



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103757152 A

(43) 申请公布日 2014. 04. 30

(21) 申请号 201410002946. 1

(22) 申请日 2014. 01. 03

(71) 申请人 中冶东方工程技术有限公司

地址 014010 内蒙古自治区包头市昆区钢铁大街 45 号

(72) 发明人 赵铭 贺春平 康兴东 王定洪  
王振平

(74) 专利代理机构 北京市浩天知识产权代理事  
务所 11276

代理人 李郁 刘云贵

(51) Int. Cl.

C21B 3/04 (2006. 01)

C04B 7/153 (2006. 01)

权利要求书2页 说明书8页 附图1页

(54) 发明名称

一种钢渣处理方法及其装置

(57) 摘要

本发明提供了一种钢渣处理方法,包括:将硅铝酸性氧化物和钢渣投料,其中,混合料中的总的硅铝酸性氧化物与碱性氧化物的摩尔比1:2.5-2.9;回转窑温度为1350-1450℃,还原剂存在下,混合料在回转窑中加热混合;产物粒化为颗粒,进行水淬和降温,之后落入水中,再经脱水处理;脱水后颗粒进行磁选分离,钢粒与系列硅酸盐颗粒分离。本发明提供了一种钢渣处理装置,包括:回转窑(5);喷煤装置(6),设在回转窑(5)尾部上端;粒化轮(8),设在位于回转窑(5)尾部下端的出料溜槽(7)下方。采用本发明的方法对钢渣进行处理后得到的系列硅酸盐可以替代硅酸盐水泥熟料用于生产水泥。本发明的方法实现了工业废弃物的综合利用。

1. 一种钢渣处理方法,其特征在于,该方法包括:

(1) 将硅铝酸性氧化物和钢渣投料,其中,投入的硅铝酸性氧化物和钢渣构成的混合料中的硅铝酸性氧化物和碱性氧化物的摩尔比为 1:2.5-2.9,优选 1:2.7;

(2) 在回转窑温度为 1350-1450℃,还原剂存在下,混合料在回转窑中进行加热混合;

(3) 步骤(2)得到的产物被粒化为颗粒,然后进行水淬和降温,之后落入水中,再经脱水处理;

(4) 对脱水后的颗粒进行磁选分离,从而将钢粒与系列硅酸盐颗粒分离。

2. 根据权利要求 1 所述的钢渣处理方法,其特征在于,步骤(2)中的还原剂是一氧化碳与煤粉的混合物。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的钢渣处理方法,其特征在于,通过向回转窑内喷入煤粉燃烧使回转窑温度为 1350-1450℃,燃烧产物含有一氧化碳与煤粉的混合物,用作步骤(2)中的还原剂。

4. 根据权利要求 1-3 任一项所述的钢渣处理方法,其特征在于,所述钢渣是红热钢渣。

5. 根据权利要求 1-4 任一项所述的钢渣处理方法,其特征在于,步骤(1)中,投料的硅铝酸性氧化物的来源是红热高炉渣、硅灰或粉煤灰,优选粉煤灰。

6. 根据权利要求 1-5 任一项所述的钢渣处理方法,其特征在于,所述回转窑的窑体以 3%-6% 的倾斜度安装。

7. 根据权利要求 6 所述的钢渣处理方法,其特征在于,步骤(2)中,沿物料层表面滑落的钢渣颗粒,在窑体 3%-6% 倾斜度与回转窑回转共同作用下,向回转窑低端移动。

8. 根据权利要求 1-7 任一项所述的钢渣处理方法,其特征在于,步骤(3)中,步骤(2)得到的产物通过粒化轮粒化甩出小颗粒,小颗粒在飞行途中与喷射的水流接触,进行水淬和降温,然后落入水池,再经脱水处理。

9. 根据权利要求 1-8 任一项所述的钢渣处理方法,其特征在于,步骤(1)之前,先进行钢渣收集,收集的钢渣运至钢渣处理场地的运输时间控制在 30min 以内。

10. 根据权利要求 1-9 任一项所述的钢渣处理方法,其特征在于,所述方法处理后的钢渣粒度小于 5mm,磁选分离后,钢粒中金属铁含量大于 95wt. %。

11. 根据权利要求 1-10 任一项所述的钢渣处理方法,其特征在于,所述方法处理后的钢渣通过磁选分离后,系列硅酸盐颗粒中,金属铁含量小于 1wt. %, f-CaO 含量小于 1.5wt. %, f-MgO 含量小于 1.1wt. %。

12. 一种用于权利要求 1-11 任一项所述的钢渣处理方法的装置,其特征在于,该装置包括:

回转窑(5);

喷煤装置(6),设置在回转窑(5)的尾部上端;

粒化轮(8),设置在位于回转窑(5)尾部下端的出料溜槽(7)的下方。

13. 根据权利要求 12 所述的装置,其特征在于,该装置进一步包括:

