



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105347519 A

(43) 申请公布日 2016. 02. 24

(21) 申请号 201510779931. 0

(22) 申请日 2015. 11. 13

(71) 申请人 徐州工程学院

地址 221018 江苏省徐州市新城区丽水路 2 号

(72) 发明人 梁峙 梁骁 肖扬

(74) 专利代理机构 南京经纬专利商标代理有限公司 32200

代理人 李纪昌

(51) Int. Cl.

C02F 7/00(2006. 01)

C02F 9/04(2006. 01)

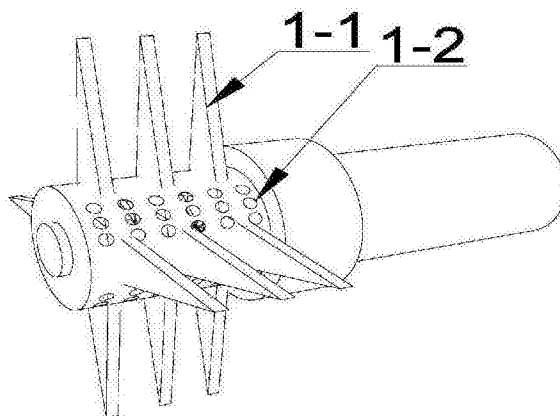
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种纳米气泡发生器及其应用

(57) 摘要

本发明公开了一种纳米气泡发生器及其应用,所述纳米气泡发生器分为高速转子叶轮、微孔曝气头及空气接入管,其中微孔曝气头设于空气接入管排气口一端,高速转子叶轮设置于空气接入管上。具有以下优点:(1)由于高速转子叶轮与微孔曝气头交替设置,从而提高实验室四氯化碳分离处理系统曝气反应箱中空气与待处理残液的接触面积,提高处理效率;(2)高速转子叶轮旋转对称设置有利于曝气反应箱中的空气气泡分布均匀,从而使得残液处理均一;(3)高速转子叶轮垂直设置于空气接入管上提高了叶轮的剪切力,从而提高了气泡的打碎效率;(4)微孔曝气头为膜片式,曝气时气孔打开,非工作状态时,膜片将气孔关闭,可防止残液中的颗粒物质堵塞气孔。



1. 一种纳米气泡发生器,其特征在于,所述纳米气泡发生器(1)包括高速转子叶轮(1-1)、微孔曝气头(1-2)及空气接入管(1-3),其中高速转子叶轮(1-1)和微孔曝气头(1-2)交替设于空气接入管(1-3)的排气口一端;所述高速转子叶轮(1-1)的叶片为单板形、圆弧形或机翼形中的一种;所述微孔曝气头(1-2)为膜片式,且在每个膜片上开设至少一个孔眼,每个孔眼上包覆一层不锈钢丝;其中高速转子叶轮(1-1)的转子为焊接转子,高速转子叶轮(1-1)的叶片为 34CrMo、35CrMoV 或碳化硅材料中的一种。

2. 根据权利要求 1 所述一种纳米气泡发生器,其特征在于,所述高速转子叶轮(1-1)的叶片至少设有一组,每组叶片数为 2~4 个,且叶片间旋转对称。

3. 权利要求 1 所述一种纳米气泡发生器在实验室四氯化碳分离系统处理含四氯化碳残液中的应用。

4. 根据权利要求 3 所述的应用,其特征在于所述实验室四氯化碳分离系统包括含有 S 形吸附槽(4)的活性炭过滤箱(11)以及带有纳米气泡发生器(1)的处理区,二者置于曝气反应箱(2)中,通过隔板(5)隔开,并经导流管(3)连通;其中 S 形吸附槽(4)内部填充活性炭填料(8)并设有悬空板(9),悬空板(9)沿垂直方向错位排列,且悬空板(9)的数量至少为 1 个;曝气反应箱(2)的一端设有残液进水管(6),残液进水管(6)为三通管结构,与双氧水加注管(6-1)连通,并通过残液进水管底口(7)与曝气反应箱(2)连通;S 形吸附槽(4)的一端设置有出水管(10),出水管(10)分为多孔集水管(10-1)和排液管(10-2),其中多孔集水管(10-1)的数量至少为一个。

