

安徽张八岭地区西冷岩组早期构造变形特征

鲁如魁¹ 高天山² 张志树¹ 刘家云¹ 吴海权¹

(1.安徽省地质调查院, 安徽 合肥 230001;

2.中国科学技术大学地球和空间科学院, 安徽 合肥 230026)

摘要: 安徽张八岭地区西冷岩组早期构造变形复杂, 主要表现为褶皱以及与褶皱变形密切相关的韧性剪切变形。野外调查表明, 该地层中至少发育 3 期褶皱变形, 其中 F_1 为北西向韧性剪切褶皱; F_2 为向西南西倾伏的纵弯褶皱; F_3 为近东西向的宽缓褶皱。 F_1 与 F_2 联合制约了西冷岩组岩层展布的总体格局。显微构造, 特别是岩石的磁性组构特征证明了区内曾发生过多期构造变形, 且有两期最为显著, 即早期的水平剪切和随后发生的侧向挤压。本文重点阐述上述褶皱变形的几何学特征, 并进行运动学和动力学分析。

关键词: 构造变形; 几何学; 运动学; 动力学; 西冷岩组

中图分类号: P551 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3657(2004)02-0131-08

张八岭构造变形带挟持于华北与扬子两地块之间, 为大别造山带的东延部分。自从张鉴模^[1]将该区命名为“张八岭岩系”以来, 众多学者对其进行了广泛而深入的研究^[2-8], 在地层、岩石、构造及变质作用等方面取得了不少成果和进展。特别是 20 世纪 70 年代和 90 年代, 该地区开展了多幅 1:20 万及 1:5 万区域地质调查, 积累了丰富的资料^[9]。然而, 迄今为止对该变形带早期构造变形样式仍众说纷纭, 其根本分歧在于张八岭构造变形带内早期褶皱(F_1)的表现形式及其对区域构造的控制程度。笔者根据近年来 1:5 万区域地质调查成果, 结合野外调研和室内显微构造的研究, 在前人工作的基础上, 阐明张八岭地区西冷岩组早期构造变形的几何学、运动学及动力学特征。

1 地质概况

张八岭构造变形带位于大别—苏鲁超高压变质带之间, 主要由北将军岩组和西冷岩组组成, 区域构造线总体呈北北东向展布(图 1), 岩石经受了蓝片岩相—低绿片岩相的变质作用^[9]。变质作用和年代学研究均显示出该构造带的形成与印支期扬子、华北两板块的碰撞有关^[10]。燕山期后, 郯庐断裂的左行平移运动对该区早期的构造进行了强烈的改造, 使得其变形形迹, 特别是褶皱特征在宏观和微观上显得更加复杂和难以识别。

2 构造几何学特征

地质历史时期, 西冷岩组经历了多期构造活动, 形成不同型式的构造形迹组合, 而早期变形则主要表现为褶皱以及与褶皱变形密切相关的韧性剪切变形。调查表明, 该岩层中至少发育 3 期褶皱变形。

2.1 D1 变形期

地壳圈运动和层间剪切是地壳中深层次和早期地壳运动的主要型式。印支期后, 扬子与华北两地块发生俯冲碰撞, 扬子地块中的岩层缩减、叠置, 逐层发生顺层剪切作用, 中深层次的西冷岩组韧性变形, 形成紧闭褶皱、平卧褶皱及剪切褶皱等露头尺度的 F_1 (图 2, 图版 I—2)。 F_1 褶皱两翼近于平行, 翼部较薄, 转折端明显加厚, 早期片理(S_1)在转折端与层理(S_0)大角度斜交, 翼部 S_1/S_0 。受后期构造影响, F_1 枢纽产状各异, 轴面产状与所附岩层中 S_1 面理一致, 轴迹呈北西向展布。 S_1 为透入性连续劈理, 其产状平缓, 构造面光滑。由于岩性能干性差异, S_1 表现又有所不同, 其中在绢云母片岩、绿泥片岩等软弱岩层中, S_1 极为发育, 密集分布, 强烈置换 S_0 , 两者趋于平行化(图 3); 而在变石英角斑岩、石英片岩等强干岩层中, S_1 只是一般发育, 甚至仅表现为片理化, 岩石以块状构造为主, 局部强变形带中发育糜棱面理。与 F_1 褶皱配套的线理(L_1)主要有如下 3 种表现形式: (1) 绢云母、绿泥

