

Analysis of Nappe Structure Characteristics of Lizuizi Coal Mine in Huainan

Wu Li¹, Yanming Zhu¹, Xuenian Zhou², Daohua Wang¹

¹School of Resources and Earth Science, China University of Mining and Technology, Xuzhou, China, 221116

²Lizuizi Coal Mine, Huainan Coal Mining Group, Huainan, China, 232001

Email: liwucumt@126.com

Abstract: Mesozoic formation of thrust-nappe structure change has a significant impact on the coal seam. Lizuizi mine, located in the south side of the Huainan coalfield, is no exception. In this paper, it is to explore the F1-based thrust fault nappe structural characteristics, based on analysis of the regional context and laws of the structure about Lizuizi mine, and through the geometry, kinematics and dynamics analysis. The nappe structure into NWW ~ EW, its main detachment for the southern slope, the section was like wavy, bedding thrust the former show-style expansion mode from the SW to NE direction of thrust. The main power source of the nappe is the SN compression stress, which is arising from Qinling - Dabie orogenic belt of the push force growing east of the Tan-Lu fault and the mass of the left-translation squeeze. And that coal thickness changed significantly by the folds and faults and other tectonic controls, in particular, is subject to the control role of the nappe structure in Li zuizi mine, which is inconvenience to the coal mining and so on.

Keywords: nappe; structural characteristics; structural control of coal; Lizuizi mine; Huainan

淮南李嘴孜矿推覆构造特征分析

李 伍¹, 朱炎铭¹, 周学年², 王道华¹

¹中国矿业大学 资源与地球科学学院, 徐州 中国, 221116

²淮南矿业集团李嘴孜煤矿, 淮南 中国, 232001

Email: liwucumt@126.com

摘 要: 中生代形成的逆冲推覆构造对煤层变化有很大影响, 位于淮南煤田南翼的李嘴孜矿也不例外。本文以李嘴孜矿区域背景分析为基础, 从研究李嘴孜矿构造规律出发, 通过几何特征、运动学和动力学分析, 探讨以 F1 逆断层为主的逆冲推覆构造特征。认为推覆构造走向 NWW~EW, 其主滑脱面向南倾斜, 断面呈波状起伏, 顺层推覆, 以前展式扩展方式自 SW 向 NE 方向逆冲; 秦岭-大别造山带的推挤力不断增大和东侧的郟庐断裂发生大规模的左行平移挤压而产生的 SN 挤压应力是其主要动力来源。并认为李嘴孜矿受褶皱和断层等构造控制, 特别是受推覆构造的控制作用, 煤层厚度变化显著, 给煤矿开采等工作带来不便。

关键词: 推覆构造; 构造特征; 构造控煤; 李嘴孜矿; 淮南

1 引言

地质构造控制着煤层的埋藏深度、厚度及赋存状态。挤压体制下形成的逆冲推覆构造通常造成煤层的重复或缺失, 加之不同构造部位的控煤作用不同, 给煤矿安全生产带来了很大影响。李嘴孜矿属于淮南煤田, 东

缘紧邻的郟庐断裂带属于大型走滑断裂带, 井田构造主要受 F1 逆冲推覆断层控制, 其对煤矿生产影响较大。

2 区域构造背景

淮南煤田主体构造为一复向斜, 位于八公山-舜耕山构造带和明龙山-上窑构造带之间, 是一主体构造形态为轴向 NWW~EW、轴面略向南倾的淮南复向斜。其出露长度大于 86 km, 有若干短轴次级褶皱发育, 自北

国家基础研究发展计划 (973 项目: 2009CB219605); 国家自然科学基金 (NO: 41072117)

向南主要有尚塘集-朱集背斜、尚堂~耿村集向斜、陈桥-潘集背斜、谢桥-古沟向斜、陆堂背斜、李嘴孜倒转向斜等次级褶皱组成，核部为奥陶系、石炭系，枢纽向东西两端倾伏，两翼有低山出露太古界五河群、中、上元古界霍山群、青白口系、古生界震旦系、寒武系、奥

