



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103803943 B

(45) 授权公告日 2016.03.23

(21) 申请号 201310687782.6

CN 101885602 A, 2010.11.17, 说明书第

(22) 申请日 2013.12.13

[0006] 段.

(73) 专利权人 中国神华能源股份有限公司

审查员 万红波

地址 100011 北京市东城区安定门西滨河路
22号

专利权人 神华准能资源综合开发有限公司

(72) 发明人 郭昭华 栗海峰 陈东 雷新荣
袁明 周俊 罗学维 王丹妮

(74) 专利代理机构 北京康信知识产权代理有限
责任公司 11240

代理人 吴贵明 张永明

(51) Int. Cl.

C04B 30/00(2006.01)

(56) 对比文件

CN 102603357 A, 2012.07.25, 说明书第
[0005], [0013] 段.

CN 102964143 A, 2013.03.13, 权利要求 1.

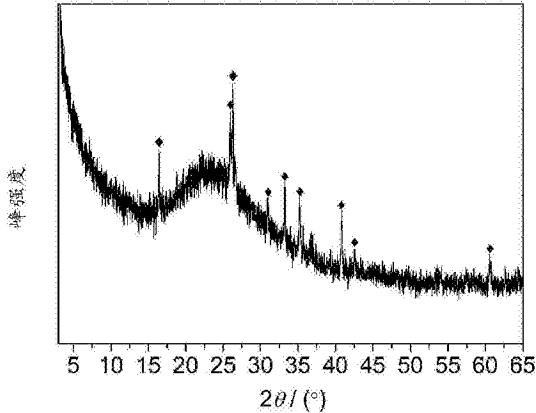
权利要求书1页 说明书9页 附图1页

(54) 发明名称

发泡陶瓷保温板及其制备方法

(57) 摘要

本发明公开了一种发泡陶瓷保温板及其制备方法。该发泡陶瓷保温板的原料按重量百分含量计包含：粉煤灰提取氧化铝残渣 30%~60%、滑石 5%~15%、煤矸石 5%~15%、助熔剂熔 30%~50%、以及适量的辅料。本发明通过以粉煤灰提取氧化铝残渣和煤矸石作为主要原料制作发泡陶瓷保温板，不仅为粉煤灰提铝残渣和煤矸石的处置和利用提供了一种新的途径，增加了经济效益和环境效益；而且，还使得本发明的发泡陶瓷保温板具有轻质和高抗拉强度的性能。



1. 一种发泡陶瓷保温板，其特征在于，所述发泡陶瓷保温板的原料按重量百分含量计包含：粉煤灰提取氧化铝残渣 30%～60%、滑石 5%～15%、煤矸石 5%～15%、助熔剂 30%～50%，以及适量的辅料，且各原料重量含量之和为 100%，所述辅料包括稳定剂、发泡剂和还原剂。

2. 根据权利要求 1 所述的发泡陶瓷保温板，其特征在于，所述发泡陶瓷保温板的原料按重量百分含量计包含：粉煤灰提取氧化铝残渣 30%～50%、煤矸石 5%～10%、滑石 5%～10%、助熔剂 35%～50%，以及适量的辅料。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的发泡陶瓷保温板，其特征在于，所述粉煤灰提取氧化铝残渣中 SiO_2 的含量为总重量的 30%～50%， Al_2O_3 的含量为总重量的 5.0%～30%，烧失量为总重量的 25%～35%。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的发泡陶瓷保温板，其特征在于，所述煤矸石按重量百分含量计包含： SiO_2 40.2%～55.0%、 Al_2O_3 30.0%～40.0%、 K_2O 0.1%～0.5%、 Na_2O 0.05%～0.3%、 CaO 0.5%～1.0%、 MgO 0.05%～0.5%、 TiO_2 0.1%～1.0%、 Fe_2O_3 0.3%～1.5%、烧失量 8.0%～15.0%。

5. 根据权利要求 1 或 2 所述的发泡陶瓷保温板，其特征在于，所述辅料按所述发泡陶瓷保温板的总重量计包含：稳定剂 0.1%～5%、发泡剂 0.1%～5%、还原剂 0.01%～5%。

6. 一种权利要求 1 至 5 中任一项所述的发泡陶瓷保温板的制备方法，其特征在于，包括以下步骤：

- (1) 将粉煤灰提铝残渣、煤矸石、滑石、助熔剂、以及辅料混合后湿法球磨制得浆料；
- (2) 干燥所述浆料形成前驱体粉料；
- (3) 烧结所述前驱体粉料，冷却后形成所述发泡陶瓷保温板。

7. 根据权利要求 6 所述制备方法，其特征在于，所述步骤 (2) 中，采用喷雾干燥工艺干燥所述浆料形成前驱体粉料，或者采用烘干干燥-粉碎分散工艺干燥所述浆料形成前驱体粉料。

8. 根据权利要求 6 所述制备方法，其特征在于，所述步骤 (3) 中，将所述前驱体粉料装入耐火材料模具中，刮平后烧结处理。

9. 根据权利要求 8 所述制备方法，其特征在于，所述耐火材料模具的材质为刚玉质、堇青石质、或莫来石质。

10. 根据权利要求 8 所述制备方法，其特征在于，所述步骤 (3) 中，在将所述前驱体粉料装入耐火材料模具之前，在所述耐火材料模具的内壁上形成耐火涂料或耐火材料层。

