(19)国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 114772801 A
(43)申请公布日 2022.07.22

(21)申请号 202210701433.4
(22)申请日 2022.06.21
(71)申请人 矿冶科技集团有限公司
地址 100160 北京市丰台区南四环西路188号总部基地十八区23号楼
(72)发明人 张凯 乔继扬 刘峰彪 郑曦 杨晓松 赵志龙 刘艳丽 杨小明 王继勇
(74)专利代理机构 北京超凡宏宇专利代理事务所(特殊普通合伙) 11463
专利代理师 王闯
(51)Int.Cl.
C02F 9/04(2006.01)
C02F 1/78(2006.01)
C02F 1/72(2006.01)
C02F 1/66(2006.01)
C02F 1/56(2006.01)

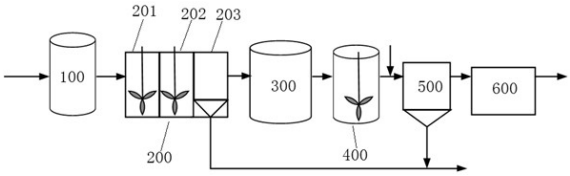
权利要求书2页 说明书9页 附图1页

(54)发明名称

臭氧-过氧化氢耦合射流曝气氧化处理选矿废水的系统和方法

(57)摘要

本申请提供一种臭氧-过氧化氢耦合射流曝气氧化处理选矿废水的系统和方法。臭氧-过氧化氢耦合射流曝气氧化处理选矿废水的系统，包括：预处理器、氧化反应器、pH调节槽、沉淀器；预处理器通过管路与氧化反应器的废水入口连通，氧化反应器的废水出口与pH调节槽的废水入口连通，pH调节槽的废水出口与沉淀器的入口连通。臭氧-过氧化氢耦合射流曝气氧化处理选矿废水的方法：选矿废水经过预处理器进行中和处理、絮凝处理和第一澄清处理，然后进入氧化反应器，使用过氧化氢和臭氧射流曝气进行氧化处理；然后经过pH调节槽调节pH，再用沉淀器进行第二澄清处理。本申请提供的系统，臭氧利用率高、COD去除率高、结垢清洗周期长，运维费用低。



CN 114772801 A

1.一种臭氧-过氧化氢耦合射流曝气氧化处理选矿废水的系统，其特征在于，包括：

预处理器，用于对选矿废水进行中和处理、絮凝处理和第一澄清处理；

氧化反应器，用于通过过氧化氢和臭氧射流曝气氧化处理来自所述预处理器的废水；

pH调节槽，用于调节来自所述氧化反应器的废水的pH；

沉淀器，用于对来自所述pH调节槽的废水进行第二澄清处理；

所述预处理器通过管路与所述氧化反应器的废水入口连通，所述氧化反应器的废水出口与所述pH调节槽的废水入口连通，所述pH调节槽的废水出口与所述沉淀器的入口连通。

2.根据权利要求1所述的系统，其特征在于，所述氧化反应器包括反应器主体、臭氧发生器、射流器和循环泵；

所述反应器主体设置有废水循环出口和臭氧射流入口，所述废水循环出口与所述射流器的液体入口连通，所述臭氧发生器与所述射流器的气体入口连通，所述射流器的出口与所述臭氧射流入口连通；

所述臭氧射流入口设置在所述反应器主体内，所述废水循环出口与所述射流器的液体入口之间的管路上设置所述循环泵；

所述臭氧射流入口设置有一个或多个。

3.根据权利要求2所述的系统，其特征在于，所述循环泵与所述射流器的液体入口之间的管路、所述射流器的出口与所述臭氧射流入口之间的管路以及两者之间的旁路，均设置有阀门。

4.根据权利要求1所述的系统，其特征在于，还包括用于储存过氧化氢的过氧化氢储槽；

所述预处理器与所述氧化反应器之间的管路上设置有管式混合器，所述过氧化氢储槽通过管路与所述管式混合器连通。

5.根据权利要求1所述的系统，其特征在于，还包括臭氧尾气破坏器，所述臭氧尾气破坏器与所述氧化反应器的尾气出口连通。

6.根据权利要求1所述的系统，其特征在于，所述预处理器包括顺次连通的中和段、絮凝段和澄清段；

所述pH调节槽和所述沉淀器之间通过流槽连通。

7.根据权利要求1-6任一项所述的系统，其特征在于，还包括均质调节池和清水池；

所述均质调节池的出口与所述预处理器的入口连通，所述清水池与所述沉淀器的出口连通。

8.一种臭氧-过氧化氢耦合射流曝气氧化处理选矿废水的方法，其特征在于，包括：

选矿废水经过预处理器进行中和处理、絮凝处理和第一澄清处理，然后进入氧化反应器，使用过氧化氢和臭氧射流曝气进行氧化处理；然后经过pH调节槽调节pH，再用沉淀器进行第二澄清处理。

