

# 旋转控压技术在超前注水区的应用与分析

## Application and Analysis of Rotary Pressure Control Technology in Advance Water Injection Area

吴广宇<sup>1</sup> 李卫军<sup>1</sup> 李春岐<sup>2</sup>

Guangyu Wu<sup>1</sup> Weijun Li<sup>1</sup> Chunqi Li<sup>2</sup>

1. 中国石油集团川庆钻探工程有限公司页岩油工程项目部 中国·陕西 西安 710000
2. 川庆钻探工程有限公司长庆钻井总公司管具公司井控服务中心 中国·宁夏 银川 750006

1. CNPC Chuanqing Drilling Engineering Co., Ltd. Shale Oil Project Department, Xi'an, Shaanxi, 710000, China
2. Chuanqing Drilling Engineering Co., Ltd. Changqing Drilling Co. Well Control Service Center, Yinchuan, Ningxia, 750006, China

**摘要:** 随着超前注水技术在低渗透油田的大面积应用,提高原油采收率和采收效率的同时,也带来了比较大的井控风险。通过统计分析近几年各区块溢流险情与旋转控压技术的现场应用,提出旋转控压技术在中国陕北超前注水区的资源优选与压力控制优化方面的几点认识,旨在降低钻井成本,有效控制井控风险。

**Abstract:** With the large application of advanced water injection technology in low permeability oil fields, improving the crude oil recovery and recovery efficiency also brings great well control risk. Based on the statistical analysis of the overflow danger and the field application of rotary pressure control technology in various blocks in recent years, this paper puts forward some understandings on the resource optimization and pressure control optimization of rotary pressure control technology in the advanced water injection area in Northern Shaanxi, China, in order to reduce the drilling cost and effectively control the well control risk.

**关键词:** 超前注水区; 旋转控压技术; 压力控制

**Keywords:** advanced water injection area; rotary pressure control technology; pressure control

**DOI:** 10.12346/etr.v4i2.5496

## 1 引言

中国长庆油田陕北区块有着地层原始压力低、砂岩致密孔隙度小、渗透率低、开发效率低等特点,是典型的低渗透油田。使用超前注水技术,提高了地层原始压力,有效改善了原油采收率和采收效率<sup>[1]</sup>,但同时也带来了一些井控风险。近几年,辖区共发生井控险情 100 起以上,70% 为溢流出水险情。

## 2 超前注水区溢流处置难点分析

①在长期注水作用下,部分连通性好、孔隙度大、渗透率高的层位,形成了异常的局部高压。部分注水井的累计注水量已高达 12 万方,注水压力高达 17Mpa。

②溢流出水伴随油气侵、有毒有害气体溢出,次生风险高。部分井应急处置过程中,检测到可燃气体高达 50%LEL,硫化氢高达 100PPm,处置不当,可能出现爆炸

着火、人员中毒等井控事件。

③漏喷同存矛盾突出,密度窗口窄。陕北区块油井目前普遍采用二开井身结构,裸眼段压力层系差别大。部分井液密度过高,压井过程中,存在上漏下喷甚至漏喷同层的情况,密度窗口窄。

④井筒泥浆性能难以稳定,易井壁失稳。部分溢流出水井控压达到动态平衡后,需要持续维护泥浆性能,泥浆性能的不稳定,容易造成井壁失稳垮塌,引发井下事故。

## 3 旋转控压技术在超前注水区应用分析

### 3.1 井口回压与泥浆密度对井筒压力的影响分析

#### 3.1.1 井口回压的产生

旋转控压技术,就是通过使用旋转防喷器,通过井口节流作用造成流动阻力压降,产生回压,作用于井底,与井底压力形成动态平衡。旋转控压技术有别于精细控压技术<sup>[2]</sup>,

【作者简介】吴广宇(1980-),男,中国四川广元人,本科,工程师,从事钻井工程研究。

在接单根停泵过程中,井口回压消失,附加的井底压力消失。

### 3.1.2 井口回压与钻井液密度对井筒压力的不同影响

井口回压产生于井口节流作用,压力作用于整个井筒,当使用旋转控压技术平衡井底压力时,井口增加一定量的压力,全井段增加相同的压力。钻井液密度对井筒压力的影响随着井深的增加而线性增加。在增加相同井底压力的条件下,旋转控压比加重提密度对上部易漏层产生更大的压力(见图1)。

