

中国南方构造形变对油气藏的控制作用*

赵宗举^{1,2}, 朱 琰², 李大成¹, 俞 广¹, 杨树峰², 陈汉林²

(1. 杭州石油地质研究所, 浙江杭州 310023; 2. 浙江大学地球科学系, 浙江杭州 310027)

摘要: 在中国南方, 加里东、海西及印支期构造形变主要形成“大隆大坳”构造格局, 对油气藏主要起建设作用; 燕山期构造形变对齐岳山断裂以西的四川盆地以外的南方广大地区产生了强烈冲断、褶皱及抬升剥蚀, 对油气藏主要起破坏作用; 喜马拉雅期构造形变波及整个南方, 控制了现今原生、次生及再生烃油气藏的最终形成及分布。南方下第三系断陷为原生气藏、次生气藏及再生烃油气藏的有利勘探区, 苏北及江汉盆地等仍有较大勘探潜力; 南方中、古生界油气勘探应主要考虑次生气藏及再生烃油气藏, 上扬子地区主要考虑次生气藏的勘探, 中、下扬子地区主要考虑再生烃油气藏的勘探。

关键词: 构造形变; 原生气藏; 次生气藏; 再生烃油气藏; 古生界; 勘探方向; 中国南方

第一作者简介: 赵宗举, 男, 34 岁, 高级工程师(博士生), 油气地质及构造地质

中图分类号: TE121.2

文献标识码: A

1 形变期次

1.1 加里东期

南方从奥陶纪开始, 可能沿商丹缝合带产生了不完全碰撞, 导致华南盆地脉动式收缩, 引起幕式运动^[1,2]。加里东期构造运动主幕也称为发生于志留纪末的广西运动, 造成了华南盆地的消亡及“南华型”褶皱造山带的最终形成。泥盆系与下伏地层的接触关系大致以扬子板块东南缘为界, 其东南侧的华南地区表现为角度不整合, 而西北侧的扬子板块及南秦岭地区则表现为平行不整合, 仅在钦防海槽等局部地区志留系与泥盆系呈连续沉积的整合关系(图 1)。说明华南地区已发生褶皱作用(下古生界已浅变质并遭受了花岗混合岩化作用及系列 NE-NEE 向断裂构造改造), 而扬子区甚至包括扬子北缘的南秦岭区则仅仅表现为整体隆升及少量剥蚀, 形成“大隆大坳”的构造格局, 当时已经形成了江南隆起^[3]、黔中隆起^[4]、乐山-龙女寺隆起^[5]及宁巢台隆。在这些隆起带核部的下古生界均遭受不同程度的剥蚀^[6~8]。隆起带之间则为湘鄂西坳陷及钱塘坳陷等下古生界深埋坳陷带。

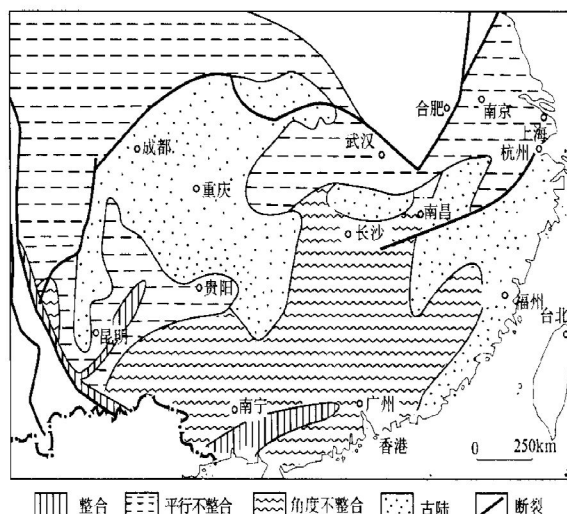


图 1 中国南方泥盆系与下伏地层接触关系示意图
Fig. 1 Sketch map of contact relation between Devonian and underlying strata in South China

(据文献[2]修改)

1.2 海西期

晚古生代, 南方各块体处于古特提斯构造域中, 总体表现为张裂的构造环境。滇黔桂地区自泥盆纪开始即沿早期的钦防残留海槽顺 NE 向断裂发生裂陷, 南盘江-右江地区主要沿 NW 向断裂发生裂陷及海侵作用, 滇黔桂地区晚古生代逐渐形成了典型的受同沉积正断裂活动控制的台-盆相间古构造-沉积格局^[1,2], 并一直持续到早三叠世。

总体上看, 南方海西期构造运动相对较弱, 其主幕为发生于早、晚二叠世之间的东吴运动, 仅在钦

* 中国石油天然气集团公司“九五”油气勘探科技工程项目 (970205): “中国南方海相地层油气系统研究及勘探选区评价”资助。

收稿日期: 2001-10-10

防海槽地区表现较为显著,使云开地区形成NW向的冲断带,钦防海槽关闭(从此以后再也没有大开大合),发育上二叠统山前粗碎屑磨拉石建造,形成上、下二叠统之间的角度不整合。在扬子区则造成上、下二叠统呈平行不整合接触,以及川滇中西部发生上二叠统峨眉山大陆玄武岩喷发裂隙陷活动。

