

毕节试验区矿泉水勘查WLCK1井施工技术

陈涛, 赵华宣*, 陈浩, 高峰, 贾玉川, 曾远明

(贵州省地质矿产勘查开发局114地质大队, 贵州遵义563000)

摘要: WLCK1井是一口探采结合矿泉水勘查井, 井深201.38 m, 勘探终孔直径150 mm, 钻遇地层为侏罗系中统上沙溪庙组, 揭露两条矿泉水特征水质指标差异大的富水断裂构造带。勘查井实施中需解决工艺/材料不污染地层、实时准确获取各出水层位置和涌水量及矿泉水界限特征指标、克服大涌水含水层对最优价值矿泉水资源含水层和成井结构确定及成井时水泥固结封隔等技术难题。施工中根据钻遇地层结构特征采用空气潜孔锤(复合片)钻进工艺、铝酸盐水泥固井、套管临时止水与多层次抽水及内插法固井等有效技术措施, 保证了勘查井成井质量和最优价值矿泉水资源的获取, 对类似矿泉水勘查井施工有重要借鉴和参考意义。

关键词: 矿泉水勘查井; 空气钻进; 临时止水; 多层次抽水; 铝酸盐水泥; 内插法固井

中图分类号: P634 **文献标识码:** B **文章编号:** 2096-9686(2023)S1-0316-07

Construction technology of mineral water exploration Well WLCK1 in Bijie test area

CHEN Tao, ZHAO Huaxuan*, CHEN Hao, GAO Feng, JIA Yuchuan, ZENG Yuanming

(114 Geological Team, Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development of Guizhou Province, Zunyi Guizhou 563000, China)

Abstract: Well WLCK1 is a mineral water well integrating exploration and mining, with Well depth of 201.38 meters, and a final hole diameter of exploration is $\varnothing 150\text{mm}$. It's drilled to Shaximiao formation (Mesozoic red layer) of middle jurassic system and disclosed that two water-rich fault structure zones in which mineral water characteristics quality indicators are greatly different. In the implementation of exploration wells, the technical problems should be solved, for example, the formation of pollution-free processes/materials. The location of each water outlet layer, the amount of water intake and the limit characteristic index of mineral water are obtained in real time and accurately. To overcome the influence of large inflow aquifer on determining the optimal value of mineral water resource aquifer and well structure; Cementing and sealing during well completion. It's required to adopt some technical measures, such as air drill hammer/composite drilling technology, cementing well with aluminate cement, sealing the water temporary with casing, multi-level pumping and using insert-type to cement well based on drilling geological structure. Finally, the optimal mineral water is achieved and high well quality is also achieved. That's a reference to construction of similar mineral water exploration well.

Key words: mineral water exploration well; air drilling technology; temporary sealing of water; multiple pumping tests; aluminate cement; insert-type cementation

收稿日期: 2023-04-17; 修回日期: 2023-07-10 DOI: 10.12143/j.ztgc.2023.S1.049

基金项目: 贵州省地质矿产勘查开发局科研项目“贵州西北部饮用天然矿泉水资源勘查钻探施工技术研究”(编号: 黔地矿科合[2023]14号); 贵州省地质勘查基金项目“贵州省水文地质志修编”(编号: DKJJ2021-01号)

第一作者: 陈涛, 男, 汉族, 1991年生, 工程师, 从事钻探施工管理及技术研究工作, 贵州省遵义市红花岗区桃溪河畔桃溪寺喜来登酒店114地质队, 1352732461@qq.com。

通信作者: 赵华宣, 男, 汉族, 1968年生, 研究员, 副总工程师, 主要从事钻探技术及管理工作, 贵州省遵义市红花岗区桃溪河畔桃溪寺喜来登酒店114地质队, 1060440458@qq.com。

引用格式: 陈涛, 赵华宣, 陈浩, 等. 毕节试验区矿泉水勘查WLCK1井施工技术[J]. 钻探工程, 2023, 50(S1): 316-322.

