

新疆布尔根蛇绿混杂岩的发现及其大地构造意义

吴 波^{1,2} 何国琦¹ 吴泰然¹ 李会军^{1,3} 罗红玲¹

(1. 北京大学地球与空间科学学院, 造山带与地壳演化教育部重点实验室, 北京 100871;
2. 中油测井技术服务有限公司, 北京 100043; 3. 中国地质科学院地质力学研究所, 北京 100081)

摘要:新发现的出露于新疆北部额尔齐斯板块缝合带的布尔根蛇绿混杂岩带位于西伯利亚板块与哈萨克斯坦—准噶尔板块的结合带, 呈北西向展布。主要表现为糜棱岩化的基质中混杂着大小不一、性质各异的蛇绿岩各组分的岩块。基质主要有糜棱岩化的火山岩、凝灰岩和破碎强烈的火山碎屑岩。蛇绿岩岩块主要有碳酸盐化的超镁铁岩(?)、玄武岩、辉长岩和硅质岩岩块等。玄武岩具有 OIB 和 IAB 特征。拉斑玄武岩 SHRIMP 锆石年龄 352 Ma, 说明蛇绿岩的形成可持续到晚泥盆世—早石炭世。这一发现对于认识中国准噶尔盆地以北地区的晚古生代蛇绿岩带及其向境外的延伸具有重要的意义。

关键词:额尔齐斯; 蛇绿混杂带; 布尔根; OIB; IAB; 晚古生代

中图分类号: P588.14 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-3657(2006)03-0476-11

1 前 言

蛇绿岩一般具有特征性的岩石组合, 包括超镁铁质岩、辉长岩、席状岩墙群、枕状玄武岩和放射虫硅质岩等。研究区古生代造山带中的蛇绿(混杂)岩带是残留古洋壳的记录。笔者所讨论的额尔齐斯—布尔根蛇绿混杂岩带位于新疆北部。西起布尔津西南的科克森套, 向东偏南方向延至富蕴县南(约 20 km)的乔夏哈拉, 至北北西向的卡拉先格断裂处被截断, 其向东继续延伸的布尔根(玛因鄂博断裂以南, 大体沿布尔根河)段向南东移约 25 km(图 1)。

中国准噶尔盆地以北地区的西邻(北哈萨克斯坦)和东邻(蒙古南部)分别有出露良好和研究程度较高的斋桑和南蒙古晚古生代蛇绿岩带; 准噶尔盆地以北, 上个世纪 80 年代以来, 自南而北陆续辨认出克拉麦里、阿尔曼台和额尔齐斯(乔夏哈拉)3 条蛇绿(混杂)岩带(图 1); 在没有确定的年代学依据的情况下, 其时代大体都被确定为晚古生代。尽管额尔齐斯—布尔根断裂带极为明显, 但其中的“蛇绿岩”出露零星, 所以一直难以被公认为一条蛇绿(混杂)岩带; 而位于其南的阿尔曼台和克拉麦里蛇绿岩带由于出露良好, 蛇绿岩组分虽然无序, 但比较齐全, 研究程度较高, 也就成为北疆最早辨认出的蛇绿岩带^[1-3]。上个世纪 80~90 年代, 准噶尔盆地以

北地区的蛇绿岩带与境外的连接方案多是斋桑—科克森套—阿尔曼台(克拉麦里)—南蒙古^[3-4]。并认为它代表晚古生代西伯利亚和哈萨克斯坦两大板块最终的缝合带。

然而, 关于沿额尔齐斯断裂带可能存在蛇绿岩带的讨论没有停止过。除了较早期, 张驰^[5]、刘峰标^[6]等曾推测额尔齐斯构造带具有蛇绿混杂岩带的性质以外, 何国琦^[7]注意到富蕴县南约 20 km 的乔夏哈拉可能存在碳酸盐岩化的超镁铁岩块; 曹荣龙^[8]认为额尔齐斯带是一个有海西期洋壳—洋幔残体以及俯冲作用有关的岩浆弧火山岩所组成的准蛇绿岩带; 于学元等^[9]在额尔齐斯带北侧的库尔提一带发现和论证了属于弧后的洋壳残片; 王志洪等^[10]也讨论了科克森套、乔夏哈拉、库尔提蛇绿岩的连接问题。这些研究都有助于额尔齐斯带可能属于蛇绿岩带性质的认识。

另一个值得注意的方面是关于研究区蛇绿岩形成时代。何国琦^[7]等 1987 年在阿尔曼台带的硅质岩岩块中发现过时代为 O—S 的放射虫, 因而对该带归属泥盆纪曾有所怀疑。刘伟^[11]直接研究了札河坝蛇绿岩(属于阿尔曼台蛇绿混杂岩带)的时代, 获得了变质橄榄岩 Sm—Nd 等时线年龄为 (479±27) Ma, 表明蛇绿岩形成于早古生代; 近年更精确的 SHRIMP 定年研究^[12]也进一步支持了这个认识。此外, 何国琦^[13-14]对阿尔曼台和克拉麦里两条蛇绿混杂岩带的区域构造

收稿日期: 2005-06-25; 改回日期: 2006-01-26

基金项目: 国家重点基础研究发展规目(2001CB409810)资助。

作者简介: 吴波, 男, 1975年生, 硕士, 从事区域构造地质研究; E-mail: wubo@cnc.cn。

① 何国琦. 额尔齐斯构造带构造演化与成矿系列研究. 课题报告, 1990.

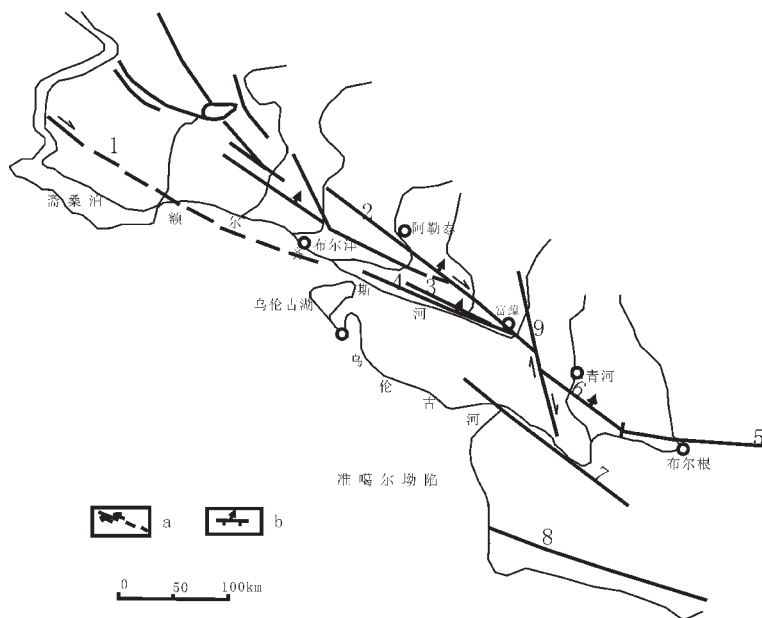


图 1 额尔齐斯—布尔根蛇绿混杂带连接示意图

a—实测右旋走滑断层及推测断层;b—逆断层

- 1—斋桑蛇绿岩带;2—科克森套蛇绿岩带;3—乔夏哈拉蛇绿岩带;4—额尔齐斯河断裂;5—布尔根蛇绿混杂岩带;
6—玛因鄂博断裂;7—阿尔曼台蛇绿岩带;8—克拉麦里蛇绿岩带;9—卡拉先格勒断裂

