

# Application and Understanding of DN2-J5 Well Plugging Process

Lei Dai

Sinopec Zhongyuan Petroleum Engineering Co., Ltd. Drilling Co. 2, Puyang, Henan, 457001, China

## Abstract

The main rock types of Paleand Cretaceous DN2-J5 are different thick interlayers of mudstone and siltstone. Due to the long development time, the production layer loss is seriously empty, pores and cracks are extremely developed, and serious well leakage occurs in the construction process of five kai (4675.5-5408m) construction. Calcite of different particle sizes is used by way of bridge plugging for leakage plugging. Other leakage plugging materials with different particle sizes and different strength are configured with different concentrations of plugging slurry, and the leakage plugging basically achieves the expected effect, and finally realizes the drilling purpose. After the drilling depth is 5408m, the drilling level is reorganized in Brazil. Up to now, the well has lost 1028.5h of time and lost 1693.3m<sup>3</sup> of drilling fluid.

## Keywords

well DN2-J5; Paleogene; Cretaceous

## DN2-J5 井堵漏工艺应用及认识

代磊

中石化中原石油工程有限公司钻井二公司, 中国·河南 濮阳 457001

## 摘要

DN2-J5井目的层古近系、白垩系主要岩石类型为泥岩与粉砂岩不等厚互层。因开发时间长, 产层亏空严重, 孔隙、裂缝极为发育, 五开(4675.5-5408m)施工过程中发生严重井漏。采用桥塞堵漏方式复配不同粒径方解石进行堵漏, 优选使用不同粒径、不同强度的其他堵漏材料, 配置不同浓度堵漏浆, 堵漏基本达到预期效果, 最终实现钻探目的, 完钻井深5408m, 完钻层位白垩系巴西改组。本井截至目前共计损失时间1028.5h, 漏失钻井液1693.3m<sup>3</sup>。

## 关键词

DN2-J5井; 古近系; 白垩系

## 1 引言

DN2-J5井是中石油塔里木油田分公司部署的一口气藏检查井, 位于新疆阿克苏地区库车县城东北约75km, 南距迪那2-5井约615m, 构造特征为塔里木盆地库车坳陷秋里塔格构造带迪那2号构造东部。古近系、白垩系地层孔隙、裂缝极为发育, 因开发时间长, 产层亏空严重, 五开(4675.5-5408m)施工过程中发生严重井漏, 采用桥塞堵漏方式复配不同粒径方解石进行堵漏, 优选使用不同粒径、不同强度的其他堵漏材料, 配置不同浓度堵漏浆, 堵漏基本达到预期效果, 最终实现钻探目的, 完钻井深5408m, 完钻层位白垩系巴西改组。本井截至目前共计损失时间1028.5h, 漏失钻井液1693.3m<sup>3</sup>。

## 2 地层岩性特征

古近系、白垩系地层依次为苏维依组、库姆格列木群、巴什基奇克组、巴西改组。以泥岩、粉砂岩为主, 不等厚互层, 其中泥岩性较硬, 吸水性、可塑性中等, 不易造浆, 岩屑呈厚块状; 粉砂岩成分以石英为主, 次为长石, 细粒为主, 少量粉粒, 次圆状~次棱角状, 岩屑呈团粒状。该地层大部含有碳酸钙成分, 有些高达19%, 易形成溶蚀孔洞。此井段高导裂缝、孔洞及气孔均较为发育, 孔洞是主要的储集空间和储集类型, 裂缝是沟通孔隙的渗流通道。高导裂缝的存在增强了地层的渗流能力, 增大了发生井漏的概率<sup>[1]</sup>。

## 3 工程简况

本井设计井深6508m, 实际完钻井深5408m。于2018年2月25日开钻, 一开井深202m; 2018年3月10日二开, 中完井深3800m; 2018年7月3日三开, 中完井深4640m; 2018年8月31日四开, 中完井深4675.5m; 2018年9月25日五开, 完钻井深5408m。目前正在通