CHEN Tao, ZHAO Huaxuan, CHEN Hao, et al. Construction technology of mineral water exploration Well WLCK1 in Bijie test area [J]. Drilling Engineering, 2023, 50(S1): 316-322.

0 引言

饮用天然矿泉水是一种宝贵的矿产资源,因其富含对人体健康有益的矿物质和微量元素而倍受人们青睐,随着人们对食品健康安全意识的提高,天然矿泉水的需求越来越大^[1-2]。贵州省矿泉水资源开发利用较晚,但丰富、优质的饮用天然矿泉水资源和优越的生态环境为矿泉水业发展奠定了良好基础^[3-4]。近年来,贵州省为助推高质量发展和新时代西部大开发闯新路以及为在乡村振兴上开新局提供优质的资源保障,启动了包含金沙县矿泉水勘查项目的毕节试验区优势矿产资源大普查工作。

毕节试验区矿泉水勘查WLCK1井是贵州省第一个省级地质勘查专项资金投入的矿泉水勘查项目的首个采用“探采结合”方式^[5]的勘查井,查明偏硅酸、锶等矿泉水特征水质指标,满足要求时成井。勘查井钻进地层侏罗系中统上沙溪庙组,55.9~76.9 m和133~145 m井段揭露两个特征水质指标差异大、富水的断裂构造带,施工需解决工艺和材料对地层无污染、实时准确获取含水层涌水量和水质特征指标、确定最优价值矿泉水含水层和成井结构及大涌水条件下水泥固井止水等技术难题。WLCK1勘查井通过空气潜孔锤/复合片钻进、铝酸盐水泥固井、套管临时止水与多层次抽水、内插法固井等有效技术措施,在提高钻进效率和保证勘查成井质量的同时,获取了最优价值矿泉水资源。WLCK1成井后矿泉水特征指标硒含量0.012~0.017 mg/L,锶含量0.42~0.51 mg/L,可命名为“硒锶矿泉水”^[5-7],可为同类矿泉水勘查井钻井施工提供借鉴。

1 工程概况与地层特性

1.1 工程概况

WLCK1井是毕节试验区金沙县平庄一五龙、七星关区王丰矿泉水勘查项目实施的首个“探采结合”勘查井,井位于贵州省毕节市金沙县五龙街道小里社区,设计井深200 m,于2021年11月25日开钻,2021年12月14日施工至201.38 m终孔,2022年3月20日完成分级扩孔、探孔、下管固井及抽水试验等相关工作,经三期(枯水、平水、丰水)抽水试验,获取可开采量801.09 m³/d(29.24万 m³/a)的硒锶矿泉水。

1.2 地层概况

本井构造上位于鸭溪向斜南翼,距核部约2

km,岩层倾向北西,倾角20°~30°,钻遇地层为侏罗系中统上沙溪庙组,主要岩性为灰色中至细粒长石砂岩与紫红色粘土质粉砂岩、粉砂质粘土岩互层,55.9~76.9 m和133.0~145.0 m段为富水性强且矿泉水质特征差异大的断裂构造破碎带,岩层总体硬度为中硬,可钻性级别5~6级,部分砂岩层研磨性强。钻进揭露地质结构、特征水质指标及存在问题见表1。

2 技术要求及难点

矿泉水勘查探采结合井技术与经济价值高,实施过程中须达到常规水文地质勘探实时准确获取钻遇出水层涌水量、矿泉水界限指标等相关水文地质资料的目的,又能满足天然饮用矿泉水水井成井的质量标准要求^[8],施工技术要求高,面临的技术难点较多。

2.1 技术要求

(1)施工工艺和材料对地层无污染,不影响矿泉水特征水质指标的检测结果。

(2)钻进施工中需实时准确获取钻遇各含水层的位置、涌水量以及特征水质指标等水文地质资料。

(3)初见水后每10 m或涌水变化时采取水样检测,勘查井出现其涌水量或矿泉水水质指标变化较大的多段含水层,需临时封隔其中1~2段含水层,以准确详实掌握未封隔含水层的涌水量及偏硅酸、锶、硒、硫化物等特征水质指标,为最终成井结构的确定提供依据。

