

书斜式构造的成因及其特征

周治安

一、书斜式正断层

过去，正断层经常被认为是引张作用造成的，因此人们一见到正断层往往就不加思索地作为张性破裂面来看待。但是随着地质力学工作的深入开展，发现了大量事实，特别是在煤田及煤矿矿井中所见到的大量事实，说明正断层的力学性质是各式各样的，它们可以是张性或张扭性的，也可以是压性或扭性，或压扭性的，后者在自然界中数量并不少，在煤田中常常大量地见到。压扭性正断层的类型很多，本文只对一种常见的形式，书斜式压扭性正断层进行一番讨论，这种正断层有许多典型的特征，它是我们认识各种书斜式构造的基础。

1. 构造的命名

书斜式正断层是在层状岩体或岩层中屡见的一种构造，这种构造的规模可在一块手标本上看清全貌，也可以是一个很大区域内的主要构造。以往有人称它为“阶梯状断层”、“重力“抬斜断层”’，其实它与张应力作用下岩块沿着断面逐级下滑所形成的那种阶梯状正断层是有很大区别的。它的形成并不是各个断块受重力作用沿着一组断面简单地地下落转移所造成的，而是在一种扭动与挤压作用下每一个断块经过整体旋转而产生的。它的形成酷似书架上放置的一排书本，在受力后书本发生了倾斜，每一本书好比一

个断块，每个“书面”好比一个断层面，它们都在旋转（即发生倾斜），这样在书本之间也就产生了错动，形成了一系列的“正断层”（图1 A、B、C）。在这些书本旋转过程中，我们清楚地看到了“书面”与“书面”之间是紧贴着错动的，如果直立着的书本之间还存在空隙的话，那么在书本倾斜旋转的过程中，这种空隙就很快地缩小、闭合直至挤的很紧（图1 D、E、F），这种挤压作用是随着“书本”（相当于断块）旋转的角度 θ 的增大而增强，而且断块旋转角度 θ 的增大过程也就是正断层的落差或断距加大的过程，即是说，这类正断层的落差的产生和增大是和断块的挤紧作用的产生和增强是一个统一过程的两个方面。

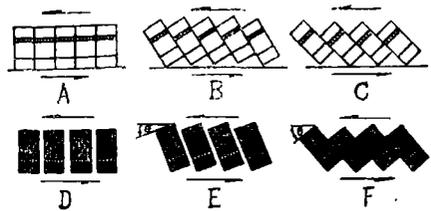


图1. 书斜式正断层之形成

由于这类断层与书架上的书本倾斜时产生的特点非常相像，所以把它们命名为“书斜式正断层”。

2. 构造的形成及特征

书斜式正断层在岩层或层状岩体中究竟是怎样产生的呢？从总结一系列野外实例来

看，它们的产生一般需要一个或一组滑动面T（图2）。这种滑动面在滑动时所产生的力偶作用于岩块与地块，使岩块与地块出现二组剪裂面 S_1 及 S_2 。其中 S_1 一组与主要滑动面T大致平行或呈一个很小的角度斜交；

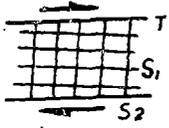


图2.

而 S_2 一组则经常发育在与滑动方向（即与滑动面上的擦线方向）呈垂直，并且又与主滑面T本身相直交或大角度斜交的位置上。

岩层在褶曲过程中，层间滑动是普遍存在的现象：由于层理面本身常常比较薄弱，所以在野外见到的中、小型实例中，上述的主要滑动面T及 S_1 的一组剪裂面往往是沿着易于剥开的层理面而发育，层理面或与层理呈很小角度斜交的层间破裂面就常成为主滑面T或 S_1 的那一组面。而 S_2 的一组剪裂面，则经常在与层理直交或呈大角度的斜交的位置上发育成为书斜式正断层的断面。由于 S_2 在初始阶段属于剪裂面，所以断块旋转后，在多数情况下，特别是在小型构造中，它们仍然保持平整或刀切一样的整齐。

标本一、二（照片一、二）上，在几个层中都出现了完美的书斜式正断层构造。产生断块的岩层是岩性相对较脆的含硅质的灰岩，具有清晰的原生沉积层理，把这些小断块上的层理与其上、下那些连续性的层理比较，显而易见小断块都已发生过旋转。需要注意的是这些小型正断层与断块上的层理都近乎垂直，且属压扭性质。层间滑动往往是在许多层组中同时进行的，因此亦可形成“几层”书斜式正断层。由于层间滑动方式的统一性，就使得不同层组中的断块都有统一的旋转方式，并且导致各个层组中的正断层的断面倾向基本一致。而由于各个滑动面的滑移量不尽相同，并且各个层组中所夹的岩层的岩石力学性质上的差异，也就使得各组书斜式正断层的旋转角度的大小存有差

异。标本一、二上，有的层间断块已经旋转约 $30^\circ-40^\circ$ ，最大的旋转角竟在 60° 以上，而有的层组中的断块只是处在旋转的初始状态。这里值得着重提出的一个事实是：在标本一、二上，小断块都是反时针旋转的，指示了滑动面是左型扭动，而各个小型正断层却都是右型错动。滑动面与由它产生的书斜式正断层总是保持着不同的错动方式，这是一种具有普遍意义的规律（图3），就是在这种构造里，滑动面如果作左型滑动，滑动面所夹的小断块就被带动作反时针旋转，而书斜式正断层则一定是右型错开。相反，如果滑动面是右型滑动。滑动面中所夹的小断块就被带动作顺时针旋转，而书斜式正断层则一定是左型错开。这个规律在所有的书斜式构造中都是普遍适用的。

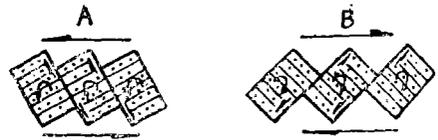


图3.

