



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 103936106 A

(43) 申请公布日 2014. 07. 23

(21) 申请号 201410069088. 2

(22) 申请日 2014. 02. 27

(71) 申请人 中国科学院生态环境研究中心
地址 100085 北京市海淀区双清路 18 号

(72) 发明人 赵旭 曲久辉 刘会娟 兰华春

(74) 专利代理机构 北京鼎佳达知识产权代理事
务所(普通合伙) 11348

代理人 王伟锋

(51) Int. Cl.

C02F 1/461(2006. 01)

C02F 1/463(2006. 01)

C02F 1/467(2006. 01)

权利要求书2页 说明书8页 附图1页

(54) 发明名称

一种电化学同步脱氮除磷装置及城市污水处理方法

(57) 摘要

本发明公开了一种电化学同步脱氮除磷装置及城市污水处理方法,属于污水处理技术领域。将电化学水处理技术中所常用的形稳电极、铁电极、铝电极、镁电极与铜修饰不锈钢电极组合,可在同一电解池内进行城市污水的脱氮除磷处理,装置结构简单,操作方便,效率高,出水指标稳定,可实现规模化、自动化污水处理。本发明城市污水处理方法工艺简单,操作方便,节省人力、物力,能耗低,污水污染指标去除率高,城市污水指标化学需氧量、硝酸盐氮、氨氮、总磷的去除率分别可达到92%以上。

1. 一种城市污水电化学同步脱氮除磷装置,包括电解池(1)、直流电源(10)和污水箱(9),其特征在于,所述电解池(1)上部水平固定设置电极固定架(16),所述电极固定架(16)自左向右依次设置铜修饰不锈钢电极(12)、铁电极(13)、铝电极(14)、形稳电极(11)、铁电极(13)、镁电极(15)和铜修饰不锈钢电极(12),上述电极与电极固定架(16)活动连接,上述电极间的距离为10-30mm,其中形稳电极(11)与直流电源(10)的正极连接,铜修饰不锈钢电极(12)与直流电源(10)的负极相连接,铁电极(13)、铝电极(14)、镁电极(15)作为感应电极不与直流电源的正负极相连接;

所述电解池(1)设置锥形底(2),便于絮凝和氧化沉淀收集;所述锥形底(2)底部与三通阀(3)焊接,所述三通阀(3)分别与排污管(4)和出水管(5)活动连接;

所述锥形底(2)以上的电解池(1)侧壁设置进水口,所述进水口与进水管(6)固定焊接,所述进水管(6)上设置流量计(7),所述流量计(7)与污水泵(8)出口通过进水管(6)活动连接,所述污水泵(8)进口通过水管与污水箱(9)出水口阀门(21)活动连接。

2. 如权利要求1所述的城市污水电化学同步脱氮除磷装置,其特征在于,所述锥形底(2)一侧设置曝气装置,所述曝气装置由密闭漏斗(18)和曝气管(17)组成,所述密闭漏斗(18)和曝气管(17)固定焊接,所述密闭漏斗(18)的底面和侧面均匀设置圆形曝气孔(19),所述曝气管(17)上设置止回阀(20)。

3. 如权利要求2所述的城市污水电化学同步脱氮除磷装置,其特征在于,所述曝气孔(19)直径为1-3mm。

4. 如权利要求3所述的城市污水电化学同步脱氮除磷装置,其特征在于,所述曝气孔(19)直径为2mm。

5. 如权利要求1所述的城市污水电化学同步脱氮除磷装置,其特征在于,所述电极间的距离为20mm。

6. 如权利要求1所述的城市污水电化学同步脱氮除磷装置,其特征在于,所述铜修饰不锈钢电极(12)采用电沉积的方法制备,所述铜和不锈钢的质量比为:1:10-100。

7. 一种利用权利要求1所述的城市污水电化学同步脱氮除磷装置处理城市污水的方法,其特征在于,包括如下步骤:开启污水箱出水口阀门,启动污水泵,将待处理污水泵入电解池,污水量为电解池总容量的75%,进水完毕关闭污水泵和污水箱出口阀;开启直流电源,调节电流密度为 $0.5-80\text{mA}/\text{cm}^2$,进行电化学处理10-30min,同时向曝气装置通入压缩空气,曝气量为 $1.0-1.2\text{L 空气}/\text{min. L 污水}$,处理时间达到15min以上时,每15min倒换电极一次;接着关闭直流电源和压缩空气,将电解池锥形底三通阀开启至排污管,收集氮磷沉淀物;然后将电解池锥形底三通阀开启至出水管,收集经处理的污水,进一步固液分离后处理水可达标排放。