(4)成井下入相应规格的食品级304不锈钢(06Cr19Ni10)套管成井,成井段下食品级304不锈钢滤水/实管护壁,其余井段下食品级304不锈钢实管+水泥固结封隔。

2.2 技术难点

(1)地质条件复杂:揭露地层主要为沙溪庙组砂岩、粘土质粉砂岩,含水层类型为基岩裂隙水。主要含水层为55.9~76.9 m(F4)和133~145 m(F1)富水断裂构造带,节理裂隙极为发育,井壁稳定较弱,掉块较频繁。同时施工中为准确获取水文地质参数和不污染地层,严禁使用含有化学处理剂的冲洗液护壁,施工难度较大。

(2)成井流程和工序复杂:矿泉水勘查探采结合井勘探阶段须实时准确获取钻遇的每个含水层的涌水量、埋深及特征水质指标等矿泉水水文地质参

表1 钻进揭露地质结构、特征水质指标及存在问题

孔深/m	地层岩性	出水层涌水量	主要矿泉水界限指标	存在问题
0~6.4	深褐色粘土、粘土夹卵砾石	/	/	不稳定、需封隔
6.4~37.9	青灰色石英砂岩,淡红色长石砂岩与红褐色砂质泥岩互层	25.9 m初见水,涌水量 16.42 m ³ /d	地表管普通硅酸盐水泥固井止水,偏硅酸含量 55.5~20.94 mg/L,均远大于背景值	普通硅酸盐水泥入井干扰偏硅酸检测值
37.9~55.9	青灰色中—粗粒长石石英砂岩夹红褐色砂质泥岩	37.9~55.9 m涌水量 225.5 m ³ /d		
55.9~70.9	青灰色中—粗粒长石石英砂岩	55.9~76.9 m(F4)断层带,钻进涌水量 4262.57 m ³ /d	勘探阶段: (1)全井段:镉含量 0.39~0.437 mg/L,偏硅酸含量 21.4~22.8 mg/L;	55.9~76.9 m段涌水量大将影响
70.9~76.9	砂岩夹粉砂质泥岩、长石砂岩	隔水层	(2)83 m以浅镉含量 0.39~0.437 mg/L,偏硅酸含量 21.4~22.8 mg/L;	后续井段含水层的涌水量和特征水质指标
76.9~109	粉砂质泥岩		(3)133~145 m镉含量 0.46~0.61 mg/L,偏硅酸含量 21.4~24.4 mg/L(套管临时封隔止水仍有 737m ³ /d混入)	结果,需临时封隔
109~118	中细粒砂岩	133~145 m(F1)断层带,钻进涌水 1117 m ³ /d。		
118~142	砂质泥岩夹砂岩			
142~177	砂岩夹砂质泥岩	隔水层		
177~201.38				

数,分布有多段含水层的勘查井须实施多层次分段临时止水、抽水试验及水质检测等工作以准确获取各含水层矿泉水特征指标,为最优价值矿泉水资源成井结构确定提供依据。成井时又需分段实施扩(圆)孔、下管护壁及固井止水等工作,以确保最终成井结构与质量满足要求。

(3)固井止水质量标准高:饮用矿泉水标准中对各种矿物质和元素含量控制严格,尤其是对限量指标及污染物等有害物质的规定,为保证矿泉水水质质量,施工必须对易受污染的地表水和浅部孔隙水以及不达标的深部含水层实施完全封隔止水,需根据勘查井实际情况采用与之相适应的固井方法和材料。

3 钻井施工技术

3.1 钻探设备机具

钻探设备机具根据钻探目的、井身结构、钻进工艺、地层条件、设备性能、环保及地质技术要求选择。使用SL-600型履带钻机,最大钻深能力600 m;XHP1170型空压机,额定风量33 m³/min,最大风压2.4 MPa;SPM系列80、60、50型冲击器,选择与冲击器相应配套的锤头;200QJ-80/120、175QJ-50/84型深井潜水泵。

