

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

阜新盆地地质力学分析

刘志刚

(阜新矿业学院, 辽宁)



阜新盆地及邻区主要存在纬向系、北西系和新华夏系构造形迹, 盆地经历了纬向系→早新华夏系→北西系→中、晚新华夏系的构造演化; 纬向系奠定了盆地形成的基础, 早新华夏系构成了盆地雏型, 北西系是主要成盆构造, 中、晚新华夏系是成盆后的主要形变构造。

广泛发育于我国东部的晚中生代 (J_3-K_1) 聚煤盆地是能源地质研究的重要对象。在这些盆地中, 大量出现呈NNE向展布的断陷盆地, 盆地内部NNE向正断层与NNE向褶皱并存, 同时还存在NWW向褶皱和压冲断层。

阜新盆地是位于辽宁省西部。属于阜新-义县盆地的一部分, 因主要聚煤作用发生于义县以北, 所以常称为阜新盆地。(图1)

阜新-义县盆地属于内陆山间聚煤盆地。盆地周边出露为老地层, 主要是太古宙建平群, 早元古代卡拉房子群, 中元古代长城系和蓟县系, 中生代侏罗系下统和中统。盆内出露新生代地层主要有: 义县组 (J_3y^1)、泥河子组 (J_3y^2)、榆树沟组 (J_3y^3)、沙海组 (K_1sh)、阜新组 (K_1f)和孙家湾组 (K_1s), 第四系(Q)。

其中赋煤的层位为泥河子组 (J_3)、沙海组 (K_1) 和阜新组 (K_1), 主要是沙海组和阜新组。

一、盆地分析

(一) 区域构造特征

阜新-义县盆地位于天山-阴山东西复杂构造带与新华夏系第二沉降带的反接复合部位, 即所谓“正”“负”构造叠加部位^[1]。区域构造主要由走向 EW, NNE-NE, WNW-NW三组方向的褶皱、压冲断层及伴生形迹组成(图1)。

EW向构造主要有盆地北侧外围的旧庙复背斜和作为开原-赤峰大断层一部分的满井-巴楼子压冲断层, 还有盆地南侧外围的锦西-建昌隆起。

NNE向构造主要表视为“三隆三拗”, 自西向东有: 大青山复背斜、羊山盆地、大柳河沟背斜、阜新-义县盆地、吕山复背斜和盘山-新立屯盆地。

WNW向构造表现最明显的要属WNW向压冲断层, 主要有: 盆地西侧外围的于寺断层带、大乌兰断层带, 东侧外围的汪家坟断层带以及义县断层带, 伊马图断层等。WNW向褶皱只有少

