第32卷 第4期

2011年

**RESOURCES SURVEY & ENVIRONMENT** 

Vol. 32 No. 4

**文章编号:**1671-4814(2011)04-247-09

# 西昆仑库科西鲁克地区基性岩脉地球 化学及构造意义<sup>\*</sup>

范飞鹏1,崔春龙2,陈明勇3

(1 南京地质矿产研究所,南京 210016)

(2 西南科技大学环境与资源学院,四川 绵阳 621010)

(3 新疆地质矿产局 第二区调大队, 新疆 昌吉 831100)

摘要:新疆库科西鲁克地区广泛发育基性岩脉,多呈岩墙、岩枝和小岩滴。基性岩脉岩石类 型为辉长岩和辉绿岩。辉长岩属于碱性玄武岩,而辉绿岩属于过铝质碱性系列碱玄武岩与粗面 玄武岩过渡型,其形成深度(浅成相)比辉长岩浅(中深成相)。区内基性岩脉形成于闭合边缘岛 弧、活动陆缘造山带环境,是由幔源原生岩浆经过分异并同化混染地壳物质而形成,结晶分异是 控制岩浆演化的主要因素。辉长岩中 dEu 具有弱的亏损。辉绿岩 dEu 为正异常,而Ce 均具弱亏 损,成岩氧逸度较高,其成因与典型的I型花岗岩类相似,为壳幔混合型。辉长岩偏幔源,而辉绿 岩偏壳源,可能为幔源岩浆上侵受围岩混染所致。辉长岩年龄(119 Ma)要比辉绿岩年龄(46.1 Ma)老,辉长岩为冈底斯陆块向欧亚大陆板块碰撞拼贴过程中,逆冲挤压结束的标志,辉绿岩为 大规模逆冲挤压剪切结束,青藏高原隆升初期拉张作用的产物。

关键词:基性岩脉;地球化学;构造;西昆仑;库科西鲁克地区

中图分类号:P588.12 文献标识码:A

近年来,随着许多学者对西昆仑地区的深入研究,对该区构造-岩浆演化有了初步认识。 但由于恶劣自然地理条件的限制,基础地质和矿产地质的整体研究程度还很低,尤其是西昆 仑地区基性岩脉研究。

虽然在西昆仑地区发现并报道有基性岩脉<sup>[1-16]</sup>,但研究深度明显不足,多集中于库地一带,主要对库地基性岩脉的岩石地球化学、成因、年代学和构造环境<sup>[17-22]</sup>做过一些研究。而对 西昆仑中带库科西鲁克地区的基性岩脉研究很少。在对该区分布的基性岩脉地质特征、构造 条件及围岩宏观特征调查的基础上,采集代表性基性岩脉做主量、稀土分析和同位素测年, 探讨该区基性岩脉的成因及构造环境,为研究该区的岩浆演化提供新的依据。

#### 1 基性岩脉地质特征

西昆仑复合造山带由北向南可分为多个构造单元,库科西鲁克一带位于西昆仑北缘早

\* 收稿日期:2010-08-09 基金项目:新疆阿克陶县恰尔隆一带1:50000区域地质矿产调查(XJQDZ2006-18)资助。 第一作者简介:范飞鹏(1982~),男,硕士,主要从事矿产普查与勘探方面的科研生产工作。



古生代岛弧带(图1<sup>[23]</sup>)。区内断裂较为发育,主要呈SN向、NW或NNE向,具逆冲挤压剪切特征,基性岩脉大多沿SN和NW向断裂分布。

图1 西昆仑地区构造单元图[23]

