

东昆仑乌妥一带超镁铁质岩-镁铁质岩 地质特征及构造环境

路晓平,李兆营,刘卫东,葛跃进,史全军,姚超

(山东省第七地质矿产勘查院,山东临沂 276006)

摘要:东昆仑昆中断裂带乌妥一带分布 20 多个超镁铁质-镁铁质岩残块(片),在野外地质调查的基础上,结合室内岩石学、岩石地球化学研究,属非典型的蛇绿岩残块(片),是东昆中断裂带在漫长的地质演化过程中残留在陆块边缘的洋壳物质,形成于洋中岛弧环境。分布于东昆中断裂带内及其附近,时代上属于早古生代。

关键词:地质特征;构造环境;乌妥超镁铁-镁铁质岩;东昆中断裂带

中图分类号:P588.12+5

文献标识码:A

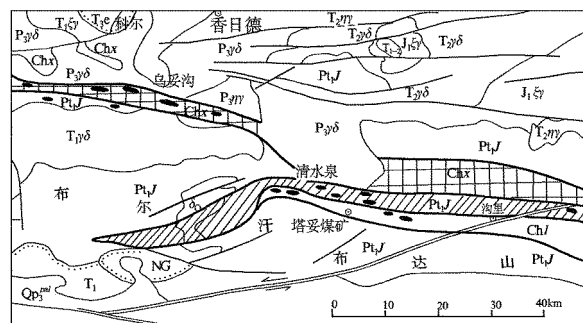
乌妥处于东昆仑造山带东段东昆中断裂带附近,沿断裂带发育的超镁铁质-镁铁质岩相当于东昆中蛇绿岩带乌妥蛇绿岩带的一部分,以构造岩片的形式存在,展布于东昆中断裂带恩木-可可渴特里-乌妥沟一带(图1),延伸方向为近EW向或NW向。其岩石组合特征不具典型蛇绿岩套特征^①。

前人在乌妥一带的超镁铁质-镁铁质岩(蛇绿岩)带取得的地球化学、岩石化学资料较少,2008—2010年,山东省第七地质矿产勘查院在1:5万哈图3幅(科尔、香日德、沟里公社)矿调工作中,笔者在乌妥一带的超镁铁质-镁铁质岩取得了较多的岩石学、岩石化学与地球化学资料,为研究其岩石学与地球化学特征及时代讨论提供了丰富的地质资料。

1 地质特征

1.1 岩石分布特征

乌妥一带超镁铁质-镁铁质岩主要分布于都兰县香日德镇南东昆中断裂带附近,自西向东恩木-可可渴特里-乌妥沟一带近EW向分布,呈岩脉状、透镜状、豆荚状产出,整体走向270°~290°,与东昆中断裂带走向基本一致。向东延伸至清水泉北一带,东昆中断裂带以北围岩为长城纪小庙组灰绿色、灰黑色绿帘石英片岩阳起透辉片岩。东昆中断裂带南侧围



- | | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | | |
| | | | | |
- 1—超镁铁质-镁铁质岩带;2—蛇绿岩带;3—古元古代金水口岩群;4—中元古代小庙组;5—石炭纪哈拉郭勒组;6—超镁铁质-镁铁质岩(蛇绿岩)片;7—边界断裂;8—断层;9—活断层

图1 乌妥一带超镁铁质-镁铁岩分布图

(据1:25万冬给措那湖幅区域地质调查报告及哈图3幅1:5万矿调资料修编)

岩为古元古代金水口岩群的黑云斜长片麻岩、斜长角闪岩及大理岩等。超镁铁质-镁铁质岩沿东昆中断裂带附近断续分布,产状大致3°~9°∠63°~83°。共出露20余处,长度一般500~1500m,宽70~300m,最宽为3480m。