岩石力学性质的差异，对于野外或矿井中见到的很多书斜式正断层的形成也是一个十分重要的因素。在标本一、二上，我们可以清楚的看到，那些产生破裂及断裂的岩层是岩性相对较脆的岩层条带，而这些断层在进入顶、底的灰岩层之后破（断）裂就消失了，显然这些灰岩层在变形时是处在高度的塑性状态。

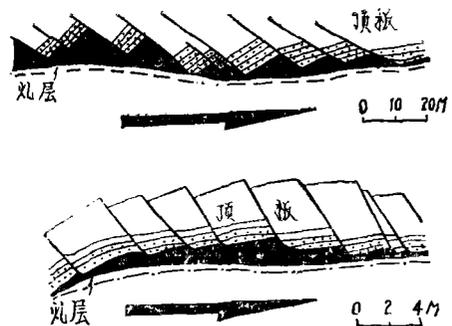


图4. 通化煤矿和净乡煤矿所见书斜式正断层。

在煤矿的一些开采巷道中，我们不时可以见到这类构造（图4）。煤层的顶板是较坚硬的矿岩层，易于产生断裂，底板是泥岩易滑动和塑性变形，夹于顶、底板之间的煤层在变形时呈现高度的塑性，在岩层褶曲时，层间发生滑动，并伴有层间挤压，这时煤层顶板沿 S_2 一组面裂为断块，它们经过旋转就出现了一系列的书斜式正断层，使顶板成为锯齿状。这些断裂在煤层中消失，煤层遭受了高度的塑性变形，原生的沉积层理被破坏，有时可见拖曳褶曲，并往往被揉成“构造煤”，原来的“层状煤”变成了一个倒置的“梯子形”。底板往往仍然保持大体平整或呈平缓的弯曲形态，发育有大量的层间滑动擦痕。这是一种煤层顶断底不断的构造情形。如果煤层顶、底板的岩石力学性质与上述情况相反，底板的岩石组合是硬而易断的砂岩，顶板是易于滑动的泥岩，那么就会形成底断顶不断的情形（图5）。

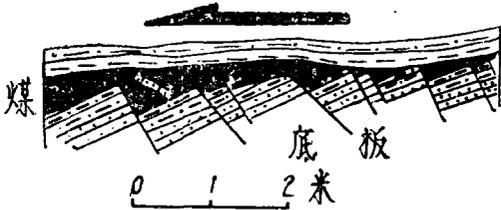


图5.见于粤北大塘向斜

从以上几个例子的详细观察中使我们了解到塑性岩层在形成这种构造时起着二个作用：第一，它们的塑性变形能够适应由于坚硬岩块旋转而引起的空间形态变化。第二，看来在塑性变形过程中存在着粘性流动旋转（照片一、二及图4、5）。

在野外我们还看到又一种典型情况（图6），所见有两个层间滑动面所夹持的一系列坚硬岩层的断块，在形成书斜式正断层的同时形成了一系列的三角形空间。这些三角形空间中充填着破碎岩层的角砾岩，而这些角砾岩原先是一层薄层状的岩性极脆的硅质

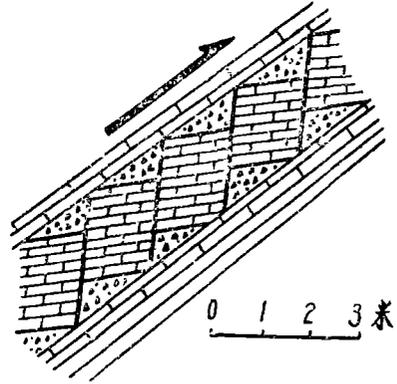


图6.见于粤北韶关

灰岩，显然由于坚硬岩石组成的断块在旋转时将它挤碎了。这种薄而脆弱的岩层与前面例子中的塑性岩层所起的作用大体相当，不过在这里看到的较为坚硬的岩块是直接贴着滑动面的，显示了滑动面在后来变形中是直接带动坚硬岩块旋转的。在野外见到的书斜式正断层中，有的断块岩石从顶到底虽然并无显著的岩石力学性质方面的差异，但断块在旋转作用下，通过其自身的弹塑性形变，也可以成书斜式构造。图7所见是在一个低角度的逆掩断层面下的书斜式正断层，断层两侧岩性都是中一薄层状的石灰岩，断面呈现舒缓的S形，露头上确切地见到这组正断层的断面向下都延入到层间滑动面之中。对

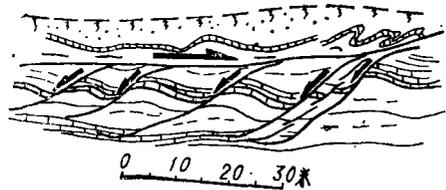


图7.见于粤北大塘向斜

比一下断块下部和中部的层理可知断块有过旋转。断块中部层理与断层夹角较大，而接近断层时，因为挤压和断层牵引的关系，层理与断层的夹角渐渐变小，形成每一断块中的层理也呈S形弯曲。这种情况清楚地表明每一断块在旋转时，其边部遭到明显的塑性

变形，使断块适应旋转时的应力状态和新的空间形态的要求（图8）。



图8.

在煤矿的巷道中，这类构造

常有揭露，但由于巷道的断面限制，多不显全貌（图9）。



图9.

这些正断层的结构面可如刀切一般整齐，也可呈光滑而舒缓的S形，由于断层是挤压下滑的，所以断面是紧闭的，一般不导水，断层的破碎带比较狭窄，有时几乎是只有断面而无破碎带。断面上经常发育着大量的擦痕，断层附近的岩层和煤层往往有牵引现象，煤层在那里发生增厚或挤压变薄。这种压扭性正断层的结构面，除了具有一系列的挤压特征外，它在走向上往往延长很远。如果我们把最大落差相同的一些张性正断层拿来与它比较，就会发现断层长度与最大落差之比M，较之张性正断层的M'大得多，也就是说压扭性正断层可以延续较长，而张性正断层的落差变化很快，延伸不远即会消失（图10）。

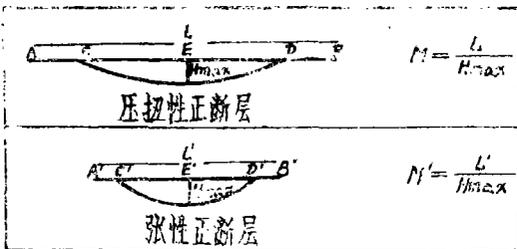


图10.

- AB—正断层的起始点和终止点
- CD—有落差的地段
- E—断层最大落差点
- H_{max} —最大落差
- L—断层的延长长度
- M—断层长度与最大落差之比

在煤系地层里，实见的小型书斜式正断层中，可见断块被挤开的现象（图11中的C D）。这主要是由于层间挤压作用较强，塑

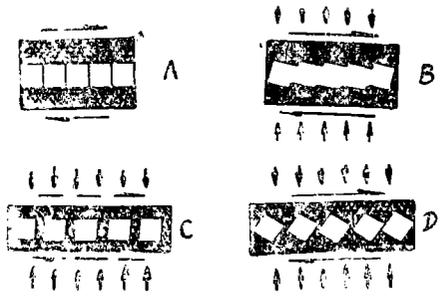


图11.

性岩层被强烈挤扁，厚度发生了较大改变，这样，坚硬岩层的断块被挤开，同时在小的断块之间有塑性岩层的穿进。在层间挤压与层间滑动作用的互相配合下，可以形成图11中的C、D的情况，C意味着层间挤压作用占主导地位，而D则意味着二者都很重要（标本照片一、二）。一些被挤开的断块之间的塑性岩石中，还可见斜列着微小的挤压扁豆体（图12）。能够确切看到结构面的书斜式正断层，其规模小至毫米、厘米级，大到百米级，总的看来，规模越大的其挤压特征往往也就越明显。



图12.

