

卫星照片的线性破裂解译

刘光夏 王敬禹 王浙辉 任文菊

(国家地震局地球物理勘探大队)

摘 要

为了研究大地震发生的地质构造背景,卫照分析是很重要的。我们解译了鄂尔多斯周围和华北地区的卫星照片。共解译出巨、大、中、小各类线性破裂4737条,发现它们的最新活动表现在:1.继承性:即新的破裂沿袭中生代以前的老断裂活动;2.新生性:部分破裂在第三纪特别是第四纪形成。两种表现在卫片影象上都相当清楚。我们认为这些由卫照识别出最新活动断裂与地震活动有一定关系。

一、引 言

遥感地质文献中经常出现的“线性构造”或“线性体”一类术语是借用Hobbs的“Lineament”一词^[1],指的是地质或地貌上的一些直线状的界线。“破裂”一词含义较广,既包括运动性质明确的断层,也包括性质不明的破裂或裂隙^[2]。笔者所谓“线性破裂”是指卫片上直线延伸的影象,大部为构造成因,如受断层控制的山脉、水系、错断的河流和山脊、断陷湖泊、冲积扇的定向偏转以及大量已知的断层和可能是最新的微破裂等。它们在卫片上多呈线形,方向性强,井然有序,清晰醒目,较大的破裂尤其如此,运用一般地质和构造地貌原则,在解译时突出其“形”和“色”两大标志,不难同非构造成因的线性影象区分。

在整个镶嵌区,共解译出巨、大、中、小各类线性破裂4737条。巨型和大型者直线延伸好,往往穿越数省,纵横全区,长度皆在200公里以上(大型略短),都是地质上长期活动的深大断裂,有丰富的地球物理资料佐证;中、小型破裂一般长几十至几公里,多密集成带或雁列成行,还有的依附于大的破裂带旁侧而显示其间的成生联系,不少都是地质图上没有的。在平原和盆地区,尽管松散沉积减弱了影象,但由于最新活动,控制了地貌和水系,影响了第四系的成因类型、厚度和含水性,色调差异明显,仍然可辨(参阅图1)。

