



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102701656 B

(45) 授权公告日 2015.06.17

(21) 申请号 201210207383.0

(22) 申请日 2012.06.21

(73) 专利权人 重庆大学

地址 400044 重庆市沙坪坝区沙正街 174 号

(72) 发明人 彭小芹 黄涛 陈超衍 耿建强  
兰聪

(74) 专利代理机构 北京中建联合知识产权代理  
事务所(普通合伙) 11004

代理人 朱丽岩 刘湘舟

(51) Int. Cl.

C04B 28/00(2006.01)

C04B 38/02(2006.01)

(56) 对比文件

闫振甲等. 1.1 泡沫混凝土的概念、3.1.2

发泡剂的应用概况.《泡沫混凝土实用生产技术》. 化学工业出版社、材料科学与工程出版中心, 2006, (第 1 版),

审查员 李瑶琦

权利要求书1页 说明书5页

(54) 发明名称

偏高岭土基地聚合物泡沫混凝土及其制备方法

(57) 摘要

一种偏高岭土基地聚合物泡沫混凝土及其制备方法, 将偏高岭土、粉煤灰、促凝剂按照配合比加入搅拌机中混合搅拌均匀, 按比例加入碱激发剂和水搅拌制备成料浆; 在制备料浆的同时, 将发泡剂按照配合比与水按 1:15 的比例稀释, 采用高速搅拌机或真空发泡机制备细密稳定的泡沫; 根据密度设计要求将制备获得的泡沫按体积比混入搅拌均匀的料浆中搅拌混泡, 泡沫与料浆的体积比为 1~4 倍, 搅拌 2.5~3min 至泡沫均匀分散于料浆中, 制成新拌偏高岭土基地聚合物泡沫混凝土。与以硅酸盐水泥为主要胶凝材料的传统水泥基泡沫混凝土相比, 具有绿色环保、强度较高, 导热系数低, 保温隔热性能好等特点, 可用于生产各种泡沫混凝土制品。

1. 一种偏高岭土基地聚合物泡沫混凝土,其特征就在于其组分和质量百分比如下:

偏高岭土	45% ~ 65% ;
粉煤灰	0% ~ 25% ;
促凝剂	0.6% ~ 5% ;
碱激发剂	30% ~ 36% ;
发泡剂	0.6% ~ 1.2% ;

所述偏高岭土基地聚合物泡沫混凝土的上述各组分质量百分比之和等于 100%,所述偏高岭土基地聚合物泡沫混凝土的制备过程中还加入水;

所述促凝剂是 CaO 有效含量为 80% 以上的磨细生石灰、钙盐、水泥或含氧化钙的工业废渣;所述发泡剂为动物蛋白发泡剂或松香发泡剂或植物蛋白发泡剂;

所述偏高岭土基地聚合物泡沫混凝土在标准养护 28d 测得的干体积密度为 368 ~ 1049kg/m<sup>3</sup>,抗压强度 0.4 ~ 19.3MPa,导热系数 0.080 ~ 0.150W/(m·K);

所述偏高岭土为天然高岭土经 600℃ ~ 900℃ 煅烧所得的 200 目以上的粉体;

所述碱激发剂是模数为 1.0 ~ 1.4 的水玻璃。

2. 根据权利要求 1 所述的偏高岭土基地聚合物泡沫混凝土,其特征就在于:所述模数为 1.0 ~ 1.4 的水玻璃是由模数 2.4 的水玻璃加入分析纯氢氧化钠调模剂制成。

3. 根据权利要求 1 所述的偏高岭土基地聚合物泡沫混凝土,其特征就在于:所述粉煤灰是 I 级粉煤灰或 II 级粉煤灰。

4. 一种如权利要求 1-3 任意一项所述的偏高岭土基地聚合物泡沫混凝土的制备方法,其特征就在于步骤如下:

步骤 1、制备料浆:将偏高岭土、粉煤灰、促凝剂按照配合比加入搅拌机中混合搅拌均匀,按比例加入碱激发剂和水搅拌制备成料浆;

步骤 2、制备泡沫:在制备料浆的同时,将发泡剂按照配合比与水按 1:15 的比例稀释,采用高速搅拌机或真空发泡机制备细密稳定的泡沫;

步骤 3、混泡工艺:根据密度设计要求将制备获得的泡沫按体积比混入搅拌均匀的料浆中搅拌混泡,泡沫与料浆的体积比为 1 ~ 4 倍,搅拌 2.5 ~ 3min 至泡沫均匀分散于料浆中,制成新拌偏高岭土基地聚合物泡沫混凝土。

