

五台山新太古代碰撞造山带的形成及构造岩片划分

赵祯祥, 杜晋锋, 李莹辉, 汪 德
(山西省地质调查院, 山西 榆次 030600)

摘 要:经构造—岩性—事件法的详细填图, 将五台山花岗绿岩带划分为庄旺—银厂、太平沟—岩头、高凡和北台—朱家坊四个构造岩片。通过对各岩片的构造岩石组合、岩石地球化学、变形变质作用和同位素年龄的综合研究, 认为五台山地区新太古代碰撞造山带具有洋壳俯冲、陆—陆碰撞造山的特点。新太古代晚期的地质事件序列为: (1) 2 600 ~ 2 560 Ma: 首先在恒山、阜平两侧的大陆活动边缘沉积了富铝泥砂质岩; 主伸展期形成了庄旺—银厂和北台—朱家坊岩片中的金岗库岩组大洋拉斑玄武岩; (2) 2 560 ~ 2 530 Ma: 大洋消减转化为岛弧环境, 形成以太平沟—岩头岩片为主体的岛弧钙碱性玄武岩, 石佛、北台、光明寺等钠质花岗岩体侵位, 高凡浊积岩形成; (3) 2 530 ~ 2 510 Ma: 主碰撞造山事件产生一系列紧闭褶皱、冲断构造, 导致各岩片相互叠置、陆—陆碰撞, 峨口、王家会钙碱性花岗岩侵位, 绿片岩相—角闪岩相变质; (4) 2 510 ~ 2 500 Ma: 碰撞造山后纵向伸展作用, 各岩片抬升, 高凡浊积岩整体向南滑移, 形成高凡岩片。

关键词:五台山; 构造岩片; 新太古代; 碰撞造山带

中图分类号: P542 + . 2

文献标识码: A

文章编号: 1007 - 6956(2004)01 - 0005 - 08

1 引言

五台山地区广泛发育的新太古代变质地层和花岗质岩, 被认为是中国典型的花岗岩—绿岩带。二十世纪以来, 许多专著^[1-4]和有关同位素年代学^[5-6]、推覆构造^[7]、混杂岩带^[8]及五台岩群与恒山、阜平高级变质岩区接触关系^[9]等研究, 均不同程度地推动了五台山地区早前寒武纪地质的进一步深入研究。近年来研究表明, 所谓五台山花岗岩—绿岩带是被不同时期顺层逆冲断层、折离断层分割开的构造片体^[2], 南以龙泉关和北以雁门关—白蟒神两个伸展型韧性剪切带为界, 挟持于恒山与阜平古陆块之间, 总体构成一个北东东向线形展布的碰撞造山带(图 1)。这个造山带因其复杂的构造形变, 同一地层单元的岩石组合、变质程度因地而异, 其层序具极大的不确定性, 本身属构造—事件地层范畴, 因此以传统的地层划分方法建立地层序列较困难。对此, 刘志宏等 1998 年在该区首先尝试了构造片体的划分^[10]。本文中以上述成果和覆盖五台山区的 1:5 万区调及应县、忻州市幅 1:25 万区调资料为基础(文章中的岩石

化学分析资料都来自这两幅图的报告), 对其进行构造岩片划分, 探讨五台运动碰撞造山过程。

2 构造岩片划分及其特征

根据构造岩片是由构造拼合边界分割和具有一定物质构成的地质体, 并在地质填图中具可填性^[11]的划分原则, 五台山新太古代碰撞造山带内部可划分为庄旺—银厂、太平沟—岩头、高凡和北台—朱家坊四个构造岩片, 其四周均被韧性断裂所围限, 相邻岩片间为不同地质体相拼合的构造界面, 在岩石组合、变形变质程度上具有明显的差异。

2.1 庄旺—银厂构造岩片

该岩片呈北东东向展布, 南起金岗库, 北至文溪, 自庄旺向东经神堂堡进入灵丘南山银厂一带, 向西至东台断续被滹沱群不整合覆盖。岩片南东与阜平高级变质岩区的分界为龙泉关剪切带, 北西以韧性剪切带与太平沟—岩头和北台—朱家坊岩片为界。其构造变形以滑车岭岩组、老潭沟岩组为核部, 两翼基本对称, 轴面倾向北西的紧闭倒转向斜为特征。组成该岩片的主要岩石组合有:

富铝泥砂质岩组合: 该组合与金岗库岩组

收稿日期: 2004 - 01 - 12

基金项目: 国家地质大调查项目 1:25 万应县幅(20011300004061)、忻州市幅(20011300004051)

作者简介: 赵祯祥(1956), 男, 高级工程师, 从事区域地质调查及构造地质研究工作。

下部富铝岩段相当,主要为含石榴蓝晶(十字)二云片岩、二云石英片岩,原岩为粘土质-泥砂质岩。 SiO_2 为 61% ~ 62%, Al_2O_3 为 18% ~ 23%, Fe_2O_3 为 5.4% ~ 5.8%, $K_2O/Na_2O > 1$, 富铝低钾, 稀土总量较高, 具不明显的铈负异常, 属大陆边缘沉积环境。

镁铁质火山岩组合: 组合 对应于金岗库岩组上部含铁岩段, 主要由斜长角闪岩夹条带状铁英岩组成。斜长角闪岩经恢复原岩为拉斑玄武岩, 岩石化学成分 SiO_2 为 48.76% ~ 50.9%, TiO_2 为 0.8% ~ 1.25%, Al_2O_3 为 14.07% ~ 15.72%, MgO 为 7.2% ~ 7.36%, Na_2O 为 2.63% ~ 3.6%, K_2O 为 0.1% ~ 0.76%, $REE = 73.4 \times 10^{-6} \sim 96.2 \times 10^{-6}$,

