

南方中-古生界油气勘探的若干地质问题及对策

郭彤楼^{1,2}, 田海芹³

(1. 同济大学, 上海 210092; 2. 中国石化南方勘探开发分公司, 云南昆明 650233;

3. 中国石化石油勘探开发研究院, 北京 100083)

摘要: 中国南方海相盆地经历了多旋回运动的叠加改造, 导致各地区油气保存状况存在较大差异。因此, 须探索此类盆地独特的油气成藏规律。研究过程中, 应注重突出重点、以点带面, 针对不同地区的特点, 总结出各自的成藏模式。目前, 南方海相研究应重点放在重点区块构造评价、烃源岩重新确定和保存条件再评价等方面。通过解剖典型油气藏的成藏条件, 了解成藏要素的有利匹配, 优选出近期的勘探目标。

关键词: 多旋回盆地; 叠加改造; 油气保存; 中古生界; 南方

第一作者简介: 郭彤楼, 男, 37岁, 高级工程师(博士生), 构造地质学

中图分类号: TE132.1 文献标识码: A

1 问题

1.1 盆地改造与保存条件

南方海相盆地经历多旋回构造运动叠加、改造, 包括加里东期、海西期、印支期、燕山期、喜山期等, 但主要是印支以来的3期构造运动的改造。改造的形式有挤压褶皱变形、抬升剥蚀、张性断块运动、区域沉积沉降。由于各区块所处的区域构造位置和边界条件不同, 其改造形式和过程也有所不同, 导致各地区油气保存状况存在较大的差异。总体上讲, 构造变形较弱、抬升剥蚀幅度较小的地区油气保存较好, 如四川盆地; 而构造变形复杂、长期抬升剥蚀地区, 如云贵高原和华南褶皱带, 油气保存条件较差; 而经过张性断块运动后期又发生区域沉积沉降的中、下扬子区重建封闭保存体系的规模及潜力尚须进一步研究。

保存问题及区域保存与局部封闭保存, “九五”期间在理论上提出了持续型、重建型、残留型等有效保存单元概念, 而在实际勘探过程中也发现在整体保存较差地区由于局部存在良好的封盖条件, 保存较好, 如秧坝区块。在保存条件研究中, 盖层条件、断层封堵性研究最为重要, 压力封闭、水力封闭也应考虑, 如何将这几个方面有机的结合起来, 动态历史地、全面系统地研究评价, 以确定一个盆地、

区带或者是具体的勘探目标的保存条件优劣仍须进行大量研究。

1.2 成藏理论

多期成藏与多期改造, 最终定位于晚期成藏是南方海相油气成藏的基本特点。如四川盆地经历加里东期(下组合)和印支期两个重要成藏关键时期, 但油气最终定位于喜山期形成的挤压背斜之中。而中下扬子覆盖区经历晚印支-早燕山期的强烈挤压和晚燕山-早喜山期的张性断块运动, 早期油气聚集已遭到较严重的破坏, 气源主要是残存与二次生烃, 在这种情况下油气系统最终将如何定位? 二次烃源如何评价? 四川盆地油气分布主要受加里东期和印支期古隆起控制, 那么, 中下扬子和华南广大地区油气分布又受何种因素控制? 用于指导陆相盆地油气勘探的“源控论”^[1]对南方海相勘探是否还有指导意义等一系列问题, 是南方海相油气勘探面临而又必须解决的问题。

1.2.1 有效烃源与有效成藏组合

地史上, 南方曾发育有多套优质的主力烃源岩, 但由于后期构造-热演化作用的叠加、改造, 部分已失去生烃能力, 部分生成的油气经氧化、演化进而转化为沥青。现今的烃源还包括古油藏、沥青、水溶气等。因此, 如何认识与评价有效烃源岩是多旋回叠加盆地油气资源计算的关键。南方中古生界油气勘探必须重视有效烃源岩的辨别与对比, 以及对现今油气成藏的贡献, 建立相应的评价标准^[2]。

1.2.2 成藏规律

“七五”~“八五”南方海相攻关研究中^{*}提出了以四川为代表的上扬子具有“相态转换、水溶渗混、溶解释放(隆升脱气)、多源成烃、生聚散动态平衡”的特点,中、下扬子为“重建整体封闭体系,晚期二次成烃和油气次生(晚期)聚集成藏”的成藏规律。虽然如此,除四川外,勘探并没有形成更大的突破,石柱复向斜,自20世纪70年代发现建南气田后,处于徘徊局面,说明对南方中古生界成藏规律的认识和具体研究方法上还存在许多问题。

(1) 目前普遍采用的含油气系统方法并不适合在叠合盆地、构造变动强烈的盆地中简单应用。南方中古生界经历了多旋回构造的强烈改造,油气经历了早期成藏、后期破坏和调整、二次生烃及晚期再成藏等复杂历程,油气藏具有多源混杂、多期充注、相态调整,不能生搬硬套现有的含油系统分析方法。

