



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105621822 B

(45)授权公告日 2019.04.12

(21)申请号 201410582166.9

(22)申请日 2014.10.27

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105621822 A

(43)申请公布日 2016.06.01

(73)专利权人 中国石油天然气股份有限公司  
地址 100007 北京市东城区东直门北大街9号

(72)发明人 任雯 王兵 刘光全 任宏洋  
刘鹏 岳勇 王蓉沙 张明栋  
谢水祥 刘晓辉 孙静文 程泽生

(74)专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司 11127

代理人 汤在彦

(51)Int.Cl.

C02F 11/00(2006.01)

C02F 11/06(2006.01)

C02F 3/30(2006.01)

(56)对比文件

JP 2003071484 A,2003.03.11,

CN 103435238 A,2013.12.11,

CN 1746117 A,2006.03.15,

CN 103508617 A,2014.01.15,

CN 101786778 A,2010.07.28,

JP S5486960 A,1979.07.10,

CN 104085987 A,2014.10.08,

审查员 林珊

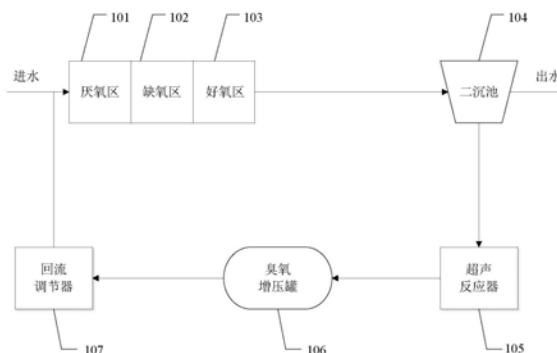
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种针对A<sup>2</sup>/O工艺体系的污泥减量系统及方法

(57)摘要

本发明提供一种针对A<sup>2</sup>/O工艺体系的污泥减量系统及方法,A<sup>2</sup>/O工艺体系构筑物包括厌氧区、缺氧区、好氧区及二沉池,系统包括:超声反应器、臭氧增压反应罐以及回流调节池,超声反应器分别与二沉池和臭氧增压反应罐相连,回流调节池分别连接增压反应罐和A<sup>2</sup>/O工艺体系的厌氧区;引入二沉池排出的污泥至超声反应器进行超声作用,将超声作用后的污泥排入臭氧增压反应罐,对臭氧增压反应罐内的污泥通入臭氧进行污泥减量作用,污泥减量作用后的污泥排入回流调节池,向回流调节池的污泥混合液引入出水,并加入石灰调节pH至8-10,将调节后的污泥回流至A<sup>2</sup>/O工艺体系的厌氧区。采用超声和臭氧相结合的方式,在较低浓度臭氧及较短的超声作用时间下,达到剩余污泥减量的效果。



1. 一种针对A<sup>2</sup>/O工艺体系的污泥减量系统,所述A<sup>2</sup>/O工艺体系包括厌氧区、缺氧区、好氧区及二沉池,其特征在于,所述的系统包括:超声反应器、臭氧增压反应罐以及回流调节池,所述超声反应器分别与二沉池和臭氧增压反应罐相连,所述回流调节池分别连接增压反应罐和A<sup>2</sup>/O工艺体系的厌氧区;其中,引入所述二沉池排出的污泥至超声反应器进行超声作用,将超声作用后的污泥排入臭氧增压反应罐,对臭氧增压反应罐内的污泥通入臭氧进行污泥减量作用,污泥减量作用后的污泥排入回流调节池,向回流调节池的污泥引入水,并加入石灰调节pH值,将调节pH值后的污泥回流至A<sup>2</sup>/O工艺体系的厌氧区;

所述的超声反应器的体积与引入的污泥的体积比为2:1,所述的超声反应器的超声频率为200KHz,超声时间为5-12min,声能密度为0.5-1.5w/ml;

所述的臭氧增压反应罐的压力为0.1-0.3MPa,所述臭氧增压反应罐体积与引入的污泥体积比为2:1,臭氧投加量0.06-0.15gO<sub>3</sub>/g TSS;

