

哀牢山中段地质构造特征

王义昭 胡荣民 张启跃

(云南省区域地质调查所)

摘要 通过 1:5 万区调工作发现,在哀牢山存在一个规模巨大的“顺层”构造滑脱带,并以该滑脱带为界将哀牢山群变质岩系分割为上、下二部分,两者在变质作用、构造变形、原岩建造及岩浆活动等方面,均具有明显的不同特点。本区曾经受过复杂的伸、缩、旋、剪和升降等构造作用的叠加与改造,按其构造变形序次和复合关系大体有三期:早期(三叠纪之前)为大陆伸展作用条件下的“变质核杂岩”形成阶段;中期(与三叠纪时期古特提斯的关闭有关)又经历了大陆碰撞作用下的逆冲推覆构造阶段;后期(燕山末—喜马拉雅期)又发生平移剪切和山脉强烈隆升,并在红河断裂带东侧伴生有正断层的下降作用。

1 绪 论

60 年代中期至 70 年代初期相继完成的 1:20 万区调图幅和专题研究成果,为哀牢山群积累了丰富的资料,并首次建立、总结了该群“地层层序”和变质岩特征的认识。将哀牢山群自下而上划分为:小羊街组、阿龙组、凤港组和乌都坑组。1979 年段新华、赵鸿在论文中认为,哀牢山—藤条河是一条古板块俯冲带,而哀牢山构造带是“双变质带”,将哀牢山群作为低压高温带看待^[1],这一认识得到了美国板块代表团的赞同。同时,不少中外地质学家前往该区考察研究。80 年代后期以来,随着该区大面积区域地质调查和科研工作的开展,云南省区域地质调查大队、云南省地质科学研究所^①、中国科学院地质研究所等单位,对哀牢山群的构造变形和变质作用进行了比较深入系统的研究,并提供和发表了一批颇有价值的成果^[2-6],其中揭示了哀牢山群存在不同体制构造运动作用下形成的各种构造变形特征。以上成果无疑对加深哀牢山群变质变形特征的认识起到积极的推动作用。

1985 年 10 月在南京召开的全国逆冲—推覆构造讨论会上,笔者首次提出滇西地区的中深变质岩系中存在逆冲—推覆构造的观点。1987 年 8 月在北京怀柔召开的国际岩石圈构造讨论会上,再次阐述了哀牢山系逆冲—推覆作用形成的造山带的认识,并指出红河带具有大规模的左行平移剪切作用。1991 年 11 月在昆明召开的国际对比计划 321 项国际讨论会上,更明确地指出哀牢山群中存在着伸展、挤压和平移剪切等不同体制构造作用下形成的不同构造变形特征,表明哀牢山是一个复杂造山带,山脉的形成有可能与斜冲作用有关。最近笔者有幸到红河哀牢山区工作,发现在哀牢山群中有一规模巨大的以“构造砾岩”/布丁化、香肠化钙硅酸岩为代表的构造滑脱带存在,这一发现,不仅加深了对哀牢山群和哀牢山脉形成演化的认识,而且揭示出造山带在挤压、逆冲—推覆造山作用以前,可能存在有一“变质核杂岩”的演化阶段。为了更好地总结造山

① 丁俊对哀牢山构造带的研究成果可以作为代表。

带演化过程中可能存在的这一规律,特撰写此文,以飨读者,期望得到专家同行的批评指正。

2 区域地质特征

本文涉及地区仅为哀牢山群中深变质岩系分布区中段的一部分(图1)。该区哀牢山群西侧以哀牢山断裂为界,与强烈变形浅变质的中三叠统牛上组直接接触,二者间有一规模巨大的以糜棱岩为代表的逆冲—推覆韧性剪切带。该韧性剪切带后期又经受了大规模平移剪切作用的改造。哀牢山群东侧与中、新生代地层间为红河断裂,沿该断裂哀牢山群普遍受到大规模的平移剪切作用形成了一条规模巨大的平移韧性剪切带。不同地段,该韧性剪切带表现了不同的宽窄变化和不同程度的层次转化特征(有的地方甚至出现糜棱岩的碎裂岩化)。后期红河断裂却表现了明显的张性正断层作用,在该区,红河断裂的正断层性质表现十分清楚(见后)。该区哀牢山群主要由小羊街岩组、清水河岩组和阿龙岩组组成,由于三个构造—岩层均具有强烈构造变形,彼此之间层位关系难以确立。但经野外实地观察发现,三者虽具强烈构造变形改造,却仍能鉴别出它们的相对层位关系,至少可以肯定小羊街岩组应属于哀牢山群的最下层位,为时代最老的部分。

