

# 变质岩构造置换与片层理概念的讨论

张 璐

(中国科学院地球化学研究所)

**摘要** 构造置换应分成形体置换和方位置换两类。形体置换是在一定尺度内新的透入性构造要素代替了旧的透入性构造要素,使后者不易识别或无法识别的置换作用;方位置换是在一定尺度内旧的透入性构造要素残存着,但其方位被改变,与新的透入性构造要素平行或近于平行的置换作用。片层理是受到不明显的形体置换和强的方位置换的层理,它具有片理的方位,层理的形体,是与片理产状一致的那一部分层理。

**关键词** 构造地质 构造要素 置换 片层理 变质岩

## 1 形体置换和方位置换

构造置换是变质岩区构造研究的重要概念<sup>[1~5]</sup>,通常仅仅被认为是在变质变形过程中先存构造要素(如面理、线理等)被破坏,被另一种构造要素所代替的作用。实际在这一过程中还伴有另一种作用,它使原有构造要素的方位平行于后期构造的方位。一些学者如怀特恩<sup>[2]</sup>,拉姆齐<sup>[3]</sup>,霍布斯等<sup>[4]</sup>和马杏垣等<sup>[5]</sup>已经注意到置换作用有这两个方面,例如他们在提到面理的置换作用是先存的面理受到破坏被另一种面理代替的同时,也说到置换过程的一个重要现象是先存的面理被褶皱旋转大致平行于褶皱轴面的方位,只是没有明确地提出方位置换这个概念。

作者拟讨论一下置换作用中的这两方面现象,尤其是方位置换问题。在变质岩中,层理被片理(包括板理、千枚理、狭义的片理、片麻理)的置换出现得最多,本文将主要就层理被片理置换的问题进行讨论,其他构造之间的置换可以类推。

图版IV-1是板岩中层理被片理置换的一个中间阶段,层理已被分割成许多小透镜体,但在较大尺度下层理还保存着,并呈褶皱形态,层理与片理有交角。如果柔性变形更强,层理将被完全破坏而无法识别。所发生的主要是置换的第一个方面的作用。

图版IV-2是另一种情况,根据同斜小褶皱( $F_1$ )可以知道层理( $S_0$ )的方位在褶皱翼部与该褶皱的轴面( $S_1$ )方位一致。在显微镜下看到,层理的方位与矿物形体定向排列的方位(即片理 $S_1$ )也一致。在这里先存的层理的方位被改变到与片理平行,但层理没有被显著破坏,主要是发生了第二方面的置换作用。

也许有人会认为图版IV-2表示的不能算作置换。本文认为,在变形过程中,经常是在某些位置的层理破坏作用较明显,而在另一些位置层理的破坏不明显,但其方位却平

作者简介 张璐 男 47岁 副研究员 构造地质专业

收稿日期 1987-07-28

行于片理的方位，它们是同一变质变形作用的两个方面。当先存面理的方位与后期面理平行时，它的方位既代表本身的方位也代表后期面理的方位，在以后的变形中，它的变形不仅仅反映自己的变形，也反映后期面理的变形，其构造意义与没有平行于后期面理的那些早期面理不同。实质上，它们的方位已被后期构造的方位所“置换”了，也应是一种置换现象。

现在已有一些构造地质学家——不管他们是否意识到——在使用置换这个概念时包括了第二方面的作用在内。例如，当出现 $\pi S_0$ 的组构图与 $\pi S_1$ 组构图十分相似时，研究者常说这是由于“强烈置换作用”造成 $S_0 \approx S_1$ 而形成的，如文献5 (p.137, p.188)和文献6等。本文同意这种解释。然而，如果层理已被置换作用所破坏，看不出来了，怎么能够测量出层理的产状并且用这些产状数据投影做出组构图呢？显然 $\pi S_0$ 与 $\pi S_1$ 两种组构图相似这种情况表明层理没有完全消失，而是可以辨识，同时层理在方位上已经与片理平行，其情形近似图版IV-2。既然有关学者把这种现象归因于置换作用，则这种置换主要不是指把层理破坏并消失的这种作用，而是指使层理的方位改变到平行于片理方位的这种作用。所以图版IV-2也应是一种置换现象。类似的情况在其他文章中也见到，有时在同一篇论著中，不同地方使用的“置换”这个词有不同涵义。

