

构造形迹地质力学分析图示

蓝淇锋、胡長霄编绘 地质出版社出版

构造形迹地质力学分析图示

蓝淇锋、胡长雪

地质局书刊编辑室编辑
地质出版社出版
地质印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

1974年1月北京第一版·1974年4月北京第一次印刷
印数 1—13,600 册·定价 0.38 元
统一书号：15038·新44

前　言

地质力学是我国科学家李四光同志，在广大地质工作者长期实践基础上总结出来的一门地质科学。它阐明了地质构造运动过程中各种构造现象的内在联系，揭示了地质构造运动的某些重要规律，建立了构造体系的概念，在指导矿产普查、水文地质、工程地质、地震地质等方面取得了显著的效果，充分展示了它是一门具有生命力的学科。

地质力学包含的内容丰富，论述的问题广泛，它的基本方法是以野外大量构造形迹的观察研究为基础的。这些方法主要是鉴定构造形迹的力学属性，辨别构造形迹的序次关系，确定构造体系等几个方面。构造形迹是地壳运动遗留下来的痕迹，是看得见，摸得着的东西，深入观察研究各种构造形迹，不但可以分析地壳各个部分地应力活动的方式，推测地壳运动的方式和方向。而且可以帮助我们认识在不同应力方式作用下各种岩石形变的一些规律，从而解决生产实践中的问题。因此研究各种构造形迹的分布和排列是有现实意义的。为了更直观地学习和理解地质力学的一些基本概念和内容，我们将野外收集的一些资料及有关著作中的部分成果汇集起来，编绘了这本小册子，以文图对照的图示形式，按地质力学工作方法的大体步骤进行了编排，作为学习地质力学的交流。

限于我们工作实践的局限性和认识上的片面性，所绘集的实例不够全面和系统，有的实例尚缺乏代表性，加上地质力学是门新的学科，学习不够，理解肤浅，对一些实例的认识和分析，可能有不少错误，况且采用这种形式也是初次尝试，没有经验，不妥之处，请同志们批评指正。

在成册过程中，广东省地质局及所属湛江地质队、区测队的有关领导给予了很大的鼓励和支持，并且得到地质力学研究所、国家计委地质局航空物探大队、湖北地质学院区域地质教研室、地质博物馆的一些同志的指导和帮助，使这本小册子得以完成，在此一并表示深切的谢意。

目　　录

前言
一、构造形迹地质力学分析……(1)
（一）压性构造……(2)
（二）张性构造……(19)
（三）扭性构造……(26)
（四）压性兼扭性构造……(36)
（五）张性兼扭性构造……(41)
（六）旋扭构造……(45)
二、不同力学性质结构面的特征……(49)
三、结构面序次的分析……(53)
四、构造体系及构造型式……(63)
（一）纬向构造体系……(64)
（二）经向构造体系……(65)
（三）扭动构造体系……(66)
五、构造体系的复合关系……(83)
参考文献……(86)

一、构造形迹地质力学分析



（一）压性构造



图1　砂岩受水平压应力作用产生的向斜构造
（广东连县清水南五公里）



图2　砂岩受水平压应力作用产生的背斜构造
（广东襄江龙湾）

注：分析图中箭头符号表示主应力方向，并不反映某一部位的着力点，以下同。



图3　石灰岩受水平压应力作用产生的对称背斜构造
（广东阳春春湾圩附近）



图4　薄层灰岩受水平压应力作用产生的褶曲构造
（据藏广秀照片）



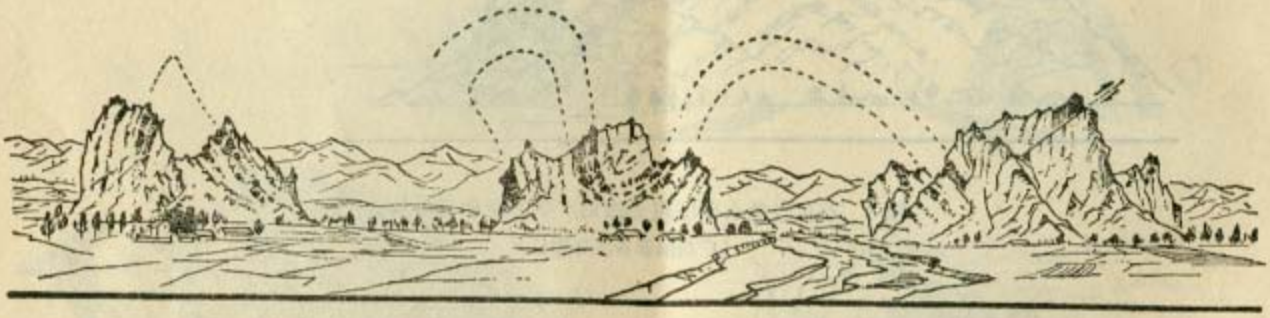




图 5　石灰岩受水平压应力作用产生复式褶皱并于背斜翼部产生冲断层
（广东阳春合水圩附近）



图 6　坚硬脆性岩层中形成的尖棱状背斜，各个方向的倾斜端均呈尖棱状

（据广东省地质局陈列馆照片）



图7　石灰岩层中发育的平卧褶曲
（广东连县山塘瓦塘坪）



图 8　薄层砂岩中发育的平卧褶曲
（广东雷江龙湾南西 4 公里）



图 9　在东西向压应力作用下形成的一个完整的短轴向斜，穿过向斜的中部即平行压应力方向发育了一条张断裂，地表河流顺张断裂发育。整个构造轮廓地貌表现十分清楚

（据粤北某地航空照片）



图 10　下石炭系砂岩受水平压应力作用产生冲断层，断层面见一组破劈理及构造透镜体
（广东阳春春湾石磡）



图 11　花岗岩受水平压应力作用产生高角度冲断层，由于断裂两盘相对位移的牵动，在下盘产生一个张扭性帚状构造
（据李东旭照片，地点：河北遵化）



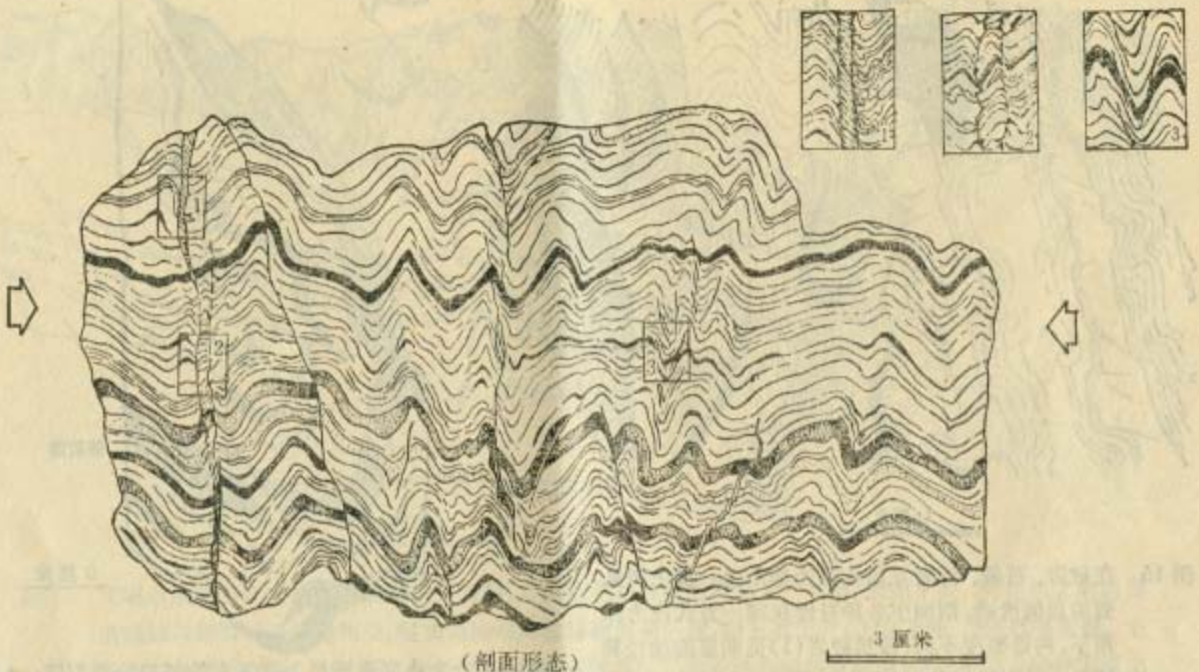
图 12　在强烈褶曲的砂页岩互层中发育的一条冲断层，断层走向与褶皱轴方向大致平行。断层走向北15°东、倾向南75°东，倾角35°。断裂面呈舒缓波状起伏。为压性破裂

（广东阳春春湾石磁）



图 13　某向斜东翼薄层砂岩中发育的两条高角度平行冲断裂，两裂面间岩层受挤压而产生褶曲。破裂面中可见长轴方向与裂面平行的构造透镜体

（广东潭源煤矿天然剖面）



（剖面形态）

图 14　某背斜轴部的石英片岩在压应力作用下产生小型复式褶曲，伴随褶曲发育有流劈理带，劈理的倾向与褶曲翼部倾向一致，有随翼部倾向变化而变化的趋势（见 1、2、3）

（广东云浮大降坪某背斜轴部，标本）

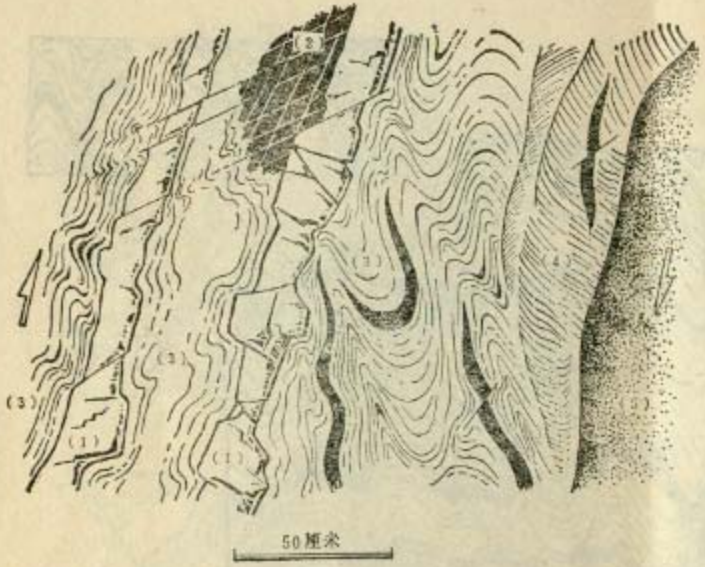


图 15　在砂岩、页岩、泥岩互层构成的褶曲之一翼上所见到的层间滑动。剖面中各种岩性在同一方式应力作用下，构造形变不同：薄层砂岩(1)见明显的缩径和错断；砂岩透镜体(2)发育了两组较完整的"X"节理；页岩(3)则主要为拖褶皱及劈理(4)；泥岩(5)除少量劈理外，构造形迹显露不清

(广东阳春春湾大岗坪北竖井坑道掌子面素描)



图 16　一个小型逆断层下盘发育的部分构造形迹：1. 牵引褶曲，褶曲轴与逆断层呈锐角相交，显示了对盘的运动方向；2. 两条缓角度张断裂，其延长线与逆断层锐角相交，锐角指向为对盘运动的反方向；3. 刚性岩石中产生与牵引褶曲轴直交的张裂隙

(广东阳春十八坑占孔岩心)



图 17　夹磁石条带石灰岩中发育的褶皱及断裂。左侧两条平行断裂倾角 60° 左右，裂面平直，两断裂之间的褶曲轴线与断裂面呈锐角相交，锐角指向与对盘错位方向一致，即上盘上升，下盘下降，为压性破裂面。右侧断裂呈弧形弯曲，断层面有少量带入的岩块（磁石），岩块长轴方向与断裂面一致，旁侧也同样出现上述褶曲，是一弧形压性破裂面。中部褶皱最强烈的部位则出现一组延深有限的张性破裂，由于压应力的持续作用，在张裂的部位发育了一条高角度的张扭性破裂

（地质博物馆馆藏标本，标本采集地点：辽宁金县）

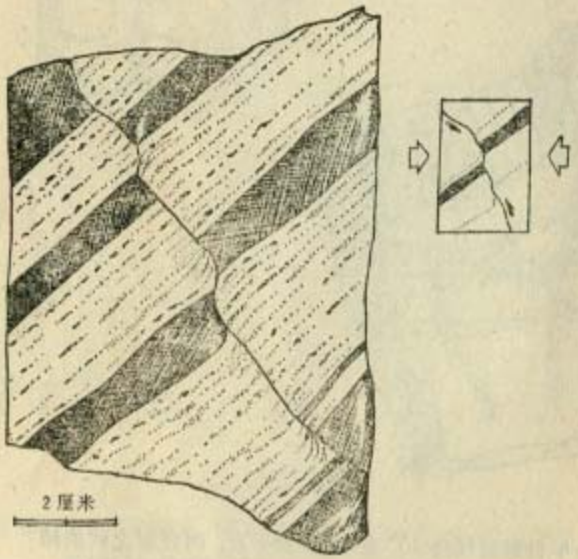


图 18　黄铁矿层夹薄层炭质粉砂岩(黑色)中，发育的小型逆断层，断层线因挤压而呈波状弯曲，黄铁矿有压入现象
(广东大降坪岩心磨光面)

