

文章编号: 0451-0712(2004)07-0084-03

中图分类号: U416.217

文献标识码: B

利用 FWD 对沥青混凝土路面质量进行评价

取雨风¹, 张肖宁²

(1. 广东省交通工程质量监督站 广州市 510420; 2. 华南理工大学交通学院 广州市 510640)

摘 要: 克服了利用贝克曼梁所测弯沉评价沥青混凝土路面质量时不全面的缺点, 利用 FWD 实测数据对沥青混凝土路面各结构层承载力进行了评价分析和计算, 从而实现了路基、基层和面层进行全面而且无损的质量评价。

关键词: 沥青混凝土路面; FWD; 路面评价

弯沉作为反映路面结构强度最重要的力学指标, 在路面的评价中占据重要位置。对于一定的路面结构而言, 其弯沉值的大小主要取决于作用荷载的性质, 即荷载大小、荷载作用时间和加载过程等。FWD 装置是通过计算机控制下的液压系统提升并释放一重锤而对路面施加脉冲荷载, 荷载大小可通过改变重锤的提升高度来进行调整, 并通过刚性圆盘作用到路面上, 路面的弯沉通过按一定规律分布的速度型传感器来测定。FWD 时程数据可自动采集并记录, 通常每 0.1 ms 采集数据一次, 总采集时间为 60 ms。

FWD 采集的数据蕴含了大量的信息, 对这些数据主要进行 2 个方面的分析, 即正算研究和反算研究。正算研究主要是为反算提供数据, 反算研究则利用正算结果对道路进行评价分析, 并反算路面各层模量。

本文采用哈尔滨建筑大学任瑞波博士编制的计算 FWD 动荷载作用下路基路面层状粘弹体路表弯沉计算程序, 可以计算出在 FWD 动荷载作用下, 考虑路面各层为粘弹性体时路表弯沉盆的时域解。输

入路面结构后, 对 BP 神经网络进行了 3 000 组数据的训练, 训练结束后, 该神经网络便具有了解决实际问题的能力。

1 检测方法

现行评定标准中对路面结构承载能力的评价主要采用贝克曼梁测出的静态弯沉, 但它存在难以得到一个固定不动的基准点, 只能测得单点最大弯沉值, 不能模拟汽车荷载实际情况, 且有测速慢、精度低等缺陷。从发展趋势看, FWD 是较为理想的弯沉量测设备。其优点是: 加载系统能较好地模拟行车荷载作用, 且可进行多级加载; 采用计算机自动采集数据, 速度快、精度高, 特别适合于大规模测试; 弯沉盆由一组传感器测定, 这使得无损评价多层路面结构成为可能。

我们利用 FWD 对某高速公路沥青混凝土路面进行了质量评价, 测试位置为沥青混凝土路面上面层。路面结构为: 底基层 36 cm 厚 4% 水泥稳定碎石 + 基层 20 cm 厚 6% 水泥稳定碎石 + 下面层 6 cm

收稿日期: 2004-03-16

全部清除。

6 检测

对于铺筑完成的路面由专人严格按部颁标准《公路工程质量检验评定标准》(JTJ 071-98) 进行检测, 主要包括以下几个方面内容。

(1) 原材料的质量检查: 包括沥青、粗集料、细集料、填料。

(2) 混合料的质量检查: 油石比、矿料级配、稳定度、流值、空隙率; 混合料出厂温度、运到现场温度、初压温度、碾压终了温度; 混合料拌和均匀性。

(3) 面层质量检查: 厚度、平整度、宽度、高程、横坡度、压实度、偏位、摊铺的均匀性。

(4) 施工完的面层及时报验。

(5) 不符合标准的部位, 能够修补的要及时修补, 无法补救的必须返工, 决不含糊。

AC-25I+中面层 6 cmAC-20I+上面层 4 cm AK-16A。在评价中我们采用华南理工大学交通学院道路工程研究所购置的 Phonix PRI2100 型 FWD 进行试验,9 个测头位置分别为 0、21 cm、33 cm、51 cm、81 cm、127 cm、150 cm、180 cm 和 210 cm。具体方法为,后轴重 100 kN 黄河车测贝克曼梁弯沉,用粉笔在测头处做标记,FWD 对测点处进行测试,之后在测点处钻芯取样,芯样现场测厚度后送回实验室内,在沥青材料试验机上做劈裂模量试验。现场测试时重锤采用 50 kN 的冲击荷载,测时路面平均温度为 19~20℃,测试频率为 50 m 测试 1 处。

