



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114276056 B

(45) 授权公告日 2022.10.11

(21) 申请号 202111570380.9

(22) 申请日 2021.12.21

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114276056 A

(43) 申请公布日 2022.04.05

(73) 专利权人 邯郸市建业建设工程质量检测有限公司

地址 056000 河北省邯郸市经济开发区邯
临路与和谐大街交叉口东北角

专利权人 河北工程大学

(72) 发明人 王永波 王长龙 许新亮 王延娜
杨锦州 孙浩 张苏花 张凯帆
李鑫 陈敬亮 张鸿泽 杨丰豪

(74) 专利代理机构 重庆双马智翔专利代理事务
所(普通合伙) 50241

专利代理师 方洪

(51) Int.Cl.
C04B 28/00 (2006.01)
C04B 111/76 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 111499329 A, 2020.08.07
CN 113200698 A, 2021.08.03
CN 110950626 A, 2020.04.03
CN 105837144 A, 2016.08.10
EP 2329720 A2, 2011.06.08

审查员 暴学英

权利要求书2页 说明书11页 附图4页

(54) 发明名称

一种多元固废协同利用制备蒸压灰砂砖的方法

(57) 摘要

本发明提供一种多元固废协同利用制备蒸压灰砂砖的方法,利用钢渣、精炼渣、废贝壳、废石粉、金尾矿协同利用垃圾焚烧飞灰制备全固废蒸压灰砂砖,其制备方法包括粗骨料、粉料1、粉料2、粉料3、细骨料制备、成品制备工序。本发明不仅能够解决垃圾焚烧飞灰、废贝壳和大宗工业固废(钢渣、精炼渣、金尾矿、废石粉)的无害化、减量化和资源化难题,推进危废、海洋固废和工业固废的协同利用及环境保护,且制备出性能优异的蒸压灰砂砖,大大降低了蒸压灰砂砖的生产成本,变废为宝,值得大力推广。



1. 一种多元固废协同利用制备蒸压灰砂砖的方法,包括以下步骤:

S1、钢渣粗骨料制备:钢渣经颚式破碎机破碎至5~25mm后,放入碳化箱中碳化75~96h,碳化后的钢渣于105℃烘干12h,而后放入空的球磨机整形,转速48r/min,粉磨20~35min后进行筛分,5~10mm颗粒作为粗骨料备用;

S2、粉料1制备:将S1中破碎前小于5mm的钢渣颗粒于105℃烘干12h,而后与球磨整形后小于5mm的钢渣颗粒放入球磨机中,粉磨至比表面积350~500m²/kg,作为粉料1备用;

S3、粉料2制备:垃圾焚烧飞灰和精炼渣分别于105℃烘干12h后,然后按质量比1:1混合后放入球磨机中粉磨至比表面积400~550m²/kg,作为粉料2备用;

S4、废石粉的预处理:首先将废弃石粉进行筛选,筛除废弃石粉中的有机物杂质,而后于105℃电热干燥箱烘干12h,烘干后的废石粉备用;

S5、废贝壳预处理:首先将废贝壳进行筛选,筛除废贝壳中杂质,而后将废贝壳放入转筒洗石机中进行清洗,清洗后的废贝壳晾干后置于105℃电热干燥箱烘干12h,烘干后的贝壳在颚式破碎机中破碎至1~3cm备用;

S6、粉料3制备:将S4步骤中的废石粉和S5中破碎后的废贝壳按质量比1:1~3混合,而后置于马弗炉内煅烧,煅烧制度为:由室温升至300℃,升温速率为2℃/min,而后保温30min;再由300℃升至750℃~900℃,升温速率为5℃/min,而后保温50~100min;煅烧完成后鼓风冷却至100℃时取出试样;再将冷却至室温的废石粉和废贝壳放入球磨机中,在转速48r/min条件下,粉磨至比表面积350~500m²/kg,得到粉料3;

S7、细骨料制备:首先将金尾矿用水力旋流器进行筛分,保持其料浆浓度为25~40%,而后将筛分后颗粒尺寸大于0.045mm的金尾矿置于105℃电热鼓风烘干箱中烘干12h,作为细骨料备用;

S8、成品制备:将步骤S1、S2、S3、S6、S7中准备好的粗骨料、粉料1、粉料2、粉料3和细骨料混合,加入其干料总质量7~13%的水,于强力搅拌机中搅拌9~12min,使其充分混匀,静置1.5~3h,进行二次加水搅拌,二次加水量为干料总质量1~3%,搅拌时间为4~6min,将搅拌好的混合料压制成240mm×115mm×53mm的砖坯,成型压力为15~25KN,然后将压制好的砖坯送入蒸压釜中进行高温蒸压养护,得到蒸压灰砂砖制品;所述高温蒸压养护的流程为:密闭、抽真空、升温至170~195℃,蒸压压力1.2~1.4MPa,保持5~9h,再经1~3h降至常温常压;

其中,所述步骤S8中粗骨料、粉料1、粉料2、粉料3和细骨料的质量比为25~30:4~8:5~6:12~13:45~52。

2. 根据权利要求1所述的制备蒸压灰砂砖的方法,其特征在于,所述步骤S1中碳化条件为:CO₂浓度15~25%,温度20±1℃,湿度85%±1。

3. 根据权利要求1所述的制备蒸压灰砂砖的方法,其特征在于,所述步骤S1中钢渣的主要成分和含量为:CaO 25~45%,SiO₂ 15~30%,Al₂O₃ 3~12%,Fe₂O₃ 10~35%,MgO 3~10%,FeO 3~15%,Na₂O +K₂O 0.01~2%,SO₃ 0.01~0.4%,P₂O₅ 0.1~4%,烧失量0.1~7%。

4. 根据权利要求1所述的制备蒸压灰砂砖的方法,其特征在于,所述步骤S3中垃圾焚烧飞灰的主要成分和含量为:CaO 20~50%,SiO₂ 3~15%,Al₂O₃ 2~7%,Fe₂O₃ 0.1~6%,MgO 3~9%,FeO 0.01~3%,Na₂O 1~4%,K₂O 1~5%,Cl 5~25%,烧失量0.01~5%。

5. 根据权利要求1所述的制备蒸压灰砂砖的方法,其特征在于,所述步骤S3中精炼渣矿物组成为水钙铝榴石和钙铝石,主要化学成分和含量为:CaO 30~45%,Al₂O₃ 25~50%,SiO₂

0.1~7%,MgO 3~9%,Fe₂O₃ 0.1~6%,SO₃ 0.1~5%,烧失量3~8%。

6. 根据权利要求1所述的制备蒸压灰砂砖的方法,其特征在于,所述步骤S4中废石粉的主要矿物相为方解石和石英,其主要化学成分和含量为:SiO₂ 6~24%,Al₂O₃ 3~11%,CaO 55~78%,Fe₂O₃ 0.1~6%,MgO 2~7%,K₂O 0.01~1%,Na₂O 0.01~1%,烧失量 12~30%。

7. 根据权利要求1所述的制备蒸压灰砂砖的方法,其特征在于,所述步骤S5中废贝壳的主要矿物相为方解石和文石,其主要组成为:CaCO₃ 78~95%,MgCO₃ 2~9%,Ca₃(PO₄)₂ 0.1~3%,SiO₂ 0.1~3%, Al₂O₃+CaO+Fe₂O₃ 0.1~3%,烧失量 5~15%。

8. 根据权利要求1所述的制备蒸压灰砂砖的方法,其特征在于,所述步骤S7中金尾矿的主要成分和含量为: SiO₂ 60~78%,Al₂O₃ 5~12%,MgO 0.1~6%,CaO 2~9%,Fe₂O₃ 1~8%,Na₂O+K₂O 0.01~2%,P₂O₅ 0.01~1%,烧失量5~12%。