陶系，地层倾斜平缓，一般为 5-15°，上覆新生界一般厚 200-500 m。南翼有阜凤、舜耕山逆冲推覆构造，北翼有明龙山~上窑山重力滑动构造。北北东向的区域性断层叠加在北西西向的主体构造线上（图 1）。

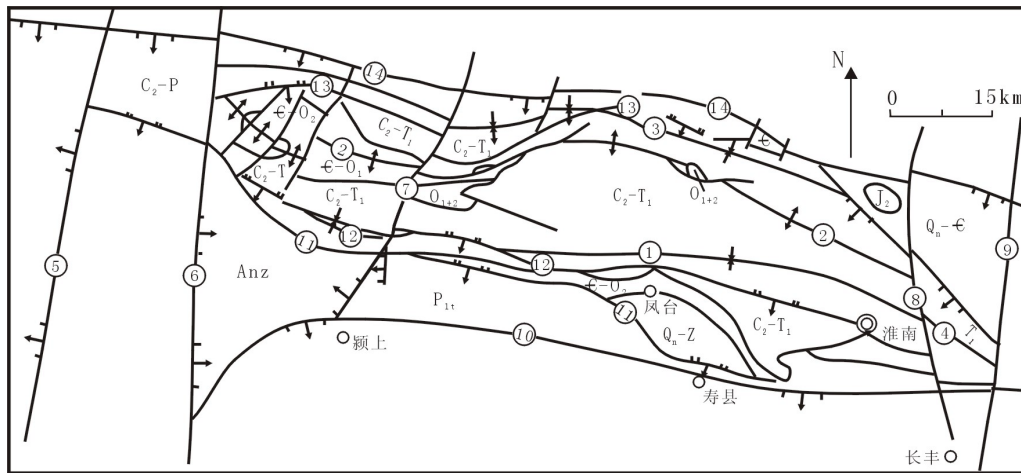


Figure 1 Structure outline map of Huainan coalfield

图 1 淮南煤田构造纲要图（据王桂梁，1992）

1. 谢桥-古沟向斜; 2. 陈桥-潘集背斜; 3. 尚塘集-4 朱集向斜; 4. 永康背斜; 5. 阜阳断裂; 6. 西番楼断裂; 7. 陈桥-颍上断裂; 8. 新城口-长丰断裂; 9. 武店断裂; 10. 寿县-老人仓断裂; 11. 舜耕山断裂; 12. 阜阳-凤台断裂; 13. 杨村集-朱集断裂; 14. 刘俯断裂

