

附表 1 芟岭矿床似斑状花岗岩各蚀变带主量元素 (%)、微量元素 ( $10^{-6}$ ) 和稀土元素 ( $10^{-6}$ ) 含量特征  
Appendix table 1 The content characteristics table of major elements (%), trace elements ( $10^{-6}$ ) and REES ( $10^{-6}$ ) of altered zones in porphyritic granite in Jiling Uranium deposit

蚀变带 样品数量	原岩 6件			细脉状绿泥石化带 90件			粉红色方解石化带 33件			雪花状方解石化带 27件			赤铁矿化带 8件			假象绿泥石化带 16件			硅化带 11件		
	数值 类型	最大	平均	最小	最大	平均	最小	最大	平均	最小	最大	平均	最小	最大	平均	最小	最大	平均	最小	最大	平均
SiO <sub>2</sub>	69.25	68.44	67.26	65.34	61.61	58.10	61.55	54.94	47.78	60.13	55.69	48.85	62.29	56.53	45.91	66.62	63.72	60.06	71.82	69.58	68.06
TiO <sub>2</sub>	0.43	0.37	0.33	0.99	0.48	0.11	1.09	0.47	0.24	1.33	0.48	0.19	1.67	0.99	0.22	0.54	0.37	0.11	0.45	0.36	0.24
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.90	14.91	14.20	18.23	16.33	14.65	17.23	14.89	12.99	17.41	14.85	12.88	16.95	15.77	14.75	17.28	16.31	14.41	15.02	13.89	11.93
TFe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.46	3.19	2.95	5.77	3.68	2.16	5.10	3.82	2.03	6.37	3.67	1.42	13.24	7.14	4.04	4.44	3.16	2.31	3.47	2.55	2.06
FeO	2.41	1.69	0.83	3.16	1.75	0.53	2.85	1.84	0.80	3.81	1.30	0.41	3.26	1.13	0.30	2.49	1.35	0.35	2.57	1.12	0.47
MnO	0.08	0.06	0.05	0.09	0.05	0.02	0.19	0.11	0.06	0.17	0.10	0.06	0.11	0.06	0.01	0.06	0.04	0.02	0.07	0.04	0.03
MgO	0.86	0.63	0.33	2.84	1.11	0.28	2.64	1.42	0.34	2.62	1.10	0.02	2.65	1.16	0.15	1.39	0.79	0.24	0.83	0.57	0.02
CaO	2.04	1.64	1.34	5.76	2.60	0.71	12.86	7.10	3.51	14.35	7.73	2.38	6.10	3.38	1.25	4.77	2.17	0.76	4.30	1.78	0.75
Na <sub>2</sub> O	6.14	5.31	4.75	11.13	9.62	7.80	9.57	8.07	5.00	10.13	8.31	6.00	9.45	8.30	6.77	10.86	9.52	8.16	8.32	7.33	5.61
K <sub>2</sub> O	3.78	3.17	2.49	0.62	0.19	0.07	0.47	0.16	0.06	0.65	0.16	0.07	0.71	0.25	0.11	0.33	0.18	0.10	0.66	0.38	0.11
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.14	0.12	0.09	1.09	0.30	0.08	0.55	0.25	0.15	0.80	0.29	0.09	1.92	0.55	0.15	0.46	0.18	0.05	0.21	0.15	0.10
烧失量	2.35	1.75	1.42	6.56	3.91	1.69	13.28	8.55	5.10	12.07	7.51	4.02	8.97	5.67	2.64	5.44	3.51	1.91	4.05	3.11	2.08
CO <sub>2</sub>	1.19	0.64	0.44	4.41	2.38	0.78	10.94	6.34	3.98	11.02	6.05	2.40	4.67	2.75	0.74	3.57	2.19	0.70	3.15	1.76	1.06
