

# 南天山库勒湖蛇绿混杂岩<sup>①</sup>

## 岩石地球化学特征及其构造背景

吴世敏 马瑞士 卢华复 贾东 蔡东升

(南京大学地球科学系, 210093)

**提 要** 通过对南天山独一库公路剖面、黑英山剖面出露的肢解蛇绿岩套各成员的岩石化学、微量元素、稀土元素地球化学等多方面研究, 结合区域构造分析, 表明该蛇绿混杂岩的构造背景为古生代弧后盆地。

**关键词** 库勒湖 蛇绿混杂岩 岩石化学 弧后盆地

### 1 剖面特征

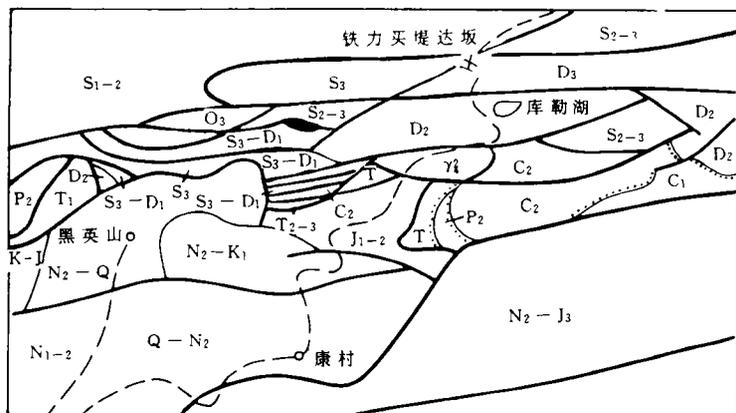
本次主要考察南天山范围独山子—库车公路剖面及黑英山剖面(图1)。黑英山剖面位于新疆拜城县黑英山东北角哈拉塔什(东经 $82^{\circ}52'$ , 北纬 $42^{\circ}18'$ ), 剖面南北宽近1km, 出露有超基性岩、角斑岩、绿片岩、灰岩、硅质岩等。超基性岩体总长1200m, 宽200m, 岩体与围岩以高角度逆断层为界, 岩体岩性为辉石橄榄岩。各岩性岩块间也以断层接触, 断层倾向北, 倾角 $40^{\circ}\sim 60^{\circ}$ (图2)。独一库公路剖面在库勒湖南及欧西达坂两地均表现为蛇绿混杂岩。库勒湖南剖面位于独一库公路937公里路牌北至库勒湖南端, 出露宽达2km。带内细碧岩、角斑岩、灰岩及少量硅质岩相互混杂, 各岩性间均以断层接触, 岩块有的呈透镜体, 细碧岩具枕状结构。欧西达坂剖面位于独一库公路959公里路牌以北, 出露宽2km左右, 主要岩石类型有块状细碧岩, 紫红色硅质岩, 片理化粉砂岩, 灰岩透镜体。各种岩性之间以由北往南的逆冲断裂接触。硅质岩褶皱强烈, 褶皱轴面北倾。片理化砂岩中含较多的硅质、砂质构造扁豆体, 从扁豆体的不对称旋向可以确定其剪切方向是由北往南(图3)。

