

中天山北缘青铝闪石和多硅白云母 的发现及其地质意义

崔可锐^① 丁道桂^② 邢乐澄^①

(^① 合肥工业大学资源系 合肥 230009)

(^② 地矿部石油地质中心实验室 无锡 214151)

提 要 新疆中天山北缘存在一条早古生代构造混杂岩带。在该带东段乌斯特沟和干沟混杂岩中,发现了蓝闪石类矿物和多硅白云母。经电子探针分析,蓝闪石类矿物为青铝闪石,形成时压力为 6.7×10^5 kPa。测得多硅白云母的 b_0 值为 9.041 \AA ,晶体结构式中的离子数 Si 平均为 3.43。这些高压矿物的发现为确定中天山北缘构造混杂岩带的变质相提供了确凿的证据,从而为研究天山造山带的构造演化和古板块的活动史提供了必要的基础资料。

关键词 青铝闪石 多硅白云母 地质意义 新疆中天山

新疆中天山地区地层分布齐全,中元古界至第四系均有分布,但主要出露地层为志留系、泥盆系和石炭系。岩浆岩主要为海西期的花岗岩、花岗闪长岩和花岗斑岩。构造线方向以及地层和岩体的分布方向均为北西西向。在中天山北缘还断续出露着一条长约 500 km 的构造混杂岩带——中天山北缘构造混杂岩带(图 1)。其西自唐巴勒,向东经哈希勒根、乌斯特沟、米什沟至干沟。形成于晚志留世至泥盆纪。西段形成时代更早,为中晚奥陶世^[1]。

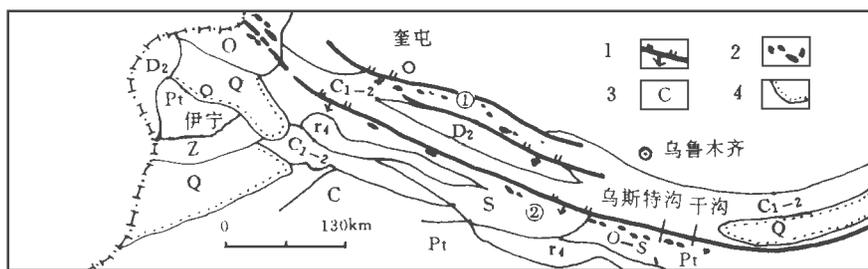


图 1 西天山北部混杂岩带分布略图

Fig. 1 Distribution of a melange zone in the northern part of the Central Tianshan Mountains

1—西天山主干断裂;2—超基性岩片;3—地层及其时代代号;4—地层不整合;

①—北天山构造混杂岩带;②—中天山北缘构造混杂岩带

本文于 1995 年 6 月 5 日收到。

作者简介:崔可锐,男,1956 年生,副教授,已发表《新疆西天山的变形序列解释》等论文。

混杂岩带在乌斯特沟出露较窄,宽度 1 km 左右。其北侧为石炭系酸性火山岩,两者以断层接触。断层宽 50 m,其中构造透镜体非常发育,岩性为中酸性火山岩、超基性岩及石英岩。混杂岩带南侧为海西中期的肉红色花岗岩小岩体。小岩体南侧是奥陶系变形砾岩和片岩。它们构成 1 000 多米宽的糜棱岩带。糜棱岩面理产状为 $190^{\circ} \angle 63^{\circ}$ 。在混杂岩带内主要为超基性岩块及少量的大理岩、石英岩和凝灰岩岩块。超基性岩块局部地区片理化发育,其中可包含长英质构造透镜体。在片理化的超基性岩中发现了青铝闪石(图 2)。