Fig. 1 Sketch of tectonic units in the West Kunlun area<sup>[23]</sup>

1-塔里木板块(I<sub>1</sub><sup>1</sup>-塔里木西南缘晚古生代-中生代弧后前陆及再生前陆褶冲带); I-西昆仑复合造山 带:I<sub>1</sub>-北昆仑地体(I<sub>1</sub><sup>1</sup> 铁克里克前震旦纪弧后盆地;I<sub>1</sub><sup>2</sup>-盖孜-他龙晚古生代陆内裂陷带; I<sub>1</sub><sup>3</sup>-塔木其 -奥依且克中新元古代岛弧; I<sub>1</sub><sup>4</sup>-西昆仑北缘早古生代岛弧; I<sub>1</sub><sup>5</sup> 西昆仑前震旦纪基底隆起带; I<sub>1</sub><sup>6</sup>-大红 柳滩-泉水沟晚古生代裂陷带; I<sub>1</sub><sup>7</sup>-塔县早古生代陆内裂陷带); I<sub>2</sub>-南昆仑地体, I<sub>3</sub>-喀喇昆仑地体; I-羌塘地块。

该区基性岩多呈岩墙,少量呈岩枝和小岩滴,脉体出露宽度一般为1~10 m(图2),少量 因断裂活动而呈片理化,主要分布于该区中部。基性岩侵入普遍晚于燕山期二长花岗岩及印 支期闪长岩,为该区最新的岩体。以空巴克村和阿勒玛勒克等地的岩体最为典型。

空巴克村附近的基性岩脉侵位于燕山期二长花岗岩中,脉体走向近南北,直立,脉体最 大宽度近10m,平面延伸长度>200m,接触边界清楚,岩性突变,黑白分明,接触边界略显 波状弯曲,有的分枝脉体穿插到燕山期花岗岩中,有的脉体中见有花岗岩俘虏体(图3)。岩石 类型为辉长岩,镜下呈辉长结构,主要矿物为辉石和基性斜长石,含有少量角闪石。基性斜长 石在岩石中含量达60%左右,自形程度较高,晶形多为板柱状,蚀变明显,有绢云母化、碳酸 盐化和帘石化等;辉石在岩石中的含量在35%~40%左右,呈半自形粒状或它形粒状,蚀变 较强,有帘石化、绿泥石化或蛇纹石化。斜长石和辉石晶粒间呈现镶嵌式接触,在斜长石晶粒 间有辉石或角闪石等小晶粒充填。

阿勒玛勒克村以东的阿勒玛勒克岩体内有多条基性脉岩,以南北向或北西-南东走向侵 位于阿勒玛勒克闪长岩中,脉宽 2~5 m 不等,脉体抗风化能力较强,地貌上呈现为岩墙(图

249



图2 库科西鲁克地区地质图(实测)

Fig. 2 Geological sketch map of Kukexiluke region (on the spot measured)

1-第四系河流冲积物;2-奥陶志留系千枚岩、砂岩夹灰岩;3-长城系上岩组斜长角闪片岩,底部砾岩;4-长 城系中岩组大理岩夹片岩;5-长城系下岩组石榴云母片岩,斜长角闪片岩夹大理岩;6-喜马拉雅期辉绿 岩;7-燕山期二长花岗岩;8-燕山期花岗岩;9-印支期石英闪长岩;10-印支期二长岩;11-印支期闪长岩; 12-晚加里东期闪长岩;13-晋宁期花岗岩;14-地质界线;15-逆断层;16-逆断层;17-实测及推测性质不 明断层;18-采样点。

4)。岩石类型为辉绿岩,镜下呈玢岩结构(图5),斑晶占岩石矿物总量的20%~30%,晶粒直 径3~5 mm 不等,主要为较自形的辉石及少量角闪石组成。基质具显微晶质间粒状结构,主 要矿物组成有基性斜长石、辉石和少量角闪石,粒径多在0.2~1.0 mm。原岩结构构造显示 良好,蚀变有纤维状蛇纹石化绿帘石化及绿泥石化等。

# 2 地球化学特征

# 2.1 岩石分类

3件辉绿岩样品采自库地不同基性岩脉。岩石的主量元素化学成分采用ICP-AES分析, 稀土元素采用ICP-MS分析,样品在国土资源部成都矿产资源监督检测中心检测,结果见表 1,表2。在全碱-SiO<sub>2</sub>(TAS)图上(图6),该区辉长岩脉的投影点集中落在碱性玄武岩区,而辉 绿岩脉投到碱玄岩与粗面玄武岩过渡区。因此,该区基性岩脉岩石类型类似于板内溢流玄武 岩。

