

遥感地质应用文集

地质出版社

遥感地质应用文集

地质出版社

遥感地质应用文集

地质部书刊编辑室编辑

地质出版社出版

(北京西四)

地质印刷厂印刷

(北京安德路47号)

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

开本: $787 \times 1092^{1/16}$ · 印张: $13^{3/4}$ · 插页: 7 个 · 字数: 248,000

1981 年 1 月北京第一版 · 1981 年 1 月北京第一次印刷

印数 1—2,895 册 · 定价 3.20 元

统一书号: 15038 · 新563

前 言

近两年来，遥感技术在我国地质工作中得到了很好的推广应用，发展很快。不少单位结合本地区地质任务和工作特点，对航空、卫星象片进行目视解译分析，初步积累了解译判读经验，总结了航空、卫星图象目视解译标志，并对若干影象特征进行了专门性探讨。对加速区域地质调查、水文地质调查等方面均起了一定的作用。在矿产资源探测中，虽然积累资料还不多，目前仍处探索和试验研究阶段，又受条件限制，然而也有一些单位对此取得了实验结果。可以预料，随着遥感应用技术的交流及其在地质工作中大力推广，必将为矿产预测及找矿带来新的重大突破。

为使遥感技术在我国地质工作中得到广泛推广应用，不断前进，我们收集了国内这一、二年中航空和卫星象片地质解译等方面的文章共十七篇，汇编成集，旨在广泛交流地质解译经验，提高我国遥感地质应用水平。

由于遥感应用技术比较复杂，地区性和综合性很强，我们希望本文集在加强遥感地质科学研究和生产活动中能起抛砖引玉的作用。

本文集承陈华慧、周维屏、方华、赵不亿、池三川、谷上礼、贾精一、陈昌礼、陈复钧、乐美煜同志审查，仅致谢意。

目 录

大型节理在航空象片上的反映及其分布规律

.....贵州省地质局区域地质调查大队 韩宝智 (1)

山东西部卫星象片地质解译.....郭华梅 (9)

环形构造及其找矿分析——以南京幅卫星象片为例.....孙竞雄 (15)

航天象片解译隐伏酸性岩体.....李瑾煥 李晓云 (23)

临澧县停弦渡隐伏含煤向斜初步解译.....湖南省地质局遥感地质队 曹一中 (27)

遥感影像在甘孜幅区域地质调查工作中的应用

.....四川省地质局区域地质调查队 雪 冰 (31)

四川卫星象片的地质构造解译.....贺尚荣 (44)

湖北省卫星象片的应用和断裂构造的解译.....湖北省地质局综合队 周得科 (54)

华东地区卫星影像的初步判译

.....南京地质矿产所 翁世勃 张华田 黄 海 孔庆奇 (72)

吉林省铜矿资源与卫星象片上的线性构造的关系

.....吉林省地质科学研究所 刘福权 (80)

辽宁省西部黄岗地区环状影象特征与矿产关系的初步探讨

.....辽宁省地质局遥感解译站 (89)

黑龙江省东部掩盖区航空象片地质解译

.....黑龙江省地质局第一区域地质调查队 赵文绪 (98)

新疆阿克苏地区卫星象片和航空象片的水文地质解译.....李景豪 (113)

航空象片解译在贵州都匀幅 1:20 万水文地质普查中的应用

.....贵州一一一队 熊 杰 (125)

介绍几种地面波谱辐射特性的测量方法

.....地质部桂林岩溶调查队 舒守荣 陈 健 (133)

航空红外扫描普查湘江热污染源试验.....湖南地质局遥感队 刘 侠 (142)

1:100 万卫星影象地图的编制.....李伯衡 (145)

大型节理在航空象片上的 反映及其分布规律

贵州省地质局区域地质调查大队

韩 宝 智

在航空象片上常可见到一些沟谷有规律地展布在一定的地质构造部位和岩层中，实地检查却又见不到地层的明显错移。它们是不是一种构造裂隙呢？常引起争论。而往往在地质解译中又把这些大量有意义的构造现象遗漏了。

航空象片上显示的这种线性构造，其实就是节理。由于它的规模比通常所理解的节理大得多，不妨称作“大型节理”。

所谓“大型节理”是相对“小型节理”而言，二者并没有本质差别。它们的区别仅在于“小型节理”（即通常所理解的节理）是指局限在某一连续露头上，长度有限的节理。这种节理在视域范围内一般都会尖灭，并在其延伸方向的旁侧再现——马宗晋等把这种现象称之为“羽列”及“侧列”^[1]；“大型节理”实质上是由大量“小型节理”组成的具有一定方向的高级别构造裂隙带。由于其规模较大，临近露头如同盲人摸象，很难认识全貌，所见只是它的一部分。而航空象片上却能综合地显示其宏观全貌。它是航空象片具有的概括性特点把人们的视域扩大了之后，所揭示出来的一种构造裂隙。

航空象片地质解译必须配合一定数量的野外验证工作。在对这些大型节理实地检查中，偶而见到沿大型节理形成的沟谷旁侧，岩石中有与沟谷平行的小型节理密集发育或是有同方向的方解石脉发育；远离沟谷两侧，这些现象就逐渐消失了。更多的情况是在实地检查中不易查觉，这是因为大型节理本来就是一种微弱的构造裂隙，构造痕迹（诸如破裂、擦痕、岩层的错移等）不多，影响宽度不大，后期被侵蚀、溶蚀成具有一定宽度的沟谷时，谷侧两壁已是完整的岩石；谷底虽是大型节理所在之处，但一般也都被浮土掩盖了。虽然如此，这些沟谷却都具有稳定的方向，以一定的间距平行排列展布在特定的构造部位和岩性中，非常与同地段内的断层或小型节理格局一致，显然应该是一种构造裂隙——大型节理。

构造动力和非构造动力（如重力崩塌、成岩的收缩、风化剥蚀去荷膨胀）造成的裂隙都可形成大型节理。本文着重讨论的是沉积岩中的大型节理。

大型节理具有以下特征

（一）一般呈线性负地形影象，与山区中的普通冲沟迥然不同，自成一格

当它笔直穿过分水岭、沟谷水系，甚或在山坡上呈等高延伸时更易识别。但也有一些

呈很不清晰的线性影象，是否大型节理，必须仔细推敲方能判定。

山体和平地的形态常严格受大型节理控制（如象片 8 之东南角见图版 3）^①，不同的大型节理格式，构成不同的微地貌；碳酸盐岩层中的溶沟、串珠状岩溶洼地常沿大型节理分布，有些岩溶漏斗又常位于几组大型节理的交叉处（图 1、象片 1 见图版 1）；山地中的平坦地——“坝子”，也往往是由几组大型节理汇合，岩层破碎的地段，逐步侵蚀、溶蚀发育而来的；一些小陡坎或大陡崖常是沿一定方向的大型节理崩塌所成（图 2、3、4，

