

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

## 问题讨论

# 内蒙造山带南部古板块构造演化

陈琦 仇甘霖 薛林福  
邹新民 周和平 杜玉申

(长春地质学院能源系)



对内蒙造山带南部构造岩石组合、构造序列和部分岩石的同位素年龄研究表明,华北板块北缘在中元古代由大陆裂谷发展成被动陆缘,晚元古代开始转为活动陆缘,延续至早古生代转为俯冲-左旋走滑。随着温都尔庙蛇绿岩的定位和俯冲带北移、贺根山蛇绿岩的定位,内蒙造山带南部分别经历了两次均衡抬升-裂陷。海西末期华北-西伯利亚两大板块已缝合,进入超碰撞阶段,区内花岗岩大量侵位并形成了一系列推覆构造。

**关键词** 裂谷-被动陆缘 地体 俯冲-走滑裂陷 内蒙造山带

内蒙造山带南部白乃庙-温都尔庙地区地质露头出露较全,是华北板块北缘古板块研究的典型地区之一。大多数学者<sup>[1-7]</sup>将温都尔庙群高压变质带蛇绿岩套(K-Ar年龄463—489Ma)及其南侧白乃庙群由钙碱火山岩系变质形成的绿片岩系(K-Ar年龄434, 581Ma)作为加里东期沟弧系的岩石记录,上志留统那清组粗碎屑岩则与西别河组相当,是加里东旋回后的第一个“沉积盖层”。作者于1986—1989年结合75-55-03-05专题工作对本区古板块构造进行了研究,取得一些新认识,现介绍如下。

## 1 古板块构造单元的划分

本区草原覆盖面积约85%,为了得到一个较为可靠和完整的基础图件,以1:20万地质图为基础,根据地面专题调研结合1:20万航磁数据处理结果,编制了1:50万区域基岩地质图及有关图件,取得较好效果(参见图1)。区内温都尔庙、徐尼乌苏和乌兰哈达三条近东西向大断裂具较为明显的分隔性,以这三条大断裂为界,按前海西期岩石建造特点及其分布,全区可分为华北地台、白云鄂博大陆裂谷-被动陆缘、白乃庙-白音都西地体岩浆带和温都尔庙大洋岩石圈残片四个构造单元。前两者为具有太古宙-早元古代基底,中元古代已是成熟陆壳的华北板块板内和板缘,后者则为华北板块晚元古代-加里东期的陆缘增生带。这一构造格架控制了前海西-海西期的地质事件,中生代地质记录则重迭在其上,不过仍受这个格架的一定影响。

这四个构造单元集中反映了华北板块北缘裂解-拼合的地质记录;下文将大体按照发展演化过程作一简介,温都尔庙群蛇绿岩套已有较详细的工作<sup>[1,6]</sup>,时代基本上可定为寒武纪;本文从

