

顺北油气田井筒完整性现状分析及风险评价

张卫东

河南油田采油二厂 河南南阳 473132

摘要: 顺北油气田属超深断溶体油藏, 具有埋藏深、压力大、温度高的特点, 地层条件的复杂、套管材质的限制、钻井技术的制约等各方面原因容易导致套管变形、破损, 目前顺北油田套损问题逐步显现, 已制约了油田的高效开发。为了解顺北油气田井筒完整性情况, 对顺北油气田完整性情况进行了统计分析, 找出造成井筒完整性破坏的因素, 对于顺北油气田套损井的治理和下步的开发具有重要的意义。

关键词: 套损; 封隔器; 低压井; 井筒完整性

Analysis and risk assessment of wellbore integrity in Shunbei Oil and Gas Field

Weidong Zhang

No. 2 oil production plant of Henan Oilfield Nanyang 473132, China

Abstract: Shunbei oil and gas field is an ultra-deep fault solution reservoir, which is characterized by deep burial, high pressure, and high temperature. Casing deformation and damage are easily caused by complex formation conditions, casing material constraints, drilling technology constraints, and other factors. At present, the casing damage problem in the Shunbei oil field is gradually emerging, which has restricted the efficient development of the oil field. To understand the wellbore integrity of the Shunbei oil and gas field, the integrity of the Shunbei oil and gas field is statistically analyzed to find out the factors causing wellbore integrity damage, which is of great significance for the treatment of casing damaged wells in Shunbei oil and gas field and the next development.

Keywords: casing damage, packer, low pressure well, wellbore integrity

1 顺北油气田基本地质特征

1.1 地质构造简况

顺北油气田主体位于两隆(沙雅隆起、卡塔克隆起)、两坳(阿瓦提坳陷、满加尔坳陷)夹持的似“马鞍形”顺托果勒低隆起上(图1), 是塔里木盆地发现的一种新的油气藏类型-超深断溶体油气藏^[1]。油气藏沿走滑断裂带呈条带状展布, 走滑断裂控制碳酸盐岩缝洞储层形成与油气运聚。顺北地区目前落实主干走滑断裂带18条, 已建成百万吨产能阵地。

1.2 油气性质

顺北区块断溶体油藏主要沿断裂带展布, 分布在中

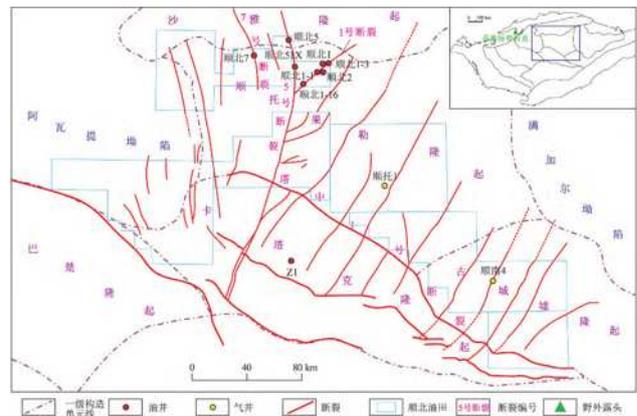


图1 塔里木盆地顺北油气田构造位置

下奥陶统储集层中, 油藏埋深7000-8500米、 H_2S 含量 $300-120000mg/m^3$ 、 CO_2 含量2%-8%。顺北1号断裂带北段为挥发油, 南段及顺北5号、7号断裂带为轻质油, 4号、8号断裂带为凝析油, 原油密度为 $0.7622-0.8591g/cm^3$ 。

作者简介: 张卫东(1971年11月), 男, 汉族, 籍贯: 河南扶沟, 职称: 采油工程师, 学历: 本科, 研究方向: 主要从事采油工艺, 邮箱: 314726797@qq.com。

2 井筒完整性问题类型统计

2.1 井筒完整性的定义

井筒完整性的定义为: 在一口井的整个生命周期中, 综合运用技术、操作和管理的解决方案来降低油气井在全生命周期内地层流体不可控泄漏的风险。井筒屏障是实现井筒完整性的关键, 井筒屏障主要有以下两个功能: 一是防止地层流体在未控制的情况下外泄或窜入另一个地层的风险; 二是保护油气资源、地下水和环境。图2是井筒完整性屏障示意图。

