

长庆区域油气井固井质量管控与监督对策

钱 宇 (中国石油集团川庆钻探工程有限公司长庆石油工程监督公司, 陕西 西安 710018)

摘 要: 固井质量直接影响油气井生产寿命, 固井质量差会造成大量的油气资源散失, 如何做好预防性监督保证固井质量尤为重要。本文通过剖析工程监督固井质量管控现状及存在问题, 分析总结出制约固井质量提升要害因素, 从质量意识、钻井、固井、测井四个方面提出固井质量管控监督对策, 希望对提升固井质量监督有所借鉴。

关键词: 固井质量; 工程监督; 监督对策

固井工程是油气井建井的一个重要环节, 其主要作用是有效封固复杂地层、封隔油气水层、建立油气开采安全通道。固井质量直接关系到下步安全钻进, 关系到油气井寿命和单井产量, 关系到安全生产, 关系到区域油气藏的采收率, 是百年大计。固井施工是一次性、隐蔽性、高成本工程, 固井质量直接影响油气井生产寿命, 固井质量差会造成大量的油气资源散失, 如何提升工程监督工作方法, 从技术角度提供监督保障, 做好预防性监督保证固井质量更突显重要性。

1 长庆区域固井质量管控难点

为实现经济开发, 油公司普遍采用了钻井速度快、建井周期短、综合成本低的双层套管井身结构方案和完井方式, 区域油气井的井身结构大多数为二开井身结构, 地层存在着承压能力低、漏失区域分布广的特点, 固井作业采用一次上返全井段封固方式, 裸眼段封固长的问题增加了作业风险, 给固井带来了一定的挑战。

1.1 油井区块普遍采用先注后采工艺开发, 地层压力异常

随着注水井网的建成, 使得地层微裂缝开启, 目的层油层水层活跃, 地层压力高。固井水泥浆候凝过程中受地层流体浸入影响, 胶结质量差。气井区块气层活跃, 完钻井深相对较浅, 静液柱压力较低, 固井施工过程中、候凝过程中气体渗透滑脱侵入水泥浆, 导致部分井段固井胶结质量较差。

1.2 地层承压能力低

区域存在易漏地层, 岩石胶结强度差, 堵漏后承压能力不足, 在固井施工和候凝过程中存在漏失情况, 导致水泥浆下沉, 造成水泥返高不达标。

1.3 地层垮塌

地层垮塌, 造成井眼不规则不稳定, 形成大肚子井眼; 套管与地层的环空间隙小, 存在贴边现象, 套管居中度差, 顶替效率低, 影响全井段封固质量。

1.4 钻井施工过程中约到的问题

钻井施工过程中井眼轨迹的不规则、套管扶正器不下或少下影响套管居中度; 下套管管串质量影响固井封固质量。

1.5 固井施工过程影响固井封固质量

一是密度不均匀, 导致胶结差。二是操作 (注替排量) 不平稳, 大排量或排量不稳替浆, 压力不稳定产生的激动压力易压漏地层。三是不能做到一井一策, 一井一方案。不能优化固井工程设计, 合理确定 (水泥浆体系及) 水泥浆浆柱结构, 确保所选配方能够以平衡地层压力, 达到防漏、防窜、安全施工, 确保固井封固质量的目的。四是部分入井材料性能不达标, 过于单一和程序化的水泥浆体系严重制约质量发展。

2 固井质量管控存在的问题及分析

固井是一项系统工程, 质量影响因素众多且相互制约。在开发方案确定后, 地质因素和井身结构是不可改变的客观条件, 固井技术受制于开发成本。因此通过查找固井质量管控中存在的问题, 加强现场监督管控, 是一个行之有效、且能事半功倍的提升固井质量的方法。

2.1 不合格井原因分析

对照集团公司固井质量不合格判定标准, 不合格井主要触碰以下几条红线: 油气层段及以上 25m 连续胶结不达标井数量最多, 占比达到 61.8%, 是造成固井质量不合格的主控因素; 水泥返高不达标, 占比 24.6%; 全井胶结质量中等以上井段低于封固段 70% 不达标, 占比 9.6%; 其他因素占比 4%。

2.1.1 油气水层段及其以上 25m 胶结质量不合格原因分析

①坪桥、王南沟等注水老区块, 注水层异常压力, 钻井过程中溢流频繁, 油层中中高含水, 常规早强体系水泥浆抗水侵效果差, 影响固井质量; ②宜黄区块地层裂缝发育, 钻完井失返性漏失频发, 是影响固井

