

大别造山带中上地壳变形特征 ——皖中张八岭地区印支—燕山早期构造变形研究

侯明金^{1,2} 吴跃东² 汤加富²

(1. 合肥工业大学资源与环境工程学院, 安徽 合肥, 230009;
2. 安徽省地质调查院, 安徽 合肥, 230001)

摘要: 张八岭构造带是大别造山带的一部分,是造山带中上地壳出露地区。通过运用构造-地力学的理论和方法,以及对张八岭地区 1:5 万地质填图资料的分析 and 典型地区的构造解剖,认为:区内张八岭(岩)群与南华系—震旦系及其以上地层之间不存在强烈的构造运动界面,其作为大别造山带的组成部分发生了强烈的变形作用;印支—燕山早期区内主要存在 3 期构造变形:早期为一系列呈 NWW、近 EW 向的紧闭同斜褶皱,中期以韧性剪切带发育为特征,晚期以 NW 向 SE 的逆冲推覆作用伴生 NNE 向为主的宽缓褶皱。三期变形相互叠加,形成区内基本构造格架。伴随着扬子地块向华北地块的俯冲与碰撞,中上部地壳发生褶皱、逆冲推覆(前缘滑覆)作用等,三期变形为一递进变形过程。

关键词: 中上地壳; 构造变形样式; 张八岭构造带; 大别造山带; 印支—燕山早期

中图分类号: P542 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3657(2004)02-0123-08

大别造山带自发现高压、超高压榴辉岩及柯石英、金剛石以来^[1],备受中外地力学的关注,但研究者们多注重于大别造山带的根带的研究,而对属于大别造山带的中上部层次的张八岭地区研究没有足够的重视,对变质岩的地层序列与构造变形样式、期次等长期存有不同认识^[2-4]。造山带中上部层次的构造变形、演化的分析研究可以弥补根带的不足,为建立和完善整个大别造山带的形成演化模式提供必要的信息。笔者通过近几年的区调及科研工作,对张八岭地区的变质地层序列与构造样式进行了初步研究,取得了一些新的认识。

1 地质概况

张八岭地区地处安徽省中东部,总面积约 4500 km²。1:5 万图幅包括有管家坝、界牌集、藕塘镇、池河镇、东王集、施家集、珠龙、张八岭、嘉山县、石坝等(图 1)。区内主要出露有原张八岭群及南华纪—奥陶纪地层,以及燕山期侵入岩类和火山岩。其中原西冷组分布面积约 2500 km²,占总面积的 56%,它处于大别超高压带与和(县)、含(山)、巢(湖)前陆褶皱带的交接部位,著名的郯庐断裂带在本区西部通过,构造位置十分重要。区内施家集、东王集、管家坝、界牌集、藕塘镇、池河镇、嘉山县、石坝等 8 幅 1:5 万地质图由原安徽省区域地质调

查所完成;张八岭、珠龙 2 幅由南京地质矿产研究所完成。由于上述图幅分别由不同单位和在不同时间内完成,其研究思路与工作方法均有不同,以致造成对区内的一些重要基础地质问题的认识难以统一。如原西冷组的层序与划分对比,早期构造变形样式与形成机制,原北将军组的层位与时代归属,南华纪周岗组与原西冷组间的接触关系性质等均存有分歧。因此有必要对其地层序列和构造样式进行重新分析,以期得到一个较合理的认识。

张八岭地区的浅变质岩主要为张八岭(岩)群,包括北将军(岩)组和西冷(岩)组。北将军(岩)组可划分为 3 段:下(岩)段为浅灰色中厚—厚层大理岩化细晶灰岩、微晶灰岩,顶为变砂屑灰岩,未见底;中(岩)段为灰、浅灰绿色砂质千枚岩、条带状绢云石英片岩、绿泥石英片岩;上(岩)段为浅灰绿、浅黄褐色绢云石英千枚岩、砂质千枚岩、绢云石英片岩,局部夹碎屑灰岩及碳质千枚岩,时代置于中元古代。西冷(岩)组自下而上划分为 3 段:下(岩)段以粗晶石英角斑岩及中厚层石英角斑岩为标志;中(岩)段为石英片岩及石英角斑质凝灰岩夹蓝片岩等;上(岩)段以灰绿色凝灰质千枚岩、灰黄色凝灰质变粉砂岩为主,时代置于晚元古代青白口纪。鉴于浅变质岩系的地层序列和时代等问题笔者已有论述^[5],在此不再赘述,现仅对

收稿日期:2003-05-20; 改回日期:2003-08-25

基金项目:国家重点基础研究发展规划“973”项目(G2000046705)和国土资源部重大科技项目资助。

作者简介:侯明金,男,1963 年生,博士生,主要从事区域地质、构造地质、成矿地质背景、控矿容矿构造等研究; E-mail:mjhou@mail.hf.ah.cn。

