

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102992508 A

(43) 申请公布日 2013. 03. 27

(21) 申请号 201110273432. 6

C02F 1/20(2006. 01)

(22) 申请日 2011. 09. 15

(71) 申请人 江苏常环环境科技有限公司

地址 213000 江苏省常州市新北区衡山路
18 号嘉新花苑裙房四侧一至二层

(72) 发明人 刘鹏 张晟 滕加泉 戴中华

蒋鹏 龙超 李爱民

(74) 专利代理机构 常州佰业腾飞专利代理事务
所(普通合伙) 32231

代理人 徐琳淞

(51) Int. Cl.

C02F 9/04(2006. 01)

C02F 1/42(2006. 01)

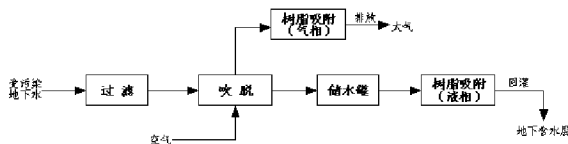
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种挥发性有机物污染地下水的修复方法

(57) 摘要

本发明公开了一种挥发性有机物污染地下水的修复方法,采用吹脱-树脂吸附组合工艺去除地下水中挥发性有机物,包括以下步骤:①抽出受污染的地下水,过滤后从顶部进入吹脱塔内,使得地下水中挥发性有机物进入气相;②在塔顶排出的吹脱气通过顶部气体收集器收集后,通入装有吸附树脂的气相吸附柱吸附处理;③在常温下,将步骤①中吹脱后的地下水通入装有吸附树脂的液相吸附柱处理;④将步骤③中处理后的地下水回灌于地下水层;⑤将步骤②、步骤③中吸附穿透后的吸附树脂用脱附剂再生。本发明采用吹脱-树脂吸附组合工艺去除地下水中挥发性有机物,是一种地下水异位修复的新技术,该方法对抽出的地下水中各种挥发性有机物都具都有很高的去除效果。



1. 一种挥发性有机物污染地下水的修复方法,其特征在于:采用吹脱-树脂吸附组合工艺去除地下水中挥发性有机物,包括以下步骤:

①从抽水井中抽出挥发性有机物污染的地下水,经过滤器过滤,除去地下水中一些机械杂质后,通过提升泵从顶部进入吹脱塔内,从塔顶喷下,沿填料表面呈薄膜状向下流动,与从底部进入吹脱塔的空气逆向流动,控制塔内淋水密度为 $5-20\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$,气水比为 $5-20$,使得地下水中挥发性有机物进入气相,以去除地下水中挥发性有机物;

②在塔顶排出的吹脱气通过顶部气体收集器收集后,通入装有吸附树脂的气相吸附柱吸附处理,以去除吹脱气中挥发性有机物;

③在常温下,将步骤①中吹脱后的地下水,以 10BV/h 以下的流量通入装有吸附树脂的液相吸附柱处理,以继续去除地下水中挥发性有机物;

④将步骤③中处理后的地下水回灌于地下水层;

⑤将步骤②、步骤③中吸附穿透后的吸附树脂用脱附剂再生。

2. 根据权利要求1所述的一种挥发性有机物污染地下水的修复方法,其特征在于:所述步骤①中的吹脱塔采用填料吹脱塔,包括顶部气体收集器及吹脱柱,填料采用拉西环或聚丙烯鲍尔环。

3. 根据权利要求1所述的一种挥发性有机物污染地下水的修复方法,其特征在于:所述步骤②中的吸附树脂为疏水性的苯乙烯类超高交联吸附树脂,包括国产的NDA-202V、美国陶氏公司的DOWEX OPTIPORE V493或V503。

4. 根据权利要求1所述的一种挥发性有机物污染地下水的修复方法,其特征在于:所述步骤③中所述的吸附树脂是苯乙烯类高交联吸附树脂,包括国产的NDA-150、NDA-88、NDA-99、H-103、CHA-111、JX-101、NK-4006或者AB-8树脂,或者为美国Amberlite XAD-4、XAD-2或XAD-1600。