一种多元固废协同利用制备蒸压灰砂砖的方法

技术领域

[0001] 本发明属于灰砂砖建筑材料技术领域,尤其涉及一种多元固废协同利用制备蒸压灰砂砖的方法。

背景技术

[0002] 钢渣是炼钢工业的废渣,主要来自炼钢时加入的石灰石、白云石和铁矿石等冶炼熔剂,为调整钢材性质而加入的造渣材料,以及高温下融化成的两个互不溶解的液相炉料中分离出来的杂质等,其排放量约为粗钢产量的12%~20%左右。我国钢渣年产生量约0.8亿吨,累积堆存约5亿吨,综合利用率不足40%。钢渣的矿物相包含硅酸钙(C_2S 、 C_3S),铁酸钙(C_4AF 、 C_2F),铝酸钙(C_3A 、 $C_{12}A_7$),R0相($CaO-FeO-MnO-MgO$ 的固溶体),游离氧化钙($f-CaO$),游离氧化镁($f-MgO$),磁铁矿(Fe_3O_4)及少量单质Fe。钢渣的化学成分含CaO 45%~60%, SiO_2 10%~15%, Al_2O_3 1%~5%, Fe_2O_3 3%~9%, MgO 3%~9%, FeO 7%~20%和 P_2O_5 1%~4%,可见钢渣矿物化学组成与水泥相似,钢渣可以与水发生水化反应,产生C-S-H凝胶、C-S-A-H凝胶、C-A-H晶体和 $Ca(OH)_2$ 等,因此,钢渣是一种潜在的活性矿物掺合料。目前钢渣主要应用于路基工程、工程回填料和沥青混凝土集料等。但钢渣中C3S、C2S形成时冷却速率低且含量低,相应的活性比水泥熟料低得多,所以钢渣在一定程度上替代水泥熟料在水泥和混凝土中的利用率相当低。在水泥混凝土中的应用不到其利用总量的10%但钢渣利用率仍然较低。近几年来,人们主要研究了钢渣胶凝性的激化途径和制备新材料的可行性。

[0003] 金矿选矿提金中用的较多的方法有重选、浮选和加温常压碱浸—全泥氰化碳浆等,目前全国从矿石提金主要是氰化浸出的方法。原矿经过破碎磨矿后,用一定量的选矿提取剂(硫酸铜、松醇油等),分别得到粗矿和精矿,精矿进入下级再选,而不可选粗矿则直接排放。据统计,2016~2020年全国金尾矿排放量达9亿吨,给矿区带来较为严重的环境和安全问题,因此,对金尾矿进行二次资源开发利用成为当务之急。

[0004] 废石粉主要成分是钙离子,主要由各种岩石及矿石组成,经粉磨后达到一定细度的粉末状固体。为了满足建筑业发展,我们不断的开山炸石,而开山和破碎过程中产生的下角料,及周边的废石粉、泥土等混在一起,这部分就被搁置,不能再利用,长时间后就会再堆积成山,不仅占用土地资源,而且还会带来环保问题。目前生产企业经常按整车进行销售或填埋,但此方法利用价值低。因此急需一种大宗、高附加值利用废石粉的综合利用技术。

[0005] 贝壳根据形成的方式和组成结构不同,分为三层,最外层为角质层,是硬蛋白质的一种,能耐酸的腐蚀。中间的棱柱壳层,它占据壳的大部分,由角柱状的方解石构成。角质层和棱柱层只能由外套膜背面边缘分泌而成。内层为珍珠层,也由角柱状方解石构成,它由外套膜的全表面分泌形成,并随着贝类的生长而增厚,富有光泽。贝壳虽然种类繁多,形态各异,颜色不同,但化学组成相似,主要有占全壳95%的碳酸钙和少量的贝壳素。据报道,将山东烟台产贻贝壳晾干粉碎成粉末后,用原子吸收分光光度计测其元素成分,其中常量元素K、Na、Ca、Mg质量分数分别为:0.01%、0.35%、15.1%和0.17%,微量元素质量分数分别为(mg/kg):Fe 206.0、Zn 453.3、Se 0.85、Cu 10.7。其它贝壳因来源不同,各质量分数略有差

别。目前废贝壳的应用集中在工艺品、养殖业、医药。此外,贝壳粉还可做化工原料、如电石、波尔多液、石膏塑像、水泥,与过磷酸钙、硫酸铵和堆肥制成肥料等。随着贝类养殖业的发展,废弃贝壳将越来越多,充分利用贝壳资源,已越来越引起人们的重视。

[0006] 如何有效利用钢渣、精炼渣、废贝壳、废石粉、金尾矿等废渣,变废为宝,成为我们亟待解决的技术难题。

发明内容

[0007] 本发明提供一种多元固废协同利用制备蒸压灰砂砖的方法,利用钢渣、精炼渣、废贝壳、废石粉、金尾矿协同利用垃圾焚烧飞灰制备全固废蒸压灰砂砖,不仅能够解决垃圾焚烧飞灰、废贝壳和大宗工业固废(钢渣、精炼渣、金尾矿、废石粉)的无害化、减量化和资源化难题,推进危废、海洋固废和工业固废的协同利用及环境保护,为蒸压灰砂砖的生产提供原料,推动建筑建材的低碳化发展。

[0008] 本发明一种多元固废协同利用制备蒸压灰砂砖的方法,包括以下步骤:

[0009] S1、钢渣粗骨料制备:钢渣经颚式破碎机破碎至5~25mm后,放入碳化箱中碳化75~96h,碳化后的钢渣于105℃烘干12h,而后放入空的球磨机整形,转速48r/min,粉磨20~35min后进行筛分,5~10mm颗粒作为粗骨料备用;

[0010] S2、粉料1制备:将S1中破碎前小于5mm的钢渣颗粒于105℃烘干12h,而后与球磨整形后小与5mm的钢渣颗粒放入球磨机中,粉磨至比表面积350~500m²/kg,作为粉料1备用;

[0011] S3、粉料2制备:垃圾焚烧飞灰和精炼渣分别于105℃烘干12h后,然后按质量比1:1混合后放入球磨机中粉磨至比表面积400~550m²/kg,作为粉料2备用;

[0012] S4、废石粉的预处理:首先将废弃石粉进行筛选,筛除废弃石粉中的有机物杂质,而后于105℃电热干燥箱烘干12h,烘干后的废石粉备用;

[0013] S5、废贝壳预处理:首先将废贝壳进行筛选,筛除废贝壳中杂质,而后将废贝壳放入转筒洗石机中进行清洗,清洗后的废贝壳晾干后置于105℃电热干燥箱烘干12h,烘干后的贝壳颚式破碎机中破碎至1~3cm备用;

[0014] S6、粉料3制备:将S4步骤中的废石粉和S5中破碎后的废贝壳按质量比1:1~3混合,而后置于马弗炉内煅烧,煅烧制度为:由室温升至300℃,升温速率为2℃/min,而后保温30min;再由300℃升至750℃~900℃,升温速率为5℃/min,而后保温50~100min;煅烧完成后鼓风冷却至100℃时取出试样;再将冷却至室温的废石粉和废贝壳放入球磨机中,在转速48r/min条件下,粉磨至比表面积350~500m²/kg,得到粉料3;

[0015] S7、细骨料制备:首先将金尾矿用水力旋流器进行筛分,保持其料浆浓度为25~40%,而后将筛分后颗粒尺寸大于0.045mm的金尾矿置于105℃电热鼓风烘干箱中烘干12h,作为细骨料备用;

[0016] S8、成品制备:将步骤S1、S2、S3、S6、S7中准备好的粗骨料、粉料1、粉料2、粉料3和细骨料混合,加入其干料总质量7~13%的水,于强力搅拌机中搅拌9~12min,使其充分混合,静置1.5~3h,进行二次加水搅拌,二次加水量为干料总质量1~3%,搅拌时间为4~6min,将搅拌好的混合料压制成240mm×115mm×53mm的砖坯,成型压力为15~25KN,然后将压制好的砖坯送入蒸压釜中进行高温蒸压养护,得到本发明蒸压灰砂砖制品。

