

夹皮沟片麻岩岩石化学特征及其地质意义*

孙晓明

徐克勤 任启江

(中山大学地质学系, 广州 510275) (南京大学地球科学系)

摘要 赋存了夹皮沟金矿区绝大部分金矿的夹皮沟片麻岩主要由 TTG 质斜长片麻岩及其中拉斑玄武岩质暗色包体组成, 岩石化学上呈双峰特征和奥长花岗岩系列演化趋势, REE 组成上均显示了较大的 Eu 正异常, δ_{Eu} 最高可达 4.6, 相似于西格陵兰等典型太古代高级变质地体中的双峰式片麻岩, 与裂谷型太古代绿岩带中的双峰式钙碱性火山岩有着本质的不同.

关键词 TTG 类灰色片麻岩, 双峰式岩石组合, 裂谷型绿岩带, 高变质地体, 夹皮沟金矿区

分类号 P588.345

吉林夹皮沟金矿区太古代变质岩的构造属性存在着很大的争议, 特别是赋存了本区绝大多数金矿的原三道沟组地层(本文简称为夹皮沟片麻岩)出露的地区, 很多研究者认为它是一个典型的太古代裂谷型绿岩带^[1], 但也有学者提出了不同看法(胡安国, 1985). 作者认为该区与典型太古代绿岩带存在很大差别, 应划归为太古代高级变质地体^[2]. 本文从岩石化学特征方面对该问题进行阐述.

1 主要岩石类型及地质特征

夹皮沟片麻岩主要出露于夹皮沟镇到板庙子一带, 夹于海西期花岗岩及北西韧性剪切带之间, 长约 40 km, 宽约 5~15 km. 区域变质一般为角闪岩相, 混合岩化较弱, 因受北西向韧性剪切带影响, 片麻理方向一般为 NW 向, 且西南部已韧性变形为各种糜棱岩, 并退变质为绿片岩相. 其中岩石类型主要为斜长片麻岩和斜长角闪岩.

(1) 斜长片麻岩, 占夹皮沟片麻岩的 80% 以上. 其锆石 U—Pb 年龄为 2564 Ma(黄一鸣, 1985). 其中斜长石 An 在 20~40 之间变化, 多为更长石, 常见卡钠复合双晶, 一些为反条纹长石; 角闪石主要为普通角闪石; 石英中常见波状消光及核幔结构.

(2) 斜长角闪岩, 呈不规则条带状到透镜状暗色包体分布于较浅色的斜长片麻岩中, 两者常见过渡现象. 在片麻岩中的比例不易确定, 一般约占 10%~20%. 全岩 Pb—Pb 年龄为 2900 Ma(黄一鸣, 1985). 原岩为拉斑玄武岩(胡安国, 1985). 其中角闪石成分介于普通角闪石和镁钙闪石之间; 斜长石 An=25~40, 少量为钠长石; 辉石主要为次透辉石; 石

