

甘肃北山地区后造山花岗质岩石 的大地构造背景

王彦斌

(地矿部地质研究所)

摘要 Rb-Sr 同位素研究结果表明,北山北部狼娃山南花岗闪长岩等时线年龄为 278Ma,北山南部野马街北斜长花岗岩和野马街南斜长花岗岩等时线年龄分别为 351Ma 和 311Ma,结合北山地区已有的大量同位素年龄数据及大地构造背景,提出北山地区晚古生代热事件的存在及其重要构造意义。通过 Sr、Nd 和 Pb 同位素组成研究,认为哈萨克斯坦板块延入本区,其基底主要由洋壳物质组成。

北山地区位于甘肃和内蒙古的西部,大致在北纬 40°40′—42°00′、东经 94°20′—100°00′ 之间,面积约 12.5 万 km²。研究区位于塔里木与哈萨克斯坦两大板块的对接部位(图 1),为了研究两大板块于早古生代末碰撞后哈萨克斯坦板块东端新疆准噶尔延至北山地区部分的基底性质,我们对北山北部狼娃山一带的花岗闪长岩和北山南部野马街一带的斜长花岗岩进行了 Rb-Sr 同位素地球化学研究,进而探讨两大板块基底性质及其所代表的大地构造背景含义。

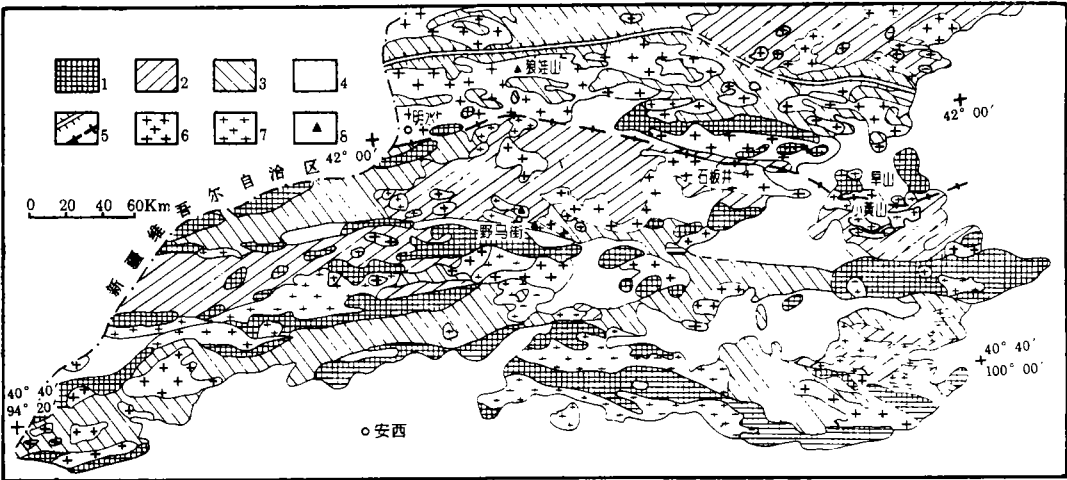


图 1 甘肃北山地区地质简图(据左国朝等 1990 年资料改编)

Fig. 1 Geological sketch map of the Beishan area, Gansu

1—前寒武系;2—早古生界;3—晚古生界;4—中、新生界;5—微扩张带和缝合线;6—华力西期花岗岩;7—其它时代花岗岩;8—采样位置

1 地质构造背景

关于北山地区大地构造分区,李春昱等(1983)首次提出,我国的天山、西准噶尔及甘肃北山属

于哈萨克斯坦板块。通过分析左国朝 1990 年的工作成果,我们认为以石板井—小黄山蛇绿岩带为界,把北山分为南、北两部分。它们的大地构造环境有显著的差异,分属于塔里木板块与哈萨克斯坦板块。石板井—小黄山蛇绿岩带为早古生代末的一条大陆碰撞缝合线,其北侧属哈萨克斯坦板块南部被动边缘,南侧属塔里木板块北部活动边缘。区内地质体和主要构造线方向呈近东西向。肖序常等(1991)对西邻的准噶尔盆地基底的研究表明,其基底主要由洋壳物质组成,即早古生代到石炭纪前的洋壳。哈萨克斯坦板块东端的前寒武纪基底是否延入本区,穆治国等(1992)认为哈萨克斯坦板块的最东端以微大陆的形式延入了北山地区。

