(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105776361 B
(45)授权公告日 2018.06.08

(21)申请号 201410817333.3

(22)申请日 2014.12.24

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105776361 A

(43)申请公布日 2016.07.20

(73)专利权人 环境保护部南京环境科学研究所
地址 210042 江苏省南京市玄武区蒋王庙街8号

(72)发明人 王磊 龙涛 林玉锁 陈檣 祝欣

(74)专利代理机构 南京知识律师事务所 32207
代理人 蒋海军

(51)Int.Cl.
C02F 1/00(2006.01)
C02F 1/28(2006.01)
C02F 101/30(2006.01)
C02F 103/06(2006.01)

(56)对比文件
CN 102923822 A,2013.02.13,说明书第0011-0032段.
CN 102583712 A,2012.07.18,全文.
CN 102774965 A,2012.11.14,全文.
JP 特开平4-349989 A,1992.12.04,全文.

审查员 张飞飞

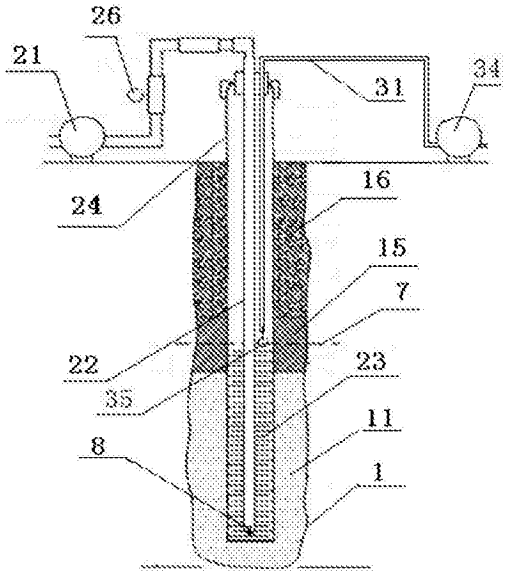
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种受DNAPL污染的地下水原位修复系统及其应用方法

(57)摘要

本发明公开了一种受DNAPL污染的地下水原位修复系统及其应用方法，属于土壤与地下水污染控制技术领域。本发明的一种受DNAPL污染的地下水原位修复系统，包括钻井、过滤装置、单泵抽提装置及注水装置；过滤装置包括混凝土层、膨润土层和填砂层，并从上至下依次设置于钻井内；单泵抽提装置包括液体环式泵、抽提管、栅式筛管和井管；注水装置包括注水管、排气孔和注水泵，注水管一端插入至井管内部，另一端在地面与注水泵连接，并固定在井管的上端面；排气孔设置在井管上端面。本发明的一种受DNAPL污染的地下水原位修复系统应用方法，解决了现有技术抽提深度有限、无法确定抽提位置、抽提不彻底等难题，具有应用面广、抽提效率高等优点。



CN 105776361 B

1.一种受DNAPL污染的地下水原位修复系统，包括钻井(1)、过滤装置和单泵抽提装置，其特征在于：还包括注水装置；其中：

所述的过滤装置包括混凝土层(16)、膨润土层(15)和填砂层(11)，并从上至下依次设置于钻井(1)内；在所述的膨润土层(15)设置有静态水位线(7)；

所述的单泵抽提装置包括液体环式泵(21)、抽提管(22)、栅式筛管(23)和井管(24)，其中：所述的栅式筛管(23)和井管(24)连成一个整体穿过混凝土层(16)和膨润土层(15)埋在填砂层(11)中，并以静态水位线(7)为分界线呈井管(24)在上、栅式筛管(23)在下的结构；所述的抽提管(22)一端插入到栅式筛管(23)的底部，另一端在地面与液体环式泵(21)连接，并固定在井管(24)的上端面；

所述的注水装置包括注水管(31)、排气孔(33)和注水泵(34)，其中：注水管(31)一端插入至井管(24)内部，另一端在地面与注水泵(34)连接，并固定在井管(24)的上端面；排气孔(33)设置在井管(24)上端面；

所述的抽提管(22)在地面的部分设置有真空计(26)。

2.根据权利要求1所述的一种受DNAPL污染的地下水原位修复系统，其特征在于：所述的抽提管(22)插入栅式筛管(23)的底部的一端设置有触水感应探头(8)。

3.根据权利要求1所述的一种受DNAPL污染的地下水原位修复系统，其特征在于：所述的注水装置还包括使水位不超过静态水位线(7)的注水流量控制机构。

4.根据权利要求3所述的一种受DNAPL污染的地下水原位修复系统，其特征在于：所述的注水流量控制机构是固定在注水管(31)底端的水位感应器(35)；所述的注水泵(34)为变频水泵。