8. 如权利要求7所述的一种城市污水电化学同步脱氮除磷的方法,其特征在于,所述电流密度为 $15-35\text{mA}/\text{cm}^2$ 。

9. 如权利要求8所述的一种城市污水电化学同步脱氮除磷的方法,其特征在于,所述电流密度为 $25\text{mA}/\text{cm}^2$ 。

10. 如权利要求7所述的一种城市污水电化学同步脱氮除磷的方法,其特征在于,包括如下步骤:开启污水箱出水口阀门,启动污水泵,将待处理污水泵入电解池,污水量为电解池总容量的75%,进水完毕关闭污水泵和污水箱出口阀;开启直流电源,调节电流密度为

25mA/cm², 进行电化学处理 15min, 此时, 倒换电极处理 5min, 整个过程向曝气装置通入压缩空气, 曝气量为 1.0L 空气 /min. L 污水; 接着关闭直流电源和压缩空气, 将电解池锥形底三通阀开启至排污管, 收集氮磷沉淀物; 然后将电解池锥形底三通阀开启至出水管, 收集经处理的污水, 进一步固液分离后处理水可达标排放。

一种电化学同步脱氮除磷装置及城市污水处理方法

技术领域

[0001] 本发明属于污水处理技术领域,具体是一种电化学同步脱氮除磷装置及城市污水处理方法。

背景技术

[0002] 目前,传统的污水处理工艺能有效地处理污水中的有机物,对氮、磷等营养性物质的处理效果较差。大量的氮、磷被排出,从而造成水体的富营养化。目前得到应用的污水脱氮除磷技术以生物法和化学沉淀法为主,但是这些技术在实际运行过程中也存在一些缺点,如会产生大量难以处置的污泥、生物处理过程的稳定性较差,常规的反硝化过程需要添加碳源,运行管理较麻烦等问题。如何研究一种城市污水同步脱氮除磷处理工艺,使其工艺简单,处理效果好,同时能耗与运行费用较低,使用寿命较长,维修方便,是目前急需解决的技术难题。

[0003] 电化学是一种有效的污水处理方法。关于电化学用在污水脱氮除磷的研究中也有相关报道。通常所说的电化学脱氮技术是指利用电化学氧化去除水中的氨氮和电化学还原去除污水中的硝酸盐、亚硝酸盐等无机氮。通常水中的磷以无机态形式存在为主,采用电絮凝技术除磷时,其原理是利用铁、铝等阳极材料在电解时产生的金属阳离子或其水合物与水中的磷酸盐形成沉淀去除污水中的磷。

[0004] 单独采用化学脱氮或者除磷研究较多,但是结合电化学脱氮与电絮凝除磷技术同时用于污水脱氮除磷的研究目前较少。Ikematsu 等人开展了利用 PtIr/Fe/PtIr 电极同时对源分离尿液进行脱氮除磷的研究,在电化学氧化脱氮时将铁电极作为阳极,而在电絮凝除磷时将铁电极转换为阴极,需要频繁进行电极正负极的更换,操作麻烦,电流效率低;Feng 等人将使用直流电源的铁电极电絮凝工艺和使用脉冲电源的 Ti/RuO₂ 电极电化学氧化工艺组合,利用此工艺对污水进行处理,结果发现对生活污水中的总氮、总磷、氨氮和 COD 的去除率几乎均达到 90%。中国专利 CN103130308B 公开了一种电化学废水处理系统及其应用其进行废水处理的方法,主要是利用电絮凝技术对废水进行处理,废水处理系统设备结构复杂,操作不方便,运行成本高。中国专利 CN102718382B 公开了一种电化学直接氧化污泥的处理工艺,采用了两级电化学直接氧化技术对含水率 99.6% 的污泥进行氧化分解处理,使剩余污泥减量达到 95% 以上,可广泛用于城市生活污水处理厂、城市综合污水处理厂、城市化工污水处理厂的污泥处理与处置。中国专利 CN102010091B 公开了一种污水深度处理方法,将污水通过三段不同电极组成的电解池,通过调整电流密度、停留时间形成三段可选择性污水处理工艺,通过对城市污水的深度处理,污水指标化学需氧量、硝酸盐氮、氨氮、总磷的去除率分别达到了 79.96%、92.41%、83.93% 和 95.83%,但工艺复杂,操作不方便,并且污水指标去除率不是很理想。上述工艺将电絮凝与电氧化水处理技术分开,电絮凝过程中产生的絮体需进行及时沉淀处理,否则会影响电氧化的处理效率;同时整体工艺流程较长,电流效率较低。

