

山西吕梁山北段岩片法填图新尝试

张兆琪 薛文彦 魏云峰 柴金钟

(山西省地质调查院, 山西 太原 030001)

摘要:本文介绍了山西吕梁山北段古老造山带地区运用岩片法填图所取得的主要成果。通过 1:25 万填图,发现 3 条重要构造边界,依此划分出 3 个构造岩片,每个岩片内部都具有二元结构,3 个岩片层层叠置,说明了地壳强烈缩短,证明了造山带的存在。而且发生在 1850 Ma 的地质事件是汇聚而不是裂解,吕梁造山使华北陆块真正克拉通化。吕梁造山运动过程中存在两种类型的韧性剪切带,Ⅰ类韧性剪切带是发生在岩片与岩片之间,Ⅱ类韧性剪切带发生在单个岩片的内部,地质图上必须区别对待。

关键词:岩片;岩片法填图;韧性剪切带;造山带;吕梁山北段;山西

中图分类号:P588.34*3 **文献标识码:**A **文章编号:**1000-3657(2004)02-0155-06

2001年6月中国地质调查局颁布的《1:250 000 区域地质调查技术要求(暂行)》中,要求在造山带进行区域地质调查工作应采用特殊的方法进行填图,即“构造岩片四维裂拼复原法”,简称“岩片填图法”。该方法对于年轻造山带填图是非常适宜的,并在西部填图取得了成功。但对于华北板块内古老造山带填图是否适宜,前人尚未做过尝试。2000年在吕梁山北段开展的 1:250 000 岚岚幅区域地质调查,采用岩片法填图不仅可行,而且效果良好(图 1~2)。

1 岩片划分依据

张克信等^[1]对岩片所下的定义是:岩片是指以构造拼合边界所分割的具有一定物质构成的地质体。在地质填图中具可填性,是非史密斯地层基本单位之一,也是非史密斯地质填图的基本单元之一。根据如上定义,笔者在填图过程中,注意地质体构造边界的识别。填图发现,区内有 3 条非常明显的构造边界,它们分别是:小木沟—大蛇头韧性剪切带、开府—普明韧性剪切带、娄烦韧性剪切带。

1.1 小木沟—大蛇头韧性剪切带

该剪切带总长可达 100 km 以上,大体呈 NE 走向,倾向 NW,倾向 40°~60°,北端被盖层覆盖。总的特征是:西侧较老的强烈变形的界河口岩群及 TTG 岩石,叠覆在东侧较新的、地层倒转的、强烈糜棱岩化的野鸡山群底部石英岩之上。但由于关键部位往往被覆盖,所以以前总认为两者为沉积不整合接触,在南部因为变形很强故处理为断层接触。此次调查

在小木沟发现两者非常清楚的接触关系(图 3—a),接触面平直光滑,缝隙很小,非常紧密。西侧岩性为太古代界河口岩群贺家湾岩组白云母石英片岩、二云片岩等,强烈定向,线理发育,长英质团块旋转,镜下发现白云母受剪切呈鱼形,长石碎斑周围可见小的角闪石组成压力影;东侧岩性为古元古代野鸡山群青杨树湾组条纹状细粒长石石英岩,石英拔丝、团块旋转常见,线理十分发育,与西侧线理产状一致,一般为 330°∠40°,石英岩层面上的运动擦痕非常明显。镜下观察石英波状消光,受应力作用形成亚颗粒,长石碎斑周围可见压力影,长石双晶弯曲或斜列,石英颗粒形成核幔构造,表明岩石强烈糜棱岩化。旋转构造、流动构造显示出运动方向是由 NW 向 SE 逆冲,致使青杨树湾组下部缺失很多地层。

1.2 开府—普明韧性剪切带

该剪切带覆盖严重,区内出露约 30 km,NE 走向,倾向 NW,倾向 50°~70°。在正道村北接触关系清楚(图 3—B),西侧岩性为开府细粒黑云斜长片麻岩,条带条痕构造发育,流动构造及剪切小褶皱常见,片麻理面上矿物定向排列;东侧岩性为岚河群前马宗组底部变质砾岩,地层产状倒转。砾岩变形很强,砾石被拉长,长短轴之比为 1.5:1~4.5:1;基质为石英岩,糜棱岩化强烈。剪切带东西两侧具有相同的糜棱面理和拉伸线理,说明经过了相同的韧性剪切改造。像这样的界面往东还出现两个,只是规模较小,为次一级界面。