2 花岗质岩石的地球化学特征

2.1 狼娃山一带花岗闪长岩的地质、地球化学特征

出露于狼娃山南(采样位置 $N42^{\circ}16' - 42^{\circ}7'$, $E97^{\circ}3' - 97^{\circ}7'$),构造上处于哈萨克斯坦板块南部的被动大陆边缘部位,宽约 14km。受东西向构造控制的花岗闪长岩侵入早石炭纪的酸性凝灰岩中。花岗闪长岩为灰白色,中粒—中细粒花岗结构,局部为似斑状结构,块状构造。主要矿物成分:石英(30%),条纹长石(10%),微斜长石(10%),更长石(37%),普通角闪石(8%),黑云母(5%)。岩石化学分析结果: SiO_2 74.7%、 TiO_2 —0.15%、 Al_2O_3 —12.95%、 Fe_2O_3 —0.37%、 FeO —11.6%、 MnO —0.03%、 MgO —0.48%、 CaO —1.32%、 Na_2O —4.3%、 K_2O —3.8%、 H_2O —1.04%。从这些数据可以看出,该岩体酸度较大($SiO_2 > 70\%$)、富碱($K_2O + Na_2O > 7\%$)、 $K_2O + Na_2O + CaO / Al_2O_3 = 1.064$ 、镁铁总量较低($Fe_2O_3 + FeO + MgO < 3\%$),属钙碱系列。

对狼娃山一带花岗闪长岩所做的 Rb-Sr 全岩等时线结果列于表 1,等时线结果为 $t = 277.71 \pm 13.5 Ma$, $(^{87}Sr / ^{86}Sr)_i = 0.703703 \pm 0.000616$, $r = 0.996493$ (图 2),属早二叠世。

表 1 狼娃山南花岗闪长岩 Rb-Sr 同位素分析结果

Table 1 Results of Rb-Sr isotope analysis of granodiorite south of Langwa Mountain

序号	样品号	Rb(10^{-6})	$^{87}Rb(10^{-6})$ mol/g	Sr(10^{-6})	$^{86}Sr(10^{-6})$ mol/g	$^{87}Rb / ^{86}Sr$	$^{87}Sr / ^{86}Sr$
1	B22	145.368	0.4720	344.73	0.38754	1.2179	0.71012
2	B23-1	60.933	0.1978	104.87	0.21914	0.9028	0.70707
3	B23-2	99.267	0.3223	195.72	0.22006	1.4646	0.70839
4	B24	326.344	1.0596	268.10	0.30123	3.5174	0.71553
5	B25	210.222	0.6825	447.17	0.50278	1.3575	0.70850
6	B26	463.321	1.5043	108.24	0.12117	12.4151	0.75324
7	642-1	110.602	0.3591	428.42	0.48170	0.7455	0.70839

花岗闪长岩的 $^{143}Nd / ^{144}Nd$ 值在0.51221~0.51276之间, $(^{87}Sr / ^{86}Sr)_i = 0.7037$, $\epsilon Sr = -1.3$ 。花岗闪长岩的岩石铅为异常铅,其特征为 $^{206}Pb / ^{204}Pb$ (18.14~19.47), $^{207}Pb / ^{204}Pb$ (15.04~16.11), $^{208}Pb / ^{204}Pb$ (37.11~39.85),数据点位于零等时线右侧。这种异常铅可能是壳幔混合铅,即由地幔来源的正常铅和地壳来源的放射成因铅混合而成。以上这些特征表明,该花岗闪长岩是由原始地幔来源岩浆或洋壳物质重熔形成的。

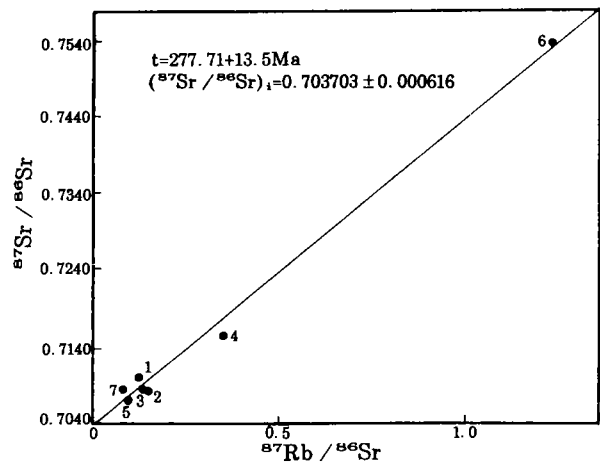


图 2 狼娃山南花岗闪长岩全岩 Rb-Sr 等时线图
Fig. 2 Whole-rock Rb-Sr isochron of granodiorite south of Langwa Mountain

