

含煤盆地中的K形构造研究

STUDY ON K-TYPE STRUCTURE IN COAL-BEARING BASIN

常 树 功

(东北内蒙古煤炭联合公司科技中心情报所)

内容提要 本文提出一种新的构造类型——K形构造。它是在单面断陷盆地中由一条盆缘同沉积断裂和两条同沉积向斜所组成，呈K字形的构造类型。

本文研究了K形构造的形成和演化，指出：具有K形构造的单面断陷盆地最初为圆形状，后逐渐发展，盆缘断裂逐渐伸长，而两同沉积向斜轴间角也随之逐渐增大($0^{\circ} \rightarrow 180^{\circ}$)。此外，盆缘张性断裂，可向压性转化，盆地中段底鼓，并产生“X”型扭断裂。相反，盆缘压性断裂，则向推覆构造转化。而盆地内的后期改造，应是盆缘断裂继续活动而产生的，据此可对盆地内出现的改造构造作出确切的构造分析。

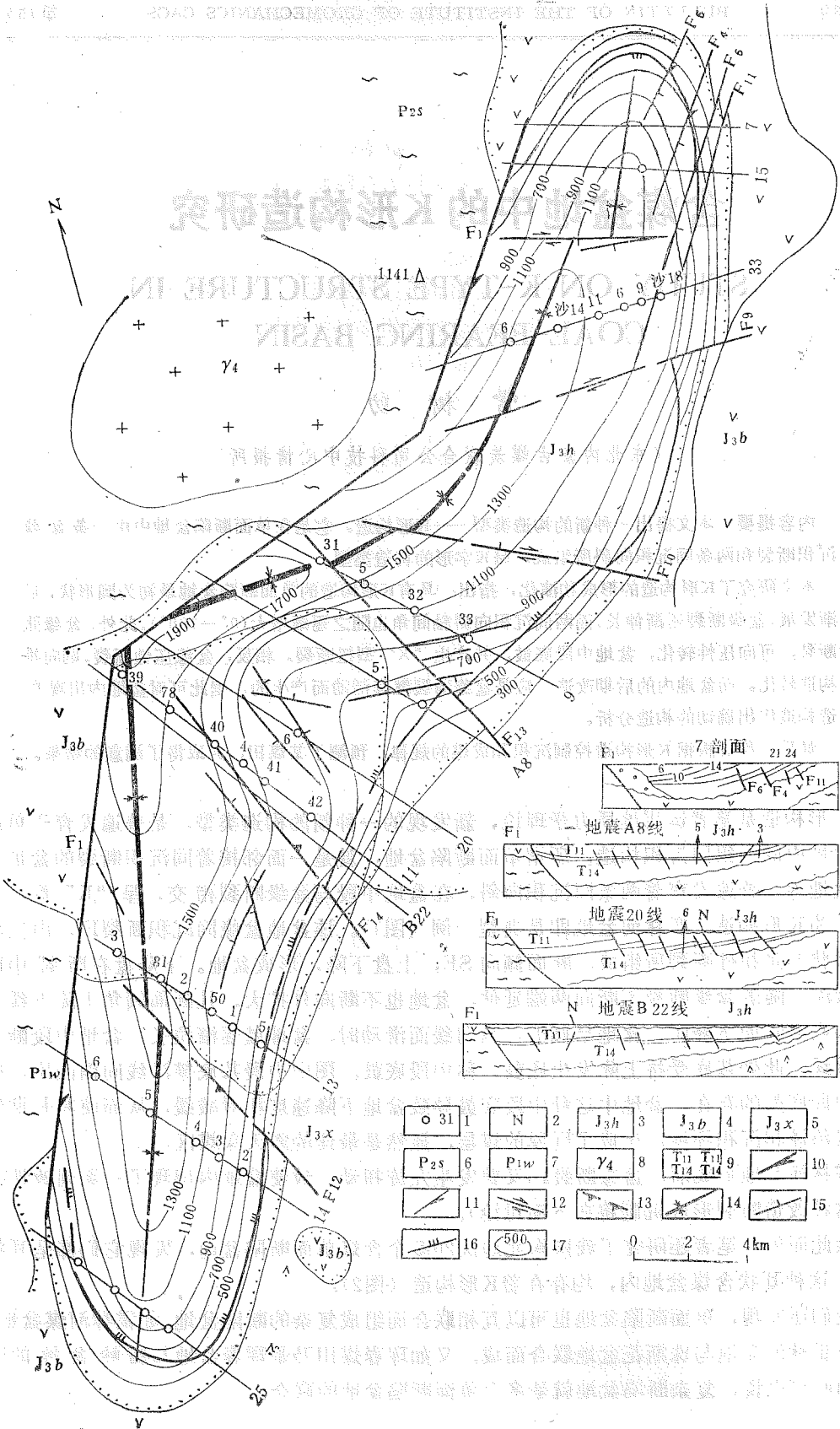
最后，作者根据K形构造控制沉积和成煤的规律，预测了某煤田，并取得了满意的结果。

K形构造是笔者运用地质力学理论，新发现的一种新的构造类型，是普遍发育于单面断陷盆地中的一组同沉积构造。所谓单面断陷盆地，就是一面邻接着同沉积断裂的盆地。这种盆地内，普遍发育着两条同沉积向斜，在盆地中段与盆缘断裂相交，呈“K”形，笔者称其为K形构造。霍林河盆地即是典型一例(图1)。该盆地盆缘同沉积断裂 F_1 ，由三条呈折线状的张扭性断裂所组成。断面倾向SE，上盘下降，形成盆地。下降盘在断裂中段沉降最深。随着盆缘断裂不断向两端延伸，盆地也不断向外扩大，且断面倾角上陡下缓。盆地基底沿陡面下降时，盆地呈圆形，当向缓面滑动时，盆地就逐渐拉长。盆地中段断面倾角最缓，此处基底受挤上隆发生底鼓，称中段底鼓。图中中段基底等深线向西凸出，显示了中段底鼓的存在。盆地中这种中段底鼓导致盆地下降速度相对减缓，从而使其长期处于泥炭沼泽相沉积环境，生成了巨厚的煤层，显然是最佳的露天采煤区。

