宁夏地区油田地质综合研究及上产实施效果*

孙引雀 陈守民 魏战胜 刘自军

(中国石油长庆油田公司第三采油厂 银川 750006)

摘 要 在加强宁夏地区地质研究的基础上,一方面加强石油勘探,寻找增储建产潜力区,另一方面加强老油田的上产,成功实现了宁夏老区的二次上产,两年时间累计建成产能 8.4×10^4t,新增探明+控制储量达 800×10^4t 以上。

关键词 宁夏地区 石油勘探 地质研究 增储上产 潜力研究 实施效果

中图分类号:TE31 **文献标识码**:A **文章编号**:1672-3058(2005)03-04

1 概况

目前,在宁夏境内,采油三厂老油田包括马坊油田、李庄子油田、马家滩油田、红井子油田、摆宴井油田、东红庄油田,主要开发层系为侏罗系延安组、直罗组和三叠系长 8 长 10 油藏。共动用含油面积 $60.5\times10^4km^2$,地质储量 3786×10^4t,累计采油 $747,219\times10^4$t,平均采出程度 19.47%。目前共开井 90 口,平均日产油 304t,年产能 $11,116\times10^4$t。

2 上产地质综合研究

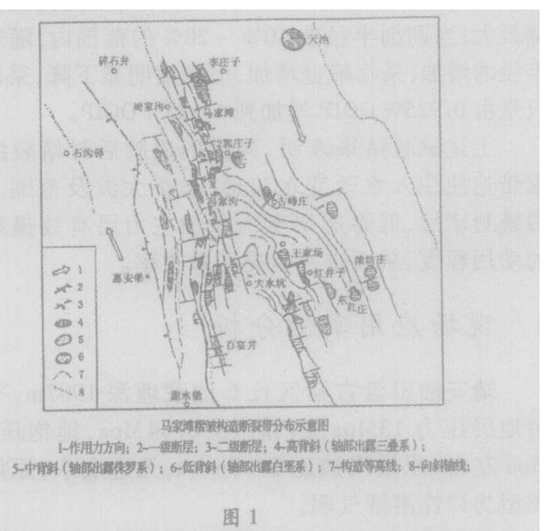
2.1 资源评价 宁夏地区石油资源丰富,石油总资源量约 2.5×10^8t。目前仅探明石油地质储量 3837×10^4t,占总资源量的 15.3%,勘探潜力还很大,为鄂尔多斯盆地石油勘探的重要探区之一。

截至 2004 年底,宁夏老油田(李庄子、马家滩、马坊、摆宴井、红井子、大水坑、东红庄)探明石油含油面积 $64.8km^2$,地质储量 3837×10^4t。

2.2 油藏控制因素及成藏规律研究

2.2.1 西缘断褶带的大断层是油气长距离垂向运移的主要通道 盆地西缘断裂体系发育,马家滩断褶带与天环向斜之间存在着较陡的斜坡,断裂运动使得断褶带内及斜坡上产生一系列的局部隆起或断背斜,形成有利的油气储集场所。

燕山运动晚期,盆地西缘产生了一系列南北向、北西西向断层,一、二级断层延伸长达百余公里,断距最大达 3000m。这些断层不仅在地质上起着控制一、二级构造的作用,而且沟通了上、下油源,成为油气长距离垂向运移的主要通道。



马家滩褶皱构造断裂带分布示意图

1-作用力方向;2-一级断层;3-二级断层;4-高背斜(轴部出露三叠系);5-中背斜(轴部出露侏罗系);6-低背斜(轴部出露白垩系);7-构造等高线;8-向斜轴线;

图 1

2.2.2 含油气储层生储盖组合及特征 灵盐定地区三叠系延长统厚 750-1000m,属一套浅湖相沉积,沉积过程中,由于地壳振荡运动频繁,沉积了一套多旋回生储盖组合。在纵向上发育了四套完整的正旋回(T3Y1、T3Y2、T3Y3、T3Y4+5)。每一个旋回内往往又发育许多次级旋回和韵律,又划分为 10 个油层组(长 1-10),在每个旋回的下部形成物性相对较好,比较稳定的区域性油层。

