

阿尔金碰撞造山带西段的构造特征

覃小锋, 李 江, 陆济璞, 许 华, 胡贵昂, 周府生, 李 乾

QIN Xiao-feng, LI Jiang, LU Ji-pu, XU Hua, HU Gui-ang, ZHOU Fu-sheng, LI Qian

广西区域地质调查研究院, 广西 桂林 541003

Guangxi Institute of Regional Geological Survey, Guilin 541003, Guangxi, China

摘要:根据阿尔金山西段前早古生代变质岩的岩石组成、沉积建造、变形变质作用改造历史、岩石地球化学特征等研究, 将阿尔金碰撞造山带西段划分为3个构造单元: 北阿尔金地块、中阿尔金地块(包括英格里克构造-蛇绿混杂岩带、肖鲁克·布拉克高压变质岩带和塔什萨依玉石矿高绿片岩相—低角闪岩相变质岩带)和南阿尔金地块(包括南阿尔金中—新元古界隆起带和阿尔金南缘复合构造-蛇绿混杂岩带)。提出该碰撞造山带经历了前长城纪古陆核形成阶段、长城纪—青白口纪不同基底联合阶段和早古生代洋陆转换阶段3个阶段的构造演化。

关键词: 阿尔金山; 前早古生代变质岩; 碰撞造山带; 构造演化

中图分类号: P542⁺.3; P542⁺.4

文献标识码: A

文章编号: 1671-2552(2006)01~02-0104-09

Qin X F, Li J, Lu J P, Xu H, Hu G A, Zhou F S, Li Q. Tectonic evolution of the western segment of the Altyn Tagh collisional orogen, Northwest China. *Geological Bulletin of China*, 2006, 25(1-2): 104-112

Abstract: According to the composition, sedimentary formations, history of deformation and metamorphism and petrochemistry and geochemistry of pre-Paleozoic metamorphic rocks in the western segment of the Altyn Tagh Mountains, the western segment of the Altyn Tagh collisional orogen may be divided into three tectonic units: from north to south they are the northern Altyn Tagh block, the central Altyn Tagh block (including the Yinggelike tectonic-ophiolitic mélange belt, Xiaoluoke Bulak high-pressure metamorphic belt and high greenschist-low amphibolite facies metamorphic belt of the Taxsay jade mine) and the southern Altyn Tagh block (including the Meso- and Neoproterozoic southern Altyn Tagh uplift and southern Altyn Tagh marginal tectonic-ophiolitic mélange belt). Three stages are proposed for the tectonic evolution of the pre-Early Paleozoic Altyn Tagh collisional orogen: the stage of pre-Changchengian paleocontinental nucleus formation, stage of combination of Changchengian-Qingbaikouan different basement units and stage of Early Paleozoic ocean-land transition.

Key words: Altyn Tagh; pre-Early Paleozoic metamorphic rocks; collisional orogen; tectonic evolution

阿尔金山地处青藏高原北缘, 塔里木板块与华南—扬子板块的交接部位, 是一个经历过多期复杂地质演化历史, 由不同构造层次、不同时期和形成于不同构造环境地质体所组成的复合造山带。长期以来, 该带一直被认为是塔里木板块的一部分^[1~3]。近年来, 一些学者根据对阿尔金碰撞造山带内高压变质岩带、蛇绿岩带、原岩建造、原岩建造所反映的大地构造环境等方面的研究^[4~10], 对阿尔金碰撞造山带的构造属性提出了新的认识, 并对其两侧构造单元进行了对比研究^[11~17]。但值得指出的是, 由于特殊的地理位置和恶劣的气候条件,

阿尔金山仍然是中国西部地质矿产研究程度较低的地区之一。前人对本区地质构造格架和大地构造属性的认识大都是依据邻区的研究资料得出的, 对其内部前寒武纪基底变质岩的岩石组成、不同古地质体的变形变质作用演化等的研究则几乎是空白。笔者在1:25万瓦石峡幅(J45C002003)和阿尔金山幅(J45C003003)区域地质调查中发现, 过去多认为相对稳定的“阿尔金地块”, 实质上是由3个由北往南变质程度均具降低趋势的块体组成的, 且中阿尔金地块和南阿尔金地块均遭受了高压变质作用的改造。此外, 在阿尔金山中部还新发

收稿日期: 2005-02-20; 修订日期: 2005-10-27

地质项目: 中国地质调查局《新疆1:25万瓦石峡幅、阿尔金山幅区域地质调查》项目(编号19991300008091)成果。

作者简介: 覃小锋(1969-), 男, 硕士, 高级工程师, 从事区域地质、矿产调查及研究工作。E-mail: qinxiaofeng@263.net

现了一系列基性—超基性岩,与广泛分布的斜长角闪岩组成一条遭受破坏了的古老蛇绿岩带。由此表明,前人的构造单元划分方案已很难全面概括本区的地质构造特点,为此,笔者根据沉积建造特征、变形变质作用改造历史、岩石地球化学特征、地壳结构及区域地球物理场特征等,将阿尔金碰撞造山带西段划分为3个构造单元(表1、图1)。

1 各构造单元的岩石组成及其基本特征

1.1 北阿尔金地块(Ⅰ)

