

鄂尔多斯盆地西南缘供水井质量 恶化原因分析及对策

陶天才

(甘肃省地矿局第一地质矿产勘查院,甘肃天水 741020)

摘要:作为极度缺水的鄂尔多斯盆地西南缘地区,针对白垩系含水地层采水的供水井很多,但供水井水质恶化和水量减小的现象较为普遍,其原因主要是井身结构严重不合理所致。通过对造成供水井质量恶化的原因分析,找出了止水方法的不合理性与泥岩缩径造成井身变形而致水量减小的问题实质,提出了科学合理的成井方案,从而有效地解决了供水井质量恶化问题,提高了供水井使用寿命。

关键词:供水井;水质恶化;水量减小;缩径;水泥固井;骨架管;成井结构;鄂尔多斯盆地

中图分类号:TU991.12 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2010)06-0028-02

Analysis on the Cause of Water Well Quality Degradation in the Erdos Basin Southwest Edge and the Countermeasures/TAO Tian-cai (No. 1 Geo-investigation Institute, Gansu Provincial Bureau of Geology and Mineral, Tianshui Gansu 741020, China)

Abstract: The southwest edge of Erdos basin is an extreme water shortage area. There are many water wells in cretaceous water-bearing formation, but water quality degradation and water quantity decreasing are common phenomenon, which is mainly caused by the serious unreasonable well structure. Based on the analysis on the causes of water well quality degradation, the substantial issues was found that water quantity decreasing was caused by well structure deformation because of unreasonable water stoppage method and diameter shrinkage in mudstone. The scientific and reasonable well-forming scheme was put forward to solve the water well quality issue and prolong the water well service life.

Key words: water well; water quality degradation; water quantity decreasing; diameter shrinkage; well cementing; framework pipe; well structure; Erdos basin

鄂尔多斯盆地是一个大型的沉积型盆地,横跨蒙、宁、甘、陕、晋等五省区,地貌上以黄土高原为主,是我国极度缺水地区之一,同时该区因地下蕴藏有丰富的石油、天然气、煤等矿藏,所以也是国家极其重要的能源基地。自1999年以来,由中国地质调查局组织实施的鄂尔多斯盆地地下水勘察项目,针对盆地内白垩系沉积岩层找水取得了丰硕的成果,10余年来,施工水井数百眼,累计出水量达30万 m^3/d ,为能源基地的发展建设和当地居民提供了重要的水源保证。笔者曾长期参与盆地西南部地区的水井设计、施工等工作,长期跟踪供水井质量,在出水量、水质及区域水位变化等方面尤为关注,从中发现部分水井质量恶化严重。

1 水井质量恶化原因分析

水井质量方面,主要是水质、水量变化较大,其中水量的变化从大到小一般有一个渐变过程,而水

质的变化部分有渐变过程,部分井则显示出突变性。

1.1 水质恶化原因分析

鄂尔多斯盆地西南缘,白垩系含水岩组以志丹群为主,岩性为砂岩、泥岩、泥质砂岩互层。志丹群自上而下分为泾川组(K_{1zh}^6)、罗汉洞组(K_{1zh}^5)、环河组(K_{1zh}^4)、华池组(K_{1zh}^3)、宜君组(K_{1zh}^2)、洛河组(K_{1zh}^1)。各层之间分层极不明显,而各层均含有承压水、静止水位不等,水质差异较大。在6个岩组中,罗汉洞组水质较好,矿化度在1000 mg/L 以下,除个别项超标外基本能达到生活饮用水标准,而其他岩组所含承压水,矿化度均在2000~5500 mg/L ,所以,罗汉洞组一般被作为开采目的含水层。然而,罗汉洞组上有泾川组、下有环河组,又没有明显的分层标志,这对成井工作造成一定难度。一般来说,泾川组采用套管止水法封隔,下管口外采用麻刀等物做适当处理,然后回填。这种止水方法简单易行,但实际上却埋下了水质恶化的质量隐患。原因是泾川

收稿日期:2010-04-16

作者简介:陶天才(1970-),男(汉族),甘肃天水人,甘肃省地矿局第一地质矿产勘查院工程师,探矿工程专业,从事地质工程管理工作,甘肃省天水市麦积区马跑泉路54号,ttc6559@163.com。

组承压水基本上直接接触止水套管,而止水套管一般采用直缝或螺旋焊管,焊接法连接,连接焊缝难免有砂眼存在,涪川组承压水会自砂眼流入井内,且砂眼会越来越大,另外,涪川组承压水一般矿化度在 2.5 mg/L 以上,水中 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 等离子严重超标,对钢质井管有腐蚀作用,根据调查,大部分水井在 5 年之内水质变差,也就是说,井管在 5 年左右即被腐蚀穿洞,大量的涪川组承压水进入井内,引起水质恶化(见表 1)。根据分析,砂眼涌水是井水水质渐变的原因,而腐蚀穿洞则是水质突变的原因。

