

定向钻井技术在阜康煤层气示范工程中的应用

汤建江, 黄建明, 刘蒙蒙

(新疆维吾尔自治区煤田地质局一五六煤田地质勘探队, 新疆 乌鲁木齐 830009)

摘要:新疆阜康白杨河矿区煤层气开发利用先导性示范工程是新疆第一个煤层气开发利用示范工程。新疆阜康白杨河矿区地形复杂, 多为山地丘陵, 地层具有“高倾角、多煤层、大厚度”的地质特点, 示范工程部署的井型大部分为丛式井, 因此定向钻井技术得到广泛应用。本文主要从示范工程现有井排采情况, 分析了井身质量对管杆偏磨的影响, 并从钻具组合和定向工艺优化等几个方面对本地区定向钻井技术进行了研究, 同时对该技术在本区块应用过程中出现的一些问题进行了探讨, 为今后该区块定向钻井技术的推广应用奠定了技术基础。

关键词:煤层气; 丛式井; 定向钻井技术; 钻井工程; 管杆偏磨

中图分类号: P634.8 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2018)01-0028-03

Application of Directional Drilling Technology in Fukang CBM Demonstration Project/TANG Jian-jiang, HUANG Jian-ming, LIU Meng-meng (No. 156 Coalfield Geological Prospecting Team of Xinjiang Uygur Autonomous Region Coalfield Geological Bureau, Urumqi Xinjiang 830009, China)

Abstract: Xinjiang Baiyanghe mining area is the first case of CBM development and utilization demonstration project in Fukang of Xinjiang, mountains and hills there make complicated topography with geological characteristics of high strata dip, multiple and large thickness of coal seams. Therefore, cluster wells are mainly planned in this area and the directional drilling technology is widely applied. This paper mainly analyzes the influence of well bore quality on the eccentric abrasion of tube and rod based on the drainage and production situation of existing wells in the demonstration project, and studies the directional drilling technology in this area in bottom-hole assembly and directional drilling technique optimization. Some problems in the application of directional drilling technology are discussed, which can provide technical basis for the future application of this technology in this area.

Key words: coalbed methane; cluster wells; directional drilling technology; drilling engineering; eccentric abrasion of pipe and rod

1 定向钻井技术在示范区应用的必要性

新疆阜康白杨河矿区地层具有“高倾角、多煤层、大厚度”的地质特点, 地层倾角 $45^{\circ} \sim 53^{\circ}$, 地形复杂, 为山地丘陵, 地表基岩出露多, 植被较少, 草场类型二等二级, 生态环境脆弱。示范区设计主要井型为丛式井, 具有如下优点^[1]: (1) 最大限度降低对生态环境破坏, 减少污染; (2) 有效利用土地资源, 减少征地、修井场等钻前费用; (3) 便于钻井、压裂施工管理, 减少搬迁费用; (4) 便于排采集中统一管理。

白杨河矿区的地质特点均定了丛式井为其开发主力井型, 丛式井主要包括直井和定向井。由于地层倾角大, 地层软硬互层, 在直井施工过程中井斜不容易控制, 很容易超标。在以往施工的5口煤层气井中, 采用常规的钻具组合和钻井工艺, 施工过程中井斜严重超标。因此, 该区块的直井也需要定向钻

井技术, 在钻井过程中实时监控井斜, 保证井身质量安全。根据该区块地层特点, 为了控制入煤层的井斜角以及保证井网的均匀分布, 根据煤层的深度和厚度分别设计了三段制和五段制的定向井, 这跟山西等地的丛式井是有本质区别的。该区块的井型决定了定向钻井技术将得到广泛应用, 本文将研究适合该区块的定向钻井技术, 以提高施工效率, 保证井身质量, 确保后期排采过程中减少管杆偏磨, 提高排采效率, 降低排采成本。