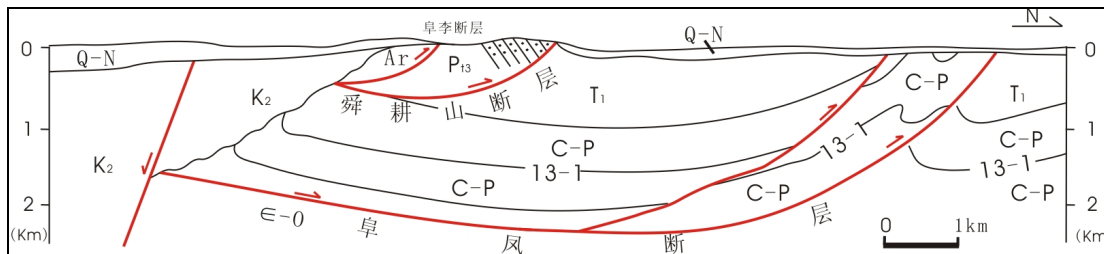


Figure 2 Thrust-nappe structure profile nearby Lizuizi mine

图 2 李嘴孜煤矿附近逆冲推覆构造剖面图（据王桂梁，1992）

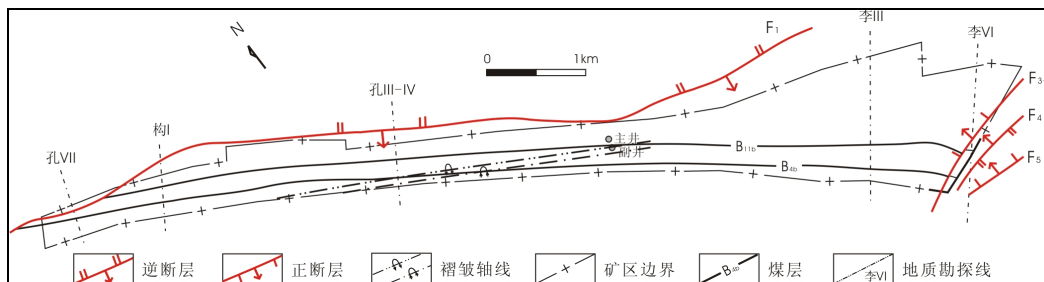


Figure 3 Structure outline map of Lizuizi mine

图 3 李嘴孜煤矿构造纲要图

淮南煤田逆冲推覆构造西起阜阳城东夏邑一固始断层，东至淮南东侧的灵璧一武店断层，走向长约

120km。外来系统由太古宇霍山群至二叠系组成，由分支逆冲断层分割为 2~4 个逆冲岩席，依次向北逆冲。主

要分支逆冲断层由北而南为阜(阳)凤(台)断层、舜耕山断层等断层。这些逆冲断层面一律向南倾,呈上陡下缓,在剖面上呈叠瓦扇组合,并收敛于呈缓波状的基底滑脱面上(图2)。

3 矿井构造特征分析

李嘴孜煤矿位于淮南煤田南翼,八公山扭动背斜的最西端,其北部古沟向斜南翼含煤地层受阜风(即F1)断层逆冲推覆上抬作用,阜风断层由南向北推覆,使上盘煤层呈倾斜、急倾斜、直立至倒转^[1](图3)。所形成的F1断层上盘煤层为本井田目前所开采部分。

在矿区中西部,古沟向斜南翼的次级小褶皱受F1断层逆冲推覆上抬作用,形成矿区浅部的倒转背斜和深部的倒转向斜,含煤地层在褶皱作用的同时伴生了一系列近走向大中型断层(如F3、F3-1、F3-2近走向正断层,F4、F6近走向逆断层)。

矿区东部边界是以山王集断层组次生的F3-4、F5横切正断层发育,表现为阶梯状平行正断层。因经受多次构造作用,致使矿区煤层产状变化较大,煤层走向N50°W~N80°W,倾向NE~SW,煤层倾角由东向西为NE36°渐变为NE55°-90°~SW70°。孔II勘探线以东总体上呈一走向近EW、向NE倾斜的单斜构造。地层倾角一般35°~85°,虽局部地段发育有小的褶曲,造成地层起伏,但波幅较小,地层产状总体上变化不大,单斜构造特征明显。

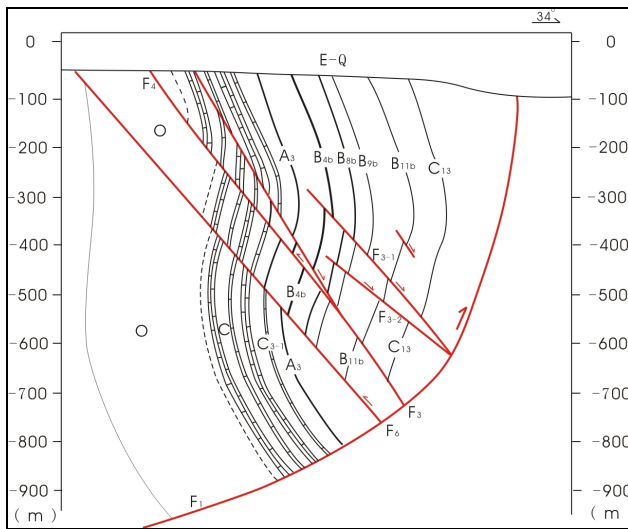


Figure 4 Kong III-IV line profile of Lizuizi mine
图4 李嘴孜煤矿孔 III-IV 线剖面图

由于李嘴孜煤矿正好位于淮南推覆构造的前锋

带,即阜风断层的推覆前缘带上,因此构造作用明显。从李嘴孜煤矿的构造特征可以看出,其含煤地层的构造复杂程度由西向东明显增强,在矿区西部地层产状陡,甚至倒转,且次级断层发育,从剖面上明显可以看出呈反“S”型褶皱(图4)

