

矿山环境评价与修复

焦家断裂带深部抽水试验成井止水方法探索

刘乐军¹, 颜景生²

(1. 山东省第六地质矿产勘查院, 山东 威海 264200; 2. 山东省地质环境监测总站, 山东 济南 250014)

摘要:焦家断裂带是我国著名的金矿聚集带, 分布有新城金矿、焦家金矿、朱郭李家金矿、寺庄金矿等多个深部大型矿山, 多年来围绕该带提交的详查报告很多, 矿床水文地质条件研究程度较高。为了能更加确切、清晰地反映焦家断裂带下盘地下水水文地质特征, 围绕抽水试验技术方法稍作改进, 应用过程中效果明显。

关键词:深部分层抽水; 止水技术; 焦家断裂

中图分类号: P641.73 **文献标识码:** B

焦家断裂带位于龙(口)-莱(州)断裂带的南段, 为胶西北地区三大著名的金成矿带之一。分布在焦家一带, 属压扭性断裂带, 规模较大, 影响范围较广, 走向 $10^{\circ} \sim 30^{\circ}$, 倾向 NW, 倾角 $29^{\circ} \sim 56^{\circ}$ ^[1]。断裂带不仅控制着矿体的分布与埋藏, 同时也控制着地下水的富集、运移及水动力特性。

1 研究背景

多年来, 地质工作者陆续在焦家断裂带附近做了大量的地质调查及水工环地质工作。钻孔抽水试验是矿区详查过程中不可或缺的一项工作, 为了更加经济、高效地利用地质勘探工作量, 了解上、下盘岩层水文地质参数, 抽水试验多进行上、下盘分层抽水。技改前, 都是钻孔施工完毕, 经过一系列的洗井、设备安装后进行全孔混合抽水试验, 然后封闭下盘, 待水泥凝固后再进行上盘抽水试验。这样, 下盘的岩石水文地质参数不明确, 在实际运用过程中代表性不强。经过多次试验, 终于摸索出一条成功之路, 通过实践检验, 切实可行, 效果理想。

针对工程地质条件较差的地层, 如果打一层抽一层, 不利于钻探工作的进一步开展, 易出现塌孔、卡钻等不良施工现象。在实践过程中, 不少施工单

位都比较抵触这种施工方式, 认为抽水试验要求的彻底洗孔使孔壁稳定性变差和水位降低产生的负压同样极大地降低了孔壁的稳定性的, 再次继续钻进时, 增加了掉块、塌孔的机会, 事故率增高。为此, 通常一鼓作气打到底, 终孔后再进行抽水。由于孔径小, 分层止水难度大, 只能先做一个混合水抽水试验, 封闭下盘后再做上盘抽水试验^[2-4]。这样一来, 得不到准确的下盘含水层水文地质参数。

2 新方法介绍

提供的方法适用于深度大的小口径钻孔分层抽水试验, 也适用于小口径多含水层分层抽水试验, 抽水试段由下而上, 完成一层封闭一层, 直至结束。

2.1 成井止水

钻孔终孔经过洗孔后, 下入钻杆和部分花管, 花管的长度根据过水断面的面积大小和每节花管的孔眼面积确定。在下部第一层含水层顶板确定安全^①止水位置, 纵剖面见图 1A(虚线部分)。将对应位置的钻杆(3 m 单根)两头接手^②切槽各埋置 5~6 道(可根据实际情况适当增减)O 型止水胶圈^③, 纵剖面见插图 1B, 图 2 照片为某抽水钻孔使用的止水器。胶圈以上部分用密闭钻杆连接, 在近地表上一

收稿日期: 2013-06-01; 修订日期: 2013-09-06; 编辑: 陶卫工

作者简介: 刘乐军(1965—), 男, 山东栖霞人, 工程师, 主要从事矿区水工环地质调查及地质灾害评估工作; E-mail: 836415315@qq.com。

①尽量设计在岩石较坚硬完整、裂隙发育较差段。

②也可不在接手上挑槽安装密封圈, 而是按照同样道理单独加工止水器连接在钻杆接手上。

③5~6 道止水圈只是参考值, 实际操作可以根据具体情况适当增减。胶圈强度要高, 尽量使用熟胶材料或牛津材料。

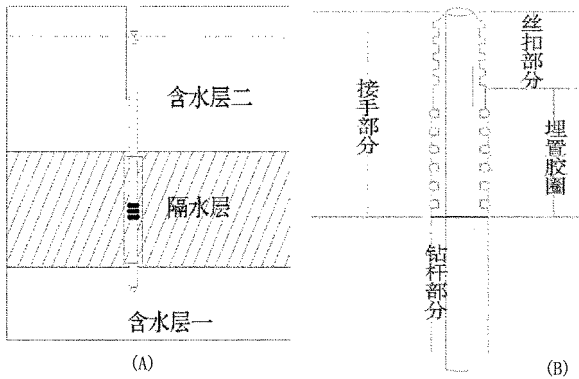


图 1 安全止水位置(A)及接手切槽埋置 O 型圈纵剖面(B)示意图

级套管内采用传统止水方法,将钻杆与套管间做止水处理,纵剖面见插图 2。要说明的是:套管内最底部第一节丝扣在加装下钻过程中,要拧得稍松一点,操作需要钻机操作工人认真计量,谨慎操作,以便该丝扣以上部分钻杆从此处顺利脱开,提出孔外。上部的套管空间便是下泵抽水的空间。该空间可在充足的套管空间内根据需要设置。此处套管的内径,决定抽水水泵的最大外径。

