

# 3075地区变质岩的原岩形成环境 及其与铀成矿的关系

罗朝文 李巨初

(成都地质学院)

**内容提要:** 本文用各种手段和方法恢复 3075地区变质岩的原岩及其形成环境, 研究了各类岩石中铀的丰度、配分状态及其在变质作用中的活动规律、成矿作用。提出: 变质岩的原岩形成环境是影响铀在原岩中初始富集的重要因素; 原岩中铀的配分状态影响铀在变质作用中的行为和迁移富集的程度。由此认为, 变质作用、混合岩化作用是有利于铀活化、转移、富集成矿的外部条件, 而变质岩的原岩形成环境及原岩中铀的配分形式是形成铀成矿物质基础的决定因素。

**主题词:** 变质岩 原岩形成环境 铀的配分 铀成矿作用

3075铀矿床位于我国华北地台东北部。矿区内出露有太古代红色混合花岗岩 (Mr)、中条期白色均质混合岩 (Mb)、混合质石英岩以及有明确地层归属的下元古界辽河群浪子山组 and 里尔峪组的变质岩, 其分布情况及岩性组合等见图 1 和图 2。红色混合花岗岩及其外围的

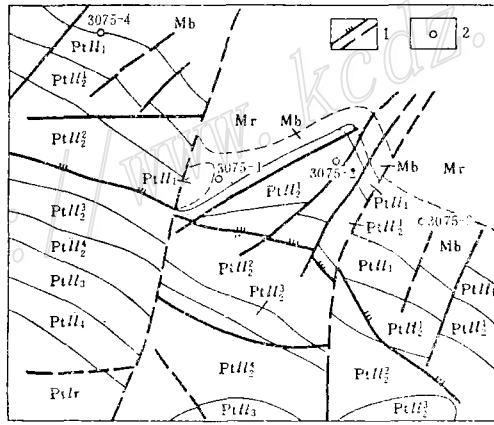


图 1 3075矿床地质示意图  
(据261部队)

Ptlr—蛇纹石化大理岩; Ptl<sub>1</sub>—含石墨绢云母片岩; Ptl<sub>2</sub>—透闪石大理岩; Ptl<sub>2</sub><sup>1</sup>—含石墨十字石榴石石英云母片岩; Ptl<sub>2</sub><sup>2</sup>—含石榴石二云母石英片岩与黑云母斜长石英片岩互层; Ptl<sub>2</sub><sup>3</sup>—石榴石黑云母角闪片岩与十字石榴石斜长黑云片岩; Ptl<sub>2</sub><sup>4</sup>—十字石榴石蓝晶石石英云母片岩夹石英岩; Ptl<sub>1</sub>—石英岩夹白云母片岩; Mb—白色均质混合岩与混合质石英岩; Mr—红色混合花岗岩; 1—断裂; 2—矿化部位

Fig. 1. Schematic geological map of the 3075 deposit.

Ptlr—Serpentinized marble; Ptl<sub>1</sub>—Graphitic sericite schist; Ptl<sub>2</sub>—Tremolite marble; Ptl<sub>2</sub><sup>1</sup>—Graphite, staurolite garnet bearing quartz mica schist; Ptl<sub>2</sub><sup>2</sup>—Garnet two-mica quartz schist interbedded with biotite plagioclase quartz schist; Ptl<sub>2</sub><sup>3</sup>—Garnet biotite amphibole schist and staurolite garnet plagioclase biotite schist; Ptl<sub>2</sub><sup>4</sup>—Staurolite garnet kyanite quartz mica schist intercalated with quartzite; Ptl<sub>1</sub>—Quartzite intercalated with muscovite schist; Mb—Light-colored homogenous migmatite and migmatitic quartzite; Mr—Red migmatitic granite; 1—Fault; 2—Ore occurrence.

界	群	原划组段		柱状图	厚度(m)	岩性简述	特征变质矿物	原岩及环境恢复		本文划分	
		组	段					原岩建造	环境	组	段
下元古界	辽河群	里尔峪组	Ptlr		>800	片岩、变中酸性火山岩、大理岩，三者组成不等厚互层	十字石、石榴石、阳起石	碳酸盐质、泥质沉积岩及中酸性火山—沉积岩建造	浅海沉积	里尔峪组	Ptlr <sub>2</sub>
		Ptl <sub>4</sub>	30 35	十字石石榴石石墨白云片岩	十字石、石榴石(石墨)						
						Ptl <sub>3</sub>	20 30			透闪石大理岩	透闪石
		Ptl <sub>2</sub> <sup>2</sup>	80	含石墨十字石石榴石石英云母片岩	十字石、石榴石(石墨)						
						Ptl <sub>2</sub> <sup>3</sup>	20 30			上部十字石石榴石斜长二云石英片岩；下部为变砂岩	十字石、石榴石
		Ptl <sub>2</sub> <sup>2</sup>	70 100	上部十字石石榴石斜长黑云片岩；中部石榴石磷灰石斜长黑云片岩；下部石榴石黑云角闪片岩	十字石、石榴石(磷灰石)						
						Ptl <sub>2</sub> <sup>1</sup>	50 120			上部十字石石榴石蓝晶石二云片岩；中部石英岩夹含石墨石榴石二云片岩；下部十字石石英云母片岩、磷灰石、电气石发育	十字石、石榴石、蓝晶石、(石墨、磷灰石、电气石)
		Ptl <sub>1</sub>	0 60	石英岩夹白云片岩。向上部石英岩含杂质渐增。电气石发育	石榴石(电气石)						
						太古界	Ar				

