

· 控制技术 ·

doi:10.3969/j.issn.1674-6732.2011.02.013

低噪声路面降噪效果研究

单永体¹, 李祝龙¹, 袁卫宁², 朱维红³

(1. 中交第一公路勘察设计研究院有限公司, 陕西 西安 710075; 2. 长安大学, 陕西 西安 710064; 3. 江苏省交通工程建设局, 江苏 南京 210004)

摘 要:通过对公路交通噪声特征、低噪声路面的特点、结构、降噪机理及国内外研究现状的分析,对宁杭高速二期工程低噪声路面与普通路面噪声监测结果进行对比分析,确认低噪声沥青路面具有比较明显的降噪效果,路肩处噪声可降低3~4 dB(A),路外15 m处可降低1.1~3.5 dB(A)。

关键词:环境保护;交通噪声;低噪声路面;监测

中图分类号:X593

文献标识码:B

文章编号:1674-6732(2011)-02-0045-06

Study on the Noise Reduction Effect by Monitoring of the Low-noise Pavement

SHAN Yong-ti¹, LI Zhu-long¹, YUAN Wei-ning², ZHU Wei-hong³

(1. CCCC First Highway Consultants Co., LTD, Xian, Shanxi 710075, China; 2. Changan University, Xian, Shanxi 710064, China; 3. Jiangsu Provincial Communications Engineering Construction Bureau, Nanjing, Jiangsu 210004, China)

ABSTRACT: By analyzing the characteristics of the road traffic noise, the feature, the structure and the noise reduction mechanism of the low-noise pavement, the research results of traffic noise and comparing monitoring results of the low-noise pavement of the second phase of the Ning(bo)—Hang(zhou) highway and the traditional pavement, the low-noise asphalt pavement has a better effect than the traditional pavement in traffic noise reduction. Compared to the traditional pavement, the traffic noise level of the low-noise asphalt pavement is 3~4 dB (A) lower in the embankment, and 1.1~3.5 dB (A) lower in the position of 15 meters away from the road.

KEY WORDS: environmental protection; traffic noise; low-noise pavement; monitoring

随着交通运输业的迅猛发展,特别是近年来许多交通量大的高速公路和一级公路投入运营,使得交通噪声扰民问题日益严重。

目前,国内外普遍采取的公路交通噪声污染防治措施主要有:声屏障、绿化林带、低噪声路面、建筑降噪、搬迁、设置限速禁鸣标志以及改变敏感点建筑物使用功能等。笔者通过对公路交通噪声特征、低噪声路面的特点、结构、降噪机理、国内外研究现状以及低噪声路面实际应用的监测结果进行分析,探讨研究低噪声路面的降噪效果。

1 公路交通噪声的特征

1.1 交通噪声的构成

交通噪声主要由车辆动力噪声和车辆轮胎噪声两部分构成^[1]。动力噪声中以发动机燃烧噪声

为主,轮胎噪声由轮胎直接辐射的噪声和由轮胎激振车体振动产生的噪声构成。轮胎噪声的大小与轮胎花纹构造、路面特性(材料构造、路面纹理)及车速有关,且主要取决于车速,其强度随车速的增大而增强。

1.2 交通噪声的强度和频率

1.2.1 强度

经大量监测研究分析,车辆在距行车线7.5 m(参照点)处的平均噪声级(L)与车速(V)之间存在如下关系:

收稿日期:2010-06-29; **修订日期:**2010-07-30

作者简介:单永体(1980—),男,工程师,硕士,从事公路交通环境保护工作。

- (1) 小型车
沥青路面: $L_{0s}=12.60+33.66\lg V$
水泥路面: $L_{0s}=19.24+31.77\lg V$
- (2) 中型车: $L_{0m}=4.80+43.70\lg V$
- (3) 大型车: $L_{0l}=18.00+38.10\lg V$

1.2.2 频率

根据多年来的测量结果,以及由噪声频谱分析得到的结果,大、中、小 3 种车型的噪声频率范围见表 1。

表 1 各车型车辆噪声频率分布

车 型	车速/(km·h ⁻¹)	行驶噪声频率/Hz		轮胎噪声频率/Hz	
		沥青路面	水泥路面	沥青路面	水泥路面
小型车	60~120	500~2 000	630~2 500	630~2 000	800~2 500
中型车	40~80	80~800	125~1 600	160~1 000	315~1 600
大型车	40~80	80~1 000	250~2 000	250~1 000	315~2 000

