

文章编号: 1000- 6524 (2002) 04- 0327- 09

## 再论冀北古缝合带的证据

王仁民, 倪志耀, 袁建平, 童 英

(北京大学 地球与空间科学学院, 北京 100871)

**摘要:** 近南北走向的冀北太古宙麻粒岩相古陆核北侧受到近东西走向的古元古代造山带的交切。在陆缘沉积增生带内发现大量残存的古洋壳残片, 包括蛇纹石化方辉橄榄岩、具鬃刺结构的苦橄岩、透闪石岩、橄长岩、异剥钙榴岩、细碧岩、退变榴辉岩、基性枕状熔岩和斜长花岗岩等, 与陆缘沉积岩一起构成古蛇绿岩混杂带。推断该蛇绿岩混杂带从古元古代开始直到新元古代末有逐步向北后退发育的特点。

**关键词:** 元古宙; 古缝合带; 古洋壳; 冀北

中图分类号: P548. 2

文献标识码: A

### More on the evidence of the paleostylolitic zone in northern Hebei Province

WANG Ren\_min, NI Zhi\_yao, YUAN Jian\_ping and TONG Ying

(School of Earth and Space Science, Peking University, Beijing 100871, China)

**Abstract:** The northern margin the NS\_extending ancient continental block of Archean granulite facies in northern Hebei Province is intersected by the WE\_stretching Early Proterozoic orogenic belt. Lots of residual oceanic crusts such as serpentized harzburgites, spinifex peridotite, tremolite, troctolite, rodingite, spilite, retrograded eclogite, pillow basic lava and plagiogranite are found in the continental marginal sedimentary-accreting zone. These crusts and continental marginal sedimentary rocks make up a typical ophiolitic mélangé belt. It can be concluded that this ophiolitic mélangé belt was formed progressively from south to north between Early Proterozoic and the end of Proterozoic.

**Key words:** Proterozoic; paleostylolitic zone; ancient oceanic crusts; northern Hebei Province

华北太古宙古陆核北缘(冀北)是否存在现代样式的古板块构造是一个十分严肃的课题, 首先应当从更高的宏观全局来加以分析。笔者自 1991 年首先发现恒山和宣化大东沟的高压麻粒岩以来(王仁民等, 1991), 一直在思考这个问题, 并于 1994 年从区域地质分带性

收稿日期: 2002- 06- 12; 修订日期: 2002- 08- 06

基金项目: 国家自然科学基金资助项目 (49862003, 49872065)

作者简介: 王仁民 (1934- ), 男, 教授, 博士生导师, 长期从事变质岩石学和前寒武纪地质学教学和科研工作。

和灰色片麻岩、高压麻粒岩的成因等方面初步论证了这方面的证据(王仁民等, 1994), 从1999年开始找到了一些古洋壳残片<sup>①</sup>, 近年来陆续有了更多的发现(王仁民等, 2002), 从而在解决太古宙末究竟有无板块运动这个世界性大难题面前增强了自信心, 但发布最后结论仍感为时尚早。

## 1 区域地质分带性

通过详细的野外工作, 笔者确信: 从原红旗营子群南部向南直到华北太古宙古陆块北缘, 存在大量的构造岩片和构造单元, 且具有明确有序的分带性, 值得高度重视(图1)。

### 1.1 原红旗营子群(包括原单塔子群的凤凰组、刘营组和南店子组等)

原红旗营子群是一套原岩主要为泥砂质沉积岩的副变质岩系, 变质程度仅达角闪岩相, 在冀北占据相当大的面积, 其时代为  $1995 \text{ Ma} \pm 15 \text{ Ma} \sim 2434 \text{ Ma} \pm 23 \text{ Ma}$ (胡学文等, 1996), 走向近东西向, 横贴在华北太古宙古陆块各个岩系的北侧, 与华北麻粒岩带呈不整合接触。红旗营子群一般被公认为是古元古代的陆缘沉积增生带。近年来笔者等在红旗营子群南端内部发现方辉橄榄岩、退变榴辉岩和异剥钙榴岩等大量构造透镜体, 疑为洋壳残片及蛇绿混杂岩带, 与沉积增生体构成强烈的构造岩片。

