

机械成井、管外换料工艺在 辐射井施工中的应用

程芳芳¹, 李圣灯²

(1. 陕西省核工业地质局二一四大队, 陕西 汉中 723200; 2. 陕西核工业工程勘察院, 陕西 西安 710054)

摘要: 在充分分析辐射井施工特征的基础上, 针对传统的辐射井施工工艺常由于泥砂淤积河床和淤塞含水层、填砾层而使出水量衰减, 严重影响辐射井的使用寿命等现象, 通过引入机械成井、管外换料的新工艺, 以增大辐射井的涌水量, 改善辐射井滤水管渗透性能, 延长其使用寿命, 通过在大量水源地取水中的应用, 证明效果良好。

关键词: 辐射井; 机械成井; 管外换料; 涌水量

中图分类号: S277.2

文献标识码: A

文章编号: 1672-643X(2012)05-0170-03

Application of machinery constructed well and pipe reloading technology to radiation well construction

CHENG Fangfang¹, LI Shengdeng²

(1. 214 Brigade of Geology Bureau of Nuclear Industry of Shaanxi Province, Hanzhong 723200, China;

2. Engineering Survey Institute of Shaanxi Nuclear Industry, Xi'an 710054, China)

Abstract: On the basis of full consideration of radiation characteristics of water wells, aimed at the traditional well construction technology of radiation often blocked the sediment bed and the aquifer sediment, water filled gravel and resorted to decay, seriously affect the life of radiation and so well. Through the introduction of machinery into the wells and tube feed for the new technology, the inflow of radiation well increase remarkably, the permeability of radiation tube well water treatment was improved, and its life was prolonged. A large number of practical applications of water sources prove the effective and feasibility.

Key words: radial well; well constructed by machine; change material out of tube; inflow

0 引言

辐射井系在集水井内,把辐射管(渗水管)由内向外径向铺设于含水层内的大井。是利用埋设在地下含水层中带孔眼辐射管借水的渗透和重力流,来截流和集取地下水和河床潜流水,做为给水水源。该工程设计主要包括集水井、辐射管和其他附属构筑物等。目前已被多处水源工程采用,不乏成功的实例,以其高产、低耗、好管理、供水总体成本相对较低等众多优势,凸现在人们面前。但传统的辐射井施工难度较高。辐射井出水量的大小,不仅取决于水文地质条件(如含水层透水性和补给条件)和其它自然条件,而且很大程度上决定于辐射管施工过程中难以在辐射管周围形成透水性能良好的反滤层,从而影响辐射井之出水量及其使用寿命。因此,传统的辐射井施工工艺存在一定的风险性。

本文提出的机械成井、管外换料工艺,即采用机械成井、下入钢质井管,然后进行管外开挖埋设辐射管并回填砾石。该工艺缩短了辐射井的施工工期、改善了管外地层的透水性、增加了辐射井的涌水量、延长了辐射井的使用寿命。最终提高辐射井的成功率。

1 传统辐射井构造特征与施工工艺

传统辐射井是由集水井与若干辐射状铺设的倾斜辐射管(集水管)组合而成(图1为传统辐射井特征图)。

(1)集水井:集水井的作用是汇集从辐射管来的水;安放抽水设备以及作为辐射管施工的场所;对于不封底的集水井还兼有取水井之作用。据上述要求,集水井直径不应小于3 m。我国多数辐射井都采用不封底的集水井,用以扩大井的出水量。但不封底的集水井对辐射管施工及维护均不方便。

集水井通常采用沉井法施工:在井位处先开挖

基坑,然后在基坑上浇注带有刃脚的井筒。待井筒达到一定强度后,即可在井筒内挖土。这时井筒靠自重切土下沉。随着井内继续挖土,井筒不断下沉,直至设计标高(图2为传统集水井施工方法)。

(2)辐射管:辐射管的配置可分为单层或多层,每层根据补给情况采用4~8根。最下层距含水层底板应不小于1m,以利进水。最下层辐射管还应高于集水井井底1.5m,以便顶管施工。为减少互相干扰,各层应有一定间距。

目前国内辐射管施工主要以射顶进法。该法系利用千斤顶将辐射管从集水井向外顶入含水层,在顶进的同时,利用喷射水枪,以高速射流(15~30 m/s)冲射含水层,砂粒因此随水流沿辐射管排入井内,含水层松动,辐射管得以顶进。此法在水流冲射下,对含水层扰动较大,难以在辐射管周围形成透水性能良好的反滤层,从而影响辐射管之出水量及其使用寿命。

