

构造煤U型对接井水平段钻井技术

邱彦军, 和黎明

(河南省资源环境调查三院, 河南 郑州 450000)

摘要:煤层气是一种非常规天然气资源,传统的煤层气开采方式为地面直井排水降压开采,但这种方式开采煤层气单井产量低、经济效益比较差。U型对接井是一种煤层气开采钻井技术,是由一口直井和一口水平井对接组成,水平井可以在煤层或煤层顶底板与直井连通,目前大多数水平井沿着煤层钻进。煤层气水平井是一种成本不是很高但增产效果非常好的技术,已经越来越多地应用于煤层气的开采。文中主要介绍U型对接井构造煤水平段钻井技术,此地煤层结构形成了局部的碎裂煤、碎粒煤和糜棱煤等构造分层,煤层稳定性较差。在该地质条件下U型对接井钻井并取得成功,对进一步丰富煤层气开发技术和推动高、中、低煤阶煤层气的全面开发,具有重要的意义。

关键词:构造煤;U型对接井;水平钻进;大位移

中图分类号:P634 文献标识码:B 文章编号:2096-9686(2021)S1-0164-04

Drilling technology for the horizontal section of the intercept well in structural coal

QIU Yanjun, HE Liming

(The Third Institute of Resources and Environment Investigation of Henan Province, Zhengzhou Henan 450000, China)

Abstract: Coalbed methane is an unconventional natural gas resource. Traditionally it is extracted by surface drilled vertical wells through water drainage and depressurizing, but this method has low output and poor economic benefit. The intersected well set is a kind drilling technology for coalbed methane mining, which is composed of a vertical target well and an intercept horizontal well. The horizontal well can be connected with the vertical well inside the coal seam, or in the roof or bottom of the coal seam; while at present, most horizontal wells are drilled inside the coal seam. Coalbed methane horizontal wells are a kind of technology which is not very expensive but can increase production effectively. It has been used more and more in coalbed methane mining. This paper introduces drilling technology for the horizontal section of the intercept well in structural coal where the coal seam structure has formed local structural stratification, such as broken coal, broken coal, chlamy coal, and the stability of the coal seam is poor. The successful completion of the intersected well set under this geological condition is of great significance to further enrich the development technology for coalbed methane and to promote the overall development of high-, medium- and low-rank coalbed methane.

Key words: structural coal; intersection; horizontal drilling; large displacement

0 引言

煤层气是一种非常规天然气资源。煤层气储层的特性与常规天然气藏有相似之处,但差别也很大,因此煤层气开发与开采技术与常规天然气差别

较大,有其自身的特点。五里源U型对接井采用直井和水平井对接形成U型排采井组以扩大采气产能,为河南煤层气资源开发利用探索适应的井型模式和工艺技术方法。

收稿日期:2021-05-31 DOI:10.12143/j.ztgc.2021.S1.026

作者简介:邱彦军,男,汉族,1984年生,工程师,钻探工程专业,长期从事石油、煤层气等各类井型的现场钻井技术管理工作,河南省郑州市商鼎路70号,hnszhsyaqsck@163.com。

引用格式:邱彦军,和黎明.构造煤U型对接井水平段钻井技术[J].钻探工程,2021,48(S1):164-167.

QIU Yanjun, HE Liming. Drilling technology for the horizontal section of the intercept well in structural coal[J]. Drilling Engineering, 2021,48(S1):164-167.

1 位置和地质条件

五里源区块位于焦作市修武县五里源乡至辉县市峪河镇一带,距焦作市区东部23 km。靶区地面较平坦,地面标高81.82~90.39 m,相对高差<10 m,区域内全部为第四系黄土层覆盖,区内没有基岩出露。二₁煤层底板标高-446.47~-1005.09 m,埋深534.32~1087.71 m,煤厚5.08~9.72 m,平均6.39 m,为高变质无烟煤,瓦斯含量7.76~32.68 m³/t,平均20.28 m³/t。新生界厚度183.37~544.69 m,有效地层厚度357.41~543.02 m。初步估算五里源靶区煤层气资源量12.69×10⁸ m³,资源丰度1.87×10⁸ m³/km²[1]。

2 钻孔设计和质量要求

2.1 钻孔设计

WLY-01V井为直井型参数井,并进行造穴作业,作为WLY-01H水平井配套排采直井。总体设计为二开结构,即一开钻穿表层松散层及风化破碎带,二开钻至终井层位。完成相关参数采集,达到完井目的。井身结构见图1。

