

地质力学基础知识讲座



第五讲 构造体系的类型

武汉地质学院地质力学系

郭文蓉

构造体系的概念是通过实地观测、总结了各种构造类型，特别是总结了扭动构造型式的规律性和普遍性的基础上产生的。在某种意义上说，构造体系是一个抽象概念，而具有独特形态的构造型式才是具体的东西。因此，可以说构造型式是构造体系的具体化，构造体系是构造型式的概括和总结。通过鉴定构造型式才能认识构造体系。

具有独自形态特征的构造体系的具体表象，称为构造型式。例如，一个构造体系的总体几何形态象汉文的“山”字，我们形象的称之为山字型构造；若象个“多”字，则称之为多字型构造，其他还有棋盘格式、人字型构造等等。但是，必须指出这些构造型式的划分并非仅据其几何形态，而是依据不同构造型式所反映的力学本质——构造应力场的差异而区分的。每种构造型式都是一幅应变图象；同一类型的构造体系，尽管在规模、形态、变形过程等方面可能有很大区别，但由于是同一方式构造应力场的产物，所以在总体组合形态上应变图象基本一致，符合一定的标准型式。这个标准型式即是我们所说的构造型式。

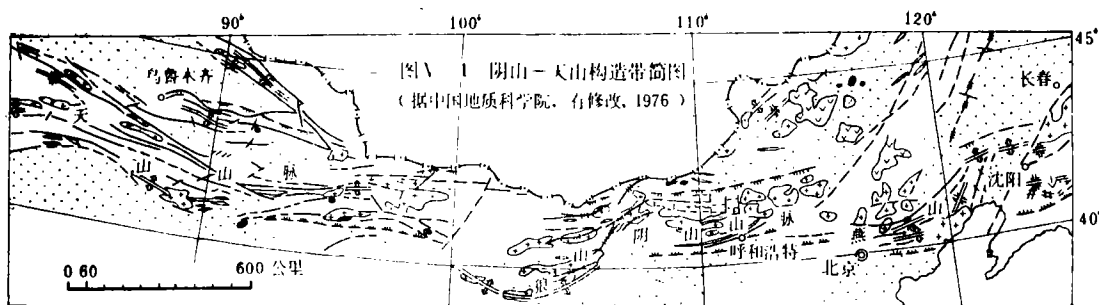
构造体系可以归纳为三大类型，即巨型纬向构造体系、经向构造体系和扭动构造体系。现仅就几种基本类型概略介绍如下。

一 巨型纬向构造体系

这种构造体系规模宏伟、构造复杂、沿纬向伸展、有悠久的历史，并具有全球性。但就区域意义来讲，每个东西向构造带都可以作为一个独立的体系看待。

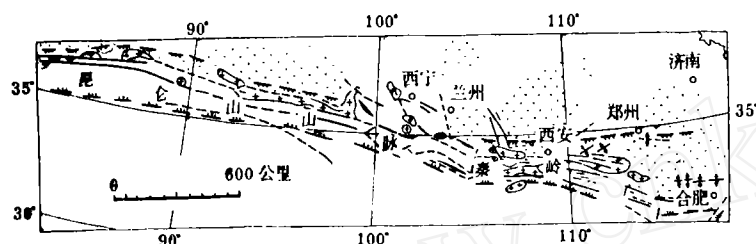
1. 巨型纬向构造体系的展布 属于这种构造体系，在我国境内发育较为良好者有三个，即阴山—天山纬向构造体系（图V—1）、秦岭—昆仑纬向构造体系（图V—2）和南岭纬向构造体系（见图V—6）。前两个构造体系在地貌上表现得极为明显。第三个构造体系在地貌上不如前二者明显，但经多年物探工作、特别是航磁测量，在很大程度上可以证实地壳表层下部、乃至以下的岩层确实构成一个东西向伸展的隆起带；带内一些花岗岩体总串联面方位亦大致呈东西向延展，还有许多东西走向的构造形迹片断断续存在都证明南岭纬向构造体系的存在。这三个巨型纬向构造体系之间，又分布着若干东西向的构造亚带。此外，在我国海南岛地区也有纬向构造带展布；在 50° 左右还有一个带。

近几十年来，发现纬向构造带不仅在我国范围内展布，而且具有全球性。如与我国



图V-1 阴山—天山构造带简图
(据中国地质科学院, 有修改, 1976)

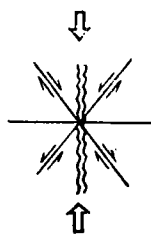
纬向构造带范围 走向东西的主要断裂及伴生横张断裂 挤压带 复背斜 复向斜
 褶皱群走向 酸性侵入岩 基性—超基性侵入岩 新生代喷出岩 中—新生代盆地



纬向构造带范围 走向东西的主要逆断层带及伴生的横向断层 其它扭动构造体系逆断层 挤压带 中—新生代盆地 复式向斜
 褶皱群走向 复式背斜 酸性侵入体 基性—超基性侵入体

图V-2 秦岭—昆仑构造带略图

阴山—天山纬向构造体系相对应的纬度部位在国外有门德西诺断裂带(大扭裂带); 与我国秦岭—昆仑纬向构造体系相应的有摩利断裂带; 与海南岛地区对应的有克拉里昂断裂带等。



图V-3 纬向带力学分析

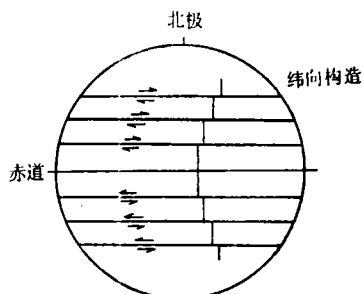
2. 基本特征 构造组成: 纬向构造体系的主干构造主要是东西向的压性构造, 常表现为复杂、剧烈的挤压带; 同时伴有与其斜交的扭性构造、与其直交的张性构造及其他低序次的构造(图V-3)。

形成方式: 所有组成这种体系的构造成分尽管其形态、方位、规模、性质不尽一致, 但其综合应变图象都反映着是遭受南北向强烈挤压的结果(见图V-3)。此外, 还有东西向的平移, 尤其是北半球东西向构造带的南面常有巨大的平错断裂; 平错的方

向是南盘相对向西, 越接近赤道这种平错错距越大。在南半球, 东西向构造带平移方向与北半球相反(图V-4)。在太平洋底(主要是硅镁层)大断裂几乎看不到挤压特点, 而是巨大的平移断裂。李四光同志特别强调在 10° 和 5° 之间的大断裂发现巨大平移运动的事实。它反映了地壳

上下层之间相对运动方式、方向的不一致。

等距分带性: 巨型纬向构造体系出现在一定的纬度上, 并具有明显的分带性, 带与带之间大约相隔 8° 左右。例如, 阴山—天山巨型纬向构造体系位于 $40^{\circ}31' \sim 42^{\circ}30'$ 之间, 秦岭—昆仑巨型纬向构造体系位于 $32^{\circ}30' \sim 34^{\circ}30'$ 之间, 南岭巨型纬向构造体系位于 $23^{\circ}30' \sim 25^{\circ}30'$ 之间, 海南带位于 $18^{\circ} \sim 20^{\circ}$ 之间。



