



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109485123 B

(45) 授权公告日 2023. 08. 29

(21) 申请号 201910006697.6

(22) 申请日 2019.01.04

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 109485123 A

(43) 申请公布日 2019.03.19

(66) 本国优先权数据
201811266248.7 2018.10.29 CN

(73) 专利权人 山东省水利科学研究院
地址 250013 山东省济南市历山路125号

(72) 发明人 陈学群 管清花 刘彩虹 王爱芹
李成光 田婵娟 李福林 辛光明

(74) 专利代理机构 北京东方汇众知识产权代理
事务所(普通合伙) 11296
专利代理师 张淑贤

(51) Int.Cl.

C02F 1/28 (2006.01)

C02F 1/70 (2006.01)

C02F 101/16 (2006.01)

C02F 103/06 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 104016472 A, 2014.09.03

CN 202430022 U, 2012.09.12

CN 102744041 A, 2012.10.24

US 2006/0086663 A1, 2006.04.27

CN 103046528 A, 2013.04.17

US 2003/0035691 A1, 2003.02.20

CN 102923838 A, 2013.02.13

CN 107720853 A, 2018.02.23

审查员 李丽

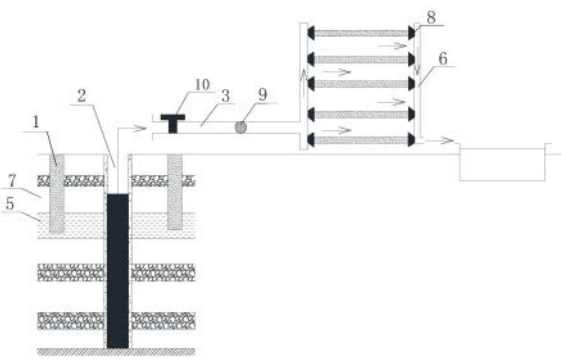
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

地下水硝酸盐处理系统及其建造方法

(57) 摘要

本发明公开了一种地下水硝酸盐处理系统及其建造方法,所述地下水硝酸盐处理系统包括地下原位处理系统和地表二次并联处理系统;所述地下原位处理系统包括供水井以及围绕所述供水井设置的粘土桩和PRB材料桩;所述地表二次并联处理系统包括进水管和排水管以及与所述进水管和排水管连通的滤芯模块,所述滤芯模块并联设置;所述进水管与供水井连接。本发明的地下水硝酸盐处理系统适用于大面积地下水硝酸盐污染区,且地下水埋深较浅,需要进行集中式或者分散式供水水源地的前期处理,经该系统的预处理后,地下水中的硝酸盐、亚硝酸盐和氨氮浓度达到地下水质量的Ⅲ类标准。



1. 一种地下水硝酸盐处理系统, 其特征在于, 包括地下原位处理系统和地表二次并联处理系统;

所述地下原位处理系统包括供水井以及围绕所述供水井设置的粘土桩和PRB材料桩; 所述PRB材料桩和粘土桩间隔设置, 并且所述PRB材料桩和粘土桩被设置在以供水井为中心的同一个圆上; 所述PRB材料桩为四个, 四个PRB材料桩沿所述供水井的周向均匀分布; 在两个周向上相邻的PRB材料桩之间设置有两个粘土桩; PRB材料桩和粘土桩之间以及粘土桩和粘土桩之间均相切; 所述PRB材料桩和粘土桩的下端穿过含水层, 位于连续粘土层内, 形成一个半悬浮式的粘土桩和PRB材料桩连续墙;

所述地表二次并联处理系统包括进水管和排水管以及与所述进水管和排水管连通的滤芯模块, 所述滤芯模块并联设置;

所述进水管与供水井连接; 所述滤芯模块包括管道和填充在所述管道内的填料, 所述填料为活性炭或者陶粒, 所述管道的一端与所述进水管连通, 另一端与排水管连通。

2. 根据权利要求1所述的地下水硝酸盐处理系统, 其特征在于, 所述进水管上设置有流速检测仪和出水控制阀。

3. 一种地下水硝酸盐处理系统的建造方法, 用于建造权利要求1或2所述的地下水硝酸盐处理系统, 其特征在于, 包括:

在垂直于地下水流向的方向建造多个粘土桩, 其中, 所述粘土桩围绕所述供水井设置, 并且,

在粘土桩经过3~4天的凝固后, 在两个不透水的粘土桩之间建造PRB材料桩。

4. 根据权利要求3所述的建造方法, 其特征在于, 所述PRB材料桩的直径根据历史数据值计算获得, 具体计算方式为:

