

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2022 年 7 月 7 日 (07.07.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/142135 A1

(51) 国际专利分类号:
C04B 38/10 (2006.01) C04B 33/138 (2006.01)
C04B 28/14 (2006.01) C04B 33/132 (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/098459

(22) 国际申请日: 2021 年 6 月 4 日 (04.06.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

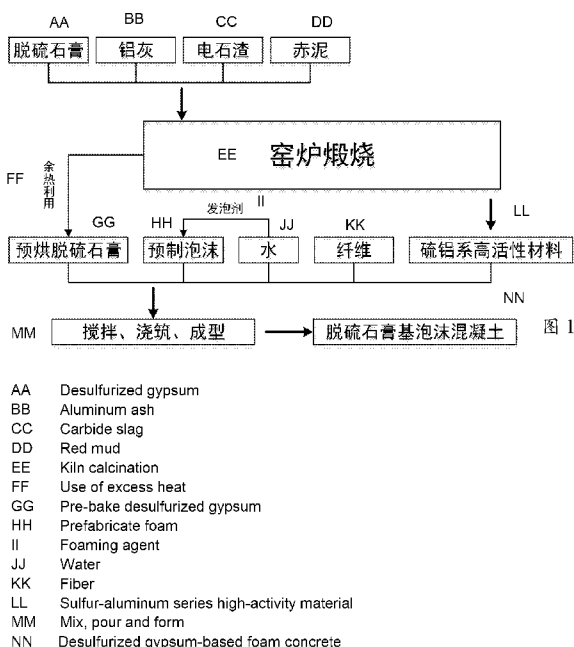
(30) 优先权:
202011639043.6 2020 年 12 月 31 日 (31.12.2020) CN

(71) 申请人: 山东大学 (SHANDONG UNIVERSITY)
[CN/CN]; 中国山东省济南市历下区经十路
17923 号, Shandong 250061 (CN)。

(72) 发明人: 王文龙 (WANG, Wenlong); 中国山东省济南市历下区经十路 17923 号, Shandong 250061 (CN)。 杨世钊 (YANG, Shizhao); 中国山东省济南市历下区经十路 17923 号, Shandong 250061 (CN)。 姚星亮 (YAO, Xingliang); 中国山东省济南市历下区经十路 17923 号, Shandong 250061 (CN)。 王旭江 (WANG, Xujiang); 中国山东省济南市历下区经十路 17923 号, Shandong 250061 (CN)。 李敬伟 (LI, Jingwei); 中国山东省济南市历下区经十路 17923 号, Shandong 250061 (CN)。 毛岩鹏 (MAO, Yanpeng); 中国山东省济南市历下区经十路 17923 号, Shandong 250061 (CN)。 姚永刚 (YAO, Yonggang); 中国山东省济南市历下区经十路 17923 号, Shandong 250061 (CN)。 武双 (WU, Shuang); 中国山东省济南市历下区经十路 17923 号, Shandong 250061 (CN)。

(54) Title: DESULFURIZED GYPSUM-BASED FOAM CONCRETE, PREPARATION METHOD THEREFOR AND APPLICATION THEREOF

(54) 发明名称: 一种脱硫石膏基泡沫混凝土及制备方法和应用



(57) Abstract: Provided are desulfurized gypsum-based foam concrete, a preparation method therefor and an application thereof. The concrete comprises a composite cementing material and foam, and 0.5-3 L of foam is added into every 1 kg of the composite cementing material. The composite cementing material comprises the following raw materials in parts by weight: 70-90 parts of desulfurized gypsum, 10-30 parts of a sulfur-aluminum series high-activity material, 30-45 parts of water and 3-10 parts of an additive. The sulfur-aluminum series high-activity material comprises the following raw materials in parts by weight: 20-40 parts of desulfurized gyp-

(74) 代理人: 济南圣达知识产权代理有限公司(JINAN SHENGDA INTELLECTUAL PROPERTY AGENCY CO., LTD.); 中国山东省济南市历下区经十路 17703 号华特广场 B510 室, Shandong 250061 (CN)。

(81) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的国家保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

sum, 20-28 parts of aluminum ash, 25-30 parts of carbide slag and 16-25 parts of red mud. The concrete improves the comprehensive utilization rate of desulfurized gypsum, and effectively solves the problem in which the strength and water resistance of gypsum-based foam concrete are poor.