因此本文建议：应建立方位置换的概念，即把构造置换分成形体置换和方位置换两类。

形体置换指的是，在一定尺度内，新透入性构造要素代替旧透入性构造要素，使后者不易识别或无法识别的置换作用。这一概念与许多构造地质学家熟知的构造置换概念一致。

方位置换指的是，在一定尺度内，旧透入性构造要素残存着，其方位被改变为与新透入性构造要素平行或近于平行的置换作用。

旧构造要素的方位在变形时是不断变化的，起初并不与新构造要素近于平行，这时没有实现方位置换，只是发生了构造变形或变位。因此，没有出现方位置换不等于说方位没有改变。当它的方位被改变到近平行于新构造要素的方位时，才出现了方位置换。

层理的形体置换常出现于以下地段：

1. 层理与轴面片理方位不一致的地方，尤其是褶皱转折端附近和虽然在小尺度上层理平行于轴面但在大尺度上层理的包络面不平行于轴面的地方（图版IV-1, 3, 4）。如图版IV-3的罗盘左侧向左倾斜的斜列透镜体是层理的残迹，片理与罗盘延长方向一致，二者方位不一致，它的置换方式与图版IV-1相似，但更强烈。图版IV-4是褶皱转折端附近层理形体置换的现象。

2. 由强干性不同的岩层组成的同斜褶皱翼部。该处层理平行于轴面，强烈压扁及沿轴面方向的流动使有的层被破坏。以这种方式被置换的仅仅是某种岩层，它旁侧的一些岩层仍旧是连续的。如图1的黑色层受到破坏，但旁侧的细线区域的岩层仍旧是连续的。平面图形的几何学决定了在这种方式下，一种岩层被破坏总要伴有相邻岩层的连续。

层理的方位置换常出现的地方是：

1. 上述发生形体置换的第二种情况，同斜褶皱翼部被破坏层理之外的其他层没有

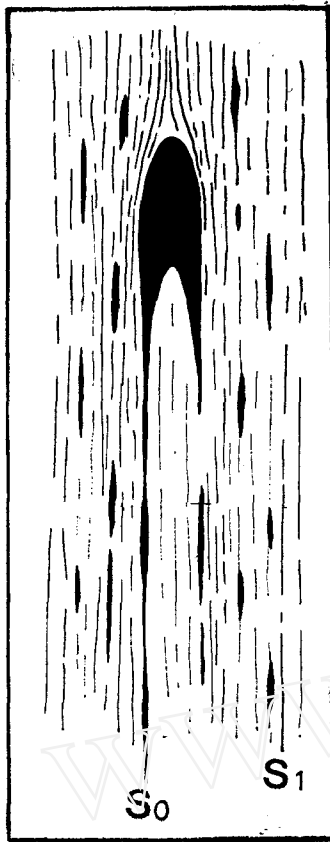


图1 沿轴面方向( $S_1$ )的流动使同斜褶皱翼部平行于轴面的层理( $S_0$ , 黑色层)变薄、拉断、发生形体置换的示意图

Fig.1 Sketch diagram of form transposition derived from [thinning and breaking of bedding ( $S_0$ , black)]

受到形体置换, 其方位已旋转到平行于轴面片理的方位, 发生了方位置换, 如图1的细线区域的岩层。在此情况下, 一些岩层的形体置换与另一些岩层的方位置换并存。

2. 岩层不位于褶皱转折端附近, 在变形过程中没有发生显著的形体置换就被旋转到平行于轴面的方位, 随着变质作用发展, 沿此方向出现结晶片理, 产生方位置换, 如图版IV-2。

在方位置换中, 层理和片理的平行不是片理顺层理模拟结晶成的, 而是层理在变形中被改造成与轴面片理的结晶方向一致所引起的。在层理与轴面方位不一致的地方, 片理与轴面一致, 与层理斜交(图版IV-1), 可见片理并不追随层理。实质是层理屈从于片理的方位, 层理的方位被片理的方位所置换。

这两种置换对实际工作的影响不同。形体置换破坏了早期构造形迹, 发育了晚期构造形迹, 易于造成把晚期形迹当做早期形迹的误会(例如把片理当做层理), 搞错构造和地层。

