

储气库完井防漏配套技术研究

杨智鹏

辽河油田储气库公司

DOI:10.12238/jpm.v3i7.5078

[摘要] 某储气库具有气藏亏空严重、孔隙压力低、封固段长、井漏严重、多套压力系统并存等特点,造成固井易漏失、大尺寸套管居中困难、顶替效率低等难题,如何提高储气库盐盖层固井质量,已经成为当务之急。通过完善地层承压堵漏、优化浆柱结构、下套管固井等防漏措施,形成了一套储气库完井防漏配套技术。有效预防了井漏的发生。通过合理设计盐层段水泥浆水化时间、优选优化扶正器设计、采用三级隔离冲洗工艺等工艺措施,实现了水泥浆短促凝,以快制动,有效压稳盐层。整体式无焊缝扶正器与三级隔离冲洗工艺相结合,大幅度提高了大尺寸套管的居中度 and 盐层段驱替效率。上述措施在A储气库和B储气库中得到实践,固井质量得到大幅度提高,为下步储气库群的建设提供了经验和技术支持。

[关键词] 储气库; 地层承压; 防漏; 顶替效率; 三级隔离冲洗

中图分类号: TE972 **文献标识码:** A

Research on gas storage

Zhipeng Yang

Liaohe Oilfield Gas Storage Company

[Abstract] A gas storage reservoir has the characteristics of serious gas shortage, low pore pressure, long sealing section, serious well leakage, and multiple sets of pressure systems, resulting in the problems of easy leakage, difficulty of large size casing, and low replacement efficiency. How to improve the cementing quality of gas reservoir salt cover layer has become a top priority. By improving the leakage prevention measures such as stratum pressure plugging, optimizing the slurry column structure and lower casing well setting, a set of gas reservoir completion leakage prevention supporting technology is formed. Effectively prevent the occurrence of well leakage. Through reasonable design of cement slurry thickening time, optimizing the design of centralizer, and adopting three-stage isolation and washing process, the cement slurry has realized short condensation, fast braking and effective pressure of the salt layer. The combination of the integral weld-free centralizer and the three-stage isolation and flushing process greatly improves the moderate and salt layer segment displacement efficiency of the large-size casing. The above measures have been practiced in A gas storage and B gas storage, and the cementing quality has been greatly improved, providing experience and technical support for the next construction of gas storage group.

[Key words] gas storage; formation pressure; leakage prevention; replacement efficiency; three-level isolation flushing

1 完善储气库完井防漏配套技术

1.1 地层承压试验, 确保地层承压满足固井施工需要

强化井眼承压能力, 下套管前对地层进行动态承压试验。地层承压前先采用堵漏浆进行挤堵, 然后将钻井液中的堵漏剂筛除后再进行地层承压试验, 确保承压值真实可靠。A储气库下技术套管前的通井过程中, 循环排量不低于60L/s循环两周不漏失为合格; B西储气库下技术套管前的通井过程中, 循环排量不低

于65L/s循环两周不漏失为合格。

1.2 下套管防漏措施

严格控制套管下放速度, 技术套管每根套管下放时间大于60s, 产层套管单根下放时间大于30s, 防止产生过高的激动压力压漏地层; 并派专人观察返浆情况, 校核排出量, 发现异常及时汇报。

如发生井漏, 在条件允许情况下继续降低套管下入速度, 向

套管内灌入4~7%FD-1或随钻堵漏剂的堵漏钻井液;如环空观察不到液面,向环空连续灌入密度低的钻井液,保持液面灌满直至环空液面返出。

1.3 循环钻井液防漏措施

套管下到到位后,先灌满钻井液,顶通排量不超过500L/min,循环1h以后再提高排量,每次提高排量不大于300L/min,中间间隔大于40min。固井前最后1周循环适当降低钻井液密度0.05~0.10g/cm³。循环期间专人看好泵压,泵压异常上升立即摘泵,防止憋堵造成井漏。提排量时坐岗加密测量,发现漏失立即减小泥浆泵排量。