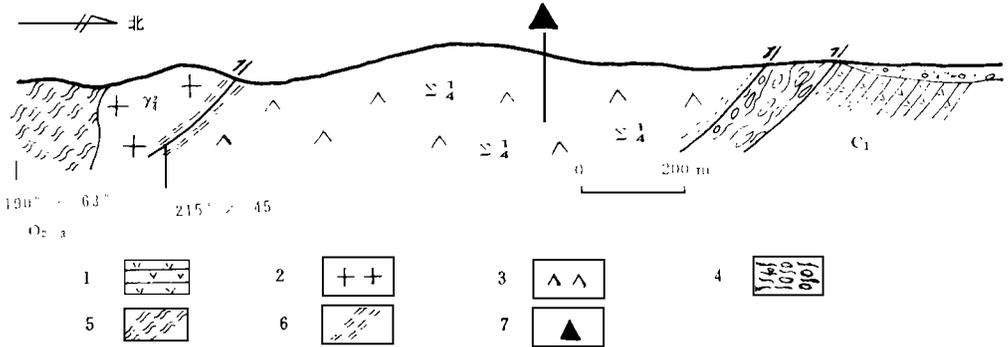


图 2 乌斯特沟构造混杂岩剖面图

Fig. 2 Section of tectonic mélanges at Wusitegou

1—中酸性火山岩;2—海西期花岗岩;3—基性、超基性岩;
4—构造透镜体;5—糜棱岩;6—碎裂岩;7—青铝闪石发现地点

混杂岩带在干沟出露宽度为 5 km 左右。由于定位时的混杂和定位后进一步受后期构造变动的影 响,蛇绿岩的原生层序已不复存在,仅作为残存的外来岩块镶嵌于志留系的地层之中。岩块有橄榄岩、辉长岩、辉绿岩、斜长花岗岩和硅质岩等。此外,还有花岗岩、闪长岩、大理岩、灰岩、石英岩和片麻岩等岩块。所有这些岩块大小悬殊,从几百米至几厘米不等,分布无规律性。混杂岩的基质多为云母石英片岩、绿泥石英片岩。其片理明显,产状为 $200^{\circ} \angle 69^{\circ}$,可见线性紧闭同斜褶皱和无根钩状褶皱,与岩块的岩性、变形变质等方面明显不同。混杂岩带的北侧仍为石炭系地层,不同的是均已变质成千枚岩夹片岩,厚度巨大。南侧是海西早期的花岗岩体。在混杂岩带的内部,还发育着一条宽约 2 km 的糜棱岩带(图 3)。

对混杂岩带的岩石化学、地球化学的详细研究以及混杂岩带在唐巴勒和米什沟处的基本特征和构造特征描述已有人进行了详细工作^[1~4]。作者在 1995 年曾对该混杂岩带的岩石组 构、磁组构及有限应变等构造变形特征进行了大量工作,在研究中首次发现了青铝闪石和多硅 白云母等高压矿物²。