图V-4 纬向带的东西向平移示意图

活动历史悠久：巨型纬向构造带经历了长期复杂的历史演变过程，带内从太古代至中、新生代，乃至更新的地层有多次长期活动的记录。

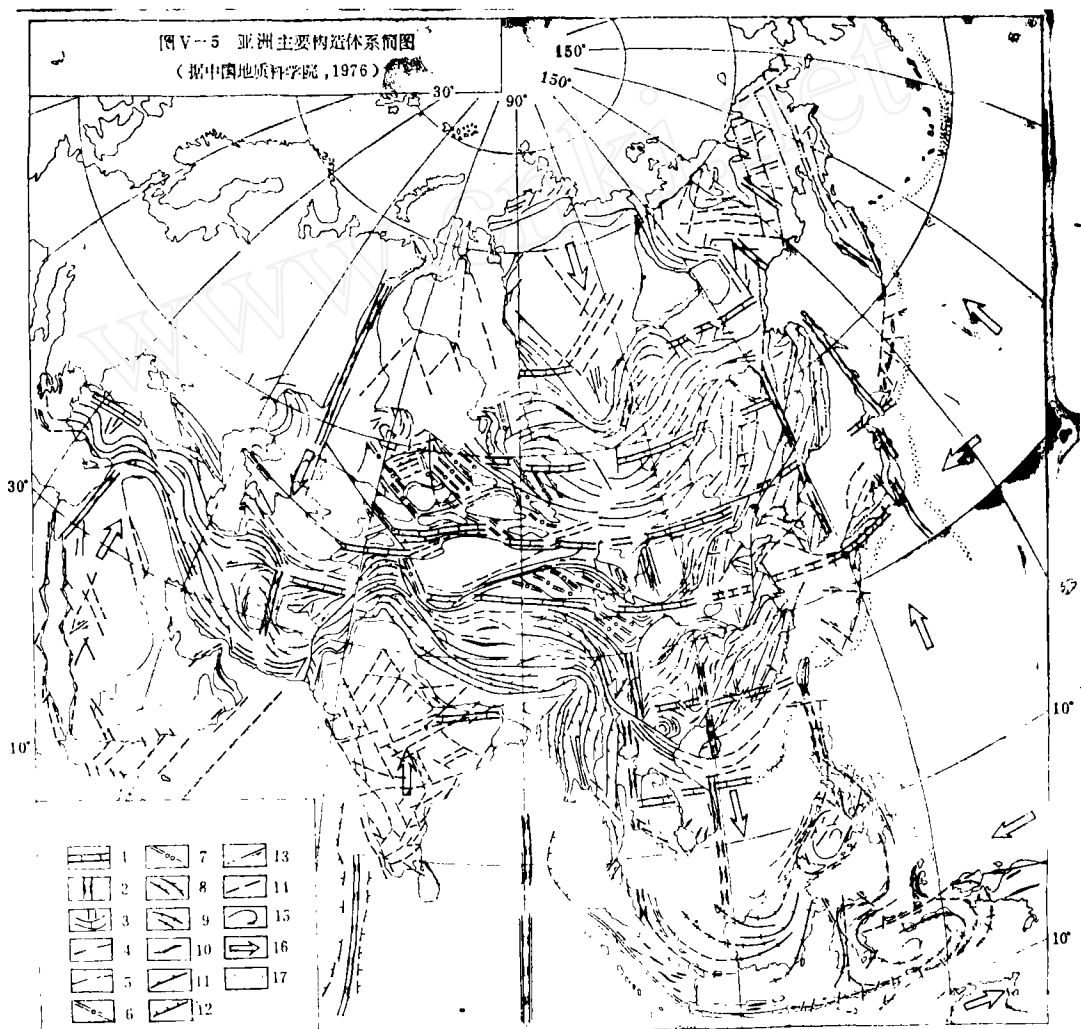
控矿作用：这种构造带根基很深，影响地壳厚度也大，加之前述各特点，一些重矿物和稀散矿物易被翻卷到地壳的上部，因此，常构成巨型成矿带。以我国为例，这些地区是寻找贵重、稀有、分散元素和多金属矿产资源具有战略意义的场所。

广泛性：巨型纬向构造体系不仅在大陆壳上异常醒目的存在，而且在大洋底也有踪

迹，构成环绕地球的带状构造，其长可达数千公里、宽几十至上百公里，影响深度可达莫霍面。它出现在地壳上的情况如图V—5所示。

二 经向构造体系

这种构造体系的主干构造成分的分布方向大体上与地球经度一致，且不属于其他构造体系的组成成分之构造带。它由走向南北、性质不尽相同的构造形迹所组成。这样的构造带被称之为经向构造体系或南北向构

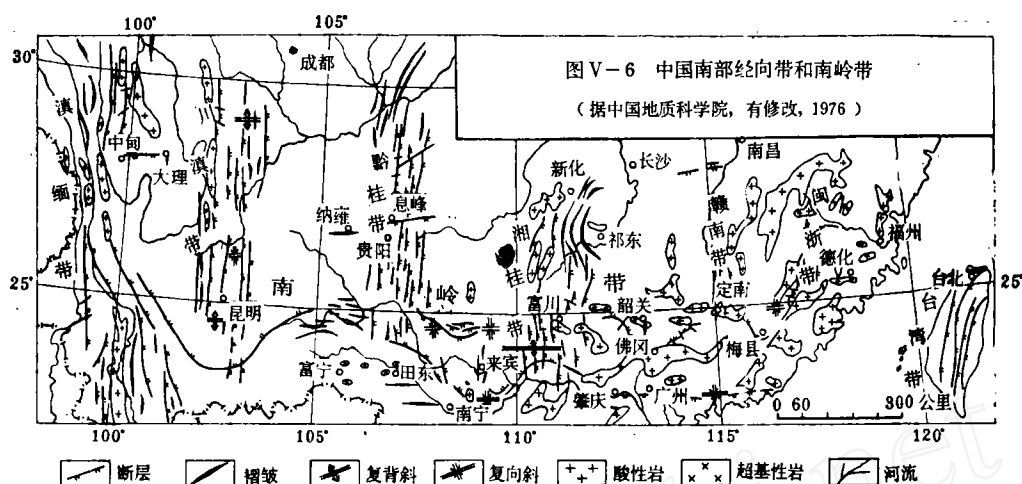


- 1—纬向构造体系；2—经向构造体系；3—山字型构造体系；4—华夏系；5—新华夏系；6—西域系（古河西系）；7—河西系；8—夕字型构造体系；9—旋卷构造体系；10—褶皱轴线；11—压性断裂（锯齿表示断面倾向）；12—张性断裂（锯齿表示下降盘）；13—扭性断裂（箭头表示相对位移）；14—推测及隐伏断裂；15—旋卷构造中心部分扭动方向；16—亚洲地区相对运动主要方向；17—深海沟

造带。

1.展布情况 在我国最为显著而强烈的

南北向构造带出现在秦岭以南,尤以西南地区最发育(图V-6)。



这些构造带有:

滇缅经向构造带:大致展布于东经 $98^{\circ}\sim 100^{\circ}31'$ 之间,位于我国四川省和云南省的西部。主体是由一系列南北向复式褶皱和冲断带组成。

川滇经向构造带:大致展布于东经 $102^{\circ}\sim 103^{\circ}30'$ 之间,位于我国四川省和云南省中部,以大雪山、贡嘎山、大一小凉山和滇中走向南北的褶皱山系为主体。

