



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107522313 A

(43)申请公布日 2017. 12. 29

(21)申请号 201610457408.0

(22)申请日 2016.06.22

(71)申请人 神华集团有限责任公司

地址 100011 北京市东城区安外西滨河路  
22号神华大厦

申请人 北京低碳清洁能源研究所

(72)发明人 全胜录 姜兴剑 薛振欣 冯长志

周鹏 王晓雷 张桐 霍卫东

(74)专利代理机构 北京润平知识产权代理有限公司

公司 11283

代理人 严政 刘兵

(51) Int. Cl.

C02F 9/04(2006.01)

C02F 9/06(2006.01)

C02F 11/12(2006.01)

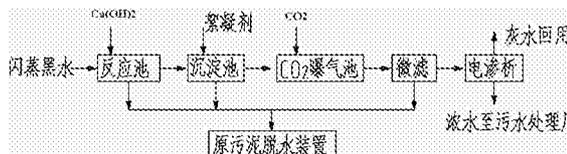
权利要求书2页 说明书8页 附图1页

(54)发明名称

一种水煤浆气化黑水的处理方法和处理系统

(57)摘要

本发明涉及水处理领域,公开了一种水煤浆气化黑水的处理方法和处理系统,该方法包括:(1)将水煤浆气化黑水与Ca(OH)<sub>2</sub>溶液接触;(2)将步骤(1)得到的产物与絮凝剂接触进行絮凝沉淀,得到沉淀物和上清液;(3)将步骤(2)得到的上清液与CO<sub>2</sub>接触;(4)去除步骤(3)得到的产物中的悬浮物和/或胶体;(5)去除步骤(4)得到的产物中的可溶性矿物质离子。采用本发明的方法能够有效去除灰水有害离子如Cl<sup>-</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>,增加灰水的回用率,减少灰水外排和污水处理站运行成本与投资。



1. 一种水煤浆气化黑水的处理方法,其特征在于,该方法包括:

- (1)将水煤浆气化黑水与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液接触;
- (2)将步骤(1)得到的产物与絮凝剂接触进行絮凝沉淀,得到沉淀物和上清液;
- (3)将步骤(2)得到的上清液与 $\text{CO}_2$ 接触;
- (4)去除步骤(3)得到的产物中的悬浮物和/或胶体;
- (5)去除步骤(4)得到的产物中的可溶性矿物质离子。

2. 根据权利要求1所述的方法,其中,步骤(1)中, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液的用量使得步骤(1)得到的产物的pH为10-12,水煤浆气化黑水与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液接触的时间为0.5-3h。

3. 根据权利要求1所述的方法,其中,步骤(2)中,步骤(1)得到的产物与絮凝剂接触的时间为0.5-3h;

优选地,所述絮凝剂为PAM阳离子絮凝剂,进一步优选地,相当于每吨步骤(1)得到的产物,所述絮凝剂的用量为2-5g。

4. 根据权利要求1所述的方法,其中,步骤(3)中, $\text{CO}_2$ 的用量使得步骤(3)得到的产物的pH为7-8。

5. 根据权利要求1所述的方法,其中,步骤(4)中,去除步骤(3)得到的产物中的悬浮物和/或胶体的方法包括:将步骤(3)得到的产物进行微滤或砂滤,优选为微滤;

进一步优选地,所述微滤的条件包括:微孔滤膜的孔径为2-5 $\mu\text{m}$ ,且在微孔滤膜上施加的压力为0.1-0.2MPa。

6. 根据权利要求1或5所述的方法,其中,该方法还包括:在进行步骤(4)之前,先将步骤(3)得到的产物与絮凝剂接触进行沉淀处理,得到沉淀物和上清液,然后将所得上清液进行步骤(4)的操作。

7. 根据权利要求1所述的方法,其中,步骤(5)中,去除步骤(4)得到的产物中的可溶性矿物质离子的方法包括:将步骤(4)得到的产物作为进水进行电渗析处理或电吸附处理,优选为电渗析处理;

优选地,所述可溶性矿物质离子包括 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 和 $\text{SO}_4^{2-}$ ;