国家“七五”重点科技项目(编写75-55-03-05)。参加工作的还有李德伦、曾庆栋、刘德深和内蒙103队孙浩、景德武、樊建廷及矿床所聂凤军、张洪涛等。

本文1991年3月收到,1993年3月改回,郝粹国编辑。

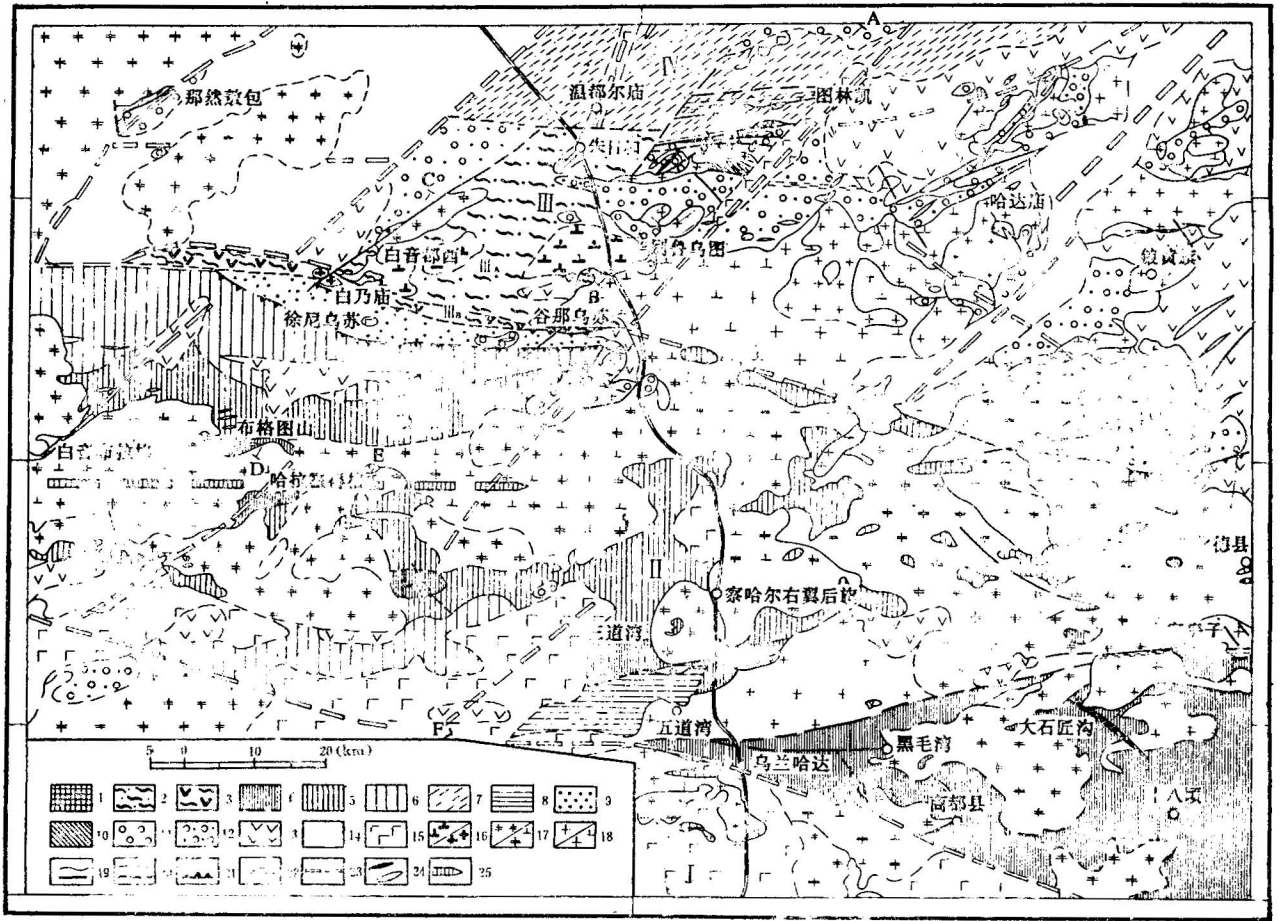


图 1 白乃庙-镶黄旗区域基岩构造图  
Fig. 1 Tectonic map of bedrock in Bainaimiao-Xianhuanqi region

I—华北板块(太古—早元古代克拉通); II—中元古代大陆裂谷-被动陆缘; III—晚元古—早古生代地体-CA 岩浆带; III<sub>A</sub>—白银都西地体; III<sub>B</sub>—白乃庙地体; IV—晚元古—早古生代洋壳残片。1—五台群; 2—中元古界白银都西群中级变质的陆屑建造; 3—中元古界白乃庙群CA火山-沉积建造; 4—6—白云鄂博群; 4—下部断陷陆屑碳酸盐建造(+A火山建造); 5—中部类石英-碳酸盐+中基性火山岩建造; 6—上部石英碳酸盐建造; 7—晚元古—早古生代温都尔庙群蛇纹岩套及其中的超基性岩; 8—奥陶系三道湾组碳酸盐建造; 9—中上志留统徐尼乌苏组断陷陆屑碳酸盐建造+CA火山岩; 10—上志留统那清/西别河组磨拉石建造; 11—石炭系浅水断陷陆屑碳酸盐建造+CA火山岩建造; 12—二叠系断陷陆屑碳酸盐建造+CA火山岩建造; 13—中生代CA火山-沉积建造; 14—中生代陆相沉积; 15—新生代碱性玄武岩建造; 16—晚元古—早古生代石英闪长岩、花岗闪长斑岩; 17—晚古生代花岗岩类; 18—中生代花岗岩类; 19—实测地质界线及断裂; 20—据地质及航磁推断的地质界线及断裂; 21—具推覆性质的断裂; 22—韧性剪切带; 23—隐伏断裂; 24—背向斜轴; 25—复背斜轴