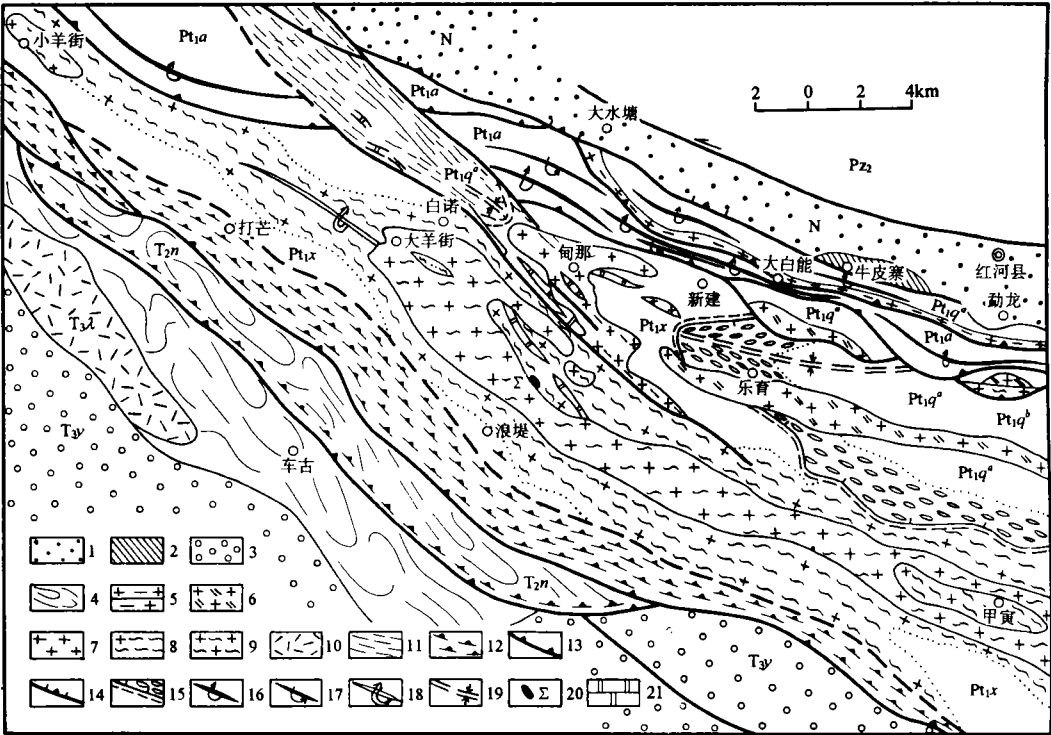


图1 哀牢山区羊街—甲寅地质构造图

Fig. 1 Tectonic map of the Yangjie-Jiayin area of the Ailao Mountains

- 1—上第三系砾岩;2—上三叠统火把冲组;3—上三叠统一碗水组;4—中三叠统牛上组;5—花岗质糜棱岩;
6—燕山期二长花岗岩;7—燕山期花岗岩;8—局部熔融深变质岩;9—深熔低侵位花岗岩;10—英安岩、流纹岩;
11—平移韧性剪切带;12—逆冲推覆韧性剪切带;13—逆冲断面;14—正断层;15—滑脱面及构造砾岩;
16—倒转背形;17—倒转向形;18—倒转背形轴;19—向形;20—超基性岩;21—大理岩;
Pt_{1x}—小羊街岩组;Pt_{1q^a}—清水河岩组下段;Pt_{1q^b}—清水河岩组上段;Pt_{1a}—阿龙岩组

2.1 各构造—岩层特征简述

(1)小羊街岩组(暂沿用原来命名,并不代表原来地层单位的含义,下同):主要由一套以黑云斜长片麻岩、石榴硅线黑云斜长片麻岩、堇青黑云斜长片麻岩夹变粒岩组成,上部夹有多层橄榄白云大理岩、大理岩透镜/香肠体。此套岩石中以出现大量棕、棕红色黑云母为特点,基本上见不到角闪质岩石。除在后期面理发育部位可以见到白云母或二云片岩外,原岩中不见白云母存在。岩石类型主要为片麻岩、变粒岩。矿物共生组合中由于出现较多的硅线石和少量堇青石,加之棕—棕红色黑云母的大量存在,其变质程度曾达到角闪岩相或高角闪岩相。其构造变形特征,虽也可见有褶皱层、顺层掩卧褶皱、同斜倒转褶皱和倾伏褶皱等发育,但更多的情况则是大量表现为塑性流变形成的流褶皱、无根褶皱等,并以“肠状混合岩”、“阴影混合岩”和“均质混合岩”的形式表现出来,显示岩石曾经历过深部层次条件下的局部熔融,甚至形成原地/准原地低侵位的重熔花岗岩体(图1)。表明该构造—岩层原先曾是地壳深部层次,可能相当中部地壳的组成部分。

