

# 潘庄区块煤层气 U 型水平井下套管技术探讨

王立峰<sup>1,2</sup>, 徐培远<sup>1,2</sup>, 刘卫娟<sup>1,2</sup>, 张晓昂<sup>1,2</sup>

(1. 河南豫中地质勘察工程公司, 河南 郑州 450016; 2. 河南省能源钻井工程技术研究中心, 河南 郑州 450016)

**摘要:** 下入生产套管的煤层气 U 型井具有产气量高、成本低的优点, 逐渐成为潘庄区块煤层气开发的主要井型。潘庄区块煤层埋深一般在 500 m 以浅, 同时要求 U 型井的水平段在 1000 m 左右, 生产套管的下入成为该区块垂深浅、水平段长的煤层气 U 型井的技术难题, 经过多口井试验, 优化钻井轨迹的平滑度, 采用原钻具、短螺旋扶正器和生产套管内置钻铤 3 次划眼, 以及严格控制下套管程序, 可提高套管一次性下入的成功率, 并提高生产效率。

**关键词:** 煤层气; U 型井; 水平井; 下套管; 潘庄区块

**中图分类号:** P634.7 **文献标识码:** B **文章编号:** 1672-7428(2016)10-0197-03

**Discussion on the Downhole Casing Technology for U Shape CBM Wells of Panzhuang Block/WANG Li-feng<sup>1,2</sup>, XU Pei-yuan<sup>1,2</sup>, LIU Wei-juan<sup>1,2</sup>, ZHANG Xiao-ang<sup>1,2</sup>** (1. Henan Yuzhong Geological Prospecting Engineering Company, Zhengzhou Henan 450016, China; 2. Energy Drilling Engineering Technology Research Center of Henan Province, Zhengzhou Henan 450016, China)

**Abstract:** Because of the advantages of high gas production and low cost, U-shaped CBM well with production casing has gradually become main well type. The buried depth of coalbed is generally less than 500m in Panzhuang block and the horizontal section for U-shaped well is required to be about 1000m. For the shallow vertical depth and long horizontal section, production casing running is a technical difficulty in U-shaped CBM well of this block. In the tests in several wells, by optimization of drilling trajectory smoothness, 3 times of sweeping with original drilling tools, short spiral centralizer and drill collar in production casing as well as strict control on casing lowering program, the success rate of one-time casing lowering can be increased with higher production efficiency.

**Key words:** CBM; U shape well; horizontal well; casing running; Panzhuang block

## 0 引言

随着国内煤层气钻井技术的发展, 水平井已越来越多地应用于煤层气开发中, 煤层气单支水平井、多分支水平井、U 型对接井等复杂结构井型也在不同区块推广应用, 并取得了较好的效果<sup>[1]</sup>。国内针对煤层气水平井的适用条件、井眼轨迹、储层保护和排采方法等进行了大量研究, 认为相对于羽状水平井, U 型井具有结构简单、煤层钻遇率高、适用性强和成本更低等优势<sup>[2-4]</sup>。煤层气羽状水平井采用裸眼完井或割缝衬管完井<sup>[5-6]</sup>, 与其不同的是, 煤层气 U 型井水平井与另一口直井对接完成后, 下入生产套管压裂完井<sup>[6-10]</sup>。沁水盆地煤层埋深较浅, 尤其在潘庄区块, 目的煤层在 500 m 以浅, 增斜段井眼曲率较大, 随着水平位移的不断加长(目前水平段长 1000 m 左右), 成功下入技术套管和生产套管成为煤层气水平井关键技术之一。

## 1 工程概况

CZ14-U04 井组是成庄煤矿煤层气地面开发远端对接井(U 型井), 主要目的是提高煤层气产能, 同时释放 15 号煤层瓦斯压力, 为后期煤炭开采提供便利。

该井组钻探目的层为太原组 15 号煤层, CZ14-U04-01 井为水平井, 着陆点在 15 号煤层, 着陆后沿煤层向直井 CZ14-U04-02 井钻进, 最终与 CZ14-U04-02 井成功对接, 并向前延伸约 10 m 完井, 井深 1580 m, 着陆点垂深 438 m, 水平段长 < 1000 m。CZ14-U04-02 完井方法为套管固井完井; 垂直井钻穿 15 号煤层后 40 m 完钻, 下套管(煤层下入一个 8 m 玻璃钢套管)固井后, 在 15 号煤顶以下 1~2 m 玻璃钢套管段内造洞穴完井。

