

吉林省金城洞地区元古宙花岗岩地质地球化学特征

曾庆栋¹, 沈远超¹, 戴新义², 刘侍臣², 关敬之², 金珍花²

(1. 中国科学院地质与地球物理研究所, 北京 100029; 2. 吉林省地质科学研究所, 长春 130012)

[摘 要] 吉林省金城洞地区位于华北地台北缘东端, 区内元古宙花岗岩发育, 其主要岩石类型为: 早元古宙花岗闪长岩、二长花岗岩、斜长花岗岩, 中元古宙花岗闪长岩。这些花岗岩均普遍富含 Na_2O 、 Al_2O_3 , 为钙碱性系列岩石, 各种化学参数表现出 I 型花岗岩的特点。其稀土元素模式为轻稀土富集的右倾曲线, 基本无铕异常。花岗岩地球化学特征反映了其构造环境为活动陆缘。

[关键词] 元古宙花岗岩 地球化学 吉林省金城洞

[中图分类号] P588.12; P59 [文献标识码] A [文章编号] 0495-5331(2001)01-0079-03

吉林省金城洞地区位于华北地台北缘东端(图 1), 西与夹皮沟成矿带相邻。区内花岗岩分布广, 类型多, 且形成时代不一, 从元古宙至中生代都有发育。本区内地层主要为晚太古宙夹皮沟群变质岩^[1~3], 本区北部(古洞河断裂以北)为吉黑地槽区, 对它已有较多的研究, 是古生代构造-岩浆带重要组成之一^[4], 本文不再讨论。由于本区地处长白山脉, 其自然地质条件及工作条件较差, 因此对本区地质研究工作相对于对其西侧夹皮沟金矿带研究则较少, 但前人对本区进一步的研究工作奠定了良好的基础^[5], 在原地地质矿产部科技攻关项目实施过程中, 对区内花岗岩进行了较为系统的地质及地球化学研究工作, 本文是研究工作的部分成果。

1 岩石产状

区内早元古宙花岗岩呈岩基状分布于本区南部, 称百里坪岩体, 侵入于晚太古夹皮沟变质岩系中(图 1), 面积超过 1000 km^2 。主体岩石为花岗闪长岩、二长花岗岩, 次为黑云母斜长花岗岩, 各岩性之间渐变过渡, 岩体边部也有较多的变质岩捕掳体。斜长花岗岩锆石 U-Pb 年龄为 2293Ma^[5]; 其中有燕山晚期花岗岩侵入^[3]。

中元古宙花岗岩沿古洞河断裂南侧呈带状分布, 其南部侵入晚太古宙夹皮沟群变质岩系中、北侧以断裂为界与古生代构造-岩浆岩带相隔, 呈岩基状产出, 岩体内也含有较多的闪长质包体。该岩体岩性单一, 为花岗闪长岩。岩体锆石 U-Pb 年龄为 1617Ma。

2 岩石学特征

区内元古宙花岗岩岩石分类如图 2 所示。

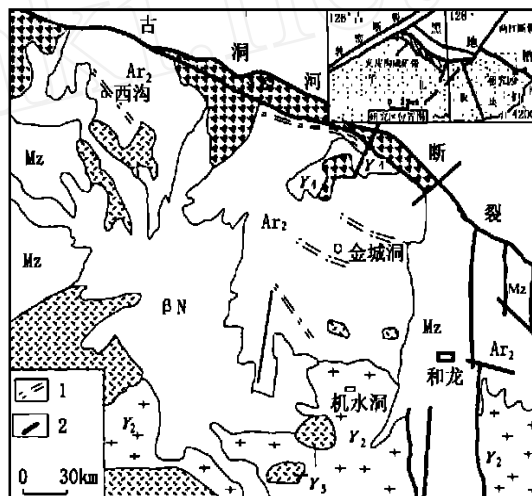


图 1 吉林省金城洞地区地质略图

(据文献 3、修改)

