

# 河南某地热井管挤毁事故分析及处理

张秋冬<sup>1,2</sup>, 卢予北<sup>2</sup>, 吴青松<sup>2</sup>, 赵建粮<sup>2</sup>

(1. 中国地质大学(武汉), 湖北 武汉 430074; 2. 河南省地矿局第二水文地质工程地质队, 河南 郑州 450053)

**摘要:**中原地区地热井成井中使用的过滤管大多为桥式过滤管,在下管过程中,如果泥浆性能不均匀或者管内灌浆不及时等,使得管内外压力不平衡,而当该压力超过过滤管的抗挤强度后就容易造成过滤管挤毁事故的发生。针对河南某地热井下管中发生的过滤管挤毁事故,分析造成该类事故的原因及在成井过程中应注意的问题。

**关键词:**地热井;过滤管;挤毁事故

**中图分类号:**TE249 **文献标识码:**B **文章编号:**1672-7428(2009)03-0018-03

**Analysis and Treatment on a Collapse Accident of Geothermal Well Pipe in Henan/ZHANG Qiu-dong<sup>1,2</sup>, LU Yu-bei<sup>2</sup>, WU Qing-song<sup>2</sup>, ZHAO Jian-liang<sup>2</sup>** (1. China University of Geosciences, Wuhan Hubei 430074, China; 2. No. 2 Team of Hydrogeology & Engineering Geology, Henan Provincial Bureau of Geo-exploration and Mineral Development, Zhengzhou Henan 450053, China)

**Abstract:** Most of the filter pipes used in geothermal well in the central plains area is bridge ones. During pipe lowering, the pressures inside and outside the pipe would be unbalanced with unsteady mud property and not-in-time grouting; and collapse accident would occur with overpressure. Analysis was made on a collapse accident of filter pipe lowering in geothermal well in Henan.

**Key words:** geothermal well; filter pipe; collapse accident

过滤管安装在不稳定的、但要求出水的含水层段(如砂岩、岩石破裂的断层带),能让含水层中的水自由而通畅地流入水井内,同时又要阻止砂或碎岩随水流入井内,并在井壁胶结不牢的井起构架作用。过滤管的种类很多,其中桥式过滤管是一种带有桥形孔眼的过滤管材,由于具有较高的过水能力和较好的挡砂效果,在地热井施工中得到了普遍的使用。由于桥式过滤管为钢板冲孔、卷制而成,抗挤强度相对较低,在成井中如果不注意井管内外的压力平衡等问题,极易出现过滤管挤毁事故。2008年11月,河南省地质矿产勘查开发局第二水文地质工程地质队在河南某地施工地热井时就出现了过滤管挤毁事故。

该孔位于河南省濮阳地区,地处黄、海冲积平原,第四系地层广布且沉积厚度较大,从上到下为一套亚砂土、亚粘土、粘土及中砂、细砂、粉细砂层所组成的多元结构松散堆积物。第四系地层下沉积着巨厚的第三系地层。两个时代的地层厚度>1500 m。该井设计井深为1200 m,其中0~200 m井段井径450 mm,下入 $\varnothing 273 \text{ mm} \times 7 \text{ mm}$ 螺旋钢管;200 m以深井段井径311 mm,下入 $\varnothing 159 \text{ mm} \times 6 \text{ mm}$ 无缝钢管及同径过滤管。成井后要求井口出水温度 $\geq 45$

℃,出水量 $\geq 50 \text{ t/h}$ 。

## 1 事故经过

在下管过程中,观察到井管内一直不返浆,虽然往井管内补浆,但反映在指重表上的悬重较理论值小,考虑到可能是泥浆密度较大、粘度较高、浮力大等因素,所以也没有特别关注这一现象。井管到位后下冲孔器准备冲孔换浆,但当钻具下到接近第一层过滤管位置时遇阻,怎么也下不去。分析各方面原因后判断是过滤管变形。在拔管过程中发现过滤管已经全部被挤毁(见图1)。拔出的井管还存在同一个现象:无论该层段过滤管有多长,提出的所有过滤管以管箍为分界点,相邻两节的挤毁面相互垂直。

