

# 大庆油田古龙1井气体钻井应用实践

王建艳

(大庆钻探工程公司钻井工程技术研究院,黑龙江 大庆 163413)

**摘要:**古龙1井是大庆油田2008年完钻最深的一口天然气探井,在三开 $\varnothing 311.2$  mm井眼进行了空气/雾化钻井实践。针对实际钻进中存在的问题,对比分析了不同介质气体钻井方式在松辽盆地泉二段以下的应用情况,并优选了合适的钻进方式。实钻结果表明,该井创造了大庆油田松辽盆地有史以来 $\varnothing 311.2$  mm井段空气钻进至井深4301.05 m,井段最深、温度最高的记录,在井壁失稳、持续出水的情况下,克服重重困难,空气、雾化钻进了1196.05 m,平均机械钻速7.9 m/h,单只钻头最高进尺达到了552.86 m。

**关键词:**气体钻井;钻头;优化设计;古龙1井

**中图分类号:**TE242.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2010)05-0014-03

**Application Practice of Gas Drilling for Well Gulong 1 in Daqing Oil Field/WANG Jian-yan** (Drilling Engineering Technology Research Institute, Daqing Drilling Engineering Corporation, Daqing Heilongjiang 163413, China)

**Abstract:** Well Gulong1 is the deepest natural gas exploration well of Daqing oil field in 2008, air/mist drilling practice was made in the  $\varnothing 311.2$  mm third spud section. According to the existing problems, analysis on the application was made for air drilling with different mediums and proper drilling method was optimally selected. The practice showed that the record was made with the deepest well depth and the highest temperature for air drilling in  $\varnothing 311.2$  mm well section in Daqing oil field Song-Liao basin, the air/mist drilling reached to 1196.05 m with average penetration rate of 7.9 m/h, and the maximum drilling footage was up to 552.86 m.

**Key words:** air drilling; drilling bit; optimal design; Well Gulong 1 of Daqing

大庆油田从2005年开始进行空气钻井科研攻关和现场试验研究,主要目的是利用气体钻井技术来探索能够大幅度提高泉头组以下机械钻速的新技术。截止目前,徐深气田已完成气体钻井施工21口,现场试验表明,在泉一段以下地层稳定,采用气体钻井能够大幅度提高机械钻速,但是由于气体钻井是一项新兴钻井技术,设计中选用何种循环介质和破岩工具需要不断的现场试验,才能优选出合适的钻进方式。为此在古龙1井三开进行了气体钻井试验,三开 $\varnothing 311.2$  mm井眼3105.00~4301.05 m井段推广了空气/雾化钻井工艺方式,由威德福提供空气/雾化钻井服务和一体化钻井项目管理服务,施工中泉二段平均机械钻速15.95 m/h,较邻井显著提高。

## 1 古龙1井基本情况

古龙1井是松辽盆地北部西部断陷区古龙断陷古龙次凹构造的一口风险探井,设计井深6320 m,勘探目的是为了揭示古龙断陷深层主体凹陷的含气性,揭示营城组、沙河子组烃源岩发育情况及资源潜

力。完钻层位为沙河子组。

通过设计方案论证、地层出水预测,决定在古龙1井三开 $\varnothing 311.2$  mm井眼进行空气锤/牙轮钻头和空气/泡沫提速钻井技术试验,井段3100~4610 m,层位为泉二段~登娄库组,实际气体钻进井段3105~4301.05 m,层位为泉二段~登三段。

## 2 三开空气/雾化现场施工难点

古龙1井为松辽盆地有史以来设计井深最深、温度最高的一口风险探井,由于该地区地层复杂、变化大,地质资料有限,施工中存在一定的难点和风险。根据近几年气体钻井施工资料发现,在该层位进行气体钻井将遇到以下施工难点,为空气/雾化钻井工艺方式的选择提出了一定的要求。

### 2.1 地层出水及井眼清洁问题

在空气钻井中,地层出水可能造成井眼清洁问题和井壁稳定问题。空气钻井中,地层出水会导致裸眼的泥、页岩水化膨胀,造成井眼缩径或岩石内应力发生变化,造成井壁失稳;岩屑水化后很容易形成泥饼环,堵塞环空通道。出水后的井眼清洁问题就

收稿日期:2009-12-29

作者简介:王建艳(1981-),女(汉族),新疆人,大庆钻探工程公司钻井工程技术研究院助理工程师,石油工程专业,从事探井、评价井等特殊工艺井工程设计和成本预算工作,黑龙江省大庆市八百垅钻井工程技术研究院设计中心,wangjianyan@cnpc.com.cn。

复杂得多。地层少量出水时地面检测不到,因为水被岩屑吸收混合成泥,在钻柱和井壁上聚集,形成泥环,地面的反应是立管压力升高,扭矩增加,出口没有粉尘,如不及时采取措施将导致卡钻。中量进水能够润湿岩屑,不会形成泥环,携带岩屑上升过程中也会粘在井壁上,造成井眼不畅,立管压力也会升高,但升高较慢。