1.4 固井防漏措施

优化浆柱结构:2000m以上采用高强低密度体系(漂珠低密度水泥浆体系),水泥浆密度为1.50±0.03g/cm³;2000m以下采用常规1.90±0.03g/cm³密度水泥浆,在保证盐层封固质量情况下尽量降低静液柱和施工压力。A储气库优化固井前钻井液性能,要求粘度小于80s后才能进行固井施工,在前置液和水泥浆中添加0.1%堵漏纤维,提高浆体的堵漏、防漏能力。固井施工期间,严格控制施工排量,排量缓慢平稳过度,杜绝骤升骤降发生漏失。替浆前期采用大排量,泵压涨至5MPa时改用单泵替浆,前置液返出地面时改为水泥车以500~800L/min替浆至碰压,增大返出口通道,防止因憋回压产生井漏。

1.5 增大循环返出口通道

为保证储气库井密封完整性,技术套管设计为芯轴悬挂;技术套管安全下入难度大,为保证安全,采用坐挂完芯轴后固井方式;固井时返出液体只能从套管头旁通口返出。在储气库一期中完固井施工中,返出口循环管线因采用油管短接引出,进一步减小返出口循环通道或循环管线内径小导致憋“回压”而导致井漏经常发生;管线与管线之间多用铁丝捆绑,在循环和固井时频繁出现刺漏,放入缓冲罐一段管线因重量不够或捆绑不结实,大排量替浆时也经常“甩出”,导致固井施工被迫中断;以上情况无法满足储气库中完大排量循环、大排量替浆需要。

为杜绝出现以上现象,技术发展中心设计制作了一套储气库中完施工专用循环管线。将原来用油管短接从套管头盲板丝堵引出方式改为法兰连接引出,即将套管头上的盲板法兰卸掉,用与盲板法兰通径和型号一致带脖茎的法兰焊接3¹/₂”由壬做成转换短接,法兰一段与套管头旁通口法兰用螺栓连接,3¹/₂”由壬与管线上的3¹/₂”由壬连接;所做的四条管线两端都是3¹/₂”标准由壬,便于互配相互都能连接;管线采用带钢丝、内径88.9mm、耐压10MPa的管线,该管线具有一定重量,大排量循环时管线不会发生摆动;进入缓冲罐一段管线末端也带由壬,进一步增加末端重量,也便于固定。

2 盐层固井质量配套技术

2.1 合理设计盐层段水泥浆化验时间

水泥浆在候凝过程中失水,盐遇水溶解,溶解盐水改变水泥浆性能,导致固井质量差。因此尽量缩短封固盐层水泥浆凝固时间是提高盐层固井质量的根本办法。为保证储气库盖层固井质

量,在保证替浆施工连续性的情况下,优化每口井确定盐层段水泥浆稠化时间,经过探索研究:A储气库盐层段水泥浆稠化时间为80~90min,既能保证固井质量,也能保证施工安全;B西储气库盐层段水泥浆稠化时间为90~110min。

2.2 提高盐层顶替效率研究

储气库技套固井施工采用了紊流+塞流的顶替方式,提高顶替效率。当隔离液到达技术套管管鞋时,提高注灰排量,确保隔离液能在大排量注替过程中对盐层段环空进行有效冲洗。替浆前期排量控制在50~55L/s,利用前面低密度水泥浆对井眼环空进行二次驱替,泵压涨至5MPa时替浆排量迅速降低至30~35L/s,前置液返出地面时改用水泥车顶替,排量控制在6~15L/s,使后面高密度水泥浆以塞流的方式进入盐层环空。

