

中国挤压型盆地边缘的逆冲断层 是潜滑俯冲作用形成的吗？

——与罗志立同志商榷

李 扬 鉴

(化学工业部化学矿产地质研究院)

对广泛分布于中国西部和中部褶皱山系与盆地之间的逆冲断层的成因，罗志立用潜滑俯冲说进行解释，但软弱的新沉积层向早已褶皱固结的老山系下潜滑俯冲是不可能的。上述逆冲断层除少数属重力滑动构造外，主要系复式褶曲和挤压型盆地等广义纵弯褶曲的横向剪应力作用的结果，故可归属扇型逆冲断层类。

一、问题的提出

由于七十年代中期以来国外在推覆构造中发现许多油气田，近几年我国在准噶尔盆地西北缘克-乌逆冲断层带也找到了重要油藏，因而，广泛分布于中国西部和中部褶皱山系与盆地之间的逆冲断层，便引起了地质界的强烈兴趣，并对其成因机制进行了种种探索。最近，罗志立的“试论中国型(C—型)冲断层及其油气勘探问题”一文^[1]，便是这种探索的一个新尝试。

该文认为，这些逆冲断层早期是控制箕状盆地的正断层，尔后由于盆地中充填了巨厚的陆相沉积物，重力作用大大加强，因而在印支期以来的邻区板块活动触发下，上部沉积盖层便顺着下伏泥质岩类润滑层斜坡向山系潜滑俯冲，使早期的正断层转变为逆冲断层(图1)。

上述观点，为我国在这一新

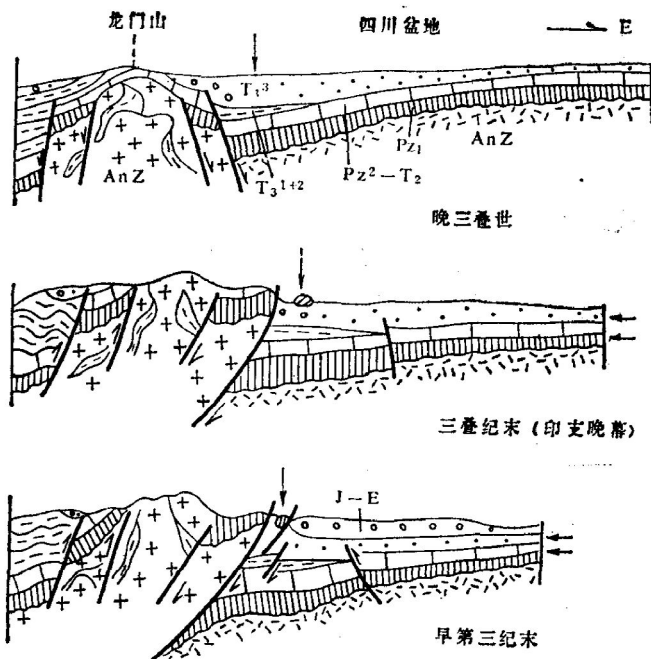


图1 龙门山逆冲断层带发育示意图
(据罗志立, 1984)

领域寻找油气资源提供了一条新思路。但是我们也看到,这种认识本身却存在着不少问题。

1. 若这些盆地的潜滑作用真的是这样强烈,那么,为什么作为运动盘的盆地中软弱潜滑岩层没有发生剧烈的形变,而作为静止盘的早已褶皱固结了的系老地层,反而受到了大幅度的水平压缩,以致使正断层演变为逆冲断层?

2. 这些盆地的潜滑作用即使能够将正断层改造成逆冲断层,也只能局限于润滑层以上段落,而不应该遍及润滑层以下的整个断层。根据该文的意见,龙门山区作为润滑层的泥质岩类赋存于寒武-志留系和三叠系中,但是位于这些润滑层之下的前震旦纪地层中的“正断层”,为什么也被改造成逆冲断层(见图1)呢?

3. 盆地的一侧或两侧潜滑俯冲,势必引起盆地的另一侧或盆地的中央扩张,以弥补潜滑俯冲所造成的消减。可是事实上,在这些盆地中不但没有发现这样的扩张带,反而普遍出现褶皱和逆冲断层等挤压形迹。

4. 假使这些盆地边缘的逆冲断层,是正断层经潜滑俯冲作用改造而成的,那么,中国东部受正断层控制的、具有巨厚陆相沉积的大量中生代箕状盆地,为什么没有产生这种演变?它们的断层面向深部为什么不但不变陡乃至翻转,反而逐渐变缓?重力作用往往占主导地位的中国东部箕状盆地,尚且不足以引起潜滑俯冲,我们又有什么理由认为受水平挤压力控制的中国西部盆地,会出现强烈潜滑俯冲,以致把正断层改造成逆冲断层?

