

文章编号:1004-4116(2008)00-0007-0006

新疆艾母土巴斯它乌蛇绿岩地质特征

张学奎,曾俊杰,王晓伟,李注苍,齐建宏

(甘肃省地矿局第三地勘院,甘肃 兰州 730050)

摘 要:艾母土巴斯它乌蛇绿岩为区域上阿拉尔—巴音沟—古尔图蛇绿岩带的西延部分,是华力西中期准噶尔微板块与伊犁—伊赛克湖微板块俯冲带的重要组成部分,为该处存在微板块缝合带提供了依据。带内发育早石炭世洋盆火山—沉积岩系、蛇绿岩。地球化学特征显示蛇绿岩于早石炭世晚期形成于微洋盆扩张环境。

关键词:蛇绿岩;构造环境;同位素年龄;艾母土巴斯它乌

中图分类号:P588.32*3

文献标识码:A

艾母土巴斯它乌蛇绿岩产于北天山阿拉尔地区艾母土巴斯它乌一带,为区域上阿拉尔—巴音沟—古尔图蛇绿岩带的西延部分(图1),呈一楔状体夹于下石炭统沙大王组之中,长度大于4km,宽度大于3km。呈NW—SE向展布,由一系列断续分布、大小不等、形状各异的中基性火山岩岩片和其它蛇绿岩组组成。基质为下石炭统沙大王组火山碎屑岩及细碎屑岩,各蛇绿岩组间常被一系列逆冲断层所分隔。本文重点讨论艾母土巴斯它乌蛇绿岩特征、形成时代及其构造环境。

1 地质特征

艾母土巴斯它乌蛇绿岩夹于下石炭统沙大王组中,上石炭统奇尔古斯套组与之呈断层接触,通过与邻区蛇绿岩剖面的横向对比可以看出:蛇绿岩在巴音沟一带出露齐全,保存比较完好,而且各岩石单位的厚度也较大,而向西在艾母土巴斯它乌一带则趋于尖灭(图2、3)。

艾母土巴斯它乌蛇绿岩尽管受到强烈构造肢解,但经过原岩恢复,与典型的蛇绿岩相比,该蛇绿岩除下部变质橄榄岩和辉石岩出露不全外,其余各岩石均出露齐全。蛇绿岩基本上是由橄榄辉石岩、堆晶辉长岩、玄武岩、

泥硅质岩组成的较完整的蛇绿岩层序,下部为蛇纹石化辉石橄榄岩、蛇纹岩;中部为橄榄辉石岩、堆晶辉长岩、绿帘石岩;上部为变玄武岩、硅质岩。

蛇绿岩经过构造改造,分别表现出了较强的变形、变质特点。橄榄辉石岩具有较强的阳起石化和蛇纹石化,致使岩石表面形成浅黄绿色针状阳起石和纤维状蛇纹石密布岩石表面,橄榄辉石岩全部呈片理化和碎粉末状,其基岩露头全部呈团块状,橄

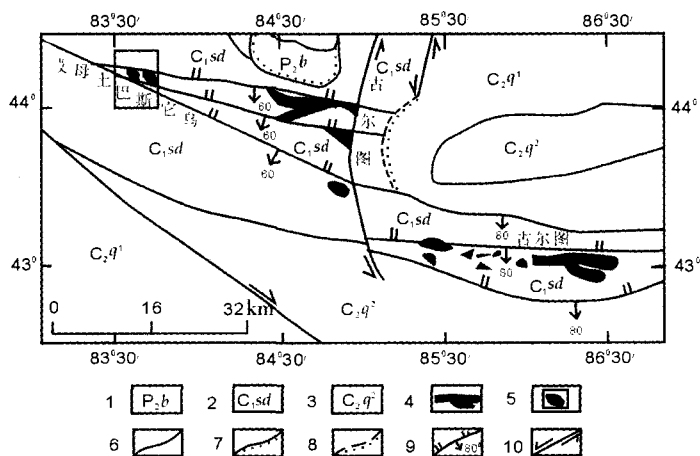


图1 艾母土巴斯它乌蛇绿岩分布略图

Fig.1 Geological sketch map of ophiolite in Aimitubasitawu area

- 1—上二叠统巴卡勒河组;2—下石炭统沙大王组;3—上石炭统奇尔古斯套组;
4—蛇绿岩;5—艾母土巴斯它乌蛇绿岩;6—地质界线;7—地层不整合界线;
8—推测不整合界线;9—区域性深大断裂;10—扭性断层

