

文章编号: 1009-3850(2004)03-0038-05

青海西金乌兰湖地区移山湖晚泥盆世辉绿岩墙群 ——西金乌兰洋初始裂解的重要证据

朱迎堂¹, 伊海生¹, 杨延兴², 郭通珍², 彭伟², 陈海清²

(1. 成都理工大学 沉积地质研究所, 四川 成都 610059; 2. 青海省地质调查院, 青海 西宁 810012)

摘要: 在青海西金乌兰湖地区移山湖和倒流沟一带发现的辉绿岩墙, 侵入于泥盆系拉竹龙组变质石英砂岩、长石石英砂岩和元古宇宁多群灰白色白云母石英片岩、黑云母石英片岩中, 岩石类型为辉绿岩、辉长辉绿岩, 结合同位素测年及古生物证据分析其地质时代为晚泥盆世, 可能与古特提斯北部河卡山东段克觉杂尔根基性岩墙群一样, 反映了可可西里地区壳幔演变过程, 是古陆块裂解、西金乌兰洋初始形成的证据。

关键词: 西金乌兰湖地区; 西金乌兰洋; 晚泥盆世; 辉绿岩墙; 初始裂解; 青海

中图分类号: P588.12⁺⁴

文献标识码: A

1 引言

基性岩墙是大陆或大洋扩张背景下深源岩浆浅侵位的产物, 不仅提供有关壳幔演化的重要信息, 而且还有助于恢复岩浆侵位时的构造环境^[1,2]。在青藏高原地质空白区南北向走廊带 1:25万《可可西里湖幅》区域地质调查时, 在西金乌兰湖地区移山湖和倒流沟一带发现的晚泥盆世辉绿岩墙, 可能与古特提斯北部河卡山东段克觉杂尔根基性岩墙群^[3]一样, 从一个侧面反映了西金乌兰湖地区壳幔演变过程, 是古陆块裂解、西金乌兰洋初始形成的证据, 因此对其的研究有重要意义。笔者对其岩墙的野外地质、地球化学等特征进行初步研究。

2 地质及岩石学特征

西金乌兰湖地区构造单元自北而南可划分为可可西里-巴颜喀拉三叠纪前陆盆地、西金乌兰蛇绿构

造混杂岩带及羌塘陆块, 西金乌兰蛇绿构造混杂岩带是金沙江缝合带的西段^[4], 有人称为可可西里-金沙江-哀劳山结合带^[5]。辉绿岩墙分布于西金乌兰蛇绿混杂岩带移山湖、倒流沟一带, 且成群成带产出, 宽 6~50m, 可见延伸大于 100m, 走向为 110°。在移山湖一带岩墙侵入于泥盆系拉竹龙组灰色-灰白色中-厚层状变质不等粒石英砂岩、长石石英砂岩中, 接触面呈凹凸状, 并在局部围岩中形成宽约 20~30cm 的热接触变质作用角岩化带。在倒流沟一带侵入于元古宇宁多群灰白色白云母石英片岩、黑云母石英片岩组成的岩片中, 局部地段呈断层接触, 岩石类型为辉绿岩、辉长辉绿岩, 显示岩浆经历了一定程度的结晶分异^[6]。

辉绿岩呈灰绿色, 辉绿结构, 局部呈辉长辉绿结构, 粒度为 0.2~1mm, 块状构造。岩石由基性斜长石(67%)、单斜辉石(9%)、普通角闪石(13%)、白钛矿(1%)和少量磷灰石组成。

收稿日期: 2004-02-12

第一作者简介: 朱迎堂, 1964年生, 高级工程师, 博士生, 从事区域地质及矿产调查工作。

资助项目: 中国地质调查局“1:25万可可西里湖幅(146C001001)地调项目成果”(2000130009211)。

基性斜长石呈半自形柱状晶体, 并构成三角形或近三角形空隙, 次生变化部分被绢云母、钠长石交代; 普通辉石呈柱状晶体, 次生变化部分被绿泥石、碳酸盐部分交代; 普通角闪石呈柱状晶体, 普通辉石和普通角闪石不甚均匀充填在基性斜长石构成的三角形空隙中; 并见少量的白钛矿(1%)、磷灰石零星分布上述矿物间。

