



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109852084 A

(43)申请公布日 2019.06.07

(21)申请号 201910108266.0

(22)申请日 2019.01.18

(71)申请人 山东建筑大学

地址 250101 山东省济南市临港开发区凤
鸣路

(72)发明人 赵品晖 任瑞波 王立志 张泽宇

崔梓玉 杨子乔 林轶 周浩

徐强 孟伟坤 范文淼

(74)专利代理机构 北京盛凡智荣知识产权代理
有限公司 11616

代理人 高志军

(51)Int.Cl.

C08L 95/00(2006.01)

C08K 5/3445(2006.01)

权利要求书1页 说明书8页

(54)发明名称

一种沥青基石墨烯类沥青温拌剂及其制备
方法

(57)摘要

本发明公开了一种沥青基石墨烯类沥青温拌剂及其制备方法,由下列步骤制备而成:1)采用浓硝酸对石油沥青进行化学氧化得到沥青基石墨烯量子点;2)将沥青基石墨烯量子点、长链脂肪胺加入到反应器中,加入一定量的携水剂,搅拌升温回流,在回流温度下发生酰胺化反应,得到中间体;3)将步骤2)所得反应物中携水剂蒸出,在真空条件下升温进行咪唑啉环化反应,制得咪唑啉中间体;4)将一定量的季胺化试剂配制一定质量分数的乙醇溶液,缓慢滴加入咪唑啉中间体中,搅拌条件下一定温度反应,反应结束后,减压蒸出乙醇和未反应的季胺化试剂,得到沥青基石墨烯类沥青温拌剂。本发明具有良好的相容性和储存稳定性,高温抗车辙性能明显提高。

1. 一种沥青基石墨烯类沥青温拌剂及其制备方法,其特征在于,由下列步骤制备而成:

1) 采用浓硝酸对石油沥青进行化学氧化得到沥青基石墨烯量子点;

2) 将沥青基石墨烯量子点、长链脂肪胺加入到反应器中,加入一定量的携水剂,搅拌升温回流,在回流温度下发生酰胺化反应,得到中间体;

3) 将步骤2) 所得反应物中携水剂蒸出,在真空条件下升温进行咪唑啉环化反应,制得咪唑啉中间体;

4) 将一定量的季胺化试剂配制一定质量分数的乙醇溶液,缓慢滴加入咪唑啉中间体中,搅拌条件下一定温度反应,反应结束后,减压蒸出乙醇和未反应的季胺化试剂,得到沥青基石墨烯类沥青温拌剂。

2. 根据权利要求1所述的一种沥青基石墨烯类沥青温拌剂的制备方法,其特征在于:所述步骤1) 中石油沥青为重交道路沥青、普通石油沥青、硬质石油沥青、生产石油沥青的原料或以石油沥青为原料生产的材料。

3. 根据权利要求1所述的一种沥青基石墨烯类沥青乳化剂的制备方法,其特征在于:所述步骤2) 中长链脂肪胺选自六胺、八胺、十胺、十二胺、十八胺等链长为6-20长度的长链脂肪胺,且至少采用其中的一种,所述携水剂为二甲苯,所述步骤4) 中的季胺化试剂为丙烯酸甲酯。

4. 根据权利要求1所述的一种沥青基石墨烯类沥青乳化剂的制备方法,其特征在于:所述步骤2) 中沥青基石墨烯量子点与长链脂肪胺的投料摩尔比为1:1-2,所述携水剂的用量为沥青基石墨烯量子点和长链脂肪胺的总质量的20%-50%,所述步骤3) 中真空条件的真空度为0.080-0.100MPa,具体为0.096MPa,所述步骤4) 中季胺化试剂与咪唑啉中间体摩尔比为1:1-2,乙醇溶液的质量分数为30%-60%。

5. 根据权利要求1所述的一种沥青基石墨烯类沥青乳化剂的制备方法,其特征在于:所述步骤2) 中酰胺化反应步骤的温度为130℃-170℃,时间为3小时-5个小时,所述步骤3) 中咪唑啉环化反应步骤的温度为220℃-250℃,时间为3小时-5个小时,所述步骤4) 中搅拌条件下反应步骤的温度为30℃-60℃,时间为10小时-15小时。

