

# 吴堡县横沟水源地 HS3 渗流井的设计与施工

张兴勤<sup>1</sup>, 秦宇鹏<sup>1</sup>, 王振福<sup>2</sup>

(1. 陕西省地矿局 908 水文大队, 陕西 西安 710600; 2. 陕西省地矿局, 陕西 西安 710054)

**摘要:** 渗流井取水是利用河床松散砂砾石含水层为天然滤床开发地表水、地下取水的一种给水技术。结合吴堡县东部河谷区横沟段三号渗流井(HS3 渗流井)施工实例, 对渗流井的取水原理、设计思路、施工方法及技术要点进行了总结。

**关键词:** 渗流井; 地下水; 竖井; 平巷; 硐室; 渗流孔

中图分类号: TU991.12 文献标识码: A 文章编号: 1672-7428(2011)05-0061-04

**Design and Construction of HS3 Seepage Well in Henggou Water Source of Wubu/ZHANG Xing-qin<sup>1</sup>, QIN Yu-peng<sup>1</sup>, WANG Zhen-fu<sup>2</sup>** (1. 908 Hydrological and Engineering Geology Team, Shaanxi Bureau of Geology and Mineral Resources, Xi'an Shaanxi 710600, China; 2. Shaanxi Bureau of Geology and Mineral Resources, Xi'an Shaanxi 710054, China)

**Abstract:** Water intake of seepage well is a water-supply technology of surface water and underground water development with aquifer of loose sand gravel in riverbed as natural filter bed. Based on the construction case of HS3 water seepage well in Wubao County, the paper summed up the water intake principle, design idea, construction method and technical points of seepage well.

**Key words:** seepage well; underground water; vertical shaft; drift; chamber; seepage hole

为解决陕西吴堡工业园区的首期开发用水问题, 陕西省地矿局 908 水文大队承担了吴堡县东部河谷区横沟段三号渗流井取水工程的设计与施工任务, 2010 年 9 月完成竖井 28.70 m, 平巷 260.00 m, 硐室 4 个, 渗流孔 51 个、总进尺 2996.10 m, 经抽水试验, 确定该渗流井出水量 10387 m<sup>3</sup>/d, 水质符合生活饮用和工业用水标准, 工程质量合格。本文对吴堡县横沟水源地 HS3 渗流井的设计与施工进行总结。

## 1 渗流井取水原理及适用条件

### 1.1 渗流井取水原理

在河流的岸边修建一座直径 4~6 m 的竖井, 在竖井的合适位置向河床挖一条输水平巷, 在平巷不同位置修建若干个硐室, 在硐室内由下而上施工若干个渗流孔, 从而形成一定的水头压力, 变传统的地表抽水为地下放水, 一方面激发地表水的下渗补给, 另一方面截取地下水径流量, 上层水通过天然滤层到渗流管再流入硐室, 由输水平巷汇到竖井, 通过水泵提取汇入管网。HS3 渗流井取水原理示意剖面图

见图 1。

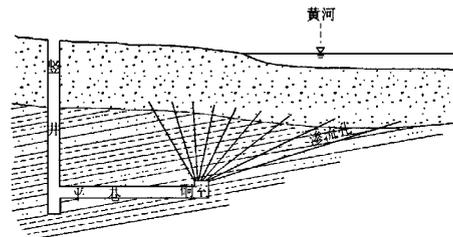


图1 HS3 渗流井取水原理示意剖面图

### 1.2 渗流井适用条件

渗流井取水是利用河床松散砂砾石含水层为天然滤床开发地表水、地下取水的一种给水技术。渗流井适用条件为地表有常年性河流, 河床下第四系砂砾石层厚度 < 3 m。

## 2 HS3 渗流井施工区水文地质条件

### 2.1 水文条件

吴堡县东部河谷区横沟段河流为过境的黄河, 据吴堡水文站资料, 黄河多年平均流量为 951.87

收稿日期: 2011-01-31

作者简介: 张兴勤(1964-), 男(汉族), 陕西合阳人, 陕西省地矿局 908 水文大队高级工程师, 水文地质专业, 从事水工环生产及技术管理工作, 陕西省西安市临潼区人民东路 57 号; 秦宇鹏(1968-), 男(汉族), 陕西大荔人, 陕西省地矿局 908 水文大队高级工程师, 水文地质专业, 从事水工环生产及技术管理工作; 王振福(1961-), 男(汉族), 陕西大荔人, 陕西省地矿局教授级高级工程师, 探矿工程专业, 从事探矿工程、岩土工程技术和管理工作, 陕西省西安市雁塔北路 100 号, wangzhenfu@sohu.com。