2 测试数据

对测试数据进行分析整理后得到有关图表(图 1~图 6 和表 1)。数据分析表明路面施工质量稳定,弯沉变化较小,因此仅凭此次测试数据得不出 FWD 与贝克曼梁所测弯沉的关系。如果想得出其关系,尚需大量的不同结构和弯沉的路面测试数据。

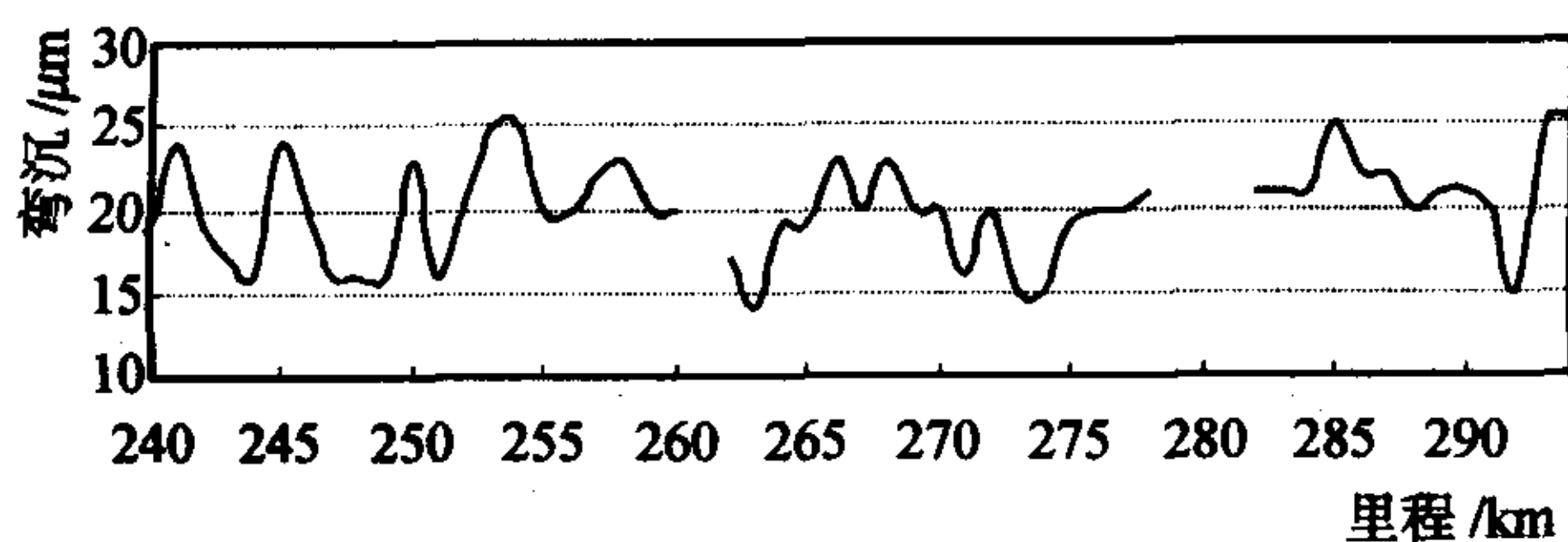


图 1 $r=21$ cm 处边缘最大弯沉分布

