



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114621023 A

(43) 申请公布日 2022.06.14

(21) 申请号 202210456450.6

C04B 111/40 (2006.01)

(22) 申请日 2022.04.28

(71) 申请人 中交疏浚技术装备国家工程研究中心有限公司

地址 200092 上海市杨浦区许昌路1296号2楼203室

(72) 发明人 赵旭远 沈智超 冒小丹 尹纪富  
程书凤 梁鑫 张露 张晴波  
洪国军 江帅 陆寅松 周忠玮

(74) 专利代理机构 上海硕力知识产权代理事务所(普通合伙) 31251

专利代理师 王法男

(51) Int.Cl.

C04B 38/02 (2006.01)

C04B 28/00 (2006.01)

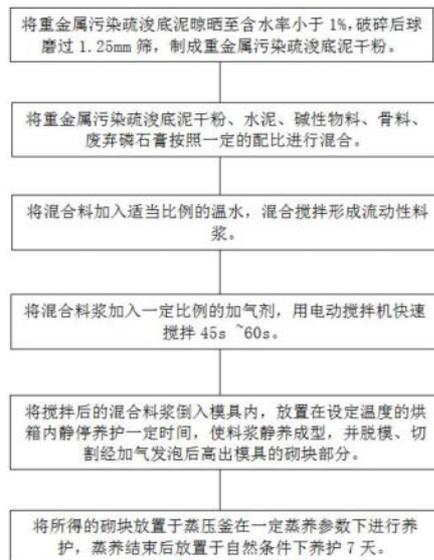
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

## (54) 发明名称

一种利用磷石膏和疏浚底泥制备蒸压加气块的方法及产品

## (57) 摘要

一种固废综合利用技术领域的利用磷石膏和疏浚底泥制备蒸压加气块的方法及产品,包括以下步骤:(1)将重金属污染疏浚底泥晾晒,破碎后球磨过筛制成干粉;(2)将底泥干粉、水泥、碱性物料、骨料、废弃磷石膏混合;(3)将混合料加温水混合搅拌;(4)将混合料浆加入加气剂,用搅拌机搅拌;(5)将搅拌后的混合料浆倒入模具,放在烘箱内静停养护,成型后脱模、切割发泡后高出模具的部分;(6)将砌块放置于蒸压釜进行养护,蒸养结束后放置于自然条件下养护。本发明利用废弃磷石膏和重金属污染疏浚底泥制备蒸压加气块,实现双重资源化利用,同时实现无害化处理与处置。制备的蒸压加气块满足国标标准,污染底泥中五种重金属固化率均大于98%。



1. 一种利用磷石膏和疏浚底泥制备蒸压加气块的方法,其特征在于,包括以下步骤:

(1) 将重金属污染疏浚底泥晾晒至含水率小于1%,破碎后球磨过1.25mm筛,制成重金属污染疏浚底泥干粉;

(2) 将重金属污染疏浚底泥干粉、水泥、碱性物料、骨料、废弃磷石膏按照一定的配比进行混合;

(3) 将步骤(2)中的混合料加入适当比例的温水,混合搅拌形成流动性料浆;

(4) 将步骤(3)中混合料浆加入一定比例的加气剂,用电动搅拌机快速搅拌45s~60s,电动搅拌机的转速设定为500r/min;

(5) 将步骤(4)中搅拌后的混合料浆倒入模具内,放置在设定温度的烘箱内静停养护一定时间,使料浆静养成型,并脱模、切割经加气发泡后高出模具的砌块部分;

(6) 将步骤(5)中所得的砌块放置于蒸压釜在一定蒸养参数下进行养护,蒸养结束后放置于自然条件下养护7天。

2. 根据权利要求1所述的利用磷石膏和疏浚底泥制备蒸压加气块的方法,其特征在于在所述步骤(2)中,碱性物料为氧化镁、氧化钙、碳酸钠中的一种或多种,骨料为粉煤灰、中粗砂、石粉中的一种或多种。