9.根据权利要求8所述的方法，其特征在于，所述氧化处理的时间为20-40min，臭氧投加量为100-250g/m^3，过氧化氢的投加量为1-3L/m^3，所述氧化反应器输出的废水的pH为2-3。

10.根据权利要求8或9所述的方法，其特征在于，所述中和处理使用的中和剂包括石灰乳和/或氢氧化钠；

所述pH调节槽输出的废水的pH为7-8；

所述第二澄清处理之前向体系内加入絮凝剂,所述絮凝剂包括聚丙烯酰胺。

臭氧-过氧化氢耦合射流曝气氧化处理选矿废水的系统和方法

技术领域

[0001] 本申请涉及废水处理领域，尤其涉及一种臭氧-过氧化氢耦合射流曝气氧化处理选矿废水的系统和方法。

背景技术

[0002] 我国矿产资源储量丰富、种类繁多、分布广泛，其开发和利用历史悠久，涉及国计民生的方方面面，是国民经济发展的基础。然而，大量的选矿废水会随着矿产资源的开发而产生。选矿生产中投加的选矿药剂种类多，用量大，选矿废水含有重金属、不溶性固体和大量选矿药剂，因残留药剂成分复杂，具有有机物和硫化物浓度高、生物降解性差、毒性大的特点。富含多种选矿药剂的浮选废水，排放会严重影响周边环境，直接回用又对浮选指标产生不利影响。在水资源供需矛盾日益突出的今天，对选矿废水进行有针对性的处理与回用，实现资源化利用是各个矿山必须解决的重大问题。

[0003] 目前，对有色金属选矿废水中的重金属和不溶性固体去除技术相对成熟，且成本较低，但对选矿废水中残留的大量选矿药剂进行高效去除还存在较多技术问题，处理工艺通常较为复杂，且成本高昂，部分技术还存在造成二次污染等风险。例如，化学沉淀法存在成本高、易混入金属离子、引发二次污染的问题；吸附法难以大规模处理选矿废水，且吸附剂吸附饱和后的脱附再生易引发二次污染；传统的化学氧化法处理效果受废水中有机物种类影响较大、处理成本较高，出水水质难以稳定达标，且残留的氧化剂会严重影响回用选矿指标。

[0004] 与上述现有方法相比，臭氧氧化技术主要依靠臭氧分子直接氧化或通过产生具有高反应活性的羟基自由基(·OH) 来间接氧化降解有机污染物，具有氧化性能强、污染物处理效果好、不产生二次污染等优点。

[0005] 但是，目前矿业行业选矿废水处理与回用中采用臭氧氧化技术普遍存在微孔鼓泡法曝气传质效率和臭氧利用率低的问题，单一臭氧氧化对浮选药剂降解效果不佳，臭氧投加量大；同时，由于选矿工艺中投加了一定量的石灰，导致废水中含有较高浓度的钙离子，曝气设备或紫外辐照设备易于发生结垢问题，需要频繁清洗或更换，导致成本增加；而以颗粒金属氧化物作为催化剂的非均相催化氧化法虽然可以提高对选矿药剂的氧化效率，但催化剂回收困难，易中毒失活且存在随出水流失情况，催化剂金属溶出也会导致重金属的二次污染；此外，废水中有机物和硫化物负荷高时(如COD高于800mg/L，硫化物高于60mg/L时)，臭氧投加量过大，成本过高。

发明内容

[0006] 本申请的目的在于提供一种臭氧-过氧化氢耦合射流曝气氧化处理选矿废水的系统和方法，以解决上述问题。

[0007] 为实现以上目的，本申请采用以下技术方案：

一种臭氧-过氧化氢耦合射流曝气氧化处理选矿废水的系统，包括：

预处理器，用于对选矿废水进行中和处理、絮凝处理和第一澄清处理；

氧化反应器，用于通过过氧化氢和臭氧射流曝气氧化处理来自所述预处理器的废水；

pH调节槽，用于调节来自所述氧化反应器的废水的pH；

沉淀器，用于对来自所述pH调节槽的废水进行第二澄清处理；

所述预处理器通过管路与所述氧化反应器的废水入口连通，所述氧化反应器的废水出口与所述pH调节槽的废水入口连通，所述pH调节槽的废水出口与所述沉淀器的入口连通。

[0008] 优选地，所述氧化反应器包括反应器主体、臭氧发生器、射流器和循环泵；

所述反应器主体设置有废水循环出口和臭氧射流入口，所述废水循环出口与所述射流器的液体入口连通，所述臭氧发生器与所述射流器的气体入口连通，所述射流器的出口与所述臭氧射流入口连通；