5.根据权利要求4所述的一种受DNAPL污染的地下水原位修复系统，其特征在于：所述的栅式筛管(23)和井管(24)材质为聚氯乙烯。

一种受DNAPL污染的地下水原位修复系统及其应用方法

技术领域

[0001] 本发明属于土壤与地下水污染控制技术领域，具体地说，涉及一种受DNAPL污染的地下水原位修复系统及其应用方法。

背景技术

[0002] 土壤与地下水污染是指因人为因素有意或无意地将对人类本身和其他生命体有害的物质施加到土壤中，使其某种成分的含量超过土壤与地下水自净能力或者明显高于土壤与地下水环境基准或土壤与地下水环境标准，并引起土壤与地下水环境质量恶化的现象。目前我国土壤与地下水污染的环境问题比较严重，已严重制约了社会的可持续发展，因此受到国家日益广泛的关注。特别是近期国务院正式批复了《全国地下水污染防治规划(2011-2020年)》，首次对全国地下水污染防治工作做出了总体部署。

[0003] 土壤与地下水污染的主要来源大致可以分为：工业废气、废水和废渣的排放；农药、化肥等化学制品的大量使用；污水灌溉。土壤污染的危害主要有：农作物减产和品质下降，饮用水源受到污染，人体健康受到威胁；污染物在农作物中积累，经由食物链富集于人体；以及导致大气污染、地表水污染、地下水污染和生态系统退化等其他次生生态环境问题。

[0004] 重非水相液体(Dense Non-Aqueous Phase Liquid,DNAPL)本身是由一种或几种液态有机化合物组成的，其在地下水中的形成一般是具有较大的数量，多为泄露和大量排放所致。由于DNAPL具有高密度、低界面张力、难降解性等特点，能穿透非饱和-饱和含水系统而滞留在含水层底部，因此，DNAPL是地下水中的一个持久污染源，其本身和溶解在其中的污染物会不断的溶解于地下水中污染地下水和含水层土壤。鉴于此，在一般的污染场地修复中，需首先检查场地内是否有DNAPL的存在，如果有应先将其去除方可开展后续的修复，否则修复后的土壤与地下水仍然会遭受其再次污染。

[0005] 中国专利公开号：202539176U，公开日：2012年11月21日的专利文献公开了一种土壤与地下水挥发性有机物原位多相抽提处置装置。该实用新型由抽提井系统、抽提与气液分离系统和尾气净化系统组成。土壤和地下水中的挥发性污染物在涡旋气泵和罗茨真空泵产生的负压作用下，由抽提井系统吸入离心式气液分离器进行气液分离，经过脱水干燥后的气体先进入过滤器过滤，经过旋涡气泵与罗茨真空泵再进入气液分离式活性炭吸附器，由活性炭对气体中的污染物进行吸附净化，净化完的气体经管道从排气筒排出。三套系统相结合应用，能达到对污染土壤与地下水中挥发性有机污染物的分离抽提并进行再次净化处理、达标排放的作用，且不产生二次污染，对典型工业污染场地能达到非常好的修复效果。该实用新型通过真空泵施加负压，利用大气压将水抽出，因此即便在理想情况下，对水的抽提深度也不能超过10米(距井口)。对于密度较大的DNAPL，抽提深度会更浅。

[0006] 中国专利公开号：103926172A，公开日：2014年7月16日的专利文献公开了一种用于模拟含水层中DNAPL污染物的表面活性剂强化修复过程的实验装置及方法。该发明采用二维可视化砂箱模拟含水层，可以直接观测和记录DNAPL污染羽在垂向和水平向的运移，并

定量计算污染物的扩散面积变化，在修复效率估算和污染物迁移风险控制上具有直观可视化优势，可以在工程前期优化工艺尤其是优选表面活性剂的种类及其浓度。但是该发明中的注水是为了补充系统内的水量，并通过注水引入表面活性剂以提高其对DNAPL的修复效果，且注水与抽水不属于同一水源，起的作用与本发明专利中的作用完全不同。

发明内容

[0007] 1.要解决的技术问题

[0008] 针对现有技术中存在的在对DNAPL进行抽提处理时，存在抽提深度有限，无法确定抽提位置，抽提不彻底等不足，本发明提供了一种受DNAPL污染的地下水原位修复系统及其应用方法。本发明可以实现回收较深层次的地下水中DNAPL类物质的目的，可广泛应用于受DNAPL污染地下水的修复。