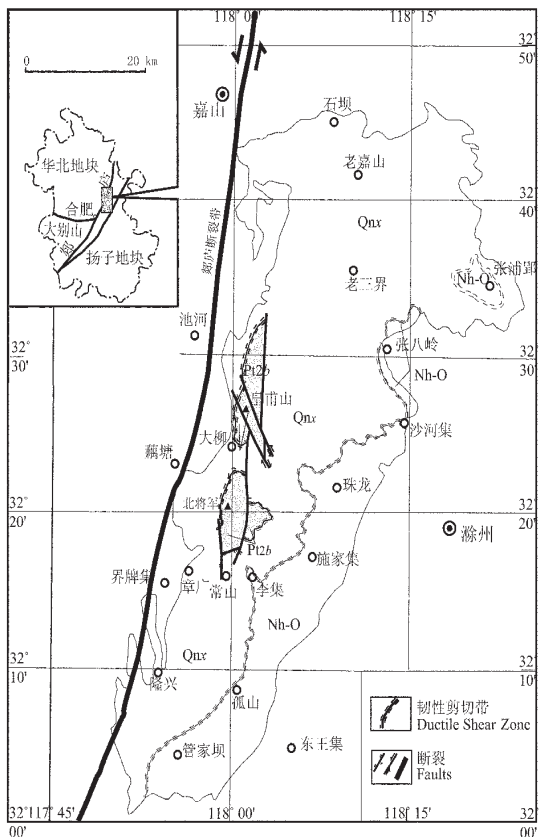


图1 张八岭地区浅变质岩系分布简图

Nh—O—南华系—奥陶系；Qnx—西冷(岩)组；
Pt_{2b}—北将军(岩)组

Fig. 1 Distribution of low-grade metamorphic series
in the Zhangbaling area

Nh—O—Nanhuaan—Ordovician; Qnx—Xileng Formation—complex;
Pt_{2b}—Beijiangujun Formation—complex

其构造变形样式及时代等进行阐述。

2 界面性质

西冷(岩)组与南华纪周岗组接触关系性质,安徽省区域地质志^[12]认为属不整合接触。笔者认为可能为假整合接触,两者之间为韧性断层接触界面。依据:(1)对南京幅原定西冷组与周岗组不整合接触界面处,因现已被新开公路揭露,原西冷组与周岗组之间岩性过渡,出现多层含砾凝灰质千枚岩,且上、下岩层片理产状一致,变形特征与变质程度均无差异,看不到不整合接触关系;(2)根据1:5万施家集和东王集幅、张八岭和珠龙幅、管家坝4幅,在露头尺度上所见到的原

西冷组与周岗组的接触处,均可见到上、下岩性差异不大;(3)根据区内西冷(岩)组与周岗组及上部地层分布区的构造分析,均遭受相同的强烈构造变形改造,并形成一致的构造样式,即周岗组前后的地层不存在大的构造间断或缺少某一重要构造事件,两者共同卷入印支期褶皱变形;(4)通过笔者等对施家集小范林场一带的详细构造解剖,确认为西冷(岩)组和周岗组接触界面及上、下地层的构造变形特征完全协调;(5)从已填制出1:5万有关图幅资料和从区域上来看,周岗组与西冷(岩)组中呈不同岩性层接触。如在隆兴—李集之南周岗组之下出现较厚的西冷(岩)组三段,在李集—施家集一带周岗组之下出现西冷(岩)组二段,在珠龙—张八岭一带周岗组与西冷(岩)组一段或二段中下部接触,表明区域上可能出现有超覆趋势(现今表现为韧性剪切平行构造接触);(6)在西冷村附近,西冷(岩)组上段出现多层紫红色含砾细砂岩、细砾岩,显示为陆相沉积特征。根据上述事实分析,认为西冷(岩)组与周岗组之间存在一重要沉积间断,周岗组超覆于西冷(岩)组不同岩性层之上,后沿此界面产生重要层间构造滑断或韧性剪切,属沉积间断——构造复合界面,似不存在区域性大的构造运动界面。

北将军(岩)组与相邻地(岩)层主要呈构造接触,与西冷(岩)组的接触关系基本上都为韧性剪切带接触或后期脆性断层接触,野外可见糜棱岩带及其中的典型的韧性剪切特征小构造如石英压扁拉长、云母鱼等等的发育,剪切带上下片理产状基本一致,北将军(岩)组的顶部为云母石英片岩及含炭质的绢云石英片岩,为剪切滑动的润滑层。

3 浅变质岩区基本构造样式

张八岭地区的构造变形隶属大别造山带的中上部及前陆褶皱冲断带,变形相当强烈而复杂。对其构造样式有几种不同认识:1:5万施家集等幅^①认为存在两期变形,早期为一系列NWW向紧闭褶皱,晚期为NE向宽缓褶皱;1:5万张八岭、珠龙两幅认为区内存在两期变形,早期F₁褶皱仅限于层内,不存在填图尺度的大型F₁褶皱,区内构造样式为一NNE向、向SEE倾斜的单斜构造,主期韧性变形是叠加于单斜构造之上的一系列复式背、向斜构造^②。

鉴于上述分析,笔者选择了几个关键的地段进行了详细的构造解剖,得到的初步结果如下:

3.1 典型地质构造解剖

三界—老三界地区(图2):该区处于1:5万张八岭幅中部三界至老三界一带,面积约十余平方千米。原认为^②在三界、老三界两处出现的西冷(岩)组的含石英粗斑晶的石英角斑岩呈向东北倾斜的单斜产出,并分别向北西和南东端逐渐

①安徽省区域地质调查所. 1:5万施家集、东王幅区域地质调查报告, 1994.

②地质矿产部南京地质矿产研究所. 1:5万张八岭、珠龙幅区域地质调查报告, 1995.

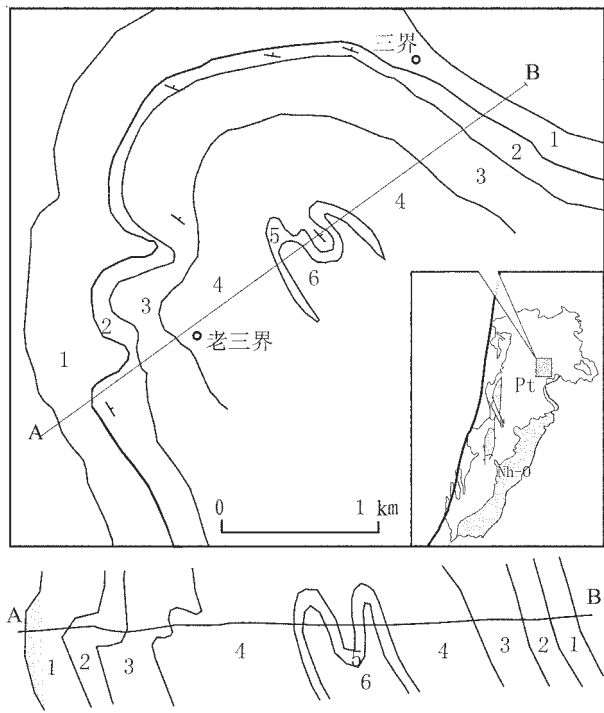


图 2 张八岭三界—老三界地区地质解剖图

Pt—元古界; Nh—O—南华系—奥陶系; 1—灰绿色细碧质凝灰岩; 2—粗粒石英角斑岩; 3—细粒石英角斑岩; 4—绢云石英片岩; 5—含碳质千枚岩; 6—灰白色石英片岩; ■—片理 (S₁); A—B—剖面