βN —第三系玄武岩; Mz —中生代沉积岩; Pz —古生代构造-岩浆岩带; Ar_2 —燕山期花岗岩、花岗斑岩; γ_5 —燕山期石英二长岩; γ_4 —晚古生代花岗岩; γ_{δ_2} —中元古宙花岗闪长岩; γ_2 —早元古宙花岗岩; 1—韧性剪切带; 2—断层

(1) 早元古宙花岗岩。在图 2 中, 本区 18 个样品投点主要位于花岗闪长岩区和二长花岗岩区。矿物成分: 花岗闪长岩中斜长石含量 45%~60%, $\text{An} = 20 \sim 40$, 钾长石含量 10%~20%, 石英含量 20%~25%, 黑云母含量 3%~10%; 二长花岗岩中斜长石含量 35%~40%, $\text{An} = 20 \sim 30$, 钾长石含量 25%~30%, 石英含量 20%~25%, 黑云母含量 3%~5%; 斜长花岗岩中斜长石含量 60%~65%, $\text{An} = 20 \sim 40$, 钾长石含量 5%, 石英含量 25%~30%, 黑云母含量 3%~15%; 钾长石在三类岩石中均为微斜长石。各岩石均为细粒—中粒花岗结构, 副矿物以

[收稿日期] 2000-11-28; [修定日期] 2000-12-01; [责任编辑] 曲丽莉。

[基金项目] 原地地质矿产部“八五”科技攻关项目(85-01-002-02-01)和中国科学院“九五”重大黄金项目(KZ951-404-02)资助。

吉林省地质科学研究所. 吉林省夹皮沟—金城洞花岗岩—绿岩带金矿成矿规律及找矿方向研究报告, 1989。

吉林省地质科学研究所. 吉林省地质构造图说明书, 1993。

磁铁矿为主, 次为榍石、磷灰石、锆石、钛铁矿等。

(2) 中元古宙花岗岩。岩性单一, 4 个样品均位于花岗闪长岩区, 中细粒花岗结构, 似片麻状构造, 矿物成分: 斜长石为更长石, 含量 60 % ~ 70 %; 钾长石含量 10 % ~ 15 %, 且交代斜长石; 石英含量 10 % ~ 15 %; 黑云母和角闪石约 5 %。副矿物为磷灰石、锆石、榍石、磁铁矿。

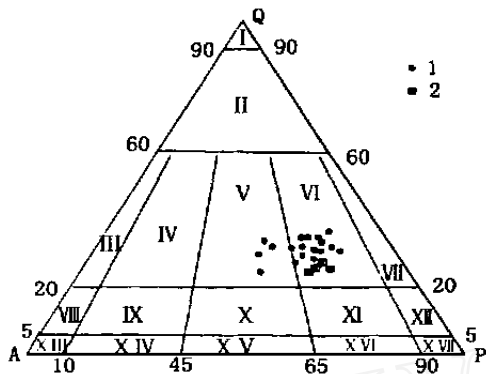


图 2 火成岩分类图

(据国际地科联火成岩分类分会推荐, 转引自邱家骥, 1996^[6])

—石英岩; —石英花岗岩类; —碱长花岗岩; —正长花岗岩; —二长花岗岩; —花岗闪长岩; —英云闪长岩; —石英碱长正长岩; —石英正长岩; —石英二长岩; —石英二长闪(辉)长岩; —石英闪(辉)长岩; —碱长正长岩; —正长岩; —二长岩; —二长闪(辉)长岩; —闪长岩、辉长岩、斜长岩; 1—早元古宙花岗岩; 2—中元古宙花岗岩 (图中数据由原地矿部吉林省分析测试中心测定, 1992)