优选地,所述电渗析处理的条件包括:控制电渗析出水的电导率不超过进水电导率的40%,进一步优选控制电渗析出水的电导率为进水电导率的25-40%。

8. 根据权利要求1或6所述的方法,其中,该方法还包括:将步骤(1)、(2)、(4)以及可选的沉淀处理得到的沉淀物进行污泥脱水处理。

9. 根据权利要求1所述的方法,其中,步骤(5)得到可回用于水煤浆气化系统的灰水,该方法还包括:将步骤(5)得到的灰水回用于水煤浆气化系统。

10. 根据权利要求1-9中任意一项所述的方法,其中,所述水煤浆气化黑水的pH值为8-9,暂时硬度为500-1200mg/L, $\text{Ca}^{2+}$ 浓度为200-500mg/L, $\text{Mg}^{2+}$ 浓度为10-20mg/L, $\text{Cl}^-$ 浓度为100-200mg/L,COD为500-1200mg/L。

11. 一种水煤浆气化黑水的处理系统,其特征在于,该系统包括:加药装置、反应池、絮凝沉淀池、 $\text{CO}_2$ 曝气池、悬浮物和/或胶体去除装置和可溶性矿物质离子去除装置,

所述加药装置包括石灰加药装置和絮凝剂加药装置,分别用于向反应池和絮凝沉淀池中提供 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液和絮凝剂,

所述反应池用于将水煤浆气化黑水与上述石灰加药装置提供的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液接触;

所述絮凝沉淀池用于将来自所述反应池的产物与所述絮凝剂加药装置提供的絮凝剂接触以进行絮凝沉淀,得到沉淀物和上清液;

所述CO<sub>2</sub>曝气池用于将来自所述絮凝沉淀池的上清液与CO<sub>2</sub>接触;

所述悬浮物和/或胶体去除装置用于除去来自所述CO<sub>2</sub>曝气池的产物中的悬浮物和/或胶体;

所述可溶性矿物质离子去除装置用于除去来自所述悬浮物和/或胶体去除装置的产物中的可溶性矿物质离子,以得到可回用于水煤浆气化系统的灰水。

12. 根据权利要求11所述的系统,其中,所述悬浮物和/或胶体去除装置为微滤装置或砂滤装置,优选为微滤装置。

13. 根据权利要求11所述的系统,其中,所述可溶性矿物质离子去除装置为电渗析装置或电吸附装置,优选为电渗析装置。

14. 根据权利要求11所述的系统,其中,该系统还包括沉淀装置,用于将来自所述CO<sub>2</sub>曝气池的产物与絮凝剂加药装置提供的絮凝剂接触进行沉淀处理,以得到沉淀物和上清液,然后将所得上清液供给至悬浮物和/或胶体去除装置。

15. 根据权利要求11所述的系统,其中,所述石灰加药装置包括石灰供给装置、Ca(OH)<sub>2</sub>溶液配制装置、Ca(OH)<sub>2</sub>溶液计量装置和Ca(OH)<sub>2</sub>溶液输送装置。

16. 根据权利要求11所述的系统,其中,所述絮凝剂加药装置包括絮凝剂供给装置、絮凝剂溶液配制装置、絮凝剂溶液计量装置和絮凝剂溶液输送装置。

17. 根据权利要求11或14所述的系统,其中,该系统还包括污泥脱水装置,用于将来自反应池、絮凝沉淀池、悬浮物和/或胶体去除装置以及可选的沉淀装置的沉淀物进行污泥脱水处理。

## 一种水煤浆气化黑水的处理方法和处理系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及水处理领域,具体地,涉及一种水煤浆气化黑水的处理方法和处理系统。

### 背景技术

[0002] 水煤浆气化技术是美国德士古石油公司在重油气化的基础上发展起来的世界上第二代煤气化工艺,于二十世纪80年代投入工业化生产,经过半个多世纪的运行,水煤浆气化技术在各个方面都积累了丰富的设计和运行经验。

[0003] 在水煤浆气化工艺中,渣水处理技术是整个工艺中重要的组成部分,主要包括从气化炉和洗涤塔排出黑水、黑水经过多级闪蒸—絮凝沉降等工艺形成灰水,部分灰水脱氧后系统回用。

[0004] 尽管水煤浆气化工艺已经大规模工业化,并能长期稳定运行,但渣水处理系统却不尽完善。水煤浆气化灰水成分复杂,高COD、高氨氮,水质、排水量波动范围大,另外,灰水钙镁离子含量高且暂时硬度大,灰水回用和污水处理时易造成管道以及水下设备结垢,影响水煤浆气化系统和污水处理装置系统的平稳运行,且灰水中含有的有害离子氯离子会造成管道和设备腐蚀,目前只能靠增加灰水外排补充新鲜水来保持系统稳定运行(新鲜水的补充量一般为系统总灰水量的20-30%左右,而外排灰水的水量占整个煤化工厂水处理站水量的50%左右),为了降低后续污水处理负担和实现企业节能降耗,需开发灰水处理回用技术与工艺实现节能减排。