(1), 采集大量历史数据, 历史数据包括历史上成功降低污染物浓度的数据, 历史数据包括以下参数: 未经过PRB材料处理前的地下水中硝酸盐的浓度, PRB材料桩的个数, 每个PRB材料桩的井径, 每个PRB材料桩的高度, 经过PRB材料处理后的地下水中硝酸盐的浓度, 供水井的最大流速;

(2), 根据历史数据的各个参数进行建模, 得到PRB材料桩的个数和每个PRB材料桩的井径与其他参数之间的关系; 具体建模方法采用机器学习方式进行训练;

(3), 将据本次获取未经过PRB材料处理前的地下水中硝酸盐的浓度、供水井的深度、污染物处理标准中的经过PRB材料处理后的地下水中硝酸盐的浓度, 输入步骤(2)中建立的模型, 得到PRB材料桩的个数和每个PRB材料桩的井径。

地下水硝酸盐处理系统及其建造方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种地下水硝酸盐处理系统及其建造方法,属于地下水污染处理技术领域,主要用于处理地下水中的硝酸盐,以及氮在地下水中转换产生的亚硝酸盐和氨氮等。

背景技术

[0002] 由于农业种植过程中农药化肥的大量使用,以工业污水的大量排放,导致地表水的不断恶化,地下水中硝酸盐等含量升高。我国许多地区地下水在不同程度上受到了硝酸盐的污染,尤其在面积、集中式的大棚蔬菜种植区,地下水硝酸盐的含量超标严重。

[0003] 地下水硝酸盐的修复治理是一个世界性的难题,地下水硝酸盐的处理技术分为原位处理和抽出式处理技术。原位处理技术主要为渗透反应墙 (PRB),是用于原位去除地下水及土壤中污染组分的方法。PRB材料一般安装在地下含水层,垂直于地下水流场,安装PRB连续墙,水体经PRB材料后达到去除硝酸盐的效果。

[0004] 所使用的PRB反应材料一般为具有极强的还原能力的零价金属(最常见的是 Fe^0),其它还有活性碳、离子交换树脂、磷酸盐以及一些天然材料如甲壳素、沸石、石灰石、有机粘土等。PRB的结构有连续墙体和通道形式,均有不同的适用条件,其设计和施工受到水文地质条件尤其是地层和地下水流的影响。抽出处理技术的去除方法大体分为物理去除法、化学去除法和生物去除法。

[0005] 但是,无论是原位处理还是抽出处理,其处理效果均无法达到地下水质量的Ⅲ类标准。

发明内容

[0006] 本发明目的是提供一种地下水硝酸盐处理系统及其建造方法,其包括地下原位处理系统和地表二次并联处理系统,在对地下水进行处理后,能达到地下水质量的Ⅲ类标准。

[0007] 本发明解决技术问题采用如下技术方案:一种地下水硝酸盐处理系统,其包括地下原位处理系统和地表二次并联处理系统;

[0008] 所述地下原位处理系统包括供水井以及围绕所述供水井设置的粘土桩和PRB材料桩;

[0009] 所述地表二次并联处理系统包括进水管和排水管以及与所述进水管和排水管连通的滤芯模块,所述滤芯模块并联设置;

[0010] 所述进水管与供水井连接。

[0011] 可选的,所述PRB材料桩和粘土桩间隔设置,并且所述PRB材料桩和粘土桩被设置在以供水井为中心的同一个圆上。

[0012] 可选的,所述PRB材料桩为四个,四个PRB材料桩沿所述供水井的周向均匀分布。

[0013] 可选的,在两个周向上相邻的PRB材料桩之间设置有两个粘土桩。

[0014] 可选的,PRB材料桩和粘土桩之间以及粘土桩和粘土桩之间均相切。

[0015] 可选的,所述PRB材料桩和粘土桩的下端穿过含水层,位于连续粘土层内。

[0016] 可选的,所述滤芯模块包括管道和填充在所述管道内的填料,所述填料为活性炭或者陶粒,所述管道的一端与所述进水管连通,另一端与排水管连通。

[0017] 可选的,所述进水管上设置有流速检测仪和出水控制阀。

[0018] 本发明解决技术问题还采用如下技术方案:一种地下水硝酸盐处理系统的建造方法,其包括:

[0019] 在垂直于地下水流向的方向建造多个粘土桩,其中,所述粘土桩围绕所述供水井设置,并且,

[0020] 在粘土桩经过3~4天的凝固后,在两个不透水的粘土桩之间建造PRB材料桩。

[0021] 可选的,所述PRB材料桩的直径根据历史数据值计算获得,具体计算方式为:

[0022] (1),采集大量历史数据,历史数据包括历史上成功降低污染物浓度的数据,历史数据包括以下参数:未经过PRB材料处理前的地下水中硝酸盐的浓度,PRB材料桩的个数,每个PRB材料桩的井径,每个PRB材料桩的高度,经过PRB材料处理后的地下水中硝酸盐的浓度,供水井的最大流速;

[0023] (2),根据历史数据的各个参数进行建模,得到PRB材料桩的个数和每个PRB材料桩的井径与其他参数之间的关系;具体建模方法采用机器学习方式进行训练;

[0024] (3),将据本次获取未经过PRB材料处理前的地下水中硝酸盐的浓度、供水井的深度、污染物处理标准中的经过PRB材料处理后的地下水中硝酸盐的浓度,输入步骤(2)中建立的模型,得到PRB材料桩的个数和每个PRB材料桩的井径。

[0025] 本发明具有如下有益效果:本发明的地下水硝酸盐处理系统适用于大面积地下水硝酸盐污染区,且地下水埋深较浅,需要进行集中式或者分散式供水水源地的前期处理,经该系统的预处理后,地下水中的硝酸盐、亚硝酸盐和氨氮浓度达到地下水质量的Ⅲ类标准。

附图说明

[0026] 图1为本发明的地下水硝酸盐处理系统的结构示意图;

[0027] 图2为本发明的粘土桩和PRB材料桩的布置结构示意图;

[0028] 图中标记示意为:1-PRB材料桩;2-供水井;3-进水管;4-粘土桩;5-连续粘土层;6-排水管;7-含水层;8-滤芯模块;9-流速检测仪;10-出水控制阀。

具体实施方式

[0029] 下面结合实施例及附图对本发明的技术方案作进一步阐述。

[0030] 实施例1

[0031] 本实施例提供了一种地下水硝酸盐处理系统,其包括地下原位处理系统和地表二次并联处理系统。

[0032] 所述地下原位处理系统包括供水井以及围绕所述供水井设置的粘土桩和PRB材料桩;本实施例中,首先根据供水井的供水规模与最大流量,确定粘土桩和PRB材料桩相间的地原位处理系统建设规模;根据当地的地层条件,掌握连续粘土层的位置,确定粘土桩和PRB材料桩的安装深度,即以供水井为中心线,在一定半径范围内划定圆形,以圆形的圆弧为中心线,确定PRB材料桩和粘土桩的位置。

[0033] 具体地,所述PRB材料桩和粘土桩间隔设置,并且所述PRB材料桩和粘土桩被设置

在以供水井为中心的同一个圆上；作为一个优选，所述PRB材料桩为四个，四个PRB材料桩沿所述供水井的周向均匀分布，在两个周向上相邻的PRB材料桩之间设置有两个粘土桩；PRB材料桩和粘土桩之间以及粘土桩和粘土桩之间均相切，并紧密地接触，以防止地下水从PRB材料桩和粘土桩之间，以及从粘土桩和粘土桩之间流入供水井。

[0034] 所述PRB材料桩和粘土桩的下端穿过含水层，位于连续粘土层内，形成一个半悬浮式的粘土桩和PRB材料桩连续墙，以使得含水层中的水均需要穿过所述PRB材料桩才能够进入所述供水井，粘土桩作用主要是拦截水流和避免PRB材料桩塌孔，当供水井抽水时，周边地下水受到粘土桩的拦截，水流改选PRB材料桩通道，污染的水体可以得到修复。

[0035] 粘土桩，用于构建不透水通道(Funnel)，在两个不透水的粘土桩之间建造PRB材料桩(Gate)，保证控制范围内的污染水体全部通过PRB材料桩。

[0036] PRB材料桩的井径根据供水井的最大流速确定，PRB材料按照 $V_{Fe0}:V_C:V_{中粗砂}=3:1:6$ 进行配比，地下水PRB材料主要是原位处理地下水中的硝酸盐，PRB材料的渗透系数要求大于当地含水层的渗透系数，地下水经过PRB材料桩处理后，抽水的地下水中的硝酸盐浓度达到《地下水环境质量》标准中Ⅲ类水要求。

