

文章编号:1009-3850(2005)03-0094-07

新疆木纳布拉克蛇绿岩地球化学特征 及形成构造背景分析

邓瑞林^{1,2}, 马铁球², 柏道远^{1,2}

(1. 中国地质大学, 湖北 武汉 430074; 2. 湖南省地质调查院, 湖南 湘潭 411100)

摘要:木纳布拉克蛇绿岩是新疆境内最大的蛇绿混杂岩带,由超镁铁质岩、镁铁质岩、浅色分异物和变玄武岩组成,形成时代为中元古代晚蓟县世,侵位时代为新元古代早青白口世,可能代表了阿尔金山地区中元古代的板块俯冲带。蛇绿岩可能形成于孤后或孤间有限洋盆小扩张脊;最后侵位到深海沉积物中,形成了造山带中的蛇绿岩。

关键词:木纳布拉克;蛇绿岩带;地球化学;新疆

中图分类号:P588.12

文献标识码:A

木纳布拉克蛇绿岩分布在中昆仑与阿尔金山西端的接合部位,地势险峻,研究程度极低。大多数学者认为该蛇绿岩带是阿尔金山东段早古生代蛇绿岩的西延部分^[1-5]。笔者在1:25万区调过程中,通过系统研究,取得了一些新的成果,认为该蛇绿岩形成时代为中元古代晚期;同时在蛇绿岩周围还发现有大量的钙碱性岩浆岩和埃达克岩^[6,7]。

1 地质特征

木纳布拉克蛇绿混杂岩分布在阿尔金山南缘断裂带西端北侧,呈北西方向展布,往北东东方向延伸至吐拉北侧,出露长约26km、宽约10km,主要受两条北西西向背冲式逆冲断裂控制。混杂岩带内部构造极为复杂,早期为向北东东倾斜的断片组成叠瓦式构造式样,后来受近东西向的韧性右旋剪切带和晚期北东向构造的破坏,致使蛇绿岩中各组份及围岩的原生层序遭到严重破坏,蛇绿岩中的岩石单元呈断块(或构造包体)无序地分布在基质(陆壳岩石)中(图1)。蛇绿岩大致由超镁铁岩残片、镁铁质岩残片、浅色岩残片和基性熔岩+深海沉积物残

片组成(图2)。

2 岩石学特征

由于受构造肢解或俯冲下插消亡等作用的影响,岩石组合以缺失上部放射虫硅质岩、中部二辉橄榄岩和席状辉绿岩墙为特征。原生的岩石组合层序受到严重破坏,但各组成单元均有不同程度的保留。经恢复后的蛇绿岩建造(套)层序从下而上有:蛇纹岩化、滑石化、碳酸盐化超镁铁质岩(方辉橄榄岩、辉橄岩)—堆积橄榄岩、层状辉石(长)岩、角闪辉石岩、辉石角闪岩、角闪岩—(蚀变、暗色)闪长岩、斜长花岗岩等浅色分异物—基性熔岩(枕状玄武岩)。

超镁铁质岩石构成该区蛇绿岩底部层位,主要为方辉橄榄岩,经蚀变后有蛇纹岩、(弱)蛇纹石化方辉橄榄岩、弱滑石化方辉橄榄岩、强碳酸盐化方辉橄榄岩。向上逐渐相变为镁铁质堆积杂岩,堆积构造发育,主要由橄榄辉石岩、橄榄角闪辉石岩、角闪辉石岩、辉石岩、透闪石岩、辉石角闪岩、斜长黑云角闪岩组成。