进料溜槽(4),一端连接倾翻装置(2),另一端连接回转窑(5);

缓冲料仓(13),其前端依次设置斗提机(11)、溜管(I)(12),溜管(I)(12)设置在斗提机(11)与缓冲料仓(13)之间;缓冲料仓(13)仓下设置给料计量装置(14),给料计量装置(14)通过溜管(II)(15)与进料溜槽(4)相连;

集气罩(16),设置在回转窑(5)的头部,集气罩(16)通过保温管道与列管换热器(17)连接,列管换热器(17)后依次设置布袋除尘器(18)和离心风机(19)。

14. 根据权利要求 12 或 13 所述的装置,其特征在于,所述回转窑(5)采用 35-45m 的短窑。

15. 根据权利要求 12-14 任一项所述的装置,其特征在于,所述回转窑(5)的窑体以 3%-6% 的倾斜度安装。

16. 根据权利要求 12-15 任一项所述的装置,其特征在于,所述进料溜槽(4)的水平倾角为 50-80 度。

## 一种钢渣处理方法及其装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及冶金技术领域,具体地,涉及钢渣处理方法。

### 背景技术

[0002] 目前,氧气顶吹转炉炼钢是炼钢的主流工艺。氧气顶吹转炉炼钢工艺如下:在装入废钢和兑铁水后,摇正炉体。下降氧枪的同时,由炉口上方的辅助材料溜槽加入适量的造渣材料(如生石灰、煅烧白云山、萤石等),造渣材料漂浮在熔池表面。当氧枪降至规定枪位,吹入高压氧气流(纯度大于 99%),氧气与高温铁水中的碳发生氧化反应生成一氧化碳以降低碳含量,同时也与高温铁水中的硅、锰、及一部分铁元素发生氧化反应生成二氧化硅等相应氧化物。

[0003] 虽然在高压氧气流的扰动下,熔体被搅动翻滚,生成的二氧化硅与原来加到钢水表层并漂浮在表面的造渣材料,通过熔体搅动翻滚相互接触生成碱土金属(钙、镁)硅酸盐及氟硅酸盐。二氧化硅生成相应的盐类后物理特性发生改变,粘度降低易于与钢水分离脱除。但是由于二氧化硅粘度较大,且在钢液中均相分散生成,即使在钢水扰动产生搅拌的作用下,二氧化硅与造渣材料也不能充分接触反应,为保证二氧化硅被全部化合,造渣材料被大量过量使用,使大量钙、镁氧化物过剩,以游离氧化钙、游离氧化镁的形式保留下来。这样,与二氧化硅反应的造渣材料转化为碱土金属(钙、镁)硅酸盐及氟硅酸盐,没有与二氧化硅反应的造渣材料经过在铁水(钢水)扰动产生搅拌的高温过程转化为游离氧化钙、游离氧化镁,这些物质一并构成钢渣排出。

[0004] 与二氧化硅反应的造渣材料转化为碱土金属(钙、镁)硅酸盐及氟硅酸盐其矿物结构与硅酸盐水泥熟料相同,但没有与二氧化硅反应的造渣材料经过高温过程转化为游离氧化钙、游离氧化镁,这些大量存在的 f-CaO、f-MgO 形成温度较高、结晶好,水化活性低,因而水化速度很慢。

[0005] f-CaO 遇水后水化形成  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ , 体积膨胀 98%, f-MgO 遇水后水化形成  $\text{Mg}(\text{OH})_2$ , 体积膨胀 148%, 容易造成水泥硬化后期的膨胀。因此,若利用钢渣中硅酸盐水泥熟料成分的优势,将钢渣作为水硬性胶凝材料在建材领域应用,则大量存在的 f-CaO、f-MgO 将导致水泥产品安定性不合格,使钢渣无法直接作为水硬性胶凝材料应用于建材领域。

### 发明内容

[0006] 本发明所要解决的技术问题是:消解钢渣中游离氧化钙(f-CaO)、游离氧化镁(f-MgO)以及它们的影响,使钢渣直接作为水硬性凝胶材料来代替硅酸盐水泥熟料,从而应用于建材领域。

[0007] 一方面,本发明提供了一种钢渣处理方法,该方法包括:

[0008] (1) 将硅铝酸性氧化物和钢渣投料,其中,投入的硅铝酸性氧化物和钢渣构成的混合料中的硅铝酸性氧化物和碱性氧化物的摩尔比为 1:2.5-2.9,优选 1:2.7;