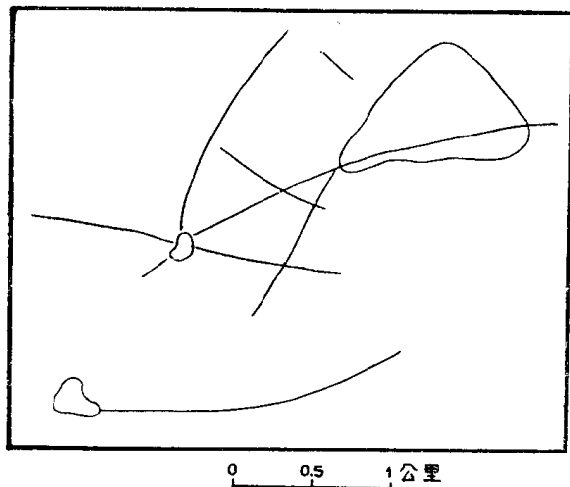


图 1 封闭线为茅口灰岩顶部岩溶漏斗，细直线为大型节理（图 1 象片见图版 1 象片 2）

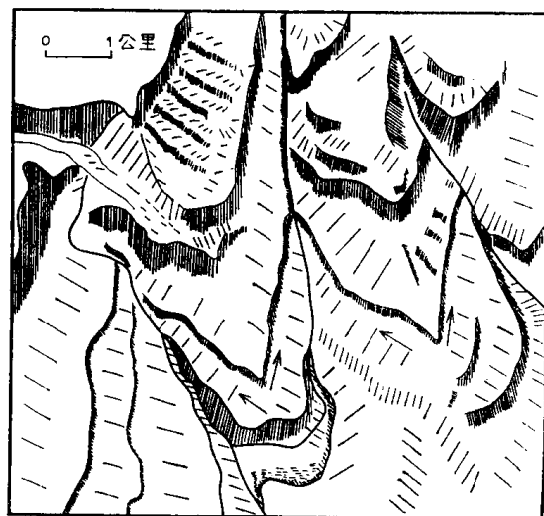


图 2 陡崖受两组大型节理控制，箭头代表节理方向（素描图）
（图 2 象片见图版 1 象片 2）

象片 2、3、4 见图版 1）；甚至一部分岩层三角面也是受两组交叉的大型节理所夹持。在判读航空象片中都值得注意。

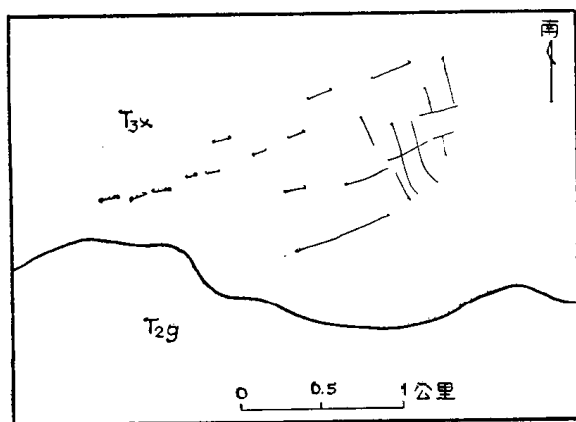


图 3 上三叠统须家河组厚层砂岩中的北东、北西向两组大型节理形成小陡坎
（图 3 象片见图版 1 象片 3）

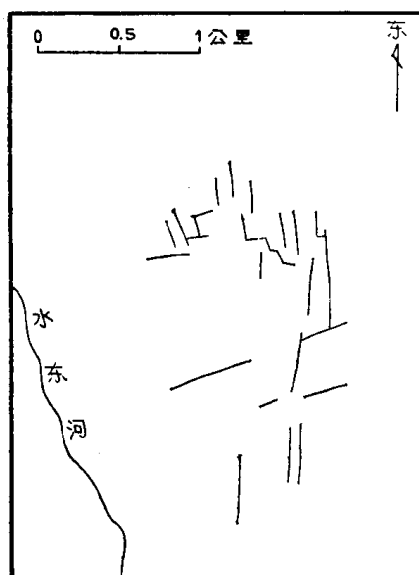


图 4 水东河之南，方形崩塌凹地及锯齿状小陡崖受近东西向和北北西向两组大型节理控制
（图 4 象片见图版 1 象片 4）

① 文中除象片 11 为地面拍摄外，均系航空象片。

此外在白云岩中还常见有乱刀劈麻状大裂隙，那是沿不同岩石组分溶蚀的结果。不能与构造裂隙混同（图5、象片5见图版1）。

（二）常成组出现，构成节理系

按规模大小，可将大型节理分成不同级别。同级别的大型节理间隔常有等距性特点。同时，大型节理级别越大，其间隔亦越大。换句话说，大型节理的密度与规模是呈反比关系。

为了深入研究节理系统，应当在航空象片上区分剪节理和张节理。这是一项比较困难的工作。

我们初步认为大型剪节理走向一般都很直，倾角陡；当大型节理由软韧岩层穿入较为坚硬的岩层而方向保持不变时（与砾岩中剪节理直劈软的胶结物和坚硬的砾石而方向不变的情形类似）也可视为剪节理；在小型节理研究中，前人曾提出过用“菱形结环”和“折尾”现象判定剪节理^[1]。航空象片上的大型节理也有类似现象。我们将“菱形结环”和“折尾”概念作了引伸，用来判定大型剪节理，看来应该是可行的。

大型张节理一般在航空象片中更难判定。当它以追踪两组共轭剪节理形式出现，或位于已认定的大型共轭剪节理最大主压应力方向时，是可以推断的。

此外还可以间接用大型节理和区域构造配置格式来推测节理力学性质和共轭关系。

在此基础上就可进一步将大型节理配套、分期，结合区域构造进行应力场分析。

（三）在地应力作用下，岩石破裂程度与地应力大小成正比；与岩石强度成反比

同一块度的不同岩性的岩石，或不同块度的同一种岩石，机械强度不一样；不同构造部位则标志着地应力的不同。所以在其他条件相同时，软韧、薄的岩石或地应力大的构造部位，岩石破裂程度高——裂隙密而小；坚硬、厚的岩石或地应力小的构造部位，岩石破裂程度低——裂隙稀而大。