[0009] 2.技术方案

[0010] 发明原理：现有技术的抽提装置是通过真空泵施加负压，利用大气压将污染介质抽出的技术，因而即便在真空度为零的情况下，对水的抽提深度也不能超过10米；对于密度较大且大于水的DNAPL，抽提深度会更浅。抽提装置在抽提过程中，井中水位会慢慢下降而导致抽提越来越困难，为了避免水位的下降，本发明在抽提管旁并联一注水管，通过间歇或连续注水增加DNAPL上方的水面高度，进而借助水压将DNAPL更大程度的抽出。理论上，能够将DNAPL的抽提深度增加至30米以上，特别适合我国长江流域及南方地下水埋深较浅地区的地层结构。

[0011] 为达到上述目的，本发明提供的技术方案为：

[0012] 一种受DNAPL污染的地下水原位修复系统，包括钻井、过滤装置和单泵抽提装置，还包括注水装置；其中：所述的过滤装置包括混凝土层、膨润土层和填砂层，并从上至下依次设置于钻井内；在所述的膨润土层设置有静态水位线；所述的单泵抽提装置包括液体环式泵、抽提管、栅式筛管和井管，其中：所述的栅式筛管和井管连成一个整体穿过混凝土层和膨润土层埋在填砂层中，并以静态水位线为分界线呈井管在上、栅式筛管在下的结构；所述的抽提管一端插入到栅式筛管的底部，另一端在地面与液体环式泵连接，并固定在井管的上端面；所述的注水装置包括注水管、排气孔和注水泵，注水管一端插入至井管内部，另一端在地面与注水泵连接，并固定在井管的上端面；排气孔设置在井管上端面。

[0013] 优选地，所述的抽提管在地面的部分设置有真空计。

[0014] 优选地，所述的抽提管插入栅式筛管的底部的一端设置有触水感应探头。

[0015] 优选地，所述的注水装置还包括使水位不超过静态水位线的注水流量控制机构。

[0016] 优选地，所述的注水流量控制机构是固定在注水管底端的水位感应器；所述的注水泵为变频水泵。

[0017] 优选地，所述的栅式筛管和井管材质为聚氯乙烯。

[0018] 一种受DNAPL污染的地下水原位修复系统的应用方法，其步骤为：

[0019] A、选择有受DNAPL污染的地下水的地块打出钻井，先将连成一体的栅式筛管和井管呈栅式筛管在下、井管在上延钻井的垂直中线插入钻井内部；

[0020] B、在钻井内部依次填入填砂层、膨润土层和混凝土层，并将栅式筛管和井管固定在钻井内；

[0021] C、将抽提管和注水管依次插入井管并固定在井管的上端面，其中：抽提管插入到栅式筛管的内部；注水管插入到静态水位线的位置；

[0022] D、抽提开始前先通过控制抽提装置的排气阀将系统真空度调至最低，抽提开始后逐渐增加真空度将抽提流量控制在设定的范围内；

[0023] E、当抽提流速降低时，注水管开始向钻井内注水，控制注水流速和抽提流速相当，并控制井内水位不超过静态水位线；

[0024] F、当无DNAPL存在时停止抽提等待DNAPL回流，或换至下一口钻井抽提。

[0025] 优选地，所述的步骤E中，通过注水管向钻井中注入表面活性剂。

[0026] 3.有益效果

[0027] 与现有的技术相比，本发明的有益效果是：

[0028] (1)本发明的一种受DNAPL污染的地下水原位修复系统，单泵抽提装置和注水装置配合使用，修复DNAPL污染的地下水时可加深抽提深度，而且单泵抽提装置的轻便携带，机动灵活、方便快捷；填砂层和栅式筛管的配合使用，能够有效的防止管路堵塞；

[0029] (2)本发明的一种受DNAPL污染的地下水原位修复系统，真空计的设置，能够有效控制抽提效率和掌握注水时机；

[0030] (3)本发明的一种受DNAPL污染的地下水原位修复系统，触水感应探头能够更加方便有效的确定DNAPL的位置；

[0031] (4)本发明的一种受DNAPL污染的地下水原位修复系统，注水流量控制机构的使用，可以让液面保持水压，保证单泵抽提装置的正常运转；

[0032] (5)本发明的一种受DNAPL污染的地下水原位修复系统，水位感应器和变频水泵的使用，可以更加有效的保证单泵抽提装置的均匀抽提效果，并可以节约用水和用电；

