

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

論 渭 河 地 塹

王 存 誠

一、前 言

渭河地塹是指夹于秦岭与渭河北山之間的渭河冲积平原，西起宝鸡，东至潼关，东西延伸約 300 公里；东寬西窄，呈一喇叭形，向西封閉于宝鸡附近，东部最寬，达 80 公里。

渭河地塹的研究开始甚早，远在 1882—1934 年間，即有一些中外学者对此进行探討。如李希霍芬、維里斯、黃汲清都說秦岭与平原間有落差很大的正断层；克萊卜、撫勒認為石灰岩低山与平原为断层关系；馮景兰推測北山与平原应为正断层接触；謝家榮把渭河以北的低山作为陝北盆地的边緣，亦認為它們和平原之間是一种断层关系。

在解放后的十余年間，随着地質普查及地質勘探工作在全国范围的大規模开展，国内不少学者对渭河地塹的地質构造及形成时期作了进一步的分析。黃汲清仍称其为“渭河地塹”；张文佑命名为“汾渭內陆断陷”；张伯声叫做“汾渭断陷”；閻廉泉叫做“渭河中台断陷”；郁士元認為是一大型复式地塹的断陷谷地¹⁾；张尔道叫做渭河断谷；张传淦、张文昭²⁾、甘克文³⁾及地質部物探大队則沿用了黃汲清先生的命名；李春昱認為，渭河平原不是一地塹构造，而是由一系列迭瓦式排列的逆断层所构成。

作者近几年来，进行了一些野外观察，并根据近几年来区測成果及勘探資料，結合前人的研究，对渭河地塹作了进一步的綜合分析，在此提出自己的初步看法以供討論。由于目前的資料所限，不妥之处，在所难免，尙望同志們不吝指教。

二、渭河平原为一地塹构造

(一) 秦岭北側的断层性質

渭河平原是不是一个地塹构造，主要的爭論焦点集中在秦岭北側及渭河北山南側的断层性質上。

根据巍峨陡峻的秦岭与渭河平原突然相接，地形高差竟达 2,000 余米；在平面上接触界綫基本为一直綫形；接触綫以南即为前震旦紀的古老变質岩系，接触綫以北乃組成渭河平原之第四紀沉积；在秦岭北側有断层崖保存，又有一系列的温泉呈綫状分布，自然地震強烈而又頻繁，加之重力等值綫有极为明显的阶梯，均說明在秦岭北側有断层存在。其性質現分述如下：

1. 兰郿大断层 該断层位于秦岭与渭河平原的接触处，呈近东西向延伸，西起郿县

1) 郁士元，1962，鄂尔多斯台向斜地質发展簡史兼論渭河谷地构造。

2) 据张文昭，1958 年資料。

3) 甘克文，1959，鄂尔多斯盆地构造研究報告。

一带(可能更西延至宝鸡以南),东至兰田附近,全长约 200 余公里,为本区最大的断层之一。断层南盘上升,形成高耸的秦岭;北盘下降,形成渭河平原。断层线以南为前震旦纪的片麻状花岗岩,片岩及大理岩大片出露,并有大面积的燕山期花岗岩侵入;断层线以北即为第四纪黄土及零星第三纪红层。断层面倾向北,倾角 60° — 80° ,甚至直立,在兰田一带断距达 500—1,000 米,故为一大型正断层。在秦岭北麓除有明显的断层三角面及局部断层角砾岩保存外,尚有兰田汤峪、郿县西温峪、宝鸡斗鸡台对岸温汤沟等一系列的温泉沿断层线分布,水温在 30° — 60° 之间。此外,地质部物探局 1954 年在西安地区作了两条