在野外可以看到的书斜式压扭性正断层，除了上面提到的那几种面貌外，它们还有大大小小的各种各样的形象。

例如，有一种小型的搓痕，它是发育在错动面上的一种小型构造。搓痕与擦痕是不同的，搓痕在方向上与擦痕垂直。一部搓痕正是这种微型的书斜式压扭性正断层（见照片三、四）。

另外，在大量的挤压透镜体中，不论是层间挤压透镜体，还是断层附近的挤压透镜体，其中大部分都是由这种书斜式破裂面演化而成的。图13表示这类挤压透镜体的形成

过程。当层间挤压和层间滑动作用不断加强时，我们看到断块进一步旋转，错动不断增大，最后被挤压脱开，形成透镜体。由小型书斜式正断层到典型的挤压透镜体，其间有一系列的过渡形态。

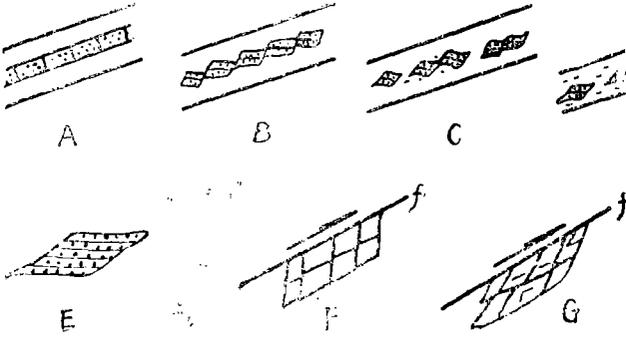


图13.
A~D—层间透镜体的形成过程
E—层间透镜体的特征
F~G—断层面附近的挤压透镜体的形成过程

在人们统称的香肠状构造中，有的也正是这种机理下形成的（图14）。

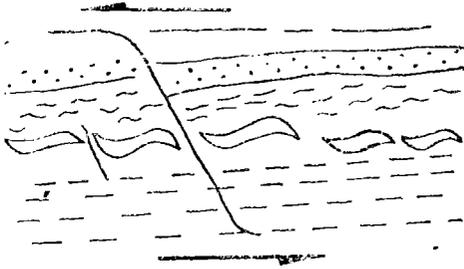


图14. 由书斜式破裂造成的香肠状构造

在我国一些经过强烈构造变动的煤系地层中，常常见到不少砂岩透镜体，煤层中也常见有透镜状夹矸，这些透镜体，其中有不少也是这种方式形成的。它的特点是呈菱形，有两个对应边大致与层理平行，而另两个对应边是压扭性书斜式破裂面。

3. 伴随着褶曲或冲断作用的书斜式正断层

上面所列举的书斜式正断层其断层面都是向同一方向倾斜的，那是因为层间滑动是



图15. 褶曲的层间滑动

向着一个方向进行的。但是，在褶曲过程中，褶曲二翼的层间滑动是相对或相背而行的（图15）。由于相反的滑动方式所产生的书斜式构造也就具有相反的产状—断面倾向相反（图16）。

在褶曲作用下形成的二翼书斜式构造，其规模与褶曲规模成正比关系，它们在褶曲宽缓的地块中较为多见。在强烈的褶曲地带，由于层间滑动面太多，次级褶曲往往很发育，

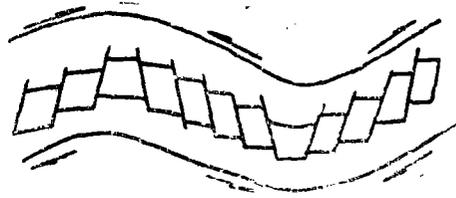


图16. 褶曲中的书斜式构造

岩块由于被各种发育的破裂面切成小的块体，故往往不能形成规模大的书斜式构造。

自然界中，褶曲有着多种多样的形态，在不同形态的褶曲中，相应产生不同的书斜式压扭性正断层组。对于这种构造以往许多地质学家都认为是重力形成的或者看成是背斜轴部的第二序次的纵向张应力作用下的产物，但从如下一些特征看它们并非如此（图17）。

