

# 北祁连中段俯冲-增生杂岩/火山弧的时代探讨\*

张建新 许志琴 陈文 徐惠芬

(中国地质科学院地质研究所, 北京 100037)

主题词 俯冲-增生杂岩 火山弧 *HP/LT* 变质作用

提 要 北祁连中段俯冲-增生杂岩/火山弧由俯冲-增生杂岩和火山弧两个单元所组成,前者以早奥陶世具洋壳性质的蛇绿岩、蛇绿混杂岩及深海复理石为主体,夹中、晚寒武世大陆裂谷及洋陆过渡环境的火山岩及碎屑岩块。同位素年代学显示俯冲-增生杂岩的深部单元经历了 489—440Ma 的 *HP/LT* 变质作用,而火山弧的形成时代为 495—466Ma,它们均形成于  $O_1-O_2$  期间早古生代祁连山向北俯冲在阿拉善地块之下的俯冲作用。

## 1 引言

在北祁连中段走廊南山南坡和托莱山北坡一带,出露典型的与古板块俯冲作用有关的俯冲-增生杂岩及弧火山岩<sup>[1-2]</sup>。对这套形成于不同环境,具有不同的变质程度,经历过不同的构造历史的复杂岩系的时代问题,前人已经做过许多工作<sup>[3-4]</sup>,如把沿托莱山北坡分布的具蛇绿岩特征的枕状拉斑玄武岩及具复理石特征的深海沉积岩称之为阴沟群( $O_1$ ),把沿酸刺沟等地局部分布的具类复理石特征的碎屑岩夹碳酸盐岩的沉积岩系定为香毛山群( $\epsilon_3$ )<sup>[5]</sup>,而把沿走廊南山主脊及南坡分布的高压低温变质岩、绿片岩以及基性和中酸性火山岩定为黑茨沟群( $\epsilon_2$ ),可与北祁连东段含中寒武世三叶虫化石的地层进行对比,并在这套复杂岩系中零星发现一些早古生代的化石<sup>[3-6]</sup>。本文拟在前人工作的基础上,通过对这套岩石的详细解剖以及同位素年代学研究来探讨其原岩及变质时代。

## 2 俯冲-增生杂岩/火山弧的结构

俯冲-增生杂岩/火山弧中祁连变质地块北接走廊南山北坡弧后盆地,可分为俯冲-增生杂岩带和火山弧带两部分,其中俯冲-增生杂岩由浅部单元和深部单元所组成,而火山弧带由主火山弧和增生火山链构成(图 1, 2)。

### 2.1 俯冲-增生杂岩带

**浅部单元** 分布于托莱山北坡的玉石沟—酸刺沟—莎拉河—油葫芦沟一带,与中祁连变质地块断层接触,它又可分为两部分:一部分为典型的蛇绿岩及蛇绿混杂岩,另一部分为具复理石特征的深海、半深海的碎屑岩及碳酸盐岩所组成的复理石楔。蛇绿岩及蛇绿混杂岩中的