3. 根据权利要求1所述的利用磷石膏和疏浚底泥制备蒸压加气块的方法,其特征在于在所述步骤(2)中,不同材料的质量占比为:重金属污染疏浚底泥干粉25%~50%,水泥15%~25%,碱性物料25%~35%,骨料8%~20%,废弃磷石膏1%~10%。

4. 根据权利要求1所述的利用磷石膏和疏浚底泥制备蒸压加气块的方法,其特征在于在所述步骤(3)中,添加水的温度为45℃~55℃,添加水的质量为步骤(2)中混合物料总质量的55%~65%。

5. 根据权利要求1所述的利用磷石膏和疏浚底泥制备蒸压加气块的方法,其特征在于在所述步骤(4)中,加气剂为铝粉、松脂酸钠、双氧水中的一种或多种,加气剂添加质量为步骤(2)中混合物料总质量的0.04%~0.1%。

6. 根据权利要求1所述的利用磷石膏和疏浚底泥制备蒸压加气块的方法,其特征在于在所述步骤(5)中,烘箱内设定温度为45℃~70℃,保温时间为1h~3h。

7. 根据权利要求1所述的利用磷石膏和疏浚底泥制备蒸压加气块的方法,其特征在于在所述步骤(6)中,蒸养参数为温度150℃~220℃,压力1.5MPa~2.5MPa,时间为2h~8h。

8. 一种蒸压加气块,其特征在于根据权利要求1至7任一所述方法制备得到。

## 一种利用磷石膏和疏浚底泥制备蒸压加气块的方法及产品

### 技术领域

[0001] 本发明涉及的是一种固废综合利用技术领域的蒸压加气混凝土砌块(简称:蒸压加气块)制备方法,特别是一种利用废弃磷石膏和重金属污染疏浚底泥制备蒸压加气块的方法及其产品。

### 背景技术

[0002] 我国水域面积广阔,每年由疏浚工程而产生的疏浚泥浆量通常以亿 $m^3$ 计算。近年来,随着全面治理河湖底泥内源污染行动的持续推进,我国环保疏浚工程数量保持较快的增长。各地近期相继出台相关河湖生态环保治理政策,均要求进一步开展河湖清淤及综合治理工作,因此未来生态清淤疏浚底泥量将进一步增大。在人类活动干预较多的受污染水域内,疏浚底泥中的固体颗粒往往含有一定量的Zn、Pb、Cd、Cr等重金属污染物,因此不恰当的疏浚底泥处置可能会造成重金属污染物扩散、转移的风险。

[0003] 废弃磷石膏作为磷肥工业生产过程中的副产物,占用大量土地堆存,在自然环境中的风雨侵蚀对周边水生态、土壤生态造成不可逆转的严重污染。磷石膏可以作为土壤稳定剂和建筑材料原料增加建材成品强度,同时磷石膏也可搭配胶凝材料起到固化稳定化重金属的作用。将废弃磷石膏结合重金属污染疏浚底泥制备蒸压加气块轻质绿色建材,不仅可以实现废弃物的资源化和高值化利用,同时可以将原材料中重金属的固化稳定化,实现有害原料的无害化安全处置的目的,具有重要的生态效益和经济效益。但是,在现有技术中还没有利用废弃磷石膏和重金属污染疏浚底泥制备蒸压加气块的方法。

### 发明内容

[0004] 本发明针对重金属污染疏浚底泥和废弃磷石膏难处置、环境污染严重的难题,提出了一种利用磷石膏和疏浚底泥制备蒸压加气块的方法及产品,实现双重资源化利用,同时实现无害化处理与处置。制备的蒸压加气块成品强度和密度均满足GB 11968-2006《蒸压加气混凝土砌块》中A3.5 B06标准,污染底泥中五种重金属(Zn、Pb、Cd、Cr、Cu)固化率均大于98%。

