

潘家庵矿区构造复合及在煤矿安全生产中的意义

汪茂连 (淮南矿业学院 232001)

摘要 通过对徐州潘家庵矿区宏观构造特征及小断层统计分析,得出黄淮地区石炭二叠纪含煤地层沉积后,历经两期或两期以上构造运动,存在两套构造应力场。两期地质构造大角度横跨复合,是导致含煤盆地底部凹凸不平的主要原因。同时形成 NNE—NEE 方位的应力拉伸区,该方位的构造形迹显压性或压剪性是很好的隔水构造;SN—NW—NW 向为应力压缩区,该方位倾角大于 45° 的正断层多显张性或张剪性,是良好的储导水和排气构造。

关键词 构造复合 应力分析 潘家庵矿区 徐州

中国图书资料分类法分类号 P542 TD745.2

作者简介 汪茂连 男 59 岁 副教授 矿井地质

1 引言

徐州贾汪—潘家庵含煤盆地位于京沪、陇海两大铁路交汇处,其内部组成及地质构造独具特色,研究它对了解华北板块东南缘的形成及演化具有重要意义。我国许多地质学者均对该地区作过研究,有过许多重要认识。然而近十几年来,随着煤炭生产的不断扩大,开采水平的逐渐加深,灾害性地质问题相继发生,从 1980 年秋韩桥矿瓦斯突出,到 1990 年 8 月

权台矿 9106 工作面小断层引起大突水事故等,均与地质构造密切相关。笔者近年来通过对黄淮地区地质构造控水规律的研究,收集、整理了大量有关资料,现就该区地质形变特征及内部联系谈一点看法,供同行们参考。

2 地质构造部位及边界条件

潘家庵含煤盆地为一南北狭窄,中段宽阔的复式向斜,在大地构造单元上位于华北古大陆板块东

变种总是少量的,这也符合热力学原理,也为生物地层学的实践所证实。

参考文献

- 1 金岚主编·环境生态学·北京:高等教育出版社,1992:22~167
- 2 陈源仁·生态地层学原理·北京:地质出版社,1992:1~162
- 3 傅献彩,沈文霞,姚天扬编·物理化学(上册)·北京:高等教育出版社,1990:13~173
- 4 沈骊天·系统信息控制科学原理·南京:南京大学出版社,1987:1~297
- 5 李如生·非平衡态热力学和耗散结构·北京:清华大学出版社,1986:1~407

- 6 廖耀发·温度与熵·北京:高等教育出版社,1989:1~164
- 7 贝塔朗非著,林康义等译·一般系统论基础、发展和应用·北京:清华大学出版社,1987:1~279
- 8 马世骏主编·现代生态学透视·北京:科学出版社,1990:109~117
- 9 李德虎,罗臻,杨东华·负熵的含义及其与系统演化的关系·见:第五届全国热力学分析与节能学术讨论会学术委员会编·热力学分析与节能论文集·北京:科学出版社,1991:224~229
- 10 戎嘉余·微进化与宏进化的含义并论腕足动物石燕族的起源和早期宏进化·见:戎嘉余,方宗杰等主编·理论古生物文集·南京:南京大学出版社,1990:68~90

(收稿日期 1996-08-05)

南缘, 豫淮拗陷的东部北端, 恰处于秦岭—昆仑纬向构造带东段两亚带之间与新华夏系第二隆起带西侧的交汇部位。东邻郯庐大断裂, 西向华北沉降区。

潘家庵复向斜总体走向北北东, 含煤面积约 170 km^2 , 二叠纪山西组(小湖系) 9 煤层最大赋存深度达 $-1\ 300 \text{ m}$, 介于徐州—皇藏峪背斜与大庙背斜之间。北以台儿庄断裂与山东省枣台煤田相对; 南至废黄河断裂, 与安徽省淮北闸河煤田为邻; 西以擂鼓山—华祖庙逆冲断层为界; 东有两山口—迷羊山逆冲断层将老地层抬起, 构成一个封闭的构造系统(图 1)。

3 矿区地质构造展布特征

特定的大地构造位置, 决定本区以近东西向(横向)和北北东向(纵向)构造为主要格局。横向构造表现为较宽缓的隔档式褶皱, 靠近狭窄的背斜轴两侧常有规模较大的断层展布; 纵向构造则由一系列大致平行的线性褶皱及走向逆冲、逆掩断层组成; 其它方向的构造形迹不甚发育, 不起“成格作用”。

