

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

## 问题讨论

# 新疆东准噶尔卡拉麦里地区晚古生代 板块构造的基本特征<sup>①</sup>

李锦轶 肖序常 汤耀庆 赵 民

(中国地质科学院地质研究所, 北京)

朱宝清 冯益民

(中国地质科学院西安地质矿产研究所)



笔者等根据近年研究, 认为新疆东准噶尔卡拉麦里地区晚古生代板块构造的演化, 大致分为几个阶段: 早泥盆世初, 早古生代晚期形成的陆壳拉张, 分裂成卡拉麦里有限洋盆; 早泥盆世晚期, 该洋盆开始聚敛收缩, 早石炭世初洋盆闭合, 两侧陆块连接; 陆块连接带上发育由洋盆转化形成的陆间残余海盆; 早石炭世末期, 发生强烈褶皱造山运动, 把已经连接的陆块最后焊接成一个板块。此后, 该区进入板内演化时期。

新疆东准噶尔卡拉麦里地区包括准噶尔盆地东北缘和阿尔曼太至北塔山一线以南的地区, 属于东准噶尔古生代造山带的一部分。一般认为, 横贯该区呈北西-南东走向的卡拉麦里蛇绿岩带向西穿越准噶尔盆地大致与苏联斋桑褶皱带中轴部位蛇绿岩带相当<sup>[1,2]</sup>, 向东经莫钦乌拉山北坡与南蒙古海西带<sup>[3]</sup>相连, 是古亚洲洋最后闭合线之一。<sup>[1,2,4,5,6]</sup>笔者等近年研究发现, 该区古生代板块构造演化与前人认识不尽相同, 明显可以分为早古生代和晚古生代两大阶段, 其古板块构造可以由张→合→张→合模式加以概括。本文主要论述该区晚古生代板块构造的基本特征。

## 一、野马泉陆块

如图1和图2所示, 研究区晚古生代板块构造单元由北而南依次为野马泉陆块、卡拉麦里缝合带和准噶尔陆块。野马泉陆块的南界大致位于卡姆斯特至柳树泉一线, 基底为中志留世末形成的褶皱带, 其南部发育有早泥盆世晚期至早石炭世初的陆缘火山弧。

### (一) 陆块的褶皱基底

野马泉陆块的褶皱基底零星出露在野马泉一带, 分别被称为索尔巴斯他乌群和库布苏群, 总厚度近4 000 m。根据层序和形成背景, 这些基底地层自下而上可以分成三部分, 分别形成于有限拉张产生的火山复理石盆地的拉张早期、拉张鼎盛时期和收缩时期。下部为索尔巴斯他乌群下部, 由灰绿色陆源碎屑和火山碎屑沉积物构成; 中部包括索尔巴斯他乌群上部和库布苏群下部,

① 本文属于国家305项目V13课题研究成果的一部分。  
本文1989年6月收到, 9月改回, 王毅编辑。

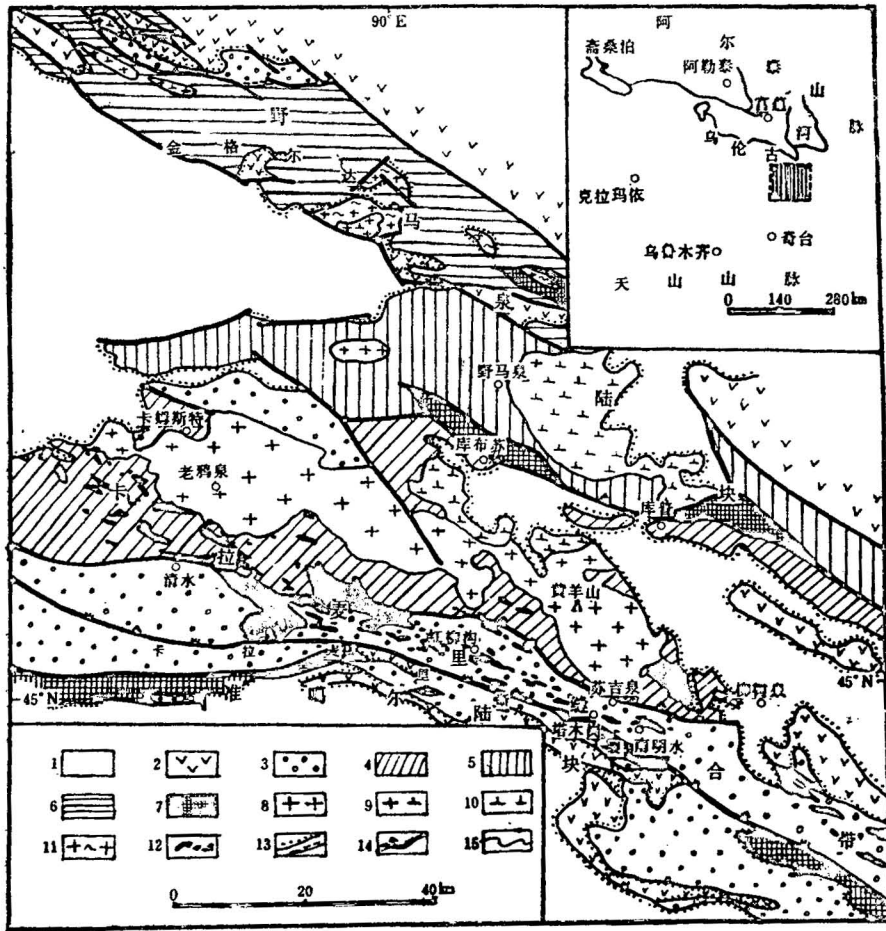


图 1 东准噶尔卡拉麦里地区古板块构造图 (据1/20万区调资料及笔者等新资料编制), 右上小图示研究区地理位置。

Fig. 1 Paleoplate tectonic map of Karamaili areas of East Junggar, Xinjiang (compiled on the basis of author's new data and 1:200 000 regional geological surveys). The small map inserted right-up shows the geographical position of the researched area

- 1—二叠纪至第四纪沉积物; 2—石炭纪中期碰撞后火山岩; 3—陆间残余海盆沉积物; 4—弧前沉积物; 5—古火山弧;
- 6—弧后陆源沉积物; 7—早古生代末形成的陆壳; 8—碰撞后偏碱性花岗岩; 9—石炭纪中期碰撞后钙碱性深成岩; 10—火山弧钙碱性深成岩; 11—早古生代末深成岩 (类似加里东 I 型花岗岩); 12—蛇绿岩; 13—不整合线; 14—断裂;
- 15—侵入接触界线

