

57-64
阿尔金高压变质岩带的特征及其构造意义

刘良 车自成 王焰 罗金海 陈丹玲

西北大学地质系, 西安 710069.

Department of Geology, Northwest University, Xi'an 710069.

1998-04-20 收稿, 1998-12-11 改回.

Liu Liang, Che Zicheng, Wang Yan, Luo Jinhai and Chen Danling. 1999. The petrological characters and geotectonic setting of high-pressure metamorphic rock belts in Altun Mountains. *Acta Petrologica Sinica*, 15(1): 57~64

Abstract There are two high-pressure metamorphic rock belts in the north and south of Altun tectonic zone, respectively. The former is a high-pressure metapelitic rock belt, which occurs in the east of Beiketan in E-W striking Honglugou-Lapeiquan ophiolitic complex zone on the north side of Altun; the latter is an eclogite belt, which occurs in NE- or NEE-striking uplift belt from south of Jianggesayi-Mangya on southern margin of Altun about 200km long. Judging from regional tectonic setting, metamorphic history, clockwise $P-T$ paths and chronology, these high-pressure metamorphic rocks are related to plate collision and subduction in their formation and represent two collision-subduction events of the southeast margin of Tarim Plate in early Phanerozoic. All of these provide important evidences for discussing early stage evolution of Altun sinistral strike-slip faulted zone.

Key words Altun, High-pressure metamorphic rock belts, Tectonic significance

摘要 阿尔金构造带存在两条高压变质岩带, 一条为高压变泥质岩带, 出露在阿尔金中段北部红柳沟-拉配泉东西向蛇绿混杂岩带之中的贝克滩东侧, 东西向展布约几公里; 另一条为榴辉岩带, 出露在阿尔金南缘的江格萨依南-米兰河上游一带的北东向隆起带上, 断续延伸约 200km。区域构造背景、高压变质岩石的变质历史及顺时针型 $P-T$ 轨迹和年代学研究表明, 这些高压变质岩石的形成应与板块俯冲、碰撞活动有关, 它们分别代表了显生宙初塔里木板块东南缘的两次俯冲-碰撞活动。这一成果为阐明阿尔金左行走滑断裂系的早期演化及板块增生提供了重要依据。

关键词 阿尔金山; 高压变质岩带; 构造意义, 变质岩

中图法分类号 P588.34

阿尔金左行走滑断裂系举世瞩目, 它是青藏高原北部一条重要的应力释放线 (Tapponier and Molnar, 1977), Celal Sengon and Barka (1992) 还认为它应与伊朗高原西北缘的安纳托利亚断裂相连, 共同构成特提斯北缘的一条巨型走滑断裂系。然而, 这些活动主要表现在中-新生代。八十年代初, 区内发现早古生代深水沉积和基性火山岩系 (张显庭等, 1984), 才认识到它是一条长期演化的断裂构造带; 九十年代以来, 区内地质研究取得了许多新进展, 如北缘太古代麻粒岩相杂岩的确定 (车自成等, 1996), 红柳沟蛇绿岩和阿帕-茫崖蛇绿岩带的提出及初步研究 (何国琦等, 1994; 赖绍聪等, 1996; Liu Liang *et al.*, 1998), 以及区内高压变泥质岩石 (Che Zicheng *et al.*, 1995) 和榴辉岩 (Liu Liang *et al.*, 1996) 的发现等, 从而提示阿尔金构造带的早期可能是一条

板块俯冲-碰撞带。本文重点从区域地质背景, 高压变质岩石的产状、 $P-T$ 轨迹和年代学研究几方面, 进一步探讨阿尔金高压变质岩带的特征及其构造意义。

1 区域地质背景

阿尔金构造带介于塔里木板块、柴达木微板块及祁连、东昆仑造山带之间, 是中-新生代以来强烈活动的左行走滑断裂带。现有研究资料表明, 阿尔金构造带是由两个前寒武纪地块和两条蛇绿混杂岩带构成 (图 1)。北部地块主体由太古代麻粒岩相杂岩组成; 中部地块总体表现为一个前寒武纪隆起带, 主要由数千米厚的下元古界中一深变质岩系与中一晚元古代浅变质碎屑岩和叠层石灰岩组成, 其上零星覆盖着

· 本文为国家自然科学基金资助项目 (49672141) 的成果之一。

第一作者简介: 刘良, 男, 1956 年生, 硕士, 教授, 矿物岩石学专业。

中一晚奥陶世浅海相生物灰岩和中—新生代断陷盆地沉积。上述地块被南北两条蛇绿混杂岩带所分割(图1),北带位于红柳沟-拉配泉一线,近东西向延伸,主要由大量的镁铁质-超镁铁质岩体、基性火山岩、枕状熔岩、硅质岩和凝灰岩组成,还见一些碎屑岩、碳酸盐地层和深变质岩块(片),共同构成阿尔金北部蛇绿混杂岩带(即前人所称的红柳沟-拉配泉蛇绿岩带),其中玄武岩的 Sm-Nd 等时线年龄为 $508.3 \pm 41\text{Ma} \sim 524.4 \pm 44\text{Ma}$ (刘良等,未发表资料,待刊)。南带呈北东东至北东向沿阿尔金主断裂分布,在从西段阿帕到中段

