



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103043973 B

(45) 授权公告日 2014.06.11

(21) 申请号 201310023003.2

CN 101898883 A, 2010.12.01, 实施例 1-12.

(22) 申请日 2013.01.22

宋旭辉等. 利用沙漠细砂生产泡沫混凝土的研究. 《混凝土》. 2007, (第 12 期), 55-57.

(73) 专利权人 甘肃省建材科研设计院

地址 730020 甘肃省兰州市城关区段家滩
1372 号

审查员 许辉

(72) 发明人 田斌守 邵继新 杨树新 冯启彪
王本明 梁斌 武保宏 白凤武
王艳 菅泳仿

(74) 专利代理机构 兰州中科华西专利代理有限公司 62002

代理人 李艳华

(51) Int. Cl.

C04B 28/04 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 1313258 A, 2001.09.19, 实施例 1-3.

CN 1978373 A, 2007.06.13, 实施例 1-3.

CN 101172881 A, 2008.05.07, 实施例 1-10.

权利要求书1页 说明书6页

(54) 发明名称

一种混凝土储热材料

(57) 摘要

本发明涉及一种混凝土储热材料,它是指由下述材料与水混合制成的干表观密度达到 $3200\text{kg}/\text{m}^3 \sim 3300\text{kg}/\text{m}^3$, 导热系数达到 $2.45\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K}) \sim 2.60\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 、比热达到 $1.10\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}) \sim 1.20\text{kJ}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$ 的储热材料:胶凝材料为水泥和粉煤灰,其总用量为 $380\text{kg}/\text{m}^3 \sim 400\text{kg}/\text{m}^3$;粗骨料为石子,其用量为 $1400\text{kg}/\text{m}^3 \sim 1500\text{kg}/\text{m}^3$;细骨料为镍渣和铁屑,其总用量为 $1300\text{kg}/\text{m}^3 \sim 1400\text{kg}/\text{m}^3$;钢纤维用量为 $100\text{kg}/\text{m}^3 \sim 120\text{kg}/\text{m}^3$, 高效减水剂的用量为 $3.0\text{kg}/\text{m}^3 \sim 3.5\text{kg}/\text{m}^3$ 。本发明具有低成本、高性能、安全性高的特点。

1. 一种混凝土储热材料,其特征在于:它是指由下述材料与水混合制成的干表观密度达到 $3217\text{kg}/\text{m}^3$,导热系数达到 $2.52\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 、比热达到 $1.129\text{kJ}/(\text{kg}\cdot^\circ\text{C})$ 的储热材料:胶凝材料为水泥和粉煤灰,其总用量为 $380\text{kg}/\text{m}^3$;粗骨料为石子,其用量为 $1400\text{ kg}/\text{m}^3$;细骨料为镍渣和铁屑,其总用量为 $1400\text{kg}/\text{m}^3$;钢纤维用量为 $100\text{kg}/\text{m}^3$,高效减水剂的用量为 $3.0\text{kg}/\text{m}^3$,水的用量 $150\text{kg}/\text{m}^3$;

其中:胶凝材料中的粉煤灰用量为胶凝材料总重量的 13%;细骨料中镍渣的用量为细骨料总重量的 50%,铁屑的用量为细骨料总重量的 50%。

2. 如权利要求 1 所述的一种混凝土储热材料,其特征在于:所述胶凝材料中的水泥是指强度等级为 P·O 42.5 普通硅酸盐水泥。

3. 如权利要求 1 所述的一种混凝土储热材料的制备方法,其特征在于:首先按配比称量各原料;然后将粗骨料、细骨料、钢纤维、水泥、粉煤灰和高效减水剂依次投入到搅拌机,搅拌 30s,再将拌和水加入搅拌机中搅拌 $100\text{s}\sim 150\text{s}$,制成坍落度为 $70\text{mm}\sim 90\text{mm}$ 的混凝土,浇注振动成型即得。

