

灰色丙烯酸聚氨酯面漆浮色发花问题的解决

许文彬¹, 徐祥麟¹, 司浩田¹, 牛丽涛¹, 王增伟²

(1.双塔涂料科技有限公司,河南 开封 475003;2.中创智领(郑州)工业技术集团股份有限公司,郑州 450000)

摘要: 通过试验筛选和对比了不同润湿分散剂对客车用灰色 2K 丙烯酸聚氨酯面漆浮色发花问题的影响。结果发现:当选择 DISPERBYK-180 和 DISPERBYK-2025 分别作为白色和黑色单色面漆的润湿分散剂,添加量分别为 3% 和 70% 时,用两者复配调色制备的灰色 2K 丙烯酸聚氨酯面漆无浮色发花问题。

关键词: 面漆; 浮色发花; 润湿分散剂

中图分类号:TQ639

文献标志码:A

文章编号:1007-9548(2025)12-0033-04

Solution to the Problem of Flooding and Floating of Gray Acrylic Polyurethane Topcoat

XU Wen-bin¹, XU Xiang-lin¹, SI Hao-tian¹, NIU Li-tao¹, WANG Zeng-wei²

(1.Shuangta Paint Technology Co., Ltd., Kaifeng 475003, Henan, China;

2.ZCZL Industrial Technology Group Company Ltd., Zhengzhou 450000, China)

Abstract: This article experimentally screened and compared the effects of different wetting and dispersing additives on the problem of flooding and floating of gray 2K acrylic polyurethane topcoat for bus. The experiments found that: when selecting DISPERBYK-180 and DISPERBYK-2025 as wetting and dispersing additives for white and black monochrome topcoat respectively, and adding 3% and 70% respectively, there was no flooding and floating problem of the gray 2K acrylic polyurethane topcoat.

Key words: topcoat; flooding and floating; wetting and dispersing

0 引言

浮色发花是涂料生产和施工过程中经常遇到的一个问题,浮色和发花常呈现出不同的表现现象,浮色是指涂料或者涂膜表面的颜色与内部的颜色不同,由颜料浓度在涂料中垂直方向上分散不均匀所引起;发花是指涂料或者涂膜在外观上呈现出花斑或者条纹状的颜色不均匀现象,由颜料浓度在水平方向的分散不均匀所引起。虽然浮色和发花呈现出不同的外观现象,但引起问题的原因却有相同之处,大多数情况下都是体系中不同的颜料之间的相互分离造成浓度不均匀所形成的。而润湿分散剂的选择对颜料的分散和稳定则起着决定性的作用,借助润湿分散剂的作用,颜料能够在涂料体系中

进行稳定的润湿和分散。不同颜料的表面处理、比表面积和密度等有着明显的差异,必须选择合适的润湿分散剂才能使彼此在同一体系中均匀分布,避免浮色发花问题的产生。灰色系 2K 丙烯酸聚氨酯面漆是客车面漆涂装中经常使用到的一种色系,同时也是一种特别容易出现浮色发花问题的颜色。本文通过对润湿分散剂的筛选与评价,分析了不同种类和用量的润湿分散剂对由白色和黑色两种单色面漆复配调色制备的客车用灰色丙烯酸聚氨酯面漆浮色发花问题的影响。

1 试验部分

1.1 试验材料

钛白粉 R-706: 杜邦公司; 炭黑 MA100: 三菱公司; 气相二氧化硅 R972: 赢创公司; 羟基丙烯酸树脂 1198 SS-70: 湛新公司; 流平剂 BYK-358N、消泡剂 BYK-052、润湿分散剂(表 1): 毕克化学; 固化剂 N3390: 科思创。