1.3 娄烦韧性剪切带

该剪切带覆盖最为严重,加之后期花岗岩穿切,直接的

收稿日期:2003-07-26;改回日期:2003-12-06

基金项目:中国地质调查局国土资源地质大调查项目(200113000020)资助。

作者简介:张兆琪,男,1962年生,高级工程师,从事区域地质调查工作;E-mail:dayxfy@163.com。

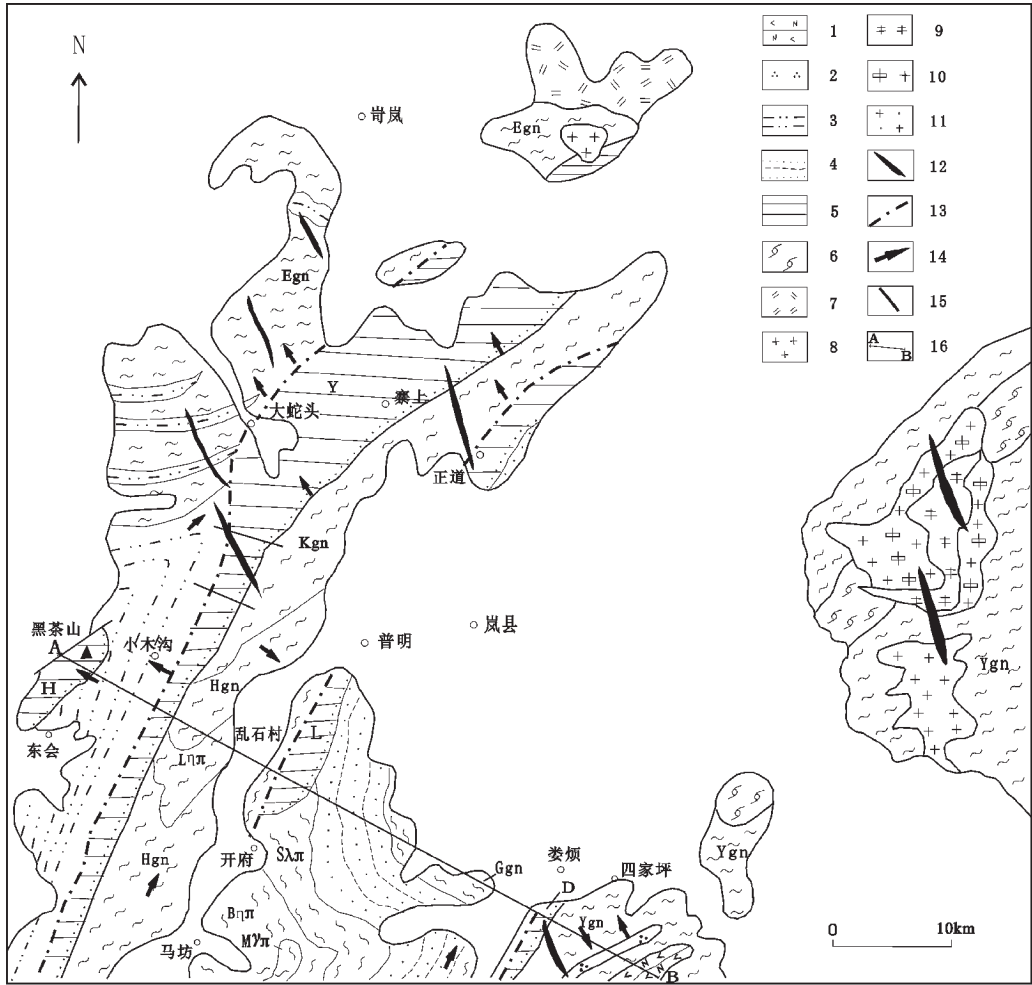


图 1 吕梁山北段地质略图

1—斜长角闪岩;2—石英岩;3—界河口岩群;4—吕梁群;5—古元古代晚期地层;D—第四足群;6—眼球状花岗岩;7—芦芽山岩体;8—芦草沟岩体;9—北沟河岩体;10—后河堡岩体;11—悬钟岩体;12—辉绿岩;13—构造边界(I类剪切带);14—矿物线理;15—脆性断层;16—剖面位置;H—黑茶山群;Y—野鸡山群;L—岚河群;Egn—恶虎滩片麻岩;Ygn—尧宽片麻岩;Kgn—开府片麻岩;Hgn—后山片麻岩;Ggn—盖家庄片麻岩;Lηπ—老龙嘴变质长石斑岩;Bηπ—北岔变质长石斑岩;Mγπ—磨地湾变质花岗岩斑岩;Σλπ—神堂沟变质石英斑岩。

Fig. 1 Simplified geological map of the northern segment of the Lüliang Mountains

1—Amphibolite; 2—Quartzite; 3—Jiehekou Group-complex; 4—Lüliang Group; 5—Late Paleoproterozoic; 6—Augen granite; 7—Luyashan intrusion; 8—Lucaogou intrusion; 9—Beigouhe intrusion; 10—Houhebu intrusion; 11—Xuanzhong intrusion; 12—Diabase; 13—Tectonic boundary (I-type shear zone); 14—Mineral Lineation; 15— Brittle faults; 16—section