【作者简介】代磊(1987-), 男, 中国河南驻马店人, 本科, 工程师, 从事石油工程钻井液工艺技术研究。

井, 为下套管做准备, 截至目前钻井周期 291d。设计完钻层位侏罗系克孜勒努尔组, 实际完钻层位白垩系巴西改组, 钻井液体系为 KCL- 聚磺钻井液体系。井身结构为 660.4mm 钻头 × 202.4m+508mm 套管 × 202.38m+444.5mm 钻头 × 3800m+339.7mm 套管 × 3798.52m+311.2mm 钻头 × 4640m+ (244.48mm 套管 × 3728.4m+250.88mm 套管 × 911.6m) +215.9mm 钻头 × 4675.5m+177.8mm 套管 × 4675.5m+149.20mm 钻头 × 5408m。

## 4 井漏与堵漏施工

DN2-J5 井四开由于钻井液密度较低无法平衡地层压力, 发生溢流后, 压井提高钻井液密度, 又出现恶性漏失, 无法继续施工, 最后提前中完。五开施工井段 4675.5m-5408m, 钻井及完井作业期间多次发生失返性漏失, 截至目前历时 73 天, 漏失钻井液 1303.7m<sup>3</sup>, 堵漏 20 余次, 堵漏施工基本达到预期目的, 实现了钻探目的, 完钻井深 5408m。

### 4.1 井漏特点

①该区块开发时间长, 产层亏空严重; 同时该层位压力系数高, 地层压力系数为 2.06-2.29, 需要较高的钻井液密度压稳气藏, 导致钻开即发生漏失。

②发生漏失的井段为 4675.5~5408m, 漏失段长, 漏失点多, 极易发生复漏。

③漏层裂缝发育, 连通性好, 漏失量大。

④漏失井段井深井温高。

### 4.2 堵漏难点

①该井主要漏失层段长 732.5m (4675.5~5408m), 同时井较深, 堵漏难度及堵漏施工风险极大。

②发生漏失井段地层裂缝发育、连通性好, 漏失点多, 堵漏后容易发生重复性漏失。

③漏失层位埋藏较深, 地层温度高, 漏层所在位置井温 123℃, 对堵漏材料的抗温能力提出了更高的要求。

④钻井液密度高, 同时为保证堵漏成功率, 堵漏浆中堵漏剂含量较高, 高密度、高浓度的堵漏浆的可泵性较差。

⑤漏失层段流体活跃, 导致堵漏材料不易驻留, 难以形成桥塞, 增加了堵漏难度<sup>[2]</sup>。

### 4.3 堵漏工艺

①钻进至井深 4681.2m, 发生漏失, 漏速 6m<sup>3</sup>/h。钻井液性能: 密度 1.92g/cm<sup>3</sup>, 黏度 59s, 滤失量 1.2ml, 静切力 1/8pa, pH9, 塑性黏度 48mpa.s, 动切力 10pa。漏失层位吉迪克组底砾岩段, 岩性灰褐色含砾粉砂岩。

配堵漏浆 37m<sup>3</sup>, 配方: 果壳中粗 6%+ 果壳细 6%+SQD-98 中粗 8%+SQD-98 细 6%+ 锯末 2%+ 随钻纤维堵漏剂 2%, 总浓度 30%。泵入堵漏浆 10m<sup>3</sup>, 返出 6.4m<sup>3</sup>, 漏失 3.6m<sup>3</sup>, 替浆 37m<sup>3</sup>, 返出 24m<sup>3</sup>, 漏失 13m<sup>3</sup>。起钻至井深 4230m, 循环降密度至 1.87g/cm<sup>3</sup> (漏失 4.3m<sup>3</sup>), 下钻恢复钻进, 钻

