

文章编号:0253-9985(2006)01-0048-08

东秦岭-大别造山带北缘逆冲推覆构造特征及油气前景

解东宁¹,何明喜²,周立发¹,谢其峰²

(1. 西北大学 地质学系,陕西 西安 710069;

2. 中国石化 河南油田分公司 勘探开发研究院,河南 南阳 473132)

摘要:东秦岭-大别山北缘逆冲推覆构造由南、北两支逆冲断裂组成,是联系东秦岭-大别造山带和南华北盆地的构造纽带。该逆冲推覆构造在走向上具有分段性,在倾向上具有分带性;即沿倾向分为前锋带、逆冲岩席带和根带;在走向上分为豫西逆冲推覆区段、周口南缘逆冲推覆区段和淮南-合肥逆冲推覆区段。构造演化分为3个阶段:印支期碰撞造山阶段、燕山晚期陆内造山阶段和燕山末期-喜马拉雅早期走滑拉张阶段。北缘逆冲推覆构造各区带烃源岩保存条件差异较大,油气显示集中分布在前锋带附近。评价前锋逆断带及前渊区(盆地/凹陷)为油气勘探最有利区带,南、北两支逆断带之间的逆冲岩席区(盆地/凹陷)为较有利区带。

关键词:逆冲推覆;构造演化;油气勘探;东秦岭-大别造山带;南华北盆地

中图分类号:TE111.2

文献标识码:A

Characteristics of overthrust structures on northern edge of East Qinling - Dabie orogenic belt and hydrocarbon potentials

Xie Dongning¹, He Mingxi², Zhou Lifa¹, Xie Qifeng²

(1. Department of Geology, Northwest University, Xi'an, Shaanxi 710069, China;

2. Petroleum Exploration and Development Research Institute, Henan Oilfield Company, SINOPEC, Nanyang, Henan 473132, China)

Abstract: Overthrust structure on the northern edge of East Qinling - Dabie orogenic belt consists of the southern and the northern overthrust faults, which constitutes the structural link between the East Qinling - Dabie orogenic belt and the southern North China basin. The overthrust structure is characterized by segmentation along the strike and zonation in the dip direction, i. e. it can be divided into frontal zone, overthrust sheet zone and root zone in the dip direction, and into Yuxi, southern edge of Zhoukou and Huainan - Hefei 3 overthrust segments along the strike. The tectonic evolution can be divided into 3 stages, namely Indosinian collision orogenic stage, late Yanshanian intracontinental orogenic stage and the end of Yanshanian - early Himalayan strike slip extension stage. The preservation condition of source rocks varies greatly in different zones and segments; and oil and gas shows are concentrated around the frontal zone. Therefore, the frontal thrust fault zone and the foredeep zone (basin/depression) can be evaluated as the most favorable areas for exploration, while the overthrust sheet zone (basin/depression) that lies between the southern and northern thrust fault zones would be relatively favorable for exploration.

Key words: overthrust; tectonic evolution; petroleum exploration; East Qinling - Dabie orogenic belt; southern North China basin

收稿日期:2005-08-18

第一作者简介:解东宁(1975—),男,博士生,石油地质

基金项目:国家重点基础研究发展规划(973)先导项目(2002CCC01400);中国石化科技攻关项目(P02039)

东秦岭-大别造山带是华北板块与扬子板块俯冲碰撞形成的复合型大陆造山带。现今的造山带北缘以宝鸡-鲁山-淮南断裂为界向北逆冲推覆于华北地块之上,南缘以勉略-巴山-襄广断裂为界向南逆冲推覆于扬子地块之上,造山带总体呈现为沿南北边界向外逆冲的扇形特征^[1]。现今北界断裂西起河南西部的三门峡、义马、宜阳、鲁山等地,向东延伸至舞阳、周口-阜阳等中、新生代盆地南缘,东达淮南煤田、合肥盆地,止于郟庐断裂,全长近1 000 km。北界断裂是在印支期挠曲变形的基础上发育的,在山前(麓)和山外发育南北两支逆断带(锋带),与山内根带一起,共同组成呈 NWW 向展布的由南向北扩展的陆内逆冲推覆构造体系统^[1-4](以下简称北缘逆冲推覆构造)(图1)。