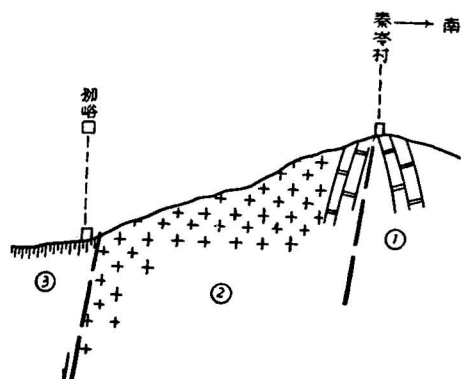


图 1 兰田柳峪口附近大断层示意图

- ①前震旦系大理岩
- ②燕山期斑状花岗岩
- ③第四纪冲积层

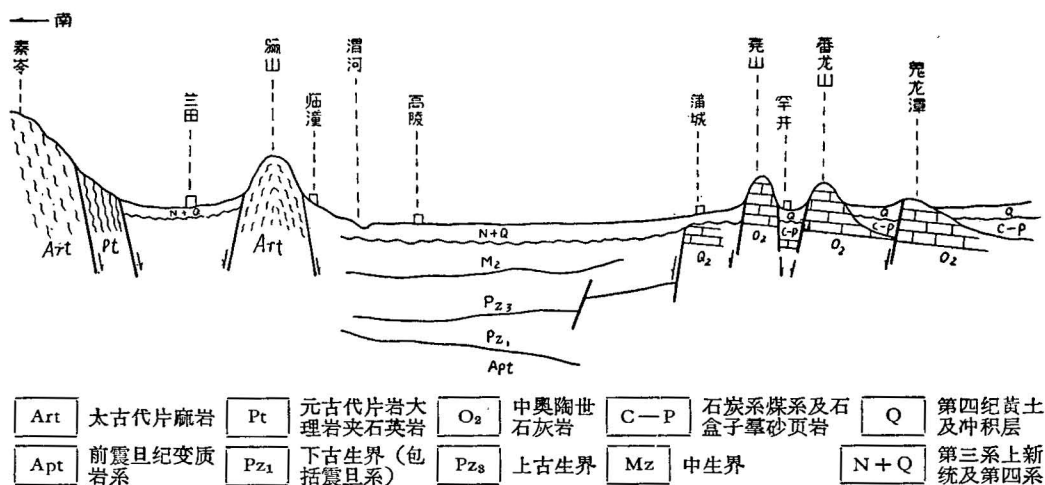
物探剖面,可以明显看出在秦岭北麓电学性质不连续的现象出现,电测深结果,基岩的深度亦当在 500 米以上。1958 年,陕西省地质局地质物探大队在子午镇至渭河所作电测剖面,同样证明了基岩与疏松沉积物之间为断层接触,断距很大,沿着断层线岩层产状变化剧烈。再从重力普查剖面来看,重力值也有剧烈变化。因此,可以肯定,这些现象是由断层所引起的。

该断层自震旦纪以来,即已开始活动,后在加里东期、海西期、燕山期及喜马拉雅期呈继承性的活动着。又从秦岭北麓地貌上的明显对照性、温泉众多、河多流短、地震强烈频繁,以及在黄土中有断层发现等事实,均说明,该断层迄今仍在活动中(图1)。

2. 华山北侧大断层 位于渭河平原南侧东段的陕西华阴、华县及兰田一带,东段近东西向延伸,唯在华县以西为南西-北东向。断层总长在 120 公里以上,继续向东延入河南省境内。该断层为一正断层,南盘上升,北盘下降,使断层线以南的太古代片麻岩与其北侧的第四纪黄土相接。在华山北麓有断层三角面保存,自然地震频繁强烈。又据陕西省地质局物探大队 1960 年在华县及故市镇两工区的电测深结果认为,第四系厚达 800 米,且下部可能有第三系,断距极大,可达 2,000 余米。该断层为一自古生代开始活动的古老断层,后在燕山期、喜山期以及新构造运动期间,均有继承性的强烈活动。

3. 骊山南北侧正断层 骊山位于渭河地槽东段南侧的临潼县境内,北侧为一北降正断层,南侧为一南降正断层。前者为北东东向,后者为北东向,使由太古代片麻岩及燕山期花岗岩组成的骊山与其两侧的第四纪冲积层或第三纪红层相接触(图2),断层延伸约 10 公里。又在骊山之南的坝河两侧出露晚第三纪红层,但在白鹿原北侧立即消失,致使此地钻井深达 120 米,尚未钻及上第三系。再如在临潼县城东 4 公里陈家窑,钻孔深达 167 米见有断层泥,其下则为花岗片麻岩,说明骊山北侧为一北降正断层。此外,在骊山之片麻岩中,尚有晚期的北西向及北东向之小断层发育,故使骊山成为突出于渭河平原之中的一个孤独小地垒。该断层亦为一古老断层,后在燕山期及喜马拉雅期和第四纪仍在强烈活动。在骊山北麓位于断层带上,有著名的温泉华清池。

在北秦岭的所有大断层或深断裂,不管其性质为正或为逆,其断层面几乎均向北倾



注 1. 垂直比例尺放大了若干倍

2. 覆盖区之地质剖面是根据地质部物探大队资料示意而成

图 2 渭河地堑横剖面示意图

斜。如在前震旦纪褶皱带中的太古代褶皱带与轴北元古代褶皱带的正性接触深断裂、太古代褶皱带与轴南元古代褶皱带的逆性接触深断裂、以及轴南元古代褶皱带与其南的中秦岭海西褶皱带的逆性接触深断裂等, 均是如此(图 3)。这些更加令人信服地说明, 秦岭北侧的大断层肯定是北降的正断层。

秦岭北侧的大断层, 按其延长、断裂深度及活动的长期性和多期性来看, 应属深断裂的性质。

再从北秦岭向渭河地堑切一理想剖面, 除已出露的大断层显示为依次北降以外, 在秦岭以北的黄土覆盖区, 地貌上亦为依次向北跌落, 甚至在咸阳、兴平之间, 渭河二阶地与黄土塬前缘亦有断层存在。后者似乎暗示了在地堑南侧的深埋基底, 总起来看, 仍是依次北降的断块, 直至地堑的中心区。

(二) 渭河北山南侧的断层性质

李春昱早年提到的韩城上峪口逆断层、蒲城耀县间的阶梯状正断层、嵯峨山迭瓦状逆断层、老龙山逆断层等, 经过近几年的地质工作及地球物理勘探资料证明, 上述的断层性质基本上是正确的。但是, 李春昱认为渭河平原非地堑, 而为由一系列迭瓦式排列的逆断层所构成的结论, 是值得商榷的。作者认为:

1. 渭河北山共有 20 余条主要断层即走向为近东西向、北东东向或北东向者, 而其中仅有老龙山断层、嵯峨山断层、白水杜康沟断层、韩城上峪口断层等四条断层为逆断层, 其他均为正断层。因此认为渭河北山的断层主要是逆断层, 这一结论是不符合客观事实的。