茫崖附近全长约 700km 的范围内,断续分布着 71 个规模不等的镁铁质-超镁铁质岩体,在阿帕地段又见基性火山岩、枕状熔岩和硅质岩,在茫崖附近还见基性火山岩、少量硅质岩和辉长岩及安山岩,它们均呈透镜体状赋存于区内复理石及碳酸盐地层之中,共同构成阿帕-茫崖蛇绿混杂岩带,其中玄武岩的 Sm-Nd 等时线年龄为 $481.3 \pm 53\text{Ma}$ (Liu Liang *et al.*, 1998)。本文所述高压变泥质岩石产出在北部红柳沟-拉配泉蛇绿混杂岩带之中(贝克滩东侧),榴辉岩则产出在中部前寒武纪隆起带的南部边缘。

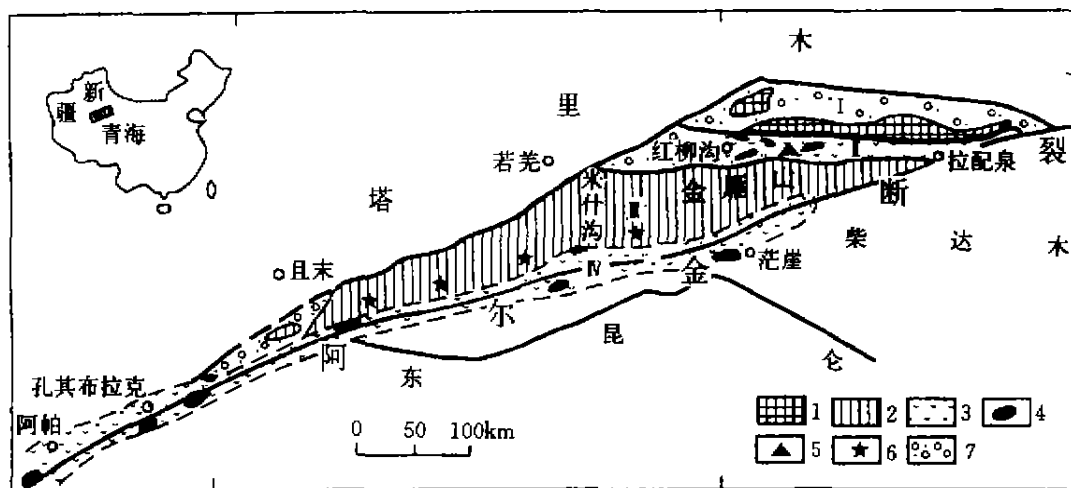


图1 阿尔金山构造地质简图

1. 晚太古代隆起; 2. 元古界隆起; 3. 蛇绿混杂岩带; 4. 超镁铁质岩体; 5. 高压变泥质岩块(片); 6. 榴辉岩、石榴单斜辉石岩、榴闪岩透镜体; 7. 第四纪覆盖区; I 为阿北地块; II 为红柳沟-拉配泉蛇绿混杂岩带; III 为米兰河-金雁山地块; IV 为阿帕-茫崖蛇绿混杂岩带。

Fig. 1 A sketch map of structural geology for Altun Mountain area

2 高压变质岩石的分布和产状

出露在贝克滩一带的高压变泥质岩石,呈夹层状或透镜体状断续分布在南北宽 2~5km,东西长 20~50km 的变质片岩之中,构成一条近东西向展布的高压变质岩带,可简称为阿尔金高压变泥质岩带或北部高压变质岩带(图1)。主要围岩有石榴白云母石英片岩、二云母石英片岩、石榴黑云更长片麻岩,不纯大理岩和含不等量角闪石、绿帘石的各种片岩或片麻岩等。目前在这些围岩中虽未发现指示高压变质的特征矿物,但高压变泥质岩石与这些围岩的产状是相同的,普遍存在两期构造变形作用的叠加,早期片理走向 295° ,晚期片理走向 65° ,晚期片理使早期片理强烈褶皱,往往形成与晚期片理一致的褶皱层。这些特征说明阿尔金北部高压变质岩石与围岩可能都经历了后期变质变形的强烈改造。也许正是这种后期变质变形作用的强烈改造,使早先存在于某些围

岩中的特征高压变质矿物有可能发生了退变质而被抹掉,对此有待进一步深入研究。

区内榴辉岩(含石榴单斜辉石岩)呈透镜体状从西段江格萨依南向东断续可追索到茫崖石棉矿西北的米兰河上游,全长约 200km,构成另一条近北东东向展布的高压变质岩带,可简称阿尔金榴辉岩带或南部高压变质岩带(图1)。榴辉岩的直接围岩有中深变质的斜长角闪岩、角闪片岩、含榴斜长片麻岩、白云母石英片岩、二云母石英片岩等,其中有些角闪质岩石遭受了强烈的糜棱岩化的改造而构成角闪质糜棱岩。单个榴辉岩透镜体,通常长几十厘米至数十米,宽几厘米至数米。部分榴辉岩与围岩的产状相同,透镜体或夹层的延伸方向与片麻理的走向平行,并一起变形和褶皱。榴辉岩的边部往往显示较强的退变质作用,有的已转变为石榴角闪岩(榴闪岩)或角闪片岩。少数榴辉岩呈构造岩块不协调地存在以角闪岩相为特征的片麻岩中。

