

•煤田地质•

文章编号: 1001-1986(2003)03-0001-04

安徽淮南煤田阜风推覆体之下的伸展构造及其形成机制

张泓¹, 郑玉柱¹, 郑高升², 王绳祖¹

(1. 煤炭科学研究总院西安分院, 陕西 西安 710054; 2. 国投新集能源股份公司, 安徽 淮南 232171)

摘要:报道了淮南煤田阜风推覆体之下包括犁式断层面、反向正断层、滚动背斜和小型负花状构造在内的伸展构造。这些伸展构造很显然是扬子克拉通和华北克拉通在三叠纪碰撞时, 大别山造山带前陆位置岩石圈弯曲导致地壳上部产生非弹性变形的结果。根据大别山造山带的形成及相邻地区的构造演化过程判断, 淮南煤田阜风推覆体之下的伸展构造是在印支期初露端倪, 燕山早期(早侏罗世)定型, 燕山中晚期(中一晚侏罗世)就位的。

关键词:构造样式; 伸展构造; 推覆体; 形成机制; 淮南煤田

中图分类号: P618.1102 P552 **文献标识码:** A

1 前言

淮南煤田地处华北地台东南一隅, 东面为郟庐断裂, 南面与大别山构造带相距不远(图1); 该煤田是我国重要的煤炭生产基地, 也是华东地区最大的能源供应地。

从王竹泉^[1]的早期调查开始, 淮南煤田现代地质学研究的最为重要的进展, 是阜风推覆构造在20世纪80年代中期的发现^[2]。这一发现确定了淮南煤田的基本构造样式, 并在由下古生界和前寒武纪结晶岩系构成的推覆岩席之下, 找到了可观的晚古生代煤炭资源, 推动了华北地台南部推覆构造研究与推覆体下找煤工作^[2-5]。近年完成的煤田勘探、井巷工程和地球物理勘探成果表明, 阜风推覆体之下,

存在主要由走向正断层构成的伸展构造。本文着重阐述它们的几何样式及其组合形态, 进而探讨其形成机制和演化过程。

2 阜风推覆构造

阜风逆冲推覆构造发育于淮南煤田南部, 是华北地台南缘逆冲推覆构造带的一部分^[4], 主要由推覆体系(外来系统)、前缘带和原地系统3部分构成(图2)。

2.1 推覆体系

阜风推覆体(或外来系统)是由阜风断层、舜耕

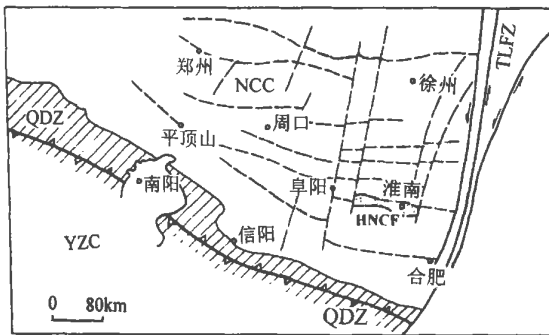


图1 华北地台东南部构造简图与淮南煤田的位置
QDZ——秦岭—大别山造山带; TLFZ——郟庐断裂带; NCC——华北克拉通; YZC——扬子克拉通; HNCF——淮南煤田

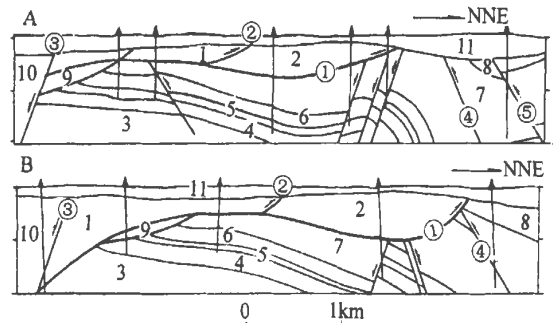


图2 阜风推覆构造剖面图

A——3勘探线剖面; B——03勘探线剖面

1——前寒武系; 2——寒武系; 3——奥陶系; 4——太原组; 5——山西组; 6——下石盒子组; 7——上石盒子组; 8——石千峰组; 9——二叠系; 10——第三系; 11——第四系; ①——阜风断层; ②——F02断层; ③——寿县—老人仓断层; ④——F1断层; ⑤——F214断层

收稿日期: 2003-02-11

基金项目: “十五”国家重点科技攻关资助项目(编号: 2001BA605A-07-01)、科学技术部科研院所社会公益专项资金项目(编号: 2001DIA10016)和国家“973”项目(编号: 2002CB211703)

