

# U-PVC 双层贴砾滤水管和快速连接 在粉细砂地层成井中的应用

冉德发<sup>1</sup>, 叶成明<sup>1</sup>, 张 佳<sup>2</sup>, 陈永良<sup>1</sup>

(1. 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; 2. 山西省地质调查院, 山西 太原 030001)

**摘 要:**针对山西应县深部粉细砂地层优质地下水难以开采利用的问题, 结合地调项目的实施, 开展了 U-PVC 双层贴砾滤水管和快速连接方式的示范应用, 较好地进行了—次开采新技术在粉细砂地层成井中的尝试。

**关键词:**双层贴砾滤水管; 快速连接; 粉细砂; 成井

**中图分类号:** TU991.12   **文献标识码** B   **文章编号:** 1672-7428(2007)S1-0117-02

## 1 概况

山西应县地处湖积相沉积盆地, 浅层地下水为高氟、高砷、高矿化度地下水, 深部含水层以细颗粒的粉细砂为主, 过去当地打井施工及成井工艺不合理, 深部与浅部地下水混合开采, 造成优质水与劣质水混合, 致使当地居民患有多种疾病。同时由于劣质水对传统井管具有腐蚀性, 严重影响水井的使用寿命。另外, 深部含水层颗粒较细, 传统开采工艺在成井后较短的时间就因淤积而报废, 深部优质地下水难以得到有效开采利用。

因此, 本项工作主要任务之一是针对上述问题选择山西应县第四系粉细砂地层开展 U-PVC 双层贴砾滤水管和快速连接方式的示范应用。选用 U-PVC 全塑料成井管材: 滤水管采用阻砂透水性好的 Ø200 mm 塑衬双层贴砾滤水管, 非含水层部位采用 Ø250 mm 塑料井管和 Ø200 mm 塑料井管。连接方式采用插入式横销连接和丝扣连接相结合的方式, 以插入式横销连接、局部用螺钉加固的连接方式为主, 变径部位用变径接头连接。在取水含水层位置采用塑衬双层贴砾滤水管, 同时在其外围环状空间再填入与地层相适应的石英质砾料。这种成井方式有效解决了粉细砂地层成井难题。

## 2 示范区地质、水文地质概况

山西应县属于大同盆地, 大同盆地位于山西省东北部, 山西地堑系的北端, 是一个新生代断陷冲湖

积盆地。盆地地下水中砷的富集, 是由特定地质环境条件决定的。宏观上, 地下水交替缓慢的水文地质条件, 封闭、半封闭的地球化学环境, 干旱、半干旱的气候条件, 以及高砷含量的土壤和岩石介质构成了高砷地下水形成的外部环境; 微观上, 土壤-水系统中有有机物分解, 各种矿物质的溶解、还原、沉淀以及各种赋存形态砷的相互转化构成了高砷地下水形成的内部环境。区内这种特定的外部、内部地质环境条件, 是形成现今高砷地下水的根本原因。大同盆地高砷水区呈带状分布, 带宽约 15 km, 长约 90 km, 面积达 1350 km<sup>2</sup>; 高砷水主要埋深为 20~50 m 不等, 部分地区埋深达 100 m 以上; 高砷地下水赋存于浅部第四系富含有机质还原环境的冲湖积物中。

按埋藏条件和埋藏深度不同, 第四系松散岩类孔隙水从上到下大致分为以下 4 个含水岩组: 潜水含水岩组(埋深 0~20 m)、浅层半承压含水岩组(埋深 20~50 m)、中部承压含水岩组(埋深 50~150 m)、深部承压含水岩组(埋深 150 m 以下), 含水层岩性为粗砂、中砂以及细砂、粉砂。据以往工作调查及勘查成果, 地方病高发区潜水含水岩组、浅层半承压含水岩组和部分中部或中下部承压含水岩组为高砷、高氟及劣质水, 地下水勘查找水方向及目标层位主要为部分中部承压含水岩组和深部承压含水岩组。盆地内松散岩孔隙水勘查与开采技术条件成熟, 中部承压含水岩组和深部承压含水岩组分布有低砷、低氟及低矿化度地下水。

收稿日期: 2007-05-30

基金项目: 中国地质调查局地质调查项目“典型地方病高发区地下水供水安全示范工程”项目(编号 1212010634711)的部分内容

作者简介: 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, 钻探工程专业, 从事水工环和地质调查项目的钻探技术与开发工作, 河北省保定市七一中路 135 号, fardafa@cgs.gov.cn。

