



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103193339 B

(45) 授权公告日 2014. 07. 30

(21) 申请号 201310120003. 4

式, 图 1-2.

(22) 申请日 2013. 04. 08

CN 102730885 A, 2012. 10. 17, 说明书第 1-2

(73) 专利权人 中南大学

页, 图 5.

地址 410083 湖南省长沙市岳麓区麓山南路
932 号

审查员 温媚

(72) 发明人 郭朝晖 李康康 蒋凯琦 肖细元
姜智超 袁珊珊

(74) 专利代理机构 长沙市融智专利事务所
43114

代理人 袁靖

(51) Int. Cl.

C02F 9/04 (2006. 01)

C02F 103/10 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101564608 A, 2009. 10. 28, 具体实施方

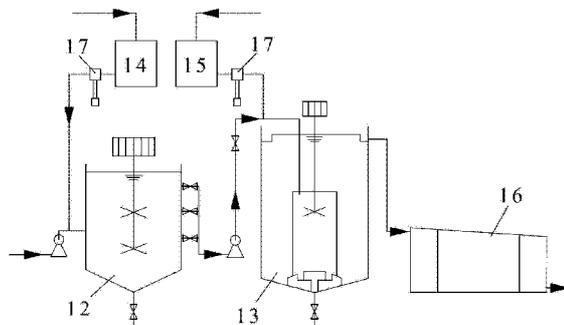
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种多金属矿选矿废水混凝沉淀装置及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种多金属矿选矿废水混凝沉淀装置及方法, 该工艺主要装置包括混凝反应池、絮凝-沉降-分离一体化装置和阻隔墙。该工艺流程为: 多金属矿选矿废水经混凝反应池与混凝剂充分反应使废水快速脱稳并高效絮凝; 混凝后废水进入絮凝-沉降-分离一体化装置, 与助凝剂反应进一步絮凝粗化并快速沉降, 实现泥水高效分离; 处理后废水直接外排或经阻隔墙深度净化后回用。本发明有效解决了多金属矿选矿废水处理中絮凝沉淀效果不稳定、絮凝和沉降时间长等问题, 能快速脱稳, 高效絮凝、沉淀和分离。该装置及其工艺流程简单、实用, 可显著提高废水净化效率, 出水水质稳定达标。



1. 一种多金属矿选矿废水混凝沉淀装置,其特征在于,包括混凝反应池、絮凝-沉降-分离一体化装置和阻隔墙;所述的混凝反应池、絮凝-沉降-分离一体化装置和阻隔墙依次串联;所述的混凝反应池的入口并联有设置了计量泵的第一药剂槽;所述的絮凝-沉降-分离一体化装置的入口并联有设置了计量泵的第二药剂槽;所述的絮凝-沉降-分离一体化装置包括底部为倒锥形的外壳、固定在外壳内且顶端封闭的直圆柱状的反应筒体、带电机驱动的搅拌桨、进水管、溢水槽、用于阻抑污泥浓缩沉淀区污泥返混的多孔底板;所述的进水管连接混凝反应池和第二药剂槽并穿过外壳顶部伸入反应筒体的内腔,搅拌桨设置于反应筒体内,反应筒体上部为絮体粗化反应区,下部为絮凝沉降区,多孔底板固定于反应筒体的底部并通过支架与外壳底部相连,形成呈倒锥形的污泥浓缩沉淀区,下接污泥排出管,反应筒体与外壳间所形成的空腔为泥水分离澄清区,在絮凝-沉降-分离一体化装置内处理后的废水经设置于外壳上部侧壁的溢水槽排出至阻隔墙;

所述的混凝反应池为内设有单级或两级搅拌桨的搅拌池、均化池或沉淀池中的一种;

所述的阻隔墙包括依次串联的中空的集水槽、墙体和中空的出水槽,集水槽、墙体和出水槽三者的体积比为 $1:(3-5):1$;所述的集水槽缓冲废水流速并沉淀其中少量细颗粒物;所述的墙体由石砾或粗砂作为基质填料,活性炭、膨润土、沸石中的一种或几种作为辅助填料,按照 $(1-10):(50-100)$ 比例完全混合且保持墙体厚度为 $0.5-1.0\text{m}$;所述的出水槽缓冲出水流速并提供净水;