I—Huabei plate (Archean Proterozoic craton); II—Middle Proterozoic-early continental rifts passive continental margin; III—late Proterozoic-early Paleozoic terrain-CA magmatic zone; III<sub>A</sub>—Baiyinduxi terrain; III<sub>B</sub>—Bainaimiao terrain; IV—residual segments of Late Proterozoic-Early Paleozoic oceanic crust; 1—Wutai Group; 2—metamorphic terrigenous clastics formation of Middle Proterozoic Baiyinduxi Group; 3—CA volcanic rock-carbonate formation of Middle Proterozoic Bainaimiao Group; 4—6—Baiyuncbo Group; 4—downfaulted terrigenous clastics-carbonate formation of lower Baiyuncbo Group(+A volcanic rock formation); 5—quartz-carbonate formation of middle Baiyuncbo group; 6—quartz-carbonate formation of upper Baiyuncbo group; 7—ophiolite suite and ultrabasic rocks in Late Proterozoic-Early Paleozoic Wenduermiao Group; 8—carbonate formation of Wudaowan Group; 9—downfaulted terrigenous clastic-carbonate formation+CA volcanic rocks of Middle-Upper Silurian Xuniwusu Group; 10—molasse formation of Upper Silurian Naqing/Xibiche Group; 11—Carboniferous downfaulted clastic carbonate formation+CA volcanic rock formation; 12—Permian downfaulted terrigenous clastics carbonate formation+CA volcanic rock formation; 13—Mesozoic volcanic rock formation; 14—Mesozoic-Cenozoic terrestrial deposit terrigenous sediments; 15—Cenozoic alkali basalt formation; 16—Late Proterozoic-Early Paleozoic quartz diorite and granodiorite-porphry; 17—Late Paleozoic granite; 18—Mesozoic granite; 19—geologic boundary line measured practically; 20—geological boundary line reasoned by geological and geophysical information; 21—fault characterized by thrusting; 22—ductile shear zone; 23—fault; 24—anticlinal and synclinal axis; 25—anticlinal axis

略。

## 2 中元古代大陆裂谷-被动陆缘

白云鄂博群厚达万米, 呈东西条带状分布于华北板块北缘。这个群按其沉积建造特征明显可以分为三个部分:

下部: 比鲁特组以下以低成熟度陆缘碎屑沉积为主, 其特征是由滨岸相等粗屑岩沉积迅速过度为较深水的浊积岩和黑色板岩, 明显为断陷槽盆沉积。结合白云鄂博地区已在尖山组内发现有碱性系列火山岩等, 认为它属于较典型的大陆裂谷沉积建造。

中部: 白音宝拉格组和呼吉尔图组主要为高成熟度的碎屑岩和碳酸盐岩, 与石英-碳酸盐岩建造类似, 但夹有变质中基性火山岩, 为大陆裂谷向被动陆缘转化的过渡性建造。

上部: 阿牙登组以上以大量滨浅海相和局限台地相的砂岩、浅水碳酸盐岩为特色, 砂岩中的石英含量 $>90\%$ , 明显属于石英-碳酸盐建造, 反映当时已形成较广阔的大陆架, 是被动陆缘的标志。

白云鄂博群的化石是个有争议的问题。具有决定性意义的争论点是区内五道湾的结晶灰岩在1:20万区调时发现可靠的奥陶纪壳相化石, 并定为阿牙登组。因此我们和一些研究者<sup>[7]</sup>曾认为白云鄂博群时代上限应已进入早古生代。经反复研究, 五道湾的灰岩出露于孤立的山包, 未与其它白云鄂博群岩石接触, 在岩性上角砾状灰岩发育, 与公认的阿牙登组有明显区别。同时, 阿牙登组等沉积相的研究表明其形成于正常滨浅海环境, 若是古生界, 不可能只有五道湾有生物化石。因此, 五道湾的灰岩不是阿牙登组, 也不应列入白云鄂博群, 是另一套地层, 可暂称为五道湾组。按照现有的同位素年龄资料, 白云鄂博群仍应属中元古代, 其上部有可能延入晚元古代早期。