### 3 勘探与开采

#### 3.1 勘探

针对当地的地质、水文地质概况,本次勘探孔布置在位于应县县城东北方向 10 km 远的镇子梁乡西辉耀村。孔口标高 1008 m, 钻孔深度 200.9 m, 开孔于 2006 年 10 月 14 日, 至 10 月 22 日结束。勘探孔完成后进行了物探测井, 根据勘探孔地层柱状图的地层岩性进行开采。

#### 3.2 开采

根据勘探结果, 为了开采深部承压含水岩组的低砷、低氟及低矿化度地下水, 根据地层柱状图, 只有取 150~200 m 区间的几个粉细砂含水层中的水, 才能达到开采优质地下水的目的。实际取水段 163~200 m。为此开采钻机 2006 年 11 月 15 日进场, 于 12 月 5 日完工。

(1) 钻井设备: 改装 CZ-30 型冲击钻机。

(2) 钻进方法: 钢绳冲击钻进。

(3) 钻井口径: 650 mm。

(4) 钻孔深度: 200 m。

(5) 冲洗液: 清水自然造浆。

钻孔完成后根据地层柱状图提供的钻孔地层信息进行排管, 准备成井的下一道工序。钻井现场见图 1。



图 1 钻井现场

##### 3.2.1 成井并管

为防止高砷、高氟、高矿化度地下水对井管的腐蚀, 保护井管, 延长水井的使用寿命, 本示范井全部采用塑料管材成井。上部从 0~123.85 m 采用  $\Phi 250 \text{ mm} \times 11.9 \text{ mm}$  井壁管, 下部到终孔采用  $\Phi 200 \text{ mm} \times 9.6 \text{ mm}$  井壁管和双层贴砾滤水管, 中间用长 320 mm、 $\Phi 200/\Phi 250 \text{ mm}$  变径接头连接。双层贴砾滤水管与取水含水层位置对应。双层贴砾滤水管是专门用于粉细砂地层成井而研制的新成果, 具有抗腐蚀、隙率较高、强度较高、滤水阻砂性能好的特点(见图 2)。

##### 3.2.2 井管连接形式



图 2 双层贴砾滤水管

本示范井采用了特殊的横销连接和丝扣连接相结合的连接方式, 以横销连接为主。横销连接具有连接速度快、连接可靠、连接强度高的特点。本次采用 2 种直径的横销, 即  $\Phi 250 \text{ mm} \times 11.9 \text{ mm}$  井壁管采用  $\Phi 12 \text{ mm}$  横销,  $\Phi 200 \text{ mm} \times 9.6 \text{ mm}$  井壁管和双层贴砾滤水管采用  $\Phi 10 \text{ mm}$  横销。横销加工容易, 使用方便, 连接速度较常规丝扣连接节省时间 30% 以上。横销连接是一种新型的连接方式, 用于塑料水井井管连接在国内还是第一次, 实现了井管的快速连接。与常规的螺纹连接相比, 无论从连接强度还是加工成本方面均基本相当(见图 3)。



图 3 横销连接

山西应县西辉耀村探采结合井成井结构见图 4。

| 井底深度<br>/m | 层厚<br>/m | 岩性 | 成井结构       | 岩性 | 岩性描述            | 成井说明                                                                                                                           |
|------------|----------|----|------------|----|-----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 31.6       | 31.6     |    |            |    | 亚砂土、亚粘土、粗砂、细砂互层 | 1. 井管: U-PVC 塑料井管<br>上部 $\Phi 250\text{mm} \times 11.9\text{mm}$<br>下部 $\Phi 200\text{mm} \times 9.6\text{mm}$<br>变径处: 123.85m |
| 51.4       | 19.8     |    | $\Phi 250$ |    | 亚砂土、粉砂、亚粘土层     | 2. 154.3~197.1m 为双层贴砾滤水管                                                                                                       |
| 85.6       | 34.2     |    |            |    | 亚砂土             | 3. 滤水管长度 2.9m                                                                                                                  |
| 95.2       | 9.6      |    |            |    | 亚砂土、粗砂互层        | 4. 钻孔口径: $\Phi 650\text{mm}$                                                                                                   |
| 114.6      | 19.4     |    |            |    | 亚砂土             | 5. 钻进深度: 200m                                                                                                                  |
| 127.4      | 12.8     |    |            |    | 亚砂土、粗砂互层        | 6. 钻井方法: 钢绳冲击                                                                                                                  |
| 154        | 23.6     |    | $\Phi 200$ |    | 亚砂土             | 7. 冲洗液: 清水自然造浆                                                                                                                 |
| 158        | 7        |    |            |    | 亚砂土             | 8. 滤料: 水洗砂砾<br>规格: 1~3mm<br>填筑方法: 静水填砾<br>填砾高度: 153~200m                                                                       |
| 163.4      | 5.4      |    |            |    | 亚砂土             | 9. 止水<br>止水物: 粘土球(湖川影洞上)                                                                                                       |
| 171.8      | 8.3      |    |            |    | 亚砂土             | 粘土球直径: $\Phi 40 \sim 60\text{mm}$                                                                                              |
| 177        | 5.2      |    |            |    | 粉砂              | 止水厚度: 138~153m                                                                                                                 |
| 184.8      | 7.8      |    |            |    | 粉砂、亚砂土          | 10. 回填封井<br>回填物: 当地粘土及粘土碎块                                                                                                     |
| 192.6      | 7.8      |    |            |    | 粘土、亚砂土          | 回填厚度: 0~138m                                                                                                                   |
| 196.4      | 4.8      |    |            |    | 粉砂、细砂           | 11. 成井日期:<br>2006 年 12 月 4 日                                                                                                   |
| 200        | 2.6      |    |            |    | 亚砂土             |                                                                                                                                |