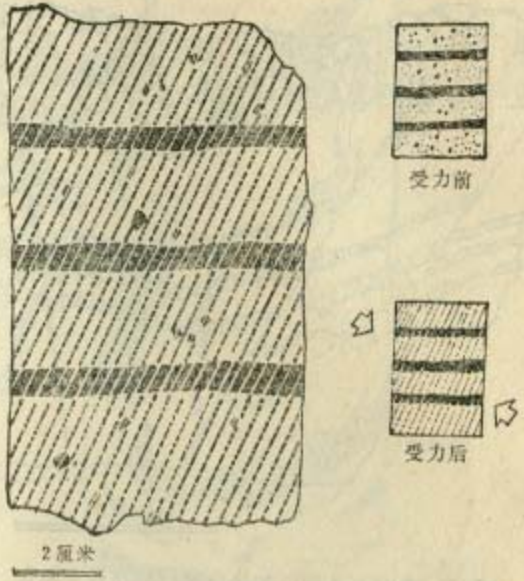


图 19　炭质粉砂岩(1)中分布有星点状黄铁矿并夹薄层状黄铁矿(2)，受挤压力作用后黄铁矿呈鳞片状定向排列，形似片理
(广东大降坪岩心磨光面)

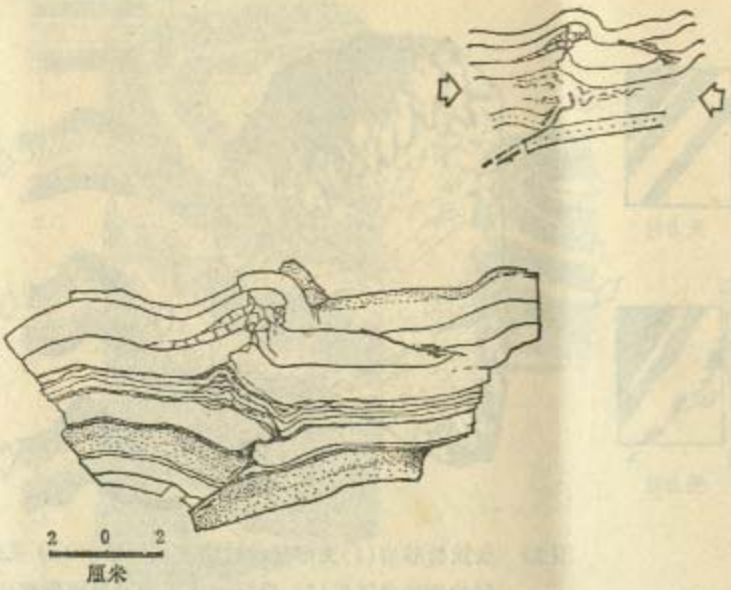


图 20　平缓的薄层砂岩夹泥质粉砂岩，受两侧压应力作用，因岩层的力学性质不同，产生的构造形迹也不同。上、下部位的砂岩脆性较大，主要发生断裂和破碎；中部泥质粉砂岩柔性较大，则发生褶曲，且断裂致此也逐渐消失而转化为褶曲

（广东廉江龙湾荔枝林）



图 21　在压应力作用下，刚性岩石灰岩(1)压入柔性岩石页岩(2)中。柔性岩石发生一束褶曲及小断裂，它们均向压应力最大的部位收敛

（广东阳春十八坑 ZK56 号孔岩心）

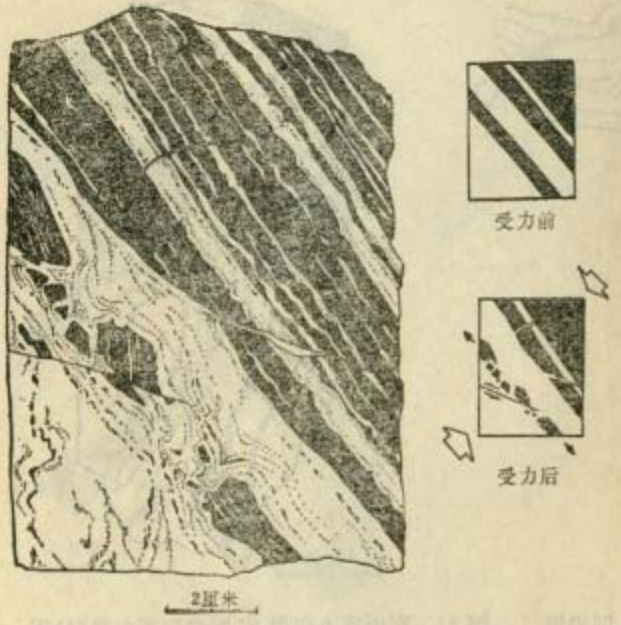


图 22　黄铁矿层夹薄层炭质粉砂岩(黑色)，受压应力作用后，炭质粉砂岩发生引张，破裂成碎块；而黄铁矿被挤入碎块间，有的并挤入张性裂隙中

(广东大降坪，岩心磨光面)

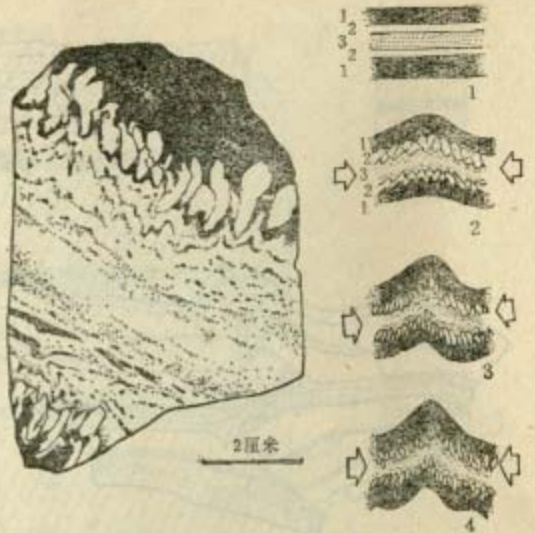


图 23　炭质粉砂岩(1)夹薄层状致密块状黄铁矿(2)及薄层状细粒黄铁矿(3)，受强烈挤压后发生剧烈褶曲，在层面附近，因薄层细粒黄铁矿柔性较大，发生再次小褶曲，而薄层致密块状黄铁矿脆性较强，在褶曲的同时产生折断，并发生旋转，构成斜列的透镜体，似叠瓦式构造(1、2、3、4为受力前后的几个阶段)

(广东大降坪，岩心磨光面)



图 24　在强烈挤压的复式褶皱中，炭质粉砂岩（黑色）和黄铁矿互层也产生褶曲，由于岩石力学性质的差异，刚性较强的炭质粉砂岩，产生一系列与褶曲轴直交的张裂。而黄铁矿层则发生半粘性流动，显示明显的流线，并被挤入张裂隙中。由于压应力的持续作用，大体平行外力的方向产生一条追踪张裂，横切褶皱轴穿过几个层位，裂面锯齿状
（广东大降坪岩心）



图 25　沉积型的黄铁矿矿层中夹薄层粉砂岩，受压应力作用后，刚性较强的粉砂岩薄层，沿最大延伸方向发生"缩径"及拉断。而黄铁矿层则伴随产生弯曲、压入现象
（广东大降坪标本）

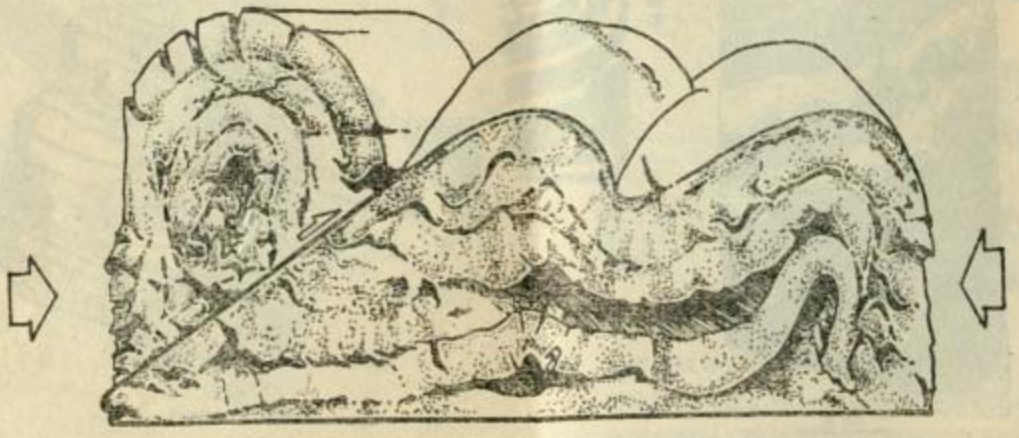


图 26　粘土标本在水平挤压力作用下产生褶曲构造，在背斜与向斜的衔接部位产生低角度逆掩断层(黑线所示)

(据张文佑、钟嘉猷模拟试验照片)

（二）张性构造



图 27　泥盆系细砂岩受张应力作用产生不规则张裂隙，石英斑岩沿张裂隙侵入
（广东英德石牯塘长岗岭）



图 28　砂岩中扭性X节理被张裂隙追踪的形象
（广东潭源附近天然剖面）

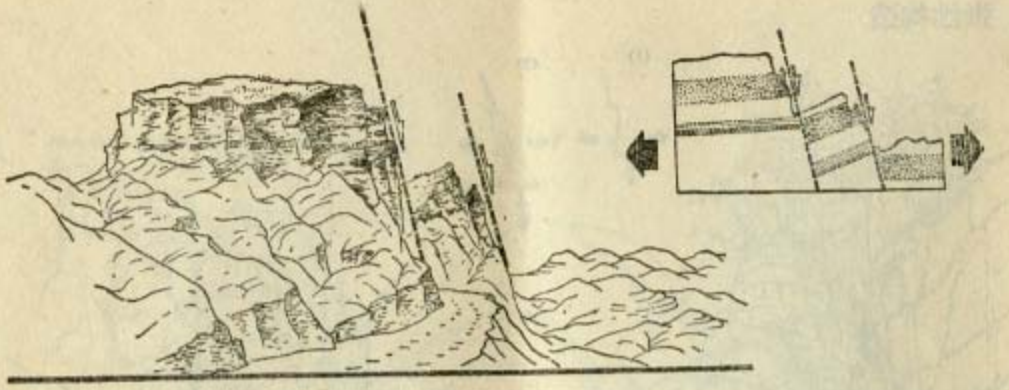


图 29　岩层受水平方向张应力后，在重力作用下岩层一侧沿张裂面下滑，形成一系列平行正断层，又称阶梯状正断层
（广东仁化）



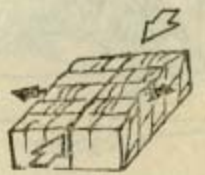


图 30　泥灰岩中垂直层理发育的张裂隙
（据马宗晋，邓起东照片）



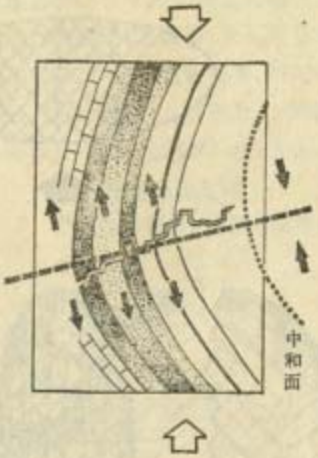
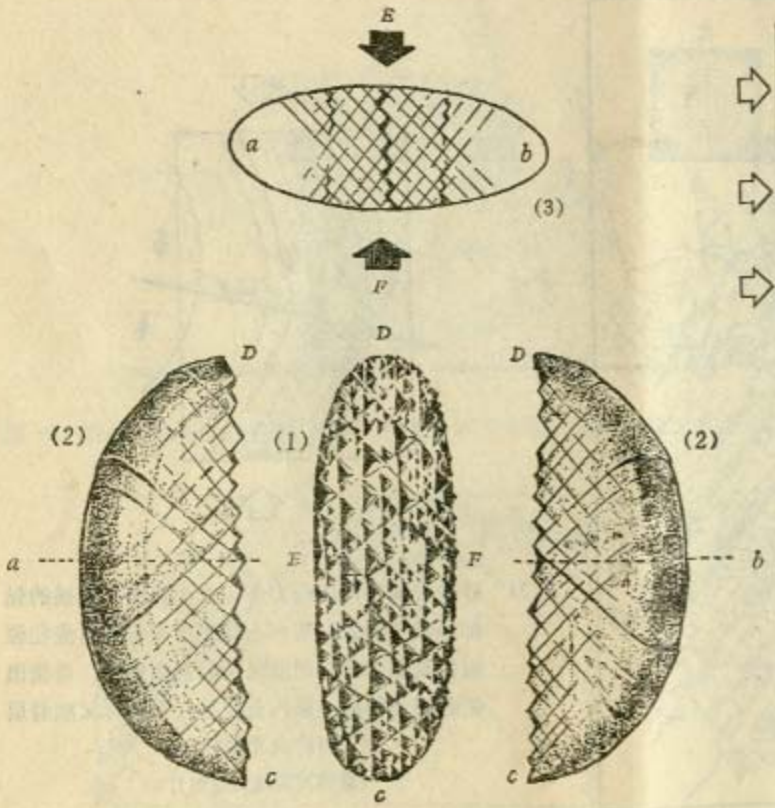
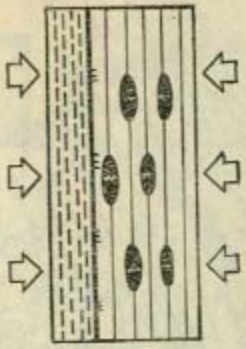