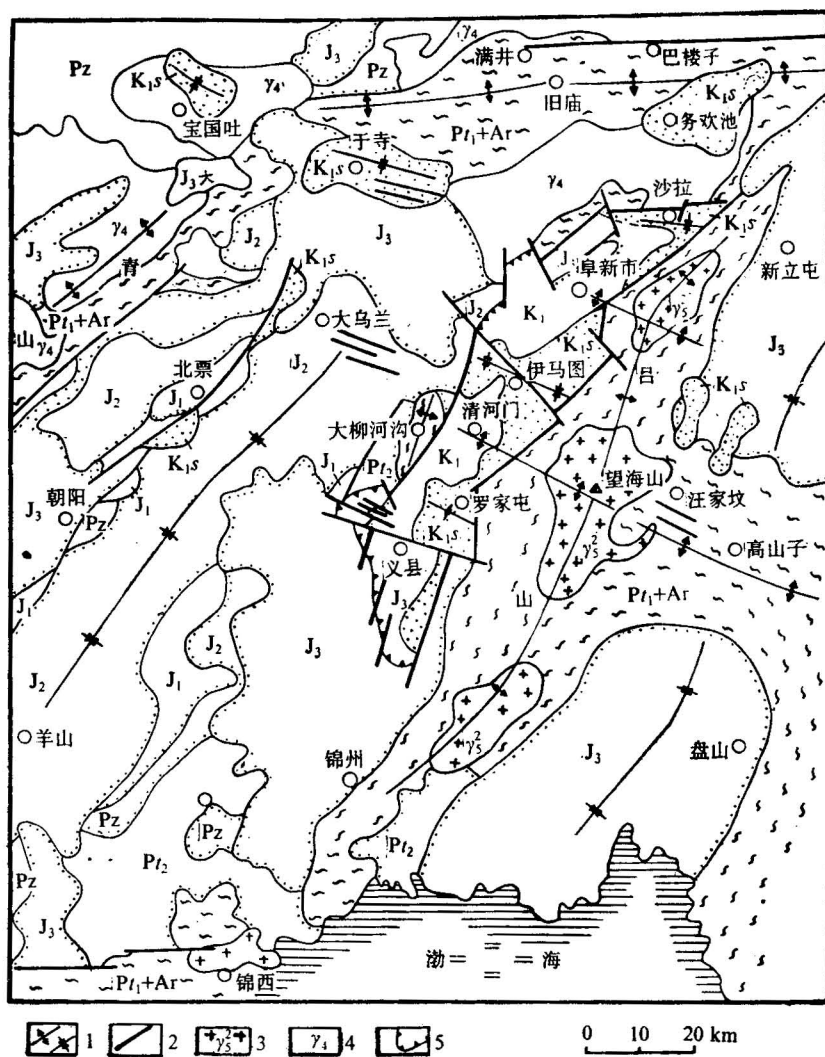


图 1 阜新-义县盆地区域构造纲要图

Fig. 1 Outline map showing the regional structures in the Fuxin-Yixian basin

1—褶皱；2—断层；3—燕山期花岗岩；4—海西期花岗岩；5—阜新-义县盆地边界

1—Fold; 2—fault; 3—yanshanian granite 4—Hercynian granite; 4—Borderline of the Fuxin-Yixian basin

数较明显，它们有：宝国吐向斜、于寺向斜，沙拉向斜、清河门-望海山-高山子背斜；多数 WNW 向褶皱由于受 NNE 向褶皱的叠加、改造而表现得不那么醒目；各盆地内的孙家湾地层和各隆起区内的古老地层都分别呈膨缩相间、时断时续地呈串珠状展布；而且各盆地内孙家湾组地层尖灭部位又恰好与隆起区内老地层分布的膨大部位相对应，它们的连线方向为 WNW-NW 向，各盆地内孙家湾组地层膨大部位则恰好与隆起区内老地层分布的尖灭部位相对，连线方向亦为 WNW-NW 向。

(二) 盆地构造特征

1. 褶皱 盆地内主要存在 NNE-NE 和 WNW-NW 向褶皱 (图 2)

NNE-NE 褶皱自西向东主要有：①架其营子-佛寺向斜；②沙拉-团山子背斜；③阜新解放

广场-大管子向斜；④ 阜新建设广场-姜家店背斜；⑤ 南瓦房-东伊马图向斜；⑥ 伊马图-李金背斜；⑦ 革命营子-公官营子背斜；⑧ 稍户营子-郭家屯向斜；褶皱醒目，多为延伸数十公里、两翼