总量	100.22	99.42	99.02	100.34	99.69	97.74	100.05	99.58	99.08	99.96	99.73	99.24	99.97	99.67	99.28	100.31	99.80	99.58	99.95	99.62	99.40
Fe <sup>2+</sup> /Fe <sup>3+</sup>	0.80	0.58	0.29	3.53	1.06	0.14	2.80	1.03	0.49	2.11	0.57	0.15	0.68	0.23	0.04	3.43	1.01	0.14	3.77	0.99	0.22
N+Ca-K	5.32	3.78	2.58	15.31	12.03	10.26	20.98	15.01	10.25	21.77	15.87	11.09	12.17	11.43	8.91	15.05	11.52	10.04	11.65	8.73	7.55
N <sup>+</sup> /K <sup>+</sup>	3.61	2.64	1.91	194	92.2	26.3	215	105	28.2	204	100	21.8	114	71.5	14.5	141	89.8	39.9	103	37.0	14.3
Rb	154	108	79	134	45	15.9	185	53.2	18.8	121	47.0	20.2	48.3	33.0	23.0	44.0	34.0	9.6	94.5	40.3	16.0
Sr	397	279	162	583	226	111	577	225	36.9	618	218	62.6	289	178	75.4	337	215	61.3	340	198	146
Y	27.2	21.3	18.4	46.2	24.0	10.6	79.2	32.2	15.8	44.3	24.4	13.3	37.3	24.3	14.1	55.2	22.6	16.6	24.2	18.2	12.1
Zr	350	257	188	419	245	53.9	1146	366	71.8	665	271	162	448	264	199	310	230	114	270	230	193
Hf	9.79	6.84	5.43	20.70	9.85	2.77	37.80	9.03	1.89	17.7	6.59	2.35	29.20	12.21	2.99	18.40	9.99	3.52	11.30	9.03	3.93
Nb	25.4	22.5	19.6	52.9	24.08	4.50	69.2	24.2	8.68	53.4	20.6	9.91	30.1	22.5	16.4	30.95	19.9	2.94	34.8	23.4	12.0
Ta	1.34	1.13	1.01	6.96	2.41	0.50	6.47	2.46	0.80	8.85	2.20	0.71	2.98	1.52	0.62	4.97	2.13	0.13	5.39	3.34	0.38
Th	40.7	37.2	31.2	110	45.5	24.5	302	52.3	14.4	84.2	48.5	7.52	106	31.3	7.68	119	40.8	22.5	104	35.4	11.8
U	8.87	7.28	6.00	4360	681	104	1520	631	202	274	89.8	20.7	195	70.1	16.8	120	60.6	19.4	87.3	45.5	15.0
Pb	4.63	3.55	2.86	39.6	29.9	22.1	37.7	28.4	21.4	29.6	26.0	22.5	68.0	62.0	57.0	64.3	53.8	43.8	36.9	31.2	22.3
Cr	8.60	5.83	1.80	174.8	13.0	3.50	74.0	12.5	0.30	55.8	11.2	3.50	25.8	13.3	3.60	31.2	10.6	1.7	20.4	10.9	6.0
Ni	5.05	4.16	3.26	449.60	14.47	2.84	27.4	7.12	2.65	27.2	7.28	2.32	42.5	11.1	3.17	14.5	6.02	0.99	9.65	5.66	2.18
Co	5.32	4.33	2.33	105.00	10.39	2.34	27.5	8.19	0.90	33.1	11.6	1.18	98.8	18.6	1.08	24.0	6.30	0.04	7.60	4.84	1.07
Mo	4.40	1.85	0.93	9.02	1.88	0.35	8.15	1.77	0.46	27.1	1.81	0.35	7.75	1.95	0.33	3.97	1.73	0.40	3.35	1.58	0.76
Ti	2 173	1 833	1 569	14 571	3 530	647	8 998	3 418	273	10 646	4 507	564	8 475	3 507	352	7 519	2 752	1 186	7 880	3 019	1 587
V	26.5	21.3	18.5	317.8	70.0	17.3	251	90.2	5.30	446	120.1	6.4	323	98.9	20.6	102	56.7	23.9	192.0	78.3	23.5