- 1—Permian to Quaternary sediments; 2—Middle Carboniferous post-collisional volcanics; 3—intercontinental remnant sea-basin sediments; 4—fore-arc sediments; 5—paleovolcanic arcs; 6—back-arc terrigenous sediments;
- 7—Early Paleozoic continental crust; 8—post-collisional alkaline granites; 9—Middle Carboniferous post-collisional calcalkaline plutone; 10—volcanic arc calcalkaline plutons; 11—Early Paleozoic plutons similar to Cadomian I-type granites; 12—ophiolites; 13—unconformity; 14—fault; 15—intrusive boundary

岩性分别为变质玄武岩、安山岩和远源细碎屑岩, 其中夹杂色铁硅质岩透镜体; 上部为库布苏群上部, 由类似大洋岛弧的陆源碎屑岩夹安山岩和安山质火山碎屑岩等构成。上述地层的时代, 因无可靠资料, 一直存在争议。笔者等在库布苏群上部首次发现大量中志留世的微体化石, 包括几丁虫: *Conochitina* sp., *Cyathochitina* sp., *Hoegisphaera* sp., *Desmochitina* sp. 和疑源类 *Lophosphaeridium*, *Loiosphaeridia* sp., *Veruhachium trispinosus* (Eisenack) Deunff 等 (高联达

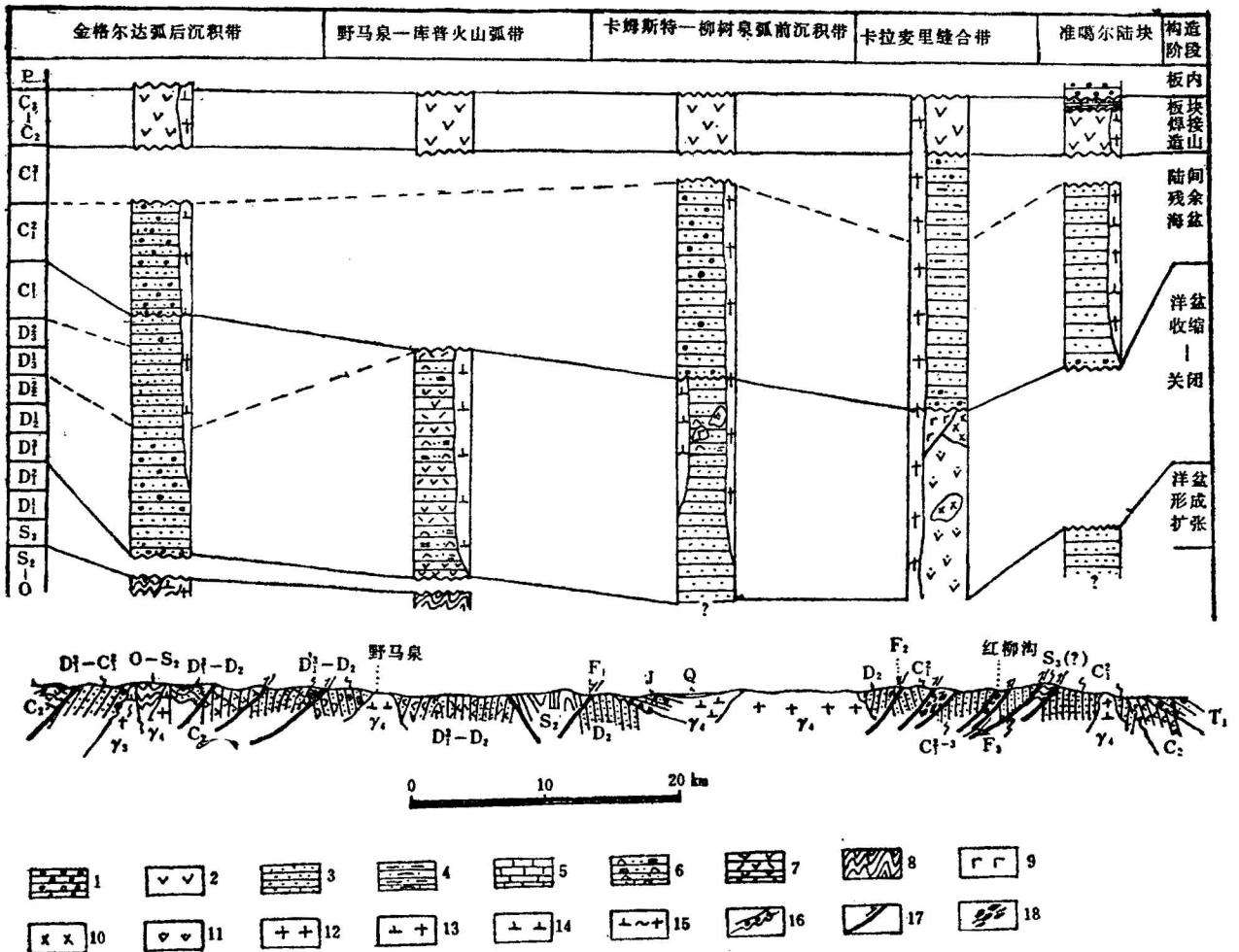


图 2 卡拉麦里地区晚古生代板块构造单元地质建造对比图解，下图为横穿该区的野马泉-红柳沟地质剖面

Fig. 2 Geological formation correlation of Karamaili late Paleozoic plate tectonic units and geological section (down) through Yemaquan and Hongliugou

- 1—砾岩；2—同造山火山岩；3—砂岩；4—千枚岩；5—石灰岩；6—凝灰岩；7—岛弧型火山岩；8—陆块早古生代基底；9—11蛇绿岩：9—基性熔岩；10—辉长岩；11—变质橄榄岩；12—碰撞后偏碱性花岗岩；13—碰撞后钙碱性花岗岩；14—岛弧型钙碱性花岗岩；15—早古生代花岗岩；16—不整合；17—断层；18—蛇绿混杂体
- 1—Conglomerate; 2—synorogenic volcanics; 3—sandstone; 4—phyllite; 5—limestone; 6—tuff; 7— island arc volcanics; 8—Early Paleozoic basement of continental blocks; 9—11 ophiolites; 9—basic lavas; 10—gabbro; 11—metaperidotite; 12—post-collisional alkaline granite; 13—post-collisional calcalkaline granite; 14—calcalkaline granite of the island arc type; 15—Early Paleozoic (Caledonian) granite; 16—unconformity; 17—fault; 18—ophiolite melanges