3.1 近东西向构造

近东西向构造(包括部分北西西及北东东向构造)一般向斜宽缓, 两翼煤岩层产状及厚度近于对称, 枢纽起伏不平, 呈缓波状延展, 有时被其它方向的构造改向或切割成几段, 甚至被包容或掩盖, 呈时隐时显的凸起和凹陷区。断层规模较大, 常构成矿区内分划性构造, 如 F_5 、 F_{10} 断层带为矿区北段和中段的自然分界, F_{13} —新 F_1 断层为权台矿和旗山矿的南界。

横向褶皱构造自南而北有: 大黄山向斜、小黄山背斜、鹿家庵向斜、青—韩背斜及夏韩桥井田内不完整的凸起和凹陷区等。其中以矿区中段的鹿家庵向

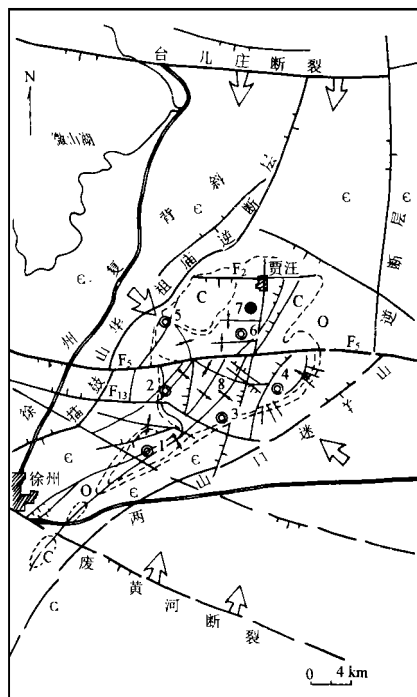


图 1 徐州潘家庵矿区地质构造轮廓图

大黄山矿; 2—权台矿; 3—旗山矿; 4—董庄矿;
青山矿; 6—韩桥矿; 7—夏桥井; 8—锅底块

斜保存较完整, 它横贯旗山井田, 总体轴向 280° , 轴长约 $8\ 000 \text{ m}$, 经过鹿家庵—徐台—董庄一线, 呈缓波状延展。西端受后期构造改造, 向北偏转, 与北北东向权台向斜汇合, 于 F_{10} 、 F_5 断层附近终止。东段跨越不牢河向斜, 被潘 F_1 、潘 F_2 、 F_{30} 及董 F_1 等断层切错后消失于董庄斜歪背斜之中。枢纽上下起伏, 分别在纵向向斜交汇处叠加下凹, 形成三个 9 煤层底板标高低于 $-1\ 000 \text{ m}$ 水平的构造盆地(俗称锅底块)。该向斜比较宽缓, 两翼煤岩层近似对称。矿区北段的青—韩背斜, 横跨青山泉与韩桥井田, 轴长近

PRELIMINARY STUDY ON THE THERMODYNAMICAL ESSENCE OF PALAEO-OCEANOGRAPHICAL BENTHONIC COMMUNITY

Zeng Yong(China University of Mining and Technology)

Abstract On the basis of basic principle of thermodynamics, the thermodynamical characteristics of palaeo-oceanographical benthonic community are analyzed. Some preliminary opinions about the community succession and evolution, biological extinction events and punctuated equilibria are put forward using the thermodynamical theory.

Keywords entropy; dissipative structures; palaeocommunities; succession

6 000 m,被后期断层切割成近似等长的5段,各段的宽窄程度及延展方向不尽一致,自西而东逐段北移,东端截止于纵向贾汪向斜轴部。

矿区内横向较大断层主要为南倾正断层(F_2 、 F_{29} 、 F_5 、 F_{10} 等),落差一般大于50 m,最大达1 300 m(F_5),延伸长度达10 km左右,倾角较陡($70^\circ \sim 80^\circ$)。少数向北倾斜(F_{13} 等),有的与前者组成地垒或地堑构造,个别为逆冲断层(F_6),倾角一般大于 45° ;力学性质以压性为主,或先压后张,兼具走滑性质。同序次同级别的近东西向断层,具有成带性和等距性,平均间距6 000 m左右。