Sn	3.79	2.96	2.30	6.68	3.11	1.20	7.65	3.32	0.98	7.52	3.13	1.01	5.21	3.76	2.06	7.24	3.41	1.83	5.52	3.08	1.57
Th/U	6.52	5.24	3.51	0.77	0.12	0.01	0.52	0.10	0.02	1.33	0.67	0.22	0.86	0.47	0.11	3.19	0.89	0.28	3.11	1.16	0.17
La	73.7	55.2	24.9	168.0	64.4	26.8	129.2	66.4	37.6	91.3	60.6	27.7	132.4	69.0	39.1	95.3	66.6	34.0	87.5	65.8	32.4
Ce	120	93.3	48.8	278	114	47.9	214	113	66.7	171	106	55.2	229	121	67.8	148	106	15.3	136	111	65.6
Pr	12.7	9.99	6.13	30.9	11.8	4.49	22.8	12.3	7.23	16.5	11.0	6.63	24.1	12.6	7.22	15.8	12.0	7.94	13.9	11.4	7.79
Nd	41.8	34.3	23.4	94.6	39.5	14.5	74.9	41.5	24.8	55.5	37.8	21.5	77.9	41.1	23.8	50.9	38.2	26.9	46.3	36.8	24.5
Sm	6.7	5.2	3.9	13.6	6.3	2.5	10.8	6.6	3.9	9.8	6.1	3.4	10.2	6.3	3.9	8.3	5.7	4.3	6.7	5.5	3.6
Eu	1.40	1.17	0.84	2.97	1.44	0.45	2.92	1.44	0.55	2.54	1.52	0.85	1.98	1.24	0.73	2.04	1.35	0.97	2.08	1.36	0.72
Gd	6.95	5.35	4.21	11.8	5.83	2.19	10.8	6.20	3.99	9.38	5.85	3.68	9.18	5.55	3.84	7.16	5.19	4.10	6.44	4.82	3.42
Tb	0.76	0.56	0.36	1.42	0.77	0.34	1.39	0.80	0.44	1.27	0.79	0.48	1.31	0.73	0.52	0.88	0.69	0.56	0.82	0.65	0.46
Dy	5.04	3.63	2.92	8.09	4.10	1.72	9.21	4.69	2.60	7.46	4.07	2.28	8.00	4.17	2.79	5.35	3.57	2.68	4.80	3.17	2.26
Ho	0.92	0.70	0.47	1.85	0.89	0.38	2.20	1.04	0.51	1.49	0.93	0.52	1.46	0.88	0.54	1.40	0.79	0.59	1.11	0.68	0.44
Er	2.98	2.34	1.97	4.87	2.74	1.38	7.31	3.34	1.56	4.74	2.74	1.35	4.40	2.86	1.66	5.19	2.44	1.68	3.02	1.93	1.46
Tm	0.48	0.32	0.23	0.92	0.49	0.21	1.35	0.60	0.24	0.97	0.49	0.23	0.78	0.49	0.26	1.03	0.41	0.24	0.49	0.32	0.22
Yb	3.13	2.51	1.92	6.97	3.36	1.46	11.10	4.30	1.67	6.47	3.29	1.56	5.70	3.26	1.64	6.71	2.77	1.59	4.10	2.16	1.62
Lu	0.55	0.39	0.26	1.15	0.54	0.20	1.79	0.68	0.23	1.05	0.53	0.26	0.89	0.50	0.27	0.93	0.43	0.26	0.73	0.35	0.21
δEu	0.80	0.68	0.62	1.14	0.74	0.47	1.00	0.68	0.38	1.17	0.77	0.54	0.93	0.66	0.49	1.15	0.76	0.56	1.16	0.80	0.58
ΣREE	271.08	214.91	124.41	617.31	255.89	107.79	482.14	263.44	154.65	366.38	241.59	147.23	502.54	269.75	158.20	342.80	246.40	162.88	305.39	246.53	162.01
ΣHREE	20.42	15.81	12.84	32.20	18.72	8.92	40.05	21.65	12.04	28.16	18.68	10.80	29.49	18.44	12.68	28.40	16.29	11.76	18.93	14.08	10.70

