柴达木盆地冷湖七号构造成藏分析及勘探意义

谢宗奎，刘人和，苏 燕，魏泽典 （中国地质大学（北京）能源学院，北京 100083）
余辉龙 （中石油勘探开发研究院，北京 100083）

[摘要] 应用成藏系统论的的研究思路，从成藏条件、成藏过程及它们之间的组合关系对冷湖七号构造的油气分布规律进行了深入探索。深层不可能形成规模岩性油气藏，是因为油气在大量生成及运移时，砂体上倾方向没有遮挡，不具备储集功能；深层不可能形成构造圈闭油气藏，是因为油气在大量生成及运移时构造圈闭还未发育而成；浅层形成次生规模天然气藏的可能性不大，是因为在浅层圈闭形成后烃源岩的供烃能力衰竭，而且油气再次分配时缺乏深层来源。圈闭的有效性是该区油气成藏的主控因素，有利构造圈闭在马海-大红沟隆起区和昆北斜坡带，有利岩性圈闭在赛什腾凹陷，潜伏地区是首选目标。

[关键词] 油气勘探；油气成藏；构造圈闭；有效圈闭；柴达木盆地
[中图分类号] TE122 32 [文献标识码] A [文章编号] 1000－9752（2005）03－0451－02

冷湖七号构造是柴达木盆地北部块断带冷湖-南八仙背斜带上的 1 个三级单元，构造长轴长 45km，短轴长 16km，轴线走向 290°，面积 696km^2。该区在太古界的花岗岩基底上，经历了燕山、喜山期的沉积构造演化，发育了中新生界多套构造层序，形成了以侏罗系（J）为生油岩，下第三系（E）和上第三系（N）为储层的含油气系统。在冷湖-南八仙背斜带上已经探明冷湖三、四、五号油田和南八仙油气田。由于钻井和地震采集技术的制约，“十五”期间才对冷湖七号进行深部勘探，针对深层（E_3）的东、西构造圈闭先后钻探了冷七 1 井、冷七 2 井。N_2^1 层位仅见含气水层，E_3 层位仅见含油水层。笔者借鉴成藏系统论的研究思路[1]，从油气成藏条件、油气成藏过程及它们之间的组合关系对冷湖七号构造进行评价，力求剖解冷湖七号构造油气分布规律。

1 油气成藏条件

1) 油气源充足 早中侏罗世温暖湿润的古地理环境在该区快速沉积了巨厚的河湖相地层。现今残余烃源岩呈南北 2 带分布。北带以 J_2 沼泽相含煤泥岩为主，在赛什腾凹陷厚 200～400m，有机质丰度较低，已进入过熟阶段；南带以 J_1 暗色湖相泥岩为主，在昆特依凹陷厚 1000m 左右，在伊克雅吾汝凹陷厚 800m，有机质丰度高，达到过熟阶段。热演化史表明，伊克雅吾汝凹陷 J_1 烃源岩在 E_{1+2} 时期进入低熟阶段，E_3～N_1 时期为生油高峰期，N_2^1 为高熟阶段，N_2^3 及以后为过熟阶段；赛什腾凹陷 J_2 烃源岩由于埋深相对较浅，演化进程偏缓。从构造位置上来讲，这 3 大生烃凹陷环绕冷湖-南八仙构造带的周围，因此，冷湖七号构造有多源供烃的条件。

2) 有利的储集条件及生储盖组合 E_3 时期该区发育来自东部物源的河道、心滩、边滩砂体，单砂体厚度 5～30m，孔隙度 18%；N_2^1 时期发育东部、北部物源的滨浅湖砂体，单砂体厚度 3～10m，孔隙度 21%。E_3 处于早成岩作用 B 期，成岩作用对储层的影响大，以细砂岩粒间孔隙为主，发育超大溶蚀孔隙；N_2^1 处于早成岩 A 期，沉积环境对储层的影响大，以砂岩原生孔隙为主，次生孔隙次之。按冷湖七号构造 12 个层组测试资料建立的 4 级标准评价，N_2^1 储层发育段，以Ⅰ类为主，Ⅱ类次之；E_3 储层发育段，以Ⅱ类为主，Ⅰ类次之。

基底/J/E_{1+2}不整合面切入基底并断达 E_3 的断裂，断开 E_3 并沟通 N_2^1 的断层，连通了 E_3，N_2^1 储层，组成了以 J 为烃源岩，E_3 和 N_2^1 为储层的生储盖组合。这种组合方式不仅能够提高烃源岩的排烃效

[收稿日期] 2005－04－22
[作者简介] 谢宗奎（1970－），男，1995 年大学毕业，地质师，博士生，现主要从事石油地质综合研究工作。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

