

陕西关中地区深层地热井成井工艺探讨

闫小利, 郑树楼, 王振福

(陕西省地矿局, 陕西 西安 710054)

摘要:陕西关中地区是我国地热开发较早的地区之一, 经过长期实践形成了一套适合本地区实际的成井工艺。主要就该地区深层地热井成井工艺的传统做法进行论述, 并就其中存在的问题提出了一些改进的建议, 希望能对今后陕西关中地区深层地热井施工及成井有所启示。

关键词: 深层地热井; 成井工艺; 陕西关中地区

中图分类号: TE249 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2010)05-0036-04

Discussion on Deep Geothermal Well Completion Technology in Central Shaanxi Area/YAN Xiao-li, ZHENG Shu-lou, WANG Zhen-fu (Shaanxi Bureau of Geology and Mineral Exploration, Xi'an Shaanxi 710054, China)

Abstract: The well completion technologies were formed by the long-term practice in the central Shaanxi area. The paper introduced the traditional methods of deep geothermal well completion technology in this area with the proposal on modification.

Key words: deep geothermal well; well completion technology; the central Shaanxi area

0 序言

陕西关中地区的地热井大体可分为2种类型, 一种是浅层地热井, 另一种是深层地热井, 两种地热井施工方法及成井工艺有所不同。浅层地热井大都分布在断裂构造带上部温泉附近, 开采第四系及老基岩风化壳中的热储, 其成井工艺与凉水井成井工艺大致相同。深层地热井分布范围广, 一般分布在断裂构造带附近, 开采第三系及其以下热储; 目前均采用二级结构, 设计两次下管成井方案; 泵室段长度约450 m, 孔径445 mm, 管径340 mm, 管外全段固井; 下部孔径241 mm, 管径178 mm; 在大小管连接处、开采段顶部及热储段之间进行永久止水。

1 钻进及下管保证措施

1.1 防止孔斜措施

(1) 合理选择钻机类型并保证安装质量。根据设计孔深及地层情况, 本着经济合理、能力有余的原则选择钻机类型及配套设备。设备安装时做到坚实稳固, 确保天车、转盘、钻孔三心处同一垂线。

(2) 合理组合钻具。采用塔式组合钻具, 并保证钻具的垂直度和同心度。

(3) 如果钻机较小, 钻具较细, 泵室段应采用二次钻进成孔法。即先用小口径钻完泵室段, 经测斜

钻孔垂直度符合要求后再用导向钻具扩孔。

(4) 精心操作。开孔时钻具重心高, 应采用慢转吊打, 确保开孔正。孔深在100 m之内采用轻压并控制进尺速度。正常钻进时压力均匀, 严禁盲目加大压力。应定期检查转盘水平度, 注意观察加钻杆及提下钻时钻杆是否偏出转盘中心。

1.2 防埋卡钻措施

(1) 合理使用泥浆。应根据预计钻遇地层配制泥浆, 在钻进过程中根据实际钻遇地层及时调整泥浆性能指标, 保证孔壁稳定及孔内干净。

(2) 注意观察泥浆消耗量。钻遇断裂带时要特别注意, 如发现泥浆消耗量大增时应将钻具提至安全孔段循环冲返, 同时进行泥浆性能指标调整或采用堵漏措施, 直至漏失量正常后方可钻进。

(3) 注意扫孔及拉孔壁。正常情况下每钻完一根单根进行一次扫孔, 如遇缩径地层应反复扫孔, 直至提下钻无阻时方可; 定期提钻检查是否有缩径孔段。

1.3 下管保证措施

(1) 充分做好下管前的准备工作。对所有入井管材及附件进行检查、试装、排序。对提升设备及工具进行检修, 确保灵活可靠。认真进行通井、调浆冲返, 泵室段用粗径管状钻具修孔, 确保孔壁稳定、圆滑畅通及孔内干净。为防止挂坏过滤管, 在过滤管

收稿日期: 2010-01-11

作者简介: 闫小利(1962-), 男(汉族), 陕西富平人, 陕西省地矿局高级工程师, 探矿工程专业, 从事探矿工程技术与管理工, 陕西省西安市雁塔北路100号; 郑树楼(1940-), 男(汉族), 河北元氏人, 陕西省地矿局教授级高级工程师(退休), 探矿工程专业, 从事探矿工程技术与管理工; 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。

