

文章编号: 1001-6112(2006)06-0539-05

中生代构造运动在南方海相油气勘探中的意义

范小林, 翟常博, 邓 模

(中国石油化工股份有限公司 石油勘探开发研究院 无锡石油地质研究所, 江苏 无锡 214151)

摘要:中生代构造运动对现今南方古生代盆地的油气聚集有重大影响。从构造运动观点出发,探讨了中生代构造运动对古生代盆地的改造,构造运动决定了盆地性质及油气的保持。中生代构造运动影响了海相古生代盆地油气的再分配,对川西、川东北、湘鄂西等地区的构造形变进行了典型分析,认为川西龙门山山前带主要勘探目标为推覆体下盘古生界“准原地油气系统”;大巴山前及其东延地带的推覆构造地区古生界是潜在的油气勘探领域;大巴山山前构造带的冲断带前缘深断片背斜构造是有利勘探区;雪峰—江南推覆带西北缘盆地构造与油气分布复杂化地区可以作为进一步油气勘查的目的区。

关键词:中生代;构造运动;古生代盆地;海相油气勘探;中国南方

中图分类号: TE121.1

文献标识码: A

1 问题的提出

诸多勘探家希望运用板块构造理论来研究含油气盆地并以此识别和判断油气远景,虽然在这些研究中取得了许多创造和进展,但并没有达到预期的目的。典型的例子就是在中国南方海相油气勘探领域,扬子地区的江汉、苏北盆地的下伏海相古生界被认为是一种很有远景的古生代“残留盆地”^[1],但在这 2 个盆地的古生界油气勘探中,除零星井中见到海相油气外,再没有大的发现。笔者认为,主要原因是忽视了中生代构造活动对古生代盆地的改造,导致了油气分布的严重不均衡。

古生代盆地的大部分现今成为褶皱系(或造山带),表明经历了中生代板内构造运动的改造,曾经存在的古生代盆地系列已被破坏消失或部分残留^[2]。笔者从“活动论构造历史观”^[3]出发,研究中生代构造运动和盆地叠加,分析海相油气勘探前景,重新认识古生代盆地改造程度和古生界海相油气再分配或散失的规律。

2 中生代构造运动对古生代盆地的影响

2.1 古生代盆地构造特征

中国南方古生代盆地以海相沉积为主,前人研究发现,早古生代早中期和晚古生代早中期阶段,南方地区的海相沉积以“离散大陆边缘盆地”发育为背景,但前者为“古中国洋”^[4,5]打开背景下的“古中华陆”分离裂开构造环境,以克拉通周边一克

拉通边缘盆地为特征;后者为古特提斯扩张背景下的古中国大陆南部边缘重新分离构造环境,以台地内部的台垒—台坳盆地发育为特征。这样,南方地区的海相盆地沉积环境受其所处不同大地构造位置的控制,因此盆地与油气具有极大的选择性。

南方海相盆地在不同时代处于不同的“大陆边缘”^[6]构造环境,使得盆地具有在同样的大地构造背景下以不同构造位置的并列性而具有跨构造单元带的可能。这里是指华南晚古生代盆地基底,可以包括扬子地台边缘经历加里东构造运动改造的早古生代盆地,或接近南华(华夏)陆块边缘的早古生代复理石褶皱带(南华加里东褶皱带),盆地跨越了扬子和华夏 2 个大陆块体,尤其是印支期后南方中生代盆地群带,更是体现出盆地的跨构造单元性(图 1)。出现这种情况时,运用构造学观点来看待这一特定的构造运动体制和动力环境条件下盆地的形成与演化,包括后期的“构造变格”运动对前期盆地的改造,就能够认识和理解盆地的并列叠加及油气前景。

2.2 古生代盆地的油气保存

经历了中生代构造运动改造发生形变的中国南方古生代盆地,可能产出的油气仍受盆地控制。在南方地区(尤其是上扬子地区)古生界的地面露头 and 井下岩样中,可见痕量或少量的烃类或油气显示,包括地表的古生界油气苗。由此证明,古生代盆地在后期构造活动中形成了可供油气聚集的圈闭,一些由富含有机质的沉积物生成的油气通过通道运聚到了这些圈闭中,并保存至今。因此,中国南方现今的海相地层(被改造的古生代盆地)