3 岩石化学特征

移山湖辉绿岩墙的岩石化学成分与特征指数见表1, SiO_2 为44.64%~49.05%, Al_2O_3 为14.13%~14.78%, MgO 为4.30%~5.69%, CaO 为7.58%~10.00%, $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O}$ 为2.78%~3.71%, $\text{K}_2\text{O} > \text{Na}_2\text{O}$, 显示富 FeO 、 CaO 、 MgO 、 TiO_2 , 贫 K_2O 、 Al_2O_3 。里特曼指数(δ)为1.28、8.39、2.48, 属钙性、碱钙性系列, CIPW标准矿物组合中出现较多的橄榄石、镁橄榄石和铁橄榄石等 SiO_2 不饱和的铁镁硅酸盐矿物, A/CNK 远小于1, 属于正常岩石类型。在AFM图解(图1)中样点全部落入拉斑玄武岩系列区, 而且在 TiO_2 - K_2O - P_2O_5 图解(图2)中样点均投入大洋拉斑玄武岩区内。

4 微量、稀土元素特征

从表2可以看出, 该岩石的过渡元素中除 Mn 接近或超出原始地幔值(1010×10^{-6})外, 其余各元素

含量均较低, 显示亏损性地幔岩特征; 不相容元素中 Sr 、 Ba 、 Th 、 Zr 元素含量高, 高出原始地幔值数倍至数十倍, 个别样达千倍, 反映源区岩石在部分熔融之前经历过一些不相容元素的交代富集作用。

从表3中得知, 稀土元素总量较低, 为 $(53.56 \sim 178.07) \times 10^{-6}$; $(\text{La}/\text{Sm})_N$ 为0.61~2.44, $(\text{Ce}/\text{Yb})_N$ 为1.11~5.56, $(\text{Ga}/\text{Yb})_N$ 为1.4~2.05。LREE为 $(21.44 \sim 120.45) \times 10^{-6}$, HREE为 $(12.78 \sim 21.83) \times 10^{-6}$, LREE/HREE为1.68~5.52, $(\text{La}/\text{Yb})_N$ 为0.84~6.45, Σ_{U} 为0.903~1.05, 表明铈亏损不明显。稀土配分曲线图中只有一个样品曲线显示轻稀土亏损型, 具上地幔岩石特征(图3), 其它样品显示为轻稀土相对富集型, 曲线右缓倾斜, 铈显示较弱的负异常, 表明岩浆在上升过程中受到了陆壳物质的轻度混染。上述地球化学总体特征反映, 岩石属大洋拉斑玄武岩系列, 钙性—碱钙性岩石, 来源于上地幔岩浆的部分熔融并受到了陆壳物质的轻度混染, 岩石属幔源性侵入岩。

5 侵入时代讨论

本次工作通过辉绿岩中角闪石 $\text{Ar}-\text{Ar}$ 同位素测定, 获得了 $345.69 \pm 0.91 \text{Ma}$ 的主坪年龄值(表4, 图4), 而且等时线年龄($349.06 \pm 4.37 \text{Ma}$)与主坪年龄值非常接近, 表明氩基本没有丢失, 基本能反映岩墙侵入时的热事件年龄, 为晚泥盆世。岩墙侵入

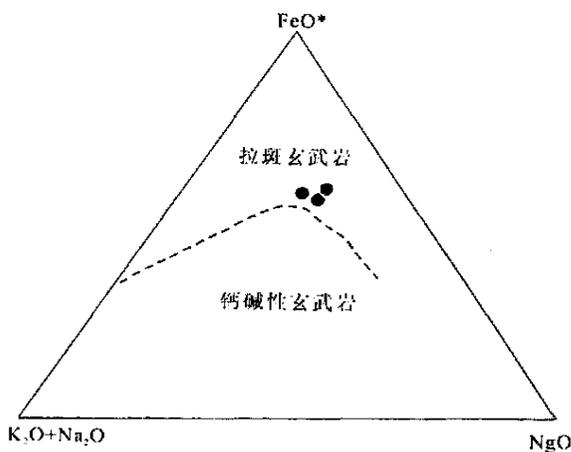


图1 A-F-M图解(T. N. Irvine等, 1971)