2 井身质量对管杆偏磨的影响及其控制要求

煤层气开发井对井身质量要求高。井眼轨迹不仅要满足钻井、地质等目的, 还必须符合煤层气排采的需求, 井眼轨迹对排采管柱偏磨具有较大影响^[2]。示范工程的煤层气井经过一年多时间排采,

收稿日期: 2017-03-13; 修回日期: 2017-12-11

基金项目: 国家科技重大专项项目“新疆准噶尔、三塘湖盆地中低煤阶煤层气资源与开发技术”项目课题3“阜康东部砂沟煤层气开发先导试验”(编号: 2016ZX05043); 新疆国土资源厅地质勘查基金项目“阜康市白杨河矿区煤层气开发利用先导性示范工程”(编号: N14-4-XJ01)

作者简介: 汤建江, 男, 汉族, 1970年生, 煤层气工程中心科长, 全国五一劳动奖章获得者, 主要从事煤层气钻完井技术研究, 新疆乌鲁木齐市沙依巴克区西山71号156队, 1540773124@qq.com。

一些井陆续出现抽油杆偏磨现象,个别井出现严重偏磨情况。通过对现有排采井的分析,研究井身质量对管杆偏磨的影响,为煤层气钻井井眼轨迹优化设计提供了依据。通过对比分析,我们得出以下结论:(1)直井的管杆偏磨情况要明显好于定向井;(2)影响管杆偏磨最主要的因素就是井身质量中的全角变化率,即“狗腿度”;(3)在同等条件下,井斜角越大,管杆偏磨越严重。

根据分析井眼轨迹对偏磨的影响,为了保障定向井的井身质量,需要明确定向井井身质量控制要求:(1)在不影响地质目的情况下,地形条件允许和钻井成本可控条件下,除部署的特殊工艺井外,煤层气生产井井型尽量采用直井;(2)定向井增斜段“狗腿度”尽量小,增斜段的设计全角变化 $\gamma < (3^\circ \sim 4^\circ) / 30 \text{ m}$,实际施工过程中控制“狗腿度” $\gamma < 4^\circ / 30 \text{ m}$;(3)定向井设计最大井斜角在满足地质目的之下,尽量降低,一般不高于 35° 。

3 钻具组合优化

3.1 钻具组合优选原则

钻具组合优化是定向钻井技术里面关键的环节,好的钻具组合可以提高施工效率,降低钻井成本。钻具组合的优化主要从三个方面考虑^[4]:第一,减小摩阻,增加柔性,降低定向钻进中的托压现象;第二,减小起下钻次数,提高机械钻速;第三,有利于实钻轨迹控制,直井段防斜,定向段及稳斜段轨迹控制,保证井身质量合格。

白杨河矿区煤层气示范工程以丛式井为主,优化后的钻具组合要确保安全快速钻进并保证井身质量。区块地层倾角大,煤层多,泥岩、煤层和砂岩互层严重,常规的钟摆钻具、偏心钻具、满眼钻具组合等传统防斜工艺在大倾角地层防斜效果差,钻压小,钻进效率低,定向井方位和井斜漂移较大,难控制,要求全井段使用螺杆+PDC钻头复合钻井技术。复合钻井技术可提高钻进效率,缩短钻井周期,减小井内不安全因素,从而降低钻井成本,是一种高效经济的钻井方式,其具有以下优点:(1)提高机械钻速,降低或避免钻具疲劳损坏、断裂等事故;(2)可以降低转盘转速和钻机负荷,从而减少油耗,降低设备磨损,并减少机修时间,提高生产时效。

3.2 优选的钻具组合

3.2.1 一开钻具组合优选

$\text{Ø}311.1 \text{ mm}$ PDC 钻头 + $\text{Ø}197 \text{ mm}$ 螺杆钻具 + $\text{Ø}177 \text{ mm}$ 无磁钻铤 + $\text{Ø}159 \text{ mm}$ 钻铤 + $\text{Ø}127 \text{ mm}$ 钻杆 + 方钻杆。