(1) 这些断层无论在走向上还是在倾向上常常是较为平直的，沿走向可以延伸很长。

(2) 这类正断层的断面具有明显的挤压特征，常常是不导水的，它对于地下水常可起到封闭作用，在油田中这头正断层可以成

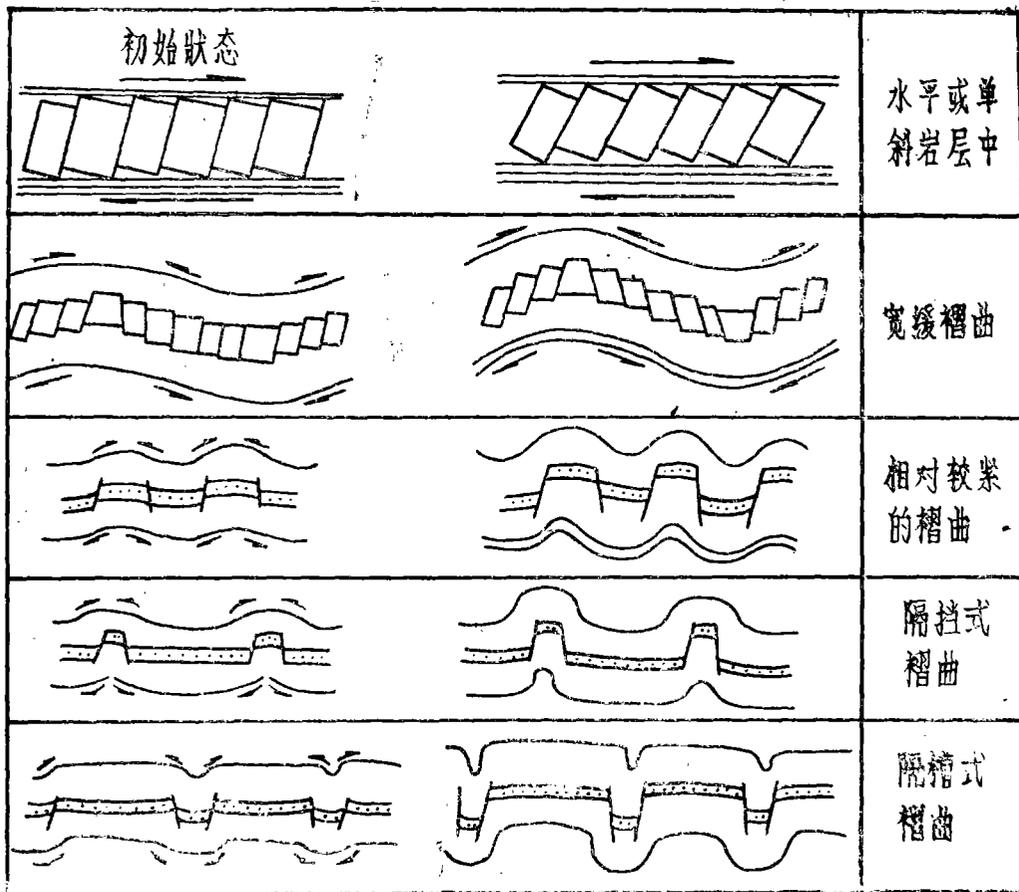


图17. 与不同形态褶曲相对应的书斜式压扭性正断层组

为油气储的遮挡。

(3) 它们并不是只局限于背斜的顶部发育，只要层间（或壳层间）滑动作用存在，无论是背斜的顶部、向斜的槽部还是褶曲的翼部均可发生这种正断层。一般情况下，它们往往具有不同规模的大体上的等距性。某些褶曲的翼部或层间滑动明显的部位这类断层更易出现。

(4) 它们向深部往往消失在一个大型的层间（或壳层间）的滑动面上。

上层（或地壳表层）是由书斜式断层—一些不连续的结构面的总体，反映着下层或深部的连续性背向斜构造。如：可能有相当多的地垒、地堑是由地壳水平挤压作用形成的，而在深部某些层中它们则可是连续性的

褶曲。

(5) 这类正断层经常与区域构造线的走向一致。如我国新华夏系构造中有不少北北东向断层；区域性东西向构造中的一些东西向断层。

总之，在认识了伴随褶曲的书斜式构造之后，我们就容易理解书斜式构造的序次问题：在一组大型的书斜式正断层中，由于岩层受到挤压牵引，出现了宽缓的挠曲或褶曲，而在这类褶曲的形成过程中岩层又会产生次级层间滑动，因此它可派生出次级的书斜式构造。由此产生的那些低级别、低序次的书斜式正断层的倾向可以与主断面的倾向相同，也可以相反（图18）。这种现象在皖北、苏北、鲁西的煤田中确实存在。

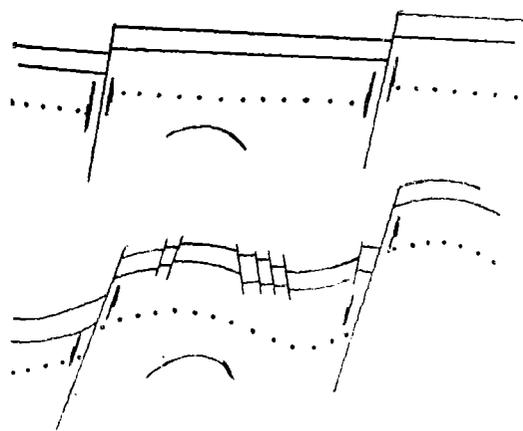


图18.由大型书斜式构造派生出的挠曲和次级书斜式构造的关系图

有。另外，不可把后期的书斜式正断层错误地当作古构造来看待。譬如宁镇山脉中的一个实见露头（图20）；一组书斜式正断层只在船山灰岩（ C_3 ）、栖霞灰岩系（ P_{1q} ）、孤峰组（ P_{1g} ）中发育，消失在龙潭煤系（ P_2l ）之中，断层没有穿过大隆组（ P_2d ）及青龙灰岩（ T_{1+2} ）。在断层消失的部分，有大量层间滑动的形迹，滑动面就在大隆组（ P_2d ）的底部附近。这显然是（ T_{1+2} ）之后的构造形变所造成的书斜式构造，断裂之所以没有穿入大隆组（ P_2d ）及青龙灰岩（ T_{1+2} ）内，是因为滑动面的存在和岩石力学性质的关系。因此并不是聚煤前的古构造，而是一种后期的层间断层。

书斜式正断层与走向相同的冲断层相互共生的情况也是屡屡可见的，就是说在一个冲断层的旁侧，不远就出现一条或一组走向相同的正断层（图19）。仔细地观察这类正断层，往往可见它们并不是张性结构面，而是压扭性结构面，它们往往消失在一些层理之间，它们仍是层间滑动的产物（照片五）。

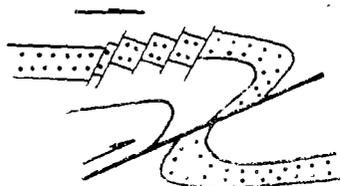


图19.与冲断层共生的书斜式正断层组

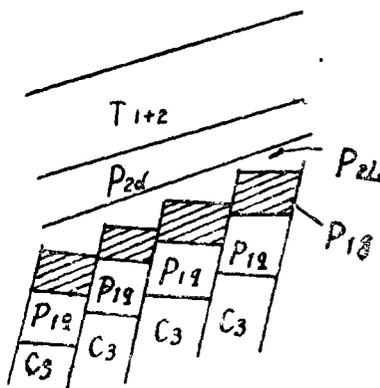


图20 宁镇某地地质图

4. 书斜式构造是层间断裂

5. 较大规模的书斜式正断层

书斜式正断层是一种层间（或壳层之间）的构造，它时常只在一定的岩石力学性质的岩层内（或组合岩层内或壳层内）发育并且往往消失在一个层间的滑动面上。譬如，在二个煤层之间可能出现滑动面，并且二个煤层的顶、底板岩性可能不同，它们所构成的组合岩层的岩石力学性质和在层间滑动时所产生的那些小型断层的平均间距及出现的频率也就可能不同，因此在上一煤层中存在的断层不一定延到下一煤层中，而下一煤层中存在的断层，上一煤层中也不一定

断距在数百米到上千米的规模较大的书斜式构造，在我国也不乏实例，它往往在区域构造不太复杂，褶皱作用不太发育的地块中出现。例如在皖北、苏北、鲁西的一些煤田中就有这类构造的存在；位于苏北沛城一大屯煤田里有一系列近东西向规模较大的正断层（图21），大型正断层的断面都是向南倾斜，而那里的古生界地层（其中含有石炭一二迭系的煤层）在每一个断块中基本上都是向北倾斜的，即每个断块都是一个单斜构

造。这些正断层与地层层面总体上呈直交关系。断块与断块之间是互相挤紧的，这种挤压作用表现在正断层附近由于挤压牵引，常使地层产生宽缓的S形弯曲。在局部弯曲、产状发生变化的部位，由于小规模层间滑动、尚派生出规模相应较小的反倾向的正断层，其断面紧闭。另在一些井田中还见到少数的小型逆冲断层。