1 构造特征

北缘逆冲推覆构造在走向上具有分段性,倾向上具有分带性,即“东西分段,南北分带”。几条主干逆断裂构成倾向上的分带性,可以划分为前锋带、逆冲岩席带和根带。其中,现今造山带北界为前锋带,中部逆冲岩席带叠置了各类中-新生代

盆地,根带为北秦岭-北淮阳构造带。主干逆断裂主要有南北两支:南支由三门峡-义马-鲁山-确山-息县-肥中逆断层组成;北支由三门峡-义马-伊川-叶县-沈丘-淮南逆断层组成。沿走向也可以划分为3个区段,其间为中-新生代盆地覆盖而被分隔。3个区段自西而东分别为豫西逆冲推覆区段、周口南缘逆冲推覆区段和淮南-合肥逆冲推覆区段。其中,豫西逆冲推覆区段属于东秦岭北缘,周口南缘和淮南-合肥逆冲推覆区段属于桐柏-大别北缘。它们之间有明显差异。

1.1 豫西段

豫西段逆冲推覆构造发育在东秦岭及伏牛山北缘,西端出露于三门峡以东的陕县硤石-观音堂一带,东到宜阳、鲁山一带。该构造南支由硤石-义马-宜阳陈宅沟-汝阳玉马寨-鲁山青草岭断裂组成,北支由义马孟瑶头-宜阳石门沟-临汝温泉街-汝阳竹园村断裂组成,延伸长约400 km,东宽西窄;西部(三门峡-新安)走向 EW,东部(宜洛-鲁山)走向 NW,整体为向 NE 突出的弧形构造^[2]。根据弧形构造的发育情况,由西向东可分为3段:渑池-义马段、宜阳-鲁山段和舞阳段(图2)。

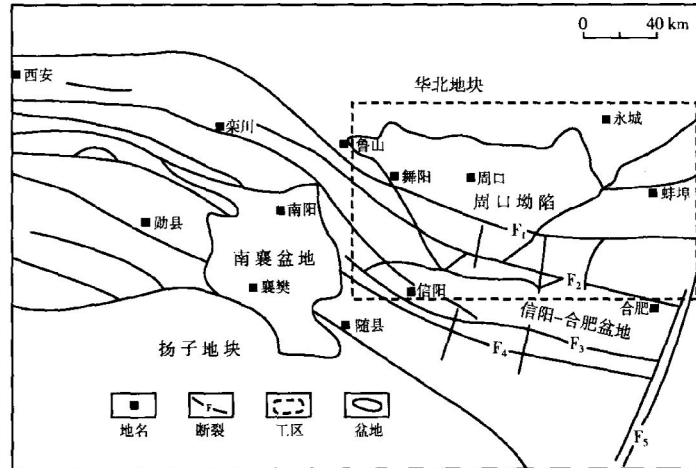


图1 东秦岭-大别造山带北缘逆冲推覆构造简图^[1-4]

Fig. 1 Diagrammatic structural map of overthrust structures on the northern edge of East Qinling - Dabie orogenic belt