[0005] 本发明是通过以下技术方案来实现的:

[0006] 本发明提供一种利用磷石膏和疏浚底泥制备蒸压加气块的方法,包括以下步骤:

[0007] (1) 将重金属污染疏浚底泥晾晒至含水率小于1%,破碎后球磨过1.25mm筛,制成重金属污染疏浚底泥干粉;

[0008] (2) 将重金属污染疏浚底泥干粉、水泥、碱性物料、骨料、废弃磷石膏按照一定的配比进行混合;

[0009] (3) 将步骤(2)中的混合料加入适当比例的温水,混合搅拌形成流动性料浆;

[0010] (4) 将步骤(3)中混合料浆加入一定比例的加气剂,用电动搅拌机快速搅拌45s~60s,电动搅拌机的转速设定为500r/min;

[0011] (5) 将步骤(4)中搅拌后的混合料浆倒入模具内,放置在设定温度的烘箱内静停养

护一定时间,使料浆静养成型,并脱模、切割经加气发泡后高出模具的砌块部分;

[0012] (6)将步骤(5)中所得的砌块放置于蒸压釜在一定蒸养参数下进行养护,蒸养结束后放置于自然条件下养护7天。

[0013] 进一步地,在上述步骤(2)中,碱性物料为氧化镁、氧化钙、碳酸钠中的一种或多种,骨料为粉煤灰、中粗砂、石粉中的一种或多种。

[0014] 进一步地,在上述步骤(2)中,不同材料的质量占比为:重金属污染疏浚底泥干粉25%~50%,水泥15%~25%,碱性物料25%~35%,骨料8%~20%,废弃磷石膏1%~10%。

[0015] 进一步地,在上述步骤(3)中,添加水的温度为45℃~55℃,添加水的质量为步骤(2)中混合物料总质量的55%~65%。污染疏浚底泥干粉、水泥、碱性物料、骨料、加气剂遇水融合后发生快速的水化反应生成水化硅酸钙C-S-H产物、水化铝酸钙C-A-H产物,料浆凝固并形成一定的强度。

[0016] 进一步地,在上述步骤(4)中,加气剂为铝粉、松脂酸钠、双氧水中的一种或多种,加气剂添加质量为步骤(2)中混合物料总质量的0.04%~0.1%。在此过程中,加气剂在体系中发生反应生成大量的气泡,随着气泡的逸出使料浆膨胀,形成的砌块密度大大降低。

[0017] 进一步地,在上述步骤(5)中,烘箱内设定温度为45℃~70℃,保温时间为1h~3h。

[0018] 进一步地,在上述步骤(6)中,蒸养参数为温度150℃~220℃,压力1.5MPa~2.5MPa,时间为2h~8h。蒸养过程在设定条件下通过创造高温、高湿环境,加速混合料中钙质成分和硅质成分发生水化反应,快速提高砌块的抗压强度。

[0019] 本发明还提供一种蒸压加气块,根据上述任一所述方法制备得到。

[0020] 经过XRF成分分析显示,重金属污染疏浚底泥除含有重金属元素化合物外,主要成分为二氧化硅、氧化铝、氧化铁等无机物,与自然界中黏土等建筑原材料成分相似度极高,因此可替代蒸压加气混凝土砌块原料中的硅质物料。污染疏浚底泥干粉与添加的其他物料在碱性体系中会发生水化反应生成水化硅酸钙C-S-H产物、水化铝酸钙C-A-H产物。磷石膏主要成分为 $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,在反应体系中提供了大量的硫酸根,与C-A-H凝胶继续反应生成结晶物水化硫铝酸钙(Aft),即钙矾石晶体。钙矾石晶体在砌块内部可增强砌块整体的强度并改善砌块的孔隙结构。磷石膏反应生成的钙矾石对重金属具有很强的束缚能力,主要通过离子吸附、置换作用将重金属转化为其组成部分,起到良好的重金属固化稳定化效果。

