

文章编号: 1001—2427 (2009) 01—018—05

新疆尉犁县风屏北山片麻杂岩地质特征及原岩成因探讨

刘延军, 时玉芹, 王伯勋, 郑鹤龄, 姚建民

吉林省第三地质调查所, 吉林 四平 136000

摘要: 对风屏北山片麻杂岩进行了同位素年龄确定, 采用 SHRMP 放射性同位素测年, 确定同位素定年结果为 2484 ± 20 Ma。根据岩石化学、稀土、微量元素等特征, 对片麻杂岩进行了分析研究, 认为该片麻岩原岩为 I 型花岗岩, 经区域变质作用形成。

关键词: 片麻杂岩; 原岩恢复; I 型花岗岩; 原岩成因

中图分类号: P588.24

文献标识码: A

Geological features of the northern Fengpingshan gneiss complex and protolith genesis of Weili County, Xinjiang

LIU Yan-jun, SHI Yu-qin, WANG Bo-xun, ZHENG He-ling, YAO Jian-min

The Third Geologic Survey of Jilin Province, Spring 136000, Jilin, China

Abstract The isotopic age of the northern Fengpingshan gneiss complex was determined using SHRMP radioactive isotope dating. The result shows that isotopic age is 2484 ± 20 Ma. The gneiss complex was analyzed on the basis of the petrochemistry, RE and microelement characteristics. It is considered that gneiss complex belongs to I type granite through the regional metamorphism.

Key words gneiss complex; protolith reconstruction; I type granite; protolith genesis

笔者 2003 至 2005 年在新疆西水泉一带从事 1:5 万区域地质调查, 该区在 2003 年以前未做过任何地质工作, 属地质工作空白区, 工作中在风屏北山幅北部发现了风屏北山片麻杂岩。

1 地质特征

出露于风屏北山幅西北部, 位于兴地断裂北侧, 总面积 110 km^2 , 与相邻地质体为断层接触。

岩石类型为英云闪长质片麻岩、奥长花岗质片麻岩、花岗闪长质片麻岩, 以英云闪长质片麻岩为主, 具 TTG 组合特征。岩石受多期构造叠加变形改造, 片麻理及条带构造发育。

片麻岩中除变质表壳岩包体外, 局部分布有混

合花岗岩及大理岩。混合花岗岩、大理岩与英云闪长质片麻岩大多呈构造接触。片麻岩中也存在小规模的新太古代变质基性岩墙, 但原岩面貌很难恢复, 其岩石类型可能为辉长岩, 区域分布上往往单独出现, 呈小的透镜体及不规则条带状分布。时代较新的辉绿岩脉、辉绿玢岩脉在片麻岩体中分布较多, 往往成群出现, 走向以北西向为主, 倾角陡立, 宽 $1 \sim 2 \text{ m}$, 延长可达几千米, 岩墙受变质变形改造较弱。

片麻岩内部结构、构造较均一, 岩石呈灰—灰绿色, 中细粒变晶结构, 条带状、片麻状构造。主要矿物成分: 石英, 他形粒状, 粒度 $0.2 \sim 2.5 \text{ mm}$, 质量分数 $20\% \sim 25\%$; 斜长石, 粒状及

收稿日期: 2008-01-10 改回日期: 2009-02-26

作者简介: 刘延军 (1963-), 男, 吉林和龙人, 吉林省第三地质调查所工程师。

© 1994-2011 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

板状，粒度 0.5~2.0 mm，质量分数 53%~63%；暗色矿物为黑云母和角闪石，质量分数 10%~15%，角闪石具绿泥石化和绿帘石化。

2 岩石化学特征

片麻杂岩岩石化学成分特征见表 1。

表 1 风屏北山片麻杂岩岩石化学成分一览表
Table 1 Chemical composition of northern Fengpingshan gneiss complex

单元 代号	样号	FeO	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	SiO ₂	K ₂ O	Na ₂ O	MnO	TiO ₂	SO ₃	P ₂ O ₅	烧失量	总量
A ₂ fgn	5513	2.20	2.20	14.91	3.96	0.98	67.35	1.35	4.64	0.22	0.40	0.04	0.11	1.44	99.80
	5514	1.87	2.24	15.47	4.68	2.03	66.49	0.83	3.70	0.21	0.49	0.03	0.11	1.44	99.59
	5515	3.49	1.57	15.63	5.47	2.42	64.65	1.08	2.96	0.26	0.68	0.05	0.16	1.16	99.58
	5533	1.37	0.91	14.11	2.23	1.25	70.89	1.21	6.13	0.02	0.22	0.01	0.02	1.96	100.33
	平均	2.23	1.73	15.03	4.09	1.67	67.35	1.12	4.36	0.18	0.45	0.03	0.10	1.50	
(Maitre, 1976)		1.64	1.21	14.32	1.84	0.71	71.30	4.07	3.62	0.05	0.31		0.12		