浅色岩分异物由(暗色)闪长岩、斜长花岗岩组

收稿日期:2005-04-15

第一作者简介:邓瑞林,1968年生,高级工程师,研究生,从事区调工作。

资助项目:青藏高原1:25万且未县一级电站幅区域地质调查项目(19991300009051)。

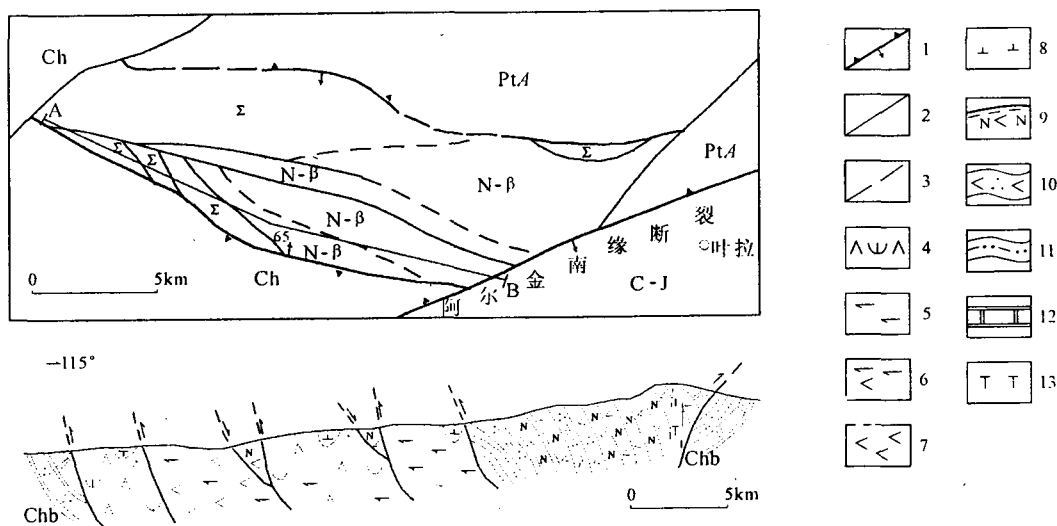


图1 木纳布拉克蛇绿岩分布及剖面图

C-J. 石炭—侏罗系; Ch. 长城系; PtA. 古元古界阿尔金群; Σ . 超镁铁质岩; $N-\beta$ 基性岩—玄武岩。1. 主干断裂; 2. 一般断裂; 3. 推测断裂; 4. 蛇纹岩化方辉橄榄岩; 5. 辉石岩; 6. 辉石角闪岩; 7. 角闪岩; 8. 闪长岩; 9. 斜长角闪片岩; 10. 角闪石英片岩; 11. 二云片岩; 12. 大理岩; 13. 石英正长岩

Fig. 1 Distribution of the Munabulak ophiolites

C-J = Carboniferous - Jurassic; Ch = Changchengian; PtA = Palaeoproterozoic Altun Group; Σ = ultramafic rocks; $N-\beta$ = basic rocks - basalt. 1 = major fault; 2 = fault; 3 = inferred fault; 4 = serpentinized harzburgite; 5 = pyroxenite; 6 = pyroxene amphibolite; 7 = amphibolite; 8 = diorite; 9 = amphibolite schist; 10 = amphibole quartz schist; 11 = two-mica schist; 12 = marble; 13 = quartz syenite

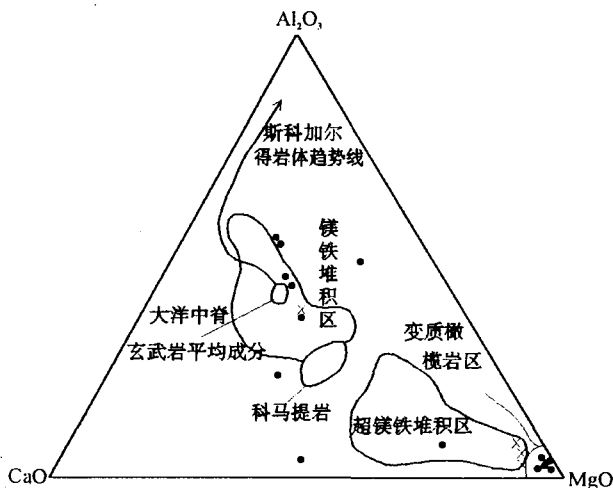
成。基性熔岩遭受中深变质后为斜长角闪岩、角闪片麻岩。原岩结构、构造、物质成分全部发生改变,但它们常与超镁铁质岩石共生,根据岩石化学多种图解都证明为正变质岩。

3 岩石化学特征

从蛇绿岩各组分岩石化学分析表(表1)中可以看出,蛇绿岩中的超镁铁质岩具高镁、低硅、低碱、低铝的特点,属贫铝、贫碱的镁质—镁铁质超基性岩。

在 $MgO-CaO-Al_2O_3$ 和 FMA 图解中,1、2、3号样落在变质橄榄岩区,4号样落在超镁铁质堆积岩区(图2、图3),明显地看出超镁铁质岩中大多数为变质橄榄岩,少数为超镁铁质堆积岩。标准矿物中出现较少的单斜辉石,以顽火辉石为主;橄榄石以 Fo 为主。