霍林河盆地形成后，盆缘断裂 F_1 又曾发生左旋扭动，致使盆地内出现了一系列改造断裂(这种改造断裂形成机制将在下面讨论)。

除此而外，笔者还研究了我国东北地区20多个含煤单面断陷盆地，发现它们都呈耳状外形。这种耳状含煤盆地内，均存在着K形构造(图2)。

我们还发现，单面断陷盆地也可以互相联合而组成复杂的断陷盆地。如霍林河煤盆地，就是由霍林河盆地与珠斯花盆地联合而成。又如琿春煤田乃是琿春盆地与庙岭盆地的联合。因此可以说，复杂断陷盆地就是多个单面断陷盆地的联合。



- | | | | | | | | | | |
|-----------------|----|-----------------|----|-----------------|----|---------------------------------|----|---------------------------------|----|
| ○ 31 | 1 | N | 2 | J _{3h} | 3 | J _{3b} | 4 | J _{3x} | 5 |
| P _{2s} | 6 | P _{1w} | 7 | γ ₄ | 8 | T ₁₁ T ₁₂ | 9 | T ₁₃ T ₁₄ | 10 |
| | 11 | | 12 | | 13 | | 14 | | 15 |
| | 16 | 500 | 17 | 0 | 2 | 4 | km | | |

图 1 霍林河盆地构造地质图

Fig.1 Structure map of Huolin He Basin

1—钻孔及编号；2—上第三系；3—侏罗系霍林河组煤系；4—侏罗系宝石组；5—侏罗系兴仁组安山岩；6—二叠系索伦组；7—二叠系吴家屯组；8—海西期花岗岩；9—煤层地震波面；10—盆缘张扭断裂；11—改造扭张断裂；12—改造扭断断裂；13—推断张断裂；14—同沉积向斜；15—地层产状；16—煤层露头；17—盆地基底顶面等深线；

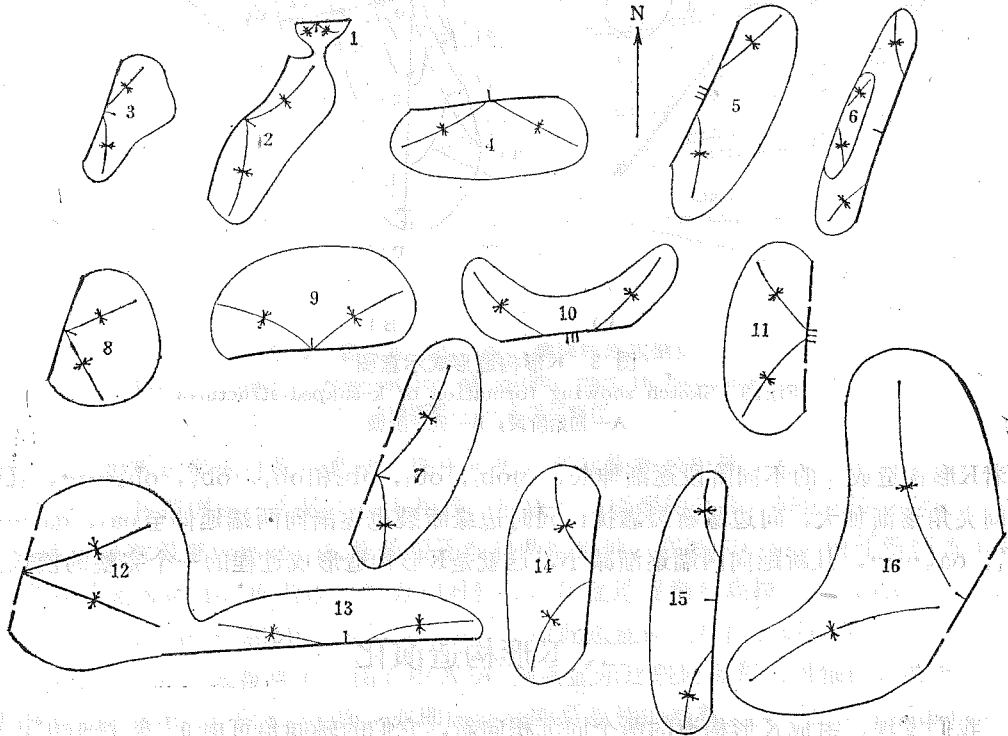


图 2 我国东北具K形构造的单面断陷盆地

Fig.2 K-shaped structure in faulted basins

1—珠斯花盆地；2—霍林河盆地；3—蛟河盆地；4—抚顺盆地；5—北票盆地；6—阜新盆地；7—宝龙山盆地；8—铁法盆地；9—陈旗盆地；10—双鸭山盆地；11—鹤岗盆地；12—珲春盆地；13—庙岭盆地；14—扎赉诺尔盆地；15—梅河盆地；16—九台盆地

如前所述，K形构造是一种新的构造类型，那么它是怎样生成的？又是怎样发展的？它对含煤盆地的形成和煤层展布究竟起怎样的控制作用？我们将在下文加以讨论。

一、K形构造的形成过程

毫无疑问，含煤盆地的盆缘同沉积断裂是控制盆地形成与发展的主导构造因素(图3)。

一般来说，这种盆缘断裂的中段断距最大，而向两端就逐渐减小，以至尖灭；下降盘因下降而成洼地并积水，从而接受沉积，形成盆地。

图3显示了K形构造形成过程。A为初始阶段，B为成形阶段。图中可以看到，无论初始阶段还是成形阶段，o点处均处于连续沉降区，沉降幅度最大；同沉积向斜轴ob和ob'

