

隧道路面沥青摊铺过程空气中 TSP 和多环芳烃污染研究

郑建军¹, 周志恩¹, 张丹¹, 张勇¹, 杨锡武²

(1. 重庆市环境科学研究院, 重庆 401147; 2 重庆交通大学, 重庆 400074)

摘要: 分析了隧道沥青摊铺过程环境空气中的 TSP 及多环芳烃质量浓度。TSP 用膜法, 中流量采样器采样 15 m in 重量法分析; 超声波萃取, 高效液相色谱法分析多环芳烃。结果表明, 摊铺机周围空气中 TSP 超过 8 mg/m^3 , 道路空气中 TSP 超过 3 mg/m^3 ; 环境空气中萘等 12 种多环芳烃均有检出, 萘和蒽质量浓度较高, 苯并 [a] 芘和二苯并 [a,h] 蒽质量浓度较低。苯并 [a] 蒽、苯并 [a] 芘和二苯并 [a,h] 蒽超标, 对人体健康危害较大。建议加强相关行业 PAHs 的排放水平及其健康风险研究, 制定相关限值标准和沥青摊铺过程环境空气的沥青烟监测方法标准。

关键词: 隧道路面; 沥青摊铺; 总悬浮颗粒物; 多环芳烃; 空气污染

中图分类号: X831 文献标识码: B 文章编号: 1006-2009(2010)06-0039-03

Study on TSP and Air PAHs Pollution for Asphalt Paving in Tunnel

ZHENG Jian-jun¹, ZHOU Zhi-en¹, ZHANG Dan¹, ZHANG Yong¹, YANG Xi-wu²

(1 Environmental Science Research Academy of Chongqing, Chongqing 401147, China;

2 Chongqing Jiaotong University, Chongqing 400074, China)

Abstract Both the total suspended particle (TSP) and polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) concentration were analyzed in the air of highway tunnel at asphalt paving. The mid-vol samplers were used to collect TSP on membranes for 15 min and TSP was weighted by Gravimetric method. PAHs on the membranes were analyzed by HPLC with ultrasonic extraction. The results showed that TSP concentration in the air near asphalt spreader and the paved road were over 8 mg/m^3 and 3 mg/m^3 respectively. Twelve kinds of PAHs in the air were detected to find high concentration of acenaphthylene and chrysene, low concentration of benzo[a]pyrene and dibenz[a,h]anthracene. Concentration of benzo[a]anthracene, benzo[a]pyrene and dibenz[a,h]anthracene in excess of the limit value brought about severe harm to human health. Suggestion was made to strengthen study on emission level of PAHs in related industries and health risks and to set standard limits and air environmental monitoring method for asphalt paving process.

Key words Tunnel surface; Asphalt paving; TSP; PAHs; Air pollution

沥青烟主要产生于沥青和碳素制品^[1]的生产和使用过程中。沥青烟由液态烃类颗粒物和气态烃类衍生物组成, 其所含多环芳烃类物质对人体危害很大^[2]。

我国于 1996 年在制定的《大气污染物综合排放标准》中增设了沥青烟和苯并 [a] 芘排放标准, 并于 1999 年制定了《固定污染源排气中沥青烟的测定 重量法》(HJ/T 45-1999)。国内相关环境空气(无组织逸散源)沥青烟监测研究较少^[3], 针对隧道沥青摊铺过程中的逸散源环境空气污染,

监测分析 TSP 及多环芳烃质量浓度。

1 研究方法

1.1 监测布点

选择处于施工中的某高速公路隧道中段(隧道全长超过 4 000 m), 监测沥青摊铺前的隧道空

收稿日期: 2010-06-13; 修订日期: 2010-09-21

基金项目: 重庆市交通委员会科技计划基金资助项目

作者简介: 郑建军(1980-), 男, 四川仪陇人, 工程师, 硕士, 从事大气环境科学研究。

气背景质量, 然后对沥青摊铺过程中摊铺机周围环境空气进行监测 (仪器绑定在摊铺机上), 同时对沥青摊铺完成后 2 h 内的隧道空气质量进行定点监测。监测点位布设见图 1。

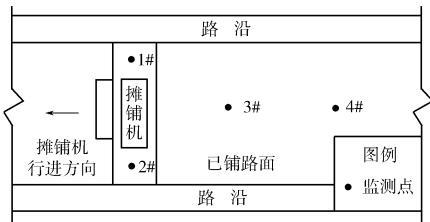


图 1 隧道沥青摊铺过程环境空气质量监测点

Fig 1 Air monitoring sites of asphalt paving process

2 个背景点在图 1 中的 3#、4# 位置, 相互间隔 200 m, 均位于隧道中部, 为未摊铺沥青前的环境空气质量监测点, 距地面 1.5 m 采样。

2 个摊铺机监测点在图 1 中的 1#、2# 位置, 分别位于摊铺机两侧, 随着摊铺机向前移动, 监测摊铺机沥青出口处高温沥青烟气, 距离沥青出口处约 1 m 采样。

