

顺层片理形成机制分析

蔡学林 石绍清

(成都地质学院)

片理是区域变质岩系特有的一种面理构造。不少地质学家比较重视对它的研究,提出了不同的认识,其中分歧较大的要算顺层片理,一是认为与层面一致的片理,属顺层片理,一是认为顺层片理是轴面片理在褶皱翼部的表现^[1]。为了探讨顺层片理,从1976年起,我们对河南省桐柏县围山城金银多金属矿带的片理进行了研究。本文根据该区的研究,结合大别山、秦岭等地变质岩系片理观察,讨论了顺层片理特征、与褶皱关系、形成机制等问题。

一、顺层片理主要特征

矿带内出露了元古界歪头山组和震旦系大栗树组的中浅变质岩系。在变质岩系中广泛发育片理、片麻理和劈理,其中顺层片理在角闪片岩、云母石英片岩等内最发育。在搞清区域构造的同时,研究和测量了一千多个片理,均说明顺层片理面与原始层理面平行或一致。当变形和变质作用加强时,细微层理就被石英、长石、角闪石和云母的重结晶作用全部置换,原始层理唯一标志就是不同矿物的平行排列。片理面上新生矿物成分视岩性而异,例如,云母石英片岩中以云母类为主,角闪片岩内以角闪石为主。多数情况下,片状、柱状矿物平行片理面排列,少数与片理面呈很小的交角,这种特性通常在显微镜下才能观察到。

片理面间所夹的岩石叫“微片石”。在相同受力条件下,微片石的厚度受原岩性质和层理发育程度的控制。例如,角闪片岩的微片石厚度,通常为0.3~0.5毫米,云母片岩的微片石厚度约0.2~0.25毫米。一般顺层片理的微片石内部没有微型褶皱,这一特性是它与轴面片理主要区别之一,后者常在褶皱转折端处,微片石内部多由各种微型褶皱构成。顺层片理的微片石与片理面一起形成各种形态的褶皱,这些褶皱最主要的特点是片理面与微片石所反映的褶皱形态是相似的,这是顺层片理与轴面片理另一重要区别之一。

二、顺层片理与褶皱的关系

顺层片理是随岩层的弯曲而弯曲的(图1)。无论大型褶皱核部或翼部均与岩层层理平行或一致,因此,顺层片理的产状也就反映了河前庄背斜的基本轮廓。这种顺层片理是否可能是大型紧闭褶皱的轴面片理在翼部被另一期褶皱弯曲所致呢?通过大面积详细地质制图和构造研究表明,在河前庄背斜两翼均未发现所谓早期平卧褶皱的转折端。根据变质岩原岩粒序层理和层间拖拉褶皱以及钻探剖面研究,证明背斜核部最老地层是正常的。因此,本区的顺层片理,排除了它是与早期大型平卧褶皱有关的轴面片理的可能性,而是真正的顺层片理。

河前庄背斜两翼,特别是南翼的层间拖拉褶皱内发育了轴面片理(图1)。这些轴面片理

本文1980年5月17日收到。

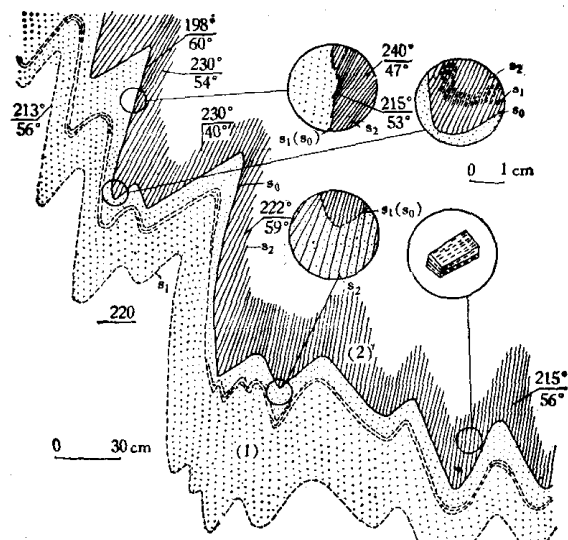


图1 变粒岩(①)和云母石英片岩(②)的顺层片理(s_1)、轴面片理(s_2)与层理(s_0)的关系(上兰家冲)

的微片石结构比较复杂,轴面片理与顺层片理有两种关系:一是较开阔的褶皱内轴面片理处处与顺层片理切交;另一是倒转褶皱或等斜褶皱转折端,轴面片理与顺层片理呈大角度相交,转折端外侧,二者交角逐渐减小,到两翼,二者完全平行或重合,我们将这种具有双重特性的片理称为“复合片理”(cs)(图2)。当等斜褶皱两翼延伸较远时,二者不易区分,很容易像有的研究者那样,要么当成顺层片理,要么当成轴面片理。由此可见,顺层片理广泛发育在区域变质岩系中,它的形成早于轴面片理^[2]。二者可以通过褶皱转折端的研究加以区别。顺层片理(s_1)不管在迭加褶皱或早期褶皱转折端,均平行岩层层理(s_0),而轴面片理(s_2, s_3)则平行于早期褶皱或迭加褶皱轴面。

