



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114477353 A

(43) 申请公布日 2022. 05. 13

(21) 申请号 202210107853.X

(22) 申请日 2022.01.28

(71) 申请人 北京东方利禾景观设计有限公司
地址 100015 北京市朝阳区酒仙桥北路甲
10号院104号楼

(72) 发明人 毛韦达 樊蓓莉 张衢 赵晴

(74) 专利代理机构 北京金蓄专利代理有限公司
11544
专利代理师 姚金良

(51) Int. Cl.

C02F 1/24 (2006.01)

C02F 1/52 (2006.01)

C02F 101/10 (2006.01)

C02F 101/20 (2006.01)

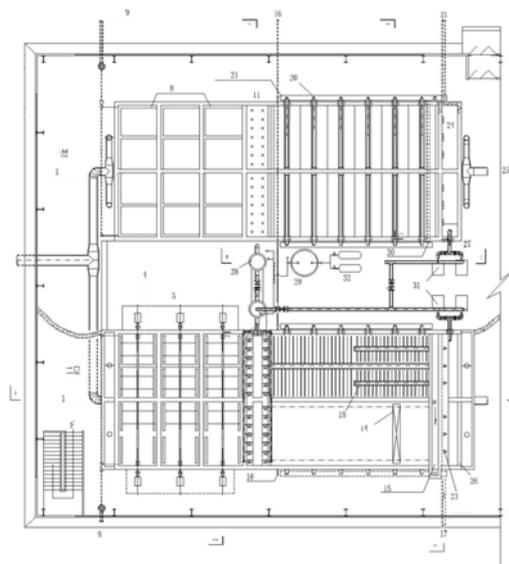
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54) 发明名称

一种离子型矿山废水处理装置及其运行方法

(57) 摘要

本发明涉及一种离子型矿山废水处理装置及其运行方法,包括四个矩形的絮凝池体单元与四个矩形的气浮池组成的组合式气浮系统,所述组合式气浮系统包括沿水流方向依次设置的进水区、絮凝区、接触区、气浮区、出水区、溶气罐及回流管道区。本发明的处理装置及其运行方法通过合理控制不同阶段酸性废水中硫化物含量、pH值及气浮除渣过程,实现全系统中中和沉淀及有价金属分级回收;该系统具有工艺简单,维护方便,处理费用低,占地面积小,经处理后的废水达到地表水3类水体排放标准。本发明的离子型矿山废水处理装置即使在进水情况不稳定及较高污染负荷条件下,仍能良好运行,保证污水得到有效净化,出水水质良好。



1. 一种离子型矿山废水处理装置,其特征在于:包括四个矩形的絮凝池体单元与四个矩形的气浮池组成的组合式气浮系统,所述组合式气浮系统包括沿水流方向依次设置的进水区、絮凝区、接触区、气浮区、出水区、溶气罐及回流管道区,所述进水区包括进水管(1)、溶液池(2)、进水孔(3),所述絮凝区包括絮凝池(4)、机械混凝单元(5)、过水孔(6)、溢流墙(7)、放空槽(8)、放空管(9),所述机械混凝单元(5)包括混凝转刷及控速机组,所述接触区包括接触室(10)、溶气释放单元(11)及过水板(12),所述气浮区包括分离室(13)、刮沫机(14)、排渣槽(15)、冲洗水管(16)、排渣管(17)、管式集水器(18)及排泥结构,所述出水区包括出水闸(23)、集水沟(24)及出水管(25),所述溶气罐及回流管道区包括溶气回流管(27)、压力溶气罐(28)及贮气罐(29)。

2. 根据权利要求1所述的离子型矿山废水处理装置,其特征在于:污水由进水分配井配备的自动控制进水泵交替分配进水至溶液池(2),且污水由设置在进水分配井底部的射流喷头进入;所述进水孔(3)位于溶液池(2)与絮凝池(4)相隔池壁底部;所述絮凝池(4)包括沿水流方向设置的第一絮凝室、第二絮凝室及第三絮凝室,水流经过水孔(6)及溢流墙(7)进入接触区;所述过水孔(6)分别位于第一絮凝室与第二絮凝室的下方、第三絮凝室与接触区连接池壁的下方;所述溢流墙(7)位于第二絮凝室与第三絮凝室池壁处,高度为絮凝池壁高度的80%;所述絮凝池(4)底部均沿长边方向及进水侧短边设有放空槽(8);所述放空管(9)位于放空槽(8)的两个拐角处及槽体下方;所述机械混凝单元(5)配有两组混凝转刷,所述两组混凝转刷间设有用于固定转轴的隔板,高度为絮凝室深度的40%~45%,厚度与池壁相当,所述混凝转刷长度不高于0.8倍絮凝室有效水深,叶片长度为0.75~0.85倍絮凝池宽度,叶片宽度不少于0.25m。

3. 根据权利要求1所述的离子型矿山废水处理装置,其特征在于:所述接触室(10)长宽比为1:4~1:1,宽度与絮凝室相同,有效水深不少于3.0m,底面坡度大于0.1,水力停留时间不高于8min;溶气释放单元(11)选用TV型溶气释放器,规格为接口直径25mm,两个一组,共七组两排设置。

4. 根据权利要求1所述的离子型矿山废水处理装置,其特征在于:所述分离室(14)长宽比为2.25:1~3.75:1,宽度与接触室(10)相同,有效水深不少于2.5m,水力停留时间9~16min;所述排渣槽(15)位于气浮区出水侧,长度不少于0.4m,宽度与气浮区相当,高度不少于0.6m,以1%的坡度坡向排渣管(17)一端;所述排渣管(17)位于池体外侧的排渣槽(15)底部;所述管式集水器(18)位于分离室(13)底部,长度为分离室的45%~55%,直径为250mm,出水流速为0.1~1.0m/s;所述分离室(13)池底设置排泥结构,所述排泥结构包括六组污泥斗(19)、设置在所述污泥斗(19)下的穿孔排泥管(20)、连接所述穿孔排泥管(20)的排泥沟(21)、连通两组分离区排泥沟(21)的排泥连通管(30)以及设置在所述排泥沟(21)末端的排泥主管(22)。