6. 根据权利要求1-5任一项所述的一种沥青基石墨烯类沥青乳化剂的制备方法,其特征在于:可在-10℃环境条件下施工。

一种沥青基石墨烯类沥青温拌剂及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及纳米表面活性剂领域,特别涉及一种沥青基石墨烯类沥青温拌剂及其制备方法。

背景技术

[0002] 公路行业是我国大运输体系中重要的组成部分,是国家经济发展的基础,是每年国家基础设施建设项目里最为关注的一部分,关乎国民经济与社会发展。近年来,我国公路行业以高速公路建设为重点迅速发展。与此同时,我国的公路网基本建成,公路行业的重点也由建设转为养护,未来我国公路行业将长期处于“建养并重”阶段。而在公路建设与养护中,由于沥青路面具有表面平整、行车舒适、噪音低及施工期短等优点,因此被广泛应用。

[0003] 传统沥青混合料热拌技术会消耗大量化石能源,释放大量有害气体。为了解决这一问题,道路工作者经过不懈努力,在1995年由欧洲学者Shell和Kolo-veidekke研发出温拌沥青混合料技术,并在世界范围内得到推广与应用。温拌技术可在降低沥青混合料施工温度和有害气体排放的同时,保证沥青混合料具有与热拌沥青混合料基本相同的路用性能和施工和易性,在道路新建与养护过程中均可使用。温拌技术关键在于温拌剂,按作用机理可将温拌剂大致分为三类:表面活性剂型、有机降黏剂型和发泡技术型。其中,表面活性剂型温拌剂因其性能优良、施工便捷,并具有显著改善沥青老化、加速施工进度等优势,因此应用最为广泛。但该类温拌剂价格昂贵,种类相对较少,目前主要依赖进口,普适性也较差。

发明内容

[0004] 为了解决上述问题,本发明提供了一种沥青基石墨烯类沥青温拌剂及其制备方法,通过化学接枝方法,提供一种沥青基石墨烯类沥青温拌剂及其制备方法,该温拌剂在不损害沥青混合料性能的前提下,降低施工温度达30-60℃,节省能源消耗量30-35%,减少有害气体的排放量50%以上,具有低成本、可低温施工等突出优势。

[0005] 为了实现上述目的,本发明的技术方案为:

[0006] 一种沥青基石墨烯类沥青温拌剂及其制备方法,由下列步骤制备而成:

[0007] 1) 采用浓硝酸对石油沥青进行化学氧化得到沥青基石墨烯量子点;

[0008] 2) 将沥青基石墨烯量子点、长链脂肪胺加入到反应器中,加入一定量的携水剂,搅拌升温回流,在回流温度下发生酰胺化反应,得到中间体;

[0009] 3) 将步骤2) 所得反应物中携水剂蒸出,在真空条件下升温进行咪唑啉环化反应,制得咪唑啉中间体;

[0010] 4) 将一定量的季胺化试剂配制一定质量分数的乙醇溶液,缓慢滴加入咪唑啉中间体中,搅拌条件下一定温度反应,反应结束后,减压蒸出乙醇和未反应的季胺化试剂,得到沥青基石墨烯类沥青温拌剂。

[0011] 对本发明进一步的描述,所述步骤1) 中石油沥青为重交道路沥青、普通石油沥青、硬质石油沥青、生产石油沥青的原料或以石油沥青为原料生产的材料。

[0012] 对本发明进一步的描述,所述步骤2) 中长链脂肪胺选自六胺、八胺、十胺、十二胺、十八胺等链长为6-20长度的长链脂肪胺,且至少采用其中的一种,所述携水剂为二甲苯,所述步骤4) 中的季胺化试剂为丙烯酸甲酯。

[0013] 对本发明进一步的描述,所述步骤2) 中沥青基石墨烯量子点与长链脂肪胺的投料摩尔比为1:1-2,所述携水剂的用量为沥青基石墨烯量子点和长链脂肪胺的总质量的20%-50%,所述步骤3) 中真空条件的真空度为0.080-0.100MPa,具体为0.096MPa,所述步骤4) 中季胺化试剂与咪唑啉中间体摩尔比为1:1-2,乙醇溶液的质量分数为30%-60%。