1.2 岩石学特征

乌妥超镁铁质-镁铁质岩岩石组合较简单,主要岩石类型有蛇纹石化橄榄岩、蛇纹岩、辉橄岩、橄辉岩、蛇纹石化辉橄岩、变质(角闪)辉长岩等,宏观上

收稿日期:2014-06-19;修订日期:2014-07-30;编辑:曹丽丽

作者简介:路晓平(1973—),男,甘肃环县人,工程师,主要从事区域地质矿产调查工作;E-mail:lx2000p@163.com。

①山东省第七地质矿产勘查院,路晓平、刘卫东等,青海省都兰县哈图三幅区域地质矿产调查报告,2012年。

与围岩呈构造冷侵位接触,在其形成、演化及其就位于大陆造山带的过程中,经历了造山带演化的各个阶段,遭受了强烈的构造混杂和普遍的蚀变及变质作用^[1],岩石具强烈片理化、糜棱岩化和碎裂岩化。岩石中大部分橄榄石已蚀变成蛇纹石、透闪石、滑石。构造碎块的存在以及蛇纹岩的错动滑痕,滑动面上有一层具滑感的黄绿色蜡状薄壳,表明为冷侵位^[2],其变质程度为绿帘角闪岩相-高绿片岩相。各岩片分布局限,岩石排列无序,组构较复杂,均呈独立构造岩块形式产出。

1.3 岩石化学及地球化学特征

1.3.1 岩石化学特征

乌妥一带超镁铁质-镁铁质岩岩石化学成分及相关参数见表1。蛇纹石化橄榄岩、蛇纹岩等由于岩石蚀变强烈,岩石化学成分与中国橄榄岩化学成分相差较大。岩石中的SiO₂含量为39.82%~52.06%,大部分小于45%,平均43.53%,与区域值相当,属基性超基性岩范畴;MgO含量16.60%~39.25%,平均27.4%;Fe₂O₃的含量1.75%~

6.44%,平均4.19%;FeO含量1.30%~9.12%,平均3.17%,具有贫硅富镁铁特征。TiO₂, Al₂O₃, Na₂O, K₂O, Fe₂O₃, CaO的含量高于区域值2~4倍, MgO, FeO, MnO, P₂O₅等的含量低于区域值,超镁铁质岩Fe₂O₃含量大部分高于FeO,反映了岩石遭受了较强的蚀变或变质作用, Mg质流失较严重, K, Al, Na, Ca等后期蚀变物质增加明显。里特曼指数σ为-0.71~2.39,属较强的钙碱性岩;碱度AR为1.05~2.92,为碱性岩。辉长岩、辉绿辉长岩等SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃的含量略高于区域值;TiO₂, FeO, MnO, CaO, Na₂O的含量均低于区域值;K₂O, MgO, P₂O₅的含量与区域值相当。在Al₂O₃-CaO-MgO图解(图2)中蛇纹岩及橄榄岩等超镁铁质岩多落在变质橄榄岩区,其MgO含量较低,为残余地幔产物,辉长岩辉石岩等镁铁质岩多落在镁铁质堆晶岩区,辉长岩辉石岩的SiO₂含量增高,而MgO的含量降低,Na₂O, K₂O的含量增高。在Mg/Fe与(Fe+Mg)/Si图(图3)中,大部分落在超镁质岩区和镁质区,个别落在镁铁质区或铁镁质过渡区,反映了超镁