该单元化学平均成分与 Maitre (1976) 平均花岗岩比较：SiO₂、K₂O 低，TiO₂、P₂O₅、MnO 基本相同，其余成分偏高。
里特曼指数 σ 值为 0.87~1.93，岩石为钙性-钙碱性岩；Al₂O₃ < (K₂O + Na₂O + CaO) 为铝

不饱和类型；K₂O / Na₂O < 1；铝饱和系数 < 1.1，具“P”型花岗岩特征；DI 为 57.76~83.13，SI 为 8.62~21.00，说明岩浆具较强的分异作用。其它特征参数见表 2。

表 2 风屏北山片麻杂岩岩石化学特征指数一览表
Table 2 Lithochemical characteristics of northern Fengpingshan gneiss complex

单元 代号	样号	里特曼 指数 (σ)	碱度 Na ₂ O + K ₂ O	碱度指数 (K ₂ O + Na ₂ O)	铝饱和系数 Al ₂ O ₃	铝饱和系数 A/NCK	K ₂ O/Na ₂ O	K / (K + Na)	Fe ³⁺ / (Fe ²⁺ + Fe ³⁺)	分异指数 (DI)	固结指数 (SI)
A ₂ fgn	5513	1.47	5.99	0.61	0.92	0.29	0.16	0.47	72.52	8.62	
	5514	0.87	4.53	0.45	1.00	0.22	0.13	0.52	64.68	20.15	
	5515	1.05	4.76	0.39	0.98	0.36	0.19	0.29	57.76	21.00	
	5533	1.93	7.34	0.81	0.91	0.20	0.11	0.37	83.13	11.50	

3 地球化学特征

3.1 微量元素特征

微量元素质量分数 (表 3)，与维氏值对比特征如下：
①铁族元素中的微量元素普遍富集，各种微量元素均高于维氏值，其中 Ni 为维氏值 2.5 倍，Co 为维氏值 1.8 倍。
稀有元素中的 Sr、Ba、V、Cr、Co、Ni、Hf 高于维氏值，其中 Hf 元素高出维氏值 4.43 倍；Rb/Sr 比值 (0.03~0.08)，其余元素亏损。
综上所述：风屏北山片麻杂岩具高 Sr、低 Rb 特点，普遍富集 V、Cr、Co、Ni、Sr、Sc 等上地幔

易富集的元素，亏损 Li、Cs、Rb、W、Nb、Ta 等地壳易于富集的元素。
从微量元素分布特征，可以反映出风屏北山片麻杂岩物质可能来自上地幔。
②微量元素原始地幔标准化曲线 (图 1)。曲线分配型式为强不相容元素富集型，表现出 Nb、R、Ti 强烈亏损，Th 不同程度亏损，Ba 呈峰值，Sr 异常不明显或略呈峰值。
与 Weaver (1982) 的太古代英云闪长岩原始地幔曲线比较，十分相似，表现为 Th 亏损，Ba 呈峰值，区别于显生宙花岗岩类。
3.2 稀土元素特征
①稀土元素质量分数见表 4。

表 3 风屏北山片麻杂岩微量元素质量分数一览表

Table 3 Microelement average content of northern Fengpingshan gneiss complex $\omega(B)/10^{-6}$

元 素		花岗岩平均值	岩 石 类 型				平均
		1962 (维)	英云闪长质片麻岩	英云闪长质片麻岩	英云闪长质片麻岩	奥长花岗质片麻岩	
铁族元素	Cr	25	12.4	7.7	61.0	15.6	24.18
	Ni	8	9.7	5.9	49.2	14.0	19.7
	Co	5	7.2	5.6	16.7	5.9	8.85
	Ti	2 300	2 194	1 352	4 181	1 791	2 379.50
	V	40	48.2	23.5	81.5	32.8	46.50
稀有金属元素	Li	40	14.4	6.1	13.0	9.4	10.73
	Sc	3	5.7	2.6	10.8	2.6	5.43
	Cs	5	2.6	2.3	2.9	2.3	2.53
	Be	5.5	1	1.1	1.6	0.83	1.13
	Rb	200	25.90	28.50	31.8	30.3	29.13
	Sr	300	722	866	543	392	630.75
	Ba	830	747	2 226	469	426	967.00
	Hf	1	4.1	4.4	6.7	2.5	4.43
	Zr	200	121	154	198	91.5	141.13
	Nb	20	2.1	2.0	12.4	2.0	4.63
	Ta	3.5	1.1	1.1	1.4	0.75	1.09
	Bi	0.01	0.03	0.03	0.03	-	0.03