5. 根据权利要求1所述的一种挥发性有机物污染地下水的修复方法,其特征在于:所述步骤⑤中的脱附剂采用 $0.15-0.4\text{MPa}$ $110-140^\circ\text{C}$ 的水蒸汽。

6. 根据权利要求5所述的一种挥发性有机物污染地下水的修复方法,其特征在于:所述步骤⑤吸附树脂再生的具体方法为:含有机物的高温水蒸气进入冷凝器冷凝,冷凝液进入旋转分离器进行油水分离,油相进入储罐;气相吸附柱脱附后用冷空气吹干后进行下一次吸附。

7. 根据权利要求6所述的一种挥发性有机物污染地下水的修复方法,其特征在于:所述步骤②和步骤③,在具体操作中均可采用双柱的形式,一柱用于吸附,另一柱经脱附后备用,一柱吸附穿透后切换至另一吸附柱。

一种挥发性有机物污染地下水的修复方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种挥发性有机物污染地下水的修复方法。

背景技术

[0002] 我国经济的快速发展,使地下水污染日益加重,其中有机物污染已成为当前地下水污染的主要形式,尤其是在一些发达的城市地区。目前国外较典型的地下水污染修复技术主要有以下3种:抽出-处理法(P&T)、监测天然衰减技术和原位修复技术。其中抽出-处理法(P&T)是当前应用最普遍的一种传统的异位修复技术,自20世纪80年代开展地下水污染修复至今,地下水污染治理仍以P&T技术为主。该技术根据地下水污染范围,在污染场地布设一定数量的抽水井,通过水泵和水井将污染了的地下水抽取上来,然后利用地面净化设备进行地下水污染治理。

[0003] P&T技术治理挥发性有机物(VOCs)污染的地下水的方法主要有空气吹脱、活性炭吸附和生物降解等,但空气吹脱技术对低沸点的挥发性去除效率较高,对高沸点的挥发性有机物处理效果不理想,而且吹脱出的VOCs对周围环境易造成环境污染;活性炭吸附法对地下水中挥发性有机物有较好的去除效果,但是活性炭吸附剂再生困难、机械强度差,吸附剂用量大,修复成本高。此外,生物法处理地下水中挥发性有机物的效果不能得到有效保证,而且处理周期很长。因此,有必要开发一种经济、高效的VOCs污染地下水修复技术,保证处理后的水质能够达到回灌要求,并减少二次污染、最大限度地降低修复成本。

[0004] 国内外大量研究及工程实例表明,活性炭吸附剂存在再生困难、机械性能差,采用活性炭吸附法单独处理高VOCs污染地下水时,吸附剂用量大,修复成本过高,活性炭吸附剂表面大量羧基、酚羟基、羰基等亲水性基团的存在导致其在高湿度条件下对挥发性有机物吸附能力差的缺点。而吸附树脂克服了活性炭吸附剂再生困难、机械性能差等缺点,可有效地去除各种挥发性有机物,已逐渐取代活性炭等用于有机毒物的吸附分离。亲水性超高交联吸附树脂具有吸附容量大,再生性能优越等特点,对高沸点的挥发性有机物具有很好的去除效果。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题是提供一种工艺简单,操作简便,能高效去除挥发性有机物污染地下水的修复方法。

[0006] 为了解决上述技术问题,本发明所提供的技术方案是:一种挥发性有机物污染地下水的修复方法,采用吹脱-树脂吸附组合工艺去除地下水中挥发性有机物,包括以下步骤:

[0007] ①从抽水井中抽出挥发性有机物污染的地下水,经过滤器过滤,除去地下水中一些机械杂质后,通过提升泵从顶部进入吹脱塔内,从塔顶喷下,沿填料表面呈薄膜状向下流动,与从底部进入吹脱塔的空气逆向流动,控制塔内淋水密度为 $5-20\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$,气水比为 $5-20$,使得地下水中挥发性有机物进入气相,以去除地下水中挥发性有机物;

[0008] ②在塔顶排出的吹脱气通过顶部气体收集器收集后,通入装有吸附树脂的气相吸附柱吸附处理,以去除吹脱气中挥发性有机物;

