

doi:10.3799/dqkx.2012.081

富油气凹陷油气分布规律:以南堡凹陷为例

康海涛^{1,2}, 姜华³, 林正良¹, 方欣欣⁴, 赵淑娥¹, 任桂媛¹

1. 中国地质大学构造与油气资源教育部重点实验室, 湖北武汉 430074

2. 中国石油冀东油田公司勘探开发研究院, 河北唐山 063004

3. 中国石油勘探开发研究院, 北京 100083

4. 中国石化石油物探技术研究院, 江苏南京 210014

5. 中国地质大学能源学院, 北京 100083

摘要: 在中国陆相断陷湖盆的油气勘探中, 逐渐形成了以富油气凹陷为核心的勘探思路 and 理论, 如“满凹含油”理论、油气分布“互补性”原理等, 并总结出多种油气富集规律。南堡凹陷是一个小型富油气凹陷, 资源量丰富, 由于构造复杂, 在整个凹陷范围内易于形成构造、地层-岩性油气藏; 而这些油气藏的分布以总资源量为定量, 遵循地质规律进行互补性的分配。研究发现, 南堡凹陷的油气聚集具有以下特征: 在高柳断层北部地区以深部地层为油气主要分布层位, 而在构造南部则以浅层为油气主要分布层位; 在南堡凹陷构造发育部位如果未钻遇到油气, 则在构造发育部位附近的岩性圈闭将成为勘探的重点目标。

关键词: 南堡凹陷; 富油气凹陷; 油气分布“互补性”; 地层学; 沉积学。

中图分类号: TE122

文章编号: 1000-2383(2012)04-0728-07

收稿日期: 2011-05-15

Hydrocarbon Reservoir Distribution in the Hydrocarbon-Rich Depression: Taking Nanpu Sag as a Sample

KANG Hai-tao^{1,2}, JIANG Hua³, LIN Zheng-liang¹, FANG Xin-xin⁴, ZHAO Shu-e¹, REN Gui-yuan¹

1. Key Laboratory of Tectonics and Petroleum Resources of Ministry of Education, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China

2. Jidong Oilfield, CNPC, Tangshan 063004, China

3. Research Institute of Petroleum Exploration and Development, CNPC, Beijing 100083, China

4. Sinopec Geophysical Research Institute, Nanjing 210014, China

5. School of Energy Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China

Abstract: Exploration clue taking hydrocarbon-rich depression was completed in oil and gas exploration of rifted lake basin, such as: “sag-wide oil-bearing” theory, oil and gas distribution “complementarity” principle and so on, and summed up a lot of laws of oil and gas enrichment. Nanpu sag was a small-scale hydrocarbon-rich depression, which was great rich resources while complicated, structure or sequence-lithologic reservoir could be formed in the whole sag. All of these reservoirs were distributed according to complementarity feature of hydrocarbon distribution. Analyzing and finding that hydrocarbon reservoirs were mainly distributed in the deep part in the north of Gaoliu fault, while mainly in the south of it. If there was no oil founded in the structure traps, lithology traps nearby could be the important aims.

Key words: Nanpu sag; hydrocarbon-rich depression; oil and gas distribution “complementarity” principle; stratigraphy; sedimentology.

富油气凹陷(也有学者称为“富生烃凹陷”)是我国学者在对我国东部陆相湖盆含油气盆地的研究中提出的(袁选俊和谯汉生, 2002), 指那些烃源岩质量好、规模大、热演化适度以及生烃量和聚集量等条件

都十分优越的含油气凹陷。龚再升、袁选俊等学者分别提出自己对富油气凹陷定量的界定(龚再升, 1997; 袁选俊和谯汉生, 2002), 前者对中国近海盆地进行研究, 认为烃源岩生烃强度大于 50 万 t/m³、油气资源丰

度大于 15 万 t/m^3 的凹陷才是富油气凹陷;而后者在对渤海湾盆地研究的基础上,提出烃源岩生烃强度大于 20 万 t/m^3 ,油气资源丰度大于 3 亿 t/m^3 的凹陷就是富油气凹陷。事实上,盆地是否为富生烃凹陷,除生烃强度、资源丰度和资源总量外,还决定于盆地的规模和构造背景。近海盆地规模巨大且主体处于半深水或深水环境,在评价中需要更高丰度的油气才能为油气勘探前景作出乐观的判断;而在内陆盆地中,盆地结构复杂,常分割为多个油气系统,生储层接触频繁,故在评价中标准低于海洋勘探盆地(Smith and Jacob, 2001; Egger *et al.*, 2002; Frimmel *et al.*, 2002; 林畅松等, 2002, 2003; 樊敬亮等, 2004; 邓宏文等, 2008; 黄传炎等, 2009; 王华等, 2009)。

