

Application Research of Granular Lignin Fiber in Gongdong High Speed

Pan SHEN, Xiang QU

Yunnan Yunjiao Construction Engineering Testing Co., Ltd., Kunming, 650032

Abstract

In order to evaluate the application effect of granular lignin fiber engineering, this paper based on Gongdong high-speed pavement engineering, collecting the material index of granular lignin fiber, combining laboratory test data and on-site test data, the volume index and road use of the mixture. Performance analysis, the results show that the asphalt mixture produced by granular lignin fiber has good construction workability and good road performance.

Key Words

Road Engineering, Asphalt Pavement, Granular Lignin Fiber, Road Performance

DOI:

颗粒状木质素纤维在功东高速的应用研究

沈盼 瞿翔

云南云交建工程试验检测有限公司, 昆明 650032

摘要

为了评价颗粒状木质素纤维工程应用效果, 本文依据功东高速路面工程, 采集颗粒状木质素纤维的材料指标, 结合试验室试验数据以及现场检测数据, 进行混合料的体积指标和路用性能分析, 研究结果表明采用颗粒状木质素纤维生产的沥青混合料具有较好的施工和易性和良好的路用性能。

关键词

道路工程; 沥青路面; 颗粒状木质素纤维; 路用性能

1.引言

随着我国近年来在交通基础设施方面投入的增加, 国省干线、高速公路建设遍地开花, SMA 沥青路面以其良好的路用性能被广泛的应用在高速公路和国省干线的抗滑层。而木质素纤维作为 SMA 混合料必不可少的组成部分, 由于木质素纤维的吸附、稳定、增粘及加劲作用, 可以有效的提高 SMA 沥青混合料的高温性能、低温性能、抗滑能力和耐久性 etc 路用性能, 因此也被大量的应用。

木质素纤维常见的有两种, 一种是絮状木质素纤维, 另一种为颗粒状木质素纤维, 目前工程上绝大多数应用的是絮状木质素纤维, 这两种木质素纤维具有不同的特点, 絮状木质素纤维优点是易分散、吸油、稳定效果好,

缺点是不易称量、受潮时易结团、路面易出现小油饼。颗粒状木质素纤维优点是拌和均匀性好、易称量、易储存, 缺点是不易分散、吸油稳定效果稍差。

本文依托云南功山至东川高速公路(简称功东高速)建设工程, 从原材料、混合料生产、施工、应用效果等方面对颗粒状木质素纤维进行评价。

2.工程概况

云南功山至东川高速公路是滇中城市经济圈高速公路网的重要组成部分, 功山至东川高速公路起于 G85 渝昆嵩明-待补高速段, 经功山镇、阿旺镇, 止于东川区北侧。路线全长 49.85 公里, 按四车道高速公路标准建设, 设计速度 80 公里/小时, 路基宽度 24.5 米。项目投资 84.33 亿。2015 年开工建设, 2018 年末完成通车。

功东高速路面结构类型为：主线路面结构型式（如下图 1）、互全线气候分区属于 2-4-1 夏热冬温潮湿区；设计交通量：属于重交通等级。

4cm SBS 改性沥青马蹄脂碎石 SMA-13
6cm 中粒式 SBS 改性沥青混凝土 AC-20C
8cm 粗粒式 70 号道路石油沥青混凝土 AC-25C
乳化沥青稀浆封层下封层
20cm+20cm 水泥稳定碎石基层
20cm 低剂量水泥稳定碎石底基层

图 1 主线路面结构型式（总厚度 78cm）

3.目标配合比设计

3.1 原材料

功东高速公路共有两个路面标，路面一标采用的颗粒状木质素纤维（1#）由天津某厂商提供，路面二标所用的颗粒状纤维（2#）由深圳某厂商提供，本课题组室内分别对两种产品进行了试验检测，检测结果见表 1。

表 1 纤维检测结果

试验项目	技术指标	1#	絮状	
纤维长度	≥6mm	3.9	3.3	
灰分含量	18%±5%，无挥发物	17.1	16.0	
pH 值	7.5±1.0	7.7	7.1	
木质素纤维	吸油率	纤维质量的 5±1.0 倍	4.4	5.6
	含水率	≥5%（质量百分比）	/	/
	耐热性	颜色、体积基本无变化，热失重不大于 6%	/	/

