0.1%~0.4%。

表 1 涂料配方

原料名称	配方 1	配方 2	配方 3	配方 4	配方 5
蒸馏水	15~30	15~30	15~30	15~30	15~30
基材润湿剂	0.2~0.6	0.2~0.6	0.2~0.6	0.2~0.6	0.2~0.6
分散剂	0.5~1	0.5~1	0.5~1	0.5~1	0.5~1
810	0.1~0.4				
1781		0.1~0.4			
024			0.1~0.4		
1711				0.1~0.4	
SN-154					0.1~0.4
防沉剂	1~2	1~2	1~2	1~2	1~2
颜料	0.2~0.5	0.2~0.5	0.2~0.5	0.2~0.5	0.2~0.5
其他填料	10~50	10~50	10~50	10~50	10~50
乳液	40~60	40~60	40~60	40~60	40~60

表 2 固化剂配方

原料名称	用量/%
固化剂	50~70
防闪锈剂	8
蒸馏水	20~40

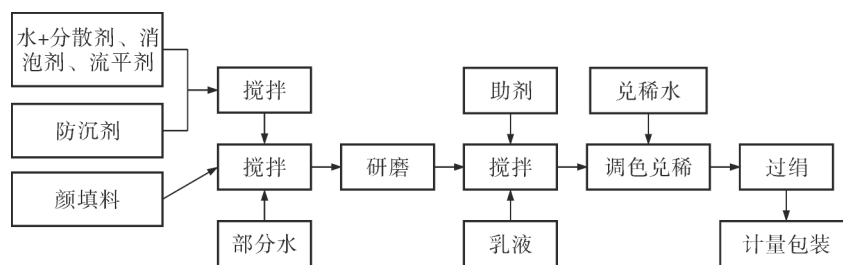


图 1 涂料的制备工艺流程

2 结果与讨论

2.1 各类消泡剂的消泡性能和消泡效率

水性丙烯酸涂料体系中由于加入的助剂大多为表面活性剂,在搅拌状态下易产生气泡现象。目前水性丙烯酸涂料中使用的消泡剂主要有:1)有机硅类消泡剂,目前市场上主流的是聚醚改性有机硅类和乳液型

聚硅氧烷类两种,这类消泡剂的热稳定性和抑泡能力很强。2)聚醚嵌段型消泡剂,这类消泡剂漆膜缺陷很少,而且相容性优异,对光泽与雾影影响很小。3)复合型消泡剂,这类消泡剂具有通用性优异且相容性适中,漆膜缺陷也很少。但是在涂料中具体选用哪一类消泡剂还需要根据具体配方体系、树脂、其他添加剂,结合

生产工艺以及施工方式,通过试验进行筛选。

表3为聚醚嵌段型消泡剂、有机硅型消泡剂、复合型消泡剂这三类常见的市面消泡剂性能的对比参数。由表3可以看出,在相同的测试条件下,相对其他两类消泡剂,复合型消泡剂具有更加优异的离心稳定性、热稳定性和水分散性,并且消泡和抑泡能力均不

错,但仅限于同类型消泡剂,如不同类型消泡剂搭配反而会使体系消泡性变差。分析原因,是因为复合型消泡剂中同类型消泡剂会产生协同作用,可以使整体的疏水基增长,从而降低水溶性,提高表面性能和分散能力,而后促使固膜破裂,使泡沫趋于不稳定状态,利于消泡。

表3 消泡剂性能对比

样品名称	规格	类型	热稳定性	离心稳定性	水分散性	消泡性时间/s	抑泡性时间/min
810	迪高	有机硅型	未分层漂油	未分层漂油	优	25	21
1781	毕克	有机硅型	未分层漂油	未分层漂油	优	30	23
024	毕克	有机硅型	未分层漂油	少许分层漂油	优	25	22
1711	毕克	有机硅型	未分层漂油	少许分层漂油	良	32	22
SN-154	圣诺普科	聚醚嵌段型	未分层漂油	未分层漂油	良	25	25
810+1711	迪高+毕克	复合型	未分层漂油	未分层漂油	优	22	20
1781+1711	毕克+毕克	复合型	未分层漂油	未分层漂油	良	26	23
024+1711	毕克	复合型	未分层漂油	未分层漂油	优	18	20
SN-154+1711	圣诺普科+毕克	复合型	少许分层漂油	少许分层漂油	良	26	28