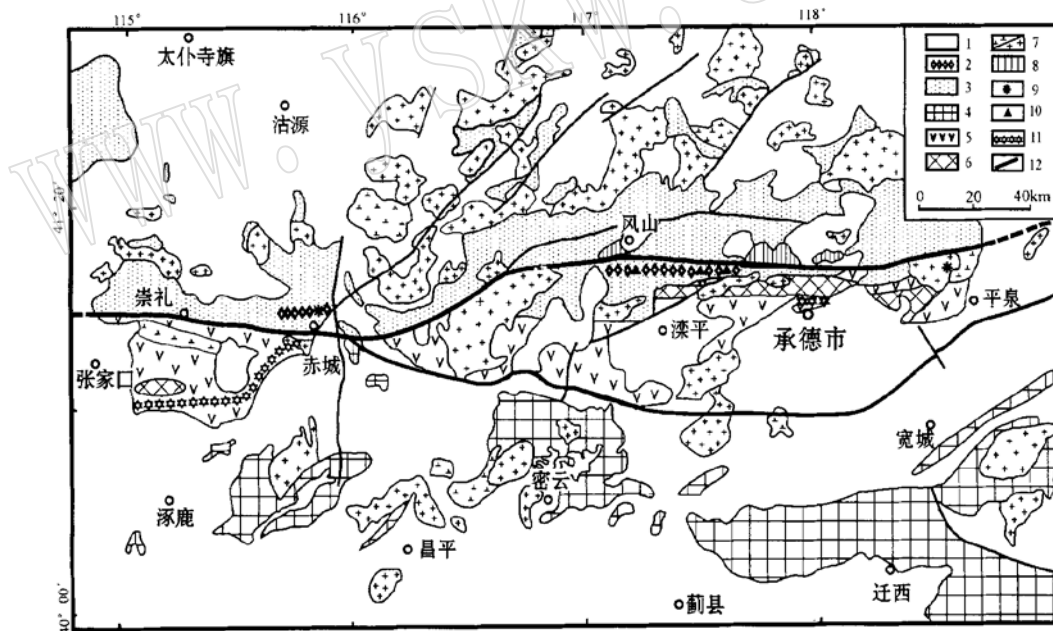


图1 华北古陆核北缘地质简图

Fig. 1 Sketch geological map of the northern margin of North China palaeocontinental nucleus

1—显生宙盖层; 2—蛇绿混杂岩带; 3—红旗营子群陆缘沉积; 4—华北太古宙麻粒岩基底; 5—岛弧型绿岩带; 6—中间地块; 7—海西期和燕山期闪长岩/花岗岩; 8—中元古代斜长岩; 9—蛇绿岩残片; 10—异剥钙榴岩; 11—高压麻粒岩带; 12—断层

<sup>①</sup> 李江海等主编. 1999. 华北及邻区前寒武纪地质与元古代超大陆再造专题学术会议(论文摘要). 北京大学.

## 1.2 原涧沟河组绿岩带

原涧沟河组绿岩带是原崇礼群的主体,以变质为斜长角闪岩的基性火山岩为主(70%以上),局部可见变余枕状构造,原岩主要是轻稀土元素富集的石英拉斑玄武岩,夹少量磁铁石英岩和透闪大理岩,时代为  $2454.6 \text{ Ma} \pm 107.3 \text{ Ma}$ (陈强安等,1992),可能是古元古代的弧前绿岩带。

## 1.3 中间地块(孤岛)

此处的中间地块指绿岩带之中曾遭受麻粒岩相变质又不同程度地受到角闪岩相退变质作用改造的古老地块透镜体,最典型的是平泉上平房组。原先认为是局部进变质达到麻粒岩相的巨大夹层,或另建一个更古老的五道河群(谭应佳等,1991),但笔者发现,它的条带及片麻理走向近南北向,与旁边近东西走向的单塔子群完全不协调,呈现明显的“立交桥式”交切,而在岩性和走向上却可与遵化群的麻粒岩遥遥相连,中间被单塔子群和巨厚而完整的燕山沉降带所隔开,可见它是从新太古代开始就从华北古陆块中被切割下来的一个中间地块。

承德地区的中间地块由于退变质强烈而难以辨认,区测队曾叫作北白庙组,后改为陈营子片麻岩,其中虽不易找到麻粒岩相矿物组合残余,但露头上极微细的深熔条带暗示其曾经经历过麻粒岩相变质作用。中间地块之中也不乏超镁铁岩体,最大的一个是高寺台岩体,其中产有铬铁矿。对于这些,笔者同意前人的意见,未将其纳入古洋壳残片之列(白文吉等,1993)。在崇礼县上新营村附近,也有一个麻粒岩相中间地块,以紫苏花岗岩为主体,其露头面貌与其南150 km之外的山西浑源县城附近的紫苏花岗岩毫无二致。我们可以这些中间地块(孤岛)为界,划分开弧前和弧后绿岩带。

## 1.4 原燕窝铺组绿岩带

指中间地块以南的原崇礼群化家营组和水地庄组以及原单塔子群的燕窝铺组,除TTG型岩体外,主体仍是轻稀土元素富集的变质基性熔岩(斜长角闪岩),有少量中性火山岩,属钙碱性岩系。燕窝铺组中发育有大量的与基性熔岩走向近直交的辉绿岩墙,表明该带具强烈的拉张特征,对金矿的分布也有明显的控制作用,该带可称为弧后绿岩带。

