(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 119330656 A
(43)申请公布日 2025.01.21

(21)申请号 202411292714.4

(22)申请日 2024.09.14

(71)申请人 中国建筑材料科学研究总院有限公司
地址 100020 北京市朝阳区管庄东里1号

(72)发明人 王振地 何健辉 方俊 王玲 刘佳卿

(74)专利代理机构 北京维正专利代理有限公司 11508
专利代理师 梁宇珊

(51)Int.Cl.
C04B 28/04(2006.01)
C04B 111/40(2006.01)
C04B 111/20(2006.01)

权利要求书1页 说明书7页 附图1页

(54)发明名称

一种隧道防撞墙用混凝土及其制备方法和应用

(57)摘要

本申请涉及混凝土的技术领域,具体公开了一种隧道防撞墙用混凝土及其制备方法和应用。本申请的隧道防撞墙用混凝土包括以下组分:水泥180~220份、碳矿化矿物材料70~110份、空心玻璃微珠10~15份、发泡剂1~1.6份、稳泡剂0.4~0.7份、减水剂3~9份、纤维0.6~2份、拌合水130~180份;碳矿化矿物材料的制备方法为:取矿物材料共100~300重量份,水10~50重量份,注入20%~100%CO_2,CO_2流速为1~3L/min,以400~600rpm研磨20~60min;烘干至恒重,捣细过筛,即得。上述隧道防撞墙用混凝土具有长期稳定的溃缩吸能,且抗冲击韧性和抗冻融性能优异。

CN 119330656 A

1.一种隧道防撞墙用混凝土,其特征在于,具体包括以下重量份的组分:

水泥180~220份、碳矿化矿物材料70~110份、空心玻璃微珠10~15份、发泡剂1~1.6份、稳泡剂0.4~0.7份、减水剂3~9份、纤维0.6~2份、拌合水130~180份;

所述拌和水选自碳酸氢钠水溶液、碳酸水中的至少一种;

所述碳矿化矿物材料的制备方法为:

称取矿物材料共计100~300重量份,水10~50重量份,放入配有球磨珠的研磨罐中;注入20%~100% CO_2,CO_2流速为1~3L/min,同时以400~600rpm开始研磨20~60min;然后烘干至恒重,捣细过筛,即得;所述矿物材料选自碳矿化黄磷渣、碳矿化电石渣、碳矿化水泥熟料、碳矿化钢渣、碳矿化镁渣中的一种或多种。

2.根据权利要求1所述的隧道防撞墙用混凝土,其特征在于,所述空心玻璃微珠粒径≤60μm,真实密度≤0.6g/cm^3。

3.根据权利要求1所述的隧道防撞墙用混凝土,其特征在于,所述发泡剂为质量浓度为10~35%的双氧水。

4.根据权利要求1所述的隧道防撞墙用混凝土,其特征在于,所述稳泡剂选自甲基纤维素醚、羟乙基纤维素醚、羟乙基甲基纤维素醚、羟丙基甲基纤维素醚、硬脂酸盐系列稳泡剂、丁苯乳液、乙烯-醋酸乙烯酯乳液中的一种或多种。

5.根据权利要求4所述的隧道防撞墙用混凝土,其特征在于,所述稳泡剂由重量比为7:0.5-1.5的羟丙基甲基纤维素醚、丁苯乳液混合组成。

6.根据权利要求1所述的隧道防撞墙用混凝土,其特征在于,所述纤维选自聚丙烯纤维、聚乙烯醇纤维、碳纤维中的一种或多种。

7.根据权利要求1所述的隧道防撞墙用混凝土,其特征在于,所述拌和水为摩尔浓度为0.10~0.75mol/L的碳酸氢钠水溶液。

8.权利要求1-7任一项所述的隧道防撞墙用混凝土制备方法,其特征在于,具体包括依次进行以下步骤:

先称取水泥、碳矿化矿物材料、空心玻璃微珠及纤维,然后倒入搅拌机内混合10~60s至均匀;

加入拌和水、稳泡剂、减水剂,先以200~600rpm的转速搅拌60~600s,再以1000~3000rpm的转速搅拌10~60s;