二、巨型和大型的线性破裂带

1. 东西/南北向

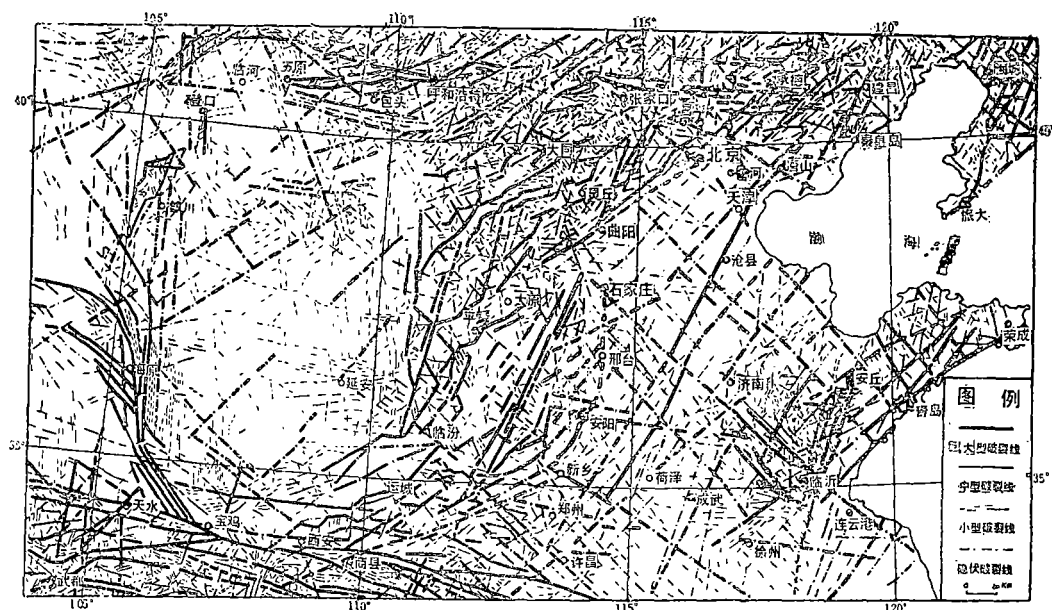


图1 华北卫星线性破裂解译图

Fig. 1. Linear Fractures in North China Interpreted From Landsat Images

主要分布于区域的南、北两侧。

北侧为阴山—燕山纬向带，集中于北纬 40° — 41° 。西段以狼山、乌拉山和大青山为主体，单条破裂走向北 80° 东至北 80° 西，呈舒缓波状延伸，古老岩层经多次构造运动，褶皱紧密，规模不等的破碎岩石被夹持于断裂之间，因水平流变作用、透镜状块体和扁平的流变波纹很清楚。山区一侧上升，色调深，地形陡峭，河谷狭窄，断层三角面、悬谷、断层崖以及尚未胶结的破碎带呈现一条白色条带蜿蜒于山边，平原一侧下降为河套和土默特断陷，沿五原—包头—呼和浩特依次向东错列，地势平坦，河网密布，色调因松散沉积层中含水量的不同而有差异。平原中有几条较大的色调界线，平整笔直，在托克托以西略呈向南突出的弧形，南北流向的黄河支流均发生有规律的偏转，显示北盘西移的左旋运动。

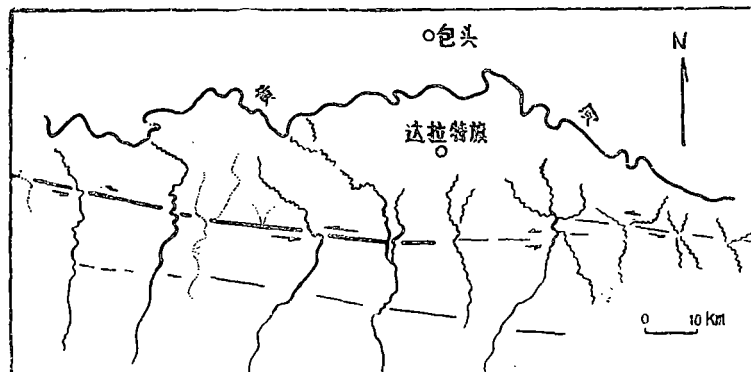


图2 包头以南的第四纪沉降带，主断层为左旋运动，南部鄂尔多斯地块有微弱上升

Fig. 2 The Quarternary subsidence zone south to Baotou. The main fault shows left-lateral displacement and the Ordos Block has slightly risen.

呼和浩特至怀安，有岱海北东向构造插入，古老的纬向构造被隔于北东构造之间。张家口以东，有隆化、兴隆和玉田三条纬向破裂带，组成南北宽约百公里的燕山腹地，玉田附近，形成另一个略向南突出的弧。辽东半岛仍有纬向破裂显露，但由于北北东和北东构造的穿插分割，其延续性较西部差。从宽城附近的一个帚状构造影象分析，燕山纬向破裂带整体运动仍为北盘西移的左旋。

含幔源扑虏体的新生代玄武岩、超基性岩以及火山口、温泉等均沿此带分布，说明晚近地质时期的活动已深及上地幔。

南侧为北秦岭带，基本走向北 80° 西。西段天水至宝鸡为密集的南北和北东破裂所截。宝鸡以东受六盘山北西构造干扰。主要破裂影象有三原北、华山、天水—宝鸡—兰田、兰田南—栾川、周至、商县等破裂带组成。三原北破裂带西起口头镇东延至渭、华以北，在渭河平原中形成一条北浅南深的色调带，显示北升南降，是渭河地堑北界断层，洛河和石川河均在此同步拐弯又说明兼有北盘东移的右旋运动。天水—宝鸡—兰田破裂带西段影象笔直，在拓石车站错动了更新世坡积层；东段经眉县、周至、商县直到河南南阳，线性影象都很清晰，周至第四纪凹陷是断裂垂直运动的表现，从沿线水系错动来看，仍以北盘西移的左旋运动为主。兰田南—栾川破裂也是一条左旋断裂，影象直如刀切。

华山南北均有锯齿状线形影象作北东东延伸，以北侧反差最强，华山拔地而起，与渭河地堑中的固市凹陷底部高阻层相比，新生代以来垂向位移已逾六千米¹⁾。

北秦岭破裂带在洛阳以东潜入黄淮海平原，隐伏影象通过平原的色调差异反映，可同连云港相呼应。

在上述两大构造带之间的石家庄、泰安和鄂尔多斯等地，散布了规模不大的东西破裂。

南北向破裂主要聚集于东经 104° — 105° 、通渭—天水—武都、鄂尔多斯东、西缘、太行山东麓山前以及密云水库西侧。腾格里沙漠中稀疏的南北向破裂延至景泰和定西。值得一提的是通渭经天水到武都的南北破裂，无论在黑白片还是彩色密度分割片上，“形”“色”皆显，在纬向延伸的北秦岭西段，迭加上一条北略偏东的破裂带，控制了西汉水上游和昔河的一些支流，总长200公里以上，宽约三、四十公里（看阅图5）。