鉴定)。结合上述层序关系和在邻区的层位相当的地层被上志留统不整合覆盖等资料，可见库布苏群的时代不晚于中志留世，而索尔巴斯他乌群的层位可能还要低一些，它们均在晚志留世前发生褶皱，同时伴随有类似“加里东 I 型”<sup>(1)</sup>的花岗质岩体的侵入，共同构成陆块的褶皱基底。

(二) 陆块南部的陆缘火山弧

根据建造特征 (图2)，野马泉陆块南部的陆缘火山弧可以进一步分为金格儿达弧后沉积带、野马泉-库普火山弧带和卡姆斯特-柳树泉弧前沉积带，各带分布范围见图1。

野马泉-库普火山弧带主要由早泥盆世晚期至中泥盆世的中酸性火山岩和火山碎屑岩构成,总厚度可达5 000m。该弧带地层以火山碎屑岩为主,岩性变化大。其中的熔岩主要为安山岩和英安岩,次为流纹岩,玄武岩少见,化学成分以相对富钾为特征,基本上属于钙碱系列。由区域地质资料,可知该弧叠生于中志留世末形成的陆块基底之上。可能为该弧根带的深成岩出露在野马泉以东和以南,侵入上述火山沉积岩地层,岩性以花岗闪长岩为主,发育铜钼矿化,总体上类似“科迪勒拉I型”<sup>[7]</sup>花岗岩。

金格尔达弧后沉积带位于火山弧带北侧,与火山弧带之间以一北倾的逆冲断层为界。该带由基本连续的早泥盆世晚期至早石炭世早期的浅海相陆源碎屑岩构成,不整合超覆于陆块基底之上,顶部被维宪期陆间残余海盆沉积物不整合覆盖,总厚度达6 000m。

卡姆斯特-柳树泉弧前沉积带大部分为碰撞后偏碱性花岗岩岩基侵占(图1),仅在该岩基南侧保存较好,被统称为平顶山组。岩性主要为富含火山物质的复理石沉积物,并已部分卷入卡拉麦里缝合带。新疆区调队据在清水一带发现的珊瑚化石和古孢子化石,将其时代置于中泥盆世。笔者等在红柳沟以北的这套地层中首次发现大量微体化石,经高联达鉴定有古孢子:虫颚和几丁虫等,时代亦为中泥盆世。

野马泉陆块南缘的古火山弧的岩性岩相及分布,表明早泥盆世晚期至早石炭世早期,卡拉麦里有限洋盆的洋壳板片向北侧陆块之下俯冲消减;早石炭世中期开始,除了弧后带接受沉积物外,弧带和弧前带很可能都处于隆起剥蚀状态,导致了大量地层的缺失。

## 二、准噶尔陆块

准噶尔陆块主体位于准噶尔盆地内部。研究区内的卡拉麦里缝合带以南地区仅为该陆块的东北部,大部分被早石炭世中期陆间残余海盆沉积物以及板内沉积物覆盖;零星出露的较老地层仅为晚志留世浅海沉积物,其顶部发育古风化壳。原来该区所划分的泥盆系,由于含有 *Productus* sp., *Neospirifer* sp., ? *Schuchellella* sp. 等早石炭世中期腕足化石(侯鸿飞鉴定),所以应属于石炭系。根据地球物理资料和区域构造综合分析,准噶尔陆块很可能具有前寒武系基底<sup>[8,9]</sup>。

晚志留世地层主要由浅海相陆源碎屑岩和碳酸盐岩构成,富含古生物化石,下部以图瓦贝(*Tuvaella*)动物群的“Trg组合”<sup>[20]</sup>为主,上部以珊瑚化石为主。地层厚度仅数百米,基本属于盖层沉积,其岩性岩相及所含化石与东邻区卡拉麦里缝合带北侧的晚志留世陆块盖层基本可以对比。由于图瓦贝生物群仅分布在西伯利亚古板块南缘<sup>[10]</sup>,所以很可能晚志留世期间准噶尔陆块与西伯利亚古板块是连在一起的。

需要指出,笔者等研究发现,清水以东无边沟中原划为志留纪地层的下部变质变形及岩性均类似于库布苏群;清水以西蛇绿岩带南侧泥盆纪地层含有上述晚志留世地层的碎屑,与蛇绿岩带北侧平顶山组弧前沉积物有明显差别,很可能为保留下来的准噶尔陆块北缘泥盆纪被动陆缘沉积物。对此,尚须进一步工作加以验证。

## 三、卡拉麦里缝合带

卡拉麦里缝合带位于上述两个陆块之间,包括卡姆斯特至柳树泉一线以南、卡拉麦里断裂以北的狭长地带(图1)。该带呈WNW向延伸,宽度为10—20km,主要由蛇绿岩和中泥盆世弧前沉积物组成,被早石炭世中晚期的陆间残余海盆沉积物(南明水组和清水组)不整合覆盖。

## (一) 蛇绿岩的成分特征

卡拉麦里缝合带中的蛇绿岩呈混杂体形式构造侵位于中泥盆世弧前沉积物中，由强蛇纹岩化的变质橄榄岩、辉长质堆晶岩、浅色岩、辉绿岩、基性熔岩和硅质岩等岩块构成。

变质橄榄岩出露面积累计达 80km<sup>2</sup>，常构成蛇绿混杂体的基质，其中含有扁豆状铬铁矿。岩石普遍强烈蛇纹岩化，原岩以方辉橄榄岩为主，次为纯橄榄岩和斜长二辉橄榄岩。岩石化学特征为贫 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Na<sub>2</sub>O 和 K<sub>2</sub>O，富 FeO\* 和 MgO，尤其相对富铁，MgO/(MgO + FeO\*) 平均为 0.83。稀土丰度及配分特征如图 3 所示，类似于轻度部分熔融的残余地幔。