注：本图据V号实测剖面并结合全区考察拟编；岩石命名全据镜下鉴定

图2 3075地区下元古界辽河群浪子山组综合地层柱状图及原岩恢复划分对比方案

Fig. 2. Generalized stratigraphic column of Langzishan Formation of Lower Proterozoic Liaohe Group in 3075 area, in contrast with the reestablishment and division of original rocks.

浪子山组底部石英岩之间为一参差过渡的混合岩化程度递减的岩石系列：白色均质混合岩→混合质石英岩→部分保留有原生构造(层理等)的石英岩。铀的富矿体即产于该过渡带中。前人对该矿床的成矿作用及控矿条件做了大量的研究工作，认为成矿与白色均质混合岩的形成密切相关，且确认白色均质混合岩乃为浪子山组底部石英岩经混合交代的产物<sup>[1]①</sup>，但对该区

① 据刘作淳1979年资料

若干基础地质问题,如原岩及其形成环境等则研究甚少。笔者认为这恰是影响该矿床富集成矿的重要因素。本文即在对该区含铀变质岩进行原岩及其形成环境恢复的基础上,探讨原岩形成环境对铀初始富集的影响,铀在原岩中的配分形式和在变质作用中的行为及其对铀成矿的控制作用。

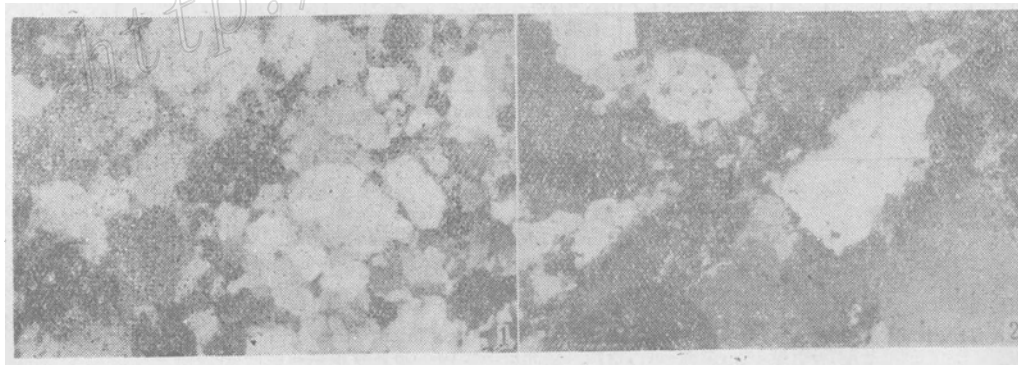
## 一、原岩恢复

区内变质岩具低中级到高级变质程度。其中,红色混合花岗岩已为前人研究证实主要为太古代鞍山群经混合岩化作用产物,构成古老的结晶基底(同位素年龄为23.5亿年<sup>①</sup>);而白色均质混合岩(19.20亿年)乃为浪子山组底部石英岩(21.77亿年)经混合交代作用(中条期)的产物,且系切层地质体,因而不具地层单元的意义。对此混合花岗岩、混合岩类,笔者同意上述的结论。本文侧重于浪子山组及里尔峪组的原岩恢复。

据野外实测剖面、矿区地质考察,并结合钻孔资料研究证实:浪子山组及里尔峪组的低—中级变质岩(特征变质矿物有蓝晶石、十字石等)均成层状、似层状或沿层透镜体产出。各层平行叠置并基本稳定延伸;大理岩与片岩、变火山岩三者之间叠置成不等厚互层组合;含砾石英岩中保留有变余砂状结构(照片1)、变余砾状结构,以及变余交错层、变余显微冲刷面(照片2,该冲刷面显然不是裂隙,因而不穿过任何石英颗粒,而其中的已重结晶的钙泥硅质物亦无后生充填的特征)等原生结构、构造。上述判据即可说明浪子山组及里尔峪组的原岩为沉积岩和火山-沉积岩。