2. 作者认为决定渭河平原是不是地堑的关键, 主要是渭河北山南侧的断层性质。从煤炭工业部西北煤田地质勘探局所属各普查勘探队的较新资料证明, 在韩城至郃阳间的寒武-奥陶纪石灰岩低山之南界与第四纪黄土为一南降的正断层接触。断层为北北东向,

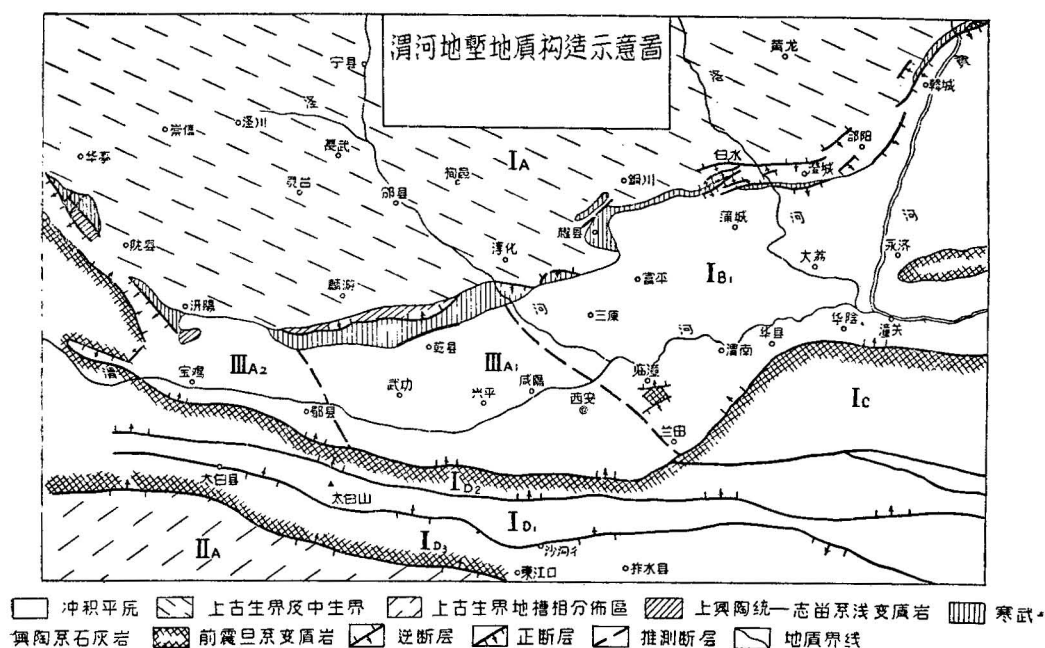


图3 渭河地堑地质构造示意图说明

I. 地台区:

I_A 鄂尔多斯台向斜I_B 山西台背斜I_{B1} 渭河地堑东段大荔浅陷I_C 豫西褶皱带I_D 秦岭地轴I_{D1} 轴心太古界褶皱断带I_{D2} 轴北元古界褶皱断带I_{D3} 轴南元古界褶皱断带

II. 地槽区:

II_A 中秦岭海西褶皱带

III. 过渡区:

III_A 渭河地堑(中西段)III_{A1} 兴平中陷III_{A2} 宝鸡深陷

断层面倾向南, 倾角 $60^{\circ}-80^{\circ}$, 断层崖面清晰可见, 也有断层角砾岩出现。这一断带的断层带继续向西延伸, 则变为东西向, 经过澄城, 至白水、蒲城之间, 理应与蒲城尧山南侧的南降正断层相连。再继续向西, 在富平、涇阳一带, 从地质部物探大队所作的榆林—临潼、环县—涇阳两条综合地球物理大剖面的地质解释证明, 在富平一带奥陶纪石灰岩低山南侧与黄土之间为南降的正断层接触, 断层面倾向南, 倾角较陡, 达 $70^{\circ}-80^{\circ}$ 。在涇阳一带由于有同样性质的断层存在, 所以, 在奥陶纪石灰岩低山之南侧才有厚达 2,000 余米的第三系沉积。再往西, 根据秦岭区域地质测量大队的资料证明, 在干县唐王陵一带的奥陶纪石灰岩低山与其南的黄土为断层接触, 且沿断层有泉水溢出。直至岐山一带, 仍有断层显示。

上述事实可以说明, 在北山南侧与渭河平原之间有一断带延伸很长的南降正断层存

在,并且为一长期活动的大断裂。

3. 从渭河北山的区域断裂特征来看,更加证明了由北山向渭河地塹是由阶梯状正断层所切割的一系列断块向南渐次跌落的結論,是正确的。这一看法可以由以下的事实得到說明。

早在 1952 年,重力資料表明,由北向南基岩呈阶梯状降落。現根据本区的区域重力測量結果,在渭河北山的南側均有一与北山区域构造綫方向相一致的重力等值綫密集帶,說明从渭河北山向渭河地塹呈阶梯状跌落的构造特征,是带有区域性的。这一点从近几年的电法、地震勘探及地質、鈣井等方面的資料,均获得了有力的証明,現簡述如下:

(1) 三原、涇阳阶梯状正断层: 根据地球物理剖面可以看出,在涇阳以北的老龙山之南,于巨厚的新生界盖层之下,有向南渐次跌落的正断层存在。两断层面均向南傾斜,傾角在 45° 左右,使下古生界石灰岩断开,断距达 500 米。