(2)清水河岩组^①:该构造—岩层单位主要沿红河断裂带西侧与小羊街岩组东侧间出露。岩石以斜长角闪片麻岩/变粒岩、角闪斜长片麻岩/变粒岩为主夹黑云斜长片麻岩、变粒岩、花岗片麻岩、钙硅酸盐岩和浅粒岩等。下部夹大量钙硅酸盐岩及少量大理岩。区内此部分岩石已强烈构造变形(详见后述)。向上钙硅酸盐岩逐渐减少,上部则主要由各类角闪岩类岩石所组成。岩层中以普遍发育褶皱层、“顺层”掩卧褶皱、“顺层”韧性剪切带等为特点(外观上表现为单一面理)。其中虽不乏各种伟晶岩、花岗岩、长英质和石英等脉体贯入,有时甚至可见脉体褶皱等变形特征,但脉体均表现出与岩层片麻理间的不一致性。局部虽可见有条痕、条带状混合岩发育,但多见与韧性剪切带有关。此构造—岩层中,几乎见不到深层塑性流变特征,更难见到局部熔融现象,变质程度一般达高绿片岩相,局部可达角闪岩相,表现出与小羊街岩组间明显差别。说明其构造层次及层位关系比小羊街组偏上。

(3)阿龙岩组:分布与清水河岩组近一致。主要由大理岩组成。勐龙街附近见到的层位关系为:下部为深灰、灰黑色条带状大理岩,其中以发育褶皱层和“顺层”剪切带为特点,表现出明显的塑性流变特征,实际应为重结晶的碳酸岩糜棱岩所组成;中部大理岩出现较多钙硅酸盐或硅质的布丁/透镜/香肠体,形成灰、白相间的条带;上部为灰白、白色大理岩为主,同样具有发育的褶皱层等,但规模较大。其中大理岩自下而上有碳酸盐成分变纯、成层逐渐增厚的特点。大白能附近,阿龙岩组中见有较多的基性岩和酸性岩成脉状、枝状侵入,同时以上脉体已遭受到了强烈变形。

上述清水河岩组和阿龙岩组一般仅达高绿片岩相,虽已查明它们曾遭受了叠加变质作用的改造,其变质特征矿物组合中却难以找到高级变质矿物的踪迹。但是,在一些逆冲推覆断裂带附近,见有达到角闪岩相变质程度的硅线黑云斜长片麻岩存在(图2)。

2.2 构造—岩层之间的接触关系

(1)大白能—乐育实测剖面(图2) 该剖面未见到小羊街岩组出露,清水河岩组与阿龙岩组间均为逆冲断裂所分隔。在阿龙岩组下部与清水河岩组的接触处,表现了“清水河岩组”与阿龙岩组呈侵入接触关系,附近可见到变基性岩直接侵入在阿龙岩组中。这里实际存在的逆冲断裂却发育在“清水河岩组”中。事实说明,区内清水河岩组中尚存在有部分属基性侵入岩变质形成的,显然它不应属于清水河岩组。该剖面上在乐育一带发育有大量强烈布丁化的钙硅酸盐岩,现在表现出的厚度,至少也在100m以上,据其面理产状,组成一向形构造。乐育附近见花岗岩体侵入其

① 清水河岩组是1:5万区调中新建立的组,相当于原阿龙岩组下段;原阿龙岩组上段命名为阿龙岩组。

中,北侧(向上)布丁化现象减弱,出现强烈面理置换的角闪质岩石夹钙硅酸盐岩。以钙硅酸盐岩为主的岩性段与清水河岩组间存在着一规模较大的逆冲断裂,沿此断裂同时有一较大花岗岩体侵入,花岗岩体本身却又强烈糜棱岩化。

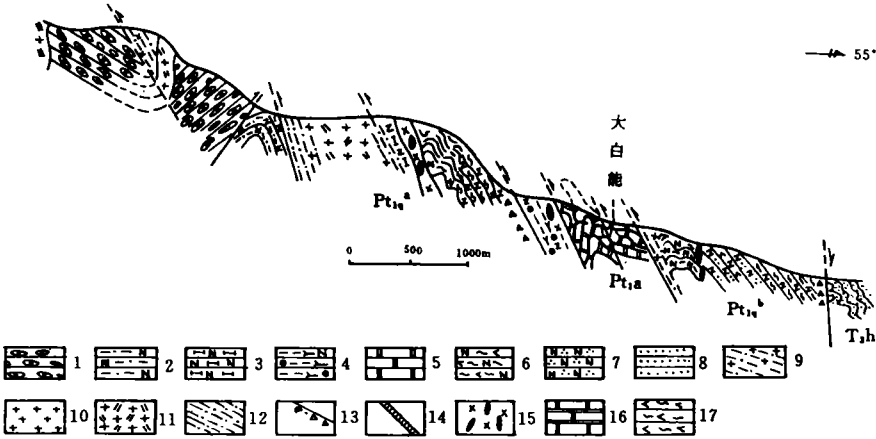


图 2 大白能—乐育公路地质构造剖面图

Fig. 2 Tectonic section along the Dabaineng—Leyu road

1—布丁化钙硅酸盐岩, 2—斜长浅粒岩, 3—透辉斜长变粒岩, 4—含榴硅线黑云斜长片麻岩, 5—大理岩, 6—斜长角闪片麻岩, 7—斜长角闪变粒岩, 8—石英砂岩, 9—花岗质糜棱岩, 10—花岗岩, 11—二长花岗岩, 12—糜棱岩, 13—构造角砾岩, 14—伟晶岩, 15—变基性超基性岩, 16—硅质大理岩, 17—角闪片麻岩。
Pt_{1x}—小羊街岩组, Pt_{1q^a}—清水河岩组下段, Pt_{1q^b}—清水河岩组上段, Pt_{1a}—阿龙岩组