[0017] 可选地,所述步骤S1中碳化条件为:CO₂浓度15~25%,温度20±1℃,湿度85%±

1。

[0018] 可选地,所述步骤S1中钢渣的主要成分和含量为:CaO 25~45%,SiO₂ 15~30%,Al₂O₃ 3~12%,Fe₂O₃ 10~35%,MgO 3~10%,FeO 3~15%,Na₂O+K₂O 0.01~2%,SO₃ 0.01~0.4%,P₂O₅ 0.1~4%,烧失量0.1~7%。

[0019] 可选地,所述步骤S3中垃圾焚烧飞灰的主要成分和含量为:CaO 20~50%,SiO₂ 3~15%,Al₂O₃ 2~7%,Fe₂O₃ 0.1~6%,MgO 3~9%,FeO 0.01~3%,Na₂O 1~4%,K₂O 1~5%,Cl 5~25%,烧失量0.01~5%。

[0020] 可选地,所述步骤S3中精炼渣矿物组成为水钙铝榴石和钙铝石,主要化学成分和含量为:CaO 30~45%,Al₂O₃ 25~50%,SiO₂ 0.1~7%,MgO 3~9%,Fe₂O₃ 0.1~6%,SO₃ 0.1~5%,烧失量3~8%。

[0021] 可选地,所述步骤S4中废石粉的主要矿物相为方解石和石英,其主要化学成分和含量为:SiO₂ 6~24%,Al₂O₃ 3~11%,CaO 55~78%,Fe₂O₃ 0.1~6%,MgO 2~7%,K₂O 0.01~1%,Na₂O 0.01~1%,烧失量12~30%。

[0022] 可选地,所述步骤S5中废贝壳的主要矿物相为方解石和文石,其主要组成为:CaCO₃ 78~95%,MgCO₃ 2~9%,Ca₃(PO₄)₂ 0.1~3%,SiO₂ 0.1~3%,Al₂O₃+CaO+Fe₂O₃ 0.1~3%,烧失量5~15%。

[0023] 可选地,所述步骤S7中金尾矿的主要成分和含量为:其主要组成为:SiO₂ 60~78%,Al₂O₃ 5~12%,MgO 0.1~6%,CaO 2~9%,Fe₂O₃ 1~8%,Na₂O+K₂O 0.01~2%,P₂O₅ 0.01~1%,烧失量5~12%。

[0024] 可选地,所述步骤S8中粗骨料、粉料1、粉料2、粉料3和细骨料的质量比为25~30:4~8:5~6:12~13:45~52。

[0025] 可选地,所述步骤S8中高温蒸压养护的流程为:密闭、抽真空、升温至170~195℃,蒸压压力1.2~1.4MPa,保持5~9h,再经1~3h降至常温常压。

[0026] 本发明所述的钢渣经碳化后经碳化后的钢渣,其易磨性得到了提高,粉磨功指数平均值提高了15~25MJ/T,钢渣的粉磨能耗得到了降低;经碳化后5~10mm的钢渣粗骨料,其f-CaO降低了30~50%,f-MgO降低了20~40%。

[0027] 本发明所述的垃圾焚烧飞灰为机械炉排焚烧工艺焚烧工业垃圾或生活垃圾中产生的底灰。细化后的垃圾焚烧飞灰依据HJ 557-2010《固体废物浸出毒性浸出方法水平振荡法》测试表明,其8项重金属指标均低于GB/T 14848-2017《地下水质量标准》中的标准限值。

[0028] 本发明的有益技术效果如下:

[0029] (1) 与现有的蒸压灰砂砖生产相比,发明中原料由钢渣、精炼渣、废贝壳、废石粉、金尾矿废弃物组成,固体废弃物的利用率达100%。原材料的放射性符合GB6566的规定,其8项重金属指标均低于GB/T 14848-2017《地下水质量标准》中的标准限值,更绿色、低碳、环保,符合国家提倡的建材产品“双碳”要求。

[0030] (2) 本发明提供的全固废蒸压灰砂砖产品,其强度等级达到GB/T11945-2019《蒸压灰砂实心砖和实心砌块》中MU15的要求,其抗冻性达到严寒地区D50的指标要求,此外吸水率、碳化系数和软化系数均达到同类产品要求,产品质量稳定,生产成本有效降低。

[0031] (3) 本发明利用多种工业固体废弃物的特性,充分发挥多元固废间的协同效应。经碳化后的钢渣,其易磨性得到了提高,粉磨功指数平均值提高了15~25MJ/T,钢渣的粉磨能

耗得到了降低;经碳化后5~10mm的钢渣粗骨料,其f-CaO降低了30~50%,f-MgO降低了20~40%,粉料1中的f-CaO能补充蒸压灰砂砖中对钙质材料的需求;钢渣经整形后的表面棱角减少,可在蒸压灰砂砖中起到更好的骨料作用。精炼渣富含铝质成分,作为粉料2加入原料体系后,补充了原料体系对铝质成分的需求,蒸压后的制品中生成铝代托贝莫来石相和水钙铝榴石相,可以对垃圾焚烧飞灰中的Pb、Zn、Cu、Cr、Hg、Cd等重金属离子和氯离子起到很好的固化作用和吸附作用,同时铝离子更易垃圾焚烧中的重金属离子置换,重金属离子进入到托贝莫来石和水钙铝榴石中,形成稳定的物相结构。煅烧后的废石粉和废贝壳粉,为制品体系中提供了有效CaO,保证了制品体系内碱性环境,金尾矿中的活性SiO₂在碱性水热环境下与CaO发生反应,生产C-S-H凝胶、托贝莫来石相和水钙铝榴石,为制品的力学性能和抗冻性提供了保障。

附图说明

- [0032] 图1为5~10mm钢渣粗骨料和粉料1的制备工艺流程;
- [0033] 图2为粉料3的制备工艺流程;
- [0034] 图3为蒸压灰砂砖的生产工艺流程;
- [0035] 图4为实施实例2金尾矿掺量对蒸压灰砂砖力学性能的影响;
- [0036] 图5为实施实例2金尾矿及蒸压灰砂砖制品G5的XRD图;
- [0037] 图6为实施实例2蒸压灰砂砖制品G5的SEM图;
- [0038] (a) 为G5中水化产物形貌;
- [0039] (b) 为(a)图中被标注区域1水化产物形貌;
- [0040] 图7为图6(b)中标注区域A、B的能谱分析图谱。

具体实施方式

[0041] 以下将配合实施例来详细说明本发明的实施方式,藉此对本发明如何应用技术手段来解决技术问题,达成技术功效的实现并据以实施。

[0042] 实施例1

[0043] 一种多元固废协同利用制备蒸压灰砂砖的方法,包括粗骨料、粉料1、粉料2、粉料3、细骨料制备、成品制备等工序。

[0044] 上述多元固废协同利用制备蒸压灰砂砖的方法,包括以下步骤:

[0045] S1、钢渣粗骨料制备:钢渣经颚式破碎机破碎至5~25mm后,放入碳化箱中碳化75h,碳化后的钢渣于105℃烘干12h,而后放入空的球磨机整形,转速48r/min,粉磨20min后进行筛分,5~10mm颗粒作为粗骨料备用;所述碳化条件为:CO₂浓度15%,温度20±1℃,湿度85%±1;

[0046] S2、粉料1制备:将S1中破碎前小于5mm的钢渣颗粒于105℃烘干12h,而后与球磨整形后小与5mm的钢渣颗粒放入球磨机中,粉磨至比表面积350m²/kg,作为粉料1备用;