3 岩石化学特征

区内元古宙花岗岩岩石的化学成分分析表明, 主要氧化物含量变化较大。其中早元古宙花岗岩的 SiO_2 为 64 % ~ 73 %, 平均值为 66.48 %; TiO_2 为 0.15 % ~ 0.75 %, 平均值为 0.45 %; Al_2O_3 为 13.78 % ~ 18.45 %, 平均值为 16.23 %; FeO 为 1.03 % ~ 4.36 %, 平均值为 2.34 %; MgO 为 0.35 % ~ 3.25 %, 平均值为 1.16 %; CaO 为 0.9 % ~ 4.97 %, 平均值为 3.49 %; K_2O 为 1.6 % ~ 3.96 %, 平均值 2.63 %, 含量变化范围较大。而中元古宙花岗岩的主要氧化物含量变化范围较小 (SiO_2 为 63.2 % ~ 64.23 %, 平均值为 63.76 %; TiO_2 为 0.45 % ~ 0.5 %, 平均值为 0.47 %; Al_2O_3 为 16.48 % ~ 16.84 %, 平均值为 16.63 %; FeO 为 3.16 % ~ 3.84 %, 平均值为 3.53 %; MgO 为 1.84 % ~ 8.07 %, 平均值为 1.98 %; CaO 为 4.44 % ~ 4.17 %, 平均值为 4.57 %; K_2O 为 2.2 % ~ 2.56 %, 平均值 2.37 %), 这可能与岩体中含变质岩残块的多少有关, 同时也反映了重熔花岗岩浆作用或同化混染作用程度的差异。

K_2O 与 Na_2O 的相对含量是反映岩浆来源、成岩演化的一个重要指标, 被用作判别花岗岩成因类型的地球化学参数之一。本区元古宙花岗岩的 K_2O

与 Na_2O 含量, 以及 $\text{Na}_2\text{O} / \text{K}_2\text{O}$ 比值变化较大, 其比值都大于 1, 属钠质岩石。在 $\text{K}_2\text{O} - \text{Na}_2\text{O}$ 图解上 (图 3), 区内花岗岩均投于 I 型花岗岩区^[7], 与 $\text{SiO}_2 - \text{Al} / (\text{K} + \text{Na} + 2\text{Ca})$ 图上 (图 4) 所反映的结果一致。

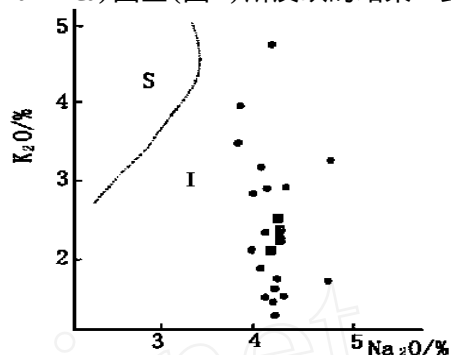


图 3 $\text{K}_2\text{O} - \text{Na}_2\text{O}$ 图解
(图例同图 2)

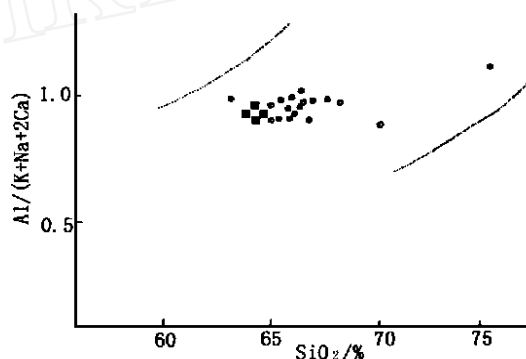


图 4 $\text{SiO}_2 - \text{Al} / (\text{K} + \text{Na} + 2\text{Ca})$ 图
(图例同图 2)

4 地球化学特征

4.1 微量元素地球化学

区内元古宙花岗岩微量元素分析结果列于表 1 中。从表 1 可知, 花岗岩各微量元素丰度相近, 可能反映它们具有相似的花岗岩源岩性质及岩浆分异特点, 形成于相似的构造环境中。

表 1 花岗岩微量元素平均含量 10^{-6}

	Au	Ag	Cu	Pb	Zn	Cr	Ni	Co	V	W	Sn
1	0.82	0.39	11.9	5.56	67.2	64.7	5.17	6.51	43.2	0.2	1.07
2	0.7	0.3	12.6	8.64	80.9	39.1	9.64	12.6	11.7	65	1.55
	Mb	Rb	Sr	Ba	Nb	Ta	Zr	Hf	Be	Li	Cs
1	0.51	25.0	522	1089	3.99	0.2	166	4.9	0.9	10.0	1.1
2	0.82	72.6	478	790	6.84	0.22	185	5.69	1.5	18.1	2.6