5. 根据权利要求1所述的离子型矿山废水处理装置,其特征在于:所述出水闸(23)设有电动明杆式闸门启闭机控制开合,每个分离室(13)配有三个出水闸(13);所述集水沟(24)长为1.8~3.2m,壁厚0.2~0.5m,高度为池体高度的75~85%,且配有可调节堰门(26);所述出水管(25)位于集水沟(24)底部。

6. 根据权利要求1所述的离子型矿山废水处理装置,其特征在于:所述溶气回流管(27)始于出水区集水沟(24),回流水经溶气水泵(31)提至压力溶气罐(28);所述贮气罐(29)内

空气由空压机组(32)输送至压力溶气罐(28)。

7.一种如权利要求1~6中任一项中所述的离子型矿山废水处理装置的运行方法,其特征在于:所述运行方法包括通过调整硫化物溶度积负对数 pL_{MS} 、pH控制絮体粒径,通过调整回流量和溶气压力3~10bar、上升流速控制微气泡粒径在20~100 μm ;使用纳米级微气泡释放头,控制微气泡粒径在100nm~10 μm 。

8.根据权利要求7所述的运行方法,其特征在于:第一阶段铜的处理步骤包括:在提升泵作用下,水流过流量计并进入絮凝区,第一个絮凝-气浮阶段在 $\text{pH}=3\sim 4$ 下运行,饱和生物硫化钠/硫化钾溶液根据进水水质添加,使得硫化物溶度积负对数达到30~35,水体进入接触区后在溶气释放器作用下,使得溶气压强在4bar,回流量30%的溶气水与水体混匀,调整上升流速为25m/h,所生成的纳米级硫化铜絮体粒径范围在2-15nm,利用100nm~5000nm的纳米级微气泡层托起絮体上浮,进入气浮区并通过刮沫机与水体分离,本阶段的水力停留时间在20~30min;

第二阶段铅、镉的处理步骤包括:在提升泵作用下,水流过流量计并进入絮凝区,第二个絮凝-气浮阶段在 $\text{pH}=4\sim 5$ 下运行,饱和生物硫化钠/硫化钾溶液根据进水水质添加,使得硫化物溶度积负对数 pL_{MS} 达到25~30,在浮选硫化镉絮体时,添加硫化铅分散剂,水体进入接触区后在溶气释放器作用下,使得溶气压强在5bar,回流量20%的溶气水与水体混匀,调整上升流速为12-25m/h;待硫化镉收集完成后,加入投加量20~50g/t的硫化铅捕集剂六偏磷酸钠,并以相同的气浮参数从水体中分离。

9.根据权利要求7所述的运行方法,其特征在于:第三阶段镍、铁的处理步骤包括:在提升泵作用下,水流过流量计并进入絮凝区,第三个絮凝-气浮阶段在 $\text{pH}=5\sim 6.5$ 下运行,饱和生物硫化钠/硫化钾溶液根据进水水质添加,使得硫化物溶度积负对数达到15~25;水体进入接触区后在溶气释放器作用下,使得溶气压强在5~8bar,回流量20%的溶气水与水体混匀,调整上升流速为10~15m/h;加入投加量为 $5\sim 10\times 10^{-4}\text{mol/L}$ 的硫化镍捕集剂油酸钠及投加量为5~20mg/L的磁絮凝剂,通过排泥结构从池体下方排出并与水体分离;所生成的硫化亚铁絮体粒径范围在60-200 μm ,利用20 $\mu\text{m}\sim 70\mu\text{m}$ 的微气泡层托起絮体上浮,进入气浮区并通过刮沫机与水体分离。

10.根据权利要求7所述的运行方法,其特征在于:第四阶段锰的处理步骤包括:在提升泵作用下,水流过流量计并进入絮凝区,第四个絮凝-气浮阶段在 $\text{pH}=7.5\sim 8$ 下运行,饱和生物硫化钠/硫化钾溶液根据进水水质添加,使得硫化物溶度积负对数达到10~15;水体进入接触区后在溶气释放器作用下,使得溶气压强在10bar,回流量10%的溶气水与水体混匀,调整上升流速为8m/h;所生成的硫化锰絮体粒径范围在200 μm 以上,利用40 $\mu\text{m}\sim 100\mu\text{m}$ 的微气泡层托起絮体上浮,进入气浮区并通过刮沫机与水体分离。

一种离子型矿山废水处理装置及其运行方法

技术领域

[0001] 本发明属于水处理技术领域,特别是涉及一种离子型矿山废水处理装置及其运行方法,具体涉及一种较低pH、较高硫酸盐含量条件下仍能够有效去除废水中重金属污染物的废水处理装置及其运行方法。

背景技术

[0002] 未经妥善处理而失控排放的矿山废水,对地下水生态环境功能及公共健康安全构成了严重威胁,地下水无机污染已成为中国现阶段水源水质安全的主要问题之一。铁、锰元素是地下水无机污染的常见元素,通常是由于岩石和矿物其难溶化合物中铁锰质经微生物介导氧化反应的溶解而致,主要以二价铁离子和二价锰离子形式存在于矿山废水中,此类矿山废水一般具有低pH,高铁、高锰、高硫酸盐的特点。

[0003] 目前对于矿山废水处理,主流的中和沉淀工艺仍存在因硫酸钙泥渣的形成导致产泥量大、系统失效快、选择性差以及二次污染的问题,而硫化物沉淀法具有分离有价值金属效果好、pH适用范围广、产泥量少等优点,成为一个可行的探索方向。生物硫化物沉淀工艺是一种基于硫还原、低污泥产出的矿山废水处理新工艺。在该工艺中,矿山废水中的硫酸盐首先在硫酸盐还原菌的作用下被还原为硫化物,然后硫化物与重金属反应并形成难溶金属硫化物络合物,实现净化水体的目的。该工艺不仅可实现去除重金属、削减有机物、提高水体可生化性等水处理要求,还从源头上解决了矿山废水常规处理产生大量硫酸钙泥渣的问题。

