

胶东地区旋扭构造的遥感探测*

平仲良

(青岛大学环境科学系 青岛 266071)

摘要 在卫星图像上的莱州招远南部及平度莱西北部,观测到几个旋扭构造,建立了旋扭构造数学模型。分析了旋扭构造的应力状况。建立了金矿与旋扭构造之间的关系。

关键词 遥感探测,旋扭构造,金矿

胶东地区的黄金资源令国人瞩目。遥感技术为金矿地质特征研究提供了大量信息和新的找矿依据。在金矿地质研究中,金矿地质构造无不与各种线性影像、环形影像、弧形影像等影像特性有关^[1]。研究认为,在各种异常中出现旋扭构造时对成矿更为有利,如新疆H矿区,即是一个旋扭构造。旋扭构造的旋迴带呈帚状,帚状构造各断裂有绢云母化、绿泥石化和赭石化等围岩蚀变。在哈图山内,有两个对滚的旋扭构造,同时有黑灰色的角岩化、硅化接触蚀变晕环。新疆金矿遥感研究表明,在寻找脉岩金矿时,首先应圈定环形暗色影像异常,尤其是大的破碎带,更应引起注意;其次是在环形影像异常或其边缘寻找旋扭构造,特别是与异常同生的旋扭构造,因为它们就是含金石英脉金矿的赋矿构造^[2]。

我们在胶东地区黄金资源的遥感研究中,从图像上发现,在平度莱西北部、莱州招远南部有几个旋扭构造,同时发现已知金矿与旋扭构造有密切的关系。虽然前人在这个地区作过多次区域地质调查,但从未提出过对旋扭构造的看法,更无人提出过旋扭构造与金矿的关系。我们认为旋扭构造的遥感地质研究对这个地区的区域地质构造和成矿理论的研究有着重要意义,为黄金资源的勘探与开发指出了新的方向与前景。

1 区域地质概况

研究区位于平度、莱西北部,莱州、招远南部。地理坐标为东经 $119^{\circ}30'$ — $120^{\circ}30'$,北纬 $36^{\circ}40'$ — $37^{\circ}12'$ 。属中朝准地台、胶东台隆、胶北隆起,西邻沂沐断裂带。研究区东部和西部出露变质岩,主要是太古界胶东群,下元古界荆山群和粉子山群等一套中深变质岩。岩性为斜长角闪岩、黑云斜长片麻岩、云母变粒岩、云母片岩、浅粒岩和各种大理岩等。中部出露侵入岩,主要分布在郭家店、大泽山、云山、崔召一带。岩性主要为云山片麻状细粒二长花岗岩、弱片麻状中细粒黑云二长花岗岩、郭家店中粒、中粗粒二长花岗岩等,是区内金矿的直接围岩。区域构造格架主要是太古代元古代形成的旋扭构造体系及中生代形成的新华夏构造体系。前者是区内主要的成矿构造。后者是北北东向的掖县—张戈庄断裂带,驿道—平度断裂带及招远—宋戈庄断裂带,它们与金矿关系较小。

* 山东省自然科学基金资助项目。

收稿日期: 1993年2月5日;收到修改稿日期: 1993年3月29日

2 旋扭构造的影像与构造特征

遥感影像图的制作是用 Landsat TM2, TM3, TM4 三个波段的数据,在 I²S-600 图像处理系统上作线性拉伸增强,指北转向,线性内插等,在激光扫描仪上采用 TM2 (蓝) TM3 (红) TM4 (绿)的近似真彩色合成方案,扫描成 1:57 万的彩色胶片,再放大成 1:5 万的彩色图像(图版 I 图 1)。所得图像清晰、色彩丰富、信息量大。

在图像判读中,我们首先识别出的是弧形山脉,继而识别出环形的旋扭构造的砥柱,帚状分布的断裂和山脉组成的旋迴带;在区域地质图上发现有弧形的岩脉和断裂;在区域地质报告中则有相互间隔的复式向斜和复式背斜组成的尾部的记述。这些都表明本区存在一种旋扭构造。尔后又发现在旋扭构造内部有次级旋扭构造,在旋扭构造附近有同时产生的互相牵连的几个旋扭构造,组成了一个连环状的旋扭构造的复杂系统。图 2 为胶东西部旋扭构造的判读图。图上用数学模型绘制的旋扭构造旋迴面,即断裂破碎带。