[0014] 对本发明进一步的描述,所述步骤2) 中酰胺化反应步骤的温度为130℃-170℃,时间为3小时-5个小时,所述步骤3) 中咪唑啉环化反应步骤的温度为220℃-250℃,时间为3小时-5个小时,所述步骤4) 中搅拌条件下反应步骤的温度为30℃-60℃,时间为10小时-15小时。

[0015] 对本发明进一步的描述,可在-10℃环境条件下施工。

[0016] 与现有技术相比,本发明的有益效果:以常用的石油沥青为碳源通过硝酸氧化制备沥青基石墨烯量子点,进一步通过化学接枝的方法调控沥青基石墨烯量子点的亲水亲油性,制备出一种沥青基石墨烯类沥青温拌剂。该沥青基石墨烯类沥青温拌剂在使用时可直接加入沥青中搅拌,在搅拌过程实现均匀分散,表面活性剂富集于沥青的界面,在胶结料内部形成结构性油膜。温度下降时,油膜润滑作用能够抵消沥青粘滞作用,从而实现温拌。该温拌剂与沥青具有良好的相容性和储存稳定性,所制备的温拌沥青混合料在路用性能上均满足规范要求,路用性能较好,且与同级配热拌沥青混合料相比,高温抗车辙性能明显提高。

具体实施方式

[0017] 下面将对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0018] 实施例1:

[0019] 将摩尔比为1:1.1的沥青基石墨烯量子点、六胺加入到反应器中,加入占反应原料总质量30wt%携水剂二甲苯,搅拌升温回流,在回流温度下发生酰胺化反应,反应温度150℃,反应4小时。之后将二甲苯蒸出,抽真空至真空度为0.096MPa,升温至240℃进行咪唑啉环化反应4小时,制得咪唑啉中间体。将与咪唑啉中间体摩尔比1:1.1的丙烯酸甲酯配制质量分数50%的乙醇溶液,缓慢滴加入咪唑啉中,40℃搅拌条件下反应12h反应结束后,减压蒸出乙醇和未反应的丙烯酸甲酯,得到沥青基石墨烯类沥青温拌剂。

[0020] 将上述制备的沥青温拌剂按沥青总质量的0.5wt%加入到基质沥青中,在135℃下搅拌30min,制得温拌沥青;然后将温拌沥青加入盛有集料和矿粉的搅拌机中,在110℃下拌和均匀后得到温拌沥青混合料AC-20,所采用混合料油石比为4.5%,将温拌沥青混合料制备成混合料试件,进行性能测试。本实施例制备的温拌沥青混合料的性能参数如表1所示。

[0021] 实施例2:

[0022] 将摩尔比为1:1.2的沥青基石墨烯量子点、六胺加入到反应器中,加入占反应原料

总质量30wt%携水剂二甲苯,搅拌升温回流,在回流温度下发生酰胺化反应,反应温度150℃,反应4小时。之后将二甲苯蒸出,抽真空至真空度为0.096MPa,升温至240℃进行咪唑啉环化反应4小时,制得咪唑啉中间体。将与咪唑啉中间体摩尔比1:1.2的丙烯酸甲酯配制质量分数50%的乙醇溶液,缓慢滴加入咪唑啉中,40℃搅拌条件下反应12h反应结束后,减压蒸出乙醇和未反应的丙烯酸甲酯,得到沥青基石墨烯类沥青温拌剂。

[0023] 将上述制备的沥青温拌剂按沥青总质量的0.5wt%加入到基质沥青中,在135℃下搅拌30min,制得温拌沥青;然后将温拌沥青加入盛有集料和矿粉的搅拌机中,在110℃下拌和均匀后得到温拌沥青混合料AC-20,所采用混合料油石比为4.5%,将温拌沥青混合料制备成混合料试件,进行性能测试。本实施例制备的温拌沥青混合料的性能参数如表1所示。

[0024] 实施例3:

[0025] 将摩尔比为1:1.1的沥青基石墨烯量子点、六胺加入到反应器中,加入占反应原料总质量30wt%携水剂二甲苯,搅拌升温回流,在回流温度下发生酰胺化反应,反应温度150℃,反应6小时。之后将二甲苯蒸出,抽真空至真空度为0.096MPa,升温至240℃进行咪唑啉环化反应6小时,制得咪唑啉中间体。将与咪唑啉中间体摩尔比1:1.1的丙烯酸甲酯配制质量分数50%的乙醇溶液,缓慢滴加入咪唑啉中,40℃搅拌条件下反应12h反应结束后,减压蒸出乙醇和未反应的丙烯酸甲酯,得到沥青基石墨烯类沥青温拌剂。

[0026] 将上述制备的沥青温拌剂按沥青总质量的0.5wt%加入到基质沥青中,在135℃下搅拌30min,制得温拌沥青;然后将温拌沥青加入盛有集料和矿粉的搅拌机中,在110℃下拌和均匀后得到温拌沥青混合料AC-20,所采用混合料油石比为4.5%,将温拌沥青混合料制备成混合料试件,进行性能测试。本实施例制备的温拌沥青混合料的性能参数如表1所示。

[0027] 实施例4:

[0028] 将摩尔比为1:1.1的沥青基石墨烯量子点、六胺加入到反应器中,加入占反应原料总质量30wt%携水剂二甲苯,搅拌升温回流,在回流温度下发生酰胺化反应,反应温度150℃,反应4小时。之后将二甲苯蒸出,抽真空至真空度为0.096MPa,升温至240℃进行咪唑啉环化反应4小时,制得咪唑啉中间体。将与咪唑啉中间体摩尔比1:1.1的丙烯酸甲酯配制质量分数50%的乙醇溶液,缓慢滴加入咪唑啉中,40℃搅拌条件下反应12h反应结束后,减压蒸出乙醇和未反应的丙烯酸甲酯,得到沥青基石墨烯类沥青温拌剂。

[0029] 将上述制备的沥青温拌剂按沥青总质量的0.5wt%加入到SBS改性沥青中,在135℃下搅拌30min,制得温拌SBS改性沥青;然后将温拌SBS改性沥青加入盛有集料和矿粉的搅拌机中,在140℃下拌和均匀后得到温拌沥青混合料AC-20,所采用混合料油石比为4.5%,将温拌沥青混合料制备成混合料试件,进行性能测试。本实施例制备的温拌沥青混合料的性能参数如表1所示。

[0030] 实施例5:

[0031] 将摩尔比为1:1.1的沥青基石墨烯量子点、八胺加入到反应器中,加入占反应原料总质量30wt%携水剂二甲苯,搅拌升温回流,在回流温度下发生酰胺化反应,反应温度150℃,反应4小时。之后将二甲苯蒸出,抽真空至真空度为0.096MPa,升温至240℃进行咪唑啉环化反应4小时,制得咪唑啉中间体。将与咪唑啉中间体摩尔比1:1.1的丙烯酸甲酯配制质量分数50%的乙醇溶液,缓慢滴加入咪唑啉中,40℃搅拌条件下反应12h反应结束后,减压蒸出乙醇和未反应的丙烯酸甲酯,得到沥青基石墨烯类沥青温拌剂。

[0032] 将上述制备的沥青温拌剂按沥青总质量的0.5wt%加入到基质沥青中,在135℃下搅拌30min,制得温拌沥青;然后将温拌沥青加入盛有集料和矿粉的搅拌机中,在110℃下拌和均匀后得到温拌沥青混合料AC-20,所采用混合料油石比为4.5%,将温拌沥青混合料制备成混合料试件,进行性能测试。本实施例制备的温拌沥青混合料的性能参数如表1所示。

[0033] 实施例6:

[0034] 将摩尔比为1:1.2的沥青基石墨烯量子点、八胺加入到反应器中,加入占反应原料总质量30wt%携水剂二甲苯,搅拌升温回流,在回流温度下发生酰胺化反应,反应温度150℃,反应4小时。之后将二甲苯蒸出,抽真空至真空度为0.096MPa,升温至240℃进行咪唑啉环化反应4小时,制得咪唑啉中间体。将与咪唑啉中间体摩尔比1:1.2的丙烯酸甲酯配制质量分数50%的乙醇溶液,缓慢滴加入咪唑啉中,40℃搅拌条件下反应12h反应结束后,减压蒸出乙醇和未反应的丙烯酸甲酯,得到沥青基石墨烯类沥青温拌剂。

[0035] 将上述制备的沥青温拌剂按沥青总质量的0.5wt%加入到基质沥青中,在135℃下搅拌30min,制得温拌沥青;然后将温拌沥青加入盛有集料和矿粉的搅拌机中,在110℃下拌和均匀后得到温拌沥青混合料AC-20,所采用混合料油石比为4.5%,将温拌沥青混合料制备成混合料试件,进行性能测试。本实施例制备的温拌沥青混合料的性能参数如表1所示。

[0036] 实施例7:

[0037] 将摩尔比为1:1.1的沥青基石墨烯量子点、八胺加入到反应器中,加入占反应原料总质量30wt%携水剂二甲苯,搅拌升温回流,在回流温度下发生酰胺化反应,反应温度150℃,反应6小时。之后将二甲苯蒸出,抽真空至真空度为0.096MPa,升温至240℃进行咪唑啉环化反应6小时,制得咪唑啉中间体。将与咪唑啉中间体摩尔比1:1.1的丙烯酸甲酯配制质量分数50%的乙醇溶液,缓慢滴加入咪唑啉中,40℃搅拌条件下反应12h反应结束后,减压蒸出乙醇和未反应的丙烯酸甲酯,得到沥青基石墨烯类沥青温拌剂。

[0038] 将上述制备的沥青温拌剂按沥青总质量的0.5wt%加入到基质沥青中,在135℃下搅拌30min,制得温拌沥青;然后将温拌沥青加入盛有集料和矿粉的搅拌机中,在110℃下拌和均匀后得到温拌沥青混合料AC-20,所采用混合料油石比为4.5%,将温拌沥青混合料制备成混合料试件,进行性能测试。本实施例制备的温拌沥青混合料的性能参数如表2所示。

[0039] 实施例8:

[0040] 将摩尔比为1:1.1的沥青基石墨烯量子点、八胺加入到反应器中,加入占反应原料总质量30wt%携水剂二甲苯,搅拌升温回流,在回流温度下发生酰胺化反应,反应温度150℃,反应4小时。之后将二甲苯蒸出,抽真空至真空度为0.096MPa,升温至240℃进行咪唑啉环化反应4小时,制得咪唑啉中间体。将与咪唑啉中间体摩尔比1:1.1的丙烯酸甲酯配制质量分数50%的乙醇溶液,缓慢滴加入咪唑啉中,40℃搅拌条件下反应12h反应结束后,减压蒸出乙醇和未反应的丙烯酸甲酯,得到沥青基石墨烯类沥青温拌剂。

[0041] 将上述制备的沥青温拌剂按沥青总质量的0.5wt%加入到SBS改性沥青中,在135℃下搅拌30min,制得温拌SBS改性沥青;然后将温拌SBS改性沥青加入盛有集料和矿粉的搅拌机中,在140℃下拌和均匀后得到温拌沥青混合料AC-20,所采用混合料油石比为4.5%,将温拌沥青混合料制备成混合料试件,进行性能测试。本实施例制备的温拌沥青混合料的性能参数如表2所示。

[0042] 实施例9:

[0043] 将摩尔比为1:1.1的沥青基石墨烯量子点、十二胺加入到反应器中,加入占反应原料总质量30wt%携水剂二甲苯,搅拌升温回流,在回流温度下发生酰胺化反应,反应温度150℃,反应4小时。之后将二甲苯蒸出,抽真空至真空度为0.096MPa,升温至240℃进行咪唑啉环化反应4小时,制得咪唑啉中间体。将与咪唑啉中间体摩尔比1:1.1的丙烯酸甲酯配制质量分数50%的乙醇溶液,缓慢滴加入咪唑啉中,40℃搅拌条件下反应12h反应结束后,减压蒸出乙醇和未反应的丙烯酸甲酯,得到沥青基石墨烯类沥青温拌剂。

