

文章编号: 1001-6112(2007)04-0340-05

大别山东南缘前陆盆地含油气特征

何明喜, 杜建波, 王荣新, 周建文, 曹建康, 马荣芳

(中国石油化工股份有限公司 河南油田分公司, 河南 南阳 473132)

摘要: 大别山东南缘前陆盆地经历了由海相—海陆过渡相—陆相的演化历程, 具有复合叠合盆地特征。从盆地层序上看, 早中生代陆相前陆沉积体系下伏晚古生代海相被动陆缘沉积体系; 从烃源岩系和含油气系统特征上看, 具有陆相和海相两大套烃源岩系和成油气体系。其中, 前陆盆地下伏海相被动陆缘烃源岩的优劣和保存条件是能否形成油气藏的关键。研究证明, 晚古生代海相被动陆缘沉积发育优质烃源层系, 热演化中等偏高, 油气兼生; 海相和陆相碎屑岩具有良好储集条件; 海相和陆相蒸发岩相含膏岩系为优质盖层, 生储盖配置关系良好, 具有形成油气赋存的基本石油地质条件。

关键词: 海相被动陆缘沉积; 优质烃源岩; 成藏关键; 前陆盆地; 大别山东南缘

中图分类号: TE122

文献标识码: A

THE OIL-GAS CHARACTERISTICS OF THE FORELAND BASIN IN THE SOUTHEASTERN MARGIN OF THE DABIE MOUNTAINS

He Mingxi, Du Jianbo, Wang Rongxin, Zhou Jianwen, Cao jiankang, Ma Rongfang

(Henan Oilfield Company Ltd., SINOPEC, Nanyang, Henan 473132, China)

Abstract: The foreland basin in the southeastern margin of the Dabie mountains experienced an evolution of marine sedimentation—marine-continental sedimentation—continental sedimentation and characterized by superimposed-composited pattern. From the deposit sequence of the foreland basin and combined with characteristics of source rocks and oil-gas system, it can be seen that the continental deposit system of the foreland during early Mesozoic overlies the marine deposit of the passive continental margin during late Paleozoic, and formed upper continental facies and lower marine facies hydrocarbon-bearing rock systems and oil-gas forming systems. Among the conditions, the key for oil-gas accumulation is development and preservation of the marine source rocks underlying the foreland basin. It proves that, the marine source rocks are high quality in the deposit on the passive continental margin during late Paleozoic period, moderate or higher geothermal evolution, which can produce oil and gas; the good container rock is marine—continental molasses; the high quality cover rock is gypsum rock in the marine—continental—evaporation facies, the correlation of generation—reservoir—cover rock is good, and which proved the foreland basin possess the basic conditions for oil-gas occurrence.

Key words: marine deposit on the passive continental margin; high quality source rock; the key for oil-gas accumulation; foreland basin; the southeastern margin of the Dabie mountains

大别山东南缘早中生代前陆盆地发育在晚古生代被动陆缘盆地基础之上, 上叠晚中生代—新生代伸展断陷盆地, 受扬子与华北板块拼合及大别造山带形成演化的控制和影响, 构造机制经历了开裂扩张—碰撞拼合—拉伸断陷多次转换; 从陆缘—陆内、海相—陆相, 盆地性质发生了多次改变, 具有“三层楼阁”式复合叠合盆地特征^[1]。前陆盆地是

油气富集的重要盆地类型^[2~6], 盆地性质虽然是决定盆地含油气性或油气勘探潜力的重要因素之一, 但不是唯一因素。在含油气性上, 大别山东南缘前陆盆地陆相和海相两大套烃源岩系和成油气体系的含油气性及油气分布规律存在明显差异; 前陆盆地的油气绝大多数来自下伏的海相被动陆缘沉积。海相被动陆缘烃源岩, 在经历后期前陆构造带变形

收稿日期: 2006-12-16; 修订日期: 2007-07-06。

作者简介: 何明喜(1951—), 男(汉族), 四川达县人, 高级工程师, 主要从事油气地质和油气勘探工作。

基金项目: 中国石油化工股份有限公司科研项目(P02039)。

和上叠拉伸断陷盆地改造后,仍可能是有效烃源岩,但要取决于后期的破坏、改造程度。因此,陆相前陆盆地地下伏海相被动陆缘烃源岩的优劣和保存条件才是能否形成油气藏的关键。