第一个旋扭构造在莱州、招远南部,平度、莱西北部。旋迴带由一系列绿色的山脉如围子顶、老平顶、水磨顶、胡家顶、大崮顶、歪顶、歧山、北两目山、独步山、周家大山和围子山等组成。区域地质报告称这一系列山脉为热背斜,故取名为热背斜旋扭构造。旋迴带外层和旋扭构造尾部,因自然和人工改造、破坏,已轮廓不清,据区域地质图,旋迴带外层在由歪顶向东南方向经大田到青山、云山一带;旋扭构造尾部,由胶家洼背斜、皮家园向斜、南黄同背斜、王格庄一峰山向斜等一系列复式褶皱组成。热背斜旋扭构造的砥柱是西面的一个旋扭构造的头部,而该旋扭构造的头部又是西面的旋扭构造的砥柱,互相吻合,象太极阴阳鱼,互相衔接,构成连环状旋扭构造。在图像上可以看到一些断断续续的北东东向的深绿色的旋迴面,有些地方已经给岩脉充填。在旋迴带内侧,发育有一条河流,是北

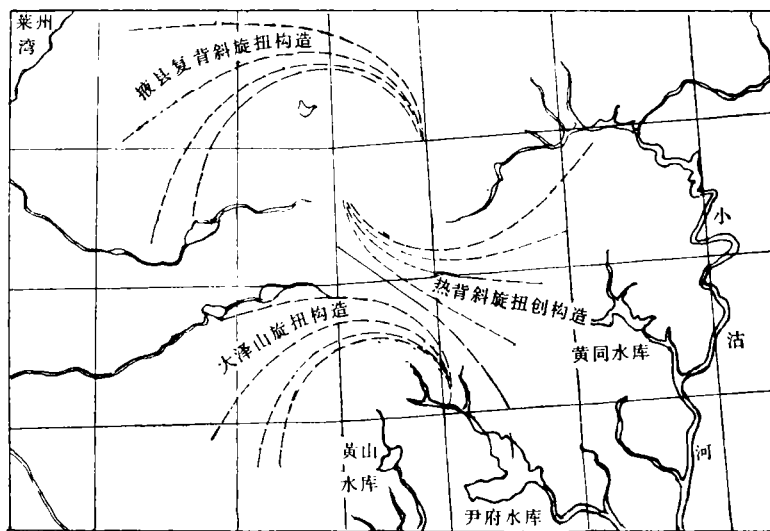


图 2 胶东西部地区旋扭构造判读图

Fig. 2 Map of Vortex Structure in Western Region of Jiaodong

墅水库上游的一条支流。研究区一些重要金矿如夏甸金矿、旧店金矿都在该构造内。

第二个旋扭构造在莱州西南部,因与掖县复背斜位置重合,故取名为掖县复背斜旋扭构造。旋扭构造的砥柱是热背斜旋扭构造的头部。它的旋迴带由马山、吴家大山、太极山、笔架山等组成骨架。头部是马山。中部和尾部由几条向东收敛向西南撒开的断裂和背斜构成帚状,相互间隔。旋扭构造尾部由游仙山—粉子山倒转向斜、神堂短轴复式背斜等一些复式褶皱组成。旋扭构造内侧发育一条河流——临瞳河和一个水库——临瞳河水库。

第三个旋扭构造在平度北部。在龙山以西黄山水库以北,有一个环形体,环形体东、北、西三面是大泽山山脉组成的旋迴带,故取名为大泽山旋扭构造。旋迴带地势较高,这些山脉是龙山、对旧顶、大姑顶、小姑顶、葫芦岩、茶山、裕风顶、夹板山、招风顶和塔山等。龙山是旋迴带的头部。旋迴带绕环形体旋转发散。旋迴带内有一系列围绕环形体呈弧形弯曲的深绿色的条状影纹,它们是旋扭构造内外旋迴层剪切滑移引起的断裂破碎带。在旋迴带颈部,断裂由岩脉充填。在旋迴带内侧,发育一条河流,是猪拱河上游的一条支流,流入尹府水库。旋迴带尾部呈帚状,由数条断裂和背斜构成,互相间隔,向西南方向撒开。帚状向西向南伸展的面积很大,向南到平度城下,向西到门村附近。整个构造图像清晰,结构完整规范。在该构造东北边,有一条北西向大断裂(东臧家—北大田断裂),与热背斜旋扭构造隔开。在主断层东北面,扭性断裂面与主断层所夹锐角指向东南,在主断裂西南面,牵引褶皱轴面与主断层所夹锐角指向西北,据此可以判断热背斜旋扭构造向西北方向滑移,大泽山旋扭构造向东南方向滑移。在主断裂西南面,还可以看到压扭过程形成的构造透镜体和牵引褶皱。

