



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117658564 A

(43) 申请公布日 2024. 03. 08

(21) 申请号 202410138405.5

(22) 申请日 2024.02.01

(71) 申请人 山东黄金矿业股份有限公司新城金矿

地址 261441 山东省烟台市莱州市金城镇新城

(72) 发明人 刘滨 朱兆文 蒋万飞 郭良银  
付常鹏 鲁鑫 魏玉海 张庆  
王京生 张瀚中 付秋波 张丰泽  
乔晓飞 何朋 周波 孙菡誉  
张建俊 孙闯 金淳哲 王宝强  
王宇 孙源骏 冯连伟 闫苓鹏  
陈鹏宇 冯云成 梁明秋

(74) 专利代理机构 烟台中孚专利代理有限公司  
37425

专利代理师 姜宏艺

(51) Int. Cl.

C04B 28/04 (2006.01)

C04B 20/10 (2006.01)

E21D 11/10 (2006.01)

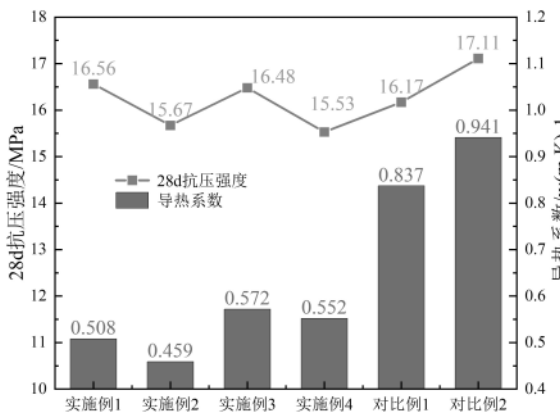
权利要求书1页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称

一种改性陶粒隔热支护材料及其制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种改性陶粒隔热支护材料及其制备方法,属于隔热混凝土材料领域。改性陶粒按照以下步骤制备:将UHPC和水泥置于水泥胶砂搅拌机中,搅拌充分混合,加水继续搅拌得到改性料浆;将陶粒和改性料浆置于另一台水泥胶砂搅拌机内,搅拌得到料浆包裹陶粒;将料浆包裹陶粒平铺并晾干得到表面挂浆陶粒;将表面挂浆陶粒过筛,得到粒径为5~10mm的改性陶粒。制备的改性陶粒隔热支护材料隔热性能良好,轻质高强,抗裂效果好,耐久性高,喷射效果好,环境友好,低碳环保,成本较低。



1. 一种改性陶粒隔热支护材料,其特征在於它由体积比1:0.13~1:0.17的A液和B液混合而成;所述A液由以下重量份的组分组成:水泥143份,改性陶粒16.5~20.5份,玻化微珠35~45份,砂石280~320份,水80~120份;B液由以下重量份的组分组成:物理发泡剂1.0~2.0份,水25~35份;

其中,所述改性陶粒按照以下步骤制备:

- 1) 将UHPC和水泥置于水泥胶砂搅拌机中,搅拌充分混合,加水继续搅拌得到改性料浆;
- 2) 将陶粒和改性料浆置于另一台水泥胶砂搅拌机内,搅拌得到料浆包裹陶粒;
- 3) 将步骤2)得到的料浆包裹陶粒平铺并晾干得到表面挂浆陶粒;
- 4) 将步骤3)得到的表面挂浆陶粒过筛,得到粒径为5~10mm的改性陶粒。

2. 根据权利要求1所述的改性陶粒隔热支护材料,其特征在於所述改性陶粒按照以下步骤制备:

1) 按重量份数取2.6~3.9份UHPC和2.6~3.9份水泥置于水泥胶砂搅拌机中,设置搅拌机转速为120r/min,搅拌30s充分混合两种干料,按重量份数取3.3份水置于搅拌机中,设置搅拌机转速为180r/min,搅拌60s得到所需改性料浆;

2) 按重量份数取19.5份陶粒置于另一台水泥胶砂搅拌机内,设置搅拌机转速为120r/min开始搅拌,搅拌过程前10s内将步骤1)得到的改性料浆缓慢倒入搅拌机内,共搅拌120s后停止搅拌,得到料浆包裹陶粒;

3) 将步骤2)得到的料浆包裹陶粒平铺于木板上进行晾干,分散均匀,减少不同料浆包裹陶粒之间直接接触,避免因水化反应导致颗粒之间粘结硬化,将陶粒置于干燥环境风干24h,得到表面挂浆陶粒;