一种混凝土储热材料

技术领域

[0001] 本发明涉及新材料及新能源应用的节能技术领域,尤其涉及一种混凝土储热材料。

背景技术

[0002] 近年来,能源枯竭危机逐步显现,世界各国对可再生能源产业给予了前所未有的重视,纷纷出台相关政策,加大对太阳能、风能、潮汐能、地热等产业的支持力度。而太阳能由于其储量的“无限性”、存在的普遍性、利用的清洁性(减少温室气体排放)等巨大的优势使其产业增长率达到70%以上,在世界各种能源增长速率中名列第一。我国太阳能资源丰富,市场潜力巨大,三分之二以上国土面积处于太阳能资源丰富区,有较好的资源条件和发展基础,随着我国《可再生能源法》等法规颁布实施及一系列推进开再生能源政策的出台,太阳能产业规模的迅速扩大,生产设备销售量也大幅增长,已经成为世界太阳能产业和市场发展最快的国家之一,是世界上最大的太阳能生产和消费国。因此,发展太阳能产业具有一定的客观基础和现实意义。

[0003] 太阳能目前利用的主要途径有光电转换、光热转换、光化学转换等,光电转换主要用于太阳能电池及太阳能发电,光化学转换是对植物光合作用的进一步利用,而目前最能推广,也最能产生巨大的效益的就是光热转换。光热转换涉及的实际生活的范围较广,如热水器、干燥器,采暖和制冷,温室与太阳房,太阳灶和高温炉,海水淡化装置、水泵、热力发电装置及太阳能医疗器具等等。涉及的领域又可分为低温(40~80℃)、中温(80~250℃)和高温(>250℃)三类,涵盖国民经济多个行业,若是能够将其大规模应用,则会给整个社会经济、资源、环境等带来巨大的效益。就我国太阳能利用领域而言,太阳能低温及高温利用技术相对成熟,中温利用相对研究较少。因此,要实现跨越式发展,最大限度地实现太阳能利用,节约资源,就必须克服太阳能低温和高温利用的两个极点,大力推进太阳能中低温领域利用。

[0004] 太阳能热利用涉及四个基本技术问题,即太阳能的采集、转换、贮存、输运,其中太阳能采集、转换及输运技术都已取得巨大进展,当前的难点在于如何以较低的成本解决太阳能贮存——储热技术。虽然太阳能从太阳喷发到达地球的能量是连续且基本稳定的,但是由于阴晴雨雪等天气变化和昼夜更替的自然规律,使得地球接受到的太阳能具有时效性和不稳定性,其能量只能在白天没有云的遮盖下才能最大化的收集,又由于日照时间和照射角度的影响,一年之中夏季的热量最高,这样就有了随着一天中白天黑夜、一年中春夏秋冬太阳能的峰谷变化。在没有阳光的情况下,如若仍旧需要维持整个系统的正常运转,就必须把太阳输送到地球的一部分能源储存起来,在无太阳光照时再输送出来,因此,太阳能应用中储热技术是太阳能光热应用的核心。不能实现储热就不能解决太阳能光热资源的削峰填谷及系统的稳定运行,这制约了现阶段我国太阳能光热产业的发展,对全面推进太阳能应用形成了一定的障碍,而储热技术所面临的重大阻碍则是没有廉价高效的储热材料。

[0005] 1、储热材料的性能要求

[0006] 储热材料在太阳能利用中起着“削峰填谷”的作用。选用何种储热材料来解决太阳能的时效性是世界上许多国家致力研究的难点,根据太阳能的特点及储热要求,储热材料的选择必须满足:

[0007] (1)储热密度大。对于显热储热材料来说,储热密度大就是其热容大;对于潜热材料储热密度大则是其相变潜热大;对于化学反应储热材料要求反应的热效应大。

[0008] (2)稳定性好。对于单一组分的材料,稳定性好就是其不易挥发和发生分解;而对于多组分的材料来说,则是要求各组分间要结合牢固,不能发生离析的现象。

[0009] (3)不同状态间转化时,材料体积变化要小。

[0010] (4)导热系数大,能量可以及时的储存或取出。

[0011] (5)无毒、无腐蚀、不易燃易爆,且价格低廉。

[0012] (6)合适的使用温度。

[0013] 2、储热材料的分类

[0014] 根据储热过程不同将储热材料分为显热储热材料,潜热储热材料(相变储热材料)、化学反应储热材料三大类。

[0015] (1)显热储热材料

[0016] 显热储热材料主要是利用物质的热容量,通过升高或降低物质的温度进行能量的储存和释放。目前使用最广泛的几种太阳能显热储热材料及设备有:温度分层型储热水槽、地下蓄水层、土壤、砖石、混凝土以及将其他一些物质混合后再经过高温烧结制成的显热储热材料等。