收稿日期: 2006-02-28; 修订日期: 2006-10-20。

作者简介: 范小林(1954—),男(汉族),江苏无锡人,高级工程师,主要从事盆地地球物理和石油地质研究工作。

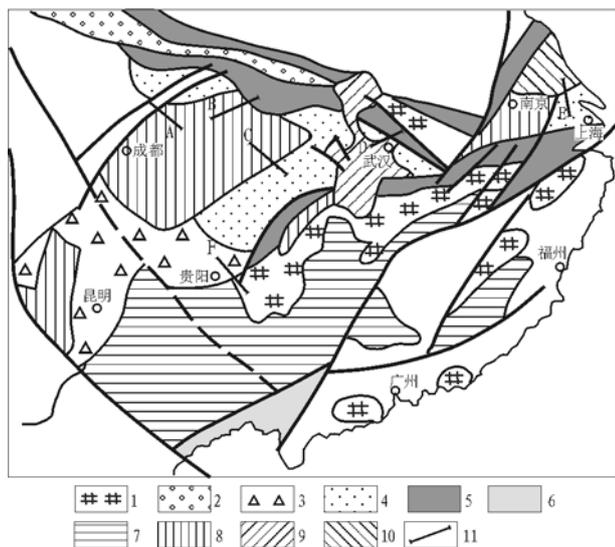


图 1 中国南方大陆主要中、新生代盆地与古生代盆地叠加分布

- 1. 元古界露头区; 2. 早古生代被动大陆边缘;
- 3. 古生代台地区; 4. 古生代台内拗陷区; 5. 古生代台地边缘区;
- 6. 古生代残留“海槽”; 7. 晚古生代盆地; 8. 中生代盆地;
- 9. 中新代盆地; 10. 新生代盆地; 11. 区域剖面线位置

Fig. 1 Meso-Cenozoic and Paleozoic basins in the southern mainland of China

具备油气勘探的前景。但是,在构造运动改造背景下寻找原生或次生油气藏,具有很大的风险性。

3 中新生代构造运动与古生代盆地含油气性

3.1 构造运动与古生代盆地形变

中晚三叠世—中侏罗世(230~155 Ma),扬子地台边缘发生了被称为印支—早燕山造山作用的板缘构造形变,所形成的“印支—早燕山褶皱带”^[7]在平面上展布于雪峰山以东至灵山—江绍断裂之间。该构造带作为特提斯东延在华南的“开合构造”^[8],表现为“同序时差”^[9]地质作用,由此被卷入“印支褶皱带”形变的古生代盆地,在形变程度上,以上、下扬子地区变形弱,而中扬子地区变形较强为特色。

晚侏罗世—早白垩世(150~80 Ma),印支—早燕山褶皱形变的后续,即中—晚燕山运动波及扬子地台。大致以鄂中—湘中—线为界,西部上扬子地区持续发育“陆内前陆盆地”^[10],东部受江南—雪峰“基底拆离”推覆带北西向推进作用影响,古生代盆地沉积地层发生宽缓箱状褶皱变形。中下扬子地区古生代盆地沉积地层褶皱形变轴向近东西—北东东—北北向展布,北部大巴山山前为宽缓梳状褶皱;南部则在现今海南出露的印支“缝合带”

(可能的“三江缝合带”东向延伸)之北侧区域,广为发育燕山期构造岩浆活动带,尤其是在金沙江断裂之南西侧,思茅盆地存在大量燕山期褶皱带。它们一方面反映了地台内部川—鄂—苏古生代盆地边缘进一步褶皱形变,另一方面则反映了沿北东—北北东向断裂带产生了大量的小型拉分断陷盆地群,并叠加在被改造形变的古生代盆地之上(图 1,2)。