[0033] (6)本发明的一种受DNAPL污染的地下水原位修复系统，聚氯乙烯化学性质稳定，耐腐蚀，有效避免栅式筛管和井管被DNAPL腐蚀；

[0034] (7)本发明的一种受DNAPL污染的地下水原位修复系统的应用方法，由于设备轻便，机动性强，修复步骤操作简单易懂，工作效率高，对受DNAPL污染的地下水原位就可彻底修复；

[0035] (8)本发明的一种受DNAPL污染的地下水原位修复系统的应用方法，表面活性剂的应用可以降低DNAPL表面张力，提高抽提效率；

[0036] (9)本发明的一种受DNAPL污染的地下水原位修复系统的应用方法，理论上，能够将DNAPL的抽提深度增加至30米以上，特别适合我国长江流域及南方地下水埋深较浅地区的地层结构，应用面广。

附图说明

[0037] 图1是本发明的结构示意图；

[0038] 图2是本发明的井管上端面俯视图。

[0039] 示意图中的标号说明：1、钻井；7、静态水位线；8、触水感应探头；11、填砂层；15、膨润土层；16、混凝土层；21、液体环式泵；22、抽提管；23、栅式筛管；24、井管；26、真空计；31、注水管；33、排气孔；34、注水泵；35、水位感应器。

具体实施方式

[0040] 下面结合说明书附图和具体的实施例，对本发明作详细描述。

[0041] 实施例1

[0042] 如图1所示，本实施例的一种受DNAPL污染的地下水原位修复系统，包括钻井1、过滤装置和单泵抽提装置，还包括注水装置；其中：所述的过滤装置包括混凝土层16、膨润土层15和填砂层11，并从上至下依次设置于钻井1内；在所述的膨润土层15设置有静态水位线7；所述的单泵抽提装置包括液体环式泵21、抽提管22、栅式筛管23和井管24，其中：所述的液体环式泵21为水环式真空泵，型号为2BV2060，流量为27m^3/h，真空度为20000帕，功率1.1kw，额定电压380V；所述的栅式筛管23和井管24连成一个整体穿过混凝土层16和膨润土层15埋在填砂层11中，并以静态水位线7为分界线呈井管24在上、栅式筛管23在下的结构，栅式筛管23为地下4.5～9.0m的一段，材质为硬质PVC，表面含水平细缝，细缝宽为0.25mm，底部密闭；井管24为内径为70mm的硬质PVC；所述的抽提管22一端插入到栅式筛管23的底部，并在底部设置有触水感应探头8，另一端在地面与液体环式泵21连接，如图2所示，并固定在井管24的上端面，抽提管22为长15m，外径25mm的真空软管，在地面的部分设置有真空计26；所述的注水装置包括注水管31、排气孔33和注水泵34，其中：注水管31一端插入至井管24内部，并在注水管31底端固定有水位感应器35，另一端在地面与注水泵34连接，并固定在井管24的上端面，注水管31为长10m，外径15mm的注水软管；排气孔33设置在井管24上端面，注水泵34为变频水泵。

[0043] 本实施例的一种受DNAPL污染的地下水原位修复系统的应用方法，其步骤为：

[0044] A、以华东某废弃农药厂一处地块为例，经检测，该场地内浅层地下水水位距地表1.2～1.9m，DNAPL深度(表层距地面)约7.9m，DNAPL厚度约有130cm；首先打出12m深的钻井1，先将连成一体的栅式筛管23和井管24呈栅式筛管23在下、井管24在上延钻井1的垂直中线插入钻井1内部；

[0045] B、在钻井1内部依次填入填砂层11、膨润土层15和混凝土层16，并将栅式筛管23和井管24固定在钻井1内，其中：填砂层11为粒径≥0.25mm的清洁石英砂回填作为滤水层，起过滤作用，回填至地下水位线处，填砂层11上部再回填不透水的膨润土层15，起吸附作用，最后的混凝土层16是在井口处用水泥砂浆回填至自然地坪处，起到固定作用；

[0046] C、将抽提管22和注水管31依次插入井管24并固定在井管24的上端面，其中：抽提管22插入到栅式筛管23的内部；注水管31插入到静态水位线7的位置；

