

豫北安阳—鹤壁煤田构造探讨

河南省安阳矿务局 李 亭

关于豫北太行山东麓的地质构造问题，有关刊物发表过多篇文章，在一些会议上曾有过多次争论。作者在此区工作过若干年，对构造形迹、构造体系，特别是对这里普遍发育的高角度正断层的成因，有一些看法，提出来供大家讨论，起到抛砖引玉的作用。

一、从高角度正断层谈起

安阳—鹤壁煤田位于太行陆梁南段东侧。开发二迭系山西组和石炭系太原群煤层，煤层稳定，对比清楚。影响煤田开发的重要地质因素是方向不同、大小不一的高角度正断层。在豫北，从焦作矿区转过辉县、汲县，进入鹤壁、安阳矿区，再向北到邯郸煤田，不论地表观测所见，钻探工程揭露，还是井下巷道所遇，高角度正断层这种构造形式，为太行山东麓煤田地质构造的重要特色。它给煤田预测、矿区勘探、矿井开发，甚至采区部署都带来不少问题。因此，研究和掌握它的规律性，便是矿井地质工作一项重要课题。

这种高角度正断层究竟是张性？还是压性？它是怎样发生和发展起来的？众说纷纭，莫衷一是。宏观来说，太行山东麓高角度正断层，普遍发育。其生成无疑与区域应力场的展布和变化有密切关系。就微观来说，各组断裂又具有特殊性。

二、各种构造形迹的特征

根据以往地质工作成果，以及生产实践过程中揭露的大量构造形迹，按其形态、走向方位可分为：

1. 北东向断裂和褶曲；
2. 北北东（近南北）向断裂和褶曲；
3. 北北西向断裂；
4. 北西向断裂；

5. 北西西(近东西)向断裂和褶曲。

这些构造形迹,不仅各具特征,同时还有密切的成因联系。

(一) 北东向断裂和褶曲

太行陆梁依新华夏系控制方向—北北东进入豫北,其东侧煤田均受此控制。仅在安阳—鹤壁矿区,主要构造形迹之一是北东向断裂和褶曲。从这组构造的平面展布可以明显看出,南部(鹤壁矿区)与北部(安阳矿区)有所不同(图1)。

南部北东向构造十分发育,是密集的断裂组合,呈明显的雁行排列。断裂和轴向相同的褶曲近乎相间出现。再向南到淇县庙口、汲县陈召,煤层逐渐陡立,为一系列断层(如辉县青羊口大断层)所切割,将煤系地层断入地下深处。断层南盘多伴有背斜,北盘为向斜,南盘明显向北东方向移动。由于多次移动,使奥陶系石灰岩不断向东部突出,与煤系地层交界线呈犬牙交错。奥陶系露头线由北北东变为南南东。

北部地区北东向构造则逐渐稀疏,有等间距出现的趋势。进入河北省后,这组断裂仍明显可见,并对煤田起一定的控制作用。

北东向断裂与北东向褶皱紧密伴生,显然有成生联系。明显反映着断裂的压扭性力学性质。断裂结构面在平面和剖面上多为舒缓波状,呈北 50° 东方向延伸。沿走向多呈弧形。向南西延伸,多弯向近东西;向北东延伸,有向北北东弯曲之势。这种现象主要见于北部地区(图1)。典型的例证如铜冶煤矿F₁₆,该断层起始于

奥陶系石灰岩,呈北 60° 东方向向东延长一公里后,渐转为北 45° 东,再延长三公里后,即转为北 20° 东,又四公里后消失,在北 45° 东部分,两侧明显伴有褶曲。煤矿井下对此组断裂的揭露,多以中、小型断裂出现。南部井下在下山巷道掘进中,常遇大量这种断裂。图2为鹤