[0004] 然而,在生物硫化物沉淀法应用中,常规处理装置难以在达到硫酸盐还原菌所需的严格厌氧环境的同时抑制硫化氢气体的产生,装置气密性要求高;并且与矿山废水直接接触的微生物受重金属离子胁迫会影响还原硫酸盐的效率,二价硫离子产生不稳定,无法根据不同难溶化合物溶度积的差异进行分级沉淀。再者,生物硫化物沉淀法形成的络合物粒径较小,难以澄清分离;单级生物反应器不好清理,重金属回收困难,处理不当会造成二次污染。

[0005] 因此,如何构建一个基于生物硫化物沉淀法的弥补各技术缺陷的反应装置及处理流程是解决生物硫化物沉淀工艺在矿山废水处理应用亟待解决的问题。

发明内容

[0006] 为了解决上述问题,本发明提供了一种离子型矿山废水物理、化学组合处理装置及运行方法。

[0007] 为实现上述目的,本发明提供了一种离子型矿山废水处理装置,包括四个矩形的絮凝池体单元与四个矩形的气浮池组成的组合式气浮系统,所述组合式气浮系统包括沿水流方向依次设置的进水区、絮凝区、接触区、气浮区、出水区、溶气罐及回流管道区,所述进水区包括进水管、溶液池、进水孔,所述絮凝区包括絮凝池、机械混凝单元、过水孔、溢流墙、放空槽、放空管,所述机械混凝单元包括混凝转刷及控速机组,所述接触区包括接触室、溶气释放单元及过水板,所述气浮区包括分离室、刮沫机、排渣槽、冲洗水管、排渣管、管式集

水器及排泥结构,所述出水区包括出水闸、集水沟及出水管,所述溶气罐及回流管道区包括溶气回流管、压力溶气罐及贮气罐。

[0008] 优选地,污水由进水分配井配备的自动控制进水泵交替分配进水至溶液池,且污水由设置在进水分配井底部的射流喷头进入;所述进水孔位于溶液池与絮凝池相隔池壁底部;所述絮凝池包括沿水流方向设置的第一絮凝室、第二絮凝室及第三絮凝室,水流经过水孔及溢流墙进入接触区;所述过水孔分别位于第一絮凝室与第二絮凝室的下方、第三絮凝室与接触区连接池壁的下方;所述溢流墙位于第二絮凝室与第三絮凝室池壁处,高度为絮凝池壁高度的80%;所述絮凝池底部均沿长边方向及进水侧短边设有放空槽;所述放空管位于放空槽的两个拐角处及槽体下方;所述机械混凝单元配有两组混凝转刷,所述两组混凝转刷间设有用于固定转轴的隔板,高度为絮凝室深度的40%~45%,厚度与池壁相当,所述混凝转刷长度不高于0.8倍絮凝室有效水深,叶片长度为0.75~0.85倍絮凝池宽度,叶片宽度不少于0.25m。

[0009] 优选地,所述接触室长宽比为1:4~1:1,宽度与絮凝室相同,有效水深不少于3.0m,底面坡度大于0.1,水力停留时间不高于8min;溶气释放单元选用TV型溶气释放器,规格为接口直径25mm,两个一组,共七组两排设置。

[0010] 优选地,所述分离室长宽比为2.25:1~3.75:1,宽度与接触室相同,有效水深不少于2.5m,水力停留时间9~16min;所述排渣槽位于气浮区出水侧,长度不少于0.4m,宽度与气浮区相当,高度不少于0.6m,以1%的坡度坡向排渣管一端;所述排渣管位于池体外侧的排渣槽底部;所述管式集水器位于分离室底部,长度为分离室的45%~55%,直径为250mm,出水流速为0.1~1.0m/s;所述分离室池底设置排泥结构,所述排泥结构包括六组污泥斗、设置在所述污泥斗下的穿孔排泥管、连接所述穿孔排泥管的排泥沟、连通两组分离区排泥沟的排泥连通管以及设置在所述排泥沟末端的排泥主管。

[0011] 优选地,所述出水闸设有电动明杆式闸门启闭机控制开合,每个分离室配有三个出水闸;所述集水沟长为1.8~3.2m,壁厚0.2~0.5m,高度为池体高度的75~85%,且配有可调节堰门;所述出水管位于集水沟底部。

[0012] 优选地,所述溶气回流管始于出水区集水沟,回流水经溶气水泵提至压力溶气罐;所述贮气罐内空气由空压机组输送至压力溶气罐。

[0013] 本发明的另一目的在于提供一种离子型矿山废水处理装置的运行方法,所述运行方法包括通过调整硫化物溶度积负对数 pL_{MS} 、pH控制絮体粒径,通过调整回流量和溶气压力3~10bar、上升流速控制微气泡粒径在20~100 μm ;使用纳米级微气泡释放头,控制微气泡粒径在100nm~10 μm 。

[0014] 优选地,第一阶段铜的处理步骤包括:在提升泵作用下,水流过流量计并进入絮凝区,第一个絮凝-气浮阶段在pH=3~4下运行,饱和生物硫化钠/硫化钾溶液根据进水水质添加,使得硫化物溶度积负对数达到30~35,水体进入接触区后在溶气释放器作用下,使得溶气压强在4bar,回流量30%的溶气水与水体混匀,调整上升流速为25m/h,所生成的纳米级硫化铜絮体粒径范围在2-15nm,利用100nm~5000nm的纳米级微气泡层托起絮体上浮,进入气浮区并通过刮沫机与水体分离,本阶段的水力停留时间在20~30min。