所述臭氧射流入口设置在所述反应器主体内，所述废水循环出口与所述射流器的液体入口之间的管路上设置所述循环泵；

所述臭氧射流入口设置有一个或多个。

[0009] 优选地，所述循环泵与所述射流器的液体入口之间的管路、所述射流器的出口与所述臭氧射流入口之间的管路以及两者之间的旁路，均设置有阀门。

[0010] 优选地，所述系统还包括用于储存过氧化氢的过氧化氢储槽；

所述预处理器与所述氧化反应器之间的管路上设置有管式混合器，所述过氧化氢储槽通过管路与所述管式混合器连通。

[0011] 优选地，所述系统还包括臭氧尾气破坏器，所述臭氧尾气破坏器与所述氧化反应器的尾气出口连通。

[0012] 优选地，所述预处理器包括顺次连通的中和段、絮凝段和澄清段；

所述pH调节槽和所述沉淀器之间通过流槽连通。

[0013] 优选地，所述系统还包括均质调节池和清水池；

所述均质调节池的出口与所述预处理器的入口连通，所述清水池与所述沉淀器的出口连通。

[0014] 本申请还提供一种臭氧-过氧化氢耦合射流曝气氧化处理选矿废水的方法，包括：

选矿废水经过预处理器进行中和处理、絮凝处理和第一澄清处理，然后进入氧化反应器，使用过氧化氢和臭氧射流曝气进行氧化处理；然后经过pH调节槽调节pH，再用沉淀器进行第二澄清处理。

[0015] 优选地，所述氧化处理的时间为20-40min，臭氧投加量为100-250g/m^3，过氧化氢的投加量为1-3L/m^3，所述氧化反应器输出的废水的pH为2-3。

[0016] 优选地，所述中和处理使用的中和剂包括石灰乳和/或氢氧化钠；

优选的，所述絮凝处理使用的絮凝剂包括聚合氯化铝或聚合硫酸铁或聚丙烯酰胺；

所述pH调节槽输出的废水的pH为7-8；

所述第二澄清处理之前向体系内加入絮凝剂，所述絮凝剂包括聚丙烯酰胺。

[0017] 与现有技术相比，本申请的有益效果包括：

本申请提供的臭氧-过氧化氢耦合射流曝气氧化处理选矿废水的系统和方法，通过设置预处理器，将选矿废水的pH调整至适合后续氧化反应并去除悬浮的固体物和部分重金属；通过设置氧化反应器，利用臭氧射流使得气液高效混合，提高臭氧利用率和氧化处理效率，臭氧和过氧化氢的协同氧化性能，产生更多的羟基自由基，进一步提高臭氧利用率和反应效率，减少臭氧和过氧化氢的投加量，臭氧和过氧化氢协同作用同时氧化去除有机物和硫化物，废水处理后可直接回用于选矿生产；同时臭氧射流能够减少结垢现象，结垢清洗周期从14天延长至2-3个月，降低了运维费用；通过设置pH调节槽和沉淀器，使得废水pH值和固体物能够满足循环利用或者达标排放的要求。

附图说明

[0018] 为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案，下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍，应当理解，以下附图仅示出了本申请的某些实施例，因此不应被看作是对本申请范围的限定。

[0019] 图1为实施例1提供的臭氧-过氧化氢耦合射流曝气氧化处理选矿废水的系统的示意图；

图2为实施例1提供的氧化反应器的示意图。

[0020] 附图标记：

100-均质调节池；

200-预处理器；201-中和段；202-絮凝段；203-澄清段；204-出水泵；

300-氧化反应器；301-反应器主体；302-臭氧发生器；303-射流器；304-循环泵；305-臭氧射流入口；306-阀门；

400-pH调节槽；500-沉淀器；

600-清水池；

700-过氧化氢储槽；701-输送泵；

800-管式混合器；900-臭氧尾气破坏器。

具体实施方式

[0021] 如本文所用之术语：

“由……制备”与“包含”同义。本文中所用的术语“包含”、“包括”、“具有”、“含有”或其任何其它变形，意在覆盖非排它性的包括。例如，包含所列要素的组合物、步骤、方法、制品或装置不必仅限于那些要素，而是可以包括未明确列出的其它要素或此种组合物、步骤、方法、制品或装置所固有的要素。

[0022] 连接词“由……组成”排除任何未指出的要素、步骤或组分。如果用于权利要求中，此短语将使权利要求为封闭式，使其不包含除那些描述的材料以外的材料，但与其相关的常规杂质除外。当短语“由……组成”出现在权利要求主体的子句中而不是紧接在主题之后时，其仅限定在该子句中描述的要素；其它要素并不被排除在作为整体的所述权利要求之外。