1 青铝闪石的发现及测定

在混杂岩带东段乌斯特沟内混杂岩的基性岩块中发现了蓝闪石类矿物,在岩石中含量较

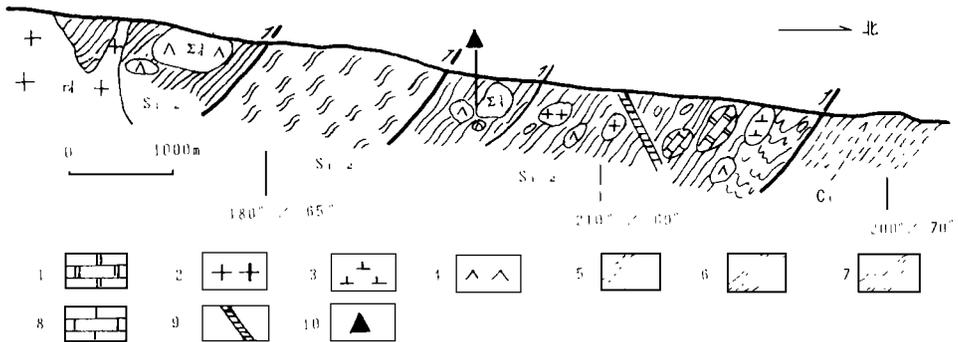


图3 干沟构造混杂岩剖面图

Fig.3 Section of tectonic mélanges at Gangou

1—大理岩;2—花岗岩;3—闪长石;4—基性、超基性岩;5—千枚岩夹片岩;
6—片岩;7—糜棱岩;8—石灰岩;9—长英质岩脉;10—多硅白云母发现地点

低,仅达3%~5%。显微镜下呈柱状、放射状,多色性明显,由深蓝色变为浅蓝色,二轴晶。分析数据见表1。

表1 青铝闪石的电子探针分析数据

Table 1 Microprobe analysis of crossite

样品号 成分(%)	W-1	W-2	W-3	样品号 阳离子数				
				W-1	W-2	W-3		
SiO ₂	57.35	58.10	59.22	T	Si	0.085	8.203	8.355
Al ₂ O ₃	2.33	3.98	4.31		Al ^{IV}	0.000	0.000	0.000
TiO ₂	0.01	0.00	0.00		Al ^{VI}	0.559	0.662	0.712
ΣFeO	19.06	19.04	17.19	C	Ti	0.000	0.000	0.000
MgO	6.00	5.00	5.04		Fe ³⁺	1.817	1.903	1.576
MnO	0.00	0.00	0.01		Fe ²⁺	0.448	0.340	0.449
CaO	2.84	3.53	3.84		Mg	1.254	1.052	1.059
K ₂ O	0.13	0.08	0.48	B	Mn	0.000	0.000	0.000
Na ₂ O	6.71	6.19	5.88		Ni	0.000	0.000	0.000
NiO	0.00	0.00	0.00		Ca	0.432	0.534	0.576
总计	95.46	95.92	95.98	A	Na	0.000	0.000	0.000
					Na	0.271	0.222	0.178
					K	0.017	0.017	0.085

南京大学电子探针室测试

从表1中可看出,化学成分中的FeO是全铁,而计算阳离子数时的Fe²⁺和Fe³⁺均是采用剩余氧法求得。在Phillips和Griffen的蓝铝闪石类矿物成分分类图中投点,3个样品均落在青铝闪石区(图4)。又利用Brown^[6]的角闪石中Al^{IV}-NaM₄压力关系图投影(图5),获得乌斯

特沟中的青铝闪石是形成于 6.7×10^5 kPa 的压力条件下。

该混杂岩中蓝片岩的矿物组合为青铝闪石+透闪石+绿帘石+黑硬绿泥石+钠长石+磷灰石,而没有发现硬柱石和硬玉,说明它们是在温度偏高压力偏低的变质条件下形成的。因此,该混杂岩带的变质相属接近绿片岩相的蓝片岩相。