位于阿尔金碰撞造山带西段北部,又可称为北阿尔金中—新元古界隆起带。其北侧为塔里木盆地,南以艾赫买提·考什—康图盖深大断裂为界与中阿尔金地块为邻(图1)。主要

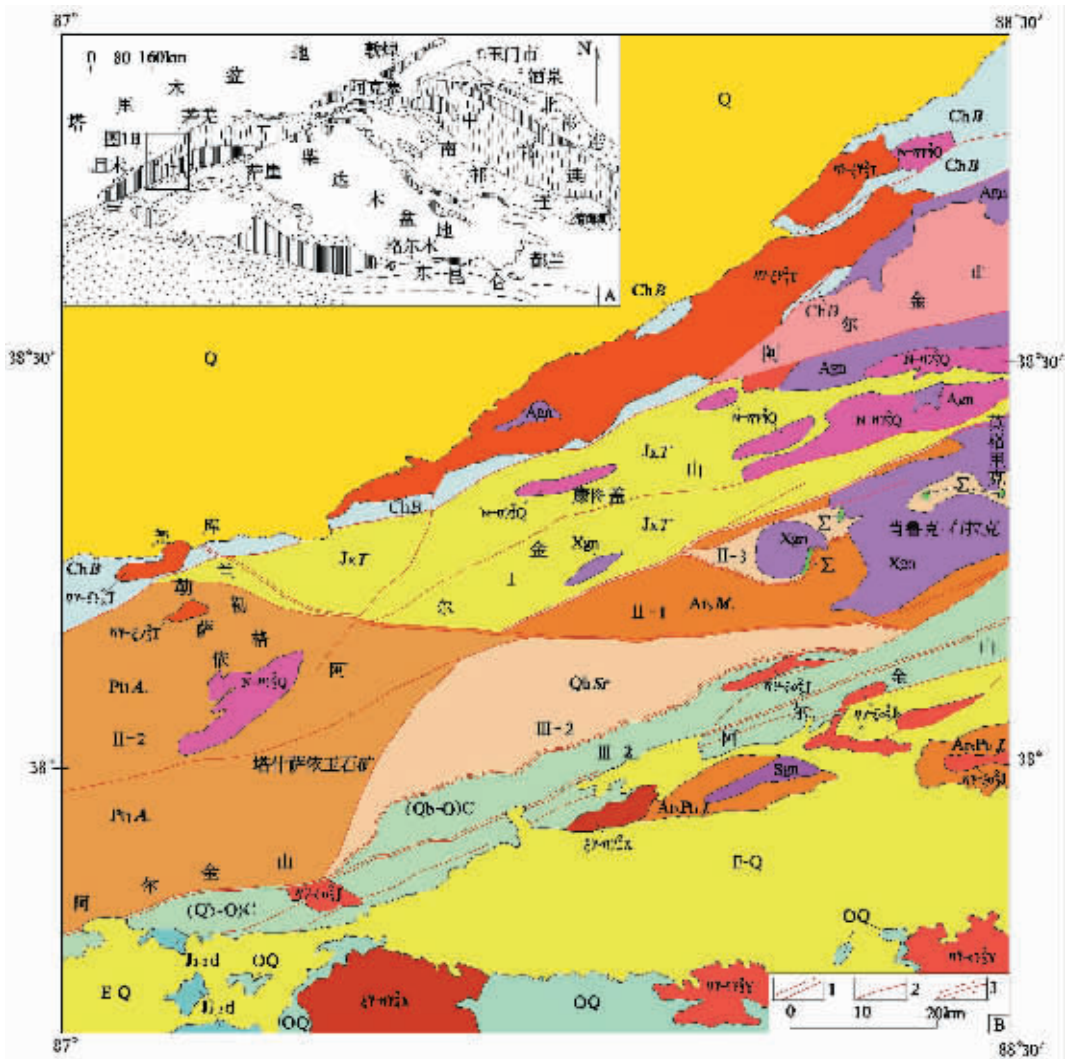


图1 阿尔金碰撞造山带西段地质略图

Fig.1 Geological sketch map of the western segment of the Altyn Tagh collisional orogen
1—复合型深大断裂;2—一般断层;3—韧性断层;Ar₃M—新太古界米兰岩群;Ar₃Pt₁J—新太古界—古元古界金水口岩群;Pt₄A—古元古界阿尔金岩群;ChB—长城系巴什库尔干群;JxT—蓟县系塔肯达坂群;Σ—元古宙超基性岩;QbSr—青白口系索尔库里群;(Qb-O)C—长沙沟构造蛇绿混杂岩;OQ—奥陶系祁漫塔格群;J₁₋₂d—侏罗系大煤沟组;E-Q—古近系—第四系;Q—第四系;Xgn—肖鲁克·布拉克片麻岩套;Agn—阿克苏片麻岩套;Sgn—石羊沟片麻岩;N-ηγ₃Q—其昂里克浆混花岗岩组合;ηγ-ξγ₃T—塔特勒克布拉克超单元;ηγ-ξo₃J—尖石山超单元;ηγ-ξγ₃Y—伊涅克阿干超单元;ξγ-ηγ₃X—希热茫崖超单元;Ⅰ—北阿尔金地块;Ⅱ-1—肖鲁克·布拉克高压变质岩带;Ⅱ-2—塔什萨依玉石矿高绿片岩相—低角闪岩相变质岩带;Ⅱ-3—英格里克构造—蛇绿混杂岩带;Ⅲ-1—南阿尔金(中—)新元古界隆起带;Ⅲ-2—阿尔金南缘复合构造—蛇绿混杂岩带

由长城系巴什库尔干群、蓟县系塔昔达坂群和元古宙、加里东期侵入岩组成。其中长城系巴什库尔干群主要由变质中基性—中酸性火山岩、变粒岩、云母石英片岩、大理岩及少量浅粒岩等岩石组成。岩性组合、岩石地球化学的研究结果表明(图2~图4), 长城系巴什库尔干群火山岩的原岩为一套海相火山岩组合, 主要岩石类型为玄武岩、玄武安山岩、英安岩和英安质凝灰岩类, 构造环境除大洋中脊拉斑玄武岩外, 还存在有古洋岛弧或海山环境的拉斑玄武岩, 说明北阿尔金地块可能有蛇绿岩的存在^①。富铝系列变质岩的稀土元素特征值接近于活动大陆边缘和大陆岛弧稀土元素参数值, 其稀土配分型式总体上介于活动大陆边缘和大陆岛弧杂砂岩的稀土分布特点, 表明它们属于过渡类型的沉积碎屑岩, 可能是在活动大陆边缘及弧后盆地的大地构造环境下形成的; 蓟县系塔昔达坂群主要由大理岩夹少量云母片岩、石英岩等组成。大套碳酸盐岩的出现, 反映了一种相对稳定的状态, 说明中元古代末期该地区早期的拉张活动已经结束。

该构造单元的侵入岩主要由加里东期花岗岩和少量元古宙变形变质的深成侵入岩组成, 其中元古宙深成侵入岩一般呈残块状分布于加里东期花岗岩中, 获得其U—Pb法上交点年龄 $871\text{ Ma}\pm 17\text{ Ma}$ 和Rb—Sr法全岩等时线年龄 941.8 Ma , 其大地构造环境属于同构造碰撞型花岗岩^①。加里东期花岗岩主要包括塔特勒克布拉克超单元和其昂里克浆混花岗岩组合, 前者主要分布于地块北缘, 主要岩性为(弱)片麻状黑云二长花岗岩—黑云钾长花岗岩; 后者主要分布于地块的南部, 其岩石组合极为复杂, 从基性—超基性的蛇纹石化橄辉岩、变质含橄榄尖晶辉石岩、苏长辉长岩、角闪辉长岩到中酸性的花岗闪长岩、二长—钾长花岗岩均有, 不同的岩性往往呈渐变过渡。其中变质辉长—橄辉岩可能代表了岩浆混合作用的基性—超基性端元, 其地球化学特征显示出其物源来自

于地幔, 而(花岗)闪长岩、二长—钾长花岗岩类代表了岩浆混合作用的酸性端元, 其地球化学特征反映其物源可能以地壳中的变质沉积岩为主。加里东期花岗岩的大地构造环境属同构造碰撞(或岛弧)型花岗岩, 分别获得其昂里克浆混花岗岩组合和塔特勒克布拉克超单元的Rb—Sr法全岩等时线年龄 529.8 Ma 和 508.7 Ma ^①。

从上述特征可以看出, 组成北阿尔金地块的岩石组合包括了具有洋壳特点的变质(中)基性火山岩和活动大陆边缘、弧后盆地环境下形成的富铝系列变质岩等不同构造环境下形成的岩石, 而在该构造单元的北部发育有一系列南东倾的巨型韧性剪切带, 在北阿尔金地块南侧的中阿尔金地块北缘还出露有一条元古宙的蛇绿岩带。由此说明, 北阿尔金地块在长城纪末以前可能处在活动大陆边缘或弧后盆地环境, 后经历了一系列俯冲碰撞作用, 从而形成了一套弧后盆地性质的混杂岩系。

