



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113371903 A

(43) 申请公布日 2021.09.10

(21) 申请号 202110678728.X

(22) 申请日 2021.06.18

(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 胡承志 孙境求 芦超杰 赵凯
曲久辉

(74) 专利代理机构 北京瑞盛铭杰知识产权代理
事务所(普通合伙) 11617

代理人 刘莹

(51) Int.Cl.

G02F 9/08 (2006.01)

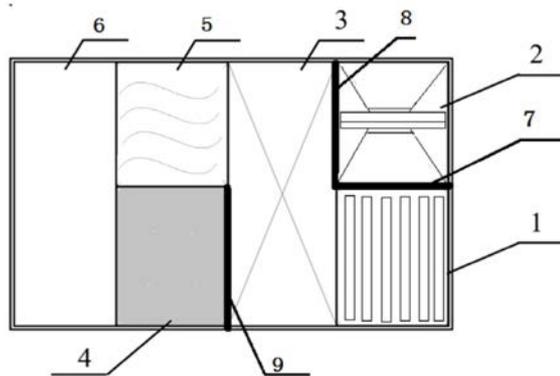
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种电化学处理水的装置及方法

(57) 摘要

本发明属于电化学水处理技术领域,尤其涉及一种电化学处理水的装置及方法。所述装置包括:电化学池,絮凝反应池,沉降池,过滤池,其中,电化学池和絮凝反应池通过隔板一相分隔,所述隔板一的顶部设有溢流堰一;絮凝反应池和沉降池通过隔板二相分隔,所述隔板二的顶部设有溢流堰二;沉降池和过滤池通过隔板三相分隔,所述隔板三的顶部设有溢流堰三;溢流堰一、溢流堰二、溢流堰三由高到低依次设置。该装置主要用于废水处理,可有效解决电化学池内,电极表面极易发生钝化的问题。一体化装置便于运输,免于土建,加工周期短,成本低,无需土地审批环节。



1. 一种电化学处理水的装置,包括:

电化学池,用于通过电化学作用产生絮凝剂;所述电化学池内设有至少一个电化学单元,电化学单元内设有阴极板、阳极板,所述阴极板和阳极板与外接电源相连;

絮凝反应池,利用上述絮凝剂对水中污染物进行絮凝;

沉降池,用于对絮凝反应池内絮凝后产物进行沉降;所述沉降池的底部设有排泥口;

过滤池,用于对沉降池处理后的水进行过滤;

清水池,用于储存过滤池过滤后并杀菌的水;

其中,电化学池和絮凝反应池通过隔板一相分隔,所述隔板一的顶部设有溢流堰一;絮凝反应池和沉降池通过隔板二相分隔,所述隔板二的顶部设有溢流堰二;沉降池和过滤池通过隔板三相分隔,所述隔板三的顶部设有溢流堰三;溢流堰一、溢流堰二、溢流堰三由高到低依次设置。

2. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,

所述过滤池为砂滤池或膜滤池。

3. 根据权利要求2所述的装置,其特征在于,

所述沉降池为斜管沉降池;

所述絮凝反应池为折板絮凝反应池。

4. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,

还包括辅助机构;所述辅助机构内设有紫外杀菌单元。

5. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,

所述电化学单元包括反应箱体,反应箱体内相对应的两侧设有阴极板、阳极板,反应箱体内下部设有多孔布水板,多孔布水板的底部设有进水管,反应箱体的顶部设有出水管;

优选的,阴极板和阳极板之间的距离为1-2cm;优选的,阴极板和阳极板之间的距离为1-1.5cm;

优选的,所述阴极板为铁板、铝板、钛板或锌板;所述阳极板为铁板、铝板、锌板、钛板、镍板、石墨板或碳板。

6. 根据权利要求5所述的装置,其特征在于,

当电化学单元大于1个时,所述电化学单元串联设置或所述电化学单元并联设置。

7. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,

所述电化学池内,还包括,进行电氧化反应。通过电氧化反应,可实现降解COD等目的。

8. 一种电化学处理水的方法,包括如下步骤:

1) 待处理水进入电化学池的电化学单元内,根据水质情况,调节电化学单元串联或电化学单元并联,以及外接电源的电流大小,实现定量可控的絮凝剂产生;

2) 经电化学池处理的水溢流进入絮凝反应池进行絮凝,然后溢流进入沉降池沉降,实现待处理水中污染物的去除,最后经过滤池过滤后,进入清水池储存备用;