[0015] 第二阶段铅、镉的处理步骤包括:在提升泵作用下,水流过流量计并进入絮凝区,第二个絮凝-气浮阶段在pH=4~5下运行,饱和生物硫化钠/硫化钾溶液根据进水水质添

加,使得硫化物溶度积负对数 pL_{MS} 达到25~30,在浮选硫化镉絮体时,添加硫化铅分散剂,水体进入接触区后在溶气释放器作用下,使得溶气压强在5bar,回流量20%的溶气水与水体混匀,调整上升流速为12-25m/h;待硫化镉收集完成后,加入投加量20~50g/t的硫化铅捕集剂六偏磷酸钠,并以相同的气浮参数从水体中分离。

[0016] 优选地,第三阶段镍、铁的处理步骤包括:在提升泵作用下,水经过流量计并进入絮凝区,第三个絮凝-气浮阶段在 $pH=5\sim 6.5$ 下运行,饱和生物硫化钠/硫化钾溶液根据进水水质添加,使得硫化物溶度积负对数达到15~25;水体进入接触区后在溶气释放器作用下,使得溶气压强在5~8bar,回流量20%的溶气水与水体混匀,调整上升流速为10~15m/h;加入投加量为 $5\sim 10\times 10^{-4}$ mol/L的硫化镍捕集剂油酸钠及投加量为5~20mg/L的磁絮凝剂,通过排泥结构从池体下方排出并与水体分离;所生成的硫化亚铁絮体粒径范围在60-200 μm ,利用20 $\mu m\sim 70\mu m$ 的微气泡层托起絮体上浮,进入气浮区并通过刮沫机与水体分离。

[0017] 优选地,第四阶段锰的处理步骤包括:在提升泵作用下,水经过流量计并进入絮凝区,第四个絮凝-气浮阶段在 $pH=7.5\sim 8$ 下运行,饱和生物硫化钠/硫化钾溶液根据进水水质添加,使得硫化物溶度积负对数达到10~15;水体进入接触区后在溶气释放器作用下,使得溶气压强在10bar,回流量10%的溶气水与水体混匀,调整上升流速为8m/h;所生成的硫化锰絮体粒径范围在200 μm 以上,利用40 $\mu m\sim 100\mu m$ 的微气泡层托起絮体上浮,进入气浮区并通过刮沫机与水体分离。

[0018] 基于上述技术方案,本发明的优点是:

[0019] 本发明的离子型矿山废水处理装置及其运行方法,按四个工艺阶段周期运行,有效解决了常规处理装置难以在达到硫酸盐还原菌所需的严格厌氧环境的同时抑制硫化氢气体的产生,微生物受重金属离子胁迫会影响还原硫酸盐的效率,无法根据不同难溶化合物溶度积的差异进行分级沉淀,有价金属回收困难的问题。

[0020] 本发明的处理装置的组合式气浮系统,其运行方法通过合理控制不同阶段酸性废水中硫化物含量、pH值及气浮除渣过程,实现全系统中中和沉淀及有价金属分级回收;该系统具有工艺简单,维护方便,处理费用低,占地面积小,经处理后的废水达到地表水3类水体排放标准。本发明的离子型矿山废水处理装置即使在进水情况不稳定及较高污染负荷条件下,仍能良好运行,保证污水得到有效净化,出水水质良好。

附图说明

[0021] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本申请的一部分,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0022] 图1为离子型矿山废水处理装置平面示意图;

[0023] 图2为离子型矿山废水处理装置1-1剖面图;

[0024] 图3为离子型矿山废水处理装置2-2剖面图;

[0025] 图4为离子型矿山废水处理装置3-3剖面图;

[0026] 图5为离子型矿山废水处理装置4-4剖面图。

具体实施方式

[0027] 下面通过附图和实施例,对本发明的技术方案做进一步的详细描述。

[0028] 本发明提供了一种离子型矿山废水处理装置,如图1~图5所示,其中示出了本发明的一种优选实施方式。

[0029] 本发明为解决常规处理装置难以在达到硫酸盐还原菌所需的严格厌氧环境的同时抑制硫化氢气体的产生,微生物受重金属离子胁迫会影响还原硫酸盐的效率,无法根据不同难溶化合物溶度积的差异进行分级沉淀,反应器不好清理,有价金属回收困难的问题,提出一种根据pH、硫化物浓度交替控制不同工段溶度平衡状态的三单元式分级沉淀装置及其配套处理工艺,以改善有价金属的回收效率。

[0030] 如图1所示,所述离子型矿山废水处理装置包括四个矩形的絮凝池体单元与四个矩形的气浮池组成的组合式气浮系统,所述组合式气浮系统包括沿水流方向依次设置的进水区、絮凝区、接触区、气浮区、出水区、溶气罐及回流管道区。

[0031] 所述组合式气浮系统主体由4个大小相同的矩形絮凝池体单元和4个大小相同的矩形气浮池组成,单个絮凝池体长宽比约为2:1,单个气浮池体长宽比约为3:1,具体规格根据来水情况确定,宽度不少于5m,高约2.75~3.25m。池壁厚0.2~0.3m,进、出水管分别穿过池体两端池壁,水管高度位于池体下部,与池体同轴,距装置50~80cm;水流经进水孔进入絮凝区。池体底部设有防渗土工膜,采用二布一膜(400g/m²~700g/m²)形式,膜底部基层平整,膜与隔墙和外墙边的接口设锚固沟,沟深大于或等于0.6m,并采用粘土或素混凝土锚固。装置顶部整体设有防水顶棚,工字钢结构,高于顶部0.8~1m。顶棚可加光伏板,补偿部分电耗。