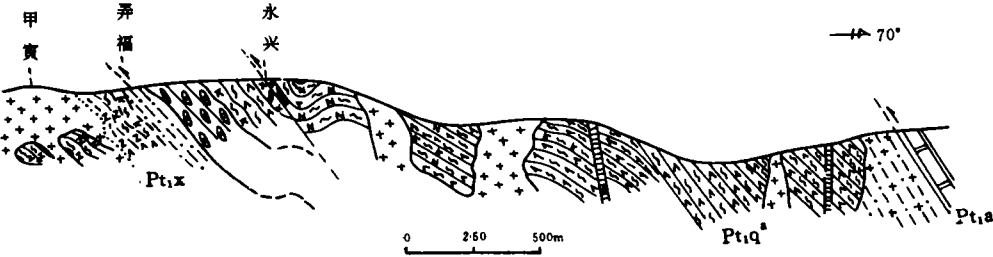


图 3 甲寅—勐龙街间路线剖面图(图例同图 2)

Fig. 3 Geological traverse from Jiayin to Menglongjie

(2)甲寅—勐龙街路线剖面(图 3) 该剖面上清楚显示厚大的强布丁化钙硅酸盐岩与“下伏”小羊街岩组间(该处有一以糜棱岩为代表的韧性剪切带)为构造接触。事实上强布丁化的钙硅酸盐岩就是一种深层次环境下形成的构造砾岩(详见后述)。

该剖面出现大量具强烈面理置换的“薄层状”斜长角闪变粒岩与钙硅酸盐岩间互出现的岩石组合,有可能是清水河岩组之下的构造—岩石组合。它与阿龙组大理岩间被花岗岩体侵入,花岗岩体又遭受糜棱岩化,说明二者间显然为构造关系。

(3)新建村沿公路所作的一段路线剖面(图 4) 该剖面中小羊街岩组与阿龙岩组直接呈构

造接触关系。两者接触处虽有花岗岩侵入,但已经强烈糜棱岩化。岩体中保存着极好的具早期构造变形特征的钙硅酸盐岩、角闪质岩石的“俘掳体”。整体看,该处极像是被花岗岩“胶结”的由若干大小不等的角砾组成的“构造角砾岩带”。其中“俘掳体”却具有明显不同的构造变形特征,既见有褶皱层特征的紧闭平卧褶皱,同时又见有同斜倒转褶皱发育。该韧性剪切带的上盘实际由一系列同斜倒转褶皱所组成,表明现在断裂具有明显的逆冲推覆性质。这里存在的不同构造变形,实际上是韧性剪切带曾经历过不同构造作用的复合表现。值得一提的是,该剖面出露的小羊街岩组,保存着较好的原来深变质岩的特点,且受后期改造和深熔作用相对较弱。

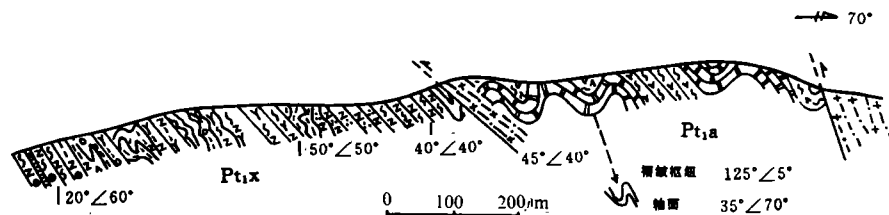


图4 新建村大沟北石桥起沿公路路线地质剖面图(图例同图2)

Fig. 4 Geological traverse along a road north of a big gully of a new village

3 哀牢山群构造变形特征

哀牢山群的构造变形,表现了十分复杂的情况。不同地段、不同部位间存在着一定的差异。北段在元江—墨江公路以北,由于表现逆冲—推覆和平移剪切作用的构造变形十分强烈,因此造成了对早期变形特征的模糊。在红河县境内哀牢山群中,却较好地保留着不同构造运动体制作用下所形成的构造变形记录,尤其是这里出露的强布丁化钙硅酸盐岩为代表的构造滑脱带的存在。为了更好地反映该区构造变形的特点,本文仅对建立构造变形序列和演化模式有意义的构造变形特征简要叙述如下。

