

Research on coal seam sidetracking technology in coalbed methane horizontal wells

Ximin He

Changqing Drilling Corporation, CNPC Chuanqing Drilling Engineering Co., Ltd., Xi'an, Shaanxi, 710000, China

Abstract

From 2023 to 2024, according to the adjustment of the production capacity construction and deployment of Changqing Oilfield, with the increase in the number of horizontal wells for coal and rock gas, in order to find new coalbed methane blocks for comprehensive development, large-scale construction of deep coalbed methane horizontal wells will be carried out in Yuyang, Qianqi, Mizhi, Suide, Jiaxian, Shenmu, Hengshan, Zizhou, Yijin Huoluqi and other areas. With large regional spans, different reservoirs and complex geological conditions, most of the CBM horizontal wells in most blocks are pilot tests, and geological sidetracks are used to find high-quality energy storage. In particular, the failure of coalbed methane wells in the central and western regions is complex and prominent, and the coal seams in Shanxi and Benxi are prone to collapse, resulting in stuck pump drilling, and other wells with serious leakage are carried out sidetracking construction, and it is necessary to further optimize the sidetracking plan to ensure the safe and efficient construction of sidetrack wells.

Keywords

sidetracking; Seam; time control; Injection of cement; Wellbore cleaning

煤层气水平井煤层侧钻技术工艺研究

何喜民

中国石油集团川庆钻探工程有限公司长庆钻井总公司, 中国·陕西 西安 710000

摘要

2023—2024年根据长庆油田产能建设部署的调整, 随着煤岩气水平井布井数量增多, 为了全面开发寻找新的煤层气区块, 在榆阳、前旗、米脂、绥德、佳县、神木、横山、子州、伊金霍洛旗等地区进行大规模深层煤层气水平井的施工。区域跨度大, 储层不一, 地质条件复杂, 多数区块煤层气水平井大多是先导性试验, 地质侧钻寻找优质储能。尤其中西部煤层气井故障复杂凸显, 山西、本溪的煤层易垮塌造成憋泵卡钻、其他漏失严重井都进行侧钻施工, 还需进一步优化侧钻方案, 确保侧钻井安全高效施工。

关键词

侧钻; 煤层; 控时; 注水泥; 井筒清洁

1 引言

2023—2024年完成了38口煤层气水平井(含大斜度井3口), 其中水平段煤层侧钻9口10井次(165.1mm小井眼侧钻1次), 原钻具悬空侧钻2次, 注水泥侧钻8次, 靖64-31YH2井因仪器起钻2次, 其余均一次侧钻成功, 平均侧钻周期3.61天, 原钻具悬空侧钻平均侧钻周期1.46天, 注水泥侧钻平均侧钻周期4.15天。原钻具悬空侧钻施工的2口井, 因为水平段长较短储层显示不好, 井筒地层稳定, 起钻至煤层段, 选择悬空侧钻, 且侧钻周期短; 注水泥侧钻井多是井漏、井塌卡钻造成井下复杂采取注水泥侧钻, 因为注完水泥钻井液性能不稳定、井筒清洁度不够、掉块多, 造成

侧钻周期增加, 还需进一步优化钻井液性能和侧钻方案, 监测好MWD仪器稳定性, 提高侧钻成功率、降低侧钻周期^[1]。

2 侧钻技术难点分析

①侧钻点选择不当, 造成侧钻滑动机速慢, 侧钻周期拉长。

②所注的水泥在体系和密度选择不到位, 替量不准确, 注水泥前井筒循环不干净, 压力平衡研究不到位易造成二次打水(2次侧钻因水泥强度不到位, 浪费井段多)。

③侧钻钻具组合选择不到位, 易造成侧钻后成功后多起下一趟钻。

④侧钻过程中井筒清洁不到位, 滑动粘托严重, 频繁活动钻具, 前期捞沙不明显, 侧钻过程不能及时作出正确判断和井下复杂。

⑤侧钻过程中MWD仪器运转不正常, 频繁起钻造成

【作者简介】何喜民(1983—), 男, 中国陕西周至人, 本科, 工程师, 从事钻井技术研究。

侧钻周期拉长和侧钻失败。

3 关键技术研究与应用

3.1 侧钻点和侧钻方式选择

①悬空侧钻双 YH2 和双 YH4 井分别钻进至水平段 550 米和 330 米，因为煤层显示不好地质侧钻，原钻具起钻至井筒稳定、选择在煤层发育较好的增斜井段，采取偏方位降斜的方式侧钻成功。悬空侧钻使用原钻具带单弯螺杆起钻至上部稳定井段侧钻施工。

②注水泥侧钻主要适用于复杂井，注水泥侧钻尽量考虑报废进尺少的安全井段进行注水泥侧钻。8 次煤层侧钻过程中，有 1 口井前期在水泥强度承压良好的情况下划线划出去的，2 口井不控时侧钻成功，剩余 5 口井控时侧钻成功。鉴于煤层的可钻性较水泥的可钻性强，偏方位增降斜侧钻方式都可以进行侧钻。注完水泥，待水泥冷凝时间到位，水泥塞承压能力强、水泥塞长度够的情况下可以采用不控时正常滑动的方式侧钻，如侧不出去再进行控时侧钻^[2]。

