

环保净味沥青材料路用性能和施工减排效果对比分析

张双艺

(上海市金山区交通建设工程管理中心, 上海市 201599)

摘要: 采用AC-13级配的沥青混合料,系统评价环保净味沥青路用性能和施工减排效果,并和传统基质沥青材料进行了对比。结果表明:环保净味剂对沥青的针入度、延度、软化点等3大核心指标未产生明显影响,薄膜烘箱老化后性能也和70#基质沥青老化后性能接近,对比混合料性能,净味沥青混合料关键性能指标略优于传统基质沥青混合料,并且都满足技术规范要求;而相对于传统基质沥青混合料,环保净味沥青混合料的拌和、施工过程中 SO_2 、 H_2S 、 NO_2 、 NO_x 和PM等污染物减排幅度达30%以上,可有效改善沥青施工人员的工作环境,降低沥青混合料拌和及摊铺对当地空气质量的影响。

关键词: 环保净味沥青; 沥青混合料; 沥青烟; 减排; 路用性能

中图分类号: U414

文献标志码: A

文章编号: 1009-7716(2025)06-0084-03

Comparative Analysis of Road Performance and Emission Eduction Effects of Environmental-Friendly Deodorized Asphalt Materials

ZHANG Shuangyi

(Engineering Administration Center of Transportation Construction of Jinshan District, Shanghai 201599, China)

Abstract: The road performance and construction emission reduction effects of environmental-friendly deodorized asphalt based on AC-13 gradation asphalt mixtures was systematically evaluated, with comparative analyses against conventional base asphalt materials. The results indicated that the deodorizing modifier had no significant impact on the three core asphalt properties: penetration, ductility, and softening point. After thin-film oven aging, the performance of the modified asphalt remained comparable to that of aged 70# base asphalt, and both met the requirements of the JTG F40—2004 specifications. In terms of mixture performance, the deodorized asphalt mixture exhibited slightly superior key technical indicators compared to traditional base asphalt mixtures, while still complying with all technical specifications. Notably, during the mixing and construction processes, the emissions of pollutants such as SO_2 , H_2S , NO_2 , NO_x , and particulate matter (PM) from the deodorized asphalt mixture were reduced by over 30% compared to conventional mixtures. The significant reduction in emissions effectively improved the working environment for asphalt construction personnel and mitigated the impact of asphalt mixing and paving on local air quality.

Keywords: environmental-friendly deodorized asphalt; asphalt mixture; asphalt fume; emission reduction; road performance

0 引言

随着近几年我国各地区基础建设的快速发展,我国公路总里程已突破550万km,其中90%以上的高等级路面采用沥青路面。然而,沥青材料在160~180℃热态加工过程中释放复杂烟气,包含含苯系物

和含硫、氮化物等多种挥发性物质,造成严重的环境污染,并对施工人员健康构成严重威胁^[1-3]。因此发展高效的沥青抑烟技术,推动沥青抑烟技术从“末端治理”向“源头防控”转型迫在眉睫。

针对沥青烟治理,国内外学者已探索开发了物理吸附、低温拌合、添加剂改性等多种技术路径^[4-5]。物理吸附法因吸附饱和后的污染物脱附风险难以根治问题,而低温拌合虽能降低拌和温度(约30℃),但可能削弱沥青-集料界面黏附性。相较于其他抑烟方式,添加净味剂净味成分和沥青的易挥发物质进行化学反应,形成不易挥发的物质,进行抑烟处理

收稿日期: 2025-02-25

基金项目: 上海市科技创新行动计划(23DZ1202902); 上海市交通委员会科研项目(JT2025-KY-017)

作者简介: 张双艺(1971—),男,本科,高级工程师,从事交通建设、养护和管理工作。

具有精准靶向性和高效性,从分子层面抑制挥发气体生成,同时不会造成二次污染,逐渐成为研究焦点^[6]。目前需要进一步明晰添加净味剂后的环保净味沥青混合料的路用性能和减排效果。

因此,本文采用 AC-13 级配,分析环保净味沥青、沥青混合料在技术指标上与传统基质沥青材料差异,并从沥青拌合站生产、摊铺现场两个典型场景对两种沥青混合料的排放气体进行现场排放测试,对比分析烟气排放浓度的差异。