堆晶岩以条带状辉长岩为主，次为橄榄辉石岩、橄长岩、块状辉长岩和斜长岩，其特征沿走向差异明显，反映了当时地幔成分和洋盆拉张程度的不均一性。在红柳沟及其以东，岩块较小，岩石粒粗色浅蚀变强，稀土元素丰度略高，轻稀土明显亏损；在清水一带，岩块较大，岩石粒细色深蚀变弱，稀土元素丰度较低，轻稀土相对富集（图 3）。在常量元素方面差别不明显，各氧化物含量随暗色矿物丰度变化而变化，MgO/(MgO + FeO\*) 为 0.63—0.83，TiO<sub>2</sub> 含量偏低，基本属于低钛型<sup>[11]</sup>。

浅色岩以斜长花岗岩为主，次为石英闪长岩，除了在清水以东和柳树泉西南两地呈较大岩块产出外，在红柳沟和六棵树等地均为较小岩块。它们与变质橄榄岩、辉长岩和基性熔岩等岩块伴生，显示出它们之间具有密切的成因联系。浅色岩的岩石化学特征为贫 K<sub>2</sub>O (<1.0%) 和 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>，富 SiO<sub>2</sub> 和 Na<sub>2</sub>O，K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O 为 0.03—0.27，MgO/(MgO + FeO\*) 为 0.09—0.38。从清水以东浅色岩取样分析，其稀土元素丰度及配分类似于大洋岛弧斜长花岗岩<sup>[12]</sup>（图 3），并且显示出与伴生的堆晶岩具有成因联系。

辉绿岩露头较少，或呈岩块产出，或呈岩墙侵入基性熔岩、斜长花岗岩和变质橄榄岩中。在红柳沟西南，发育由强片理化席状岩墙构成的岩块，与辉长岩和变质橄榄岩等岩块伴生。岩墙虽然已经强片理化，但冷凝边和内部粗晶相尚可辨认，走向大致近东西。辉绿岩的岩石化学

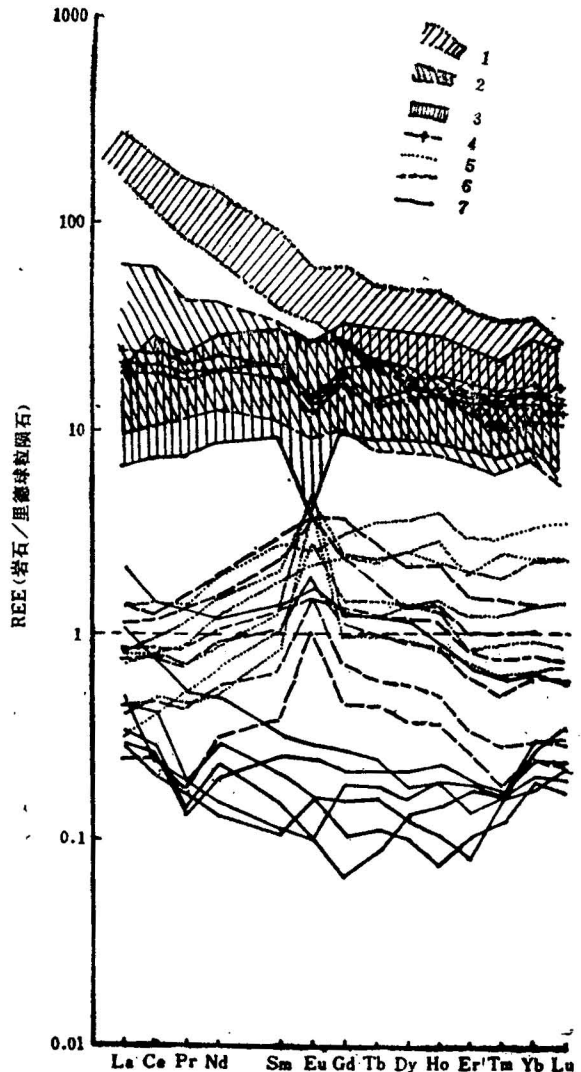


图 3 卡拉麦里蛇绿岩混杂体的稀土元素配分图解  
Fig. 3 REE patterns of the Karamaili ophiolite melanges

1—类似洋岛基性熔岩的碱性玄武岩；2—类似T型MORB的玄武岩；3—类似N型的MORB的玄武岩及辉绿岩；4—斜长花岗岩；5—红柳沟及其以东的堆晶岩；6—清水一带的堆晶岩；7—变质橄榄岩

1—Alkaline basalts similar to the oceanic island basic lava; 2—basalts similar to T-type MORB; 3—basalts and diabases similar to the N-type MORB; 4—plagiogranites; 5—cumulates from the east to Hongliugou; 6—cumulates from Qingshui areas; 7—metaperidotites

成分与类似N型MORB的基性熔岩基本相同。

基性熔岩分布较广，呈岩块与上述各种岩石共生，同时亦与深水沉积物形影不离，表明无疑为古洋壳的一部分。基性熔岩的化学成分特征为相对富铁贫镁，碱质、 $P_2O_5$ 和 $TiO_2$ 等含量变化大，具有类似岛弧拉斑玄武岩的某些特点（图4）。根据稀土元素特征及野外地质特征，这些基性熔岩可以进一步分为三种类型（图3）。①类似N型MORB的基性熔岩，岩性以拉斑玄武岩为主，次为橄榄玄武岩，块状构造，稀土元素配分曲线为铈负异常明显的平坦型，这类熔岩仅分布在红柳沟以东，在南明水一带见其呈砾石产在南明水组底砾岩内。②类似T型MORB的基性熔岩分布较广，岩性以细碧岩和变质玄武岩为主，偶见角斑岩，枕状构造发育，但仅在岩枕边部发育气孔环带。其稀土元素配分曲线为铈异常不明显的经微富集型。③类似洋岛玄武岩的碱性玄武岩，具有枕状构造，气孔杏仁构造极为发育，一个岩枕从内到外可分为五个气孔杏仁密集的环带。这类熔岩仅见于红柳沟以西，其稀土元素配分曲线为轻稀土强烈富集型。由此可见，卡拉麦里洋盆的洋壳成分是不均一的，上述不同类型的熔岩形成时所处构造位置及水深很不相同。