原韩家营组是一个局部存在的沉积小盆地,再略向南更有巨厚的从长城纪直到白垩纪的拗槽沉积,可见该弧后拉张有多么悠久的历史。

## 1.5 高压麻粒岩带

西起怀安县大虎沟,向东经过宣化大东沟、张全庄、大岭堡、赤城馥麻坑,直到承德市北单塔子和双峰寺等地,存在一条总体近东西向展布的、狭窄的板状高压麻粒岩带,断续延长达300 km以上,而宽仅2 km左右,南北两侧被糜棱岩带所局限。变质条件( $850\text{ }^{\circ}\text{C}\sim 900\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,  $1.3\sim 1.4\text{ GPa}$ )说明它也经历了一个俯冲过程,宏观上应位于弧后拉张带的南侧。除上述地点外,在更向南部的怀安蔓菁沟和恒山等地也发现了高压麻粒岩,因此产生了高压麻粒岩带的走向为东西向和北东向两种观点。笔者认为蔓菁沟和恒山的高压麻粒岩属于TTG岩体之中的包体,它们是不能同板状高压麻粒岩相连的,因此仍坚持东西向观点。沈其韩和耿元生(1996)曾对蔓菁沟高压麻粒岩围岩的条带状麻粒岩进行过详细的研究,认为它是比暗色条带更晚的基性岩部分熔融熔出的英云闪长质熔体,在18~19亿年时被抬升而剥露。

该高压麻粒岩带的构造环境很费思量,基性熔岩呈现“四像四不像”的地球化学特征,1999年笔者(王仁民等,1999)曾指出:“看来很可能其中席卷了部分洋壳残片,但并没有将其作为太古宙完整的洋壳来看待,而更可能是新太古代侧向增生的弧后混杂带”。该带内还

包括变质泥质岩、石墨片岩和磁铁石英岩等。该带的形成时代十分重要,据最近的综合分析认为其形成于  $1\ 831\ \text{Ma} \pm 4\ \text{Ma}$  (毛德宝等, 1999), 近年来有人将其厘定为一个古洋壳缝合带, 恐欠妥当。

### 1.6 TTG 型岩浆岩带

指出露于更南部的承德原南白庙组和恒山地区的灰色片麻岩等, 分布很广泛, 往往叠置于华北太古宙麻粒岩古陆块边缘。按灰色片麻岩体的成因, 它应是原先的一大套基性变质岩深埋而并未充分脱水便发生熔融的产物。可是在像恒山这样的地区, 附近根本找不到基性源区, 因此这些岩体很可能属于深部的俯冲洋壳熔融产物, 而非原地成因(王仁民, 1994), 类似于现代安第斯式陆缘的情况。

上述地质体的带状分布说明了:

(1) 它们是构造单元而不是地层单元(王仁民等, 2002)。像单塔子群长期以来作为地层单元, 当中夹有上平房组麻粒岩, 北白庙组呈退变质而燕窝铺组呈进变质状态, 近年来更在其中发现了高压麻粒岩、异剥钙榴岩等, 将其作为地层单元根本无法解释。

(2) 南侧的迁西群、遵化群、密云群、四合堂群等太古宙陆块大体呈近南北走向, 向北突然消失。单塔子和崇礼两个岛弧绿岩带呈近东西向“立交桥式”发育, 并切割下来一些孤岛(中间地块)。这些岛弧增生带应当看作一个古元古代造山带, 是沟、弧、盆基本完整的缝合带。

(3) 弧后拉张带有漫长的历史。高压麻粒岩暗示 19 亿年前已有一个闭合过程, 但不久后又继续拉张沉降, 燕山沉降带的主体基本上位于该弧后拉张带内。19 亿年前形成的沉降带的底部的长城系砾岩如果可以看作是冀北最古老的磨拉石沉积, 那么, 该区在 19 亿年前已经造山。从这些情况来看, 冀北找到 19 亿年前的古洋壳残片应当是可能的。

## 2 古洋壳残片

根据以上区域地质分析, 可以认为古缝合带及古洋壳残片应位于古岛弧以北。研究区内超镁铁质岩体为数甚多, 性质和种类也不同, 有的属镁质系列, 有的属铁质系列, 因此在厘定古洋壳残片时, 必须审慎地加以鉴别。初步判断该区的超镁铁岩体可进一步分出 3 个亚带。

