

文章编号: 0253-9985(2003)04-0356-06

湘鄂西地区油气前景探析*

徐言岗^{1,2}, 贺自爱², 王津义²

(1. 成都理工大学, 四川成都 610059; 2. 中国石化石油勘探开发研究院新区勘探研究所, 湖北荆州 434100)

摘要: 湘鄂西地区因与威远气田具有类似的下古生界系统, 可对比的早期沉降、晚期抬升的地质过程而被认为有良好油气前景。然而, 湘鄂西地区的抬升幅度过大, 超压系统已不复存在且无古构造控制油气的早期聚集, 所以该区除稀归复向斜尚可进一步勘探外, 其他地区应持慎重态度。

关键词: 威远气田; 类比; 抬升; 压力系统; 古构造; 湘鄂西

第一作者简介: 徐言岗, 男, 39岁, 高级工程师(博士生), 石油地质

中图分类号: TE112

文献标识码: A

对湘鄂西地区油气勘探前景乐观的一个重要因素是: 这一地区的成藏条件可与威远气田类比。但类比的原则应该是动态高于静态、神似胜于形似、整体大于总和^[1]。因此, 必须在相似情况下找异点; 相异条件下找相似点, 方是高层次的类比原则。只有如此方能找出类比的结合点, 揭示事物现象后面所隐藏的相似原理, 作出正确的类比。

1 威远气田解析

1.1 气源

威远灯影组气藏的气源应为下寒武统倒灌形成的。

(1) 灯影组固然可以生烃, 但其生烃强度与下寒武统不可同日而语。灯影组残余有机碳仅0.12%, 按四川的标准只能属Ⅲ类生油岩, 按国外标准(Ⅲ类0.18%~0.5%)应属非生烃源岩, 岂能与具全球性规模的下寒武统烃源岩比拟。下寒武统烃源岩生成于受上升流控制的静海环境^[2], 为全球性缺氧事件所控制。海侵时期的高海平面导致大洋水体形成密度分层, 氧的耗竭和有机碳的大量保存, 形成了世界范围的黑色页岩——烃源岩。

(2) 据鄂西、渝东资料, 下寒武统生烃强度 $104.7 \times 10^8 \text{m}^3/\text{km}^2$; 上震旦统生烃强度只有 $18.7 \times 10^8 \text{m}^3/\text{km}^2$ 。二者相差近6倍。

只有下寒武统与志留系高浓度烃源岩这一整体, 方能以雄厚的潜能使渗滤和扩散能力极强的

甲烷, 保持生成、散失的动态平衡, 以数百亿立方米的探明储量保存于灯影组中。

下寒武统—下志留统为四川盆地下部异常高压封存箱。正是这一整体系统构成了灯影组天然气聚集的策源地, 它与黄龙组一样都为箱外成藏, 只不过一在异常压力封存箱之下(灯影组); 一在封存箱之上。皆以常压为特征, 灯影组压力系数1.03~1.04。

当然, 并不排除一部分自生自储气(包括陡山沱组生成的气), 甚至混有无机成因的深源气, 一则因为威远气田的天然气以氦、氡、氮、 CO_2 含量较高为特征(氦0.25%, 氡0.044%, 氮7.35%, CO_2 4%~5%), 异于纯粹的裂解气; 二则据CER公司研究, 震旦系地层水的成因为蒸发浓缩的原生海水和部分来自岩浆热液的水。

孙肇才等所总结的形成、演化模式(图1)^[3], 说明下寒武—下志留统异常压力封存箱, 具有阶段性生烃、脉冲式破裂、箱外供烃的成藏过程。

(3) 只有下寒武—下志留统异常高压封存箱结构不被破坏, 方能为灯影组供给源源不断的烃源。威远与资阳同处一个古隆起带, 只因威远处于南翼, 异常压力封存箱的结构完整, 方能为威远提供充沛的气源; 而资阳紧邻北翼, 异常压力封存箱已成为一个残缺泄压的封存箱, 尽管还保留了一部分下寒武统, 但难以达到形成倒灌的条件(图2)。所以, 资阳灯影组的气只能是第一次排烃的原生聚集气和一部分二次生烃的气。