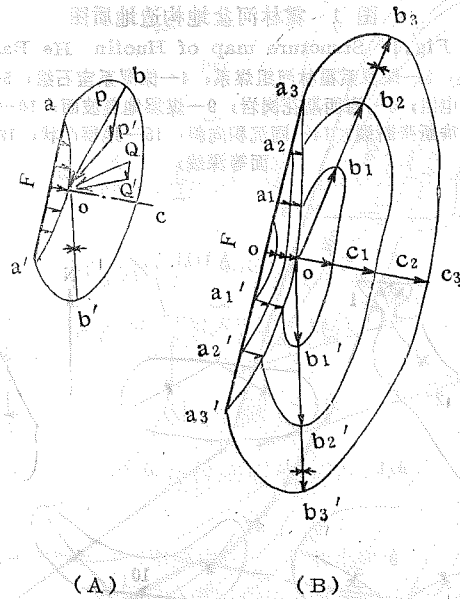


图 3 K形构造成形示意图

Fig.3 Sketch showing formation of k-shaped structures
A—初始阶段; B—成形阶段

随着K形构造成生的不同阶段逐渐伸长, 为 ob_1, ob_2, ob_3 和 $ob'_1, ob'_2, ob'_3 \dots$, 且向斜轴间夹角逐渐加大, 向边缘断裂靠拢; 同时边缘断裂也逐渐向两端延伸至 $oa_1, oa_2 \dots$ 或 $oa'_1, oa'_2 \dots$, 且断距向两端逐渐减小, 这就是K形构造成形过程的一个完整的模式。

二、K形构造演化

我们发现, 组成K形构造的两个同沉积向斜, 它们的轴间角可由 0° 变到 180° , 盆地外形也随之由圆变扁。盆地中段缓断裂面处, 基底往往受压上隆, 形成底鼓, 其位置在两同沉积向斜联接处, 本文将之称之为同沉积背斜。它是与断裂垂直, 且向断裂倾伏的不太完整的背斜, 形似鼻状, 鼻尖指向盆缘断裂(图1的中段)。

作者还发现, 盆缘张性断裂, 在K形构造成形过程中, 往往会向压性转化, 导致呈现压性正断层形态^[1], 并且总是先由中段开始向压性转化, 并逐渐向两端发展。不仅如此, 有趣的是, 压性盆缘断裂, 却往往随着K形构造的演化而呈现推覆现象。

K形构造在盆地形成以后, 并未停止它的活动, 盆地中广泛出现的后期改造构造便是证明。这些改造构造的出现, 可以用K形构造后期活动的构造应力场分析来推测它们可能出现的部位和力学性质。反之, 也可以用盆地内广泛出现的改造构造的展布规律, 去推测盆缘同沉积断裂的构造特征。

以上所述是K形构造演化的一般程序, 下面举例加以说明:

1. 轴间角的变化

煤田地震勘探中发现, 盆缘同沉积张断裂面都呈上陡下缓的曲面形态, 煤层地震波面与盆缘断裂面呈锐角相交(图4)。

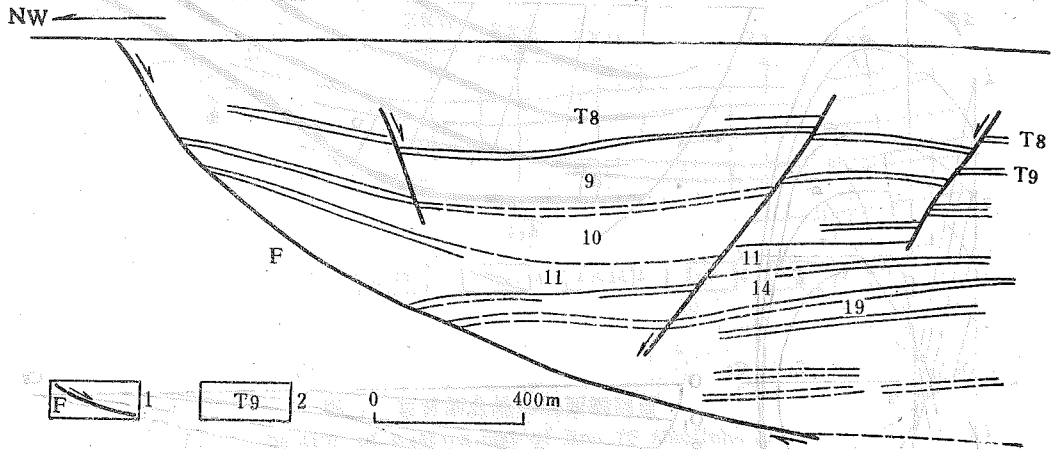


图 4 霍林河盆地中段11勘探线地震剖面

Fig.4 Seismic cross-section of middle part in Huolinhe Basin

1—盆缘断裂；2—各煤层波面

图 5 是K形构造形成过程示意图。图中可见，在盆缘断裂中段o点处，由于断面上盘下降，在OC₁直径范围内，各处下拉力相等，形成近似圆形的盆缘，同沉积向斜轴ob₁和ob'₁。随着盆缘断裂继续活动，盆缘断裂逐渐向两端延伸，在断裂中段，由于断裂面由陡变缓，下拉力逐渐减小，而两端下拉力相对较大，使盆地逐渐变扁拉长，同沉积向斜轴逐渐转为ob₂, ob₃, ob₄……和ob'₂, ob'₃, ob'₄……，由此造成同沉积向斜轴间角由∠b₁ob'₁向∠b₂ob'₂，再向∠b₃ob'₃逐渐增大。图 5 中 A-A' 剖面显示这些同沉积向斜轴间角的增大，导致它们的轴面投影由L₂向L₅迁移，亦即向盆缘断裂靠拢的趋势。由于盆缘断裂面由陡变缓，在下降盘下滑过程中，下降幅度逐渐减小。不仅如此，在o₃, o₄, o₅……处，下滑受到缓断面的阻挡，从而导致侧向向上挤压力，造成基底上隆，即图中y、x曲线所示，此即所谓中段底鼓及其形成机制。

蛟河盆地形态的变迁就是盆形由圆变扁的典型实例（图6）。

晚侏罗系奶子山组沉积时，由于盆缘断裂F₁断面陡立，在下降盘下滑过程中下拉力几乎相等，形成似圆形盆地形态；而在早白垩系乌林组沉积时，盆缘断裂向两端伸展，断面由陡变缓，中段下拉力变化不大，但向两端下拉力增大，盆地向扁形发展。由此类推，在早白垩系磨石砬子组及后来的保家屯组沉积时，盆地更进一步变扁拉长，最终成为现今的椭圆形盆地形态^①。