[0009] (2) 在回转窑温度为 1350-1450℃,还原剂存在下,混合料在回转窑中进行加热混

合；

[0010] (3)步骤(2)得到的产物被粒化为颗粒,然后进行水淬和降温,之后落入水中,再经脱水处理；

[0011] (4)对脱水后的颗粒进行磁选分离,从而将钢粒与系列硅酸盐颗粒分离。

[0012] 前述的钢渣处理方法,步骤(2)中的还原剂是一氧化碳与煤粉的混合物。

[0013] 前述的钢渣处理方法,通过向回转窑内喷入煤粉燃烧使回转窑温度为1350-1450℃,燃烧产物含有一氧化碳与煤粉的混合物,用作步骤(2)中的还原剂。

[0014] 前述的钢渣处理方法,所述钢渣是红热钢渣。

[0015] 前述的钢渣处理方法,步骤(1)中,投料的硅铝酸性氧化物的来源是红热高炉渣、硅灰或粉煤灰,优选粉煤灰。

[0016] 前述的钢渣处理方法,所述回转窑的窑体以3%-6%的倾斜度安装。

[0017] 前述的钢渣处理方法,步骤(2)中,沿物料层表面滑落的钢渣颗粒,在窑体3%-6%倾斜度与回转窑回转共同作用下,向回转窑低端移动。

[0018] 前述的钢渣处理方法,步骤(3)中,步骤(2)得到的产物通过粒化轮粒化甩出小颗粒,小颗粒在飞行途中与喷射的水流接触,进行水淬和降温,然后落入水池,再经脱水处理。

[0019] 前述的钢渣处理方法,步骤(1)之前,先进行钢渣收集,收集的钢渣运至钢渣处理场地的运输时间控制在30min以内。

[0020] 前述的钢渣处理方法,所述方法处理后的钢渣粒度小于5mm,磁选分离后,钢粒中金属铁含量大于95wt.%。

[0021] 前述的钢渣处理方法,所述方法处理后的钢渣通过磁选分离后,系列硅酸盐颗粒中,金属铁含量小于1wt.%,f-CaO含量小于1.5wt.%,f-MgO含量小于1.1wt.%。

[0022] 另一方面,本发明提供了一种用于前述的钢渣处理方法的装置,该装置包括：

[0023] 回转窑(5)；

[0024] 喷煤装置(6),设置在回转窑(5)的尾部上端；

[0025] 粒化轮(8),设置在位于回转窑(5)尾部下端的出料溜槽(7)的下方。

[0026] 前述的装置,进一步包括：

[0027] 进料溜槽(4),一端连接倾翻装置(2),另一端连接回转窑(5)；

[0028] 缓冲料仓(13),其前端依次设置斗提机(11)、溜管(I)(12),溜管(I)(12)设置在斗提机(11)与缓冲料仓(13)之间；缓冲料仓(13)仓下设置给料计量装置(14),给料计量装置(14)通过溜管(II)(15)与进料溜槽(4)相连；

[0029] 集气罩(16),设置在回转窑(5)的头部,集气罩(16)通过保温管道与列管换热器(17)连接,列管换热器(17)后依次设置布袋除尘器(18)和离心风机(19)。

[0030] 前述的装置,所述回转窑(5)采用35-45m的短窑。

[0031] 前述的装置,所述回转窑(5)的窑体以3%-6%的倾斜度安装。

[0032] 前述的装置,所述进料溜槽(4)的水平倾角为50-80度。

[0033] 采用本发明的方法可实现工业废弃物的综合利用,一方面,可以有效消解钢渣中的游离氧化钙和游离氧化镁及其影响,将钢渣直接作为水硬性凝胶材料来代替硅酸盐水泥熟料,从而应用于建材领域；另一方面,本发明的方法采用还原气氛,使部分铁的氧化物还原为金属铁,从而提高了钢渣中废钢的回收利用率。

## 附图说明

[0034] 图 1 是本发明的方法所用装置的结构示意图。

[0035] 其中,附图标记的含义说明如下:

- [0036] 1—渣罐
- [0037] 2—倾翻装置
- [0038] 3—扒渣装置
- [0039] 4—进料溜槽
- [0040] 5—回转窑
- [0041] 6—喷煤装置
- [0042] 7—出料溜槽
- [0043] 8—粒化轮
- [0044] 9—水池
- [0045] 10—抓斗
- [0046] 11—斗提机
- [0047] 12—溜管(I)
- [0048] 13—缓冲料仓
- [0049] 14—给料计量装置
- [0050] 15—溜管(II)
- [0051] 16—集气罩
- [0052] 17—列管换热器
- [0053] 18—布袋除尘器
- [0054] 19—离心风机

## 具体实施方式

[0055] 下面参照图 1 对本发明进行描述,本发明的工艺方法除下述内容外,其余均采用本领域的常规方法或装置。

[0056] 本发明的钢渣处理方法所采用的装置包括:回转窑(5);喷煤装置(6),设置在回转窑(5)的尾部上端;粒化轮(8),设置在位于回转窑(5)尾部下端的出料溜槽(7)的下方。

[0057] 此外,该装置进一步包括:

[0058] 进料溜槽(4),一端连接倾翻装置(2),另一端连接回转窑(5);