白云鄂博群的沉积建造特征表明, 华北板块原来是个较大的陆块, 中元古代时在现在的北缘曾经裂解, 形成了古蒙古洋, 从而在华北北缘留下了大陆裂谷-被动陆缘的岩石记录, 分裂出的那一部分现在何处值得今后注意。

## 3 晚元古代—加里东期白乃庙-白音都西地体-岩浆带

直接与华北板块北缘转化为活动陆缘有关的岩石记录包括温都尔庙群、白乃庙群、白音都西群和侵入后两者中的石英闪长岩以及与白乃庙铜矿有关的花岗闪长斑岩。除温都尔庙群外, 都集中出露于白乃庙附近。

白乃庙群绿片岩系的原岩建造已经多次研究和核查, 结论都一致, 是标志成熟岛弧的钙碱系列岩浆岩, 以往一般根据K-Ar同位素年龄等将其归于早古生代。现已查明白乃庙群在被中上志留统覆盖以前已经经历了区域变质、三期褶皱构造置换, 石英闪长岩等侵入和以广泛发育韧性剪切带为特色的动力变质等一系列事件, 而区内白云鄂博群等均未有过类似的早期复杂历史。因此, K-Ar年龄(包括由不同源的沉积原岩和火山原岩构成的Rb-Sr等时年龄 $427\text{ Ma}^{[3]}$ ), 能否代表原始年龄显然值得研究。实际上1983年赵仓山等已获得U-Pb视点年龄为 $1298-1780\text{ Ma}$ <sup>①</sup>, 由于各种原因, 未获注意。此次重新取大样, 岩石为具变余斑晶的绿片岩, 选得锆石为锥面发育不

① 内蒙古103地质队, 武汉地质学院, 内蒙古地球物理探矿大队, 内蒙古白乃庙铜矿带地质地球化学特征及化探找矿研究, 1983。

好的长柱状微晶,经长春地质学院同位素实验室测得U-Pb谐合年龄,上交点为 $1130 \pm 16$  Ma ( $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}=0.001-0.006$ ,  $R=0.9956$ ),应能代表原始年龄,已属中元古代,不是加里东期。下交点为 $384 \pm 6$  Ma,应大体反映了加里东末期—海西期一系列地质事件的影响。

石英闪长岩的以往测定的K-Ar黑云母年龄为362Ma,锆石U-Pb视点年龄为669—1392Ma(粉红色锆石)和1299—1802Ma(白色锆石)由于与白乃庙群同样原因,U-Pb年龄一般多被忽视,此次再次取样选得粉红色锆石,测得U-Pb谐合年龄为 $665 \pm 15$  Ma ( $^{204}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}=0.002-0.006$ ,  $R=0.9944$ )也不是加里东期。石英闪长岩按其岩石化学和稀土配分等均与同熔型花岗岩和I型花岗岩类似,应是岩浆弧的火成岩,但时代为晚元古代,所以华北地台北缘在晚元古代已经转化为活动陆缘。

花岗闪长斑岩按其岩石化学特征等也属岩浆弧的火成岩,其U-Pb视点年龄为466 Ma。温都尔庙蛇绿岩为寒武系,K-Ar年龄可能为其定位的时间。因此,上述活动陆缘的时间应一直持续到加里东期。

白乃庙北的石英闪长岩体中有大量变质岩残块,以往研究不够,经系统测制剖面 and 专题草测,已确认是另一套变质地层,命名为白音都西群,其上下为变粒岩段,中部为砂线石云母片岩段,属中低压角闪岩相,由于混合岩化和后期岩脉穿插频繁,构造研究不足,上下岩段可能是褶皱重复的构造岩性层。变粒岩等具明显变余碎屑结构,原岩为长石杂砂岩-长石石英砂岩。云母片岩的原岩为泥质岩。这套地层中还有很少量的斜长角闪岩呈脉、透镜体和团块产出,经测定,按其岩石化学特征和稀土配分均与大陆玄武岩相当。整个白音都西群原岩显然应属于在不稳定陆壳基底上形成的过渡型陆屑建造。白音都西群被石英闪长岩侵入,其年龄应早于665 Ma。考虑其变质较深,5个斜长角闪岩Sm-Nd模式年龄平均为1226Ma(聂凤军取样,地科院地质所测定)暂也列为中元古代。