[0021] 本发明提出的利用废弃磷石膏和重金属污染疏浚底泥制备蒸压加气块的方法,特点是:把废弃磷石膏和重金属污染疏浚底泥经破碎、球磨、物料混合、搅拌入模、静养成型、切割、蒸压养护等步骤后制得蒸压加气混凝土砌块,且重金属被固化稳定化。

[0022] 与现有技术相比,本发明具有如下有益效果为:

[0023] 1、本发明利用重金属污染疏浚底泥和废弃磷石膏,实现固体废弃物的双重资源化利用。

[0024] 2、本发明通过合理的物料组合配比促进废弃磷石膏、重金属污染疏浚底泥参与水化反应生成水化硅酸钙C-S-H产物、水化铝酸钙C-A-H产物以及钙矾石晶体Aft,促进了蒸压加气混凝土砌块强度的形成。两种废弃物原料制备的蒸压加气块成品强度和密度均满足GB 11968-2006《蒸压加气混凝土砌块》中A3.5 B06标准。

[0025] 3、本发明利用磷石膏废弃物反应生成的钙矾石对重金属的束缚能力,将重金属固

化稳定化,实现了污染物的无害化处理,具有安全、环保的特点。

## 附图说明

[0026] 图1为本发明中制备蒸压加气块方法的流程图。

## 具体实施方式

[0027] 结合附图和以下具体实施例,对本发明作进一步的详细说明,本发明的保护内容不局限于以下实施例。在不背离发明构思的精神和范围下,本领域技术人员能够想到的变化和优点都被包括在本发明中,并且以所附的权利要求书为保护范围。实施本发明的过程、条件、试剂、实验方法等,除以下专门提及的内容之外,均为本领域的普遍知识和公知常识,本发明没有特别限制内容。

### [0028] 实施例1

[0029] 步骤(1),将重金属污染疏浚底泥晾晒在干净平坦的水泥地面,检测最终含水率小于1%,破碎后放入干湿球磨机球磨,球磨后干粉过1.25mm筛,制成重金属污染疏浚底泥干粉;

[0030] 步骤(2),将重金属污染疏浚底泥干粉、水泥、氧化钙、粉煤灰、废弃磷石膏进行混合,其中不同材料的质量占比为:重金属污染底泥干粉30%,水泥20%,氧化钙31%,粉煤灰17%,废弃磷石膏2%;

[0031] 步骤(3),将步骤(2)中的混合料加入50℃温水,手动混合搅拌形成流动性料浆,其中添加水的质量为步骤(2)中混合物料总质量的60%;

[0032] 步骤(4),将步骤(3)中混合料浆加入铝粉,用电动搅拌机快速搅拌45~60s,转速500r/min,其中铝粉的添加质量为步骤(2)中混合物料总质量的0.06%;

[0033] 步骤(5),将步骤(4)中的混合料浆倒入规格为70.7mm×70.7mm×70.7mm的模具内,放置在设定温度为60℃的烘箱内静停养护2h,使料浆静养成型,并脱模、切割经加气发泡后高出模具的砌块部分;

[0034] 步骤(6),将步骤(5)中所得的砌块放置于蒸压釜在设定蒸养参数下进行养护,蒸养结束后放置于自然条件下养护7天,其中蒸压釜的蒸养参数为温度215℃、压力2.2MPa和时间4h。

[0035] 通过上述方法得到的蒸压加气块密度、抗压强度检测结果分别为 $579\text{kg/m}^3$ 、3.6MPa,浸出毒性试验显示各重金属元素固化效率分别为Zn(98.06%)、Pb(99.35%)、Cd(99.11%)、Cr(98.73%)、Cu(99.92%)。