看来,上述逆冲断层的成因机制是潜滑俯冲说所难以解释的。笔者认为,这些逆冲断层除了部分属于山系向盆地滑覆的重力滑动构造和压性逆冲断层外,主要是包括挤压型(压性、压剪性)盆地和复背斜复向斜在内的广义纵弯褶曲横向剪应力作用的产物。

二、横向剪应力的分布

与水平挤压作用有关的各种构造背景和规模的逆冲断层,就其力学成因来说,大体可以分为两类:水平(或顺层)压应力的剪应力分量作用下产生的剖面X型断裂——压性逆冲断层(图2-a);纵弯褶曲派生的横向剪应力作用下产生的扇型逆冲断层(图2-b)。前者是大家所熟知的,后者却有待进一步研究。由于地质界至今对后者的横向

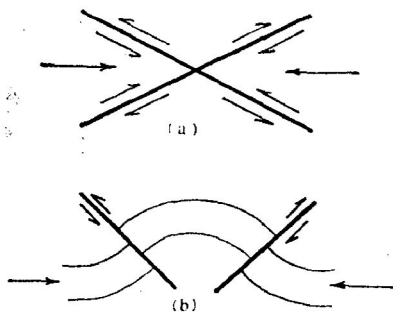


图2 压性逆冲断层(a)和扇型逆冲断层(b)剖面示意图

剪应力缺乏认识,对其强度远远大于水平压应力的剪应力分量这点不够了解,因而往往把扇型逆冲断层也视为压性逆冲断层,认为它们都是水平压应力的剪应力分量作用的结果。L.U.狄塞特尔^[2]虽然把前者的成因与纵弯褶曲的变形相联系,并从几何学和运动学方面进行了讨论,然而由于没有作力学上的定量分析,其认识也仅仅停留在定性阶段。为此,笔者根据材料力学纵弯杆(压杆)概念,从定量角度分析了横向剪应力在纵弯褶曲中的分布和演化,从而说明了扇型逆冲断层在挤压型盆地等广义的纵弯褶曲特定部位和特

定发展阶段产生的力学原因。

水平挤压作用所产生的褶曲，统称为纵弯褶曲，纵弯褶曲的受力状态和变形情况，与受轴向挤压而弯曲的矩形横断面纵弯杆相类似^[3]。

为了简化起见，杆件本身重量忽略不计。

图3中，杆件AB在水平轴向挤压力 P 作用下发生纵弯曲。根据静力学得知，纵弯杆任意横断面的作用力，将分解为轴向压力 N 、弯矩 M 和剪切力 Q 。 N 为 P 在该横断面法线上的投影； M 为 P 与挠度 y 之积； Q 为 P 在该横断面上的投影。

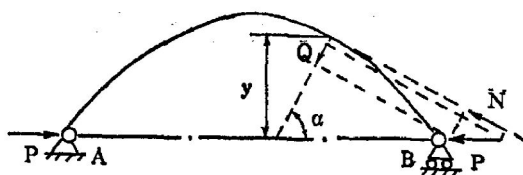


图3 水平轴向挤压力(P)在纵弯杆上的分解

纵弯杆轴为正弦曲线， α 为任意横断面和 P 的夹角。从图3得知：

$$N = P \sin \alpha \quad (1)$$

$$M = Py \quad (2)$$

$$Q = P \cos \alpha \quad (3)$$

其中轴向压力使杆件横断面产生均匀分布的轴向压应力；弯矩使杆件内侧产生平行于杆件轴的纵向压应力，外侧产生平行于杆件轴的纵向张应力；剪切力使杆件横断面中部产生垂直于杆件轴的横向剪应力和平行于杆件轴的纵向剪应力。这五种应力的分布情况各不相同，从而使纵弯褶曲的不同部位和不同发展阶段，分别产生不同性质的断裂系统¹⁾。其中轴向压应力、纵向压应力、纵向张应力和纵向剪应力等四种应力，及其产生的横张性断裂和压剪性断裂、压性逆冲断层、纵张性断裂和张剪性断裂，以及层间错动等四种断裂系统，与我们所讨论的问题没有直接关系，不予赘述。这里只单独研究与扇型逆冲断层有关的横向剪应力。