## 2 事故原因分析及处理

中原地区地热井施工经过20多年的不断完善,已经形成了一套比较完善的成井工艺。一般的地热井成井为:完钻→物探测井→同径钻具顺孔→冲孔换浆→下管→冲孔换浆→动水填砾→止水、固井→洗井→抽水实验。其中同径钻具顺孔的目的是进一步修正孔壁,消除下钻遇阻现象,保证井管顺利下入;下管前的冲孔换浆是把井底沉淀彻底排出孔外,

收稿日期:2008-12-31

作者简介:张秋冬(1972-),男(汉族),河南新安人,中国地质大学工程硕士在读,河南省地矿局第二水文地质工程地质队工程师,探矿工程专业,从事盐井、地热井及水平定向对接井等钻探技术与管理工作,河南省郑州市南阳路56号,zqdl1030@sina.com。

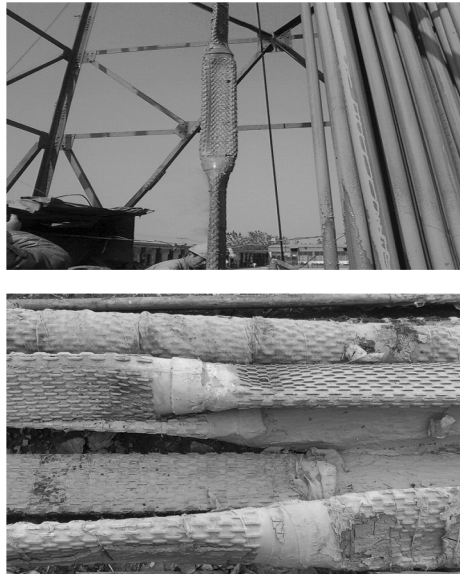


图 1 挤毁的过滤管

均匀地将泥浆的密度、粘度调整到适当的指标(下管泥浆指标为:漏斗粘度 20 ~ 21 s, 密度 1.08 ~ 1.15 kg/L, 含砂量 < 0.5%, 失水量 < 20 mL/30 min, pH 值 8 ~ 10), 保证井管能够下放到位。分析该次事故, 影响因素较多, 主要为以下几点。

### 2.1 过滤管自身强度较低

本次过滤管挤毁事故的发生, 主要是由于过滤管的自身结构条件造成了其强度较低。事后经过检验, 该型号过滤管的挤毁强度为 6.9 MPa。

### 2.2 换浆时间短, 泥浆不均匀

在该井钻进中使用张家口探矿机械厂生产的排量为 1200 L/min 的泥浆泵, 由于设备老化等因素的影响, 排量不到 1000 L/min。而由于钻孔孔径为

350 mm, 口径较大, 按 1000 L/min 的排量计算, 泥浆的上返速度为 167 m/h, 上返速度较低, 且越靠近孔壁, 上返速度越低, 调整泥浆时要达到整个孔内泥浆性能的均一性所需的时间更长。如果不考虑泥浆在钻具中的下行速度, 且假定泥浆是充满整个井筒均匀的流动, 对于深度 1200 m 的井, 泥浆循环一周就需要 7 h 10 min。一般是在泥浆均匀循环 2 周后再缓慢的加水调稀, 尽可能使泥浆在孔内上行过程中均匀、同步。而在实际操作时, 由于认识不充分, 当班人员在冲孔换浆时曾大量地加入清水, 受泥浆粘滞力等的影响, 造成泥浆在孔内呈线性流动, 一部分泥浆根本不流动, 从而换浆不均匀。造成冲孔换浆时间与上返泥浆参数已经满足下管需要的假象。

### 2.3 冲孔换浆孔小, 泥浆进入井管受阻

冲孔换浆孔设计的虽然多但太小(直径 20 mm), 理论上过水断面大于钻杆内径 1 倍以上, 但没有考虑到深部泥浆粘度较高, 密度较大, 很容易在较小的换浆孔处架桥、阻塞, 使得泥浆不能及时、通畅地进入井管内, 形成内外压差。

