

文章编号:1674-2869(2014)011-0017-06

热拌沥青混合料筛分

李 杰,雷 勇,胡小弟

武汉工程大学资源与土木工程学院,湖北 武汉 430074

摘 要:用由马歇尔设计法得到 AC-13 与 AC-20 的沥青混合料,搅拌后将混合料依次通过孔径为 16 mm、13.2 mm、4.75 mm 的方孔筛进行筛分;对筛分得到的四档沥青混合料按照一定比例进行重新分配得到新的 AC-13(n)与 AC-20(n).通过燃烧法试验测定 AC-13(n)与 AC-20(n)的沥青含量及其矿料级配曲线.分别对比 AC-13(n)、AC-20(n)与 AC-13、AC-20 的沥青含量和矿料级配曲线变化情况,结果表明:通过对热拌沥青混合料筛分得到的沥青混合料,在沥青含量和矿料级配曲线方面均符合规范规定的范围,且偏离最初的设计很小,因此,热拌沥青混合料的筛分是可行的.

关键词:热拌沥青混合料;筛分;沥青含量;矿料级配曲线

中图分类号:U414

文献标识码:A

doi:10.3969/j.issn.1674-2869.2014.011.004

0 引 言

沥青混凝土路面因为其行车舒适、噪声低、开放交通迅速、养护简便,被我国高速公路和城市道路广泛采用.当前,我国大多数新建的沥青混凝土路面是由热拌沥青混合料分层摊铺压实而成的.热拌沥青混合料的性能直接影响沥青混凝土路面的质量^[1-2],广大学者对热拌沥青混合料的路用性能做了广泛而深入的研究.然而,热拌沥青混合料的筛分研究仍属空白.总体上,沥青混合料的物理结构是松散的,可认为它是一种典型的颗粒性材料^[3].沥青混合料的主要组成—矿质集料,也是典型的颗粒性材料,它是可以筛分的.沥青混合料与矿质集料的最大区别就是前者含有沥青胶浆,沥青胶浆具有一定的稠度和粘性^[4-5],势必会影响沥青混合料的筛分.研究热拌沥青混合料的筛分,将进一步了解热拌沥青混合料的性质.另外,热拌沥青混合料如能实现筛分,一个沥青混合料拌和站将能同时生产两种甚至多种不同配比的热拌沥青混合料,可以保证沥青混合料的供给.因此,研究热拌沥青混合料的筛分具有一定的理论和工程意义.

本文选择 AC-13 和 AC-20 作为研究对象,先根据马歇尔法确定各自的最佳沥青含量,然后将两种混合料的集料和沥青在拌和锅中一起搅拌,获得混杂在一起的 AC-13 和 AC-20 的混合料;再让混杂的混合料依次通过孔径为 16 mm、13.2

mm、4.75 mm 的方孔筛,对筛分得到的四档沥青混合料进行分配,再次搅拌得到新的 AC-13(n)与 AC-20(n).通过燃烧法^[6]和筛分试验,对比分析 AC-13(n)、AC-20(n)与 AC-13、AC-20 的沥青含量和矿料级配曲线变化情况.

1 试验方案

1.1 原材料的准备

矿质集料选用石灰岩,沥青采用 70 号道路石油沥青,原材料的基本性能均符合规范要求,详见表 1、表 2 和表 3.矿质集料经过水洗、烘干,参照我国现行相关规范^[7]推荐的中值级配准备矿料,规范推荐的密级配沥青混凝土混合料集料级配见表 4.

表 1 粗集料技术性能指标

Table1 Coarse aggregate technical performance indicators

指标	单位	要求		实测值	结论	试验方法
		表面层	其他层次			
石料压碎值	%	≤26	≤28	22.1	合格	T 0316
洛杉矶磨耗损失	%	≤28	≤30	27.4	合格	T 0317
表观相对密度	-	≥2.60	≥2.50	2.87	合格	T 0304
吸水率	%	≤2.0	≤3.0	0.7	合格	T 0304
针片状含量	%	≤15	≤18	11.2	合格	T 0312

收稿日期:2014-09-19

作者简介:李 杰(1954-),男,湖北咸宁人,教授,博士研究生导师.研究方向:道路交通工程.