经对该区变质岩的化学分析资料综合研究并作相应计算(表1)和有关图解,又进一步获得了原岩恢复的有力佐证。

在ACF和A/KF图(图3)上,石英岩、片岩及混合质石英岩都落在温克尔(1965)提出的4、5区内,即原岩的化学成分与杂砂岩和粘土、半粘土岩石成分相当。



照片1

石英岩中的变余砂状结构 薄片 (+) 5×6.3

照片2

石英岩中的显微冲刷面 薄片 (-) 16×6.3

① 本文同位素年龄数据均据郭智添

表 1 3075地区岩石化学分析结果及主要尼格里参数

Table 1. Petrochemical analyses and Niggli's Values of rocks from 3075 area

样品号	岩石名称	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	TiO <sub>2</sub>	MgO	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
2137	石英岩	92.75	0.68	0.75	1.62	0.54	0.40	0.58	0.10	0.44	0.015
2156	云母石英片岩	77.71	12.44	0.59	0.51	0.23	3.95	2.05	1.18	0.44	0.015
2160	云母石英片岩	81.80	8.64	0.28	0.86	0.70	1.15	2.40	0.134	0.56	0.015
2155	石英片岩	76.14	12.70	0.34	0.79	0.47	4.85	1.75	0.10	0.33	0.025
2162	石英片岩	77.24	12.02	1.03	1.94	0.78	3.85	2.05	0.17	0.67	0.015
2181	混合质石英岩	73.84	12.30	0.49	1.72	0.47	2.75	4.0	0.434	1.11	0.02
2193	混合质石英岩	72.36	11.36	—	2.71	0.70	3.8	4.0	0.17	0.671	0.025
64	混合质石英岩	73.18	13.66	0.56	1.60	0.69	4.23	4.14	0.23	0.66	0.11
2183	混合质石英岩	76.14	11.9	0.24	1.87	0.47	3.6	4.10	0.14	0.05	0.025
2163	混合质石英岩	78.66	11.62	0.33	0.57	0.47	4.6	1.6	0.10	0.33	0.015
F-41	混合质石英岩	75.29	13.51	0.79	1.20	0.54	3.77	2.31	0.22	0.43	0.13
G4	白色均质混合岩	72.90	13.63	0.99	1.29	0.54	2.43	4.48	1.78	0.39	—
G7	白色均质混合岩	72.30	13.30	0.92	1.85	1.07	4.313	8.415	0.293	0.313	—
G12	白色均质混合岩	74.33	12.22	0.90	1.15	1.10	4.48	4.85	0.188	0.42	—
G10	白色均质混合岩	75.26	13.21	0.91	0.88	0.54	3.235	4.276	0.183	0.32	—
G20	白色均质混合岩	74.46	13.44	1.334	0.796	0.544	3.017	5.017	0.215	0.44	—
G21	白色均质混合岩	73.60	14.12	0.96	0.96	0.63	5.52	4.86	0.128	0.29	—

样品号	岩石名称	MnO	烧失量	总计	主要尼格里参数					
					al	alk	fm	Si	c	mg
2137	石英岩	0.032	0.91	98.82	10.6	16	59	2337	13.6	0.21
2156	云母石英片岩	0.01	0.87	99.9	52	24	9	555	1.7	0.4
2160	云母石英片岩	0.02	1.61	98.17	51	26	15	824	7.8	0.46
2155	石英片岩	0.013	0.81	98.32	50	38	8	508	3.6	0.33
2162	石英片岩	0.018	1.34	101.12	45	31	19	486	5.3	0.47
2181	混合质石英岩	0.02	1.47	98.77	45	32	20	466	3	0.47
2193	混合质石英岩	0.033	1.32	97.15	39	37	19	392	5	0.29
64	混合质石英岩	0.02	0.58	99.70	43	39	13	394	4	0.36
2183	混合质石英岩	0.025	0.84	99.40	46	40	10	498	3.5	0.41
2163	混合质石英岩	0.013	1.9	100.20	50	40	6	576	4	0.5
F-41	混合质石英岩	0.02	0.74	99.17	51	33	12	488	3.5	0.37
G4	白色均质混合岩	—	—	98.43	—	—	—	—	—	—
G7	白色均质混合岩	—	—	102.80	—	—	—	—	—	—
G12	白色均质混合岩	—	—	99.64	—	—	—	—	—	—
G10	白色均质混合岩	—	—	98.81	—	—	—	—	—	—
G20	白色均质混合岩	—	—	99.40	—	—	—	—	—	—
G21	白色均质混合岩	—	—	101.07	—	—	—	—	—	—