### 2.4 灌浆不及时, 压力严重失衡

根据以往下管经验, 一般都是在过滤管下完后每 100 m 灌浆一次。可以观察到管内液面比管外低 10 m 左右。随着下管深度的增加, 液面差还会逐渐减小, 最后泥浆会从管内溢出。根据从井内拔出的过滤管泥包情况看, 泥浆性能极差, 密度大、粘度高、泥皮厚, 再加上过滤管外包网过厚(80 目网包 3 层), 泥皮形成后完全隔断了泥浆通过过滤管缝隙进入管内的通道, 使得管内外压力失衡。过滤管泥包情况见图 2。

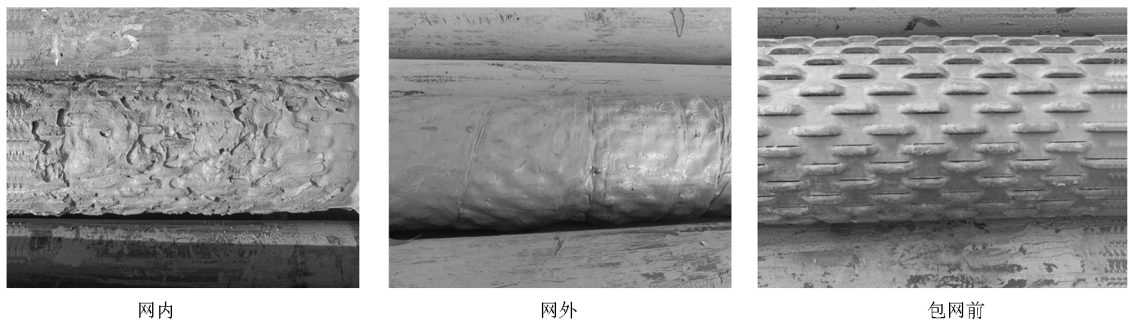


图 2 过滤管泥包现象

当井管拔出, 再次顺孔换浆时, 有相当长的一段泥浆在泥浆槽中的流动性非常差, 测得的漏斗粘度高达 40 ~ 45 s, 密度 1.24 ~ 1.28 kg/L。如此差的泥浆性能, 一方面是由于在下管前的提钻过程中, 以及在下管、拔管的过程中刮下来的泥皮混合在泥浆中,

另一方面与下管前的泥浆本身就比较稠有关。由于泥浆的粘度高, 结构力较强, 在没有专门的除砂除泥装置的强制净化下, 砂及粘土颗粒根本无法完全自然沉淀, 许多细小颗粒悬浮在泥浆中重复循环且越来越多, 最终造成了泥浆的密度越来越大。钻孔内

的泥浆在各个不同的位置,性能参数是完全不同的。随着孔深的增加,下部泥浆受地层压力、温度等复杂地质因素的影响,性能更差。特别是在换浆不彻底,泥浆不均匀的情况下,差别更大。此外,由于灌浆不及时造成的压差作用对过滤管的影响也更大。根据本次测得的泥浆情况,若把孔内泥浆性能看成均匀一致,密度按  $1.24 \text{ kg/L}$  计算,随着孔深的增加,则泥浆压力的变化如图3所示。管内泥浆每亏空  $100 \text{ m}$ ,下部井管管壁上就能产生  $1.24 \text{ MPa}$  的压差。而壁厚  $5.2 \text{ mm}$ 、材质 20 号钢、桥高  $1.5 \text{ mm}$ 、孔隙率  $12.7\%$  的过滤管的挤毁强度仅为  $6.9 \text{ MPa}$ ,折算管内外液面差为  $55.65 \text{ m}$  时就会造成过滤管的挤毁变形。实际上受井底泥浆密度更高等因素的综合影响,施加于过滤管上的压差会远高于这个数值,在灌浆不及时时更容易被挤毁。