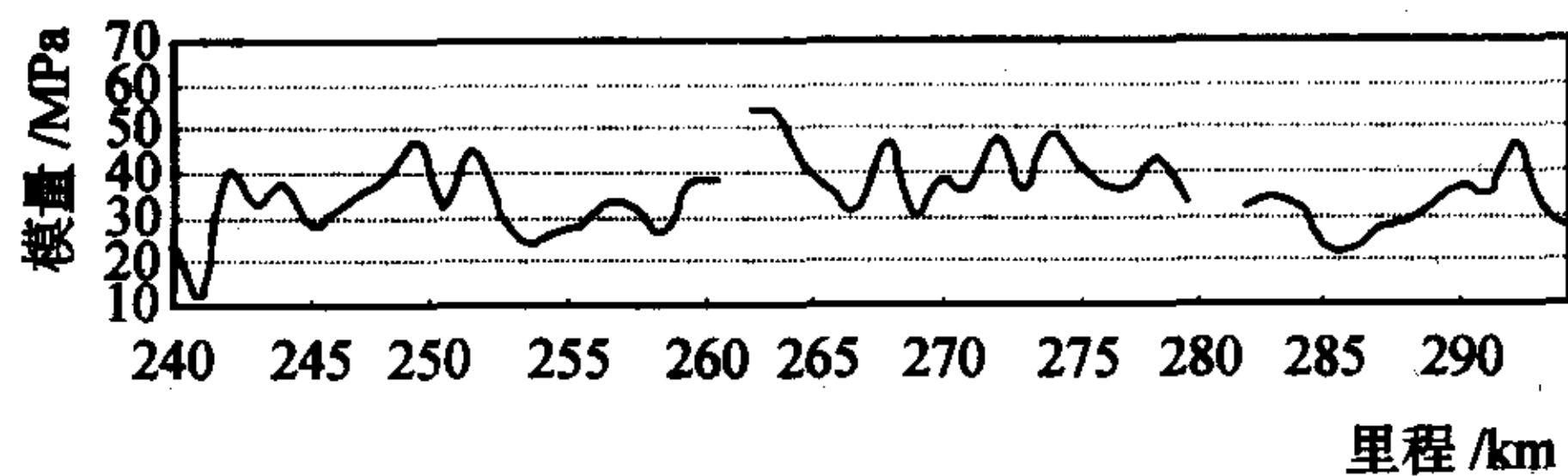


图 2 土基模量反算结果分布

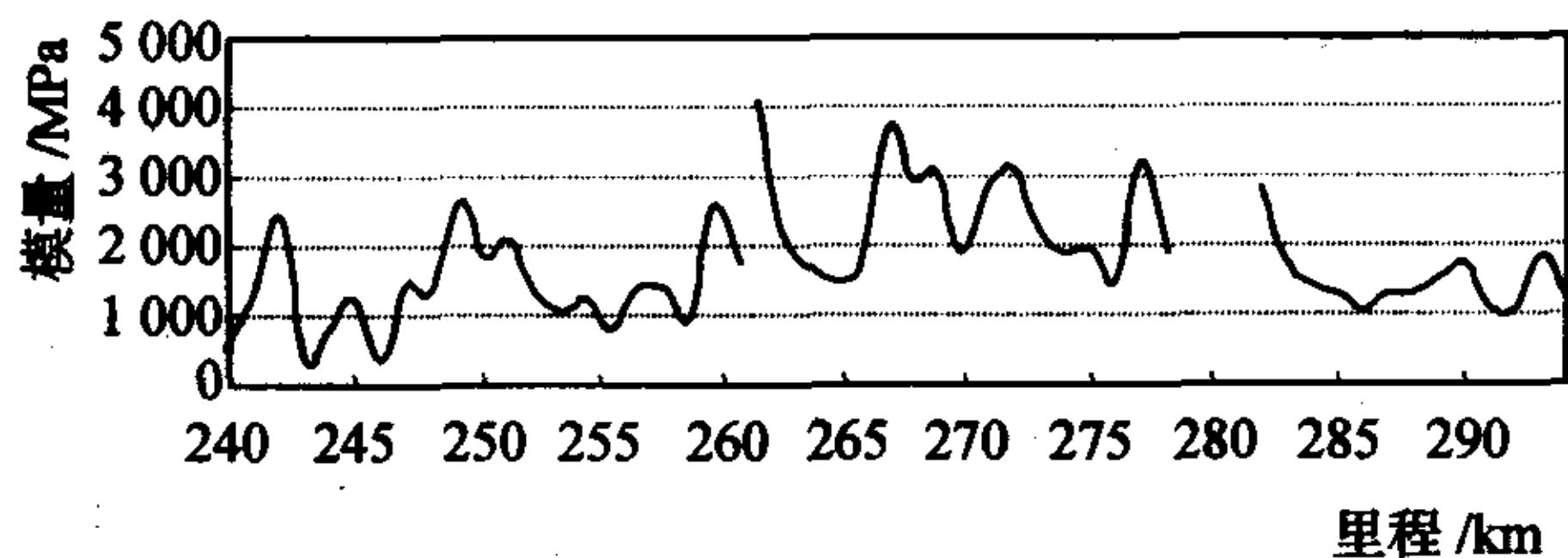


图 3 基层模量反算结果分布

3 对沥青混凝土路面各结构层的评价

3.1 路基

路基模量主要由边缘弯沉确定。根据图 1、图 2 及表 1 分析,第 1 段、第 2 段和第 5 段路基模量较小,