$LREE/HREE = 0.46 \sim 1.23$, 图谱平坦, 具微弱的铈正异常, 在 $FeO^*/MgO - TiO_2$ 和 $FeO^* - MgO - Al_2O_3$ 图解上主要落入洋中脊或洋岛拉斑玄武岩区。组合 对应于文溪岩组、老潭沟岩组, 由斜长角闪岩、角闪片岩、角闪变粒岩夹条带状铁英岩组成。角闪质岩石的化学成分 SiO_2 为 49.31% ~ 52.63%, Al_2O_3 为 15.85% ~ 16.68%, MgO 为 5.01% ~ 6.96%, CaO 为 4.45% ~ 8.84%, Na_2O 为 2.9% ~ 4.55%, K_2O 为 0.5% ~ 1.0%, 属钙碱性玄武岩、橄榄粗安岩类。 REE 平均 85.52×10^{-6} , $LREE/HREE = 4.65$, 铈异常不明显, 在 $FeO^*/MgO - TiO_2$ 和 $FeO^* - MgO - Al_2O_3$ 图解上, 指示形成于岛弧构造环境。

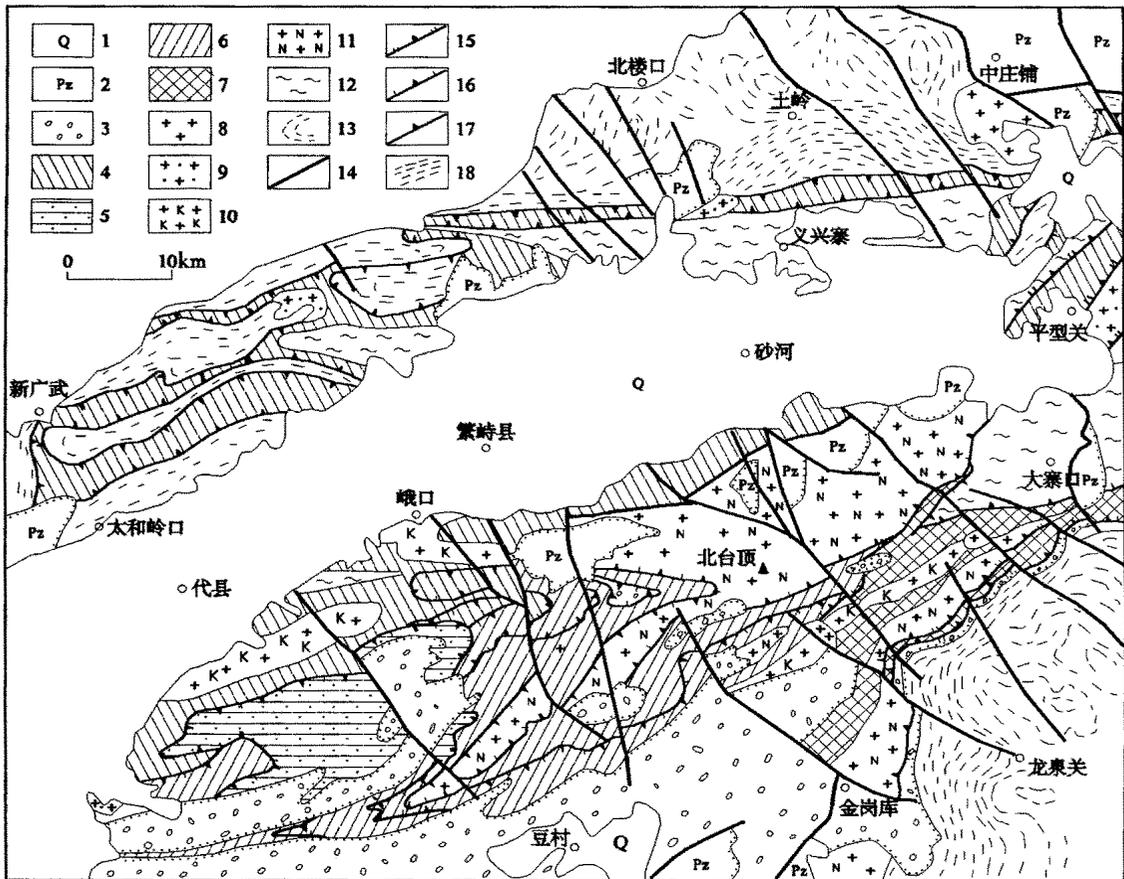


图1 五台山新太古代碰撞造山带地质构造图

Fig. 1 Geotectonic map of the granite - greenstone belt in Wutaishan Mountain area

- 1. 第四系; 2. 长城纪以来的沉积盖层; 3. 滹沱群; 4. 北台 - 朱家坊构造岩片; 5. 高凡构造岩片; 6. 太平沟 - 岩头构造岩片; 7. 庄旺 - 银厂构造岩片; 8. 中生代花岗岩; 9. 古元古代花岗岩; 10. 新太古代钾质花岗岩; 11. 新太古代钠质花岗岩; 12. 义兴寨片麻岩; 13. 恒山及阜平片麻岩; 14. 断层; 15. 吕梁期韧性剪切带; 16. 五台晚期韧性剪切带; 17. 五台早期剥离断层; 18. 强变形带

英安质火山岩组合: 对应于庄旺岩组, 在神 堂堡以东进入灵丘南山, 与滑车岭岩组相当。

该组合主要由黑云变粒岩组成,其原岩为一套英安质火山熔岩和火山凝灰岩,火山岩中往往夹有富铝泥砂质沉积岩。岩石化学成分具有钙碱性特征^[4],可与现代岛弧环境的钙碱性英安质火山岩对比。