Fig. 2 Geological sketch map of the Sanjie—Laosanjie district in the Zhangbaling area

Pt—Proterozoic; Nh—O—Nanhuaan—Ordovician; 1—Grayish green siltitic tuff; 2—Coarse-grained quartz keratophyre; 3—Fine-grained quartz keratophyre; 4—Sericite-quartz schist; 5—Carbonaceous phyllite; 6—Grayish white quartz schist; ■—Schistosity (S₁); A—B—Section

尖灭。笔者通过两次系统沿三界、老三界处石英角斑岩向北西追索,至下江湾处相继发现粗石英斑晶的石英角斑岩,明显构成向北西封闭的转折端,确认原划为两层的石英角斑岩实际为一层褶皱所致。且在新三界处石英角斑岩底板以灰绿色细碧质凝灰岩为主,顶板为细石英角斑岩;而在老三界及下江湾转折端处,灰绿色细碧质凝灰岩却明显构成顶板,并在转折端外圈北西处出现圈封。此外,在相应转折端内侧三界—老三界间裸露的白云石英片岩、含碳质千枚岩等也明显构成向北西端封闭的转折端,与石英角斑岩构成的转折端相对应。因此,由含粗斑晶的石英角斑岩为特征所显示的同斜褶皱构造的存在,表明张八岭图幅内西冷(岩)组分布区并非简单的单斜构造。

珠龙北石板冲地区(图 3):石板冲处 1:5 万珠龙幅内,距珠龙北约 8 km。该图幅在野外填图过程中,发现含砾千枚岩,

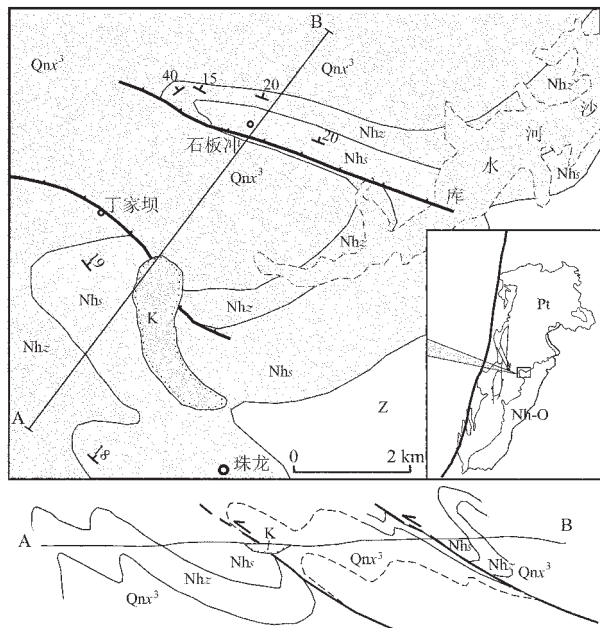


图 3 滁州珠龙石板冲地质解剖图

K—白垩系; Z—震旦系; Nhs—南华纪苏家湾组; Ngz—南华纪周岗组; Qnx³—西冷(岩)组上段; Pt—元古界; Nh—O—南华系—奥陶系; ■—地层层理 (S₁); ▨—地层片理 (S₁); A—B—剖面

Fig.3 Geological sketch map of Shibanchong, Chuzhou, Zhangbaling

K—Cretaceous; Z—Sinian; Nhs—Nanhuaan Sujiawan Formation; Ngz—Nanhuaan Zhougan Formation; Qnx³—upper member of the Xileng Formation—complex; Pt—Proterozoic; Nh—O—Nanhuaan—Ordovician; ■—Bedding of strata (S₁); ▨—Schistosity of strata (S₁); A—B—Section

并认为可能相当于南华纪苏家湾组层位,但由于该图幅总体被认为是单斜构造,在西冷(岩)组内出现苏家湾组,而不好解释,则置于西冷(岩)组四段。笔者通过多次剖面穿越和走向追索,自石板冲向北,确认该处地层由苏家湾组(含砾千枚岩)、周岗组(黄褐色粉砂质千枚岩、白云石英片岩)、西冷(岩)组(石英角斑岩、角砾质凝灰岩)组成的倒转层序,并向西逐渐圈封;向东沿沙河集水库北侧,断续出现苏家湾组和周岗组并与孙家大郢至沙河集一带周岗组相连,显示同斜倒转褶皱的存在。上述向南倒伏同斜褶皱南翼逆冲于西冷(岩)组之上,再向南西又于丁家坝处的另一相似的同斜褶皱相连接,总体构成一系列由早期同斜褶皱被后期北东向褶皱叠加所形成的花边构造。

李集北西侧大宋至洼王地区(图 4):该区处于 1:5 万施家集幅西部与界牌集幅接壤,李集北西侧一带。呈北西西向且以周岗组为轴部,西冷(岩)组二、三段为两翼,轴面北倾,构成向南倒伏的同斜褶皱。经野外检查追索,由大宋至洼王山坡及水塘边,可零星见周岗组黄褐色石英片岩及变粉砂岩