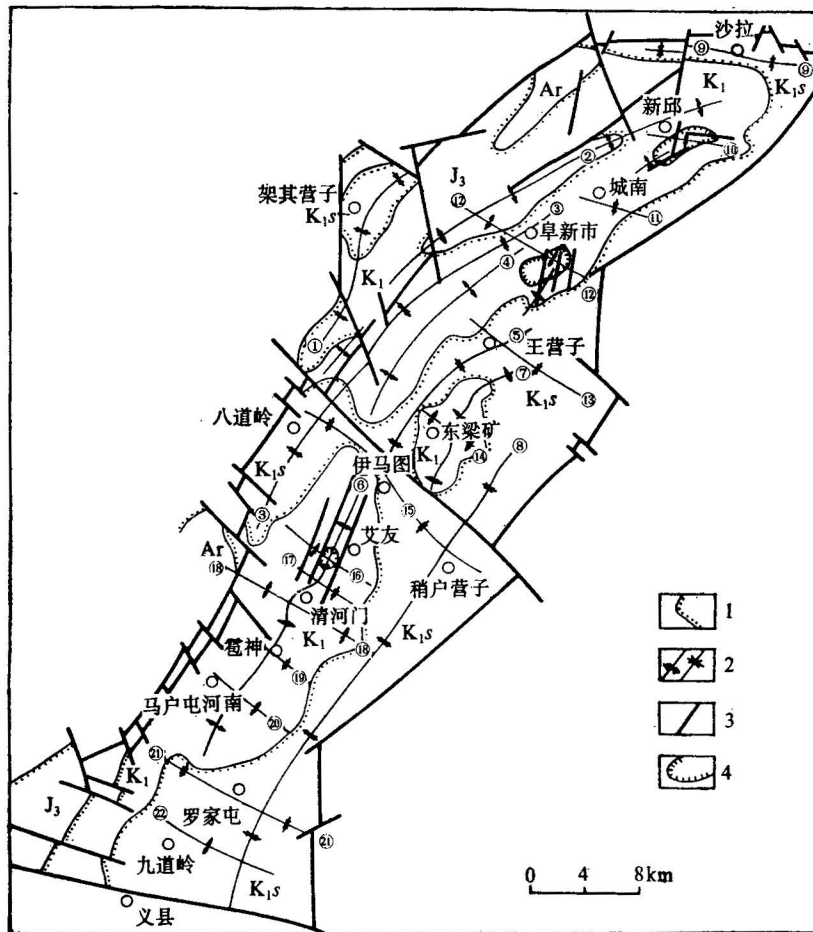


图 2 阜新盆地构造纲要图

Fig. 2 Structural outline map of the Fuxin basin

1—角度不整合界线；2—褶皱；3—断层；4—露天煤矿

1—the unconformability of the dip; 2—fold; 3—fault; 4—open-cut coal mine

倾角为 10° — 20° 左右的长轴平缓褶皱，呈右列式展布；轴向在王营子-架其营子一线以南（下称南区）为正常的 $NE20^{\circ}$ — 30° ，以北（下称北区）渐转为 $NE40^{\circ}$ — 50° ，呈向西突出的弧形。

WNW—NW褶皱自北向南有：⑨ 沙拉向斜；⑩ 新邱矿背斜；⑪ 城南向斜；⑫ 海洲矿背斜；⑬ 王营子向斜；⑭ 东梁矿背斜；⑮ 伊马图向斜；⑯ 艾友西露天矿背斜；⑰ 长山堡向斜；⑱ 清河门背斜；⑲ 霍神向斜；⑳ 马户屯河南背斜；㉑ 罗家屯向斜；㉒ 九道岭背斜。上述褶皱中，除沙拉向斜、新邱矿背斜、王营子向斜和伊马图向斜比较醒目外，大多表现不甚清晰：

前述两个方向的褶皱，WNW向褶皱在深部表现明显，NNE向褶皱在浅部表现明显；WNW向褶皱受NNE向褶皱横跨、叠加而残缺不全；而NNE向褶皱则受WNW向褶皱的干扰，使其枢纽发生变形，当NNE向背斜与WNW向背斜相遇时，常形成构造穹隆或短轴背斜，如清河门等背斜，当NNE向向斜褶皱与WNW向向斜褶皱相遇时，则常常形成构造盆地，如架其营子等构造盆地。这些事实证明了两个方向褶皱的形成顺序是，WNW褶皱先于NNE向褶皱。