1.2 中阿尔金地块(Ⅱ)

中阿尔金地块分布于阿尔金碰撞造山带西段的中部, 夹持于北阿尔金地块和南阿尔金地块之间, 边部多以断裂带为界。根据岩石组成、变形变质作用改造历史、空间分布特征等, 又可进一步划分为肖鲁克·布拉克高压变质岩带、塔什萨依玉石矿高绿片岩相—低角闪岩相变质岩带和英格里克构造—蛇绿混杂岩带3个更次一级的构造单元。

(1) 肖鲁克·布拉克高压变质岩带(Ⅱ-1)

分布于中阿尔金地块东部的清水泉至艾赫买提·考什一带, 其北部与英格里克构造蛇绿混杂岩带界线不明显; 南侧与南阿尔金地块的中—新元古界隆起带以断裂带(或韧性剪切带)为界; 西侧受到北西向西深大断裂围限, 总体呈向西尖灭的三角形(图1)。该变质岩带主要由新太古界米兰岩群和元古宙变形变质的深成侵入岩组成, 其中米兰岩群可分为片

表1 阿尔金碰撞造山带西段不同构造单元划分方案对比

Table 1 Comparison of different classification schemes of tectonic units in the western segment of the Altyn Tagh collisional orogen

新疆区域地质志 (1993)		刘良等 (1999)	许志琴等 (1999)	崔军文等 (1999)	本 文 方 案		
塔里木 木 地 台	阿尔金 断 隆	米兰河— 金雁山 地 块	中阿尔金 地 块	中阿尔金 隆起带	塔里木 板 块	阿尔金 碰 撞 造 山 带	北阿尔金地块(北阿尔金中—新元古界 隆起带)
				南阿尔金 变质杂岩带			英格里克构造—蛇绿混杂岩带 肖鲁克·布拉克高压变质岩带 塔什萨依玉石矿高绿片岩相— 低角闪岩相变质岩带
		阿帕—茫 崖蛇绿 混杂岩带	南阿尔金 俯冲—碰 撞杂岩带	阿尔金南缘 蛇绿混杂岩带			南阿尔金(中—)新元古界隆起带 阿尔金南缘复合构造—蛇绿 混杂岩带

① 广西壮族自治区地质调查研究院. 新疆1:25万瓦石峡幅、阿尔金山幅区域地质调查报告. 2003.

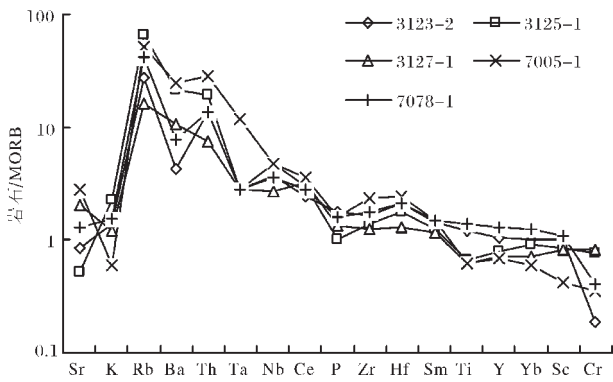


图2 北阿尔金地块变质基性火山岩
微量元素地球化学模式

Fig.2 MORB-normalized trace element
geochemical patterns of the metabasic volcanic
rocks in the northern Altyn Tagh block

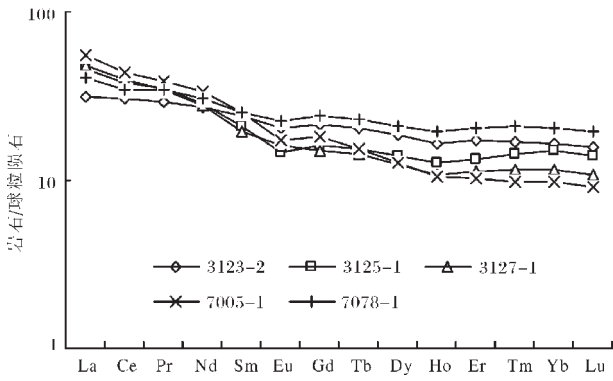


图3 北阿尔金地块变质基性火山岩
稀土元素配分曲线

Fig.3 Chondrite-normalized REE distribution
patterns of metabasic volcanic rocks in
the northern Altyn Tagh block

麻岩-大理岩岩组、大理岩岩组、片麻岩-大理岩-石英岩岩组和大理岩-斜长角闪岩岩组4个岩组, 岩石变质程度高, 出现了石榴子石、蓝晶石、矽线石及角闪石、辉石(主要为单斜辉石、部分为斜方辉石)等特征变质矿物, 经历了角闪岩相, 局部达麻粒岩相区域变质作用的改造。在该岩带的北部还出现了石榴子石+蓝晶石+铝直闪石矿物组合, 说明其变质作用的压力条件较高, 属中-高压变质相系。元古宙深成侵入岩主要分布于中阿尔金地块东部, 与变质表壳岩呈侵入接触关系。其原岩组合为花岗闪长岩-二长花岗岩-钾长花岗岩, 具TTG系列灰色片麻岩特征, 在Rb-(Yb+Ta)、Rb-(Yb+Nb)判别图(图略)上, 多数投点落在同碰撞花岗岩区及其与

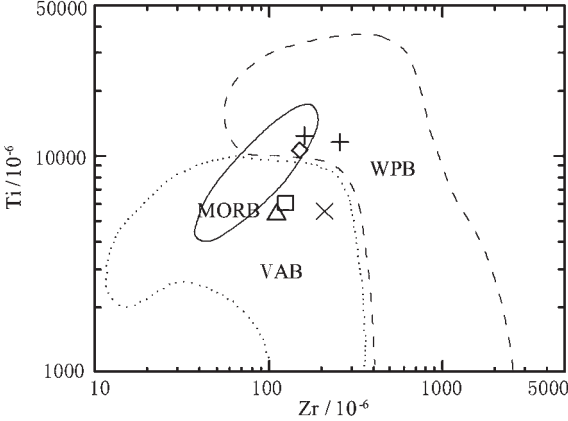
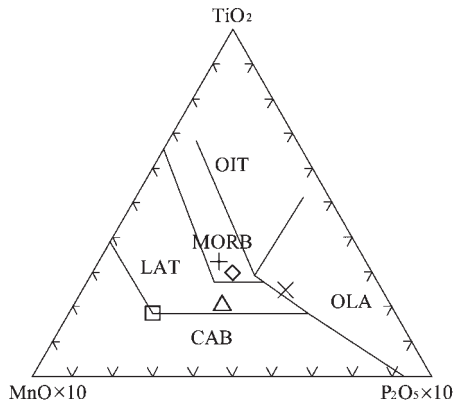


图4 北阿尔金地块变质基性火山岩构造判别图
(投影点符号与图2中的样品对应)