第32卷 第4期

#### 2.2 主量元素特征

#### 2.2.1 辉长岩

SiO<sub>2</sub>含量变化较小(表1),为46.04%~49%,平均47.52%,富Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgO、MnO和 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>,Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>14.43%~15.6%,平均15.015%,A/CNK为0.56~0.67,平均0.62;MgO 6.76%~8.86%,平均7.81%;CaO 9.05%~10.87%,平均9.96%;MnO 0.15%~ 0.157%,平均0.154%;P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>0.32%~0.36%,平均0.34;低TiO<sub>2</sub>,含量为0.94%~1.35%,平 均1.145%;Na<sub>2</sub>O<K<sub>2</sub>O,ALK为4.49~4.89,平均4.69;Na<sub>2</sub>O/K<sub>2</sub>O为0.86~1.08,平均 0.97;里特曼指数σ为0.82~1.48,平均1.15;碱度率AR为1.43~1.49,平均1.46(图7)。



可见,辉长岩属于碱性基性岩,构造环境为闭合边缘岛弧、活动陆缘造山带环境的基性 岩(图8)。氧化指数F=TFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/FeO(1.42~1.71,平均1.565)指示岩浆侵位深度中浅成相。 固结指数S.I.为23.21~31.96,平均27.565,低且很不稳定,反映了幔源原生岩浆经过分异 并同化围岩所致,结晶分异是控制岩浆演化的主要因素。

2.2.2 辉绿岩

辉绿岩数据仅一个,SiO<sub>2</sub>46.64%,富Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgO、CaO、MnO 和P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>,Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>17.83%,A/ CNK 为 1.09,MgO 7.55%,CaO 4.85%,MnO 0.241%,P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>0.34%。低 TiO<sub>2</sub>(1.44%), Na<sub>2</sub>O<K<sub>2</sub>O,Na<sub>2</sub>O/K<sub>2</sub>O 为 0.53,ALK 为 5.86,里特曼指数σ为 1.61,碱度率AR 为 1.70(图 7)。

可见,辉绿岩属于过铝质过碱性系列基性岩,构造环境为闭合边缘岛弧、活动陆缘造山 带环境(图8)。氧化指数F=TFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/FeO(1.43)指示岩浆侵位深度属浅成相。固结指数(S. I.=23.34)低,反映幔源原生岩浆经过分异并同化围岩所致。

2.3 稀土元素

#### 2.3.1 辉长岩

从轻、重稀土总量数据比值(表2)和稀土配分模式曲线(图9)均显示,稀土总量ΣREE为 (208.57~240.4)×10<sup>-6</sup>,平均224.485×10<sup>-6</sup>;LR/HR 值为6.36~7.38,平均6.87;稀土配

分曲线斜率(La/Yb)<sub>N</sub>6.77~11.10,平均 8.935,稀土配分曲线为右倾平缓式(图 9),曲线分布相似,δEu略有差异,为 0.82~0.87,Eu具弱负异常,暗示它们 具有相同的演化趋势和不同的源区性 质。轻稀土元素分馏度(La/Sm)<sub>N</sub>值为 2.51~2.58,平均2.55,均大于1,指示分 馏程度较好,轻稀土较富集。重稀土元素 分馏度(Gd/Yb)<sub>N</sub>值为1.8~2.98,平均 2.39,表明分馏程度中等,重稀土略有富 集。Ce/Yb为20.97~35.09,平均28.03; 80Ce为0.95~0.96,平均0.955,略有亏 损。因此,辉长岩与典型的I型花岗岩类 Fig.9 曲线较为接近,可能为壳幔混源型,偏幔 源。



