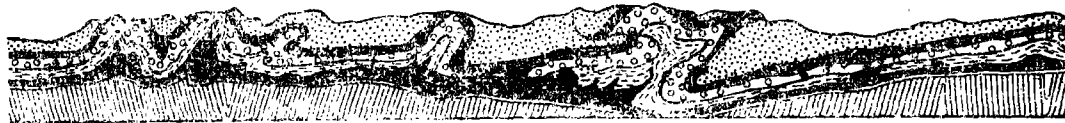


地质力学基础知识讲座



第四讲 构造体系

武汉地质学院地质力学系 郭文蓉

人所共知，宇宙间万物无时无刻不在有规律的运动与变化着。例如，太阳系中九大行星，除各自作自转运动外，又都围绕着太阳公转。由此可见，我们所居住的地球并不是孤立存在的，而是和整个宇宙联系在一起。

早在1880年恩格斯就指出：“我们所面对的整个自然界形成一个体系，即各种物体相互联系的总体，而我们在这里所说的物体，是指所有的物质存在，从星球到原子，甚至直到以太粒子，如果我们承认以太粒子存在的话。这些物体是相互联系的，这就是说，它们是相互作用着的，并且正是这种相互作用构成了运动”。（恩格斯，《自然辩证法》）

由此可见，从微观世界的原子、粒子到宏观世界的星系，各种物体和物质无不相互作用、相互联系，它们按照一定的规律形成一个运动着的总体，构成一个体系。任何事物都有它自己的体系，而地质构造也不例外，构造体系的客观存在就是一个有力的证明。

一 构造体系的概念

构造体系是地质力学的核心思想，对构造体系的观测和分析是地质力学最基本的研究方法。构造体系的概念，不完全是新提出来的，在构造地质学中就孕育着它的萌芽，例如羽状节理，X形断裂，边幕式构造，放

射状断裂等都包含着构造体系胚胎的概念。

野外实践证明，发生在地壳上各种岩层和岩体中的构造形迹，都不是孤立存在的。每项构造形迹都有它的伴侣，组成一个相互之间有联系的整体。

例如，同一方向延展的褶皱，往往不止一个，而是一群，并且还经常伴随有与它们走向一致的挤压带、冲断带以及与之直交的张裂带和斜交的扭裂带等一系列构造形迹互为伴侣，成群出现。尽管这些构造形迹的形态不都一样，力学性质有压、张、扭的区别，规模有大有小，成生序次有初次再次之分，但它们之间的依存，打个比喻说，是有亲缘关系的，也就是有成生联系。这样一些具有成生联系构造形迹群，往往分别聚集成带，一般称构造带。构造带与构造带之间又常夹有一些构造形迹相对微弱的地区叫地块或岩块。

地质力学主张把这些具有成生联系的构造形迹，连同它们之间的构造带和地块，凡是大体上在相同时期，经过同一方式的构造运动所产生的，就当作一个整体来看待。这个具有共同本质的构造形迹的总体就是构造体系。关于构造体系的定义，李四光教授在《地质力学概论》中是这样指出的：“许多不同形态、不同性质、不同等级和不同序次，但是具有成生联系的各项结构要素组成的构造带以及它们之间所夹的岩块或地块组合而成的总体”。这个总体就叫做

构造体系。

二 研究构造体系的目的意义

大家知道, 构造地质学的最终目的, 是研究构造运动及其与生产实践有关的问题。地质学的各个方面都和地壳运动问题有关。只有抓住地壳运动问题的研究, 才能把地质学的研究带动起来, 但地壳运动发生发展的过程是谁也看不见的, 由于研究方法 with 观点的不同, 从而形成了各种构造地质学派, 地质力学就是其中的一种观点。

地质力学认为, 地壳运动离不开力的作用。这个力是作用于组成地壳的岩石上的, 岩石是个可变形体, 因而受地壳运动作用后, 就会留下永久变形——构造形迹。它是地壳运动的历史记录。它的过程如下:

地壳运动→不同力学性质的岩石→永久变形(构造形迹)。但是, 现今我们探讨地壳运动的方式方向, 只有采取逆序的办法, 即:

永久变形→不同力学性质岩石中的表象→地壳运动的方式方向。

地质力学立足于构造形迹基础之上, 查明其排列的组合规律以及在不同力学性质岩石中的表象, 进而探索地壳运动的方式和方向, 最终解决地壳运动的起源问题。

李四光教授一再强调, 要从实际情况出发, 必须抓住确实可靠的野外地质现象; 无

论从哪个方面去研究地壳运动, 结论必须能完全说明一切地质构造现象的起源。

地质力学的方法是通过研究构造体系的研究, 探明不同时期、不同地区所经历的区域构造应力场的方式和方向, 从而为揭示地壳运动的方式、方向及其起源开拓途径。这正是研究构造体系的理论目的和意义。

我们的目的不仅如此, “马克思主义的哲学认为十分重要的问题, 不在于懂得了客观世界的规律性, 因而能够解释世界, 而在于拿了这种对于客观规律性的认识去能动地改造世界。”(《实践论》)

一般地说, 构造体系由于其规模大小(等级)的不同, 影响地壳深度不等, 从而对矿产的分布控制也有不同的意义。若级别与序次相当, 构造体系的一级初次构造控制矿区(矿带); 二级二次构造控制亚矿区(亚矿带), 它们具有战略找矿意义。三级三次构造控制矿田, 不具有战略意义。四级四次以下的构造控制矿床、矿体(矿柱), 具有战术意义。矿床、矿体、矿柱在实际工作中不易划分明显界线, 可归为一类。如淮阳山字型构造体系, 展布地区是我国很重要的铜、铁成矿带。目前, 除脊柱只发现矿点外, 在西翼、东翼、前弧、弧顶等部位均发现了大型、巨大型的各种成因类型的铁、铜矿床。它是当前我国寻找富铜、富铁的重点地区。无疑, 这些矿床的存在, 是受山字型构造体系控制的(图 IV-1)。

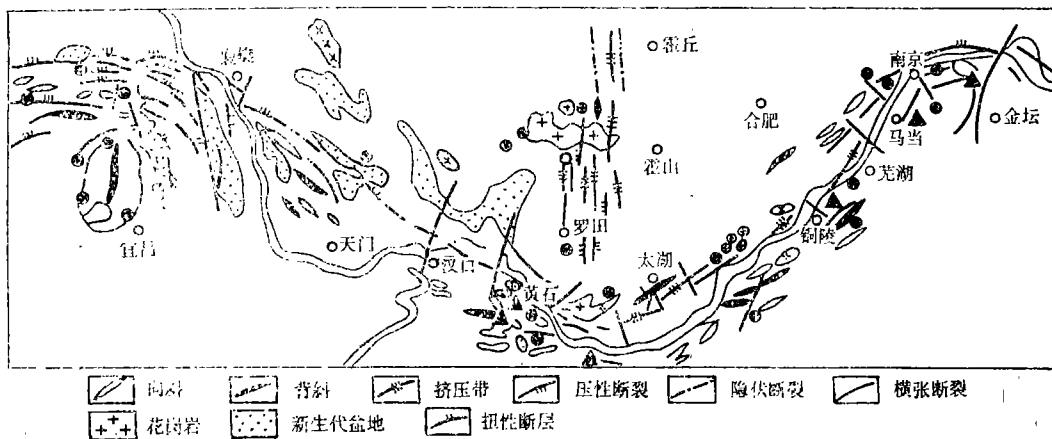


图 IV-1 淮阳山字型构造图(示控制铜、铁矿带)

除此而外,淮阳山字型构造的成生与发展过程中,控制了一系列煤盆地的沉积,三迭纪时,是山字型成型期阶段,它不仅严格地按照自己独特构造形变规律,把这一展布范围内的晚古生代煤系改造成与弧形褶皱带相一致的煤田构造形态(长江中下游沿岸的晚二迭世煤田),而且为晚三迭至早侏罗世含煤建造的形成提供了大致也呈弧形断续展布的沉积场所。特别令人注目的是在它西翼反射弧内侧,黄陵背斜东西两边,相当马蹄形盾地的部位,大致对称的出现两个三迭一侏罗纪的含煤盆地;西侧为秭归盆地,东侧是当阳盆地,均由中生代煤系组成。显然,它们是在山字型构造成生过程中沉积并受山字型构造控制的。

近几年来,通过广大地质工作的实践,进一步总结了构造体系的多级控矿、复合控矿,等距性及不同力学性质结构面与矿床、矿体的关系等一系列经验,对于矿床预测取得了显著效果。此外,构造体系对预测地震、寻找热水源、水文工程地质、找煤、找油都有着重要意义,在此不一一列举。

三 构造体系的鉴定原则

当我们认识到研究构造体系无论从理论上和实践上都有着重要意义的时候,我们要进一步追问,怎样才能知道那些不同形态、不同性质、不同等级、不同序次的构造形迹之间具有成生联系,而属于同一构造体系呢?

