



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104774032 A

(43) 申请公布日 2015. 07. 15

(21) 申请号 201510161579. 4

(22) 申请日 2015. 04. 07

(71) 申请人 南京工业大学

地址 210009 江苏省南京市新模范马路 5 号

(72) 发明人 卢都友 孙亚峰 许仲梓 陈贤瑞

李孟浩 李款

(74) 专利代理机构 北京金智普华知识产权代理

有限公司 11401

代理人 于小秋

(51) Int. Cl.

C04B 38/02(2006. 01)

C04B 28/00(2006. 01)

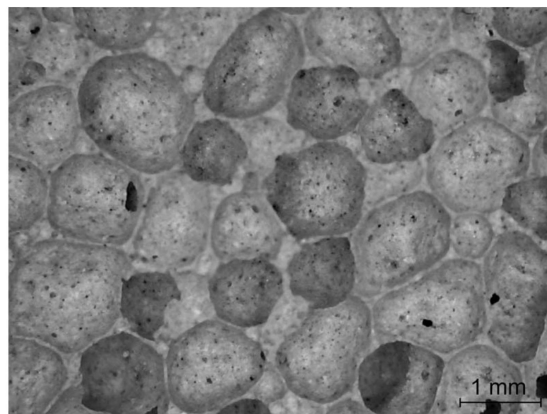
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种轻质无机泡沫材料及其制备方法

(57) 摘要

本发明提供了一种轻质无机泡沫材料及其制备方法。所用原料包括活性硅铝质物料 168~240 重量份,玻璃粉 0~72 重量份,稳泡剂 0. 55~0. 72 重量份,碱激发剂 155~173 重量份,增韧剂 0. 5~0. 74 重量份,发泡剂 4. 2~13. 4 重量份。制备步骤包括:原料预混、料浆制备、发泡、成坯、干燥烧成等步骤。本发明利用大量粉煤灰,经济环保,同时制备工艺简单,能够方便、有效地调控材料孔结构。本发明制得的无机泡沫材料质轻、强度高且隔热保温效果优异,可用作墙体保温、化工隔热工程、工厂烟道等领域的隔热保温材料。



1. 一种轻质无机泡沫材料,原料包括活性硅铝质物料 168~240 重量份,玻璃粉 0~72 重量份,稳泡剂 0.55~0.72 重量份,碱激发剂 155~173 重量份,增韧剂 0.5~0.74 重量份,发泡剂 4.2~13.4 重量份。

2. 根据权利要求 1 所述的轻质无机泡沫材料,其特征在于,所述活性硅铝质物料由粉煤灰、偏高岭土组成,重量比为粉煤灰 / 偏高岭土为 1.20~2.34。

3. 根据权利要求 1 所述的轻质无机泡沫材料,其特征在于,所述玻璃粉为废旧玻璃磨成的粉末。

4. 根据权利要求 1 所述的轻质无机泡沫材料,其特征在于,所述稳泡剂包括十二烷基硫酸钠、硬脂酸钙、硬脂酸铝中的任意一种或多种。

5. 根据权利要求 1 所述的轻质无机泡沫材料,其特征在于,所述碱激发剂是由工业水玻璃、强碱和水调制而成的改性水玻璃。

6. 根据权利要求 1 所述的轻质无机泡沫材料,其特征在于,所述增韧剂为苯丙乳液。

7. 根据权利要求 1 所述的轻质无机泡沫材料,其特征在于,所述发泡剂为工业双氧水。

8. 一种权利要求 1-7 中任一项所述的轻质无机泡沫材料的制备方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1) 原料预混合:将活性硅铝质原料、玻璃粉和稳泡剂按一定比例混合均匀得混合料;

(2) 料浆制备:先将步骤(1)中的混合料和碱激发剂在 2000~3000rpm 下搅拌 100~150s 后,搅拌下再加入增韧剂后将转速调整为 1500~2000rpm 下搅拌 60~90s,得到均匀改性料浆;

