

温拌沥青混合料施工对环境保护的影响分析

陈智鹏

(现代投资股份有限公司 长沙分公司, 湖南 长沙 410004)

摘要: 温拌沥青混合料在较低温度下生产,其生产能耗低、CO₂排放少,有利于环境保护。为研究温拌沥青混合料施工所产生的污染物,文中将热拌沥青混合料和不同类型温拌沥青混合料铺筑于路面,收集施工过程中产生的有害物质,将施工现场检测和室内试验相结合,对比研究热拌和温拌沥青混合料污染物排放差异。结果表明,与热拌沥青混合料相比,温拌沥青混合料可使总颗粒物(TPM)排放降低 90%、总挥发性有机化合物(TVOC)总排放量降低 200%~500%;不同温拌技术对污染物排放影响不大;降低施工温度是减少有害气体排放的有效措施。

关键词: 工程管理;沥青混合料;温拌沥青;污染物;环境保护

中图分类号:U415.12

文献标志码:A

文章编号:1671-2668(2021)01-0148-03

目前,热拌沥青混合料在国内外应用广泛。温拌沥青混合料近几年在国内逐渐兴起。温拌沥青混合料拌和温度通常比传统沥青混合料低 20~40 ℃。生产温拌沥青混合料的技术有有机降黏剂温拌技术、泡沫沥青温拌技术等,很难评估不同温拌技术的利弊。降低生产能耗和 CO₂ 排放是沥青生产中的重要课题。该文从环境保护方面着手,选用不同温拌技术生产温拌沥青混合料,收集施工过程中产生的有害物质并进行化学分析,分析温拌沥青混合料施工对环境保护的影响。

1 试验方法

试验路为湖南某高速公路路段,长 850 m,宽 6 m。将试验路段分为 5 段,每段 170 m,同一天分别采用热拌沥青和 4 种温拌沥青混合料铺筑面层。

将热拌沥青混合料铺筑在第一分段,施工温度为(145±1) ℃。将 2 种温拌沥青混合料分别铺筑在第二、三分段,施工温度为 120~130 ℃。第一种采用有机降黏剂温拌技术,向沥青中添加表面活性剂,以减少内部摩擦;第二种采用沸石类温拌技术,将沸石温拌剂与热沥青和热集料混合,沸石中的水分转化成水蒸气,使沥青体积膨胀形成泡沫沥青。最后 2 个分段采用泡沫沥青温拌技术,施工温度为(105±1) ℃。其中一种采用泡沫沥青;另一种采用泡沫沥青温拌再生沥青混合料,再生沥青路面回收料(RAP)掺量为 50%(见表 1)。

1.1 取样和测量

通过 2 名摊铺机司机、1 名压路机司机及 3 名

表 1 温拌沥青混合料和热拌沥青混合料的生产条件

材料	温拌技术	生产温度/℃	施工温度/℃
热拌沥青(HMA)	—	165	145
表面活性剂(WB)	有机降黏剂温拌技术	135	123
沸石温拌剂(WS)	沸石类温拌技术	135	128
泡沫沥青(WF)	泡沫沥青温拌技术	115	105
泡沫沥青+50%RAP(WFR)	泡沫沥青温拌技术	115	107

工人进行取样。在 2 台摊铺机底部安装污染物取样装置,顶部安装空气取样装置。摊铺机和压路机处采用示踪气体技术取样,示踪气体选用六氟化硫气体。在施工现场的背风侧进行人工额外取样,以确保路面处的总排放量。采用玻璃纤维过滤器和不同类型树脂吸附管相结合的方法,在 3 个固定测点和人工取样器中收集污染物。以 2 L/min 的流量在过滤器和吸附管中采集总颗粒物(TPM)、总挥发性有机化合物(TVOC)和 EPA 多环芳烃(PAH),每 170 m 采集的样品单独做好标记,共 5 个样品。

由于地形和气象条件不同,即使在规定施工条件下,现场取样的不同类型温拌沥青混合料排放数据的可比性也会受到限制。因此,对现场所取样品进行室内试验,确保研究的可靠性。首先在密闭容器中将样品加热 3 h 至(90±2) ℃,然后将样品转移至施工温度下的 150 kg 沥青搅拌机中,5 min 后开始取样进行室内试验。在这个预热阶段,部分排放物将会消失,正好模拟将沥青混合料从拌和厂运

输到施工现场这一阶段。TPM、TVOC 和 PAH 的采样方法与现场采样一致。室内试验中使用火焰离子化检测器连续测量总有机碳含量,该检测器通过加热的聚四氟乙烯管(200 ℃)连接至沥青搅拌机。