率，而且可以提高运聚能力。另外，N_1，N_2^2 发育的河湖相泥岩是 E_3，N_2^1 储层的盖层。而且，这些泥岩在发育过程中必然经历湖泊萎缩、水体咸化的过程，在成岩作用过程中增强了盖层封堵油气的能力。

3) 相对完整的背斜圈闭形态和巨大的圈闭容积　冷湖七号构造的构造样式在剖面上呈“两层楼”的特征，在平面上“下层楼”分布着东西 2 个高点，“上层楼”自西向东分布着 3 个高点。E_3 储层顶面有 2 个高点，西高点在冷七 2 井区，为一短轴背斜；东高点在冷七 1 井区，为一断鼻。整体构造长轴长 42km，短轴长 8km，圈闭面积共 230km^2，闭合度 950m。N_2^1 储层顶面自西向东发育 3 个高点，整体构造长轴 45km，短轴 8km，圈闭面积共 330km^2，闭合度 1800m。

2　油气藏的形成过程

2.1　构造演化及圈闭的形成过程

在燕山期 (J~ K_2)、早喜山期 (E)、晚喜山期 (N ~ Q) 的区域背景下[2]，冷湖-南八仙构造带接受了晚燕山运动 (J_3~ K_2) 的差异抬升和剥蚀，早喜山运动 (E_2 晚)、中喜山运动 (E_3/N_1)、晚喜山运动 (N_2^3-Q) 的侧向挤压。燕山期末，由于差异抬升，从冷湖七号到南八仙形成了西倾斜坡，这种格局在古近纪里逐步添平补齐，在新近纪里基本等厚沉积。

研究区圈闭的形成过程具有 3 点特征：①燕山运动、晚喜山运动强烈，形成新圈闭；前者形成凹凸地形沉积背景，后者形成强烈褶皱 (或断褶皱)。②早喜山运动、中喜山运动微弱，没有形成新圈闭，只现弱加强。③J 时期南八仙已经形成了构造圈闭，在 N_2^3~ Q 时期调整原有的圈闭，再次形成新圈闭；冷湖七号构造只在 N_2^3~ Q 时期才形成构造圈闭，以前没有圈闭。

2.2　油气运聚过程

油气运移有 3 种疏导层，即不整合面、河道砂体和断裂系统，它们以断层为桥梁构成整体，发挥了油气运移的功能。西部盆地油气运移期次与断裂开启期次有协调一致的关系[3]，前已阐明，冷湖七号构造深浅 2 套断裂系统有继承发育的特征，早、中喜山运动活动的断层，可以担当原生油藏的油源断层，晚喜山运动对早期断裂调整，并发育浅层断层，充当次生油气藏的油源断层。

烃的生成必将会由于浓度增大，压力随之增大，沿着疏导系统幕式运移[4]，显然断裂活动必将加速这个进程。冷湖五号构造、南八仙构造有 2 次规模聚集过程；先期以侧向运移为主，后期以垂向运移为主；前者使油气富集形成原生油气藏，后者形成次生油气藏。冷七 2 井 E_3^2 原油的甾烷 C_{29}20S/ (20S+ 20R) = 0. 38，C_{29}ββ/ (ββ+ αα) = 0. 41，藿烷 C_{32}22S/ (22S+ 22R) = 0. 6，表明原油已成熟，但成熟度不高。而冷湖五号构造、南八仙构造的原油其成熟度略高于冷七 2 井原油，说明冷七 2 井深层原油属于早期聚集。浅层见含气层，进一步证实该区源岩在冷湖七号构造发生过与南八仙构造相当的原生、次生油气藏的油气运移过程。

2.3　圈闭与烃之间的时空配置关系

1) 构造圈闭形成期与烃源岩的大量排烃及运移时间之间的配置　研究区烃源岩在 E_{1+2} 时期已经进入成熟门限，E_3 ~ N_1 为成熟阶段，N_2^1 为高熟阶段，N_2^3 及以后过熟阶段。而冷湖七号构造的构造圈闭形成在 N_2^3 与 Q 之间，比油气大量生成和运移的时间晚，因此不能形成原生油气藏；当圈闭形成时，烃源近于枯竭，而且本身缺乏原生油气藏提供的深部油气来源。相反，南八仙构造圈闭经历了形成、弱加强、再形成的过程，伴随了油气生成运移的全过程，形成了原生、次生油气藏。这就是冷湖七号构造深层没有油藏、浅层没有高产气层的原因。

2) E_3 储盖组合与烃源岩大量排烃及运移的时空配置　研究区 E_3 储层河流相砂体发育，呈带状分布，横向连通性好，砂体走向与现今构造轴线方向一致，砂体倾向与物源方向相反，这种格局在烃源岩大量排烃及运移时期里没有改变，砂体上倾方向没有断层和泥岩遮挡。因此，E_3 储层段只发挥油气疏导功能，对油气的聚集意义不大，只是在圈闭形成后，该层早期零星分布的痕量原油再次调整、汇聚，但总量有限，难以形成规模。这就是深层尽管没有油藏，但是仍有显示的原因。