地质工作者在研究小型节理时早已注意到节理发育程度与岩性和厚度（从材料的观点来说，应该是块度。因为“厚度”常被认为专指地层顶底的垂距）以及所处构造部位有关。航空象片中的大型节理也显示了这种规律：

一定格局的大型节理常局限在具一定力学性质的岩层中，一般不穿“层”。这里指的“层”是力学性质大体相似的岩系。如煤系地层虽由砂岩、页岩和煤层等不同岩石组成，但力学性质大体相似；厚层白云岩、灰岩中偶夹少量薄层泥灰岩、泥岩，也可视为力学性质大体相似的岩系。

坚硬或厚度大或者是地应力小的构造部位的岩层，大型节理规模大但稀疏；软韧或薄或者是地应力集中的构造部位的岩层，大型节理密但规模小，甚至没有大型节理，只有小型节理发育（限于比例尺，小型节理在航空象片中通常是看不到的）。如图6、象片6（见图版2）：茅口组（ P_{1m} ）灰岩相对夜郎组（ T_{1y} ）泥岩来说，岩性硬脆，所以前者大型节理稀而大，后者大型节理密而小；龙潭组（ P_2l ）砂、页岩夹煤层与夜郎组泥岩虽都是软韧的岩石，但夜郎组比龙潭组厚度大得多，故此夜郎组大型节理发育，而龙潭组甚至没有大

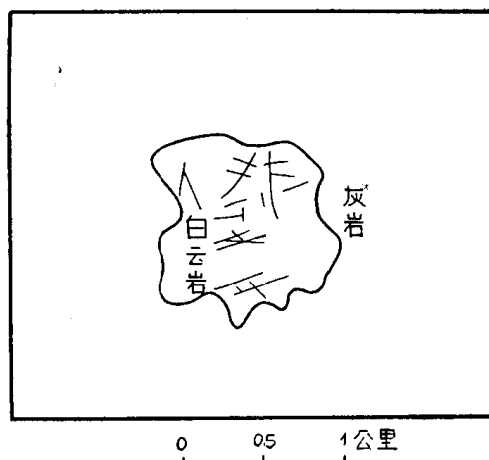


图5 沿白云岩中不同组分溶蚀的裂隙。
粗线为岩性界线，细线为裂隙
（图5象片见图版1象片5）

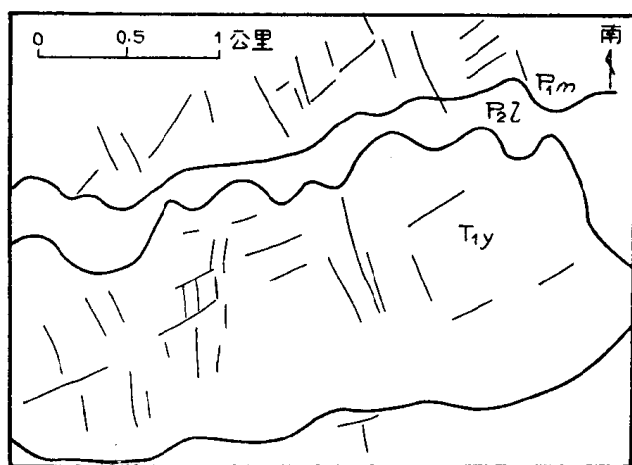


图 6 茅口组灰岩、龙潭组砂页岩夹煤层、夜郎组泥岩构成向斜。由于构造部位不同、岩性不同、出露宽度不同，大型节理的密度和格式也不相同
(粗线为地层界线，细线为大型节理)
(图 6 象片见图版 2 象片 6)

节理，只发育小型节理。

此外，在航空象片中经常可发现同一种岩性中的大型节理发育程度与岩层出露宽度和倾角有关。倾角平缓，大片出露的岩层，大型节理规模大、密度小；倾角大，出露窄的岩层，大型节理规模小、密度大。分析其原因可能有：

(1) 大型节理是在水平应力场中与褶皱运动同时或之后形成的一种近地表的构造裂隙。根据大型节理受岩层厚度因素控制来看，在平面应力场中所谓“厚度”就应理解为平面上的出露宽度。所以倾角缓、出露宽的岩层，大型节理就大而稀；反之就小而密。(2) 有些大型节理是在褶皱运动发生之前生成的

(在一定深度，围压较高的环境中应是隐闭裂隙)，后期随着褶皱运动，岩层被掀斜、剥蚀，在方位改变不大的平缓岩层中，大型节理大面积暴露，并由于去荷和构造力的叠加而使其由隐闭型发展成明显可见的裂隙；而在褶皱运动中，方位改变很大的倾斜岩层内，早期形成的大型节理走向部分，被上覆和下伏岩层掩盖着，出露的实际只是它的倾向部分，自然显得短小。(3) 出露窄、倾角陡的岩层是地应力集中的反映，所以大型节理小而密；宽缓的岩层是地应力作用小的反映，所以大型节理大而稀。

当然，在分析构造部位对大型节理发育程度的影响时，必须同时考虑到不同岩性和不同厚度的影响因素。为此有人曾用岩性和厚度系数改正换算来进行研究^[2]。

(四) 裂隙发育到一定程度，地应力再持续作用，就有可能发生断层现象

所以岩石发生破坏形变时，除了可能形成少数断层外，大量是以微弱的裂缝形式出现的。因之我们看到大型节理的密度一般都比该地段断层的密度大得多。换句话说就是：大型节理是一种比断层更普遍的构造现象。

实例简析

(一) 穹窿构造上的大型节理

1:20万毕节幅区域地质调查报告曾对一穹窿构造的大型节理作了很好的分析(图 7、象片 7 见图版 2)。该穹窿面积达 416 平方公里，核部地层为中、上寒武统娄山关群厚层白云岩(ϵ_{2-3ls} ，厚 780 米以上)；其上为下二叠统梁山组砂页岩(P_1l ，厚 22 米)和栖霞、茅口组中厚层至厚层灰岩(P_1q+m ，厚 440 米)假整合于娄山关群之上，组成穹窿构造的翼部。穹窿近圆形，长轴北东向。穹窿内部岩层产状平缓，一般在 5 度左右；向外逐渐变成 10 余度；边缘靠近向斜构造，岩层突然变陡至 40 余度。野外仅见两条断距不大，延长 2 公里左右的北东、北西向小断层，而航空象片上显示的大型节理却很发育。对这些大型节理曾作过实地检查，未见断层迹象。

