第24卷 第3期
Vol.24 No.3

新 疆 地 质
XINJIANG GEOLOGY

2006年9月
Sep.2006

文章编号：1000-8845(2006)03-218-05 中图分类号：P534.45 文献标识码：A

新疆西天山大哈拉军山组火山岩岩石化学特征及地质意义

邵铁全[1],石莹[2],靳红[3],宋杨[4],朱志新[2,5],王克卓[2],张建东[2],徐达[2]

(1.长安大学地质工程与测绘工程学院,陕西 西安 710054;2.新疆维吾尔自治区地质矿产勘查开发局第一区域地质调查大队,新疆 乌鲁木齐 830011;3.新疆维吾尔自治区地质矿产研究所,新疆 乌鲁木齐 830000;
4.中国地质大学,北京 10083;5.中国地质科学院地质研究所,北京 100037)

摘 要:下石炭统大哈拉军山组主要分布于西天山伊犁盆地,不整合在志留纪地层或老地层之上,其上被阿克萨克组角度或平行不整合覆盖.火山岩组合为玄武岩、安山岩、流纹岩及安山岩、流纹岩组合,以安山岩发育为特征.玄武岩属岛弧拉斑玄武岩和钙碱性系列,属太平洋型钠质类型,稀土、微量元素显示具岛弧特征,大地构造位置为岛弧中心靠近大洋一侧, 与南侧那拉提晚泥盆—早石炭世侵入岩共同组成火山弧,同为古亚洲洋向北俯冲的产物.

关键词:西天山;大哈拉军山组;火山岩;岛弧

本文主要研究对象为1∶25万新源幅内大哈拉军山组(图1)❶,分布于博罗科努山南坡至那拉提北缘断裂之间,大地构造属于西天山造山带,为中亚地区古造山带在中国境内的延伸[1].以新源县城为界地理上可分为南北两部,近EW向展布,构成阿吾拉勒山东段、塔斯玛脚特山、卡特斯格山主体,前人对该组构造环境分歧较大,有人认为是巩乃斯晚古生代裂谷的产物[2~4],也有人认为是岛弧环境产物[5,6],还有人认为是与地幔柱有关的大火山岩省[7].通过1∶25万区调,对其地质特征、岩石化学、地球化学等研究后,认为其形成于岛弧构造环境.

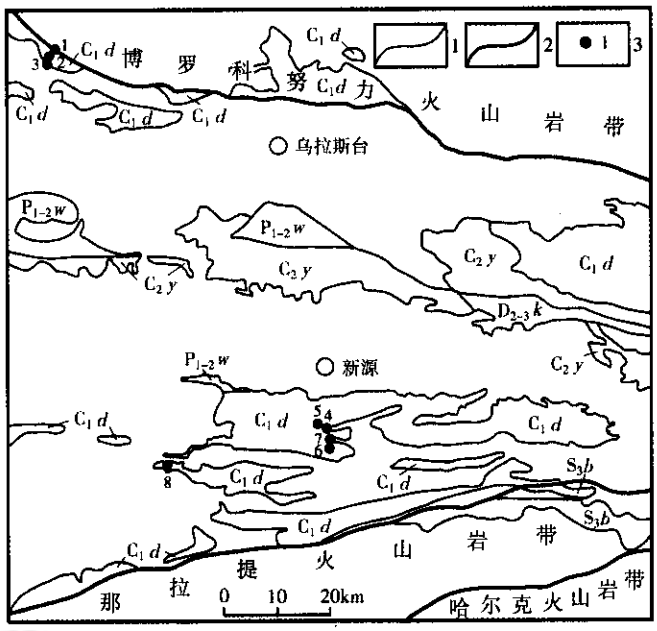

图1 伊犁盆地新源一带古生代火山岩分布图
Fig.1 Distribution map of volcanic rocks in the Yili Xinyuan Basin
1.地质界线;2.火山岩分区界线;3.岩石化学、地球化学采样点
$P_{1-2}w$——乌郎组火山岩;C_2y——伊什基里克组火山岩;C_1d——大哈拉军山组火山岩;$D_{2-3}k$——坎苏组火山岩;S_3b——巴音布鲁克组火山岩