3.1 构造滑脱带构造砾岩(即强布丁化钙硅酸盐岩)特征

强布丁化钙硅酸盐岩在空间上的分布位置刚好位于小羊街岩组与“上覆”不同岩组的接触带上。在下伏小羊街岩组均有一宽、窄不等的糜棱岩带存在。其组合特征基本与宋鸿林等(1988)所总结的剥离断层的特点相同。强布丁化钙硅酸盐岩总体呈似层状产出,产状与上覆各构造—岩层中的 S_1/S_{n+1} 的面理一致。由于其岩性和构造变形特征比较特殊,有必要将其作为一个独立的构造—岩层单位进行表示。考虑到它与构造关系密切,区域分布不一定稳定,可将其看作一非正式构造—岩层。经野外实际观察发现,该强布丁化钙硅酸盐岩的内部结构构造具有以下特点:①布丁体的排布具有一定成分“层”性,均顺现存面理沿一定方向断续分布,布丁体成分以钙硅酸盐岩为主,并有大理岩、石英岩、斜长角闪岩等。这些不同成分的布丁体,大多相对沿“层”分布。②许多地方可由布丁体的展布形式显示出“顺层”剪切作用下形成的褶皱层特征;③有的地方虽可见受后期挤压条件下逆冲推覆作用的影响,使“沿层”分布的布丁体发生褶皱、旋转,但布丁的特点仍清晰可见,此种褶皱却表现了与②不同的位态,表明强布丁化带曾经过不同体制的构造变形作用。④有的布丁本身就是一个钩状褶皱/无根褶皱,实际应为褶皱层受到更强的剪切作用的结

果。⑤布丁体大多呈扁长的香肠状/透镜状,但也有少数呈不规则等轴状。造成这种差别的原因,主要与岩石的原始层厚和岩石能干性有关。⑥该强布丁化钙硅酸盐岩带中见有多期岩脉发育,可见早期垂直面理的伟晶岩脉,被顺面理侵入的基性岩脉(变成黑云斜长角闪岩)切断,变基性岩脉又被后期伟晶岩脉穿切。同时还可见有细晶岩脉、花岗岩脉和石英脉等穿切面理发育。⑦在乐育与新建间,该强布丁化的钙硅酸盐岩又遭后期挤压作用,总体形成一向形构造(图2)。以上特征说明,强布丁化的钙硅酸盐岩带的形成,是在深层次构造环境下,沿着一定的岩性分界面上,顺着一定的“层位”产生的剥离滑脱作用形成的一套“构造砾岩”。区内由于“构造砾岩”的存在,较好地显示了小羊街岩组与上覆清水河岩组和阿龙岩组间存在的滑脱面。

3.2 顺层剪切作用形成的各种构造变形

此类变形,区内发育十分广泛。前述强布丁化钙硅酸盐岩的形成,是一种十分典型的现象。而小羊街岩组与清水河岩组和阿龙岩组间此类变形表现有所不同。小羊街岩组“顺层”剪切不如其它岩组发育,而其中塑性流变、柔流褶皱、局部熔融等现象却十分发育。其中的褶皱位态不定,形态各异,可见褶皱层(与“顺层”韧性剪切带伴生)与流褶皱共存,多呈无根状、残体状/布丁状出现在局部熔融/混合岩化强烈部分,似有由重熔花岗岩体向外的带状分布特点。自下而上随着重熔程度的减弱,顺层剪切和褶皱层特征逐渐明显,但总体仍表现出一种塑态流动的特点。在重熔作用比较彻底部分,有重熔花岗岩的形成,局部尚可见侵位现象。这些现象说明,小羊街岩组在构造层次上是很深的,甚至曾经遭受过深熔作用的影响,以致在其中形成了规模较大的深熔花岗岩体(图1)。在远离深熔花岗岩体的小羊街组中,虽也见有褶皱层发育的特点,但“顺层”韧性剪切带却不发育。有的地方可见硅线黑云斜长片麻岩、硅线石榴黑云斜长片麻岩中发育有倾伏褶皱组成的褶皱层,同时附近发育一组宽间隔的非透入性面理,其上以发育大量大片白云母为特征。此种现象,有可能是早期“顺层”剪切作用下形成的褶皱层遭到后期构造改造而产生的变位。

清水河岩组和阿龙岩组中横向构造置换作用表现十分明显,有以下几种形式:①褶皱层,基本上由若干“顺层”褶皱重叠所组成。当其中褶皱规模大时,如果见不到转折端,极易将其视为“单斜”层。②“顺层”剪切带。这是区内各构造—岩层中发育最为广泛的一类构造变形。主要表现为“顺层”糜棱岩带;大理岩内“顺层”韧性剪切带中尚可见能干岩层沿顺层剪切带形成“多米诺骨牌”构造、香肠化及布丁体旋转并存的现象。③褶皱层中的顺层掩卧褶皱、面理和褶皱与剪切带间的协调、半协调和不协调现象普遍可以见到,它们一般均具“沿层”发育特征。④在褶皱层中,局部可见到鞘褶皱组成的褶皱层发育。鞘尖指向与面理倾斜方向一致,表明褶皱形成与顺倾向的滑动剪切作用有关。⑤前述阿龙岩组的岩性分层中虽具有明显的“顺层”剪切变形特征,但相对层位关系却始终未打乱。