这种构造并非原先存在着一个规模极其巨大的单斜翘起，以后发生了一系列阶梯式断层，由重力下滑所造成的产物（图21—(1)），因为无论从侵蚀的情况或断层带的破碎情况都看不出各个断层有什么显著的差异。它们只能是该区地壳表层相对向北滑移的结果（图21—(2)）。

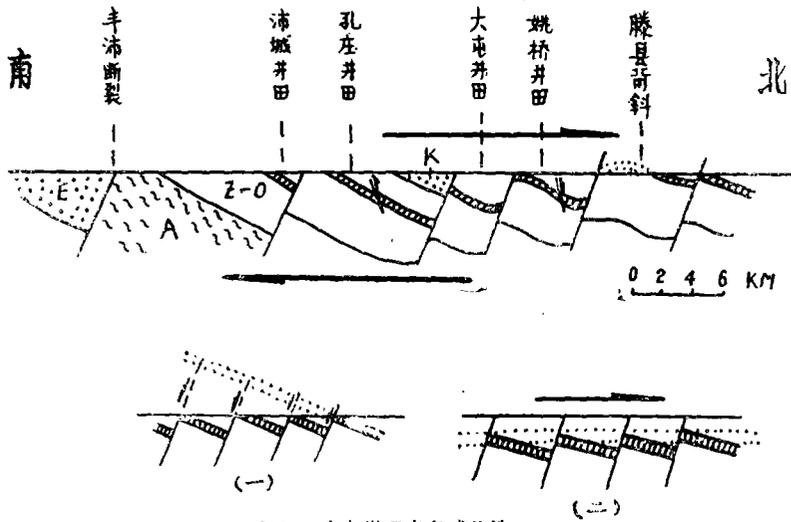


图21. 大屯煤田书斜式构造

二、书斜式断陷盆地

通过区域地质的研究，我们还可发现某些断陷盆地的成生和发展很可能是受到这种大规模书斜式正断层及其断块的控制。这种断陷盆地有其自己形变特征和沉积特征。

近年来，国际上对于地壳深部地质的研究使人们认识到地壳往往具有区域性的水平成层性，而且不同深度上的壳层与壳层的构

造常常是不连续的，地表的构造，除了某些特大型的断裂可以影响到上地幔外，一般的褶皱与断裂到深处便消失了，它说明壳层之间存在着广泛的水平滑动。

在地壳表层大规模的、近水平的、定向的滑动作用下，在某些区域地块中形成了一系列规模很大的书斜式正断层，它们在地表

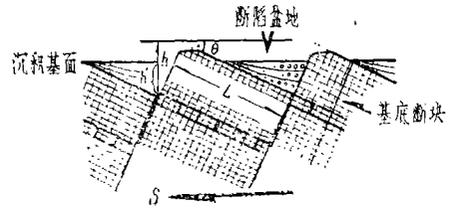


图22. 书斜式断陷盆地沉积模式之一

可以表现为大体平行的以单断盆地为主的一系列不对称的断陷盆地（图22）。这种大规模的构造，看来是属于壳层间水平滑动的产物。这类盆地的一侧为断裂所控制，其中新的沉积地层与组成沉积基底的老岩层之间，往往是同沉积的断裂接触，而在相对的一侧往往是沉积超覆接触的关系。假如地壳表层的滑动是由南向北推进的话，那么这种书斜式正断层及其断陷

盆地的排列就应是东西走向，主要的书斜式正断层的断面应该向南倾斜，新的地层与老的沉积基底的岩层必然会出现“北断南超”的接触关系。

这些盆地的形成与沉积基底的断块的持续活动是密切相关的，基底断块由于地壳表层的滑动而不断旋转，使得正断层的落差不断加大，对于断陷盆地来说也就是不断的发育沉降，而且沉降最大，堆积最厚的部位正应该在盆缘断裂的附近。如果抬起的断

块是新盆地沉积物的主要蚀源区，虽然盆地两侧均可供应碎屑物质，但在盆缘断裂附近由于更靠近蚀源区，地势高差较大，碎屑物质搬运距离较短，因此那里也将是沉积碎屑较粗的地带。我们做一粗略估计，如果书斜式断裂的间距 L 为20公里(图22)，只要基底岩石的断块总体旋转角度 θ 有 10° — 20° 这样一个不太大的角度，那么在上面就可造成3400—6800米的断距(h)，在这样大的垂直断距基础上，形成上部新的断陷盆地，在盆地中堆积物的厚度当然是很可观的。

为了研究书斜式断陷盆地内的沉积特征，我们可按图23作一实验，按照书斜式构造形成方式，让基底断块绕着其质量重心进行旋转，如果基底的表面是一个准平原化的地区，并稍稍高于沉积水面，断块一经旋转，表面即出现地形差异，一部分即没入水面而成为沉积盆地，另一部分则翘起成为侵蚀地区。断块不断地旋转，盆地的沉降过程就会不断进行，而且蚀源区同时也在不断上升，这样盆地中的沉积作用也就一直进行。如果在这一过程中，区域的沉积水面微微下降，或者地块本身微微抬起，在它的沉积模式里就会出现一个令人瞩目的沉积特征，即断陷盆地内的新沉积地层将会具有侧向迁移现象和“假单斜式”构造(图23)。这是因

为随着基底断块由于地壳表层滑动而发生的旋转，断陷盆地的沉积中心必将越来越移向盆缘断裂，新的沉积地层将只在盆地的一侧出露较全，而另一侧，即靠近盆缘断裂的一侧地表上将只见新沉积的上部地层而不见其下部。如果在这一过程中，区域的沉积水面微微上升，或者地块本身微微下沉，盆地内的新沉积物，就可出现扩张超覆的情况。

这类断陷盆地的重要形变特征是：由于基底断块不断地旋转，一方面使断层落差不断加大，另一方面使断块之间的挤压作用也不断加强，在基底岩块中便留有挤压构造形迹。由于构造规模很大，所以断层附近的挤压带或挤压破碎带也可达到一定规模，并往往可以在盆地一侧的老岩层中见到与盆缘正断层相平行的褶曲和其他压性构造。这种挤压作用甚至还可以使一些沉积基底发生宽缓的拱曲或挠曲，这种拱曲或挠曲的出现无疑又是盆地内同沉积背斜或向斜的基础。因为这样的褶曲是和基底的沉降作用同时出现，同时加强的。基底之所以产生挠曲，是和断块的挤压牵引及断块岩石的弹塑性形变有关。毫无疑问，这类断陷盆地所揭示的地壳表层滑动的方式和方向，是研究区域构造运动的一个重要的资料，它的存在是论证地壳大规模水平运动—地壳表层的定向的水平滑动的又一有力证据。例如在安徽省大别山以北的皖北地区，在郟庐断裂带的西侧，具有一系列规模很大的东西向断裂构造，按其成份应是属于书斜式压扭性正断层(图24)。它们的断裂带呈现较为平直的舒缓波状；延长较远，断距较大，可达千米至数千米以上，主要断裂是向南倾斜。在这种向南倾斜的大断裂的北侧，往往是侏罗纪或古生代至太古代的老地层出露或由它们组成的隆起区，在这些岩块中特别是靠近断裂带的地方，往往有明显的东西向挤压构造和较大的东西向褶曲存在，断裂的挤压特征在侏罗纪