[0023] 当量、浓度、或者其它值或参数以范围、优选范围、或一系列上限优选值和下限优

选值限定的范围表示时，这应当被理解为具体公开了由任何范围上限或优选值与任何范围下限或优选值的任一配对所形成的所有范围，而不论该范围是否单独公开了。例如，当公开了范围“1～5”时，所描述的范围应被解释为包括范围“1～4”、“1～3”、“1～2”、“1～2和4～5”、“1～3和5”等。当数值范围在本文中被描述时，除非另外说明，否则该范围意图包括其端值和在该范围内的所有整数和分数。

[0024] 在这些实施例中，除非另有指明，所述的份和百分比均按质量计。

[0025] “质量份”指表示多个组分的质量比例关系的基本计量单位，1份可表示任意的单位质量，如可以表示为1g，也可表示2.689g等。假如我们说A组分的质量份为a份，B组分的质量份为b份，则表示A组分的质量和B组分的质量之比a:b。或者，表示A组分的质量为aK，B组分的质量为bK(K为任意数，表示倍数因子)。不可误解的是，与质量份数不同的是，所有组分的质量份之和并不受限于100份之限制。

[0026] “和/或”用于表示所说明的情况的一者或两者均可能发生，例如，A和/或B包括(A和B)和(A或B)。

[0027] 一种臭氧-过氧化氢耦合射流曝气氧化处理选矿废水的系统，包括：

预处理器，用于对选矿废水进行中和处理、絮凝处理和第一澄清处理；

氧化反应器，用于通过过氧化氢和臭氧射流曝气氧化处理来自所述预处理器的废水；

pH调节槽，用于调节来自所述氧化反应器的废水的pH；

沉淀器，用于对来自所述pH调节槽的废水进行第二澄清处理；

所述预处理器通过管路与所述氧化反应器的废水入口连通，所述氧化反应器的废水出口与所述pH调节槽的废水入口连通，所述pH调节槽的废水出口与所述沉淀器的入口连通。

[0028] 在一个优选的实施方式中，氧化反应器的废水入口设置在其一侧下部，使得预处理之后的废水由下往上流动出水从氧化反应器上部溢流进入所述pH调节槽。

[0029] 在一个可选的实施方式中，所述氧化反应器包括反应器主体、臭氧发生器、射流器和循环泵；

所述反应器主体设置有废水循环出口和臭氧射流入口，所述废水循环出口与所述射流器的液体入口连通，所述臭氧发生器与所述射流器的气体入口连通，所述射流器的出口与所述臭氧射流入口连通；

所述臭氧射流入口设置在所述反应器主体内，所述废水循环出口与所述射流器的液体入口之间的管路上设置所述循环泵；

所述臭氧射流入口设置有一个或多个。

[0030] 反应器主体、射流器和循环泵之间形成循环，该循环有利于增加流程和氧化时间，提高氧化处理效率和效果，延长射流器和反应器主体的结垢周期。循环泵的强水力冲击可以减缓甚至避免射流器结垢。

[0031] 需要说明的是，臭氧射流入口可以设置喷嘴，当喷嘴设置多个时，可以在反应器主体内的不同位置设置。

[0032] 在一个可选的实施方式中，所述循环泵与所述射流器的液体入口之间的管路、所述射流器的出口与所述臭氧射流入口之间的管路以及两者之间的旁路，均设置有阀门。

[0033] 通过调节阀门可以实现控制通过射流器的水流量大小，从而控制形成负压来调节射流器对臭氧的吸气量。

[0034] 臭氧与水在射流器腔体内可以快速均匀弥散，进行气液高效混合，提高传质效率。

[0035] 在一个可选的实施方式中，所述系统还包括用于储存过氧化氢的过氧化氢储槽；

所述预处理器与所述氧化反应器之间的管路上设置有管式混合器，所述过氧化氢储槽通过管路与所述管式混合器连通。

[0036] 在一个优选的实施方式中，过氧化氢储槽与管式混合器之间的管路上设置有加药泵。

[0037] 可以理解的是，过氧化氢储槽可以通过管路连接至预处理器与管式混合器之间的管路上，该位置临近管式混合器。

[0038] 在一个可选的实施方式中，所述系统还包括臭氧尾气破坏器，所述臭氧尾气破坏器与所述氧化反应器的尾气出口连通。

[0039] 尾气出口一般设置在反应器主体的顶部。残余臭氧通过臭氧尾气破坏器分解为氧气，不产生二次危害。可以理解的是，臭氧尾气破坏器还与臭氧发生器连通。

[0040] 在一个可选的实施方式中，所述预处理器包括顺次连通的中和段、絮凝段和澄清段；

所述pH调节槽和所述沉淀器之间通过流槽连通。

[0041] 预处理器优选一体化设置，中和段、絮凝段均设置有搅拌器，中和段、絮凝段还附属配置有中和剂配置槽和絮凝剂配置槽，中和段通过pH计及自动加料设备，控制实现自动投加中和剂；絮凝剂配置槽通过投加泵实现定量投加絮凝剂。