[0059] 缓冲料仓(13),其前端依次设置斗提机(11)、溜管(I)(12),溜管(I)(12)设置在斗提机(11)与缓冲料仓(13)之间;缓冲料仓(13)仓下设置给料计量装置(14),给料计量装置(14)通过溜管(II)(15)与进料溜槽(4)相连;

[0060] 集气罩(16),设置在回转窑(5)的头部,集气罩(16)通过保温管道与列管换热器(17)连接,列管换热器(17)后依次设置布袋除尘器(18)和离心风机(19)。

[0061] 其中,回转窑(5)采用 35-45m 的短窑。回转窑(5)的窑体以 3%-6% 的倾斜度安装。进料溜槽(4)的水平倾角为 50-80 度。

[0062] 本发明的装置所涉及各设备均常规市购得到。

[0063] 下面结合本发明钢渣处理方法所采用的装置对本发明的钢渣处理方法作详细说明,本发明的钢渣处理方法包括如下步骤:

[0064] (1) 将硅铝酸性氧化物和钢渣投料。具体地,渣罐 1 中的钢渣经由倾翻装置 2 作用,通过进料溜槽 4 给至回转窑 5,硅铝酸性氧化物(粉煤灰或硅灰)通过斗提机 11、溜管(I) 12 给至缓冲料仓 13 中,经缓冲料仓 13 仓下的给料计量装置 14 定量给料,再经溜管(II)15 给料至进料溜槽 4,从而和钢渣一起进入回转窑 5。

[0065] 其中,钢渣是指炼钢排出的渣,为一种工业固体废物,根据炉型分为转炉钢渣、平炉钢渣和电炉钢渣。钢渣主要由碱土金属(主要是钙、镁)的硅酸盐及氟硅酸盐组成,此外还含有游离氧化钙(f-CaO)和游离氧化镁(f-MgO)等,也含有一定量的  $\text{SiO}_2$  和  $\text{Al}_2\text{O}_3$ 。

[0066] 其中,本发明所处理的钢渣主要是红热转炉钢渣,即刚从炼钢转炉中排出的钢渣。使红热钢渣在回转窑内加热“继续”反应,这种“趁热打铁”的方法简单、易行、能耗低,避免了对冷却后的钢渣与酸性氧化物进行加热反应时,需对钢渣进行破碎磨粉,才能进行二次反应所存在的方法复杂、能耗高的问题。具体地,从转炉排出的钢渣(即红热钢渣)用渣罐 1 收集后,快速运至钢渣处理场地,运输时间控制在 30 分钟以内,以避免热能散失造成钢渣表面结壳;运至钢渣处理场地后,迅速将钢渣通过倾翻装置 2 倒入进料溜槽 4 给至回转窑 5,如果钢渣出现结壳现象,可以先使用扒渣装置 3 将渣罐 1 上部结块或内部大块捣料、扒渣,以避免熔融钢渣突然冲破壳层,大量钢渣涌入进料溜槽 4 造成溢出或堵料,之后再将钢渣通过倾翻装置 2 倒入进料溜槽 4 给至回转窑 5。进料溜槽 4 的水平倾角设定为 50-80 度,这样可以保证倒入进料溜槽 4 的钢渣自动滑入回转窑 5,从而使本发明的方法更简单、易行。

[0067] 其中,投入的硅铝酸性氧化物和钢渣构成的混合料中的硅铝酸性氧化物和碱性氧化物的摩尔比为 1:2.5-2.9。硅铝酸性氧化物与钙镁碱性氧化物发生反应所生成的最有用的化合物是  $\text{C}_3\text{S}$ ,将总硅铝酸性氧化物与钙镁碱性氧化物的摩尔比设定为 1:2.5-2.9,既能保证使钢渣中的游离氧化钙和游离氧化镁充分反应,从而实现消解的目的,又能保证反应产物中有较高含量的  $\text{C}_3\text{S}$  和较少含量的  $\text{C}_2\text{S}$ 、CS,  $\text{C}_2\text{S}$ 、CS 作为水硬性凝胶材料的效果比  $\text{C}_3\text{S}$  差。投入的硅铝酸性氧化物和钢渣构成的混合料中的硅铝酸性氧化物和碱性氧化物的摩尔比优选为 1:2.7。

[0068] 其中,硅铝酸性氧化物是指  $\text{SiO}_2$  和  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,补加硅铝酸性氧化物的物质可以是红热高炉渣、硅灰或粉煤灰,优选为粉煤灰。