[0037] 地下水硝酸盐的污染来源主要是大面积的使用化肥农药导致，硝酸盐通过降雨从地表淋滤到浅水含水层，地下水硝酸盐污染主要集中在上层含水层，因此，针对这一特点，设计以处理上层含水层硝酸盐位置，PRB材料桩和粘土桩的深度只是嵌入到第一个相对连续的粘土层，能够大大降低工程成本和施工难度，且供水井的深度不受限制。

[0038] 所述PRB材料桩在施工时，根据设计，确定PRB材料桩的井径，成井后安装透水井壁管进行护壁，利用PRB投放装置在透水井壁管内填充PRB材料。

[0039] 所述地表二次并联处理系统包括进水管和排水管以及与所述进水管和排水管连通的滤芯模块，本实施例中，所述滤芯模块并联设置，管径可调，当去除材料需要更换时，单独更换滤芯模块即可，当流速较大时，可以更换大管径的滤芯模块。

[0040] 本实施例中，所述滤芯模块包括管道和填充在所述管道内的填料，所述填料可以为活性炭或者陶粒等吸附物料，所述管道的一端与所述进水管连通，另一端与排水管连通。

[0041] 所述进水管与供水井连接，例如所述供水井内设置有水泵，所述水泵的出水口连接于所述进水管，所述进水管上设置有流速检测仪和出水控制阀，以控制出水流速，当抽水流速较小时，水体与处理材料有充分的接触时间，使用小管径的单管模块；当抽水流速较大时，加大处理材料的长度，能够增加水体与处理材料接触时间，从而达到最佳去除二次产物的效果。

[0042] 本实施例的地下水硝酸盐处理系统包括地下原位处理系统和地表二次并联处理系统，地下原位处理系统主要的借助要地下水的天然流场和土壤介质自身的净化功能，通过PRB材料桩和粘土桩相间的PRB材料墙，首先对地下中的硝酸盐进行去除；其次，在供水井口设计地表二次并联处理系统，主要是针对地下去除硝酸盐过程中三氮转化易于产生氨氮和亚硝酸盐等有害物质进行的二次水体净化，地下水通过本发明进行水质处理与净化后，水体中氮的相关转换物质硝酸盐、亚硝酸盐和氨氮都得到有效的去除与控制，三种物质的浓度达到地下水质量的Ⅲ类标准。

[0043] 所述地表二次并联处理系统主要是针对地下原位处理系统对地下水硝酸盐的去除过程中，进行了物理吸附和化学反应，根据三氮平衡原理，在还原反应过程中氮进行了转

化,会产生一定量的氨氮和亚硝酸盐,本发明的地表二次并联处理系统,通过在并联的管道内填充沸石等配比材料,去除地下水中的氨氮和亚硝酸盐。由于地表二次并联处理系统为并联设计,可以在大流量供水的条件下,并联设计对水体进行了分流,增加了单管内水体与介质的接触时间。并联管单管为模块式设计,单管管径可调,可以根据材料的使用情况进行更换。

[0044] 实施例2

[0045] 本实施例提供了一种地下水硝酸盐处理系统的建造方法,包括地下原位处理系统和地表二次并联处理系统;所述地下原位处理系统包括供水井以及围绕所述供水井设置的粘土桩和PRB材料桩,例如所述地下原位处理系统为实施例1所述的地下原位处理系统;所述建造方法包括:

[0046] 根据供水井的供水规模与最大流量,确定粘土桩和PRB材料桩相间的原位处理系统建设规模;

[0047] 根据当地的地层条件,掌握连续粘土层的位置,确定粘土桩和PRB材料桩的安装深度,即以供水井为中心线,在一定半径范围内划定圆形,以圆形的圆弧为中心线,确定PRB材料桩和粘土桩的位置;

[0048] 在垂直于地下水流向的方向建造一道水泥或者粘土桩,构成不透水通道,经过3~4天的凝固后,在两个不透水的粘土桩之间建造PRB材料桩,可有效避免造成PRB井塌孔的现象,同时构成一道半封闭半开敞式的PRB可渗透反应墙(PRB材料桩)。

