

气举反循环钻进工艺在 3512 m 深的 京热 164 号井中的应用

王玉国¹, 肖海龙², 谢连生³

(1. 北京思源建井有限责任公司, 北京 100037; 2. 北京市地质工程勘察院, 北京 100037; 3. 中国地质科学院勘探技术研究所, 河北 廊坊 065000)

摘要: 经过多次的技术改革和生产实践的检验, 气举反循环钻探工艺目前已成功钻进至 3512 m 深度。与泥浆正循环相比, 体现出了高效率、低成本和利于洗井、成井的特点, 解决了目的层漏失的问题。

关键词: 气举反循环; 地热钻井; 深水井; 双壁钻具

中图分类号: TE249 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-7428(2009)02-0009-03

Application of Airlift Reverse Circulation Drilling in Jingre 164[#] Well of 3512 m Depth/WANG Yu-guo¹, XIAO Hai-long², XIE Lian-sheng³ (1. Beijing Siyuan Well Construction Co., Ltd., Beijing 100037, China; 2. Beijing Institute of Geo-engineering and Exploration, Beijing 100037, China; 3. The Institute of Exploration Techniques, CAGS, Langfang Hebei 065000, China)

Abstract: Through many times of technical innovation and production practice, 3512 m drilling depth has been achieved by air-lift reverse circulation drilling technology. Compared with the slurry positive circulation, leakage in target layer is controlled with higher efficiency, lower cost, easy well-washing and completion.

Key words: air-lift reverse circulation; geo-thermal drilling; deep water well; double-walled drilling tool

1 气举反循环的工作原理

如图 1 所示, 压缩空气通过供气管路送至井内气水混合室, 使其与钻杆内的泥浆或水混合, 从而形成密度 $< 1 \text{ kg/L}$ (或近似 1 kg/L) 的充气液流, 钻杆内的液柱压力减小, 在内钻杆内部和内外钻杆环空间隙形成液柱压差。因此在双层钻杆柱环空间隙的液柱压差的作用下产生初步反循环。更重要的是, 与此同时, 压缩空气的高速注入和形成的气泡群在上升液柱迫促下, 在上升过程中气泡逐渐胀大, 产生一定动能量, 从而发挥气举作用, 使钻杆内的充气液流夹带岩屑排除孔口。

2 气举反循环钻进工艺存在的问题

我们曾在气举反循环钻探工艺方面做过大量的尝试与改进工作, 钻井适用深度也逐渐由原来的 1700 m 左右增至 2200 m 左右, 其中良热 -26 井中利用气举反循环钻进工艺钻进至 2400 m 的深度, 京灌 -7 井中利用气举反循环钻进工艺钻进至 3088 m 的深度。深深体会到了反循环钻进在深井施工的强大优势, 但也发现了有关气举反循环钻探工艺在深井施工中产生的许多问题。

(1) 气水笼头 (后改为气盒子) 的承载力问题。在深井中使用时由于钻具串质量大, 使气水笼头 (后改为气盒子) 的压力轴承负荷增大, 特别是在跳

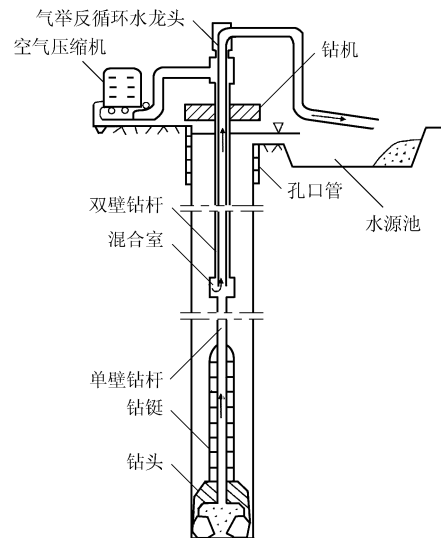


图 1 气举反循环钻探示意图

收稿日期: 2008-09-16

作者简介: 王玉国 (1964-), 男 (汉族), 内蒙古人, 北京思源建井有限责任公司总经理、高级工程师, 探矿工程专业, 从事钻探工程方面的技术工作, 北京市海淀区北洼路 90 号; 肖海龙 (1973-), 男 (汉族), 河南人, 北京市地质工程勘察院, 探矿工程专业, 硕士, 从事钻探工程、岩土工程方面的技术工作, 北京市海淀区北洼路 90 号, xhbjdky@tom.com。