[0047] D、抽提开始前将控制水环式真空泵的排气阀放气打开，真空度最低，抽提开始后逐步调大真空度，至稳定流速为0.08L/s；

[0048] E、随着井内水位的降低，及DNAPL比例的增加，抽提流速一度十分缓慢(<0.01L/s)，注水管31开始向钻井1内注水，控制注水流速和抽提流速相当，使水面维持在距地表3.2m左右，即通过触水感应探头8控制井内水位不超过静态水位线7；并通过注水管31向钻井1中注入表面活性剂；注水后抽提流速增加明显，达到0.055L/s；抽提出的流体进入液-液分离罐中进行分离回收；

[0049] F、当水位感应器35感应无DNAPL存在时停止抽提等待DNAPL回流，或换至下一口钻井1抽提。

[0050] 实施例2

[0051] 本实施例的一种受DNAPL污染的地下水原位修复系统的基本结构同实施例1，不同之处在于：液体环式泵21型号为：1WZB-35；泵前扬程为6m；

[0052] 本实施例的一种受DNAPL污染的地下水原位修复系统应用于南京某退役工厂，经检测该场地地下水位约1.38m，水面上约有1.3m，水面下有0.8m厚的DNAPL；

[0053] 本实施例的一种受DNAPL污染的地下水原位修复系统的应用方法，基本步骤同实施例1，不同之处在于：钻井1深6m；抽提开始前先对浮游物进行抽提，浮游物基本抽提完成后，将栅式筛管23管口下至井底处；抽提开始后随着管内DNAPL的上升，抽提流速较缓慢(约0.03L/s)；此时开始注水，使水面维持在距地表1.5m左右，注水后抽提流速增加明显，达到0.045L/s；抽提出的流体导入集液桶回收。

[0054] 以上示意性地对本发明创造及其实施方式进行了描述，该描述没有限制性，附图中所示的也只是本发明创造的实施方式之一，实际的结构并不局限于此。所以，如果本领域的普通技术人员受其启示，在不脱离本创造宗旨的情况下，不经创造性的设计出与该技术方案相似的结构方式及实施例，均应属于本专利的保护范围。

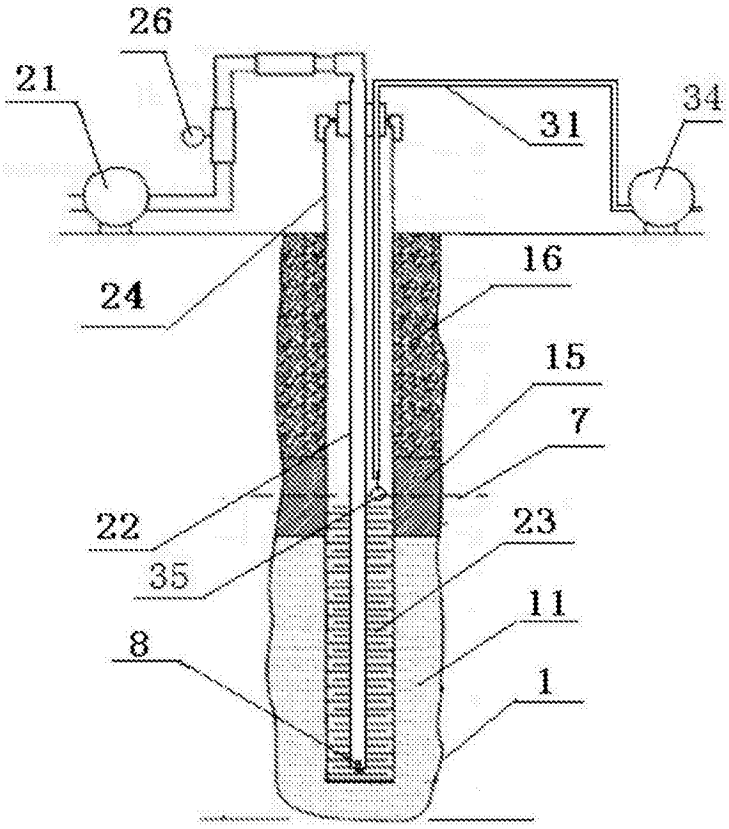


图1

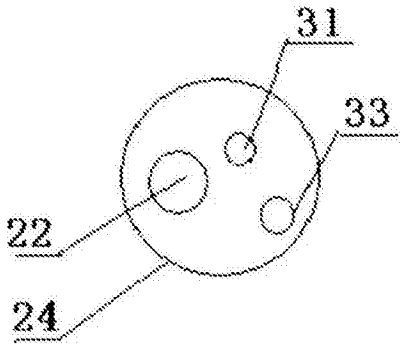


图2