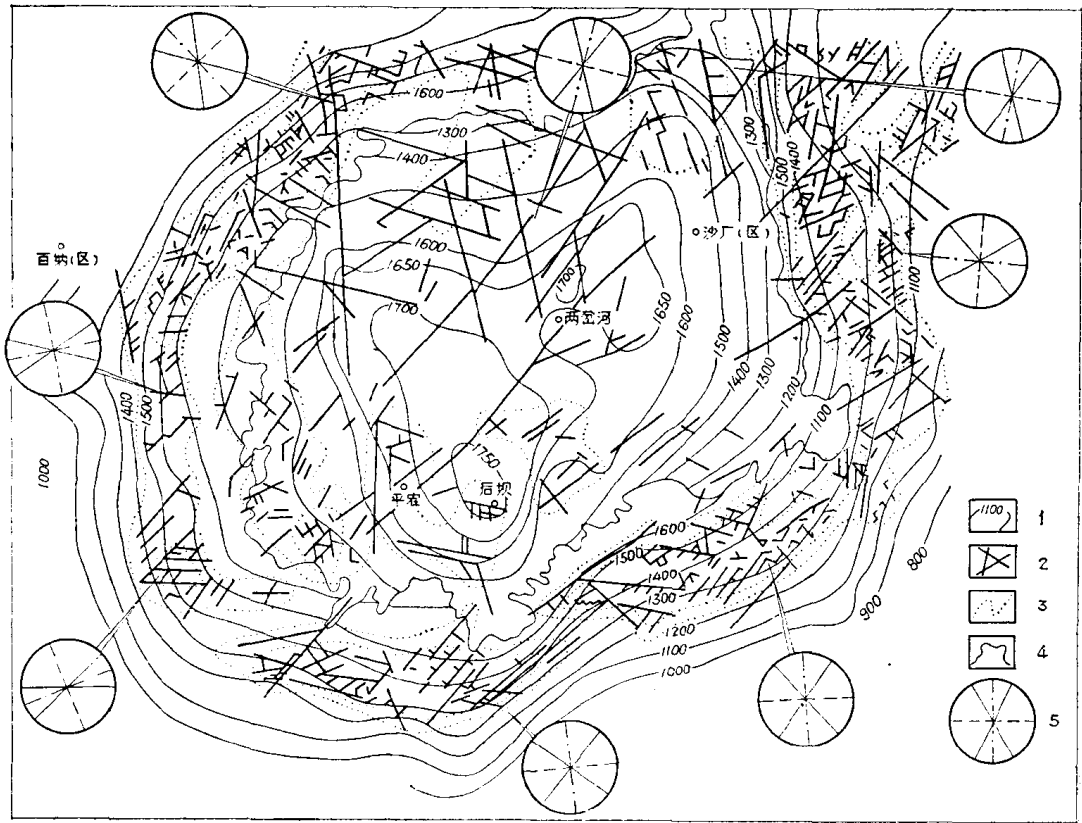


图 7 穹窿构造上的大型节理

1—构造等高线及高程注记(米); 2—根据航空象片描绘的大型节理; 3—大型节理等密度线, 等密间距 <10 条/平方公里; 4—下二叠统梁山组与中、上寒武统娄山关群之间的侵蚀面; 5—应力状态: 实线代表共轭面, 点划线为最大挤压应力轴, 虚线为最小挤压应力轴

本图构造等高线, 采用云贵石油勘探处资料, 分别以距娄山关群顶界 414 米处的标志层和梁山组顶界两个标志层制图。依据航空象片描绘了所有可以认定的大型节理裂隙, 应力状态是按照节理特征确定的。

(图 7 象片见图版 2 象片 7)

通过解译描绘了所有可以认定的大型节理, 它们有如下几个特点:

(1) 大型节理密度与规模和所处构造部位有关。从穹窿中心向外围, 密度逐渐增大。中心部分每平方公里仅有 0—4 条, 向外增至 5—9 条, 四周最为密集, 达 10—14 条, 等密度区域大体呈与穹窿形态一致的环带状分布, 最密集部位在构造曲率最大处。同时随着密度的增高, 大型节理规模逐渐变小。

(2) 大型节理密度也与岩性有关。同一构造部位, 下二叠统栖霞与茅口组灰岩中, 大型节理最发育, 而下二叠统梁山组砂页岩中没有或很少大型节理, 小型节理却十分发育(象片 11 见图版 3), 这种只能在地面观察得到的小型节理与航空象片上显示的大型节理方位并行不悖。

(3) 大型节理的配置, 清楚地显示了穹窿构造应力场^①的特征。根据各组大型节理的方位和相互关系分析, 各处存在着一套属于共轭扭动的两组大型节理, 其最大挤压应力

① 构造形迹的产生主要是水平应力作用的结果, 本文“应力场”均系平面应力场。

轴呈放射状分布，最小挤压应力轴大体位于穹窿构造的切线方向上。

(4) 各组大型节理发育程度不等，以北东向一组最为发育，有的长达 10 公里以上，说明穹窿构造形成后，可能有北东向构造作用叠加，部分北东向大型节理进一步形成断层距不大的断层。

(二) 与向斜构造有关的大型节理系统

图 8、象片 8 (见图版 3) 是一个与向斜构造有关的大型节理系统。向斜轴向北东—南西，核部主要为下二叠统茅口组第三段厚层灰岩 (P_{1m^3} ，厚 40 米) 及第二段薄层燧石灰岩 (P_{1m^2} ，厚 60 米)，局部残留少量上二叠统龙潭组砂页岩夹煤层 (P_2l)；两翼由茅口组

第一段厚层灰岩 (P_{1m^1} ，厚 100 米) 组成。地层倾角 10 度左右。向斜两端，枢纽有昂起之势。

被茅口组第二段薄层燧石灰岩所隔的茅口组第一、三两段岩性一致，但大型节理发育程度不等，有不穿“层”的现象。

该向斜紧邻上例所举穹窿构造的北缘，所以向斜南部北东向组①与北西向组②，两组共轭大型剪节理主要是上述穹窿构造大型节理的一部分，显示的最大挤压应力轴为北北西向，它和向斜南部翘起封闭端应力场也是吻合的。由于该处是向斜和穹窿构造的复合部位，地应力比较集中，大型节理相对显得小