Fig.4 Tectonic discriminant diagrams of metabasic
volcanic rocks in the northern Altyn Tagh block
OIT—洋岛拉斑玄武岩; OIA—洋岛碱性玄武岩; MORB—洋
中脊玄武岩; IAT—岛弧拉斑玄武岩; CAB—钙碱性玄武岩;
VAB—火山弧玄武岩; WPB—板内玄武岩

火山弧花岗岩界线附近; 而在R.A.Batchelor等(1985)的 R_1 - R_2 多阳离子构造环境判别图(图略)上多数投点仍落于同碰撞花岗岩区附近, 说明其属于同碰撞(岛弧)型花岗岩。获得其Rb-Sr全岩等时线年龄 1034.6 Ma 。

(2)塔什萨依玉矿高绿片岩-低角闪岩相变质岩带(Ⅱ-2)

分布于中阿尔金地块西部的塔什萨依玉石矿至尧勒萨依一带, 边部均以断裂带(或韧性剪切带)为界, 总体呈向东尖灭的三角形(图1)。主要由元古界阿尔金岩群、元古宙花岗质片麻岩和少量加里东期花岗岩组成。岩石变质程度相对较低, 富铝系列变质岩中主要出现黑云母、白云母、石榴子石、斜长石、钾长石、石英及角闪石、方解石等变质矿物, 基性变质岩中出现角闪石、辉石、斜长石、石英等变质矿物, 岩石经历了高绿片岩相-低角闪岩相区域动力热流变质作用的改造。

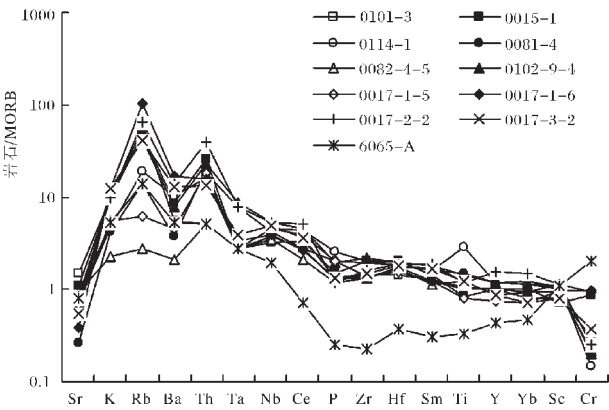


图5 中阿尔金地块变质基性火山岩
微量元素地球化学模式

Fig.5 MORB-normalized trace element
geochemical patterns of metabasic volcanic rocks
in the central Altyn Tagh block

(3)英格里克构造-蛇绿混杂岩带(Ⅱ-3)

分布于中阿尔金地块的北部,北侧由于受到一套加里东期浆混花岗岩的侵位破坏,其与北阿尔金地块的界线不明显(图1)。该蛇绿岩带主要由蛇纹石化橄辉岩、辉橄岩、辉石岩(多已退变为角闪岩)、榴闪岩、麻粒岩等岩石组成,由于遭受到强烈的变形变质作用改造和岩体侵位的破坏,其往往呈大小不一的岩片状混杂到米兰岩群中,已成为“肢解的蛇绿岩”。岩石变质程度高,出现了紫苏辉石等特征变质矿物,变质级别达麻粒岩相。此外,在榴闪岩的石榴子石、单斜辉石等矿物边部普遍发育有斜长石+角闪石等冠状体,说明存在减压退变质现象。由此推测,岩石经历了麻粒岩相高压变质作用的改造。

对中阿尔金地块基性变质岩(斜长角闪岩、榴闪岩等)的岩石地球化学的研究结果表明(图5~图7),中阿尔金地块北缘英格里克构造蛇绿混杂带中,榴闪岩的成分以大洋拉斑玄武岩为主,原岩形成的构造环境主要是大洋中脊环境,它们可能代

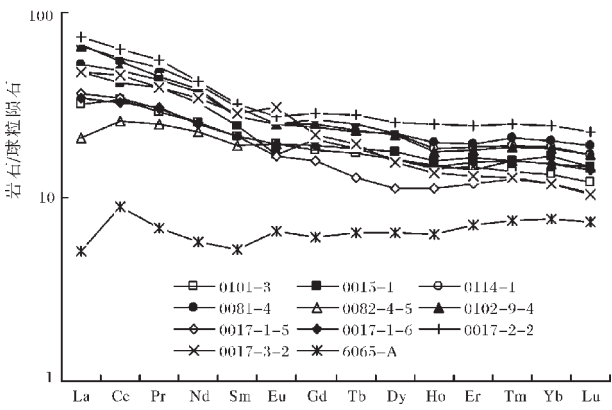


图6 中阿尔金地块变质基性火山岩
稀土元素配分曲线

Fig.6 Chondrite-normalized REE distribution
patterns of metabasic volcanic rocks in
the central Altyn Tagh block

表了英格里克构造蛇绿混杂带中的大洋拉斑玄武岩构造块体;少数为大陆拉斑玄武岩或钙碱性玄武岩,它们可能代表了英格里克构造蛇绿混杂带中来源于古洋岛屿或海山的火山岩构造块体;而中阿尔金地块南部的斜长角闪岩和榴闪岩的成分主要是大陆拉斑玄武岩或钙碱性玄武岩,原岩形成的构造环境为大陆岛弧环境。对中阿尔金地块富铝系列变质岩的构造环境恢复结果表明,它是在大陆岛弧的构造环境下形成的。

上述特征表明,在中元古代以前,中阿尔金地块可能是一个古岛弧,在古岛弧的北侧还存在一个古大洋盆地(或古弧后盆地),英格里克构造蛇绿混杂岩带可能是在中元古代末期,北侧的中阿尔金洋壳板块俯冲到南侧的古岛弧下地壳底部—上地幔顶部后又经历了漫长复杂的构造折返过程形成的。

1.3 南阿尔金地块(Ⅲ)

南阿尔金地块分布于阿尔金碰撞造山带的南部,北与中阿尔金地块以断裂带(或韧性剪切带)为界,南以阿尔金南缘

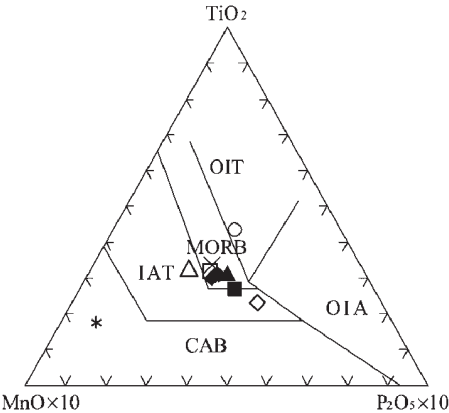
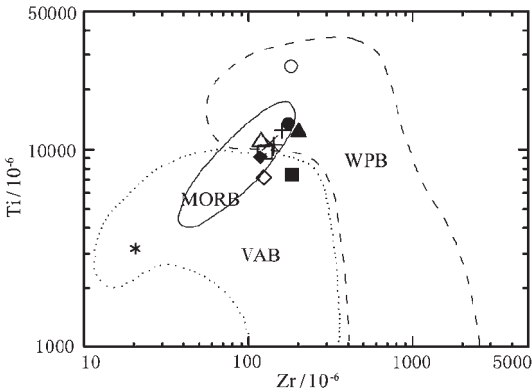