作者简介: 张泓(1941—), 男, 河南南阳人, 煤炭科学研究总院西安分院研究员, 从事煤田地质学、煤层气地质学、古植物学和陆相地层学研究。

山断层和几个分支断层(如 F02 断层、山五集断层、阜李断层)与太古宙五河群、新元古代地层八公山群和徐淮群、下古生界、晚古生代煤系一起组成的叠瓦状构造;在寿县一老人仓断层与阜风断层的前锋之间,呈现逆掩断层和薄的逆冲岩席组成的宽约 1~4 km 的外来复合体。

阜风逆冲断层作为推覆体系与原地系统之间的主滑脱面,是最为重要的主干断层,也是沿着晚古生代煤系顺层滑脱的碾掩断层。它虽然可切割晚古生代煤系的不同层位,但主要从塑性岩层(如泥岩、花斑泥岩、碳质泥岩、煤层)中通过;断层线在平面上呈舒缓波状,并大体作近东西向和北西西向延伸;在剖面上,断面亦呈舒缓波状,总的趋势是向南倾斜。沿倾向倾角变化大;近前锋带 30~80°;中段缓斜,倾角 5~10°,局部地段几近水平,甚至向北倾斜;尾部倾角又变大,一般为 20°左右,甚至达到 60°;然后被寿县一老人仓断层截切,断入合肥盆地。舜耕山断层、F02 等分支断层,其走向几近东西向或北西西向,大体平行于阜风断层,呈舒缓波状;它在剖面上显示向南倾斜,浅部倾角陡立,向深部逐渐变缓,合并于阜风断层之上,并将推覆体系分为 2~3 个逆冲岩席。

在阜风推覆构造中段,F02 断层与寿县一老人仓断层之间的逆冲岩席由太古宙地层五河群片麻岩、混合花岗岩和花岗片麻岩组成;而 F02 断层与阜风断层之间的逆冲岩席是灰岩、白云岩、白云质灰岩、泥岩、钙质粉砂岩组成的寒武纪地层。逆冲岩席内,地层走向近东西,总体倾向北,倾角变化大,局部直立,甚至倒转,伴生一系列小型褶皱和断裂。但受勘探手段的限制,其细节尚未十分清楚。在推覆体系的后缘带,阜风断层之下常见一条低角度逆断层,两者之间为晚古生代煤系,当地地质人员将其称为“下夹片”。事实上,它也是多层式或复叠式推覆体系的一部分。但是,由于寿县一老人仓断层的干扰,推覆体系的后缘带和根带的特点未完全显示出来。

2.2 前缘带与原地岩体

前缘带是指分布于推覆体系前方的断褶带,包括推覆前缘带和后冲带。所谓推覆前缘带,一般是指推覆体系在其前缘派生的规模较小(或掩冲推覆作用较小)的断裂;受客观条件和探测手段的限制,研究范围内的推覆前缘带的特征尚未查清。后冲带由 F1、F214 断层及其间的逆冲块组成。这些断层的走向近 EW 或 NWW,断面倾向 N 或 NNE,倾角 55~65°,落差 50~400 m。它们都是逆冲作用前方受阻而形成的反向冲断层。在 F1 反冲断层与推覆前缘带之间存在的背斜构造(图 2A)也是前缘带的组成部分。该背斜的北翼,地层倾角较陡,南翼的地层倾

角相对平缓。

原地岩体被覆于推覆体系之下,主要由晚古生代煤系组成,岩层变形相对较弱,并发育宽缓的背、向斜构造。值得注意的是,原地系统的向斜部位,推覆体明显加厚;推覆体在背斜部位显著减薄,甚至局部被剥蚀殆尽,形成构造窗。

3 阜风推覆体之下的伸展构造

伸展构造作为地壳变形的一种基本类型,可出现于不同的构造环境,并表现出不同的构造型式。不断增多的事实表明,阜风推覆体之下确实存在着与挤压构造相对立的伸展构造。

根据煤矿采掘工程和高分辨率三维地震勘探剖面的揭露,阜风推覆体之下的伸展构造是由犁式断层面、反向断层、滚动背斜和负花状构造等组成的多层次构造体系(图 3~5),若用 13-1 煤层作为标志进行平衡剖面分析和构造复原,其水平伸展量在 15%左右。