### 2.1 以交代作用为特色的早期洋壳残片混杂带

这个亚带非常支离破碎, 较大的包括范家西沟橄长岩、镇宁堡透闪石岩、七里河具鬣刺结构的苦橄岩、三道沟—白旗—中喇叭沁沟等地的异剥钙榴岩、疙瘩沟细碧岩和样墩斜长花岗岩等, 它们都位于红旗营子群内部靠近南部边缘, 由大大小小许多透镜体组成, 大者数十米, 小者以厘米计, 与红旗营子群副变质岩呈构造岩片叠置在一起, 构成混杂带。透镜体有的钠化, 有的钙化, 以经历显著交代作用为特征, 这恰恰可作为洋底变质作用的标志。这个亚带的时代尚不清楚, 胡学文等(1996)曾对原凤凰咀组用 Sm-Nd 法获得  $2\ 587\ \text{Ma} \pm 178\ \text{Ma}$  的年龄, 其  $\epsilon_{\text{Nd}}(t) = 3.6 \pm 1.1$ , 同时样墩斜长花岗岩形成年龄为  $2\ 408\ \text{Ma}$ , 故推断以原凤凰咀组为主体, 这里存在一个古元古代的古洋壳和古缝合带。赤城七里河具鬣刺结构的超镁铁质岩石强烈蛇纹石化, 初看很像科马提岩, 然而化学成分不同, 特别是 CaO、 $\text{Al}_2\text{O}_3$  和  $\text{TiO}_2$  很低, 而极富 MgO, 按索波列夫法计算矿物成分, 含橄榄石 59.58%~61.03%、斜方辉石 36.07%~38.23%、单斜辉石 0.77%~4.35%, 相当于方辉橄榄岩, 又考虑到鬣刺结构应为

喷出岩特征, 故定名为苦橄岩。按近年来的新认识, 科马提岩乃是由苦橄岩浆经堆晶和交代作用的产物(de Wit *et al*, 1987), 早在 1976 年 Nesbitt 和孙贤铄就发现许多具鬣刺结构的太古宙苦橄岩具有洋壳的化学特征(Nesbitt and Sun, 1976)。

镇宁堡附近有大量透闪石岩透镜体, 与七里河苦橄岩在一个带上, 在七里河苦橄岩透镜体的裂隙中可以见到局部发育的透闪石岩, 所以有理由认为镇宁堡透闪石岩正是七里河苦橄岩经过钙化交代的产物, 在化学成分上更接近于科马提岩。1987 年 de Wit 等人已在巴比顿绿岩带之中识别出了一个 35 亿年前的洋壳残片(Jamestown 蛇绿杂岩), 它即主要由强交代型科马提岩组成(de Wit *et al*, 1987)。但这并不意味着早太古代有板块运动的存在(de Wit, 1998)。与巴比顿相比, 更像蛇绿岩套的是, 赤城七里河苦橄岩透镜体中往往有斜长花岗岩紧密共生, 应不是偶然现象, 而是其岩浆分异作用的产物。据王启超同志来函告知, 他曾对赤城样墩斜长花岗岩用锆石 U-Pb 法测得年龄为 2 408 Ma, 赵宗溥等对红旗营子群中斜长花岗岩同样获得了锆石 U-Pb 年龄为 2 408 Ma ± 40 Ma 的上交点年龄(赵宗溥等, 1993), 故推测这些科马提岩(透闪石岩)和苦橄岩等也是在古元古代形成并侵位的。

向东到滦平县境, 以白旗- 喇叭沁沟异剥钙榴岩为代表, 也有大量透镜体, 也是强烈钙化交代作用的产物, 但其原岩主要是堆晶透辉石岩, 堆晶结构明显, 钙铝榴石在岩石中很不均匀, 局部强烈富集。它基本上见于蛇绿岩套中, 科尔曼甚至说过“目前尚没有在其他地质环境中形成的报导”(Coleman, 1977)。作为一种交代岩, 它在成因上可能与蛇纹石化作用有内在联系。在南非太古宙洋壳剖面中也局部出现异剥钙榴岩, 被认为是强交代作用下 CaO 和 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 均处于活动状态的结果(de Wit *et al*, 1987)。本区异剥钙榴岩的发现对洋壳的厘定是一个有力的佐证。

再向东, 在承德疙瘩沟附近出现厚层的堆晶辉石岩和基性熔岩(斜长角闪岩), 局部具显著变余枕状构造。然而这里大部分岩石具不同程度的轻稀土元素富集。据研究, 此种轻稀土元素富集现象不是原生的, 而和不同程度的钠化(细碧岩化)密切相关, 含较高的 Na<sub>2</sub>O (3.29% ~ 5.47%) 和 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (15.62% ~ 17.58%), 而 K<sub>2</sub>O、CaO、MgO 则较低。虽然常量和稀土元素偏离了 MORB 的特征, 但微量元素仍可揭示其本质, Nb/Y 显著低于 1, 可以证明是钠化而不是碱性玄武岩, 同时 Th 强烈亏损, 而没有高场强元素的亏损, 表明其不同于大陆或岛弧玄武岩, 在 Th/Yb- Ta/Yb 图上显示了明确的 MORB 特征(图 2)。