1 基本特征

该组总体为一套中酸性火山熔岩及火山碎屑岩,夹有玄武岩,但分布不均,仅在局部地区(如恰可布河下游等地)较发育.此外,本组也夹少量正常碎屑岩和灰岩,灰岩多呈大型透镜体状,部分地区含化石.研究区大哈拉军山组含化石地点有两处:阿吾拉勒山主脊依生布古河及恰可布河口南.含腕足 *Gigantoproductus* sp., *Linoproductus* sp.,*Dictyoclostus* sp.,*Schellwenellia* sp., *Atlhris*;珊瑚 *Diphyphyllum* sp., *Siphonophyllia* sp.,*Kueiochowpora* sp.,这些化石属早石炭世晚期无疑,与上覆阿克沙克组的化石基本类同.邻幅库尔代河流域,本组含腕足 *Grandispirifer* sp., *Phricothyris* sp., *Avonia* sp., *Neospirifer* sp.等及珊瑚 *Syringopora ramulosa*, *Lithostrotion* 等.从腕足未出现

项目资助:中国地调局大调查项目(200213000018)资助
收稿日期:2005-09-23;修订日期:2006-01-16;作者 E-mail:stotto@163.com
第一作者简介:邵铁全(1965-),男,河南郑州人,工程师,2005年获长安大学博士学位,从事构造地质学、矿床学、工程地质学的研究
❶ 新疆维吾尔自治区地质局.新疆地质矿产图新源幅(1∶25万),2004

大长身贝而只有 *Grandispirifer* sp.等特点看,其应属本组下部层位.因为 *Grandispirifer* 在博罗科努山见于阿恰勒河组下部,时代通常为维宪阶早中期.在大哈拉军山组创名剖面(科克苏河剖面)前人获有 Ar-Ar 法同位素年龄值(349±27) Ma、(333±28) Ma,大体显示为早石炭世[8],朱永峰在新源县城南 10 km 处获玄武岩 354 Ma 的 SHRIMP 锆石同位素年龄[9].因此,其形成时代目前确定为早石炭世杜内阶—维宪阶,但不排除其下部有上泥盆统的可能.其下不整合于老地层长城系泊仑干布拉克岩组、上志留统基夫克组之上.其上被下石炭统阿克沙克组、上石炭统伊什基里克组、中下二叠统乌郎组及侏罗系角度不整合或平行不整合覆盖.大部分地区所见大哈拉军山组与阿克沙克组多为断层关系.该组火山活动特征可归纳如下:①岩性以中酸性火山岩为主,岩相在尼勒克河上游以爆发相为主,火山活动由早至晚愈演愈烈.在阿吾拉勒山东段,以喷溢相为主,火山活动由早到晚由强到弱,总的表现比尼勒克河上游要弱;②南部岩性由北而南为中酸性-中基性火山岩,岩相以喷溢相为主,火山活动由早—中—晚,构成喷溢-爆发-间歇的周期,表现出弱-强-间歇的特征.为中心式火山机构类型.在构造形态上,该组在北部阿吾拉勒山东段构成背斜的核部,在南部,总体构成复式向斜的两翼.层位上看,总体由下至上岩性由中基性向酸性演变.

2　岩相其及组合特征

火山岩相有爆发相、喷溢相、喷发-沉积相.爆发相以安山质-流纹质凝灰岩、火山角砾岩、熔结凝灰岩为主,喷溢相以安山岩为主,流纹岩、霏细岩、玄武岩、英安岩较少,喷发-沉积相,主要有凝灰质砂岩、凝灰质粉砂岩、凝灰质角砾岩、沉凝灰岩.岩相组合以爆发-喷溢相的正韵律为主,反韵律次之,北部多于南部;次者为爆发-喷发沉积相或正常沉积岩,且发育于南部地区.其岩石组合,北部:安山岩-±英安岩-流纹岩;南部大致以莫合尔大桥—塔依阿苏一线为界,线北为安山岩-流纹岩,局部玄武岩增多,线南为玄武岩-安山岩-±流纹岩为主,前者一般为成熟岛弧的岩石组合,后者属不成熟岛弧的特征.