表1 乌妥一带超镁铁质-镁铁质岩常量元素分析结果及参数

样品编号	岩石名称	分析项目(10 ⁻²)													参数			
		SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	CO ₂	LOI	总量	ALK	AR	δ
GS2011-1	蛇纹石化橄榄岩	47.6	0.3	2.5	1.75	2.51	0.11	21.8	17.5	0.19	0.33	0.01	0	4.42	99.0	0.52	1.05	0.06
GS1360-1	蛇纹石化橄榄岩	45.5	0.15	0.5	4.87	1.51	0.12	31.2	1.78	0.09	0.19	0.03	0	13.8	99.7	0.28	1.28	0.03
GS2111-1	蚀变橄榄岩	45.9	0.75	13.2	2.79	6.36	0.06	16.6	6.72	0.79	1.84	0.15	0	3.63	98.8	2.63	1.3	2.39
II S1418-1	*超镁铁质岩	39.9	0.03	0.41	6.44	2.6	0.06	36.3	0.25	1.0	0.52	0	0	12.5	100	1.52	-2.53	-0.8
14GS10-1	蛇纹石化透辉橄榄岩	39.8	0.01	0.44	5.92	1.3	0.11	39.3	0.30	0.14	0.05	0.01	0.34	12.7	100	0.2	1.72	0.01
	平均值	43.7	0.25	3.42	4.35	2.86	0.09	29.0	5.31	0.44	0.59	0.04	0.07	9.41	99.6			
	橄榄岩(22个平均值,黎形)	42.5	0.07	1.61	1.08	7.66	0.15	43.3	1.67	0.12	0.03	0.03	1.76	100	99.8			
GS0157-1	蛇纹岩	52.1	0.05	0.38	4.66	1.67	0.08	27.7	0.09	0.07	0.16	0	0	13.3	100	0.23	2.92	0.01
DP3GS1-1	蛇纹岩	40.4	0.15	10.1	3.86	1.51	0.06	28.6	1.25	0.5	0.23	0.01	0	13.1	99.9	0.73	1.14	-0.2
DP14GS7-1	蛇纹岩	40.1	0.02	0.86	4.9	1.96	0.07	38.9	0.42	0.12	0.04	0.01	0.51	12.6	101	0.16	1.28	-0.01
	平均值	44.2	0.07	3.78	4.47	1.71	0.07	31.7	0.60	0.23	0.14	0.01	0.17	13.0	100			
GS0163-1	辉绿辉长岩	46.6	1.54	18.2	2.48	9.12	0.22	6.35	11.2	2.07	1.16	0.26	0.17	0.58	100	3.23	1.25	2.93
*XRW-8-2	辉石岩	51.1	1.01	0.67	2.63	3.23	0.17	20.4	18.9	0.01	0.01	0.01	0.25	2.57	101			
*XWR-30-2	辉长岩	54.1	1.01	14.1	0.54	5.8	0.13	5.59	13.6	2.16	1.01	0.21	0.66	1.65	99.8			
	辉长岩(59个平均值,黎形)	47.6	1.67	14.5	4.09	9.37	0.22	6.47	8.75	2.97	1.18			2.48	98.2			
样品编号	岩石名称	CIPW 标准矿物(10 ⁻²)																
		Ap	il	mt	or	ab	an	wo	den	dfs	di	en	fs	hy	fa	fo	ol	Σ
GS2011-1	蛇纹石化橄榄岩	0.02	0.39	1.08	2.46	0.19	5.95	38.5	28.6	1.86	68.9			1.21	18.8	20.01	99.9	
GS1360-1	蛇纹石化橄榄岩	0.08	0.22	1.71	1.65	1.1	0.55	4.52	3.33	0.24	8.09	62.0	4.46	66.4	1.34	18.8	20.16	100
GS2111-1	蚀变橄榄岩	0.33	0.95	2.47	13.5	8.16	31.3	2.45	1.67	0.28	4.4	19.1	3.14	22.2	2.33	14.4	16.69	99.9
dp14GS10-1	透辉橄榄岩		0.02	1.75	0.44	1.71	28.8						2.01	30.8	4.21	61.0	65.19	100
dp14GS7-1	蛇纹岩		0.03	1.68	0.35	1.47	31.7						2.13	33.9	3.84	58.2	62.02	99.9
GS0157-1	蛇纹岩		0.07	1.83	1.37	0.84	0.33	0.1	0.08	0.01	0.19	79.9	6.16	86.1				100
DP3GS1-1	蛇纹岩	0.02	0.22	1.36	1.98	6.04	8.56					41.7	2.78	44.4	1.92	29.2	31.12	99.9
1418-1	粗面岩		0.05		3.3			0.68	0.49	0.05	1.22	16.9	1.79	18.7	6.53	62.4	68.93	100
GS0163-1	辉绿辉长岩	0.53	1.85	2.08	8.06	20.1	40.3	6.9	3.39	2.22	12.5	2.65	1.74	4.39	4.0	6.18	10.18	100
*XRW-8-2	辉石岩	2.08	1.28	1.46	0.8	0.1	1.67	39.5	29	2.28	70.8	17.5	1.37	18.8	0.22	2.82	3.04	100
*XWR-30-2	辉长岩	0.64	1.19	0.45	6.86	20.7	27.4	16.9	9.01	4.67	30.6	3.9	2.02	5.92				100