[0009] ③在常温下,将步骤①中吹脱后的地下水,以 10BV/h 以下的流量通入装有吸附树脂的液相吸附柱处理,以继续去除地下水中挥发性有机物;

[0010] ④将步骤③中处理后的地下水回灌于地下水层;

[0011] ⑤将步骤②、步骤③中吸附穿透后的吸附树脂用脱附剂再生。

[0012] 所述步骤①中的吹脱塔采用填料吹脱塔,包括顶部气体收集器及吹脱柱,填料采用拉西环或聚丙烯鲍尔环。

[0013] 所述步骤②中的吸附树脂为疏水性的苯乙烯类超高交联吸附树脂,包括国产的 NDA-202V、美国陶氏公司的 DOWEX OPTIPORE V493 或 V503;其中,优选的是 NDA-202V 树脂。

[0014] 所述步骤③中所述的吸附树脂是苯乙烯类高交联吸附树脂,包括国产的 NDA-150、NDA-88、NDA-99、H-103、CHA-111、JX-101、NK-4006 或者 AB-8 树脂,或者为美国 Amberlite XAD-4、XAD-2 或 XAD-1600;其中,优先选用亲水性的高微孔超高交联吸附树脂 NDA-150 和胺基修饰的超高交联吸附树脂 NDA-99;可单独采用 NDA-150 或 NDA-99 作为吸附剂,也可根据地下水成分,将 NDA-150 和 NDA-99 按不同比例填入吸附柱中,采用混柱吸附,填入形式为分段填入或混合填入。

[0015] 所述步骤⑤中的脱附剂采用 0.15-0.4MPa 110-140℃ 的水蒸汽。

[0016] 所述步骤⑤吸附树脂再生的具体方法为:含有机物的高温水蒸气进入冷凝器冷凝,冷凝液进入旋转分离器进行油水分离,油相进入储罐;若油相中挥发性有机物成分比较单一,可直接回收利用;若成分较多,可采用精馏进一步回收有用的挥发性有机物;气相吸附柱脱附后用冷空气吹干后进行下一次吸附。

[0017] 所述步骤②和步骤③,在具体操作中均可采用双柱的形式,一柱用于吸附,另一柱经脱附后备用。一柱吸附穿透后切换至另一吸附柱,可以保证整个装置始终连续运行。

[0018] 采用了上述技术方案后,本发明具有积极的效果:(1) 本发明采用吹脱-树脂吸附组合工艺去除地下水中挥发性有机物,是一种地下水异位修复的新技术,该方法对抽出的地下水中各种挥发性有机物都具都有很高的去除效果。

[0019] (2) 本发明中吹脱废气采用疏水性超高交联吸附树脂处理,吸附效果好,吸附性能受湿度影响很小,吸附前无需设置气水分离器,可有效解决场地修复中吹脱废气的环境污染问题。

[0020] (3) 本发明采用亲水性超高交联吸附树脂对吹脱后残留于地下水中的高沸点挥发性有机物进行吸附处理,能够有效去除高沸点的挥发性有机物,强化了地下水修复的效果。

[0021] (4) 本发明所用吸附树脂均具有吸附容量大,脱附再生容易,循环使用后减少了吸附剂用量,可回收挥发性有机物,降低了修复成本,工艺简单,操作简便,有很好的实用性,具有极为广阔的应用前景。

附图说明

[0022] 为了使本发明的内容更容易被清楚地理解,下面根据具体实施例并结合附图,对本发明作进一步详细的说明,其中

[0023] 图 1 为本发明的工艺流程图。

具体实施方式

[0024] (实施例 1)

[0025] 见图 1, 本实施例采用吹脱-树脂吸附组合工艺去除地下水中挥发性有机物, 包括以下步骤:

[0026] ①从抽水井中抽出挥发性有机物污染的地下水, 经过滤器过滤, 除去地下水中一些机械杂质后, 通过提升泵从顶部进入吹脱塔内, 从塔顶喷下, 沿填料表面呈薄膜状向下流动, 与从底部进入吹脱塔的空气逆向流动, 控制塔内淋水密度为 $5-20\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$, 气水比为 5-20, 使得地下水中挥发性有机物进入气相, 以去除地下水中挥发性有机物。吹脱塔采用填料吹脱塔, 包括顶部气体收集器及吹脱柱, 填料采用拉西环或聚丙烯鲍尔环。