收稿日期:2007-03-13

作者简介:张学奎(1973~),男,1997年毕业于长春地质学院,从事地质矿产调查工作,地质矿产工程师。

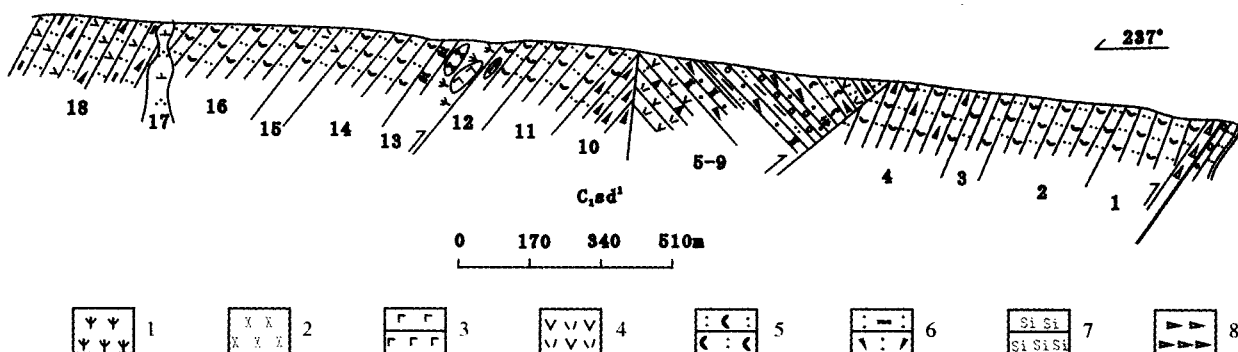


图 2 艾母土巴斯它乌蛇绿岩实测剖面图

Fig.2 Measured section of ophiolite in Aimutubasitawu

1—橄榄岩;2—辉长岩;3—玄武岩;4—英安岩;5—玻屑晶屑凝灰岩;6—岩屑晶屑凝灰岩;7—硅质岩;8—构造角砾岩

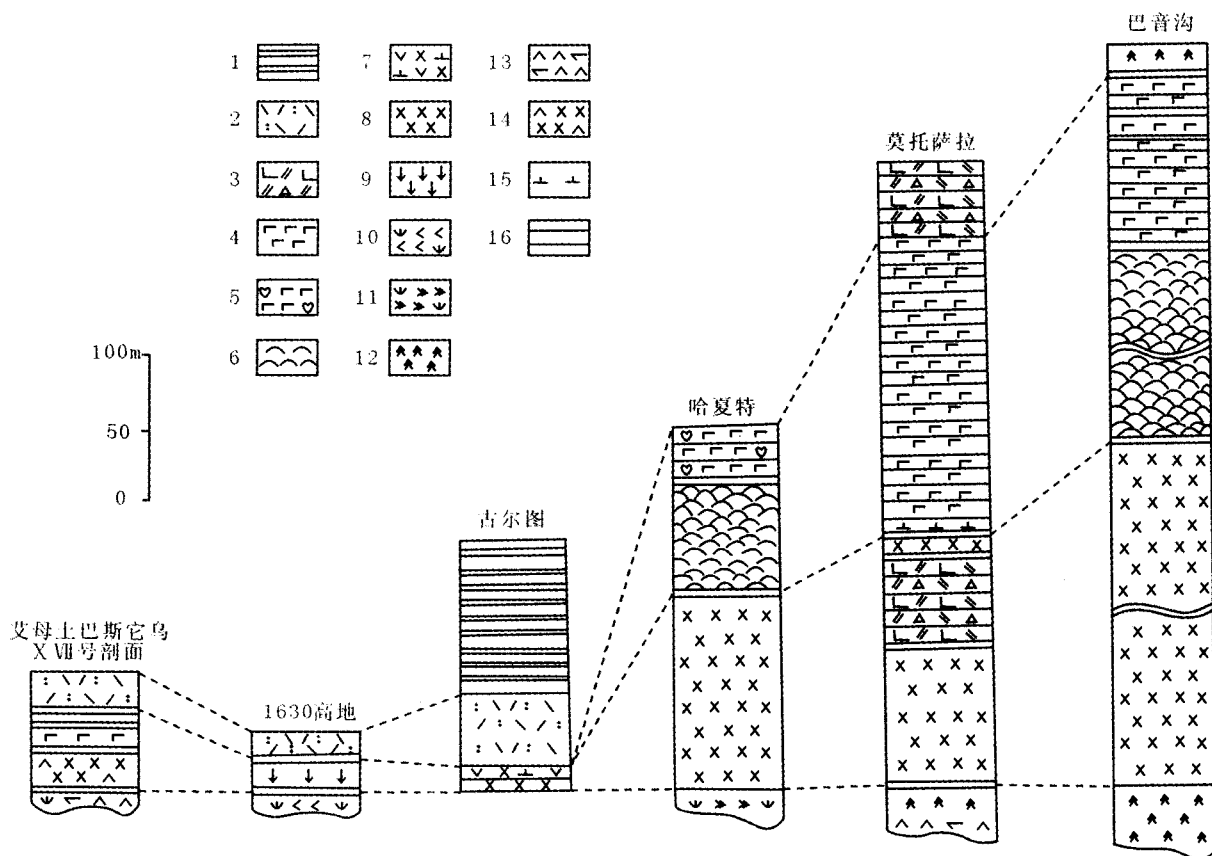


图 3 蛇绿混杂岩剖面柱状对比图

Fig.3 Correlation of the ophiolite columnar section

1—放射虫硅质岩;2—晶屑凝灰岩;3—角砾状凝灰岩;4—变玄武岩;5—杏仁状玄武岩;6—枕状玄武岩;
7—混杂岩;8—辉长岩;9—二辉辉石岩;10—全蛇纹石化辉橄岩;11—蛇纹石化斜辉橄岩;
12—纯橄岩;13—辉石橄岩;14—橄辉岩;15—闪长岩;16—断层

橄辉石岩基本可划分为两种：一种粒度粗大，全部呈粗粒状，另一种呈细粒状，二者未见有明显的接触关系；辉长岩呈透镜状或团块状产出辉石岩、

橄辉岩之上，与其呈断层接触，辉长岩发育典型的火成堆晶结构，岩石中辉石和斜长石均呈晶形完整的自形晶状，辉石多呈长柱状，而斜长石则以长板

条状为主,岩石中下部呈巨粒堆晶状,而向上则粒度相对变细,辉长岩团块夹于片理化橄榄辉石岩间;玄武岩呈透镜状产于辉石岩上部,横向延伸不稳定,透镜体宽度约 2.2m,纵向长度约 5m,与辉石岩间的接触边界亦发育片理化带,显然为构造接触;硅质岩以中薄层状、局部呈薄透镜状产于玄武岩之上,其层位相对稳定,硅质岩底部与玄武岩接触带上亦有片理化条带,显然与玄武岩间亦为构造接触。硅质岩之上为浅灰色凝灰岩,呈强烈的片理化和碎裂岩化,但与紫红色硅质岩间接触带上强烈的片理化带仍有较大的反差。