11. 根据权利要求 10 所述制备方法，其特征在于，所述耐火涂料或耐火材料层的厚度为 1～2mm。

12. 根据权利要求 6 至 11 中任一项所述制备方法，其特征在于，所述步骤 (3) 中，所述烧结的温度为 1150℃～1200℃，所述烧结时间为 30～120min。

发泡陶瓷保温板及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明涉及陶瓷保温板领域,具体而言,涉及一种发泡陶瓷保温板及其制备方法。

背景技术

[0002] 粉煤灰是燃煤电厂排出的主要固体废物。我国是个产煤大国,以煤炭为电力生产基本燃料,随电力工业发展,燃煤电厂粉煤灰排放量逐年增加,2000 年粉煤灰排放量约为 1.5 亿吨,2010 年达到 3 亿吨。大量粉煤灰不加处理,就会产生扬尘,污染大气;若排入水系会造成河流淤塞,而其中有毒化学物质还会对人体和生物造成危害,大量粉煤灰的排放给我国国民经济建设及生态环境造成巨大的压力。另一方面,我国又是人均占有资源储量有限的国家,粉煤灰的综合利用,变废为宝、变害为利,是我国经济建设中一项重要技术经济政策,是解决我国电力生产环境污染,资源缺乏之间矛盾的重要手段。

[0003] 为了将粉煤灰变废为宝,进行再利用,在中国发明专利《闭气孔发泡陶瓷保温板的制备方法》(公开(公告)号:CN 102603357 A)公开了一种以粉煤灰为主要原料,辅助以宁海土微粉、滑石粉,并以玻璃粉为助溶剂在 1230 ~ 1260°C 氧化气氛下烧结并保温 0.5 ~ 2h 后随炉冷却得到发泡陶瓷保温板,所得发泡陶瓷保温板闭气孔率 75% 以上,抗拉强度达到 0.2MPa。这种方法所制备发泡陶瓷保温板抗拉强度值虽然能够得到 0.2MPa 左右,其力学性能仍需提高以满足使用需要。

发明内容

[0004] 本发明旨在提供一种发泡陶瓷保温板及其制备方法,以提高所述发泡陶瓷保温板的抗拉强度。

[0005] 为了实现上述目的,根据本发明的一个方面,提供了一种发泡陶瓷保温板,该发泡陶瓷保温板的原料按重量百分含量计包含:粉煤灰提取氧化铝残渣 30% ~ 60%、滑石 5% ~ 15%、煤研石 5% ~ 15%、助熔剂 30% ~ 50%、以及适量的辅料。

[0006] 进一步地,上述发泡陶瓷保温板的原料按重量百分含量计包含:粉煤灰提取氧化铝残渣 30% ~ 50%、煤研石 5% ~ 10%、滑石 5% ~ 10%、助熔剂 35% ~ 50%、以及适量的辅料。

[0007] 进一步地,上述粉煤灰提取氧化铝残渣中 SiO₂ 的含量为总重量的 30% ~ 50%, Al₂O₃ 的含量为总重量的 5.0% ~ 30%, 烧失量为总重量的 25% ~ 35%。

[0008] 进一步地,上述煤研石按重量百分含量计包含:SiO₂ 40.2% ~ 55.0%、Al₂O₃ 30.0% ~ 40.0%、K₂O 0.1% ~ 0.5%、Na₂O 0.05% ~ 0.3%、CaO 0.5% ~ 1.0%、MgO 0.05% ~ 0.5%、TiO₂ 0.1% ~ 1.0%、Fe₂O₃ 0.3% ~ 1.5%、烧失量 8.0% ~ 15.0%。

[0009] 进一步地,上述辅料按上述发泡陶瓷保温板的总重量计包含:稳定剂 0.1% ~ 5%、发泡剂 0.1% ~ 5%、还原剂 0.01% ~ 5%。

[0010] 根据本发明的另一个方面,提供了一种要求 1 至 5 中任一项的发泡陶瓷保温板的制备方法,该方法包括以下步骤:(1) 将粉煤灰提铝残渣、煤研石、滑石、助熔剂、以及辅料

混合后湿法球磨制得浆料；(2) 干燥上述浆料形成前驱体粉料；(3) 烧结上述前驱体粉料，冷却后形成上述发泡陶瓷保温板。

[0011] 进一步地，上述步骤(2)中，采用喷雾干燥工艺干燥上述浆料形成前驱体粉料，或者采用烘干干燥—粉碎分散工艺干燥上述浆料形成前驱体粉料。

[0012] 进一步地，上述步骤(3)中，将上述前驱体粉料装入耐火材料模具中，刮平后烧结处理；优选上述耐火材料模具的材质为刚玉质、堇青石质、或莫来石质。

[0013] 进一步地，上述步骤(3)中，在将上述前驱体粉料装入耐火材料模具之前，在上述耐火材料模具的内壁上形成耐火涂料或耐火材料层，优选上述耐火涂料或耐火材料层的厚度为1～2mm。

[0014] 进一步地，上述步骤(3)中，上述烧结的温度为1150℃～1200℃，上述烧结时间为30～120min。

[0015] 应用本发明的技术方案一种发泡陶瓷保温板及其制备方法。通过以粉煤灰提取氧化铝残渣和煤矸石作为主要原料制作发泡陶瓷保温板，为粉煤灰提铝残渣和煤矸石的处置和利用提供了一种新的途径，增加了经济效益和环境效益。同时，使得本发明发泡陶瓷保温板具有较轻的性能和较强的抗拉强度。