图 7 为同沉积向斜轴逐渐靠向断裂的实例。该剖面显示各煤层向斜轴不重合，并且逐渐向盆缘断裂靠拢 (o₁→o₂)，向斜SE翼厚度远大于NW翼，SE翼煤层间距也远大于NW翼 (D>d)。

2. 盆缘张性断裂性质转化

① 据沈阳地质矿产研究所孢粉分析资料，1972。

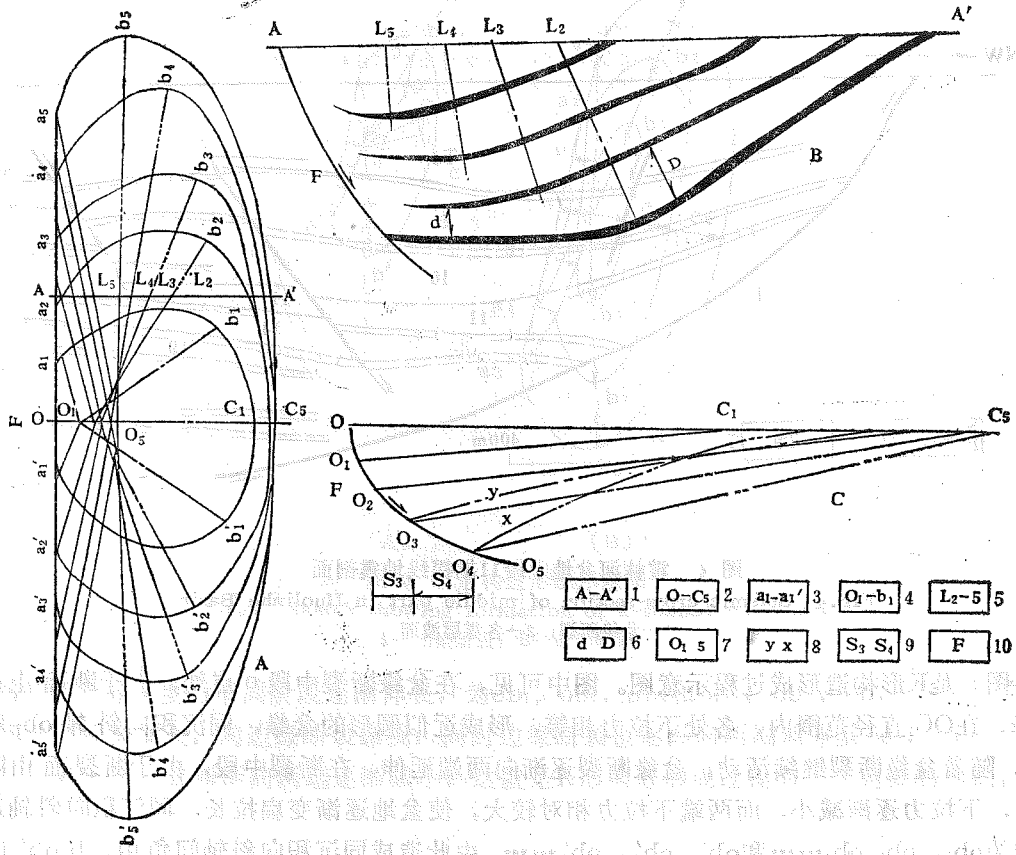


图 5 煤盆地变化图

Fig.5 Map of Basin Changes

A.盆地由圆变扁, B.向斜轴向断裂靠拢, C.中段底鼓

1—剖面线; 2—中段剖面线; 3—各期断层长; 4—各期同沉积向斜轴; 5—各期向斜轴; 6—两翼煤层层间距;
7—各期基底滑至位置; 8—底鼓曲线; 9—水平断距; 10—盆缘张性断裂

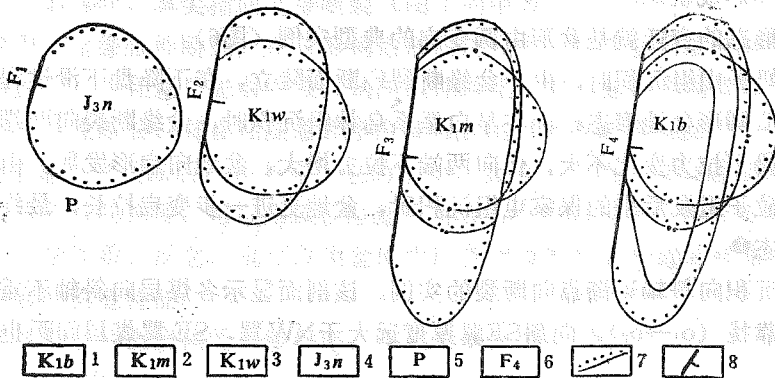


图 6 蛟河盆地外形变化图

Fig.6 Jiaohe basin changing from circular to oblate

1—白垩系保家屯组; 2—白垩纪磨石砬子组; 3—白垩纪乌林组; 4—侏罗纪奶子山组; 5—二叠系; 6—各期盆缘断裂; 7—不整合; 8—张性断裂

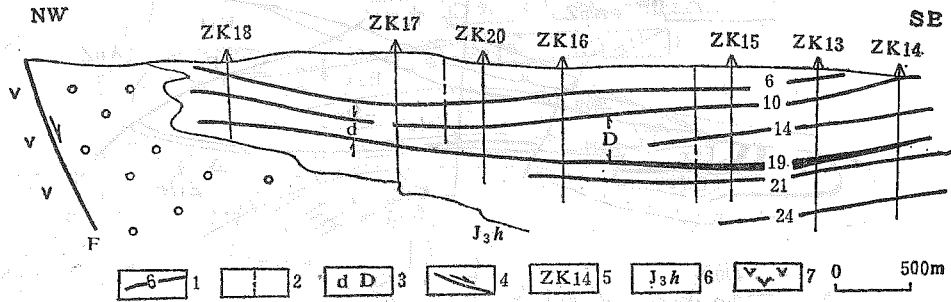


图7 霍林河盆地15线西端剖面

Fig.7 Section of western end of line 15 Huolinhe Basin

1—煤层及编号；2—各同沉积向斜轴；3—两翼煤层间距；4—盆缘断裂；5—钻孔编号；6—霍林河组煤系；7—侏罗纪宝石组炭灰岩

这里所说的张性断裂性质的转化，是指盆缘张性断裂在下降过程中，由于断面由陡变缓，在下降过程中受到缓断面的阻挡而产生的相对向上隆起的挤压力，从而形成压性正断层^[1]。图5c是K形构造中段剖面，在图中即可见到，由于盆缘断层由陡变缓，在下降盘下沉过程中，下降幅度逐渐减小，不仅如此，在 O_3 、 O_4 、 O_5 ……处，下滑受到缓断面的阻挡，从而导致侧向向上的挤压力，造成基底上隆，即图中x、y曲线所示，这就是所谓的中段底鼓及其形成机制。