进期间有渗漏, 钻井液中加入植物纤维粉 3t, 桥塞堵漏剂 3t, GT ~ 23t, 超细碳酸钙 4t。

堵漏效果分析: 本次桥浆堵漏取得一定效果, 虽然依然有渗漏发生, 但是不影响继续施工。

②钻进至井深 5019.22m, 井口失返。泥浆性能: 密度 1.87g/cm<sup>3</sup>, 黏度 61s, 滤失量 1.6ml, 静切力 1/9pa, pH9, 塑性黏度 46mpa.s, 动切力 8.5pa。漏失层位: 库姆格列木群, 岩性: 褐色粉砂质泥岩, 粉砂质分布不均, 局部富集, 性较硬, 吸水性、可塑性中等, 不易造浆。岩屑呈厚块状。吊灌起钻至井深 4647m (漏失 10.5m<sup>3</sup>), 地面配堵漏浆期间每 10min 环空、水眼灌满一次。

地面配堵漏浆 35m<sup>3</sup>, 配方: 10%TG-1+5%TG-2+5%TG-3+5%SQD-98+5% 细果壳, 总浓度 30%。泵入堵漏浆 15m<sup>3</sup>, 返出 9.5m<sup>3</sup>, 漏失 5.5m<sup>3</sup> (排量 13L/s, 泵压 14MPa), 替浆 20m<sup>3</sup>, 返出 13.2m<sup>3</sup>, 漏失 6.8m<sup>3</sup> (排量 13L/s, 泵压 14MPa), 关井挤堵 (挤入钻井液 15m<sup>3</sup>, 立压 0 ↗ 13 ↘ 3MPa, 套压 0 ↗ 9.8 ↘ 1MPa, 停泵后立压 3 ↘ 0MPa, 套压 1 ↘ 0MPa), 静止候堵 5h (漏失 4.2m<sup>3</sup>)。

堵漏效果分析: 下钻循环观察有渗漏 (1m<sup>3</sup>/h), 但不影响继续施工, 恢复正常钻进。本次堵漏以不同粒径方解石为主要堵漏材料, 配合静止堵漏, 基本达到预期效果<sup>[3]</sup>。

③钻进过程中, 一直有渗漏发生。钻进至井深 5083.43m 发生井漏, 漏失 2.1m<sup>3</sup>, 漏速 12.6m<sup>3</sup>/h, 边漏边钻进, 泵入随钻堵漏钻井液 10.4m<sup>3</sup>, 配方: 10%GT-1+5%GT-2+5%GT-3+5%SQD-98+5% 细果壳, 总浓度 30%, 起钻至井深 4648m 静止候堵 4h。下钻循环观察, 漏速减小, 恢复钻进。钻进至井深 5151.52m 发生井漏, 漏失 1.4m<sup>3</sup>, 漏速 16.8m<sup>3</sup>/h, 边漏边钻进, 钻进过程中泵入随钻堵漏钻井液 6m<sup>3</sup>, 配方: 10%GT-1+5%GT-2+5%GT-3+5%SQD-98+5% 细果壳, 总浓度 30%。

堵漏效果分析: 这两次堵漏施工延续了之前的堵漏思路, 漏速减小, 继续施工。

④三次失返性漏失。

第一, 钻进至井深 5157.77m 发生井漏, 出口失返。泵入堵漏浆 15m<sup>3</sup> 未返 (配方: 10%GT-1+5%GT-2+5%GT-3+5%SQD-98+5% 细果壳, 总浓度 30%), 替钻井液 37m<sup>3</sup>, 漏失 29.2m<sup>3</sup>, 起钻至井深 4589m, 关井正挤 2.5m<sup>3</sup> (立压 0 ↗ 10 ↘ 5.8MPa, 套压 0 ↗ 6.1 ↘ 3.9MPa), 关井候堵 5h (立压 5.8 ↗ 6MPa, 套压 3.9MPa)。下钻循环排堵漏剂观察漏失情况, 无漏失, 恢复钻进。

第二, 钻进至井深 5169.83m 发生井漏, 井口失返 (泵压 13 ↘ 8MPa, 环空液面高度 58m, 漏失 4.8m<sup>3</sup>), 起钻至井深 4648m, 吊灌 3.74m<sup>3</sup>, 出口返浆, 静止候堵 2h (液面正常), 循环观察 (液面正常), 下钻到底循环观察 (漏失 1m<sup>3</sup>), 恢复钻进。