注：岩石化学分析据基建工程兵261部队

用尼格里岩石化学计算法求浪子山组变质岩的尼格里参数(见表1),然后作 $(al + fm) - (c + alk) / Si$ 及 $(al - alk) / c$ 变异图解(图4、5),按西蒙南(1953)和利克(1964)提出的方案恢复原岩。在 $(al + fm) - (c + alk) / Si$ 变异图解中,石英岩和片岩大致落在砂岩和泥岩区范围内,大部分混合质石英岩也落在砂岩范围内。在 $(al - alk) / c$ 变异图中,石英岩、片

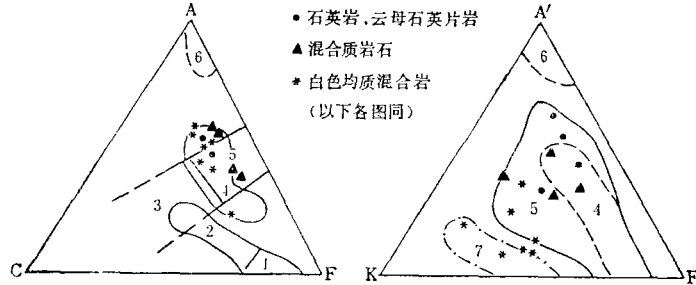


图 3 3075地区变质岩ACF和A'KF图解

(据温克尔, 1965)

1—超基性岩, 2—基性岩, 3—泥灰岩 (白云质); 4—杂砂岩; 5—粘土半粘土质岩石; 6—富铝粘土岩; 7—长英质岩石

Fig. 3. ACF and A'KF diagram for metamorphic rocks in 3075 area.

1—Ultrabasic rocks; 2—Basic rocks; 3—Dolomitic marlites; 4—Graywacke; 5—Clayey-semiclayey rocks; 6—Aluminous clay rocks; 7—Felsic rocks.

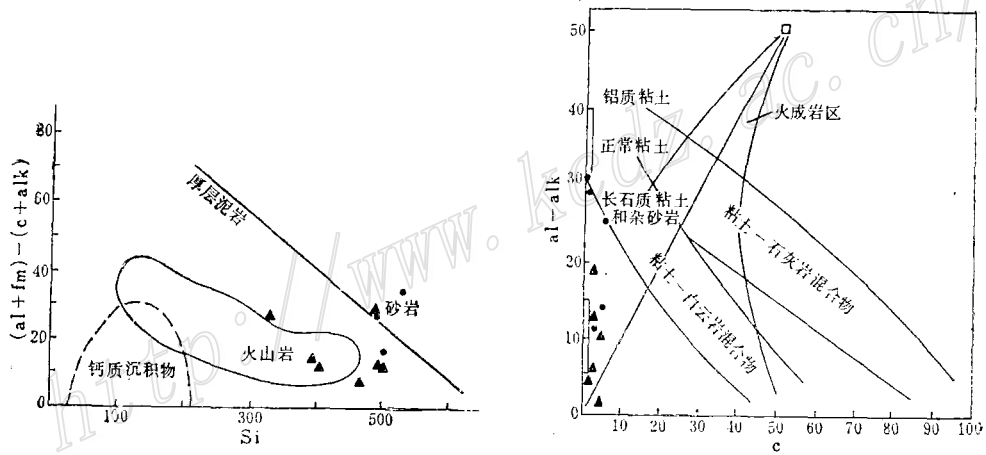


图 4 3075矿区变质岩  $(al + fm) - (c + alk) / Si$  图解

(据A·西蒙南, 1953)

Fig. 4.  $(al + fm) - (c + alk) / Si$  diagram for metamorphic rocks in 3075 ore district.

$(al - alk) / c$

图 5 3075矿区变质岩  $(al - alk) / c$  图解

(据B·利克, 1964)

Fig. 5.  $(al - alk) / c$  diagram for metamorphic rocks in 3075 ore district.