(2) 耀县、富平阶梯状正断层: 根据地球物理剖面图来看,在富平、耀县間,由奥陶紀石灰岩低山之南側向南,在巨厚的上古生界—新生界盖层之下,下古生界的地层被两个断层面南傾的正断层切过,断层面傾角 50° — 60° ,断距在富平、三原之間达 800 米。故形成向南依次降落的阶梯状正断层。

(3) 白水、蒲城阶梯状正断层: 在渭河北山地区的阶梯状正层,以白水、蒲城区发育最好。根据煤炭工业部西北煤田地質勘探局 131 队 1958 年的資料,本区自北向南有鬼龙潭正断层、高阳鎮正断层、郭家围正断层、长沟正断层、罕井、张家河正断层等,这些断层均为北东—南西向或北东东—南西西向。它們切割了上古生界及下古生界,断层面傾斜向南或向北,且多为高角度(傾角为 70° — 80°)断层,延伸在 15—20 余公里,断距在 200—520 米之間。

由于上述五条主要断层之存在,将本区分割为一些平緩的背斜、向斜及单斜断块,如尧山、蟠龙山单斜层、东党、虎头山单斜层、鬼龙潭向斜、西固鎮傾沒背斜、洛河穹窿背斜等。从断块的角度来看,本区則为一些北东—南西向的地塹、地垒发育区,煤田主要分布于地塹中,如南部地塹式煤田区、中部地塹式煤田区。

(4) 澄城阶梯状正断层: 根据煤炭工业部陝西省煤炭工业局澄白蒲队 1958 年的地質普查資料,在澄城附近发育有阶梯状正断层,由北向南有方家河正断层、小华山正断层、蘭庄河正断层等。蘭庄河正断层为近东西方向,其他两个断层为北东—南西向,断层面傾向西北或东南,均为高角度,傾角为 50° — 80° ,断距在 40—140 米之間,断层延伸可达 20 余公里,且可看作是白水、蒲城阶梯状正断层之东延部分。这些断层切过了二迭紀石盒子組及奥陶系石灰岩,而唯有蘭庄河正断层使奥陶系石灰岩与黃土相接触,构成渭河平原的北界。

(5) 郃阳阶梯状正断层: 根据煤炭工业部陝西省煤炭工业局韓郃煤田地質勘探队 1958 年的資料,在郃阳之东西均有断层发育,且以东区尤甚。在郃阳之西有一南降之正断层,位于赵家河—霜家坡一带,东端可延至郃阳县城附近,断层为北西西向延伸,长达 14 公里左右。而在郃阳县城以东有北北西向及北西向两组断层,就切过二迭紀石盒子組及石千峯組的断层来看,在西里村以北的三个断层均为北降正断层,而在其以南的三个断层均为南降的正断层。这些断层以最南面的一个断层延伸较长,达 20 公里以上。

(6) 韓城阶梯状断层: 位于渭河平原北侧东端的韓城一带。本区的断层与白水、蒲城区、澄城区显然不同, 断层方向具有明显的弧形特点。較明显的两个弧頂, 其一向南, 位于韓城附近; 其一向北, 位于韓城以东, 因此, 断层的走向时而北西, 时而北东。本区的主要断层由北向南有西泽正断层、西泽逆断层及獅山正断层等, 簡述如下:

① 西泽正断层: 位于韓城薛峯川西泽村之南, 断层呈北东东向延伸, 断面傾向南, 傾角为 65° , 使二迭系石盒子組与石千峯組相接触, 断距近 100 米。

② 西泽逆断层: 位于西泽正断层之南, 断层方向亦为北东东, 断面傾向北, 傾角 65° , 使石千峯組断开, 断距約 200 米。

③ 獅山正断层: 位于韓城獅山之东南側, 断层为北东方向, 断面傾向东南, 傾角为 75° , 使西北側上升盘的奥陶系石灰岩与下降盘的第四系冲积层相接触。但从較新的資料来看, 該断层东西延伸很长, 西端抵芝

川鎮之北的徐村附近, 东端一直延伸到禹門口, 呈明显的蛇形弯曲, 并多为北側上升盘的寒武系及奥陶系石灰岩 (尚有零星的前震旦系片麻岩) 与南側下降盘的第四紀黃土相接触 (图 4)。断层东西总长在 35 公里以上, 形成了渭河平原北側东段的天然分界。

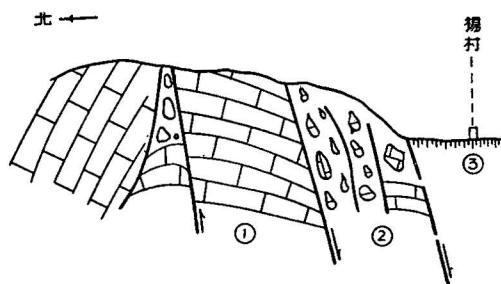


图 4 韓城楊村附近之断层示意图

- ① 中奥陶世石灰岩
- ② 断层破碎带
- ③ 第四纪冲积层

最后, 尚需补充說明, 上峪口逆掩断层位于獅山正断层之北, 走向大致与前者相一致。它不但向东延伸可抵黄河, 而且向西延伸可到枣树园以西。若将石

灰岩低山北側的这一断层与其南側的正断层联系起来考虑, 似更能說明本区基底断块的构造特征。

上述事实已經有力的說明了北山的三原、涇阳以东地区, 由北山向渭河平原的阶梯状正断层是普遍存在的。但在三原、涇阳以西的乾县、岐山、凤翔等地, 虽尚无大量的詳細資料以資說明; 但从北山南側重力等值綫密集带的普遍存在, 似乎理应說明后者与前者在构造特征上的基本一致性。

