

布敦岩沥青 (BRA) 在重荷载道路中的应用

黄钻明

福建省路桥建设集团有限公司

摘要: 沥青是现代道路工程中较为常用的路面材料。随着我国社会经济的快速发展,道路荷载也不断加大,特别是重载道路对路面材料的质量性能均提出了更高的要求。与普通沥青相比,BRA布敦岩沥青的水稳性以及高低温性能均有所提高,在降低重载交通对路面结构的影响、防治路面出现车辙等病害问题方面具有明显的技术优势。本文将对BRA布敦岩沥青的性能特点进行分析,并在此基础上探讨BRA布敦岩沥青在重载道路工程施工中的应用要点,以促进道路工程路用性能的提升。

关键词: BRA布敦岩沥青; 路用性能; 重载道路; 应用要点

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2023.13.025

近年来我国为促进各地区的经济建设和社会发展,不断加大道路工程等交通基础设施的建设力度。进入新时期后,道路交通流量以及交流荷载逐渐增加,因此在重载道路工程的施工中,应积极应用承载性能更好以及抗车辙等病害能力更强的路面材料。由天然沥青以及纯沥青混合构成的BRA布敦岩沥青由于含氮量高且不含蜡,在耐候性以及半聚合性方面明显超过普通沥青,将其用于重载道路工程中能够有效使路面结构的使用寿命以及抗病害性能均得到改善,因此BRA布敦岩沥青在重载道路工程中得到了越来越广泛的应用。

一、重载道路工程中的BRA布敦岩沥青

(一) 概述BRA布敦岩沥青

BRA布敦岩沥青属于天然沥青类型,通常由布敦天然岩沥青混合RA纯沥青而形成^[1]。BRA布敦岩沥青一般呈微粒颗粒状的浅褐色固体,含有约20%到25%的沥青成分。

(二) BRA布敦岩沥青在重载道路工程中的应用优势分析

1、能够提高混合料的稳定性

布敦岩沥青的化学结构与普通沥青极为类型,均属于固体石油基类物质,能够较好的相容于普通沥青,这使得其能够与普通基质沥青相容混合,并形成具有较好韧性、硬度以及耐磨性能的紧密分子结构,这使得BRA布敦岩沥青混合料具有较好的稳定性。

2、能够提高重载道路路面的抗车辙性

由于回收布敦岩沥青的软化点通常在90℃到99℃,较高的软化点使采用其作为改性剂的BRA布敦岩沥青混合料具有较好的高温稳定性。

3、能够延长重载道路路面的使用寿命

布敦岩沥青是一种天然沥青材料,长期处于自然环境下,因此其对微生物等具有较强的抗性,这使得其性质较为稳定。同时,布敦岩沥青能够在其自由表明形成一层具有较好致密性和亮度的保护膜,从而防止路面结构被侵蚀破坏。此外,布敦岩沥青的抗氧化性也较为突出,因此应用布敦岩沥青作为重载道路工程的路面结构材料可以使路面结构具有较好的耐久性和抗老化能力,这样就可以延长重载道路工程沥青路面的使用年限,降低重载道路的管理养护成本。

4、能够提高重载道路路面的抗水损性

在布敦岩沥青中含有大量的氮元素成分,且氮元素的存在形式主要为官能团,这使得布敦岩沥青对自由基具有较高的抵抗性,且其浸润性也相对较强。因此布敦岩沥青呈现出高抗氧化性以及高黏度的特征^[2]。尤其是混合料中在掺入了布敦岩沥青后的抗剥离能力和对集料的黏附能力都有了明显的提高。相较于传统的机胺类抗剥离剂,BRA布敦岩沥青具有更强的抗水损性能,能够有效改善重载道路路面结构的耐久性以及稳定性。

5、能够改善重载道路路面的整体质量

由于在布敦岩沥青中并不含有蜡成分,因此以其为改性剂所制备的BRA布敦岩沥青混合料能够使含蜡的基质沥青品质得到有效的改善,从而有效提高BRA布敦岩沥青混合料的整体质量和性能,减小石蜡对沥青路面的不利影响。

6、能够提高重载道路路面施工的便捷性

通常开采出来的布敦岩沥青呈颗粒状,不具有流动性,且在存储过程中也不易出现结构等问题。在使用布敦岩沥青施工时,则仅需对其仅需简单的粉碎加工处理即可,对加工工艺水平和加工设备的要求相对较低,有效提高施工操作的便捷性和施工效率。

二、重载道路工程中BRA布敦岩沥青应用要点分析

(一) 某白改黑重载道路工程概况

某白改黑道路工程该路段设计荷载为重交通,沿线有三个红绿灯路口。改造工程施工工段长度约为

7500m。通过对旧路面弯沉检测，弯沉值大部分小于20（0.01mm），对个别弯沉值较大且有病害水泥混凝土路面置换同标号水泥混凝土板，旧路处治后，在原有路面加铺8cm厚粗粒式AC-25C下面层+6cm厚中粒式布敦岩改性AC-20C中面层+4cm细粒式布敦岩改性AC-13C上面层。其中AC-20C、AC-13C采用BRA布敦岩沥青作为改性剂添加应用于路面结构层。如何合理设计BRA布敦岩沥青混合料配合比，提高BRA布敦岩沥青混合料的生产质量，准确掌握BRA布敦岩沥青的各项施工技术要点，以有效改善路面结构的承载能力、抗车辙能力、抗水损害以及各项路用性能。

