

五台山东部吕梁期逆冲推覆构造

汪德, 杜晋锋, 赵祯祥, 续世朝

(山西省地质调查院, 山西榆次 030600)

摘要:五台山东部石咀—口泉一带,发育着一系列北东—南西向的韧—脆性逆冲推覆构造,将五台山花岗绿岩带分隔成叠瓦状的构造片体。断裂破碎带岩石在先存的五台期角闪岩相变质岩之上,叠加了绿片岩相动力退变质作用,普遍出现绿泥石、直闪石、绢云母、堇青石等新生的变质矿物。许多运动学指向标志指示上盘由北西向南东方向逆冲推覆,从而使滹沱群形成一系列北东向次级倒转向斜,并在大甘河以西与滹沱复向斜贯通。该逆冲推覆构造出现于吕梁运动的晚期,记录着五台山东部早前寒武纪结晶基底的最后一次构造热事件。

关键词:五台山东部; 韧—脆性逆冲推覆; 构造片体; 吕梁期; 陆内造山

中图分类号: P542⁺.3

文献标识码: A

文章编号: 1672-4135(2005)01-0009-07

1 引言

五台山东部石咀—口泉一带吕梁期的逆冲推覆构造十分发育,该构造由北东—南西向线型展布的顺层断层组成,将滹沱群及其以下的五台花岗—绿岩带分割成许多构造片体。这些片体之间的逆冲推覆顺层断层面的构造应变强烈,普遍发生韧性剪切和低绿片岩相变质,出露层次较浅者则发育糜棱岩化碎裂岩、糜棱岩,因此可统称为五台山东部韧—脆性逆冲推覆构造带。该逆冲推覆构造带宽5~24 km,向西延长约60 km,在大甘河一带与滹沱复向斜贯通(图1)。

五台山东部早前寒武纪的构造研究虽然众多,其认识却差异甚大。白瑾等认为“原板峪口组与金岗库组之间为挤压剪切破碎带”^[1,3,6,10],田永清、刘志宏等均认为该区花岗—绿岩带被一些顺层断层、拆离断层、规模较大的韧性剪切带分划成一系列边界整齐的构造岩片^[2,9],此外,尚有“推覆构造”、“混杂岩带”等不同认识^[4,5]及同位素年代学^[7,8]的研究,但往往都将其归属于五台期。作者等在1982~1996年在五台山区开展1:5万区调时,曾对该区滹沱群的褶皱、逆冲推覆构造进行过调查,近年来完成的应县、忻州市幅1:25万区调对该区吕梁期

构造又进行了详细的研究,确认原板峪口组应归属于古元古代滹沱群谷泉山组。同时新发现多条逆冲推覆型韧—脆性断裂,并确认这些彼此平行的逆冲推覆构造面在剖面上呈上陡下缓的铲形。这些断裂的主断裂面倾向北西,上盘由北西向南东逆冲推覆,使五台岩群与石佛片麻岩以及五台岩群与滹沱群呈叠瓦状构造片体相互叠置。文中下面主要讨论五台山东部吕梁晚期挤压造山的这一主要构造形式。

2 区域地质构造概况

五台山东部吕梁期逆冲推覆构造带位于滹沱复向斜东部扬起区(图1)。区内广泛出露角闪岩相变质的五台岩群金岗库岩组、庄旺岩组和新太古代的石佛片麻岩。滹沱群主体为一套夹少量基性火山岩的低绿片岩相碎屑岩—碳酸盐岩的拗拉槽沉积,角度不整合在五台岩群之上,经吕梁运动晚期挤压形成一北东向的巨型扇形复向斜:台怀—石咀以东发育一系列北东向的次级背、向斜,以西则与滹沱复向斜连为一体。滹沱群的豆村亚群、东冶亚群呈一系列的次级倒转向斜残存于五台花岗—绿岩带之上,倒转背斜部位出露的是新太古代五台期石佛片麻岩和五台岩群的金岗库岩组、庄旺岩组,背斜

收稿日期:2004-10-19

基金项目:1:25万应县幅区调项目(20011300004061)