1—早元古宙花岗岩平均值 (18 个样品); 2—中元古宙花岗岩平均值 (4 个样品); 原地矿部吉林省分析测试中心测试, 1991; Au、Ag 单位: 10^{-9} 。

4.2 稀土元素地球化学

本区不同时代花岗岩类岩石的稀土元素特征并不完全一致。早元古宙 7 个样品 $\sum \text{REE}$ 变化较大, 变化于 $52.59 \times 10^{-6} \sim 206.44 \times 10^{-6}$, 平均值为 129.73×10^{-6} ; $\sum \text{LREE} / \sum \text{HREE} = 4.81 \sim 23.72$, 平

均值为 15.5; $\delta_{Eu} = 0.6 \sim 1.2$, 平均值为 0.95; $La/Yb = 48.8$; $La/Y = 4.22$ 。中元古宙花岗岩 2 个样品 $\sum REE = 160.11 \times 10^{-6} \sim 126.58 \times 10^{-6}$, 平均值为

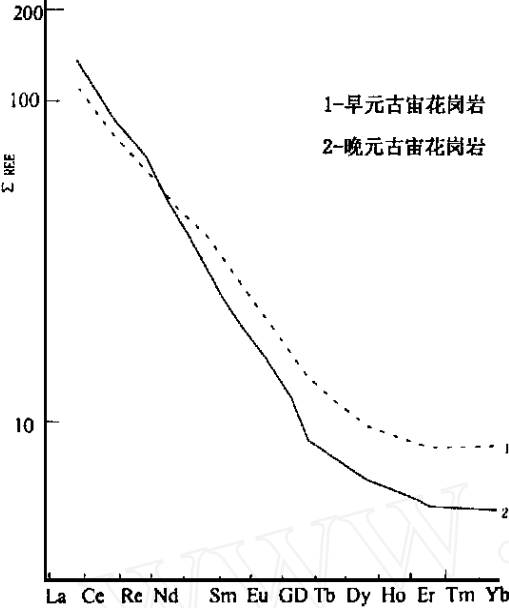


图 5 花岗岩稀土元素配分型式

1—早元古宙花岗岩(7 个样品平均值);

2—中元古宙花岗岩(2 个样品平均值);

(样品由原地矿部吉林省分析测试中心分析测试, 1991)

161.35×10^{-6} ; $\sum LREE / \sum HREE = 11.46 \sim 11.66$, 平均值为 11.56; $\delta_{Eu} = 0.9 \sim 0.94$, 平均值为 0.92; $La/Yb = 24.84$; $La/Y = 2.27$ 。早元古宙花岗岩的 $\sum REE$ 变化较大, 这与花岗岩类岩石类型多样相吻合。它们的 $\sum LREE / \sum HREE$ 、 La/Yb 、 La/Y 比值, 都显示其较高的轻重稀土分馏程度。从图 5 可看出, 区内元古宙花岗岩的球粒陨石标准化图谱形式十分相似。花岗岩的稀土配分曲线相互平行, 特征一致, 呈无铕异常, 轻重稀土分馏明显, 反映了它们具有类似的岩浆演化过程, 或具有类似的源岩, 起源于一个加厚的地壳, 或者说具有山根的造山带环境^[8]。

5 花岗岩形成环境探讨

区内花岗岩岩性均较单一, 为富 Na_2O 的钙碱性系列岩石, 且岩石化学参数及 Rb、Sr、Ba、K 等元素和 REE 图谱特征所反映的演化特点表明, 花岗岩具有相似的岩浆成因及演化, 都为 I 型花岗岩。

在多阳离子参数图解上 (Batchelor and bowden,

1985) (图 6), 早元古宙花岗岩分别落在板块碰撞前消减地区花岗岩区、板块碰撞后隆起花岗岩区及造山晚期花岗岩区, 这可能反映了元古宙花岗岩浆作用演化特点。而其中的早中元古宙又独自呈次一级的岩浆旋回特征。但不论大旋回, 还是其中的次级旋回, 从早到晚期, 岩浆作用演化的总特征是, SiO_2 含量及碱度增加, 而 CaO 、 $< FeO >$ 、 MgO 含量基本稳定, 其构造环境由火山活动最强烈的环境向活动减弱直至造山晚期构造环境转变。