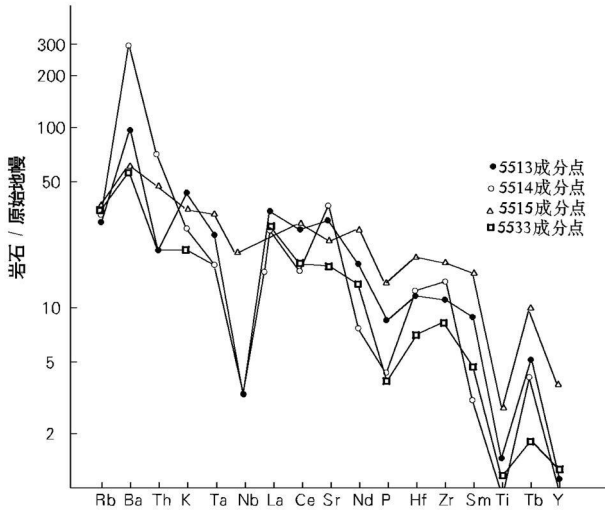


图 1 风屏北山片麻杂岩原始地幔标准化区曲线图
Fig 1 Primary mantle standard area curves of northern Fengpingshan gneiss complex

稀土总量变化不大，总体质量分数较低，轻、重稀土比值 ($\sum Ce/\sum Y$) 平均 7.90，分离程度较高，稀土元素其它特征参数见表 5。

②稀土元素配分型式 (图 2)，为轻稀土富集型，轻、重稀土分馏明显，在轻稀土段，曲线平行度较好，重稀土段曲线离散，并呈锯齿状，通常反映有交代作用发生， δEu 异常不明显或呈弱的峰值； δEu 大于 0.7，由基性岩浆分异形成的花岗岩 (王中刚，1986)。

4 原岩恢复

风屏北山片麻杂岩经历了强烈的变形改造，特别是近水平的韧性剪切作用导致具块状构造的花岗质原岩形成了假层状片麻杂岩同表壳岩的复合，使其原始的产状无法重建，片麻杂岩中各岩石类型无规律分布，接触关系被构造的改造和置换而掩盖，强烈的透入性韧性变形使原岩结构难以认清和区分，所以原岩恢复只能凭借岩石中尚存的一些不太清楚的原岩特征及岩石化学、微量元素等间接信息进行岩石类型的恢复。

岩石化学成分与中国主要岩浆岩的平均化学成分 (黎彤、饶纪龙，1962) 对比 4 个样品中有 3 个同角闪石黑云母花岗岩相当 (对黎彤的角闪石

表 4 风屏北山片麻杂岩稀土元素分析结果表

Table 4 Analytical result of RE of northern Fengpingshan gneiss complex $\omega(B)/10^{-6}$

单元代号	样号	岩性	La	Ce	Pr	Nb	Sm	Eu	Gd	Tb
Ar ₂ gn	5513	英云闪长质片麻岩	24.80	52.60	5.50	23.00	3.40	1.20	2.50	0.51
	5514	英云闪长质片麻岩	19.60	30.40	3.00	10.00	1.20	0.87	0.94	0.41
	5515	英云闪长质片麻岩	25.10	56.30	7.70	35.50	6.10	1.80	6.40	0.97
	5533	奥长花岗质片麻岩	20.30	33.10	3.90	17.50	1.80	0.84	1.00	0.18
	平均		22.45	43.10	5.03	21.50	3.13	1.18	2.71	0.52
单元代号	样号	岩性	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu	Y	ΣREE
Ar ₂ gn	5513	英云闪长质片麻岩	2.10	0.35	0.54	0.25	0.70	0.14	5.40	122.99
	5514	英云闪长质片麻岩	0.59	0.13	0.31	0.04	0.22	0.04	4.20	71.95
	5515	英云闪长质片麻岩	4.40	0.85	2.00	0.23	1.20	0.17	18.40	167.12
	5533	奥长花岗质片麻岩	0.29	0.15	0.18	0.04	0.30	0.07	6.00	85.65
	平均		1.85	0.37	0.76	0.14	0.61	0.11	8.50	111.93