* 国家自然科学基金资助项目

收稿日期: 1994-12-13 孙晓明, 男, 32 岁, 矿床学博士, 副教授

表 1 夹皮沟片麻岩岩石化学组成一览表*

Tab. 1 Petrochemical composition of the Jiapigou gneiss											/%		
序号	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	烧失量	总量
1	68.18	0.53	15.19	6.18	0.00	0.08	1.77	4.46	3.47	0.80	0.12	0.26	101.04
2	50.70	0.91	13.71	13.76	0.00	0.22	7.02	9.97	2.00	0.80	0.09	0.91	99.79
3	69.26	0.32	14.90	5.35	0.00	0.06	1.18	3.19	3.56	1.54	0.07	1.65	101.08
4	68.22	0.47	15.78	6.36	0.00	0.07	1.18	3.29	3.56	1.36	0.11	1.47	102.12
5	69.62	0.35	14.07	0.85	2.01	0.05	1.31	4.34	3.76	1.31	0.04	3.03	100.74
6	68.04	0.45	14.61	2.41	3.06	0.08	1.13	4.99	3.22	0.94	0.07	1.69	100.69
7	63.28	0.37	15.02	3.10	2.54	0.06	2.43	3.04	4.16	1.32	0.10	7.68	100.17
8	59.48	0.90	15.66	3.21	4.88	0.12	4.46	3.47	4.66	0.56	0.55	3.83	101.78
9	62.32	0.55	16.31	2.55	5.07	0.05	2.13	3.82	3.68	1.28	0.08	2.70	100.54
10	62.16	0.65	15.78	2.07	4.95	0.06	2.21	3.41	4.20	1.37	0.12	3.16	100.14
11	69.74	0.50	13.54	3.37	2.02	0.12	1.56	1.59	4.00	1.58	0.14	1.97	100.13
12	62.16	0.60	15.32	6.17	2.25	0.11	2.57	1.29	4.00	1.24	0.14	4.66	100.51
13	63.18	0.56	15.43	3.16	3.76	0.12	2.85	2.11	3.79	2.50	0.14	2.30	99.89
14	59.44	0.55	16.07	3.98	3.30	0.13	3.06	1.68	4.77	1.22	0.15	6.27	100.62
15	66.38	0.47	15.38	1.22	2.53	0.05	1.30	2.96	3.78	2.41	0.07	2.24	98.79
16	59.95	1.00	15.90	3.24	3.27	0.09	1.50	4.12	4.80	2.44	0.62	2.37	99.30
17	66.55	0.42	14.57	1.94	3.24	0.10	1.10	4.02	4.00	2.71	0.06	0.10	98.81
18	61.24	0.33	13.31	2.27	4.22	0.12	2.88	5.18	2.75	4.65	0.28	3.05	100.73
19	50.74	0.50	13.18	2.96	8.58	0.28	8.52	10.53	2.20	0.92	0.12		
20	49.77	0.62	14.32	3.91	6.91	0.15	7.38	8.55	3.14	1.47	0.35		
21	52.49	0.65	15.10	2.60	6.21	0.18	6.50	8.05	4.45	1.02	0.40		
22	53.65	0.65	14.99	2.65	6.11	0.15	6.12	6.30	3.74	2.73	0.42		
23	47.84	0.92	10.12	3.28	10.88	0.22	10.32	9.94	4.71	1.66	0.38		
24	52.16	0.75	14.83	3.01	6.38	0.10	6.63	7.77	4.08	1.62	0.36		
25	48.66	0.80	13.61	5.81	8.71	0.15	6.74	10.23	2.66	1.15	0.20		
26	61.64	0.55	16.02	3.72	2.98	0.10	1.96	4.48	4.15	3.06	0.25		
27	47.30	1.70	13.98	6.47	6.92	0.20	8.21	9.91	2.24	0.98	0.00		
28	60.01	1.40	15.52	4.37	3.70	0.08	2.43	4.19	5.00	2.37	0.00		
29	58.64	0.80	14.20	3.03	7.15	0.17	4.28	2.53	1.81	2.36	0.00		
30	48.66	0.90	12.42	5.67	8.15	0.23	8.31	9.43	2.84	1.10	0.00		
31	48.95	0.68	6.53	5.45	9.81	0.20	12.98	12.06	0.84	0.38	0.00		
32	47.77	1.15	8.98	4.18	9.15	0.20	12.10	11.25	0.59	0.36	0.00		

* 1~4 为作者采用 X 荧光法测定,其中 Fe₂O₃ 为全铁;5~18 来自胡安国(1985);19~32 为吉治 604 队内部资料,原资料未给出烧失量及总量

榴石呈粉红色,常为不规则石英微晶交代,其成分主要为铁铝榴石(Alm = 55%,Pyr = 23.5%,Gro = 19.0%),个别样品中石榴石含量可达 30%。

另外,在三道沟、腰坨子等地,片麻岩中还夹有透镜状到不规则状已中高级变质的条带状铁建造(BIF)。

2 岩石化学特征

2.1 常量元素地球化学特征

夹皮沟片麻岩的岩石化学成分(表 1)表明,绝大部分样品的 K_2O 含量较低, $Na_2O \gg K_2O$. 对其中的 6 种主元素氧化物含量进行了统计. SiO_2 显示了明显的双峰特征(图 1). FeO (全铁), MgO 和 CaO 也相应地出现程度不同的双峰特征. Na_2O 和 K_2O 之双峰性不明显, K_2O 集中在 $0.5\% \sim 1.5\%$, Na_2O 则集中于 $3.5\% \sim 4.5\%$. 其中基性组份为斜长角闪岩暗色包体, 而酸性组份则为斜长片麻岩.