3.1 犁式断层面

以 SF10 为代表的主断层呈 EW 走向,自西而东延伸数十公里,断面倾向 S,并呈现陡—缓—陡—缓的多台阶式变化,倾角 15~60°,浅部较陡,斜切层面,深部变缓,总体上具有犁式正断层的特点(图 3);落差大小不一,一般变化在 20~150 m。高分辨率三维地震勘探成果表明,SF10 断层上延时绝不穿越阜风断层以及 T_{QN} 反射层为代表的上超面(即第四系与二叠系之间的不整合面);该断层相当于钻探地质解释中的 F10 和 F11 断层;但后两条断层应合而为一。

3.2 反向断层

在犁式断层(SF10)上盘,多由 1 煤层之上的二叠纪煤系组成,出现的构造形态丰富多彩。其中,反向断层(如 SF16、SF21、SF27、SF24、SF25 等)最为常见。这些断层的延展长度一般 300~2 400 m,走向与犁式主断层 SF10 大体平行,但断面倾向相反,倾角 55~75°,落差 15~50 m,并错断 1 煤层、8 煤层、11-2 煤层、13-1 煤层等主要可采煤层,性质为高角



图 3 新集西部地震剖面图(示犁式断层与反向正断层)

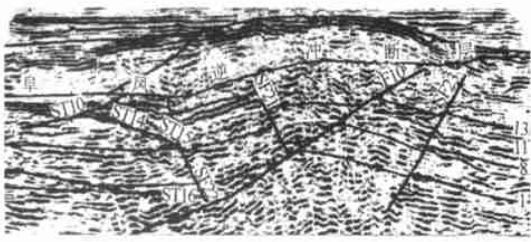


图4 XL415线地震剖面图(示宽缓的小型滚动背斜)

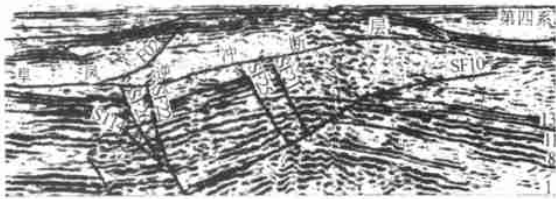


图5 XL355线地震剖面图(示小型负花状构造)

度正断层。断层面下延后被犁式主断层截切,但不穿越主断层面,上延时不穿越阜风断层。(图3)

3.3 滚动背斜与负花状构造

滚动背斜出现于SF10断层与SF21断层之间的共同下降盘。(图4)它是一个走向近EW、两翼大体对称的宽缓小型背斜。事实上,它是因伸展作用引起断层两盘开裂,下降盘为弥合由岩块跌落造成的潜在空间而形成的牵引构造。

花状构造也称作棕榈树构造。负花状构造主要由正断层组成,局部见有逆断层。XL355线地震剖面(图5)显示,近于直立的SF22正断层的一侧,出现两条向上翻卷、撒开的分支断层,其中,SF26为正断层,ST14是逆断层。SF22断层走向NWW,倾向NNE,倾角 $70^{\circ}\sim 75^{\circ}$,走向延伸长度1750m,落差16~32m;是伸展构造中的反向断层之一。SF26断层走向、倾向与SF22相同,但断面倾角略小($60^{\circ}\sim 70^{\circ}$),走向延伸长度480m,落差10~20m。ST14断层走向NW,倾向NE,断面倾角 $30^{\circ}\sim 45^{\circ}$,走向延伸长度850m,落差10~20m。上述分支断层在直立的正断层一侧撒开,构成了一个不完整的负花状构造(半花状构造)。

4 形成机制与演化过程

许多学者^[2,4,6]都承认,包括阜风推覆构造在内的华北地台南缘的逆冲推覆构造带的形成与演化与秦岭一大别山造山带密切相关。不断增多的事实表明,与逆冲推覆构造带(或造山带)平行的伸展构造不仅存在于阜风推覆体之下,走向正断层在淮南煤田的其他地区也屡见不鲜(如图4中的SF23断层);在合肥盆地残存的晚古生代煤系中,亦存在一系列南倾走向正断层^[6]。推覆体之下保存伸展构造或多米诺式断块(或断阶构造)的类似例证,在美国纽约

州Mohawk谷地Ouachita造山带Taconic前陆^[7]、澳大利亚板块一斑达岛弧碰撞带的Timor槽地和Aru盆地^[8]都能见到。因此,有必要对淮南煤田的推覆构造以及阜风推覆体之下伸展构造的形成机制与大别山造山带的构造演化关系进行重新认识。