式(3)表明， Q 与 α 呈余弦关系。纵弯杆中央 α 为 90° ，剪切力为零；趋向两端 α 渐小，剪切力渐强。纵弯杆变形愈大，两端的 α 愈小，其剪切力愈大。

该剪切力与杆件轴垂直，呈扇形分布，剪切方向为端部一侧朝内，中央一侧朝外。矩形横断面纵弯杆中任意一点的横向剪应力 τ_Q 为

$$\tau_Q = \frac{3}{2} \cdot \frac{Q}{bh} \left(1 - \frac{4z^2}{h^2} \right) \quad (4)$$

式中： Q 为所求横断面剪切力； b 为横断面宽度； h 为横断面厚度； z 为所求点至横断面中心轴距离。

当 $z=0$ 时，代入式(4)，得该横断面的最大剪应力 τ_Q 为

$$\tau_Q = \frac{3}{2} \cdot \frac{Q}{bh} \quad (5)$$

1) 李扬鉴，1982，对纵弯褶曲构造应力场的认识。全国第一届小型构造与矿田构造学术讨论会资料。

当 $z=h/2$ 时, 代入式 (4), 得剪应力为零。横断面中剪应力呈抛物线分布, 中心轴最强, 趋向内外侧边缘渐弱 (图4)。

(3) 和 (4) 两式表明, 纵弯杆两端横断面中心轴横向剪应力最强 (图5), 而且纵弯杆变形愈大, α 愈小, 其横向剪应力愈强。

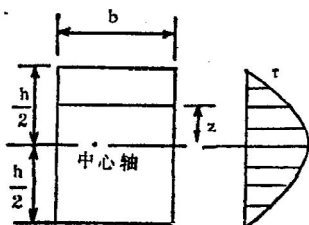


图4 纵弯杆横断面中横向剪应力的分布示意图

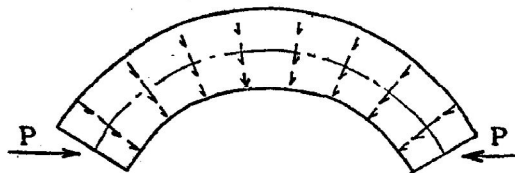


图5 纵弯杆中横向剪应力的分布示意图

三、挤压型盆地边缘逆冲断层的力学成因

由于纵弯杆中横向剪应力呈扇形分布和端部一侧朝内、中央一侧朝外的剪切方向 (见图5), 故其产生的逆冲断层在剖面上往往组成扇形, 逆冲方向是背斜—盘仰冲, 向斜—盘俯冲 (图6)。因而, 笔者称这种受横向剪应力控制的、分布于褶曲两翼或一翼的逆冲断层, 为扇型逆冲断层。

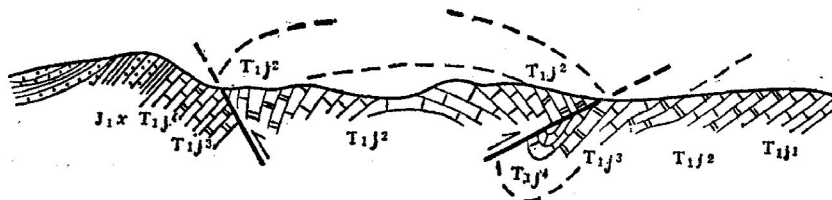


图6 四川西温泉背斜两翼扇型逆冲断层的分布剖面图
(据成都地质学院)

扇型逆冲断层在复背斜、复向斜翼部和挤压型盆地边缘更为发育, 并控制油气田的分布 (图7, 8) [7, 8]。

纵弯杆端部横断面与水平轴向挤压力夹角较小而横向剪应力较大 (见图5), 所以扇

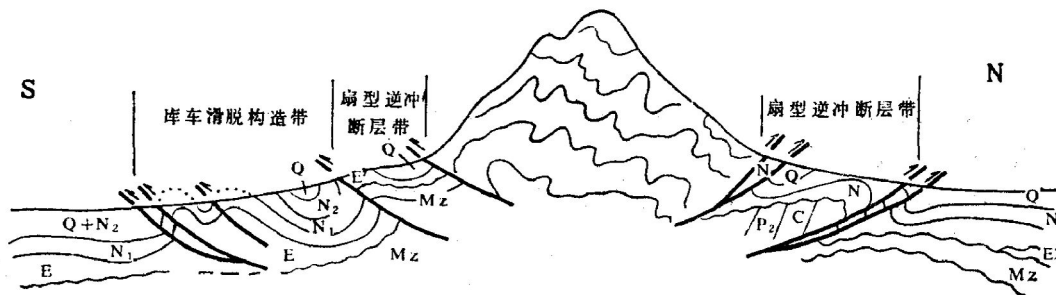


图7 天山复背斜两翼扇型逆冲断层的分布剖面示意图
(据谭试典, 1985, 略修改)