1.2 化学分析

从过滤器和吸附管中提取污染物,先在超声波浴中用 2 mL 甲苯萃取过滤器 2 次,将溶液过滤并稀释至 5 mL 所得溶液为溶液 A,从一部分溶液 A 中蒸发溶剂用来测定甲苯可溶物(TSM)。用 2 mL 甲苯在 30 min 内轻轻摇动萃取 2 次吸附管,稀释至 5 mL 所得溶液为溶液 B。将 500 μ L 溶液 A 和 B 混合,在多离子检测模式下用 GC-MS 进行 PAH 分析。通过氨电离检测器对富集在热解吸管上的物质进行解吸,对冷聚焦后的物质进行气相色谱分析,保存一段时间后将所记录的质谱与光谱库进行比较,对化合物进行鉴定。

2 试验结果分析

预热 2 h 后开始记录实验室内沥青混合料温度,结果见图 1,各种沥青混合料加热 40~50 min 达到施工温度。图 2 为采用火焰离子化检测器检测的 C_3H_8 含量。从图 2 可看出:对于热拌沥青混合料,在开始阶段, C_3H_8 含量急剧增加,达到施工温度后逐渐减少。对于温拌沥青混合料, C_3H_8 含量明显

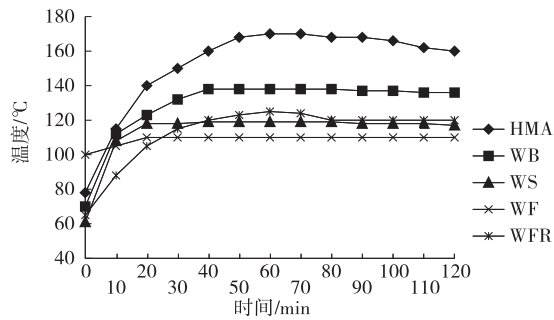


图 1 实验室内沥青混合料的温度变化

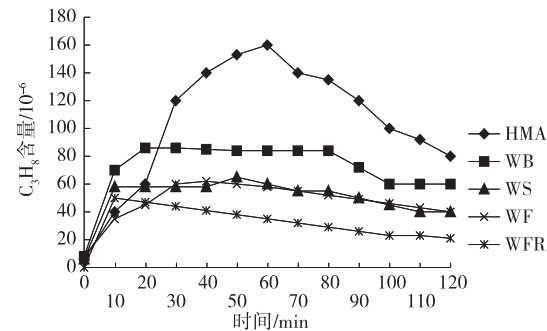


图 2 火焰离子化检测器检测的 C_3H_8 含量

减少,且排放量相对稳定,达到一定温度后,小幅度降低。这可能是由于在预热阶段挥发性化合物已挥发。

2.1 TPM 和 TSM 排放

试验路段各分段长 170 m,对于低含量污染物的测量时间太短,在过滤器上收集的固体颗粒不足以进行质量分析,且大多数测量浓度低于限值。因此,进行室内试验检测,测试结果见表 2。

表 2 室内试验检测结果

材料	沥青混合料 最高温度/℃	总有机碳量/ 10 ⁻⁶	TPM/ (mg · m ⁻³)	TSM/ (mg · m ⁻³)
HMA	163	125	5.2	2.9
WB	128	50	0.3	0.4
WS	135	53	0.4	0.3
WF	112	33	<0.3	0.2
WFR	123	48	<0.3	0.3

从表 2 可看出:TPM 排放主要与沥青混合料温度有关,HMA 的 TPM 排放量为 5.2 mg/m³,4 种温拌沥青混合料的 TPM 排放量均为 0.3 mg/m³左右,前者是后者的 10 倍以上;不同温拌沥青混合料的 TPM 和 TSM 排放量相差不大;沥青混合料的最高温度与总有机碳量含量具有较好的相关性,温度越高,总有机碳量越高。

2.2 TVOC 排放

在施工现场检测中,TVOC 排放与施工温度之间没有一定的相关关系,且施工现场 TVOC 浓度比实验室内低。这是由于不同的气象条件(如风速)导致稀释率发生变化,挥发性化合物也因此挥发。利用示踪气体技术计算目标稀释度,可计算 TVOC 的总排放量,计算结果见图 3。室内和现场 TVOC 检测结果见表 3。