2 蛇绿岩的地球化学特征

2.1 常量元素特征

蛇绿岩岩石主要元素见表 1。

从表中可以看出:蛇纹岩的 SiO_2 含量 39.68%~39.78%, TiO_2 含量 0.03%, Al_2O_3 含量 0.88%~1.19%, $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ 含量为 0.04%~0.11%, 镁铁指数在 18.71~19.14 之间, $\text{DI}=0.36\sim 1.03$, 显示出较低的分异程度,属于超基性岩的范围,里特曼指数(σ)小于 1,属钙碱性系列极强太平洋型。橄榄辉长岩的 SiO_2 含量 43.21%, TiO_2 含量 0.06%, Al_2O_3 含量 18.22%,

$(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ 含量为 0.9%, 镁铁指数 38.46, $\text{DI}=0.50$, 显示出较低的分异程度,属于超基性岩的范围,里特曼指数(σ)为 3.85,属钙碱性系列弱太平洋型。玄武岩的 SiO_2 含量在 43.62%~46.36%, TiO_2 含量 1.14%~1.45%, Al_2O_3 含量 12.68%~17.62%, 高钛、高铝具岛弧火山岩的特点, $(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})$ 含量为 1.90%~6.84%, 镁铁指数在 48.33~74.48 之间, $\text{DI}=14.76\sim 48.73$, 显示出较低的分异程度,属于基性岩的范围,里特曼指数平均为 7.45,属碱性系列正常太平洋型。岩石的碱度率由蛇纹岩→橄榄辉长岩→玄武岩呈增加的趋势,固结指数由蛇纹岩→橄榄辉长岩→玄武岩呈递减的趋势,说明岩浆活动向贫镁方向发展。