质量的主要因素；③盆地东部井浅，地层压力高，气层活跃，水泥浆已发生气侵现象，影响产层段封固质量。

2.1.2 水泥返高不合格原因分析

①大路沟、子州、神木等区块存在失返性漏失，地层承压能力低，多数井达不到固井前井眼准备条件，固井顶替过程中漏失现象，导致水泥浆下沉，造成水泥返高不达标；②固井碰压胶塞座封不严，水泥浆倒返，也是水泥返高不合格的原因之一；③固井作业时“U”型效应替浆过程中受水泥浆性能流变性差、摩擦阻大及施工时压力控制等因素容易形成激动压力，导致憋漏地层。

2.1.3 全井胶结质量中等以上井段低于封固段 70% 不合格原因分析

①苏 54、苏 14 等区块部分存在刘家沟组承压能力低，易出现漏失，水泥浆失稳影响固井质量；②部分井泥浆性能差，冲洗隔离效果不好，大肚子井眼存在“死泥饼”现象，污染水泥浆影响胶结质量。

2.2 制约固井质量提升要害因素分析

综合分析影响固井质量的因素主要包括三大方面：一是地层承压能力、油气水活跃度等客观因素。地质情况严苛，隐蔽性因素错综复杂，多套压力体系并存，极易影响固井工程的实施。二是固井前的整体井眼条件、钻井液性能等钻井工程因素，未能给固井作业提供良好井眼条件，进而影响固井质量。三是固井作业的入井材料、水泥浆密度、施工过程质量等关键环节监管不严。固井现场作业标准有待提升，入井材料存在瑕疵，水泥浆体系抵抗油气水层侵入能力仍有长足进步空间。

3 提升固井质量管控监督对策

3.1 提升质量意识

组织固井队定期召开固井质量分析会，按区块对已发生的质量问题全面剖析，查找原因优化水泥浆配方，完善固井施工设计，严格按设计施工，易漏及承压能力低区域设法提升质量达标率。现场监督通过巡回检查“清单化”，关键环节“旁站监督”，重大施工“步步确认”，强化过程管控和监督，强化重点环节质量控制和监督，落实建设项目组、设计、施工等单位责任，确保过程质量受控。

3.2 强化钻井工程把关

3.2.1 监控钻井过程中关键指标，为固井创造优质井眼条件

监督钻井队做好井眼准备工作是保证后续固井作

业顺利进行的前提。一是严格按照钻井工程设计合理选择钻头外径，井下动力钻具（螺杆）的弯度，确保井眼尺寸、环空间隙满足设计要求。二是钻进过程中，严格控制井斜和全角变化率，保证井眼轨迹平滑、井径规则，为固井创造良好的井筒条件。三是保证钻井液性能，井筒压力稳定，低粘、低切、低动塑比，充分循环 2 周，泥饼薄而致密，有效减小钻井液的触变性，提高顶替效率。

3.2.2 监督漏失井并做好承压堵漏

针对井漏，采用低密度钻井液随钻堵漏至钻穿漏层后，进行工艺堵漏，提高地层承压能力。严重井漏区采用桥塞堵漏、复合桥塞堵漏、注水泥浆堵漏；普遍井漏和井浅、高压易漏区以桥塞堵漏、复合桥塞堵漏、注水泥浆堵漏为主，随钻堵漏、循环堵漏为辅，提高地层承压能力。发生漏失的井必须承压堵漏后方可固井施工，钻井队加强井眼维护和工艺堵漏，进行地层承压能力试验，以便固井单位合理选配水泥浆浆柱结构，确保井筒条件满足固井要求。

3.2.3 强化下套管过程质量监督

牢牢把握下套管前通井、循环等准备环节。确保入井套管质量，充分做好井眼准备及套管下入前的检查工作。仔细检查核对入井套管的实际型号、尺寸、丝扣类型，套管下深等数据。重点关注下套管过程中扶正器的加放，规范套管螺纹脂的使用。严格落实下套管灌泥浆制度，下套管过程中控制套管的下放速度，下完套管开泵与循环前管柱内必须灌满泥浆，分段循环，且要做好地层承压能力检验，确保固井施工过程顺利。

3.3 强化固井工程把关

3.3.1 设置固井专职监督

设立固井专职监督，以固井单位化验室为抓手，加强固井单位后勤保障基地的监管，加大对入井材料的抽样检测力度，坚决遏制劣质产品、不合格产品的使用。督促固井单位化验室围绕入库材料检验 - 配方优选 - 成品料复核试验开展工作。要求高密度水泥浆体系水泥稠化时间在安全的前提下近似直角稠化，低密度水泥浆体系排除稠度较理论性高，流变性差、游离液大、水泥石强度低等不利因素，从源头上合理优化水泥浆体系，保证用灰质量。运用井下模拟软件，从固井压力计算、扶正器安放、固井温度计算、固井实验数据、固井质量辅助分析等方面检验固井设计的合理性，为固井作业提供前期保障。