从以上剖面来看, 这是一条构造肢解的蛇绿岩套, 其主要岩石单元为变质橄榄岩、基性熔岩及放射虫硅质岩。

### 2. 岩石地球化学特征

变质橄榄岩主要为辉石橄榄岩。岩石主要由橄榄石、斜方辉石以及少量铬尖晶石组成。橄

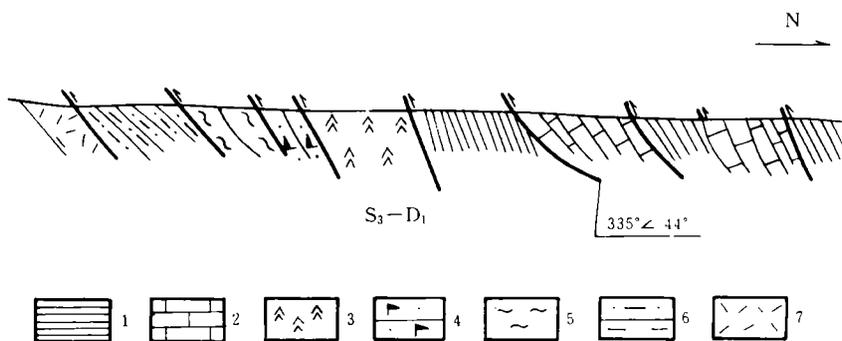
① 收稿日期 1995.7.17 改回日期:1995.9.28



- 1. 超基性岩体
- 2. 断层
- 3. 地质界线
- 4. 不整合界线
- 5. 公路

图1 研究区地质略图(据1:150万新疆地质图)

Fig.1 The geological map of the study area



- 1. 硅质岩
- 2. 灰岩
- 3. 超基性岩
- 4. 角斑岩
- 5. 绿片岩
- 6. 千枚岩
- 7. 斜长角闪岩

图2 黑英山剖面图

Fig.2 Cross section of Heiyinshan

榄石具蛇纹石化。蛇纹石沿边缘及裂隙交代形成网眼状,网眼中残留有橄榄石颗粒,有时见到橄榄石变形纹、扭折带。具它形变晶结构,碎斑结构。

基性熔岩主要为细碧岩,镜下鉴定其主要成分为普通辉石及斜长石。斜长石为钠长石( $An=8$ ),形态有长条状及港湾状。可见斜长石燕尾状骸晶。具间粒结构。

对它们进行岩石化学分析(表1)表明,超基性岩的  $MgO/(MgO+FeO^*)$  比值平均为 0.845,这和 Coleman(1977)所称的标准变质橄榄岩的比值基本一致,显示了它们化学成分的相似性,体现了地幔残余的特点。 $m/f$  指数  $>6.5$ ,属镁质超镁铁岩。基性熔岩的  $SiO_2$  介于 44.90%~50.64%之间,变化范围小, $TiO_2$ 、 $K_2O$  均低, $Na_2O$  含量较高, $Na_2O > K_2O$ 。

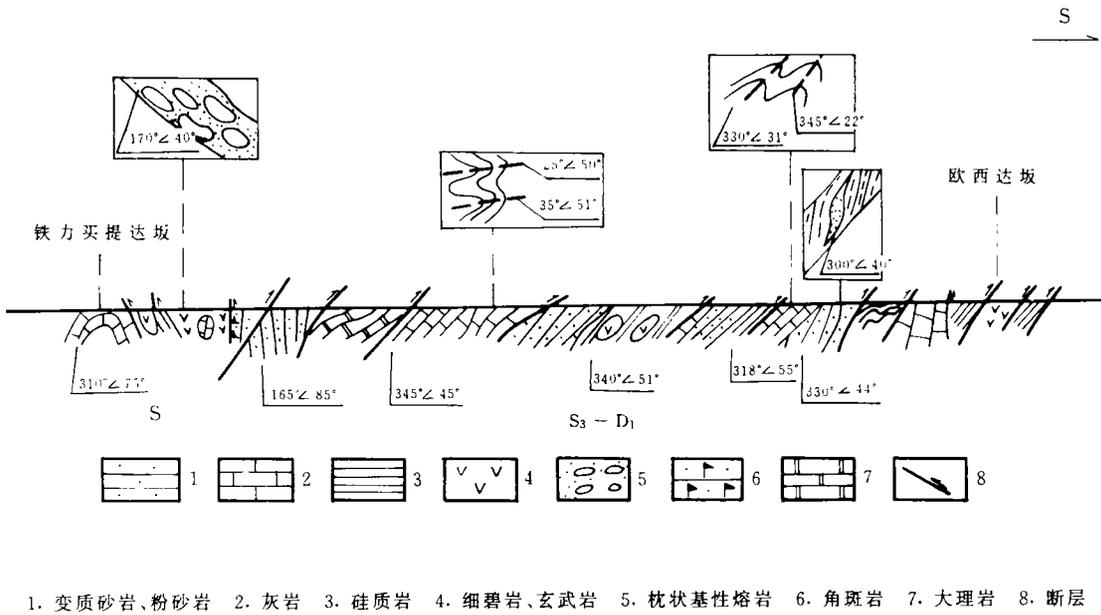


图3 独—库公路(铁力买提达坂—欧西达坂)剖面示意图

Fig. 3 Cross section along Du-Ku highway

表1 研究区蛇绿岩套岩石化学数据(wb%)