[0047] S3、粉料2制备:垃圾焚烧飞灰和精炼渣分别于105℃烘干12h后,然后按质量比1:1混合后放入球磨机中粉磨至比表面积400m²/kg,作为粉料2备用;

[0048] S4、废石粉的预处理:首先将废弃石粉进行筛选,筛除废弃石粉中的有机物杂质,而后于105℃电热干燥箱烘干12h,烘干后的废石粉备用;

[0049] S5、废贝壳预处理：首先将废贝壳进行筛选，筛除废贝壳中杂质，而后将废贝壳放入转筒洗石机中进行清洗，清洗后的废贝壳晾干后置于105℃电热干燥箱烘干12h，烘干后的贝壳颚式破碎机中破碎至1~3cm备用；

[0050] S6、粉料3制备：将S4步骤中的废石粉和S5中破碎后的废贝壳按质量比1:1混合，而后置于马弗炉内煅烧，煅烧制度为：由室温升至300℃，升温速率为2℃/min，而后保温30min；再由300℃升至750℃，升温速率为5℃/min，而后保温50min；煅烧完成后鼓风冷却至100℃时取出试样；再将冷却至室温的废石粉和废贝壳放入球磨机中，在转速48r/min条件下，粉磨至比表面积350m²/kg，得到粉料3；

[0051] S7、细骨料制备：首先将金尾矿用水力旋流器进行筛分，保持其料浆浓度为25%，而后将筛分后颗粒尺寸大于0.045mm的金尾矿置于105℃电热鼓风烘干箱中烘干12h，作为细骨料备用；

[0052] S8、成品制备：将步骤S1、S2、S3、S6、S7中准备好的粗骨料、粉料1、粉料2、粉料3和细骨料按质量比30:8:5:12:45混合，加入其干料总质量7%的水，于强力搅拌机中搅拌9min，使其充分混匀，静置1.5h，进行二次加水搅拌，二次加水量为干料总质量1%，搅拌时间为4min，将搅拌好的混合料压制成240mm×115mm×53mm的砖坯，成型压力为15KN，然后将压制好的砖坯送入蒸压釜中进行高温蒸压养护，得到本发明蒸压灰砂砖制品。所述高温蒸压养护的流程为：密闭、抽真空、升温至170℃，蒸压压力1.2MPa，保持9h，再经1h降至常温常压。

[0053] 本发明所述的钢渣经碳化后经碳化后的钢渣，其易磨性得到了提高，粉磨功指数平均值提高了18MJ/T，钢渣的粉磨能耗得到了降低；经碳化后5~10mm的钢渣粗骨料，其f-CaO降低了32%，f-MgO降低了27%。

[0054] 本实施例中垃圾焚烧飞灰为机械炉排焚烧工艺焚烧工业垃圾或生活垃圾中产生的底灰。细化后的垃圾焚烧飞灰依据HJ 557-2010《固体废物浸出毒性浸出方法水平振荡法》测试表明，其8项重金属指标均低于GB/T 14848-2017《地下水质量标准》中的标准限值。

[0055] 本实施例步骤S1中钢渣的主要成分和含量为：CaO 25~45%，SiO₂ 15~30%，Al₂O₃ 3~12%，Fe₂O₃ 10~35%，MgO 3~10%，FeO 3~15%，Na₂O+K₂O 0.01~2%，SO₃ 0.01~0.4%，P₂O₅ 0.1~4%，烧失量0.1~7%。

[0056] 步骤S3中垃圾焚烧飞灰的主要成分和含量为：CaO 20~50%，SiO₂ 3~15%，Al₂O₃ 2~7%，Fe₂O₃ 0.1~6%，MgO 3~9%，FeO 0.01~3%，Na₂O 1~4%，K₂O 1~5%，Cl 5~25%，烧失量0.01~5%。

[0057] 步骤S3中精炼渣矿物组成为水钙铝榴石(C₃AH₆)和钙铝石(C₁₂A₇)，主要化学成分和含量为：主要成分和含量为：CaO 30~45%，Al₂O₃ 25~50%，SiO₂ 0.1~7%，MgO 3~9%，Fe₂O₃ 0.1~6%，SO₃ 0.1~5%，烧失量3~8%。

[0058] 步骤S4中废石粉的主要矿物相为方解石和石英，其主要化学成分和含量为：SiO₂ 6~24%，Al₂O₃ 3~11%，CaO 55~78%，Fe₂O₃ 0.1~6%，MgO 2~7%，K₂O 0.01~1%，Na₂O 0.01~1%，烧失量12~30%。

[0059] 步骤S5中废贝壳的主要矿物相为方解石和文石，其主要组成为：CaCO₃ 78~95%，MgCO₃ 2~9%，Ca₃(PO₄)₂ 0.1~3%，SiO₂ 0.1~3%，Al₂O₃+CaO+Fe₂O₃ 0.1~3%，烧失量5~15%。

[0060] 步骤S7中金尾矿的主要成分和含量为:其主要组成为:SiO₂ 60~78%,Al₂O₃ 5~12%,MgO 0.1~6%,CaO 2~9%,Fe₂O₃ 1~8%,Na₂O+K₂O 0.01~2%,P₂O₅ 0.01~1%,烧失量5~12%。

[0061] 步骤S6制备的粉料3其有效CaO含量为66%,MgO含量为4.18%,消解温度67℃,消解时间13min,0.08mm方孔筛筛余13%,符合ASTM C 5-2003《建筑用生石灰标准规范》标准要求。

[0062] 按上述步骤制备的蒸压灰砂砖的性能指标如表1所示。

[0063] 表1实施例1制备的蒸压灰砂砖性能指标

性能	抗压强度/MPa	抗折强度 /MPa	抗冻性 (15 次冻融)	
			强度损失率/%	干质量损失率/%
指标	19.84	5.29	11	0.7

[0065] 表2实施例1蒸压灰砂砖重金属浸出(μg/L)

元素	Cr	Cu	Zn	Cd	Se	Hg	Pb	As
含量	0.003	0.01	0.01	-	0.004	-	0.001	-

[0067] 实施例2

[0068] 一种多元固废协同利用制备蒸压灰砂砖的方法,包括粗骨料、粉料1、粉料2、粉料3、细骨料制备、成品制备等工序。

[0069] 上述多元固废协同利用制备蒸压灰砂砖的方法,包括以下步骤:

[0070] S1、钢渣粗骨料制备:钢渣经颚式破碎机破碎至5~25mm后,放入碳化箱中碳化85h,碳化后的钢渣于105℃烘干12h,而后放入空的球磨机整形,转速48r/min,粉磨30min后进行筛分,5~10mm颗粒作为粗骨料备用;所述碳化条件为:CO₂浓度20%,温度20±1℃,湿度85%±1;

[0071] S2、粉料1制备:将S1中破碎前小于5mm的钢渣颗粒于105℃烘干12h,而后与球磨整形后小与5mm的钢渣颗粒放入球磨机中,粉磨至比表面积430m²/kg,作为粉料1备用;

[0072] S3、粉料2制备:垃圾焚烧飞灰和精炼渣分别于105℃烘干12h后,然后按质量比1:1混合后放入球磨机中粉磨至比表面积475m²/kg,作为粉料2备用;

[0073] S4、废石粉的预处理:首先将废弃石粉进行筛选,筛除废弃石粉中的有机物杂质,而后于105℃电热干燥箱烘干12h,烘干后的废石粉备用;

[0074] S5、废贝壳预处理:首先将废贝壳进行筛选,筛除废贝壳中杂质,而后将废贝壳放入转筒洗石机中进行清洗,清洗后的废贝壳晾干后置于105℃电热干燥箱烘干12h,烘干后的贝壳颚式破碎机中破碎至1~3cm备用;