试验结果显示三种木质素纤维均满足规范要求。

两个路面标的目标配合比设计所用 1#、2#玄武岩为达德隧道进口石厂生产，5#料为集料为东川区小龙潭谷维山石厂生产的石灰岩，矿粉为祥云峰函经贸有限公司生产，颗粒状木质素纤维用量为混合料的 0.4%，一标所用沥青为埃索 SBS 改性沥青，二标所用沥青为壳牌 SBS 改性沥青，原材料结果见表 2。

3.2 矿料级配选择

原材料确定以后，初选 SMA-13 的三种级配（粗、中、细）。分别测定三种级配的 VCA_{DRC} ，按油石比为 6.0%制作马歇尔试件，测定 VCA_{mix} 及 VMA 等指标，

在满足 VCA_{mix} 小于 VCA_{DRC} 和 VMA 不小于 16.5%的基础上确定级配见表 3。

3.3 最佳油石比确定

按设计的矿料级配，采用 3 种油石比，颗粒状木质素纤维用量为混合料的 0.4%，制作马歇尔试件，进行马歇尔稳定度试验，试验结果列于表 4。

根据 SMA 路面规范要求，结合实际工程情况，路面一标油石比为 5.9%，路面二标油石比为 6.0%时，孔隙率、VMA、VCA、稳定度、饱和度等均满足规范要求。因此，路面一标最佳油石比确定为 5.9%，二标最佳油石比确定为 6.0%。

表2 集料及沥青密度试验结果

材料名称	表观相对密度	毛体积相对密度	吸水率 (%)
1#料	2.972	2.866	1.24
2#料	2.963	2.856	1.26
5#料	2.720	2.634	1.20
矿粉	2.707	2.707	/
1#纤维密度		1.320	
2#纤维密度		1.300	
一标沥青密度		1.027	
二标沥青密度		1.025	

表3 矿料级配的设计组成结果

级配类型 (用料比)	通过下列筛孔 (方孔筛, mm) 的质量百分率 (%)									
	16.0	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
SMA-13	100	95.3	61.4	28.6	20.5	17.8	16.2	13.9	12.4	10.2

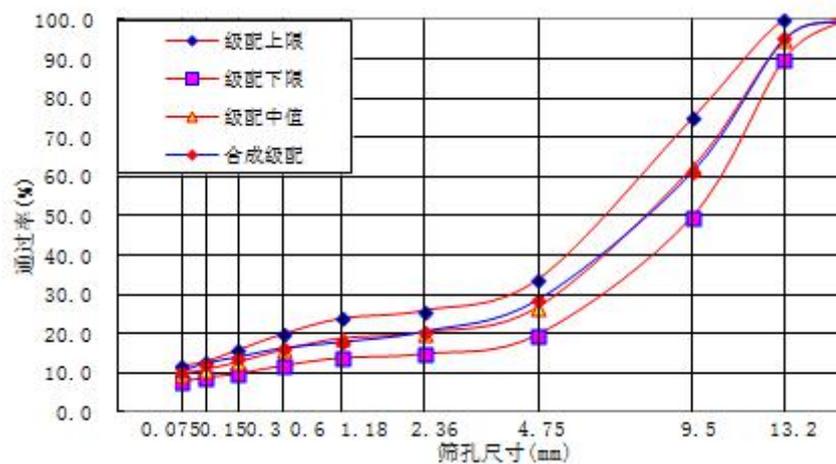


图2 SMA-13 设计级配曲线

表4 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 (%)	毛体积相对密度	最大理论相对密度
路面一标	5.7	9.86	27.5	4.7	16.8	41.5	71.9	2.488	2.611
	6.0	8.67	30.8	4.1	16.9	41.6	75.6	2.493	2.600
	6.3	7.06	33.7	3.0	16.5	41.3	82.0	2.512	2.589
路面二标	5.7	9.06	27.4	4.9	17.1	41.5	71.6	2.483	2.609
	6.0	8.56	30.1	4.2	17.2	41.6	75.3	2.488	2.598
	6.3	8.05	34.5	2.6	16.4	41.3	83.9	2.519	2.587
要求		≥6.0	20~50	3~4.5	≥16.5	≤VCA _{DRC}	75~85	//	//

