

排水沥青路面长期性能观测与评价

尘福涛, 赵立东, 刘 帆, 黄士周

(中路交建(北京)材料工程技术有限公司, 北京 102199)

摘要:排水沥青路面作为一种高安全、环保型路面结构,在国内受到大力推崇,但随着服役年限的增长,会发生堵塞病害和局部飞散掉粒,影响路面的路用性能和服务功能。因此,有必要对服役多年后的排水沥青路用性能和服务功能变化规律进行观测、分析和评价。选取“老、中、新”3 种不同使用阶段的排水沥青路面,通过对其车辙、平整度、抗滑、排水、降噪指标进行实地检测、分析和评价,得出排水沥青路面路用性能和服役功能随着服役年限的变化趋势。结果表明,排水沥青路面使用超过 10 年,除路面排水和降噪功能有一定的衰减之外,其他各路用性能和服务功能保持良好,依然能够保持普通密集配路面相同的使用性能。

关键词:排水沥青路面;长期性能观测;路用性能;服务功能;养护时机

中图分类号:U416.2 **文献标志码:**A **文章编号:**1671-1807(2021)08-0301-06

随着经济社会不断发展,人民的出行水平要求不断提高,“高安全”“环保”“以人为本”的交通建设理念也越加凸显。具有大空隙特征的排水沥青路面具有以下优点:①表面构造深度大,抗滑性能高;②大空隙特征具有很好渗水和排水功能,故路面在雨天表面无积水,能够防止路面形成“水漂”,行车视野清晰;③是一种低噪声路面,与密级配路面相比,可以降低路侧噪声 3 dB 以上,尤其在雨天条件下,排水沥青路面有非常明显的降噪效果^[1-4]。排水沥青路面达到了现有路面技术中的“顶端路用性能”,在欧美、日本等发达国家被作为高安全、高舒适性铺装广泛应用^[5-6]。但随着排水沥青路面使用年限的增加,由于路面堵塞病害的积累,其路用性能和服务功能相应也会存在一定的衰减^[7],因此,亟须对服役一定年限后的排水沥青路面的路用性能和服务功能衰减量及衰减趋势进行检测和分析,以判定是否有必要采取一定养护措施维持其良好的路用性能、服务功能及获取最佳的养护时机。

1 检测和分析路段概况

近年来,排水沥青路面在国内不断推广及应用,目前已经累计超过 300 km,尤其在江苏省内,应用总里程已经超过 160 km,其中 80% 以上为在原路面加铺 4 cm 的排水沥青罩面,以达到结构补强的目的。3 条排水沥青路面结构形式如图 1 所示。

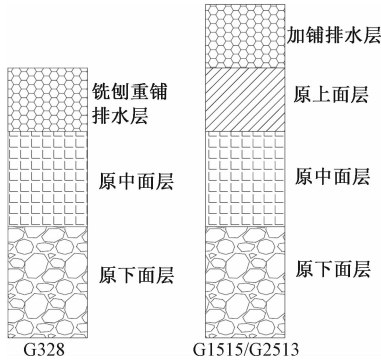


图 1 路面结构形式

为分析服役一定年限后的排水沥青路面的路用性能和服务性能衰减量及衰减趋势,选择 G328 盐通、G1515 盐靖、G2513 淮徐 3 条高速公路所铺筑的排水沥青路面段落,组成“老、中、新”3 种不同服役年限的排水沥青路面作为检测和分析样本,其中,G328 盐通排水沥青路面总里程为 16.8 km,服役年限已达到 11 年,在 2015 年针对路面飞散掉粒病害进行过“喷洒式”养护^[8-10];G1515 盐靖高速公路排水沥青路面铺筑约 64.4 km,服役年限已达到 4 年;G2513 淮徐高速公路排水沥青路面铺筑共约 82.2 km,服役年限 1 年。G1515 盐靖高速公路及 G2513 淮徐高速排水沥青路面至今均未进行过任何系统性养护^[11-15]。

收稿日期:2021-03-03

基金项目:交通运输部行业重点科技项目(2018-TG-003)。

作者简介:尘福涛(1989—),男,山东菏泽人,中路交建(北京)工程材料技术有限公司,江苏办事处总工程师,工程师,硕士,研究方向为公路养护。

依据《公路沥青路面养护设计规范》(JTJ 5421—2018),高速公路沥青路面功能性修复预期使用年限为 5~8 年^[16],本文以 8 年计,G328 盐通排水沥青路面使用已超过设计使用年限,G1515 盐靖排水沥青路面正处于设计使用年限中期,G2513 淮徐处于设计使用年限初期。