可见,小型车的噪声以中高频声为主,中型、大型车的噪声以中低频声为主。另外,水泥路面上的噪声频率比沥青路面上的高,由于人耳的听觉特性,这便是听觉上感到沥青路面上噪声低于水泥路面上噪声的主要原因。

2 低噪声路面的特点及结构

2.1 低噪声路面的概念及其优缺点

低噪声路面是指在普通的沥青、水泥路面或其他路面结构上铺筑一层具有很高孔隙率(孔隙率通常在 15%~25%,有的甚至高达 30%)的混合料,面层互通的孔隙网络可有效降低车辆的冲击噪声、附着噪声和气泵噪声^[2]。

低噪声路面具有行车安全、舒适,排水性好,降低交通噪声等优点;缺点是耐久性不易保证,对路面结构的强度易造成不良影响,水稳定性要求高,空隙易堵塞等。

2.2 低噪声路面的结构

单层多孔隙沥青混合料面层路面是在普通密级配的沥青混凝土路面上,再铺筑一层开级配多孔隙沥青混合料面层,面层的厚度以 4~5 cm、孔隙率 20%左右为宜。超厚多层多孔隙沥青混合料面层厚度为 40~50 cm,一般设 4 层排水沥青混合料和 4 cm 厚的多孔隙沥青混凝土面层,每层的材料级配不同,其目的之一是增加降噪效果。

关于低噪声路面的材料构造、铺筑技术和养护管理等还需要全面深入的研究,然而它的降噪效果是肯定的。

声进行有效控制。由于轮胎胎面有各种不同的花纹,滚动时和地面接触处的花纹与路面之间形成小空腔。当汽车高速行驶,轮胎和地面相互作用时,轮胎表面花纹里的空气被高速挤压,并从轮胎与地面之间的缝隙排出,形成喷射噪声(图 1)。大孔隙沥青混凝土之所以可以降低噪声,是因为公路表面有许多半露出来的微小孔隙,可以“吞食”车轮滚动时发出的声响,排气效应不再发生,从而达到降低噪声的目的(图 2)。

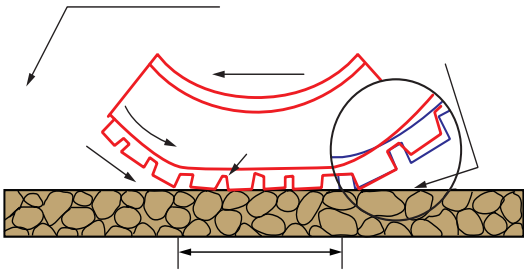


图 1 轮胎接触路面产生噪声机理

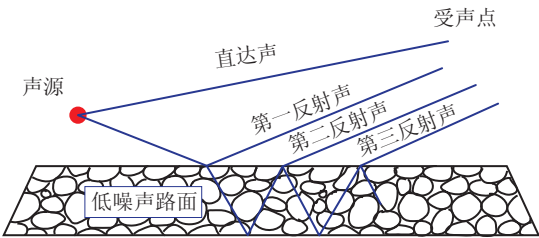


图 2 低噪声路面声传播路径示意

3 低噪声路面的降噪研究

3.1 降噪机理

与普通路面相比,低噪声路面更能对轮胎噪

3.2 降噪效果

3.2.1 国外低噪声路段

近 10 年来,欧洲一些国家对铺筑的开级配多

孔隙沥青路面试验路段进行测试,结果表明,与传统的密级配路面相比,可降低噪声3~6 dB(A),雨天可降低约 8 dB(A),最大可降低10 dB(A)^[3]。法国 Rhone 省联合 Michelin 研究室,从 1988 年起