岩样品落在长石质粘土和杂砂岩范围内, 除个别样品外, 混合质石英岩也落在相同区域。

上述图解对原岩恢复的结果与野外地质观察和镜下研究结果基本相符。

## 二、沉积环境判断

经区域地质研究证实, 在浪子山组沉积之前, 太古代鞍山群及其后经超变质形成的红色

混合花岗岩所构成的结晶基底，曾有过长时期暴露剥蚀的历史。就矿区地质情况而论，以0—60m 不定厚度环绕于红色混合花岗岩外围的浪子山组石英岩，其底部层位普通发育变余砾状结构，且局部有变砾岩，由此不难恢复浪子山组底部砂、砾岩层对太古代红色混合花岗岩的超覆关系。从原划浪子山组第三段直至里尔峪组大量稳定产出的大理岩层及其与邻层片岩的相序组合分析，可以判断其由浅海环境中的泥质、碳酸盐质沉积岩变质而成，而自浪子山组底部砂、砾岩到里尔峪组碳酸盐岩之间包括一大套砂、泥质沉积变质岩在内，又均为整合叠置、互层或韵律渐变，迄今未发现大的沉积间断，反映出那个时期的地质事件是持续演变而非突发性的跳跃。那么，从太古代结晶基底的暴露剥蚀环境连续演变到浅海沉积的过程，也就必然经历滨海沉积阶段。而从沉积物组合及野外和镜下观察到的变余碎屑结构中的碎屑粒径变化规律是：自元古代超覆面之上浪子山组底部砂、砾岩组成的粗碎屑岩建造开始，向上部层位碎屑粒度逐渐变细，而后出现泥质岩层，其厚度并迅速增大，直至砂质碎屑岩层被泥质岩完全取代，由此构成厚数十米到百余米的沉积韵律。沉积韵律及其中尚保留着清晰的颗粒支撑结构（照片1）的含砾石英岩本身，显示出它们是在滨海冲积高能环境下，并循着海进序列演变而成的。

综上所述，本文遂将浪子山组砾、砂、泥质沉积岩建造划为滨海沉积环境产物。

从浪子山组杂砂岩的出现（分别反映在ACF和A'KF图解，以及变砂岩的变余颗粒-杂基支撑结构上）及石墨的广泛分布，并结合区域地质背景分析，笔者认为，即使不把其中的某些特征视为河流相沉积的迹象，至少可以判断其为距蚀源区不远、有大量陆源物质供给的滨海沉积环境。关于此点，稀土元素分析资料（表2）和其分布型式（图6）也可提供若干线索。

从图6可见，石英岩、白色混合岩与红色混合花岗岩稀土元素分布型式基本一致，即具铈负异常（ $Eu/Eu^*=0.38-0.39$ ）、富轻稀土（ $Sm/Nb=0.173-0.264$ ）。这种相似性也反映石英岩的原岩物质可能来自蚀源区较近的红色混合花岗岩。浪子山组片岩稀土元素分布型

表2 3075地区变质岩及混合岩的稀土元素含量

Table 2. REE contents of metamorphic rocks and migmatites from 3075 area

分析 编号	原送样 编号	岩石名称	稀 土 元 素 及 含 量 (ppm)							
			La	Ce	Nd	Sm	Eu	Tb	Yb	Lu
933	连b-19	鞍山群残留体	17.5	30	16	2.2	0.47	0.50	1.5	0.25
934	连b-17	红色混合花岗岩	41.5	77	27	4.7	0.56	1.40	5.0	0.73
935	Mr(2)	红色混合花岗岩	11.7	22	7.6	1.7	0.22	0.73	4.5	0.76
936	连K-8	白色均质混合岩	24.8	45	13	2.8	0.35	0.53	2.0	0.32
937	连b-9	白色均质混合岩	40.0	72	23	3.0	0.26	0.90	4.2	0.64
938	连b-10	微红混合花岗岩	43.5	90	34	8.1	0.53	2.1	9.3	1.3
939	连K-16	微红混合花岗岩	49.6	98	38	7.2	0.43	1.8	7.9	1.2
940	连K-4	混合质石英岩	13.2	27	13	3.2	0.36	0.95	4.7	0.65
941	连b-8(Q)	石英岩	14.6	27	11	1.9	0.30	1.2	2.5	0.38
942	Ptll <sub>2</sub> -3	十字石榴云母片岩	23.3	42	19	3.8	1.30	0.57	3.3	0.46
943	Ptll <sub>3</sub> -1	透闪石大理岩	3.7	7.3	4.0	0.49	0.12	0.08	0.35	0.047
944	Ptll <sub>1</sub> -2	角闪岩	15.2	23	19	4.9	1.5	1.0	3.0	0.35

