维普资讯 http://www.cqvip.com

18卷4期 河北地质学院学报 Vol.18 No.4
1995年 JOURNAL OF HEBEI COLLEGE OF GEOLOGY 1995

南天山南缘蛇绿岩岩石化学特征及同位素年龄*

王学潮 何国琦 李茂松 高 俊 陆书宁
(北京大学地质学系，北京 100871)

摘 要 南天山南缘蛇绿岩有独特的地球化学特征，其玄武岩微量元素特征与E型洋中脊玄武岩相似，蛇绿岩稀土特征为稀土总量低、轻稀土亏损、重稀土富集、具弱铕负异常，其配分模式与N型洋中脊的类似，它可形成于洋中脊环境中；其Ar^{40}/Ar^{39}坪年龄为335.51±8.77Ma，Ar^{40}/Ar^{39}等时线年龄为329.89±8.07Ma，坪年龄谱还记录了258Ma和146Ma时的两期地质热事件。

关键词 南天山，蛇绿岩，洋脊型玄武岩，Ar^{40}/Ar^{39}坪年龄，Ar^{40}/Ar^{39}等时线年龄

中图法分类号 P584

南天山蛇绿混杂岩的分带、形成时代及形成环境，目前认识尚不一致[1][2][3][4]。本文将南天山的蛇绿岩划分为三个带：①中天山南缘基性—超基性岩带，该带大致沿那拉提山北坡的尼古拉耶夫线延伸，经拉尔敦达坂北、再向东可能延伸到巴仑台北冰达坂附近，反映了吉尔吉斯中天山与北天山离散的事实；②南天山北缘蛇绿岩混杂岩带，主要沿长阿吾子—库米什延伸，它是塔里木板块和哈萨克斯坦板块最后缝合的产物[1]；③南天山南缘蛇绿岩带，主要为米斯布拉克蛇绿岩。

南天山南缘蛇绿岩分布于黑英山—虎拉山泥盆纪褶皱带中，有所谓的南支、北支之分。北支主要沿科克铁克达坂一线东西向延伸，包括阿尔腾柯什—库勒湖蛇绿岩带。南支主要指欧西达坂南坡—色日克牙依拉克蛇绿岩；岩石组合主要包括层状辉长岩、枕状玄武岩、超基性火山岩及放射虫硅质岩，堆晶辉长岩不发育，上地幔辉橄岩相对较少，未发现席状岩墙。研究表明①，南天山南缘蛇绿岩的北支阿尔腾柯什—库勒湖蛇绿岩实际上是一个推覆体，欧西达坂南坡—色日克牙依拉克蛇绿岩带是它的根带，它们并不代表两个扩张中心。

本文主要探讨了库勒湖蛇绿岩和欧西达坂南坡蛇绿岩的某些地球化学特征及同位素年龄。

收稿日期：1995-3-6，张云湘编辑，刘亚民校对
*国家305项目资助课题

① 王学潮，西南天山构造特征及演化，北京大学硕士学位论文，1994

维普资讯 http://www.cqvip.com

1 岩石化学特征

表1为南天山南缘蛇绿岩的常量元素（%）和微量元素（ppm）分析数据，表2为稀土元素分析数据（ppm）。其中，T64—1、T64—3、T64—7、T64—11、T65—2、T66—1为库勒湖蛇绿岩样品，其余的为欧西达坂南坡蛇绿岩样品。

1.1 常量及微量元素特征

库勒湖和欧西达坂南坡玄武岩的岩石化学特征有独特之处，其常量元素和洋中脊玄武岩常量元素平均值[5]相比，SiO_2含量相对偏低，Al_2O_3含量有一定的波动范围，但具有“低铝”的趋势，贫K_2O，而Na_2O+K_2O则相对较高，大家3.05～5.05，FeO含量也有增高的趋势。