**2.2 以斜长岩为代表的古裂谷拉张带**

形成于 18~ 16 亿年的大庙斜长岩体在我国一般公认为是中元古代裂谷拉张的产物, 同期伴生的还有小张

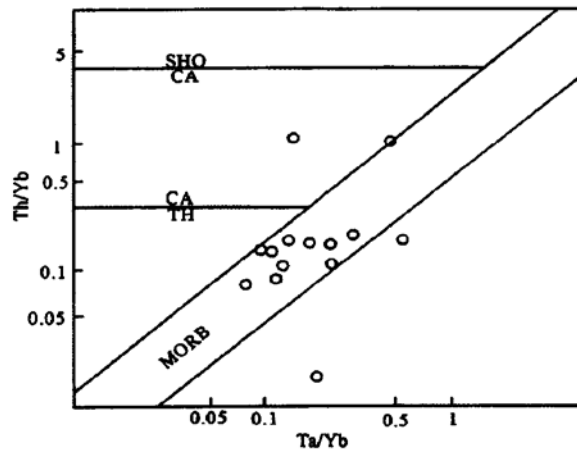


图 2 原凤凰咀组变基性熔岩的 Th/Yb- Ta/Yb 图  
Fig. 2 Th/Yb- Ta/Yb diagrams of metabasic lava in Fenghuangzui Formation  
SHO—钾玄武岩; CA—钙碱性玄武岩; TH—拉斑玄武岩; MORB—洋中脊玄武岩

家口辉石岩体、铁马辉长岩体等,多为富铁岩体,产钒钛磁铁矿。这类岩体散布甚广,不限于中间地块以北地区。近年来还发现一些超镁铁质“岩墙群”,如位于铁马附近,外观上类似鬣刺结构的细长密集的蛇纹岩质“岩墙群”,最宽者不足 2 m,较窄的以毫米计,反映了当时强烈的拉张环境。常见其与富铁系列岩石共生,故不属于洋壳。有人将其列入古洋壳也是欠妥的。

### 2.3 以退变榴辉岩为标志的晚期洋壳残片混杂带

目前保存较完整的是赤城吕河堡蛇绿岩套(图 3),剖面下部为强烈蛇纹石化的蛇纹岩,含铬铁矿,用索波列夫法计算结果为  $Cpx$  4.91%、 $Opx$  17.03%、 $O1$  78.06%,原岩应为方辉橄榄岩,个别残存橄榄石  $Fo$  为 92.30~92.75,属于洋壳下的地幔橄榄岩。剖面上部是退变榴辉岩、斜长角闪岩与红旗营子群石榴石黑云斜长片麻岩混杂在一起的叠置构造岩片。退变榴辉岩具充分的岩相学证据,早期矿物组合为石榴石-绿辉石-石英-金红石。在石榴石之

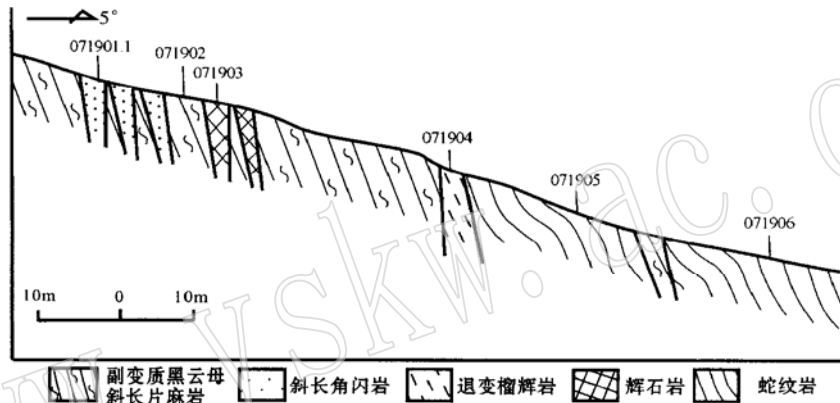


图 3 吕河堡蛇绿岩套剖面略图

Fig. 3 Sketch geological section of Luhebu ophiolite suite

中仍有残存新鲜绿辉石包裹体存在( $Jd=30.1$ ),但大部分已分解为斜长石( $An_{32}$ )和透辉石的蠕虫状后成晶集合体,具绿辉石假象,有的进一步分解为斜长石和角闪石的后成合晶。石榴石以高的  $Gro + And$  值(0.227~0.346)和不定的  $Pyr$  值(0.190~0.347)为特征,与本区高压麻粒岩有明显区别。据倪志耀计算,残存早期榴辉岩的温压条件为 770~782 °C、1.55~1.60 GPa(另文详细介绍)。