注：由成都地质学院三系中子活化组分析

式与格陵兰地区由火山物质变质的片岩显然不同<sup>[2]</sup>，而与俄罗斯地台粘土很相似(图7)，这也证实上述推断具有一定的合理性。

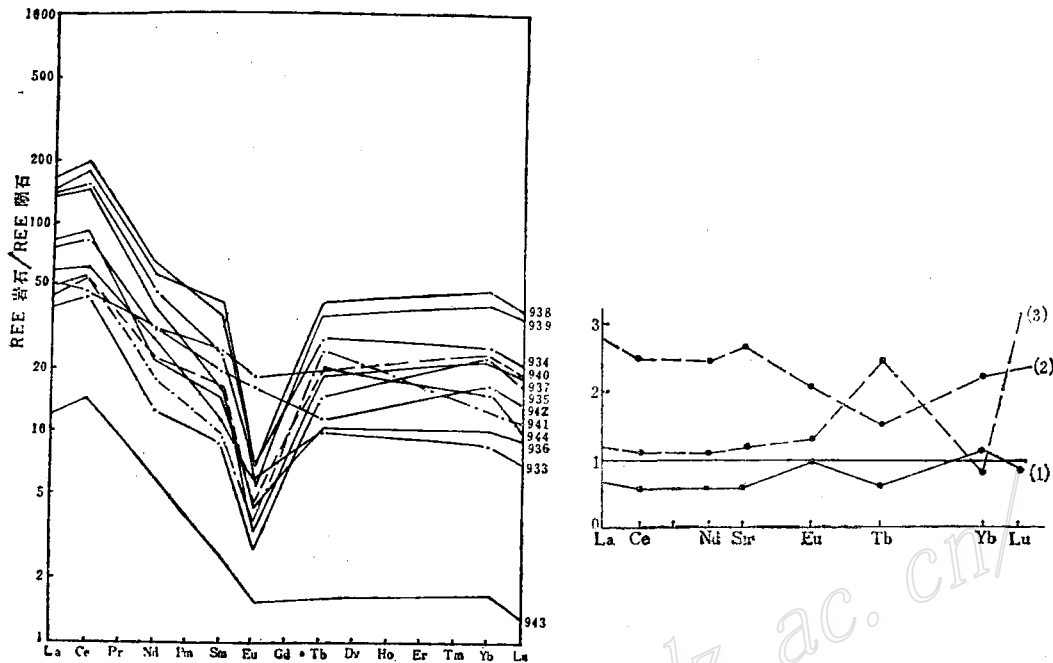


图6 3075地区变质岩和混合岩的球粒陨石标准化稀土分布型式(左图)  
(样品同表2)

Fig. 6. Chondrite-normalized REE patterns for metamorphic rocks and migmatites in 3075 area (left).

Samples as in Table 2.

图7 3075矿区片岩稀土元素含量与地台粘土、火山物质变成的片岩稀土元素含量的比值曲线(右图)

(1) REE<sub>3075</sub>片岩/REE<sub>地台粘土</sub> (2,3) REE<sub>3075</sub>片岩/REE<sub>火山物质变质片岩</sub>

Fig. 7. Diagram contrasting REE contents of schists from 3075 ore district with REE abundances of platform clay and schists formed through metamorphism of volcanic materials (right).

(1) REE<sub>3075</sub> schist/REE<sub>platform clay</sub> (2,3) REE<sub>3075</sub> schist/REE<sub>schist from volcanic materials</sub>.

### 三、原岩形成环境与铀成矿的关系

我国前寒武系变质岩广布，而有工业价值的铀矿床却只发现于少数地区。在这少数地区内，同一变质相的岩石可大面积分布，而铀矿床却只赋存于一定部位。3075地区也是如此。这显然说明在一定环境中所形成的原岩与变质和超变质作用过程中铀的成矿有密切关系。研究原岩形成环境与铀成矿关系的实质是探索变质成矿作用中的铀源问题。因为变质岩是在一定环境中所形成的原岩经变质作用和混合岩化作用改造而成。而与变质作用和混合岩化作用有关的铀矿床的含矿溶液主要来自遭受变质作用的原岩，而非来自外部，关于此点已有大量的研究成果和论著<sup>[3,4,5]</sup>。因此，变质岩原岩形成环境是否有利于铀的初始富集及其中铀的配分情况是在变质岩地区找矿应首先探索的问题。

如前所述, 本区浪子山组含铀变质岩的原岩形成于陆源物质供应充分的滨海环境。蚀源区为长期暴露地表、风化壳发育的红色混合花岗岩体, 其铀的丰度值高于同类岩石铀克拉克值1倍以上(表3), 为浪子山组底部含铀层的沉积准备了丰富的铀源。由于沉积区距蚀源区近, 流水由蚀源区携带的碎屑物、悬浮物及其中的铀进入海盆时, 不易分散, 而因水流受阻、流速骤减沉积于富含陆源碎屑的近岸浅水相沉积物中。本区砂岩、杂砂岩等岩石中的铀含量相对较高, 这与从陆地至海洋的铀主要沉淀于大陆架和近岸浅水和浅海相的统计分析资料相一致, 也和研究现代海洋中铀沉积的情况相符。在该阶段铀从水中被固定下来, 主要是由于粘土质点(或有机物质等)的吸附作用。因而远岸含有机质泥岩中铀含量也相对较高。

在成岩阶段, 由于压力、Eh值、pH值等物理化学条件的变化, 沉积物发生脱水、重结晶和胶结等作用, 从而促使沉积物中的铀、硅、钙、铁等发生转移和再分配。由于水下成岩作用在相对封闭的条件下进行, 铀的转移和再分配的范围都相对局限。通常铀随软泥水一起渗向孔隙度较大的碎屑沉积层并被吸附剂吸附, 或被还原剂还原。因此, 3075地区石英岩和含石墨云母片岩中的铀丰度值较高(表3)。尚需指出, 在矿床范围内, 浪子山组底部石英岩的厚度远较矿区外大, 这显示其在沉积时期地貌为一洼地。这不仅促使在沉积时期铀在浅水相中向相对深水的较还原部位富集, 而且更加剧其在成岩过程中向该部位转移, 这是铀在矿区内部初始富集的重要因素之一。