2 机械成井、管外换料工艺

2.1 机械成井、管外换料工艺的提出

由大口井涌水量计算公式:

$$Q = 1.366K \frac{(2H - s)s}{\lg \frac{2l}{r}} \quad (1)$$

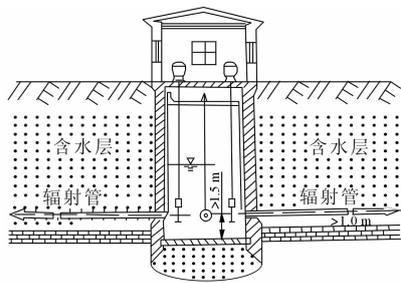


图1 传统辐射井特征图



图2 传统集水井施工方法

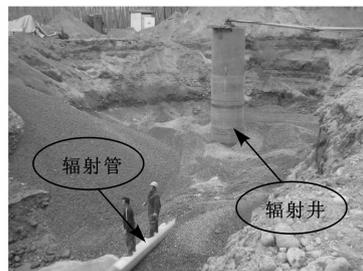


图3 机械成井、管外换料工艺施工

传统辐射井与机械成井、管外换料工艺优缺点对比如表1。

表1 传统辐射井与机械成井、管外换料工艺优缺点对比表

施工工艺	集水井	辐射管	优点	缺点
传统工艺	预制井筒、人工开挖	射顶		仅辐射管集取地下水、辐射管外没有良好的反滤层、使用寿命短
机械成井、管外换料工艺	采用ZKJ-10钻机成井	机械开挖、埋设辐射管	集水井及辐射管同时进水、集水井及辐射管外有良好的反滤层、使用寿命长	

由上式可知,出水量与井径存在正比关系。因此增加大口井直径是增加水井出水量的途径之一。同时,鉴于目前国内传统辐射井施工周期长、造价成本高、使用寿命短、施工难度大及风险高等特点。作者提出了机械成井、管外换料工艺(形似增加了大口井及辐射管的井径),从而解决了上述难点。

2.2 机械成井、管外换料工艺的施工方案

机械成井、管外换料工艺:即采用ZJK-10型冲击钻机进行集水井施工,集水井过滤器经打眼、垫筋、包网、缠丝等工序加工制成,缠丝采用镀锌铁丝,间隙介于2~4 mm之间。井管与井管之间焊接连接。根据供水管井的地层岩性配置滤水管并安装有虹吸管,虹吸管与外部辐射管相连(见机械成井、管外换料工艺成井图)。下入井管后管外环隙用Φ4~8 mm过筛滤料回填,采用动水填料法回填。

集水井成井后,先进行了施工放线,再采用挖掘机与装载机进行土方开挖与搬运。本着以集水井为中心的原则,以集水井为圆心、半径为10.00 m,开挖深度为10.0 m;管槽断面以拟埋设辐射管为中心左右扩张8.5 m放坡开挖,即管槽上部宽为17 m,底部宽为1 m,开挖深度为9.00 m(图3)。

2.3 涌水量计算

辐射井出水量计算问题较复杂,因为影响辐射井出水量的除了水文地质、水文等自然因素外,尚有辐射井本身较复杂的工艺因素,如辐射管管径、长度、根数、布置方式等。现有的辐射井计算公式较多,但都有较大的局限性,计算结果常与实际情况有很大的出入,因此,只能作为估算辐射井出水量时的参考。

2.4 设计、施工注意事项

辐射井取水宜在地下水水位埋藏浅,含水层厚度薄和富水性好的条件下进行。井深根据含水层埋深、设计水位降深、地下水位变幅、吸水管足阀下保留水深及井底反滤层厚度等确定;集水井径根据需水量大小、抽水设备安装位置及施工条件等确定。

对于开采河床地下水的辐射井,因河水位变幅大,更应注意这一情况。为此,在计算辐射井的出水量和确定水泵安装高度时,均应以枯水期的低设计水位为准,抽水试验也应在枯水期进行为宜。此外,还应注意地下水区域下降的可能性以及由此引起的影

3 工程应用实例

3.1 工程概况

某公司拟在其水源地新建辐射井,要求出水量大于 $250 \text{ m}^3/\text{h}$ 。该水源地位于镇川乡茅草梁村,地貌部位为汉江漫滩,属傍河型水源地。

据前人资料及勘察结果显示:水源地仅在 13 m 以上具有相对富水的含水层,厚度仅为 8 m 。水源地面积 0.024 km^2 ,北侧与汉江相接,其余三面为低山丘陵,地下水主要接受汉江河床水补给,地下水主流向同地表水流向,由西向东。在该水源地东段已建有一口深 13 m ,直径 6 m 的水泥管大口井,出水量为 $180 \text{ m}^3/\text{h}$ 。经过勘察,拟在其上游近河床处新建一辐射井,设计出水量为 $300 \text{ m}^3/\text{h}$ 。