[0044] 将上述制备的沥青温拌剂按沥青总质量的0.5wt%加入到基质沥青中,在135℃下搅拌30min,制得温拌沥青;然后将温拌沥青加入盛有集料和矿粉的搅拌机中,在110℃下拌和均匀后得到温拌沥青混合料AC-20,所采用混合料油石比为4.5%,将温拌沥青混合料制备成混合料试件,进行性能测试。本实施例制备的温拌沥青混合料的性能参数如表2所示。

[0045] 实施例10:

[0046] 将摩尔比为1:1.2的沥青基石墨烯量子点、十二胺加入到反应器中,加入占反应原料总质量30wt%携水剂二甲苯,搅拌升温回流,在回流温度下发生酰胺化反应,反应温度150℃,反应4小时。之后将二甲苯蒸出,抽真空至真空度为0.096MPa,升温至240℃进行咪唑啉环化反应4小时,制得咪唑啉中间体。将与咪唑啉中间体摩尔比1:1.2的丙烯酸甲酯配制质量分数50%的乙醇溶液,缓慢滴加入咪唑啉中,40℃搅拌条件下反应12h反应结束后,减压蒸出乙醇和未反应的丙烯酸甲酯,得到沥青基石墨烯类沥青温拌剂。

[0047] 将上述制备的沥青温拌剂按沥青总质量的0.5wt%加入到基质沥青中,在135℃下搅拌30min,制得温拌沥青;然后将温拌沥青加入盛有集料和矿粉的搅拌机中,在110℃下拌和均匀后得到温拌沥青混合料AC-20,所采用混合料油石比为4.5%,将温拌沥青混合料制备成混合料试件,进行性能测试。本实施例制备的温拌沥青混合料的性能参数如表2所示。

[0048] 实施例11:

[0049] 将摩尔比为1:1.1的沥青基石墨烯量子点、十二胺加入到反应器中,加入占反应原料总质量30wt%携水剂二甲苯,搅拌升温回流,在回流温度下发生酰胺化反应,反应温度150℃,反应6小时。之后将二甲苯蒸出,抽真空至真空度为0.096MPa,升温至240℃进行咪唑啉环化反应6小时,制得咪唑啉中间体。将与咪唑啉中间体摩尔比1:1.1的丙烯酸甲酯配制质量分数50%的乙醇溶液,缓慢滴加入咪唑啉中,40℃搅拌条件下反应12h反应结束后,减压蒸出乙醇和未反应的丙烯酸甲酯,得到沥青基石墨烯类沥青温拌剂。

[0050] 将上述制备的沥青温拌剂按沥青总质量的0.5wt%加入到基质沥青中,在135℃下搅拌30min,制得温拌沥青;然后将温拌沥青加入盛有集料和矿粉的搅拌机中,在110℃下拌和均匀后得到温拌沥青混合料AC-20,所采用混合料油石比为4.5%,将温拌沥青混合料制备成混合料试件,进行性能测试。本实施例制备的温拌沥青混合料的性能参数如表2所示。

[0051] 实施例12:

[0052] 将摩尔比为1:1.1的沥青基石墨烯量子点、十二胺加入到反应器中,加入占反应原料总质量30wt%携水剂二甲苯,搅拌升温回流,在回流温度下发生酰胺化反应,反应温度150℃,反应4小时。之后将二甲苯蒸出,抽真空至真空度为0.096MPa,升温至240℃进行咪唑啉环化反应4小时,制得咪唑啉中间体。将与咪唑啉中间体摩尔比1:1.1的丙烯酸甲酯配制质量分数50%的乙醇溶液,缓慢滴加入咪唑啉中,40℃搅拌条件下反应12h反应结束后,减压蒸出乙醇和未反应的丙烯酸甲酯,得到沥青基石墨烯类沥青温拌剂。