[0049] 具体地,所述PRB材料桩和粘土桩间隔设置,并且所述PRB材料桩和粘土桩被设置在以供水井为中心的同一个圆上;作为一个优选,所述PRB材料桩为四个,四个PRB材料桩沿所述供水井的周向均匀分布,在两个周向上相邻的PRB材料桩之间设置有两个粘土桩;PRB材料桩和粘土桩之间以及粘土桩和粘土桩之间均相切,并紧密地接触,以防止地下水从PRB材料桩和粘土桩之间,以及从粘土桩和粘土桩之间流入供水井。

[0050] 所述PRB材料桩和粘土桩的下端穿过含水层,位于连续粘土层内,形成一个半悬浮式的粘土桩和PRB材料桩连续墙,以使得含水层中的水均需要穿过所述PRB材料桩才能够进入所述供水井,粘土桩作用主要是拦截水流和避免PRB材料桩塌孔,当供水井抽水时,周边地下水受到粘土桩的拦截,水流改选PRB材料桩通道,污染的水体可以得到修复。

[0051] 粘土桩,用于构建不透水通道(Funnel),在两个不透水的粘土桩之间建造PRB材料桩(Gate),保证控制范围内的污染水体全部通过PRB材料桩。

[0052] PRB材料桩的井径根据供水井的最大流速确定,PRB材料按照 $V_{Fe0}:V_C:V_{中粗砂}=3:1:6$ 进行配比,地下水PRB材料主要是原位处理地下水中的硝酸盐,PRB材料的渗透系数要求大于当地含水层的渗透系数,地下水经过PRB材料桩处理后,抽水的地下水中的硝酸盐浓度达到《地下水环境质量》标准中Ⅲ类水要求。

[0053] 其中,对于PRB材料的井径确定,其可根据历史数据值计算获得,具体计算方式可为:

[0054] (1),采集大量历史数据,历史数据包括历史上成功降低污染物浓度的数据,历史数据包括以下参数:未经过PRB材料处理前的地下水中硝酸盐的浓度,PRB材料桩的个数,每个PRB材料桩的井径,每个PRB材料桩的高度(即供水井的深度),经过PRB材料处理后的地下水中硝酸盐的浓度,供水井的最大流速;

[0055] (2),根据历史数据的各个参数进行建模,得到PRB材料桩的个数和每个PRB材料桩的井径与其他参数之间的关系;具体建模方法可采用机器学习方式进行训练;

[0056] (3),将据本次获取未经过PRB材料处理前的地下水中硝酸盐的浓度、供水井的深度、污染物处理标准中的经过PRB材料处理后的地下水中硝酸盐的浓度,输入步骤(2)中建立的模型,得到PRB材料桩的个数和每个PRB材料桩的井径。

[0057] 优选的,在每次污水处理过程中均采集各个参数,并将各个参数更新到历史数据中存储起来,并在每次建造地下水硝酸盐处理系统时使用更新的历史数据更新模型。

[0058] 地下水硝酸盐的污染来源主要是大面积的使用化肥农药导致,硝酸盐通过降雨从地表淋滤到浅水含水层,地下水硝酸盐污染主要集中在上层含水层,因此,针对这一特点,设计以处理上层含水层硝酸盐位置,PRB材料桩和粘土桩的深度只是嵌入到第一个相对连续的粘土层,能够大大降低工程成本和施工难度,且供水井的深度不受限制。

[0059] 当粘土桩在建设时,可以采用高压喷射灌浆工艺来进行,此时,高喷防渗墙应按照施工图进行孔位放样,施工采用单排孔对摆高喷成墙工艺,孔距0.8-1.0m,孔位偏差小于2cm。灌浆轴线沿坝顶中心线。灌浆次序分二序施工,先喷一序孔,后喷二序孔(间隔时间不小于48小时);一序孔摆动喷射夹角 60° ,二序孔摆动喷射夹角 30° 。

[0060] 所述PRB材料桩在施工时,根据设计,确定PRB材料桩的井径,成井后安装透水井壁管进行护壁,利用PRB投放装置在透水井壁管内填充PRB材料。

[0061] 所述地表二次并联处理系统包括进水管和排水管以及与所述进水管和排水管连通的滤芯模块,本实施例中,所述滤芯模块并联设置,管径可调,当去除材料需要更换时,单独更换滤芯模块即可,当流速较大时,可以更换大管径的滤芯模块。

[0062] 本实施例中,所述滤芯模块包括管道和填充在所述管道内的填料,所述填料可以为活性炭或者陶粒等吸附物料,所述管道的一端与所述进水管连通,另一端与排水管连通。