F₁. 潼关-鲁山-舞阳-阜阳-淮南断裂; F₂. 栾川-确山-固始-肥中断裂;
F₃. 明港-舒城断裂; F₄. 桐柏-桐城断裂; F₅. 郟庐断裂

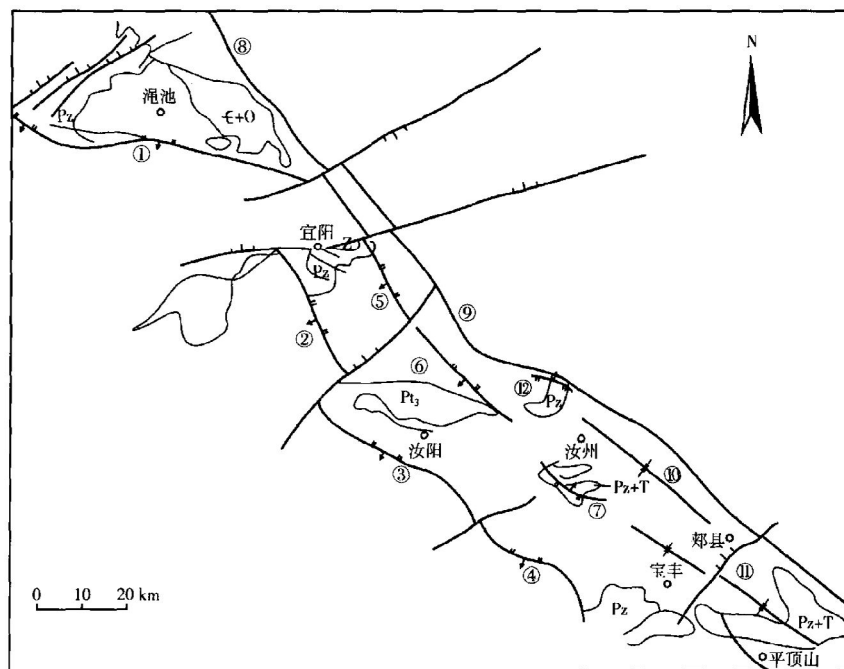
图2 豫西段逆冲推覆构造简图^[2]

Fig. 2 Diagrammatic structural map of the overthrust structures in Yuxi segment

- ①硖石-义马逆断层; ②陈宅-吕沟逆断层; ③嵩县田湖-汝阳玉马寨逆断层; ④青草岭逆断层;
⑤殷桥逆断层; ⑥温泉街逆断层; ⑦竹园逆断层; ⑧岸上平移断层; ⑨襄郑平移断层; ⑩临如向斜;
⑪李口集向斜; ⑫牛头山逆断层

1.1.1 滎池-义马段

滎池-义马逆冲推覆构造发育于陕滎-义马向斜南缘。断裂带主要由南、北两条逆断层组成:北支为孟瑶头逆冲断裂;南支为硖石-义马逆冲断裂。断裂带宽度仅为几百米至2 km,走向近EW向,断面南倾,倾角 $50^{\circ} \sim 70^{\circ}$ 。逆冲系统主要由中元古代熊耳群、汝阳群,古生界及三叠系组成,逆冲前锋带地层直立或倒转^[5,6]。滑脱面在陕滎一带为二叠系底部山西组的二、煤层。

1.1.2 宜阳-鲁山段

滎池-义马推覆构造向东南延伸,连接宜阳-鲁山逆冲推覆系。该段是北缘逆冲推覆构造地表出露最好的地区。北支为前锋逆断带,由宜阳石门沟、临汝温泉街和汝阳竹园村逆断层组成;南支逆断带为山前(麓)逆断带,由宜阳陈宅沟、汝阳玉马寨和鲁山青草岭等断层连接而成。南、北两支之间所夹持的逆冲岩席宽约25 km,其间

由数条呈南倾的断层(倾角 $50^{\circ} \sim 80^{\circ}$)组成,呈SSW向、NNE向依次逆冲叠加,构造样式主要为双冲构造和叠瓦构造^[7]。在宜阳区段自北而南依次为:石门断层、摩天寨岩片、蓝家门断层、灵山寺岩片、于沟断层、华熊岩片(图3);在汝阳区段依次为:温泉街断层、土门岩片、五里厂断层、汝阳岩片、九店断层、华熊岩片;在鲁山区段依次为:高庄岩片、大山高断层、青草岭岩片、娘娘山断层、娘娘山岩片、陡沟断层、华熊岩片。该逆冲推覆构造上盘出露太华群、熊耳群等古老岩层;而下盘是古生代以来的地层及少量中元古代地层。