### 1.1 地质概况

该井田地层平缓, 倾角 3°~15°, 一般在 10°以

收稿日期: 2016-04-05; 修回日期: 2016-08-10

基金项目: 河南省国土资源厅“两权价款”地质科研项目(编号: 2013-5)

作者简介: 王立峰, 男, 汉族, 1979 年生, 工程师, 钻探工程专业, 从事煤田地质勘探和煤层气勘探开发工作, 河南省郑州市商鼎路 70 号, 15093295380@163.com。

内,构造类型属简单类。基本构造形态与区域构造一致,为一走向北北东(北部)逐渐转折为北东向(南部),倾向北西的单斜构造。在此基础上发育着波幅不大、两翼平缓开阔的背向斜褶曲构造,呈平行展布,褶曲轴向大多为北西—南东向,使井田内地层呈波状起伏。伴有少数落差较小、延伸长度较短的高角度正断层,断层走向多为北东向,倾向多为北西,落差 $<5\text{ m}$ 的断层和小型陷落柱较为发育。岩(煤)层呈波状起伏,伴有落差较小、规模不大的高角度正断层及低角度逆断层。

### 1.2 井身结构

井身结构采用“单弧剖面”(直—增—水平)三段制剖面形式,参见表1和图1。该剖面相对简单,工具选择方便,施工易于控制;三段制剖面弯曲(高造斜率段)井段相对较短,利于降低钻柱下入摩阻,确保钻具能够安全顺利通过弯曲段,利于钻井成本控制,确定造斜率为 $7^\circ\sim 9^\circ/30\text{ m}$ 。

表1 井身结构数据

开钻次序	井段/m	钻头尺寸/mm	套管尺寸/mm	套管下入深度/m	备注
一开	0.00~30.00	374.70	273.10	30.00	固井
二开	30.00~601.31	241.30	193.70	596.31	固井
三开	601.31~1580	171.50	139.70	1570.00	不固井

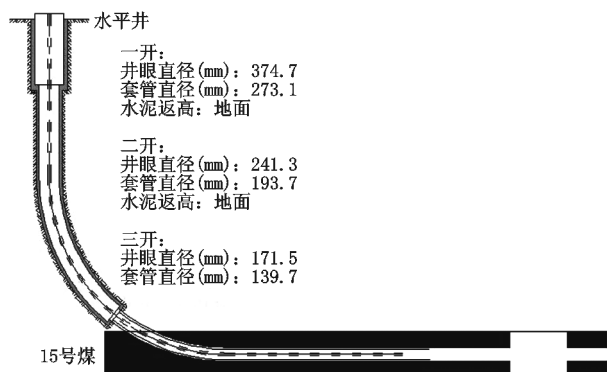


图1 井身结构示意图

### 1.3 钻井轨迹

该井二开增斜井段基本保持在 $7^\circ\sim 10^\circ/30\text{ m}$ ,虽然整体“狗腿”度较大,但钻井曲线相对平稳(实钻轨迹见图2),而且岩石层相对比较稳定,技术套管的下入难度相对较小。水平段沿煤层上山钻进,而且起伏较大,着陆点垂深 $429.14\text{ m}$ ,水平段长 $1008\text{ m}$ ,完钻垂深 $409.34\text{ m}$ ,高差 $19.34\text{ m}$ ,在后期水平段钻进时脱压严重,进尺较慢,而且煤层稳定性相对较差,钻井轨迹和地质情况都不利于套管的下