location; H—Heichashan Group; Y—Yeishan Group; L—Lanhe Group; D—Disizu Group; Egn—Ehutan gneiss; Ygn—Yaokuan gneiss; Kgn—Kaifu gneiss; Hgn—Houshan gneiss; Ggn—Gaijiazhuang gneiss; Lηπ—Laolongzui metamorphosed feldspar porphyry; Bηπ—Beica metamorphosed feldspar porphyry; Mγπ—Modimai metamorphosed granite porphyry; Σλπ—Shentangou metamorphosed quartz porphyry

界面看不到。该剪切带是于津海等所称西川河剪切带^①的基础上提出来的。西川河剪切带划在吕梁群强烈弯曲的地方,认为吕梁群受此剪切才发生强烈褶皱的(图2中崑嵐岩片所示)。而姜烦剪切带位于其东,处于吕梁群、盖家庄片麻岩与

第四足群之间的分界面上,并认为这种褶皱是由于下部岩石强烈掀斜造成的。该处岩石强烈片理化,a线理、A褶皱、鞘褶皱和大型杆状构造等十分发育,野外可直接观察到剪切带内不同方向运动量不同,如在YZ面上看是一系列的柔流小褶

①于津海.山西吕梁山区中段早元古代地质特征及构造演化,1997.

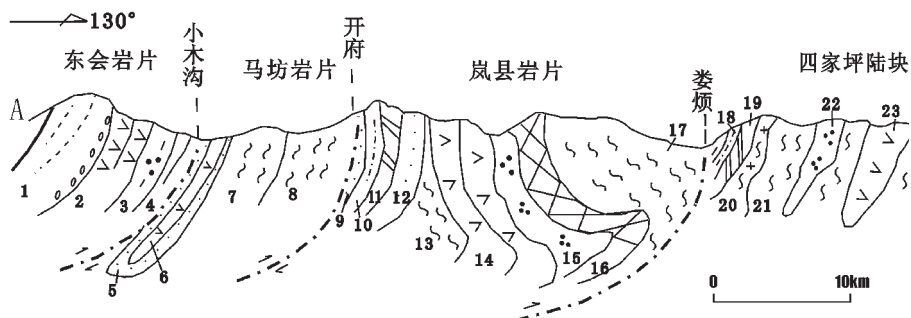


图 2 A-B 地质剖面略图

- 1—黑茶山群; 界河口岩群; 2—园子坪岩组; 3—阳坪上岩组; 4—贺家湾岩组; 野鸡山群; 5—青杨树湾组; 6—白龙山组;
- 7—后山片麻岩; 8—老龙嘴变质长石斑岩; 岚县群; 9—乱石村组; 10—石窑凹组; 11—两角村组; 12—前马宗组;
- 13—神堂沟变质石英斑岩; 吕梁群; 14—近周营组; 15—裴家庄组; 16—袁家村组; 17—盖家庄片麻岩; 第四足群;
- 18—千枚岩及片岩; 19—大理岩; 20—吕梁期变质花岗岩; 21—尧宽片麻岩; 22—小河口组; 23—社堂村组