表 2 细集料技术性能指标

Table 2 Fine aggregate technical performance indicators

指标	单位	要求	实测值	结论	试验方法
表观相对密度	-	≥2.50	2.84	合格	T 0328
砂当量	%	≥60	78.6	合格	T 0333
棱角性 (流动时间)	s	≥30	36.5	合格	T 0345

表 3 沥青基本性能

Table 3 Asphalt basic performance

指标	单位	要求	实测值	结论	试验方法
针入度 (25 ℃,5 s,100 g)	0.1 mm	60~80	71.1	合格	T 0604
软化点(R&B)	15 ℃	≥46	50.5	合格	T 0606
延度(15 ℃)	cm	≥100	均大于 150	合格	T 0605

表 4 规范推荐的密级配沥青混凝土混合料集料级配范围

Table 4 Aggregate gradation range of dense-graded asphalt mixtures recommended by specifications

类型	通过下列筛孔(mm)的质量百分数/%											
	26.5	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
AC-13	/	/	100	90~100	68~85	38~68	24~50	15~38	10~28	7~20	5~15	4~8
AC-20	100	90~100	78~92	62~80	50~72	26~56	16~44	12~33	8~24	5~17	4~13	3~7

根据试验室的沥青混合料拌和锅的实际拌和能力,配制 20 000 g 矿质集料用于试验,具体配制参数见表 5.

表 5 试验集料备料用量

Table 5 Test aggregate amount of preparation

筛孔尺寸/ mm	AC-20 级配中值的 质量分数/%	AC-13 级配中值的 质量分数/%	试验设 计备料/g
19.00	5	/	500
16.00	10	/	1 000
13.20	14	5	1 900
9.50	10	18.5	2 850
4.75	20	23.5	4 350
2.36	11	16	2 700
1.18	7.5	10.5	1 800
0.60	6.5	7.5	1 400
0.30	5	5.5	1 050
0.15	2.5	3.5	600
0.075	3.5	4	750
<0.075	5	6	1 100
总计	100	100	20 000

根据马歇尔法试验得到 AC-13 与 AC-20 的最佳沥青用量,见表 6.

表 6 最佳沥青含量

Table 6 Optimum asphalt content

类型	最佳沥青质量分数/%
AC-13	4.5
AC-20	4.0

1.2 沥青混合料的拌和与筛分

将两种不同配比的矿质集料混合均匀并加热到 170 ℃,沥青拌和机的拌和温度设为 150 ℃,拌和得到的沥青混合料放在 135 ℃的恒温箱中保温.然后,将沥青混合料依次通过孔径为 16 mm、

13.2 mm、4.75 mm 的抬筛.当然,每次过筛前需通过恒温箱使待筛分的沥青混合料达到 135 ℃.沥青混合料的拌和及筛分过程见图 1 和图 2.



图 1 热拌沥青混合料的拌和

Fig.1 HMA mixing



图 2 热拌沥青混合料的筛分

Fig.2 HMA sieving

1.3 沥青混合料的分配

混杂在一起的热拌沥青混合料依次通过孔径为 16 mm、13.2 mm、4.75 mm 的筛,根据筛分后热拌沥青混合料所处的不同位置,将筛分后的沥青混合料分为 4 个类别,即>16 mm、13.2~16 mm、4.75~13.2 mm 和<4.75 mm.参照表 5 中 AC-20 和 AC-13 级配中值的质量百分比,对沥青混合料进行分配.例如,对于 4.75~13.2 mm 范围的沥青混合料,AC-13(n)的分配比例为 $58.3\%=(18.5+23.5)/(10+20+18.5+23.5)\times 100\%$;AC-20(n)的分配比例为 $41.7\%=(10+20)/(10+20+18.5+23.5)\times 100\%$.同理,其他类别的混合料分配比例见表 7.

表 7 混合料筛分后的分配比例
Table 7 Distribution ratio after mixtures sieving

类别	>16 mm	13.2~ 16 mm	4.75~ 13.2 mm	<4.75 mm
AC-13(n)的 分配比例/%	0	26.3	58.3	56.4
AC-20(n)的 分配比例/%	100	73.7	41.7	43.6
总计	100	100	100	100

1.4 沥青混合料的燃烧法试验和矿质集料的筛分试验

四档不同类别的沥青混合料经过分配,再搅拌得到新的 AC-13(n)与 AC-20(n).热拌沥青混合料筛分是否可行的两个技术指标是沥青含量和矿料级配,它们会影响沥青混合料的路用性能^[8-10].若筛分得到的沥青混合料在沥青含量和矿料级配方面均符合规范规定的范围,则说明热拌沥青混合料的筛分是可行的.因此,通过燃烧法试验测定 AC-13(n)和 AC-20(n)的沥青含量,并与设计的沥青含量对比.通过筛分试验测定 AC-13(n)和 AC-20(n)的级配,并与设计的中值级配对比.