其中,电化学池内水力停留时间为1-2min。

9. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于,

还包括,经过滤池过滤后,经杀菌后,进入清水池储存备用;优选的,所述杀菌采用紫外杀菌单元进行处理。

10. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于,

所述电流大小为1-30A。

一种电化学处理水的装置及方法

技术领域

[0001] 本发明属于电化学水处理技术领域,尤其涉及一种电化学处理水的装置及方法。

背景技术

[0002] 电化学处理废水过程中的絮凝技术,主要包括化学药剂絮凝技术和电絮凝技术。化学药剂絮凝,对于偏远地区交通不便,化学药剂的运输、储存与配置也制约着水处理过程的有效运行。而电絮凝技术,可以免去絮凝剂的运输、存储与配置等,还可实现在线自动化运行,大大降低了对运维人员的要求。

[0003] 电絮凝(electrocoagulation,EC)也称为电凝聚、电混凝,主要通过外电场作用强制迫使可溶性金属阳极氧化溶解,生成大量金属阳离子,而阴极板附近的氢离子还原,产生大量氢氧根离子。当阳极溶解的金属离子与阴极产生的氢氧根离子接触时,反应生成的物质能够吸附凝聚水中的污染物质,以此达到去除水中污染物的目的。

[0004] 传统电絮凝技术中,絮凝反应池往往兼具絮凝和沉降的作用,一般需要较高的停留时间,约30min以上。此过程中,絮体会在电化学池中积累,使得水体扰动不足,导致电极表面极易发生钝化。并且,对于铁电极,原位生成的二价铁离子会在曝气作用下生成三价铁。三价铁一部分形成絮体,另一部分游离的铁离子会与铁极板发生归中反应,腐蚀铁板生成二价铁,这会导致溶解的铁离子浓度难以通过电化学反应的电流控制,为电絮凝的自动控制造成障碍。

发明内容

[0005] 本发明提出一种电化学处理水的装置及方法,有效解决电化学池内,电极表面极易发生钝化的问题。

[0006] 本发明提出一种电化学处理水的装置,包括:

[0007] 电化学池,用于通过电化学作用产生絮凝剂;所述电化学池内设有至少一个电化学单元,电化学单元内设有阴极板、阳极板,所述阴极板和阳极板与外接电源相连;

[0008] 絮凝反应池,利用上述絮凝剂对水中污染物进行絮凝;

[0009] 沉降池,用于对絮凝反应池内絮凝后产物进行沉降;所述沉降池的底部设有排泥口;

[0010] 过滤池,用于对沉降池处理后的水进行过滤;

[0011] 清水池,用于储存过滤池过滤后并杀菌的水;

[0012] 其中,电化学池和絮凝反应池通过隔板一相分隔,所述隔板一的顶部设有溢流堰一;絮凝反应池和沉降池通过隔板二相分隔,所述隔板二的顶部设有溢流堰二;沉降池和过滤池通过隔板三相分隔,所述隔板三的顶部设有溢流堰三;溢流堰一、溢流堰二、溢流堰三由高到低依次设置。

[0013] 进一步地,所述过滤池为砂滤池或膜滤池。

[0014] 进一步地,所述沉降池为斜管沉降池;

[0015] 所述絮凝反应池为折板絮凝反应池。

[0016] 进一步地,还包括辅助机构;所述辅助机构内设有紫外杀菌单元。

[0017] 进一步地,所述电化学单元包括反应箱体,反应箱体内相对应的两侧设有阴极板、阳极板,反应箱体内下部设有多孔布水板,多孔布水板的底部设有进水管,反应箱体的顶部设有出水管;

[0018] 优选的,阴极板和阳极板之间的距离为1-2cm;优选的,阴极板和阳极板之间的距离为1-1.5cm。

[0019] 优选的,所述阴极板为铁板、铝板、钛板或锌板;所述阳极板为铁板、铝板、锌板、钛板、镍板、石墨板或碳板。

[0020] 进一步地,当电化学单元大于1个时,所述电化学单元串联设置或所述电化学单元并联设置。

[0021] 进一步地,所述电化学池内,还包括,进行电氧化反应。本发明还提出一种电化学处理水的方法,包括如下步骤:

[0022] 1) 待处理水进入电化学池的电化学单元内,根据水质情况,调节电化学单元串联或电化学单元并联,以及外接电源的电流大小,实现定量可控的絮凝剂产生;