(3) 加入发泡剂:向均匀改性料浆中加入发泡剂在 2000~3000rpm 下搅拌 15~30s;

(4) 生坯成型:快速将步骤(3)中调制好的料浆注入模具,静置发泡,24h 后脱模、养护 3~7d,养护温度为 20℃,相对湿度 >80%,制得泡沫坯体;

(5) 干燥:将养护至龄期的坯体切割成规则尺寸,在 80~110℃下烘干 8~12h;

(6) 烧成:将干燥坯体置于高温炉内,升温至 600~800℃,保温 1~2h 后降温,降温时关闭高温炉,随炉冷却,制得无机泡沫材料。

一种轻质无机泡沫材料及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于墙体保温、化工隔热工程、工厂烟道等领域的隔热保温材料，具体涉及一种轻质无机泡沫材料及其制备方法。

背景技术

[0002] 随着能源短缺的日益加剧，坚持“节能减排”是我国的长期国策。我国建筑能耗占能源消耗总量的比例大且增速快，2012 年 5 月住建部颁布的《“十二五”建筑节能专项规划》提出，“十二五”期间形成建筑节能 1.16 亿吨标准煤的目标。预计到 2020 年底，全国累计新增建筑面积将达 200 亿平方米，届时建筑隔热保温节能市场预计约达 5 万亿元。

[0003] 另一方面，燃煤发电在我国电力生产中仍占很大比例，直接导致粉煤灰的产量逐年递增，预计“十二五”末粉煤灰年排放量达 5.7 亿吨。结合能源损耗和工业废物利用两大难题，以粉煤灰为主要原料，生产集保温、防火、隔热、降噪等功能于一体的与建筑同寿命的泡沫材料，具有广阔的应用前景。

[0004] 目前，市场上的隔热保温材料主要有聚苯乙烯、酚醛、硬泡聚氨酯等有机保温板，以及泡沫混凝土、保温砖、泡沫陶瓷、泡沫玻璃等无机保温材料。有机保温板质轻、保温效果好，但其易燃且释放有毒气体。基于传统硅酸盐水泥的泡沫混凝土价格低、施工快，但其强度低、导热系数高、干缩大、吸水率高。泡沫陶瓷和泡沫玻璃强度高、导热系数低、吸水率低、不老化，但其成本较高。专利申请 CN103664122A 提出了一种新型轻质多孔保温材料及其制备方法，该方法制备的多孔保温材料质轻，容重在 $170 \sim 220\text{kg/m}^3$ ，保温效果好，导热系数在 $0.050 \sim 0.055\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ，但专利中材料抗压强度低于 0.3MPa ，不利于大规模生产和搬运。专利申请 CN101514110A 提出了一种粉煤灰耐火保温砖的制备方法，但专利中粉煤灰掺量低于 30%，无法大量利用，且砖坯需压制成型，制得的耐火保温砖密度大于 590kg/m^3 ，导热系数高于 $0.18\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ ，保温性能差。专利申请 CN102531398A 提出了一种粉煤灰泡沫玻璃的制备方法，该方法以粉煤灰和玻璃粉为主要原料，加入碳酸钠高温发泡，但制得的材料抗压强度低于 1MPa ，且高温发泡无法有效调控材料孔结构。因此，简化生产工艺并制备质轻、强度高、耐高温、保温效果优异、成本低的泡沫材料成为实际生产中急需解决的技术问题。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种轻质无机泡沫材料及其制备方法，其原料包括活性硅铝质物料、玻璃粉、稳泡剂、碱激发剂、增韧剂、发泡剂，制法包括混料、常温发泡成型、泡沫坯体干燥、烧成等步骤。本发明不仅可以克服传统无机泡沫材料在高温发泡过程中孔结构难以有效调控的缺点，而且能够提高材料的隔热保温性能、力学性能和耐高温性能，解决保温板久置老化开裂的问题，同时降低粉煤灰所带来的环境危害。