4 逆冲推覆构造特征

4.1 几何特征

逆冲推覆构造的几何学分析是构造及其运动学和动力学机制研究的基础,该断层在走向和同一煤层切割深度上均呈反“S”形。为近走向逆断层,贯穿全区,为井田北部边界,其上盘煤层为目前本井田开采部分,下盘深部预计在-1000m以下。走向为275~310°,倾向SW,倾角 $\angle 80\sim 45^\circ$,浅部倾角较大,深部倾角小,在倾向上呈犁形,落差 $> 3000\text{m}$ 。

该逆冲推覆构造的上覆系统由石炭系及二叠系组成,次级同向的背、向斜褶曲、牵引褶曲及分支、派生断裂较为发育,地层强烈褶皱乃至倒转,对煤系破坏极大。下伏系统为奥陶系、石炭系和二叠系,受推覆构造影响,因应力扩散和能量释放,除临近断层部位由于断层所致地层较为陡立外,断层下盘及其以东的岩体受力作用相对减弱,以宽缓开阔的倾伏背、向斜形式出现,次级断层较少,构造亦较为简单,但不同部位因滑脱面产状的不同,断坪、断坡发生的部位不同,导致局部应力不均,对下伏构造的影响程度不均。

4.2 运动学分析

李嘴孜矿构造是在区域构造控制下形成和演化的,对区域构造发育规律和区域构造演化史研究是从本质上揭示研究区构造运动学特征的基础,印支运动以来的构造演化不仅控制了研究区构造形成,而且后期的构造运动对前期的构造也起到了重要的改造作用。

印支-燕山早、中期李嘴孜矿最大主应力为近SN向,最小主应力方向近EW向,由于华南板块与华北板块碰撞的远程效益,已经波及本区,构造样式主要以铲式逆断层为主,但研究区的应力较小,这点从张弘等(2004)^[2]的模拟研究中也可可见一斑。因此,断层的位移量相对较小,推覆体的变形小,地层褶曲应不明显。

侏罗纪以来,随着碰撞效益的不断增加,来自秦

岭—大别造山带的推挤力不断增大，同时，东侧的郯庐断裂发生大规模的左行平移，进一步加剧了本区推覆构造的发育。据姜波等（1993）^[3]研究揭示，李嘴孜煤矿南侧的舜耕山断层带，其构造应力场方向仍为近 SN 向，其古应力可高达 160MPa 以上，具高应力作用的特点；张弘等（2004）^[2]的对构造应力场的研究和模拟，也揭示了当时的挤压应力场仍维持在近 SN 向，略偏于 NNE 向。在上述构造应力场的作用下，阜风断层的推覆作用逐渐达到高潮，其推覆构造的前锋抵达李嘴孜煤矿区。

李嘴孜矿处于该推覆构造的前锋带，地层受构造扰动剧烈，常发生倒转和褶皱现象^[4]。对李嘴孜煤矿构造的研究揭示，其构造变形强度，由东向西明显的加强，在东部地区，阜风断层上覆，含煤地层仅为当斜特征，地层相对较完整，伴生有一定数量的后期正断层，但少见反向逆断层；但向西到李III-IV勘探线一带，则剖面明显见有褶皱，地层倾角陡立；而到西部孔集一带，阜风断层的上盘发育了多条反向逆断层，地层为次级逆断层和后期的正断层切割破碎明显，井下煤层挤压增厚与变薄时有发生，表明该处的变形更加强烈。

