

高模量天然沥青混合料设计与施工技术研究

张昌安 邱磊 王西盟

中交二公局东萌工程有限公司

摘要:在以往城市市政工程路面建设中,在铺设高模量沥青混合料时添加沥青改性剂及添加剂(高模量添加剂),质量监控与优化不稳定,天然专用沥青打破了这种局面。以西安市高新区市政工程为例,介绍了混合料材料特点和施工质量控制要点,希望为其他铺设高模量天然沥青混合料的工程提供有益借鉴。

关键词:市政工程;高模量天然沥青混合料;施工技术要点;质量控制

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.11.047

一、前言

随着我国科技实力的提升,交通设施建设的逐渐完善,高速公路的总里程数量快速增加,交通车流量和车载重量也不断增大,导致不少高速公路出现了部分车辙现象,并且因为该方面问题带来的一些更为严重路面破损现象较为常见^[1]。车辙不但会使路面整体发生破损,而且还会导致路面平整度发生破坏,进而也会影响到行车的安全性^[2]。针对沥青路面面层出现的车辙问题进行分析,最为主要的原因就是沥青混合料不合理,存在着强度以及模量降低问题,而沥青混合料的强度又和自身黏结力以及内摩擦角有关,技术人员应该予以针对性控制,比如加入改性沥青、加入纤维沥青胶结料、使用强度较高和针片状较少的集料或者选取密级配集料方法解决强度问题。基于模量对于沥青路面车辙问题的影响分析,因为两者存在负相关关系,如何制备运用高模量沥青混合料成为当前颇受重视的任务,应该引起技术人员关注^[3]。在沥青混合料配置中,技术人员可以借助于硬质沥青、添加沥青改性剂及添加剂(高模量添加剂)和添加天然沥青方式制备高模量沥青混合料^[4-6]。高模量沥青混合料不仅要保证高模量特性,而且也需要兼顾其耐疲劳性能,还要保证其的气候环境区域高温稳定性和低温抗裂性。国外一些地区对于高模量沥青混合料的规定并没有关注低温抗裂性,而我国的GB/T36143-2018《道路用高模量抗疲劳沥青混合料》及T/CHTS10004-2018《公路高模量路面施工技术指南》仅要求HMAC的-10℃低温抗裂性不低于2000 $\mu\epsilon$,因此仅能

应用于冬冷区及冬温区。本次使用的天然专用沥青和调整配合比方式制备的高模量天然沥青混合料扩大了应用的范围。本项目使用专用沥青胶结料,无须使用任何外加剂,可以简化施工工艺,便于质量控制。其以天然沥青为主材料,通过液化,活化,解决了天然沥青材料的储存运输使用稳定性问题,最终可以形成应用功能更强的沥青混合料,便于进行长期运输和存储。

二、原材料检测

(一) 沥青

沥青采用西安众力沥青有限公司生产的高模量沥青HMB-W-1,指标测试结果见表1。

表1 沥青技术要求及试验结果

指标	单位	技术指标	实测值	试验方法	
针入度 (25℃, 5s, 100g)	0.1mm	20~30	27	T0604	
软化点	℃	≥65	78	T0606	
延度 (25℃, 5cm/min)	cm	≥30	65	T0605	
闪点	℃	≤230	276	T0611	
密度(25℃)	g/cm ³	实测	1.215	T0603	
弹性恢复(25℃)	%	≥58	74	T0662	
表观黏度(175℃)	Pa·s	≤3	1.2	T0625	
贮存稳定性离析, 48h软化点差	℃	≤2.5	0.6	T0661	
无机物粒径	Dav	μm	≤5	3.8	Q/ZL002-2019附录B
	D90	μm	≤12	8.5	
TFOT或RTFOT					
质量变化	%	≤±2.5	-0.2	T0609 0610	
残留针入度比(25℃)	%	≥65	70	T0604	
残留延度 (25℃, 5cm/min)	cm	≥10	21	T0605	

