

发生塌陷的部位, 施工单位首先利用切割器凿除塌陷部位, 随后再涂刷沥青混凝土。

4.5 沥青路面检测与评价

沥青路面施工质量控制过程中离不开对沥青路面的检测以及评价工作, 只有做好检测以及评价, 才能及时发现沥青路面施工中存在的问题, 并及时进行处理。在沥青路面施工中, 需要从以下方面入手: 一是做好平整度的检测工作, 在此过程中可以运用平整度仪和直尺等工具; 二是检测路面的厚度以及高程, 其中最常见的检测工具是水准仪; 三是进行取样和实验。在此过程中运用钻芯取样的方法进行样本的获取, 并做好样本的检测工作, 提升路面的压实度。

4.6 加强公路的养护和管理

一般情况下, 常常会由于路面不平整造成路面积水, 因此对公路的养护和管理极其重要, 在进行道路养护的同时还可以对特殊路段进行防御护栏的设置, 加强对道路的保护和管理, 严格保证道路的安全性能。相关人员需要对常见的公路问题进行实际勘察和分析, 寻找公路养护的最优措施, 及时对被损害的公路进行修复, 提高公路的安全性能。相关人员要加强对公路使用情况的管理, 避免出现破坏公路路面的恶意行为, 提高养护和管理意识, 为路面的正常使用和运行奠定良好的基础。在进行具体的养护和管理过程中, 对每一个养护环节都要进行严格执行, 不断提高养护质量, 确保道路安全, 为建筑单位创造更好的经济效益。

结束语

我国公路建设中, 大部分采用沥青混凝土路面, 主要因为该路面具有振动小、施工周期短, 施工便捷的优点。在公路工程施工中, 沥青路面的施工质量与性能, 将直接影响着公路整体的平整度、舒适度、使用周期等。为保证公路的使用安全, 在沥青路面施工时, 施工单位应严格控制施工技术标准, 保证路面施工质量, 避免因路面施工不当而出现质量问题, 因此, 需要加强对沥青混凝土路面施工技术的研究。

参考文献

- [1]许鑫.公路工程沥青路面施工技术与质量控制策略[J].居业, 2020 (1): 130, 132.
- [2]汪宾宾.公路工程沥青路面施工技术与质量控制[J].商品与质量, 2020 (18): 149.
- [3]程满洲.公路工程沥青路面施工技术与质量控制[J].科学技术创新, 2020 (2): 113-114.
- [4]赵刚.试析公路工程沥青路面施工技术与质量控制策略[J].商品与质量, 2019 (36): 131.
- [5]梁智慧.公路工程沥青路面施工技术与质量控制策略[J].新商务周刊, 2019 (4): 163.
- [6]雷丽芳.浅析公路工程沥青路面施工技术与质量控制[J].城市建设理论研究 (电子版), 2019 (22): 7102-7103.

基于实测轴载谱的青岛地区沥青路面结构组合优化研究

史陈鹏¹ 陈晓焕² 曹洪林² 杨飞²

(1 青岛交通发展集团有限公司; 2 山东省交通科学研究院)

DOI:10.12238/jpm.v3i4.4810

[摘要]为了探索适应青岛地区交通、气候特点以及寿命周期费用较经济的沥青路面结构, 结合青岛地区公路的建设, 依据国内外使用经验拟定了6种沥青路面结构组合。并按照弹性层状理论, 对比分析了常温条件下和高温条件下不同结构沥青层底的弯拉应变水平。利用MEPDG路面设计方法, 结合实测服役环境特性和材料参数对不同结构组合路面在设计期内的累计变形量进行了预估, 得出了最优结构组合。

[关键词]轴载; 沥青路面; 结构组合; 累计变形

Construction technology and quality control of highway asphalt pavement

Zhang Hao

(Anhui Kaiyuan Road and Bridge Co., Ltd. Anhui Hefei 230000)

[Abstract] in the process of highway pavement construction, the application of asphalt concrete construction technology is of great significance to the construction of highway pavement. Asphalt concrete construction technology can not only improve the construction quality of highway pavement, but also greatly improve the service life of highway, ensure the smoothness of highway pavement and reduce the incidence

of traffic accidents. Therefore, in the construction of highway asphalt pavement, the construction unit must follow the corresponding construction specifications, strictly control the construction technology and raw material quality, so as to ensure the service performance of highway pavement, improve the overall quality of highway, and promote the further development of highway asphalt pavement construction technology in China. Based on this, this paper mainly analyzes the highway asphalt pavement construction technology and its quality control.