加入发泡剂,以1000~3000rpm的转速搅拌10~60s得到浆体;

将浆体浇筑于带有榫卯结构的模具中,静停0.5~2h发泡;

置于养护室中养护24~48h后脱模后继续养护至28~180d,即得。

9.一种隧道防撞墙,其特征在于,利用权利要求1-7任一项所述的隧道防撞墙用混凝土制备得到。

10.权利要求9所述隧道防撞墙的制备方法,其特征在于,具体包括依次进行以下步骤:

将养护好的所述隧道防撞墙用混凝土运输至隧道防撞墙预铺装位置,将一块块带有榫卯结构的模块体拼接组装,在模块体上安装面板,即得所述隧道防撞墙。

一种隧道防撞墙用混凝土及其制备方法和应用

技术领域

[0001] 本申请涉及混凝土的技术领域,具体涉及一种隧道防撞墙用混凝土及其制备方法和应用。

背景技术

[0002] 隧道作为现代交通基础设施的重要组成部分,在高速公路、铁路以及城市交通网络中扮演着至关重要的角色。随着交通流量的增加和车辆行驶速度的提高,隧道内的交通安全问题日益突出。隧道的封闭环境以及空间限制,使得发生交通事故时,救援和疏散变得更加困难。因此,防止车辆碰撞隧道壁,减少交通事故的发生,成为隧道设计和施工中的重要考虑因素之一。

[0003] 目前,常见的隧道防撞措施主要包括设置防撞护栏、防撞墩和防撞墙等。传统的隧道防撞墙通常采用混凝土、钢筋混凝土或金属材料制成,以其高强度和耐久性来抵御车辆碰撞的冲击力。然而,这类防撞墙在实际应用中存在刚性过强、施工难度大、维护成本高、材料成本高等缺点。

[0004] 针对上述问题,专利CN108004986B提供了一种隧道防撞墙模板加固体系及施工方法,以解决现有技术中存在的易造成混凝土成型质量差,阴阳角不方正、漏浆等质量问题。专利CN217440044U提供一种用于便捷式隧道防撞墙钢模板安拆装置。但上述发明仍以混凝土、钢结构等硬质材料作为防撞墙基体,难以吸收事故车辆的冲击力,造成隧道结构发生破坏。

[0005] 因此,亟需一种新型的隧道防撞墙及其制备方法,以提高防撞墙的能量吸收能力,简化施工工艺,降低维护成本和材料成本,从而提升隧道的整体安全性和经济性。

发明内容

[0006] 为了克服现有技术中的不足,本申请提供一种隧道防撞墙用混凝土及其制备方法和应用。

[0007] 第一方面,本申请提供了一种隧道防撞墙用混凝土,具体包括以下重量份的组分:水泥180~220份、碳矿化矿物材料70~110份、空心玻璃微珠10~15份、发泡剂1~1.6份、稳泡剂0.4~0.7份、减水剂3~9份、纤维0.6~2份、拌合水130~180份;

所述拌和水选自碳酸氢钠水溶液、碳酸水中的至少一种;

所述碳矿化矿物材料的制备方法为:

称取矿物材料共计100~300重量份,水10~50重量份,放入配有球磨珠的研磨罐中;注入20%~100% CO_2,CO_2流速为1~3L/min,同时以400~600rpm开始研磨20~60min;然后烘干至恒重,捣细过筛,即得;所述矿物材料选自碳矿化黄磷渣、碳矿化电石渣、碳矿化水泥熟料、碳矿化钢渣、碳矿化镁渣中的一种或多种。

[0008] 本申请利用上述技术方案制备得到碳矿化矿物材料,并通过筛选用量与特定用量的水泥、碳矿化矿物材料、空心玻璃微珠、发泡剂、稳泡剂、减水剂、纤维、拌合水作为混凝土