\* 国家自然科学基金资助项目(49172128)成果。  
本文于 1996 年 12 月收到,1997 年 1 月改回。

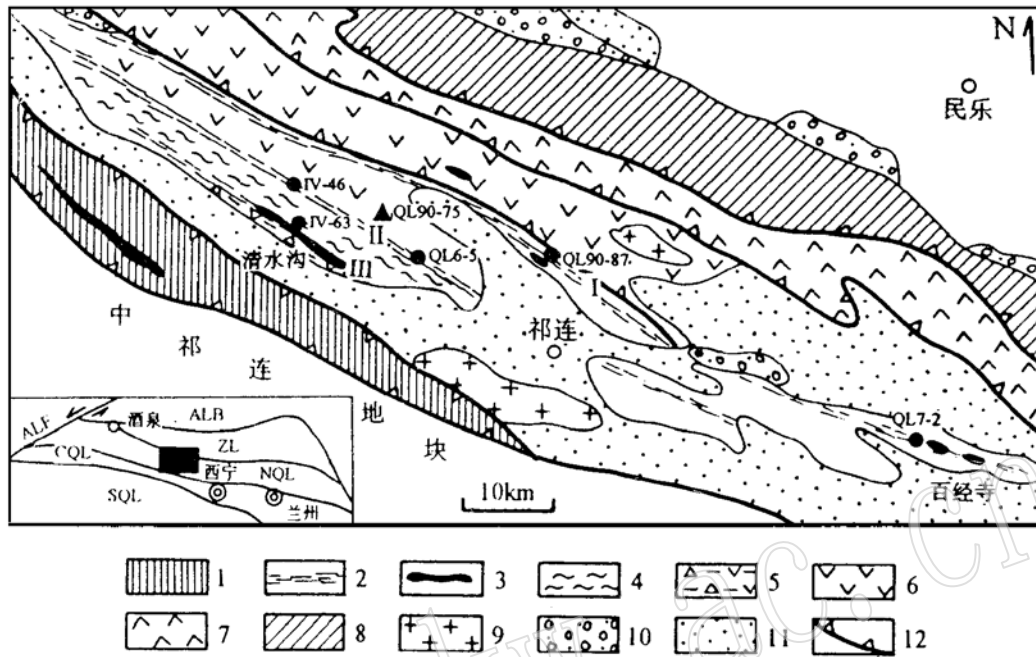


图1 俯冲-增生杂岩/火山弧的地质背景图

Fig. 1 Geological setting of the subduction- accretionary complex/ volcanic arcs

- 1—蛇绿岩、蛇绿混杂岩及深海复理石; 2—HP/LT 变质带; 3—蛇纹岩; 4—绿片岩;
- 5—变火山角砾岩; 6—弧火山岩; 7—弧后火山岩; 8—志留系复理石; 9—花岗岩;
- 10—晚志留统—泥盆系磨拉石; 11—石炭系以来的上叠盆地; 12—逆冲断层

●—Ar— Ar 法取样点; ▲—U— Pb 法取样点

I II III 为高压低温变质带

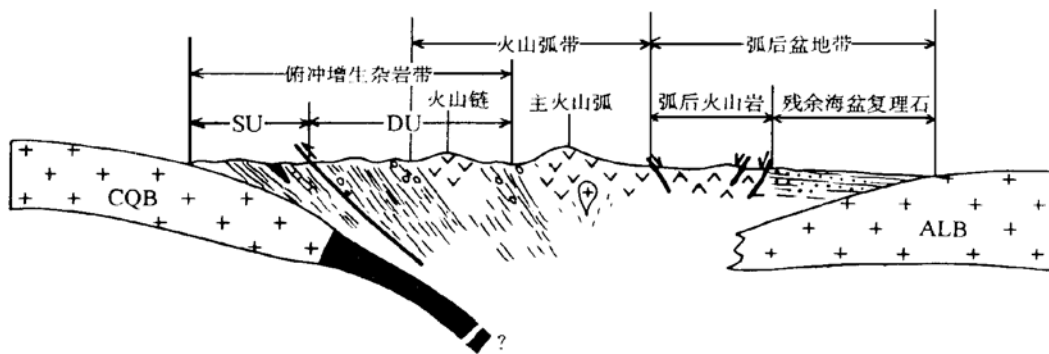


图2 俯冲-增生杂岩/火山弧的结构示意剖面图

Fig. 2 Schematic structural profile of the subduction accretionary complex/ volcanic arcs

SU—浅部单元; DU—深部单元; CQB—中祁连地块; ALB—阿拉善地块

枕状熔岩的各种岩石化学图解大多投在洋中脊拉斑玄武岩区, 局部投入洋岛拉斑玄武岩区, 痕

量元素及 REE 分析显示其具有 E 型拉斑玄武岩特征<sup>[7]</sup>。硅质岩中的放射虫化石反映其时代为  $O_1$ <sup>[6,8]</sup>。另外,在复理石楔中可见含中寒武世三叶虫化石的灰岩及碎屑岩(浊积岩?)以及具大陆裂谷特征的火山岩透镜状块体<sup>[6,8]</sup>。局部地带(如祁连冰沟)还可能具有前寒武纪的变质块体<sup>[1-2]</sup>,它们与蛇绿岩和以深海复理石为主的复理石楔呈构造接触。浅部单元岩石变质程度很低或未经变质(前寒武纪变质块体除外),它们为祁连板块俯冲过程中在俯冲-增生楔的浅部被刨刮下来的产物。