[0006] 根据本发明的一个方面，本发明的一种轻质无机泡沫材料原料包括活性硅铝质物料 168 ~ 240 重量份，玻璃粉 0 ~ 72 重量份，稳泡剂 0.55 ~ 0.72 重量份，碱激发剂 155 ~ 173 重量份，增韧剂 0.5 ~ 0.74 重量份，发泡剂 4.2 ~ 13.4 重量份。

[0007] 所述的活性硅铝质物料由粉煤灰、偏高岭土组成,重量比为粉煤灰 / 偏高岭土为 1.20 ~ 2.34。

[0008] 所述玻璃粉为废平板玻璃粉,生产中也可用瓶罐玻璃、玻璃纤维废丝等细磨成的粉末来替代。

[0009] 所述稳泡剂包括十二烷基硫酸钠、硬脂酸钙、硬脂酸铝中的任意一种或多种。

[0010] 所述碱激发剂是由工业水玻璃、强碱和水调制而成的改性水玻璃。

[0011] 所述的增韧剂为苯丙乳液。

[0012] 所述的发泡剂为工业双氧水。

[0013] 本发明提供的制备轻质无机泡沫材料的方法,其具体步骤如下:

[0014] (1) 原料预混合:将活性硅铝质原料、玻璃粉和稳泡剂按一定比例混合均匀得混合料;

[0015] (2) 料浆制备:先将步骤(1)中的混合料和碱激发剂在 2000 ~ 3000rpm 下搅拌 100 ~ 150s 后,搅拌下再加入增韧剂后将转速调整为 1500 ~ 2000rpm 搅拌 60 ~ 90s,得到均匀改性料浆;

[0016] (3) 加入发泡剂:向均匀改性料浆中加入发泡剂在 2000 ~ 3000rpm 下搅拌 15 ~ 30s;

[0017] (4) 生坯成型:快速将步骤(3)中调制好的料浆注入模具,静置发泡,24h 后脱模、养护 3 ~ 7d,养护温度为 20℃,相对湿度 >80%,制得泡沫坯体;

[0018] (5) 干燥:将养护至龄期的坯体切割成规则尺寸,在 80 ~ 110℃下烘干 8 ~ 12h;

[0019] (6) 烧成:将干燥坯体置于高温炉内,升温至 600 ~ 800℃,保温 1-2h 后降温,降温时关闭高温炉,随炉冷却,制得无机泡沫材料。

[0020] 与现有技术相比本发明具有如下特点和有益效果:

[0021] 1) 本发明充分利用工业废弃物粉煤灰和废玻璃为主要原料,经济环保;

[0022] 2) 本发明可以在坯体烧成前方便、有效地调控孔结构,制备的泡沫材料闭孔率高(>70%)、孔径小(<1mm)且孔隙分布均匀,具有优良的隔热保温性能,导热系数为 0.06 ~ 0.12W/(m·K);

[0023] 3) 本发明制备工艺简单,坯体成型不需压制,常温养护,烧制温度低,成本低;

[0024] 4) 本发明通过烧成工艺明显提高了泡沫材料的力学性能和耐高温性能,抗压强度大于 1.35MPa,便于搬运和施工。

附图说明

[0025] 图 1 为本发明实施例 4 轻质无机泡沫材料的孔结构数码显微图。

具体实施方式

[0026] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明了,下面结合具体实施方式,对本发明进一步详细说明。应该理解,这些描述只是示例性的,而并非要限制本发明的保护范围。

[0027] 原料

[0028] 粉煤灰: I 级低钙粉煤灰,来自神华集团国华电力公司。

[0029] 偏高岭土：市售煅烧高岭土，购自福建陶金峰新材料有限公司，产品型号 CPAS--5010。

[0030] 玻璃粉：市售 100 目废玻璃粉。

[0031] 表 1 粉煤灰、偏高岭土及玻璃粉的化学组成 (wt %)

