

巢式监测井成井技术

郑继天, 王建增, 冉德发, 李小杰

(中国地质调查局水文地质工程地质技术方法研究所, 河北保定 071051)

摘要:从巢式监测井选用的材料、巢式监测井的安装、巢式监测井安装时注意事项、巢式监测井的清洗取样、以及在地下水污染监测方面的实际应用做了简单介绍, 为地下水污染监测提供了一种新的参考。

关键词:巢式监测井; 成井; 材料选择; 安装

中图分类号: P634 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2007)06-0050-03

Building Technology for Nested Monitoring Well/ZHENG Ji-tian, WANG Jian-zeng, RAN De-fa, LI Xiao-jie (The Institute of Hydrogeology and Engineering Geology Techniques, CGS, Baoding Hebei 071051, China)

Abstract: The paper briefly introduces the selected materials, installation and cleaning & sampling methods for nested monitoring well, along with practical application on groundwater pollution monitoring, a sort of new reference to groundwater pollution monitoring is put forward.

Key words: nested monitoring well; well completion; material selection; installation

1 概述

巢式监测井, 顾名思义, 就是像鸟巢一样, 在一个钻孔中含有多个完整的单管井。每一个单管井使用密封层隔离每个区域, 并监测一个指定区域。

巢式监测井有以下优点: (1) 一口巢式监测井中(图 1a)可安装多个单管完整井, 施工成本比丛式监测井(图 1b)费用低; (2) 一口巢式井中可以同时对多个含水层位进行监测; (3) 巢式监测井施工场地占地面积小, 保护、维护费用低。

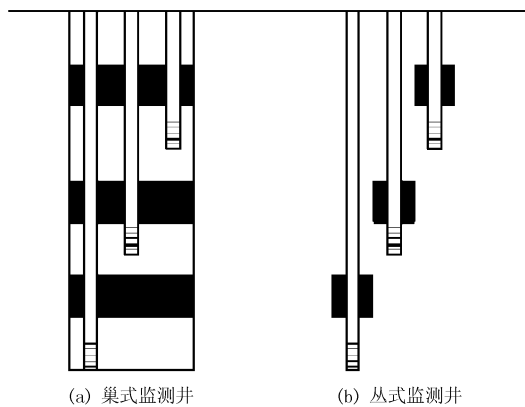


图 1 巢式监测井和丛式监测井示意图

巢式监测井在安装时, 确保过滤管、过滤层和封隔层放置在合适的位置并发挥其功能尤为重要。我

们在保定市石油化工厂地下水污染监测项目中安装了 5 口巢式监测井, 取得了较好的效果, 本文对巢式监测井的成井工艺进行简单的介绍。

2 场地条件

中国石化集团保定石油化工厂始建于 1972 年, 位于河北省保定市西郊工业区, 占地 40.7 万 m^2 。

据钻孔资料, 地层情况如下: 0~30 m, 主要为亚砂、亚粘土层, 砂层薄且少; 30~100 m, 砂层与粘性土呈交互式沉积, 约有 6 层砂层, 平均厚度 3 m, 该深度段含较多礞石; 100~200 m, 砂层与粘性土仍呈交互式沉积, 约有 5 层砂层, 顶部砂层呈胶结状, 砂层平均厚度 4 m, 该深度段没有礞石分布。

地下水在开采井的影响下, 由西北流向西南。地下水埋深 15~20 m。

据调查, 该厂及周边 500 m 范围内有水井 11 眼, 其中 3 眼在工厂内, 常年开采, 累计每天开采量 1800 t。其余水井为农用灌溉和生活用水井。

据场地水井水样化验结果, 地下水中三氯甲烷、二氯甲烷、溴氯甲烷、苯乙烯、甲苯、萘超出检出限。在场内东边水井(7 号井)和厂附近小边坨村农用井中三氯甲烷、溴氯甲烷、苯乙烯超标 10~40 倍。地

收稿日期: 2006-12-20

基金项目: 中国地质调查局地调项目“土壤与地下水污染场地调查技术与评价”(编号: 1212010634606)

作者简介: 郑继天(1956-), 男(汉族), 河北唐山人, 中国地质调查局水文地质工程地质技术方法研究所教授级高级工程师, 钻探专业, 从事水文地质钻探技术研究和地下水污染调查采样技术的研究工作, 河北省保定市七一中路 1305 号, (0312)3107040, ffszjitian@126.com; 王建增(1956-), 男(汉族), 河北人, 中国地质调查局水文地质工程地质技术方法研究所工程师, 钻探专业, 从事水文地质钻探技术研究和地下水污染调查采样技术的研究工作; 冉德发(1959-), 男(汉族), 河北顺平人, 中国地质调查局水文地质工程地质技术方法研究所教授级高级工程师, 钻探专业, 从事水工环地质钻探技术与开发工作。