[0027] ②在塔顶排出的吹脱气通过顶部气体收集器收集后, 通入装有吸附树脂的气相吸附柱吸附处理, 以去除吹脱气中挥发性有机物。吸附树脂为疏水性的苯乙烯类超高交联吸附树脂, 包括国产的 NDA-202V、美国陶氏公司的 DOWEX OPTIPORE V493 或 V503。

[0028] ③在常温下, 将步骤①中吹脱后的地下水, 以 10BV/h 以下的流量通入装有吸附树脂的液相吸附柱处理, 以继续去除地下水中挥发性有机物。吸附树脂是苯乙烯类高交联吸附树脂, 包括国产的 NDA-150、NDA-88、NDA-99、H-103、CHA-111、JX-101、NK-4006 或者 AB-8 树脂, 或者为美国 Amberlite XAD-4、XAD-2 或 XAD-1600。

[0029] ④将步骤③中处理后的地下水回灌于地下水层。

[0030] ⑤将步骤②、步骤③中吸附穿透后的吸附树脂用脱附剂再生。脱附剂采用 0.15-0.4MPa 110-140℃ 的水蒸汽。吸附树脂再生的具体方法为: 含有机物的高温水蒸气进入冷凝器冷凝, 冷凝液进入旋转分离器进行油水分离, 油相进入储罐; 气相吸附柱脱附后用冷空气吹干后进行下一次吸附。

[0031] 所述步骤②和步骤③, 在具体操作中均可采用双柱的形式, 一柱用于吸附, 另一柱经脱附后备用。一柱吸附穿透后切换至另一吸附柱, 可以保证整个装置始终连续运行。

[0032] 实验一: 步骤 1, 配制 5L 初始浓度为 200mg/L 的三氯乙烯溶液模拟受污染的地下水, 在常温下, 通过流量计控制以 0.1L/min 的流量进水到自制的小型吹脱塔中, 在塔底部通入 0.5L/min 的空气进行吹脱 50min, 吹脱后的溶液中三氯乙烯的浓度约为 60mg/L, 吹脱过程中淋水密度为 $5\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$, 气水比为 5。

[0033] 吹脱过程中产生的废气在常温下通入装有 10mL NDA-202V 树脂的玻璃吸附柱 ($\Phi 1.5\text{cm} \times 10\text{cm}$) 中。柱后出气口废气中三氯乙烯浓度控制在 $2\text{mg}/\text{m}^3$ 以下。

[0034] 步骤 2, 将吹脱后的溶液在常温下以 10BV/h 的流量通入装有 20mL NDA-150 树脂的玻璃吸附柱 ($\Phi 3\text{cm} \times 10\text{cm}$) 中, 吸附出水浓度降至 0.2mg/L。

[0035] 步骤 3, 吸附后的树脂用约 0.15MPa、110℃ 的水蒸汽进行脱附再生, 脱附液经冷凝后进入分离器进行油水分离, 油相为三氯乙烯, 回收效率约为 95%。

[0036] 实验二: 步骤同实验一, 将步骤 1 中吹脱空气流速改为 1L/min, 气水比变为 10, 吹脱后的溶液中三氯乙烯的浓度约为 50mg/L, 吹脱效率较实验一有所提高; 将步骤 2 中流量改为 8BV/h, 吸附出水浓度降至 0.15mg/L。其他步骤及效果同实验一。

[0037] 实验三: 步骤同实验一, 将吹脱空气流速改为 1.5L/min, 气水比变为 15, 吹脱后的溶液中三氯乙烯的浓度约为 47mg/L, 吹脱效率较实验二变化不大, 其他步骤及效果同实验

一。

[0038] 实验四：步骤同实验二，将吹脱塔中的进水流量改为 0.15L/min，淋水密度变为 $7.5\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ，吹脱后的溶液中三氯乙烯的浓度约为 60mg/L，将步骤 2 中流量改为 5BV/h，吸附出水浓度降至 0.14mg/L。其他步骤及效果同实验二。