黔桂经向构造带:大致展布于东经 $106^{\circ}30'\sim 108^{\circ}30'$ 之间,位于我国四川省东部和贵州省东部,向南延伸到广西西部,由一系列走向南北的单式和复式褶皱及其相伴的压性断裂所成。

湘桂经向构造带:此带东西展布范围较宽,位于东经 $110^{\circ}\sim 113^{\circ}$ 之间。主体在湖南中部和广西东部地区,由南北向褶皱、穹窿及南北向压性、压扭性断裂组成。

闽赣台澎经向构造带:位于东经 $115^{\circ}\sim 120^{\circ}$ 之间,分布比较散漫。主体在江西省南部赣州以东和福建地区,向南延入台湾西部及澎湖列岛一带,更南至吕宋岛。主要由走向南北的挤压性断裂带及褶皱、和一部分燕山期花岗岩体所组成的岩带构成。

除上述五条外,在秦岭以北还分布着几条规模小、连续性差而又不太显著的南北向构造带。它们是:贺兰山经向构造带,位于

东经 $105^{\circ}\sim 107^{\circ}$ 左右,吕梁山经向构造带,位于东经 $110^{\circ}30'\sim 112^{\circ}$ 之间,南太行山经向构造带,位于东经 $113^{\circ}30'\sim 115^{\circ}$ 之间,牡丹江—老爷岭经向构造带,位于东经 $127^{\circ}\sim 131^{\circ}$ 之间。

分布在我国境内的经向构造体系主要是由压性或压扭性构造带组成,个别地区有少量纵张性结构面间夹其中。就其分布规律来看,大体反映出北弱南强、东弱西强的趋势;从生成时期来看,也有西部较早、往东渐晚的趋势。

2.基本特点 构造组成:大部分经向构造体系的主体是走向南北的挤压带,由单式或复式褶皱及压性断裂、挤压片理等组成。一般还伴随有与其垂直的张断裂及斜交的两组扭断裂(图V-7)。

形成方式:经向构造体系既可表现为挤压性的,又可表现为巨大张裂性的。据最近资料,经向构造体系也有平移现象。这些现象都说明,其形成作用方式是由于东西向平衡的和不平衡的挤压或引张作用之结果。

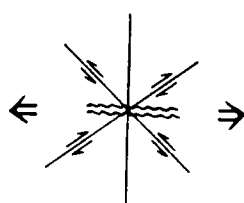


图 V-7 经向带力学分析

等距分带性:经向构造带的等距分带性

虽不如巨型纬向构造带那么明显，但经向带在地球表面的分布还是有规律的。从亚洲地区看，最显著的三条巨型经向带是乌拉尔、川滇泰马和库页岛，其间有明显的等距性，间距大约为经度 40° 。我国境内的经向带大约保持经度 $4^{\circ}\sim 5^{\circ}$ 的间距，等距性也很明显。但这还不能说明它在全球的分布规律，仍有待进一步探索。

发展历史长久：这种构造带的形成和发育时间自古生代甚至更早，直到新生代都有活动的迹象。

岩浆活动: 极为活跃, 常构成侵入带和喷发岩带。从其中的基性—超基性岩之广泛分布看, 经向构造体系也影响到地壳的深部。它对矿产具有很重要的控制作用, 近年来, 在该带内发现了许多重要的金属矿产, 也证明了这一点。

分布广泛：这种构造除在我国大陆壳上展布外，在世界各地（包括大洋底部）同样存在着。巨大的经向构造带有压性、压扭性的，也有张性或张扭性的。例如，巨型压性经向带有乌拉尔经向构造带、川滇泰马经向构造带、库页岛—伊豆经向带、堪察加经向带、科迪勒拉—安第斯经向构造带（其性质为压扭性）。此外还有东非大裂谷、欧洲西部隆河河谷、莱茵河谷，直到斯堪的纳维亚大断裂等等（见图V—5）。

综上所述, 纬向构造体系与经向构造体系是由南北向和东西向的平衡与不平衡的挤压或引张运动形成的。推动这种运动的力量来源于地球自转速度的变化。因此, 它们反映了全球性的构造骨架。

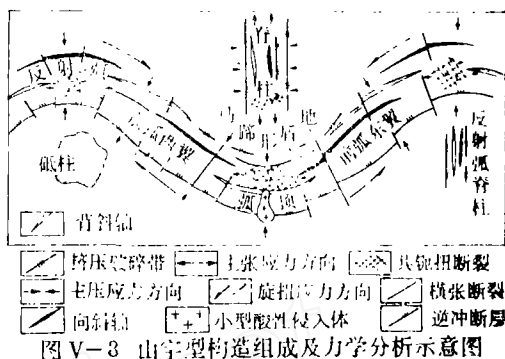
三 扭动构造型式

这类构造体系比较普遍，在我国发育良好者有山字型、多字型、棋盘格式、入字型、旋卷构造。兹将这几种类型分别介绍如下。

1. 山字型构造

(1)组成特点:这一类型的构造体系的共同组成特点,一是有向南(偶尔有向西)凸出的、挤压性的弧形折带叫做前弧;二是它的两翼,经常显示反向弯曲的形象,叫做

反射弧；三是在前弧后面（即凹面）的中间部分，经常有若干直线形的挤压性折带集中的出现，往往占据前弧两翼和两端反射弧的对称位置，其中间的主要折带一般正对着前弧的顶点，但绝不达到前弧即行消失，这些



前弧后面的直线形折带叫作脊柱，四是在脊柱与前弧之间，一般存在着比较平坦或褶皱极为轻微的地块叫马蹄形盾地或盆地（图8）。所有这些挤压折带中，经常有与其各部分垂直的平错断裂及斜交的切断裂存在。

(2)分布情况：山字型构造，在我国境内可以肯定的大大小小将近几十个，其中规模最大的是祁吕贺兰山字型，其次是淮阳山字型。此外，还有粤北山字型、广西山字型、滇北山字型等，它们对南岭纬向构造带起了极为显著的干扰作用（图V—9），对南岭一带重要矿产的分布也起了重要的控制作用。

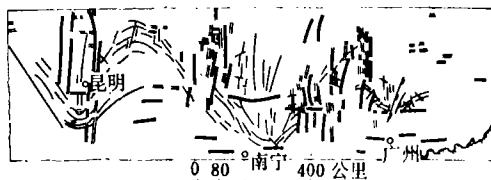


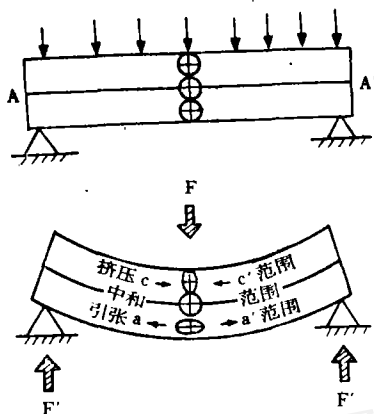
图 V-9 南岭纬向构造带中的山字型构造展布

我国大部分山字型构造的雏型, 约在侏罗纪初期开始出现, 到侏罗纪末期基本形成; 有些构造体系至今还有活动的迹象。

在国外也发现了不少山字型构造,如欧亚山字型、伊朗—阿富汗山字型、美洲辛辛那提山字型、托罗斯—阿拉脱利亚山字型等。

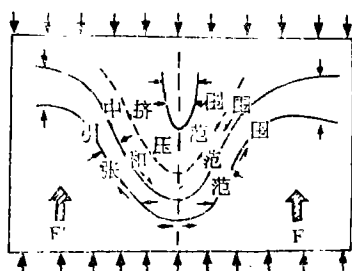
目前所发现的山字型绝大部分前弧都向南突出,其脊柱呈南北向伸展。此外,在我国发现的祁阳山字型 and 南美的巴西山字型弧顶是朝西的。