3.2 北北东向构造

北北东向构造(包括近南北向及部分北东向构造)是矿区占主导地位的构造,控制着矿区总体构造轮廓。由一系列大致平行展布的褶皱和逆冲、逆掩断层以及复合式高角度正断层组成。矿区中段发育一组平行等距的纵向褶曲,自西至东为权台向斜、分界背斜、小潘家庵向斜、东大吴背斜、不牢河向斜及董庄斜歪背斜等6个褶曲。除最东边的董庄背斜受西倾 F_{19} 断层组影响,核部出现石炭系,3个向斜与横向鹿家庵向斜交汇处保存小块上侏罗统外,其余均在二叠纪含煤地层中波动,轴长一般6 000 m左右,呈弧形或缓波状。不牢河向斜规模较大,北跨横向 F_{10} 及 F_5 断层与贾汪向斜相对应,南经小黄山背斜东沿的鞍状构造,直接与大黄山主体向斜相连。

纵向断裂构造比较发育,或出现于同向褶曲两翼,或平行于岩层走向形成“断夹块”。在平面上呈弧形、S形或舒缓波状,有时见分岔合并现象。在含煤盆地东南边缘,尚发育一套与地层走向近似垂直相交的高角度正断层,呈放射状展布,落差浅部较大,向深部迅速尖灭,称之为“撕裂断层”。中部则以高角度正断层为主,倾向不一,大者成为井田或采区边界(F_{15} 、 $瓦_1$ 、董 F_1 、董 F_2 、及潘 F_1 等),小者常组合成阶梯状或地堑、地垒构造。力学性质多为压性、压扭性或先张后压等。

值得提出的是在矿区内还发育数条北北东向或近南北向中基性或碱性岩墙和岩脉,宽几米或十几米,长几百至数千米。这充分说明该方向曾经发生过开启性较好的张裂或张扭性破裂面,晚期又被挤紧压实。

3.3 北西向及北东向构造

该方向较大型地质构造不甚发育,主要表现为次级断裂构造。对前两组构造有一定干扰,但未能改变原有特征,应属配套成分或较晚期共轭剪切面,或反映局部应力变化。然而这些貌不惊人的断层,往往是引起矿井灾害的导水或储气构造,应慎重对待,不可忽视。

4 小断裂统计分析

小构造级别低、规模小、容易揭露全貌,加之同一地区小构造总是与大中型构造相伴而生,相互配套,密切相关。因此,通过对生产建设矿井小断层的统计分析,可以提高地质构造研究的量化程度,从而加确研究成果的可信度。

根据矿区中段3对矿井已开采区小断层统计资料,落差小于5 m的计1 718条,其中逆断层87条,约占5%。在纵横两组大型构造交汇地段,小断层密度显著增大,最高达130条/ km^2 ,中段平均20条/ km^2 左右。剔除产状数据不清及随机变化等172条,其余1 546条(利用率约90%)经数学处理,编制出小断层走向玫瑰花图(图2)和极点等密图(图3)。

异法同功,两种图案均反映该矿区小断层方位

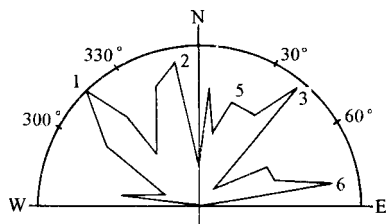


图2 矿区中段小断层走向玫瑰花图

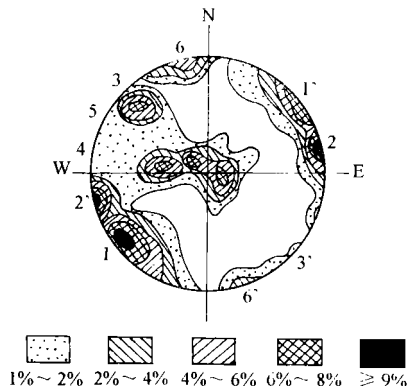


图3 矿区中段小断层极点等密图

相对集中,虽然极密点(或花瓣峰值)多而分散,但仍具有两两对称分布特征,既说明了构造变动的多期性和差异滑动存在,又可看出小断层的展布具有交切配置的“优选方位”。除去随机分散点,结合现场观测鉴定,得出该区小断层可划分 6 组(表 1)。