影响消泡剂的消泡效率的影响因素一般有以下4种:1)消泡剂类型的正确选择,如有机硅类水性消泡剂、矿物油类水性消泡剂、聚醚类水性消泡剂、复合型水性消泡剂,合适类型的消泡剂能快速消泡并且不易对漆膜产生其他负面影响。2)涂料体系的特性,如在水性丙烯酸涂料体系中,因其他助剂均为表面活性剂,表面活性剂容易产生气泡,需要选择抑泡相对持久的消泡剂来提高消泡效率。3)消泡剂粒径的大小,粒径过小

的消泡剂可能会使其自身穿透泡膜的能力较差,粒径过大的消泡剂可能导致后期水性丙烯酸涂料体系沉淀,因此均会影响消泡剂的消泡效率。4)涂料制备的工艺条件,如在初期研磨阶段还是后期稀释阶段加入消泡剂,或初期研磨阶段和后期稀释阶段均加入消泡剂都会对消泡剂的消泡效率有不小的影响。表4为聚醚嵌段型消泡剂、有机硅型消泡剂、复合型消泡剂消泡效率的对比。

表4 消泡剂的消泡效率对比

样品名称	规格	类型	初始泡沫高度/mm	消泡后高度/mm	消泡效率/%
无消泡剂			54.5±1.4	51.6±1.2	5.3
810	迪高	有机硅型	53.4±1.1	21.1±0.6	60.5
1781	毕克	有机硅型	52.9±0.8	20.8±0.4	60.7
024	毕克	有机硅型	52.2±1.2	19.1±0.5	63.4
1711	毕克	有机硅型	50.3±1.4	23.4±0.4	53.5
SN-154	圣诺普科	聚醚嵌段型	53.8±0.5	24.5±0.7	54.5
810+1711	迪高+毕克	复合型	54.1±0.6	8.9±0.5	83.6
1781+1711	毕克+毕克	复合型	50.6±1.5	7.3±0.6	85.6
024+1711	毕克+毕克	复合型	51.1±1.1	6.5±0.7	87.3
SN-154+1711	圣诺普科+毕克	复合型	52.7±0.9	10.4±0.8	80.3

有机硅型消泡剂较聚醚嵌段型消泡剂在水性丙烯酸涂料体系中消泡效率相对更高,但单一使用这两类消泡剂消泡效率明显比复合型消泡剂要低。

2.2 各类消泡剂对涂料密度的影响

消泡剂的添加会导致涂料的密度发生变化,不同

类消泡剂的加入对涂料密度影响不一,因此选用适合所用涂料体系的消泡剂尤为重要。表5为在同样配方中添加相同量的不同类型消泡剂对涂料密度的影响,从表5可以看出,消泡剂的加入均会影响涂料的密度,由于消泡剂中添加有各种不同类的矿物油、有机硅、聚

合物,会影响制备的水性双组分丙烯酸涂料的密度,其中复合型消泡剂 024+1711 对制得涂料密度的影响最小。分析消泡剂对水性丙烯酸涂料的密度的影响机制为两种可能性:一是消泡剂自身密度的影响,即消泡剂的自身密度如果高于涂料体系,其添加后会增加整个体系密度,反之就会降低整个体系密度。二是在水性丙烯酸涂料中本身就存在气泡,气泡会将空气带入,从而导致整个涂料体系密度降低,而消泡剂的加入则会破坏这些气泡的稳定性并使其消除,使得整个涂料体系密度增加。

表 5 消泡剂对涂料密度的影响

样品名称	规格	类型	密度/(g·mL ⁻¹)
无添加消泡剂			1.05
810	迪高	有机硅型	1.01
1781	毕克	有机硅型	1.03
024	毕克	有机硅型	1.02
1711	毕克	有机硅型	1.01
SN-154	圣诺普科	聚醚嵌段型	0.98
810+1711	迪高+毕克	复合型	1.07
1781+1711	毕克+毕克	复合型	1.08
024+1711	毕克	复合型	1.04
SN-154+1711	圣诺普科+毕克	复合型	1.09