(3)形成的力学原理:根据模拟实验和理论分析认为,山字型的形成原理相当于一块平板梁的弯曲(图V-10)。一组力作用



图V-10 横梁弯曲示意图

于平板梁则其将发生弯曲。AA'范围以上处于挤压状态,以下受到引张,AA'为一中和面,实际上它也代表了一个区域,即相当于马蹄形盾地部位(图V-11)。这样,利用平板梁代替山字型形成的几何机理,反映了

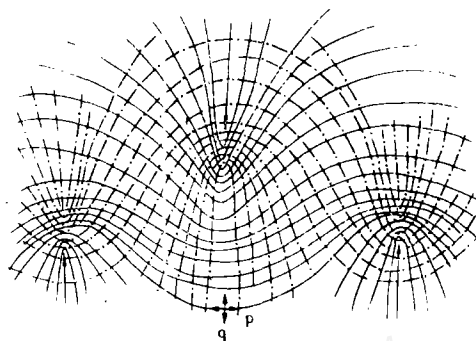


图V-11 山字型构造应力场示意图

山字型受力的整体性。地壳表层山字型构造其负荷作用的方向,一般由高纬度向低纬度,在某些场合是由东向西方向。山字型的应变图象与光测弹性模拟实验所得出的山字型应力轨迹图也有很大的相似性(图5-12)。此外,用泥料也可以再造出与自然界的山字型相似的形象。

值得说明的有两点:

①脊柱一般是上宽下窄,可以无限接近前弧,但绝对不能穿过弧顶,这是符合平板梁解释的。



图V-12 山字型构造应力场
箭头示外力作用方向;虚线示最小主应力轨迹线;
实线示最大主应力线

②马蹄形盾地部位,应力作用微弱,这仅是对山字型构造本身而言,原有地块上的构造形迹或后期改造的形迹都不能属于山字型组成部分。

(4)控矿作用:一般地说,山字型构造的前弧和反射弧,脊柱和两翼的褶皱轴部及断裂交叉部位,常是内生矿产富集的有利地带。尤其是在前弧的弧顶和反射弧曲度最大的部位,由于放射状张性或张扭性断裂发育,开放性好,易于岩浆活动和矿液赋存,从而有利于大型矿产的形成。在马蹄形盾地、反射弧盾地和前弧两翼为负向构造时,如盆地、槽地或向斜等,常有利于沉积矿产,如煤、石油、钾、磷、锰、含铜砂岩等的保存和生成。淮阳山字型构造体系对矿产的控制关系就可以充分说明这一点(图V-13)。山字型构造对矿产有一定的控制作用,决不等于所有的山字型构造都有同样矿床,还要考虑其它许多因素。

2.多字型构造 多字型构造是一种最常见的构造型式。

(1)组成特点:它是由一系列大致相互平行的压性或压扭性构造形迹及与其基本直交的张性或张性兼扭性断裂组成。两者构成的形象似汉文的“多”字,故称作多字型构造。此外,和多字型构造两组主体构造线相伴生的,还有两组扭性断裂,一组和扭力角距较小的扭裂面,往往兼有张性;另一组和

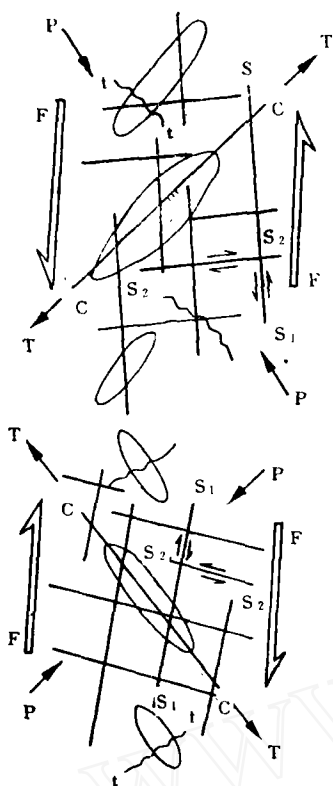


图 V-15 多字型构造的组合特征和力学分析
FF-扭力; PP-压应力; TT-张应力
CC-挤压面; tt-张裂面;
S₁S₁、S₂S₂-扭裂面

V-16) 由千岛群岛、日本岛、琉球群岛、台湾、吕宋、巴拉望并由北东向南西穿过加里曼丹的诸山脉组成第一个隆起带。紧靠这个隆起带的东边为一连串弧形深海沟。这个隆起带以西是鄂霍茨克海、日本海、黄海、东海、南海所淹没的沉降带。往西又出现朱格朱尔山脉、锡霍特山脉、张广才岭、老爷岭、长白山脉、狼林山脉及辽东半岛、朝鲜半岛、山东半岛的诸山脉，淮阳丘陵地带和武夷、戴云等山脉组成第二个隆起带。再往西是一个沉降带，构成黑龙江下游流域、松辽平原、华北平原、江汉平原等构造盆地，直到北部湾。再往西为第三个隆起带，即大兴安岭、太行山、湘黔边境诸山脉。这个隆起带往西又有一沉降带，因阴山和秦岭所隔，形成呼伦贝尔—巴音和硕盆地、伊陕盆地和四川盆地。

这一巨大的多字型构造，显然是由于南

北向力偶作用造成的。众所周知，太平洋基底为硅镁层，它比由硅铝层构成的中国大陆牢固的多，当中国中部受由北向南的挤压时，太平洋底相应就给了它一个由南向北的阻力，构成了力偶，因而形成中国东部一系列的新华夏构造体系。

新华夏系隆起和拗陷的特点是每个隆起带西侧缓、东侧陡，反映在剖面上为一个拖褶皱，指示了地表由西向东，下部由东向西的扭动。如果将隆起和拗陷看作大背斜、大向斜的话，那么它们的轴面一律向东倾倒，构成剖面上的巨型多字型构造。另外，新华夏系的沉降带还反映出越向东沉降幅度越大的特征。