综合分析各组小断层特征:第 1 组条数最多,密度最大,倾角大小不够集中,延展长度不一,裂面开启性较好,个别有淋水现象,应属张剪性;第 2 组极点密度最集中,倾角大,有些近于直立,裂面开启良好,有时可见方解石脉状充填,亦为张剪性结构面;第 3 组条数不多,但相对集中,在玫瑰花图上峰值尖锐,在等密图上为孤立的点状极密,裂面闭合性较好,应视为压剪性结构面;第 4 组密度偏低,花瓣峰值尖锐,裂面紧闭,但多数与岩浆岩墙平行出现,显示先张后压的性质;第 5 组分布散乱,倾角较小,极密点分布在圆心附近,可能为层间滑动面;第 6 组条数较少,密度偏低,但倾角较陡,走向方位集中,裂面紧闭,常见切错北西向小断层,应为压剪性结构面。

上述分析结果,进一步说明本区含煤地层沉积后,至少经历过两期不同方向的地应力作用。根据统计学原理,一定规模的点极密呈对称性分布,则构成某种优势组合。因此可以确定本区存在 4 组两套剪切优势方位组合,即第 2 组与第 3 组、第 1 组与第 6 组,分别组成前后期两套“X”共轭剪切面。再采用赤平极射投影的方法,编制出反映矿区两期构造应力优势方位图(图 4)。从该图上得出:前期构造应力作用面(大圆)向南倾斜,倾角 30°左右,最大压应力轴向 σ 为 15°左右(NNE-SSW),主张应力轴向 σ 为 101°(SEE-NWW),中间应力轴 σ 倾向北,倾角约 60°;后期构造应力作用面倾向南东东,倾角仅 15°;主压应力 σ 轴向 292°(SEE-NWW),拉伸(主张)应力轴向 σ 为 21°(NNE-SSW),中间应力轴 σ 近于铅垂方向。

表 1 矿区中段小断层分组统计表 (°)

组别	走向	倾向	倾角	极点密度/%
1	328	SW 为主	80±	>10
2	348	NEE 居多	82	9~10
3	42	NW	77	5
4	8	W 居多	50	6
5	26	NWW 为主	30±	6
6	79	NNW 为主	84	4

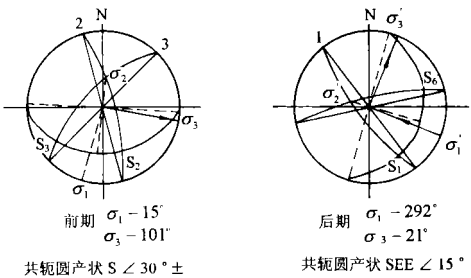


图 4 矿区小断层应力优势方位赤平投影图

5 两期地质构造横跨复合及应力场分析

同一地区一定方向的地质构造形迹,是在特定的地质时期由特定的地应力作用形成的,并具有相应的配套组合关系。矿区近东西向构造受台儿庄、废黄河等大型断裂的控制,平行等距展布,时隐时显,常被叠加其上的北北东向褶皱和断层改造或掩盖,断裂面有时可见活化及水平滑动擦痕。综合考虑现场观测、统计分析及微量量化处理资料,近东西向构造应属秦—昆纬向构造体系的东延成分。其压性结构面(包括褶曲轴面和压性断层)走向一般为 260°~300°,平均 280°左右;张性结构面(包括张性断层、岩浆岩墙及先张后压正断层等)走向延展方向在 350°~0°~30°之间,平均 N10°E,两组剪裂面分别为张剪面 340°(320°~360°),压剪面 40°(20°~60°)。其平面应力应变图像如图 5 所示,主压应力(σ)方向为 10°~190°(NNE),主张应力(σ)方向为 100°~280°(近 EW)。