2 试验分析

2.1 沥青含量分析

经过燃烧法试验,AC-13(n)的沥青含量为

4.7%,AC-20(n)的沥青含量为 3.9%.与表 6 对比发现,筛分后,AC-13(n)相对于 AC-13 沥青含量有所增加,AC-20(n)相对于 AC-20 沥青含量有所减少.沥青含量的变化与沥青混合料的分配比例有关,在表 7 中,AC-13(n)的分配比例在 4.75~13.2 mm 和<4.75 mm 两份沥青混合料中均比 AC-20(n)的大,说明 AC-13(n)分配了相对多的细集料,细集料的比表面积比粗集料的比表面积大,细混合料的沥青含量高于粗混合料的沥青含量,因而导致了筛分后沥青混合料的沥青含量发生变化.

2.2 级配分析

对燃烧后的 AC-13(n)和 AC-20(n)进行筛分试验,筛分结果见表 8.

表 8 混合料筛分后的集料质量分布情况
Table 8 Aggregate distribution after mixtures sieving

筛孔尺寸/mm	集料质量/g	
	AC-13(n)	AC-20(n)
19	0	484.7
16	7.5	1 430.4
13.2	408.1	1 046.6
9.5	1 624.3	1 001.0
4.75	2 412.1	1 957.7
2.36	1 495.3	1 211.3
1.18	993.8	757.2
0.6	669.0	576.0
0.3	488.8	416.7
0.15	322.3	276.1
0.075	637.6	552.7
<0.075	530.7	483.0
总计	9 589.5	10 193.4

为了便于直观分析,结合表 4、表 5 和表 8,绘制矿质集料级配曲线图 3 和图 4.