钻时,压力轴承受冲击会迅速损坏。

(2)气水混合室易发生淤堵。当地层情况允许时,一般直接使用清水作为冲洗液,清水悬浮岩屑的能力较差,当停止通气如加钻杆等情况时,悬浮的岩屑沉淀下来经常会造成气水混合室气孔堵塞。

(3)深井施工中尤其是水位较深时密封管串内压力较大,双壁钻具管串的密封更为困难。

3 对双壁钻具的改进

为了解决气举反循环钻进工艺中存在的问题,我们共同攻关,对双壁钻具的内部结构、内外管连接方式、钻杆连接密封、气水混合室、气盒子等进行了改制,系统地解决了气举反循环钻进工艺在生产实践中所遇到的问题,于2006年2月,在京热164号井并深达2760 m时投入使用。

该井位于北京市丰台区王佐镇南宫地热博览园北面,设计并深3500 m,取蓟县系雾迷山组溶岩裂隙热矿水。由于所施工的井比较深,本井钻进达到3512 m,钻具的质量达到70多吨,随之钻进中的扭矩也加大,这样对钻具的强度提出更高的要求。

为此我们选用API标准生产的对焊钻杆做外管,钢级达到G、S级,内管选用API标准套管钢级N80的油管,其抗磨性与硬度远高于普通管材。内外管间用支撑块支撑,保证使用中环空气路的畅通。

内外管的固定原来使用销钉连接,由于钻具反复拧卸及钻进产生的纵向与横向的扭力和震动,销钉经常松动,造成内管上下串动,无法使用,我们经过对钻具内部结构认真分析,将内外管连接方式进行了较大的改进,采用与钻杆连接螺纹相似的API标准数字型螺纹连接,再用销钉加固,经过多次试验,效果非常好。

此外增加钻杆内管连接密封套的长度,由原来的单密封圈变为双密封圈对内管间密封,起到很好的作用。

气水混合室排气孔改为斜向上具有一定角度的排气孔,更有利于气水的均匀混合,保证在气水混合上返过程中的连续性与稳定性,有利于均匀排渣。

气盒子受钻井深度增加的强度影响,采用整体 $\varnothing 178 \sim 203$ mm的接头料加工而成,完全保证钻进安全。

4 京热164号井正反循环钻进工艺效果对比

钻具组合: $\varnothing 152$ mm钻头 + $\varnothing 121$ mm钻铤 + $\varnothing 89$ mm钻杆 + $\varnothing 127$ mm双壁钻杆 + 双壁主动钻

杆。

京热164号井 $\varnothing 178$ mm技术套管下至2647 m,自2630 m以深为蓟县系基岩,地层稳定性较好,使用气举反循环钻进时冲洗液改为清水,当目的层供水充足时停止向孔内补水,直接抽取地层水作为冲洗液。

4.1 钻进效率得到了较大的提高

气举反循环钻进冲洗液上返速度快,孔底干净,岩屑重复破碎率低。使用清水做冲洗液大大降低了孔底基岩面所受的液柱压力,有利于岩屑崩落释放。清水的浸润性也较细分散泥浆好,更有利于基岩的破碎。

京热164号井2760 m以浅使用的是泥浆正循环钻进工艺,并深至2630 m左右时,岩性为燧石条带白云岩,钻进速度明显变慢,平均纯钻进效率约0.7 m/h(最低钻速仅0.3 m/h),且随着井深的加深而趋向更慢。

使用气举反循环钻进工艺后,从2760 ~ 3512 m,平均纯钻进效率约1.32 m/h(最高钻速达到了3.12 m/h)。钻进速度是泥浆正循环钻进的近1.9倍,生产效率得到了较大的提高。

4.2 单钻头进尺显著提高

京热164号井自2630 ~ 2928 m为蓟县系燧石条带白云岩,硬度较高。使用正循环钻进时单钻头进尺平均约25.3 m,使用气举反循环钻进后单钻头进尺平均为52.6 m,为正循环钻进的2.08倍。大大节约了钻井成本。

4.3 简化了泥浆系统

使用泥浆正循环钻进工艺需要一套完整的泥浆系统,本井改用气举反循环钻进工艺后,使用清水代替了泥浆,不仅提高了钻速,还节省了泥浆配制、维护费用和大量的人力。

4.4 解决了目的层漏失的问题

目的层一般裂隙较发育,同时也容易发生漏失。采用泥浆正循环钻进,经常要花费大量的人力、物力和时间进行堵漏,既增加了成本,又延误了工期,还对目的层的裂隙造成堵塞,使目的层水质受到了污染。采用气举反循环工艺钻进,由于岩屑随冲洗液从钻杆内返出地面,不必考虑堵漏问题。避免了因堵漏造成的浪费、误工、裂隙堵塞等一系列问题。创造了良好的经济效益。