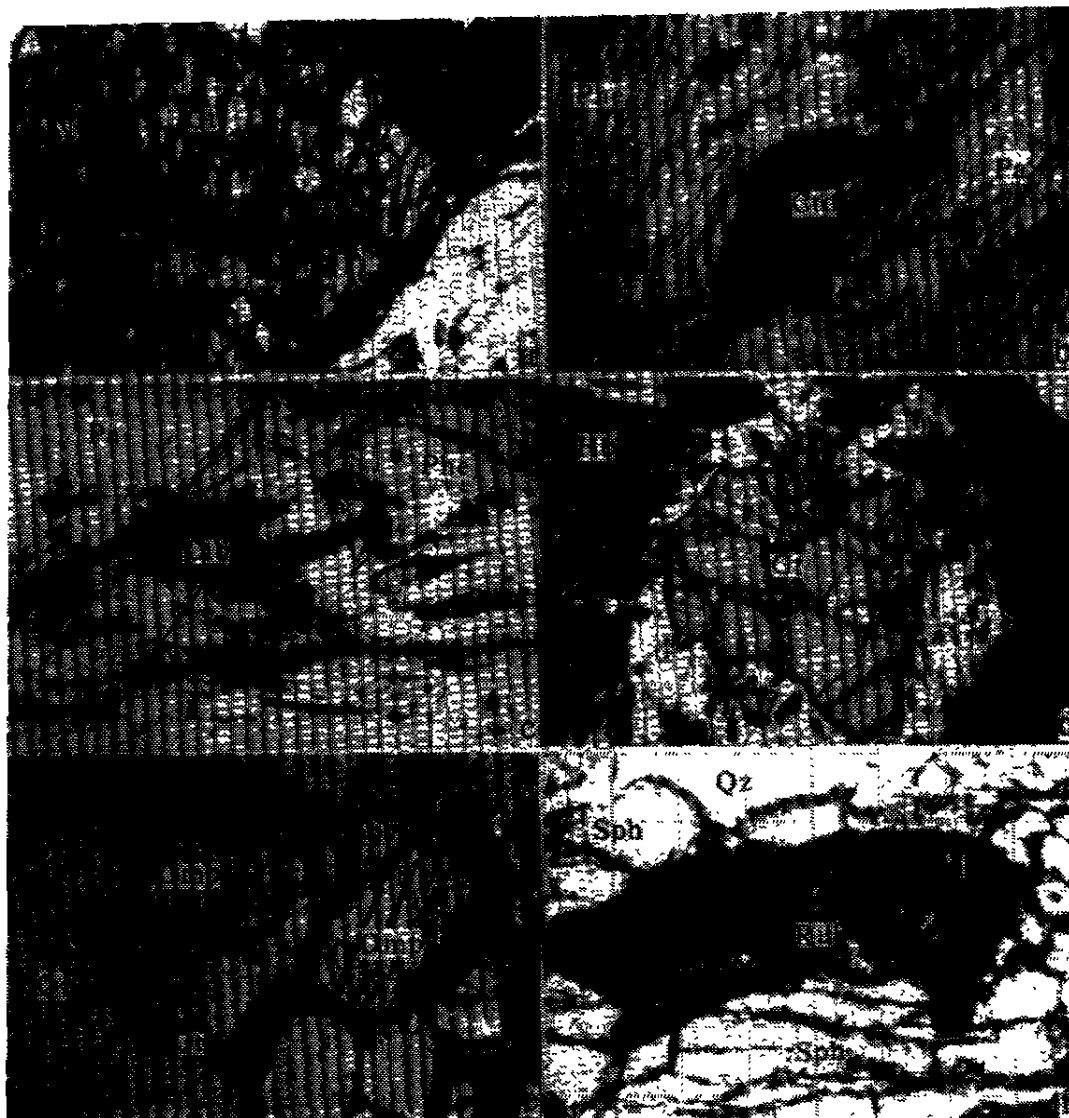


图2 阿尔金高压变质岩石的显微结构(说明见正文)