表 5 风屏北山片麻杂岩稀土元素特征参数表

Table 5 The RE characteristic parameters of northern Fengpingshan gneiss complex

单元代号	样号	岩性	ΣREE	ΣCe	ΣY	ΣCe/ΣY	δEu	La/Yb	La/Sm
Ar ₂ gn	5513	英云闪长质片麻岩	122.99	110.50	12.49	8.85	1.21	35.43	7.29
	5514	英云闪长质片麻岩	71.95	65.07	6.88	9.46	2.55	89.09	16.33
	5515	英云闪长质片麻岩	167.12	132.50	34.62	3.83	0.87	20.92	4.11
	5533	奥长花岗质片麻岩	85.65	77.44	8.21	9.43	1.75	67.66	11.28
	平均	111.93	96.38	15.55	7.89	1.60	53.28	9.75	
单元代号	样号	岩性	Ce/Yb	Sm/Nd	(La/Yb) _N	(La/Sm) _N	(Gd/Yb) _N	(Ce/Yb) _N	
Ar ₂ gn	5513	英云闪长质片麻岩	75.14	0.15	23.35	4.44	2.86	19.18	
	5514	英云闪长质片麻岩	138.18	0.12	58.92	9.93	3.43	35.40	
	5515	英云闪长质片麻岩	20.92	0.17	13.78	2.50	4.27	11.97	
	5533	奥长花岗质片麻岩	67.67	0.10	44.75	6.86	2.68	28.26	
	平均	58.56	0.14	35.20	5.93	3.31	23.70		

黑云母花岗岩所含氧化物进行投图相当于英云闪长岩), 有一个样品的化学成分同黑云母花岗岩相似。总体上 SiO_2 、 K_2O 质量分数略低, FeO 、 MgO 、 CaO 、 TiO_2 质量分数高, 上述成分特点反应属偏基性的花岗岩类。

对比麦克雷戈 (1979) 提出的英云闪长岩、奥长花岗岩、花岗闪长岩的成分特征, 4 个样品有 3 个样品属英云闪长岩, 1 个样品为奥长花岗岩。据巴克尔 (1979) 提出的奥长花岗岩主要氧化物质量分数 [$Al_2O_3 > 15\%$, $SiO_2: 70\%$ 、 $CaO:$

$1.5\% \sim 3\%$ 、 $(FeO + 0.9Fe_2O_3 + MgO) < 3.4\%$ 、 $FeO + 0.9Fe_2O_3 / MgO = 2 \sim 3$ 、 $Na_2O: 4\% \sim 5.5\%$ 、 $K_2O < 2\%$] 值对比, 5533 样品与其相似。

虽然岩石之间属岩浆侵位事件的切割关系很难辨认, 但有时可以见到同表壳岩中斜长角闪岩具侵入接触, 片麻岩中可以见到表壳岩的捕虏体, 也证明风屏北山片麻杂岩的原岩为侵入岩。

综合上述: 风屏北山片麻杂岩的原岩主要为英云闪长岩, 其次为奥长花岗岩, 而花岗闪长岩、二长花岗岩较少出现, 属 TTG 型岩浆岩组合。

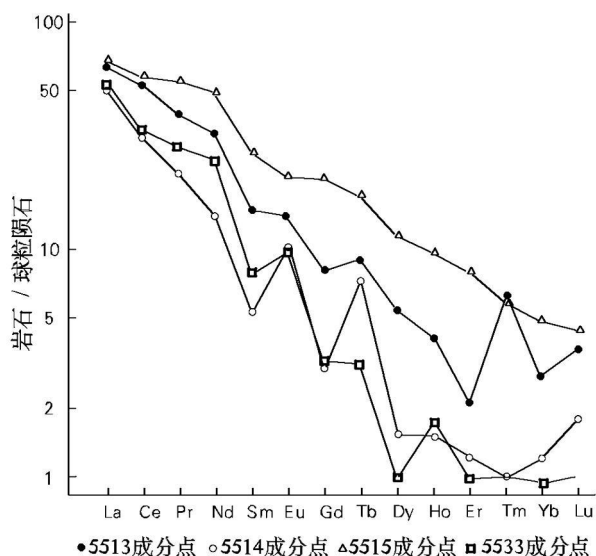


图 2 风屏北山片麻杂岩球粒陨石标准化配分型式图

Fig 2 Chondrite-normalized partition pattern of northern Fengpingshan gneiss complex