[0005] 因此,将电絮凝与电氧化水处理技术有机结合,在同一电解池中实现城市污水的

同步脱氮除磷是本领域技术人员的长期追求。

发明内容

[0006] 本发明所解决的技术问题是针对城市污水中脱氮除磷的技术需求,克服现有电化方法脱氮除磷技术在城市污水处理中存在的不足,提供一种处理效果好、能耗与运行费用较低、工艺简单、操作方便的城市污水电化学同步脱氮除磷装置及污水处理方法。

[0007] 为了达到上述目的,本发明采用以下技术方案:

[0008] 本发明的技术原理如图 1 所示:将电化水处理技术中所常用的形稳电极、铁电极、铝电极、镁电极与铜修饰不锈钢电极组合,在同一电解池中进行城市污水的脱氮除磷处理。利用形稳阳极电氧化产生活性氯,活性氯可以将水中的氨氮有效去除;同时利用铁电极电感应产生铁离子,水解产生铁氧化物,有效去除水中的磷类污染物;利用用镁电极,电解产生的镁离子,与氨氮生成鸟粪石类,有效去除氨氮类污染物;利用阴极的铜修饰的不锈钢电极可将硝酸盐或亚硝酸盐氮还原为氮气。

[0009] 本发明首要目的是提供一种城市污水电化学同步脱氮除磷装置。

[0010] 所述装置如图 2 所示,包括电解池 1、直流电源 10 和污水箱 9;

[0011] 所述电解池 1 设置锥形底 2,便于絮凝和氧化沉淀收集;所述锥形底 2 底部与三通阀 3 焊接,所述三通阀 3 分别与排污管 4 和出水管 5 活动连接;

[0012] 所述锥形底 2 以上的电解池 1 侧壁设置进水口,所述进水口与进水管 6 固定焊接,所述进水管 6 上设置流量计 7,所述流量计 7 与污水泵 8 出口通过进水管 6 活动连接,所述污水泵 8 进口通过水管与污水箱 9 出水口阀门 21 活动连接;

[0013] 所述锥形底 2 一侧设置曝气装置,所述曝气装置由密闭漏斗 18 和曝气管 17 组成,所述密闭漏斗 18 和曝气管 17 固定焊接,所述密闭漏斗 18 的底面和侧面均匀设置圆形曝气孔 19,所述曝气孔 19 直径为 1-3mm,优选地为 2mm,所述曝气管 17 上设置止回阀 20;

[0014] 所述电解池 1 上部水平固定设置电极固定架 16,所述电极固定架 16 自左向右依次设置铜修饰不锈钢电极 12、铁电极 13、铝电极 14、形稳电极 11、铁电极 13、镁电极 15 和铜修饰不锈钢电极 12,上述电极与电极固定架 16 活动连接,上述电极间的距离为 10-30mm,优选 20mm,其中形稳电极 11 与直流电源 10 的正极连接,铜修饰不锈钢电极 12 与直流电源 10 的负极相连接,铁电极 13、铝电极 14、镁电极 15 作为感应电极不与直流电源的正负极相连接,通过电化感应的方法产生铁、铝、镁离子,然后水解生成铁、铝和镁的氧化物,将废水中的磷混凝沉淀去除。

[0015] 所述铜修饰不锈钢电极采用电沉积的方法制备,其中,铜和不锈钢的质量比为: 1:10-100;

[0016] 本发明另一目的是利用上述装置,提供一种城市污水电化学同步脱氮除磷的方法,包括如下步骤:

[0017] 1) 开启污水箱出水口阀门,启动污水泵,将待处理污水泵入电解池,污水量为电解池总容量的 75%,进水完毕关闭污水泵和污水箱出口阀门;