收稿日期: 2003-01-14; 改回日期: 2003-11-24

基金项目: 安徽省地质矿产局“1:5 万明光市、石坝镇幅区域地质调查”项目部分成果。

作者简介: 鲁如魁, 男, 1969 年生, 高级工程师, 从事区域地质调查工作; E-mail: lurk205@163.com。

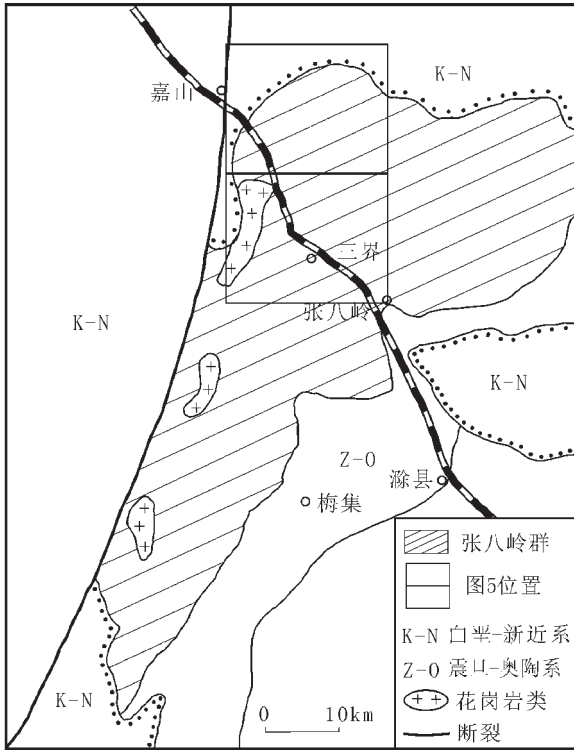


图1 张八岭地区地质简图

Fig. 1 Geological sketch map of the Zhangbaling area

石等矿物的矿物集合体线理；(2)长石、石英斑晶变形拉长所形成的拉伸线理；(3)软弱层中强干岩性夹层透镜体化、石香肠化及变形条带等所显示的线性构造。L₁多向SSE倾伏，倾角大小悬殊，其产状与F₁褶皱枢纽以及区域构造线走向一致。

D1变形奠定了西冷岩组先期构造样式，受其影响，产生了区域上透入性面理系统(S₁)，同时强弱岩性层又具有不同的变形特征，前者原生构造保留较好，而后者则发生较强的面理置换，原生构造消失殆尽。由于强岩层中有弱的夹层，而

弱岩层中又有强的透镜体，强弱岩层接触面趋于平行化，这样以来，在强弱相间的地层系统中就形成强弱变形相间分布，强中有弱，弱中有强的构造样式。西冷岩组则表现出弱岩层局部“无序”，而在强岩层控制下总体“有序”的格局，并以此为基础进入D2变形期。

2.2 D2 变形期

随着扬子、华北两地块对接完成，地壳进一步抬升，西冷岩组处于中浅层次，在第一期褶皱变形的基础上，受侧向挤压力作用，以S₁面理为变形面，再次发生褶皱作用，形成一系列NNE向背、向斜构造。其中发育于强干层中的褶皱，形态宽缓，轴面劈理罕见。而在软弱层中则因剪切作用，形成顶厚、相似及钩状等形态各异的褶皱类型，更以产生褶劈理(S₂)为特征(图4、图版I—1)。F₂褶皱枢纽倾伏方向一般在190°~210°范围内，倾伏角10°~15°之间，轴面倾向NWW，倾角一般为50°~60°，个别(近直立)达80°。S₂为非透入性、均匀或间隔状分布的面理构造，其产状陡倾，结构面粗糙不平，多强烈置换S₁。该期变形中的线理构造除褶皱枢纽线理S₁与S₂交面线理外，还有极为发育的皱纹线理，其产状与前两者一致，由片理面上的片状矿物(绢云母、绿泥石等)弯曲褶皱而形成。皱纹线理规模较小，宽5~10mm，长20cm左右，沿褶皱轴面隐约可见与S₂相似的劈理。

D1、D2两期变形叠加，规模较大，轴迹呈北北东—南南西向的F₂褶皱横跨于早期F₁之上，很大程度地改造并控制着后者的形态及位态，使得其枢纽、轴面产状各异，枢纽分别向北西和南东倾伏，倾伏角变化较大，一般在5°~40°间。露头尺度的重褶发育(图版I—3)。受其影响，无序的局部更加无序，但总体有序的格局并未因此而改变。D1、D2两期变形共同奠定了西冷岩组总体构造格局。

