

井周钻孔补砾工艺在修井中的应用

杨立斌, 王国瑞

(核工业汉中工程勘察院, 陕西 城固 723200)

摘要:提出了通过井周钻孔恢复旧井填砾层, 提高管井涌水量的方法, 通过在某电厂供水管井中的实践, 证明效果良好。

关键词:井周钻孔补砾; 修井; 填砾层; 涌水量

中图分类号: TU991.12 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2007)03-0009-03

Application of Filling Gravel Technology for Boreholes around Well in Workover Operation/YANG Li-bin, WANG Guo-rui (Nuclear industry Hanzhong Survey Institute, Chenggu Shanxi 723200, China)

Abstract: This paper presents the method to increase well water flow rate of the tube well by recovering gravel layer through boreholes around well. It has been proved successful by the practice of a water supply tube well of a power plant.

Key words: filling gravel for boreholes around well; workover; gravel filled layer; water flow rate

随着工农业生产的蓬勃发展, 地下水资源的开发和充分利用已极为普遍, 管井一直是开采利用地下水的主要方式之一, 各种方法的洗井是恢复和提高管井出水量的主要手段, 然而洗井工作重心是立足于管井内部, 其效果自然受到井管等因素的限制, 在某电厂水源地 8a 管井修复中, 首次突破了井管的束缚, 采用井周钻孔置换补砾工艺, 改善井周一定范围内恶化的水文地质状况, 提高管井修复后的出水能力, 实践验证取得了良好的修复效果。

1 井周钻孔补砾方案的提出

1.1 管井状况

某电厂自备水源地位于关中平原中部, 沿渭河左岸东西向展布, 东西长 10 km, 南北宽 2.5 km, 日开采量 12 万 m^3 。其工业用水均取自 60 ~ 70 m 深度范围内的潜水层。管井距河床一般 300 m 左右, 属于典型傍河取水。

8a 管井位于该水源地中部, 取水段在 4.07 ~ 61.40 m 深度范围, 含水层累计厚度 40.53 m, 岩性以中粗砂为主, 井管直径 426 mm。成井时, 静水位 4.07 m, 降深 4.23 m 时涌水量 39.50 L/s, 单位涌水量 9.34 L/($s \cdot m$), 地下水类型为第四系松散层孔隙潜水, 水质类型为 $HCO_3 - Ca - Na$ 型, 开采设备为 250JC130-8 型深井泵。历年来该井单位涌水量动态变化见表 1。

表 1 历年来 8a 管井单位涌水量动态变化表

时 间	单位涌水量 /[L·(s·m) ⁻¹]	占成井时单位涌 水量的百分比/%	备注
1992 年 7 月	9.34		成井
1993 年 12 月			投入运行
1994 年 12 月	0.35	4	运行吊泵后测得
1995 年 8 月	1.403	15	以机械法为主洗井后
1997 年 9 月	0.7	8	运行中出现涌砂吊泵
1997 年 12 月	1.5	16	2 次机械理化联合洗井后

在该电厂潜水层供水管井中洗井恢复单位涌水量平均水平 4.0 ~ 5.0 L/($s \cdot m$)。运行中由于种种原因会产生出水量下降, 厂方认为 8a 管井洗井恢复涌水量的水平较低, 不能满足其火电厂对供水高保证率的要求。

1.2 原因分析

为了找到 8a 管井单位涌水量恢复水平低的原因, 我们进行了一系列工作。

首先采用井下电视测试和泥兜查漏发现该井滤水管已严重残破, 井中 20 ~ 22、24 ~ 26、36 ~ 38、40 ~ 42、46 ~ 48、52 ~ 54 m 等多处出现漏砂、漏砾现象, 除底部漏出物中仍有填砾外, 其余层段漏出物以中粗砂、细粉砂为主。

经地面物探探测, 该井井周 3 m 半径、深度 20 m 范围内呈漏斗状发生地层坍塌, 粉土颗粒、粉细砂

收稿日期: 2006-10-17

作者简介: 杨立斌(1972-), 男(汉族), 河北行唐人, 核工业汉中工程勘察院副院长、工程师、注册岩土工程师, 水文地质与工程地质专业, 从事水文地质、工程地质、环境地质勘察设计工作, 陕西省城固县西环二路中段二一四大队勘察院, (0916)7201047, ylb214@163.com; 王国瑞(1971-), 女(汉族), 河北行唐人, 核工业汉中工程勘察院主任工程师、工程师, 应用地球物理专业, 从事水文、工程物探工作, (0916)5862510。

相混合形成包围,严重堵塞管井的涌水量。

傍井钻孔勘探结合测井结果,该井含水层主要分布在 4.70~6.90、28.32~29.82、36.20~49.06、61.76~65.09 m,岩性以粗砂、中砂为主,细砂、圆砾次之。由于原井井壁管的影响和限制,只有 36.20~49.06 m 具有可供利用的取水意义,其中粗砂层厚度 11.21 m,中砂夹层厚度 1.65 m。