[0018] 所述污水 pH 值为 5-8;

[0019] 所述污水中氯离子浓度 $\leq 10\text{g/L}$;

[0020] 所述污水中氨氮质量浓度 $\leq 2000\text{mg/L}$;

- [0021] 所述污水中磷质量浓度 $\leq 200\text{mg/L}$ ；
- [0022] 2)开启直流电源,调节电流密度为 $0.5\text{--}80\text{mA}/\text{cm}^2$,进行电化学处理 $10\text{--}30\text{min}$,同时向曝气装置通入压缩空气,曝气量为 $1.0\text{--}1.2\text{L 空气}/\text{min.L 污水}$,如果处理时间达到 15min 以上,每 15min 倒换电极一次；
- [0023] 优选地,电流密度为 $15\text{--}35\text{mA}/\text{cm}^2$ ；
- [0024] 3) 电化学处理完毕关闭直流电源和压缩空气,将电解池锥形底三通阀开启至排污管,氮磷沉淀物通过排污管进行收集,进一步固液分离,处理水达标排放,固体自然风干用作有机肥料；
- [0025] 4) 锥形底氮磷沉淀物排放完毕后,将电解池锥形底三通阀开启至出水管,收集经处理的污水,进一步固液分离,处理水可达标排放,固体自然风干用作有机肥料。
- [0026] 经上述方法处理,城市污水指标化学需氧量、硝酸盐氮、氨氮、总磷的去除率分别可达到 92% 以上。
- [0027] 有益效果：
- [0028] 1. 本发明城市污水电化学同步脱氮除磷装置将电化学水处理技术中所常用的形稳电极、铁电极、铝电极、镁电极与铜修饰不锈钢电极组合,可在同一电解池内进行城市污水的脱氮除磷处理,装置结构简单,操作方便,效率高,出水指标稳定,可实现规模化、自动化污水处理。
- [0029] 2. 本发明城市污水电化学同步脱氮除磷装置设置的锥形底和排污管易于电絮凝和电氧化产生的絮状物沉淀、排放,缩短了处理水静置、澄清时间,提高了后续固液分离效率。
- [0030] 3. 本发明城市污水电化学同步脱氮除磷装置设置的曝气装置缓冲作用强,进气稳定、分布均匀,空气扰动作用大,增加了溶氧量,提高了对金属阳离子的氧化效果,有利于脱氮除磷,同时使污水溶液电导率增加,电解过程所需电耗低,提高了电流效率,并能缓解电极表面钝化。
- [0031] 4. 本发明城市污水处理方法工艺简单,操作方便,节省人力、物力,能耗低,污水污染指标去除率高,可达到 92% 以上。

附图说明

[0032] 图 1 是本发明技术原理图

[0033] 图 2 是本发明城市污水电化学同步脱氮除磷装置

[0034] 图中：1- 电解池,2- 锥形底,3- 三通阀,4- 排污管,5- 出水管,6- 进水管,7- 流量计 8- 污水泵,9- 污水箱,10- 直流电源,11- 形稳电极,12- 铜修饰不锈钢电极,13- 铁电极 14- 铝电极,15- 镁电极,16- 电极固定架,17- 曝气管,18- 密闭漏斗,19- 曝气孔,20- 止回阀 21- 阀门

具体实施方式

[0035] 下面通过具体的实施方案叙述本发明。除非特别说明,本发明中所用的技术手段均为本领域技术人员所公知的方法。另外,实施方案应理解为说明性的,而非限制本发明的范围,本发明的实质和范围仅由权利要求书所限定。对于本领域技术人员而言,在不背离本

发明实质和范围的前提下,对这些实施方案中的物料成分和用量进行的各种改变或改动也属于本发明的保护范围。

[0036] 实施例 1 一种城市污水电化学同步脱氮除磷装置

[0037] 所述装置如图 2 所示,电解池 1 设置锥形底 2,便于絮凝和氧化沉淀收集;所述锥形底 2 底部与三通阀 3 焊接,所述三通阀 3 分别与排污管 4 和出水管 5 活动连接;

[0038] 所述锥形底 2 以上的电解池 1 侧壁设置进水口,所述进水口与进水管 6 固定焊接,所述进水管 6 上设置流量计 7,所述流量计 7 与污水泵 8 出口通过进水管 6 活动连接,所述污水泵 8 进口通过水管与污水箱 9 出水口阀门 21 活动连接;