注：似斑状花岗岩原岩数据引自张甲民等（2017）；N+Ca-K为(NaO<sub>2</sub>+CaO)-K<sub>2</sub>O

附表 2 芟岭矿床绿泥石电子探针分析结果 (%) 及相关参数计算一览表  
Appendix table 2 The EPMA data (%) and parameters table of chlorites in Jiling uranium deposit

绿泥石 测点	细脉状绿泥石					片状绿泥石					假象绿泥石									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
SiO <sub>2</sub>	28.12	25.78	27.98	28.15	27.83	28.07	26.33	27.41	27.66	27.53	28.28	28.09	28.01	27.52	27.27	28.26	28.71	29.22	27.01	29.74
TiO <sub>2</sub>	0.06	0.07	-	0.03	0.02	0.07	0.01	0.07	0.16	-	0.02	0.09	0.03	0.08	0.06	0.07	0.39	0.30	0.03	0.24
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20.24	16.33	17.56	18.17	17.85	18.53	19.03	18.16	16.89	17.25	19.65	18.36	17.43	18.37	19.81	15.37	14.42	14.41	19.52	14.48
FeO	23.38	23.63	25.08	23.65	23.96	24.77	23.28	24.78	27.52	27.78	25.67	28.25	28.16	26.17	27.77	27.91	25.82	27.49	26.26	25.84
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.04	1.96	0.04	0.20	0.11	0.23	0.08	0.16	0.23	0.06	0.12	0.14	0.13	0.00	0.02	0.28	0.93	0.09	0.10	0.28
MnO	0.38	0.30	0.22	0.38	0.36	0.31	0.27	0.30	0.65	0.52	0.83	0.51	0.47	0.61	0.52	0.27	0.15	0.14	0.59	0.17
MgO	17.25	15.16	16.98	16.22	16.84	16.72	16.55	16.68	12.47	13.79	12.99	12.19	12.04	13.62	12.80	14.03	14.93	14.67	12.69	15.58
CaO	0.05	0.18	-	0.09	0.07	0.04	-	0.02	0.08	0.05	0.07	0.11	0.13	0.09	0.08	0.08	0.13	0.17	0.05	0.21
Na <sub>2</sub> O	0.02	0.07	-	0.01	0.00	0.01	-	-	-	0.00	0.04	0.03	-	0.02	0.01	0.06	0.10	0.05	0.02	-
K <sub>2</sub> O	-	0.03	0.00	0.02	0.01	0.03	-	0.01	0.02	0.01	0.02	0.00	0.01	0.01	0.02	0.04	0.08	0.07	0.02	0.04
Total	89.55	83.49	87.86	86.92	87.05	88.78	85.55	87.59	85.69	87.00	87.68	87.76	86.39	86.48	88.38	86.34	85.66	86.61	86.28	86.56
Na	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
Ca	0.01	0.02	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00	0.02
Ti	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.03	0.02	0.00	0.02
Cr	0.00	0.17	0.00	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.02	0.08	0.01	0.00	0.02
Si	2.85	2.87	2.93	2.96	2.93	2.90	2.82	2.88	3.03	2.96	2.97	2.99	3.04	2.95	2.88	3.07	3.12	3.15	3.33	3.18
Al <sup>IV</sup>	1.15	1.13	1.07	1.04	1.07	1.10	1.18	1.12	0.97	1.04	1.03	1.01	0.96	1.05	1.12	0.93	0.88	0.85	0.67	0.82
Al <sup>VI</sup>	1.27	1.01	1.10	1.21	1.14	1.16	1.21	1.13	1.20	1.15	1.41	1.30	1.26	1.27	1.34	1.04	0.96	0.98	1.59	1.00
Al	2.42	2.14	2.17	2.25	2.21	2.26	2.40	2.25	2.18	2.19	2.43	2.31	2.23	2.32	2.46	1.97	1.84	1.83	2.26	1.82
Fe <sup>2+</sup>	1.98	2.19	2.19	2.07	2.10	2.14	2.08	2.17	2.51	2.50	2.25	2.51	2.55	2.34	2.45	2.53	2.34	2.47	1.81	2.30
Mg <sup>2+</sup>	2.63	2.53	2.67	2.56	2.66	2.60	2.66	2.63	2.05	2.23	2.05	1.95	1.96	2.19	2.03	2.29	2.43	2.38	2.11	2.50
Mn <sup>2+</sup>	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.06	0.05	0.07	0.05	0.04	0.06	0.05	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02
R <sup>2+</sup>	5.91	5.76	5.98	5.87	5.94	5.92	5.97	5.96	5.82	5.93	5.78	5.81	5.81	5.86	5.86	5.88	5.75	5.84	5.52	5.81
Fe <sup>2+</sup> ; R <sup>2+</sup>	0.43	0.46	0.45	0.44	0.44	0.45	0.44	0.45	0.54	0.52	0.51	0.56	0.56	0.51	0.54	0.52	0.49	0.51	0.46	0.48
Fe/(Fe+Mg)	0.43	0.46	0.45	0.45	0.44	0.45	0.44	0.45	0.55	0.53	0.52	0.56	0.57	0.52	0.55	0.52	0.49	0.51	0.46	0.48
Si <sup>(28)</sup>	5.71	5.74	5.86	5.92	5.86	5.81	5.63	5.76	6.05	5.93	5.94	5.99	6.07	5.90	5.76	6.14	6.23	6.30	6.67	6.35
Fe <sup>(28)</sup>	3.96	4.39	4.39	4.15	4.21	4.27	4.15	4.35	5.02	4.99	4.50	5.02	5.10	4.68	4.89	5.06	4.68	4.95	3.61	4.60
T(°C)	307	303	282	274	283	291	320	298	252	272	269	262	248	275	299	238	223	211	152	204