对低噪声路面的理论进行研究,得出的结论是采用加厚多孔隙路面最多可以降低噪声10 dB(A)。表 2、图 3 列出一些国家使用低噪声路面的降噪效果。

表 2 部分国家低噪声路面的降噪效果

国 家	参 比 对 象	降 噪 效 果
奥地利	水泥混凝土路面	6~7 dB(A)(试验拖车,100 km/h)
比利时	最大噪声的传统路面	15 dB(A)(轮胎/路面噪声)。潮湿时,PAWC(多孔隙沥青路面)噪声增加 1.5 dB(A),而密实沥青混凝土路面增加4.0 dB(A)
加拿大	密实沥青混凝土路面	平均 3~4 dB(A);3a 后降低 2~3 dB(A);当重型车数量增加 12%时,PAWC 路面噪声增加 25%
法 国	厚度 40 mm,孔隙率 23% 的 PAWC 路面	3~7 dB(A)。在一定时间内降噪量明显减少且与道路类型有关。降噪量明显减少的时间为街道 2 a,市区高速公路 3~5 a,重要交通干道 3~7 a,郊外高速公路 5~8 a
挪 威	PAWC(层沥青含量 5.3%,交通量 5 000~10 000 辆/d)	5 dB(A)
西班牙	密实沥青混凝土路面	距路中心线 1.5 m 处:4 dB(A) 距路中心线 22.5 m 处:8 dB(A)
英 国	新铺嵌压碎石的热拌沥青混凝土路面, 已磨损的热拌沥青混凝土路面	4~5.5 dB(A)(0~20 mm PAWC,干燥状态)
德 国	密实沥青混凝土路面(40~60 mm),车速大于 60 km/h	2 dB(A)(0~11 mm PAWC) 3 dB(A)(0~8 mm PAWC)

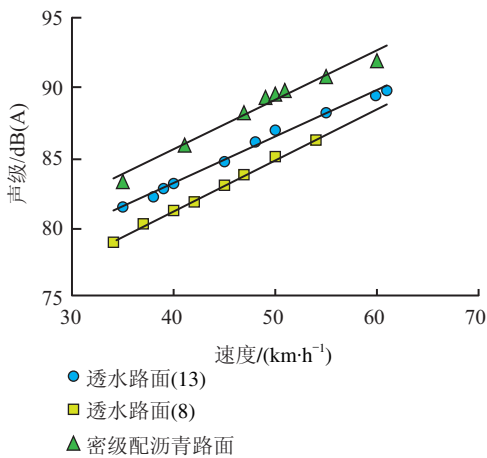


图 3 欧洲低噪声沥青路面的降噪效果对比

3.2.2 国内低噪声路面试验

国内已在少量试验路段修筑了上述 2 种低噪

声路面。交通部公路所、西安公路科学研究所等单位为进行试验研究,在京沪高速河北段铺设了 2.3 km 长的低噪声路面,经测试,降噪效果达 3~8 dB(A)^[4];同济大学与杭州公路管理处合作研究,在杭州—萧山和杭州—建德修建了 2 段低噪声路面,实测结果,其轮胎与路面接触噪声降低了 3~5 dB(A)^[5]。陕西省在咸阳机场铺设了低噪声路面,路肩对比测试结果为降噪 6 dB(A)。

京沪高速公路河北段采用低噪声试验沥青路面,共 6 个结构组合(表 3)。试验路段混合料试验结果如表 4。噪声测试采用定点法,分别测试红旗 V6 和富康车通过时各试验路面的噪声水平,测试速度为 80,100,120,140 km/h,测点距车 3.75 m,距路表高度 0.63 m,测试结果(表 5、图 4)表明,OGFC(开级配抗滑磨耗层) 10 和 UTAC(超薄沥青) 6 降噪效果明显,定点法测得的降噪量 5~8 dB(A)。

表 3 京沪高速公路河北段低噪声路面结构

结构型式	面层结构组合	使用路段
结构 a	2.5 cm OGFC 10+5 cm PAC 20+改性沥青防水层+7.5 cm SAC 25	K42+299~K42+612 上海方向
结构 b	2.5 cm UTAC 10+5 cm PAC 20+改性沥青防水层+7.5 cm SAC 25	K41+235~K42+299 上海方向
结构 c	2.5 cm OGFC 6+5 cm PAC 20+改性沥青防水层+7.5 cm SAC 25	K40+325~K41+235 上海方向
结构 d	4 cm OGFC 16+改性沥青防水层+5 cm PAC 20+6 cm SAC 25	K42+299~K42+612 北京方向
结构 e	4 cm SAC 13+改性沥青防水层+5 cm PAC 20+6 cm SAC 25	K41+235~K42+299 北京方向
结构 f	6 cm SAC 16+改性沥青防水层+9 cm SAC 25	K40+325~K41+235 北京方向

注:OGFC 为升级配抗滑磨耗层,PAC 为排水沥青,SAC 为碎石沥青混凝土,UTAC 为超薄沥青。

表 4 京沪高速公路河北段低噪声路面结构混合料指标

混合料 类 型	油石比/ %	空隙率/ %	动稳定度/ (次·mm ⁻¹)	残留稳定度/ (次·mm ⁻¹)	冻融残留强度/ %	水泥用量/ %
SAC 13	4.73	3.34	5 632	93.48	94.22	6.0
SAC 16	4.54(4.22)	2.71	3 647	101.72	103.43	6.0
OGFC 16	3.40	17.00	—	—	—	4.0
PAC 20	3.20	20.00(7.84)*	—	—	—	4.0
UTAC 6	5.43(4.70)	5.57	2 632	85.87	92.54	10.0
UTAC 10	5.10(4.40)	4.30	3 225	88.80	92.90	8.0
OGFC 10	3.60	21.00	—	—	—	4.0
SAC 20	4.16	4.54	1 222	104.40	75.10	6.5
SAC 25	3.90	5.15	887	78.66	80.17	7.0