作者简介:汪德(1970-),男,地质工程师,从事区域地质调查工作。

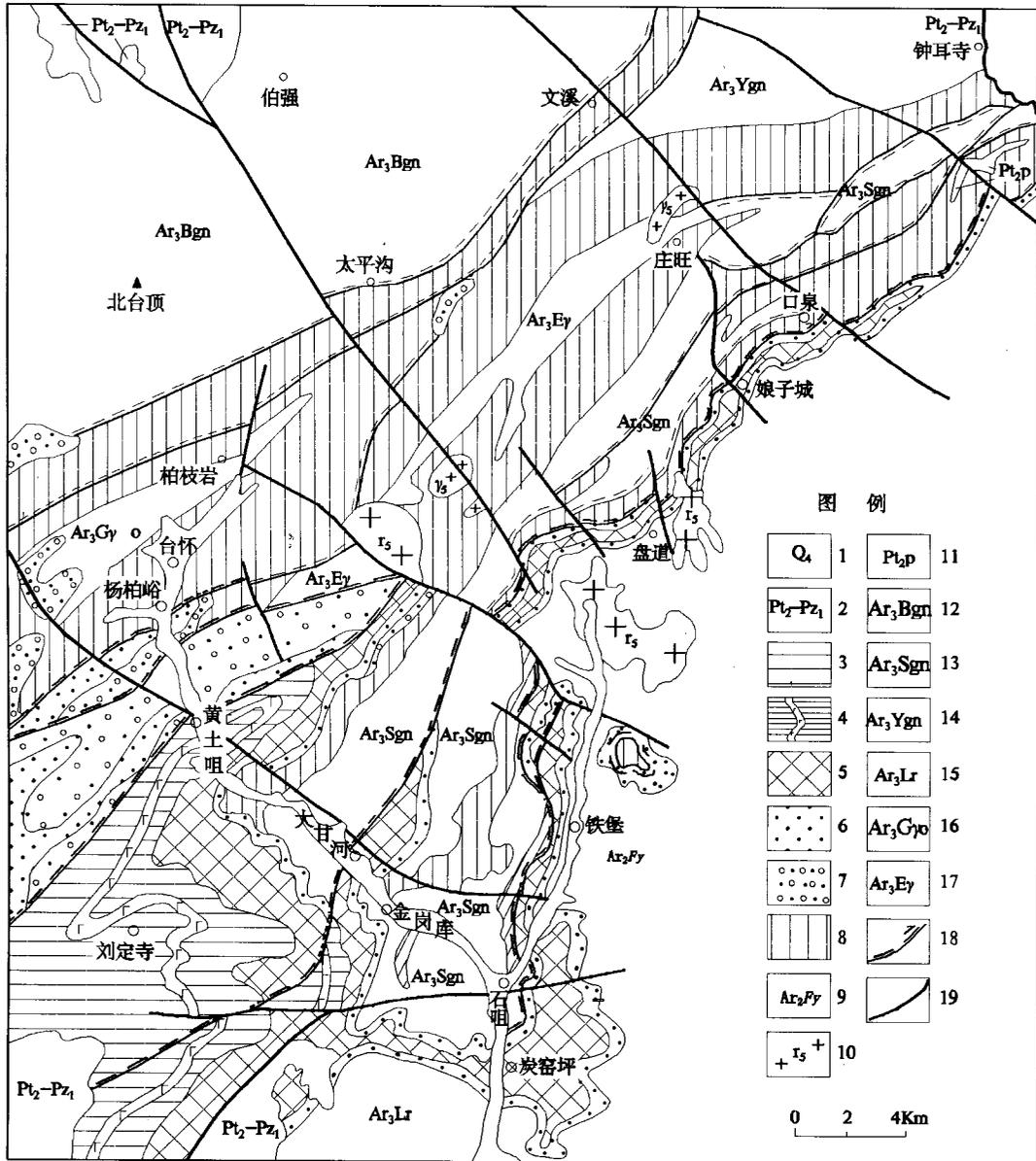


图 1 五台山东部石咀—口泉一带地质构造图

Fig. 1 Geological map of the Shizui-Kouquan region in Wutaishan

1. 第四系; 2. 中元古界—下古生界; 3. 东冶亚群; 4. 东冶亚群青石村组变质镁铁质火山岩; 5. 豆村亚群谷泉山组之上千枚岩、大理岩; 6. 豆村亚群谷泉山组石英岩; 7. 豆村亚群谷泉山组石英岩之下变质砾岩、变质长石石英砂岩夹千枚岩、大理岩; 8. 五台岩群; 9. 阜平岩群榆林坪岩组; 10. 燕山期花岗岩; 11. 平型关序列花岗岩; 12. 北台黑云斜长片麻岩; 13. 石佛黑云角闪斜长片麻岩; 14. 义兴寨角闪斜长片麻岩; 15. 兰芝山花岗岩; 16. 光明寺奥长花岗岩; 17. 峨口片麻状花岗岩; 18. 韧—脆性逆冲推覆构造; 19. 燕山期断裂