(57) 摘要: 提供一种脱硫石膏基泡沫混凝土及制备方法和应用。该混凝土包括复合胶凝材料和泡沫, 每1kg 复合胶凝材料中加入0.5-3L 泡沫; 复合胶凝材料包括如下重量份的原料: 脱硫石膏 70-90 份、硫铝系高活性材料 10-30 份、水 30-45 份和添加剂 3-10 份; 硫铝系高活性材料包括如下重量份的原料: 脱硫石膏 20-40 份、铝灰 20-28 份、电石渣 25-30 份、赤泥 16-25 份。该混凝土提高了脱硫石膏的综合利用率, 并有效解决了石膏基泡沫混凝土的强度和耐水性差的问题。

一种脱硫石膏基泡沫混凝土及制备方法和应用

技术领域

本发明属于泡沫混凝土技术领域，具体涉及一种脱硫石膏基泡沫混凝土及制备方法和应用。

背景技术

公开该背景技术部分的信息仅仅旨在增加对本发明的总体背景的理解，而不必然被视为承认或以任何形式暗示该信息构成已经成为本领域一般技术人员所公知的现有技术。

随着工业的发展，产生了大量的固体废弃物，由于固体废弃物成分复杂、含有重金属等问题，导致固体废弃物难以利用、大量堆放，对空气、土壤、水之造成严重的污染，严重危害人类健康。脱硫石膏又称排烟脱硫石膏、硫石膏或FGD石膏，主要成分和天然石膏一样，为二水硫酸钙 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ，含量 $\geq 93\%$ 。脱硫石膏是FGD过程的副产品，FGD过程是一项采用石灰-石灰石回收燃煤或油的烟气中的二氧化硫的技术。该技术是把石灰-石灰石磨碎制成浆液，使经过除尘后的含 SO_2 的烟气通过浆液洗涤器而除去 SO_2 。石灰浆液与 SO_2 反应生成硫酸钙及亚硫酸钙，亚硫酸钙经氧化转化成硫酸钙，得到工业副产石膏，称为脱硫石膏，广泛用于建材等行业。

然而现有脱硫石膏的利用率仍然仅为七成，所以仍然导致有大量的脱硫石膏堆存。泡沫混凝土又称为轻质混凝土，胶凝材料浆体和预制泡沫搅拌混合，得到具有轻质、保温隔热、吸声缓震、耐水等性能的混凝土。目前，已有利用脱硫石膏预处理后作为制备泡沫混凝土的胶凝材料，但是脱硫石膏基泡沫混凝

土的强度低,且由于脱硫石膏的本身在水中的溶解度大,导致产品的耐水性差,进而影响脱硫石膏基泡沫混凝土的整体性能。所以脱硫石膏本身无法单独用于制备泡沫混凝土,水泥等其他胶凝材料改性处理,复合制备泡沫混凝土。

发明内容

针对上述现有技术中存在的问题,本发明的目的是提供一种脱硫石膏基泡沫混凝土及制备方法和应用。

为了解决以上技术问题,本发明的技术方案为:

一种脱硫石膏基泡沫混凝土,包括复合胶凝材料和泡沫,每 1 kg 复合胶凝材料中加入 0.5-2 L 泡沫;

复合胶凝材料包括如下重量份的原料:脱硫石膏 70-90 份、硫铝系高活性材料 10-30 份、水 30-45 份和添加剂 3-10 份;

硫铝系高活性材料包括如下重量份的原料:脱硫石膏 20-40 份、铝灰 20-28 份、电石渣 25-30 份、赤泥 16-25 份。

脱硫石膏和铝灰、电石渣、赤泥,各组分间所含元素种类和结构相互配合,制备得到一种硫铝系高活性材料。

脱硫石膏本身由于溶解度比较大,所以耐水性差,所以限制了利用率。通过脱硫石膏和铝灰、电石渣、赤泥组成硫铝系高活性材料,然后和脱硫石膏复合形成复合胶凝材料。硫铝系高活性材料作为脱硫石膏的改性材料。使得到的泡沫混凝土,具有较好的耐水性和强度。

在本发明的一些实施方式中,每 1 kg 复合胶凝材料中加入 1-2.5L 泡沫。

在本发明的一些实施方式中,复合胶凝材料包括如下重量份的原料:脱硫石膏 70-90 份、硫铝系高活性材料 13-20 份、水 40-45 份和添加剂 3-10 份。

在本发明的一些实施方式中,硫铝系高活性材料包括如下重量份的原料:

脱硫石膏 27-36 份、铝灰 22-24 份、电石渣 25-29 份、赤泥 16-20 份。选择这四种固废材料以一定比例烧制得到硫铝系高活性材料，使复合胶凝材料具有更好的机械性能和耐水性。