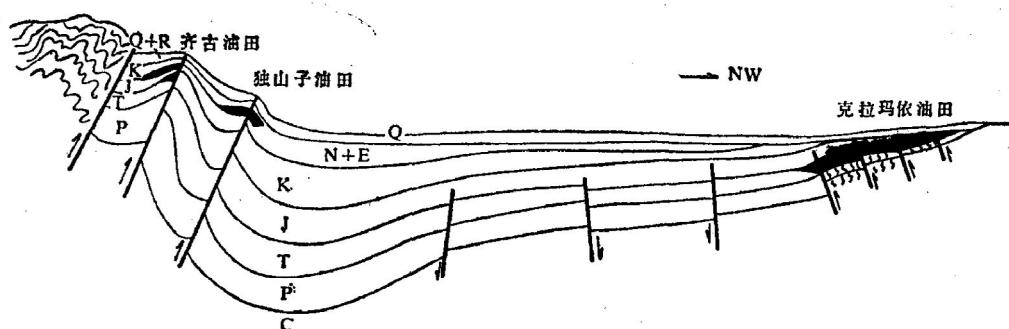


图8 准噶尔盆地两侧扇型逆冲断层的分布剖面示意图

(据王尚文等, 1983)

型逆冲断层多产生于纵弯褶曲翼部和挤压型盆地边缘等地层倾角(与 α 互为余角)最大处^[4-8](见图6, 8)。

扇型逆冲断层在平面上也主要沿纵弯褶曲翼部倾角最大处发育, 而与线状褶曲枢纽或褶皱系走向大致平行。往褶曲两端翼部倾角变缓, 横向剪应力便相应减弱, 扇型逆冲断层也随之变小乃至消失。故这种断层主要分布于地层倾角较大地段, 尤其是倒转地段, 而不越出所在褶曲或褶皱系的范围。

扇型逆冲断层在剖面上也多沿褶曲翼部中各层倾角最大的拐点(图9-A, B)延伸, 因而在同心褶曲中断层面通常与层面垂直, 在相似褶曲中断层面与层面夹角接近于 45° (见图9)。

由于自然界的纵弯褶曲形态多介于同心褶曲与相似褶曲之间, 所以扇型逆冲断层的断层面与纵弯褶曲层面一般呈高角度相交(图6, 10)^[8]。这点, 与压性逆冲断层的断层面与层面夹角常常小于 45° 的情况不同。因而扇型逆冲断层倾角视其所在褶曲形态和地层倾角而定, 既可小于 45° 成为逆掩断层(见图10), 也可以大于 45° 成为冲断层(见图6)。当然, 有的扇形逆冲断层由于所在褶曲先后在强烈的挤压力作用下, 发生倒转或发展成为紧闭褶曲, 或者受到重力作用的改造, 而产状发生了种种变化, 乃至形成推覆构造, 故其断层面与层面的夹角不能都永远保持上述的那种关系。

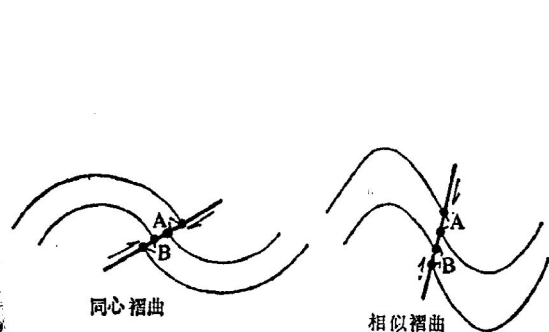


图9 扇型逆冲断层的断层面与同心褶曲和相似褶曲层面夹角示意图

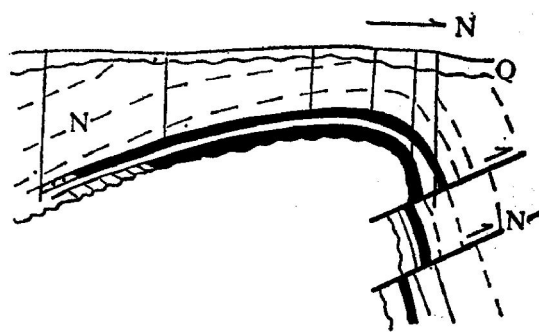


图10 酒泉盆地老君庙油田不对称背斜陡翼扇型逆冲断层的分布剖面图

(据玉门石油管理局, 略简化)