1.3 印支期

中、晚三叠世的印支运动使中国南方构造格局和性质发生了巨大变化:(1)华北、秦岭-大别、华南等地区全部拼接在一起^[9~11],基本结束了海相沉积环境;(2)三江地区随着甘孜-理塘洋盆^[12]、金沙江-哀牢山洋盆^[13]、昌宁-孟连洋盆^[14]的闭合,使保山地块、昌都-兰坪-思茅地块、越北地块、义敦地块及松潘地块重新拼贴在扬子西南缘;(3)沿秦岭-大别碰撞造山带两侧及扬子西南缘形成前陆盆地;(4)早期的同生正断层、走滑断层逆转,向冲断断层转化;(5)沿秦岭造山带及扬子西缘等地区发生较强烈的中酸性岩浆活动;(6)产生大型挤压(冲断)隆-坳区。

印支运动对南方造成了重要影响,总体上造成南方由海至陆的转变,在江南隆起以南的华南区还造成了中、古生界褶皱、冲断及形成上三叠统与中三叠统之间的角度不整合,对南方构造格局造成上述重要影响的印支运动,除与华南和华北的碰撞拼贴以及三江地区古特提斯的封闭有关以外,推测与古西太平洋由晚古生代后期-中三叠世的拉开及中三叠世末转为沿台湾-大南澳蛇绿混杂岩带向中国东南部的俯冲作用有关。大南澳蛇绿混杂岩是古西太平洋早侏罗世增生到欧亚大陆东缘的洋壳残片^[15],推测古西太平洋由扩张到向欧亚大陆之下俯冲的转变发生于中、晚三叠世之间,由此造成了华南地区印支期构造环境的转变。

南方印支运动主幕发生于中、晚三叠世之间的构造运动。它在南方的表现形式呈现出明显的地区差异性:江南隆起带以南上古生界普遍褶皱及冲断,而江南隆起带以北则整体抬升、遭受少量剥蚀(图2),形成了以秦岭-大别-胶南造山带、泸州-开江隆起^[8,16,17]、江南隆起带、武夷-云开隆起带为相对隆起区,其间为相对坳陷区的“大隆大坳”构造格局。

1.4 燕山期

燕山期,南方构造演化及构造格局主要受太平洋板块俯冲影响所控制。特别是晚侏罗世-早白垩世,因受库拉-太平洋板块NNW向快速向亚洲及我

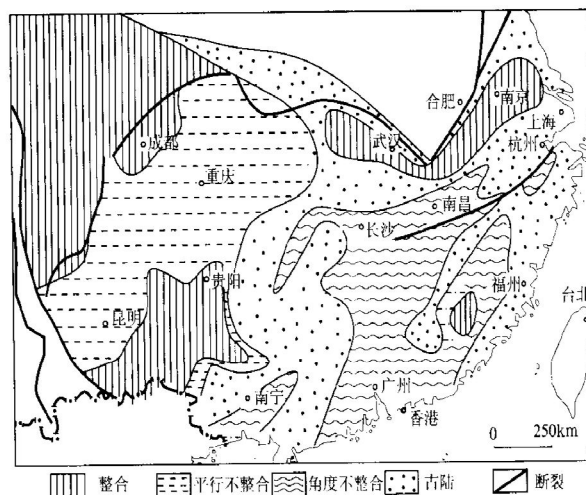


图2 中国南方上三叠统与下伏地层接触关系示意图

Fig. 2 Sketch map of contact relation between Upper

Triassic and underlying strata in South China

国东部大陆之下俯冲的影响,以及由于库拉-太平洋转换断层在洋壳消减过程中伴随着洋壳的俯冲消减并快速斜向“划过”中国东部陆壳,形成类似于安第斯型的压性陆缘弧^[18],构造分带亦与安第斯弧相似^[1],并导致中国东南沿海地区晚侏罗世-早白垩世发生大规模的同造山期中酸性火山喷发及岩浆侵入活动。该时期主要表现为强烈的挤压冲断及大规模左旋走滑,在局部地区也形成了一些拉分盆地及反映拉张环境的“双峰式火山岩”。

据研究^[19~21],郯庐断裂带的大规模左旋走滑活动即发生在这一时期(主要为早白垩世),同时在渤海湾盆地-南华北地区-中下扬子地区-浙闽粤地区均发生大规模冲断及褶皱变形。南方除齐岳山断裂以西的四川盆地中、古生界尚未发生明显褶皱变形外,其余地区均遭受了该期构造运动的改造并形成了中、古生界的强烈冲断与褶皱。江南隆起及武夷隆起此时也强烈隆升剥蚀,在江南隆起北缘产生较强烈的由南向北的逆冲,并与扬子北缘因受秦岭-大别-胶南造山带印支-燕山期的持续造山隆升及由此伴随的由北向南的逆冲作用一起,共同形成了主要分布于中下扬子区的南北对冲构造格局^[22~24]。江南隆起带在左旋压扭性构造应力场作用下,由江南隆起、九岭隆起及武陵-雪峰隆起之间的相对左旋运动,分别在其后缘形成拉分盆地即鄱阳盆地、衡阳盆地及洞庭盆地。扬子及华南地区受到此影响最大,主要受控于NE及NNE向断裂的左行压扭性活动产生强烈的冲断;同时,又因受断裂走向变化及断裂组合的影响,在断裂走向变化处常常形成走滑拉分盆地,如与郯庐断裂系有关的下