花岗质岩石组合:对应于石佛片麻岩,主体为黑云(角闪)斜长片麻岩,岩体片麻理平行围岩叶理呈北东向产出,多数情况下以吕梁期韧

脆性断层与围岩接触,但仍可见与庄旺岩组呈侵入接触。岩石化学特征:SiO₂ 为 59% ~ 69%, Al₂O₃ 为 12% ~ 15%, Na₂O/ K₂O > 1。在 An - Ab - Or 和 K - Na - Ca、Q - Ab - Or 图解上属花岗闪长岩,并呈钙碱性演化。REE = 135.93 × 10⁻⁶ ~ 151.35 × 10⁻⁶, 钕负异常不明显,构造环境落入岛弧或陆弧花岗岩重叠区(图 2)。

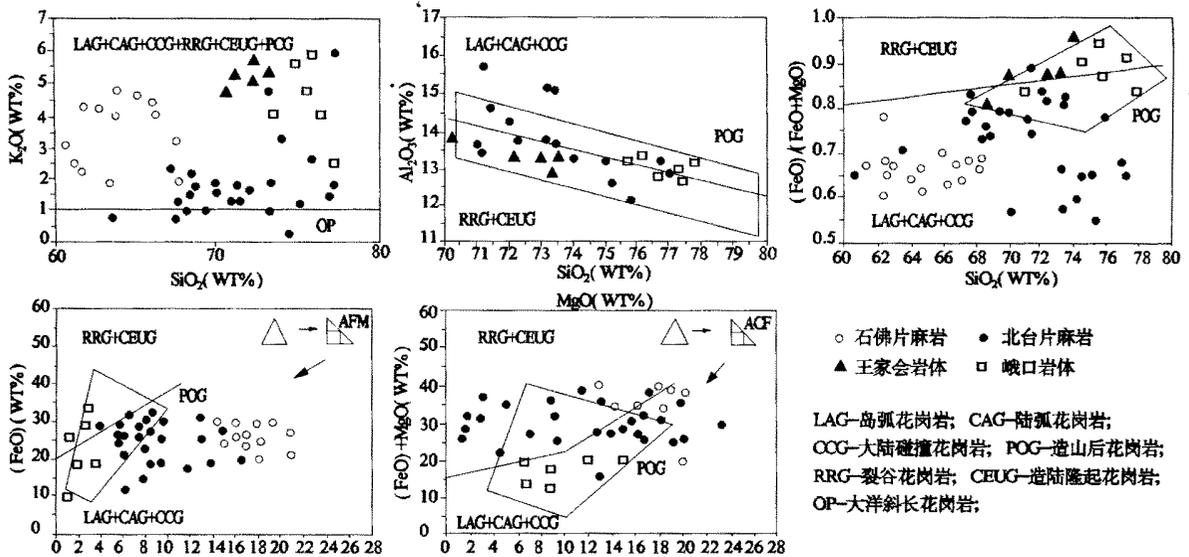


图 2 花岗岩构造环境判别图(据 Papu D. Maniar, 1989)

Fig. 2 Tectonic discrimination diagrams for granite

2.2 太平沟—岩头构造岩片

该岩片东起三十亩地,向西经太平沟、台怀、岩头至章腔,其南东、北西界以韧性剪切带与庄旺—银厂和北台—朱家坊岩片相接,南界被滹沱群不整合覆盖。构造变形呈以鸿门岩岩组为核部的相对开阔的向斜,北西翼上发育一系列向南东方向逆冲的韧性剪切带,受吕梁期构造的叠加改造,发生了“之”字形变位。组成该岩片的主要岩石组合为:

镁铁质火山岩组合:组合 对应于柏枝岩岩组,由绿泥片岩、绢云绿泥片岩夹条带状铁英岩及少量绢英片岩组成。绿泥片岩中发育有变余杏仁和枕状构造,原岩为以熔岩为主的拉斑玄武岩,岩石化学平均成分 SiO₂ 为 47.47%, Al₂O₃ 为 14.6%, MgO 为 6.48%, CaO 为 7.59%, Na₂O 为 2.61%, K₂O 为 0.36%, REE = 54.13 × 10⁻⁶ ~ 120.34 × 10⁻⁶, 轻稀土富集,重稀土亏损,具钕负异常。组合 对应于鸿门岩岩组,由绿泥片岩、绿泥钠长片岩及绢英片岩组成。绿泥钠长片岩中具变

余斑晶、交织网状结构和变余杏仁构造,岩石化学平均成分 SiO₂ 为 52.26%, Al₂O₃ 为 16.22%, MgO 为 5.55%, CaO 为 4.08%, Na₂O 为 4.07%, K₂O 为 0.66%, 以富钠显示具细碧岩特征。REE = 33.1% ~ 151.38 × 10⁻⁶, 轻、重稀土分馏明显, Rb、Ba、Th、Ce、Sc 富集, Ti、R、Yb 亏损。上述组合、的地球化学行为表明属钙碱性火山岩系列,与典型火山岛弧钙碱性玄武岩的地球化学型式一致,在 F₁ - F₂、F₂ - F₃、FeO^{*}/MgO - TiO₂、FeO^{*} - MgO - Al₂O₃ 图解上落入岛弧环境区。

酸性火山岩组合:对应于芦咀头岩组,由绢英片岩、绢云长石片岩、浅粒岩组成,具变余斑晶、熔蚀结构和流动构造,原岩为一套流纹岩。岩石化学成分 SiO₂ 为 68.15% ~ 70.4%, Al₂O₃ 为 13.5% ~ 14.6%, Na₂O/ K₂O > 1, 属钙碱性火山岩系列。