我国陆相油气勘探理论在陆相生油论基础上,经历了源控论、复式油气聚集、满凹含油 3 个阶段(赵文智等, 2004; 黄传炎等, 2010)。三者都强调生烃凹陷对油气富集规律的控制作用,“源控论”得出了勘探找油“定凹选带”的认识;“复式油气聚集”理论形成了通过划分评价二级构造带为核心的勘探方法;而“满凹含油”理论则是强调在勘探程度不断成熟的盆地中,不断开拓视野,跳出“二级构造带”,应用岩性地层油气勘探的理念将勘探范围扩展到广大的斜坡区和凹陷的低部位。值得注意的是,“满凹含油”理论的前提是必须为富油气凹陷。由于没有足够的资源量而无法形成整个盆地范围内的油气分布,即使有油气聚集,是否具有经济性也会成为问题。杜金虎等(2004)等通过对冀中拗陷和二连盆地的研究,提出了富油气凹陷油气分布的“互补性”原理。油气分布的“互补性”是指资源总量应为构造油气藏和岩性地层油气藏之和,即构造油气藏和岩性地层油气藏的资源量具有互补性。当然,这种“互补性”应具有 2 个前提:一个是具有足够的资源量,另一个是具有区域性的盖层阻止油气的大规模逸散。

笔者以南堡富油气凹陷为例,应用“满凹含油”和油气分布“互补性”原理,对南堡凹陷的油气分布规律进行研究和探讨。

1 区域地质背景

南堡凹陷是位于渤海湾盆地黄骅拗陷北部的一个中生代次级凹陷(图 1),属于渤海湾盆地中油气资源丰富的小型凹陷。该凹陷东北部以柏各庄控盆断层为界,与柏各庄凸起、马头营凸起毗邻;西北部以西南庄控盆断层为界,与西南庄、王老庄凸起为邻;南部

缓坡与沙垒田凸起呈超覆关系,该凹陷内总的构造格局呈 NNE 向,面积约 $1\,932 \text{ km}^2$ (董月霞等, 2000; 徐安娜等, 2006; 罗群等, 2007; 管红和朱筱敏, 2008; 刘延莉等, 2008)。高柳断层是南堡凹陷内重要的次级断裂,它将南堡凹陷划分为 2 个部分:其中北部以沙河街组地层发育为主,而南部以东营组地层发育为主,沙河街组和东营组都发育有烃源岩。该凹陷经历了 50 多年的勘探实践,目前在被国内外学者多次否定的滩海地区发现了亿吨级整装优质大油田,实现了勘探的重大突破。究其成功的根源,在于以富油气凹陷为指导思想,不断开展构造油气藏勘探和岩性油气藏勘探并举的精细勘探举措,同时也证实了在富油气盆地中,油气聚集的“互补性”特征,可以对其他较成熟或成熟勘探区的远景勘探提供借鉴。

2 对“满凹含油”理论和油气分布“互补性”原理的探讨

“满凹含油”理论强调在陆相湖盆油气勘探中,跳出二级构造带的范围,拓展到整个凹陷。这一观点的提出得益于近年来岩性—地层油气藏勘探的突破,揭示了在斜坡区和深凹陷部位成藏的可能性。而油气分布“互补性”则是在“满凹含油”理论实际勘探过程中具体的指导思想,当阶段勘探失利时并不意味着整个盆地不具有勘探潜力,转换勘探思路可能换来油气勘探的柳暗花明。当然,首要的工作是对烃源岩的评价,即确认一个盆地是否为富油气凹陷,在一个烃源岩厚度不够、干酪根类型较差或丰度和埋深不够的凹陷中是很难发现具有勘探价值的油气藏的。其次是对勘探范围和勘探层位的选择,“满凹含油”并不是指在整个凹陷漫无目的地寻找油气,而是结合对盆地演化历史以及沉积古地理的全面分析。油气勘探实践证明,一些含油气丰富的油气田,都是位于生油凹陷附近油气运移的主要方向。地层中的油气会沿着阻力最小的方向,以连通性和渗透性较好的断层(垂向运移通道)和不整合面以及高孔渗砂体(横向运移通道)为运移通道,并选择渗透性和连通性最好的运移通道作为优势运移通道向油气圈闭聚集。通常情况下,这种运移在横向上不会超过几十千米,在纵向上不会超过几千米,运移的距离受到烃源充足程度和运移通道性质共同控制。而具有构造脊的盆地,油气通常可以运移得更远,但这种情况较为少见。在具体勘探过程中,应根据实际情况,应用油气分布“互补性”原理,进行勘探