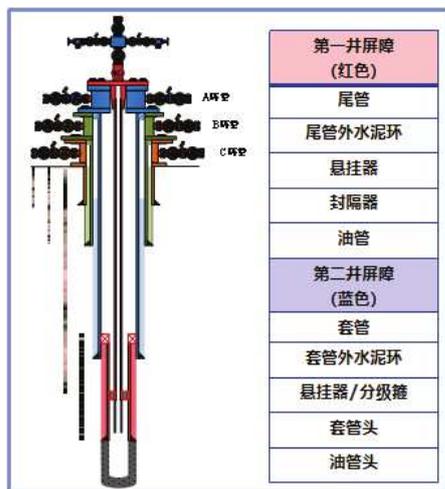


图2 井筒屏障示意图

2.2 顺北油气田井筒完整性问题统计

截至目前, 顺北油气田已发现套损井10口, 主要原因为固井质量差、钻井期间钻具磨损、井身质量差承压低和套管腐蚀。封隔器失封井15口, 主要原因为泥浆环境坐封不严、工具质量差和封隔器超压。油管失效井11口, 主要原因力学+油管堵塞、腐蚀和材质因素。统计数据见表1。

表1 井筒完整性问题类型分布

井筒完整性问题	原因分析及所占比例			
	固井质量差	钻井磨损	井身质量差承压低	套管腐蚀
套损	44.4%	27.8%	22.2%	5.6%
封隔器失封	泥浆环境坐封不严	工具质量差	封隔器超压	
	53.3%	33.3%	13.4%	
油管失效	力学+油管堵塞	腐蚀	材质因素	
	54.5%	27.3%	18.2%	

3 井筒完整性破坏的主要原因

顺北油气田面临“一特二超二高”(特超深、超高温、超高含胶质, 高气油比、高矿化度)的复杂井筒技术状况, 钻遇的地质地层条件复杂, 高温高压地层条件导致油套管服役状况复杂, 因此导致井筒完整破坏的原

因很多, 具体到每口井来说, 其中某类因素可能起到主导作用, 其它为次要因素, 而更多则是这些因素综合作用的结果。对顺北油气田井筒完整性情况调研分析, 影响井筒完整性的主要原因主要有以下几个:

3.1 井身结构设计不完善

井身结构设计的合理性主要依赖对地质环境(岩性、地下压力特性、复杂地层的分布、井壁稳定性、地下流体特征等)的认识程度和钻井装备条件(套管、钻头、井口防喷装置、钻具等)以及钻井工艺技术水平(钻井液工艺、注水泥工艺、井眼轨迹控制技术、操作水平等)。顺北油气田主要有4种井身结构, 由于处于开发初期, 对地质条件的认识不够深入, 4种井身结构均是单层套管, 单层套管长期承受各种载荷及内外流体腐蚀, 井筒仅受单层屏障保护, 压力波动易导致套管破损, 图3是顺北油气田使用的4中井身结构图。

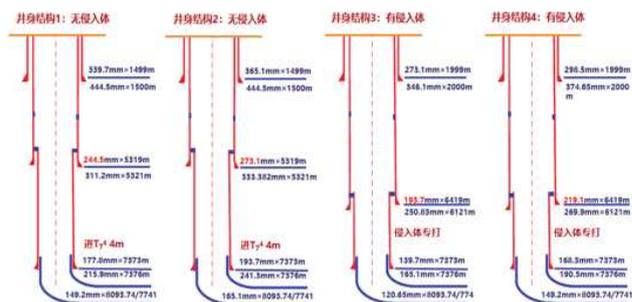


图3 是顺北油气田井身结构图

3.2 钻井期间磨损套管

顺北油气田自上而下主要钻遇第四系至奥陶系全套地层, 目的层为奥陶系碳酸盐岩地层。油藏埋深深度7600米左右, 油层中部压力150-180MPa, 中部温度160-170℃, 属于超高温高压油藏。岩性种类多, 地层非均质强, 钻井过程中漏失、坍塌现象频发, 最终导致钻井周期长。起下钻趟数多, 套管偏磨严重, 套管强度降低造成套损。