如上所述, 横向剪应力随着褶曲翼部倾角的变缓而减弱, 所以扇型逆冲断层在剖面上随着褶曲向深部变缓而变小、消失, 不越出褶曲层范围。由于褶皱作用在地壳浅部较为强烈, 向深部趋于衰弱, 故扇型逆冲断层多发育于地壳上部。

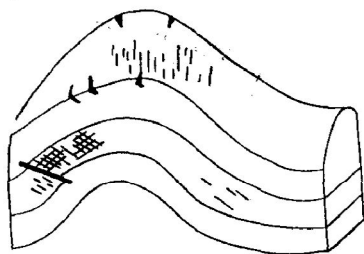


图11 纵弯褶曲模型翼部扇型逆冲断裂、顺层剪切断裂和轴部外侧张性断裂的分布
(据李四光, 1948)

扇型逆冲断层在模拟实验中也得到了再现^[9,10]。对平置的泥巴之类的层状实验材料进行水平挤压, 则实验材料起初在平面上和侧面上分别产生平面X型断裂和剖面X型断裂。当实验材料在水平挤压力进一步作用下, 向上隆起并发展到一定阶段之后, 隆起侧翼便出现了取代剖面X型断裂的扇型逆冲断裂。其中有的扇型逆冲断裂便是由剖面X型断裂发展起来的^[9]。这种断裂的走向与褶曲枢纽平行, 断层面与层面多呈高角度相交, 在背斜轴部一盘仰冲(图11)。

诚然, 复背斜、复向斜和挤压型盆地的形变特征比一般纵弯褶曲较为复杂, 并在重力作用下往往形成滑动构造, 如四川盆地东部与雪峰山毗邻处所见^[11]。但是, 上述大型构造的结构毕竟也是层状的, 它们在未发展成为紧闭褶皱之前, 其受力状态和变形情况大体上还是与纵弯褶曲类似。例如, 天山南侧外带虽然在库车地区产生了与重力作用有关的次一级滑脱构造, 可是整个山系的构造断裂, 还是以两侧内带的扇型逆冲断层为主(见图7)。即使在重力起重要作用的滑脱构造带中, 其逆冲断层也往往受次一级褶曲的横向剪应力控制, 而分布于这些褶曲的陡翼或倒转翼^[7](理由见后)。谭试典虽然也将天山等褶皱山系的扇型逆冲断层与褶皱作用相联系, 但是他认为这种逆冲断层, 是山系的重力与地幔的浮力上下夹挤所导生的侧压力作用的产物^[7]。然而我们知道, 垂直挤压作用所产生的断裂, 首先应该是正断层而不是逆冲断层。

纵弯褶曲发展到紧闭褶曲阶段, 水平挤压力从原来的顺层传递改变为垂直于层面传递, 这时构造应力场将以压扁作用为主而不属于纵弯褶曲范畴。

由于纵弯杆横断面与水平轴向挤压力夹角愈小横向剪应力愈大, 故扇型逆冲断层多出现于不对称褶曲的陡翼(见图10, 11), 尤其是倒转翼。

因此, 一个褶皱系的构造形态不同, 其扇型逆冲断层的分布情况也异。根据姜春发等的研究^[12], 我国褶皱系的构造形态大体可以分为四种类型, 每种类型的扇型逆冲断层都具有自己的分布特点。(1)以复背斜为特征的天山式褶皱系, 扇型逆冲断层分布于褶皱系两翼, 断层面向轴部倾斜, 轴部向两翼仰冲(见图7); (2)以复向斜为特征的秦岭式褶皱系, 扇型逆冲断层也分布于褶皱系两翼, 但断层面背向轴部倾斜, 且两翼向轴部仰冲(图12); (3)以不对称复背斜为特征的喜马拉雅式褶皱系, 扇型逆冲断层主要分布于陡翼或倒转翼, 断层面向轴部倾斜, 轴部向翼部呈叠瓦状仰冲; (4)由多个复背斜复向斜组成的准噶尔式褶皱系, 扇型逆冲断层的分布有的地段为天山式, 有的地段为秦岭式。

上述发育于褶皱系一定部位、具有一定产状的逆冲断层, 有的与沉积盆地毗邻, 有的和沉积盆地无关。如果说, 前者为沉积盖层潜滑俯冲作用所致, 那么, 后者的成因机制又是什么? 很难设想, 赋存规律完全相同的断裂, 是由不同成因机制形成的。