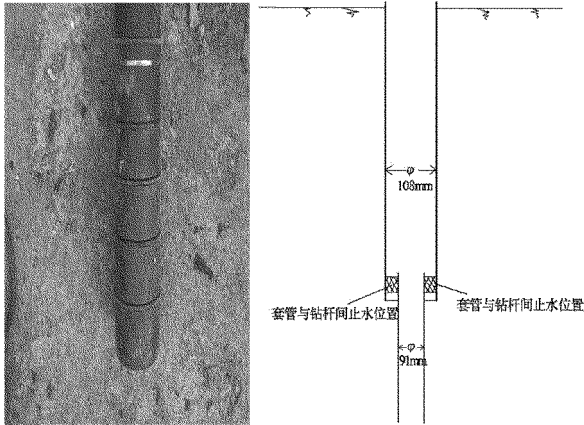


图 2 钻杆上端与套管间止水纵剖面示意图

止水结束后稳定水位,通过稳定水位与心目中猜测的该层水位对比,概略估计一下止水效果。

2.2 设备安装

抽水试验采用深井泵抽水,电测水位仪观测水位,水量观测采用容积法或流量仪法。

根据经验,水泵距离止水钻杆上部端点的距离大于 5 m,上水管之间采用丝扣连接,上水管同水泵之间采用硬链接。测水管可以与上水管接近等长,下端位于水泵上部大概与上水管对齐,测水管多采用镀锌铁管,丝扣连接,底端敞口,便于水自由进出。

将测水管、电缆用扎绳每 3~5 m 扎一道,将电缆藏于上水管与测水管之间的凹陷处,以保护电缆。

2.3 数据观测

以往水位观测,将电测水位仪探头沿着测水管缓缓送入,接触水面,用导线连接探头与电表的指针或数字表进行观测。现在采用压力传感自动水位记录仪实时记录。以往流量观测,地表出水管外侧连接水表(水量仪法)或直接外接管路,在出水口用量桶、秒表测量流量。现在使用超声波自动记录水量仪对水量实时观测并自动记录。

3 应用实例

3.1 工作区含水层

(1)第四系孔隙水含水层:位于焦家断裂带西部,由朱桥河、滚龙河冲积物、冲洪积物为代表的沉积地层组成。厚度一般在 2.9~40 m,平均厚度在 21 m 左右,主要由含砾中粗砂、含砾亚粘土、砂砾层等组成,渗透系数一般在 0.5~2.0 m/d,部分地区有古河道通过的地段底部 0.5~1.0 m 的砂砾层,透水性很好,渗透系数可达 5~40 m/d,是下伏基岩风化含水层接受大气降水补给的通道。

(2)基岩风化裂隙水含水层:位于第四系之下,岩性主要由控矿主断裂上盘的变辉长岩及二长花岗岩组成。风化层底部埋深一般在 18.1~93.5 m 之间,平均 51.9 m,以岩石裂隙储水,属于基岩风化带中等富水含水层。由于含水层的岩性及所处的构造位置不同,其富水性特征、水质等也有一定的差异。位于控矿主断裂上盘的变辉长岩风化带含水层的透水性、富水性以中等偏弱为主,单位涌水量 0.1~1.0 L/s·m,部分地段富水性较弱,单位涌水量 0.04~0.5 L/s·m,含水层与上覆第四系无水岩层之间无明显隔水层。

(3)上盘(极)弱富水含水层:位于焦家主断裂的上盘,中间隔水带之上。由变辉长岩、变辉长岩质碎裂岩、绢英岩化花岗岩等组成。从主裂面向西厚度逐渐增加,目前已控制的厚度 1 400 余米,岩层含极弱构造裂隙水,在邻近的焦家矿区、朱郭李家矿区测井资料中也证实了这一点^①,该层的透水性、富水

① 高书剑、姜红利,山东省莱州市朱郭李家矿区金矿详查报告,2009 年。

性随裂隙发育程度有较大的变化,富水性不均匀是其显著特点。岩层的地质年代久远,经历了多次构造变动,裂隙比较发育,但多为扭性、压扭性裂隙,连通性较差。该含水层与上覆基岩风化带中等富水含水层呈过渡关系,其地下水水位埋深也与上覆含水层相同,属潜水,水位埋深 18~25 m,地下水主要接受基岩风化裂隙水含水层的补给。