收稿日期: 2025-03-27

作者简介: 许文彬(1985—),男,硕士,工程师,主要从事汽车涂料的研发与应用工作。E-mail:527414597@qq.com。

表 1 润湿分散剂

助剂	不挥发分 /%	酸值/(mg KOH·g ⁻¹)	胺值/(mg KOH·g ⁻¹)	类型
DISPERBYK-110	52	53		阴离子型含酸性基团的共聚物
DISPERBYK-180	100	94	94	含酸性基团的嵌段共聚物的烷羟基铵盐
DISPERBYK-161	30		11	阳离子型含颜料亲和基团的嵌段共聚物
DISPERBYK-2013	100	8	18	含颜料亲和基团的结构共聚物
DISPERBYK-2025	70	38	37	含有颜料亲和基团的结构化丙烯酸共聚物
DISPERBYK-2150	52		57	含有碱性颜料亲和基团的嵌段共聚物溶液
DISPERBYK-2200	100			含颜料亲和基团的高分子量共聚物
BYK-9076	100	38	44	共聚物烷醇铵盐

1.2 试验仪器

高速分散机 BGD 740;标格达;振荡机 DAS200;德国 LAU;雾影光泽仪 AG-4601;色差仪 CC-6801:BYK。

1.3 面漆和漆膜的制备

分别按照表 2~3 给出的参考配方称取原料,将 1~5 逐步加入容器中,在高速分散机中以 800~100 r/min 搅拌分散 15 min。至均匀状态,然后在振荡机 DAS200 上进行振荡至细度小于 10 μm,最后将色浆在高速分散状态下依次加入原料 6~9 分散至均匀,分别制得黑色单色面漆和白色单色面漆。

表 2 黑色单色面漆配方

序号	原材料	质量分数 /%
1	树脂	30.0
2	润湿分散剂	3.0
3	炭黑颜料	3.0
4	气相二氧化硅	1.0
5	溶剂	11.0
6	树脂	40.0
7	流平剂	0.5
8	消泡剂	0.3
9	溶剂	11.2
	合计	100.0

表 3 白色单色面漆配方

序号	原材料	质量分数 /%
1	树脂	25.0
2	润湿分散剂	2.0
3	钛白粉	28.0
4	气相二氧化硅	1.0
5	溶剂	7.0
6	树脂	30.0
7	流平剂	0.5
8	消泡剂	0.3
9	溶剂	6.2
	合计	100.0

将白色单色面漆和黑色单色面漆按照质量比 9:1 用高速分散机混合均匀制备复配的灰色 2K 丙烯酸聚氨酯面漆。将白色单色面漆、黑色单色面漆以及两者混合后制备的灰色 2K 面漆分别与固化剂按照质量比 2:1 进行混合,固化剂配方如表 4 所列,加入适量稀释剂调节至施工黏度后淋涂到聚酯薄膜上制备漆膜。

表 4 固化剂配方

序号	原材料	质量分数 /%
1	N3390	50
2	混合溶剂	50
	合计	100

1.4 性能测试

淋涂试验:将白色单色面漆、黑色单色面漆以及两者混合后制备的灰色 2K 面漆按比例加入固化剂和稀释剂,调节至施工黏度,用 200 目滤网过滤,然后淋涂在聚酯薄膜上,室温闪干 10 min,经 80 °C 烘烤 30 min,在同一黑色基材上使用雾影光泽仪测量漆膜的雾影和光泽。

指研试验:在两种单色面漆复配的客车用灰色 2K 丙烯酸聚氨酯面漆中,按比例加入固化剂和稀释剂,调节至施工黏度,用 200 目滤网过滤,然后淋涂在聚酯薄膜上,待漆膜室温闪干 10 min 在未干之时进行指研试验,再经 80 °C 烘烤 30 min,待漆膜完全干燥之后,使用色差仪测量漆膜指研部位和未指研部位之间的色差,使用雾影光泽仪测量漆膜的雾影和光泽。

2 结果与讨论

2.1 润湿分散剂种类对黑色和白色面漆的影响

按照表 2 配方,使用不同的润湿分散剂分别制备黑色单色面漆,润湿分散剂的添加量为 70%SOP(SOP 指助剂的固体含量,以颜料量计,下同),制备黑色单色面漆后进行雾影和光泽的测试,测试结果如图 1~2 所示。按照润湿分散剂对颜料作用方式的不同,可以分为受控絮凝型润湿分散剂和解絮凝润湿分散剂。受控