东经 107° 附近，是另一条强大的南北破裂带，从宝鸡北经固原、西吉，同北西构造一起组成六盘山主脉，卫片上可以看到黄土中密集成带的南北向线性破裂发展成细小的冲沟，穿越原有的树枝状水系，南北呼应，自成一体。自同心北上，沿黄河东岸南北走向的线性形迹可经牛首山一直追踪到陶乐。磴口附近黄河河谷为南北向，再向北，伏于河套平原之下，狼山

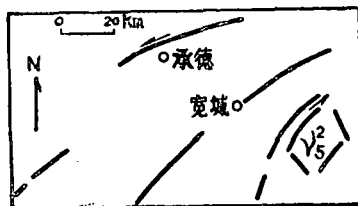


图3 河北宽城帚状构造

Fig. 3 The broom-type structure near Kuancheng.

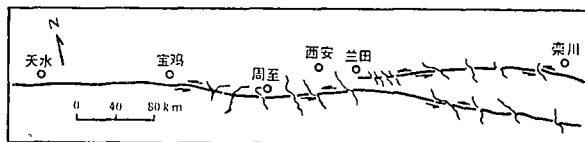


图4 秦岭北缘大断裂及兰田—栾川大断裂

Fig. 4 The great fault of north front of Qinling Mt. and the Lantian Luanchuan.

1) 地质部第三普查勘探大队1965年电法资料。

东北再露端倪。鄂尔多斯东缘的南北断裂带自托克托沿黄河南下,经兴县、离石到潼关影,象呈锯齿状,离石柳林镇超基性岩即在此带内。太行山东麓的南北断裂带从河流形态分析,挽近时期发生过右旋扭动(参阅图6),因受华北裂谷扩张的影响,该带外形虽不及西部各条南北带清晰,但串珠状火成岩体(邢一郎)和金伯利岩(鹤壁)沿带出露都说明断裂切穿地壳而达上地幔,并构成我国大陆东部第一个地势台阶和重力梯度带。

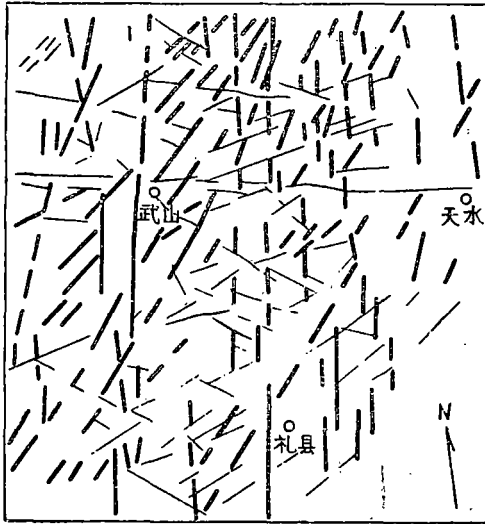


图5 天水附近南北和北东向断裂(卫片密度分割素描 1 cm = 16 公里)

Fig. 5 Scheme showing the density slicing of the LANDSAT images near Tianshui.

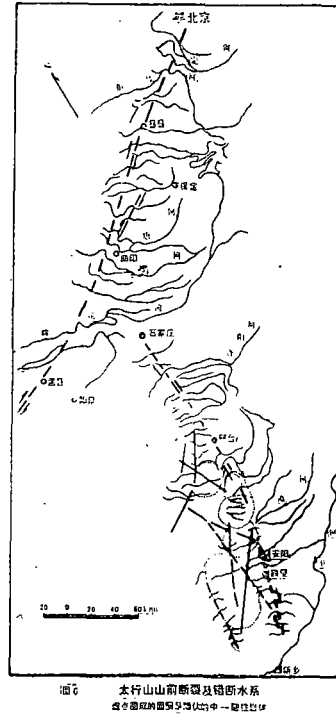


Fig. 6 Showing the right-lateral displacement along the faulting zone in front of the Taihang Mt.

燕山山区由西向东等间距地排列着 5—6 条南北断裂带,规模逊于前者,进入平原影象大多不清,唯有密云水库和三河、平谷一带的南北断裂插入平原并控制河谷。

2. 北北东/北西至北西向

一条巨大的北北东断裂带从石咀山沿贺兰山边伸向中卫,然后穿过海原的西安州插到天水西南,长城在石咀山附近的红果子沟错动和银川以西苏峪口横切冲积扇的断层陡坎¹⁾,都呈右旋运动,并构成本带北段最活跃的部分;西安州、泾原、天水等地,黄土中北北东方向的沟壑成串,西礼盆地被扰动以及西汉水被迫拐向西南,说明南段的新活动亦很明显。北北东汇合南北向断裂,使北秦岭西段产生构造分异,与中、东段相比,进入了不同的新构造发展阶段。长期以来,上述地区的震中分布和等震线走向与地质构造线不一致的问题,从卫片影象上得到了初步的启示。