[0005] 专利申请CN104230010A公开了一种高暂时硬度的煤气化灰水的软化方法,其针对水煤浆气化灰水暂时硬度高的特点,向灰水中加入NaOH在一定温度下反应一段时间,使得灰水中钙镁离子转换成碳酸钙和氢氧化镁沉淀,沉淀物经停留沉降去除,上清液硬度降低。该发明方法对于暂时硬度较高的废水确实具有一定的软化作用,但应用于水煤浆气化工业装置来说,具有一定的实施局限性:(1)在气化炉切炉和运行工况发生变化时,灰水水质指标波动范围大,因而暂时硬度值不稳定,故加入NaOH量无法控制;(2)在灰水中加入NaOH,硬度降低的同时系统中也引入了Na<sup>+</sup>离子,增加了后续水处理负担;(3)NaOH药剂工业使用价格较为昂贵,不具有工业实施经济性。

[0006] 专利申请CN202988849U公开了一种降低水煤浆气化浓缩黑水硬度的系统,具体公开了:向沉降槽出水管道中加入Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>溶液,形成沉淀后黑水经过过滤机过滤,滤液灰水返回系统循环使用,达到降低硬度作用。该专利申请理论上虽能在一定程度上降低Ca<sup>2+</sup>的浓度,但局限性体现如下:过滤机对形成的CaCO<sub>3</sub>沉淀过滤作用有限,大量的CaCO<sub>3</sub>仍然悬浮于灰水中,引起后系统的结垢;忽略了其他离子富集后对灰水回用的影响,如Cl<sup>-</sup>。

### 发明内容

[0007] 本发明的目的是为了克服现有技术中的上述缺陷,提供一种水煤浆气化黑水的处理方法和处理系统,采用本发明的方法能够有效去除灰水有害离子如Cl<sup>-</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>,增加灰

水的回用率,减少灰水外排和污水处理站运行成本与投资。

[0008] 为了实现上述目的,第一方面,本发明提供了一种水煤浆气化黑水的处理方法,该方法包括:

[0009] (1)将水煤浆气化黑水与 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液接触;

[0010] (2)将步骤(1)得到的产物与絮凝剂接触进行絮凝沉淀,得到沉淀物和上清液;

[0011] (3)将步骤(2)得到的上清液与 $\text{CO}_2$ 接触;

[0012] (4)去除步骤(3)得到的产物中的悬浮物和/或胶体;

[0013] (5)去除步骤(4)得到的产物中的可溶性矿物质离子。

[0014] 第二方面,本发明提供了一种水煤浆气化黑水的处理系统,该系统包括:加药装置、反应池、絮凝沉淀池、 $\text{CO}_2$ 曝气池、悬浮物和/或胶体去除装置和可溶性矿物质离子去除装置,

[0015] 所述加药装置包括石灰加药装置和絮凝剂加药装置,分别用于向反应池和絮凝沉淀池中提供 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液和絮凝剂,

[0016] 所述反应池用于将水煤浆气化黑水与所述石灰加药装置提供的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液接触;

[0017] 所述絮凝沉淀池用于将来自所述反应池的产物与所述絮凝剂加药装置提供的絮凝剂接触以进行絮凝沉淀,得到沉淀物和上清液;

[0018] 所述 $\text{CO}_2$ 曝气池用于将来自所述絮凝沉淀池的上清液与 $\text{CO}_2$ 接触;

[0019] 所述悬浮物和/或胶体去除装置用于除去来自所述 $\text{CO}_2$ 曝气池的产物中的悬浮物和/或胶体;

[0020] 所述可溶性矿物质离子去除装置用于除去来自所述悬浮物和/或胶体去除装置的产物中的可溶性矿物质离子,以得到可回用于水煤浆气化系统的灰水。

[0021] 采用本发明的方法和系统能够有效去除灰水有害离子如 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ ,增加灰水的回用率,减少灰水外排量和补充新鲜水量,节约能耗,降低污水处理站运行成本与投资。其中,本发明的方法可适应水煤浆气化炉煤质与运行工况变化而引起的水质变化,通过控制加入 $\text{CaO}$ (即 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ )和通入 $\text{CO}_2$ 的量、利用pH值形成闭环控制,而且,处理产水水质只需满足水煤浆气化回用水水质要求即可,得到的工艺产水可直接回用于灰水系统。同时,不需改变水煤浆气化现有工艺和装置布局,便于现有改造与升级。