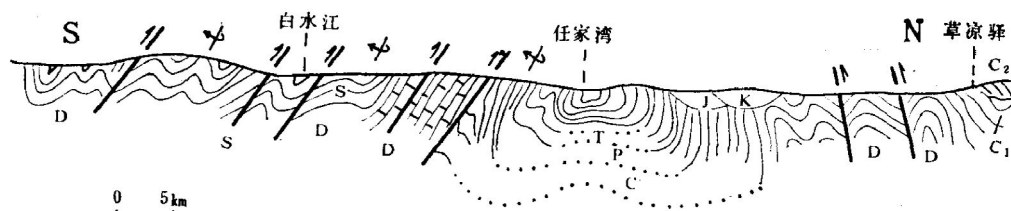


图12 秦岭复向斜两翼扇型逆冲断层的分布剖面示意图

(据姜春发等, 1981)

罗志立认为, 潜滑俯冲说解决了克-乌逆冲断层带和龙门山逆冲断层带, 若它们的西北盘作为运动盘往东南方向仰冲, 则缺乏动力来源这一疑难。其实, 即使产生这两条逆冲断层带的主动动力不是来自西北方向, 它们的西北盘作为运动盘向东南方向仰冲, 在动力上也不存在什么问题, 而无需假定它们的东南盘向西北方向潜滑俯冲。因为运动盘的运动方向是一回事, 主动力的作用方向又是另一回事, 将运动盘的逆冲方向视为主动动力作用方向的传统观点是站不住脚的。如前所述, 扇型逆冲断层的倾向受褶曲或褶皱系构造形态和所在部位控制, 而运动盘的位置(上盘或下盘)则与边界条件有关。当上覆层为大气层或软弱层应变空间时, 则以上盘仰冲为主, 如中国西部等地区褶皱山系与盆地之间的逆冲断层所见; 当下伏层为软弱层应变空间时, 则以下盘俯冲占优势。这种现象在含煤岩系中也是屡见不鲜的。在煤层顶底板为坚硬岩层的情况下, 顶板逆冲断层多以俯冲盘为运动盘, 底板逆冲断层多以仰冲盘为运动盘。运动盘以岩石较为破碎和煤层变薄等为特征, 其位置和运动方向与主动动力作用方向无必然联系。所以, 沉积盆地中软弱的新地层, 反而向毗邻固结了的褶皱山系老地层潜滑俯冲, 看来是不大可能的。再说, 在这些盆地中也没有发现潜滑俯冲作用所必然伴生的引张现象。例如, 夹于南北褶皱山系之间的柴达木盆地, 其两侧均有逆冲断层产生。如果这些逆冲断层是盆地盖层向两侧山系潜滑俯冲作用的产物, 那么, 盆地中央无疑将撕出一个扩张带。可是事实恰恰相反, 该盆地不但没有引张作用的形迹, 反而遍布着褶皱和逆冲断层等挤压现象。

横向剪应力随着纵弯杆变形的加剧、横断面与水平轴向夹角的减小而增强, 故扇型逆冲断层通常形成于褶皱变动剧烈期, 而很少呈同生断层性质。如龙门山扇型逆冲断层带主要产生于印支晚期巴颜喀拉地槽最后封闭上升为山脉阶段, 并定型于山系强烈褶皱的喜马拉雅期。

纵弯褶曲构造应力场研究表明¹⁾, 纵弯褶曲翼部并无引人注目的张应力存在, 但这一部位的横向剪应力却十分强烈。所以中国挤压型盆地边缘这些与毗邻褶皱山系一起出现的逆冲断层, 很难说是由正断层经潜滑俯冲作用改造而成的。

纵弯杆横断面中部横向剪应力较强, 因而扇型逆冲断层在纵弯褶曲翼部的褶曲层中部比较发育(图13), 并从褶曲层中部向上下发展。这种现象在汾渭盆地边缘的挤压带中也曾见到²⁾, 而且还得到了模拟实验的印证^[9, 10](见图11)。近些年来在新疆和四川等含油气盆地中, 也发现不少扇型逆冲断层的断距在褶曲层中部较大, 往褶曲层上下两