Fig. 1 Diagrammatic map showing the connection of the Ertix-Buergen ophiolitic mélange belt

a—Measured dextral strike-slip fault and inferred fault;b—Reverse fault

- 1—Zaysan ophiolitic mélange;2—Kekesentao ophiolitic mélange;3—Qiaoxihala ophiolitic mélange;4—Ertix River fault;5—Buergen ophiolitic mélange;6—Mayinebo fracture;7—Aermantai ophiolitic mélange;8—Kelameili ophiolitic mélange;9—Kalaxiangeer fault

背景的研究表明,该地区泥盆—石炭纪地层已具有似盖层的性质,其下存在区域性角度不整合,说明早古生代晚期的造山和形成陆壳的作用在该区具有重要意义。这个认识与阿尔曼台和克拉麦里蛇绿岩带形成于早古生代的上述新认识相吻合。该方面的研究进展可归结为,在准噶尔盆地的东北缘,存在一条包括阿尔曼台和克拉麦里蛇绿岩带在内的,宽度达 150 km 早古生代(加里东)陆缘造山增生带。

1992 年,鲁仁采夫等在蒙古国西南的布尔根断裂带内划出了比基蛇绿岩带(图 11),这是宽 1~3 km 的岩片。底部是枕状玄武岩和辉石斑岩,向上为玄武质凝灰岩,含辉绿岩岩床,杂色硅质凝灰岩,总厚约 1 km。玄武岩岩石化学资料显示与典型 MORB 相似的特征,但 TiO_2 含量偏高 (1.3%~1.7%), MgO 和 P_2O_5 则偏低,属弱分异的拉斑系列。稀土元素特征又具有岛弧岩系的特点。据与外阿尔泰区域构造的对比,认为是泥盆纪的。鲁仁采夫认为比基带代表南蒙古洋主体残留物^[5]。布尔根断裂带向西与新疆境内的同名断裂相连接。

上述研究进展使得斋桑—科克森套—阿尔曼台(或克拉麦里)—南蒙古蛇绿岩带的连接方案遇到了尖锐的问题;此外,额尔齐斯断裂带中蛇绿岩信息陆续被发现,特别是比基

蛇绿岩带的确认,引发了重新研究额尔齐斯—布尔根带的兴趣。2003—2004 年通过野外调查,笔者在富蕴南的乔夏哈拉补采了样品,并在青河南发现了包括碳酸盐超镁铁岩(?)、辉长岩、辉绿岩、玄武岩、硅质岩等蛇绿岩块。

2 区域地质概况及样品特征

研究区的主要地层有:哈巴群上亚群($\text{O}_{2+3}, \text{hb}^c$),岩石类型有粉砂岩夹大理岩化灰岩及圆砾岩;玛因鄂博组(D_{1m})有石英长石砂岩、粉砂岩、石英斑岩、钠长斑岩及其凝灰岩夹碳酸岩层;南明水组(C_{1n})含砾砂岩、砂岩、粉砂岩、泥岩、千枚岩,夹安山玢岩钠长斑岩及其凝灰岩。区内还发育黑云母花岗岩、浅色花岗岩。

新发现的布尔根蛇绿混杂带位于青河县西南约 20 km,玛因鄂博断裂以南、布尔根断裂地区(图 2),呈北西西向延展。通过详细的剖面研究,发现含有蛇绿岩块的混杂岩带最宽处可达 20 km 左右,在青河县境内延伸 70~80 km。构成混杂岩带基质的岩石类型有糜棱岩、火山岩、凝灰岩和破碎强烈的碎屑岩等;岩块有属于蛇绿岩组分的超镁铁岩(?)、辉长岩、玄武岩、硅质岩等,以及部分因构造混杂而进入的其他岩块。岩

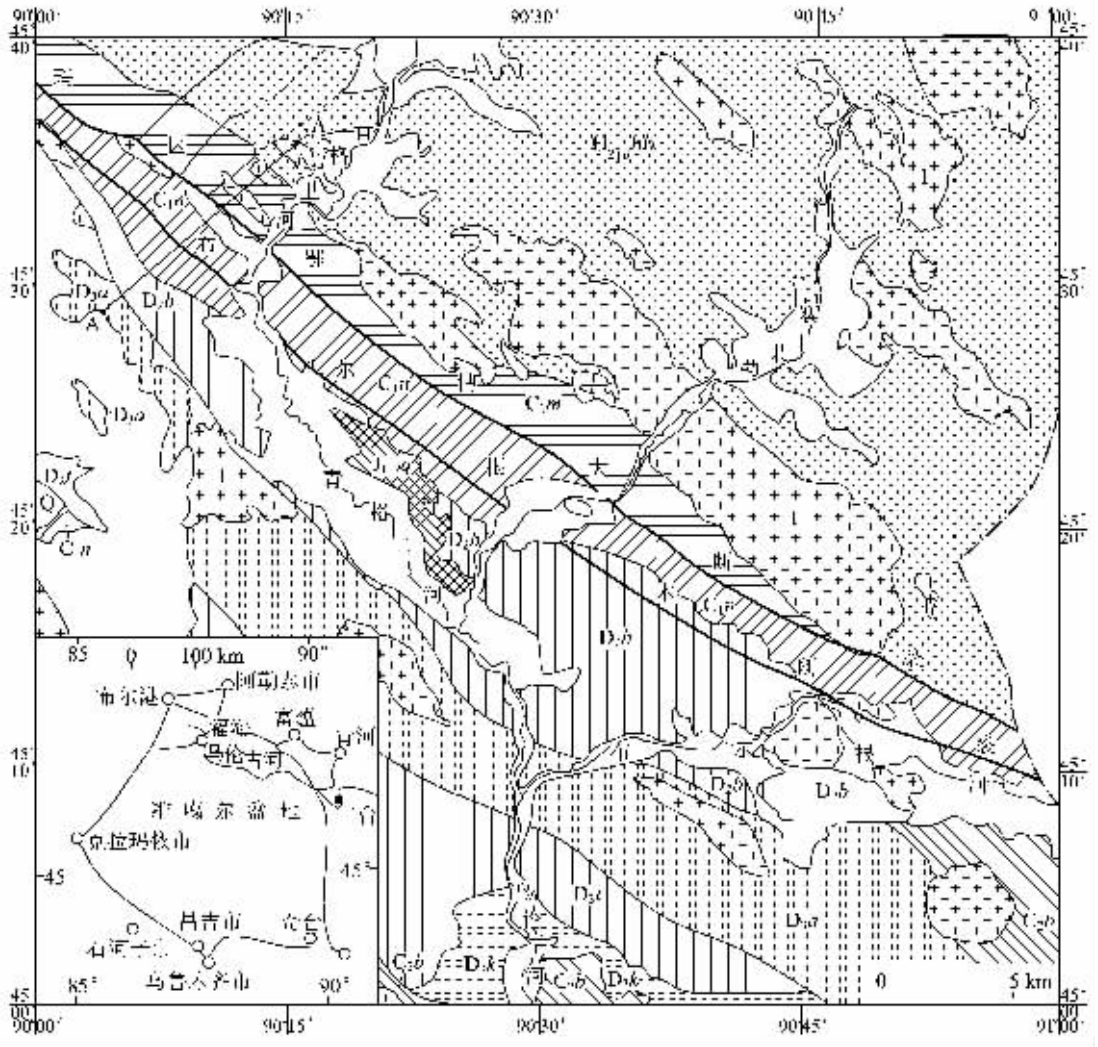


图2 布尔根蛇绿混杂带地质简图

Q—第四纪;J_{1+2q}—青格里河组;C_{2b}—巴塔玛依内山组;C_{1n}—南明水组;D_{3a}—阿尔曼台组;D_{3k}—喀热干德组;
 D_{2b}—北塔山组;D_{3t}—库都克组;D_{1m}—玛因鄂博组;O_{2+3hb}—哈巴群;1—侵入岩;A—A'—剖面线