图 31　砂岩受南北向压应力作用产生弯曲，在拱的轴部形成张断裂。基本上顺层面发育的河流在流经张断裂部位时则沿张断裂急剧转向，当流出张断裂地段后，进入石灰岩分布区时又顺着层面流向北北东

（据四川某地航空照片）

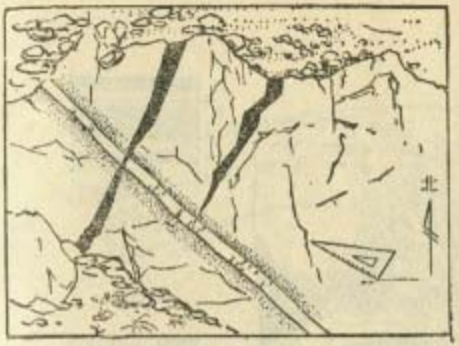




(平面图)

图 32　中石炭系石灰岩中的硅质结核受挤压力作用，产生两组相交的扭节理，当应力继续作用，则追踪两组扭节理产生张裂隙。(1) 正视(可见由三组节理构成的三角形凹凸面)；(2)俯视；(3)剖面

(广东阳春合水黄痘坡)



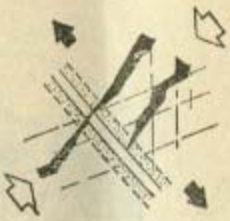


图 33　流纹斑岩中分布早期北西走向的含黑钨矿石英脉，脉两侧云英岩带发育。岩石受后期北东向挤压力作用后，产生一组张裂隙，被辉绿岩脉充填（黑色）。因流纹斑岩与石英脉力学性质的差异，其张开程度不同，当辉绿岩脉进入石英脉时显著变窄和尖灭

（广东海丰油尾芳草山平面露头）

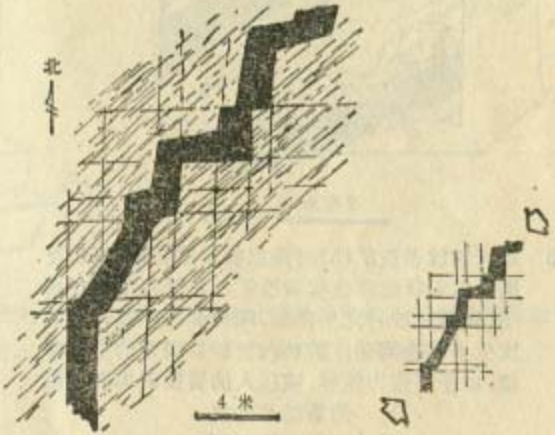


图 34　流纹斑岩在北东南西方向压应力的作用下，产生两组扭节理，在压应力持续作用下出现追踪张裂隙（已被辉绿岩充填）

（广东海丰小漠鸟山天然露头平面素描）

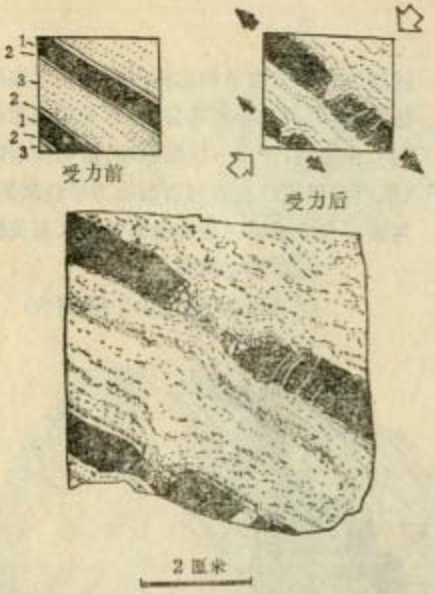


图 35　层状细粒黄铁矿(3)与薄层状炭质粉砂岩(1)互层夹微层状致密块状黄铁矿(2)，受挤压力作用后，炭质粉砂岩发生张裂，细粒黄铁矿柔性较大发生半粘性流动，被挤入粉砂岩裂开的空档部位，由于压应力差异，被压入的黄铁矿均有明显的重结晶现象
(广东大降坪岩心标本)

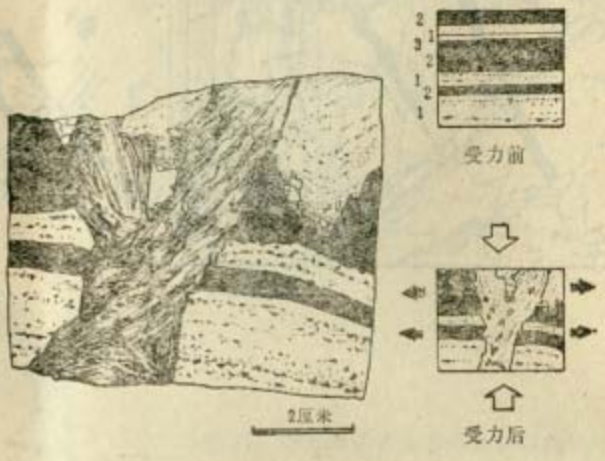


图 36　层状细粒黄铁矿(1)、炭质粉砂岩(2)、薄层状致密块状黄铁矿(3)互层，受强烈挤压作用，形成张裂隙，粉砂岩、黄铁矿流动挤入张裂中。致密块状黄铁矿呈角砾状，它们的排列指示着流动方向，流线呈弯曲状，可能是在挤入时受到阻力而发生扭动有关
(广东大降坪岩心标本)

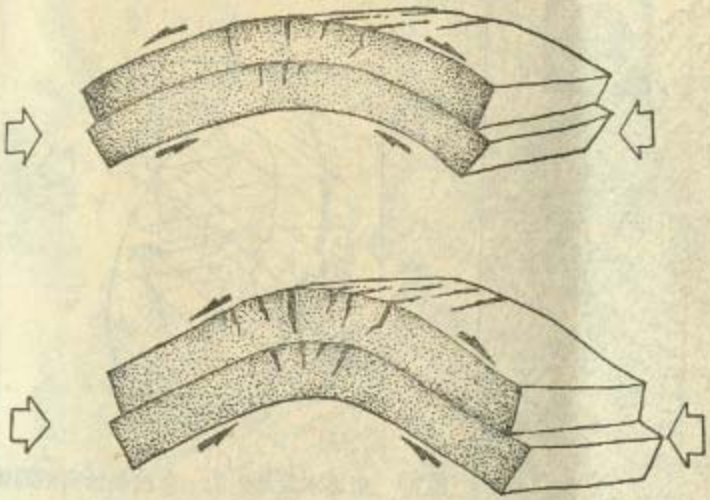


图 37　砂质粘土受挤压力作用产生褶曲，在背斜轴部发生张应力，形成张裂隙，褶曲越强烈，张裂隙越发育
（据安欧模拟试验照片）

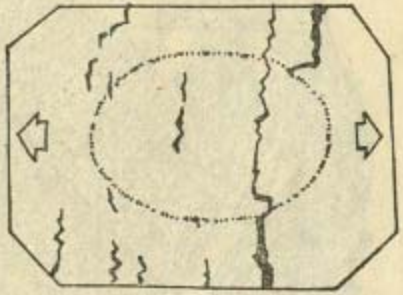


图 38　泥料模型在张力作用下产生的张性断裂
（据安欧模拟试验照片）

（三）扭性构造



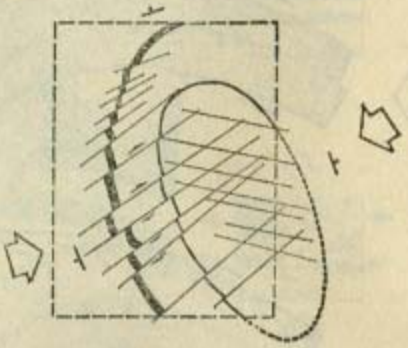


图 39　柴达木盆地中的一个被剥蚀夷平的短轴背斜，在核部附近出现两组菱形交叉扭断裂。而扭断裂的钝角方向与背斜的轴向一致，锐角的等分线方向则垂直背斜轴向，与压应力方向平行

（据青海某地航空照片）



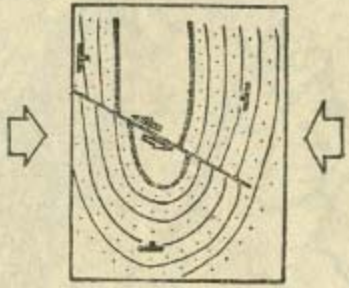


图 40　横切向斜轴的扭性破裂，使向斜核部岩层（较白的部分）水平位移将近 200～400 米。地貌表现明显，为一平直的沟谷

（据粤北某地航空照片）



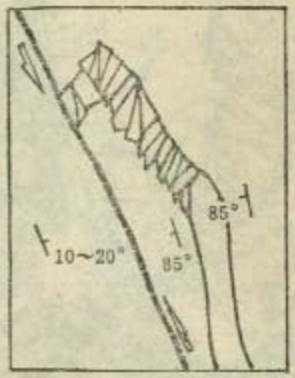


图 41　一条走向北 20° 西的扭性断裂，断裂北东盘砂岩呈现明显的牵引现象，在拖拽褶曲最强烈的部位，岩层破碎，构造形迹清楚。而南西盘为倾角较缓的泥岩，构造形迹显露不清

（据四川某地航空照片）



图 42　发育于第三纪碎屑岩中的扭性断裂及其两盘岩层出现的牵引现象
（据柴达木盆地某段航空照片）

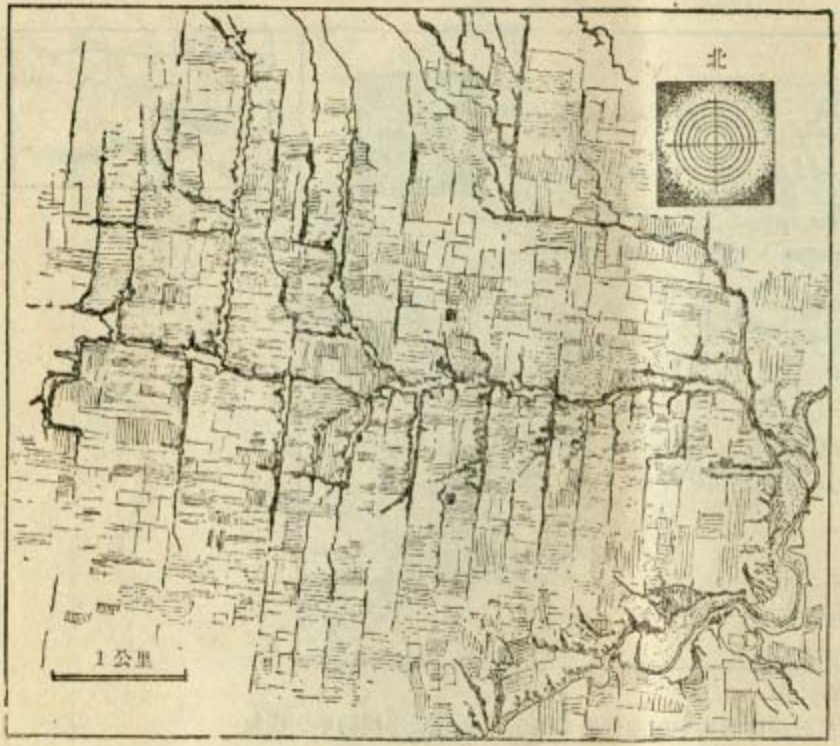




图 43　出现于黄土地区的两组近于直交的扭断裂，冲沟主要沿北北东，南南西的一组发育，地貌表现明显，冲沟笔直并有规则的平行并列。北西西，南东东一组发育较差，除横贯图幅的主干沟谷外，其余均不连贯，但仍隐约可见。这两组扭断裂的出现可能与该区曾经受过相对水平扭动有关

（据西北某地航空照片）



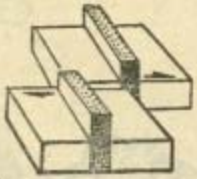


图 44　产状近乎直立的砂页岩层，受东西方向扭力作用产生平推断层，位移近 20 米
（广东阳春合水）



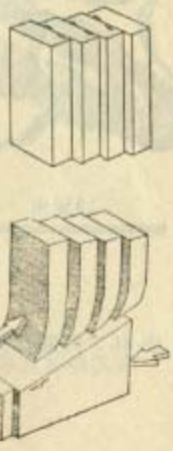


图 45　厚层炭质灰岩中发育的一组平行扭裂面，岩层被切成薄板状，扭裂面上清楚地看到水平擦痕及光亮的"镜面"。标本中还见有一斜切扭裂面的冲断裂及与扭裂面直交的张裂隙，这些构造形迹可能与后期水平压应力有关
（广东阳春十八坑岩心标本）