附图说明

[0016] 构成本申请的一部分的说明书附图用来提供对本发明的进一步理解，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。在附图中：

[0017] 图1示出了根据本发明实施例1发泡陶瓷保温板XRD图谱。

具体实施方式

[0018] 需要说明的是，在不冲突的情况下，本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

[0019] 正如背景技术部分所介绍的，在以粉煤灰为原料制备陶瓷保温板的过程中，所制备的保温板存在抗拉强度较差的问题，正是为了解决这一问题，在本发明中提供了一种发泡陶瓷保温板，该发泡陶瓷保温板的原料按重量百分含量计包含：粉煤灰提取氧化铝残渣30%～60%、滑石5%～15%、煤矸石5%～15%、助溶剂30%～50%、以及适量的辅料。

[0020] 在本发明中，首次提出采用粉煤灰提取氧化铝残渣作为制备发泡陶瓷保温板的原料，既可以合理地利用粉煤灰提铝残渣，变废为宝提高粉煤灰提铝残渣的经济利用效率，又可以变害为利改善环境。最重要的是，粉煤灰提取氧化铝残渣中含有较高的硅含量和铝含量，当粉煤灰提取氧化铝残渣作为原料制作发泡陶瓷保温板时，其中的二氧化硅和三氧化二铝在高温熔融时反应生成具有莫来石相的独特结构，这种结构能够使发泡陶瓷保温板具有较高的抗拉强度。同时，这种粉煤灰提铝残渣颗粒粒径较细，而颗粒表面及体积内存在介孔、活性很高，使得其作为原料制备发泡陶瓷保温板时能够在较低的温度下就易达到熔融状态形成熔体，而此时碳化硅氧化产生的气体留在熔体中形成气泡，使得到的发泡陶瓷保温板的具有较高的气孔率。气孔率较高使发泡陶瓷保温板不仅具有轻质的性能，而且导热系数小，具有良好的保温性能。

[0021] 同时，煤矸石是在成煤过程中与煤共同沉积的有机化合物和无机化合物混合在一

起的岩石。煤矸石是碳质、泥质和砂质页岩的混合物，具有低发热值。煤矸石成分主要是硅、铝、钙、镁、铁的氧化物和某些稀有金属，其化学组成为 SiO_2 、 Al_2O_3 、 Fe_2O_3 、 CaO 、 MgO 、 TiO_2 、 P_2O_5 、 $(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})$ 、 V_2O_5 等。煤矸石弃置不用，占用大片土地。煤矸石中的硫化物逸出或浸出会污染大气、农田和水体。矸石山还会自然发生火灾，或在雨季崩塌，淤塞河流造成灾害。因此，煤矸石的处理和综合利用越来越受到世界各国的重视。在本发明中采用煤矸石作为制备发泡陶瓷保温板的原料，既减少了环境污染，又提高了煤矸石的有效利用率。

[0022] 本发明首次以粉煤灰提取氧化铝残渣和煤矸石作为主要原料，并在其他辅料的作用下制作发泡陶瓷保温板，为粉煤灰提铝残渣和煤矸石的处置和利用提供了一种新的途径，增加了经济效益和环境效益。同时，通过将本发明上述范围的各成分为原料能够使制得的发泡陶瓷保温板具有较轻的性能和较强的抗拉强度。

[0023] 为了使得到的发泡陶瓷保温板的性能更好，在本发明的一种优选实施例中，上述发泡陶瓷保温板的原料按重量百分含量计包含：粉煤灰提取氧化铝残渣 30%～50%、滑石 5%～10%、煤矸石 5%～10%、助熔剂 35%～50%、以及适量的辅料。上述范围的各成分含量能够使制得的发泡陶瓷保温板具有更轻的性能和更强的抗拉强度。

[0024] 在本发明的发泡陶瓷保温板的原料中，对粉煤灰提取氧化铝残渣的选择并没有特殊要求，只要能够用于制备发泡陶瓷保温板即可。在本发明一种典型的实施例中，优选上述粉煤灰提取氧化铝残渣中 SiO_2 的含量为总重量的 30%～50%， Al_2O_3 的含量为总重量的 5.0%～30%，烧失量的含量为总重量的 25%～35%。在上述范围内的各成分含量有利于形成力学性能优良的发泡陶瓷保温板。尤其是在 30%～50% 的 SiO_2 和 5.0%～30% 范围的 Al_2O_3 对发泡陶瓷保温板的高抗拉强度有重要作用。

[0025] 在本发明的发泡陶瓷保温板的原料中，对煤矸石的成分及其中各成分的含量也没有特殊要求，只要其中含有 SiO_2 和 Al_2O_3 即可。在本发明一种优选的实施例中，煤矸石按重量百分含量计包含： SiO_2 40.2%～55.0%、 Al_2O_3 30.0%～40.0%、 Fe_2O_3 0.3%～1.5%、 TiO_2 0.1%～1.0%、 CaO 0.5%～1.0%、 MgO 0.05%～0.5%、 K_2O 0.1%～0.5%、 Na_2O 0.05%～0.3%、烧失量 8.0%～15.0%。含有上述范围的 SiO_2 和 Al_2O_3 成分的煤矸石也利于使制得的发泡陶瓷保温板具有优异的力学性能，提高了其作为建筑用保温材料的适用性。