注: <sup>(28)</sup> 是基于 28 个氧原子计算结果, 其余为 14 个氧原子计算结果

附表3 茛岭铀矿床淡粉红色方解石脉流体包裹体显微测温与激光拉曼测试结果  
Appendix table 3 The microthermometric and laser raman data of fluid inclusions in light pink calcite dyke in  
Jiling uranium deposit

样品	期次	温度测试							激光拉曼光谱测试					
		测试数	冰点(°C)	均一温度 (°C)	盐度	密度	形成深度	气相比例	液相(%)			气相(%)		
					%NaCl	$\rho(\text{g}/\text{cm}^3)$	km	(%)	CH <sub>4</sub>	H <sub>2</sub> O	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> S	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub>
ZKJ9-4-6-5-1	早期	5	-1.7~-1.2	195~214	2.12~3.00	0.87~0.89	1.66~1.84	15	100.00		29.1	12.8		58.1
ZKJ9-4-6-6-1	早期	4	-2.7~-2.1	280~289	3.72~4.86	0.77~0.78	2.45~2.56	45	0.01	99.99	41.1	19.8	32.4	6.7
ZKJ9-4-6-7-1	早期	4	-2.0~-1.8	291~295	3.10~3.45	0.75	2.51~2.56	30		100.00				96.3 3.7
ZKJ9-4-6-8-1	早期	4	-2.5~-1.7	245~257	2.92~4.42	0.82~0.83	2.10~2.27	70	0.01	99.99			65.5	34.5
ZKJ9-4-6-1-1	晚期	6	-1.8~-0.7	170~188	1.15~3.18	0.90~0.91	1.29~1.62	20		100.00				51.1 48.9
ZKJ9-4-6-1-2	晚期	5	-4.1~-2.2	194~200	3.80~7.32	0.90~0.92	1.70~1.82	15		100.00			22.6	77.4
ZKJ9-4-6-2-1	晚期	5	-3.4~-2.5	189~196	4.41~6.09	0.91	1.68~1.76	15		100.00			62.5	37.5
ZKJ9-4-6-2-2	晚期	6	-2.4~-2.0	165~181	3.53~4.23	0.92~0.93	1.44~1.60	25	0.22	99.78			12.4 61.2	26.4
ZKJ9-4-6-3-1	晚期	5	-3.5~-3.1	172~173	5.55~6.26	0.94	1.54~1.57	20		100.00			54.5	45.5
ZKJ9-4-6-3-2	晚期	6	-2.6~-1.7	141~171	2.91~4.67	0.93~0.95	1.21~1.50	15	0.04	99.96			63.6	36.4
ZKJ9-4-6-4-1	晚期	4	-4.3~-4.0	182~186	7.05~7.58	0.93	1.66~1.69	45	0.05	99.95			40.7	59.3
ZKJ9-4-6-4-2	晚期	5	-3.4~-2.6	169~174	4.59~6.08	0.93~0.94	1.50~1.57	40		100.00			45.0	55.0
ZKJ9-4-6-6-2	晚期	5	-3.7~-3.2	181~192	5.64~6.53	0.92~0.93	1.62~1.74	15		100.00	56.8		43.2	
ZKJ9-4-6-8-2	晚期	5	-4.7~-4.0	245~247	7.15~8.29	0.86	2.23~2.26	15	0.02	99.98			12.9	87.1
ZKJ9-4-6-6-1	晚期	4	-5.0~-4.6	205~227	8.20~8.82	0.89~0.91	1.87~2.08	20	0.02	99.98			59.2	40.8
ZKJ9-4-6-8-1	晚期	5	-4.5~-3.7	217~223	6.62~7.94	0.89	1.97~2.04	30	0.15	99.85			57.4	42.6