2.3 D3 变形期

燕山早期运动之后，地史发展进入一个新的阶段，构造形迹主要表现为宽缓开阔的褶皱和盆地构造。西冷岩组已处

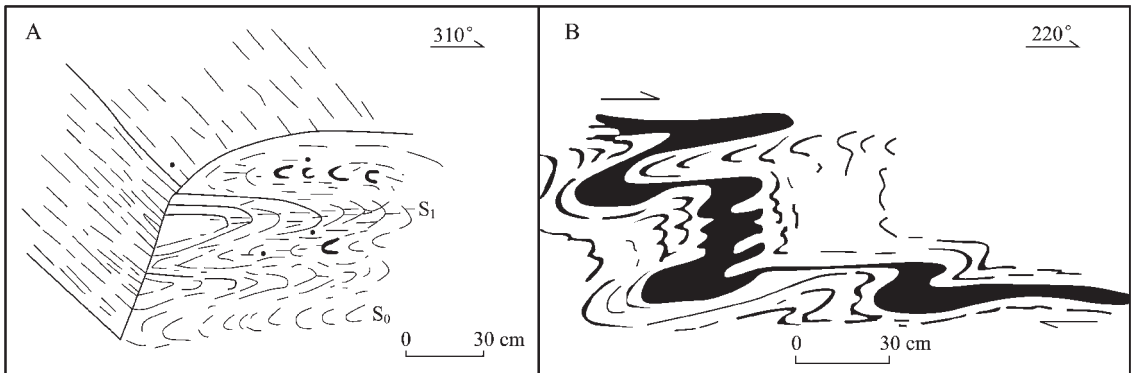


图2 F₁褶皱形态

A—嘉山县分水岭水库平卧褶皱；B—嘉山县砚台山剪切褶皱

Fig. 2 Geometry of F₁ folds

A—Recumbent fold at the Fenshuiling reservoir, Jiashan County; B—Shear fold at Yantaishan, Jiashan County

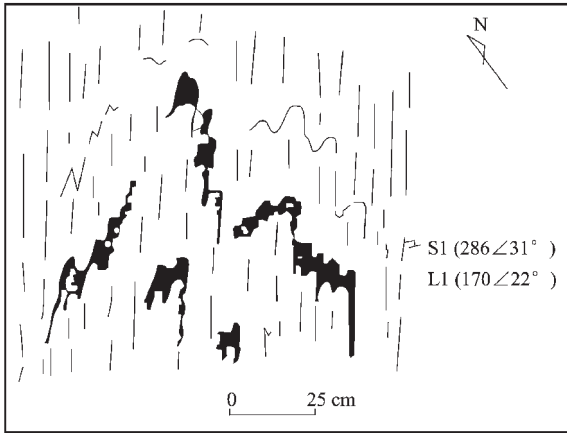


图 3 嘉山县四支湾 S₁ 置换改造 S₀ 层理

Fig.3 Substitution of S₀ by S₁ at Shizhiwan, Jiashan County

于较浅层次,受区域挤压力作用,发生褶皱变形。由于 S₂ 面理区域上不具有透入性,该期褶皱主变形面仍为 S₁ 面理,其形态宽缓开阔,少数为歪斜褶皱,枢纽向 265°~285° 倾伏,倾伏角 10° 左右,多叠加于早期褶皱之上。与 F₃ 配套的线、面理均不发育,前者仅表现为枢纽线理,偶见皱纹线理,后者也只是在软弱岩层中难得一见稀疏发育的剪切劈理。

另据“1:5 万张八岭幅区域地质调查”资料^①,该图幅北缘西冷岩组中所发育的皱纹线理(L₂),产状多向东北向倾伏,而本区 L₂ 则向南西倾伏(图 5)。L₂ 产状的变化表明线理所附构造面的起伏,这可能是 F₃ 褶皱变形在区域上的反映。

D3 变形对区内地层层序和构造格架影响不大,它只是对先期构造形迹进行了一次微调。

3 构造运动学特征

西冷岩组早期变形几何学特征及其内部构造要素的排列

型式,表明其早期构造运动方式以水平剪切和侧向挤压为主。

3.1 运动过程

西冷岩组的发育形成是一个长期而复杂的运动过程,迄今展示在人们面前的各种构造现象只是这个过程的终结状态。由于变形岩石中能够保留下来的增量应变信息残缺不全,其应变历史难以确定。

利用岩石的磁组构来研究地质体变形,是构造地质学的一种新手段。所谓磁组构就是指岩石磁化率的各向异性,而研究变形的基点是岩石中磁性物质的分布和排列方式——磁感应强度的最大值和最小值方向与岩石的形成和形变有关^[1],且磁化率椭球体三轴与应变椭球体三轴具平行及共构关系^[12-14]。实践证明,该方法具有一定的可行性和优越性。