(二) 集料

集料为铜川料场生产优质石灰岩石料,技术指标和试验结果见表2。

表2 集料筛分结果

规格	通过下列筛孔(mm)的质量百分率(%)										
	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
16~22	82.9	21.8	5.6	0.6	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
11~16	100.0	99.1	75.9	2.4	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
6~11	100.0	100.0	100.0	87.3	1.7	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
3~6	100.0	100.0	100.0	100.0	82.9	5.2	3.0	1.8	1.8	1.8	1.8
0~3	100.0	100.0	100.0	100.0	99.3	85.7	52.8	27.8	16.2	10.8	8.9
矿粉	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	99.3	95.1

表3 集料质量技术要求及试验结果

指标		单位	技术要求	实测值	
吸水率	16~22mm	%	≤3.0	0.35	
	11~16mm			0.43	
	5~11mm			0.59	
	3~5mm			1.21	
表观相对密度	16~22mm	-	≥2.45	2.730	
	11~16mm			2.724	
	5~11mm			2.728	
	3~5mm			2.736	
	0~3mm			2.704	
毛体积相对密度	16~22mm	-	-	2.704	
	11~16mm			2.693	
	5~11mm			2.684	
	3~5mm			2.648	
矿粉	表观密度		t/m ³	≥2.45	2.708
	粒度范围	<0.6mm	%	100	100
		<0.15mm	%	90-100	99.3
		<0.075mm	%	75-100	95.1

三、最佳石油比确定

生产配合比的石油比按确定的矿料组成，以目标配合比确定的最佳油石为基础，在此基础上±0.5%增加

两个石油比，制作马歇尔试件，测定其各项性能（表1），根据生产配合比制件的检测结果油石比6%最符合结果。

表1 不同油石比马歇尔物理力学指标汇总

油石比 (%)	毛体积相对密度	最大理论相对密度	空隙率 (%)	间隙率 (%)	饱和度 (%)	稳定度 (kN)	流值 (mm)
5.5	2.419	2.538	4.7	14.8	68.2	16.53	2.38
6.0	2.443	2.525	3.2	14.4	77.8	17.21	2.63
6.5	2.459	2.511	2.1	14.2	85.2	16.83	2.95

四、配合比检验

对制备的高模量天然沥青混合料试件进行各项试验测试（表1），各项指标符合技术指标要求。

表1 高模量沥青混合料试验结果汇总

序号	检测项目	单位	技术指标	检测结果	试验方法
1	油石比	%	≥5.0	6.0	--
2	空隙率	%	2~4	3.2	T0705
3	间隙率	%	--	14.4	T0705
4	饱和度	%	70~85	77.8	T0705
5	稳定度	kN	≥15	17.21	T0709
6	流值	mm	2~4	2.63	T0709
7	冻融劈裂试验残留强度比	%	≥80	87.5	T0729
8	浸水马歇尔试验残留稳定度	%	≥85	89.6	T0709
9	动稳定度	次/mm	≥5000	7459	T0719
10	低温弯曲破坏应变 (-10℃)	μ ε	≥2500	2941	T0715

五、重点施工工艺

(一) 混合料的拌和

1. 高模量天然沥青混合料的拌和应该结合实际状况恰当运用间歇式拌和机或连续式拌和机, 比如在材料本身不具备理想稳定性时, 应该运用间歇式拌和机;

2. 冷料仓的应用同样需要严格控制, 确保其能够维持在5~6个;

3. 高模量天然沥青混合料再拌和中应该严格控制好周期, 一般规定60s~70s, 同时参考试拌结果确定好时间以及相关参数;

4. 高模量天然沥青混合料在拌和过程中还需要严格控制温度, 一般需要维持在180℃~190℃;

5. 前几盘拌和应该适当增加温度, 且需要废弃几盘集料, 然后再正式拌和, 以便有效提升其均匀性, 更好确保应有性能;

6. 拌和过程中应该实时关注可能出现的一些异常问题, 对于花白、冒青烟和离析等问题予以及时处理。

(二) 混合料的运输

1. 宜利用专业大吨位车辆, 确保运输过程维持理想状态, 且同时计算好运输时间, 避免出现时间过长问题;