③因双 YH4 井侧钻成功后，下钻频繁进入老井眼，尤其完井下套管过程中进入老井眼后没有处理手段，侧钻方式尽量选择注水泥侧钻。

3.2 侧钻注水泥工艺优化

①煤层水平段注水泥提前与固井队沟通做水样实验，注完水泥前确保井筒干净清洁，钻井液性能稳定，替量结束前面降低排量至原排量的 2/3-1/2，起钻安全井段循环一周，至套管脚关井憋压 3-4MPa 候凝。

②替量过程中采用泵冲、时间、计量循环罐方式测量，确保替量准确，收取所注水泥观测强度及时下钻施工。

3.3 侧钻钻具组合选择

3.3.1 中西部煤层气

①：PDC 钻头 + 单弯 1.5° 螺杆（扶正器）+ 回压阀 + MWD 接头 + 无磁 + HWDP + DP，侧钻成功起钻

②：PDC 钻头 + 近钻头发射短节 + 单弯 1.25° 螺杆（无扶）+ 回压阀 + 扶正器 + MWD 接头 + 接收短节 + 无磁 + HWDP + DP

3.3.2 东部煤层气

PDC 钻头 + 近钻头发射短节 + 单弯 1.25° 螺杆（扶正器）+ 回压阀 + 扶正器（≤ 螺杆 2mm）+ MWD 接头 + 接收短节 + 无磁 + HWDP + DP

3.3.3 悬空侧钻

原钻具组合：

PDC 钻头 + 近钻头发射短节 + 单弯 1.25° + 回压阀 + MWD 接头 + 接收短节 + 无磁 + HWDP + DP

3.4 煤层段防粘托钻并液体系已初见成效

悬空侧钻前大排量循环井眼，确保井筒干净清洁，筛除有害固相和煤层掉块，上提磨阻正常，确保滑动过程中无粘托现象，杜绝滑动过程中频繁上提下放，侧钻过程中保证

润滑剂的加量；下光钻杆注水泥前，原钻具上提下放正常，大排量高转速循环清砂，确保井筒侧钻点以上、侧钻点以下 50 米井筒清洁，防止注完水泥后水泥塞中混有过多的掉块、沉砂和有害固相^[3]。

开展了 4 种润滑剂的室内优选工作，优选出了 2 种润滑系数降低率较明显的油基润滑剂，现场在侧钻井眼侧钻过程中无粘托现象。

①体系抑制性能强：维持体系中 KCl 含量 3%~5%，氯根浓度维持在 4 万~8 万，有机加重盐 Weigh2 含量 8%~12%，实现强抑制性，振动筛返出煤屑颗粒分明，保持性能稳定。

②体系润滑性能优良：提高体系中 RY-838、LUBE 等油基润滑剂加量至 1.5%~2%，增强体系润滑性，滑动无粘托现象，滑动钻时 10~15min/m。

③高携砂性井眼清洁能力强：补充黄原胶提高钻井液动切力达到 15Pa 以上， $\Phi 6$ 读值 8~15，实现体系强携砂。

④体系固相含量低失水低：钻井液固相低于 10%，含砂量 < 0.3，泥饼光滑、薄而致密，厚度 0.2~0.5mm。



3.5 优选性能较可靠的 MWD 随钻测量仪器

侧钻过程中及时与定向井公司联系，优选性能可靠的 APS、斯伦贝谢、compass 以及新的性能可靠的 MWD 测斜仪器入井，9 口井 10 次侧钻，仪器信号影响 1 口井，后期继续加强 MWD 仪器使用和管理，杜绝侧钻过程中因为仪器原因造成侧钻过程中起钻。

4 应用情况及取得的效果

2023—2024 年完成了煤层气水平井在煤层段侧钻 9 口 10 井次（165.1mm 小井眼侧钻 1 次），悬空侧钻周期由 1.67 天降低为 1.25 天，注水泥侧钻周期由前期的 4.46 天减少至 2.67 天，随着油田公司 2025 年煤层气各个区块大规模布井施工，新区快煤层气施工为了寻找更好的储层，为了做好侧钻井的施工，煤层侧钻工艺技术还有进一步优化的空间。

4.1 煤层气快速侧钻技术应用成果

双 YH1 井利用煤层较水泥质软的情况，利用注水泥侧

钻方式,水平段侧钻小钻压划眼30米,发现振动筛返砂情况煤量较水泥量增多,测斜发现已侧钻出去,及时滑动顶分,侧钻成功,侧钻周期2.67天。

双6YH4井正常钻进至井深3493米,甲方指令从3400米(井斜:90.02°,方位:141.31°)处悬空侧钻。原钻具起钻至井段3395~3424米,上下活动钻具循环清洁井筒调整泥浆性能,确定上部井眼正常,开始划槽工具面角调整为180~200°,为侧钻的初始工具面划槽长度5~7m。在3400米开始悬空侧钻,3400~3403米侧钻速度控制在0.1m/15~20min、3404~3407米侧钻速度控制在0.1m/10min,3408~3412米侧钻速度控制在0.1m/5min钻压显示为1~2吨、加压正常,泵压增加0.3~0.5Mpa,出口岩屑煤的返出量增多,钻进10米后逐步加快钻进速度至正常速度,侧钻周期1.25天。