(下转第 459 页)

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

3　有利目标综合评价及滚动勘探开发一体化原则及部署

采用多因素圈闭法及模糊综合评价值法评价表明，文西地垒带研究共统计 $Es_2^{下}$、$Es_3^{上}$ 及 $Es_3^{中}$ 亚段有利圈闭 11 个，预测石油地质储量 421×10^4 t、天然气地质储量 3.6× $10m^8$。根据圈闭评价结果，参考油藏埋深、预测储量、构造落实等因素，对不同情况的圈闭采取不同的滚动勘探开发对策。

1) 采用部署调整井和侧钻井对断块扩边，增加动用储量。对于文 48 东块、文 38 北块、文 14 南块等断块，由于这些断块位于已投入开发的断块周围，断块面积小，预测地质储量小，构造落实，分批逐步部署开发井或利用周围低效井及报废井侧钻，即减少投资又落实动用了新储量。

2) 新块新区采用部署滚动评价井，落实构造增加探明储量。对于文 234 块、文 48 西块、文 248 块等断块，预测圈闭面积大，地质储量大，而构造落实程度低的圈闭，部署了滚动评价井，落实构造，钻探储层含油气情况。落实储量后部署开发井。

3) 对于油层埋藏深，构造落实程度低的圈闭，加强前期研究工作。

通过对文留油田北部复杂断块群开展精细的地质研究和滚动勘探开发目标综合评价，深化了该区地质新认识，优选滚动目标区，取得了显著的滚动勘探开发效果。①署实施的滚动评价井及开发井获得了高产工业油气流；②探明石油地质储量 452×10^4 t；③滚动区块投入开发后取得了显著的经济效益。

[参考文献]

[1] 秦俊杰，徐中军．文留地区油气富集规律研究 [J]．断块油气田，1995，2 (增刊)：57~ 59.
[2] 王平，李纪辅，李幼琼．复杂断块油田详探与开发 [M]．北京：石油工业出版社，1994.
[3] 钱承康．东濮凹陷油气勘探前景 [J]．断块油气田，1997，4 (5)：20~ 26.

[编辑]　深　谷

(上接第 452 页)

3　勘探意义

综合上述，冷湖七号有充足的油气来源、有利的储集条件及生储盖组合关系、巨大的圈闭容积、复合类型的油气疏导层，还有过油气运移和聚集的过程，但是由于圈闭与烃之间的时空配置不当，使得该构造不能富集成藏。深层不可能形成规模岩性油气藏，是因为油气在大量生成及运移时，砂体上倾方向没有遮挡，不具备储集功能；深层不可能形成构造圈闭油气藏，是因为油气在大量生成及运移时构造圈闭还未发育而成；浅层形成次生规模天然气藏的可能性不大，是因为在浅层圈闭形成后烃源岩的供烃能力衰竭，而且缺乏再次分配所需的深层油气来源。所以，圈闭的有效性是该区成藏的主要控制因素。只要瞄准有利的构造圈闭和有利的岩性圈闭，在该区发现规模油气田的希望仍然很大，在理论和实践上能够佐证。深层构造圈闭有效性由古地形决定[5,6]，马海-大红沟隆起区和昆北斜坡带在燕山期末为高地形，是构造圈闭最有利目标；岩性圈闭由古深水体决定，赛什腾凹陷是近物源深水湖底扇的发育区，可以作为隐蔽油气藏勘探的突破口，潜伏地区是首选目标。

[参考文献]

[1] 宋国奇．成藏理论研究中的系统论——从“含油气系统”谈起 [J]．石油与天然气地质，2003，24 (2)：111~ 115.
[2] 贾承造，何登发．中国喜马拉雅运动的期次及其动力学背景 [J]．石油与天然气地质，2000，25 (2)：121~ 125.
[3] 侯读杰，张敏，陈奇．塔中地区 C 油组油气运移及成藏史初探 [J]．江汉石油学院学报，2001，23 (4)：15~ 18.
[4] 丘楠生，金之钧．油气成藏的脉动式探讨 [J]．地学前缘，2000，7 (4)：561~ 566.
[5] 吴永红，王朝安，冯斌 等．五号桩洼陷沙二段隐蔽油藏成藏规律研究 [J]．江汉石油学院学报，2003，25 (3)：33~ 35.
[6] 唐子军，邓宏文，方勇 等．东营凹陷樊东地区沙三中沉积体系与成藏条件 [J]．江汉石油学院学报，2003，25 (4)：15~ 17.