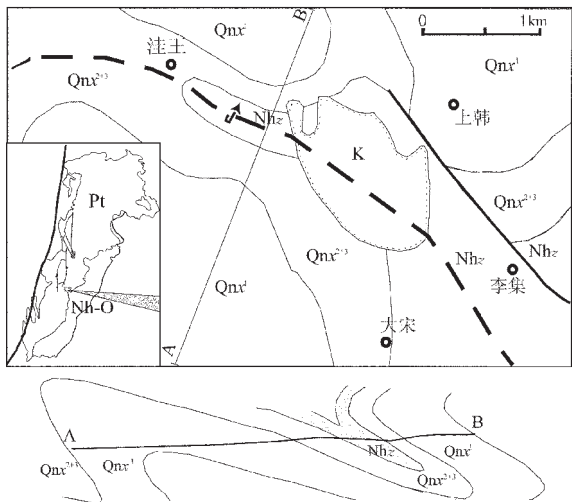


图4 张八岭地区中部李集—汪王一带地质略图

K—白垩系; Nh_z—南华纪周岗组; Qnx²⁻³—西冷(岩)组上中段; Qnx¹—西冷(岩)组下段; Pt—元古界; Nh-O—南华系—奥陶系; —倒转向斜褶皱轴迹; A—B—剖面

Fig. 4 Geological sketch map of the Liji-Wawang district in the central part of the Zhangbaling area

K—Cretaceous; Nh_z—Nanhuaan—Ordovician; Qnx²⁻³—upper-middle members of the Xileng Formation—complex; Qnx¹—lower member of the Xileng Formation—complex; Pt—Proterozoic; Nh-O—Nanhuaan—Ordovician; —Axis of the overturned syncline; A—B—Section

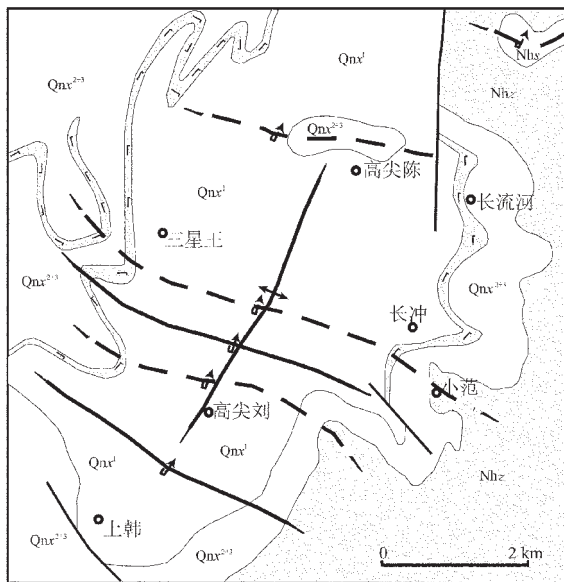


图5 张八岭上韩—高尖陈地区地质解剖图

(图例代号同图4,加黑部分为细碧岩条带)

Fig. 5 Geological analysis of the Shanghan-Gaojianchen district in the Zhangbaling area

(Symbols same as in Fig. 4; the black part is spilite bands)

李集北上韩至高尖陈地区(图5):该区处于李集北约1 km至10 km处,其北与1:5万珠龙幅相接。以西冷(岩)组一段为轴部,两翼为西冷(岩)组二、三段,构成近南北向复式背斜构造。而在与之相接的珠龙幅内,则处理为呈北北东向,向东倾斜的单斜构造,自西而东出露西冷(岩)组一段至四段。

等,构成一同斜褶皱的轴部。图中可看出早期褶皱的轴迹呈明显的向北凸出的弧形,为后期叠加改造所致。

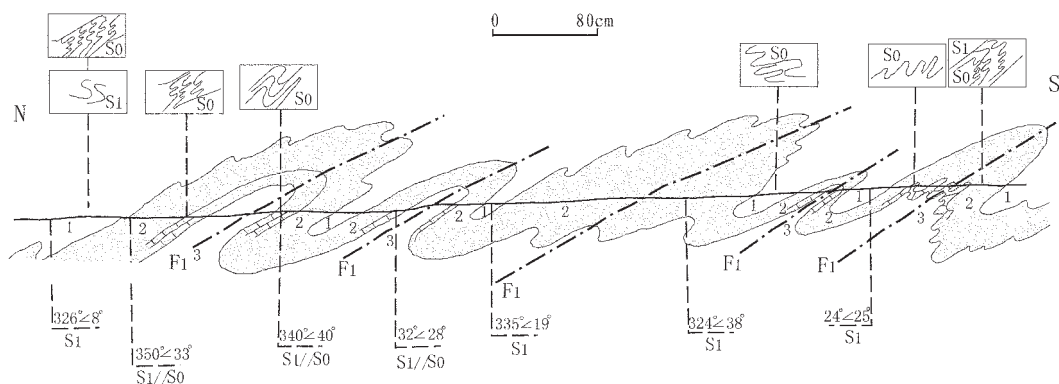


图6 北将军(岩)组内灰岩夹层的早期褶皱(F₁)形态(滁州、常山)

1—白云石英片岩; 2—含碳质千枚岩夹白云质灰岩和细晶白云岩; 3—绢云(白云)石英片岩

Fig. 6 Shape of early-stage folds (F₁) in limestone interbeds of the Beijianguan Formation-complex (Changshan, Chuzhou)

1—Muscovite-quartz schist; 2—Carbonaceous phyllite with dolomitic limestone and fine-crystalline dolomite;