优点:一开使用 MWD 随钻测斜钻具组合可保证一开井斜。

3.2.2 二开钻具组合优化

(1)小位移井钻具组合: $\text{Ø}215.9 \text{ mm}$ PDC 钻头 + $\text{Ø}172 \text{ mm}$ 螺杆钻具 + $\text{Ø}165 \text{ mm}$ 定向短接 + $\text{Ø}159 \text{ mm}$ 无磁钻铤 + $\text{Ø}159 \text{ mm}$ 钻铤 + $\text{Ø}127 \text{ mm}$ 钻杆 + 方钻杆。

优点:二开一趟钻具完钻,减少起下钻及辅助作业时间,缩短钻井周期。

(2)较深井或大位移井钻具组合: $\text{Ø}215.9 \text{ mm}$ PDC 钻头 + $\text{Ø}172 \text{ mm}$ 螺杆钻具 + $\text{Ø}159 \text{ mm}$ 无磁钻铤 + $\text{Ø}127 \text{ mm}$ 加重钻杆 + $\text{Ø}127 \text{ mm}$ 钻杆 + 方钻杆。

优点:减小大井斜、大位移及“狗腿”对定向钻进托压的影响,提高滑动钻进效率。

4 定向钻井工艺优化及应用

4.1 直井纠斜工艺优化及应用

白杨河矿区地层倾角大,直井施工过程中井斜容易超标。FS-58井是一口参数井+生产试验井,取心段572~771m。取心段之前井斜始终保持在 1° 之内,取心段无法使用MWD,井斜急剧增大至 14° ,井眼轨迹如图1所示,这说明在白杨河区块直井防斜非常有必要。在直井钻进过程中,传统的工艺都是采用防斜打直的钻具组合,配合单点测斜监控井斜,在井斜超标的时候往往采用轻压吊打等方式降斜,造成施工效率低下。为了保证施工效率和井身质量,白杨河矿区直井施工过程中采用螺杆马达+PDC钻头的钻具组合进行复合钻进,配合无线MWD随钻测量随时监控井斜,由于复合钻进技术

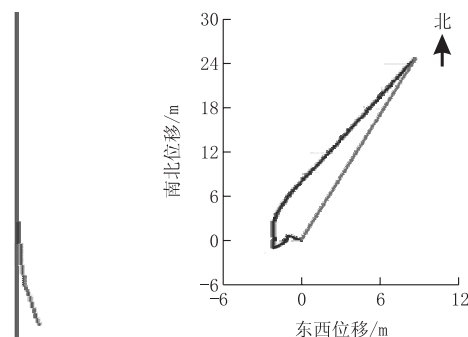


图1 井身剖面投影图及水平投影

在钻进过程中利用螺杆马达的高转速,可以利用轻钻压,钻进过程中井斜不易超标。在钻进过程中井斜超标也可以随时用螺杆马达进行纠斜。该工艺在白杨河矿区得到广泛应用,井身质量得到了保障。

4.2 造斜段的定向施工工艺

(1) 优选合适的钻头和钻具组合,即要考虑造斜段施工要求,还应方便后期稳斜段施工。

(2) 总结区块钻井时方位漂移规律,充分考虑地层造斜力的影响,并在实钻轨迹控制时予以考虑,如造斜力与靶方位相同,定向时减小井斜角,反之则定向时增大井斜角。

(3) 定向钻进时,每个单根测量并记录井斜和方位数据一次。分析定向规律,发现全角变化率有超标迹象,及时调整定向井段的长度,应采用每根定向+复合钻进的钻进模式。

4.3 定向工艺优化及应用

4.3.1 定向钻井技术在预防事故中的应用

在定向过程中,可以通过观察一些现象来分析井下情况,预防一些事故的发生。FS-40井在200多米处复合钻进进尺很慢,测得井斜增大,进行定向降斜,定向过程中预留了20°的反扭角。在给钻头加上40 kN钻压定向钻进后发现在钻头未接触井底与钻进2种状态下反扭角没有发生变化、而且不进尺。分析钻具不存在托压情况,定向钻进不进尺,并且没有反扭角,而复合钻进有进尺但进尺很慢,说明定向滑动钻进时钻头没有转动,螺杆钻具损坏,继续复合钻进可能烧钻,立即起钻检查。起出钻具后检查发现,事故原因是螺杆旁通阀损坏,钻井循环介质没有通过马达及钻头,大部分通过旁通阀流出钻柱,因此避免了事故的发生。