本区退变榴辉岩及相关变质基性熔岩具有明显的 MORB 信息,在稀土元素配分模式图(图 4)上主要表现为稀土元素平坦型,部分甚至为轻稀土元素略亏损的模式。在常量和微量元素方面,也基

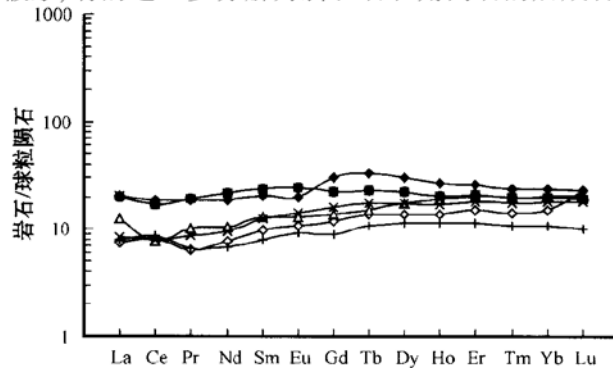


图 4 本区退变榴辉岩及其相关的变质基性熔岩稀土元素配分模式图

Fig. 4 Chondrite-normalized REE patterns of retrograded eclogites and related metabasic lava

本上落入 MORB 区内(图 5)。对于古洋壳, 加上明显的分异变化(Cr、Ni 变化大), 个别点子超出现代 MORB 的范围是完全可以理解的。最重要的标志是并没有显示 Ta、Zr 等高场强元素的亏损, 因而不同于岛弧拉斑玄武岩, 应厘定为古洋中脊的产物, 并曾经历过俯冲高压变质过程。

该古洋壳残片经过强烈肢解, 保存很不完整, 据镇宁堡幅 1: 5 万区调统计, 在不足 10 km<sup>2</sup> 范围内有蛇纹岩体 132 个, 实际还不止此数, 有的很小, 因而不大容易辨认。但不同压力状态下的岩石呈叠瓦状混杂, 无疑是存在古洋壳的证据。这个较晚的古洋壳的时代目前尚不清楚。笔者采用退变榴辉岩的单颗粒锆石蒸发法, 获得 357 Ma 的年代数据, 这反映了海西期事件的强烈影响。但古洋壳形成时间应更早些, 上交点年龄大约可达 10 亿年左右。胡桂明等(1998) 注意到承德以北震旦纪青白口群的缺失, 提出赤峰地体向南拼贴的时间应在震旦纪 600~ 700 Ma 之间, 为元古宙末期的产物。总的看来, 发生在华北古陆块与赤峰地体之间的整个古混杂带从古元古代开始直到新元古代末期有逐步向北后退的特点。伴随逐步后