在本发明的一些实施方式中，添加剂包括减水剂、葡萄糖酸钠、羟丙基甲基纤维素醚、聚丙烯纤维，添加剂中各组分占复合胶凝材料的重量份数分别为减水剂 1-2 份、葡萄糖酸钠 1-2 份、羟丙基甲基纤维素醚 0-2 份、聚丙烯纤维 1-4 份；可选的，减水剂 1-2 份、葡萄糖酸钠 1-2 份、羟丙基甲基纤维素醚 1-1.5 份、聚丙烯纤维 2-3 份。添加剂，使泡沫混凝土的性能更佳，浆体更稳定。

在本发明的一些实施方式中，泡沫包括如下重量份的原料，发泡剂 1-2 份、水 30-60 份。可选的，发泡剂为阴离子、非离子、蛋白类或高分子表面活性剂。

第二方面，上述脱硫石膏基泡沫混凝土的制备方法，具体步骤为：

脱硫石膏、铝灰、电石渣、赤泥为原料，粉磨预混后，进行煅烧，制备出硫铝系高活性材料；

然后将硫铝系高活性材料、脱硫石膏、水、添加剂混合得到复合胶凝材料；

将复合胶凝材料与泡沫混合得到脱硫石膏基泡沫混凝土。

在本发明的一些实施方式中，各原料包括脱硫石膏、铝灰、电石渣、赤泥在使用之前进行烘干处理。可选的，脱硫石膏的烘干温度为 120-170℃，烘干温度为 20-60min。脱硫石膏的含水量较大，通过预先进行烘干，使其半水石膏占多数，从而使得脱硫石膏具备建筑石膏的胶凝性。如果不进行烘干预处理，脱硫石膏无法提供胶凝性。

在本发明的一些实施方式中，煅烧温度为 1220-1270℃，保温 30-50min。

在本发明的一些实施方式中，泡沫的制备方法为将发泡剂与水混合后通过水泥发泡机进行发泡。可选的，空压机的压力的 3-6MPa。

在本发明的一些实施方式中，泡沫的密度为 30-40kg/m³。

第三方面，上述的脱硫石膏基泡沫混凝土在建筑领域中的应用。

本发明一个或多个技术方案具有以下有益效果：

本发明制得的脱硫石膏基泡沫混凝土生产原料全部为大宗工业固废，脱硫石膏的利用率为 76-95%。同时本发明制得的脱硫石膏基泡沫混凝土具有容重较低，强度高，耐水性好的优点。并且整个过程很好的利用了窑炉煅烧所产生的余热，并且煅烧温度仅为 1250℃，比普硅水泥生产温度低了 150℃，使得整个流程更加的低碳环保。采用本发明为工业废石膏的利用提供了一条新途径，应用本发明不仅带来可观的经济效益，而且具有显著的社会效益。

附图说明

构成本发明的一部分的说明书附图用来提供对本申请的进一步理解，本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明，并不构成对本发明的不当限定。

图 1 为脱硫石膏基泡沫混凝土的制备方法的流程图；

图 2 为实施例 1 的脱硫石膏基泡沫混凝土的实验图；

图 3 为三种胶凝材料的抗压强度变化对比图。

具体实施方式

应该指出，以下详细说明都是例示性的，旨在对本发明提供进一步的说明。除非另有指明，本文使用的所有技术和科学术语具有与本发明所属技术领域的普通技术人员通常理解的含义。

需要注意的是，这里所使用的术语仅是为了描述具体实施方式，而非意图限制根据本申请的示例性实施方式。如在这里所使用的，除非上下文另外明确指出，否则单数形式也意图包括复数形式，此外，还应当理解的是，当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包括”时，其指明存在特征、步骤、操作、器件、

组件和/或它们的组合。

下面结合实施例对本发明进一步说明

实施例 1

一种脱硫石膏基泡沫混凝土，该混凝土由复合胶凝材料及泡沫制成，复合胶凝材料与泡沫的比例关系为：每 1kg 复合胶凝材料中加入 1.5L 泡沫。其中制备硫铝系高活性材料的原材料的来源为：脱硫石膏为烟气脱硫工业副产物；赤泥为电解铝行业废弃物；铝灰为铝生产工艺中的熔渣；电石渣为电石制取乙炔过程中的废渣。这都属于大宗工业固体废弃物。泡沫由泡沫剂（阴离子、非离子、蛋白类和高分子表面活性剂皆可）加水混合后告诉搅拌产生或由发泡机制备产生。