[0039] 所述锥形底 2 一侧设置曝气装置,所述曝气装置由密闭漏斗 18 和曝气管 17 组成,所述密闭漏斗 18 和曝气管 17 固定焊接,所述密闭漏斗 18 的底面和侧面均匀设置圆形曝气孔 19,所述曝气孔 19 直径为 2mm,所述曝气管 17 上设置止回阀 20;

[0040] 所述电解池 1 上部水平固定设置电极固定架 16,所述电极固定架 16 自左向右依次设置铜修饰不锈钢电极 12、铁电极 13、铝电极 14、形稳电极 11、铁电极 13、镁电极 15 和铜修饰不锈钢电极 12,上述电极与电极固定架 16 活动连接,上述电极间的距离为 20mm,其中形稳电极 11 与直流电源 10 的正极连接,铜修饰不锈钢电极 12 与直流电源 10 的负极相连接,铁电极 13、铝电极 14、镁电极 15 作为感应电极不与直流电源的正负极相连接,通过电化学生感应的产生铁、铝、镁离子,然后水解生成铁、铝和镁的氧化物,将废水中的磷混凝沉淀去除。

[0041] 利用实施例 1 城市污水电化学同步脱氮除磷装置,采用本发明城市污水电化学同步脱氮除磷方法对某一污水处理厂的膜生物反应器(MBR)出水进行处理,处理过程及效果如下(实施例 2;实施例 3;实施例 4;实施例 5;实施例 6;实施例 7):污水水质情况如表 1

[0042] 表 1

[0043]

pH 值	7.1	氯离子 (mg/L)	66.8
化学需氧量 (mg/L)	92.5	硝酸盐氮 (mg/L)	17.6
氨氮 (mg/L)	12.8	总磷 (mg/L)	8.4

[0044] 实施例 2

[0045] 开启污水箱出水口阀门,启动污水泵,将待处理污水泵入电解池,污水量为电解池总容量的 75%,进水完毕关闭污水泵和污水箱出口阀;开启直流电源,调节电流密度为 25mA/cm²,进行电化学生理 15min,此时,倒换电极处理 5min,整个过程向曝气装置通入压缩空气,曝气量为 1.0L 空气 /min. L 污水;接着关闭直流电源和压缩空气,将电解池锥形底三通阀开启至排污管,收集氮磷沉淀物;然后将电解池锥形底三通阀开启至出水管,收集经处理的污水,进一步固液分离,处理水可达标排放。

[0046] 经上述方法处理,处理水污染指标如表 2

[0047] 表 2

[0048]

项目	进水浓度 (mg/L)	出水浓度 (mg/L)	去除率 (%)	电极钝化程度
化学需氧量	92.5	3.7	96	轻微
硝酸盐氮	17.6	0.35	98	
氨氮	12.8	0.41	97	
总磷	8.4	0	100	

[0049] 注：电极钝化程度由轻到重依次为：轻微、正常、较正常、严重四种情况。

[0050] 以上结果表明：采用本发明装置和污水处理方法，对膜生物反应器(MBR)出水进行处理，可有效去除污水污染指标，化学需氧量、硝酸盐氮、氨氮、总磷等进水指标的去除率达到95%以上，效果显著，可实现处理水达标排放。

[0051] 实施例3

[0052] 开启污水箱出水口阀门，启动污水泵，将待处理污水泵入电解池，污水量为电解池总容量的75%，进水完毕关闭污水泵和污水箱出口阀；开启直流电源，调节电流密度为 $15\text{mA}/\text{cm}^2$ ，进行电化学处理10min，整个过程向曝气装置通入压缩空气，曝气量为1.2L空气/min.L污水；接着关闭直流电源和压缩空气，将电解池锥形底三通阀开启至排污管，收集氮磷沉淀物；然后将电解池锥形底三通阀开启至出水管，收集经处理的污水，进一步固液分离，处理水可达标排放。

[0053] 经上述方法处理，处理水污染指标如表3

[0054] 表3

[0055]