4) 将步骤3)得到的表面挂浆陶粒过筛,得到粒径为5~10mm的改性陶粒。

3. 根据权利要求1所述的改性陶粒隔热支护材料,其特征在於:所述水泥为强度不小于42.5MPa的硅酸盐水泥。

4. 根据权利要求1所述的改性陶粒隔热支护材料,其特征在於:所述玻化微珠粒径为16~24目。

5. 根据权利要求1所述的改性陶粒隔热支护材料,其特征在於:所述砂石由质量比为1:1的5~18mm粗骨料和1~4mm细骨料组成。

6. 根据权利要求1所述的改性陶粒隔热支护材料,其特征在於:所述物理发泡剂为泡沫混凝土剂或者轻质混凝土发泡剂。

7. 如权利要求1或2或3或4或5所述的改性陶粒隔热支护材料的制备方法,其特征在於按照以下步骤制备:

步骤一、将A液所需的水泥、改性陶粒、玻化微珠、砂石和水按重量份数加入到搅拌机中,开启搅拌器搅拌均匀,搅拌时控制温度为23℃~40℃,环境相对湿度为35%~55%,搅拌速率为100~120r/min,搅拌3~5min得到A液;并且,将B液所需的物理发泡剂和水按重量份数加入到水泥发泡机中生产泡沫,得到B液;

步骤二、将步骤一得到的A、B液按比例共同输送到混合器中进行搅拌混合,搅拌时控制温度为23℃~40℃,环境相对湿度为35%~55%,搅拌速率为120~150r/min,搅拌4~7min,确保混合物均匀混合并产生稳定的改性陶粒隔热支护材料。

## 一种改性陶粒隔热支护材料及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种改性陶粒隔热支护材料,并涉及所述改性陶粒隔热支护材料的制备方法。属于隔热混凝土材料领域。

### 背景技术

[0002] 随着矿井开采深度的增加,高温、高湿等矿井热害环境给煤矿安全生产及井下工作人员安全健康带来了极大的危害,导致人体散热困难,劳动生产率下降,出现头昏、虚脱、呕吐等身体不适症状,甚至危及到作业人员生命安全。因此,矿井降温是保证采矿作业安全的重要一环。

[0003] 矿井降温的本质是要求排热量大于生热量,通常从两方面入手,一是控制热量来源,即“防”,二是加大热排放能力,即“治”。只有“防”、“治”结合,先“防”后“治”,才能取得理想的热害防治效果。巷道隔热法作为以“防”的主的降温方法,其基本思想是采用隔热材料覆盖巷道围岩,构建隔热结构,阻碍矿山地热能向风流传热,再辅以加强通风等措施及时带走热量,实现高地温巷道降温的目的。主要的隔热方法有以下几种:一是使用硬质隔热材料直接覆盖在裸露的巷道围岩表面;二是把隔热材料制成浆液直接喷射在裸露的巷道围岩表面;三是把隔热材料填充在巷道表面岩体和支护结构之间。

[0004] 作为隔热材料的陶粒是一种多孔的轻质颗粒状无机材料,通常由高岭土、瓷土、陶瓷废料等烧制而成,具备轻质性、多孔性、耐火性、环保性等特性,陶粒内部存在许多微小的气孔和空隙,这些气孔可以有效降低热传导,提供较好的隔热性能;同时具有较好的耐火性能,可承受高温,不易燃烧,有助于提高建筑物的耐火等级;陶粒制备过程中可以利用废弃的陶瓷材料,减少资源浪费和环境污染,且其本身也是可回收利用的材料。但陶粒本身也具备高吸水性,直接掺入水泥浆料中会吸水饱和,降低其隔热性能的同时影响水泥水化反应,造成强度损失。

[0005] 公布号为CN116283135A的中国发明专利申请公布了“一种矿井巷道用隔热喷射混凝土的制备方法”。其采用陶粒作为一种隔热组分,并对陶粒(页岩陶粒或粉煤灰陶粒)、陶砂、玻化微珠进行预湿处理,将所述陶粒、陶砂、玻化微珠在水中浸泡1小时,完成后备用。其通过预湿处理,内部储存了较多水分,养护过程中起到释水内养护的作用。这种做法的主要缺点在于:预湿处理在养护过程中能起到释水内养护的作用,但过多的水分会增加养护难度,增加施工时间成本,需要严格控制水分以确保混凝土的质量和性能;预湿处理不适宜用于水资源紧缺环境施工,施工条件受到限制。