3.3 逆冲推覆作用下的构造变形特征

逆冲推覆作用下构造变形,区内发育十分广泛(图2—4)。应该强调指出的是,该类构造变形,大多具有借用先成面理和运动面发育的特点,而后一种情况,运动面大多受到明显改造。这种先成运动面被借用/改造的重要依据之一,就是区内出现的较大规模逆冲推覆韧性剪切带/断裂,大多发育在不同构造—岩层单位间分界面上。区内反映逆冲推覆作用的构造变形主要有以下类型:(1)逆冲推覆韧性剪切带的上盘(即上冲盘),常见发育有成组出现的同斜倒转褶皱,其褶皱枢纽一般为 $300^{\circ}\rightarrow 120^{\circ}-140^{\circ}$ 、倾伏角在 $0^{\circ}-20^{\circ}$ 间变化,大致与逆冲推覆断裂/韧性剪切带走向一致。轴面倾向一般在 $30^{\circ}-60^{\circ}$,倾角的变化与逆冲推覆断裂面/带的陡缓变化相一致,看来与断坪/断坡的位置有关。另外,一般断裂上盘的同斜倒转褶皱组合,离断面越远轴面倾角也渐增大;在

同斜倒转背形的转折部位,常可见核部复杂的褶皱变形,褶皱组合样式基本符合 S、M、Z 的规律。(2)沿先成 S_1/S_{n+1} 面理,常见发育有一些小规模(露头尺度)的小型逆冲韧性剪切带,上盘经常有“S”型或“Z”型褶皱发育;(3)主逆冲韧性剪切带的下盘虽无明显的剪切带控制,顺早期面理发育的伟晶岩脉亦见形成同斜倒转褶皱;(4)沿先成 S_1/S_{n+1} 面理发育的小型韧性剪切带上,常可见布丁体/透镜体的旋转,或在小型韧性剪切带中的碎斑旋转系所指示的运动学特征,均具有上盘逆冲的性质;(5)沿先成面理 S_1/S_{n+1} ,除发育前述(4)的小型逆冲韧性剪切带以外,还见沿面理发育一组滑面擦痕及阶步,该滑动面上常见附有黑色铁泥质,由擦痕和阶步所表现的运动学特征,仍指示上盘向上逆冲的性质。此一现象表明,哀牢山群即使转移到了浅部构造层次,仍发生过逆冲推覆作用。说明哀牢山群由深部层次向浅部层次的转化可能经历了比较漫长的过程。

3.4 平移剪切作用下的构造变形特征

哀牢山存在强大的平移剪切作用,已引起了不少地质学家的注意。有的甚至将其看作哀牢山的主要变形特征^[3-4]。近年,随着 1:5 万区调填图和科研工作的深入开展,发现此种变形特征主要集中在哀牢山的北段,而元江以南平移剪切作用逐渐减弱,进入红河地区表现十分微弱。元江一带,无论是哀牢山断裂带,抑或红河断裂带上,均发育有大规模糜棱岩/超糜棱岩为特征的平移韧性剪切带。其中具有明显的强、弱应变带/域间隔的频率关系。越近主应变带,强带宽而弱带变窄/强、弱更替频率加快。离主应变带越远则出现相反情况。强、弱应变带/域表现的频率关系,可由超糜棱岩—糜棱岩—粗糜棱岩—糜棱岩化岩石的间隔出现而表现出来。另外,糜棱岩带中常夹持着大小不等的岩块/布丁体。糜棱岩中广泛发育有 σ/δ 碎斑旋转形成的组构;不同等级规模大小的布丁/透镜体宏观上亦显出碎斑旋转的若干特点,这些组构特征以及广泛发育的 S—C 组构,均显示韧性剪切带以左行平移性质为主。韧性剪切带中广泛发育有倾竖褶皱也明显指示了这一特点。但有的地方,宏观特征似又表现出右行平移剪切的性质。

进入红河地区,平移韧性剪切带沿甸那一带虽也见有发育,规模却远较元江地区小。特征均与前述大规模的平移韧性剪切带类同,更多地表现了脆性变形特征。山脉隆升阶段,主要表现为脆性域的岩层先成面理形成的下滑作用所造成的褶皱弯曲和正断层作用。前者在哀牢山群中出现比较广泛,但规模不大;后者则常在一些原逆冲推覆断面附近形成直立产状的断层角砾岩。而区内表现最为突出的是沿红河断裂发生的正断层作用。在大白能北东约 3km 公路上,哀牢山群清水河岩组角闪质岩石与上三叠统火把冲组直接成断层接触。断层破碎角砾岩带宽 16m,断面产状 $50^\circ \angle 60^\circ$ 。上盘见有一组褶皱发育,枢纽 $320^\circ \angle 10^\circ$;轴面 $20^\circ \angle 20^\circ$ 。明显地显示出上盘下滑的正断裂性质。