注：流体包裹体照片、激光拉曼图谱和各参数计算具体方法与过程见赵如意等（2018）

附表4 茛岭矿床C、H、O同位素特征  
Appendix table 4 The C, H and O isotope characteristics in Jiling uranium deposit

序号	取样位置	$\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$	$\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}}$	$\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$	数据来源	样号	样品类型	$\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$	$\Delta\text{D}_{\text{H}_2\text{O}}$	$\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$	备注
1	茛岭矿床 粉红色方解石脉	-2.5	-20.7	9.6	本文	J-184	茛岭矿床 似斑状花岗岩—基质	10.1			*
2	茛岭矿床 粉红色方解石脉	-2.6	-19.8	10.5	本文	J-184	茛岭矿床 似斑状花岗岩—斑晶	10.3			*
3	茛岭矿床 粉红色方解石脉	-2.1	-20.5	9.8	本文	J-185	茛岭矿床 似斑状花岗岩—基质	9			*
4	茛岭矿床 粉红色方解石脉	-2.6	-18.9	11.4	本文	J-185	茛岭矿床 似斑状花岗岩—斑晶	10.4			*
5	茛岭矿床 粉红色方解石脉	-2.6	-19.9	10.4	本文	J-189	茛岭矿床 钠交代似斑状花岗岩	9.9			*
6	茛岭矿床 粉红色方解石脉	-2.1	-20.2	10.1	本文	J-189	茛岭矿床 钠交代似斑状花岗岩—钠长石	9.6			*
7	茛岭外围 白色方解石脉	-1.5	-18.6	11.7	本文	J-181	茛岭矿床 富矿石	10.2			*
8	茛岭外围 白色方解石脉	-2.5	-17.1	13.3	本文	J-181	茛岭矿床 富矿石—钠长石	10.3			*
9	茛岭外围 白色方解石脉	-2.1	-20.6	9.7	本文	Y-180	周边矿点 似斑状花岗岩—石英	8.6	-70.7		*
10	茛岭外围 白色方解石脉	-3.2	-18.7	11.6	本文	Y-99	周边矿点 钠交代似斑状花岗岩—石英		-72.5		*
11	茛岭矿床 雪花状方解石	-2.1	-20.2	9.2	陈云杰等, 2014	J-16	茛岭矿床 粉红色脉状方解石		-102.5	15.47	*
12	周边矿点 雪花状方解石	-3.2	-18.7	10.7	陈云杰等, 2014	J-83	茛岭矿床 粉红色脉状方解石		-122.7	12.90	*
13	周边矿点 雪花状方解石	-2	-17.4	12.1	陈云杰等, 2014						
14	周边矿点 白色脉状方解石	-2.8	-22.9	6.4	陈云杰等, 2014						
15	周边矿点 白色脉状方解石	-2.8	-23	6.3	陈云杰等, 2014						
16	周边矿点 白色脉状方解石	-2.0	-24.4	4.9	陈云杰等, 2014						

注： $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}} = 1.0309 \times \delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}} + 30.01$ ；\*数据据核工业二〇三研究所，1987，龙首山地区碱交代热液铀矿床形成地球化学机理探讨，咸阳。

附表5 菱岭矿床Pb同位素特征

Appendix table 5 The Pb isotope characteristics in Jiling uranium deposit

序号	样号	取样位置	测试对象	$^{204}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}$	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$
1	G-53	矿床外围	龙首山岩群 (全岩)	0.013 7	0.237 9	0.212 5	0.535 9	17.326	15.479	39.034
2	G-57	矿床外围	龙首山岩群 (全岩)	0.014 3	0.216 5	0.223 7	0.545 5	15.109	15.610	38.069
3	G-83	矿床外围	龙首山岩群 (全岩)	0.014 1	0.215 1	0.222 0	0.548 7	15.245	15.735	38.886
4	Y-180	矿床外围	似斑状花岗岩 (长石)	0.013 8	0.248 1	0.214 4	0.523 5	17.922	15.487	37.812
5	Y-99	矿床外围	似斑状花岗岩 (长石)	0.013 7	0.249 2	0.213 6	0.523 5	18.134	15.545	38.097
6	Y-88	矿床外围	似斑状花岗岩 (长石)	0.013 7	0.248 3	0.212 3	0.525 7	18.144	15.514	38.419
7	Y-165	矿床外围	似斑状花岗岩 (长石)	0.013 5	0.252 6	0.210 0	0.523 9	18.750	15.584	38.885
8	J-181	菱岭矿床	蚀变似斑状花岗岩	0.005 8	0.644 1	0.119 5	0.230 6	111.530	20.690	39.931
9	J-189	菱岭矿床	蚀变似斑状花岗岩	0.012 5	0.309 3	0.198 3	0.480 0	24.828	15.921	38.532
10	D-J	菱岭矿床	蚀变似斑状花岗岩 (黄铁矿)	0.006 5	0.603 2	0.128 4	0.261 9	93.121	19.827	40.425
11	240-J	菱岭矿床	蚀变似斑状花岗岩 (黄铁矿)	0.010 4	0.419 7	0.175 0	0.394 8	40.280	16.797	37.887