[0006] 授权公告号为CN113511859B的中国发明专利公开了“一种高强度保温混凝土及其制备方法”。其采用陶粒作为一种隔热组分,并对陶粒进行改性,所述改性陶粒由以下步骤制得:将氟化乙烯丙烯共聚物与丙烯酸乳液混合,混合均匀后得到疏水料;将表面活性剂与陶粒混合,混合均匀后加入疏水料,混合均匀后得到改性陶粒。首先采用氟化乙烯丙烯共聚物和表面活性剂对陶粒进行改性,赋予陶粒较好的疏水性能,减少陶粒的吸水率,使得混凝土具有较好的保温性能和强度;发泡剂和改性陶粒共同配合,赋予混凝土较多的多孔结构,

从而增强混凝土保温性能。这种做法的主要缺点在于：制备复杂性较高，该方法涉及多个步骤和特殊材料的使用，包括氟化乙烯丙烯共聚物、丙烯酸乳液和表面活性剂等，会增加制备的复杂性和难度，对生产工艺和条件提出较高的要求；在制备改性陶粒的过程中，若表面活性剂与陶粒的结合效果不理想，会导致陶粒疏水性能不稳定，影响混凝土的保温性能和强度；成本较高，该方法使用的材料及特殊工艺成本较高，会造成最终产品成本上升。

## 发明内容

[0007] 本发明所要解决的技术问题是，提供了一种改性陶粒隔热支护材料及其制备方法，制备的改性陶粒隔热支护材料隔热性能良好、轻质高强、抗裂效果好、耐久性高、喷射效果好、环境友好、低碳环保及成本较低。

[0008] 为达到上述目的，本发明采用了以下技术方案：

一种改性陶粒隔热支护材料，它由体积比1:0.13~1:0.17的A液和B液混合而成；所述A液由以下重量份的组分组成：水泥143份，改性陶粒16.5~20.5份，玻化微珠35~45份，砂石280~320份，水80~120份；B液由以下重量份的组分组成：物理发泡剂1.0~2.0份，水25~35份；

其中，所述改性陶粒按照以下步骤制备：

1) 将UHPC和水泥置于水泥胶砂搅拌机中，搅拌充分混合，加水继续搅拌得到改性料浆；

2) 将陶粒和改性料浆置于另一台水泥胶砂搅拌机内，搅拌得到料浆包裹陶粒；

3) 将步骤2)得到的料浆包裹陶粒平铺并晾干得到表面挂浆陶粒；

4) 将步骤3)得到的表面挂浆陶粒过筛，得到粒径为5~10mm的改性陶粒。

[0009] 优选地，所述改性陶粒按照以下步骤制备：

1) 按重量份数取2.6~3.9份UHPC和2.6~3.9份水泥置于水泥胶砂搅拌机中，设置搅拌机转速为120r/min，搅拌30s充分混合两种干料，按重量份数取3.3份水置于搅拌机中，设置搅拌机转速为180r/min，搅拌60s得到所需改性料浆；

2) 按重量份数取19.5份陶粒置于另一台水泥胶砂搅拌机内，设置搅拌机转速为120r/min开始搅拌，搅拌过程前10s内将步骤1)得到的改性料浆缓慢倒入搅拌机内，共搅拌120s后停止搅拌，得到料浆包裹陶粒；

3) 将步骤2)得到的料浆包裹陶粒平铺于木板上进行晾干，分散均匀，减少不同料浆包裹陶粒之间直接接触，避免因水化反应导致颗粒之间粘结硬化，将陶粒置于干燥环境风干24h，得到表面挂浆陶粒；

4) 将步骤3)得到的表面挂浆陶粒过筛，得到粒径为5~10mm的改性陶粒。

[0010] 优选地，所述水泥为强度不小于42.5MPa的硅酸盐水泥。

[0011] 优选地，所述玻化微珠粒径为16~24目。

[0012] 优选地，所述砂石由质量比为1:1的5~18mm粗骨料和1~4mm细骨料组成。

[0013] 优选地，所述物理发泡剂为泡沫混凝土剂或者轻质混凝土发泡剂。

[0014] 所述的改性陶粒隔热支护材料的制备方法，按照以下步骤制备：

步骤一、将A液所需的水泥、改性陶粒、玻化微珠、砂石和水按重量份数加入到搅拌机中，开启搅拌器搅拌均匀，搅拌时控制温度为23℃~40℃，环境相对湿度为35%~55%，搅拌