[0022] 本发明的方法,改变了原有水煤浆气化黑水处理方法中直接靠外排灰水和补充新鲜水循环使用来确保灰水中悬浮物和其他有害离子的平衡的缺陷,根据一种优选的实施方式,本发明方法直接采用药剂法和电渗析法去除有害离子,维持灰水回用系统离子平衡,同时还可利用煤化工工厂如合成气变换单元的 $\text{CO}_2$ 废气,调节pH值,沉淀灰水中多余 $\text{Ca}^{2+}$ 等。

[0023] 本发明的方法中,加入 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 降低硬度的方式较其他方式成本较低,而且 $\text{CO}_2$ 为煤化工工厂的外排废气无附加成本,在一种优选实施方式中,本发明的方法充分利用水煤浆气化黑水暂时硬度高且水质波动范围大的特点,将两个步骤结合起来,先加入 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液将pH值调节至10-12, $\text{CaCO}_3$ 和 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 形成沉淀,再通入 $\text{CO}_2$ 沉淀过量的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ,将pH值调节至7-8,降低硬度和絮凝沉淀后,出水通过微滤装置预处理后进入电渗析装置去除 $\text{Cl}^-$ ,进一步去除 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 和其他阳、阴离子,出水达到气化系统回用水要求。即,经过本发明方法的一整套工艺,能够有效去除黑水中的悬浮物、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 和 $\text{Cl}^-$ 等灰水回用需控制的几个关键参

数,大量减少外排灰水,增加灰水的回用,同时减少整个水煤浆气化工工艺新鲜水的补给,利用煤化工工厂排放的CO<sub>2</sub>废气,实现减排目的,具有重要的经济效益和社会效益。

[0024] 本发明的其它特征和优点将在随后的具体实施方式部分予以详细说明。

## 附图说明

[0025] 图1是本发明的方法的工艺流程图。

## 具体实施方式

[0026] 以下对本发明的具体实施方式进行详细说明。应当理解的是,此处所描述的具体实施方式仅用于说明和解释本发明,并不用于限制本发明。

[0027] 在本文中所披露的范围的端点和任何值都不限于该精确的范围或值,这些范围或值应当理解为包含接近这些范围或值的值。对于数值范围来说,各个范围的端点值之间、各个范围的端点值和单独的点值之间,以及单独的点值之间可以彼此组合而得到一个或多个新的数值范围,这些数值范围应被视为在本文中具体公开。

[0028] 第一方面,本发明提供了一种水煤浆气化黑水的处理方法,该方法包括:

[0029] (1)将水煤浆气化黑水与Ca(OH)<sub>2</sub>溶液接触;

[0030] (2)将步骤(1)得到的产物与絮凝剂接触进行絮凝沉淀,得到沉淀物和上清液;

[0031] (3)将步骤(2)得到的上清液与CO<sub>2</sub>接触;

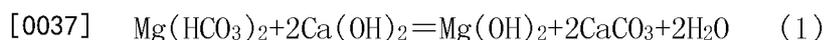
[0032] (4)去除步骤(3)得到的产物中的悬浮物和/或胶体;

[0033] (5)去除步骤(4)得到的产物中的可溶性矿物质离子。

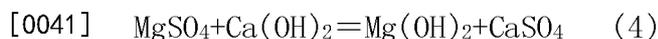
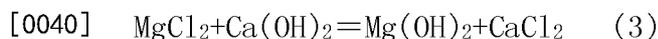
[0034] 本发明的方法中,步骤(1)中,本领域技术人员应该理解的是,水煤浆气化黑水与过量的Ca(OH)<sub>2</sub>溶液接触,过量的Ca(OH)<sub>2</sub>用于去除水煤浆气化黑水中的暂时硬度HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>离子,并最终去除溶液中容易引起系统结垢的Ca<sup>2+</sup>和Mg<sup>2+</sup>,而加入的过量的Ca<sup>2+</sup>通过后续步骤通入CO<sub>2</sub>去除。“过量”是相对于水煤浆气化黑水中的HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>离子来讲的。

[0035] 本发明的方法中,步骤(1)中,发生的反应具体如下:

[0036] 去除暂时硬度,使Ca<sup>2+</sup>和Mg<sup>2+</sup>形成沉淀:



[0039] 去除非碳酸盐硬度:



[0042] 如上,本发明的方法,利用水煤浆气化黑水暂时硬度高的特点,在黑水中加入Ca(OH)<sub>2</sub>溶液,理论上1摩尔Ca(OH)<sub>2</sub>能产生2摩尔OH<sup>-</sup>,和2摩尔HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>反应,生成2摩尔CO<sub>3</sub><sup>2-</sup>,如水煤浆气化黑水暂时硬度足够高加入的Ca<sup>2+</sup>也能够沉淀下来。

