

# 和煤 1 井煤层气井钻井液技术

王宏伟, 李玉良

(新疆地质工程公司, 新疆 乌鲁木齐 830091)

**摘要:**针对和煤 1 井的钻井液配方的选择、试验、现场应用效果进行了阐述和分析;对钻进过程中防塌、润滑防卡技术措施进行了总结。

**关键词:**煤层气;钻井;抑制性;绳索取心;润滑防卡

**中图分类号:**P634.6 **文献标识码:**A **文章编号:**1672-7428(2009)01-0025-02

**Drilling Fluid Technology for Coal-bed Methane Well/WANG Hong-wei, LI Yu-liang** (Xinjiang Geo-engineering Company, Urumqi Xinjiang 830091, China)

**Abstract:** The paper analyzed the formula selecting, testing and field application of drilling fluid in Hemei 1# well, summarized the technical measures of anti-collapse and lubricate and sticking control during drilling.

**Key words:** coal-bed Methane; well drilling; inhibition; wire-line coring; lubricate and sticking control

## 1 和煤 1 井工程及地质情况

和煤 1 井位于新疆额敏县和什托洛盖盆地中央拗陷白羊河西凹陷。设计井深 860 m, 是一口煤层气预探井。

井身结构设计要求一开采用 12 ¼ in (Ø311 mm) 钻头钻至井深 251.2 m, 下 9 5/8 in (Ø244.5 mm) 套管至 250 m; 二开用 8 ½ in (Ø215.9 mm) 钻头钻至井深 860 m, 下入 5 ½ in (Ø139.7 mm) 套管固井完井。其中在煤层段用 8 ½ in PDC 阶梯式钻头直接在 APIG105 级 5 in (Ø127 mm) 钻杆内实现绳索连续取心。完钻层位是侏罗系西山窑组(J<sub>2x</sub>), 完钻的原则是钻穿侏罗系西山窑组(J<sub>2x</sub>) 主力煤层, 在钻 60 m “口袋”完钻, 然后套管固井射孔完井。

地层从上到下分别是泥质粒岩、泥质粉砂岩和煤层, 泥岩相对较发育, 煤及细砂岩交互, 井壁稳定性差, 易塌; 地层压力系数低(小于 1.05), 易漏。钻井目的是取全取准岩心、产能等资料, 了解西山窑组煤层的含气性, 评价西山窑组煤层气勘探潜力, 总结白羊河凹陷煤层气成藏条件, 为准格尔盆地煤层气勘探提供技术依据。

## 2 钻井液技术

### 2.1 地质和工程特点对钻井液的要求

(1) 由于煤层机械强度低, 裂缝和割理发育, 存在较高剪切应力作用, 因而煤层段井壁极不稳定, 在钻井完井过程中极易发生井壁坍塌、井漏、起钻遇

卡、下钻遇阻甚至埋掉井眼等井下复杂事故。要求钻井液具有较强的防塌能力。

(2) 地层压力系数低, 易漏, 一方面煤层极易污染, 特别是受钻井、完井液和固井水泥浆中固相颗粒污染, 另一方面煤层破碎和高剪切应力造成井眼不稳定。为了保证安全钻穿煤层, 其主要措施又是提高钻井液、完井液的密度, 也就是增加其固相含量, 但这样又容易污染煤层, 要求钻井液能安全实施堵漏又尽可能减少煤层污染。

(3) 煤层机械强度低, 取心时一般没有完整煤心出筒, 收获率低, 采用绳索取心工具在煤层取心时, 必须保证取心筒上提时间, 要求钻井液具有极好的防粘卡和降低摩擦阻力的效果。

### 2.2 和煤 1 井钻井液室内研究

#### 2.2.1 钻井液体系的优选

为了满足和煤 1 井防塌、防漏、润滑、减阻的要求, 近几年来使用的几十种处理剂, 在室内经抑制性、失水造壁性、润滑性、流变性等评价, 优选出和煤 1 井在二开后不同地层井段使用的防塌、润滑、造壁性能优良的聚磺钻井液体系的主要处理剂为 MAN101、MAN104、NPAN、SMP-1、SPNH、QCX-1、WC-1、阳离子沥青和低荧光润滑剂等。并取一开段的坂土-CMC 钻井液作为二开井段钻井液试验方案的基础浆。试验结果见表 1。

#### 2.2.2 室内评价

室内研究确定的钻井液方案是否能满足含煤层

收稿日期: 2008-08-25

作者简介: 王宏伟(1972-), 男(汉族), 吉林长春人, 新疆地质工程公司副总经理, 钻探工程专业, 从事钻井生产及新技术开发管理工作, 新疆乌鲁木齐市南昌路 76 号, xjdkwhw@163.com。