1.1.3 舞阳段

鲁山往东,整个逆冲推覆构造不再出露地表。舞阳王道行、赵案庄、下曹等矿床勘探表明^[8],太古界太华岩群以低角度向北逆掩在元古界和古生界之上,在下曹、余庄一带太古界逆冲岩系中出现了元古界的构造窗,说明该段逆冲推覆构造的存在。

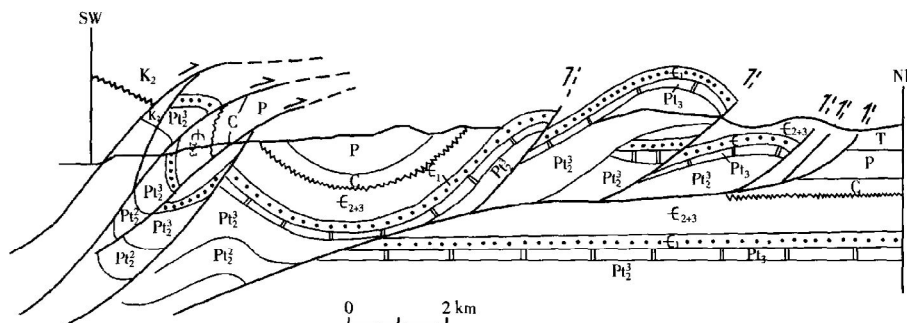
图3 于沟-石门逆冲断裂剖面^[7]

Fig. 3 Section of the overthrust faults in Yugou - Shimen area

豫西段逆冲构造受限于北西向断裂,同时又受北东向断裂和盆地切割。其形成的相对时间在北西向构造之后,北东向构造之前。其中义马地区逆冲断层切割晚白垩世地层,其上不整合覆盖古近纪早期地层。因此逆冲推覆构造的上限时间(北支逆断层形成时间)在晚白垩世末。宜阳南部于沟地区,于沟-九店断层使得晚白垩世-古近纪的碎屑岩强烈破碎、褶皱,熊耳群由南向北逆掩其上,形成上覆岩片或飞来峰;陈宅沟断层控制晚白垩世沉积;在汝阳地区,上白垩统地层被卷入断层带;玉马寨断层切割下白垩统火山碎屑岩系,并且上、下白垩统之间呈角度不整合接触关系。参考信阳地区周家湾组(K_2)与下伏陈棚组火山岩系(K_1)角度不整合接触关系等现象推断,逆冲推覆构造的下限时间为中生代末期(K_1 末期),并且新生代构造活动强烈。

1.2 周口南缘段

周口南缘逆冲推覆构造主要发育在周口坳陷中南部,基本为平原覆盖。近年来通过地震、钻井等资料分析发现,周口坳陷中部凹陷南缘的叶鲁-娄提断裂与其南部的确山断裂分别是秦岭-大别山造山带北界逆冲断裂(潼关-鲁山-阜阳-淮南断裂带)和华北板块南缘与北秦岭-北淮阳构造带的分界断裂(溱川-确山-固始-肥中断裂)在盆地的延伸部分。

1.2.1 南支——确山逆冲断裂带

确山逆断层在区域上称正阳-淮滨断裂,走

向 $310^\circ \sim 320^\circ$,倾向SW,浅部倾角 70° 左右,SW盘二叠纪煤系向NE逆冲于上白垩统和下第三系红层之上(图4),具有先逆后正的反转构造特征,为周口坳陷的南界。