1.2 成藏条件

(1) 长期持续8000m的深埋, 为天然气的水

* 本文为中国石化科技项目: “南方海相油气勘探区块、区带优选与评价”(编号: YTB-2003-11)的部分成果

收稿日期: 2003-05-22

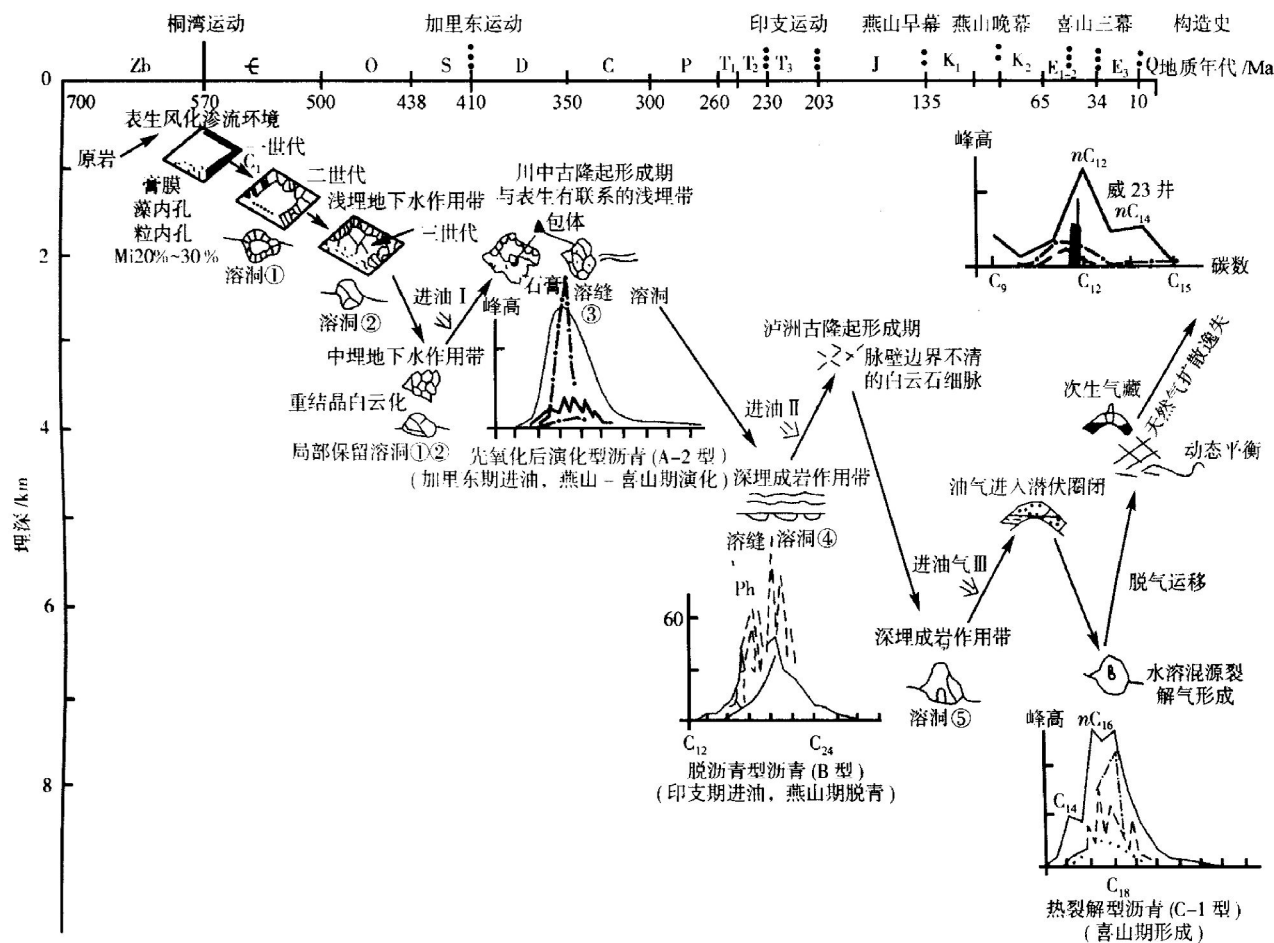
图1 威远气田油气形成、演化及保存模式初探^[3]