图 4 山西应县西辉耀村探采结合井成井结构示意图

(下转第 123 页)

“狗腿”是十分必要的。

(7) 套管底口要考虑扶正或防刮井壁的外型处理。

(8) 下套管前一定要反复校核井深数据、套管编号及联接长度。

## 2.9 固井

固井是大孔径瓦斯排放井完井过程中的重要工作,工艺的选择、工具的加工、专业队伍的介入、程序的衔接、关键点的控制都决定着固井质量的好坏。

(1) 大孔径瓦斯排放井的套管直径过大无法采用石油标准固井工具,在实践中,仿照石油碰压固井工艺自制井口水泥头装置+木质压塞,使用效果很好,也可以选用浮箍浮鞋+钻杆插入+井口封闭的工艺方法(内管法)。

(2) 特别注意大孔径瓦斯排放井固井设计需要做防套管上浮计算和需要的重泥浆准备。

(3) 因固井的水泥量很大,必须采用石油专业固井公司的新型大排量车组尽量缩短打灰和替量时

间,必要时添加缓凝剂。

(4) 为防止扫塞过程中破坏套管及底部固井质量,套管内可能会留下一定厚度的水泥薄环未被清理干净,这一点要向业主说明,在管线对接时预留排渣口。

## 3 结语

大孔径瓦斯排放井的造价普遍较高,如果对施工过程中的关键技术把握不好会给施工单位造成巨大的经济损失,笔者希望通过本文能够给将来施工该类型钻井工程的相关单位提供一些借鉴。

## 参考文献:

- [1] 许刘万. 水井气举钻探新技术推广应用市场综述[R]. 廊坊: 中国地质科学院勘探技术研究所, 2003.
- [2] 李成铭. 新编石油钻井工程实用技术手册[M]. 北京: 中国知识出版社, 2006.

(上接第 118 页)

## 4 结语

通过开展塑衬双层贴砾滤水管和 U-PVC 塑料井管快速连接在山西应县地方病高发区示范井中的应用,较好地进行了—次开采新技术在粉细砂地层成井中的尝试,为今后在地方病严重区粉细砂地层成井积累了经验,为更广泛推广应用新型成井管材提供了技术支撑,但也存在—些问题,现将体会归纳如下,供各位同行参考。

(1) 塑衬双层贴砾滤水管滤水挡砂性能好,通过大泵量抽水洗井,水中没有发现沙子,适合于粉细砂地层成井。

(2) 快速横销连接具有连接速度快、连接可靠、连接强度较高的特点,加工容易,使用方便,连接速度较常规丝扣连接节省时间 30% 以上,实现了井管的快速连接。

(3) 使用塑料井管一定要选择材质好、弹性模量高、耐老化性好的塑料管,最好避开寒冬季节施工,因气温低时塑料井管性脆,抗拉和抗挤毁强度降低,容易发—成井和安全事故。

(4) 横销连接要解决销孔的密封问题,否则容易引起水层串层混合。

(5) 横销连接存在的另外—个—问题是不能抗负荷较大的扭拒。

## 参考文献:

- [1] 国内外地下水勘查新技术专集[Z]. 北京: 中国地质调查局, 2004.
- [2] 中国地质调查局. 西部严重缺水地区人畜饮用地下水勘查示范工程[M]. 北京: 中国大地出版社, 2006.
- [3] 韩广德. 中国煤炭工业钻探工程学[M]. 北京: 煤炭工业出版社, 2000.
- [4] 编写组. 钻探技术手册(上、下)[M]. 北京: 地质出版社, 1977.