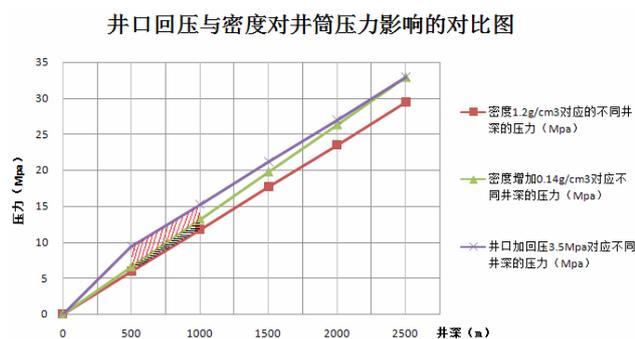


图1 井口回压与钻井液密度对井筒压力影响的曲线图

## 3.2 旋转控压技术在不同险情处置中的应用分析

### 3.2.1 大出水量溢流险情的旋转控压

当钻遇大裂缝、联通性好的注水层,发生溢流出水险情后,溢流井与注水井形成“连通器”,关井压力已经高于最大允许关井套管压力及上部洛河组地层承压,且出水量大,部分井溢流出水量超过100m<sup>3</sup>/h。先加重后控压措施无法形成井底压力的动态平衡<sup>[3]</sup>,需要进行注水井泄压结合堵漏重浆压井,或注水泥封井。

### 3.2.2 含伴生气或有毒有害气体的旋转控压

当溢流出水伴随有大量可燃气体或有毒有害气体时,旋转控压形成的压力动态平衡存在一定的风险,有引发次生灾害的可能性,需要配重浆压井,彻底恢复井筒压力平衡后,才能进行后期作业。

### 3.2.3 控压钻井过程中井壁防塌分析

在旋转控压钻进过程中,井口回压在作用于井底的同时也作用于井筒各处,接单根停泵过程中,井口回压消失,整个井筒的压力都降低,开泵后,井口回压恢复,整个井筒的压力又增高,井筒的“交变压力”不利于井壁的稳定。所以,旋转控压的压力不能太高,控制在2Mpa内为宜。

### 3.2.4 漏喷同存窄密度窗口的下的旋转控压

通过钻井液密度及堵漏剂含量的调整来寻找动态平衡点,过程比较缓慢、比较困难。借助于旋转控压技术,就能很好的解决问题,在适当降低钻井液密度的情况下,旋转控

压钻进,根据漏失量能快速调整井筒压力,作用比较明显。

## 4 现场使用情况

2017—2018年共使用旋转防喷器56井次,其中有11口井发生溢流险情,应用了旋转控压技术,5口井通过加重提比重压井成功处置,4口井通过先加重提比重,后旋转控压成功处置,2口井因复杂情况注水泥封井。

应用效果分析:

①旋转防喷器使用费用相对较高,在油井定向井使用,成本上投入大,需要综合考虑。

②关137-150和午49-2X井发生溢流险情后,通过先提比重控制溢流量,再旋转控压钻进至完钻后,再配重浆压井,减少了压井处置时间,提高了钻井时效。

③午49-1X井发生溢流险情后,通过提比重及旋转控压技术成功钻至完钻,旋转控压技术在险情初期处置阶段发挥了一定的作用。

## 5 结论与建议

①旋转控压技术的井口回压与提高钻井液密度在井筒产生的压力有本质的区别,在使用旋转控压时,需先根据关井压力计算地层压力,再根据该区块上部地层的承压能力反算控压压力,若平衡压力大于上部地层的承压能力,则应配重浆压井。

②当施工井与注水井完全形成连通,出水量特别大,关井压力特别高时,通过加重及旋转控压技术无法达到动态压力平衡时,应考虑注水井泄压,出现环保风险、有毒有害气体等次生危害时,应果断注水泥封井。

③旋转控压技术在漏喷同层“窄密度窗口”井的应用中,作用比较突出,能够通过井口压力控制,根据钻井液漏失量情况,时时调整井筒压力。

④考虑到旋转控压对井筒压力的机动影响,旋转控压技术在溢流出水区的应用应优先考虑采取先提比重再旋转控压的复合控制措施处置险情。

## 参考文献

[1] 吴玉峰.超前注水技术在提高低渗透油藏采收率中的应用[J].科技与企业,2015(12):145.  
 [2] 杨博,陈波,张力中,等.精细控压钻井技术在滨104x1井试验与应用[J].科技创新与应用,2018(30):183-184.  
 [3] 韦海防.井口控压技术在超前注水区水平井中的应用[J].钻采工艺,2015,38(4):111-112.