项目	进水浓度 (mg/L)	出水浓度 (mg/L)	去除率 (%)	电极钝化程度
化学需氧量	92.5	5.55	94	正常
硝酸盐氮	17.6	0.88	95	
氨氮	12.8	0.5	96	
总磷	8.4	0.08	99	

[0056] 注：电极钝化程度由轻到重依次为：轻微、正常、较正常、严重四种情况。

[0057] 以上结果表明：采用本发明装置和污水处理方法，对膜生物反应器(MBR)出水进行处理，可有效去除污水污染指标，化学需氧量、硝酸盐氮、氨氮、总磷等进水指标的去除率达到94%以上，效果显著，可实现处理水达标排放。

[0058] 实施例4

[0059] 开启污水箱出水口阀门，启动污水泵，将待处理污水泵入电解池，污水量为电解池总容量的75%，进水完毕关闭污水泵和污水箱出口阀；开启直流电源，调节电流密度为 $35\text{mA}/\text{cm}^2$ ，进行电化学处理15min，此时，倒换电极处理15min，整个过程向曝气装置通入压缩空气，曝气量为1.0L空气/min.L污水；接着关闭直流电源和压缩空气，将电解池锥形底三通阀开启至排污管，收集氮磷沉淀物；然后将电解池锥形底三通阀开启至出水管，收集经处理的污水，进一步固液分离，处理水可达标排放。

[0060] 经上述方法处理,处理水污染指标如表 4

[0061]

项目	进水浓度 (mg/L)	出水浓度 (mg/L)	去除率 (%)	电极钝化程度
化学需氧量	92.5	4.6	95	轻微
硝酸盐氮	17.6	0.53	97	
氨氮	12.8	0.5	96	
总磷	8.4	0	100	

[0062] 注:电极钝化程度由轻到重依次为:轻微、正常、较正常、严重四种情况。

[0063] 以上结果表明:采用本发明装置和污水处理方法,对膜生物反应器(MBR)出水进行处理,可有效去除污水污染指标,化学需氧量、硝酸盐氮、氨氮、总磷等进水指标的去除率达到 95% 以上,效果显著,可实现处理水达标排放。

[0064] 实施例 5

[0065] 开启污水箱出水口阀门,启动污水泵,将待处理污水泵入电解池,污水量为电解池总容量的 75%,进水完毕关闭污水泵和污水箱出口阀;开启直流电源,调节电流密度为 $0.5\text{mA}/\text{cm}^2$,进行电化学处理 10min,整个过程向曝气装置通入压缩空气,曝气量为 $1.0\text{L 空气}/\text{min. L 污水}$;接着关闭直流电源和压缩空气,将电解池锥形底三通阀开启至排污管,收集氮磷沉淀物;然后将电解池锥形底三通阀开启至出水管,收集经处理的污水,进一步固液分离,处理水可达标排放。

[0066] 经上述方法处理,处理水污染指标如表 5

[0067] 表 5

[0068]

项目	进水浓度 (mg/L)	出水浓度 (mg/L)	去除率 (%)	电极钝化程度
化学需氧量	92.5	7.4	92	轻微
硝酸盐氮	17.6	1.06	94	
氨氮	12.8	0.90	93	
总磷	8.4	0.25	97	

[0069] 注:电极钝化程度由轻到重依次为:轻微、正常、较正常、严重四种情况。

[0070] 以上结果表明:采用本发明装置和污水处理方法,对膜生物反应器(MBR)出水进行处理,可有效去除污水污染指标,化学需氧量、硝酸盐氮、氨氮、总磷等进水指标的去除率达到 92% 以上,效果显著,可实现处理水达标排放。

[0071] 实施例 6

[0072] 开启污水箱出水口阀门,启动污水泵,将待处理污水泵入电解池,污水量为电解池总容量的 75%,进水完毕关闭污水泵和污水箱出口阀;开启直流电源,调节电流密度为 $50\text{mA}/\text{cm}^2$,进行电化学处理 15min,此时,倒换电极处理 5min,整个过程向曝气装置通入压缩空气,曝气量为 $1.2\text{L 空气}/\text{min. L 污水}$;接着关闭直流电源和压缩空气,将电解池锥形底三

通阀开启至排污管,收集氮磷沉淀物;然后将电解池锥形底三通阀开启至出水管,收集经处理的污水,进一步固液分离,处理水可达标排放。

[0073] 经上述方法处理,处理水污染指标如表 6

[0074] 表 6

[0075]