的原料组分,制备得到的隧道防撞墙用混凝土具有长期稳定的溃缩吸能,且抗冲击韧性和抗冻融性能优异。

[0009] 优选地,所述空心玻璃微珠粒径≤60μm,真实密度≤0.6g/cm^3。

[0010] 优选地,所述发泡剂为质量浓度为10～35%的双氧水。

[0011] 在一些具体的实施方案中,所述双氧水的质量浓度可以为10～20%、20～35%。

[0012] 在一个具体的实施方案中,所述双氧水的质量浓度还可以为10%、20%、35%。

[0013] 经过试验分析可知,本申请选择上述质量浓度的双氧水作为发泡剂,可以进一步提高混凝土的性能。

[0014] 优选地,所述稳泡剂选自甲基纤维素醚(MC)、羟乙基纤维素醚(HEC)、羟乙基甲基纤维素醚(HEMC)、羟丙基甲基纤维素醚(HPMC)、硬脂酸盐系列稳泡剂、丁苯乳液、乙烯-醋酸乙烯酯乳液中的一种或多种。

[0015] 进一步地,所述稳泡剂由重量比为7:0.5-1.5的羟丙基甲基纤维素醚、丁苯乳液混合组成。

[0016] 经过试验分析可知,本申请选择上述重量比的羟丙基甲基纤维素醚、丁苯乳液混合组成稳泡剂,可以进一步提高混凝土的性能。

[0017] 优选地,所述减水剂选自聚羧酸系减水剂、萘系减水剂中的一种或多种。

[0018] 优选地,所述纤维选自聚丙烯纤维、聚乙烯醇纤维、碳纤维中的一种或多种。

[0019] 优选地,所述拌和水为摩尔浓度为0.10～0.75mol/L的碳酸氢钠水溶液。

[0020] 在一些具体的实施方案中,所述碳酸氢钠水溶液的摩尔浓度可以为0.10～0.25mol/L、0.10～0.4mol/L、0.10～0.55mol/L、0.25～0.4mol/L、0.25～0.55mol/L、0.25～0.75mol/L、0.4～0.55mol/L、0.4～0.75mol/L、0.55～0.75mol/L。

[0021] 在一个具体的实施方案中,所述碳酸氢钠水溶液的摩尔浓度还可以为0.10mol/L、0.25mol/L、0.4mol/L、0.55mol/L、0.75mol/L。

[0022] 经过试验分析可知,本申请选择上述摩尔浓度的碳酸氢钠水溶液作为拌和水,可以进一步提高混凝土的性能。

[0023] 基于上述,本申请的发明人发现,在制备隧道防撞墙用混凝土的配方体系中,发泡剂、稳泡剂、拌和水与碳矿化矿物材料之间具有相互选择性,不同种类规格的原料种类对于混凝土的抗冲击韧性和抗冻融性能具有较大的影响,本申请通过进一步筛选发泡剂、稳泡剂、拌和水的原料种类规格,进一步提高了混凝土的性能。

[0024] 第二方面,本申请提供了上述隧道防撞墙用混凝土的制备方法,具体包括依次进行以下步骤:

先称取水泥、碳矿化矿物材料、空心玻璃微珠及纤维,然后倒入搅拌机内混合10～60s至均匀;

加入拌和水、稳泡剂、减水剂,先以200～600rpm的转速搅拌60～600s,再以1000～3000rpm的转速搅拌10～60s;

加入发泡剂,以1000～3000rpm的转速搅拌10～60s得到浆体;

将浆体浇筑于带有榫卯结构的模具中,静停0.5～2h发泡;

置于养护室中养护24～48h后脱模后继续养护至28～180d,即得。

[0025] 第三方面,本申请提供了一种隧道防撞墙,利用上述隧道防撞墙用混凝土制备得

到。

[0026] 第四方面,本申请提供了上述隧道防撞墙的制备方法,具体包括依次进行以下步骤:将养护好的所述隧道防撞墙用混凝土运输至隧道防撞墙预铺装位置,将一块块带有榫卯结构的模块体拼接组装,在模块体上安装面板,即得所述隧道防撞墙。

[0027] 综上所述,本申请的技术方案具有以下效果:

采用本申请的技术方案,将突破黄磷渣、电石渣的资源化利用效率低、环境污染大,以及水泥熟料、钢渣、镁渣在传统研磨过程中粉尘大、效率低、能耗高的缺点。采用适当水固比的湿法研磨与二氧化碳注入的方式,在机械化学耦合作用下,黄磷渣和电石渣的粒径变小,离子溶出速率加快,在碳矿化反应过程中生成方解石、文石和球霰石型$CaCO_3$,这些产物交互搭接,在水化过程中以其更大的比表面积充当反应物、成核剂与惰性填料。机械化学耦合作用将破坏材料表面钝化层而形成新的可供碳矿化作用的表面,进一步从原材料端增加了二氧化碳的吸收量,减少了建材行业的碳排放,具有重要的环保意义。此外,电石渣中赋存的未被碳矿化完全的$Ca(OH)_2$还会改善水泥的进一步水化,稳定基体的力学性能。

[0028] 本申请的技术方案利用碳酸氢钠水溶液、碳酸水作为拌和水,使得二氧化碳吸收效应更加提升了二氧化碳的吸收量,而且其中的富含HCO_3^-/CO_3^{2-}可以加速浆体的水化,起到类速凝剂的作用,无需添加额外的促凝组分,保证早期强度增长的同时,提高模具使用效率,提高生产效率。

[0029] 本申请的技术方案制备出的隧道防撞墙用混凝土,压溃度为0.5~0.6,溃缩强度0.30~0.40MPa,抗冲击韧性大于6000J,可以按照设计标准能够长期稳定的溃缩吸能,为多类型事故车辆提供紧急避险所需的缓冲作用,保证车辆与人员的安全。

[0030] 本申请的技术方案通过特定筛选发泡剂、稳泡剂和拌合水的种类规格,与碳矿化矿物材料起到协同作用,产生更为优异的技术效果,使得制备得到的混凝土的抗冻融性能进一步得到提升。

[0031] 本申请的技术方案带有榫卯结构的块体方便快速拼接与安装,且无需使用额外的表面粘接剂即可以紧密固定在一起,降低了工程成本,提高了施工效率与整体结构的稳定性,在隧道防撞墙使用过后,直接替换或修复,大幅降低了使用成本。

附图说明

[0032] 图1为本申请的隧道防撞墙示意图;附图标记为:1-路面;2-防撞墙;3-侧墙;4-顶板。

具体实施方式

[0033] 以下结合实施例、对比例以及性能检测试验对本申请作进一步详细描述,这些实施例不能理解为限制本申请所要求保护的范围。

[0034] 黄磷渣购自贵州磷化工厂;电石渣购自河南五湖环保科技有限公司;聚羧酸减水剂购自江苏苏博特新材料股份有限公司;聚乙烯醇纤维购自安徽皖维集团有限责任公司;羟乙基纤维素醚购自山东肥城雨田化工有限公司;丁苯乳液购自山东盛凯化工有限公司;羟丙基甲基纤维素醚购自石家庄文予木纤维素贸易有限公司;乙烯-醋酸乙烯酯乳液购自广州忠高化工有限公司。

实施例

[0035] 实施例1-5

实施例1-5分别提供了一种隧道防撞墙用混凝土及其制备方法。

[0036] 上述实施例的不同之处在于:隧道防撞墙用混凝土中各组分的用量不同,具体如表1所示。

[0037] 上述实施例中隧道防撞墙用混凝土的制备方法为:

碳矿化矿物材料的制备:称取矿物材料共计2000g(碳矿化黄磷渣1500g、碳矿化电石渣500g),水250g,放入配有球磨珠的研磨罐中;注入50% CO_2,CO_2流速为2L/min,同时以200rpm开始研磨40min;然后烘干至恒重,捣细过75μm筛,即得;

先称取普通硅酸盐水泥、碳矿化矿物材料、空心玻璃微珠(粒径50μm,真实密度0.5g/cm^3)、聚乙烯醇纤维,然后倒入搅拌机内混合40s至均匀;

加入0.4mol/L的碳酸氢钠水溶液拌和水、稳泡剂(由重量比为7:1的羟丙基甲基纤维素醚、丁苯乳液混合组成)、聚羧酸减水剂,先以400rpm的转速搅拌360s,再以2000rpm的转速搅拌30s;

加入质量浓度为20%的双氧水发泡剂,以2000rpm的转速搅拌30s得到浆体;

将浆体浇筑于带有榫卯结构的1500mm×500mm×900mm模具中,静停1h发泡;