所述pH值范围为8-10;

所述的系统还包括:臭氧发生器和射流器,所述超声反应器和臭氧发生器均通过射流器连接到臭氧增压反应罐,通过射流方式向所述臭氧增压反应罐通入臭氧,并在高压下进行减量反应;

将二沉池的出水引入所述的回流调节池内,稀释回流污泥混合液有机质浓度;

所述的射流器通入臭氧的汽水比为1:3-1:5;

所述的回流调节池的污泥量与从二沉池引入的出水的体积比为1:1或1.5:1。

2. 一种针对A<sup>2</sup>/O工艺体系的污泥减量方法,所述A<sup>2</sup>/O工艺体系包括厌氧区、缺氧区、好氧区及二沉池,其特征在于,所述的方法包括:

对所述二沉池排出的污泥进行超声作用,分散污泥絮体;

向超声作用后的污泥通入臭氧,进行污泥减量作用;

向污泥减量作用后的污泥中引入出水,并加入石灰调节pH值,将调节pH值后的污泥回流至A<sup>2</sup>/O工艺体系的厌氧区;

进行超声作用的超声反应器的体积与引入的污泥的体积比为2:1,所述的超声反应器的超声频率为200KHz,超声时间为5-12min,声能密度为0.5-1.5w/ml;

进行污泥减量作用的臭氧增压反应罐的压力为0.1-0.3MPa,所述臭氧增压反应罐体积与引入的污泥体积比为2:1,臭氧投加量0.06-0.15gO<sub>3</sub>/g TSS;

所述pH值范围为8-10;

将二沉池的出水引入减量作用后的污泥混合液中;

通入臭氧的汽水比为1:3-1:5;

所述的回流调节池的污泥量与从二沉池引入的出水的体积比为1:1或1.5:1。

## 一种针对A<sup>2</sup>/O工艺体系的污泥减量系统及方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及污水处理技术,具体的讲是一种针对A<sup>2</sup>/O法(厌氧-缺氧-好氧法, Anaerobic-Anoxic-Oxic)工艺体系的污泥减量系统及方法。

### 背景技术

[0002] A<sup>2</sup>/O工艺是目前应用较为普遍的活性污泥处理工艺,其目前面临的一个重要难题就是剩余污泥处理问题。由于活性污泥法处理污水不仅是通过微生物的新陈代谢作用,同时还依靠污泥絮体的吸附作用来去除水中的难降解有机质和重金属等污染物,因此其外排的剩余污泥含有大量的包括重金属在内的有毒有害物质,一旦处理失当就会造成环境污染。传统的卫生填埋和焚烧都因日益严格的法律法规要求下和高昂的处理费用等原因无法有效解决污泥处理问题,因此急需一种新型的污泥处理工艺解决该问题。污泥减量的概念是上世纪90年代提出的,针对目前活性污泥法处理废水过程中污泥处理难得问题的新型污泥处理技术,是指在保证正常污水处理的前提下,采用适当技术减少剩余污泥排放量的技术。现有的污泥减量化技术主要包括:臭氧污泥减量化技术和超声污泥减量化技术。

[0003] 臭氧污泥减量化技术的研究始于上世纪90年代初,其利用臭氧的强氧化性破解污泥絮体,氧化微生物的细胞膜,溶出细胞质,达到污泥减量的效果。上世纪90年代,曾在日本的一家污水处理厂将臭氧污泥减量化技术投入实际运营,运营时间9个月,在运营期间内,利用臭氧的氧化性破解剩余污泥,然后与回流污泥一起回流回曝气池,成功实现了剩余污泥的零排放。但实验期间发现尽管臭氧污泥减量化处理后的污泥回流可以保证出水达标,但其各项指标都率高于正常排泥的污水处理系统,特别是出水SS(固体悬浮物, Suspended Solid)和出水氨氮相比减量处理前,都有一定幅度的升高。另外,臭氧发生能耗较高,实际利用率偏低,导致臭氧减量技术在工业应用中的经济适用性较差。