2 排水沥青路面路用性能分析

江苏省高速公路管理公司每年都会对所管辖的路段进行路况检测,以获取路面使用现状。检测项目主要包括路面破损、路面车辙、路面抗滑、路面平整度等。本文结合路况检测数据对排水沥青路面路用性能随服役年限的变化趋势进行分析。由于路面破损种类多样性,不便于统计分析且路面抗滑后文有针对性分析,因此本文仅对路面平整度水平及路面车辙状况两项指标进行统计分析。

由于 G2513 淮徐高速公路排水沥青路面服役年限较短,因此分析对象主要包括服役中期和服役后期的 G1515 盐靖高速及 G328 盐通高速公路排水沥青路面,指标发展趋势如图 2、图 3 所示。

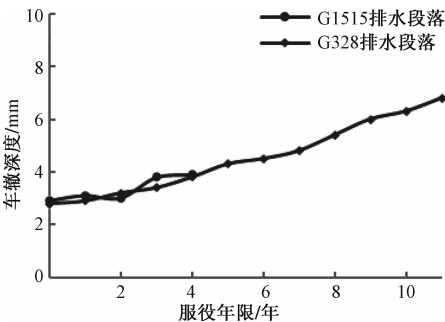


图 2 路面车辙指标发展趋势

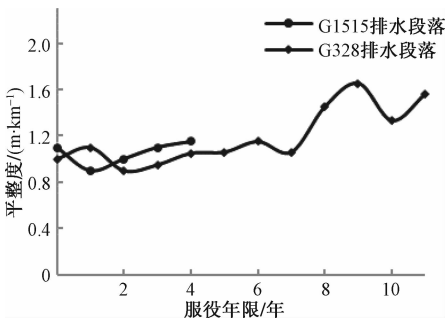


图 3 路面平整度指标发展趋势

由图 2 可知,随着服役年限的增长,排水沥青路面段落平均车辙指标均呈现持续增长趋势,G328 盐通高速排水沥青路面在服役 11 年时,排水沥青路面平均车辙深度依然可维持在 6~7 mm,依据《公路技术状况评定标准》(JTJ 5210—2018)^[17]评价依然

为优,说明排水沥青路面开级配特征对于抵抗车辙变形具有显著效果。由图 3 可知,排水沥青路面服役中后期平整度相对于中前期有一定的增长,中后期整体在 1.1~1.6 m/km 波动,依据《公路技术状况评定标准》(JTJ 5210—2018),使用 11 年的排水沥青路面平整度水平评价仍为优良。

3 排水沥青路面服务功能观测与评价

对 G328 盐通、G1515 盐靖、G2513 淮徐 3 条高速公路所铺筑的排水沥青路面进行路面服务功能检测,主要包括路面排水、路面抗滑以及路面降噪功能。

在选定路段上进行渗水、摆式摩擦、手工铺砂和噪声声级测定等试验,通过测试所得的路面渗水系数表征路面的排水性能;以摆式摩擦仪摆值^[18]以及手工铺砂法^[19]所得结果计算的构造深度,表征路面的抗滑性能;以测得的噪声声级^[20]并通过比较表征排水路面的降噪性能。在抗滑和排水性能测试中需要注意,为使数据更具代表性,各检测段落至少选取 3 个断面,每个断面间距为 100 m,并在每个断面的应急车道中间位置、应急车道左侧轮迹线、行车道中间和行车道右侧轮迹线位置都进行相关试验。

3.1 排水沥青路面排水功能

采用路面渗水仪测定 G328 盐通、G1515 盐靖、G2513 淮徐 3 条高速公路所铺筑的排水沥青路面渗水系数,检测数据如表 1、图 4 所示。

表 1 不同路段渗水系数

高速名称	服役年限	渗水系数/(mL·min ⁻¹)			
		应急车道		行车道	
		中心	左轮迹	右轮迹	中心
G2513 淮徐高速	0	6 100.5	6 300.4	6 209.8	6 066.9
	1	5 211.2	5 333.6	5 691.8	5 407.1
G1515 盐靖高速	4	4 802.2	4 722.4	5 115.3	4 960.9
G328 盐通高速	11	609.87	614.11	796.35	740.11