图7 中阿尔金地块变质基性火山岩构造判别图(投影点符号与图5中的样品对应,图例同图4)

Fig.7 Tectonic discriminant diagrams of metabasic volcanic rocks in the central Altyn Tagh block



断裂主带为界与古尔嘎中生代断陷盆地为邻(图1)。主要由中新元古代—早古生代变质岩系、呈残块状分布的金水口岩群、中生界和元古宙、加里东期、海西期、燕山期花岗岩组成。地块北部主要由青白口系索尔库里群和少量的长城系巴什库尔干群、蓟县系塔肯达坂群组成,岩性主要为碳酸盐岩、变质碎屑岩、变质火山(碎屑)岩等。岩石总体上尚保持着成层有序状态,局部可见原始水平层理和水平微层理,且索尔库里群的灰岩中产有层形叠层石,反映索尔库里群可能形成于构造活动趋于稳定的滨海至碳酸盐台地环境;而南部沿着阿尔金南缘断裂分布的新元古代—早古生代变质岩系的岩石类型异常复杂,主要由变质基性—超基性岩、变质碎屑岩、绿片岩、变质基性岩墙、板岩、千枚岩、片岩、石英岩、大理岩、钙镁硅酸盐岩及少量的角闪质岩石等岩石类型组成。岩石遭受了强烈的构造混杂作用,整个岩系均已显示出长程(长距离)无序,而短程(短距离)部分有序的非史密斯地层特点,总体以岩片的形式出露。但在阿尔金南缘断裂主带北侧的局部地方尚保留有原岩层序较完

整的岩石组合,由下往上基本层序为:超镁铁质—镁铁质堆晶杂岩(橄辉岩、辉石岩、辉长岩等)→(中)基性火山岩→复理石建造,并广泛发育变质辉绿岩岩墙群。这表明该套变质岩系具有“蛇绿岩”的特征,并发生了强烈的构造混杂作用,形成构造—蛇绿混杂岩系。根据以上特征,将南阿尔金地块进一步划分为南阿尔金中新元古界隆起带(Ⅲ-1)和阿尔金南缘复合构造—蛇绿混杂岩带(Ⅲ-2)2个次级构造单元。

对变质(中)基性火山岩和变质基性岩墙的岩性组合、岩石地球化学的研究结果表明(图8~图10),变质(中)基性火山岩的原岩以玄武岩为主,部分为玄武安山岩、玄武质凝灰岩、安山质(沉)凝灰岩等,成分以大洋拉斑玄武岩为主,少数为大陆拉斑玄武岩或钙碱性、碱性玄武岩。原岩形成的构造环境主要是E型洋中脊环境(即N-MORB和OIB混合形成的E-MORB),它们代表了阿尔金南缘构造蛇绿混杂岩带中的大洋拉斑玄武岩构造块体;其次为岛弧环境,它们代表了岛弧背景下的一套火山岩组合。此外,大洋板块内部还存在与地

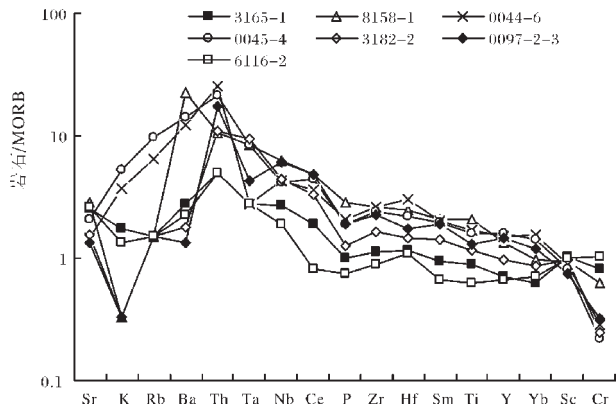


图8 南阿尔金地块变质基性火山岩微量元素地球化学模式
Fig.8 MORB-normalized trace element patterns of metabasic volcanic rocks in the southern Altyn Tagh block

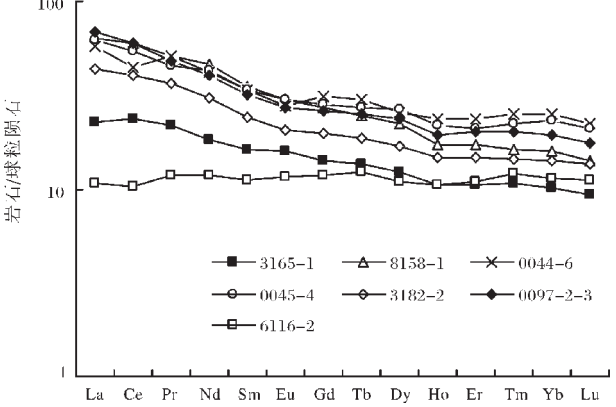


图9 南阿尔金地块变质基性火山岩稀土元素配分曲线
Fig.9 Chondrite-normalized REE distribution patterns of metabasic volcanic rocks in the southern Altyn Tagh block

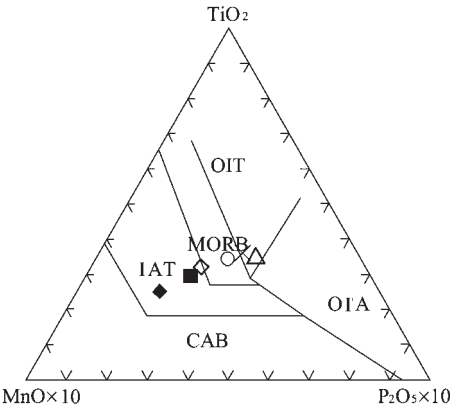
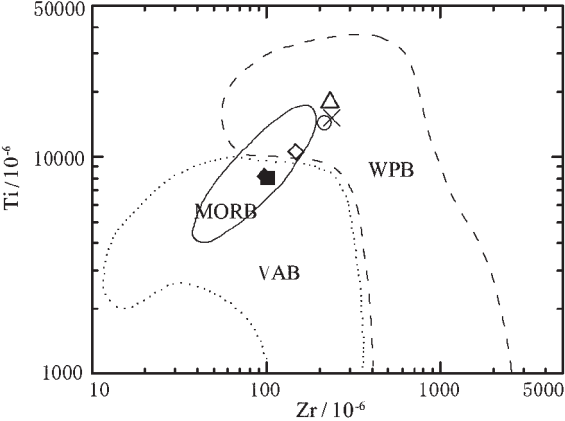


图10 南阿尔金地块变质基性火山岩构造判别图(投影点符号与图8中的样品对应,图例同图4)
Fig.10 Tectonic discriminant diagrams of metabasic volcanic rocks in the southern Altyn Tagh block