Fig. 2 Schematic geological section A-B

- 1-Heichashan Group; Jiehekou Group-complex; 2-Yuanziping Formation-complex; 3-Yangpingshang Formation-complex;
- 4-Hejiawan Formation-complex; Yejishan Group; 5-Qingyangshuwan Formation; 6-Bailongshan Formation; 7-Houshan gneiss;
- 8-Laolongzui metamorphosed feldspar porphyry; Lanhe Group; 9-Luanshicun Formation; 10-Shiyaowa Formation; 11-Liangjiaocun Formation; 12-Qianmazong Formation; 13-Shentanggou metamorphosed quartz porphyry; Lüliang Group; 14 - Jinzhouying Formation; 15-Penjiazhuang Formation; 16-Yuanjiacun Formation; 17-Gaijiazhuang gneiss; Disizu Group; 18-Phyllite and schist;
- 19-Marble; 20-Lüliangian metamorphosed granite; 21-Yaokuan gneiss; 22-Xiaohegou Formation; 23-Shetangcun Formation

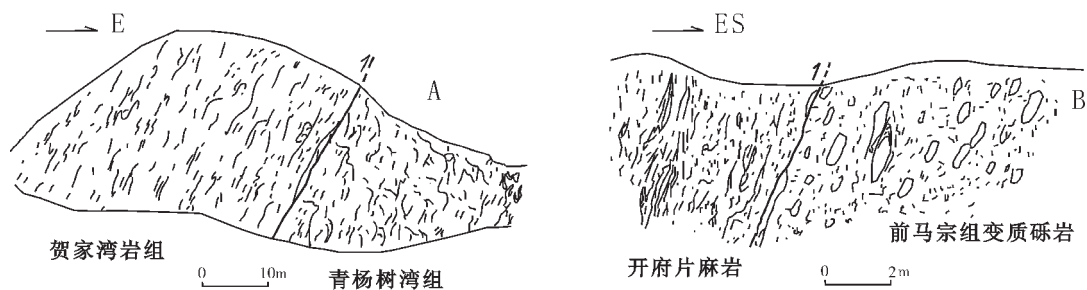


图 3 小木沟—大蛇头剪切带(A)(岚县小木沟)及开府—普明剪切带(B)(岚县正道村)

Fig. 3 Xiaomugou-Dashetou shear zone (A) and Kaifu-Puming shear zone (B) (Zhengdao Village, Laixian County)

皱,而在 XZ 面上则表现为非常平直的条带。

以这 3 条构造边界为划分依据将区内早前寒武纪变质岩系分为 3 个构造岩片和 1 个陆块,自西向东依次为:东会岩片、马坊岩片、岚县岩片和四家坪陆块,3 个构造岩片组成岢岚超岩片。

在岩片划分和图面表达过程中,笔者发现了两种不同类型的韧性剪切带,一类是岩片和岩片在实现叠覆拼贴过程中所发生的韧性变形,具有非透入性和分划性界面特征,称之为 I 类剪切带,比如上述的 3 个韧性剪切带;另一类是岩片内部由于差异运动或旋转变形形成的片理、片麻理、强变形带等,具透入性网状或面状特征,称之为 II 类剪切带。在诸岩片叠覆过程中,比如东会岩片自身发生左行旋转,运动学标志指示黑茶山群向下运动,而界河口岩群向上掀斜,使得

岩片内部地层受到强烈的韧性剪切改造。2000 m 厚的黑茶山群强烈糜棱岩化,界河口岩群中也发生强烈变形,A 褶皱、鞘褶皱、L 构造岩等十分发育。诸如此类剪切带都是 II 类剪切带,若全部填绘到地质图上,则会出现大面积红色虚线,势必造成图面负担过重。对于网状剪切带,为了表示变形的强弱不同,可以用虚线适当表示;对于多期叠加剪切带,当然也要灵活表示。