外间隔 50 m 加一粗刚性扶正;孔底预留足够长度的砂袋。

(2)下管作业精心操作,岗位分工明确,各负其责,统一指挥,确保下管作业安全、连续、顺利。

2 固井

2.1 目前采用的固井方法

目前大都采用管口内注管外返固井法,即用一变径接头将泵室管口与地面固井管路连接,固井时水泥由管口进入管内,挤压管内泥浆下行并从管底排至管外上返。水泥注完后再注入略小于泵室管及地面管路内容积量的泥浆,将管内水泥压至管外保压候凝 48 h。

2.2 目前采用的固井方法存在的问题

(1)水泥在大径泵室内行程过长,且前后与泥浆发生挤压替代作用,难免会混入大量混浆,影响水泥固结质量。

(2)泵室段较长且直径过大,固井水泥用量大,而目前所用固井设备泵量相对偏小,固井时水泥流速较低、作业时间较长,容易形成线流造成偏固。

(3)泵室管内容积较大,水泥注完后注入替代的泥浆量过大,难以准确控制。如果注入泥浆量不足,管内预留水泥塞过高,不仅浪费水泥,而且增大扫塞工作量;如果注入泥浆过量,造成管底空固,直接影响固井质量,而且在二开钻进过程中容易发生管底水泥脱环卡钻事故。

2.3 固井方法改进建议

建议在 $\text{O}340$ mm 泵室管下端设一挂节外套,外套下接 $\text{O}273$ mm 管鞋(图 1)。管鞋底唇呈微喇叭,防止阻挂钻具;底唇以上约 10 cm 处向外均焊数束钢丝,可防止发生管底水泥脱环事故;钢丝部位以上斜焊旋流板,固井时迫使水泥沿管鞋周边旋转上返,不易形成线流造成偏固。固井时将钻杆下到挂接外套以上约 10 m 处,用防喷器或其他方法封闭管口后,首先注泥浆冲返循环正常后再注水泥固井。水泥注完后再注入略大于钻杆及地面管路内容积量的清水关泵保压候凝约 8 h,然后打开管口封闭,提起钻杆即可。

3 止水

3.1 大小管连接部位止水方法及存在问题

3.1.1 挂接软金属丝坐封止水法

在小径管顶部设一外带软金属的挂接外套,当用钻杆通过甩管接头将小径管送至孔内预定

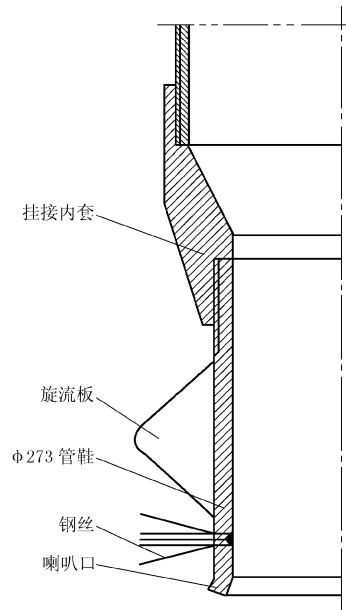


图 1 泵室管底

位置时,内管与泵室管下部的外套进行挂接软金属坐封止水。

由于这种止水方法操作简单且成本较低,因此目前广为采用。但笔者认为该种止水效果不可靠。因为泵室管口上窜,事实证明管柱受热伸长上窜后难以下沉到原来位置。地热井建成后,管柱下部及中间止水部位必然被泥砂埋没卡死,而上部相当长度仍处于环空状态。因此抽水时管柱受热伸长必然向上延伸,坐封止水效果可能受到影响。

3.1.2 橡胶止水器止水法

止水器主体为长 3~4 m 的小径短管,在短管中部车有螺纹,将橡胶加热融化后固结于螺纹外,再车制成倒喇叭状止水器。二次下管时置于大小管重合部位进行止水。

这种止水方法一是小径管柱坐落孔底,不仅管柱弯曲靠壁易出砂,而且孔底预留砂袋长度不好控制,导致滤管与含水层的对位率难以达到理想状态;二是止水器沿管壁下滑 400 余米方可达到止水位置,必然受到一定程度磨损,减弱压缩封闭功能,止水效果不可靠;三是橡胶毕竟是临时止水用品,用作临时止水架桥是可以的,用作永久止水因受温度、水质影响,不是很合适。

3.1.3 二次固井止水法

用钻杆通过注浆甩管接头将小径管送到孔内预定位置后悬吊,然后注泥浆冲返,待泥浆冲返循环正常后,用防喷器封闭管口,再注入约 10 t 水泥。水泥注完后停待一定时间,打开管口封闭,继续注泥浆冲