提高套管居中度,优化扶正器加法:盐顶以上200m至井底每1根套管加1整体式(无焊缝)弹性扶正器,盐层确保套管居中。优化前置液设计,增强流动性,提高顶替效率。固井施工前注入流动性较好的钻井液40m³,密度与原钻井液一致,粘度降低至40~50s,初切≤2Pa,动切力≤6Pa,帮助提高顶替效率,降低环空压力。采用三级隔离冲洗工艺,即先导前置钻井液+紊流抑制型高效隔离液(20m³)+先导水泥浆,接触时间不低于10min。钻井队提前准备好先导钻井液所需泥浆罐和泥浆材料。隔离液与钻井液、水泥浆有较好的相容性,能有效驱替掉环空中的钻井液及泥饼,提高界面胶结质量。

隔离液中加入适量的短纤维,若钻井液中混油则再加入适量清油剂,确保有效驱替一、二界面上的油膜,提高固井质量。

3 低温易漏储气库固井技术

3.1 强化通井措施,保障井眼清洁

单、双螺扶通井,在阻卡井段进行短起下,保障井眼畅通,通井到底后打稠塞,增加封闭浆的用量,提升携屑能力。保障固井前的钻井液屈服值<5MPa,塑性粘度10~30mPa·s,砂岩井段电阻率较大,渗透性强,严格控制钻井液失水,降低形成的泥饼厚度。

3.2 优化扶正器布放位置,提升盖层以上井段居中度

优选弹性整体扶正器、刚性滚轮扶正器,结合实际测量井径及井斜,在盖层顶部以上井斜>20°井段,采用刚弹交替布放方式,每根加放一只,提升套管的居中度,同时在“大肚子”井段底部加放旋流发生器,改善流体的流态,提高顶替效率。

3.3 合理设计施工参数,提升顶替效率

上部井眼不规则,扩大率达40%以上,导致水泥过该井段时,与无法驱替出去的泥浆混窜,影响固井质量。针对该情况,在后续的施工中,合理设计冲洗液、隔离液的性能及用量,与钻井液、水泥浆形成更好的密度梯度与流变梯度,同时做好施工模拟,隔离液过该井段时,适当加大顶替排量,更多的将大肚子井段的泥浆驱替,减少与后续上返的水泥浆接触,提升盖层上部井段固井质量。

3.4 改进“尾管+回接”固井工艺,保障一次返地成功率

结合定向井完固井需求,开展了尾管承压、尾管悬挂器、施工工艺的研究,优选性能可靠的尾管悬挂器及其配套附件,内

嵌式的设计,不受扣型限制,形成了针对储气库定向井完井需求的尾管及回接固井工艺。同时针对雷1储气库目的层破裂压力低,承压时间长,承压效果差,根据第一口H井的施工情况,在尾管碰压后,直接起钻,不冲洗喇叭口,避免循环产生的激动压力传递至候凝期间的水泥浆,通过软件分析对比,各施工阶段的井底ECD,形成了改进版的“尾管+回接”固井工艺,成功解决了定向井完井固井水泥低返问题,大幅度缩短了定向井的建井周期,同时有效提升了尾管段的固井质量,保障了生产套管的全井段封固,进行一步提高了井筒的完整性。结合水平井完井固井需求,开展了液压封隔器、分级箍等工具、水泥浆体系、施工工艺的研究,形成了针对储气库水平井完井需求的半程固井工艺。“半程固井工艺”管串结构:旋转引鞋+168.3mm筛管串+168.3mm×177.8mm变径短节+177.8mm套管1根++177.8mm遇油遇水膨胀封隔器+177.8mm套管1根++177.8mm遇油遇水膨胀封隔器+177.8mm套管1根+177.8mm盲板+177.8mm套管1根+177.8mm液压式管外封隔器+177.8mm套管1根+177.8mm液压式管外封隔器+177.8mm套管1根+分级注水泥器+177.8mm套管串。将遇油膨胀封隔器要求放置在泥岩段,用于防止泥岩坍塌,优选性能可靠的液压式管外封隔器安放在技术套管内,可承托35MPa以上的液柱压力,保障封隔效果,通过分级箍实现上部177.8mm套管段固井,合理匹配各工具间的工作压力,保障了两层套管间水泥的有效封固。针对水平井完井存在漏失的情况,下套管前对漏失风险进行全面分析,制定对应措施,规避下套风险,通过封隔器试坐封,进行环空反排,确定环空液面高度,形成了创新版的半程固井工艺,解决了水平井完井固井的漏失难题。