扬子区的宁芜盆地^[25]、庐枞盆地、石场-中楼盆地^[26]及溧水-南陵盆地^[27]。中国东部地区局部见到的燕山期“双峰式火山岩”,推测也与走滑拉分有关。湘鄂西“S”形弧形褶皱带是燕山期左行压扭性构造改造的典型结果。

在四川盆地及扬子西缘,因受库拉-太平洋板块活动的影响减弱,燕山期走滑拉分表现微弱,主要表现为持续的压性构造环境。这可能与班公错-怒江洋壳自中侏罗世到早白垩世期间持续的消减闭合并由东向西先后使禅泰马地块及拉萨地块与扬子西南缘及羌塘地块发生碰撞拼贴^[28,29],造成侏罗纪-早白垩世扬子西缘一直处于挤压应力环境有关。因此,四川盆地西部、西昌盆地、楚雄盆地及兰坪-思茅盆地的侏罗系一下白垩统为持续沉降与沉积,地层间为整合或平行不整合接触关系。

南盘江地区因介于东(库拉-太平洋板块俯冲影响)西(中特提斯洋——班公错-怒江洋壳持续的俯冲碰撞影响)构造应力场共同影响的区域,也是东、西构造应力场影响的“末端”,加之有巨厚的中、古生界特别是上古生界及三叠系浊积岩、以及北侧川中陆核的“砥柱”作用,在燕山期基本形成了现今所见的“三角形”宽缓断褶带。中下侏罗统与上三叠统以及泥盆系—三叠系各地层之间均呈连续沉积并被上白垩统甚至下白垩统角度不整合覆盖,说明南盘江地区现今所见的中、古生界褶皱最初主要形成于晚侏罗世-早白垩世的燕山运动。

燕山期构造改造的期次呈现出由东向西逐渐减少的趋势,中上侏罗统-白垩系与下伏地层的接触关系表现出十分明显的分带性(图3)。在东南沿海地区主要表现为晚侏罗世-早白垩世中酸性火山喷发及岩浆侵入活动并形成了上侏罗统、下白垩统与上、下地层之间的角度不整合甚至上侏罗统及下白垩统内部的不整合,在广东、福建还发育了晚白垩世火山岩,广东东江、武夷及沿海地区的中侏罗统塘夏组、漳平组、吉岭湾组及龙潭坑组即发育了中酸性及中基性火山岩,并形成了与上、下地层间的角度不整合^[30];在中扬子区及广西则主要表现为下白垩统与下伏地层的不整合,且火山及岩浆活动已大为减弱;在除四川盆地以外(齐岳山断裂以东)的上扬子区则主要表现为上白垩统与下伏地层呈角度不整合。

1.5 喜玛拉雅期

早喜玛拉雅期主要表现为张性构造环境。在

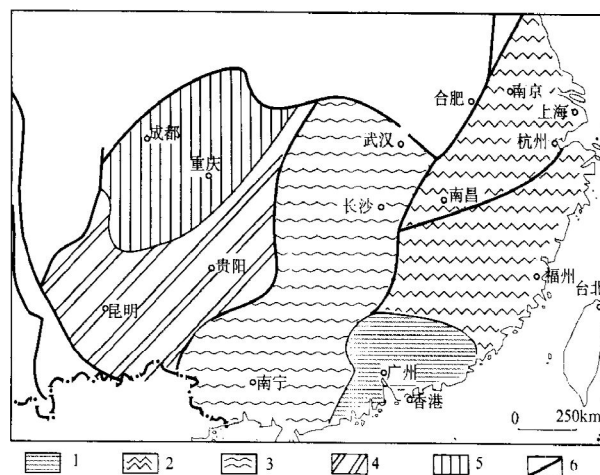


图3 中国南方中上侏罗统-白垩系与下伏地层接触关系示意图

Fig. 3 Sketch map of contact relation between Middle-Upper Jurassic, Cretaceous and underlying strata in South China

- 1—中侏罗统、上侏罗统、下白垩统与上、下地层呈角度不整合; 2—上侏罗统、下白垩统与上、下地层呈角度不整合;
- 3—下白垩统与下伏地层呈角度不整合;
- 4—上白垩统与下伏地层呈角度不整合; 5—侏罗系、白垩系与上、下地层呈整合或平行不整合; 6—断裂