当后期变形迭加在受到方位置换的层理(即下文的片层理)上时, 可能会使人误认为这种以 $S_0$ (层理)为形面的褶皱是 $F_1$ , 实际上这时 $S_0$ 的变形反映的是 $S_1$ 的变形, 不应该属 $F_1$ 。例如图2, 在f点附近含铁石英岩出现以 $S_0$ 条带为形面的褶皱, 其形态紧闭并倒转, 好像是 $F_1$ , 实际上它是 $F_2$ , 与h点附近千枚岩的片理形成的褶皱性质相同。如果意识到条带构造是已受到方位置换的层理, 就不会认为该褶皱是 $F_1$ 。小构造之间关系的分析有助于判明层理是否受到了方位置换, 如图版IV-5的小型 $F_2$ 褶皱以条带构造为形面, 图3是其细部素描,  $F_1$ 和 $F_2$ 两期褶皱的叠加及条带与 $S_1$ 平行的现象表明这些条带是受到方位置换的层理, 从而对所有类似褶皱都不能轻易推断为 $F_1$ 。

方位置换使早期构造形迹与晚期构造形迹的方位不易区别, 容易漏掉某一期构造。如图版6的劈理很象变质片理 $S_1$ , 但在大范围内其方位又与 $F_2$ 的轴面一致, 似乎应归属 $S_2$ 。仔细观察发现, 左侧锤子下方有以 $S_1$ 片理为形面的 $F_2$ 褶皱, 向右褶皱逐渐开阔, 到罗盘右侧 $S_1$ 的方位已与照片左端 $F_2$ 的轴面的方位一致。右侧 $S_1$ 的方位即是大多数 $S_1$ 的方位, 表明在大多数地段 $S_1$ , 已由于方位置换转到平行于 $S_2$ 的方位。不应该把这种劈理只归属 $S_1$ 或只归属 $S_2$ , 它既代表 $S_1$ 又代表 $S_2$ 。

方位置换还可以引起两期面理(例如 $S_0$ 和 $S_1$ )的组构图相似。

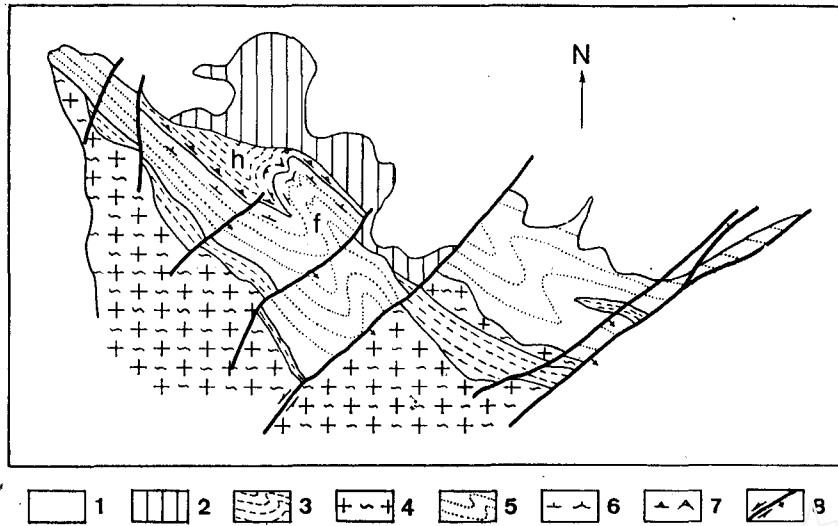


图 2 东鞍山铁矿地质略图 (据鞍钢地质勘探公司资料改绘)  
 Fig.2 Geological sketch map of Dongangshan iron deposit (After the data of the Geological and Prospecting Company of Anshan Steel Plant)

1—第四系; 2—震旦系; 3~5—前震旦系; 3—千枚岩及其中的褶皱; 4—混合岩; 5—含铁石英岩及其中的褶皱; 6—含铁石英岩中片层理的产状符号; 7—千枚岩中片层理的产状符号; 8—断层, 断层倾向及扭动方向