**深部单元** 主要分布于祁连县黑河和八宝河以北的清水沟-百经寺一带,由 *HP/LT* 变质岩石(蓝闪片岩、多硅白云母蓝闪-蓝闪多硅白云母片岩、石榴蓝闪-石榴蓝闪多硅白云母片岩、蓝透闪石大理岩、锰铝榴石红帘石石英岩、含硬柱石的青铝闪石岩以及 C 类榴辉岩等)、绿片岩及大理岩透镜体,夹蛇纹岩和变辉长岩透镜体组成。具有与浅部单元类似的原岩组合。所发现的典型高压矿物有绿辉石(和铁铝榴石共生)、碱性闪石类的蓝闪石-铁蓝闪石和蓝闪石-青铝闪石、钠钙闪石类的蓝透闪石、锰铝-铁铝榴石、多硅白云母、红帘石、文石、硬玉、硬绿泥石等,这些矿物有明显的岩石专属性,对应于不同的原岩化学组分它们有不同的矿物共生组合<sup>[1]</sup>。岩石遭受多期的变质变形作用,代表俯冲-增生楔的深部单元(图 2)。

## 2.2 火山弧带

**主火山弧** 沿北祁连中段走廊南山主脊分布,以中酸性火山岩和火山碎屑岩为主,包括流纹岩、流纹质凝灰岩、英安岩、安山岩及少量玄武岩。岩石发生浅变质,岩石化学和地球化学分析显示其为以钙碱性为主的岛弧型火山岩<sup>[2]</sup>。另外,火山岩中还有花岗岩、超基性岩和基性岩(辉长岩、辉绿岩)的侵位。其中超基性岩和基性岩可能为岛弧环境成因的蛇绿岩的一部分,可与其西侧的大岔大坂的蛇绿岩<sup>[8,9]</sup>相对比。局部地段(祁连扁马沟)的火山岩显示大陆重熔型火山岩特征<sup>[5]</sup>。

**增生火山链** 叠置在俯冲-增生杂岩之上,位于高压变质带 I 和 II 之间,由浅变质的中酸性火山岩及火山碎屑岩组成,其火山沉积岩中具浅水沉积波痕,且具明显的中心式喷发机构<sup>[5]</sup>,岩石化学和稀土元素地球化学分析显示其为钙碱性火山岩系<sup>[2]</sup>。

## 3 俯冲-增生杂岩/火山弧的时代

### 3.1 俯冲-增生杂岩的时代问题

**浅部单元的时代** 位于托莱山一带,主要由浅变质和未变质的蛇绿岩、蛇绿混杂岩及深海复理石组成的浅部单元可用岩石中所夹碎屑岩及碳酸盐岩的化石来确定其时代。目前所确定的化石有:在玉石沟蛇绿岩剖面夹于枕状熔岩中的含放射虫硅质岩的时代为  $O_1$ <sup>[8]</sup>;在玉石沟和酸刺沟一带的呈透镜状的灰岩中还发现属于中寒武世的三叶虫化石,蛇绿岩逆冲于灰岩块体之上,其形成环境可能为北祁连裂开早期的大陆裂谷环境,而在后来俯冲过程中与蛇绿岩混杂在一起而呈构造接触。另外,在托莱山北坡川刺沟等地的一套含铁类复理石建造(香毛山群)显示大陆裂谷海相过渡的浊流沉积特征,可与周志强等在门源大梁含  $\epsilon_3$  三叶虫的火山-

沉积建造对比<sup>①</sup>, 因此, 浅部单元为以 O<sub>1</sub> 的蛇绿岩和深海复理石为主体, 夹一些中寒武世的大陆裂谷环境及晚寒武世大陆裂谷海相过渡环境的火山岩- 碎屑岩块体的杂岩系, 它们一起形成于 O<sub>1</sub>—O<sub>2</sub> 期间与俯冲作用有关的在俯冲带浅部刨刮作用。