所述的阻隔墙的墙体的外表面种植有水生植物,所述的水生植物包括芦竹、芦苇、菖蒲、香蒲中的至少一种,以使处理后的废水在过滤时从墙体和植物根部渗过;

所述的第一药剂槽内所储存的为混凝剂,所述的混凝剂为氧化钙、氢氧化钙、氯化钙、电石渣、硫酸铝、明矾、聚合氯化铁、聚合硫酸铁、聚合氯化铝、聚合硫酸铝铁、聚硅酸硫酸铝铁、活性硅土中的一种或几种的任意比例的混和溶液,混凝剂的质量浓度为 $1-50\text{g/L}$,所述的第二药剂槽内所储存的为助凝剂,所述的助凝剂为壳聚糖、甲基纤维素、聚丙烯酰胺、羧甲基纤维素、聚乙烯亚胺中的一种或两种的任意比例的混和溶液,助凝剂的质量浓度为 $0.5-5\text{g/L}$;

所述的絮凝-沉降-分离一体化装置内反应筒体的高度为外壳高度的 $1/3-3/4$,反应筒体的直径为外壳直径的 $1/4-1/3$;进水管伸入反应筒体的长度为反应筒体高度的 $1/5-1/4$,反应筒体中搅拌桨距反应筒体顶端的距离为反应筒体高度的 $1/4-1/3$ 。

2. 一种使用权利要求1所述的装置的多金属矿选矿废水混凝沉淀方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤一:在混凝反应池的选矿废水中投入混凝剂进行混凝,混凝剂占废水总体积比例为 $0.1\%-3\%$,混凝反应池内搅拌桨速度控制在 $100-500\text{rpm}$,废水在混凝反应池的停留时间为 $2-5\text{min}$,经处理后的废水输出至絮凝-沉降-分离一体化装置;

步骤二:向进入絮凝-沉降-分离一体化装置的废水中投入助凝剂进行絮凝,助凝剂占废水总体积比例为 $0.1\%-2\%$,反应筒体内搅拌桨速度控制在 $100-300\text{rpm}$,废水在絮凝-沉降-分离一体化装置内的停留时间为 $2-5\text{min}$,经处理后的废水输出至阻隔墙;

步骤三:经絮凝-沉降-分离后的废水再由阻隔墙进行深度净化后排放或回用。

一种多金属矿选矿废水混凝沉淀装置及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种多金属矿选矿废水混凝沉淀装置及方法。

背景技术

[0002] 有色金属选矿过程中,1吨矿石采用浮选法处理一般用水 $4\sim 7\text{m}^3$,重选法用水 $20\sim 26\text{m}^3$,浮选-磁选法用水 $23\sim 27\text{m}^3$,重选-浮选法用水 $20\sim 30\text{m}^3$,用水量巨大。大量的选矿废水伴随尾矿以尾矿浆形式从选矿厂流出。由于选矿废水中固体悬浮物含量高,所含浮选药剂种类多且浓度高,重金属种类多且毒性大,如果将选矿废水直接排入自然水体中,必然会对水环境造成严重污染,给人类的生产、生活带来严重的潜在危害。常用的选矿废水处理工艺一般是在废水中投加石灰乳,再将废水和尾砂一起送往尾砂库。但该技术不能很好地解决废水中固体悬浮物浓度高、絮凝沉降时间长、出水浊度和COD超标、出水pH值偏高等问题;加上选矿废水中含有部分难降解的有机药剂,废水中水玻璃和有机药剂去除不彻底而影响选矿指标,导致废水难以回用。