在测区内选择了 11 块定向标本,制成定向薄片,测量了岩石磁化率各向异性参数(表 1,图 6)。表 1、图 6 显示,磁性叶理的倾向在不同地区和不同类型的变形岩石中因构造作用的差异而表现为陡缓不一。这一特点反映了该区的变形岩石至少经历了两期主要构造应力作用,即早期的水平剪切和随后发生的侧向挤压。由于前后所受的应力(方向、性质)不同,表现在磁化率主轴的形状和方向上具有不同程度的相应变化。

3.2 运动方向

线性构造及小型揉皱是运动方向的最直接也是最可靠的证据^[15]。区内广泛发育的矿物线理、布丁线理(L₁)呈 NW—SE 方向展布,且倾角较缓,证明早期剪切(D1)主要表现为 NW—SE 向近水平运动,而旋转碎斑系、矿物颗粒不对称边界、云母鱼、书斜构造及核幔构造等各种显微指向构造(图版 I—5、6、8)表明区内早期构造运动为右行韧性剪切;调查区随处可见的皱纹线理(L₂)呈 NE—SW 向,以及区域上 F₂ 褶皱轴迹总体呈 NNE 向展布、轴面倾向 NW 等特征,均说明稍晚期发生的侧向挤压(D2)为 NW—SE,此外,次级小褶皱的不对称性反映出该期变形为 NW→SE 的推覆挤压。

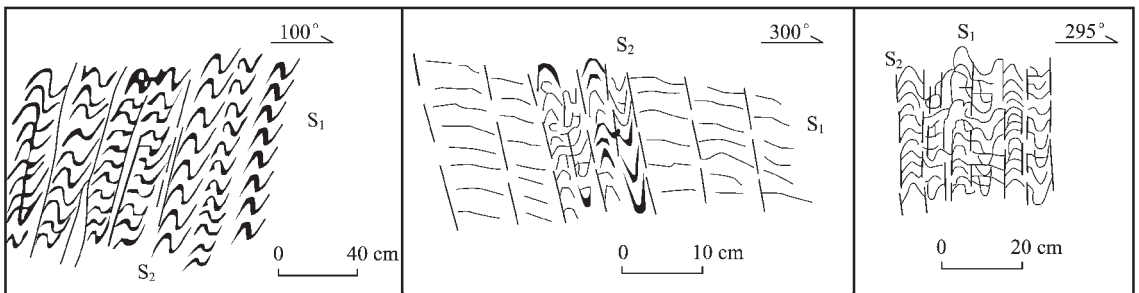


图 4 嘉山县下赵村 S₂ 置换改造 S₁

Fig. 4 Substitution of S₁ by S₂ at Xiazhao Village, Jiashan

①南京地质矿产研究所. 1:5 万张八岭、珠龙福区域地质调查报告, 1995.