2.2 稀土元素特征

蛇绿岩稀土元素含量及主要参数见表 2, 稀土配分曲线(图 4)分布特征和规律如下:

①岩石的稀土元素分布型式呈平坦型,与洋脊玄武岩相近,轻稀土微弱富集,说明岩浆来源于未遭受亏损或微弱亏损的地幔,而且所处构造位置的特殊性,造成轻稀土和微弱富集。总体上有向岛弧玄武岩靠近的趋势。

②根据 Eu 值及稀土元素分布曲线, 铕异常主

表 1 艾母土巴斯它乌蛇绿岩主要元素含量表(wt%)

Table 1 Major elements of the ophiolite from Aimutubasitawu area

样号	SiO_2	TiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MnO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	P_2O_5	CO_2	LOI
GS-35	39.68	0.03	1.19	5.61	3.14	0.13	36.97	0.19	0.03	0.01	0.01	0.20	12.82
GS-36	43.21	0.06	18.22	1.68	4.32	0.12	9.60	16.92	0.17	0.73	0.02	0.17	4.74
GS-37	44.96	1.45	12.68	4.26	4.94	0.17	9.04	13.18	2.18	0.07	0.18	2.46	5.40
GS-38	90.50	0.07	1.40	0.58	2.26	0.04	1.48	0.85	0.22	0.14	0.10	0.63	1.15
GS-39	39.78	0.03	0.88	6.66	1.92	0.14	37.28	0.11	0.10	0.01	0.01	0.30	12.92
GS-40	43.62	1.20	13.82	3.10	5.89	0.18	9.61	13.76	1.86	0.04	0.16	1.71	5.75
GS-41	46.36	1.14	17.62	9.90	1.50	0.16	3.89	5.90	4.31	2.53	0.19	1.18	5.74

注:样品 2004 年 12 月由国土资源部宜昌地质矿产研究所采用常规湿法分析。

表 2 艾母土巴斯它乌蛇绿岩稀土元素丰度值($\times 10^{-6}$)

Table 2 REE abundance of the ophiolite from Aimutubasitawu area

样号	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y
GS-35	0.65	0.71	0.078	0.39	0.096	0.009	0.079	0.011	0.065	0.017	0.054	0.01	0.061	0.01	0.4
GS-36	3.36	4.16	0.44	1.18	0.38	0.11	0.29	0.051	0.43	0.1	0.3	0.048	0.3	0.06	1.96
GS-37	6.9	17.2	2.35	12	3.29	1.23	4.2	0.74	5.16	1.04	2.9	0.4	2.37	0.29	21.1
GS-38	5.05	6.41	0.83	4.9	1.28	0.29	1.41	0.26	1.81	0.35	1.02	0.13	1.05	0.16	7.72
GS-39	1.15	1.12	0.13	0.5	0.11	0.01	0.16	0.025	0.2	0.039	0.06	0.01	0.039	0.01	0.28
GS-40	10.3	18	2.35	11.2	2.92	1.07	3.48	0.61	4.2	0.86	2.3	0.35	2.05	0.28	18.6
GS-41	6.55	12.2	1.69	9.07	2.64	1.1	3.58	0.71	5.41	0.98	3.42	0.44	3	0.36	23.5