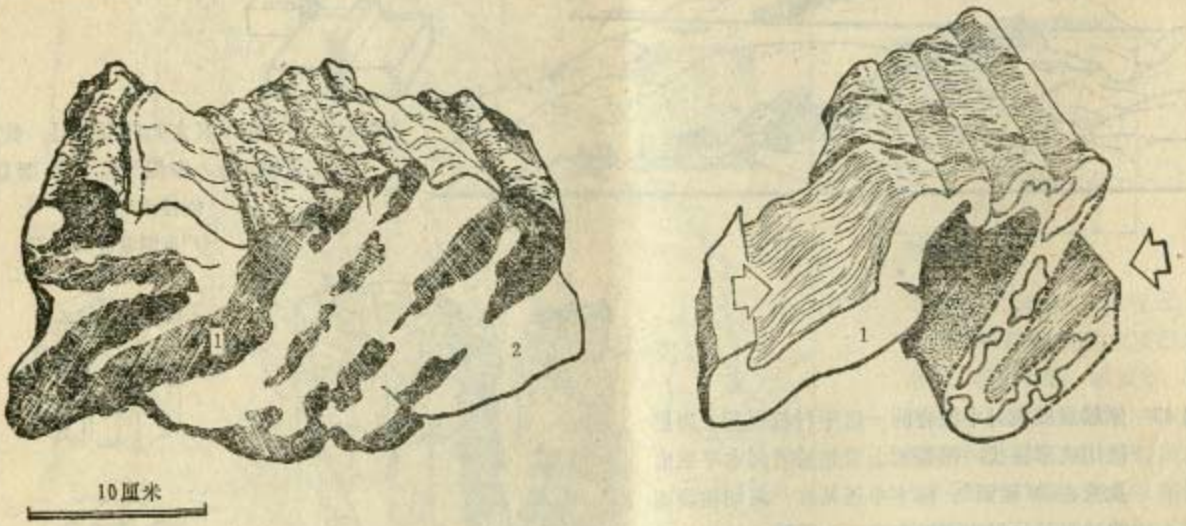


图 46　夹磋石条带的石灰岩，在压应力作用下，产生褶曲，在褶曲的顶部出现一组与轴向斜交近于直立的扭性破裂，破裂面相互平行，被切割的岩块均有明显的错位

图中　1. 磋石条带；2. 石灰岩

（地质博物馆馆藏标本，采集地点：福建松政夏山）

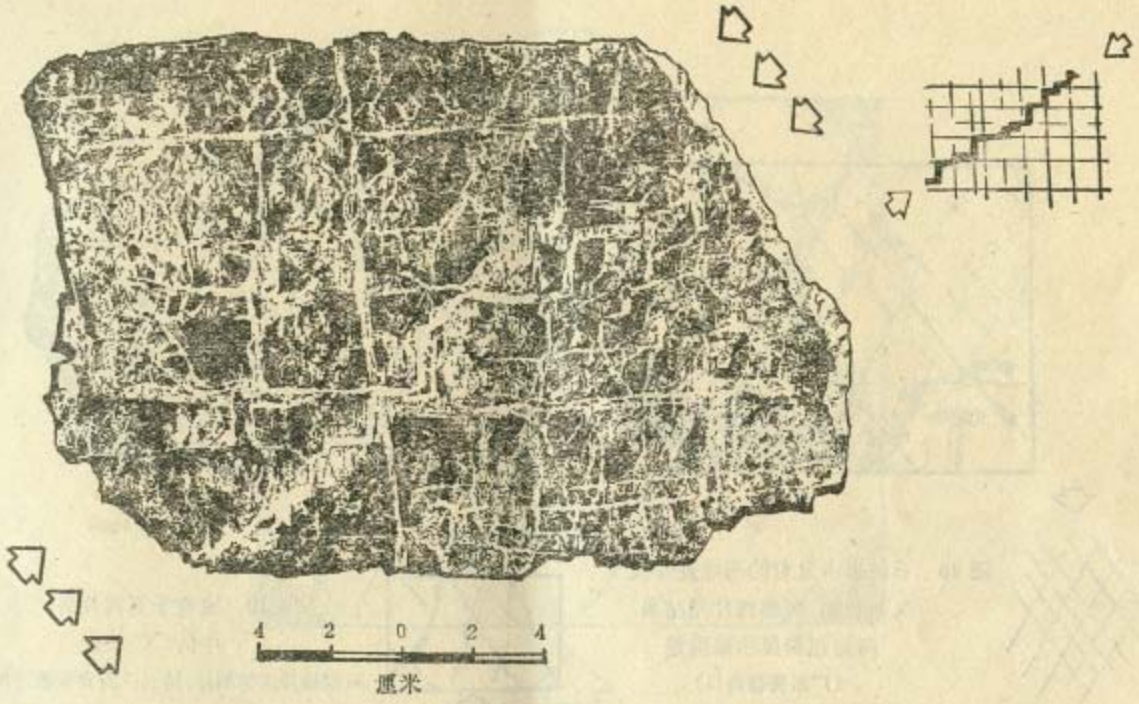


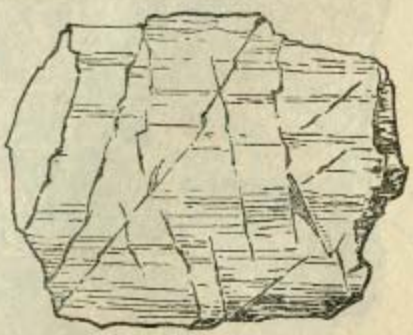
图 47　致密橄榄岩块被碳酸镁和硅质矿物充填于两组交叉扭裂隙中。在平行压应力方向追踪扭裂隙发育了一条"之字形"张裂隙，而扭裂隙对着应力方向的夹角大于 90°

（据李四光照片，地点：阴山带某地）





图 48　石灰岩中发育的两组菱形交叉扭裂面，因溶蚀作用结果，两组扭裂显示很清楚
（广东英德马口）



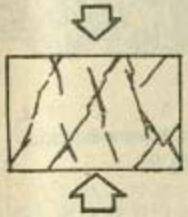


图 49　发育于石英片岩中的“X”节理
（据杨开庆等照片，地点：西安官盘三里桥）

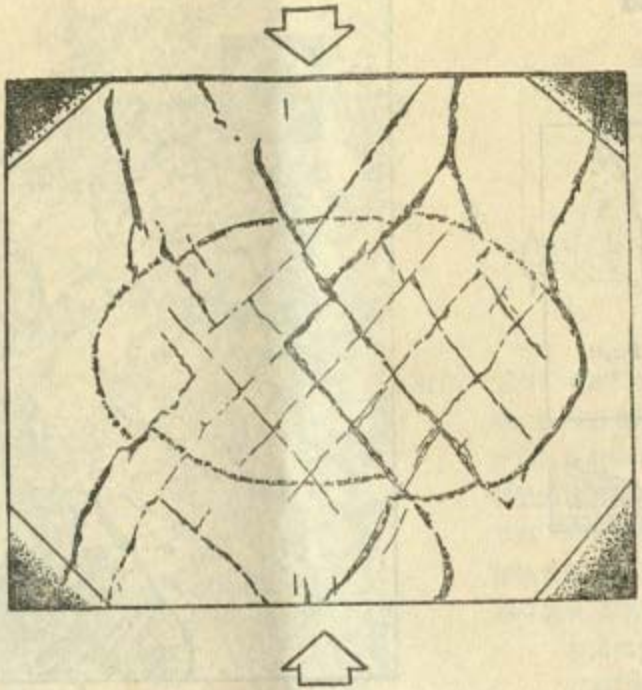


图 50　泥料模型在挤压力作用下产生"X"型扭断裂
（据安欧模拟试验照片）

（四）压性兼扭性构造

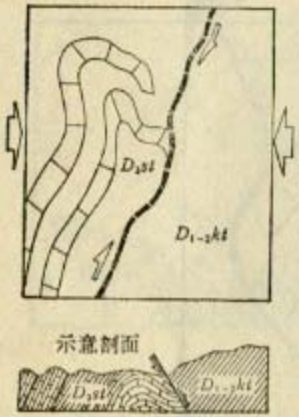




图51　粤北某地发育的一条走向北20°东的斜冲断层，断层东盘桂头群变质砂岩（$D_{1-2}kt$）斜冲盖在西盘天子岭石灰岩（D_3st）之上。由于水平分力的牵动，西盘的岩层有明显的牵引现象。冲断面地貌表现明显，沿走向断层崖高差30～50米，十分壮观

（据广东某地航空照片）

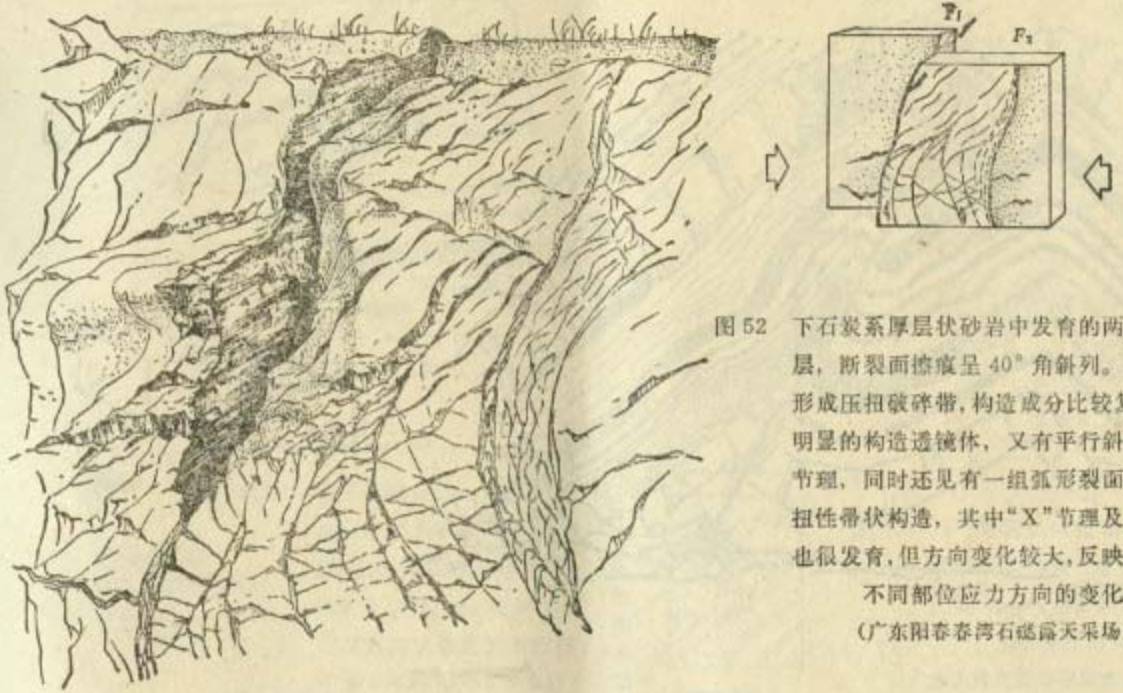


图 52　下石炭系厚层状砂岩中发育的两条斜冲断层，断裂面擦痕呈 40° 角斜列。两裂面间形成压扭破碎带，构造成分比较复杂，既有明显的构造透镜体，又有平行斜列的扭性节理，同时还见有一组弧形裂面组成的张扭性带状构造，其中“X”节理及羽状张裂也很发育，但方向变化较大，反映了破碎带不同部位应力方向的变化

（广东阳春春湾石磁露天采场）

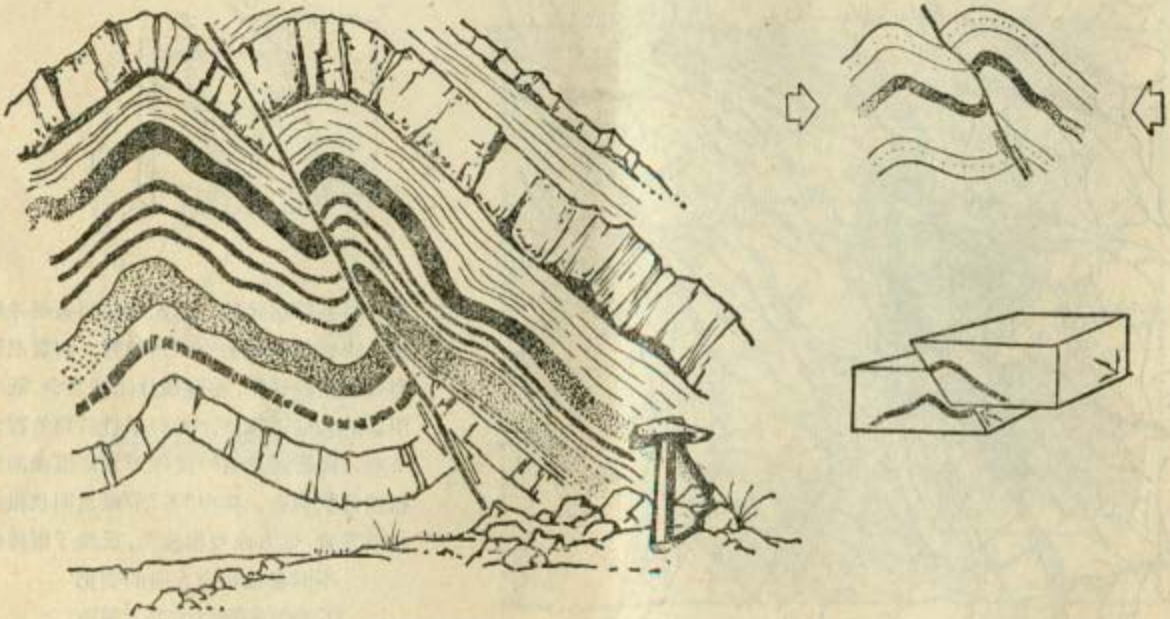


图 53　煤系地层中的一小型斜冲断层。剖面中，上、下盘地层牵引现象明显
（广东合水南露天采场）





图 54　由于层间扭动，炭质粉砂岩及薄层黄铁矿（黑色）互层，发生强烈的拖褶曲。黄铁矿有明显的流动现象，于褶曲的顶部还发生旋扭（广东大降坪，标本平面素描）





图 55　同一地区层间扭动引起的拖褶曲，柔性黄铁矿产生半粘性流动，在褶曲顶端部位聚集，厚度增大
（广东大降坪标本平面素描）

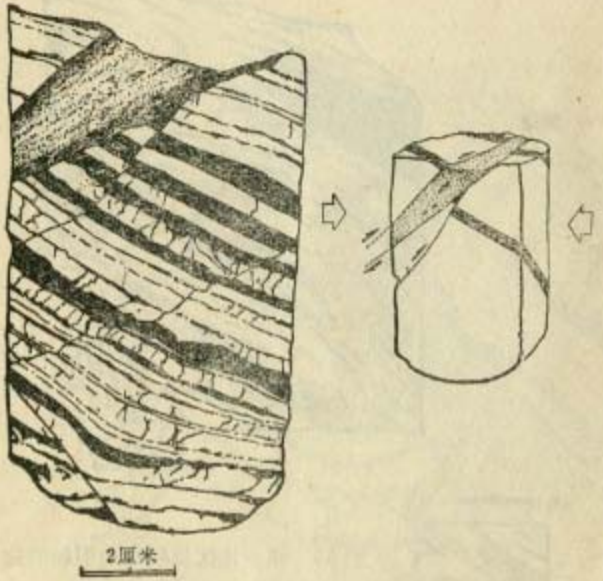


图 56　发育于黄铁矿层与炭质粉砂岩互层中的一小型斜冲断层，由于破裂面的扭搓，黄铁矿，粉砂岩均呈粉末状定向排列，形成糜棱岩

（广东大降坪岩心标本）



图 57　粤北某铅锌矿区 F_3 断层，是一走向北 15° 东的压扭性断裂，断裂已知长度达 3 公里，面裂面为一细而直的线状，未见角砾岩，局部有糜棱岩化，素描地段上盘方解石脉（黑色）由于水平扭动产生牵引褶曲，褶曲的倒伏方向，反映了该盘的位移方向