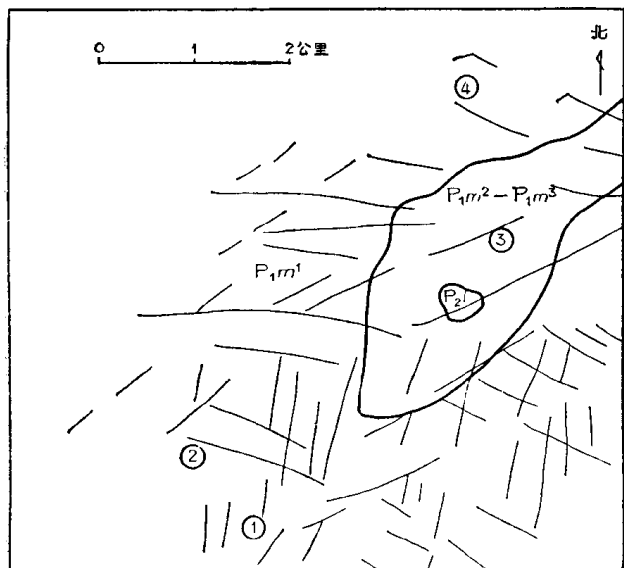


图 8 与向斜构造有关的大型节理
(图 8 象片见图版 3 象片 8)

而密。

自此往北，发育的是另外两组大型节理，其中位于向斜核部的一条北东向大型节理笔直切过较软的龙潭组砂页岩和坚硬的茅口组灰岩，方向保持稳定；向斜北端一条北西向大型节理西端有“折尾”现象。据此可以把北东向组③与北西至近于北西西向的组④配成一套共轭的剪节理，其所夹锐角平分线为北东东向，大体垂直向斜轴，相当于最大挤压应力轴位置，二者有成生联系。

(三) 洋水背斜东翼的大型节理系统

图 9 象片 9 (见图版 3) 是洋水背斜东翼的大型节理系统。背斜轴北段近南北向；南段转成北东—南西方向。

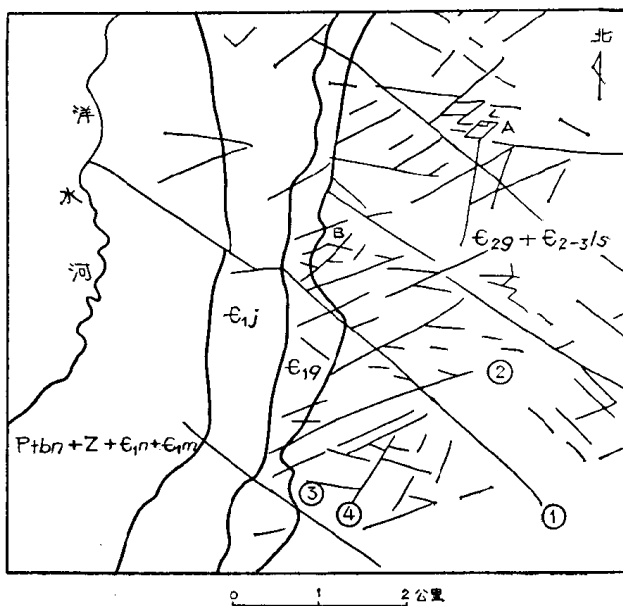


图 9 粗线为地层，细线为大型节理
(图 9 象片见图版 3 象片 9)

沿洋水河，核部出露板溪群粘土岩夹凝灰岩、粉砂岩（Ptbn，厚100米以上）以及震旦系的粘土岩、砂岩、白云岩（Z，厚400米）；翼部为下寒武统牛蹄塘组、明心寺组、金顶山组砂页岩（ ϵ_{1n} ，厚125米、 ϵ_{1m} ，厚470米、 ϵ_{1j} ，厚100米）及下寒武统清虚洞组和中、上寒武统高台组、娄山关群灰岩、白云岩（ ϵ_{1q} ，厚210米、 ϵ_{2g} ，厚180米、 ϵ_{2-3ls} ，厚440米）。核部地层倾角40度左右；东翼变缓成20—15度左右。

其大型节理有如下特点

（1）背斜翼部的清虚洞组、高台组和娄山关群为坚硬的灰岩、白云岩，倾角较缓，出露宽；核部金顶山组、震旦系及板溪群虽夹少量灰岩、白云岩但主要由软韧的砂页岩组成，同时地层倾角陡。由翼部到核部随着岩石强度的减弱和地应力的集中，大型节理相应地由稀到密，规模由大变小，核部最终没有大型节理。

（2）北西向组大型节理①笔直切割由板溪群直到娄山关群软硬不同的粘土岩、砂页岩和灰岩、白云岩并保持方向不变，应属剪节理。在航空象片上可见该组大型节理有时使金顶山组底界发生微小的右行错移。当然这还不足以证明它就具有平移性质。但据野外观察，洋水背斜西翼与①组大型节理方位一致的断层具有右行平移性质，以此间接可以认为①组大型节理是顺扭的剪节理。据北东向组大型节理②与①组大型节理具有限制③、④两组大型节理的共同特点来看，①②两组大型节理可构成共轭剪节理，显示的最大挤压应力轴为南北向。这显然和近南北向的洋水背斜不具成生联系，应属更大一级的另一种构造的配套成分。

（3）③、④两组大型节理被限制在①、②两组大型共轭节理组成的菱形岩块之中。据图9中A处的“菱形结环”和B处的“折尾”现象，可以认为它们都是剪节理，并可组成共轭系统，其所夹锐角平分线方向大体垂直洋水背斜轴，代表最大挤压应力轴方向①，可能是背斜的配套成分。

此外，根据限制与被限制的关系来看，被①、②两组大型节理所限制的③、④两组共轭节理形成时期应晚于前者。

（四）与断裂有关的大型节理系统

图10、象片10（见图版3）是一个与断层有关的大型节理系统。北东向断层 F_1 、 F_2 均倾向北西。两盘为娄山关群（ ϵ_{2-3ls} ）厚层白云岩、白云质灰岩；桐梓组及红花园组（ O_1t-O_1h ）灰岩，底部有少许页岩；湄潭组（ O_1m ）页岩；志留系以泥岩为主，中部夹灰岩。