表 1 原成井方法水质化验结果(矿化度)

取样点	成井时间	取样时间	矿化度/($mg \cdot L^{-1}$)
王家洼罗-2 号井	2005-07	2008-03	1356.2
水泉掌	2003-04	2008-03	5575.9
三关口	2001-07	2008-03	2864.5
南湫沟	2008-05	2009-04	4302.8
洪德环-5 号井	2008-08	2009-04	3438.63
杨和塬	2008-11	2009-04	1984.2
王家沟	2005-04	2009-04	2768.3

1.2 水量变小原因分析

10 余年来,受气候变化及地表水减弱的影响,白垩系各含水岩组的承压水头和涌水量出现了不同程度的衰减,尤其是罗汉洞组承压水被大量开采,而补给源的补给能力有限,静止水位下降较严重,这是水井单井出水量减小的客观因素,而实际上部分水井出水量的减小,远远超过了自然衰减规律,甚至个别成了干井。通过对水量急剧减小的水井结构进行细致分析,发现罗汉洞组地层均为裸眼成井(见图 1),且裸眼孔径都小于 220 mm。实际上,罗汉洞组中的泥岩具水敏性,尤其是在盆地西部,钻进过程中泥岩缩径而发生的事事故数不胜数,所以说,水量减小的原因很可能是泥岩缩径,改变了局部井径而造成井水通道的变化。由于盆地西南缘地区经济欠发达,含水层裸眼成井将会使施工成本降低约 40%,在水井施工无序竞争愈演愈烈的情况下,用不顾工程质量简化井身结构的方法降低成本也就是见怪不怪了。

2 解决水井质量恶化的对策

寻找出水井质量恶化的原因,对症下药,将会有效提高成井质量,延长水井使用寿命,大大降低地下水使用综合成本。针对水质恶化和水量减小的原因,我们提出了全孔段下管、水泥固井止水的成井方法。

目的含水层位置设置的滤水管是骨架式圆孔滤水管或桥式滤水管,泥岩部位设置实管封隔,能有效地保障钻孔直径不再变化。实际上泥岩层数较多,厚度最厚 10 m,最薄不足 1 m,在没有全孔段取心编录地层的情况下,薄层泥岩很难十分清楚的划分出来,所以,较薄层泥岩部位设置滤水管的情况在所难免,但从实际施工来看,该部分设置为滤水管也能起到保证直径的作用,对成井质量影响不大。之所以采取套管加水泥固井的方法止水,主要是为了加大止水厚度,避免涪川组承压水直接接触套管,当然,止水位置必须要准确。

考虑到当地居民和单位的经济承受能力和用水量的大小,井身结构分为 2 种(见图 1),其中第一种方案施工难度小,单位出水量也小,第二种方案施工难度较大,而出水量相对较大,同时,第一种方案比第二种方案节约成本约 25%。

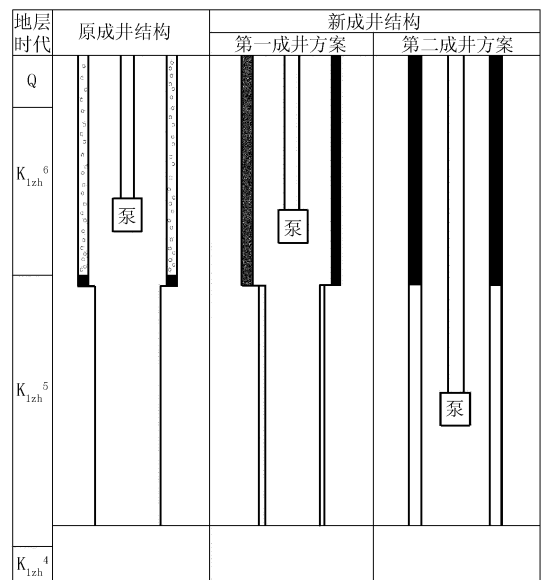


图 1 成井结构对比图

采用新的成井方法施工的水井水质化验结果见表 2。

表 2 新成井方法水质化验结果(矿化度)

取样点	成井时间	取样时间	矿化度/($mg \cdot L^{-1}$)
罗山 ZK-1 号井	2007-08	2009-04	947.6
八珠 ZK-2 号井	2003-08	2009-04	762.4
天池镇 ZK-3 号井	2008-09	2009-04	673.6
王村 ZK-6 号井	2002-06	2008-03	856.3
百眼泉	2004-08	2009-04	673.1
喻家沟 ZK-1 号井	2007-11	2009-05	810.3
白水	2002-10	2009-05	779.6