表 1 和煤 1 井二开钻井液方案

序号	配 方	密度/(g · cm <sup>-3</sup> )	FL /mL	pH	PV / (mPa · s)	YP /Pa	G <sub>1</sub> /Pa	G <sub>2</sub> /Pa	HTHP		K <sub>f</sub>
								B/mL K/mm			
1	工厂轻浆 + 0.3% ~ 0.5% CMC - MV	1.25	3.9	9	30	1.0	3.0	13.5			
2	工厂轻浆 + 0.6% ~ 0.8% MAN101 + 0.5% ~ 0.7% MAN104 + 0.5% ~ 0.7% NPAN + 1.5% ~ 2% SPM - 1 + 1% SPNH + 1% 低荧光润滑剂 + 2% ~ 3% 阳离子乳化沥青 + 0.2% QCX - 1、1% WC - 1	1.05	1.5	7.5	20	10	4	8	5	1	0.052

气井段钻井的要求,在室内进行抑制性评价、膨胀性评价、润滑性防卡性评价。

(1)抑制性评价。采用近似泥岩制成 20 ~ 40 目的样品,在成果配方中作滚动回收率试验,结果见表 2。

表 2 滚动回收率评价

编号	配 方	一次回收率/%	二次回收率/%
1	蒸馏水	5.3	0
2	聚合物屏蔽暂堵配方	95	85

(2)膨胀性评价。取配浆坂土(钙基)在室温、

表 4 润滑防卡性能

K <sub>f</sub>	LEM	极压润滑系数	HTHP 失水仪			可 压 缩 性					
			测温 /°C	B /mL	K /mm	3.5 MPa HTHP 静			0.7 MPa HTHP 静		
						测温/°C	B/mL	K/mm	测温/°C	B/mL	K/mm
0.052	0.041	0.11	80	6.1	1	80	5.8	1	80	5.4	1

(4)从抑制性评价看出,聚磺钻井液配方对泥岩的回收率高和线性膨胀率低,说明该钻井液设计方案具有较强的抑制性;润滑防卡性能评价结果表明,聚磺钻井液的润滑性评价无论是 LEM,还是极压润滑系数和泥饼摩擦系数均很小,高温高压动态下泥饼和高温高压静态下泥饼均薄而韧,可压缩性好,表现出极好的防卡润滑性能。

### 3 现场应用

#### 3.1 维护处理措施

(1)清除沉砂罐和循环罐中的沉砂,将高分子包被剂和降滤失剂配成胶液,充分循环搅拌均匀,然后用胶液和清水将一开钻井液稀释至坂土含量在 40 g/L 左右,开动固控设备清除钻井液中有害颗粒,按配方要求转化钻井液,要求钻井液性能和各处理剂加量必须一次到位和满足设计要求。

(2)钻进过程中应根据井下实际和钻井液性能情况,按设计提示的各种处理剂比例配成等浓度的胶液,以细水长流的方式补充和维护钻井液,钻进过程中要做到勤维护和勤测量钻井液性能,尽量避免钻井液性能波动过大。

(3)钻进中以 MAN104 加强抑制,以 MAN101、NPAN 控制钻井液滤失量,以 SMP - 1、SPNH、阳离

子乳化沥青改善滤饼质量,增强滤饼的防渗性,加足低荧光润滑剂,注意防卡。

表 3 膨胀性评价

编号	配 方	4 h 膨胀率/%	8 h 膨胀率/%
1	蒸馏水	25.78	56.12
2	聚合物屏蔽暂堵配方	5.49	11.21

(3)润滑防卡性能评价。对聚磺钻井液成果配方的润滑防卡性能在室内用 LEM、极压润滑仪和 HTHP 动态失水仪等专用仪器评价,结果见表 4。

子乳化沥青改善滤饼质量,增强滤饼的防渗性,加足低荧光润滑剂,注意防卡。

(4)煤层段地层承压能力低,钻进过程中严格控制钻井液密度,并加足阳离子乳化沥青以提高钻井液的封堵能力。进入目的层(煤层)钻进前一次性加入 2% QCX - 1、1% WC - 1 的油气层保护剂,以后每钻进 100 m 再加入 2% QCX - 1、1% WC - 1,保证钻井液中油气层保护剂在 2% 以上,以致形成高强度低渗率的屏蔽暂堵要求。尽量减少钻井液滤液进入气层产生伤害。

#### 3.2 现场应用效果

和煤 1 井完钻井深 960 m,最高钻井液密度控制在 1.13 g/cm<sup>3</sup>,钻井周期 19 天,全井机械钻速 15.6 m/h,全井无事故,绳索取心收获率达到 88.6%,满足勘探目的要求。

(1)全井二开后使用合理性配伍处理剂,对泥岩的水化膨胀线性强抑制、严封堵原理、控制优质的防塌聚磺钻井液性能,有效地预防了煤层的欠压实不稳定性造成的井壁失稳垮塌掉快。井眼规则,开泵畅通无沉砂,电测成功率 100%,静止 28 h 后下钻通井顺利到底。完井固井质量声幅为优。