[0043] 本发明的方法中,优选情况下,步骤(1)中,接触的条件包括:Ca(OH)<sub>2</sub>溶液的用量使得步骤(1)得到的产物的pH为10-12,优选为11-12;水煤浆气化黑水与Ca(OH)<sub>2</sub>溶液接触的时间为0.5-3h,优选为0.5-1h。进一步优选地,接触的条件还包括:温度为10-40℃,Ca(OH)<sub>2</sub>溶液的浓度为5wt%-10wt%。

[0044] 本发明的方法中,步骤(2)中,本领域技术人员应该理解的是,步骤(1)得到的产物

中,  $\text{CaCO}_3$ 和 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 为难溶于水的物质,大部分呈胶体状态不能形成大颗粒,与絮凝剂接触进行絮凝沉淀后,能够形成大颗粒沉淀,使黑水得到澄清,生成的沉淀以及悬浮物和胶体一起絮凝沉淀后进入原有工艺污泥处理系统。

[0045] 本发明的方法中,优选情况下,步骤(2)中,步骤(1)得到的产物与絮凝剂接触的时间为0.5-3h,进一步优选为0.5-1h。

[0046] 优选地,絮凝剂为PAM(聚丙烯酰胺)阳离子絮凝剂,进一步优选地,相当于每吨步骤(1)得到的产物,所述絮凝剂的用量为2-5g,更进一步优选为2-3g。

[0047] 本发明的方法中,水煤浆气化系统水质由于运行工况或者切炉运行等因素,水质非常不稳定,如暂时硬度低于原黑水中 $\text{Ca}^{2+}$ 浓度,由于加入 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液会引入部分 $\text{Ca}^{2+}$ ,步骤(3)中与 $\text{CO}_2$ 接触,既能沉淀多余的 $\text{Ca}^{2+}$ ,又能调节灰水的pH值,满足后续装置和回用要求。

[0048] 本发明的方法中,优选情况下,步骤(3)中,所述接触的条件包括: $\text{CO}_2$ 的用量使得步骤(3)得到的产物的pH为7-8。进一步优选地,接触的条件还包括:时间为5-10min,温度为10-40℃。

[0049] 本发明的方法中,步骤(4)中,对于去除步骤(3)得到的产物中的悬浮物和/或胶体的方法没有特别限定,只要能够去除步骤(3)得到的产物中的悬浮物和/或胶体即可,优选情况下,去除步骤(3)得到的产物中的悬浮物和/或胶体的方法包括:将步骤(3)得到的产物进行微滤或砂滤,进一步优选为微滤。更进一步优选地,所述微滤的条件包括:微孔滤膜的孔径为2-5 $\mu\text{m}$ ,且在微孔滤膜上施加的压力为0.1-0.2MPa。

[0050] 本发明的方法中,优选情况下,该方法还包括:在进行步骤(4)之前,先将步骤(3)得到的产物与絮凝剂接触进行沉淀处理,得到沉淀物和上清液,然后将所得上清液进行步骤(4)的操作。接触条件和絮凝剂的选择同步骤(2),在此不再赘述。

[0051] 本发明的方法中,步骤(5)中,对于去除步骤(4)得到的产物中的可溶性矿物质离子的方法没有特别的限定,只要能够去除步骤(4)得到的产物中的可溶性矿物质离子即可,优选情况下,去除步骤(4)得到的产物中的可溶性矿物质离子的方法包括:将步骤(4)得到的产物作为进水进行电渗析处理或电吸附处理,进一步优选为电渗析处理。

[0052] 优选地,所述可溶性矿物质离子包括 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 和 $\text{SO}_4^{2-}$ ;其中, $\text{Cl}^-$ 会对不锈钢设备和管道造成腐蚀, $\text{Na}^+$ 、 $\text{K}^+$ 和 $\text{SO}_4^{2-}$ 为其他容易富集的阴阳离子。

[0053] 优选地,所述电渗析处理的条件包括:控制电渗析出水的电导率不超过进水电导率的40%,进一步优选控制电渗析出水的电导率为进水电导率的25-40%。

[0054] 本发明的方法中,优选情况下,该方法还包括:将步骤(1)、(2)、(4)以及可选的沉淀处理得到的沉淀物进行污泥脱水处理。

[0055] 本发明的方法中,优选情况下,步骤(5)得到可回用于水煤浆气化系统的灰水,该方法还包括:将步骤(5)得到的灰水回用于水煤浆气化系统。即电渗析出水作为灰水或工艺系统产水回用,电渗析浓水供给至污水处理单元进行处理。