[0023] 2) 经电化学池处理的水溢流进入絮凝反应池进行絮凝,然后溢流进入沉降池沉降,实现待处理水中污染物的去除,最后经过滤池过滤后,进入清水池储存备用;

[0024] 其中,电化学池内水力停留时间为1-2min。

[0025] 进一步地,还包括,经过滤池过滤后,经杀菌后,进入清水池储存备用;优选的,所述杀菌采用紫外杀菌单元进行处理。

[0026] 进一步地,所述电流大小为1-30A。

[0027] 本发明具有以下优势:

[0028] 本发明提出的电化学处理水的装置,不同处理池之间采用溢流堰相连通,简化了多管道连通使得结构复杂的问题,可以使装置小型化和模块化,便于集成设置。利用电化学方式产生絮凝剂(Fe^{2+}),省掉了加药罐,不仅减少占地面积,并且减少了药品的运输、储存与配制过程,解决了农村分散式供水缺少运维人员的难题。此外,所述装置的电化学池内产生的絮凝剂快速转移,进入絮凝反应池和沉降池进行絮凝沉降,因此,电化学池的电极表面不易形成钝化层,电极污染小,且以电化学单元形式串联或者并联设置,易于更换和控制。

[0029] 本发明提出的电化学处理水的方法,采用流动式电化学技术,在电化学池内利用电化学方式产生絮凝剂(如 Fe^{2+} , Al^{3+}),替换现有技术中直接通过加药方式添加絮凝剂,免去了药剂的购买、存储与配置等过程,降低了运维成本。通过调整水流速度与极板间距,缩短电化学池内的水力停留时间至2min以内,使得絮凝剂随水流快速从极板间流过,迅速带走电极表面形成的金属阳离子,具有更强的切向剪切力冲刷极板,通过水力冲刷作用保证电极表面溶液的更新,避免了絮体的积累,抑制其在电极表面形成钝化层。同时,由于极板与水溶液的接触面积远大于加药过程中的加药管,通过电化学的方法絮凝剂在水溶液中分布更均匀,结合水流迅速带走电极表面原位生成的金属阳离子,促进了阳离子的水解原位形成絮凝剂的过程以及絮凝作用的产生。

[0030] 本发明提出的电化学处理水的方法,对于三价铁腐蚀的问题,在形成的二价铁氧化成三价铁的过程中,水体已经流过了电化学池,不会对电极进行进一步的腐蚀,因此,可

以通过电流的调控更好地控制絮凝剂的产生量,有助于更为精确的自动控制,避免自发的腐蚀过程。

附图说明

[0031] 构成本发明的一部分的附图用来提供对本发明的进一步理解,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。

[0032] 在附图中:

[0033] 图1为本发明实施例装置结构示意图;

[0034] 图2为本发明实施例电化学单元结构示意图;

[0035] 图3为本发明实施例电化学单元串/并联使用示意图;

[0036] 图4为本发明实施例溢流堰结构示意图。

[0037] 附图标记说明:

[0038] 电化学池1,11-进水管,12-多孔布水板,13-出水管,14-电极板;

[0039] 絮凝反应池2,斜管沉降池3,过滤池4,清水池5,辅助机构6;溢流堰一7,溢流堰二8,溢流堰三9。

具体实施方式

[0040] 下面将结合本发明实施例,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。在不冲突的情况下,本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0041] 如图1所示,本发明实施例提出一种电化学处理水的装置,包括:

[0042] 电化学池1,用于通过电化学作用产生絮凝剂;所述电化学池1内设有至少一个电化学单元,电化学单元内设有阴极板14、阳极板15,所述阴极板14和阳极板15与外接电源相连;

[0043] 絮凝反应池2,利用上述絮凝剂对水中污染物进行絮凝;

[0044] 沉降池3,用于对絮凝反应池2内絮凝后产物进行沉降;所述沉降池3的底部设有排泥口;

[0045] 过滤池4,用于对沉降池3处理后的水进行过滤;

[0046] 其中,电化学池1和絮凝反应池2通过隔板一相分隔,所述隔板一的顶部设有溢流堰一7;絮凝反应池2和沉降池3通过隔板二相分隔,所述隔板二的顶部设有溢流堰二8;沉降池3和过滤池4通过隔板三相分隔,所述隔板三的顶部设有溢流堰三9;溢流堰一7、溢流堰二8、溢流堰三9由高到低依次设置。