5. 根据权利要求 3 所述的应用,其特征在于处理含四氯化碳残液的工艺流程如下:四氯化碳残液通过残液进水管(6)进入曝气反应箱(2),同时双氧水反应试剂通过双氧水加注管(6-1)进入曝气反应箱(2),与四氯化碳残液发生反应;同时,外界空气通过空气接入管(1-3)进入纳米气泡发生器(1),高速转子叶轮(1-1)以速度 3000~9000 转/分钟的转速旋转,将微孔曝气头(1-2)产生的微气泡击碎成直径 10~600 纳米的气泡,均匀地扩散到反应箱体内部,并在曝气反应箱(2)中与四氯化碳充分反应;处理后的溶液通过导流管(3)进入活性炭过滤箱(11),由于活性炭过滤箱(11)内部设有至少一个悬空板(9),并在垂直方向错位排列,促使残液在活性炭过滤箱(11)内部呈现 S 路径到达多孔集水管(10-1)处,最终经排液管(10-2)排出;其中控制条件为通气量为 80 升/分钟、水位 80 厘米、温度为 60℃、曝气时间为 2 小时。

一种纳米气泡发生器及其应用

技术领域

[0001] 本发明属于环保处理技术,涉及高浓度有机含四氯化碳实验室残液的处理系统中气泡发生器领域,尤其涉及一种纳米气泡发生器及其应用。

背景技术

[0002] 四氯化碳(CCl_4)是一种人工合成的低沸点有机氯代烃(比重 $1.591\text{g}/\text{cm}^3$,沸点 77°C),微溶于水。国外研究表明:四氯化碳属于典型的肝脏毒物,高浓度时,首先是影响中枢神经系统,随后影响肝、肾。它在环境中具有持久性、长期残留性和生物蓄积性,因此自1979年被美国EPA列入了“含四氯化碳地下水中优先控制的污染物”,也被我国列入了68种“水中优先控制的污染物”名单。

[0003] 上个世纪七十年代由于大量制造和使用农药,造成了一些地区地下水被四氯化碳污染,如美国的密西根含水层和加拿大渥太华附近的含水层均受到过四氯化碳的污染(在含水层中它多以非水相(NAPL)存在)。

[0004] 美国前Fortord Army 军事基地造成的污染使得Marina 的市政供水中 CCl_4 超标,2000年8月测得 CCl_4 浓度达 $15\mu\text{g}/\text{L}$ 。美国Livermore地区的地下水监测发现有毒有害垃圾的堆放导致 CCl_4 污染物的产生,有毒物质渗滤液中 CCl_4 的浓度高达 $500\mu\text{g}/\text{L}$ 。2000年4月,Hafner&Sons 垃圾填埋场附近的MW-10井中地下水 CCl_4 浓度达 $6.3\mu\text{g}/\text{L}$ 。

[0005] 在国内,山东小清河沿岸的浅层地下水曾经遭受 CCl_4 的污染,最高浓度达 $380\mu\text{g}/\text{L}$,污染面积达 80km^2 。小清河鸭旺口、西闸两测点浅层地下水 CCl_4 含量为 $16.0\text{--}380.0\mu\text{g}/\text{L}$ 。1997年,检测出上海市闸北区自来水中 CCl_4 含量为 $1.17\mu\text{g}/\text{L}$,北京市西城区和宣武区则分别为 0.24 和 $0.32\mu\text{g}/\text{L}$ 。2000年对我国某地区浅层地下水开展四氯化碳含量监测,发现南郊水源地内有3眼水井受到了污染,2001年5月份,已有53眼岩溶地下水水井受到了污染,面积达 17.5km^2 ,水中四氯化碳最高浓度达 $3909.2\mu\text{g}/\text{L}$,超过国家饮用水标准1954.6倍,严重威胁着供水地区20余万人的身体健康。

[0006] 现有治理技术

[0007] 四氯化碳是土壤和地下水中常见的有机污染物,容易随雨水或灌溉水通过淋溶作用进入土壤和地下水中,引起土壤和地下水体的污染。目前有关地下水中四氯化碳污染治理的传统方法有以下几种:

[0008] 1. 活性炭吸附法

[0009] 用活性炭吸附水源中的四氯化碳,无需添加任何化学试剂,技术要求不高,低浓度吸附效果好,一些难以降解的物质可直接吸附在活性炭上。通过考察了活性炭投加量、吸附时间、温度等因素对去除效果的影响。