2. 断层 按走向和力学性质可划分为盆缘断层和盆内断层两类(见图2)。

1) 盆缘断层 阜新盆地基本上被盆缘断层所围限。按走向,共有八组:即EW($270^{\circ}\pm$),SN($0^{\circ}\pm$),NW($315^{\circ}\pm$),NE($45^{\circ}\pm$)WNW($290^{\circ}\pm$),NNE($25^{\circ}\pm$),NNW($340^{\circ}\pm$),ENE($70^{\circ}\pm$)。按倾向,南北缘为倾向盆外的“外倾”断层,东西缘为倾向盆内的“内倾”断层。大多数盆缘断层,特别是走向EW、SN、NW、NE的断层具有多期活动的特点,对盆内地层控制影响甚小。

2) 盆内断层 盆内断层在走向上缺乏EW、SN向断层,在横剖面上组成阶梯状构造。盆内断层同样具有多期活动的特征,只是次数少于盆缘断层。其中,盆内NE向断层(北区)只具有压冲特征,NW向断层缺少盆缘同方向断层所具有的早期右旋水平扭动;它们可能属于先存于盆地基底上的断层,在盆地成生、发展时期的新构造应力场条件下重新切穿新盖层、再次活动的结果。

3. 同沉积构造 1) WNW-NW向同沉积褶皱 其具体表现为:(1)沉积等厚线图显示大型沉积隆起和坳陷的长轴为WNW向,与盆地内前述的WNW-NW向褶皱一致或重合,而且轮廓具有相似性(图3)。

(2) WNW-NW向背斜多为上缓下陡的开阔中间型背斜,具有明显顶薄翼厚特点;而向斜则具有底厚翼薄特点^[2]。

(3) WNW-NW褶皱在一定程度上控制了沉积岩相带的分布。例如,总体上平行于盆缘的沙海组或阜新组冲积扇带,在WNW向斜部位明显向盆内凸进、变宽,而在该方向背斜部位则后退、变窄(见图4)。

2) 同沉积断层 同沉积断层主要有两类:其一是与同沉积褶皱轴向一致的、以压性逆冲断层表现出来的WNW向断层,其二是与同沉积褶皱方向垂直或近于垂直的、以张性正断层表现出来的、走向NNE、NE、近SN向断层。

前者是规模较大的,横切盆地的义县断层和伊马图断层;如义县断层控制了大凌河南北的沉积作用:南部缺失沙海、阜新组,而孙家湾组表现为狭窄山间谷地沉积;北部广泛发育沙海、阜新组,并有大规模聚煤作用发生,孙家湾组则为广阔洪泛洼地沉积;这种南抬北降局面的形成,显然与倾向南的义县断层逆冲活动有关。后者以盆地东西两缘断层表现最突出,如沿盆缘断层内侧广泛发育有呈条带状展布、以泥石流沉积为主的冲积扇带;盆内NNE向断层上下盘地层、煤层厚度和岩相有明显差异,甚至控制岩相带分布,以及断层经常表现出断距“上大下小”等等,均表现同沉积断层特征。(图4)。

(三) 构造体系及构造演化

综上所述,盆地及相邻地区存在的主要构造体系有纬向系、北西系和新华夏系。

1. 纬向系 主要包括走向EW的褶皱、压冲断层和断裂带,走向EW的张滑正断层,走向NE的左旋扭性平移断层和走向NW的右旋扭性平移断层。纬向系形迹全部出露于盆地外围的中元古界(原震旦亚界)及其以下的老地层中和作为涉及老地层的盆缘断裂存在,它的形迹被研究区内其它所有构造体系的形迹切割或归并、复合改造。因此,纬向系属于成生最早的成盆前构造,大约形成于三叠纪印支期或更早。

2. 北西系 主要包括走向WNW-NW的褶皱、压冲断层或断裂带,包括南区走向NNE、北区走向北偏东的张滑正断层,包括走向NNW右旋扭性平移断层和走向ENE的左旋扭性平移断层。它的形迹在盆内外皆有分布,涉及的地层上界是下白垩统孙家湾组,同沉积构造的分析证明,NW系属于成盆期构造。大约成生于晚罗世与早白垩世之间的造山运动,并在早白垩世沙海期、

