

文章编号: 0451-0712(2005)08-0133-03

中图分类号: U414.750.1

文献标识码: A

# 布敦岩改性沥青路用性能评价的研究

杜群乐<sup>1</sup>, 王庆凯<sup>2</sup>, 王国清<sup>1</sup>

(1. 河北省交通厅公路管理局 石家庄市 050051; 2. 河北省交通勘察设计院 石家庄市 050050)

**摘要:** 介绍了印尼布敦岩沥青的形成及改性机理, 并且通过室内对掺加不同剂量的混合料进行车辙试验、低温弯曲试验、水稳定性试验评价和在高速公路路面中的应用, 证明布敦岩改性沥青具有良好的路用性能。

**关键词:** 布敦岩沥青; 混合料; 性能评价

布敦岩沥青(BMA)产于南太平洋印度尼西亚苏拉威西岛东南部布敦岛, 其形成是由于石油不断地从地壳中冒出, 存在于山体、岩石裂隙中, 经长期蒸发凝固而形成的天然沥青。布敦岩沥青经过挖掘粉碎后形成微细颗粒, 呈浅褐色, 一般沥青含量在20%~22%之间, 其余为石灰岩类矿物质。布敦岩沥青中的矿物质很细, 具有很好的吸收沥青的能力, 能够加强沥青与矿料的粘附作用, 在印尼称为活性剂。用布敦岩沥青作改性剂的改性沥青具有良好的高温稳定性及低温抗裂性能, 且耐久性好, 故在印尼高速公路、机场跑道和桥面铺装中有着广泛的使用。

## 1 布敦岩沥青特点

### (1) 含氮量高。

布敦岩沥青中, 氮元素以官能团形式存在, 这种存在形式使沥青粘度增大, 抗氧化性增强, 特别是与集料的粘附性及抗剥离性得到明显改善。这有别于掺加有机胺类物质提高沥青与集料的粘附性, 有机胺类在高温长时间条件下会迅速降低抗剥落性能。试验证明用天然岩沥青作改性剂, 在高温长时间条件下其粘附性还有增强趋势, 这为碱性石料缺乏的

地区修建高等级沥青混凝土路面抗滑表层提供了新的技术手段和崭新的思路。

### (2) 具有“半聚合”的作用。

天然岩沥青的分子量大, 当它溶于基质沥青后, 在高温及小分子作用下, 造成岩沥青大胶束的破裂, 使其表现出许多活性点, 而这些活性点迅速与小分子结合形成半聚合作用。

### (3) 具有很好的耐候性。

布敦岩沥青有很强的抗微生物侵蚀作用, 并可在自由表面形成致密光亮的保护膜。加入布敦岩沥青能极大改善普通沥青的抗紫外线能力, 这将会提高沥青路面的耐久性, 减缓沥青老化速度, 从而延长道路使用寿命。

### (4) 不含蜡。

布敦岩沥青在原油状态下也含有一部分蜡, 只是在地壳中长期与各种条件作用下, 使蜡含量急剧降低, 并转化成其他形式存在。当它加入到普通沥青中, 会把这种特性在重组中一定程度地遗传给基础沥青, 进而降低蜡在沥青中的危害。如在一些含蜡量较高的沥青中掺加布敦岩沥青, 将会降低沥青中蜡含量, 会对我国公路建设产生深远的影响。

收稿日期: 2005-01-28

that the special temperature of the permafrost areas is the main cause of the base problems. The key to solving the problems is to assure and improve the early strength of the mixture to reduce the influence of low temperature and minus temperature by taking some technical measures, such as increasing design strength, mixing into the addition agents, preserving temperature or closing construct and so on.

**Key words:** permafrost area; temperature condition; cement stabilized gravel; strength formed; influence law

## 2 布敦岩沥青改性的机理探讨

布敦岩沥青具有发达的网状结构,布敦岩沥青与普通重交道路沥青掺混在一起时,将其带入到石油沥青中,改善了分子间作用力,增强了极性键,转化了蜡、萘等分子或官能团,并产生化学交联、聚合生成大分子网状结构,大颗粒沥青聚集体的低密度表面电荷使得它与矿物石料表面的吸附力增强、润湿性改善,因而获得良好的路用性能。针对布敦岩沥青的特点,因此可以认为天然岩沥青是一种天然的化学综合改性剂。

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,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、化学改性沥青中,岩沥青改性沥青以其与基质沥青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。

## 3 印尼布敦岩沥青的技术指标

印度尼西亚布敦岩沥青样品是一种可以加入沥青混合物的添加剂,外观呈浅褐色,为细颗粒状,最大粒径小于2 mm。由于我国还没有布敦岩沥青的技术指标,因此在进行试验时采用印尼的国家标准,试验结果见表1。

表1 布敦岩沥青试验结果

指标	试验结果	印度尼西亚国家标准	
		最小	最大
沥青含量/%	24.0	18	—
三氯乙烯溶解度/%	24.0	18	—
密度/(g/cm <sup>3</sup> )	1.84	1.70	1.90
闪点/℃	270	230	—
加热损失/%	0.55	—	2.0
含水量/%	0.64	—	2.0
矿物质最大颗粒尺寸/mm	1.18	—	2.0

从表1的试验结果看,本试验采用的布敦岩沥青的技术指标明显高于印度尼西亚的国家技术标准。

## 4 掺加布敦岩沥青的混合料性能

### 4.1 原材料

集料采用石灰岩石料;填料为石灰岩矿粉,基质沥青采用韩国SK AH-70 沥青,原材料的技术指标均满足规范要求。

### 4.2 掺加布敦岩沥青的混合料性能检验

中面层采用AC-20I 型级配,具体的级配情况见表2。

表2 AC-20I 的级配组成

筛孔/mm	26.5	19.0	16.0	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
通过率/%	100	97.0	89.2	79.4	67.9	46.4	28.3	19.6	17.3	12.9	10.0	7.6