东南沿海地区形成了一系列箕状或地堑式下第三系断陷盆地,并伴随基性甚至超基性岩浆侵入和喷发。扬子西缘仅在三江地区表现出明显的走滑拉张特征,形成了景谷、宾川等第三纪盆地^[31,32]。三江以东的楚雄盆地等则表现较弱,推测与雅鲁藏布江洋壳向北西侧的拉萨地块(冈底斯岩浆弧)及禅泰马地块之下俯冲引起的弧后引张的“末端”效应有关。上述断陷盆地的发生发展主要受控于早期(燕山期及更早)断裂的复活及正断活动,一般为早期逆冲断裂发生负反转活动所致。四川盆地因有刚性的川中陆核及陆壳基底以及其构造位置处于太平洋板块及雅鲁藏布江洋壳俯冲影响的“末端”,其早喜玛拉雅期基本没有张裂表现,反而可能表现为继印支-燕山期的压性构造环境的继续,从而形成了上白垩统-下第三系坳陷型沉积,该沉积地层现今主要残存分布于西部龙门山-大巴山前,这是早第三纪末喜玛拉雅主幕运动抬升剥蚀后的结果,推测其原始沉积范围应该更大。

渐新世-中新世,印度板块和中国板块最终碰撞拼接,以及菲律宾板块的吕宋弧与中国板块斜向碰撞形成台湾东部利吉、垦丁蛇绿混杂岩^[33,34],使南方遭受强烈的挤压作用,导致下第三系伸展盆地的回返,伸展构造层被掀斜或褶皱,剥蚀强烈,形成

上、下第三系之间的角度不整合,这种现象在整个南方均普遍见及。与此同时,盆地边界断层发生正反转,伸展断层转变成冲断层,如沿郿庐断裂见五河群、寒武系等老地层推覆到上白垩统-下第三系之上,苏北盆地苏135井见寒武系逆冲于上白垩统之上,南陵盆地南缘泥盆系向北逆冲于上白垩统之上,金衢盆地北缘奥陶系沿常山-离渚断裂向南逆冲于盆内上白垩统之上等。

雅鲁藏布江蛇绿岩研究表明^[35],雅鲁藏布江洋盆形成于早白垩世晚期(120~110 Ma),在始新世中后期(40 Ma)侵位形成蛇绿岩。印度板块沿雅鲁藏布江-那加山缝合带与中国陆块自始新世中后期碰撞拼合以来,使青藏高原急剧隆升并不断变成如今的高原面貌。这一强大的由SSW指向NNE的挤压作用使青藏高原隆升的同时,在扬子西缘三江地区沿近南北向的金沙江-哀牢山-红河断裂、澜沧江断裂及怒江断裂等产生了大规模走滑作用,使兰坪-思茅地块、保山地块等被向南“挤出”。据研究^[36],渐新世-中新世期间哀牢山-红河断裂带两侧的构造地体的左旋错位达320 km,说明三江地区该期强烈走滑活动的存在。该期左旋走滑在楚雄盆地、南盘江地区及十万大山盆地等扬子西缘地区的NW近SN向断裂如楚雄盆地的绿汁江断裂、易门断裂,南盘江地区的右江断裂、十万大山盆地北东侧的南丹-昆仑关断裂等均表现得较为明显。这期走滑活动对扬子西南缘地区油气的改造与破坏是较为严重的。

南方最为稳定的地区——四川盆地,在该期总体挤压、地壳收缩的构造应力场环境下,齐岳山断裂以西的四川盆地沉积盖层也发生了首次褶皱及冲断变形,形成了现今所见的川东隔档式(高陡背斜)褶皱带以及川西、川中地区的和缓背斜圈闭,并产生较大规模抬升剥蚀。四川盆地自震旦系到下第三系各层位间基本属整合或平行不整合接触,而从四川盆地名山万古及峨眉凉水井等地见到上第三系凉水井组与下第三系之间呈角度不整合,而下第三系名山组与上白垩统灌口组呈连续沉积以及齐岳山断裂东侧的黔江县上白垩统-下第三系正阳组明显角度不整合于三叠系-侏罗系之上等地质事实看到^[37],齐岳山断裂以西的四川盆地沉积盖层的褶皱时期应为早第三纪末的喜马拉雅运动,而齐岳山断裂以东的湘鄂西地区的沉积盖层初次褶皱期则为燕山运动,当然喜马拉雅运动也再次改造了

燕山期形成的褶皱,由此造成以齐岳山断裂为界,其西侧为川东典型的隔档式褶皱而其东侧的湘鄂西地区因发育了燕山期及喜马拉雅期两期褶皱的互相干扰与叠加,从而形成了背、向斜近等宽的城垛状褶皱。川东地区的隔档式褶皱属典型的薄皮构造,其褶皱带主体走向呈NE-NEE向弧形展布,推测为受湘鄂西燕山期(先存)褶皱带走向控制及影响的结果。由南东向北西,其褶皱时期及影响范围呈渐进式发展,说明陆内变形总是从陆壳边缘逐渐向陆壳内部渐进发展的,相对最稳定的克拉通总是最后被改造,其变形强度也相对最弱(图4)。