1.2.2 北支——叶鲁、射桥逆冲断裂带

射桥逆冲断裂、叶鲁逆冲断裂是潼关-鲁山-舞阳-淮南逆冲断裂在周口坳陷的组成部分,二者及其间的3条逆断层的断面均一致南倾、上陡下缓,剖面上呈叠瓦状组合,向深部收敛归并呈波状起伏的基底滑脱面,构成推覆构造带。射桥逆冲断裂附近存在一系列向南倾斜的较密集地震反射波同向轴,向深部亦具收敛归并趋势(图5),体现出推覆体根带的变形特点。叶鲁逆冲断裂位于谭庄-沈丘凹陷南缘。其上盘下白垩统厚度较小,可能缺失石炭-二叠系,并发育下第三系;下盘石炭-二叠系和下白垩统保存完整、厚度大。该断裂带呈现典型的负反转构造样式,经历了先逆冲(早白垩世末至古近纪之前)、后正断(古近纪)的演化历史^[9,10](图6)。

1.3 淮南-合肥段

该段前锋(淮南)和后缘(北淮阳)均形成独立的逆冲推覆构造;中间由于上叠合肥大型中、新生代盆地的改造,造成前锋与后缘分隔约200 km。近年来合肥盆地地球物理勘探发现,其基底由南向北为一系列叠瓦状逆冲构造,它们将淮南与北淮阳连接起来,组成一个大型的逆冲推覆构造体系,向东延伸为郟-庐断裂带所截。

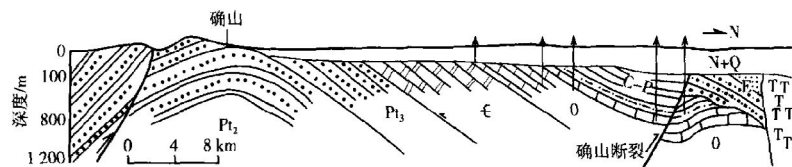
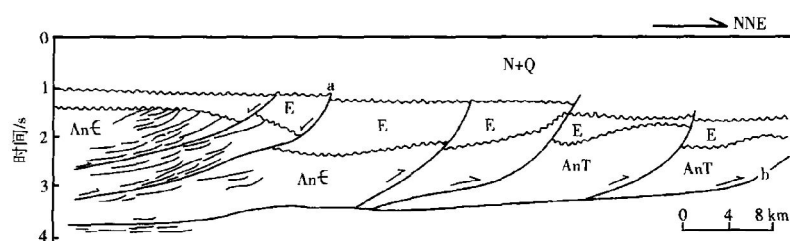


图4 确山矿区构造剖面

Fig. 4 Structural section in Queshan mining area

图5 88-354地震测线构造剖面^[9]

a. 射桥逆冲断裂; b. 叶鲁逆冲断裂

Fig. 5 Structural section along seismic line 88-354

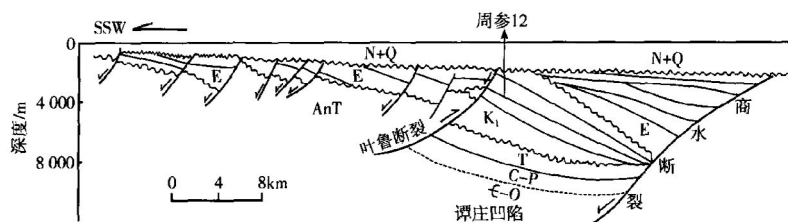


图6 315测线地震地质解释剖面

Fig. 6 Geological interpretation profile of seismic line 315

1.3.1 南支——肥中断裂

肥中断裂位于合肥盆地中部,走向近东西,断

向斜”构造。其推覆构造主要发育在南、北两翼。由一系列平行展布的叠瓦式逆冲断层系组成。

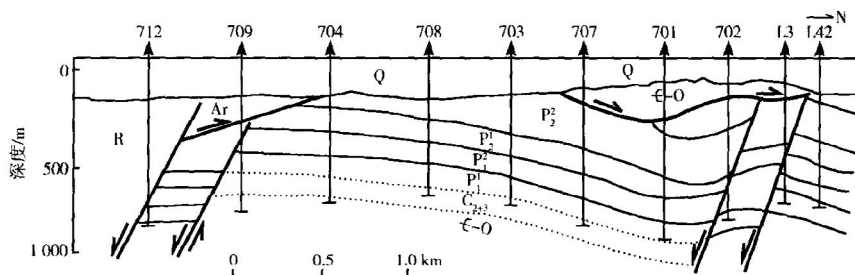


图7 安徽淮南煤矿新集井田7-7勘探线地质剖面

Fig. 7 Geologic cross section of prospecting line 7-7 in Xinji borefield, Huainan coal mine, Anhui Province