在 $SiO_2 - TiO_2$ 图解上(图 2), 夹皮沟片麻岩绝大多数样品落在火成岩区, 表明其原岩主要为火成岩.

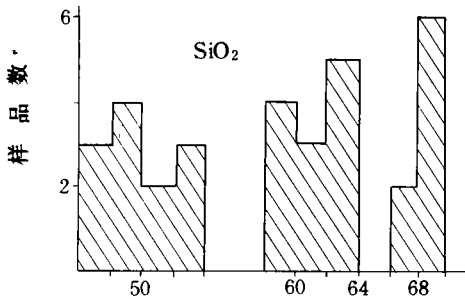


图 1 夹皮沟片麻岩 SiO_2 含量直方图

Fig. 1 Histogram of the contents of SiO_2 in the Jiapigou gneiss

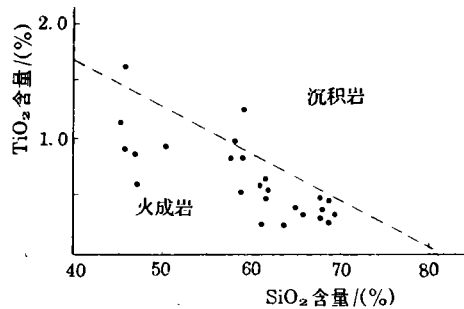


图 2 夹皮沟片麻岩 $TiO_2 - SiO_2$ 图解

Fig. 2 Plot of TiO_2 vs. SiO_2 of Jiapigou gneiss (after J. Tarney, 1976)

在 $Ab - Or - An$ 图解上(图 3), 大部分样品($SiO_2 > 62\%$ 者)落在 TTG 范围内, 表明夹皮沟片麻岩中的斜长片麻岩原岩主要是 TTG 类古侵入体.

在 $K - Na - Ca$ 图解上(图 4), 夹皮沟片麻岩显示了明显的奥长花岗岩系列演化趋势, 而不是太古代绿岩带双峰式火山岩所特有的钙碱性系列演化趋势. 在 $Q - Ab - Or$ 图解上(图 5), 亦清楚地显示了夹皮沟片麻岩所有样品 K_2O 很低, 具有明显的奥长花岗岩系列演化趋势, 其投影点与西格陵兰著名的 Amitsoq 灰色片麻岩几乎重合.

Barker F. (1979) 和 Tarney J. (1976) 等在研究世界上许多典型的太古代高级变质地体, 如苏格兰、西格陵兰及东格陵兰等地的片麻岩时, 也都发现了明显的双峰或三峰特征, 即以拉斑玄武岩为特征的基性组份和 TTG 组成的酸性组份所共生. 夹皮沟片麻岩与之十分相似.

2.2 微量元素组成特征

夹皮沟片麻岩中酸性片麻岩 Sr 的质量分数 $W(Sr) = 266 \times 10^{-6} \sim 363 \times 10^{-6}$, 与世界上典型灰色片麻岩相似. $W(Rb) = 7 \times 10^{-6} \sim 21 \times 10^{-6}$, 较一般灰色片麻岩低一些. $W(Rb)/W(Sr)$ 比值很低, 为 $0.026 \sim 0.060$, 此为太古代灰色片麻岩所特有^[3].

