

树脂掺量对双组分标线涂料性能的影响

袁明园, 周启伟

(招商局重庆交通科研设计院有限公司, 重庆市 400067)

摘要: 为改善和提升双组分标线涂料的性能, 研究在不同树脂掺量下涂料的耐磨性、黏结性、附着性等性能的变化情况, 明确树脂掺量对双组分标线涂料性能的影响。结果表明: 双组份标线涂料的抗磨耗性能随树脂用量的增加而减少, 树脂用量为40%时磨耗值最小; 涂料的黏结性能随着树脂用量的增加先增加后减小, 树脂掺量为38%时涂料的黏结性能最好; 涂料的附着性和柔韧性随树脂含量的增加有所提升, 综合考虑耐磨性、黏结性、经济性等, 建议合理的树脂用量为35%~38%。

关键词: 双组分标线; 涂料; 耐磨性能; 附着性能; 柔韧性能

中图分类号: U491.5*23

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2025)04-0288-03

Study on Tnfluence of Resin Dosage on Performance of Two-component Marking Coatings

YUAN Mingyuan, ZHOU Qiwei

(China Merchants Chongqing Transportation Research and Design Institute Co., Ltd., Chongqing 400067, China)

Abstract: To improve and enhance the performance of two-component marking coatings, the changes in wear resistance, cohesiveness, adhesion and other properties of coatings under different resin dosages are studied, and the influence of resin dosages on the performance of two-component marking coatings is clarified. The results show that the wear resistance of the two-component marking coating decreases with the increase of resin dosage, and the wear value is the smallest when the resin dosage is 40%. The adhesive performance of coatings increases first and then decreases with the increase of resin dosage. The adhesive performance of coatings is the best when the resin dosage is 38%. The adhesion and flexibility of coatings improve with the increase of resin content. The wear resistance, adhesion and economy are comprehensively considered, and it is recommended that the reasonable dosage of resin be 35% ~ 38%.

Keywords: two-component marking; coating; wear resistance; adhesion performance; flexibility performance

0 引言

根据国标 GB/T 16311—2009 分类, 我国交通标线涂料主要有溶剂型、水性、双组分和热熔型^[1]。目前使用的道路标线主要为热熔标线, 它具有生产便捷, 生产成本相对低, 附着力好等优点, 但热熔标线使用一段时间后容易出现夜间反光效果差、起皮脱落、碎裂等问题, 影响使用寿命^[2-4]。随着我国公路事业的迅速发展, 对交通标线的要求也随之增加, 双组分标线因良好的使用性能和耐久环保等特点使用量逐渐增加^[5]。

双组份标线涂料的主要原材之一是树脂, 树脂能够与颜填料和助剂等成分形成具有强大黏结力的物质, 增强涂层的附着力和硬度, 从而提高涂层的耐

磨性、耐久性, 同时可以增加涂层的耐候性和耐化学性, 延长涂层使用寿命。树脂用量过低或过高都会影响涂层性能, 为提升双组分标线涂料的性能, 本文研究在不同树脂掺量情况下涂料耐磨性、黏结力、附着力和柔韧性的变化情况, 以确定合理的树脂用量范围。

1 实验部分

1.1 原材料

1.1.1 树脂

双组分涂料的树脂主要包括聚氨酯、聚脲、环氧和丙烯酸四大类^[4]。聚氨酯涂料施工工艺复杂, 抗压强度低, 涂膜容易产生病害。聚脲涂料相对较硬、较脆, 易开裂破损耐久性差。环氧涂料存在耐候差、易粉化变黄等问题^[5]。丙烯酸涂料(又称 MMA 标线涂料)具有耐磨性好、使用寿命长、适用范围广、施工工序简单等优点, 近年来被广泛使用。因此选用丙

收稿日期: 2024-04-28

作者简介: 袁明园(1986—), 女, 硕士, 高级工程师, 从事绿色道路养护新材料、新工艺研究工作。

烯酸酯活性低聚物和甲基丙烯酸酯反应性低聚物^[6]MMA 树脂作为成膜树脂,其技术指标见表 1。

表 1 树脂技术指标

指标	密度/ (g·cm ⁻³)	外观	拉拔强 度/MPa	拉伸强 度/MPa	断裂伸 长率/%
数值	0.97	浅黄色略黏 稠状液体	2.85	15.51	22.42

1.1.2 其他材料

固化剂选择过氧化二苯甲酰(BPO),颜料采用钛白粉(金红石型),填料采用重质碳酸钙,助剂包括防沉剂和分散剂,均为进口。

1.2 涂料制备

MMA 树脂用量分别按 32%、35%、38% 和 40% 配制双组分涂料。A、B 组分分开配制,具体工艺如下:

(1)A 组分:按配方称取树脂质量,在 400 ~ 600 r/min 转速的搅拌状态下依次将配方量的分散剂、防沉剂加入树脂中,转速调为 1 000 ~ 1 200 r/min 搅拌 5 min;然后在低速搅拌状态下加入配方量的钛白粉、重钙粉,加完后将转速调至 1 000 ~ 1 200 r/min 搅拌 10 ~ 15 min,搅拌均匀后用黏度计测量 A 组分黏度值。

(2)B 组分:按配方称取树脂质量、助剂、颜填料和固化剂,加入顺序和搅拌工艺同 A 组分,搅拌均匀后加入固化剂,在 500 r/min 转速下搅拌均匀得到 B 组分。将同等质量的 A、B 组分搅拌均匀,制成涂料后进行试验。

2 分析与表征

2.1 抗磨耗性能

耐磨性根据《色漆和清漆耐磨性的测定旋转橡胶砂轮法》(GB/T 1786—2006)^[7]进行测试。采用 JM-V 漆膜磨耗仪,磨耗仪每端配重 500 g,选用 JM-100 橡胶砂轮,磨耗 200 次,见图 1。

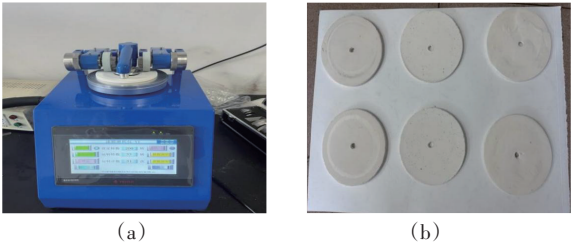


图 1 标线涂料磨耗试验

2.2 黏结性能

参考《色漆和清漆:拉开法附着力试验》(GB/T 5210—2006)^[8]测试涂料黏结力。将涂料均匀涂抹于标准水泥砂浆块上,然后将拉拔头黏结于涂料和

水泥砂浆块上进行养生,完全固化后进行拉拔试验,见图 2。

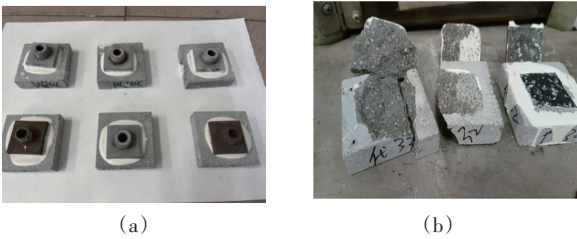


图 2 标线涂料黏结力试验

2.3 附着性(划圈法)和柔韧性

根据《漆膜划圈试验》(GB/T 1720—2020)^[9]对试样进行附着力测试,采用电动漆膜划圈试验仪,根据圆滚线划痕判断漆膜各部位的完整程度,见图 3。

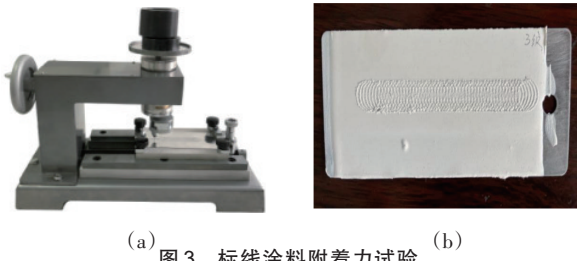


图 3 标线涂料附着力试验

根据《漆膜、腻子膜柔韧性测定法》(GB/T1731—2020)^[10]对试样进行柔韧性测定,判断试验柔韧性等级,7 级最差 1 级最好。

3 结果与探讨

3.1 耐磨性能

不同树脂含量下涂料的磨耗试验结果见图 4。

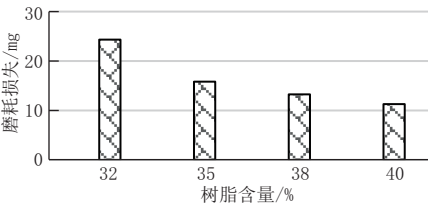


图 4 不同树脂含量涂料的磨耗损失

从图 4 可以得出如下结论。

(1)树脂用量增加,涂料的磨耗损失减少,涂层的抗磨耗性提高。分析原因树脂含量越高形成的交联网络强度越高,体系内分子链段运动力越低,因此质量损失降低^[11]。观察磨耗前后涂层外观,涂层表面没有出现严重的粉化、掉落现象,试件表面可见明显的磨耗轮迹。

(2)树脂用量为 32% 时,磨耗损失为 24.33 mg,树脂含量为 40% 时,磨耗损失最小为 14.86 mg。树脂用量从 32% 添加到 35% 后,磨耗损失减少了 34.94%;树脂用量从 35% 添加到 38% 后,磨耗损失降