**俯冲- 增生杂岩 HP/LT 变质岩石的<sup>39</sup>Ar-<sup>40</sup>Ar 年代学研究** 俯冲- 增生杂岩的深部单元具有与浅部单元类似的原岩特征, 因此它们具有相同的原岩时代。如在 HP/LT 变质带 III 南侧的变质火山角砾岩, 其 Rb- Sr 等时线年龄为 544Ma<sup>②</sup>, 可能代表了早寒武世晚期到中寒武世早期形成的大陆裂谷环境的火山岩。然而俯冲- 增生杂岩的深部单元在古祁连洋俯冲过程中被带到俯冲带深部, 经历了高压变质作用及后来的折返等复杂的演化过程, 故在此我们通过同位素方法恢复其变质及折返的时代。

俯冲- 增生杂岩的 HP/LT 岩石构成其深部单元的主体, 共有三条 HP/LT 变质带 (I, II, III), 我们分别对其中不同岩石类型的多硅白云母、蓝闪石及角闪石进行<sup>39</sup>Ar-<sup>40</sup>Ar 法测定。样品 QL7- 2 采自 I 带百经寺 (图 3, 表 1) 的石榴多硅白云母蓝闪石片岩, 所测定的矿物为多硅白云母, 得到的等时线年龄为 459.37 ± 4.39Ma, 坪年龄为 462.02 ± 1.33Ma (图 3)。很理想的坪表明多硅白云母封闭后没有明显的热扰力, 这与百经寺石榴蓝闪片岩没有后期增温变质作用叠加的现象一致。白云母的 Ar 封闭温度为 330—350℃<sup>[10]</sup>, 对于真空提取来说, 多硅白云母的扩散速率略超过白云母, 因此, 多硅白云母的封闭温度应比白云母稍低。样品 QL7- 2 所代表的第一期高压矿物组合的峰期变质温度为 400℃<sup>[11]</sup>, 高于多硅白云母的封闭温度, 因此, 这个年龄值应反映其峰期温度后的冷却年龄, 矿物的形成年龄应大于 462Ma。样品 QL6- 5 位于 II 带, 岩性为含蓝闪石、多硅白云母的绿片岩, 多硅白云母以第二期高压矿物组合为主, 可见少量第一期多硅白云母的残留<sup>[11]</sup>, 其多硅白云母的坪年龄为 455.1 ± 9.9Ma。其年龄坪显示出明显受到后期热扰动的影响 (图 4), 岩石中绿泥石、钠长石和阳起石等就可能代表后期热事件的产物。样品 IV- 46 为 II 带中石榴蓝闪片岩中的蓝闪石, 后者表现出明显的成分及光性环带, 其<sup>39</sup>Ar-<sup>40</sup>Ar 阶段升温测定显示: 放射性成因<sup>40</sup>Ar\* 集中在 590℃和 720℃两个阶段析出 (<sup>40</sup>Ar\* 析出量占总量的 99% 以上), 分别得到 489.29 ± 16.24Ma 及 422.89Ma 两个坪年龄值 (图 5)。其中前者可能代表蓝闪石形成初期的时代 (第一期 HP/LT 变质作用), 而后者则可能反映了折返过程中的升温降压的热事件的年龄。

表 1 俯冲- 增生杂岩中 HP/LT 变质岩石<sup>39</sup>Ar-<sup>40</sup>Ar 同位素年龄测定

Table 1 <sup>39</sup>Ar-<sup>40</sup>Ar isotopic age for HP/LT metamorphic rocks of subduction- accretionary complex