晚白垩世—早第三纪始新世(约 60~40 Ma),南方地区的北东—北北东向断裂系统在燕山末期构造活动影响下形成,并在早喜山构造运动时期持续发育。在上扬子地区,盆地群基本保持前期盆地构造格局,但“陆内前陆盆地”沉降范围随龙门山造山作用进一步迁移,古生代盆地部分被深埋;东部和北部随大巴山、雪峰山推覆体的构造迁移,上三叠统以上地层遭受不同程度的隆升剥蚀。在中下扬子地区,受北北东向断裂进一步活动的影响,前期拉分断陷盆地群发生“构造反转”,以近东西向为主的褶皱展布叠加北北东向冲断褶皱。由于中生代北北东左行平移断层转变为右行张剪性质,以及沿先期部分北北东断裂为主体的逆掩断层面下滑,因此在形成压性正断层结构的同时,构成系列断陷盆地上叠,古生代盆地部分被深埋,部分继续经受“板内形变”。

渐新世以来的中—晚喜山运动时期[(40±5) Ma],印度—欧亚两大板块碰合后的板内敛合作用进一步强化,青藏高原隆升的大规模地幔岩石圈物质运动成为南方地区构造运动的动力源,部分地幔流向东和东南,拖曳南方块体岩石圈地幔介质向洋蠕散和迁移。岩石圈伴随地壳的拉伸减薄,北西向断裂系获得强化并与北北东和北东东先期断裂联合,通过大型断层走向滑移实现地壳的均衡。在上扬子四川盆地,下覆的古生代盆地中形成了对油气的有效圈闭;在中—下扬子及东南边缘地区,随着地幔热物质的向洋迁移,构造—热事件持续衰减,并随热调整发生大规模的地壳沉陷,导致地壳浅层形成规模性的坳陷型沉降盆地,使得古生代盆地进一步深埋^[11~13]。

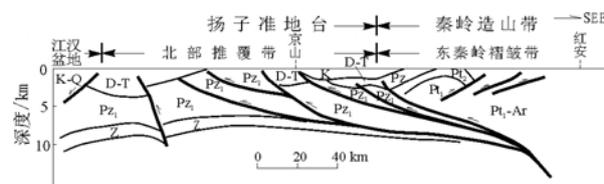


图 2 宜都—红安(北段)地球物理解释剖面剖面位置见图 1D。

Fig. 2 Geophysical explanation profile of Yidu-Hongan

3.2 构造运动与古生代盆地油气的再分配

强烈陆内俯冲导致的岩石圈地壳浅层仰冲构造的层滑伸展^[6,13,14],极大地改造了古生代盆地,部分盆地被毁形,它们大致以不同层次的滑脱构造为重要样式,展现在扬子地台周缘。地球物理资料解释发现,扬子地台周缘褶皱带的宽向斜中发育背斜构造带,实际上是上、下构造不协调的结果(图 2,3)。滑脱构造使下盘的生油岩成熟(如川西中坝含气构造生油成熟度倒置现象),冲断上盘缓解石油过熟(如大巴山前沿冲断上盘见到下古生界原油)。因此,构造运动引起的古生代盆地形变将导致不同层次出现滑脱构造,它们是控制油气再分配的一个关键因素。下面仅以扬子地台周缘被形变的古生代盆地油气现状为例加以说明。

3.2.1 川西龙门山山前带

该区出露三叠系和古生界,地表沥青脉、油气苗众多。那里的古生代盆地,伴随中生代以来的板内形变而被改造为准原地冲断褶皱(图 4)。因此,主要勘探目标应是推覆体下盘古生界“准原地油气系统”,其中不乏褶皱背斜和断背斜圈闭。

3.2.2 大巴山前及其东延地带

由地表地质和地震资料可知,该地带的古生代盆地经历中生代构造运动作用下“递进形变”的叠加改造后,形成了南秦岭—大巴山推覆带及其

东延东秦岭—大别南缘褶皱推覆构造带。地下盲冲断层的冲断构造在地表表现为大巴山弧型褶皱带,该构造带以南侏罗系覆盖区古生界地层被压在下面,古生界与上叠盆地的关系如图 3 所示。江汉盆地北缘地球物理资料表明,大别造山带南缘京山—红安叠瓦状推覆体是由古生界组成的(图 2)。由于在万源、城口、京山一带地表存在多层位油苗,因此认为推覆构造地区古生界是潜在的油气勘探领域。