Table 1 Major-element wt% data of the study area

编号	岩性	产地	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	烧失	总量
HL-5	超基性岩	黑英山	40.52	0.05	1.14	1.64	5.60	0.10	38.71	1.62	0.29	0.20	0.03	10.60	100.50
HL-6	超基性岩	黑英山	39.32	0.07	1.66	1.28	6.25	0.09	37.39	0.59	0.19	0.14	0.01	13.02	100.01
HY-1**	超基性岩	黑英山	40.32	0.11	1.75	1.62	5.38	0.11	38.05	0.95	0.33	0.22			
PC-14A	细碧岩	库勒	46.88	0.74	16.18	3.15	5.49	0.13	6.55	10.49	3.82	0.57	0.07	6.09	100.16
PC-14B	细碧岩	库勒	46.48	0.78	14.67	4.04	4.29	0.16	9.16	9.72	3.63	0.49	0.07	6.77	100.26
D-3	细碧岩	库勒	48.08	0.65	13.27	3.88	2.48	0.12	6.82	7.41	5.07	0.32	0.07	11.81	99.98
KC-21	细碧岩	欧西	44.90	0.91	12.94	6.93	3.54	0.17	7.32	8.96	2.79	0.11	0.09	10.75	99.41
KC-16	细碧岩	库勒	47.76	0.76	13.67	6.74	2.93	0.24	10.64	6.83	3.56	0.30	0.10	6.74	100.27
东太平洋*	玄武岩		48.66	1.68	15.18		11.59	0.20	9.04	11.08	2.46	0.09	0.15		
大西洋中脊*	玄武岩		50.17	0.94	14.68		11.29	0.18	7.90	12.00	2.29	0.17	0.08		

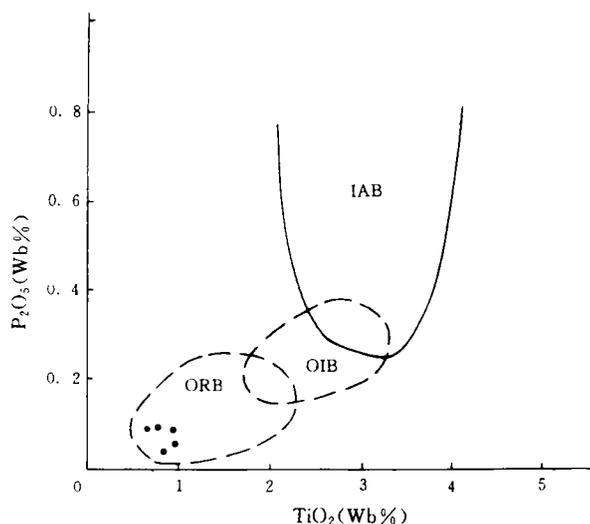
数据由南京大学地球科学系中心实验室测试

\* 据 Sun Shensu(1979)

\*\* 据黑英山幅(1:20万)区测报告

在 TiO<sub>2</sub>-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 相关图中,基性熔岩的成分点均落入 ORB 区域(图 4),在 TiO<sub>2</sub>-FeO\*/MgO

相关图中(图 5),则落入 MORB 或 MORB 与 IAB 交叉的范围,显示一种既非洋中背玄武岩,也非岛弧型火山岩的特点,类似于弧后盆地玄武岩的性质(Jame W, Hawkins, 1984)。



ORB: 洋脊玄武岩 IAB: 岛弧玄武岩 OIB: 洋岛玄武岩

图 4  $\text{TiO}_2$ - $\text{P}_2\text{O}_5$  图解(Bass et al, 1973)

Fig. 4  $\text{TiO}_2$  Versus  $\text{P}_2\text{O}_5$

微量元素一般具有更强的指示意义,表 2 为本区基性熔岩的微量元素分析数据,可以看出富含大离子亲石元素,Nb 亏损,Ce 和 P 富有,这正是边缘海具有的特征(Ustaomer. T, et al, 1994)

