



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111196696 A

(43)申请公布日 2020.05.26

(21)申请号 202010035414.3

(22)申请日 2020.01.14

(71)申请人 江苏汇丰混凝土有限公司

地址 223800 江苏省宿迁市宿城经济开发  
区牛顿路

(72)发明人 胡拓平 方勇 王莹蓉 吴海涛  
张平

(74)专利代理机构 苏州简专知识产权代理事务  
所(普通合伙) 32406

代理人 兰仙梅

(51)Int.Cl.

C04B 28/00(2006.01)

C04B 18/04(2006.01)

权利要求书1页 说明书7页

(54)发明名称

一种单/多晶硅切割废料的综合处理方法

(57)摘要

本发明涉及资源化的综合利用,具体涉及到一种单/多晶硅切割废料的综合处理方法。将单/多晶硅切割废料和粉煤灰粉料经过烘干、脱磷处理后,与水泥、黄砂、碎石或卵石、铝酸钠、水等混合搅拌均匀后,用免烧砖机制成砖坯。该单/多晶硅切割废料的综合处理方法具有以下优点:(1)、利用温度梯度自然排风,通过掺入粉煤灰降低粉体中活性物质的浓度和避免与空气的充分接触,保证烘干过程的安全性;(2)、多晶硅切割废料在加热过程中,过氧化氢分解,原位氧化了硅单质,使得粉体的水化活性提高,且避免了体积膨胀对混凝土重量的影响。

1. 一种单/多晶硅切割废料的综合处理方法,其特征在于:所述综合处理方法包括以下步骤:

(1) 将单/多晶硅切割废料与粉煤灰混合,采用隧道炉作为烘干设备,隧道炉中采用自然排风;

(2) 烘干过程中,在烟气排出通道中加装脱磷喷雾料床,所述料床采用喷雾的石灰石料床;

(3) 将单/多晶硅切割废料和粉煤灰粉料经过烘干、脱磷处理后,与水泥、黄砂、碎石或卵石、铝酸钠和水混合搅拌均匀后,用免烧砖机制成砖坯,在温度为45-50摄氏度下养护6小时;

(4):将步骤(3)制备的砖坯在温度140~150摄氏度,压力1~1.2兆帕下,进一步蒸压养护8-10小时,制备成免烧砖,完成单/多晶硅切割废料的综合处理。

2. 根据权利要求1所述的一种单/多晶硅切割废料的综合处理方法,其特征在于:所述单/多晶硅切割废料与粉煤灰按重量比1:2~3的比例混合,搅拌,所述烘干过程在60-80摄氏度隧道炉中烘干,所述烘干时间为2-3小时。

3. 根据权利要求1或2所述的一种单/多晶硅切割废料的综合处理方法,其特征在于:所述单/多晶硅切割废料来自半导体工业和太阳能产业用单晶硅和多晶硅片切削加工过程中产生的废料。

4. 根据权利要求1所述的一种单/多晶硅切割废料的综合处理方法,其特征在于:所述脱磷原料采用采石场排放的含有黏土物质的石灰石粉。

5. 根据权利要求1所述的一种单/多晶硅切割废料的综合处理方法,其特征在于:所述制备免烧砖坯所需各原料组分的按照重量份:

经处理的单/多晶硅切割废料和粉煤灰混合粉料	30~40份
水泥	18~28份
黄砂	17~32份
碎石或卵石	13~20份
铝酸钠	0.06~0.08份
水	9~18份。

6. 根据权利要求5所述的一种单/多晶硅切割废料的综合处理方法,其特征在于:所述碎石或卵石根据JGJ53-92行业标准中所述的重量标准和检验方法进行选取,且所述混合料中的碎石或卵石经过破碎且最大粒径不超过5毫米。

## 一种单/多晶硅切割废料的综合处理方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及资源化的综合利用,具体涉及到一种单/多晶硅切割废料的综合处理方法。

### 背景技术

[0002] 在多晶硅企业的生产过程中,因切割操作产生大量的废水,这些废水中会残留大量的硅粉,压滤操作后形成含水率为20-30%的膏状物,切割废料中的硅粉粒度处于微米级与亚微米级区间,且多以无定型的形式存在,由于这些硅粉具有较高的活性,因此多晶硅切割废料被列入国家危险固体废弃物名录。