[0026] 为了使制得发泡陶瓷保温板具有适用于建筑外墙保温的性能，通常在制作发泡陶瓷保温板时还加入一些辅料以增强其防火阻燃、抗老化能力、稳定性以及降低其导热性等性能。本领域技术人员在本发明的教导下，有能力选择适当的辅料。

[0027] 上述辅料包含按发泡陶瓷保温板的总重量计 0.1%～5% 稳定剂。稳定剂的用量并不限于上述范围，将其控制在上述范围内能够使发泡陶瓷保温板的稳定性能好，安全稳固性好。在本发明中可以使用的稳定剂包括但不限于氧化钙、氧化亚铁、氧化铁或金属铁，优选氧化铁作为稳定剂。上述辅料还包含按发泡陶瓷保温板的总重量计 0.1%～5% 的发泡剂。发泡剂的用量并不限于上述范围，将其控制在该范围内有利于使发泡陶瓷保温板的气孔率比较高，使发泡陶瓷保温板的干密度小，进而使发泡陶瓷保温板具有轻质的性能。在本发明中可以使用的发泡剂包括但不限于碳酸钙、碳化硅或白云石，优选氮化硅作为发泡剂。上述辅料还包含按发泡陶瓷保温板的总重量计 0.01%～5% 的还原剂。将还原剂的用量并不限于上述范围，将其控制在上述范围内有利于提高发泡陶瓷保温板的抗老化能力，

使其能够与建筑物同寿命,更重要的是能够增加其阻燃防火能力。本发明中可以使用的还原剂包括但不限于焦炭粉、石墨粉或无烟煤粉,优选焦炭粉。

[0028] 本发明所提供的上述发泡陶瓷保温板,可以通过采用上述发泡陶瓷保温板的原料,通过发泡陶瓷保温板的常规生产工艺制备即可。在本发明的一种优选实施方式中,上述发泡陶瓷保温板的制备方法包括以下步骤:(1) 将粉煤灰提铝残渣、煤矸石、滑石、助溶剂、以及辅料混合后湿法球磨制得浆料;(2) 干燥浆料形成前驱体粉料;(3) 烧结前驱体粉料,冷却后形成立发泡陶瓷保温板。

[0029] 本发明的上述制备方法通过粉煤灰提铝残渣、煤矸石为主要原料,并与其他辅料混合后,进行湿法球磨制得浆料,然后干燥该浆料形成前驱体粉料,最后烧结前驱体粉料,冷却后就形成了发泡陶瓷保温板。该制备方法不含过筛除铁、粉料陈腐、成型等工序,且无需对粉煤灰提铝残渣进行水洗等预处理,制备工艺简单易行。且以粉煤灰提铝残渣和煤矸石为原料按上述制备方法制备发泡陶瓷保温板具有显著的经济效益和环境效益,且所得的发泡陶瓷保温板具有轻质和高抗拉强度的特点。

[0030] 本发明的上述制备方法中,对所形成的浆料进行干燥时,采用常规的干燥方法均可,只要能实现使浆料干燥的效果即可。在本发明一种优选的实施例中,优选但不限于采用喷雾干燥工艺或干燥-粉碎分散工艺干燥浆料形成前驱体粉料。

[0031] 采用上述喷雾干燥工艺能够在使浆料干燥的同时形成前驱体粉料。在采用这种喷雾干燥工艺制备前驱体粉末时,采用常规喷雾干燥工艺,形成干燥的粉末即可。在本发明的一种优选实施方式中,上述喷雾干燥工艺中,进料泵频率为 20 ~ 80Hz,进料速度为 5 ~ 12kg/hr, 干燥温度为 150 ~ 220°C;采用上述进料泵频率和进料速度与上述干燥温度配合,能够使所有的浆料以较适合的速度进行干燥,使浆料干燥利于后续烧结过程中发泡剂产生气泡以形成孔隙。在本发明上述方法所形成的前驱体粉料只要是颗粒状,且干燥的即可,对其颗粒粒径并没有特殊的要求。在一种优选方式中,前驱体粒径分布范围为 $D_{50} = 30 \sim 70 \mu\text{m}$ 。将前驱体粒径分布范围控制在上述范围内,有利于使所形成的粉料性能良好。

[0032] 采用烘干干燥-粉碎分散工艺干燥浆料形成前驱体粉料的方法时,需要先对浆料进行干燥,在将干燥后的固体研磨成粉末。这种方法虽然需要分步骤进行操作,但是其对设备的要求较低。更适用于没有设置喷雾干燥装置的工厂使用。在这种方法的干燥步骤中,采用常规的干燥手段即可,在本发明中优选为在 90 ~ 120°C 的烘干温度下烘干 30 ~ 60min。采用上述烘干温度和烘干时间有利于在保持浆料中各成分性能不变的情况下进行彻底干燥,在这种方法的粉碎步骤中采用常规装置即可,在本发明中优选采用盘磨仪或球磨机进行粉碎。在本发明上述方法所形成的前驱体粉料只要是颗粒状,且干燥的即可,对其颗粒粒径并没有特殊的要求。