样品号	采样地点	岩性	测定矿物	年龄值 (Ma)	测定方法
QL7- 2	百经寺 (I 带)	含石榴石 蓝闪片岩	多硅白云母	462 ± 1.3 (坪年龄) 459.7 ± 4.4 (等时线)	<sup>39</sup> Ar- <sup>40</sup> Ar (阶段增温)
QL90- 87	鱼儿沟 (I 带)	石榴角闪岩	角闪石	412.4 ± 0.9 (坪年龄)	<sup>39</sup> Ar- <sup>40</sup> Ar (阶段增温)
QL6- 5	瓦窑河 (II 带)	蓝闪绿片岩	多硅白云母	455.1 ± 9.9 (坪年龄)	<sup>39</sup> Ar- <sup>40</sup> Ar (阶段增温)
QLIV- 46	清水沟 (II 带)	蓝片岩	蓝闪石	489.3 ± 16.2 (720℃增温阶段), 422.89 ± 7.07 (590℃增温阶段)	<sup>39</sup> Ar- <sup>40</sup> Ar (阶段增温)
QLIV- 63	清水沟 (III 带)	蓝片岩	蓝闪石	410.9 ± 4.1	<sup>39</sup> Ar- <sup>40</sup> Ar (全熔融)
	清水沟 (III 带)	蓝片岩	蓝闪石	448.6 ± 11	<sup>39</sup> Ar- <sup>40</sup> Ar 法 <sup>[11]</sup>

① 周志强等, 祁连山东部早古生代地层学研究的新进展, 未刊。

② 青海地质矿产局祁连二队, 1: 5 万区域地质调查 (达郎农饲幅) 成果, 1991。

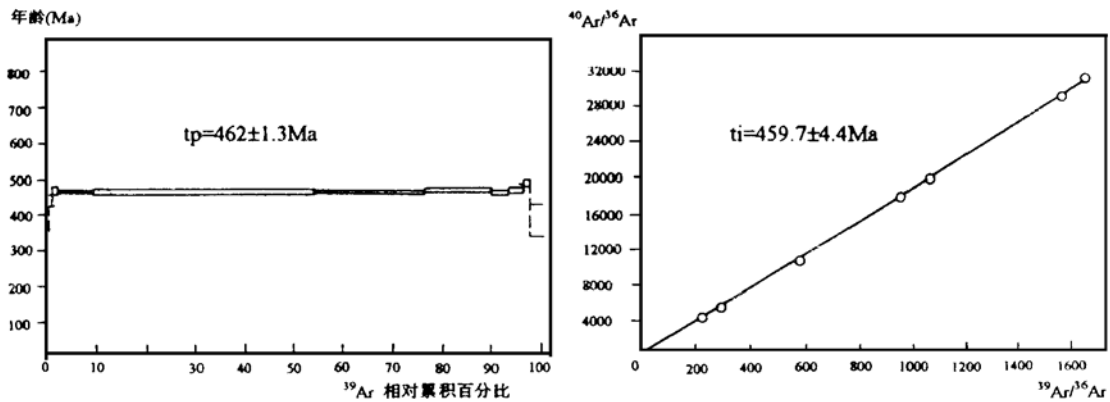


图3 样品 QL7-2 多硅白云母坪年龄谱及等时线年龄

Fig. 3 Plateau age spectrum and isochron age of sample QL7-2 (phengite)

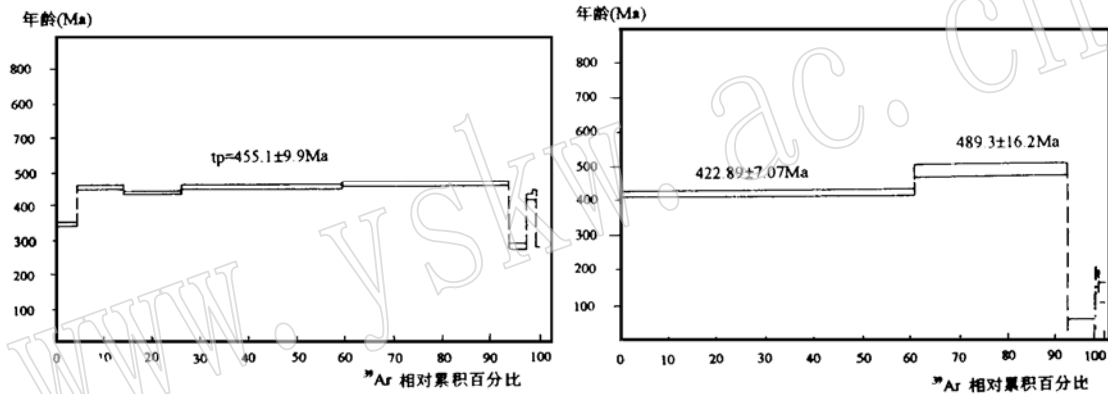


图4 样品 QL6-5 多硅白云母坪年龄谱

Fig. 4 Plateau age spectrum of sample QL6-5 (phengite)