Fig. 2 Geological sketch map of the Buergen ophiolitic mélangé

Q—Quaternary;J_{1+2q}—Qinggelihe Formation;C_{2b}—Batamayineishan Formation;C_{1n}—Nanmingshui Formation;
 D_{3a}—Aermantai Formation;
 D_{3k}—Keregande Formation;D_{2b}—Beitashan Formation;D_{3t}—Tuoranggekuduke Formation;
 D_{1m}—Mayinebo Formation;O_{2+3hb}—Haba Group;1—Intrusive rocks;A—A'—Sectionline

块大多呈断片产出,且平行于混杂带中极为发育的糜棱岩带和断裂带分布。选择剖面中具有代表性的段落表示在图3中,从图3可以看出,各蛇绿岩组分的岩块大小悬殊,最大的岩块长逾500m。

岩块中的基性岩大多分布在北部,有辉长岩和玄武岩两类岩块,灰黑色的玄武岩多呈枕状(图4-d)和块状,显示其水下喷发特征和经历的构造混杂作用,在基性岩石薄片,可见到明显的拉长石斑晶,有辉石,但以斜长石、角闪石为主,从矿物组合看,应属拉斑系列;基质主要由包有黑色玻璃

物质的针状斜长石骸晶组成,另外还有少量雏晶或微晶辉石夹于其间。硅质岩岩块为紫红或暗红色的铁碧玉岩,一般保留了良好的细密层理,多分布在混杂带(图4-a)的中部(图4-b)。在混杂带的中、南部,发现有呈浅灰色强烈碳酸盐化的岩块(图4-c),怀疑其原岩为超镁铁岩,但经室内的镜下和电子探针分析,未发现相关的残留矿物,有待进一步工作。

3 岩块的地球化学特征

样品的主量和微量元素成分测定(表1)是在北京大学造

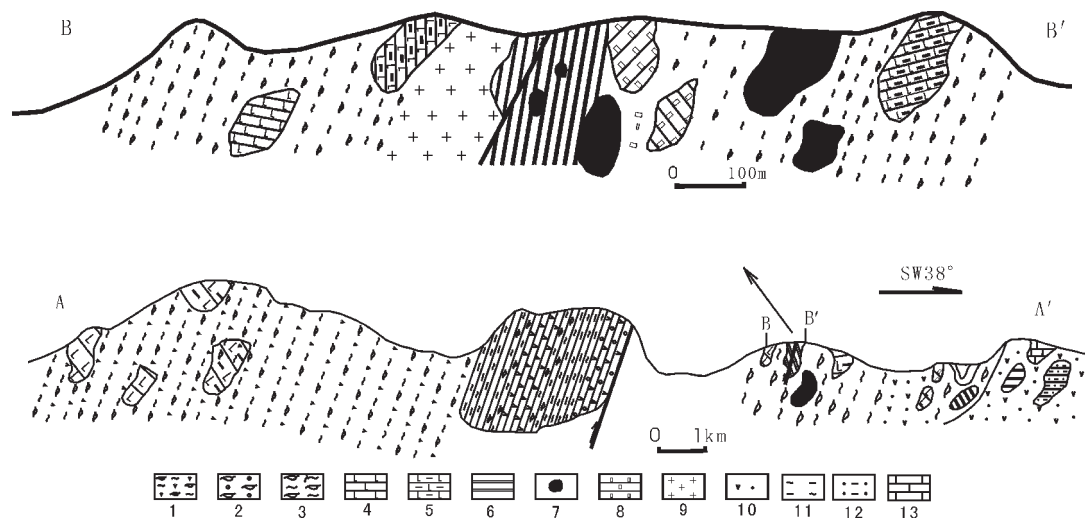


图 3 布尔根蛇绿混杂带地质剖面图

1—糜棱岩化火山岩;2—眼球状糜棱岩;3—糜棱岩;4—玄武岩;5—枕状玄武岩;6—硅质岩;7—碳酸盐化超镁铁岩;
8—辉长岩;9—花岗岩;10—凝灰岩;11—片岩;12—碳酸盐岩;13—变质灰岩

Fig. 3 Geological section of the Buergeren ophiolitic mélangé

1—Mylonitized volcanic rocks; 2—Augen mylonite; 3—Mylonite; 4—Basalt; 5—Pillow basalt; 6—Chert; 7—Carbonatized ultramafic rocks;
8—Gabbro; 9—Granite; 10—Tuff; 11—Shist; 12—Carbonate rocks; 13—Metalimestone

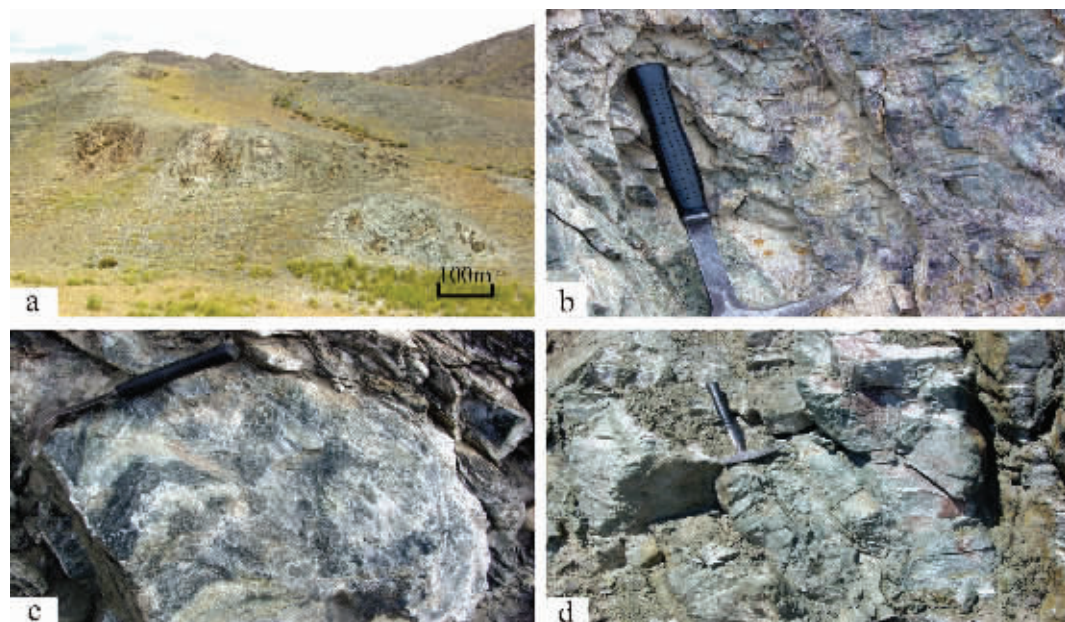


图 4 布尔根蛇绿混杂带野外现象

a—混杂带中的岩块;b—硅质岩;c—碳酸盐化超镁铁岩;d—枕状玄武岩

Fig. 4 Field feature of the Buergeren ophiolitic mélangé

a—Blocks in the ophiolitic mélangé;b—Chert;c—Carbonatized ultramafic rocks;d—Pillow basalt