项目	进水浓度 (mg/L)	出水浓度 (mg/L)	去除率 (%)	电极钝化程度
化学需氧量	92.5	6.48	93	轻微
硝酸盐氮	17.6	0.88	95	
氨氮	12.8	0.89	93	
总磷	8.4	0.08	99	

[0076] 注:电极钝化程度由轻到重依次为:轻微、正常、较正常、严重四种情况。

[0077] 以上结果表明:采用本发明装置和污水处理方法,对膜生物反应器(MBR)出水进行处理,可有效去除污水污染指标,化学需氧量、硝酸盐氮、氨氮、总磷等进水指标的去除率达到 93% 以上,效果显著,可实现处理水达标排放。

[0078] 实施例 7

[0079] 开启污水箱出水口阀门,启动污水泵,将待处理污水泵入电解池,污水量为电解池总容量的 75%,进水完毕关闭污水泵和污水箱出口阀;开启直流电源,调节电流密度为 $80\text{mA}/\text{cm}^2$,进行电化学处理 10min,整个过程向曝气装置通入压缩空气,曝气量为 1.0L 空气/ $\text{min}\cdot\text{L}$ 污水;接着关闭直流电源和压缩空气,将电解池锥形底三通阀开启至排污管,收集氮磷沉淀物;然后将电解池锥形底三通阀开启至出水管,收集经处理的污水,进一步固液分离,处理水可达标排放。

[0080] 经上述方法处理,处理水污染指标如表 7

[0081] 表 7

[0082]

项目	进水浓度 (mg/L)	出水浓度 (mg/L)	去除率 (%)	电极钝化程度
化学需氧量	92.5	5.55	94	轻微
硝酸盐氮	17.6	1.41	92	

[0083]

氨氮	12.8	0.64	95	
总磷	8.4	0	100	

[0084] 注:电极钝化程度由轻到重依次为:轻微、正常、较正常、严重四种情况。

[0085] 以上结果表明:采用本发明装置和污水处理方法,对膜生物反应器(MBR)出水进行处理,可有效去除污水污染指标,化学需氧量、硝酸盐氮、氨氮、总磷等进水指标的去除率达到 92% 以上,效果显著,可实现处理水达标排放。

[0086] 实施例 2-7 的污水处理效果同样表明:同样采用本发明城市污水电化学同步脱氮

除磷装置情况下,本发明污水处理方法可促进污水指标去除率的提高,其中优选方案(实施例 2-4)比普通方案(实施例 5-7)平均提高 2-3%。

[0087] 实施例 8

[0088] 仅单独以形稳电极和铜修饰不锈钢电极分别作为阳极和阴极,不采用本发明电化水装置,采用实施例 2 污水处理工艺对膜生物反应器(MBR)出水进行处理,形成对比例 2,

[0089] 污水污染指标化学需氧量、硝酸盐氮、氨氮、总磷等进水指标的去除率如表 8

[0090] 表 8

[0091]

项目	实施例 2 (%)	对比例 2 (%)	降低 (%)
化学需氧量	96	81	15
硝酸盐氮	98	84	14
氨氮	97	82	15
总磷	100	90	10

[0092] 以上结果表明:本发明城市污水电化学同步脱氮除磷装置对城市污水处理效果的优劣起着重要作用,同样工艺条件下,对同一水质的污水,化学需氧量、硝酸盐氮、氨氮、总磷等污染指标的去除率可提高 10-15%。

[0093] 实施例 9

[0094] 采用实施例 2 的污水处理装置和工艺,对某一严重污染的城市污水进行处理,处理结果如表 9

[0095] 表 9

[0096]

项目	进水浓度 (mg/L)	出水浓度 (mg/L)	去除率 (%)	电极钝化程度
化学需氧量	580	46.4	92	轻微

[0097]

硝酸盐氮	110	6.6	94	
氨氮	80	5.6	93	
总磷	150	0	100	

[0098] 以上结果表明:当城市污水严重污染时,采用本发明污水处理装置和处理方法进行污水处理,化学需氧量、硝酸盐氮、氨氮、总磷等进水指标的去除率达到 92% 以上,效果显著,仍可实现处理水达标排放。