2.3.2 辉绿岩

从轻、重稀土总量数据比值(表 2)和稀土配分曲线(图 9)均显示,稀土总量  $\Sigma$ REE 为 (208.57~240.4)×10<sup>-6</sup>,平均224.485×10<sup>-6</sup>;LR/HR 值为 6.36~7.38,平均 6.87;稀土配 分曲线斜率(La/Yb)<sub>N</sub>6.77~11.1,平均8.935,稀土配分曲线为右倾平缓式(图 9),曲线分布 相似,集中在一个较窄的区域内,暗示它们具有相同的演化趋势和不同的源区性质。轻稀土 元素分馏度(La/Sm)<sub>N</sub> 值为 2.51~2.58,平均 2.55,均大于 1,指示分馏程度较好,轻稀土较 富集。重稀土元素分馏度(Gd/Yb)<sub>N</sub> 值为 1.8~2.98,平均 2.39,表明分馏程度中等,重稀土 略有富集。Ce/Yb 为 20.97~35.09,平均 28.03;  $\delta$ Eu 为 1.18,Eu 无亏损, $\delta$ Ce 为 0.95~0.96, 平均 0.955,略有亏损。因此,辉绿岩可能为壳幔混源型,偏壳源。

表2 库科西鲁克地区基性岩稀土元素(w<sub>B</sub>/10<sup>-6</sup>)分析数据

Table 2	Contents of	f rare earth	elements()	v <sub>b</sub> /10 <sup>-</sup> °	')of	mafic	dikes	in	Kukexiluke	regior
---------	-------------	--------------	------------	-----------------------------------	------	-------	-------	----	------------	--------

样品号	岩性	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy .	Ho	Er
IV30	辉长岩	37.2	79.3	10.2	43.3	9.06	2.36	8.34	1.39	7.36	1.35	3.16
1150	辉长岩	31	64.8	8.5	36.5	7.77	2.12	6.89	1.22	6.78	1.35	3.41
<b>W</b> 51-4	辉绿岩	30.1	60	7.65	31.9	6.53	2.45	5.97	1.02	5.71	1.13	2.83
样品号	Tm	Yb	Lu	Y	ΣREE	LR/HR	Ce/Yb	δEu	δСе	(La/Yb) <sub>N</sub>	$(La/Sm)_N$	(Gd/Yb) <sub>N</sub>
IV30	0.43	2.26	0.29	34.4	240.4	7.38	35.09	0.82	0.96	11.10	2.58	2.98
1150	0.5	3.09	0.43	34.2	208. 57	6.36	20.97	0.87	0.95	6.77	2.51	1.80
WI 51-4	0.42	2.47	0.35	28	186.53	6.97	24.29	1.18	0.93	8.21	2.90	1.95

注:数据由国土资源部成都矿产资源监督检测中心测试,稀土元素采用等离子质谱法(ICP-MS)测定,型号为美国热电公司 X7 型

### 3 同位素年龄及构造意义

2个样品在国土资源部中南矿产资源监督检测中心同位素研究室测试,空巴克村辉长 岩脉 K-Ar 年龄为119 Ma, 阿勒玛勒克村东辉绿岩脉 K-Ar 年龄为46.1 Ma。

253

晚侏罗世-早白垩世(146~113 Ma)冈底斯陆块向欧亚大陆板块碰撞拼贴,斑公湖-怒江 中生代特提斯封闭,形成了一系列同碰撞同造山花岗岩和碰撞后花岗岩<sup>[8]</sup>,奥依塔格、盖孜 等地,韧性剪切活动较强烈,该期挤压逆冲进入第一次高潮,辉长岩处于韧性剪切变形带中, 可能为碰撞造山末期松弛阶段幔源岩浆沿近南北向断裂上升形成。从始新世晚期(45~37 Ma)开始,伴随着印度板块与欧亚大陆板块碰撞及碰撞后"陆内俯冲"作用的远程效应,西昆 仑造山带开始抬升,在西昆仑南断裂、塔什库尔干断裂附近由于碰撞后陆内俯冲作用形成富 碱侵入岩<sup>[8,24,25]</sup>,阿勒玛勒克辉绿岩应为大规模逆冲挤压剪切活动结束,青藏高原隆升初期 拉张作用的产物,该辉绿岩脉群与北西向断裂关系较为密切。