白乃庙群和白音都西群的分布以温都尔庙和徐尼乌苏两大断裂为界。这两个群按其年代和建造特征以及变形变质特征,与区内及华北地台基底已知地层都不能对比或协调,故可断定不是原地的基底,应为外来的地体。它们分别为蒙古洋中的成熟岛弧和陆块残片,在晚元古代蒙古洋岩石圈向华北板块俯冲时拼贴到华北板块北缘。作为岩浆弧的石英闪长岩等的位置重叠在地体拼贴的大陆增生带上,这与北美西部岩浆弧与地体拼贴带的空间关系类似。

#### 4 俯冲-走滑性质的板块边界

华北板块北缘在晚元古代转为活动陆缘后,到温都尔庙蛇绿岩定位、上志留统西别河组-那清组沉积,加里东旋回结束以前,板块边界的性质看来并非简单的俯冲或仰冲,许多事实表明走滑占有重要地位,后期应以走滑为主。因为从各构造层褶皱序列的研究结果表明,在那清组以前的地层中有一期北西向褶皱,有关研究和统计结果如下:

白云鄂博群

中上志留统徐尼乌苏组

F<sub>1</sub> (EW向) 层内构造置换区  
域动力变质

F<sub>2</sub> (EW向) 直立、歪斜褶皱为主

F<sub>1</sub> (EW向) 层内构造置换  
区域动力变质

F<sub>3</sub> (NW向) 褶、断

F<sub>2</sub> (NW向) 褶、断

F<sub>4</sub> (NE向) 断、褶

F<sub>3</sub> (NE向) 断、褶

在晚元古代本区已形成东西向条块的边界条件下,北西向褶皱的出现,用条块相互左旋扭动

来解释为合理。

据胡晓等对温都尔庙群蛇绿岩套南缘图林凯大型韧性剪切带叶理的系统测量结果, 认为位移特点是俯冲兼左旋走滑, 垂直分量与水平分量之比为 $4356:2676 \approx 1.6:1$ 。据作者观察, 该带的石英杆 (b 线理) 一般倾向 $120^{\circ}-135^{\circ}$ , 倾伏角 $50^{\circ}-70^{\circ}$ , 则应走滑 $>$ 俯冲。

另一个值得指出的事实是本区虽有不少 $0.4-0.6\text{Ga}$ 的K-Ar等同位素年龄记录, 但却缺乏足够规模的加里东花岗岩, 实际上整个内蒙造山带南部目前只有本区以西的“合教”岩体, 以往被认为属早古生代, 其特征按资料与白乃庙石英闪长岩类似; 王楫<sup>①</sup>等已指出其时代划分依据不足, 目前一般归为元古宙。

上述各点目前作为准确的最终结论尚待进一步研究, 包括此次工作, 如徐尼乌苏组只呈一个推覆岩片产出, 出露有限, 其中 $F_2$ 分布局限, 结果的可靠性自然降低。但就目前研究的已知资料, 把加里东期华北板块北缘边界作为俯冲兼走滑, 后期转以走滑为主, 各种事实将更易于协调和解释。

## 5 两期均衡抬升→裂陷作用

温都尔庙群蛇绿岩套为相当于上志留统西别河组的那清组不整合覆盖。如果把温都尔庙群绿片岩的K-Ar同位素年龄 $463-489\text{Ma}$ 作为蛇绿岩定位时间, 则在此后板块边界已北移到到本区以北的贺根山、二道井一带。与这一过程对应, 区内寒武—奥陶系不发育, 至少中下志留统肯定缺失, 这显然标志着一次区域性抬升。贺根山蛇绿岩的时代据曹从周等(1986)为晚泥盆世<sup>[5]</sup>, 最晚不晚于早石炭世, 在本区则对应着缺失泥盆系和下石炭统, 是又一次区域抬升。