[Key words] asphalt concrete; Pavement construction technology; quality control

CLC No.: u416 document identification code: B

0 引言

与其他路面结构形式比较,半刚性基层沥青路面具有板体性好、承载能力强等特点,加之造价经济,与我国公路建设起步阶段的经济能力相适应,该结构一度成为我国高等级公路沥青路面的主要结构形式。但随着交通量及车辆轴载的不断增加,大量路面出现了开裂、坑槽、水损害等早期结构破坏,达不到养护设计年限就进行“开膛破肚”式的结构性重建^[1,2]。

从使用经验看,传统半刚性基层结构在重载交通条件下的这种性能衰变特点,按照寿命周期费用分析,是非常不经济的。由此,近年来在我国要求沥青路面结构形式向多元化发展的呼声日益高涨,各地结合当地的气候、交通和材料条件,对各种路面结构形式的研究正逐渐深入。国际上,为了适应重载交通和寿命周期费用最经济的原则,道路工程界也一直在研究耐久的路面结构。

本论文结合某公路设计交通荷载、材料参数和气候条件,按照现行路面结构性能分析方法,从理论上对不同路面结构组合进行性能分析和评价。

1 试验路结构与材料

1.1 对比结构组合

基于 PG82-22 沥青结合料和新型混合料的特点,参考国内外长寿命沥青路面经验进行结构组合设计,为增加对比性本文拟定 6 种结构,如下所述:

(1)结构 1 为: 4cmSMA-13(PG76-22)+6cmAC-20(PG76-22)

表 1-1 土基、粒料及无机结合料稳定材料模量

材料类型	土基	改善土	未筛分碎石	级配碎石	水泥稳定风化砂掺碎石	水泥稳定碎石
模量/Mpa	60	1500	290	360	5600	8200
泊松比	0.4	0.3	0.35	0.35	0.25	0.2
模量试验方法	AASHTO T307				ASTM C469	

沥青混合料根据目标配比设计结果,按照 AASHTO TP62 试验方法进行不同温度和加载频率下的动态模量试验,结果汇总在表 1-2 中。

表 1-2 沥青混合料动态模量

试验温度 (°C)	频率(Hz)	SMA-13	AC-20	AC-25	ATB-25	LSPM-30	EME-14
4.4	0.1	9672	12490	12678	9349	9114	17832
4.4	0.5	12040	14872	15674	14106	10972	20490
4.4	1	13095	15907	16971	16002	11758	21575
4.4	5	15407	18190	19803	20026	13560	24161
4.4	10	16367	19193	20947	21660	14336	25249
4.4	25	17697	20518	22410	23770	15317	26630
21.1	0.1	2871	4449	4105	1538	3550	7510
21.1	0.5	4410	6344	6549	3286	4878	9718
21.1	1	5190	7211	6524	4381	5474	10777
21.1	5	7279	9521	9369	7499	7204	13407
21.1	10	8253	10615	10703	9069	8020	14609
21.1	25	9658	12109	12568	11107	9139	16315

+8cmAC-25 (PG64-22)+13cmLSPM-30 (PG76-16)+34cm 水泥稳定碎石+16cm 水稳风化砂+30cm 改善土;

(2)结构 2 为: 4cmSMA-13(PG76-22)+6cmAC-20(PG76-22)+20cmATB-25 (PG64-22)+15cmLSPM-30 (PG76-16)+18cm 水泥稳定碎石+18cm 水稳风化砂+30cm 改善土;