3—Sericite (muscovite)-quartz schist; S₀—Schistosity

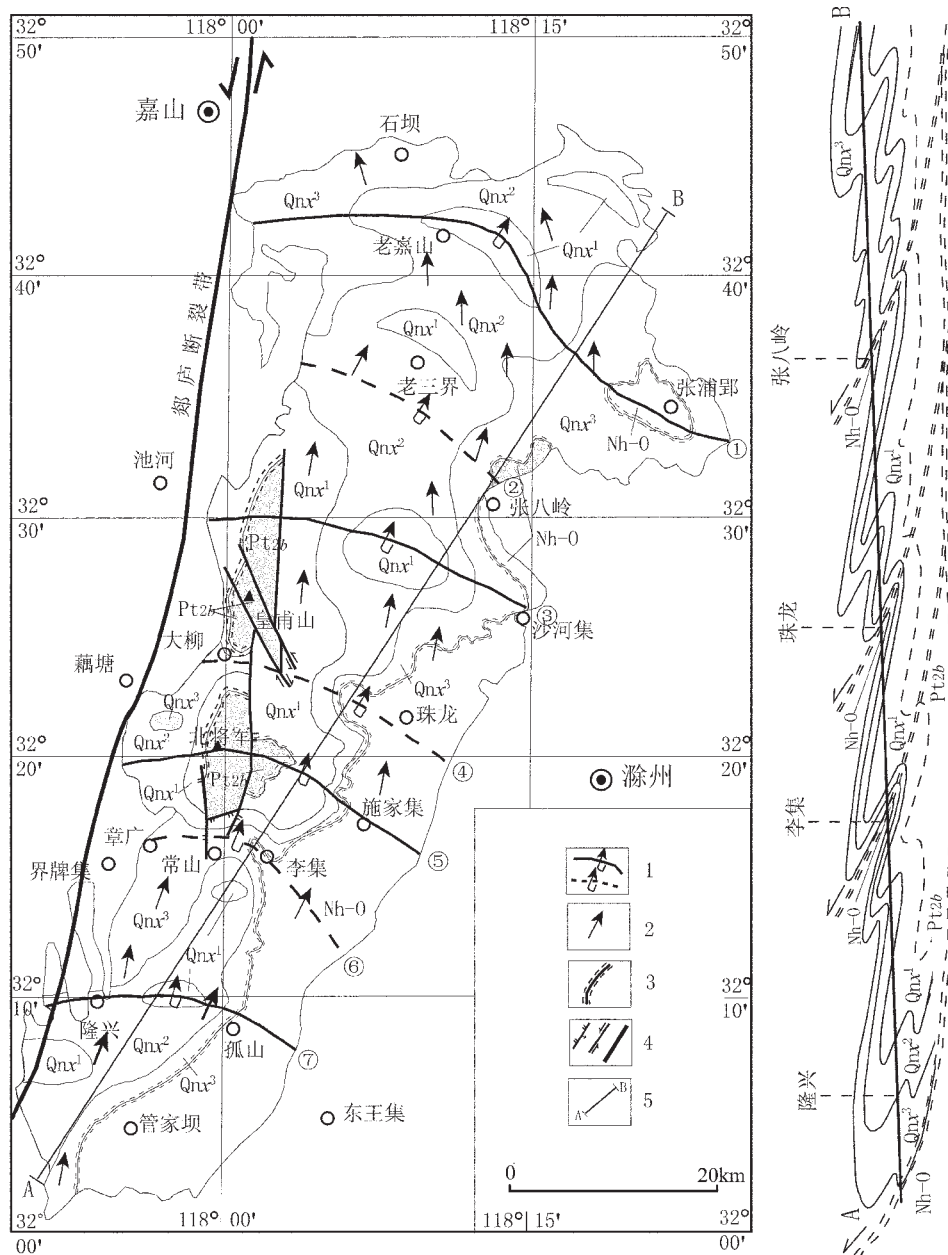


图 7 张八岭地区浅变质岩系构造样式简图

Nh-O—南华系—奥陶系; Qnx³—西冷(岩)组上段; Qnx²—西冷(岩)组中段; Qnx¹—西冷(岩)组下段; Pt_{2b}—北将军(岩)组;
 1—早期褶皱背(上)向(下)斜轴迹; 2—拉伸线理(箭头为倾伏状); 3—韧性剪切带; 4—断裂; 5—剖面位置;
 ①~⑦—褶皱编号(名称见正文); A—B—剖面

Fig. 7 Schematic map showing the structural style of the low-grade metamorphic series in the Zhangbaling area
 Nh-O—Nanhuaan—Ordovician; Qnx³—upper member of the Xileng Formation-complex; Qnx²—middle member of the Xileng
 Formation-complex; Qnx¹—lower member of the Xileng Formation-complex; Pt_{2b}—Beijianguan Formation-complex. 1—Axes of the
 early-stage anticline (upper) and syncline (lower); 2—Extensional lineation (arrow denotes the direction of plunge); 3—Ductile shear zone;
 4—Fault; 5—Section location; ①~⑦—Fold No.(for the names, see text); A—B—Section

显然造成相邻图幅地质界线不能相连接。为解决此问题,经笔者野外路线穿越和检查,在珠龙幅内的高尖刘北,长冲北西侧两处发现石英斑晶较为粗大的石英角斑岩和中厚层状石英角斑岩,应相似于西冷(岩)组一段,并构成叠加复式背斜

的轴部,非单斜构造。而在其两侧,河西—三星王之西,长冲—长流河之东却出现较多的灰绿色细碧质凝灰岩并夹薄层细碧岩,相当于西冷(岩)组二、三段,另在其内部,仍出现一系列大小不等,相当于西冷(岩)组二、三段的一些大小不等呈东西向的新

月形封闭体,岩性层的接触界线和新月形封闭体的展布都反映了早期近东西向与晚期北东向叠加褶皱的发育。

常山北芝麻洼地区(图6);该区处于1:5万界牌集幅与施家集幅接壤处,经实测剖面控制,在北将军(岩)组的上段内所发育的一套含碳质千枚岩内夹有几层(实为一层)的白云质灰岩、细晶白云岩等,组成一系列的紧密褶皱。轴面面理发育,局部的解剖可见清楚的层片相互关系及面理。线理(枢纽)的产状,褶皱枢纽近E—W向,轴面N倾,向S倒伏,北翼缓,南翼倒转,表明早期 F_1 为枢纽近E—W向紧密同斜褶皱。