(4)下盘弱富水含水层:位于焦家断裂的下盘,在矿区的东部呈 SN 向条带状分布。由黄铁绢英岩化花岗岩碎裂岩、黄铁绢英岩化花岗岩、绢英岩化花岗岩等组成。水平及垂向延伸与焦家主断裂面基本一致,深度大于 1 400 m,岩石距主裂面较近,构造裂隙发育,多为扭性及压扭性结构面。含水层内的富水性极不均匀,变化较大,部分地段发育有成矿后期小的张性结构面,具有一定的导水性,以致施工在此地段中的钻孔出现漏水现象。含水带中的地下水具有明显的承压特征,原始状态下承压水头与上盘地下水水位基本一致或略高,受附近矿山排水的影响,形成一定范围的地下水降落漏斗,根据纱岭矿区详查钻孔终孔稳定水位埋深统计,水位埋深在 5.07~119.58 m 之间,平均在 55 m 左右,明显低于上盘含水层水位。

3.2 工作区隔水层

位于焦家主干断裂带的中间部位,呈 NNE 向的条带状分布。岩性由断层泥及两侧的碎裂岩组成,主要标志层是黑色、深灰色断层泥,厚度不均匀,目前控制厚度 1~56 cm,分布连续,具有良好的隔水性。黄铁绢英岩化碎裂岩大部分位于断层泥之下,少数地段断层泥从黄铁绢英岩化碎裂岩中穿过,个别孔甚至见到双主裂面现象。中间隔水带的厚度变化较大。在 0.01~33.74 m 之间,分布连续,走向 12°,倾向 NW,倾角 25°~45°。延伸大于 1 400 m,隔水带之上为上盘(极)弱富水含水层,之下为下盘弱富水含水层,隔水带隔断了上下盘之间的水力联系,使其成为各自独立的含水层(带),目前矿床附近上盘含水层水位埋深在 18~25 m,而钻孔揭露的下盘含水带终孔稳定水位在 5.07~119.58 m 之间,也

说明隔水带的隔水性能良好。

3.3 钻孔结构与分层止水

根据地层结构,该孔 0~39.09 m,孔直径 150 mm,第四系与风化层潜水含水层使用套管止水;39.09~206.95 m,孔直径 122 mm;终孔 206.95 m,孔直径 97 mm。抽水试验的目的主要是探求上、下盘基岩裂隙含水层水文地质参数,首先对下盘进行抽水试验,采取措施封闭上盘基岩裂隙水。

通过对含水层与隔水层空间结构分析,决定在 1 024.5 m 上下 3 m 段内进行封闭,事先要在钻杆两端接手分别刻槽置 O 型圈,圈与槽的规格根据钻头与实际孔径的大小判断设计。

止水段以下钻杆根据需要设计几根花管,为了安全和操作方便,钻杆下端置于孔底,上端置于 $\Phi 122$ mm 套管底部并把套管与钻杆之间的间隙封闭止水。

3.4 设备安装与抽水试验

抽水泵安装于直径 122 mm 套管内,除此之外与常规抽水试验基本相同,在此不再赘述。

4 结语

分层止水方法具有较好的可操作性,使用材料较容易购得,止水效果较理想,值得广大生产施工单位借鉴应用。当然,任何方法都有其适用条件,对于岩石及其破碎、裂隙及其发育,钻孔壁不规整等岩层的止水效果可能打折扣,尚需在今后的生产实践中不断探索和完善。

参考文献:

- [1] 孙瑞刚,解英芳,杨志杰.焦家断裂带深部水文地质特征探讨[J].科技传播,2010,(13):60-61.
- [2] 王扶志.地质工程钻探工艺与技术[M].长沙:中南大学出版社,2008.
- [3] 中国地质调查局.水文地质手册[M].北京:地质出版社,1978.
- [4] 王鑫.深层井的施工方法与成井工艺[J].山西水利科技,2008,(4):15-16.

Study on Well Forming and Water Stopping Method in Deep Well Pumping Test in Jiaojia Fault Belt

LIU Lejun¹, YAN Jingsheng²

(1. No. 6 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Weihai 264200, China; 2. Shandong Monitoring Center of Geological Environment, Shandong Jinan 250013, China)

Abstract: Jiaojia fault belt is a famous gold accumulation zone, and distributed Xincheng gold deposit, Jiaojia gold deposit, Zhuguo Lijia gold deposit and Sizhuang gold deposit. Around the detailed investigation over the years in this area, a lot of geological reports have been submitted with high hydrogeological study degree. In order to reflect hydrogeological characteristics of groundwater precisely and clearly in Jiaojia fault belt, pumping test technology and methods have been improved and gained obvious effect in application process.

Key words: Pumping in deep layers; sealing technology; Jiaojiapo fault belt