

任 11 井潜山油藏改建地下储气库的分析

廉践维, 惠熙祥, 刘飞军

(中国石油规划总院, 北京 100083)

摘 要: 根据任 11 井潜山油藏的地质和周边环境情况, 分析了任 11 井潜山油藏改建地下储气库油、气、水三相渗流, 气驱渗流阻力, 气库的密封性, 库容规模, 钻井井位布置, 老井处理及地面安全距离等需要解决的问题, 提出了相应的建议和研究的方

关键词: 地下储气库; 油藏; 井

文章编号: 1006-5093(2007)03-0016-03

文献标识码: C

作为陕京二线天然气输配系统工程中不可缺少的地下储气库建设工作, 正在紧张的库址初步筛选评价工作。华北油田任 11 井潜山油藏^[1]已经作为目标库址进行研究。

任 11 井潜山油藏位于河北省任丘市城关镇至辛中驿一带, 构造上处于冀中坳陷饶阳凹陷任丘潜山带北部。任丘油田雾迷山组油藏是一个裂缝性碳酸盐岩块状底水油藏, 含油层位中元古界蓟县系雾迷山组, 构造上可分为四个山头, 任 11 井山头是其最北部的一个山头, 向南与任 7 井山头相连, 任 11 井山头和任 7 井山头之间为一个鞍部, 鞍部位于任 55 井~任 47 井一带, 埋深 $> 3\ 500\ \text{m}$ 任 11 井潜山西侧通过任西大断层直接和第三系地层接触, 任 11 井山头条东斜坡在雾迷山组之上发育青白口系、寒武系和奥陶系地层。任 11 井油藏埋深在四个山头中最浅为 $-2\ 574.69\ \text{m}$ 含油高度最大为 $935\ \text{m}$ 原始油水界面 $-3\ 510\ \text{m}$ 含油面积 $11.54\ \text{km}^2$, 有效厚度 $160.8\ \text{m}$ 经核实原油地质储量 $7\ 240 \times 10^4\ \text{t}$ 可采储量 $2\ 165 \times 10^4\ \text{t}$ 油藏采用早期边缘底部注水开发, 已累积采出原油 $2\ 105.8 \times 10^4\ \text{t}$ 目前全潜山油藏日产原油 $400\ \text{t}$ 地质储量采出程度 29.1% 。1991 年 8 月~1999 年 4 月, 油藏进行降压开采, 降压开采结束时地层总压降 $7.56\ \text{MPa}$ 1999 年 4 月又开始恢复注水, 目前地层总压降 $7.53\ \text{MPa}$ 。

1 任 11 井油藏建库存在的问题

a 任 11 井山头目前处在水驱开发后期阶段

(水淹体积高达 94%) 油水关系分布复杂, 注气有可能出现油、气、水三相渗流, 气驱渗流阻力增大, 对形成具有相当规模的库容量和工作气量有一定风险, 也无经验可循。尽管作了数值模拟研究, 而数模是建立在顶部纯油带注气, 油气界面、油水界面均为两相条件下预测的库容量、工作气量、运行压力等, 与任 11 井山头的实际已水淹体积 94% 情况下非常可能出现的三相渗流不吻合。

b 根据对任 11 井山头建库预可行性的研究结果, 总的注气量较大, 需要 $35.53 \times 10^8\ \text{m}^3$, 其中垫气量 $16.1 \times 10^8\ \text{m}^3$, 气体溶解及扩散损失量为 $8.69 \times 10^8\ \text{m}^3$, 工作气量仅为 $10.74 \times 10^8\ \text{m}^3$, 这其中还不包括向盖层和府君山组油藏中可能的窜气量(窜气量为 $10 \times 10^8\ \text{m}^3$) 大量的注入气不能被采出。因此, 在任 11 井潜山改建地下储气库是不经济的, 也不尽合理。

c 从建库的时效性以及技术经济综合评价, 任 11 井潜山油藏虽然具备建库的基本条件, 但仍然具有较大的风险, 特别是在气库可能发生的渗漏、实际库容规模以及允许注气压力等方面有许多不确定因素; 而且建库周期长达 9 年, 建库投资高, 经济效益差; 特别是任 11 井油藏目前井场位置处于城镇闹市区, 建库地面工程建设及注采井井位布置可选择余地很小且不安全, 另外在目前水驱开发远未结束情况下建库, 将对采油造成一定的负面影响。

d 利用油藏改建地下储气库在国内还没有先

收稿日期: 2006-08-25

作者简介: 廉践维 (1957-), 男, 天津人, 工程师, 主要从事石油和天然气储运的研究与咨询评估工作。电话: (010)

例,特别是利用潜山油藏改建储气库国外也未见类似的实例,虽然雁翎油田注氮气提高采收率为储气库建设提供了经验,但根据国外经验储气库储气量、最大允许注气压力等参数和可能发生的渗漏情况需要经过一定的注气周期后才能实际测定。

e 从建库方式的分析研究看,任 11 井潜山油藏建库无疑会对任 11 井潜山甚至整个任丘潜山的油藏开采造成比较大的负面影响。任 11 井潜山建库后顶部井全部关闭,而腰部井井数较少,且回采顶部气驱“阁楼油”过程中气锥难以避免,总采油量有限。另外,建库实际上仍处于以注气驱替为主,排液为辅的过程,估计潜山底部向外域渗流的液量也是比较大的。因此注气建库过程可能会对其它山头产油造成一定的负面影响。