第三, 钻进至井深 5172.9m, 井口失返 (排量 11L/

s, 泵压 13 \(\searrow\) 11MPa, 漏失 5.3m<sup>3</sup>), 泵入堵漏浆 8m<sup>3</sup> (配方: 10%GT-1+5%GT-2+5%GT-3+5%SQD-98+5% 细果壳, 总浓度 30%), 替浆 42m<sup>3</sup>, 井口未返。吊灌起钻至井深 4648m, 吊灌 1.8m<sup>3</sup>, 出口未返, 漏失 1.8m<sup>3</sup>, 环空液面高度 132m。静止候堵 4h, 每 10min 环空吊灌一次、每 30min 水眼灌浆一次, 漏失 17.6m<sup>3</sup>, 环空液面高度 102m。泵入堵漏液 16m<sup>3</sup>, (配方: 15%ZYD+10%GT-2+5%GT-3+5%SQD-98+3% 果壳, 总浓度 38%), 替浆 39m<sup>3</sup> 未返, 静止候堵 8h (每 20min 吊灌 0.3m<sup>3</sup>, 漏失 28m<sup>3</sup>), 井口液面不涨。起钻至井深 4395m (吊灌 1.4m<sup>3</sup>), 泵入堵漏浆 20m<sup>3</sup> 未返 (配方: 10%ZYD+4%GT-3+3%SQD-98+8% 核桃壳 (中粗)+5% 核桃壳 (粗), 总浓度 30%), 替浆 12.7m<sup>3</sup> 未返, 关井正挤 16.5m<sup>3</sup> (立压 4 \(\nearrow\) 14MPa, 套压 0 \(\nearrow\) 7MPa), 循环排堵漏浆, 关井候堵 3h (立压 8.2MPa, 套压 7.3MPa)。下钻至井深 4658m, 循环降密度至 1.83g/cm<sup>3</sup>。

堵漏效果分析: 在前两次失返性漏失的堵漏施工中, 以不同粒径的方解石为主要堵漏材料, 配合静止堵漏的堵漏思路, 堵漏达到预期目的; 在第三次失返性漏失后, 采用同样的方法堵漏, 先后泵入堵漏浆三次, 但是效果不理想, 无法继续施工, 最后在保证井壁稳定及井控安全的前提下, 适当降低了钻井液密度, 以降低发生井漏的概率。

⑤下钻划眼至 5170.2m 发生漏失, 划眼到底强钻至 5175.51m 进行堵漏施工作业, 泵入堵漏浆 19m<sup>3</sup> (配方: 3% 随钻 801+6%SQD-98+4%ZYD+3%GT-3+6% 核桃壳 (细)+1% 云母+4% 核桃壳 (中粗)+3% 核桃壳 (粗), 总浓度 30%), 漏失 13.3m<sup>3</sup>, 替浆 37m<sup>3</sup>, 漏失 11.6m<sup>3</sup>。起钻至井深 4579m (吊灌 0.5m<sup>3</sup>), 关井挤堵 6m<sup>3</sup> (立压 0 \(\nearrow\) 6.7 \(\searrow\) 1MPa, 套压 0 \(\nearrow\) 5.5 \(\searrow\) 0.5MPa), 静止候堵 7h。下钻至井深 5128m 循环排堵漏材料, 划眼到底, 钻进至 5219.26m 时进行堵漏施工 (边漏边钻, 期间泵入随钻堵漏浆 6 次, 共计 42m<sup>3</sup>, 配方: 8%GT-2+8%GT-3+2%SQD-98+2% 随钻 801, 总浓度 20%)。吊灌起钻至井深 4648m (漏失 8.5m<sup>3</sup>), 环空液面高度 91m。静止候堵 4h (环空液面高度 191m, 环空吊灌 4.7m<sup>3</sup>, 地面配堵漏浆), 泵入堵漏浆 20.5m<sup>3</sup> (配方: 4.4% 粗核桃壳+2% 中粗核桃壳+11% 细核桃壳+5.5% 云母+7.4%SQD-98+3.7%GT-3, 总浓度 34%), 泵入 13.6m<sup>3</sup> 出口返浆, 漏失 16.7m<sup>3</sup>, 漏速 22.3m<sup>3</sup>/h, 替浆 14m<sup>3</sup> (漏失 9.8m<sup>3</sup>, 漏速 16.8m<sup>3</sup>/h), 关井正挤 25m<sup>3</sup> (立压 0 \(\nearrow\) 10.1 \(\searrow\) 5.5MPa, 套压 0 \(\nearrow\) 5 \(\searrow\) 4MPa)。憋堵 7h (立压 5.5 \(\searrow\) 4.8MPa, 套压 4 \(\searrow\) 3MPa), 开井泄压, 开泵循环水眼被堵, 起钻。下钻至井深 5130m (遇阻 2t), 划眼到底。钻进至井深 5240m (渗漏钻井液 17m<sup>3</sup>, 泵入随钻堵漏浆 2 次, 累计 10m<sup>3</sup>, 配方: 6%GT-1+10%GT-2+4%GT-3, 总浓度 20%)。钻进至 5275.5m 井口失返 (排量 10L/s, 泵压 14 \(\searrow\) 12MPa, 漏失钻井液 5.4m<sup>3</sup>), 吊灌起钻至井深 4503m (漏失 5.2m<sup>3</sup>), 环空液面高度 86m。泵入堵漏浆 20m<sup>3</sup> (配方: 3.4%SQD-98+3.4%