速率为100~120r/min,搅拌3~5min得到A液;并且,将B液所需的物理发泡剂和水按重量份数加入到水泥发泡机中生产泡沫,得到B液;

步骤二、将步骤一得到的A、B液按比例共同输送到混合器中进行搅拌混合,搅拌时控制温度为23℃~40℃,环境相对湿度为35%~55%,搅拌速率为120~150r/min,搅拌4~7min,确保混合物均匀混合并产生稳定的改性陶粒隔热支护材料。

[0015] 与现有技术相比,本发明具有以下有益效果:

第一、陶粒是一种轻质骨料,将其与水泥等混合后形成的混凝土具有较轻的重量,有助于减轻结构自重负荷,提高整体支护结构的稳定性。采用本发明提供的改性陶粒,可以快速地在孔隙率大、吸水率高的陶粒外围包裹上一层高强水泥壳层,与包裹前相比,包裹后的陶粒具有更高的筒压强度和很低吸水率,从而显著提高改性陶粒隔热支护材料的强度及隔热性能;水泥包裹改性陶粒的流动性好,能够充分填充支护结构中的空隙,形成紧密的结构,提高施工效率;由于陶粒本身的多孔性,水泥包裹陶粒具有较好的声音吸收性能,能够减少噪音传递;陶粒是一种可回收的材料,使用水泥包裹陶粒能够减少对自然资源的开采和环境污染。

[0016] 第二、UHPC采用特殊的超细胶结材料,如硅灰、矿渣粉等,以及特定比例的常规水泥,增强了胶结石粒间的力学连接,较普通水泥相比有更好的粘结能力,从而能够更好地紧密包裹陶粒,同时,UHPC中使用的细颗粒填料和胶结材料的选择以及特殊的配比技术,有助于优化胶结相与骨料间的界面,提高了界面的粘结力和传力效果,能进一步增强改性陶粒与水泥基体之间的联结,增强界面效应,进一步提高了改性陶粒隔热支护材料的整体强度。

[0017] 第三、物理发泡剂可以产生稳定的气泡,并将其分散均匀地分布在改性陶粒隔热支护材料中,形成稳定的发泡结构,使得改性陶粒隔热支护材料具有较轻的重量。其中的气泡可以阻碍热传导,形成热隔离层,进一步提升改性陶粒隔热支护材料的隔热性能,并能够在地震荷载下起到减震和能量吸收的作用,提高改性陶粒隔热支护材料的抗震性能;气泡的存在使改性陶粒隔热支护材料具有更好的流动性和可塑性,易于施工和成型;物理发泡剂是一种绿色环保的材料,不会对环境造成污染,且改性陶粒隔热支护材料的施工过程不需要高能耗,有利于节能减排。

[0018] 第四、陶粒是一种天然资源,常常作为废弃物重新利用。采用水泥包裹陶粒表面进行改性的方法,是在利用陶粒等废弃物进行生产,充分利用资源,减少了对其它自然资源的开采,大大降低了环境污染和资源浪费,有助于促进环境的可持续发展,同时,为处理陶粒提供新的方法并为新型隔热支护材料的研发提供新的思路。

[0019] 第五、本发明隔热支护材制备过程中对环境湿度进行了控制。在混凝土搅拌过程中,环境空气的相对湿度会影响混凝土中的水分含量和蒸发速度。高湿度会使混凝土中的水分蒸发速度减慢,这可能导致混凝土的流动性变差,增加搅拌的能耗。高湿度环境中混凝土的凝结时间也会延长,影响施工进度。相反,低湿度环境下的混凝土搅拌可能会导致水分过早蒸发,使混凝土凝结时间缩短。这可能导致混凝土表面干燥过快,增加龟裂和表面不均匀的风险。此外,混凝土的搅拌环境应该保持相对稳定的湿度,避免湿度剧烈波动对搅拌过程和混凝土质量造成不利影响。

## 附图说明

[0020] 图1为本发明实施例1~4制备的改性陶粒隔热支护材料及本发明对比例1、2制备的隔热支护材料相关性能对比图；

图2为SEM扫描电镜下普通陶粒(a)及改性陶粒(b)与水泥集体间界面效应对比图。

## 具体实施方式

[0021] 为使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白,以下结合实施例,对本发明进行进一步的详细说明。此处所描述的具体实施例仅用于解释本发明,并不用于限定发明。