淮南煤田处在秦岭一大别山造山带前陆位置(图1)。多种同位素测年结果表明,大别山构造带内以柯石英为代表的超高压(UHP)和高压(HP)变质岩石的形成以及华北克拉通与扬子克拉通的碰撞时代是三叠纪(240~210 Ma)^[9-11]。D·C·Bradley等^[7]认为,大陆岩石圈一些碰撞前陆出现的正断层,是岩石圈弯曲导致上地壳出现伸展作用的必然结果。也就是说,陆壳上部的大规模弯曲,使得弯曲板块的上拱边出现了非弹性伸展变形。岩石圈弯曲产生的伸展作用不同于与裂谷作用有关的伸展。裂谷作用与上地幔隆起有关,整个岩石圈都处于伸展状态,并伴有岩浆活动。而岩石圈的弯曲伸展作用一般只出现于上地壳或陆壳表层,中和面以下仍处于压缩体制;一般没有或很少有岩浆活动。岩石圈弯曲伸展作用形成平行造山带的正断层也有别于A·M·C·Sengor等^[12]用碰撞模式解释的同造山期正断层,后者的走向与造山带前锋直交。下面,结合区域地质背景分析,简要叙述淮南煤田推覆构造和伸展构造的形成背景与演化过程。

中一晚三叠世的印支运动,使扬子克拉通与华北克拉通碰撞拼合,秦岭一大别山进入碰撞后的板内变形体制,出现板内俯冲和大规模地、不同层次的逆冲推覆构造,造山带北侧成为逆冲断层系的根带。另一方面,大别山造山带以北的前陆部分,克拉通表层因岩石圈弯曲在其上拱边出现伸展性拉开,形成初始正断层。这种初始正断层出现于二叠纪煤系之中,且分布范围很广,甚至远离冲断带前锋100km以上的地区都有分布,但其位移(落差)很小。(图6A)

扬子克拉通和华北克拉通大陆地壳之间的造山作用在燕山期全部完成。在这个过程中,秦岭一大别山造山带逐渐缩短^[13],产生强大地侧向挤压,造山带北侧的逆冲断层系不断地向着华北地台南部推进。大别山构造带内部的逆冲推覆作用在燕山运动早期达到高潮,北侧的逆冲断层系在侏罗纪迅速向北扩展,其前锋(即阜风推覆构造)已到达淮南复向斜的南翼;逆冲断层系的中段和后缘在侏罗纪形成合肥盆地,它可能是位于大型推覆构造带上的背驮式盆地(piggy-back basin)。此外,上述推覆作用受蚌埠隆起的阻挡,于淮南复向斜的北翼形成反向推覆构造(明龙山推覆构造)(图6B、C)。值得注意的是,

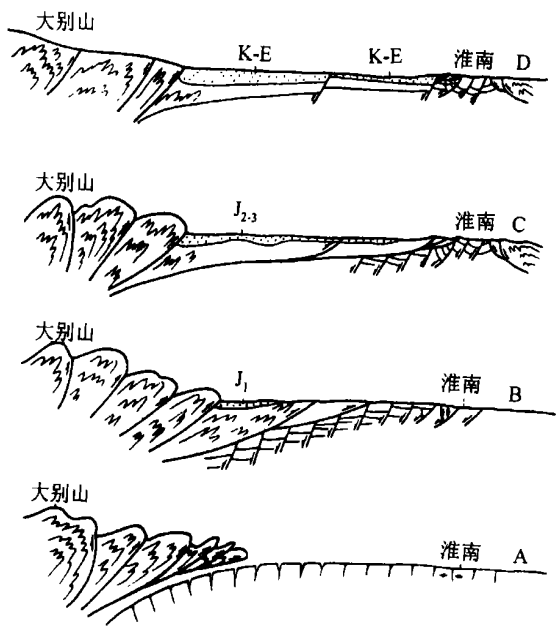


图 6 淮南伸展构造的形成背景与演化阶段
A——中—晚三叠世; B——早侏罗世; C——中—晚侏罗世;
D——现代

二叠纪煤系中由弯曲伸展作用产生的初始正断层,在燕山运动早期(图 6B)进一步拉开,一些正断层的落差达到 50~300 m。这些正断层发生相对于上包络面的旋转,形成一系列向南或向着造山带方向倾倒的多米诺骨牌式断块或断阶构造;部分断块上出现反向正断层。随着大别山逆冲推覆断层系的不断向北推进,陆壳伸展作用产生的正断层被部分或全部定位于推覆体系之下。(图 6B、C)

燕山运动末期(即白垩纪)以来,我国东部进入全面裂隙阶段,受基底构造格局和先成基底断裂再活动的制约,形成白垩纪—早第三纪合肥断陷盆地;使淮南复向斜南翼的冲断推覆构造与秦岭—大别山造山带分离,仅保留了寿县—老人仓断层以北的前锋部分——阜风推覆构造带。(图 6D)