## 2.2 井眼稳定问题

空气钻井的井眼稳定问题主要是井壁剥落掉块和井壁坍塌问题。井壁剥落掉块主要发生在纯空气钻井过程中,由于地层受力的变化,在胶结或成岩性差的地层中,容易出现井壁剥落掉块等不稳定现象。2008年在施工的达深9井钻进至井深3147.24 m时,由于地应力集中和储层异常压力的原因,当钻开地层时,地应力和异常高压释放,造成井塌卡钻。事故处理损失时间31 h。在3804.00~3809.00 m井段由于井壁不稳定,发生了严重的井壁坍塌,气液转化后,下钻划眼过程中发生卡钻事故。

## 2.3 井斜问题

国内各油田空气钻井都出现了不同程度的井斜

问题,长庆油田空气钻井井斜突出的井有2口。徐深气田2006年施工的徐深302井,由于井斜严重超标,空气钻井井深至3555.60 m时,钻时在5~6 min/m,单根立柱憋停顶驱5次,扭矩达到18 kN·m,循环活动钻具,上提出2 m井深3553 m刮卡至1860 kN(遇卡480 kN),震击器震击地面感觉到轻微振动。复杂损失时间932.5 h。

## 3 工艺研究与认识

针对以往该层位气体钻井施工中存在的问题和难点,本井三开空气/雾化钻井施工中,分井段应用了空气锤、牙轮+纯空气钻进和牙轮+雾化钻进3种方式,期间共进行4趟钻(表1),气体钻井进尺1196.05 m,纯钻进时间158.85 h,平均机械钻速7.53 m/h,其中,3105~3857.81 m为空气钻进,进尺752.81 m,机械钻速9.85 m/h,3857.81~4301.05 m为雾化钻进,进尺443.24 m,平均机械钻速5.38 m/h。下面将分别介绍3种方式的现场施工情况及取得的认识。

表1 古龙1井气体钻井数据统计

序号	钻头型号	生产厂家	井段/m	层位	进尺/m	平均机械钻速/(m·h <sup>-1</sup> )	循环介质
1	空气锤 SA0317	smith	3105.00~3273.16	泉二段	168.16	15.95	空气
2	HJTS37GK	江汉	3273.16~3826.02	泉二段~登四段	552.86	9.29	空气
3	HJTS37G	江汉	3826.02~3857.81	登四段	31.79	4.86	空气
			3857.81~4042.02		184.21		雾化
4	HJTS37G	江汉	4042.02~4301.05	登四段~登三段	259.03	5.84	雾化

### 3.1 空气锤

空气锤空气钻进井段3105~3273.16 m,作业时间2.35天,进尺168.16 m,纯钻时间10.54 h,平均机械钻速15.95 m/h。

根据现场施工发现,在泉二段应用空气锤钻进中,地层少量出水,造成2次上提钻具遇卡,活动解卡钻压最大上提钻压250 kN,下压100 kN。由于地层疏松,不稳定,空气锤快速钻进过程中产生了大量的粉尘和地层水,但是由于空气锤外径较大,不允许往上划眼和不推荐往下划眼,造成实际施工井段井径不规则,扩大。同时,空气锤在施工过程中,很难观察到钻压,高速震动对井壁稳定性造成一定的影响。考虑到短起、下钻时遇阻,且模拟接立柱也出现复杂情况下,综合考虑继续钻进困难,决定起钻,换入牙轮钻头空气钻进。

### 3.2 牙轮钻头+纯空气钻进

牙轮钻头+纯空气钻进井段3273.16~

3857.81 m。

采用牙轮+纯空气钻进后,下钻在井深3245.58 m遇阻,采用开气循环划眼的方式后在3233.6、3238、3241和3260 m又分别遇阻,继续采用开气循环划眼的方式后有干粉尘和小块岩屑返出,接回单根,划眼到底。电测解释最大井斜3.68°/3730 m,空气锤钻进井段(3273.16~3275 m)井径扩大率18.9%,牙轮钻头钻进井段(3275~3286.02 m)井径扩大率11%;可能存在出水的层位6段:3101~3103、3230~3237、3370~3375、3650~3659、3729~3733、3735~3737 m。

由数据可以看出,与空气锤钻进相比,牙轮钻头+纯空气钻进时可以随时往上/下划眼,改善了井身质量,有利于井壁稳定,增加了复杂情况下的处理空间。但是在出水地层钻进时,也解决不了泥环的形成。钻进时,经常出现泵压升高、扭矩增大,起钻时钻具有泥块等现象。由于泥环难以清除,被堵、卡