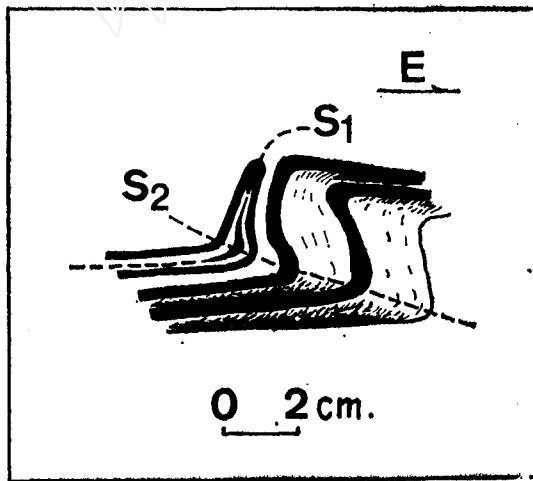


图3 图版IV-5的笔记本上方的F<sub>1</sub>和F<sub>2</sub>褶皱的素描  
 Fig.3 Sketch of the fold F<sub>1</sub> and F<sub>2</sub> above the notebook in Plate IV-5

## 2 片层理

在变质岩区, 层理常常与片理平行, 对这种层理, 应该用个新术语“片层理”来表示。

例如条带状含铁石英岩的条带构造, 从形体说, 它们虽然受到了变形所施加的压扁、伸长、局部形体置换和小褶皱等的改造, 但大多数保持了原来层理的形体。

从方位说, 除少数F<sub>1</sub>褶皱转折端外, 这些条带都与片理一致。

因此这些条带在总体上是受到不明显的形体置换和强的方位置换的层理, 在一定尺度内具有片理的方位和层理的形体,

既代表层理也代表片理(图版IV-2, 5; 图2, 3)。将它们仅称为层理或仅称为片理都不够确切, 建议叫做片层理。在别的变质岩中也常见到片层理。

片层理与似层理、成分层不同。后两者是变质变形作用所产生的条带状构造, 与层理无成因联系, 它们对层理只会起掩盖破坏(即形体置换)的作用。而片层理是原始沉

积层理经过变质变形后的残余的一种。

经过变质变形作用, 变质岩中的层理可分为下述三类: 第一类受到形体置换而变得不易识别; 另一类基本保持了形体并与片理相交, 在后期变形中它们与片理的变形不一致(可称为异片层理); 第三类主要受到了方位置换, 大致保持了层理形体并且与片理平行, 片层理就是这第三类层理。由于同斜褶皱常广泛发育, 使片层理在变质岩中十分常见。所以, 片层理是全部层理中与片理产状一致的那一部分层理, 层理是个总称, 既包含片层理又包含异片层理。如果片层理和异片层理同时存在(图4), 层理的总和将呈现复杂形态并且与片理不平行, 因此从整体说层理与片理是不平行的。

片层理的概念与尺度有关。在一定尺度下是片层理, 在另一尺度下可能就不是片层理。如图4, 在尺度A, 层理与片理平行, 它属于片层理; 在尺度B或更大尺度, 层理的包络面分别为 $e_1$ 或 $e_2$ , 就不是片层理。

片层理的构造意义是:

1. 它是层理, 可以当作层理去研究。在它形成之前(受到方位置换之前)和形成过程中, 它的构造意义与片理不同。在形成之后, 它仍旧是层理的一部分。在研究层理总的形态、方位、形变特征、 $F_1$ 褶皱、厚度及厚度变化、与片理的关系、沉积特征以及其他等等时, 都可以把它视为层理。但要注意它在变质变形过程中受到了不同程度的改造, 与原始沉积层理已有或大或小的差别。

2. 它也是片理, 或者说是已片理化了的层理。在一定尺度下, 它的构造意义与片理一致, 可以按片理对待它进行构造分析。如前面所说, 当后期变形叠加在片层理上形成褶皱时, 尽管褶皱是以层理为形面, 实际上它与以片理为形面的褶皱性质相同, 意义一样, 如东鞍山(图2, 3)。当测量片层理的产状时, 该产状既是层理的产状也是片理的产状。在同一区域, 片层理组构图与片理组构图通常是相似的(图5的3, 4, 5, 6), 可以把同一地区的片层理产状数据与片理产状数据一起合并投影, 但是如果这两类数据来自不同的岩性时, 要注意不同岩石的变形性质不同所造成的干扰。一般说来, 由片层理投影得出的大圆环带与由第一期褶皱轴面投影得出的大圆环带相近(图5的1, 2), 它们是后期