3.3 水泥返高无法有效保护套管

顺北油气田钻遇的志留系塔塔埃塔格组和柯坪塔格组为砂泥岩地层, 由于地质构造的挤压和扭曲作用, 断裂带附近裂缝发育, 存在大量张开和闭合的裂缝, 裂缝宽度0.1-1.5mm, 固井期间漏失情况严重, 导致环空存在大段自由段。环空有自由断井次占比62%, 平均自由段长度1824米, 最大环空自由段长3725米。套管外无水泥环, 套管易发生屈曲、腐蚀、钻杆碰撞加剧偏磨。

3.4 套管超压

顺北油气田油藏类型为奥陶系碳酸盐岩裂缝-洞穴型油藏, 目的层段钻进钻井液易漏失, 导致储层污染严

重,为有效解除储层污染,充分疏通天然裂缝,扩大供液范围,普遍采用大规模酸压技术,施工期间压力高,最高可达120MPa,酸压作业过程中,若出现封隔器失封,套压上升超过套管所能承受的抗内压强度,发生套管破损。

顺北油气田一区部分油井进入低压生产后,若井下管柱无封隔器或者封隔器已失封,生产期间井底流压<20MPa时,超过套管抗外挤强度,易发生套管挤毁。

3.5 封隔器坐封效果差

造成封隔器坐封效果差的原因有两种,一是泥浆环境下入,泥浆中固相沉淀堵塞封隔器传压通道;二是为降低成本普遍采用国产封隔器,性能不稳定,恶劣工况下失封。

顺北油气田钻井期间压井泥浆比重高,泥浆中固相含量高,且常以钻遇漏失完井。封隔器在高比重泥浆中下入,泥浆固相沉淀对封隔器坐封传压通道影响较大,部分油井封隔器传压通道被固相沉淀堵塞,导致封隔器坐封行程不够,封隔器失封。国产封隔器因胶筒质量、本体结构和封隔器加工质量控制三个方面,部分油井封隔器完井测试期间封隔器失封。

3.6 腐蚀

顺北油气田硫化氢和二氧化碳含量较高,油层温度大于160℃,硫化氢含量大于2%,二氧化碳含量大于2.38%,属于高温、高含硫、高含二氧化碳油藏。随着开发的深入,部分油井开始注水开发,或者油井见水,这些高含水井及注水井在高温高氯条件下,发生 H_2S+CO_2 或 O_2 腐蚀垢下穿孔。当含水>30%,温度>120℃条件下,室内模拟点蚀速率最大可达3.8mm/a。当溶解氧介入时,会加剧腐蚀。

4 下步措施和建议

针对顺北油气田井筒完整性问题突出的现状,提出以下建议:

一是优化井身结构,针对桑他木无侵入体的井采用套管回接到井口的井身结构,实现双层套管屏障,同时增大套管轻度,提高固井质量。

二是优化钻井工艺,优化改进目前的套管强度校核方法,强度校核时增加考虑径向应力的影响,由前期“双轴应力”校核方法改进为同时考虑径向拉力、周向应力、轴向拉力的“三轴应力”校核方法。钻进过程中优化钻压、钻速,钻杆加装防磨护箍和钻具防磨带,钻井液中加入减磨剂等方面,减少套管的磨损。

三是固井工艺优化,针对二叠系、志留系地层固井质量差的问题,实验应用泡沫水泥浆、微珠低密度水泥浆等水泥浆体系,降低重力影响导致的水泥环空段。同时实验应用封隔式分级箍,增强固井过程中每段的封隔强度,逐级增强各段固井质量。

四是攻关油套管保护技术,研究推广耐高温牺牲阳极、油管内壁增加非金属内衬等油管保护技术,缓解高温、高硫化氢、高二氧化碳等恶劣环境下对油套管的腐蚀,降低油套管腐蚀速率,延长油套管使用寿命。

5 结束语

新井对腐蚀性环境,在完井液中加入抑菌剂或杀菌剂;对含 $HH22SS$ 或 $CO22$ 的油气井,在油层段选用抗硫、抗 $CO22$ 的套管类型。

从持续注水补能推进、强化大修扶躺治理、深化低压井管理三个方面抓落实,提时效,为顺北一区稳产上产打下坚实基础。

参考文献:

- [1]刘甜,王六鹏.油井井筒完整性的综合评价方法[D].石油化工应用,2018.
- [2]曾韦.高含硫气井井筒完整性安全评价[D].西南石油大学,2014.
- [3]张阳.原油稳定系统安全评价与风险防范技术研究[D].大庆石油学院,2008.