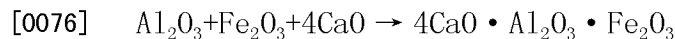
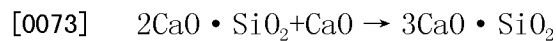
[0069] 其中,高炉渣是指冶炼生铁时从高炉中排出的废物,在冶炼生铁时,炉料熔融,矿石中的脉石、焦炭中的灰分和助溶剂以及其它不能进入生铁的杂质形成以硅酸盐和铝酸盐为主的熔渣,高炉渣的主要成分为  $\text{SiO}_2$ 、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  和 CaO;当以红热高炉渣来补加硅铝酸性氧化物时,红热高炉渣与红热转炉钢渣可采用同一装置间隔加入,即渣罐提升装置提起渣罐 1,经由倾翻装置 2 作用,通过进料溜槽 4 将红热转炉钢渣与红热高炉渣间隔加入回转窑 5,两种物料加入时间均控制在 3-5min 内完成。

[0070] 硅灰,又称微硅灰或凝聚硅灰,是冶炼含硅合金(如硅铁)和工业硅(又称金属硅)时,从矿热炉烟气回收的以  $\text{SiO}_2$  微粉为主的粉尘,它是工业冶炼中的副产物,就化学成分而言,硅灰的主要成分为  $\text{SiO}_2$ ,其次是  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,此外还含有少量的  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、MgO 和 CaO 等;粉煤灰是指现代大型燃煤锅炉在燃煤时将煤粉碾至  $100\ \mu\text{m}$  以下,然后煤粉与高速含氧气流混合在

一起,喷入炉膛燃烧带中,使煤粉颗粒中的有机物质得到充分燃烧,从烟气中回收的细粉即为粉煤灰。煤炭是由多种物质组成的混合物,其中不可燃烧的矿物质经燃烧后作为灰份被解析析出,冷却后成为灰或渣,它是由硅、铝、铁、钙、镁等氧化物组成的矿物残渣。粉煤灰的化学成分取决于燃煤的成分。其中,粉煤灰普遍存在易于获得,且产出量大,属于大宗工业固体废弃物。

[0071] (2) 在 1350-1450℃,还原剂存在下,对补加的富含硅铝酸性氧化物的物质与钢渣组成的混合料进行加热混合。

[0072] 其中,回转窑 5 的窑体以 3%-6% 的倾斜度安装,进入回转窑 5 的混合料靠摩擦力被窑壁带起,带到一定高度,混合料颗粒在重力的作用下,沿着料层表面滑落下来,因为窑体倾斜度的存在,且不断回转,所以物料颗粒不会落到原来的位置,而是向窑的低端移动了一个距离,落在一个新的点,在该新的点又重新被带到一定高度再落到靠低端的另一点,如此不断前进。在不断的带起与跌落过程中,混合料颗粒中来自钢渣的硅酸二钙、游离氧化钙和游离氧化镁,与补加的富含硅铝酸性氧化物的物质充分接触反应,形成硅酸盐水泥熟料的主要矿物——硅酸三钙。该过程中所发生的主要化学反应如下:



[0077] 混合料在回转窑 5 运动下移过程中,会有热量散失。因此,在回转窑 5 尾部设喷煤装置 6,喷入煤粉燃烧,控制燃烧条件从而使回转窑 5 内温度在 1350℃-1450℃之间,喷煤装置 6 包括煤粉燃烧器(烧嘴)。此外,通过控制煤粉与空气的比例以使煤粉燃烧的产物含有一氧化碳与煤粉的混合物(也就是使煤粉发生“黑焰”燃烧),一氧化碳与煤粉的混合物可作为还原剂,从而使回转窑 5 内呈现还原气氛,以防止钢渣夹带的金属铁氧化,并使钢渣中部分铁的氧化物还原为金属铁。煤粉被喷入后以细小颗粒状充满整个回转窑 5,而一氧化碳气体也充满回转窑 5 中,因而还原剂可以与回转窑 5 内的混合料充分接触,从而可以更好的防止钢渣夹带的金属铁氧化,并使钢渣中部分铁的氧化物还原为金属铁。其中,本领域技术人员依据煤粉品质与具体燃烧条件可以对煤粉与空气的比例进行调节以实现“黑焰”燃烧。

[0078] 本步反应过程为补充化合,可采用 35-45 米的短窑。

[0079] (3) 步骤(2)得到的产物被粒化为颗粒,然后进行水淬和降温,之后落入水中。

[0080] 具体地,红热钢渣经过补充化合后从回转窑 5 流出,流出的熔融物由铁水和系列硅酸盐构成,该流出的熔融物经过出料溜槽 7 落入内部水冷且飞速旋转的粒化轮 8 上,在粒化轮 8 上钢渣以小颗粒状甩出,由于铁水(钢水)与熔渣(系列硅酸盐)物理性质的差异,在飞行过程中二者得以分离。被粒化轮 8 甩出的小颗粒,在飞行途中与喷射的水流接触,进行水淬和降温,然后落入水池 9。