WLY-01H井施工采用三开井身结构,含导眼施工,具体参数如下:

(1)一开直井段。一开使用 $\Phi 444.5$ mm钻头钻进至234.43 m,稳定基岩10 m,下入 $\Phi 339.7$ mm表层套管,封固地表疏松层,固井水泥返至地面。

(2)二开导眼段。二开造斜点250 m,自造斜点使用 $\Phi 311.15$ mm钻头钻进至387.08 m,起钻使用 $\Phi 215.9$ mm钻头继续定向钻进,井斜达到40°后稳斜钻进,钻穿煤层15 m后停钻,煤层包括煤层顶底要求取心,具体取心要求参见取心设计部分内容;导眼测井获取煤层参数后水泥回填封固斜导眼至预留侧

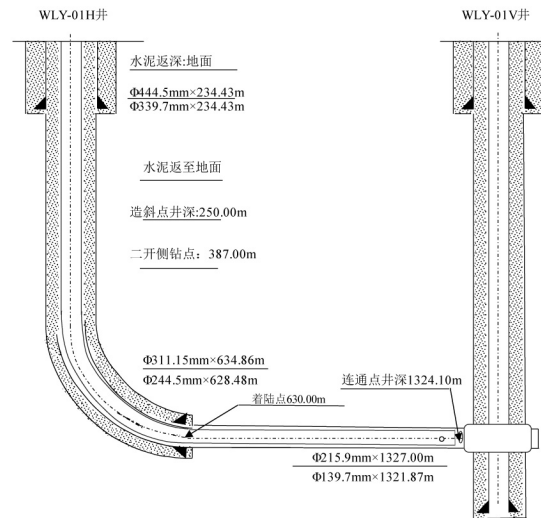


图1 U型井组井身结构

钻点(387.00 m)。

(3)二开主井眼段。在导眼回填封固候凝稳固后,使用 $\Phi 311.15$ mm钻头+MWD无线随钻仪钻进,自387.00 m继续定向钻进,以70°井斜着陆目标煤层,下入 $\Phi 244.5$ mm技术套管至目的煤层顶板以上1.52 m,固井水泥浆返至地面。

(4)三开水平井段。三开水平段使用 $\Phi 215.9$ mm钻头+MWD组合方位伽马串(或LWD),出技术套管后沿目标煤层倾向,按井斜75.50°左右在二₁煤层稳斜钻进,并与WLY-01V井连通,然后下入 $\Phi 139.7$ mm N80级生产套管。

2.2 质量要求

WLY-01V井和WLY-01H井钻井施工作业及其质量按《煤层气钻井作业规范》(DZ/T0250-2010)和《煤层气钻井工程质量验收评级规范》(NB/T 10003-2014)执行。井身质量要求见表1至表3。

表1 WLY-01V井井身质量要求

井段/m	井斜/(°)	水平位移/m	全角变化率/[(°)·(25 m) ⁻¹]	井径扩大率/%	井斜测量间距要求/m
0~500	≤ 1.5	≤ 12	≤ 1.3(连续3点)	普通层段 ≤ 20	25
500~1000	≤ 2.5	≤ 20		煤层段 ≤ 30	25

注:(1)当地层倾角>15°,则最大井斜角适当放宽1°~2°;(2)若煤层为粉煤,则煤层井径扩大率可增加5%验收;(3)表层最大井斜不超过2°;(4)全角变化率为连续3个测点的计算值;(5)井身质量根据单井情况待定,未尽事宜按照国家相关行业规范执行

水平段依据无线随钻测斜仪MWD或LWD测斜数据,最大全角变化率连续3个测点(10 m间距)超过上述标准为不合格[2]。

3 钻井设备的选择

(1)WLY-01V井施工选用ZJ20型钻机,WLY-01H井施工选用ZJ30型钻机。

表2 WLY-01H井井身质量要求标准

井深/m	全井最大井斜角/ (°)	井底最大水平位 移/m	全角变化率/ [(°)·(30 m) ⁻¹]	井径扩大率/%	
				全井段	煤层段
全井段			≤6	<15	<25

