

文章编号: 1005-0523(2007)04-0013-05

浅谈 SMA 沥青砼路面施工质量控制

吴幸华¹, 刘文¹, 毕志涌²

(1. 江西省交通工程质量监督站, 南昌 330009; 2. 福建龙长高速公路江西省交通集团 B1 标项目经理部, 龙岩 415000)

摘要:结合江西省交通厅乐温高速公路 SMA 沥青砼路面试验段的施工, 从试验检测、机械设备组合、工艺质量控制等方面阐述了 SMA 沥青砼路面施工的工艺和方法, 对以后江西高速公路 SMA 沥青砼路面的施工具有一定的参考价值。

关键词: SMA 沥青砼; 施工控制

中图分类号: TU45

文献标识码: A

0 前言

SMA 是一种由沥青、纤维稳定剂、矿粉及少量的细集料组成的沥青玛蹄脂填充间断级配的细集料骨架间隙而组成的沥青混合料。它的最基本的组成是碎石骨架和沥青玛蹄脂结合料。SMA 具有很好的高温抗车辙性能、低温抗裂性能及优良的水稳定性和耐久的优点。此 SMA 路面受到业主的广泛青睐。自从 20 世纪 90 年代引入国内以来, SMA 路面在国内得到了广泛的应用。

为了在江西高速公路中推广应用 SMA 路面, 全面提升沥青路面的质量, 2004 年 7 月在江西昌金高速 K395+000—K399+000 右幅(施工单位为南通路桥), 2005 年 8 月乐温高速公路项目办在乐温高速公路 AP2 标 K29+715—K31+715 段(左右幅)修筑了 SMA 路面试验段, 现就其 SMA 沥青砼路面施工质量控制谈几点看法。

1 SMA 沥青砼路面施工质量控制

1.1 把好原材料质量关

粗、细集料和填料质量(具体检测指标见下表)、堆料场地的建设等同常规的沥青混合料, 但木质纤维的保管、存放、运输过程中均不得受潮。

表 1 沥青混合料用粗集料质量技术要求

指 标	高速及一级公路		试验方法
	表面层	其他层次	
石料压碎值, 不大于%	26	28	T0316
洛杉矶磨耗损失, 不大于%	28	30	T0317
表观相对密度, 不小于	2.6	2.5	T0304
吸水率, 不大于%	2.0	3.0	T0304
坚固性, 不大于%	12	12	T0314
针片状颗粒含量(混合料), 不大于%	15	18	
其中粒径大于 9.5mm, 不大于%	12	15	T0312
其中粒径小于 9.5mm, 不大于%	18	20	
水洗法 < 0.075mm 颗粒含量, 不大于%	1	1	T0310
软石含量, 不大于%	3	3	T0320
粗集料的磨光值 PSV, 不小于	42	/	T0321
粗集料与沥青的粘服性, 不小于	5	4	T0616

表 2 沥青混合料用细集料质量要求

项 目	高速及一级公路	试验方法
表观相对密度, 不小于	2.50	T0328
坚固性(>0.3mm 部分), 不大于%	12	T0340
含泥量(<0.075mm 含量) 不大于%	3	T0333
砂当量, 不小于%	60	T0334
亚甲蓝值, 不大于 g/kg	25	T0349
棱角性(流动时间), 不大于 s	30	T0345

1.2 SMA 沥青砼的拌制

(1) 严格掌握沥青和集料的加热温度以及 SMA 的出厂温度视纤维品种和数量、矿粉用量的不同, 可

采用《公路沥青路面施工技术规范》JTG F40—2004 改性沥青混合料施工温度范围的中值或高值。

表3 沥青混合料用矿粉质量要求

项 目	高速及一级公路	试验方法
表观相对密度, 不小于 t/m^3	2.50	T0352
含水量, 不大于 %	1	T0103 烘干法
粒度范围 $<0.6mm$, %	100	
$<0.15mm$, %	90~100	T0351
$<0.075mm$, %	75~100	
外观	无团粒结块	/
亲水系数	<1	/
塑性指数 %	<4	/
加热安定性	实测记录	/