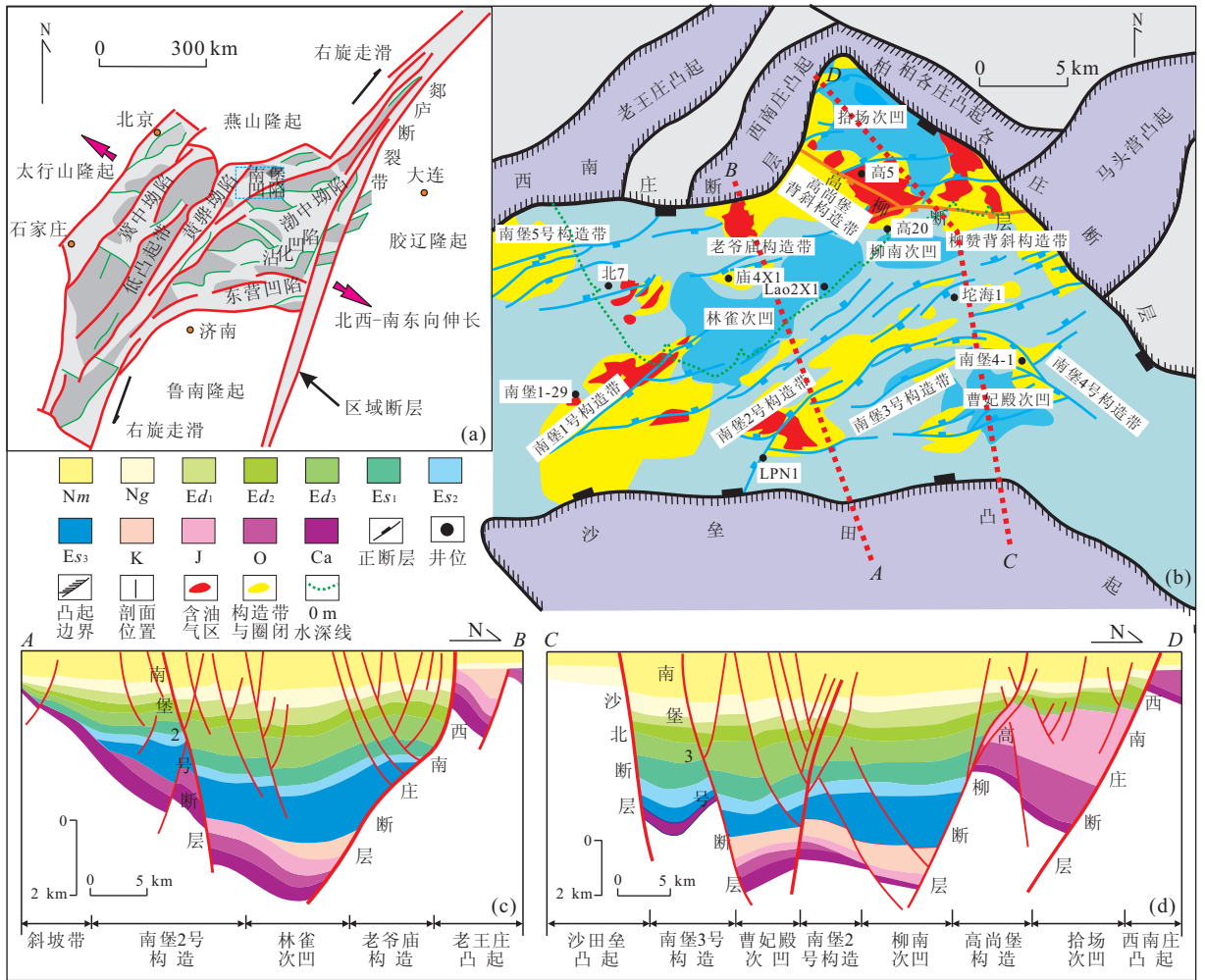


图 1 南堡凹陷构造格局及东西部构造格局示意图(据徐安娜等,2006 修改)

Fig. 1 Schematic structure pattern of Nanpu sag and structure frameworks of eastern part and western part

a. 渤海湾盆地构造格局示意; b. 南堡凹陷构造格局; c. A-B 剖面构造格局; d. C-D 剖面构造格局

部署的有效调整,对油气分布“互补性”的理解应延伸为以下几个方面:(1)纵向上,接近烃源岩的深部地层没有油气聚集,可能是由于构造的改造而转移到浅部层位;(2)横向上,在构造高部位和砂体发育部位没有发现油气藏,可能在其与凹陷中心路径上发现地层一岩性的油气藏;(3)在盆地构造带的一个侧翼上没有油气运聚,而在构造带另一侧翼可能就是油气运聚的优势方向;(4)潜山是深部勘探的有利部位,当潜山勘探失利时,则意味着这个方向不是油气运移的主通道方向。