2 个道路监测点, 位于摊铺机后, 采集已摊铺路面散发的沥青烟气, 距离地面 1.5 m, 在图 1 中的 3#、4# 位置。

为避免摊铺机排放烟气的影响, 当摊铺机行进到距离 3#、4# 的位置 (已经铺完) 100 m 时分别开始采样, 采样点与摊铺机之间距离随摊铺机的移动不断增大, 在时间上, 先采集 4# 位置, 后采集 3# 位置的空气, 二者采集时间相同。

1.2 采样、分析及评价方法

TSP 用膜法, 中流量采样器采样 15 min 重量法分析^[4-6]; 超声波萃取, 高效液相色谱法分析多环芳烃。参考我国《环境空气质量标准》(GB 3095-1996) 和国外相关标准评价。

2 结果分析

2.1 TSP

沥青摊铺过程中, TSP 主要来源于高温沥青散发的烟气, 经空气冷却后形成的液体和固体物质, 监测结果见表 1。

背景监测点环境空气中 TSP 检测的平均值为 0.30 mg/m³。监测时, 隧道内有柴油发电机 1 台, 汽车 3 辆, 其排放废气对监测结果有一定影响, 但

表 1 TSP 监测结果

mg/m³

Table 1 TSP results of air monitoring

mg/m³

	点位	检测值
背景值	3#	0.31
	4#	0.29
沥青铺装过程值	3#	5.05
	4#	2.57
	1#	6.73
	2#	10.4

在沥青摊铺过程中, 也有柴油发电机和汽车 (监测车、运输车) 的影响, 因此需要监测背景值。

在沥青摊铺过程中, 摊铺机周围环境空气中 TSP 达到 8.55 mg/m³; 摊铺后道路路面环境空气 TSP 为 3.81 mg/m³。空气中道路环境点 TSP 质量浓度值小于摊铺机周围的 TSP 质量浓度值。扣除背景值后, 摊铺机周围空气 TSP 质量浓度为 8.25 mg/m³, 道路环境空气 TSP 质量浓度为 3.51 mg/m³。沥青摊铺过程中, 环境空气中的 TSP 质量浓度较高, 如果人长期处于此环境中, 其对健康的危害较大。

2.2 多环芳烃

共检出 12 种多环芳烃, 萘、蒽、茚并 [1, 2, 3-cd] 芘、苯并 [g, h, i] 芘未检出, 见表 2。

表 2 空气中多环芳烃检测结果

μg/m³

Table 2 PAHs concentrations in the air

μg/m³

PAHs 名称	背景	沥青摊铺过程	
		道路环境	摊铺机周围
萘	—	1.98	1.73
芴	0.002	0.623	0.857
菲	0.004	—	0.568
蒽	—	0.032	0.172
荧蒽	—	0.083	0.108
芘	0.004	0.192	0.792
苯并 [a] 蒽	0.002	0.190	0.752
蒽	0.004	0.487	3.01
苯并 [b] 荧蒽	0.006	0.094	0.446
苯并 [k] 荧蒽	0.001	0.024	0.142
苯并 [a] 芘	—	0.014	0.099
二苯并 [a, h] 蒽	0.005	0.016	0.040

在背景监测中, 芴、菲、芘、苯并 [a] 蒽、蒽、苯并 [b] 荧蒽、苯并 [k] 荧蒽、二苯并 [a, h] 蒽检出, 但质量浓度值相对较低。沥青摊铺过程萘等 12 种多环芳烃检出, 其中萘、蒽等质量浓度较高,

苯并 [a] 芘、二苯并 [a h] 蒽较低。

通过比较, 摊铺机周围空气中多环芳烃质量浓度高于摊铺后的道路环境多环芳烃质量浓度水平, 说明摊铺过程中, 沥青温度约 150 °C, 烟气挥发速度较快; 随着摊铺后逐渐冷却, 烟气散发量逐渐减小, 空气多环芳烃质量浓度也随之降低。隧道内道路环境致癌性最强的苯并 [a] 芘平均质量浓度为 0.014 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, 摊铺机周边环境空气苯并 [a] 芘平均质量浓度 0.099 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 为道路环境的 7.1 倍。

2.3 健康评价

采用 1977 年美国 EPA Cleland 等^[7]提出的基于保护生态和人体健康的多介质环境目标 (Multi-media Environmental Goal) 评价体系 and 《环境空气质量标准》(GB 3095-1996) 中苯并 [a] 芘标准进行评价, 见表 3。