[0003] 针对上述问题,孙水裕等根据铅锌硫化矿选矿废水特点,将锌尾水直接回用于选锌作业,尾矿水直接回用于选硫作业,选矿废水经pH值调节、混凝沉淀、活性炭吸附处理后回用于磨矿、选铅和其他选矿作业。刘兴宇等采用臭氧反应器和生物活性炭反应器联合处理铅锌硫化矿选矿废水,处理后废水回用于选矿流程。覃文庆等通过一种锡铅锌多金属矿选矿废水内循环流程综合回收工艺,采用混凝沉淀和吸附两级处理实现废水回用。陈伟等针对高海拔地区复杂铜铅锌多金属矿、彭新平等针对硫化铅锌矿选矿废水,采用先混凝沉淀或自然沉淀,后二氧化氯氧化曝气,再经调pH值、沉淀处理后回用于选矿生产。周前军等采用先电解再依次加助凝剂和氧化剂除去白钨选矿废水中水玻璃和有机药剂的方法,处理后出水可回用于选矿工艺。吴伯增等采用化学、物理、生物相结合的方法处理锡矿选矿废水,通过延长其沉降距离和沉降时间,处理后出水达到农业灌溉用水标准。陈香友等利用钼选矿企业现有选矿废水输出设备和尾矿库,在废水中添加氢氧化钙、皂化渣和电石泥废水处理剂,使废水中悬浮物沉降净化并实现废水循环利用。此外,孙伟等在硫化矿选矿废水中加入聚合硫酸铁沉降,再通入臭氧解决选矿废水中有机物污染问题。在可见光条件下,周国华等采用纳米氧化铁粉体、梅光军等采用三氧化二铋粉体为光催化剂降解硫化矿选矿废水中的有机成分。

[0004] 不同有色金属矿中伴生矿物和赋存特性各异,采用不同选矿工艺和选矿药剂制度造成选矿废水处理相差较大。在多金属矿浮选作业中,残留的水玻璃等浮选药剂使得选矿废水难以高效絮凝和澄清,出水难以满足回用要求。本发明针对钨、钼、铋等多金属矿选矿废水处理问题,在《一种多金属矿选矿废水高效絮凝沉淀净化方法》基础上,开发针对性和适用性强、处理成本低、满足废水直接排放或回用要求的高效混凝沉淀新装置及其工艺。

发明内容

[0005] 本发明提供了一种多金属矿选矿废水混凝沉淀装置及方法。该工艺通过对混凝沉

降装置的设计以及混凝剂种类、浓度、配比、反应时间等参数的优化,能实现多金属矿选矿废水的高效絮凝沉降和泥水快速分离,大幅度缩短悬浮物的沉降时间,提高废水处理效率,出水水质达到《污水综合排放标准(GB8978-1996)》一级标准。

[0006] 为了实现上述技术目的,本发明的技术方案是,一种多金属矿选矿废水混凝沉淀装置,包括混凝反应池、絮凝-沉降-分离一体化装置和阻隔墙;所述的混凝反应池、絮凝-沉降-分离一体化装置和阻隔墙依次串联;所述的混凝反应池的入口并联有设置了计量泵的第一药剂槽;所述的絮凝-沉降-分离一体化装置的入口并联有设置了计量泵的第二药剂槽;所述的絮凝-沉降-分离一体化装置包括底部为倒锥形的外壳、固定在外壳内且顶端封闭的直圆柱状的反应筒体、带电机驱动的搅拌桨、进水管、溢水槽、用于阻抑污泥浓缩沉淀区污泥返混的多孔底板;所述的进水管连接混凝反应池和第二药剂槽并穿过外壳顶部伸入反应筒体的内腔,搅拌桨设置于反应筒体内,反应筒体上部为絮体粗化反应区,下部为絮凝沉降区,多孔底板固定于反应筒体的底部并通过支架与外壳底部相连,形成呈倒锥形的污泥浓缩沉淀区,下接污泥排出管,反应筒体与外壳间所形成的空腔为泥水分离澄清区,在絮凝-沉降-分离一体化装置内处理后的废水经设置于外壳上部侧壁的溢水槽排出至阻隔墙。

[0007] 所述的一种多金属矿选矿废水混凝沉淀装置,所述的混凝反应池为内设有单级或两级搅拌桨的搅拌池、均化池或沉淀池中的一种。

[0008] 所述的一种多金属矿选矿废水混凝沉淀装置,所述的阻隔墙包括依次串联的中空的集水槽、墙体和中空的出水槽,集水槽、墙体和出水槽三者的体积比为 $1:(3-5):1$;所述的集水槽缓冲废水流速并沉淀其中少量细颗粒物;所述的墙体由石砾或粗砂作为基质填料,活性炭、膨润土、沸石中的一种或几种作为辅助填料,按照 $(1-10):(50-100)$ 比例完全混合且保持墙体厚度为 $0.5-1.0\text{m}$ 左右;所述的出水槽缓冲出水流速并提供净水。