[0032]

原料	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	Na ₂ O	K ₂ O	MgO	LOI
粉煤灰	43.02	36.28	7.96	4.45	1.23	1.15	0.96	0.73	1.86
偏高岭土	49.68	41.34	0.06	0.87	0.03	0	0.29	0.11	7.27
玻璃粉	69.76	4.28	9.00	0.48	0	13.14	1.19	1.35	0.14

[0033] 十二烷基硫酸钠：化学纯，购自 Aladdin Chemistry Co.Ltd。

[0034] 硬脂酸钙：化学纯，Ca 含量 6.6 ~ 7.4%，购自 Aladdin Chemistry Co.Ltd。

[0035] 硬脂酸铝：化学纯，购自 Aladdin Chemistry Co.Ltd。

[0036] 钠水玻璃：由工业钠水玻璃（模数 2.79，固含量 37%）、氢氧化钠和水调制成模数为 1.0 ~ 2.0，固含量为 30 ~ 40% 的改性水玻璃。

[0037] 苯丙乳液：固含量 55%，购自 Aladdin Chemistry Co.Ltd。

[0038] 双氧水：分析纯，30% 过氧化氢，购自国药集团化学试剂有限公司。

[0039] 氢氧化钠：分析纯，购自国药集团化学试剂有限公司。

[0040] 性能测试方法

[0041] 密度测定：参考国标 GB/T5486-2008，用游标卡尺（精度 0.02mm）测量立方体试样（边长为 40mm）的长宽高，算出试样体积 V，用电子天平（精度 0.01g）称量试样质量 G。按下式计算试样密度：

$$[0042] \quad \rho = \frac{G}{V} \quad (1)$$

[0043] 式中：

[0044] ρ --- 试样密度 (kg/m³)；

[0045] G --- 试样质量 (kg)；

[0046] V --- 试样体积 (m³)。

[0047] 制品的密度为三个试样密度的算术平均值，精确至 1kg/m³。

[0048] 抗压强度测定：参考国标 GB/T5486-2008，用游标卡尺（精度 0.02mm）测量表面平整且无裂纹的立方体试样（边长为 40mm）的尺寸，算出试样的受压面积 S，用液压式万能试验机以 1.5mm/min 速度对试样加荷，直至试样破坏，记录破坏荷载 P，精确至 1N。按下式计算试样抗压强度：

$$[0049] \quad \sigma = \frac{P}{S} \quad (2)$$

[0050] 式中：

[0051] σ --- 试样抗压强度 (MPa)；

[0052] P——试样破坏荷载 (N) ;

[0053] S——试样受压面积 (mm^2)。

[0054] 制品的抗压强度为四块试样抗压强度的算术平均值,精确至 0.01MPa。

[0055] 导热系数测定:参考国标 GB/T10294-2008,用 Hot Disk TPS2500 热导率常数测试仪测试两块长宽均为 100mm、厚度为 20mm 的试样。

[0056] 实施例 1

[0057] (1) 称取粉煤灰 108 重量份,偏高岭土 72 重量份,玻璃粉 60 重量份,十二烷基硫酸钠 0.55 重量份,改性水玻璃 173 重量份,苯丙乳液 0.54 重量份,双氧水 4.2 重量份;

[0058] (2) 原料预混合:将粉煤灰、偏高岭土、玻璃粉和十二烷基硫酸钠按(1)中称取比例混合均匀;

[0059] (3) 料浆制备:先将混合料和改性钠水玻璃倒入搅拌机中在 2000 ~ 3000rpm 下搅拌 120s,然后在 1500 ~ 2000rpm 下边搅拌边加入苯丙乳液,搅拌 60s 得到均匀改性料浆;

[0060] (4) 加入发泡剂:向均匀料浆中加入双氧水,在 2000 ~ 3000rpm 下搅拌 15s;