1 前陆盆地演化特征

1.1 前造山期海相演化阶段

晚二叠世—早三叠世—中三叠世早期为前陆盆地的初始发端阶段。从晚二叠世开始,勉略有限洋盆开始消减^[7],扬子板块北缘开始向北俯冲于秦岭微板块及华北板块之下,扩张构造环境开始向聚敛收缩环境转换,并在俯冲带后缘被动陆缘隆起上形成局部反弹性裂陷(P_3d ,上二叠统大隆组沉积期)。早三叠世早期(P_3-T_1q)下扬子北缘发生了大幅度沉降,海水由南向北逐渐加深,发育一套深水—半深水海相复理石沉积^[8];早三叠世中期海水逐渐变浅,晚期海盆萎缩,发育白云岩沉积^[9];到中三叠世早期(T_2z^1 ,周冲村组沉积期),成为典型陆间残余海盆,发育残余海盆(海相前陆盆地)的蒸发岩台地潟湖相白云岩和膏岩沉积(图1)^[10]。

1.2 主造山期海陆过渡相—陆相演化阶段

中三叠世晚期,由于扬子板块与秦岭微板块及

华北板块陆—陆碰撞造山,大别造山带南缘与扬子地块北缘之间,形成了一个基本连续的前陆拗陷带,并逐渐结束海相沉积,主要发育海陆过渡相—陆相碎屑岩沉积。晚三叠世末继承性板内造山活动,在大别山南缘形成山前拗陷及陆内前陆盆地,形成早中侏罗世含煤碎屑岩沉积。

1.3 后造山期陆相演化阶段

晚侏罗世—早白垩世,古特提斯构造域向太平洋构造域转换,前陆挤压构造环境开始向拉伸构造环境转换,进入转换伸展调整期,形成以郯庐断裂为代表的NNE向走滑构造系^[11]。构造活动以“强走滑、热喷发和冷收缩”为基本特征。晚白垩世—古近纪,太平洋板块向欧亚板块高角度俯冲,引起弧后广泛的热沉降构造伸展活动,形成晚白垩世—古近纪伸展断陷盆地群,发育一套河流相沉积。

2 前陆盆地含油气特征

与前陆盆地演化阶段相对应,大别山东南缘前陆盆地发育海相和陆相两大套烃源岩系和成油气体系。其中,前陆盆地的油气主要来自于下伏海相被动陆缘烃源岩。

2.1 海相和陆相两套生储盖体系

大别山东南缘前陆盆地具有成盆期前(前造山期)的海相被动陆缘沉积,以及成盆期(主造山期)和成盆期后(后造山期)的海陆过渡—陆相沉积,因此存在陆相和海相两大套烃源岩系,形成海相和陆相两大套生储盖体系(表1)。

下部海相生储盖体系,主要由二叠系海相被动陆缘烃源岩与台地相碳酸盐岩、台缘生物礁和被动陆缘碎屑岩,以及残余海盆(海相前陆盆地)蒸发岩构成。

上部陆相生储盖体系,主要由下中侏罗统(含上三叠统)陆相前陆盆地煤系烃源岩与滨浅湖席状砂、三角洲砂体及河道砂体,以及陆相泥质岩和蒸发岩构成^[11,12]。

2.2 海相被动陆缘沉积发育优质烃源岩

前陆盆地的油气绝大多数来自下伏的大陆边缘沉积。大别山东南缘陆相前陆盆地地下伏海相被动陆缘沉积发育以二叠系为主的优质烃源岩,为前陆盆地主力烃源岩系。

2.2.1 海相—海陆过渡相优质烃源岩

二叠系烃源岩有机质丰度高,类型以Ⅱ型为主,少量Ⅲ型;成熟度中等偏高(表2),大部分处于生油窗内。其中,中二叠统烃源岩以栖霞组碳酸盐岩为主,上二叠统烃源岩以龙潭组煤层和泥质岩为主,具有厚度大、丰度高等特点(表3)。