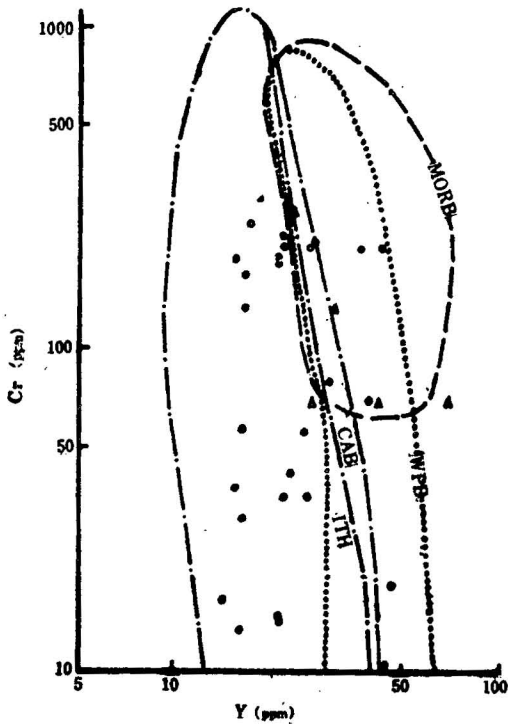


图4 卡拉麦里蛇绿岩混杂体的辉绿岩和基性熔岩的Y-Cr图解

(图中分区据J. A. Pearce(1982)<sup>[13]</sup>)

Fig. 4 Y-Cr diagram of diabases and basic rocks in the Karamaili ophiolite melanges. Division in the diagram is from J. A. Pearce (1982)<sup>[13]</sup>

WPB—板内玄武岩，MORB—洋脊拉斑玄武岩，ITH—岛弧拉斑玄武岩，CAB—钙碱性玄武岩。空心圆“O”为辉绿岩和类似N型MORB的基性熔岩，实心圆“●”为类似T型MORB的基性熔岩，空心三角“△”为类似洋岛玄武岩的碱性玄武岩。

WPB—Within-plate basalts, MORB—mid-ocean ridge basalts, ITH—Island arc tholeiites, CAB—calcalkaline basalts. circle ‘O’—diabases and basic rocks similar to N-type MORB, filled circle ‘●’—basic rocks similar to T-type MORB, empty triangle ‘△’—alkaline basalts similar to the ocean island basalts

造侵位于中泥盆世弧前沉积物，没有经受早古生代构造变动的影 响，因此，它们很可能是志留纪以后形成的。另外，与卡拉麦里古洋盆演化密切相关的火山弧时代为早泥盆世晚期至早石炭世早期，可见卡拉麦里洋盆从早泥盆世晚期开始收缩，于早石炭世初关闭，其洋壳的形成应该是在早泥盆世晚期之前。特别是近年来，在清水以北的辉长质堆晶岩中获得了全岩K/Ar年龄为388—

与上述各种岩石密切伴生的较深水沉积物以紫红色泥质硅质岩为主，次为灰色硅质粉砂岩和杂色硅质岩，普遍含有磨圆度较好的陆源石英碎屑和中酸性火山岩碎屑。据化学成分可以把它们分成洋脊热液喷射<sup>[14]</sup>、生物化学沉积和火山沉积等三种成因类型。紫红色硅质岩中含有铁锰结核，杂色硅质岩中富含放射虫残骸。

综上所述，卡拉麦里蛇绿岩是小洋盆的洋壳残片。由于该区洋盆的打开与闭合，使具有明显差异的岩石呈岩块混杂在一起。

## (二) 蛇绿岩的形成时代

对于卡拉麦里蛇绿岩的形成时代，前人多认为属于早石炭世<sup>[4,5,15]</sup>，但并无令人信服的证据。

近年该区区域地质调查的深入和国家305项目的展开，获得了如下一些新资料。卡拉麦里蛇绿岩带南北两侧均发育基本相同的晚志留世盖层沉积物，蛇绿岩虽处于强烈构造活动带，但仅构

392Ma<sup>[16]</sup>, 相当于早泥盆世早中期; 笔者等通过对硅质岩的实验室研究, 发现大量微体古生物化石, 其中有放射虫、小软舌螺、比较高级的疑源类和小壳类化石, 王乃文研究员经鉴定, 认为所反映的时代不晚于早泥盆世。为此我们认为, 卡拉麦里蛇绿岩形成于早泥盆世或更早一些, 而不是在石炭纪形成的。

### (三) 蛇绿岩侵位及卡拉麦里缝合带的形成

如前文所述, 卡拉麦里蛇绿岩构造侵位于中泥盆世弧前沉积物中, 被早石炭世中晚期陆间残余海沉积物不整合覆盖。

在中泥盆统弧前沉积物中, 蛇绿岩碎块有两种类型, 代表着两种侵位方式。该蛇绿岩带中大部分岩块侵位方式属于第一种类型, 呈以变质橄榄岩为基质的蛇绿混杂体, 它们很可能为仰冲板块的一部分, 洋盆闭合陆块碰撞导致其构造侵位于弧前沉积物中, 所以它们的产出位置就是陆块缝合带所在。另一种类型主要由基性熔岩和放射虫硅质岩构成, 偶见变质橄榄岩和辉长岩。岩块较小, 常被包裹在弧前沉积物中, 它们与弧前沉积物一起构成混杂堆积, 多分布在蛇绿岩带北侧, 并靠近火山弧。

据笔者等研究, 广泛分布在卡拉麦里地区早石炭世中晚期地层为陆间残余海盆沉积物。在卡拉麦里缝合带上, 残余海盆沉积物被称为南明水组和清水组, 其底部为富含蛇绿岩碎屑的硬砂岩, 向上渐变为油积岩, 中部为类似封闭海湾相的细碎屑, 上部则渐变为分布范围较小的磨拉石沉积。总体上呈现粗→细→粗的粒度变化, 基本反映了该地区残余海盆的演化历程。在南明水北东等地, 残余海盆沉积物直接不整合覆于蛇绿岩之上(图5), 中部细碎屑岩中含有早石炭世末期的菊石化石: *Gastrioceras* sp. 和 *Eoasianites* sp. (盛怀斌鉴定)。在区域上, 与上述地层相当的地层分别被称为散都克塔什组(在野马泉陆块南部)和塔木岗组(在准噶尔陆块北部), 与下伏地层之间为平行不整合和微角度不整合。所有上述陆间残余海盆沉积物均被碰撞后同造山陆相火山岩(C<sub>2</sub>)不整合覆盖。显然, 早石炭世中期为陆间残余海盆向两侧陆块扩展时期, 导致了广泛的海侵超覆, 但是强烈的造山运动发生在早石炭世晚期末。因此卡拉麦里缝合带的形成经历了早石炭世初期奠定雏形(陆块连接)和早石炭世晚期定形(陆块焊接)这样一个较为漫长的地质过程。