2.2 野马街一带斜长花岗岩地质、地球化学特征

野马街一带斜长花岗岩位于石板井—小黄山缝合带以南,即塔里木板块北部活动边缘部位。对其中两个岩体做了重点工作。野马街北片麻状黑云斜长花岗岩(采样位置 N41°37',E96°57')侵入到中元古界的云英片岩和石英岩中,原被定为加里东晚期花岗岩。我们对其进行了 Rb-Sr 全岩同位素年龄测定,其结果(表 2)是,t=350.73±15.3Ma,(⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)_i=0.705969±0.000497,r=0.993388(图 3),εSr=20.85,属早石炭世。

表 2 野马街北黑云斜长花岗岩全岩 Rb-Sr 同位素分析结果
Table 2 Results of Rb-Sr isotope analysis of biotite plagiogranite north of Yemajie

序号	样品号	Rb(10 ⁻⁶)	⁸⁷ Rb(10 ⁻⁶) (mol/g)	Sr(10 ⁻⁶)	⁸⁶ Sr(10 ⁻⁶) (mol/g)	⁸⁷ Rb/ ⁸⁶ Sr	⁸⁷ Sr/ ⁸⁶ Sr
1	H ₁₋₁	160.850	0.5222	253.76	0.28512	1.8316	0.71545
2	H ₁₋₂	95.117	0.3088	494.14	0.55556	0.5559	0.70911
3	H ₁₋₃	216.387	0.7026	234.42	0.26329	2.6683	0.71941
4	H ₁₋₄	209.156	0.6791	242.34	0.27221	2.4947	0.71857
5	H ₁₋₅	151.612	0.4922	382.96	0.43049	1.1435	0.71075
6	H ₁₋₆	222.902	0.7237	252.39	0.28350	2.5527	0.71835

野马街南斜长花岗岩(采样位置 N41°30'30",E97°2'40")侵入中元古界的石英岩、绢云绿泥片岩夹大理岩,原定为加里东晚期。我们对斜长花岗岩进行了 Rb-Sr 全岩同位素年龄测定,其结果(表 3)是,t=311.31±21.8Ma,(⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)_i=0.709441±0.000729,r=0.995533,εSr=70.13,属中石炭世。

尽管⁸⁷Sr/⁸⁶Sr 初始比值不能简单地判别物质来源,但从本区的构造环境及其它地球化学标志可知,狼娃山南花岗闪长岩的物质来源主要是幔源或洋壳物质的重熔;野马街一带斜长花岗岩的物质来源具有壳幔双重来源的特点,据大陆地壳锶同位素比值特征[(⁸⁷Sr/⁸⁶Sr)_i=0.706~0.709],主要为地壳重熔的产物。

表 3 野马街南斜长花岗岩 Rb-Sr 全岩同位素分析结果
Table 3 Results of Rb-Sr isotope analysis of plagiogranite south Yemajie

序号	样品号	Rb(10^{-6})	$^{87}\text{Rb}(10^{-6})$ (mol/g)	Sr(10^{-6})	$^{86}\text{Sr}(10^{-6})$ (mol/g)	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
1	H ₂ -1	137.900	0.4477	128.41	0.14417	3.1056	0.72328
2	H ₂ -2	112.333	0.3647	190.83	0.21437	1.7013	0.71715
3	H ₂ -3	130.759	0.4245	161.88	0.18182	2.3350	0.71946
4	H ₂ -4	175.236	0.5689	221.45	0.24872	2.2875	0.71949
5	H ₂ -5	186.719	0.6062	211.85	0.23790	2.5482	0.72091