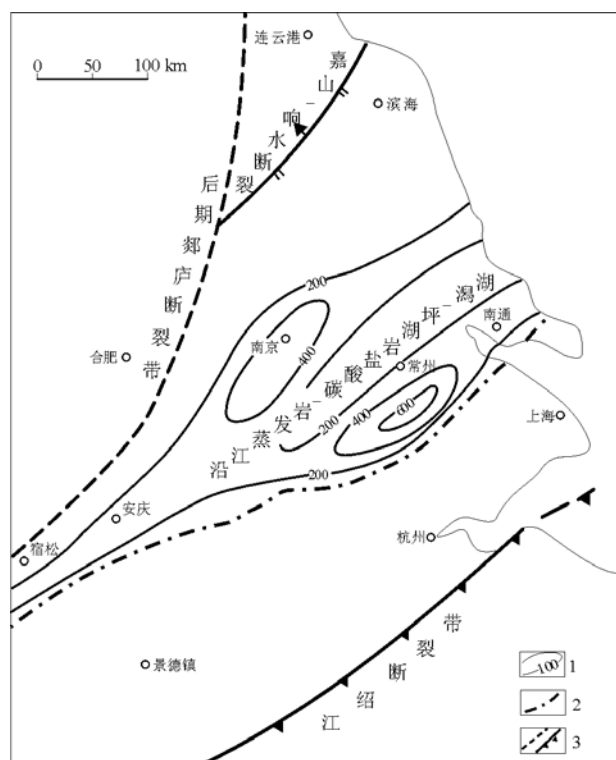


图1 下扬子北缘中三叠统周冲村组(T_2z^1)岩相古地理^[10]

1. 厚度等值线/m; 2. 沉积界线; 3. 边界断裂

Fig. 1 Lithofacies palaeogeography of the Middle Triassic Zhouchongcun Formation in the northern of Lower Yangtze

表 1 大别山东南缘前陆盆地含油气性对比分析

Table 1 The comparative analysis of oil—gas potential of the foreland basin in the southeastern margin of the Dabie mountains

含油气性特征	被动陆缘盆地阶段	周缘前陆盆地阶段	陆内前陆盆地阶段
烃源岩	前造山期被动陆缘海相油源岩	主要是前造山期被动陆缘沉积的海相烃源岩,以及陆缘造山期陆相煤系烃源岩	主要是陆内造山期海相—陆相烃源岩,以及陆内前陆盆地沉积的陆相煤系烃源岩
储盖组合	主要储集层是被动陆缘—残留海盆沉积的白云岩;盖层是周冲村组上部蒸发岩沉积	储层主要是主造山期发育的黄马青—范家塘组湖泊相—河流相砂岩;盖层是范家塘组湖沼相煤系沉积	储层以陆内造山期钟山组河湖相砂体为主;盖层是后造山期伸展断陷盆地发育的浦口组含膏泥岩沉积
圈闭类型	多以砂岩岩性圈闭为主	构造圈闭发育,砂岩岩性和地层不整合圈闭增多	构造圈闭多,沉积尖灭发育

表 2 大别山东南缘前陆盆地烃源岩综合评价

Table 2 The comprehensive evaluation for source rocks of the foreland basin in the southeastern margin of the Dabie mountains

层位	厚度/m	丰度		主要类型	成熟度		综合评价
		TOC, % ¹⁾	评价		R _o , %	评价	
J ₁	100~150	10.84/9	好	Ⅲ	0.52~1.19	成熟	中等烃源岩
T ₁	550~1 250	0.14/18	差	Ⅱ	0.63~0.95	成熟	差烃源岩
P ₃	50~400	1.84/21	好	Ⅱ	0.70~1.79	成熟—高成熟	好烃源岩
P ₂	200~350	0.62/11	好	Ⅱ	0.74~1.46	成熟—高成熟	好烃源岩
Є ₁	500~560	0.17/2	差	I	1.90	高成熟—过成熟	差烃源岩

1) TOC 数据格式为平均值/样品数。

表 3 大别山东南缘前陆盆地主要生油岩特征

Table 3 The feature of the main source rock of the foreland basin in the southeastern margin of the Dabie mountains

层位	地层总厚度/m	生油岩厚度/m	岩性	R _o , %
钟山组(J ₁ z)	600	50~150	泥质岩	0.56~1.19
			煤	2.07~4.80
青龙组(T ₁ q)	782~1 025	200~792	暗色泥岩、页岩	0.6~1.3
			灰岩	
龙潭组(P ₃ L)	33~182	30~100	泥质岩	0.8~1.79
			煤	1.65~5.07
栖霞组(P ₂ q)	172~236	40~192	深灰—灰黑色、泥晶灰岩、生物屑灰岩	1.3~3.0
炮台山组(Є ₁) + 幕府山组(Є ₂)	184~280	100~200	页岩、碳质页岩夹灰岩透镜体, 底部普遍含碳质结核和条带	2.0~4.0