2 构造演化

北缘逆冲推覆构造与秦岭-大别造山带和南华北盆地的构造演化息息相关。现有研究证明^[1],秦岭造山带形成、演化与现今构造的最基本特征是在主造山作用时期(P_3-T_2),由3个板块(华北、扬子、秦岭)沿2个缝合带(商丹、勉略)发生俯冲碰撞造山作用;中、新生代在区域地幔动力学演变调整背景下,板内陆壳响应导致发生强烈的陆内造山作用。故北缘逆冲推覆构造中、新生代构造演化可以划分为3个阶段。

2.1 印支运动末期——萌生阶段

印支期扬子、华北板块的陆-陆碰撞所引发的由南而北的大规模逆冲推覆构造表现为东强西弱、东断西褶的规律^[12,13]。淮南煤田南缘表现为由南向北的冲断作用,使太古宙五河群、上元古界八公山群和徐淮群、下古生界、上古生界等老地层遭到了较为强烈的冲断、叠覆改造,形成叠瓦状构造样式;南部的合肥盆地印支面以下地层也是如此^[14-16]。周口坳陷逆冲规模明显减小,构造样式仅为断裂和褶皱;豫西段该期逆冲推覆构造微弱,在济源、义马等地区见下侏罗统义马组以微角度不整合于上三叠统谭庄组之上。

主造山期后,由于均衡调整作用和应力松弛,在造山带内部和前陆地区形成 T_3-J_1 和 J_3-K_1 等张扭性盆地,同时发生 J_3-K_1 的裂陷型火山活动。

2.2 燕山运动晚期——强烈扩展定型阶段

早白垩世末期,进入主造山期后的“陆内造山”阶段,东秦岭-大别造山带大规模逆冲推覆作

用达到高潮,造山带向华北地块南缘扩展,抵达三门峡-鲁山-淮南一线。大别山根带北大别杂岩向北逆冲在晓天盆地下白垩统之上,信阳盆地南缘北淮阳变质岩向北逆冲在中侏罗统之上,周口坳陷中部基岩向北逆冲在下白垩统之上(图6),表明早白垩世末期是造山带北缘逆冲推覆构造的主要形成和定型期。

2.3 燕山运动末期至喜马拉雅运动早期——局部持续发展阶段

晚白垩世以来,中国东部进入全面拉张断陷阶段。但有资料显示,豫西段前锋逆断层前渊发育早第三纪初期沉积,表明燕山晚期和喜马拉雅初期局部仍持续发育向北的逆冲作用,推测其动力来源可能与燕山晚期北秦岭大规模花岗岩基侵入($100 \sim 120$ Ma, $K_1^2-K_2$)所产生的重力扩展有关。早第三纪区域性的裂陷活动,进一步破坏了北缘逆冲推覆构造沿走向的连续性,使其构造面貌进一步复杂化。

郯庐断裂系在燕山运动中期(K_1 末)的左行平移运动与华北板块向造山带的“A”型俯冲运动方向一致,并横切造山带北缘逆冲推覆构造。

3 油气前景

豫西段的油气显示主要集中在前锋逆断带。如伊川盆地石门前锋逆断带前渊区的3001孔、4001孔和伊1井在上三叠统见良好油气显示,特别是3001孔上三叠统谭庄组中上部(740~920 m),录井呈油浸级别,油样分析为轻质油;洛阳义马盆地孟瑶头前锋逆断带前渊区侏罗系底部曾采集到油样,据研究油源为下伏上三叠统。