入,增大了该井生产套管的下入难度。

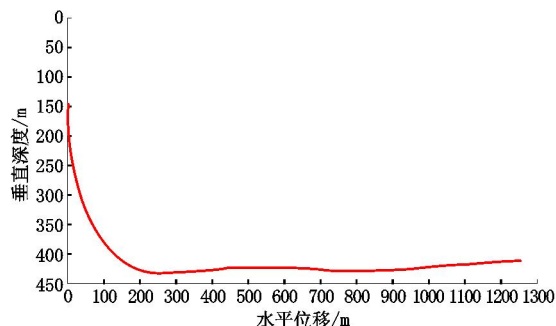


图2 实钻轨迹

## 2 下套管过程中存在的难点

影响大位移井下套管的因素有最大套管质量、摩擦引起的重力损失和力学重力损失<sup>[11-12]</sup>,因此套管能否顺利下入主要由井眼直径、井眼曲率以及地面所施加的额外荷载决定<sup>[13]</sup>。煤层气U型井下套管的难点主要表现在:一是井眼直径直接影响工程成本,目前在煤层气U型井中使用 $\varnothing 139.7\text{ mm}$ 的生产套管,为降低成本,采用的终孔井径为 $171.5\text{ mm}$ (井身结构见图1),套管和孔壁间较小的环空间隙增加了下入套管的难度;二是 $500\text{ m}$ 以浅(大部分垂深在 $300\sim 450\text{ m}$ )的垂深决定了增斜段井眼曲率比较大,增加了技术套管的下入难度;三是水平段钻进过程中,一方面要保证煤层钻遇率,一方面还要与另一口直井对接,由于地层及定向施工技术等原因,会导致水平段全角变化率变化幅度较大,在施工过程中,最大出现 $12^\circ/30\text{ m}$ ,这为连通后水平段下生产套管又增加了难度;四是沿煤层钻进较长的水平段,增大了摩阻,影响生产套管的下入;五是套管采用细丝扣联接,下入过程中不能旋转和大压力下压,有可能造成套管脱扣或者断裂,造成生产事故。因此,水平段技术套管和生产套管下入是煤层气U型井的技术难点。

## 3 提高下套管成功率的对策

目前油田采用套管漂浮、套管钻进等技术进行大位移井下套管作业<sup>[9]</sup>,但生产成本高,笔者根据多口井的施工经验,总结了一套提高煤层气水平井下套管成功率的技术方案。

(1) 提高井眼质量,尽量降低水平段井眼全角变化率,提高井眼轨迹规整度和圆滑度,保证井壁稳定,无坍塌掉块,井眼尽可能干净无岩屑沉积。

(2)做好划眼工作。划眼对套管下入至关重要,做好划眼工作,下套管便成功了一半。一般采取三次划眼的方法,首先采用原钻具进行划眼,对于能顺利下入的井段可不划,对于有阻力、阻力较大的以及钻井轨迹不太好的井段重点划,直至起下钻具无阻力为止,禁止倒划眼;第二次采用钻头+短螺旋扶正器+钻具的组合方式进行划眼,使井眼通畅;第三次采用生产套管进行划眼,将钻铤置于套管内部,居中后将两端焊接牢固,组合方式:钻头+1根生产套管(内置钻铤)+钻杆。采用生产套管内置钻铤的组合模式,保证划眼钻具具有一定的刚性和最大直径,可调整不规则的井眼,修整“狗腿”度较大的井段,提高井眼的规整度。三次划眼完成后,调整好封闭泥浆,将裸眼井段全部封住,然后进行下套管作业。

(3)控制好下套管过程。上扣要慢,避免出现错扣、上扣不紧现象,下套管过程中避免猛提猛放,禁止旋转,遇到阻力时可增加一定压力,若不能通过,则起钻观察。

## 4 下套管施工

### 4.1 划眼

第一次采用原钻具划眼,到井底后起钻,在提升力较大处应进行再次划眼。第二次采用短螺旋扶正器划眼,有效长度2 m(最好选用扶正器长度是原钻具扶正器长度的2倍以上),修正井眼规整度。第三次采用生产套管内置钻铤划眼,套管长度7 m,套管不宜太长,太长将会增大划眼难度和延长划眼时间。第三次划眼到孔底后,注入封闭泥浆,泥浆要加入塑料小球等润滑材料,起钻准备下套管。