[0032] 如图2所示,所述进水区包括进水管1、溶液池2、进水孔3。进水管1污水由进水分配井配备的自动控制进水泵交替分配进水至溶液池2,进水管直径取400~600mm,根据实际情况选型。矿山废水中颗粒悬浮物质多,在进水分配井前设格栅调蓄池预处理单元,控制进入组合式气浮装置时SS小于500mg/L。进水管1设在溶液池2底部,通过配水泵控制,根据来水情况以射流形式进入溶液池2。

[0033] 污水由底部的射流喷头进入室内,溶液池2为方形,其容积为絮凝区的20%~30%,底部坡度不小于0.02。池壁厚度0.2~0.25m,设超高0.2m,防止搅拌溶液时溢出。硫化物饱和溶液(由分离回收的硫单质所制硫化钠与硫化钾粉剂质量比1:1~1:2复配得到,具体比例需调试获得由顶部排入并与来水混合,水力混合后通过进水孔流向絮凝区,其浓度根据分级混凝的运行过程决定。当污染负荷较大时(TSS>250mg/L,外排污泥浓度大于15g/L),加入絮凝剂,投加量5kg/t TSS(即铁盐或铝盐5mg/L)。

[0034] 进水孔3位于溶液池2与絮凝池相隔池壁底部,宽度与溶液池2尺寸相同,高度不少于0.2m,由数控装置控制上下开合。

[0035] 如图、图3所示,所述絮凝区包括絮凝池4、机械混凝单元5、过水孔6、溢流墙7、放空槽8、放空管9,所述机械混凝单元5包括混凝转刷及控速机组。絮凝池4单池长宽比为1.75:1~2.25:1,宽不小于5.0m,有效水深不少于2.5m,池壁与溶液池同高。每个絮凝池分为三个絮凝室,水流经过水孔及溢流墙进入接触区。每个絮凝室内配有一组混凝转刷及配套控速装置。

[0036] 具体地,污水由进水分配井配备的自动控制进水泵交替分配进水至溶液池2,且污水由设置在进水分配井底部的射流喷头进入;所述进水孔3位于溶液池2与絮凝池4相隔池壁底部;所述絮凝池4包括沿水流方向设置的第一絮凝室、第二絮凝室及第三絮凝室,水流

经过水孔6及溢流墙7进入接触区;所述过水孔6分别位于第一絮凝室与第二絮凝室的下方、第三絮凝室与接触区连接池壁的下方;所述溢流墙7位于第二絮凝室与第三絮凝室池壁处,高度为絮凝池壁高度的80%;所述絮凝池4底部均沿长边方向及进水侧短边设有放空槽8,用于检修维护时排空池体。所述放空管9位于放空槽8的两个拐角处及槽体下方,直径100mm,防腐蚀管材。

[0037] 所述机械混凝单元5配有两组混凝转刷,用于促成絮体和辅助混合循环。所述两组混凝转刷间设有用于固定转轴的隔板,高度为絮凝室深度的40%~45%,厚度与池壁相当,所述混凝转刷长度不高于0.8倍絮凝室有效水深,叶片长度为0.75~0.85倍絮凝池宽度,叶片宽度不少于0.25m。控速机组控制转刷以匀速搅拌,使絮凝时间维持在5~30min,使形成微小絮体。

[0038] 如图2所示,所述接触区包括接触室10、溶气释放单元11及过水板12。优选地,所述接触室10长宽比为1:4~1:1,宽度与絮凝室相同,有效水深不少于3.0m,底面坡度大于0.1,水力停留时间不高于8min。溶气释放单元11选用TV型溶气释放器,规格为接口直径25mm,两个一组,共七组两排设置。针对溶气膜片可能拥堵的情况,采取脉冲扫洗模式进行清理。溶气释放单元操作参数为,8~40%回流增压水2~10bar压力,吨水电耗0.02~0.08kWh。过水板12的规格及布孔形式需通过水力优化试验确定,其高度为接触室内壁的45~55%。水流经过水板12,上升流速达30~40m/h(水温>15℃),雷诺数范围在800~1500。过水板12的作用是促进气泡絮体结合,诱导气泡床反转形成分层流和竖向层流,增大气泡上升可能性,同时确保流态均匀。

[0039] 所述气浮区包括分离室13、刮沫机14、排渣槽15、冲洗水管16、排渣管17、管式集水器18及排泥结构。所述分离室13长宽比为2.25:1~3.75:1,宽度与接触室10相同,有效水深不少于2.5m,水力停留时间9~16min;分离室13中临近过水板12位置,气泡集中形成气泡床(40~70nm),池内分层流强化浮选效果。

[0040] 刮沫机14选用XSD型刮沫机,对分离室中形成的微气泡浮渣层(气泡床)进行刮除。轨道及铺设要求如下,安装时池台顶面平整,轨道的纵向直线偏差不超过±3mm,轨道纵向水平度不超过1/1000,两平行轨道的相对高度不超过3mm。两平行轨道接头位置应错开布置,其错开距离应大于轮距。

[0041] 优选地,所述排渣槽15位于气浮区出水侧,长度不少于0.4m,宽度与气浮区相当,高度不少于0.6m,以1%的坡度坡向排渣管17一端。冲洗水管16是溶气回流水管的分支,管径为70mm,用于冲洗排渣槽,加速排渣过程。所述排渣管17位于池体外侧的排渣槽15底部,管径为200mm。所述管式集水器18位于分离室13底部,排泥结构之上,紧挨出水区,长度为分离室的45%~55%,直径为250mm,出水流速为0.1~1.0m/s。

[0042] 进一步,所述分离室13池底设置排泥结构,所述排泥结构包括六组污泥斗19、设置在所述污泥斗19下的穿孔排泥管20、连接所述穿孔排泥管20的排泥沟21、连通两组分离区排泥沟21的排泥连通管30以及设置在所述排泥沟21末端的排泥主管22。排泥斗19斗底宽0.25~0.5m,斗壁与水平面的倾角为60°,斗高0.4~0.8m;穿孔排泥管20于斗底中心处,管径0.4~0.6m,距池底0.1~0.2m,通过重力作用经数控阀门周期排出磁性絮体及剩余污泥。排泥沟21位于分离室13下方,作用是汇集穿孔排泥管20及排泥连通管30汇入的污泥。排泥连通管30位于分离室13底部以下,连通相邻两组分离区排泥沟21,使剩余污泥从一侧排泥