綜上所述, 可以証明在秦岭北側及渭河北山南側均有延伸很长的巨型正断层存在, 且为深断裂或长期活动的大断裂。所以, 渭河平原为一地塹构造是可信的。加之地塹北側为依次南降的正断层, 地塹南側也有可能是依次北降的阶梯状正断层, 地塹軸心偏南, 南深北浅, 所以, 渭河地塹应是一不对称复式地塹。

三、渭河地塹的基底时代

前人多认为渭河地塹的基底是前震旦紀的古老褶皱基底。但是, 根据近年的資料說明, 除地塹的东段 (临潼、涇阳一綫之东) 大荔浅陷应为前震旦紀的褶皱基底外, 在地塹的中段 (凤翔、郿县—临潼、涇阳之間) 一兴平中陷及西段 (凤翔、郿县—宝鸡之間) 一宝鸡深陷应主要为加里东期的褶皱基底。

目前对北秦岭变质岩系时代的意見还未統一,从而对北秦岭的褶皱时期看法也不同。如张文佑、张尔道等认为,北秦岭为一加里东期的褶皱带,因此,不承认有所謂的“秦岭地軸”存在。黄汲清、閻廉泉等則认为,北秦岭为一前震旦紀的褶皱带,因此,在大地构造上称为“秦岭地軸”。作者同意后者的意見,所以,在图中以前震旦紀褶皱带称之。

在渭河地塹的北側,地面已出露东西延伸很长的灰綠色浅变质岩系。尽管它的精确时代現在还无化石直接佐証,但根据其特征及其与邻区进行初步对比,认为在凤翔、麟游至乾县一带出露长约 100 余公里以上的灰綠色浅变质岩系,其时代可能为晚奥陶世—志留紀。这一套地层主要由灰綠色泥質板岩夹一些砾岩及少量結晶灰岩、石英岩組成。根据在其砾岩中有震旦系硅質灰岩的砾石存在,又考虑到它不会与寒武奥陶系相当,更不可能老于寒武奥陶系,特别是它与寒武奥陶系的石灰岩呈断层接触,局部为前者覆于后者之上,以及二迭紀石盒子組不整合于其上的事实,作者认为这一套厚約 3,000 米的复理式沉积,很可能属上奥陶統—志留系。此外,在本区西北方向不远的隴县龙門洞,已发现含化石的上奥陶統。虽然在那儿的上奥陶統以厚层—中厚层石灰岩为主,但其下部仍夹少量頁岩,并且在其底部有砾状灰岩,厚度总計在 640 米以上。故在凤翔、麟游及乾县一带出露的巨厚灰綠色浅变质岩系,至少其下部大致可与隴县龙門洞的上奥陶統进行对比。再者,在汧阳之南也有这一套浅变质岩系零星出露,似乎可以說明,在当时沉积时,它們是連为一体的。假若陝西隴县龙門洞的上奥陶沉积是属祁連山加里东褶皱带的末梢,而分布于凤翔、麟游、乾县一带的浅变质岩系应是北秦岭加里东褶皱带的产物,那么,似乎可以說明,在加里东期时,祁連山加里东地槽与北秦岭加里东地槽是相連的。

分布于渭河地塹北側的这套灰綠色浅变质岩系,为复理式沉积,地层均已浅度变质,厚度甚大,构造基本为一向南傾斜的单斜层,并有向北逆的逆断层出現,因此,应属冒地槽的边緣地带。

在地塹的南側是北秦岭前震旦紀褶皱带,北側是北秦岭加里东褶皱带的边緣地带。根据一般地槽发育的带状特点推断,地塹北側的北秦岭加里东褶皱带理应向南伸入地塹,甚至还可能出现优地槽褶皱带。此外,根据北秦岭前震旦紀褶皱带的軸北元古界褶皱带和軸南元古界褶皱带的寬度大致相称,以及秦岭北側深断裂的方向及其生成甚早,可以判断,北秦岭前震旦紀褶皱带可能未伸入渭河地塹。

依据地塹北側加里东期浅变质岩系的出露东界推断,加里东期的褶皱基底仅分布在渭河地塹的中段和西段地区;而地塹的东段,根据华山、驪山大面积出露前震旦紀变质岩系,即是在地塹北側的韓城一带,也見到前震旦系的零星露头,因此,东段理应是前震旦紀的褶皱基底。

四、渭河地塹的地质发展史及其形成时期

对于渭河地塹的地质发展史及其形成时期,前人已有不少看法。如李希霍芬认为秦岭大断层发生在石炭紀;黄汲清认为是在侏罗紀末形成;維理斯认为該断层是在黃土生成之后或黃土生成期形成;李春昱根据 1956 年以前的資料认为,地塹是在第三紀始新世—上新世形成,并且成繼承性的緩慢活动;甘克文等认为地塹是在白堊紀之后形成;张伯声认为是在第三紀;张文佑认为是在喜馬拉雅期形成。由各家的观点可以看出,在最近一

些年来,多认为渭河地堑是在白垩纪之后、第三纪初开始形成。

根据地球物理剖面图可以看出,在地堑中至少有四组地层存在。根据电测深及部分地震的解释结果,最上一组是水平产状,厚约 600 米左右,可能全为第四系;其下不整合下伏厚约 500 米的第三系及 950 米的中生界;上古生界厚 1,350 米;下古生界厚达 700 米。上古生界与中生界之间可能亦为不整合接触,故沉积总厚在 4,000 米左右(见图 2)。