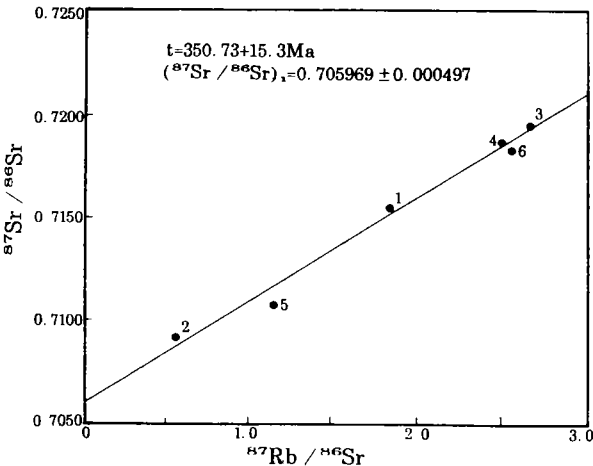


图 3 野马街北黑云母斜长花岗岩全岩 Rb-Sr 等时线图
Fig. 3 Whole-rock Rb-Sr isochron of biotite plagiogranite north of Yemajie

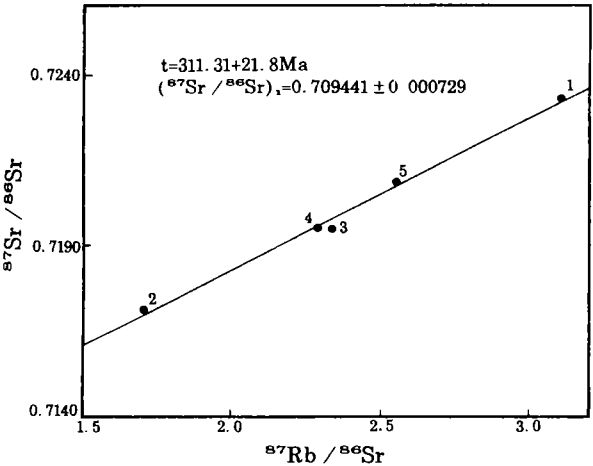


图 4 野马街南斜长花岗岩全岩 Rb-Sr 等时线图
Fig. 4 Whole-rock Rb-Sr isochron of plagiogranite south of Yemajie

3 北山地区花岗质岩石构造环境讨论

3.1 关于泛亚洲热事件

随着哈萨克斯坦板块与塔里木板块于泥盆纪初封闭后,早石炭世初期通过卡拉麦里缝合带的闭合(李锦轶,1992),与西伯利亚板块连成一体,形成古亚洲大陆的雏形。在刚固结的古亚洲边缘出露大片面状分布的晚古生代花岗岩侵入体,构成中亚最后一次非造山的热事件,这就是柯尔曼、肖

序常等人提出的泛亚洲热事件(R. G. Coleman, 1991)。如图 5 所示,反映了晚古生代泛亚洲热事件规模较大。志留纪末到泥盆纪,北山地区随着石板井—小黄山洋盆的闭合,南侧大陆边缘及过渡区的沟—弧—盆体系与明水—旱山微陆块等单元拼贴在一起。石炭纪到二叠纪南北向扩张的地动力环境(左国朝等,1990)形成近东西向展布的裂隙带,沿断裂带有辉长岩和辉绿岩侵入,地幔岩浆使稳定不久的陆壳加热和部分熔融,造成晚古生代强烈的岩浆活动。表明泛亚洲热事件在北山地区也有着强烈的显示。

3.2 北山北部基底性质

研究表明(Stacey 和 Kramers, 1975),当年轻深成熔浆穿过较老的地壳,特别是古老前寒武纪地壳时,Pb、Sr 和 Nd 同位素一般记录了这些下伏岩石中可资辨认的标志。因此,如果北山北部之下普遍存在较老的前寒武纪基底,那么这些二叠纪的花岗闪长岩可以提供古老基底存在的同位素信息。如前所述,狼娃山南一带花岗内长岩初始钕比值($^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$),及铅同位素比值反映其物质来源为幔源或洋壳重熔的特点,表明北山北部碰撞期后花岗质深成岩不是由前寒武纪硅铝质地壳重熔而成的岩浆岩。这一结果与肖序常等(1992)在准噶尔地区的研究结果十分相似,即准噶尔的地壳基底属洋盆性质。这样,北山北部的基底与准噶尔是连通的,同属哈萨克斯坦板块的范畴。而野马街一带的斜长花岗岩初始锶比值则反映大陆地壳的性质,即塔里木板块的基底性质。

