

卫星图象上透镜状挤压构造 岩块的成因与地质意义

朱亮璞

(北京大学地质系)

1985年12月25日收到

陆地卫星多光谱扫描图象(MSS)具有视域广,地面分辨率适中和概括能力高等特点,是研究地质构造,尤其是活动构造、隐伏构造、深部构造的一种新的技术手段。对MSS图象上具有透镜状影象特征的地质体,我国遥感地质工作者称它为透镜状岩块、透镜体、挤压透镜体和挤压构造透镜体^[1-4]。作者在太行山地区和新疆南部进行地质和遥感地质工作时,逐渐认识到这类地质体的发生与区域挤压、剪切作用有关,拟称之为透镜状挤压构造岩块。本文试图在对北京幅和保定幅MSS-5,7卫星图象、重点地段的航空象片及地面地质工作的基础上,以太行山区这类地质体作为重点,对其成因与地质意义作初步探讨。

一、透镜状挤压构造岩块的影象特征和构造特征

根据太行山北段(图版I图1)、昆仑山北部(图版I图2)、昆明以东小江地区和福建三明东侧等处MSS卫星图象解译与地质资料分析,透镜状挤压构造岩块(以下简称构造岩块)的主要影象特征和构造特征有以下几点。

1. 规模巨大

构造岩块的面积都在数十到上千平方公里(表1)。考虑到长宽与延深的比例,它可能反映了地壳较深部位的地质构造特征。

表1
Table 1

构造岩块名称	在图象上的规模			图象上的轴 向	所在卫星象片的名称	注
	长, 厘米 (公里)	宽, 厘米 (公里)	长宽比			
太行山构造岩块	14—14.5 (140—145)	2.2 (22)	6.7	NE25°	北京幅	二、三项中括号内的数字为按1:100万推算出的地面值。
昆仑山构造岩块	14 (140)	2.0 (20)	7	NW280°	叶城幅	
小江地区构造岩块	3 (30)	0.7—0.8 (7—8)	4	NE10°	昆明幅	
三明东构造岩块	3—4 (30—40)	0.7—0.8 (7—8)	4.2	NE20°	三明市幅	

2. 具有形态规则的透镜状影像特征

上述各处的构造岩块,都具有比较规则的凸透镜状、纺锤状影像特征。其边部由线状排列的河谷、沟谷、山垭口等负向地形要素串列而成,在遥感图象上显示为线性负地形特征。有时受后期构造的破坏,使透镜状形态变得不明显。如太行山构造岩块北段,被怀来盆地内北东向断层所切,并为新生代沉积物所掩盖。昆仑山和小江地区构造岩块,分别被北西西及北北东向后期断裂所破坏。

3. 构造岩块的边界由断裂构成

构造岩块的边界基本上由各种断裂构成,这些断裂是断层、剪切带、挤压破碎带和从遥感图象上解译到的线性构造。追索太行山构造岩块边界断裂得到的地面地质资料表明,边界断裂有两类,一类以乌龙沟到浮图峪、东团堡附近、存瑞公社南部等处为代表(图版 I 图 1),边界由断层构成,这些断层具有明显的断裂面和地面错动证据,是反时针运动、压扭、逆冲性质的断裂。其走向多为 $NE5^{\circ}-25^{\circ}$,倾向东南,倾角 $40-70^{\circ}$ 。构成太行山构造岩块边界的另一类断裂,是剪切和挤压破碎带。它具有断续延伸、宽窄不等、构造强度不同、与未经破坏的围岩为渐变关系的特点。据地面观测,还可分为:(1)在孔涧、小斜阳等处,构造岩块边界由共轭断裂、挤压破碎、小型挤压透镜体发育的挤压破碎带组成。(2)大河南以北,宽度从数百米到 1—2 公里,其间夹杂有小断层、糜稜岩或劈理密集发育地带,是挤压和剪切构造都发育的地段。这些地段的岩石,破碎疏松易于风化,植被稀缺,在航空象片上显示为浅色调的低山宽谷(航空象片 9148)。(3)在石家子等处,是由左行雁列的节理密集发育地段构成的构造岩块的边界(航空象片 3315)。