2.3 各类消泡剂对漆膜外观的影响

不同类消泡剂的加入对水性双组分丙烯酸涂料的外观影响不一。通过试验发现,无论哪一类消泡剂,过量加入均会使得漆膜产生缩孔,并且该类缩孔很难消除。表 6 为在同样配方中添加相同量的不同类型消泡剂对同等条件下制备漆膜外观的影响。其中迪高 810 有机硅类消泡剂和 024+1711 毕克复合型消泡剂消泡效果不错,但是 024+1711 毕克复合型消泡剂消泡效果更加优异,且试验发现无论用量大小,迪高 810 有机硅类消泡剂在前期消泡完成后,后期和复配消泡剂协同情况下容易导致漆膜出现缩孔现象。分析原因,有以下 3 种可能:一是过度消泡,即消泡剂的过量加入反而影响水性体系中水的表面张力,破坏了漆膜的流平性,导致出现缩孔;二是在涂料分散过程中由于分散剂等影响使消泡剂未分散均匀,其残留的颗粒导致漆膜出现雾影或者粗糙;三是所选消泡剂和水性丙烯酸涂料相容性差或者不匹配,从而迁移到涂层表面造成缩孔的弊病出现。

2.4 各类消泡剂对漆膜性能的影响

表 7 为基于以上 3 项研究筛选出迪高 810 有机硅消泡剂、毕克 024 有机硅消泡剂、毕克 1781 有机硅消

泡剂搭配毕克 1711 有机硅消泡剂、毕克 024 有机硅消泡剂搭配毕克 1711 有机硅消泡剂四大类进行进一步试验验证的结果。其中,在水性双组分丙烯酸涂料体系中,只用一种消泡剂的情况下,毕克 024 有机硅类消泡剂的综合性能优于迪高 810 有机硅类消泡剂,但复合型消泡剂的整体性能明显优于单纯用有机硅类消泡剂。在复合型消泡体系中,毕克 1781 搭配毕克 1711 表干和实干稍慢于毕克 024 搭配毕克 1711,且在耐水性和耐盐雾性方面毕克 024 搭配毕克 1711 也表现得更加优异。

表 6 消泡剂对漆膜外观的影响

样品名称	规格	类型	漆膜外观
无添加消泡剂			起泡
810	迪高	有机硅型	较好
1781	毕克	有机硅型	轻微起泡
024	毕克	有机硅型	起泡
1711	毕克	有机硅型	优异
SN-154	圣诺普科	聚醚嵌段型	优异
810+1711	迪高+毕克	复合型	轻微缩孔
1781+1711	毕克+毕克	复合型	优异
024+1711	毕克+毕克	复合型	优异
SN-154+1711	圣诺普科+毕克	复合型	粗糙、雾影

注:810+1711,1781+1711,024+1711,SN-154+1711 每组复合型消泡剂中二者的比例均为 6:4。

表 7 消泡剂对漆膜基本性能的影响

项目	810	024	1781+1711	024+1711
表干时间/min	20	20	25	25
实干时间/h	4	4	4.5	4
划圈附着力/级	1	1	1	1
耐冲击性/cm	40	50	50	50
柔韧性/级	1	1	1	1
弯曲性/级	1	1	1	1
初期耐水性(24 h)	正常	正常	正常	正常
耐水性/d	360	360	480	480
耐盐雾性/d	240	360	480	720

2.5 各类消泡剂对涂料稳定性的影响

所谓涂料的稳定性,即指涂料在贮存过程中其保持化学性能和物理性能的能力,具体表现在是否分层、是否沉降、是否结块、是否霉变等特性上。表 8 为基于以上 3 项研究的结果,筛选出的迪高 810 有机硅消泡剂、毕克 024 有机硅消泡剂、毕克 1781 有机硅消泡剂搭配毕克 1711 有机硅消泡剂、毕克 024(下转第 70 页)