首先,同一型式的构造形迹排列组合规律,在地壳上经常反复迭次出现,具有普遍性。这需要通过大量的野外地质工作实践。如果经常联系在一起的构造组合,不论在何种岩层,也不论是在国内、国外都迭次出现,而不是偶然契合,它们就很可能是一个构造体系了。例如山字型的确立,始于对欧亚山字型的认识,当时认为它们可能是一个整体,后来发现我国的宁镇弧、淮阳弧、广西山字型等迭次出现而得到了证实。它不是一种偶然现象,是反映了一种自然规律,但这还不能确立就是一个构造体系了。

其次,还要从力学方面证明造成它的各

个组成部分的应力作用方式的统一性。也就是说,构造形迹这种排列组合规律,用统一应力作用方式可以解释。

这些具有一定空间展布规律的构造形迹组合,实际上代表了一幅完整的应变图象,所以我们就可用反映一定动力作用方式的统一应力场加以解释。如山字型的力学原理,我们可以用一个平板梁的弯曲来解释。

第三,用模拟实验的方法,能够作出类似的构造型式。也就是说,利用适当的材料,根据相似的原理,进行室内模拟再造实验,可以得到与自然界的构造组合规律极其相似的结果,且能重复出现。这时,才能证明我们的预想是正确的。

此外,要还考虑时间的一致性。一个构造体系的形成时期,应该是一次构造运动造成的,也可能是同一方式的多次运动造成的。开始形成雏形,但完成它的定型性主要是一次运动决定的。决不可能一个山字型构造的脊柱是太古代的构造,而前弧是中生代的构造。有时,有些老的地块上的构造成分,卷入了新的构造体系,但构造发生时期应该是与新构造体系同时的,在古老地块上完全可以有新的构造形迹通过。

当具备了上述这些条件的时候,我们就可以确定一个构造体系的存在,也就是证明这一群有规律的构造组合之间是有成生联系的了。

四 鉴定构造体系的实例

为了比较具体地了解鉴定构造体系的野外工作方法,下面介绍一个山字型构造体系的鉴定过程。

河北遵化马兰峪山字型位于河北省的东部,东至迁西县东,西到蓟县以西,南至玉田县境,北达兴隆、遵化界上的三十二盘山一带。它处于阴山纬向构造带东段南缘,直线距离东西约90公里,南北约40公里,规模较小。

解放初期,在燕山一带震旦纪地层中寻找锰矿和进行地震地质调查时发现,从蓟县到遵化一带,震旦纪地层所构成的山脉略成向南突出的弧形。此后李四光教授亲自前往

进行了概略调查,发现这一弧形山脉为一具有挤压特征的弧形构造带,并在脊柱部位太古代片麻岩中发现南北向的片理和挤压破碎带,从而初步确定这一山字型构造的存在。

这个问题提出后,出现了争议:有人认为这一弧形山脉是大背斜一翼剥蚀的结果;也有人认为这是一系列南北向横断层的错移;还有人提出,弧形带是早古生代地层组成的,脊柱在太古代地层中,怎么能把两者联系在一起,并认为它们是燕山运动以来形成的呢?

为了解决这些问题,1963年在李四光教授的指导下,部分同志又在此地作了较详细的工作,所观察到的事实是:首先发现弧形构造带,不仅在地貌上呈现优美的向南突出的弧形山脊,而且在构造上也是弯转的。弧顶位于平安城附近,这里虽然浮土覆盖很厚,但从断续出露的零星露头来看,震旦纪岩层呈略向南突出的弧形分布仍甚明显。构造线,包括褶皱和断裂等,向西北由近东西向逐渐弯向西北西—北西向,向东北则由近东西向渐转至北东方向。靠最内部的弧形顶部有两套,一套在龙疙瘩,一套在出头岭,并有横断层穿过。