上述的构造岩块边界断裂的性质,总的来看应属脆性剪切破裂,但在局部地段,也有韧性剪切破裂的某些标志。如在东团堡等处,断层两侧的蓟县系碳酸盐岩层,在露头的范围内虽然破碎,但层理却仍然是连续的。在大河南孔涧一带,发育在花岗岩内的构造岩块边界断裂,其破碎地段与围岩没有截然的分界,破碎的强度多数是在靠中部较强而向两侧渐弱。至于局部糜稜岩化、雁列、牵引、扭曲等剪切构造现象,更为常见。这表明太行山构造岩块边界断裂,在局部地段具有 Ramsay 指出的韧-脆性剪切破裂的某些特点^[5]。

昆仑山构造岩块,发育在昆仑山北侧近东西向构造带内。其北界为 NWW 及 NEE 向两组近东西断裂组成,在卫星图象上呈明显的线性负地形。在叶城南山边,航空目测中可见到成串的断层陡崖。小江构造岩块发育在小江断裂带内,由多个近南北向构造岩块组成。其边界断裂都是“典型的压扭性兼左旋扭动的断裂带”^[2]。

4. 各种构造成份具有产生在同一构造应力场下的特点

能表征这个特点的标志是:第一,与构造岩块有成因关系的断裂,具有相同的断裂性质和相对运动的方向。如太行山构造岩块边界断裂,都是压扭、逆冲、反时针运动性质的断层。王安镇岩体的北部边界,浮图峪地区的矿体都被反时针错开。怀来城东、石家子处的节理密集发育带的左行雁列排列,也证明是反时针运动的。第二,构造岩块内常常出现一组多条近于平行的水系,它们是在由挤压产生的共轭断裂的控制下发育起来的,是追踪型水系。这种“之”形水系,以昆仑山构造岩块上的塔斯洪河最为典型(图版 I 图 2)。第三,地面实测与航空象片上共轭节理组的测量数据表明,太行山构造岩块的挤压方向应为 $NW300-310^{\circ}$ (表 2)。这个数值与对构造岩块边界断裂的应力分析,对航片上追踪

型水系的解译,以及区域地质研究所得的结果相同,即太行山构造岩块是在 NW—SE 向水平挤压应力作用下形成的。

表 2
Table 2

序号	航空象片号	挤压方向	序号	航空象片号	挤压方向	序号	航空象片号	挤压方向
1	9334	302°	6	9252	300°	11	9148	302°
2	9335	313°	7	9253	302°	12	9150	293°
3	9336	310°	8	9255	315°	13	9150	303°
4	9304	321°	9	9256	295°	14	9205	315°
5	9303	315°	10	9258	294°	15	9154	279°

注: 挤压方向为方位角,多数据航空象片量出,位置见图版 I 图 3。

二、太行山透镜状挤压构造岩块的成因与发育历史

太行山构造岩块位于太行山山前断裂带内(图 4)。太行山山前断裂带展布在太行山脉东侧到京广铁路之间地段,由一组四条近于平行产出的北北东向大断裂组成,从东向西分别是山前隐伏断裂、紫荆关断裂、乌龙沟断裂、五喜峒断裂。太行山构造岩块在后两条断裂之间,其东侧边界与乌龙沟断裂的大河南—乌龙沟段相重合。

太行山山前断裂带发育在我国东部巨大的北北东向重力梯度带和莫霍界面深度明显加大的地段上(图 5)。这条山前断裂带,地貌上是华北平原与山西高原的过渡地段,构造上是华北板块内部冀中与晋冀板块的分界^[6]。太行山构造岩块正好发育在山前断裂带内布格重力梯度值最大的地段,是地震资料证明存在地壳断裂的地段,也是中生代岩浆侵入受断裂控制最明显的地段。这些区域构造背景资料说明,太行山构造岩块无疑是这个地区地壳强烈构造活动的产物和标志。