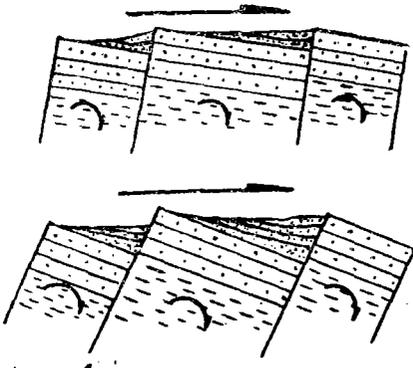


图23. 书斜式断陷盆地沉积模式之二
沉积物的侧向迁移和假单斜构造

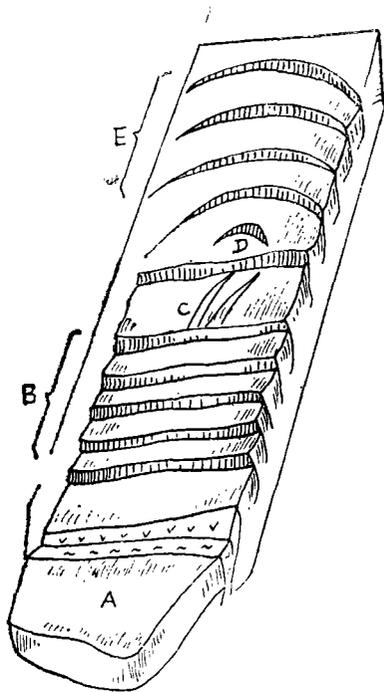


图26. 郟庐断裂西侧皖北至鲁西地区地质构造表示图二

- A. 大别山
- B. 皖北东西向书斜式构造
- C. 徐州弧构造
- D. 峰山穹隆
- E. 鲁西弧形构造

组成了多字形的构造形象（图28）。这标志着中国大陆的表层相对向东，而太平洋地块

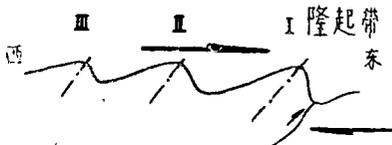


图28. 新华夏系“陆地波瀾”

相对向西挤压的结果。它“大体上顺着层面，向前推进，前进的方向，总是波形较陡的方面”。这是中国东部地壳表层巨型滑动的又一方式。地壳在这种方式的滑动下，不可避免地会在某些部位产生规模较大的书斜式正断层及中、新生代书斜式断陷盆地。在这种断陷盆地的盆缘断裂附近，在侏罗纪以前的老地层中，它们留下了强烈的挤压形迹，而在晚侏罗世及其以后的沉积则是正断层方式的下陷，就是说老地层中断裂带的压扭性特征和新沉积的断裂下陷是处在统一的过程之中，盆缘断裂附近即成为断陷和沉降的中心（图29）。

我国南方白垩纪至第三纪的红色断陷盆

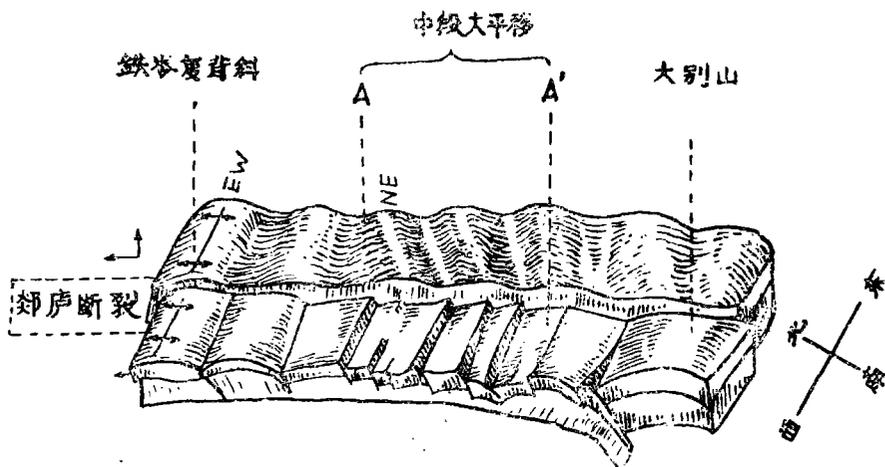


图27. 郟庐断裂的中段地块之间的相对位移方式表示图

- 说明:
1. 郟庐断裂中段东西两侧地块相对运动的代数和为左型大平移
 2. 郟庐断裂中段东侧地块相对于西侧地块表现为总体上升
 3. 根据书斜式构造判断，郟庐断裂的西侧地壳表层相对于下层的运动是表层地扶向北滑动

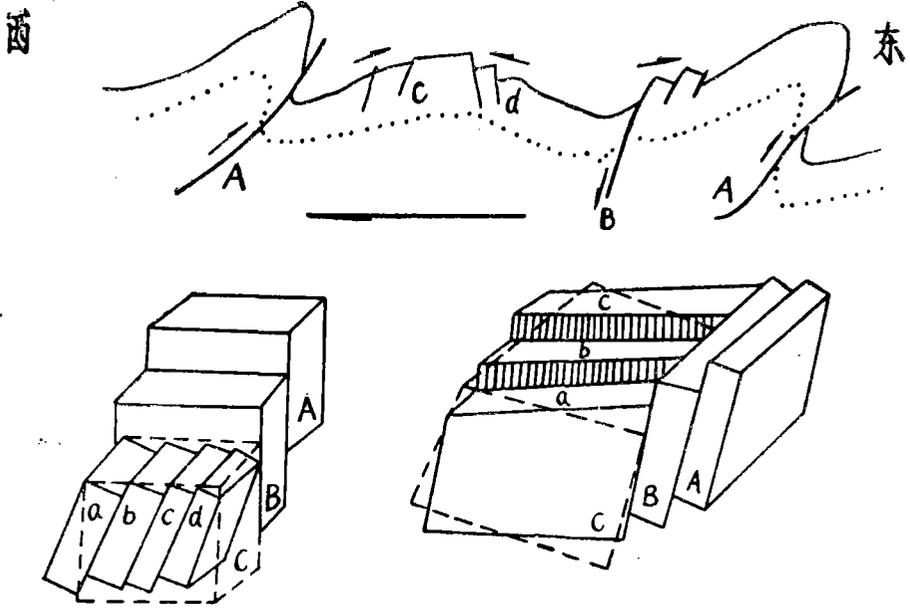


图29. 我国东部可能出现的北北东向书斜式构造示意图

- 说明：1. 最大规模的北北东向压扭性断裂带，可以是逆断层（A），也可以是书斜式正断层（B）。
 2. 最大规模的书斜式正断层面（B）应该是向西倾斜。断裂西侧是中、新生代的沉降区，东侧是老地层隆起区。如郯庐断裂本身就是这样的断面。
 3. 次级书斜式正断层的倾向受局部宽缓褶曲时的层间滑动控制。背斜东翼压扭性正断层向东倾（d），背斜西翼压扭性正断层倾向西（c）。
 4. 北北东向书斜式构造与近东西向书斜式构造在一个地区可以同时出现，它反映中国东部地壳表层两种区域性的滑动方式。例如在皖北、苏北、鲁西一带就存在这种情况。