3.2 钻进工艺

根据钻遇地层岩性特征和水文地质特征对钻进效率的影响,为确保钻井施工质量和提高钻井效率,使用了筒式硬质合金取心钻进、空气潜孔锤钻进和空气复合片钻进。

3.2.1 筒式硬质合金钻具钻进防斜

地表管井段0~6.4 m为第四系粘土、粘土夹卵砾石,为确保钻井垂直,采用 $\varnothing 280$ mm筒状硬质合金防斜钻具取心钻至完整稳定基岩层。钻具组合为 $\varnothing 280$ mm筒式硬质合金钻具(长度3.5 m)+ $\varnothing 89$ mm钻杆+主动钻杆(动力头上短主动钻杆)。钻进参数:钻压8 N/cm²、转速30 r/min,注水湿润冷却钻具。

3.2.2 空气钻进

基岩段采用不污染地层、可实时准确反映钻遇各含水层埋深、涌水量及矿泉水水质特征^[9-13]以及井底清洁和钻效较高^[14]的空气钻进。在井内涌水量对钻效影响较小的井段采用空气潜孔锤钻进,井内涌水量大、钻效明显降低时采用空气复合片钻进工艺以提高钻进效率。

3.2.3 空气钻进提高钻进效率

为准确及时获取钻遇含水层的涌水量及水质特征、不污染地层、不干扰特征水质指标检测及提高钻

进效率,基岩段采用空气潜孔锤钻进。 $\phi 150$ mm空气潜孔锤钻至141.38 m,涌水量增至2484.86 m³/d,钻速下降严重,由12.0~22.5 m/h降至2.77 m/h,返砂量少,钻进十分困难。141.38~210.38 m段换为

空气复合片钻进,钻速达6.7~12.8 m/h,钻进效率显著提高。

筒状硬质合金钻进、空气潜孔锤钻进、空气复合片钻进效率与工艺转换见表2。

表2 钻进工艺效率与工艺转换

孔段/m	孔径/mm	钻进方法	钻进参数				钻进涌水量/(m ³ ·d ⁻¹)	钻速/(m·h ⁻¹)
			钻压/(N·cm ⁻²)	转速/(r·min ⁻¹)	泵量/风量/(m ³ ·min ⁻¹)	风压/MPa		
0~6.4	280	筒状合金	8	30	0	0	0	3
6.4~10.5	280	空气潜孔锤	18	25	33	1.2	0	9
10.5~16.9	245	空气潜孔锤	18	25	33	1.2	0	12~15
16.9~55.9	194	空气潜孔锤	23	25	33	1.2~1.8	16.42~241.92	30~18
55.9~79.58	165	空气潜孔锤	21	25	33	1.8~2.3	4507.49	18~2.1
55.9~76.9	194扩孔	空气潜孔锤	15	25	33	2.0~2.3	4507.49	18.5~4.5
76.9~79.58	172扩孔	合金	5	25	/	/	/	1.2
79.58~141.38	150	空气潜孔锤	20	20~30	33	1.8~2.4	736.99~2484.86	22.5~2.7
141.38~210.38	150	空气复合片	21	30~40	33	1.6~2.0	2484.86~2687.04	6.7~12.8

3.3 套管临时封隔和铝酸盐水泥固结封隔止水

3.3.1 套管临时封隔止水

$\phi 165$ mm空气潜孔锤钻进至79.58 m,揭露55.9~76.9 m(F4)断层破碎带,钻进涌水量增至4507.49 m³/d,钻速下降严重,由18 m/h降至6 m/h,同时该含水段大涌水对获取下部含水层涌水量和水质的影响很大。为更精准获取下部含水层涌水量和特征水质指标等参数,下 $\phi 168$ mm套管临时性封隔止水,换 $\phi 194$ mm扩孔锤头空气潜孔锤扩孔钻进至76.9 m,并以 $\phi 168$ mm钻具圆扩孔钻至78.58 m(图1a),换径后初始钻进涌水量降至737 m³/d,临时止水效果较好。