(2) 拌和楼控制室要逐盘打印沥青及各种矿料的用量和拌和温度, 并定期对拌和楼的计量和测温进行校核; 每天应用拌和总量检验各种材料的配比和 SMA 油石比的误差。

(3) 拌和时间由试拌确定, SMA 拌和时间及加料顺序为加矿料加纤维干拌 5—10s 后投入矿粉干拌 20—30s, 再加沥青湿拌 35s, 总生产时间约 60—70s, 必须使所有集料颗粒全部裹复沥青结合料, 并以沥青混合料拌和均匀为度。

(4) 严格控制油石比和矿料级配, 避免油石比不当而产生泛油和松散现象。拌和机开拌后取一组混合料试样做马歇尔试验和抽提筛分试验, 检验油石比、矿料级配和 SMA 的物理力学性质及沥青混合料的残留稳定度。

(5) 混合料不得在储料仓中长时间储存, 以不发生沥青析漏为度。

1.3 SMA 沥青砼的运输

(1) 采用数字显示插入式热电偶温度计(必须经常标定)检测沥青混合料的出厂温度和运到现场温度。插入深度要大于 150 mm。在运料卡车侧面中部设专用检测孔, 孔口距车箱底部约 300 mm。

(2) 其他同常规的沥青混合料。

1.4 SMA 沥青砼的摊铺

(1) 连续稳定的摊铺是提高路面平整度最主要措施。宜采用两台摊铺机梯队摊铺, 以提高摊铺层均匀性和压实度。摊铺机的摊铺速度应根据拌和机的产量、施工机械配套情况及摊铺厚度, 按 2—3 m/min 左右予以调整, 通常不超过 3 m/min, 做到缓慢、均匀、不间断地摊铺。不应任意以快速摊铺几分钟, 然后再停下来等下一车料。

(2) 上面层用移动式自动找平基准装置控制摊

铺厚度。由两台摊铺机联合作业实施摊铺, 前摊铺机过后, 摊铺层纵向按缝上应呈斜坡, 而后摊铺机应跨缝 5—10 cm 摊铺。两台摊铺机距离不应超过 10 m。

(3) 摊铺机应调整到最佳工作状态, 调试好螺旋布料器两端的自动料位器, 并使料门开度、链板送料器的速度和螺旋布料器的转速相匹配。螺旋布料器的料量应高于螺旋布料器中心, 使熨平板的挡料板前混合料在全宽范围内均匀分布, 并在每天前就应将料量调整好, 再实施摊铺, 避免摊铺层出现离析现象, 并随时分析、调整粗细料是否均匀, 检测松铺厚度是否符合规定。摊铺前应将熨平板预热至规定温度(不低于 100℃), 摊铺时熨平板应采用中强夯等级, 使铺面的初始压实度不小于 85%。摊铺机熨平板必须拼接紧密, 不许存有缝隙, 防止卡入料粒将铺面拉出条痕。

(4) 摊铺应选择在当日高温时段进行, 路表温度低于 15℃ 时不宜摊铺。摊铺遇雨时, 立即停止施工, 并清除未压实成型的混合料。遭受雨淋的混合料应废弃, 不得卸入摊铺机摊铺。

1.5 SMA 沥青砼的压实

(1) SMA 路面摊铺后应抓紧碾压, 由专人负责指挥协调各台压路机的碾压路线和碾压遍数, 使摊铺面在较短时间内达到规定压实度, 且按规定进行碾压。

(2) SMA 的初压、复压宜用钢轮振动压路机碾压, 碾压应遵循紧跟、慢压、高频、低幅的原则进行。混合料摊铺后必须紧跟着在尽可能高温状态下开始碾压, 不得等候。不得在低温状态下反复碾压 SMA, 防止磨掉石料棱角、压碎石料, 破坏石料嵌挤。碾压温度应符合表 9 的规定。必须有足够数量的压路机。碾压段的长度控制在 20 m—30 m 为宜, SMA 严禁使用轮胎压路机。

(3) 在初压和复压过程中, 宜采用同类压路机并列成梯队压实, 不宜采用首尾相接的纵列方式。采用振动压路机压实 SMA 路面时, 压路机轮迹的重叠宽度不应超过 20 cm, 当采用静载压路机的时, 压路机的轮迹应重叠直 1/3—1/4 碾压宽度。不得向压路机轮表面喷涂油类或油水混合液, 需要时可喷涂清水或皂水。