下水已经受到污染。所以石油化工厂具备开展有机物污染场地研究的基本条件。

3 巢式监测井选用的成井材料

3.1 井管和滤水管

选择适当的建井材料,防止材料之间的化学和物理的相互作用以及材料与地下水的相互作用。

井管和滤水管选择要素包括井深、井的直径、建井的技术、材料的强度、地下水的腐蚀性、微生物的作用、化学吸附和脱除性能及材料成本。监测井滤水管表面大面积暴露在地下水中,滤水管能够潜在地改变地下水水质。滤水管是监测井中最容易受到侵蚀或化学降解的部分,并且滤水管吸附或渗漏污染物的概率最高。

监测井所用井管材料包括钢管、不锈钢管、聚氯乙烯塑料管等。PVC-U 井管、滤水管使用安装方便,价格便宜,适合在浅监测井中使用。使用时用 O 形密封圈或聚四氟乙烯胶带密封水位以下螺纹连接的接头,尽量不采用粘合剂粘接。不锈钢井管、滤水管具有较高的强度和抗腐蚀性,只有在酸性或氧化条件下能够发生腐蚀,价格昂贵。镀锌钢管在化学还原条件下,氧化层会溶解释放出锌和镉,地下水中的有机物和无机物组分能够吸附于表面,价格便宜。铸铁管价格也较便宜,同样,地下水中的有机物和无机物组分能够吸附于表面。

本巢式监测井井管采用 PVC-U 聚氯乙烯塑料管,单根管长 4 m,之间用螺纹连接,丝扣处缠绕聚四氟乙烯带密封。井管外径 75 mm,壁厚 3.6 mm。

3.2 过滤层

在监测井中,使用的过滤层由分级的石英砂组成。这些过滤层有两种类型:一种是天然的过滤层,另一种是人造的过滤层。在一口天然的开采井中,在洗井的过程中,井管周围细颗粒被移动或被天然过滤层替换。在填砾井中,所填的砾石和砂比地层的粗,沿过滤器长度充填在过滤器的周围。这种过滤层的目的是在过滤器周围产生一个更大的渗透带,增加井的有效直径,因而增加地下水的流入。

本滤水管滤水部位包不锈钢网,网眼尺寸为 30 目,填砾规格为 3~5 mm。

3.3 注浆和密封

为防止地表水或者邻近地层的水进入监测井,在过滤层上部环状间隙灌注膨润土或水泥浆。在大多数情况下,过滤层上方用膨润土密封。这种密封在砂或砾石层与灌注的水泥浆间产生一个缓冲带。

否则水泥浆通过砂和砾石会进入到过滤器和井中。

膨润土使用方便、价格便宜,处于饱和状态时,可塑性良好不会破裂,与水结合时体积膨胀 10~15 倍,抗渗性达到 10^{-6} cm/s,所以是一种较好的封隔材料。但是膨润土中的钠、铝、钾、镁、钙、铁和锰可以和地下水中的其他阳离子发生交换,从而可能影响周围地下水的化学性质,且在封隔 3 个以上的单管井时,尤其是使用粘土球密封时,很难评估膨润土的密封效果。

水泥也是一种较好的封隔材料,价格便宜,缺点是需要使用搅拌器、水泵和导管,密封后需要更多的清洗工作。在水泥固化期间,水合热能够引起塑性套管(例如 PVC 套管)变形和软化。

本工程采用的封隔材料为优质粘土球、水泥和遇水膨胀橡胶止水带。

4 巢式监测井的安装

本次安装的监测井大多在 50 m 左右。钻孔口径上部 300 mm,下部 170 mm。钻进方法采用回转钻进。冲洗液采用清水自然造浆或优质膨润土造浆,不使用添加剂。

所有的孔全孔取心(扰动样),以准确判断含水层和隔水层的位置。按照监测的目的层不同,每个孔安装 2~4 个完整井。

钻孔完成后,首先校正孔深,误差 $\geq 0.2\%$ 。调整泥浆粘度至 18 s 左右。用探孔器探孔上下通畅后,即可下管。

4.1 安装第一口单管井

下管顺序为:下入有 1 m 实管(作沉淀管,底部封堵)、3 m 滤水管的一根塑料管(共计 4 m)。依次下入实管。确认到达孔底后,填入砾料,再填入厚度 3 m 的粘土球密封隔离。然后再下入第二套管。

4.2 安装第二口单管井

下管顺序与第一口单管井相同。下入有 1 m 实管(作沉淀管,底部封堵)、3 m 滤水管的一根塑料管(共计 4 m)。依次下入实管至预定深度,确认到达位置后,填入砾料至孔内高度 6 m,填入厚度 3 m 的粘土球密封隔离。