## 四、碰撞后岩浆活动

根据岩石学及岩石化学特征, 研究区广泛出露的石炭纪中晚期形成的碰撞后岩浆岩可以分成造山晚期钙碱性岩浆岩和造山后期偏碱性岩浆岩两种类型。

### (一) 造山晚期钙碱性岩浆岩

这类岩浆岩以陆相中酸性造山火山岩为主, 伴生少量侵入岩。火山岩以角度不整合覆于陆间残余海盆沉积物之上, 在卡拉麦里断裂南侧被中石炭世海相地层所超覆, 表明系早石炭世晚期至中石炭世初陆相火山喷发的产物。其岩性以安山岩为主, 次为英安岩和流纹岩, 偶见玄武岩, 可以分为三个大的喷发施迥, 厚度可达4 000m, 陆相沉积岩夹层中含有安加拉植物化石。岩石化学以富碱质、尤其相对富钾为特征, 类似于钙碱性同造山的火山岩<sup>[17]</sup>(图6)。

侵入岩主要为花岗闪长岩、闪长岩和辉石闪长岩等, 呈走向与区域构造线一致的岩脉或小岩株侵入陆间残余海盆沉积物和上述火山岩中。岩石化学和岩石学均类似“加里东I型”花岗岩<sup>[7]</sup>。

### (二) 造山后期偏碱性岩浆岩

造山后期偏碱性岩浆岩往往呈岩基或岩株产出, 以老鸦泉-黄羊山岩基(图1)规模最大。该岩基侵入弧前沉积物和陆间残余海盆沉积物, 穿切了卡拉麦里缝合带, Rb/Sr等时线年龄为

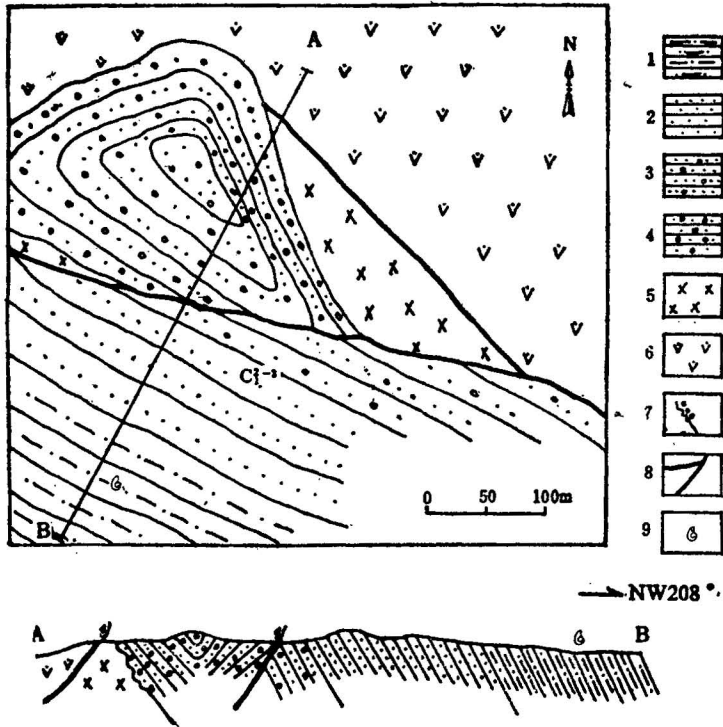


图 5 南明水北东南明水组不整合于蛇绿岩之上平面图 (上) 和剖面图 (下)

Fig. 5 Geological plan (upper) and section (down) of the Northeast Nanningshui spring, showing the unconformity of the Nanningshui Formation (C) upon the ophiolites

- 1—4: 南明水组; 1—千枚岩; 2—硬砂岩; 3—含砾硬砂岩; 4—硬砂质砾岩; 5—辉长岩; 6—变质橄辉岩; 7—不整合;  
 8—断层, 9—化石产地  
 1—Phyllite; 2—graywacke; 3—conglomeratic graywacke; 4—base conglomerate; 5—gabbro; 6—metaperidotite;  
 7—unconformity; 8—fault; 9—position of ammonioidea fossils

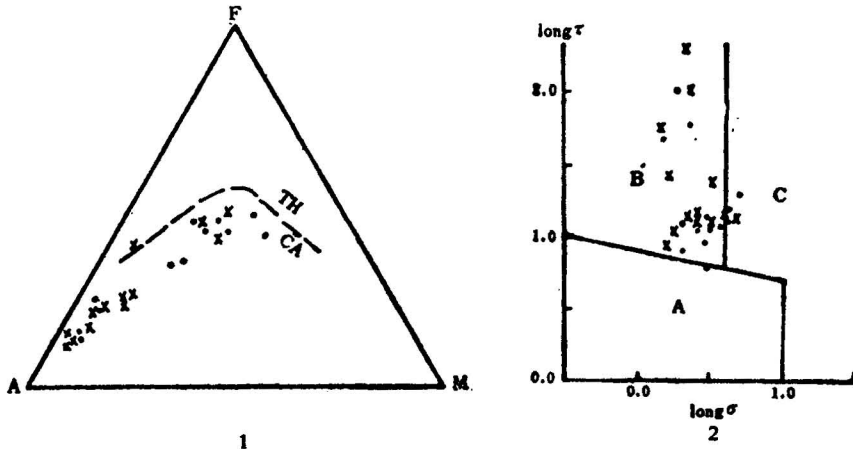


图 6 碰撞后同造山钙碱性火山岩的常量元素图解

Fig. 6 Major element diagram of post-collisional and syn-orogenic calcalkaline volcanics

图6—1为AFM图解, CA—钙碱性系列, TH—拉斑玄武岩系列; 图6—2为 $\log\sigma - \log\tau$ 图解: A—非造山区, B—岛弧及造山带, C—A与B区派生的碱性熔岩区

1—AFM diagram: CA—calcalkaline series; TH—tholeiite series; 2— $\log\sigma - \log\tau$  diagram: A—nonorogenic area; B—orogenic and island arc areas; C—alkaline lava area



336.5Ma<sup>[16]</sup>；岩石类型以黑云母花岗岩和钾长花岗岩为主，次为钠铁闪石花岗岩和钠闪石花岗岩，岩石化学以富SiO<sub>2</sub>和碱质、贫Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>和CaO为特征。并发育锡石、石墨、水晶和萤石等矿化。