[0042] 中和剂的配制，通过中和剂配置系统完成，中和剂配置系统由中和剂料仓、中和剂配制槽、中和剂储槽组成，料仓根据中和剂浓度要求自动控制中和剂投加量和水的比例。絮凝剂的配制，通过絮凝剂配置系统完成，絮凝剂配置系统由絮凝剂配制槽、絮凝剂储槽组成，配制槽根据絮凝剂浓度要求自动控制絮凝剂投加量和水的比例。

[0043] 澄清段底部设置有开口用于放出沉渣，上部开设有水出口，用于将预处理之后的废水输入氧化反应器。

[0044] 流槽除了连通pH调节槽和沉淀器的作用之外，还用于在其内加入絮凝剂PAM。

[0045] 在一个可选的实施方式中，所述系统还包括均质调节池和清水池；

所述均质调节池的出口与所述预处理器的入口连通，所述清水池与所述沉淀器的出口连通。

[0046] 需要说明的是，为了提升系统整体的自动化程度，还配置有液位计、pH计、ORP仪等仪表，连接PLC和微机自动监测工艺参数和反应过程料液理化性质变化，并根据料液性质变化自动加药，精准控制反应。自动控制系统有助于整个工艺过程运行中重要参数的在线监测、控制、记录报警和管理，实现高效稳定运行。

[0047] 本申请还提供一种臭氧-过氧化氢耦合射流曝气氧化处理选矿废水的方法，包括：

选矿废水经过预处理器进行中和处理、絮凝处理和第一澄清处理，然后进入氧化反应器，使用过氧化氢和臭氧射流曝气进行氧化处理；然后经过pH调节槽调节pH，再用沉淀器进行第二澄清处理。

[0048] 在一个可选的实施方式中，所述氧化处理的时间为20-40min，臭氧投加量为100-

250g/m^3,过氧化氢的投加量为1-3L/m^3,所述氧化反应器输出的废水的pH为2-3。

[0049] 可选的,所述氧化处理的时间可以为20min、30min、40min或者20-40min之间的任一值,臭氧投加量可以为100 g/m^3、150 g/m^3、200 g/m^3、250 g/m^3或者100-250g/m^3(每立方米废水中加入100-250克臭氧)之间的任一值,过氧化氢的投加量可以为1L/m^3、2L/m^3、3L/m^3或者1-3L/m^3(每立方米废水中加入1-3升过氧化氢)之间的任一值,所述氧化反应器输出的废水的pH可以为2、2.5、3或者2-3之间的任一值。

[0050] 在一个可选的实施方式中,所述中和处理使用的中和剂包括石灰乳和/或氢氧化钠;

所述pH调节槽输出的废水的pH为7-8;

所述第二澄清处理之前向体系内加入絮凝剂,所述絮凝剂包括聚丙烯酰胺。

[0051] 可选的,所述pH调节槽输出的废水的pH可以为7、7.5、8或者7-8之间的任一值。

[0052] 下面将结合具体实施例对本申请的实施方案进行详细描述,但是本领域技术人员将会理解,下列实施例仅用于说明本申请,而不应视为限制本申请的范围。实施例中未注明具体条件者,按照常规条件或制造商建议的条件进行。所用试剂或仪器未注明生产厂商者,均为可以通过市售购买获得的常规产品。

[0053] 实施例1

如图1所示,本实施例提供一种臭氧-过氧化氢耦合射流曝气氧化处理选矿废水的系统,包括均质调节池100、预处理器200、氧化反应器300、pH调节槽400、沉淀器500和清水池600。

[0054] 均质调节池100用于对选矿废水进行均质和储存;预处理器200用于对选矿废水进行中和处理、絮凝处理和第一澄清处理;氧化反应器300用于通过过氧化氢和臭氧射流曝气氧化处理来自预处理器的废水;pH调节槽400用于调节来自氧化反应器的废水的pH;沉淀器500用于对来自pH调节槽的废水进行第二澄清处理。

[0055] 均质调节池100与预处理器200连通,预处理器200通过管路与氧化反应器300的废水入口连通,氧化反应器300的废水出口与pH调节槽400的废水入口连通,pH调节槽400的废水出口通过流槽与沉淀器500的入口连通。