3　岩石化学特征

岩石化学分析成果见表 1.所取的 8 个样在 TAS 图投影(图 2),表明大哈拉军山组火山岩有石英拉斑玄武岩、玄武安山岩、安山岩、粗安岩、英安岩,依据该组火山岩产出特征,其中玄武安山岩、安山岩、

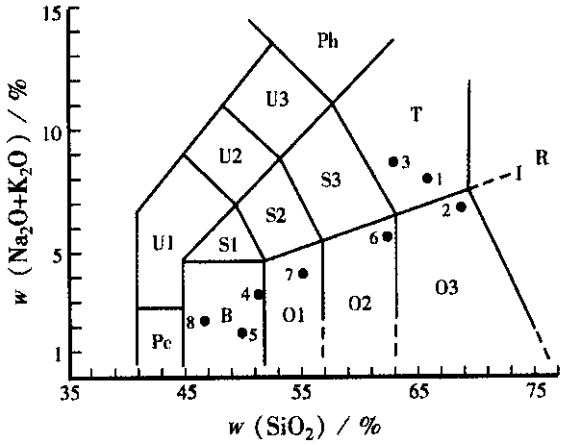

图 2　大哈拉军山组火山岩 TAS 图

Fig.2　TAS diagram of Daihalajunshan Formation volcanic rocks

(M.J.Le Bes 等,1986:IUGS,1989)

O——SiO_2 过饱和;S——SiO_2 饱和;U——$Si0_2$ 不饱和;Ⅰ——碱性(上部)与亚碱性(下部)分界线;F——副长石岩;U1——碱玄岩、碧玄武;U2——响岩质碱玄岩;U3——碱玄质响岩;Ph——响岩;S1——粗面玄武岩;S2——玄武质粗面安山岩;S3——粗面安山岩;T——粗面岩、粗面安山岩;Pc——苦橄玄武岩;B——玄武岩;O1——玄武安山岩;O2——安山岩;O3——英安岩;R——流纹岩

1——英安质熔结凝灰岩;2——霏细岩;3——安山玢岩;4——杏仁状玄武岩;5——强蚀变玄武岩;6——蚀变安山岩;7——安山岩;8——杏仁状玄武岩

表 1　大哈拉军山组火山岩岩石化学成分表

Table 1　Petrochemistry composition analyses of volcanic rock of Daihalajunshan Formation　　单位:$\times 10^{-2}$

岩石名称	SiO_2	Fe_2O_3	FeO	Al_2O_3	CaO	MgO	K_2O	Na_2O	TiO_2	MnO	P_2O_5	烧失	总量
英安质熔结凝灰岩	64.54	3.58	0.60	15.20	2.92	1.21	4.80	3.55	0.56	0.09	0.17	3.09	100.31
霏细岩	67.85	1.49	1.40	15.83	1.79	0.40	7.36	0.27	0.30	0.10	0.06	3.55	100.40
安山玢岩	60.78	2.76	2.55	16.96	2.47	0.81	0.51	8.51	0.83	0.09	0.29	2.68	99.24
杏仁状玄武岩	51.91	2.49	7.48	1.085	10.88	8.38	0.61	2.64	0.99	0.16	0.24	3.20	99.83
强蚀变玄武岩	50.37	1.77	7.50	11.00	9.65	11.85	0.44	1.76	0.76	0.18	0.20	3.78	99.26
蚀变安山岩	62.77	1.30	3.15	15.73	2.58	2.78	1.64	4.00	0.76	0.07	0.20	4.71	99.69
安山岩	55.38	3.23	4.84	15.27	4.82	4.39	1.29	3.05	1.15	0.13	0.28	6.29	100.12
杏仁状玄武岩	46.78	0.54	7.70	11.69	9.98	6.61	0.42	2.01	0.81	0.12	0.12	13.17	99.95