最大涌水量抽水试验表明,开采量 $80 \text{ m}^3/\text{h}$ 时,管井开始严重涌砂,且动水位迅速下降,重复启动和停泵操作时,动水位下降更为显著,故管井不具有稳定的开采利用价值。

综上所述,该井水管残破严重,井周填砾层已严重缺失或变薄,其可供利用意义的有效含水层仅 12.86 m,占成井设计水管长度 37.89 m 的 33.9%。

1.3 修复方案

如果仅采用补入小口径水管来堵漏修复,其与原井管间的环状间隙作为填砾层,厚度不足 40 mm,由于原井管外填砾层已基本不存在,所以管井运行情况下,地层中的粉细砂很容易随水运移进入并充填填砾层,堵塞水路,将导致涌水量的迅速下降。

我们知道,管井的涌水量会随着井径的增大而增大,井周填砾层的恢复,使得填砾过滤器的外径即井径增大,对管井涌水量的提高将起到积极的作用。

2 钻孔补砾方案及实施

2.1 井周投砾孔的布置

根据厚层填砾井的处理方法,在距主井半径 0.5~1.0 m 范围的周边,一般布置 3~8 个填砾孔。

由于 8a 供水管井取水段为河漫滩冲洪积相潜水含水层,历经长时间的洗井,地层已十分松散,在抽砂时易引起地层砂迅速流动和坍塌。为保证填砾层在此种情况下迅速到位,并对滤水管形成包围,只能选用较小的填砾孔间距。

设计距主井中心 0.5 m 半径的周边,等距离布置 6 个钻孔,钻孔孔径 110 mm,孔深 50 m,孔斜 0.3° ,防止钻孔与主井或其它孔相遇。为了防止坍塌影响补砾效果,并方便后续洗井,尽量采用套管护壁冲击钻进,设计恢复填砾层厚度 0.2~0.4 m。

施工中,6 个钻孔基本布置在距原井壁管 0.2~0.4 m 的范围内,冲击钻进至 22 m 深度,改用泥浆护壁回转钻进完成施工,钻孔布置情况见图 1。

2.2 砾石的配比

由于滤水管丝网残破,许多穿孔已裸露,穿孔直径达 21 mm,根据该地区成井及修井经验,填砾采用

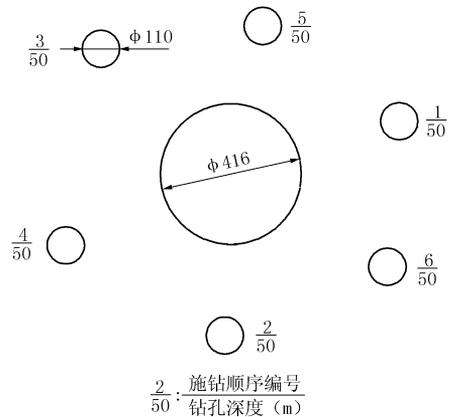


图 1 井周钻孔平面布置图

以 $\text{O}3 \sim 5 \text{ mm}$ 为主,其中混合 $\text{O}20 \sim 30 \text{ mm}$ 和 $\text{O}10 \sim 15 \text{ mm}$ 两种规格砾石,其目的在于利用此两种砾石起到封堵穿孔的作用,防止新填入的小规格砾石涌向井内,有利于迅速形成有序的填砾层。施工中实际采用的砾石规格及混合比例见表 2。

表 2 混合砾料规格配合比例表

粒径/mm	配合比例/%	作用
20~30	15	挡砾
10~15	10	挡砾
6~8	15	挡砂
3~5	35	挡砂
1~2	25	挡砂

2.3 填砾置换

为有效地采用填砾置换砂土,采用分段抽排砂土的方法,其装置见图 2。

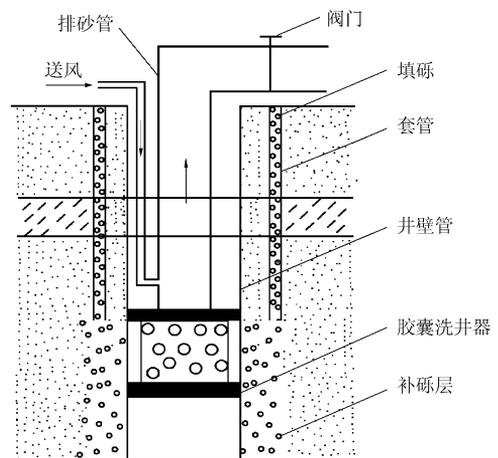


图 2 井周钻孔补砾装置示意图

使用胶囊封闭填砾置换的层段,封闭长度为 1.3 m。在使用时两端胶囊注气封闭,使抽砂部位集中,容易在抽砂部位形成短时的空洞,投砾孔中的砾石由于重力作用的抽吸作用,下沉到空洞部位,并向井壁移动,较大规格的砾石会在穿孔机孔外形成支