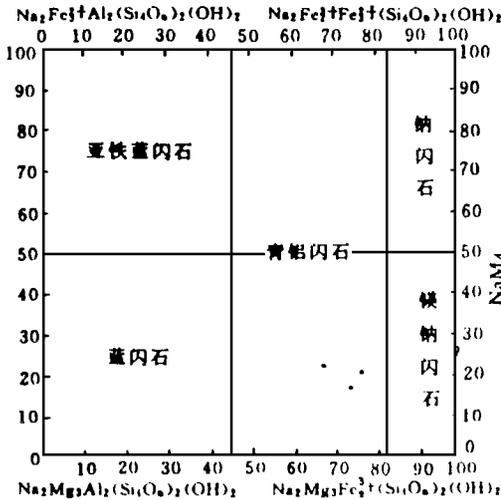


图 4 蓝闪石类矿物成分分类图

Fig. 4 Compositional classification of glaucophanic amphiboles

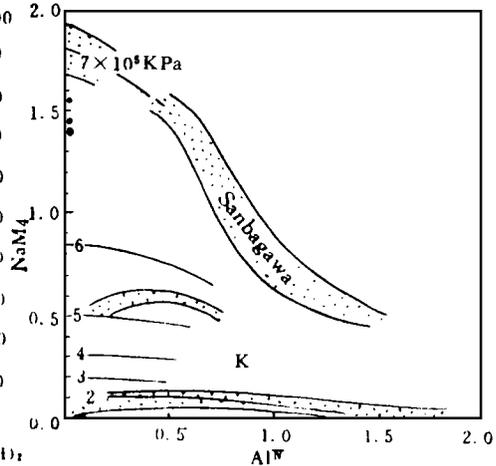


图 5 角闪岩中 Al^{IV} - NaM_4 与压力关系图

Fig. 5 Relationship between Al^{IV} and NaM_4 in amphiboles and pressures

2 多硅白云母的发现及测定

在东段干沟内混杂岩中,采集了白云母片岩样品,白云母含量 $>75\%$,其矿物组合为多硅白云母+钠长石+绿泥石+微斜长石。经南京大学现代分析中心 X 光衍射分析,得出白云母 X 射线衍射谱线。3 个样品中均有 $\alpha=2.78、2.00、3.22$ 和 3.48 \AA 的强峰,而不见 $\alpha=2.68、3.1$ 和 3.6 \AA 的强峰。依据叶大年和张建洪总结的标准,前者为 2 M 型白云母的特征峰,后者为 3 T 型白云母的特征峰。因而干沟混杂岩带中白云母属 2 M 型。

从 X 光衍射图中选出 2 M 型白云母的谱线,将其值输入计算机,用 Applemen 的 9 214 程序求出它们的晶胞参数,其 b_0 值平均为 9.041 \AA 。Sassi 等人研究了泥质变质岩中钾质白云母后,发现白云母 b_0 值随变质作用压力增高而增大,从而指出 b_0 值可作为地质压力计。并建议以白云母 b_0 值 9.000 \AA 和 9.040 \AA 作为界限,将变质作用划分为低、中、高 3 种压力类型。因此,干沟多硅白云母属高压产物。

干沟白云母片岩中的白云母分析结果见表 2。从表中看出 SiO_2 含量 $48.48\% \sim 51.06\%$,平均为 50.07% ,在晶体结构式中的离子数 Si 为 $3.27 \sim 3.61$,平均为 3.43 ,是典型的多硅白云母。而 Al 为 $1.84 \sim 2.64$,表明初始形成的白云母中 6 次配位的 Al^{IV} 已部分被 Fe、Mg 替代。

Mg 的含量是确定变质压力的重要标志之一。干沟白云母中 Mg 的含量为 $0.17\% \sim$

0.38%，平均为0.26%。在 Mg—Na 阳离子图中投影，干沟白云母位于中高压范围。如果不考虑原岩成分的影响，则可推测它们产生于高压区间条件下。该结果与前述的白云母 b_0 值和乌斯特沟青铝闪石的结论相吻合。

表 2 白云母电子探针分析数据
Table 2 Microprobe analysis of muscovite

样品号 成分 (%)	F-1	F-2	F-3	样品号 阳离子数	F-1	F-2	F-3
SiO ₂	50.67	51.06	48.48	Si	3.42	3.61	3.27
Al ₂ O ₃	23.05	31.62	27.52	Al	1.84	2.64	2.19
MgO	3.79	1.63	2.51	Mg	0.38	0.17	0.25
Na ₂ O	0.08	0.13	1.18	Na	0.01	0.02	0.15
K ₂ O	12.35	7.46	10.25	K	1.05	0.67	0.88
CaO	0.09	0.01	0.00	Ca	0.01	0.00	0.00
TiO ₂	0.06	0.29	0.56	Ti	0.003	0.02	0.03
ΣFeO	5.09	4.02	4.96	Fe	0.29	0.24	0.26