表3 3075地区变质岩与混合岩的铀含量

Table 3. Uranium content of metamorphic rocks and migmatites from 3075 area

序号	岩代层号	岩性	样品数	铀含量 (ppm)	
				变化范围	平均
1	M <sub>r</sub>	红色混合花岗岩	4	5.0—6.8	5.9
2		微红色混合花岗岩	3	5.4—15.0	9.8
3	M <sub>b</sub>	白色均质混合岩	5	8.9—17.0	12.2
4		混合质石英岩	4	13.0—39.5	28.0
5	P <sub>111</sub>	石英岩	2	4.6—15.8	7.6
6	P <sub>111</sub>	白云母石英片岩	2	4.8—34.5	19.6
7	P <sub>112</sub> <sup>1</sup>	十字石石英黑云母片岩	2	1.2—5.3	3.2
8	P <sub>112</sub> <sup>1</sup>	石英岩	2	4.6—4.9	4.7
9	P <sub>112</sub> <sup>2</sup>	石榴石黑云母角闪片岩	2	0.4—1.0	0.7
10	P <sub>112</sub> <sup>2</sup>	石榴石斜长石黑云母片岩	2	0.5—1.6	1.0
11	P <sub>112</sub> <sup>3</sup>	变砂岩	3	3.7—16	7.8
12	P <sub>112</sub> <sup>3</sup>	十字石石榴石斜长石二云母片岩	2	7.7	7.7
13	P <sub>112</sub> <sup>4</sup>	十字石石榴石斜长石石墨二云母片岩	2	4.1—4.8	4.4
14	P <sub>113</sub>	透闪石大理岩	2	0.6	0.6
15	P <sub>114</sub>	十字石石榴石石墨白云母片岩	2	3.3—3.5	3.4
16	P <sub>11r</sub> <sub>1</sub>	阳起石片岩	1	0.2	0.2
17	P <sub>11r</sub> <sub>2</sub>	十字石石榴石石英角闪片岩	1	1.2	1.2
18	P <sub>11r</sub> <sub>3</sub>	石英二长角闪岩	1	0.8	0.8
19	P <sub>11r</sub> <sub>4</sub>	变火山岩	1	1.0	1.0
20	P <sub>11r</sub> <sub>5</sub>	大理岩	2	0.8—1.0	0.9

注: 铀量分析由成都地质学院三系曾德森完成



然而，地层中铀的丰度值高并非一定有利于后期成矿，其决定因素是铀在其中的存在形式<sup>①</sup>，即岩石中的铀是否有利于在后期地质作用中活化转移，形成含矿溶液。因而研究岩石中铀的配分形式是探讨铀源的重要环节。

用诱发裂变径迹法对3075地区有关岩石的研究结果表明，该区变质岩中的铀主要以“活动性铀”存在，类质同象置换形式铀较少。石英岩中铀的诱发裂变径迹形态呈分散状和星射状，它们是由分布于矿物粒间和裂隙中的铀所引起的，少数分散状径迹分布于矿物颗粒中（照片3）。有时星射状径迹连成线，表明铀沿矿物粒间或裂隙分布（照片4）。按径迹的疏密程度和薄片镜下观察判定，分散状径迹是吸附状态的铀所诱发裂变的结果，而星射状径迹可能是微小的沥青铀矿质点或显微和超显微质点所引起。星射状径迹常伴有分散状径迹。照片上矿物颗粒轮廓中的稀疏分散状径迹和细小星射状径迹可能是矿物中的杂质混入物和含铀液体包体引起，因未见其中有副矿物。

在构造应力作用下而发生片理化的石英岩中，铀沿裂隙分布。裂隙中充填有胶状黄铁矿和微晶石英。浓密径迹与胶状黄铁矿有关，显然是由于在应力作用下岩石中的铀重新分配于裂隙中被胶状黄铁矿吸附所引起。



照片3

分布于矿物粒间的铀所引起的分散状和星射状径迹 光薄片(-) 12.5×6.3

照片4

分布于矿物粒间和裂隙中的铀诱发裂变径迹 光薄片(-) 6.3×6.3

石英岩显微照片中呈星射状和连线星射状的径迹最为典型，数量也最多，约占径迹总量的85%以上。说明铀主要分布于矿物粒间和裂隙中，其存在形式为沥青铀矿。

片岩的诱发裂变径迹分布形态主要有两种：浓密的斑点状和星射状斑点状径迹与黑云母中的副矿物（锆石）有关，是由以类质同象混入锆石中的铀所引起。星射状径迹，以绿泥石化部位最为浓密，是绿泥石大量吸附铀的结果。此外，还见有少量径迹沿黑云母的解理缝分布，是其中的吸附铀诱发裂变的结果。在片岩的粒状矿物部分径迹较少。由此可见，片岩中铀的存在形式有吸附状态和类质同象置换两种。