3.5 构造变形的叠加改造

上述构造变形特征中,未述及有关面理置换的特点,主要是由于区内除反映出强烈的 $S_{n+1}/S_1//S_0$ 的面理置换特征外,其它面理明显置换早期面理的情况保留却不普遍。即使出现 S_2 置换 S_1/S_{n+1} 的情况,多见于一些韧性剪切带上或褶皱变形的一定部位,不具区域性的意义。因此,区内构造变形的叠加、改造主要表现为褶皱叠加与断裂面/韧性剪切带的变形改造和性质转化的复合现象。

(1)褶皱叠加现象,区内发育比较普遍,主要表现两种形式:一种是“顺层”剪切作用下形成的褶皱的共轴叠加现象,表现为褶皱叠加由先成褶皱的再次弯褶,甚至出现多次重褶而表现复杂的褶皱形态。另外区内发育普遍的则是早期褶皱层等在逆冲推覆作用下作为变形面而形成的同斜倒转褶皱,一般表现为非共轴叠加,而且两者褶皱规模相差很大。

(2)早期的沿小羊街岩组与清水河等岩组间的滑脱带,在后期逆冲推覆作用下又发生了褶皱变形,现在可以辨认的如在乐育、甸那一带形成了轴向北东的向形构造(图 1)。

(3)断裂性质的转化和复合现象,区内发育也十分普遍,除前面提到的一些现象外,区内逆冲断裂/韧性剪切带的形成,大多是借用/改造了先成韧性剪切带而发育的。就连红河断裂的正断层作用,也严格受原先红河断裂所控制。

该区出露的哀牢山群,从现有资料看,组成了一个以小羊街岩组为核部的复式背形构造,背形东翼保存完整,但被后期逆冲推覆作用所复杂化。而西翼保留较差,并被哀牢山断裂带组成的主逆冲断面破坏。

4 构造变形序列及构造演化

表 1 哀牢山群构造变形序列
Table 1 Tectonic deformation succession of the Ailaoshan Group

构造变形期次及体制	构造变形特征	变质作用和岩浆作用特点	构造变形相或层次	构造运动时期
D4 山脉隆升	以脆性正断层作用为主	有温泉表现的地热活动	浅部	喜马拉雅晚期(中新世以来)
D3 平移剪切作用	以糜棱岩为代表的平移韧性剪切带大量发育,倾竖褶皱等,岩块及碎斑旋转	线性动力变质作用为主,多为绿片岩相环境,局部可达角闪岩相	中部构造层次为主,叠加浅部构造变形,明显存在层次转化	燕山期—喜马拉雅早期
D2 挤压体制下的逆冲推覆作用(伴有平移剪切作用)	逆冲推覆韧性剪切带,同斜倒转褶皱,岩块及碎斑旋转,晚期出现滑面及擦痕、阶步	角闪岩相—绿片岩相环境下的线性动力变质作用为主,局部显递增变质(由强应变带与弱应变域间隔)有酸性岩浆侵入	变形特征主要为下部构造层次、上部到中部构造层次,并存在明显的由深到浅的层次转化	主要发生在印支期,燕山期表现仍强
D1 伸展体制下的“顺层”剪切及滑脱剥离	沿各构造一岩层间产生大规模的层间剥离甚至出现大规模的滑脱作用,形成以“顺层”韧性剪切带褶皱叠层等为特征的构造组合样式	区域动力热流变质作用,小羊街岩组达角闪岩相,部分可达高角闪岩相,局部出现熔融及深熔花岗岩;清水河岩组及阿龙岩组为高绿片岩相,局部达角闪岩相,有基性岩侵入	下部构造层次	印支期前

根据前述构造变形特征,将区内构造变形序列综合于表 1。由表中可看出,该区哀牢山群明显经历了四个演化阶段,结合区域资料分析,第一期 of 伸展剥离作用,时间应在三叠纪前,此时哀牢山群有可能经历了“变质核杂岩”演化阶段。形成这一构造的区域背景有两种可能:一是与古特提斯的发展演化有关;二是与川滇地区二叠纪期间发生的大陆裂谷作用有关。但两者间存在着内在的联系,更大范围看实际应属同一种环境条件。第二期的变形,主要与古特提斯的关闭而发生大陆碰撞作用有关,这是山脉形成的主要时期。伴随着挤压作用的增强,山脉隆升并引起构造层