在京东高丽营断裂以西,地震资料表明地壳某些界面上隆(图 6 中的 C, C_1),引起“玄武岩”层加厚,以及造成一个北北东向的地壳纵向隆起。地壳界面上隆是 NW—SE 向水平挤压的结果,这个水平挤压又与太平洋板块向我国大陆呈北西向俯冲有关^[6]。正是这个方向的挤压引力,为太行山构造岩块的发生提供了构造应力场的力源。

燕山运动末期,在这个方向的挤压应力作用下,太行山山前断裂带内的断裂,从原来顺时针张扭正断层性质,转为反时针压扭逆断层性质。这组断裂在平面上的发育过程,如 Ramsay 对韧性剪切带末端发展模式所指出的那样^[5],逐渐接近、弯曲转向、相互交切、最后合并发展成透镜体(图 7 上)。太行山构造岩块由一组 NNE 向反时针运动的断裂构成,所以它向右弯曲转向,并构成轴向 NE25°左右的透镜体(图 7 下)。太行山构造岩块,在剖面上是由一组钝角对着 NW—SE 向挤压引力方向的共轭断裂发育起来的。

高丽营到顺义之间存在两条倾向相对的逆冲性质的地壳断裂(见图 6),图 6 中 C, C_1 等界面上冲位移,表明这组断裂是钝角对着挤压方向的一组共轭断裂。这组共轭断裂与太行山构造岩块,分别位于同 NW—SE 向水平挤压引起 NNE 向地壳纵向隆起的东翼和西翼,因而有理由推断,太行山构造岩块所在地段深部,也存在同类共轭断裂。

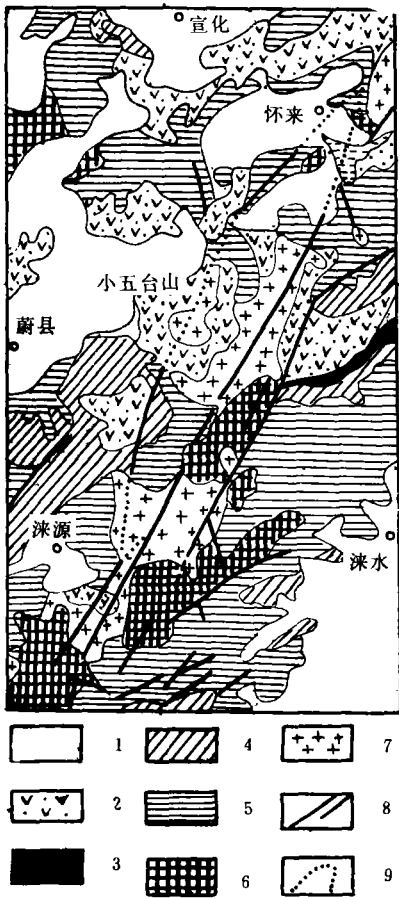


图 4 太行山构造岩块及其邻近地区地质略图(1:100万)

Fig. 4 Sketch of Geology in Taihang Mountain and It's Vicinity

- 1. 第四系 2. 侏罗系, 3. 石炭二叠系,
- 4. 寒武奥陶系, 5. 元古界, 6. 太古界,
- 7. 花岗岩, 8. 断层及线性构造, 9. 太行山构造岩块的边界