Fig. 1 A tentative model for hydrocarbon generation, evolution and preservation in Wei Yuan gasfield

溶创造了条件。甲烷在水中的溶解度与温度、压力有关。常温常压下溶解度并不高,而在高压下却会大幅度的升高。温度 25℃,单位面积(cm^2)压力为 294.2 kg 时,甲烷对水的气水比为 0.409。但当温度达到 171.1℃,单位面积(cm^2)压力为 294.2 kg 时,气水比增加 185 倍,达 75.6^[4]。当单位面积压力增大时,甲烷溶解度的变化更为显著,黑海北岸刻赤半岛异常高压带,井下 3 000 m 深,井温 120℃ 时气水比为 5;井深 4 000~5 000 m 时,气水比增至 19。美国墨西哥海岸平原井深 4 500 m 时,气水比达 27,井深 6 000 m 时高达 92.8^[5]。这些数据表明,威远 8 000 m 的埋深,为甲烷水溶开辟了独特的空间。

(2) 晚期抬升减压为水溶气的脱出成藏创造了条件,特别是在高压条件下,只有出溶才能成藏。据张义纲^[6]研究,构造抬升幅度一般不宜超过 500 m,在有膏盐作盖层时也不宜超过 1 000 m。但威远气田的抬升幅度远大于 1 000 m,轴部已出

露嘉陵江组,却仍然形成了灯影组的大气田。说明抬升幅度不是一个绝对数字,而是一个与埋深对应的相对值,既要有利于出溶脱气,又要保持压力封存箱的完整无损。

(3) 构造变形微弱,圈闭条件优越,北翼倾角 3°~5°,南翼 9°~11°,顶部 4 条断层最大断距只有 50 m,全部消失于下寒武统,对异常压力封存箱没有影响。张义纲^[5]分析了世界上储量大于 $1\,000 \times 10^8 \text{ m}^3$ 的 84 个大型、超大型气田,其特征之一是大多数地层倾角小于 10°。所以,构造变形微弱亦是形成威远气田不可忽视的条件之一。

2 差异类比

湘鄂西油气勘探区,东以石门-慈利-大庸为界,南到保靖-彭水,西抵彭水-利川,北达秭归-宜昌-枝江,总面积 58 825 km^2 ,包括中央复背斜、花果坪复向斜、宜都-鹤峰复背斜、桑植-石门复向斜和秭归复向斜 5 个构造单元(图 3)^[7]。