3. 盆缘断裂向压性推覆构造转化

抚顺和北票盆地是此转化的典型实例。抚顺盆地现今盆缘断裂 F_1 、 F_{1A} 继续活动，并且向推覆构造转化。表现为断裂上盘上冲，同沉积向斜轴在断裂下盘深部交汇于断面附近，可以预见，在盆缘推覆构造的下盘深部，可望找到可采煤层。有趣的是，迄今该盆缘断裂仍在活动，地面高程测量发现上冲盘每年约上升55mm^①。

北票盆地也是如此（图9）^[2]，在盆地成煤后盆缘压性断裂上盘继续上冲，把煤系部分掩盖，导致盆地呈狭窄带状形态。北票矿区频繁发生的矿震（2级左右），便是该盆缘断裂继续活动的讯号。我们可以用延长两同沉积向斜轴交汇于 O 点，再求出 O 点到断裂线露头的距离来确定盆缘断裂推覆掩盖煤系的宽度。

4. 盆缘断裂中的改造盆地构造

笔者发现，各个含煤盆地内常常出现大量的后期改造构造，双鸭山盆地中的后期改造构造就很典型（图10）。

双鸭山盆地乃是一个单面断陷盆地^[3]，盆地中出现众多的改造构造。图中2—4为压性构造形迹。其中2、3是压性断裂，4为褶皱轴，5—15为扭性断裂，16—22为张断裂。图中清楚地显示，压性改造构造一般均靠近压性盆缘断裂，张性断裂一般均位于盆地的中段，而扭性断裂则往往呈一组共轭裂面的形式出现。它们的出现决不是无规律可寻的，而

① 《东北煤炭技术》采煤专辑，1990。

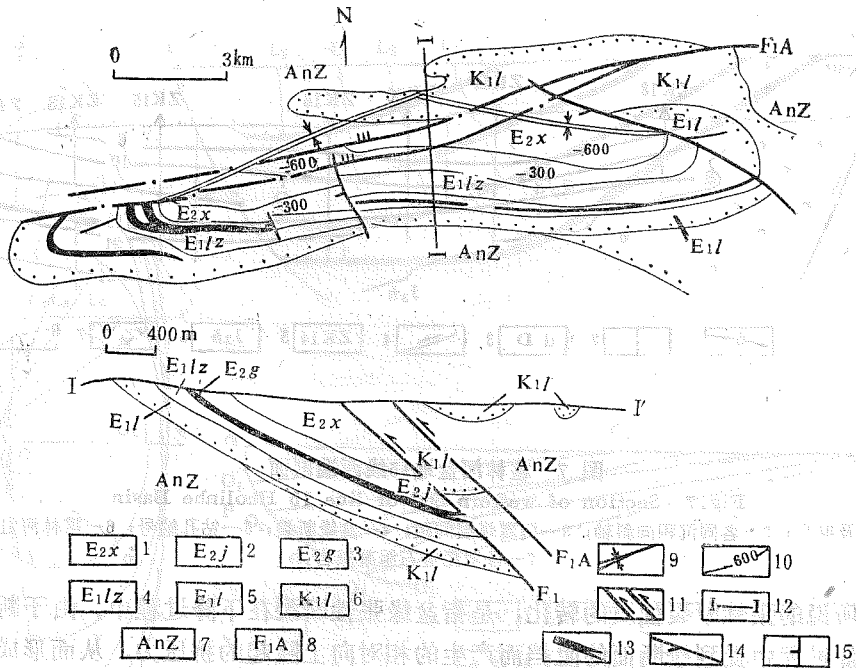


图 8 抚顺盆地

Fig.8 Fusun Basin

1—下第三系西露天组；2—下第三系计军屯组；3—下第三系古城子组；4—下第三系栗子沟组；5—下第三系老虎台组；6—二叠纪龙凤坎组；7—前震旦系；8—盆缘压性断裂；9—同沉积向斜轴；10—煤层等深线；11—上盘上冲；12—横剖面；13—煤层；14—改造扭断裂；15—改造张断裂

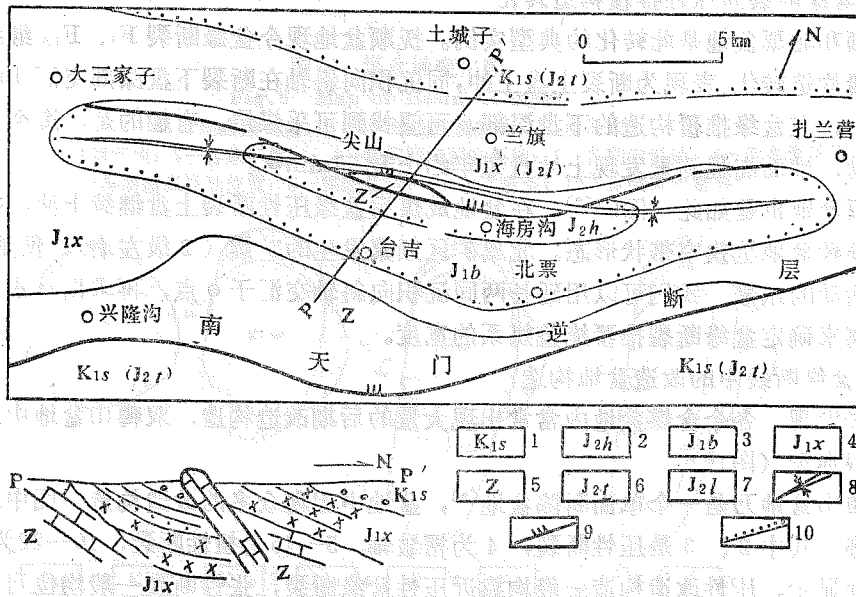


图 9 北票盆地

Fig.9 Beipiao Basin

1—白垩纪孙家湾组；2—侏罗纪海房沟组；3—侏罗纪北票组；4—侏罗纪兴隆沟组；5—震旦系灰岩；6—原侏罗纪土城子组；7—原侏罗纪兰旗组；8—同沉积向斜轴；9—压性断裂；10—煤系与断裂面的交线