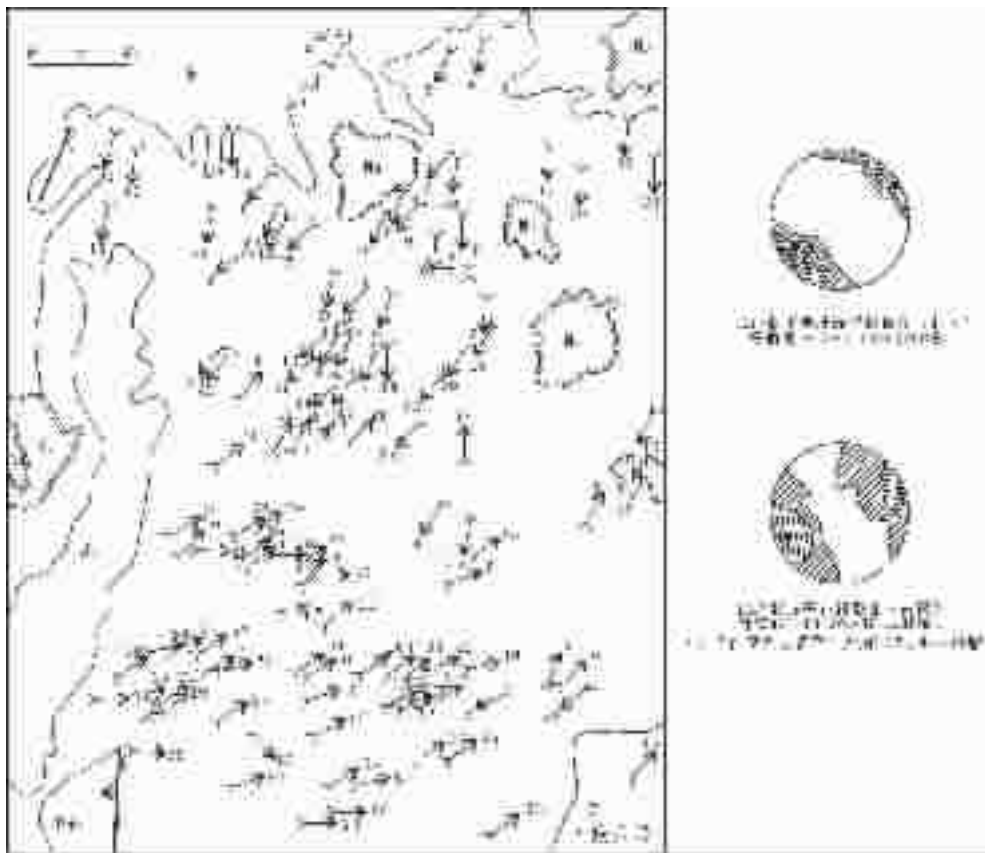


图5 嘉山县三关—三界地区皱纹线理(L₂)产状特征

Pt₂₋₃—中—新元古代地层; Z₁₋₂—早—晚震旦世地层; J₃—晚侏罗世地层; K₂—晚白垩世地层; E—古近纪地层; N₂—上新世地层

Fig. 5 Altitude of fold lineation(L₂)in the Shanguan-Shanjie area, Jiashan County

Pt₂₋₃-Meso- and Neoproterozoic; Z₁₋₂-early-late Sinian; J₃-Late Jurassic; K₂-Late Cretaceous; E-Paleogene; N₂-Pliocene

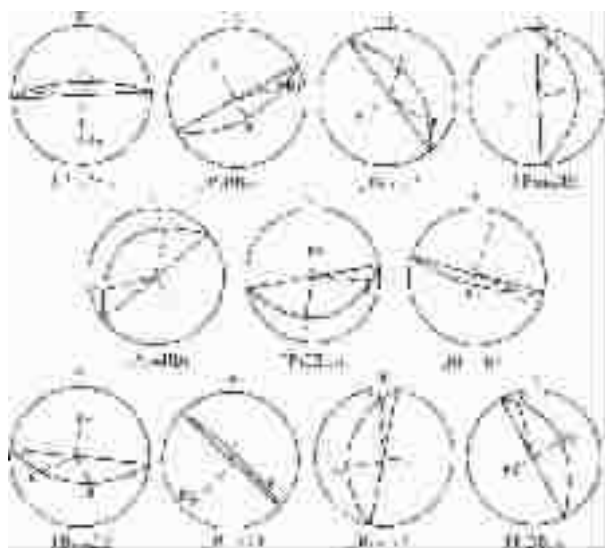


图6 磁性面理及磁化率主轴特征

Fig. 6 Features of magnetic foliation and principal susceptibility

4 构造动力学特征

4.1 宏观分析

区内片理(S₁)及强弱岩性层均沿NW向展布,它们代表了塑性流变总体方向,据流体力学原理,其必然受到NE—SW向的挤压作用,而这压应力则来源于NW—SE向的韧性剪切。此外,石英片岩、绢云绿泥石英片岩中的石英豆荚体以及弱岩层中强干岩性透镜体,其长轴方向与S₁走向一致,它们实质上是应变椭球体三轴产状及主压应力方向的具体表现。

4.2 微观特征

(1)显微构造:镜下观察核幔构造,发现组成幔的重结晶石英颗粒沿305°~340°方向集中(图版I—8),说明垂直于该方向上存在一压应力(δ₁)作用;片岩中石英、长石颗粒变形拉长,定向排列(图版I—7),其长轴与δ₃一致,为NW—SE向。此外,压力影、显微破裂等构造均指示NE—SW方向存在一主应力。

(2)磁性组构:相比较而言,岩石磁组构更为直观地表现了应变椭球体三轴方向及大小(比值);K₃方向与构造面理法

表 1 张八岭地区 AMS 要素测定及参数计算结果/ 10^{-6}
Table.1 AMS and parameter data from metamorphic tectonites in the Zhangbaling area / 10^{-6}