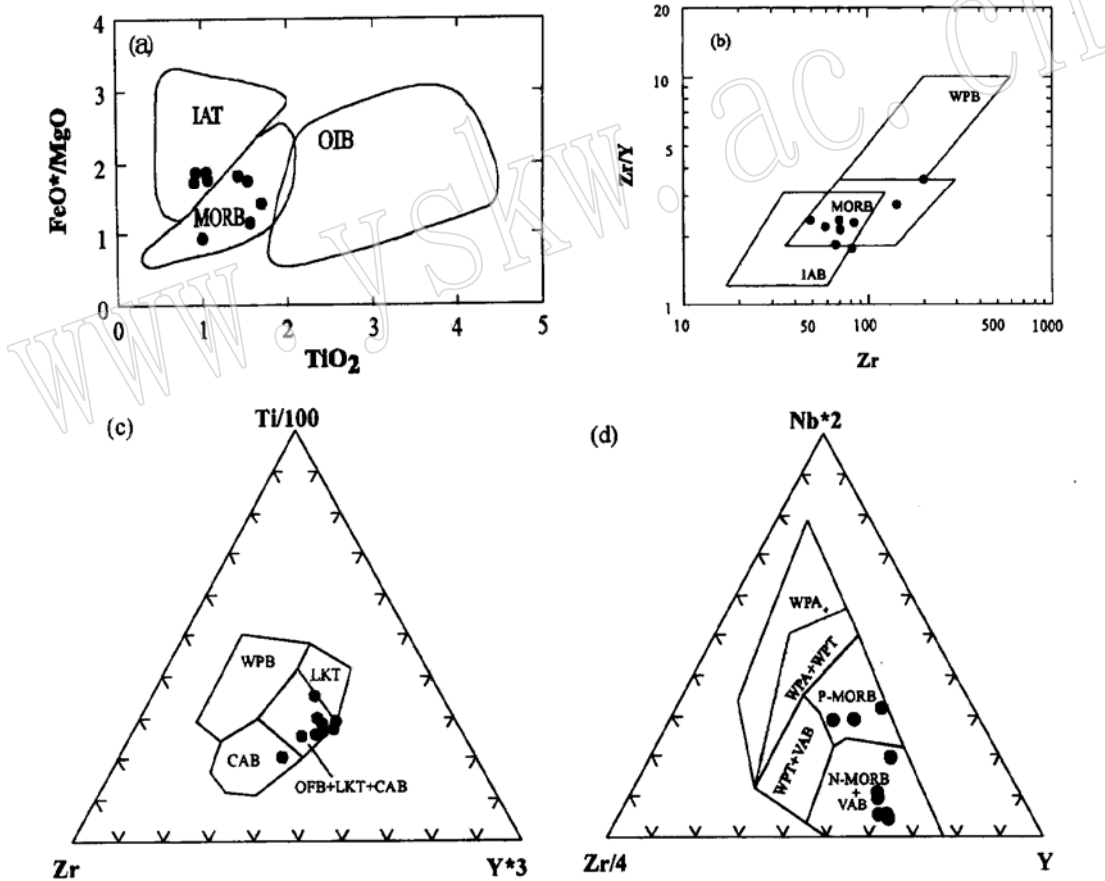


图 5 本区退变榴辉岩及其相关变质基性熔岩的构造环境判别图解

Fig. 5 Discrimination diagram for tectonic setting of retrograded eclogites and related metabasic lava  
 CAB—钙碱性玄武岩; IAB—岛弧玄武岩; IAT—岛弧拉斑玄武岩; LKT—低钾拉斑玄武岩; OFB—洋底玄武岩;  
 OIB—洋岛玄武岩; N- MORB—正常洋中脊玄武岩; P- MORB—富集型洋中脊玄武岩; VAB—火山弧玄武岩;  
 WPA、WPB、WPT—板内玄武岩

退, 洋壳变质的交代作用减弱而压力增高。

### 3 结 论

(1) 原单塔子群、崇礼群是构造单元而非地层单元, 是横亘于华北古陆核北侧的古元古代造山带, 沟、弧、盆体系基本完整, 是古板块的宏观证据。

(2) 方辉橄榄岩、异剥钙榴岩、退变榴辉岩等数以百计的构造透镜体与红旗营子群南缘的泥质片岩一起构成古蛇绿岩混杂带, 证明了洋壳的高压俯冲过程。

(3) 岩石化学特征表明, 沿红旗营子群南缘确有强烈肢解的古洋壳残片存在, 从古元古代到新元古代末期有逐步向北后退发育的特点, 但古洋壳不同残片的各自年龄, 有待进一步研究。

### References

- Bai Wenji, Zhou Meifu, Hu Xufeng, *et al.* 1993. Mafic/Ultramafic Magmatism and Tectonic Evolution of the Northern China Craton [M]. Beijing: Seismological Press (in Chinese with English abstract).
- Chen Qiang'an, Wang Fangzheng. 1992. Thermal history and tectonic setting of the Archean Chongli Group in northwestern Hebei, China [A]. Collected Works of Petrology [C]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 206~ 216 (in Chinese with English abstract).
- Coleman R G. 1977. Ophiolite—Ancient Oceanic Lithosphere [M]? Berlin: Springer-Verlag.
- de Wit M J. 1998. On Archean granites, greenstones, cratons and tectonics: does the evidence demand a verdict [J]? *Precamb. Research*, 91: 181~ 226.
- de Wit M J, Hart R A, Hart R J. 1987. The Jamestown ophiolite complex, Barberton mountain belt: a section through 3.5 Ga oceanic crust [J]. *J. Afr. Earth Sci.*, 6: 681~ 730.
- Hu Guiming, Wang Shoulun, Xie Kunyi, *et al.* 1998. Terrane Tectonics and Metallogenetic Division of Iron and Gold Deposits in North Margin of the North China Platform [M]. Beijing: Geological Press (in Chinese with English abstract).
- Hu Xuewen, Zhang Jiangman, Quan Heng, *et al.* 1996. The isotopic ages of the Hongqiyngzi Group in northern Hebei and its age assignment [J]. *Regional Geology of China*, 57(2): 186~ 192 (in Chinese with English abstract).
- Mao Debao, Zhong Changting, Chen Zhihong. 1999. The isotope ages and their geological implications of high-pressure basic granulite in north region to Chengde, Hebei province, China [J]. *Acta Petrologica Sinica*, 15(4): 524~ 531 (in Chinese with English abstract).
- Nesbitt R W, Sun S S. 1976. Geochemistry of Archean spinifex-textured peridotites and magnesium and low-magnesium theleites [J]. *Earth Planet Sci. Lett.*, 31: 433~ 453.
- Shen Qihan, Geng Yuansheng. 1996. The petrological and geochemical characteristics of Archean banded granulites in northwestern Hebei Province [J]. *Acta Petrologica Sinica*, 12(2): 247~ 260 (in Chinese with English abstract).
- Tan Yingjia, Wang Guocan, Li Shunxian. 1991. Archean Geology and Its Constraints to Gold Prospecting in Pingquan-Chende Area, North Hebei Province [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press (in Chinese with English abstract).
- Wang Renmin. 1994. Two types of Archean grey gneiss in North China and their geological significance [J]. *Acta Geologica Sinica*, 68(2): 119~ 131 (in Chinese with English abstract).
- Wang Renmin, Chen Zhenzhen, Chen Fei. 1991. Grey tonalitic gneiss and high-pressure granulite inclusions in Hengshan, Shanxi Province and their geological significance [J]. *Acta Petrologica Sinica*, 7(4): 36~ 46 (in Chinese with English abstract).
- Wang Renmin, Dong Weidong. 1999. A new consideration about geotectonic setting of high-pressure granulite belt in north-