[0056] 预处理器200包括顺次连通的中和段201、絮凝段202和澄清段203。

[0057] 如图2所示,在一个优选的实施方式中,氧化反应器300包括反应器主体301、臭氧发生器302、射流器303和循环泵304;反应器主体301设置有废水循环出口和臭氧射流入口,废水循环出口与射流器303的液体入口连通,臭氧发生器302与射流器303的气体入口连通,射流器303的出口与臭氧射流入口305连通,臭氧射流入口305为多个喷嘴;臭氧射流入口305设置在反应器主体301内,废水循环出口与射流器的液体入口之间的管路上设置循环泵304;臭氧射流入口305设置有多个。循环泵304与射流器303的液体入口之间的管路、射流器303的出口与臭氧射流入口305之间的管路以及两者之间的旁路,均设置有阀门306。

[0058] 该臭氧-过氧化氢耦合射流曝气氧化处理选矿废水的系统还包括用于储存过氧化氢的过氧化氢储槽700,预处理器200与氧化反应器300之间的管路上设置有管式混合器800,过氧化氢储槽700通过管路与管式混合器800连通,过氧化氢储槽700与管式混合器800之间的管路上还设置有用于输送过氧化氢的输送泵701。

[0059] 实施例2

与实施例1不同的是，该系统还包括臭氧尾气破坏器900，臭氧尾气破坏器900与氧化反应器300的尾气出口连通。

[0060] 实施例3

本实施例提供一种臭氧-过氧化氢耦合射流曝气氧化处理选矿废水的方法，使用实施例2提供的一种臭氧-过氧化氢耦合射流曝气氧化处理选矿废水的系统进行，对安徽某硫铁矿浮选废水进行处理，其pH值5.24，有机物(COD)1149mg/L、硫化物118.6mg/L、钙556mg/L、铁76mg/L、锰12.9mg/L、悬浮物370mg/L。具体步骤如下：

浮选废水首先进入均质调节池100，用泵将均质调节池100中的废水打入一体化的预处理器200，在预处理器200中先加入中和剂(质量浓度5%石灰乳或10%氢氧化钠)将pH调至7，搅拌反应10min，然后加入质量浓度0.1%PAM，搅拌反应5min，随后澄清沉淀30min，去除大部分悬浮物和重金属，沉渣从底部排出。预处理器200的出水泵204将预处理之后的废水输入氧化反应器300中，通过输送泵701投加过氧化氢到氧化反应器300的进水管道中，过氧化氢与进水在管式混合器800内混合后进入氧化反应器300中。循环泵304将氧化反应器300中的水泵入射流器303并依靠压力差将来自臭氧发生器302的臭氧吸入射流器303进行气液高效混合反应，通过臭氧/过氧化氢协同高级氧化去除有机物和硫化物，氧化反应器300内的水停留时间30min，臭氧投加量240g/m^3，过氧化氢(含量30%)投加量为3L/m^3，氧化过程中废水pH降至2.6。氧化出水自流进入pH调节槽400底部，加中和剂(质量浓度5%石灰乳或10%氢氧化钠)搅拌反应10min，将pH调至7.5，调好pH的废水溢流进入沉淀器500，在流槽中加入质量浓度0.1%PAM，投加量为1.5L/m^3，沉淀出水进入清水池600，清水池600监测产水水质，产水回用于选矿生产。预处理器200和沉淀器500产生的沉渣经收集后，泵入渣浆泵池中，与浮选浓密机排出的尾矿浆一起排入尾矿库。

[0061] 实施例4

本实施例提供一种臭氧-过氧化氢耦合射流曝气氧化处理选矿废水的方法，使用实施例2提供的一种臭氧-过氧化氢耦合射流曝气氧化处理选矿废水的系统进行，对安徽某硫铁矿浮选废水进行处理，其pH值5.24，有机物(COD)978mg/L、硫化物89.3mg/L、钙572mg/L、铁62mg/L、锰12.4mg/L、悬浮物380mg/L。具体步骤如下：

浮选废水首先进入均质调节池100，用泵将均质调节池100中的废水打入一体化的预处理器200，在预处理器200中先加入中和剂(质量浓度5%石灰乳或10%氢氧化钠)将pH调至7，搅拌反应8min，然后加入质量浓度0.1%PAM，搅拌反应5min，随后澄清沉淀30min，去除大部分悬浮物和重金属，沉渣从底部排出。预处理器200的出水泵204将预处理之后的废水输入氧化反应器300中，通过输送泵701投加过氧化氢到氧化反应器300的进水管道中，过氧化氢与进水在管式混合器800内混合后进入氧化反应器300中。循环泵304将氧化反应器300中的水泵入射流器303并依靠压力差将来自臭氧发生器302的臭氧吸入射流器303进行气液高效混合反应，通过臭氧/过氧化氢协同高级氧化去除有机物和硫化物，氧化反应器300内的水停留时间30min，臭氧投加量180g/m^3，双氧水(含量30%)投加量为2L/m^3，氧化过程中废水pH降至2-3。氧化出水自流进入pH调节槽400底部，加中和剂(质量浓度5%石灰乳或10%氢氧化钠)搅拌反应10min，将pH调至7，调好pH的废水溢流进入沉淀器500，在流槽中加入质量浓度0.1%PAM，投加量为1.2L/m^3，沉淀出水进入清水池600，清水池600监测产水水质，产水回用于选矿生产。预处理器200和沉淀器500产生的沉渣经收集后，泵入渣浆泵池中，与浮选