2 岩片的基本构成

3 个岩片大体呈 NE 向平行展布,一般宽度 10~20 km,长度大于 100 km。每个岩片内部都具有二元结构,以其中存在的古元古代晚期的角度不整合界面划分出基底和盖层,力求反映当时的地壳结构特征。

2.1 东会岩片

东会岩片基底为界河口岩群、大量恶虎滩 TTG 片麻岩套及少量的片麻状钾质花岗岩。界河口岩群包括下部园子坪岩组(岩性为强烈混合岩化的斜长角闪岩)及上部具孔兹岩系的阳坪上岩组(岩性为薄板状长石石英岩、黑云变粒岩夹含石墨大理岩)和贺家湾岩组(岩性为一套以富铝片岩和变粒岩为主的组合)。可能是由于当时地壳较薄,下部喷发了大量的玄武岩,上部孔兹岩的出现说明地壳处于相对稳定阶段,为蒙陕陆块东缘的边缘沉积物,大致相当于大陆边缘浅海—滨海的环境。

盖层为黑茶山群,是一大套强烈变形的含砾长英质糜棱岩。如果不是其中存在砾石根本分不清层理。底部砾岩尤为发育,砾石被拉长。应变测量以变形砾石为对象,测得 156 组数据, Rf/φ 求得 XY 面上 $Ri=1.5$ 、YZ 面上 $Ri=1.3$ 。

2.2 马坊岩片

马坊岩片基底为赤坚岭杂岩及杜家沟变质酸性斑岩。现将赤坚岭杂岩解体为:开府细粒黑云斜长片麻岩、后山细粒黑云二长片麻岩、少量未变形的变质花岗细晶岩等;将杜家沟变质酸性斑岩解体为老龙咀变质长石斑岩。

盖层为野鸡山群,呈向斜分布。自下而上分为青杨树湾组、白龙山组和程道沟组。青杨树湾组主要岩性以浅灰色—淡肉红色条带状长石石英岩为主,夹变质粉砂岩、透镜状大理岩。底部出现不稳定砾岩,岩石中普遍发育绿色条带。白龙山组岩性为变基性火山岩,其中气孔杏仁构造普遍发育,局部见枕状构造。程道沟组岩性为一套变质粉砂岩(含方解石绿泥钠长片岩),岩石类型单一,未见砾石,局部可见印痕、波痕等沉积构造。普遍发育多次重复的韵律性层理,每一韵律性层理都由粉砂岩到泥质岩或灰岩组成,且厚度都不大,不超过 5 cm。

2.3 岚县岩片

岚县岩片基底为吕梁群、盖家庄片麻岩和杜家沟变质酸性斑岩。吕梁群是一套东老西新的倒转地层,包括袁家村组(绿泥片岩夹磁石英岩)、裴家庄组(变质粉砂岩、千枚岩、板岩夹石英岩)和近周营组(变基性火山岩)。袁家村组含铁建造与现代太平洋海隆上的富铁贫锰型沉积物相当;而裴家庄组变质泥质岩中常保留泥质—碳质小韵律,层理厚 0.5~3 cm,冀家庄北山尚见包卷层理,具鲍马序列,为深海相的浊积岩^[2];杜家沟变质酸性斑岩现解体为:北盆变质长石斑岩、磨地湾变质花岗岩及神堂沟变质石英斑岩。

上覆地层为岚河群,也是一套东老西新的倒转地层,包括前马宗组(变质砾岩、石英岩)、两角村组(大理岩夹千枚岩)、石窑凹组(含砾石英岩、长石石英岩夹大理岩、千枚岩)、乱石村组(含砾长石石英岩、千枚岩)。