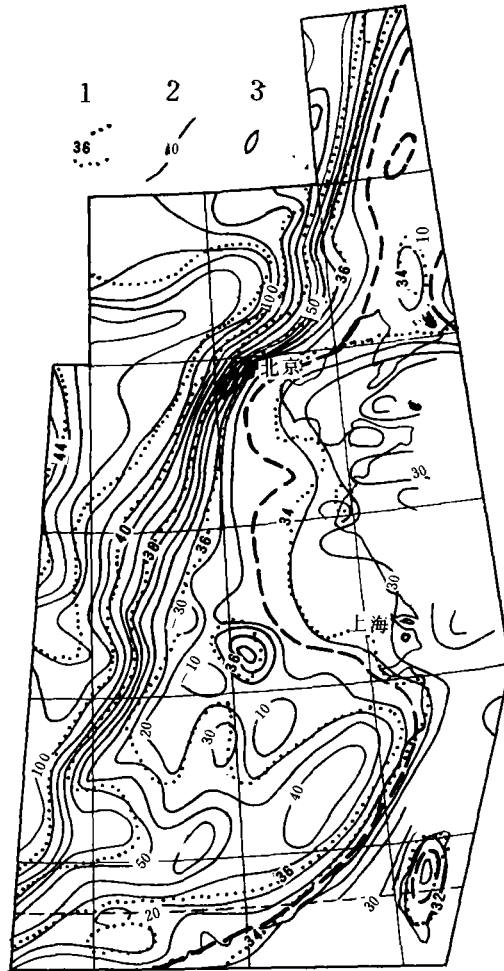


图 5 中国东部莫霍面深度和平均布格重力异常图 (据国家地质总局物探所资料)

Fig. 5 Moho Discontinuity Depth and Average Borg Gravity Anomaly in East China

- 1. 深度等值线(单位: 公里), 2. 重力等值线(单位: 毫伽),
- 3. 太行山构造岩块所在位置

由于太行山构造岩块边界断裂切断中生代侏罗纪火山岩系和中酸性侵入体 (图 4), 王安镇岩体在乌龙沟处含斑二长花岗岩, 据河北区测一队资料, 同位素年龄为 93.1 百万年, 构造岩块北端又为怀来盆地新生代沉积物所覆盖而变得影象模糊。可见太行山构造岩块的发生和发展是在燕山运动晚期, 由一组钝角对着 NW-SE 水平挤压应力方向的共轭断裂逐渐接近、弯曲、交切、合并而成, 在新生代基本停止活动, 新构造运动很不明显。太行山等地的这类地质体, 所以名为透镜状挤压构造岩块, 目的是强调岩块的透镜状外形, 挤压的特征和构造的成因。

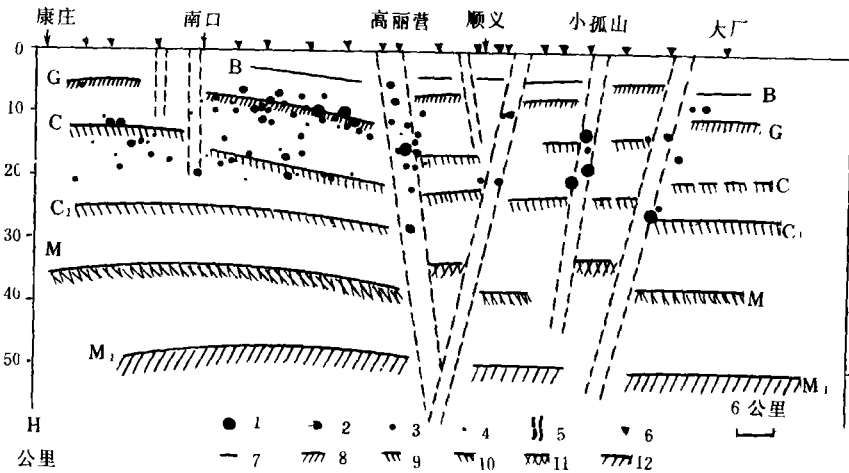


图 6 康庄一大厂深部构造剖面图

(杨理华等据邵学志图修改)

Fig. 6 Deep Part Structure Profile in Kang zhuang-Dachang Section

- 1. $M \geq 3$, 2. $2 \leq M < 3$, 3. $1 \leq M < 2$, 4. $M < 1$, 5. 推测深断裂,
- 6. 观测点, 7. 变质岩基底面, 8. “花岗岩”层顶面, 9. “玄武岩”层顶面,
- 10. “玄武岩”层内界面, 11. 地壳底面, 12. 上地幔界面