粗安岩、流纹岩为主要岩石类型.里特曼指数（σ),8个样中有7个样 σ=0.66~3.24,均小于3.3,只有3号样 σ=4.58,说明该岩石类型属亚碱性系列[10].在FAM图(图略)进行投影,中酸性岩石样落在钙碱性系列区,玄武岩样落在拉斑玄武岩系列区,且具岛弧的低钛、低钾特征.

4 地球化学特征

稀土元素特征 稀土总量变化范围大64~243(表2);分布曲线右倾(图3),其标准样选择Jahn(1980)球粒陨石丰度，轻稀土富集,重稀土亏损.稀土分布曲线总的为稀土分馏平坦或不明显. δEu=0.5~0.98,表明Eu为亏损型,具铕负异常.因其值接近1,说明岩浆(残余熔浆)分离结晶程度一般. δCe=0.86~0.97,为Ce亏损型,具Ce负异常,表明氧化条件处于中等.

微量元素特征 从表3和图4、5来看[11],该组基性、中性、酸性岩均具较典型的火山弧微量元素比值图[12].玄武岩呈典型的钙碱性火山弧“三隆起”型式,即Sr、K、Rb、Ba、Th的强烈富集,并伴有Ce、Sm的富集;而酸性岩表现为Sr、P、Ti的明显亏损；中性岩安山岩具有Nb、Sr、P、Ti的微弱亏损.为强不相容元素富集型,可能成因信息为富集地幔源,属熔融程度低、分离结晶程度强的残余熔体,$2Nb_N/(K_N+La_N)$=0.34~0.9l,均小于l,属铌亏损,提供的可能成因信息属地壳物质,具同化混染的玄武质岩石.

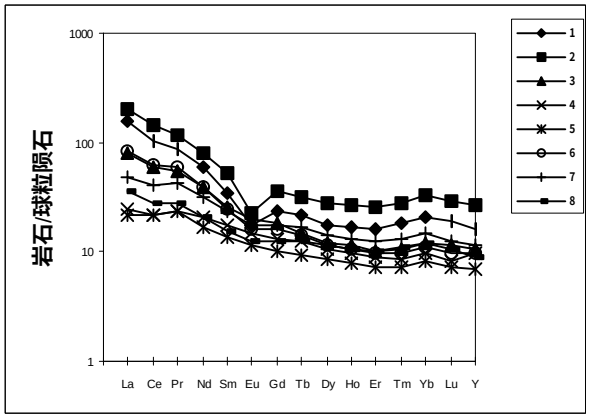

图3 大哈拉军山组火山岩稀土分布型式

Fig.3 REE distributed patterns of Daihalajunshan Formation volcanic rocks

1——熔结凝灰岩;2——霏细岩;3——安山玢岩;4——杏仁状玄武岩;5——强蚀变玄武岩;6——蚀变安山岩;7——安山岩;8——杏仁状玄武岩

表2 大哈拉军山组火山岩稀土元素丰度

Table 2 REE analyses of volcanic rock of daihalajunshan formation 单位:$\times10^{-6}$