[0075] S6、粉料3制备:将S4步骤中的废石粉和S5中破碎后的废贝壳按质量比1:2混合,而后置于马弗炉内煅烧,煅烧制度为:由室温升至300℃,升温速率为2℃/min,而后保温30min;再由300℃升至825℃,升温速率为5℃/min,而后保温75min;煅烧完成后鼓风冷却至100℃时取出试样;再将冷却至室温的废石粉和废贝壳放入球磨机中,在转速48r/min条件下,粉磨至比表面积425m²/kg,得到粉料3;

[0076] S7、细骨料制备:首先将金尾矿用水力旋流器进行筛分,保持其料浆浓度为33%,

而后将筛分后颗粒尺寸大于0.045mm的金尾矿置于105℃电热鼓风烘干箱中烘干12h,作为细骨料备用;

[0077] S8、成品制备:将步骤S1、S2、S3、S6、S7中准备好的粗骨料、粉料1、粉料2、粉料3和细骨料按质量比28:4:6:12:50混合,加入其干料总质量8%的水,于强力搅拌机中搅拌10min,使其充分混匀,静置2.5h,进行二次加水搅拌,二次加水量为干料总质量2%,搅拌时间为5min,将搅拌好的混合料压制成240mm×115mm×53mm的砖坯,成型压力为20KN,然后将压制好的砖坯送入蒸压釜中进行高温蒸压养护,得到本发明蒸压灰砂砖制品。所述高温蒸压养护的流程为:密闭、抽真空、升温至185℃,蒸压压力1.3MPa,保持6h,再经2h降至常温常压。

[0078] 本实施例中钢渣经碳化后经碳化后的钢渣,其易磨性得到了提高,粉磨功指数平均值提高了22MJ/T,钢渣的粉磨能耗得到了降低;经碳化后5~10mm的钢渣粗骨料,其f-CaO降低了46%,f-MgO降低了36%。

[0079] 本实施例中垃圾焚烧飞灰为机械炉排焚烧工艺焚烧工业垃圾或生活垃圾中产生的底灰。细化后的垃圾焚烧飞灰依据HJ 557-2010《固体废物浸出毒性浸出方法水平振荡法》测试表明,其8项重金属指标均低于GB/T 14848-2017《地下水质量标准》中的标准限值。

[0080] 本实施例步骤S1中钢渣的主要成分和含量为:CaO 25~45%,SiO₂ 15~30%,Al₂O₃ 3~12%,Fe₂O₃ 10~35%,MgO 3~10%,FeO 3~15%,Na₂O+K₂O 0.01~2%,SO₃ 0.01~0.4%,P₂O₅ 0.1~4%,烧失量0.1~7%。

[0081] 步骤S3中垃圾焚烧飞灰的主要成分和含量为:CaO 20~50%,SiO₂ 3~15%,Al₂O₃ 2~7%,Fe₂O₃ 0.1~6%,MgO 3~9%,FeO 0.01~3%,Na₂O 1~4%,K₂O 1~5%,Cl 5~25%,烧失量0.01~5%。

[0082] 步骤S3中精炼渣矿物组成为水钙铝榴石(C₃AH₆)和钙铝石(C₁₂A₇),主要化学成分和含量为:主要成分和含量为:CaO 30~45%,Al₂O₃ 25~50%,SiO₂ 0.1~7%,MgO 3~9%,Fe₂O₃ 0.1~6%,SO₃ 0.1~5%,烧失量3~8%。

[0083] 步骤S4中废石粉的主要矿物相为方解石和石英,其主要化学成分和含量为:SiO₂ 6~24%,Al₂O₃ 3~11%,CaO 55~78%,Fe₂O₃ 0.1~6%,MgO 2~7%,K₂O 0.01~1%,Na₂O 0.01~1%,烧失量12~30%。

[0084] 步骤S5中废贝壳的主要矿物相为方解石和文石,其主要组成为:CaCO₃ 78~95%,MgCO₃ 2~9%,Ca₃(PO₄)₂ 0.1~3%,SiO₂ 0.1~3%,Al₂O₃+CaO+Fe₂O₃ 0.1~3%,烧失量5~15%。

[0085] 步骤S7中金尾矿的主要成分和含量为:其主要组成为:SiO₂ 60~78%,Al₂O₃ 5~12%,MgO 0.1~6%,CaO 2~9%,Fe₂O₃ 1~8%,Na₂O+K₂O 0.01~2%,P₂O₅ 0.01~1%,烧失量5~12%。

[0086] 步骤S6制备的粉料3其有效CaO含量为68%,MgO含量为4.33%,消解温度68℃,消解时间12min,0.08mm方孔筛筛余12%,符合ASTM C 5-2003《建筑用生石灰标准规范》标准要求。

[0087] 按上述步骤制备的蒸压灰砂砖的性能指标如表3所示。

[0088] 表3实施例2制备的蒸压灰砂砖性能指标

[0089]	性能	抗压强度/MPa	抗折强度 /MPa	抗冻性 (15 次冻融)	
				强度损失率/%	干质量损失率/%

[0090]	指标	23.14	5.78	13	1.0
--------	----	-------	------	----	-----

[0091] 表4实施例2蒸压灰砂砖重金属浸出 ($\mu\text{g/L}$)

[0092]	元素	Cr	Cu	Zn	Cd	Se	Hg	Pb	As
	含量	0.003	0.008	0.01	-	0.004	-	0.001	-

[0093] 实施例3

[0094] 一种多元固废协同利用制备蒸压灰砂砖的方法,包括粗骨料、粉料1、粉料2、粉料3、细骨料制备、成品制备等工序。

[0095] 上述多元固废协同利用制备蒸压灰砂砖的方法,包括以下步骤:

[0096] S1、钢渣粗骨料制备:钢渣经颚式破碎机破碎至5~25mm后,放入碳化箱中碳化96h,碳化后的钢渣于105℃烘干12h,而后放入空的球磨机整形,转速48r/min,粉磨35min后进行筛分,5~10mm颗粒作为粗骨料备用;所述碳化条件为: CO_2 浓度25%,温度 $20\pm 1^\circ\text{C}$,湿度 $85\%\pm 1$;

[0097] S2、粉料1制备:将S1中破碎前小于5mm的钢渣颗粒于105℃烘干12h,而后与球磨整形后小与5mm的钢渣颗粒放入球磨机中,粉磨至比表面积 $500\text{m}^2/\text{kg}$,作为粉料1备用;

[0098] S3、粉料2制备:垃圾焚烧飞灰和精炼渣分别于105℃烘干12h后,然后按质量比1:1混合后放入球磨机中粉磨至比表面积 $550\text{m}^2/\text{kg}$,作为粉料2备用;

[0099] S4、废石粉的预处理:首先将废弃石粉进行筛选,筛除废弃石粉中的有机物杂质,而后于105℃电热干燥箱烘干12h,烘干后的废石粉备用;

[0100] S5、废贝壳预处理:首先将废贝壳进行筛选,筛除废贝壳中杂质,而后将废贝壳放入转筒洗石机中进行清洗,清洗后的废贝壳晾干后置于105℃电热干燥箱烘干12h,烘干后的贝壳颚式破碎机中破碎至1~3cm备用;

[0101] S6、粉料3制备:将S4步骤中的废石粉和S5中破碎后的废贝壳按质量比1:3混合,而后置于马弗炉内煅烧,煅烧制度为:由室温升至 300°C ,升温速率为 $2^\circ\text{C}/\text{min}$,而后保温30min;再由 300°C 升至 900°C ,升温速率为 $5^\circ\text{C}/\text{min}$,而后保温100min;煅烧完成后鼓风冷却至 100°C 时取出试样;再将冷却至室温的废石粉和废贝壳放入球磨机中,在转速48r/min条件下,粉磨至比表面积 $500\text{m}^2/\text{kg}$,得到粉料3;