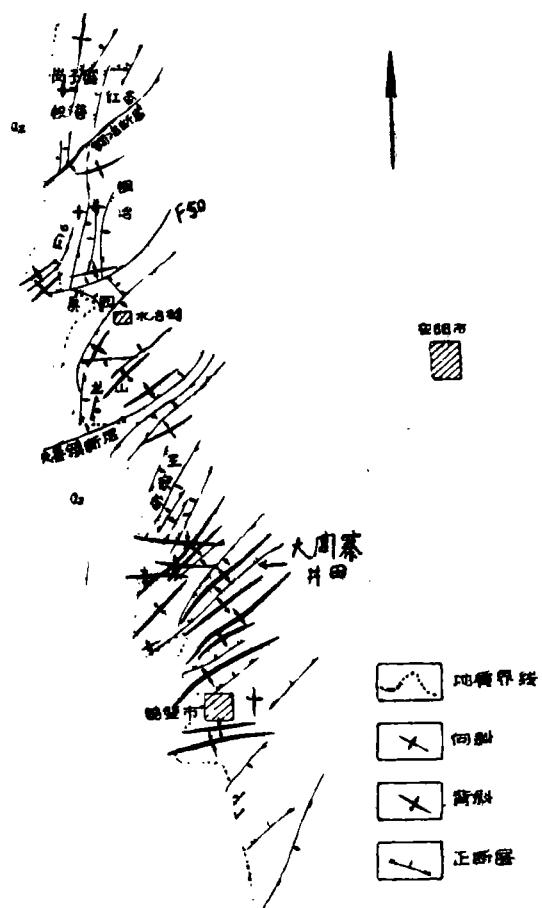


图1 安阳—鹤壁煤田构造略图

壁六矿中央下山地质剖面，
断裂面走向为北东 $40^{\circ} \sim 65^{\circ}$ 之间，倾角 $45^{\circ} \sim 80^{\circ}$ ，全为正断层。从结构面特征看，断裂面光滑如镜，具擦痕，两侧岩石受挤压扭动作用后，产生片理，破劈理，定向性明显，并多伴有轴向与断面平行的褶皱，矿区西北奥陶系灰岩内出现的挂勾断层（图3）

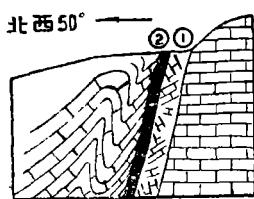


图3 北东向压性断层素描图
(据冶金部地质队资料改绘)
①—挤压破碎带
②—挤压片理带

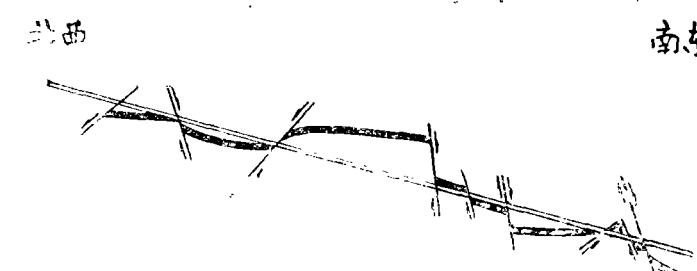


图2、鹤壁六矿井下中央下山地质剖面图

显示这一特征。

该断层走向北东 40° ，倾向北西，靠下盘一侧有挤压破碎岩带①，靠上盘一侧有挤压片理带②，两者之间断层面上具水平和倾斜擦痕。较小的断裂面附近时常出现有小透镜体（图4），并有片状方解石矿物。在

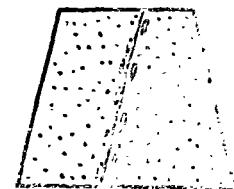


图4、王家岭矿北-200素描图

平面及剖面上，时常见有X节理，随着揭露面的扩大，在主干断裂的两侧，可见到低序次的分支构造。

上述结构面特征说明，这组断裂为明显的压扭性断层。

(二) 北北东向(近南北向)断裂和褶曲

北北东向构造是太行山复背斜的主要构造。但由于豫北的特殊边界条件，其平面展布为南部地区不发育，从中部开始，愈向北推移则愈发育。表现形式为高角度正断层，褶曲较少，见于鹤壁六矿及漳河附近的观音向斜，安阳铜冶井田发育稀疏。