Fig. 1 A-F-M diagram (after T. N. Irvine et al., 1971)

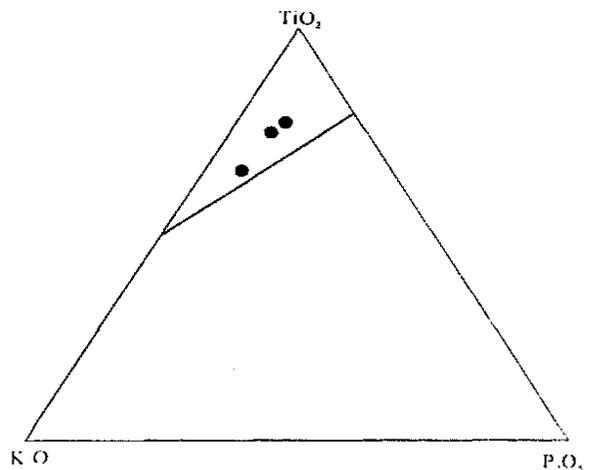


图2 TiO_2 - K_2O - P_2O_5 图解(据 T. H. Pearce 等, 1975)

Fig. 2 TiO_2 - K_2O - P_2O_5 diagram (after T. H. Pearce et al., 1975)

表 1 辉绿岩墙岩石化学成分 ($w_B/\%$) 及标准矿物成分表Table 1 Petrochemical compositions and norms from the diabase dike swarms in the study area ($w_B/\%$)

样品号	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	Mn ₂ O	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O	LOS	总量	δ	ANKC	AR	q
Gs8401b	49.05	2.98	14.13	3.02	9.86	0.07	5.69	10.00	2.30	0.48	0.40		2.66	99.89	1.28	0.63	1.26	4.56
Gs8110-1	44.64	1.37	14.78	2.86	9.04	0.10	4.30	7.54	3.10	0.61	0.10	2.16	11.33	99.77	8.39	0.76	1.40	
Gs8514	48.27	1.78	14.27	3.23	9.32	0.26	5.65	8.83	3.20	0.42	0.20	3.18	5.02	100.45	2.49	0.71	1.37	
样品号	ap	il	mt	or	ab	an	di	wo	en'	fs'	ol	fo	fa	hy	en	fs	总量	分异指数
Gs8401b	0.896	5.77	4.47	2.90	19.89	27.35	16.91	8.61	4.71	3.59				17.21	9.76	7.45	99.95	27.34
Gs8110-1	0.24	2.94	4.80	4.02	29.62	27.85	11.38	5.72	2.66	3.00	2.99	0.30	2.68	18.34	2.03	16.30	102.17	33.64
Gs8514	0.46	3.55	4.90	2.60	28.35	24.46	16.51	8.38	4.39	3.72	0.10	0.03	0.07	20.41	5.96	14.45	101.34	30.95

表 2 辉绿岩墙微量元素 ($w_B/10^{-6}$) 特征表Table 2 Trace elements from the diabase dike swarms in the study area ($w_B/10^{-6}$)

样品编号	Mo	W	Sn	Zr	Ba	Ni	Cu	Pb	Zn	V	Co	Cr	Bi	Sr	Se	Mn	Li	U	Th	Ta	Hf	Rb	Nb	Cs	Ce	Be
Dy8401b	0.74		1.67	43.47	136.25	62.68	44.43	2.81	113.29		39.89	88.9	0.017	39.77				0.62	3.48	1.45	1.7	7.67	2.59			
Dy8110-1	0.1	0.9		64	9840	256.1	155.5	15.5	104	317	66.1	377.9	0.06	409	0.08	954	74.3	0.2	1	0.5	2.7	17	2.5	6.1	75.8	1.8
Dy8514	0.42	0.8		112	328	57.3	45.8	21.7	145	231	38.6	66.4	0.05	347	0.16	1344	50.8	0.5	2.0	0.5	4.2	18	7	4.8	69.2	1.9

表 3 辉绿岩墙稀土元素 ($w_B/10^{-6}$) 特征及参数表Table 3 REEs and their parameters for the diabase dike swarms in the study area ($w_B/10^{-6}$)