（一 40 米中段坑道顶板素描）

（五）张性兼扭性构造

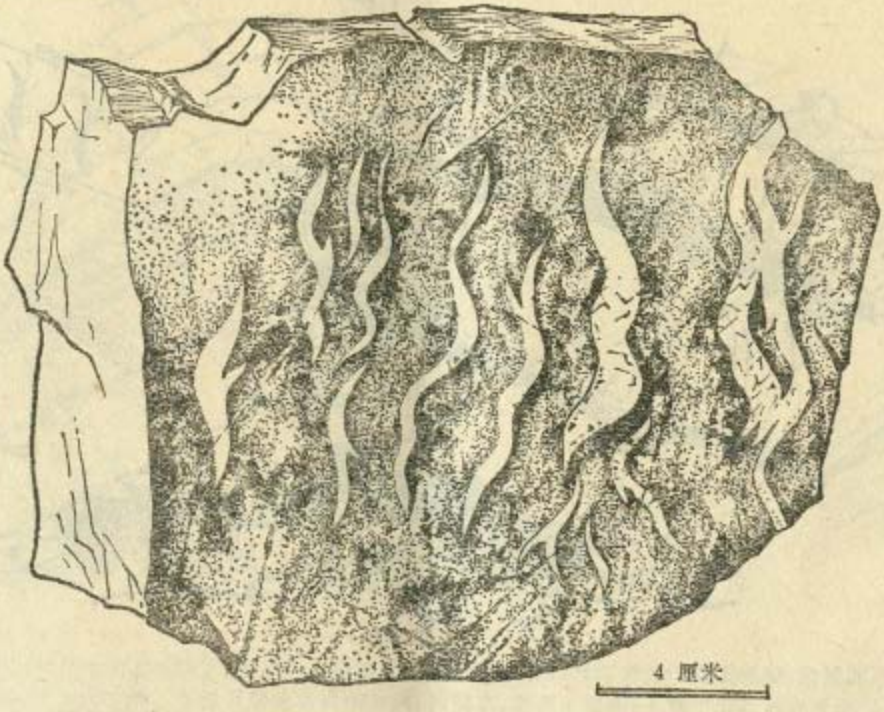


图 58　石灰岩受扭力作用产生"S"形张扭性裂隙(已被方解石充填)
(广东连县清水小帮)



图 59　石灰岩由于层间滑动在两层面间生成张扭性羽状裂隙(已被方解石充填)
(广东韶关南郊十公里采石场)

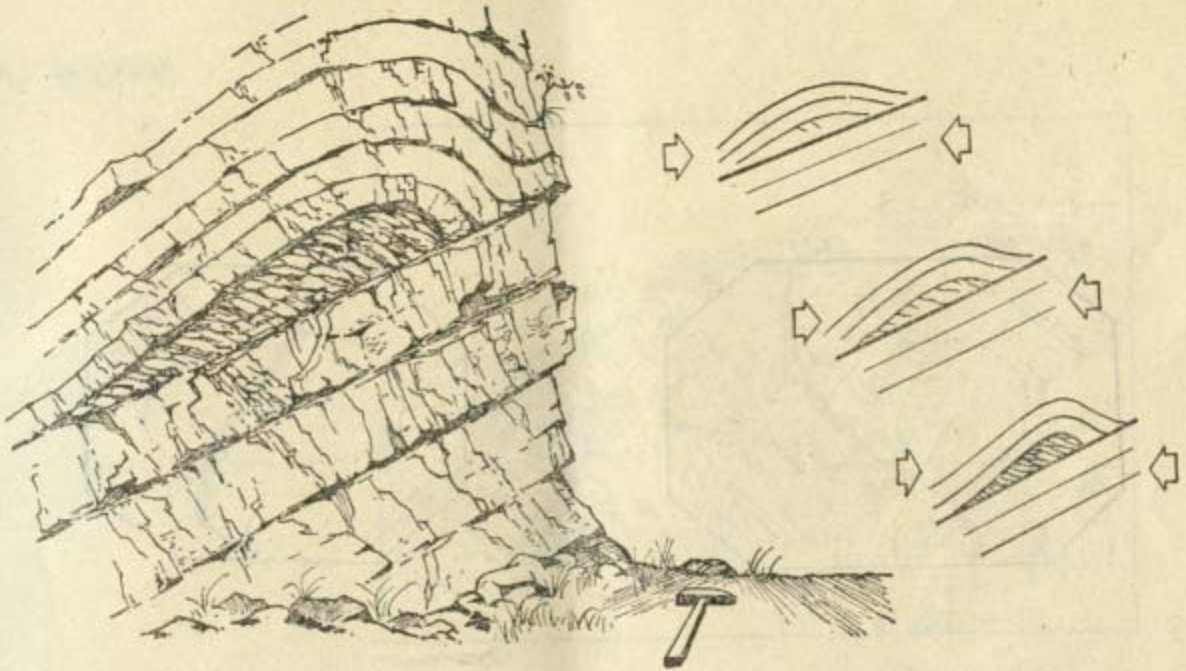


图 60　某露头下部为厚层状砂岩，上部为中厚层状砂岩，受挤压后，因两者力学性质差异，沿层面这一薄弱面发生压扭性层间滑动。下部厚层状砂岩刚性强，较稳定，形变不显著；上部中厚层砂岩较脆弱，产生牵引褶曲。褶曲核部发生一组张扭性劈面，将岩石劈开成斜列的透镜体

（广东英德石钻塘长岗岭）

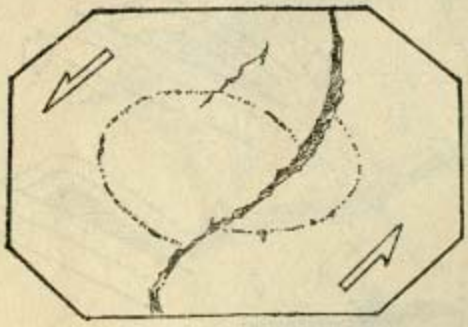


图 61　泥料模型在反时针方向扭力的作用下
产生的张性兼扭性的反"S"形断裂
（据安欧模拟试验照片）

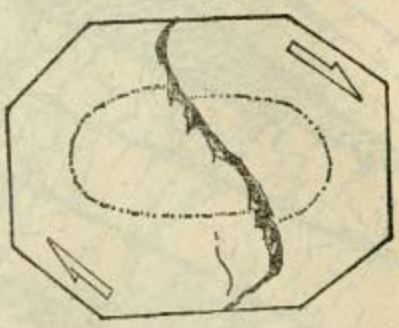


图 62　泥料模型在顺时针方向扭力作用下
产生的张性兼扭性的"S"形断裂
（据安欧模拟试验照片）

（六）旋扭构造



图 63　河北遵化茅山南脚沟中向南仰冲的花岗岩中发育一个张扭性旋卷构造。黑色箭头所指的部分是砥柱，冲断面在图的右下角

（据李四光照片）



图 64　在强烈褶皱的砂岩中发育的一个小型压扭性旋卷构造。汽油桶状砥柱全部裸露，收敛部位被剥蚀后，弧形旋回层及旋回面十分清楚，每个旋回面擦痕明显。砥柱近于水平，走向与附近岩层褶皱轴向一致，为北 15° 东

（广东合水潭煤矿 3 号勘探线附近）



图 65　张扭性旋卷构造。右侧为一半圆形砥柱，左侧可见到几条比较明显的弧形旋回面

（据湖北地院照片）



图 66　由石英砂岩构成的一个小型旋卷构造的砥柱和部分包围它的帚状构造；旋扭轴近于水平。据旋回面之间发育的一组羽毛状张裂隙分析，指示出外旋回层向撒开方向，内旋回层向收敛方向，属压扭性旋卷构造

（据李四光照片）



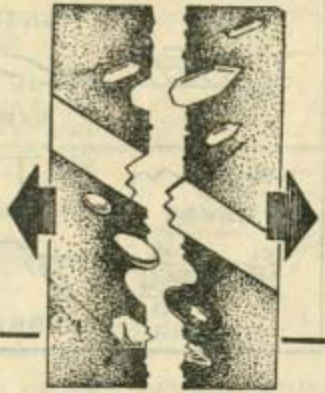
图 67　中石炭系石灰岩中发育的帚状构造，旋扭轴近水平

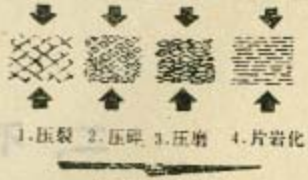
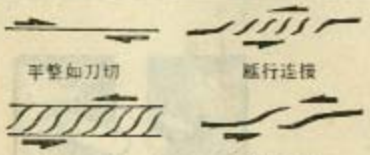
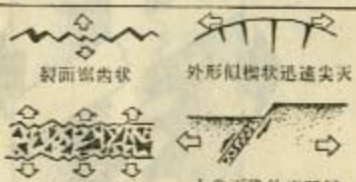
（广东阳春合水元湖圩北东 3 公里）



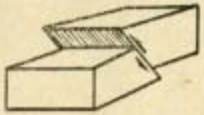
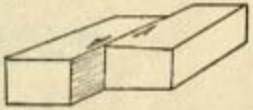
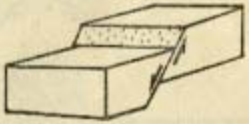
图 68　由张性兼扭性旋回面构成的环状旋卷构造。内旋都向撒开方向，外旋都向收敛方向
（据黄汉纯模拟试验照片）

二、不同力学性质结构面的特征



结构面性质	平面及剖面形态特征	结构面附近矿物物理特征	构造岩特征
压性			
扭性			 糜棱岩化，并有明显的与裂面平行的纹理（A）
张性			

不同力学性质结构面特征图表

擦痕特征	旁侧特征	裂面两侧岩块位移关系
 阶步明显，擦痕较多，逆冲断层，擦痕垂直。	 1.人字型分支断裂；　2.平行裂面的构造透镜体及片理；　3.牵引现象；　4.纸柱水平的压扭性褶状构造	 上盘逆冲
有两种：1.水平擦痕。 2.为光亮"镜面" 	 1.平面有牵引　2.平面见成群的平行扭裂，岩石切成板状。　3."S"或反"S"扭裂较多。　4.纸柱垂直的压扭性褶状构造。旁侧产生褶曲。	 水平位移
 表面粗糙，擦痕很少	 1.角砾带　2.常被岩脉充填　3.火成岩侵入	 上盘下降

注：除上述三种性质的结构面以外，还有：压性兼扭性、张性兼扭性两种复式结构面，它们具有两种结构面的一系列特点，表中未予列出。

三、结构面序次的分析

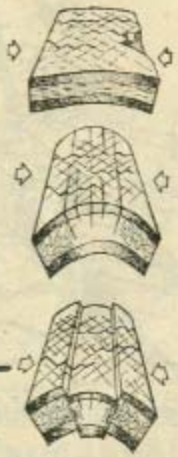




图 69　砂岩受水平压应力作用而产生的背斜。直交背斜轴向产生第一序次张裂隙。在背斜顶部受再次张应力作用，因而出现与背斜轴平行的低序次张裂隙。露头中这两组张裂隙都很清楚，右上部缺失的岩层与平行背斜轴的张裂隙有关