[0010] 此法工艺成熟,操作简单效果可靠,但吸附效率不稳定,四氯化碳处于低浓度时效果好,高浓度时处理不稳定,有效吸附寿命短,载体需要进行二次解吸才能进行循环运用,且通过溶剂解吸后的溶液,又形成含四氯化碳的混合物,如何再将其分离,需要进一步研究。

[0011] 2. 曝气技术修复法

[0012] 曝气技术修复将压缩空气注入地下水饱和带,气体向上运动过程中引起挥发性污染物自土体和地下水进入气相,使得含有污染物的空气升至非饱和带,再通过气相抽提系统处理从而达到去除污染物的目的。这种处理地下水饱和带挥发性有机污染物的原位修复技术,由于可原位施工的优势使其得到广泛应用,多应用于分子量较小、易从液相变为气相的污染物。

[0013] 但是曝气技术修复法容易受到气流形态变化、气泡数量、气泡尺寸、气流通道密度等因素影响,同时因处理工艺不同而降低处理能力。曝气技术修复法在实施中,若污染区存在局部低渗透性土层,空气与污染物难以充分接触,地下水饱和带若出现结构性裂隙或断裂带,注入的空气则易形成优先流,导致曝气短路,极大地影响处理范围和处理效果,污染区很难得到有效修复。同时曝气技术修复法也受到场地土体类型、场地均质性、地下水位及流动、污染物的水溶性与挥发性的直接影响,使得修复效率下降、成本上升。

[0014] 3. 原位化学氧化法

[0015] 原位化学修复技术采用的氧化剂高锰酸盐、Fenton 试剂、过氧化氢和过硫酸盐等。

[0016] 将氧化剂注入到地下污染区,土壤和含水层本身含有大量的天然铁矿物,在铁矿物催化的作用下氧化反应能有效修复土壤和地下水的有机污染物。研究表明原位化学修复技术容易使修复区土壤产生矿化,使修复区土壤板结、透水性差,改变了修复区土壤结构。

[0017] 4. 生物修复法

[0018] 利用生物注射和有机粘土吸附生物活性菌,通过生物的代谢作用,减少地下环境中有毒有害化合物的工程技术方法,原位生物修复法能够处理大范围的污染物,并且能完全分解污染物。

[0019] 目前原位生物修复法对于处理地下水有机物污染源是一项新兴的技术,生物修复的关键因素是合适的电子受体,而氧是最好的电子受体,由于在地下环境中缺乏氧这一电子受体,同时微生物营养物质的供给不足,也使得微生物的生物降解不能持久。

[0020] 5. 渗透反应墙修复法

[0021] 利用填充有活性反应介质材料的被动反应区,当受污染的地下水通过时,其中的污染物质与反应介质发生物理、化学和生物等作用而被降解、吸附、沉淀或去除,从而使污水得以净化。

[0022] 但是渗透性反应墙存在易被堵塞,地下水的氧化还原电位等天然环境条件易遭破坏,反应墙工程措施及运行维护相对复杂等缺点,加上双金属系统、纳米技术成本较高,这些因素阻碍了渗透性反应墙的进一步发展及大力推广。

[0023] 6. 原位曝气修复法

[0024] 原位曝气技术是一种新兴的地下水可挥发性有机物的原位修复技术,将空气注入污染区域以下,将挥发有机物从地下水中解析到空气流并引至地面上处理的原位修复技术,同时向深井注入空气能为地下水中的好氧微生物提供足够氧气,促进土著微生物的降解作用。该技术在可接受的成本范围内,能够处理较多的受污染地下水,系统容易安装和转移,容易与其它技术组合使用。

[0025] 但是由于地质结构复杂,当注入空气遇到完整岩层带、松动破碎带或弯曲变形带时,携带有挥发性有机物的注入空气难以穿透上述地质结构,同时注入空气遇到上述地质

结构时,空气阻力大,将使设备能耗大大提高。对既不容易挥发又不易生物降解的污染物处理效果更不佳。

发明内容

[0026] 解决的技术问题:为了克服现有技术的不足而提供一种用于提高实验室四氯化碳分离处理系统曝气反应箱中供氧量,从而提高四氯化碳的分离效率,解决传统处理工艺存在的缺陷,并加以改进。为后续含四氯化碳实验室残液深度处理提供技术方案支持。