中二叠统碳酸盐岩有机碳含量为 0.08%~2.45%,平均 0.62%;氯仿沥青“A”为(40~600)×10⁻⁶,平均 200×10⁻⁶;生烃潜量为 0.041~1.52 mg/g,平均 0.39 mg/g;总烃为(25~297)×10⁻⁶,平均 110×10⁻⁶。有机质类型以Ⅱ型为主,为好烃源岩。

上二叠统泥质岩有机碳含量为 0.19%~9.76%,平均 1.84%;氯仿沥青“A”为(50~620)×10⁻⁶,平均 140×10⁻⁶;生烃潜量为 0.27~1.96 mg/g,平均 0.44 mg/g;总烃为(34~360)×10⁻⁶,平均 80×10⁻⁶。有机质类型以Ⅱ型为主,为好烃源岩。

上二叠统龙潭组发育煤岩,在安庆一带煤质牌号

为无烟煤—半无烟煤。有机碳含量为 64.23%~70.79%,平均 67.64%;氯仿沥青“A”为(163~2 084)×10⁻⁶,平均 891×10⁻⁶;生烃潜量为 0.19~111.38 mg/g,平均 40.27 mg/g;吸附烃为 0.06~4.37 mg/g,平均 1.77 mg/g。有机质类型为Ⅲ型,为较好烃源岩。

2.2.2 二叠系烃源岩的特点

到燕山晚期—喜山早期,二叠系烃源岩仍具有大规模生烃能力,现今烃源岩达成熟—高成熟阶段(R_o为 0.8%~1.79%)(图 2)^[14],大部分尚处于液态窗内,主要属于凝析油阶段;少部分达到生气阶

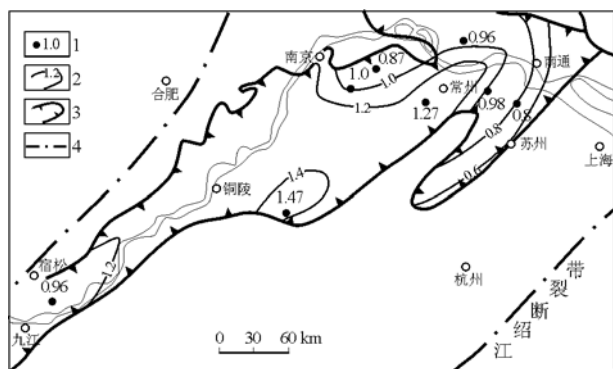


图2 大别山东南缘燕山晚期—喜马拉雅期上二叠统烃源岩热演化程度^[14]

1. 剖面(井)点 R_0 值, %; 2. R_0 等值线, %;
3. 剥蚀区界线; 4. 边界断层

Fig. 2 The geothermal evolution of the Upper Permian source rocks of Late Yanshan-Himalayan stage in the foreland basin, the southeastern margin of the Dabie mountains

段,具有油气兼生的有利条件。

2.3 海相被动陆缘沉积生储盖配置良好

二叠系不仅发育优质烃源岩,而且上二叠统海陆交互相砂岩储集性能相对较好(Ⅳ—Ⅴ);特别是晚二叠世大别山东南缘形成裂陷槽^[14],晚二叠世气候温和,在裂陷槽边缘肩部具有形成生物礁及礁滩的有利条件;二叠系海陆交互相煤系泥岩为优质的Ⅰ—Ⅱ类区域性盖层;而残余海盆(海相前陆盆地)中三叠统发育含膏岩系^[15],为Ⅱ类区带性盖层。陆相前陆盆地地下伏海相被动陆缘沉积具有良好的生储盖配置关系。

3 前陆盆地含油气系统

大别山东南缘前陆盆地具有陆相和海相两套成油体系,但下部以海相二叠系优质烃源岩为中心的成油体系为有效成油体系。

3.1 中上二叠统一二叠系—中三叠统(!)含油气系统

该系统油气显示在区内和邻区(江苏句容)多见。宿松城南下侏罗统钟山组 and 上白垩统浦口组砂岩油气显示,以及城北下志留统高家边组油气显示,主要来源于上古生界烃源岩。虽然受到逆冲推覆构造影响,但也证明了本系统的含油性^[16,17]。

中上二叠统(以栖霞组、龙潭组为主)有机质丰度较高,类型以Ⅱ型为主,少量Ⅲ型,成熟度中等偏高,综合评价为好烃源岩。二叠系海陆交互相砂岩、碳酸盐岩为主要储集岩;上二叠统煤系泥岩和中三叠统膏盐为主要盖层(图3)。圈闭形成期为:晚古生代—早中生代形成地层、岩性圈闭;三叠纪