表 3 PAHs 大气环境容许质量浓度评价限值 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Table 3 Limit values of assessment criterion for PAHs

PAHs 名称	评价限值	PAHs 名称	评价限值
萘	142	二苯并 [a h] 蒽	0.000 2
蒽	133	茚并 [1, 2, 3- cd] 芘	15. 4
菲	3. 8	苯并 [a] 芘	0. 01
蒽	5. 29	苯并 [b] 荧蒽	2. 1
芘	556	苯并 [a] 蒽	0. 11

苯并 [a] 蒽、苯并 [a] 芘和二苯并 [a h] 蒽超出评价范围。其中二苯并 [a h] 蒽超出评价值最大, 其摊铺机周围空气二苯并 [a h] 蒽为评价值 200 倍, 道路环境为 80 倍; 摊铺机周围苯并 [a] 芘质量浓度是评价值 9. 9 倍, 道路环境为 1. 4 倍; 摊铺机附近苯并 [a] 蒽浓度为评价值 6. 8 倍, 道路环境为 1. 7 倍。其他物质未超标或无参照标准。

3 结论与建议

公路隧道沥青摊铺过程中 TSP 及某些多环芳

烃质量浓度较高。扣除背景值后, 摊铺机周围空气 TSP 质量浓度超过 8 mg/m^3 , 道路空气环境 TSP 质量浓度超过 3 mg/m^3 ; 萘烯等 12 种多环芳烃均有检出。其中萘烯和蒽质量浓度较高, 苯并 [a] 芘和二苯并 [a h] 蒽质量浓度较低。

TSP 及某些多环芳烃质量浓度随摊铺过程沥青温度下降逐渐降低, 其中摊铺机周围空气中 TSP 和多环芳烃质量浓度最高。

建议加强隧道施工人员劳动健康保护, 以及对摊铺机驾驶员及周围工作人员的呼吸防护, 配备活性炭口罩等防护用品, 必要时佩戴防毒面具; 同时, 研究开发适用于沥青生产和使用过程中的沥青烟治理方法和设备^[2, 8]。建议加强相关行业 PAHs 的排放水平及其健康风险研究, 制定相关限值标准^[9]和沥青摊铺过程环境空气的沥青烟监测方法标准。

[参考文献]

- [1] 程伽宁. 沥青烟气特性及其吸附净化处理 [J]. 工程设计与研究, 2007, 12(2): 26-27
- [2] 李鸿. 浅谈沥青烟的危害及几种治理方法 [J]. 有色金属设计, 2004, 31(3): 73-75
- [3] 周莹, 王珂, 李永安. 环境空气中沥青烟的监测 [J]. 环境监测管理与技术, 1998, 10(6): 33-34
- [4] 宋艳涛. 环境空气中多环芳烃的监测研究进展 [J]. 环境监测管理与技术, 2001, 13(4): 21-24
- [5] 蔺永刚. 空气颗粒物样品中多环芳烃的测定 [J]. 环境监测管理与技术, 1990, 2(4): 55-59
- [6] 国家环境保护总局. 空气和废气监测分析方法 [M]. 4版. 北京: 中国环境科学出版社, 2003
- [7] 程元恺, 杨宪桂. 环境致癌物——多环芳烃研究 [M]. 北京: 中国科技出版社, 1990
- [8] 任剑锋. 沥青烟的治理探索 [J]. 科技情报开发与经济, 2003, 13(4): 88-89
- [9] 陈思元, 胡宗裕. 公路建设中沥青混凝土搅拌场污染状况的调查 [J]. 职业卫生与应急救援, 2000, 18(3): 159

本栏目责任编辑 李文峻 薛光璞

• 简讯 •

向日本环境模范城市取“低碳经”

新华网消息 正举行亚太经合组织领导人非正式会议的日本横滨市, 在城市低碳化建设方面取得许多成绩, 并因此获得日本环境模范城市称号。不过, 横滨市的“低碳经”不是靠念出来的, 而是靠做出来的。人口约 368 万的横滨市一直在环境规划方面未雨绸缪。具体做法为: 低碳在于有规划; 大力补贴太阳能发电; 发债集资建风电; 宣传活动随处可见; 设排放换算网站; 用废油制取生物柴油。

目前, 横滨市准备进一步培育环境和新能源产业, 邀请专家对中小企业发展可再生能源和节能技术提供援助和信息, 同时与市内大学合作, 开展环境教育, 并组织市民参观垃圾处理厂等相关设施, 进一步培养市民的环保意识。

摘自 www. jsh. gov. cn 2010-11-18