1) 同第127页脚注。

2) 据国家地震局地震大队刘光勋副研究员的口头报告。

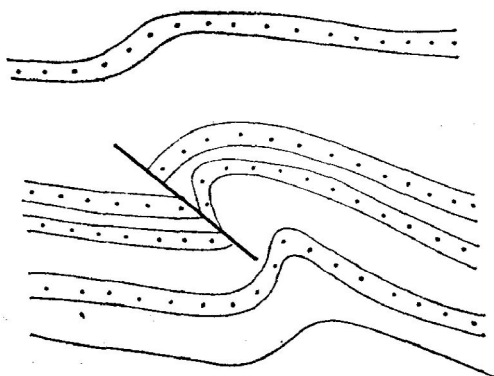


图13 北京西山震旦系板岩及砂岩所形成的不对称背斜中扇型逆冲断层的分布剖面图
(据武汉地质学院)

侧变小,未切入顶部地层即行消失,成为隐伏断裂(图14)^[13]。对扇型逆冲断层这种赋存特征的认识,无疑将有助于寻找隐伏的断层圈闭油气藏。

扇型逆冲断层为什么能够遍布于中国西部塔里木、柴达木、准噶尔和中部四川、鄂尔多斯等挤压型盆地边缘,以及复背斜复向斜侧翼,而成为中国西部及其邻区的主要断裂类型呢?这点与纵弯褶曲的横向剪应力具有令人意想不到的强度有关。

自然界中水平压应力的剪应力分量是够强烈的,其所产生的平面X型断裂和剖面X

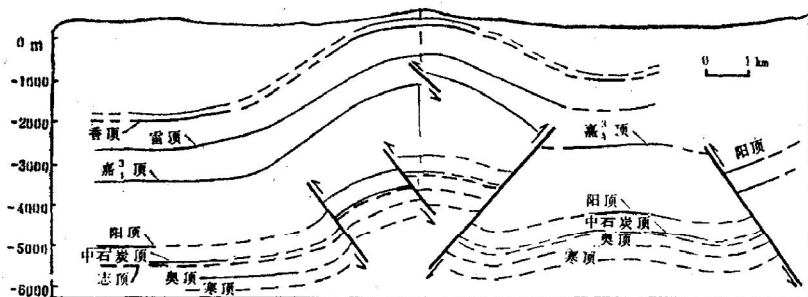


图14 四川东北部雷音铺背斜和景市庙向斜翼部隐伏扇型逆冲断层的分布剖面图
(据四川石油管理局地调处)

型断裂是够发育的,这是众所周知的事实。然而,这个重要的水平压应力的剪应力分量,比纵弯褶曲的横向剪应力还小得多。这点从下面的理论计算可以得到定量的说明。

设水平压应力的最大剪应力分量为 τ_0 (与水平压应力呈 45° 夹角),其大小为水平压应力 σ 的一半,即

$$\tau_0 = \frac{1}{2} \sigma = \frac{1}{2} \cdot \frac{P}{bh}$$

式中符号意义同前。

设纵弯褶曲翼部的褶曲层中部横向剪应力为 τ_Q 。根据(3)和(5)两式,得

$$\tau_Q = \frac{3}{2} \cdot \frac{Q}{bh} = \frac{3}{2} \cdot \frac{P \cos \alpha}{bh}$$

计算得知:当 $\alpha=70^\circ 32'$ 时, $\tau_Q=\tau_0$;当 $\alpha \approx 0^\circ$ 时, $\tau_Q \approx 3\tau_0$ 。即纵弯褶曲翼部倾角为 $19^\circ 28'$ 时,其翼部的褶曲层中部横向剪应力,将等于水平压应力的最大剪应力分量;当纵弯褶曲翼部倾角趋近于 90° 时,其翼部的褶曲层中部横向剪应力,将接近于水平压应力的最大剪应力分量的三倍。由此可知,纵弯褶曲发展到一定阶段之后,其翼部的横向剪应力将远远超过水平压应力的最大剪应力分量,而使扇型逆冲断层比平面X型断裂和剖面X型断裂更为发育。这点,上述模拟实验也提供了生动的说明。

古生代末期以来，中国西部先后与北面的西伯利亚地块和西南面的印度地块碰撞，因普遍发生剧烈的褶皱变动，并自北而南，大体依次分布着海西、印支、燕山和喜马拉雅等褶皱带。因而，这一地区的横向剪应力便处于主导地位，其扇型逆冲断层也特别发育。分布于安第斯型大陆边缘的所谓A型俯冲带，Boillot (1979) 认为是水平压应力 (F) 的剪应力分量作用的产物 (图15) [14]，看来未必妥当。笔者认为，由于该带常常与褶皱带伴生，故可能与横向剪应力作用有关。