3.3.2 铝酸盐水泥固结临时止水

钻进至201.38 m终孔后,为准确获取55.9~76.9 m主要含水层的水质特征,根据地质要求,在84.5~90.29 m位置采取“木塞架桥+铝酸盐水泥固结”(图1b)固结封隔下部含水层,封隔后涌水量为4507.49 m³/d,与施工至76.9 m时涌水量一致,封隔止水效果良好。

3.4 多层次试抽水试验

钻至201.38 m终孔,为科学确定成井结构和成井方法提供依据,对两个含水层开展分层抽水、混合抽水试验以及水质检测工作,抽水试验涌水温度均为18.7℃,锶、偏硅酸特征指标质量浓度和涌水量

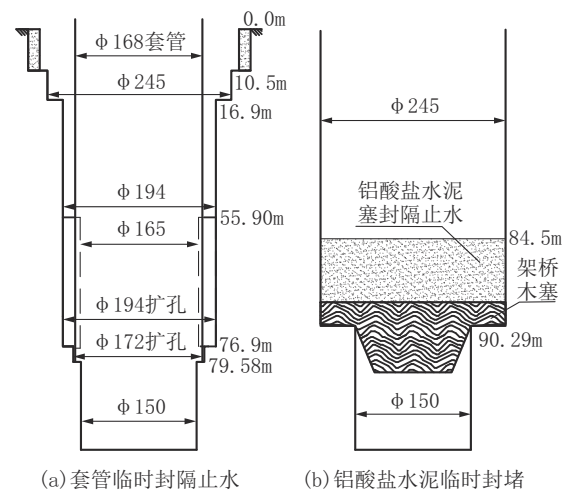


图1 临时封隔止水

结果如表3所示。

3.5 铝酸盐水泥固结止水

表层管固结止水使用一般水文水井常用的P.O42.5普通硅酸盐,此种水泥适应性广、凝结强度高、价格低廉,但水泥中偏硅酸(HSiO₃)含量很高^[15],固井后井内残留大量的偏硅酸,致使后续井段特征水质指标——偏硅酸质量浓度值远高于背景值,干扰矿泉水水质检测与评定。后续矿泉水勘查井固结封隔止水中使用仅含少量硅酸二钙(2CaO·SiO₂)的铝酸盐水泥(CA-50-I)^[16],经本勘查井和

表3 含水层涌水量和特征水质指标检测结果

含水层段/ m	涌水量/ ($\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1}$)	镉/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)		偏硅酸/($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$)		评价结果
		标准	结果	标准	结果	
55.9~76.9	4507	≥ 0.2 (含量在0.2~0.4	0.39~0.44	≥ 25 (含量在25.0~30.0	21.4~22.8	不符合
混合抽水	6500	mg/L 时,水源水温应	0.39~0.42	mg/L 时,水源水温应在	21.21~22.3	不符合
133~145	1117	在25℃以上)	0.46~0.61	25℃以上)	21.4~24.4	镉指标符合

项目后续10余口勘查井使用验证,铝酸盐水泥凝结硬化较快且强度高,基本不污染地层和不干扰矿泉水偏硅酸指标检测,较好地满足了矿泉水勘查井快速凝结封隔止水的要求。

4 成井施工技术

4.1 井身结构

4.1.1 勘探钻井结构

矿泉水“探采结合”勘查井钻井结构按实施阶段分为勘探钻井结构和成井结构,勘探钻井结构按矿泉水勘查施工工艺、规范及地质设计要求,同时结合钻遇地质结构和最终成井要求确定。

(1)表层管段:0~10.5 m,井径280 mm,揭穿第四系进入稳定基岩4.1 m,下 $\text{O}273 \text{ mm} \times 7.0 \text{ mm}$ D20级无缝钢管及普通硅酸盐水泥固结止水。

(2)先导孔段:表层管固结止水后,使用逐级变径的方式保直防止钻井轴线偏移,即10.5~16.9 m,井径245 mm;16.9~55.9 m,井径194 mm。

(3)临时套管封隔段:16.9~55.9 m,井径194 mm;55.9~79.58 m,井径165 mm,55.9~76.9 m F4断层带、大涌水,井径194 mm扩孔,76.9~79.58 m井径172 mm扩孔。下 $\text{O}168 \text{ mm} \times 6.0 \text{ mm}$ D20级无缝钢管临时封隔止水,减少上部大涌水对后续含水层矿泉水水质指标检测值的影响,并提高钻进效率。