北东东向断裂多成群出现，有时密集，数米出现一次，或成“束”状。落差大小悬殊，大者400余米，小者仅几厘米。沿走向延伸可达十公里，有的仅数十米。区域走向为北东 $10 \sim 25^{\circ}$ ，一般倾角较陡。平面及剖面均为舒缓波状。在平面上或呈开阔“S”形、“弓”形（图1）。这显然是与近南北向断裂追踪复合的结果。

井下对此组断裂有不少揭露，在王家岭矿井下+30水平绞车道施工，遇F₆₅₁断层，断层面走向北东 15° ，与巷道斜交，断裂面光滑平直，所夹物质为大小不一并略经磨蚀的角砾，与断面平行排列。角砾外层多包有2—3毫米厚的粘泥，具擦痕，同时存在小裂隙，充

填有方解石，沿裂隙追索，局部膨大为空洞，空洞内壁有方解石或黄铁矿结晶（图5），

这种现象的成因，说法不一。从结构面显示的特征，可以肯定具压性，但就其空洞来说，又具张性。统一的认识是这个断裂经历过两次以上不同作用力的影响。不同的看法是：有人认为先压后张；有人认为先张后压。根据目前保留的形迹看，压性特征还是明显的，尽管它还保留着张性特征。

为了更清楚地说明问题，将岗子窑矿井下揭露的另一断裂加以描述（图6）。

这是一个有趣的素描图，岩性对比清楚，上盘明显下降，为落差仅有半米的高角度正断层。但结构面紧密，从上下盘引致褶曲现象看，显然是上盘上冲的压性逆断层。断层虽小，但却说明问题。从结构面特征分析，它首先经历了张性力。上盘应有较大的下降，两盘受张力后形变较小，而后又受到压力作用。上盘沿原断裂返冲而上，两侧岩石受力后，同时产生小型牵引褶曲。但上盘没有恢复到原位而停止。据此，上述两种看法逐渐统一。

应该提出，这种“后来”的压力，有由南而北逐渐增强的趋势，显示区域应力场的变异。冀南地区，北北东向构造无疑应为主要构造。

北北东向或近南北向构造，均受制于北东向构造，为北东向断裂所截。

（三）北北西向断裂

北北西向断裂不发育，在煤田区出现尤少，主要见于煤田西侧中奥陶系地层中，规模较小，其特征为张扭性断裂，是正断层形态。见有燕山期中性闪长岩沿断裂面出露，其深部多有较大岩床。对此组断裂的形成，有人认为是由于岩浆侵入和冷凝收缩所致，而岩浆的侵入受高级的构造控制。但其受区域应力控制这点，在认识上是一致的。关于断裂与岩浆岩的先后关系，争论尚多，这里不加讨论。

（四）北西向断裂

此组断裂在区内出露不多，仅见于龙山井田和北部中区的果园井田。走向北西45°，均倾向北东。沿走向延伸1～2公里后，或逐渐消失，或为北东向、北北东向断裂截割。以果园井田F₅为例，山西组或下石盒子地层与奥陶系灰岩成断层接触，石灰岩岩溶水沿断裂面

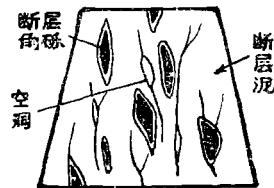


图5、王家岭矿F₆₅₁断面素描图

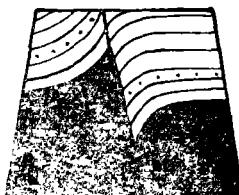


图6、岗子窑矿工作面断层素描图

涌出地表，形成著名的水冶珍珠泉。水量每小时一万余立方米。似为张扭性断层。

（五）北西西（近东西）向断裂和褶曲

由于岩层物理性质的差异，上古生界煤系地层主要表现为褶皱；下古生界则表现为断裂。因此，近东西向断裂，主要展布在煤田西部下古生界山区及鹤壁南西方向的大河涧一带。其形态仍属高角度正断层。

冶金部地质单位在安阳—鹤壁煤田以西的铁矿勘探过程中，曾发现多处近东西向断裂。据认为这些近东西向断裂，一般具有多期活动的特点，并显示其早期为压性，后期则为张性和扭性。结构面附近，有较宽的破碎带和挤压片理，透镜体，以及后期角砾岩带（见《河南冶金地质》1975年第1期）。

