

小井眼破碎地层取心技术研究与应用探讨

Research and Application of Centering Technique of Small Broken Formation

周民元

Minyuan Zhou

中石化中原石油工程有限公司西南钻井分公司 中国·四川南充 637000

Sinopec Zhongyuan Petroleum Engineering Co., Ltd. Southwest Drilling Branch, Nanchong, Sichuan, 637000, China

摘要: 中国对天然气供应需求持续增加,需要不断通过钻探发现新的油气井区块,川东北地区的勘探发现是重中之重,各油田分公司部署井位,需要根据钻井过程的取心任务,判断地层岩性含气显示是否优良,取芯收获率格外重要,单趟取心进尺也影响施工进度,川东北地区大隆组地层破碎,取心过程易出现堵心、收获率低等情况。笔者所在公司施工的雷页1井为“1”字号探井,小井眼8次取心从钻头、工具、参数等方面总结技术,可明显提高小井眼破碎地层的取心收获率、单筒进尺以及机械钻速。

Abstract: China's demand for natural gas supply continues to increase, and new oil and gas well blocks need to be discovered through drilling, the exploration discovery in Northeast Sichuan is the top priority, when deploying well locations, oil field branches need to judge whether the formation lithology shows good gas content according to the coring task during the drilling process. The coring yield is particularly important, the footage of a single coring trip also affects the construction progress, the formation of Dalong formation in Northeast Sichuan is broken, the coring process is prone to plugging and low yield. The leiye 1 well constructed by the author's company is a "1" exploratory well, the technology of 8 times coring in slim hole is summarized from the aspects of bit, tools, parameters and so on, which can significantly improve the coring yield, single barrel footage and mechanical penetration rate of broken formation in slim hole.

关键词: 取芯钻进;小井眼;破碎地层;收获率

Keywords: coring drilling; small hole; fractured formation; recovery rate

DOI: 10.12346/etr.v4i7.6640

1 引言

以往川东北地区取心主要用215.9mm钻头施工,很少使用165.1mm钻头取心。雷页1井部署在四川盆地川东断褶带黄金口构造带雷音铺构造北段,四开使用165.1mm钻头钻进,主探二叠系大隆组,岩性以灰岩为主,夹泥质灰岩、灰质泥岩。从第一次取心的心长1.45m、收获率38.16%,不断分析总结,逐步提高到6.50m、收获率100%。

2 小井眼破碎地层取心难点分析

①一般小井眼钻进都是因为井深结构开次的影响,所以凡是小井眼的开次井段深,钻具刚性弱,钻具易弯曲,自转

同时公转严重,取心工具在钻进期间工作不稳定,致使取心钻头侧向受力,若遇破碎地层井段,易堵心,降低取心单趟进尺。

②部分破碎地层横向、纵向裂缝发育,取心时岩心进入内筒,受应力影响,破碎分离后尖锐部分抵住内筒不光滑部分,致使继续取心时下部岩心无法进入内筒而堵心,降低单趟取心进尺^[1]。

③前面第一点说过小井眼井段地层较深,伴随着的问题是在地层夹层较多的情况下,非破碎井段岩性致密,取心钻时慢,若遇堵心从钻时方面难以判断是堵心还是地层岩性致使的钻时变慢,从而磨心,降低取心收获率^[2]。

【作者简介】周民元(1984-),男,中国四川南充人,本科,工程师,从事石油工程研究。

④若是取心钻进时刚好破碎地层井段岩心进入钻头就堵心，岩心爪难以抓住破碎岩心，起钻时破碎岩心掉落，造成取心收获率降低。

3 技术对策

3.1 优选取心工具

取心工具优选中原石油工程钻井院 $\phi 133\text{mm}$ 取心筒，单筒有效长度 9.2m，所取岩心直径 69mm；后续出现破碎岩心进入内筒堵心，更换全新、内壁平整光滑的内筒，也能降低内筒堵心的概率。

3.2 优选取心钻头和取心钻进参数

在施工方案中考虑复合片 8mm+ 巴拉斯横杠齿的 PDC 取心钻头（图 1），既能保证工作稳定保证收获率，又可兼

顾钻时。实际施工中前 2 筒芯，收获率低，是破碎地层岩心爪未抓住岩心；第 3 筒虽然也是复合片 8mm+ 巴拉斯横杠齿，但是降低了钻压，使钻头和工具工作更平稳，但也牺牲了机械钻速。第 4 至 6 筒则根据砾坝 1 井资料，尝试纯复合片取心钻头，并采用“三低”即低钻压、低排量、低转速的取心参数，虽然能保证取心收获率，但是单筒进尺仍旧不理想；第 7 筒换成巴拉斯取心钻头（图 2），将破岩方式由刮削式转变为研磨式，并采用“三低”取心参数，收获率与单筒进尺均有保障，但是机械钻速不理想；第 8 筒，继续使用巴拉斯取心钻头，并采用比取心筒受力弯曲临界略低的钻压和高转速参数，在小井眼破碎地层中，收获率、单筒进尺、机械钻速相对达到综合最优效果。取心钻头类型见表 1，取心统计图见图 3。