[0009] 所述的一种多金属矿选矿废水混凝沉淀装置,所述的阻隔墙的墙体的外表面种植有水生植物,所述的水生植物包括芦竹、芦苇、菖蒲、香蒲中的至少一种,以使处理后的废水在过滤时从墙体和植物根部渗过。

[0010] 所述的一种多金属矿选矿废水混凝沉淀装置,所述的第一药剂槽内所储存的为混凝剂,所述的混凝剂为氧化钙、氢氧化钙、氯化钙、电石渣、硫酸铝、明矾、聚合氯化铁、聚合硫酸铁、聚合氯化铝、聚合硫酸铝铁、聚硅酸硫酸铝铁、活性硅土中的一种或几种的任意比例的混和溶液,混凝剂的质量浓度为 $1-50\text{g/L}$,所述的第二药剂槽内所储存的为助凝剂,所述的助凝剂为壳聚糖、甲基纤维素、聚丙烯酰胺、羧甲基纤维素、聚乙烯亚胺中的一种或两种的任意比例的混和溶液,助凝剂的质量浓度为 $0.5-5\text{g/L}$ 。

[0011] 所述的一种多金属矿选矿废水混凝沉淀装置,所述的絮凝-沉降-分离一体化装置内反应筒体的高度为外壳高度的 $1/3-3/4$,反应筒体的直径为外壳直径的 $1/4-1/3$;进水管伸入反应筒体的长度为反应筒体高度的 $1/5-1/4$,反应筒体中搅拌桨距反应筒体顶端的距离为反应筒体高度的 $1/4-1/3$ 。

[0012] 一种使用上述的装置的多金属矿选矿废水混凝沉淀方法,包括以下步骤:

[0013] 步骤一:在混凝反应池的选矿废水中投入混凝剂进行混凝,混凝剂占废水总体积比例为 $0.1\%-3\%$,混凝反应池内搅拌桨速度控制在 $100-500\text{rpm}$,废水在混凝反应池的停留时间为 $2-5\text{min}$,经处理后的废水输出至絮凝-沉降-分离一体化装置;

[0014] 步骤二：向进入絮凝-沉降-分离一体化装置的废水中投入助凝剂进行絮凝，助凝剂占废水总体积比例为 0.1%-2%，反应筒体内搅拌浆速度控制在 100-300rpm，废水在絮凝-沉降-分离一体化装置内的停留时间为 2-5min，经处理后的废水输出至阻隔墙；

[0015] 步骤三：经絮凝-沉降-分离后的废水再由阻隔墙进行深度净化后排放或回用。

[0016] 所述的混凝剂为氧化钙、氢氧化钙、氯化钙、电石渣、硫酸铝、明矾、聚合氯化铁、聚合硫酸铁、聚合氯化铝、聚合硫酸铝铁、聚硅酸硫酸铝铁、活性硅土中的一种或几种的任意比例的混和溶液，混凝剂的质量浓度为 1-50g/L，所述的助凝剂为壳聚糖、甲基纤维素、聚丙烯酰胺、羧甲基纤维素、聚乙烯亚胺中的一种或两种的任意比例的混和溶液，助凝剂的质量浓度为 0.5-5g/L。

[0017] 本发明的技术效果在于，

[0018] (1) 分级解决多金属矿选矿废水处理问题，混凝、沉降、分离效果好。在混凝工段，混凝剂加入混凝反应池，通过压缩双电层、网捕架桥、吸附等作用在搅拌浆充分搅拌下快速脱稳并初步絮凝，产生沉降性能较好的细絮体；在絮凝-沉降-分离工段，经絮凝处理后的废水与助凝剂再次絮凝反应，实现废水中絮体粗颗粒化，高效去除废水中的悬浮物，并实现快速沉降和泥水高效分离。处理后出水水质达《污水综合排放标准(GB8978-1996)》一级标准和《地表水环境质量标准(GB3838—2002)》III类标准要求。