- western Hebei Province[J]. *Earth Science Frontiers*, 6(4): 347~ 351 (in Chinese with English abstract)
- Wang Renmin, Lai Xingyun, Dong Weidong, *et al.* 1994. Some evidence of the late Archaean collision zone in northern Hebei Province[A]. Qian Xianglin and Wang Renmin. *Geological Evolution of the Granulite Terrain in North Part of the North China Craton*[C]. Beijing: Seismological Press, 7~ 20 (in Chinese with English Abstract).
- Wang Renmin, Ni Zhiyao, Tong Ying. 2002. Stratigraphical Unit or Structure Unit[J]? *Geology in China* (in press, in Chinese with English abstract).
- Zhao Zongpu, *et al.* 1993. *The Precambrian Geological Evolution* [M]. Beijing: Science Press(in Chinese).

### 附中文参考文献

- 白文吉, 周美夫, 胡旭峰, 等. 1993. 华北地块岩石圈构造演化与镁铁-超镁铁杂岩及矿化特征[M]? 北京: 地震出版社.
- 陈强安, 王方正. 1992. 冀西北太古宙崇礼群麻粒岩热历史及构造背景[A]. 岩石学论文集[C]. 武汉: 中国地质大学出版社, 206~ 216.
- 胡桂明, 王守伦, 谢坤一, 等. 1998. 华北陆台北缘地体构造与铁金矿产[M]. 北京: 地质出版社.
- 胡学文, 张江满, 权恒. 1996. 冀北红旗营子群同位素年龄及其时代归属[J]. *中国区域地质*, 57(2): 186~ 192.
- 毛德宝, 钟长汀, 陈志宏. 1999. 承德北部高压基性麻粒岩的同位素年龄及地质意义[J]. *岩石学报*, 15(4): 524~ 531.
- 沈其韩, 耿元生. 1996. 冀北太古宙条带状麻粒岩的岩石学和地球化学特征[J]. *岩石学报*, 12(2): 247~ 260.
- 谭应佳, 王国灿, 李舜贤. 1991. 冀北平泉—承德一带太古宙地质及金矿找矿方向[M]. 武汉: 中国地质大学出版社.
- 王仁民. 1994. 华北太古宙两类灰色片麻岩及其地质意义[J]. *地质学报*, 68(2): 119~ 131.
- 王仁民, 陈珍珍, 陈飞. 1991. 恒山灰色片麻岩和高压麻粒岩包体及其地质意义[J]. *岩石学报*, 7(4): 36~ 46.
- 王仁民, 董卫东. 1999. 冀西北高压麻粒岩带构造环境的再思考[J]. *地学前缘*, 6(4): 347~ 351.
- 王仁民, 赖兴运, 董卫东, 等. 1994. 冀西北晚太古宙碰撞带的一些证据[A]. 钱祥麟, 王仁民. 华北北部麻粒岩带地质演化[C]. 北京: 地震出版社, 7~ 20.
- 王仁民, 倪志耀, 童英. 2002. 是地层单元还是构造单元[J]? *中国地质*(排印中).
- 赵宗溥, 等. 1993. *中朝准地台前寒武纪地壳演化*[M]. 北京: 科学出版社.