（广东阳山水口圩南东 2 公里连江南岸）

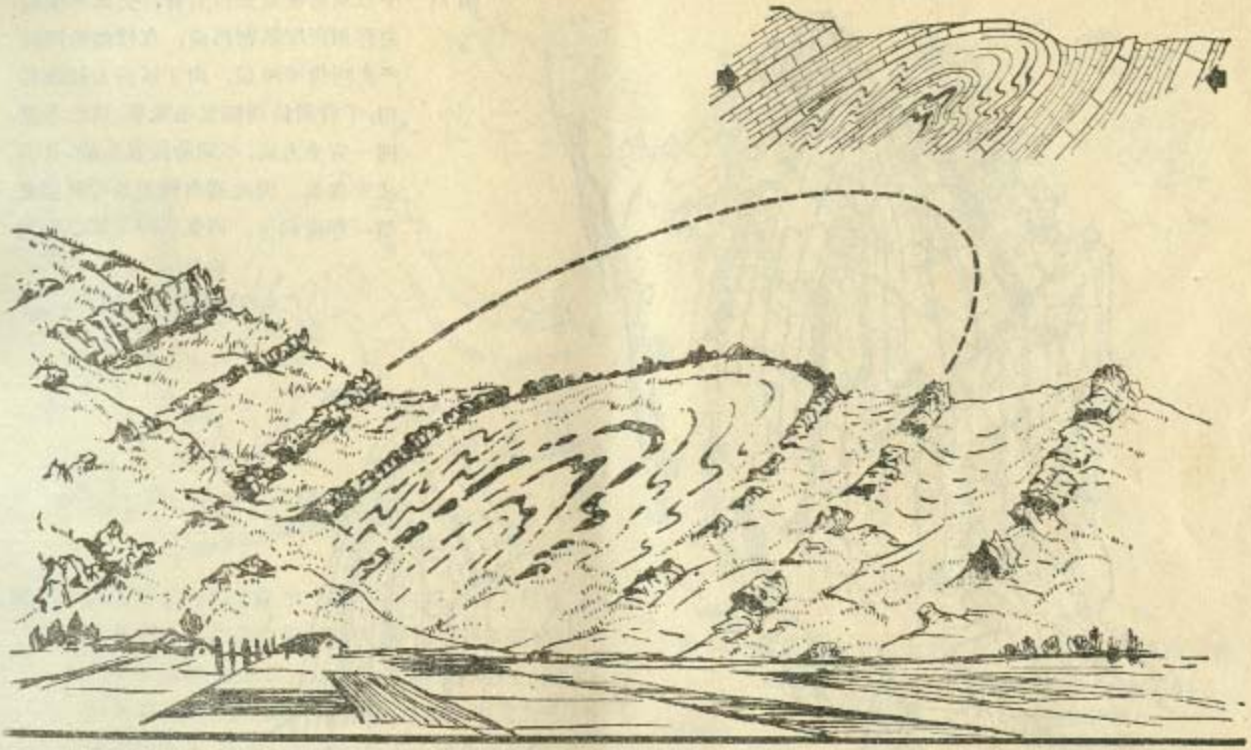


图 70　石灰岩中的倒转褶曲。由于岩层弯曲产生层间滑动，致使柔性岩石——薄层泥灰岩，形成低序次层间拖褶曲
（广西桂林甲山）

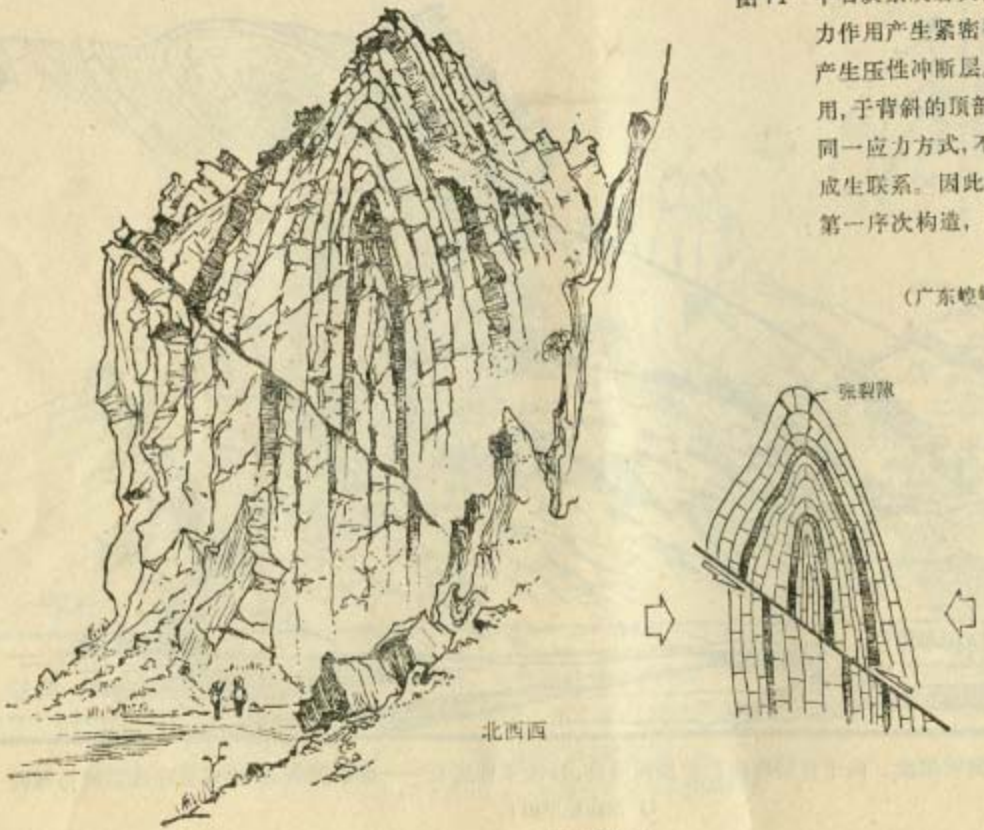


图 71　中石炭系灰岩夹白云岩，受水平压应力作用产生紧密褶曲，在褶曲的同时产生压性冲断层。由于压应力持续作用，于背斜的顶部发生张裂。这三者是同一应力方式，不同阶段发生的，具有成生联系。因此褶曲轴面及冲断层是第一序次构造，而张裂隙为第二序次构造

（广东螃蜊岩南 500 米）



图 72　薄层砂岩与页岩互层，受水平方向挤压力作用发生褶曲，在褶曲强烈部位(特别是背斜顶部)产生张裂。夹在柔性岩层中的薄层砂岩(黑色)刚性较强，褶曲时沿最大延伸方向拉开，形成大小不等的岩块，这些张裂隙均属于低序次的构造

(广东廉江龙湾荔枝林)



图 73　薄层灰岩中的小型向斜褶曲及平行向斜轴发育的第二序次纵向张裂隙(黑色楔形短线)

(广东潭源)



图 74　石灰岩中由于张扭性旋扭构造两个旋回面的相对扭动，在旋回层中产生低序次小型张扭性旋卷构造和一条张裂隙

（广东阳春合水圩北七公里）



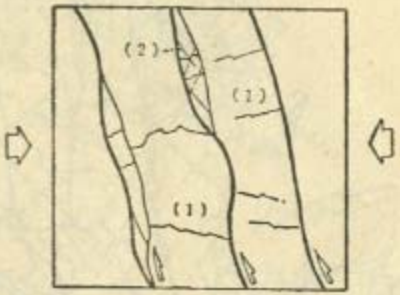


图 75　发育于一组平行压性断裂中的低序次张裂隙及“X”节理

(1)张裂隙；(2)“X”节理

(广东阳春龙岩山北西坡)



图 76　石灰岩受压应力作用，先形成“X”节理；当应力持续作用后，产生角度较缓的逆冲断层，并由此派生出一组人字型分支断裂。这些构造形迹中，“X”节理为初次构造，逆冲断层为第二序次构造，而角度较陡的派生断裂则为第三序次的构造

（广东阳春龙岩山西侧）

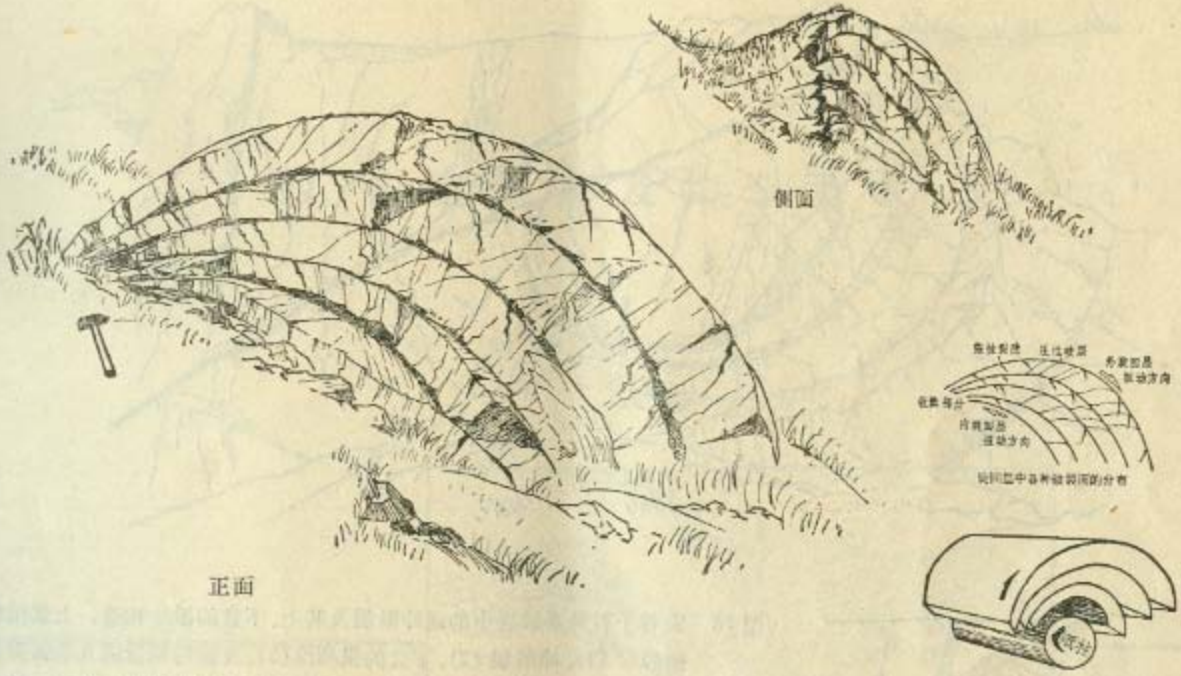


图 77　石炭系砂岩中砥柱倾斜的(倾角约 25°)压扭性旋卷构造。构造形迹为一组外旋扭动方向指向撤开方向。内旋扭动方向指向收敛方向相对扭动的弧形扭裂面,两旋扭面之间,岩层受牵动发生低序次的羽状张裂隙及压性破裂面

(广东阳春合水青湖顶南东坡)

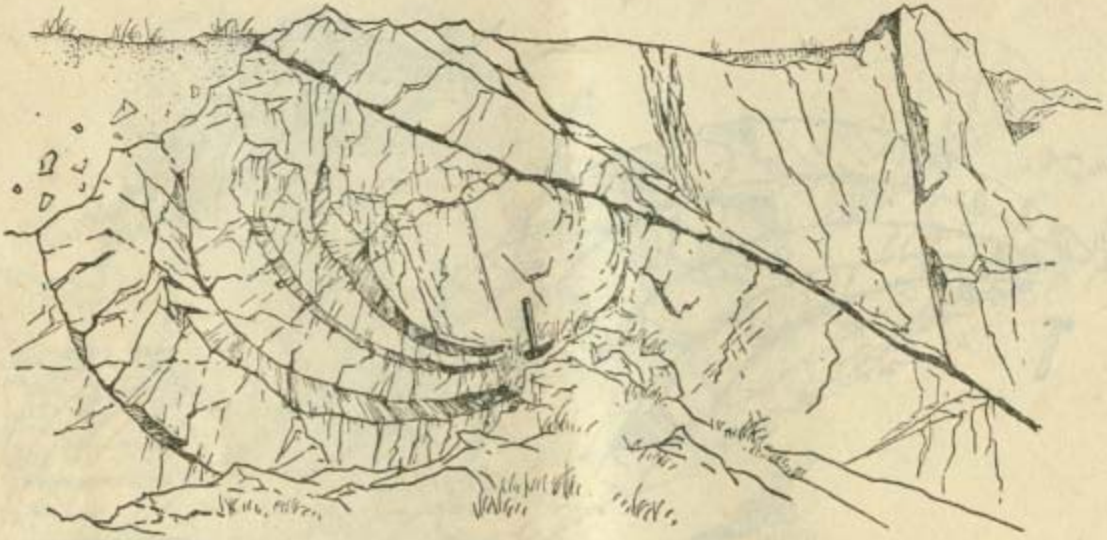




图 78　发育于石炭系砂岩中的逆冲断层及其上、下盘的派生构造。上盘压性破碎带 (1)、冲断层 (2)、下盘的张裂隙(3)、及旋卷构造的几条弧形裂面(4)为第二序次构造。由于旋卷的发生，于两旋回面之间发育的羽裂(5)则属于第三序次构造

（广东蛤蜊煤矿斜井东侧）

四、构造体系及构造型式



（一）纬向构造体系



（根据地质力学讲话附图1，图例同图83）



（据1972年中华人民共和国地图地貌彩色版）

图79　纬向构造体系又称东西复杂构造带。它的主体是走向东西的剧烈挤压带，在地形上往往表现为横亘东西的隆起山脉。阴山——天山构造带是我国发育极为良好的三条东西复杂构造带中的一条。图示只是其中的一段，位于新疆维吾尔自治区