4.5 利于洗井、成井

使用泥浆正循环钻进工艺钻进目的层时,泥浆由钻杆和孔壁间的环状间隙上返。由于水井目的层

的压力与泥浆压力相比大多为负压,因此泥浆在孔壁上形成泥皮前可能会有一部分岩屑及泥浆进入目的层岩石裂隙,造成裂隙堵塞和污染。特别是对于地热井,在井下的高温高压下,长期堵塞于裂隙中的泥浆会增稠甚至胶化,给洗井工作带来极大的困难甚至无法成井。

而气举反循环工艺钻进时,泥浆由钻杆内上返,夹裹着岩屑的冲洗液不与孔壁接触,不会进入孔壁裂隙内造成堵塞。在本井钻进中使用了清水作为冲洗液,更避免了泥浆进入目的层岩石裂隙而带来的麻烦。

利用气举泵抽水洗井是洗井作业中的一种常规物理洗井手段,只是在目的层裂隙发育相对较差或裂隙堵塞时为增大出水量才采用酸化、射弹甚至爆破等方法。气举反循环钻进工艺的工作原理与利用气举泵抽水洗井是相同的,因此也可以说气举反循

环钻进本身就是边钻边洗,钻进的同时也在疏通目的层裂隙,保证了目的层的透水性。

5 结语

5.1 结论

气举反循环钻进工艺在深水井施工,特别是在目的层钻进中具有强大的优势和潜力。我们利用气举反循环钻进工艺已成功完成了2口3500 m深井的施工,创造了目前国内的最深纪录。使气举反循环钻进技术在生产实践中得到了很大的发展,取得了显著的效益。

5.2 体会

对于井较深、岩屑上返时间较长的情况下,对空压机的配备还有待进一步研究,以期达到最佳效能比。

以上,平均每米为6.7元。

总之,绳索取心液动锤是一种技术含量高的新型钻探工具,为钻探事业的发展提供了新的技术手段,值得钻探行业大力推广使用。

参考文献:

- [1] 杨泽英. SYZX75型绳索取心液动潜孔锤的研制[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2007, 34(9).
- [2] 朱金凤, 陈师逊. SYZX75型绳索取心液动锤在招远玲珑金矿勘探中的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2008, 35(8).
- [3] 傅丛群, 彭金灶. SYZX75型绳索取心液动锤在福建武平银多金属矿的应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2008, 35(6).

施工过程中必须严格控制加重泥浆的各项指标,特别是泥浆密度,严防密度过低后使孔内涌水浸入泥浆体系,稀释泥浆后再次发生涌水事故。

(4) 地层较为稳定的钻孔,采用分水接头提引器分流涌水能够简单经济地解决钻孔涌水出现的施工问题。

(5) 钻孔出现涌水,应及时采取相应技术措施,消除人身、孔内、机械等各种安全隐患,确保安全生产。当安全受到威胁时,应做到“宁停不抢”。

参考文献:

- [1] 习辉, 李三军. 山东大磨曲家矿区 ZK9203 钻孔夹钻事故处理[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2008, 35(8).

(上接第6页)

的好处,指导他们使用的技术要点,这样才能使工人逐渐掌握 SYZX75 绳索取心液动锤的使用技巧,取得好的使用效果。

5 对钻具的评价

(1) 该钻具结构简单,拆装维修方便,对现场设备无特殊要求;

(2) 主要零部件寿命长,易损件上缸套、下缸套、冲锤体、承冲环和传功环的单体寿命都在180 h以上;

(3) 钻具的性价比高,每套钻具进尺在3000 m

(上接第8页)

总台时984 h,纯钻率32.4%,辅助率24.7%,机故率3.8%,孔故率37.4%,停待率1.7%;台月效率548.93 m。

3 施工体会及建议

(1) 发生钻孔涌水事故,首先应提出孔内钻具,再进行涌水观测,测定孔口涌水压力、涌水量、涌水温度等有关技术参数,以确定处理方案。

(2) 涌水钻孔的地下承压水大多是连通活动的,采用水泥封固处理一般难以奏效,不推荐采用。

(3) 地层复杂、涌水压力较低的涌水钻孔,宜采用加重优质泥浆压住涌水,快速钻穿涌水地层后,下入套管封闭隔离涌水层位,再进行下部孔段施工。