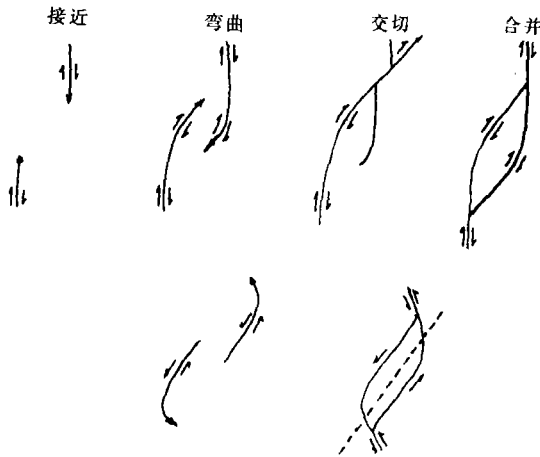


图 7 共轭剪切带的发展

Fig. 7 Evolution of Conjugated Shear-zones

上排是根据文献[5]绘制的, 下排为太行山构造岩块发展的示意图

其次,太行山构造岩块边界断裂地表的性质以脆性为主,但从局部段具有某些韧性剪切的特点来看,随着深度加大,将会象 Ramsay 所描述的那样,韧性剪切的特点逐渐加强。

三、研究透镜状挤压构造岩块的地质意义

(C) 布丁构造(香肠构造)。挤压透镜体可以用它的厚度(C 轴)来测定最大主应力方向,同样,构造岩块可以帮助确定当时主压应力的方向。据此得到太行山、昆仑山、小江地区构

造岩块形成时的挤压方向为 NW—SE 向、近南北向和近东西向。这与区域地质研究所得到的结论相同。

研究构造岩块的另一个意义,是可帮助板块构造的分析研究。昆仑山构造岩块发育地段,正处在欧亚板块的塔里木地块向印度板块的青藏高原强烈俯冲、碰撞地段上。值得注意的是,在其西南侧喀喇昆仑山处的卫星图象上,还有多个类似构造岩块的影象特征,其轴向与帕米尔东侧的大断裂带走向平行。帕米尔是印度板块向北突入欧亚板块的部分^[7]。其东侧的大断裂带是板块边缘强烈挤压、俯冲、碰撞的地段。太行山山前断裂带也处在华北板块内的小板块强烈俯冲地段上。因而可以认为,透镜状挤压构造岩块可能是板块之间或板块内部俯冲、碰撞作用的影象特征和构造标志。

上述认识是不成熟的,奉献给读者的目的是想通过对遥感图象上透镜状地质体的探讨,引起更多遥感地质工作者的注意,起个抛砖引玉的作用。

参 考 文 献

- [1] 北京大学地质系编,地质力学教程,地质出版社,1978年。
- [2] 石世民、李克昌、侯学英,小江断裂带的遥感分析研究,亚太经社会地区遥感地质应用讨论会论文集,1984年。
- [3] 陈佳木、李述靖、郑达奥,遥感影象中的地块和岩块,遥感地质会议,1981年。
- [4] Zhu Liang-pu, 1982, The lineament features of Tarim Basin and its bearing on the characteristics of Cenozoic tectonic stress field: Proceedings of the Third Asian Conference on Remote Sensing, Dacca, Bangladesh, 1982.
- [5] J. G. Ramsay, Shear Zone Geometry: a review Journal of Structural Geology, Vol. 2, No. 1—2, 1980.
- [6] 杨理华、李钦祖,华北地区地壳应力场,地震出版社,1980年。
- [7] M. Mattuer, P. Tapponnier, F. Proust, Some analogies between the tectonic Histories of Afghanistan and Tibet: Geological and Ecological Studies of Qinghai—Xizang Plateau, Vol. 1.

The Genesis and Geological Significance of the Lens-like Compression Tectonic Mass on the Satellite Imagery

Zhu Liangpu

(*Geology Dept. Peking University*)

Abstract

In the Tai-hang and Kunlun Mountain areas, on the satellite images the structural and imagery features are shown in the lens-like compression tectonic mass, it can be summarized as following: large dimension, regularity in form of lens-like, all margin made by faults or shearing fracture zones, obvious lineament features, and uniform genesis in a stress field which is most important for those structural features.

On the basis of the field survey and interpretation of remote sensing imagery, the genesis of Tai-hang Mountain under the NW-SE trend horizontal compression in Mesozoic Era.