幔柱有关的洋岛环境,它们可能代表了阿尔金南缘构造蛇绿混杂岩带中来源于古洋岛屿或海山的火山岩构造块体;而上覆岩系保存的沉积方面的信息反映出浊积岩特征,其稀土配分模式与活动大陆边缘杂砂岩的稀土分布曲线相似,但在恢复构造环境的各种图解中,大多数样品落入大陆岛弧杂砂岩区,个别样品落入大洋岛弧杂砂岩区和活动大陆边缘杂砂岩区,说明南阿尔金地块新元古代—早古生代变质砂、泥岩的成分总体上介于大陆岛弧、大洋岛弧和活动大陆边缘杂砂岩的成分之间,它们应属于过渡型的沉积碎屑岩类。由此推测,它们可能是在多岛洋盆的大地构造环境下形成的。

上述特征表明,南阿尔金地块是一个由陆缘—岛弧沉积建造、洋壳残片和岛弧型火山岩系等不同构造环境下形成的岩石组合组成的拼合体。发育于各岩石组合之间及内部、倾向南东的一系列逆冲型韧性剪切带的存在和岩石经受了绿片岩相高压变质作用改造的特征表明,这几种不同构造环境下形成的岩石是通过洋壳消减、弧—陆碰撞、构造混杂和漫长复杂的构造折返过程拼合在一起的,南阿尔金地块中广泛发育的加里东期同碰撞(或岛弧)花岗岩也支持了这一点。

2 变形变质特征

分布于阿尔金碰撞造山带西段的阿尔金杂岩构造变形异常强烈,至少经历了3期中深构造层次构造变形的改造。

第1期构造变形主要残存于受后期变形改造较弱的岩石中,主要构造形迹有顺层劈理化带、同构造分泌石英脉、方解石脉和顺层掩卧褶皱等,不对称顺层掩卧褶皱显示出该期变形具滑覆剪切性质。第2期构造变形以形成一系列麻粒岩相—角闪岩相的韧性变形强弱带为特征,岩石中长石、石英及角闪石、辉石等矿物均发生韧性变形现象,在一些钾长石晶体内部还出现呈断续斜列式、共轭式或雾状分布的剪切条纹,可能是岩石在递进变形变质作用过程中,当温、压条件达到某一阶段时,应力的参入迫使含钾、钠长石固溶体定向分解形成的一种剪切压溶结构,变形最强烈部位,岩石还出现部分熔融现象,形成一些长英质脉体沿面理方向贯入。根据钾长石残斑和榴闪岩包体旋转方向可确定,该期变形以逆冲为主,并兼具有左旋剪切性质。第3期构造变形主要以前期面理(片理、片麻理、分异条带状构造、长英质脉体和长条状包体等)为变形面,发生强烈构造置换,形成褶皱构造及一些小型的绿片岩相韧性剪切带,往往叠加在前期韧性剪切带之上,致使前期面理发生剪切旋转,局部甚至被错断,呈勾状褶皱分布于该期韧性剪切带之间。根据不对称褶皱和旋转碎斑可确定,该期韧性剪切带具右旋逆冲剪切性质。

阿尔金山碰撞造山带西段3个地块基底变质岩系的变质作用既有区别又有联系。由于所处环境不同,三者在变质程度上差别较大,但其 pT 轨迹均表现出顺时针旋转特征,其地质动力学过程均属典型的陆陆碰撞—抬升模式(图11)。

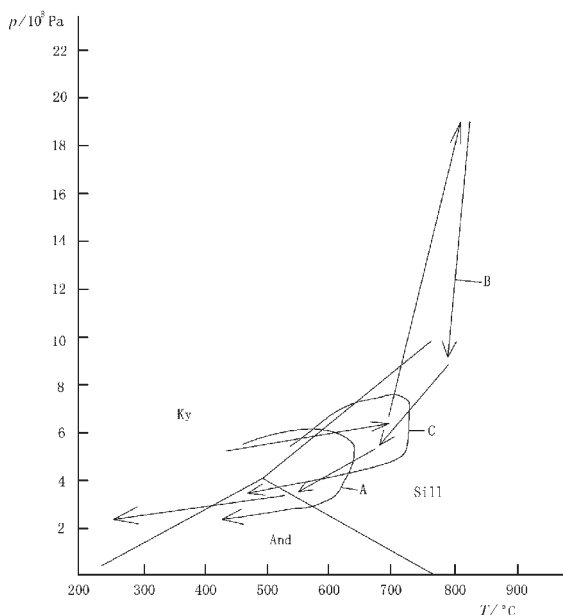


图11 阿尔金碰撞造山带变质作用的 pT 轨迹

Fig.11 pT path of metamorphism in the western segment of the Altyn Tagh collisional orogen

3 阿尔金碰撞造山带西段的构造演化

综合上述资料,自新太古代以来,阿尔金碰撞造山带西段的构造演化可归纳为以下3个阶段。

3.1 前长城纪古陆核形成阶段

在阿尔金碰撞造山带西段中部的中阿尔金地块部位分布有一套由米兰岩群和阿尔金岩群组成的古老变质岩系,岩石变质程度高,出现了石榴子石、蓝晶石、矽线石及角闪石、辉石(主要为单斜辉石,部分为斜方辉石)等特征变质矿物,经历了角闪岩相,局部达麻粒岩相区域变质作用的改造。该岩系与北侧的长城系巴什库干群、蓟县系塔昔达坂群和南侧的青白口系索尔库里群等中浅变质岩系在变形变质上具明显区别。在西部吐拉牧场一带具孔兹岩系特征的该套岩系中获得富铝片麻岩的残留锆石上交点年龄为 $2571 \text{ Ma} \pm 340 \text{ Ma}^{[8]}$;在中阿尔金地块东部获得混合花岗岩的锆石U—Pb法年龄为 $2679 \text{ Ma} \pm 142 \text{ Ma}^{[9]}$ 。由此表明,阿尔金碰撞造山带西段中部存在新太古代—古元古代古老结晶基底(古陆核)。

3.2 长城纪—青白口纪不同基底联合阶段

新太古代—古元古代时期,塔里木和柴达木是否为一统一古陆目前尚不清楚,但中元古代时它们已分裂开来,中阿尔金地块可能为它们之间的一个微陆块。前面已提到,在微陆块北侧分布有一套被肢解了的“蛇绿岩套”(即英格里克构造蛇绿混杂岩带),在中阿尔金地块东部的苏吾什杰一带

获得变质基性火山岩的Rb-Sr全岩等时线年龄为 $1882.9 \text{ Ma} \pm 110 \text{ Ma}^{[20]}$ 。分布于北阿尔金地块中的长城系巴什库尔干群的变质中基性火山岩为一套海相火山岩组合,形成的构造环境除大洋中脊拉斑玄武岩外,还存在有古洋岛弧或海山环境的拉斑玄武岩,由此推测其形成的初始地质背景可能是洋壳;在南阿尔金地块中亦发育有一套中基性火山岩组合,其成分以大洋拉斑玄武岩为主,西安地质矿产研究所在南阿尔金地块东部玉苏普阿勒克塔格一带获得该套变质基性火山岩的Sm-Nd等时线年龄为 $1307 \text{ Ma} \pm 110 \text{ Ma}^{\bullet}$ 。