3.2.3 大巴山山前构造带

印支期以来,长期活动的大巴山山前构造带与以燕山期形变为主体的川东—鄂西构造带之间构成相互直交复合关系,地震资料揭示,与川东北地区毗邻且近乎直交的川东冲断带前缘的深层与浅层构造不协调,深层同样有中生代构造运动导致的隐伏构造(图 5)。从宣汉一带获得油气发现来看,冲断带前沿深层断片背斜构造是油气勘探的有利地区。

3.2.4 雪峰—江南推覆带西北缘

新近勘探得到的地震资料证实了雪峰推覆构造的存在,推覆构造带下伏古生界地层的反射也清晰可见(图 6)^[15]。强烈而有序的推挤,使古生代盆地构成褶皱弧型构造,“叠瓦冲断岩片”向古生代扬子地台推挤,并在其前沿发育受构造变动影响而肢

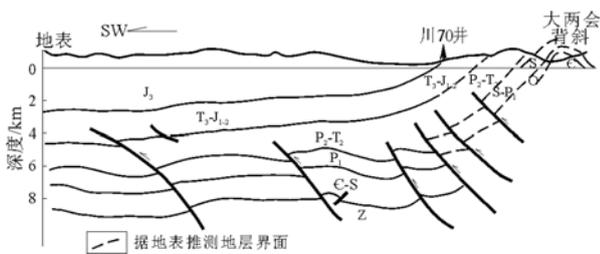


图 3 川东北 D631 测线地质解释剖面
剖面位置见图 1B。

Fig. 3 Seismic reflection explanation profile of Line D631 in the northeast of Sichuan

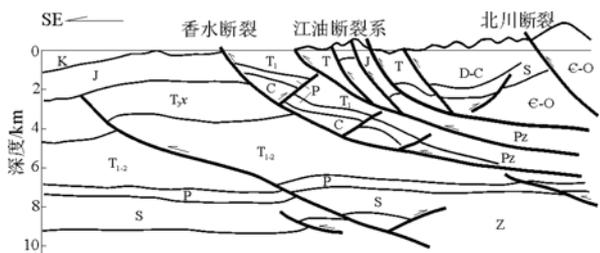


图 4 川西龙门山 L14 地震测线解释剖面
剖面位置见图 1A。

Fig. 4 Seismic reflection explanation profile of Line L14 in the Longmen Mountain, the west of Sichuan

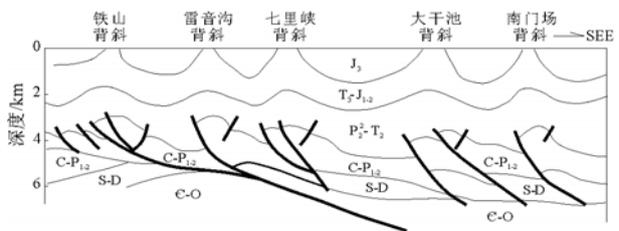


图 5 川东地区铁山—南门场背斜地震反射解释剖面
剖面位置见图 1C。

Fig. 5 Seismic reflection explanation profile of the Tieshan-Nanmenchang anticlines in the east of Sichuan