3 南堡凹陷勘探历程及其对油气分布“互补性”的认识

3.1 南堡凹陷勘探历程的启示

南堡凹陷曾一度被地质学家看好,但勘探却一

直举步维艰,甚至在 20 世纪 90 年代后坠入谷底。油田曾就潜力地区进行多轮勘探,均无功而返。这种状况直至在南堡油田发现井——老堡南 1 井的工业油流才有所改变。值得思考的是,这口井与早期油田对外合作勘探时外方定的勘探井实际上是同一个部位,外方的目标是深层,而最终油田以中浅层为目标发现了工业油流。这种勘探思路的调整正是对油气分布“互补性”的体现,并以此为基础在滩海地区形成了储量为 10 亿 t 规模的大油田。同时,借鉴这种从深部向浅部转移的勘探思路,对油田 300 多口老探井进行重新认识,在中浅层查明了遗漏上亿吨储量的优质储层。而坚持能找到大油田的信心来源于对南堡富油气凹陷性质的确定。南堡凹陷经历了 4 轮资源评价,随着勘探程度的深化,对资源量的评价趋于接近实际情况:第 1 次资源量评价为 4 亿 t,第 2 次资源量评价为 6 亿 t,第 3 次资源量评价为 9 亿

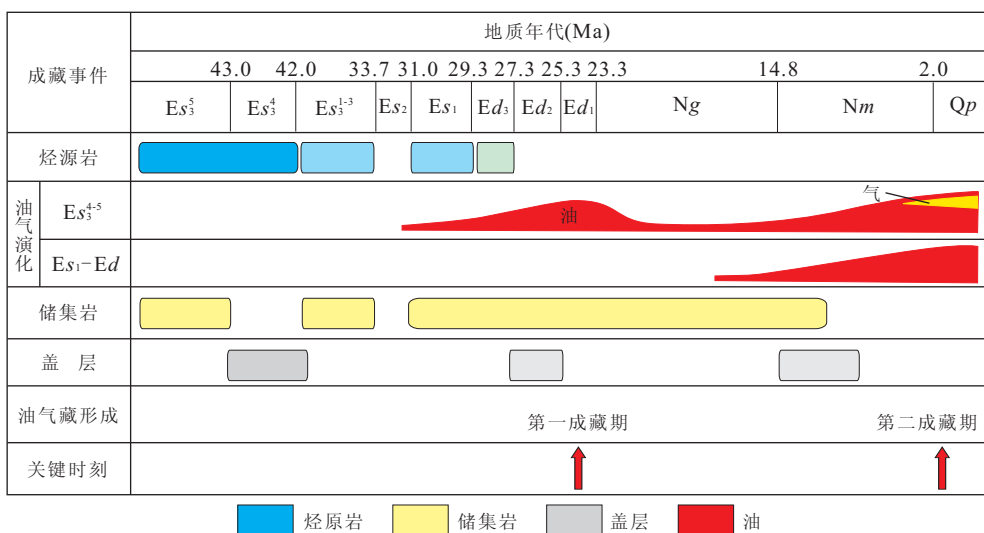


图 2 南堡凹陷复合型含油气系统

Fig. 2 Compound petroleum system of Nanpu sag

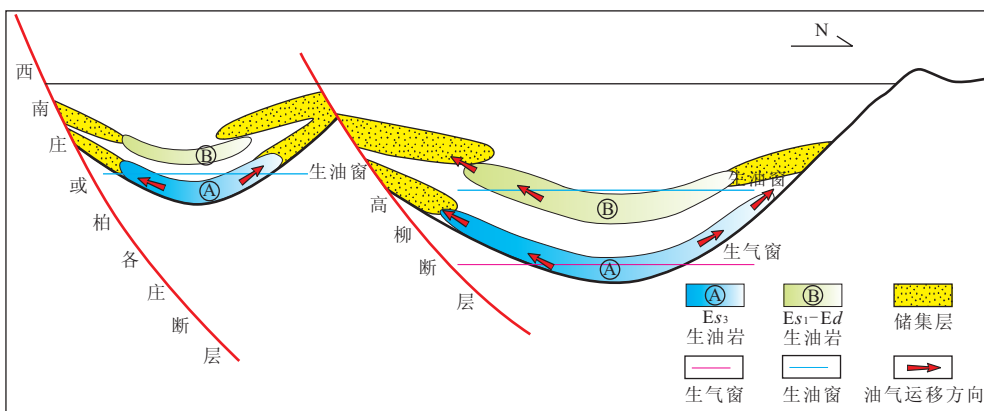


图 3 南堡凹陷复合型含油气系统剖面

Fig. 3 Section of compound petroleum system of Nanpu sag

t,第 4 次(最新一轮)资源量评价为 14~22 亿 t,截止目前,南堡凹陷已发现三级油气地质储量超过 14 亿 t(内部资料).在面积不足 2 000 km²的勘探区内拥有如此规模的资源量,是南堡凹陷孕育大规模油田的基础和前提.