(3)结构 3 为: 4cmSMA-13(PG76-22)+6cmAC-20(PG76-22)+8cmAC-25 (PG64-22)+9cmLSPM-30 (PG76-16)+34cm 水泥稳定碎石+56cm 水稳风化砂+10cm 级配碎石+30cm 改善土;

(4)结构 4 为: 4cmSMA-13(PG76-22)+6cmAC-20(PG76-22)+8cmAC-25 (PG64-22)+11cm ATB-25 (PG64-22)+36cm 水泥稳定碎石+30cm 改善土;

(5)结构 5 为: 4cmSMA-13(PG76-22)+6cmAC-20(PG76-22)+8cmAC-25 (PG64-22)+9cmLSPM-30 (PG76-16)+36cm 水泥稳定碎石+18cm 水稳风化砂+30cm 改善土;

(6)结构 6 为: 4cmSMA-13(PG76-22)+6cmAC-20(PG76-22)+24 cm ATB-25 (PG64-22)+20cm 级配碎石+32cm 未筛分碎石+30cm 改善土。

1.2 材料参数试验

根据设计的路面结构组合和采用的材料类型,在材料设计阶段进行模量参数的室内试验。土基、粒料及无机结合料稳定材料模量试验按照美国力学经验设计法(MEPDG)参数试验方法进行试验,其中路基土、改善土和未筛分碎石采用 AASHTO T307 三轴试验方法,水稳风化砂和水稳碎石用 ASTM C469,试验结果汇总于表 1-1 中。

试验温度 (°C)	频率(Hz)	SMA-13	AC-20	AC-25	ATB-25	LSPM-30	EME-14
40	0.1	764	1242	816	460	1306	1968
40	0.5	1049	1847	1202	979	1737	2733
40	1	1245	2198	1486	1345	1992	3247
40	5	2028	3428	2671	2681	2918	4654
40	10	2515	4106	3417	3488	3449	5381
40	25	3333	5134	4640	4693	4270	6534

从试验结果可知, 常温下 10Hz 沥青混合料模量大小排序为: EME-14>AC-25>AC-20>ATB-25>SMA-13>LSPM-30。高模量沥青混合料的动态模量是常规沥青混合料 (AC-20) 模量的 1.37 倍左右。由于沥青玛蹄脂含量较大, SMA-13 混合料的动态模量小于 AC-20 混合料, 可见其作为表面层具有较好的柔韧性。大粒径沥青碎石混合料由于空隙比较大, 动态模量相对其它混合料要小一些。

2 交通轴载实测

通过计重站调查统计了 76 万辆车荷载, 得到青岛某公路单轴、双联轴、三联轴三种典型轴型的轴载谱如图 1.1 所示。

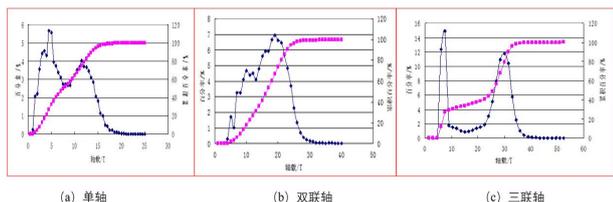


图 1.1 典型轴的轴载谱

所调查的三种轴型, 按照 95% 概率确定最大轴载, 表示公路上行驶轴载 95% 均小于该值, 按此确定的单轴、双联轴和三联轴最大轴载分别为 15 吨、25 吨和 33 吨。

根据轴载谱计算得到营运第一年双向日平均当量轴次 35939 次 (100kN 标准轴载)。按照 5% 的交通增长率, 0.35 的车道系数, 设计 15 年内一个车道累计当量轴载作用轴次 91933541 次。