末印支运动形成低幅度构造圈闭和不整合圈闭;中侏罗世末燕山运动早期形成构造圈闭和不整合圈闭。成藏期为:中晚三叠世—早中侏罗世前陆盆地地下伏二叠系烃源岩形成油藏;晚白垩世—古近纪二叠系烃源岩再次埋深二次生烃形成油气藏。破坏期为:中侏罗世末逆冲推覆构造变形,使早期油气藏发生改造、调整和破坏;晚中生代—新生代拉伸断陷活动,对已形成的油气藏有一定的破坏作用。主要事件为:中晚三叠世—早中侏罗世形成油藏;中侏罗世末燕山早期油气藏调整、改造和破坏;晚白垩世以来形成次生油气藏。

3.2 下侏罗统一中生界—新生界(·)含油气系统

宿松下侏罗统和上白垩统砂岩中的油气显示可能具有多源特征。因此,该系统为可能含油气系统。

下侏罗统泥岩有机质丰度高,成熟度中等,但厚度小,类型差(Ⅲ型),综合评价为中等烃源岩。下侏罗统钟山组、中侏罗统罗岭组、上白垩统浦口组和古近系砂层为储集岩;下侏罗统钟山组煤系泥岩、上白垩统浦口组含膏泥岩和古近系泥岩为盖层。圈闭形成期为:中生代中晚期形成地层、岩性圈闭。成藏期为:晚白垩世—古近纪断陷盆地地下伏下侏罗统烃源岩形成油藏。破坏期为:新近纪晚喜马拉雅期构造变动对已形成的油气藏有一定的破坏作用。主要事件为:晚白垩世—古近纪形成油藏;新近纪以来晚期断裂活动对油藏有一定破坏作用。

寒武纪时期,大别山东南缘处于“一台两盆”的台相沉积环境,烃源岩发育较差,缺乏含油气系统需要的有效烃源岩条件。

4 前陆盆地油气保存条件

决定盆地和沉积实体保存作用好坏的因素有

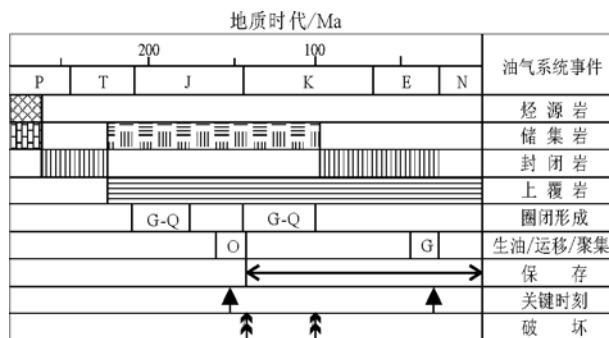


图3 大别山东南缘前陆盆地
中上二叠统一二叠系—中三叠统含油气系统
G—Q 为构造圈闭;O 为石油;G 为天然气

Fig. 3 Oil-gas bearing system of Mid-Upper Permian-Permian-Middle Triassic of the foreland basin in the southeastern margin of the Dabie mountains

2个:一是原型盆地的叠置方式及沉积特征;二是后期构造变形的的方式、强度和部位。

4.1 原型盆地叠置与保存作用

晚古生代海相被动陆缘盆地的沉积环境受北部勉略有限洋演化控制,沉积沉降中心逐渐由南向北迁移到沿江地带。后期上叠早中生代陆相前陆盆地及晚中生代—新生代沿江断陷盆地的沉积沉降中心,与晚古生代海相盆地沉积沉降中心大致复合或叠合。

沿江地区多个世代盆地叠合,沉积间断多且时限短,发育蒸发岩类沉积。如前陆盆地中三叠统周冲村组发育海相膏岩沉积,沿江断陷盆地上白垩统浦口组发育陆相含膏泥岩沉积,均对下伏烃源岩系具有良好的保存作用。

4.2 构造变形与保存条件

构造运动的方式、强度和部位不同,保存条件各异。

受印支期陆缘碰撞造山和早燕山期板内持续造山活动影响,前陆盆地演化成为沿江前陆对冲构造带。但构造变形具有平面上分带现象,由南北向沿江地带,构造变形由强变弱。对冲前渊区发育复向斜,南、北两侧发育复背斜。对冲前渊复向斜区褶皱相对开阔,断裂相对较少,岩浆活动较弱,剥蚀相对较弱;加上后期上叠盆地堆积在复向斜负地形区,使下伏地层保存条件相对较好。而两侧复背斜隆起区相对褶皱紧闭倒转,断裂集中,剥蚀较强;后期又由于断裂集中且深度较大而诱发火山—岩浆活动,相对保存条件较差。