5 结论

a. 淮南阜风推覆体之下的晚古生代煤系中存在与挤压构造相对立的伸展构造。它们是由犁式断

层面、反向正断层、滚动背斜和负花状构造组成的多层次构造体系。

b. 淮南阜风推覆体之下伸展构造的形成,是华南与华北板块碰撞拼合过程中,秦岭—大别山造山带形成时,其前陆位置的岩石圈大规模弯曲变形导致陆壳上拱边出现伸展作用的必然结果。

c. 秦岭—大别山造山带与华北地台南部逆冲推覆构造带形成演化史的详细分析证明,上述伸展构造是在印支期(中—晚三叠世)初露端倪、燕山早期(早侏罗世)定型、燕山中晚期(中—晚侏罗世)就位于阜风推覆体之下的。

参考文献

- [1] 王竹泉·安徽怀远县西南部煤田地质[R]·(前)农商部地质调查所地质汇报,1924,6,51—66.
- [2] 刘城埔·淮南推覆体与找煤[J]·中国地质科学院南京地质矿产研究所所刊,1986,25,14—20.
- [3] 徐树桐,陈冠宝,周海渊,陶正·徐淮推覆体[J]·科学通报,1987,14,1091—1095.
- [4] 王桂梁,曹代勇,江波等·华北南部逆冲推覆伸展滑覆与重力滑覆构造—兼论滑脱构造的研究方法[M]·徐州:中国矿业大学出版社,1992.
- [5] 王文杰,王信·中国东部煤田推覆、滑脱构造与找煤研究[M]·徐州:中国矿业大学出版社,1992.
- [6] 薛爱民,金维浚·合肥盆地油气地质及其与大别造山带构造耦合[M]·北京:石油工业出版社,2001.
- [7] Bradley D C, Kidd W SF·Flexural extension of the upper continental crust in collision foredeeps[J]·Geol. Soc. Amer. 1991, 103(11): 1416—1438.
- [8] Karing D E, Barber A J, Charlton T R, Klemperer S, Hussong D M·Nature and distribution of deformation across the Banda Arc—Australia collision zone at Timor[J]·Geol. Soc Amer. Bull., 1987, 98, 18—32.
- [9] Ames L, Zhou G Z, Xiong B C·Geochronology and geochemistry of ultrahigh-pressure metamorphism with implication for collision of Sino-Korean and Yangtze Cratons, Central China[J]·Tectonics, 1996, 15(2), 472—489.
- [10] 索书田,钟增球,游振东·大别—苏鲁构造带三叠纪碰撞缝合线的位置[J]·地球科学—中国地质大学学报,2000,25(2),111—116.
- [11] 李锦轶·中朝地块和扬子地块碰撞的时限与方式[J]·地质学报,2001,75(1),25—34.
- [12] Sengor A M C, Burke K, Dewey J F·Rifts at high angles to orogenic belts: Tests for their origin and the Upper Rhine graben as an example[J]·Amer J Sci, 1978, 278, 24—40.
- [13] 任纪舜,张正坤,牛宝贵,刘志刚·论秦岭造山带—中朝与扬子陆块的拼合过程[A]·见:秦岭造山带学术会议论文集[C]·西安:西北大学出版社,1991,99—110.

Extensional structure under the Fufeng-nappe in Huainan Coalfield, Anhui Province, and its formative mechanism

ZHANG Hong¹, ZHENG Yu-zhu¹, ZHENG Gao-sheng², WANG Sheng-zu¹

(1. Xi'an Branch, CCRI, Xi'an 710054; 2. Xinji State Investment Energy Ltd., Huainan 232171, China)

Abstract: The extensional structure under the Fufeng-nappe in the Huainan Coalfield, Anhui Province, which consists of shovel-like fault, reverse normal faults, small rolling anticline and negative flower shaped structure, is reported in this paper. Such structure in the collision foredeep of the Dabieshan Orogen was resulted in inelastic extensional deformation of the conver side of the flexed plate aroused by lithospheric flexure. Examination of the tectonic evolution of the Dabieshan Orogen and the thrust-nappe belt in the south part of the North China Platform from the beginning of the Permian to the end of the Neogene shows that the extensional structure in the Huainan Coalfield was probably born in the Yindosinian event, finalized in early Yanshanian and fixed position under the Fufeng-nappe in middle and late Yanshanian Movement respectively.

Key words: structure style; Fufeng-nappe; extensional structure; formative mechanism; Huainan Coalfield