排水沥青路面渗水系数的衰减主要在于灰尘、车辆带来的沙砾、轮胎脱落的颗粒和绿化带植物产生枯枝败叶在车辆作用下形成的木屑等,这些杂物普遍较轻,在车辆行驶过程产生的气流作用下易分散到整个断面范围内,对原有的空隙产生堵塞。

从表 1 可以看出,行车道位置的渗水系数要稍高于应急车道位置的渗水系数,主要原因在于行车道长期受车轮荷载,对路面产生振动、泵吸以及加速路面结构内水运动等作用,从而减缓了路面的

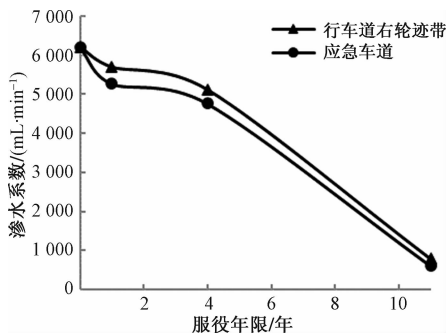


图 4 渗水系数随服役年限趋势图

堵塞。

从图 4 可以看出,由于路面因空隙堵塞,排水沥青路面渗水系数是逐年衰减的,中后期衰减速率更大,但使用超过 10 以上的排水沥青路面仍具有一定的排水功能,路用性能和各项服务功能也都优于与 SMA 路面。因此,排水沥青路面在使用年限内如无特殊需要可不进行养护,对于排水功能要求较高的路段或区域,如高速服务区、公园等区域,可在合适时机采用清孔车对排水沥青路面进行清孔。由于现行规范没有对不同使服役年限的排水沥青路面渗水系数作出明确要求,如确需清孔养护,可以以渗水系数值衰减至初始检测值一半作为养护时机。

3.2 排水沥青路面抗滑功能

采用摆值与路面构造深度两种指标对路面的抗滑性能进行评价,摆值通过 BM-III 型摆式摩擦系数测定仪进行测定,构造深度采用人工铺砂法进行测定。

采用 BM-III 型摆式摩擦系数测定仪检测 G328 盐通、G1515 盐靖、G2513 淮徐 3 条高速公路所铺筑的排水沥青路面抗滑水平,检测结果如表 2、图 5 所示。

表 2 不同路段摆值 (BPN)

高速名称	服役年限	摆值 (BPN)			
		行车道右轮迹带	行车道中间位置	应急车道左轮迹带	应急车道中间位置
G2513 淮徐高速	0	68	65	62	62
	1	66	63	69	76
G1515 盐靖高速	4	70	73	80	83
G328 盐通高速	11	53	55	50	54

从表 2 可知,服役 10 年以上的排水沥青路面摆值检测数据(BPN)略低于新建普通路面,但远高于《公路工程质量检验评定标准》(JTG F80/1—2017)对新建路面的抗滑要求值。

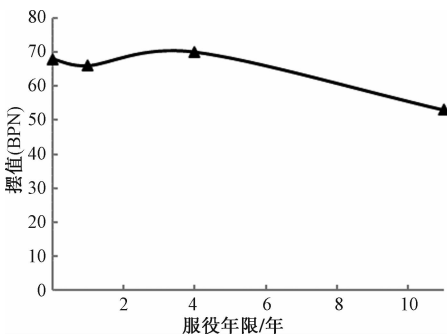


图 5 摆值 (BPN) 随服役年限趋势图

在同一横断面上应急车道中间位置的摆值稍高于其余位置,说明其抗滑性能表现较好。而行车道右轮迹线位置的摆值要稍低于同一断面中的其余各点,表明其摩擦系数较之其余各点要低,抗滑性能表现较差。

从表 3 可以看出,排水沥青路面的构造深度检测指标与检测位置相关性不大,从图 6 可以看出,随着排水沥青路面服役年限的增加,路面构造深度呈先衰减后基本趋于稳定的趋势,稳定阶段一般从 3~4 年后开始。

表 3 不同路段构造深度

高速名称	服役年限	构造深度/mm			
		行车道右轮迹带	行车道中间位置	应急车道左轮迹带	应急车道中间位置
G2513 淮徐高速	0	2.4	2.2	2.3	2.4
	1	2	1.9	2.1	2
G1515 盐靖高速	4	1.8	1.9	1.8	1.7
G328 盐通高速	11	1.9	1.7	1.9	1.6