置于养护室中养护36h后脱模后继续养护。

[0038] 表1实施例1-5中隧道防撞墙用混凝土中各组分的用量

各组分的用量/g	实施例					对比例				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
水泥	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
碳矿化矿物材料	90	70	110	90	90	-	60	120	90	90
空心玻璃微珠	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
发泡剂	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
稳泡剂	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
减水剂	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6
纤维	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
拌合水	150	150	150	130	180	150	150	150	200	110

实施例6-9

实施例6-9分别提供了一种隧道防撞墙用混凝土及其制备方法。

[0039] 上述实施例与实施例1的不同之处具体为:拌和水的种类不同,具体如下所示。

[0040] 实施例6中:拌和水为0.10mol/L的碳酸氢钠水溶液。

[0041] 实施例7中:拌和水为0.25mol/L的碳酸氢钠水溶液。

[0042] 实施例8中:拌和水为0.55mol/L的碳酸氢钠水溶液。

[0043] 实施例9中:拌和水为0.75mol/L的碳酸氢钠水溶液。

[0044] 上述实施例中其余工艺参数均与实施例1相同。

[0045] 实施例10-14

实施例10-14分别提供了一种隧道防撞墙用混凝土及其制备方法。

[0046] 上述实施例与实施例1的不同之处具体为:稳泡剂的种类不同,具体如下所示。

[0047] 实施例10中:稳泡剂由重量比为7:1的羟乙基纤维素醚、丁苯乳液混合组成。

[0048] 实施例11中:稳泡剂由重量比为7:1的羟丙基甲基纤维素醚、乙烯-醋酸乙烯酯乳液混合组成。

[0049] 实施例12中:稳泡剂由重量比为1:7的羟丙基甲基纤维素醚、丁苯乳液混合组成。

[0050] 实施例13中:稳泡剂由重量比为7:0.5的羟丙基甲基纤维素醚、丁苯乳液混合组成。

[0051] 实施例14中:稳泡剂由重量比为7:1.5的羟丙基甲基纤维素醚、丁苯乳液混合组成。

[0052] 上述实施例中其余工艺参数均与实施例1相同。

[0053] 对比例

对比例1-5

对比例1-5分别提供了一种混凝土及其制备方法。

[0054] 上述对比例与实施例1的不同之处在于:隧道防撞墙用混凝土中各组分的用量不同,具体如表1所示。

[0055] 上述对比例中其余工艺参数均与实施例1相同。

[0056] 对比例6

对比例6提供了一种混凝土及其制备方法。

[0057] 对比例6与实施例1的不同之处在于:碳矿化矿物材料的制备方法不同,具体如下所示。

[0058] 对比例6中:碳矿化矿物材料的制备:称取矿物材料共计2000g(碳矿化黄磷渣1500g、碳矿化电石渣500g),水250g,放入配有球磨珠的研磨罐中,以200rpm开始研磨40min;然后烘干至恒重,捣细过75μm筛,即得;

对比例6中其余工艺参数均与实施例1相同。

[0059] 性能检测试验

实施例与对比例制备的混凝土分别养护至28d后,分别检测压溃度、溃缩强度、抗冲击韧性。

[0060] 压溃度的检测方法为:按照MH/T 5111-2015要求进行检测和计算。

[0061] 溃缩强度的检测方法为:从试块中切取100mm×100mm×100mm的试件,按照MH/T 5111-2015要求,将试件烘至恒重,然后将试样置放在正方体约束框内,并置于万能试验机压缩杆下方,使试样中心线与压缩杆轴心重合,启动万能材料试验机,记录压缩过程中的应力和压溃深度,绘制各龄期的压溃曲线。本申请取压溃曲线平台段15～45mm处应力数据的平均值为溃缩强度。