[0047] 本发明提出的电化学处理水的装置,采用流动式电化学技术,在电化学池内利用电化学方式主要为絮凝作用产生絮凝剂(如 Fe^{2+} , Al^{3+}),调整电化学池内的水力停留时间,使得絮凝剂随水流快速从极板间流过,迅速带走电极表面形成的金属阳离子,通过水力冲刷作用保证电极表面溶液的更新,避免了絮体的积累,抑制其在电极表面形成钝化层。

[0048] 进一步地,所述过滤池4为砂滤池或膜滤池。对于砂滤池,同样利用重力流,水体上进下出,而后进入辅助机构里的紫外消毒单元,经过消毒后,进入清水池。对于膜滤池,需要利用动力泵提供足够的跨膜压差,保障水流稳定,后续过程相同。

- [0049] 进一步地,所述沉降池3为斜管沉降池3。
- [0050] 进一步地,所述絮凝反应池2为折板絮凝反应池。
- [0051] 进一步地,还包括清水池5,用于储存过滤池4过滤后并杀菌的水。清水池起到储存水体的作用,是该装备与供水管网之间的一个缓冲,也可为砂滤池的冲洗提供水源。
- [0052] 进一步地,还包括辅助机构6;所述辅助机构6内设有紫外杀菌单元。辅助机构内还包括用于监测流量的流量计,用于监测pH值的pH计,用于监测电导率值的电导率探头,用于监测浊度值的浊度探头以及在线COD探头等。
- [0053] 如图4所示,溢流堰一7、溢流堰二8、溢流堰三9为锯齿形结构。
- [0054] 具体而言,溢流堰一7、溢流堰二8、溢流堰三9由高到低的设置便于水流直接流入下一处理池,从而省去了管道等复杂装置。例如,溢流堰一7可以比溢流堰二8高15-25cm;溢流堰二8比溢流堰三9高15-25cm。
- [0055] 如图2所示,所述电化学单元包括反应箱体,反应箱体内相对应的两侧设有阴极板14、阳极板15,反应箱体内下部设有多孔布水板12,多孔布水板12的底部设有进水管11,反应箱体的顶部设有出水管13。
- [0056] 进一步地,阴极板14和阳极板15之间的距离为1-2cm。优选的,阴极板14和阳极板15之间的距离为1-1.5cm。阴极板14的表面积可以为 $40-60\text{cm}^2$;阳极板15的表面积可以为 $40-60\text{cm}^2$ 。
- [0057] 进一步地,所述阴极板14为铁板、铝板、钛板或锌板;所述阳极板15为铁板、铝板、锌板、钛板、镍板、石墨板或碳板。
- [0058] 如图3所示,当电化学单元大于1个时,所述电化学单元串联设置或所述电化学单元并联设置。具体而言,所述串联设置为电化学单元的出水管直接与进水管通过管路相连接,如此按照先后相连。所述并联设置为将两组或多组串联设置的电化学单元的端位进水管通过并联管路进水。
- [0059] 通过管路串联或并联实现多个电化学处理单元的联用,可以满足不同水质的处理工程需求。通过串并联的设计,可以控制流过每一个电化学池极板表面的流体的流速,从而控制电极表面的钝化。增大电极表面的流体流速固然可以控制电极钝化,但是同时会增大能耗,通过串并联的合理设计,可以兼顾流速与钝化的平衡,以较为经济的运行参数控制极板钝化。
- [0060] 进一步地,所述电化学池内,还包括,进行电氧化反应。通过电氧化反应,可实现降解COD等目的。
- [0061] 本发明一实施例还提出一种电化学处理水的方法,包括如下步骤:
- [0062] 1) 待处理水进入电化学池1的电化学单元内,根据水质情况,调节电化学单元串联或电化学单元并联,以及外接电源的电流大小,实现定量可控的絮凝剂产生;
- [0063] 2) 经电化学池1处理的水溢流进入絮凝反应池2进行絮凝,然后溢流进入沉降池3沉降,实现待处理水中污染物的去除,最后经过滤池4过滤后,进入清水池5储存备用;
- [0064] 其中,电化学池内水力停留时间HRT为1.5-2min。
- [0065] 进一步地,还包括,经过滤池4过滤后,经杀菌后,进入清水池5储存备用;优选的,所述杀菌采用紫外杀菌单元进行处理。
- [0066] 进一步地,所述电流大小为1-30A。

[0067] 进一步地,待处理水为废水或待清洁饮用水。

[0068] 进一步地,电化学池内,每运行30s-2min,通过外接电源控制自动切换阴极和阳极。实现倒极,以抑制电极的钝化。阴极板和阳极板可以采用相同的材料,保证两极板消耗情况相同,便于定期更换极板。