在煤田区，主要表现形式为宽缓褶曲，并广泛分布。从鹤壁南张庄矿开始，向北陆续出现，在大同寨附近形成相对密集区。在王家岭矿地表，可见明显的轴向东西的小背斜，安林矿南翼有石棺向斜，再向北有鲁仙背斜，铜冶向斜。积善矿井下、红岭矿井下均有这类褶曲（图7）。其特征是两翼平缓宽展，轴向清楚。褶皱轴在北北东向北东向断裂两侧有明显的错动。

东西向褶皱与其他构造的关系，反映着多次地壳活动，而这组褶皱则显示早期产生的形迹。在平面上，轴向多呈弧形或波形，显然受后来地壳活动的干扰。与北北东向褶皱和大部北东向褶皱呈反接，局部形成穹窿或马鞍状构造，在南部大同寨井田和北部铜冶井田均有出现。

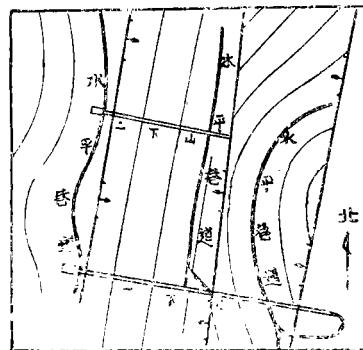


图7 积善矿井下北翼平面图

三、构造形迹与区域应力场的变迁

豫北安阳—鹤壁煤田区的各种构造形迹及其复合关系，显示地壳的多期活动和区域应力场的几度变迁。从太行陆梁南段看，新华夏构造体系无疑起着重要的控制作用。但早于新华夏的经向力作用仍清楚可见，同时或晚于新华夏的纬向力作用也有明显表现。

早期的经向压力作用在矿区及外围产生了一系列纬向构造。虽然这些构造形迹表明这种作用力不是强烈的，但它所产生的影响不仅遍布此区，而且比较清晰，煤田区内近东西向的宽缓褶曲，外围（下古生界）的近东西向断裂，就是主压力作用的产物。近南北向的断裂，

其初期所显示的张性力，正是由于经向力的作用所致。由于作用力较弱，一对扭（张）性断裂呈锐角相交（图8）。

如果上述早期经向压力反映燕山初期中国东部地壳相对太平洋开始向南运动，那末，其后中国东部地壳强力南移，与太平洋

底的相对北移而形成的扭力，不仅产生新的构造，而且对早期的

构造也将产生影响（图9）。早

期的北北东扭（张）性断裂受压性强力作用而复活。由扭（张）性向压（扭）性演变，并对南北向张性断裂局部进行

追踪归并，同时产生部分褶皱。这组构造就是新华夏系在矿区的主要构造形迹。两组扭裂面（北 $60^{\circ} \sim 70^{\circ}$ 东和北 $20^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 西）将随着主扭力的加强而持续活动，逐渐呈北东、北

西向。北西西向的张性断裂也将随之而呈近东西向，并出现扭性特征。

燕山期的多次地壳活动，使晚期构造对早期构造产生影响，而呈复杂的复合和联合关系。从豫北太行陆梁东麓出露的各种构造形迹，正显示这一特征，并和上述历次作用力相一致。

四、若干争论问题

（一）北东向断裂错动方向问题：仅河南部分而言，安阳与鹤壁的北东向断裂错动方向有所不同。北部断裂南盘多向南西移动。这与新华夏和纬向作用力分析基本一致。但南部则移动方向与之相反，而向东北移动，致使奥陶系不断向东突出。据河北峰峰资料，其近北东向断裂南盘也移向北东。造成这种不同，或与区域应力场的变化及边界条件有关。

北北东向的太行陆梁在向南偏西方向延伸，至河南辉县后，受纬向力偶作用，逐渐扭向南西，进而呈近东西向，形成一联合弧。对这个联合弧，可以认为是南侧地块相对西移的曳引，也可以认为是东西纬向与南北经向的合力形成。在这个过程中，也可以认为存在着巨型的旋卷。不论何种因素，但都有助于产生北东向的压扭性结构面（图10）。