低了16.23%;树脂用量从38%增加到40%后,磨耗损失降低了14.86%。

(3)从耐磨耗性来看,树脂含量为40%时,涂层磨耗损失最小。树脂用量从32%增加到35%后,磨耗损失减少了34.94%;树脂用量从35%增加到40%后,磨耗损失减少了31.10%,由此可以看出树脂含量35%后,磨耗性提升的幅度有所减少,太高的树脂含量会增加涂料成本,综合考虑建议树脂用量范围为35%~38%。

3.2 黏结性能

通过黏结力试验研究在不同树脂含量下涂层的黏结性能,结果见图5。

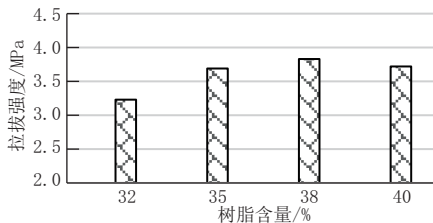


图5 不同树脂含量涂料的拉拔强度

从图5可以得出以下结论。

(1)树脂含量从32%增加到38%时,涂料的拉拔强度增加,树脂用量从38%增加到40%后,拉拔强度减少。说明树脂用量过高会对拉拔强度产生不利影响,分析原因树脂用量过高增加了标线内交联密度而限制了分子运动,从而体现拉拔强度降低^[11]。

(2)树脂含量为32%时,涂料的拉拔强度最小为3.23 MPa,含量为38%时,涂料的拉拔强度最大为3.83 MPa。树脂含量从32%增加到35%时,拉拔强度增加了14.24%;含量从35%增加到38%时,拉拔强度增加了3.79%;从38%增加到40%时,拉拔强度降低了2.87%。若单从拉拔强度考虑,树脂含量最佳值为38%。实际应用时,建议结合其他性能进行综合考虑。

3.3 附着力和柔韧性

通过实验判断涂料在不同树脂含量下的附着力和柔韧性等级,结果见表2。

从表2可以看出,涂料的附着力均满足规范不大于4级的要求,柔韧性亦满足规范不大于5级的要求。树脂含量从32%增加到35%后,涂料的附着力

表2 不同树脂含量涂料的附着力和柔韧性

性能	树脂含量			
	32%	35%	38%	40%
附着力/级	4	3	3	3
柔韧性/级	3	2	1	1

和柔韧性等级均提高了一个等级,树脂含量不小于38%后,柔韧性能继续提升达到最佳,附着力保持在3级。

4 结论

本文研究了MMA树脂在不同掺量(32%~40%)下对双组分标线涂料性能的影响,主要结论如下。

(1)随着树脂掺量的增加,涂料的磨耗损失减少,涂层的耐磨性能逐渐提升,树脂用量为40%时磨耗值最小。

(2)随着树脂掺量的增加,涂料的拉拔强度逐渐增加,掺量为38%时拉拔强度达到最大此后强度降低,从拉拔强度来看树脂含量的最佳掺量为38%。

(3)树脂掺量对标线涂层性能的影响是综合的,过高的掺量会影响拉拔强度且不经济,综合考虑经济性、耐磨性、黏结性等,建议树脂掺量范围为35%~38%。

参考文献:

[1] GB/T 16311—2009,道路交通标线质量要求和检测方法[S].

[2] 钱华信,梁映平,吴晓明,等.双组分道路交通标线研究进展[J].科学技术与工程,2021(21):14892-14900.

[3] 孔佩佩.道路交通标线涂料的研究进展[J].涂层与防护,2019,40(1):48-52.

[4] 王清华.高亮耐久型道路标线涂料的制备与性能[J].化工设计通讯,2021,47(10):46-48.

[5] 张文才,杨勇,乔忠浩.双组分涂料及其在道路交通标线中的应用[J].中国涂料,2014,29(9):40-43.

[6] 魏勇.环保耐久型道路标线涂料的配方设计及性能研究[D].西安:长安大学,2023.

[7] GB/T 1786—2006,色漆和清漆耐磨性的测定旋转橡胶砂轮法[S].

[8] GB/T 5210—2006,色漆和清漆:拉开法附着力试验[S].

[9] GB/T 1720—2020,漆膜划圈试验[S].

[10] GB/T 1731—2020,漆膜、腻子膜柔韧性测定法[S].

[11] 付丽华,贾德民,刘卅.聚氨酯/聚甲基丙烯酸甲酯/有机蒙脱土纳米复合材料的结构、形态与力学性能[J].华南理工大学学报(自然科学版),2005(11):15-21.

[12] 陈韶云,程欢,邹毅,等.PS/PMMA/SEBS三元共混体系的力学性能及相态结构研究[J].塑料工业,2016,44(9):120-124.