

布墩岩沥青改性对沥青路面性能的影响探讨

金春霞

四川公路桥梁建设集团有限公司机械化施工分公司

摘要: 岩沥青作为基质沥青改性剂, 常常用于70#道路石油沥青的改性, 从而改善沥青的黏性、温度敏感性、塑性、抗老化等性能。经改性后的沥青用于沥青混凝土中, 对沥青混凝土的高温稳定性、水稳定性、低温抗裂性、渗水系数等指标都有所提高。实际作业环节, 专业的技术人员需要对天然岩沥青作为改性剂进行研究, 并且根据路面实际状况合理地进行调整, 以保证沥青路面的质量。

关键词: 天然岩沥青; 沥青改性; 路面性能; 技术策略

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2023.15.038

引言

利用天然岩沥青作改性剂, 通过对不同掺量的岩沥青改性沥青的性能试验, 探讨岩沥青对沥青流变性能的影响; 并且根据各检测性能指标, 从高温、低温和耐久性能方面, 分析讨论了岩沥青作为改性剂对基质沥青的性能影响和程度。结果表明, 经岩沥青改性后的沥青, 其高温稳定性能大为提高, 感温性得到改善, 抗老化能力有所加强, 低温抗裂性能有所提高。所以实际作业环节, 天然岩沥青改性会对沥青的性质产生很大影响, 为了尽可能地保证路面质量, 本文以布墩岩沥青作为改性剂对沥青混凝土路面性能的影响展开探讨。

一、布墩岩沥青改性机理

布墩岩沥青是天然岩沥青的一种, 产自南太平洋印度尼西亚苏拉威西省布敦岛, 也被称为岩石沥青或沥青岩, 是一种从天然岩石中提取的沥青状物质。它是一种富含有机质的岩石, 主要由沥青质和岩石矿物组成, 其中沥青含量在30%左右, 矿物含量70%左右, 密度 $1.6\sim 1.8\text{g}/\text{cm}^3$ 。然而, 由于其含有的岩石矿物和不同地质条件的影响, 其性能和成分的稳定性可能存在一定的变化。因此, 在实际应用中, 有时需要采取改性等手段来提高其性能和适应特定需求。布墩岩沥青作为改性剂对基质沥青进行改性, 从而改善基质沥青的各项性能, 这种改性可以提高岩沥青的稳定性、黏性、耐久性和耐候性等特性, 使其更适合用于道路沥青路面中、下面层。

天然岩沥青作为改性剂对基质沥青进行改性, 从而改善基质沥青的各项性能, 这些改性后的沥青能够在防水材料 and 沥青混凝土等领域中发挥更好的性能和应用作用。而要想充分分析布墩岩沥青改性对现有沥青路面的影响, 需要对沥青的改性机理进行研究, 以保证后续作业的顺利落实。

现阶段布墩岩沥青改性的机理主要有物理改性机理以及化学改性机理两个层面, 需要结合实际进行分析。在化学改性机理方面, 化学改性通常涉及将添加剂或改

性剂引入天然岩沥青中, 以改变其分子结构和化学性质。常用的改性剂包括聚合物、胶体、增塑剂和抗氧化剂等。这些改性剂能够与沥青质发生化学反应, 形成新的化合物或结构, 从而改变沥青质的性能。例如, 聚合物可以与沥青质中的分子链相互作用, 增加其黏度和黏性。在物理改性机理方面, 物理改性通常通过改变沥青质的微观结构来改变其性能。这可以通过热处理、溶剂处理、剪切研磨、振动或高压处理等方法实现^[1]。改性后的天然岩沥青能够在不同的工程和应用中提供更好的性能, 如提高其耐久性、耐候性、渗透性和抗老化能力等。

二、布墩岩沥青改性掺配工艺

布墩岩沥青改性掺配工艺分为干法和湿法两种。

(一) 干法掺配工艺

现场是将布墩岩沥青加工成 $0\sim 2.36\text{mm}$ 的颗粒状, 在热拌楼加装一套可计量的添加装置, 在加热后的矿料下到热拌楼搅拌锅中后直接按混合料的2%~2.5%加入布墩岩沥青, 使其在搅拌锅中拌和10s, 再添加沥青共同拌和, 搅拌时间干拌10s, 湿拌35s, 达到矿料、岩沥青、沥青充分搅拌均匀, 完成岩沥青干法掺配现场改性的目的。