[0033] 本发明的上述制备方法的步骤(3)中,对前驱体粉料进行烧结的步骤中,优选将上述前驱体粉料装入耐火材料模具中,刮平后烧结处理;优选耐火材料模具的材质为刚玉质、堇青石质、莫来石质。这些材料具有较好的耐火性能,将前驱体粉料装入其中进行高温烧结时稳定性好,不易变形,进而使具有一定形状的发泡陶瓷保温板保持稳定的形状和性能。

[0034] 优选上述步骤(3)中,在将前驱体粉料装入耐火材料模具之前,在耐火材料模具的内壁上形成耐火涂料或耐火纤维纸,优选耐火涂料或耐火纤维纸的厚度为 1 ~ 2mm,本发

明采用在耐火材料模具的内壁上形成耐火涂料或耐火纤维纸使得到的发泡陶瓷保温板不与耐火材料模具粘联。1~2mm 厚度的耐火涂料或耐火纤维纸即可使发泡陶瓷保温板具有优良的耐火性能,太厚造成原料的浪费并增加生产成本。在本发明中可以使用的耐火涂料为氧化铝耐火涂料,可以使用的耐火纤维纸为硅酸铝耐火纤维纸...。

[0035] 本发明的上述制备方法的指导下,本领域技术人员可以根据所使用的发泡剂和对孔隙率及孔径大小的要求不同,对烧结步骤中的烧结温度进行合理调整。在本发明一种优选的实施例中,上述步骤(3)中,烧结的温度为1150℃~1200℃,烧结时间为30~120min。本发明中采用上述烧结温度是利用发泡剂在该温度下能够分解生成二氧化碳来形成空隙,而选择上述范围的烧结时间能够使得到的发泡陶瓷保温材料的空隙率比较高,进而使得到的发泡陶瓷保温材料的干密度比较小,这使得最终形成的发泡陶瓷保温材料具有轻质的性能。

[0036] 从以上的描述中,可以看出,本发明上述的实施例实现了如下技术效果:本发明针对现有技术之缺失,利用粉煤灰提铝残渣及煤矸石为主要原料制备发泡陶瓷保温板,既是处置和利用粉煤灰提铝残渣和煤矸石的较好途径,又具有显著地经济效益和环境效益。同时,大幅度地提高发泡陶瓷保温板的力学性能。

[0037] 下面结合具体的实施例进一步说明本发明的有益效果。

[0038] 实施例 1

[0039] 发泡陶瓷保温板的原料:粉煤灰提铝残渣30kg、煤矸石10kg、滑石15kg、助熔31kg、稳定剂氧化亚铁粉3.5kg、发泡剂碳化硅粉3kg、还原剂焦炭粉2.5kg。其中粉煤灰提铝残渣和煤矸石成分如表1所示。

[0040] 表 1

[0041]

| 粉煤灰提铝残渣化学成分(wt%) | | | | | | | | | |
|------------------|--------------------------------|------------------|-------------------|------|------|------------------|--------------------------------|-----------------|------|
| SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | K ₂ O | Na ₂ O | CaO | MgO | TiO ₂ | Fe ₂ O ₃ | SO ₃ | LOS |
| 44.52 | 20.22 | 0.17 | 0.05 | 1.07 | 0.05 | 3.37 | 0.64 | 0.47 | 21.9 |
| 煤矸石化学成分(质量%) | | | | | | | | | |
| SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | K ₂ O | Na ₂ O | CaO | MgO | TiO ₂ | Fe ₂ O ₃ | LOS | |
| 55.04 | 29.45 | 0.33 | 0.3 | 0.85 | 0.35 | 0.75 | 1.21 | 11.72 | |

[0042] 发泡陶瓷保温板的制备方法:

[0043] 将粉煤灰提铝残渣、煤矸石、滑石、助熔剂、稳定剂、发泡剂以及还原剂混合后,导入球磨罐中,加入原料总量0.8倍的水量进行湿法球磨,制得浆料;

[0044] 采用进料泵频率为40Hz、进料速度为8kg/hr、温度设置为180℃的喷雾干燥塔进行干燥上述浆料并形成前驱体粉料,形成的前驱体粒径为D₅₀=50 μm。

[0045] 将上述前驱体粉料装入内壁上形成有厚度为1mm 氧化铝耐火涂料的刚玉质耐火模具中,刮平后1175℃烧结60min,冷却后得到实施例1的发泡陶瓷保温板。

[0046] 采用荷兰(新加坡思百吉公司)X'Pert-PRODX2198X射线衍射仪,对实施例1的发泡陶瓷保温板进行物相分析,测试条件为:CuKα射线,Ni滤波,管电压40kV,管电流40mA,λ=1.540598Å,其XRD图谱见图1所示。

[0047] 由图1可知,XRD图谱中既有非晶玻璃相的漫散射峰又有晶相的衍射峰。非晶玻璃

相漫散射峰是由于配料组成于高温下熔融成为熔体,冷却过程由于冷却速度快形成,而晶相衍射峰通过物相检索与 PDF 标准卡 No. 79-1457 相一致,说明此物相乃莫来石 (Mullite) 相,莫来石晶体属斜方晶系,通常呈柱状或细长的针状且呈放射簇状结晶,正是由于莫来石的独特结构才使得发泡陶瓷保温板的抗拉强度高达 0.84MPa,同时该发泡陶瓷保温板的干密度还轻至 228.43kg/m³。因此,以粉煤灰提铝残渣及煤矸石为原料,采取本发明的制备工艺所得发泡陶瓷保温板具有的较高抗拉强度。