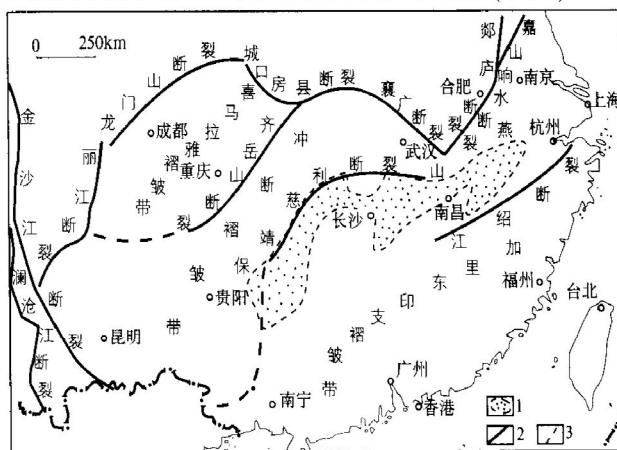


图4 中国南方中、古生界初次褶皱分带示意图

Fig. 4 Sketch map showing primary fold zonations of Mesozoic-Paleozoic in South China

1—江南隆起; 2—断裂; 3—褶皱带分界线

2 控油作用

2.1 加里东、海西及印支期

中国南方中、古生界古今油气藏分布与古隆起区有着十分密切的关系(图5)。已有研究表明,加里东期形成的乐山-龙女寺隆起控制形成了当时的原生油藏^[38,39],江南隆起控制形成了浙江余杭泰山及湖南慈利等上震旦统油藏^[40,41],黔中隆起控制形成了麻江、凯里、瓮安及丹寨下古生界油藏群^[7,42,43];海西期形成的南盘江-十万大山地区的“台-盆”相间的沉积-构造格局,也控制了南丹大厂、隆林安然及岜西等上古生界及下三叠统油藏群^[44,45],它们均分布于台地或孤立台地边缘,许多属生物礁油藏^[46];印支期形成的泸州及开江隆起上已经形成了当时的原生油藏^[16,17,39]。这些古隆起主要控制了当时的油气运移方向,从而控制了围绕古隆起核部及其斜坡部位分布的原生油藏。

2.2 燕山期

燕山期构造形变大致以齐岳山断裂为界, 以东的扬子区特别是中、下扬子区遭受了强烈的冲断、褶皱改造及抬升剥蚀。沿江南隆起带、黔中隆起及南盘江-十万大山地区(孤立)台地边缘分布的众多中、古生界原生油气藏均为燕山期所破坏^[7, 40, 42, 43]; 四川盆地因缺乏燕山运动的改造, 侏罗系及白垩系与上、下地层早整合或平行不整合接触, 致使中、古生

界早期(加里东期及印支期)形成的油气藏得以保存并裂解变成天然气藏^[16, 17, 38, 39]。

2.3 喜马拉雅期

喜马拉雅期形成的第三系油藏均属典型的陆相原生油藏, 主要围绕下第三系断陷原始生烃凹陷及沉积中心呈环带状分布。研究表明^[16, 17, 3, 39, 47], 四川盆地内的中、古生界早期(燕山期及其之前)形成的油气及油气藏特别是天然气藏, 在早、晚第三纪之间的喜马拉雅运动的改造、抬升剥蚀的同时形成褶皱构造圈闭, 天然气从乐山-龙女寺隆起、泸州隆起及开江隆起气藏中发生重新分配及早期水溶气的脱气并重新运聚于同期形成的背斜圈闭中, 从而形成了典型的次生气藏。

四川盆地以外的扬子区的中、古生界则基本不具备形成次生油气藏的条件, 因为早期油气及油气藏大多在燕山期构造改造中被破坏, 但在中、下扬子区, 特别是中、古生界长期处于浅埋的隆起区如宁巢台隆及江南隆起带附近地区, 虽然中、古生界在燕山期及其以前可能有生烃过程, 但燕山期构造抬升使其中止, 在喜马拉雅期特别是下第三系断陷沉积深埋过程中, 会发生“二次生烃”或再次生烃, 从而形成再生烃油气藏^[48]。这种再生烃油气藏的分布主要受“二次生烃”或晚期生烃中心控制。这种烃源岩的“二次生烃”及多期生烃情况在我国东部地区及塔里木盆地的古生界中是常见的^[49~52], 并可形成工业性油气藏^[53~57]。南方目前已经发现的中、古生界再生烃油气藏——朱家墩气田分布于苏北盆地盐城“二次生烃”凹陷, 研究认为其气源主要来自古生界^[58]; 开先台西上白垩统含油构造分布于江汉盆地沉湖“二次生烃”中心, 江汉油田研究院初步研究认为油源来自上三叠统-下侏罗统煤系。

3 勘探方向

3.1 原生油气藏

南方第三系以勘探原生油藏为主, 苏北及江汉盆地等仍然有较大勘探潜力。勘探的关键在于“定凹”(生烃凹陷)选带(有利构造带): 即首先确定生烃凹陷, 其后在生烃凹陷附近寻找保存条件好的圈闭即可能获得工业性油气藏。生烃凹陷中的隆起带(“凹中隆”)及其周缘隆起带、以及凹陷与隆起之间的斜坡带往往是油气运聚及原生油气藏形成的最有利构造带, 是勘探原生油气藏的主要地区。