花岗质岩石组合:对应于光明寺岩体,侵入于鸿门岩岩组镁铁质火山岩中,主体岩性为黑云斜长片麻岩,变余花岗和斑状结构,片麻状构

造,以含天蓝色石英为特征,与两侧围岩的变质酸性火山岩夹层类似,反映是与鸿门岩岩组同期或稍晚形成的浅成侵入岩席。岩石化学成分 SiO_2 为 68.73% ~ 75.54%, Al_2O_3 为 11.67% ~ 14.27%, Na_2O 为 3.42% ~ 5.96%, K_2O 为 1.0% ~ 2.39%, 在 An - Ab - Or 图解上均落入奥长花岗岩区,在 K - Na - Ca 和 Q - Ab - Or 图解上属奥长花岗岩系,但有向钙碱性岩转化的趋势。 $\text{REE} = 50.06 \times 10^{-6} \sim 111.77 \times 10^{-6}$, 略显铕异常(图 3)。

2.3 高凡构造岩片

该岩片与高凡亚岩群对应,以伸展型韧性剪切带与太平沟—岩头岩片分界,内部变形以发育北东向紧闭背、向斜为特征,其上被溲沱群不整合覆盖。主要岩石有石英岩、变余粉砂岩、千枚岩、黑板岩,共同组成复理石建造,具鲍马序列特征,属浊流沉积。具较高的 LREE/HREE 比值(7.31), $\text{REE}(202.18 \times 10^{-6})$, 铕异常($\text{Eu}/\text{Eu}^* = 0.6$)。

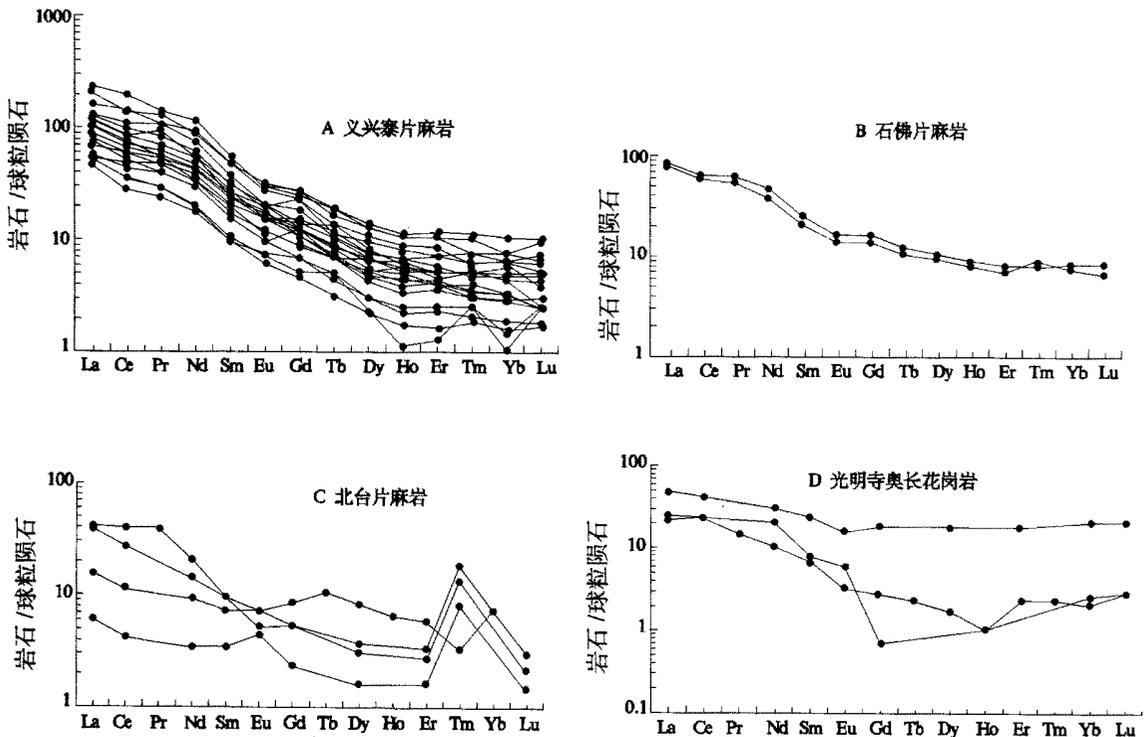


图 3 钠质花岗岩稀土元素分布型式图

Fig. 3 Chondrite normalized REE patterns of sodium granite

镁铁质火山岩组合:对应于金岗库岩组上部含铁岩段,由斜长角闪岩、角闪变粒岩夹条带状铁英岩组成。斜长角闪岩原岩恢复为拉斑玄武岩,岩石化学成分 SiO_2 为 48.8% ~

2.4 北台 - 朱家坊构造岩片

该岩片南起北台顶,北至恒山朱家坊,西至皇家庄、雁门关,向南经南峪口、团城口进入灵丘北山地区。其北以雁门关—白蟒神剪切带与恒山高级变质岩区为界,南以五台山中央剪切带与太平沟—岩头和庄旺—银厂岩片为界。其构造轮廓虽经吕梁期构造的叠加改造,仍表现为一系列的北东—北东东向轴面陡立的同斜褶皱,北台片麻岩的片麻理与围岩片理平行一致,同构造向斜的围岩一起卷入处于背斜位置,总体构成由不同等级褶皱组成的复式背斜。组成该岩片的主要岩石组合为:

富铝泥砂质岩组合:对应于金岗库岩组下部富铝岩段。主要为石英岩、含石榴蓝晶(砂线)二云变粒岩、二云石英片岩,原岩为形成于大陆边缘环境的粘土质—泥砂质岩,其岩石化学成分与庄旺—银厂岩片中富铝泥砂质岩组合类似,只是变质程度稍高。

50.86%, TiO_2 为 0.8% ~ 1.1%, MgO 为 5.76% ~ 6.16%, Na_2O 为 1.86% ~ 3.6%, K_2O 为 0.2% ~ 0.83%, $\text{REE} = 51.6 \times 10^{-6} \sim 158.28 \times 10^{-6}$, 稀土图谱平坦,铕异常不明

显。在 $\text{FeO}^*/\text{MgO} - \text{TiO}_2$ 和 $\text{FeO}^* - \text{MgO} - \text{Al}_2\text{O}_3$ 环境判别图解上,主要为大洋拉斑玄武岩。

钠质花岗岩组合:组合 I 对应于义兴寨片麻岩,分布于恒山南部,向东经大寨口进入灵丘地区。北界与金岗库岩组间为韧性剪切带接触,南东界以五台山中央韧性剪切带与文溪岩组接触,局部侵入于金岗库岩组中。由角闪(黑云)斜长片麻岩组成,中粗粒花岗变晶结构,片麻状构造。岩石化学成分 SiO_2 为 54.57% ~ 68.96%, Al_2O_3 为 13.87% ~ 20.45%, MgO 为 0.72% ~ 5.37%, CaO 为 1.74% ~ 8.79%, Na_2O 为 3.8% ~ 6.54%, K_2O 为 0.96% ~ 3.74%, 高铝、钠、低钾,在 An - Ab - Or 图解上集中落入英云闪长岩区,在 K - Na - Ca 和 Q - Ab - Or 图解上向奥长花岗岩演化。REE = 63.34×10^{-6} ~ 251.11×10^{-6} , 铕异常不明显(图 3)。组合 II 对应于北台片麻岩,分布于五台山北坡北台顶—车厂一带。南界从五台山中央韧性剪切带自西向东分别与柏枝岩岩组、文溪岩组和义兴寨片麻岩接触,岩体内部含大量斜长角闪岩、绿泥片岩夹铁英岩的捕虏体。组合 II 的岩石主要为黑云斜长片麻岩、黑云角闪斜长片麻岩,中粒及中粗粒花岗变晶结构,片麻状构造。岩石化学成分 SiO_2 为 65.28% ~ 76.78%, Al_2O_3 为 11.60% ~ 17.03%, $\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} > 1$, 在 An - Ab - Or 图解上主要落入英云闪

长岩和奥长花岗岩区,在 K - Na - Ca 和 Q - Ab - Or 图解上向奥长花岗岩演化。重稀土亏损明显,略具铕负异常(图 3)。上述义兴寨和北台片麻岩均属大陆边缘活动带奥长花岗岩系,尤其是北台片麻岩在构造环境判别图(图 2)上的投点,除在 K_2O 对 SiO_2 图上少数落入大洋斜长花岗岩区外,其它主体落于岛弧花岗岩、大陆弧花岗岩、大陆碰撞花岗岩和造山后花岗岩区,反映主体形成于岛弧环境,具有造山后花岗岩的特征,与普遍发育的晚期重熔二长花岗岩有关。

钾质花岗岩组合:包括峨口、王家会岩体,由肉红色细粒片麻状二长花岗岩和中粗粒片麻状二长花岗岩组成,侵入于金岗库岩组中并含有大小不等的围岩捕虏体,被认为是同构造底辟花岗岩^[2]。岩石化学成分 SiO_2 为 69.36% ~ 77.33%, Al_2O_3 为 12.66% ~ 13.84%, Na_2O 为 3.1% ~ 3.65%, K_2O 为 4.15% ~ 5.5%, 在 An - Ab - Or 图解上集中落入花岗岩区,在 K - Na - Ca 和 Q - Ab - Or 图解上反映为钙碱性演化趋势。REE = 115.62×10^{-6} ~ 516.29×10^{-6} , 铕负异常明显(图 4), $\text{K}/\text{Rb} = 139.7$, $\text{Zr}/\text{Hf} = 40$, 反映出壳源重熔再生花岗岩的属性。经构造环境判别,岩体具造山或造山后花岗岩特征,结合它们均卷入了五台晚期褶皱,并在内部普遍发育片麻理,认为形成于主碰撞造山期。