3.2 南堡凹陷石油系统的构成及其对油气分布“互补性”形成的意义

南堡凹陷含油气系统属于继承复合型含油气系统,即由多期断陷叠置构成.南堡凹陷复合含油气系统由 2 套烃源岩构成,分别是 Es₃⁴⁻⁵ 和 Es₁-Ed 亚层烃源岩. Es₃⁴⁻⁵ 生油岩具有 2 个成藏关键时刻,第 1 关键时刻为东营组沉积期末(约为 29.3 Ma),第 2 关键时刻为明下段沉积期末(约为 2 Ma),该套烃源岩在第 1 关键时刻以生油为主,而第 2 关键时刻在部分地区开始生成天然气; Es₁-Ed 亚层烃源岩在第

2 关键时刻大量生烃,只有 1 次生烃高峰,以生油为主(图 2).

以高柳断层为界将南堡凹陷分为南、北 2 个部分,由于受到西南南庄断层、柏各庄断层和高柳断层差异性活动的控制作用,使凹陷内形成东北和西南 2 个不同的沉降和沉积中心,在 Es₁ 亚层发育前,南堡凹陷以柏各庄断层和西南南庄断层活动为主;而 Es₁ 亚层发育期,高柳断层开始强烈活动,形成了以高柳构造为界,北部以沙河街组沉积为主的拾场次凹中心,南部以东营组地层发育为主的林雀次凹和曹妃殿次凹不同时期的沉降和沉积中心.从而形成了北部以 Es₃⁴⁻⁵ 单独供源,南部以 Es₃⁴⁻⁵ 和 Es₁-Ed₃ 这 2 套烃源岩共同供源的复合型含油气系统(图 3).值得注意的是,由于隆起区的构造活动强烈,地温梯度高,而在深凹陷处,构造活动相对较弱,地温梯度较

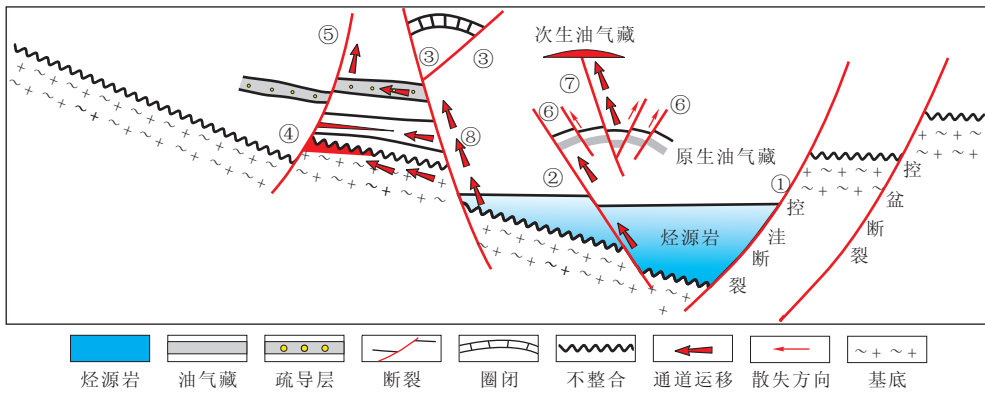


图 4 南堡凹陷油气沿断裂的分配和再分配(据罗群等,2007 修改)

Fig. 4 Contribution and secondary contribution of oil and gas along structures of Nanpu sag