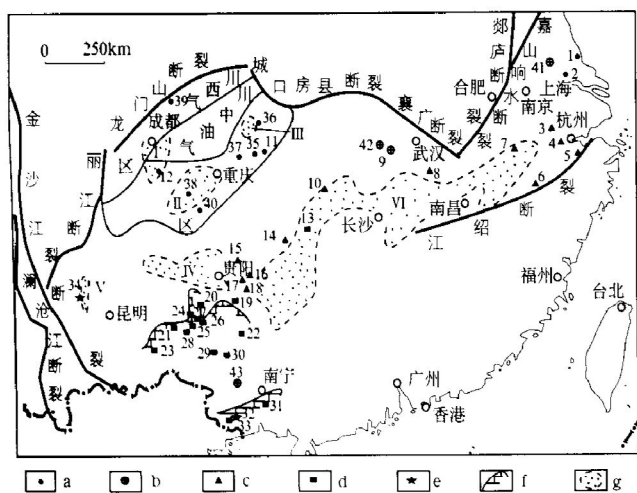


图5 中国南方古今油气藏分布与古隆起关系示意图

Fig.5 Sketch map showing distributive relationship between fossiliferous present hydrocarbon pools and paleo-uplifts in South China

I—乐山-龙女寺隆起; II—泸州隆起; III—开江隆起;

IV—黔中隆起; V—元谋隆起; VI—江南隆起

1—朱家墩气田; 2—黄桥气田; 3—浙西康山志留系碳沥青;
4—余杭泰山上震旦统古油藏; 5—绍兴坡塘上震旦统古油藏;
6—新塘坞上震旦统古油藏; 7—皖南太平西山志留系碳沥青;
8—湖北通山志留系碳沥青; 9—开先台西上白垩统含油构造;
10—湖南慈利南山坪上震旦统灯影组古油藏; 11—建南气田;
12—威远气田; 13—湖南辰溪上二叠统长兴组古油藏; 14—贵州铜仁中寒武统古油藏; 15—贵州瓮安下寒武统古油藏; 16—贵州凯里下奥陶统及下志留统古油藏; 17—贵州麻江下奥陶统及下志留统古油藏; 18—贵州丹寨上寒武统古油藏; 19—黔南平塘火坝下石炭统古油藏; 20—黔南紫云上二叠统古油藏;
21—黔南安然二叠系古油藏; 22—广西南丹大厂中泥盆统古油藏; 23—滇东温浏上二叠统古油藏; 24—贞丰百层上二叠统古油藏; 25—册亨赖子山上二叠统古油藏; 26—望谟岩赖上二叠统古油藏; 27—望谟平绕下二叠统茅口组-上二叠统古油藏; 28—册亨板街下二叠统茅口组-上二叠统古油藏;
29—凌云下二叠统茅口组-上二叠统古油藏; 30—巴马所略上二叠统古油藏; 31—岷西下三叠统古油藏; 32—崇左下三叠统古油藏; 33—宁明亭亮下二叠统古油藏; 34—运南元谋酒芷上三叠统古油藏; 35—大池干井气田; 36—五百梯气田; 37—卧龙河气田; 38—阳高寺气田; 39—中坝气田; 40—赤水气田;
41—苏北油田; 42—江汉油田; 43—百色油田; a—天然气田;
b—油田含油构造; c—震旦系及下古生界古油藏; d—上古生界古油藏; e—三叠系古油藏; f—二叠纪台缘礁带; g—古隆起

3.2 次生油气藏

中、古生界是次生油气藏及再生烃油气藏勘探的主要层位,上扬子地区主要考虑次生气藏,中、下扬子地区主要考虑再生烃油气藏。

次生气藏勘探领域有:(1)川东南及大巴山前缘上石炭统-二叠系及下三叠统;(2)乐山-龙女寺隆起东南斜坡上震旦统灯影组及下古生界;(3)川西北地区上三叠统-下侏罗统煤成气藏;(4)楚雄盆地北部凹陷上三叠统-下侏罗统煤成气。