Fig. 2 Microphotos of high-pressure metamorphic rocks in Altun Mountain area

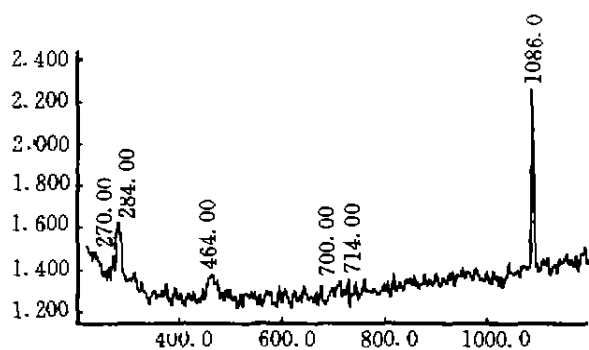


图3 文石的拉曼光谱谱图

Fig. 3 Lamman spectrum diagram of aragonite

3 高压变质岩的岩石学特征

高压变质泥质岩石多呈灰白色或灰绿色, 片状或片麻状, 主要组成矿物有石榴石(5%~20%)、富镁硬绿泥石(5%~10%)、多硅白云母(1.5%~30%)、钠云母(5%~10%)、绿帘石或黝帘石(5%±)、绿泥石(5%±), 有些含少量蓝晶石、文石和白云石或方解石, 石榴石和硬绿泥石中常见石英包体。副矿物有富镁电气石、金红石和磷灰石等。根据岩相学观察, 该类岩石至少可识别出两期变质矿物组合。早期特征矿物组合又可细分为①石榴石+富镁硬绿泥石+多硅白云母±蓝晶石, ②石榴石+硬绿泥石+多硅白云母+钠云母+石英(图2a, b, c)。这些组合还普遍见金红石和富镁电气石, 有些含少量白云石和文石(多已转变为方解石), 但目

前未发现滑石。其中的文石是通过拉曼光谱(图3)证实的,谱图中(700)和(714)双峰及(270)和(284)双峰是文石区别于方解石的主要特征。第二期矿物组合以分布在早期矿物颗粒周围的细粒片状白云母、黑云母、绿泥石、石英及少量钠长石组成的反应边为特征。因此,后者应是早期矿物降压退变质的产物。

榴辉岩多呈块状。薄片观察到的主要原生矿物有石榴石(25%~40%)、绿辉石(15%~25%)、石英(10%~30%),和次生退变质角闪石(10%~35%)及少量斜长石(3%±),以及副矿物金红石、钛铁矿、榍石、磷灰石等。其中石榴石多呈变斑晶,淡灰色,常含石英及自形的磷灰石晶体,并广泛发育由角闪石、斜长石和细粒石英组成的后成合晶(图2d);绿辉石为淡绿色,半自形,多具深绿色角闪石镶边或被

角闪石部分甚至完全代替。有些薄片可见石榴石、绿辉石与石英三者平衡共生(图2e)。金红石呈粒状分布在石榴石与辉石之间,并普遍具钛铁矿镶边,有些钛铁矿又被榍石所包裹(图2f),构成特征的降压退变质反应结构。根据这些特征,岩石至少可识别出早、晚两期变质矿物组合:早期为石榴石+绿辉石+石英+金红石,晚期为角闪石+斜长石+石英+钛铁矿(榍石)。晚期矿物显然是早期矿物降压退变质的产物。

4 变质条件及其P-T轨迹

阿尔金高压变泥质岩石和榴辉岩特征矿物的电子探针分析结果分别见表1和表2。

表1 阿尔金高压泥质岩主要矿物的电子探针分析数据(%)

Table 1 Microprobe analyses (%) of the high-pressure metapelitic rocks from Altun

矿物	石榴石			硬绿泥石				多硅白云母(早期)				绿泥石(晚期)		电气石		钠云母	
SiO ₂	36.51	37.15	35.72	25.35	25.78	25.08	23.88	52.08	53.48	51.27	52.11	27.43	26.09	36.35	36.71	47.33	47.95
TiO ₂	0.24	0.00	0.00	0.17	0.64	0.09	0.13	0.24	0.19	0.23	0.24	0.00	0.04	0.571	0.41	0.00	0.06
Al ₂ O ₃	21.50	23.12	20.05	42.09	44.33	39.72	38.91	29.85	27.35	29.36	28.77	21.68	22.25	28.64	31.07	39.00	38.91
FeO	31.66	25.98	29.34	25.21	25.04	23.72	18.83	1.84	2.02	1.61	1.60	24.97	24.11	4.54	4.58	0.52	0.61
MnO	0.44	2.79	2.27	0.03	0.02	0.09	0.20	0.00	0.03	0.00	0.00	0.41	0.12	0.04	0.00	0.00	0.14
MgO	2.44	3.15	3.06	4.57	4.47	4.80	5.21	2.44	2.95	2.94	3.48	16.69	15.80	8.46	7.89	0.13	0.07
CaO	7.19	7.50	7.53	0.00	0.00	0.02	0.01	0.20	0.14	0.09	0.05	0.00	0.07	0.73	0.30	0.07	0.07
Na ₂ O	0.02	0.03	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.31	0.14	0.21	0.13	0.02	0.03	2.15	2.43	7.56	7.38
K ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.53	9.53	9.00	8.67	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45	0.75
Σ	100	99.71	98.02	97.51	97.29	93.54	87.28	95.29	95.83	94.69	95.02	91.20	88.51	81.51	83.48	95.04	95.94
O	12	12	12	12	12	12	12	11	11	11	11	28	28			12	12
Si	2.926	2.930	2.924	1.985	2.019	2.051	2.050	3.407	3.497	3.381	3.418	5.482	5.375			3.028	3.044
Al ^{IV}	0.074	0.070	0.076	3.000	3.000	3.000	3.000	0.593	0.503	0.619	0.582	2.518	2.625			0.912	0.956
Al ^{VI}	1.957	2.078	1.859	0.884	0.815	0.788	0.918	1.697	1.604	1.663	1.642	2.588	2.776			2.029	1.955
Ti	0.015	0.000	0.000	0.009	0.063	0.005	0.008	0.012	0.008	0.011	0.012	0.000	0.006			0.000	0.003
Fe	2.122	1.713	2.009	1.851	1.640	1.622	1.348	0.100	0.110	0.089	0.088	4.173	4.153			0.025	0.032
Mn	0.030	0.186	0.158	0.002	0.001	0.006	0.015	0.000	0.002	0.000	0.000	0.069	0.021			0.000	0.000
Mg	0.291	0.376	0.374	0.534	0.522	0.585	0.663	0.238	0.288	0.289	0.338	4.972	4.852			0.013	0.013
Ca	0.617	0.634	0.661	0.000	0.000	0.002	0.001	0.014	0.010	0.007	0.003	0.000	0.015			0.005	0.005
Na	0.003	0.005	0.006	0.000	0.000	0.000	0.000	0.039	0.018	0.027	0.017	0.069	0.014			0.937	0.909
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.712	0.795	0.757	0.726	0.007	0.000			0.037	0.061
Σ	8.035	7.986	8.067	8.065	8.060	8.059	8.001	6.812	6.835	6.843	6.826	19.878	20.019			6.988	6.978