岚河群与吕梁群之间为角度不整合接触关系,这种关系在岚县阎沐浴出露的最为清楚,岚河群底部前马宗底砾岩不整合覆盖在褶皱的吕梁群裴家庄组粉砂质千枚岩之上。这

套砾岩可以与五台山区四集庄组砾岩进行对比。

2.4 四家坪陆块

四家坪陆块之所以不称其为岩片,是因为其周边没有明显的构造边界来限定。它是晋冀陆块的一部分。也具有二元结构,基底岩性包括娄烦以东过去称之为界河口群的一套地层及杂岩,现在以它所处的构造位置与云中山区对比,并入云中山岩群,包括社堂村组(变基性火山岩组)、小河沟组(含铁石英岩)、青杨沟组(大理岩)。

盖层为新建的第四足群,在第四足村发现大套厚层大理岩、千枚岩及片岩,整体面貌与岚河群岩性相似,对它的归属曾引起过争论。由于构造和花岗质侵入体的破坏,使它残缺不全,向西南延伸可与龙虎山大理岩对接,而龙虎山大理岩中发现大量可与岚河群对比的叠层石。故将第四足群与岚河群等并列,时代为古元古代晚期。

3 岩片对比

3.1 基底对比

最西侧的东会岩片基底界河口岩群与最东侧四家坪陆块基底云中山岩群可以对比,以一套变质基性火山岩、陆源碎屑岩及大理岩组合为特征,时代为新太古代;岚县岩片的基底吕梁群可能为洋壳残余,吕梁群近周营组火山岩 U-Pb 年龄(2 360±95) Ma^[3],盖家庄片麻岩 U-Pb 年龄(2 214±11) Ma(天津地质矿产研究所,李惠民等测试,2001),神堂沟变质石英斑岩 U-Pb 年龄(2 233±14) Ma(天津地质矿产研究所,李惠民等测试,2001),说明岚县岩片基底的形成时期属古元古代早期;马坊岩片基底赤坚岭杂岩 U-Pb 年龄有 (2 516±12) Ma 和 (2 133±11) Ma(天津地质矿产研究所,李惠民等测试,2001),结合耿元生等^[4]在赤坚岭杂岩中所测得的(2 151±12) Ma 的 U-Pb 年龄,认为赤坚岭杂岩的主要形成时期为古元古代早期,它们都是同造山花岗岩。

3.2 盖层对比

作为岩片盖层部分的黑茶山群、野鸡山群、岚河群及第四足群,多少年来一直争论不休,一种观点认为是海水从东向西逐渐海侵,形成地层东老西新的上下叠置关系^[5];另一种观点认为是同时异相产物,出现这种岩性差异是侧向相变原因引起的^[6]。笔者应用“板块造山带”的观点认为:随着吕梁(群)洋闭合,古吕梁山形成,野鸡山群、岚河群和第四足群的盆地内沉积了碎屑浊流建造、基性火山岩建造和碳酸盐岩建造,构成复理石建造前陆盆地;黑茶山群盆地内沉积了一套巨厚的含砾长石石英岩,构成磨拉石建造前陆盆地。野鸡山群白龙山组中有大量的变质基性火山岩,而岚河群石窑凹组有二层变质基性火山岩。岚河群两角村组发育较厚的大理岩,而野鸡山群青杨树湾组中发现不稳定的透镜状大理岩,第四足群下部也有大量的大理岩出露。它们为同时异相,具有可比性。黑茶山群约 2 000 m 厚的含砾长石石英岩,富含钾长石的建造特征,与其他各群相差甚远,形成的时代可能较