絮凝型的作用方式是在颜料颗粒之间形成架桥,使颜料在体系中呈现出三维网络结构,防止彼此之间的絮凝返粗;而解絮凝型润湿分散剂的作用机理是润湿分散剂直接吸附在颜料颗粒表面,使颜料颗粒彼此之间形成空间位阻而防止彼此之间的絮凝返粗。受控絮凝型润湿分散剂一般使用在光泽要求较低的中涂漆和底漆中,而解絮凝型分散剂使颜料颗粒以较小的尺寸状态分布,从而具有降低涂料黏度、提高光泽、降低雾影以及增加涂料的遮盖力等作用。在进行黑色面漆制备时所选取的润湿分散剂皆为解絮凝型润湿分散剂,这些润湿分散剂对炭黑的分散效果越好,其雾影值就越小,光泽值越高。从图 1~2 可知:在润湿分散剂使用量相同且都为 70%SOP 的情况下,不同润湿分散剂对炭黑的分散效果不同,分散效果较好的为 BYK-9076,相对较差的为 DISPERBYK-161,其他 4 种分散剂的分散效果基本相当。从分散剂的类型上可知,BYK-9076 为共聚物烷醇铵盐,DISPERBYK-161 为阳离子型含颜料亲和基团的嵌段共聚物,其他 4 种为含有颜料亲和基团的嵌段共聚物。沈求旺^[1]的研究表明,带有颜料亲和基团的高分子量嵌段共聚物以及不饱和多元羧酸的多元胺聚酰胺结构的润湿分散剂对炭黑具有较好的分散效果。

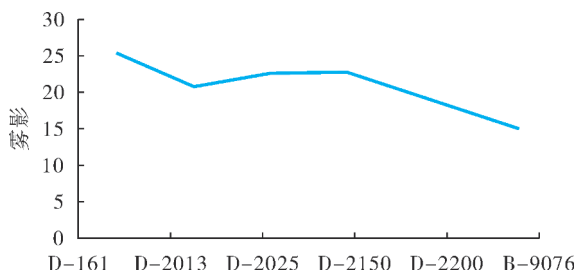


图1 润湿分散剂对黑色单色面漆雾影的影响

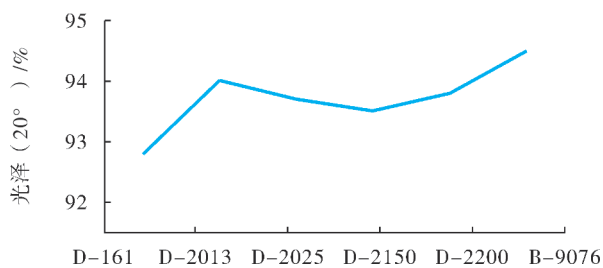


图2 润湿分散剂对黑色单色面漆光泽(20°)的影响

按照表 3 配方,使用分别使用 2 种常用的无机颜料润湿分散剂 DISPERBYK-110 和 DISPERBYK-180 对钛白粉进行分散制备白色单色面漆,润湿分散剂的添加量为 3%SOP,制备白色单色面漆后进行雾影和光