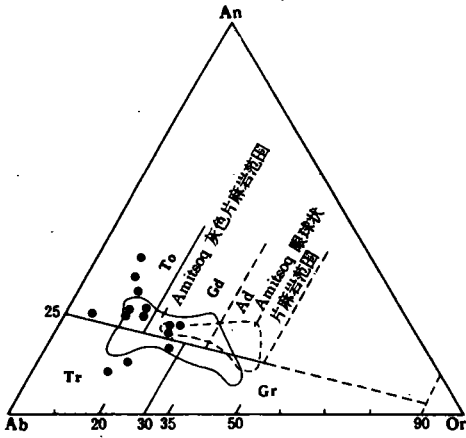


图 3 夹皮沟片麻岩 An - Ab - Or 三角图解
Fig. 3 Normative An-Ab-Or diagram of the Jiapigou gneiss

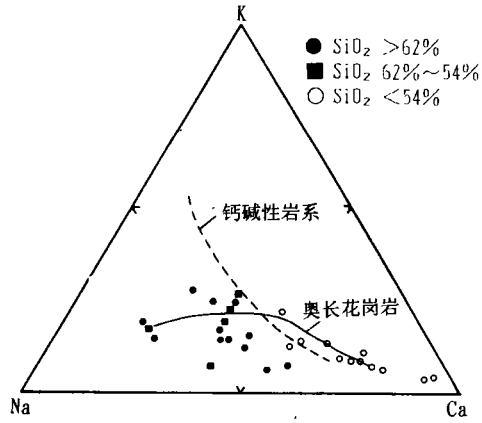


图 4 夹皮沟片麻岩 K - Na - Ca 图解
Fig. 4 K - Na - Ca diagram of the Jiapigou gneiss

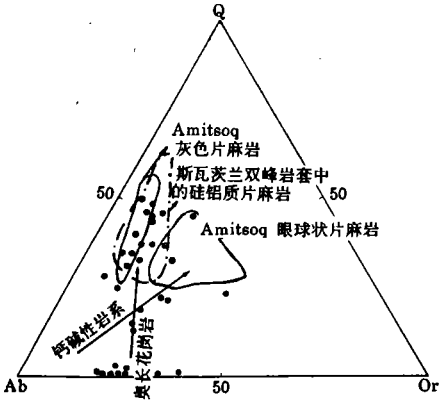


图 5 夹皮沟片麻岩 Q - Ab - Or 三角图解(据 F. Barker 等 1976)
Fig. 5 Q - Ab - Or diagram of the Jiapigou gneiss.

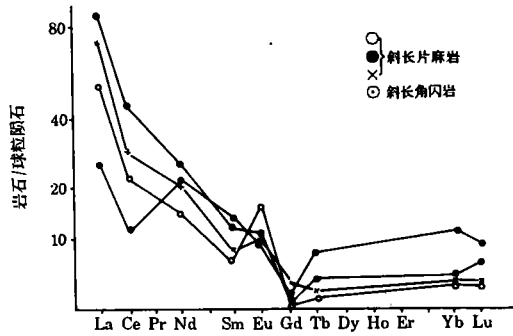


图 6 夹皮沟片麻岩稀土配分曲线图
Fig. 6 Chondrite-normalized REE patterns in the Jiapigou gneiss

夹皮沟片麻岩的稀土总量较低, $W(\sum REE) = 39.6 \times 10^{-6} \sim 104.5 \times 10^{-6}$, 平均 72.7×10^{-6} , $(La/Lu)_N$ 为 $2.74 \sim 47.91$ 。从其稀土元素配分模式(图 6)可见, 所有斜长片麻岩样品具 Eu 正异常, 最高可达 4.6, 相当于 TTG 岩石分类中的第 II 类^[4]。具有典型的太古代高级变质体 TTG 组合的 REE 组成特征。

O'Nions 等(1978)在研究西格陵兰著名的 Amitsoq 灰色片麻岩时, 发现其 REE 组成可明显地划分为两类。对比发现, 夹皮沟片麻岩的 REE 组成属于其中的 B 类。

综上所述, 夹皮沟片麻岩主要由 TTG 类灰色片麻岩及其中斜长角闪岩暗色包体组

成,岩石化学上呈明显的双峰特征及奥长花岗岩系列演化趋势,REE 组成上均出现较大的 Eu 正异常,其一系列岩石化学特征与西格陵兰等典型太古代高级变质地体的双峰式片麻岩十分相似.