扇型逆冲断层不但在力学成因上与压性逆冲断层不同，而且两者在赋存特征上也有重大区别。这点笔者在另文¹⁾已有所述，这里不再讨论。

当前关于中国挤压型盆地边缘逆冲断层成因机制的认识，大体可以分为两种：一种是强调重力作用，其中包括滑动构造说、潜滑俯冲说和垂直挤压作用说；另一种强调水平挤压作用，其中主要是压性逆冲断层说。笔者在强调水平挤压作用的基础上，指出扇型逆冲断层的重要性。毫无疑问，重力滑动构造在一些盆地边缘具有一定的地位，扇型逆冲断层本身也常常受到重力作用的改造；但是，潜滑俯冲作用看来与这些盆地边缘的逆冲断层无关，刚硬的大洋岩石圈向软流圈俯冲的那种B型俯冲带运动模式，对于中国挤压型盆地是不适用的。

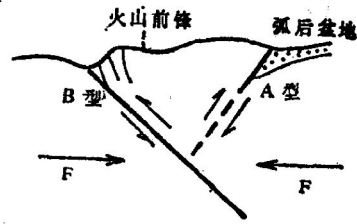


图15 水平压应力 (F) 的剪应力分量作用下产生的、与B型俯冲带呈共轭关系的A型俯冲带
(据Boillot, 1979, 综合)

参 考 文 献

- [1] 罗志立, 1984, 试论中国型 (C-型) 冲断层及其油气勘探问题. 石油与天然气地质, 第5卷, 第4期.
- [2] L. U. 狄塞特尔, 1956, 构造地质学. 张文佑译, 1964, 科学出版社.
- [3] H. M. 别辽耶夫, 1954, 材料力学 (下册). 干光瑜等译, 1956, 高等教育出版社.
- [4] 武汉地质学院, 1978, 地质构造形迹图册. 地质出版社.
- [5] M. B. 格佐夫斯基, 1975, 构造物理学基础. 刘鼎文等译, 1984, 地震出版社.
- [6] 蓝洪峰等, 1974, 构造形迹地质力学分析图示. 地质出版社.
- [7] 谭试典, 1985, 中国西北地区逆掩断裂带与油气圈闭类型. 石油与天然气地质, 第6卷, 第2期.
- [8] 王尚文等, 1983, 中国石油地质学. 石油工业出版社.
- [9] 李四光, 1948, 扭裂缝之泥浆试验. 地质力学方法, 1976, 科学出版社.
- [10] 黄汉纯, 1959, 几个模型实验. 地质力学丛刊, 第1号, 地质出版社.
- [11] 马杏垣等, 1984, 论滑覆及岩石圈内多层次滑脱构造. 地质学报, 第58卷, 第3期.
- [12] 姜春发等, 1981, 秦岭地槽马蹄型构造. 中国及其邻区大地构造论文集, 地质出版社.
- [13] 罗志立, 1983, 试从地裂运动探讨四川盆地天然气勘探的新领域. 成都地质学院学报, 第2期.
- [14] 金性春, 1984, 板块构造学基础. 上海科学技术出版社.

1) 同第127页脚注。

HAVE OVERTHRUSTS ALONG THE MARGINS OF COMPRESSIVE BASINS IN CHINA BEEN FORMED BY BURIED SUBDUCTION?

—Consulting with Luo Zhili

Li Yangjian

(*Geological Institute for Chemical Minerals, Ministry of Chemical
Industry, Zhuoxian, Hebei*)

Abstract

The origin of overthrust faults widely distributed between basins and folded mountain ranges in the west and central part of China has been explained by Luo Zhili in the theory of buried subduction. It is believed that these overthrust faults were normal ones which controlled half graben-like basins in their earlier stage. The filling of the thickest terrestrial sediments in the mountain front depressions later, and the buried subduction along sliding layer slopes of the buried muddy rocks type by gravity force that have made the surface of earlier normal faults above mentioned overturn and then become overthrust faults. Therefore, it is impossible for the newly-deposited soft formation to subduct toward the well-consolidated and folded mountain ranges. These overthrust faults, with the exception of a few from gravitation gliding structure, have resulted mainly from the process of lateral shear stress of vertical flexural fold, namely, multiple folds and compressed basins, which then can be attributed to the group of fan overthrust fault. The distribution and development of lateral shear stress within vertical flexural folds in both space and time has been studied in the concept of vertical flexural rod of material mechanics. The results from calculating in theory show that the maximum value of the vertical shear stress within the flanks of vertical folds is much stronger than that of the horizontal shear stress, as 3 times as that of later.