[0003] 多晶硅切割废料中残留的硅单质的纯度一般为97%左右,在处理过程中混入了Al、Fe、Ca、P、B等其他元素,已难以回收作为多晶硅的原料。尽管多晶硅切割废料可作为硅钢生产的替代原料,有着较高的附加值,但用量极低,与全国每年排放的大量多晶硅切割废料难以匹配。

[0004] 水泥混凝土是固体废弃物的较佳处理途径,其对固体废弃物的稳定性要求相对较低、且处理量大,可以大幅度的吸纳固体废弃物。但是由于在废水的处理过程中,由于使用了Fenton试剂,因此硅粉中会残留部分的过氧化氢,过氧化氢不稳定,分解释放氧气,导致混凝土膨胀。

[0005] 此外,多晶硅切割废料中常含有硼、磷等杂质,对混凝土的凝结时间产生一定影响,因此多晶硅企业的硅粉废料至今还难以应用于水泥混凝土中。

### 发明内容

[0006] 为了克服背景技术中存在的缺陷,本发明解决其技术问题所采用的技术方案是:一种单/多晶硅切割废料的综合处理方法,其特征在于:所述综合处理方法包括以下步骤:

(1) 将单/多晶硅切割废料与粉煤灰混合,采用隧道炉作为烘干设备,隧道炉中采用自然排风;

(2) 烘干过程中,在烟气排出通道中加装脱磷喷雾料床,所述料床采用喷雾的石灰石料床;

(3) 将单/多晶硅切割废料和粉煤灰粉料经过烘干、脱磷处理后,与水泥、黄砂、碎石或卵石、铝酸钠和水混合搅拌均匀后,用免烧砖机制成砖坯,在温度为45-50摄氏度下养护6小时;

(4):将步骤(3)制备的砖坯在温度140~150摄氏度,压力1~1.2兆帕下,进一步蒸压养护8-10小时,制备成免烧砖,完成单/多晶硅切割废料的综合处理。

[0007] 优选的所述单/多晶硅切割废料与粉煤灰按重量比1:2~3的比例混合,搅拌,所述烘干过程在60-80摄氏度隧道炉中烘干,所述烘干时间为2-3小时。

[0008] 优选的所述单/多晶硅切割废料来自半导体工业和太阳能产业用单晶硅和多晶硅片切削加工过程中产生的废料。

[0009] 优选的所述脱磷原料采用采石场排放的含有黏土物质的石灰石粉。

[0010] 优选的所述制备免烧砖坯所需各原料组分的按照重量份：

经处理的单/多晶硅切割废料和粉煤灰混合粉料	30~40份
水泥	18~28份
黄砂	17~32份
碎石或卵石	13~20份
铝酸钠	0.06~0.08份
水	9~18份。

[0011] 优选的所述碎石或卵石根据JGJ53-92行业标准中所述的重量标准和检验方法进行选取,且所述混合料中的碎石或卵石经过破碎且最大粒径不超过5毫米。

[0012] 本发明基于多晶硅易爆的特性,将其与粉煤灰混合,采用隧道炉,烘干过程不鼓风,利用温度梯度自然排风,通过掺入粉煤灰可降低粉体中活性物质的浓度和避免与空气的充分接触,保证烘干过程的安全性。

[0013] 烘干过程中,磷氧化物易挥发,对空气会造成污染,在烟气排出通道中加装喷雾的脱磷料床,料床上使用的脱磷原料为采石场排放的含有较多黏土物质的石灰石粉,使磷氧化物与水反应生产磷酸,进而与石灰石粉反应生产磷酸钙,黏土物质的强吸附性保证了磷氧化物的充分吸收,脱磷可进一步提升粉体的使用性能。

[0014] 充分脱磷的废料中主要成分为黏土和磷酸钙,可作为磷肥用于农业生产;采石场排放的含有较多黏土物质的石灰石粉由于吸附性强,难以应用于水泥混凝土的生产,在多晶硅切割废料中的脱磷过程中,得到了很好的应用,同时还可产生极大的经济价值和良好的社会效益。

[0015] 多晶硅切割废料在加热过程中,过氧化氢分解,原位氧化了硅单质,使得粉体的水化活性提高,且避免了体积膨胀对混凝土重量的影响。

[0016] 对单/多晶硅切割废料综合回收利用,减少了环境污染,提高了资源的再利用,利用单/多晶硅切割废料为主要原料制备的免烧砖属于绿色新型建筑材料。

### 具体实施方式

[0017] 实施例1,一种单/多晶硅切割废料的综合处理方法,其特征在于:所述综合处理方法包括以下步骤:

(1) 将单/多晶硅切割废料与粉煤灰混合,采用隧道炉作为烘干设备,隧道炉中采用自然排风;

(2) 烘干过程中,在烟气排出通道中加装脱磷喷雾料床,所述料床采用喷雾的石灰石料床;

(3) 将单/多晶硅切割废料和粉煤灰粉料经过烘干、脱磷处理后,与水泥、黄砂、碎石或卵石、铝酸钠和水混合搅拌均匀后,用免烧砖机制成砖坯,在温度为45摄氏度下养护6小时;

(4): 将步骤(3)制备的砖坯在温度145摄氏度,压力1.2兆帕下,进一步蒸压养护8小时,制备成免烧砖,完成单/多晶硅切割废料的综合处理。

[0018] 所述单/多晶硅切割废料与粉煤灰按重量比1:2的比例混合,搅拌,所述烘干过程在70摄氏度隧道炉中烘干,所述烘干时间为2小时。

[0019] 所述单/多晶硅切割废料来自半导体工业和太阳能产业用单晶硅和多晶硅片切削加工过程中产生的废料。

[0020] 所述脱磷原料采用采石场排放的含有黏土物质的石灰石粉。

[0021] 所述制备免烧砖坯所需各原料组分的按照重量份：

经处理的单/多晶硅切割废料和粉煤灰混合粉料	30份
水泥	20份
黄砂	18份
碎石或卵石	14份
铝酸钠	0.06份
水	18份。

[0022] 优选的所述碎石或卵石根据JGJ53-92行业标准中所述的重量标准和检验方法进行选取,且所述混合料中的碎石或卵石经过破碎且最大粒径不超过5毫米。

[0023] 实施例2,一种单/多晶硅切割废料的综合处理方法,其特征在于:所述综合处理方法包括以下步骤:

(1)将单/多晶硅切割废料与粉煤灰混合,采用隧道炉作为烘干设备,隧道炉中采用自然排风;

(2)烘干过程中,在烟气排出通道中加装脱磷喷雾料床,所述料床采用喷雾的石灰石料床;

(3)将单/多晶硅切割废料和粉煤灰粉料经过烘干、脱磷处理后,与水泥、黄砂、碎石或卵石、铝酸钠和水混合搅拌均匀后,用免烧砖机制成砖坯,在温度为45摄氏度下养护6小时;

(4):将步骤(3)制备的砖坯在温度141摄氏度,压力1.1兆帕下,进一步蒸压养护8小时,制备成免烧砖,完成单/多晶硅切割废料的综合处理。

[0024] 所述单/多晶硅切割废料与粉煤灰按重量比1:2.5的比例混合,搅拌,所述烘干过程在70摄氏度隧道炉中烘干,所述烘干时间为2小时。

[0025] 所述单/多晶硅切割废料来自半导体工业和太阳能产业用单晶硅和多晶硅片切削加工过程中产生的废料。

[0026] 所述脱磷原料采用采石场排放的含有黏土物质的石灰石粉。

[0027] 所述制备免烧砖坯所需各原料组分的按照重量份：

经处理的单/多晶硅切割废料和粉煤灰混合粉料	32份
水泥	19份
黄砂	20份
碎石或卵石	13份
铝酸钠	0.07份
水	16份。

[0028] 优选的所述碎石或卵石根据JGJ53-92行业标准中所述的重量标准和检验方法进行选取,且所述混合料中的碎石或卵石经过破碎且最大粒径不超过5毫米。

[0029] 实施例3,一种单/多晶硅切割废料的综合处理方法,其特征在于:所述综合处理方法包括以下步骤:

(1)将单/多晶硅切割废料与粉煤灰混合,采用隧道炉作为烘干设备,隧道炉中采用自

然排风；

(2) 烘干过程中，在烟气排出通道中加装脱磷喷雾料床，所述料床采用喷雾的石灰石料床；

(3) 将单/多晶硅切割废料和粉煤灰粉料经过烘干、脱磷处理后，与水泥、黄砂、碎石或卵石、铝酸钠和水混合搅拌均匀后，用免烧砖机制成砖坯，在温度为45摄氏度下养护6小时；