随钻 801+1.7% 云母+4% 细核桃壳+4% 中粗核桃壳+2% 粗核桃壳+3.5%GT-1+6%GT-2+2%GT-3, 总浓度 30%, 漏失 2.6m<sup>3</sup>), 替浆 14m<sup>3</sup> (漏失 1.8m<sup>3</sup>), 关井正挤 16m<sup>3</sup> (立压 0 \(\nearrow\) 11.5 \(\searrow\) 9.8MPa, 套压 0 \(\nearrow\) 7.5 \(\searrow\) 4.2MPa), 关井憋堵 2h (立压 9.8 \(\searrow\) 9.2MPa, 套压 4.2 \(\searrow\) 3.8MPa)。循环降密度至 1.8g/cm<sup>3</sup>。

堵漏效果分析: 随着井深的增加, 漏失层段的延长, 漏点的增多, 堵漏施工越来越困难。在 5175.5-5275.5m 井段施工中, 采用不同浓度配比不同粒径的方解石配合其他桥堵材料的堵漏工艺, 经过反复堵漏, 钻进施工得以继续进行。

⑥划眼至井底。钻进至井深 5292.9m 开始发生渗漏, 泵入总浓度 20% 堵漏液 10m<sup>3</sup>, 配方: 8%ZYD+4%GT-2+4%GT-3+2%SQD-98 (中粗)+2% 随钻 801 (细), 总浓度 20%, 漏失 30.8m<sup>3</sup>。钻进至井深 5300.72m 井口失返, 强钻至 5303.72m (排量 7-9L/s, 泵压 10MPa, 漏速 18m<sup>3</sup>/h), 泵入总浓度 20% 堵漏液 10m<sup>3</sup>, 配方: 8%ZYD+4%GT-2+4%GT-3+2%SQD-98 (中粗)+2% 随钻 801 (细) 随钻堵漏浆, 漏失 33m<sup>3</sup>, 替浆 42m<sup>3</sup>, 漏失 25m<sup>3</sup>。吊灌起钻至井深 4503m (漏失 6.1m<sup>3</sup>), 泵入堵漏浆 21m<sup>3</sup>, 配方: 8%SQD-98+6% 核桃壳 (粗)+8% 核桃壳 (中粗)+2%GT-3+3% 云母+3% 随钻 801, 总浓度 30%, 返出 0.4m<sup>3</sup>, 漏失 20.6m<sup>3</sup>, 替浆 13m<sup>3</sup> (返出 1m<sup>3</sup>, 漏失 12m<sup>3</sup>), 关井正挤 25m<sup>3</sup> (立压 0 \(\nearrow\) 10 \(\searrow\) 2.5MPa, 套压 0 \(\nearrow\) 1.5 \(\searrow\) 0.8MPa), 循环观察无漏失。