②华夏系：在中国东部还有一系列北东45°左右走向、呈雁行排列的挤压带，其形成时间大致在古生代，称之为华夏系。

从白垩纪—第三纪形成的北东45°左右走向的挤压带一般称叫华夏式。这个问题目前仍有争议。

③河西系：与新华夏系遥遥相对的河西系，展布于中国西部甘肃、青海一带。近年

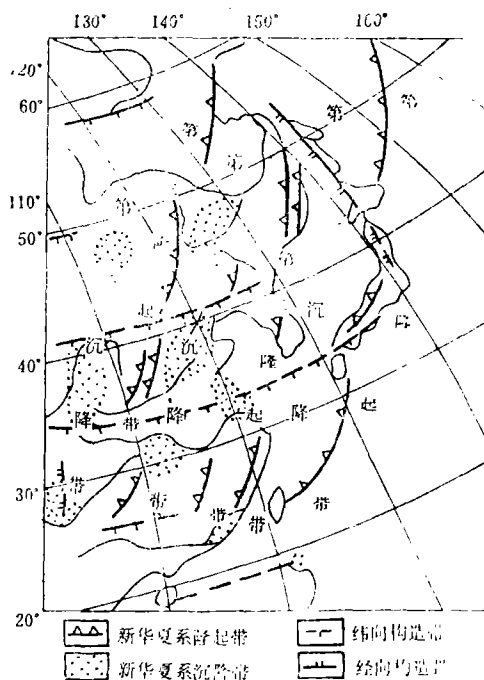


图 V-16 我国东部的新华夏系分布示意图
(据地质力学研究所)

发现它并不限于中国境内。河西系是由一系列北北西($330\sim 345^\circ$)向的呈雁行排列的挤压带组成,形成时间与新华夏系近似。此外,还发现一组由北西西($55\sim 65^\circ$)走向的隆起褶皱带构成的挤压带,与中国东部的华夏系形成时间相对应,称之为西域系。

(4) 控矿作用: 由于多字型规模大小不一,因此,对矿产控制的作用、意义也不尽相同。一般来说,大型多字型构造往往控制成矿带。如我国新华夏系的一级隆起带控制着大量内生金属矿床的分布,素有“太平洋成矿带”之称。而它的一级沉降带,则又控制一系列油气盆地的含油带。低级别、低序次的多字型构造往往具体控制矿区、矿田、矿床乃至矿体、矿脉的展布和赋存状态。

由于多字型构造在平面上、剖面上均可出现,而且组成多字型的各个构造成分之间往往多具等间距性斜列出现,所以利用这个特点,可预测找矿,合理布置勘探工程,这方面成功例子很多,不一列举。

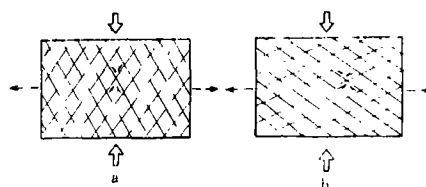
3. 棋盘格式构造(网状构造)

(1) 组成特点: 它由两组共轭的互相交叉的扭断裂组成。两组扭断裂面之间的夹角,一般为直角或近于直角,把岩块或地块切割成方块。但也有不成直角者,则把岩块或地块切割成菱形块状。好象棋盘或网状,组成棋盘格式构造的两组断裂之力学性质,一般为扭性,但也有时一组以扭为主兼有压性,一组以扭为主兼有张性的场合。

棋盘格式构造,一般在地层比较平坦的地区发育较好,有时控制着河流的流程、地面形状,甚至大陆的轮廓,如印度半岛、非洲大陆的边沿就是受X断裂控制的。有时两组扭裂面发育不均一,甚至其中一组完全不发育也是可能的。

(2) 形成的力学原理: 通过试验证明,单向压缩或单向拉伸及直线扭动作用下均可形成棋盘格式构造。

在单向压缩或单向拉伸作用下形成的棋盘格式构造,一般认为两组交叉扭裂面之间所夹的锐角,大都对着主压应力方向(图V—17a)。但岩层在塑性形变的条件下,地应力作用时间持续较长且强烈挤压时,可使原来的锐角逐渐偏转为钝角(图V—17b。)

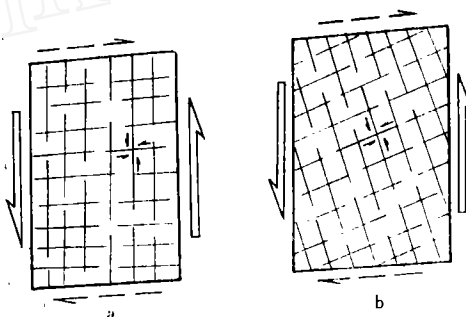


图V—17 单向压、拉作用下产生的棋盘格式构造示意图

在这种情况下,两组扭裂面往往兼有一定压性特点。

在直线扭动下所形成的棋盘格式构造如图V—18所示,两组扭裂面往往是一组以扭为主兼有压性,一组以扭为主兼有张性。

(3) 展布情况 棋盘格式构造在地壳上发育相当普遍,根据它的两组扭裂面之走向方位,最常见的可分为两种情况,一是由走向北东和北西两组扭裂面组成与东西和



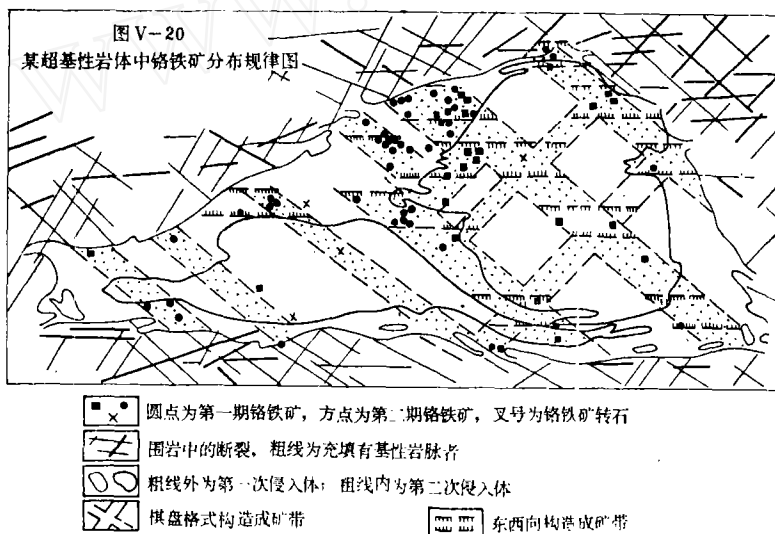
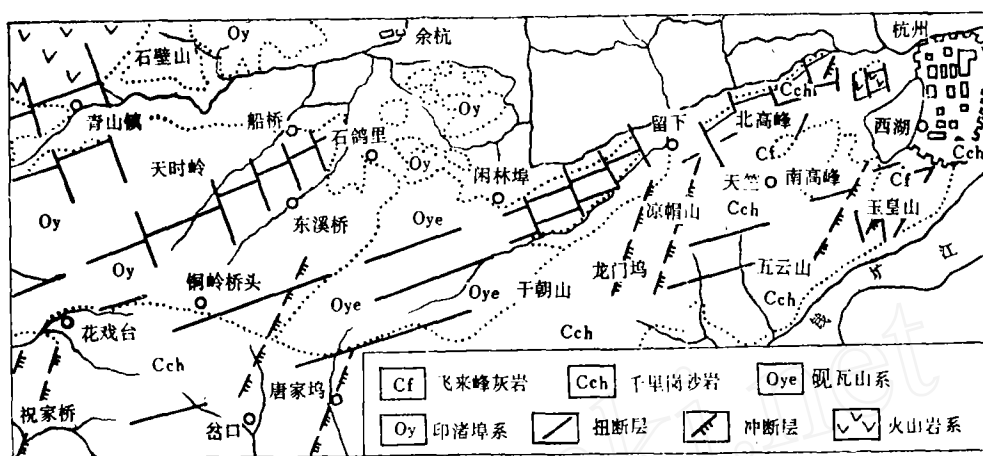
图V—18 直扭作用下产生的棋盘格式构造示意图