3.2 构造期次与叠加关系

构造期次:笔者通过全区专题研究和典型地区解剖,认为印支—燕山早期区内存在3期变形:

(1)早期(印支早期):由一系列近东西向,向南倒伏的紧闭褶皱所组成(图7)。从北往南表现为以皇甫山—北将军山一带北将军(岩)组为核的复式背斜,主要包括4个次级背斜2个次级向斜;自北而南为:①老嘉山—张浦郢背斜;②老三界—张八岭向斜;③池河—沙河集背斜;④大柳—珠龙向斜;⑤北将军—施家集背斜;⑥界牌集—李集向斜;⑦孤山—隆兴背斜。主要由北将军(岩)组、西冷(岩)组及南华纪、震旦—奥陶纪地层组成。背斜以北将军(岩)组或西冷(岩)组一段为核,向斜以南华系—奥陶系为核,西冷(岩)组为共同的翼部。褶皱轴面总体向北缓倾,轴面面理发育,为透人性的片理,褶皱紧闭,在翼部层理与片理基本平行一致,置换很强,只是在局部弱变形域或小褶皱的转折端处(图6)可见到保存较好的层片交切关系。

(2)中期(印支晚期):以韧性剪切褶皱及韧性剪切带的发育为特征。随着早期褶皱的进一步发展,褶皱由北向南倒伏,倒转翼部发生逆冲剪切拉断等变形。地表表现为沿北将军(岩)组与西冷(岩)组之间、西冷(岩)组与南华纪周岗组之间的接触带上分布,剖面上为一系列的叠瓦状逆冲剪切带(图7)。前已述,野外可见糜棱岩带及其中典型的韧性剪切特征小构造如石英压扁拉长、云母鱼等的发育,剪切带上下的片理产状基本一致,北将军(岩)组的顶部为云母石英片岩及含碳质的绢云石英片岩,在倒转翼上为剪切滑动的润滑层。南东部表现为滑覆剪切特征,西冷(岩)组之上段与周岗组之间强构造片理化带发育。区域上表现为强剪切带与弱变形域的特征。基底岩系的北将军(岩)组和西冷(岩)组内发育连续的糜棱面理(S_1),向上进入沉积盖层南华系—震旦系内变化为平整连续的面理(S_1),再往上至寒武系—奥陶系内则变化为连续平整的轴面劈理;基底岩系内的(矿物)伸展线理(L_1)平行于下寒武统内的(化石、砾石)拉伸线理(L_1),而且两个构造层内的线理走向基本一致。另外,基底岩系内的韧性变形和南华系—奥陶系内的变形都被卷入了相似的褶皱轴向为NE向的再褶皱(晚期变形)。老嘉山

钻孔于600余米所揭示出的糜棱岩带^[13]就相当于图7剖面上的深部剪切带,可能表明这倒伏构造系统自北而南逆冲于基底片麻岩之上,而非片麻岩穹隆构造^①。

(3)晚期(燕山早期):以强烈的由NW向SE的逆冲推覆作用伴生NNE向的开阔型褶皱为特征的叠加变形,使现今的构造线方位为NNE、NE向。主要表现为两个大的褶皱,西北部以北将军(岩)组为核部的北东轴向的背斜,南东部则以寒武系—奥陶系为核部的轴向北东的向斜。浅变质岩内以 S_1 面理为形变面,形成以间隔劈理(S_2)和皱纹线理(L_2)为标志的构造形迹。该期褶皱轴迹方向主要为NNE向,在一些强变形带中可见折劈理强烈置换早期面理(S_1),甚至见 S_2 平行 S_1 的强置换现象。本期褶皱在张八岭(岩)群分布区主要为一系列北北东向较开阔的线状直立—斜歪褶皱;南华纪—奥陶纪盖层分布区,表现为一系列NNE向到NE向线型紧密对称—斜歪褶皱,倒向SE。在震旦系与寒武系的接触带上多为逆冲推覆型的断裂带发育^[13]。本期逆冲推覆变形与中期的韧性逆冲剪切变形的显著区别是运动方向的不同,前者为由北向南的逆冲剪切,后者是由北西向南东的逆冲推覆。两者的构造应力场不同。

叠加关系:从图5和图7可以看出,早期褶皱与晚期褶皱的轴迹近于直交,早期的轴面向北缓倾,而晚期的轴面近于直立,两者相互叠加形成了一系列呈新月形圈闭体,叠加背斜内显示向北凸出,叠加向斜内则向南凸出。由上述一系列呈WNW向,向南倒伏褶皱和后期的NNE叠加褶皱共同构成了区内的背斜向ESE凸出,向斜向WNW凹进的地(岩)层展布样式。非简单的NNE向大型倒伏背斜^[14]或单斜构造样式^[15]。

变形时代分析:根据区内3期变形仅影响到前侏罗纪地层,且其变形形成的构造样式在张八岭(岩)群和南华纪、震旦纪至奥陶纪地层中基本相同,其间并未发生构造间断和重大变形事件的缺失。另外,研究资料表明^[13-14]:安徽东部地区自震旦纪至早三叠世时期没有发生强烈的构造运动,即加里东、海西运动在研究区内不发育,强烈的褶皱作用发生于印支期,逆冲推覆于早侏罗世的磨山组之上,且推覆面被晚侏罗世的火山岩不整合覆盖。因此,逆冲推覆作用应发生于燕山早期。又据南京地质矿产研究所^②在西冷(岩)组的白云母石英片岩中多硅白云母K—Ar测年分别为(233±6)Ma和(229±6)Ma资料等,推定其强烈变形时代为印支—燕山早期,是大别造山带的中上部地壳变形的表现。

4 大地构造意义

(1)从上述的几个典型地区的构造解剖可以发现:南华纪与下伏的西冷(岩)组在构造变形的期次上是一致的,是相

①涂荫玖,从皖东晚太古代变质基底的发现看大陆造山带研究的实际意义,安徽地质科技,1998,2:1~3.