表 1-3 沥青层底最大弯拉应变计算结果

结构 轴型	结构 1 应变/ $\mu\epsilon$		结构 2 应变/ $\mu\epsilon$		结构 3 应变/ $\mu\epsilon$	
	20°C	40°C	20°C	40°C	20°C	40°C
单轴双轮组	35.6	63.0	47.4	84.6	37.7	63.3
双轴双轮组	27.6	49.4	41	83.8	26.7	50.9
三轴双轮组	23.2	42.1	34.7	72.0	23.0	44.1
结构 轴型	结构 4 应变/ $\mu\epsilon$		结构 5 应变/ $\mu\epsilon$		结构 6 应变/ $\mu\epsilon$	
	20°C	40°C	20°C	40°C	20°C	40°C
单轴双轮组	31.3	58.7	45.5	69.1	53.2	97.2
双轴双轮组	23.9	45.0	30.2	54.8	40.5	73.9
三轴双轮组	20.1	38.1	25.7	47.1	33.5	62.9

从计算结果可知, 常温条件下六种结构的沥青层底最大弯拉应变均不超过 $70\mu\epsilon$ 。高温条件下只有结构 2 和结构 6 的沥青层底弯拉应变大于 $70\mu\epsilon$, 但未达到 $100\mu\epsilon$ 。结构 2 和结构 6 均含有级配碎石基层, 由于级配碎石模量较小, 沥青层弯拉应变相对比其它结构大。从计算结果分析, 所设计的沥青路面结构基本满足沥青路面极限应变的要求, 在开放交通后发生结构

3 路面结构力学响应分析及累计变形预估

3.1 结构组合拟定及力学响应分析

美国长寿命沥青路面设计方法认为, 在沥青层底存在一个极限拉应变水平, 当路面在荷载作用下沥青层底应变值低于此水平时, 路面结构就不会发生自底向上的疲劳损伤, 这一应变水平称为疲劳极限。大量研究表明^[3], 普通沥青混合料疲劳极限约 $70\mu\epsilon$, 改性沥青混合料约疲劳极限约 $100\mu\epsilon$ 。本研究中 ATB-25 沥青混合料按普通密级配沥青混合料设计, 其疲劳极限暂定为 $70\mu\epsilon$, EME 混合料为高模量改性沥青混合料, 其疲劳极限暂定为 $100\mu\epsilon$, LSPM 是特殊的半开级配改性沥青混合料, 虽然胶结料采用改性沥青, 但由于其空隙率比较大, 故其疲劳极限暂定为 $70\mu\epsilon$ 。不同混合料的疲劳极限将通过实验室低应变疲劳试验的验证和现场长期性能观测验证。

为了分析试验路路面结构沥青层底的应变水平是否满足长寿命沥青路面疲劳极限指标要求, 用上述 95% 概率确定的三种典型轴的最大轴载, 按照弹性层状理论, 分别计算常温条件下和高温条件下不同结构沥青层底的弯拉应变水平, 即结构 1、结构 2、结构 3、结构 4、结构 5、结构 6 分别计算 LSPM-30、ATB-25、LSPM-30、EME-14、LSPM-30、ATB-25 的层底弯拉应变。沥青混合料模量采用 10Hz 加载频率时的动态模量, 常温条件采用 21.1°C 动态模量, 高温条件采用 40°C 动态模量。

三种典型轴载作用下, 常温和高温条件不同结构沥青层底最大弯拉应变计算结果如表 1-3 所示。

疲劳损伤的可能性很小。

3.2 基于车辙力学-经验模型的路面结构性能预估

用 MEPDG 路面设计方法对试验路不同结构组合路面在设计期内的累计变形量进行预估^[4,5]。其中结构 6 的上、中面层采用高模量沥青混合料, 即: 4cm SMA-13 (PG82-22) + 6cm EME14 (PG82-22) + 24 cm ATB-25 (PG64-22) + 20cm 级配碎石 + 32cm

未筛分碎石+30cm 改善土。T 取青岛年平均温度 12.3℃，平均车速取 50km/h，改性沥青混合料抗剪强度取 1.2MPa，高模量沥青混凝土抗剪强度取 2.0MPa，普通沥青混合料抗剪强度取 0.7MPa，最终结果如下图。