表 2 阿尔金榴辉岩主要组成矿物的电子探针分析数据 (%)

Table 2 Microprobe analyses (%) for main composition minerals of eclogite in Altun Mountains

样品号	Jg-23-⑤		Jg-23-⑦		Jg-25		Jg-23		Jg-25		Jg-25		
矿物	石榴石	绿辉石	石榴石	绿辉石	石榴石	绿辉石	角闪石	斜长石	角闪石	斜长石	金红石	钛铁矿	榍石
SiO ₂	39.17	54.70	38.77	53.44	36.75	52.80	40.58	63.79	43.45	64.90	0.09	0.07	38.22
TiO ₂	0.05	0.15	0.07	0.09	0.12	0.48	2.15	0.07	0.67	0.07	98.53	55.27	37.14
Al ₂ O ₃	21.52	9.95	22.26	9.65	22.55	5.43	13.65	22.19	13.54	22.06	0.07	0.00	2.07
ΣFeO	22.28	5.51	21.87	5.29	23.84	8.98	19.37	0.16	17.54	0.11	0.33	43.93	0.48
MnO	0.30	0.09	0.25	0.09	0.48	0.10	0.22	0.00	0.09	0.00	0.09	0.84	0.10
NiO	0.02	0.00	0.00	0.10	0.00	0.02	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.01	0.00
MgO	6.27	9.31	6.35	9.35	5.44	9.95	8.60	0.02	5.75	0.01	0.00	0.08	0.00
CaO	10.42	14.81	11.33	14.64	9.88	18.67	11.36	3.94	10.75	3.08	0.07	0.10	28.13
Na ₂ O	0.00	5.92	0.04	5.53	0.03	3.60	1.44	9.04	1.37	9.78	0.04	0.03	0.03
K ₂ O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.34	0.05	0.21	0.10	0.05	0.00	0.00
Cr ₂ O ₃	0.00	0.03	0.03	0.00	0.00	0.04	0.07	0.03	2.80	0.00	0.00	0.00	0.07
Σ	100.1	100.5	100.9	98.17	98.08	100.1	98.78	99.29	96.11	100.1	99.2	100.3	98.25
O	12	6	12	6	12	6	23	8	23	8			
Si	3.016	1.960	2.960	1.960	2.890	1.960	6.131	2.833	6.600	2.855			
Al ^{IV}	0.000	0.040	0.040	0.040	0.110	0.040	1.869	1.162	1.400	1.144			
Al ^{VI}	1.952	0.372	1.963	0.413	1.979	0.197	0.561	0.000	1.024	0.000			
Ti	0.003	0.004	0.004	0.002	0.007	0.014	0.244	0.002	0.077	0.002			
Fe ³⁺	0.011	0.064	0.073	0.016	0.123	0.082	0.006	0.000	0.000	0.000			
Fe ²⁺	1.423	0.101	1.323	0.146	1.445	0.197	2.441	0.160	2.447	0.004			
Mn	0.020	0.003	0.016	0.003	0.032	0.003	0.028	0.000	0.012	0.000			
Ni	0.001	0.000	0.000	0.003	0.000	0.001	0.000	0.000	0.004	0.000			
Mg	0.720	0.498	0.722	0.511	0.638	0.550	1.936	0.002	1.302	0.001			
Ca	0.859	0.569	0.927	0.575	0.832	0.741	1.839	0.187	1.750	0.145			
Na	0.000	0.412	0.006	0.393	0.005	0.259	0.422	0.779	0.403	0.834			
K	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.258	0.003	0.041	0.006			
Cr	0.000	0.001	0.002	0.000	0.000	0.001	0.008	0.001	0.336	0.000			

对于高压变泥质岩石, 利用石榴石-多硅白云母温度计 (Green and Hellman, 1982) 和多硅白云母压力计 (Massonne and Schreyer, 1989), 并考虑到文石→方解石的转变以及未见到滑石的事实, 估算早期矿物组合的变质条件可能为 550 ± 30 °C 和 1.4~2.0 GPa (Che Zicheng *et al.*, 1995); 而晚期退变质矿物组合为白云母+绿泥石+石英±钠长石, 表明遭受了绿片岩相的退变质作用, 其温度应小于 550 °C, 压力低于 0.6 GPa, 其变质作用的 *P-T* 轨迹见图 4a。对于榴辉岩, 利用多种温压计 (Krogh, 1988; Holland, 1980), 确定早期矿物组合的温压条件约为 660 °C~830 °C 和 1.40~1.85 GPa; 晚期退变质矿物组合的温度为 450 °C~500 °C, 压力为 0.5 GPa