注:* 指现场钻芯测定空隙率,括号内为拌合楼实际控制油石比。

表 5 不同路面结构的噪声水平(定点法,富康车) dB(A)

路面结构	不同车速下噪声级			
	80 km/h	100 km/h	120 km/h	140 km/h
AC 16	82.1	84.1	86.6	90.0
PAC 16	77.1	79.3	82.3	83.9
SAC 13	76.2	78.9	82.7	84.6
SAC 16	79.2	82.0	84.4	86.7
UTAC 6	72.9	76.5	80.3	82.6
UTAC 10	74.3	77.5	80.5	83.3
OGFC 10	71.1	74.3	77.8	80.9

注:AC 为沥青混凝土,其他同表 3。

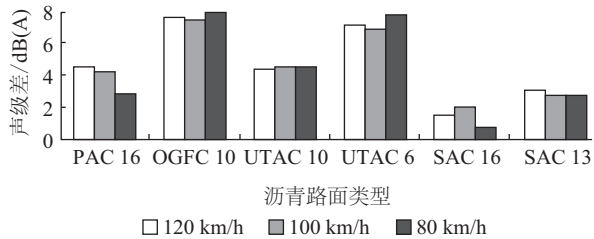


图 4 不同路面结构的噪声声级差(定点法,红旗车,与 AC 16 比较)

江苏省在宁杭高速二期工程和沿海高速盐通段铺设了具有降噪性能的排水沥青路面,建成后测试结果表明降噪效果明显(表 6、表 7)。

表 6 宁杭高速二期工程低噪声路面噪声对比
(干燥状态,单车定点法)

车速/ (km · h ⁻¹)	低噪声路 面/dB(A)	SMA 路 面/dB(A)	橡胶沥青 路面/dB(A)
50	73.2	74.2	71.7
70	74.7	75.7	75.7
90	75.2	79.8	77.2
110	78.3	81.3	81.3
120	78.8*	83.8	81.8

注:SMA 为沥青玛蹄脂碎石混合料,* 为车速 126 km/h 时的测量值。

表 7 沿海高速盐通段低噪声路面噪声对比
(单车定点法)

车速/ (km · h ⁻¹)	低噪声路面/ dB(A)	密级配路面/ dB(A)	差值/ dB(A)
50	72.1	79.9	7.8
80	79.2	85.7	6.5
110	82.1	87.3	5.2

3.2.3 实际运营道路对比监测

2009 年 4 月 23、24 日,江苏高指、中交第一公路勘察设计研究院会同长安大学对实际运营中的宁杭高速二期工程低噪声沥青路面与密级配路面进行了现场噪声对比测试,同时进行运营期间的交通量、交通组成和车速测试,每 h 监测 2 次,一次 20 min。监测结果见表 8、表 9。其中低噪声沥青路面段测试位置为 K 29+890 右幅,为低挖方路堑段,路堑边坡高度 2.5 m,敏感点距离路肩 15 m,在路肩处布设 1#点位,在路外 15 m 处布设 2#点位;路侧护栏外种植有 2 排乔木(行距 1.0 m、株距 5 m、高>3.0 m),2 排灌木(株距 2.0 m、高 1.0 m);普通密级配路面为 SMA 路面结构,测试位置为 K 30+555 右幅,测点环境条件基本相同。

测试结果表明:低噪声沥青路面具有比较明显的降噪效果,路肩处可降低 3~4 dB(A),路外 15 m 处可降低 1.1~3.5 dB(A),但车型、轮胎、测试点与测试速度对路面噪声均有影响。当大型车数量增加时,降噪效果有所降低。

表 8 宁杭高速二期工程低噪声沥青路面与密级配路面运营期间噪声对比 dB(A)

测试时间	低噪声路面		普通路面		降噪效果	
	路肩	路外 15 m 处	路肩	路外 15 m 处	路肩	路外 15 m 处
10:00—10:20	72.9	64.5	76.9	68.0	4.0	3.5
11:00—11:20	72.8	64.9	76.6	66.9	3.8	2.0
11:30—11:50	72.9	64.3	76.8	67.1	3.9	2.8
14:00—14:20	73.8	66.2	76.9	67.8	3.1	1.6
14:30—14:50	73.2	66.2	76.7	68.2	3.5	2.0
15:00—15:20	73.5	66.9	76.8	68.3	3.3	1.4
15:30—15:50	73.9	67.3	76.9	68.4	3.0	1.1
平均值	73.3	65.8	76.8	67.8	3.5	2.1