玄武岩的微量元素和N型洋中脊的相比，Sr含量相对偏高，但一般地小于200ppm，显示出洋脊玄武岩的特征；而Ba含量介于34～120ppm之间，K/Ba比值明显低于正常型洋中脊玄武岩的K/Ba值，Ba的含量特征与异常型洋脊玄武岩的相类似。高电价、大半径阳离子Th含量较高，介于26～39ppm之间，可能是玄武岩蚀变造成的；Zr为47～106ppm，但总体变化范围小，且大多小于100ppm；Nb含量为19～41ppm，而Zr/Nb值随着Nb浓度变大则有变小的趋势，与异常型洋脊玄武岩的Zr含量特征类似。

过渡元素V的含量为226～350ppm，高于演化了的玄武岩（V为200ppm），Cr一般相对于其它过渡元素含量变化大，但过渡元素在两种类型洋中脊玄武岩（N型、E型）及大洋岛屿型玄武岩中没有较大的区别，它们的含量表明样品不是“原生”的玄武岩，而是经过分异的玄武岩。

橄榄岩常量元素成分显示贫硅富镁的特点。

在枕状熔岩P_2O_5—Zr变异图（图1）中，玄武岩数据投图分散，介于碱性玄武岩和拉斑玄武岩之间；在玄武岩$FeO^*/MgO-TiO_2$图（图2）中，玄武岩多投入到拉斑玄武岩区，且多数位于洋中脊拉斑玄武岩区。



图1 枕状熔岩P_2O_5—Zr变异图
（据Floyd和Winchester，1975）
al—碱性玄武岩；th—拉斑玄武岩



图2 玄武岩$FeO^*/MgO-TiO_2$图
（Migashiro，1975）
MORB—洋中脊拉斑玄武岩；IAT—岛弧拉斑玄武岩；OIB—洋岛拉斑玄武岩；CA—钙碱性玄武岩；T—拉斑玄武岩

表 1　南天山蛇绿岩的常量和微量元素含量

岩石名称	样品编辑号	室编号	常量元素(%)											微量元素(ppm)							
			SiO_2	Al_2O_3	Fe_2O_3	FeO	MgO	CaO	Na_2O	K_2O	TiO_2	P_2O_5	MnO	烧失	Sr	Ba	Zr	Nb	V	Ta	Th	
橄榄玄武岩	T64—1	62	49.96	17.11	4.73	3.78	7.28	6.69	4.38	0.50	0.71	0.22	0.16	4.26	176	35	564	46	26	234	3.3	26
橄榄玄武岩	T64—3	63	44.62	16.69	5.49	2.70	7.19	10.74	3.50	0.50	0.59	0.22	0.16	7.26	134	21	456	51	27	226	3.2	28
橄榄玄武岩	T65—1	64	48.04	17.27	5615	3.45	6.24	7.98	4.48	0.55	0.77	0.21	0.12	5.58	232	43	414	54	29	228	3.1	26
玄武岩	T64—11	65	49.72	11.31	6.42	6.00	11.35	2.02	4.38	0.75	0.56	0.19	0.23	7.26	63	13	145	40	19	269	3.5	36
橄榄玄武岩	T74—2	66	49.95	17.01	2.70	7.55	8.86	5.62	0.50	0.25	1.50	0.26	0.14	5.31	184	120	277	106	41	350	3.5	39
橄榄玄武岩	T74—2	67	49.52	14.79	4.24	5.53	8.61	6.77	4.50	0.55	0.87	0.23	0.20	4.33	453	88	268	56	28	270	3.1	37
纯橄榄岩	T74—11	68	48.08	12.78	1.50	7.23	6.99	8.26	4.13	0.38	0.98	0.20	0.16	9.28	197	35	149	69	33	286	3.1	33
玄武岩	T80—1	69	45.86	10.20	1.66	6.60	5.28	12.80	2.75	0.30	0.74	0.17	0.23	13.13	142	44	173	47	30	226	3.0	26
玄武岩	T80—2	70	46.99	13.38	2.06	8.40	7.44	8.53	3.25	0.45	1.00	0.23	0.19	7.65	188	34	228	66	34	298	3.5	34
辉长岩	T64—7	71	46.93	14.20	2.37	7.03	9.52	7.60	3.88	0.38	0.76	0.23	0.19	6.54	140	64	266	54	29	255	3.2	35
辉长岩	T74—8	72	48.78	14.40	2.54	6.30	9.26	8.33	3.13	0.88	0.89	0.24	0.19	4.74	221	36	393	66	31	270	3.2	35
辉长岩	T74—10	73	46.94	13.36	2.31	6.70	9.49	7.58	3.63	0.50	0.90	0.23	0.20	7.90	322	25	389	62	30	258	3.3	36
辉长岩	T74—12	74	47.54	13.09	2.09	7.50	7.80	7.54	4.25	0.30	1.10	0.26	0.16	8.71	183	27	152	68	32	295	3.1	34