一种脱硫石膏基泡沫混凝土的制备方法，该方法包括以下步骤：

- (1) 将脱硫石膏 27、赤泥 20、铝灰 24、电石渣 29 烘干后混合，待用；
- (2) 将混合好的原料加入到窑炉中煅烧，温度为 1250℃保温 30min，制备出硫铝系高活性材料，待用；
- (3) 将脱硫石膏利用煅烧产生的余热进行烘干处理，温度 150℃，保温 30min 后，待用；
- (4) 将泡沫剂加水稀释 40 倍后，配置泡沫剂溶液，将该溶液加入发泡机中制备泡沫，按体积量取泡沫，待用；
- (5) 取 80 份烘干的脱硫石膏、20 份硫铝系高活性材料及添加剂（减水剂 1 份、葡萄糖酸钠 2 份、羟丙基甲基纤维素醚 1 份、聚丙烯纤维 2 份）一起放入搅拌机中干拌均匀混合，加水 40 份快速搅拌 1min，制备复合胶凝材料浆体；
- (6) 按每 1 kg 复合胶凝材料中加入 1.5 L 泡沫的比例，将泡沫加入复合胶凝材料浆体中，慢速搅拌 3min，得到泡沫混凝土浆体；

将泡沫混凝土浆体浇筑入模具，用塑料薄膜包覆后，在室内静置 2 天后拆模，继续塑料薄膜包覆置于室温养护即可，即得到脱硫石膏基泡沫混凝土。测试脱硫石膏基泡沫混凝土的性能见表 1。

表 1 实施例 1 脱硫石膏基泡沫混凝土的性能

性能	实验结果
干密度 (kg/m^3)	580
抗压强度 (MPa)	1.83
导热系数 [$\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$]	0.15
体积吸水率 (%)	18.93

实施例 2

相比于实施例 1，一种脱硫石膏基泡沫混凝土的制备方法，该方法包括以下步骤：

(1) 将脱硫石膏 36 份、赤泥 16 份、铝灰 22 份、电石渣 26 份烘干后混合，待用；

(2) 将混合好的原料加入到窑炉中煅烧，温度为 1250°C 保温 30min，制备出硫铝系高活性材料，待用；

(3) 将脱硫石膏利用煅烧产生的余热进行烘干处理，温度 150°C ，保温 30min 后，待用；

(4) 将泡沫剂加水稀释 40 倍后，配置泡沫剂溶液，将该溶液加入发泡机中制备泡沫，按体积量取泡沫，待用；

(5) 取 80 份烘干的脱硫石膏、20 份硫铝系高活性材料及添加剂（减水剂 1 份、葡萄糖酸钠 2 份、羟丙基甲基纤维素醚 1 份、聚丙烯纤维 2 份）一起放入搅拌机中干拌均匀混合，加水 40 份快速搅拌 1min，制备复合胶凝材料浆体；

(6) 按每 1 kg 复合胶凝材料中加入 1.5 L 泡沫的比例，将泡沫加入复合

胶凝材料浆体中，慢速搅拌 3min，得到泡沫混凝土浆体；

将泡沫混凝土浆体浇筑入模具，用塑料薄膜包覆后，在室内静置 2 天后拆模，继续塑料薄膜包覆置于室温养护即可，即得到脱硫石膏基泡沫混凝土。测试脱硫石膏基泡沫混凝土的性能见表 2。

表 2 实施例 2 脱硫石膏基泡沫混凝土的性能

性能	实验结果
干密度 (kg/m^3)	600
抗压强度 (MPa)	1.81
导热系数 [$\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$]	0.15
体积吸水率 (%)	19.30

实施例 1 与实施例 2 所制备的脱硫石膏基泡沫混凝土的性能相类似，配料虽然改变，但经过各固废之间的合理配合后，所制备的硫铝系高活性材料的主要矿物组成并未发生太大改变，进而导致所生产的脱硫石膏基泡沫混凝土性能基本保持一致。

实施例 3

相比于实施例 1，一种脱硫石膏基泡沫混凝土的制备方法，该方法包括以下步骤：

(1) 将脱硫石膏 27 份、赤泥 20 份、铝灰 24 份、电石渣 29 份烘干后混合，待用；

(2) 将混合好的原料加入到窑炉中煅烧，温度为 1220°C 保温 30min，制备出硫铝系高活性材料，待用；

(3) 将脱硫石膏利用煅烧产生的余热进行烘干处理，温度 150°C ，保温 30min 后，待用；

(4) 将泡沫剂加水稀释 40 倍后，配置泡沫剂溶液，将该溶液加入发泡机

中制备泡沫，按体积量取泡沫，待用；

(5) 取 80 份烘干的脱硫石膏、20 份硫铝系高活性材料及添加剂（减水剂 2 份、葡萄糖酸钠 1 份、羟丙基甲基纤维素醚 1.5 份、聚丙烯纤维 3 份）一起放入搅拌机中干拌均匀混合，加水 40 份快速搅拌 1min，制备复合胶凝材料浆体；