作者根据新的物探资料及近几年的地质资料,对地堑的地质发展史及其形成时期作如下的解释:渭河地堑在早古生代的早、中期,是属于华北陆台的一部分,震旦纪接受了很薄的滨海相石英砂岩堆积,寒武-奥陶纪则受到了广泛的海浸,这一点除在地堑两侧有寒武-奥陶系及零星震旦系石英砂岩出露可作证明外,物探资料更加肯定了这一点,而且总厚度在临潼-富平之间达 700 米。即是与下古生界出露较全的韩城剖面(厚 400 余米)相比,亦表明地堑当时为一相对拗陷区。但是,在早古生代的晚期,除在西安、涇阳一线之东的地区因受泰康运动的影响,与华北陆台一起长期上升遭受侵蚀外;在该线以西的地区仅有短期的上升和侵蚀,随后即强烈下沉,并发展为地槽区或冒地槽区,这可由在凤翔、麟游及乾县一带出露的晚奥陶世-志留纪的厚 3,000 米的灰绿色浅变质岩系以及它假整合于中下奥陶统石灰岩之上的事实,得到旁证。在耀县以西的嵯峨山、老龙山、崛山等地,有上石炭统或石盒子组不整合在中下奥陶统石灰岩或晚奥陶世-志留纪灰绿色浅变质岩系之上,说明加里东运动在渭河地堑的中西段有褶皱运动发生。渭河北山大背斜可能这时已具雏形。此外,根据地质部物探大队 1961 年的总结报告,认为铜川的结晶基底埋藏深度为 6,000 米,致使下古生界的厚度达到 5,000 米以上,并形成下古生界厚度由铜川的 2,500 米剧增至耀县之北的 5,500 米,说明北山南侧的大断裂在加里东时期已开始强烈活动。而秦岭北侧的深断裂,此时也可能发生类似的强烈活动。

在加里东运动以后,渭河地堑与华北陆台一样,长期上升,并遭受剥蚀,只是在地堑的东北部分,可能才有晚石炭世的滨海沼泽沉积。这可从地堑北缘的铜川、耀县、白水、澄城及韩城一带是太原组的浅海及滨海沼泽相沉积、耀县以西无太原组的沉积作为证据。

在陆相二迭纪的石盒子组及石千峯组沉积时,渭河地堑的临潼、富平一带晚古生代沉积总厚达 1,350 米,与其北的铜川出露总厚 800 余米相比,亦是一个相对拗陷区,这似乎也应该是渭河北山南侧大断裂继承性活动的结果。海西运动在渭河地堑区可能无褶皱运动发生。

在中生代时期,根据鄂尔多斯地台南缘是晚三迭世延长组的沉积中心区、侏罗白垩纪的隆起区推测,在临潼、富平一带厚约 950 米的中生界可能主要为中生代早期的沉积。印支-海西运动主要表现为强烈的上升,致使延长组被侵蚀变薄,并且愈往西侵蚀愈强,从而造成延长组与侏罗系间的假整合接触。

侏罗纪时期,渭河地堑理应为隆起区,当时,没有接受沉积,或者沉积甚薄。侏罗纪末的燕山运动甲幕可能仅在渭河地堑的西段有微弱的褶皱运动发生。

至早白垩世时期,在渭河北山的凤翔至宜君一带,广泛地堆积了洪积相的宜君砾岩。李春昱根据砾石成分中有甚多的变质岩、火成岩及石灰岩,认为这些沉积原料应该来自秦岭,从而说明了直到早白垩世早期,渭河河谷还没有形成,不能阻碍砾石的向北搬运。张文昭等在 1958 年又根据宜君砾岩的砾石在东部地区以石英岩、石灰岩为主;在西部地区

以花崗片麻岩、花崗岩为主,推断在早白堊世早期渭河河谷地带經受了強烈的剝蝕作用,广泛的出露了古老的地层。而且东部是寒武奥陶系及震旦系組成;西部則是由前震旦紀片麻岩及后期花崗岩組成,証明西部侵蝕強烈,东部侵蝕較弱。因此,說明在早白堊世渭河地塹还是不存在的。

从物探新資料証明李春昱、张文昭等的推測是錯誤的。在渭河地塹中有較厚的上古生界及中生界可以說明,宜君砾岩的砾石来源于渭河北山大背斜。这一大背斜主要由下古生界及太古界組成,在宜君砾岩沉积时,它強烈隆起,因而在其北側形成了砾度很大、分选不佳、圓度較差的宜君砾岩。这样一来,虽說在早白堊世时,渭河地塹是隆起区,但至少可以肯定不是強烈剝蝕区,故使白堊紀前的中生界下部及上古生界仍然得以保存。

在晚白堊世时,渭河地塹可能和鄂尔多斯地台一起,整体上升,从而未接受沉积。

白堊紀末期的燕山运动乙幕使上古生界—中生界褶皱、断裂,形成了下白堊統与第三系之間的不整合。由于渭河地塹內北秦岭加里东褶皱带上升所派生的側压力的影响,在渭河北山的嵯峨山、老龙山一带产生了东西走向的迭瓦式断层带,使寒武奥陶系推覆于二迭系之上。同时也形成了渭河北山地区的阶梯状正断层。此外,可能主要由于渭河北山南側大断裂的繼承性活动,使渭河北山大背斜沿軸部断开,南翼随后下降,被深埋于渭河地塹之下,北翼殘存,即今日的渭河北山。經過这次构造运动后,渭河北山的构造形态大局已定。