[0004] 超声污泥减量化技术是依据高频高能的超声在液体中产生的空化作用对污泥絮体进行破解减量处理。空化作用下会在水中创造一个极端的物理环境,产生强大机械效应,可以分解污泥絮体,同时伴随产生瞬间的高温则可以达到细胞溶胞的效果。现有技术中,多是利用高频高能的超声进行污泥减量化研究,在声能密度0.25-0.50w/ml,作用时间1-30min的条件下处理可以完成20%-50%减量效果。超声处理污泥主要依靠的是超声带来的机械效应来分散污泥絮体,而对于污泥颗粒本身的减量效果较差,且高能高频的超声耗能高,长时间运行会导致温度急剧上升,无法持续高效的进行污泥减量处理。

[0005] 污泥减量技术的可行与否,关键在于是否能够实现强化隐性生长的设计初衷。目前影响污泥减量技术应用的主要问题在于减量技术对于脱氮效能的削弱,其主要原因有三:其一是减量过程中溶出的细胞基质中,C/N(碳氮比)小于3:1,溶出碳源不能为溶出氮的去除提供足够的能量,致使原位生化系统脱氮能力下降;其二,裹挟大量臭氧的污泥混合液在回流后会增加缺氧段的DO(溶解氧)值,造成反硝化效能的下降,影响系统脱氮能力;其三减量过程中溶出的有机物多为大分子、难降解物质,在回流后不能够被生化区微生物有效分解利用。

[0006] 本专利从为解决当前污泥减量化发展困境及臭氧、超声减量技术的不足,针对A<sup>2</sup>/O工艺体系特性,创造性的提出了一种针对A<sup>2</sup>/O工艺的污泥减量技术方法及一套与之耦合度极高的污泥减量工艺。本方案具有极佳的经济性和污泥减量处理效果;针对A<sup>2</sup>/O工艺特性,以相关理论研究为基础,设计减量参数,使本发明拥有与所述A<sup>2</sup>/O工艺极高的耦合度。

### 发明内容

[0007] 本专利以臭氧和超声污泥减量原理为基础,针对剩余污泥特性,结合A<sup>2</sup>/O工艺特点,提出了臭氧-超声污泥减量方法及一套针对A<sup>2</sup>/O工艺特性的污泥减量工艺。专利所述污泥减量化技术与当下其他减量技术不同,不是单纯强调污泥减量的效果,而是一套完整的与A<sup>2</sup>/O处理系统完全耦合的剩余污泥减量处理技术,其主体流程包括两个部分,一是实现剩余污泥体积上的减量,二是实现减量污泥的回流。

[0008] 在剩余污泥体积减量过程中,本专利通过臭氧-超声耦合技术实现剩余污泥体积的减量,溶出细胞质。利用超声的机械振动效应分散污泥絮体颗粒,而后通入臭氧臭氧-超声耦合技术的使用,可以在较小臭氧通入量和较低超声能耗代价的条件下,完成剩余污泥高效的减量效果。专利所选减量技术参数的选定是通过减量技术理论化研究计算而得。选用0.15gO<sub>3</sub>/gTSS的臭氧通入量和200KHz,超声时间为5-12min,声能密度为0.5-1.5w/ml条件下,臭氧的利用率最大,超声能耗最低。

[0009] 本发明实施例提供了一种针对A<sup>2</sup>/O工艺体系的污泥减量系统,所述A<sup>2</sup>/O工艺体系包括厌氧区、缺氧区、好氧区及二沉池,其特征在于,所述的系统包括:超声反应器、臭氧增压反应罐以及回流调节池,所述超声反应器分别与二沉池和臭氧增压反应罐相连,所述回流调节池分别连接增压反应罐和A<sup>2</sup>/O工艺体系的厌氧区;其中,引入所述二沉池排出的污泥至超声反应器进行超声作用,将超声作用后的污泥排入臭氧增压反应罐,对臭氧增压反应罐内的污泥通入臭氧进行污泥减量作用,污泥减量作用后的污泥排入回流调节池,向回流调节池的污泥引入水,并加入石灰调节pH值,将调节pH值后的污泥回流至A<sup>2</sup>/O工艺体系的厌氧区。