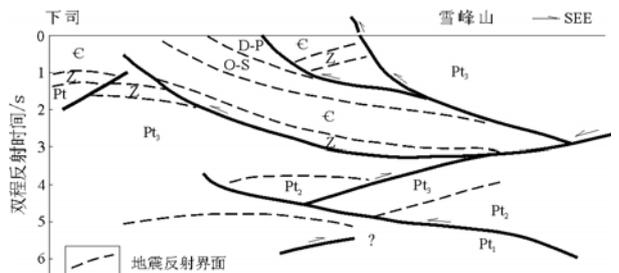


图 6 雪峰推覆体西缘地震反射解释^[15]
剖面位置见图 1F。

Fig. 6 Seismic reflection explanation profile of the west of Xuefeng nappe

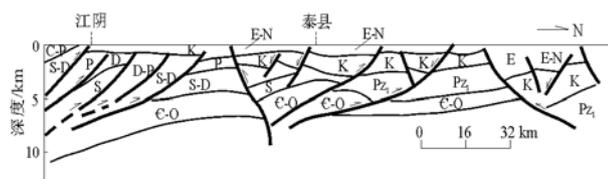


图7 江南推覆体北缘地球物理解释断面^[16]
剖面位置见图1E。

Fig. 7 Geophysical explanation profile
of the north of Jiangnan nappe

解的“陆内前陆盆地”(如苏南地区,图7)^[16]。已有的地球物理资料解释表明,该推覆构造体之下保留了大片被形变的古生界地层(图6,7),推覆体北缘地表也见到若干沥青或油苗^[17],地化分析结果表明,这一带的上古生界源岩刚进入门限,因此生油期与中国东部燕山期构造运动相匹配。这种盆地构造与油气分布复杂化的地区,同样可以作为进一步勘查的重点方向。

4 结语

1)近10年来,笔者从构造学观点出发研究了被改造的古生代盆地,取得了一些新进展,如何把盆地研究成果运用到勘探实践,促进在含油气盆地中发现更多后备油气资源并提高勘探效益,还有待于进一步尝试和努力。

2)本文提出的观点不同于常规的地史、沉积和有机地化分析方法,对南方海相油气的勘探应把海相古生代盆地经历中生代构造运动的后期改造作为根本因素。在接受新全球构造运动体制下的同一动力作用时,古生代盆地的不同部位可以与之相适应而出现改造程度的差异性,以此重新认识被改造的古生代盆地所发生的构造形变特征,评价中生代构造运动直接或间接影响古生界油气的“成藏组合”。

3)在充分利用前人丰富资料的基础上,补充少量的必要工作,开拓油气勘探的新领域。笔者建议,运用构造运动的观点来正确对待南方海相油气勘探,历史分析中生代构造运动特征;在反射地震格架剖面上,结合区域地质构造背景进行类比分析;选择代表性区块单元,经少量钻井(参数井或科学探井)加以标定,并在互相校核地质领域各学科工

作成果的基础上提高对古生代盆地的认识,从中明确它们的油气前景,为开辟南方海相油气勘探新领域作出应有的贡献。

致谢:本文得到了中国石油化工股份有限公司石油勘探开发研究院无锡石油地质研究所叶德燎先生、高长林教授、中国石油天然气集团公司四川石油管理局、国土资源部中南石油地质局的大力支持和帮助,在此表示衷心的感谢!

参考文献:

- 1 刘光鼎. 试论残留盆地[J]. 勘探家,1997,2(3):1~4,45
- 2 孙肇才. 板内形变与晚期成藏——孙肇才石油地质论文集[M]. 北京:地质出版社,2003.70~103
- 3 朱夏. 活动论构造历史观[J]. 石油实验地质,1991,13(1):201~209
- 4 高长林,叶德燎,黄泽光等. 中国晚古生代两大古海洋及其对盆地的控制[J]. 石油实验地质,2005,27(2):104~110
- 5 高长林,黄泽光,叶德燎等. 中国早古生代三大古海洋及其对盆地的控制[J]. 石油实验地质,2005,27(5):479~448
- 6 张淦昌,秦德余,高长林等. 扬子地区大陆的组成和盆地序列[A]. 见:刘光鼎. 中国海区及邻域地质地球物理特征[M]. 北京:科学出版社,1992.308~319
- 7 任纪舜,王作勋,陈炳蔚等. 从全球看中国大地构造——中国及邻区大地构造图简要说明[M]. 北京:地质出版社,1997.1~50
- 8 姜春发,杨经纬,冯秉贵等. 昆仑开合构造[M]. 北京:地质出版社,1992
- 9 朱夏. 论中国含油气盆地构造[M]. 北京:石油工业出版社,1986.1~132
- 10 陈发景,汪新文,张光亚等. 中国中、新生代盆地构造和动力学背景[J]. 现代地质,1992,6(3):317~327
- 11 范小林,潘文蕾,刘光祥. 扬子地区中生代盆地成盆深部过程及对古生代盆地叠加效果浅析[J]. 海相油气地质,2005,10(4):13~22
- 12 范小林,陈浙春. 东秦岭—大别造山带两侧盆地深部过程及古生界油气前景[J]. 石油实验地质,2005,27(4):338~345
- 13 范小林. 中国大陆岩石圈结构与中生代盆地构造—热体制[J]. 勘探地球物理进展,2005,28(5):330~334
- 14 范小林,陆国新,蒋洪堪. 华南岩石圈结构与古生代盆地[A]. 见:孙肇才,郭正吾. 中国南方古、中生界海相油气勘查研究[M]. 北京:科学出版社,1993.101~107
- 15 魏志红,胡熠昭,吴正永. 黔中隆起及周缘下组合油气成藏条件[J]. 南方油气,2005,18(2):1~5
- 16 马力,陈焕疆,甘克文等. 中国南方大地构造和海相油气地质(上)[M]. 北京:地质出版社,2004.37~41
- 17 赵宗举,朱琰,李大成. 中国南方中、古生界古今油气藏形成演化控制因素及勘探方向[J]. 天然气工业,2002,22(5):1~6