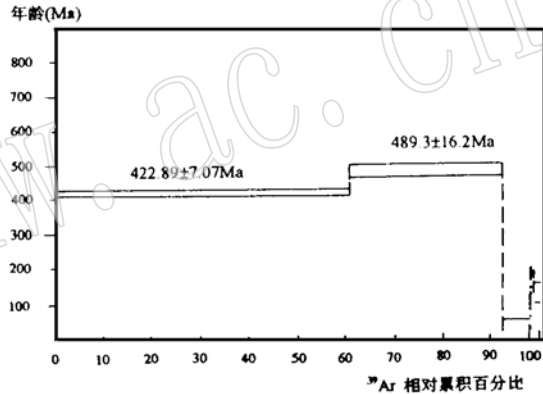


图5 样品 QLIV-46 多硅白云母坪年龄谱

Fig. 5 Plateau age spectrum of sample QLIV-46 (phengite)

样品 QL90-87 所测定矿物为石榴角闪岩的角闪石, 这种岩石可能为高压榴辉岩的退变质产物。角闪石的坪年龄为  $412.40 \pm 0.94 \text{Ma}$  (表 1), 它应代表高压变质岩石折返的年龄。

另外, Liou 等获得清水沟沟口的蓝片岩多硅白云母的  $^{39}\text{Ar}-^{40}\text{Ar}$  年龄为  $448 \pm 11 \text{Ma}$ <sup>[11]</sup>, 吴汉泉等通过 K-Ar 及  $^{39}\text{Ar}-^{40}\text{Ar}$  法获得三条蓝片岩的时代为  $440-460 \text{Ma}$ <sup>[12]</sup>。

因此, 总体上, 北祁连俯冲-增生杂岩 HP/LT 变质岩石的形成时代为  $450-489 \text{Ma}$  左右 (早奥陶世晚期-晚奥陶早期), 而其折返年龄为  $410-420 \text{Ma}$  (中-晚志留世)。

### 3.2 火山弧带的年代学研究

样品 QL90-75 主要取自于增生火山链的浅变质酸性火山凝灰质熔岩 (图 1), 共选出两粒锆石进行单颗粒锆石质谱直接测试 (表 2), 得到  $481 \pm 18 \text{Ma}$  和  $466 \pm 9 \text{Ma}$  两个年龄值。

对于主火山弧, 我们没有进行年代学研究, 由于火山弧形成于向北的俯冲作用, 而位于其南侧的火山链为海沟向南倒退过程中所形成, 火山链的形成时代应晚于主火山弧的时代, 因而主火山弧的形成时代大于  $466-481 \text{Ma}$ 。青海省地质矿产局利用锆石 U-Pb 法对侵位到主火山弧根部的花岗岩 (拉响花岗岩) 进行的年代学测定得到的  $495 \text{Ma}$  的年龄值可能代表了其形

成时代<sup>[2]</sup>。总体上,北祁连中段的火山弧的时代可与东段的马雅雪山—石灰沟—石青峒一带 O<sub>2</sub> 火山弧相对比,区域上反映了火山弧呈岛链状分布的特点,从北祁连中段的走廊南山主峰—景阳岭—马雅雪山—石灰沟—石青峒,并可能延至白银地区。

表2 样品 QL90-75 单颗粒锆石 U-Pb 年龄测试结果

Table 2 U-Pb isotopic age of sample QL90-75 (single grain zircon)

样品组数	<sup>208</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	2σ	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	2σ	<sup>204</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	2σ	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	2σ	年龄计算结果	2σ
4	0.186	7	0.0868	28	0.00209	19	0.05634	9	466	9
5	0.1946	26	0.0828	8	0.001789	38	0.05673	45	481	18

注:采用常数  $\lambda_{238U} = 1.5518 \times 10^{-10}$  /年,  $\lambda_{235U} = 9.8485 \times 10^{-10}$  /年,  $^{238}U / ^{235}U = 137.88$ 。