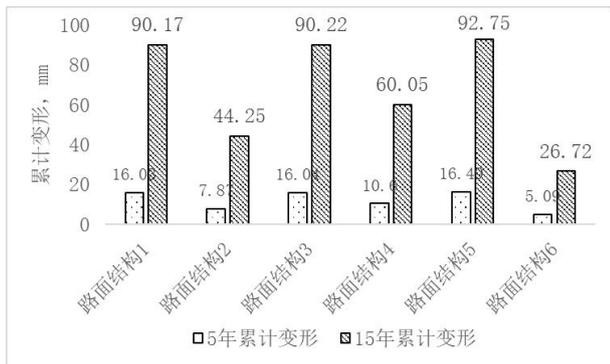


图 5.6-2 10 年车辙量预估

通过对比发现，采用高模量沥青混合料的结构 6 明显优于其他结构形式，在不进行养护状态下 5 年、15 年的车辙量仅为 5.09mm 和 26.72mm，如在使用中期进行少量的预防性养护，路面的使用寿命可以达到良好的预期效果。

4 主要结论

本文结合青岛地区采用的常规 AC 类沥青混合、SMA 类沥青混合料和高模量沥青混合料进行了 6 种结构组合设计，结合实际服役环境特性和材料参数对 6 种不同结构进行了对比分析，得到如下主要结论：

(1) 青岛地区道路实测轴载发现单轴、双联轴和三联轴最大轴载分别为 15 吨、25 吨和 33 吨。以上 6 种结构在 15 年设计期内均均能满足沥青层底的弯拉应变要求。

(2) 常温下高模量沥青混合料的动态模量是常规沥青混合料模量的 1.37 倍左右，沥青胶结料的性能增强对提高混合料模量有显著作用。

(3) 通过 MEPDG 累计变形量预估，采用高模量沥青混合料的结构组合最优：即 4cmSMA-13 (PG82-22) +6cmEME14 (PG82-22) +24 cm ATB-25 (PG64-22) +20cm 级配碎石+32cm

未筛分碎石+30cm 改善土。15 年的车辙量为其它路面结构 1/3~1/2 倍。

参考文献

[1]邓学钧，张登良. 路基路面工程[M]. 北京：人民交通出版社，2000

[2]隋园园. 重载交通沥青路面受力机理及结构组合设计[D]. 西安：长安大学，2007

[3]钟阳，殷建华. 弹性层状体的求解方法[M]. 北京：科学出版社，2007

[4]蔡旭. 沥青路面抗车辙性能评价及结构优化[D]. 广州：华南理工大学，2013

[5]JTG D50-2017，公路沥青路面设计规范[S]. 北京：中国标准出版社，2017

作者简介：史陈鹏（1978 年，06 月—），男，汉族，山东省平度市，工程师，本科，单位：青岛交通发展集团有限公司，研究方向：交通运输工程，单位所在省市及邮编：山东省青岛市，266061

陈晓焕（1994 年，10 月—），女，汉族，山东省菏泽市，助理工程师，硕士研究生，山东省交通科学研究院，交通运输工程，单位所在省市及邮编：山东省济南市，250102

曹洪林（1990 年，09 月—），男，汉族，山东省齐河县，工程师，本科，山东省交通科学研究院，道路工程，单位所在省市及邮编：山东省济南市，250102

杨飞（1990 年，02 月—），男，汉族，山东省费县，高级工程师，硕士研究生，山东省交通科学研究院，道路工程，单位所在省市及邮编：山东省济南市，250102

浅谈道路桥梁施工存在的问题和检测技术

贾学

(兰州生态创新城发展有限公司 甘肃 兰州 730199)

DOI:10.12238/jpm.v3i4.4811

[摘要]在新时期，道路桥梁施工很可能会由于一些因素的影响出现问题。比如说，地形、气温、降水等，如果无法在第一时间发现存在的问题，并有针对性地作出改良，很可能会降低工程质量，导致道路桥梁在应用过程中出现问题，缩减道路桥梁工程可用时长。而随着检测技术水平的提高，检测技术在道路桥梁中的作用越发突出，科学的使用检测技术，可以确保施工质量，从而保障整体工程质量。本篇文章简要介绍了道路桥梁施工存在的问题，分析了道路桥梁施工检测技术，希望能够为相关工作的顺利开展提供条件。