[0053] 将上述制备的沥青温拌剂按沥青总质量的0.5wt%加入到SBS改性沥青中,在135℃下搅拌30min,制得温拌SBS改性沥青;然后将温拌SBS改性沥青加入盛有集料和矿粉的搅拌机中,在140℃下拌和均匀后得到温拌沥青混合料AC-20,所采用混合料油石比为4.5%,将温拌沥青混合料制备成混合料试件,进行性能测试。本实施例制备的温拌沥青混合料的性能参数如表2所示。

[0054] 实施例13:

[0055] 将摩尔比为1:1.1的沥青基石墨烯量子点、十八胺加入到反应器中,加入占反应原料总质量30wt%携水剂二甲苯,搅拌升温回流,在回流温度下发生酰胺化反应,反应温度150℃,反应4小时。之后将二甲苯蒸出,抽真空至真空度为0.096MPa,升温至240℃进行咪唑啉环化反应4小时,制得咪唑啉中间体。将与咪唑啉中间体摩尔比1:1.1的丙烯酸甲酯配制质量分数50%的乙醇溶液,缓慢滴加入咪唑啉中,40℃搅拌条件下反应12h反应结束后,减压蒸出乙醇和未反应的丙烯酸甲酯,得到沥青基石墨烯类沥青温拌剂。

[0056] 将上述制备的沥青温拌剂按沥青总质量的0.5wt%加入到基质沥青中,在135℃下搅拌30min,制得温拌沥青;然后将温拌沥青加入盛有集料和矿粉的搅拌机中,在110℃下拌和均匀后得到温拌沥青混合料AC-20,所采用混合料油石比为4.5%,将温拌沥青混合料制备成混合料试件,进行性能测试。本实施例制备的温拌沥青混合料的性能参数如表2所示。

[0057] 实施例14:

[0058] 将摩尔比为1:1.2的沥青基石墨烯量子点、十八胺加入到反应器中,加入占反应原料总质量30wt%携水剂二甲苯,搅拌升温回流,在回流温度下发生酰胺化反应,反应温度150℃,反应4小时。之后将二甲苯蒸出,抽真空至真空度为0.096MPa,升温至240℃进行咪唑啉环化反应4小时,制得咪唑啉中间体。将与咪唑啉中间体摩尔比1:1.2的丙烯酸甲酯配制质量分数50%的乙醇溶液,缓慢滴加入咪唑啉中,40℃搅拌条件下反应12h反应结束后,减压蒸出乙醇和未反应的丙烯酸甲酯,得到沥青基石墨烯类沥青温拌剂。

[0059] 将上述制备的沥青温拌剂按沥青总质量的0.5wt%加入到基质沥青中,在135℃下搅拌30min,制得温拌沥青;然后将温拌沥青加入盛有集料和矿粉的搅拌机中,在110℃下拌和均匀后得到温拌沥青混合料AC-20,所采用混合料油石比为4.5%,将温拌沥青混合料制备成混合料试件,进行性能测试。本实施例制备的温拌沥青混合料的性能参数如表3所示。

[0060] 实施例15:

[0061] 将摩尔比为1:1.1的沥青基石墨烯量子点、十八胺加入到反应器中,加入占反应原料总质量30wt%携水剂二甲苯,搅拌升温回流,在回流温度下发生酰胺化反应,反应温度150℃,反应6小时。之后将二甲苯蒸出,抽真空至真空度为0.096MPa,升温至240℃进行咪唑啉环化反应6小时,制得咪唑啉中间体。将与咪唑啉中间体摩尔比1:1.1的丙烯酸甲酯配制质量分数50%的乙醇溶液,缓慢滴加入咪唑啉中,40℃搅拌条件下反应12h反应结束后,减压蒸出乙醇和未反应的丙烯酸甲酯,得到沥青基石墨烯类沥青温拌剂。

[0062] 将上述制备的沥青温拌剂按沥青总质量的0.5wt%加入到基质沥青中,在135℃下搅拌30min,制得温拌沥青;然后将温拌沥青加入盛有集料和矿粉的搅拌机中,在110℃下拌和均匀后得到温拌沥青混合料AC-20,所采用混合料油石比为4.5%,将温拌沥青混合料制备成混合料试件,进行性能测试。本实施例制备的温拌沥青混合料的性能参数如表3所示。