测试由中国地质科学院地质研究所同位素实验室张巧大、潘森完成。

## 4 讨论及结论

北祁连被认为在早寒武世早期—中寒武世早期在统一的华北板块基础上开始裂开(左国朝, 1987; 夏林圻等, 1991), 形成大陆裂谷, 北祁连东段的黑茨沟群就是发育于大陆裂谷和板内环境的拉斑玄武岩及碎屑岩系(含中寒武世三叶虫化石), 晚寒武世时已开始向洋壳过渡, 形成具类复理石大陆斜坡环境的香毛山群( $\epsilon_3$ )。这些具大陆裂谷及陆壳向洋壳过渡特征的岩石在北祁连中段呈透镜状分布于以由具洋壳性质的枕状玄武岩及深海沉积岩为主体的岩石之中, 枕状玄武岩及深海沉积岩的时代为 O<sub>1</sub>(阴沟群?), 反映当时北祁连已裂开成洋。这些具洋壳性质的火山岩、深海沉积岩以及呈透镜状显示“外来岩块”特征的大陆裂谷、过渡性质的火山岩和碎屑岩(黑茨沟群, 香毛山群)甚至前寒武纪的变质岩块在俯冲过程中一起形成俯冲-增生杂岩。当古祁连洋向北俯冲时, 一部分物质在俯冲带的浅部被刨刮下来, 构成俯冲-增生杂岩的浅部单元, 一部分物质俯冲到深部, 发生 HP/LT 变质作用, 并产生板底垫托作用及与俯冲作用反向的逆冲作用而增生到俯冲-增生杂岩的底部构成其深部单元, <sup>39</sup>Ar-<sup>40</sup>Ar 同位素研究显示 HP/LT 变质岩石峰期变质年龄为 489—450 Ma, 反映俯冲作用发生在 O<sub>1</sub>—O<sub>2</sub>; 另一部分物质俯冲到俯冲带更深部位, 发生部分熔融, 形成火山弧的岩浆源, 同位素年代学显示其火山弧的形成时代为 495—466Ma; 还可能有一部分物质进入上地幔。因此, 我们认为俯冲-增生杂岩/火山弧是由不同时代、不同形成环境的岩石在俯冲过程中混杂在一起, 并在连续的俯冲过程中经历了不同程度的变质作用甚至岩浆作用。

目前, 有较大争议的是沿黑河北岸走廊南山分布的以中酸性岩为主夹少量基性火山岩的时代问题, 这些岩石组合已发生浅变质, 与 HP/LT 蓝片岩叠置在一起, 长期以来把它定为中寒武统黑茨沟群<sup>[1,2]</sup>, 左国朝等认为形成于中寒武世的岛弧环境<sup>[5]</sup>, 而夏林圻等认为这套岩石形成于大陆及板内环境, 具有双峰模式特征的火山岩特征, 为中寒武世大陆裂开的产物<sup>[7]</sup>。而我们的研究认为, 这些与 HP/LT 变质岩石伴随的火山岩系主要形成了俯冲作用形成的火山弧环境, 与 HP/LT 变质岩石形成的时代相当, 同位素年代学显示其时代为 466—495Ma, 不过, 在这套岩石中, 可能也局部夹有早、中寒武世形成的裂谷环境火山岩, 如在黑河北岸香子沟—卧龙沟一带分布的浅变质火山角砾岩, Rb-Sr 等时线年龄为 544Ma, 可能与早、中寒武世大陆裂谷火山活动有关, 并在 O<sub>1</sub>—O<sub>2</sub> 的俯冲作用过程中与洋壳物质混杂在一起形成俯冲-增

生杂岩。另外,岩石化学显示这套火山岩的原始岩浆已被硅铝层所混染,具大陆重熔火山弧特征。如最近夏林圻等认为这套火山岩的时代为 678—514Ma<sup>[13]</sup>,这可能也是引起争议的原因之一。

三条近平行分布的 *HP/LT* 变质带及从主火山弧到增生火山链的变化被认为反映了海沟及俯冲带向南倒退、俯冲-增生杂岩和火山弧向南增生或迁移的特征<sup>[1]</sup>。北部主火山弧的形成时代为 495Ma,而南侧增生火山链的形成时代为 466—481Ma,似乎反映了火山弧从北向南迁移,而三条 *HP/LT* 变质带却没有显示从北向南变年轻的特点,关于这一点,目前还没有合理的解释,还需进一步进行详细的研究。