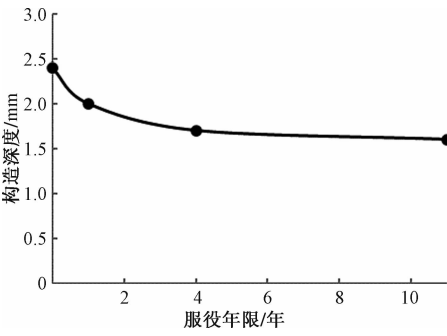


图 6 构造深度随服役年限趋势图

根据《公路沥青路面设计规范》JTG D50—2017^[21]中对沥青路面抗滑性能的要求,在最大降雨强度下,高速路面的构造深度需不小于 0.55 mm。由于排水沥路面大空隙特征,即使在使用 11 年,路面构造深度依然在 1.5 mm 以上。

3.3 排水沥青路面降噪检测与分析

3.3.1 HT-8352 声级计噪声测试

1)仪器准备。采用 HT-8352 声级计对排水沥青路面降噪效果进行检测。该款声级计可以测量 30 ~ 130 dB 范围内的噪声,精确度可达到 ±1.4 dB,该测量范围可以满足大多数高速公路的噪声测量要求^[22]。声级计及软件界面如图 7 所示。

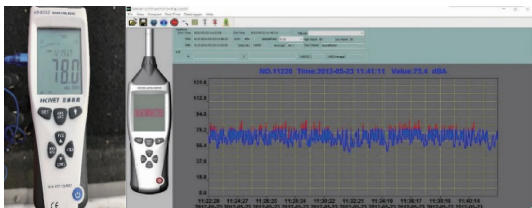


图 7 声级计及噪声统计软件 SLMB

2)测点布置。将 HT-8352 声级计固定在三脚架上,距离路表 1.5 m 左右,距离土路肩内边缘 30 cm 左右,如图 8 所示。连续监测和记录 20 min 噪声数据。测得规定时间段的最大、最小值以及平均值进行统计和分析。



图 8 噪声测试装置图

G328 盐通、G1515 盐靖、G2513 淮徐 3 条高速公路排水沥青路面噪声测试数据见表 4。

表 4 不同路段排噪声水平

高速名称	服役年限	噪声水平/dB(A)		
		最大值	最小值	平均值
G2513 淮徐高速	0	91.2	47.1	68.5
	1	92.3	51.6	68.2
G1515 盐靖高速	4	93.3	54.1	71.1
G328 盐通高速	11	93.4	56.8	72
普通密级配路面	—	94.7	56.6	73

排水路面由于具有较大的空隙率,车辆行驶中因“泵吸”原理产生的轮胎/路面噪声声能,在通过路面孔隙时,部分能量被孔隙结构吸收,从而达到

降噪的效果^[22]。排水沥青路面会因为服役时间长短,使排水路面具有不同的噪声水平。

从图 9 可知,相对于普通密级配路面,使用 11 年的排水沥青路面降噪水平依然维持在 1 dB(A)左右。考虑到不同测试路段交通量有所不同,从而会造成噪声测量上存在一定误差,但综合来说,随着使用年份的增加,排水沥青路面降噪水平呈现缓慢衰减趋势。对比分析 3 条高速公路的降噪数据,排水沥青路面在使用 11 年内,降噪水平平均每年衰减 0.3 dB(A)。排水沥青路面服役中前期(4 年),降噪水平平均每年衰减 0.6 dB(A),设计使用年限中期(4 年)至使用 11 年内,降噪水平平均每年衰减 0.1 dB(A),说明排水沥青路面使用中后期降噪水平相对于使用中前期衰减速率更为缓和。

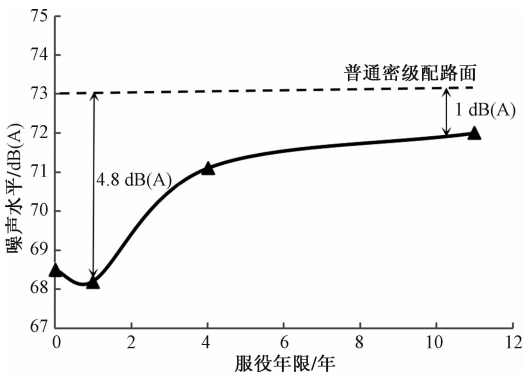


图 9 噪声水平随服役年限趋势图

3.3.2 IMP-PI-SCT 吸声测试

采用 IMP-PI-SCT 吸声系数测试仪对排水沥青路面的吸声效果进行检测,该仪器可用于测定垂直或倾斜入射条件下吸声材料的细声系数,测量频率范围分布在 300 Hz~10 kHz^[23]。IMP-PI-SCT 吸声系数测试仪如图 10 所示。