东西两侧被少量的中元古界—古生界沉积盖层覆盖,此外还被燕山期北西向断裂切割呈数段断续展布。空间上逆冲推覆构造带与溇沱复向斜构造线方向一致,以北东走向延伸贯穿整个地区。

五台岩群从下往上依次为:金岗库岩组(Ar₃w¹j)黑云变粒岩、蓝晶(夕线、十字)石榴二云石英片岩、斜长角闪岩夹铁英岩,庄旺岩组

(Ar₃w¹z)黑云变粒岩、含石榴二云变粒岩,文溪岩组(Ar₃w¹w)斜长角闪岩、角闪变粒岩夹铁英岩,柏枝岩岩组(Ar₃w¹b)绢英片岩、绿泥片岩夹铁英岩等,鸿门岩岩组(Ar₃w¹h)绿泥片岩等。溇沱群从下往上依次为豆村亚群的四集庄组(Ht₁s)变质砾岩、含砾砂岩,谷泉山组(Ht₁g)石英岩夹大理岩,盘道岭组(Ht₁p)大理岩及东冶

亚群等。

3 逆冲推覆构造变形特征

五台山东部吕梁期逆冲推覆构造,呈北东向展布于五台县台怀以南的铁堡、石咀、大甘河黄土咀和繁峙口泉、庄旺、常坪等地,向东经神堂堡至灵丘三楼及阜平板峪口一带。组成逆冲推覆构造带的破裂岩石,主要受控于各冲断构造两盘的岩性层,在五台花岗—绿岩带先存角闪岩相变质岩之上,新生成有绿片岩相的退变质矿物绿泥石、直闪石、绢云母、堇青石等。五台山东部的逆冲推覆构造,受燕山期北西向断裂切割,总体上呈庄旺—口泉、盘道—太平沟和杨柏峪—铁堡三段出露。

3.1 庄旺—口泉段变形特征

口泉东西两侧的逆冲推覆面的糜棱岩带,产在滹沱群与金岗库岩组之间,强片理化带中发育有片内不对称褶皱及长英质钩状体。在滹

沱群谷泉山组石英岩中,“ σ ”型褶皱、封闭构造十分发育,在垂直 Z 轴的 XY 面上褶皱不明显,但 a 线理发育, X 轴产状 $346^{\circ} 22'$ 。绿泥石化黑云变粒岩以发育不对称拖褶皱、不规则褶皱为特征,长英质集合体呈不均一的疙瘩状、眼球状、条带状与糜棱岩的基质相混杂,黑云母、透闪石沿片理面集中,面理产状 $336^{\circ} 28'$,沿倾向发育的矿物拉伸线理产状为 $350^{\circ} 20'$,属于 a 线理。神堂堡附近,带内浅粒岩呈叶片状,片理产状 $330^{\circ} 42'$,发育不对称拖褶皱,长英质矿物构成粗大的拉伸线理,产状 $340^{\circ} 30'$,为倾向线理。此外多见长英质集合体呈透镜状,同时片内无根钩状体发育。

口泉村南冲沟中不整合在阜平岩群榆林坪岩组之上的滹沱群谷泉山组石英岩,为一倒转向斜位于其下盘,在其倒转翼上发育有宽 3 ~ 4 m 的强片理化糜棱岩带,上盘为五台岩群金岗库岩组黑云变粒岩、斜长角闪岩夹铁英岩(图 2)。