(二) 湿法掺配工艺

是按比例将岩沥青添加至基质沥青中, 在一定容积的沥青池内采用搅拌设备将基质沥青和岩沥青充分搅拌均匀, 添加比例为沥青质量的30%, 达到湿法掺配现场改性的目的。由于沥青密度($1.0\text{g}/\text{cm}^3$)与布墩天然岩沥青的密度($1.6\sim 1.8\text{g}/\text{cm}^3$)差异, 容易产生沉淀, 故现场一般情况下不采用湿法掺配。

改性掺配工艺的选择应根据改性剂的特性、天然岩沥青的性质和所需改性效果进行综合考虑。在实际应用中, 还需对改性掺配工艺进行优化和调整, 以确保改性剂与天然岩沥青的最佳相容性和性能表现。而且这些掺配工艺主要有间接和直接工艺两种, 作业人员需要根据类型合理掌握。

(三) 直接添加

天然岩沥青改性的直接添加掺配工艺是将改性剂直接添加到天然岩沥青中, 通过混合和搅拌使其充分分散和混合。这种工艺适用于改性剂是液体或溶胶形式, 且能够与天然岩沥青相容的情况。首先是岩沥青的加热, 需要将天然岩沥青加热至一定温度, 通常在其软化点以上, 以使其具有良好的流动性和可溶性; 然后是改性剂的添加, 将预先准备好的改性剂缓慢加入加热的天然岩沥青中, 同时进行搅拌或混合。可以使用搅拌设备、搅拌机或混合机等工艺设备进行充分混合, 确保改性剂均匀分散在天然岩沥青中; 之后是搅拌和混合, 在添加改

性剂的过程中,继续搅拌和混合,以确保改性剂与天然岩沥青充分接触和混合。可以根据需要调整搅拌时间、速度和温度等参数;最后则是调整性能,要根据具体的应用需求,可以根据需要添加其他辅助剂或调整改性剂的用量,以达到所需的性能改善效果。在实际应用中,还需要进行配方设计和实验验证,以获得最佳的改性结果和工艺参数。

(四) 间接添加

除却直接添加之外,间接添加也是现阶段天然岩沥青改性的关键,天然岩沥青改性的间接掺配工艺是将改性剂预先混合成改性剂混合物,然后将混合物与天然岩沥青进行掺配。这种工艺适用于改性剂是固体粉末或颗粒形式,或者改性剂与天然岩沥青不易直接相容的情况。现阶段常见的间接掺配工艺主要有以下流程。首先是加热岩沥青,间接掺配也需要将天然岩沥青加热至软化点以上,以保证沥青具有较好的流动性以及可溶性;之后是添加改性剂混合物,作业人员需要根据实际需要,将提前准备好的混合物按照要求加入天然岩沥青中,并且通过专业的搅拌技术以及设备等保证掺和剂以及沥青的完全混合^[2];然后则是性能的调整,要想保障沥青的质量,还需要结合实际需要合理的调整辅助剂的添加总量以及配方,以保证沥青改性能满足公路需要。天然岩沥青改性的间接掺配工艺相对于直接添加掺配工艺更加灵活,可以更好地控制改性剂的用量和分散性,从而达到更精确的改性效果。

三、天然岩沥青改性的优势之处

相较于基质沥青来说,天然岩沥青改性具有多种优势,主要有提高路面性能、提高低温性能、提高抗水性能、促进可持续发展以及增加可回收性等,而要想充分发挥沥青改性的功能,关键就在于对改性优势的研究。

(一) 高温稳定性

高温稳定性是指改性后的岩沥青在高温环境下能够保持其结构和性能的能力,天然岩沥青改性可以显著提高其高温稳定性。实际来看,通过改性,可以减少软化点和温度敏感性,从而提高其在高温条件下的稳定性。改性剂可以改善岩沥青的黏稠度和弹性模量,使其能够更好地抵抗高温下的变形和塑性流动。而且改性剂的添加可以增加天然岩沥青的黏聚力和内聚力,提高其黏度和黏结性能,减少沥青在高温下的流动性和自由体积,从而减少沥青的变形和沥青碎裂的风险;此外,改性剂还可以提高天然岩沥青的抗老化能力,延缓其在高温环境下的氧化和硬化过程,减少质量损失和性能降低。

(二) 强度以及稳定性

通过改性,天然岩沥青具有更高的抗剪强度和稳定性,能够更好地承受交通负荷和温度变化等外部力量。天然岩沥青能够更好地抵抗氧化和老化过程,延长其使用寿命。此外,改性后的沥青混凝土还增强了可回收性和可维修性,改性后的天然岩沥青可以更容易地进行回收再利用,减少对新材料的需求。另外,对于道路维修和养护工作,改性天然岩沥青也更容易进行修复。但是需要注意的是,不同的改性方法和添加剂选择会对天然