北北东向构造受矿区边界逆冲断层及徐州—皇藏峪背斜为代表的北北东向大型构造的挟持和影响,构造形迹清晰,又因前期近东西向构造的隔挡和

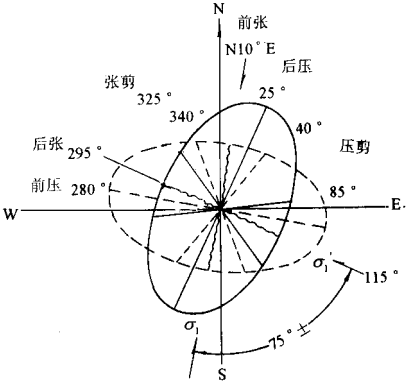


图 5 两期构造应力椭圆图

制约,使轴向局部改变呈弧形或舒缓波状。矿区中段并列等距发育的6条纵向背向斜构造,当其枢纽沿着各自延展方向齐头俯伏时,则与横向某向斜相遇,如鹿家向斜;而当它们同时昂起时,又与横向某背斜交汇(青一韩背斜或小黄山背斜)。在向斜与向斜相交部位,煤岩层叠加下凹,形成构造盆地(锅底块)或短轴向斜,其长轴方向多为北北东向。这种锅底块构造范围大小不一,中心深度不等,但由于四面受力,煤层相对稳定,小断层稀少,水文地质条件简单,地压较大,在平面上呈有规律的点阵状分布。在背斜与背斜叠加部位,煤岩层上拱,形成短轴背斜或穹窿,如属高沼矿井,煤层顶底板透气性差的块段,容易形成瓦斯富集,应慎重对待。而在背斜与向斜交汇处则形成马鞍状构造。一般情况后期构造轮廓比较明显,故两者叠加形成的构造盆地或穹窿,长轴方向代表后期褶曲的延展方向,这又一次说明北北东向褶皱为后期构造形迹。综合各种因素,北北东向构造应归于较晚期的新华夏构造体系,其压性结构面(褶曲轴面、逆冲及逆掩断层)走向摆动在 $N 10^{\circ} \sim 45^{\circ} E$ 之间,确定以 $N 25^{\circ} E$ 为宜;张裂面不甚发育,多为先压后张的活化断层或中小型破裂面,其走向一般为 $280^{\circ} \sim 315^{\circ}$;平均 295° 左右,与之配套的剪切面分别为张剪面 $325^{\circ} (310^{\circ} \sim 340^{\circ})$,压剪面 $85^{\circ} (65^{\circ} \sim 105^{\circ})$ 。平面应力应变图参见图5,主压应力 σ 来自 115° 方向(SEE),拉伸(主张)应力 σ 方向为 $25^{\circ} \sim 205^{\circ} (NNE-SSW)$ 。

上述两期构造应力场分析结论与小断层统计数据基本一致,绝对误差在5°范围以内,说明可信度较高。究其误差产生的原因,主要是小断层受局部应力场影响及仪器测量精度误差所致。

综上所述,徐州潘家庵矿区发育两套较明显的地质构造形迹,分属两个构造体系,具有两套不同的构造配套组合,是两期应力场作用的结果。前期构造线方位近东西向,后期显北北东向,两期构造应力方向呈大角度交叉,北北东向构造叠加在近东西向构造之上,形成典型的横跨反接式断裂—褶皱构造复合类型。

6 几点认识

a· 通过宏观和微观构造分析,得出以徐州潘

家庵含煤盆地为代表的黄淮地区,在石炭二叠纪含煤地层沉积后,历经了两期或两期以上地质构造运动,形成两套叠加复合构造应力场。前期主压应力近南北向,发生于印支运动中、晚期,后期主压应力来自南东东方向,形成于燕山运动早、中期。

b· 两期地质构造在本区大角度(75°)横跨复合,形成 $15^{\circ} \sim 105^{\circ}$ 方位的应力拉伸区,两侧受压,该方位发育的构造形迹,一般显压性、压剪性或先张后压等力学性质,封闭性较好,是很好的隔水、阻气构造;而 $15^{\circ} \sim 285^{\circ}$ 方位为应力压缩区,该方位发育的断裂构造多数为张性、张剪性或先压后张等力学性质,仅少数倾角低于 45° 的低序次断层,呈现压剪性,故近SN、NNW、NW及部分NWW向倾角大于 45° 的正断层,一般开启性较好,是良好的储导水和排气构造。认识这一规律,对黄淮地区隐伏煤田矿井安全生产和供排水工程具有现实意义。

c· 两期褶皱构造横跨复合是导致该地区各含煤盆地底部凹凸不平的主要原因。两期向斜叠加下凹形成的锅底块构造,煤层稳定,水文地质条件简单,但围压较大;两期背斜叠加上拱形成穹窿或短轴背斜,可能产生层间虚脱,若煤层顶底板岩性致密,封闭性较好,则容易形成瓦斯富集的储气构造。

d· 认真的小构造(小断层、节理及显微构造)统计分析,是研究矿区(井田)构造应力场的有效方法之一,它能够把定性研究地质构造引入定量分析的高度,促进地质工作和高新技术结合,加确对地质高难问题的判识、处理和预测。