上述两类岩浆岩反映了本区与板块焊接造山作用相伴生的岩浆活动特征，尤其是偏碱性岩浆岩的侵位，标志着板块焊接作用结束、成熟度较高的陆壳形成及板内演化阶段的开始。同时表明，陆内古造山带内岩浆岩不仅与古板块俯冲有关，而且可以由板块焊接造山作用所派生。后者往往伴生有大中型锡矿等内生矿产，且易于保存下来。

## 五、晚古生代板块构造探讨

据卡拉麦里地区地层、岩石和构造的综合研究表明，该区晚古生代板块构造演化可以分为如下五个阶段（图7），从泥盆纪至石炭纪，经历了陆块分裂到再次焊合的地质过程。

### （一）板块分裂，洋盆形成扩张阶段（D<sub>1</sub><sup>1</sup>—D<sub>1</sub><sup>2</sup>）

泥盆纪初，晚志留世陆表海（图7A）因板块拉张分裂而演变成有限洋盆（图7B），在扩张形成了以卡拉麦里蛇绿岩为代表的洋壳，北为野马泉陆块，南为准噶尔陆块。从区域上看，卡拉麦里洋盆为泥盆纪准噶尔洋的一部分。

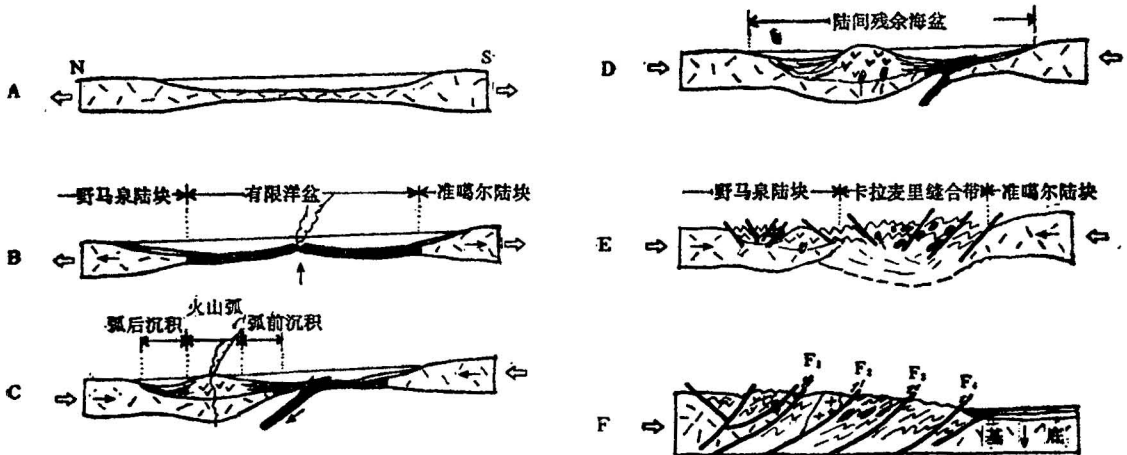


图7 卡拉麦里地区晚古生代板块构造演化示意图图中符号参见正文和图2

Fig. 7 Schematic diagram of late Paleozoic plate tectonic evolution of the Karamaili area, East Junggar, Xinjiang. Symbols in the diagram are denoted in the text and Fig. 2

### （二）板块聚敛洋盆收缩-关闭阶段（D<sub>1</sub><sup>3</sup>—C<sub>1</sub><sup>1</sup>）

早泥盆世晚期，可能由于地幔对流状态的变化，和整个准噶尔洋一样，卡拉麦里洋盆亦由扩张转化为收缩。沿卡姆斯特至柳树泉南一线，洋壳板块向北侧野马泉陆块之下俯冲，从而在该陆块南缘产生了陆缘火山弧（图7C）。早石炭世早期末，准噶尔陆块北缘接近海沟（图7D），与北侧火山弧相接，卡拉麦里有限洋盆转变为陆间残余海盆。在这一阶段中，除弧前区和连接带上发生了较强的构造变形外，两侧陆块（包括弧区）基本以隆起作用为主。

### （三）陆间残余海盆阶段（C<sub>1</sub><sup>2</sup>—C<sub>1</sub><sup>3</sup>）

早石炭世中期初，两侧陆块持续相向运动，导致陆间残余海盆的海水向两侧陆块发生海侵。

形成了残余海盆沉积物,并与下伏地层之间形成较为普遍的超覆不整合。早石炭世中期末,海域缩小,两侧陆块相继露出海面,早石炭世晚期沉积物仅发育在卡拉麦里缝合带及毗邻地区。但是,野马泉-库普火山弧在此阶段中可能始终处于隆起剥蚀状态。

#### (四) 板块焊接造山阶段 ( $C_1^2-C_3$ )

早石炭世晚期末,强烈的褶皱造山运动使陆间残余海盆沉积物和下伏地层一起构成扇形复式背斜(图7E),同时伴生有大规模陆相火山喷发和岩浆侵入,早已连接的准噶尔陆块和野马泉陆块焊接在一起,卡拉麦里缝合带最终形成。全区隆起成陆,海域向南退缩到北天山一带,仅在卡拉麦里造山带南侧的山前地带局部遭受短暂的海侵。与此同时,准噶尔洋范围缩小,局限到北天山-西准噶尔-巴尔喀什-斋桑一线。

#### (五) 板内演化阶段 (P—现代)

从二叠纪开始,随着准噶尔洋的最终闭合,塔里木、中天山-伊犁、准噶尔和西伯利亚等古板块连成一体,新疆北部进入板内演化阶段。由于西伯利亚古板块向南推挤作用影响,卡拉麦里地区发生了强烈的逆冲推覆变动。由北而南依次排列的库布苏-库普断裂( $F_1$ )、清水-苏吉泉断裂( $F_2$ )、卡拉麦里断裂( $F_3$ )和准噶尔盆地东北缘断裂( $F_4$ )等相继形成或持续活动,构成断面北倾的叠瓦构造,使地壳继续大规模缩短。同时,长期隆起的准噶尔陆块下陷构成盆地的基底。至侏罗纪末,基本形成了今天所见的构造格局(图7F)。