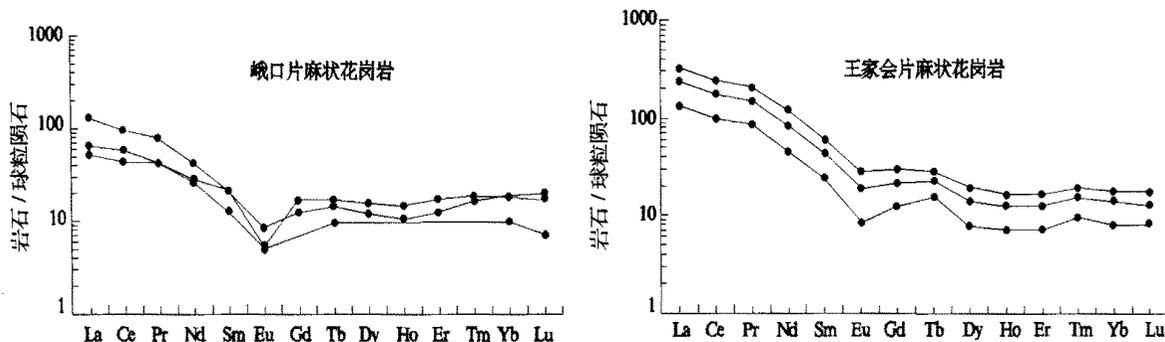


图 4 钾质花岗岩稀土元素分布型式图

Fig. 4 Chondrite - normalized REE patterns of potassic granite

3 变质作用特征

上述各岩片的变质作用与五台运动晚期的褶皱、冲断作用同步,形成了不同的变质相带。低绿片岩相变质发生在太平沟—岩头和高凡岩

片内, Chl - Ser 带典型矿物组合为 Chl + Ser + Q 和 Chl + Ser + Ab + Q; Bi - Chl 带典型矿物组合为 Chl + Ser + Bi + Pl + Q 和 Chl + Ab + Chd + Ep + Bi + Act。高绿片岩相变质仅有 Alm 带,发生在北台—朱家坊岩片南部,靠近五台山中央韧

性剪切带北西侧,典型矿物组合为 $\text{Alm} + \text{Bi} + \text{Ms} + \text{Pl} + \text{Q} + \text{Chd}$, $\text{Alm} + \text{Hb} + \text{Pl} + \text{Ep} + \text{Q}$ 。角闪岩相变质发生在庄旺—银厂和北台—朱家坊北部岩片内, $\text{St} - \text{Ky}$ 带典型矿物组合为 $\text{Alm} + \text{Ky} + \text{St} + \text{Pl} + \text{Q}$ 和 $\text{St} + \text{Ky} + \text{Alm} + \text{Bi} + \text{Ms} + \text{Pl} + \text{Q}$, Sill 带典型矿物组合为 $\text{Sill} + \text{Alm} + \text{Ms} + \text{Bi} + \text{Pl} + \text{Q}$ 和 $\text{Sill} + \text{St} + \text{Alm} + \text{Bi} + \text{Pl} + \text{Q}$ 。这些不同等级的变质相带均以逆冲推覆型韧性剪切带为界,它们之间的连续演变关系,指示从 $\text{Chl} - \text{Ser}$ 带开始至 Sill 带达到高峰,为一顺时针的 PTt 轨迹(图 5)。

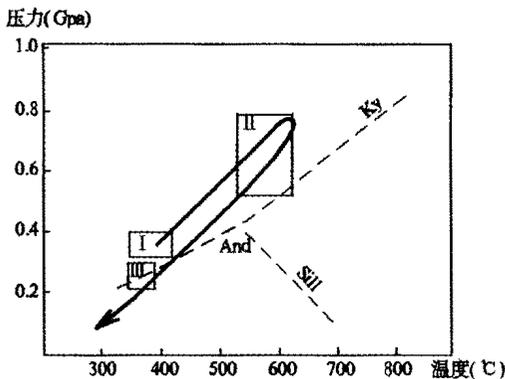


图 5 变质作用 PTt 轨迹

Fig. 5 PTt path of metamorphism

4 主要地质事件序列

近年来,五台山区早前寒武纪变质岩的年代学研究取得的显著进展,为本文地质事件序列划分奠定了基础。庄旺—银厂和北台—朱家坊岩片金岗库岩组下部富铝片岩属大陆活动边缘环境,上部拉斑玄武岩具大洋环境,其 $\text{Sm} - \text{Nd}$ 等时线年龄为 $(2\ 599 \pm 42)\text{Ma}$ 、 $\text{Rb} - \text{Sr}$ 等时线年龄为 $(2\ 522 \pm 123)\text{Ma}$ ^[1],在形成较晚的庄旺岩组、文溪岩组和太平沟—岩头岩片中,无论是基性—酸性火山岩还是 $2\ 560 \sim 2\ 530\text{Ma}$ 间侵位的钠质花岗岩的地球化学行为均具岛弧性质,文溪岩组钙碱性玄武岩 $\text{Rb} - \text{Sr}$ 等时线年龄为 $(2\ 522 \pm 123)\text{Ma}$ ^[1]。这种由大洋向岛弧环境的转变指示经历了洋壳俯冲过程。高凡岩片浊积岩内部复杂的构造形变,反映形成于主碰撞造山之前的弧前或弧后盆地中。最近 Wilde、王凯怡等在太平沟—岩头、高凡岩片及花岗质岩石中,获得一批 SHRIMP 年龄:鸿门岩组酸性火山岩为 $(2\ 524 \pm 8)\text{Ma}$,高凡岩群凝灰岩为 $(2\ 528 \pm 6)\text{Ma}$,钠质花岗岩组合中的石佛、北台、光明寺岩体分别为 $(2\ 531 \pm 4)\text{Ma}$ 、 $(2\ 538 \pm 6) \sim$

$(2\ 552 \pm 5)\text{Ma}$ 、 $(2\ 531 \pm 4)\text{Ma}$,与北台岩体相当的峨口奥长花岗岩为 $(2\ 555 \pm 6) \sim (2\ 566 \pm 13)\text{Ma}$,王家会变质二长花岗岩为 $(2\ 517 \pm 12)\text{Ma}$ ^[6]。

根据各岩片的岩石组合、接触关系、变形变质特征及上述年代学证据,将五台山区新太古代晚期地质事件序列归纳如下:

(1) $2\ 600 \sim 2\ 560\text{Ma}$:首先在恒山、阜平两侧的大陆活动边缘沉积了富铝泥砂质岩,主伸展期近水平韧性剪切,形成庄旺—银厂和北台—朱家坊岩片中的金岗库岩组大洋拉斑玄武岩。