下钻至井深 5265m 循环排堵漏浆 (漏失 5m<sup>3</sup>), 起钻至井深 4639m (漏失 1.5m<sup>3</sup>), 泵入堵漏浆 20m<sup>3</sup> (配方: 8%SQD-98+3% 云母+10% 中粗核桃壳+8% 粗核桃壳+1%GT-3+3%GT-2+4%GT-1, 总浓度 37%, 漏失 5.3m<sup>3</sup>), 替浆 16m<sup>3</sup> (漏失 4.1m<sup>3</sup>), 关井正挤 18.8m<sup>3</sup> (立压 0 \(\nearrow\) 13.5 \(\searrow\) 4.5MPa, 套压 0 \(\nearrow\) 3.5 \(\searrow\) 2.8MPa), 关井候堵 2h (立压 4.5MPa, 套压 2.8MPa), 循环排堵漏浆, 划眼下钻至井深 5303.72m 开始钻进。钻进至井深 5313.32m 发生渗漏, 泵入总浓度 20% 堵漏液 6m<sup>3</sup>, 配方: 8%ZYD+4%GT-2+4%GT-3+2%SQD-98 (中粗)+2% 随钻 801 (细), 漏失 7.4m<sup>3</sup>。继续钻进至井深 5336.14m 再次发生渗漏, 泵入总浓度 20% 堵漏液 2 次共 13m<sup>3</sup>, 配方: 8%ZYD+4%GT-2+4%GT-3+2%SQD-98 (中粗)+2% 随钻 801 (细)。之后钻进中间断渗漏, 泵入随钻堵漏浆 2 次共 13m<sup>3</sup>, 配方: 8%ZYD+4%GT-2+4%GT-3+2%SQD-98 (中粗)+2% 随钻 801 (细), 浓度 20%。

堵漏效果分析: 随着井深的增加, 在这一井段的钻进作业中, 频繁发生复漏, 施工困难且风险增大, 钻进至 5408m 进入巴西改组, 达到钻探目的, 本井完钻。

## 5 结论

①本井堵漏施工采用以不同粒径不同浓度的方解石为主, 复配其他桥堵材料的堵漏工艺取得了一定成效, 利用方解石的抗温性和快速沉降性, 是堵漏施工的一种新思路, 但

是依然没有彻底解决该井复漏的难题。

②本井漏失层裂缝发育,漏失面广井段长、漏层延伸远,常规堵漏材料很难在井眼周围形成圈闭性致密层,堵漏效果不理想。

③在深井堵漏施工中,使用常规的堵漏材料(如核桃壳、棉籽壳、锯末等)抗温一般低于120℃,即使部分漏层能够被封堵住,但堵漏材料在高温下强度会逐步降低,容易发生复漏,反而会增加后期堵漏的难度。

④本井漏失段长,要求堵漏浆量大;地层压力系数高,要求堵漏形成的井壁环强度高;地层流体活跃,要求堵漏材料抗冲稀;地层温度高,要求堵漏材料有较高的抗高温能力。这些要求目前还无法完全满足。

⑤总体来说,本井堵漏施工基本达到了预期效果,使用不同粒径的方解石配合其他桥堵材料的堵漏工艺的成功应用也为以后的堵漏作业拓宽了思路。类似堵漏作业中,条件允许尽量憋压,把堵漏剂挤入漏层,形成一定的结构强度,提高堵漏成功率。

#### 参考文献

- [1] 丛新.石油钻井工程中防漏堵漏工艺的应用[J].清洗世界,2020,36(11):122-123.
- [2] 熊战,李立昌,王学龙,等.理想充填堵漏工艺在温储6井的应用[J].钻井液与完井液,2020,37(4):465-468.
- [3] 黎明,黎鹏.石油钻井工程防漏堵漏工艺应用研究[J].中国石油和化工标准与质量,2019,39(19):215-216.