[0010] 此外,本发明还提供了一种针对A<sup>2</sup>/O工艺体系的污泥减量方法,所述A<sup>2</sup>/O工艺体系包括厌氧区、缺氧区、好氧区及二沉池,所述的方法包括:

[0011] 对所述二沉池排出的污泥进行超声作用,分散污泥絮体颗粒;本方案利用超声的机械振动效应,以增大污泥与后续通入臭氧的反应接触面积;

[0012] 经超声作用后的污泥通入臭氧,进行污泥减量作用,利用臭氧的强氧化性深化超声作用的减量效应;

[0013] 向污泥减量作用后的污泥中引入出水,并加入石灰调节pH值,将调节pH值后的污泥回流至A<sup>2</sup>/O工艺体系的厌氧区。

[0014] 本发明的技术方案在减量污泥回流方面,通过向减量作用后的污泥混合液中引入出水,并加入石灰调节pH值,将调节pH值至8-10后,回流至A<sup>2</sup>/O工艺体系的厌氧区,分别通过引用出水、石灰碱解和厌氧区回流的方式,降低减量污泥回流给A<sup>2</sup>/O工艺带来的负荷冲击、提高回流污泥C/N比及降低回流污泥DO值及提高回流污泥可生化性的目的,并通过投加Ca<sup>2+</sup>提高A<sup>2</sup>/O工艺生化区内污泥絮体的强度,提高水处理效果;

[0015] 本专利是针对A<sup>2</sup>/O工艺剩余污泥处理的减量技术,为了与A<sup>2</sup>/O工艺具有良好的耦合匹配度,在臭氧减量参数的选择上,由于理论上单位污泥COD的溶出率为 1.41gCOD/gMLSS,但实际上在减量过程中,由于羟基自由基的无选择性氧化会是COD的溶出率会低于该值,而在污泥减量过程中,污泥的主要减量区间出现在 0.08-0.15gO<sub>3</sub>/gTSS之间,在这个区间内,臭氧对污泥的减量效能要大于对溶出有机质的氧化。故专利选取30mg/L臭氧浓度、0.15gO<sub>3</sub>/gTSS臭氧通入量可以在保证臭氧有效利用的前提下,最大限度避免溶出碳源的氧化损失,保证污泥回流后有足够的碳源用于脱氮反应中。

[0016] 在碱解调节上,选择石灰作为碱解剂,一方面能够提高回流污泥C/N,降低DO 值,另一方面可以提到强化再生絮体的作用;在污泥回流去向方面,选择将减量后污泥首先回流回厌氧区,可以利用A<sup>2</sup>/O工艺厌氧区的特性,使剩余污泥中难降解的有机物通过厌氧消化分解成为易于被微生物利用的短链小分子挥发性脂肪酸,以实现污泥减量化促进污水处理效能的目的;在减量幅度方面,针对污泥VSS/TSS为0.5-0.7 的特点,设计以减量50%-70%为宜。

[0017] 为了让本发明的上述和其他目的、特征和优点能更明显易懂,下文特举较佳实施例,并配合所附图式,作详细说明如下。

## 附图说明

[0018] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,下面描述中的附图仅仅是本发明的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0019] 图1为本发明提供的一种针对A<sup>2</sup>/O工艺体系的污泥减量系统的示意图;

[0020] 图2为本发明提供的一种针对A<sup>2</sup>/O工艺体系的污泥减量方法的流程图;

[0021] 图3为本发明一实施方式的示意图。

## 具体实施方式

[0022] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0023] 如图1所示,本发明提供了一种针对A<sup>2</sup>/O工艺体系的污泥减量系统,所述A<sup>2</sup>/O 工艺体系包括厌氧区101、缺氧区102、好氧区103及二沉池104,系统包括:超声反应器105、臭氧增压反应罐106以及回流调节池107,超声反应器105分别与二沉池104和臭氧增压反应罐106相连接,回流调节池107分别连接在增压反应罐106 和A<sup>2</sup>/O工艺体系的厌氧区101;