### [0036] 实施例2

[0037] 步骤(1),将重金属污染疏浚底泥晾晒在干净平摊的水泥地面,检测最终含水率小于1%,破碎后放入干湿球磨机球磨,球磨后干粉过1.25mm筛,制成重金属污染疏浚底泥干粉;

[0038] 步骤(2),将重金属污染疏浚底泥干粉、水泥、氧化钙、粉煤灰、废弃磷石膏进行混合,其中不同材料的质量占比为:重金属污染底泥干粉40%,水泥18%,氧化钙27%,粉煤灰13%,废弃磷石膏2%;

[0039] 步骤(3),将步骤(2)中的混合料加入50℃温水,手动混合搅拌形成流动性料浆,其

中添加水的质量为步骤(2)中混合物料总质量的55%；

[0040] 步骤(4),将步骤(3)中混合料浆加入铝粉,用电动搅拌机快速搅拌45~60s,转速500r/min,其中铝粉的添加质量为步骤(2)中混合物料总质量的0.04%；

[0041] 步骤(5),将步骤(4)中的混合料浆倒入规格为70.7mm×70.7mm×70.7mm的模具内,放置在设定温度为50℃烘箱内静停养护1h,使料浆静养成型,并脱模、切割经加气发泡后高出模具的砌块部分；

[0042] 步骤(6),将步骤(5)中所得的砌块放置于蒸压釜在设定蒸养参数下进行养护,蒸养结束后放置于自然条件下养护7天,其中蒸压釜的蒸养参数为温度200℃、压力1.9MPa和时间2h。

[0043] 通过上述方法得到的蒸压加气块密度、抗压强度检测结果分别为632kg/m<sup>3</sup>、3.7MPa,浸出毒性试验显示各重金属元素固化效率分别为Zn(98.00%)、Pb(99.27%)、Cd(99.18%)、Cr(98.56%)、Cu(99.90%)。

[0044] 实施例3

[0045] 步骤(1),将重金属污染疏浚底泥晾晒在干净平摊的水泥地面,检测最终含水率小于1%,破碎后放入干湿球磨机球磨,球磨后干粉过1.25mm筛,制成重金属污染疏浚底泥干粉；

[0046] 步骤(2),将重金属污染疏浚底泥干粉、水泥、氧化钙、粉煤灰、废弃磷石膏进行混合,其中不同材料的质量占比为:重金属污染底泥干粉50%,水泥16%,氧化钙23%,粉煤灰9%,废弃磷石膏2%；

[0047] 步骤(3),将步骤(2)中的混合料加入50℃温水,手动混合搅拌形成流动性料浆,其中添加水的质量为步骤(2)中混合物料总质量的65%；

[0048] 步骤(4),将步骤(3)中混合料浆加入铝粉,用电动搅拌机快速搅拌45~60s,转速500r/min,其中铝粉的添加质量为步骤(2)中混合物料总质量的0.1%；

[0049] 步骤(5),将步骤(4)中的混合料浆倒入规格为70.7mm×70.7mm×70.7mm的模具内,放置在设定温度为70℃的烘箱内静停养护3h,使料浆静养成型,并脱模、切割经加气发泡后高出模具的砌块部分；

[0050] 步骤(6),将步骤(5)中所得的砌块放置于蒸压釜在设定蒸养参数下进行养护,蒸养结束后放置于自然条件下养护7天,其中蒸压釜的蒸养参数为温度185℃、压力2.5MPa和时间6h。

[0051] 通过上述方法得到的蒸压加气块密度、抗压强度检测结果分别为505kg/m<sup>3</sup>、3.0MPa,浸出毒性试验显示各重金属元素固化效率分别为Zn(97.73%)、Pb(99.34%)、Cd(99.20%)、Cr(98.69%)、Cu(99.92%)。

[0052] 本发明的保护内容不局限于以上实施例。在不背离本发明构思的精神和范围下,本领域技术人员能够想到的变化和优点都被包括在本发明中,并且以所附的权利要求书为保护范围。