2.2.3 油气分布特点 a、生储盖组合配套发育:灵盐定地区延长统属一套浅湖相沉积,生储盖组合配套发育,形成自生自储、多油层的地质特点。

b、有利生油区控制含油范围:研究表明延长统油气的区域分布与有利生油区有密切的成因关系,各层

* 收稿日期:2005-06-15

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

含油较好的井，均分布在砂岩百分比 >30% 的岩性带上。砂岩百分比 <30% 区基本上接近湖盆中心，虽然生油条件好，但以泥、页岩沉积为主，砂岩不发育，储油条件差，油气显示不好。

c、印支期古构造有利于延长统油气富集：西部断裂带附近以构造油藏为主，东部斜坡带则以鼻状背斜或缓阶带上受岩性控制的岩性～构造油藏为主。

d、直观含油好坏反映了地下含油的富集程度：根据 43 口井 105 层试油资料可以看出直观含油越好，产油机会越多，压裂效果也好。残余油饱和度 >15%，含水饱和度 <60% 是延长统油层的下界。

2.3 增储潜力研究

2.3.1 勘探有利区带 a、马家滩断褶带及宁盐长垣是宁夏老区最理想的油气聚集带。宁盐长垣位于天环向斜东倾斜坡带上，成藏条件最为优越。第一，虽然区域上岩性向长垣变细，但并不缺乏储油砂层；第二，工区存在许多三叠系～侏罗系的继承性构造，南部油源充足，构造地层保存完整，断裂不甚发育，众多的砂泥岩层构成了良好的储盖旋回；第三，远离蚀源区，地下水移动缓慢，局部构造保存油气条件优越；第四，构造隆起早、高、继承性强，是印支聚集期和燕山聚油期油气聚集的最好场所。

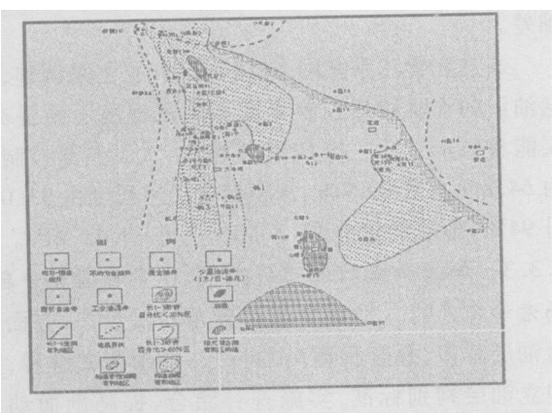


图 2

b、苦水背斜、刘家庄、积家井子等构造皆属较差聚油带。苦水背斜在长期地质发展过程中一直处于构造斜坡带，燕山运动已幕使其褶皱升起，该背斜带虽然油源较近，各时代也有与马家滩构造同样的砂岩厚度百分比；但其含油情况却有优劣之别。刘家庄、积家井子等背斜带，位于马家滩拗陷西部，在长期地质发展历史中，位置虽高，但油源太远，此带为油气聚集的较差带。但该背斜带的其它构造，在钻井过程中见到油砂。所以在搞清构造的条件下获得工业油流还是很有希望的。

2.3.2 滚动目标区 a、三迭系滚动目标区：盆地西缘断褶带及天环向斜内，三叠系下部长 6～10 沉积相变化规律前面已经述及，同样受着构造控制而成藏。在马家滩及冯记沟地区试采获得了工业油流，但冯记沟井网稀，没有进行正规开发，灵盐长垣的北台子地区，长 10 含油性质与已开发的马家滩油田的相似，存在滚动建产的潜力。

b、侏罗系滚动目标区：灵盐地区位于侏罗系宁陕二级古河的西侧、姬原高地北侧、古峰庄高地南侧，更次级的支流纵贯灵盐古地，沉积体砂泥岩相间，砂体广泛分布而分散，受岩性、穹隆等构造影响，形成了李庄子、古峰庄、侯家河、金家渠、上台子、大水坑、摆宴井、红井子等油田或油藏。其外围还有部分出油井点，如盐 25、红 15、金 5、古 5 等井区，具有与上述获得工业油流、并成功开发油田相似的含油条件及性质，具备开发评价及增储建产的潜力。