由弧顶向东,压性构造线的走向由东北东逐渐转为北东向,到迁西西南之铁厂附近复折为东西,继而再转为西北西向,形成向

北突出的反射弧。整个东翼岩层倾角均很陡直,挤压现象很清楚,伟晶岩被压挤成葫芦状。高角度逆冲断层很多,太古代变质岩逆冲到震旦纪地层之上。该翼的南缘是一些宽缓褶皱,轴向由东西向转为北东向。

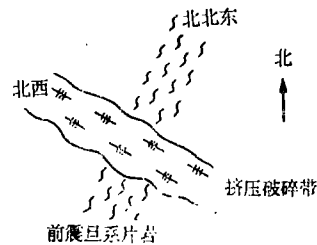


图 IV-2 黄花村北西向挤压破碎带示意图

由弧顶向西,构造线则由西北西逐渐变为北西乃至近乎东西,在蓟县西北的盘山附近形成反射弧。在弧形两翼横断层均甚发育。在该翼的黄花村一带,前震旦纪的变质岩中有挤压破碎带,呈北西走向切过前震旦纪地层北北东向片理(图 IV-2)。前震旦纪变质岩逆冲到震旦纪石英岩上(图 IV-3)。

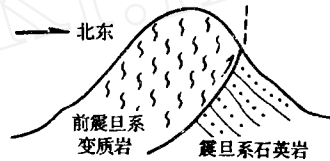


图 IV-3 弧形逆冲断层示意图

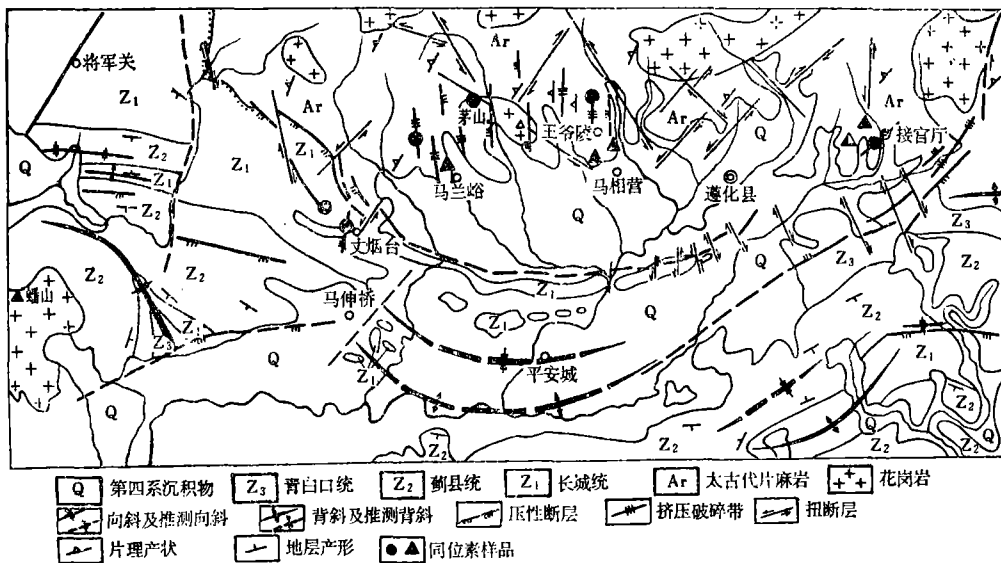


图 IV-4 遵化马兰峪山字型及同位素样品分布图

黄花村一带往南,震旦纪串岭沟统中有
很多小褶皱,走向均呈北西向,文烟台二长
岩体在西翼褶皱带中有明显挤压现象,走向
也呈北西展布。

由弧形顶部向北追索,经过一段平地
后,到马兰峪以东之三道沟,由三道沟起北
到三十二盘山南坡及遵化兴隆两县之分水
岭,西起马兰关,东达腰子岭,这个山字型
脊柱构造就发育在这个范围内。这个南北向
的挤压破碎带散布的范围较大,但正对着弧
顶部位的挤压带强度较大,向东西两侧减弱。
脊柱中央位置有一个茅山花岗岩体存在。
南北挤压带切割了北东西向的片理。挤压
带中见有粒状矿物重结晶呈眼球状,并有
新生的应力矿物出现,如绢云母、绿泥石、
叶腊石等;挤压带中的岩石经过了改造,压
成透镜状,被绿泥石包围。岩组分析结果,
石英光轴呈南北向且有波状消光,显然是遭
受了挤压的结果。该山字型的总体构造展布
特点如图IV—4。