4 结论

(1)该区基性岩脉岩石类型有辉长岩和辉绿岩。辉长岩年龄较辉绿岩老。常量元素显示, 辉长岩属于碱性玄武岩,而辉绿岩属于过铝质过碱性系列玄武岩与粗面玄武岩过渡型,其形 成深度(浅成相)比辉长岩浅(中浅成相)。二者构造环境为闭合边缘岛弧、活动陆缘造山带环 境。反映出幔源岩浆经过分异并同化围岩而形成,结晶分异是控制岩浆演化的主要因素。

(2)稀土总量辉长岩大于辉绿岩,曲线呈右倾平缓型,二者轻稀土分馏较好,重稀土中等。辉长岩中Eu具有弱的亏损,辉绿岩δEu为正异常,而Ce均具弱亏损,说明成岩氧逸度较高。其成因与典型的I型花岗岩类相似,与幔源型差异较大。可能为壳幔混合型,前者偏幔源,而后者偏壳源,说明幔源岩浆在上升过程中受围岩混染所致。

(3)辉长岩K-Ar 年龄为119 Ma,而辉绿岩K-Ar 年龄为46.1 Ma,其侵位年龄与该区的 地质构造事件相对应,辉长岩为冈底斯陆块向欧亚大陆板块碰撞拼贴过程中,逆冲挤压结束 的标志,辉绿岩为大规模逆冲挤压剪切结束,青藏高原隆升初期拉张作用的产物。

致谢 新疆阿克陶县恰尔隆1:5万区调项目为论文数据分析提供了资金支持;西南科 技大学新疆区调队各位老师的热情鼓励与支持! 文中地球化学数据运用了路远发教授开发 的GeoKit 软件,并表示衷心感谢!

#### 参考文献

- [1] 王东安,陈瑞君.新疆库地西北一些克沟深海蛇绿质沉积岩岩石学特征及沉积环境[J].自然资源学报,1989,4(3):212-221.
- [2] 沈步明,邓万明,韩秀伶,等. 新疆库地蛇绿岩中变质橄榄岩的结构、矿物组合及其成因-兼论地幔部 分熔融及其产物的正确表述[J]. 岩石学报,1996,12(4):499-513.
- [3] 杨树锋,陈汉林,董传万.西昆仑库地蛇绿岩的特征及其构造意义[J].地质科学,1999,34(4):281-288.
- [4] 王志洪,李继亮,侯泉林.西昆仑库地蛇绿岩地质、地球化学及其成因研究[J].地质科学,1999,35(2):151-160.
- [5] 肖文交,侯泉林,李继亮.西昆仑大地构造相解剖及其多岛增生过程[J].中国科学,2000,30(增刊): 22-28.
- [6] 袁超,周辉,孙敏,等.西昆仑山库地北岩体的地球化学特征及构造意义[J].地球化学,2000,29(2): 101-107.
- [7] 新疆地矿局.新疆维吾尔自治区区域地质志[M].北京:地质出版社,1993:8-16,149-155,171-194, 449-451.