两条断层夹持的岩块中发育有密集的大型节理，表明该处地应力集中。岩块中的湄潭组由于岩性软韧，所以大型

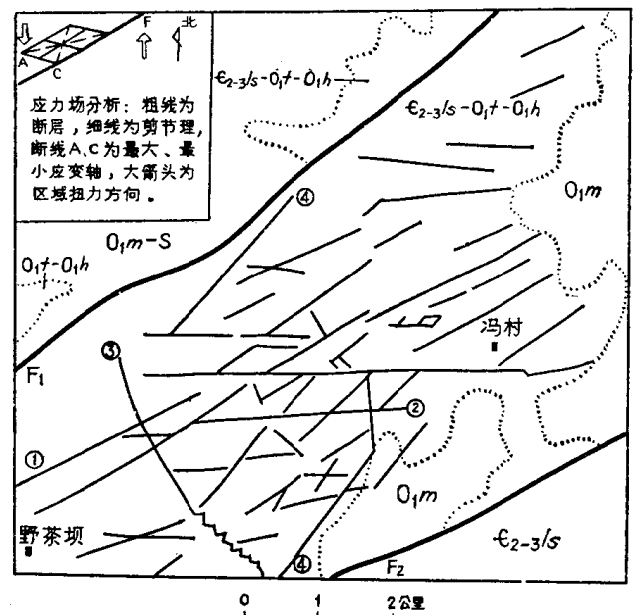


图10 粗线为断层，细线为大型节理，点线为地层界线
（图10象片见图版3象片10）

① 目前有人提出：共轭节理的真实锐角两面角，往往需要在三度空间才能准确的确定——编者注。

节理不发育。

大型节理都呈陡倾角笔直地切割岩层，结合其方位和相互关系分析，北东向组①与北西西向组②为共轭剪节理，但发育程度不等：①组密度大，规模也大，有的沿走向长达7公里左右，在冯村河谷两坡从航空象片上可见其沿倾向向下延伸达400米左右；②组就显得不够发育。看来可能是在后期有北东向构造作用叠加，使①组大型节理得到了进一步发展。

北西向大型节理组③分布密度和规模均小。一般长100—200米，断续出现，其中最长的一条（长3公里）的东南段呈锯齿形，是追踪①、②两组大型剪节理的结果，当为张性大型节理。北西向的野茶坝宽河谷和冯村河谷可能就是沿这种张性大型节理开拓而成的。

走向比组①更偏北的大型节理组④与组②也构成共轭剪节理系统。沿其最大主压应力方向的一对夹角虽也是钝角，但比①、②两组共轭节理所夹钝角要小一些，这可能是局部压应力变小的缘故。

通过上述对大型节理应力场的分析，这里显然是一个以 F_1 、 F_2 断层为主体的压扭（左行）性断裂带。

值得提出的是这个断裂带也是一个铅锌矿带。铅锌矿主要沿北东和北西西向断层或小型节理分布（正是①、②两组大型节理的方位）。区域地质调查中虽对该矿带作了一定工作，但当时并未认识到这里有极为发育的大型节理。现在就有可能对该矿带的控矿构造因素和找矿远景有了更进一步认识。

研究节理裂隙，不但可以阐明构造应力场，而且在矿产、地貌、水文、工程地质方面都有重要的理论和实际意义。但是一般常规的节理研究方法，局限性很大。一个点一个点的观察统计，不但工作量浩大，一旦点的选择、资料收集和筛分不当时，其结果往往会使人不得要领，难于利用。航空象片上显示的大型节理，则更具概括性，规律性更强，与局部构造关系也一目了然。如果将地表露头之小型节理观测与航空象片显示的大型节理的分析研究结合起来，效果无疑会更好些。所以利用航空象片研究节理裂隙，不失是一个新途径。

诚然，目前关于节理裂隙的研究（诸如岩石破裂理论、节理力学性质的确定、配套、分期及与局部构造的关系等）尚有不少没有完全解决的问题，需要我们去探索。本文只能作为引玉之言，谬误之处尚希读者指正。

参 考 文 献

- 〔1〕 马宗晋等，节理力学性质的判别及其分期、配套的初步研究，科学出版社，构造地质问题，1965年。
- 〔2〕 J. F. 亥瑞斯等，沉积岩的构造裂隙与区域构造和局部构造的关系。
Л. А. 卡泽米罗夫，К. И. 库兹涅佐夫，研究西南费尔干褶曲沉积岩层中节理的经验，地质部地质科学技术情报研究所编，国外小构造研究（专辑），1965年。

山东西部卫星象片地质解译

邬 华 梅

山东省位于新华夏系第二隆起带及第二沉降带相接部位。我国东部的一条北北东向深大断裂——郯庐带纵贯其中。断裂带两侧地质发育有很大差异。虽全省已基本完成了1:20万区测工作，但因大地构造位置复杂，以及历次构造运动叠加以致在地层、构造、岩浆岩等基础地质工作方面，尚存在一定问题。

自一九七八年开展遥感地质工作以来，利用1:20万地球资源卫星(1)及1:20万、1:50万山东省及邻省地球资源卫星(2)的黑白卫星象片，进行目视判读，又参考了有关地质图件，对山东省地质构造作了初步解译，编绘了1:50万山东省卫星象片解译图及说明。在此基础上，通过对卫星象片四个光谱波段，进行不同成象季节、不同成象时间的识别、对比；在重点地区还结合航空象片进行判读，认识了一些新的信息，对一些长期争论的问题有了新的认识。