[0056] 本发明的方法中,优选情况下,所述水煤浆气化黑水的pH值为8-9,暂时硬度为500-1200mg/L, $\text{Ca}^{2+}$ 浓度为200-500mg/L, $\text{Mg}^{2+}$ 浓度为10-20mg/L, $\text{Cl}^-$ 浓度为100-200mg/L,COD为500-1200mg/L。

[0057] 本发明的方法中,步骤(5)得到的灰水满足循环灰水水质要求,其水质具体见表1。

[0058] 表1

[0059]

pH	电导率 ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	暂时硬度 ( $\text{mg}/\text{L}$ )	SS ( $\text{mg}/\text{L}$ )	$\text{Ca}^{2+}$ ( $\text{mg}/\text{L}$ )	$\text{Mg}^{2+}$ ( $\text{mg}/\text{L}$ )	$\text{Cl}^-$ ( $\text{mg}/\text{L}$ )	COD
8-9	$\leq 1500$	$\leq 300$	$\leq 100$	$\leq 150$	$\leq 10$	$\leq 150$	300

[0060] 第二方面,本发明提供了一种水煤浆气化黑水的处理系统,该系统包括:

[0061] 加药装置、反应池、絮凝沉淀池、 $\text{CO}_2$ 曝气池、悬浮物和/或胶体去除装置和可溶性矿物质离子去除装置,

[0062] 所述加药装置包括石灰加药装置和絮凝剂加药装置,分别用于向反应池和絮凝沉淀池中提供 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液和絮凝剂,

[0063] 所述反应池用于将水煤浆气化黑水与所述石灰加药装置提供的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液接触;

[0064] 所述絮凝沉淀池用于将来自所述反应池的产物与所述絮凝剂加药装置提供的絮凝剂接触以进行絮凝沉淀,得到沉淀物和上清液;

[0065] 所述 $\text{CO}_2$ 曝气池用于将来自所述絮凝沉淀池的上清液与 $\text{CO}_2$ 接触;

[0066] 所述悬浮物和/或胶体去除装置用于除去来自所述 $\text{CO}_2$ 曝气池的产物中的悬浮物和/或胶体;

[0067] 所述可溶性矿物质离子去除装置用于除去来自所述悬浮物和/或胶体去除装置的产物中的可溶性矿物质离子,以得到可回用于水煤浆气化系统的灰水。

[0068] 本发明的系统中,优选情况下,所述悬浮物和/或胶体去除装置为微滤装置或砂滤装置,进一步优选为微滤装置。

[0069] 本发明的系统中,优选情况下,所述可溶性矿物质离子去除装置为电渗析装置或电吸附装置,进一步优选为电渗析装置。

[0070] 本发明的系统中,优选情况下,该系统还包括沉淀装置,用于将来自所述 $\text{CO}_2$ 曝气池的产物与絮凝剂加药装置提供的絮凝剂接触进行沉淀处理,以得到沉淀物和上清液,然后将所得上清液供给至悬浮物和/或胶体去除装置。

[0071] 本发明的系统中,优选情况下,所述石灰加药装置包括石灰供给装置、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液配制装置、 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液计量装置和 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液输送装置。

[0072] 本发明的系统中,优选情况下,所述絮凝剂加药装置包括絮凝剂供给装置、絮凝剂溶液配制装置、絮凝剂溶液计量装置和絮凝剂溶液输送装置。

[0073] 本发明的系统中,优选情况下,该系统还包括污泥脱水装置,用于将来自反应池、絮凝沉淀池、悬浮物和/或胶体去除装置以及可选的沉淀装置的沉淀物进行污泥脱水处理。

[0074] 本发明的系统中,各装置均为本领域常用的装置,此为在本领域技术人员所熟知,在此不再赘述。

[0075] 实施例

[0076] 以下将通过实施例对本发明进行详细描述。以下实施例中,如无特别说明,所用方法为本领域的常规方法。

[0077] 在各实施例中以水煤浆气化真空闪蒸下端黑水为研究对象,其水质具体见表2。

[0078] 表2

[0079]

pH	电导率 ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	暂时硬度 ( $\text{mg}/\text{L}$ )	SS ( $\text{mg}/\text{L}$ )	$\text{Ca}^{2+}$ ( $\text{mg}/\text{L}$ )	$\text{Mg}^{2+}$ ( $\text{mg}/\text{L}$ )	$\text{Cl}^-$ ( $\text{mg}/\text{L}$ )	COD
8.6	3810	844.7	310	248.4	14.46	148.08	575.11