$\text{m}^3/\text{s}$ ,近年来,由于受上游天桥、万家寨等水库调节作用的影响,丰、枯期变化特征不显著。横沟段黄河水面宽200~300 m,河道比降0.97‰,河床较窄,水流集中稳定,枯水期河流水边线与平期相差不大,一般仅后退10~30 m,适宜建设渗流井取水工程。

## 2.2 地层情况

(1)0~4 m,砂砾卵石层,杂色,卵砾石呈次棱、次圆状,以石英砂岩为主,粒径一般2~5 mm,个别达16 mm,含量70%左右,其孔隙被25%的中细砂、5%的泥质充填;

(2)4~5.5 m,含砾中细砂,土黄色,粒状结构,成分以石英、长石为主,云母及暗色矿物次之,较松散,砾石含量约8%,成分以砂岩为主;

(3)5.5~9.8 m,砂砾卵石层,杂色,卵砾石含量75%左右,成分以石英砂岩为主,粒径一般3~6 mm,个别达16 mm,其孔隙被25%的中细砂充填;

(4)9.8 m以深,砂质泥岩,灰色,泥质结构,层状构造,强风化带厚度小于1.00 m,17.15 m以深趋于完整。

## 2.3 地下水赋存条件

区内地下水分为第四系冲(洪)积层孔隙潜水和三叠系碎屑岩类裂隙水两类。

### 2.3.1 第四系冲(洪)积层孔隙潜水

地下水主要赋存于泥质砂砾卵石层和含砾砂层的孔隙内,水位埋深一般0.5~4 m,含水层厚度接近10 m,除接受大气降水入渗补给和一级阶地冲(洪)积含水层的侧向径流补给外,开采状态下还可得到黄河地表水渗漏补给,尤其是黄河漫滩近河地带,地下水赋存条件较好,单井涌水量100~500  $\text{m}^3/\text{d}$ 。在未来开采条件下,黄河地表水的渗漏补给将成为区内地下水的主要和稳定补给源,地下水开采量将主要由黄河水的渗漏补给形成。

### 2.3.2 三叠系碎屑岩类裂隙潜水

地下水赋存于碎屑岩类裂隙之中,并以风化裂隙含水为主,区内碎屑岩类隐伏于第四系冲(洪)积层之下,裂隙含水层与上覆第四系冲(洪)积含水层之间无隔水层存在,构成统一含水水体,该类地下水主要接收上部第四系含水层的垂直入渗补给。根据钻探资料,施工深度范围内基岩以泥质砂岩为主,风化裂隙不发育,强风化带厚度<1.00 m,地下水赋存条件较差,单井涌水量<100  $\text{m}^3/\text{d}$ 。

## 3 HS3 渗流井的设计与施工

### 3.1 渗流井设计

#### 3.1.1 工程结构设计

HS3 渗流井由1个竖井、1个垂直河道的主平巷、2个平行河道的引水支平巷4个硐室和51个渗流孔组成,其结构平面分布如图2所示。

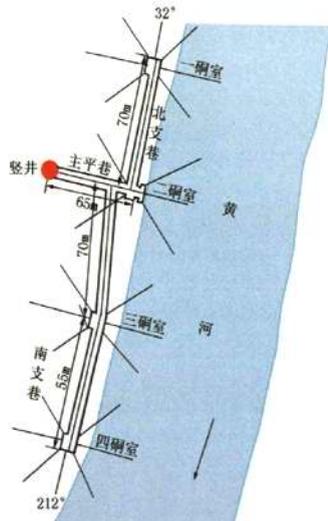


图2 HS3 渗流井结构平面分布图

#### 3.1.2 竖井设计

竖井位置依据取水河床情况决定,深度及规格依据地层情况和取水层位而定。HS3 渗流井设计建于黄河右岸高漫滩前缘,呈圆形。平巷口位置24.5~26.70 m,深度设计为28.70 m。第四系松散层及基岩面以下0.5 m厚度设计采用外径4.5 m、内径3.5 m的钢筋砼井筒支护结构,砼强度C25;基岩段井筒设计为外径4.1 m的圆形结构,钢筋砼单边支护厚度0.30 m,井筒净断面直径3.5 m,支护砼强度C20;地面以上再建造1.5 m防洪圈。HS3 渗流井竖井结构如图3所示。