（二）经向构造体系



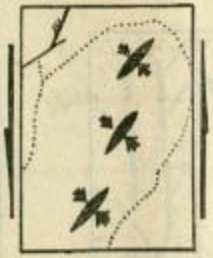


图 80　经向构造体系，即走向南北的强烈构造带。其性质不完全一样，有的表现为巨大张裂带，有的为压性构造带，规模也不等。常与其它体系复合，以致互相发生干扰和影响，但也可自成一个体系。在我国，以川滇南北向构造带最为显著。川滇南北向构造带，主要表现为强烈的挤压带。该带岩层均已受到强烈挤压，发生紧密褶皱，冲断层屡见不鲜。地貌上主要表现为强烈侵蚀切割的中高山地形，山势走向南北，平行并列，与主要构造线一致

（编图根据与图 79 同，图例同图 83）

（三）扭动构造体系

多字型构造



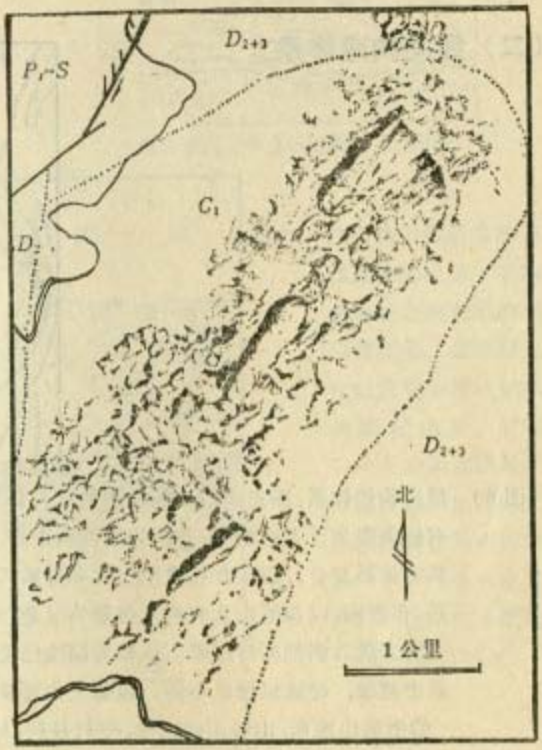


图 81　多字型构造是最常见，最基本的一种扭动构造型式。主要由一系列大致平行的压性构造带和与其近直交的张性断裂带组成，形态表现有如“多”字。多字型构造的出现，说明该区域曾经受过相对直线扭动的作用。湖南宁远及仁和圩之间，分布有三条斜列的由下石炭系灰岩构成的走向 40° 方向的背斜，它们形成 3—4 条孤立的山脊，呈一标准的多字型排列，在航空照片上表现非常明显。背斜的北西翼较陡，南东翼较缓。根据它们排列形式及有关特征，显示出是受东侧向北和西侧向南的水平相对扭动作用形成的。它们排列的方向与北西一条大的扭性断层的扭动方向一致

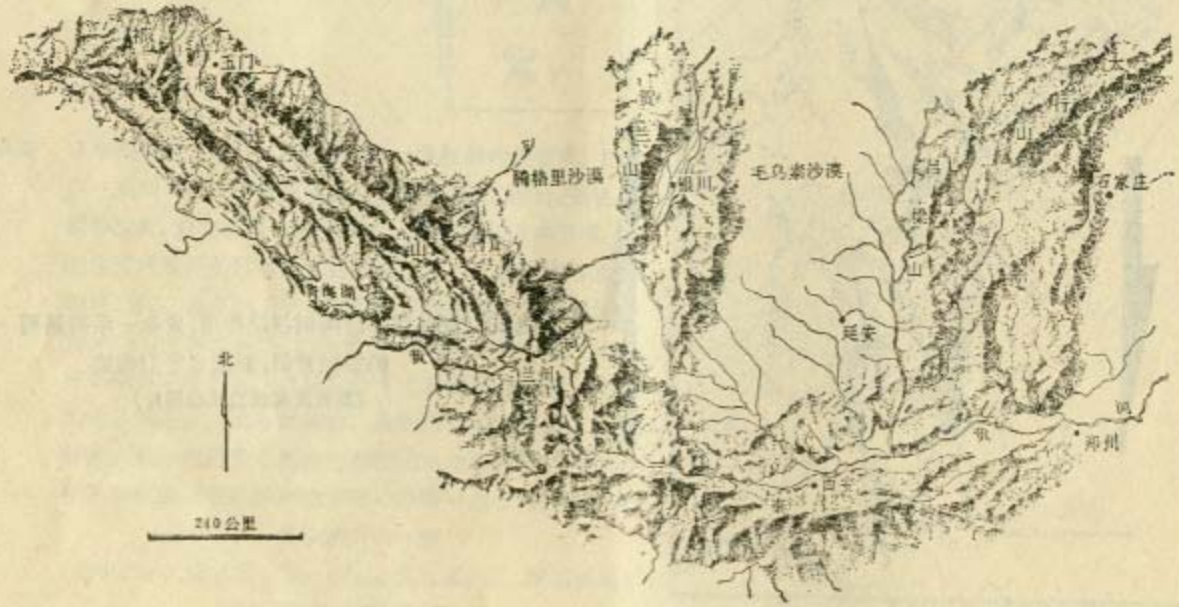
（图中Pt—s，龙山系；D_2—D_{2+3}，泥盆系；C_1，下石炭系）

（据吴磊伯等选用的航空照片）



图 82　泥料试样经两侧扭动作用，发生一系列斜列的短轴背斜，形成多字型构造
（据黄汉纯模拟试验照片）

山字型构造



祁吕贺兰山字型

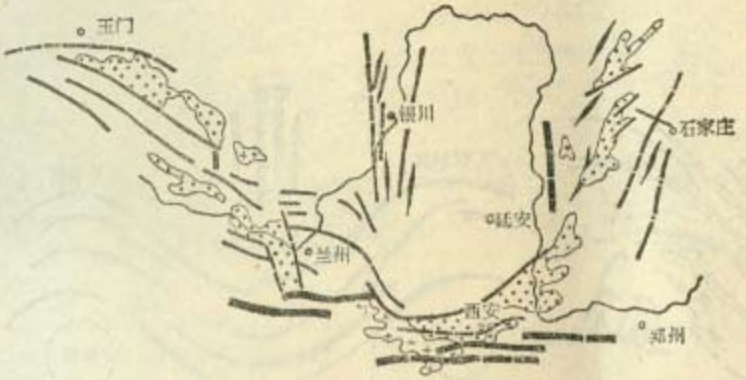
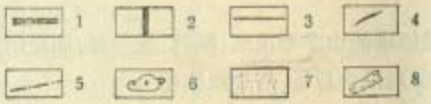


图 83　山字型构造是一种比较复杂的扭动构造型式。它主要由前弧、反射弧、脊柱、马蹄形盾地、反射弧的弧柱或脊柱等成分组成。而最基本的是前弧及脊柱。祁吕贺兰山字型是我国规模最大的一个山字型构造，包括祁连山脉、太行山、吕梁山、秦岭的北麓及贺兰山。其特点是东西两翼不对称，西翼包容了一系列多字型构造成分，前弧与秦岭——昆仑东西构造带斜接复合

（编图根据与图 79 同）



图例说明：1. 纬向构造体系主要构造带；2. 经向构造体系主要构造带；3. 扭动构造体系主要断裂带；4. 褶皱轴或褶皱群；5. 物探查明的断裂带和隆起带；6. 中酸性侵入岩体；7. 中新生代主要沉降地带；8. 多字型盆地。

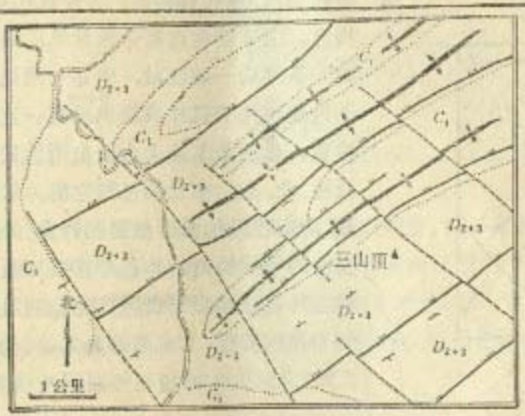


图 84　山字型构造模拟试验结果，产生一系列弧形褶皱组成的山字型前弧、两翼、反射弧，明显的南北向脊柱与前弧绝不相交，其前缘褶皱极弱地段为盾地，两个砥柱明显

（据黄汲纯模拟试验照片）



图 85　广东阳山东北，古母水以西及青莲圩之北，有一显著的北东向构造带，由北东 50°—60° 走向的紧密褶皱及伴随的冲断层及横断层组成，属华夏系构造。在地形上表现为成列的北东向岩溶峰丛，好象波涛一般的展开，呈现一幅壮丽的自然景观



图例说明：

1. 中、上泥盆统灰岩；
2. 下石炭统灰岩；
3. 岩层界线；
4. 岩层产状；
5. 背斜轴；
6. 向斜轴；
7. 冲断层；
8. 横断层；
9. 地表河流。

（平面示意图据吴磊伯、沈淑敏编绘）

帚状构造



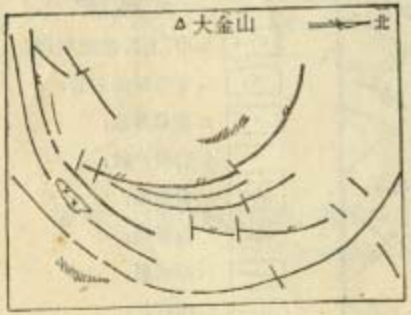


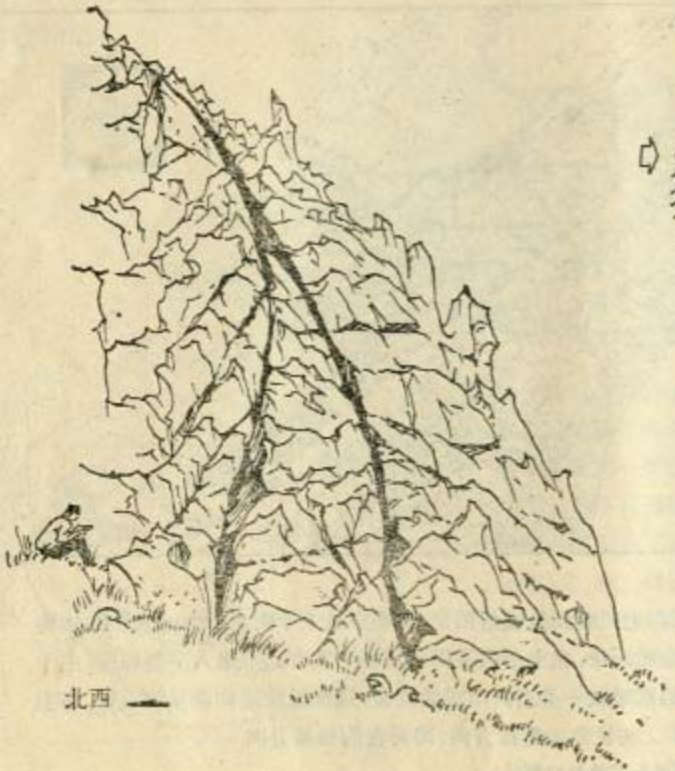
图 86　帚状构造、莲花状构造、涡轮状构造、"S"型或反"S"型构造都属于旋扭构造。而帚状构造则是最常见、最普通的一种旋扭构造型式。它主要由一系列向一端收敛，向另一端撒开的弧形断裂或褶皱群组成。弧形的内侧往往有砥柱或旋涡出现。这种构造形似一把扫帚，因此叫帚状构造。此图是某地大金山由刚性较强的结晶片岩构成一个旋卷构造的砥柱，北、东、南三面包围它的为较柔性的沉积岩，形成一系列向北撒开，向南收敛的弧形扭裂和褶曲，外旋向撒开方向反时针扭动，构成压扭性的帚状构造。并在垂直弧形裂面方向发育张性横断层。这一帚状构造体系在地形上表现得比较明显，大金山高耸于中央，北、东、南三面地形依次降低，形成弧形分水岭、沟谷及放射状横谷，这些沟谷大多数为压扭性断层及横断层出现的所在位置

人字型构造



图 87　在断裂的一侧派生出来的断裂或褶皱，常与主干断裂呈锐角相交，但不穿越主干断裂，形如"人"字，这种构造称为人字型构造。图示为柴达木盆地北西缘，在中生代陆相碎屑岩中发育的一组人字型构造，主干断裂的北东盘出现一系列轴向近于东西的褶皱及一条走向东西的断裂，这些压性结构面互相平行，与主干断裂的交角小于 90°。其锐角尖所指方向，即对盘的扭动方向

（据青海某地航空照片）



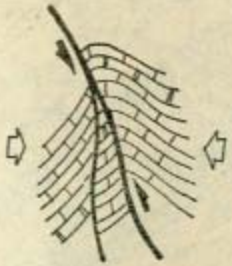


图 88　中石炭系石灰岩中发育一条北东向压扭性断层，在其下侧有一条分支断层，不切过前者，构成“人”字型构造。根据岩层错动情况看，分支断裂属压扭性断裂，其与主干断层所交锐角尖的指向，表示分支断层所在盘的对盘的错动方向
（广东合水潭凌采石场附近）