第四个旋扭构造在大泽山旋扭构造旋迴带内侧,是大泽山旋扭构造形成过程中伴生的次级旋扭构造,具有引张兼剪切特征。其弧形的凸侧相对于凹侧向收敛方向运动。它的砥柱在大泽山旋扭构造的环形体内,它的旋迴带在环形体的西北部,也有清楚的旋迴面和褶皱的影纹。在它的旋迴带内侧,也发育一条河流,流入黄山水库。

第五个旋扭构造在平度西部,胶莱河东畔。取名胶莱河东畔旋扭构造。其旋迴带头部在昌邑石埠镇北面的青山,中部在明村西面的三合山、埠口、阎村、明村北面的辛安、吉戈庄、刘戈庄、官庄等处,尾部在三埠李家、灰埠、黑羊山一带,图像上呈断续的褐色。

3 旋扭构造的数学模型

旋扭运动是一种涡旋运动,可以用涡旋线表达。根据流体力学^[3],涡度

$$\omega = \omega_0 e^{-(A/2\nu)r^2} \quad (1)$$

式中, A 为常数, ν 为流体的粘滞率, ω_0 为 r 等于砥柱半径 r_0 处的涡度。

$$\omega = \lim_{\Delta t \rightarrow 0} \frac{1}{\Delta s} \oint \mathbf{v} d\mathbf{l} = \frac{Qr}{\pi r^2} \cdot 2\pi r = 2Q$$

Q 为旋转角速度,可见涡度等于角速度的2倍。

由(1)式可见,在一个涡旋系统中,旋转角速度与旋转半径的平方的指数成反比,即半径愈大,角速度愈小,角速度随半径的增加迅速减小。半径愈小,角速度愈大,在旋涡中心,角速度最大,即最大角速度 ω_0 。

涡旋运动是周向的旋转运动与径向的匀速运动二者的合成。

$$\begin{aligned}\omega &= \omega_0 e^{-(A/2\nu)r^2} \\ r &= r_0 + ct \\ dr &= c dt \quad dt = \frac{1}{c} dr\end{aligned}$$

式中 c 为径向运动速度。设旋转角为 Q

$$Q = \int \omega dt = \int \frac{\omega}{2} dt = \frac{\omega_0}{2c} \int e^{-(A/2\nu)r^2} dr \quad (2)$$

(2)式表达了涡旋运动旋转角度 Q 与半径 r 的关系,为涡旋线的表达式,也是旋扭构造的数学模型。

图 2 显示用数学模型绘制的旋扭构造,它与真实的地质构造十分接近。旋迴带内层,最大旋转角速度 ω_0 大;外层,最大旋转角速度 ω_0 小。不同的最大旋转角速度 ω_0 形成不同的旋迴层。由于岩体不是理想的流体,不同旋迴层的最大旋转角速度 ω_0 不是连续变化的,因此在内外旋迴层之间形成明显的速度差。再者,旋迴层之间的断裂破碎带也不象图上画的涡旋线那样光滑流利,而是由一段一段断裂连接而成,且彼此之间错开一个距离。

4 旋扭构造的应力分析

由于旋迴带不同旋迴层的旋转角速度不同,内外旋迴层形成速度差。以热背斜旋扭

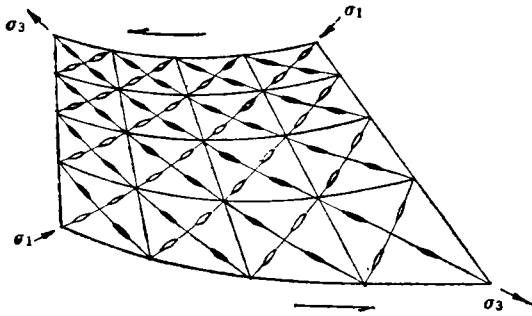


图 4 旋迴层在内外旋迴面剪力作用下产生北西向张应力和北东向压应力的示意图

Fig. 4 Diagram of North west-trending tensile stress and North east trending press stress resulted from shearing of inner and outer vortical surface of rock slice.