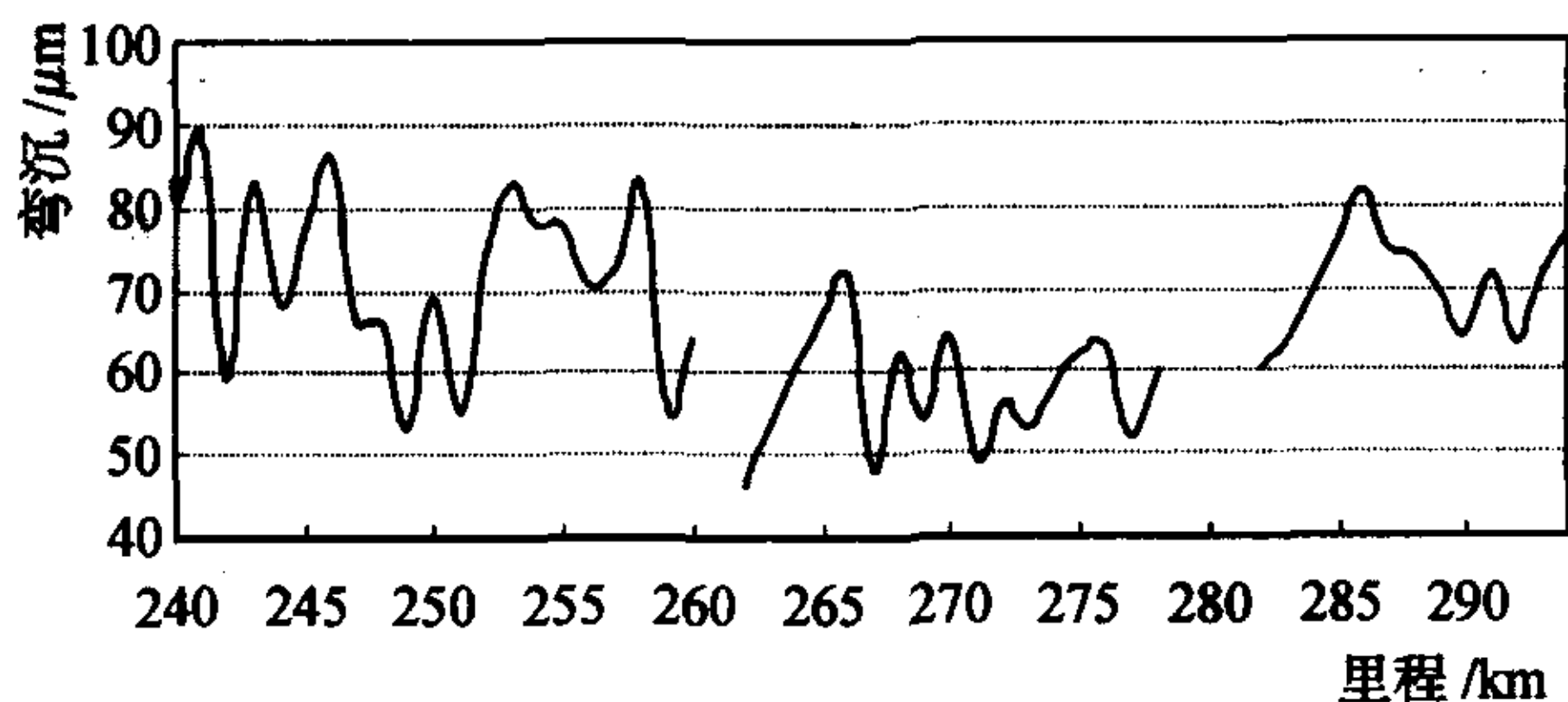


图 4 $r=0$ 处最大弯沉分布

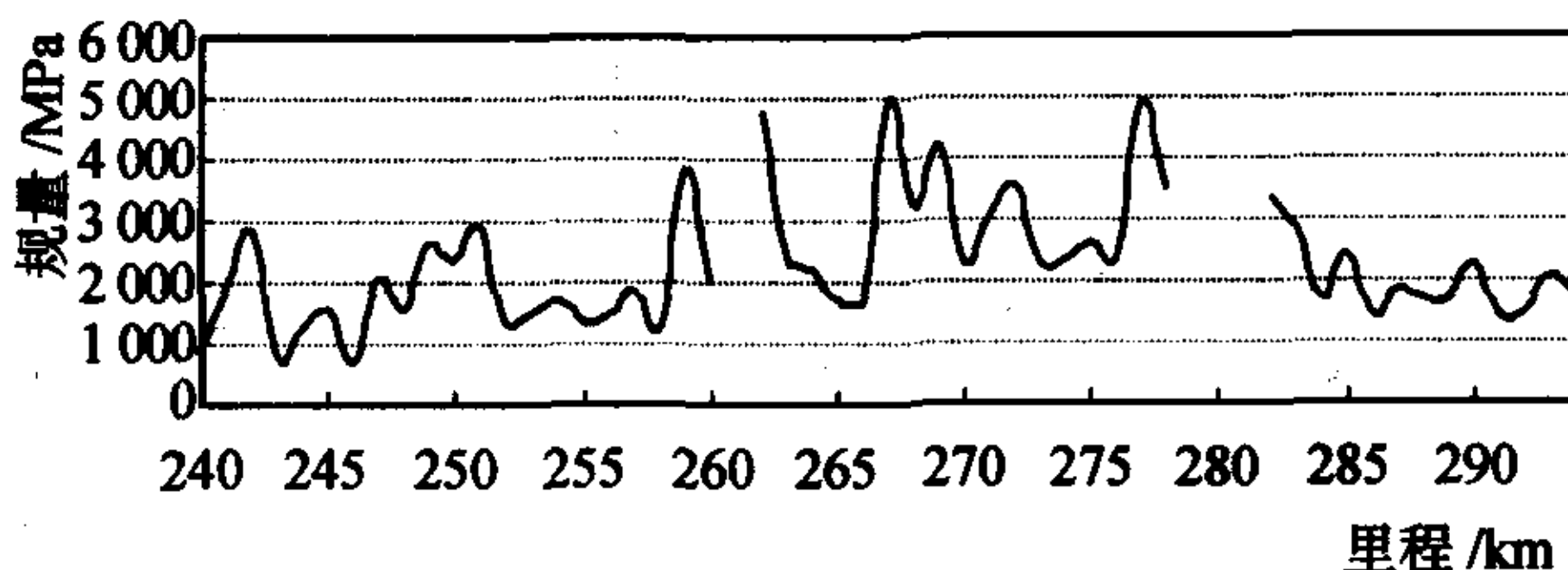


图 5 面层沥青混凝土模量反算结果分布

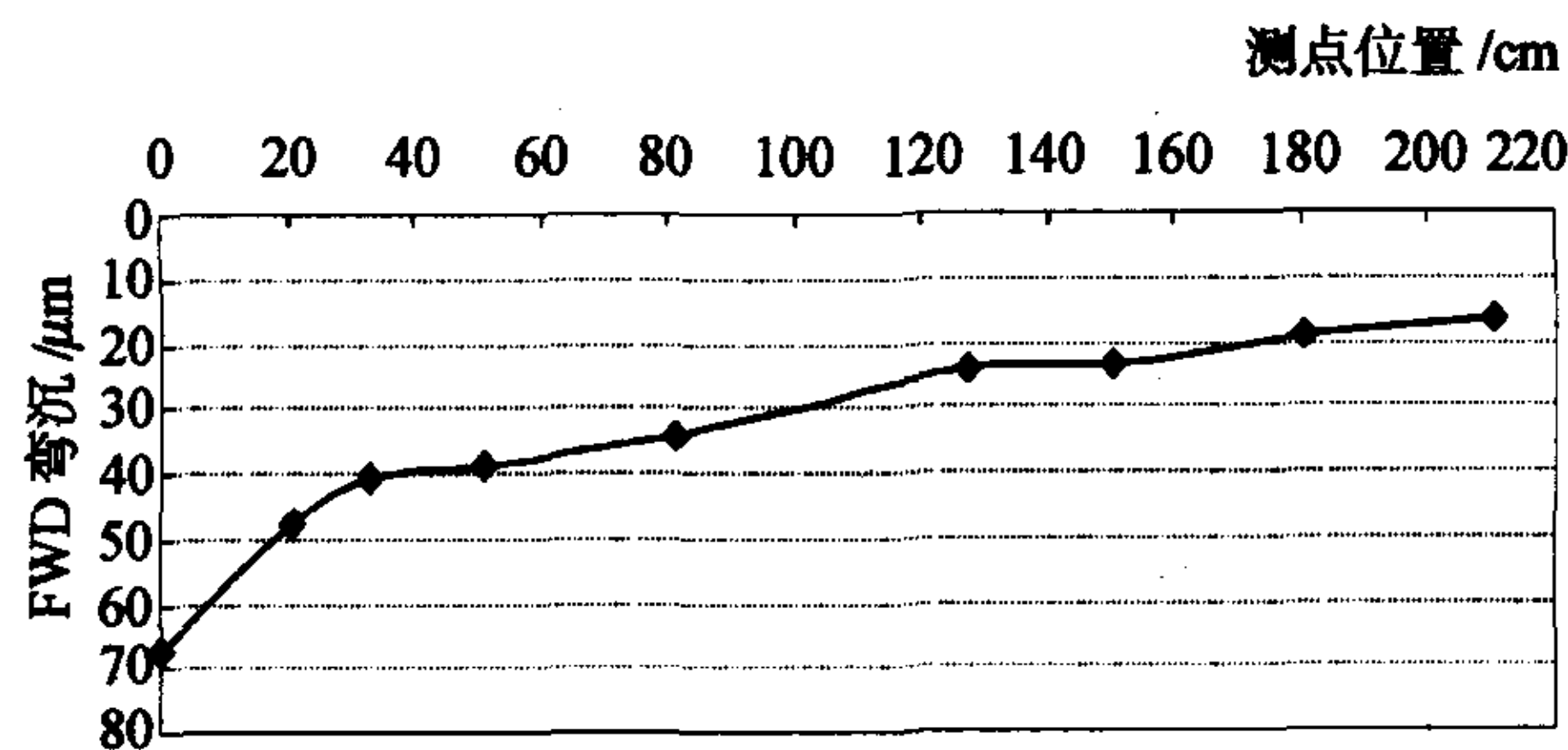


图 6 平均弯沉盆

局部路段低于设计的 30 MPa,弯沉和模量值偏差系数较大,分布不均匀,判定这 3 段路基质量较差,其中第 1 段质量最差;第 4 段弯沉值较小,模量值较高,偏差系数分别为 17.2 %和 30.3 %,判定此路段路基质量相对较好;其余路段路基模量均在要求以上,但局部欠均匀,其中 K243+500 与 K284+600 这 2 点附近弯沉值大、模量低,判定为局部最差点。

3.2 基层

根据图 3 及表 1 分析,第 1 段基层模量总体偏低,并且偏差系数为 86.0%,在 6 个分段中最大,表明基层强度低且不均匀,质量相对最差,加上此段线形与土基模量线形特征相似,因此可以判定该段路面基层有一定程度的松散;第 4 段基层模量均在 1 500 MPa 以上,偏差系数为 37.3%,变幅不大,表明此段路面基层稳定均匀,判定此段质量相对较好;第 6 段基层模量在 1 000 MPa~2 000 MPa 之间,偏差系数为 55.5%,判定此段基层材料相对均匀,但强度整体偏低。

