

文章编号: 1002-0268 (2004) 09-0034-03

# 旧沥青混凝土路面强度评价新技术

宋勇<sup>1</sup>, 张衡<sup>2</sup>

(1. 河南省交通厅公路管理局, 河南 郑州 450052; 2 河南省交通规划勘察设计院, 河南 郑州 450052)

**摘要:** 旧路加铺前应对原有路面进行检测与评价, 尤其是对剩余强度进行快速合理评价, 将对加铺设计具有指导意义。结合河南省交通厅科技项目大粒径碎石基层应用技术研究, 通过便携式落锤弯沉仪 (PFWD) 对旧沥青混凝土路面强度进行检测, 并与传统静态弯沉仪 (BB 梁) 法进行了比较, 发现两者具有良好的相关性, 因此, 采用 PFWD 对旧沥青混凝土路面剩余强度进行评价是一种简便快捷的新技术。

**关键词:** 旧沥青混凝土路面; 剩余强度; PFWD; 弯沉

中图分类号: U416 217

文献标识码: A

## New Technology of Appraisalment of Bituminous Concrete Pavement Strength

SONG Yong<sup>1</sup>, ZHANG Heng<sup>2</sup>

(1. Highway Administration Bureau of Henan Province, Henan Zhengzhou 450052, China;

2 Henan Provincial Communications Planning Survey & Design Institute, Henan Zhengzhou 450052, China)

**Abstract:** We should test and assess the original road surface before resurfacing, especially the residual strength, as the basis for the resurfacing design. This paper based on the experience of "Large size macadam base application technology study", by using of portable PFWD to appraise the bituminous concrete surface, compared with traditional static BB. It is found that the measured results by the two methods have good correlation. So, it is a kind of simple and convenient and swift new technology to adopt PFWD to assess the residual strength of bituminous concrete pavement.

**Key words:** Bituminous concrete surface; Residual strength; PFWD; Deflection

### 1 工程概况

冢沁线焦作至博爱段改建公路, 起于焦作市丰收路与焦贾线交叉环岛中心, 终止于博爱县城南冢沁公路与焦温公路交叉中心。全线基本为老路利用, 路线全长 14.025km。路基全段低填方, 线形舒顺良好, 路基整体较稳定。经过 10 余年的运营, 沥青路面已出现严重龟裂和不规则裂缝, 车辙、沉陷较为明显, 有大量坑槽, 严重地影响了行车舒适性和安全性, 急需进行改建。

为此, 我们结合河南省交通厅科技项目大粒径碎石基层应用技术研究课题, 对 k4+000~+400 段旧沥青混凝土路面进行了强度和病害的调查与分析, 调

查过程中采用了便携式落锤弯沉仪 (PFWD) 和传统静态弯沉仪 (BB 梁) 进行旧路面强度的评价, 本文对强度调查分析结果进行分析, 提出 PFWD 评价旧沥青混凝土路面强度的新方法。

### 2 弯沉检测

通过实测沥青路面的路表回弹弯沉值, 可反映路面结构的整体强度和剩余寿命。路面结构的剩余寿命是指路面在达到预定的损坏状况之前还能承受的行车荷载作用次数, 它能预测现有路面的承载能力和分析路面出现损坏的原因, 为加铺层结构设计提供设计参数和依据。

为了统一和正确地测量路面的承载能力, 提供确

定路面状况和承载能力的依据, 根据《公路路基路面现场测试规程》(JTJ 059-95)和国内外所采用的方法, 本次弯沉检测采用静态弯沉仪(贝克曼梁弯沉仪)和后轴为 100kN 的标准黄河车(一侧双轮荷载为 50 ± 1kN; 轮胎充气压力为 0.7 ± 0.05MPa; 单轮传压面当量圆直径为 21.30 ± 0.5cm)进行测量, 从而根据沥青路面的顶面弯沉值评定沥青路面结构的整体承载能力。沥青路面弯沉检测位置如图 1 所示。沥青路面弯沉共检测 160 点, 测试结果如图 2 和图 3 所示。