[0069] 进一步地,当电化学池内阴极板和阳极板消耗到原厚度的1/3-1/2之间时,停止进水,关闭电源,更换电极板。防止由于电极不均匀腐蚀造成的极板断裂等问题。

[0070] 下面将结合实施例详细阐述本发明。

[0071] 实施例1

[0072] 针对地表水的处理,进水浊度为65NTU。采用图1电絮凝装置处理废水,电极板(阴极板和阳极板)采用铁板,电化学单元串联单元数为10个,每对极板间的电流密度为 $5\text{A}/\text{m}^2$ (投加当量控制在 $3\text{mg}/\text{L}$,以 Fe^{2+} 计)。

[0073] 实验中观测发现,水力停留时间为2min,水流速较快,在电化学池中不会有留有沉淀,电化学池不需排泥。同时,由于电极表面生成的金属阳离子不断被水流带走,产生的有利结果有两点:

[0074] 1. $\text{Me} \rightarrow \text{Me}^{n+} + n\text{e}$

[0075] 生成的金属离子 Me^{n+} 不断被带走,促进化学反应不断正向进行,避免了反应的吉布斯自由能因为金属离子的堆积而增加。同时,抑制了电极表面生成金属氧化物膜的趋势,即抑制了钝化。

[0076] 2. 电极表面不断被水流冲刷,避免了溶液中的污染物附着在电极表面,影响电流效率。

[0077] 运行过程中,可以完全免去人工维护,避免了絮凝剂的配置等操作,降低了人工运维成本。同时通过调控电极表面流速控制水流剪切力,抑制钝化,延长极板使用寿命,避免副反应的发生。

[0078] 实施例2

[0079] 针对污水的处理,进水COD为 $100\text{mg}/\text{L}$ 。采用图1电絮凝装置处理废水,电极板(阴极板和阳极板)采用铝板,采用50个电化学单元,并联成5组,每组串联单元数为10个,构成的电化学池,每对极板间的电流密度为 $10\text{A}/\text{m}^2$ (投加当量控制在 $20\text{mg}/\text{L}$ 左右,以 Al^{3+} 计)。

[0080] 实验中观测发现,水力停留时间为1min,水流速较快,,在电化学池中不会有留有沉淀,电化学池不需排泥。

[0081] 对比例1

[0082] 针对地表水的处理,进水浊度为65NTU。采用图1电絮凝装置处理废水,电极板(阴极板和阳极板)采用铁板,电化学单元串联单元数为10个,每对极板间的电流密度为 $5\text{A}/\text{m}^2$ (投加当量控制在 $3\text{mg}/\text{L}$,以 Fe^{2+} 计)。

[0083] 实验中观测发现,水力停留时间为20min,水流速较慢,絮体不能完全带走,在电化学池中留有沉淀,需设置排泥过程。运行1h后,单组运行电压从5.12V上升到8.77V,电压上升较高,说明电极钝化程度较高。