[0022] 实施例1:改性陶粒隔热支护材料制备例一

本实施例的改性陶粒隔热支护材料由体积比1:0.16的A液和B液混合而成,所述A液由以下重量份的组分组成:粒径为5~10mm的改性陶粒175g,P42.5普通硅酸盐水泥1431g,粒径为16~24目的玻化微珠389g,级配为5~18mm粗骨料和1~4mm细骨料各50%构成的砂石2990g,水1000g;B液由以下重量份的组分组成:作为物理发泡剂的TR-A通用型发泡剂15g,水300g。

[0023] 所述改性陶粒是用UHPC及水泥按一定比例混合后表面裹浆进行改性得到的陶粒,制备改性陶粒的具体步骤为:

1)按重量份数取3.9份UHPC和2.6份水泥置于水泥胶砂搅拌机中,设置搅拌机转速为120r/min搅拌30s充分混合两种干料,按重量份数取3.3份水置于搅拌机中,设置搅拌机转速为180r/min搅拌60s得到所需改性料浆;

2)按重量份数取19.5份陶粒置于另一台水泥胶砂搅拌机内,设置搅拌机转速为120r/min开始搅拌,搅拌过程前10s内将步骤1)得到的改性料浆缓慢倒入搅拌机内,共搅拌120s后停止搅拌,得到料浆包裹陶粒;

3)将步骤2)得到的料浆包裹陶粒平铺于木板上进行晾干,分散均匀,减少不同料浆包裹陶粒之间直接接触,避免因水化反应导致颗粒之间粘结硬化,将陶粒置于干燥环境风干24h,得到表面改性陶粒;

4)将步骤3)得到的表面改性陶粒依次过10mm筛及5mm筛,5mm筛上筛余陶粒即为得到所需粒径的表面改性陶粒。

[0024] 所述改性陶粒隔热支护材料制备方法,具体步骤为:

步骤一、将A液所需的改性陶粒、水泥、玻化微珠、水等原料按重量份数加入到相应的搅拌机中,开启搅拌器开始搅拌,搅拌均匀,搅拌时控制温度为23℃~40℃,环境相对湿度为35%~55%,搅拌速率为100~120r/min,搅拌3~5min得到A液;

步骤二、与步骤一同步将B液所需的物理发泡剂、水等原料按重量份数加入到SQ-20型水泥发泡机中,以最大功率、最大风压生产泡沫得到B液;

步骤三、将步骤一、步骤二得到的A、B液按体积比1:0.16共同输送到混合器中进行搅拌混合,搅拌时控制温度为23℃~40℃,环境相对湿度为35%~55%,搅拌速率为120~150r/min,搅拌4~7min,确保混合物均匀混合并产生稳定的改性陶粒隔热支护材料。

[0025] 实施例2:改性陶粒隔热支护材料制备例二

本实施例与实施例1的区别仅在于:粒径为5~10mm的改性陶粒用量由175g改为195g。

**[0026] 实施例3:改性陶粒隔热支护材料制备例三**

本实施例与实施例1的区别仅在于:制备改性陶粒的具体步骤中,UHPC和水泥之间的质量比由3.9:2.6改为2.6:3.9。

**[0027] 实施例4:改性陶粒隔热支护材料制备例四**

本实施例与实施例2的区别仅在于:制备改性陶粒的具体步骤中,UHPC和水泥之间的质量比由3.9:2.6改为2.6:3.9。

**[0028] 对比例1:普通隔热支护材料制备例一**

本对比例隔热支护材料由体积比1:0.16的A液和B液混合而成,所述A液由以下重量份的组分组成:粒径为5~10mm的普通陶粒175g,P42.5普通硅酸盐水泥1431g,粒径为16~24目的玻化微珠389g,级配为5~18mm粗骨料和1~4mm细骨料各50%构成的砂石2990g,水1000g;B液由以下重量份的组分组成:作为物理发泡剂的TR-A通用型发泡剂15g,水300g。

**[0029] 对比例1所述隔热支护材料制备方法,具体步骤为:**

步骤一、将A液所需的普通陶粒、水泥、玻化微珠、水等原料按重量份数加入到相应的搅拌机中,开启搅拌器开始搅拌,搅拌均匀,搅拌时控制温度为23℃~40℃,环境相对湿度为35%~55%,搅拌速率为100~120r/min,搅拌3~5min得到A液;

步骤二、与步骤一同步将B液所需的TR-A通用型发泡剂、水等原料按重量份数加入到SQ-20型水泥发泡机中,以最大功率、最大风压生产泡沫得到B液;