表 2 基性熔岩微量元素值( $\times 10^{-6}$ )

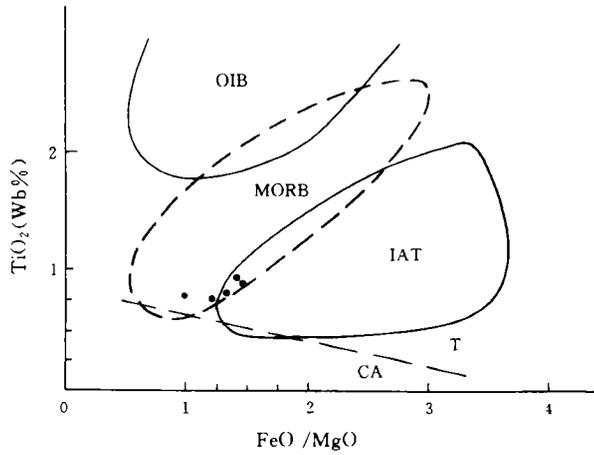
Table 2 Trace-element data of basalt

编号	Sr	K	Ba	Nb	Ce	P	Sm	Ti	Y	Yb	Cr	Lu	V	Ni
Pc-14A	233.24	3319	137.49	1.78	5.02	337.79	1.87	5896.80	21.15	2.32	277.02	2.89	233.70	192.93
Pc-14B	148.02	2489	70.07	1.46	4.27	296.48	1.73	6855.20	20.89	2.36	328.55	2.51	227.37	175.83
D-3	192.95	1662	213.20	1.61	4.79	323.78	1.66	5194.80	16.65	2.01	172.00	2.32	231.08	80.43

数据由南京大学地球科学系中心实验室测试

在 La/Nb-La 判别图上,本区基性熔岩成分点落入 MORB 与 IAB 重叠区,显示弧后盆地的特点(图 6)(李曙光,1993);在 La/Nb-Y 图上则落入 BABB 区,即弧后盆地区(图 7)(Ustaomer. T, et al, 1994)。

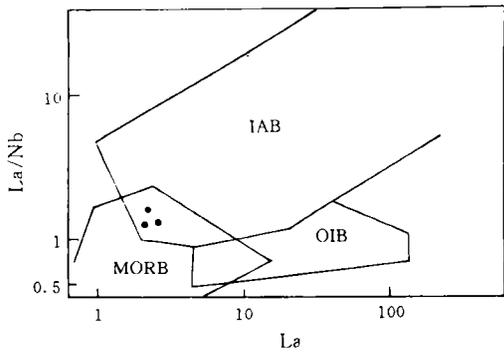
稀土元素地球化学能够对岩浆成因和火山岩古构造环境提供有用的线索。表 3 为本区蛇



OIB: 洋岛玄武岩 MORB: 洋中脊玄武岩 IAT: 岛弧玄武岩

图 5  $TiO_2-FeO^*/MgO$  图解 (MiYashiro, 1975)

Fig. 5  $TiO_2$  versus  $Feo^*/MgO$

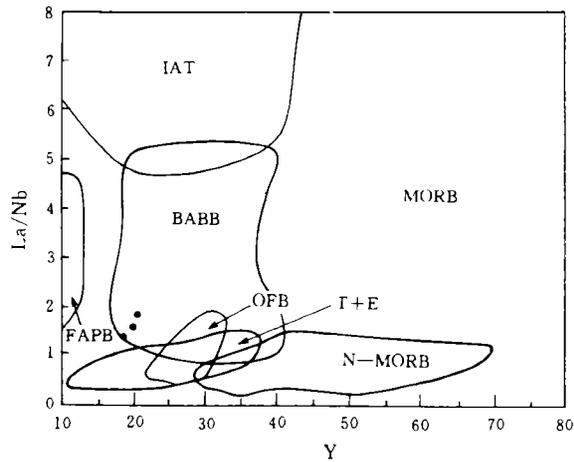


IAB: 岛弧玄武岩 MORB: 洋脊玄武岩 OIB: 洋岛玄武岩

图 6  $La/Nb-Ln$  图解

(李曙光, 1993)