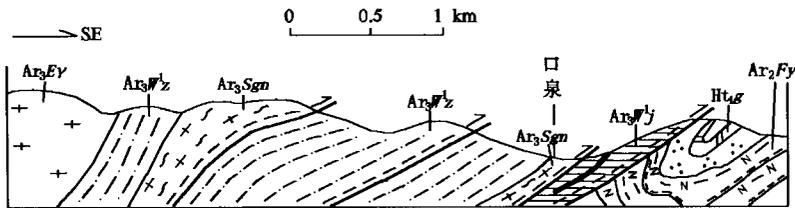


图 2 庄旺—口泉一带构造剖面图

Fig. 2 Structural section of the thrust nappe in Zhuangwang-Kouquan segment

Ht₁ g. 豆村亚群谷泉山组; Ar₃ W'z. 五台岩群庄旺岩组; Ar₃ W'j. 五台岩群金岗库岩组; Ar₃ E. 峨口片麻状花岗岩; Ar₃ Sgn. 石佛黑云角闪斜长片麻岩; Ar₂ Fy. 阜平岩群榆林坪岩组

口泉村以北的糜棱岩化带发育在石佛片麻岩与庄旺岩组中。靠近石佛片麻岩一侧由片麻岩的糜棱岩化碎裂岩组成,碎块呈梭状平行糜棱面理定向排列,约占 30% ~ 40%。有时可见钾长石变斑晶集合体,显“ σ ”型旋转。绿泥糜棱片岩中长英质集合体呈疙瘩状、瘤疔状及不规则团块状,被绿泥石、绢云母等包绕,两侧糜棱岩化碎裂岩中的片麻岩、黑云变粒岩、角闪质岩碎块的胶结物,由新生绿泥石、绢云母等组成。S-C 组构、不对称拖褶皱发育,常见宽 10 ~ 30 cm 不等的褐铁矿化石英脉顺糜棱片理呈透镜状、不规则脉状贯入。

黑云变粒岩中的不对称牵引褶皱顶部加厚,横断面呈“N”型片褶,多发育在剪切带的北

西盘。“ σ ”型旋转碎斑的拖尾特征、S-C 组构的锐夹角、不对称褶皱的褶皱降向等均反映主断面上盘由北西向南东逆冲推覆。

3.2 盘道—太平沟段变形特征

盘道一带谷泉山组与金岗库岩组含铁岩相间,发育北东向展布的糜棱岩化碎裂岩。向南西经红庵至铁堡以北一带的谷泉山组与石佛片麻岩接触带上,主剪切面附近为长英质糜棱片岩,产状为 $340^{\circ} 56'$,矿物拉伸线理产状为 $350^{\circ} 36'$ 。剪切面两侧以眼球状糜棱片麻岩为主,外貌呈疙瘩状,为糜棱岩化碎裂岩,普遍绿泥石化与糜棱片理发育的长英质糜棱岩基质形成鲜明的对照,构成 10 余米宽的构造带(图 3)。

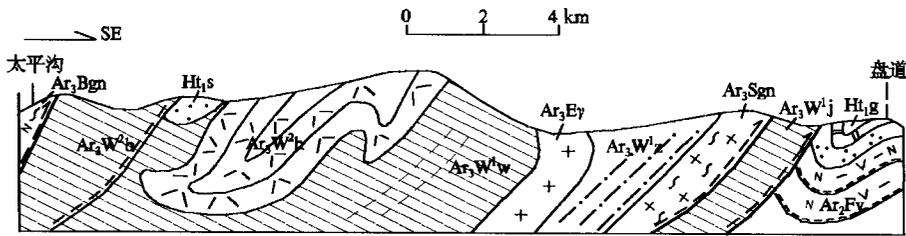


图 3 太平沟—盘道构造剖面图

Fig. 3 Structural section of the thrust nappe in Taipinggou-Pandao segment

Ht₁s. 溇沱群豆村亚群四集庄组; Ht₁g. 溇沱群豆村亚群谷泉山组; Ar₃w²h. 五台岩群鸿门岩岩组; Ar₃w²b. 五台岩群柏枝岩岩组; Ar₃w¹w. 五台岩群文溪岩组; Ar₃w¹z. 五台岩群庄旺岩组; Ar₃w¹j. 五台岩群金岗库岩组; Ar₃E. 峨口片麻状花岗岩; Ar₃Bgn. 北台黑云斜长片麻岩; Ar₃Sgn. 石佛黑云角闪斜长片麻岩; Ar₂Fy. 阜平岩群榆林坪岩组