(Liu Liang *et al.*, 1996)。二者共同构成一个较陡的顺时针降压的 *P-T* 轨迹 (图 4b)。图 4b 中 A、B、C 平衡单变线据石榴石与单斜辉石温度计 (Krogh, 1988) 计算; 硬玉分子含量单变线据 Holland (1980)。

比较图 4a 和图 4b 可以看出, 阿尔金北部高压变质岩带与南部高压变质岩带都表现为顺时针降压的 *P-T* 轨迹, 说明其形成都与板块俯冲、碰撞作用有关。但南部高压变质岩带的形成温度明显高于北部高压变质岩带, 同时结合二者产出的位置、岩石类型和矿物组合的不同共同考虑, 似乎又说明它们可能不是同一期构造变质热事件的产物。

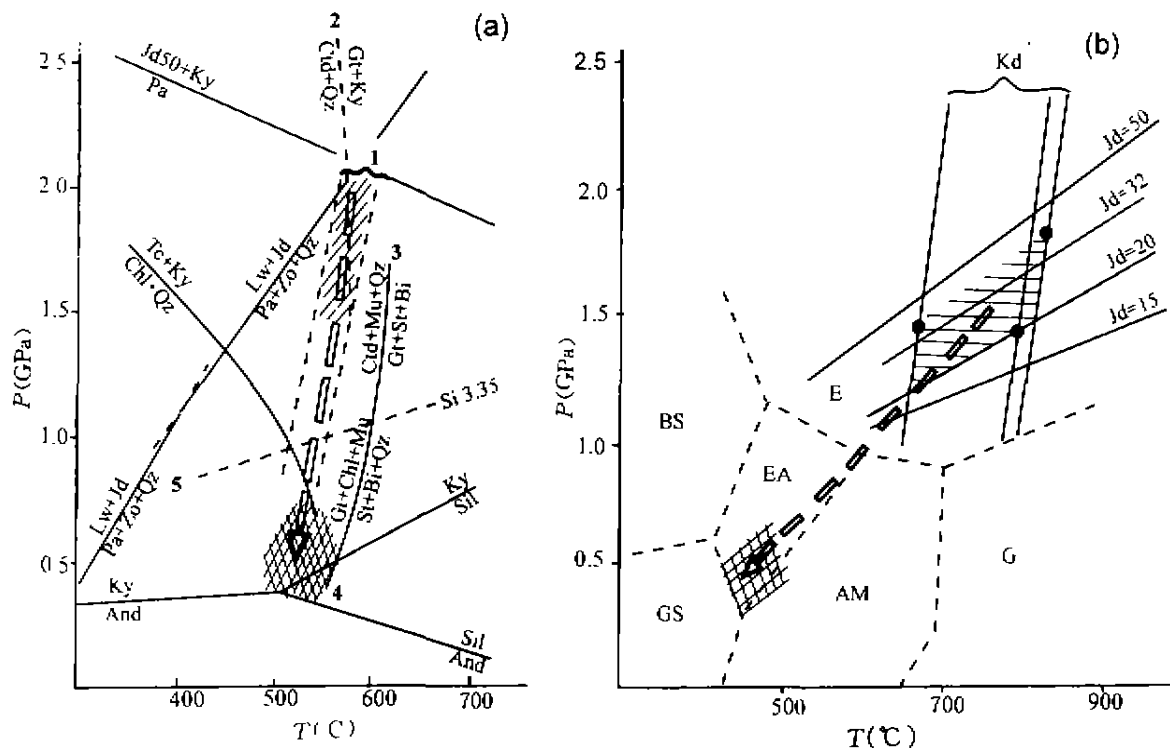


图4 阿尔金高压变泥质岩石 (a) 和榴辉岩 (b) 的 P - T 条件及 P - T 轨迹

曲线 1. 据 Green and Hellman (1982) 石榴石与多硅白云母温度计计算; 曲线 2. 据 Vuichard and Balleve (1988); 曲线 3~4. 据 Spear and Cheney (1989); 曲线 5. 据 Massonne and Schreyer (1987).