[0102] S7、细骨料制备:首先将金尾矿用水力旋流器进行筛分,保持其料浆浓度为40%,而后将筛分后颗粒尺寸大于0.045mm的金尾矿置于105℃电热鼓风烘干箱中烘干12h,作为细骨料备用;

[0103] S8、成品制备:将步骤S1、S2、S3、S6、S7中准备好的粗骨料、粉料1、粉料2、粉料3和细骨料按质量比25:5:5:13:52混合,加入其干料总质量13%的水,于强力搅拌机中搅拌12min,使其充分混匀,静置3h,进行二次加水搅拌,二次加水量为干料总质量3%,搅拌时间为6min,将搅拌好的混合料压制成 $240\text{mm}\times 115\text{mm}\times 53\text{mm}$ 的砖坯,成型压力为25KN,然后将压制好的砖坯送入蒸压釜中进行高温蒸压养护,得到本发明蒸压灰砂砖制品。所述高温蒸压

养护的流程为：密闭、抽真空、升温至195℃，蒸压压力1.4MPa，保持5h，再经3h降至常温常压。

[0104] 本实施例中钢渣经碳化后经碳化后的钢渣，其易磨性得到了提高，粉磨功指数平均值提高了24MJ/T，钢渣的粉磨能耗得到了降低；经碳化后5~10mm的钢渣粗骨料，其f-CaO降低了48%，f-MgO降低了37%。

[0105] 本实施例中垃圾焚烧飞灰为机械炉排焚烧工艺焚烧工业垃圾或生活垃圾中产生的底灰。细化后的垃圾焚烧飞灰依据HJ 557-2010《固体废物浸出毒性浸出方法水平振荡法》测试表明，其8项重金属指标均低于GB/T 14848-2017《地下水质量标准》中的标准限值。

[0106] 本实施例步骤S1中钢渣的主要成分和含量为：CaO 25~45%，SiO₂ 15~30%，Al₂O₃ 3~12%，Fe₂O₃ 10~35%，MgO 3~10%，FeO 3~15%，Na₂O+K₂O 0.01~2%，SO₃ 0.01~0.4%，P₂O₅ 0.1~4%，烧失量0.1~7%。

[0107] 步骤S3中垃圾焚烧飞灰的主要成分和含量为：CaO 20~50%，SiO₂ 3~15%，Al₂O₃ 2~7%，Fe₂O₃ 0.1~6%，MgO 3~9%，FeO 0.01~3%，Na₂O 1~4%，K₂O 1~5%，Cl 5~25%，烧失量0.01~5%。

[0108] 步骤S3中精炼渣矿物组成为水钙铝榴石(C₃AH₆)和钙铝石(C₁₂A₇)，主要化学成分和含量为：主要成分和含量为：CaO 30~45%，Al₂O₃ 25~50%，SiO₂ 0.1~7%，MgO 3~9%，Fe₂O₃ 0.1~6%，SO₃ 0.1~5%，烧失量3~8%。

[0109] 步骤S4中废石粉的主要矿物相为方解石和石英，其主要化学成分和含量为：SiO₂ 6~24%，Al₂O₃ 3~11%，CaO 55~78%，Fe₂O₃ 0.1~6%，MgO 2~7%，K₂O 0.01~1%，Na₂O 0.01~1%，烧失量12~30%。

[0110] 步骤S5中废贝壳的主要矿物相为方解石和文石，其主要组成为：CaCO₃ 78~95%，MgCO₃ 2~9%，Ca₃(PO₄)₂ 0.1~3%，SiO₂ 0.1~3%，Al₂O₃+CaO+Fe₂O₃ 0.1~3%，烧失量5~15%。

[0111] 步骤S7中金尾矿的主要成分和含量为：其主要组成为：SiO₂ 60~78%，Al₂O₃ 5~12%，MgO 0.1~6%，CaO 2~9%，Fe₂O₃ 1~8%，Na₂O+K₂O 0.01~2%，P₂O₅ 0.01~1%，烧失量5~12%。

[0112] 步骤S6制备的粉料3其有效CaO含量为65%，MgO含量为3.92%，消解温度64℃，消解时间11min，0.08mm方孔筛筛余10%，符合ASTM C 5-2003《建筑用生石灰标准规范》标准要求。

[0113] 按上述步骤制备的蒸压灰砂砖的性能指标如表5所示。

[0114] 表5实施例3制备的蒸压灰砂砖性能指标

性能	抗压强度/MPa	抗折强度 /MPa	抗冻性（15次冻融）	
			强度损失率/%	干质量损失率/%
指标	19.14	5.09	11	0.9

[0116] 表6实施例3蒸压灰砂砖重金属浸出(μg/L)

元素	Cr	Cu	Zn	Cd	Se	Hg	Pb	As
含量	0.003	0.01	0.01	-	0.004	-	0.001	-

[0118] 下面结合附图对本发明做进一步说明：

[0119] 实施例2金尾矿掺量对蒸压灰砂砖力学性能的影响

[0120] 实施例12固定配合料中粉料3的用量为12%，调整金尾矿细骨料和钢渣粗骨料的掺量，当金尾矿掺量为41%、43%、45%、47%、50%、52%、55%，得到蒸压灰砂砖制品G1、G2、G3、G4、G5、G6、G7。

[0121] 在蒸压灰砂砖配料中，作为硅质原料的金尾矿与作为激发组分的钙质原料（粉料3）对于蒸压灰砂砖的力学性能起着至关重要的作用。由于金尾矿中具有蒸压反应活性的 SiO_2 ，它与钙质材料经过一系列物理化学变化生成蒸压砖制品，因此粉料3与金尾矿掺量成为决定蒸压反应物 CaO 与 SiO_2 质量比的主要因素。本实施例中在粉料3用量固定的条件下，金尾矿的掺量从本质上决定了蒸压灰砂砖强度发挥的潜力大小。

[0122] 由图4可以看出，随着金尾矿的掺量增加，钢渣粗骨料加入量的减少，蒸压灰砂砖的抗压强度和抗折强度呈现升高而后降低的趋势。当铁尾矿掺量为50%时，灰砂砖制品G5的抗压强度和抗折强度最高，分别达到23.14MPa和5.78MPa。金尾矿掺量的增加，增加了反应物中游离态的 SiO_2 的含量，虽然在常温下 SiO_2 与粉料3有效 CaO 的反应较慢，但在1.3MPa、185℃的蒸压条件下， SiO_2 与 CaO 反应形成有较高强度的产物，从而得到的灰砂砖强度较高。当金尾矿掺量过低，相对的钢渣粗骨料掺量较高，灰砂砖的强度较低，这可能与配料中的 CaO 与 SiO_2 质量比较高，制品中可能存在未反应的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 及生成的水化产物较少有关，由于水化产物最先在颗粒的表面生成，随着增压时间的延长，颗粒表面的水化产物包裹层逐渐的增厚，然后逐步扩散到颗粒之间的空隙内，由于金尾矿的掺量过低，生成的水化产物不足以包裹金尾矿和粗骨料颗粒，导致灰砂砖制品强度过低。当金尾矿的含量过高，相对钢渣粗骨料掺量过低，金尾矿的颗粒较小，填充了灰砂砖的孔隙，使得内部结构过于致密，颗粒表面的生成的水化产物包裹层无法扩散到颗粒之间的空隙内，致使制品的强度过低。

[0123] 在本实例条件下，金尾矿用量为50%，钢渣粗骨料用量为28%时，G5制品的力学性能满足GB 11945-2019中MU15级灰砂砖的要求，故确定蒸压灰砂砖G5为最优配比。