4.3 安装第三、四口单管井

下管顺序与第一口单管井相同。填砾、止水后回填粘质土至孔口。

4.4 井口保护管安装

保护管与水泥平台同时安装,保护管高出平台 0.5 m。井口平台为正方形(1 m × 1 m),用 32.5 水

泥制作,地表下0.3 m厚,地表上0.2 m高。井口保护管由钢管制作,管长1 m,直径273 mm,外部刷防锈漆,喷制监测井标记。保护管顶端安装可开合的盖子,并有上锁的位置。安装时塑料井管位于保护管中央。图2为安装好的巢式监测井。

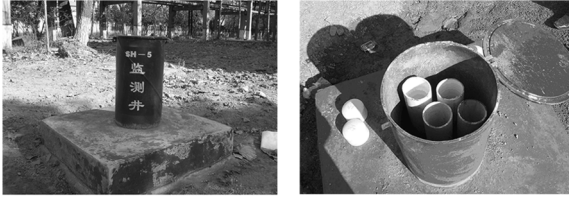


图2 安装好的巢式监测井

5 巢式监测井安装注意事项

在安装巢式监测井前,首先要弄清含水层、隔水层的准确位置及所要监测的层位,使过滤层、封隔层安装位置准确。

另外,在安装过滤层、封隔层时要时时测量安装高度,确保过滤层、封隔层对位准确。

砾料的砾径应根据含水层颗粒筛分数据确定,砂土类含水层 $D_{50} = (6 \sim 8)d_{50}$ (D_{50} 为砾料试样在筛分中能通过筛眼的颗粒累计质量占筛样总质量50%时的筛眼尺寸; d_{50} 为含水层试样在筛分中能通过筛眼的颗粒累计质量占筛样总质量50%时的筛眼尺寸)。填砾厚度一般为50~75 mm;填砾高度一般应高出监测井滤水管1~2 m。填砾时应从孔口井管四周填入,不得只从单一方位填入。

止水部位应选择在良好隔水层处,采用优质粘土球或水泥浆管外隔离式止水。填粘土球时应从孔口井管四周填入,不得只从单一方位填入。止水层厚度一般不能低于3 m,最好在5 m以上。

6 巢式监测井的清洗和取样

在地下水样品采集之前,必须清洗水井,一般清洗水量为井管容量的3~5倍。

在清洗井之前测量静水位,并使用下列公式计算水井中静止的地下水水量:

$$V = (\pi/4)D^2H$$

式中: V ——水井水量, m^3 ; D ——水井内径, m ; H ——地下水柱高度, m 。

选择提筒对水井进行清洗时,慢慢连续提取补给的水,直到取出至少一个静止的水量或直到取干。

选择水泵对水井进行清洗时,连续抽水直到取走第二个水井容量,并再次记录相同的清洗参数。

如果在第一个和第二个清洗的水井容量之间的pH值差别是0.2个单位或更少,如果温度、单位传导系数和潜在的氧化还原值,在这两水井容量之间的差别是10%或更低,那么这口水井已经得到充分的清洗,可以取样。如果在第一个和第二个清洗水井容量之间清洗的任何参数没有稳定,那么必须清洗第三个水井容量。清洗参数再一次记录并与第二个水井容量清洗参数进行比较。连续进行这个过程直到所有清洗参数稳定。

地下水监测井在清洗后24 h内,立即取样。在取样前要记录静止地下水水位的深度。在相同取样情况时,从相同饱和带采集所有地下水监测井样品。从取样开始5天内将所有井取样。

由于巢式监测井的口径较小,给清洗和取样带来一定的困难。这次清洗选用的是LW-28型螺杆水泵。该泵体积小,直径仅2.8 cm,泵的安装深度在1~300 m范围内可随意定做,使用的井口范围在30~50 mm,可直接插入井口50 m或更深处,水量为10~25 kg/min,扬程可达50 m。

取样选用的是我所研制的FFS-A型地下水定深取样器。该取样器用不锈钢等材料制作,能够从漂浮的油及其它物质层之下采取有代表性的地下水样品,能够采取含有挥发性有机物的地下水样品,能够在本取样器设定的范围内采取任意深度的地下水样品。该取样器最大取样深度为水下100 m,取样容量1 L/每次,取样器外径50 mm。

7 结语

建造巢式监测井比建造丛式监测井可节省人力、物力,为地下水污染场地调查提供了一种新的监测方式。但用人工的方法建造,确保过滤管、过滤层和密封层放在合适的位置和发挥其功能是困难的。所以,在建造巢式井时,需要格外注意成井材料的选择,以及各工序的质量控制,以达到预期的目的。

参考文献:

- [1] Wayne W. Lapham, Francwska D. Wilde, Michael T. Kkoterba. Ground - water Date - collection Protocols and Procedures for the National Water - quality Assessment Program; Selection, Installation, and Documentation of Wells, and Collection of Related Data [Z]. U. S. Geological Survey Open - File Report. 1995.
- [2] State Coordinating Committee on Ground Wate. Technical Guidance for Well Construction and Ground Water Protection [Z]. State of Ohio. 2000.