步骤三、将步骤一、步骤二得到的A、B液按体积比1:0.16共同输送到混合器中进行搅拌混合,搅拌时控制温度为23℃~40℃,环境相对湿度为35%~55%,搅拌速率为120~150r/min,搅拌4~7min,确保混合物均匀混合并产生稳定的改性陶粒隔热支护材料。

**[0030] 对比例2:普通隔热支护材料制备例二**

本对比例隔热支护材料由以下重量份的组分组成:粒径为5~10mm的普通陶粒175g,P42.5普通硅酸盐水泥1431g,粒径为16~24目的玻化微珠389g,级配为5~18mm粗骨料和1~4mm细骨料各50%构成的砂石2990g,水1300g。

**[0031] 对比例2所述隔热支护材料制备方法,具体步骤为:**

步骤一、将所需的干原料普通陶粒、水泥、玻化微珠和砂石按重量份数加入到水泥搅拌机中;

步骤二、开启搅拌器开始搅拌,搅拌均匀,搅拌时控制温度为23℃~40℃,环境相对湿度为35%~55%,搅拌速率为100~120r/min,搅拌3~5min;

步骤三、步骤二搅拌3~5min后加入所需水继续搅拌,搅拌时控制温度为23℃~40℃,环境相对湿度为35%~55%,搅拌速率为120~150r/min,搅拌5~10min,确保混合物均匀混合;

利用上述实施例1、实施例2、实施例3、实施例4以及对比例1、对比例2制备的隔热支护材料分别进行坍落度、流动性等基本性能的测定,并按照试验标准浇筑成件养护28d后对导热系数、比热容等热物理性质进行测定,同时对结石体抗压强度、抗折强度等物理力学性质进行测定;并对用UHPC及水泥按不同比例混合后表面裹浆进行改性得到的陶粒和普通陶粒进行筒压实验,得出实验数据进行对比。测定方法均为对隔热支护混凝土材料上述各项参数的常规检测方法,测定结果如表1、表2所示。

**[0032] 表1**

| 项目    | 基本性能测定指标 |                                       |  |  |
|-------|----------|---------------------------------------|--|--|
|       | 坍落度/mm   | 密度 $\rho/\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ | 导热系数/ $\text{w}(\text{m}\cdot\text{K})^{-1}$ | 比热容/ $\text{kJ}\cdot(\text{kg}\cdot\text{K})^{-1}$ |
| 实施例 1 | 178      | 1.68                                  | 0.508  | 0.42   |
| 实施例 2 | 176      | 1.59                                  | 0.459  | 0.43   |
| 实施例 3 | 175      | 1.65                                  | 0.572  | 0.46   |
| 实施例 4 | 172      | 1.55                                  | 0.552  | 0.48   |
| 对比例 1 | 165      | 1.73                                  | 0.837  | 0.56   |
| 对比例 2 | 153      | 1.96                                  | 0.941  | 0.50   |

[0033] 表2

| 项目    | 物理力学性能测定 |          |              |              |
|-------|----------|----------|--------------|--------------|
|       | 抗压强度/MPa | 抗折强度/MPa | 改性陶粒筒压强度/MPa | 普通陶粒筒压强度/MPa |
| 实施例 1 | 16.56    | 6.43     | 1.43         | -            |
| 实施例 2 | 15.67    | 6.36     | 1.41         | -            |
| 实施例 3 | 16.48    | 6.12     | 1.19         | -            |
| 实施例 4 | 15.53    | 6.07     | 1.23         | -            |
| 对比例 1 | 16.17    | 5.83     | -            | 0.73         |
| 对比例 2 | 17.11    | 6.09     | -            | 0.71         |

[0034] 由表1中的数据可知,实施例与对比例均满足喷射混凝土的基本性能要求,对比实施例1、实施例2、实施例3、实施例4与对比例1可知,掺入改性陶粒后,改性陶粒隔热支护材料的坍落度增大,密度减小,浆料流动性能得到提升,可降低喷射施工难度及工人负担,改性陶粒等隔热材料的合理掺加并不影响喷射施工。同时,掺加改性陶粒后,改性陶粒隔热支护材料的导热系数明显降低,说明改性陶粒较普通陶粒隔热性能显著提高。将图2的(a)和图2的(b)比对分析可知,普通陶粒内部孔隙受水泥水化反应影响,被水化产物填充,孔隙率降低,隔热性能降低;改性陶粒表面封闭,水泥水化反应在陶粒表面外进行,对陶粒内部孔隙影响较小,仍保留多数内部闭合孔,起到良好的隔热效果。