5 成因探讨

(1) 风屏北山片麻杂岩结构变化不明显, 化学成分整体变化较宽; 铝饱和系数低 A/NCK 为 $0.91 \sim 1$; $K/(K+Na)$ 值极低, 为 $0.11 \sim 0.19$; $Na_2O > K_2O$; 氧化系数较高 $0.27 \sim 0.52$, 一般 $0.41 \sim 0.47$ 之间。

(2) 岩石中副矿物种类较多, 总量较高、富含磁铁矿, 而不含钛铁矿。

(3) 根据 $(Al - Na - K) - Ca - (Fe^{2+} + Mg)$ 图解 (图 3), 风屏北山片麻杂岩成分点均落入斜长石-黑云母-角闪石组合区内。根据 A-C-F 图解 (图 4), 岩石成分点均落入 "I" 花岗岩区。

(4) 风屏北山片麻杂岩微量元素具低 Rb 、高 Sr 特点。低于世界平均值 6.87 倍; Sr 高出世界花岗岩平均值 2.1 倍, 富集 V 、 Cr 、 Co 、 Sr 等元素, 亏损 Li 、 Ca 、 Rb 、 Nb 、 Ta 等元素。具极低 Rb/Sr 比值 ($0.03 \sim 0.08$) 为特征, 表明其物质来源于上地幔。

(5) 稀土元素总量整体偏低, 配分型式为轻稀土富集型, δEu 不具负异常或呈现峰值, 与 "I" 花岗岩、幔源型花岗岩体的特征相似。

综上所述, 该岩体的形成与来自地幔为主的岩浆有密切关系, 其成因类型为 "I" 花岗岩。

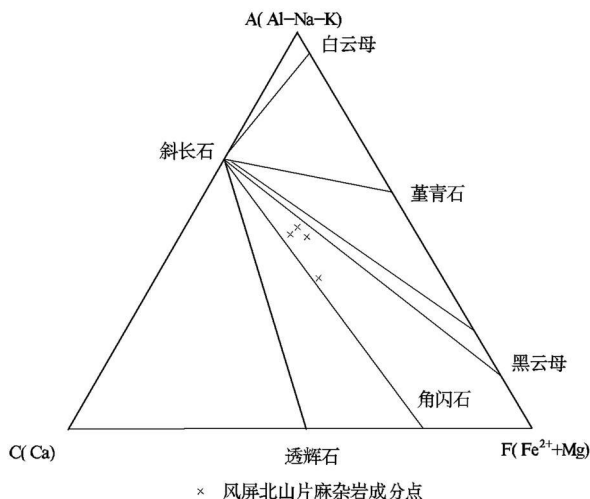


图 3 风屏北山片麻杂岩 A-C-F 图

Fig 3 A-C-F diagram of gneiss complex

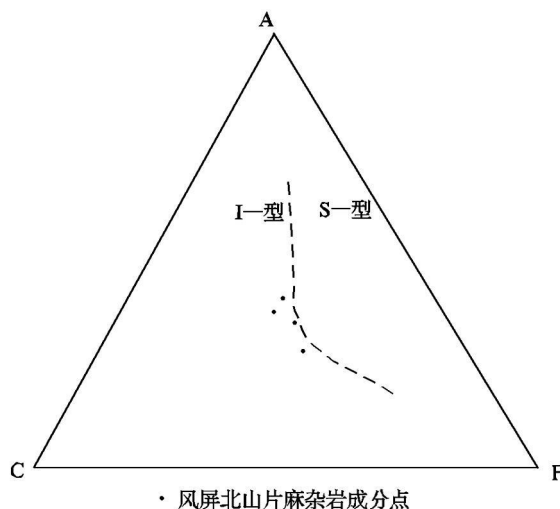


图 4 风屏北山片麻杂岩 A-C-F 图

Fig 4 A-C-F diagram of gneiss complex

参考文献:

- [1] 邱家骧. 岩浆岩石学 [M]. 北京: 地质出版社, 1985.
- [2] 贺同兴等. 变质岩石学 [M]. 北京: 地质出版社, 1988.
- [3] 房立民等. 变质岩区 1/5 万区域地质填图方法指南 [M]. 中国地质大学出版社, 1991.
- [4] 高秉璋等. 花岗岩区 1/5 万区域地质填图方法指南 [M]. 中国地质大学出版社, 1991.
- [5] 徐克琴等. 花岗岩地质和成矿关系 [M]. 江苏科学技术出版社, 1984.