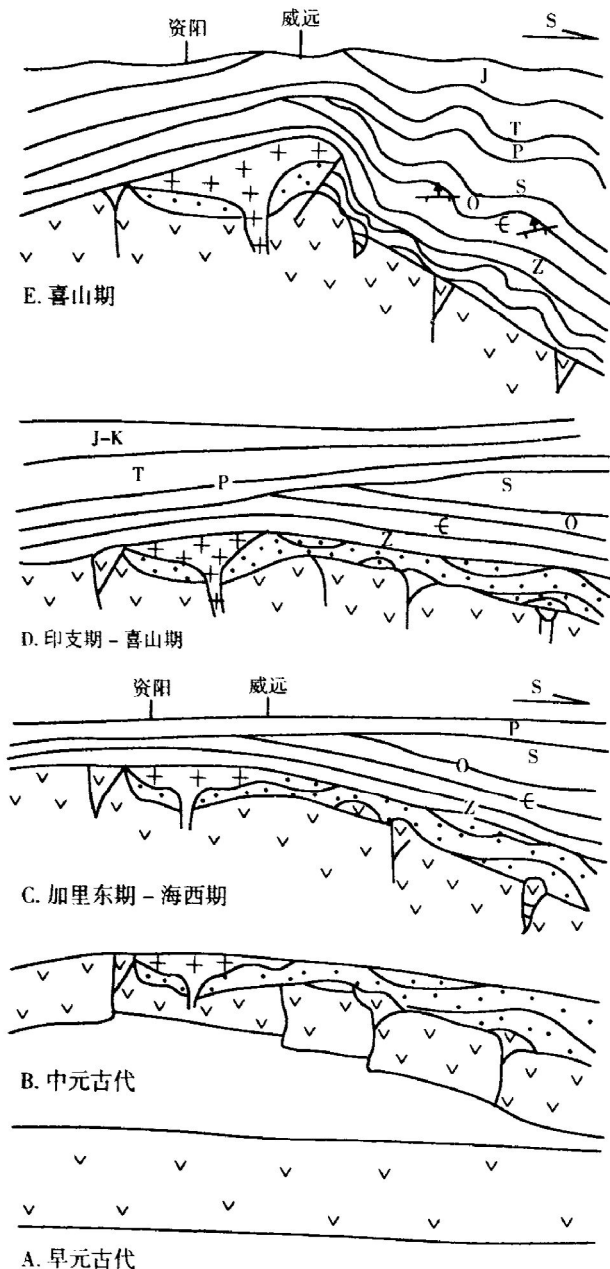


图2 资阳、威远地区构造演化示意图
Fig. 2 A sketch showing the tectonic evolution
in Ziyang-Weiyuan region

湘鄂西地区与威远气田存在以下相似点: (1) 下古生界地层系统和演化类似, 地腹保留有完整的震旦系灯影组; (2) 早期都经历过持续的沉降, 晚期又大幅度地抬升。正因为有此相似性, 因而对其油气勘探前景评价比较乐观, 认为是勘探下古生界的有利地区, 以原生型油气藏、继承性油气藏、重建型油气藏为勘探对象^[7]。这些相似性是无可否疑的, 但它们有更多的差异点。而这种差异却是实质性的反映, 对油气能否成藏、能否保存起决定性的作用。

2.1 抬升幅度

晚期抬升有利于减压、出溶、脱气, 这是威远以及湘鄂西地区成藏的必要条件, 其关键在于抬升的幅度。

抬升幅度在水溶脱气成藏的地区是个相对概念, 不能脱离埋深这一前提。因为抬升幅度过小, 则不利于出溶成藏, 乐山-龙女寺古隆起气藏的特征说明了这一点。威远抬升幅度最大, 产气量也最高, 随着抬升幅度的减小, 资阳、高科1井、安平1井、女基1井产量依次降低, 至埋深4500 m以下的盘1井则只产水(图4)^[8]。抬升幅度过大则势必破坏封存系统, 导致气藏的破坏与逸散。阿尔伯达盆地 Cadomin 层天然气按 100 km 的最大接触长度计算, 每天的散失率为 2 800 m³, 4 250 × 10⁸ m³ 天然气的散失只需 400 000 年^[9]。可见抬升暴露的散失量大得惊人!

所以, 抬升幅度应以宜于出溶脱气而又不破坏封存系统为最佳。

就此而论威远的抬升幅度是符合上述两个条件的, 抬升幅度大, 却又保留了二叠系、三叠系, 甚至侏罗系的重建整体封存体系; 而湘鄂西地区却是抬升幅度大到志留系、寒武系的暴露, 不符合上述两个条件。这一差异才是实质性的, 决定了前者可以出溶→保存; 后者出溶→逸散。

2.2 超压系统

这一差异亦与抬升有关, 是抬升所产生的另一结果。

超压盆地异常高压系统是否完好无恙, 关系天然气成藏两个重要条件的构建: 一是意味着封存系统的存在与破坏, 因为一般的物性盖层, 即毛细管封闭, 对油是有效的, 对气却是无效的, 必须依赖于压力封闭的综合效应, 西加拿大深盆白垩系储层, 凡压力封闭的井皆产油气, 无压力封闭者产水的事实, 证明了压力封闭的重要性^[10], 对天然气的封闭更具特殊的重要性。二是异常高压系统的存在意味着成烃组构的存在与持续性的运行, 这对烃类的转化非常重要。因为油变成气和干酪根变成气的转换比相差近 10 倍, 说明超压盆地的天然气主要不是来自干酪根的转化, 而是由液态烃裂解而成。因此, 早期聚集对晚期成藏至关重要。必须保持异常高压系统的完好无恙, 方能达到幕式生烃、脉冲式的运移和液态烃向气态烃转化的潜能。