①控制断裂;②油源断裂;③控圈断裂;④遮挡断裂;⑤改向断裂;⑥破坏断裂;⑦调整断裂;⑧桥梁断裂

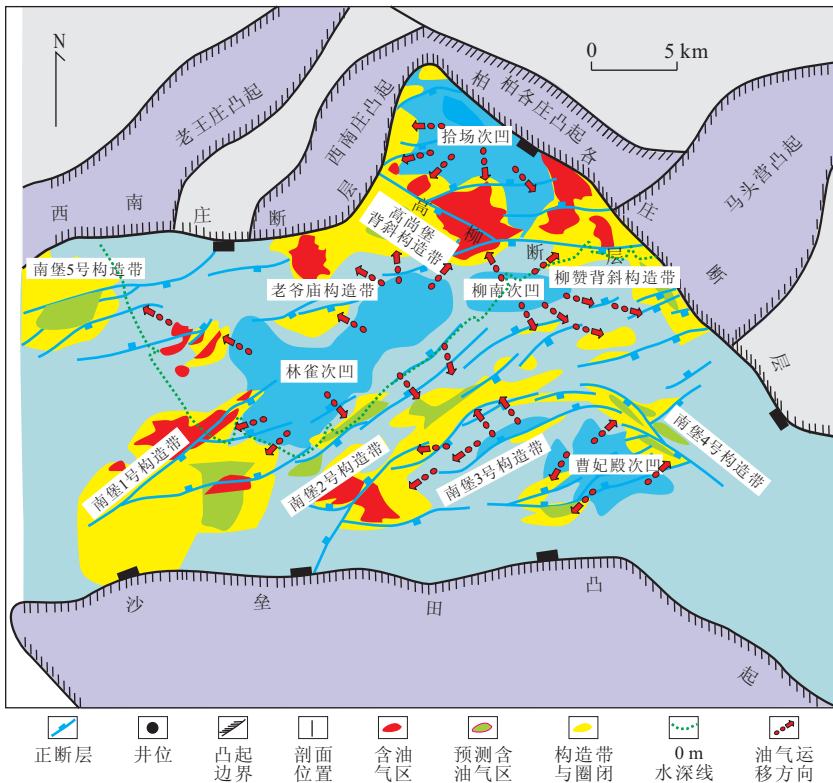


图 5 南堡凹陷油气运移方向及油气聚集区带预测

Fig. 5 Migration direction of oil and gas and prediction of hydrocarbon accumulation area of Nanpu sag

低,所以隆起区的门限深度比深凹区浅。

由于早期高柳断层北部陆上部分油气藏主要以沙河街等较早地层为主,致使在南部滩海地区进行油气勘探过程中,一直以深部勘探为主要目标。而事实上,高柳南部地层和北部存在着本质的区别,不但东营组大规模发育形成了良好的储层,而且构造发育,为油气向浅部运移提供了良好的通道,从而深浅部油气成藏形成“互补性”。在南堡凹陷南、北 2 个含油气系统中,高柳北部为一个独立的油气单元,生油

凹陷规模较小。油气主要向高柳断层上升盘聚集,虽然柏各庄断层和西南庄断层交接的部位砂体富集,但是聚集油气较少,这体现了油气优势运移差异所表现的油气分布“互补性”,即油气运移有非此即彼的规律。

一般来讲,油气侧向运移的距离相对较短,受地形和疏导砂体的孔渗性控制,断裂的垂向运移是最主要的疏导形式(图 4)。沿断裂向上运移的油气可能在浅部构造圈闭中聚集成藏形成构造圈闭,或继

续向上,或沿不整合面和浅部疏导砂体进行横向运移形成地层或岩性油气藏。早期深部形成的油气藏则全部或部分被破坏,实现了油气的深、浅部再分配,再次体现了油气的总量平衡和油气分布的“互补性”原理。

3.3 运用“满凹含油”理论进行有利区带的预测

通过油气分布“互补性”原理,南堡凹陷滩海地区的中浅部勘探取得了重大进展,同时也可以应用这个原理进行进一步的油气勘探预测。将主要生烃源岩分布范围和主要砂体展布范围、已确认油气藏范围和构造格架相叠合,从而开展油气展布的预测(图5)。具体原则为:(1)如果在运移路径上较远的部位发现油气,则近端如发现构造或岩性圈闭就极可能发现油气;(2)如果在类似的砂体和部位发现油气,则周围的具近似条件砂体极可能富有油气潜力;(3)盆地内大的构造圈闭是勘探的首选部位,但是很多情况下,油气在向这类构造运移路径上已经被小型的圈闭构造捕捉和分配,常造成这类构造油气潜力不足,同时意味着在路径上的小构造单元是油气勘探的用武之地。

通过分析认为,凹陷中构造活动性强的部位(中央隆起部位的南堡2~4号构造带),既是砂体富集的部位又是断裂发育的部位,同时又邻近生烃次凹,是油气聚集的最优位置。而构造带与生烃次凹之间的部位有小型构造坡折带控制的浊积砂体存在,可形成隐蔽性油气藏。柏各庄下降盘除柳赞构造带以外,尚未发现大规模的油气藏,但其下降盘粗碎屑沉积发育,邻近生烃次凹,仍具有勘探潜力。最不利条件是由于柏各庄断层的左旋走滑调节运动和过于发育大厚层砂砾的岩体,这可导致油气的散失,但是由于新构造运动在柏各庄下降盘形成微幅构造,这极有可能成为该部位油气勘探的突破点。南堡2~3号构造带具有双向供源的可靠油源条件,可作为近期油气勘探的重点。