It is significance of those masses: 1. it may indicate the orientation of the areal compression stress, and 2. it might be imagery symbol of strong collision between the plates or of the intraplates.

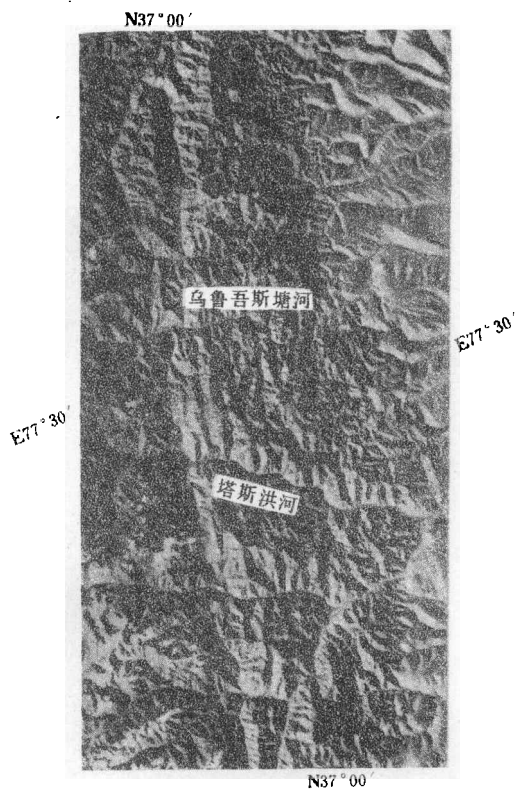


图 2

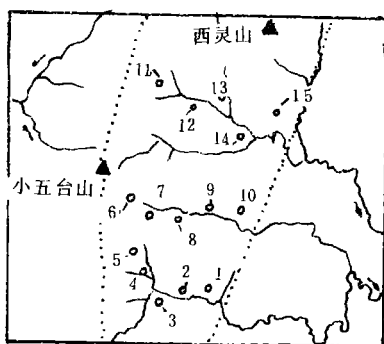


图 3

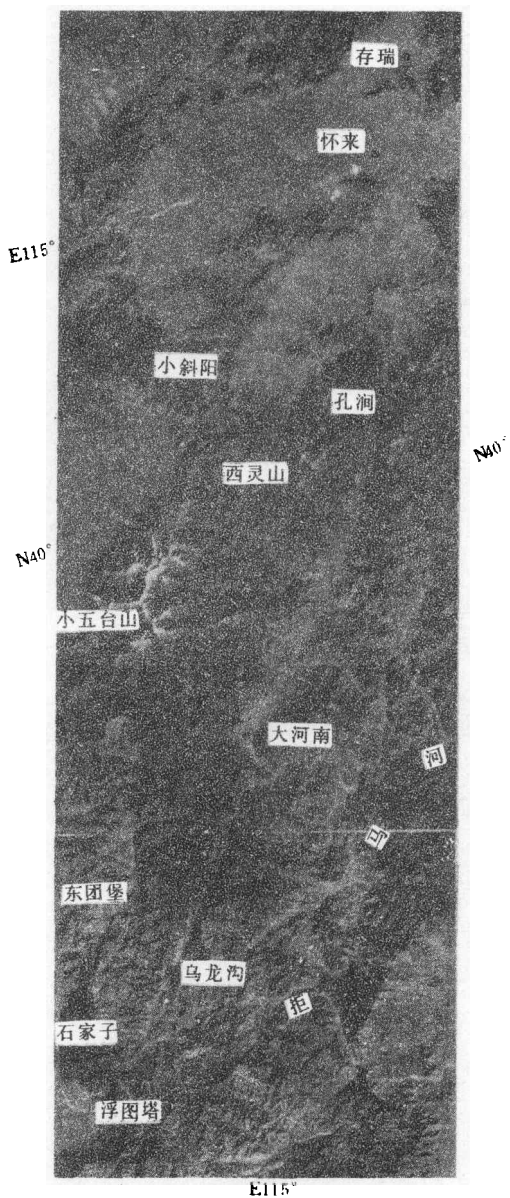


图 1