②南京地质矿产研究所,1:5万张八岭、珠龙幅区域地质调查报告,1995.

互协调的,两者之间没有发生强烈的构造运动^[5],张八岭地区的构造变形、变质是从印支期开始的。张八岭地区是大别—苏鲁造山带的最上部构造层次,保存了许多印支期以来的构造变形的信息,与大别—苏鲁造山带的形成演化具有相同的大地构造背景^[16-17]。目前大别—苏鲁造山带的研究多集中于根带部分,因此,张八岭构造带的构造变形特征的研究对弥补和完善认识大别—苏鲁造山带的形成演化具有重要意义。

(2)印支—燕山早期发生的枢纽近 E—W 向早期褶皱,反映了挤压构造应力方向是近 N—S 方向的;而随后的晚期褶皱轴迹是 NE 方向,则反映是 NW—SE 向的挤压。这两者之间的转换或变化反映了造山带构造演化的区域背景的变化,扬子地块与华北地块碰撞对接后,中国大陆联为一体,特提斯构造域向环太平洋构造域转换开始。随着华北地块与扬子地块在印支期的碰撞造山作用的发生发展,扬子地块俯冲于华北地块之下,扬子地块北东缘的张八岭边缘裂隙关闭,扬子地块上的中新元古代张八岭(岩)群及古生代沉积盖层发生了强烈构造变形。

5 结论与讨论

(1)张八岭地区印支期前没有受过强烈的构造运动的影响,沉积地层之间的接触关系基本为整合或假整合关系,现今的地(岩)层特别是浅变质岩层之间的接触关系多为构造接触,上下的构造变形特征、期次基本一致;(2)扬子地块北东缘,中新元古代至南华纪—奥陶纪地层,印支—燕山早期经历了两次褶皱变形和一次韧性剪切变形。早期是由一系列近东西向,向南倒伏的紧闭褶皱所组成,中期以由南向北的韧性剪切褶皱及韧性剪切带的发育为特征,晚期以强烈的由 NW 向 SE 的逆冲推覆作用伴生 NNE 向的开阔型褶皱为特征的叠加变形,使现今的构造线方位为 NNE、NE 向。其中早期的近 E—W 向的由 N 向 S 的逆冲推覆型褶皱作用是以前没有鉴别出来的变形幕,对它的继续研究可为建立和完善整个大别—苏鲁造山带的构造演化模式具有重要意义;(3)变形机制讨论:印支早期变形是在特提斯构造域的近 S—N 向挤压构造体制下,下插地块的中上地壳发生逆冲剪切褶皱,形成一系列枢纽近 E—W 向的向 S 倒伏的紧闭褶皱(图 5~7),褶皱作用的进一步发展则产生一些顺软弱带的由 N 向 S 的逆冲推覆作用,如区内的北将军(岩)组与西冷(岩)组之间韧性剪切;随着褶皱、逆冲推覆产生隆升,上部地层内沿一些软弱岩层又发育一系列的拆离滑覆作用;晚期,燕山早期阶段,古特提斯构造域的关闭,环太平洋构造域的发生发展,导致由 SE 向 NW 的挤压作用,在 NW—SE 向的收缩挤压构造体制下,形成 NE 向为主体的较宽缓的张八岭地区变质地层的 NNE 向褶皱发育。总体反映了一个连续的递进变形的过程。

笔者在调研和写作过程中,得到常印佛院士、朱光教授、王永敏教授级高级工程师的指导,吴雪峰、吴明安、陈才弟高级工程师在野外作业中给予了帮助,谨致谢意。

参考文献 (References):

- [1] Okay A L, Xu Shutong, Sengor A M C. Coesite from the M Dabieshan eclogites, Central China [J]. *European Journal of Mineralogy*, 1989, (1): 595~598.
- [2] Xu Shutong, Okay A L, Ji S Y, et al. Diamond from the Dabieshan metamorphic rocks and its implication for tectonic setting [J]. *Science*, 1992, 265: 80~82.
- [3] 徐嘉炜,刘德良,柴明理,等.皖中张八岭带前寒武纪岩系纪要[J]. *华东地质*, 1965, (6): 12~19.
Xu Jiawei, Liu Deliang, Chai Mingli, et al. Summary of the pre-Cambrian in Zhangbaling belt in middle part of Anhui Province [J]. *Geology of East China*. 1965, (6): 12~19 (in Chinese with English abstract).
- [4] 徐嘉炜,王萍,秦仁高,等.郟庐断裂带南段深层次的塑性变形特征及区域应变场[J]. *地震地质*, 1984, 6(4): 1~16.
Xu Jiawei, Wang Ping, Qin Rengao, et al. The ductile deformation of the depth level of the south segment of Tanlu Fault Belt and its regional deformation field [J]. *Acta Seismologica Sinica*, 1984, 6 (4): 1~16 (in Chinese with English abstract).
- [5] 徐树桐,周海渊,董树文,等.安徽省主要构造要素的变形和演化 [M]. 北京:海洋出版社,1987.1~145.
Xu Shutong, Zhou Haiyuan, Dong Shuwen, et al. Deformation and tectonic evolution of the major structural elements in Anhui Province [M]. Beijing: China Ocean Press, 1987.1~145 (in Chinese with English abstract).
- [6] 许志琴.扬子板块北缘的大型深层滑脱构造及动力学分析[J]. *中国区域地质*. 1987, (4): 289~300.
Xu Zhiqin. Large deep-level decollement structure on the northern margin of the Yangtze plate and its dynamic analysis [J]. *Regional Geology of China*, 1987, (4): 289~300 (in Chinese with English abstract).
- [7] Mattauer M, Matte P, Malavieille J, et al. Tectonics of the Qinling belt: Built-up and evolution of Eastern Asia [J]. *Nature*, 1985, 317: 496~500.
- [8] 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,1991.1~122.
Jin Yanren, Liang Wantong, Zhang Shuye, et al. High Pressure Metamorphic Belts of Precambrian in Anhui Province [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1991.1~122 (in Chinese with English abstract).
- [9] 张德宝,郭坤一,董茂兴,张八岭群的地质特征及其划分建议[J]. *火山地质与矿产*, 1995, 16 (4): 1~16.
Zhang Debao, Guo Kunyi, Dong Maoxing. The geological characteristics of Zhangbaling Group and its classification [J]. *Volcanogeology and Mineral Resources*, 1995, 16 (4): 1~16 (in Chinese with English abstract).
- [10] 张永军,张八岭推覆体特征及其成因机制[J]. *高校地质学报*, 1998, 14(4): 444~451.
Zhang Yongjun. The Characteristics of the nappes and its genetic mechanism [J]. *Geological Journal of China Universities*, 1998, 14 (4): 444~451 (in Chinese with English abstract).
- [11] 侯明金,吴跃东,汤加富.张八岭地区变质地层序列与构造型式[J]. *安徽地质*, 1999, 9(1): 26~29.
Hou Mingjin, Wu Yuedong, Tang Jiafu. The metamorphosed stratigraphic sequence and structural patterns of the Zhangbaling area [J]. *Geology of Anhui*, 1999, 9(1): 26~29 (in Chinese with English abstract).