3.5研发韧性防窜水泥浆体系

表1 韧性防窜水泥浆配方

类型	材料名称	密度/(g/cm ³)		BWC	
		P	1/P		
水泥	水泥	3.15	0.32	100.0	
	增稠材料	2.90	0.34	15.0-20	
干混	防窜粘合剂	2.25	0.44	2.0-3.0	
	膨胀剂	3.19	0.31	0.1-0.2	
	除水剂	1.70	0.59	0.3-0.5	
	分散剂	1.15	0.87	2.50-2.70	
水混	韧性防窜剂	1.18	0.85	0.5-1.22	
	低温早强剂	1.02	0.98	0.07-0.09	
	消泡剂	1.02	0.98	0.42	
水	水	1.00	1.00	48.0	
理论密度	1.901	实际密度	1.9	W/C	0.431

为满足储气库多轮注采对固井水泥石的要求,提升井筒质量完整性,保障水泥石的全生命周期,研发了新型的韧性防窜水

泥浆体系(见表1,水泥浆密度为1.85—190g/cm³)。同时针对埋藏浅、温度低的候凝环境,加入了低温早强添加剂,有效提升了水泥石在低温环境中的性能。

水泥浆体系的静胶凝时间(见图1)、水泥石的三轴应力(见图2、图3)满足储气库对韧性水泥的要求。

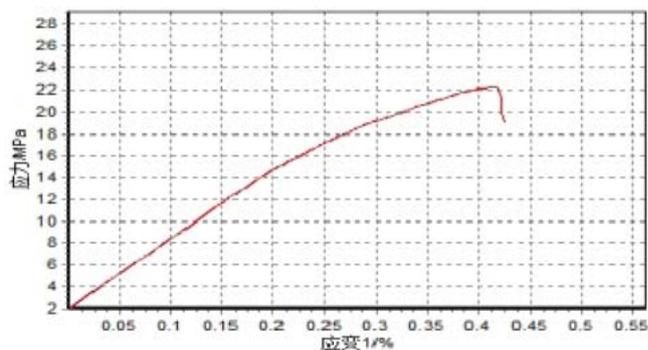


图1 三轴曲线—应力—应变1曲线

4 其它工艺技术措施

4.1采用双胶塞固井

为了更好的替除套管内壁上的钻井液及泥饼,起到有效隔离钻井液的作用,确保盐底井段封固质量。A和B储气库对技术固井工具进行了改进,由原有的单胶塞固井改为双胶塞固井工艺,盐底固井质量进一步得到了改善。

4.2加回压

为确保压稳盖层,施工结束后根据水泥浆稠化时间对环空立即进行控量、分段加回压措施,回压值控制在表层套管鞋破裂压力范围内。

[参考文献]

- [1]阮臣良,李富平,李风雷,等.尾管悬挂器超高压封隔及回接技术应用研究[J].长江大学学报(自科版),2016,13(19):42-45.
- [2]吴叶成.易漏地层防漏增稠水泥浆体系的研究和应用[J].钻井液与完井液,2006,(03):20-22.
- [3]席方柱,屈建省,吕光明,等.深水低温固井水泥浆的研究[J].石油钻采工艺,2010,32(01):40-44.
- [4]王皆明,张星文,丁国生,等.任11井潜山油藏改建地下储气库关键技术研究[J].天然气地球科学,2004,(04):406-411.
- [5]刘凯.储气库固井水泥浆体系的研究与应用[D].大庆:东北石油大学,2014.