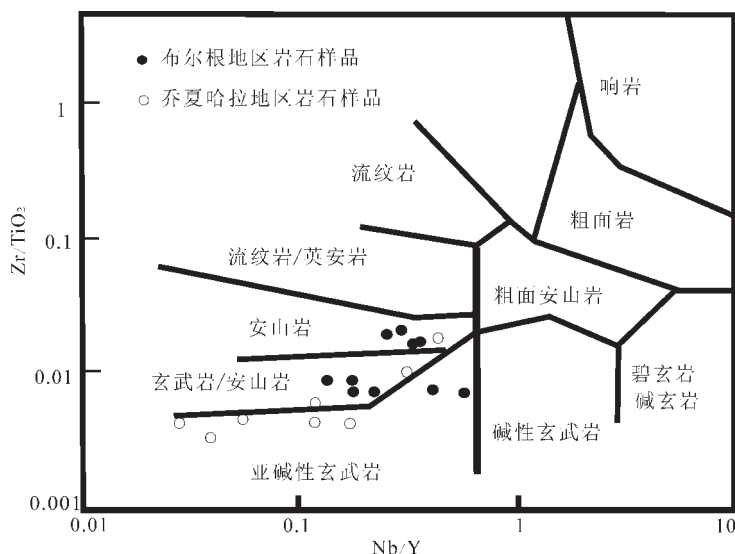


图 5 布尔根和乔夏哈拉蛇绿混杂岩岩石的 Nb/Y—Zr/TiO₂ 图解(据 Winchester, 1967)

Fig. 5 Nb/Y—Zr/TiO₂ diagram of the Buergeren and Qiaoxiahala ophiolitic mélanges (after Winchester, 1967)

表 2 布尔根蛇绿混杂带玄武岩 SHRIMP 锆石 U—Pb 年龄分析结果

Table 2 Zircon SHRIMP U—Pb age data for basalt of the Buergeren ophiolitic mélange

测点编号	²⁰⁶ Pb/10 ⁻²	U/10 ⁻⁶	Th/10 ⁻⁶	Th/U	²⁰⁶ Pb*/10 ⁻⁶	²⁰⁷ Pb*/ ²⁰⁶ Pb*	±%	²⁰⁷ Pb*/ ²³⁵ U	±%	²⁰⁶ Pb*/ ²³⁸ U	±%	²⁰⁶ Pb/ ²³⁸ U 年龄/Ma	±%	²⁰⁷ Pb/ ²³⁵ Pb 年龄/Ma	±%
Q20-1.1	0.32	170	36	0.22	8.1	0.0563	3.0	0.427	4.6	0.0549	3.5	345	12	466	66
Q20-2.1	0.14	317	111	0.36	15.3	0.0546	2.1	0.423	3.3	0.0563	2.5	353.0	8.7	395	47
Q20-3.1	2.62	22	13	0.61	1.7	0.057	18	0.66	19	0.0841	3.3	521	17	483	410
Q20-4.1	0.00	608	209	0.36	29.0	0.05433	1.2	0.416	2.8	0.0555	2.5	348.0	8.6	385	27
Q20-5.1	0.06	630	382	0.63	30.7	0.05491	1.2	0.430	2.8	0.0568	2.5	355.9	8.8	409	27
Q20-6.1	0.08	588	148	0.26	28.5	0.05357	1.4	0.416	2.9	0.0563	2.5	353.1	8.6	353	31
Q20-7.1	1.10	48	10	0.21	2.1	0.0510	6.8	0.358	7.4	0.0509	2.8	320.1	8.7	239	160
Q20-8.1	0.08	1200	643	0.55	60.8	0.05240	1.5	0.426	2.9	0.0589	2.5	369.0	9	303	33
Q20-9.1	0.08	2293	1088	0.49	122	0.05416	0.8	0.461	2.6	0.0617	2.5	386.2	9.4	378	18
Q20-10.1	0.00	495	232	0.49	23.9	0.05557	1.2	0.431	2.8	0.0562	2.5	352.8	8.7	435	27
Q20-11.1	0.06	684	194	0.29	32.7	0.05494	1.1	0.422	2.8	0.0557	2.5	349.2	8.5	410	25
Q20-12.1	0.07	1021	392	0.40	52.1	0.05377	1.3	0.440	2.8	0.0593	2.5	371.6	9.1	362	30
Q20-13.1	0.17	809	532	0.68	40.8	0.0541	2.7	0.438	4.0	0.0587	3.0	368	11	375	60
Q20-14.1	0.17	630	236	0.39	31.1	0.05405	1.6	0.427	3.0	0.0573	2.5	359.4	8.8	373	36
Q20-15.1	0.25	112	23	0.22	5	0.0542	3.6	0.389	4.4	0.0521	2.6	327.3	8.3	380	81
Q20-16.1	0.20	426	189	0.46	20.8	0.05439	1.4	0.426	2.9	0.0568	2.5	356.3	8.8	387	32
Q20-17.1	0.08	997	420	0.43	51.4	0.0531	2.1	0.440	3.3	0.0600	2.5	375.6	9.2	334	47
Q20-18.1	0.29	216	50	0.24	10.1	0.0561	2.7	0.419	3.7	0.0542	2.6	340.2	8.5	457	59
Q20-19.1	0.00	397	127	0.33	18.4	0.05476	1.4	0.407	2.9	0.0539	2.5	338.4	8.4	402	31
Q20-20.1	0.05	300	56	0.19	13.8	0.05378	1.7	0.397	3.1	0.0535	2.5	335.9	8.3	362	39
Q20-21.1	0.16	531	256	0.50	25.2	0.05385	1.3	0.410	2.8	0.0553	2.5	346.8	8.5	365	28