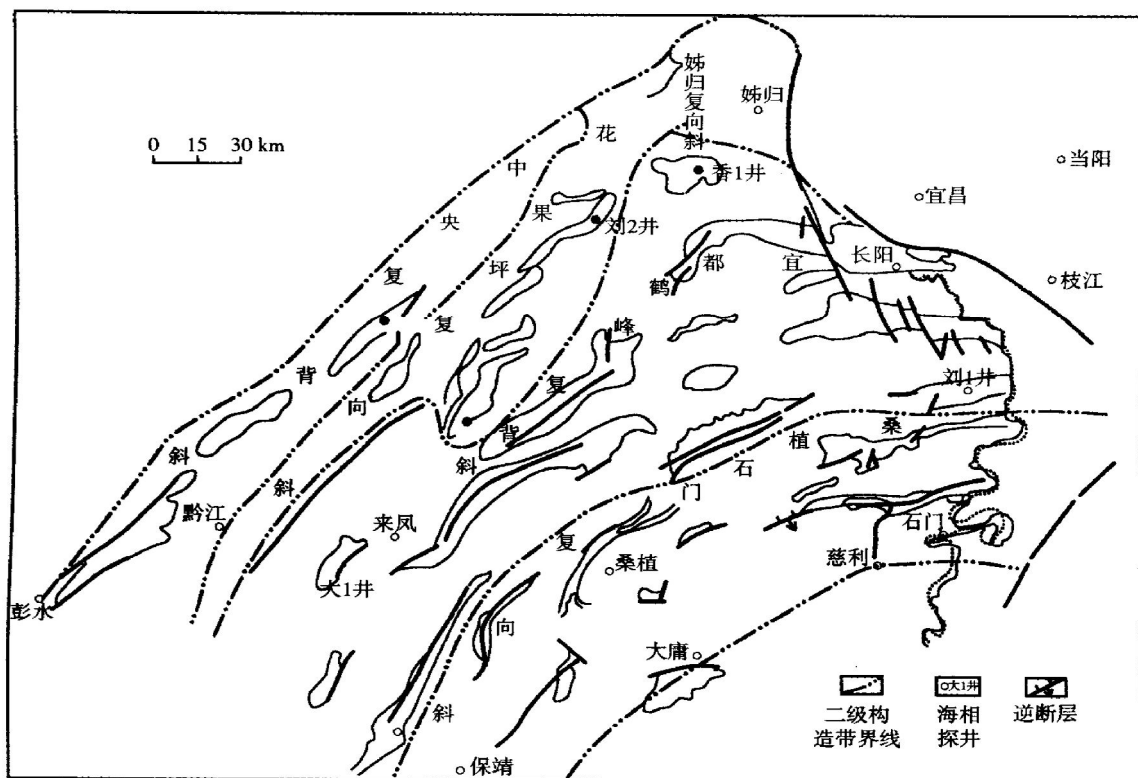


图 3 湘鄂西地区二级构造单元划分图

Fig. 3 Division of second- order tectonic elements in western Hunan and Hubei area