从以上讨论,我们得出如下结论:

北祁连俯冲-增生杂岩的原岩是以  $O_1-O_2$  形成的蛇绿岩、蛇绿混杂岩及深海复理石为主体,夹中寒武世—晚寒武世形成的大陆裂谷及向洋壳过渡的火山岩及碎屑岩块体,局部具前寒武纪变质岩块。

俯冲-增生杂岩的深部单元的 *HP/LT* 变质时代为 489—450Ma,而其折返时代(绿片岩相退变质作用)为 410—420Ma $\pm$ 。主火山弧的形成时代为 495Ma,增生火山链的形成时代为 466—481Ma,反映了火山弧向南迁移的特征。

## 参 考 文 献

- 1 许志琴、徐惠芬、张建新等. 北祁连走廊南山加里东俯冲杂岩地体及动力学. 地质学报, 1994, (1): 1—14.
- 2 张建新、许志琴. 北祁连中段加里东俯冲-增生杂岩/火山弧带及其变形特征. 地球学报, 1995, (2): 154—163.
- 3 甘肃省地质矿产局. 甘肃省区域地质志. 北京:地质出版社, 1989.
- 4 青海省地质矿产局. 甘肃省区域地质志. 北京:地质出版社, 1991.
- 5 左国朝、刘寄陈. 北祁连早古生代大地构造演化. 地质科学, 1987, (1): 14—24.
- 6 肖序常、陈国铭、朱志直. 祁连古蛇绿岩的地质构造意义. 地质学报, 1978, 52: 287—295.
- 7 夏林圻、夏祖春等. 祁连秦岭系海相火山岩. 武汉:中国地质大学出版社, 1991.
- 8 冯益民、何世平. 北祁连蛇绿岩的地质地球化学研究. 岩石学报, 1995, 11(Suppl.): 125—146.
- 9 冯益民、何世平、阎军. 北秦岭山中段早中奥陶世蛇绿岩中席状岩墙的发现及其地质意义. 地质论评, 1994, 40(3): 252—263.
- 10 Wijbrans J R and McDougall I. <sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar dating of white micas from an Alpine high pressure metamorphic belt on Naxos (Greece): The resetting of the Argon isotopic system. Contributions to mineralogy and petrology, 1986, 93: 187—194.
- 11 Liou J G, Wang X M and Coleman R G. Blueschists in major suture zones of China. Tectonics, 1989, 8(3): 609—619.
- 12 Wu Hanquan, Feng Yimin. Metamorphism and deformation of blueschist belts and their tectonic implications, North Qilian Mountains, China. J. Metamorphic Geol., 1993, 11, 523—536.
- 13 夏林圻、夏祖春、徐学义. 北祁连的构造-火山-岩浆演化动力学. 西北地质科学, 1995, 16: 1—28.

## A Tentative Discussion on the Ages of the Subduction- Accretionary Complex/ Volcanic Arcs in the Middle Sector of North Qilian Mountain

Zhang Jianxin Xu Zhiqin Chen Wen Xu Huifen  
(Institute of Geology, CAGS, 100037 Beijing)

**Key words:** subduction-accretionary complex; volcanic arc; *HP/LT* metamorphism

### Abstract

The subduction- accretionary complex/ volcanic arcs in the middle sector of North Qilian may be subdivided into subduction- accretionary complex zone and the volcanic arc zone. The former mainly comprises the Early Ordovician ophiolites, ophiolitic melanges and deep- marine flysch with features of ocean crust, within which the Middle to Late Cambrian volcanic rocks and clastic rocks characterized by continental rifting and continent-ocean transitional environment occur as lenticular blocks. Isotopic data show that the deep unit of the subduction-accretionary complex experienced *HP/LT* metamorphism during the period of 489—450Ma and the age of volcanic arcs is 495—466Ma, and that these geological bodies were formed as a result of northward subduction of Paleozoic Qilian oceanic crust beneath the Alxa blocks during the Early to Middle Ordovician.