

“一体化”模式在储气库建设中的应用

Application of “Integration” Mode in the Construction of Gas Storage Reservoir

李胜忠 胡建均

Shengzhong Li Jianjun Hu

中石化中原石油工程有限公司 中国·河南 濮阳 457001

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

摘要: 鉴于成本、效率等多方面综合考虑,国内外已普遍采用“一体化”作业模式来提升油气勘探开发效益、降低工程作业成本、保证工程质量,已在页岩气等复杂油气藏勘探开发中展示出较好的应用前景。储气库的建设与常规油气田的开发具有完全不一样的理念、方法和技术,井筒完整性和储层保护是其核心目标。对“一体化”理念的提出及运行模式进行了介绍,阐述了在中国多个储气库建设过程中采用“地质工程一体化”作业模式的必要性,同时为国内以后的工程建设提供一定的技术参考。

Abstract: In view of the comprehensive consideration of cost and efficiency, the “integrated” operation mode has been widely adopted at home and abroad to improve the efficiency of oil and gas exploration and development, reduce the project operation cost and ensure the project quality, which has shown a good application prospect in the exploration and development of complex oil and gas reservoirs such as shale gas. The construction of gas storage and the development of conventional oil and gas fields have completely different ideas, methods and technologies, and the shaft integrity and reservoir protection are their core objectives. This paper introduces the proposal and operation mode of the concept of “integration”, expounds the necessity of adopting the “geological engineering integration” operation mode in the construction process of many gas reservoirs in China, and provides certain technical reference for the future engineering construction in China.

关键词: 储气库; 一体化; 中原; 工程质量

Keywords: gas storage; integration; central plains; project quality

DOI: 10.12346/etr.v5i1.7664

1 引言

在工程建设中,地面附着物等对工程建设的质量和进度有着非常重要的影响。在石油工程领域,地面建设不仅是地下的事情,地下的靶点坐标也制衡工程的建设速度和质量,特别是在储气库建设中,建设选址一般在老油区,地面地下条件更加复杂。从国内外储气库库址选择来看,以枯竭油气藏为主,中原储气库也一样。中原油田经历了近40年的勘探开发,地下面临低渗、低压的矛盾,地面面临征地与环保的双重压力,中原储气库群建设面临的主要挑战概括起来为地面挑战、地下挑战,以及地面和地下相互作用的挑战和管理挑战。

2 中原储气库群建设面临的挑战

2.1 地面挑战

地面包括地表、地貌、环境生态、水资源、基础设施、天然气工业管网分布等。中原储气库群位于油田老区,随着近40年经济不断发展,城市化进程不断加快,地面油气管网和道路纵横,村庄和人口稠密,合适的井位确定难度大,对环境的保护要求高,工农关系处理复杂。

2.2 地下挑战

2.2.1 地质方面

中原油田地层层序自下而上为:中生界、新生界地层(表1)。

【作者简介】李胜忠(1974-),男,中国河南濮阳人,本科,高级工程师,从事机械设计制造与装备管理研究。

①沙三段-沙一段发育多套盐层,相变快,盐层展布认识难度大。中原油田自上而下发育多套盐膏层,埋藏深浅不一,蠕变强度有大有小,厚度展布变化快。

②构造复杂、小断层追踪解释难度大。断块油气藏,复杂的地下构造给地面井场的选择带来了不确定性的风险加大,加上断层居多,时刻调整地下靶点的可能性大大增加,地面选址必须兼顾这些可能性。

③储层厚度大,但优质储层厚度变化大,空间展布认识不清。

④不同油气藏改建储气库,井网、井距要求不同。地面选址要兼顾后期调整井和达容达产井的可能,要给后期钻井及生产实施留有足够的面积^[1]。

2.2.2 工程方面

①枯竭型油气藏地层压力系数低,储层保护难度大。目的层现地层压力系数0.10~0.60,钻井液、固井水泥浆等必须满足对低压储层保护要求。

②盐膏层发育,固井质量和套管强度要求高。中原储气

库一般以盐层作为储气库的盖层,盐层厚度大,分布广,作为储气库的盖层,对固井质量及套管强度要求高。

③地层漏失频繁,安全钻井和固井难度大。分析气田100余口已完钻井及前期工程实钻复杂情况统计,井漏频繁,特别是断层附件平台,70%的井发生严重的失返性漏失;老气田采气过程中储层改造,几乎所有井都进行了加沙压裂,目的层井漏风险高。储气库采用专打专封,技套下深至盐底以下50m,多数进入低压地层,井漏风险高,安全施工和保证质量难度大。