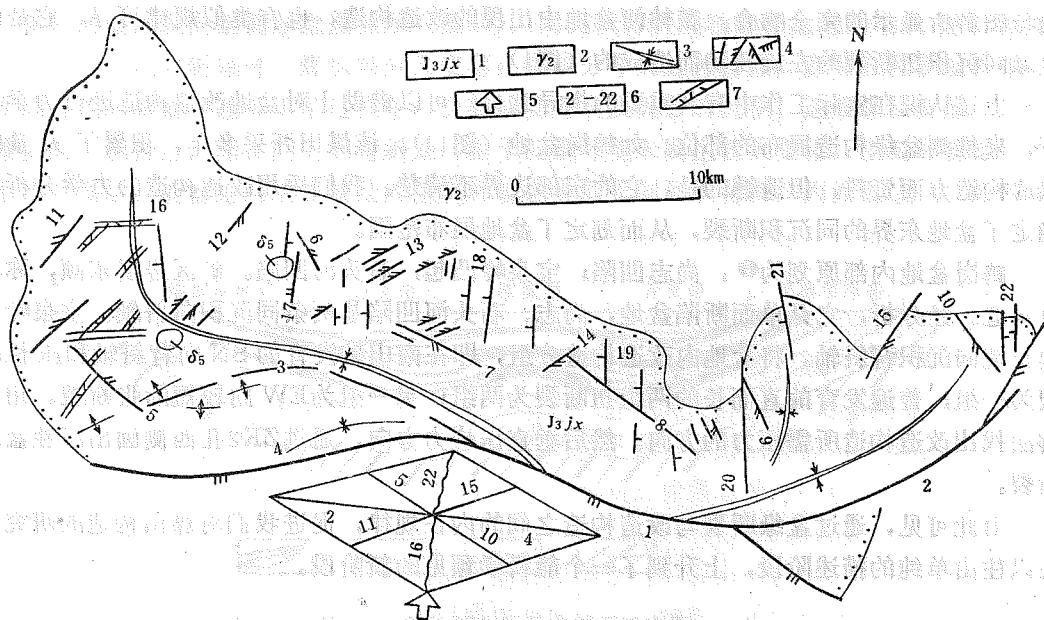


图 10 双鸭山盆地改造构造图

Fig.10 Transformed structures of shuangyashan Basin

1—侏罗统鸡西群；2—前加里东期花岗岩片麻岩；3—同沉积向斜轴；4—张、压扭、压性断裂；5—盆缘断裂压应力；6—改造构造编号；7—安山玢岩

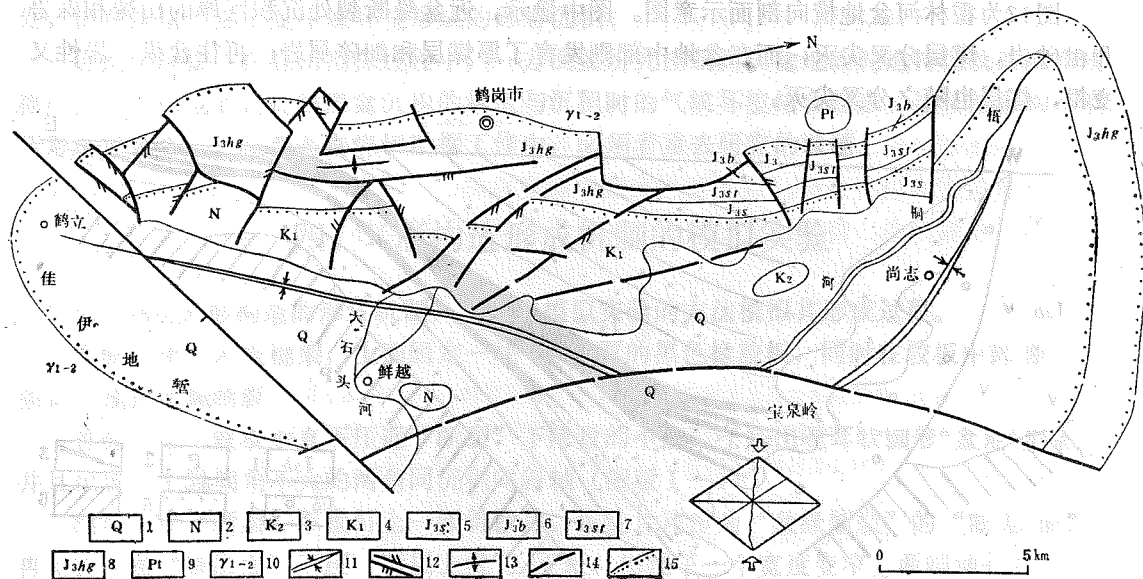


图 11 鹤岗盆地构造地质图

Fig.11 Structure map of Hegang Basin

1—第四系；2—上第三系；3—上白垩统；4—下白垩统；5—上侏罗统石头庙子组；6—侏罗纪石头河子组；7—侏罗纪北大岭组；8—鹤岗煤系；9—元古界；10—前加里东期花岗岩片麻岩；11—同沉积向斜轴；12—压、张、扭性断裂；13—背斜轴；14—盆缘同沉积断裂；15—推断不整合线

是与图解所显示的完全吻合。霍林河盆地中出现的改造构造，也有类似规律可寻，它是由盆缘同沉积扭断裂的左旋扭动而造成的（图1）。

上述认识在实际工作中有其重要的指导意义。可以借助于对盆地改造构造进行力学分析，来推测盆缘构造展布的部位。如鹤岗盆地（图11）。该煤田开采多年，积累了大量的改造构造方面资料，但遗憾的是，它的东部边界不清楚。我们采用改造构造的力学分析，确定了盆地东界的同沉积断裂，从而划定了盆地展布范围。