盘道以北逆冲推覆构造发育在石佛片麻岩与金岗库岩组及庄旺岩组之间,以糜棱岩化碎裂岩为主,岩石具砾状外貌。砾体呈扁豆状,成分为长英质集合体被新生透闪石、绿泥石、黑云母所包绕,砾径 2 ~ 10 cm,长轴平行糜棱片理分布,并发生“ π ”型旋转及不对称结晶尾,指示北西盘向南东方向逆冲。矿物拉伸线理发育,产状为 330° 32°。在糜棱面理上,以新生绿泥石、绢云母及长英质集合体的定向排列为特征,糜棱片理产状为 320° 45°。糜棱岩化碎裂岩在靠近石佛片麻岩一侧,长英质分异条带、条纹、扁豆状透镜体等发育。继续向北在太平沟、三十亩地等地,可见五台岩群柏枝岩岩组逆冲推覆在溇沱群四集庄组之上,五台期鸿门岩向斜发生重褶。

3.3 杨柏峪—铁堡段变形特征

杨柏峪—铁堡之间由 5 条北东向逆冲断层

组成。该段的断裂带较窄,以发育糜棱片岩和两盘地层显著的差异,显示其冲断构造。该段内一系列褶皱、冲断构造片体相互叠置在一起(图 4),但在大甘河以西则与溇沱复向斜贯通连为一体(图 1)。杨柏峪南两条逆冲断层,其北西盘的五台岩群鸿门岩岩组被逆冲推覆在溇沱群豆村亚群谷泉山组或四集庄组之上。黄土咀逆冲断层北西盘四集庄组变质砾岩、变质长石石英砂岩被逆冲在青石村组之上,南东盘青石村组千枚岩、基性火山岩形成轴面倾向北西的倒转向斜,断面产状 325° 40°。大甘河、石咀附近两条逆冲断层北西盘石佛片麻岩、金岗库岩组合铁岩系中发育一系列牵引褶皱,指示逆冲在南东盘溇沱群谷泉山组石英岩之上。谷泉山组石英岩、千枚岩、大理岩亦形成倒转向斜,断面产状分别为 330° 50° 和 305° 35°。

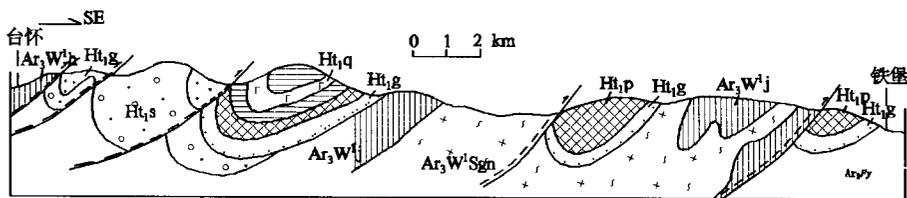


图 4 杨柏峪—铁堡间构造剖面图

Fig. 4 Structural section of the thrust nappe in Yangbaiyu-Tiepu segment

Ht₁q. 溇沱群东冶亚群青石村组; Ht₁p. 溇沱群豆村亚群盘道岭组; Ht₁g. 溇沱群豆村亚群谷泉山组; Ht₁s. 溇沱群豆村亚群四集庄组; Ar₃w²h. 五台岩群鸿门岩岩组; Ar₃w¹j. 五台岩群金岗库岩组; Ar₃Sgn. 石佛黑云角闪斜长片麻岩; Ar₂Fy. 阜平岩群榆林坪岩组

4 构造岩类型及显微构造特征

断裂带内构造岩主要有:糜棱片岩、长英质糜棱岩、糜棱岩化碎裂岩,在空间上呈狭长带状产出。

4.1 糜棱片岩

以明显的大量新生矿物定向排列的片状构造发育为特征,但常有透镜状的原岩碎块和糜棱物质残留,以区别其它区域变质岩类。残留

的原岩和矿物,具有明显的压性变形特征(图 5a),部分斜长石被绢云母交代。在绢云母化强烈区,绢云母生长成大片白云母,此时斜长石消失,形成白云母和石英片岩类,反映了伴随重结晶作用的同时,富钾碱性溶液起了重要作用。新生矿物主要为白云母、绿泥石、绿帘石及长石、石英等,结晶细小、定向排列的片状构造明显,有时绿帘石、石英矿物发生同构造期的“S”型旋转和石英的波状消光等(图 5b)。