为了确定该山字型构造体系的成生时
代,经过同位素年龄鉴定,脊柱部位的花岗

岩年龄是 170×10^6 年,马兰关和王爷陵的南
北向挤压破碎带为 193×10^6 年和 291×10^6
年,前弧东翼接官厅伟晶岩中的挤压破碎带
为 180×10^6 年、 220×10^6 年,前弧西翼文烟
台二长花岗岩的年龄为 147×10^6 年。对比古
老变质岩系的年龄测定,马兰峪至接官厅一
带古老片麻岩系中的长石和黑云母的年龄都
比较老,最大可达 2480×10^6 年,相当于太
古代。此外,脊柱和两翼的挤压带中构造岩
的石英光轴定向与太古代片麻岩的石英光轴
定向也不一致。由此可见,组成该山字型构
造的形迹尽管出现在古老地层之中,但它
们的形成时期,却是中生代以来燕山运动的
产物。

认识和发现构造体系的过程,就是一个
实践、认识、再实践、再认识的过程,正如
毛主席在《实践论》中所说的那样:“通过
实践而发现真理,又通过实践而证实真理和
发展真理。”“认识从实践始,经过实践得
到了理论的认识,还须再回到实践去”。地
质力学研究构造体系的最终目的,完全是在
于指导生产实践,为社会主义建设服务。



美国密苏里州东南部铅矿成因的新认识

本区出露前寒武系及古生界地层。其东南部被中生界
地层覆盖。铅矿化赋存在上寒武统地层。上寒武统为各种
类型的碳酸盐岩石,总厚度约600米,自下而上可划分出
拉莫特、本涅特尔、戴维斯、德尔比—多耶兰(艾尔文斯
群)、波托西和艾米涅斯等六个组。

拉莫特砂岩是古生界最底部的一组。该组变化极大,
由中、细粒(2~4毫米)的浑圆状石英组成,并含有红
色赤铁矿片层夹层。剖面上部,砂岩已白云岩化;本涅特
尔组的白云岩整合覆盖于其上。该组上部为鲕状灰岩,并
含少量页岩和红色粉砂岩。

艾尔文斯群不整合产于本涅特尔组之上。戴维斯组为
绿色片岩、砂岩、粉砂质灰岩和灰质粉砂岩。德尔比—多
耶兰组为含少量碎屑物质的泥质白云岩。波托西组由中、
细粒的多孔白云岩层组成。其上有艾米涅斯组绿色的强烈
淋蚀的粗粒白云岩整合产出。

密苏里州东南部铅矿床的成因已研究了一百多年,至
今认识尚不一致。有人认为矿是由地下水堆积形成的,但
气液包裹体的研究结果没有证实这种看法。研究铅同位素

没有确定矿化与岩浆源有联系。戴维斯在研究时间和空间
关系及溶液化学特征的基础上,得出了矿石是早期沉积变
质成因的结论。他提出的模式是:富含金属的海藻灰岩在
外礁带沉积。金属是从海水中获取的,它与迭层灰岩海藻或
方解石(霏石)中的有机物相结合。在晚本涅特尔时期
(可能是寒武纪之末),外礁带的“蒸发层”析出镁质溶
液,并向下渗入海中,同时使周围岩石白云岩化。在白云
岩化或有机残体氧化过程中,金属从海相灰岩中淋滤出
来。白云质溶液在失去镁和获得钙的同时,变成了含矿的
 $\text{Na}-\text{Ca}-\text{Cl}$ 溶液。这种溶液沿渗透层向海岸相的边缘运
动,而后又垂直上升到沉积岩顶部。首先,不同相中的
 H_2S 或 HS^- ,使金属以硫化物的形式从溶液中析出。在不透
水的分选差的本涅特尔层下面, H_2S 或 HS^- 以气体的形式
在深部拉莫特砂岩中向海岸相边缘运移。其次,细菌作
用于残留水中的硫酸盐,在本涅特尔组的下部也能生成
 H_2S 或 HS^- 。最后,在与有机物发生非生物反应时,硫酸
盐可能被还原。

(据《Геология, методы поисков и разведки
М-ий металл. пол. ископ.», 1978, No 2)