

文章编号:1005-0523(2011)01-0047-05

温拌布敦岩沥青混合料路用性能研究

文思源¹, 苏明², 叶奋¹

(1. 同济大学交通运输工程学院, 上海 201804; 2. 新疆大学建筑工程学院, 新疆 乌鲁木齐 830047)

摘要:复合改性沥青混合料是采用布敦岩沥青(BMA)及温拌剂复合改性而成的一种沥青混合料,将它与常规BMA及常规温拌沥青性能进行比较,得出该复合改性沥青混合料可以大大降低拌和温度、节约能源、保护环境,还可保证良好的路用性能。以布敦岩沥青作为改性剂能明显提高沥青混合料的高温稳定性,但对低温性能影响很小。

关键词:布敦岩沥青;温拌沥青混合料;路用性能;环保

中图分类号:U414

文献标识码:A

近年来,各种路用性能更优越的改性沥青应运而生。在各种物理和化学改性沥青中,以岩沥青作为改性沥青与基质沥青具有良好的配伍性和持久的耐老化性,越来越受到国内外公路技术行业的重视。同时,随着温拌沥青混合料技术在我国的大力推广,越来越多的沥青路面采用温拌沥青混合料。本文结合两者的优势,拌制出一种复合改性沥青混合料,并对该混合料的空隙率、稳定度、流值和冻融劈裂强度比进行了室内试验,得出该混合料的性能符合现在我国的路面的铺装,并比普通沥青混合料的路面性能要好^[1-3]。因此,在温拌技术条件下,研究布敦岩沥青混合料对我国沥青路面和社会经济的发展具有很大意义。

1 原材料简介

1.1 布敦天然岩沥青

布敦天然岩沥青(BMA),是产于印度尼西亚苏拉威西岛(Celebes)东南部布敦岛(BUTON)的布敦天然岩沥青矿,经过去除杂质、脱水、碾磨等加工后形成粉粒状的材料。布敦岩沥青是一种特殊岩石,其中含有20%左右的沥青。将其在沥青混合料拌和时预热掺入混合料中,可取得较好的改性效果。通过掺加天然岩沥青BMA对沥青进行改性,可以显著提高沥青路面的高温抗车辙性能、抗水损坏性能和抗老化性能,明显改善沥青路面的路用性能,延长道路使用寿命^[4-5]。我国高速公路建设对沥青材料的性能提出了越来越高的要求。因此,研究布敦岩沥青具有很大意义。

1.2 乳化平台的温拌技术

温拌沥青混合料是一种绿色、节能、环保的路面新材料,它能在较低温度下拌和、压实与施工,其力学性能和路用性能不亚于热拌沥青混合料。根据目前国外对温拌技术的研究结果,普遍认为温拌沥青混合料是一类使用特殊添加剂或制备工艺技术来达到节能环保目的的混合料。相关的研究数据表明,当混合料的拌和温度减低30℃时,每吨沥青混合料可节约燃料油2.4 kg,并可减少30%的CO₂排放量和40%的粉尘排放量。

Evotherm™是美国MeadWestVaco公司基于乳化沥青分散技术(DAT)研发的沥青混合料温拌技术,该技术将经过特殊工艺制成的乳化沥青与加热的集料在DAT添加剂是沥青混合料实现温拌施工的关键要

收稿日期:2010-12-23

基金项目:国家自然科学基金项目(50968016);新疆维吾尔自治区高校科研计划科学研究重点项目(20081211003056781);新疆大学校院联合项目(2006321006)

作者简介:文思源(1988—),男,硕士研究生,研究方向为道路材料。

素,它可以在沥青胶结料内部形成特殊的润滑结构,在不影响沥青对石料裹附的前提下,确保混合料可以在较低的温度下被压实^[6-9]。

2 试验方案

2.1 级配设计

温拌沥青混合料根据《公路沥青路面施工技术规范》(JTG F40-2004)的要求对原材料进行级配设计,经计算矿料比例为:10~15 mm:5~10 mm:砂:石屑:矿粉=37%:28%:4%:26%:5%,调整出的级配如表1。