(6) 按每 1 kg 复合胶凝材料中加入 1.5 L 泡沫的比例，将泡沫加入复合胶凝材料浆体中，慢速搅拌 3min，得到泡沫混凝土浆体；

将泡沫混凝土浆体浇筑入模具，用塑料薄膜包覆后，在室内静置 2 天后拆模，继续塑料薄膜包覆置于室温养护即可，即得到脱硫石膏基泡沫混凝土。测试脱硫石膏基泡沫混凝土的性能见表 3。

表 3 实施例 3 脱硫石膏基泡沫混凝土的性能

性能	实验结果
干密度 (kg/m^3)	605
抗压强度 (MPa)	1.54
导热系数 [$\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$]	0.15
体积吸水率 (%)	21.34

实施例 3 相比于实施例 1，降低了煅烧温度，导致硫铝系高活性材料中，硫铝酸四钙的生成量低于实施案例 1 所示的含量，存在较多的钙铝黄长石，进而影响了脱硫石膏基泡沫混凝土的性能。。

实施例 4

相比于实施例 1，一种脱硫石膏基泡沫混凝土的制备方法，该方法包括以下步骤：

(1) 将脱硫石膏 27 份、赤泥 20 份、铝灰 24 份、电石渣 29 份烘干后混合，待用；

(2) 将混合好的原料加入到窑炉中煅烧，温度为 1250℃保温 30min，制备出硫铝系高活性材料，待用；

(3) 将脱硫石膏利用煅烧产生的余热进行烘干处理，温度 150℃，保温 30min 后，待用；

(4) 将泡沫剂加水稀释 40 倍后，配置泡沫剂溶液，将该溶液加入发泡机中制备泡沫，按体积量取泡沫，待用；

(5) 取 70 份烘干的脱硫石膏、30 份硫铝系高活性材料及添加剂（减水剂 1 份、葡萄糖酸钠 2 份、羟丙基甲基纤维素醚 1 份、聚丙烯纤维 2 份）一起放入搅拌机中干拌均匀混合，加水 40 份快速搅拌 1min，制备复合胶凝材料浆体；

(6) 按每 1 kg 复合胶凝材料中加入 1.5 L 泡沫的比例，将泡沫加入复合胶凝材料浆体中，慢速搅拌 3min，得到泡沫混凝土浆体；

将泡沫混凝土浆体浇筑入模具，用塑料薄膜包覆后，在室内静置 2 天后拆模，继续塑料薄膜包覆置于室温养护即可，即得到脱硫石膏基泡沫混凝土。测试脱硫石膏基泡沫混凝土的性能见表 4。

表 4 实施例 4 脱硫石膏基泡沫混凝土的性能

干密度 (kg/m ³)	605
抗压强度 (MPa)	2.13
导热系数 [W/(m·K)]	0.15
体积吸水率 (%)	18.03

实施例 4 相比于实施例 1，增加了复合胶凝材料中的硫铝系高活性材料的含量，进而导致水化产生更多的钙矾石晶体，所构成的骨架结构增强，进而提高了强度和耐水性。

图 3 为实施例 1 中制备的硫铝系高活性材料、80 份石膏和 20 份硫铝系高活性材料的复合的胶凝材料、预处理干燥后的脱硫石膏的抗压强度的对比，其

中每个横坐标对应的最左侧的为预处理干燥后的脱硫石膏，中间的为硫铝系高活性材料，最右侧的为 80 份石膏和 20 份硫铝系高活性材料的复合的胶凝材料，可以看到硫铝系高活性材料与脱硫石膏混合后，相比于单纯的脱硫石膏，在 3 天和 28 天后抗压强度增大。

以上所述仅为本发明的优选实施例而已，并不用于限制本发明，对于本领域的技术人员来说，本发明可以有各种更改和变化。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。

权 利 要 求 书

1、一种脱硫石膏基泡沫混凝土，其特征在于：包括复合胶凝材料和泡沫，每 1 kg 复合胶凝材料中加入 0.5-3 L 泡沫；

复合胶凝材料包括如下重量份的原料：脱硫石膏 70-90 份、硫铝系高活性材料 10-30 份、水 30-45 份和添加剂 3-10 份；

硫铝系高活性材料包括如下重量份的原料：脱硫石膏 20-40 份、铝灰 20-28 份、电石渣 25-30 份、赤泥 16-25 份。

2、如权利要求 1 所述的脱硫石膏基泡沫混凝土，其特征在于：每 1 kg 复合胶凝材料中加入 1-2.5L 泡沫。

3、如权利要求 1 所述的脱硫石膏基泡沫混凝土，其特征在于：复合胶凝材料包括如下重量份的原料：脱硫石膏 70-90 份、硫铝系高活性材料 13-20 份、水 40-45 份和添加剂 3-10 份。