注: Pb* 为放射成因铅, ²⁰⁶Pbc(%) 为普通铅中的 ²⁰⁶Pb 占全铅 ²⁰⁶Pb 的百分数; 所有误差均为 2σ; 普通铅用 ²⁰⁴Pb 校正。

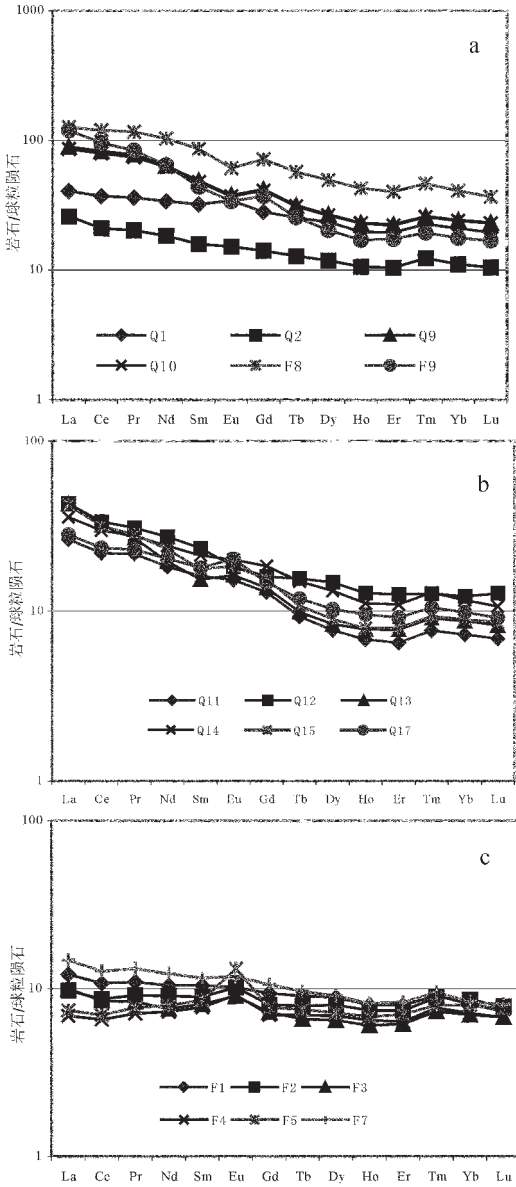


图6 布尔根和乔夏哈拉稀土元素球粒陨石标准化图解
 Fig. 6 Chondrite-normalized REE patterns for the Buergen and Qiaoxiahala rocks

3.1 主量元素特征

该区岩石样品由于受蚀变和变质因素影响较深,根据化学成分,利用抗蚀变元素的 Nb/Y-Zr/TiO₂ 图解(图 5)进行投点,结果它们都落在玄武岩(安山岩)区。与已知的比基和阿尔曼台蛇绿岩对比,Al₂O₃ 含量普遍偏高,a组玄武岩具有高的 TiO₂ 含量,较低的 MgO 和 P₂O₅ 含量,与比基蛇绿岩带的类似,显示出洋脊和 OIB 的特征;c组乔夏哈拉地区和 b组布尔根地区岩石具有较低的 TiO₂ 含量,但 c组基性程度相对 b组较高。样品中的镁值($Mg^{\#}=100 \times Mg^{2+} / (Mg^{2+} + Fe^{2+})$)

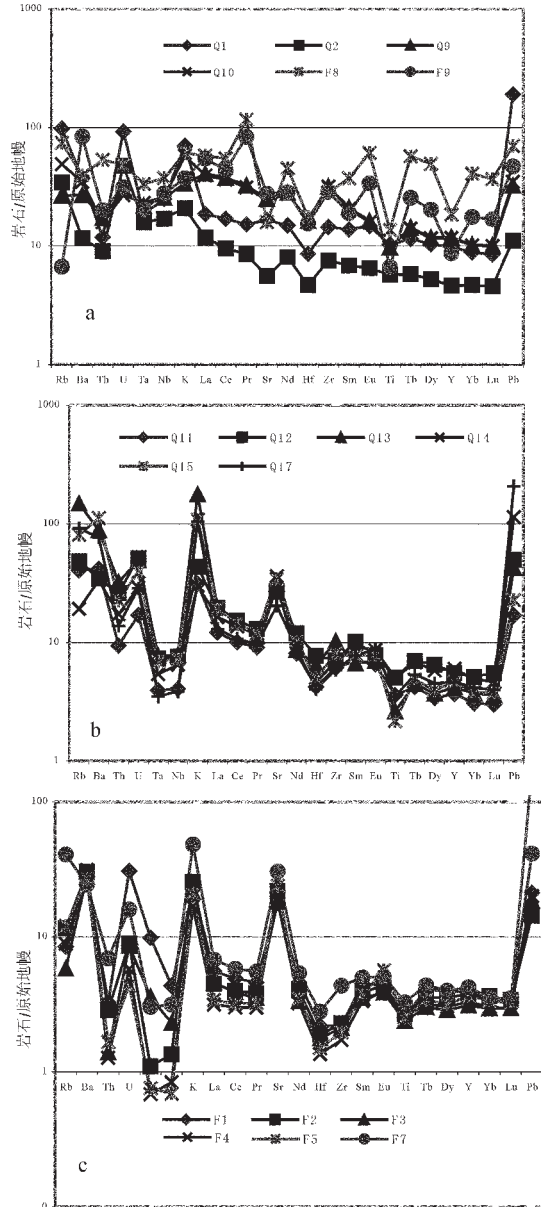


图7 布尔根和乔夏哈拉微量元素原始地幔标准化图解
 Fig. 7 Primitive mantle-normalized trace element spidergram for the Buergen and Qiaoxiahala rocks

(表 1)变化在 39.45~74.72,由于判别原始岩浆的参考数值为 65^[9],说明它们的来源及成因差别较大,有幔源原始岩浆成分,也有一定程度演化经受陆壳混染的岩浆。

3.2 稀土元素特征

研究区岩石的稀土元素分析见表 1。球粒陨石标准化曲线见图 6 (标准化数据采用泰勒 14 个球粒陨石平均值)(Taylor, et al., 1977, GCA, 41, 175~80)。

由表 1 和图 6 可知:布尔根地区岩石样品的稀土含量差别较大,在 50~300 μg/g, 平均 120.05 μg/g; (La/Yb)_n 介于

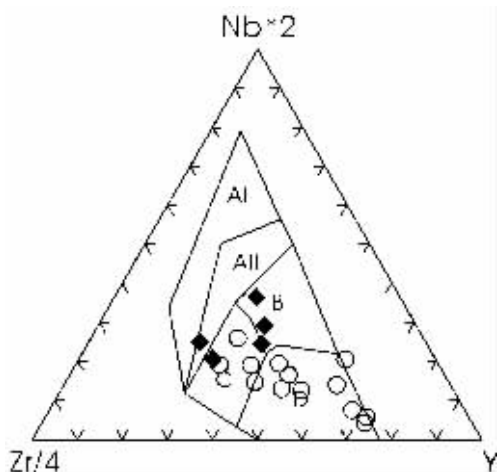


图 8 布尔根和乔夏哈拉蛇绿混杂岩带玄武岩 Nb-Zr-Y图解 (Meschede, 1986)

AI—板内碱性玄武岩;AII—板内碱性玄武岩和板内拉斑玄武岩;
B—E-MORB;C—板内拉斑玄武岩和火山弧玄武岩;
D—E-MORB 和火山弧玄武岩

Fig. 8 Nb-Zr-Y diagram of basalts in the Buergen and Qiaoxiahala ophiolitic mélanges

AI—Intraplate alkali basalt;AII—Intraplate alkali basalt and intraplate tholeiite basalt;B—E-MORB;C—Intraplate tholeiite basalt and volcanic arc basalt;D—E-MORB and volcanic arc basalt