(4)：将步骤(3)制备的砖坯在温度143摄氏度，压力1.3兆帕下，进一步蒸压养护8小时，制备成免烧砖，完成单/多晶硅切割废料的综合处理。

[0030] 所述单/多晶硅切割废料与粉煤灰按重量比1:3的比例混合，搅拌，所述烘干过程在70摄氏度隧道炉中烘干，所述烘干时间为2小时。

[0031] 所述单/多晶硅切割废料来自半导体工业和太阳能产业用单晶硅和多晶硅片切削加工过程中产生的废料。

[0032] 所述脱磷原料采用采石场排放的含有黏土物质的石灰石粉。

[0033] 所述制备免烧砖坯所需各原料组分的按照重量份：

经处理的单/多晶硅切割废料和粉煤灰混合粉料	35份
水泥	18份
黄砂	17份
碎石或卵石	13份
铝酸钠	0.08份
水	17份。

[0034] 优选的所述碎石或卵石根据JGJ53-92行业标准中所述的重量标准和检验方法进行选取，且所述混合料中的碎石或卵石经过破碎且最大粒径不超过5毫米。

[0035] 实施例4，一种单/多晶硅切割废料的综合处理方法，其特征在于：所述综合处理方法包括以下步骤：

(1) 将单/多晶硅切割废料与粉煤灰混合，采用隧道炉作为烘干设备，隧道炉中采用自然排风；

(2) 烘干过程中，在烟气排出通道中加装脱磷喷雾料床，所述料床采用喷雾的石灰石料床；

(3) 将单/多晶硅切割废料和粉煤灰粉料经过烘干、脱磷处理后，与水泥、黄砂、碎石或卵石、铝酸钠和水混合搅拌均匀后，用免烧砖机制成砖坯，在温度为45摄氏度下养护6小时；

(4)：将步骤(3)制备的砖坯在温度146摄氏度，压力1.2兆帕下，进一步蒸压养护8小时，制备成免烧砖，完成单/多晶硅切割废料的综合处理。

[0036] 所述单/多晶硅切割废料与粉煤灰按重量比1:2.3的比例混合，搅拌，所述烘干过程在70摄氏度隧道炉中烘干，所述烘干时间为2小时。

[0037] 所述单/多晶硅切割废料来自半导体工业和太阳能产业用单晶硅和多晶硅片切削加工过程中产生的废料。

[0038] 所述脱磷原料采用采石场排放的含有黏土物质的石灰石粉。

[0039] 所述制备免烧砖坯所需各原料组分的按照重量份：

经处理的单/多晶硅切割废料和粉煤灰混合粉料	31份
水泥	22份

黄砂	20份
碎石或卵石	14份
铝酸钠	0.06份
水	13份。

[0040] 优选的所述碎石或卵石根据JGJ53-92行业标准中所述的重量标准和检验方法进行选取,且所述混合料中的碎石或卵石经过破碎且最大粒径不超过5毫米。

[0041] 实施例5,一种单/多晶硅切割废料的综合处理方法,其特征在于:所述综合处理方法包括以下步骤:

(1)将单/多晶硅切割废料与粉煤灰混合,采用隧道炉作为烘干设备,隧道炉中采用自然排风;

(2)烘干过程中,在烟气排出通道中加装脱磷喷雾料床,所述料床采用喷雾的石灰石料床;

(3)将单/多晶硅切割废料和粉煤灰粉料经过烘干、脱磷处理后,与水泥、黄砂、碎石或卵石、铝酸钠和水混合搅拌均匀后,用免烧砖机制成砖坯,在温度为45摄氏度下养护6小时;

(4):将步骤(3)制备的砖坯在温度142摄氏度,压力1.2兆帕下,进一步蒸压养护8小时,制备成免烧砖,完成单/多晶硅切割废料的综合处理。

[0042] 所述单/多晶硅切割废料与粉煤灰按重量比1:2.6的比例混合,搅拌,所述烘干过程在70摄氏度隧道炉中烘干,所述烘干时间为3小时。

[0043] 所述单/多晶硅切割废料来自半导体工业和太阳能产业用单晶硅和多晶硅片切割加工过程中产生的废料。

[0044] 所述脱磷原料采用采石场排放的含有黏土物质的石灰石粉。

[0045] 所述制备免烧砖坯所需各原料组分的按照重量份:

经处理的单/多晶硅切割废料和粉煤灰混合粉料	37份
水泥	20份
黄砂	18份
碎石或卵石	18份
铝酸钠	0.06份
水	14份。

[0046] 优选的所述碎石或卵石根据JGJ53-92行业标准中所述的重量标准和检验方法进行选取,且所述混合料中的碎石或卵石经过破碎且最大粒径不超过5毫米。

[0047] 实施例6,一种单/多晶硅切割废料的综合处理方法,其特征在于:所述综合处理方法包括以下步骤:

(1)将单/多晶硅切割废料与粉煤灰混合,采用隧道炉作为烘干设备,隧道炉中采用自然排风;

(2)烘干过程中,在烟气排出通道中加装脱磷喷雾料床,所述料床采用喷雾的石灰石料床;

(3)将单/多晶硅切割废料和粉煤灰粉料经过烘干、脱磷处理后,与水泥、黄砂、碎石或卵石、铝酸钠和水混合搅拌均匀后,用免烧砖机制成砖坯,在温度为45摄氏度下养护6小时;

(4):将步骤(3)制备的砖坯在温度145摄氏度,压力1.2兆帕下,进一步蒸压养护8小时,

制备成免烧砖,完成单/多晶硅切割废料的综合处理。

[0048] 所述单/多晶硅切割废料与粉煤灰按重量比1:2.8的比例混合,搅拌,所述烘干过程在70摄氏度隧道炉中烘干,所述烘干时间为3小时。

[0049] 所述单/多晶硅切割废料来自半导体工业和太阳能产业用单晶硅和多晶硅片切削加工过程中产生的废料。

[0050] 所述脱磷原料采用采石场排放的含有黏土物质的石灰石粉。

[0051] 所述制备免烧砖坯所需各原料组分的按照重量份:

经处理的单/多晶硅切割废料和粉煤灰混合粉料	34份
水泥	20份
黄砂	17份
碎石或卵石	14份
铝酸钠	0.07份
水	15份。

[0052] 优选的所述碎石或卵石根据JGJ53-92行业标准中所述的重量标准和检验方法进行选取,且所述混合料中的碎石或卵石经过破碎且最大粒径不超过5毫米。

[0053] 将实施例1到实施例6所制得的以单/多晶硅切割废料与粉煤灰混合料为主要原料的免烧砖,依照JC239-2001标准测试其强度和抗冻融性能,结果如下表所示,所制备的免烧砖强度都高于标准要求。

测试项目	抗折强度	抗压强度	冻融强度损失率	冻融重量损失	干燥收缩量
标准要求	≥2.5兆帕	≥10.0兆帕	≤20%	≤2%	≤0.75毫米/m
实施例1	2.7	11.3	3.8%	0.1%	0.43
实施例2	2.8	11.9	3.3%	0.2%	0.38
实施例3	3.2	12.2	2.8%	0.05%	0.31
实施例4	2.9	11.6	3.6%	0.2%	0.28
实施例5	3.3	12.6	1.9%	0.08%	0.30
实施例6	2.9	12.3	2.3%	0.1%	0.36

[0054] 本发明基于多晶硅易爆的特性,将其与粉煤灰混合,采用隧道炉,烘干过程不鼓风,利用温度梯度自然排风,通过掺入粉煤灰可降低粉体中活性物质的浓度和避免与空气的充分接触,保证烘干过程的安全性。

[0055] 烘干过程中,磷氧化物易挥发,对空气会造成污染,在烟气排出通道中加装喷雾的脱磷料床,料床上使用的脱磷原料为采石场排放的含有较多黏土物质的石灰石粉,使磷氧化物与水反应生产磷酸,进而与石灰石粉反应生产磷酸钙,黏土物质的强吸附性保证了磷氧化物的充分吸收,脱磷可进一步提升粉体的使用性能。

[0056] 充分脱磷的废料中主要成分为黏土和磷酸钙,可作为磷肥用于农业生产;采石场排放的含有较多黏土物质的石灰石粉由于吸附性强,难以应用于水泥混凝土的生产,在多晶硅切割废料中的脱磷过程中,得到了很好的应用,同时还可产生极大的经济价值和良好的社会效益。

[0057] 多晶硅切割废料在加热过程中,过氧化氢分解,原位氧化了硅单质,使得粉体的水化活性提高,且避免了体积膨胀对混凝土重量的影响。

[0058] 对单/多晶硅切割废料综合回收利用,减少了环境污染,提高了资源的再利用,利

用单/多晶硅切割废料为主要原料制备的免烧砖属于绿色新型建筑材料。

[0059] 显然,上述实施例仅仅是为清楚地说明所作的举例,而并非对实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。而由此所引伸出的显而易见的变化或变动仍处于本发明创造的保护范围之内。