(二) 该重载道路工程中BRA布敦岩沥青应用分析

1、合理确定重载道路工程中BRA布敦岩沥青配比

AC-20C混合料性能试验结果

试验项目	浸水马歇尔残留稳定度 (%)	冻融劈裂试验强度比 (%)	动稳定度 (次/mm)	弯曲试验破坏应变 ($\mu\epsilon$)	渗水系数 (ml/min)
技术要求	≥85	≥80	≥3000	≥2500	≤120
AC-20C	92.7	86.2	4168	2786	71

通过混合料的性能检验分析，加入布敦岩沥青的混合料抗水损害能力提升明显，抗车辙能力也有提升。

布敦岩沥青一般破碎后由通过吊装带独立包装，方便生产时投放，每袋约重1.25吨，堆放于防雨棚中。确

布敦岩沥青是由布敦岩沥青和灰分组成，灰分的主要成分为石灰石，在确定BRA布敦岩沥青混合料的配合比时，应合理控制布敦岩沥青的具体掺入量。在配合比设计时应考虑布敦岩沥青中灰分的影响因素，通过燃烧法试验确定该布敦岩沥青含量为25%，灰分含量为75%。

(AC-20C) 矿料的掺配比例

矿料种类	石屑	1#碎石	2#碎石	3#碎石	矿粉	灰分
推荐比例 (%)	34.5	12.0	26.0	25.0	1.0	1.5

矿料合成比例100%，通过灰分比例推算出布敦岩沥青油石比0.5%

(AC-20C) 油石比

油石比 (70#沥青+布敦岩沥青) %
4.6 (4.1+0.5)

生产配合比矿料级配组成设计

级配	通过下列筛孔 (方孔筛, mm) 的质量百分率 (%)												
	31.5	26.5	19	16	13.2	9.5	4.75	2.36	1.18	0.6	0.3	0.15	0.075
AC-20C	100	100	94.2	83.8	72.9	58.0	37.0	24.6	19.7	13.7	8.2	6.8	4.9
各热料仓材料比例情况 (%)	1#仓 (0-4) mm	2#仓 (4-7) mm	3#仓 (7-11) mm	4#仓 (11-16) mm	5#仓 (16-22) mm	6#仓 (22-32) mm	布敦岩沥青 (灰分+岩沥青)		矿粉				
	27.0	10.0	16.0	16.0	19.0	8.0	2.0 (1.5+0.5)		2.5				

在正式按照设计配比进行BRA布敦岩沥青混合料的生产制备时，需要通过现场试拌以及试铺等工作来对BRA布敦岩沥青混合料的质量性能以及生产工艺进行验证分析。对相关参数进行优化改进，以降低重载公路路面结构发生病害的概率。

2、生产BRA布敦岩沥青要点

在该重载道路工程的沥青路面施工中，采用了干法工艺来生产BRA布敦岩沥青混合料。在拌和楼设置独立的矿粉仓，以便存放质检合格的BRA布敦岩沥青混合料，矿粉仓应

保生产过程中布敦岩沥青的含水率不大于2%，布敦岩沥青中布敦岩沥青的含量应稳定，以减少其对生产过程中的影响。布敦岩沥青通过提升机存入矿粉罐中，生产时通过称重计量。

配备提升设备。在生产BRA布敦岩沥青时，应严格按照设计配比准确控制各成分的用量，且应在拌和系统中输入拌和时间以及拌和温度等各项参数。在制备BRA布敦岩沥青时，应首先向拌和锅内投入经准确计算和计量控制的集料，再向拌和锅内放置精确计量的布敦岩沥青量。在干拌时通常应将拌和时间控制好，拌和应均匀充分。在拌合过程中如发现混合料存在质地不均匀等问题时，可适当增加搅拌时间。在拌合完成后，应对混合料的质量性能进行检测。拌合好的布敦岩沥青混合料色泽应均匀，无花白料，无粗

细集料离析分散或者结团成块等情况出现。

3、运输BRA布敦岩沥青要点

在重载道路工程的施工中，运输BRA布敦岩沥青是影响路面施工质量的重要环节之一。混合料运输应采用专业运输车辆，应覆盖篷布保温防止运输过程中温度损失过快，影响混合料施工质量。并在装运BRA布敦岩沥青混合料时，为避免其黏结在运料车车厢板上，采用水与植物油混合而成的隔离剂或者润滑剂等均匀涂抹在车厢底板以及侧板内壁上。涂抹时应注意不得在车厢底部留有余液。在本次施工中采用的是自卸式运输车辆，且为确保能够适应BRA布敦岩沥青生产能力以及现场摊铺作业要求。当BRA布敦岩沥青运抵施工现场后，应注意检测BRA布敦岩沥青混合料的温度，满足要求后才能用于摊铺作业。