[0024] 其中,引入所述二沉池104排出的污泥至超声反应器105进行超声作用,将超声作用后的污泥排入臭氧增压反应罐106,对臭氧增压反应罐105内的污泥通入臭氧进行污泥减量作用,污泥减量作用后的污泥排入回流调节池107,向回流调节池107的污泥混合液中引入出水,并加入石灰调节pH值,将调节pH值后的污泥回流至A<sup>2</sup>/O 工艺体系的厌氧区101。

[0025] 此外,本发明的系统还包括:臭氧发生器和射流器,超声反应器和臭氧发生器均通

过射流器连接在臭氧增压反应罐上。

[0026] 本发明的技术方案目的在于保证A<sup>2</sup>/O生化体系稳定运行的前提下,将外排的剩余污泥通过超声-臭氧联合技术的减量处理后,回流回污水处理生化反应段,实现A<sup>2</sup>/O生化体系的污泥减量化的目的。本发明的系统分为污泥减量处理和污泥回流处理两个部分。其主要流程如下:

[0027] (1) 将二沉池101内排出的剩余污泥置于增压污泥减量化反应器即超声反应器105内,通过高能超声作用,裂解污泥絮体,分散好氧颗粒,分散污泥絮体,抑制微生物活性,提高臭氧利用效率;

[0028] (2) 停止超声作用,将污泥引入臭氧增压反应罐106中;

[0029] (3) 使用射流器向臭氧增压反应罐106内通入臭氧,完成污泥减量作用;通过射流方式向臭氧增压反应罐通入臭氧,并在高压下进行减量反应,以增加臭氧的溶解度,延缓臭氧分解,提高臭氧实际利用率,深化臭氧减量效果,并深化超声减量效果,实现污泥的高效减量反应。

[0030] (4) 将污泥减量作用处理后的污泥进入回流调节池107,引用一部分出水,按一定比例混合,加入一定量的石灰(Ca(OH)<sub>2</sub>),调节pH至中性,一方面利用碱解提高回流污泥C/N比,降低DO值,另一方面,通过投加Ca<sup>2+</sup>能够起到强化絮体强度的效果,提高A<sup>2</sup>/O工艺系统内污泥系统的沉降处理效果,与正常回流污泥一起全部回流回A<sup>2</sup>/O体系中的厌氧区101内,利用厌氧环境将回流污泥混合液中的大分子难降解有机物通过厌氧消化的形式分解成微生物易于利用的短链小分子的挥发性脂肪酸,完成整个减量化过程。

[0031] 本发明技术方案采用的具体参数:

[0032] 利用臭氧发生器制备的气体中,臭氧浓度为10-30mg/L,臭氧发生器的气源为空气源。臭氧投加量为0.06-0.2gO<sub>3</sub>/g TSS。臭氧增压反应罐内臭氧减量反应pH值为6-8为宜,反应期间不对pH和温度做限制。臭氧增压反应罐压力为0.1-0.3MPa,臭氧增压反应罐体积与污泥体积比为2:1,以使臭氧反应过程中产生的泡沫能够在污泥液面上方形成一个臭氧富集区,以增加臭氧在水中的停留时间;臭氧投加量0.06-0.15gO<sub>3</sub>/g TSS,以低剂量的臭氧通入量,既提高了技术的经济性,有能够限制臭氧对溶出碳源的矿化作用,确保能够通过污泥回流为A<sup>2</sup>/O水处理系统提供足够的碳源,同时射流器通入臭氧的汽水比为1:3-1:5,以保证臭氧的有效溶解。

[0033] 进行超声作用的超声反应器105内,超声频率选为200KHz,超声时间为5-12min,声能密度为0.5-1.5w/ml。超声反应器105体积与污泥体积比为2:1,本发明实施例在消耗较低超声能量的条件下,一方面利用超声的机械振动效能,分散污泥絮体,增加污泥絮体后续臭氧的深度氧化减量反应的接触面积,提高臭氧的氧化效率;另一方面,可以抑制微生物活性,减少臭氧反应过程中微生物分泌的抗氧化歧化酶对臭氧的无谓消耗。