[0081] (4) 颗粒脱水后进行磁选分离,从而使钢粒与系列硅酸盐分开。

[0082] 具体地,落入水池 9 的颗粒用抓斗 10 抓出,抓出的颗粒脱水后需采用磁选的方式将钢粒与系列硅酸盐分离,钢粒作为废钢回收利用,系列硅酸盐作为水硬性胶凝材料替代硅酸盐水泥熟料使用。

[0083] 另外,回转窑 5 头部设有集气罩 16,集气罩 16 通过离心风机 19 形成的抽力,将回



转窑 5 出来的含有一氧化碳的尾气与空气一并吸入，一氧化碳被吸入空气全部氧化燃烧，通过保温管道进入列管换热器 17 回收气体余热，降温后的尾气通过布袋除尘器 18 除尘后，由离心风机 19 抽吸排出以达标排放。

[0084] 采用本发明的方法处理后的钢渣粒度小于 5mm，脱水颗粒磁选，系列硅酸盐颗粒中金属铁含量小于 1wt. %，游离氧化钙小于 1.5wt. %，游离氧化镁小于 1.1wt. %；回收钢粒中金属化铁含量大于 95wt. %。

[0085] 回收的系列硅酸盐颗粒中矿物组成如下 (wt. %)：

[0086]  $C_2S + M_2S < 20\%$

[0087]  $C_3S + C_3A + C_4AF + M_3S + M_3A + M_4AF > 70\%$

[0088]  $f-CaO < 1.5\%$

[0089]  $f-MgO < 1.1\%$

[0090] 其中， $C_2S$  指硅酸二钙， $M_2S$  指硅酸二镁， $C_3S$  指硅酸三钙， $C_3A$  指铝酸三钙， $C_4AF$  指铁铝酸四钙， $M_3S$  指硅酸三镁， $M_3A$  指铝酸三镁， $M_4AF$  指铁铝酸四镁。

[0091] 回收的系列硅酸盐可直接作为水硬性凝胶材料替代硅酸盐水泥熟料使用。本发明的方法处理钢渣后得到的系列硅酸盐与石膏（单斜晶系矿物，主要化学成分是  $CaSO_4$ ，可常规市购得到，例如购自鄂托克旗华威石膏厂）、粉煤灰按 87wt. %、5.0wt. %、8.0wt. % 的比例，采用传统研磨技术共同研磨，比表面积为  $400m^2/kg$  以上。按照 GB/T17671-1999 水泥胶砂强度检验方法（ISO 法）进行测定，三天抗折强度大于 4.3MPa，三天抗压强度大于 19.7MPa，二十八天抗折强度大于 8.2MPa，二十八天抗压强度大于 51.3MPa，安定性合格。

[0092] 实施例

[0093] 实施例 1

[0094] 某年产钢 230 万吨的钢厂，配套两台 120 吨转炉，采用铁水“三脱”工艺后转炉渣年产量约为 28-30 万吨。铁水“三脱”后的转炉渣的主要成分 (wt. %) 如表 1 所示。

[0095] 表 1 转炉渣成分 (wt. %)

[0096]

名称	CaO	SiO <sub>2</sub>	MgO	TFe	MnO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
wt.%	49.2	10.10	5.55	17.90	3.50	1.05	0.51

[0097] 选用某燃煤电厂的粉煤灰作为硅铝氧化物补充材料，粉煤灰化学成分 (wt. %) 如表 2 所示。

[0098] 表 2 电厂粉煤灰成分 (wt. %)

[0099]

名称	LOSS	SiO <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	f-CaO	SO <sub>3</sub>	Σ
wt.%	1.49	41.18	4.68	48.38	2.71	0.64	0.10	0.37	99.55

[0100] 从转炉产生的钢渣用渣罐运至渣处理现场，运输时间应控制在 30 分钟以内，以保证钢渣温度，钢渣通过倾翻机构倒入接料溜槽。由于运输过程产生的温降，若渣罐内钢渣表面出现结壳现象，可采用扒渣机捣料、扒渣击穿结壳层，以避免熔融钢渣突然冲破壳层，大

量钢渣涌入接料溜槽造成溢出,每罐可运入钢渣 19-21 吨,每罐钢渣的平均加入间隔时间约为 30 分钟。根据加入钢渣的重量补加适量粉煤灰,对应每罐钢渣的加入量补加粉煤灰 3.5-4.0 吨。具体操作如下:

[0101] 粉煤灰通过斗提机 11、溜管(I)12 给至缓冲料仓 13 中备用,从转炉生产岗位运入的渣罐 1 送至渣罐提升装置。

[0102] 渣罐提升装置提起渣罐 1,经由倾翻装置 2 作用,通过进料溜槽 4 将钢渣给至回转窑 5,同时,通过缓冲料仓 13 仓下的给料计量装置 14 定量将 3.5-4.0 吨粉煤灰给料,再经溜管(II)15 给料至进料溜槽 4,从而和钢渣一起进入回转窑 5,两种物料加入时间均控制在 3-5 分钟内完成。