### 4.2 下套管

在斜井段和水平段,每1根生产套管加1个扶正器,斜井段下入刚性扶正器,水平段刚性扶正器和弹性扶正器间隔安放<sup>[14-15]</sup>。该井在下至1410 m左右,下入阻力明显增大,在后续下管过程中需要加压20~30 kN,最终顺利结束。

## 5 结论及建议

(1)除了本文所举例的U型井,在该区块施工的其它5口U型井组采用3次划眼的方法,均顺利将套管下入,证明该方法能够解决煤层气U型井下套管的技术难题。

(2)划眼过程可根据实际情况进行调整,建议调整划眼钻具组合时逐级缓慢增加钻具的刚性。在其中一口井试验时,未用短螺旋扶正器进行划眼,而是直接用生产套管内置钻铤进行划眼,扭矩比较大,而且出现跳钻、反扭等现象,划眼效率低,安全风险高,最终起钻增加第二次划眼,最终顺利下入套管。

(3)除做好划眼工作外,钻井轨迹、泥浆性能、孔内情况也对套管下入有很大影响,因此钻井轨迹要尽可能平滑,避免“狗腿”度过大,泥浆性能要满足保护孔壁的要求,孔内要干净岩屑残留尽可能少。

## 参考文献:

- [1] 王益山,王合林,刘大伟,等.中国煤层气钻井技术现状及发展趋势[J].天然气工业,2014,34(8):87-91.
- [2] 牟全斌,韩保山,张培河,等.潘庄地区煤层气U型水平井技术工艺研究[J].中国煤炭地质,2014,26(11):53-56.
- [3] 鲜保安,夏柏如,张义,等.应用U型井开采倾斜构造煤层气的钻采技术研究[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2010,37(8):1-4,9.
- [4] 张洪,何爱国,杨风斌,等.“U”型井开发煤层气适应性研究[J].中外能源,2011,16(12):33-36.
- [5] 张义,鲍清英,孙粉锦,等.煤层气U型井钻完井新技术研究[C]//中国煤炭学会煤层气专业委员会,中国石油学会石油地质专业委员会.2011年煤层气学术研讨会论文集.北京:地质出版社,2011:271-278.
- [6] 刘志强,胡汉月,史兵言,等.煤层气多分支水平井技术探讨[J].探矿工程(岩土钻掘工程),2011,38(6):6-9.
- [7] 樊文静,董浩,闫昭圣,等.沁水盆地煤层气水平井对接技术研究[J].西部探矿工程,2015,27(3):57-60.
- [8] 姜昊,张强,郝世俊,等.松软突出煤层地面U型井钻完井施工工艺研究——以西山煤田东于煤矿MJDH01-H井为例[J].煤田地质与勘探,2014,42(2):89-92.
- [9] 张晓昂,刘卫娟.煤层气U型井套管完井施工工艺[C]//中国地质学会探矿工程专业委员会.第十七届全国探矿工程(岩土钻掘工程)学术交流年会论文集.北京:地质出版社,2013:274-275.
- [10] 黄巍,王军,郝世俊,等.煤层气开发U型井施工技术及其增产措施试验研究——以寺河煤矿15号煤2014ZX-U-05V/H井组为例[J].煤田地质与勘探,2015,43(6):133-136.
- [11] 宋秀英,赵庆,姚军,等.大位移井下套管技术[J].钻采工艺,2000,23(4):15-19.
- [12] 张凯敏.水平井下套管摩阻研究[D].四川成都:西南石油大学,2014.
- [13] 祝效华,高原,刘少胡等.水平井弯曲段套管下入可行性分析[J].石油矿场机械,2011,40(4):6-8.
- [14] 陈彬.大位移井套管柱设计及下套管技术研究[D].湖北武汉:长江大学,2013.
- [15] 李维,李黔.大位移水平井下套管漂浮接箍安放位置优化分析[J].石油钻探技术,2009,37(3):53-56.