## 六、几点新认识

(1) 卡拉麦里蛇绿岩为泥盆纪再生小洋盆的洋壳残片。结合邻区资料,可见早泥盆世是新疆北部乃至西伯利亚古板块南缘重要的拉张分裂时期。

(2) 卡拉麦里地区晚古生代板块构造演化可以概括为陆块拉张分裂( $D_1$ )和再次聚合焊接( $D_2^2-C$ )。其突出特征是揭示出板块碰撞造山实际上是洋盆闭合、陆块连接到最终焊接成一体这样一个漫长的地质过程,其间经历了早石炭世中晚期陆间残余海盆这一地质构造阶段。这一模式至少适合于中亚蒙古造山带晚古生代期间的构造演化<sup>[18]</sup>。

(3) 卡拉麦里地区晚古生代板块构造特征表明,该区可能赋存与蛇绿岩有关的铜镍矿和隐伏型铬铁矿、与火山弧侵入岩有关的斑岩型铜铅矿和与碰撞后偏碱性花岗岩有关的稀有元素及锡矿等矿产资源。

本项研究期间,李春昱教授精心指导,使用新疆地矿局1/20万等区调资料,国家305项目和地矿部地质研究所提供资助,姜春发和王荃等同志曾多次提出有益建议,侯鸿飞、王乃文、盛怀斌和高联达等同志鉴定了新发现的化石,在此一并表示谢意。

### 参 考 文 献

- [1] 李春昱,王荃、刘雪亚、汤耀庆,1982,亚洲大地构造图说明书。地图出版社。
- [2] 李春昱、汤耀庆,1983,亚洲古板块划分以及有关问题。地质学报,第57卷,第1期。
- [3] 王集源、李正忻、王东方译(苏蒙地质科学研究队著),1980,蒙古地质基本问题。地质出版社。
- [4] 蔡文俊,1986,新疆准噶尔东北缘板块构造初步研究。中国北方板块构造论文集,第1集,地质出版社。
- [5] 成守德、王广瑞、杨树德、靳金生、祝皆水,1986,新疆古板块构造。新疆地质,第4卷,第2期。
- [6] 任纪舜、姜春发、张正坤、秦德余,1980,中国大地构造及其演化。科学出版社。
- [7] Pitcher, W. S., 1983, Granite type and tectonic environment. In: Mountain Building Processes (ed. by K. J. Hsu), pp. 19—40. Academic Press INC. (London) LTD.
- [8] 吴庆福,1986,准噶尔盆地构造演化与找油领域。新疆地质,第4卷,第3期。
- [9] 吴庆福,1987,论准噶尔中间地块的存在及其在哈萨克斯坦板块构造演化中的位置。中国北方板块构造论文集,第

2 集, 地质出版社。

- [10] 苏养正, 1981, 论图瓦贝Tuvaelia的时空分布和生态环境。古生物学报, 第20卷, 第6期。
- [11] Serri, G., 1981, The petrochemistry of ophiolite gabbroic complexes: a key for the classification of ophiolites into low-Ti and high-Ti types. Earth and Planetary Science Letters, Vol. 52, No. 1, pp. 203—212.
- [12] Arth, J. G., 1979, Some trace elements in trondhjenites—their implications to magma genesis and paleotectonic setting. In: Trondhjenites, Dacites, and Related Rocks (ed. by Barker), pp. 123—132. Elsevier.
- [13] Pearce, J. A., 1982, Trace element characteristics of lavas from destructive plate boundaries. In: Andesites (ed. by R. S. Thorpe), pp. 525—547. J. Wiley and Sons,
- [14] Adachi, M., et al., 1986, Hydrothermal chert and associated siliceous rocks from the northern Pacific; their geological significance as indication of ocean ridge activity. Sedimentary Geology, Vol. 47, No. 1/2.
- [15] 张驰, 1981, 新疆蛇绿岩的某些地质特征。地质论评, 第27卷, 第4期。
- [16] 新疆地矿局第一区域地质调查大队, 1987, 新疆同位素地质年龄数据汇编。新疆地质, 第5卷, 第4期。
- [17] Rittman, A., 1973, Stable mineral assemblages of igneous rocks—a method of calculation. Springer-Verlag.
- [18] 李锦轶, 1986, 内蒙古东部中朝板块和西伯利亚板块之间古缝合带的初步研究。科学通报, 第31卷, 第14期。

## MAIN CHARACTERISTICS OF LATE PALEOZOIC PLATE TECTONICS IN THE SOUTHERN PART OF EAST JUNGGAR, XINJIANG

Li Jinyi, Xiao Xuchang, Tang Yaoqing and Zhao Min

*(Institute of Geology, CAGS, Beijing)*

Zhu Baoqing and Feng Yimin

*(Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources, CAGS, Xi'an)*

### Abstract

This paper systematically discusses the evolution of the late Paleozoic plate tectonics in the Karamaili area, East Junggar, Xinjiang. Based on many new data combined with the previous 1/200,000 regional geological surveys, the following late Paleozoic plate tectonic units may be distinguished from north to south in the area: the Yemaquan continental block (YCB), the Karamaili suture (KS) and Junggar continental block (JCB).

The Yemaquan block consists mainly of the Ordovician (?) to Middle Silurian folded basements and the Late Silurian to Early Devonian covers. The late Early Devonian to early Early Carboniferous pericontinental volcanic arc is developed in the southern part of the block.

The basement of the Junggar block has not been clear, and is probably Precambrian in age. During the Devonian the block had uplifted and undergone denudation. From the beginning of the Visean the block was once invaded by seawater, and from the Permian to the present it sank to form the ancient basement of the Junggar basin.

The Karamaili suture is composed of Early Devonian Ophiolites and Middle Devonian fore-arc sediments, overlain disconformably by the Visean to Namurian

intercontinental relict sea-basin sediments.

The features of the post-collisional magmatism are summarized briefly and discussed.

Finally, the evolution of the late Paleozoic plate tectonics of the area is discussed. It involved five stages: (1) extension and splitting of the plate, (2) convergence and contraction of the restricted Karamaili oceanic basin, (3) formation of the intercontinental remnant sea basin; (4) welding and orogeny of the connected blocks, and (5) intraplate evolution.

### 作 者 简 介

李锦轶, 1956年7月生, 1982年1月毕业于长春地质学院地质系区域地质调查及矿产普查专业。1985年于中国地质科学院研究生部获硕士学位, 1988年在该院获理学博士学位, 现于该院地质研究所从事古板块构造及成矿作用研究。