左国朝等(1992)在北山地区旱山一带发现澄江期花岗岩,旱山混合花岗岩体侵入黑绿色角闪片岩中,岩性由单一的混合花岗岩组成。主要矿物成分中,石英 30~35%、条纹长石 15~20%、更长石

35~40%、微斜长石 5%、黑云母及普通角闪石<1%。据左国朝(1992),在多阳离子构造环境图上,投影点落在造山期的深熔岩浆作用范围内,表明该岩体是大陆内部由于挤压作用使地壳增厚,从而聚集了热量,使地壳熔融而形成的。Rb-Sr 同位素年龄测定结果是: $t = 649.14 \pm 56\text{Ma}$, $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i = 0.707225 \pm 0.000516$, $\epsilon\text{Sr} = 38.67$, Sm-Nd 模式年龄值为 $1774 \pm 42\text{Ma}$ 。初始锶比值是大陆壳锶同位素比值特征。该岩体现今的地理位置已在石板井—小黄山缝合带以北,而原来是属于塔里木板块的一部分。旱山微陆块在构造上与西邻中天山隆起带相连,两者都是在早古生代末石板井—小黄山洋盆打开时,由塔里木板块分离出去而并入哈萨克斯坦大洋板块中的微陆块。

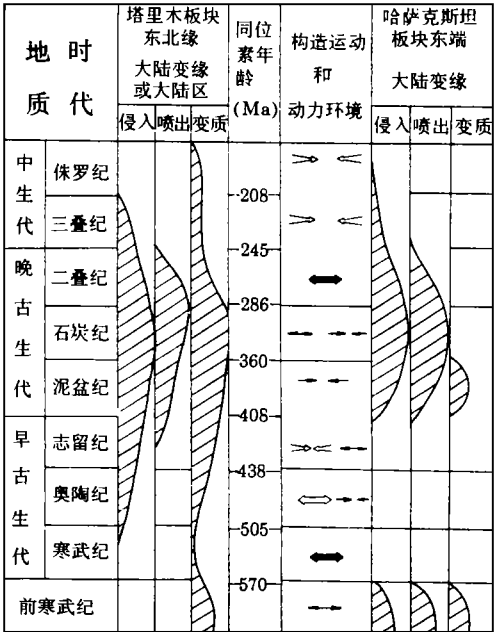


图 5 北山地区构造环境与
岩浆热事件综合示意图
(据穆治国 1992 年资料改编)
Fig. 5 Integrated diagram of the
tectonic setting and magmatothermal
event in the Beishan area

本文得到陈炳蔚、左国朝、肖序常研究员的大力支持与帮助,Pb、Nd 和 Rb-Sr 同位素分析由中国科学院地质研究所同位素分析室测定,在此一并致谢!

4 参考文献

- [1] 李春昱等,1982,亚洲大地构造图。地质出版社。
- [2] 穆治国等,1992,甘肃北山地区同位素定年与构造岩浆热事件。北京大学学报(自然科学版),第28卷,第4期。
- [3] 左国朝、何国琦等,1990,北山板块及成矿规律。北京大学出版社。
- [4] 肖序常等,1992,新疆北部及邻区大地构造。地质出版社。
- [5] 沈渭洲,1987,稳定同位素地质。原子能出版社。
- [6] 毛存孝等,1989,Sm-Nd法技术改进与地质应用讨论。地球化学,第1期。
- [7] Coleman, R. G., 1989, Continental growth of Northwest China. *Tectonics*, Vol. 8, No. 3.
- [8] Stacey, J. S. and Kramers, J. D., 1975, Approximation of terrestrial lead isotope evolution by a two-stage model. *Earth and Planetary Science Letters*, Vol. 26.

TECTONIC SETTING OF OROGENIC GRANITES IN THE BEISHAN REGION, GANSU PROVINCE

Wang Yanbin

Abstract

Rb-Sr isotopic studies of orogenic granites in the Beishan region, Gansu province, gave three isochron ages: 278 Ma (granodiorite south of Langwa Mountain in the northern part of the region), 351 Ma (plagiogranite north of Yemajie in the southern part of the region) and 311 Ma (plagiogranite south of Yemajie). On the basis of these data coupled with large amounts of isotope data available in the region and the tectonic setting, the author proposes the existence of the Late Paleozoic significance. Through a study of the Sr, Nd and Pb isotopic compositions, it is suggested that the Kazakhstan plate has extended into the region and that its basement is mainly composed of oceanic crust.