

西安市区地热井成井工艺分析

郑树楼¹, 闫小利²

(1. 陕西地质工程总公司 陕西 西安 710054; 2. 陕西地勘局, 陕西 西安 710054)

摘 要 分析了西安市地热井设计及成井方面存在的问题。着重对一次下管成井工艺、两次下管成井工艺、取水段顶部止水方法的优缺点进行了分析论述。针对存在的问题, 提出了改进建议。

关键词 西安市区 地热井 成井工艺 固井 止水

中图分类号 TU991.12 **文献标识码** B **文章编号** 1000-3746(2001)05-0038-02

近几年来, 西安市区在地热资源开发利用方面发展很快, 到目前为止, 建成 1400~3500 m 深的地热井 60 余眼。揭露地层依次为第四系秦川群和三门组, 第三系永乐店群张家坡组和蓝田坝河组, 下部为高陵群白鹿塬组。井口水温最高为 112 ℃, 自流量最大为 232 m³/h。取得了明显的经济效益和社会效益。但是, 从已建地热井的施工工艺及成井后的使用情况看, 笔者认为, 在成井质量方面还存在不少问题。主要问题大体可归纳为 2 个方面: 一是设计方面的问题, 主要表现在大径井管长度偏短, 取水段选取不合理; 生活用水段止水位置不统一。二是成井工艺方面的问题, 主要表现在固井及止水工艺等方面。

关于地热井的成井设计方案, 应该以西安市地热资源开发利用总体规划为依据, 合理布设孔位, 严格控制开采段, 并结合当地实际情况及用户要求, 精心优化设计方案。

关于地热井的成井问题, 目前常用而且被西安市政府主管部门认可的有 2 种, 即一次下管成井工艺和两次下管成井工艺。现对这 2 种成井工艺进行一些分析, 并针对存在的问题提出几点改进建议, 以期能与主管部门及同行进行探讨, 达到提高成井质量之目的。

1 一次下管成井工艺

所谓一次下管成井工艺, 是指首先按照设计深度和孔径钻进成孔, 然后通过对录井、测井资料综合研究分析, 确定下管深度和取水段后, 将大小径井管通过变径接头连接一次下入孔内成井。

1.1 主要优点

- (1) 管柱整体性好, 变径处连接可靠。
- (2) 施工工艺相对简单, 成本费用较低。
- (3) 大小径井管均在成孔完毕后下入孔内, 不仅可避免大径井管被钻具磨损, 而且孔径不受下部孔段钻进成孔时发生孔内事故的限制, 选择事故处理方案范围较大。

1.2 主要缺点

- (1) 大径井管外未进行水泥固井, 靠井管变径接头坐封于钻孔变径台阶来达到生活用水段止水的目的。而钻孔变

径台阶受钻具反复碰撞和磨损, 不可能成为理想状态, 因此, 很难保证止水质量。

- (2) 在第四系松散地层中, 钻孔变径台阶的稳定性是有限的, 随着时间延长, 钻孔变径台阶必然发生破坏, 很有可能导致生活用水段止水失效。

2 两次下管成井工艺

所谓两次下管成井工艺, 是指首先按照设计将上部大径井管孔段钻进成孔, 下入大径井管并进行管外水泥固井。然后再将下部孔段成孔, 用钻杆通过注浆正反接头将小径井管送至孔内预定位置, 使大小径井管重合插接 30 m, 再进行大小径井管重合部位的二次固井止水。

2.1 主要优点

- (1) 大径井管外进行了水泥固井, 可确保生活用水段不受污染。

- (2) 大径井管提前下入孔内并进行了水泥固井, 可确保上部孔壁稳定, 从而提高了下部孔段钻进过程的安全性。

- (3) 井管分段下入孔内, 不仅减轻了设备负荷, 有利于下管作业安全, 而且缩短了一次下管作业时间, 有利于下管到位。

2.2 主要缺点

- (1) 大小径井管需要重合插接 30 m, 并需进行重合处二次固井止水。不仅施工工艺较复杂, 成本费用增加, 而且工期最少延长 2 天。

- (2) 由于大径井管提前下入孔内, 在进行下部孔段施工中, 钻具难免对大径井管造成一定程度的磨损; 另外万一发生孔内事故, 因有管径限制, 选择事故处理方案的范围缩小。

- (3) 地热井建成后, 运行是间断的, 温度变化是正常的。而井管与水泥的热胀冷缩率相差较大, 它们之间可能会产生微小裂纹及位移, 对重合处的止水效果可能会有一定影响。

3 取水段顶部止水方法

到目前为止, 无论是一次下管成井工艺, 还是两次下管成井工艺, 取水段顶部均采用同径管外架桥, 利用孔壁自行

垮塌和缩径来造成所谓永久性天然止水方法。笔者认为,这种止水方法难以保证止水质量。主要理由如下:

(1)同径架桥本来就有一定难度,况且地热井的架桥位置较深,在下管过程中架桥物被孔壁磨损后能否起架桥作用很难说。至于说利用孔壁自行垮塌和缩径来造成所谓永久性天然止水,也不过是一种“臆想”。究竟需要多长时间?垮塌物在井管周围是否均匀密实?能否达到止水目的?到目前为止还没有可靠的监测手段。