(4)终孔段:79.58~210.38 m,井径150 mm(潜孔锤/复合片)。勘探钻井结构如图2(a)所示。

4.1.2 成井结构

通过对勘探阶段钻进过程中和勘探终孔后多层次试抽水试验取得的各主要含水层涌水量及特征水质结果综合分析,133~145 m段特征水质指标符合规范要求,作为本井优质矿泉水目的含水层,结合岩屑编录揭露的地层结构确定成井结构,以120.10~201.38 m段作为最优价值矿泉水目的层,二开结构成井。

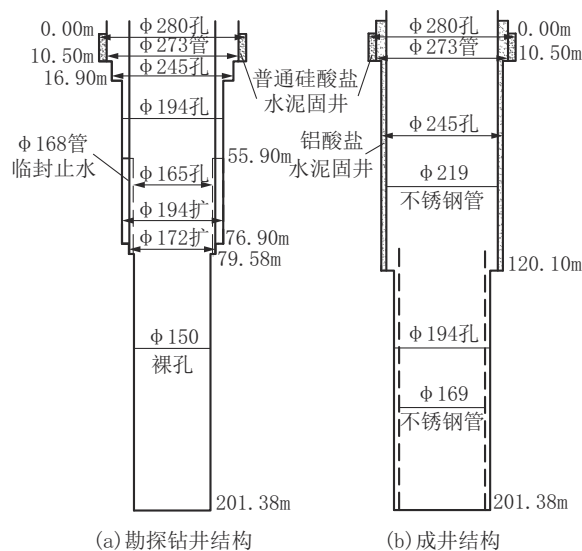


图2 钻井结构

(1)表层管段:0~10.5 m,井径280 mm,揭穿第四系进入稳定基岩4.1 m,下 $\text{O}273 \text{ mm} \times 7.0 \text{ mm}$ D20级无缝钢管及普通硅酸盐水泥固结止水。

(2)一开井段:10.5~120.1 m,井径245 mm,下 $\text{O}219 \text{ mm} \times 8.0 \text{ mm}$ 食品级304不锈钢(06Cr19Ni10)套管至地表, $\text{O}219 \text{ mm}$ 套管与 $\text{O}245 \text{ mm}$ 井壁和 $\text{O}273 \text{ mm}$ 套管环状空间采用铝酸盐水泥固结封隔止水。

(3)二开井段:120.1~201.38 m,井径194 mm,下 $\text{O}168 \text{ mm} \times 8.0 \text{ mm}$ 食品级304不锈钢(06Cr19Ni10)(实/滤水)管护壁。成井结构如图2(b)所示。

4.2 扩孔、圆孔

4.2.1 导向锤头扩孔

成井结构确定后,对不满足下管要求的井段,按入井套管相应规格的钻井直径采用空气潜孔锤钻进工艺扩孔。因扩孔直径级差较大,为防止偏斜,使用带前置导向的扩孔锤头扩孔,导向长度为150 m,直径为 $\text{O}245/150 \text{ mm}$ (如图3所示)和 $\text{O}194/140 \text{ mm}$ 。

4.2.2 圆孔

空气潜孔锤钻进或扩孔,井壁呈螺旋形,扩孔结

束后分别使用 $\text{O}235\text{mm}$ 长粗径钻具 ($\text{O}219\text{mm}$ 钻具+肋骨) 和 $\text{O}185\text{mm}$ 长粗径钻具 ($\text{O}168\text{mm}$ 钻具+肋骨) 对相应井段进行圆孔, 以修正井壁, 确保下管顺利。