受构造作用，地层被推覆、抬升和剥蚀，并形成了广泛的不整合，晚侏罗世地层叠覆在三叠纪及以前的不同地层之上^[2]。通过上述构造演化背景判定 F1 断层形成于燕山早-中期。

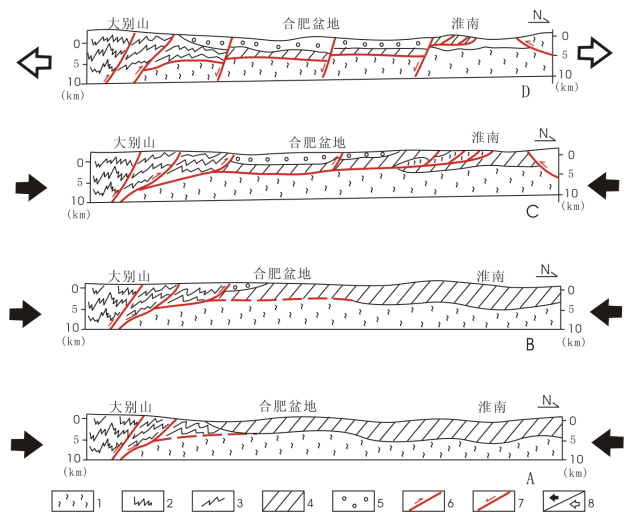


Figure5 Tectonic evolution of the northern margin of Dabie Mountains Regional Map

图 5 大别山北缘区域构造演化示意图（王桂梁，1992，修改）
A-印支期；B-燕山早期；C-燕山中期；D-燕山晚期—喜马拉雅期

1-太古宇；2-古元古界；3-新元古界；4-古生界；5-中/新生界；
6-逆冲断层；7-正断层；8-区域构造应力方向

4.3 动力学分析

淮南矿区逆冲推覆构造的形成和演化与秦岭—大别造山带息息相关，在空间上属于造山带前陆逆冲断层的锋端元，在时间属与陆陆碰撞后板内变形过程的一个重要环节。结合区域背景分析，可将其形成和演化划分为四个阶段（图 5）：印支运动前、印支期、燕山早中期、燕山晚期-喜马拉雅期。①印支运动前，华北古大陆板块与华南大陆板块间的相互作用控制了华北古大陆板块南缘地质构造发展，为板内变形奠定了物质基础和区域构造背景，淮南煤田位于华北古大陆板块南部，距离边缘有一定距离，因此，构造变形相对较弱，处于长期稳定的地台发展阶段，地壳运动以区域升降活动为主（图 5A）。②受印支期 NS 方向构造应力场控制，淮南煤田复向斜构造特征开始形成，总体的构造线趋势为 EW 向；同时南北两翼一系列走向压扭性逆冲断层也开始发育。但是淮南煤田总体构造特征在印支期只是初露端倪（图 5B）。③燕山早中期，淮南煤田基本继承了早期的区域构造应力场面貌，随着其南部秦岭—大别山造山带（大别山一带）的进一步缩短，产生强大的近 NS 向挤压力的作用，其推覆构造前锋不断向北扩展，最终抵达淮南地区，并形成了淮南煤田逆冲推覆构造带（图 5C）。④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 5D）^[5]。

而李嘴孜煤矿主要经历了三期构造应力场的更替，分别为：印支—燕山早、中期近 NS 向挤压；燕山晚期-喜马拉雅期的 NW—SE 向伸张和燕山晚期-喜马拉雅期的 NW—SE 向伸张。在燕山早中期，燕山地区受区域的近 SN 向挤压，李嘴孜矿位于华北古生代聚煤盆地的南缘，秦岭-大别造山带的北缘，受北东向的挤压作用，淮南地区地层的大规模缩减，产生强大的挤压应力场，在此动力条件下发育了逆冲推覆构造。