Fig. 6  $La/Nb$  versus  $Ln$



IAT: 岛弧拉斑玄武岩 FAPB: 弧前大陆架玄武岩 T+E: 玄武岩 MORB: 过渡+富集型洋中脊玄武岩 BABB: 弧后盆地玄武岩 OFB: 洋底玄武岩 N-MORB: 正常洋中脊玄武岩

图 7  $La/Nb-Y$  图解 (T. Ustaomer, 1994)

$La/Nb$  versus  $Y$

绿岩套的稀土元素半度值, 从中可以看出变质橄榄岩的稀土元素丰度与球粒陨石相比相对贫化, 而地幔岩的稀土元素原始丰度为球粒陨石的 1.4~3.6 倍 (A. E. Ringwood, 1975), 说明本区变质橄榄岩是贫化的地幔物质, 曲线形式呈 U 型 (图 8)。

基性熔岩的稀土总量是球粒陨石的 9~10 倍,  $(La/Yb)_s = 0.59 \sim 0.73$ , 属亏损型, 配分曲线左倾到平坦 (图 8)。

表 3 研究区蛇绿岩套岩石稀土元素丰度( $\times 10^{-6}$ )

Table 3 REE abundance data of ophiolite suit rock at study area

样品号	岩性	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
* HL-5	橄辉岩	0.31	0.76		0.44	0.098	0.03	0.12	0.024		0.047		0.03	0.22	0.036
PC-14	枕状玄武岩	2.89	5.02	2.66	9.41	1.87	0.69	3.70	0.60	3.35	0.77	2.29	0.36	2.32	0.35
D-3	细碧岩	2.32	4.79	2.15	7.83	1.66	0.55	3.23	0.51	2.97	0.67	1.99	0.31	2.01	0.26
KC-21	玄武岩	1.78	5.01	1.40	6.12	1.78	0.51	2.91	0.62	2.70	0.62	1.88	0.28	1.79	0.27
KD-16A	细碧岩	2.27	4.62	1.43	6.87	2.18	0.69	3.81	0.60	3.56	0.79	2.31	0.33	2.08	0.30
* KL-28	玄武岩	2.67	7.85		7.82	2.84	1.08	4.19	0.81		1.42		0.73	5.06	0.81
* KL-30	玄武岩	1.05	3.83		3.95	1.75	0.76	3.27	0.68		1.21		0.55	3.48	0.52

注: \* 为中科院高能物理所中子活化法分析其余由南京大学地球科学系中心实验室 ICP 法分析。

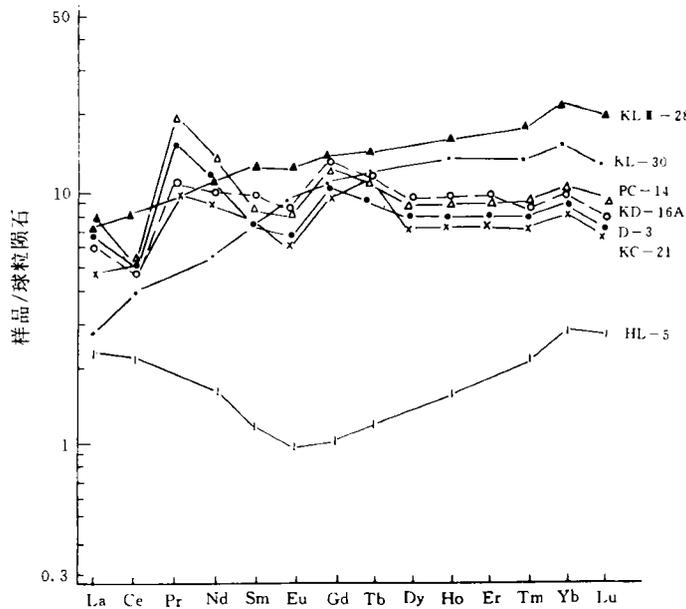


图 8 基性岩—超基性岩稀土配分曲线

Fig. 8 Chondrite normalized REE Patterns of ophiolite suit rock.