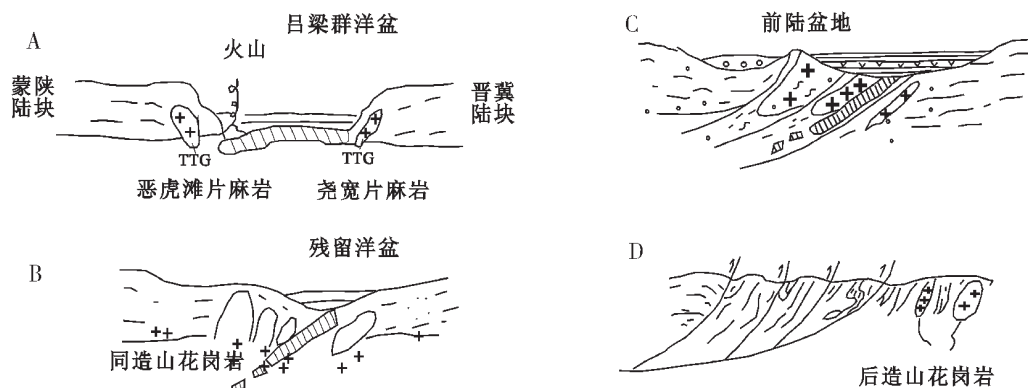


图 4 吕梁期造山构造演化模式图

Fig. 4 Model of the Lüliangian tectonic evolution

晚,可以与五台山区郭家寨群磨拉石建造对比。

4 构造演化

(1) 2 500~2 350 Ma, 蒙陕陆块与晋冀陆块之间存在一小洋盆, 沉积了吕梁群下部袁家村组和裴家庄组。大约 2 350 Ma 洋盆开始消减, 晋冀陆块由东向西俯冲, 引起火山爆发, 沉积了吕梁群上部近周营组基性火山岩。构造运动还使恶虎滩片麻岩和尧宽片麻岩等 TTG 岩石侵位(图 4—A)。

(2) 2 350~2 150 Ma, 陆弧对接, 洋盆闭合。吕梁群褶皱。大量同造山花岗岩侵位, 如赤坚岭杂岩、杜家沟变酸性斑岩、盖家庄片麻岩及眼球状花岗岩等(图 4—B)。

(3) 2 150~1 900 Ma, 陆弧碰撞之后, 随着残留洋盆消失在前陆盆地沉积了野鸡山群、岚河群及第四足群(图 4—C)。

(4) 1 900~1 700 Ma, 蒙陕陆块继续仰冲, 前陆盆地中沉积了黑茶山群磨拉石建造。因为蒙陕陆块由 NW 向 SE 强劲地推挤, 使地壳沿构造界面发生仰冲, 构造岩片形成(图 4—D)。构造岩片的层层叠覆标志着造山结束。在关帝山和云中山有大规模后造山花岗岩侵位, 如芦芽山似斑状巨斑紫苏石英二长岩, 同位素 U—Pb 年龄为(1 800±7) Ma^[9]; 堂尔上巨—粗粒黑云花岗岩 U—Pb 年龄为(1 739±20) Ma(天津地质矿产研究所, 李惠民等测试, 2001), 明显被 U—Pb 年龄为(1 688±22) Ma(天津地质矿产研究所, 李惠民等测试, 2001)的后河堡似斑状黑云花岗岩捕虏和穿切; 芦草沟变黑云花岗岩 U—Pb 年龄为(1 836±32) Ma(天津地质矿产研究所, 李惠民等测试, 2001), 与东侧的悬钟中细粒变花岗岩相同。上述各岩体均经历了变质作用, 并被 NW 向未变质的辉绿岩墙穿切。吕梁造山才使华北陆块实现真正克拉通化。

5 结语

(1) 岩片的正确划分和表达, 使地质图所反映的地质体更具条理。岩片的叠瓦状排列, 正是造山带几何特征的反映, 说明了地壳缩短, 充分证明了造山作用的存在。

(2) 造山时间可以由卷入其中的古元古代晚期地层和截切造山带的后造山花岗岩得出, 截切小木沟—大蛇头剪切带的芦草沟变黑云花岗岩年龄为(1 836±32) Ma, 所以造山带碰撞应在 1 850 Ma 前结束。且发生在此时的地质事件是汇聚而不是裂解。造山带的长度大于 100 km, 宽度至少为 3 个岩片的宽度之和, 约为 40 km。

(3) 黑茶山群、野鸡山群、岚河群和第四足群等古元古代地层均产出于岩片的特定位置, 造山作用使它们彼此间隔, 平行排列。它们之间的关系比较复杂, 野鸡山群、岚河群和第四足群为同时异相侧向相变关系, 黑茶山群与另外 3 个群为上下叠置关系, 其形成环境及时代跟造山作用密切相关。