注:稀土元素由国土资源部宜昌地质矿产研究所测试,采用 ICP-MSYI 仪器分析,检测限优于 0.5×10^{-9} ,相对标准偏差优于 5%。

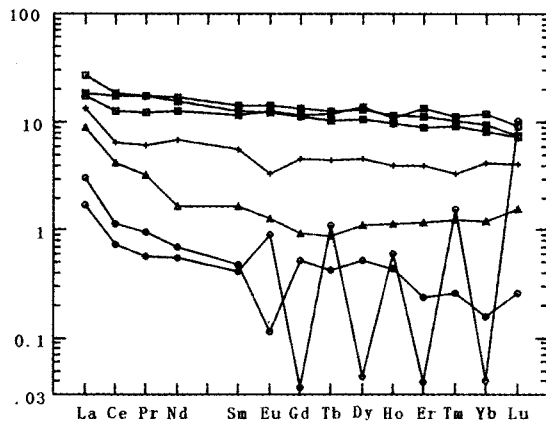


图 4 蛇绿岩稀土元素配分曲线

Fig.4 REE distribution patterns of the ophiolite

○—蛇纹岩;△—橄榄辉长岩;□—玄武岩;+—硅质岩

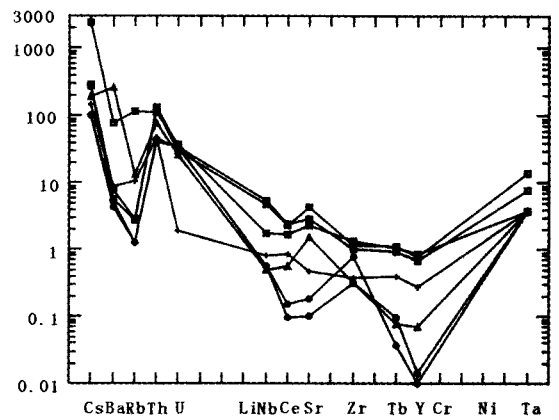


图 5 蛇绿岩微量元素蛛网图

Fig.5 Trace element distribution patterns of the ophiolite

○—蛇纹岩;△—橄榄辉长岩;□—玄武岩;+—硅质岩

要表现两种类型。正铈异常(铈富集型);稀土元素曲线上处有明显的“峰”;负铈异常(铈亏损型);分布曲线上在 δEu 处有明显的“谷”。

③稀土元素分布曲线的范围较宽,稀土总量变化大,在 2.64~81.17 之间,反映了岩浆演化的剧烈和岩性的多变。

④稀土元素分布曲线总体上相关性较好,但一个蛇纹岩样品曲线形态奇特,既不显示左倾,也不显示右倾,表现为波状折线,可能与岩石较强的变质及同化混染作用有关。

⑤稀土元素总量由蛇纹岩→橄榄辉长岩→玄武岩呈增加的趋势,与典型的蛇绿岩稀土元素含量总体规律相一致。

2.3 微量元素特征

蛇绿岩微量元素含量及主要参数见表 3。

微量元素蛛网图上(图 5)显示:玄武岩除 Ta、Y, 橄榄辉长岩除 Ba、Rb 等元素高于洋岛玄武岩之

外,其余元素值均介于洋岛玄武岩和洋脊玄武岩之间;橄榄辉长岩和洋脊玄武岩比较,Ba、Rb、Th、K、Sr 等活动性元素偏高,除 Ta、Sr 外,从 Nb→Y 所有元素均低于洋中脊玄武岩值,这些特征显示辉长岩所在岩浆房曾受过地幔物质的补给混染,使活动元素富集,在蛇绿岩的 $\text{Zr/Y}-\text{Zr}$ 值显示,橄榄辉长岩、玄武岩来自于富集的地幔源区,是地幔物质部分熔融之产物。辉长岩则代表了经部分熔融作用而形成的亏损地幔源区。

综上所述,艾母土巴斯它乌蛇绿岩除下部变质橄榄岩和辉石岩出露不全外,各岩石单元均有出露。玄武岩具块状构造且夹有较厚的深海、半深海相泥硅质岩。此外蛇绿岩地球化学特征也表明,当时壳下地幔处于低度熔融阶段,熔出的岩浆相对富碱, LREE 等不相容元素丰度较高,从而导致该蛇绿岩上部玄武岩普遍具富集型的配分形式,与昂希斌等(1994)提出的初始洋盆型蛇绿岩极为相似,形成于低速扩张的小型洋盆扩张环境。

表 3 艾母土巴斯它乌蛇绿岩微量元素含量($\times 10^{-6}$)