4、如权利要求 1 所述的脱硫石膏基泡沫混凝土，其特征在于：硫铝系高活性材料包括如下重量份的原料：脱硫石膏 27-36 份、铝灰 22-24 份、电石渣 25-29 份、赤泥 16-20 份。

5、如权利要求 1 所述的脱硫石膏基泡沫混凝土，其特征在于：添加剂包括减水剂、葡萄糖酸钠、羟丙基甲基纤维素醚、聚丙烯纤维，添加剂中各组分占复合胶凝材料的重量份数分别为减水剂 1-2 份、葡萄糖酸钠 1-2 份、羟丙基甲基纤维素醚 0-2 份、聚丙烯纤维 1-4 份；可选的，减水剂 1-2 份、葡萄糖酸钠 1-2 份、羟丙基甲基纤维素醚 1-1.5 份、聚丙烯纤维 2-3 份。

6、如权利要求 1 所述的脱硫石膏基泡沫混凝土，其特征在于：泡沫包括如下重量份的原料，发泡剂 1-2 份、水 30-60 份。

7、权利要求 1-6 任一所述的脱硫石膏基泡沫混凝土的制备方法，其特征在于：具体步骤为：

脱硫石膏、铝灰、电石渣、赤泥为原料，粉磨预混后，进行煅烧，制备出硫铝系高活性材料；

然后将硫铝系高活性材料、脱硫石膏、水、添加剂混合得到复合胶凝材料；

将复合胶凝材料与泡沫混合得到脱硫石膏基泡沫混凝土。

8、如权利要求 1 所述的脱硫石膏基泡沫混凝土的制备方法，其特征在于：
各原料包括脱硫石膏、铝灰、电石渣、赤泥在使用之前进行烘干处理；

或，煅烧温度为 1220-1270℃，保温 30-50min。

9、如权利要求 8 所述的脱硫石膏基泡沫混凝土的制备方法，其特征在于：
泡沫的制备方法为将发泡剂与水混合后通过水泥发泡机进行发泡；可选的，空压机的压力的 3-6MPa；