[0017] (2)相变储热材料

[0018] 相变材料分为固-液相变、液-气相变、固-气相变和固-固相变材料四大类,在液-气和固-气相变中都有大量的气体产生,因此要求容器要有良好的密封性,对工作环境的要求比较苛刻,不便于操作,所以,生产实际一般都不采用这种方法。固-液和固-固是目前相变材料研究最多、最广、最成熟的两大类储热材料。

[0019] (3)化学反应储热材料

[0020] 化学反应储热材料就是利用可逆化学反应中的热效应从而达到热量的释放和吸收储存的。其对储存低中温热量最有效的化学反应是水合/脱水反应,该反应的可逆性很好,对设计多用途的低中温储热系统非常有益。但是目前研究较多的无机水合物、氢氧化物及多孔材料均有一致命缺点,就是反应过程中有气体产生,故对反应器的要求非常苛刻,而且应用时存在的技术复杂、一次性投资大及整体效率不高等缺点,因此,其应用范围不广。

[0021] (4)几种太阳能热利用储热材料性能比较如表 1

[0022] 表 1 几种太阳能热利用储热材料性能比较

[0023]

储能材料	温度 (°C)		表观密度 (kg/m ³)	导热系数 (W/m·K)	热容 (kJ/kg·K)	体积热容 (kJ/m ³)	单位成本 (US\$/kg)	每 kWh 造价 (US\$/kWh)
	冷	热						
固体								
砂岩-原油	200	300	1700	1	1.3	60	0.15	4.2
混凝土	200	400	2200	1.5	0.85	100	0.05	1
铸铁	200	400	7200	37	0.56	160	1	32
铸钢	200	700	7800	40	0.6	450	5	60
液体								
原油	200	300	770	0.12	2.6	55	0.3	4.2
合成油	250	350	900	0.11	2.3	57	3	43
亚硝酸盐	250	450	1825	0.57	1.5	152	1	12
硝酸盐	265	565	1870	52	1.6	250	0.5	3.7
相变材料								
NaNO ₃	308		2257	0.5	200	125	0.2	3.6
KNO ₃	333		2110	0.5	267	156	0.3	4.1
KOH	350		2044	0.5	150	85	1	24
混盐陶瓷 (Na ₂ CO ₃ -BaCO ₃ /MgO)	500—850		2600	5	420	300	2	17

[0024] 铸钢、铸铁等材料导热系数高、易成型、物理化学性能稳定，但成本太高；油类比热容大、系统集成性好、热利用率高，但价格较贵，使用寿命较短；熔盐单位体积储热表观密度大，但腐蚀性强，造成管道等附属设施的成本大幅度增加，使用寿命较短；陶瓷可利用固体废弃物、可大规模制备、有良好的力学、抗热震能力和高耐腐蚀性能、单元组合方便且使用寿命长、无污染等优点，但导热系数偏低，储热能力介于金属和混凝土之间。

[0025] 目前太阳能应用技术中，广泛使用的储热材料是相变材料和显热材料，相变材料一般对反应容器要求比较高，成本也相对较高，显热材料的成本相对较低，但储热表观密度小于相变材料。通过对多种储热材料特点、性能对比可以得出：混凝土储热材料的造价是所有储热材料中最低的，且与硝酸盐类相比，混凝土具有更高导热系数，良好的力学、抗热震能力，性能稳定、成本低，对管道无任何腐蚀，是用于太阳能光热应用的理想候选储热材料之一，其缺点是单位体积储热能力较小，体积较大，但此点可通过添加其它材料加以改善。另外，混凝土材料是以最简单的生产工艺所制作的具有最复杂结构的复合材料，也是基础设施建设必不可少的结构材料，具有用途广、用量大等。

发明内容

[0026] 本发明所要解决的技术问题是提供一种低成本、高性能的混凝土储热材料。

[0027] 为解决上述问题，本发明所述的一种混凝土储热材料，其特征在于：它是指由下述材料与水混合制成的干表观密度达到 3200kg/m³~3300kg/m³，导热系数达到 2.45 W/(m·K)~2.60W/(m·K)、比热达到 1.10 kJ/(kg·°C)~1.20kJ/(kg·°C) 的储热材料：胶凝材料为水泥和粉煤灰，其总用量为 380 kg/m³~400kg/m³；粗骨料为石子，其用量为 1400 kg/m³~1500 kg/m³；细骨料为镍渣和铁屑，其总用量为 1300kg/m³~1400kg/m³；钢纤维用量为 100kg/m³~120kg/m³，高效减水剂的用量为 3.0kg/m³~3.5kg/m³。