由此表明,在中元古代时期(1800~1300 Ma),塔里木地块、中阿尔金微陆块、柴达木地块之间存在2个大洋盆地(即北阿尔金大洋盆地和南阿尔金大洋盆地),盆地中发育以蛇绿岩(英格里克构造蛇绿岩和阿尔金南缘构造蛇绿混杂岩)为代表的大洋岩石圈(图12-A)。中元古代中期,北阿尔金洋盆的大洋岩石圈向南东方向消减,使中阿尔金微陆块转化为岛弧性质(图12-B)。同时,中阿尔金岛弧和塔里木板块之间开始了弧后盆地扩张作用,在北阿尔金地块部位沉积了长城系巴什库尔干群上部和蓼县系塔格达坂群由变粒岩、云母石英片岩、大理岩等组成的弧后盆地和被动大陆边缘环境下形成的沉积岩系。

在新元古代时期(1000~900 Ma),本区发生弧后碰撞-弧前消减作用,北阿尔金古大洋反向俯冲至中阿尔金岛弧之下,该大洋通过弧后消减作用闭合,塔里木板块与中阿尔金岛弧发生碰撞。在弧后消减带上,洋壳残片、北部的陆缘碎屑岩建造及部分岛弧地质体拼合在一起,形成弧后盆地性质的英格里克构造蛇绿混杂岩带。随着俯冲作用的加剧,部分洋壳残片被俯冲至南侧古岛弧下地壳底部—上地幔顶部,经受了高压变质作用的改造。晋宁运动使俯冲的岩片迅速逆冲推覆至地壳一定深度,使高压岩石得以保存下来。同时,还伴随有大量同碰撞型花岗岩(肖鲁克·布拉克片麻岩套和库如克萨依片麻岩套)的侵入(图12-C)。

3.3 早古生代洋陆转换阶段

晋宁运动使塔里木板块和中阿尔金微陆块(古岛弧)对

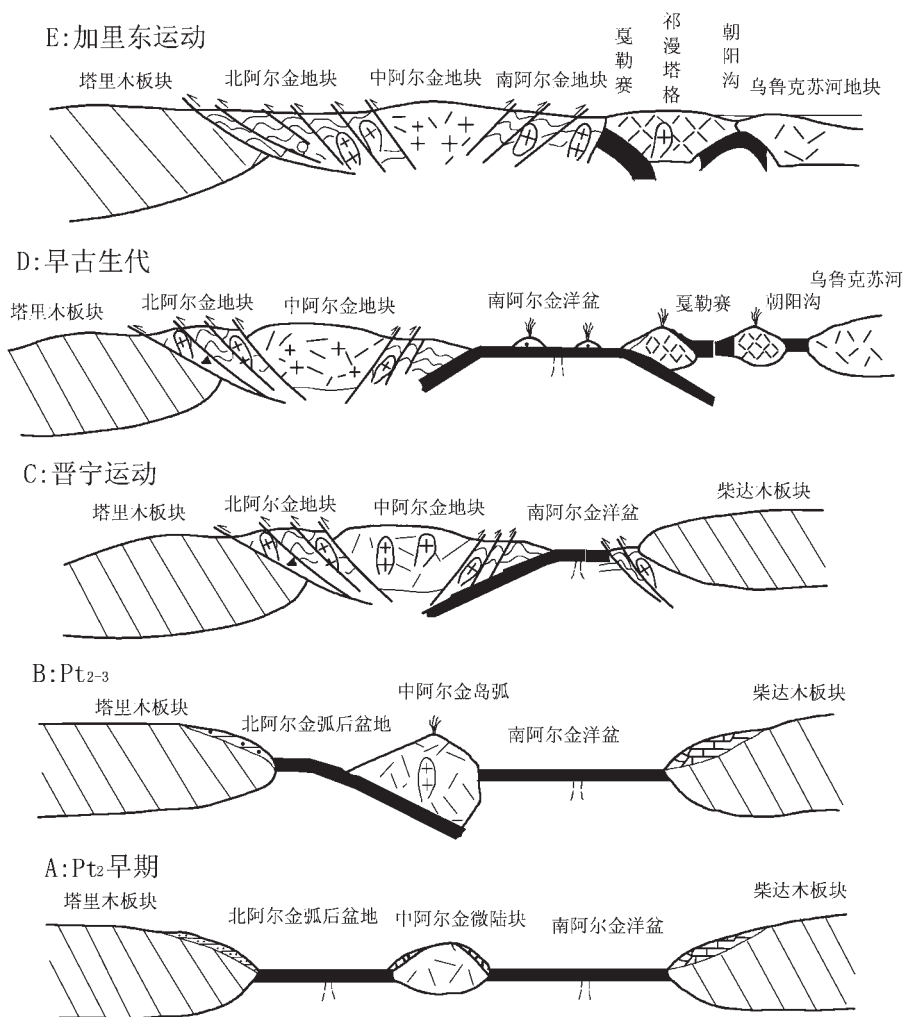


图12 阿尔金碰撞造山带西段及邻区地质构造演化模式

Fig.12 Tectonic evolution model of the western segment of the Altyn Tagh collisional orogen and its adjacent areas

接,二者拼合成统一的陆块,但柴达木地块和中阿尔金微陆块(古岛弧)之间可能还残余有不宽的洋盆。对南阿尔金地块的研究表明,其主要由中新元古代—早古生代变质岩系、呈残块状分布的金水口岩群和元古宙、加里东期花岗岩等地质体组成。地块北部主要由青白口系索尔库里群和少量的长城系巴什库尔干群、蓼县系塔格达坂群组成,岩性主要为碳酸盐岩、变质碎屑岩、变质火山(碎屑)岩等;而南部沿着阿尔金南缘断裂分布的新元古代—早古生代变质岩系具有“蛇绿岩”特征。变质基性火山岩和变质基性岩墙的原岩成分以大洋拉斑玄武岩为主,少数为大陆拉斑玄武岩或钙碱性、碱性玄武岩,原岩形成的构造环境主要是E型洋中脊环境;其次为岛弧环境,它们代表了岛弧背景下的一套火山岩组合。前面已提到,西安地质矿产研究所在南阿尔金地块东部玉苏普阿勒克塔格一带获得该套变质基性火山岩的Sm-Nd等

时线年龄为 $1307\text{ Ma}\pm 110\text{ Ma}$ ^①;而在东部茫崖一带获得阿尔金南缘蛇绿岩带变质基性火山岩的Sm-Nd等时线年龄为 $481.3\text{ Ma}\pm 53\text{ Ma}$ ^②。由此说明,在早古生代时阿尔金南缘残余洋盆再次被拉开扩大,形成小洋盆、微古陆、多岛海古地貌(即多岛洋面貌);在南侧的柴达木地块内亦发生裂解,形成了夏勒赛、朝阳沟等多个呈北西向分布的裂陷槽(图12-D)^③。随着拉张的加剧,一些裂陷槽(如夏勒赛)还逐渐发展成为小洋盆,在裂陷槽中沉积了一套奥陶纪—志留纪的复理石、碳酸盐岩和中基性火山岩组成的裂谷型火山—沉积岩建造。与此同时,在晋宁期后伸展构造背景下,南阿尔金地块和中阿尔金地块北侧还分别发育了一套碰撞前期的浆混花岗岩组合(即分布于南阿尔金地块的尖石山超单元和中阿尔金地块北侧的其昂里克浆混花岗岩组合)。