主管22排出,管径200mm。排泥主管22位于排泥沟21末端,管径200mm。排泥周期4~5min,水头损失2~3%,水力排泥浓度1~5g/L(机械排泥浓度15~25g/L)。

[0043] 如图1、图4所示,所述出水区包括出水闸23、集水沟24及出水管25。出水闸23有电动明杆式闸门启闭机控制开合,以使管式集水器水流通过。每个分离室配有三个出水闸23,规格为直径400mm。集水沟24位于池体出水区,长为1.8~3.2m,壁厚0.2~0.5m,高度为池体高度的75~85%,配有可调节堰,26控制出水情况。所述出水管25位于集水沟24底部。

[0044] 如图1、图5所示,所述溶气罐及回流管道区包括溶气回流管27、压力溶气罐28及贮气罐29。优选地,所述溶气回流管27始于出水区集水沟24,回流水经溶气水泵31提至压力溶气罐28,管径200mm。压力溶气罐28采用填充式溶气罐,直径1200mm,高3~4m,作用是实现回流水和空气的充分接触,加速空气溶解。填充式溶气罐采用阶梯环作为填料,溶气效率达90%,填料层厚度大于0.8m,表面负荷取 $1500\sim 2000\text{m}^3/(\text{m}^2\cdot\text{d})$ 。所述贮气罐29规格为直径2000mm,高3~3.5m,内空气由空压机组32输送至压力溶气罐28,其装机功率500~800kW,额定工作压力40bar。

[0045] 本发明还提供一种离子型矿山废水处理装置的运行方法,所述运行方法包括通过调整硫化物溶度积负对数 pL_{MS} 、pH控制絮体粒径,通过调整回流量和溶气压力3~10bar、上升流速控制微气泡粒径在20~100 μm ;使用纳米级微气泡释放头,控制微气泡粒径在100nm~10 μm 。

[0046] 优选地,第一阶段铜的处理步骤包括:在提升泵作用下,水流过流量计并进入絮凝区,第一个絮凝-气浮阶段在 $\text{pH}=3\sim 4$ 下运行,饱和生物硫化钠/硫化钾溶液根据进水水质添加,使得硫化物溶度积负对数达到30~35,水体进入接触区后在溶气释放器作用下,使得溶气压强在4bar,回流量30%的溶气水与水体混匀,调整上升流速为25m/h,所生成的纳米级硫化铜絮体粒径范围在2-15nm,利用100nm~5000nm的纳米级微气泡层托起絮体上浮,进入气浮区并通过刮沫机与水体分离,本阶段的水力停留时间在20~30min。

[0047] 第二阶段铅、镉的处理步骤包括:在提升泵作用下,水流过流量计并进入絮凝区,第二个絮凝-气浮阶段在 $\text{pH}=4\sim 5$ 下运行,饱和生物硫化钠/硫化钾溶液根据进水水质添加,使得硫化物溶度积负对数 pL_{MS} 达到25~30,在浮选硫化镉絮体时,添加硫化铅分散剂,水体进入接触区后在溶气释放器作用下,使得溶气压强在5bar,回流量20%的溶气水与水体混匀,调整上升流速为12-25m/h;待硫化镉收集完成后,加入投加量20~50g/t的硫化铅捕集剂六偏磷酸钠,并以相同的气浮参数从水体中分离。

[0048] 优选地,第三阶段镍、铁的处理步骤包括:在提升泵作用下,水流过流量计并进入絮凝区,第三个絮凝-气浮阶段在 $\text{pH}=5\sim 6.5$ 下运行,饱和生物硫化钠/硫化钾溶液根据进水水质添加,使得硫化物溶度积负对数达到15~25;水体进入接触区后在溶气释放器作用下,使得溶气压强在5~8bar,回流量20%的溶气水与水体混匀,调整上升流速为10~15m/h;加入投加量为 $5\sim 10\cdot 10^{-4}\text{mol/L}$ 的硫化镍捕集剂油酸钠及投加量为5~20mg/L的磁絮凝剂,通过排泥结构从池体下方排出并与水体分离;所生成的硫化亚铁絮体粒径范围在60-200 μm ,利用20 $\mu\text{m}\sim 70\mu\text{m}$ 的微气泡层托起絮体上浮,进入气浮区并通过刮沫机与水体分离。

[0049] 优选地,第四阶段锰的处理步骤包括:在提升泵作用下,水流过流量计并进入絮凝区,第四个絮凝-气浮阶段在 $\text{pH}=7.5\sim 8$ 下运行,饱和生物硫化钠/硫化钾溶液根据进水水质添加,使得硫化物溶度积负对数达到10~15;水体进入接触区后在溶气释放器作用下,使

得溶气压强在10bar,回流量10%的溶气水与水体混匀,调整上升流速为8m/h;所生成的硫化锰絮体粒径范围在200 μm 以上,利用40 μm ~100 μm 的微气泡层托起絮体上浮,进入气浮区并通过刮沫机与水体分离。

[0050] 有价金属硫化物回收后的利用途径:使用硫化生物反应工艺将重金属作为沉淀物去除和回收后,沉淀物主要含有纳米级的金属硫化物,其应用领域包括但不限于太阳能电池、电极催化材料、医学抗菌涂料研发、农业植物病原真菌灭活。

[0051] 本发明的离子型矿山废水处理装置及其运行方法,按四个工艺阶段周期运行,有效解决了常规处理装置难以在达到硫酸盐还原菌所需的严格厌氧环境的同时抑制硫化氢气体的产生,微生物受重金属离子胁迫会影响还原硫酸盐的效率,无法根据不同难溶化合物溶度积的差异进行分级沉淀,有价金属回收困难的问题。