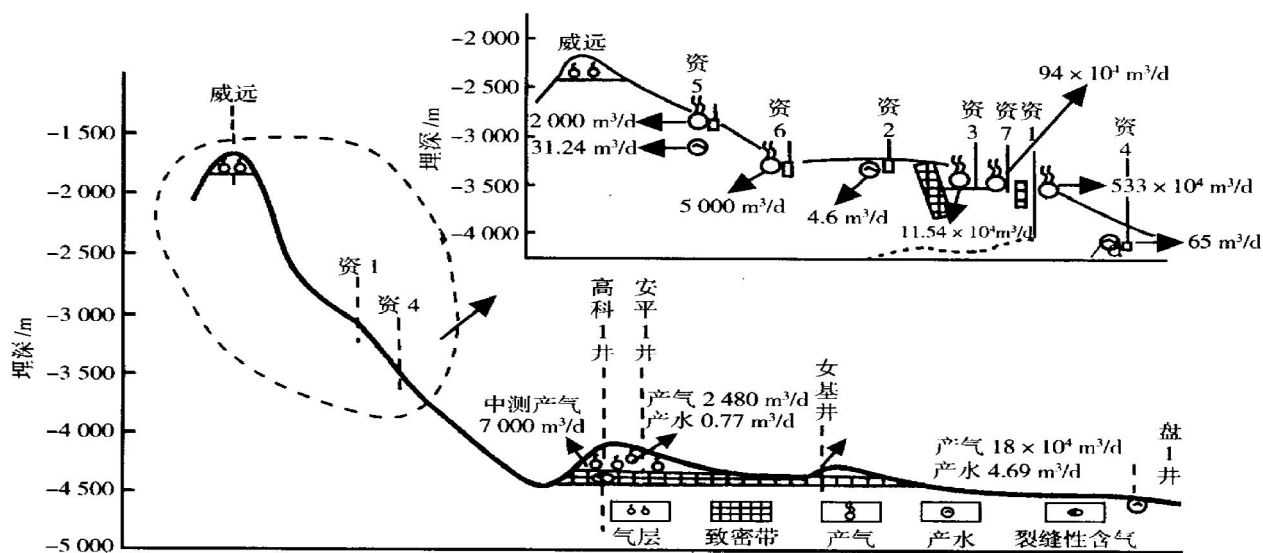


图4 乐山-龙女寺古隆起下古生界气藏特征

Fig. 4 Features of lower Paleozoic gas reservoir in Leshan- Longnusi paleohigh

威远地区早期持续深埋,由张破裂发展为剪破裂,再由剪破裂向糜棱化的塑性化发展^[11],对寒武-志留系的封闭能力不是降低而是增强。晚期抬升之后在重建封存系统的保护之下,异常高压系统完好无恙。因而仍能发挥压力封闭的综合效应和液态烃向气态烃持续转化的功能。

湘鄂西地区虽然也是早期持续深埋,经历了与威远相似的演化,但晚期的抬升幅度过大却是致命的差异,寒武-志留系又经历了由塑性向脆性的发展,特别是突然的压力释放,势必导致“爆发式”的破裂,向劈理化发展。这就必然造成泄压,从而破坏了高压系统结构的完整性,一则失去

了压力封闭的综合效应;二则丧失了液态烃气化的来源。

2.3 古构造位置

四川盆地的油气田多与各时期的古隆起有关,分布于古隆起的主体部位及其周缘(图5)^[7]。威远气田亦是受乐山-龙女寺加里东古隆起控制的大气田。正是古隆起方能保证灯影组的油气向

隆起部位运移,保证下寒武统高浓烃源的不断补充,构成了充沛的原生聚集,也为再分配、再调整的出溶脱气,保证了巨大的烃源;而湘鄂西地区并没有有利的古构造控制油气的早期聚集,也就难以保证再分配、再调整、裂解成气的巨大烃源。这又是无法与威远比拟的一个差异。