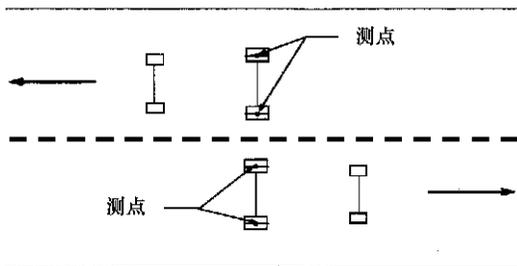


图 1 弯沉检测位置

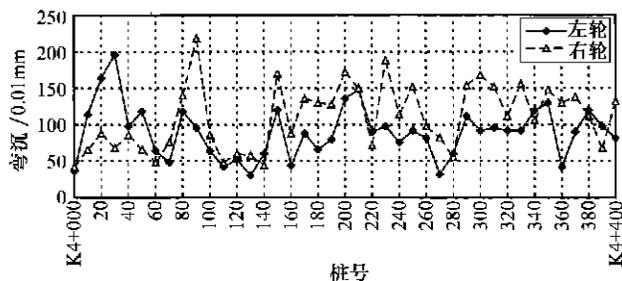


图 2 沥青路面左幅弯沉值

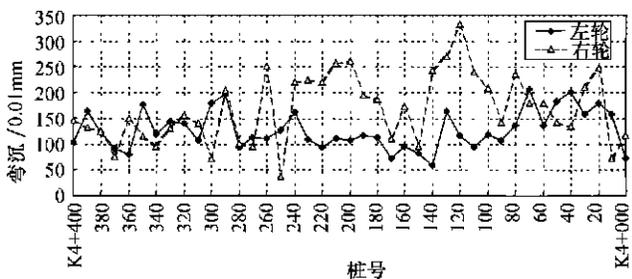


图 3 沥青路面右幅弯沉值

根据《公路沥青路面设计规范》(JTJ 014-97), 该路段的计算弯沉值按下式计算

$$l_0 = (\bar{l}_0 + Z_a S) K_1 K_2 K_3 \quad (1)$$

式中,  $l_0$  为路段的计算弯沉值, 0.01mm;  $\bar{l}_0$  为路段内原路面上实测弯沉的平均值, 0.01mm;  $S$  为路段内原路面上实测弯沉的标准差, 0.01mm;  $Z_a$  为保证率系数, 补强二级及二级以上公路路面时,  $Z_a$  取 1.5, 补强三、四级公路时取 1.3;  $K_1$ 、 $K_2$  分别为季节影响系数和湿度影响系数;  $K_3$  为温度修正系数。沥青路面弯沉计算结果统计如表 1 所示。

表 1 沥青路面弯沉检测结果统计

测点位置	测点数	弯沉平均值	标准差	代表弯沉值	计算弯沉值
		/0.01mm	/0.01mm	/0.01mm	/0.01mm
左幅	右轮	41	109.80	44.91	177.17
	左轮	41	95.37	39.00	153.87
	小计	81	101.16	40.68	162.18
右幅	右轮	40	160.00	58.53	252.00
	左轮	41	126.88	37.96	183.82
	小计	81	143.24	52.20	221.54
全路段合计	163	122.78	52.48	201.50	251.88

### 3 PFWD 检测

便携式落锤弯沉仪(PFWD)的工作原理是采用直径为 30cm 的刚性承载板, 依靠 10kg 落锤产生冲击荷载, 落高为 80cm 左右, 在冲击荷载作用下, 由位移传感器和压力传感器分别测得刚性承载板中心处的弯沉和压力。分析时, 取荷载和弯沉的峰值考虑, 回弹模量采用弹性半空间体的刚性承载板理论公式进行计算, 即

$$E_t = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{2p\delta(1-\mu^2)}{l} \quad (2)$$

式中,  $p$  为实测的承载板所受压力, kPa;  $\delta$  为承载板半径,  $\delta=150$ mm;  $\mu$  为泊松系数, 取  $\mu=0.35$ ;  $l$  为实测的承载板中心弯沉, mm;  $E_t$  为模量值, MPa。

采用 PFWD 对试验段的旧沥青路面的顶面当量回弹模量进行了检测, 主要检测了焦作至博爱方向左幅主车道。其中, 沥青路面测点与贝克曼梁弯沉检测点对应, 按 10m 两个测点布置, 对旧沥青路面检测了 400m, 共 82 个测点。旧沥青路面顶面当量回弹模量检测结果如表 2 所示。

表 2 旧沥青路面顶面当量回弹模量检测结果汇总表

位置	项目	顶面当量回弹模量 $E_t$ /MPa	
		内侧	外侧
内外侧	平均值	121.81	92.46
	均方差	39.59	51.85
	变异系数	0.3250	0.5608
总体	平均值	107.14	
	均方差	48.17	
	变异系数	0.4496	

从表 2 可以看出, 整个路段的  $E_t$  值变异系数达 0.45, 表明旧沥青路面的强度和刚度均匀性差, 根据《公路沥青路面设计规范》(JTJ 014-97)的规定, 考虑 1.5 倍的保证率系数, 路段模量代表值为 35MPa。

若考虑季节、温度和湿度修正，路段模量计算值不足 30MPa，因此，该路段急需补强修复。造成模量变异性较大的主要原因是原路面破损较为严重，建议对龟裂严重的旧沥青面层进行翻整压实，以保证原路面的强度和刚度具有良好的均匀性。