岩石名称	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y
熔结凝灰岩	48.75	84.71	9.97	34.87	6.60	12.4	6.21	1.01	5.71	1.22	3.41	0.60	3.81	0.62	21.53
霏细岩	64.11	119.20	13.66	48.52	9.91	1.61	9.27	1.51	9.11	1.95	5.40	0.93	5.95	0.93	51.11
安山玢岩	25.25	48.58	6.26	23.17	4.87	1.42	4.75	0.70	3.85	0.83	2.12	0.35	2.21	0.37	20.45
杏仁状玄武岩	7.76	17.97	2.74	12.28	3.32	1.07	3.36	0.60	3.49	0.70	1.87	0.28	1.78	0.27	18.60
强蚀变玄武岩	6.80	17.68	2.70	10.22	2.26	0.84	2.68	0.45	2.78	0.58	1.56	0.24	1.48	0.23	13.07
蚀变安山岩	25.74	49.89	6.75	23.69	4.72	1.17	4.24	0.68	3.82	0.75	2.04	0.33	2.00	0.31	18.37
安 山 岩	15.08	32.47	4.93	18.52	4.51	1.29	4.53	0.79	4.66	0.95	2.68	0.43	2.68	0.40	21.93
杏仁状玄武岩	11.24	22.96	3.15	12.18	2.96	0.92	3.24	0.59	3.75	0.76	2.20	0.37	2.24	0.34	17.19

表3 大哈拉军山组火山岩微量元素丰度

Table 3 Trace element analyses of volcanic rock of Daihalajunshan Formation 单位:$\times10^{-6}$

岩石名称	Rb	Ba	Th	U	K	Nb	La	Ce	Sr	Nd	P	Hf	Zr	Sm	Ti	Y	Yb
熔结凝灰岩	160	76.30	16.0	3.3	40 900	30.0	48.8	84.7	198	34.9	598.0	9.3	312	6.6	2 971	31.5	3.8
霏细岩	267	868.0	26.0	3	62 800	46.0	64.1	119.2	51	48.5	179.0	14	500	9.9	1 668	51.1	6.0
安山玢岩	17	40.3	4.3	1.3	400	15.0	25.3	48.6	312	23.2	1204	5.4	191	4.9	4 946	20.5	2.2
杏仁状玄武岩	13	156	1.6	0.85	5 300	6.6	7.8	18.0	305	12.3	936.0	2.5	95	3.3	5 408	18.6	1.8
强蚀变玄武岩	7	125	1.4	0.67	3 700	5.3	6.8	17.7	473	10.2	965	1.4	73	2.7	4 090	13.1	1.5
蚀变安山岩	49	324	7.9	1.8	13 800	9.6	25.7	49.9	360	23.7	746	4.8	173	4.7	4 345	18.4	2
安 山 岩	61	229	4.2	1.1	11 200	8.7	15.1	32.5	388	18.5	840	3.7	136	4.5	6 249	21.9	2.7
杏仁状玄武岩	21	2718	3.0	0.89	4 200	6.4	11.24	22.96	292	12.18	543	2.0	88	2.96	4 172	17.19	2.24

注:样品常量元素由新疆地矿局实验测试中心完成(方法为XRF熔片法),2003;微量元素、稀土元素由湖北地质实验研究所分析测试(Ga用粉末发射光谱法,Rb用XRF粉末法,其余用ICP-AES法),2003

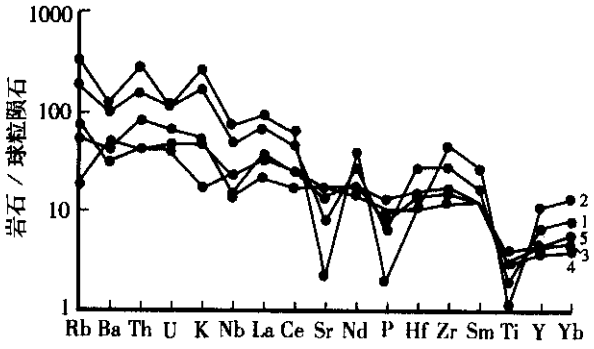

图 4　大哈拉军山组中酸性火山岩微量元素标准化分布型式
Fig.4　Trace element normalized distributions patterns of Daihalajunshan Formation middle acidic volcanic rocks
1——熔结凝灰岩;2——霏细岩;3——安山玢岩;4——蚀变安山岩;5——安 山 岩