(2) 对目前处于有机质高演化阶段,后期又经历多期构造运动改造地区的原生油气藏的形成和保存机理尚不清楚,直接影响了油气勘探的成效。

(3) 多旋回叠合盆地中,烃源的有效充注、储层展布、圈闭成藏要素的匹配关系如何,尚待研究。

(4) 南方中、古生界分布区内不同区块,如四川盆地、滇黔桂、中下扬子等具有不同的盆地演化史,各区块应具有不同的油气成藏特征。

(5) CO₂气藏的研究应得到足够的重视。目前在南方海相地层中已发现黄桥CO₂气田,在乌龙1井、秧1井亦见到较强的CO₂显示,但其成藏机理、富集规律仍不甚清楚。

2 对策

2.1 整体思路

原型盆地叠加改造对成藏的控制、有效烃源、特殊储层预测、整体保存条件、成藏组合的有效性等方面的研究是“多旋回叠合盆地油气成藏理论”研究的重点。

“多旋回叠合盆地油气成藏理论研究”总体思路是以构造地质学、石油地质学基本原理为指导,根据天然气的多源性、保存条件的关键性、成藏过程的复杂性,采用区域研究与重点气藏解剖相结合

的方法,以成盆、成烃、成藏条件和成藏模式研究为主线,深入探讨和总结多旋回叠合盆地油气的成藏规律,进而建立油气藏形成的地质概念模式。在此基础上,通过计算机数值模拟和物理模拟实验,进行油气藏定量成藏过程研究和成藏微观机理研究,建立油气藏形成的定量模式。

研究过程中,注重从已知入手、从宏观到微观、突出重点、以点带面;同时要针对不同地区的特点开展研究。以理论创新为目标,以勘探突破为目的。

特别是“从已知入手,由浅入深,循序渐进”非常重要。对地质条件类似的地区已发现的油气田(藏),进行全面、认真的解剖,总结规律,进行类比预测和勘探,如四川含油气聚集区、朱家墩气田、黄桥CO₂气田、沔31井白垩系油藏和一批古油藏等重要典型油气藏的成藏条件解剖及规律总结。特别要重视气、源的对比和油气藏动态调整的研究,真正解决下组合烃源岩的有效供给及上组合烃源岩的地位问题。

多旋回叠合盆地油气成藏理论研究的是三维空间和一维时间范围内油气的生成、运移和聚集的过程,并指出现今油气聚集成藏的位置,达到有效发现油气资源的目的。因此,要强调“整体、动态与层次”的原则。整体原则强调,只有对油气的生成、运移和聚集基本单元内部的石油地质全貌有了清楚的了解之后,才能有效地研究和选择勘探目标;动态原则的关键是始终将油气的可流动性与迁移性放在首位,强调地质历史过程中各成藏地质要素与作用过程的组合关系;层次性则体现在油气藏形成和分布的各成藏要素与作用过程的组合关系是渐进有序的。

2.2 具体对策

2.2.1 研究重点区块构造特征

在总结南方油气勘探和基础地质研究成果基础上,以构造地质学研究为主线,开展受区域构造控制的盆地形成、盆地性质、盆地演化过程研究,编制不同地质历史时期的盆地类型及其分布图;开展构造活动的时期、性质、强度及地层形变过程、形变程度的研究,编制重要构造变革时期的古构造纲要图,总结中国南方不同区域、不同地质时代的盆地构造特征的共性和个性;选择重点区块作为“研究示范”区块,开展区块构造特征与成藏关系的研究。

2.2.2 重新定义烃源岩

^{*} “扬子海相碳酸盐岩地区油气勘探技术和评价研究”(75-54)和“中、下扬子海相地层成气(油)藏条件及勘探目标研究”(85-102)

根据南方中古生界烃(包括 CO_2 气,下同)源岩实际,对有效烃源岩进行重新定义。

在已知油气藏研究的基础上,进行气、源对比研究和技术方法探索。

充分利用前人的研究成果,近期钻探取得的相关成果和资料,以及最近完成的5条地球化学大剖面的成果,通过地面、井下油气显示和油气流与潜在烃源岩的精细地球化学对比,建立南方海相不同层位、不同区域有效烃源岩的识别标志,探索有效烃源岩地球化学参数,研究各区带有效烃源岩的时空分布特征。同时结合有效烃源岩发育区的沉积学、古生物学和地球化学研究成果,探索有效烃源岩形成和分布的规律。进行有效烃源岩的生烃期、生烃量和排烃量研究,进行烃类演化阶段及烃类转化对成藏条件的影响等研究工作。

2.2.3 研究保存条件

包括整体保存条件以及具体勘探目标保存条件有效性评价研究两个方面的内容。

整体保存条件是指由区域盖层和受其控制的水动力封闭系统所组成的立体封闭体系。盆地整体封闭保存条件的有效性是形成和保持工业性油气聚集的重要条件,要充分利用沉积、构造及烃源岩研究的成果,主要研究区域盖层的时空分布及其有效性;研究区域或区块整体封存条件及勘探目标封存条件;研究水文地质条件与保存条件的关系;研究烃源岩生烃史、排烃史、油气运移史及与保存之间的匹配关系;研究盆地演化、构造活动及岩浆活动对保存条件的影响。