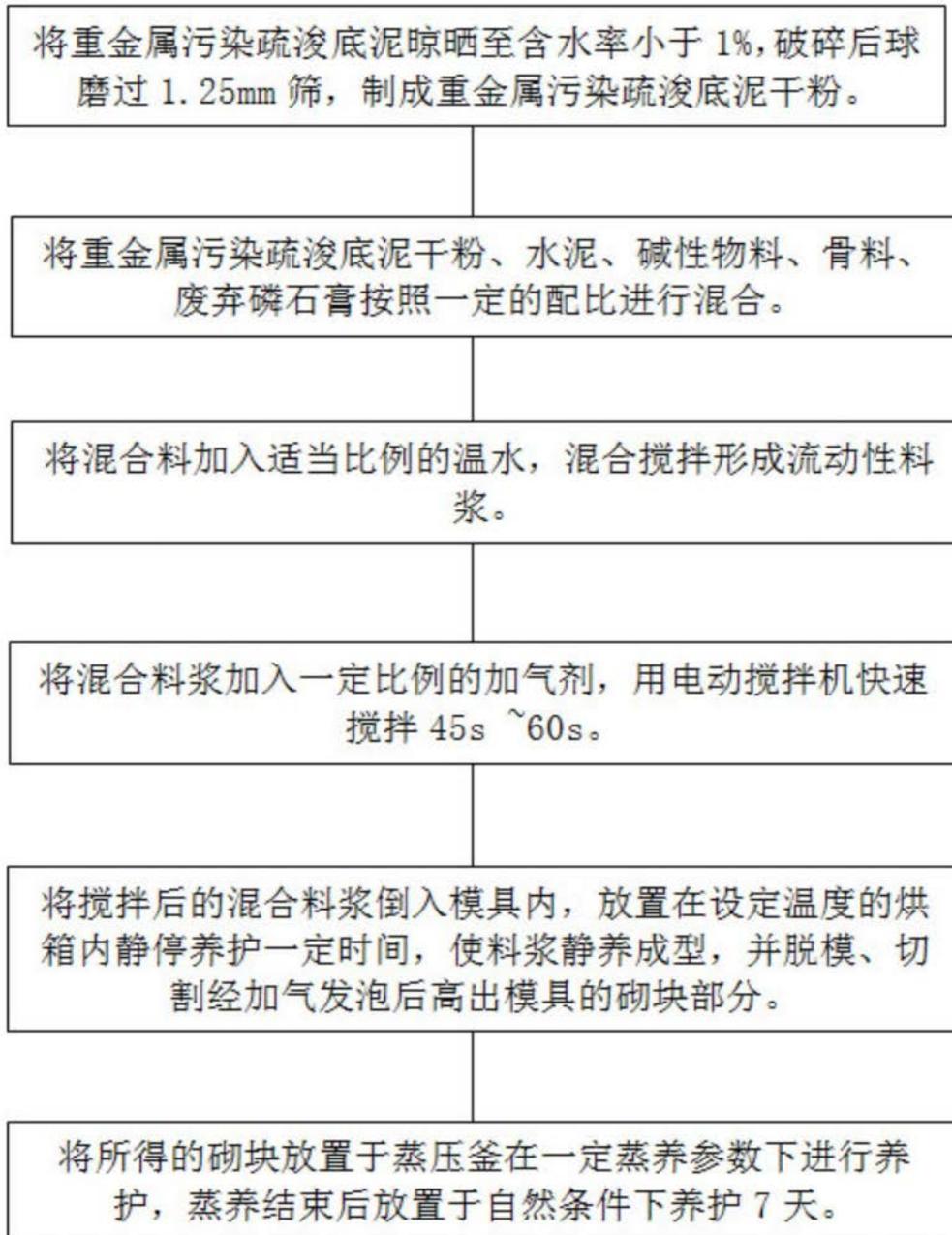


图1