- [8] 丁道桂,王道轩,刘伟新.西昆仑造山带与盆地[M].北京:地质出版社,1996:72-105.
- [9] 姜春发,杨经绥,冯秉贵.昆仑开合构造[M].北京:地质出版社,1992.
- [10] 贾群子,李文明,于浦生,等. 西昆仑块状硫化物矿床成矿条件和成矿预测[M]. 北京:地质出版社, 1999:1-15.
- [11] 姜春发,王宗起,李锦铁.中央造山带开合构造[M].北京:地质出版社,2000.
- [12] 潘桂棠. 喀喇昆仑山-昆仑山地区地质演化[M]. 北京:科学出版社,2000.
- [13] 印建平,李明,李丰收,等. 西昆仑晚古生代铜铅锌矿含矿建造及成矿系列[J]. 矿床地质,2002(增刊): 527-531.
- [14] 董永观,郭坤一,肖惠良,等. 西昆仑地区区域地质背景及成矿特征[J]. 矿床地质,2002(增刊): 109-112.
- [15] 尹福光,潘桂棠,李兴振.昆仑岛弧盆系及泛华夏大陆的增生[C].昆仑-秦岭-大别山系地质构造与资 源环境学术研讨会论文集[A].西安:地图出版社,2002:7-12.
- [16] 戴自希,白冶,吴初国,等.中国西部和毗邻国家铜金找矿潜力的对比研究[M].北京:地震出版社, 2001:73-77,137.
- [17] 邓万明. 喀喇昆仑-西昆仑地区基性-超基性岩初步考察[J]. 自然资源学报,1989,4(3):204-211.
- [18] 周辉,李继亮.西昆仑库地煌斑岩的年代学和地球化学特征[J]. 岩石学报,2003,38(4):380-384.
- [19] 郭坤一. 塔里木南缘煌斑岩的时代及地质意义[J]. 地质科学,2003,38(4):532-534.
- [20] 叶海敏,王爱国,郭坤一,等.西昆仑库地基性脉岩地球化学及构造意义[J].资源调查与环境,2003,24 (3):185-191.
- [21] 计文化,周辉,李亚民. 西昆仑新藏公路118-323 km 段基性、酸性岩脉K-Ar 年龄[J]. 地质通报,2005, 24(3):243-245.
- [22] 侯满堂,高杰,金平,等.北昆仑库尔良地区基性岩浆岩带的发现及其找矿意义[J]. 新疆地质,2007,25 (1):18-25.
- [23] 潘裕生. 西昆仑构造特征与演化[J]. 地质科学, 1990, 25(3): 224-231.
- [24] 毕华,王中刚,王元龙,等.西昆仑造山带构造-岩浆演化史[J].中国科学(D辑),1999,29(5):398-406.
- [25] 钟大赉,丁林.青藏高原的隆起过程及其机制探讨[J].中国科学(D辑),1996,26(4):289-295.

# Geochemistry and tectonic significance of the mafic dikes in Kukexiluke region, West Kunlun

FAN Fei-peng<sup>1</sup>, CUI Chun-long<sup>2</sup>, CHEN Ming-yong<sup>3</sup>

(1 Nanjing Institute of Geology and Mineral Resources, Nanjing 210016, China)

(2 Environment and Resource School, Southwest University of Science and

Technology, Mianyang 621010, China)

(3 No. 2 Regional Geological Survey Team of the Xinjiang Bureau of Geology and Mineral Resources, Changji 831100, China)

#### Abstract

Mafic dikes, which widely developed in Kukexiluke region, Xinjiang, mainly present

254

as dikes, apophysis and small bosses. The types of the mafic dikes are gabbros and diabases. The gabbros belong to the alkalic series basalt, while the diabases belong to a type transitional from peraluminous alkalic basalt to trachybasalt; the forming depth of diabases (shallow phase) is more shallow than that of gabbros (mid-plutonic phase). The mafic dikes in the region mainly formed in an environment of closed marginal island arc and active continental marginal orogenic belt, the original mantle-derived magma experienced assimilation and contamination of the crustal materials during its differentiation, the crystallization differentiation was the main factor to control the evolution of the magma. The gabbros are characterized by slight depletion. While the mixed crust-mantle-derived diabases show positive dEu anomaly, weak Ce depletion and distinctive high oxygen fugacity, suggesting its genesis similar to that of I-type granites. The gabbros originated from a mantle-dominated source, while diabases originated from a crust-dominated source contaminated by surrounding rocks during ascending of the mantle-derived magma. The age of gabbros (119 Ma) is more old than that of diabases (46.1 Ma), which implies that the gabbros represent the termination of thrusting compression during the collision of Gangdese craton with Northern Eurasia plate. The diabases represent the termination of the large-scale thrust-related compression and shearing and are the result of initial extension of Tibetan plateau.

Key words: mafic dike; geochemistry; tectonic; West Kunlun; Kukexiluke region