(北京大学地质系测试,1994.6)

维普资讯 http://www.cqvip.com

表2　南天山蛇绿岩的稀土元素含量

岩石名称	样品编号	室编号	La	Ce	Pr	Nb	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y
橄榄玄武岩	T64—1	62	1.367	3.743	0.621	3.887	1.607	0.564	2.520	0.411	2.494	0.572	1.718	0.261	1.660	0.265	15.857
橄榄玄武岩	T64—3	63	1.485	4.070	0.819	3.657	1.364	0.507	2.010	0.304	1.707	0.390	1.186	0.170	1.038	0.162	11.330
橄榄玄武岩	T65—2	64	0.551	4.201	0.640	5.233	1.896	0.696	2.730	0.460	2.904	0.656	1.946	0.302	1.964	0.330	16.610
橄榄玄武岩	T66—1	66	2.340	7.098	1.275	7.324	2.642	0.891	3.786	0.612	3.673	0.777	2.155	0.325	2.051	0.321	18.955
橄榄玄武岩	T74—2	67	1.569	4.385	0.780	4.768	1.980	0.691	3.074	0.519	3.249	0.712	2.074	0.312	1.989	0.324	18.560
玄武岩	T64—11	65	1.189	3.025	0.479	2.924	1.202	1.305	2.048	0.349	2.202	0.514	1.574	0.259	1.786	0.312	14.774
玄武岩	T80—1	69	1.418	3.688	0.633	3.853	1.622	0.555	2.526	0.423	2.623	0.568	1.614	0.242	1.512	0.274	15.182
玄武岩	T80—2	70	2.433	5.927	1.005	5.733	2.300	0.795	3.624	0.574	3.374	0.740	2.132	0.318	1.988	0.321	19.796
辉长岩	T64—7	71	1.386	3.904	0.725	4.284	1.762	0.677	2.754	0.453	2.711	0.601	1.708	0.528	1.625	0.264	16.023
辉长岩	T74—8	72	1.422	4.409	0.818	4.878	1.954	0.695	3.232	0.532	3.246	0.723	2.114	0.324	2.079	0.342	19.478
辉长岩	T74—10	73	1.402	4.223	0.784	4.612	1.790	0.625	2.891	0.496	3.165	0.669	1.855	0.282	1.798	0.298	16.354
辉长岩	T74—12	74	1.891	5.411	1.007	5.914	2.425	0.877	3.733	0.600	3.585	0.796	2.315	0.352	2.243	0.371	21.071
纯橄榄岩	T74—11	68	1.755	4.959	0.864	5.325	2.101	0.749	3.220	0.538	3.336	0.726	2.074	0.321	2.081	0.343	19.058

（北京大学地质系测试；1994，6）

维普资讯 http://www.cqvip.com

维普资讯 http://www.cqvip.com

1.2 稀土元素特征

从表2看出，超基性岩的稀土总量$\sum$REE=29.981～47.450，La/Yb=0.796～1.272，δEu=0.857～0.936，没有明显的分馏作用；玄武岩稀土总量$\sum$REE=33.940～51.061，La/Yb=0.755～1.141，δEu=0.839～0.842，呈稀土总量低、轻稀土亏损的特征，其中铕为弱负异常，图3为玄武岩的稀土配分曲线，与N型洋中脊拉斑玄武岩的稀土配分模式相接近。辉长岩的稀土总量为$\sum$REE=39.197～52.592，La/Yb=0.673～0.817，δEu=0.840～0.940，重稀土平稳，稀轻土亏损，弱铕负异常，其稀土配分曲线见图4.