浓密机排出的尾矿浆一起排入尾矿库。

[0062] 实施例5

本实施例提供一种臭氧-过氧化氢耦合射流曝气氧化处理选矿废水的方法，使用实施例2提供的一种臭氧-过氧化氢耦合射流曝气氧化处理选矿废水的系统进行，对安徽某硫铁矿浮选废水进行处理，其pH值6.16，有机物(COD)696mg/L、硫化物45.6mg/L、钙591mg/L、铁65mg/L、锰12.5mg/L、悬浮物340mg/L。具体步骤如下：

浮选废水首先进入均质调节池100，用泵将均质调节池100中的废水打入一体化的预处理器200，在预处理器200中先加入中和剂(质量浓度5%石灰乳或10%氢氧化钠)将pH调至7，搅拌反应5min，然后加入质量浓度0.1%PAM，搅拌反应5min，随后澄清沉淀25min，去除大部分悬浮物和重金属，沉渣从底部排出。预处理器200的出水泵204将预处理之后的废水输入氧化反应器300中，通过输送泵701投加过氧化氢到氧化反应器300的进水管道中，过氧化氢与进水在管式混合器800内混合后进入氧化反应器300中。循环泵304将氧化反应器300中的水泵入射流器303并依靠压力差将来自臭氧发生器302的臭氧吸入射流器303进行气液高效混合反应，通过臭氧/过氧化氢协同高级氧化去除有机物和硫化物，氧化反应器300内的水停留时间30min，臭氧投加量120g/m^3，过氧化氢(含量30%)投加量为1.2L/m^3，氧化过程中废水pH降至2-3。氧化出水自流进入pH调节槽400底部，加中和剂(质量浓度5%石灰乳或10%氢氧化钠)搅拌反应10min，将pH调至7-8，调好pH的废水溢流进入沉淀器500，在流槽中加入质量浓度0.1%PAM，投加量为1L/m^3，沉淀出水进入清水池600，清水池600监测产水水质，产水回用于选矿生产。预处理器200和沉淀器500产生的沉渣经收集后，泵入渣浆泵池中，与浮选浓密机排出的尾矿浆一起排入尾矿库。

[0063] 实施例3、实施例4和实施例5最终出水水质指标如下表1所示：

表1 实施例出水水质指标

项目	pH	COD	硫化物	SS	钙	铜	铁	锰
实施例3	7.62	324	0.4	37.0	656	0.05	5.8	2.4
实施例4	7.51	297	0.3	43.6	642	0.04	5.2	3.2
实施例5	7.56	285	0.5	40.2	673	0.05	5.1	3.5

由表1可知，本申请提供的方法，出水指标符合选矿用水指标，用于选矿生产不影响选矿指标。

[0064] 对比例1

与实施例3不同的是，取消射流器303，不采用臭氧射流曝气，而采用微孔曝气(直接将臭氧通过输气管及末端连接的微孔曝气盘输入氧化反应器300中)。

[0065] 采用微孔曝气时，运行7-10天即出现了曝气盘严重结垢，无法正常运行的情况，而采用本申请使用的射流曝气时，运行50天时射流曝气系统依然运行稳定，未出现射流器结垢现象。这表明本申请提供的臭氧-过氧化氢耦合射流曝气氧化处理选矿废水的系统具有较好的抗结垢性能。

[0066] 表2 对比例1和实施例3出水水质指标

项目	pH	COD	硫化物	SS	钙	铜	铁	锰
实施例3	7.62	324	0.4	37.0	656	0.05	5.8	2.4
对比例1	7.68	516	7.5	45.7	677	0.04	7.2	3.8

同样，如表2所示，在相同臭氧投加量条件下，臭氧-过氧化氢耦合射流曝气氧化处理选矿废水的系统比传统的微孔曝气系统氧化性能更强，对COD和硫化物的去除率更高。

[0067] 本申请提供的臭氧-过氧化氢耦合射流曝气氧化处理选矿废水的系统和方法，具有以下优势：1.与微孔曝气相比，臭氧利用率提高约20%；2.与微孔曝气相比，同样臭氧投加量条件下COD去除率提高约30%；3.曝气系统结垢现象大幅度减少，结垢清洗周期从14天延长至2-3个月，降低了运维费用；4.实现药剂投加的精准控制和智能化自动运行，系统耐冲击负荷提高40-50%，水质可回用于选矿生产或达标排放。