从图 3 可看出:TVOC 总排放量与施工温度具有明显的相关性。

从表 3 可看出:HMA、WB、WS 的 TVOC 室内

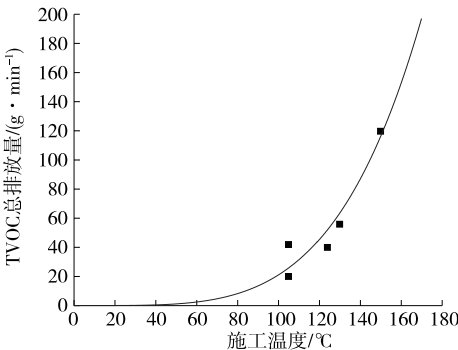


图 3 TVOC 排放量与施工温度的关系

表3 室内和现场 TVOC 检测结果

材料	TVOC 浓度/($\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$)			总排放量/ ($\text{g} \cdot \text{min}^{-1}$)
	室内	摊铺机 1	摊铺机 2	
HMA	57 600	680	32	119
WB	56 800	351	41	54
WS	47 600	1 023	356	41
WF	16 500	1 652	865	41
WFR	24 100	585	569	22

浓度相差不大,与之相比,WF 和 WFR 的 TVOC 室内浓度降低 50%。

2.3 PAH 排放

室内和现场 PAH 检测结果见表 4。

表4 室内和现场 PAH 检测结果

材料	PAH 浓度/($\mu\text{g} \cdot \text{m}^{-3}$)			
	室内	摊铺机 1	摊铺机 2	背风测量
HMA	14	28	38	33
WB	15	26	30	25
WS	15	27	28	26
WF	13	55	35	30
WFR	20	48	41	30

从表 4 可看出:PAH 排放量较低,这是由于沥青混合料原材料中的 PAH 含量较低。添加 RAP 材料的 WFR 的 PAH 浓度比其他沥青混合料有所增加。与 TPM 和 TVOC 相比,PAH 排放没有表现出温度效应,即 PAH 排放与施工温度之间没有良好的相关性。不管是室内试验还是施工现场检测,HMA 的 PAH 都没有增加,只有 WF 和 WFR 中存在较高浓度的 PAH。

3 结论

综上,在道路建设中采用温拌沥青混合料,污染

物排放量较低,均在限值范围内。为排除试验路段短、取样时间短、取样气体体积小等误差,通过室内试验进行补充验证。通过对 TPM、TVOC、PAH 的检测,对比 5 种沥青混合料施工期间污染物排放情况,得出以下结论:

(1) 污染物排放与施工温度具有一定相关性,降低施工温度是减少污染物排放的有效措施。

(2) 与热拌沥青混合料相比,温拌沥青混合料的 TPM 浓度降低 90%;施工现场温拌沥青混合料的 TVOC 总排放量比热拌沥青混合料降低 200%~500%,室内 WF 和 WFR 的 TVOC 总排放量比热拌沥青混合料降低 50%。

(3) PAH 排放没有受到温度的影响,WFR 中的 RAP 材料会导致 PAH 排放量增大,但总排放量均低于限值。

(4) 采用不同温拌技术生产温拌沥青混合料,污染物排放差异不大。

参考文献:

- [1] 丁良跃.温拌技术对泡沫沥青及混合料性能的对比研究[J].中国市政工程,2019(6):75-79+107.
- [2] 王清洲,范鑫,刘淑艳,等.温拌沥青路面建设期内节能减排效益测算[J].中外公路,2017,37(5):318-322.
- [3] 秦永春,黄颂昌,徐剑,等.温拌沥青混合料节能减排效果的测试与分析[J].公路交通科技,2009,26(8):33-37.
- [4] 王春红,魏远.沥青混合料生产 CO_2 排放量计算方法研究[J].北方交通 2015(5):90-93.

收稿日期:2020-06-01

(上接第 108 页)

拉应力。

4 结论

(1) 塔梁固结处主梁和索塔结构受力均匀,传力明确。固结预应力与主梁内纵横竖向预应力能确保大部分结构在最大不平衡负弯矩及不平衡水平力作用下其应力处于合理范围。

(2) 主梁在不平衡力矩作用下存在一定应力集中,最大主拉应力为 2.5 MPa,小于材料轴心抗拉强度标准值 2.74 MPa,满足要求。出于安全考虑,可对局部结构适当加密钢筋。

(3) 主梁纵向挡块对抵挡主梁不平衡水平力起

到主要作用,在最大不平衡力矩工况下最大拉应力为 2.2 MPa,拉应力出现范围较浅,大部分拉应力出现在纵向挡块表面。可通过适当添加纤维材料提高纵向挡块的劈裂抗拉强度。

参考文献:

- [1] 彭建萍.混合梁斜拉桥不对称双悬臂施工技术[J].桥梁建设,2018,48(1):118-122.
- [2] 余振.矮塔斜拉桥塔梁墩固结部位受力分析[J].工程与建设,2019,33(6):849-850+860.
- [3] 罗志东,湛楹.大跨度矮塔斜拉桥塔梁墩固结处局部应力分析[J].西部交通科技,2016(5):78-81.

收稿日期:2020-07-09