变质橄榄岩 B/S 比值为 1.7~1.75; M/F 比值为 9.69~10.41; M/MF 比值为 0.85~0.86; 2Ca/B 比值为 1.8~3.1,均表明属高基性度、镁质方辉橄榄岩-方辉橄榄岩岩石类型,这些均与岩石特征相吻合。M/F 比值均大于 6.5,为 9.69~10.41,以镁质超基性岩为主。

图2 $MgO-CaO-Al_2O_3$ 图解(据 R. G. Coleman, 1977)Fig. 2 $MgO-CaO-Al_2O_3$ diagram (after R. G. Coleman, 1977)

镁铁质岩的 Ca、Al、全碱均较高,为正常系列的钙碱性岩石。M/F 值大于 2 且小于 6.5,表明辉石角闪岩、角闪辉石岩属镁铁质岩石。MgO 含量较高,全铁相对较低, h 值较低,均小于 0.2,为 0.1~

表 1 木纳布拉克蛇绿岩中各组分岩石化学成分 ($w_B/\%$)Table 1 Petrochemical compositions in the Munabulak ophiolites ($w_B/\%$)

序号	岩性	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	MnO	NiO	CoO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	灼失
1	蛇纹岩	37.98	0.01	0.61	0.341	4.71	2.33	39.32	0.12	0.232	0.012	0.93	0.04	0.01	0.01	13.34
2	方辉橄岩	39.25	0.01	0.5	0.362	4.32	2.92	39.57	0.11	0.241	0.012	0.64	0.03	0.01	0.01	11.79
3	辉橄岩	42.43	0.03	0.75	0.436	1.16	6.77	42.82	0.11	0.243	0.012	0.6	0.03	0.03	0.02	4.0
4	橄角闪辉岩	44.83	0.09	2.79	0.311	2.09	3.77	28.98	0.09	0.162	0.008	7.98	0.19	0.03	0.03	8.03
5	辉石角闪岩	49.11	0.71	6.61	0.034	0.93	4.6	13.77	0.14	0.014	0.004	14.96	0.62	3.72	0.81	2.38
6	角闪辉石岩	48.92	0.94	8.35	0.094	0.78	6.65	12.16	0.14	0.024	0.006	17.87	1.01	0.47	0.06	1.38
7	闪长岩	51.53	0.43	15.06	1.14	7.7	0.15	7.59	9.76	2.95	0.42	51.53	0.43	15.06	0.04	1.9
8	暗色闪长岩	42.02	3.06	14.88	2.35	12.97	0.23	4.62	10.91	2.83	1.05	42.02	3.06	14.88	2.25	0.92
9	蚀变闪长岩	46.42	1.97	17.71	2.02	8.6	0.17	6.4	9.93	3.35	0.81	46.42	1.97	17.71	0.22	1.1
10	闪长岩	44.81	1.96	16.31	2.42	11.73	0.25	5.19	8.96	3.61	1.27	44.81	1.96	16.31	0.87	0.95
11	斜长角闪岩	48.16	0.21	14.09	1.58	6.25	0.14	11.81	12.07	1.31	1.06	48.16	0.21	14.09	0.02	2.15
12	斜长角闪岩	51.69	0.42	14.89	1.5	7.43	0.16	7.63	9.85	3.05	0.41	51.69	0.42	14.89	0.04	1.53

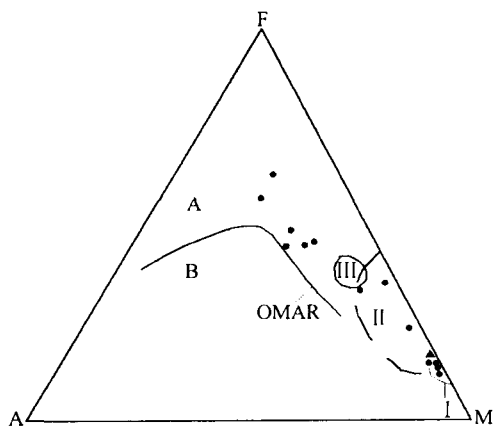


图 3 FMA 图解(据欧文等,1971)

I. 科尔曼圈定的变质橄辉岩; II. 超镁铁堆积岩; III. 科马提岩范围。A. 大洋拉斑玄武岩; B. 非大洋拉斑玄武岩; OMAR. 大西洋中脊玄武岩

Fig. 3 FMA diagram (after Owan et al., 1971)