(4) 对松铺厚度、碾压顺序、碾压遍数、碾压速度及碾压温度应设专人检查。SMA 路面应严格控制碾压遍数, 在压实度达到马歇尔密度的 98% 以上, 或者路面现场空隙率不大于 6% 后, 不再作过度碾压。如碾压过程中发现有沥青马蹄脂上浮或石料压

碎、棱角明显磨损等过碾压的现象时,碾压即应停止。

(5) 压实完成 24 小时后,方能允许施工车辆通行。

1.6 SMA 沥青砼路面施工接缝的处理

纵向施工缝:对于采用两台摊铺机成梯以联合摊铺方式的纵向接缝,应在前面已摊铺混合料部分留下 10~20 cm 宽暂不碾压作为后高程基准面,并有 5~10 cm 左右的摊铺层重叠,以热接缝形式在最后作跨接缝碾压以消除缝迹。上下层纵缝应错开 15 cm 以上。

1.7 SMA 沥青砼路面施工阶段的质量管理

(1) 原材料的质量检查:包括沥青、粗集料、细集料、填料(按规定频率检查)。

(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(每天按频率检查)。

(3) 上面层质量检查:厚度、平整度、宽度、横坡度、压实度、偏位、摊铺的均匀性。同时还应进行构造深度和摆式摩擦系数的跟踪检测,铺筑完成后构造深度宜在不小于 0.8 mm。

(4) 施工压实度的检查以钻孔法为准。钻孔检测频率单幅每公里每车道 2 个。

以上检查方法、检查频率和质量要求与一般沥青路面上面层的要求相同。

2 沥青混合料的室内试验检测

对施工 SMA 的沥青混合料,中心试验室进行了抽提试验及马歇尔试验,抽提试验检测结果见表 4。

表 4 沥青混合料抽提结果

抽提结果	油石比 (%)	下列筛孔(mm)通过百分率(%)									
		16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
抽提级配—木纤	5.9	100	91.6	61.4	26.5	20.4	16.5	13.9	11.8	10.7	9.4
抽提级配—矿纤	5.9	100	93.0	62.9	27.8	21.2	17.1	14.8	12.5	10.4	9.0
生产级配	5.9	100	91.8	62.9	27.0	21.6	17.1	14.1	12.3	10.6	9.1
要求上限	5.7	100	96.8	67.9	32.0	25.6	21.1	18.1	16.3	14.6	11.1
要求下限	6.1	100	86.8	57.9	22.0	17.6	13.1	10.1	8.3	6.6	7.1

从检测结果来看,掺加木质纤维素的 SMA 沥青混合料级配明显偏粗;掺加矿物纤维的 SMA 混合料经过了微调,级配基本上和生产配合比一样。

对取样沥青混合料进行马歇尔试验,结果见表

5.

表 5 SMA-13 沥青混合料马歇尔试验结果

级配类型	油石比%	稳定度 kN	流值 0.1mm	空隙率%	VMA %	VCA _{mix} %	VFA %	毛体密度 g/cm ³	实测理论密度 g/cm ³	计算理论密度 g/cm ³
SMA-13 木纤	5.92	13.3	33.8	4.2	17.6	37.0	75.9	2.451	2.562	2.560
SMA-13 矿纤	5.90	13.4	33.9	4.2	17.6	36.7	75.9	2.457	2.565	2.566
要求	宜 < 6.0	20~5	3~0	< 4.5	≤ 16.5	≤ VCA _{DRC}	75~85	/	/	/

从试验结果来看,马歇尔试验指标中空隙率偏上限、饱和度偏低,各项指标均能满足要求。分析原因主要可能是由于级配变异造成的,建议在以后 SMA 施工中应严格控制混合料级配。