为了对比不同掺量的布敦岩沥青对沥青混合料性能的影响,分别采用掺量为10%、15%、20%等3个掺量的沥青混合料进行试验,对比其各项性能。布敦岩沥青直接掺加到沥青混合料中,掺加量为基质沥青的10%、15%和20%,采用美国工程兵旋转压实剪切试验机GTM 方法进行混合料的设计,具体设计结果见表3。

表3 沥青混合料设计结果

布敦岩沥青掺量/%	最佳油石比/%	标准密度/(g/cm <sup>3</sup> )
10	4.2	2.482
15	4.2	2.490
20	4.3	2.511

对沥青混合料分别进行了车辙试验、低温弯曲试验和冻融劈裂试验。车辙试验采用轮压0.7 MPa,温度60 ℃;低温弯曲试验温度采用-10 ℃,加载速率为5 mm/min;水稳性试验采用简化的洛特曼试验方法,试验结果见表4。

表4 掺加布敦岩沥青的混合料性能

布敦岩沥青掺量/%	动稳定度次数/(次/mm)	冻融劈裂强度比/%	低温弯曲应变/μm
10	2 032	98.6	2 940
15	2 594	99.3	3 500
20	3 303	102.0	3 990

沥青混凝土路面的表面层采用了AC-16I 的沥青混合料,其级配见表5。混合料的设计压强采用汽车与路面的接触压强,测定为0.8 MPa,布敦岩沥青外掺量为20%,具体的试验结果见表6。

表5 AC-16I 的级配组成

筛孔/mm	19.0	16.0	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
通过率/%	100	98.9	90.3	76	58.9	44.7	27.2	21.5	15.2	10.9	6.9

表6 沥青混合料设计结果

布敦岩沥青 掺量/%	最佳油 石比/%	标准密度 g/cm <sup>3</sup>	动稳定度次 数/(次/mm)	冻融劈裂 强度比/%	低温弯曲 应变/ $\mu\text{m}$
20	4.3	2.524	4 741	93.9	3 671

从以上试验结果可以看出以下几点。

(1) 掺加布敦岩沥青可以增加沥青混合料的高温性能,掺加20%的剂量可以满足沥青混凝土路面施工规范夏炎热区动稳定度大于2 800次/mm的要求;

(2) 掺加布敦岩沥青可以大大改善沥青混合料的水稳性,从表4看,沥青混合料的水稳性有了很大的提高,经过冻融循环以后,劈裂强度基本上没有损失,达到98%以上,尤其掺加20%的布敦岩沥青以后,劈裂强度还有少许增加,这也证明了布敦岩沥青高温长时间条件下其粘附性还有增强趋势;

(3) 掺加布敦岩沥青大幅改善沥青混合料的低温性能,从表4和表6的结果看,掺加布敦岩沥青后弯曲应变可以满足冬寒区改性沥青不小于2 800  $\mu\text{m}$ 的要求。

掺加布敦岩沥青可以大大改善沥青混合料的性能,并且随着布敦岩沥青掺量的增加,沥青混合料的性能得到进一步的提高。

## 5 实体工程验证

河北省的宣大高速公路和石太高速公路是两条重载交通的高速公路,承担着晋煤外运的重要任务。在大修工程中铺筑了布敦岩改性沥青混凝土路面试验段。掺加布敦岩沥青的施工工艺比较简单,只需要

在拌和楼上加一套类似矿粉上料系统的升送喂料系统,就可以将布敦岩沥青加入拌和楼,与沥青混合料均匀混合。一般根据每盘混合料需要加入布敦岩沥青的量由人工投放,然后将岩沥青与矿料在一起拌和均匀后加入基质沥青,使拌和后的沥青混合料颜色均匀,无花白料。

两条采用布敦岩改性沥青的试验段经过两年多的行车重载碾压,目前观测没有明显的车辙变形、水损害等病害,仅有少量的低温造成的温缩横向裂缝产生。说明试验路经受了重载考验,保持了良好的路用性能。

## 6 结论

通过对布敦岩沥青的改性机理、试验研究和试验路的效果,可以得出以下结论。

(1) 掺加布敦岩沥青混合料在高温抗车辙、低温抗裂、尤其是抗水损害等方面的性能都有显著提高,性质特别稳定,和基质沥青混和后不会产生离析,也可与其他改性剂(如SBS、SBR等)进行复合改性,使沥青具有更好的综合性能。

(2) 天然岩沥青改性生产工艺简易,设备简单,产品质量稳定,投资少,较其他聚合物改性技术更具优势。对使用者而言,可降低工程造价,提高道路使用寿命,具有较好的经济效益和社会效益。

## 参考文献:

- [1] JTG F40—2004,公路沥青路面施工技术规范[S].
- [2] 宣大和石太高速公路沥青混合料GTM配合比设计实验报告[R]. 2003.

# Research on Appraisal of BMA Road Performance

DU Qun-le<sup>1</sup>, WANG Qing-kai<sup>2</sup>, WANG Guo-qing<sup>1</sup>

(1. Highway Administration Bureau of Communication Department of Hebei Province, Shijiazhuang 050051, China;

2. Transportation Reconnaissance and Design Academy, Shijiazhuang 050050, China)

**Abstract:** The form and modified mechanism of the BMA are mainly introduced, and BMA mixtures are appraised by rut test, low temperature bending test, water stability test in the laboratory and paved on the expressways. BMA is testified to have very good performance.

**Key words:** BMA; mixture; appraisal of performance