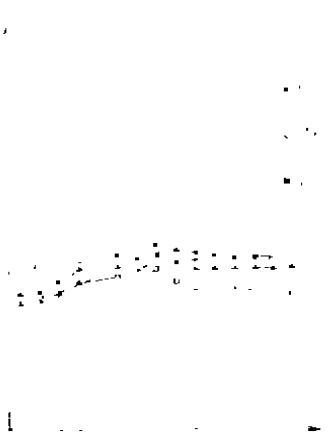

图3　玄武岩的稀土配分

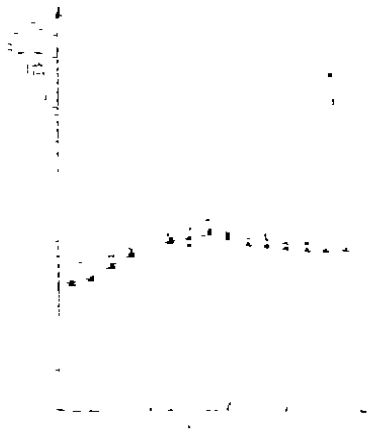

图4　辉长岩稀土配分曲线

由上述资料可知，库勒湖与欧西达坂南坡蛇绿岩具有类似的地球化学特征。

图5为玄武岩的地球化学型式图[6]，南天山南缘玄武岩与典型的N型洋中脊玄武岩有较大的差别，不相容元素Ba、Th、Ta、Nb总体呈富集趋势，而Sm、Ti、Y和Yb强烈亏损，这些特征表明样品为过渡类型的玄武岩，即拉斑玄武岩向碱性玄武岩过渡，与大西洋中脊碱性玄武岩和亚丁湾拉斑—碱性玄武岩相似。这也从侧面反映了南天山南缘蛇绿岩成因的复杂性。

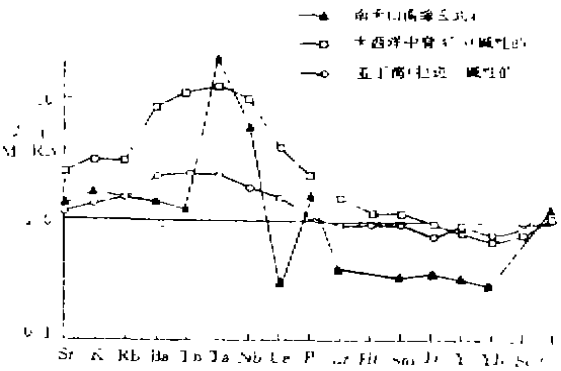

图5　玄武岩的地球化学型式

2　同位素年龄

南天山南缘蛇绿岩的时代目前有争议，前人[2]认为属于晚志留世—早泥盆世，有关科研报告[①]认为应归于下泥盆统阿尔腾柯什组。

① 王宝瑜等，中国天山西段木札尔特河及独库公路地质剖面综合研究报告，1993

维普资讯 http://www.cqvip.com

本文在欧西达坂南坡蛇绿岩中的辉长岩中取同位素年龄样，由于非放射性成因过剩氩的存在或氩的丢失使得同位素年龄偏高或偏低，而且过剩氩的存在对钾含量低且年轻的矿物如辉石、堇青石等影响较大，故本文将辉长岩中的斜长石作为测试对象。

2.1 Ar^{40}/Ar^{39}坪年龄

图6为样品的年龄谱，图7和表3给出了$^{*}Ar^{40}$析出与样品加热温度之间的关系；分阶段升温加热得到的一系列表面年龄说明样品有氩的丢失或受到后期热事件的影响。