从已镶嵌的1:100万、1:50万、1:400万卫星象片略图观察，如同编绘好的一张构造纲要略图。影象特征清楚地显示了总的构造骨架。从中部的渤海湾一直到南部的江苏骆驼河，为著名的郯庐断裂带（在山东省称沂沭断裂带），把全省分成东、西两部分。断裂带两侧的地层、岩浆岩、构造格局是迥然不同的。鲁西的影象特征呈深色调或灰白色调，疏散格状水系、树枝状水系、条带状花纹的太山群地层；也有呈浅灰—暗灰色，树枝状、星点状山形，细密树枝状，羽状水系以及干沟、峡谷发育的下古生代寒武系—奥陶系地层；有呈暗色调，条带状花纹的上古生代煤系地层及中、新生代小型盆地沉积。鲁东在影象特征上显示浅色调或暗色调或色调均一的不规则圆形色圈，沟头有钳状水系的大面积中生代中酸性、酸性岩浆岩以及浅色调的条带状、斑点状隐纹的元古代及中、新生代盆地沉积。在构造格局方面，鲁西以北西向线形构造为主，与北东东向线形构造相交配套成棋盘格式，后期又有弧形构造牵就利用了北东东向、北西二组扭裂构造，使鲁西弧形构造较为突出，如莱芜弧，肥城弧，汶口弧等（图1、象片1、见图版4）。鲁东则以北东向、北北东向线形构造为主，还有北西向线形构造。东西向、南北向线形构造在鲁东，鲁西也均有分布。本文着重谈一谈鲁西地区的构造。

一、沂沭断裂带展布与其他构造线的关系

沂沭断裂带是由四条大断裂组成。由西向东为郯郯—葛沟、沂水—汤头、安丘—莒县、昌邑—大店，是郯庐带地表显露最完好的地段。

原1:20万区测工作中，因沂沭断裂带北部及南部均被大片第四纪覆盖，仅根据物探资料推断它们的南北展布状况。这四条断裂在卫星象片上影象清晰，展布状况与原地质图

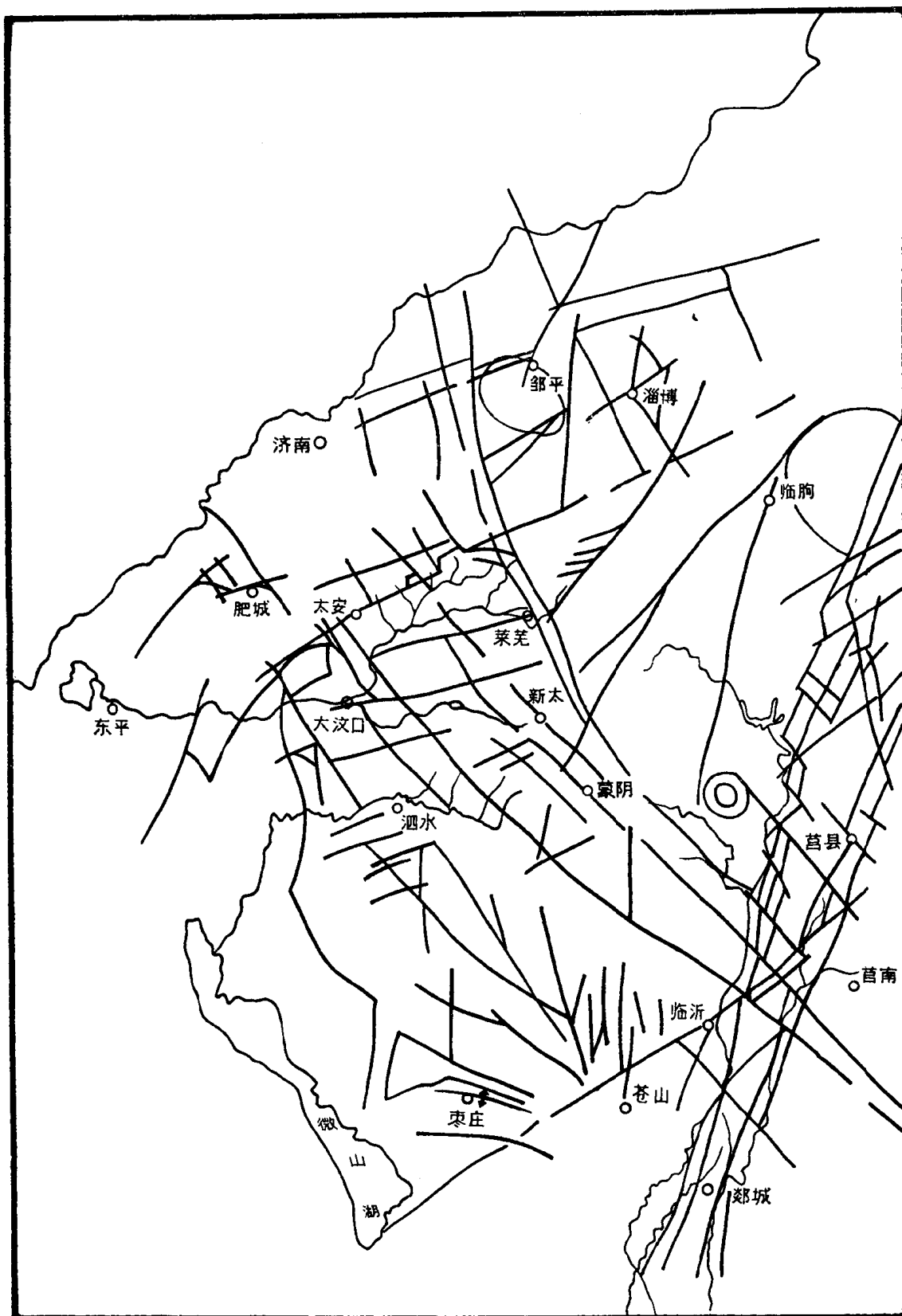


图 1 鲁西地区卫星象片解译构造略图
 (比例尺 1:200 万)
 (图 1 象片见图版 4)

基本吻合(象片1,见图版4)。断裂带中部基岩裸露区,影象更为明显,在不同沉积区所显示的不同色调界面的线性影纹表现清楚。通过影象“透视”效应、微地貌、土壤特征等可看到裸露区以北的四条不太明显的暗色线形隐纹直达渤海湾。临沂以南断裂影象只显示了二条暗色线,一直可延到江苏骆驼河。另在图象上所见最西侧的郯郯—葛沟断裂的位置比原地质图的位置向东移,基本与沂河平行。

断裂带中,被称为汞丹山隆起的影象反映是浅色调,疏散树枝状水系,条带状花纹,以表面粗糙的泰山群浅变质岩系为主,并有浅色调古生代地层,呈断块状在其中展布。两侧地堑内是由暗色调、条带状隐纹组成的白垩系王氏组。在断裂带两侧及中部有呈星点状、鸡爪状、海星状山形,显环状影纹特征的白垩系青山组、新第三系火山岩分布。