图 10 IMP-PI-SCT 吸声系数测试仪

对于测得的吸声系数,每个点都选取频率在 800 Hz 左右是吸声系数的峰值。对于每个桩号横断面的 4 个位置,重复测两次吸声系数并取平均值。结合路面信息,经过整理,3 条高速公路排水沥青路面吸声系数具体数据见表 5。

表 5 不同路段吸声系数

高速名称	服役年限	吸声系数			
		应急车道		行车道	
		中心	左轮迹	右轮迹	中心
G2513 淮徐高速	0	0.76	0.78	0.79	0.76
	1	0.70	0.72	0.76	0.73
G1515 盐靖高速	4	0.65	0.64	0.7	0.68
G328 盐通高速	11	0.65	0.63	0.68	0.66

从表 5 中数据可以看出,使用 10 年以上的排水沥青路面吸声水平依然在 60% 以上。同一横断面 4 个位置中,应急车道的吸声系数基本都小于行车道的吸声系数,主要是由于应急车道仅有少量车辆荷载,而在行车道上,车辆的快速行驶会让轮胎对路面产生振动、轮胎的泵吸效应以及雨雪天气动水压力冲刷等原因一定程度上缓解孔隙堵塞问题,增大连通空隙率,因此行车道的吸声系数会明显优于应急车道,相同原理,行车道中心位置要略小于轮迹带位置。

为了更好地分析排水沥青路面吸声系数与服务年限增长的变化规律,选择具有车辆荷载的行车道轮迹带位置吸声数据进行作图分析,如图 11 所示。

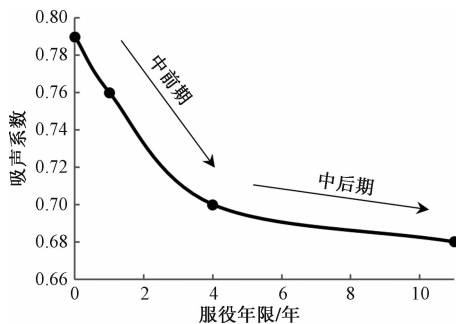


图 11 吸声系数随服役年限趋势图

由图 11 可知,随着服役年限的增加,排水沥青路面吸声水平呈现缓慢衰减趋势,服役中前期衰减速率相对于中后期更为迅速,这也证实了前小节数据检测和分析的结论。

4 结论

通过对 G328 盐通、G1515 盐靖、G2513 淮徐 3 条高速公路所铺筑的排水沥青路面选定段落进行路用性能和服务功能的检测与分析,主要结论如下:

- 1)排水沥青路面在使用超过 10 年后,仍能够保持优良的车辙和平整度等路用性能。
- 2)排水沥青路面降噪水平随着服役年限的增长是逐渐衰减的,中前期相对于中后期衰减更为迅速,服役 11 年的排水沥青路面依然可降噪

1 dB(A)。

3)使用 10 年以上的排水沥青路面 BPN 值以及构造深度均远高于规范要求值,无须针对排水沥青路面的抗滑水平的衰减开展养护措施。

4)排水沥青路面渗水系数逐年衰减,但使用超过 10 年以上的排水沥青路面仍具有一定的排水功能,路用性能和各项服务功能也都优于 SMA 路面。因此,排水沥青路面在使用年限内如无特殊需要无须进行养护。

5)运营使用超过 10 年的排水沥青路面,除路面排水和降噪功能有一定的衰减之外,其他各路用功能和服务功能保持良好,依然能够保持普通路面相同的使用性能。说明排水沥青路面是一种典型的安全、环保、耐久型路面。

参考文献

[1] 贾理杰. 排水沥青路面长期性能观测[J]. 公路与汽运, 2012 (1):90-92.

[2] 尘福涛,李明亮,曹东伟. 排水沥青路面表面强化技术[J]. 筑路机械与施工机械化, 2017,34(4):89-92.