保存条件研究以成藏保存为目标,开展全面研究,如圈闭有效性、特别是断层封堵作用、水动力系统、盖层有效性等多种研究内容,是此项研究的核心内容。

2.2.4 评价和预测储层

一是充分利用前人的成果,从地层、沉积、储层这些基础研究角度为南方海相油气地质综合评价提供扎实的基础资料,从区域上搞清主要目的层段

沉积体系的时空展布及演化规律。

二是在宏观控制的基础上,完成主力储层的厘定;同时研究重点区块主力储层的成因类型、分布、性质、影响因素、演化规律以及与其他成藏要素的匹配关系。

三是通过对南方海相天然气复杂储层,特别是裂缝、岩溶及生物礁等特殊储层的研究,建立起海相天然气复杂储层识别、预测及评价的配套方法技术。

2.2.5 优选勘探目标

从盆地分析入手,把研究区构造演化在时、空上作为一整体对象考虑,以全球板块运动观点、有效成烃观点、流体封存箱、油气动态成藏等方法为指导,综合利用地质、地球化学、地球物理等各种资料,抓住有效烃源条件、有效成藏、有效保存及有效成藏组合等主要矛盾,通过解剖典型油气藏的成藏要素匹配条件,对南方海相领域重点区块的油气成藏条件进行综合分析,研究不同区块油气成藏的主要控制因素,建立南方不同区块中古生界的成藏模式,提出适合南方中古生界油气勘探的思路。同时紧密结合南方中古生界油气勘探的现状和进展,贴近生产,在区带评价基础上,进行勘探目标优选,进行圈闭资源量计算及经济评价分析,提出勘探部署建议。

致谢:本文参考了大量未公开发表的资料,成文过程中得到中石化石油勘探开发研究院天然气室、中石化石油勘探开发研究院荆州所、江苏油田研究院勘探三室、江汉油田研究院海相所、滇黔桂油田研究院地质所、南方海相油气勘探项目经理部等有关单位领导的大力支持和帮助,在此一并致谢。

参 考 文 献

- 1 戴金星,王庭斌.中国大中型天然气田形成条件与油气分布规律[M].北京:地质出版社,1997
- 2 马永生,田海芹.碳酸盐岩油气勘探[M].东营:石油大学出版社,1999

SEVERAL GEOLOGICAL ISSUES ABOUT MESOZOIC- PALAEOZOIC OIL AND GAS PROSPECTING IN SOUTHERN CHINA AND THE WAY OF HOW TO DEAL WITH

Guo Tonglou^{1,2} Tian Haiqing³

(1. *Tongji University, Shanghai*; 2. *Southern Branch of Petroleum Exploration and Development, SINOPEC, Kunming*; 3. *Research Institute of Petroleum Exploration and Development, SINOPEC, Beijing*)

Abstract: Superimposed reformation of multi- cyclic tectonic movements experienced by marine basins in Southern China result in quite differences of oil and gas reserving in various areas. Therefore, a special regularity of the generation of oil and gas reservoirs (play) in these basins must be probed. Focal point shall be stressed in the research and each oil and gas play pattern shall be summarized accordingly to the feature of various areas by fanning out from point to area. At present, emphasis shall be put on the assessment of regional block tectonics and on the reassessment of re- determination and reserving conditions of hydrocarbon resource rocks when studying marine facies in Southern China. The latest exploration target can be selected out by dissecting play conditions of typical oil and gas reservoirs and getting to know favorable matching of play elements.

Key words: Multi- cyclic basin; superimposed reformation; oil and gas reserving; Mesozoic- Palaeozoic; Southern China

(上接第 243 页)

RELATIONS BETWEEN JURASSIC INCLUSIONS AND OIL & GAS MIGRATION & ACCUMULATION IN YANQI BASIN

Chen Wenxue^{1,3} Li Yonglin^{2,3} Zhang Hui³ Zhao Deli³

(1. *Petroleum University, Beijing*; 2. *China University of Geosciences, Beijing*;
3. *Henan Petroleum Co., Ltd, SINOPEC*)

Abstract: Inclusions in Jurassic sandstone reservoirs in Yanqi basin are mainly distributed in Jianghe Formation and Badaowang Formation, their homogeneous temperature is between 101 °C~ 110 °C and 121 °C~ 130 °C, carbon numbers of n- alkane appear in double- peaks state, main front peak with 18 or 20 carbon numbers, Main back peak with 26 or 27 carbon numbers. These features indicate that accumulations of oil and gas took place twice in the basin during the middle- late Jurassic, namely, the first phase is believed to be mainly for low matured oil & gas generation, migration and accumulation in Badaowang Formation in the late Jurassic, and the second phase is for the maturation of oil & gas in end Jurassic. It is believed by analyzing the history of hydrocarbon generation that the accumulation of oil and gas should have taken place once more in this region by the end Tertiary, this event has not been detected because of the inactive diagenesis and low abundance of the inclusions.

Key words: organic fluid inclusion; oil and gas reservoir; migration and accumulation phases; Yanqi basin