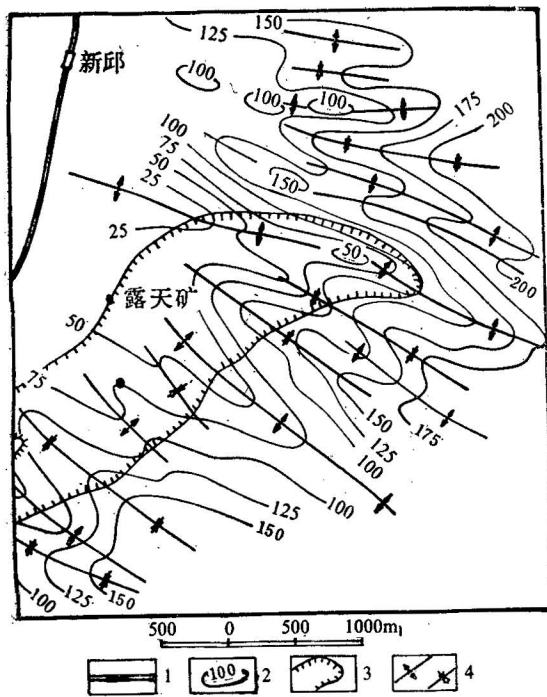


图 3 新邱露天矿煤系地层等厚线图(阜新组(k_1f)—孙家湾组(k_1s)顶部)

Fig. 3 Isopach map of the coal measures in the Xingqiu open pit in the district (from the top of the Fuxin Formation to the top of the Sunjiawan Formation)

- 1—铁路; 2—沉积等厚线; 3—露天煤矿; 4—沉积隆起与拗陷
1—Railway; 2—Isopleth of the deposit thickness; 3—open-cut coal mine; 4—Swell and depression

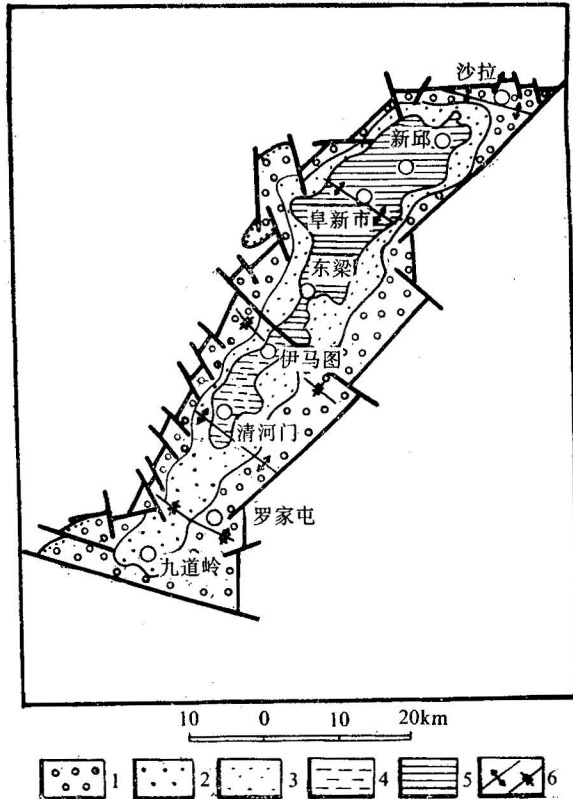


图 4 阜新盆地沙海组三段晚期岩相古地理图 (据李思田略加修改)

Fig. 4 Lithofacies-paleogeographic map of the Third Member of the Shaihai Formation in the Fuxin basin

- 1—冲积扇; 2—扇前和扇间冲积盆地; 3—扇三角洲;
4—浅湖; 5—深湖; 6—同沉积褶皱
1—fan; 2—pro-fan and interfan flood valley (Basin) 3—fan-delta; 4—shallow lake; 5—deep lake; 6—syn-depositional fold