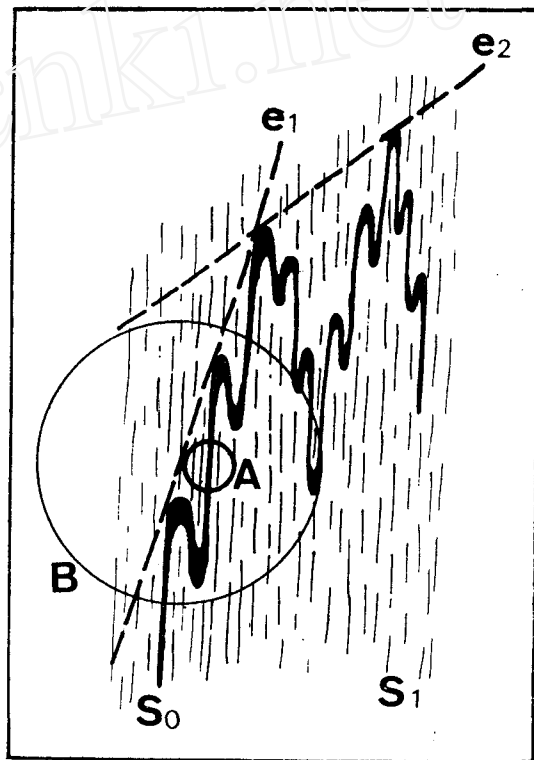


图4 示意图表示层理的基本形态及片层理与尺度的关系

Fig.4 Illustration of the basic form of bedding and of the relationships of schistosity and scales  
 $S_0$ -层理;  $S_1$ -片理(说明见正文)

褶皱（在东鞍山是 $F_2$ ）使片层理和 $F_1$ 褶皱轴面变位的反映。不可把片层理的上述大圆环带认为是 $F_1$ 褶皱的反映，这种误会实际是把片层理只当做层理而不当做片理的结果。但是，由层理（即片层理与异片层理之和）投影得出的组构图与片理组构图意义不同，两者不应混淆。在野外测量层理的方位数据时，该数据是代表片层理的方位还是代表异片层理的方位，应该分别记下来，以便投影和分析时恰当地对待。

可见认识了片层理，有助于减少构造分析中的错误。

如何判断露头上的层理是片层理？主要应该搞清楚两个方面：一是要有证据表明这种面状构造是层理而不是其他面状构造；二是要有证据表明这种层理平行于当地的片理，如对比该层理与 $F_1$ 褶皱轴面的关系（图3）；与所在的岩石中或相邻夹层中肉眼可见的板理、千枚理、片理、片麻理的关系；还可以采标本，在垂直于层理的方向上切两块互相垂直的薄片，在显微镜下观察该层理是否与矿物定向排列方向平行，等等。