④储气井强注强采,对井筒完整性的要求高。储气库井运行周期长,多周期强注强采,地层水矿化度高,生产套管的强度、耐腐蚀性和密封性能须能承受恶劣工况的影响,对整个井筒的完整性要求高。

⑤井位布署密度大,安全距离小,防撞难度大。由于在老区开发,井网密集,同一平台防撞井数多(最多20口),防撞距离小(最近距离4.71m),轨迹控制及防撞绕障难度大(见表2)。

表1 中原油田典型地层层序表

地层层序			厚度	岩性描述	油气分布
系	组	段	(m)		
第四系	平原组		200~400	土黄色、棕红色粘土、砂质粘土及砂层	
上第三系	明化镇组		800~1000	棕黄色粉砂岩、泥岩、砂质泥岩互层	
	馆陶组		200~400	灰黄色、砾状砂岩、泥岩不等厚互层	
下第三系	沙河街组	东营组	300~600	棕红色、灰绿色泥岩与浅灰色、棕红色粉砂岩	油层
		沙一段	100~300	上部灰色泥岩、白云质泥岩;下部灰质岩、盐岩	油层,含有盐膏层
		沙二上	200~250	紫红色泥岩夹少量薄层灰色泥岩及含膏泥岩	
		沙二下	300~400	紫红色泥岩及少量灰色泥岩,褐色粉砂岩、灰色粉砂岩不等厚互层	油层
		沙三上	400左右	灰色泥岩和含油粉砂岩、页岩、油页岩	油层,盐膏层普遍发育
		沙三中	200~250	上部盐岩、膏盐层、泥膏岩中央灰色泥、页岩层;下部灰色泥岩夹粉砂岩、页岩、油页岩	东部有油层
		沙三下	700	盐岩膏盐层泥膏岩灰色泥岩及少量粉砂岩	零星气层分布
		沙四上	200左右	上部灰色泥岩夹薄层白云质粉砂岩;下部灰黄色粉砂岩夹泥岩	储气库主要产气层
中生界			>300	棕色砂、泥岩互层	

表2 平台内老井分布及防撞情况汇总表

平台号	平台内设计井数(口)	周围老井数量(口)	最近距离<30m井(口)	最近距离<15m井(口)
2	11(双排)	5	3	1
3	10(双排)	8	13	6
4	9(双排)	3	2	0
5	7(双排)	5	3	1
8	7(双排)	14	8	5
11	8(单排)	20	18	11

2.3 地面和地下相互作用的挑战

由于地面条件的制约,中原储气库群需采用大位移井或者丛式井开发模式,三维及以上井眼轨迹将不可避免。由于高压盐层、断层、注水、储层展布等地下条件极其复杂带来的地层不可预见性,这不仅带来了更高的地质风险,而且储气库井要求30年不动管,要求气密封,对所下套管要采用金属气密封,要逐根进行气密封检测,采用无压痕下套管技术,固井水泥要采用弹性水泥浆体系等特殊要求,钻完井技术要求高;井眼轨迹复杂、套管接箍泄露、环空水泥密封不严等问题,不仅对钻完井工程风险大,对后期的储气库安全平稳运行风险大。为了实现对地下储气库工程的高质量、高效益开发,必须保证每个平台、每口井同步优化轨迹,地面地下井筒联动推演,做到最优的井位布置,最高的工程质量,这又进一步提高了钻完井工程的技术难度和成本要求。