[0039] 实验五：步骤同实验二，将吹脱塔中的进水流量改为 0.2L/min，淋水密度变为 $10\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ，吹脱后的溶液中三氯乙烯的浓度约为 65mg/L，其他步骤及效果同实验二。

[0040] 实验六：步骤同实验二，将吹脱塔中的进水流量改为 0.25L/min，淋水密度变为 $12.5\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ，吹脱后的溶液中三氯乙烯的浓度约为 67mg/L，其他步骤及效果同实验二。

[0041] 实验七：步骤同实验二，将吹脱塔中的进水流量改为 0.3L/min，淋水密度变为 $15\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ，吹脱后的溶液中三氯乙烯的浓度约为 75mg/L，其他步骤及效果同实验二。

[0042] 实验八：步骤同实验六，将步骤 2 中的吸附树脂改为 NDA-99 或 NDA-99 与 NDA-150 混合吸附剂，其他操作条件不变，除每批处理体积和回收效率有变化外，其他结果基本一致。

[0043] 实验九：步骤同实验六，将步骤 1 中溶液改为浓度为 50mg/L ~ 600mg/L 的三氯甲烷或二氯乙烷，去除效果与实验六基本一致。

[0044] 实验十：步骤 1，配制初始浓度为 200mg/L 的三氯乙烯溶液 500L，在常温下，通过流量计控制以 25L/min 的流量进水到吹脱塔中，在反应器底部通入 250L/min 的空气进行吹脱 50min，吹脱后的溶液中三氯乙烯的浓度约为 60mg/L，吹脱过程中淋水密度为 $12.5\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ，气水比为 10。

[0045] 吹脱过程中产生的废气在常温下通入装有 1000mL NDA-202V 树脂的玻璃吸附柱 ($\Phi 6\text{cm} \times 50\text{cm}$) 中。柱后出气口废气中三氯乙烯浓度控制在 $2\text{mg}/\text{m}^3$ 以下。

[0046] 步骤 2，将吹脱后的溶液在常温下以 8BV/h 的流量通入装有 2000mL NDA-150 树脂的玻璃吸附柱 ($\Phi 8\text{cm} \times 60\text{cm}$) 中，吸附出水浓度降至 0.17mg/L。

[0047] 步骤 3，吸附后的树脂用约 0.15MPa、110℃ 的水蒸汽进行脱附再生，脱附液经冷凝后进入分离器进行油水分离，油相为三氯乙烯，回收效率约为 95%。

[0048] 以上所述的具体实施例，对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步详细说明，所应理解的是，以上所述仅为本发明的具体实施例而已，并不用于限制本发明，凡在本发明的精神和原则之内，所做的任何修改、等同替换、改进等，均应包含在本发明的保护范围之内。

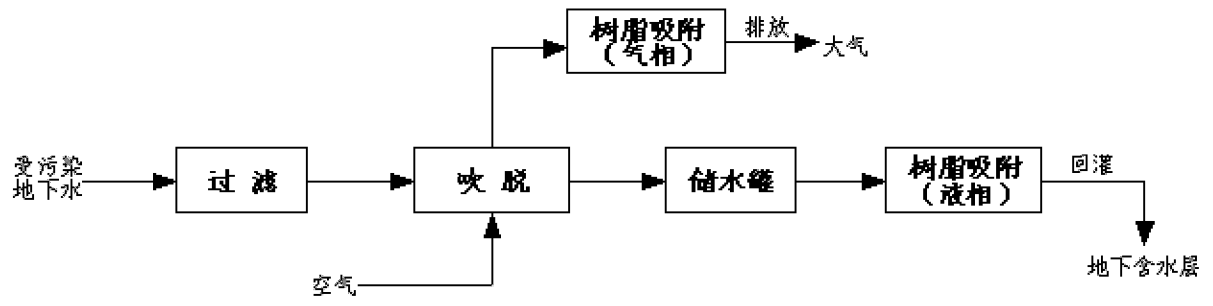


图 1