岩沥青产生不同的影响,因此在具体应用中需要根据实际情况进行选择 and 评估。所以实际来看,改性后的混凝土在实际的作业环节还具有很高的强度以及稳定性,显著提升了混凝土路面的强度。

(三) 耐久性

除却防水性以及高温稳定性之外,天然岩沥青改性还可以显著提高其耐久性。改性后的天然岩沥青在长期使用和恶劣环境条件下表现出更好的性能和持久性。一方面,改性剂的添加可以改变天然岩沥青的组成和结构,增加其强度和抗老化能力,提高抗紫外线辐射、氧化、热膨胀和冻融循环等方面的性能。这有助于减少岩沥青的龟裂、剥落和破损,延长路面的使用寿命。另一方面,改性后的天然岩沥青还能提高抗变形性能。它可以减少沥青在高温下的软化和塑性变形,增加路面的稳定性和抗塑性流动能力,减少路面变形和凹凸不平的风险。而且改性剂的添加还可以提高天然岩沥青的黏结性能,在路面层之间形成更稳固的连接,减少龟裂和剥离等问题,增强路面的整体强度和稳定性^[3]。所以实际作业环节,天然岩沥青改性可以显著提高其耐久性,延长路面的使用寿命,减少破损和维修次数,降低养护成本,并提高道路运输的安全性和舒适性。

四、天然岩沥青改性对沥青路面性能的影响

天然岩沥青改性的研究要点还在于改性对沥青路面的影响,所以实际作业环节,就需要相关人员加强对沥青改性的研究,深入分析其对沥青路面性能的影响,并且在此基础上分析改性的效果,对改性的作业状况进行调整,以保证沥青路面的质量。

(一) 感温性能的影响

感温性能是指沥青路面对温度的感知能力,如果沥青路面的感温性能较强,就会受到外界温度的影响,出现一些损伤,而且温度传递速度较快,会导致温度变化较为频繁,导致路面温度出现差异,进而影响路面质量。实际作业环节,天然岩沥青改性可以对沥青路面的感温性能产生影响,改性后的天然岩沥青可以具有较好的热稳定性和热吸收能力,从而改善路面的温度特性。一方面,改性剂的添加可以调节天然岩沥青的热传导性能,减少热量传播速度,降低路面的温度变化。这对于炎热地区或夏季高温时段,可以减少沥青路面的温度升高,降低路面温度对车辆轮胎和行驶舒适性的影响。另一方面,改性剂还可以改善天然岩沥青的热吸收能力,使其能够吸收更多的太阳辐射热量,在太阳直射下的路面温度升高情况下,减缓温度的上升速度,起到一定的降温效果。因此,天然岩沥青改性可以改善沥青路面的感温性能,减少高温炎热情况下的温度升高和对车辆行驶的不良影响,提高道路的使用舒适性和安全性^[4]。所以沥青改性就能够根据实际需要调整改性手段对沥青掺配材料进行调整,尽可能地控制其感温性能,以规避外界温度变化对沥青路面产生的不良影响。

(二) 高温性能的影响

天然岩沥青改性可以显著改善沥青路面的高温性能,传统的沥青路面对于高温的抵抗能力较弱,在经历

高温之后就会出现软化的状况，在影响沥青路面质量的基础上造成很大的安全隐患。在天然岩沥青改性之后，沥青路面对于高温的抵抗性就明显提升，具体特点主要有以下层面。首先是提高抗软化性能，改性剂的添加可以增加天然岩沥青的抗软化能力，减少沥青在高温环境下的软化和塑性变形。这有助于防止路面松软、车辙深陷和车辆轮胎陷入沥青的情况发生；其次是强化抗脱黏性能，改性后的天然岩沥青能够提高与粒状骨料的粘接强度，增加路面层之间的黏结力。这可以有效防止沥青路面在高温条件下的剥离和脱粘现象，提高路面的稳定性和耐久性；之后是提升抗龟裂性能，改性剂的添加能够提高天然岩沥青的抗龟裂性能，减少因温度变化引起的龟裂和裂纹的产生。这有助于延长路面的使用寿命，减少维修和养护成本；此外是抵抗氧化老化，改性后的天然岩沥青具有较高的抗氧化性能，能够有效延缓沥青的老化过程。这可以减少沥青路面在高温环境中的物理和化学变化，保持其原有的性能和质量^[5]。综上所述，天然岩沥青改性可以显著提升沥青路面在高温条件下的性能，增强其抗软化、抗脱粘、抗龟裂和抗老化能力，提高路面的稳定性、耐久性和使用寿命。所以实际作业环节，天然岩沥青改性就能够显著提升沥青路面的抗高温能力，从而对沥青路面的质量进行保证。