3.4 性能验证

以最佳油石比制作 SMA-13 沥青混合料, 分别进行压实沥青混合料水稳定性、车辙、析漏、飞散等试验, 验证沥青混合料的路用性能, 见表 5。

表 5 性能试验结果

混合料类型	析漏 (%)	飞散 (%)	残留稳定度 So (%)	劈裂强度比 (%)	动稳定度 (次/mm)
路面一标	0.058	6.25	88.0	83.4	6443
路面二标	0.084	7.26	86.3	82.7	6930
要求	≤0.1	≤15	≥80	≥80	≥5000

3.5 室内试验分析

通过原材料试验、矿料级配设计、沥青用量确定及混合料相关验证试验, 表明采用两种颗粒状木质素纤维所设计的玄武岩 SMA-13 型 SBS 改性沥青混合料的水稳定性、高温稳定性、析漏、飞散等指标均满足规范要求,

可以进行生产配合比的设计。

4. 生产配合比设计

根据目标配合比设计的结果进行生产配合比的设计, 通过拌合楼干料筛分、密度、矿料级配掺配、三个不同油石比试验, 最终生产配合比设计结果见表 6、表 7、表 8。

表 6 生产配合矿料级配

料仓名称及用量 (%)	下列筛孔 (方孔筛 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
路面一标生产级配	100.0	96.1	61.4	28.2	21.6	17.8	15.8	13.1	11.6	10.0
路面二标生产级配	100.0	97.0	61.6	27.4	19.6	17.0	15.0	13.2	12.1	10.2
目标级配	100	95.3	61.4	28.6	20.5	17.8	16.2	13.9	12.4	10.2

表 7 最佳油石比试验结果

级配类型	最佳油石比 (%)	稳定度 (kN)	流值 (0.1mm)	空隙率 (%)	VMA (%)	VCA _{mix} (%)	VFA (%)	毛体积相对密度	最大理论相对密度
路面一标	5.9	9.43	28.9	4.2	16.8	40.7	75.4	2.485	2.593
路面二标	6.0	9.28	30.1	4.17	17.0	41.6	75.5	2.487	2.595
要求		≥6.0	20~50	3~4.5	≥16.5	≤VCA _{DRC}	75~85	/	/

通过原材料试验、矿料级配设计、沥青用量确定及混合料相关验证试验, 表明采用两种颗粒状木质素纤维所设计的玄武岩 SMA-13 型 SBS 改性沥青混合料的水

稳定性能、高温稳定性、析漏、飞散等指标均满足规范要求, 可以进行试验路的铺筑。

表 8 性能试验结果

混合料类型	析漏 (%)	飞散 (%)	残留稳定度 So (%)	劈裂强度比 (%)	动稳定度 (次/mm)
路面一标	0.060	7.06	87.1	83.1	5930
路面二标	0.090	7.64	86.0	81.1	6577
要求	≤0.1	≤15	≥80	≥80	≥5000

5. 试验路的铺筑

5.1 拌和楼试拌

在试验路铺筑之前,进行了拌合楼的试拌工作,试拌混合料整体较均匀,无花白料,颗粒状纤维分散较好,试拌混合料油石比、级配和马歇尔指标均满足要求,室内试验结果见表 9、表 10。

表 9 试拌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 (%)	饱和度 (%)	毛体积相对密度	最大理论相对密度
路面一标	5.82	8.3	27.7	4.1	16.8	75.5	2.486	2.593
路面二标	5.93	7.6	28.6	4.13	17.0	75.7	2.488	2.595
要求	/	≥6.0	20~50	3.0~4.5	/	/	/	/

表 10 抽提筛分试验结果

名称	油石比 (%)	通过筛孔(方孔筛, mm) 百分率 (%)									
		16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
路面一标 试拌混合料	5.82	100	96.2	62.4	27.8	21.6	18.8	16.9	14.7	11.6	9.7
路面一标 生产配合比	5.9	100.0	97.0	61.6	27.4	19.6	17.0	15.0	13.2	12.1	10.2
路面二标 试拌混合料	5.93	100	94.5	61.8	27.9	20.1	18.2	16.0	13.1	11.4	10.5
路面二标 生产配合比	6.0	100.0	96.1	61.4	28.2	21.6	17.8	15.8	13.1	11.6	10.0
波动范围				±4				±3			±2