* 样品资料引用《1:25万冬给措那湖幅区域地质调查报告》,其余为本项目采集,由山东省第七地质矿产勘查院实验室及河北地调院实验室测试。

铁质岩富镁特征。超镁铁质岩在图上总体分布较分散,不同岩石类型在图中分布不均匀,测区的镁铁质-超镁铁质岩可能具有不同的来源。

大部分大于1,非活动性元素 Nb, Ta, Zr, P, Ti, Hf, Y, Yb 等较亏损,大部分含量比 MORB 低,反映超镁铁质岩镁铁质岩为部分熔融的岩浆结晶产物,部分熔融时,活动性较强的组分进入岩浆,在岩浆中较富集而活动性较弱的元素则留在部分熔融的残余物中而使岩浆中该组分含量较低。

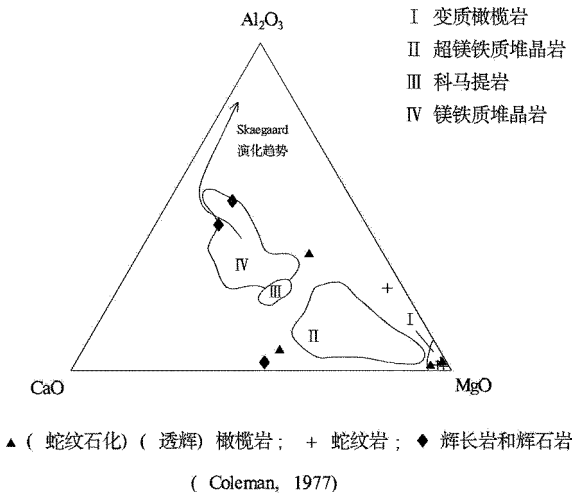


图2 超镁铁质-镁铁岩 $Al_2O_3 - CaO - MgO$ 图

1.3.2 微量元素特征

岩石中的微量元素含量见表2。经球粒陨石标准化 (Pearce 1983) 分析,岩石中大离子亲石元素 Sr, K, Rb, Ba, Th 等较富集,含量比 MORB 高,比值