(2)事实证明止水效果可能有问题。从已建成的地热井运行情况看,普遍存在水头及水量削减过快现象。有相当数量的地热井,刚建成时情况特别好,但运行时间不长即出现水头突然下降,水量也明显减少。笔者认为,造成这种现象的原因,除热储本身及使用不当等因素外,很大可能是取水段顶部止水失效所致。其道理很简单,在地热井建成后一定时间内,取水段以上孔段还被泥浆封闭,即使止水失效,下部热水也不会向上部地层泄漏,故情况良好。但经过一段时间运行后,上部孔段护壁泥皮自行脱落,下部高水头热水必然向上部地层泄漏,导致地热井水头下降和水量减少。

(3)所谓已达到了止水目的,唯一证据是井口水温提高。笔者认为井口水温提高不一定是止水原因,而主要是下部热储水头压力高于上部冷水水头压力所致。因为取水段以上全部为隔水管,上部水头压力较低的冷水不可能将下部水头压力较高的热水压下去,而从 1000 多 m 甚至 2000 多 m 以下的滤管处进入井内。另外,地热井建成后,在一定时间内,取水段以上孔段仍被泥浆封闭,下部高水头的热水也难以向上部地层中泄漏,因此井口可以得到较高水头的热水也是合情合理的。

4 改进建议

根据西安市区水文地质、地热地质条件及生活供水井现状,针对目前地热井在设计及成井工艺方面存在的问题,提出以下几点改进建议。

4.1 统一生活用水段止水位置

鉴于西安市区 400 m 以深的水质不宜饮用,且其水头压力高于上部生活用水水头压力,生活供水井深度均控制在 350 m 以浅的实际情况。为了防止下部不宜饮用水对上部生活用水造成污染,建议政府主管部门以地方法规形式明确规定:新建地热井,无论采用何种成井工艺,也无论大径井管设计多长,400 m 以浅孔段必须进行永久性止水。

4.2 改进一次下管成井工艺止水方法

为了统一生活用水段止水位置,建议大径井管长度设计为 400 m,并将目前所用的井管变径接头坐封止水方法改为坐封及管外固井止水法,同时对固井止水装置(见图 1)进行以下几点改进:一是在变径接头下边增设胶斗,以便提高变径接头在钻孔变径台阶坐封的可靠性,防止固井止水过程中水泥浆下漏。二是在变径接头以上部位增加单向阀装置,以便注完水泥浆后及时提出钻杆和管内封闭装置。

4.3 改进两次下管成井工艺中井管重合处的止水方法

将目前所用的提吊二次水泥固井止水方法改为挂接坐封水泥固结止水法(见图 2)。当小径井管顶端下至钻台附近时,将准备好的密度 $>1.9 \text{ kg/L}$ 的水泥浆充填于大小径井管环

状间隙内。然后用钻杆通过正反接头将小径井管送至孔内预定位置,当外锥体接头坐封于内锥形接头后,即可将钻杆反脱并提出井外。为了防止由于温度变化引起井管伸缩发生位移,在外锥体接头下边设一倒刺套。当小径井管下到位置后,倒刺张开卡死。

4.4 改进取水段顶部止水方法

将目前所用的靠孔壁自行垮塌和缩径造成所谓永久性天然止水方法改用人为注水泥止水方法,其止水装置见图 3。主要进行了以下几方面的改进:一是取水段以上扩大一级孔径,以便增大架桥物直径,并进入小径架桥,提高架桥可靠性;二是将架桥物改为耐热模压胶斗和高弹性耐热棉状塑膜,且其直径略大于小径钻孔理论直径;三是在架桥物下边增设笼状扶正,以便减轻孔壁对架桥物的磨损并使井管居中;四是在架桥物上端管内均匀布设 3 块肋骨,以便进行管内封隔;五是在肋骨以上管壁上设置单向阀,以便注完水泥浆后及时提出管内封隔装置。

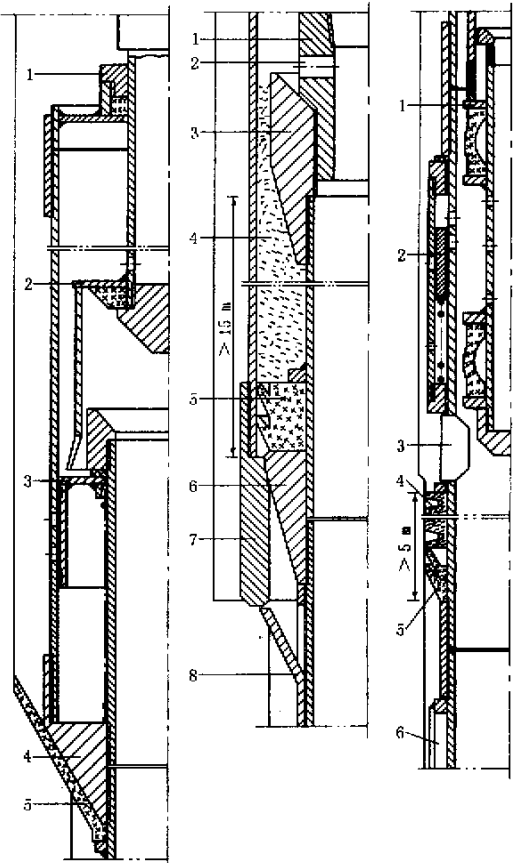


图 1 一次下管固井止水装置

1—井口封闭装置;
2—管内封闭装置;
3—单向阀;4—变径接头 5—胶斗

图 2 两次下管止水装置

1—正反公接头;2—排浆孔 3—正反母接头;4—水泥;5—胶塞 6—外锥体 7—内锥形接头 8—倒刺套

图 3 取水段顶部止水装置

1—管内封隔装置;
2—单向阀 3—肋骨;
4—塑料膜 5—胶斗;
6—笼状扶正器