[0124] 实施例2金尾矿及蒸压灰砂砖制品G5的物相组成图

[0125] 采用X射线衍射对G5制品和原状金尾矿的物相组成进行了对比研究，测试结果如图5所示。通过对图5的对比分析可以发现，蒸压灰砂砖G5制品与金尾矿图谱的最大差别有4点：一是金尾矿中石英的特征峰减弱，这说明灰砂砖制品经过蒸压后，内部的石英含量降低；二是蒸压灰砂砖G5制品的物相中出现了明显的水化产物托贝莫来石和水钙铝榴石特征峰；三是蒸压后的蒸压灰砂砖G5制品中钠长石的特征峰消失；此外，蒸压灰砂砖G5制品的XRD图谱中 2θ 为26~34°衍射峰下宽泛的“凸包”背景。

[0126] 在水热合成条件下，原料体系中钙质和硅质材料经过一系列物理化学变化生成蒸压制品，其主要组成为结晶水化硅酸钙、托贝莫来石等水化产物，决定着蒸压制品的性能。灰砂砖的蒸压过程中，硅质原料尾矿中不断溶出的 SiO_2 与钙质原料 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 反应生成水化产物托贝莫来石和水钙铝榴石，蒸压后的灰砂砖物相中石英的衍射峰强度有明显下降，表明在金尾矿存在的石英晶体和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 发生了水化反应，部分残余的石英在灰砂砖中作为骨料存在。蒸压后的灰砂砖G5制品中钠长石的衍射峰消失，说明金尾矿中的钠长石在蒸压后参加了体系的反应。图4中， 2θ 为26~34°衍射峰下宽泛的“凸包”背景，证明蒸压灰砂砖G5中存在无定形物质或低结晶度（无衍射峰）的物质，从而导致衍射峰宽化，同时影响XRD衍射谱

的背景值。

[0127] 图6为蒸压灰砂砖制品G5的SEM图。从图6(a)中可以看出,蒸养后的制品内部出现大量的水化产物,视域内的主要水化产物为薄片状的托贝莫来石和结晶度较差的C-S-H凝胶,其间可见类似球形轮廓的水钙铝榴石分散分布,个别处水石榴石呈堆状分布。托贝莫来石晶体与C-S-H凝胶相互穿插紧密结合,使制品的结构致密,对提高蒸压灰砂砖的抗压强度起到积极的作用。图(b)为图(a)中标注区域1放大后的SEM图,图中可见大量结晶程度高,厚度为 $0.1\sim 0.3\mu\text{m}$ 的板片状托贝莫来石,图中左下角可见约 $0.3\sim 0.5\mu\text{m}$ 类似于葡萄状或球形轮廓的水钙铝榴石呈现小堆状聚集。

[0128] 对图6(b)中A、B区域的EDX图谱分析可知(见图7),蒸压水化产物中存在Al元素,这要是由于铁尾矿含有Al元素,造成部分 $[\text{SiO}_4]$ 四面体被 $[\text{AlO}_4]$ 四面体取代。A区域内的蒸压水化产物的 $n\text{Ca}/n(\text{Si}+\text{Al})=0.829$,与托贝莫来石($\text{Ca}_5(\text{OH})_2\text{Si}_6\text{O}_{16}\cdot 4\text{H}_2\text{O}$)的 $n(\text{Ca})/n(\text{Si})=0.83$ 组成基本相一致。B区域内的蒸压水化产物的 $n\text{Ca}/n(\text{Si}+\text{Al})=0.724$,与水钙铝榴石($\text{Al}_2\text{Ca}_3(\text{SiO}_4)_{2.16}(\text{OH})_{3.36}$)的 $n(\text{Ca})/n(\text{Si}+\text{Al})=0.721$ 的组成一致。

[0129] 综上所述,本发明利用钢渣、精炼渣、废贝壳、废石粉、金尾矿协同垃圾焚烧飞灰制备全固废蒸压灰砂砖,不仅能够解决垃圾焚烧飞灰、废贝壳和大宗工业固废(钢渣、精炼渣、金尾矿、废石粉)的无害化、减量化和资源化难题,且制备出性能优异的蒸压灰砂砖,大大降低了蒸压灰砂砖的生产成本,变废为宝,值得大力推广。

[0130] 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,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。