I = metamorphic peridotite after Coleman; II = ultramafic accumulative rocks; III = komatiite. A = oceanic tholeiite; B = non-oceanic tholeiite; OMAR = Atlantic mid-oceanic ridge basalt

0.16, Fe^{2+} 大于 Fe^{3+} , 表明镁铁质岩的氧化度较超镁铁质岩要低。

浅色岩, 即闪长岩类岩石在图 2 中全部落在镁铁质堆积岩区, 表明是蛇绿岩的组成单元。镁、铁比值(M/F)较低, 均小 2, 说明岩石属铁质岩石, MgO 含量相对较低。在 FAM 图解(图 3)中, 浅色岩类属拉斑玄武质。基性熔岩由于变质作用很强, 现全部

蚀变成斜长角闪岩, 根据其岩石化学分析数据, 投影在塔尼(1976) TiO_2 - SiO_2 图解中, 位于火成岩区; 在沃克(1960) MgO - CaO - TFe 图解中, 位于正斜长角闪岩区; 在克列麦涅茨基(1979) $(Al + TFe + Ti)$ - $(Ca + Mg)$ 图解中, 位于基性火成岩及其变种区; 而在 Lebas 等(1989) TAS 图解中, 投影在 B 区, 为玄武岩, 这些都充分说明斜长角闪岩是玄武岩变质而成。M/F 值 (1.54~2.69) 较高, 仅次于镁铁质岩 (2.88~4.39), 说明 MgO 含量高, 属镁铁质岩-铁质岩范畴。在 FAM 图解(图 3)中, 基性熔岩均落在大洋拉斑玄武岩区。

4 岩石地球化学特征

4.1 稀土元素特征

各岩石组分的稀土元素分量分析结果及部分特征参数列于表 2 中。从表中可以看出, 超镁铁质岩 ΣREE 值相当低, 通常低于球粒陨石值的 1 倍以上, 说明该区的蛇绿岩中方辉橄岩、蛇纹岩均来自于幔源物质, 属贫稀土元素的超镁铁质岩。Ce/Y 为 1.5~4.61; δEu 值大多接近 1 或大于 1 (0.67~1.2), 显正异常。 δCe 均大于 1 (为 1.0~1.11), 为铈正异常。在稀土元素配分型式图中, 不具备典型超基性岩的球粒陨石配分型式, 总体为向右倾斜。蛇纹岩中 Ho 元素严重亏损(图 4), 其原因可能为地幔交代或者是在大洋热水俯冲过程中变质作用产生的结果。La/Sm 比值一般较大, Gd/Yb 一般较小(蛇纹岩例外), 表明轻稀土分馏程度较高, 而重稀土分馏

表 2 木纳布拉克蛇绿岩中各组分岩石稀土元素含量($w_B/10^{-6}$)及相关参数Table 2 REE contents ($w_B/10^{-6}$) and associated parameters for the Munabulak ophiolites

序号	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	ΣREE	Ce/Y	δEu	δCe	La/Sm	Gd/Yb
1	0.14	0.35	0.05	0.17	0.06	0.02	0.05	0.01	0.06	0.01	0.04	0.007	0.04	0.007	0.15	1.18	2.11	1.2	0.95	2.3	12.5
2	0.35	0.79	0.08	0.15	0.03	0.01	0.03	0.006	0.04	0.01	0.03	0.005	0.03	0.005	0.15	1.72	4.61	0.67	0.89	11.7	1.0
3	0.24	0.42	0.05	0.19	0.05	0.02	0.05	0.01	0.07	0.02	0.05	0.007	0.04	0.006	0.38	1.6	1.53	1.2	0.83	4.8	1.25
4	1.78	3.56	0.48	1.63	0.4	0.15	0.38	0.06	0.36	0.09	0.23	0.037	0.21	0.034	2.2	11.6	2.22	1.31	0.79	4.45	1.81
5	106.4	233.2	28.46	104.9	17.88	4.19	11.9	1.48	5.58	0.91	1.9	0.258	1.3	0.198	22.38	540.95	10.8	0.9	0.87	5.95	9.15
6	9.14	23.35	3.19	15.01	3.96	1.14	4.31	0.704	4.12	0.82	2.2	0.326	1.95	0.27	22.05	92.52	1.51	0.93	0.91	2.31	2.21
7	3.23	7.66	1.18	5.3	1.77	0.64	2.35	0.47	2.99	0.67	1.95	0.319	1.96	0.293	17.32	48.12	0.7	1.07	0.82	1.83	1.20
8	49.49	140.2	18.69	88.23	17.87	4.7	16.88	2.46	13.05	2.56	6.86	0.958	5.69	0.788	71.43	439.87	2.65	0.90	0.96	2.77	2.97
9	12.69	33.78	4.34	20.53	5.15	1.85	5.45	0.85	4.57	0.98	2.67	0.378	2.39	0.332	26.89	122.85	1.76	1.17	0.95	2.46	2.28
10	31.21	87.08	12.27	54.43	11.11	3.29	10.73	1.64	9.19	1.81	5.04	0.72	4.5	0.645	49.95	283.61	2.37	1.00	0.93	2.81	2.38
11	0.99	1.94	0.28	1.37	0.48	0.28	0.78	0.156	0.92	0.21	0.62	0.103	0.63	0.094	5.75	14.62	0.58	1.55	0.78	2.06	1.24
12	2.58	5.38	0.81	3.3	1.08	0.38	1.51	0.28	1.98	0.43	1.34	0.208	1.39	0.209	11.62	32.49	0.71	1.01	0.77	2.39	1.09