3.2 理论分析

据物探测深解释成果将水源地范围划分为富水区、中等富水区、弱富水区三大块。拟建井位属富水区,静水位为 4.08 m ,勘探孔(孔深 30.00 m)揭露地层显示,含水层为 $4.08 \sim 12.87 \text{ m}$,共计 8.79 m 。据在该区抽水试验结果显示,渗透系数为 120 m/d 。

拟建大口井部位河流补给段宽 175 m ,可望获得的补给量用断面法估算:

$$Q = KI\omega \quad (2)$$

式中: K 为计算断面之平均渗透系数; m/d ,取 120 m/d ; I 为计算断面之平均水力梯度;取 $I = 0.05$; ω 为计算断面面积, m^2 , $\omega = 175 \times 8 = 1400 \text{ m}^2$;计算得补给水量为 $8400 \text{ m}^3/\text{d}$ ($350.00 \text{ m}^3/\text{h}$),因此该大口井取水方案开采水量在 $300.00 \text{ m}^3/\text{h}$ 是有保证的。

由式(2)计算分析可知:增大辐射井直径,涌水量有明显增加的趋势。然而口径增大到 6 m 时,仍不能满足合同水量要求,只有增大到 11.6 m 时才能满足用水量 $300 \text{ m}^3/\text{h}$ 的要求。因此考虑采用机械成井、管外开挖换填砾石,以增大井周填砾层的厚度、扩大过滤器的直径(形似增大井径)、增加进水面积、减少井附近和井中的水流阻力,充分利用管井外有限的含水层资源,提高了辐射井的出水能力。同时减小了井壁附近的地下水流动指数,使得地下水的运动由混合流转化为层流,减小了水能损失。

3.3 实施

集水井施工采用 ZJK-10 型冲击钻机进行施工,钻孔直径为 2000 mm ,下入直径为 1620 mm 钢质井管,回填滤料规格为直径 $4 \sim 8 \text{ mm}$ 的砾石。以集水井为圆心半径 8.5 m 、深度 8.0 m 、底部直径 4 m 范围内进行开挖,集水井周围开挖好后, $9.5 \sim 5.0 \text{ m}$ 用 $\Phi 4 \sim 8 \text{ mm}$ 规格滤料回填。沿设计辐射管部位开挖管槽,管槽开挖好以后, $8.5 \sim 7.5 \text{ m}$ 利用 $\Phi 4 \sim 8 \text{ mm}$ 规格滤料回填,并做好辐射管支撑。辐射管采用规格为 $\Phi 426 \times 8$ 钢质滤水管,按 1° 坡度铺设,管与管之间采用对接方式连接,接头处利用粘土球密封并用窗纱包好。辐射管安装好以后, $7.5 \sim 6.5 \text{ m}$ 用 $\Phi 4 \sim 8 \text{ mm}$ 规格滤料回填, $6.5 \sim 5.0 \text{ m}$ 再用 $10 \sim 30 \text{ mm}$ 规格滤料回填。最后用河砂石(不含泥)进行回填至地面高度。

上述工作结束后,经抽水试验确定管井涌水量为 $312.00 \text{ m}^3/\text{h}$,超出了甲方所要求的 $250.00 \text{ m}^3/\text{h}$ 的水量要求。

4 结语

机械成井、管外换料的辐射井成井工艺在我院施工的数个取水工程实践中得以应用且展现了它的高产、低耗、好管理、供水总体成本相对较低等众多优势,尤其是在干旱半干旱地区的第四系冲积含水层静水位埋深浅、含水层厚度薄、地层透水性较差(粉土含量偏高)的傍河型水源地,其单井出水量远大于传统的管井。但由于该项取水工艺的结构较复杂,尚无与之相应的取水机理研究成果,致使缺乏相应技术手段评价以该取水工艺的水源地地下水资源。

无论是采用何种取水型式,建议都应在进行水源地勘察工作结束后,得到详细的有关水文及水文地质资料才可决定选用何种取水型式。当遇到地层存在粉土含量高、胶结严重的傍河型水源地取水时,可选用机械成井、管外换料加渗渠的取水型式,以便更好的集取河床渗透水,可能会取得更优的效果。

参考文献:

- [1] 水文地质钻探规程[S].北京:中国标准出版社,1995.
- [2] 供水水文地质手册[M].北京:地质出版社,1978.
- [3] 石振华,等.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.
- [4] 严煦世,等.给水工程[M].北京:中国建筑工业出版社,1999.
- [5] 李圣灯 程芳芳,机械成井、管外换料工艺在大口井成井中的应用[R].北京:中国科技信息,2009.12.