[0034] 本发明实施例中可将二沉池的出水引入向回流调节池107,稀释回流污泥混合液有机质浓度,降低污泥减量对污水处理系统的负荷冲击,引入回流调节池107与二沉池出水与进入回流调节池107的剩余污泥体积比为1:1或1.5:1为宜,在保证合理出水的同时,最大限度的消除减量反应给A<sup>2</sup>/O工艺带来的负荷冲击,以减小减量污泥回流给原位污水处理工艺带来的负荷冲击。pH调节至8-10,通过碱解既可以消除因减量反应引起污泥体系酸化而带来的蛋白质聚沉现象,使回流污泥的可生化性提高,又能够促进臭氧分解,氧气逸出,回

流污泥中溶解的过量DO对A<sup>2</sup>/O工艺中厌氧和缺氧环境的影响。

[0035] 回流的泥水混合物全部回流至A<sup>2</sup>/O工艺的厌氧段,总体污泥减量以50%-70%为宜。

[0036] 采用该技术处理剩余污泥,能够达到剩余污泥70%的减量,并在保证出水的前提下,可以做到30天内,污泥的零排放。

[0037] 此外,本发明还提供了一种针对A<sup>2</sup>/O工艺体系的污泥减量方法,所述A<sup>2</sup>/O工艺体系包括厌氧区、缺氧区、好氧区及二沉池,如图2所示,该方法包括:

[0038] 步骤S101,对所述二沉池排出的污泥进行超声作用;

[0039] 步骤S102,向超声作用后的污泥通入臭氧,进行污泥减量作用;

[0040] 步骤S103,向污泥减量作用后的污泥混合液中引入出水,并加入石灰调节pH值,将调节pH值后的污泥回流至A<sup>2</sup>/O工艺体系的厌氧区。

[0041] 本发明针对A<sup>2</sup>/O工艺体系的污泥减量化处理技术,采用超声-臭氧耦合减量技术进行污泥的减量处理,而后通过污泥回流的方式处理后的污泥混合液回流回原生生化系统中,实现剩余污泥减量化的目的。采用该技术处理污泥,可以在较低浓度臭氧和较少臭氧投加量及较短的超声作用时间的条件下,达到剩余污泥70%的减量效果;处理后的污泥经过调节池的药剂调节后具有良好的可生化性,可以作为营养液回流回生化反应器内,促进A<sup>2</sup>/O工艺中污水处理效果,实现剩余污泥的减量化。

[0042] 下面结合具体的实施方式对本发明实施例进行详细说明如下:

[0043] 如图3所示为取某炼化厂污水处理站污泥混合液模拟A<sup>2</sup>/O工艺体系,作为减量工艺及方法的实验载体。打开阀门9,将二沉池4中剩余污泥通过泵14进入超声反应器内;开启超声发生器7,超声频率设为200kHz,声能密度为1.5w/ml。超声时间设置为8min;关闭超声发生器7,打开阀门10,开启泵11,将污泥引入增压臭氧反应罐内,打开阀门13,打开臭氧发生器5,维持容器内压力0.2MPa,臭氧浓度为26mg/L,调节气体流量计13,将臭氧流量控制在120L/h,射流器15的汽水比1:3,臭氧投加量为0.2gO<sub>3</sub>/g TSS,本发明实施例中臭氧投加量0.06-0.15gO<sub>3</sub>/g TSS,降低臭氧对溶出有机物的矿化作用;关闭臭氧发生器5,开启阀门12,将处理后的污泥排入调节池;打开阀门21,开启泵20,引入出水,按1:1混合;打开回流调节池的加药口,投加Ca(OH)<sub>2</sub>,调节Ph至7;打开阀门19,通过泵8将调节池污泥全部回流回A<sup>2</sup>/O工艺区1段厌氧区。