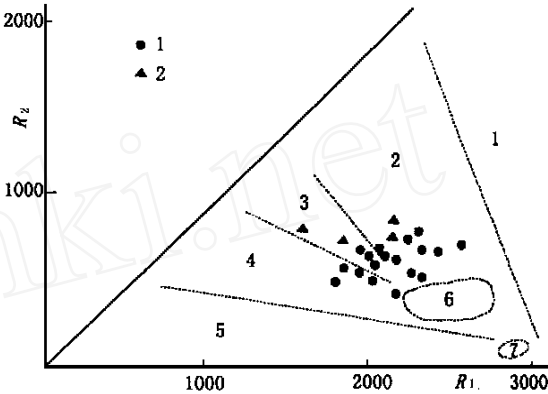


图 6 花岗岩类岩石的 $R_1 - R_2$ 图

(据 Batchelor and bowden, 1985^[9])

1—幔源花岗岩区; 2—活动板块边缘花岗岩区; 3—碰撞后隆起花岗岩区; 4—造山晚期花岗岩区; 5—非造山期 A 型花岗岩; 6—同碰撞花岗岩区; 7—造山期后 A 型花岗岩; 其它图例同图 2

[参考文献]

[1] 沈保丰, 骆辉, 韩国刚, 等. 辽北 - 吉南太古宙地质及找矿 [M]. 北京: 地质出版社, 1994, 1 ~ 256.

[2] 曾庆栋, 等. 吉林省金城洞花岗岩 - 绿岩带构造变形序列 [J]. 吉林地质, 1994, 14 (1): 54 ~ 61.

[3] 曾庆栋, 沈远超, 戴新义. 吉林省金城洞地区金矿成矿物质来源探讨 [J]. 黄金科学技术, 1998, 6 (3): 22 ~ 29.

[4] 郭力. 吉林省加里东期花岗岩成因类型及构造环境 [J]. 吉林地质科技情报, 1994 (5): 25 ~ 31.

[5] 李之彤, 赵春荆, 朱群. 吉黑东部花岗岩类的形成和演化 [A]. 见: 中国地质学会编“七五”地质科技重要成果学术交流会论文集选集, 北京: 北京科学技术出版社, 1992, 237 ~ 240.

[6] 邱家骧, 林景任. 岩石化学 [M]. 北京: 地质出版社, 1991, 1 ~ 276.

[7] Collins WJ, et al. Nature and origin of A type granites with particular reference to Southeastern Australia [J]. Contrib Miner Petro, 1982, 80: 189 ~ 200.

[8] 邓晋福, 莫宣学, 赵海玲, 等. 中国东部岩石圈 - 软流圈系统大灾变与成矿环境 [J]. 矿床地质, 1999, 18 (4): 309 ~ 315.

[9] Batchelor R A, Bowden P. Petrogenesis in interpretation of granitoid rock series using multicationic parameters [J]. Chem Geol, 1985, 48, 43 ~ 56.

THE GEOLOGICAL AND GEOCHMICAL FEATURES OF PROTEROZOIC GRANITES IN JINCHENGONG REGION, JILIN PROVINCE

ZENG Qing - dong, SHEN Yuan - chao, DAI Xin - yi, LIU Shi - chen, GUAN Jing - zhi, JIN Zhen - hua

Abstract : Proterozoic granites develop in jinchengdong region, Jilin Province, locate in the eastern part of the northern margin of North China platform. The major granites are mainly early Proterozoic p granodiorite, adamellite, lagio granite; mid - Proterozoic adamellite. The granitoid rocks are commonly rich in Na_2O , Al_2O_3 , and evolved to calc - alkalic rock series. Different chemical parameters of granite show the characteristics of I - type granite. Their REE model is characterized by enrichment in light REE and no Eu anomaly. These geological and geochemical features reflect tectonic environmental cycle.

Key words : granite geochemistry, Jinchengdong region, Jilin Province