山西地台有两条彼此平行的北北东断裂带:西带北起朔县,经岚县、蒲县至稷山而后入汾河谷地,影象大部清晰易辨;东带是紫荆关断裂带的中、南段,把沁水石炭—三迭系盆地

1) 根据笔者1965年实地观察和航片判读。

右旋错开（见图7），和顺，左权都有新的玄武岩火山口。

华北平原的北北东影象隐晦。透过巨厚的松散沉积层，隐约看到沧东断裂北延宁河、唐山，南过沧县、德州，至临清仍然清晰，再往南到内黄不清，从色调差异判断，可都延伸到平顶山或南阳。聊兰断裂南北各有北西影象阻截，北北东影象过兰考可追踪到驻马店以西。华北东部最大一条北北东破裂带首推郯—庐断裂带（山东段称沂沭带），临沂以北，由于白垩系王氏组和太古代变质岩的色调深浅不一，衬托出“两堑夹一垒”的构造轮廓和四条平行伸展的大断裂（自西向东为唐吾—葛沟、沂水—汤头、安丘—莒县和景芝—大店等断裂），在郯城和新沂聚拢，变窄并隐伏。沂水和昌乐一带有新的玄武岩火山口。郯城马陵山发现第四纪中晚期递掩断层和长达百公里的南北向最新隆起，说明该区存在东西方向的挤压¹⁾。沂沭带西侧为上五井断裂，同金伯利岩有关并把沂源盆地左旋错成S形。

北西至北西西方向破裂较均匀地遍布全区。昌平至丰南有一宽8~10公里的深灰色调带^[4]，控制了潮白河和蓟运河一段流向，连结顺义和唐山雅鸿桥两个凹陷，地表水网发达，地下水富集，具有沉降带的许多地貌特征，同相邻地区在影象上形成鲜明对照（见图8），河北平原第四系厚度以此为最大（500—800米）¹⁾，沟通了马坊和唐山两个强震区，长200多公里。京津之间、保定—河间、阜平—衡水—德州等北西影象也较清楚。冀鲁平原中一群较大的北西破裂影象源出沂蒙山北西断层束，过肥城潜入地下，从色调和水系看，该断层束指向石家庄。串湖（即洪泽湖—微山湖）断裂^[5]可能连及邢台至太原。另外，磁县至平遥以及五原的北西破裂皆较清楚，其间的鄂尔多斯覆盖区不清。新乡—永城是华北南部较大的北西破裂带，由于两侧地块下降幅度不一，形成了一条平直清晰的色调界线^[6]，西端过太行可追踪到介休和离石；磴口西北也有走向与之一致的破裂，82年至83年第一季度4~5级地震¹⁾有沿带迁移趋势；在豫东，此带分隔黄、淮二大水系，是北部北东构造和南部北西构造的分界，也可能是华北、华南应力场的转变地带（见图9）。登封—垣曲北西破裂带在嵩山形成一个较宽的线性影象，显示了清晰的北盘西移的左旋运动（见图10）。

北西至北西西方向破裂在山西地台上最发育的地方是太原和临汾两个盆地。

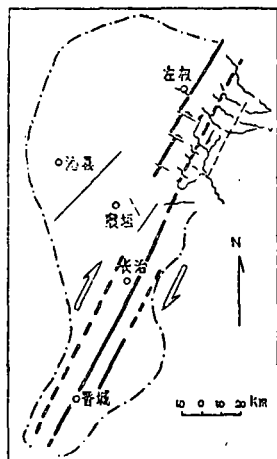


图7 沁水盆地的右旋运动

Fig. 7 Scheme showing the Qinshuei basin and its right-lateral displacement.

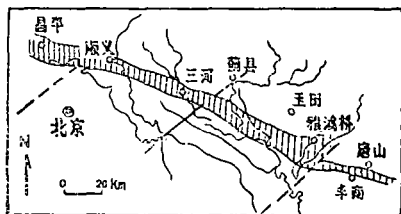


图8 昌平—丰南断裂（卫片上是一条深色带）

Fig. 8 The Chengping—Fengnan fault, indicated by a dark colour zone on the LANDSAT image.