表3 着陆点偏差范围要求

井深/m	0<L≤1000	1000<L≤1500
范围半径/m	20	30

(2)ZJ20型钻机最大钻深能力2000 m,设备配置一机一泵,全套三级固控系统,完全能满足WLY-01V井钻井工程施工需要;ZJ30型钻机最大钻深能力3000 m,设备配置三机两泵(3台柴油机+2台1300泥浆泵),全套四级固控系统,并配备DQ40BCQ型顶驱装置,满足水平井钻井工艺和应对井内复杂情况需要。ZJ30型钻机底座高度6.5 m,配备2FZ 35-35型防喷器。相关配套设备工况良好,设备防护和安全设施齐全,动力与传动系统效率高;循环与钻井液净化、维护处理系统能满足不同井段对排量、钻井液性能维护与钻井液储备的要求,完全能够满足钻井工作的各项要求。

4 水平段钻井技术

WLY-01H井煤层受印支期、燕山期和喜山期构造运动影响,煤体结构遭受不同程度破坏,形成了局部的碎裂煤、碎粒煤和糜棱煤等构造分层,煤层稳定性较差;据谐震勘查资料提示,沿井眼轨迹钻进中将穿越小型断层F6,岩、煤层破碎;故该井水平段钻进中井壁稳定、排粉顺畅、轨迹平滑、精准对接成为钻井技术工作的难点和重点。

4.1 优化钻井液工艺,实现平衡钻进

水平段钻进采用防塌性能优良的钾基无固相聚合物钻井液体系。配方:80 m³清水+160 kg纯碱+120 kg火碱+1600 kg氯化钾+900 kg防塌润滑剂+160 kg粘土稳定剂+100 kg杀菌剂。

钻井液性能:密度1.15~1.23 g/cm³,粘度46~60 s,滤失量5~8 mL,pH值8~9。

选用钾基无固相强抑制聚合物钻井液体系,根据实际生产中振动筛返砂率、上返岩(煤)屑粒径大小,采取调整密度、适当提高粘度等措施,提高钻井液岩(煤)粉携带能力,增强井壁结构稳定性,在一定程度上抑制了泥岩和煤层的坍塌,保持了井壁稳定,

实现了平衡钻进^[3]。

主要维护措施:适时检测钻井液性能,根据井内和岩屑上返情况,及时添加相应的处理剂,维持钻井液较高的密度,平衡煤层压力,保持井眼稳定。维持钻井液较高的粘度,保证携渣排粉,实现井眼顺畅。严格控制钻井液的固相含量,每一开次及时清理泥浆循环罐,使用好固控设备,充分利用四级固控清除钻井液中固相物质,保证钻井液成分稳定、有效。加强起下钻、钻进时液面监测记录,全力配合录井工作,按地质要求停钻循环,观察砂样。后期加入液体防塌润滑剂,解决后期定向托压及扭矩过大等严重问题,保证井下安全^[4]。

4.2 优化钻具组合,精准测控导向

4.2.1 钻具组合

Ø215.9 mm PDC钻头×0.34 m+强磁接头430×431×0.43 m+Ø172 mm螺杆(1.5°)×8.58 m+定向接头4A11×4A10×0.83 m+Ø165 mm无磁钻铤×9.22 m+变扣4A11×410×0.40 m+Ø127 mm钻杆×954.32 m+Ø127 mm加重钻杆×249.64 m+Ø127 mm钻杆×105.77 m。

采用Ø127 mm钻杆有利于控制井眼轨迹起伏与漂移,通过调整钻具组合中扶正器的数量和尺寸,可缓解滑动钻进摩阻过大的现象,辅助调整井眼轨迹,提高钻井效率;使用1.5°单弯螺杆,配合合理的钻进参数,采取旋转与滑动相结合的方法进行钻进,可较好地控制井眼轨迹。

4.2.2 测控技术措施

(1)导向工程师根据已钻数据,及时的修正轨迹走势并预测待钻趋势以指导定向施工。若钻头偏离设计轨迹要准确地判断出地层的方向与钻回地层的无效井段,尽可能地缩短无效进尺。导向工程师必须精心测控,要能及时发现问题及时采取应对措施。如在水平段钻进至井深1057.90 m时,受地层电阻率及煤层埋深的影响,仪器信号衰减严重,导向工程师发现异常后,及时通知起钻更换泥浆脉冲仪器,保证了正常施工^[5]。