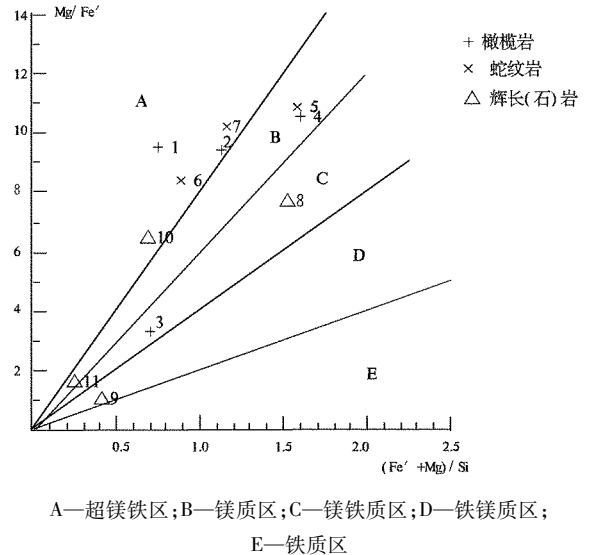


图3 超镁铁质-镁铁岩 $(Mg/Fe) - ((Mg + Fe) / Si)$ 变异图

表2 超镁铁质-镁铁质岩微量元素分析结果及参数

样品编号	岩石名称	分析项目 (10^{-6})														
		Sr	Rb	Ba	Th	Ta	Nb	Ce	P	Zr	Hf	Sm	Ti	Y	Yb	Rb/Sr
Y2011-1	蛇纹石化橄榄岩	32.6	3.81	44.9	27.24	2.18	1.37	21.25	154.4	27.97	6.52	4.03	1632	4.59	0.94	0.12
Y1360-1	蛇纹石化橄榄岩	1.03	4.58	5.05	8.82	2.65	0.34	25.1	20.25	0.29	8.81	4.31	5.7	0.22	0.64	4.44
Y2111-1	蚀变橄榄岩	87.9	67.66	172.4	16.9	3.20	4.18	15.36	398.3	37.35	6.48	4.63	3543	11.1	2.05	0.77
DP14Y10-1	强蛇纹石化透辉橄榄岩	47.2	4.20	49.0	0.28	0.04	0.41	1.31	25.71	13.8	0.54	0.16	76.6	0.50	0.05	0.09
	橄榄岩(4个数平均值)	42.2	20.06	67.84	8.31	2.02	1.58	15.76	144.7	19.85	5.58	3.28	1314	4.11	0.92	
Y0157-1	蛇纹岩	13.3	15.77	29.02	9.94	2.58	0.07	46.0	10.44	6.13	0.24	2.99	3.50	1.41	0.82	1.18
DP3Y1-1	蛇纹岩	5.82	10.95	5.99	9.34	2.74	0.44	51.72	1.31	13.39	3.80	4.61	61.5	1.01	0.80	1.88
DP14Y7-1	蛇纹岩	16.4	3.80	40.5	0.43	0.11	1.03	1.87	30.72	12.4	0.45	0.31	120.6	1.57	0.17	0.23
	蛇纹岩平均值	11.8	10.17	25.17	6.57	1.81	0.51	33.2	14.16	10.64	1.50	2.64	61.9	1.33	0.60	
Y0163-1	辉绿辉长岩	462.7	30.2	292.6	3.64	0.78	13.0	82.87	1143	100.4	4.50	9.97	9355	44.7	4.54	0.07
*XRW-8-2	辉石岩	18.96	1.12	11.98	0.15	0.02	0.27	0.79	45.0	1.88	0.07	0.09	1.20	0.59	0.08	0.06
*XRW-30-2	辉长岩	193.0	26.4	214.0	33.5	0.30	21.3	72.83	2100	194.0	5.50	7.44	1.01	39.0	4.00	0.14
	平均值	224.9	19.24	172.9	12.4	0.37	11.5	52.16	1096	98.76	3.36	5.83	3118	28.1	2.87	
	▲地壳丰度值	350.0	112.0	550.0	10.7	0.96	12.0	64.0	1500	190.0	5.80	4.50	6500	22.0	2.20	

* 样品引自 1:25 万冬给措纳湖区调报告,其余均为山东省第七地质矿产勘查院实验室实测。地壳元素丰度值数据引自国际地球化学参考模型 GERM (Geochemical Earth Reference Mode)。

从微量元素比值蛛网图 (图4) 中曲线的形态看,总体起伏较大,大致形成左端突起的形态,与火山弧钙碱性玄武岩微量元素形态相近,反映了与岛弧间的关系密切,蛇纹岩的曲线锯齿状明显,尤其是 Nb, Ti 元素亏损明显,反映了发生于岛弧环境的特

征。
1.3.3 稀土元素特征
乌妥超镁铁质-镁铁质岩石中的稀土元素含量及特征见表3。稀土总量 ΣREE 为 $2.82 \times 10^{-6} \sim 269.61 \times 10^{-6}$,绝大部分小于 10×10^{-6} ,仅辉绿辉长

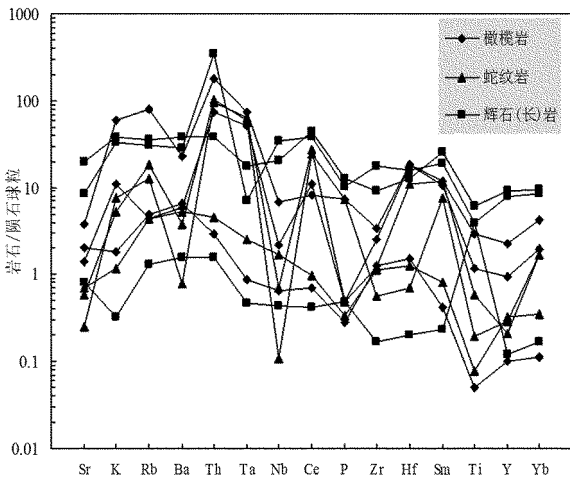


图4 超镁铁质-铁镁质岩微量元素比值蛛网图

岩、辉长岩的稀土总量较高, $231.2 \times 10^{-6} \sim 269.61 \times 10^{-6}$, 明显反映了超镁铁-镁铁质岩的稀土元素总量低的特征, 说明大部分岩石来源于富集型地幔源