返,直至将钻杆内及管内甩管接头以上泥浆冲返干净为止。候凝 48 h 后进行憋压试验,如果符合要求提出钻杆即可,否则进行重复固井止水。

这种止水效果较可靠。但是由于费用较高,操作技术要求高,特别是水泥注完后停待时间难以合理控制。如果停待时间过短,水泥反弹量过大,不仅浪费水泥,而且可能导致重复固井;如果停待时间过长,容易造成甩管接头固死事故,因此目前用得很少。

3.2 开采段顶部及热储段之间的止水方法及存在问题

3.2.1 止水方法

目前各井队所用方法大同小异,尽管理所用止水器的形状及材料不尽相同,但都是用临时止水物架桥,靠成井后泥浆沉淀及孔壁自行掉塌逐渐形成所谓永久性天然止水的方法。

3.2.2 存在的问题

(1)在同径钻孔中进行架桥止水难度很大,在浅部水文地质勘探中成功率就很低,往往进行反复多次方可达到止水目的。对于止水位置很深的地热井来说其成功率更低。为了防止下管中途遇阻,不仅止水器直径偏小,而且不加扶正或采用弹性扶正。

(2)止水器沿孔壁下滑相当长距离到达止水位置时,磨损程度如何,还能否起到架桥作用不清楚。

3.3 止水方法改进建议

在小径管顶部设一单向阀及正反扣接箍(图 2),在小径管顶部以下约 30m 处设一外带软金属

并具有单向功能的挂接内套(图 3);在开采段顶部管外设两组盂式止水器及刚性扶正,管内设一盲板,盲板以上约 3 m 处管柱上设注浆缝,缝外设旋流角铁(图 4)。当用钻杆通过甩管接头将小径管送到孔内预定位置时,内套与泵室管下部的外套进行挂接软金属坐封。然后注泥浆冲返,泥浆由钻杆内下行到小管顶通过单向阀进入小径管内下行,从盲板以上注浆缝排至管外旋转上返,再通过内套上单向阀进入泵室管内上返到地面。待泥浆冲返循环正常后,注入开采段以上小径管外环容积量 1.1 倍的水

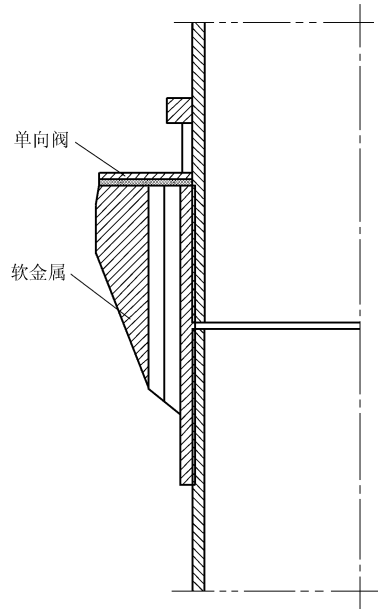


图 3 挂接内套

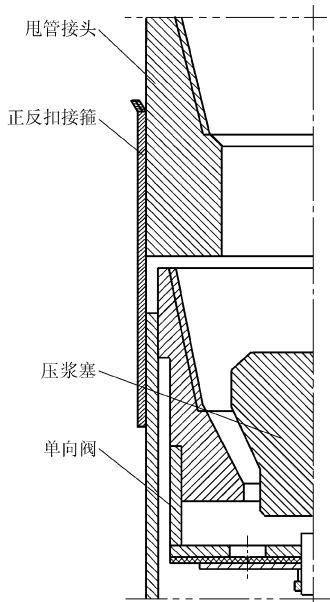


图 2 单向阀及正反接箍

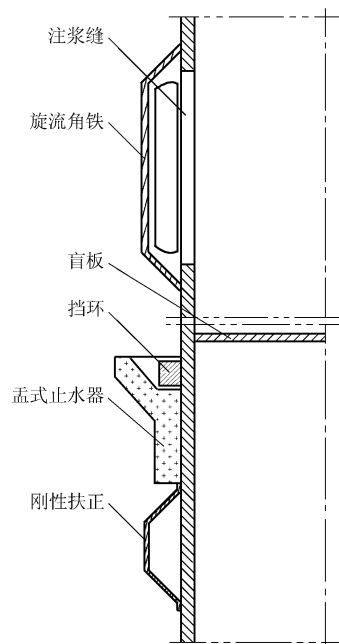


图 4 开采段顶部内外结构

泥。水泥注完后注入小径管盲板以上容积的泥浆。然后在井口打开钻杆,投入压浆塞,接上钻杆继续注泥浆,当发现憋泵时卸开甩管接头继续注泥浆,直至将小径顶部以上水泥冲返干净为止。候凝 48 h 后进行憋压试验,加压 6 MPa,如果 30 min 不降,说明上部止水合格;如果压力下降,说明止水有问题,再压注一些水泥即可。确认上部止水合格后,取回小径管顶部单向阀,再次进行憋压,如果压力不降说明下部止水也没有问题;如果压力下降说明下部有问题,再压入一些水泥即可。确认上下止水都合格后,扫除管内残留水泥和盲板即可。