[0061] (5) 生坯成型:快速将调制好的料浆倒入模具,静置发泡,24h 后脱模,随后在温度为 20℃、相对湿度 >80%的环境下养护 3d,制得泡沫坯体;

[0062] (6) 干燥:将养护至龄期的坯体切割成规则尺寸,在 80℃下烘干 12h;

[0063] (7) 烧成:将干燥坯体置于高温炉内,升温至 600℃,保温 1h,制得无机泡沫材料。

[0064] 经仪器测试,其基本性能如下:密度为 $485\text{kg}/\text{m}^3$,抗压强度为 4.42MPa,导热系数为 $0.115\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。

[0065] 实施例 2

[0066] (1) 称取粉煤灰 92 重量份,偏高岭土 76 重量份,玻璃粉 72 重量份,硬脂酸铝 0.65 重量份,改性钠水玻璃 173 重量份,苯丙乳液 0.5 重量份,双氧水 8.6 重量份;

[0067] (2) 原料预混合:将粉煤灰、偏高岭土、玻璃粉和硬脂酸铝按(1)中称取比例混合均匀;

[0068] (3) 料浆制备:先将混合料和改性钠水玻璃倒入搅拌机中,在 2000 ~ 3000rpm 下搅拌 120s,然后在 1500 ~ 2000rpm 下边搅拌边加入苯丙乳液,搅拌 90s 得到均匀改性料浆;

[0069] (4) 加入发泡剂:向均匀料浆中加入双氧水,在 2000 ~ 3000rpm 下搅拌 15s;

[0070] (5) 生坯成型:快速将调制好的料浆倒入模具,静置发泡,24h 后脱模,随后在温度为 20℃、相对湿度 >80%的环境下养护 7d,制得泡沫坯体;

[0071] (6) 干燥:将养护至龄期的坯体切割成规则尺寸,在 100℃下烘干 10h;

[0072] (7) 烧成:将干燥坯体置于高温炉内,升温至 600℃,保温 1h,制得无机泡沫材料。

[0073] 经仪器测试,其基本性能如下:密度为 $293\text{kg}/\text{m}^3$,抗压强度为 2.52MPa,导热系数为 $0.081\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。

[0074] 实施例 3

[0075] (1) 称取粉煤灰 143 重量份,偏高岭土 61 重量份,玻璃粉 36 重量份,硬脂酸钙 0.65 重量份,改性钠水玻璃 155 重量份,苯丙乳液 0.64 重量份,双氧水 11 重量份;

[0076] (2) 原料预混合:将粉煤灰、偏高岭土、玻璃粉和硬脂酸铝按(1)中称取比例混合均匀;

[0077] (3) 料浆制备:先将混合料和改性钠水玻璃倒入搅拌机中在 2000 ~ 3000rpm 下搅

拌 100s,然后在 1500 ~ 2000rpm 下边搅拌边加入苯丙乳液,搅拌 80s 得到均匀改性料浆;

[0078] (4) 加入发泡剂:向均匀料浆中加入双氧水,在 2000 ~ 3000rpm 下搅拌 20s;

[0079] (5) 生坯成型:快速将调制好的料浆倒入模具,静置发泡,24h 后脱模,随后在温度为 20℃、相对湿度 >80%的环境下养护 7d,制得泡沫坯体;

[0080] (6) 干燥:将养护至龄期的坯体切割成规则尺寸,在 100℃下烘干 10h;

[0081] (7) 烧成:将干燥坯体置于高温炉内,升温至 600℃,保温 1h,制得无机泡沫材料。

[0082] 经仪器测试,其基本性能如下:密度为 236kg/m³,抗压强度为 2.34MPa,导热系数为 0.071W/(m·K)。

[0083] 实施例 4

[0084] (1) 称取粉煤灰 125 重量份,偏高岭土 67 重量份,玻璃粉 48 重量份,稳泡剂(硬脂酸铝和硬脂酸钙)0.72 重量份,改性钠水玻璃 162 重量份,苯丙乳液 0.74 重量份,双氧水 13.4 重量份;