[0035] 由表2中的数据可知,改性陶粒较普通陶粒有更高的强度,对比实施例1、实施例3与对比例1可知,掺加相同质量的陶粒,掺加改性陶粒的改性陶粒隔热支护材料较掺加普通陶粒的隔热支护材料,20d抗压强度及抗折强度均有所提高。结合图2分析可知,改性陶粒表面与改性料浆紧密结合,UHPC与水泥混合所得的改性料浆硬化后,在普通陶粒表面形成了一层硬质壳膜,一定程度上提高了改性陶粒的力学强度;同时,普通陶粒与水泥基体间存在裂缝,联结效果较差,但改性陶粒借助其表面包裹的壳膜可与水泥基体间紧密联结,减少缝隙,从而提升改性陶粒隔热支护材料的物理力学性能。

[0036] 由表1、2数据,对比实施例1与实施例2、实施例3与实施例4可知,加入相同制备方法得到的改性陶粒,随着改性陶粒掺量的增加,材料的密度、导热系数、28d抗压强度、抗折强度均有所减小,由此得出,改性陶粒在提高隔热支护材料隔热性能的同时,一定程度上会降低其力学强度,但幅度较小,仍满足强度要求;对比实施例3与实施例1、实施例4与实施例2可知,相同改性陶粒掺量的隔热支护材料,随着制备改性陶粒过程中,UHPC占比的增大,材料的导热系数减小,28 d抗压强度、抗折强度及改性陶粒筒压强度增大,由此可知,高占比UHPC改性料浆对普通陶粒改性效果较好,结合UHPC高强、高粘性等性能分析可知,改性陶粒

表面UHPC比例较高时,能有效提高改性陶粒筒压强度,且加强其与水泥基体间联结效果,从而,提升改性陶粒隔热支护材料力学强度。

[0037] 由表1、2数据,结合图1,对比对比例2与对比例1可知,掺加B液后,材料坍落度增大,密度、28d抗压强度减小;导热系数小幅度降低。由此结合上述实验结果分析可知,适量B液的掺加可有效提高改性陶粒隔热支护材料的流动性,在保证材料强度的基础上减轻其密度,减少材料成本及施工负担,并在一定程度上提升材料隔热性能。该种改性陶粒隔热支护材料隔热性能良好、轻质高强、抗裂效果好、耐久性高、喷射效果好、环境友好、低碳环保及成本较低。