棋盘格式构造

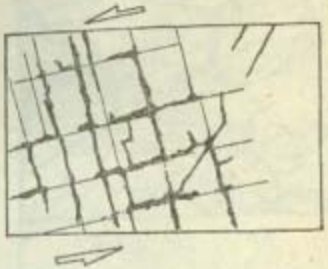
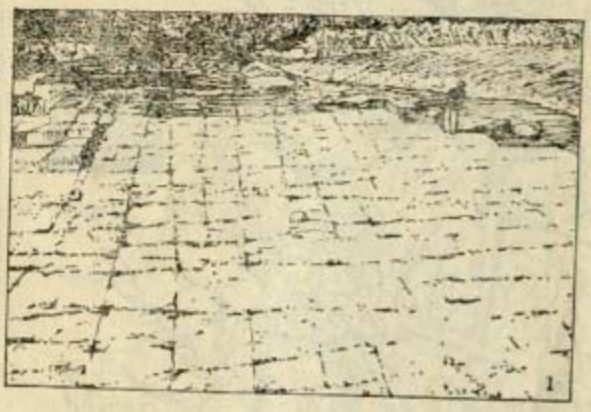




图 89　棋盘格式构造，又叫做网状构造，主要由两组交叉的扭性裂面组成。两组裂面的夹角有的近于直角，有的一方面为锐角，一方面为钝角。这种构造形式的规模大小不一，但不管其大小，两组扭性断裂的错距都不大。图示为黄土高原，由于挽近水平扭动的结果形成两组近于直角的扭裂隙，冲沟沿裂面下切，形成方块状黄土塬棋盘格式构造，多半出现在岩层比较平坦的地区。组成这一构造形式的两组扭裂面，一部分是由于水平挤压作用形成；一部分则是由于水平扭动作用而导生

（据西北某地航空照片）





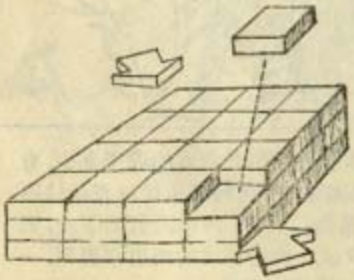


图 90　发育于陕西铜川附近三叠系延长统砂岩中的极为完美的供盘格式构造。两组扭性节理一组走向北 34° 西，向东北倾斜 84°；另一组走向北 55° 东，向东南倾斜 82°，两组裂面近于直角。两组裂面的形成与岩层曾经受过西稍偏北，东稍偏南两个方向的压应力有关

1. 远景；2. 近景。

（据马杏垣于陕西铜川西北后郝家房村附近所摄照片）





图 91　泥饼在方框经过两边相对扭动后所发生的变形。当扭动开始时，差不多互成直角的两组裂缝首先出现，一组与扭力作用方向大致平行，另一组与扭力作用方向大致直交，它们的对角等分线大致与扭力的作用方向成 45° 的夹角，扭动的程度越大，它们之间的两对对角也相差越大，同时在泥面出现的褶皱也加强而且加密；褶皱的方向与扭动方向之间的夹角也越来越小

（据李四光模拟试验照片）

歹字型构造

图 92　歹字型构造，实际上是一种特殊的大型反"s"型构造。它由头部、中部、尾部三部分组成。青藏滇缅印尼歹字型构造就是这类构造的典型实例，规模巨大。图示只是其中的一部分，包括强烈旋扭的头部及具有撒开趋势的中部。地貌显现与构造关系比较明显，头部强烈侵蚀，山高水深，山川水势与一系列弧形旋回带吻合，分水岭狭窄。而中部或靠近尾部由于旋回带逐渐撒开，地势也变得低缓舒展，山势走向也变化较大。尾部则主要是一列弧形分布的岛屿，见下图



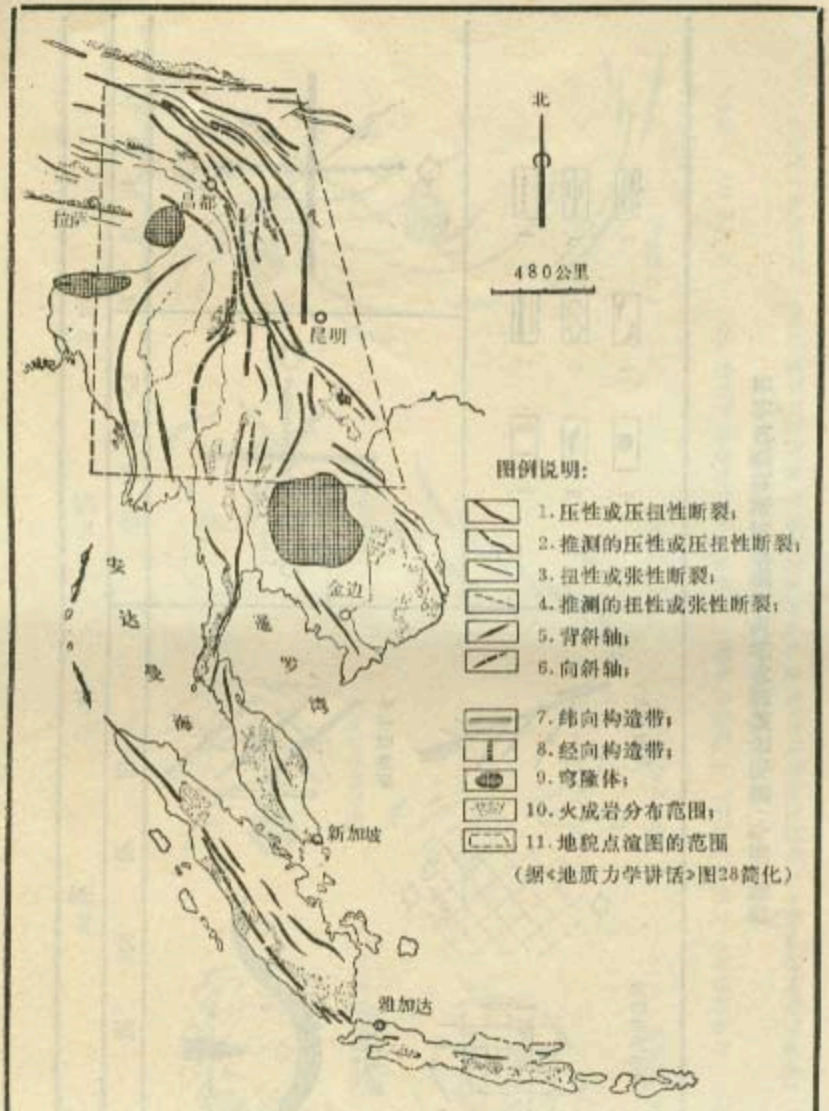
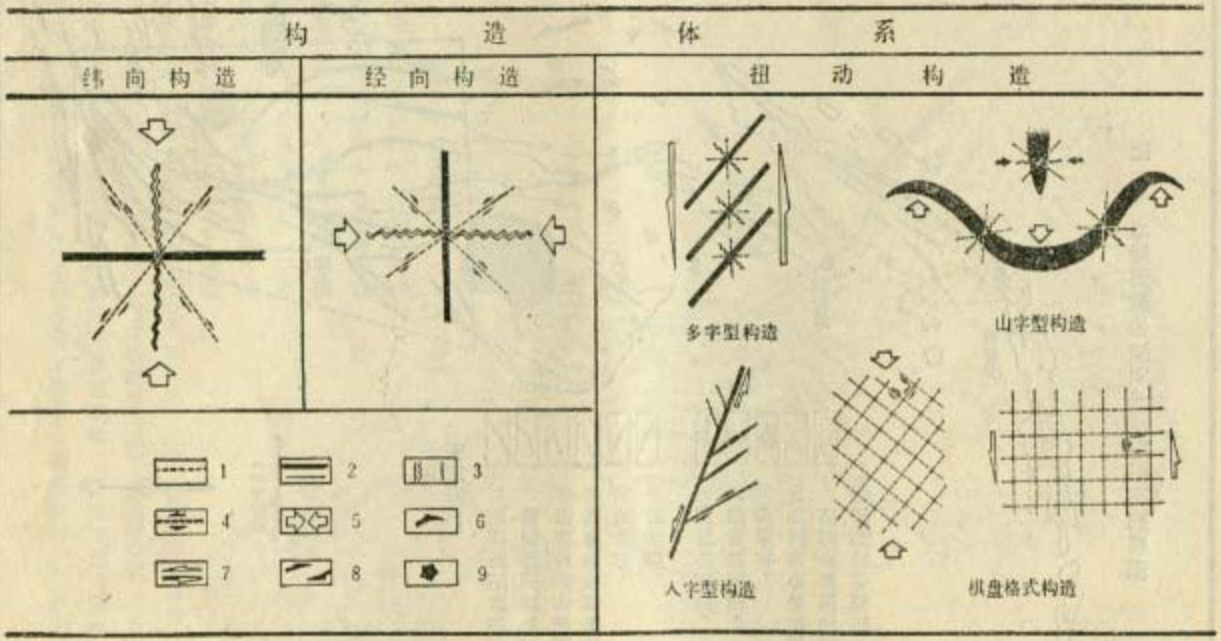
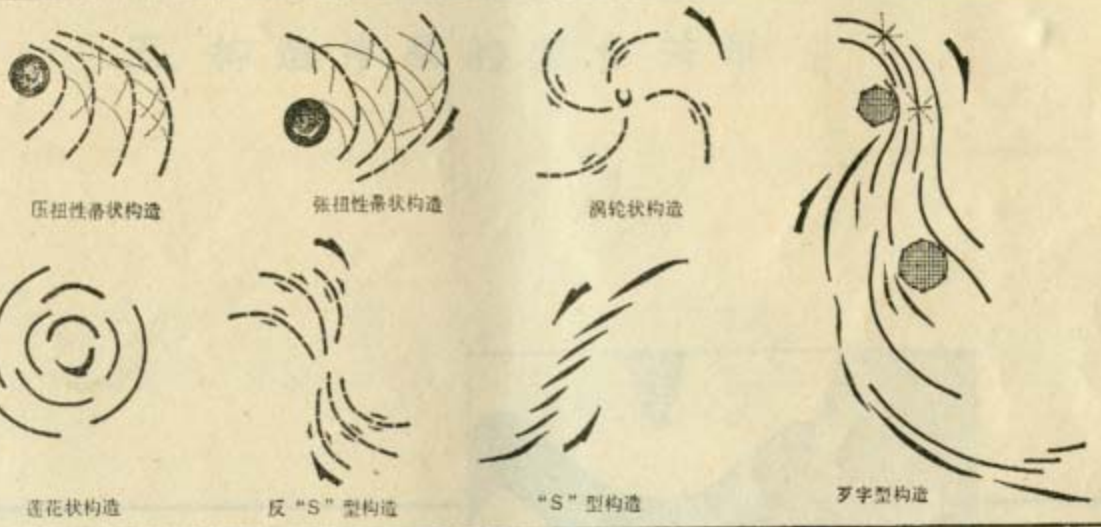


图 93　青藏滇缅印尼歹字型构造体系略图



各种构造体系及构造型式的构造成分示意(平面)图表

扭　动　构　造



图例说明：1.扭性结构面；2.压性结构面；3.张性结构面；4.扭性结构面两盘相对位移方向；5.外力方向；6.扭转；7、8.扭动外力；9.相对稳定地块

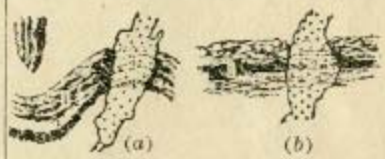
（参考长春地质学院水文地质工程地质系《地质力学在水文地质、工程地质方面的应用》一文的附图1编绘）

五、构造体系的复合关系



复合类型	归并	交	
关系	较新的构造形迹，迁就、利用已有的构造成分，使较老的构造成分略受改造而归入新的体系，这种现象称为归并	1.重接： 两组构造带走向一致，互相重合，很少改变各自的形态面貌，称为重接	2.斜接： 两组构造带走向相近，交叉角度较小，各自保存原有走向形态称为斜接
特点	新构造成分利用或迁就老的构造成分而发展	两组构造重合，既不加强也不减弱	斜交角度小于45°，局部重合
图示			
图示说明	张裂隙迁就利用二组扭裂隙(1)发育成追踪裂隙(2)这种现象属于归并	经向构造(2)与山字型的脊柱重合，互相不改变	纬向构造带(1)与山字型构造的反射弧挤压带(2)斜接

构造体系的复合关系示意图表

接		包　　容	重　　叠
3. 反接： 两组构造带走向差别较大或近于垂直相交，各自保存原有走向及形态的称为反接	4. 截接： 两组构造成分互相交切称为截接	一个构造体系范围内的地块或岩块中，存在另一个没有成生联系的构造体系（全部或局部）这种现象叫做包容	较新构造成分的下部存在另一构造体系的全部或部分。较老构造成分可以被抬起或掩埋，因此原有的形态可能更明显，也可能更隐蔽
两组构造斜交角度大于 45°	一组构造切断另一组构造	包容或被包容的两组构造成分，必须是不同构造体系（即没有成生联系），被包容的构造可以是较新的，也可以是较老的构造体系	两组构造重合，但有影响，或加强或减弱，也可以被掩埋
			 (a)　(b)
新华夏构造（1）与纬向构造(2)反接	一系列新华夏压性断裂（2）切割横恒的纬向构造(1)	山字型构造体系的东翼反射弧褶压带（1)内包容了不完整的弓状构造(2)	a. 山字型构造(1)的东翼反射弧与北北东向陷坳(2)重叠。b. 纬向构造褶皱带(1)的部分与北北东向坳陷带(2)重叠