4.2 糜棱岩化碎裂岩

以断裂破碎带靠近石佛片麻岩一侧较为常见,碎斑含量为 50% ~ 90%,成分多为断裂带西盘的片麻岩和变粒岩碎块,少量为粗晶长石和石英晶体,碎块形态多呈透镜状、游鱼状及次棱角状(图 5c)。斜长石的破裂是在韧性基质的围压下产生,以脆性剪裂为主,尚见晶体弯曲变形、波状消光、双晶纹扭折等塑性变形特征。石英晶体的波状消光、变形带、变形纹、亚颗粒发育,有时拉长的石英残核有锯齿状边界和内部消光,被细小的石英颗粒包绕构成核幔结构。随着变形作用的增强,石英晶体由脆性向韧性变形转化,石英残核愈来愈小,而晶幔范围愈来愈大。碎斑胶结物以压碎的原岩由重结晶的长石、石英和新生绢云母、绿泥石、白云母、绿帘石等组成,粒度大小为 0.01 ~ 0.05 mm。这些重结晶的新生粒状颗粒,常呈拉长的矩形,具良好的定向性,片麻状构造明显,在持续的剪切变形中,它们不仅重结晶而且围绕变形碎斑发生弯曲,由于沿片理面的滑动还具明显的擦痕。断裂破碎带边缘变形减弱,碎斑含量显著增加,甚至大于 90%。碎斑呈棱角状、次棱角状,少数有磨圆,四周亚颗粒碎块更为明显,指示具浅部构造破裂特征,有时还可见一些矿物晶体或集合体被裂纹切割成许多碎块(图 5d、e)。碎斑胶结物为压碎重结晶的长石石英微粒集合体和新生片状矿物,它们可贯入碎裂的长石和石英中,有些残余斜长石常被微斜长石、绢云母交代,晶体中有时见有沿解理分布的压溶石英(图 5f)。

4.3 长英质糜棱岩

岩石具典型的糜棱结构,碎斑较小且含量较少,多呈透镜状、眼球状。岩石内发育有 S-C 组构,S 面表现为明显被压扁的石英和眼球状长

石残斑呈面状分布,云母及绿泥石等片状矿物呈网络状断续出现并围绕“眼球”分布。C 面间距较大,主要由“云母鱼”的拖尾和不对称压力影表现出来。镜下晶粒可见有不均匀消光现象、扭折带、变形纹、核幔构造等。

上述构造岩类的显微构造特征,在剖面上为右行剪切,结合野外实际资料,判断剪切带在空间上是从北西向南东剪切的。

形成于五台山东部吕梁期逆冲推覆构造带中的构造岩,在先存五台期角闪岩相区域变质作用背景下,普遍发生了动力退变质作用,先生成的变质矿物趋向消失并被新生矿物所交代。常见的有斜长石被绢云母交代,黑云母、角闪石、石榴石被绿泥石交代,十字石被绢(白)云母交代等,因此,构造岩中以绿泥石 + 白云母 + 绿帘石等绿片岩相的矿物共生组合为主,口泉一带见有堇青石交代十字石和黑云母。

5 运动学特征与形成时代

吕梁运动晚期,由于北西—南东向的挤压应力,区内岩层普遍出现倒转褶皱并发生逆冲推覆,故构造线方向总体呈北东向。被该期构造卷入的古元古代溱沱群是一套拗拉槽碎屑岩—碳酸盐夹基性火山岩建造,反映五台山东部是吕梁晚期的一条陆内造山带。在韧—脆性逆冲推覆构造中一系列的宏观及微观的指向标志,如透镜状长英质集合体和扁豆体等的尾部特征、S-C 组构的锐夹角、“”型长石旋转碎斑的尾部特征等,指示主断面上盘由北西向南东方向逆冲推覆。

此外,五台山区溱沱群的低温动力变质作用亦呈北东向线型展布,其热动力学特征反映变质作用与褶皱和逆冲推覆构造同步发生。据定向组构明显的平型关黑云母花岗岩的边界被北东向逆冲推覆构造所围限,表明该期韧—脆性逆冲推覆构造伴随有同造山钙碱性岩浆活动。