[编辑]　深　谷

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

CHENG Guang-hua *(China University of Petroleum, Beijing 102249)*

Abstract: Matrix porosity and permeability are low in the Ordovician carbonate reservoirs of Lunnan buried hill, but the reservoir conditions are improved by the growing of dissolved pores. Based on core observation and cast slice analysis, the distributional rules of the carbonate reservoir pores, the pore packing characters and control factors of pore growth in Lunnan buried hill are described, and the effect of pores on the reservoir is analyzed. It is considered that better reservoir space is provided for Lunnan buried hill reservoirs by the pore growth, it not only creats vuggy reservoirs and cavernous reservoirs, and also the grown pores are connected with fractures, thus important fracture-vuggy reservoirs are formed in the area.

Key words: Tarim Basin; Lunnan area; Ordovician system; buried hill; reservoir; carbonate reservoir; karstification; pore

437 **Mechanism of Forming Low Resistivity Reservoirs and the Exploration in Dongpu Depression**

YANG Yong-lin *(Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of sciences, Beijing 100029; Northwest University, Xi'an 710069; Zhongyuan Oilfield Branch Company, SINOPEC, Puyang 457001)*

Abstract: By analyzing the major causes of low resistivity reservoir formation and its forming mechanism, it is pointed out that the formation of low resistivity reservoirs in Dongpu Depression is mainly controlled by both internal and external factors of reservoir formation. The reservoirs can be divided into high irreducible water saturation and low resistivity reservoir, saturation and low resistivity reservoir with movable water from the aspects of water saturation, and the strategy of exploration study methods are analyzed from different types of low resistivity reservoirs.

Key words: hydrocarbon exploration; low resistivity reservoir; log data; Dongpu Depression

451 **Hydrocarbon Accumulation Analysis and Exploration Significance of No. 7 Lenghu Structure in Qaidam Basin**

XIE Zong-kui, LIU Ren-he, SU Yan, WEI Ze-dian *(China University of Geosciences, Beijing 100083)*

XU Hui-long *(Institute of Petroleum Exploration and Development, CNPC, Beijing 100083)*

Abstract: The reservoir forming theory is used to deeply study the reservoir forming conditions, its rules and the relations, combination between them and effects on the hydrocarbon distributional rules, lithologic reservoirs can not be formed in deep strata because the up-dip sandbodies could not be sheltered as hydrocarbon is generated and migrated at a large scale, of which accumulation functions are not available; structural trap reservoirs can not created in deep strata, this is because the structural traps are not formed as the hydrocarbon is generated and migrated at a large scale, it is not highly possible for forming a secondary scale of gas reservoirs in shallow strata, because of depletion of hydrocarbon supply capacity of the source rocks after the shallow traps formation, and deep resources are lacked as hydrocarbon is reallocated. The effectiveness of the traps is the major constraining factor of reservoir forming in the area. The beneficial structural traps are in Mahai-Dahonggon uplift area and Kunbei slope belt, while the beneficial traps are in Saishiteng Depression, thus the potential area is the major target.

Key words: hydrocarbon exploration; hydrocarbon accumulation; structural trap; effective trap; Qaidam Basin

467 **Method and Application of Reservoir Parameter Prediction Based on Neural Networks**

ZHAO Cheng *(Yangtze University, Jingzhou 434023; Jianghan Petroleum Administration Bureau, Qianjiang 433100)*

GUI Zhi-xian *(Yangtze University, Jingzhou 434023)*

Abstract: Reservoir parameter prediction plays an important role in hydrocarbon exploration and production. Neural networks are deployed to predict the reservoir parameters and establish a contact between the reservoir parameters (sandstone thickness and porosity of the reservoir) and the attribute of seismic wave in the target zone. The contact is implemented by neural networks. The seismic wave attribute is used as an input, and the reservoir parameters as output, logging data as constraining condition to guide the neural networks learning, and then predict the reservoir parameters. Data process result indicates the method is reliable for predicting reservoir porosity and sandstone thickness.

Key words: reservoir parameter; neural network; seismic wave attribute; prediction

469 **Low Subweathered Zone in the Southeast of Sichuan Province**

ZHOU Shuan *(Yangtze University, Jingzhou 434023; Jianghan Petroleum Administration Bureau, Qianjiang 433100)*

Abstract: In the southeast Sichuan Province, terrain is undutated severely. Both old and new strata are exposed, the speed and thickness of low subweathered zone is greatly different in different zones. The low subweathered zones are investigated by using micro-log, by which the distribution of low subweathered zones can be determined accurately, thus excitation parameters are provided for future seismic exploration.

Key words: low subweathered zone; micro-log; excitation log; interval velocity

473 **Monitoring the Changes of Artificial Wall with Ultrasonic Measuring Technique**

YUAN San-yi, HUANG Wen-xin *(Yangtze University, Jingzhou 434023)*

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net