(2)每次测斜,定向工程师提供测斜数据及准

确预测钻头位置的数据给导向工程师,导向工程师根据随钻曲线及轨迹走势,预测待钻趋势并指导待钻施工;钻进过程中每次测斜记录悬重、泵压、扭矩等参数,以及定向仪器上的MWD的环空压力值,预测井底的净化情况,校正井眼的摩擦系数,实时地调整钻进参数,提高净化效果。

(3)定向工程师作实钻悬重与设计对比,预测井眼的延伸;分段取实测的泥浆参数结合钻井参数,预测水平段的净化情况。

(4)每钻进200~300 m短起至套管鞋,并适当的分段循环。短起时根据实钻数据钻柱力学分析情况倒换钻具,提高钻具与井眼的相容性^[6]。

(5)坚持划眼,并记录正、倒划眼的悬重与泵压值。在钻进施工过程中相关人员坚守岗位,认真观察记录井口钻井液返出情况和振动筛煤屑返出情况,认真观察记录钻井液总量。

(6)综合录井仪参数分屏接至定向操作间,提供其参数给导向工程师,利于综合判断。

(7)定向工程师要能准确判断井下仪器的工况,避免仪器过度使用造成井下复杂情况与仪器损坏。

4.3 采用旋转磁导向,实现精准对接

4.3.1 对接情况

WLY-01H井三开至距离WLY-01V井100 m时,在V井洞穴井中下C3旋转磁导向仪器,水平井中MWD下入强磁接头,地面上的接收装置从上返钻井液中接收到脉冲信号后在转换成电信号,显示在地面工作人员的电脑中形成一定的电磁传感影像,由此判断钻具与洞穴井间的方位,根据连通仪器指示,及时调整井斜方位,在井深1324.10 m时,V井喷气喷水,实现精准对接,继续钻进至1327.00 m,顺利完钻。完钻井深1327.00 m,经定向工程师确认1325.80 m为连通点。

4.3.2 测控技术措施

(1)采用合理的地质导向模型,指导井眼轨迹精准着陆,取得较高的储层钻遇率;

(2)每钻进3~5 m进行轨迹测量,及时调整工

具面,做好井眼轨迹控制;

(3)距直井洞穴6 m水平井停止钻进,直井将仪器取出,井口闸门微开,水平井继续钻进,钻进过程出现泵压下降、井口不返浆,直井井口有液体排出现象则表示连通成功,再通过定向仪器伽马信号加以判断是否准确进入洞穴中,判断连通后,起钻卸掉强磁接头^[7]。

5 结论

(1)该水平井钻达设计层位及设计井深:设计井深1324.28 m,实际井深1327.00 m。在井深1324.10 m实现了连通,符合设计要求,套管下深1321.87 m,与V井对接处裸眼井段略长,井内已洗井干净,Ø139.7 mm套管接箍高出地面0.21 mm,井口水平周正,套管头上、下底法兰按要求上紧螺栓。

(2)三开总进尺697.00 m,纯煤进尺656.00 m,煤层钻遇率94.12%,完成设计要求。井身质量合格,完井程序符合规定要求。

(3)各项原始资料收集整理齐全、及时、准确、完整。

综上所述,此井严格按照设计要求,精心组织,精心施工,全面地完成了各项任务。首次实现了在河南省构造煤层中U型井优质高效钻井完井。

参考文献:

- [1] 王天顺,等.河南省煤层气资源先导性开发试验总体设计[R].2020.
- [2] 朱明君,等.河南省煤层气资源先导性开发试验(五里源靶区)U型对接井完井总结报告[R].2021.
- [3] 刘彬,宋百强,王瑞城,等.SN-015煤层气U型水平井钻井液技术[J].中国煤层气,2013,10(3):15-17,36.
- [4] 任占春,张光焰,刘恩新,等.井壁稳定技术及其在分支井完井中的应用[J].断块油气田,2002(5):50-52,92.
- [5] 党克军,王增年,简章臣,等.水平井岩屑床控制技术浅析[J].钻采工艺,2011,34(5):25-27,6.
- [6] 李云峰.沁水盆地煤层气钻井工艺方法[J].中国煤田地质,2005(6):56-57,74.
- [7] 田中岚.山西晋城地区煤层气钻井完井技术[J].煤田地质与勘探,2001,29(3):25-28.