南北向挤压有关;二是由走向北北西和北东东或北北东和北西西两组扭裂面组成。它们大多与区域性南北向直线扭动作用有密切关系;偶而也会出现东西向和南北向两组扭裂面的组合,但这种情况少见。

整个东亚地区出现的棋盘格式构造,主要由新华夏系伴生的北北西向(大义山式)及北东东向(泰山式)两组扭裂面组成。它们在我国东部和南部,特别是东南沿海地区经常出现,如杭州西部的闲林埠、天竺地区(图V—19),在古生界里发育了棋盘格式构造。

这一类型的构造型式在世界其它地区发育也相当普遍,如朝鲜、日本、印度、法国、美国等都有。

也常受其控制,形成网状矿脉,尤其在两组扭裂面交叉处更易形成矿的富集地带。另外,某些含矿岩体,也经常沿两组扭裂面交叉处侵入或喷出。图V—20为某超基性岩体中铬



就是一个人字型构造。

①主干断裂一般是扭性结构面，也有扭性兼压性或扭性兼张性的断裂，它们可以呈直线状，也有呈弧形的。

②分支构造可以是断裂，也可能是褶皱或节理、劈理、透镜状构造等，但都是主干断裂派生的低序次构造形迹。它们随距主干断裂渐远而逐渐变得微弱以至消失。如果主

干断裂呈弧形，分支构造也跟着转动方位。根据主干断裂旁侧分支构造的力学性质及其与主干断裂所夹锐角的指向，可以判断主干

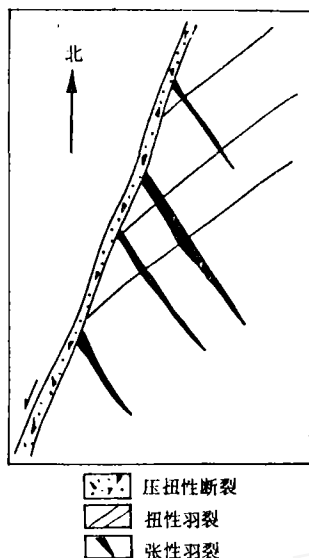


图 V-21 某铜矿区断裂构造示意图

断裂两盘的相对扭动方向，基本上有两种情况：

一是当分支构造为压性或压扭性构造痕迹时，分支构造与主干断裂所夹锐角的指向，表示分支构造所在盘的对盘的错动方向。如郟城附近的入字型构造（图V-22）在主干

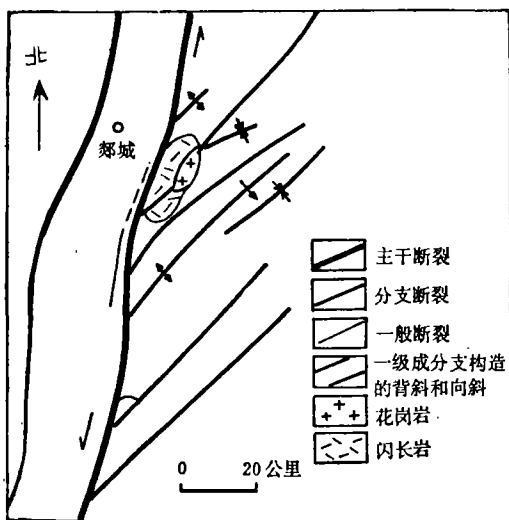


图 V-22 郟城附近入字型构造

断裂带的东侧发育着一系列轴向近东北向的褶皱和分支断裂，它与主干断裂组成了一个入字型构造。这个入字型构造反映了主干断裂的南东盘相对往北东方向错动了。

二是当分支构造为张性或张扭性构造痕迹时，分支构造与主干断裂所夹锐角的指向表示分支构造所在盘的错动方向。图V-23是著名猿人化石产地兰田附近发育的一个入字型构造，主干断层叫铁炉子断层是一条规模较大、延伸远、走向近东西的走向断层，沿断层有宽达数十米至数百米（二百米）的糜棱岩带，其性质为压性兼扭性的。主干断层附近有一系列分支构造，为张扭性的断裂，与主干断层相接，但绝不过穿越主干断

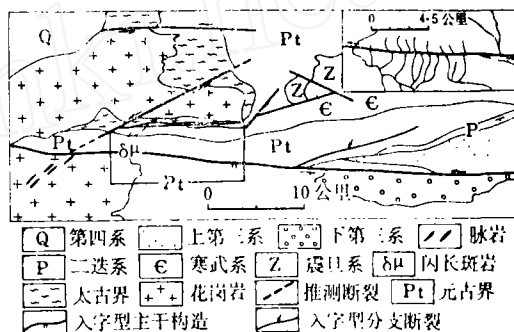


图 V-23 陕西兰田县东南的入字型构造

层。从被主干断层切割错动的老第三系的对应关系来看，显示北盘相对向西移动数公里，更新的继承性平移活动表现在现代水系常剧烈折向变位，尤其以兰桥镇至大荆镇表现更为突出，一系列南北向迳流，无例外的沿主干断层呈S型弯转。证明自水系形成以来的最新地质年代中，断层又发生显著平移，平移方向和较老地质年代一样，仍是北盘向西，水平断距达数百米。这说明张扭性分支断裂与主干断裂所夹锐角的指向，表示分支构造所在盘的错动方向。

另外，还有一种情况，在野外也是经常见到的，当分支构造为纯扭性断裂时，一般有共轭的两组，这时可利用共轭扭裂面相交的锐角等分线与主干断裂所交锐角的指向表示所在盘的错动方向。不过当这两组扭裂面的力学性质转化为张扭性或压扭性时，就又可归属到上述两类来判断错动方向了。

(2) 形成的力学原理：入字型构造型式比较特殊，它是由两个不同序次的结构面组合而成。它的产生主要是作为主干构造的扭性破裂面两侧的岩块或岩块，在发生相对水平扭动时，沿裂面摩擦而导生的局部构造应力场作用的结果。可见主干断裂的存在与扭动，是分支构造出现的必要条件或者说边界条件。当主干断裂两盘扭动时，由于主干断裂这个不连续面的存在，在其扭动过程中，就可使其两侧分别导生出局部构造应力场。即一对主动扭力可以分解为张应力和压应力，与此二力垂直方向上就有可能发生压性或张性分支构造。如图V-24所示，它们与主干断裂呈锐角相交，但又决不穿过主干构造，其原因就在于主干构造对于分支构造有着双重的控制作用，即主干构造即是派生分支构造的动力来源，又是分支构造的边界条件。主干断裂旁侧局部应力场的特点与多字型构造相似，区别在于有主干断裂在一侧作为边界条件和动力条件存在，因而靠近主干断裂的构造部位应力作用较强，分支构造形变也就较强，相反分支构造形变即减弱。