1 试验材料和测试方法

1.1 试验材料

沥青:某品牌 A 级环保净味沥青,传统基质沥青 A 级;粗、细集料及矿粉填料,技术指标见表 1 至表 3。

表 1 粗集料的基本技术指标

试验项目	技术要求	实测值
石料压碎值/%	≤26	21.2
洛杉矶磨耗损失/%	≤28	19.3
对沥青黏附性	不小于 5 级	5 级
水洗法(<0.075 mm)颗粒含量/%	≤1	3~5 0.7
		5~15 0.5

表 2 细集料的基本技术指标

试验项目	技术要求	试验结果
棱角性(流动时间)/s	≥30	35
砂当量/%	≥60	63

表 3 矿粉指标检测结果

试验项目	技术要求	实测值
视密度/(g·cm ⁻³)	≥2.60	2.717
含水量/%	≤1	0.4
粒度范围/%	<0.6 mm 100	100
	<0.15 mm 90~100	95.1
	<0.075 mm 85~100	85.4
对沥青黏附性	不小于 5 级	5 级

1.2 级配设计和性能测试

根据 AC-13 级配范围,经过配合比设计计算确定为 $m_{\text{矿粉}}:m_{0-3}:m_{3-5}:m_{5-10}:m_{10-15}=3:35:6:27:29$,如图 1 所示。

依据矿料级配计算结果精准计量各档集料,制备沥青混合料试件。按照规范《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG E20—2011)^[7],对沥青样品执行针入度(25℃)、软化点(环球法)、低温延度(5℃)、25℃弹性恢复率及老化后性能测定;沥青混合料性能检测,如马歇尔稳定度与流值(60℃水浴)、水损害抵抗能力(浸水马歇尔与冻融劈裂试验)、高温抗车辙(60℃轮碾试验)及低温弯曲应变(-10℃

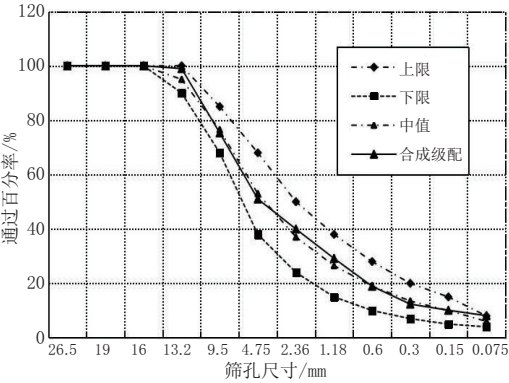


图 1 AC-13 沥青混合料的级配曲线

加载)等指标,全过程严格遵循标准化试验流程,数据经三次平行试验验证。

按照《大气污染物综合排放标准》(GB 16297—1996)对沥青烟排放要求^[8],采用崂应 2020S 型智能四路空气采样器和气相色谱-质谱仪对不同沥青混合料产生的沥青烟进行检测。

2 试验结果与讨论

2.1 环保净味沥青技术指标

环保净味沥青和基质沥青的基本性能指标,如表 4 所列。从表中数据分析可得,环保净味沥青,对沥青指标 3 大指标、60℃动力黏度、闪点以及老化后等指标基本上没有影响。环保净味沥青的各项指标均能够符合《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40—2004)的相关要求。

表 4 环保净味沥青和基质沥青的基本性能指标

指标	基质沥青	环保净味沥青	A 级(2~2~2~4)
25℃针入度/0.1 mm	63.1	64.5	60~80
针入度指数 PI	-1.2	-1.2	-1.5~+1.0
软化点/℃	49.3	49.5	≥45
10℃延度/cm	28.1	30.1	≥15~25
15℃延度/cm	>150	>150	≥40
60℃动力黏度/(Pa·s)	183	171	≥160
闪点	347	337	≥260
TFOT			
质量损失	+0.261	+0.301	±0.8
25℃针入度比	67	65	≥61

2.2 环保净味沥青混合料路用性能

传统基质沥青的混合料和环保净味沥青混合料的路用性能指标见表 5。两种沥青混合料的马歇尔稳定度均在 8 kN 以上,残留稳定度比(MSO)分别为 83.5% 和 81.9%,环保净味沥青混合料的水稳定性符合规范《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40—2004)指标大于 75% 的要求。

传统基质沥青的混合料和环保净味沥青混合料的

表5 环保净味沥青混合料和传统基质沥青的水稳定性对比				
样品		平均稳定度/ kN	平均流值/ 0.1 mm	残留稳定度/ %
净味 沥青	浸水(30 min)	11.58	3.24	83.5
	浸水(48 h)	9.68	3.41	
基质 沥青	浸水(30 min)	11.13	3.24	81.9
	浸水(48 h)	9.12	3.54	