4 结论与讨论

经过总结前人研究成果,并结合南堡凹陷实例分析发现:(1)南堡凹陷油气田勘探实践说明,对资源量进行准确的评估,运用“满凹含油”的理论和油气分布“互补性”原理,可以对盆地内油气分布的规律进行总结和认识,从而指导勘探实践;而在油气勘探中,每一口钻井,无论是有油气发现或是没有油气显示都不能称之为失败,这对盆地岩相古地理的研

究、油气分布规律的探讨、互补性油气分配的分析过程都具有积极的意义,是认识含油气盆地的曲折进程中不可缺少的环节。(2)南堡凹陷是一个小型富油气凹陷,丰富的资源量决定着其大规模油气成藏的必然性,而复杂的古地理环境也决定了油气分布的复杂性。运用油气分布“互补性”原理,结合“满凹含油”的勘探理念,可以对南堡油田的发现进行总结,同时进一步指导油气的勘探。

References

- Deng, H. W., Guo, J. Y., Wang, R. J., et al., 2008. Tectono-sequence stratigraphic analysis in continental faulted basins. *Earth Science Frontiers*, 15(2): 1-7 (in Chinese with English abstract).
- Dong, Y. X., Zhou, H. M., Xia, W. C., 2000. Volcanic activities and rift-subsidence cycles in Nanpu sag. *Oil & Gas Geology*, 21(4): 304-307 (in Chinese with English abstract).
- Du, J. H., Yi, S. W., Lu, X. J., et al., 2004. Oil and gas distribution of oil-enriched depression characterized with “reciprocity”. *China Petroleum Exploration*, 9(1): 15-21 (in Chinese with English abstract).
- Egger, H., Homayoun, M., Schnabel, W., 2002. Tectonic and climatic control of Paleogene sedimentation in the Rhenodaunbian Flysch basin (Eastern Alps, Austria). *Sedimentology Geology*, 152(3-4): 247-262. doi: 10.1016/S0037-0738(02)00072-6
- Fan, J. L., Huang, Z. Q., Fan, W. H., 2004. Cenozoic tectonic evolution of Qikou sag and its relations to hydrocarbon traps in Bohai bay basin of East China. *Journal of Jilin University (Earth Science Edition)*, 34(4): 536-541 (in Chinese with English abstract).
- Frimmel, H. E., Fölling, P. G., Eriksson, P. G., 2002. Neoproterozoic tectonic and climatic evolution recorded in the Gariep belt, Namibia and South Africa. *Basin Research*, 14(1): 55-67. doi: 10.1046/j.1365-2117.2002.00166.x
- Gong, Z. S., 1997. The major oil and gas fields China offshore. Petroleum Industry Press, Beijing, 7-63 (in Chinese).
- Guan, H., Zhu, X. M., 2008. Sequence framework and sedimentary facies of Ed Formation in Paleogene, Nanpu sag, Bohai bay basin. *Acta Sedimentologica Sinica*, 26(5): 730-736 (in Chinese with English abstract).
- Huang, C. Y., Wang, H., Zhou, L. H., et al., 2009. Provenance System Characters of the Third Member of Shahejie Formation in the Paleogene in Beitang sag. *Earth*