[0062] 抗冲击韧性检测方法为:参照ACI-544-2R-89的落锤冲击方法进行检测和计算冲击耗能。

[0063] 抗冻融性:根据MH/T 5111-2015的规定,将混凝土经过25次冻融循环后,检测抗冲击韧性。

[0064] 检测结果:如表2所示。

[0065] 表2实施例与对比例中混凝土的性能检测结果

检测对象		性能检测结果			
		压溃度	溃缩强度/MPa	冲击耗能/J	抗冻系数
实施例	1	0.56	0.36	6245	1.007
	2	0.54	0.35	6206	1.001
	3	0.53	0.34	6315	0.995
	4	0.56	0.36	6212	0.998
	5	0.54	0.37	6323	1.002
	6	0.53	0.33	6103	0.871
	7	0.57	0.35	6217	0.886
	8	0.55	0.35	6109	1.005
	9	0.55	0.34	6105	0.999
	10	0.56	0.32	6045	0.855
	11	0.56	0.35	6280	0.891
	12	0.54	0.34	6157	0.906
	13	0.54	0.36	6308	1.021
	14	0.57	0.38	6255	1.006
对比例	1	0.65	0.23	5609	0.801
	2	0.68	0.35	5855	0.750
	3	0.48	0.41	6108	0.821
	4	0.65	0.38	5945	0.790
	5	0.54	0.36	6126	0.811
	6	0.63	0.27	5912	0.768

结合表2,通过对比实施例与对比例中混凝土的性能检测结果,可知,利用本申请提供的技术方案制备得到的混凝土压溃度为0.5～0.6,溃缩强度0.30～0.40MPa,抗冲击韧性大于6100J,经过冻融试验后的混凝土抗冻系数大于0.855。

[0066] 通过对比实施例1、6-9中混凝土的性能检测结果,本申请选择摩尔浓度为0.10～0.75mol/L的碳酸氢钠水溶液作为拌合水,可以进一步提高混凝土的抗冲击韧性和抗冻融性能。

[0067] 通过对比实施例1、10-14中混凝土的性能检测结果,本申请选择重量比为7:0.5-1.5羟丙基甲基纤维素醚、丁苯乳液混合组成稳泡剂,可以进一步提高混凝土的抗冲击韧性

和抗冻融性能。

[0068] 虽然,上文中已经用一般性说明及具体实施方案对本发明作了详尽的描述,但在本发明基础上,可以对之作一些修改或改进,这对本领域技术人员而言是显而易见的。因此,在不偏离本发明精神的基础上所做的这些修改或改进,均属于本发明要求保护的范围。

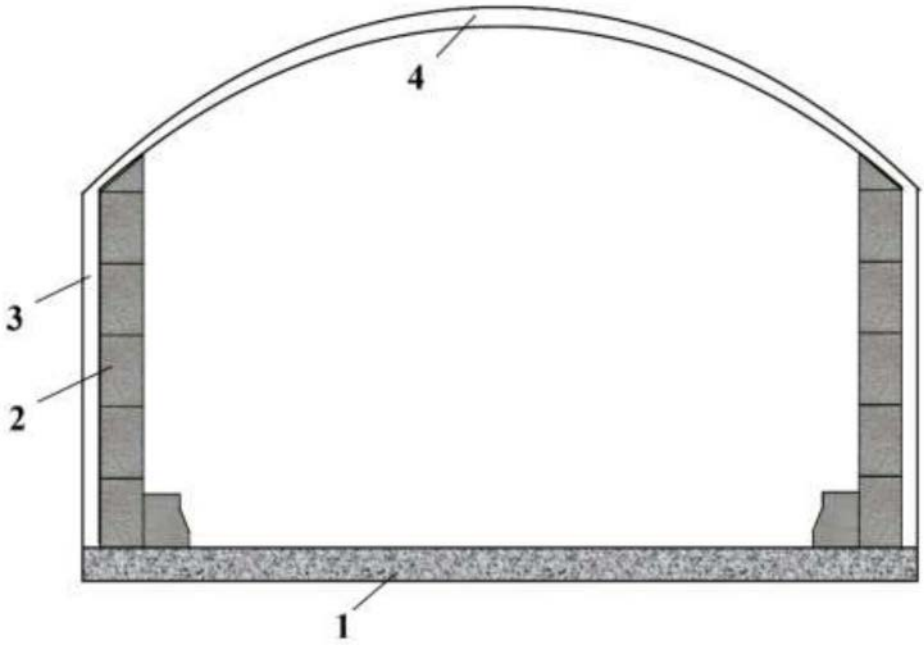

图1