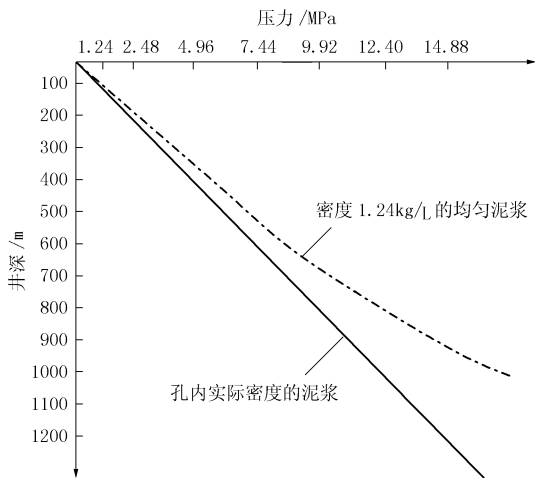


图3 泥浆压力随井深变化情况

## 2.5 井管下放速度太快,泥浆对井管的冲击力过大

从拔出来的井管可以看出,在安装有扶正器的位置,泥包严重,外径与孔径基本一致。这样,井管以较快的速度下放的时候,致密的粘土包裹着的扶正器形成的活塞(见图4),以很高的速度压迫钻井液冲击井管,加上过滤管孔隙的堵塞,对井管产生了一个很大的挤压力。这个力加剧了过滤管的挤毁变形。

实际上,井管在孔内受力情况是非常复杂的。仅以以上简单的分析可以看出,过滤管挤毁事故的发生可能是其中一种原因的影响,也可能是综合因素的共同作用。对于每相邻两节过滤管挤压面互相垂直的现象,开始考虑可能是受过滤管卷制时的焊缝影响,但观察后发现每条过滤管上焊缝的走向都

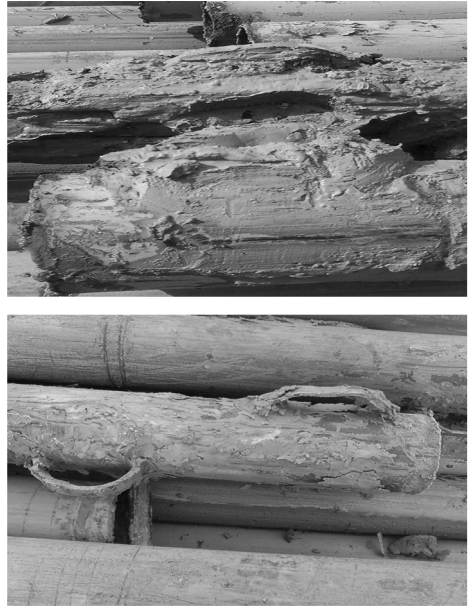


图4 扶正器泥包现象

是随机的,没有规律可循,其机理还需要进一步探讨和研究。

在解决了以上问题后,该孔进行了第二次成井,洗井抽水后,各项指标均超过合同要求。

## 3 经验和体会

这次事故虽然造成的经济损失不大,但教训仍然是深刻的。正因为最终能够将下入孔内的井管全部起拔出来,才有了了解过滤管挤毁事故的第一手资料,进而对其影响因素及危害进行了分析。通过这次事故经历,总结如下经验和体会。

(1) 下管前的工作要严肃谨慎,按照既定程序把工作做细。换浆不仅要把好返浆性能指标、冲孔时间这两关,更重要的是要循序渐进,逐步把泥浆性能控制好,特别是泥浆要均匀。

(2) 下管过程中要适时观察管内泥浆情况,加大补浆频率,把管内外泥浆液面差控制在  $10 \text{ m}$  之内。

(3) 冲孔换浆孔要足够大,过滤管外包网一层为好,保证泥浆通道畅通无阻,管内外泥浆平衡,避免形成较大的压差。

(4) 下管速度要适当,减小活塞效应对井管的冲击力。

(5) 严格井管入库检验制度,保证入井过滤管的强度。