2.4 管理挑战

储气库建设是一项技术集中度高、配合性强的系统工程。国内多个储气库工程由于采用工程大包运作机制,分工部门多的工程技术施工服务企业单独对业主方直接服务。整体运行来看,业主方关注的是质量(储层保护质量和井筒完整性质量)和效益(从多个角度更加关注效果);而施工方更加关注工作总量、工作时间、经营收入和利润(从多个角度更加关注工程本身),他们在目前合作模式下,目标是不一致的^[2]。总体表现在:甲方面临复杂的建设对象,要保证在长达30~50年的强注强采下的安全运行和注得进采得出的效益运行,肯定会在现有施工技术服务投入的基础上对钻完井工程有更高的要求;乙方为实现经济利益最大化,势必采用常规井钻完井思路来对待储气库井,可能会在如何完成目前更多的工作和最大化提升工作效率放在首位而不是质量,他们的目的是不统一的。为达到双方的最终结果及中原油田储气库群的科学建设,需要一起来研究“地下与地上”,走出一条“一体化”相互作用、互相前进的道理来,最终全面实现工程建设特别是储气库建设的最终效益^[3]。

3 “一体化”理念、模式

通过最近已完工程的分析研究,由于最终目的和诉求的不同,双方在多个方面存在不一致的地方,使得双方为了自己的利益最大化,各说各的问题和困难,互不退步不让步,这样不仅不利于工程进展,也不利于行业发展,最终互相都是受害者。很多的施工企业的目的就是挣钱,使自己的核心利益得到保证,他们不会也不可能提高站位、提升工作格局等来对待整体工程。如果按照目前这样的工作模式,也会效率很高,但是效果很差,质量没有办法得到保证,像储气库这样的安全和质量必须放在第一位的工程是非常危险的。随着油气田科技创新、管理创新的不断深入,工程技术服务型企业“单打独斗”的服务模式,已无法适应新形势下地质勘探开发与钻井工程“提质、提速、提效”的要求。因此,探

索建立一个“合理投入、科学运行、二者共同关注最终效果”,使甲乙双方实现共赢的“地质工程一体化”新型服务模式势在必行^[4]。“一体化”即业主方和施工方都必须围绕着一个共同的目标和中心任务,以科学理论和实践为基础、以工程作业为手段,多学科、多专业相互配合,紧密跟踪,及时调整设计和认识,协助业主有效实施联合作战,快速、高效开展工程建设,达到效果佳、成本低、规模效益好,真正实现双赢的一种“新型”服务方式。

3.1 “一体化”理念

在常规油气田勘探开发中,“地质工程一体化”中的“地质”是指地下的构造、岩性、压力、温度、地层倾角、断层、漏失层等,而不是特指学科意义上的地质学科;“工程”是指在工程建设过程中,对钻井到生产等一系列工程技术及解决方案进行针对性的筛选、优化并指导作业实施。对于储气库这种枯竭油气藏来说,常规意义上的“藏”通常是指对地层地质特性的从新认识。“地质工程一体化”就是围绕保证安全高效钻井、提高储层保护效果和井筒完整性质量这3个关键问题,钻井工程从以前关注钻井速度转变为关注钻井质量,以地震、物探、测录井等数据为基础,在丛式井平台开发方案实施过程中,通过对工程建设中遇到的困难和挑战一起来互相配合互相攻关等技术研究。同时,借助现代先进的管理学经验,分版块、分专业等进行非常系统的细致的经验积累和学习曲线建立,不停的调整最初的方案,使其最终工程建设结果更加高效和高质量。

3.2 “一体化”的模式

根据不同的服务类型,可将“一体化”服务模式分为“协作型”和“主导型”两种服务模式^[5]:①“协作型”服务模式适用于甲方确定区块地质目标及方案,乙方实行工程技术服务“局部”承包方式,即井筒工程一体化;②“主导型”服务模式适用是甲方确定目标,乙方从地质方案到工程技术服务实行“整体”总包的方式,即EPC(设计、采购、施工)。

3.2.1 “协作型”一体化服务模式

该模式是指乙方工程技术人员和甲方地质技术人员,互相融入对方的具体工作任务中,并在工程建设过程中在同一平台集中办公,实施对项目的“地质研究+工程技术+生产管理”的一体化全流程运作。