阜新期和孙家湾期得到进一步发展。

3. 新华夏系 主要包括走向NNE-NE的褶皱、压冲断层或断裂带, 走向WNW的张滑正断层, 走向NNW的左旋扭张性正平移断层和走向ENE的右旋扭性平移断层。

新华夏系是个长期、反复、多次活动的构造体系: 1) 在盆地西侧外围的北票盆地(早侏罗世)和羊山盆地(中侏罗世)属于长轴为NE 35° - 40° 左右的拗陷型盆地, 并以“较强烈的NNE-NE褶皱和逆冲断层为特征”^[3]。它们与阜新盆地的类型、构造特征均有差异, 说明本研究区内的新华夏系在早、中侏罗世即已成生。它的形迹涉及的地层上界是上侏罗统。我们称早新华夏系。早新华夏系既属于成盆前构造, 又在晚期参与了阜新一义县盆地的成生。2) 在阜新盆地内存在一系列呈右列式展布的, 方位由NNE渐变为NE的褶皱和压冲断层, 总体呈向西突出的弧形(见图2)。该形迹涉及地层上界为下白垩统, 并以典型的横跨褶皱叠加改造了WNW向褶皱, 还将先存的属于NW系的NNE(南区)和北偏东(北区)走向的张性正断层改造成为压性逆断层(南区)和左旋水平扭动的断层(北区), 先存的其它方位的断层也发生了力学性质和位移方式

的变化(见表2)。这套形迹称之为中新华夏系。显然它属于成盆后构造,主要成生于早白垩世孙家湾期之后的燕山运动第四、五幕。3)盆地北区存在的、走向NNE具有压扭性质的反扭斜冲断层,显然与北区中新华夏系形迹格格不入,并且切割了它们;北区北偏东断层最后又转化为压扭性断层;这套形迹涉及的地层上界是第四纪红土层(Q₃)。所以它是盆地最晚期构造,大约成生于新生代。

阜新盆地的构造演化,特别是断层以力学性质、位移方式的变化表现出的多期活动已为大量事实所证明[4, 5, 6]。

阜新盆地的构造演化充分说明了东北、内蒙东部类似的NNE向断陷盆地内出现WNW向褶皱的原因;同样也说明了盆地内NNE向正断层与NNE向褶皱并存的原因。其实,盆地内NNE向断层,如前述,即有过张性下滑位移,又有过压性逆冲活动,然而目前却大多数以正断层式移位(上盘层位新、下盘层位老)表现出来。

(四) 盆地成生机理

1. 纬向系与盆地成生 纬向系属于成盆前构造,但它仍与盆地成生和发展有关系,其具体表现为:1)大多数盆缘断层,早期都属于纬向系断层。纬向系在盆地基底上形成的断裂网络,造成了基底软弱带,盆地受这种先存的棋盘格式破裂网络的控制^[3],即纬向系孕育了盆地成生的构造背景,为盆地成生奠定了基础;2)纬向系在盆地北侧外围形成了一个强大的EW走向的挤压隆起带,它的存在限定了阜新盆地北部边界,同时强烈地干扰盆地的发展:使邻近它的盆地北区长轴方向由南区的NNE逐渐转为NE、甚至ENE;北区的构造形迹方位也明显发生变异。所以纬向系又制约了盆地的成生和发展。