[0028] 所述胶凝材料中的水泥是指强度等级为 P·O 42.5 普通硅酸盐水泥。

[0029] 所述胶凝材料中的粉煤灰用量为所述胶凝材料总重量的 13%~15%。

[0030] 所述细骨料中镍渣的用量为所述细骨料总重量的 50%~60%，所述铁屑的用量为所述细骨料总重量的 40%~50%。

[0031] 如上所述的一种混凝土储热材料的制备方法，其特征在于：首先按配比称量各原料；然后将粗骨料、细骨料、钢纤维、水泥、粉煤灰和高效减水剂依次投入到搅拌机，搅拌 30s，再将拌和水加入搅拌机中搅拌 100s~150s，制成坍落度为 70mm~90mm 的混凝土，浇注振动成型即得。

[0032] 本发明与现有技术相比具有以下优点：

[0033] 1、本发明采用镍渣和铁屑做混凝土的细骨料，使混凝土的干表观密度达到 3200~3300 kg/m³，比传统混凝土提高约 50%，从而解决了混凝土储热材料比热低的技术瓶颈，同时本发明混凝土还提高了导热性能。

[0034] 2、本发明通过在混凝土中掺加钢纤维有效提高了储热混凝土的体积稳定性和热循环过程中的耐久性能、传热性能以及力学性能。

[0035] 3、本发明储热混凝土中使用了镍渣和铁屑作为细骨料，这些物质表面不规则，且有一定的活性，优化混凝土结构。通过掺如少量的粉煤灰，充分发挥粉煤灰的微集料效应和二次水化活性效应，有助于改善混凝土的力学性能、收缩变形和耐久性能。减水剂的使用提高了混凝土的密实度，有效提高力学性能的同时改善了储热混凝土的热性能指标。

[0036] 4、本发明所用的镍渣、铁屑和粉煤灰不仅在储热混凝土中发挥着优异的性能，并实现了固体工业废弃物的回收利用，不仅降低了生产成本，而且有助于改善生态环境，实现变废为宝。

[0037] 5、本发明储热混凝土的制备工艺简单，成本低廉，适宜大范围推广应用。

[0038] 6、本发明储热混凝土技术指标检测结果如表 2。

[0039]

项目	本发明 实施例 1	本发明 实施例 2	本发明 实施例 3
混凝土浆体坍落度, mm	81	86	72
表观密度, kg/m ³	3217	3300	3210
导热系数, W/(m·K)	2.52	2.60	2.45
比热, kJ/(kg·°C)	1.129	1.205	1.216
抗压强度, MPa	42.6	45.0	43.7
热膨胀系数	4.89×10^{-6}	5.08×10^{-6}	4.96×10^{-6}

具体实施方式

[0040] 材料说明：

[0041] 1、胶凝材料：胶凝材料由水泥和粉煤灰组成，其中水泥是指强度等级为 P·O 42.5

普通硅酸盐水泥,粉煤灰为 GB/T 1596-2005《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》规定的 II 级灰,水泥占胶结料的 85%~87%,粉煤灰占胶结料 13%~15%;

[0042] 2、粗骨料:所用粗骨料为 GB/T 14685-2011《建筑用卵石、碎石》规定的 5mm~31.5mm 的 II 类碎石。

[0043] 3、细骨料:细骨料由镍渣和铁屑组成,其中镍渣的用量为所述细骨料总重量的 50%~60%,铁屑的用量为所述细骨料总重量的 40%~50%。镍渣表观密度为 $3500 \text{ kg/m}^3 \sim 3800 \text{ kg/m}^3$,堆积密度为 $2200 \text{ kg/m}^3 \sim 2300 \text{ kg/m}^3$;铁屑表观密度为 $4300 \text{ kg/m}^3 \sim 4500 \text{ kg/m}^3$,堆积密度为 $2700 \text{ kg/m}^3 \sim 2800 \text{ kg/m}^3$,混合后细集料的细度模数为 2.3~3.0;表观密度为 $3800 \text{ kg/m}^3 \sim 4100 \text{ kg/m}^3$,堆积密度 $2400 \text{ kg/m}^3 \sim 2500 \text{ kg/m}^3$ 。