### 3 结束语

明确认识构造置换包括形体置换和方位置换，认识片层理的意义，在变质岩构造分

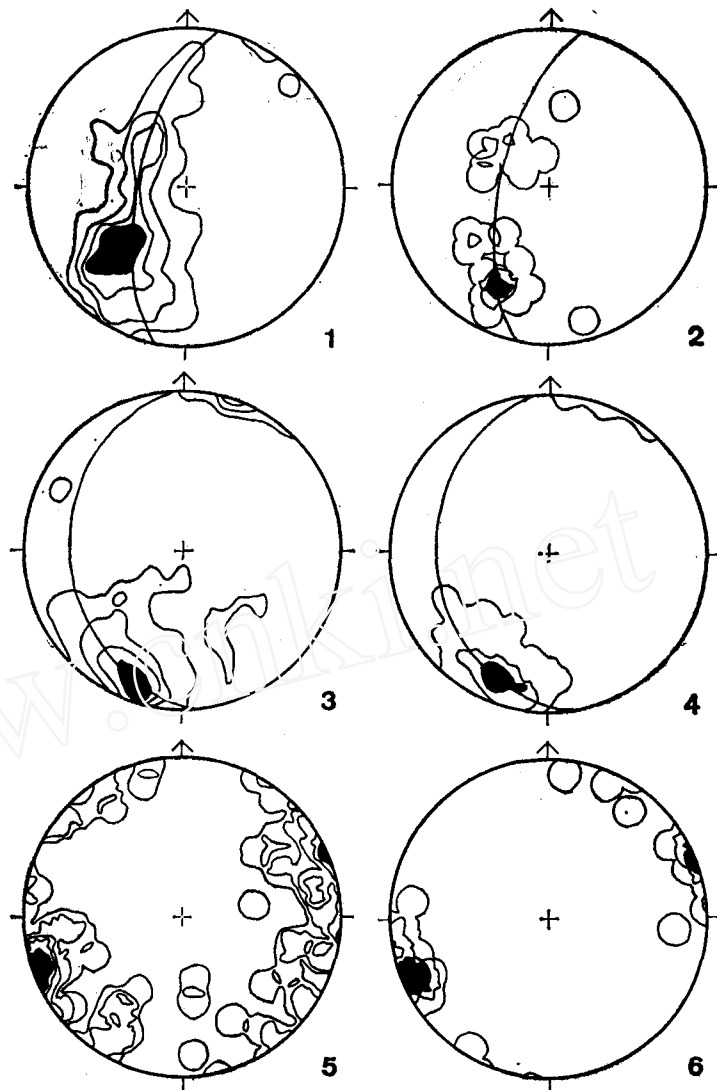


图5 鞍山地区部分面理极点组构投影图

Fig.5 Fabric Projection of poles to some planar structures in Anshan-Benxi Area

1~2—东鞍山铁矿矿体中；1—是片层理，167个点；2—第一期褶皱轴面，30个点；3~4—眼前山铁矿；3—矿体中的片层理，79个点；4—千枚岩中的片理，41个点；5~6—樱桃园—西大背铁矿；5—矿体中的片层理，78个点；6—片岩中的片理，26个点。黑色为极密区

析中是有用的。两种置换既密切联系, 又有不同意义。片层理的概念与方位置换相关联, 它有助于理解变质岩中广泛存在的平行于片理的层理的构造意义。在变质岩构造研究中, 把片理误认为是层理, 是重大的错误。但是把片层理当做片理进行构造分析却是对的。

作者感谢涂光炽名誉所长对工作的关怀和指导。在野外工作中, 得到鞍钢地质勘探公司及该公司李鸿业、周士泰两位总工程师, 英国伦敦帝国理工学院 J. Cosgrove 博士等的帮助, 特此致谢。

### 参 考 文 献

- 1 F J 特纳, L E 韦斯, 周金城等译. 变质构造岩的构造分析. 北京: 地质出版社, 1978
- 2 Whitten E H T. Structural geology of folded rocks. Rand McNally & Company, Chicago, 1966: 663
- 3 Ramsay J G. Folding and fracturing of rocks. McGraw-Hill, New York, 1967: 568
- 4 Hobbs B E, Means W D, Williams P F. An outline of structural geology. John Wiley & Sons, London, 1976: 571
- 5 马杏垣, 索书田, 游振东, 刘如瑞, 嵩山构造变形. 北京: 地质出版社, 1981
- 6 徐树桐, 陆镜元, 张继明, 陈冠宝. 皖南祁门歙县地区元古界变质岩地层原始构造环境和形变. 地质科学, 1979, (2): 101~115

### 图版 IV 说明

- 1—板岩中层理形体置换的过渡阶段。英国英格兰西南部托克罗斯海滩, 泥盆系。
- 2—一条带状含铁石英岩的层理构造及第一期紧闭同斜流褶曲。标本抛光面, 辽宁省鞍山市东鞍山铁矿。
- 3—层理与片理方位不一致的地方出现的层理形体置换。昆仑山, 小南川, 石炭系千枚岩。
- 4—褶皱转折端附近的层理形体置换。鞍山市东鞍山铁矿, 条带状含铁石英岩。
- 5—东鞍山铁矿中的小型 $F_2$ 褶皱。
- 6—方位置换使 $S_1$ 与 $S_2$ 平行, 呈现使两期面理的方位不易区分的现象。英国威尔士北部霍利黑德, 波恩依尔胡干, 砂质千枚岩。

## CONCEPTS OF STRUCTURAL TRANSPOSITION AND SCHIBEDDING OF METAMORPHIC ROCK: BISCOSSION

Zhang Hu

(*Institute of Geochemistry, Academia Sinica*)

### Abstract

The author suggests that the structural transposition should be divided into form transposition and orientation transposition. The form transposition is a type of trans-

position which in a certain scale, makes old penetrative structural elements replaced by new ones and, therefore, hardly or impossibly recognized. The orientation transposition refers to that the old penetrative structural elements are still discernible in a given scale, but their orientation has been changed in parallel to that of new penetrative structural elements. Schibedding (or schistose bedding) is a type of bedding which ever experienced intensive orientation. It bears both the orientation of schistosity and form of bedding, and as a part of beddings, it runs parallel to schistosity. Schibedding can either be dealt with as bedding, or be treated as schistosity in structural analysis.