1.94~6.80,表示岩石属 LREE 弱-中等富集型,整个地区的稀土配分曲线右倾,呈 OIB 类似的特征。a 组样品(图 6-a)基本呈平坦状,稀土分配型式从底部向上基性降低,排列次序与蛇绿岩剖面上岩石的层序吻合。

c 组乔夏哈拉地区岩样的稀土总体含量很低,为 22.97~37.65 μg/g,平均 28.82 μg/g;(La/Yb)_n 介于 0.92~1.76,REE 配分曲线略右倾,总量较低,基本上与 E-MORB 具有类似的特征。

3.3 微量元素特征

从样品的微量元素分析(表 1)和原始地幔标准化配分型式曲线(图 7^[7]),可以看出如下特征:

a 组样品(图 7-a)的微量元素蛛网图曲线总体呈平坦型分布,稍微右倾,强不相容元素 K、Rb、Eu、Sr、Pb 相对较为富集,为 OIB 的特征。b 组样品(图 7-b)和 c 组的样品(图 7-c)具有明显的非活动性元素 Nb、Ta、Zr、Hf、La、Ce、Pr 的相对亏损;K、Pb、Sr 的相对富集和 Ti 的相对亏损可能与消减作用有关,有来自壳源或地壳混染作用;图 7-b 和图 7-c 曲线的分布形式整体表现出岛弧玄武岩的特征,而 c 组乔夏哈拉岩样(图 6-c)具有相对平坦的稀土配分曲线和相对 b 组的较大的微量元素的变化(如 Nb、Ta、Th、LREE),反映出它的地幔源区成分不均一,靠近岛弧底部表现为不成熟的岛弧特征。

4 布尔根和乔夏哈拉玄武岩形成的构造环境

在玄武岩大地构造环境 Nb-Zr-Y 判别图解(图 8)上,a 组样品分别落入 E-MORB 和板内拉斑玄武岩区内;在 Ba/Nb-Th/Nb(图 9-a)、La/Nb-La(图 9-b)构造环境判别图上,

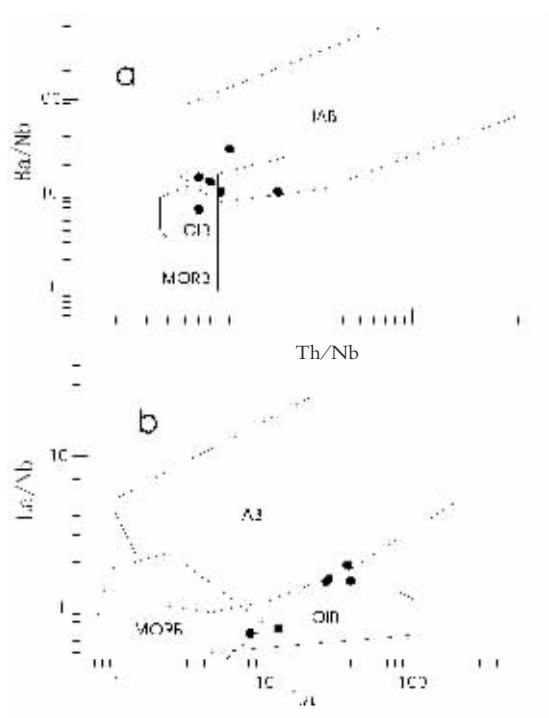


图 9 布尔根和乔夏哈拉蛇绿混杂岩带玄武岩微量元素判别图解^[18]

Fig. 9 Trace element discrimination diagram for basalt in the Buergen and Qiaoxiahala ophiolitic mélanges

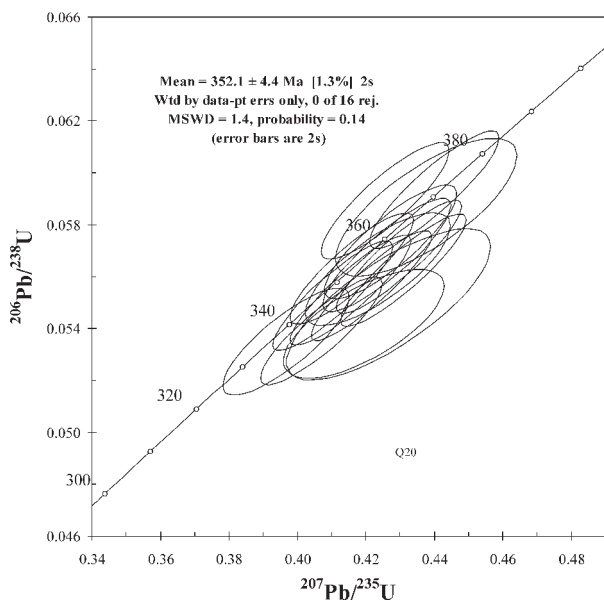


图 10 玄武岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄图

Fig. 10 Zircon SHRIMP U-Pb concordia ages of basalt

本区 Q1、Q2 两个样品基本上都落入 OIB 和 E-MORB 交叠区内;Q9、Q10、F8、F9 4 个样品基本上都落入 OIB 区内,表现出洋岛玄武岩的特征。上述分析充分表明,a 组样品为大洋板内环境的洋岛玄武岩类,大洋板块内部岩浆作用的产物,且部分洋岛靠近洋脊位置。b 组和 c 组样品落入板内拉斑玄武岩、E-MORB 和火山弧玄武岩区内,又根据两组样品的配分曲线得出为典型的大洋板内的岛弧玄武岩环境,且 c 组更呈现为不成熟的岛弧特征。

综上所述,布尔根和乔夏哈拉蛇绿混杂岩带中存在多种

性质和环境来源的岩块,进一步说明了其构造混杂带的性质。

5 锆石 SHRIMP 法测年分析

从剖面处玄武岩 Q20 岩样获得的锆石粘在环氧树脂靶上并打磨至一半后抛光,使锆石内部充分显露。阴极发光(CL)图像分析在北京大学电子学系采用 FEI PHILIPS XL30 型扫描电镜完成。经测定,锆石以无色透明为主,该锆石样品的 CL 图像清楚地显示出部分锆石内部主体部分具有岩浆成因的振荡环带,表明里面存在属于岩浆成因锆石^[9],同时也显