施工的霍H井,钻进至3384米时发生失返型漏失,多次堵漏失败,与甲方沟通决定注水泥堵漏完降斜偏方位5°侧钻避开漏层施工。注完水泥侧钻,下钻承压15吨,从3013米不控时侧钻,侧钻至井深3022米,因为前期井漏循环不彻底,侧钻返出来的岩屑、煤屑掉块比较多,捞沙不明显,倒划眼起钻3柱起至砂岩井段(2924~2948米)循环处理泥浆,井筒除砂干净、泥浆性能达标后下钻。继续侧钻至井深3026米返出岩屑含煤量80%以上,3030米侧钻成功。若前期井筒清洁到位,侧钻周期3.92天还有提速的空间。

4.2 钻头、螺杆和钻具组合的进一步优化

因为煤层可钻性好,2023年施工的19口煤层气1000~1500米煤层水平井,除侧钻井仅1口(双Y3井因螺杆故障起钻)井是2趟钻施工完成,其余均是1趟钻施工完成,使用各种型号的钻头起出磨损较小,钻头螺杆选型还在进一步优化。

前期侧钻钻具组合选择钻头+单弯1.5°螺杆侧钻成功后,起钻下水平段无扶或者单弯1.25°+扶正器组合施工,后期4口井随着煤层侧钻的成功,侧钻工艺的进一步优化,为了减少起下钻趟数,煤层气水平段侧钻试验下水平段组合侧钻成功后直接进行水平段施工,进一步减少整口井的钻井周期,全面提速。

4.3 注水泥技术进一步优化

2023年施工的陕H4井是一口三开优化水平井,目的层山1,从井深3630米一直下探至4018米,垂深3283.02米下探至3296.76米砂体湮灭,填井侧钻。技术套管下深3017.56m,光钻杆下至3200米,打塞200米。下钻探塞在井深3090探到混浆塞面,在3138遇到实塞,水泥塞下沉

90米以上。

施工的双YH1井因为地质原因和事故复杂注水泥侧钻3次,斜井段侧钻1次,水平段煤层侧钻2次,水平段煤层第一次因为水泥塞强度不够侧钻进尺48米,侧钻周期3.29天,较第2次侧钻进尺14米,侧钻周期2.67天造成消耗进尺损失时间较多。

针对水泥塞下沉,胶结质量不强等现状,尤其易漏区块井眼侧钻井,与固井队协调沟通,严格做好每一口井的做好注水泥塞施工设计,确保侧钻过程中水泥塞在指定测算井段,施工过程严格要求水泥浆密度达标,优化替量后期排量控制,憋压侯凝等措施确保水泥塞质量、胶结强度达到侧钻要求,保证后期侧钻井在耗时、损失进尺减少的情况下快速侧钻成功。

5 结语

①在煤层施工侧钻井,9口井10次侧钻1口井2次仪器故障,及时与定向井服务公司、仪器承包商沟通协调,确保侧钻过程中MWD仪器运转正常,尤其是煤岩气使用的近钻头组合。

②继续优化注水泥方案,前期保证井筒清洁、井下安全的前提下注水泥,确保侧钻过程中水泥塞在指定测算井段,确保水泥塞质量、胶结强度达到侧钻要求。

③持续开展钻头、螺杆选型。优选抗研磨性强的PDC钻头,提高单只钻头侧钻、进尺能力,运用高造斜率螺杆,提升滑动效果,优化水平段钻具组合的侧钻应用率,实现煤层气水平井持续提速。

④开展不同井段钻井液润滑、防粘托性能的持续研究和应用,杜绝侧钻滑动过程中粘托现象严重,工具面摆不到位的情况。

⑤加强工程地质一体化运用沟通,定向、测井、录井、地质导向、EISC钻井数字等多专业协同,加强邻井资料分析,多角度、多层次探讨储层数据,确保储能煤层钻遇率,轨迹平稳,同时杜绝井下复杂,快速完成煤层气水平段施工,减少侧钻施工。

参考文献

- [1] 石崇东,杨胜军,姜延龄,等.小井眼水平井裸眼悬空侧钻技术在靖平33—13井的应用[J].钻采工艺,2012,35(5):4.
- [2] 陈志勇,巨满成.水平井钻井技术在苏里格气田的研究和应用[J].天然气工业,2002,22(6):3.
- [3] 代长灵,杨光,薛让平.长庆靖边储气库关键钻井技术[J].天然气勘探与开发,2016,39(1):5.