3 增储上产实施效果

3.1 区域勘探效果突出

3.1.1 马家滩～冯记沟地区区域勘探取得新的认识 在靠近盆地西缘断褶带区，由于该区长 2、长 3、长 4、长 8、长 10 砂体较发育，有较好油气显示，2003 年在冯记沟西南方向实施探井 1#、2#、3#、4# 四口井，仅 2# 井长 10 显示较好，但试油出水，说明本区应该为油气运移的通道，含油有利区应在构造较高的部位。

3.1.2 东红庄地区油藏评价取得实质性突破 2003 年在东红庄地区部署探井 5 口，其中 3 口井钻遇良好油气显示，池 15 井在延 10 试油日产纯油 38.25t，在长 21 试油日产纯油 10.46t。研究资料表明东红庄池 15 井～池 17 井区位于宁陕古河的北岸，属于侏罗系和三叠系多油层叠合的有利区。

根据区域预测研究，本地区控制＋探明储量在 500 $\times 10^4$t 以上，预计该井区可形成 5－7 $\times 10^4$t 左右的产建规模。

3.2 老油田滚动建产成果喜人

3.2.1 以“三个重新认识”理论为指导，老区产能建设取得可喜成果 2002 年，根据油田公司“加大对宁夏老区油气勘探开发投入，使宁夏老区的产能恢复到 20 万吨以上”的指示精神，采油三厂积极响应，认真落实，成立宁定产能建设项目组。

项目组根据宁夏地区油田开发现状，主要实施了王家场油田及大水坑油田直罗组油藏，马家滩及摆宴井油田延长组油藏，仅两年时间累计建成产能 8.4 $\times 10^4$t，并且使宁夏老油田原油产量持续攀升，年产油量由 2001 年的 7.5 $\times 10^4$t 上升到 2004 年底的 11.1 $\times$

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

10^4t,预计 2005 年底将达到 13.0×10^4t。



图 3

3.2.2 积极应用新技术,水平井的实施意义重大 红平 1 井位于王家场油田王 30 井区,以直 2 油层为目的层,水平井段 242m。该井试油日产纯油 86t,投产初期日产油 46t,含水 16%。红平 1 井的建成对宁夏地区的二次上产具有重要意义,同时也是侏罗系中高渗储层进一步提高开发水平的重要尝试,标志着长庆油田水平井开发技术取得了新的进展。

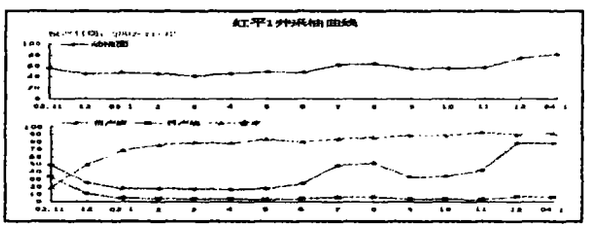


图 4

3.2.3 科学预测、大胆甩开,通过评价井的实施,取得了产量与储量的双丰收 在对老区的建产过程中,始终坚持"先评价侦察,后重点进攻"、"先滚动增储,后优化布井"的工作思路,坚持滚动增储与产能建设并重。一边建产,一边增储,既保证了钻井成功率,同时为下步建产提供了优质储量基础。新增探明 + 控制储量达 800×10^4t 以上,同时在无探明储量的情况下建成产能 8.4×10^4t,年产原油达到 11.1×10^4t。