2. 料车在装料前应将车厢清理干净, 并涂抹适量的隔离剂;

3. 在运料车侧面的中部应设有专用测量温度检查孔, 便于随时随地快速便捷地测试混合料的温度;

4. 运料车在装混合料时, 应“前后中”移动, 分3~5次装料;

5. 料车应覆盖严密, 保证高模量天然沥青混合料施工温度;

6. 运料车停止后, 应该由摊铺机向运料车靠近, 保障两者能够准确接触, 避免出现严重碰撞。

(三) 混合料的摊铺

1. 熨平板温度应该维持在100℃以上;

2. 两台摊铺机作业距离应该控制在10 m内;

3. 摊铺时保持和后续行驶同样的方向, 控制速度在2m/min~3m/min, 确保摊铺缓慢、稳定、连续;

4. 摊铺中严格控制摊铺厚度, 对于厚度不达标或者是不统一问题进行及时调整;

5. 在铺设路缘石或防撞护栏的附近位置时, 应在其靠近位置适量多布置一些混合料, 确保该处混合料的压实度;

6. 更换运料车应该快速, 避免时间层面出现耽搁。

(四) 混合料的碾压

1. 对于压路机的选用以及组合进行优化控制, 设置好合理可行的碾压方案;

2. 严格控制碾压路线及方向, 严禁随意制动和速度变化, 对于调头区域进行精细化控制, 避免该部位产生问题;

3. 安排专业人员进行现场温度以及碾压效果的监督, 避免出现漏压和乱压问题;

4. 遵循“紧跟、慢压、高频、低幅”要求。若发现碾压时有推移现象, 应检查混合料级配、油石比、天然沥青原材料是否存在问题, 及时进行调整;

5. 隔离剂选用应该严格控制, 避免随意运用机油和柴油, 宜采用洁净水进行胶轮车擦拭处理;

6. 摊铺后严格控制车辆通行时间, 当温度在50℃以下才予以放行;

7. 整个施工过程均需要进行温度把关控制, 一般摊铺温度应该在160℃以上, 初压温度应该在150℃以上, 复压温度在130℃以上, 碾压终了温度应该在110℃以上;

8. 对靠近路缘石边缘和拐角处(大型压路机不容易碾压的部位), 采用小型振动压路机做充分补压。

六、总结

本项目通过对集料级配的调整, 并采用西安众力沥青有限公司生产的高模量沥青HMB-W-1制备的高模量天然沥青混合料的低温弯曲破坏应变(-10℃)达到2941 $\mu\epsilon$, 已经可以满足使用于冬寒区($\geq 2800 \mu\epsilon$)。该方法在应用中不涉及高模量添加剂的应用, 更方便质量监控与管理, 制备的高模量沥青混合料的各项指标也符合城镇路面使用标准, 并已铺设西安市高新区经三十八路、经四十一路、纬十七路、纬十九路和纬二十四路, 共计2870米。

参考文献

- [1] 冒旭晖. 重载作用下沥青蠕变特性对车辙的影响[D]. 南京: 东南大学, 2004: 1-6.
- [2] 梁春雨. 30#硬质沥青用于沥青路面中下面层的试验研究[D]. 长春: 吉林大学, 2007.
- [3] TRANSPORTATION RESEARCH CIRCULAR. Perpetual Bituminous Pavements TRB Committee on General Issues in Asphalt Technology (A2D05) Number503, December 2001: 12~31.
- [4] 马琳. 北美天然岩沥青改性的研究与应用[J]. 中国公路, 2003(16): 100-102.
- [5] 刘朝晖, 欧阳昇, 沙庆林等. 高黏度硬沥青混合料路用性能研究[J]. 西部交通科技, 2007.
- [6] 邱志雄, 李晋峰, 卢辉等. 高模量改性沥青在长陡坡沥青路面中的应用[J]. 中外公路, 2006.