3 沥青路面的现场检测

对施工试验段沥青路面,项目总监办及技术服务组和施工单位进行了现场质量检测,现场压实度检测结果见表 6。

表 6 试铺段沥青路面压实度检测结果

芯样桩号	芯样总高度 (mm)	上面层芯样高度 (mm)	芯样密度 (g/cm ³)	标准密度 (g/cm ³)	理论密度 (g/cm ³)	压实度 % 毛/马毛/理	
k30+040 右幅	183	45	2.415	2.457	2.566	98.3	94.1
k30+440 右幅	181	42	2.420			98.5	94.3
k29+840 右幅	190	44.6	2.413			98.2	94.0
k30+640 右幅	180	42.5	2.431			98.9	94.7
k30+840 右幅	173	45.5	2.435			99.1	94.9
k31+100 右幅	182	44.5	2.399			97.6	93.5
k31+440 右幅	180	52	2.441			99.3	95.1
k31+640 右幅	187	57.9	2.420			98.5	94.3
k30+000 左幅	190	41	2.398	2.451	2.560	97.8	93.7
k30+200 左幅	175	43	2.420			98.7	94.5
平均值	182.1	45.8	/			98.5	94.3
代表值	178.8	42.8	/	/	/	98.2	94.0
要求	≥171	>36.0	/			≥98	94~96.5

从检测结果来看,路面厚度满足要求,压实度基本上满足要求,但是,压实度单点有不合格现象,其主要原因由于施工级配控制不好及路面压实不足造成的。

对 SMA 路面进行渗水试验检测,结果见表 7。

表7 沥青路面渗水试验结果

桩号	距中分带距离 m	渗水系数 (ml/min)	渗水系数技术要求
k30+200 右幅	6	50.0	≤100ml/min
k30+040 右幅	13	21.7	
k29+920 右幅	2.5	26.7	
k29+760 左幅	8.25	73.3	
k29+860 左幅	4.5	80.3	
K30+615 右幅	8.0	0	
K30+800 右幅	7.5	120	
k31+000 右幅	3.5	0	

从渗水试验检测结果来看,路面密水性还是比较好,只有个别点渗水系数偏大.对试铺段 SMA 沥青路面,技术服务组进行了路面构造深度测试,测试结果表明 SMA 路面的构造深度在 1.0—1.5 mm 之间,路面构造深度较大,路面抗滑性能优良.

4 结论

按照规范及施工指导意见要求,在乐温高速公路项目建设办公室及总监办公室的领导下,技术服务单位及施工、监理单位完成了乐温高速公路 4 km SMA 试验路工程,分析总结各项试验结果,结论如下:

1) 按照《沥青路面施工技术规范》(JTGF40—2004)的方法,采用马歇尔试验方法,按体积法对 SMA 混合料进行了目标配合比设计,目标配合比级配满足 SMA 骨架密实嵌挤的要求,通过沥青混合料水稳定性及高温稳定性验证,设计级配沥青混合料性能均能满足要求,路用性能优良.

2) 通过设计和施工,我们建议 SMA 混合料马歇尔设计指标的要求和施工时的温度控制如下.

表8 改性沥青 SMA—13S 型马歇尔试验配合比设计技术要求

试验项目	单位	技术要求
马歇尔试件击实次数	/	两面各击 75 次
空隙率 VV ^[1]	%	3—4.5
矿料间隙率 VMA ^[1]	%	不小于 17.0
粗集料骨架间隙率 VCA _{mix}	/	不大于 VCA _{DRC}
沥青饱和度 VFA	%	75—85
稳定度	kN	不小于 6.0
流值	mm	2—5

表注:①对重交通路段或炎热地区,SMA 可放宽到 16.5%.

建议目标配合比设计 SMA 沥青混合料检测指标如下.

表9 改性沥青 SMA—13S 配合比设计

检验指标技术要求			
检验项目	单位	技术要求	试验方法
谢伦堡沥青析漏试验的结合料损失 ^[1]	%	不大于	T0732
肯塔堡飞散试验的混合料损失(20℃)	%	不大于	T0733
车辙试验动稳定度 ^[2]	次/mm	不小于	T9719
水稳定性;残留马歇尔稳定度 冻融劈裂试验残留强度比	%	85 以上 80 以上	T0709 T0729
构造深度 ^[3]	mm	0.7—1.1	T0731

表注:①谢伦堡沥青析漏试验在施工最高温度进行,没有明确规定时,改性沥青混和料的试验温度为 185℃;

②车辙试验必须检验其密度是否符合试验规程的要求;

③构造深度与集料公称最大粒径有关,粒径小的构造深度也小,此值不作为施工现场检验的标准.