程度低。 La_N/Yb_N 比值中等为2.2~5.5,与地幔柱洋中脊玄武岩(P-MORB)比值(4.3~6.8)相近,说明橄榄岩物质来源较深。

镁铁质岩稀土元素总量相对较大,远高于超镁铁岩,最高达 540.9×10^{-6} 。 Ce/Y 值各有不同,总体以轻稀土为主; δEu 值为0.93~1.31,为正铕异常或略有铕亏损。 δCe 值均接近1(为0.97~0.98),略显铈的负异常。这些与超镁铁质岩的 δEu 和 δCe 特征是一致的,虽然球粒陨石配分曲线不一致,但 Ce/Y 、 La/Sm 、 Gd/Yb 、 δEu 、 δCe 等值特征大体相同,总体反映出镁铁质岩与超镁铁质岩的同源性特征。 La_N/Yb_N 比值为2.8,相当于地幔柱洋中脊玄武岩(P-MORB)与标准洋中脊玄武岩(N-MORB)的过渡类型(1.7~4.3)。

浅色岩(闪长岩)与基性熔岩(变玄武岩)的物质成分相似,稀土元素特征也大体相同,只是浅色岩类稀土总量相对较高,而基性熔岩只有 $(14.6 \sim 32.49) \times 10^{-6}$,但普遍高于超镁铁质—镁铁质岩。浅色岩 Ce/Y 值相对较大(0.7~2.65),在稀土元素配分型式图中表现为向右缓倾斜或较平缓的曲线,而基性熔岩则较小(0.58~0.71),反映重稀土相对较富集。 δEu 值大多大于1(为1.0~1.55),为正铕异常。 δCe 值大多小于而接近于1(为0.91~1.0),与超镁铁质—镁铁质岩岩石基本相似。在配分型式图中近于平坦型曲线,反映出大洋玄武岩稀土配分型式图的特征(图5)。浅色岩类 La_N/Yb_N 比值为3.15~4.11,相当于标准洋中脊玄武岩(N-MORB)

与地幔柱洋中脊玄武岩(P-MORB)的过渡型(1.7~4.3),而基性熔岩为0.94~1.11,与标准洋中脊玄武岩(0.35~1.1)相当。

总的来说,从稀土元素特征可以证明,木纳布拉克蛇绿岩中的超镁铁质岩、镁铁质岩、浅色岩、基性熔岩为完整的配套组分。总的特征是, La_N/Yb_N 的比值在超镁铁质岩中,由大变小,说明橄榄岩开始为低度部分熔融,随着熔融程度增加,Y进入熔体使得 La_N/Yb_N 变小;而在镁铁质岩、浅色岩中, La_N/Yb_N 比值较大,反映岩浆为分离结晶状态,随着岩浆的演化分离程度愈高,使得 La_N/Yb_N 比值愈大; Ce/Y 比值大多大于1(个别浅色岩和基性熔岩小于1),反映出为轻稀土相对富集型。愈往后重稀土亏损程度降低,其配分型式图为向右倾斜逐渐变为近于水平的配分曲线,反映出岩石形成环境接近于洋岛或岛弧。