高低温性能见表6。动稳定度值分别为1 074次/mm和1 165次/mm,高温性能都符合《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40—2004)指标夏热区800次/mm的要求。传统基质沥青的混合料和环保净味沥青混合料的低温弯曲试验破坏应变分别为2 813 $\mu\epsilon$ 和3 208 $\mu\epsilon$,两种沥青混合料低温性能符合规范指标冬冷区2 000 $\mu\epsilon$ 的要求。

表6 环保净味沥青混合料和传统基质沥青混合料高低温性能对比			
测试性能	传统基质沥青 混合料	环保净味沥青 混合料	技术要求
动稳定度/(次·mm ⁻¹)	1 074	1 165	≥800
低温弯曲破坏应变 $\mu\epsilon$	2 813	3 208	≥2 000

2.3 环保净味沥青混合料施工减排效果

相对于传统热拌沥青混合料,净味沥青混合料最大的优势体现在其节约能源和保护环境上。根据选定的示范性工程,主要从沥青拌合站、摊铺现场对沥青混合料的排放气体进行测试,测定应用后净味效果如图2所示。对比分析净味与非净味沥青混合料的烟气排放浓度的差异见表7。



图2 沥青拌合站和摊铺现场排放气体测试

在拌合生产过程中,净味环保沥青混合料相比于传统基质沥青混合料在SO₂,H₂S,NO₂,NO_x,PM等气体指标的排放降低率平均值分别为47.06%,58.33%,31.33%,53.12%,44.68%。

在施工过程中,环保净味沥青混合料相比于传统基质沥青混合料在SO₂,H₂S,NO₂,NO_x,PM等气体指标的排放降低率平均值分别为43.48%,45.24%,33.09%,50.00%,37.85%。

3 结 语

本文采用以AC-13进行配合比设计,对比了环保净味沥青和沥青混合料在技术指标上与传统基质

表7 环保净味沥青和传统基质沥青混合料摊铺现场气体排放对比					
气体 指标	净味 类型	施工现场排放值/ (mg·m ⁻³)	减排 比例/%	拌合楼排放值/ (mg·m ⁻³)	减排 比例/%
SO ₂	传统 基质	0.034	47.06	0.115	43.48
	净味 沥青	0.018		0.065	
H ₂ S	传统 基质	0.012	58.33	0.042	45.24
	净味 沥青	0.005		0.023	
NO ₂	传统 基质	0.083	31.33	0.275	33.09
	净味 沥青	0.057		0.184	
NO _x	传统 基质	0.032	53.12	0.574	50.00
	净味 沥青	0.015		0.287	
PM	传统 基质	0.094	44.68	0.391	37.85
	净味 沥青	0.052		0.243	

沥青的差异性,得出如下结论。

(1)环保净味沥青与传统基质沥青相比,如3大指标、60℃动力黏度、闪点以及老化后等指标基本上没有影响,且均能够符合《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40—2004)的技术要求。

(2)在AC-13沥青混合料方面,环保净味沥青的最佳油石比(4.7%)和级配和传统基质沥青一致。环保净味沥青混合料的稳定度、水稳定性和高、低温等技术指标略优于传统基质沥青混合料,并均能够符合《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40—2004)的技术要求。

(3)在拌合生产和施工过程中,净味环保沥青混合料相比于传统基质沥青混合料在SO₂,H₂S,NO₂,NO_x,PM等沥青烟气体指标的排放均降低30%以上,可有效改善沥青施工人员的工作环境,降低沥青混合料拌和及摊铺对当地空气质量的影响。

参考文献:

[1] 毋虹亮,郭倩芸,高维兵,等.沥青净味剂对沥青混合料烟气减排效果室内评价方法[J].石油沥青,2024,38(3):32-39.
[2] 李珍珍.基于量子化学计算的多孔材料吸附沥青烟模拟研究[D].济南:山东建筑大学,2024.
[3] 李萍,陈修乐,王盟,等.掺加电气石粉沥青的抑烟效果及其沥青混合料产烟预估模型[J].重庆交通大学学报(自然科学版),2023,42(10):83-90.
[4] 石福周,崔武军,段伟,等.低碳减排沥青及评价体系研究综述[J].工业建筑,2023,53(增刊2):57-61;66.

(下转第99页)