SIGNIFICANCE OF MESO-CENOZOIC TECTONIC MOVEMENTS IN MARINE PETROLEUM EXPLORATIONS IN THE SOUTH OF CHINA

Fan Xiaolin, Zhai Changbo, Deng Mo

(Wuxi Research Institute of Petroleum Geology, Research Institute
of Petroleum Exploration and Production, SINOPEC, Wuxi, Jiangsu 214151, China)

Abstract: The Meso-Cenozoic tectonic movements have great influence on present petroleum accumulations in Paleozoic basins in the south of China. The above mentioned movements have caused deformation in Paleozoic basins and controlled basin characteristics and petroleum preserve. Based on the analyses of tectonic deformations in the west and northeast of Sichuan as well as the west of Hu'nan and Hubei, the Paleozoic "parautochthonous petroleum system" in the lower plate of nappe is the main exploration target in the piedmont of Longmen Mountain in the west of Sichuan; the Paleozoic in nappe zones in the piedmont and the east of Daba Mountain is a potential area; the anticlines in the front of thrust zone in the piedmont of Daba Mountain are favorable for exploration; and the zone with complicated basin tectonics and petroleum distribution along the northwest of Xuefeng-Jiangnan nappe belt is worth further exploration.

Key words: Meso-Cenozoic; tectonic movement; Paleozoic basin; marine petroleum exploration; the south of China

(continued from page 538)

ANALYSIS ON THE FORMATION CONDITIONS OF THE BIOGENIC GAS IN YAHU AREA, THE Q AidAM BASIN

Guo Xujie^{1,2}

(1. Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China;

2. Exploration and Production Branch, PetroChina, Beijing 100011, China)

Abstract: The favourable gas-generating condition is the indispensable precondition of biogenic gas formation. The size and composition of source rock as well as the type and abundance of organic matter control the gas-generating ability and intensity of methane bacteria. Yahu area is located in the north of Qaidam Basin. The Well Yashen 1 shows that the thickness of the Upper Tertiary gas source rock is about 1 600 meters. The average value of total organic carbon of the dark mudstone is 0.36% and obviously contains tricyclic terpane and pregnane. The kerogen is humic mixed organic type and the source rocks form in weak producing to weak oxidizing environments with salt water. The R_o value is between 0.4% and 0.5%, showing in the early stage of thermal evolution. Lithologies of mudstone, pelitic siltstone, siltstone and a little sandstone exist in the cross section. The loose fine grain sediments have relatively larger porosity and is in eogenetic stage. These are favorable for bacteria's living and breeding and indicate that the Upper Tertiary dark mudstone in this region have conditions of biogenic gas formation. The biogenic gas exploration in Yahu area have good future.

Key words: biogenic gas; organic matter abundance; thermal evolution; the Qaidam Basin