(3) 展布情况：入字型构造发育很普遍，平面上剖面上都能见到。这种构造规模

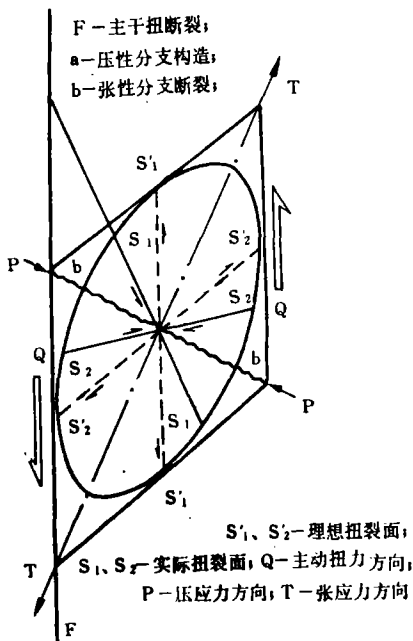


图 V-24 入字型构造力学分析图解
(据成都地质学院)

悬殊，小的见于手标本上，大的主干构造可延伸几十至数百甚至上千公里。如美国圣安德列斯断裂长达2000多公里，直到现代这条断裂仍然在不断活动，可称为巨大的人字型构造(图V-25)。

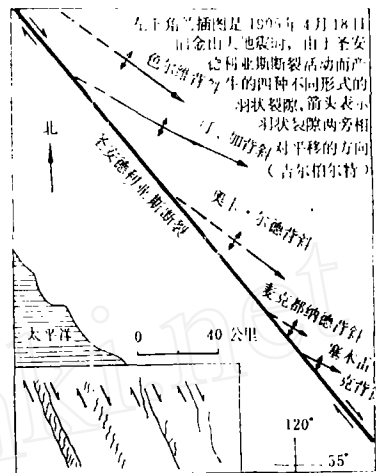


图 V-25 圣安德列斯主干断裂与派生形成的入字型构造
(据谢德恒等)

(4) 控矿特点：一般大中型入字型构造的主干断裂，因以扭性为主，常切割地壳较深，延伸也较远，故往往是导岩浆或导矿构造，常控制着岩带或含矿带的展布；而分支断裂或褶皱则常常是储矿构造，往往控制矿床、矿体的赋存和分布。尤其是主干断裂和分支断裂的交汇部位，因岩石破碎剧烈，开放性好，更易造成岩体的侵入或矿体的充填与富集。

5. 旋卷构造

(1) 组成特点：旋卷构造同样是地壳上普遍存在的一种局部旋扭运动遗留下来的构造形迹，它最显著的特征是由一群弧形构造形迹组成，反映其所在地区曾遭受旋扭运动。旋扭构造的种类很多，大小也很悬殊，但基本形式一般都由两个主要部分组成：

①一系列弧形构造形迹大致围绕一个核心呈环状或半环状展布，有时呈雁行排列，且有向一个方向收敛，向另一个方向撒开的趋势。这些弧形构造形迹称旋回面，介于两个旋回面之间构造形迹相对微弱的地块或岩块称旋回层(图V-26a)。

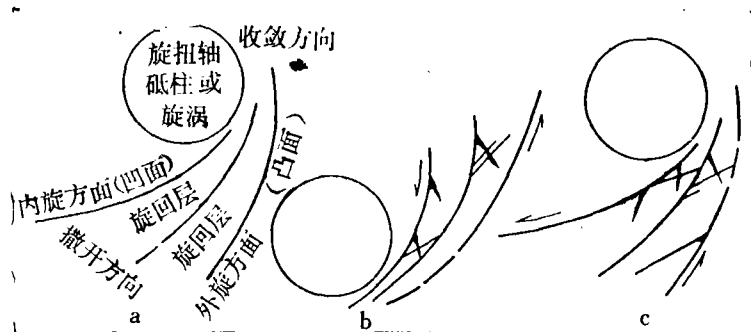


图 V-26 旋扭构造回面力学性质及其旋转扭动方向关系示意图

a-旋扭构造的组成成分及名称；b-旋转面为压性或压扭性弧形构造形迹时，弧形构造的外旋方面撒开方向扭动；c-旋回面为张扭性弧形构造形迹时，弧形构造的外旋方面向收敛方向扭动

②在弧形构造面内侧核心部分，往往出现一个较完整的突出的地块或岩块，称为砥柱；如果是一个圆形或近圆形的凹地，称为旋涡。实际上砥柱或旋涡都可以看作是旋卷构造的旋扭轴，它可以是直立的（平面上的旋扭构造），也可以是水平的（剖面上的旋扭构造），但规模较大的旋扭构造的扭旋轴大都是直立的或近于直立的。

（2）判断旋扭构造旋扭方向的两种情况：旋回面的力学性质主要为压扭性或张扭性两种。当这些旋回面呈雁行排列并且向一端收敛向另一端撒开时，可以根据旋回面的力学性质及其收敛、撒开方向判定旋扭构造各个部分的相对旋扭方向。主要有两种情况：①当旋回面是由压扭性的不对称褶皱或其它压扭性结构面组成时，弧形构造的外旋方面（凸面），是向弧形构造的撒开方向旋扭的（图V-26b）。②当旋回面是由张扭性结构面组成时，弧形构造的外旋方面（凸面）是向弧形构造的收敛方向旋扭的（图V-26c）。

（3）旋扭构造的类型：根据旋扭构造的发育程度和表现形式，可分成帚状、莲花状、涡轮状、S形或反S形、歹字型等几种主要构造型式。

①帚状构造：它是旋扭构造的基本类型，也是一种最普遍、最常见的旋扭构造型式。它是由一系列大致向一端收敛，向另一端撒开的弧形断裂或褶皱群组成，形如扫帚

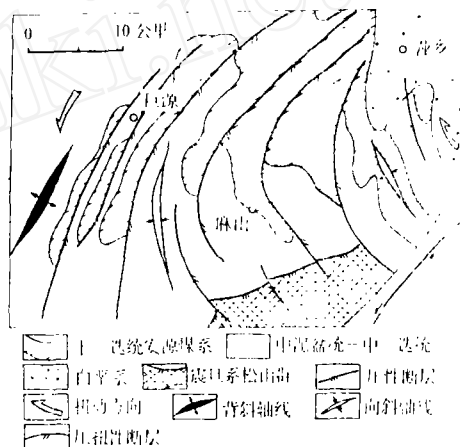


图 V-27 江西婺源状旋卷构造
(据江西队资料)

故称帚状构造。砥柱或旋涡位于内旋方向。当弧形旋回面组成压扭性帚状构造时，外旋指向撒开方向，内旋指向收敛方向（图V-26b），弧形旋回面组成张扭性帚状构造时，情况相反（图V-26c）。例如江西西部的巨源帚状构造即是一个典型，它由一系列向南西撒开、向东北收敛的弧形压扭性断裂和一些弧形展布的背向斜组成，断面均倾向南东，倾角40~60°，外旋作反时针扭动，直接控制着安源煤系的富集（图V-27）。

②莲花状构造：由大致呈同心的、直立或近乎直立的几套弧形旋扭面群组成。旋回面一圈一圈参差不齐的围绕着一个很少经过褶皱或断裂的核心地块——即砥柱。这些弧

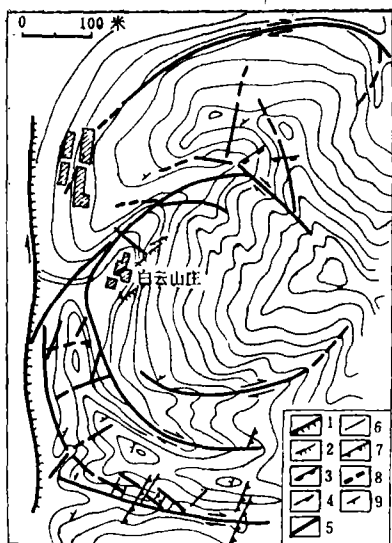


图 V-28 大连白云山莲花状构造
1—正断层兼平推断层；2—仰冲断层；3—正断层；
4—岩层相对扭动方向；5—弧形扭动层及入字型断裂面；
6—轴近水平的旋扭断层；7—新华夏系冲断层；
8—推测断层；9—岩层产状