1) 高维明，马陵山地质与郯城8.5级地震的发震构造，山东省地震局，铅印本。

2) 李祥根，1979。

1) 国家地震局分析中心地震快报。

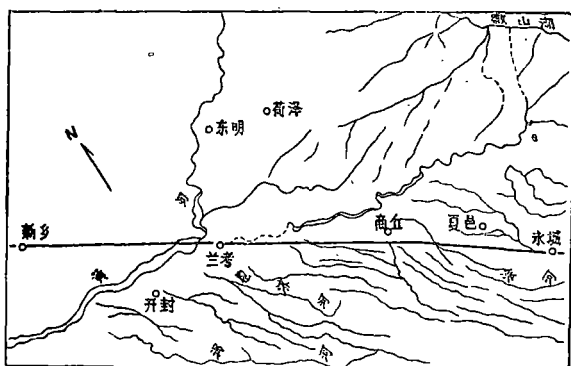


图9 新乡—永城断裂(兰考以东是黄淮二水系分界)

Fig. 9 The Xinxiang—Yoncheng fault is a dividing line of the Yellow R. and the Huai R.

3. 北北西/北东至北东东向

海原以西的南、西华山大断裂一过海原突然折向南东, 扫过固原、西吉、隆德和陇县直插宝鸡, 构成六盘山这一北北西破裂带最突出的代表构造。根据错断水系的特征, 南、西华山断裂为左旋运动^[7], 又据固原水泉一大水头段陇西系主干断裂及其西南盘的小型拖拉褶皱¹⁾组成的“入”字成构造分析, 北北西走向的六盘山主断层也应是左旋运动。六盘山破裂带影响了第四系及以前的所有地层。千河等渭河支流在宝鸡一齐形成“倒钩状”水系; 清水河断裂北与黄河成反接支流以及黄土中众多细小线性破裂亦步亦趋地跟随清水河断裂拐弯, 都说明整个六盘山在第四纪中晚期的强烈活动(见图11)。中宁、青铜峡、平罗、石咀山和五原等地各有一组色调鲜明影像清晰的北西破裂带通过, 它们穿入腾格里沙漠和狼山后, 仍很清楚, 有的是沙漠中的控水构造(如阿左旗附近)^[8]。

整个山西裂谷带, 出现了不少北北西至北西走向的破裂, 相对集中于运城、临汾、太原、阳曲—忻县、定襄—寿阳、灵丘和蔚县, 与北东东破裂组成一对共轭剪切网络。

狼山山前的北东东影象带长250公里以上, 在戈壁平原和沙漠中很是清晰壮观并具右旋扭动。包头以西的北东东破裂斜切乌拉山和黄河断陷延至鄂托克旗。一组北70°东破裂的最新活动形成了岱海至黄旗海第四纪断陷盆地, 截断了阴山纬向带(见图12)。这组破裂穿鄂尔多斯地块连向海原, 地块中突出的北东向航磁异常可证实其存在。张家口以西, 经左云、

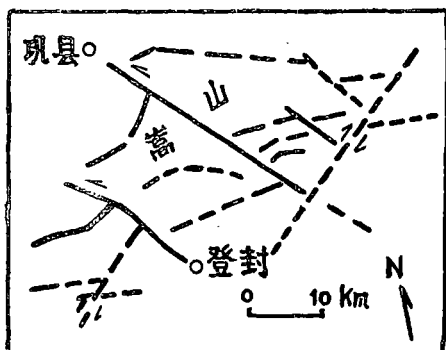


图10 嵩山的构造表示北西向断层的左旋和北东向断层的右旋运动

Fig.10 Structure of Mt. Song, showing the left—lateral displacement of the NW fault and the right—lateral displacement of the NE fault.

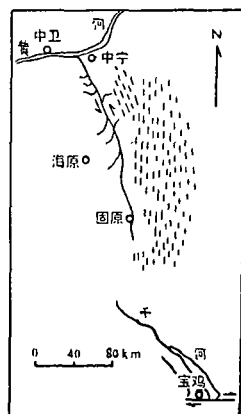


图11 异常的支流及黄土中的劈理
Fig.11 Scheme showing the abnormal tributaries and the cleavages in loess.

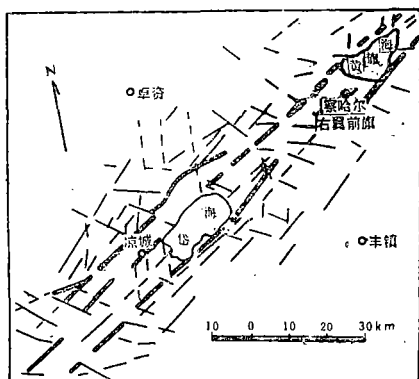


图12 岱海及黄旗海第四纪断陷

Fig.12 The Quaternary subsidence zone of Dai-hai Lake and Huangqi Lake.