[0048] 实施例 2

[0049] 发泡陶瓷保温板的原料:粉煤灰提铝残渣 30kg、煤矸石 5.05kg、滑石 7.85kg、助熔剂 49.65kg、稳定剂氧化铁粉 5kg、发泡剂碳化硅粉 0.1kg、还原剂无烟煤粉 5kg。其中粉煤灰提铝残渣和煤矸石成分如表 2 所示。

[0050] 表 2

[0051]

| 粉煤灰提铝残渣化学成分 (wt%) | | | | | | | | | |
|-------------------|--------------------------------|------------------|-------------------|------|------|------------------|--------------------------------|-----------------|-------|
| SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | K ₂ O | Na ₂ O | CaO | MgO | TiO ₂ | Fe ₂ O ₃ | SO ₃ | LOS |
| 30.05 | 29.56 | 0.12 | 0.02 | 1.01 | 0.02 | 2.32 | 0.35 | 0.42 | 24.59 |
| 煤矸石化学成分 (质量%) | | | | | | | | | |
| SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | K ₂ O | Na ₂ O | CaO | MgO | TiO ₂ | Fe ₂ O ₃ | LOS | |
| 40.20 | 40.03 | 0.51 | 0.25 | 1.02 | 0.51 | 0.98 | 1.46 | 15.05 | |

[0052] 发泡陶瓷保温板的制备方法:

[0053] 将粉煤灰提铝残渣、煤矸石、滑石、助熔剂、稳定剂、发泡剂以及还原剂混合后,导入球磨罐中,加入原料总量 0.8 倍的水量进行湿法球磨,制得浆料;

[0054] 采用进料泵频率为 80Hz、进料速度为 12kg/hr、温度设置为 220℃ 的喷雾干燥塔进行干燥上述浆料并形成前驱体粉料,形成的前驱体粒径为 D₅₀= 70 μm。

[0055] 将上述前驱体粉料装入内壁上形成有厚度为 2mm 氧化铝耐火涂料的莫来石质耐火模具中,刮平后 1200℃ 烧结 30min,冷却后得到实施例 2 的发泡陶瓷保温板。

[0056] 实施例 3

[0057] 发泡陶瓷保温板的原料:粉煤灰提铝残渣 59.5kg、煤矸石 5kg、滑石 4.55kg、熔剂 29.45kg、稳定剂金属铁粉 0.1kg、发泡剂碳化硅粉 0.1kg、还原剂石墨粉 0.3kg。其中粉煤灰提铝残渣和煤矸石成分如表 3 所示。

[0058] 表 3

[0059]

| 粉煤灰提铝残渣化学成分表(wt%) | | | | | | | | | |
|-------------------|--------------------------------|------------------|-------------------|------|------|------------------|--------------------------------|-----------------|-------|
| SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | K ₂ O | Na ₂ O | CaO | MgO | TiO ₂ | Fe ₂ O ₃ | SO ₃ | LOS |
| 20.01 | 55.32 | 0.21 | 0.13 | 0.98 | 0.03 | 1.94 | 0.43 | 0.37 | 10.25 |
| 煤矸石化学成分表(质量%) | | | | | | | | | |
| SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | K ₂ O | Na ₂ O | CaO | MgO | TiO ₂ | Fe ₂ O ₃ | LOS | |
| 53.52 | 36.98 | 0.12 | 0.05 | 0.49 | 0.05 | 0.12 | 0.29 | 8.56 | |

[0060] 发泡陶瓷保温板的制备方法:

[0061] 将粉煤灰提铝残渣、煤矸石、滑石、助熔剂、稳定剂、发泡剂和还原剂混合后,导入

球磨罐中,加入原料总量 0.8 倍的水量进行湿法球磨,制得浆料;

[0062] 采用进料泵频率为 20Hz、进料速度为 5kg/hr、温度设置为 150℃的喷雾干燥塔进行干燥上述浆料并形成前驱体粉料,形成的前驱体粒径为 $D_{50} = 30 \mu\text{m}$ 。

[0063] 将上述前驱体粉料装入内壁上形成有厚度为 2mm 硅酸铝耐火纤维纸的堇青石质耐火模具中,刮平后 1150℃烧结 120min,冷却后得到实施例 3 的发泡陶瓷保温板。

[0064] 实施例 4

[0065] 发泡陶瓷保温板的原料:粉煤灰提铝残渣 35kg、煤研石 10kg、滑石 15kg、熔剂 31kg、稳定剂氧化钙粉 3.5kg、发泡剂白云石粉 3kg、还原剂石墨粉 2.5kg。其中粉煤灰提铝残渣和煤研石成分如表 4 所示。