第一次抬升之后, 继之的地层为中上志留统徐尼乌苏组, 该组不整合于白乃庙群之上, 包括两个旋回, 均由水下扇相变砾岩、含砾砂岩—浊积成因的变杂砂岩、砂板岩、千枚岩→浅水碳酸盐岩(透镜体)。每个旋回按厚度均以浊积岩为主体。下旋回还可以进一步划分为两个次级旋回, 并含凝灰质较多, 偶见少量钙碱性安山岩。上旋回底界面曾被认为是不整合面, 并将其划归上志留统那清组<sup>[6]</sup>。经复查与追索, 应为一局部的水下扇侵蚀面, 上下旋回一般为连续沉积并有时有渐变过渡的特点, 所以仍应统属徐尼乌苏组。这个组因明显变质且有火山活动, 表明当时环境尚不稳定, 肯定早于西别河/那清组, 故定为中上统。由水下扇直接转入较深水的浊积环境, 表明当时形成于断陷槽盆, 应属弧后或弧上断陷槽。这种与造山作用紧密相随, 具有钙碱质火山活动的断陷槽, 按照米兰诺夫斯基的分类<sup>[8]</sup>则属“后造山裂谷”。与高名修指出的我国东部中生代盆地和美国西部盆岭省的特点<sup>[9]</sup>有类似之处。

下二叠统包括大体同时异相的三面井组, 呼格特组和额里图组<sup>[2]</sup>。经此次研究, 它们的沉积和火山作用特点本质上与徐尼乌苏组类似, 由浅水相直接过渡为浊积岩等断陷沉积特点十分明显, 只是水较浅, 缺乏暗色泥质岩石; 同时火山活动十分强烈, 凝灰质岩石广泛发育, 额里图组火山岩厚达千米以上。此外, 二叠系紧贴温都尔庙大断裂分布, 受构造控制更明显。

综上所述, 在加里东末期和海西晚期, 随着俯冲带的北移, 内蒙造山带南部曾有两次均衡抬升→裂陷作用。

## 6 海西末期的超碰撞作用

在贺根山蛇绿岩等定位时, 华北—西伯利亚已基本对接, 海西末期已进入超碰撞阶段。本区

① 内蒙地研队, 内蒙古南部古生代大陆边缘构造特征及成矿研究报告, 1986。

再次经历了一次强烈的构造-岩浆活动,最终结束了板块缝合过程。这一构造-岩浆过程一是形成了大量花岗岩类,特别是在深部有结晶基底的白云鄂博裂谷区,形成了宏伟的北纬42°花岗岩带。在构造变形方面则主要发育受先成构造控制影响的東西向和北东向断裂,褶皱则较不发育,已明显处于从属地位。最突出的是由于超碰撞的强大南北挤压作用,温都尔庙等东西向断裂再次活动,并基本定型。再次活动以不同规模和形式的推覆为特色,如中部的徐尼乌苏断裂带使白云鄂博群推覆到徐尼乌苏组之上,后者又沿其底部的不整合面发生韧性剪切,形成滑脱构造等。根据海西期花岗岩接触晕圈板岩中云母斑点已被拉长,推覆晚于海西花岗岩。这个断裂带中生代还有活动,但已转为典型的脆性断裂,不具有韧性剪切特点。温都尔庙大断裂目前所见包括三个带,北部是前面所提到的图林凯韧性剪切带,产状向南倾,近直立。中部是产状近直立,由变辉长岩和少量那清组构成的构造透镜体一岩片带。南部则为主要由晚古生界岩层构成的向北缓倾的推覆岩片带(参见图1的剖面图)。航磁延拓解释这个断裂也是深部近直立,浅部则转近水平向南上延至地面,这种奇特形状的断裂面可能是原来南倾的俯冲主断裂在海西期强烈挤压下受南北岩块影响转为直立,从而迫使浅部产生了反向推覆的结果。

综上所述,内蒙造山带南部的地质记录表明华北板块北缘曾经历了中元古代大陆裂谷-被动陆缘、晚元古-加里东期活动-走滑陆缘及地体拼贴,加里东晚期和海西晚期两次均衡抬升-裂陷作用,最后是超碰撞构造岩浆作用结束了大陆分合的复杂过程。尽管目前还有不少问题有待继续深入,但从本区的研究已经可以得出两点结论:

第一,本区已有的地质记录按任何传统的地槽模式均很难归纳,只能采用板块模式。可以确认从中元古代开始,本区已经转入板块机制。

第二,必须采用多旋回的概念。由于板块边界位置、性质变化和先成构造格架的影响,板块不同部位在各造山旋回中的地质事件有其统一的机制,但又必有其各自的特点。挤压并非唯一的变形机制。

## 参 考 文 献

- 1 唐克东,颜竹筠,张允平,徐冬葵,池永一,苏养正,梁仲发.关于温都尔庙群及其构造意义.中国北方板块构造文集,第1集,中国地质科学院沈阳地质矿产研究所出版,1983,186—208页。
- 2 谷峰,苻本宏,梁仲发.内蒙古镶黄旗-赤峰地区二叠纪地层的新认识.中国北方板块构造文集,第1集,中国地质科学院沈阳地质矿产研究所出版.1983,251—263页。
- 3 王东方.内蒙古白乃庙古生代岛弧岩系的地球化学及同位素年龄测定.中国北方板块构造文集,第1集,中国地质科学院沈阳地质矿产研究所出版.1983,209—219页。
- 4 苏养正,唐克东,池永一,梁仲发,张允平,徐冬葵.内蒙古白云鄂博东北志留统西别河组新资料.中国北方板块构造文集,第1集,中国地质科学院沈阳地质矿产研究所出版,1983,221—227页。
- 5 刁从周,杨芳林,田昌裂,袁朝.内蒙古贺根山地区蛇绿岩及中朝板块和西伯利亚板块之间的缝合带位置.中国北方板块构造论文集,第1集,北京:地质出版社.1986,64—85页。
- 6 胡晓,许传诗,牛树银.华北地台北缘早古生代大陆边缘演化.中国北方板块构造丛书(2).北京:北京大学出版社.1990,4—35,39—57页。
- 7 张允平,唐克东,苏养正.由陆壳增生旋回的观点试论内蒙古中部地区的加里东运动.中国北方板块构造论文集,第1集,北京:地质出版社.1986,102—114页。
- 8 高明修.中国东部盆地系与美国西部盆地山脉构造对比及其成因机制探讨.中国中生代盆地构造和演化(朱夏主编),北京:科学出版社.1983。
- 9 Е Е МИЛАНОВСКИЙ РИФТОВБЕ ЗОНЫ КОНТИНЕНТОВ МОСКВА «НЕДРА» 1976.

## PALAEOPLATE EVOLUTION IN THE SOUTHERN PART OF THE INNER MONGOLIAN OROGENIC BELT

Chen Qi, Chou Ganlin, Xue Linfu,  
Zou Xinmin, Zhou Heping and Du Yushen

(*Changchun Geological College, Changchun, Jilin*)

### Abstract

The palaeoplate evolution in the southern part of the Inner Mongolian orogenic belt can be tentatively concluded as follows on the basis of studies of the petrotectonic assemblages, structural sequence, and isotope dates of some important rocks in the past five years. The northern margin of the North China plate probably developed from continental rift to passive continental margin in the Middle Proterozoic. It began to transform into the active continental margin in the Late Proterozoic and by the Early Paleozoic, it began to be subducted and slipped sinistrally. The southern area of the Inner Mongolian orogenic belt underwent isostatic uplift and faulting twice, following the emplacement of the Ondur Sum ophiolite. The North China and Siberian plates were sutured in the terminal Hercynian and then the evolution of the orogenic belt entered a stage of ultracollision, when a vast amount of granite intruded and a series of nappe structures were formed.

**Key words:** rift-passive continental margin, terrain, sinistral strike-slip, Inner Mongolian orogenic belt

### 作者简介

陈琦, 1932年生, 1952年毕业于前地质工作计划指导委员会地质探矿专科学校, 现为长春地质学院教授, 多年来先后曾从事找矿勘探地质学、矿田构造和板块构造教学与研究。曾研究过攀西裂谷等, 近年主要研究华北北缘造山带及东北地区。通讯地址: 长春市地质宫, 长春地质学院能源系, 邮政编码: 130026