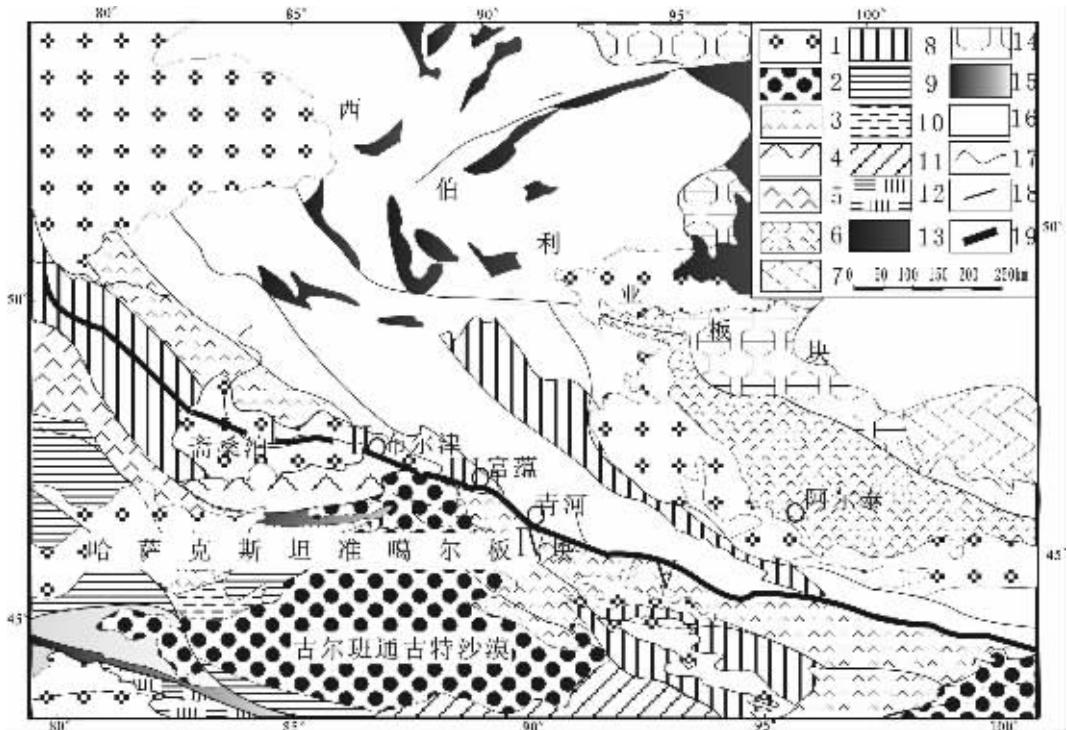


图 11 额尔齐斯—布尔根蛇绿混杂带与邻区蛇绿混杂带连接地质图

I—斋桑蛇绿岩带; II—科克森套蛇绿岩带; III—乔夏哈拉蛇绿岩带; IV—布尔根蛇绿混杂带; V—比基蛇绿岩带

1—华力西期形成的盆地; 2—印支期形成的盆地; 3—华力西早期叠加岛弧; 4—华力西早期岛弧; 5—加里东岛弧; 6—萨拉伊尔期岛弧; 7—华力西早期裂谷; 8—华力西早期弧后、弧间、弧前盆地; 9—晚古生代残余洋盆; 10—早古生代残余洋盆; 11—华力西早期裂陷槽;

12—陆缘火山岩带末期; 13—Pt₁末期固结的基底和盖层; 14—Ar—Pt₁基底和盖层; 15—加里东固结陆壳;

16—萨拉伊尔期固结的陆壳和盖层; 17—额尔齐斯河; 18—断层; 19—缝合线

Fig. 11 Geological map showing the tectonic connection of the Ertix-Buergen ophiolitic mélangé belt and the ophiolitic mélangé belt in adjacent areas

I - Zaysan ophiolitic mélangé; II - Kekesentao ophiolitic mélangé; III - Qiaoxiahala ophiolitic mélangé;

IV - Buergen ophiolitic mélangé; V - Biji ophiolitic mélangé

1-Basin formed in the Variscan; 2-Basin formed in the Indosinian; 3-Early Variscan superposed island arc; 4-Early Variscan Island arc; 5-Caledonian island arc; 6-Salayier island arc; 7-Early Variscan Rift; 8- Early Variscan back-arc basin/forearc basin/interarc basins; 9-Late Paleozoic remnant ocean basin; 10-Early Paleozoic remnant ocean basin; 11- Early Variscan aulacogen; 12-Late stage of the continental-margin volcanic belt; 13-Terminal Neoproterozoic consolidated basement and cover; 14-Archean-Paleoproterozoic consolidated basement and cover; 15- Caledonian consolidated continental crust; 16-Salayier consolidated continental crust and cover; 17-Ertix river; 18-Fault; 19-Suture

示出外层具有一圈很薄的壳,反映出曾遭受过后期变质作用影响。离子探针测年分析在中国地质科学院北京离子探针中心 SHRIMP II 型仪器上完成(表 2),数据拟合采用 Isoplot 软件^[20]。从表 2 可见,SHRIMP 法揭示出该锆石样品的 U、Th、Pb 含量均很高,通常为数百 $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$,属于高铀锆石。另外,各测点的 Th/U 比值较高,变化范围为 0.19~0.68,进一步支持其为岩浆成因。从 21 个测点的表面年龄可以看出,该锆石样品形成后遭受了不同程度的铅丢失,虽然这会导致表面年龄出现不同程度偏差,但大部分测点都不同程度地靠近谐和线,21 个数据中大部分点谐和度很好,这样在锆石 U-Pb 测年分析中,谐和点的铅丢失几乎可以忽略不计,因此这里的年龄值最具有代表性,锆石的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{Pb}$ 表面年龄主要集中在 350 Ma 左右,反映出为同期成因锆石。根据谐和点年龄得出玄武岩 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{Pb}$ 的平均年龄为 $(352.1\pm 4.4)\text{Ma}(2\sigma)$ (表 2,图 10)。这一结果说明蛇绿混杂岩带的形成可持续到晚泥盆世—早石炭世。

6 布尔根蛇绿混杂岩带的延伸及其构造意义

通过对富蕴县额尔齐斯河以南乔夏哈拉蛇绿岩岩块进一步的研究,和对青河县以南布尔根蛇绿混杂岩带的确定,以及所引述的关于蒙古西南部近年确定的比基蛇绿岩带,为出露和研究都较差的额尔齐斯—布尔根蛇绿混杂岩带找到了未被识别的若干环节,丰富了对该带的认识。故可以认为:西起境外的斋桑蛇绿岩带,向南东,经北疆布尔津县南西的科克森套蛇绿岩,到富蕴南的乔夏哈拉蛇绿岩带,再连到青河县以南的布尔根蛇绿岩带,然后延到蒙古西南部的比基蛇绿岩带,再到蒙古南部,存在一条直到早石炭世晚期才结束的蛇绿岩或蛇绿混杂岩带(图 11),它标志着西伯利亚和哈萨克斯坦—准噶尔两大古板块晚古生代晚期的碰撞缝合带。

参考文献(References):