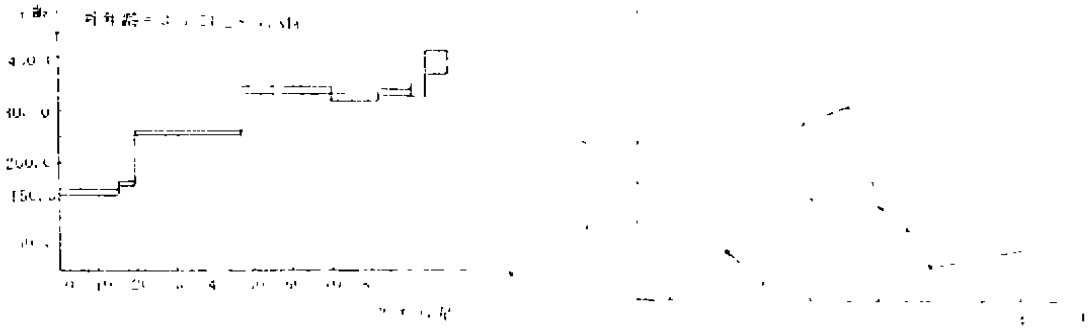

图6　辉长岩的坪年龄图（中科院地质所测；1994）

图7　Ar^{40}析出与样品加热温度之间的关系

表3　样品$T_{86\text{-}6\text{-}2}$的坪年龄分析数据

温度（℃）	年龄（Ma）	$^{*}Ar^{40}/Ar^{40}$（%）	持续时间（Ma）	$^{*}Ar^{40}$（%）	Ar^{39}（%）
560	146.60	7.40	5.05	42.38	14.8
670	162.86	2.43	4.32	46.33	19.1
780	258.29	25.45	4.01	47.20	47.1
910	338.48	27.81	6.10	26.85	70.0
1000	325.78	13.73	7.23	37.92	81.7
1075	333.01	10.49	5.92	59.45	90.5
1140	341.87	4.96	17.19	22.66	94.5
1420	391.10	7.73	22.54	30.45	100.0

在560℃时，低温阶段释放的$^{*}Ar^{40}/Ar^{40}$比值较低，且年龄谱上为一段年龄不随温度而改变的坪区，可能反映了最新一次氩丢失事件的年龄（146.6Ma）；780℃有一较稳定的年龄谱，$^{*}Ar^{40}/Ar^{40}$值达25.45，反映样品在258.29Ma时曾遭受过相对较强地质热事件的扰动；最长的年龄谱所代表的年龄为335.51±8.77Ma，加热温度在920℃～1140℃之间，这一坪年龄很接近样品的冷却年龄或原始结晶年龄，但其侵入年龄难以确定。由于存在不一致的年龄谱，即存在氩丢失现象，该样品的坪年龄可能比结晶年龄偏低。

图8　辉长岩的Ar^{40}/Ar^{39}等时线年龄图

维普资讯 http://www.cqvip.com

2.2 Ar^{40}/Ar^{39}等时线年龄

Ar^{40}/Ar^{39}等时线法排除了过剩氩的影响，从图8的等时线图中可知，过剩氩的$Ar^{40}/Ar^{36}=297.95\pm3.44$，与大气氩的$Ar^{40}/Ar^{36}=295.5$接近，说明样品中可能不存在过剩氩，而所参与线性处理的四个数据点则有较好的拟合优度，反映出等时线年龄为329.89±8.09Ma；样品的坪年龄和等时线年龄基本吻合。

3 结　论

玄武岩的稀土元素特征与N型洋中脊玄武岩的相近，其稀土配分曲线为正斜率，La/Sm<1，而微量元素特征则与E型洋中脊玄武岩的类似，图1和图2显示玄武岩为拉斑质向碱性玄武岩的过渡类型，其地球化学型式图（图5）表明，玄武岩与典型的洋中脊玄武岩有一定的区别。这些岩石化学特征表明，南天山南缘蛇绿岩可能形成于南天山有限洋盆的弱扩张脊环境中，而且其源区可能受到来自富集地幔物质的混染，可能是一种受到消减作用影响的源区。