(下转第 30 页)

价为125.20元/m<sup>2</sup>,比砼防渗墙低109.42元/m<sup>2</sup>,变更更前砼防渗墙造价为2111.58万元。因变更设计方案比原方案节约投资984.75万元,节省达46.6%,方案变更带来显著的经济效益。表3为变更后深层搅拌地下连续墙造价计算。

表3 深层搅拌地下连续墙造价计算

项 目	单 价	工 程 量	合 价/元
机械式深层搅拌/m <sup>2</sup>	98.14	76140.00	7472379.60
高喷钻孔/m	45.28	41979.70	1900840.82
高压摆喷/m	216.15	7620.60	1647192.69
高压旋喷/m	364.57	679.90	247871.14
合计			11268284.25

### 3.3.2 替代进口装备效益

目前BJS-L50型成套设备可替代进口同类设备如SMW、TRD等工法所需设备。据调查了解进口设备原价为900~1400万元人民币,国内生产组装价为600~800万元人民币。以每台600万元人民币计,则用BJS-L50型设备每台可节省360万元。

东平湖围坝除险加固工程,若使用进口设备来完成,同样工期条件下至少需3台设备,若用BJS-L50型成套设备替代则可节省投资1080万元。

### 3.4 社会效益分析

本装备同众多同类装备相比,具有施工工程效果好、效率高、造价低、无环境污染等优点。仅从工程造价方面来讲,每平方米防渗墙可节省造价100~200元。目前,我国每年需要加固的防渗墙不少于200万m<sup>2</sup>。若使用本装备每年可为国家节省资

金达亿元人民币。1998年长江及主要支流多处决堤,据分析主要是堤基管涌、渗水造成。近几年,我国仍有部分大江大河及水库出现渗水险情,这些险工险段若能及时得到防渗加固处理,减少堤防决口,则减免的洪水损失及抢险修复水利工程的损失不可低估,从而产生的间接社会效益难以估量。

## 4 结语

实践表明,本装备设备造价低(每台套200~250万元)、成墙造价低(100~180元/m<sup>2</sup>)、操作简便、工效较高、工程效果能满足要求等优点,具有良好的市场前景、经济效益和社会效益,可广泛应用,较适合中国国情,同国外同等技术相比具有很强的竞争能力。目前,全国堤防总长25万km,其中需要加固的堤防有近1万km。我国共有8.4万多座水库,经水利部鉴定,有3万多座三类坝水库,有1346座水库被列为重点病险库。另外,工业与民用建筑的基坑支护止水、垃圾场防渗等也有大量防渗墙。据了解,近10年我国将建造500多个垃圾场。因此,本装备的市场前景广阔。

### 参考文献:

- [1] 刘保平,宋淑平. 深层搅拌法的设计施工与应用[M]. 济南: 济南出版社,2003.
- [2] 刘保平,陈兆霞. ZCJ-25型多头深层搅拌设备及应用[J]. 水利水电技术,2004,35(4):37-39.
- [3] 丛嵩森. 地下连续墙的设计施工与应用[M]. 北京: 中国水利水电出版社,2000.

(上接第26页)

(2) 润滑防卡效果好,在5in钻杆内顺利完成绳索取心任务,综合岩心收获率达到88%以上,确保了生产的连续性,加快了钻井速度,缩短了完井时间,减少了钻井液对煤储层的浸泡时间,取全取准了各项资料。

(3) 所选择使用的聚磺钻井液流变性动塑比高,进一步优化了钻井水力参数,有效防止了煤层井筒周围的剪应力过大或过小而引起的渗透率降低。减少了压力敏感性对煤层的损害。

## 4 结语

(1) 低密度聚磺钻井液采用强抑制、严封堵润滑防卡原理成功解决了和煤1井钻井过程的防塌、防污染、快速取心等技术问题,实现了全井安全快速钻进,达到了勘探的目的。

(2) 钻遇煤层,承压能力低,采用低密度聚磺钻井液性能的维护非常重要,尽可能维持密度下限。同时,必须要保证钻井液pH值较低(7.0~7.5),防止酸碱发生反应,伤害煤层。

(3) 在工程技术措施上,钻遇煤层,降低钻井泵排量和转盘转速,简化钻具结构,达到减少环空压耗的目的。在操作开泵循环时由小到大,起下钻严格控制速度,防止压力激动。

### 参考文献:

- [1] 赵庆波. 煤层气地质与勘探技术[M]. 北京: 石油工业出版社,1999.
- [2] 中油长城钻井有限责任公司钻井液分公司. 钻井液技术手册[M]. 北京: 石油工业出版社,2005.
- [3] 徐同台. 21世纪初国外钻井液和完井液技术[M]. 北京: 石油工业出版社,2004.