样号	岩性	K ₁	K ₂	K ₃	K _{mean}	K ₁		K ₂		K ₃		FACE		P	E	F (μ L)	L (μ L)	T
						D	I	D	I	D	I	D	I					
						D	I	D	I	D	I	D	I					
JP ₁ DB _{2a-c}	绢云绿泥 石英片岩	60.96	51.22	41.17	51.12	-89.4	1.1	5.1	76.0	180.3	13.9	45.3	76.1	1.481	1.045	1.244 (0.095)	1.190 (0.076)	0.11
JP ₂ DB ₁₋₄	变石英 角闪岩	20.92	20.51	20.26	20.56	78.3	7.4	-22.7	55.6	173.2	33.3	353.2	56.7	1.032	0.993	1.012 (0.005)	1.020 (0.009)	-0.23
JD ₃₀₀ DB ₁	变石英角闪质 凝灰岩	825.5	804.3	774.4	801.4	22.0	32.1	123.6	17.8	238.1	52.2	103.1	37.8	1.066	1.012	1.039 (0.017)	1.026 (0.011)	0.19
JP ₁ DB ₁₋₂	变石英 角闪岩	12.14	11.37	8.933	10.81	2.4	0.0	85.7	29.3	265.8	60.7	110.8	29.3	1.359	1.192	1.273 (0.105)	1.068 (0.029)	0.57
JD ₃₀₇ DB ₁	变石英 角闪岩	68.43	67.16	64.49	66.69	-3.0	9.1	261.5	31.0	101.5	57.4	281.5	32.6	1.061	1.022	1.041 (0.017)	1.019 (0.008)	0.37
JD ₃₀₃ DB ₁	绢云绿泥 石英片岩	202.70	193.00	192.20	196.0	-25.5	1.2	65.4	37.9	243.0	52.1	103.0	37.9	1.055	0.956	1.004 (0.002)	1.050 (0.021)	-0.85
JD ₃₀₀ DB ₄	变石英角 斑质凝灰岩	42.12	36.62	35.02	37.92	107.6	1.0	17.3	13.6	201.6	76.4	81.6	13.6	1.203	0.909	1.046 (0.019)	1.150 (0.061)	-0.52
JP ₂ DB ₁₋₂	变石英 角闪岩	51.19	49.68	48.43	49.77	93.6	4.1	185.5	24.8	-5.1	64.8	219.9	25.5	1.057	0.996	1.026 (0.011)	1.030 (0.013)	-0.08
JD ₂₃₃ DB ₁	石英片岩	84.76	74.60	65.05	74.80	143.7	39.1	256.2	25.3	10.0	40.4	220.0	49.6	1.303	1.010	1.147 (0.059)	1.136 (0.055)	0.04
JD ₃₀₆ DB ₁	变石英 角闪岩	155.00	137.80	126.30	139.7	269.8	6.6	0.9	8.9	143.7	78.9	102.7	64.2	1.227	0.970	1.091 (0.038)	1.124 (0.051)	-0.15
JD ₃₀₀ DB ₁	变石英 角闪岩	105.50	103.80	102.70	104.0	138.1	15.5	-37.1	74.4	228.4	1.2	108.4	88.8	1.027	0.995	1.011 (0.005)	1.016 (0.007)	-0.20

注: K₁-最大主磁化率; K₂-主磁化率; K₃-最小主磁化率; P-各向异性度; E-扁心率; F-扁心率; D-磁性叶理值; I-磁性线性值; T-形状因素;

均由南京地质矿产研究所古地磁实验室用卡帕桥 KHB-1 型测试。

图版 I Plate I



1 嘉山县分水岭水库绢云片岩中 S_2 置换改造 S_1
Substitution of S_1 by S_2 in sericite schist at the
Fenshuiling reservoir, Jiashan County



2 嘉山县罗后冲水库绢云石英片岩剪切褶皱
Shear fold in sericite-quartz schist at the Luohouchong
reservoir, Jiashan County



3 嘉山县四支湾变质石英角斑岩叠加褶皱
Superposed fold in keratophyre at Shizhiqian,
Jiashan County



4 嘉山县林东水库绢云石英片岩中 S_2 置换改造 S_1
 S_2 exchange S_1 in mica-quartz schist Lindong
reservoir, Jiashan County



5 嘉山县四支湾变质石英角斑岩中发育的书斜构造 偏光(+)
Book structure developed in meta-quartz
keratophyre at Shizhiwan, Jiashan County; crossed polars(+)



6 嘉山县林东水库绢云石英片岩中发育的云母鱼 偏光(+)
Mica-fish developed in sericite-quartz schist at the
Lindong reservoir, Jiashan County; crossed polars(+)



7 嘉山县四支湾糜棱岩 偏光(+)
Mylonite at Shizhiwan, Jiashan County; crossed polars(+)



8 嘉山县四支湾绢云片岩中发育的核幔构造 偏光(+)
Core-mantle structure developed in sericite schist at
Shizhiwan, County; crossed polars(+)