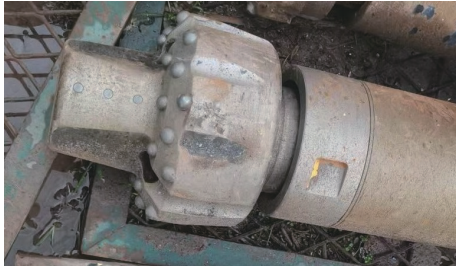


图3 $\text{O}245\text{mm}/150\text{mm}$ 导向扩孔锤头

4.3 内插法固结封隔止水

一开井段在下入 $\text{O}219\text{mm}\times 8.0\text{mm}$ 食品级 304 不锈钢套管后, 需对 $\text{O}219\text{mm}$ 套管与 $\text{O}245\text{mm}$ 井壁和 $\text{O}273\text{mm}$ 套管的环状空间用铝酸盐水泥固结封隔止水。由于套管内径较大、井段较长, 套管内容积为 3.88m^3 , 环状间隙容积为 1.77m^3 , 水泥浆用量小而顶替浆量较大。采用常规内循环方式固井存在水泥浆入井过程中易被清水稀释影响水泥凝结质量、水泥用量和顶替浆量偏大不易控制及作业时间较长等诸多缺点, 为避免水泥浆被稀释, 精准控制替浆量, 保证水泥浆凝结质量, 采用 $\text{O}89\text{mm}$ 钻杆为内管的“内插法”固井工艺^[17]。为确保封隔止水效果, 采取如下措施:

(1) 套管采用方扣连接, 下入过程中在丝扣上紧后, 用不锈钢焊条对上紧丝扣满焊密封。

(2) 双木塞封隔目标含水层: 为预防固井过程中水泥浆向 120.1m 以下井段渗漏, 在 121.9m 和 120.1m 设两道软木塞进行封堵, 第一道木塞至 121.9m 并在木塞上部充填细砂增强密封性, 第二道木塞连接固定在 $\text{O}219\text{mm}$ 套管底部作管靴, 木塞上

部预先灌注 0.5m 水泥塞防木塞管靴到位座封时木塞上行。

(3) 采用提吊法下管: 套管柱为木塞引鞋 $0.3\text{m} + \text{O}219\text{mm}$ 套管 (0.5m 封隔支撑水泥塞 + 0.5m 水泥浆运行通道 + 单向阀) + $\text{O}219\text{mm}$ 套管 / 117.0m , 到位后软木塞座封封隔。

(4) 套管到位后下入内插对接钻杆 NC26 母接头 + $\text{O}89\text{mm}$ 钻杆与单向阀左旋扣对接, 开泵循环通畅后用 BW-250 型泵将拌制好的铝酸盐水泥浆通过钻杆灌入井内及顶替清水, 卸扣起钻杆柱待凝。

(5) 固结封隔止水效果: 管内水泥塞 5.7m 、凝结强度较高, 扫水泥塞无漏失、涌水及套管柱无渗水现象, 固结封隔止水效果好。

5 抽水试验与效果

5.1 抽水试验

在二开成井段扩孔、圆孔、下 $\text{O}168\text{mm}\times 8.0\text{mm}$ 食品级 304 不锈钢 (滤水/实) 管护壁及空压机正循环洗井排屑后, 实施了矿泉水勘查三期 (枯水、平水、丰水) 抽水试验, 涌水温度均在 $18.7\text{ }^\circ\text{C}$ 左右。成井后三期涌水量及矿泉水水质指标动态特征见表 4。

5.2 勘查井施工成效

成井后三期抽水试验水质检测结果表明, 矿泉水界限指标硒含量 $0.012\sim 0.017\text{ mg/L}$, 锶含量 $0.42\sim 0.51\text{ mg/L}$, 可命名为“硒锶矿泉水”, 可开采量 $29.24\text{ 万 m}^3/\text{a}$, 为贵州省内首次发现的大型稀有硒型饮用天然矿泉水。其开发利用对增强国民免疫力、促进地方经济高质量发展和乡村振兴有重要作用。