玄武岩的最后冷却结晶年龄说明南天山有限洋盆可能在石炭纪末封闭，Ar^{40}/Ar^{39}坪年龄谱还记录了258Ma和146Ma时的构造热事件，对应的可能是南天山有限洋盆封闭之后的陆内推覆走滑地质作用，这与南天山褶皱带中发育的259Ma和159Ma两期碱性花岗岩可能存在某些时空上的联系。

本文承蒙王仁民教授审阅，谨表谢意。

参考文献

1 肖序常等，古中亚复合巨型缝合带南缘构造演化，北京科学技术出版社，1991

2 王作勋等，天山多旋回构造演化及成矿，科学出版社，1990

3 张良臣，吴乃元，天山地质构造及演化史，新疆地质，1985；3（3）

4 李春昱，王荃，我国北部边陲及邻区的古板块构造与欧亚大陆的形成，中国北方板块构造文集（一），北京大学出版社，1983

5 G. E. Logfren, etc. Petrology and chemistry of terretrial, lunar and meteroritic basalts, in: Basaltic Volcanism on the terrestrial planets, Pergamon Press. 1981

6 王仁民著，变质岩原岩图解判别法，地质出版社，1987

7 中国科学院登山科学考察队，天山托木尔峰地区的地质与古生物，新疆人民出版社，1985

Petrochemical Characteristics and Isotopic Age of Ophiolite in Southern Part of South Tianshan

Wang Xuechao　He Guoqi　Li Maosong　Gao Jun　Lu Shuning

(Department of Geology, Peking University, Beijing 100871)

Abstract　Petrochemical Characteristics of ophiolite in Sonthern part of South Tianshan have some distinctive features. Features of trace elements of basalt's composition of ophiolite, are similar to E-type oceanic-ridge basalt's. Total amount of REE is lower, LREE loss, HREE

维普资讯 http://www.cqvip.com

enrichment, and Eu negative anomaly is small. Distribution curve of REE is very similar to N-type oceanic ridge basalt's. The plateau age of Ar^{40}/Ar^{39} of ophiolite is 335.51±8.77Ma, and isochron age of Ar^{40}/Ar^{39} is 329.89±8.07Ma. And geological thermo-events at 258Ma and 146Ma can be distinguished on the diagram of plateau age.

Key words South Tianshan, Ophiolite, Ocean-ridge basalt, Ar^{40}/Ar^{39} plateau age, Ar^{40}/Ar^{39} isochron age.

我刊荣获河北省高校优秀学报称号

华北三省市高校学报研究会1995年学术年会在呼市召开

本刊讯 华北三省市（河北、山西、天津）高校学报研究会1995年学术年会，于8月24日至28日在呼和浩特市内蒙古农牧学院召开，到会代表56人，共提交论文25篇。河北省出版局报刊处副处长崔玉欣和张东力同志，内蒙古高校学报研究会秘书长浩斯，内蒙古农牧学院院长朝伦巴根教授、副院长嘎尔迪教授出席会议并讲了话。

开幕式由河北省高校学报研究会副理事长刘亚民同志主持，山西省高校学报研究会理事长高焕章教授致开幕词，河北省高校学报研究会理事长何锡源教授以及山西和天津的代表做了近两年来的工作总结和今后工作计划。刘亚民同志还通报了全国高校自然科学学报“三优”评比情况。会议期间，各位代表以“高校学报现状与展望”、“编辑学者化”为中心论题，进行了广泛热烈的研讨。

会议期间，河北省教委、山西省高校学报研究会对在高校学报“三优”评比中获得殊荣的单位和个人颁奖并给予表彰。我刊在河北省高校学报三优评比中荣获优秀学报二等奖；刘亚民同志被评为优秀编辑工作者；刘亚民、张云淑、陈红石合著的《学报及学报编辑学的定义》荣获优秀编辑学论著一等奖，陈红石、刘亚民合著的《河北地质学院学报引证分析与质量评价》荣获优秀编辑学论著二等奖。

（愚夫、丹玉）