吴旗到天水的西礼盆地是另一条穿越鄂尔多斯

的北东断裂带。怀来、延庆、大同、山阴、灵丘一代县等盆地，被北东东巨大断裂带控制；自昌平沿京西太行山麓经易县、曲阳、孟县至太原，也有一组北东东断裂，同样决定了太原及以南诸盆地的长轴方向。根据滹沱河、大沙河、唐河和拒马河的同步拐弯分析，断裂带发生过整体右旋运动〔9〕。平陆北一垣曲—长治影象带进入河北平原隐约连向隆尧，至衡水和河间又较清晰，沿子牙河过天津可连到唐山，从65年垣曲地震开始，强震沿东北方向依次发生〔10〕。另一条北东东影象带由许昌经菏泽、泰安、淄博、广饶过庙岛群岛到旅大东北的皮口，也是一条地震带。斜切山东的一条影象带较前清晰而连续，自荣成经青岛、临沂到微山湖，燕山期花岗岩和日照、莒南一带的榴辉岩与之有关，可能是一条深断裂。

三、中、小型线性破裂带

长度从几公里至十几公里不等，单条影象清晰。有的相对集中在一些古老刚性地块中，交织成共轭剪切网，显示近东西向的压应力作用，如沂沭带就被众多北东/北西断裂切割，其中北东组为右旋运动（图13）。北西组的左旋则由河流牵引现象表现得很清楚（图14），

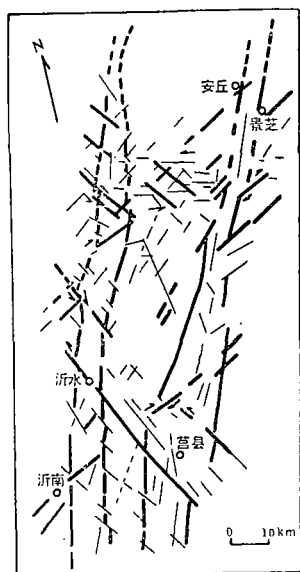


图13 沂沭带的共轭剪裂

Fig.13 The conjugate shear fractures of Yishu fault zone.

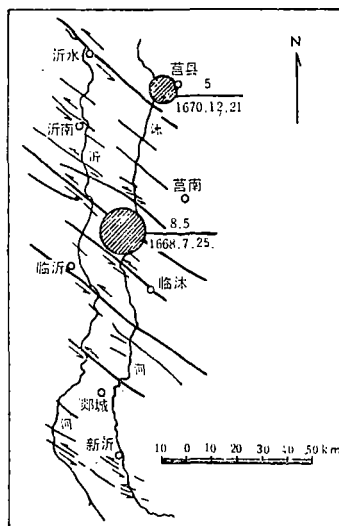


图14 沂沭带北西横向断裂的右行错移
由河流的同步弯曲显示

Fig.14 The right-lateral displacement of the NW trans-faults along Yishu fault zone shown by the synchrobending of streams.

有的单向延伸, 依附于某些巨、大断裂附近, 说明其间的生成联系和后期活动, 在区内石质山区很普遍。

四、讨 论

1. 地球和类地行星一般都有四组, 最多六组线性构造¹⁾。根据我们的卫片工作, 在华北共解译出六组断裂, 即东西/南北、北北东/北西至北西西、北北西/北东至北东东。由于介质条件的差异, 方位可能有些偏差 ($\pm 10^\circ \sim 15^\circ$), 但总的看来, 六组断裂交织成三套共轭体系, 图15的走向玫瑰图可略表其一二, 外圈花纹表示不同走向断裂的频次 (多少)。各组的新活动都相当清楚地反映在地质和地貌上。在大多数情况下, 南北、北北东和北东三组表现为右旋运动; 东西、北北西和北西则为左旋运动, 纵横全区, 比较一致。因而还是用北东到北东东—南西到南西西的挤压来解释为好。

2. 华北地块地史上历经沧桑, 基底刚性强, 新的活动以剪切断裂为主, 多继承老断裂, 但新生者亦不在少数, 如西部的北东断裂和东部的北西断裂; 全区皆有分布的南北向断裂以及中部地区的东西断裂等。它们在单张卫片上较隐晦, 但镶嵌之后, 其线性影象沿多种地貌要素托出, 跃然图上, 有的可追寻上百到几百公里。当然, 卫星照片上的信息是十分庞杂的, 不能排除非构造因素线性体的存在, 区区肉眼很难逐一察明真伪, 特别是覆盖区, 有待进一步的工作和实践的检验。