[0103] 在回转窑 5 内进行物料接触,酸性氧化物与碱性氧化物进行化合。对应本实例处理量,选用  $\Phi 2.8 \times 35\text{m}$  的回转窑,安装倾角为 3%。

[0104] 在回转窑 5 尾部设喷煤装置 6,喷煤装置 6 包括煤粉燃烧器(烧嘴),细磨煤粉被喷入燃烧器燃烧,控制煤粉与空气比例,使燃烧产物呈还原态,即“黑焰”燃烧,保持窑内温度在  $1350^{\circ}\text{C}$  - $1450^{\circ}\text{C}$  之间。回转窑转速 1.0-2.0r/min。

[0105] 上述物料通过回转窑 5 之后从尾部溜槽 7 流出,物料经溜槽 7 引导落在粒化轮 8 上,粒化轮 8 规格为  $\Phi 1000 \times 800\text{mm}$ ,转速 200-330r/min。

[0106] 落在粒化轮 8 上的物料被高速旋转的粒化轮 8 以颗粒状甩出,在颗粒飞行的轨迹上喷入水流与飞行颗粒接触,水流与颗粒一同落入水池 9,落入水池 9 的颗粒用抓斗 10 抓出,脱水后采用磁选的方式将钢粒与系列硅酸盐分离,钢粒作为废钢回收利用,系列硅酸盐替代硅酸盐水泥熟料使用。

[0107] 回收钢粒金属铁含量 96.1wt. %。

[0108] 回收的系列硅酸盐颗粒中矿物组成如下(wt. %) :

[0109]  $\text{C}_2\text{S}+\text{M}_2\text{S}=17.4\%$

[0110]  $\text{C}_3\text{S}+\text{C}_3\text{A}+\text{C}_4\text{AF}+\text{M}_3\text{S}+\text{M}_3\text{A}+\text{M}_4\text{AF}=75.6\%$

[0111] f-CaO=1.4%

[0112] f-MgO=1.0%

[0113] 本实施例回收的系列硅酸盐与石膏、粉煤灰按 87wt. %、5.0wt. %、8.0wt. % 的比例,采用传统研磨技术共同研磨,比表面积为  $400\text{m}^2/\text{kg}$  以上。按照 GB/T17671-1999 水泥胶砂强度检验方法(ISO 法)进行测定,三天抗折强度为 4.5MPa,三天抗压强度为 20.1MPa,二十八天抗折强度为 8.5MPa,二十八天抗压强度为 52.3MPa,安定性合格。

[0114] 实施例 2

[0115] 某年产钢 300 万吨的钢厂,配套三台 1080 立方米高炉,三台 100 吨转炉,采用铁水“三脱”工艺后,高炉渣年产量约为 140-160 万吨,转炉渣年产量约为 36-40 万吨。铁水“三脱”后的转炉渣的主要成分(wt. %) 如表 3 所示。

[0116] 表 3 转炉渣成分(wt. %)

[0117]

名称	CaO	SiO <sub>2</sub>	MgO	TFe	MnO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
wt.%	40.50	15.99	9.22	14.31	1.34	3.00	0.56

[0118] 选用高炉渣作为硅铝氧化物补充材料,高炉渣成分(wt.%)如表4所述。

[0119] 表4高炉渣成分(wt.%)

[0120]

指标	LOSS	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	f-CaO	SO <sub>3</sub>	Σ
数值	0.82	33.74	14.22	2.5	38.77	8.65	-	0.14	99.07

[0121] 从转炉产生的钢渣用渣罐运至渣处理现场,运输时间应控制在30分钟以内,以保证钢渣温度,钢渣通过倾翻机构倒入接料溜槽。由于运输过程产生的温降,若渣罐内钢渣表面出现结壳现象,可采用扒渣机捣料、扒渣击穿结壳层,以避免熔融钢渣突然冲破壳层,大量钢渣涌入接料溜槽造成溢出,每罐可运入钢渣15-16吨,每罐钢渣的平均加入间隔时间约为20分钟。根据加入钢渣的重量补加红热高炉渣,在每罐钢渣的加入间隔用渣罐将红热高炉渣运至渣处理现场,运输时间也应控制在30分钟以内,以保证高炉渣温度,高炉渣也通过倾翻机构倒入接料溜槽,每罐钢渣加入间隙加入红热高炉渣8.5-9.0吨。具体操作如下:

[0122] 渣罐提升装置提起渣罐1,经由倾翻装置2作用,通过进料溜槽4将钢渣与高炉渣间隔加入回转窑5,两种物料加入时间均控制在3-5min内完成。

[0123] 在回转窑5内进行物料接触,酸性氧化物与碱性氧化物进行化合。对应本实例处理量,选用Φ3.2×35m的回转窑,安装倾角为3%。

[0124] 在回转窑5尾部设喷煤装置6,喷煤装置6包括煤粉燃烧器(烧嘴),细磨煤粉被喷入燃烧器燃烧,控制煤粉与空气比例,使燃烧产物呈还原态,即“黑焰”燃烧,保持窑内温度在1350℃-1450℃之间。回转窑转速1.0-2.0r/min。