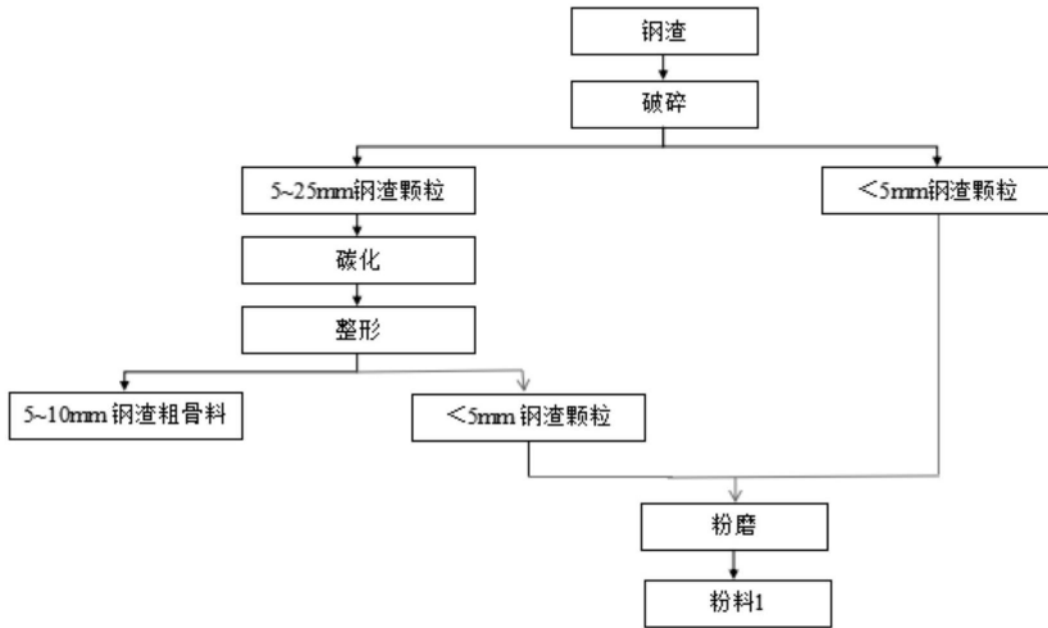


图1

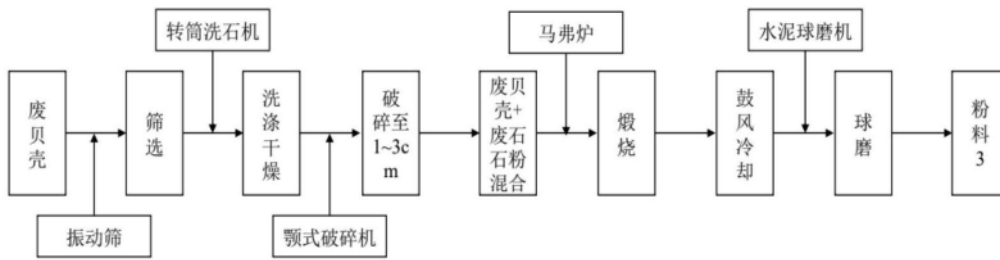


图2

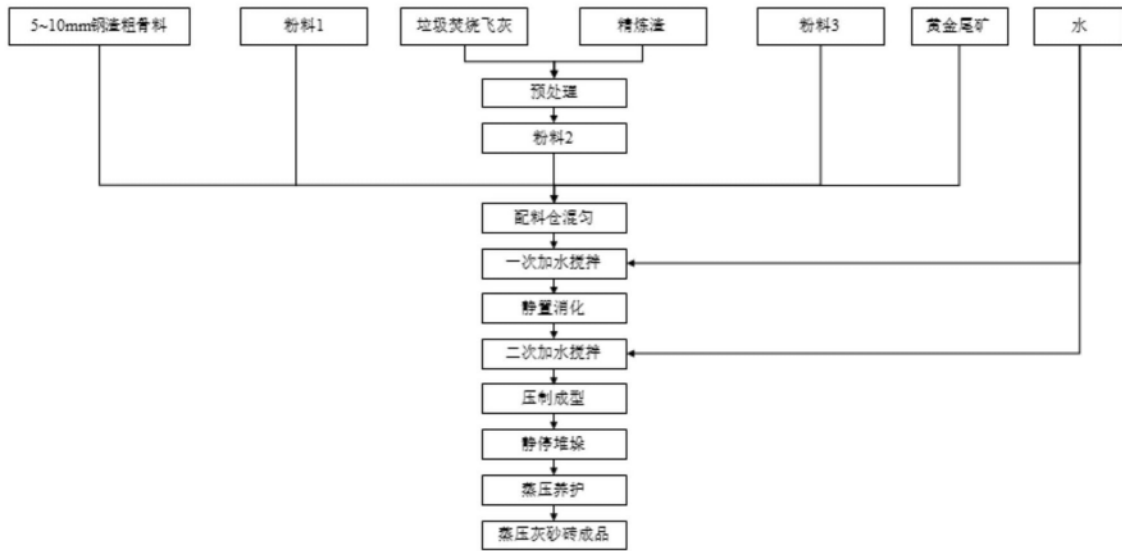


图3

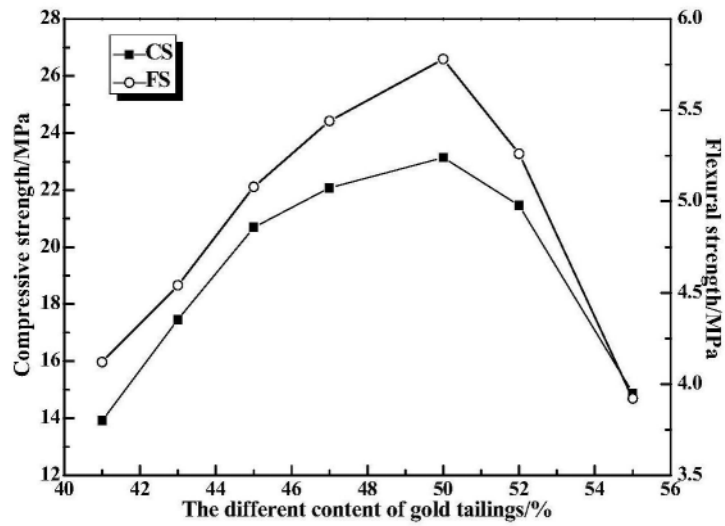


图4

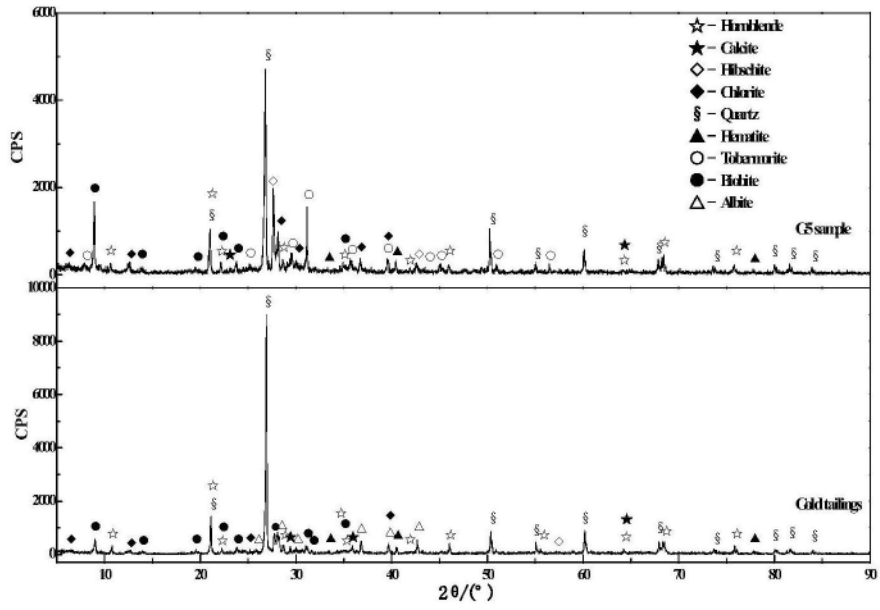


图5

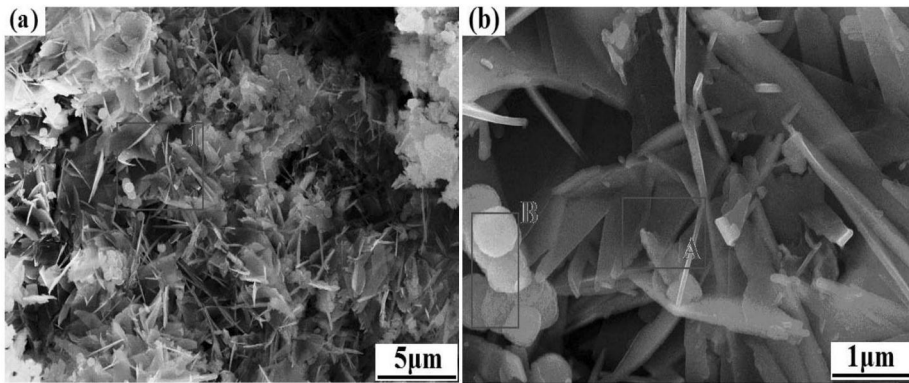


图6

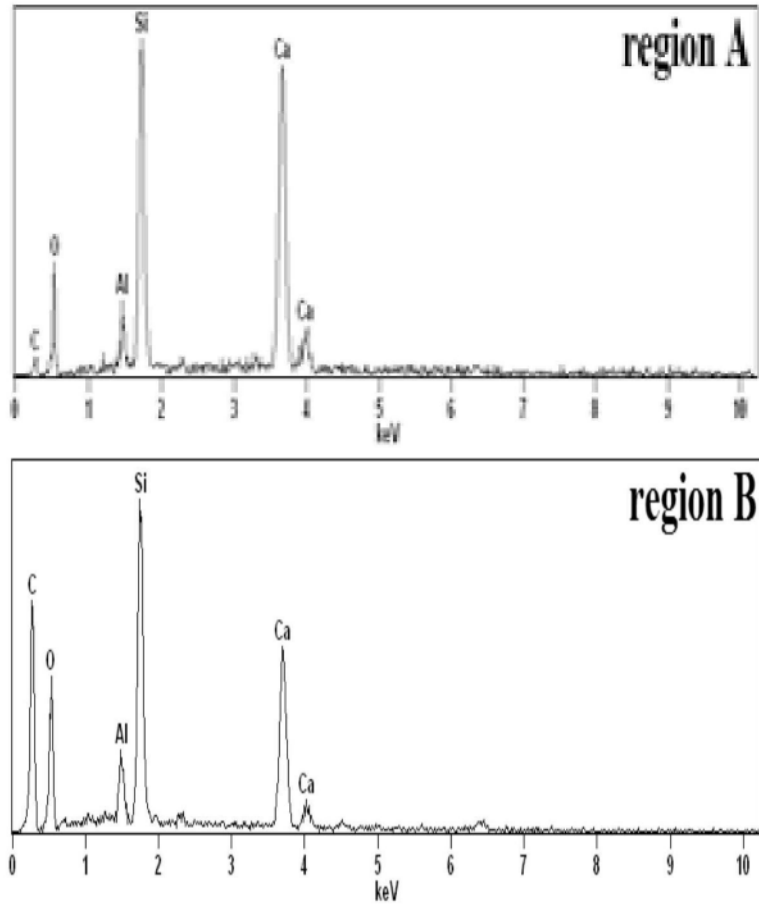


图7