4 返浆洗井

4.1 返浆洗井方法

目前主要是用喷射返浆洗井法,即将井管下端封闭,通过侧孔上下冲洗孔壁,待水温、水量达合同约定指标即可。

4.2 喷射返浆洗井法存在的问题

(1) 深层地热井管外不填砾料,管柱上设有多个止水器和扶正,不仅管外没有通路,而且在下钻过程中沿孔壁下滑时刮下大量泥砂,下管到位时管柱下部相当长度已被泥砂所埋没。采用管内喷射返浆洗井时,由于滤水管缠丝包网很密、管外没有通路及管内泥浆的密度及固相含量远小于管外,因此返出泥浆大都来至管内,对管外影响很小,更不可能将管外泥砂冲返排至井外。结果造成下部相当长孔段不能发挥作用,不仅影响水量,而且影响水质。

(2) 喷射洗井方法在浅井中效果较好,但在地热井较深、井下压力较大时,射流的切割冲击作用衰减过快,相比浅井效果要差很多。

(3) 大型空压机抽水洗井,由于空压机能力所限,气水混合位置距开采段较远,产生的水力激动难以发挥作用。虽说靠降低井内水位,加大井内外压力差可以起到洗井作用,但不仅费用加大,而且增加许多辅助时间。

4.3 返浆洗井方法改进建议及效果

4.3.1 改进建议

为了提高返浆洗井效果,建议采用井底管外返浆及喷射、化学联合洗井法。具体做法是在下管时井底留砂袋不少于 10 m,且井管下端为敞口式。为防止下管过程中刮切孔壁,外侧焊导向扶正(图 5);将喷射返浆洗井钻具下到井内适当位置后,首先用稠泥浆自上而下冲返井底,并在井底进行循环冲返。当井口返出浆中基本不含泥砂时方可适量加水变为

稀泥浆冲返,直至逐渐加水变成清水冲返。水清砂净后自下而上、自上而下来回对含水层段进行冲返,再次水清砂净后注入一定量浓度约 0.8% 的焦磷酸钠溶液静止浸泡约 5 h 后再次冲返至水清砂净即可。

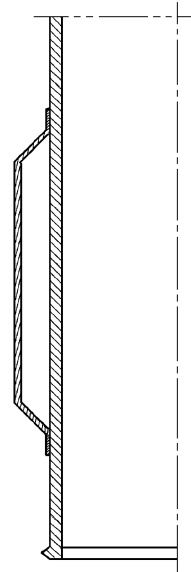


图 5 管底结构

4.3.2 使用效果

该种洗井方法不仅操作简便、费用低,而且可将下部管内外泥砂冲返干净,充分发挥下部孔段作用。西安工程技术学院地热井采用该方法洗井,成井后水温、水量指标不仅高于论证及预测指标,更是大大优于附近地热井。

5 结语

本文结合多年来陕西关中地区地热井施工的实际,就地热井成井过程的主要环节陈述了笔者的体会,目的是和同行们共同探讨出陕西关中地区地热井施工及成井的成熟工艺方法,由于笔者水平及知识面的限制,体会、看法可能有不确之处,望能起到抛砖引玉的作用,以期达到和大家共同探讨、共同提高的目的。

参考文献:

- [1] 熊应兴,郑树楼. 关中地区地热井固井止水方法浅析[Z]. 西安:陕西省探矿工程专业委员会学术交流会议论文集,2008.
- [2] 郑树楼,闫小利. 西安市区地热成井工艺分析[J]. 探矿工程,2001,(5).
- [3] 邵俊琪. 天津市地热井钻进与成井工艺[J]. 探矿工程,2001,(S1).
- [4] 郑树楼,马留宝,闫小利. 陕西省委八号院地热井工程施工技术措施[J]. 探矿工程,2001,(2).
- [5] 郑树楼,马留宝,闫小利. Y5 水文地质勘探深孔施工技术措施[J]. 探矿工程,2000,(2).