同时，内侧  $E_t$  值总体超过外侧  $E_t$  值，二者相差超过 30%，且内侧  $E_t$  值的变异性要比外侧  $E_t$  值的变异性小，表明该旧沥青路面路段外侧的强度和刚度比内侧差。从路面病害调查结果来看，外侧破坏比内侧严重，说明 PFWD 结果很好地表征了旧路面的使用品质。为了保证路面结构下有足够强的地基支撑，建议在旧路面处治时，应加强对外侧的压密补强。

#### 4 PFWD 与 BB 结果对比

为了建立 PFWD 检测的  $E_t$  值和贝克曼梁检测的弯沉  $l$  的关系，将异常点剔除，对  $E_t$  值与  $l$  值进行统计分析，相应的分析图如图 4，统计关系如下

$$E_t = \frac{7.607}{l^{0.8838}}, \quad (n=79, R=0.7132) \quad (3)$$

图 4 表明， $E_t$  值与弯沉  $l$  之间存在良好的双对数关系，由于 (3) 式未考虑季节影响系数、湿度影响系数、温度修正系数和保证率系数的影响，实际应用时，将各点实测弯沉由 (3) 式转化为  $E_t$ ，而后计算路段的  $E_t$  平均值，由 (4) 式确定路段的路面顶面当量回弹模量  $E_0$  值。反之，可以根据 PFWD 的  $E_t$  值确定 BB 的弯沉值。

$$E_0 = \frac{\bar{E} - Z_a S}{K_1 K_2 K_3} \quad (4)$$

式中， $S$  为  $E_t$  的标准差，MPa；其余字母同前。

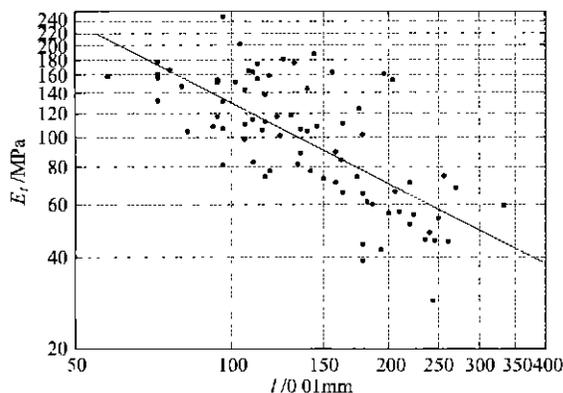


图 4 PFWD 检测  $E_t$  值与贝克曼梁检测  $l$  关系曲线图

#### 5 结论

通过采用 PFWD 和 BB 对旧沥青混凝土路面的强度进行调查，对冢沁线焦作至博爱段 K4+000 ~ K4+400 段旧沥青混凝土路面路段的强度进行了分析评价，并分析了 PFWD 实测模量与 BB 实测弯沉之间的统计关系，结果表明二者之间具有良好的双对数关系，因此对旧沥青混凝土路面剩余强度进行评价，便携式落锤弯沉仪 (PFWD) 不失为一种简便快捷的新技术。

#### 参考文献:

- [1] 中华人民共和国交通部. 公路路基路面现场测试规程 (JTJ 059-95) [S]. 北京: 人民交通出版社, 1995.
- [2] 中华人民共和国交通部. 公路沥青路面设计规范 (JTJ 014-97) [S]. 北京: 人民交通出版社, 1997.
- [3] 中华人民共和国交通部. 公路养护技术规范 (JTJ 073-96) [S]. 北京: 人民交通出版社, 1996.

(上接第 30 页)

#### 4 结论

浇注式沥青混合料的高温稳定性较低，但采用适当的技术措施可提高其稳定性。与 A-13 及 SMA 相比，浇注式沥青混合料低温抗裂性、抗水损性能及抗疲劳性能与变形特性等方面更为优异，并且与钢板的变形随从性好，因此更合适作为大跨径钢箱梁桥的铺装材料。

#### 参考文献:

- [1] 江苏省长江公路大桥建设指挥部, 东南大学交通学院. 江阴长

- 江公路大桥钢桥面浇注式沥青铺装材料与结构研究报告 [R]. 2000
- [2] 东南大学. 南京长江第二大桥钢桥面铺装材料研究报告 [R]. 2000
- [3] 重庆交通公路科学研究所. 武汉白沙洲大桥 SMA 铺装研究报告 [R]. 2001.
- [4] 东南大学. 润扬大桥钢桥面铺装技术调研报告 [R]. 2001
- [5] 梁智涛, 译. 明石海峡大桥桥面铺装 [J]. 国外公路, 1999 (6).
- [6] 李洪涛, 黄卫. 浇注式沥青混凝土在日本桥面铺装上的应用 [J]. 华东公路, 1999 (3).
- [7] 东南大学. 润扬长江公路大桥钢桥面铺装材料试验研究阶段报告 [R]. 2003.
- [8] 侯彦明. 钢桥面铺装浇注式沥青混凝土的应用 [D]. 东南大学硕士学位论文, 2000.