Fig. 4 Estimated P - T conditions and P - T path of the high-pressure metapelite rocks and eclogite in Altun

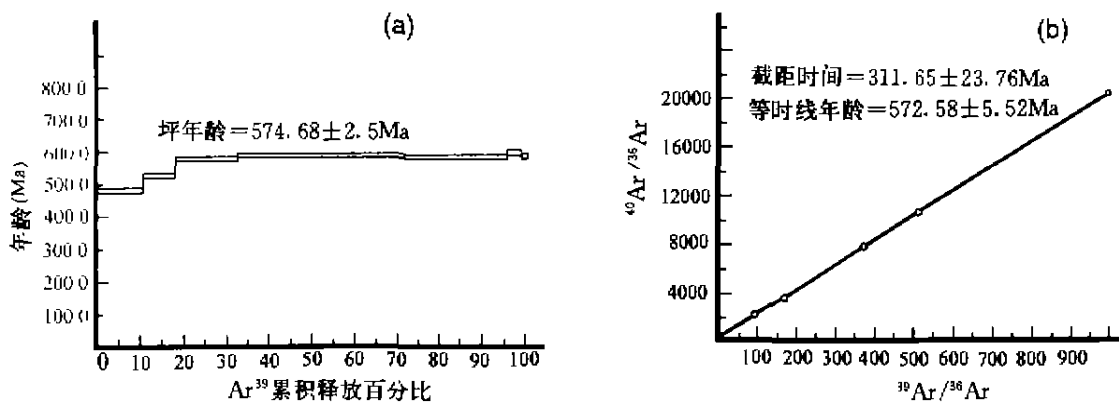


图5 多硅白云母的 Ar-Ar 坪年龄 (a) 和等时线年龄 (b)

Fig. 5 Ar-Ar plateau ages (a) and isochron ages (b) of phengite

5 形成时代讨论

北带高压变泥质岩石中多硅白云母的 ^{40}Ar - ^{39}Ar 高温坪 $574.68 \pm 2.5 \text{ Ma}$ 的年龄值 (图 5a) 与 $572.58 \pm 5.52 \text{ Ma}$ 的等时线年龄值 (图 5b) 非常接近, 高温坪是在温度大于 790°C 以上获得的, ^{39}Ar 的累积析出大于 80% , 考虑到该岩石的形

成温度 ($550^\circ\text{C} \pm 30^\circ\text{C}$) 大于多硅白云母对 K-Ar 体系的封闭温度 (白云母的封闭温度一般取 $350^\circ\text{C} \pm 50^\circ\text{C}$), 这一年龄值的记录应滞后于高压变质热事件, 但可以认为代表了高压变质岩石的上限年龄, 说明板块俯冲、碰撞作用发生在显生宙初。另外, 多硅白云母的年龄谱图上 (图 5a) 还显示了 $527.39 \pm 5.34 \text{ Ma}$ 和 $479.81 \pm 4.89 \text{ Ma}$ 两个低温年龄坪, 这可能与

后期热事件有关,可能代表了该岩石降压退变质作用的时间。南带榴辉岩目前尚未获得准确的年龄数据,但我们在且末县南曾获得该榴辉岩的围岩——角闪质糜棱岩的 Sm-Nd 矿物对等时线年龄为 $519 \pm 37.3\text{Ma}$ (Liu Liang *et al.*, 1996),样品主要由纤状角闪石、斜长石和少量石英组成。该年龄虽不能作为榴辉岩的峰期变质时代,但却反映了这一时期区内有动力变质作用发生,推测至少可代表榴辉岩的构造就位或初次隆升事件,以上限年龄看待。值得指出,这一年龄值低于北带高压岩石多硅白云母的高温坪年龄 ($572.58 \pm 2.5\text{Ma}$),而与其低温坪年龄 ($527.39 \pm 5.34\text{Ma}$) 或 $479.8 \pm 4.89\text{Ma}$ 接近,说明南部高压变质事件的发生可能稍晚于北部高压变质事件。

6 结论及讨论

上述资料表明,阿尔金构造带存在岩石类型和矿物组合不同的南北两条高压变质岩带,北带高压变泥质岩石是在约 550°C 和 $1.4 \sim 2.0\text{GPa}$ 的低温高压变质条件下形成的,上限年龄约为 570Ma ,又遭受了约 527Ma 或 479Ma 退变质作用的改造;南带榴辉岩带形成于约 $660^\circ\text{C} \sim 830^\circ\text{C}$ 和 $1.40 \sim 1.85\text{GPa}$,上限年龄约 519Ma ,二者具有形态类似的顺时针降压的 $P-T$ 轨迹,说明其形成应是显生宙初区内先后两次板块俯冲碰撞作用的产物。

结合区域地质背景资料分析,本文初步分析认为阿尔金高压变质岩带产出的构造环境可能是:在显生宙初,由于塔里木板块与柴达木微板块碰撞,后者向前者之下连续俯冲,先后把表壳沉积物和一部分基性火山岩带到 $50 \sim 80\text{km}$ 深处并在那里发生高压变质,在俯冲带后退的后续构造事件中隆起并逆冲到地表,从而构成南北两条高压变质岩带,中—新生代以来在阿尔金断裂系明显的左行走滑活动中,又受到进一步改造。

阿尔金山北部低温高压变质岩带和南部榴辉岩带的确定,自然使人联想到它们与北祁连蓝片岩带以及柴北缘榴辉岩带的关系究竟如何?本文对此尚不能作出肯定的回答。但是,阿尔金北部高压变质岩带的低温高压变质特征、属泥质岩石或含钙泥质岩石的原岩属性、以及形成于显生宙早期等特征,与北祁连的蓝片岩带 (Wu *et al.*, 1993) 虽有差别,但也有较多的类似之处;阿尔金南部榴辉岩的特征矿物组合、变质条件及形成时代与柴北缘榴辉岩 (Yang Jingsui *et al.*, 1998) 亦有较多的共同之处。因此,在中—新生代阿尔金左行走滑断裂发生之前,不能排除阿尔金山主体是祁连造山带的西延。如果能进一步证实这一点,对估算阿尔金左行断裂系的走滑距离和恢复阿尔金山早期的构造演化历史具有重要意义。