泽的测试,测试结果如表 5 所列。

表 5 润湿分散剂对白色单色面漆的雾影和光泽的影响

助剂	雾影	光泽(20°)/%
DISPERBYK-110	18.5	91.9
DISPERBYK-180	17.3	92.4

从表 5 可知:相对于炭黑而言,钛白粉能够在使用相对少量润湿分散剂的情况下就能达到较好的分散效果。为了提高钛白粉的分散性、耐候性和遮盖力等性能,常对其表面进行改性处理,钛白粉一般采用无机表面处理,当使用三氧化二铝进行表面处理时其表面呈现碱性,当使用二氧化硅进行表面处理时其表面呈现出酸性,两种处理方式也可能同时存在。根据分散剂的酸碱理论,对于碱性表面处理的钛白粉,阴离子型润湿分散剂最为合适,对于酸性表面处理的钛白粉,阳离子型润湿分散剂相对较好。R706 钛白粉其表面同时使用三氧化二铝和二氧化硅进行表面处理,基本呈现中性,所以含酸性基团的共聚物型分散剂 DISPERBYK-110 和 DISPERBYK-180 都能够对其进行有效的分散,同时结合白色单色面漆以上的测试结果和实际的应用经验,在分散剂的使用量为 3%SOP 时即能达到较好的分散效果,后续试验固定白色单色面漆分散剂的添加量为 3%SOP。

2.2 润湿分散剂种类对色差的影响

分别将以上两种分散剂的白色单色漆与使用 6 种分散剂得到的黑色单色漆按照 9:1 的质量比混合均匀后进行指研试验,得到的指研色差如图 3 所示。

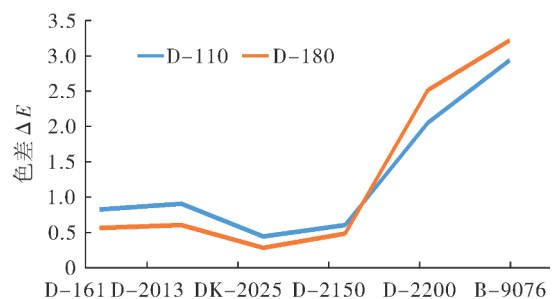


图3 润湿分散剂对复配灰色面漆指研色差的影响

从图 3 可知:使用 DISPERBYK-110 和 DISPERBYK-180 润湿分散剂的白色单色漆与不同黑色单色漆复配后指研色差的变化趋势是一致的,即使用 BYK-9076 和 DISPERBYK-2200 时的色差较大,当润湿分散剂选择 DISPERBYK-2025 和 DISPERBYK-2150 时指研色差最小。特别是当使用 BYK-9076 作为炭黑的润湿分散剂时,复配灰色指研色差的大小与黑色单色漆的光

泽值呈现出相反的趋势,当炭黑使用分散效果较好时,色差反而较大。指研色差的大小与体系中不同颜料颗粒之间的相对运动速率有着直接的关系,炭黑颜料分散的效果越好其粒径越小、运动速率越大,与钛白粉颗粒之间的运动速率差别越大,也就越容易造成体系内部不同部位颜料的浓度差,从而使指研色差越明显。

2.3 润湿分散剂用量对复配灰色面漆的影响

根据前面的试验结果选取选择 DISPERBYK-2025 和 DISPERBYK-2150 作为炭黑的润湿分散剂,并调整不同的添加量制作黑色单色漆,再分别与 2 种白色单色漆进行交叉混拼,当白色单色漆使用 DISPERBYK-110 进行混拼的指研后色差如图 4 所示,白色单色漆使用 DISPERBYK-180 进行混拼的指研后色差如图 5 所示。