Table 3 Trace elements of the ophiolite from Aimutubasitawu area

样号	Ba	Rb	Sr	Zr	Nb	Th	Ga	Ni	V	Cr	Hf	Cs	Sc	Ta	Co	Be
GS-35	26.6	0.7	9.09	23.6	1.3	5.4	6.58	1 780	45.8	801	0.95	0.7	19.8	0.5	86.6	0.81
GS-36	1640	7.55	134	22.6	1.12	9.35	12	181	139	138	0.98	1.35	40.8	0.5	30.8	1.44
GS-37	34.6	1.5	377	87.2	10.9	14.2	21.9	104	224	260	2.87	1.9	34.3	1.87	34.1	2.06
GS-38	56.8	5.8	42.7	27.2	1.85	5.72	5.11	28.6	19.7	22.9	0.98	1	8.3	0.5	10.1	0.67
GS-39	32.1	0.7	16.7	57.7	1.32	4.84	6.21	2 130	35.8	994	1.68	0.7	10.3	0.5	93.7	0.74
GS-40	47.5	1.6	257	75.4	12.7	15.6	18.8	170	208	365	2.48	2	40.1	1.01	40	1.7
GS-41	484	64	209	96.5	3.98	13.1	22.5	176	121	332	3.05	16.5	40.6	0.5	49.1	1.25

注:微量元素由国土资源部宜昌地质矿产研究所测试,采用 ICP-MSYI 仪器分析,检测限优于 0.5×10^{-9} ,相对标准偏差优于 5%。

3 蛇绿岩形成时代

3.1 古生物化石年龄

艾母土巴斯它乌蛇绿岩与下伏下石炭统沙大王组呈断层接触,与上覆上石炭统奇尔古斯套组呈角度不整合接触,根据蛇绿岩与下伏及上覆地层接触关系其时代应属晚石炭世之前,其无法准确厘定蛇绿岩的形成年龄。据《1:20万精河幅、阿拉尔幅地质报告》,在古尔图一带蛇绿岩套上部的紫红色硅质岩中放射虫微体化石(*Ceratoikiscum* sp.)定年,认为其形成于早石炭世—晚石炭世早期,牙形刺化石有 *Palmatolepis* sp.和 *Polygnathus* sp.时代为晚泥盆世发门期,据此该蛇绿岩形成时限为 D_3^1 — C_1 ,为晚古生代中期。据上述两种认识只能判定其形成时代为早石炭世—晚石炭世早期。

3.2 同位素年龄

据徐学义等编写的《北天山巴音沟蛇绿岩形成时代的精确厘定及意义》一文中,对巴音沟蛇绿岩中侵入辉长岩中斜长花岗岩进行了单颗粒锆石 U—Pb 测年,锆石的 9 个分析结果给出了基本一致的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄,为 304~339 Ma,在一致曲线中成群分布(图 6),加权平均年龄为 $(324.8 \pm 7.1)\text{Ma}$, $\text{MSWD}=1.2$,加权平均值的误差与单个分析的误差基本一致,所分析的锆石为单一的年龄组成。因此, $(324.8 \pm 7.1)\text{Ma}$ 应解释为斜长花岗岩的形成年龄。另外一种锆石同样给出了基本一致的 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄,

为 343.1~348.6 Ma,加权平均年龄为 $(346 \pm 21)\text{Ma}$ ($\text{MSWD}=0.659$),该年龄解释为捕获年龄,从区域地质演化角度讲,它有可能为蛇绿岩的基底单元阿克沙克组中基性火山岩的形成年龄。

通过对蛇绿岩中侵入辉长岩中的斜长花岗岩球粒陨石标准化分配型式具有轻稀土亏损、重稀土富集的特点。微量元素原始地幔标准化分配型式具有不相容元素亏损的特点,表明其源区为亏损地幔源,应为蛇绿岩岩浆房中基性岩浆(相当于辉长岩岩浆)最终分异的产物,其形成年龄应与辉长岩形成年龄基本相当。因此,斜长花岗岩锆石 U—Pb 定年结果应代表了蛇绿岩形成的时代,表明巴音沟蛇绿岩形成时代为 324.7 Ma,属早石炭世晚期。而艾母土巴斯它乌蛇绿岩与阿拉尔—巴音沟蛇绿岩在区域上为同一蛇绿岩带,所以艾母土巴斯它乌蛇绿岩形成时代应为早石炭世晚期。