[0027] 技术方案:一种纳米气泡发生器包括高速转子叶轮、微孔曝气头及空气接入管,其中高速转子叶轮和微孔曝气头交替设于空气接入管的排气口一端;所述高速转子叶轮的叶片为单板形、圆弧形或机翼形中的一种;所述微孔曝气头为膜片式,且在每个膜片上开设至少一个孔眼,每个孔眼上包覆一层不锈钢丝;其中高速转子叶轮的转子为焊接转子,高速转子叶轮的叶片为 34CrMo、35CrMoV 或碳化硅材料中的一种。

[0028] 优选的,所述高速转子叶轮的叶片至少设有一组,每组叶片数为 2 ~ 4 个,且叶片间旋转对称。

[0029] 一种纳米气泡发生器在实验室四氯化碳分离系统处理含四氯化碳残液中的应用。

[0030] 优选的,所述实验室四氯化碳分离系统包括含有 S 形吸附槽的活性炭过滤箱以及带有纳米气泡发生器的处理区,二者置于曝气反应箱中,通过隔板隔开,并经导流管连通;其中 S 形吸附槽内部填充活性炭填料并设有悬空板,悬空板沿垂直方向错位排列,且悬空板的数量至少为 1 个;曝气反应箱的一端设有残液进水管,残液进水管为三通管结构,与双氧水加注管连通,并通过残液进水管底口与曝气反应箱连通;S 形吸附槽的一端设置有出水管,出水管分为多孔集水管和排液管,其中多孔集水管的数量至少为一个。

[0031] 优选的,处理含四氯化碳残液的工艺流程如下:四氯化碳残液通过残液进水管进入曝气反应箱,同时双氧水反应试剂通过双氧水加注管进入曝气反应箱,与四氯化碳残液发生反应;同时,外界空气通过空气接入管进入纳米气泡发生器,高速转子叶轮以速度 3000 ~ 9000 转 / 分钟的转速旋转,将微孔曝气头产生的微气泡击碎成直径 10 ~ 600 纳米的气泡,均匀地扩散到反应箱体内部,并在曝气反应箱中与四氯化碳充分反应;处理后的溶液通过导流管进入活性炭过滤箱,由于活性炭过滤箱内部设有至少一个悬空板,并在垂直方向错位排列,促使残液在活性炭过滤箱内部呈现 S 路径到达多孔集水管处,最终经排液管排出;其中控制条件为通气量为 80 升 / 分钟、水位 80 厘米、温度为 60℃、曝气时间为 2 小时。

[0032] 有益效果:(1) 由于高速转子叶轮与微孔曝气头交替设置,从微孔曝气头流出的空气在高速转子叶轮的旋转作用下被进一步粉碎,形成直径细小的空气气泡,从而提高实验室四氯化碳分离处理系统曝气反应箱中空气与待处理残液的接触面积,提高处理效率;

[0033] (2) 高速转子叶轮旋转对称设置有利于曝气反应箱中的空气气泡分布均匀,从而使得残液处理均一;

[0034] (3) 高速转子叶轮垂直设置于空气接入管上提高了叶轮的剪切力,从而提高了气泡的打碎效率;

[0035] (4) 微孔曝气头为膜片式,曝气时气孔打开,非工作状态时,膜片将气孔关闭,可防止残液中的颗粒物质堵塞气孔。

附图说明

[0036] 图 1 是实验室四氯化碳分离处理系统结构示意图；

[0037] 图 2 是本发明所述纳米气泡发生器结构示意图；

[0038] 图 3 是本发明所述纳米气泡发生器俯视图；

[0039] 其中 1 为纳米气泡发生器,1-1 为高速转子叶轮,1-2 为微孔曝气头,1-3 为空气接入管,2 为曝气反应箱,3 为导流管,4 为 S 形吸附槽,5 为隔板,6 为残液进水管,6-1 为双氧水加注管,7 为残液进水管底口,8 为活性炭填料,9 为悬空板,10 为出水管,10-1 为多孔集水管,10-2 为排液管,11 为活性炭过滤箱,12 为水位线。

具体实施方式

[0040] 下面结合附图对本发明所述的纳米气泡发生器进行详细说明。

[0041] 实施例 1

[0042] 如图 1 和图 2 所示,为实验室四氯化碳分离处理系统结构示意图和纳米气泡发生器结构示意图,从图中可以看出,所述纳米气泡发生器 1 置于实验室四氯化碳分离处理系统的曝气反应箱 2 中,分为高速转子叶轮 1-1、微孔曝气头 1-2 及空气接入管 1-3,其中微孔曝气头 1-2 设于空气接入管 1-3 排气口一端,高速转子叶轮 1-1 设置于空气接入管 1-3 上。所述高速转子叶轮 1-1 与微孔曝气头 1-2 交替设置,且高速转子叶轮 1-1 设有三组,每组叶轮数为 4 个,叶轮间旋转对称,高速转子叶轮 1-1 为机翼型。如图 3 所示,高速转子叶轮 1-1 垂直设置于空气接入管 1-3 上。其中微孔曝气头 1-2 为膜片式。