线平行, K_1 方向与椭球体最大轴方向一致, 弧形阴影的大小反映了 $\delta_1(K_3)$ 倾角的大小。磁化率各向异性的研究表明: ①不同原岩类型, 磁化率绝对值有较大差异, 即各个磁化率各向异性椭球体大小不同, 但它们的轴比率却非常相似。表 1 中 P、E、F、L 各栏中可看出这种相似性。这说明在变形程度类似的构造岩中, 它们的磁化率各向异性椭球体形状是相似的; ②磁化率椭球体偏心率 E 值徘徊于 1 左右, 形状因素 T 值有的为 $0 < T < 1$, 也有 $-1 < T < 0$, 前者以磁性叶理发育为主, 后者则以磁性线理发育为主。总观全区, 磁性叶理、线理发育程度相当, 应变椭球体应为一压扁程度不是很大的扁平椭球; ③将磁性组构的有关参数进行付林图解判别, 发现投影点主要集中在 $K=1$ 附近, 说明西冷岩组早期变形机制为简单剪切。

5 讨论与结论

近年来的研究表明, 张八岭构造带的形成与扬子、华北两板块在印支期的俯冲碰撞有关, 与大别造山带具有相同或相似的地质演化历史^[6, 10]。本区所显示的地质构造特征, 与扬子向华北板块俯冲的大地构造背景相一致。根据以上分析, 可以得出如下结论:

(1) 张八岭地区西冷岩组中具明显的 3 期褶皱变形: F_1 为中深层次、塑性状态下发生的流变褶皱, 具体表现为鞘褶皱、紧闭褶皱、平卧褶皱及无根钩状褶皱; F_2 为中浅层次、纵弯褶皱机制下的宽缓褶皱、顶厚褶皱和相似褶皱; F_3 仅表现为近东西向的宽缓褶皱。3 期褶皱相互叠加, 构造形态丰富多彩, F_1 与 F_2 联合制约了西冷岩组岩层展布的总体格局。

(2) 上述各期褶皱样式表明它们的形成与印支期发生的扬子板块向华北板块俯冲碰撞以及其后的持续运动有关——俯冲伊始, 扬子板块岩层缩减, 并逐层发生顺层剪切作用, 处于中深层次的西冷岩组在水平剪切力作用下, 形成 F_1 ; 此后, 伴随着扬子、华北两大板块对接的完成, 西冷岩组抬升, 在侧向挤压力的作用下, 以 S_1 为变形面, 再次发生褶皱, 形成一系列北北东向纵弯褶皱和剪切褶皱; 燕山早期运动之后, 地史发展进入一个新的阶段, 张八岭地区构造形迹主要表现为宽缓开阔的褶皱 (F_3) 和盆地构造。

(3) 磁组构分析表明, 张八岭地区曾发生过多期构造变形, 其中有两期最为显著, 即早期的水平剪切和随后发生的侧向挤压。早期变形的应变椭球体为一压扁程度不是很大的扁平椭球。

致谢: 本文承蒙张国伟院士审阅, 并提出宝贵意见。野外工作期间得到汤加富教授授高级工程师、侯明金高级工程师的指导。在成文过程中, 钱存超高级工程师、李运怀、路玉林、杨世学工程师等予以大力协助, 在此表示衷心的感谢!

参考文献(References):

[1] 张鉴模. 苏皖两省前震旦纪地层[J]. 科学通报, 1958, (4): 324~331.

Zhang Jianmo. Pre-Sinian stratigraphy of Jiangsu and Anhui

Provinces [J]. Chinese Science Bulletin, 1958, (4): 324~331 (in Chinese with English abstract).

[2] 徐嘉炜. 郯城—庐江深断裂带的平移运动[J]. 华东地质, 1964, (5): 18~31. Xu Jiawei. Translational motion of the Tancheng-Lujiang deep fault belt [J]. Geology of East China, 1964, (5): 18~31 (in Chinese with English abstract).

[3] 荆延仁, 梁万通, 张树业, 等. 张八岭蓝片岩带基本特征[A]. 中国变质地质图编制与研究论文集(第二辑)[C]. 北京: 地质出版社, 1988. 238~245.

Jing Yanren, Liang Wantong, Zhang Shuye, et al. Basic feature of blue schist in Zhangbaling [A]. In: Contributions to the Compilation and Research of Metamorphic Geological Maps (2) [C]. Beijing: Geological Publishing House, 1988. 238~245 (in Chinese with English abstract).

[4] 荆延仁, 梁万通, 张树业, 等. 安徽前寒武纪高压变质带[M]. 北京: 地质出版社, 1991. 21~54.

Jing Yanren, Liang Wantong, Zhang Shuye, et al. Precambrian High Metamorphic Zone in Anhui Province [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1991. 21~54 (in Chinese with English abstract).

[5] 徐树桐, 陈冠宝, 董树文, 等. 安徽省主要构造地质要素的变形和演化[M]. 北京: 海洋出版社, 1987. 93~126.

Xu Shutong, Chen Guanbao, Dong Shuwen, et al. Deformation and tectonic evolution of the major structural elements in Anhui Province [M]. Beijing: Ocean Publishing House, 1987. 93~126 (in Chinese with English abstract).