表 1 反算分析分段统计

分段	全段	第 1 段	第 2 段	第 3 段	第 4 段	第 5 段	第 6 段
分段起点	K240+000	K240+000	K250+000	K260+000	K270+000	K280+000	K285+000
分段终点	K294+000	K250+000	K260+000	K270+000	K280+000	K285+000	K294+000
长度/km	54	10	10	10	10	5	9
测点数/个	799	122	120	167	182	73	135
中心 弯沉	平均值/ μm	67.2	77.1	68.3	65.0	66.6	61.6
	均方差/ μm	13.9	16.5	14.0	11.8	11.3	13.1
	偏差系数/%	20.7	21.5	20.5	18.2	16.9	21.2
	最大值/ μm	136.0	136.0	121.0	94.0	116.0	97.0
	最小值/ μm	33.0	39.0	35.0	36.0	37.0	33.0
边缘 弯沉	平均值/ μm	16.7	16.2	18.5	19.2	15.5	13.3
	均方差/ μm	4.0	4.4	4.3	2.8	2.7	3.1
	偏差系数/%	24.0	27.0	23.4	14.6	17.2	22.9
	最大值/ μm	30.0	29.0	28.0	30.0	22.0	19.0
	最小值/ μm	4.0	6.0	6.0	12.0	5.0	4.0
面层 模量	平均值/MPa	2 062.0	1 372.2	1 980.3	2 438.5	2 377.9	1 834.4
	均方差/MPa	1 059.5	897.8	1 026.2	1 182.9	993.7	681.2
	偏差系数/%	51.4	65.4	51.8	48.5	41.8	37.1
	最大值/MPa	5 576.5	5 574.4	5 576.5	5 473.3	5 171.6	5 029.5
	最小值/MPa	335.6	335.6	486.9	646.7	503.9	466.2
基层 模量	平均值/MPa	1 484.0	1 034.8	1 399.2	1 761.0	1 816.0	1 121.0
	均方差/MPa	861.4	890.0	808.8	892.2	815.8	516.1
	偏差系数/%	58.0	86.0	57.8	50.7	37.3	44.9
	最大值/MPa	7 705.9	7 705.9	4 522.0	4 408.4	4 247.2	2 996.5
	最小值/MPa	30.8	30.8	135.5	241.7	258.5	373.1
路基 模量	平均值/MPa	39.3	36.9	38.0	37.5	36.2	40.9
	均方差/MPa	12.9	13.6	14.0	8.4	11.0	13.9
	偏差系数/%	32.8	36.8	37.0	22.3	30.3	34.1
	最大值/MPa	108.3	106.7	95.4	72.1	92.0	88.7
	最小值/MPa	10.9	12.1	10.9	20.7	12.0	14.1

3.3 面层

面层模量主要由中心弯沉确定。根据图 4、图 5 及表 1 分析,第 1 段和第 2 段模量较低,弯沉较高,偏差系数较大,判定此 2 个分段路面面层质量相对较差,其中第 1 段最差;第 4 段模量较高,弯沉较小,偏差系数小,分布均匀,判定此段路面面层质量相对较好;第 3 段模量变幅大,偏差系数大,表明此段路面面层质量不均匀。

4 结语

FWD 是一种先进的量测仪器,代表了路面检测的发展方向,依据 FWD 数据对路面各结构层进行评价是一种新的方法。本文根据 FWD 实测数据

对路面进行了评价,经过钻芯取样验证,实测结果与评价结果基本一致。

参考文献:

- [1] 张肖宁. 实验粘弹原理[M]. 哈尔滨船舶工程学院出版社.
- [2] 任瑞波,等. 多层粘弹性半空间轴对称问题的理论解[J]. 哈尔滨建筑大学学报.
- [3] 任瑞波. 沥青路面结构计算方法与 FWD 应用技术研究[D]. 哈尔滨建筑大学博士论文,2000.
- [4] JTJ 014—97,公路沥青路面设计规范[S].
- [5] JTJ 059—95,公路路基路面现场测试规程[S].
- [6] JTJ 071—98,公路工程质量检验评定标准[S].