在南天山库勒湖至库尔干道班及拜城黑英山一带的硅质岩中发现以下放射虫化石: *As-troentactinia* aff. *biaciculata* Nazarov. *Polyentactinia* aff. *Kossitekensis* Nazarov. *Spong entactinia* sp. *Entactinosphaera* *distactotata* Foreman. 这一组合属晚志留世—早泥盆世(王作勋等, 1990)。这一时代可以代表研究区蛇绿岩形成时代的上限, 即不晚于晚志留世。

### 3 构造背景讨论

从前面蛇绿岩套单元组分的地球化学信息表明, 它们既不是典型的洋中脊岩石, 也不是典型的岛弧火山岩, 而是一种兼具大洋和岛弧地球化学特征的弧后盆地构造背景。当然确定他们

所代表的构造背景,仅仅用地球化学图表显然是不够的,应该全面、综合分析才能得出比较合理的解释。下面几点将有助于这一问题的认识:

(1)蛇绿岩套中常见的席状岩墙没有发育,这是缓慢扩张的标志,而有别于洋中脊,应属于慢速扩张的小型洋盆;

(2)堆积杂岩不发育,说明岩浆房不是很发育,岩浆房中岩浆分异程度较低,这也不是大洋所具有的特点。片岩的确认(肖席常等,1990)以及伊宁南缘代表高温低压变质带的加里东晚期片麻花岗岩的出现构成一个双变质带(陈哲夫,1993)即由南而北为高压型-高温型,这就暗示南天山弧后盆地是通过往北俯冲而完成其历史的。这从观察剖面(图2、3)的构造极性上也能说明这一认识结论。

### 参考文献

- 1 马瑞士,王赐银,叶尚夫. 东天山构造格架及地壳演化. 南京:南京大学出版社,1993.23~54
- 2 王作勋,邵继易,吕喜朝,等. 天山多旋回构造演化与成矿. 北京:科学出版社,1990
- 3 冯益民. 西准噶尔蛇绿岩生成环境及其成因类型. 地科院西安地矿所刊,1986,(13):37~45
- 4 李曙光. 蛇绿岩生成环境的 Ba-Th-Nb-La 判别图,岩石学报,1993,9(2):144--155
- 5 肖序常,汤耀庆,冯益民,等. 新疆北部及其邻区大地构造. 北京:地质出版社,1992,55~60
- 6 陈哲夫,徐新,梁云海. 新疆构造手风琴式开合演化的基本特点. 中国区域地质,1993,(1):45~58
- 7 张驰,黄萱. 新疆西准噶尔蛇绿岩形成时代和环境的探讨. 地质论评,1992,38(6):509~523
- 8 James W, Hawkins Jr. 边缘海玄武岩类的岩石学和地球化学特征. 见:郭令智等译,岛弧,海沟和弧后盆地. 海洋出版社,1984,239~252
- 9 Pearce A J. 玄武岩判别图“使用指南”. 国外地质,1984,(11):1~12
- 10 Coleman R G, 鲍佩声译. 蛇绿岩. 北京:地质出版社,1982
- 11 Kensaku Tamaki. Two modes of back-arc spreading. *Geology*, 1985, 13(7):475~478
- 12 Miyashiro. A. Classification charactersitics and origin of ophiolite. *Journal of Geology*, 1975,83:249~281
- 13 Ustaomer T, Robertson A H F. robertson H F. Late Palaeozoic marginal basin and subduction-accretion: the Palaeotethyan Kure complexes, central Pontides, northern Turkey. *Journal of the Geological society*, 1994, 151(2): 291~305

## THE PETROCHEMISTRY CHARACTERISTICS AND THE TECTONIC SETTING OF THE KULEHU OPHIOLITE MELANGE IN THE SOUTHERN TIANSHAN

Wu Shimin Ma Ruishi Lu Huafu Jia Dong Chai Dongsheng  
(Dept. of Earth Sciences of Nanjing University, 210093)

### Abstract

After observing the Heyinshan and Du-Ku highway sections, we studied the petrology, petrochemistry of the ophiolite rocks and combined with the regional geological data. The tectonic setting of the ophiolite rocks belong to backarc basin during early Paleozoic period.