[0044] 通过实验,经该技术处理后,生化系统能够正常稳定的运行,出水COD、氨氮、SS等指标全部达标,同时增加调节池作用,解决了单纯臭氧污泥减量回流后引起的出水SS和氨氮偏高的问题。在1个月的实验期内实现污泥零排放,很好的解决了剩余污泥的处理难题。

[0045] 本发明中应用了具体实施例对本发明的原理及实施方式进行了阐述,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想;同时,对于本领域的一般技术人员,依据本发明的思想,在具体实施方式及应用范围上均会有改变之处,综上所述,本说明书内容不应理解为对本发明的限制。

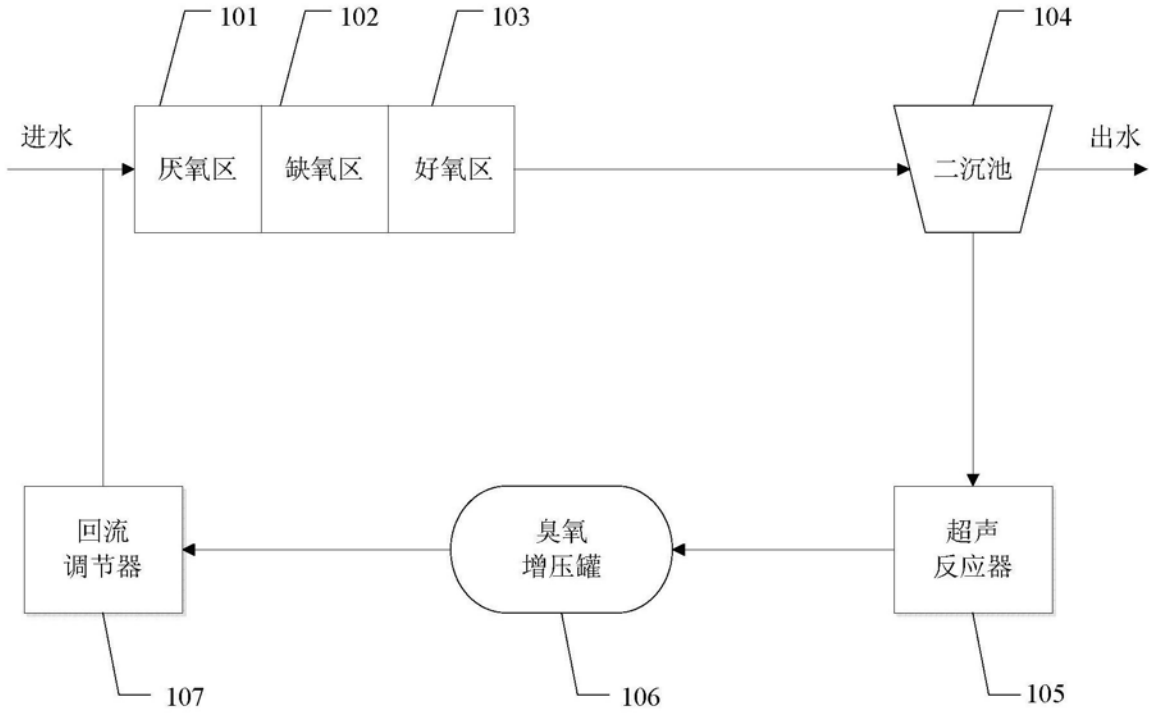


图1

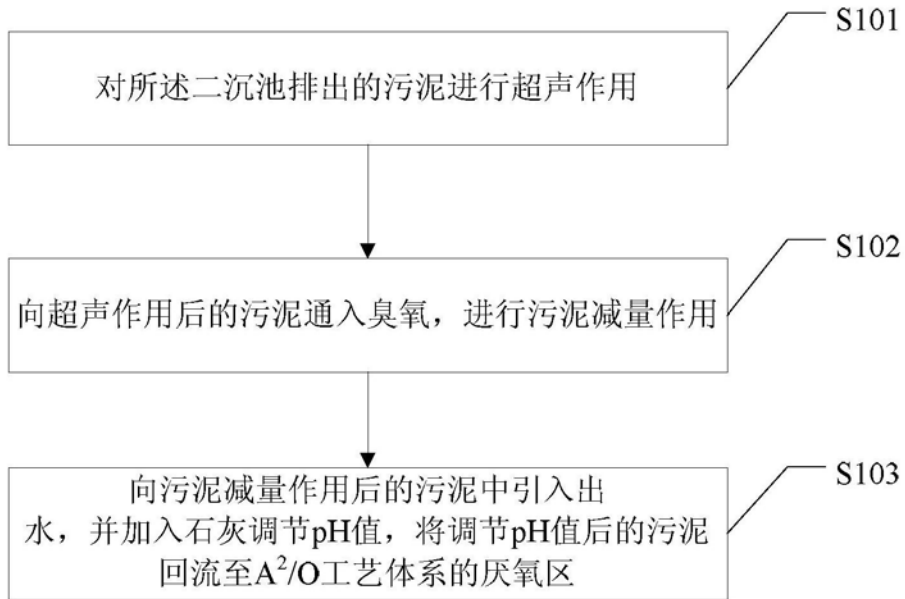


图2



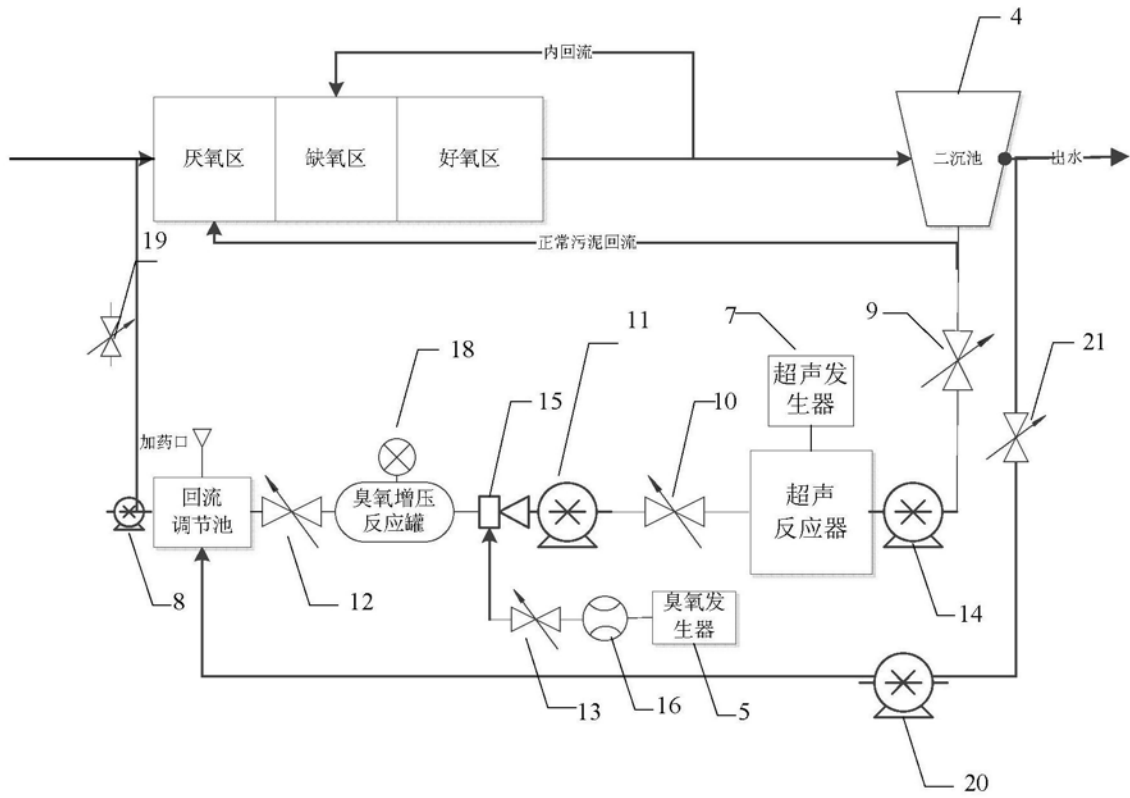


图3