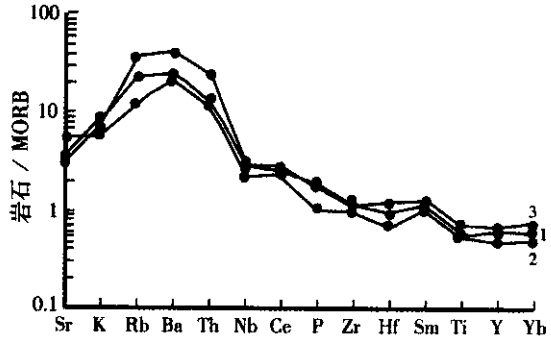

图 5　大哈拉军山组玄武岩微量元素标准化分布型式
Fig.5　Trace element normalized distributions patterns of Daihalajunshan Formation basalt
1——杏仁状玄武岩;2——强蚀变玄武岩;3——杏仁状玄武岩

5　讨论

大哈拉军山组岩石组合为安山岩-±英安岩-流纹岩及玄武岩-安山岩-±流纹岩为主,前者一般为成熟岛弧的岩石组合,后者属不成熟岛弧的特征.火山岩岩石化学、地球化特征均显示具较典型的火山弧的特征.5 个中酸性岩石样在 Lg τ-Lg σ 图(图 6)进行投影,l、2、6、7 号落入消减带(B)区,3 号样落入 C 与 B 区界线附近的 C 区一侧.3 个玄武岩样在图 Hf/3-Th-Ta 图解(图 7)上投影,均落入火山弧玄武岩(VAB)区,并且在钙碱性岩区(CAB).说明大哈拉军山组火山岩产出的大地构造环境无疑是岛弧环境,具体位置可能是岛弧中心靠近大洋一侧.

以上资料显示研究区存在早石炭世的钙碱性火山岩组合,在研究区作者还划出志留—泥盆纪的钙碱性侵入岩组合❶,说明研究区具志留—早石世的活动陆缘特征.根据以上资料分析认为:在震旦纪,全球意义的 Rodinia 超大陆开始解体,在本区表现为塔里木板块与哈萨克斯坦板块的分裂扩张,产生早古生代的

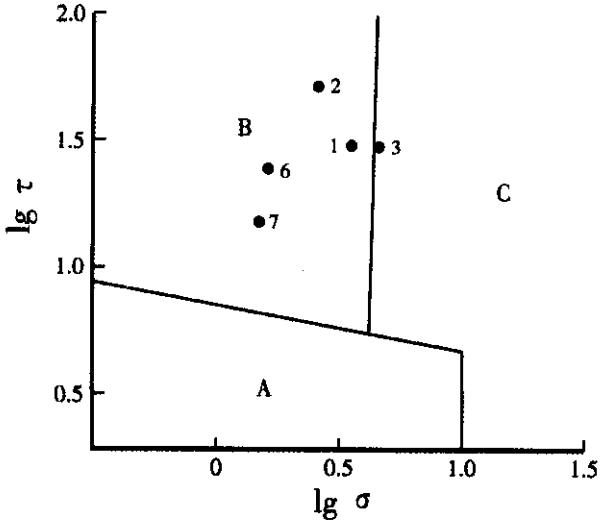

图 6　大哈拉军山组中酸性火山岩 Lg τ-Lg σ 图
Fig.6　Lgô-Lgó diagram of Daihalajunshan Formation acide-intermediate volcanic rocks
(Rittmann A,1970)
A——板内稳定区;B——消减带;C——A 与 B 区演化的碱性火山岩
1——熔结凝灰岩;2——霏细岩;3——安山玢岩;4——杏仁状玄武岩;
5——强蚀变玄武岩;6——蚀变安山岩;7——安山岩;8——杏仁状玄武岩