区。LREE 为 $1.81 \times 10^{-6} \sim 192.37 \times 10^{-6}$, HREE 为 $0.24 \times 10^{-6} \sim 32.55 \times 10^{-6}$, 轻稀土与重稀土之比 $4.23 \sim 11.12$, 属轻稀土富集型, 与区域该镁铁质-超镁铁岩稀土类型一致。Sm/Nd 比值 $0.18 \sim 0.29$, 总体比球粒陨石低, Eu/Sm 比值 $0.19 \sim 0.39$, 反映了其为部分熔融后的残余地幔。从稀土元素球粒陨石标准化配分型式图(图5)分析, (Boynnton 1984) 稀土配分曲线总体上右倾, 略显平坦。 δEu 为 $0.61 \sim 1.25$, 大多数均大于 0.7 , 总体为轻微负异常, 曲线在 Eu 处呈较缓的“谷形”, 反映该超镁铁质-镁铁质岩在构造侵位过程中混入较多壳源物质, 稀土分馏程度不明显。由稀土配分型式曲线图可见, 各岩石的稀土配分曲线形态基本相似或近于平行, 表明为同源岩浆演化不同期次形成的产物。辉长岩、辉石岩稀土总量较蛇纹石化橄榄岩、蛇纹岩等超镁铁质岩高。

表3 超镁铁质-镁铁质岩稀土元素分析及球粒陨石标准化值及参数

样品编号	岩石名称	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	ΣREE
XT2011-1	蛇纹石化橄榄岩	3.76	6.51	0.88	3.93	0.9	0.25	0.88	0.16	0.93	0.2	0.57	0.09	0.55	0.07	4.93	24.61
XT1360-1	蛇纹石化辉橄岩	1.08	1.0	0.11	0.39	0.07	0.02	0.06	0.01	0.06	0.01	0.04	0.01	0.04	0.01	0.34	3.25
XT2111-1	蚀变橄榄岩	9.42	19.6	2.53	11	2.38	0.94	2.13	0.41	2.31	0.49	1.39	0.21	1.34	0.20	12.0	66.39
DP14XT10-1	蛇纹石化透辉橄岩	0.72	1.31	0.17	0.57	0.16	0.03	0.1	0.02	0.1	0.02	0.05	0.01	0.05	0.01	0.50	3.81
XT0157-1	蛇纹岩	1.26	1.21	0.14	0.6	0.11	0.04	0.11	0.02	0.1	0.02	0.07	0.01	0.07	0.01	0.66	4.43
DP3XT1-1	蛇纹岩	1.30	1.12	0.13	0.51	0.12	0.03	0.12	0.02	0.13	0.03	0.07	0.01	0.07	0.01	0.70	4.37
DP14XT7-1	蛇纹岩	0.91	1.87	0.27	1.08	0.31	0.06	0.26	0.05	0.31	0.06	0.17	0.03	0.17	0.03	1.57	7.14
XT0163-1	辉绿辉长岩	37.7	82.9	11.5	47.9	9.97	2.52	9.35	1.55	9.18	1.75	4.69	0.74	4.54	0.74	44.72	69.6
XRW-8-2	辉石岩*	0.41	0.79	0.1	0.39	0.09	0.03	0.09	0.02	0.11	0.02	0.08	0.01	0.08	0.01	0.59	2.82
XWR-30-2	辉长岩*	34.5	72.8	10.3	39.6	7.44	1.5	7.31	1.17	6.9	1.41	4.07	0.62	4.0	0.63	39.0	231.2
		球粒陨石标准化值															
样品编号	岩石名称	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	
XT2011-1	蛇纹石化橄榄岩	12.1	8.06	7.21	6.55	4.62	3.4	3.4	3.38	2.89	2.79	2.71	2.78	2.63	2.17	2.47	
XT1360-1	蛇纹石化辉橄岩	3.48	1.24	0.90	0.65	0.36	0.27	0.23	0.21	0.19	0.14	0.19	0.31	0.19	0.31	0.17	
XT2111-1	蚀变橄榄岩	30.4	24.2	20.7	18.4	12.2	12.8	8.22	8.65	7.17	6.82	6.62	6.48	6.41	6.21	6.02	
DP14XT10-1	蛇纹石化透辉橄岩	2.32	1.63	1.36	0.95	0.83	0.37	0.38	0.40	0.30	0.25	0.24	0.29	0.25	0.29	0.25	
XT0157-1	蛇纹岩	4.06	1.50	1.15	1.0	0.56	0.54	0.42	0.42	0.31	0.28	0.33	0.31	0.33	0.31	0.33	
DP3XT1-1	蛇纹岩	4.19	1.39	1.07	0.85	0.62	0.41	0.46	0.42	0.40	0.42	0.33	0.31	0.33	0.31	0.35	
DP14XT7-1	蛇纹岩	2.95	2.32	2.18	1.79	1.61	0.8	1.0	1.09	0.95	0.83	0.79	0.8	0.81	0.90	0.78	
XT0163-1	辉绿辉长岩	122	103	93.9	79.8	51.1	34.3	36.1	32.8	28.5	24.4	22.3	22.9	21.7	23.1	22.4	
XRW-8-2	辉石岩*	1.32	0.98	0.82	0.65	0.46	0.41	0.35	0.42	0.34	0.28	0.38	0.31	0.38	0.31	0.30	
XWR-30-2	辉长岩*	111	90.1	84.3	66.0	38.2	20.4	28.2	24.7	21.4	19.6	19.4	19.1	19.1	19.6	19.5	
		分析参数															
样品编号	岩石名称	LREE	HREE	LREE/HREE	δEu	δCe	La/Sm	La/Yb	Ce/Yb	Eu/Sm	Sm/Nd	(La/Yb) _N	(La/Lu) _N				
XT2011-1	蛇纹石化橄榄岩	16.2	3.45	4.70	0.85	0.83	4.18	6.84	11.8	0.28	0.23	4.61	5.58				
XT1360-1	蛇纹石化辉橄岩	2.67	0.24	11.1	0.92	0.57	15.4	27.0	25.0	0.29	0.18	18.3	11.22				
XT2111-1	蚀变橄榄岩	45.9	8.48	5.41	1.25	0.95	3.96	7.03	14.6	0.39	0.22	4.74	4.89				
DP14XT10-1	蛇纹石化透辉橄岩	2.96	0.36	8.22	0.68	0.87	4.50	14.4	26.2	0.19	0.28	9.67	7.99				
XT0157-1	蛇纹岩	3.36	0.41	8.20	1.10	0.58	11.5	18.0	17.3	0.36	0.18	12.3	13.09				
DP3XT1-1	蛇纹岩	3.21	0.46	6.98	0.76	0.53	10.8	18.6	16.0	0.25	0.24	12.7	13.5				
DP14XT7-1	蛇纹岩	4.50	1.06	4.23	0.61	0.90	2.91	5.40	11.1	0.19	0.29	3.64	3.29				
XT0163-1	辉绿辉长岩	192	32.6	5.91	0.79	0.95	3.78	8.30	18.3	0.25	0.21	5.60	5.27				
XRW-8-2	辉石岩*	1.81	0.42	4.31	1.01	0.92	4.56	5.13	9.88	0.33	0.23	3.47	4.26				
XWR-30-2	辉长岩*	166	26.1	6.36	0.62	0.92	4.63	8.62	18.2	0.20	0.19	5.81	5.68				