f 任 11 井山头雾迷山油藏在 2 900 m 以下与府君山组油藏连通,估算在任 11 井山头注气,其漏气损失量约为 $6 \times 10^8 \text{ m}^3$,要在任 11 井山头 2 900 m 以下建库,其气库的密封性不可靠。

g 任 11 井如按纯油带注气,仅能形成最大库容量为 $1.8 \times 10^8 \text{ m}^3$,有效库容量不足 $0.8 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。如果在 2 900 m 以上,按过渡带考虑,机理同纯油带计算,其最大库容量也仅能达到 $6.3 \times 10^8 \text{ m}^3$,有效库容量也不到 $2.6 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。如在 2 900 m 以下,不仅存在气库密封性问题,而且基本为水淹带,要形成更大规模库容没有可靠依据。

h 任 11 井山头位于任丘市城区,人口密集,特别是注采气井场位置处于城镇闹市区,存在巨大的安全隐患^[2-3],外界引发事故因素多,同时发生事故后影响范围大。

i 任 11 井潜山油藏改建地下储气库新钻井井位,要穿越任西 2 500 m 断距的大断层。

j 原任 11 井山头有较多的老井,老井使用年限较长,已经运行 26 年之久,井管的腐蚀等情况不清,并且又在居民区,不仅处理费用要增加,更重要的是还必须采取保证老井不渗漏的措施,新井的轨迹设计也必须防止与老井的碰撞,由于老井较为密集,新井的轨迹很难设计。要做到老井绝对不渗漏,老井封堵是关键,在钻井技术上难以做到,一旦个别井渗漏将会产生不可估量的损失。

k 井口、集注站、集输管线设计压力均高达 28 MPa,危险性大、安全距离要求高,同时井位周围建筑物密集,因此井位、集注站和集输管网永久征地多、拆迁量大。

2 任 11 井油藏改建地下储气库需做的研究

2.1 研究方向

在预可行性研究阶段,一部分评价研究的方法和手段是建立在经验和类比分析之上的,因此在下一步研究工作中应注重前期的实验及理论基础研究,例如在双重介质油藏气驱残余油饱和度的确定,气体在裂缝和岩块残余油中的溶气膨胀作用,气体向油带的组分交换和扩散速度以及双重介质储层的油、气、水多相渗流机理评价等多方面。这些研究对气库运行参数的准确确定至关重要。

2.2 重点研究内容

任 11 井地下储气库紧邻任丘市西环,位于任丘市规划区内,对于井位确定、征地、施工和管理均有较大影响。地下部分应考虑任 11 井地下储气库应急调峰气量,根据目前实际运行经验应对这一问题进行详细研究。同时还应结合采出气组分,对采出气中所含黑油的分离问题进行专题研究。

2.3 全组分模型研究

由于黑油模型不能反映在注气过程中,气油两相组分交换达到相平衡时,地层流体饱和度和压力等临界参数的改变,以及所导致的地层流体 PVT 性质的变化,因此模型不能准确模拟气体在地层残余油及下部油带中的溶解和扩散过程,以及相平衡后最终的损失气量,而且也不能模拟在采气过程中井流物性质的变化。在下一步的深化研究时应采用三维三相全组分模型模拟建库过程和气库注采运行方案。

2.4 工程方案研究

利用油藏改建地下储气库在国内还没有先例,特别是利用潜山油藏改建储气库国外也未见类似的实例,虽然雁翎油田注氮气提高采收率为储气库建设提供了经验,但总体来看,利用任 11 井潜山油藏改建地下储气库还是具有较大的风险,根据国外经验储气库储气量、最大允许注气压力等参数和可能发生的渗漏情况需要经过一定的注气周期后才能实际测定,因此工程方案设计必须有足够的灵活性,留有一定的余地。

2.5 新钻井要求研究

任 11 井潜山油藏改建地下储气库新钻井 18 口, 应注意在城镇密集区的新井位与周边居民的安全距离要满足相关规范要求, 要求井眼轨迹不能过断层, 需建 3 个钻井平台。

2.6 老井轨迹测定研究

原任 11 井山头有较多的老井, 由于在居民区, 使用年限较长, 不仅处理费用要增加, 更重要的是还必须采取保证老井不渗漏的措施, 新井的轨迹设计也必须防止与老井的碰撞, 还需对老井的井眼轨迹进行准确的测定。

2.7 对原油生产的影响研究

任 11 井山头目前的年产油量为 13.5×10^4 t, 剩余可采储量 307×10^4 t, 作为地下储气库必将涉及到关井问题, 将影响任 11 井山头的原油产量, 同时, 由于任丘油田四个山头具有统一的底水, 任 11 井山头改建地下储气库对其它山头的原油生产的影响需

要进一步研究。

2.8 安评和环评研究

在下一步的研究中须进行安全评价和环境保护评价, 对井位作进一步的优化和论证。

参考文献:

- [1] 王皆明, 孟庆春, 熊新强, 等. 任 11 井潜山油藏改建地下储气库预可行性研究 [R]. 河北: 中国石油勘探开发研究院廊坊分院, 中国石油华北油田勘探开发研究院, 中国石油集团工程设计有限责任公司华北分公司, 2003.
- [2] GB 50183-93 原油和天然气工程设计防火规范 [S].
- [3] SY/T 0004-98 油田油气集输设计规范 [S].

致谢: 在《任 11 井潜山油藏改建地下储气库预可行性研究》评估过程中得到了冈秦麟等老专家的大力帮助和指导, 在此对冈秦麟等老专家表示衷心的感谢。