从弧顶向两翼延展，存在大量北东向断裂。弧的西翼有东西向扭性断裂，显然是纬向力引起的。弧的东翼由于受旋卷影响，则为密集雁行排列的扭压性北东向断裂和褶曲。与旋卷外围构造形式一致，即断裂南盘向北东移动而北侧向南西向移动。

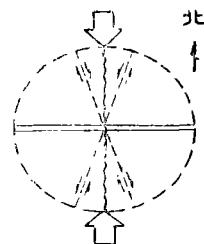


图8、经向力的作用

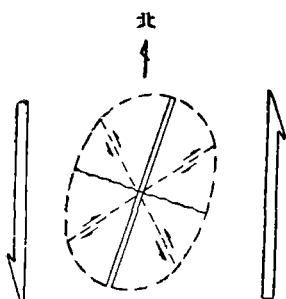


图9、经向扭力的作用

显然，南部与北部的北东向构造不仅扭动方向不同，且强度也有差异。从弧顶向西到焦作，向北到汤阴庙口和汲县陈召，煤质全部成为无烟煤，无疑为联合弧的强烈作用所致。

(二) 北东向与北北东向断裂的关系：北北东(或近南北)向断裂均为北东向断裂所截接。迄今尚未发现有前者越过后者的。有人认为这两组断裂为同期形成，而北北东为北东向的低序次分支构造，只是后来力的作用而使压性特征强烈起来。有人认为不是同期产物，北东向应晚于新华夏。

现以北部铜冶断裂为例(图11)，北东向的铜冶断层为主要构造，断面倾向南，中部落差约200米。平面展布呈舒缓波状，西侧有明显褶曲。从地面及岩层形变观测，无疑为压扭性断裂，南侧向西移动。沿走向截割五条断层。这些断层均具有一定的张性特征，但更明显的是压性特征。能否认为这些都是分支构造呢？尚须作具体分析。首先，由于经向力的作用，近南北向的断裂似乎都具一定的张性。铜冶断层的压扭移动，使部分老断层复活，并被改造为其分支构造。其特点应是愈接近主干断裂，则其力学性质愈强烈。F₆、F₅、F₈这三条断层，正是反映了这一点。可以认为这三条断层是铜冶断层的低序次分支构造。反之，按这些低序次构造，也可以确定铜冶断裂的扭性性质，并说明其南侧向西移动。

铜冶断层南侧的蔡村断层呈近南北向截接东西向的铜冶向斜(图11)。据钻孔资料，似与铜冶断层无关，不具备分支构造特征。前岭断层走向近南北，转北偏东，延长约5公里，最大落差400米。