3.3.2 强化固井装备监管

固井施工过程中，设备出现故障是影响固井一次

成功率直接因素。要求固井队合理分配符合设计要求的施工机组,对施工附件如高压管汇、供水管线、水泥头、高压弯头等做具体要求。加强现场组织,固井车、灰罐车摆放要留有余地,保证各车之间可以互相替换,车辆运转正常,保证施工过程的连续性。务必做到所有关键设备设施人员有备用、有应急、可替换。

3.3.3 强化固井水泥及附件等材料质量监管

水泥浆性能好坏对固井质量起决定性作用。下灰车辆到井后收集灰罐车磅单,落实灰种、灰量满足固井设计要求。注水泥前核实环空水泥浆体系及封固段长,保证液柱压力及施工摩阻之和小于易漏层地层破裂压力。注灰过程中监督落实测水泥浆密度的要求,真实记录每次测量值。对不同灰取样送检验证水泥稠化时间、抗压强度、游离液等综合性能。记录施工时间,对注灰起止、顶替起止、注入排量、碰压、起压等关键时间节点数据拍照取证,掌握一手真实资料,确保后期固井质量问题可以追根溯源。

3.3.4 做好后续作业监管

注水泥结束后,监督井队严格执行固井设计关井要求,保证关井时间及带压关井压力,对于替量到位后水泥没有返到预期位置的井,及时协调固井队开展补救措施,严格落实补救施工方案。在进行测三样前建议将周围500m内的注水井停注泄压,降低固井溢流导致的水泥环强度不足,从而影响固井质量。严格按照固井方要求进行后续作业,不得提前下钻通井、钻分级箍、钻水泥塞,不得先试压后测固井质量。

3.4 强化测井工程把关

3.4.1 严格测井过程质量监督,提升固井评价资料的准确性

测井前在自由套管井段进行声幅刻度,绝不能将混浆段或者是在低密度井段误判成空井段进行仪器刻度。无自由套管的井,按照测井技术规范,参考以前的刻度值。下井仪器安装尺寸与套管内径匹配的扶正器,确保测井仪器居中。根据测井仪器技术指标确定测量速度,保证测速均匀。在混浆带及自由套管井段测量重复曲线,重复测量井段不少于50m,与主曲线对比,重复测量值相对误差小于10%。

3.4.2 提高测井数据对井筒质量的评估

利用测井数据,结合管理制度和标准规范,建立井筒工程质量智能分析系统,对井斜、全角变化率、井径扩大率、一二界面胶结强度、水泥返高等情况进行分析,落实井筒工程质量治理要求,提升工程技术

质量管理水平,完善井筒工程质量监管机制,实现工程质量全方位、全流程、精细化、可视化管理,为井筒工程质量精细管理和高效决策,提供有力的数据支持。

4 结论

石油固井是一项综合性较强、难度较大且不确定性因素较多的作业。加强固井施工全过程全方位监督,督促钻井方最大限度提高井眼质量,为固井创造最佳条件;同时固井方应从自身出发,打铁还需自身硬,提高技术技能水平;监督人员从施工材料质检到施工前技术交底再到施工现场管理等多方面进行管控,以最大限度保证固井质量。

参考文献:

- [1] 吕永科,张瑞典,秦礼曹,汪光太.从某固井事故分析现场监督职责[J].石油工业技术监督,2015(10):4-6.
- [2] 中国石油勘探与生产分公司工程技术与监督处.钻井监督[M].北京:石油工业出版社,2003.
- [3] 王胜启,秦礼曹.中国石油勘探与生产工程监督管理制度建设和创新[J].石油工业技术监督,2012,28(10):27-29.
- [4] 张艺杰,张维静.浅谈提高油井固井质量的几点认识[J].中国石油和化工标准与质量,2013(09).
- [5] 原敏,薛波.谈提高延长气田固井质量[J].石油工业技术监督,2009(12):52-54.
- [6] 李海珠,李养财,马广鹏,朱洪.提高浅井低温油层的固井质量工艺技术[J].石油工业技术监督,2010(09):48-50.
- [7] 李德生.对提高油井固井质量的几点认识[J].化工管理,2016(11):1.
- [8] 杜甫.提高固井质量技术对策探究[J].石油石化物资采购,2019(25):1.
- [9] 张兴国,高兴原,冯明.固井质量影响因素分析[J].钻采工艺,2002,25(2):4.
- [10] 杨军,陈琼.水平井固井质量的控制措施研究与应用[J].石油工业技术监督,2009,25(12):4.
- [11] 吕海龙.强化固井质量控制提高油气井采收率的策略初探[J].当代化工研究,2022(6):3.
- [12] 聂键波.强化固井质量控制提高钻井生产运行效率的研究[J].工业,2016(05):239-239.
- [13] 齐奉忠,杨成颌,刘子帅.提高复杂油气井固井质量技术研究——保证水泥环长期密封性的技术措施[J].石油科技论坛,2013(1):4.