该区逆冲推覆构造主要发生在五台期岩石和溱沱群地层之上,局部也见发生吕梁期花岗岩的界面上,我们推测该构造属于吕梁晚期造山运动阶段。

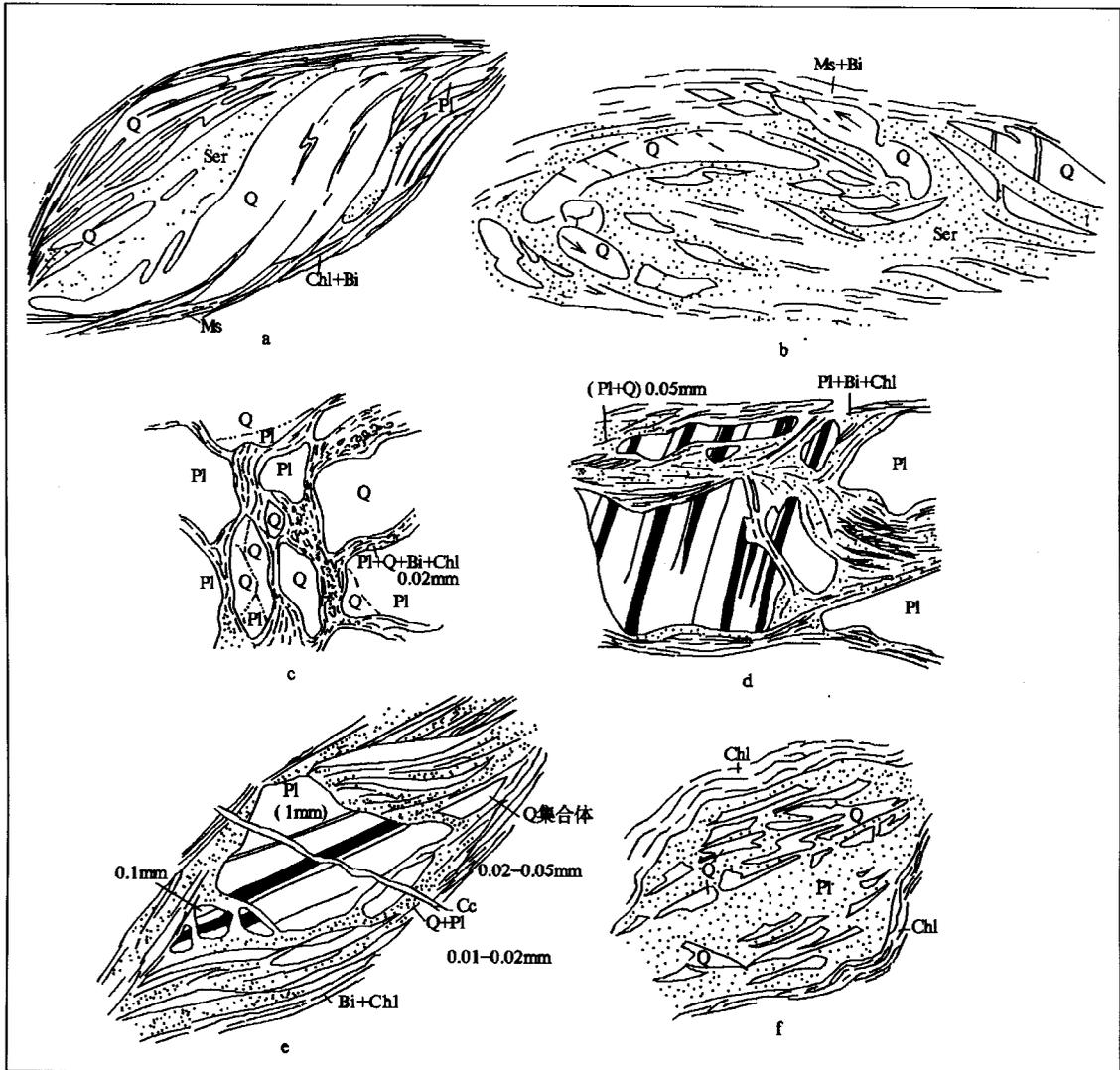


图 5 吕梁期逆冲推覆构造带内岩石显微构造特征素描(据 1:5 万神堂堡幅区调)

Fig. 5 Rock microstructure of the thrust nappe belt in eastern Wutaishan

a. 常坪村北, 糜棱片岩中石英晶体的“S”型拉伸; b. 磨峪沟村北, 糜棱片岩中石英的“S”弯曲及晶内裂理; c. 口泉村西, 糜棱岩化碎裂岩; d. 大清山, 糜棱岩化碎裂岩; e. 黄家台, 斜长石碎斑变形石英的亚颗粒集合体; f. 红崖村西, 斜长石残斑中的压熔石英