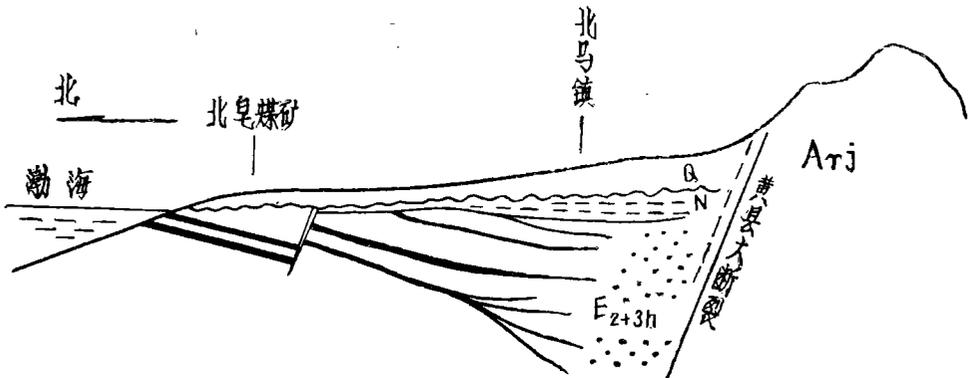


图30. 黄县煤田西部剖面

Q—第四系 N—第三系 E_{2+3h}—老第三系黄县组 Arj—太古界胶东群

地，北方晚侏罗世以来的断陷盆地，它们当中有不少是书斜式断陷盆地，其中有的还是聚煤盆地。如果煤系的沉积是受书斜式断陷

盆地控制的话，那么，含煤建造往往能把这个盆地的构造特点表现的十分详细。例如山东黄县第三纪煤田（图30）其南侧有一条大

规模的东西向正断层，断层南而出露的是古老的胶东群，断层在老地层中表现了强烈的挤压征特。盆地中的富煤带是在黄县大断裂以北的一定范围内发育，煤层向着黄县断裂带变薄、分叉、尖灭，煤系沉积最厚、碎屑总体较粗的地区正是在接近断裂带的附近。由煤系沉积剖面中看出，向着黄县断裂，沉积物有侧向迁移现象发生，这是书斜式断陷盆地控制聚煤作用的一个实例。此外，像辽宁的阜新煤田，吉林的呼林河煤田，黑龙江的扎赉诺尔煤田等等，也都有这样的情况。它们主要是受北北东向的书斜式断陷构造所控制。南方的红色盆地中，有不少盆地在剖面上是“箕状”的（图31）。一侧存在有一条大断裂，由盆缘进入盆内一下子就陷得很深，断裂明显是挤压的，而另一边则很缓，这就是书斜式构造的特点。

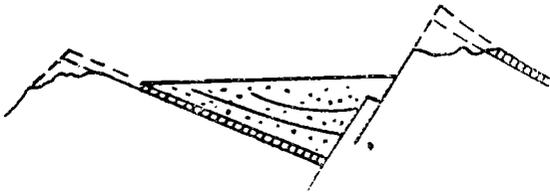


图31. “箕状”红色断陷盆地

三、平面上的书斜式构造及转动了的地块

以上论述的不同规模的书斜式构造都属于层间滑动或地壳表层滑动的产物，这种书斜式构造主要表现在剖面上的一系列正断层。那么是否有平面上的书斜式构造呢？回答是肯定的。平面上的书斜式构造与剖面上的书斜式构造在组成的成份上并不完全相同。常见的情况有二种：一种是岩层产状较陡，层间滑动面的产状也跟着也陡，由滑动面所产生的那组 S_2 剪裂面也就转移到较陡的方

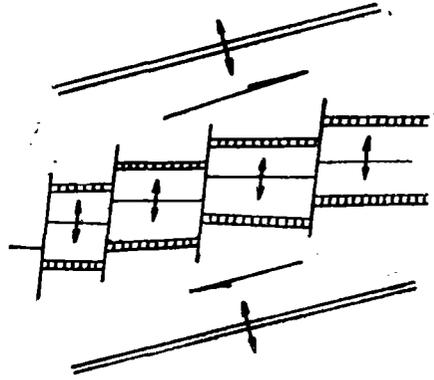


图32. 同向错移的横断层

说明：一组与褶皱或挤压带垂直的横向断层，它们向着一个方向错移，但是这个被切割的褶曲在总体上又与区域构造方向一致。在这样情况下，那组横断层，往往不是简单的横张断层，相反，这类断层一般都十分平直，产状也是很陡的，断层面上水平擦痕十分发育，它们是书斜式构造。这意味着被它们所分割的岩块都有过一些转动。横断层如果是左型错动，那么岩层走向上的总体滑动就是右型的，书斜式的断块就是有过顺时针的转动。

向，这时 S_2 不再是正断层的形象，而是一组具有相同错移方式的断层组。当它旋转角很小时便和总的层理呈直交，人们称它为横断层（图32），当它旋转角较大时便和总的层理呈大角度斜交，人们称它为斜断层（图33）；另一种情况是：在平移断裂的旁侧，或平移断裂带的内部，岩块中由于平移断裂的运动产生了 S_2 一组剪裂面，它的产状也是直立或陡倾斜

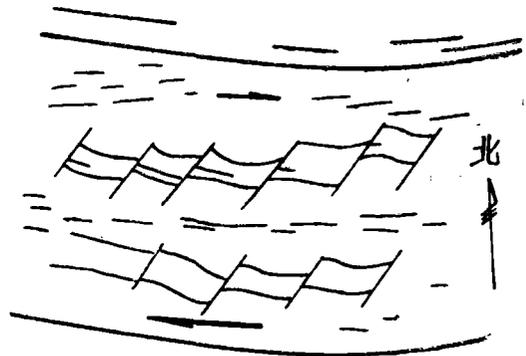


图33. 卫片上的书斜式构造
(西藏巴克哈鲁地区)