致谢 中国科学院地质研究所柏林先生对本文研究给予了多方面的指导和帮助,美国斯坦福大学刘忠光教授审

阅了本文初稿并提出宝贵的修改意见,特此致谢。

References

- Celal Sengon A M and Barka A A. 1992. Evolution of escape-related strike-slip system: implication for disruption of collisional orogens. 29th International Geological Congress, Abstracts. Volume 1: 232
- Che Zicheng, Liu Liang, Liu Hongfu and Luo Jinhai. 1995. Discovery and occurrence of high-pressure metapelitic rocks in Altun Mountain areas, Xinjiang Autonomous Region. Chinese Science Bulletin, 40(23): 1988~1991
- Che Zicheng and Sun Yong. 1996. The age of the Altun granulite facies complex and the basement of the Tarim basin. Regional Geology of China, (1): 51~57 (in Chinese with English abstract)
- Green T H and Hellman P L. 1982. Fe-Mg partitioning between coexisting garnet and phengite at high pressure, and comments on a garnet-phengite geothermometer. Lithos, 15(4): 253~266
- He Guoqi, Li Maosong, Liu Dequan, Tang Yanling and Zhou Ruhong. 1994. Paleozoic crustal evolution and mineralization in Xinjiang of China. Wulumuqi: The People's Publishing House of Xinjiang. 43~47 (in Chinese)
- Holland T J B. 1980. The reaction albite = jadeite + quartz determined experimentally in range $600^\circ\text{C} \sim 1200^\circ\text{C}$. Am. Mineral., 65: 129
- Krogh E J. 1988. The garnet-clinopyroxene Fe-Mg geothermometer: A reinterpretation of existing experimental data. Contrib. Mineral. Petrol., 99: 44
- Lai Shaocong, Deng Jinfu and Zhao Hailing. 1996. The volcanism and tectonic evolution of the margin of Qingzang Plateau, Xi'an: The Science and Technique Publishing House of Shaanxi, 74~96 (in Chinese)
- Liu Liang, Che Zicheng, Luo Jinhai, Wang Yan and Gao Zhangjian. 1997. Recognition and implication of eclogite in the western Altun Mountain. Xinjiang. Chinese Science Bulletin, 42 (11): 931~934
- Liu Liang, Che Zicheng, Wang Yan, Luo Jinhai, Wang Jianqi and Gao Zhangjian. 1998. The evidences of Sm-Nd isochron age for the early Paleozoic ophiolite in Mangya area. Altun Mountain. Chinese Science Bulletin, 43(9): 754~756
- Massonne H J and Schreyer W. 1989. Stability field of the high-pressure assemblage talc-phengite and two new phengite barometers. Eur. J. Mineral., 1: 391~410
- Spear F S and Cheney J T. 1989. A petrogenetic grid for pelitic schists in the system $\text{SiO}_2\text{-Al}_2\text{O}_3\text{-FeO-MgO-K}_2\text{O-H}_2\text{O}$. Contrib. Mineral. Petrol., 101: 149~164
- Tapponier P and Molnar P. 1977. Active faulting and Cenozoic tectonics of China. J. Geophys. Res., 82: 20
- Vuchard J P and Balleve M. 1988. Garnet-chloritoid in eclogite pelitic rocks from the Sesin zone (Western Alps): their bearing on phase relation in high pressure metapelites. J. Metamorphic Geol., 6: 135~157
- Wu H, Feng Y and Song S. 1993. Metamorphism and deformation of blueschist belts and their tectonic implications in North Qilian Mountains, China. J. Metamorphic Geol., 11: 523~536
- Yang Jingsui, Xu Zhiqin, Li Harbing, Wu Cailai, Cui Juiwen, Zhang Jianxin and Chen Wen. 1998. The discovery of eclogite in north margin of Chaidamu, China. Chinese Science Bulletin, 43 (14): 1544~1549
- Zhang Xianting, Zheng Jiankang and Gou Jin. 1984. The discovery

of late Ordovician strata of geosynclinal type in the eastern segment of the Altun Mountains and their tectonic implications. *Geological Review*, 30(2):184~186 (in Chinese with English abstract)

附中文参考文献

- 车自成, 孙勇. 1996. 阿尔金麻粒岩相杂岩的时代及塔里木盆地的基底. *中国区域地质*, (1):51~57
- 何国琦, 李茂松, 刘德权, 唐延龄, 周汝洪. 1994. 中国新疆古生代地壳演化及成矿. 乌鲁木齐: 新疆人民出版社. 43~47
- 张显庭, 郑建康, 苟金. 1984. 阿尔金山东段槽型晚奥陶世地层的发现及其构造意义. *地质论评*, 30 (2): 184~186
- 魏绍聪, 邓晋福, 赵海玲. 1996. 青藏高原北缘火山作用与构造演化. 西安: 陕西科学技术出版社. 74~96