图 1 复合片 8mm+ 巴拉斯横杠齿取心钻头及出芯情况

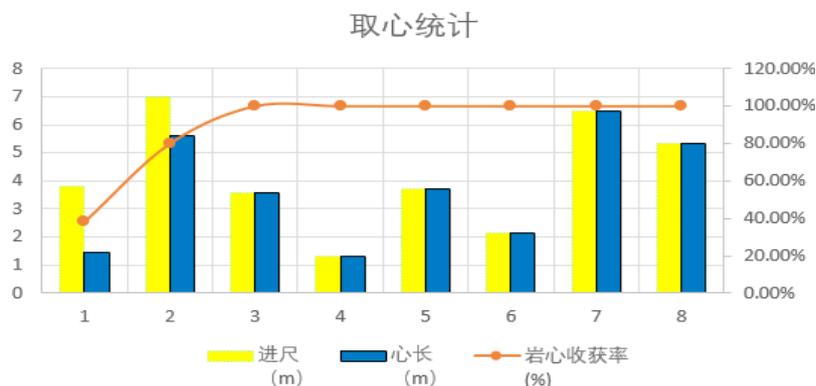


图 2 巴拉斯取心钻头及出芯情况

表 1 取心钻头类型表

取心钻头类型	进尺 (m)	心长 (m)	岩心收获率 (%)	钻压 (kN)	备注
8mm 复合片 + 巴拉斯横杠齿	3.80	1.45	38.16	30~40	破碎；灰色含云灰岩
8mm 复合片 + 巴拉斯横杠齿	7.00	5.60	80	30~40	破碎；灰岩、泥质灰岩
8mm 复合片 + 巴拉斯横杠齿	3.58	3.58	100	20~30	破碎；灰质泥岩、含泥灰岩
8mm 复合片	1.29	1.29	100	20~30	破碎；泥质灰岩、灰质泥岩
8mm 复合片	3.70	3.70	100	20~30	破碎；灰质泥岩、含灰泥岩
8mm 复合片	2.14	2.14	100	20	破碎；含灰泥岩
巴拉斯	6.50	6.50	100	20~30	破碎；泥岩、云质灰岩含灰泥岩
巴拉斯	5.31	5.31	100	40	破碎；泥岩、云质灰岩含灰泥岩

图3 取心统计图



3.3 强化操作规程

坚持树芯钻进 0.3~0.5m，再逐渐调整到最佳取心钻进参数；司钻操作平稳、轻提、轻放、慢卸，防止钻具猛烈摆动。控制起、下钻速度，减小压力激动与钻具震动，确保井内稳定以及岩心爪处岩心不被震碎掉落。

3.4 及时发现参数异常与处理

钻进中时刻注意钻压、泵压及扭矩的变化。正常钻进过程中，扭矩会在一定范围内轻微波动，若出现扭矩异常大幅度波动、泵压上升，可能是取心钻头与内筒间隙之间堵心，可微提钻具至零钻压状态，扶正岩心使其进内筒，再重新树心；若司钻发现钻压不回、无扭矩波动，应是横向、纵向裂缝发育的岩心进入内筒，受应力影响，破碎分离而堵心，此时只能及时割芯起钻，并提前在地面准备全新、内壁平整光滑的内筒^[3]。

4 现场应用

①取心准备工作。提前做好技术交底，地面工具检查、保养、丈量、计算、选配等工作；做好井控安全、井筒安全、设备检修保养等常规准备工作。

取心底部钻具组合：Φ165.1mm 取心钻头 + Φ133mm 取心筒（非投球式）×1 根 + Φ158mm 扶正器 + 箭型止回阀 + Φ120.7mm 钻铤 ×3 根 + 旁通阀 + Φ88.9mm 加重钻杆 ×24 根 + Φ101.6mm 钻杆 + 顶驱。

②取心钻进参数：树心 10~20kN，取心钻压以及转速根据上述技术对策中的情况及时调整，正常钻压 20~40kN，转速 40~60rpm，排量 10~13L/s。

③钻井过程中，均匀送钻，并保证取心连续性，不停泵、

不停转盘、不上提钻具、不溜钻、不顿钻。

5 结论与建议

①对于部署勘探目的的井位，必须优先保证取心收获率和井控、井下安全，其次才是单筒进尺和机械钻速。

②必须在井筒准备充分的情况下，在取心外筒接欠尺寸扶正器保证工具稳定工作。

③ Φ165.1mm 小井眼取心作业不同于 Φ215.9mm 取心作业，取心钻进中钻具刚性不足，必须寻找取心钻头与工具的平稳工作临界钻压与钻速。

④小井眼取心时，下入巴拉斯取心钻头破岩方式为研磨，相比复合片取心钻头工作稳定，但是钻时较慢，并不推荐低钻压、低转速取心参数，否则难以判断是堵心，还是地层导致的钻时较慢。

⑤小井眼取心发现钻压不回、无扭矩波动，应及时割芯起钻，而不能等录井整米钻时显示再做判断，防止堵心后磨心。

⑥建议尝试制作不锈钢取心内筒，进一步降低内筒材质的摩擦系数。

参考文献

- [1] 钱可贵.塔东地区超深井小井眼取芯技术的完善与应用[J].西部探矿工程,2021,33(10):4.
- [2] 刘先刚.国外小井眼钻井技术的应用与发展[J].钻采工艺,1994,17(2):18-23.
- [3] 陈鹏.小井眼钻井技术的发展方向和趋势[J].化工管理,2014(11):124.