对沂沭断裂带与其他构造线之间的关系过去一直认识模糊。原1:20万区测图上表现为个别地段与东西向小断裂所交切,但两者之间生成序次、成生发展关系不清。而从卫星象片上看水系异常,不同色块相接,微地貌及隐纹等影象信息都显示了被若干条北西 300° — 340° ,北东 40° —北东东 70° 的二组扭裂所切割,呈若干菱形地块。特别北西向构造较为明显,大、小规模不等。大的可达数百公里,密度大。北东东向构造规模不如北西向构造大,密度较小。沂沭断裂带被后期北西向断裂所错断。在1:600万全国卫星象片镶嵌略图上还可清楚看到北西及北东东二组扭裂为沂沭断裂带的配套构造。在1:50万或1:100万卫星象片上显示不太明显,这可能是由于这两条,特别是北东东这一条在断裂西南部的线形构造是隐状构造的缘故。综上所述,低级别的次一级断裂切割了高级别的断裂,对沂沭断裂带的成生发展及应力场变化都有一定影响。另外几组断裂交汇处也是地表薄弱地带,对后期地震发生有一定影响。

以上所提出的一些不成熟的看法,还缺少物、化探资料及地面验证工作,还有很多问题,如沂沭断裂带形成时期,发展历史,应力场变化等有待于今后进一步工作,继续探讨。

二、北东东向线形构造 (即李四光教授所称的泰山式断裂)

在本省西部以图象清楚的色线和隐纹而广泛显露。除泰山前一条外,在泰山后及广大鲁西南地区呈似等距性展布,规模有大、有小。并与北西向断裂相交切呈棋盘格式。

对于泰山前断裂展布情况,大部分同志认为与莱芜弧形断裂为同一应力场作用下成一自然弯曲的统一体。另一部分同志认为,虽与莱芜弧相接,但它是直切莱芜弧后又继续向北东延伸的。因野外资料证据不够充分,一直作为争论问题存在。在航空象片上,北东东向构造的确有所显示,但线形信息并不连续,在北东 60° — 70° 方向有一断续的断裂存在(象片2,见图版5)。而从卫星象片上用它所特有的“透视信息”、微地貌及结构、构造等综合特征可清晰看到一条浅色调、线状信息一直延伸到淄河断裂。经野外验证,在蒙山北西,东土屋西山坡边小沟中,在泰山群花岗片麻岩地层中,可见到莱芜弧与北东东泰山前断裂的关系(见图2)。可见到莱芜弧从东到西 80° — 90° 转向北东东 60° — 70° 的情况,还可见到北东东断裂与东西断裂相切。在北东东断裂一侧见有次一级的密集节理,显示了北东东断裂是右行压扭性。从此点向北东追索到北浆水未见有规模较大的北东东向断裂,

在莱芜弧北侧沿北东 60° — 70° 方向有一组北东 55° — 75° 的大的密集节理带，断续出现，间距约 50—100 米左右。可以确定泰山前断裂是与莱芜弧形断裂相切、并向北延伸到淄河，向南西泰山前断裂一直可与汶口弧的北东东断裂相接。

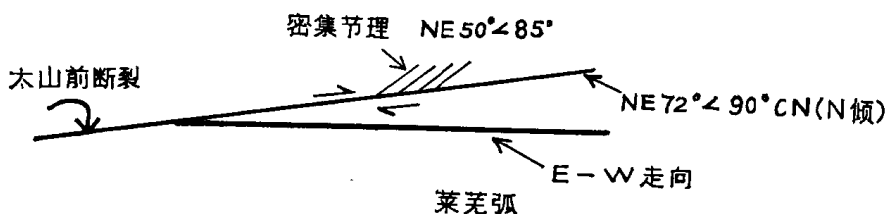


图 2 东土屋西蒙山西北沟内断裂交切示意图

五莲—凤城北东东向断裂，从卫星影象上可见，由胶东桑沟湾起有一条带状浅色隐纹经张家埠口，沿胶东海岸至凤城与五莲—诸城断裂相连，向南西穿过沂沭断裂带，经微山湖东南到淮河流域。此组断裂在省内可达四百—五百公里。

济南—广饶断裂是一条隐伏断裂。早在黄汲清先生所编的《中国大地构造纲要图》上就有所表示，因大片第四系覆盖，过去只根据钻孔及物探资料证实，卫星象片上的影象信息证明在济南—广饶一带确有断裂存在。在济南—邹县—桓台—金岭镇一带有一条北东东向暗、浅色调的界面，呈线状显示，与用物探资料所编地质图位置基本吻合。此断裂控制了济南辉长岩的生成。对济南铁矿也起了一定的控制作用。所以此断裂位置的确定对找寻隐伏岩体及隐伏矿床提供了一定的线索。

三、北西向线形构造

以前对北西向构造注意不够，只认为与基底构造有关。在图象上，鲁西北西向线形构造较为发育，它是不同构造层的分界线，它与前震旦系地层走向一致，与基底褶皱轴向一致，并控制了盖层沉积，属基底构造。它又穿切了沂沭断裂带，近期浅震也与此方向有一定关系，说明晚近时期还有活动。规模有大、有小。

鲁西几条较大的北西向断裂——铜冶店—蔡庄断裂、新太—垛庄断裂、蒙山断裂。它们与沂沭断裂的关系，一直争论不休。大部分同志认为并未切过沂沭断裂带，而受断裂带牵引，在近断裂处有被牵引转为近东—西向的现象。有部分同志认为这一系列北西断裂生成、发展受沂沭断裂带控制。近年来，根据物探资料推测蒙山断裂、新太—垛庄断裂切过沂沭断裂带的最西侧二条。从影象特征观察，蒙山断裂及新太—垛庄断裂把沂沭断裂带错切，并一直向南延伸到江苏北部海岸线。铜冶店—蔡庄断裂也同样切过了断裂带西侧二条断裂。这三条北西向断裂的北延问题，图象信息比原地质图向北延伸了很远，特别是蒙山断裂经野外验证，一直可延到张夏。铜冶店—蔡庄断裂切过莱芜弧继续向北延伸与五色崖断裂相接。部分同志原来也有这种看法，由于第四系覆盖或地貌影响，野外检查时，证据不易找到，争论很大。用卫星象片结合航空象片识别后，信息清晰（象片 3 见图版 5）。

另一条较大的北西向线形构造，由东平湖—微山湖—江苏骆骆湖—长江口一线，湖泊定向排列，呈北西向线性体。但物探资料并无异常，是否存在断裂，有待今后用物探、航