(4) 岩片在实现叠覆过程中, 存在着两类不同的韧性剪切带, 野外特别要注意 I 类韧性剪切带的识别与填图, 它是划分岩片的重要依据。而 II 类韧性剪切带, 图面表达时根据需要灵活掌握。处于造山带的核部地层, 都有不同程度的韧性变形, 可以在其中找到很多剪切带。这就需要认真去区分哪些是 I 类韧性剪切带, 哪些是 II 类韧性剪切带。比如界河口岩群与位于其东西两侧的黑茶山群、野鸡山群的关系问题, 界河口岩群与其西侧的黑茶山群接触界面上, 存在 10~25 m 的底砾岩, 黑茶山群 NW 陡倾, 单斜产出, 砾石在其中显示的沉积韵律反映的层序是东老西新, 与界河口岩群之间的沉积不整合关系成立。尽管这个界面上也有运动, 但运动学标志显示黑茶山群向下运动, 最多只能算作一个滑脱面, 故称它是 II 类剪切带; 界河口岩群叠覆在其东侧的野鸡山群青杨树湾组之上, 使青杨树湾组下部缺失很多地层, 是一个比较大的构造界面, 故称它是 I 类剪切带。基底界河口岩群与盖层黑茶山群组成一个岩片。以此岩片的二元结构模式为标尺, 又划分对比了其他岩片。有时候还要分清剪切带的级别, 比如岚县岩片开府—普明剪切带除主剪切界面外, 东侧还重复出现两个低级别的剪切带, 它们是划分微岩片的依据。

成文过程中得到崞崞项目部全体同仁和地调院李得胜总工程师的热情帮助, 在此一并致谢。

参考文献 (References):

- [1] 张克信, 殷鸿福, 朱云海, 等. 造山带混杂岩区地质填图理论、方法与实践—以东昆仑造山带为例[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2001.
Zhang Kexin, Yihongfu, Zhuyunhai, et al. Theory, Methodology and Practice of Geological Mapping in mélangé Terrains of Orogenic Belts—A Case Study of the East Kunlun Orogenic Belt [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 2001.
- [2] 山西省地质矿产局. 山西省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1989.
Shanxi Bureau of Geology and Mineral Resources. Regional Geology of Shanxi Province[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1989.
- (in Chinese with English abstract).
- [3] 耿元生, 万渝生, 沈其韩, 等. 吕梁地区早前寒武纪主要地质事件及年代框架[J]. 地质学报, 2000, 74(3): 216~223.
Geng Yuansheng, Wan Yusheng, Shen Qihan, et al. Chronological framework of the Early Precambrian important events in the Lüliang Area, Shanxi Province [J]. Acta Geologica Sinica, 2000, 74 (3): 216~223 (in Chinese with English abstract).
- [4] 张建中, 苗培森, 张振福. 吕梁山区早元古代地层层序探讨[J]. 华北地质矿产杂志, 1997, 12(1): 1~8
Zhang Jianzhong, Miao Peisen, Zhang Zhenfu. Discussions on stratigraphic sequence of Paleoproterozoic Era in Lüliang Mountains Area [J]. Journal of Geology and Mineral Resources of North China, 1997, 12 (1): 1~8 (in Chinese with English abstract).

A new attempt to map the northern segment of the Lüliang Mountains, Shanxi, using the slab method

ZHANG Zhao-qi, XUE Wen-yan, WEI Yun-feng, CHAI Jin-zhong
(*Shanxi Institute of Geological Survey, Taiyuan 030001, Shanxi, China*)

Abstract: This paper introduces the main results obtained in mapping the ancient orogenic area in the northern segment of the Lüliang Mountains, Shanxi, with the slab method. By 1:250 000 mapping, three important tectonic boundaries have been found, and on that basis three tectonic slabs have been defined. Each slab has a binary structure and three slabs overlap each other, suggesting strong crustal shortening, which proves the existence of the orogenic belt. The geological event that took place at 1850 Ma was convergence rather than breakup. The Lüliang orogeny resulted in real cratonization of the North China block. During the Lüliang orogeny there occurred two types of ductile shear zones: I-type ductile shear zones occurred between slabs, and II-type ductile shear zones in the interior of a single slab. So it is necessary to distinguish them in geological maps.

Key words: slab; slab mapping method; ductile shear zone; northern segment of the Lüliang Mountains; orogenic belt