**Key words** structural geology, structural element, transposition, metamorphic rock

### 矿床学术研讨会简报

由IGCP第247项中国工作组、吉林省地质学会、长春地质学院联合主办的国际性“矿床学术研讨会”于1989年11月13~15日在长春地质学院隆重举行。大会主席张贻侠教授致开幕词，刘连登副教授主持了会议，并致闭幕词。

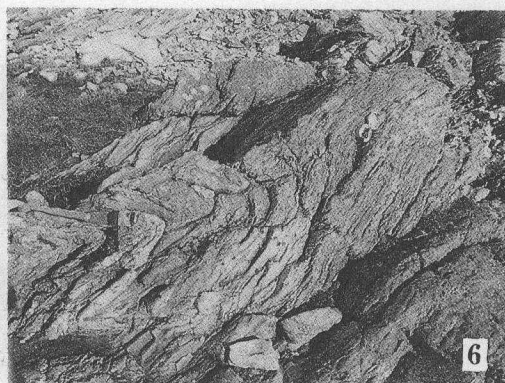
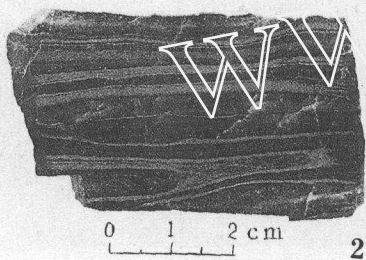
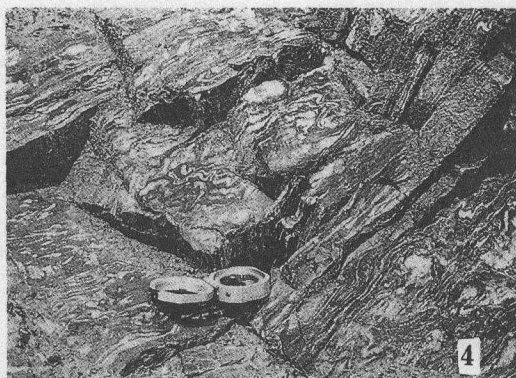
研讨会的主题是：前寒武纪构造与矿床；超大型矿床有关问题和成矿模式的有关问题。来自苏联科学院西伯利亚分院、布里亚特科学中心的地质研究所和我国地矿部科技司，吉林地矿局，长春黄金研究所，吉林省黄金公司，红旗岭镍矿，长春冶金地质专科学校的代表以及长春地质学院地质系、岩化系和物探系师生70余人参加了会议。25名代表在会上宣读了很有学术价值的论文。会议研讨气氛热烈，学术思想活跃。代表们普遍认为会议开得成功。

科尼科夫博士（研究所所长）“幔壳相互作用及其对铜镍硫化物矿床和金矿床形成的意义”的报告，强调幔源物质与壳源物质的相互作用，不仅是铜镍硫化物矿床形成的重要因素，也对矿质金的迁移有一定影响。斯科利亚诺夫博士在“苏联萨彦岭东南部金矿成矿作用”的报告中指出，该矿床是西伯利亚最大的金矿床，其成矿物质来自蛇绿岩，构造—岩浆作用过程中在热液驱使下金富集成矿。沙菲耶夫博士在题为“苏联贝加尔南部太古代含紫苏辉石磁铁石英岩矿床”的报告中说，该矿床在片麻岩—花岗岩—紫苏花岗岩—奥长花岗岩中呈透镜状产出，穹隆构造内的背斜脊部是有利赋矿部位。

前寒武纪基底构造，克拉通内及其边缘带构造、早元古宙裂谷带等区域构造对前寒武纪矿产具有控制意义。许多作者，特别是青年作者，在前寒武纪矿床研究中把变形与变质、构造分析与岩石学研究结合起来，给人以启迪。愈来愈多的事实证明，构造对矿床的形成和改造都是一个不可忽视的积极因素，特别是起始时间较早、活动寿命较长的韧性剪切变形的成矿意义，日益被大家所重视。

张贻侠教授在开幕词和专题报告中，明确支持涂光炽教授倡议的在我国开展超大型矿床的寻找和研究。他认为在我国开展以找矿为目的超大型矿床研究，应进行全球背景对比，深入分析成矿地质背景，探讨其与众不同的成矿条件。会上，一些作者对我国冷

(下转78页)



cnki.net