[0085] (2) 原料预混合:将粉煤灰、偏高岭土、玻璃粉和稳泡剂按(1)中称取比例混合均匀;

[0086] (3) 料浆制备:先将混合料和改性钠水玻璃倒入搅拌机中在 2000 ~ 3000rpm 下搅拌 150s,然后在 1500 ~ 2000rpm 下边搅拌边加入苯丙乳液,搅拌 90s 得到均匀改性料浆;

[0087] (4) 加入发泡剂:向均匀料浆中加入双氧水,在 2000 ~ 3000rpm 下搅拌 30s;

[0088] (5) 生坯成型:快速将调制好的料浆倒入模具,静置发泡,24h 后脱模,随后在温度为 20℃、相对湿度 >80%的环境下养护 7d,制得泡沫坯体;

[0089] (6) 干燥:将养护至龄期的坯体切割成规则尺寸,在 110℃下烘干 8h;

[0090] (7) 烧成:将干燥坯体置于高温炉内,升温至 700℃,保温 1h,制得无机泡沫材料。

[0091] 经仪器测试,其基本性能如下:密度为 189kg/m³,抗压强度为 1.78MPa,导热系数为 0.067W/(m·K)。

[0092] 实施例 5

[0093] (1) 称取粉煤灰 156 重量份,偏高岭土 84 重量份,稳泡剂(十二烷基硫酸钠、硬脂酸钙、硬脂酸铝中三种组分重量比为 1:1:1)0.74 重量份,改性钠水玻璃 162 重量份,苯丙乳液 0.65 重量份,双氧水 13.4 重量份;

[0094] (2) 原料预混合:将粉煤灰、偏高岭土和稳泡剂按(1)中称取比例混合均匀;

[0095] (3) 料浆制备:先将混合料和改性钠水玻璃倒入搅拌机中,在 2000 ~ 3000rpm 下搅拌 120s,然后在 1500 ~ 2000rpm 下边搅拌边加入苯丙乳液,搅拌 90s 得到均匀改性料浆;

[0096] (4) 加入发泡剂:向均匀料浆中加入双氧水,在 2000 ~ 3000rpm 下搅拌 15s;

[0097] (5) 生坯成型:快速将调制好的料浆倒入模具,静置发泡,24h 后脱模,随后在温度为 20℃、相对湿度 >80%的环境下养护 7d,制得泡沫坯体;

[0098] (6) 干燥:将养护至龄期的坯体切割成规则尺寸,在 100℃下烘干 12h;

[0099] (7) 烧成:将干燥坯体置于高温炉内,升温至 800℃,保温 2h,制得无机泡沫材料。

[0100] 经仪器测试,其基本性能如下:密度为 235kg/m³,抗压强度为 1.39MPa,导热系数为 0.085W/(m·K)。

[0101] 实施例 6

[0102] (1) 称取粉煤灰 168 重量份,偏高岭土 72 重量份,硬脂酸钙 0.72 重量份,改性钠水

玻璃 162 重量份, 苯丙乳液 0.65 重量份, 双氧水 13.4 重量份;

[0103] (2) 原料预混合: 将粉煤灰、偏高岭土和硬脂酸钙按 (1) 中称取比例混合均匀;

[0104] (3) 料浆制备: 先将混合料和改性钠水玻璃倒入搅拌机中, 在 2000 ~ 3000rpm 下搅拌 120s, 然后在 1500 ~ 2000rpm 下边搅拌边加入苯丙乳液, 搅拌 90s 得到均匀改性料浆;

[0105] (4) 加入发泡剂: 向均匀料浆中加入双氧水, 在 2000 ~ 3000rpm 下搅拌 15s;