周口南缘段前锋逆断带油气显示活跃。如谭

庄-沈丘凹陷南缘断裂带的周16井在石炭系太原组(2 520.11~2 528.47 m)见4.69 m荧光,伴有气测异常;倪丘集凹陷周20井(3 628~3 635 m)在石炭系煤层中见气测异常;其北侧大王庄潜山构造上,南12井在古近系玉皇顶组(1 609.6~1 686.0 m)测试获低产油流4.6 t/d,累计产油超

4 结束语

东秦岭-大别山北缘逆冲推覆构造在走向上具有分段性特征,在倾向上具有分带性特征。主干逆断裂分南、北两支。逆冲推覆构造以多层次

石炭-二叠系的煤岩还是暗色泥岩,多属于中等一较好烃源岩,并且其 R_o 值介于0.8%~1.0%之间。

上述油气显示均说明,油气聚集和显示主要集中在前锋逆断带附近或逆冲岩席上,且主要发育两套烃源岩,即中生界烃源岩(下白垩统和上三叠统)和古生界烃源岩(石炭-二叠系),它们一般赋存在推覆滑脱面之下或者逆冲岩席中。由于受到后期多期断裂活动及强度的改变,直接影响了凹陷的沉降、沉积中心的变化,因而也带来了成烃作用的变化。即烃源岩在不同构造部位的埋藏保存和剥蚀残留状况不同,导致热演化历程各不相同。

热演化的不均衡性为二次成烃创造了一定条件^[18]。南华北地区二次成烃的范围和强度明显受上覆层古近纪断陷控制。二次成烃的有利地区是残留石炭-二叠系和下白垩统烃源岩相对保存较好、中-新生界建造厚度较大且热演化程度相对适中的地区。倪丘集凹陷南12井获得源于石炭-二叠系的成熟原油就是很好的例证。挤压形成的构造圈闭主要形成于早白垩世末期,而二次成烃的高峰期在古近纪,因此油气运移和圈闭的时空配置关系较好,这为古近纪末期成为最晚一期也是最重要的油气成藏期创造了条件。

的逆冲岩席区。其残存中生界和石炭-二叠系烃源岩具有二次生烃条件,古近纪末二次生烃达到高潮,油气运移与圈闭时空配置关系较好,可由残留层系和上覆新层系作为一个整体形成“多源晚期成藏体系”。

致谢:本文参阅了大量河南油田的资料,另河南油田勘探开发研究院何明喜高工曾给予悉心指导,在此一并表示衷心感谢。

参 考 文 献

- 1 张国伟,张本仁,袁学诚,等. 秦岭造山带与大陆动力学[M]. 北京:科学出版社,2001. 421~558
Zhang Guowei, Zhang Benren, Yuan Xuecheng, et al. Qinling orogenic belts and continental dynamics[M]. Beijing: Science Press, 2001. 421~558
- 2 何明喜,张育民,刘喜杰,等. 东秦岭(河南部分)新生代拉伸造山作用与盆岭伸展构造[M]. 西安:西北大学出版社,1995. 83~89
He Mingxi, Zhang Yumin, Liu Xijie, et al. The Cenozoic basin-ridge structures and extensional orogenic belts in the East Qinling, Henan, China[M]. Xi'an: Northwest University Press, 1995. 83~89
- 3 王桂梁,曹代勇,姜波,等. 华北南部的逆冲推覆、伸展滑覆与重力滑动构造[M]. 徐州:中国矿业大学出版社,1992. 45~98
Wang Guiliang, Cao Daiyong, Jiang Bo, et al. The nappe tectonics & stretch gliding nappe & the decollement in the southern part of North China[M]. Xuzhou: Mining University Press, 1992. 45~98