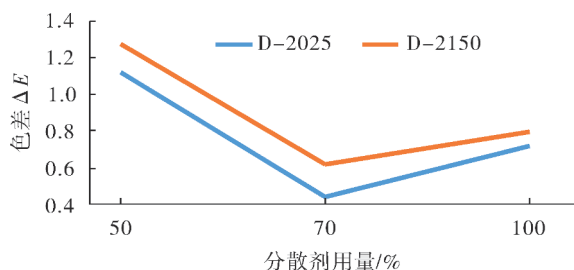


图4 白色单色漆分散剂为 DISPERBYK-110 时,黑色单色漆润湿分散剂用量对灰色面漆指研色差的影响

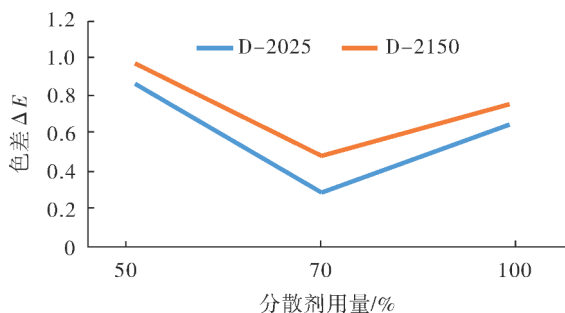


图5 白色单色漆分散剂为 DISPERBYK-180 时,黑色单色漆润湿分散剂用量对灰色面漆指研色差的影响

从图中可知:复配灰色面漆的指研色差都是随着炭黑润湿分散剂使用量的增加而先变小再变大,当炭黑分散剂的使用量达到 70% 的时候色差最小。分析可能的原因:当润湿分散剂添加量较少时,没有足够的分子链段吸附于炭黑颗粒表面,容易造成炭黑颗粒相互之间的相互絮凝而引起浮色发花问题的产生,当润湿分散剂的添加量增加时虽然能够使炭黑颗粒的分散性更好,但同时也使炭黑粒径更小,造成钛白和炭黑之间相对运动速率的增加,引起颜料浓度差异,从而更

易发生浮色发花现象,所以在制备黑色单色面漆时润湿分散剂的使用量也并非越多越好。通过对比可知:在当前涂料体系中,当选用 DISPERBYK-180 作为白色颜料的润湿分散剂,使用 DISPERBYK-2025 作为炭黑的润湿分散剂,两者的添加量分别为 3% 和 70% 时,两者进行复配后得到的客车用灰色 2K 丙烯酸聚氨酯面漆的浮色发花程度最小。

2.4 润湿分散剂的筛选和评价

润湿分散剂作为控制涂料浮色发花的重要因素,其选择和评价方法直接决定着问题解决的效率和质量。在进行润湿分散剂的筛选和评价时,一般按照以下流程和方法进行:首先,对润湿分散剂与树脂体系的相容性进行测试,确保润湿分散剂与体系的相容性良好,不能出现浑浊、沉淀等不良现象的发生;其次,进行不同颜料单色漆的分散效果验证,通过涂料的流动性和遮盖力,漆膜的光泽、雾影等进行评价;再次,进行白冲淡指研试验,将其他颜色的单色漆和白色单色漆按照一定比例进行混匀后进行指研试验,确保两两混合之后无浮色发花问题发生;然后,用三种或者三种以上单色漆复配后进行指研色差测试;最后,进行热储试验,将前面几步确定的方案制备的涂料放在 50℃ 的条件下进行 30 d 的热储存,储存后再进行黏度、光泽、雾影、透明性或遮盖力等基本指标测试和指研色差的测试,只有当这些指标都相对稳定时才能保证在后续使用过程中的稳定性。

在使用润湿分散剂解决浮色发花问题时,可以通过以下几个指标对润湿分散剂的分散效果进行评价和分析。细度是最直接地判断颜料润湿分散效果的方法,如果细度不能达到预期的要求,则其他性能肯定不能达到要求,但即使细度达到了要求则其他性能不一定符合要求,当细度要求在纳米级别时,细度板这个常用的工具也无法能够进行有效的测量;黏度,对于解絮凝型的润湿分散剂而言,颜料的润湿分散越好,其流动状态也越好,黏度也越低;光泽和雾影,颜料的分散程度越好,颗粒就越小,漆膜的光泽值就越高、雾影值越低;透明性和遮盖力,透明性颜料的分散程度越好,其透明度越高,遮盖型颜料的分散程度越好,其遮盖力越高。

2.5 其他因素

除了润湿分散剂外,涂料中的流平剂、增稠剂和溶剂等其他组分对浮色发花也有一定的影响^[2],例如:某些发花是由不同面漆的表面张力不同而引起的,此时通过加入一定量的有机硅类型的流平剂能够使液体涂料的表面张力趋于一致而消除浮色发花问题;另外,涂料中溶剂的挥发速度对浮色发花现象也有一定的影响,当涂料干燥较慢时,溶剂挥发产生(下转第 59 页)