- [1] 蔡文俊. 新疆准噶尔东北缘板块构造初步研究[A]. 见:中国北方板块构造论文集,第 1 集[C]. 北京:地质出版社,1986.1~26.
Cai Wenjun. The primary research of the plate tectonics of the northeast Junggar marginal, Xinjiang [A]. In: The Collected Papers of Tectonics in the North of China, Volume 1 [C]. Beijing: Geological Publishing House, 1986. 1~26 (in Chinese).
- [2] 肖序常,汤耀庆,李锦轶,等. 试论新疆北部大地构造演化[J]. 新疆地质科学,1990, (1):47~68.
Xiao Xuchang, Tang Yaoqing, Li Jinyi, et al. Primary discussion on the evolution of the tectonic structure, north of Xinjiang [J]. Xinjiang Geology Science, 1990, (1):47~68 (in Chinese with English abstract).
- [3] 肖序常,汤耀庆,冯益民,等. 新疆北部及其邻区大地构造[M]. 北京:地质出版社,1992.34~42.
Xiao Xuchang, Tang Yaoqing, Feng Yimin, et al. The Tectonic structure of the Northern Xinjiang and its Adjacent Regions [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1992.34~42 (in Chinese).
- [4] 何国琦,韩宝福,岳永君. 中国阿尔泰山造山带的构造分区和地壳演化[M]. 新疆地质科学(第 2 辑),北京:地质科学出版社,1990.9~20.
He Guoqi, Han Baofu, Yue Yongjun. Tectonics division and crust evolution of Altay Orogen, China [M]. Xinjiang Geology Science. Volume 2, Beijing: Geology Science Publishing House, 1990. 9~20 (in Chinese).
- [5] 张弛. 新疆蛇绿岩某些地质特征[J]. 地质论评,1981,7(4):307~314.
Zhang Chi. Some geological characters of the ophiolite of Xinjiang [J]. Geological Review, 1981,7(4):307~314 (in Chinese with English abstract).
- [6] 刘峰标. 阿勒泰古板块与内生矿产[J]. 西北地质,1983,4:14~21.
Liu Fengbiao. Altay paleo-plate and its endogenetic mineral deposit [J]. Northwestern Geology, 1983,4:14~21 (in Chinese).
- [7] 何国琦,李茂松,刘德权,等. 中国新疆古生代地壳演化及成矿[J]. 乌鲁木齐:新疆人民出版社,1994.1~437.
He Guoqi, Li Maosong, Liu Dequan, et al. The Crust Evolution and Its Mineralization of the Palaeozoic Era, Xinjiang, China [M]. Urumqi: Xinjiang People's Publishing House, 1994.1~437 (in Chinese with English abstract).
- [8] 曹荣龙. 新疆北部蛇绿岩及基性超基性杂岩[J]. 新疆地质,1994, 12 (1):25~31.
Cao Ronglong. The ophiolite of North Xinjiang and its basic-ultrabasic complex [J]. Xinjiang Geology, 1994, 12 (1):25~31 (in Chinese with English abstract).
- [9] 许继峰,陈繁荣,于学元,等. 新疆北部阿尔泰山地区库尔提蛇绿岩:古弧后盆地系统的产物[J]. 岩石矿物学杂志,2001,20(3):344~352.
Xu Jifeng, Chen Fanrong, Yu Xueyuan, et al. Kuerti ophiolite in Altay area of Northern Xinjiang: Magmatism of an ancient back-arc basin [J]. Acta Petrologica et Mineralogica, 2001,20 (3):344~352 (in Chinese with English abstract).
- [10] Wang Zhihong, Sun Shu, Li Jiliang, et al. Paleozoic tectonic evolution of the northern Xinjiang, China: Geochemical and geochronological constraints from the ophiolites [J]. Tectonics, 2003,22(2):9~1~9~15.
- [11] 刘伟,张湘炳. 乌伦古—斋桑泊构造杂岩带特征及其地质意义. 新疆北部固体地球科学新进展[M]. 北京:科学出版社,1993.217~228.
Liu Wei, Zhang Xiangbing. The character of structure complex belt in Ulungur-Zaysan and its geological significance. The new achievement of geo-science in Northern China [M]. Beijing: Science Press, 1993.217~228 (in Chinese).
- [12] 简平,刘敦一,张旗,等. 蛇绿岩及蛇绿岩中浅色岩的 SHRIMP U-Pb 测年[J]. 地学前缘,2003,10(4):439~456.
Jian Ping, Liu Dunyi, Zhang Qi, et al. SHRIMP dating of ophiolite and leucocratic rocks within ophiolite [J]. Earth Science Frontiers, 2003,10(4):439~456 (in Chinese with English abstract).
- [13] 何国琦,李茂松. 中国新疆北部奥陶—志留系岩石组合的古构造、古地理意义[J]. 北京大学学报(自然科学版),2001,37(1):99~110.

- He Guoqi, Li Maosong. Significance of paleo-structure and paleo-geography of Ordovician-Silurian rock associations in Northern Xinjiang, China [J]. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis*, 2001a, 37(1):99~110 (in Chinese with English abstract).
- [14] 何国琦,李茂松.论新疆东准噶尔蛇绿岩的时代及其意义[J].*北京大学学报(自然科学版)*,2001b,37(6):852~858.
- He Guoqi, Li Maosong. A discussion on age and tectonic significance of ophiolite in Eastern Junggar, Xinjiang [J]. *Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis*, 2001b, 37(6):852~858 (in Chinese with English abstract).
- [15] 何国琦,李茂松.中亚蛇绿岩带研究进展及区域构造连接[J].*新疆地质*,2000,18(3):193~202.
- He Guoqi, Li Maosong. New achievement in researching ophiolitic belts in central Asia and its significance in the links of tectonic belts between Northern Xinjiang and adjacent area [J]. *Xinjiang Geology*, 2000,18(3):193~202 (in Chinese with English abstract).
- [16] 邱家骧.应用岩浆岩石学[M].武汉:中国地质大学出版社,1991.
- Qiu Jiaxiang. Application of Magmatic Petrology [M]. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1991 (in Chinese with English abstract).
- [17] Sun S S, McDonough W F. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes [J]. *Geo. Soc. London Spec. Publ.*, 1989.42:313~345.
- [18] 李曙光.蛇绿岩生成构造环境的 Ba-Th-Nb-La 判别图[J].*岩石学报*,1993,9(2):146~157.
- Li Shuguang. The Ba-Th-Nb-La diagram of tectonic setting for the origin of ophiolite [J].*Acta Petrologica Sinica*,1993,9(2):146~157 (in Chinese with English abstract).
- [19] Nutman A P, Green D H, Cook C A, et al. SHRIMP U-Pb zircon dating of the exhumation of the Lizard Peridotite and its emplacement over crust rocks; constraints for tectonic models [J]. *J. Geo.Soc. London* 2001,158:809~820.
- [20] Ludwig K R. ISOPLOT/Ex. Version 2.49: A geochronological toolkit for Microsoft Excel [M]. Berkeley Geochronology Center, 2001:21~28.

Discovery of the Buergen ophiolitic mélange belt in Xinjiang and its tectonic significance

WU Bo^{1,2}, HE Guo-qi¹, WU Tai-ran¹, LI Hui-jun^{1,3}, LUO Hong-ling¹

(1. School of Earth and Space Sciences, Key Laboratory of Orogenic Belts and Crustal Evolution, Ministry of Education, Peking University, Beijing 100871, China; 2. China National Petroleum Will Logging Technology Service Corp.Ltd., Beijing 110043, China; 3. Institute of Geomechanics, Chinese Academy of Geological Sciences 100081 Beijing, China)

Abstract: The Buergen ophiolitic mélange belt found recently by the authors is exposed in the Ertix (Irtys) suture zone between the Siberian plate and Kazakhstan-Junggar plate in northern Xinjiang and extends in a NW direction. The rock is chiefly marked by mixing of blocks of various ophiolite components of varying size and nature in mylonized matrix. The matrix consists dominantly of mylonized volcanic rocks, tuff and strongly fragmented pyroclastic rocks. The ophiolite blocks are mainly carbonatized ultramafites (?), basalt, gabbro and cherts. Basalt has the OIB and IAB features. Tholeiite has a zircon SHRIMP U-Pb age of 352 Ma, suggesting that the formation of the ophiolites may have continued till the Late Devonian-Early Carboniferous. This discovery is of great significance for understanding the late Paleozoic ophiolitic mélange belt in the area north of the Junggar basin of China and its extension beyond China.

Key words: Ertix (Irtys); ophiolitic mélange; Buergen; OIB; IAB; late Paleozoic

About the first author: WU Bo, male, born in 1975, master, majoring in regional structural geology; E-mail: wubo@cnlc.cn.