3. 讨 论

太古代绿岩带中最重要者为裂谷型绿岩带,它主要由基性和长英质酸性双峰式火山岩组成,其中基性火山岩几乎在所有绿岩带中均占有所有岩石类型的 50% 以上,而长英质酸性火山岩一般不足 15%,它们在岩石化学上均为钙碱性系列,呈钙碱性演化趋势.同时,酸性火山岩 REE 组成上只出现 Eu 负异常或无异常,而从不显 Eu 正异常.因而,从岩石化学角度来看,夹皮沟片麻岩的双峰式岩石组合与裂谷型绿岩带中的双峰式火山岩存在本质的差别.结合夹皮沟片麻岩其它一些地质特征,如受到中高级变质、绿岩很少、不出现块状硫化物矿床等,作者认为夹皮沟片麻岩与太古代绿岩带存在很大差别,最好划归为太古代高级变质地体.

长期以来,许多人受太古代地体中没有绿岩带就没有金矿化观点的影响,用绿岩带型金矿的成矿模式对本区金矿进行研究,而对其间的差异性注意不够^[5].冀东及内蒙古大青山等金矿区也存在相似的情况.事实上,近年来在国外(如澳大利亚、加拿大、印度和南非)许多太古代高级变质地体中都发现了一系列大中型金矿,这被认为是矿床学最新进展之一.我国华北地台一些太古代高级变质地体在受到中高级区域变质以后,又受到多期强烈的韧性变形和岩浆作用,在此过程中,地壳下部或上地幔的金等成矿物质被带至有利的构造部位成矿,因而太古代绿岩带的存在并非金成矿的先决条件.

本文成文过程中,得到了王德滋、刘英俊等教授的大力支持,野外工作时得到吉冶 604 队的帮助,在此一并致谢.

参 考 文 献

- 1 林宝钦,沈华梯.吉林桦甸地区三道沟—夹皮沟绿岩带金的成矿作用.金矿地质论文集.北京:地质出版社,1986.124~133
- 2 孙晓明,徐克勤,任启江,等.吉林夹皮沟太古代高级变质地体的确定及其地质意义.科学通报,1992,36(22):1723~1726
- 3 Collerson K D, Bridgwater D. Metamorphic Development of Early Archaean Tonalitic and Trondhjemitic Gneisses, Saglek Area, Labrador. In Trondhjemitic, Dacites, and Related Rocks. Elsevier, 1979, 205~265
- 4 Culler R L, Graf J. Rare Earth Elements in Igneous Rocks of the Continental Crust: intermediate and siclic rocks or petrogenesis. In Rare Earth Elements Geochemistry (Henderson, ed.). Elsevier, 1984, 275~316
- 5 Sun Xiaoming, Xu Keqin, Ren Qijiang, et al. Gold Mineralization in the Archaean High Grade Metamorphic Terrains of N. China Platform. Journal of Nanjing University (Natural Sciences Edition). 1993, 29(1):104~115

Petrochemical Characteristics of the Jiapigou Gneiss and Its Geological Significance

*Sun Xiaoming** *Xu Keqin* *Ren Qijiang*

Abstract Detailed petrochemical studies show that the Jiapigou gneiss of Jiapigou gold mine is composed of TTG grey gneisses and their irregular to lentiform pl—amphibolite melanic enclaves. The major—element contents show obvious bimodality and trondhjemitic series evolution trend, and the chondrite—normalized REE patterns of grey gneiss possess quite high positive Eu anomalies which can reach as high as 4.6. The gneiss is very similar to the bimodal gneisses of some typical Archaean high grade metamorphic terrains as W. Greenland etc., but totally different from the bimodal calcalkalic volcanic rocks of rift—type Archaean greenstone belts.

Keywords TTG grey gneiss, bimodal rock association, rift—type Archaean greenstone belt, high grade metamorphic terrain, Jiapigou gold mine

* Department of Geology, Zhongshan University, Guangzhou 510275