6 结论

石咀—口泉韧—脆性逆冲推覆构造带, 空间上由一系列北东—南西向线型展布的顺层韧—脆性断层组成, 剖面上表现为上陡下缓的铲形特征, 其断裂界面将五台花岗—绿岩地体分划成一系列呈北东向展布的叠瓦状叠置的构造片体。该逆冲推覆的时代与滹沱复向斜的形成和滹泥群的变质同步, 记录了吕梁运动晚期陆内造山过程。

逆冲推覆构造带的变形岩石主要为糜棱片

岩、长英质糜棱岩、糜棱岩化碎裂岩。它们在先存的五台期角闪岩相变质岩之上, 叠加有新生的绿泥石、直闪石、绢云母、堇青石等绿片岩相动力退变质矿物。

逆冲断层的断面均倾向北西, 一系列宏观及微观的指向标志, 指示上盘由北西向南东逆冲推覆。因此, 五台岩群或石佛片麻岩逆冲推覆在滹沱群不同层位之上, 下盘滹沱群形成倒转向斜, 吕梁造山运动总体是向南西方向仰冲。

致谢: 在成文过程中得到了苗培森博士、谷永

昌、赵风清研究员和李德胜总工程师、潘永胜高级工程师的热情帮助和指导,潘永胜高级工程师审阅了初稿并提出了许多宝贵的修改意见,在此一并表示衷心的感谢。

参考文献:

- [1] 白瑾. 五台山早前寒武纪地质[M]. 天津:天津科学技术出版社,1986,1-435.
- [2] 田永清. 五台山—恒山绿岩带地质及金的成矿作用[M]. 太原:山西科学技术出版社,1991,1-155.
- [3] 李树勋,冀树楷,马志红,等. 五台山区变质沉积铁矿地质[M]. 长春:吉林科学技术出版社,1986,1-294.
- [4] 徐朝雷,徐有华,张忻. 五台山区五台群推覆构造初探[J]. 山西地质,1986,1(2):162-175.
- [5] 李继亮,王凯怡,王清晨,等. 五台山早元古代碰撞造山带初步认识[J]. 地质科学,1990,(1):1-9.
- [6] 白瑾,黄学光,戴凤岩,吴昌华. 中国前寒武纪地壳演化[J]. 地质出版社,1993,50-68.
- [7] 刘敦一,佩吉,R. W, W. 康普斯顿,等. 太行山—五台山区前寒武系变质岩系同位素地质年代学研究[J]. 中国科学院院报,1984,8:57-82.
- [8] Wilde, S. Cawood, P. 王凯怡. 华北克拉通五台杂岩中花岗岩质的时代、演化及其与长英质火山岩的关系[A]. 第30届国际地质大会论文集第17卷[C],北京:地质出版社,1999,50-58.
- [9] 刘志宏,王安建,李晓峰. 五台山晚太古代碰撞造山带构造演化[J]. 中国区域地质,1998(2):137-146.
- [10] 白瑾. 五台山早前寒武纪重大地质事件及其年代[M]. 北京:地质出版社,1992,1-57.

Late Palaeoproterozoic Thrust Nappe Structure in Eastern Wutaishan Mountain

WANG De, DU Jin feng, ZHAO Zhen xiang, XU Shi chao

(Shangxi Institute of Geological Survey, Yuci 030600)

Abstract: Around Shizui and Kouquan villages in eastern Wutashan Mountain, a series of developed ductile brittle thrust nappe structures can be observed, by which the Archean Wutaishan granite-greenstone belt has been divided into some tectonic slices imbricated each other. The pre-exist amphibolite facies rocks in the fracture belt have been superimposed by retrograde green schist facies with neof ormation of chlorite, anthophyllite, sericite and cordierite. A lot of senses of structural displacement indicate that the thrust direction of the upper nappe side was from NW to SE, which made the Palaeoproterozoic Hutuo Group fold into a series of second order over synclines with strike fine of NE, and then penetrate in the Hutuo composite syncline zone to west of Daganhe River. This thrust nappe structure took place during the Late Palaeoproterozoic (L ũiang Movement), representing the last thermo tectonic event in the Early Precambrian basement of Wutaishan Mt.

Key words: eastern Wutaishan Mt.; ductile brittle thrust nappe; structural slice; L ũiang Movement; intracontinental orogeny