构造的旧店金矿子区为例(图版 I 图 3),内旋迴层向西旋转的角速度大于外旋迴层向西旋转的角速度,于是:(1)内外旋迴层之间由于剪切滑移形成断裂破碎带;(2)其作用相当于旋迴层内旋面受向西向收敛方向的剪力,外旋面受向东向撒开方向的剪力,旋迴层在内外旋迴面剪力作用下,产生北西向张应力和北东向压应力,在张应力和压应力作用下,产生北东向次级断裂和北西向褶皱(褶皱轴北西向,山脉北东向),如图 4。

在旧店金矿子区图像上,北东东向断断续续的线性影像为旋迴层相对滑移形成的断裂破碎带,北北东向线性影像为次级断裂和山脉。

旧店金矿区地质图显示,金矿矿脉由北东东向矿脉和北北东向矿脉连接而成,与遥感

影像图揭示的北东东向线性影像和北北东向线性影像有对应关系。由此可见, 遥感影像有预示金矿矿脉的作用。

5 旋扭构造与金矿的关系

将区域地质图、矿产图上的信息复合到遥感影像图上, 可以发现, 研究区 23 个金矿有 20 个在旋扭构造内, 占 87%, 特别是储量大、品位高的金矿都在旋扭构造内, 只有 3 个储量小、品位低的金矿点不在旋扭构造内, 因此旋扭构造是金成矿的有利构造。

由于旋迴带内外的旋迴层具有不同的旋转角速度, 导致旋迴层之间的挤压、滑移, 形成断裂破碎带, 研究区大部混熔岩浆热液和变质热液破碎带交代型金矿都赋存在这些部位, 如莱州留村金矿。因此旋扭构造的旋迴面是破碎带交代型金矿成矿的有利部位。由于旋迴层内外旋迴面不同方向的剪力, 形成旋迴层内的次级断裂和褶皱的虚脱, 研究区大部混熔岩浆热液和变质热液裂隙充填型金矿都赋存在这些部位, 如平度旧店金矿。因此旋扭构造中旋迴层的次级断裂和褶皱是裂隙充填型金矿成矿的有利部位。

在胶东地区有一种占优势的看法, 认为金矿的控矿构造是北北东向断裂(新华夏系构造), 成矿年代为中生代, 但在莱州南部, 在北北东向构造内并未找到矿。旋扭构造的发现, 为找矿提供了新的方向和前景。

参 考 文 献

- [1] 楼性满, 于家瑞. 遥感在某些地区成矿构造条件研究中应用的若干体会. 遥感地质, 1988, (1): 7—14.
- [2] 于学政, 王福印. 利用遥感资料寻找金矿. 遥感地质, 1983, (7): 28—37.
- [3] (日) 恒藤敏产著(张世泽译). 粘滞流体的流动. 弹性体与流体. 北京: 北京师范大学出版社, 1989. 154—182.

The Survey of Vortex Structure in Jiaodong Area with Landsat-5 TM Data

Ping Zhongliang

(Qingdao University)

Abstract The vortex structures were observed in the west of Jiaodong area, Shandong Province on the Landsat image. The vortex structure consist of a nuclear column, a group of vortical surfaces and rock slices between the vortical surface. The mathematical model of the vortex structure was established. The stress analysis was made. The relationship between the gold ore deposits and the vortex structures was established. The research indicates that the gold ore deposits is always located in the vortex structures. The gold ore deposit formed by hydrothermal alteration and replacement of faulting tectonoclastic rocks are almost located in the vortical surfaces between the rock slices. The gold ore deposits formed by hydrothermal alteration and fill of fissures of rock slices are almost located in the tension joints (faults) and the fold of the rock slices.

Key words Remote sensing survey, Vortex structure Gold ore deposit