[0068] 最后应说明的是：以上各实施例仅用以说明本申请的技术方案，而非对其限制；尽管参照前述各实施例对本申请进行了详细的说明，本领域的普通技术人员应当理解：其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改，或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换；而这些修改或者替换，并不使相应技术方案的本质脱离本申请各实施例技术方案的范围。

[0069] 此外，本领域的技术人员能够理解，尽管在此的一些实施例包括其它实施例中所包括的某些特征而不是其它特征，但是不同实施例的特征的组合意味着处于本申请的范围之内并且形成不同的实施例。例如，在上面的权利要求书中，所要求保护的实施例的任意之一都可以以任意的组合方式来使用。公开于该背景技术部分的信息仅仅旨在加深对本申请的总体背景技术的理解，而不应当被视为承认或以任何形式暗示该信息构成已为本领域技术人员所公知的现有技术。

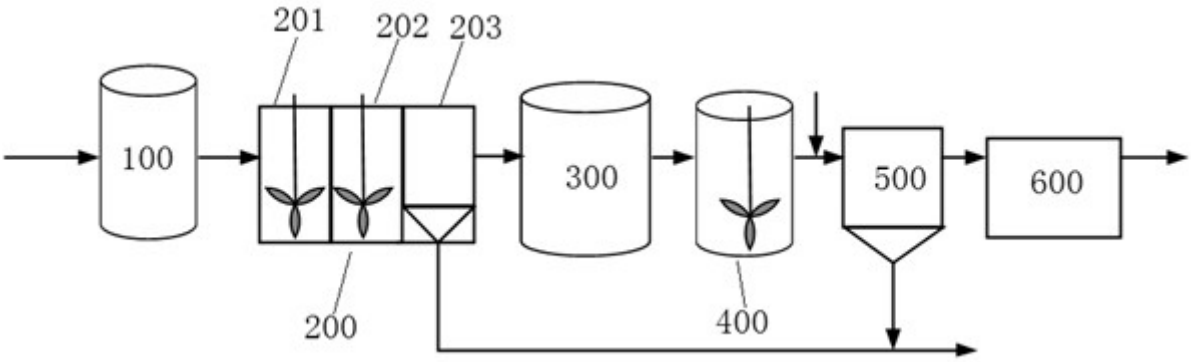

201
202
203
100
300
500
600
200
400

图1

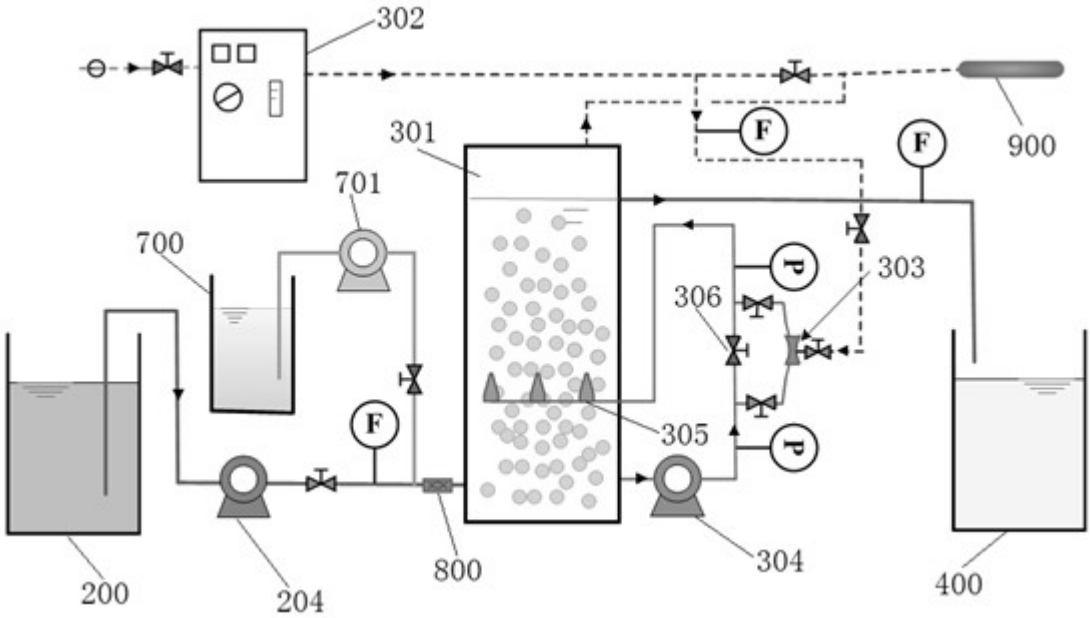

302
301
900
F
F
701
700
303
306
305
F
P
P
200
204
800
304
400

图2