[0063] 实施例16:

[0064] 将摩尔比为1:1.1的沥青基石墨烯量子点、十八胺加入到反应器中,加入占反应原料总质量30wt%携水剂二甲苯,搅拌升温回流,在回流温度下发生酰胺化反应,反应温度150℃,反应4小时。之后将二甲苯蒸出,抽真空至真空度为0.096MPa,升温至240℃进行咪唑啉环化反应4小时,制得咪唑啉中间体。将与咪唑啉中间体摩尔比1:1.1的丙烯酸甲酯配制质量分数50%的乙醇溶液,缓慢滴加入咪唑啉中,40℃搅拌条件下反应12h反应结束后,减压蒸出乙醇和未反应的丙烯酸甲酯,得到沥青基石墨烯类沥青温拌剂。

[0065] 将上述制备的沥青温拌剂按沥青总质量的0.5wt%加入到SBS改性沥青中,在135℃下搅拌30min,制得温拌SBS改性沥青;然后将温拌SBS改性沥青加入盛有集料和矿粉的搅拌机中,在140℃下拌和均匀后得到温拌沥青混合料AC-20,所采用混合料油石比为4.5%,将温拌沥青混合料制备成混合料试件,进行性能测试。本实施例制备的温拌沥青混合料的性能参数如表3所示。

[0066] 表1

[0067]

试验指标	单位	沥青混合料路用性能检测结果						
		基质沥青	实施例1	实施例2	实施例3	实施例4	实施例5	实施例6
试件成型温度	℃	150	120	120	120	150	120	120
空隙率	%	3.7	4.9	4.8	4.8	4.2	4.8	4.8
稳定度	KN	12.1	10.5	10.7	10.3	20.5	10.8	10.9
流值	mm	3.26	3.46	3.38	3.59	2.0	3.65	3.58
沥青饱和度	%	70.2	72.3	71.7	72.1	69.2	72.5	72.1
残留稳定度比	%	90.2	87.8	86.5	87.3	91.2	88.3	88.1
劈裂强度比	%	87.2	86.6	86.1	86.4	93.4	86.3	85.4
动稳定度	次	1576	1785	1802	1791	3571	1842	1863

[0068] 表2

[0069]

试验指标	单位	沥青混合料路用性能检测结果						
		实施例7	实施例8	实施例9	实施例10	实施例11	实施例12	实施例13
试件成型温度	℃	120	150	120	120	120	150	120

[0070]

空隙率	%	4.7	4.1	4.7	4.5	4.6	4.2	4.6
稳定度	KN	10.3	20.8	11.2	11.5	11.8	22.8	11.1
流值	mm	3.58	2.1	3.41	3.23	3.31	2.3	3.4
沥青饱和度	%	73.5	68.7	73.7	73.4	74.1	69.5	75.2
残留稳定度比	%	88.7	93.4	89.2	89.1	89.6	91.4	88.8
劈裂强度比	%	86.1	94.1	86.5	86.7	87.2	92.4	88.1
动稳定度	次	1869	3602	1857	1871	1896	3642	1886

[0071] 表3

[0072]

试验指标	单位	沥青混合料路用性能检测结果		
		实施案例 14	实施案例 15	实施案例 16
试件成型温度	℃	120	120	150
空隙率	%	4.4	4.5	3.9
稳定度	KN	11.2	11.6	23.4
流值	mm	3.4	3.1	2.5
沥青饱和度	%	75.6	75.8	70.2
残留稳定度比	%	88.6	89.1	94.2
劈裂强度比	%	87.6	88.4	94.6
动稳定度	次	1892	1891	3664

[0073] 对于本领域技术人员而言,显然本发明不限于上述示范性实施例的细节,而且在不背离本发明的精神或基本特征的情况下,能够以其它的具体形式实现本发明。因此,无论从哪一点来看,均应将实施例看作是示范性的,而且是非限制性的,本发明的范围由所附权利要求要求而不是上述说明限定,因此旨在将落在权利要求的等同要件的含义和范围内的所有变化囊括在本发明内。

[0074] 以上仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。