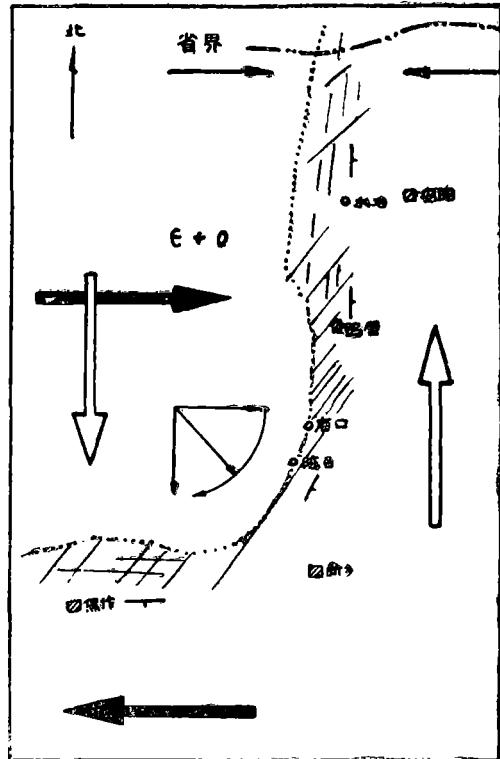


图10、豫北周围作用力示意图

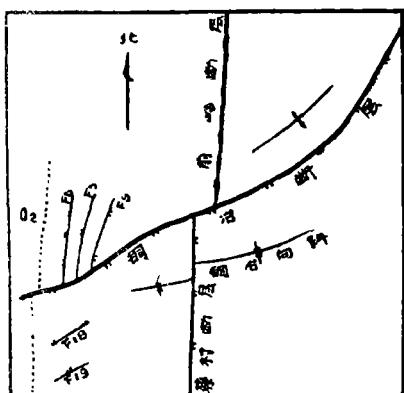


图11

愈接近铜冶断层落差愈小，显然也不是铜冶断层的分支构造。综上所述，可以说明：

1. 北东向断裂产生了部分北北东向低序次分支断裂，但大部没有成生联系。

2. 东西向构造（铜冶向斜）被新华夏系的近南北向（蔡村断层）所截接；新华夏系的蔡村断层被北东向的铜冶断层所截接。按此关系，即新华夏系晚于东西向构造而早于北东向构造。

3. 考虑到区域构造特征，北东向断裂应为南北向扭力或纬向压力所致。应略晚于新华夏系，或为新华夏系扭力的主干断裂。

（三）低角度正断层问题：对矿区出现的45°，甚至20°左右倾角的正断层，曾有所争论。实践证明，孤立地去研究它的方向、结构面特征，来确定其体系、应力场，是错误的。它往往是一种主干构造的分支。

红岭煤矿平巷掘进首先遇前岭断层（图12），破碎带宽约20米，其中夹有较大的岩体，片理化的泥质岩和扁豆状的煤层包体近直立。两侧高角度断面清楚。但仅依巷道局部无法确定倾向。继续掘进则有多条近等距的压（扭）性正断层，落差可依米计，倾角40°~50°。结构面光滑平直，黑色断层泥中有扁豆体的糜棱岩块。再前进，又见倾角仅20°、落差仅数公寸的压性正断层。

这套完整的断层，无疑有主干，有伴生，级别不同。前岭断层在此落差约300米，倾角40°~50°的这组断层为派生的入字型分支构造，小倾角断层又为其分支的分支构造。这些低级的构造明显指示着较大断层的两盘移动方向和应力场分布。事实上，在大断裂右侧仍可见到显示压性力作用的褶曲，但被压性断层所取代而遭到破坏。

在平面图上，低级别断裂走向不同于主干断裂，说明主干断裂具扭性，且其锐角指示东盘向北移动，西盘向南移动。

岗子窑矿在下山巷道施工中，遇多条低角度压性正断层（图13）。这些断层为主干断裂的伴生构造，预示煤层在前面有大幅度抬起，已经钻探证实。虽然没有见到主干断裂，但可预计其存在和大致位置。

这类断层在生产过程中，经常见到。倾角与走向多变，它有助于分析判断主干构造的形

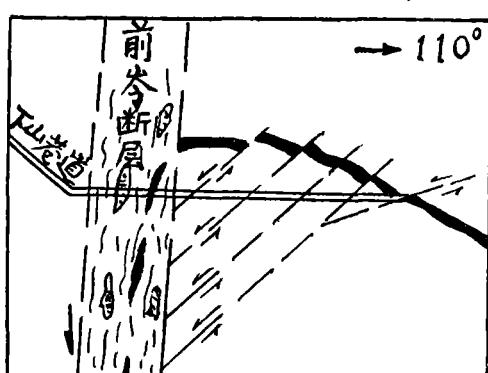


图12、红岭矿前岭断层分支构造

迹，而不单独作为划分体系的依据。

（四）高角度正断层的形成：前面已经分类叙述了断裂在平面上的展布及其力学性质。但仅仅根据这一点来分析是不够的。这还不能说明为什么大量走向或近走向断裂，不论其倾向如何，都是上盘向下，下盘向上的断层形式。这就不仅需要分析平面应力场，而且需要分析剖面应力场及形变时的应力场的变化。在讨论这一问题时，太行山的急骤隆起是个重要因素。