注：其中书斜式断块大约旋转过二十五度

的，后来它们发展成为和主断裂呈直角或大角度斜交的一组扭断层，它们与主要平移断裂构成了平面上的书斜式构造。

类似的情况，在一些大型平移断层的断裂带中，有时也可见到呈书斜式转动的岩块或地块。地壳上有不少的岩块和地块曾经在平面上转动过，而转动一个很小角度（如小于 10° ）的块体几乎是屡见不鲜的。问题在于地壳上的书斜式构造的规模最大可达哪一个数量级？其中所包含的转动了的地块，它的转动角度能否像小型构造那样大到 30° 以上（小型构造中，岩块转动角度最大可达 60° 以上）？不待言，一个地块在某次构造运动时，如果的确转动了这样大的角度，那么，我们对于这个地区中的各种构造成份的配套、体系的划分、古构造的研究、古地磁方法的应用及至构造体系的全部成生发展的历史，都要用“转移了”的观点加以重新审查和讨论，只有这样才能真正达到恢复其历史的本来面貌。

四、小 结

1. 典型的书斜式构造是剖面上的书斜式正断层，它是在岩层的层间滑动或地壳表层滑动作用下，由和滑动面大致呈直交的一组剪裂面演化而来的，是一种具有普遍意义的构造形式。

2. 书斜式正断层的力学性质是压扭性的，特别是在中、大型的构造中，其压扭性表现比较明显。在某些小型构造中，虽然见到断块有被塑性岩层挤开的现象，但断块之间仍存在着挤压和扭动的特征。书斜式正断层的结构面有它自己的一系列特点，它与张性正断层的特点是不相同的。

3. 被书斜式正断层分割的断块，在滑动面滑动力偶的带动下，断块总体是作旋转运动的。断块在旋转过程中，必然会引起那一部分岩石空间形态的某些改变，如果其中坚

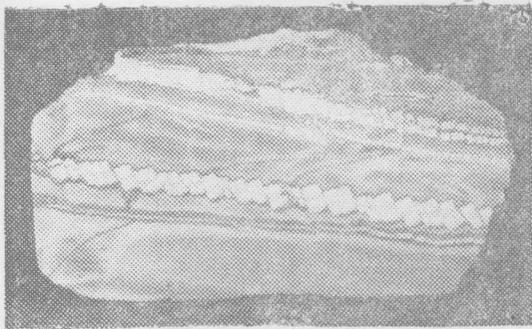
硬岩块在旋转时基本保持其体形，那么这种空间形态的变化主要是由一些特殊的塑性层或易碎的脆性层的变形来完成。如果断块总体岩石力学性质差异不大，那么这种变化将由断块自身的某些弹塑性变形来完成。

4. 在褶曲过程中可以产生书斜式构造，而且不同形态的褶曲有其对应的书斜式构造，它往往也呈地垒与地堑形态，但它们是起源于层间滑动，性质为压扭性。根据对书斜式构造的研究，说明水平挤压不但可以产生褶曲而且也可以产生压扭性的地垒与地堑构造。

5. 区域上大规模的书斜式构造，可以造成一种特殊的断陷盆地，这种沉积单断盆地，有它自己独特的形变特征和沉积特征。其形变特征是：盆缘断裂在基底岩块中有明显的挤压现象，它的断块是一边挤压一边下陷的，断陷作用与挤压作用在这种构造中是统一的过程。其沉积特征是：盆地的断陷中心或沉降中心是在靠近盆缘断裂一侧，那里也是碎屑沉积总体较粗的一侧。断陷的深度与基底断块的旋转角度及盆地的宽度存在着一定的函数关系。盆地内的沉积物可以有侧向迁移现象发生和假单斜构造。某些聚煤盆地也是书斜式断陷盆地，它对煤系的沉积过程和聚煤作用有重要的影响。

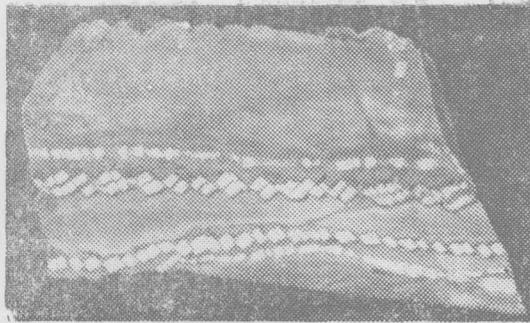
6. 大规模的书斜式正断层是地壳水平运动、地壳表层水平滑动的一种证据，是进行区域构造分析的重要资料。

7. 平面上同样存在着书斜式构造，它除了地层在陡立时层间滑动可以形成外，还往往是平移大断层的平移作用所产生的一系列扭裂面所组成，这组扭裂面，产状也近于直立，与平移断裂在平面上呈直交或大角度的斜交关系。平面上的书斜式构造，其中包含的地块一般或多或少发生过转动，地块经过转动后，会引起一系列的地质构造上的问题。（本文所附照片见封三）



照片一、标本磨光面、长十五厘米。
采集地点河北涿源、震旦亚界之中

采集人 邓乃恭



照片二、标本磨光面。采集地点及
采集人同照片一



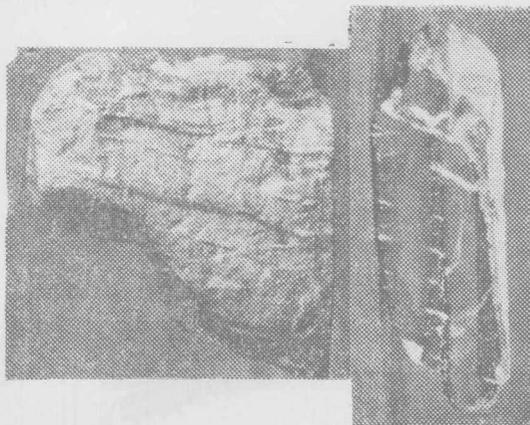
照片三、标
本原大。灰岩层
间滑动面上的搓
痕，搓痕陡坎在
照片上呈平直的
灰黑色色调。



照片四、
是照片三标本
的切面，切面
中部有一薄层
黑色灰岩夹
层，它表现了
书斜式正断
层。



卜 照片六、标本磨光面。采集地点河南薄山水库
(现保存在南京地质陈列馆)，标本的上、下二层
都发育有书斜式断层。断块(深色)内的线条为石
英粉砂岩的层理。标本中部浅色者为层间挤压滑动
带，原岩的层理已经糜棱岩化。它的内部有一些
“眼球状”构造。在标本另外的切面上可以看出它
们也是由微型的书斜式断块形成。



← 照片五、标本磨光面。白色箭头处为一正断层，
与褶皱及冲断层伴生，走向相同，系层间滑动作用下形成的
书斜式压性正断层。