次转化。第三期变形主要发生在燕山期—喜马拉雅早期,除有部分为逆冲推覆作用下的伴生现象外,主要是沿一些大断裂带的活动,是造山作用后期形成的,有可能是造山作用的区域应力场,随着山脉的形成,山脉走向与主应力场间成斜交关系所引起的。与一般山脉演化后期阶段均具有大规模平移剪切作用的规律相符合。此一作用的最强烈时期可能发生在印度板块与欧亚板块在始新世—渐新世的强烈碰撞期间(这由大量存在的 20—45Ma 的年龄可以得到佐证)。第四期主要发生在中新世以后,这是山脉隆升应力松弛的一种表现。值得指出的是,笔者最近到浪堤、羊街一带进行野外调查中发现,这一带虽处于接近哀牢山的山心地带,地貌特征却表现比较古老,主要为低山、丘陵地貌。大羊街附近明显地保留着一个较好的夷平面,海拔标高在 1650m 附近,距红河谷底约 1300m,出现位置与小羊街岩组分布范围大致吻合。这一现象说明,山脉曾经历过老化阶段,因此,现在哀牢山表现的面貌,极有可能是老山的复活。

5 结 语

该区哀牢山群保留着较多原来面貌,这为深入了解哀牢山的形成演化历史提供了一个重要的窗口。其中特别重要的是,这里存在有大规模的构造滑脱带,它有可能是地壳不同圈层的分界面。由于它的滑脱剥离,形成区内上覆圈层内的不同岩层发生强烈的横向构造置换作用,表明该区在造山期前曾经历过大陆伸展环境下的“变质核杂岩”的演化。区内哀牢山群总的组成一个不对称的复式背形构造,逆冲推覆韧性剪切带/断裂在复式背形东翼发育较好,这一特点表明,该区逆冲推覆作用与褶皱作用有关,应属褶皱逆冲推覆作用的产物。致于沿哀牢山断裂带发育大规模的逆冲推覆作用,应属复式背形倒转翼上逆冲推覆韧性剪切带的进一步发展。这些认识有可能为进一步查明哀牢山群构造变形、变质作用特征、岩浆作用特点,正确认识 and 建立构造—岩层单位的相对层位关系,提供新的启示。

6 参考文献

- [1] 段新华等,1981,“论哀牢山—藤条河断裂—古板块俯冲带”。地质学报,第4期。
- [2] 范承钧 1986,“云南哀牢山构造变质带”。云南地质,第4期。
- [3] 吴海威等,1989,“红河—哀牢山断裂带—喜山期陆内大型左行走滑剪切带”。地质科学,第1期。
- [4] 张连生等,1991,“金沙江缝合线与红河—哀牢山断裂的构造关系”。《岩石圈构造演化开放研究实验室年报》(1989—1990),科学技术出版社。
- [5] 薛玺会等,1989,云南变质杂岩(1:200万云南省变质地质图说明书)。云南科技出版社。
- [6] 云南省区域地质调查队,1990,《云南省区域地质志》。地质出版社。

TECTONIC CHARACTERISTICS OF THE MIDDLE SECTION OF THE AILAO MOUNTAINS

Wang Yizhao, Hu Rongmin and Zhang Qiyue

Abstract

Through 1:50000—scale regional surveys, a gigantic tectonic detachment zone has been

found in the Ailaoshan Group, and with the detachment zone as the boundary the metamorphic series of the Ailaoshan Group may be divided into the upper and lower parts. Both parts show notably different features in respect to metamorphism, tectonic deformation, protolith formation and magmatism. This area has undergone superimposition and reworking of different complex tectonic processes such as extension, compression, torsion, shear and uplift and subsidence. According to the tectonic deformation stages and compounding relationships, three phases of tectonism may be distinguished: (1) the early phase (prior to the Triassic) was a stage of formation of the "metamorphic core complex" under the conditions of continental extension; (2) the middle phase (related to the Triassic Paleo-Tethys closure) witnessed overthrusting under the conditions of continental collision; (3) the late phase (terminal Yanshanian-Himalayan) again saw strike-slip shear and strong uplift, accompanied by subsidence due to normal-faulting on the eastern side of the Honghe River fault zone.

(上接第 185 页)

NEW INFORMATION ON THE AGES OF THE WUDANG GROUP—WITH A DISCUSSION

Qin Zhengyong and Lei Shihe

Abstract

More than 40 isotopic age data of the Wudang Group are available now but their interpretations are somewhat confusing. The authors analyzed and interpreted again all the age data in the Group using some new dating methods. The integrated analysis indicates the following: (1) the lower limit of the ages of the meta-acid volcanic rocks should be older than 1900 Ma; (2) the single-zircon age of the Yunxi Group is 1527 Ma, which suggests that the Yunxi Group should belong to the upper part of the Wudang Group; (3) the age of meta-basic volcanic rocks should be younger than 1700 Ma; (4) the age of the base of metasedimentary rocks is less than 1250 Ma; (5) the age range of meta-volcanic rocks is 1900-1200 Ma and the age range of metasedimentary rocks is about 1200-800 Ma.