5.2 试验路铺筑

2018 年 10 月底,路面二标在 K44+00-K44+400 左幅进行了 SMA13 试验路的铺筑,2018 年 11 月底,路面一标在 K21+100-K21+400 右幅进行了 SMA13 试验路的铺筑。

现场采用两台摊铺机进行梯队摊铺,全程匀速、均

匀、不停机、连续摊铺,整体摊铺效果较好,无离析问题;5 台双钢轮有序进行碾压,初压采用 2 台双钢轮紧跟摊铺机碾压,复压两台压路机紧跟初压压路机,终压采用一台双钢轮压路机,整个碾压过程采用直进直退、有序进行,碾压效果较好,无漏压、超压现象,终压无轮迹印。

试验路当天试验室对混合料的油石比、矿料级配、

体积指标、性能进行了检测。所有检测结果均满足要求，检测结果见表 11、12、13。

试验路完成 48h 后进行了现场检测，标准室内马歇尔压实度均大于 99%。现场渗水进小于 60ml/min，构造深度 0.8-1.1mm 之间。

表 11 试铺抽提筛分试验结果

名称	油石比 (%)	通过筛孔 (方孔筛, mm) 百分率 (%)									
		16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
路面一标 试铺混合料	5.82	100	95.1	60.8	27.5	21.1	18.6	15.7	14.7	11.9	9.9
路面一标 生产配合比	5.9	100.0	97.0	61.6	27.4	19.6	17.0	15.0	13.2	12.1	10.2
路面二标 试铺混合料	5.91	100	95.6	62.3	28.1	20.9	18.0	16.4	13.5	11.2	10.1
路面二标 生产配合比	6.0	100.0	96.1	61.4	28.2	21.6	17.8	15.8	13.1	11.6	10.0
波动范围		±4					±3			±2	

表 12 试铺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 (%)	饱和度 (%)	毛体积相对密度	最大理论相对密度
路面一标	5.82	7.5	25.4	4.15	16.8	75.4	2.485	2.593
路面二标	5.93	7.3	29.1	4.21	17.1	75.4	2.486	2.595
要求	/	≥6.0	20~50	3.0~4.5	/	/	/	/

表 13 性能试验结果

混合料类型	析漏 (%)	飞散 (%)	残留稳定度 So (%)	劈裂强度比 (%)	动稳定度 (次/mm)
路面一标	0.088	7.43	86.8	81.0	5500
路面二标	0.095	7.35	85.5	83.6	6014
要求	≤0.1	≤15	≥80	≥80	≥5000

从试验路各项检测结果显示，采用颗粒状木质素纤维生产的沥青混合料各项指标满足规范要求，试验路上面层后场拌合楼生产控制、前场施工组织、摊铺碾压的工艺等均是合理的，达到了铺筑试验路的预期目的，可指导后续上面层的大规模施工。

6. 结论

本课题主要依据功东高速路面工程，进行颗粒状木质素纤维的应用研究，通过原材料、配合比设计、性能

验证、试验路试铺等方面的研究，得出如下结论。

(1) 颗粒状木质素纤维的各项指标均能满足规范的要求。

(2) 采用颗粒状木质素纤维生产的沥青混合料具有较好的抗水损坏性能、高速抗车辙性能。

(3) 从后场拌和站生产和前场施工过程，可以得出颗粒状具有较好的施工和易性。

(4) 通过对比目标、生产配合比设计的油石比与试验路铺筑时的油石比可以看出，正式施工的油石比较

配合比设计的油石比低 0.1 左右, 这主要因为在配合比设计时采用人工将颗粒状木质素纤维进行分散后再进行拌合沥青混合料, 为正式生产时颗粒状木质素纤维易出现分散不彻底现象, 从而导致油石比降低。

参考文献

- [1] JTG F40—2004, 公路沥青路面施工技术规范.
- [2] JTG D50—2006, 公路沥青路面设计规范.
- [3] SHC F40—01—002, 公路沥青玛蹄脂碎石路面技术指南.
- [4] JTG E20—2011, 公路工程沥青及沥青混合料试验规程.
- [5] JTG E42—2005, 公路工程集料试验规程