* 样品引自 1:25 万冬给措纳湖区调查报告, 其余均为山东省第七地质矿产勘查院实验室实测。



图5 超镁铁质-铁镁质岩稀土元素标准化分布型式图

2 构造环境及成因分析

东昆仑造山带具多岛洋、软碰撞和多旋回的特征^[3],根据测区超镁铁质-镁铁质岩岩石化学特征分析, SiO_2 含量为 39.82% ~ 54.08%, Al_2O_3 含量为 0.50% ~ 18.23%, CaO 含量为 0.09% ~ 18.87%。反映了原始岩浆经历熔融程度由高到低。 Al_2O_3 含量的变化反映出地幔是由不同程度部分熔融后的残余;区内超镁铁质-镁铁质岩的稀土元素为轻稀土元素富集型,反映其形成与岛弧有关的构造环境,稀土配分曲线相对平滑,轻微 Eu 负异常,基性岩轻稀土元素更加富集,反映其他地幔更加富集或受到的富轻稀土元素流体的交代更强。该超镁铁质-镁铁质岩是在陆壳基底上拉张的小洋盆、洋中多岛环境下形成^[4-5],其地幔岩为略富集的地幔,可能混杂了陆壳的物质。在俯冲过程中,由于俯冲带之上富含 LREE 元素流体的交代作用,形成与岛弧有关的轻稀土元素富集的钙碱性岩。蛇纹岩的 Nb, Ti 元素亏损明显,更反映了发生于岛弧环境的特征。