这种工作模式的优点有:①动态优化更加有利于工程建设;②互相借鉴和学习,有利于综合学习曲线的建立,为下一个工程提供更加有用的技术信息。

该模式目前正用于文23储气库项目,具有“护航建设质量、加快建设效率、降低投资风险、保证建设效益”的特点,其应用效果显著:①工程进度快;②固井质量大幅提升;③事故复杂大幅下降。

3.2.2 “主导型”一体化服务模式

该模式是把“EPC”(设计、采购、施工)总包项目的具体实施规则直接融入“地质工程”一体化模式中,实行区

块项目大包干,以服务企业总包方式统领实施全项目的“主导型”服务模式。

该模式的核心思想是。业主提出地质目标,确定投资总量,由工程服务企业总包完成项目的建设目标,全权负责地质决策和工程决策,并通过优化作业流程,达到提升工程服务企业整体经济效益的总体目标。其特点及作用:①中原石油工程公司利用多专业技术人才的优势,油气开发公司通过“地质工程一体化”服务,搭建起甲方与现场地质之间的桥梁,对业主而言,这样可以实时修正靶区,达到安全钻井、钻优质井的目的。②随着“主导型”地质工程一体化服务模式的推广应用,中原石油工程公司对各种资源形成共同掌控的局面,可用较小的工作量获得更好的效益,实现利润的增长。③具有完整产业链的中原石油工程公司完全能够通过行政手段,以信息化建设平台为支撑,实现资源共享,克服因单位间“缺乏沟通、各自为政”而带来的损耗,真正提高项目的效率、效果和效益。④实施“地质工程一体化”运作,能够实现业主与工程服务方的有效捆绑,突破以靠感情维系的“关系型”,转变为“领袖型”企业的技术型导向。

4 实施“一体化”前景展望

①“一体化”服务模式在中原储气库群的实践,将会为中原石油工程公司的持续发展、高质量发展积蓄发展动力。

②业务覆盖地质研究到压裂投产的“一体化”技术实力,奠定“一体化”服务的坚实基础。中原石油工程公司经过整合,已发展成为一个独有的、具备地质研究和完整油气工程技术服务产业链的企业。特别是在普光气田、涪陵页岩气、文96储气库、文23储气库等勘探开发过程中,积累了丰富的“井筒工程技术一体化”的作业经验,整体工程技术实力在业界处于领先水平,为中原石油工程公司持续推进“地质工程一体化”奠定了坚实的基础。

③国际三大基础市场快速发展,为推进“一体化”提供了广阔空间。随着国内外油气勘探开发步伐的加快,中原石

油工程公司确定把油田本部、国内外部和海外作为公司持续发展、加快发展的战略性“三大”基础市场;此外,随着中原石油工程公司在海外各工程服务企业的实力不断壮大,为公司积极抢占海外大包等高端市场,为实施“地质工程一体化”提供了有力保障。

5 结论及建议

①要真正实现“一体化”,要有换位思考的理念,要把思想转换为工程质量和项目整体效益;项目实施过程中,要有一个责任共担的领导团队、多方组建的协同研究团队、各种工程施工作业团队,能够始终围绕“工程质量+整体效益”这个目标宗旨,勇于打破单位壁垒和学科界限,理清短期与长期、局部与整体的关系。

②实施“一体化”是石油工程技术服务企业优化发展的一种先进模式。

③推进“一体化”,有利于石油工程服务企业的集约化发展;有助于公司加快转变发展方式,实现整体服务效益全面提升。

④利用“一体化”服务模式,为国内类似储气库建设提供技术借鉴。

参考文献

- [1] 高发连.地下储气库建设的发展趋势[J].油气储运,2005,24(6).
- [2] 陈恭洋,刘强国.录井科学的地位及专业建设构想[J].录井工程,2011,22(4):1-4.
- [3] 刘树坤,王绍祥.关于录井行业发展战略问题的思考[J].录井工程,2001,12(4):1-7.
- [4] 吴奇,梁兴,鲜成钢,等.地质-工程一体化高效开发中国南方海相页岩气[J].中国石油勘探,2015,20(4):1-23.
- [5] 戴勇,彭景云,吴大奎,等.采用“工程地质一体化”技术服务模式提升工程服务企业整体经济效益[J].安全与管理,2013,33(11):125-129.