2. 早新华夏系与盆地成生 早新华夏系基本属于成盆前构造,但是,主要形成早新华夏系的燕山运动第二幕(发生于中、晚侏罗世之间)使羊山盆地(J₂)褶皱回返的同时,又使阜新盆地所在地区的大柳河沟-吕山隆起强烈拱曲上升,并在其核部形成断陷,形成了阜新盆地的雏型,并接受了大量火山喷溢物质和陆源碎屑物质沉积,显然又属于成盆期构造(早期),其具体证据为:1)阜新盆地缺失下、中侏罗世沉积(钻探验证),盆地内的晚侏罗世沉积直接与古老基底接触,说明阜新盆地所在的大柳河沟-吕山地区在早、中侏罗世期间处于隆起剥蚀状态;2)阜新盆地规模小(和羊山盆地比较),位于大柳河沟-吕山隆起区的核部,成为产生于核部的断陷盆地在规模上合理;3)盆地基底地层与西侧的大柳河沟、东侧的吕山地区相似;大柳河沟隆起地层产状西缓东陡,吕山隆起地层产状东缓西陡,总体以背形产状出现,符合背斜核部引张断陷盆地的构造面貌;4)最突出的是阜新盆地东西两缘断层的全部“内倾”的产状,过去一直困惑着许多地质工作者;然而它却很容易用拱曲断陷的成因机制加以解释:拱曲断陷的结果,一方面使新生的“二次纵张”断层呈扇形展布、具有“内倾”特征,另一方面使先存于基底之上的、具有陡倾产状的走向NE、NW和近SN断层全部转化为向盆内倾斜的断层(图5)。

总之,早新华夏形成了阜新-义县盆地的雏型,确定了盆地的长轴方向;但是,盆地内沙海、阜新期出现的大量WNW同沉积褶皱,又说明早新华夏系的作用也就仅此而已(图6左)。

3. 北西系与盆地成生 北西系是与盆地形成关系最为密切的成盆期构造,具体表现为:1)盆地主要发展时期的沙海、阜新期的同沉积构造属于北西系;2)断陷型盆地的成生必然以盆地基底的强烈断陷为前提。北西系处于WNW-ESE张应力占主导地位并伴有NNE-SSW压应力作用的引张体制控制下,“由引强或张剪作用而产生”大规模裂陷作用。[7]。盆地东西两缘的盆缘断层和盆内地NNE(南区)、北偏东(北区)断层将全部以张性正断层形式出现,盆地南北两缘的盆缘断层将以压性逆断层形式表现出来;由于东西两缘断层和盆内NNE断层具有内倾特征,南北

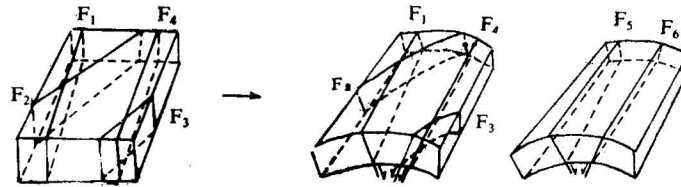


图 5 阜新盆地内倾断层形成示意图

Fig. 5 Diagram showing the formation of inward-dipping fault in the Fuxin basin

F_1 — F_4 —先期纬向构造体系断层； F_5 、 F_6 —新生断层

F_1 — F_4 —Early fault of the taitudinal structural system; F_5 , F_6 —newborn fault

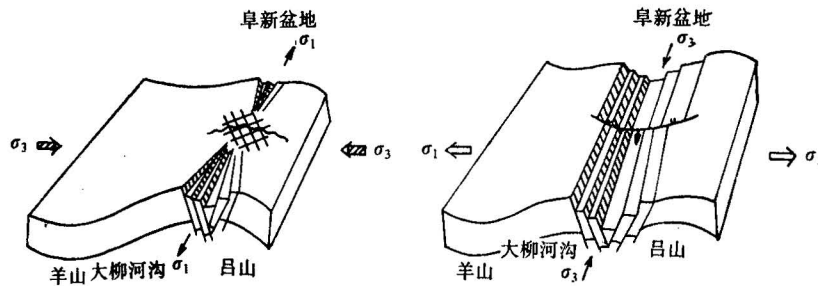


图 6 阜新-义县盆地形成、发展示意图

Fig. 6 Diagram showing the formation and development of the Fuxin-Yixian basin

两缘断层具有外倾特征，其共同效果就是使盆地基底强烈断陷（见图6右）。3）纵观东北、内蒙东部晚中生代聚煤盆地的长轴方向：占70%为NNE向，属于NNE-NE张性正断层控制下的断陷型盆地，以阜新-义县盆地为代表；占25%为WNW向，属于WNW向、外倾压性逆断层控制的断陷盆地或WNW向地向斜控制的坳陷盆地，以辽源盆地（吉林）、宾县盆地（黑龙江）为代表；占5%盆地兼有上述两种长轴方向，盆地类型也兼有两种盆地的特征，以伊春盆地（黑龙江）为代表。其成因恰好与北西系构造应力场相符。