4.2 岩石微量元素特征

蛇绿岩各组分岩石经24个元素的定量分析,其结果见表3。总体来看,从(方辉)橄榄岩(或蛇纹岩)—(角闪)辉石岩(或辉石角闪岩)—闪长岩—变玄武岩的微量元素变化规律十分明显,Cr、Ni、Co等元素由大到小,但在变玄武岩中又略有回升,Ta元素变化甚微,Nb、 P_2O_5 、Zr、Hf、Rb、Sr等元素在辉石岩和闪长岩中偏高。Zr/Hf平均比值逐渐变小(24.9—24.5—21.2—16.9);U/Th平均比值除个别在超镁铁质岩中出现高含量值外,总体由小到大(1.95—0.38—0.63—0.7);Rb/Sr平均比值由大到小,而到变玄武岩中又有回升(0.21—0.19—0.04—

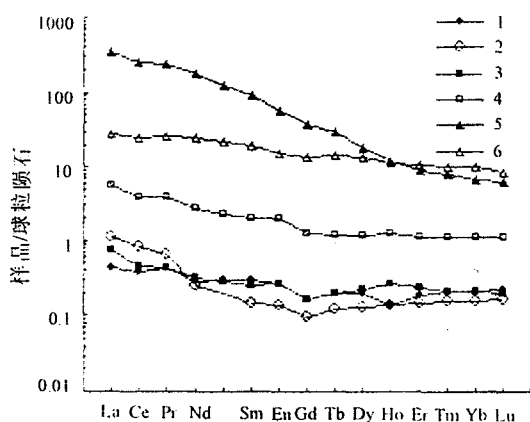


图4 超镁铁质岩稀土元素配分型式图

Fig. 4 Chondrite-normalized REE distribution patterns for the ultramafic rocks in the Munabulak ophiolites

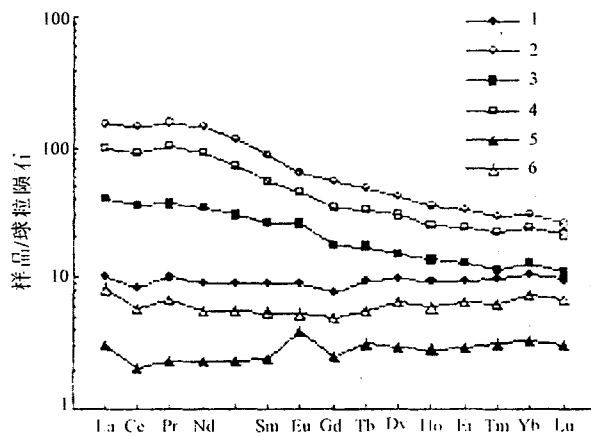


图5 浅色岩—变玄武岩稀土元素配分型式图

Fig. 5 Chondrite-normalized REE distribution patterns for the light-coloured rocks and meta-basalts in the Munabulak ophiolites

表3 木纳布拉克蛇绿岩岩石微量元素含量($w_B/10^{-6}$, $w(Au)/10^{-9}$)Table 3 Trace element contents in the Munabulake ophiolites ($w_B/10^{-6}$, $w(Au)/10^{-9}$)