[3] 许斌. 排水沥青路面预防性养护技术研究[D]. 大连:大连理工大学, 2016.

[4] 尘福涛,李明亮,曹东伟. 排水沥青路面冷接缝工艺技术研究[J]. 中外公路, 2018,40(33):40-43.

[5] KAWAKAMI A, KUBO K, SASAKI I, et al. Study on the recycling method for drainage asphalt pavement and evaluation for its durability[J]. Trans Tech Publications Ltd, 2013,24(78):32-36.

[6] DONG Y M, TAN Y Q, LIU H, et al. Noise performance of drainage asphalt pavement[J]. ProQuest, 2009, 2(6):50-54.

[7] 孙士勇. 排水性沥青路面的研究与应用[D]. 长春:吉林大学, 2008.

[8] 陈文震,汪宽平. 盐通高速公路排水路面价格对比分析[J]. 公路交通科技, 2006,10(8):16-18.

[9] 钱国超,刘清泉,曹东伟,等. 排水性沥青路面技术在盐通高速公路上的应用与创新[J]. 公路交通科技(应用技术版), 2006(10):52-56.

[10] 汪宽平,陈先华,唐国奇. 盐城至南通高速公路排水性沥青路面长期性能观测与评价[J]. 公路交通科技(应用技术版), 2013,9(12):153-156.

[11] 季明星. 排水性沥青混凝土路面在沿海高速上的应用[J]. 工程与建设, 2008(1):89-90.

[12] 孙赋成,陈锋. 高速公路罩面工程排水性沥青混合料的配合比设计[J]. 江西建材, 2015(8):186-187.

[13] 沥青情报站. 排水沥青路面技术被使用[J]. 石油沥青, 2015,29(1):34.

[14] 马肖,戴银娟. 浅析排水沥青路面(PAC-13)在高速公路路面养护中的应用[J]. 江苏交通科技, 2017(3):7-9.

[15] 陈衍永. 排水沥青路面在淮徐高速公路路面养护中的应用[J]. 绿色环保建材, 2018(9):140—143.

[16] 王松根. 公路沥青路面养护设计规范——编制说明、主要内容及术语[J]. 养护与管理, 2017(7):30—34 .

[17] 交通运输部公路科学研究院. 公路技术状况评定标准: JTG 5210—2018[S]. 北京: 中国标准出版社, 2018.

[18] 范祥林, 周建, 孙洁平, 等. 用摆式摩擦系数测定仪测试地面防滑性能[J]. 中国建材科技, 2015(1):8—10.

[19] 刘静, 查庆. 手工铺砂法测定路面构造深度不确定度评定[J]. 公路交通科技(应用技术版), 2018(5):134—135.

[20] 张继全. 基于实际工程的改性沥青路面降噪特性研究[J]. 公路工程, 2015, 40(5):68—71, 76.

[21] 中交路桥技术有限公司. 公路沥青路面设计规范: JTG D50—2017[S]. 北京: 中国标准出版社, 2017.

[22] 李骅. 空隙特征对排水路面降噪性能的影响研究[D]. 南京: 南京航空航天大学, 2018.

[23] 曹佳斌. 以石灰岩为粗集料的排水沥青路面结构性及功能性研究[D]. 重庆: 重庆交通大修, 2017.

Long Term Performance Observation and Evaluation of Porous Asphalt

CHEN Fu-tao, ZHAO Li-dong, LIU Fan, HUANG Shi-zhou

(Zhonglu Jiaojian (Beijing) Material Engineering Technology Co., Ltd., Beijing 102199, China)

Abstract: As a kind of high safety and environmental protection pavement structure, porous asphalt is highly praised in China. However, with the increase of service life, the occurrence of blocking disease and local flying particles often happens, which will affect the road function and service function of the pavement. Therefore, it is necessary to observe, analyze and evaluate the change rule of road performance and service function of drainage asphalt after its service for many years. Three kinds of porous asphalt with different use stages of “old, middle and new” are selected, through field test, analysis and evaluation of rutting, damage, anti sliding, drainage and noise reduction indexes, concluded that the road performance and service function of porous asphalt change with service life. The results show that porous asphalt has been used for more than 10 years, road use function and service function remain good and can still maintain the same performance of ordinary dense pavement in addition to the road drainage and noise reduction function has a certain attenuation.

Key words: porous asphalt; long-term performance observation; road performance; service function; maintenance opportunity