建议 SMA 施工时的温度控制如下.

表10 SMA 的施工温度(℃)

沥青加热温度	170~180
集料温度	180~190
混合料出厂温度	175~185, 超过 195 废弃
运到现场温度	不低于 160
摊铺温度	不低于 150, 低于 140 为废料
初压开始温度	不低于 150
碾压终了温度	不低于 100

3) 生产配合比设计须按照目标配合比设计结论进行,生产配合比设计时必须对各项体积指标进行验证,重要的是要检测沥青混合料级配是否能满足骨架密实结构的要求.

4) SMA 混合料生产时要确保纤维投放准确,不得漏投、少投,同时要确保干拌时间,保证纤维分散均匀,当采用机器投放纤维时,必须进行认真标定.

5) 对试铺段沥青混合料的检测结果表明:试验路沥青混合料级配控制还是比较好,几个关键筛孔通过率均满足要求;但是,室内马歇尔试验结果表明,马氏空隙率走了上限、饱和度偏低,基本上满足设计要求,在施工过程中要加强控制.

6) 对路面压实度的检测结果表明:路面压实度代表值偏低,单点检测中路面压实度有不合格现象,施工中应加强对路面压实的控制.

7) 路面渗水试验检测结果表明:路面密水性还是比较好,局部有渗水现象,检测中发现尤其是第一天施工结束、长约 50 m 的段落渗水严重,路面渗水系数较大,SMA 路面施工应加强对压实及均匀性的控制,确保路面密实均匀不渗水,严禁夜间低温施工.

8) 从不同纤维沥青混合料性能比较来看,掺加矿物纤维的沥青混合料性能要略好于掺加木质纤维的沥青混合料,但整体性能提高不是特别明显.考虑到矿物纤维单价较高,而且矿物纤维用于 SMA 中其掺加量也要高于木质纤维素,综合性能及经济情况考虑,建议在广泛应用 SMA 路面时以采用普通的木质纤维素(进口为宜)为宜.

本试验路总结仅针对乐温高速公路 SMA 试验路,其总结结论可以作为江西高速公路应用 SMA 路面的参考,仅供各位同行参考.

参考文献:

- [1] 中华人民共和国行业标准·公路沥青路面施工技术规范[S](JTJ0323-94).北京:人民交通出版社,2004.
- [2] 中华人民共和国行业标准·公路工程质量检验评定标准[S](JTJF80/1-2004).北京:人民交通出版社,2004.
- [3] 张灯良·沥青路面[M].北京:人民交通出版社,1998.
- [4] 沈金安·改性沥青与 SMA 路面[M].北京:人民交通出版社,1998.
- [5] 沙庆林·中国路面技术的发展和现状[J].国外公路,1998,(04).
- [6] 中国公路学会筑路机械学会·沥青路面施工机械与机械化施工.
- [7] 沙庆林·孔隙率对沥青混凝土的重大影响[J].国外公路,2000,(02).
- [8] 严家汲·SMA 道路建筑材料[M].北京:人民交通出版社,1996.
- [9] 曾勇·SMA 混合料级配变化对高温稳定性的影响[J].石油沥青.
- [10] 林绣贤·SMA 目标配合比快速确定法[J].华东公路,2001,(02).
- [11] 公路沥青玛蹄脂碎石路面技术指南[S](SHCF40-01-2002).北京人民交通出版社,2002.

The Analysis of Quality Control of SMA Asphalt Pavement Construction

WU Xing-hua¹, LIU Wen¹, BI Zhi-yong²

(1·Engineering Quality Supervising Station of Jiangxi Communication Bureau, Nanchang 330009;

2·Jiangxi Communication Group B1Biao Project Management Department of Fujian Longchang Express Highway, Longyan 415000, China)

Abstract: By combining with the SMA asphalt pavement trial road construction of Jiangxi Traffic Bureau Lewei express highway, this paper discusses the processing technology and method in SMA asphalt pavement construction from the aspect of test and measurement, constitution of mechanical equipment and processing quality control. This study will be of great value to the practice of the express highway SMA asphalt pavement construction.

Key words: SMA asphalt; construction control