5 结论

1)大别山东南缘前陆盆地经历了由海相—海陆过渡相—陆相演化阶段,具有复合叠合盆地特征。

2)大别山东南缘前陆盆地发育海相和陆相两套烃源岩和生储盖体系,其中,海相被动陆缘烃源

岩是其主力烃源岩;下部海相生储盖组合,为有效成油气体系。

3)前陆对冲构造带前渊区为保存条件较好的有利区带,是油气勘探的首选突破目标。

参考文献:

- 1 何明喜,杜建波,古哲等. 下扬子北缘前陆盆地构造变形样式[J]. 石油实验地质,2006,28(4):322~324
- 2 何登发,吕修祥,林永汉等. 前陆盆地分析[M]. 北京:石油工业出版社,1996. 1~212
- 3 康玉柱. 塔里木前陆盆地构造特征及油气分布[J]. 石油实验地质,2005,27(1):25~27
- 4 金之钧,汤良杰,杨明慧等. 陆缘和陆内前陆盆地主要特征及含油气性研究[J]. 石油学报,2004,25(1):8~12
- 5 罗志立,李景明,李小军等. 中国前陆盆地特征及含油气远景分析[J]. 中国石油勘探,2004,(2):1~11
- 6 何发岐,梅廉夫,费琪等. 前陆盆地前缘隆起带圈闭的形成及其含油气性:以塔里木盆地沙雅隆起为例[J]. 石油实验地质,2006,28(5):418~423
- 7 张国伟. 秦岭—大别造山带南缘勉略构造带与勉略缝合带[J]. 中国科学(D辑),2003,33(12):1121~1135
- 8 杜建波,何明喜,张艳霞等. 下扬子北缘前陆盆地构造演化及沉积特征[J]. 石油实验地质,2007,29(2):133~137
- 9 袁志华,冯增昭,吴胜和. 中扬子地区早三叠世大冶期岩相古地理研究[J]. 沉积学报,1999,17(1):38~43
- 10 常印佛,刘湘培,吴富昌. 长江中下游铜铁成矿带[M]. 北京:地质出版社,1991. 65~89
- 11 何明喜,刘池洋. 盆地走滑变形研究与古构造分析[M]. 西安:西北大学出版社,1992. 1~225
- 12 杨盛良. 下扬子区中生界构造特征及油气远景[J]. 石油勘探与开发,1997,24(3):10~14
- 13 郭念发,雷一心. 下扬子区中生界油气地质条件评价[J]. 石油实验地质,1998,20(4):103~109
- 14 陈沪生,张永鸿. 下扬子及邻区岩石圈结构构造特征与油气资源评价[M]. 北京:地质出版社,1999. 1~287
- 15 毕仲其,丁保良. 下扬子区三叠系膏岩建造的沉积环境[J]. 火山地质与矿产,1997,18(2):127~136
- 16 郭彤楼. 下扬子地区中生界叠加改造特征与多源多期成藏[J]. 石油实验地质,2004,26(4):319~323
- 17 张淮,周荔青,李建. 下扬子地区海相下组合油气勘探潜力分析[J]. 石油实验地质,2006,28(1):15~20

(上接第339页)

- 9 刘小平,徐建,杨立干. 有机包裹体在油气运聚研究中的应用:以苏北盆地高邮凹陷为例[J]. 石油实验地质,2004,26(1):94~99
- 10 朱建辉,江兴歌. 苏北盆地海安凹陷曲塘—李堡地区新生代演化及油气响应评价[J]. 石油实验地质,2005,27(2):138~143
- 11 周荔青,刘池阳. 深大断裂与中国东部新生代油气资源分

- 布[M]. 北京:石油工业出版社,2006. 51~60
- 12 周荔青,卫自立,雷一心. 苏北盆地油气富集规律[A]. 见:孙肇才,王庭斌编. 化石燃料地质:30届国际地质大会论文集[C],北京:地质出版社,1998. 196~213
- 13 王仪诚,穆曰孔. 中国油气区第三系(VI)·东南油气区分册[M]. 北京:石油工业出版社,1994. 320~326