5. 一种由权利要求 4 所述的偏高岭土基地聚合物泡沫混凝土制备得到的偏高岭土基地聚合物泡沫混凝土制品,其特征就在于:根据权利要求 4 所述制备方法制得偏高岭土基地聚合物泡沫混凝土后,即在步骤 3 后进行步骤 4 浇注养护,将混泡均匀的料浆注模成型,养护后拆模,制得偏高岭土基地聚合物泡沫混凝土制品。

## 偏高岭土基地聚合物泡沫混凝土及其制备方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种混凝土建筑保温材料及其制备方法,特别是一种泡沫混凝土建筑材料及其制备方法。

### 背景技术

[0002] 随着建筑节能法规的颁布与执行,建筑保温材料的研制与应用受到世界各国的普遍重视,新型保温材料不断的涌现。泡沫混凝土作为一种轻质,保温,节能,防噪,抗震的建筑材料受到广泛关注,越来越多的研究投入到研制容重小,强度高,导热系数小的泡沫混凝土中。

[0003] 目前制备泡沫混凝土所用的胶凝材料主要是水泥、菱镁、石膏三大胶凝材料,其中水泥基泡沫混凝土应用最为广泛。公开号为 CN101353265A 的“泡沫混凝土制品”采用了偏高岭土粉为外掺料,改善其粘聚性和保水性,而其主要胶凝材料也是硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥。专利号为 200510035407.9 采用低碱或快硬硫铝酸盐水泥、快硬硅酸盐水泥制造泡沫混凝土的主要凝胶材料,制备硫铝酸水泥泡沫混凝土。公开号 CN101182175 “煤矸石-粉煤灰泡沫混凝土”,其中水泥重量百分数为 20 ~ 30%,并掺加煤矸石、粉煤灰、石灰、石膏等组分。公开号为 CN101172881 “一种泡沫混凝土及其制备方法”中泡沫混凝土胶凝材料由水泥、粉煤灰和生石灰粉组成,各组分所占干料总重量的百分比分别为 30 ~ 35%, 55 ~ 60%, 5 ~ 10%。现阶段,国内外对泡沫混凝土的研究主要集中在以硅酸盐水泥为胶凝材料的体系,普遍存在以下缺点:(1) 所用胶凝材料能耗高,污染大,硅酸盐水泥在生产过程中,产生大量的粉尘、烟尘以及二氧化碳、二氧化硫等造成大气污染和温室效应的废气,环境污染极为严重;(2) 密度偏大,目前研究所涉及的泡沫混凝土大多在 600 ~ 1200 kg/m<sup>3</sup>;(3) 导热系数较高,密度为 500 ~ 700kg/m<sup>3</sup>的泡沫混凝土导热系数一般在 0.120 ~ 0.180 W/(m·K);(4) 强度不高,密度为 300 ~ 500kg/m<sup>3</sup>的泡沫混凝土强度难达到墙体材料对泡沫混凝土的要求。

[0004] 碱激发偏高岭土是一种地聚合物胶凝材料,其特点是生产能耗低,CO<sub>2</sub>排放量少,在已有技术中,偏高岭土多用于净水剂、合成分子筛、生产铝盐、化工产品的无机填料、混凝土掺合料、水性涂料,油漆,腻子及密封胶等添加剂,偏高岭土通过碱激发制备地聚合物胶凝材料的研究处于探索阶段,通常认为制备获得的地聚物料浆黏度大,容易包裹气泡,且凝结时间快,不易于控制,会使地聚合物制品成型性能不佳,密实度差,导致其应用不广泛,目前尚没有以其作为主要胶凝材料制备泡沫混凝土的相关研究。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种偏高岭土基地聚合物泡沫混凝土及其制备方法,解决已有泡沫混凝土强度较低、导热系数较高、容重较大、耗能较高的技术问题。

[0006] 本发明的技术方案:

[0007] 一种偏高岭土基地聚合物泡沫混凝土,其特征在于其组分和质量百分比如下:

- [0008] 偏高岭土 45% ~ 65% ;  
[0009] 粉煤灰 0% ~ 25% ;  
[0010] 促凝剂 0.6% ~ 5% ;  
[0011] 碱激发剂 30% ~ 36% ;  
[0012] 发泡剂 0.6% ~ 1.2%。

[0013] 一种偏高岭土基地聚合物泡沫混凝土,其特征在于其最佳组分及重量百分比如下:

[0014] 偏高岭土 46.78% ~ 62.37%,粉煤灰 0 ~ 15.59%,生石灰 0.64% ~ 3.12%,水玻璃 33.47% ~ 36.20%,发泡剂 0.6% ~ 1.2%。

[0015] 所述偏高岭土为天然高岭土经 600℃ ~ 900℃ 煅烧所得的 200 目以上的粉体。

[0016] 所述碱激发剂是模数为 1.0 ~ 1.4 的水玻璃。

[0017] 所述模数为 1.0 ~ 1.4 的水玻璃是由模数 2.4 的水玻璃加入分析纯氢氧化钠调模剂制成。

[0018] 所述发泡剂是动物蛋白发泡剂、松香发泡剂、植物蛋白发泡剂或其它复合型发泡剂。

[0019] 所述促凝剂是有效含量为 80% 以上的磨细生石灰或  $\text{CaCl}_2$ 、 $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$  等其他钙盐、水泥以及氧化钙量较高的工业废渣。

[0020] 所述粉煤灰是 II 级粉煤灰或 I 级粉煤灰。

[0021] 一种应用上述偏高岭土基地聚合物泡沫混凝土的制备方法,其特征在于步骤如下:

[0022] 步骤 1、制备料浆:将偏高岭土、粉煤灰、促凝剂按照配合比加入搅拌机中混合搅拌均匀,按比例加入碱激发剂和水搅拌制备成料浆;

[0023] 步骤 2、制备泡沫:在制备料浆的同时,将发泡剂按照配合比与水按 1:15 的比例稀释,采用高速搅拌机或真空发泡机制备细密稳定的泡沫;

[0024] 步骤 3、混泡工艺:根据密度设计要求将制备获得的泡沫按体积比混入搅拌均匀的料浆中搅拌混泡,泡沫与料浆的体积比为 1 ~ 4 倍,搅拌 2.5 ~ 3min 至泡沫均匀分散于料浆中,制成新拌偏高岭土基地聚合物泡沫混凝土。

[0025] 所述步骤 3 后进行步骤 4 浇注养护,将混泡均匀的料浆注模成型,养护后拆模,制得偏高岭土基地聚合物泡沫混凝土制品,所述泡沫混凝土制品在标准养护 28d 测得的干体积密度为 368 ~ 1049 $\text{kg}/\text{m}^3$ ,抗压强度 0.4 ~ 19.3MPa,导热系数 0.080 ~ 0.150W/(m·K)。

[0026] 本发明采取上述措施,所制备的地聚合物泡沫混凝土具有如下特征:

[0027] 本发明以碱激发偏高岭土基地聚合物为主要胶凝材料,采用物理发泡的方法制备一种新型无机的地聚合物泡沫混凝土。采用一种浆体黏度高,凝结硬化快,早期强度高,导热系数小,生产能耗低,CO<sub>2</sub>排放量少的环境友好材料——碱激发偏高岭土基地聚合物为胶凝材料,制备出一种新型无机地聚合物泡沫混凝土,具有绿色环保、力学性能较好、导热系数小的特点。相对于以硅酸盐水泥为胶凝材料的水泥基泡沫混凝土,地聚合物泡沫混凝土具有强度高、导热系数低、隔热性能好等优点。

[0028] 1. 本发明的泡沫混凝土是一种绿色环保型的建筑节能保温材料。采用生产能耗低和二氧化碳排放量非常低的地聚合物作为胶凝材料,其生产能耗仅为生产水泥的 1/6 ~

1/4,相比常用的水泥基泡沫混凝土更为环保。

[0029] 本发明克服了偏高岭土地聚合物不易作为主要胶凝材料制备泡沫混凝土的技术偏见,而将其应用在泡沫混凝土中可变害为利,料浆黏度大更易于包裹气泡,凝结硬化快可使浇注稳定性更好,对泡沫在体系中的稳定极为有利,且凝结时间快,可使浇注稳定性更好,对泡沫在体系中的稳定极为有利。

[0030] 2. 本发明首次将碱激发偏高岭土地聚合物与物理发泡的方法结合制备泡沫混凝土,制备出密度 368 ~ 1049kg/m<sup>3</sup>,抗压强度 0.4 ~ 19.3MPa 的新型无机偏高岭土地聚合物泡沫混凝土,配合比和性能如表 1 所示。

[0031] 3. 本发明制备的地聚合物泡沫混凝土,其特征还在于可采用工业废渣粉煤灰作为外掺料等量取代偏高岭土,粉煤灰和偏高岭土质量比为 10% 时,有利于泡沫混凝土力学性能的提高,配合比和性能如表 1 所示。