鹤岗盆地内部原划为①：尚志凹陷；宝泉岭凸起；石头河凹陷。矿区岩层东倾，称单斜构造。经分析，它是单面断陷盆地，尚志、石头河凹陷是两条同沉积向斜轴。宝泉岭凸起正是同沉积背斜轴。将盆地内改造构造分组，即在南山矿发育的SN向背斜轴和压性断裂为一组；普遍发育的直而长的两组扭断裂为两组；另一组为EW向较短的张断裂。用图解法找出改造构造所需压力的方向。然后垂直压应力方向，通过ZK2孔西侧画出压性盆缘断裂。

由此可见，通过盆缘断裂与改造构造之间的内在规律，促进我们对煤田构造的研究，使以往由单纯的描述阶段，上升到了一个能科学预见的新阶段。

三、K形构造控岩控矿特征

如前所述，K形构造乃是同沉积构造的新构造类型。因此，在它的成生过程中，既控制了沉积地层的展布，又控制着沉积矿产的赋存规律。

图12为霍林河盆地横向剖面示意图。图中显示，近盆缘断裂处沉积巨厚的山麓相砾岩和粗砂岩，煤层分叉尖灭，而在盆地中部则发育了厚煤层和细碎屑岩；再往盆缘，岩性又变粗，煤层也随之分叉尖灭。

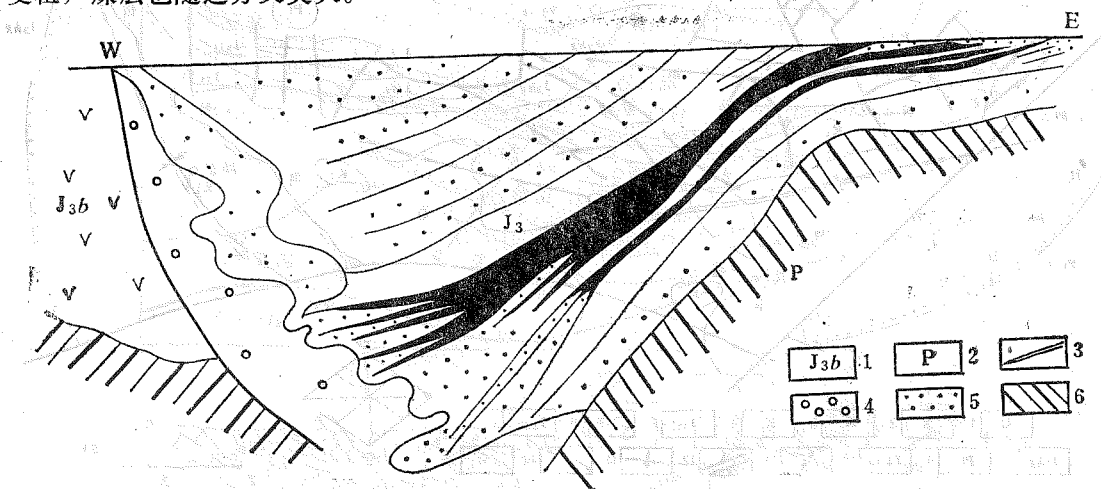


图 12 霍林河盆地横向剖面示意图

Fig.12 Cross-section of Huolin He Basin

1—上侏罗统宝石组凝灰岩；2—二叠系；3—煤层；4—山麓相砾岩；5—粗砂岩；6—板岩

① 据姜剑虹等，1988。

霍林河盆地纵向剖面示意图显示(图13),同沉积背斜的轴部和盆地两端发育了厚煤层,而在同沉积向斜轴部,煤层则分叉变薄。煤层分布的这种特点,表明在沉积过程中,由于同沉积向斜处在逐渐下陷过程中,交替接受泥炭及泥砂的沉积,造成煤层变薄,且煤层增多的沉积特点,而在同沉积背斜处,由于沉积环境未发生较大变化,生炭环境稳定,易形成厚煤层。而盆地两端缓坡处的生煤环境也类似于同沉积背斜,因而也易生成厚煤层。

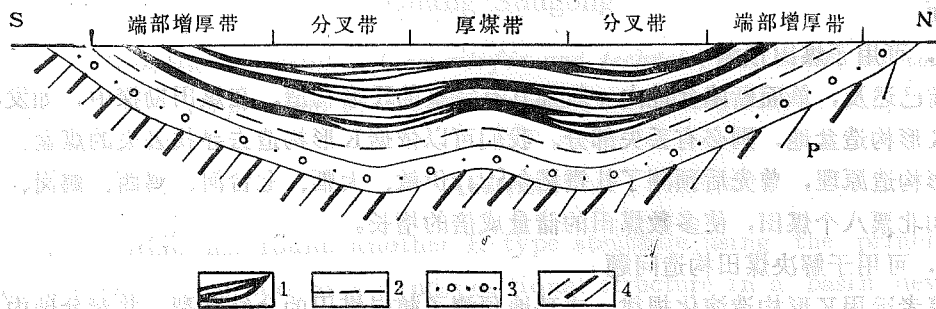


图 13 霍林河盆地纵向剖面示意图

Fig.13 longitudinal section of Huolin He Basin

1—煤层段; 2—湖相泥岩段; 3—底部砂砾岩段; 4—基板岩

蛟河煤田则与此相反,由于蛟河盆地生煤时,环境比较干燥,只有在低洼处才有可能发育泥炭沼泽相,也才有可能形成厚煤层。因此在蛟河盆地,厚煤带往往在沉积时的低凹处,而在煤层下部多是干燥环境形成的砾岩沉积。

因此可以说,在煤田勘探过程中,一方面要研究控制煤田盆地的构造特征及其展布规律;另一方面也要把控制煤盆沉积的构造与沉积时的气候环境结合起来,过于过湿均不利于形成厚煤带。这应当是在煤田勘探工作中,必须着重去研究的课题。