表 9 测试期间宁杭高速二期工程运营交通负荷(2009 年 4 月 23、24 日) 辆

时间段	20 min 交通量					
	小货(71)	小客(104)	大货(65)	大客(87)	中货(67)	中客(88)
10:00—10:20	6	140	33	24	17	9
11:00—11:20	6	92	33	14	15	4
11:30—11:50	11	85	24	20	15	4
14:00—14:20	11	170	33	22	12	2
14:30—14:50	12	188	38	23	11	5
15:00—15:20	12	176	42	22	21	5

续 表

时间段	20 min 交通量					
	小货(71)	小客(104)	大货(65)	大客(87)	中货(67)	中客(88)
15:30—15:50	6	154	45	25	13	8
平均值	9	144	35	21	15	5

注:() 内为各种类型车辆的平均车速,单位 km/h。

4 结论

- (1) 高速公路交通噪声主要由车辆动力噪声和车辆轮胎噪声 2 部分构成。动力噪声与车速、坡度直接相关。轮胎噪声的大小与轮胎花纹构造、路面特性及车速有关。
- (2) 公路交通噪声平均噪声级与车速的对数成线性关系,并与载质量、路面材料、路面粗糙度、平整度、纵坡等影响因素有关。公路交通小型车的噪声以中高频声为主,中型、大型车的噪声以中低频声为主,等效频率为 500 Hz。
- (3) 低噪声路面由于具有较大的孔隙率(通常为 15%~25%,有的高达 30%),可以有效地降低交通噪声。
- (4) 近 10 年来,欧洲一些国家铺筑的开级配多孔隙沥青路面测试结果,与传统的密级配路面相比,可降低噪声 3~6 dB(A),雨天可降低约 8 dB(A),最大可降低 10 dB(A)。
- (5) 交通部公路所、西安公路科学研究所对京

沪高速河北段低噪声路面进行测试的结果为降噪 3~8 dB(A);同济大学与杭州公路管理处实测杭州—萧山和杭州—建德 2 段低噪声路面,其轮胎与路面接触噪声降低了 3~5 dB(A)。

(6) 对实际运营中的宁杭高速二期工程进行测试,低噪声沥青路面具有比较明显的降噪效果,路肩处可降低 3~4 dB(A),路外 15 m 处可降低 1.1~3.5 dB(A),大型车数量增加时降噪效果有所降低。

[参考文献]

[1] 张珂. 高速公路交通噪声污染的危害性及其防治对策与措施[J]. 山东交通科技, 1997(2).

[2] 隋文峰. 高速公路噪声的综合治理[J]. 山东林业科技, 2005(6), 38-40.

[3] 魏显威,叶慧海,黄述芳. 高等级公路交通噪声问题分析[J]. 交通环保, 2003, 24(Z1): 130-132.

[4] 朱万灵,陈庆喜,马骁威,等. 公路交通污染防治技术的研究[J]. 交通环保, 2003, 24(Z1): 197-200.

[5] 姚成. 我国公路交通环境降噪方法的理论和应用[J]. 环境工程, 1999, 17(6): 39-42.

• 时讯快递 •

江苏省出台排污总量区域平衡管理办法

江苏省环保厅近日出台《建设项目主要污染物排放总量区域平衡管理办法》,明确要求“一个区域的减排量,必须大于建设项目所带来的排污新增量,以确保‘十二五’减排任务的完成”。

《建设项目主要污染物排放总量区域平衡管理办法》的出台,旨在严格控制建设项目新增主要污染物排放量,规范主要污染物排放总量区域平衡方案审核流程。《管理办法》规定,按照职责,主要污染物排放总量管理部门,负责建设项目主要污染物排放总量区域平衡方案可行性审查;建设项目环评管理部门负责在环评批复中核准排污总量。审核和批准排污总量主要是指化学需氧量、氨氮、二氧化硫和氮氧化物等 4 项主要污染物。

所谓实现排污总量的区域平衡,指各市、县(市)必须通过现有项目的污染物减排量,来抵消建设项目新增的污染物排放量,而且减排量必须大于新增量,以达到区域内污染物排放总量的动态平衡、污染物排放总量持续削减。

(摘自江苏环保网)