[0063] 所述进水管与供水井连接,例如所述供水井内设置有水泵,所述水泵的出水口连接于所述进水管,所述进水管上设置有流速检测仪和出水控制阀,以控制出水流速,当抽水流速较小时,水体与处理材料有充分的接触时间,使用小管径的单管模块;当抽水流速较大时,加大处理材料的长度,能够增加水体与处理材料接触时间,从而达到最佳去除二次产物的效果。

[0064] 以上实施例的先后顺序仅为便于描述,不代表实施例的优劣。

[0065] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

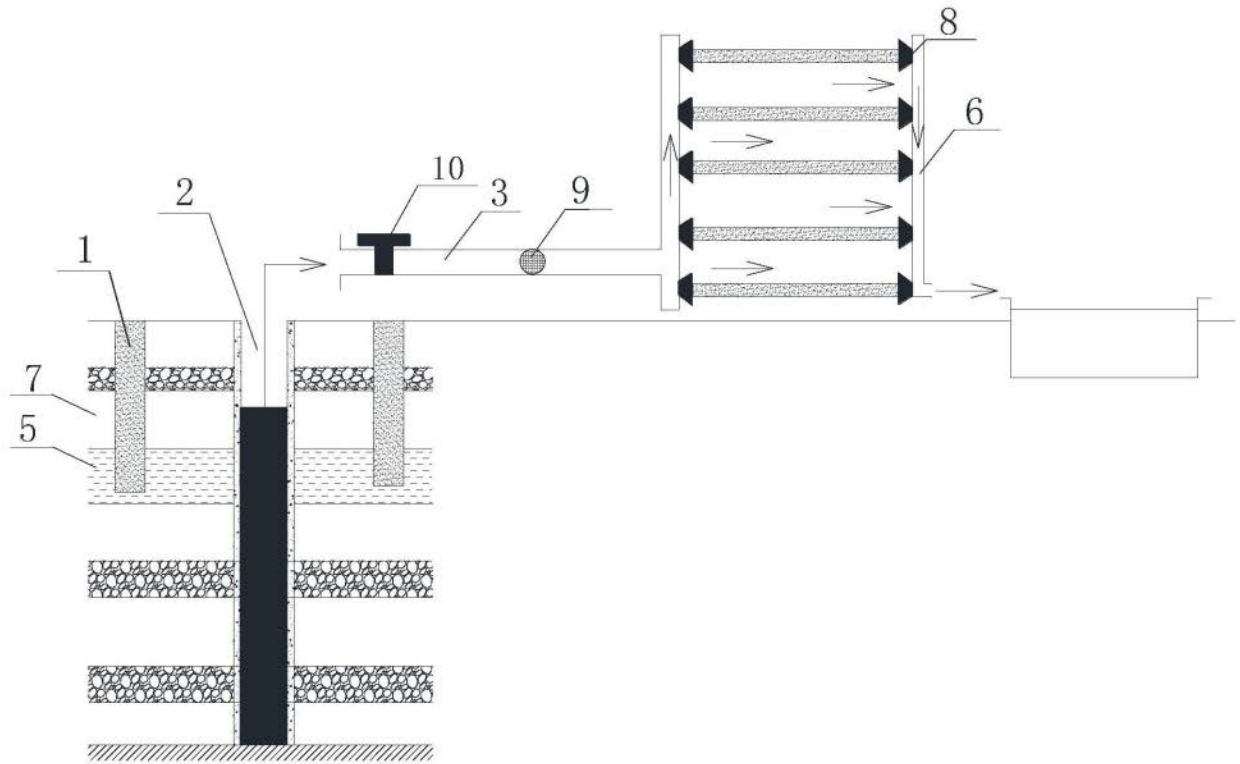


图1

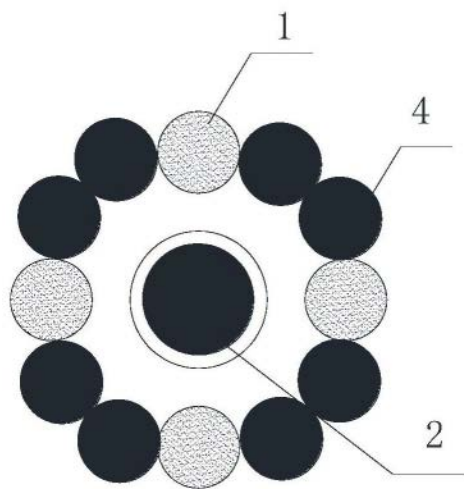


图2