#### 3.1.3 平巷设计

平巷断面根据输水能力和围岩力学性质进行设计,预制砼块砌筑或现浇砼支护。HS3 渗流井平巷口在竖井内地面以下24.50~26.70 m处,走向垂直黄河(与磁北向夹角为122°)向黄河开挖输水主平巷65 m,在第二硐室前15 m,平行黄河向北(与磁北向夹角为32°)开挖支平巷70 m,平行黄河向南(与磁北向夹角为212°)开挖支平巷125 m;平巷底面起扬不超过2‰,横断面为圆顶直墙式,毛断面(高)2.20 m×(宽)2.00 m,净断面(高)1.80 m×(宽)1.60 m;素砼支护墙0.20 m、底0.10 m为混凝土现浇底板、顶钢筋砼现浇0.30 m。HS3 渗流井平巷结

构剖面如图4所示。

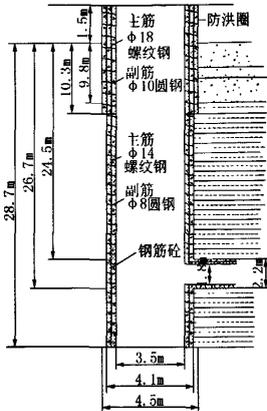


图3 HS3 渗流井竖井结构示意图

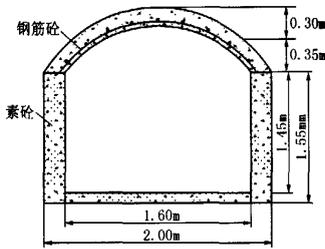


图4 HS3 渗流井平巷结构剖面图

### 3.1.4 洞室设计

在输水平巷的合适位置修筑取水洞室,洞室为圆拱直墙形,断面高度以满足渗流孔群的施工及渗流孔的数量为设计依据。一般顶为钢筋砼结构,墙为素砼现浇,在每个洞室顶部埋设渗流孔口管。HS3 渗流井在主平巷、南北支巷顶端及南支巷中间各修建1个共计4个洞室。洞室横断面为圆顶直墙式,毛断面(高)2.90 m×(宽)3.60 m×(长)3.50 m,净断面(高)2.50 m×(宽)3.00 m×(长)3.00 m;素砼支护墙厚0.25~0.30 m,底0.10 m 现浇底板,顶0.30 m 钢筋砼现浇。HS3 渗流井洞室结构剖面如图5所示。

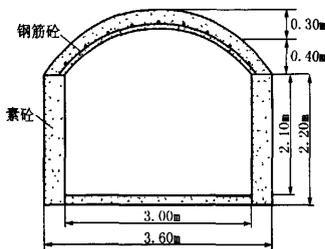


图5 HS3 渗流井洞室结构剖面图

### 3.1.5 渗流孔设计

在每个取水洞室内施工一定数量的渗流孔,总孔数根据取水靶区含水层厚度、岩性结构、透水性等确定;单孔深度以达到取水量大、水质好、不破坏天然结构、满足目标取水量为标准。HS3 渗流井每个洞室内设计不少于10个渗流孔,总孔数51个。孔径89~110 mm,下入Ø89 mm 钢制井壁管和滤水管。单孔深度长短结合,进入第四系地层1~3 m,孔深49~62 m,累计孔深2996 m。

### 3.2 HS3 渗流井施工

#### 3.2.1 竖井施工

第四系松散层采用沉井法施工,先在井位处制作钢筋砼井筒,然后人工在井筒内采用掏挖的方法下沉井筒。施工过程中,井筒外围用钢板包围,减少井筒的下沉的阻力;井筒底部脚周同时掏挖,使井筒均匀下沉,防止跑偏。基岩段采用全断面爆破法掘进施工。

#### 3.2.2 平巷及集水洞室施工

采用光面爆破法开挖、人工装渣运渣的方法施工。

(1)针对地层破碎、岩性不稳定、岩层变化大等情况,采用减小炮孔间距及深度、调小每次装填炸药量的方法爆破掘进;

(2)根据巷道、洞室掉块及坍塌情况,采用喷锚支护及圆木横梁支撑法保证施工过程安全,采用圆木横梁支护结构注意不能影响巷道及洞室整体结构;