- 4 石铨曾,尚玉忠,庞继群,等. 河南省东秦岭山脉北麓的推覆构造[A]. 见:叶连俊,钱祥麟,张国伟,编. 秦岭造山带学术讨论会论文选集[C]. 西安:西北大学出版社,1991. 159~166
Shi Quanzeng, Shang Yuzhong, Pang Jiqun, et al. The nappe tectonics in the north of eastern Qinling, Henan province[A]. In: Ye Lianjun, Qian Xianglin, Zhang Guowei, eds. Paper selections for academic discussion on the Qinling orogenic belt[C]. Xi'an: Northwest University Press, 1991. 159~166
- 5 石铨曾,尚玉忠,庞继群,等. 河南东秦岭北麓的推覆构造及煤田分布[J]. 河南地质, 1990, 8(4): 22~34
Shi Quanzeng, Shang Yuzhong, Pang Jiqun, et al. The nappe tectonics and coal field distribution in the north of eastern Qinling[J]. Henan Geology, 1990, 8(4): 22~34
- 6 陈传诗,曹运兴. 河南义马煤田的逆冲推覆构造[J]. 河南地质, 1991, 9(3): 31~36
Chen Chuanshi, Cao Yunxing. The thrust-nappe tectonics of the Yima coal field in Henan[J]. Henan Geology, 1991, 9(3): 31~36
- 7 宋传中,刘国生,牛漫兰,等. 秦岭-大别造山带北缘新生代的构造特征及动力学探讨[J]. 地质通报, 2002, 21(8~9): 530~535
Song Chuansheng, Liu Guosheng, Niu Manlan, et al. Cenozoic tectonic characteristics and its relationship with natural gas in the southern North China[M]. Xuzhou: China Science & Technology University Press, 1995. 37~44
- 12 孙晓猛,张梅生,龙胜祥,等. 秦岭-大别造山带北部逆冲推覆构造与合肥盆地、周口坳陷控盆断裂[J]. 石油与天然气地质, 2004, 25(4): 191~199
Sun Xiaomeng, Zhang Meisheng, Long Shengxiang, et al. Overthrust tectonic in northern Qinling-Dabie orogenic belt and basin-controlling faults in Zhoukou depression and Hefei basin[J]. Oil & Gas Geology, 2004, 25(4): 191~199
- 13 孙晓猛,吴根耀,郝福江,等. 秦岭-大别造山带北部中-新生代逆冲推覆构造期次及时空迁移规律[J]. 地质科学, 2004, 39(1): 63~76
Sun Xiaomeng, Wu Genyao, Hao Fujiang, et al. Epochs and space-time migration of Meso-Cenozoic thrust-nappe tectonic in the north Qinling-Dabie orogen[J]. Chinese Journal of Geology, 2004, 39(1): 63~76
- 14 陈海云,舒良树,张云银,等. 合肥盆地中新生代构造演化[J]. 高校地质学报, 2004, 10(2): 250~256
Chen Haiyun, Shu Liangshu, Zhang Yunyin, et al. Mesozoic-Cenozoic tectonic evolution of the Hefei basin[J]. Geological Journal of China Universities, 2004, 10(2): 250~256
- 15 周进高,赵宗举,邓红婴. 合肥盆地构造演化与含油气分析[J]. 地质学报, 1999, 73(1): 15~24
Wang Zongli, Luo Qiang, Zhao Feng, et al. Favorable pooling conditions of Carboniferous-Permian formation in Luyi depression of southern Huabei basin[J]. Natural Gas Geoscience, 2005, 16(2): 194~199
- and hydrocarbon potential of Zhoukou depression[J]. Oil & Gas Geology, 1991, 12(1): 10~21
- 11 沈修志,薛爱民,刘德良,等. 华北南部盆地构造与天然气关系[M]. 徐州:中国科学技术大学出版社, 1995. 37~44
Shen Xiuzhi, Xue Aimin, Liu Deliang, et al. The tectonic characteristics and its relationship with natural gas in the basin in southern North China[M]. Xuzhou: China Science & Technology University Press, 1995. 37~44

(编辑 李 军)