4. 中、晚新华夏系与盆地成生 它们属于成盆后构造。中新华夏系使盆地迴返封闭，它们的共同作用是使盆地沉积地层遭受后期形变改造，其证据如下：1) 中、晚新华夏系构造形迹强烈复合、改造了作为主要成盆期构造的北西系形迹；2) 新华夏系地应力场处于WNW-ESE主压应力占主导地位的挤压体制控制下，其结果正好与北西系相反：盆地东西缘内倾断层变为压性逆冲断层或压扭性斜冲断层，盆内NNE向断层同样发生类似演变；南北两缘外倾断层变成以张性正断层为主的断层；它们共同的效果是使盆地基底抬升，从而结束了盆地沉积历史，并开始了成盆后的形变史。

本文撰写过程中得到孙殿卿先生的细心指导，作者还聆听了叶连俊、岳希新、崔盛芹、陈庆宣、崔鸣铎、张国铎和黄汉纯等诸位先生的教诲，愿借此机会向他们表示衷心谢意。

考 参 文 献

- 〔1〕 孙殿卿、高庆华，1982，地质力学与地壳运动。地质出版社，第79页。
- 〔2〕 长春地质学院地质力学教研室区域构造组，1979，区域构造学。地质出版社，第26页。
- 〔3〕 马杏垣、刘和甫、王维襄、汪一鹏，1983，中国东部中、新生代裂陷作用和伸展构造。地质学报，第57卷，第1期，第23—26页。
- 〔4〕 刘志刚，1984，阜新盆地南段东缘断层研究。阜新矿业学院学报，第3卷，第1期，第45—49页。
- 〔5〕 刘志刚，1984，从盆缘特征看阜新盆地成因。阜新矿业学院学报，第3卷，第2期，第41页。

- 〔6〕 刘志刚, 1988, 阜新盆地地质构造之我见 (I)。阜新矿业学院学报, 第7卷, 第3期, 第39页
- 〔7〕 李思田主编, 1988, 断陷盆地分析与煤聚积规律, 地质出版社, 第195页。

A GEOMECHANICAL ANALYSIS OF THE FUXIN BASIN

Liu Zhigang

(*Fuxin Mining Institute*)

Abstract

By means of the theory and methods of geomechanics, this paper analyzes the geological structure, structural systems and structural evolution of the Fuxin basin and explains the origin of the basin.

There mainly exist features of the latitudinal structural system, Northwest structural system and Neocathaysian structural system in the Fuxin basin and its adjacent areas. Among them, the Northwest structural system may be divided into the early and late structural systems, and the Neocathaysian structural system includes the early, middle and late structural systems. They occurred in succession or alternation, overlapping each other to form the present structural framework of the basin. The latitudinal structural system originated earliest, and laid a foundation for the formation of the basin. It belongs to the pre-basin structure. The early Neocathaysian structural system gave rise to the embryonic form of the Fuxin basin. The Northwest structural system, the main basin-forming structural system, played a decisive part in the formation and development of the basin. The middle and late Neocathaysian systems essentially belong to post-basin structures.

作者简介

刘志刚, 1942年11月出生, 1966年毕业于长春地质学院; 毕业后在辽宁省地矿局区域地质调查大队工作十余年; 1978—1981年于长春地质学院获理学硕士学位, 1985—1988年在北京中国地质科学院获理学博士学位; 1988年以来一直在阜新矿业学院任教, 副教授, 主要从事构造地质学、地质力学等方面研究。

通讯处: 辽宁阜新矿业学院地测系构造教研室, 邮政编码: 123000。