样品编号	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	总量	δ Eu	LREE	HREE	LR/HR	(La/Yb) _N	(Ce/Yb) _N	(La/Sm) _N	(Ga/Yb) _N
XT8401b	24.86	55.93	6.83	30.47	6.42	1.94	6.62	1.11	6.24	1.18	3.24	0.46	2.6	0.38	26.66	178.07	0.903	120.45	21.83	5.52	6.45	5.56	2.44	2.05
XT8110-1	2.35	8.04	1.39	6.3	2.4	0.96	3.27	0.59	3.63	0.73	2.09	0.32	1.88	0.27	19.33	53.56	1.05	21.44	12.78	1.68	0.84	1.11	0.61	1.4
XT8514	9.34	23.66	3.72	15.99	4.78	1.62	5.47	0.91	5.92	1.08	2.78	0.4	2.44	0.35	29.99	104.49	0.966	59.11	18.72	3.16	2.58	2.51	1.23	1.81

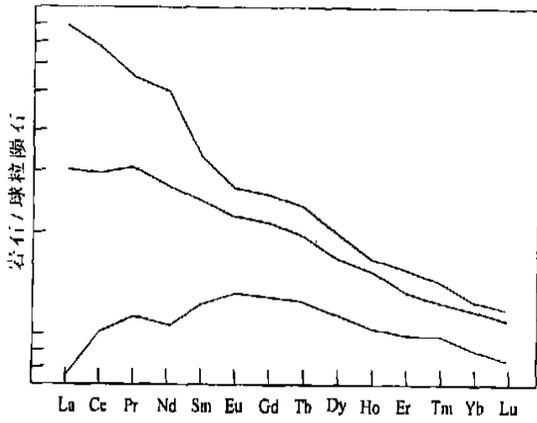


图3 辉绿岩墙稀土配分模式

Fig. 3 Chondrite-normalized REE distribution patterns for the diabase dike swarms in the study area

于新发现的泥盆纪拉竹龙组灰色—灰白色中—厚层状变质不等粒石英砂岩、长石石英砂岩中。本次工作在移山湖及西金乌兰湖北该套地层中采获内射虫 *Entactinids*, 时代为晚奥陶世—晚泥盆世(由中国科学院南京古生物研究所王玉净鉴定)。因此综合分析将其侵入时代定为晚泥盆世。

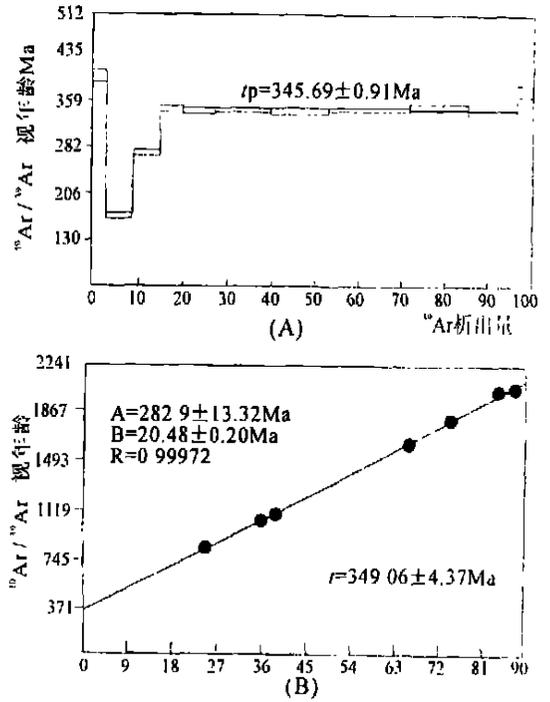


图4 角闪石⁴⁰Ar/³⁹Ar年龄谱图

A. 坪年龄; B. 等时线年龄

Fig. 4 ⁴⁰Ar/³⁹Ar age spectrum for the hornblende from the diabase dike swarms in the study area

A. Plateau age diagram; B. Isochron diagram

表4 角闪石 Ar-Ar 法年龄分析结果表

Table 4 ^{Ar}/^{Ar} age determinations for the hornblende from the diabase dike swarms in the study area