[0019] (2) 设计了简单、高效、实用的处理装备，能显著提高废水处理效率，减少设备占地空间。可以充分利用传统的搅拌池、均化池、沉淀池等工艺设备；药剂的投加点选择在输送管道中，增加了药剂与废水的接触时间；自行设计的絮凝-沉降-分离一体化装置将絮凝反应过程、团聚沉淀过程和泥水分离过程在同一装置中实现，固定在絮凝-沉降-分离一体化装置壳体内部的反应筒体上部形成高效的絮体粗化反应区，中部形成絮凝沉降区、下部形成污泥浓缩沉淀区并有对应的污泥排出管相连，反应筒体与壳体之间形成高效的泥水分离澄清区。具体说来，助凝剂经进水管进入絮凝-沉降-分离一体化装置，在搅拌浆的低速搅拌混匀过程中，使废水与助凝剂在反应筒体上部高效絮凝粗化，在筒体中下部快速沉降。反应后经反应筒体底板孔中流出，筒体底部多孔底板一方面对水流进行减速，同时又能有效缓冲絮体由于扰动而上浮，使絮体在自身重力作用下快速进入污泥浓缩区，保证澄清区的水质清澈，上清液经溢水槽排出，从而实现了泥水分离。增加了自行设计的阻隔墙系统，可以根据选矿厂生产现场需要，澄清区内的水经溢水槽送往阻隔墙后可就近排放或回用，减少远距离输送量，节约运行成本。

[0020] (3) 大大缩短废水停留时间，提高废水处理效率。废水处理工艺运行设备简单，流程短，废水停留时间小于 10min；药剂投加量少，运行费用较低，能高效处理多金属矿选矿废水。

[0021] 下面结合附图对本发明作进一步说明。

附图说明

[0022] 图 1 为本发明装置的结构示意图；

[0023] 图 2 为本发明絮凝-沉降-分离一体化装置的结构示意图；

[0024] 图 3 为多孔底板的结构示意图；

[0025] 其中，1 电机，2 入水口，3 外壳，4 出水口，5 溢水槽，6 搅拌浆，7 反应筒体，8 多孔底

板,9 筒体底部侧开孔,10 支架,11 排泥管,12 混凝反应池,13 絮凝-沉降-分离一体化装置,14 第一药剂槽,15 第二药剂槽,16 阻隔墙,17 计量泵。

具体实施方式

[0026] 参见图 1、图 2,本发明装置包括混凝反应池、絮凝-沉降-分离一体化装置和阻隔墙;混凝反应池、絮凝-沉降-分离一体化装置和阻隔墙依次串联;混凝反应池的入口并联有设置了计量泵的第一药剂槽;絮凝-沉降-分离一体化装置的入口并联有设置了计量泵的第二药剂槽;絮凝-沉降-分离一体化装置包括底部为倒锥形的外壳、固定在外壳内且顶端封闭的直圆柱状的反应筒体、带电机驱动的搅拌桨、进水管、溢水槽、用于阻抑污泥浓缩沉淀区污泥返混的多孔底板;进水管连接混凝反应池和第二药剂槽并穿过外壳顶部伸入反应筒体的内腔,搅拌桨设置于反应筒体内,反应筒体上部为絮体粗化反应区,下部为絮凝沉降区,多孔底板固定于反应筒体的底部并通过支架与外壳底部相连,形成呈倒锥形的污泥浓缩沉淀区,下接污泥排出管,反应筒体与外壳间所形成的空腔为泥水分离澄清区,在絮凝-沉降-分离一体化装置内处理后的废水经设置于外壳上部侧壁的溢水槽排出至阻隔墙。

[0027] 参见图 3,多孔底板为设有多个通孔的平板,可有效防止沉淀后的污泥在搅拌时重新扬起而产生二次污染。

[0028] 混凝反应池为内设有单级或两级搅拌桨的搅拌池、均化池或沉淀池中的一种。

[0029] 阻隔墙包括依次串联的中空的集水槽、墙体和中空的出水槽,集水槽、墙体和出水槽三者的体积比为 1:(3-5):1;集水槽缓冲废水流速并沉淀其中少量细颗粒物;墙体由石砾或粗砂作为基质填料,活性炭、膨润土、沸石中的一种或几种作为辅助填料,按照(1-10):(50-100)比例完全混合且保持墙体厚度为 0.5-1.0m 左右;出水槽缓冲出水流速并提供净水。