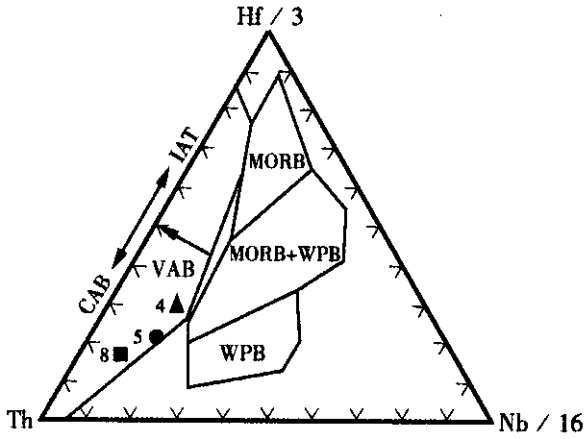

图 7　大哈拉军山组玄武岩 Hf/3-Th-Ta 图解
Fig.7　Hf/3-Th-Ta diagram of Daihalajunshan Formation basalt
(WOOD D A,1980)
MORB——洋中脊玄武岩;IAT——岛弧拉斑玄武岩;CAB——钙碱性玄武岩;WPB——板内玄武岩;VAB——火山弧玄武岩
4——杏仁状玄武岩;5——强蚀变玄武岩;8——杏仁状玄武岩

南天山洋.在本区以达鲁巴依、努尔萨拉等地发育非典型的震旦纪蛇绿岩组合为代表❶,在辉长岩、玄武岩中获锆石 U-Pb 年龄 590 Ma 和 600 Ma[13].向东则以却勒塔格蛇绿岩为代表,笔者在蛇绿岩的辉长岩中获 Sm-Nd 全岩等时年龄(728±111) Ma[14].伊犁盆地南缘志留纪钙碱性侵入岩及大陆弧火山岩的存在,说明

❶ 新疆维吾尔自治区地质局,新疆地质矿产图新源幅地质报告(1∶25 万), 2004

在志留纪,塔里木板块向伊犁-伊塞克湖板块下俯冲碰撞,高俊等在科克苏河地区蓝片岩中获多硅白云母单矿物 $^{40}Ar/^{39}Ar$ 法坪年龄(415.37±3.92) Ma[15];新疆地矿局第二区调队在察汗萨拉幅开展 1∶5 万区调时❶,在蓝片岩中用 K-Ar 法获 402 Ma 年龄;作者 2002 年在本区阿克康奥尔灰色堇青石黑云母石英片岩内取年龄样,经中国科学院地质与地球物理研究所固体同位素地球化学实验室测得 Rb-Sr 全岩等时线年龄值为(401±49) Ma❷.这些数据都证实了这个观点.志留纪巴音布鲁克组洋岛型火山岩的发现[16],说明当时南天山洋是很宽的,并有热点活动.伊犁地块南部活动陆缘形成大量的“I”型花岗岩,其侵入时代为泥盆纪(作者采 SHRIMP 锆石同位素年龄(366.3±7.3) Ma 和(369±7.7) Ma)同时还形成大量本文研究的早石炭世大哈拉军山组的弧型火山岩,王宝瑜等在该组火山岩中 Ar-Ar 法同位素年龄值(349±27) Ma、(333±28) Ma[8],朱永峰获 354 Ma 的 SHRIMP 锆石同位素年龄[9].早石炭世维宪期阿克沙克组和大哈拉军山组的不整合代表南天山洋盆的闭合,塔里木板块向伊犁-伊塞克湖板块下“B 型”俯冲向“A 型”俯冲碰撞转化,在伊犁盆地南缘形成晚石炭的“I 型”向“S 型”过渡的花岗岩
组合❷.