[0080] 实施例1

[0081] (1)在反应池中将水煤浆气化真空闪蒸下端黑水与浓度为10wt%的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液进行混合接触,控制接触产物的温度为 $25^\circ\text{C}$ ,pH为11.5,接触时间为50min;

[0082] (2)在絮凝沉淀池中将步骤(1)得到的产物与絮凝剂(PAM阳离子絮凝剂,购自天津化工研究设计院,牌号为TS-C,下同)在 $25^\circ\text{C}$ 下接触40min进行絮凝沉淀,得到沉淀物和上清液,将沉淀物外排至污泥脱水装置,其中,相当于每吨步骤(1)得到的产物,所述絮凝剂的用量为2.5g;

[0083] (3) $25^\circ\text{C}$ 下将步骤(2)得到的上清液在 $\text{CO}_2$ 曝气池中与 $\text{CO}_2$ 接触,控制 $\text{CO}_2$ 的用量使得接触产物的pH为7.5,接触时间为8min;

[0084] (4)将步骤(3)得到的产物与PAM阳离子絮凝剂在 $25^\circ\text{C}$ 下接触30min进行絮凝沉淀,得到沉淀物和上清液,其中,相当于每吨步骤(3)得到的产物,所述絮凝剂的用量为2.5g;

[0085] (5)将步骤(4)得到的产物在微滤装置中进行微滤,控制微滤的条件包括:微孔滤膜的孔径为 $3\mu\text{m}$ ,且在微孔滤膜上施加的压力为0.15MPa;

[0086] (6)将步骤(5)得到的产物作为进水在电渗析装置中进行电渗析处理,控制电渗析出水的电导率为进水电导率的30%,得到电渗析出水和电渗析浓水,将电渗析出水回用于水煤浆气化系统,其中,电渗析出水的水质如表3所示,满足水煤浆气化系统中灰水的回用要求。

[0087] 表3

[0088]

pH	电导率 ( $\mu\text{s}/\text{cm}$ )	暂时硬度 ( $\text{mg}/\text{L}$ )	SS ( $\text{mg}/\text{L}$ )	$\text{Ca}^{2+}$ ( $\text{mg}/\text{L}$ )	$\text{Mg}^{2+}$ ( $\text{mg}/\text{L}$ )	$\text{Cl}^-$ ( $\text{mg}/\text{L}$ )	COD
8.29	728	183	15	20.9	0.93	69.5	143.7

[0089] 300L/h黑水降硬度实验装置连续运转200h,现有技术一般外排灰水量为200t/h,经本实施例的上述处理后,可直接减排外排灰水量60%以上,每年直接减少新鲜水用量100万吨,此外还大大降低了公用工程水处理设备的投资和运行等费用。

[0090] 实施例2

[0091] (1)在反应池中将水煤浆气化真空闪蒸下端黑水与浓度为8wt%的 $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 溶液进行混合接触,控制接触产物的温度为 $20^\circ\text{C}$ ,pH为12,接触时间为35min;

[0092] (2)在絮凝沉淀池中将步骤(1)得到的产物与PAM阳离子絮凝剂在 $20^\circ\text{C}$ 下接触60min进行絮凝沉淀,得到沉淀物和上清液,将沉淀物外排至污泥脱水装置,其中,相当于每吨步骤(1)得到的产物,所述絮凝剂的用量为2g;

[0093] (3) $20^\circ\text{C}$ 下将步骤(2)得到的上清液在 $\text{CO}_2$ 曝气池中与 $\text{CO}_2$ 接触,控制 $\text{CO}_2$ 的用量使得接触产物的pH为7,接触时间为6min;

[0094] (4)将步骤(3)得到的产物与PAM阳离子絮凝剂在20℃下接触40min进行絮凝沉淀,得到沉淀物和上清液,其中,相当于每吨步骤(3)得到的产物,所述絮凝剂的用量为2g;

[0095] (5)将步骤(4)得到的产物在微滤装置中进行微滤,控制微滤的条件包括:微孔滤膜的孔径为2 $\mu$ m,且在微孔滤膜上施加的压力为0.1MPa;

[0096] (6)将步骤(5)得到的产物作为进水在电渗析装置中进行电渗析处理,控制电渗析出水的电导率为进水电导率的25%,得到电渗析出水和电渗析浓水,将电渗析出水回用于水煤浆气化系统,其中,电渗析出水的水质如表4所示,满足水煤浆气化系统中灰水的回用要求。