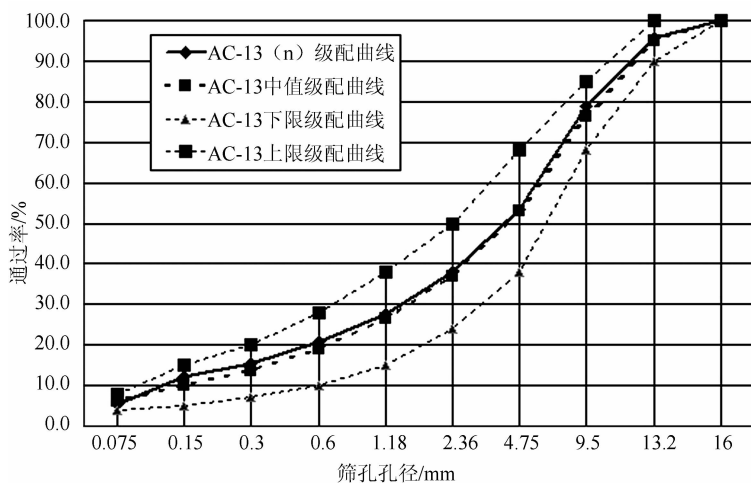


图 3 AC-13 与 AC-13(n)级配曲线

Fig. 3 AC-13 and AC-13 (n) aggregate gradation curve

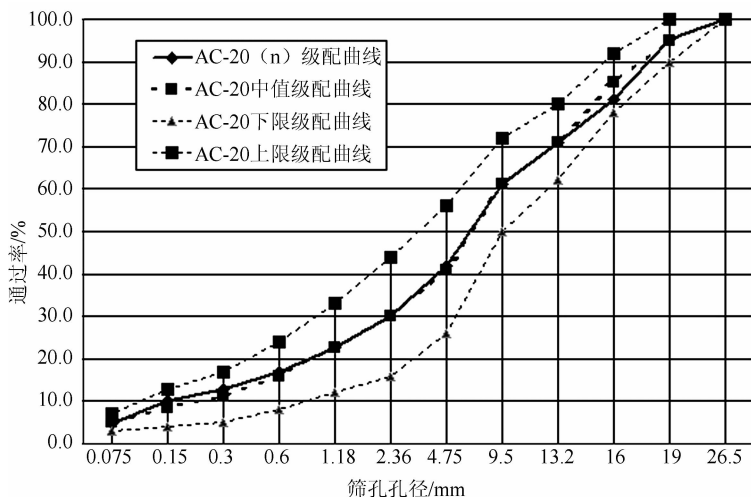


图 4 AC-20 与 AC-20(n)级配曲线

Fig. 4 AC-20 and AC-20 (n) aggregate gradation curve

图 3 和图 4 表明,筛分得到的沥青混合料在级配方面与设计的中值级配吻合性很好,且符合规范建议.混杂在一起的混合料通过孔径为 16 mm 的方孔筛时,因为沥青胶浆的粘性,导致一部分粒径为 13.2 mm 的矿料未能过筛.这反映到图 4 中就是 #16 的通过率相对中值级配有所降低;反映到表 8 中就是筛分后 #16 筛网上的矿料增量 ($437.9=1\,430.4+7.5-1\,000$)与 #13.2 筛网上的矿料减量 ($445.3=1\,900-408.1-1\,046.6$)相近.

2.3 热拌沥青混合料的筛分可行性分析

通过上述分析,在试验室,热拌沥青混合料的筛分能够满足沥青含量和矿料级配要求,其筛分是可行的.沥青混合料的物理结构从总体上看是

松散的,属于一种颗粒性材料.筛分的对象是颗粒性材料,筛分的目的是将颗粒性材料分成不同粒径的组份.矿质集料也是一种典型的颗粒性材料,它是可以实现筛分的.沥青混合料与矿质集料的最大区别就是前者含有沥青胶浆,沥青胶浆的稠度和粘性对沥青混合料的筛分有影响.随着沥青胶浆的稠度和粘性的增加,沥青混合料越难透筛,而且更容易致使筛孔堵塞.

在一定范围内,沥青胶浆随温度降低,粘性增大.试验中通过保证热拌沥青混合料筛分时的温度和控制筛分时间改善沥青胶浆对筛分的不利影响.从试验结果看,控制沥青胶浆的粘性,热拌沥青混合料的筛分是可以满足混合料的配比要求.

设想在实际工程中,若能找到一种外加剂在沥青混合料拌制中降低沥青胶浆的粘性,加上沥青拌和楼对热拌沥青混合料温度的有效控制,在工程上热拌沥青混合料的筛分也是可行的.从技术角度,需要在沥青混合料拌和楼设备的成品出料处增添一些装置,比如振动筛网、计量装置和搅拌装置等.振动筛网将沥青混合料筛分为若干组子沥青混合料,计量装置对个子沥青混合料进行计量分配,搅拌装置分别对计量分配后的子沥青混合料进行搅拌,便得到预期的不同配合比的沥青混合料;从应用角度,不同配合

比的热拌沥青混合料的同时生产可以满足双层摊铺机对原料的需求.因此,热拌沥青混合料的筛分具有一定的实际工程应用价值.

3 结 语

a. 将符合规范并通过马歇尔设计的 AC-13 与 AC-20 混在一起搅拌,通过筛分、分配、再搅拌形成新的 AC-13(n)与 AC-20(n).试验结果表明:通过筛分得到的新的沥青混合料在沥青含量和矿料级配曲线方面均符合规范规定的范围,且偏离最初的设计很小.因此,热拌沥青混合料的筛分在实践上是可行的.

b. 热拌沥青混合料与矿质集料的区别在于前者含有沥青胶浆.沥青胶浆的稠度和粘性势必将影

响热拌沥青混合料的筛分. 沥青胶浆的粘性不利于沥青混合料透筛,且易导致筛孔堵塞.

c. 热拌沥青混合料能否实际应用,还有待进一步的研究.

致 谢

感谢武汉工程大学交通研究中心对试验的设备及技术支持,感谢大悟县公路局提供试验材料!

参考文献;