[0030] 阻隔墙的墙体的外表面种植有水生植物,水生植物包括芦竹、芦苇、菖蒲、香蒲中的至少一种,水生植物的根部生长到墙体的内部后,处理后的废水在过滤时就可从墙体和植物根部渗过,这样可对废水中尚残留的少量有机物进行吸附、吸收,既进一步深度净化废水,又美化阻隔墙景观。

[0031] 第一药剂槽内所储存的为混凝剂,混凝剂为氧化钙、氢氧化钙、氯化钙、电石渣、硫酸铝、明矾、聚合氯化铁、聚合硫酸铁、聚合氯化铝、聚合硫酸铝铁、聚硅酸硫酸铝铁、活性硅土中的一种或几种的任意比例的混和溶液,混凝剂的质量浓度为 1-50g/L,第二药剂槽内所储存的为助凝剂,助凝剂为壳聚糖、甲基纤维素、聚丙烯酰胺、羧甲基纤维素、聚乙烯亚胺中的一种或两种的任意比例的混和溶液,助凝剂的质量浓度为 0.5-5g/L。

[0032] 絮凝-沉降-分离一体化装置内反应筒体的高度为外壳高度的 1/3-3/4,反应筒体的直径为外壳直径的 1/4-1/3;进水管伸入反应筒体的长度为反应筒体高度的 1/5-1/4,反应筒体中搅拌桨距反应筒体顶端的距离为反应筒体高度的 1/4-1/3。

[0033] 一种使用上述的装置的多金属矿选矿废水混凝沉淀方法,包括以下步骤:

[0034] 步骤一:在混凝反应池的选矿废水中投入混凝剂进行混凝,混凝剂占废水总体积比例为 0.1%-3%,混凝反应池内搅拌桨速度控制在 100-500rpm,废水在混凝反应池的停留时间为 2-5min,经处理后的废水输出至絮凝-沉降-分离一体化装置;

[0035] 步骤二:向进入絮凝-沉降-分离一体化装置的废水中投入助凝剂进行絮凝,助凝剂占废水总体积比例为 0.1%-2%,反应筒体内搅拌浆速度控制在 100-300rpm,废水在絮凝-沉降-分离一体化装置内的停留时间为 2-5min,经处理后的废水输出至阻隔墙;

[0036] 步骤三:经絮凝-沉降-分离后的废水再由阻隔墙进行深度净化后排放或回用。

[0037] 为进一步说明一种多金属矿选矿废水混凝沉淀装置及方法,根据本发明设计、加工了 0.05m³ 的混凝反应池、0.25m³ 的絮凝-沉降-分离一体化装置和 0.5×0.25×0.5m 的阻隔墙,形成了流量为 100m³/d 的中试系统,采用湖南某多金属矿选矿废水,开展了系列连续运行试验。以其中三个具体实施例进一步说明本发明效果。

[0038] 实施例 1:在混凝反应池中进行 30L 原废水的单元处理试验。供试多金属矿选矿废水 pH 值为 7.6,SS117g/L,COD280mg/L,废水中重金属 As1.05mg/L,Pb25.1mg/L,Be8.2mg/L。在混凝反应池中加入 30L 原废水,通过泵送入液体混凝剂聚硅酸硫酸铝铁,质量浓度为 8.4g/L (以铝计)的混凝剂溶液泵入量占废水总体积的百分比例为 1%,搅拌速度控制在 200rpm,反应 2min;再泵入以甲基纤维素为主的助凝剂,质量浓度为 1g/L 的助凝剂泵入量占废水总体积的百分比例为 0.5%,再反应 2min,静置 1min 后,取上清水进行检测,上清水 pH 值 7.72、COD38mg/L、浊度为 54NTU,出水中 As、Pb、Be 含量达到 0.03、0.06、<0.01mg/L,出水水质达《污水综合排放标准(GB8978-1996)》一级标准。