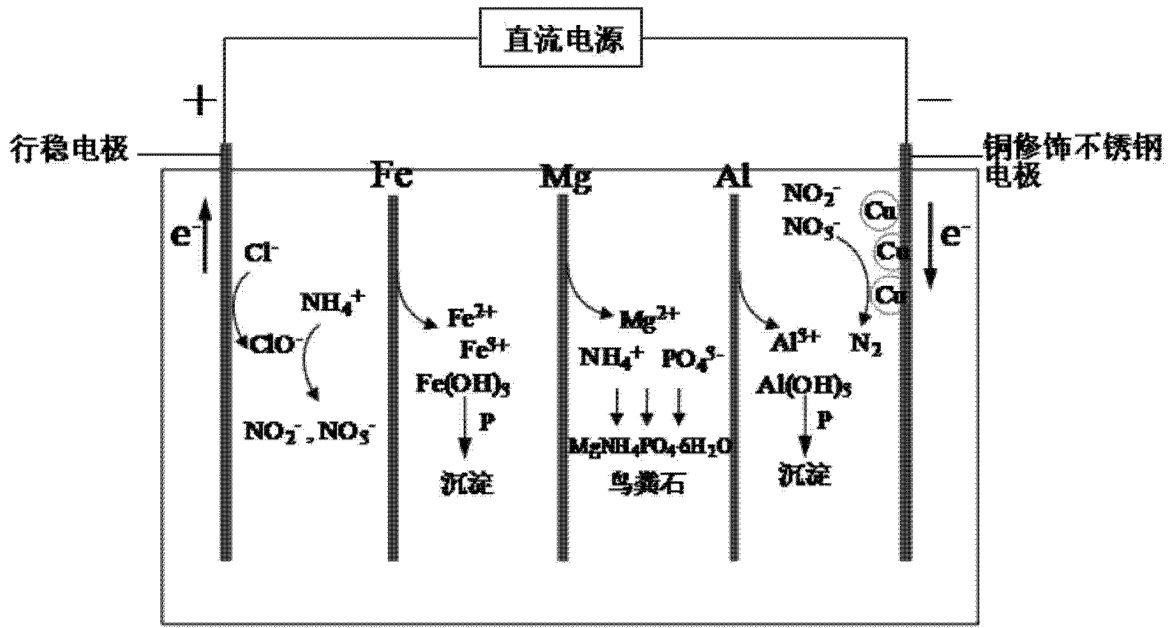


图 1

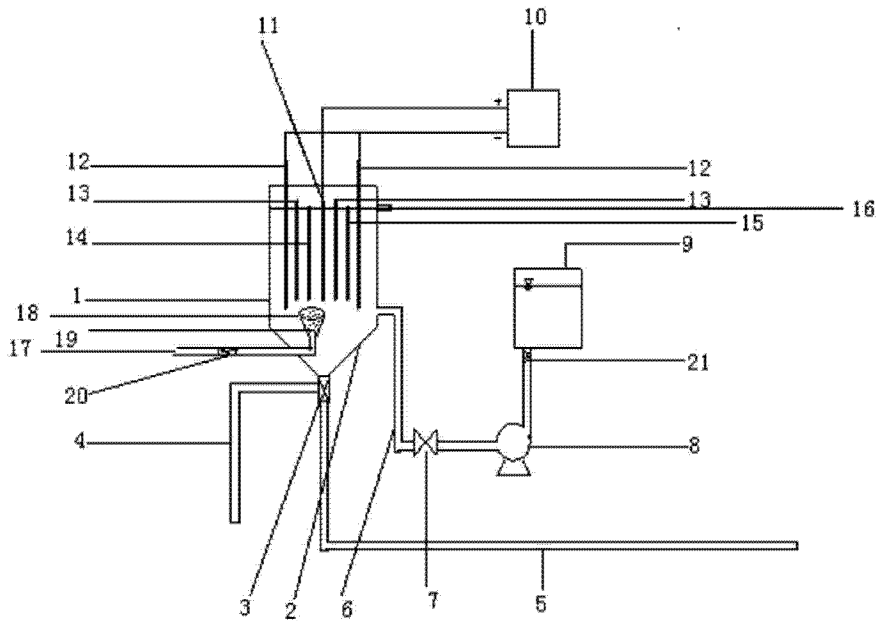


图 2