[0043] 实施例 2

[0044] 采用设有实施例 1 所述的纳米气泡发生器的实验室四氯化碳分离处理系统对含四氯化碳的实验室残液进行处理,首先,四氯化碳残液通过残液进水管 6 进入曝气反应箱 2,同时双氧水反应试剂通过双氧水加注管 6-1 进入曝气反应箱 2,与四氯化碳残液发生反应;同时,外界空气通过空气接入管 1-3 进入纳米气泡发生器 1,高速转子叶轮 1-1 以速度 3000 ~ 9000 转 / 分钟的转速旋转,将微孔曝气头 1-2 产生的微气泡击碎成直径 10 ~ 600 纳米的气泡,均匀地扩散到反应箱体内部,并在曝气反应箱 2 中与四氯化碳充分反应。

[0045] 处理后的溶液通过导流管 3 进入活性炭过滤箱 11,由于活性炭过滤箱 11 内部设有至少一个悬空板 9,并在垂直方向错位排列,促使残液在活性炭过滤箱 11 内部呈现 S 路径到达多孔集水管 10-1 处,最终经排液管 10-2 排出;其中控制条件为通气量为 80 升 / 分钟、水位 80 厘米、温度为 60℃、曝气时间为 2 小时。

[0046] 为了检验设计的合理性,使其达到最佳的处理效果,通过以上四氯化碳分离系统对四氯化碳去除率进行检测,对设计的合理性及最佳运行参数进行验证,结果如下:

[0047] 在模拟四氯化碳分离系统中,含四氯化碳的实验室残液中,四氯化碳的浓度为 20 μ g/L,控制模拟体系温度为 60℃、曝气时间为 2 小时、通气量为 80 升 / 分钟、水位 80 厘米,高速转子叶轮 1-1 分别以速度 3000 转 / 分钟、5000 转 / 分钟、7000 转 / 分钟、9000 转 / 分钟的转速旋转,具体检测结果如下表所示。

[0048] 实验室残液中四氯化碳去除效果

[0049]

曝气时间 (小时)	通气量 (升/分钟)	转速 (转/分钟)	水位 (厘米)	温度 (°C)	四氯化碳去除 率 (%)
2	80	3000	80	60	97.46
2	80	5000	80	60	98.58

[0050]

2	80	7000	80	60	99.25
2	80	9000	80	60	99.89

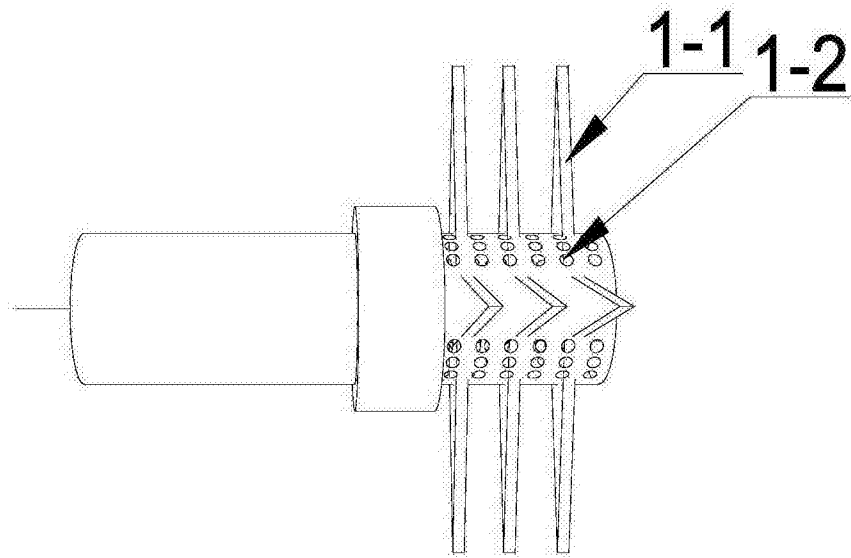


图 3