3 形成时代讨论

乌妥超镁铁质-镁铁质岩分布于东昆中断裂带附近,前人对东昆中的蛇绿岩带的形成时代认识分歧较大,加鲁河幅 1:20 万区调报告认为是奥陶纪-志留纪;姜春发等认为是石炭纪^[6];解玉月等认为是中新元古代^[4];《1:25 万冬给措那湖幅区域地质调查报告》认为乌妥蛇绿岩带形成时代为寒武-奥陶纪。

根据区域地质资料,昆中蛇绿岩中较早测到的 1 个同位素年龄来自辉长岩,其单颗粒锆石 U-Pb 年龄为 (518 ± 3) Ma (杨经绥等 1996, 清水泉, 单颗粒锆石 U-Pb 法)。并且已发现有 1 个早古生代的岩浆岩带出露在蛇绿岩的北侧,例如,陈能松等获得变质闪长岩的单颗粒锆石 U-Pb 年龄为 446 Ma^[7],研究区也有辉长岩冷侵位到奥陶纪石英闪长岩中,由此看出沿东昆中断裂分布的乌妥一带超镁铁质-镁铁岩(蛇绿岩)时代为早古生代,其下限至少为早寒武世,上限可能延续到早中志留世。依据区域东昆仑地质事件,早石炭世陆块裂解拉张,沿昆中断裂带附近形成有限的小洋盆^[8],乌妥一带超镁铁质-镁铁岩侵位,即形成时代为早古生代。

4 结论

沿乌妥一带昆中断裂不同地段分布的超镁铁质-镁铁质岩,依据地质学、岩石学、岩石化学及地球化学特征分析,它们是昆中缝合带在长期地质演化过程中残留在大陆板块边缘物质,属非典型蛇绿岩套。其构造环境为洋中岛弧环境,时代上属于早古生代,空间上分布于昆中断裂两侧的基底变质岩系之中。

参考文献:

- [1] 朱云海,陈能松,王国灿,等. 东昆中蛇绿岩中单斜辉石、角闪石矿物成分特征及岩石学意义[J]. 地球科学(中国地质大学学报), 1997, 22(4): 363-368.
- [2] 朱云海,张克信,陈能松. 东昆仑造山带蛇绿岩矿物学特征及其岩石成因讨论[J]. 矿物学报, 2000, 20(2): 128-142.
- [3] 殷鸿福,张克信,王国灿,等. 非威尔逊旋回与非史密斯方法,中国造山带研究的理论与方法[J]. 中国区域地质, 1998, (增刊): 1-9.
- [4] 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, (1): 27-35.
- [5] 朱云海,张克信, Pan YM, 等. 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(中国地质大学学报), 1999, 24(2): 134-138.
- [6] 姜春发,杨经绥,冯秉贵,等. 昆仑开合构造[M]. 北京:地质出版社, 1992: 125-143.
- [7] 陈能松,孙敏,张克信,等. 东昆仑变闪长岩体的⁴⁰Ar-³⁹Ar 和 U-Pb 年龄:角闪石过剩 Ar 和东昆仑早古生代岩浆岩证据[J]. 科学通报, 2000, 45(21): 2337-2342.
- [8] 王仁祥,刘冰,王红梅,等. 青海省东昆仑昆中断裂带哈图段地质特征及成矿预测[J]. 山东国土资源, 2012, 28(2): 7-11.

Geological Characteristics and Tectonic Environment of Wutuo Ultramafic – mafic Rocks in Eastern Kunlun

LU Xiaoping, LI Zhaoying, LIU Weidong, GE Yuejin, SHI Quanjun, YAO Chao

(No. 7 Exploration Institute of Geology and Mineral Resources, Shandong Linyi 276006, China)

Abstract: More than twenty ultramafic – mafic rock mass distributed in Wutuo area in Kunzhong fault belt of eastern Kunlun. Based on detailed field geological surveys, combining with laboratory petrographic tests and geochemical studies, it is regarded that these ultramafic – mafic rocks are typical ophiolite rocks. These ultramafic – mafic rocks are oceanic materials remained in the edge of continents during the period of the formation in middle Kunlun fault belt. They were probably formed in an arc island setting, and distributed in the middle and surrounding fault belts of eastern Kunlun, and the forming age is early Paleozoic.

Key words: Geological characteristics; tectonic environment; Wutuo ultramafic – mafic rocks; middle Kunlun fault belt