(2) $2\ 560 \sim 2\ 530\text{Ma}$:大洋消减转化为岛弧环境,形成以太平沟—岩头岩片为主体的岛弧钙碱性玄武岩,石佛、北台、光明寺等钠质花岗岩体侵位,高凡浊积岩形成。

(3) $2\ 530 \sim 2\ 510\text{Ma}$:陆—陆碰撞的主碰撞造山事件,产生一系列紧闭褶皱、冲断构造,各岩片相互叠置,峨口、王家会钙碱性花岗岩侵位,绿片岩相—角闪岩相变质。

(4) $2\ 510 \sim 2\ 500\text{Ma}$:碰撞造山后纵向伸展作用,各岩片抬升,高凡浊积岩整体向南滑移,形成高凡岩片。

5 碰撞造山带

区域重、磁场资料表明,五台山地区为一北东东向平稳的负磁场和重力低值区,斜置于太行山地壳厚度急剧变厚的梯度带上。横切恒山—阜平地区的地学断面,五台山的中下地壳发育有厚大的低密、高导、低速层^[13],反映南北两侧为古陆块,中间被碰撞造山带缝合。北部雁门关—白麟神和南部龙泉关两条伸展型韧性剪切带控制了“五台盆地”的边界,南北两侧虽都经历了基本一致的变形变质作用,但其地球物理场和沉积作用的差异,指示可能不是一个整体裂隙而成^[1]。上述各构造岩片的岩石组合、产出背景和地质事件序列资料,支持了洋壳俯冲、陆—陆碰撞造山模式^[8]。但是大量年代学证据和溁沱群底部砾岩中含有来自下伏已经变形变质的铁英岩、石英岩、花岗片麻岩及各类片岩砾石,指示碰撞造山带形成于新太古代晚期 $2\ 500\text{Ma}$ 之前。