[0066] 表 4

[0067]

| 粉煤灰提铝残渣化学成分表(wt%) | | | | | | | | | |
|-------------------|--------------------------------|------------------|-------------------|------|------|------------------|--------------------------------|-----------------|-------|
| SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | K ₂ O | Na ₂ O | CaO | MgO | TiO ₂ | Fe ₂ O ₃ | SO ₃ | LOS |
| 50.95 | 5.45 | 0.03 | 0.01 | 2.01 | 0.12 | 1.86 | 0.51 | 0.31 | 34.86 |

| 煤研石化学成分表(质量%) | | | | | | | | | |
|------------------|--------------------------------|------------------|-------------------|------|------|------------------|--------------------------------|-------|--|
| SiO ₂ | Al ₂ O ₃ | K ₂ O | Na ₂ O | CaO | MgO | TiO ₂ | Fe ₂ O ₃ | LOS | |
| 35.02 | 45.98 | 0.42 | 0.36 | 0.31 | 0.03 | 0.06 | 0.13 | 17.69 | |

[0068] 发泡陶瓷保温板的制备方法:

[0069] 将粉煤灰提铝残渣、煤研石、滑石、助熔熔剂、稳定剂、发泡剂和还原剂混合后,导入球磨罐中,加入原料总量 0.8 倍的水量进行湿法球磨,制得浆料;

[0070] 采用进料泵频率为 95Hz、进料速度为 15kg/hr、温度设置为 250℃的的喷雾干燥塔进行干燥上述浆料并形成前驱体粉料,形成的前驱体粒径为 $D_{50} = 100 \mu\text{m}$ 。

[0071] 将上述前驱体粉料装入内壁上形成有厚度为 1mm 硅酸铝耐火纤维纸的堇青石质耐火模具中,刮平后 1175℃烧结 60min,冷却后得到实施例 4 的发泡陶瓷保温板。

[0072] 实施例 5

[0073] 发泡陶瓷保温板的原料:粉煤灰提铝残渣 40kg、煤研石 15kg、滑石 5kg、助熔剂 30kg、稳定剂金属铁粉 0.1kg、发泡剂碳酸钙粉 4.89kg、还原剂石墨粉 0.01kg。其中粉煤灰提铝残渣和煤研石成分如上述表 1 所示。

[0074] 发泡陶瓷保温板的制备方法:

[0075] 将粉煤灰提铝残渣、煤研石、滑石、助熔剂、稳定剂、发泡剂以及还原剂按照重量百分比进行混合后,导入球磨罐中,加入原料总量 0.8 倍的水量进行湿法球磨,制得浆料;

[0076] 采用电炉烘干干燥 - 粉碎工艺对浆料进行干燥,烘干温度为 90℃,烘干时间为 30min,经盘磨仪粉碎,形成粒径为 $D_{50} = 50 \mu\text{m}$ 的前驱体粉料。

[0077] 将前驱体粉料装入内壁上形成有厚度为 1.5mm 硅酸铝耐火纤维纸的堇青石质耐火模具中,刮平后 1200℃烧结 45min,冷却后得到实施例 5 的发泡陶瓷保温板。

[0078] 实施例 6

[0079] 发泡陶瓷保温板的原料:粉煤灰提铝残渣 30kg、煤研石 10kg、滑石 10kg、助熔剂 45kg、稳定剂氧化钙粉 2kg、发泡剂碳化硅粉 1.5kg、还原剂无烟煤粉 1.5kg。其中粉煤灰提铝残渣和煤研石成分如上述表 1 所示。

[0080] 发泡陶瓷保温板的制备方法：

[0081] 将粉煤灰提铝残渣、煤矸石、滑石、助熔剂、稳定剂、发泡剂和还原剂混合后，导入球磨罐中，加入原料总量 0.8 倍的水量进行湿法球磨，制得浆料；

[0082] 采用电炉烘干干燥 - 粉碎工艺对浆料进行干燥，烘干温度为 120℃，烘干时间为 60min，经球磨机粉碎，形成粒径为 $D_{50} = 60 \mu\text{m}$ 的前驱体粉料。

[0083] 将上述前驱体粉料装入内壁上形成有厚度为 2mm 氧化铝耐火涂料的莫来石质耐火模具中，刮平后 1200℃烧结 30min，冷却后得到实施例 6 的发泡陶瓷保温板。

[0084] 实施例 7

[0085] 发泡陶瓷保温板的原料：同实施例 6

[0086] 发泡陶瓷保温板的制备方法：

[0087] 采用与实施例 6 相同的方法制得浆料；

[0088] 采用电炉烘干干燥 - 粉碎工艺对浆料进行干燥，烘干温度为 300℃，烘干时间为 120min，经球磨机粉碎，形成粒径为 $D_{50} = 20 \mu\text{m}$ 的前驱体粉料。

[0089] 将上述前驱体粉料装入内壁上形成有厚度为 2mm 氧化铝耐火涂料的莫来石质耐火模具中，刮平后 1200℃烧结 30min，冷却后得到实施例 7 的发泡陶瓷保温板。

[0090] 对比例 1

[0091] 发泡陶瓷保温板的制备方法：

[0092] 按照质量百分比将下列成分混合：粉煤灰（成分参见公开号 CN102603357 中实施例 1）55%、煤矸石宁海土微粉（成分参见公开号 CN102603357 中实施例 1）25%、滑石粉 5%、玻璃粉 14%，碳化硅微粉 1%，混合得到混合料，然后采用粒径为 1cm 的氧化铝球石作为研磨介质，按照混合料：研磨介质 = 1:2 的比例干法球磨 3h 得到混合粉料；再将混合粉料平铺在底部铺有氧化铝粉的匣钵中，同时在匣钵四壁也涂覆有氧化铝浆料，将混合粉料均匀的平铺在匣钵里面，混合粉料的高度为匣钵高度的 1/3；然后在氧化气氛下，在室温到 600℃之间加热 4h，在 600 ~ 1000℃之间加热 5h，在 1000 ~ 1250℃之间加热 5h，烧结完后在 1240℃保温 1h，然后关闭风机，堵住烟道，随炉冷却，得到对比例 1 的发泡陶瓷保温板。