[0084] 以上仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

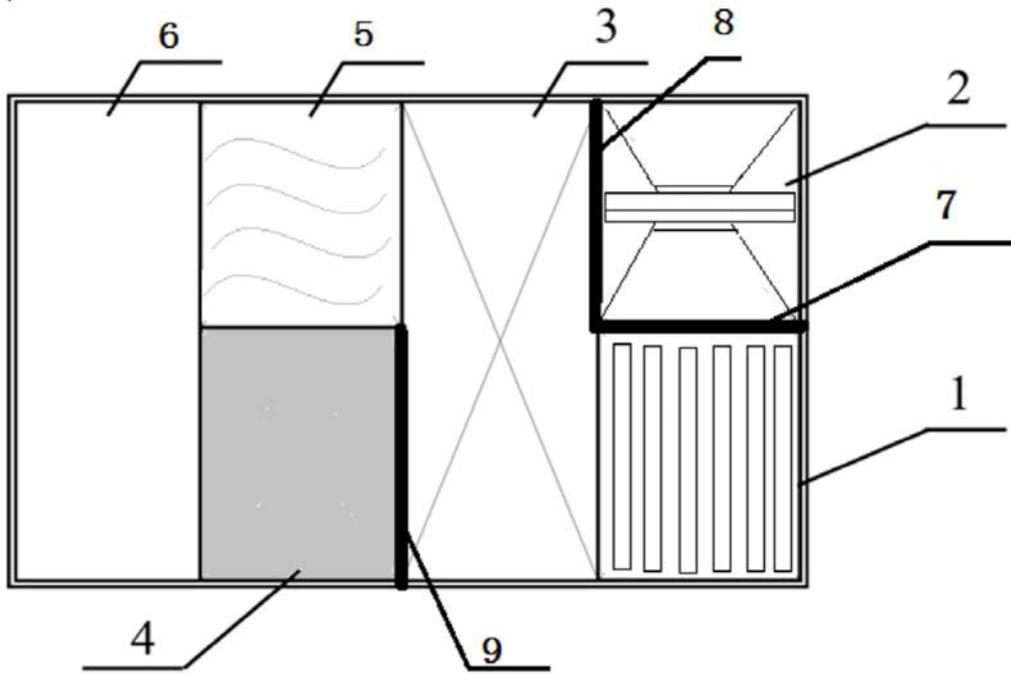


图1

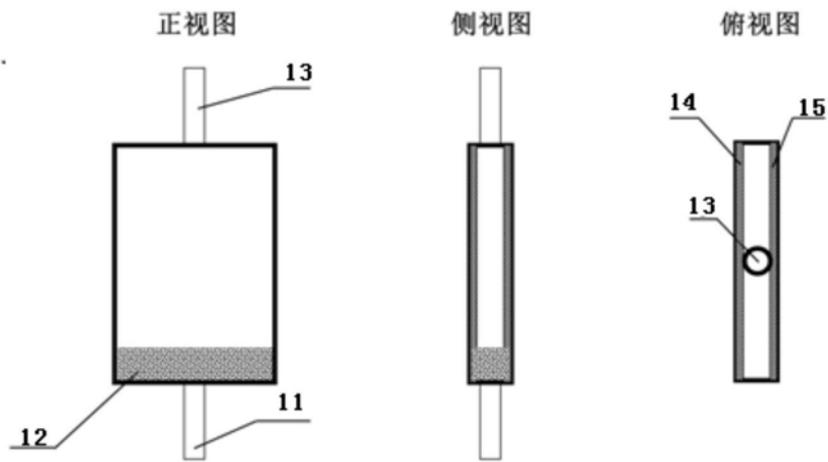


图2

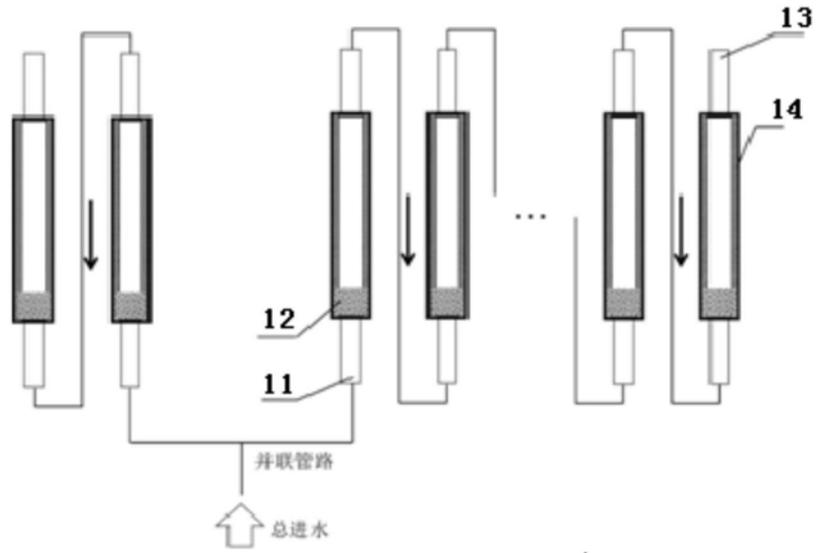


图3

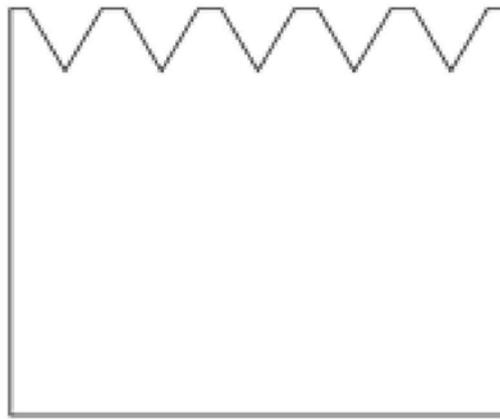


图4