[0044] 4、钢纤维:所用钢纤维为市售产品。主要技术要求参照 JGJ/T221-2010《纤维混凝土应用技术规程》中钢纤维的规定,长度 20mm~60mm,直径(当量直径) 0.3mm~0.9mm,长径比为 30~80。抗拉强度等级为 380 级,抗拉强度 380MPa~600MPa,弯折性能的合格率不低于 90%,尺寸偏差合格率不低于 90%。

[0045] 5、高效减水剂:当地建材市场采购,减水率 18%~20%。

[0046] 6、水:为当地自来水公司供应的饮用水。

[0047] 实施例 1 一种混凝土储热材料,它是指由下述材料与水混合制成的干表观密度达到 $3200 \text{ kg/m}^3 \sim 3300 \text{ kg/m}^3$,导热系数达到 $2.45 \text{ W/(m} \cdot \text{K)} \sim 2.60 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ 、比热达到 $1.10 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{°C)} \sim 1.20 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{°C)}$ 的储热材料:

[0048] 胶凝材料为水泥和粉煤灰,其总用量为 380 kg/m^3 ;粗骨料为石子,其用量为 1400 kg/m^3 ;细骨料为镍渣和铁屑,其总用量为 1400 kg/m^3 ;钢纤维用量为 100 kg/m^3 ,高效减水剂的用量为 3.0 kg/m^3 ,水的用量 150 kg/m^3 。

[0049] 其中:胶凝材料中的粉煤灰用量为胶凝材料总重量的 13%。

[0050] 细骨料中镍渣的用量为细骨料总重量的 50%,铁屑的用量为细骨料总重量的 50%。

[0051] 该混凝土储热材料的制备方法是指首先按配比称量各原料;然后将粗骨料、细骨料、钢纤维、水泥、粉煤灰和高效减水剂依次投入到搅拌机,搅拌 30s,再将拌和水加入搅拌机中搅拌 100s~150s,制成坍落度为 70mm~90mm 的混凝土,浇注振动成型即得。

[0052] 实施例 2 一种混凝土储热材料,它是指由下述材料与水混合制成的干表观密度达到 $3200 \text{ kg/m}^3 \sim 3300 \text{ kg/m}^3$,导热系数达到 $2.45 \text{ W/(m} \cdot \text{K)} \sim 2.60 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ 、比热达到 $1.10 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{°C)} \sim 1.20 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{°C)}$ 的储热材料:

[0053] 胶凝材料为水泥和粉煤灰,其总用量为 400 kg/m^3 ;粗骨料为石子,其用量为 1500 kg/m^3 ;细骨料为镍渣和铁屑,其总用量为 1300 kg/m^3 ;钢纤维用量为 120 kg/m^3 ,高效减水剂的用量为 3.5 kg/m^3 ,水的用量 163 kg/m^3 。

[0054] 其中:胶凝材料中的粉煤灰用量为胶凝材料总重量的 15%。

[0055] 细骨料中镍渣的用量为细骨料总重量的 60%,铁屑的用量为细骨料总重量的 40%。

[0056] 该混凝土储热材料的制备方法同实施例 1。

[0057] 实施例 3 一种混凝土储热材料,它是指由下述材料与水混合制成的干表观密度达到 $3200 \text{ kg/m}^3 \sim 3300 \text{ kg/m}^3$,导热系数达到 $2.45 \text{ W/(m} \cdot \text{K)} \sim 2.60 \text{ W/(m} \cdot \text{K)}$ 、比热达到 $1.10 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{°C)} \sim 1.20 \text{ kJ/(kg} \cdot \text{°C)}$ 的储热材料:

[0058] 胶凝材料为水泥和粉煤灰,其总用量为 390 kg/m^3 ;粗骨料为石子,其用量为 1450

kg/m³;细骨料为镍渣和铁屑,其总用量为 1350kg/m³;钢纤维用量为 110kg/m³,高效减水剂的用量为 3.25kg/m³,水的用量 155kg/m³。

[0059] 其中:胶凝材料中的粉煤灰用量为胶凝材料总重量的 14%。

[0060] 细骨料中镍渣的用量为细骨料总重量的 55%,铁屑的用量为细骨料总重量的 45%。

[0061] 该混凝土储热材料的制备方法同实施例 1。