序号	Mo	Cu	Zn	As	Bi	U	Th	Zr	Hf	Nb	Ta	Ag
1	*	11.2	42.1	1.45	0.1	<0.5	<0.5	6.8	0.2	<1	<0.5	0.393
2		7.3	40.8	0.43	<0.05	<0.5	<0.5	14.2	0.7	<1	<0.5	0.009
3	1.6	164	50	2.6	<0.05	0.3	<0.5	12	0.7	4.4	<0.5	0.01
4	0.2	29	47	2	<0.05	0.4	<0.5	14	<0.5	5.8	<0.5	0.031
5	0.4	302	72	3.6	0.14	4.9	58.7	166	6.6	17.1	0.7	0.023
6		68.5	53.4	0.46	0.1	1	1.5	78.2	3.3	3.1	<0.5	0.071
7	2.0	401	116	1.8	0.08	0.4	0.6	43	2.4	6.7	<0.5	0.035
8		38.3	143	0.86	<0.05	1	1.6	141.3	7.2	23	0.7	0.11
9		103	93.8	0.83	0.1	1	1.8	92	4.1	12.6	0.5	0.111
10		26	136	0.72	0.1	0.8	1.2	191	7.6	29.4	1.4	0.088
11		137	48	0.72	<0.05	<0.5	<0.5	11.5	1.2	<1	<0.5	0.078
12	1.9	695	132	2	<0.05	0.8	0.9	29	1.2	5.8	0.7	0.034
序号	Sb	Pb	V	Sr	Rb	Cr	Ni	Co	Au	Sc	Se	Te
1	1.26	<1	31.8	9.7	2	2333	1820	93.8	1.7	6.2	0.61	0.01
2	4.47	<1	23.5	18.4	2	2478	1890	98	1.1	9.3	0.44	0.012
3	0.55	11.3	23	4	<3	2983	1908	93.1	1.3			
4	0.7	8.8	71	33	3.8	2130	1274	62.2	2.3			
5	0.22	81.2	113	1121	190.9	234	112	33.1	1.4			
6	0.15	2.3	286	61.6	13	643	186	45.2	1.3	50.9	0.54	0.011
7	0.31	32	261	149	8.4	66	35	31.6	1.2			
8	0.1	2.7	130	706	22	13	16.6	46.4	1	1.62	0.4	0.009
9	0.12	6.3	206	606	19	21	34.1	38.1	1.1	24.4	0.46	0.016
10	0.13	2.7	93.1	625	21	31	24.6	32.3	1.2	17.8	0.46	0.01
11	0.4	<1	173	199	41	375	164	48.3	7.8	48.4	0.46	0.019
12	0.41	38.8	215	112	10.1	246	89	36.9	3.5			

0.28)。

在微量元素地幔标准化图解中(图6),其分配型式除超镁铁质岩的起伏较大外(1、4号样),镁铁质岩、浅色岩和变玄武岩的曲线近于平坦,起伏变化相对较小,总体相似,大体相当于岛弧拉班玄武岩变化曲线(Pearce, 1982)。其中超镁铁质岩的分配型式的异常,可能与其本身蚀变交代作用有关。

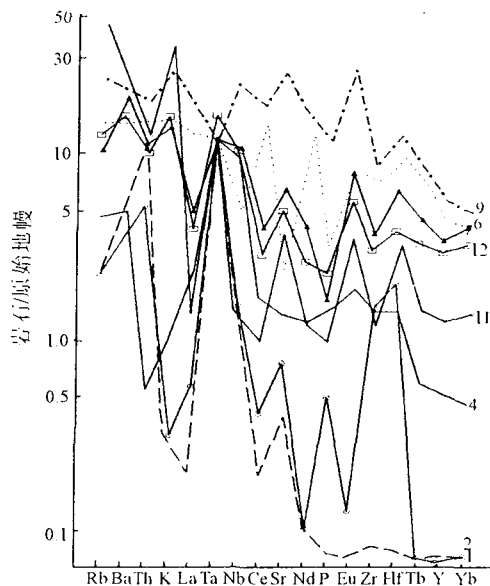


图6 微量元素比值蛛网图

Fig. 6 Trace element spidergrams for the Munabulak ophiolites

5 形成时代及构造环境

5.1 形成时代探讨

蛇绿岩是经历了一系列复杂的地质作用形成的最终产物,这就决定了蛇绿岩形成时代的复杂性和长期性,讨论蛇绿岩的时代必然涉及到蛇绿岩的形成时代和侵位时代。由于木纳布拉克蛇绿岩构造肢解、变质变形厉害,上部陆壳岩石中至今难以发现有直接确定地质时代(如古生物)的依据,目前在弱蛇纹石化方辉橄榄岩中获全岩 Sm-Nd 模式年龄为 1118Ma,相当于中元古代。同时结合区域地质资料,在研究区东部吉日迈蛇绿岩中蚀变橄榄岩的全岩 Sm-Nd 模式年龄为 1331~1027Ma^[8],说明沿阿尔金山与东昆仑山接合部位还存在有较多的中元古代蛇绿岩,所以将木纳布拉克蛇绿岩的形成时代定为中元古代晚蓟县世是合适的。

蛇绿岩最终定位在古元古界阿尔金群变质岩系中,它的来源可能为中小型弧后扩张中心形成的次

生洋壳,其迁移的距离不会太远,下部洋壳与上部洋壳形成的时差也不会太长。在上部洋壳的基性熔岩(斜长角闪岩)中获取全岩 Sm-Nd 模式年龄为 924Ma 和 946Ma,相当于新元古代早期产物,与下部洋壳形成的年龄很接近,故将该蛇绿岩的侵位时代定为新元古代早青白口世。