[6] 汤加富, 荆延仁, 侯明金, 等. 安徽大别山—张八岭地区若干重要基础地质问题的新认识[J]. 中国区域地质, 1996, 56(1): 1~7.

Tang Jiafu, Jing Yanren, Hou Mingjin, et al. New ideas of some major problems of basic geology in the Dabieshan-Zhangbaling area of Anhui Province [J]. Regional Geology of China, 1996, 56 (1): 1~7 (in Chinese with English abstract).

[7] 董茂兴, 张德宝, 郭坤一. 张八岭地区地质构造特征[J]. 火山地质与矿产, 1995, 16(4): 45~52.

Dong Maoxing, Zhang Debao, Guo Kunyi. Tectonic features of Zhangbaling area [J]. Volcanology and Mineral Resources, 1995, 16(4): 45~52 (in Chinese with English abstract).

[8] 周济元. 安徽张八岭地区构造演化及动力学[J]. 火山地质与矿产, 1995, 16(4): 17~24.

Zhou Jiyuan. The tectonic evolution and dynamics of Zhangbaling region in Anhui Province [J]. Volcanology and Mineral Resources, 1995, 16(4): 17~24 (in Chinese with English abstract).

[9] 江苏省地质局区域地质调查队. 1:20 万盱眙幅区域地质调查报告[M]. 北京: 地质出版社, 1977.

Regional Geological Survey Party, Jiangsu Bureau of Geology and Mineral Resources. Geological Survey on A Scale of 1:200000 of Xuyi [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1977 (in Chinese with English abstract).

[10] 徐树桐, 刘贻灿, 江来利, 等. 大别山的构造格局和演化[M]. 北京: 科学出版社, 1994. 55~87.

Xu Shutong, Liu Yican, Jiang Laiyi, et al. Tectonic framework and

- evolution of Dabie Mountains[M]. Beijing: Science Press, 1994, 55~87 (in Chinese with English abstract).
- [11] 吴汉宁. 岩石的磁性组构及其在岩石变形分析中的应用[J]. 岩石学报, 1988, (1): 94~97.
- Wu Hanning. Magnetic fabric of rock and its application in analyzing tectonic deformation[J]. Acta Petrologica Sinica, 1988, (1): 94~97 (in Chinese with English abstract).
- [12] Kliefeld W, Owens W, Lowrie W. Magnetic susceptibility anisotropy, strain and progressive deformation in Permian sediments from Maritime Alps (France)[J]. Earth and Planet. Sci. Letters, 1981, (55): 181~189.
- [13] Rathore J S, Kafafy A M. A magnetic fabric study of the Shap Region in the English Lake District[J]. Struc. Geol., 1986, (8): 69~77.
- [14] Rathore J S, Courrioux G, Choukroune P. Study of ductile shear zone (Galicia, Spain) using goniometry and magnetic fabric methods [J]. Tectonophysics, 1983, (98): 97~107.
- [15] 徐朝雷. 中浅变质岩区填图方法[M]. 太原: 山西科学教育出版社, 1990. 24~107.
- Xu Chaolei. Mapping Method of Medium-Low-Grade Metamorphic Areas[M]. Taiyuan: Shanxi Science and Education Press, 1990. 24~107 (in Chinese with English abstract).

Features of early-stage tectonic deformation of the Xileng Formation-complex in the Zhangbaling area, Anhui Province

LU Ru-kui¹, GAO Tian-shan², ZHANG Zhi-shu¹, LIU Jia-yun¹, WU Hai-quan¹

(1. Anhui Institute of Geological Survey, Hefei 230001, Anhui, China;

2. Academy of Earth and Science, China University of Science and Technology, Hefei 230026, Anhui, China)

Abstract: The complexity of the early-stage tectonic deformation in the Xileng Formation-complex in the Zhangbaling area, Anhui Province is mainly manifested by folds and ductile shear deformation closely related to folds. There are at least three stages of tectonic deformation in strata, of which F_1 is NW-trending ductile shear folds at an outcrop scale, F_2 is SSW-plunging flexural folds, and F_3 is nearly E-W-trending broad folds. F_1 and F_2 combine to constrain the gross framework of the distribution of the Xileng Group-complex. Microfabrics, especially the magnetic fabric features of rocks, prove that multi-stage tectonic deformation took place in the area. Two stages are most conspicuous, i.e. the early-stage horizontal shear and ensuing lateral extrusion. The paper focuses on the geometric features of the above-mentioned fold deformation and also analyzes its kinematics and dynamics.

Key words: tectonic deformation; geometry; kinematics; dynamics; Xileng Formation-complex