4.3 案例三:郸城县某供水管井

2007年10月施工的郸城县某供水管井,井深570 m,换浆投砾后,提钻时遇阻,强拉上提仅20~30 cm,无法再上提钻具,反掉钻杆,约70 m钻杆未能提出,判断为过滤器挤毁变形阻止钻杆上提。分析原因:滤料剩余约 13 m^3 时,利用小型铲车投砾快,可能形成活塞现象下压,另外过滤器外包网内所含泥砂形成微透水段,孔内压力上升,环状间隙内压力大于过滤器内稀泥浆压力与桥式过滤管的抗挤毁压力之和,以致造成过滤器变形无法提钻。

4.4 案例四:睢县某井

2005年11月施工的河南省睢县某井,井深500 m,施工时浅层水水位仅1 m左右,孔位在水塘侧仅约10余米,井管安装时, $\varnothing 325\text{ mm}$ 井壁管下入剩余6、7根时(每根长12 m),井管由内向外返水,持续约1 h,曾采取往管内投粘土压水措施,返水停止后继续进行井管安装,然后换浆、投砾、止水、洗井,水量偏小,约 $40\text{ m}^3/\text{h}$,降深达37 m多,同该地区类似管井相比出水量明显偏小,采用二氧化碳洗井后,下钻探测孔深,至380多米遇阻,下钻未成功,用尼龙绳加直径16 mm钢筋头,下至该位置亦未下去,判断该处过滤器压扁严重,最终管井报废。

分析:管内返水,应是浅部(20 m以浅)塌孔现象造成的,塌落砂土下落形成活塞现象,造成由管内向外返水,桥式过滤管外包网内残留大量泥质,过滤

管为受压状态,采用孔底返浆,又加强了残泥厚度,故洗井难,涌水量小,多处过滤管不畅通,另外二氧化碳洗井技术掌握的不全面,参数选择不合理,没有相应标准和措施而蛮放,二氧化碳洗井形成的真空压差过大,超过了桥式过滤管挤毁压力,造成了桥式过滤管的变形。

5 结语

桥式过滤器挤毁事故的预防是一个隐蔽性、综合性较强的工程,应从过滤器选材、钻探工艺、井管安装操作、投砾速率、洗井参数、抽水设备等多个环节综合进行,只有做好每一个环节的工作,尤其是孔内事故、工期过长等因素有造成管井出水量明显偏小可能时,更需慎重对待成井及管井投产后的每一个环节,才能有效避免或减少事故的发生,确保成井质量,减少相关损失。

参考文献:

- [1] 卢予北. 地热深井过滤器挤毁事故成因与处理技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2006, 33(3): 41-43.
- [2] 张秋冬, 卢予北, 吴青松, 等. 河南某地热井管挤毁事故分析及处理[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2009, 36(3): 18-20.
- [3] 刘瑞琪, 张长舟. 水文地质钻探钻井工程实用技术手册[Z]. 北京: 中国工业勘察协会技术咨询部, 1992.
- [4] 卢予北, 郭友琴, 王现国. 地热矿泉水资源勘查手册[M]. 郑州: 黄河水利出版社, 2007.

(上接第29页)

3 施工中应注意的问题

(1) 由于各岩组之间岩性变化不大, 分层极困难, 故在钻进过程中必须分段取心, 尤其在预计变层位置要加密取心, 保证岩心质量, 确保分层准确无误。

(2) 骨架滤水管的孔隙率严格控制在30%以内, 保证井管有足够的抗拉强度。

(3) 下管前必须对含水层进行破壁, 尤其采用第一种方案成井的供水井, 采用常规的冲孔、泵抽洗井法将耗时较长。

(4) 止水位置必须先在外管采取架桥及临时止水, 然后水泥固井, 确保水泥浆不流入下部孔段。

(5) 固井水泥中应加抗腐蚀处理剂。

(6) 孔深以距环河组地层50 m以上为原则, 防止该层水进入井内造成水质恶化。

4 结语

采用新的成井方法, 我单位在该区共施工供水井数10眼, 质量跟踪显示: 每眼井的水质没有变化, 水量没有明显减小, 使用时间最长者已近10年, 说明这种成井方法科学合理, 能长期有效地服务于民, 最大限度地降低了采水综合成本, 同时, 为该区成井树立了典范。

参考文献:

- [1] 常世臣, 芦文阁. 水文水井及工程钻探[Z]. 长春: 长春地质学院, 1984.
- [2] 王世光. 钻探工程(下册)[M]. 北京: 地质出版社, 1986.
- [3] 张瑞琪, 张长舟. 水文地质钻探钻井工程实用技术手册[Z]. 北京: 中国工程勘察协会技术咨询部, 1992.
- [4] 俱养社, 郭文祥. 陕西省韩城市水源地下水井钻井技术[J]. 探矿工程, 2002, (5).
- [5] 席云峰. 供水井真空止水法和逆止阀止水法实践[J]. 探矿工程, 2002, (5).
- [6] 陶天才, 石玲娣. 多层位超深试验观测井施工技术[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2010, 37(3).