再生烃油气藏勘探地区有:(1)苏北盆地阜宁-盐城-海安-兴化-宝应地区;(2)江汉盆地沉湖地区南部潜江-仙桃-牌州-汉参1井地区;(3)江西南鄱阳地区。

参 考 文 献

- 刘宝王,许效松,潘杏南,等.中国南方古大陆沉积地壳演化与成矿[M].北京:科学出版社,1993
- 刘宝王,许效松.中国南方岩相古地理图集(震旦纪-三叠纪)[M].北京:科学出版社,1994
- 张书元,武智平.雪峰隆起带的大地构造特征[J].海相沉积区油气地质,1987,1(2):57~66
- 刘特民.黔中何时隆起:从黔北奥陶-志留纪各期沉积环境演变探讨隆起何时形成[J].贵州地质,1987,4(1):65~71
- 康义昌.川中古隆起的形成、发展及其油气远景[J].石油实验地质,1988,10(1):12~23
- 马文璞,丘元禧,何丰盛.江南隆起上的下古生界缺失带——华南加里东前陆褶冲带的标志[J].现代地质,1995,9(3):320~324
- 韩世庆,吴端人.贵州及云南东部海相沉积区的油气前景[J].贵州地质,1987,4(2):115~125
- 王宓君,包茨,肖明德,等.中国石油地质志(卷十):四川油气区[M].北京:石油工业出版社,1989
- 吴汉宁,常承法,刘椿,等.依据古地磁资料探讨华北和华南块体运动及其对秦岭造山带构造演化的影响[J].地质科学,1990,25(3):201~214
- 刘育燕,杨巍然,森永速男,等.华北、秦岭及扬子陆块的若干古地磁研究结果[J].地球科学——中国地质大学学报,1993,18(5):635~641
- 李曙光,Hart S R,郑双根,等.中国华北、华南陆块碰撞时代的钐-铷同位素年龄证据[J].中国科学(B辑),1989,19(3):312~319
- 王连城,李达周,张旗,等.四川理塘蛇绿混杂岩——一个以火山岩为基质的蛇绿混杂岩[J].岩石学报,1985,1(2):17~27
- 汪啸风,Ian Metcalfe,简平.金沙江缝合带构造地层划分及时代厘定[J].中国科学(D辑),1999,29(4):289~297
- 钟大赉.滇川西部古特提斯造山带[M].北京:科学出版社,1998
- Yui T F, Wu T W, Jahn B M. Geochemistry and plate-tectonic significance of the metabasites from the Tananao Schist Complex of Taiwan [J]. Southeast Asian Earth Sciences, 1990, 16(4): 357~368
- 安作相.泸州古隆起与川南油气[J].石油实验地质,1996,18(3):267~273
- 韩克猷.川东开江古隆起大中型气田的形成及勘探目标[J].天然气工业,1995,15(4):1~5
- 徐嘉伟,童卫星.论东亚大陆的陆缘弧问题[J].海洋地质与第四纪地质,1987,7(4):17~28
- 徐嘉伟,朱光,吕培基,等.郯庐断裂带平移年代学研究的进展[J].安徽地质,1995,5(1):1~12
- 朱光,徐嘉伟,孙世群.郯庐断裂带平移时代的同位素年龄证据[J].地质论评,1995,41(5):452~456
- 陈丕基.郯庐断裂巨大平移的时代与格局[J].科学通报,1988,33(4):289~293
- 丁道桂,朱樱.中、下扬子区古生代盆地基底拆离式改造与油气领域[J].石油与天然气地质,1991,12(4):376~386
- 张文荣,熊洁明.中扬子地区“对冲”逆掩推覆构造的成因、展布及含油气地质条件[A].见:石宝珩,周堃,关德范,等.扬子海相地质与油气[C].北京:石油工业出版社,1993.30~46
- 徐师文.下扬子盆地的对冲结构[J].华东油气勘查,1994,12(2):43~49
- 姜波,徐嘉伟.一个中生代的拉分盆地——宁芜盆地的形成及演化[J].地质科学,1989,24(4):314~322
- 周建波,胡克,申宁华,等.郯庐断裂中段石场一中楼拉分盆地的确定[J].地质科学,1999,34(1):18~28
- 林鹤鸣,夏邦栋.下扬子区中生代深水-南陵拉分盆地的厘定[J].石油与天然气地质,1997,18(4):276~281
- 李秋生,王建平.西藏班公错-怒江蛇绿岩带东段古特提斯蛇绿岩[A].见:中国地质学会.“八五”地质科技重要成果学术交流会议论文选集[C].北京:冶金工业出版社,1996.161~164
- 邓万明,王方国.藏北班公错-怒江蛇绿岩带[A].见:王希斌.西藏蛇绿岩[C].北京:地质出版社,1987.138~214
- 南颐,周国强,赵汝旋,等.全国地层多重新划分对比研究(44)广东省岩石地层[M].武汉:中国地质大学出版社,1996
- 谭筱虹.滇西三江地区新生代构造盆地的特征及形成机理[J].云南地质,1999,18(2):112~121
- 刘善印,钟大赉,吴根耀.滇西南景谷-镇沅地区早第三纪陆-陆碰撞期走滑挤压盆地[J].地质科学,1998,33(1):1~8
- Pelletier B, Stephan J F. Middle miocene obduction and late Miocene beginning of collision registered in the Hengchun Peninsula: geodynamic implications for the evolution of Taiwan[J]. Tectonophysics, 1986, 125: 133~160
- Teng L S. Geotectonic evolution of late Cenozoic arc-continent collision in Taiwan[J]. Tectonophysics, 1990, 183: 57~76
- Pearce J A, Deng Wanming. The ophiolites of the Tibet Geotraverse, Lhasa to Golmud (1985) and Lhasa to Kathmandu (1986) [A]. In: Chang C. The geological evolution of Tibet [C]. London: The Royal Society, 1988. 215~238
- 钟大赉, Tapponnier P, 吴海威, 等. 大型走滑断裂——碰撞后陆内变形的重要形式[J]. 科学通报, 1989, 34(7): 526~529
- 四川省地质矿产局. 四川省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1991. 206~241, 564~566