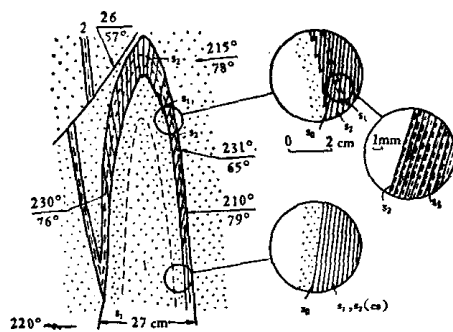


图2 等斜褶皱的顺层片理(s_1)和轴面片理(s_2)的关系(上兰家冲水库边)
1. 变粒岩; 2. 云母石英片岩

三、形成机制分析

顺层片理形成机制,很早就有人讨论过,主要有三种认识:1. 重压变质作用^[3]; 2. 强烈水平挤压^[4]; 3. 侧压和剪切联合作用^[4]。就本区而言,顺层片理广泛存在于原始层理、层纹比较发育的泥质岩石中,这类岩石为形成顺层片理提供了良好的物质条件。构成顺层片理的岩石矿物共生组合有:绢云母-白云母-石英、黑云母-白云母-斜长石-石英、斜长石-角闪石-绿帘石-榍石(金红石)、铁铝榴石-黑云母-白云母-石英和方解石-绿帘石-角闪石-斜长石。据此划分为绿片岩相和绿帘石角闪岩相,以后者为主,大致相当于都城秋穗^[5]的中压区域变质相系内的绿帘石角闪岩相系。推测片理形成的温度为 $400^{\circ}\text{C}\sim 600^{\circ}\text{C}$,压力为 $5\sim 10$ 千巴。有的岩石,如云母片岩形成片理时,很可能达不到这个温度和压力。

现有资料表明,埋藏在地下深处的水平岩层在纯粹的静载荷下,虽有相当的温度和压力条

件,但很难形成定向构造,因为,这时所处的围压相等,即 $\sigma_1=\sigma_2=\sigma_3$, 没有应力差。处在地下深处的岩石,不管均压多大,只要不产生应力差,就不可能形成顺层片理等面理构造。因此,纯粹的上覆岩层重压形成片理的假说依据是不足的。

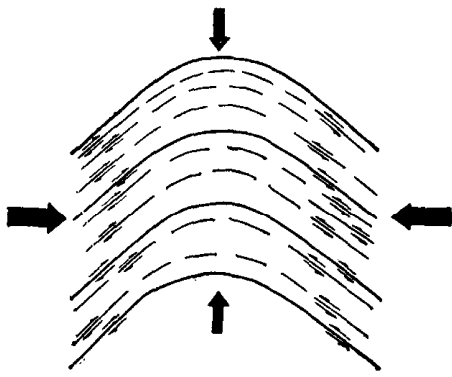


图3 顺层片理形成示意图

如果完全用侧向挤压来解释顺层片理的成因那也是困难的,某些研究者所论述的由侧向挤压形成的顺层片理实际上是等斜褶皱或倒转褶皱两翼的“复合片理”,往往在同一等斜褶皱或倒转褶皱转折端,不仅有轴面片理,而且有被轴面片理切交的顺层片理。所以,单纯用侧向挤压只能解释轴面片理,而不能说明顺层片理形成机制。

根据前面的分析,我们认为,顺层片理是层理发育的水平岩层或近水平岩层,在中温中压和侧向挤压下,岩层发生弯滑褶皱,在褶皱两翼岩层内引起层间剪切滑动和层内剪切滑动,并在上覆岩层压力的联合作用下形成的(图3)。侧向挤压是形成顺层片理主要外动力。在侧向挤压下,原始水平岩层或近水平岩层弯曲,形成弯滑褶皱,此时,在褶皱不同部位产生了性质不同的应力差。褶皱翼部出现层间剪切滑动和层内剪切滑动,层理面是软弱面,故剪切滑动多沿已经存在的层理面进行。变形是在区域变质作用密切配合下进行的,构造形迹的发育受到变形时的温度和压力的影响,所以,重结晶作用易沿层理面或滑动面进行,最后形成顺层片理。狄塞特尔^[4]指出:“在一定环境下,重结晶作用也发生在沿层面的滑动面上,所以,层理面也都能够变为片理面”。而在平缓褶皱转折端,由于翼部的层间剪切滑动和层内剪切滑动向转折端逐渐减弱,但是该部位向上抬起的垂向力和上覆岩层的压力是很大的,此时的压力是动压力,而不是静压力,沿层面与垂直层面形成一个应力差,垂直层面的应力大大超过沿层面的应力,这时,在褶皱转折端沿层面可能发生岩层内的差异滑动和顺层流动,从而形成该处的顺层片理。

上述顺层片理形成模式,还可以用模拟实验得到验证。例如,用石蜡作试件,就可以在侧向挤压下弯滑褶皱阶段,在相同成分内,无论在褶皱翼部,还是在转折端,均可出现与层面平行的剪切滑动面和顺层流动,详细观察,伴随剪切滑动面上形成定向构造。总之,顺层片理是区域变质岩系中最先形成的一种面状构造,当顺层片理形成后,褶皱进一步加强时,形成轴面片理或其它构造形迹。正确区分顺层片理和轴面片理,对恢复变质岩系区域构造轮廓和构造变形史,建立构造序列有一定意义。

致谢: 本文承蒙马杏垣教授审阅,并提出宝贵意见,在此表示衷心感谢。

参 考 文 献

- [1] Эв, В.В., *Очерки структурной геологии сложнодислоцированных толщ*, «Недра», Москва, 1977, 208—256.
- [2] 马杏垣等,国际交流地质学术论文集,1. 区域地质、地质力学,地质出版社, 1978, 133—148.
- [3] F. J. 台尔纳,变质岩矿物和构造演变,中国工业出版社, 1963, 275—280.
- [4] L. U. 狄塞特尔,构造地质学,科学出版社, 1964, 63—75.
- [5] 都城秋穗,变质作用与变质带,地质出版社, 1979, 313—318.