风险大,不能维持正常钻进,影响时效。

### 3.3 牙轮钻头+雾化钻进

牙轮钻头+雾化钻进井段 3857.81~4301.05 m,进尺 443.24 m,其中江汉 HJT537G 钻头雾化钻进时,平均机械钻速 5.84 m/h。

雾化钻进下钻过程中,通气循环,有大量地层水返出,并带出很多小掉块,随着井深和通气循环及划眼的进行,至井底 4042 m,有较多地层水及大量块状岩屑返出。继续钻进至 4102 和 4150 m 时,发生井壁掉块和环空堵塞,循环后,立压下降,返出逐渐正常,井内返出夹带岩屑的泥浆状液体。

钻进至井深 4301.05 m,返出岩屑较稳定,但夹带部分掉块。机械钻速降低,进行起钻至 3500 m 突然遇卡,钻具无法转动,但向下有一个单根活动空间。尝试用开气循环环空堵塞的方法,但最后钻具卡死。然后采取逐级憋压、活动钻具激发震击器的方法,试图疏通环空并建立循环,均未能成功;后来向环空注入工业白油 35 m<sup>3</sup>,浸泡堵塞环空同时继续活动钻具激发震击器,解卡成功,之后转化为泥浆钻井。

通过分析雾化钻进过程发现,采用牙轮钻头+雾化钻进后,消除了泥环的影响,因井壁不稳造成的环空不畅也可以比较容易处理;在足够的空气排量下,带砂能力较前两种方式显著提高,较大(花生米大小)的岩屑也能连续被带出。易于实现连续作业。机械钻速和空气钻进相比,同样钻压下,机械钻速降低不大,通过调整参数,机械钻速仍有较大提速空间。

因此在地层出水不是很大、雾化钻进能够处理的情况下,与空气锤钻进及牙轮钻头+纯空气钻进相比,在该井段采用牙轮钻头+雾化钻进是比较理想的方式。

## 4 结语

(1)古龙 1 井在  $\varnothing 311.2$  mm 井段气体钻井,取得了较好的钻井速度,平均机械钻速 7.9 m/h,单只钻头最高进尺达到了 552.86 m。

(2)建议二开  $\varnothing 339.7$  mm 技术套管尽量深下,封固上部疏松层和出水层,保证三开气体钻进井段的井壁稳定性;

(3)在地层出水不是很大,雾化钻进能够处理的情况下,与空气锤钻进及牙轮钻头+纯空气钻进相比,在泉二段下部采用牙轮钻头+雾化钻进是比较理想的方式。

## 参考文献:

- [1] 杨明合,翟应虎,韩福彬,等.提高徐家围子深井钻井速度的优化钻井技术[J].天然气工业,2008,28(3):67-69.
- [2] 孔凡军,刘永贵,张显军,等.徐深气田深层气体钻井设计及对策[J].天然气工业,2008,28(8):64-66.
- [3] 王昌利,刘永贵,杨淑静.大庆徐深 28 井气体钻井实践[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2008,35(8):24-26.
- [4] 杨智光,赵德云,刘永贵,等.大庆外围深层实施气体钻井的可行性分析[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2005,32(9):55-58.
- [5] 王建艳,刘永贵,艾鑫.大庆油田莺深 2 井钻井设计与实践[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2009,36(9):24-27.

## 阿特拉斯·科普柯压缩机技术将节能技术作为中国市场重点

本刊讯 2010年5月9日,阿特拉斯·科普柯压缩机技术在上海世博园瑞典馆VIP区展示了其长期以来将节能技术带到中国市场的成功经验,并回答了来自全国各地记者的提问。随着公司部分策略管理层从欧洲迁至上海,阿特拉斯·科普柯期待未来能将公司出色的压缩机解决方案,包括能源回收、变速驱动以及空气检测系统等,推广到中国更广阔的市场中去。

阿特拉斯·科普柯压缩机技术总裁 Stephan Kuhn 表示,“随着现在阿特拉斯·科普柯压缩机技术部分高管开始常驻中国,我们将能更好地提供环保压缩机以及空气处理解决方案,比如我们的“零碳”排放压缩机。响应上海世博会“城市,让生活更美好”的主题,我们将继续致力于满足客户要求,降低二氧化碳排放量,并降低拥有成本。2010年晚些时候,我们将在上海再开一家新工厂,为不断增长的中国市场

提供高效涡轮压缩机。”

2009年,阿特拉斯·科普柯公司内置能源回收装置的ZR系列无油空气压缩机是全球首款获得TüV“净零能耗”认证的压缩机。这证明公司的压缩机产品能够百分之百地将输入的电能以热水形式回收。有了这些“零碳”排放压缩机,食品饮料、乳制品、制浆造纸、制药、化工、石化、发电厂、净化室和纺织等大量使用热水和蒸汽的工业部门将能大大降低能耗成本。

阿特拉斯·科普柯的节能技术将为中国政府设定的2020年单位GDP能耗(较2005年水平)降低40%~45%的目标提供支撑。行业数据显示,空气压缩系统占中国工业总用电量的9%左右。因此,阿特拉斯·科普柯公司的节能技术应能极大地有益于环境保护,并为中国实现降低能耗的目标起到重要作用。