(3)分段开挖、清理结束后绑扎钢筋及浇注洞室顶部、洞壁砼,最后分段一次浇注底板砼。浇注洞室顶部砼时根据设计渗流孔钻孔位置埋设渗流孔口管。

#### 3.2.3 渗流孔施工

采用西安煤炭科学研究院生产的MK-5型坑道钻机施工,采用硬质合金及复合片钻进方法钻进,钻进口径89~110 mm,完整基岩采用裸眼法钻进,破碎地层、风化基岩层及第四系地层改用跟管钻进方法施工。施工基岩风化层及第四系地层跟管钻进时将Ø89 mm 钢制井壁管和滤水管安放到孔内预定位置。HS3 渗流井渗流孔施工及渗流孔出水情况分别见图6、图7。

### 3.3 渗流井技术要点

(1)施工前要切实做好勘察论证工作,加强水文气象资料的分析论证,尤其是河流的最枯流量、洪水流量及最高洪水位,河水的含沙量及河流冲刷强



图6 渗流孔施工过程照片



图7 渗流孔出水情况照片

度。查清河床内第四系厚度、岩性、含水层及水文地质参数。

(2) 爆破施工要切实加强安全管理,做到安全生产。巷道施工要搞好通风及防尘,防止职业病的发生。井下作业施工过程中项目经理和技术负责人要24 h现场轮流值班。

(3) 渗流孔的钻进主要采用回转钻进和潜孔锤钻进工艺,采用先裸眼后跟管的方法钻进,在施工过程中,两种工艺交替使用。钻机采用可分拆装的坑道钻机,施工仰角应大于 $60^\circ$ 。渗流孔每一个孔的位置、长度、钻孔倾角都必须由项目经理及技术负责人井下酌情确定,在钻进过程中,不断观察孔内出水情况,及时调整,优化施工。

(4) 现场的抽水设备及配套必须满足用一套备用一套,井口及平巷入口处必须留专人传递信息,遇到紧急情况时,以闪一次照明灯为信号,井内施工人

员迅速撤离至井上。井下人员下井时必须穿救生衣,备救生圈。每人一套。

(5) 现场发电机必须达到随时起用状态,要保证在断电后第一时间启动无误。井用潜水泵必须配专线,电机功率等于或超过30 kW时,必须采用软启动方式启动,并配备专职水泵维修人员。下井的电缆线不能有接头。

(6) 巷内通道要保持畅通,起吊设备操作人员要保持高度警惕随时听从井口人员指挥。施工结束后通知甲方及时封盖井口,以避免意外事故发生。

#### 4 结论及建议

(1) 渗流井取水工艺,具有取水范围广、水量大、开采集中、便于管理、易于防洪、使用年限长、不易淤塞、维修方便、输水线路短、设备投入少、运行成本低、不破坏生态植被、保护环境等优点,是较为理想的取水方式。HS3渗流井出水量满足合同要求,水质符合饮用及工业用水标准。

(2) 为保障水源井的安全、正常使用,建议根据需要封闭井口,并在井上修建井房,设置水泵提升器,保障正常供水。

(3) 建立卫生防护带,在取水工程上下游各1 km范围内,不得排入工业废水和生活污水,不得堆放废渣,不得设立有害物品仓库,不得使用持久性或剧毒农药,严禁建立污染严重的企业。取水工程外围100 m的范围内不得设置生活居住区和修建饲养场、渗水厕所等,应保持良好的卫生状况、绿化环境。

#### 参考文献:

- [1] 陈合智,周志彰. 开拓供水新领域施工天然滤床渗流井取水工程[J]. 探矿工程,1995,(1):11-13.
- [2] 陕西省地矿局908水文大队. 吴堡县横沟水源地HS3渗流井竣工报告[Z]. 陕西西安,2010.

## 河南水文二队圆满完成省厅下达的抗旱找水打井任务

本刊讯 在今年抗旱找水打井突击行动中,河南省地矿局水文二队抗旱找水打井指挥部经过80多个日夜的艰苦奋斗,转战鹤壁和安阳两个市,总计14个乡镇、76个行政村,最远井距达360 km,圆满完成了各项抗旱找水打井施工任务,受到了国土资源部抗旱救灾组、河南省国土资源厅以及两州市当地政府的高度赞扬,赢得了灾区人民的广泛赞誉,荣获了“国土资源系统河南省抗旱找水打井先进集体”称号,为河南省地矿局争得了光彩。

河南水文二队最多同时投入钻探设备44台套,人员380余人。累计定井数103个,总钻探工作量达23000 m,成井深度累计21922 m,成井103眼,成井出水率为100%,总出水量90000余吨/天,创河南省国土资源系统成井数量、钻探进尺、出水量、成井速度等之最,解决了鹤壁市及安阳市山区11.8万余群众的安全饮水和148500亩灌溉问题。

(河南省地矿局水文二队 严珊珊)