正是上述3个关键性的差异,决定了湘鄂西

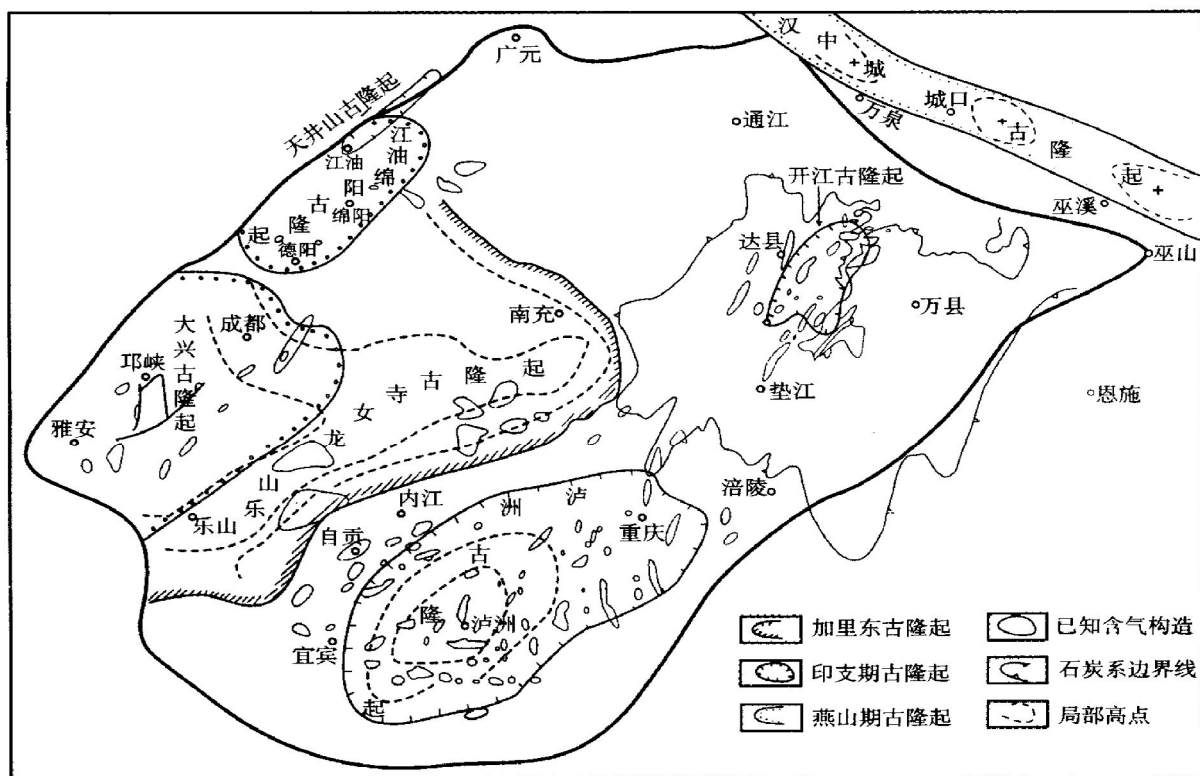


图5 四川盆地古隆起分布图

Fig. 5 A map showing distribution of paleohighs in Sichuan basin

地区与威远气田不可类比。动态的差异、神似的差异、整体的差异,决定了功能的差异。鄂湘西地区除秭归复向斜尚可进一步勘探外,其他地区应持慎重态度,因为前者保留有中、新生代重建的整体封存系统,而后者则荡然无存。因为对南方油气勘探前景的评价毕竟封存是决定性的因素。湖南慈利南山坪古油藏就是一个极具说服力的实例^[12],它与威远气田的前期成藏条件几乎是毫无二致:一是位于武陵古隆起的北缘;二是紧邻湘鄂西生烃凹陷;三是曾经埋深6 000~7 000 m。但后期燕山-喜山冲断改造,强烈抬升,使三叠系、志留系封存系统破坏的这一致命差异,却使最终的结果迥然不同,威远形成气藏,南山坪却只能是以破坏为特征的碳沥青古油藏。

参 考 文 献

- 1 贺自爱,杨建超.地学研究的相似类比[J].石油与天然气地质,1999,20(1):94~98
- 2 周堃,原始海相盆地类型与含油气条件[A].见:石宝珩,关德范.扬子海相地质与油气[C].北京:石油工业出版社,1993.3~12
- 3 孙肇才,邱淑玉,郭正吾.板内形变与晚期次生成藏——扬子区海相油气总体形成规律的探讨[J].石油实验地质,1991,13(2):107~140
- 4 翁文波.展望我国天然气工业[A].见:李天相.翁文波学术论文选集[C].北京:石油工业出版社,1994.338~346
- 5 邓运华.渤海实现稳产100万吨石油资源分析及勘探战略方向[J].中国海上油气(地质),1991,11(6):415~419
- 6 张义纲.天然气动态平衡成藏的四个基本条件[J].石油实验地质,1991,13(2):143~154
- 7 胡晓凤.湘鄂西地区油气藏类型及勘探方向[J].石油与天然气