或，泡沫的密度为 30-40kg/m³。

10、权利要求 1-6 任一所述的脱硫石膏基泡沫混凝土在建筑领域中的应用。

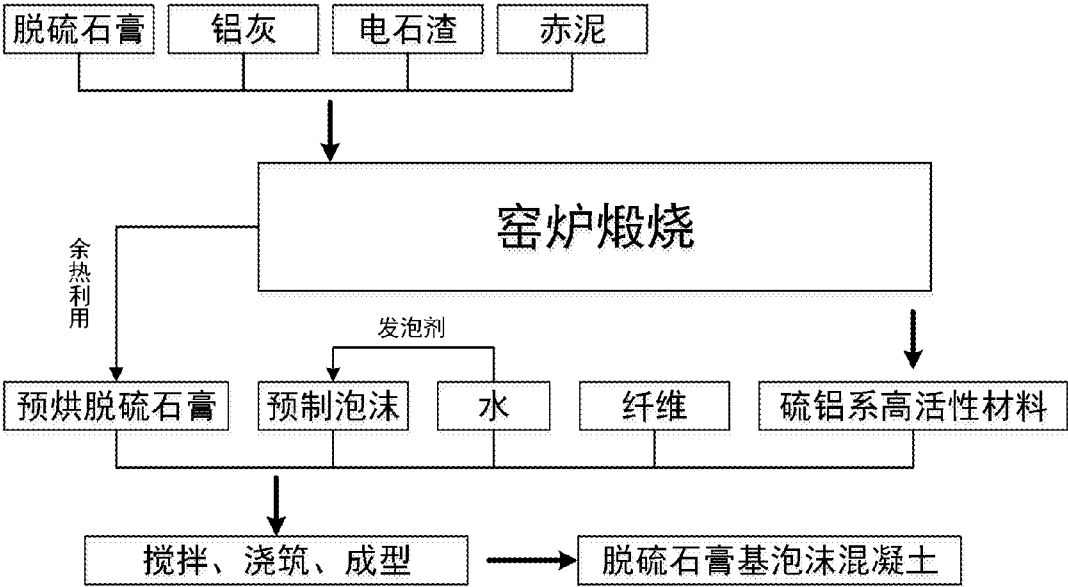


图 1

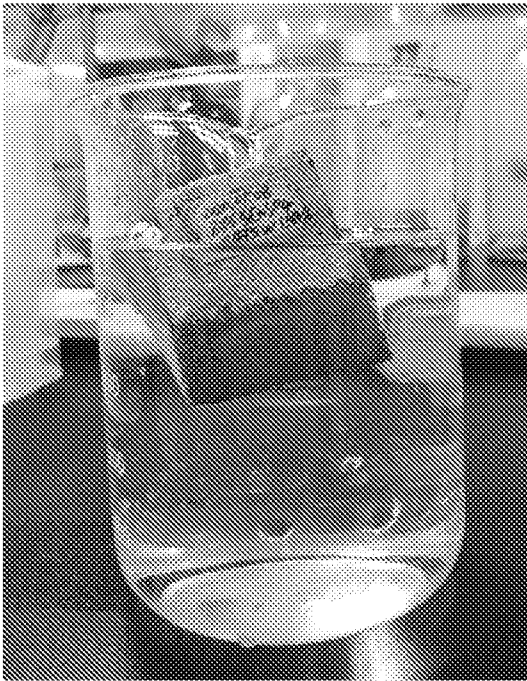


图 2

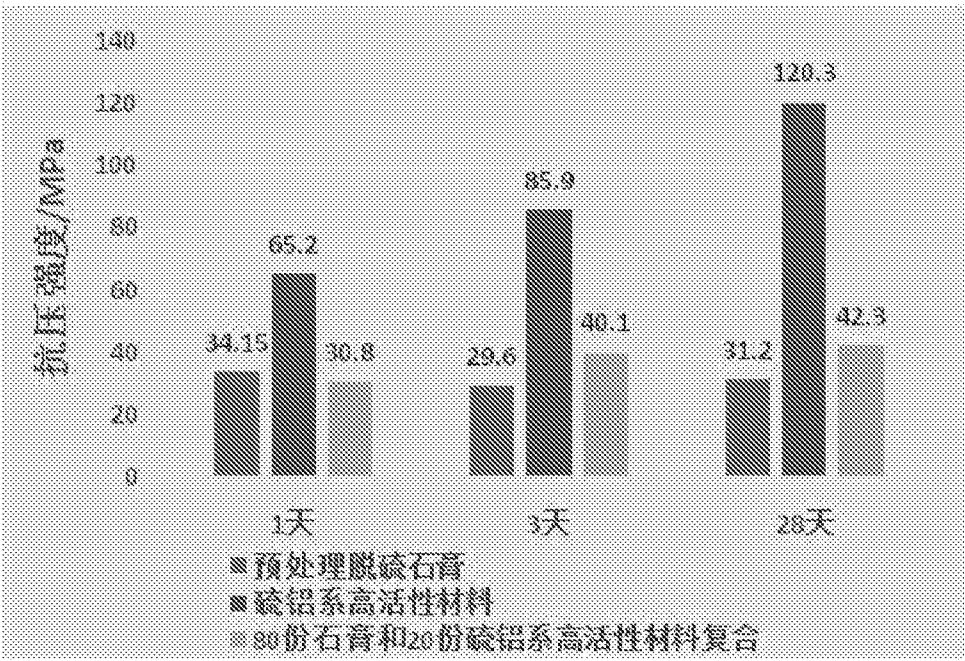


图 3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/098459

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER C04B 38/10(2006.01)i; C04B 28/14(2006.01)i; C04B 33/138(2006.01)i; C04B 33/132(2006.01)i According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C04B 38/-; C04B 28/-; C04B 33/- Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) CNABS, CNTXT, VEN, CNKI, WEB OF SCIENCE: 胶凝材料, 水泥, 泡沫, 石膏, 硫酸钙, CaSO ₄ , 赤泥, cement, foam, gypsum, calcium sulfate, calcium sulphate, red mud		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 112624795 A (SHANDONG UNIVERSITY) 09 April 2021 (2021-04-09) claims 1-10	1-10
Y	CN 103771817 A (TONGJI UNIVERSITY) 07 May 2014 (2014-05-07) description, paragraphs [0006]-[0034]	1-10
Y	CN 106904849 A (SHANDONG UNIVERSITY) 30 June 2017 (2017-06-30) description, paragraphs [0009]-[0055]	1-10
Y	CN 107746288 A (JIANGSU NIGAO SCIENCE & TECHNOLOGY CO., LTD. et al.) 02 March 2018 (2018-03-02) description, paragraphs [0004]-[0013]	1-10
Y	CN 108821671 A (SHANDONG UNIVERSITY) 16 November 2018 (2018-11-16) description, paragraphs [0005]-[0047]	1-10
A	CN 102863193 A (WUHAN UNIVERSITY OF TECHNOLOGY) 09 January 2013 (2013-01-09) entire document	1-10
A	CN 108794061 A (BEIJING NEW TIMES HUANYU TECHNOLOGY DEVELOPMENT CO., LTD. et al.) 13 November 2018 (2018-11-13) entire document	1-10
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&” document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 10 September 2021		Date of mailing of the international search report 30 September 2021
Name and mailing address of the ISA/CN China National Intellectual Property Administration (ISA/CN) No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing 100088, China Facsimile No. (86-10)62019451		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/098459