[0125] 上述物料通过回转窑5之后从尾部溜槽7流出,物料经溜槽7引导落在粒化轮8上,粒化轮8规格为Φ1400×800mm,转速200-330r/min。

[0126] 落在粒化轮8上的物料被高速旋转的粒化轮8以颗粒状甩出,在颗粒飞行的轨迹上喷入水流与飞行颗粒接触,水流与颗粒一同落入水池9,落入水池9的颗粒用抓斗10抓出,脱水后采用磁选的方式将钢粒与系列硅酸盐分离,钢粒作为废钢回收利用,系列硅酸盐替代硅酸盐水泥熟料使用。

[0127] 回收钢粒金属铁含量95.3wt.%。

[0128] 回收的系列硅酸盐颗粒中矿物组成如下(wt.%):

[0129] C<sub>2</sub>S+M<sub>2</sub>S=18.2%

[0130] C<sub>3</sub>S+C<sub>3</sub>A+C<sub>4</sub>AF+M<sub>3</sub>S+M<sub>3</sub>A+M<sub>4</sub>AF=74.6%

[0131] f-CaO=1.3%

[0132] f-MgO=1.0%

[0133] 本实施例回收的系列硅酸盐与石膏、粉煤灰按87wt.%、5.0wt.%、8.0wt.%的比例,采用传统研磨技术共同研磨,比表面积为400m<sup>2</sup>/kg以上。按照GB/T17671-1999水泥胶砂强度检验方法(ISO法)进行测定,三天抗折强度为4.4MPa,三天抗压强度为19.8MPa,二十八天抗折强度为8.3MPa,二十八天抗压强度为51.4MPa,安定性合格。

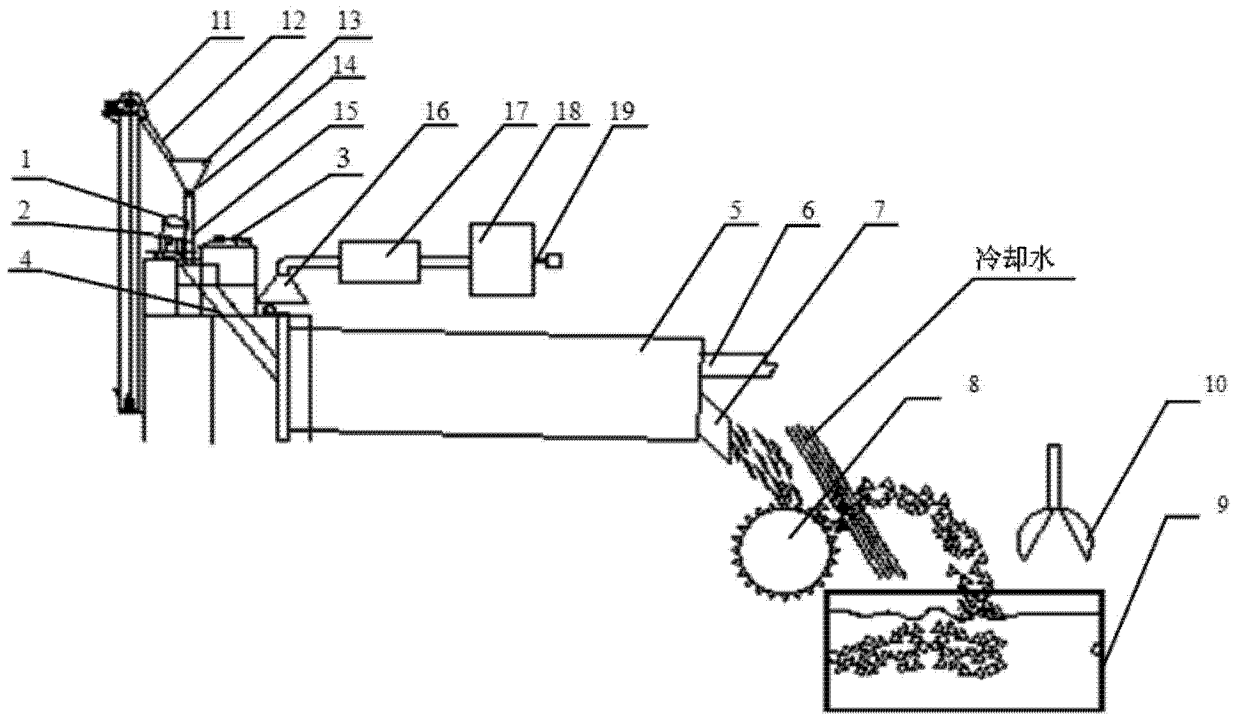


图 1