3. 与地震活动的关系

有些地带地震活动的时、空分布自成一体, 同区域地质构造线不一致, 这种“矛盾”可在卫片断裂影象特征上得到解释, 如

(1) 南北地震带北段: 从武都向北, 沿北北东方向经天水、海原直至磴口, 是一条众所周知的强震活动带, 从等震线上看, 除1920年海原大震是北西西向外, 其余四次7.5级以上大震皆为北北东, 地震的迁移主要也是北北东方向, 同近东西走向的秦岭老构造几乎正交, 表层地质构造和地震构造是不一致的。当这一地区的卫片镶嵌起来之后, 一群相当清晰的线性断裂沿北北东方向横截东西构造北延, 在东经 $105^\circ \sim 107^\circ$ 又有大量南北的断裂穿插其间, 如通渭到同心一带, 黄土中原始的羽毛或树枝状水系, 变成一些断断续续的北北东至南北方向的小冲沟, 连接成带而有别于两侧的水系格局, 可能是新断裂的地貌反映, 海原、固原正是上述二方向断裂交汇之处, 再向北纵贯银川

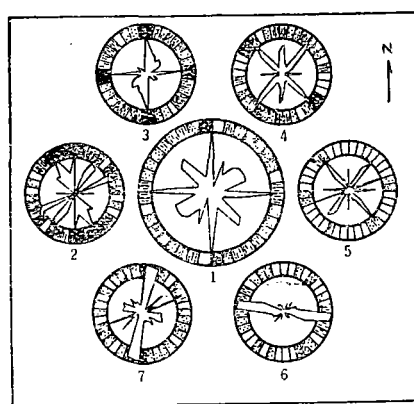


图15 华北地区卫片线性断裂玫瑰图

1. 全区, 花型长度1Cm = 3200km 周边图案代表断裂条数

0-100 101-200 201-300 301-400 401-500 501-600 >600

2. 山西和汾渭1Cm = 630km, 破裂条数较1低一个等级, 下同。

3. 阴山—燕山 4. 华北平原北部 (3, 4, 1Cm = 870km)

5. 华北平原南部 6. 秦岭 7. 南北带 (5, 7, 1Cm = 470km)

Fig.15 Seven rose sketches showing the strike, length, and the concentration of the linear fractures from LANDSAT photos in North China.

1) Hobbs (1911)、Sander (1956)、张文佑 (1960)。

1) 刘昌铨, 燕山与华北平原地壳结构特征的初步分析, 国家地震局物探队铅印稿, 1982年。

地堑有截阴山、狼山之势。从本段地震活动同破裂分布来看，二者是有密切关系的。

(2) 垣曲—邢台—河间—唐山北东向地震带：1965年垣曲地震是华北地震活动高潮的序幕，随后，强震逐年向北东方向迁移^[10]，这条地震活动带斜交太行山进入华北平原，大多数地段露头不清，但在镶嵌的卫片上，却见一组北东方向的线性破裂，西南起运城，经垣曲、斜穿长治盆地和太行山基岩，过隆尧、宁晋、河间、宁河，东北终于唐山至迁安一带。影象通过覆盖区连接性不好，但每段仍然清晰可辨。

(3) 许昌—菏泽—庙岛群岛—旅大北东向地震带：沿此带在镶嵌后的卫片上可清晰地分辨出一条线性破裂带，但过泰安后，影象被黄河口覆盖区掩盖，北东排列的庙岛群岛显示其可能连向旅大方向，与皮口—青城子深断裂¹⁾相接。历史上许昌(1820)和菏泽(1937)都发生过破坏性地震；北段金县(1862)亦有破坏性地震记载，而1976年庙岛群岛震群活动中黑山两次小震的节面A为32°和38°^[11]，同破裂带的走向接近。

(4) 几条北西向地震带：新乡—成武—固镇一线，4~5级地震的时空分布有一定呼应关系，是一条北西向地震活动带。有作者指出该带同江苏溧阳，山西平遥和内蒙五原的地震活动相关^[12]。虽然卫片上还找不到线性破裂贯通，不过，新乡经商丘至图幅边缘一段，北西破裂影象十分清晰，磁县到平遥以及五原西北也较清晰，但同前者并非一条破裂带。另外，平遥和太原一带北西至北北西破裂带截山西地堑带为二：北部地震较分散；南部八级大震集中于临汾盆地。

(5) 昌平—香河北西地震带：本带最大的地震是1679年马坊8级大震。北京(1484年，6.7级)、通县(1536年，6级；1665年，6.5级)和北京西郊(1730年，6.5级)等地都有地震活动^[13]。昌平—丰南北西西向破裂带穿过全区；至少三条南北破裂带也从北西南延至此带；一系列北东向活动断裂如高丽营—八宝山断裂、顺义断裂、南宛—通县断裂、夏垫断裂、香河断裂在此交汇，卫片上表现为一组北东破裂带。