- Science—Journal of China University of Geosciences*, 34(6):975—984.
- Huang, C. Y., Wang, H., Wu, Y. P., et al., 2010. Analysis of the hydrocarbon enrichment regularity in the sequence stratigraphic framework of Tertiary in Qikou sag. *Journal of Jilin University (Earth Science Edition)*, 40(5): 986—995 (in Chinese with English abstract).
- Lin, C. S., Liu, J. Y., Zhang, Y. M., 2002. Characteristics of Tertiary tectonic sequence in Kuqa depression and its response to foreland tectonism. *Science in China (Ser. D)*, 32(3): 177—183 (in Chinese with English abstract).
- Lin, C. S., Zheng, H. R., Ren, J. Y., et al., 2003. The control of syndepositional faulting on the Eogene sedimentary basin fills of the Dongying and Zhanhua sags, Bohai bay basin. *Science in China (Ser. D)*, 33(11): 1025—1036 (in Chinese with English abstract).
- Liu, Y. L., Qiu, C. G., Deng, H. W., et al., 2008. Control of the structure of the Paleogene Dongying Formation upon fan-delta deposition in the Nanpu depression, Jidong oilfield. *Oil & Gas Geology*, 29(1): 95—101 (in Chinese with English abstract).
- Luo, Q., Zhou, H. M., Dong, Y. X., et al., 2007. Genetic types of subtle hydrocarbon reservoirs and their controlling factors in terrestrial fault-depression. *China Petroleum Exploration*, 12(2): 7—14 (in Chinese with English abstract).
- Smith, G. J., Jacobi, R. D., 2001. Tectonic and eustatic signals in the sequence stratigraphy of the Upper Devonian Canadaway Group, New York State. *AAPG Bulletin*, 85(2): 325—357. doi: 10.1306/8626C7D5—173B—11D7—8645000102C1865D
- Wang, H., Bai, Y. F., Huang, C. Y., et al., 2009. Reconstruction and application of the Paleogene provenance system of the Dongying Formation in Qikou depression. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 34(3): 448—456 (in Chinese with English abstract).
- Xu, A. N., Zheng, H. J., Dong, Y. X., et al., 2006. Sequence stratigraphic framework and sedimentary facies prediction in Dongying Formation of Nanpu sag. *Petroleum Exploration and Development*, 33(4): 437—443 (in Chinese with English abstract).
- Yuan, X. J., Qiao, H. S., 2002. Exploration of subtle reservoir in prolific depression of Bohai bay basin. *Oil & Gas Geology*, 23(2): 130—137 (in Chinese with English abstract).
- Zhao, W. Z., Zou, C. N., Wang, Z. C., et al., 2004. The intensity and signification of “sag-wide oil-bearing theory” in the hydrocarbon-rich depression with terrestrial origin. *Petroleum Exploration and Development*, 31(2): 5—12 (in Chinese with English abstract).

附中文参考文献

- 邓宏文, 郭建宇, 王瑞菊, 等, 2008. 陆相断陷盆地的构造层序地层分析. *地学前缘*, 15(2): 1—7.
- 董月霞, 周海民, 夏文臣, 2000. 南堡凹陷火山活动与裂陷旋回. *石油与天然气地质*, 21(4): 304—307.
- 杜金虎, 易士威, 卢学军, 等, 2004. 试论富油凹陷油气分布的“互补性”特征. *中国石油勘探*, 9(1): 15—21.
- 樊敬亮, 黄志全, 樊卫花, 2004. 歧口凹陷新生代构造演化与油气. *吉林大学学报(地球科学版)*, 34(4): 536—541.
- 龚再升, 1997. 中国近海大油气田. 北京: 石油工业出版社, 7—63.
- 管红, 朱筱敏, 2008. 南堡凹陷东营组层序地层格架及沉积体系. *沉积学报*, 26(5): 730—736.
- 黄传炎, 王华, 周立宏, 等, 2009. 北塘凹陷古近系沙河街组三段物源体系分析. *地球科学——中国地质大学学报*, 34(6): 975—984.
- 黄传炎, 王华, 吴永平, 等, 2010. 歧口凹陷第三系层序格架下的油气藏富集规律. *吉林大学学报(地球科学版)*, 40(5): 986—995.
- 林松杨, 刘景彦, 张燕梅, 2002. 库车坳陷第三系构造层序的构成特征及其对前陆构造作用的响应. *中国科学(D辑)*, 32(3): 177—183.
- 林松杨, 郑和荣, 任建业, 等, 2003. 渤海湾盆地东营、沾化凹陷早第三纪同沉积断裂作用对沉积充填的控制. *中国科学(D辑)*, 33(11): 1025—1036.
- 刘廷莉, 邱春光, 邓宏文, 等, 2008. 冀东南堡凹陷古近系东营组构造对扇三角洲的控制作用. *石油与天然气地质*, 29(1): 95—101.
- 罗群, 周海民, 董月霞, 等, 2007. 陆相断陷盆地隐蔽油气藏成因类型及控制因素——以南堡凹陷为例. *中国石油勘探*, 12(2): 7—14.
- 王华, 白云凤, 黄传炎, 等, 2009. 歧口凹陷古近纪东营期古物源体系重建与应用. *地球科学——中国地质大学学报*, 34(3): 448—456.
- 徐安娜, 郑红菊, 董月霞, 等, 2006. 南堡凹陷东营组层序地层格架及沉积相预测. *石油勘探与开发*, 33(4): 437—443.
- 袁选俊, 谯汉生, 2002. 渤海湾盆地富油气凹陷隐蔽油气藏勘探. *石油与天然气地质*, 23(2): 130—137.
- 赵文智, 邹才能, 汪泽成, 等, 2004. 富油气凹陷“满凹含油”论——内涵与意义. *石油勘探与开发*, 31(2): 5—12.