形裂面的对边有一个开口称为梗子，从整体来看，似一朵含苞欲放的莲花，因而得名。如我国大连白云山的莲花状构造，表现的

比较完美（图 V-28）。

③涡轮状构造：由一系列弧形褶皱或断裂组成。它以砥柱或旋涡为核心，向四周撒开大致呈放射状或涡轮状展布。它的砥柱或旋涡常居旋回面群的中心，旋回面总是有规律的向同一方弯曲，结构面的性质可以是压扭性的，也可以是张扭性的。图 V-29 为内蒙大青山那林沟涡轮状构造。

④S状、反S状或正弦曲线状构造：它由一系列褶皱或断裂组成的弧形构造带，有时出现辗转弯曲，约略成正弦曲线形状，形如“S”形或反“S”形。组成这种构造型式的构造形迹，大都出现某种程度的雁行状排列。如青海冷湖地区的反“S”形构造，由十一个背斜组成（图 V-30）。再如山东某矿区有一条由多个呈雁行状排列的小矿脉组成的矿体，单体矿脉走向北北东，呈雁行排列的矿脉群走向也是北北东（图 V-31）。在这个矿带的中间一段，三个不同水平中段

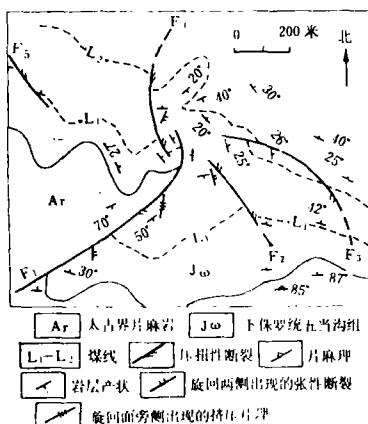


图 V-29 内蒙大青山那林沟涡轮状构造

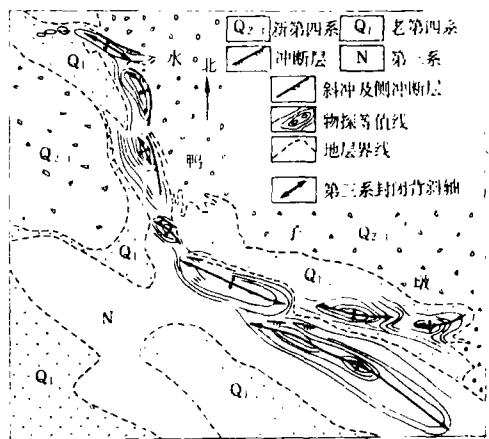


图 V-30 青海冷湖地区反 S 型构造

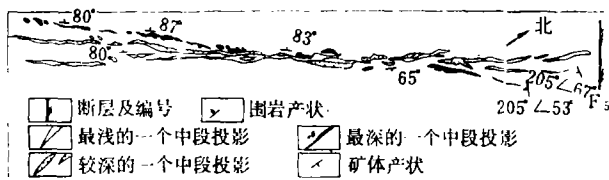


图 V-31 山东某矿体在三个不同深度中段的水平段投影图
(据地质力学研究所)

伸,距地表矿脉越远,倾角越近于平缓,并且两端倾向相反;在剖面上显示了旋扭轴近于水平的S状构造,呈三度空间的“S”状(图V—32)。

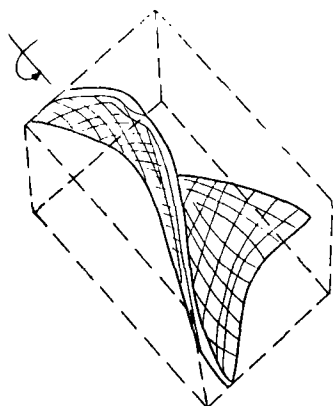


图 V-32 S形的立体图

⑤歹字型构造:亦可视为大型的反“S”形构造。已知的这类构造体系都是巨大型的,它的组成大致可以分头、中、尾三部分,各部连续,整体呈歹字型。

头部:一般呈现强烈的旋扭现象。一部分褶皱带往往曲度极大,而外围褶皱带可能是散漫不连续的,在它的凹侧是砥柱或旋涡。

中部:呈南北向延伸,常与经向构造复合一起,一部分旋回带是弯曲的,但曲度很小。

尾部:每个旋回带也是弯曲的,但曲度比头部舒缓,弯曲的方向正好和头部相反,而且有撒开的趋势。各部分结构面的力学性

质不完全一样。头部以压扭性为主,中部以压性为主,尾部扭性显著增强,并常伴有很多派生旋卷构造。世界范围内的歹字型构造体系有青藏滇缅印尼歹字型构造系(图V—33)、帕米尔歹字型构造、北美洲西岸的歹字型构造等。

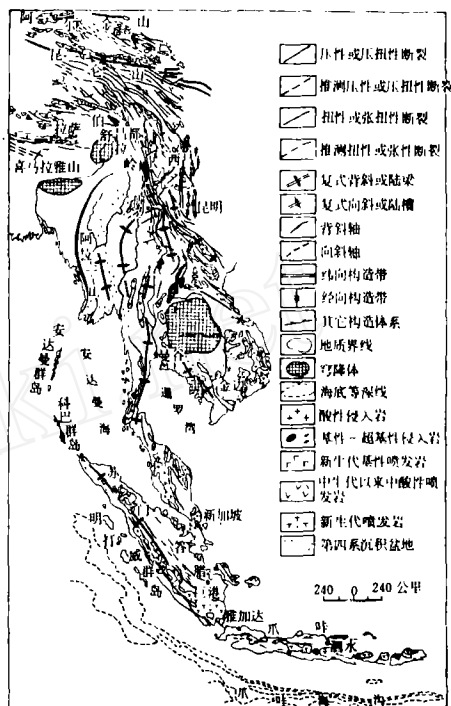


图 V-33 青藏滇缅印(尼)歹字型构造体系图
(据中国地质科学院, 1976)

上述一系列旋扭构造都是地壳局部旋扭运动的产物,它们的生成直接受旋扭构造应力场所控制的。

日本靠处理进口废料生产碲、铟和硒

日本通过加工处理从其他国家进口的次生原料和生产废料,预计碲、硒和铟的产量将大幅度增长。

三菱金属公司1977年计划生产36吨碲,1976年为9吨。同期,日本全国碲的产量分别为70吨和33.4吨,而硒的产量由63吨增至75吨,其中50%的硒是从进口废料中生产的。该公司还计划通过处理次生原料来生产铟。1972年以前,三菱是日本铟的最大生产厂家,后因铟的价格降低而停止生产。1977年日本靠处理次生废料生产的铟约为7.7公斤。

(《Metal Bull.》, 1977, №6220, P.21)