加热温度	(⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar) m	(³⁶ Ar/ ³⁹ Ar) m	(³⁷ Ar/ ³⁹ Ar) m	(³⁸ Ar/ ³⁹ Ar) m	³⁹ Ar _K /10 ⁻¹² mol	⁴⁰ Ar [*] / ³⁹ Ar	³⁹ Ar _K /%	视年龄 Ma
450 °C	48.29200	0.08530	5.31080	0.22680	0.95	23.66+0.02	3.16	397.81+8.71
550 °C	30.87800	0.74300	5.10020	0.23510	1.71	9.428+0.01	5.71	169.15+3.43
650 °C	27.65800	0.04170	4.73660	0.21640	1.83	15.77+0.01	6.09	274.67+5.07
750 °C	30.29400	0.03670	9.39280	0.15000	1.57	23.01+0.01	5.23	346.65+5.28
850 °C	27.88800	0.02880	9.58780	0.14110	2.07	20.24+0.01	6.92	345.55+5.06
950 °C	24.57800	0.01680	7.62730	0.05780	3.83	20.28+0.00	12.70	346.17+4.10
1050 °C	23.68400	0.01750	17.86200	0.06600	3.92	20.12+0.00	13.00	343.71+4.11
1150 °C	23.56500	0.01430	10.51000	0.05200	5.62	20.28+0.00	18.70	346.07+4.04
1250 °C	23.94300	0.01400	8.81420	0.08050	4.09	20.58+0.00	13.60	350.77+4.31
1350 °C	27.32800	0.02730	8.06450	0.07670	3.37	19.98+0.00	11.20	341.39+4.27
1450 °C	49.65500	0.09650	13.71900	0.20000	1.00	22.51+0.02	3.33	380.38+8.12

测试单位: 中国科学院地质与地球物研究所; 测定仪器: 英国 RGA-10 气体质谱仪(VSS 公司); $t = \pm 1\sigma$; $\lambda = 5.543e-10/a$; 照射参数 $J = 0.0246$; 样品号: JD8401b.

参考文献:

- [1] HALS H C. The importance and potential of mafic dyke swarms in studies of geodynamic processes [J]. *Canadian Geoscience*, 1982, 9(3): 145—154.
- [2] 周鼎武, 张成立, 刘颖宇. 大陆造山带基底岩块中的基性岩墙群研究——以南秦岭武当地块为例[J]. *地球科学进展*, 1998, 13(2): 151—156.
- [3] 王瑾, 朱迎堂, 刘生军, 等. 河卡山东段克觉杂尔根基性岩墙群的地球化学特征及其大地构造意义[J]. *青海地质*, 2000, 9(2): 21—26.
- [4] 任纪舜, 王作勋, 陈炳蔚, 等. 从全球看中国大地构造——中国及邻区大地构造图及简要说明[M]. 北京: 地质出版社, 1999. 1—50.
- [5] 潘桂棠, 李兴振, 王立全, 等. 青藏高原及邻区大地构造单元初步划分[J]. *地质通报*, 1998, 13(2): 701—707.

The Late Devonian diabase dike swarms in the Yishan Lake-Daoliugou zone, Xijir Ulan Lake area, Qinghai: Evidences for the initial breakup of the Xijir Ulan Ocean

ZHU Ying-tang¹, YIN Hai-sheng¹, YANG Yan-xing², GUO Tong-zhen², PENG Wei³, CHEN Hai-qing⁴

(1. *Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China*; 2. *Qinghai Institute of Geological Survey, Xining 810012, Qinghai, China*)

Abstract: The diabase dike swarms found in the Yishan Lake-Daoliugou zone, Xijir Ulan Lake area, Qinghai are emplaced in the metamorphic quartz sandstone and feldspar quartz sandstone in the Devonian Lazhuglung Formation, and grayish white muscovite quartz schist and biotite quartz schist in the Proterozoic Ningduo Group. The rock types include diabase and gabbro-diabase, which exhibit the crystallization differentiation of the magmas, and may be traced back to the Late Devonian. These diabase dike swarms, just like the basic dike swarms in Kejuezargen, eastern Heka Mountains, Qinghai, may record the crust-mantle evolution in the Hoh Xil region, and attest to the breakup of the palaeocontinent and initiation of the Xijir Ulan Ocean.

Key words: Xijir Ulan Lake area; Xijir Ulan Ocean; Late Devonian; diabase dike swarms; initial breakup; Qinghai