[0106] (5) 生坯成型: 快速将调制好的料浆倒入模具, 静置发泡, 24h 后脱模, 随后在温度为 20℃、相对湿度 >80% 的环境下养护 7d, 制得泡沫坯体;

[0107] (6) 干燥: 将养护至龄期的坯体切割成规则尺寸, 在 100℃ 下烘干 12h;

[0108] (7) 烧成: 将干燥坯体置于高温炉内, 升温至 800℃, 保温 2h, 制得无机泡沫材料。

[0109] 经仪器测试, 其基本性能如下: 密度为 238kg/m³, 抗压强度为 1.35MPa, 导热系数为 0.088W/(m·K)。

[0110] 为表征本发明制备出的材料的孔径结构, 以实施例 4 制备出材料做孔结构数码显微图, 如图 1 所示。

[0111] 本发明无机泡沫材料在高温烧结前孔结构能够得到有效调控, 而且高温烧结能够提高材料的隔热保温性能、力学性能和耐高温性能, 解决保温板久置老化开裂的问题, 同时降低粉煤灰所带来的环境危害。

[0112] 尽管已经详细描述了本发明的实施方式, 但是应该理解的是, 在不偏离本发明的精神和范围的情况下, 可以对本发明的实施方式做出各种改变、替换和变更。

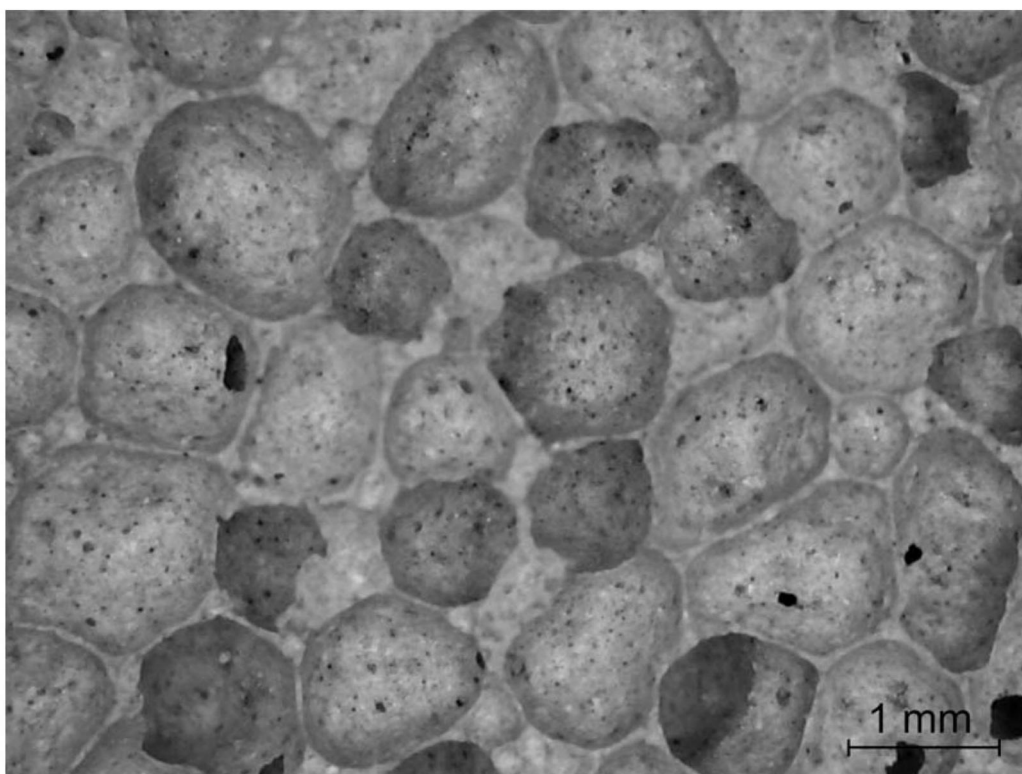


图 1