从上述铀的存在形式可见，在石英岩和片岩中，除少量以类质同象形式存在的铀外，铀

① 据罗朝文1981年资料

主要以显微或超显微状的沥青铀矿形式分布于矿物粒间或裂隙中,为“活动性铀”,易于在后期地质作用中被活化、转移。

综上所述,本区原岩形成时的环境有利于铀的初始富集。与成矿有关的石英岩中铀的丰度值高于同类岩石铀克拉克值的1—2倍以上(表3),其中铀的配分形式又有利于在后期地质作用中活化转移,因此具备铀成矿的物质基础。进变质过程中的脱水、去二氧化碳作用和重结晶作用等,无疑能使岩石中的铀活化、再分配,甚至在有利部位形成贫矿化。3075矿床富矿体形成的直接因素是富含钾钠的碱质溶液的混合交代作用期后的热液作用。如前所述,这种碱质溶液本身并不含有丰富的铀,但具有极强的腐蚀和渗透能力,在其运移途中可汲取岩石中的铀并携带至有利部位成矿。混合质石英岩中的铀含量远高于均质混合岩(表3)也是例证之一。限于命题范围,对此不作讨论。但是,结论是确定的,变质作用、混合交代作用等都只是有利于成矿的外部条件,而原岩中富含易活动性铀是成矿的物质基础,舍此,其他有利条件具备也不能形成矿床。因此,在变质岩地区找矿,恢复原岩及其形成环境,以探索是否有利于铀的初始富集是至关重要的。

本文在撰写过程中得到廖光宇和翟淳的帮助,特此致谢。

#### 参 考 文 献

- [1] 钟家蓉 1983 连山关地区下元古界中混合交代作用与铀成矿的关系 矿床地质 第2卷 第2期
- [2] Nutman, A. P., et al., 1984, Stratigraphic and geochemical evidence for the depositional environment of the early Archaean Isua Supracrustal Belt. *Precambrian Research*, 25, 365-396.
- [3] Белевцев Я. Н., 1980, Метаморфизм и урановое рудообразование. в кн: Геология и генезис месторождений урана в осадочных и метаморфических толщах. часть II. Москва. Недра.
- [4] Белевцев Я. Н. и Жукова А. М., 1976, Особенности распределения и миграции урана в связи с процессами метаморфизма и ультраметаморфизма. *Геологический Журнал*, Т. 36. Вып. 5.
- [5] Ермолаев Н. П. и Жидиков А. П., 1966, Поведение урана в процессах прогрессивного метаморфизма и ультраметаморфизма на примере западной части Алданского щита. *Геохимия*, №8, стр. 900-916.

### PRIMORDIAL DEPOSITIONAL ENVIRONMENT OF THE METAMORPHIC ROCKS AND ITS IMPLICATIONS IN URANIUM MINERALIZATION OF 3075 AREA

Luo Chaowen and Li Juchu

(Chengdu College of Geology, Chengdu, Sichuan)

#### Abstract

The uranium behavior and its metallogenesis in metamorphic process were strongly influenced by such characteristics of the original rocks such as the rock type, primordial depositional environment, rock-forming material source

and uranium content. The activation, transference, and enrichment of uranium are related to the abundance and distribution of uranium in the original rocks. This paper deals with these problems according to the results of an overall research in 3075 area.

On the basis of the field investigation, laboratory studies on petrology, petrochemistry, rare earth element components and other items, the original rocks of the metamorphic rocks and their primordial depositional environment were reconstructed. It is inferred that the original rocks were a suite of continental arenaceous-argillaceous sedimentary rocks formed not far from the erosion source area and deposited in relatively stable littoral-neritic environment.

The modes of occurrence of uranium in various rock types in the area have been studied with the help of induced fission trace technique, and the result indicates that uranium exists mainly as "active uranium", and rarely in the form of isomorphism. Uranium migrated toward intergranular opening, cements and fissures of the minerals during the progressive metamorphism, and toward the positions of chlorite and melnikovite-pyrite during the retrograde metamorphism. In the end, a large amount of uranium was activated and transferred toward favorable locations, such as suitable structural zones, and was concentrated in these places under the action of K-, Na- rich alkaline mixed metasomatic solutions.

In the light of the above investigations, it is considered that metamorphism and migmatitic-metasomatic processes were favorable external conditions for uranium mineralization, whereas the primordial depositional environment of the original rocks made up material prerequisite. These factors must therefore be studied at the very beginning in search for this type of uranium deposit in metamorphic areas.