- [1] 郝培文. 沥青与沥青混合料[M]. 北京:人民交通出版社,2009.
HAO Pei-wen. Asphalt and asphalt mixtures [M]. Beijing:China Communications Press,2009. (in Chinese)
- [2] 沈金安. 沥青及沥青混合料路用性能[M]. 北京:人民交通出版社,2001.
SHEN Jin-an. Asphalt and asphalt mixture road performance [M]. Beijing: China Communications Press,2001. (in Chinese)
- [3] 张争奇,王永财. 沥青胶浆对沥青混合料高低温性能的影响[J]. 长安大学学报:自然科学版,2006,26(2): 1-5.
ZHANG Zheng-qi, WANG Yong-cai. Influence of asphalt mortar on hot mix asphalt performance at high and low temperature[J]. Journal of Chang'an University:Natural Science Edition, 2006, 26(2):1-5. (in Chinese)
- [4] 李华. 沥青胶浆粘弹性研究[D]. 西安:长安大学,2006.
LI Hua. A study of viscoelasticity properties of asphalt mortar[D]. Xian: Changan University, 2006. (in Chinese)
- [5] 肖月. 沥青混合料中胶浆-集料粘结性及力学性能研究[D]. 武汉:武汉理工大学,2008
XIAO Yue. Fracture mechanisms of binder-aggregate system and its effects on properties of asphalt mixtures[D]. Wuhan: Wuhan University of Technology,2008. (in Chinese)
- [6] 交通部公路科学研究所. JTG E20-2011 公路工程沥青及沥青混合料试验规程[S]. 北京:人民交通出版社,2011.
- [7] 交通部公路科学研究所. JTG F40-2004. 公路沥青路面施工技术规范[S]. 北京:人民交通出版社,2006.
- [8] 陈国明. 矿料级配走向对沥青混合料性能的影响[J]. 公路,2009(3):135-138.
CHEN Guo-ming. Influence of aggregate gradation trend on performance of asphalt mixtures [J]. Highway,2009(3):135-138. (in Chinese)
- [9] 张争奇,赵永利,张卫平. 矿料级配对沥青混合料低温性能的影响[J]. 长安大学学报:自然科学版,2005,25(2):1-5.
ZHANG Zheng-qi, ZHAO Yong-li, ZHANG Wei-ping. Effect of aggregate gradation on performance of asphalt mix at low temperature [J]. Journal of Changan University: Natural Science Edition, 2005, 25(2):1-5. (in Chinese)
- [10] 樊统江. 不同级配对沥青混合料的力学性能和路用性能的影响[J]. 重庆交通学院学报,2004,23(1): 22-25.
FAN Tong-jiang. Influence of different gradation of aggregate on the mechanical properties and performance of asphalt mixture [J]. Journal of Chongqing Jiaotong University,2004,23(1):23-25. (in Chinese)

Sieving of hot mix asphalt

LI Jie , LEI Yong , HU Xiao-di

School of Resources and Civil Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430074, China

Abstract: Two HMAs, i. e. , AC-13 and AC-20 were prepared by Marshall method . They were mixed together and sieved by different size sieves, i. e. , 16 mm, 13.2 mm and 4.75 mm so that four sieved hot mix asphalt mixtures were produced. Reassigned those four sieved hot mix asphalt mixtures and two new HMAs, namely AC-13(n) and AC-20(n) were obtained. By asphalt burner oven, AC-13(n) and AC-20(n) were burned for the asphalt content and aggregate gradation testing. The testing result shows that, from hot-mix asphalt bitumen obtained by sieving mix, asphalt content and aggregate gradation curves are in line with the range of specification for the two new HMAs (i. e. obtained HMAs by sieving), the aggregate gradations still match respective limited of specification, and the asphalt contents have very small change compared with those designed by Marshall method; so it implies that the hot-mix asphalt screening is feasible.

Keywords: hot mix asphalt; sieving; asphalt content; aggregate gradation curve

本文编辑: 龚晓宁



(上接第 16 页)

Influence of cooling mode on grindability of roasting oolitic hematite

ZHANG Han-quan , FU Jin-tao , LU Man-man , LI Xue-qiang , ZAN Zhong-jie

School of Resources and Civil Engineering, Wuhan Institute of Technology, Wuhan 430074, China

Abstract: Oolitic hematite is a kind of typical refractory iron ore because of its fine inlay granularity and high grinding costs. Magnetizing roasting-magnetic separation process is an effective process beneficiation to this kind of refractory iron ore. The effects of the grinding by different cooling modes were analyzed. After magnetization roasting, oolitic hematite were cooled in closed system (isolated from air), water and air, respectively, followed by a particle size sieve analysis and grinding test. The results indicate that the average diameter of particle increases from 0.069 9 mm to 0.088 2 mm (closed cooling), 0.084 3 mm (water cooling) and 0.087 0 mm (natural cooling) after roasting; under the same grinding conditions, and -0.045 mm contents are 84.89%, 83.89%, 76.51% and 77.14% respectively in crude ore and roasted ore after closed cooling, water cooling and natural cooling. It is concluded that magnetizing roasting made the oolitic hematite more difficult for grinding; the grinding effect of oolitic hematite is best in closed cooling, followed by natural cooling and then water cooling.

Key words: oolitic hematite; magnetizing roasting; grinding; cooling modes

本文编辑: 龚晓宁