[0039] 实施例 2:利用根据本发明设计的中试系统,开展流量为 100m³/h、连续 2h 的中试试验。采用废水水质同实施例 1。通过污水泵将选矿废水、以聚氯化铝为主的混凝剂同时泵入混凝反应池,质量浓度为 27g/L 的混凝剂溶液泵入量占废水总体积的百分比例为 1.5%,搅拌速度控制在 300rpm,反应时间为 2min。将混凝反应后的废水和在输送管道中泵入以聚丙烯酰胺为主的助凝剂一起送入絮凝-沉降-分离一体化装置,质量浓度为 1g/L 的助凝剂泵入量占废水总体积的百分比例为 0.5%,搅拌速度控制在 200rpm,反应 2min;废水中悬浮物经絮凝粗化、沉降分离,净化后出水 pH 值 7.40、COD 为 60mg/L、浊度为 35NTU,出水中 As、Pb、Be 含量达到 0.04、0.04、<0.01mg/L,出水水质达《污水综合排放标准(GB8978-1996)》一级标准。

[0040] 实施例 3:利用根据本发明设计的中试系统,开展流量为 100m³/h、连续 3h 的中试试验。采用废水水质同实施例 1。通过污水泵将选矿废水、以聚氯化铝为主的混凝剂同时泵入混凝反应池,质量浓度为 27g/L 的混凝剂溶液泵入量占废水总体积的百分比例为 1.5%,搅拌速度控制在 300rpm,反应时间为 2min。将混凝反应后的废水和在输送管道中泵入以聚丙烯酰胺为主的助凝剂一起送入絮凝-沉降-分离一体化装置,质量浓度为 1g/L 的助凝剂泵入量占废水总体积的百分比例为 0.5%,搅拌速度控制在 200rpm,反应时间为 2min;废水中悬浮物经絮凝粗化、沉降分离,通过絮凝-沉降-分离一体化装置上部侧壁的溢水槽送往由 97% 的河砂和 3% 活性炭组成的阻隔墙进一步深度净化,净化后出水 pH 值 7.56、COD 为 19mg/L、浊度为 21NTU,出水中 As、Pb、Be 含量达到 <0.01、0.01、<0.01mg/L,出水水质达《污水综合排放标准(GB8978-1996)》一级标准和《地表水环境质量标准(GB3838—2002)》III 类相关标准要求。