- [12] 吴跃东,江来利,储东如,等.大别山造山带与安徽沿江中生代盆地的盆山耦合关系[J].中国地质,2003,30(3):286~292.
Wu Yuedong, Jian Lali, Chu Dongru, et al. Basin-Range coupling between the Dabie orogen and the Meso-Cenozoic basins along the Yangtze River in Anhui Province (in Chinese with English abstract).
- [13] 涂荫玖,刘湘培,汪祥云,等.下扬子北缘滁州—巢湖地区前陆褶皱冲断带研究[J].大地构造与成矿学,2001,25(1):8~20.
Tu Yinjiu, Liu Xiangpei, Wang Xiangyun et al. Study on the Chuzhou-Chaohu foreland fold-thrust zone at the northern margin of the Lower Yangtze Landmass [J]. Geotectonica et Metallogenia, 2001, 25 (1): 9~26 (in Chinese with English abstract).
- [14] 安徽省地矿局.安徽省区域地质志[M].北京:地质出版社,1987.1~721.
Bureau of Geological and Mineral Resources of Anhui Province. Regional Geology of Anhui Province [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1987.1~721 (in Chinese with English abstract).
- [15] 徐树桐,陆镜元,张维民,等.皖东元古宙末之构造滑动[A].见:第27届国际地质大会论文集(2)[C].北京,地质出版社,1985.193~202.
Xu Shutong, Lu Jingyuan, Zhang Weimin, et al. The tectonic movement in the end of the Proterozoic in eastern of Anhui province[A]. In: Collection of the International Exchanging Geology (2) written for the 27th IGC [C]. Beijing: Geological Publishing House, 1985. 193~202 (in Chinese with English abstract).
- [16] 徐树桐,江来利,刘贻灿,等.大别山区(安徽部分)的构造格局和演化过程[J].地质学报,1992,66(1):1~14.
Xu Shutong, Jiang Laili, Liu Yican, et al. Tectonic regime and evolution of the Dabie Mountains (Anhui part) [J]. Acta Geologica Sinica, 1992, 66 (1): 1~14 (in Chinese with English abstract).
- [17] Cong B L, Wang Q C, Zhai M, et al. Ultrahigh pressure metamorphic rocks in Dabie-Sulu region, China: their formation and exhumation [J]. The Island Arc, 1994, 3:135-150.

Deformation features of the mid-upper crust of the Dabie orogenic belt —a case study of the Indosinian-early Yanshanian tectonic deformation in the Zhangbaling area

HOU Ming-jin^{1,2}, WU Yue-dong², TANG Jia-fu²

(1. School of Resources and Environment Engineering, Hefei University of Technology, Hefei 230009, Anhui, China; 2. Anhui Geological Survey, Hefei 230001, Anhui, China)

Abstract: The Zhangbaling tectonic belt is a part of the Dabie orogenic belt and an outcrop area of the mid-upper crust of the belt. By using the combined tectonic and stratigraphic method to analyze the 1:50000 geological mapping data of the Zhangbaling area and make structural analysis of the typical cases, the following new ideas have been got: there is no boundary of strong tectonic movement between the Zhangbaling Group-complex (Pt₂₋₃) and the Nanhuan-Ordovician or strata above them, and as a component part of the Dabie orogenic belt, the group-complex underwent strong deformation; in the Indosinian-early Yanshanian there mainly occurred three phases of tectonic deformation, i.e. a series of WNW-and nearly E-W-trending tight congruous folds in the early stage, a ductile shear zone in the middle stage, and the mainly NNE-trending, broad folds accompanied by SE-vergent overthrusting in the late stage. The superimposition of the three phases of deformation formed the basic tectonic framework of the area. Folding and overthrusting (front sliding) took place in the mid-upper crust (include sedimentary cover) concomitantly with subduction of the Yangtze block beneath the North China block and their collision. The three phases of deformation represent a process of progressive deformation.

Key words: mid-upper crust; tectonic deformation pattern; Zhangbaling tectonic belt; Dabie orogenic belt; Indosinian-early Yanshanian.