[0032] 表 1 不同泡沫体积及粉煤灰掺量制备的地聚合物泡沫混凝土的性能

[0033]

泡沫体积比	粉煤灰 / 偏高岭土(质量比)	干体积密度 (kg/m <sup>3</sup> )	28 天抗折强度 (MPa)	28 天抗压强度 (MPa)
4.0FV	0	368	0.4	0.4
3.5FV	0	453	0.6	1.5
3.0FV	0	531	0.9	2.4
3.0FV	5%	513	1.8	1.8
3.0FV	10%	512	2.2	2.7
3.0FV	15%	494	1.7	2.2
3.0FV	20%	518	1.7	2.1
3.0FV	25%	523	1.6	1.9
2.5FV	0	629	1.2	3.8
2.0FV	0	707	1.8	4.6
1.5FV	0	872	2.5	9.1
1.0FV	0	1049	3.8	19.3

[0034] 注:泡沫体积比——泡沫与胶凝材料浆体的体积比值, FV

[0035] 4. 本发明制备的偏高岭土地聚合物泡沫混凝土在力学性能和保温隔热性能方面优于常用的同密度等级的水泥泡沫混凝土,可广泛应用于建筑外墙保温、屋面保温材料、保温隔热板等制品。

[0036] 干体积密度为 730kg/m<sup>3</sup>的偏高岭土地聚合物泡沫混凝土具有较高的强度和较低的导热系数,其 28d 抗压强度达 4.2MPa,导热系数仅为 0.132 W/(m·K),比泡沫混凝土国家行业标准 JG/T 266—2011 对 A07 级泡沫混凝土导热系数的要求值(≤ 0.18 W/(m·K))小很多。

[0037] 以 10% 粉煤灰作为外掺料,干体积密度为 500kg/m<sup>3</sup>的偏高岭土地聚合物泡沫混凝土,导热系数仅为 0.105W/(m·K),比泡沫混凝土国家行业标准 JG/T 266—2011 对 A05 级泡沫混凝土导热系数的要求值(≤ 0.12 W/(m·K))小很多,且抗压强度可达 2.3MPa;而同等级水泥基泡沫混凝土抗压强度一般为 1.5 ~ 2.0MPa,相比之下,其抗压强度和导热系数两个关键指标都具有优势。

## 具体实施方式

[0038] 下面结合具体实施方式,仅对本发明作进一步的描述,而不是对本发明保护范围的限制。

[0039] 实施例 1

[0040] 一种偏高岭土基地聚合物泡沫混凝土,其组分和质量百分比如下:

[0041] 偏高岭土 64.27%,水玻璃 34.49%,生石灰 0.64%,发泡剂 0.6%。

[0042] 制备方法:将偏高岭土、生石灰等干物料搅拌混合均匀,加入碱激发剂和水搅拌制得均匀料浆;同时将发泡剂与水按 1:15 稀释,采用高速搅拌机发泡;再将制得的泡沫按体积比混入料浆,搅拌 2.5~3min 至泡沫均匀分布于料浆中;最后注模成型,24h 后拆模,标准养护 28d 测干体积密度、抗压强度、抗折强度。

[0043] 检测结果:干体积密度  $1049\text{kg}/\text{m}^3$ ,抗压强度为 19.3MPa,抗折强度 3.8MPa。

[0044] 实施例 2

[0045] 一种偏高岭土基地聚合物泡沫混凝土,其组分和质量百分比如下:

[0046] 偏高岭土 60%,水玻璃 36.20%,生石灰 3%,发泡剂 0.8%。

[0047] 制备方法:将偏高岭土、生石灰等干物料搅拌混合均匀,加入碱激发剂和水搅拌制得均匀料浆;同时将发泡剂与水按 1:15 稀释,采用高速搅拌机发泡;再将制得的泡沫按体积比混入料浆,搅拌 2.5~3min 至泡沫均匀分布于料浆中;最后注模成型,24h 后拆模,标准养护 28d 测干体积密度、抗压强度、导热系数。

[0048] 检测结果:干体积密度  $730\text{kg}/\text{m}^3$ ,抗压强度为 4.2MPa,导热系数  $0.132\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。

[0049] 实施例 3

[0050] 一种偏高岭土基地聚合物泡沫混凝土,其组分和质量百分比如下:

[0051] 偏高岭土 62.24%,水玻璃 33.40%,生石灰 3.11%,发泡剂 1.2%。

[0052] 制备方法:将偏高岭土、生石灰等干物料搅拌混合均匀,加入碱激发剂和水搅拌制得均匀料浆;同时将发泡剂与水按 1:15 稀释,采用高速搅拌机发泡;再将制得的泡沫按体积比混入料浆,搅拌 2.5~3min 至泡沫均匀分布于料浆中;最后注模成型,24h 后拆模,标准养护 28d 测干体积密度、抗压强度。

[0053] 检测结果:干体积密度  $453\text{kg}/\text{m}^3$ ,抗压强度为 1.5MPa,抗折强度 0.6MPa。

[0054] 实施例 4

[0055] 一种偏高岭土基地聚合物泡沫混凝土,其组分和质量百分比如下:

[0056] 偏高岭土 56.13%,水玻璃 33.47%,生石灰 3.12%,发泡剂 1.04%,II 级粉煤灰 6.24%。

[0057] 制备方法:将偏高岭土、生石灰、粉煤灰等干物料搅拌混合均匀,加入碱激发剂和水制备均匀料浆;同时将发泡剂与水按 1:15 稀释,采用高速搅拌机发泡;再将制得的泡沫按体积比混入料浆,搅拌 2.5~3min 至泡沫均匀分布于料浆中;最后注模成型,24h 后拆模,标准养护 28d 测干体积密度、抗压强度、导热系数。

[0058] 检测结果:干体积密度  $550\text{kg}/\text{m}^3$ ,抗压强度:2.8MPa 导热系数: $0.107\text{ W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。

[0059] 实施例 5

[0060] 一种偏高岭土基地聚合物泡沫混凝土,其组分和质量百分比如下:

[0061] 偏高岭土 56.13%,水玻璃 33.49%,生石灰 3.12%,发泡剂 1.02%,II 级粉煤灰 6.24%

[0062] 制备方法:将偏高岭土、生石灰、粉煤灰等物料搅拌混合均匀,加入碱激发剂和水

制备均匀料浆；同时将发泡剂与水按 1:15 稀释，采用真空发泡机发泡；再将制得的泡沫按体积比混入料浆，搅拌 2.5 ~ 3min 至泡沫均匀分布于料浆中；最后注模成型，24h 后拆模，标准养护 28d 测干体积密度、抗压强度、导热系数。

[0063] 检测结果：干体积密度 500kg/m<sup>3</sup>，抗压强度为 2.4MPa，导热系数 0.105W/(m·K)。

[0064] 实施例 6

[0065] 一种偏高岭土基地聚合物泡沫混凝土，其组分和质量百分比如下：

[0066] 偏高岭土 46.78%，水玻璃 33.49%，生石灰 3.12%，发泡剂 1.02%，II 级粉煤灰 15.59%。

[0067] 制备方法：将偏高岭土、生石灰、粉煤灰等物料搅拌混合均匀，加入碱激发剂和水制备均匀料浆；同时将发泡剂与水按 1:15 稀释，采用真空发泡机发泡；再将制得的泡沫按体积比混入料浆，搅拌 2.5 ~ 3min 至泡沫均匀分布于料浆中；最后注模成型，24h 后拆模，标准养护 28d 测干体积密度、抗压强度、抗折强度。

[0068] 检测结果：干体积密度 523kg/m<sup>3</sup>，抗压强度为 1.9MPa，抗折强度 1.6MPa。

[0069] 本发明实施例采用的原材料化学成分及性能指标如下：

[0070] 偏高岭土：河南开封奇明耐火材料有限公司生产；

[0071] 粉煤灰：重庆络璜电厂低钙 II 级灰；

[0072] 水玻璃：重庆井口化工厂生产。

[0073] 表 1 偏高岭土及 II 级粉煤灰的化学成分

[0074]

名称	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO
偏高岭土	50.31	4.48	39.61	0.37	0.37
粉煤灰	50.28	13.25	25.54	3.2	0.8

[0075] 表 2 粉煤灰性能指标

[0076]

细度 (%)	需水量比 (%)	烧失量 (%)	密度 (g/cm <sup>3</sup> )	SO <sub>3</sub> (%)	含水率 (%)
10.2	101	3.26	2.16	1.31	0.5

[0077] 表 3 水玻璃性能指标

[0078]

SiO <sub>2</sub> (%)	Na <sub>2</sub> O (%)	H <sub>2</sub> O (%)	模数
30.34	13.06	50.45	2.40