[0052] 本发明的处理装置的组合式气浮系统,其运行方法通过合理控制不同阶段酸性废水中硫化物含量、pH值及气浮除渣过程,实现全系统中和沉淀及有价金属分级回收;该系统具有工艺简单,维护方便,处理费用低,占地面积小,经处理后的废水达到地表水3类水体排放标准。本发明的离子型矿山废水处理装置即使在进水情况不稳定及较高污染负荷条件下,仍能良好运行,保证污水得到有效净化,出水水质良好。

[0053] 最后应当说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案而非对其限制;尽管参照较佳实施例对本发明进行了详细的说明,所属领域的普通技术人员应当理解:依然可以对本发明的具体实施方式进行修改或者对部分技术特征进行等同替换;而不脱离本发明技术方案的精神,其均应涵盖在本发明请求保护的技术方案范围当中。

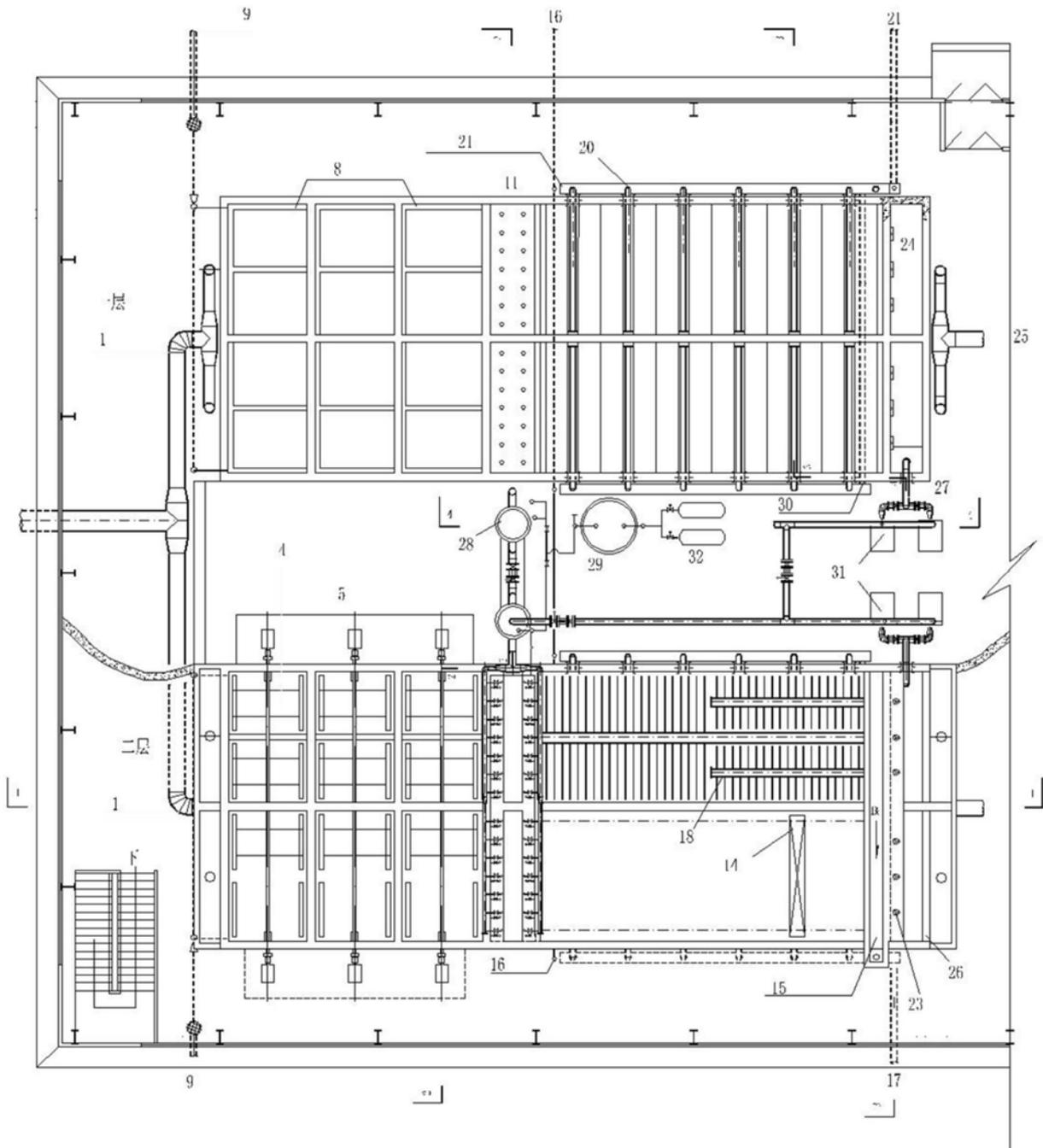


图1

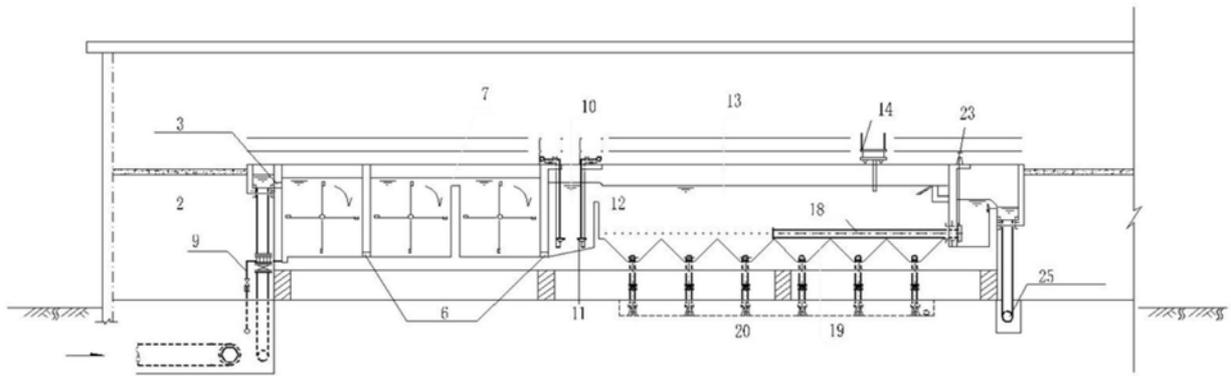


图2

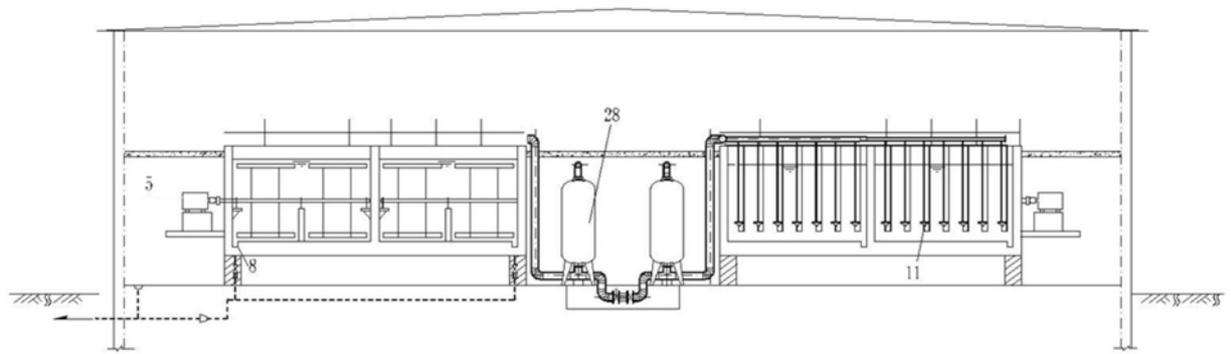


图3

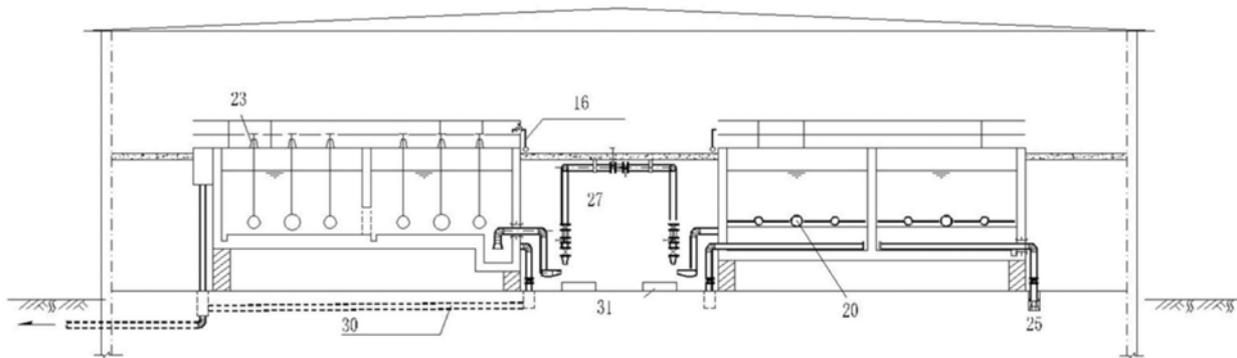


图4

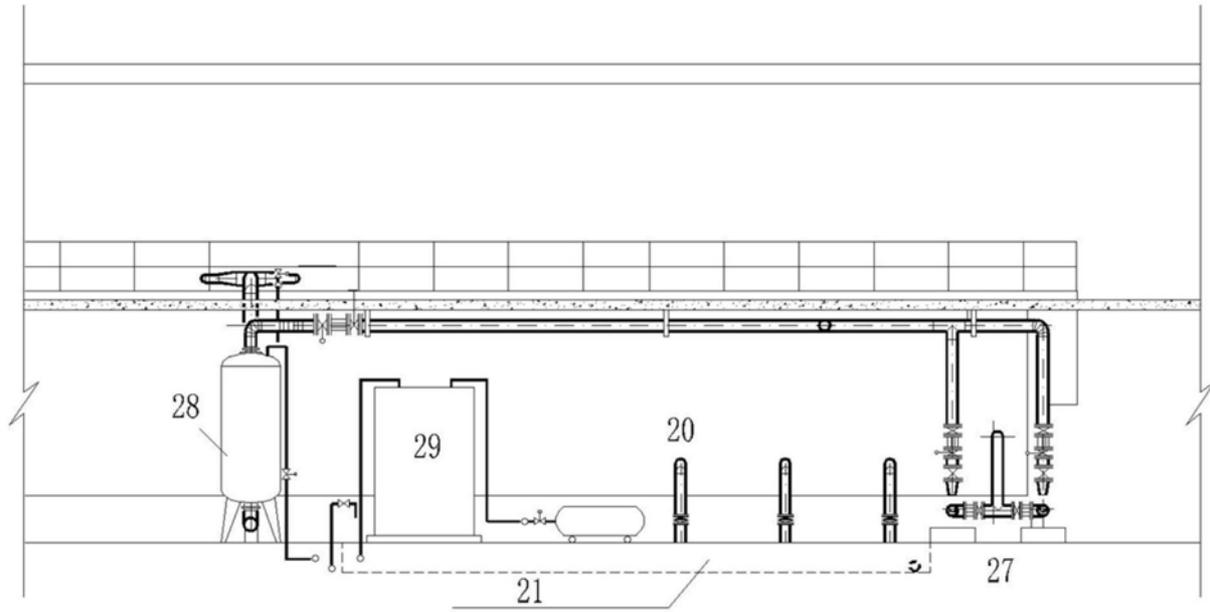


图5