4. 越来越多的资料证明，华北一些地堑或地震活动区，莫震界面起伏不平，地壳厚度不稳定，而且上地幔隆起的范围相当大^[14-16]，在表层形成了正断—裂陷作用，使破裂图象进一步复杂化；在莫霍界面起伏的过渡地带，地壳表层往往形成一些疏密相间、错落有致的破裂密度梯度带，为深部物质上涌，地热异常开拓了通道。

卫片线性破裂同地震、地热和深部构造的关系是一个十分复杂的问题，作者仅做了一次大面积、粗线条的探讨，加之解译区大部分破裂影象未经野外验证，全区岩、土条件千差万别，水文地质条件各异，这些对可见光到近红外波段的扫描图象都有很大影响，限于条件和水平亦未及深究，希读者批评指正。

(本文1983年7月4日收到)

参 考 文 献

- [1] Hobbs. W. H., 1904, Lineaments of the Atlantic Border Region, Geol. Soc. Bull., 15, 453~506.
- [2] 王嘉荫, 破裂带中的几个问题, 地质科学, 1974年, 第5期。
- [3] 丛柏林等, 华北新生代玄武岩的研究, 地质学报, 1979年, 第2期。

1) 柴广义 辽宁地质, 1981年第4期。

- [4] 李建华, 蓟县幅卫星象片断裂构造解译, 地震, 1981年, 第1期。
- [5] 丁国瑜等, 我国地震活动与地壳现代破裂网络, 地质学报, 1979年, 第1期。
- [6] 国家地震局地震研究所、国家地震局地质研究所, 中国活动构造典型卫星影象集, 地震出版社, 1982年。
- [7] 丁国瑜, 活动走滑断裂带的错断水系与地震, 地震, 1982年, 第1期。
- [8] 谷上礼, 地质报, 1983. 2. 25。
- [9] 李建华等, 京津唐张地区断裂构造与地震活动的分析(根据卫星照片判读), 科学出版社, 1980年。
- [10] 王泽皋等, 华北强震活动的整体性, 地震战线, 1979年, 第5期。
- [11] 魏光兴等, 1976年春季山东庙岛群岛两次小震群, 地震学报, 第二卷第三期, 1980年8月。
- [12] 林邦慧等, 溧阳—介休—五原北西地震带强震的破裂特征, 地震学报, 第4卷第2期, 1982年。
- [13] 河北省地震局地震地质组, 地震构造图说明书(包括北京市、天津市), 1980年。
- [14] 滕吉文等, 华北平原邢台地震活动区的上地幔结构和地幔低速层, 地球物理学报, 第22卷第1期。
- [15] 刘国栋、刘昌铨, 华北北部地区地壳上地幔构造及其与新生代构造活动的关系, 中国科学, B辑, 1982年第12期。
- [16] 毛桐恩、姚家榴, 中国南北地震带(北段、中段)的深部环境与地震关系的初步探讨, 地震地质, 1982年第2期。

THE INTERPRETATION OF THE LINEAR FRACTURES ON THE LANDSAT PHOTOES

Liu Guangxia Wang Jingyu Wang Zhehui Ren Wenju
(*Geophysical Prospecting Brigade, State Seismological Bureau*)

Abstract

The linear fractures so called by this paper are a series of images of straight lines on the LANDSAT's photoes, and most of them are caused by tectonic activities, such as fault-controlled river systems, offset streams and ridges, subsidence lake basins and grabens, deviational alluvial fans, straight seashore lines and somemicrofractures which may result from the recent crustal movement. Therefore, the word "fracture" can not be limited to geological faults.

We inlay and interpret 123 photoes from LANDSAT-1, 2, 3, in the region between E 104°—122° and N 34°—41°, which covered 1.36 million km². The photoes used by us are coarse and black-white, so there are errors of 6—7 mm in our inlay. The density slicing had been done in part of the typical photoes. In order to check our interpretation, some field examinations have been carried out. We discover that the activities of all kinds of the fractures in the latest geological time were shown into two aspects,

1. Continuity. Most of the fractures activities occur along the old faults of pre-mesozoic era.

2. Originality. Part of the fractures originated in the Neogene period, especially in the Quarternary era.

All the characteristics as mentioned above are eyecatching on LANDSAT photo images.

In the course of our analysis, we find that in the whole region of North China, various types of fractures are shear, particularly in recent tectonic stress field. In spite of their criss-cross each other, they are in order and fall into three groups of conjugate systems, e.g. EW/NS, NNE/NW-NWW, NNW/NE-NEE. Finally, the authors have tried to find out the relationship between the seismicity and the linear fractures.