- 38 宋文海. 乐山- 龙女寺古隆起大中型气田成藏条件研究[J]. 天然气工业, 1996, 16(增刊): 13~ 26
- 39 李一平. 四川盆地已知大中型气田成藏条件研究[J]. 天然气工业, 1996, 16(增刊): 1~ 12
- 40 徐克定, 金梅春, 周光荣. 浙西古油藏成藏条件与演化特征[A]. 见: 石宝珩, 周堃, 关德范, 等. 扬子海相地质与油气[C]. 北京: 石油工业出版社, 1994. 277~ 285
- 41 赵宗举, 冯加良, 陈学时, 等. 湖北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
- 42 武蔚文. 贵州东部若干古油藏的形成和破坏[J]. 贵州地质, 1989, 18(1): 9~ 22
- 43 邓宗淮, 陈国栋. 贵州及邻区古油藏研究[A]. 见: 石宝珩, 周堃, 关德范, 等. 扬子海相地质与油气[C]. 北京: 石油工业出版社, 1993. 296~ 308
- 44 罗槐章, 齐敬文. 南盘江坳陷安然构造生物礁中的沥青及油源对比[J]. 西南石油学院学报, 1991, 13(4): 21~ 30
- 45 韦宝东. 十万大山盆地油源分析 [J]. 广西油气, 1999, 2(1): 11~ 17
- 46 赵泽恒, 齐敬文. 南盘江地区二叠系生物礁岩特征、成岩作用及与油气关系[J]. 石油实验地质, 1987, 9(4): 332~ 341
- 47 孙肇才, 邱蕴玉, 郭正吾. 板内变形与晚期次生成藏——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~ 142
- 48 赵宗举, 朱琰, 王根海, 等. 改造型盆地评价及其油气系统研究方法——以中国南方中、古生界海相地层为例[J]. 海相油气地质, 2000, 2(2): 67~ 79
- 49 冉启贵. 华北古生界煤岩成烃及二次生烃研究[J]. 石油勘探与开发, 1995, 22(增刊): 6~ 9
- 50 曾凡刚, 程克明. 华北地区下古生界海相碳酸盐岩二次生烃作用范围及潜力研究[J]. 地质地球化学, 1998, 26(3): 47~ 51
- 51 韩云生. 倪丘集断陷石炭二叠系煤系二次演化生烃的初步研究[J]. 石油实验地质, 1992, 14(2): 181~ 187
- 52 康玉柱. 中国古生代海相成油特征[M]. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社, 1995. 105~ 124
- 53 秦建中, 郭树之. 苏桥煤型气田地化特征及其对比[J]. 天然气工业, 1991, 11(5): 21~ 26
- 54 朱家蔚. 东濮凹陷文留天然气藏成因及煤成气资源预测[J]. 中原油气地质, 1985, (2): 45~ 57
- 55 许化政, 乔治清, 张亚敏. 文北- 卢部寨气田的发现及意义[J]. 天然气工业, 1994, 14(3): 11~ 15
- 56 石彦民, 于俊利, 廖前进, 等. 黄骅坳陷孔西地区油气的地球化学特征及油源初探[J]. 石油学报, 1998, 19(2): 5~ 11
- 57 王兆云, 程克明, 杨池银, 等. 黄骅坳陷孔西潜山下古生界原生油[J]. 石油勘探与开发, 1997, 24(3): 1~ 4
- 58 侯建国, 陈安定, 肖秋生, 等. 盐城天然气藏地质特征及其勘探意义[J]. 石油实验地质, 2001, 23(2): 183~ 185, 190

CONTROL AFFECT OF TECTONIC DEFORMATION TO OIL- GAS POOLS IN SOUTHERN CHINA

Zhao Zongju^{1,2} Zhu Yan² Li Dacheng¹ Yu Guang¹ Yang Shufeng² Chen Hanlin²

(1. Hangzhou Institute of Petroleum Geology, Hangzhou, Zhejiang;

2. Geoscience Department of Zhejiang University, Hangzhou, Zhejiang)

Abstract: Caledonian, Hercynian and Indosinian tectonic deformation resulted in the tectonic framework of huge uplifts and huge depressions in Southern China, and chiefly played the construction role to oil-gas pools; Yanshan tectonic deformation resulted in intense thrusting, folding and denudation in the area to the south of Sichuan Basin and mainly played destroying role to oil-gas pools; Himalayan tectonic deformation affected the whole South China, and controlled the final formation and distribution of nowadays' primary, secondary and regenerated oil-gas pools. The primary oil pools should be explored in the Cenozoic, and Paleogene Subei and Jiangnan Basins, etc. still have big exploration potential; the exploration of secondary and regenerated oil-gas pools should mainly target the Mesozoic and Paleozoic Systems and that of secondary gas pools should mainly target the Upper Yangtze Region; the exploration of regenerated oil-gas pools should mainly target the middle-lower Yangtze Region.

Key words: tectonic deformation; primary oil-gas pool; secondary oil-gas pool; regenerated oil-gas pool; Paleozoic; exploration target; South China