4 构造环境

早石炭世时,天山古生代依连哈比尔尕等地有限洋盆继续扩张,爆发沉积了大量的具大洋性质的火山岩系;至早石炭世晚期洋盆继续扩张,形成了新的洋壳;晚石炭世有限洋盆逐渐闭合,进入残余海盆沉积阶段,晚石炭世晚期残余海盆消亡,该区进入陆内造山阶段。岩石地球化学的精细研究表明,艾母土巴斯它乌地区的早石炭世火山岩系(沙大王组)和巴音沟地区的早石炭世火山岩系(阿克沙克组)具大洋底部基性熔岩的特征,岩浆源于一种和洋岛玄武岩相似的相对富集地幔柱物质的部分熔融,上升过程中明显受到地壳物质的混染,为岛弧扩张的产物。北天山有限洋盆的收缩是通过洋壳向南俯冲来完成的,蛇绿岩再次为准噶尔微板块向伊犁—伊赛克湖微板块俯冲提供了证据。

5 结语

(1)蛇绿岩虽然受到了强烈的构造肢解,但仍保存了较完整的岩石组合,代表了从早石炭世有限洋盆扩张、闭合至晚石炭世残余海盆消亡所形成的壳幔建造残块。

(2)在该蛇绿岩带中采集到的放射虫化石及牙形刺,时代均为早—中石炭世;在巴音沟蛇绿岩进行了单颗粒锆石 U—Pb 测年,平均年龄为 $324.8 \pm 7.1\text{Ma}$,表明蛇绿岩形成时代为早石炭世晚期。

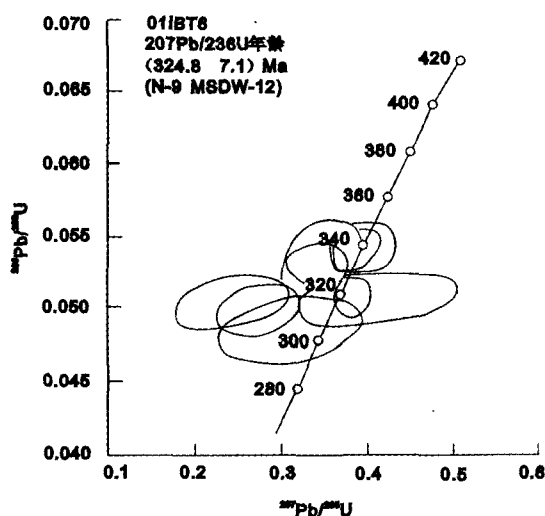


图6 蛇绿岩锆石 U—Pb 一致曲线图

Fig.6 Zircons U—Pb concordia diagram of the ophiolite

(3)该蛇绿岩带的建立,对准确厘定准噶尔微板块与伊犁—伊赛克湖微板块的界线具重要地质意义。

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[M].北京:地质出版社,1992.
- [2] 徐学义,马中平,夏林圻,等.北天山巴音沟蛇绿岩形成时代的

精确厘定及意义[J].长安大学地球科学与环境学报,2005,27(2).

- [3] 张旗主编.蛇绿岩与地球动力学研讨会论文集[M].北京:地质出版社,1996,5.
- [4] 黄增保,许荣科,张彦杰,等.甘肃玉门昌马地区蛇绿岩地质特征[J].甘肃地质学报,2001,10(2).
- [5] 李生虎,杜青,乌苏县莫托沟—古尔图蛇绿岩特征[J].新疆地质,1994,12(3).

GEOLOGICAL CHARACTERISTICS OF OPHIOLITE IN AIMUTUBASITAWU AREA OF XINJIANG

ZHANG Xue-kui, ZEN Jun-jie, WANG Xiao-wei, LI Zhu-cang, QI Jian-hong

(No. 3 Geology and Mineral Exploration Team, Gansu Provincial Bureau of Geology and Mineral
Exploration and Development, Lanzhou 730050, China)

Abstract: Regionally, The ophiolite in Aimutubasitawu is at the west prolongation part of the Altai-Bayingou-Guertu ophiolite belt, and it is the important part of subduction zone of Zhungeer tiny plate and Yili-Yisaikehu tiny plate in middle Variscan epoch. It is parted in the Shadawang Formation of early Carboniferous which contact with Qi'ergusitao Formation of late Carboniferous by fault, and suffered serious structural dismantling. Through studying the data on the geological and geochemical features of ophiolite, formation time inferred from fossil and measured by zircon U-Pb dating, it is supposed that the ophiolite formed at the end of early Carboniferous, the relatively integrated rock assemblage of ophiolite suffered structural dismantling indicate the environment of ocean basin with limited expansion.

Key words: ophiolite; formation time; tectonic environment; isotopic age; Aimutubasitawu