南京大学电子探针室测试

综上所述，中天山北缘早古生代构造混杂岩带中的蓝闪石类矿物是青铝闪石，白云母属 2 M 型多硅白云母。表明构造混杂岩产生于高压变质条件下。

3 高压矿物发现的地质意义

中天山北缘的构造混杂岩带已有不少学者对其进行了研究^[5]，在西段唐巴勒地区已发现蓝片岩和其中的青铝闪石^[2]。但该处的混杂岩与邻近板块的关系是一个有争议的问题。有人认为唐巴勒地区的混杂岩和高压变质带是准噶尔洋壳板块向伊犁小板块之下俯冲的产物，也有人认为它们形成于准噶尔地块西南角北部活动陆缘带的古俯冲带^[3]。这是由于唐巴勒地区处于中天山北西向构造带和西准噶尔北东向构造带的交汇处，因此，该处的蓝片岩及高压变质带不能完全确定可代表中天山北缘构造混杂岩带的性质和特点。而乌斯特沟中青铝闪石和干沟中多硅白云母的发现证实了中天山北缘构造混杂岩带可作为一条北西向的高压变质带，从而确定了中天山地块和古准噶尔大洋的俯冲碰撞关系，为中天山地块和古准噶尔大洋的构造演化提供了重要的证据；确定了中天山北缘构造混杂岩带的变质相，以及中天山地块在古生代时的板块边界和变形变质的环境和条件，从而为研究塔里木盆地的构造演化和变形序列以及东天山的构造格架研究提供了重要的资料。

对乌斯特沟—干沟混杂岩中变质矿物流体包裹体的大量研究可知：流体包裹体通常为粒状、圆粒状，1~8 μ 大小，充填度 40%~45%，形成温度为 260~440 °C。因而中天山北缘混杂岩带也是一条高压低温变质带。在该带的南侧有一条高温低压变质带（岩浆岩带）。因此，显示了在泥盆纪古准噶尔大洋向南俯冲于中天山地块之下的俯冲极性问题的。此外，高压矿物的发现有助于恢复和建立天山地区构造变质作用的热动力史，为推测天山造山带形成与演化的

具体地质过程等都有着重要的理论与实际意义。

野外工作中得到了高长林、钱一雄、刘斌、殷勇等同志的支持,室内得到了郭令智院士和施央申教授的指导,周新民教授为镜下鉴定提供了帮助,在此一并致谢。

参 考 文 献

- 1 肖序常,汤耀庆,冯益民等.新疆北部及其邻区大地构造.北京:地质出版社,1993,52~60.
- 2 朱宝清,冯益民.唐巴勒地区蛇绿混杂岩的地质特征.西安地质矿产研究所所刊,1982,(5):33~47.
- 3 马瑞士等.东天山构造格架及地壳演化.南京:南京大学出版社,1993,23~47.
- 4 高长林,崔可锐等.天山微板块构造与塔北盆地.北京:地质出版社,1995,5~36.
- 5 Hsü K J et al. origin of chinese Tianshan by arc-arc collision. *Ecolgae Geol. Hess*, 1994, 85(3):1~61.
- 6 Brown H E. The crossite content of ca-amphibole as a guide to pressure metamorphism. *Journal of petrology*, 1977, 18:53.

DISCOVERY OF CROSSITE AND PHENGITE ON THE NORTHERN MARGIN OF THE CENTRAL TIANSHAN MOUNTAINS AND ITS GEOLOGICAL SIGNIFICANCE

Cui Kerui^① and Xing Lecheng^③

(*Department of Resources, Hefei University of Technology, He fei, Anhui*)

Ding Daogui^②

(*Central Laboratory of Petroleum Geology, MGMR, Wuxi, Jiangsu*)

Abstract There exists an Early Paleozoic tectonic m^élange zone on the northern margin of the Central Tianshan Mountains. The authors first found glaucophanic amphiboles and phengite in m^élanges at Wusitegou and Gangou in the eastern sector of the zone. Electron microprobe analysis shows that the glaucophanic amphiboles are represented by crossite formed at a pressure of 6.7×10^5 kPa. The b_0 value of the phengite is 9.041 Å and the ion number Si in its crystal structure averages 3.43. The discovery of theses high-pressure minerals provides reliable evidence for the metamorphic facies of the tectonic m^élange zone on the northern margin of the Central Tianshan Mountains, thus furnishing necessary information for the tectonic evolution and paleo-plate motion of the Tianshan orogenic belt.

Key words: crossite, phengite geological significance, Central Tianshan Mountains, Xinjiang