表1 集料级配组成

Tab.1 Aggregate gradation composition

筛孔/mm	各种组成比例/%					组配/%	要求/%
	10-15	5-10	砂	石屑	矿粉		
	37	28	4	26	5		
19	100	100	100	100	100	100	100
13.2	94.48	100	100	100	100	97.96	90-100
9.5	60.00	99.15	100	100	100	84.96	68-85
4.75	3.50	19.38	58.79	100	100	40.07	38-68
2.36	—	0.31	1.04	75.40	100	24.73	24-50
1.18	—	—	—	51.23	100	18.32	15-38
0.6	—	—	—	37.73	100	14.81	10-28
0.3	—	—	—	27.31	100	12.10	7-20
0.15	—	—	—	20.08	99	10.22	5-15
0.075	—	—	—	14.82	80	7.85	4-8

2.2 确定最佳油石比

选定5.0%,5.3%,5.6%初始油石比进行马歇尔试验。试验结果见表2。

表2 温拌沥青混合料AC-13C配合比设计马歇尔试验结果

Tab.2 Marshall test results of warm mix asphalt AC-13C mix proportion design

油石比/%	表干密度/ $g \cdot m^{-3}$	空隙率/%	沥青饱和度/%	矿料间隙率/%	稳定度/kN	流值/mm
5.0	2.387	5.7	75	14.9	9.18	2.38
5.3	2.388	4	73.4	15.9	8.72	3.81
5.6	2.400	3.2	84.8	14.7	8.58	3.13
规范要求	—	3~5	65~75	>14	>8	2~4

根据以上结果以油石比为横坐标,以测定的各项指标为纵坐标,分别将结果绘入图中,绘制密度、空隙率、矿料间隙率、饱和度、稳定度、流值关系曲线,确定AC-13C密级配沥青混合料的最佳油石比为5.3%。且经检验油石比为5.3%条件下的AC-13C密级配沥青混合料的高温稳定性、低温稳定性和水稳定性都符合规范要求。故取5.3%为最佳油石比。

2.3 试验方案

按上述试验所确定的沥青混合料的级配及最佳油石比,进行复合改性沥青的性能验证试验。

试验分3组进行:常规拌和条件下(175℃)布敦岩沥青性能试验、复合改性岩沥青温拌条件下(140℃)性能试验、基质沥青温拌试验(140℃)。其中以常规条件下的布敦岩沥青性能指标为标准,将复合改性岩

沥青的性能与其对比。以期得到在降低拌和温度的条件下,沥青混合料性能有否大幅变化。

拌和复合改性岩沥青的试验方法简介如下:将石料加热到比拌和温度高10~20℃,加入热沥青和DAT(采用干拌),搅拌2分钟左右;然后依次加入矿粉和岩沥青,再次搅拌1分钟。

3 试验结果

3.1 空隙率对比分析

按照上述试验方法,分别测定3种不同实验方案下的沥青混合料性能,试验结果如表3。

表3 三种不同方案的实验结果

Tab.3 Experimental results of three different schemes of

实验方案	分 类		空隙率/%	稳定度/kN	流值/mm	冻融劈裂强度/%
	类型	拌合温度/℃				
1	BMA	175	3.78	10.02	2.065	85.53
2	BMA+DAT	140	3.67	8.63	2.17	83.89
3	基质沥青+DAT	140	3.60	7.75	2.175	78.96
	规范要求		3~5	>8	2~4	>75

空隙率是评价沥青性能的关键性指标。空隙率越大,沥青混合料的强度越小,而回弹模量和渗透能力越大。压实效果欠佳,空隙率过大还会导致滞留在空隙内的水分过大,在毛细水压力的作用下,会导致沥青与集料分力产生剥落。而空隙率过小会引起路面泛油、拥包、车辙等早期损害。故空隙率不宜过大或者过小,应在规定范围之内,才能保证沥青路面具有良好的使用性能,从而延长路面的使用寿命。影响沥青混合料空隙率的主要因素有油石比、级配、拌和温度以及压实功^[4]。在相同的压实功、级配和油石比的情况下,所得不同类型的沥青混合料空隙率对比如下。

从表3可以看出:方案1(BMA)、方案2(BMA+DAT)、方案3(基质沥青+DAT)(以下简称方案1、2、3)的空隙率呈依次递减趋势,但均在规范范围要求之内(3~5)。由以上数据可以得出,方案1的空隙率接近目标空隙率,方案2为添加温拌剂的岩沥青,即使拌和温度降低30℃,空隙率也能在要求范围之内,