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	Frank Bullerjahn et al. "Effect of raw mix design and of clinkering process on the formation and mineralogical composition of (ternesite) belite calcium sulphoaluminate ferrite clinker" <i>《Cement and Concrete Research》</i> , Vol. 59, 18 March 2014 (2014-03-18), pp. 87-95	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/098459

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
CN	112624795	A	09 April 2021	None			
CN	103771817	A	07 May 2014	CN	103771817	B	18 May 2016
CN	106904849	A	30 June 2017	CN	106904849	B	22 March 2019
CN	107746288	A	02 March 2018	None			
CN	108821671	A	16 November 2018	CN	108821671	B	17 July 2020
CN	102863193	A	09 January 2013	CN	102863193	B	09 April 2014
CN	108794061	A	13 November 2018	CN	108794061	B	23 March 2021

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/098459

A. 主题的分类 C04B 38/10(2006.01)i; C04B 28/14(2006.01)i; C04B 33/138(2006.01)i; C04B 33/132(2006.01)i 按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类		
B. 检索领域 检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号) C04B 38/-; C04B 28/-; C04B 33/- 包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献 在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用)) CNABS、CNTXT、VEN、CNKI、WEB OF SCIENCE: 胶凝材料、水泥、泡沫、石膏、硫酸钙、CaSO4、赤泥、cement、foam、gypsum、calcium sulfate、calcium sulphate、red mud		
C. 相关文件		
类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 112624795 A (山东大学) 2021年 4月 9日 (2021 - 04 - 09) 权利要求1-10	1-10
Y	CN 103771817 A (同济大学) 2014年 5月 7日 (2014 - 05 - 07) 说明书第[0006]-[0034]段	1-10
Y	CN 106904849 A (山东大学) 2017年 6月 30日 (2017 - 06 - 30) 说明书第[0009]-[0055]段	1-10
Y	CN 107746288 A (江苏尼高科技等) 2018年 3月 2日 (2018 - 03 - 02) 说明书第[0004]-[0013]段	1-10
Y	CN 108821671 A (山东大学) 2018年 11月 16日 (2018 - 11 - 16) 说明书第[0005]-[0047]段	1-10
A	CN 102863193 A (武汉理工大学) 2013年 1月 9日 (2013 - 01 - 09) 全文	1-10
A	CN 108794061 A (北京新时代寰宇科技发展有限公司等) 2018年 11月 13日 (2018 - 11 - 13) 全文	1-10
☒ 其余文件在C栏的续页中列出。 ☒ 见同族专利附件。		
* 引用文件的具体类型: “A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件 “E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利 “L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的) “O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件 “P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件 “T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件 “X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性 “Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性 “&” 同族专利的文件		
国际检索实际完成的日期 2021年 9月 10日		国际检索报告邮寄日期 2021年 9月 30日
ISA/CN的名称和邮寄地址 中国国家知识产权局(ISA/CN) 中国 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088 传真号 (86-10)62019451		受权官员 徐东勇 电话号码 62084852

C. 相关文件		
类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	Frank Bullerjahn等. "Effect of raw mix design and of clinkering process on the formation and mineralogical composition of (ternesite) belite calcium sulphoaluminate ferrite clinker" 《Cement and Concrete Research》，第59卷，2014年 3月 18日 (2014 - 03 - 18)， 第87-95页	1-10

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/098459

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	112624795	A	2021年 4月 9日	无	
CN	103771817	A	2014年 5月 7日	CN 103771817	B 2016年 5月 18日
CN	106904849	A	2017年 6月 30日	CN 106904849	B 2019年 3月 22日
CN	107746288	A	2018年 3月 2日	无	
CN	108821671	A	2018年 11月 16日	CN 108821671	B 2020年 7月 17日
CN	102863193	A	2013年 1月 9日	CN 102863193	B 2014年 4月 9日
CN	108794061	A	2018年 11月 13日	CN 108794061	B 2021年 3月 23日