奥陶纪晚期的加里东运动使南阿尔金洋盆向北俯冲,塔里木板块与中阿尔金微陆块(古岛弧)焊接在一起的统一古陆与柴达木地块发生碰撞,导致了南阿尔金洋盆最终闭合,并使南阿尔金地块中不同构造环境下形成的陆缘—岛弧沉积建造、洋壳残片、古老微陆块和岛弧型火山岩系等岩石拼合在一起构成阿尔金南缘构造蛇绿混杂岩带;同时,柴达木地块内部的裂陷槽也发生闭合(图12-E)。随着柴达木地块向北侧块体下俯冲的加剧,阿尔金南缘变质岩系发生高压绿片岩相(绿帘蓝片岩相?)变质作用;而塔里木地块与中阿尔金微陆块(古岛弧)之间亦发生了陆内俯冲碰撞造山作用,导致了中阿尔金地块北部岩石发生榴辉岩相高压变质作用的叠加改造^[22-27]。在陆—陆俯冲碰撞造山过程中,在北阿尔金地块和古尔嘎盆地南侧均形成了一系列同碰撞型花岗岩组合(即分布于北阿尔金地块的塔特勒克布拉克超单元和古尔嘎盆地南侧的伊涅克阿干超单元)。

致谢:参加野外调查和室内研究的还有黄宏伟、蒙有言、韦杏杰、周秋娥、龙爱林、韦盛孔、李锦诚、刘武文、赖润宁等,还得到王汉荣教授、康云骥博士的指导和地质调查局区调处、西北项目办的支持,在此一并表示感谢。

参考文献:

- [1]新疆维吾尔自治区地质矿产局.新疆维吾尔自治区区域地质志[M].北京:地质出版社,1993.841.
- [2]程裕洪.中国区域地质概论[M].北京:地质出版社,1994.517.
- [3]何国琦,李茂松,刘德权,等.中国新疆古生代地壳演化及成矿[M].乌鲁木齐:新疆人民出版社,1994.437.
- [4]王云山,陈基娘.青海省及毗邻地区变质地带与变质作用[M].北京:地质出版社,1987.
- [5]车自成,刘良,刘洪福,等.阿尔金山地区高压变质泥质岩石的发现及其产出环境[J].科学通报,1995,40(14):1298-1300.
- [6]刘良,车自成,王焰,等.阿尔金高压变质岩带的特征及其构造意义[J].岩石学报,1999,15(1):57-63.
- [7]Liu Liang, Che Zicheng, Wang Yan, et al. A discussion on the structure and tectonic evolution of the Altyn Tagh orogenic zone[J]. Earth Sci. Fron., 2000, 7 (Suppl): 206.
- [8]杨经绥,吴才来,史仁灯,等.阿尔金山米兰红柳沟的席状岩墙群:海底扩张的重要证据[J].地质通报,2002,21(2):69-74.
- [9]于海峰,陆松年,刘永顺,等.“阿尔金群”的组成及其构造意义[J].地质通报,2002,21(12):834-840.
- [10]王永和,校培喜,潘长利,等.“阿尔金群”的解体与阿尔金杂岩特征[J].西北地质,2002,35(4):21-29.
- [11]葛肖虹,段吉业,李才,等.阿尔金断裂与西北大地构造格局的新认识[A].见:肖庆辉等主编.地球科学进展[C].武汉:中国地质大学出版社,1996.9-18.
- [12]葛肖虹,张梅生,刘永江,等.阿尔金断裂研究的科学问题与研究思路[J].现代地质,1998,12(3):295-301.
- [13]葛肖虹,刘俊来.北祁连造山带的形成与背景[J].地学前缘,1999,6(4):223-230.
- [14]于海峰,陆松年,梅华林,等.中国西部元古代榴辉岩—花岗岩带和深层次韧性剪切带特征及其大陆再造意义[J].岩石学报,1998,15(4):532-538.
- [15]崔军文,赖绍聪,唐哲民,等.阿尔金山早古生代板块构造[A].见:许志琴,任玉峰,邱小平主编.第30届国际地质大会论文集(造山带地质填图)[C].北京:地质出版社,1999.28-41.
- [16]许志琴,杨经绥,张建新,等.阿尔金断裂两侧构造单元的对比及岩石圈剪切机制[J].地质学报,1999,73(3):193-204.
- [17]Xu Z Q, Yang J S, Zhang J X, et al. Tectonic significance of early Paleozoic high-pressure rocks in the Qilian-Qaidam-Altun Mountains, NW China [A]. In: American geophysical union annual meeting abstracts[C]. 1999.F1018.
- [18]张建新,张泽明,许志琴,等.阿尔金西段孔兹岩系的发现及岩石学、同位素年代学初步研究[J].中国科学(D辑),1999,29(4):298-305.
- [19]崔军文,唐哲明,邓晋福,等.阿尔金断裂系[M].北京:地质出版社,1999.
- [20]车自成,刘良,孙勇.阿尔金铅、钨、铀、钍、氧同位素研究及其早期演化[J].地球学报,1995,(3):333-337.
- [21]刘良,车自成,王焰,等.阿尔金茫崖地区早古生代蛇绿岩的Sm-Nd等时线年龄证据[J].科学通报,1998,43(8):880-883.
- [22]刘良,车自成,罗金海,等.阿尔金山西段榴辉岩的确定及其地质意义[J].科学通报,1996,41(16):1485-1488.
- [23]Zhang J X, et al. The ages of U-Pb and Sm-Nd for eclogite from the western segment of Altyn Tagh tectonic belt[J]. Chinese Science Bulletin, 1999, 44(24): 2256-2259.
- [24]Zhang J X, Zhang Z M, Xu Z Q, et al. Petrology and geochronology of eclogite from the western segment of the Altyn Tagh, northwestern China[J]. Lithos, 2001, 56: 187-206.
- [25]张建新,许志琴,杨经绥,等.阿尔金西段榴辉岩岩石学、地球化学和同位素年代学研究及其构造意义[J].地质学报,2001,75(2):186-195.
- [26]张建新,杨经绥,许志琴,等.阿尔金榴辉岩中超高压变质作用证据[J].科学通报,2002,47(3):231-234.
- [27]刘良,孙勇,肖培喜,等.阿尔金发现超高压(>3.8GPa)石榴二辉橄榄岩[J].科学通报,2002,47(9):657-662.

① 西安地质矿产研究所.新疆1:25万苏吾什杰幅区域地质调查报告.2003.

② 广西壮族自治区地质调查研究院.新疆1:25万瓦石峡幅、阿尔金山幅区域地质调查报告.2003.