5.2 构造环境分析

大多数人认为大陆造山带中的蛇绿岩多形成于与现代岛弧、弧前、弧后盆地、转换断层及小洋盆类似的构造环境,即岛弧和大陆边缘的附近^[9-10]。根据木纳布拉克蛇绿岩岩石化学、地球化学及其构造环境属性分析,超镁铁质岩贫 SiO₂、Al₂O₃、Na₂O + K₂O,为镁质超基性岩;堆积镁铁质岩为高钛蛇绿岩,形成于大洋环境,具有典型的岛弧和大陆边缘的超基性岩特征,同时又有向洋底超基性岩过渡的特点。

基性熔岩反映岩石为大陆拉斑玄武岩性质,同时在 FMA 图解中,样点落在大洋与非大洋拉斑玄武岩分界线附近的大洋拉斑玄武岩一侧;表明基性熔岩不具备典型岛弧和大陆边缘的特征,有向洋底玄武岩过渡趋势。

蛇绿岩带中变质橄榄岩的稀土配分型式图与科尔曼(1977)研究的典型蛇绿岩相似,REE 较低,其分配型式图趋于“W”型^[11]。而镁铁质熔岩多为 REE 较高的富集型(T、P 型),据 Leroex(1985)认为 T、P 型镁铁质熔岩是洋化其它部位扩张脊构造环境的产物。基性熔岩稀土元素配分型式图近于平坦型曲线,总体反映为轻稀土富集,重稀土亏损,类似于夏威夷岛玄武岩特征,而不是洋脊环境的产物。

综上所述,木纳布拉克蛇绿岩形成环境为大陆边缘—岛弧附近,而不是正常的大洋中脊,具体地说,蛇绿岩形成于弧后或弧间有限洋盆小扩张脊的构造环境。

参考文献:

- [1] 崔军文,唐哲民,邓晋福,等.阿尔金断裂系[M].北京:科学出版社,1989.
- [2] 周勇,潘裕生.阿尔金断裂早期走滑运动方向及其活动时间探讨[J].地质论评,1999,45(1):1-8.
- [3] 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(8):193-203.
- [4] 杨金中,沈远超,李光明,等.新疆东昆仑鸭子泉蛇绿岩的基本特征及其大地构造意义[J].现代地质,1999,13(3):309-314.
- [5] 朱云海,张克信.东昆仑造山带不同蛇绿岩带的厘定及其构造意义[J].地球科学,1999,24(2):134-138.

- [6] 马铁球,王先辉,孟德保,等.阿尔金地块南西缘钙碱性侵入岩带特征及其地质意义[J].湖南地质,2002,21(1):12-16.
- [7] 马铁球,邓瑞林,孙海清,等.阿尔金山西端似埃达克岩地球化学特征及构造背景[J].华南地质与矿产,2002,(4):1-6.
- [8] 解玉月.昆中断裂东段不同时代蛇绿岩特征及形成环境[J].青海地质,1998,7(1):27-35.
- [9] 张旗,钱青,陈雨.蛇绿岩、蛇绿岩上覆岩系及其与洋壳的对比[J].1 地学前缘,998,(4):193-198.
- [10] 张旗.蛇绿岩研究进展[J].地学前缘,1994,(1):98-102.
- [11] 科尔曼 R G.蛇绿岩[M].北京:地质出版社,1982.

Geochemistry and tectonic setting of the Munabulak ophiolites in Xinjiang

DENG Rui-lin^{1,2}, MA Tie-qiu², BAI Dao-yuan^{1,2}

(1. *China University of Geosciences, Wuhan 430074, Hubei, China*; 2. *Hunan Institute of Geological Survey, Xiangtan 411100, Hunan, China*)

Abstract: The Munabulak ophiolites as the largest ophiolitic mélangé zone in Xinjiang are made up of ultramafic rocks, mafic rocks, light-coloured rocks and meta-basalts which may be traced back to the Jixianian of the Mesoproterozoic for their formation and the early Qingbaikouan of the Neoproterozoic for their emplacement, and represent the subduction zone in the Altun region during the Mesoproterozoic. These ophiolites may be originated from the small spreading oceanic ridges of back-arc or inter-arc restricted oceanic basins, and finally emplaced into the deep-sea sediments constituting the ophiolites in orogenic zones.

Key words: Munabulak; ophiolite zone; geochemistry; Xinjiang