且比方案1的空隙率更小,即有较好的施工和易性,易于压实。比较方案2和方案3可以得出,在相同的拌和温度下,添加岩沥青的温拌改性沥青比温拌基质沥青的空隙率稍大,即相同试验条件下,添加岩沥青会导致拌和不均匀,引起沥青混合料空隙率偏大。这可能是由于添加岩沥青后的沥青流动性变差,影响沥青对集料的裹覆能力,导致沥青混合料难于压实,空隙率偏大。

3.2 稳定度对比分析

沥青混合料的稳定度可以用来评价它的高温稳定性。稳定度越大,表示该混合料的高温性能越好,抗车辙能力越强。

由图2可以看出:方案1的稳定度最高,即方案1的高温稳定性最好。由于岩沥青是一种天然改性沥青,掺入适量的岩沥青可以大大提高其高温稳定性,与方案2对比,方案1的稳定度提高了16%,比方案3提高了30%。方案2虽与常方案1相比稳定度稍有降低,但仍在规范规定范围之内,且比温拌基质沥青的稳

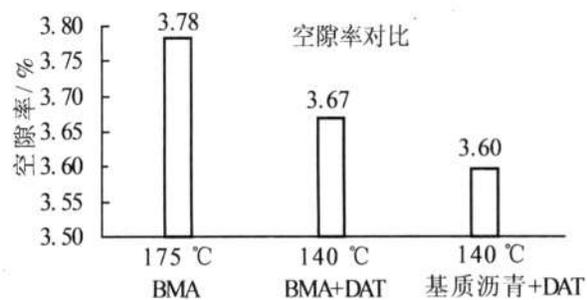


图1 沥青混合料空隙率对比分析图
Fig.1 Comparative analysis asphalt mixture air void

定度高11%。即方案2在降低35℃拌和温度的前提下,稳定度虽比常规岩沥青稍有降低,但仍在规范规定范围之内,且比普通温拌沥青的稳定度有所提高。同时方案2可以在施工时节省大量的能源、减少了大量有害气体的排放,对保护环境、节约能源具有很大的社会效益,同时较低的拌和温度可以延长施工工期,具有较大的经济效益。综合考虑,方案2可选性较大。

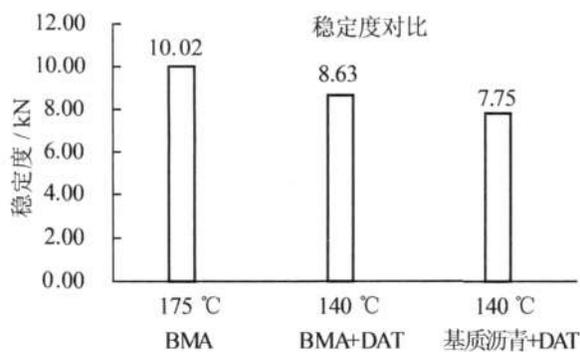


图2 沥青混合料稳定度对比分析图
Fig.2 Comparative analysis of asphalt mixture stability

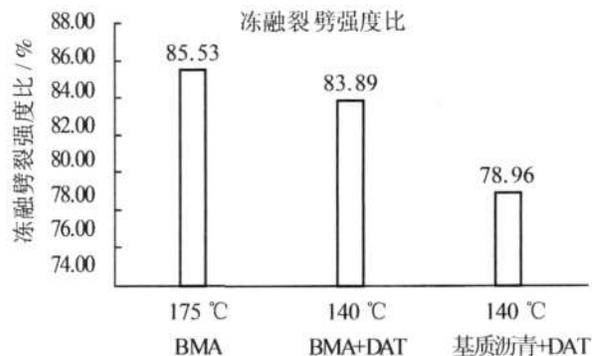


图3 沥青混合料冻融劈裂强度比对比分析
Fig.3 Comparative analysis of asphalt mixture freeze-thaw splitting strength

3.3 冻融劈裂强度比对比分析

冻融劈裂强度比(TSR)越高,表征混合料的低温稳定性能越好,抗水损坏性能越好。

综合比较3组实验,都符合规范要求。方案1的TSR为85.53%为最高,比方案2和方案3分别高出1.64%,6.57%。整体而言,添加BMA的沥青混合料的抗水损害能力均比未添加岩沥青的沥青混合料抗水损害能力高,进一步说明BMA对沥青的改性效果,可以显著提高沥青路面的抗水损坏能力,明显改善沥青路面的路用性能,减少早期损害,延长道路使用寿命。综合比较,方案2具有更好的可行性。