[0093] 对上述实施例 1 ~ 7 和对比例 1 中得到的发泡陶瓷保温板进行性能检测，干密度 (kg/m^3) 按照 GB/T 5486-2008 标准进行检测；导热系数 ($\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$, 200℃) 和导热系数 ($\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$, 常温) 按照 GB/T 10294-2008 进行检测；燃烧性能按照 GB8624-1997 进行检测；抗拉强度 (MPa) 按照 GB/T 9641-1988 进行检测；检测结果见表 5。

[0094] 表 5

[0095]

| 性能 | 实施例 | | | | | | | 对比例 1 |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|----------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | |
| 干密度 (kg/m^3) | 220.26 | 222.21 | 222.17 | 228.21 | 225.01 | 223.43 | 221.05 | 298.36 |
| 导热系数 ($\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$, 200℃) | 0.092 | 0.078 | 0.079 | 0.069 | 0.072 | 0.089 | 0.073 | / |
| 导热系数 ($\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$, 40℃) | 0.025 | 0.048 | 0.049 | 0.055 | 0.051 | 0.033 | 0.046 | 0.056 |
| 燃烧性能 | A 级 | A 级 | A 级 | A 级 | A 级 | A 级 | A 级 | A 级 |
| 抗拉强度 (MPa) | 0.9 | 0.8 | 0.78 | 0.68 | 0.73 | 0.84 | 0.75 | 0.28 |

[0096] 由表 5 中数据可见，实施例 1 ~ 7 采用本发明的制备方法得到的发泡陶瓷保温板

的各项性能均优于对比例 1 的制备方法得到的发泡陶瓷保温板。本发明的制备方法得到的发泡陶瓷保温板的干密度能够低至 220kg/m^3 , 使其可以称为轻质发泡陶瓷保温板。而且该发泡陶瓷保温板的导热系数小, 具有良好的保温性能, 使其适用于作为建筑外墙用的保温材料。最重要的是, 本发明的发泡陶瓷保温板的抗拉强度远远大于现有技术中的发泡陶瓷保温板的抗拉强度, 这就使得本发明的制备方法得到的发泡陶瓷保温板具有更好的加工使用性能。

[0097] 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。

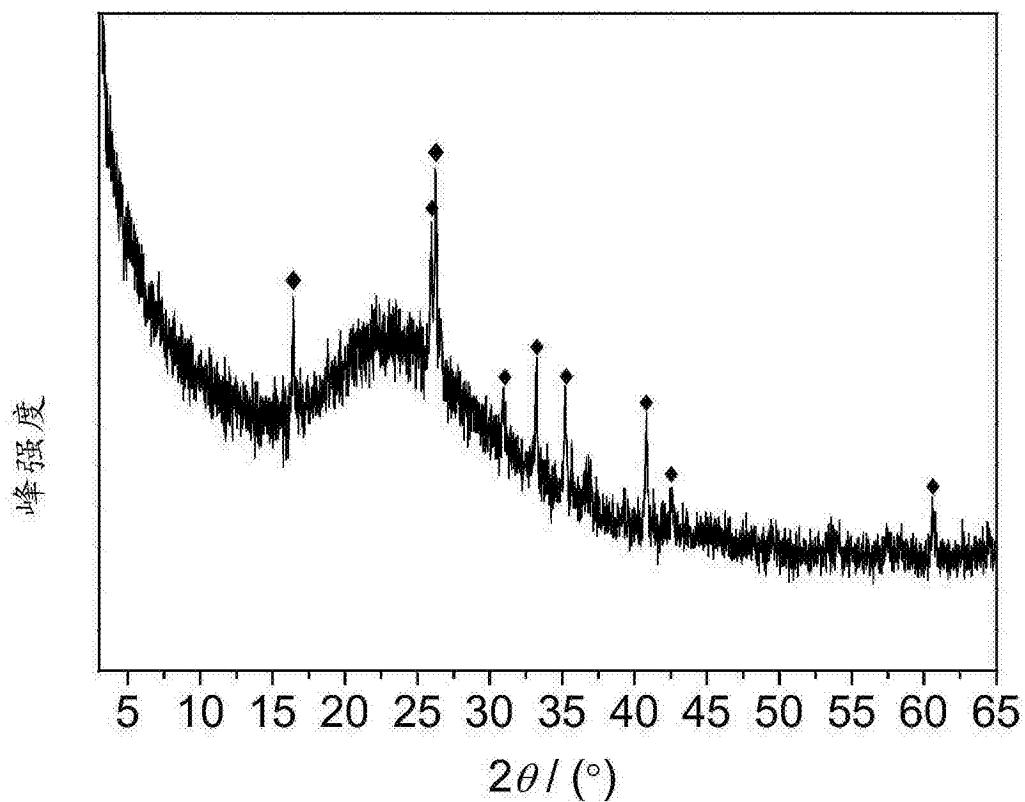


图 1