[0038] 本发明制备的改性陶粒隔热支护材料在现场应用时,使用空压喷射机将搅拌好的隔热支护材料喷射至工作面进行施工。

[0039] 本发明所述UHPC系指超高性能混凝土,包括但不限于Ductal、CRC、Cem-Pave品牌。

[0040] 本发明所述物理发泡剂举例如下:宜宜居动物蛋白复合高分子发泡剂、皖科新泡沫剂、TRUNNANO TR-A通用型发泡剂等。

[0041] 本发明的技术方案不限于上述具体实施例的限制,凡是根据本发明的技术方案做出的技术变形,均落入本发明的保护范围之内。

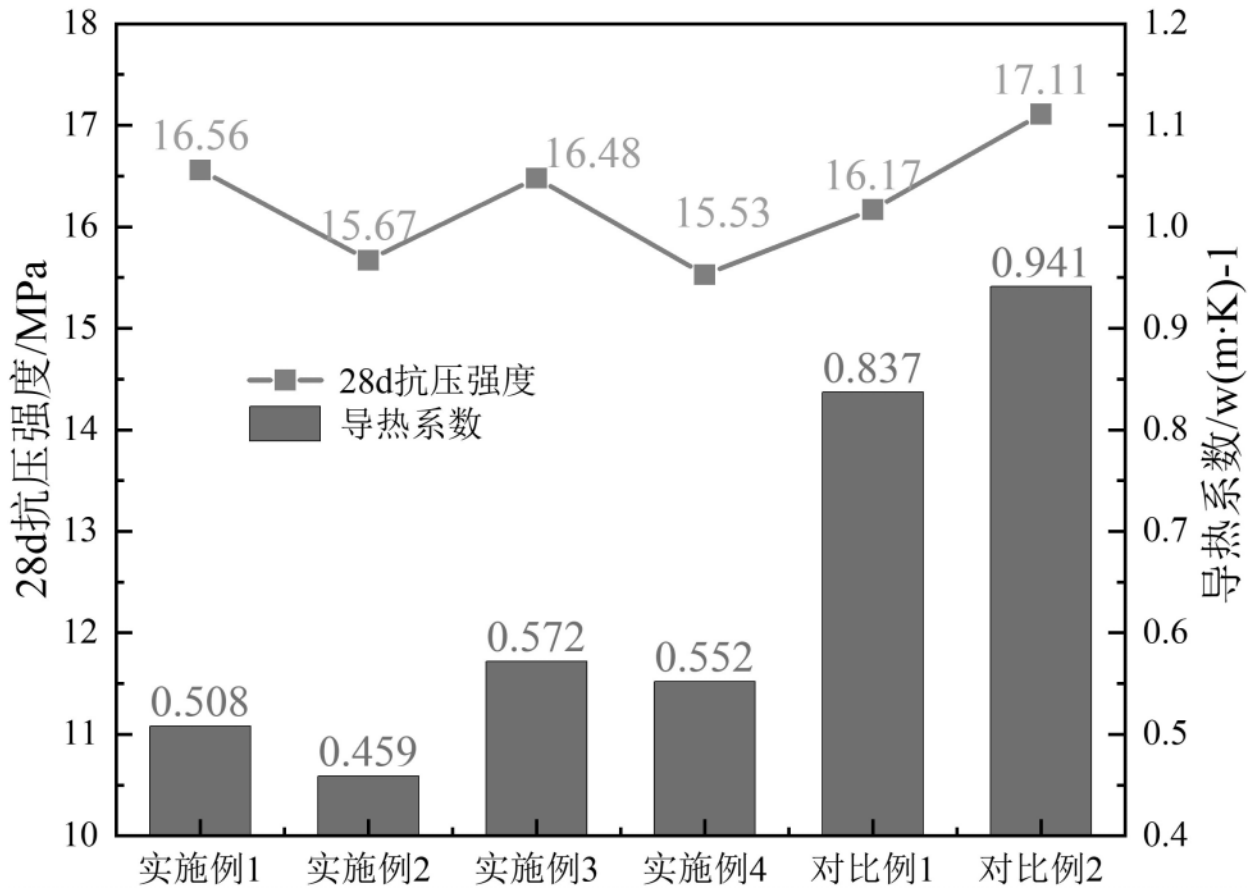


图 1

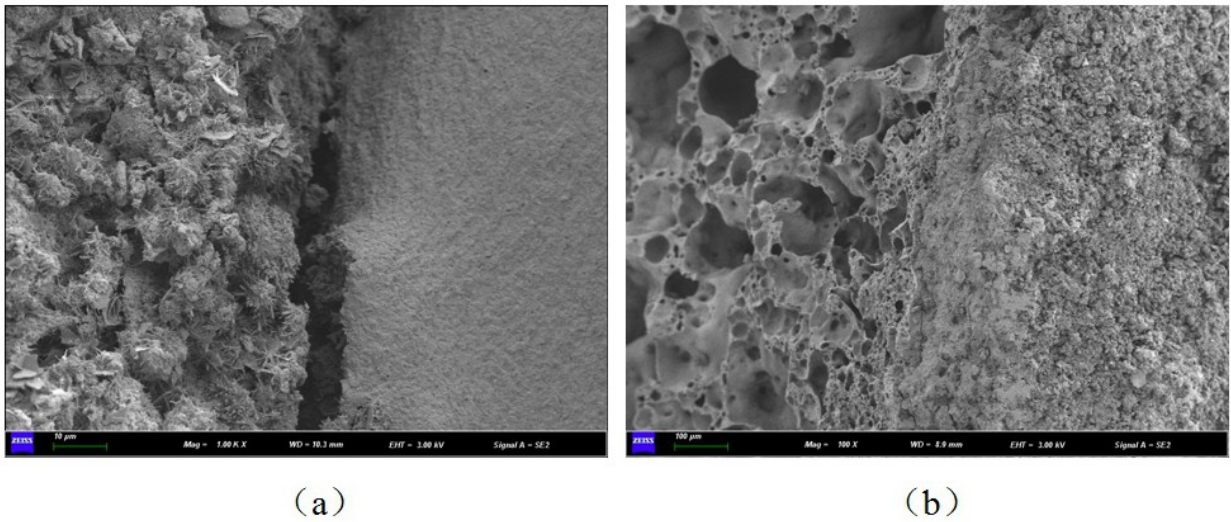


图 2