（三）抗老化性能和稳定性的影响

实际作业环节，天然岩沥青改性还会对沥青路面的抗老化性以及稳定性的影响，所以实际作业环节，就需要相关人员结合实际发展研究沥青改性对沥青路面抗老化以及稳定性的影响。在抗老化层面，老化是沥青路面在长期使用过程中受到氧化、紫外线辐射、温度变化和化学物质侵害而发生的物理和化学变化，天然岩沥青改性可以显著改善沥青路面的抗老化性能。首先，沥青改性能提升抗氧化性能，改性剂的引入可以增加天然岩沥青的抗氧化能力，减少氧化反应对沥青的损害。改性后的天然岩沥青能够有效防止氧化反应的发生，延缓沥青的老化过程；其次是提升辐射抵抗能力，改性后的天然岩沥青可以提高对紫外线辐射的抵抗能力。改性剂中添加的防紫外线剂能够吸收和分散紫外线辐射，减少紫外线对沥青的损伤，降低路面老化的速度。而在稳定性方面，稳定性是指沥青路面在交通荷载的作用下，保持其形状和平整度的能力，天然岩沥青改性可以显著提高沥青路面的稳定性。首先是黏结力的提升，改性后的天然岩沥青可以增加与粒状骨料之间的黏结强度，增加路面层之间的黏着力，提高路面的稳定性；其次是提升抗变形能力，改性剂的添加可以改善沥青的流变性能，减少路面形变和车辆产生的压实，提高道路的行驶舒适性和稳定性；之后是改善抗疲劳性能，改性后的天然岩沥青能够提高其抗疲劳性能。改性剂的引入可以增加沥青的韧性和弯曲强度，减少疲劳载荷下的路面裂纹扩展^[6]。这有助于延长沥青路面的使用寿命，减少路面维护和修复的频率；然后是强化耐久性，改性剂可以减少温度变化、化学侵害等外界因素对路面的损害，延缓沥青的老化过程，提高路面的耐久性和长期稳定性。

表1 布墩岩沥青改性沥青混合料与基质沥青混合料指标对比

检测指标	布墩岩沥青改性沥青混合料	基质沥青混合料	备注
油石比 (%)	4.4	4.4	布墩岩沥青改性，基质沥青用量在3.7%，岩沥青添加比例为混合料2.5%，沥青含量0.7%
毛体积相对密度	2.433	2.467	
最大理论相对密度	2.532	2.569	
空隙率 (%)	3.9	4.0	
饱和度 (%)	69.8	70.7	
矿料间隙率 (%)	12.9	13.6	
稳定度 (KN)	12.5	11.57	
流值 (mm)	1.85	2.6	
冻融劈裂抗拉强度比 (%)	84.4	78.3	
浸水残留稳定度	90.5	83.4	
动稳定度 (次/mm)	4518	1941	

由上表1检测稳定度、流值、冻融劈裂抗拉强度比、浸水残留稳定度、动稳定度检测数据可以看出，采用布墩岩沥青改性后的沥青混合料的高温稳定性、低温抗裂性、抗水损害能力均高于基质沥青混合料。

结语

所以实际作业环节，天然岩沥青改性可以显著提升沥青路面的稳定性，增强黏结力、抗变形能力、抗疲劳性能和耐久性。这将有助于提高道路的承载能力、行驶舒适性和使用寿命，减少路面维护和维修的成本和频率。

参考文献

- [1]唐玲娟, 刘超, 吴伟林, 王敏, 刘浩兵, 卢福伟. 油基钻井液天然岩沥青降滤失剂的环保性能[J]. 钻井液与完井液, 2019, 36(06): 706-710.
- [2]张新元, 王博, 路再红, 张叔林. 天然岩沥青在呼凉丰公路建设中的应用研究[J]. 内蒙古公路与运输, 2018(05): 1-5.
- [3]张毅, 狄国虎, 张勇, 叶晓霞. 新疆岩沥青改性沥青混合料性能研究[J]. 公路交通技术, 2017, 33(04): 22-24.
- [4]张惠勤. 适应重载交通路面结构不同层位的环保型新材料开发与成套应用技术研究. 山东省, 山东高速科技发展集团有限公司, 2017-08-09.
- [5]周传明, 张苏龙, 关永胜, 周文. 高灰分天然岩沥青改善基质沥青胶浆性能研究[J]. 公路交通科技(应用技术版), 2016, 12(06): 44-46.
- [6]陈景龙. 天然岩沥青改性对沥青路面性能的影响[J]. 建材与装饰, 2015(51): 254-255.