3.3 老油田稳产上产效果显著

3.3.1 以增加可采储量为目的,以剩余油确定和有效动用为手段,确保油田持续稳产 由于宁夏老油田开发的侏罗系河流相沉积砂体,含油层系多,油层叠合程度高,不同沉积微相组合使储层在平面上和剖面上非均质差异明显,储量动用程度在平面上和不同层系上也有较大差异。同时由于不均匀的水驱油,造成地层范围内剩余油储量分布的复杂性。

2000 年以来,结合油藏开发现状、井网井况特征,开展了以剩余油分布认识为基础、老油田加密调整潜力研究为核心的技术攻关。深入研究已开采储层的采出状况及剩余油分布,结合动态反应及井况,在剩余油富集区进行加密、调整、滚动建产,提高地层采出程度。2001 年至今共实施加密调整井 51 口,措施初期平均单井日产液 16.8m^3,日产油 6.9t,目前平均单井日产液 13.8m^3,日产油 3.0t,提高采收率 0.8 个百分点,增加可采储量 30×10^4t。

表 1 宁夏老油田 2001 年 ~2003 年调整加密效果统计

年份	井数	初期生产情况			目前生产情况			
		日产液(m^3)	日产油(t)	含水(%)	日产液(m^3)	日产油(t)	含水(%)	动液面(m)
2001	1	14.8	11.4	9.8	9.9	2.6	68.8	测不出
2002	41	16.6	6.8	53.2	14.0	2.6	72.9	73.1
2003	7	18.8	7.0	47.3	13.3	5.3	51	1037
合计	49	16.8	6.9	51.5	13.8	3.0	70	

3.3.2 加强油藏的水驱储量管理,提高水驱储量的控制(动用)程度,夯实稳产基础 宁夏老油田由于区块多,含油面积小、层系叠合程度高,造成部分层系注采井网不完善,油藏的水驱储量控制程度低,油藏稳产基础差。

通过完善注采井网,加强剖面上的注采调整,使得老油田的水驱储量控制程度和动用程度不断提高,地层能量稳步上升。与 1999 年相比,水驱储量控制程度由 64.8% 上升 89.7%,水驱储量动用程度由 93.0% 上升 94%,地层能量由 13.37MPa 上升 13.44 MPa。

3.3.3 加强油藏剩余油研究,采取多种措施手段,提高老油田产能 针对剩余油分布的特点,一方面针对含油层系多,叠合程度高的特点,精细测井解释,重新建立油层判别标准,实施查补结合,提高剖面动用程度;另一方面加大非主力层的认识和动用,提高油田的稳产基础,提高了老油田产能,降低了油田的综合递减。2000 年 ~2003 年累计措施增油 54901t,平均年增油 13725t,年平均降低综合递减 14.9%。

3.3.4 不断合理油田的开发技术政策,确保油藏能量的合理有效利用 通过与吴旗底水油藏进行分析对比总结出宁夏地区直罗组油藏的开发技术政策:①油井采取直接射孔投产,射孔完善程度控制在 20% 以内;②油井采液强度 < 2.40m^3/d. m,油井生产压差 < 1.04 Mpa。按照开发技术政策,严格控制生产压差和采液强度,以防水锥上升过快。

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

4 下步上产潜力分析

4.1 加大勘探力度,给宁夏老区再次上产提供资源基础

4.1.1 定西 - 西吉盆地勘探前景乐观 综合研究表明,靖远 - 西吉凹陷具有较好的勘探前景。该区石炭系发育,具有油气生成和储集条件,由于经历多期构造运动,断裂和局部构造发育,中部隆起区第三系直接覆盖于下古生界或寒武系之上,岩性圈闭较为发育,为油气聚集提供了场所。

4.1.2 区内长 8、长 10 油气资源丰富,勘探潜力巨大 长 8 - 长 10 砂层在宁夏灵盐地区分布广泛,具有较好的储盖条件。经与中国科学院兰州分院合作对该地区长 8 - 10 作了一些基础性的研究,对长 8 - 10 成藏条件、油源、成藏模式作了分析,在区内可形成 3500 - 4000 $\times 10^4$t 远景地质储量;下步将继续加大该区长 8 - 长 10 储层勘探力度。