第三紀时期,渭河地塹南北兩側近东西向大断裂強烈的繼承性活动,使秦岭及鄂尔多斯地台不断上升,地塹強烈下沉,并接受了厚約 500 米的第三系(在临潼、富平一带)。这可由地質部物探大队电測深及地震資料作为佐証。又根据第三系在兰田、宝鸡已出露地面、在富平庄里鎮井深 380 米处已钻及等事实,可以肯定第三系在渭河地塹中是普遍存在的,而且厚度向西可能会急剧增加。

第三紀末,喜馬拉雅运动发生,除有大断裂及深断裂的強烈繼承性活动外,同时也有微弱的褶皱运动出現,故形成了第三系与第四系之間的不整合接触。

在新构造运动时期,秦岭及鄂尔多斯地台的強烈上升、及地塹的持續沉降,形成了巨厚的第四紀冲积层充填于地塹。这显然是与渭河地塹南北兩側深断裂及大断裂的強烈繼承性活动有关。根据陝西省物探大队 1960 年在华县及故市鎮的电測深資料,第四系厚达 800 米;在西安西郊钻孔深达 500 米,均为疏松沉积物,未見基岩;蒲城以北黄土塬下钻孔同样深达 500 米,但仍然未見基岩;又据陝西省秦岭区測大队的資料,在西安至武功之間の钻孔深达 300 米,也未見到基岩,均說明在地塹中有甚厚的第四系冲积层。此外,在西安附近地下 100 多米的冲积、洪积层中,夹有 1—2 米的火山碎屑岩,說明当时本区曾有火山活动。再从秦岭北麓的冲积扇、冲积阶地的发育,断层三角面明显,河流的谷形窄陡,自然地震的頻繁,以及秦岭、渭河北山与今日渭河平原在地貌上強烈的对照性,說明秦岭和渭河北山不断上升与渭河地塹持續下沉的对立发展,現在仍然在繼續着。

总之,作者认为,渭河地塹的形成和发展,是一个长期的、繼承性、間歇性的发展过程。远在加里东期,随着秦岭北側、渭河北山南側深断裂和大断裂的出現与活动,渭河地塹即在逐漸发生、发展和形成。南北兩側的深断裂及大断裂随着后来各期运动的不同,控制着渭河地塹的下沉或上升。总的来說,渭河地塹除在泥盆紀至早中石炭世(东段志留紀亦为

剝蝕区)、侏罗白堊紀时期为隆起区外,在其他地質时期均为下降程度不同的沉降区,其中尤以早古生代及新生代沉降最烈。因此,对渭河地塹的大地构造性質就得从新考虑了。

五、渭河地塹的大地构造性質及形成机理

对于渭河地塹的大地构造性質,前人已有不少的看法。如黄汲清认为渭河地塹属于鄂尔多斯中拗陷的一个組成部分;张文佑根据渭河断陷的形成可能与山西台背斜內的汾河断陷有联系,故将其划在山西台背斜之內;张伯声、閻廉泉的意见和张文佑基本相同;张传淦则大致与黄汲清的看法一致;张尔道认为,渭河谷地是北秦岭加里东地槽与鄂尔多斯地台之間的过渡地带。

作者根据渭河地塹基底性質和发展历史的不同及其与邻区大地构造的关系,认为渭河地塹的东段是前震旦紀的褶皱基底,其上有地台型的沉积盖层,又考虑它与汾河地塹的关系密切,故将其划归山西台背斜的范畴;而渭河地塹的中、西两段,主要为加里东期的褶皱基底,其上的沉积盖层可能属过渡型沉积;再考虑地塹之南是北秦岭前震旦紀褶皱带,其北是鄂尔多斯地台,因此,认为地塹中、西两段均应属过渡区。

又根据重力及航磁資料,可以很明显的将渭河地塹再划分为三个次一級的构造单元,东段叫大荔浅陷、中段叫兴平中陷、西段叫宝鸡深陷。大荔浅陷应属山西台背斜区,为前震旦紀褶皱基底,其上有厚約 3,000—4,000 米的沉积盖层;兴平中陷及宝鸡深陷均为加里东期褶皱基底,唯兴平中陷的沉积厚度稍逊于宝鸡深陷,前者沉积厚度估計为 4,000—5,000 米,后者沉积厚度推測在 5,000 米以上。即大荔浅陷属地台区,而兴平中陷及宝鸡深陷应属过渡区。作者认为,渭河地塹应叫“軸前地塹”,似乎更为确切。

对于渭河地塹的形成机理,前人探討較少。根据今日的資料,作者认为渭河地塹的形成主要是由于秦岭地軸上升与鄂尔多斯地台下降的长期对立发展,以及秦岭北側、渭河北山南側的深断裂及大断裂长期的、繼承性活动的产物。

六、結 束 語

根据近几年的資料,对渭河地塹有以下几点認識:

1. 渭河平原肯定为一地塹构造,由于其南北兩側均有断层面向地塹的阶梯状正断层存在,地塹軸心偏南,南深北浅,故渭河地塹应是一不对称复式地塹。

2. 渭河地塹的东段——大荔浅陷,应为前震旦紀的褶皱基底;其中、西两段——兴平中陷及宝鸡深陷,应为加里东期的褶皱基底。

3. 渭河地塹的形成和发展,是一个长期的、繼承性、間歇性的发展过程。远在加里东期,随着秦岭北側、渭河北山南側深断裂和大断裂的出現与活动,渭河地塹即在逐渐发生、发展和形成。它除了在泥盆紀至早中石炭世(东段志留紀亦为剝蝕区)及侏罗白堊紀为隆起区外,在其他地質时期均为下降程度不同的沉降区,其中尤以早古生代及新生代沉降最烈。

4. 渭河地塹的东段应属山西台背斜的范畴,而其中、西两段則应属过渡区,故将其叫做“軸前地塹”,似乎更为确切。

5. 渭河地塹的形成,主要是由于秦岭地軸上升与鄂尔多斯地台下降的长期对立发展,

以及秦岭北侧、渭河北山南侧的深断裂及大断裂长期的、继承性活动的产物。

参 考 文 献

- [1] 中国科学院地质研究所 1959 中国大地构造纲要。科学出版社。
- [2] 中国科学院地震工作委员会历史组 1956 中国地震资料年表。科学出版社。
- [3] 车福鑫 1963 陕西陇县上奥陶统的发现。科学通报, 第3期。
- [4] 冯景兰 1934 陕西中部及山西之地堑断层之时代约略计算。中国地质学会志, 第13卷。
- [5] 别洛乌索夫, B. B. 1957 大地构造学基本问题。地质出版社。
- [6] 李春昱 1956 对于“渭河地堑”的质疑。地质学报, 第36卷4期。
- [7] 李连捷 1933 渭河断谷之地文。中国地质学会志, 第12卷。
- [8] 陈梦熊 1957 在包头、西安、北京等地所见到的几个有关新构造方面的问题。中国科学院第一次新构造运动座谈会发言记录。科学出版社。
- [9] 张文佑 1957 秦岭构造-岩相带的初步认识。地质知识, 第3期。
- [10] 张伯声 1959 从陕西大地构造单位的划分提出一种有关大地构造发展的看法。
- [11] 张尔道 1957 秦岭宝鸡略阳段几个地质问题。地质论评, 第17卷4期。
- [12] 张尔道 1957 临潼骊山新地地质构造运动。地质知识, 第2期。
- [13] 张尔道、关恩威 1959 从地质—地貌方面对西安附近地区新地地质构造运动的初步研究。西北大学学报, 第2期。
- [14] 哈茵, B. E. 1963 深断裂的主要标志、分类原则及在地壳发展上的作用。地质译丛, 第10期。
- [15] 杨鍾健、裴文中 1934 洛阳西安间之新生代地质。中国地质学会志, 第13卷。
- [16] 閻廉泉 1963 东秦岭及其邻侧地区地质构造的基本特征。地质学报, 第43卷2期。
- [17] 黄汲清 1959 中国东部大地构造分区及其特点的新认识。地质学报, 第39卷2期。
- [18] 黄汲清 1960 中国地质构造基本特征的初步总结。地质学报, 第40卷1期。
- [19] 常隆庆、杨鸿达 1956 中国地质学。地质出版社。
- [20] 喻德渊 1959 中国地质学。地质出版社。
- [21] 谢家荣 1933 陕北盆地地文。中国地质学会志, 第12卷。
- [22] 裴伟, A. B. 1956 深大断裂的特点、分类及其在空间上的分布。地质译丛, 第11期。
- [23] 裴伟, A. B. 1956 论地质构造中的继承性原则。地质译丛, 第12期。

ON THE WEIHO GRABEN

WANG TZUN-CHENG

(Abstract)

The Weiho Graben, extending east and west about 300 kilometres, with a width up to 80 kilometres, occupies just the territory of the floodplain between the Tsinlingshan and the Northern Hills (or Pehshan). It had long been investigated by geologists both abroad and at home during the period from 1882 to 1934. Basing upon personal field observation and synthesis of the latest geological, geophysical and drilling data the writer arrives at the following conclusions:

1. Owing to the presence of normal step faults that demarcated the Weiho plain both on north and south, and to the increase in depth of the fault blocks toward the south, it may be safely affirmed that the Weiho plain marks an asymmetrical complex graben.

2. The eastern section of the Graben, *viz.*, the Tali shallow depression, lies on a basement of pre-Sinian folds, while the middle and western sections, *viz.*, the Shingping median depression and Paochi deep depression, lie on a basement of Caledonian folds.

3. The development of the Graben is a long-continued, hereditary and intermittent process. The formation of the graben dates long back to the Caledonian Cycle when the deep fractures and the great fractures both north of the Tsinlingshan and south of the Northern Hills came into being. Since then, it has, in the main, been a subsidence belt with different intensity, especially in Early Paleozoic and Cenozoic, except Silurian (only in the east section), Devonian, Early-Middle Carboniferous, Jurassic and Cretaceous. During these periods it was an uplifted region of erosion.

4. Inasmuch as the eastern section of the Graben belongs to the Shansi Anticlis and the middle and western sections to a transition belt, it is likely that the Graben is a "fore-axis graben".

5. The formation of the Graben was chiefly due to the uplift of the Tsinling Axis in contrast to the subsidence of the Ordos Synclis, and to the long-continued and hereditary movement of the deep fractures and great fractures both on north of the Tsinlingshan and on south of the Northern Hills.