4.3.2 定向过程中托压问题的解决方案

在定向钻进中常常出现托压情况,严重影响钻进速度,钻进硬地层尤为突出。托压现象出现的原因主要有:钻具组合不合理、“狗腿度”过大、地层原因和泥浆泥皮虚厚等。减少钻具和井壁的接触面积可以有效降低钻具摩阻,减少托压概率,因此在定向井施工过程中,使用加重钻杆代替钻铤,以防止托压导致定向效果差。此外,在出现托压不进尺时也可以适当增加钻压或者上提活动钻具等措施来解决^[6-7]。

4.4 侧钻工艺技术及其应用

侧钻工艺技术是定向钻井技术的一种特殊工艺,主要用于一些事故井的处理。白杨河矿区初期

钻井施工过程中有些井出现卡钻事故,所以采用侧钻工艺技术来解决这些事故。经过现场实际应用,总结了一套行之有效的侧钻工艺方案。

(1) 确认井深达到侧钻点,泥浆泵及设备工作正常,泥浆充分循环。

(2) 做承重试验,压6~7 t,静止1~2 min,判断水泥是否凝固好。

(3) 工具面摆好,在距侧钻点10 m处开始滑槽:前5 m,滑30 min,后5 m,滑15 min。

(4) 开始侧钻后工具面不变:第1 m 2.5 h,第2 m 2 h,第3 m 1.5 h,3 m后根据捞的砂样调整。

(5) 侧钻过程要求司钻操作平稳,禁止上提及活动钻具。

(6) 每隔30 min捞一次砂样,清洗干净,依次排放,对比砂样中水泥的百分比。

经过现场3井次的侧钻工艺技术试验,均达到设计要求,证明该侧钻工艺技术在该区切实可行。

5 结语

定向钻井技术保证了阜康白杨河矿区煤层气钻井项目的顺利实施,定向钻井技术不管在直井还是定向井中都是必备的,在白杨河矿区得到了广泛的应用,包括直井的纠斜和侧钻等。本文提出的螺杆马达+PDC钻头钻具组合以及复合钻进工艺可以满足该区块施工要求。总结的施工经验可以为今后该区块的定向钻井施工提供依据,为该区块钻井工艺技术提供保障。

参考文献:

- [1] 张备. 杆管偏磨原因分析及防治对策[J]. 河南石油, 2005, 19(2): 70-74.
- [2] 路学忠, 尹伟. 定向井(丛式井)的设计与施工技术要点[J]. 探矿工程, 2001, (S1): 218-220.
- [3] 毛志新, 谢相军, 汤建江. 白杨河矿区煤层气丛式井钻井难点及对策研究[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2016, 43(12): 37-40.
- [4] 杨决算, 梁勇, 陈绍云, 等. 鲁迈拉定向井钻井设计优化与应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2016, 43(11): 32-35.
- [5] 樊腊生, 张伟, 吴金生, 等. 汶川地震断裂带科学钻探项目WFSD-4孔定向钻进技术应用[J]. 探矿工程(岩土钻掘工程), 2014, 41(9): 101-108, 113.
- [6] 王清江, 毛建华, 曾明昌, 等. 定向井井眼轨迹预测与控制技术[J]. 钻采工艺, 2008, 31(4): 150-152.
- [7] 吕贵州. 定向井的井身轨迹控制[J]. 陕西煤炭, 2010, 29(1): 85-86.
- [8] 陈红伟, 郝振亮, 何汉坤, 等. 水平井设计应用与展望[J]. 钻采工艺, 2004, 27(6): 8-10.