本文承蒙徐州矿务局陈世杰、姜广仁等高级工程师,淮南矿业学院周治安教授、李祥碧副教授等的关怀和帮助,特此致谢。

参考文献

- 1 王桂梁等·矿井构造预测。北京:煤炭工业出版社,1993:74~195
- 2 李增学等·实用矿井地质研究。北京:地质出版社,1993:1~168
- 3 蒋如清·关于徐州复背斜构造发展史的探讨·徐煤科技,1980;(4):1~6

(收稿日期 1996-11-13)

(下转第26页)

于不稳定沼泽类型,即受洪泛和受外来的物质的影响较大,故所形成的煤中矿物质含量较高。

4 结论

伊犁盆地早侏罗世八道湾组煤多为光亮和半亮型,中侏罗世西山窑组煤则以半亮和半暗型为主。

运用煤层显微煤岩类型组合——微相双三角图和煤层微相 $GI-TPI$ 双对数坐标图能较好地反映出不同类型的煤相,且能较好的相互对应。笔者认为,在研究煤相时最好能将上述两种图解法共同使用,相互对照,相互弥补不足,这样才能将煤相划分得更加准确和详细。

9 种煤相类型按潮湿或覆水程度由强到弱排序为: $OM \rightarrow RM \text{ III} \rightarrow FM \text{ II} \rightarrow RM \text{ II} \rightarrow FM \text{ III} \rightarrow RM \text{ I} \rightarrow FM \text{ I} \rightarrow FtM \text{ II} \rightarrow FtM \text{ I}$ 。

从最下部的吉 B₁ 煤、吉 B₂ 煤、吉 B₄ 煤、Y_a-8 煤至最上部的 Y_a-10 煤,干燥森林泥炭沼泽所占比例不断增加,说明在伊犁盆地早、中侏罗世成煤期间

气候由潮湿逐渐向干燥转化。从剖面上看,半暗和暗淡型煤分层所占比例以及惰质组的含量从下部的吉 B₁ 煤到最上部的 Y_a-10 煤不断增加得到印证。

本次研究工作的煤样系由煤科总院西安分院提供,工作过程中得到西安分院地质所窦廷焕所长、张泓高工、叶道敏高工、张群高工的大力帮助,谨致谢意。

参考文献

- 1 Diessel C F K. The correlation between coal facies and depositional environments. Adv in the study of the Sydney Basin. Proc. 20th Symp, Univ. Newcastle, 1986; 19~22
- 2 马兴祥. 贵州水城晚三叠世主采煤层的岩石学研究及煤相. 中国矿业大学博士学位论文, 1988
- 3 Marchioni D L. Petrography and despoistional environment of the Liddell seam, Upper Hunter Valley. New South Wales. Int. J. Coal Geol., 1980; (1): 35~61

(收稿日期 1996-06-14)

PETROGRAPHIC CHARACTERISTICS AND COAL FACIES OF JURASSIC COAL IN YILI BASIN, XINJIANG

Zhang Jing Wang Shijun Tang Jiexiang (China University of Mining and Technology)

Abstract Utilizing the coal-petrographic method, the petrographic characteristics of Jurassic coal in Yili Basin are discussed, and nine coal facies are divided, i. e. dry forest swamp facies (including two subfacies), wet forest swamp facies (three subfacies), mixed herbaceous and arboreous type swamp facies or reed bog facies (three subfacies) and open water peat swamp facies. By the coal facies analysis, an evidence is provided for the coal-forming environment in Yilli Basin.

Keywords coal-petrography; coal facies; Yili Basin

(上接第 9 页)

THE STRUCTURAL COMPOUNDING AND ITS SIGNIFICANCE IN SAFETY MINING IN PANJIAAN MINING AREA, XUZHOU

Wang Maolian (Huainan Mining College)

Abstract Based on the macrostructural character and statistical analysis of small faults in Panjiaan Mining Area, it is concluded that two or more phases of tectonic movement had been undergone, and two sets of stress field were existed after the Permo-Carboniferous coal-bearing strata deposited in Huang-Huai region. The geological structures of two phases are compounded transversally at a large angle, and it is the main cause which resulted the uneven floor of coal basin. At the same time, an extensional area with the orientation of NNE-NEE was formed, the structural track in this orientation shows the compressional or compresso-shear nature, and it is a better watertight structure; in a stress compressional area with the orientation of SN-NW-NWW, the normal faults with the dip angle larger than 45° in this orientation show mostly tensional or tensiono-shear nature, and it is a better water-storing and producing structure and degassing structure.

Keywords compounding of structure; stress analysis; Panjiaan Mining Area; Xuzhou