五台晚期构造变形的显著特点,是以紧闭褶皱、冲断构造(图 6)、平行于褶皱轴面的片理发育为特征,不同的岩片相互叠置在一起,体现

了水平方向的剧烈缩短,伴随有王家会、峨口等

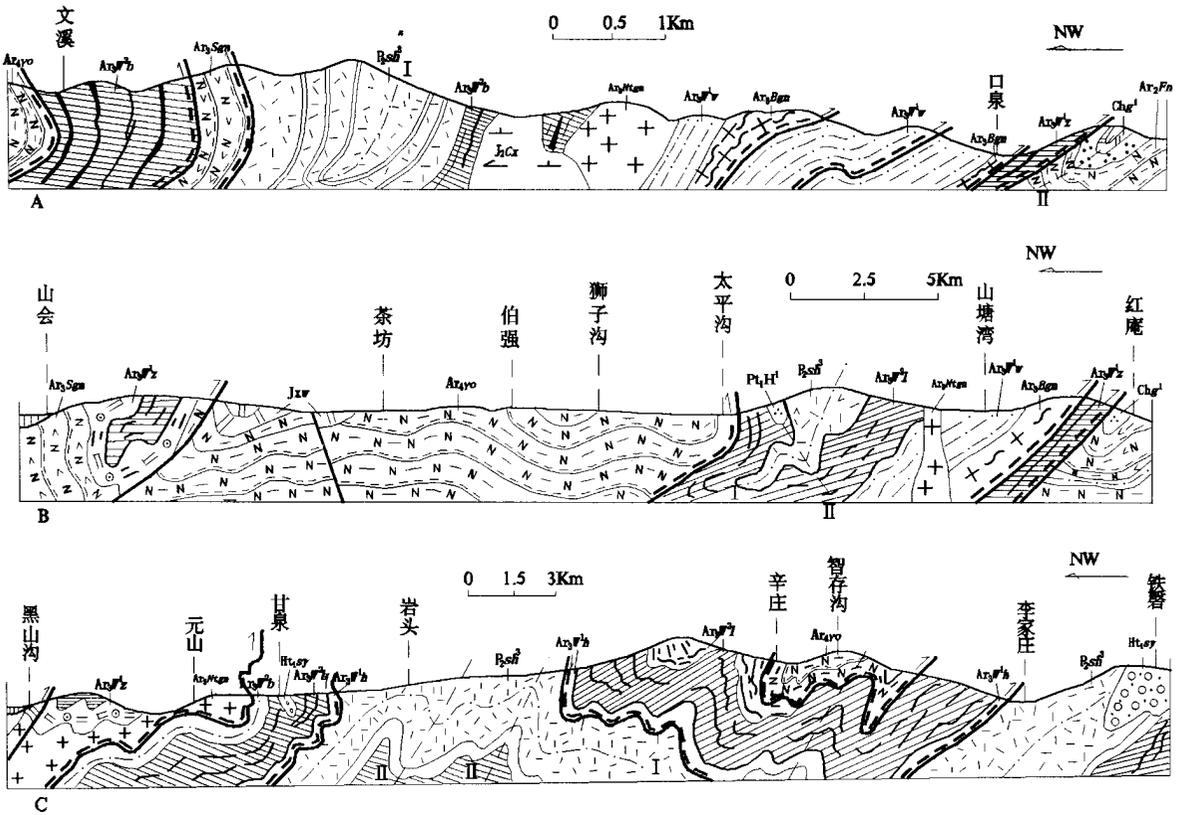


图 6 五台山地区早前寒武纪系列构造剖面

Fig. 6 Series tectonic profile of the early Precambrian of the Wutaishan region

· 五台晚期褶皱轴迹; · 吕梁期褶皱轴迹

钙碱性花岗岩侵入,总体构成一个呈北东东向线状展布的新太古代碰撞造山带。五台山中央韧性剪切带以北为北台—朱家坊岩片,由北西向南东推覆于高凡、太平沟—岩头和庄旺—银厂岩片之上。恒山南部、五台山北坡为一系列不同等级褶皱组成的复式背形,平行褶皱轴面的片麻理、片理构成了一个陡立劈理带,具有造山带的根部特征。五台山中央韧性剪切带以南的太平沟—岩头和庄旺—银厂岩片间的韧性剪切带具有自北西向南东逆冲的性质,邻近主冲断面的下盘为一个东部紧闭倒转、西部相对开阔的向形。总体形成挤出式的正扇型复式背形及冲断构造样式(图 7 a),中部太平沟—岩头和高凡岩片构成逆冲楔,接受绿片岩相变质,两侧庄旺—银厂和北台—朱家坊岩片俯冲相对较深,接受角闪岩相变质,最终导致盆地封闭。发育在高凡岩片与太平沟—岩头岩片间的伸展型韧性剪切带(图 7 b),反映陆—陆碰撞造山之后

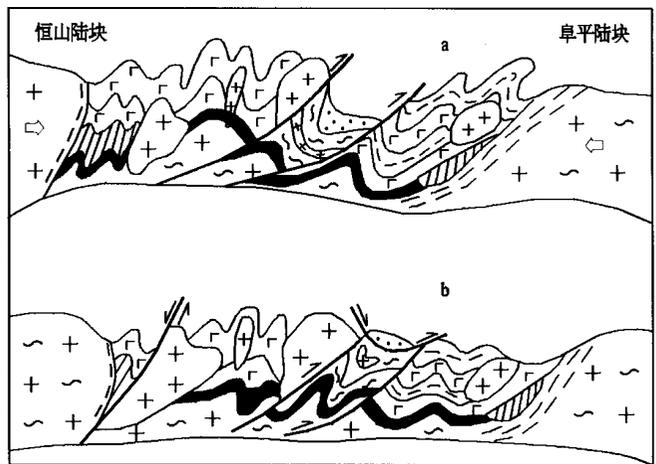


图 7 五台山新太古代碰撞造山构造演化示意图

Fig. 7 Tectonic evolution of the New Archean Wutaishan collision orogen

的均衡调整。现今呈“之”字型展布的构造格局是吕梁期构造叠加改造的结果。

致谢:在野外工作及成文过程中,始终得到苗培森博士,李德胜博士,谷永昌教授级高工,

赵风清研究员的热情帮助和指导,续世朝和潘永胜高级工程师审阅了初稿并提出了许多宝贵意见,在此表示衷心的感谢!

参考文献:

- [1]白瑾,等.五台山早前寒武纪地质[M].天津:天津科学技术出版社,1996,1-435.
- [2]田永清,等.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,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]白瑾,等.中国前寒武纪地壳演化[M].北京:地质出版社,1993,50-68.
- [5]刘敦一,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.
- [6]S. Wilde,等.华北克拉通五台杂岩中花岗质岩的时代、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[C].北京:地质出版社,1999,17:50-58.
- [7]徐朝雷,等.五台山区五台群推覆构造初探[J].山西地质,1986,1(2):162-175.
- [8]李继亮,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.
- [9]苗培森.恒山中深变质岩区构造样式[M].北京:地质出版社,2003,5-77.
- [10]刘志宏,等.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.
- [11]张克信,等.造山带混杂岩区地质填图理论、方法与实践[M].中国地质大学出版社,2001,21-22.
- [12]白瑾,等.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.
- [13]马杏垣,等.江苏响水至内蒙古满都拉地学断面说明书[M].北京:地质出版社,1991,1-68.

Formation of the Neoproterozoic Collision Orogen and Its Division of Tectonic Slices in Wutaishan Mountain

ZHAO Zhenxiang, DU Jinfeng, LI Yinghui, WANG De

(Shanxi Institute of Geological Survey, Yuci, Shanxi 030600)

Abstract: The granite-greenstone belt in Wutaishan can be divided into four tectonic slices according to the geological mapping by means of structural geology and geological events. They are named Zhuangwang-Yinchang, Taipinggou-Yantou, Gaofan and Beitai-Zhujiayang slices. It is suggested in the paper that the Neoproterozoic collision orogeny in Wutai Mountain is with the character of oceanic crust subduction and continental-continental collision based on synthetic study of the slices, such as tectonic lithological combination, lithological geochemistry, deformation, metamorphism and isotopic ages, etc. The sequence of the geological events in late Neoproterozoic is likely to be: (1) 2600 ~ 2560 Ma, aluminium-rich pelitic psammite deposited firstly on both active margins of the Hengshan block on the north and the Fuping block on the southeast. And during the main extending period formed the Jinganku Formation oceanic tholeiite in Zhuangwang-Yinchang and Beitai-Zhujiayang slices. (2) 2560 ~ 2530 Ma, The oceanic subduction turned into island arc setting, formed predominantly the island arc calc-alkaline basalt in Taipinggou-Yantou slice. And Shifo, Beitai and Guangmingsi sodium granites intruded, and Gaofan turbidite formed. (3) 2530 ~ 2510 Ma, main collision orogeny took place, formed a series of tight fold and thrust, resulting in the slices piling up, and Ekou and Wangjiahui calc-alkaline granites invaded, and greenschist-amphibolite facies metamorphism happened. (4) 2510 ~ 2500 Ma, longitudinal extension after the collision made the slice uplift, Gaofan turbidite slipped southward, forming Gaofan slice.

Key words: Wutaishan Mountain; tectonic slice; Neoproterozoic; collision orogen