架,从而使砾石在井壁管附近形成包围,直到砂不能明显抽出,即认为填砾充满空洞(见图2)。

然后换下一段,重复填砾置换的过程。

最终通过洗井使得填砾层更加密实有序,从而能够很好地发挥作用。

2.4 效果分析

(1)8a管井,通过井周钻孔置换填砾工艺的实施,该井抽水试验结果如下:静水位6.51 m,降深9.85 m,涌水量31.07 L/s,单位涌水量达到3.15 L/(s·m),为成井时的34%,比前两次洗井效果分别提高了126%和112%。

(2)完成总填砾量60 m³,除去填补地表塌陷的25 m³外,用于形成填砾层的总量为35 m³,取恢复填砾深度50 m,通过计算可知,恢复填砾层厚度达0.26 m,假设含水层向过滤器的过渡段为0.05 m,填砾后,过滤器的外径已增加到0.89 m。

由:

$$Q_{允} \leq \pi DLV_j$$

式中: D ——过滤器外径,取0.89 m; L ——有效过滤器长度,取12.86 m; V_j ——允许入井流速,m/s,根据吉哈尔德公式 $V_j = (1/15) \sqrt{K}$; K ——渗透系数,取20 m/d。

计算得 $Q_{允} \leq 129 \text{ m}^3/\text{h}$,即最大涌水量为129 m³/h。

(3)据了解,该管井的建设费用包括凿建、泵站构筑物、供电、输水以及遥控设施,共计40余万元。该井由于涌水量衰减,经洗井仍不能恢复达到电厂的供水要求。如果任之报废,损失巨大。通过进行井周钻孔补砾修井,管井又恢复了生机。修井总费

用,含补装一套 $\varnothing 325 \text{ mm}$ 口径不锈钢缠丝包网的滤水管,共计17万元,较之凿建新井节约了成本57%。总之,通过钻孔补砾工艺的实施,管井涌水量和单位涌水量均能满足厂方要求,较之凿建新井节约了投资,避免了资源浪费,受到了厂方的好评。

3 几点体会

(1)井周钻孔补砾工艺中,填砾孔宜采用均匀对称形式布设,孔深应揭露管井主要含水层。置换补砾中采用胶囊封闭空压机抽水排砂使得置换补砾分段实施,补砾得以迅速到位,且由于抽吸力集中,提高了补砾效率,避免了同时大范围抽排水对地层造成的总体破坏,也就是避免了降低补砾效果。

(2)井周钻孔补砾工艺的实施,使得井周填砾层的动水位增厚,扩大了过滤器的直径,从而增加了管井进水面积,充分利用管井外有限的含水层资源,提高了管井的出水能力。在8a管井中的实施,取得了预期的效果。

(3)井周钻孔补砾工艺的成功实施,对于类似深度不大的细颗粒潜水含水层取水管井的填砾层恢复和加厚以及提高涌水量方面具有很好的借鉴意义,同时也为类似管井的修复开创了一条新路。

参考文献:

- [1] 编委会.城市地下水工程与管理手册[M].北京:中国建筑工业出版社,1993.
- [2] 房佩贤,卫中鼎,廖资生,等.专门水文地质学[M].北京:地质出版社,1987.
- [3] 刘光尧.广义水头损失[J].勘察科学技术,1994,(1).

我国将对煤铁铜等25种矿产资源潜力进行评价

新华网消息 国土资源部决定在全国范围内对煤炭、铀、铁、铜、铝等25种矿产资源潜力进行评价,目的是全面掌握矿产资源现状,科学评价未查明矿产资源潜力,建立真实准确的矿产资源数据库,满足矿产资源规划、管理、保护和合理利用的需要。

从国土资源部了解到,这次矿产资源潜力评价工作,将在充分综合已有地质调查成果、全面更新基础地质数据库基础上,应用现代矿产资源预测评价的新理论、新技术、新方法,评价煤炭、铀、铁、铜、铝、铅、锌、锰、镍、钨、锡、钾、金、铬、钼、锑、稀土、银、硼、锂、磷、硫、萤石、菱镁矿、重晶石等矿产资源总量,编制重要成矿区带成矿规律与预测图。

据国土资源部有关负责人介绍,这次被评价的25种矿产均为关系国计民生的重要矿产资源。煤是我国的主体能源,铀是未来重要的非常规能源之一,其他矿产资源或是我

国短缺、长期依赖进口的大宗矿种,或是我国具有国际竞争力的优势矿种,或是重要的非金属矿产,都具有重要的经济和社会价值。

根据国土资源部的统一部署,2007年上半年,将开展技术培训,完成分省实施方案编制、基础数据库更新;下半年,组织开展分省地质背景和成矿规律研究、综合信息预测以及资源总量预测试点,完成全国基础数据库汇总和定量预测新方法研究;2008年开展并完成分省资源总量预测工作,汇交分省总量预测成果;2009年汇总形成全国矿产资源潜力评价最终成果。

这次评价工作过程中形成的阶段性成果,将随时提供相关部门使用。最终形成的全国矿产资源潜力评价基本数据,在经国土资源部批准后,也将向社会发布。