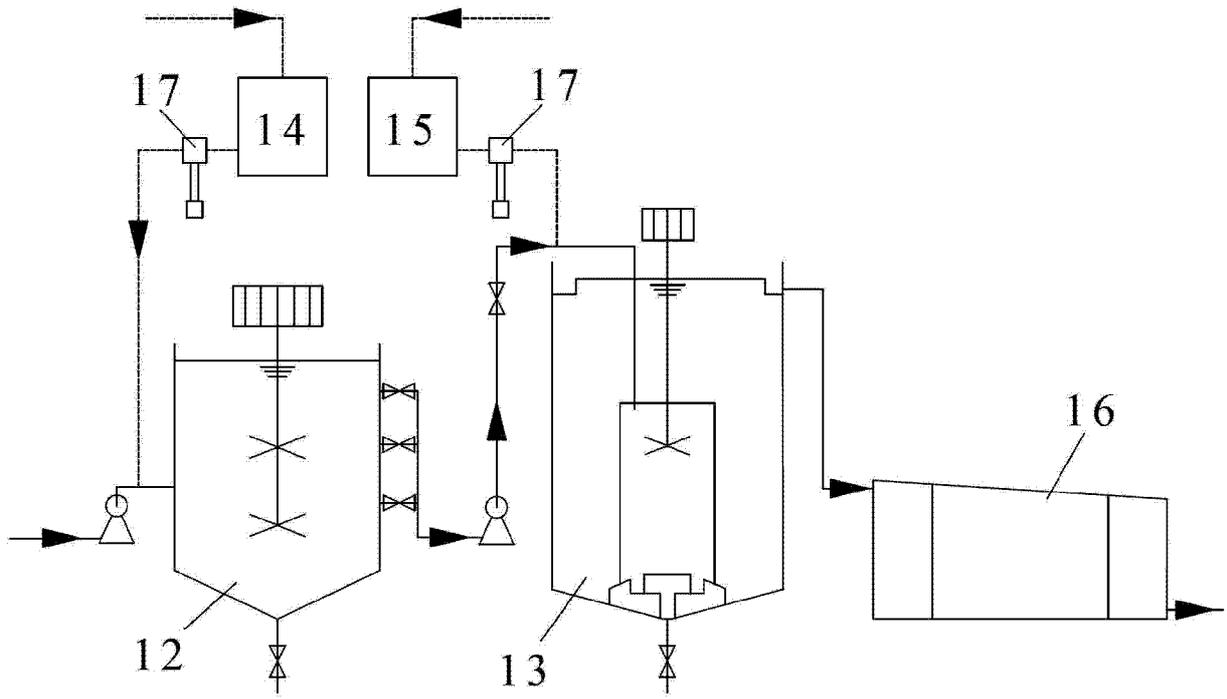


图 1

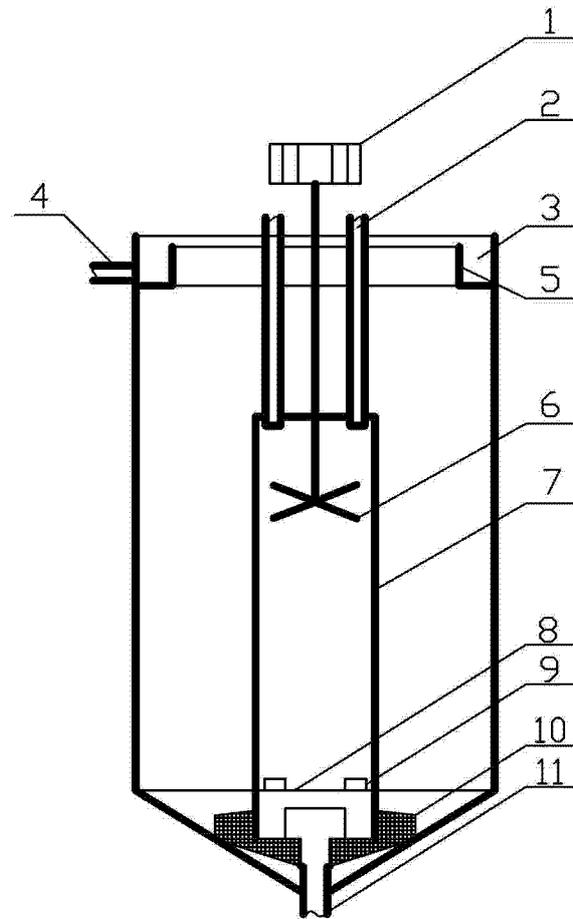


图 2

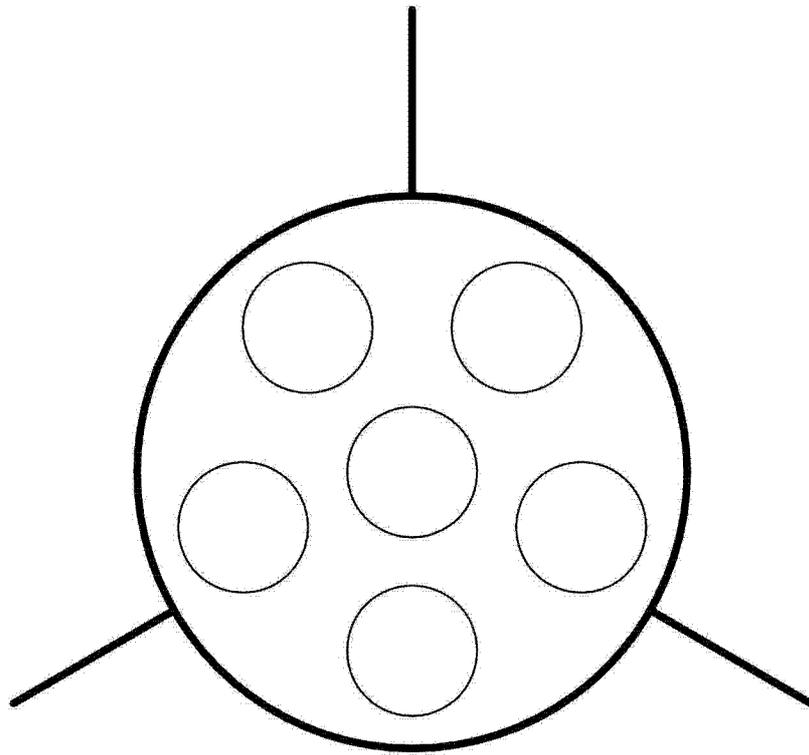


图 3