四、K形构造形成机制的模拟实验

为了研究K形构造的形成机制,我们用模拟实验的方法模拟其形成过程。

实验采用一木板框架,上面固定一块4mm厚的黑色橡胶板,同时在胶板中部割一长条口,模拟盆缘断裂。

首先,用一铁棍垂直下压近“断裂”下降盘的中点,于是出现耳状圆形“盆地”形态,并且出现一个轴间角不大的两条同沉积向斜轴(图版I—1)

然后,在“断层”下盘钉上一倾斜铁片。该铁片可作为“盆缘断裂”的“断层面”。再用铁棍顺“断层面”下压“断层上盘”。于是,出现了一个宽度变窄、两端伸长的耳状椭圆形盆地,随之轴间角也增大了(图版I—2)。

使倾斜铁片的倾角变缓,同时加长“断层”的长度,沿断层面下压下降盘,则盆形变得更扁,轴间角更大,且中段基底出现隆起(图版I—3)。

该实验结果与实际看到的单面断陷盆地中出现的K形构造完全相似。尽管该实验还存在着许多缺陷,实验所采用的材料与实际地质情况相距甚远,并且边界条件与受力状况也

与实际地质情况差距很大,笔者只是想利用这个实验形象再现K形构造的形成过程。显然,这方面的工作还有待深入。

五、K形构造研究的意义

K形构造是一种新发现的构造类型,在煤田勘探过程中,有其重要意义,大致有以下几方面:

1. 可用于煤田预测

前已述及,单面断陷盆地内一般都具有完整的K形构造。在煤田勘探中,如发现不完整的K形构造盆地,则必有丢失部分。我们可以依据K形构造去寻找丢失的煤盆。笔者运用K形构造原理,曾先后预测了扎赉诺尔^[4]、伊敏、大雁、七台河、鸡西、鹤岗、集贤绥滨^[5]和北票八个煤田,使多数煤田的储量成倍的增长。

2. 可用于解决煤田构造问题

笔者运用K形构造演化规律,成功地预测了鹤岗煤田的盆缘断裂。并对盆地内各改造构造作出了力学性质分析。同时,运用盆缘断裂后期活动的力学原理,成功地解释了双鸭山盆地中出现的各种改造构造,正确地预见影响采煤的小断裂。

3. K形构造在地层划分上的运用

以往,人们认为北票盆地是一个单斜构造,因此,从下往上连续划分了侏罗系地层,以致错将兴隆组(J_{1x})划为兰旗组(J_2l),孙家湾组(K_{1s}),划为土城子组(J_2t),从而造成地层划分上的错误。对北票盆地K形构造的研究,使得这一错误得到了纠正。

4. 运用K形构造展布特点,可以为煤层的分布,各煤层之间的对比,提供构造依据。

K形构造是新发现的构造类型,研究工作还差的很远,模拟实验还需进一步做,数理力学机制还需补做。对于盆缘压性断裂的单面断陷盆地K形构造的生成发展还要进一步研究,还有些规律没有总结,这需要在实践中研究总结。

本文在编写中,得到地质力学所书刊组王治顺同志的指导帮助,在此表示谢意。

参 考 文 献

- [1] 常树功,阜新煤田生成及盆缘压性正断层。《东北煤炭技术》,1990第6期。
- [2] 常树功,对北票煤田地层构造新认识。《东北煤炭技术》,1990第2期。
- [3] 常树功,双鸭山煤田构造与改造。《东北煤炭技术》,1989第4期。
- [4] 常树功,扎赉诺尔煤田预测。《东北煤炭技术》,1990第5期。
- [5] 常树功,K形构造与新煤田预测。《东北煤炭技术》,1991第4期。

STUDY ON K-TYPE STRUCTURE IN COAL-BEARING BASIN

Chang Shugong

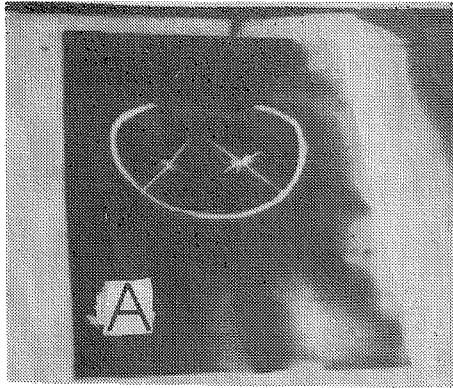
*(Information Institute of scientific and technological centre of coal
corporation of Northeast and Inner Mongolia)*

Abstract

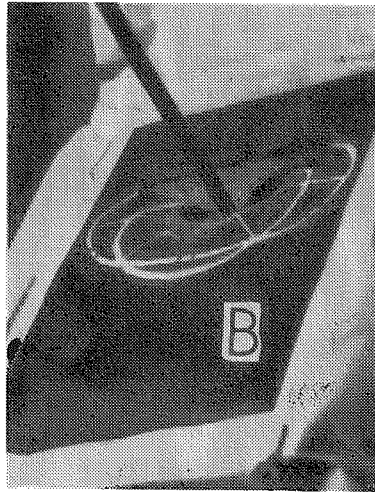
The author has found another K-type structure using the principle of geomechanics. It occurs as a syndepositional structure in a basin developed by faulting on one side of the basin.

The structure controls the deposition and mineralization of coal. From the distribution of the structure, we can predict the distribution of the coal. The structure was produced by marginal faulting on a single side of the basin. From the marginal fault we can infer the other component parts of the structure, and vice versa.

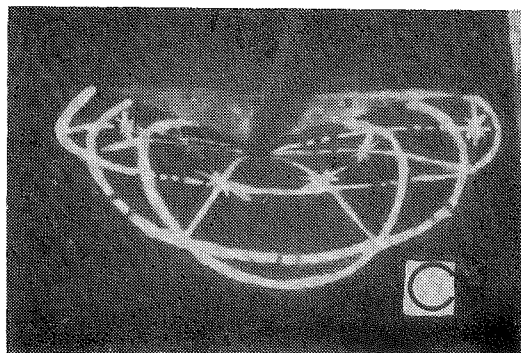
图版 I
Plate 1



I-1 实线表示两条同沉积向斜轴



I-2 点线表示轴间角增大



I-3 双点线表示轴间角更大中段基盘出现隆起