4.2 后续建产资源基础较好 1. 据油田公司研究资料表明,至目前,在盐池地区剩余石油控制储量 599 $\times 10^4$t,预计有 300 $\times 10^4$t 地质储量可供开发,可建产 2 $\times 10^4$t。

2. 根据红井子、古峰庄、冯记沟等区域出油井资料复查,宁夏地区目前还有可供滚动勘探开发的出油井点 12 个,预测石油地质储量 400 $\times 10^4$t,预计可优选建产 3 $\times 10^4$t。

3. 宁夏五个老油田含油层系多,目前主力油层已基本动用。依据资料复查,五个老油田共有 31 口井 38 井层 160m 油层可供近期挖潜,预计地质储量 260 $\times 10^4$t,可滚动建产 2 $\times 10^4$t。

4. 依据长庆油田公司石油勘探规划,在红井子、古峰庄等地区近几年探明地质储量 300 $\times 10^4$t,预计可筛选建产 2 $\times 10^4$t。综上所述,在宁夏地区后续可供建产 9 $\times 10^4$t,使宁夏地区的产能恢复到 20.0 $\times 10^4$t 以上。

4.3 加强老油田管理,确保持续稳步上产 1. 动用程度低的非主力层是下步宁夏老油田恢复产能的主要接替层。经对非主力层系的储层研究排查,发现摆宴井长 1 油藏分布稳定,油藏动用程度低,具有良好的增储建产潜力。预计地质储量为 100.29 $\times 10^4$t,预计长 1 油藏可建产 3 $\times 10^4$t。

2. 主力层的剩余油分布区,是下步挖潜的有利区。分析油田储量动用状况,在剩余油富集区进行加密、调整、滚动建产,提高井网对剩余储量的控制程度,加大储量动用,提高油田生产能力。下步可在干家梁、摆宴井、红井子油田内部署加密调整井。

3. 加大油田内部未动用储层的动用程度,加大老井查层补孔力度,是实现老田油稳产高产的有效手段。通过逐井排查,共提出可查层补孔井 18 口,预计年增产油 0.4 $\times 10^4$t。

4. 油田开发,注水是基础,是油田稳产的关键。宁夏地区老油田经过长期的开发实践,侏罗系延安组油藏注水井网相对完善。而新开发层系长 1 储层属于低渗储层,在开发中应首先完善注水井网,充分补充地层能量,以取得好的开发效果。

参考文献

[1] 长庆油田公司宁夏地区勘探开发部署及投资计划,油田公司研究院(机密),2002

[2] 程启贵等,宁夏地区上产 20 万吨地质综合研究,内部资料,2002

[3] 陈守民等,宁夏老油田稳产技术对策探讨,内部资料,2003

[4] 罗建强等,采油三厂老油田降递减综合治理技术研究,内部资料,2004

作者简介:孙引雀,女,1994 年毕业于西安石油学院采油工程专业,主要从事油田地质研究,现为长庆油田公司第三采油厂地质研究所工程师。

Oilfield ś Geologic Comprehensive Survey And Production Increase ś Implementary Effect In Ningxia

SUN Yinque(Changqing Oilfield 3rd oil plant)

Abstract: Ningxia, as the a base area of Changqing Oilfield 3rd oil plant, has traveled exploration and exploitation for 30 years, now is in old age. for opening out the forepassed resplendence once again, in advantage of China Western Development, in base of Geologic Comprehensive Survey, the 3rd oil plant intensifys exploration, looking for potential reserves area, at the same time, makes great efforts to increase the Production of the old field, has achieved the second Production increase successfully and builded production capacity 8.4 $\times 10^4$t totally in two years, proved and controlled reserves added up to 800 $\times 10^4$t and more.

Key words: petroleum exploration , geologic survey, add reserves and production increase, implementary effect

© 1994-2008 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net