4 结语

1) 温拌BMA的复合改性沥青可以取温拌及改性二者之长,既可以降低拌和温度,又可以保证其性能。在140℃条件下拌和生产的复合改性沥青混合料各项指标均能满足规范。

2) 温拌基质沥青的施工和易性最好,其次是基于乳化平台的温拌岩沥青,常规岩沥青的施工和易性最差。

3) 通过比较各项基本性能,常规岩沥青各项指标最好,基于乳化平台的温拌沥青次之,温拌基质沥青相对最差。综合比较,基于乳化平台的岩沥青具有工程可行性,能取二者之长,具有良好的应用前景。

添加BMA的沥青混合料在温拌(140℃)条件下压实成型的路面在使用性能方面要优于热拌沥青混合料,而且还会提高路面使用寿命和获得可观的经济效益^[10]。温拌沥青混合料的拌和温度比普通温拌沥青混合料低35℃,则CO₂排放量可以减少20%左右,而其他的烟尘等的排放也相应的可以减少40%左右。在全球气候变暖日益明显,全世界投入大量的人力物力努力减少CO₂排放量的时候,采用温拌沥青混合料代替传统的热拌沥青混合料无疑会产生巨大的社会效益。综合设计、施工、环境以及经济等各个方面的考虑,以BMA作为改性剂,基于乳化平台的岩沥青具有可行性,具有良好的应用前景。

参考文献:

- [1] 曹亚东,严军,曹祖光,等. BMA天然沥青的性能及应用研究[J]. 上海建设科技,2005(1):53-55.
- [2] 季根忠,朱红旗,何宁德,等. 国产天然沥青改性剂的开发[J]. 公路交通科技,2002,19(12):25-27.
- [3] 中国交通部公路科学研究所. 印度尼西亚布敦岩天然沥青路用性能研究报告[R]. 2001.

- [4] 杜群乐,王庆凯,王国青. 布敦岩改性沥青路用性能评价的研究[J]. 公路,2005(8):133-135.
- [5] 陈旭,姜开明. 布敦岩沥青改性沥青混凝土配合比设计[J]. 山东交通学院学报,2005,13(2):35-38.
- [6] 李彦伟. Evotherm温拌橡胶沥青技术在石环公路中的应用[J]. 建设机械技术与管理,2008(12):99-101.
- [7] 孙天野,李自光,任武. 泡沫沥青在维特根冷再生设备中的应用[J]. 交通科学与工程,2009,25(2):29-32.
- [8] MOFREH ESALEH. Effect of rheology on the bitumen foamability and mechanical properties of foam bitumen stabilised mixes[J]. International Journal of Pavement Engineering,2007,18(2):99-110.
- [9] RUCKEL P J, ACOTT S M, BOWERING R H. Foamed-asphalt paving mixtures; preparation of design mixes and treatment of test specimens[J]. Transportation Research Board,1982,9(11):88-95.
- [10] PARK H M. Performance evaluation of a high durability asphalt binder and a high durability asphalt mixture for bridge deck pavements[J]. Construction and Building Materials,2009,23(1):219-225.

A Research on the Pavement Performance of Warm Mix Buton Mastic Asphalt

Wen Siyuan¹, Su Ming², Ye Fen¹

(1. School of Transportation Engineering, Tongji University, Shanghai 201804, China; 2. School of Architectural Engineering, Xinjiang University, Urumqi 830047, China)

Abstract: Compositing modified asphalt mixture is a kind of asphalt mixture which uses Buton Mastic Asphalt (BMA) and warm modifier compound modification. It is proved that the composite modified asphalt mixture technology can greatly reduce the mixing temperature, save energy and protect the environment, and can guarantee good road performance. Employing Buton Mastic Asphalt as modifier can obviously increase the high temperature stability of asphalt mixture, with little impact on low temperature performance.

Key words: Buton Mastic Asphalt; warm mix asphalt; road performance; environmental protection

简 讯

我校获13项2010年度教育部人文社会科学研究一般项目立项

我校2010年度教育部人文社会科学研究一般项目立项工作取得丰硕成果。今年我校共取得立项公示15项,立项13项(2项因主持人当年主持了国家自然科学基金项目而被取消了立项)的历史最好成绩,立项公示数和立项数一举步入江西省高校三甲行列。

(科研处高丹卡供稿)