注: 数据据核工业二〇三研究所, 1987, 龙首山地区同位素年龄与地质作用分析, 咸阳。

附表6 菱岭矿床钠交代似斑状花岗岩各蚀变带主量元素(%)、微量元素( $10^{-6}$ )和稀土元素( $10^{-6}$ )迁移计算结果Appendix table 6 The components migration calculation results of major elements (%), trace elements ( $10^{-6}$ ) and REES ( $10^{-6}$ ) of altered zones in porphyritic granite in Jiling Uranium deposit

样号	似斑状花岗岩	细脉状绿泥石化带	粉红色方解石化脉	雪花状方解石化带	赤铁矿化带	假象绿泥石化带	硅化带
岩性	$C_i^0$	$C_i^A$	$\Delta C_i$	$C_i^A$	$\Delta C_i$	$C_i^A$	$\Delta C_i$
$k$		1.13		1.12		1.10	
$\text{SiO}_2$	70.53	65.49	-12.58	63.47	-13.87	63.32	-12.97
$\text{TiO}_2$	0.38	0.52	0.07	0.54	0.10	0.55	0.11
$\text{Al}_2\text{O}_3$	15.36	17.36	-0.00	17.22	0.01	16.88	-0.01
$\text{Fe}_2\text{O}_3$	1.36	1.85	0.27	2.06	0.47	2.53	0.94
FeO	1.75	1.86	-0.10	2.13	0.15	1.48	-0.40
MnO	0.07	0.05	-0.02	0.13	0.05	0.11	0.04
MgO	0.65	1.18	0.39	1.65	0.82	1.24	0.48
CaO	1.69	2.78	0.77	8.33	5.75	8.92	6.42
$\text{Na}_2\text{O}$	5.47	10.22	3.57	9.31	2.84	9.44	3.11
$\text{K}_2\text{O}$	3.27	0.20	-3.09	0.19	-3.10	0.18	-3.10
$\text{P}_2\text{O}_5$	0.12	0.32	0.16	0.28	0.13	0.33	0.18
Eu	1.17	1.44	0.11	1.44	0.12	1.52	0.21
$\Sigma\text{REE}$	214.91	255.89	11.54	263.44	20.30	241.59	4.71
$\Sigma\text{HREE}$	10.46	12.89	0.95	15.45	3.34	12.84	1.21
Th	37.21	45.51	3.07	52.31	9.49	48.48	6.87
U	7.28	680.77	595.17	630.87	556.00	89.78	74.34
Sc	2.72	6.94	3.42	6.39	2.99	7.86	4.43
Ti	1 833	3 530	1 291	3 418	1 219	4 507	2 265
V	21.25	70.03	40.72	90.19	59.28	120.13	87.96
Cr	5.83	12.99	5.66	12.48	5.31	11.17	4.32
Ga	19.62	18.53	-3.22	22.08	0.10	20.06	-1.38
Sr	279	226	-79	225	-78	218	-81
Zr	257	245	-41	366	69	271	-11
Ba	826	519	-367	636	-258	957	44
Rb	108	45	-68	53	-60	47	-65
Co	4.33	10.39	4.87	8.19	2.98	11.57	6.18
Ni	4.16	14.47	8.65	7.12	2.20	7.28	2.46
Nb	22.50	24.08	-1.19	24.24	-0.86	20.64	-3.74
Mo	1.85	1.88	-0.18	1.77	-0.26	1.81	-0.20
Sn	2.96	3.11	-0.21	3.32	0.00	3.13	-0.12
Hf	6.84	9.85	1.87	9.03	1.22	6.59	-0.85
Ta	1.13	2.41	1.01	2.46	1.07	2.20	0.88