5 构造控煤作用

推覆构造影响煤层的埋藏深度、厚度及赋存状态。淮南煤田晚古生代石炭二叠纪含煤地层形成后经历了印支期、燕山期、喜马拉雅期等多期构造运动的改

造和影响,形成了现今的构造格局,直接影响着李嘴孜矿煤层的赋存状态。挤压体制下形成的逆冲推覆构造常使区域内发育强烈褶皱和断裂,易造成煤层的重复和缺失,且不同构造部位的控煤作用不同^[6]。

受推覆构造作用,由逆冲断层及其上盘推覆体或逆冲岩席组合造成局部构造复杂化,F1断层附近地层陡倾甚至倒转,挤压性的小断裂广泛发育,使煤层的赋存状态更加复杂,煤层重复与缺失现象较多,出现韧性流变现象,形成不协调褶皱。

6 结论

区域构造背景分析的基础上,研究了李嘴孜矿构造发育和展布规律,从几何学、动力学和运动学角度探讨了 F1 逆断层推覆构造特征,阐述了其对李嘴孜矿煤层的控制作用与意义,得到以下认识:

(1) 李嘴孜矿区总体处于淮南推覆构造的前锋带,构造作用明显,其含煤地层的构造复杂程度由西向东明显增强,在矿区西部地层产状陡,甚至倒转,且次级断层发育,从剖面上呈反“S”型褶皱。

(2) 以 F1 逆断层为主体的 SE 向推覆构造,自 SW 向 NE 方向以前展式逆冲扩展,是古生界煤系自形成以来经历多期构造变动叠加而成的构造样式。燕山运动早-中期,秦岭-大别造山带的推挤力不断增大和东侧的郯庐断裂发生大规模的左行平移挤压而产生的 SN 挤压应力场是发育推覆构造的主动条件。

(3) 因受构造作用,特别是推覆构造作用,煤层变化显著。上覆系统煤层埋藏深度相对抬升,有利于

资源开采,但次级构造发育,煤层形态复杂;下伏系统煤层重复出现,增加了开采难度,影响了煤矿正常生产。

References (参考文献)

- [1] Wang Guiliang, Cao Daiyong, Jiang Bo. *etc.* China southern thrust repeat stretch layer sliding structures and gravity [M]. Xuzhou: Chinese Mining Industry University Press, 1992.
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.
- [2] Zhang Hong, Zheng Yuzhu, Zheng Gaosheng. Extensional structure under the Fufeng-nappe in Huainan Coalfield, Anhui Province, and its formative mechanism[J]. *Coal Geology & Exploration*. 2003, 31 (3):20-23.
张泓, 郑玉柱, 郑高升, 等. 安徽淮南煤田阜风推覆体之下的伸展构造及其形成机制[J]. 煤田地质与勘探, 2003, 31 (3): 20-23.
- [3] Jiang Bo, Wang Guiliang. Strike-slip faults in the role and significance of coal structure [J]. *Journal of China University of Mining & Technology*. 1995, 24 (1):14-20.
姜波, 王桂梁. 走滑断裂在煤田构造中的作用及意义[J]. 中国矿业大学学报, 1995, 24 (1): 14-20.
- [4] WU Yungao, LI Jiliang, FAN Jingliang. The Major Progresses in the researches on the thrust and nappe tectonics of orogenic belts [J]. *Advances in Earth Science*. 2000, 15 (4):426-433.
吴运高, 李继亮, 樊敬亮. 造山带逆冲推覆构造研究的主要新进展[J]. 地区科学进展, 2000, 15 (4): 426-433.
- [5] Zhou Xuenian. Distribution Characteristics and Evolution of the Tectonics in Lizuizi Coal Mine in HuaiNan Coalfield[D]. Xuzhou: Chinese Mining Industry University, 2010: 51-53.
周学年. 淮南煤田李嘴孜煤矿地质构造分布特征及其演化[D]. 徐州: 中国矿业大学, 2010: 51-53.
- [6] Wang Guiliang, Zhu Yanming. Study on the Rheology of Coal Bed [J]. *Journal of China University of Mining & Technology*. 1988, (3):16-25.
王桂梁, 朱炎铭. 论煤层流变[J]. 中国矿业学院学报, 1988, (3): 16-25.