[0097] 表4

[0098]

pH	电导率 ( $\mu$ s/cm)	暂时硬度 (mg/L)	SS (mg/L)	Ca <sup>2+</sup> (mg/L)	Mg <sup>2+</sup> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	COD
8.43	767	281	22	35.3	1.8	93.3	120.5

[0099] 实施例3

[0100] (1)在反应池中将水煤浆气化真空闪蒸下端黑水与浓度为5wt%的Ca(OH)<sub>2</sub>溶液进行混合接触,控制接触产物的温度为30℃,pH为10.5,接触时间为70min;

[0101] (2)在絮凝沉淀池中将步骤(1)得到的产物PAM阳离子絮凝剂在30℃下接触30min进行絮凝沉淀,得到沉淀物和上清液,将沉淀物外排至污泥脱水装置,其中,相当于每吨步骤(1)得到的产物,所述絮凝剂的用量为3g;

[0102] (3)30℃下将步骤(2)得到的上清液在CO<sub>2</sub>曝气池中与CO<sub>2</sub>接触,控制CO<sub>2</sub>的用量使得接触产物的pH为8,接触时间为10min;

[0103] (4)将步骤(3)得到的产物与PAM阳离子絮凝剂在30℃下接触50min进行絮凝沉淀,得到沉淀物和上清液,其中,相当于每吨步骤(3)得到的产物,所述絮凝剂的用量为3g;

[0104] (5)将步骤(4)得到的产物在微滤装置中进行微滤,控制微滤的条件包括:微孔滤膜的孔径为5 $\mu$ m,且在微孔滤膜上施加的压力为0.2MPa;

[0105] (6)将步骤(5)得到的产物作为进水在电渗析装置中进行电渗析处理,控制电渗析出水的电导率为进水电导率的40%,得到电渗析出水和电渗析浓水,将电渗析出水回用于水煤浆气化系统,其中,电渗析出水的水质如表5所示,满足水煤浆气化系统中灰水的回用要求。

[0106] 表5

[0107]

pH	电导率 ( $\mu$ s/cm)	暂时硬度 (mg/L)	SS (mg/L)	Ca <sup>2+</sup> (mg/L)	Mg <sup>2+</sup> (mg/L)	Cl <sup>-</sup> (mg/L)	COD
8.17	793	229	27	39.6	2.3	48.2	100.3

[0108] 采用本发明的方法能够有效去除灰水有害离子如Cl<sup>-</sup>、Ca<sup>2+</sup>、Mg<sup>2+</sup>,增加灰水的回用率,减少灰水外排和污水处理站运行成本与投资。

[0109] 以上详细描述了本发明的优选实施方式,但是,本发明并不限于上述实施方式中

的具体细节,在本发明的技术构思范围内,可以对本发明的技术方案进行多种简单变型,这些简单变型均属于本发明的保护范围。

[0110] 另外需要说明的是,在上述具体实施方式中所描述的各个具体技术特征,在不矛盾的情况下,可以通过任何合适的方式进行组合,为了避免不必要的重复,本发明对各种可能的组合方式不再另行说明。

[0111] 此外,本发明的各种不同的实施方式之间也可以进行任意组合,只要其不违背本发明的思想,其同样应当视为本发明所公开的内容。

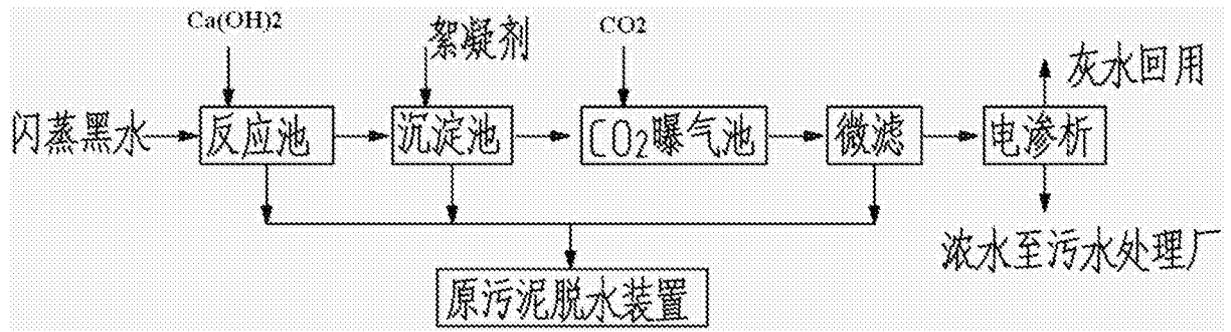


图1