6 结论及建议

(1) 饮用天然矿泉水勘查井技术与经济价值高,

表 4 成井后三期抽水试验数据及矿泉水水质指标动态特征

时间/期	抽水试验		锶/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)		偏硅酸/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)		硒/($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	
	降深/m	涌水量/($\text{m}^3\cdot\text{d}^{-1}$)	标准	结果	标准	结果	标准	结果
2022年3月/枯水	31.62	1117.6	≥ 0.2 (含量在 0.2~0.4 mg/L 时, 水源水温应 在 $25\text{ }^\circ\text{C}$ 以上)	0.42	≥ 25 (含量在 25.0~ 30.0 mg/L 时, 水 源水温应在 $25\text{ }^\circ\text{C}$ 以上)	20.2	≥ 0.01	0.015
2022年4月/平水	32.64	1191.7		0.51		20.7		0.012
2022年5月/丰水	28.81	1054.1		0.507		20.9		0.017

对分布有多个含水层的勘查井应开展多层次试抽水以精准获取各含水层的涌水量和矿泉水特征水质指标,为优质矿泉水含水层及成井结构的确定提供依据。

(2)空气钻进工艺(空气潜孔锤/复合片钻头钻进工艺)可满足不污染地层和精准获取矿泉水水量、水质等相关水文地质参数的目的,同时也可提高施工效率。

(3)铝酸盐水泥(CA-50-I)固井,有效避免普通硅酸盐水泥对矿泉水特征水质——偏硅酸检测与评价产生干扰或不利影响。

(4)以WLCK1勘查井为主的小里社区水源地矿泉水资源丰富、水质优良、自然环境及开发条件良好,应设置水源地保护区和尽快开发利用,将资源优势转化为经济优势,助推当地经济、社会发展。

参考文献:

- [1] 李丽. 浅谈我国矿泉水电商发展现状及发展建议[J]. 给水排水, 2022, 58(6): 195.
- [2] 林琳. 长白山区矿泉水资源成因与开发调控的研究[D]. 长春: 吉林大学, 2016.
- [3] 张晓丽. 加快推进贵州省饮用天然矿泉水开发利用的思考[J]. 卷宗, 2017(12): 76-177.
- [4] 陈履安, 张世从, 甘朝勋, 等. 贵州天然矿泉水资源及其开发利用前景[J]. 贵州地质, 1993, 4(37): 325-334.
- [5] GB 8537—2018, 食品安全国家标准 饮用天然矿泉水[S].
- [6] 马轶楠, 石娜. 吉林省白山市江源区溢德泉饮用天然矿泉水资源勘查及评价[J]. 吉林地质, 2020, 39(4): 35-43, 68.
- [7] 胡雨柔, 何亮. 青海省河南县某饮用天然矿泉水勘查评价[J]. 地下水, 2018, 40(2): 31-34.
- [8] 张统得, 严君凤, 房勇, 许蛟. 空气潜孔锤钻进技术在乌蒙山地下水探采结合工程中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2016, 43(10): 238-241.
- [9] 卢予北. 空气潜孔锤在云南红层中快速钻井工艺应用研究[J]. 地质与勘探, 2011, 47(2): 309-315.
- [10] 杨富春. 空气潜孔锤在水源钻井中的应用[J]. 中国煤炭地质, 2009, 21(06): 71-73.
- [11] 高起前, 曾四和. 气动潜孔锤打基岩井钻进过程中初见水位与含水层的判别与应用[J]. 四川地质学报, 2011, 31(11): 18-21.
- [12] 陈鑫发, 牛建设. 空气潜孔锤钻进技术在豫西抗旱找水打井施工中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2011, 38(10): 37-39.
- [13] 陈怡. 空气潜孔锤钻进技术在援豫抗旱找水成井施工中的应用[J]. 贵州地质, 2012, 23(2): 52-55.
- [14] 赵华宣, 李强, 陈涛, 等. 贵州碳酸岩地层地热深井空气潜孔锤钻进技术应用研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2017, 44(2): 37-42.
- [15] GB 175—2007, 通用硅酸盐水泥[S].
- [16] GB/T 201—2015, 铝酸盐水泥[S].
- [17] 黄晓林, 赵远刚, 吴金生. 插入法固井工艺在银额盆地蒙阿左地1井的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2019, 46(8): 79-82, 94.

(编辑 荐华)