- 地质, 2002, 23(3): 300~ 302
- 8 李晓清, 汪泽成, 张兴为. 四川盆地古隆起特征及对天然气的控制[J]. 石油与天然气地质, 2001, 22(4): 347~ 351
- 9 袁政文, 许化政, 王百顺, 等. 阿尔伯达深盆地研究[M]. 北京: 石油工业出版社, 1996
- 10 Magara K. 压力封闭——烃圈闭的重要因素[J]. 陈炜, 译. 油气地质译丛, 1993, (4): 1~ 11
- 11 彭秀美. 用岩石力学试验方法研究区域盖层的埋深和厚度标准[A]. 见: 石宝珩, 关德范. 扬子海相地质与油气[C]. 北京: 石油工业出版社, 1993. 262~ 269
- 12 赵宗举, 冯加良, 陈学时, 等. 湖南慈利灯影组古油藏的发现及意义[J]. 石油与天然气地质, 2001, 22(2): 114~ 118

A RECOGNITION OF HYDROCARBON POTENTIAL IN WESTERN HUNAN AND HUBEI AREA

Xu Yangang^{1,2} He Ziai¹ Wang Jinyi¹

(1. *Jingzhou Branch of New Area Exploration, Exploration & Production Research Institute, SINOPEC, Jingzhou, Hubei; 2. Chendu University of Technology, Chengdu, Sichuan*)

Abstract: The western Hunan and Hubei area have been considered to have nice prospects due to its lower Paleozoic is similar to that in Weiyuan gasfield, and has also experienced similar geologic process of early subsidence and intensive late uplifting in later stage. However, the overpressure system is no longer present in western Hunan and Hubei area, because the uplifting amplitude has been too large and the lack of favorable paleostructure controlling early hydrocarbon accumulation. Therefore, the hydrocarbon exploration in this region should be cautious, but a further exploration is required in Zigui synclinore.

Key words: Weiyuan gasfield; analogy; uplift; pressure system; paleostructure; western Hunan and Hubei area

(Continued from Page 355)

time and space, the sequence stratigraphy in the terrestrial lake basin with slope-break belt has been simulated numerically. Setting an altimetric point to be the sedimentary base level, those located higher than the base level would be apt to be eroded away, while those lower than the base level would be apt to be filled with sediments. Grain sizes of sediments would depend on the distance from the sedimentary base level, the larger the distance, and the finer grain size would be. Simulation results indicate that within a complete sequence cycle, lowstand system tract would mainly distribute below the slope-break belt with filling up characteristics. Accompanying the rising of lake level, transgressive system tract would onlap the salient located above the slope-break belt. Because the increase of accommodation space became slower, high stand system tract would prograde into the basin and deposit mainly coarse sediments, but erosion occurred on the salient above the slope-break belt. Junggar basin is a downwarped basin with foreland characteristics, which has been controlled by extrusion stress in Jurassic, and the differential elevation and subsidence of the basement would result in the formation of slope-break belt at the margin of the basin. The whole Jurassic is a second-order sequence which can be subdivided into four third-order sequences, namely A, B, C and D sequences, respectively. The second-order sequence is lithologically characterized by coarse-fine-coarse, and constitute an integral episode of tectonic subsidence, which coincides very well with the computer modeling results. The coincidences of the third-order sequences are also relatively well, but the symmetry and integrity are not as good as those of the second-order sequence. The four third-order sequences consist, vertically, of coarse-fine-coarse cycles, or retrograding first and then prograding, and are, horizontally, characterized by decreasing proportion of sand-prone facies first and then increasing.

Key words: Junggar basin; sequence stratigraphy; slope-break belt; mathematic model; computer simulation