参 考 文 献

[1] 李锦轶.中国大陆地壳“镶嵌与叠覆”的结构特征及其演化[J].地质通报,2004,23(9-10):986-1004.
[2] 车自成,刘洪福,刘良,等.中天山造山带形成与演化[M].北京:地质出版社: 1994,1-135.
[3] 车自成,刘良,刘洪福,等.论伊犁古裂谷[J].岩石学报,1996,12(3):478-489.
[4] 肖序常,汤耀庆,冯益明,等.新疆北部及其邻区大地构造[M].北京:地质出版社:1992,1-169.
[5] 卢华复,贾承造,贾东,等.库车再生前陆盆地冲断构造楔特征[J].高校地质学报,2001,7(3):257-271.
[6] 赵振华,沈远超,涂光炽,等.新疆金属矿产资源的基础研究[M].北京:科学出版社,2001.
[7] 夏林圻,夏祖春,徐学义,等.天山石炭纪大火山岩省与地幔柱[J].地质通报,2004,23(9-10):904-910
[8] 王宝瑜,郎智君,李向东,等.中国天山西段地质剖面综合研究[M].北京:科学出版社,1994.
[9] 朱永峰,张立飞,古丽冰,等.西天山石炭纪火山岩 SHRIMP 年代学及其微量元素地球化学研究[J].科学通报,2005,50 (18):2004-2014.
[10] 邱家骧,林景仟.岩石化学[M].北京:地质出版社,1991.
[11] Wood D A ,Joron J L, Treuil M. A re-appraisal of the use of trace element to classify and discriminate between magma series erupted in different tectonic settings[J]. *Earth Planet, Sci.Lett.*, 1979,45,326-336.
[12] Sivell W j, Waterhouse j B. Petrogenesis of Gympie group volcanics;evidence for remnants of an early Permian volcanic arc in eastern Australia[J]. *Lithos*, 1988,21,81-95.
[13] 杨海波,高鹏,李兵,等.新疆西天山达鲁巴依蛇绿岩地质特征[J].新疆地质,2005,23(2):124-126.
[14] 朱志新,田文全,倪梁,等.新疆东天山西段却勒塔格蛇绿岩地球化学特征[J].新疆地质, 2004,22(2):132-135.
[15] 高俊,肖序常,汤耀庆,等.新疆西南天山蓝片岩变质作用 P-T-t 轨迹及构造[J].地质论评,1994,40(6):544-553.
[16] 朱志新,王克卓,李锦轶,等.新疆西天山巴音布鲁克组火山岩地质特征及构造意义[J].新疆地质,2006,24(1):9-12.

VOLCANIC ROCK PETROCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE DAIHALAJUNSHAN FORMATION IN THE WESTERN TIANSHAN, XINJIANG AND THEIR GEOLOGICAL SIGNIFICANCE

SHAO Tie-quan[1], SHI Ying[2], JIN Hong[3], SONG Yang[4], ZHU Zhi-xin[2,5], WANG Ke-zhuo[2], ZHAN Jian-dong[2], XU Da[2]

(*1. School of Geological Engineering and Surveying Engineering, Chang an University, Xi an, Shanxi, 710054,China; 2.No.1Regional Geological Surveying Party,BGMRED of Xinjiang , Urumqi, Xinjiang,830000,China; 3. Instituteof Geology and Mineral Resources, BGMRED of Xinjiang, Urumqi, Xinjiang, 830000, China; 4.China University of Geosciences Beijing 100083, China;5. Institute of Geology, CAGS, Beijing, 100037, China*)

Abstract: daihalajunshan formation of early carboniferous was been mostly distributed in yili basin of western tianshan, it unconformity cover on the Silurian stratum and older stratum,and was been covered by akesake formation in angular unconformity and disconformity. the volcanic rock combination is basalt-andesite-rhyolite and andesite-rhyolite. the basalt is belong island arc tholeiite and series of the calc-alkaline,and have character of island arc in rare earth element and trace element. The tectonic location at the center of island arc and close up ocean. It consist volcanic arc together with the plutons of lanati in the late Devonian-early carboniferous. the volcanic arc was the result of ancient asia ocean subduct northward.

Key word: western tianshan; daihalajunshan formation; volcanic rock; island arc

❶ 倪新元,李兵.察汗萨拉幅 1∶5 万区调, 2000
❷ 新疆维吾尔自治区地质局.新疆地质矿产图新源幅地质报告(1∶25 万), 2004