由于地球自转速度的变化，产生地壳的水平运动，因而产生经向力、纬向力以及作为这两种力的分力—北西西向的新华夏作用力。这种强大的水平压力促使地壳产生如图14的应力场。随着压力的持续和加强，岩层应力无法抵制而被迫变形，向椭球体演变。其长轴方向由于边界条件的不同，产生截然不同的形变。向上是自由面，可以充分发展，向下则被地壳深部的反作用力所抵制。在此条件下，应变椭球体呈畸变发展，全部应力转变为向上发展的强

大动力（图15）。这种形变，假定岩层的大幅度隆起，便形成太行山的复式背斜。

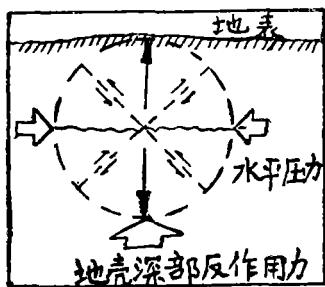


图14、垂直应力场（剖面）

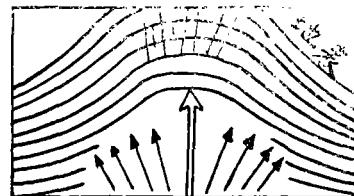


图15、形变后的主应力变化

整个太行山隆起的相对高度，尚未研究。但仅安阳到水冶这20公里，其相对隆起竟达2500多米。再向西，下古生界乃至元古界地层均凸出地表成高山。这无可争辩地证明：在强大水平压力下，产生了强烈的上升运动（背斜褶皱形式）。就太行山而言，由于它的隆起，暂时减缓了水平压力（没有出现平卧褶曲、逆断层或逆掩断层）。但由于它的隆起，带来一些在新应力作用下的新构造形式。对于主要隆起带，本文不拟讨论。仅就翼部应力进行分析，隆起的主作用力无疑位于隆起褶皱的轴部，向翼部延展。这个力随着距主轴的距离延长而减弱，但它却使岩层产生两组夹角较小的扭裂面，并随着应力加强而使下盘向上冲移（图16）。反映到实地，则形成高角度正断层。这是太行山东麓高角度正断层形成的重要原因。

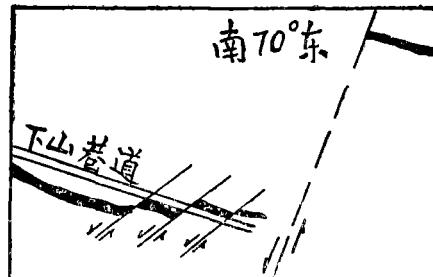


图13、岗子窑矿—主干断层的分支构造

而这一切与区域应力变化完全一致，并为结构面特征所证实。小的例证如图2所示的一条下山所揭露的断层形态。较大的，如峰峰煤田的鼓山隆起（图17）。

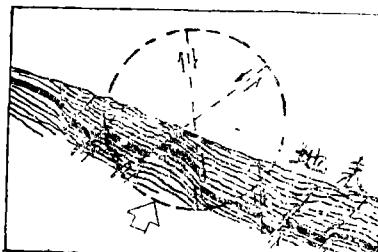


图16、隆起翼部的应力分布



图17、峰峰煤田鼓山地质剖面图

（据峰峰矿务局技术处资料）

李四光在《旋卷构造及其他有关中国西北部大地构造体系复合问题》一书中论述山西陆台时指出：“太行陆梁，形成山西陆台东面隆起的边缘”。这说明太行山正断层的发生与山西陆台上升有直接关系。这里只是进一步说明这种断层产生的经过和力学性质。

当然，在总水平压力作用下，各地由于其不同的边界条件，不同的力学作用，以及由于变形隆起后的新应力分布不同，便不能产生雷同的构造形迹。多次的地壳活动又使原来的构造产生不同程度的形变。尽管如此，与太行山隆起有着直接成生联系的高角度正断层，仍保持着基本特征，这是勿庸置疑的。



在本文编写过程中，承蒙本局孙尚延、郭巨芳、郭德超同志及鹤壁矿务局李俊海同志的协助，作者向他们致以谢意。