4、摊铺BRA布敦岩沥青要点

为提高摊铺施工效率，在道路工程采用2台摊铺机同时作业的施工方式。摊铺作业中，2台摊铺机之间应保持约3m的间距。同时，结合BRA布敦岩沥青的生产能力以及现场摊铺能力配备足够的运输车辆以保证施工连续性。通过试验段铺筑总结，确定BRA布敦岩沥青的摊铺系数厚度，摊铺机的行驶速度，以确保沥青路面的压实度能够达到设计要求，且能够保持施工的连续性。同时，在BRA布敦岩沥青混合料的摊铺过程中，还应注意检测混合料温度，避免BRA布敦岩沥青混合料过低（一般普通或改性沥青掺布敦岩沥青的混合料出厂温度宜控制在该沥青软化点以上90℃再提高10~20℃）。在摊铺作业前，应对粘层的完好性进行检验复核，如存在局部损坏情况时则应采取补洒修补措施。BRA布敦岩沥青路面的施工时，路面温度应达到5℃以上，而环境温度则应达到10℃以上，避免在大风天气开展摊铺作业。

5、压实BRA布敦岩沥青要点

由于BRA布敦岩沥青混合料在出厂时具有较好的黏附性，但是在混合料温度低于85℃容易脆断。所以在布敦岩沥青混合料的施工过程中应严格控制碾压终了路表温度不得低于85℃。布敦岩沥青混合料摊铺后压路机应及时碾压时并应注意控制碾压速度，并按照匀速、高频、低幅、紧跟、慢压原则，以提高路面压实度。碾压时应注意消除轮迹。终压前用三米直尺连续检查路面平整度，发现间隙较大时及时消包，通过严格施工控制确保路面结构的压实度和平整度符合要求。

新铺段沥青路面温度经检测低于50℃且路面结构各项指标参数均符合相关技术标准后，才能解除交通管控措施。

6、红绿灯路口优化

该地区属夏炎热多雨区，持续高温要求动稳定度要好，多雨又需要抗水稳定性要突出。结合以往经验，红

绿灯路口在重载交通中是比较容易出现车辙、坑槽、松散等病害的位置。

为了更好的预防红绿灯路口出现早期病害，提高其耐久性，我们做了进一步研究。

软化点相对试验

A级70号沥青软化点，℃	A级70号沥青按配合比加入灰分后软化点，℃	A级70号沥青按配合比加入布敦岩沥青后软化点，℃
47	50	55

注：以上是以AC-20C油石比（70#沥青+布敦岩沥青）%为4.6（4.1+0.5）%在工地试验室使用软化点试验仪检测。

对红绿灯路口停止线附近车辙检测

结构类型	铺筑后车辙检测区间	通车3个月	通车半年	通车9个月
A级70号沥青+布敦岩沥青（AC-20C）中面层	1-2mm	6-8mm	7-12mm	上坡段红灯停止线附近10米出现坑槽
SBS改性沥青+布敦岩沥青（AC-13C）上面层	1-2mm	1-3mm	2-4mm	3-6mm

注：该路段属边通车边施工路段，后期对出现坑槽位置铣刨，重新铺筑SBS改性沥青+布敦岩沥青（AC-20C）中面层后再加铺SBS改性沥青+布敦岩沥青（AC-13C）上面层。通车9个月后重新检测该处车辙情况为3-6mm。

通过研究发现SBS改性沥青+布敦岩沥青的混合料能有效改善路面的抗车辙能力。

三、总结

在重载道路工程中应用BRA布敦岩沥青混合料能够使路面结构的抗车辙性能、抗腐蚀性能以及结构稳定性均得到一定程度的改善，有效降低了重载交通对沥青路面结构所产生的不利影响，能够使重载道路路面结构的使用寿命得到延长，并具有更好的路用性能，对于保证道路工程的安全畅通能够发挥十分重要的作用。因此应加强对BRA布敦岩沥青的研究，充分了解其性能特点。在重载道路建设中则应严格遵守相关技术规范要求，结合道路工程的实际情况合理确定BRA布敦岩沥青混合料配合比，准确掌握BRA布敦岩沥青的生产工艺以及施工要点，以提高BRA布敦岩沥青的应用效果，推动我国道路交通事业的现代化发展。

参考文献

[1]王贵来.不同频率重复荷载作用下布敦岩沥青混凝土宏观开裂特性研究[D].内蒙古:内蒙古工业大学,2021.
[2]高英力,龙国鑫,段开瑞,等.布敦岩沥青/纳米气凝胶/抗老化剂复合改性沥青制备及性能评价[J].材料科学与工程学报,2023,41(1):77-85.