

中国地质科学院

天津地质矿产研究所所刊

第 20 号

地质出版社

中 国 地 质 科 学 院

天津地质矿产研究所所刊

第 20 号

地 质 出 版 社

中国地质科学院
天津地质矿产研究所所刊
第 20 号

责任编辑：汪玉麟、张恩鹏

地质出版社出版发行

（北京和平里）

地质出版社印刷厂印刷

（北京海淀区学院路29号）

新华书店总店科技发行所经销

开本：787×1092¹/₁₆ • 印张：10 • 铜版页：4 页 字数：237000

1989年6月北京第一版 • 1989年6月北京第一次印刷

印数：1—1825册 • 国内定价：3.40元

ISBN7-116-00403-3/P.349

目 录

华北陆台阴山-燕山地区太古代花岗质岩多样性的成因·····	金文山 (1)
变质作用中岩石成分的变化·····	张翊钧 (15)
白云鄂博群和渣尔泰群的地层和时代对比 ·····	孟宪家、苏振东、包智强、田君瑞、杨崇文 (31)
密云地区太古代麻粒岩的地球化学特征及其退变质作用·····	高劭、高凡 (41)
皖西霍丘铁矿碳酸盐岩的特征·····	李增慧 (57)
吕梁地区早元古代变质岩中的多硅白云母·····	李增慧、翟安民 (77)
密云地区太古代麻粒岩中单斜辉石的化学特征、成因及其地质 意义·····	高 劭 (91)
埃迪卡拉期辽东生物群·····	张丕孚 (103)
中国滨海砂矿成矿带·····	王正铤 (113)
中国滨海砂矿成矿环境·····	王正铤 (129)
贺兰山西麓第四纪冰川遗迹·····	王学印 (149)

华北陆台阴山-燕山地区太古代 花岗质岩多样性的成因

THE ORIGIN OF THE VARIETY OF ARCHEAN GRANITICS, YINSHAN-YANSHAN REGIONS, NORTH CHINA PLATFORM

金文山

内容提要 华北陆台阴山-燕山地区高级变质地体中的太古代花岗质岩,多数属于地壳深部重熔成因的熔体-流体上升,对区域变质岩进行注入、渗透和交代作用形成的原地和半原地花岗质岩。花岗质岩类型的多样性主要受下列因素制约:1.深部熔体-流体上升对区域变质岩作用时的温压条件;2.遭受花岗岩化变质岩的矿物组份和化学成分;3.晚期富钾碱性流体的交代作用。

花岗岩的成因经过长期的研究和争论,人们逐渐认识到其成因的复杂性,提出各种学说,归纳起来主要有以下几种:1.玄武岩浆结晶分异产生的残余酸性岩浆(幔源岩浆说);2.地壳深部在温度升高时产生了重熔型酸性岩浆(壳源岩浆说);3.上述分异岩浆或重熔岩浆与围岩发生同化混染作用形成混染型岩浆(混染岩浆说);4.壳源岩浆对深部区域变质岩进行注入、渗透和交代作用形成花岗质岩(岩浆注入交代说);5.一种稀薄具有强渗透能力的高温碱性流体对深部区域变质岩的渗透交代作用形成花岗质岩石(岩汁交代说,岩汁分幔源说——地幔的去碱、去硅和去气作用,壳源说——变质作用和超变质作用形成的碱性流体);6.深部地壳熔融出现的液相与残余相形成花岗质混合岩(超变质作用说)。上述1—3种属于岩浆论,4—6种属于混合论(或花岗岩化论),其中4—5种是开放系统的混合论,最后一种为封闭系统的混合论。目前多数人已认识到花岗岩是多种成因的,其中地壳重熔岩浆说和地壳重熔岩浆对区域变质岩的混合交代说占有重要地位。一般地讲,极端岩浆派和极端混合派已寥寥无几,然而对某些具体的尤其有过渡性特征的岩体成因往往难以取得统一的认识。

阴山-燕山高级变质地体为太古代混合变质杂岩,其中深变质(高角闪岩相至麻粒岩相)的区域变质岩只占少部分,太古代花岗质岩占70%左右。在本世纪50年代至70年代中期,一般被称为花岗质混合岩类(混合花岗岩、均质混合岩、混合片麻岩等)。但70年代后期以来,我国部分人受到北大西洋岩浆派的影响,由混合派转向岩浆派,从而对太古代花岗质岩成因的两种对立观点的争论势必会推动对其成因的深入研究。笔者主要根据多年来的野外观察和大量的镜下研究结果,来探讨太古代花岗质岩多样性的成因。

一、花岗质岩基本特征

1. 太古代高级变质地体中花岗质岩分布广泛, 一部分为结构比较均匀有一定规模的“岩体”, 即以往所称的均质混合岩(混合片麻岩)和混合花岗岩岩体; 一部分与变质岩呈条带状相间或主要沿变质岩片麻理注入交代的脉状、眼球状、肠状体等, 即以往所称的混合岩中的花岗质或长英质脉体。花岗质岩体与周围混合质或未混合的区域变质岩通常呈渐变关系, 有规模不等的条带状或眼球状混合岩带。各类混合岩中的脉体大多也与变质岩无明显界限, 有的在结构上显示界限清楚, 但组份上有的却显示了与变质岩的成因联系, 即脉体中常见有与变质岩相同类型的暗色硅酸盐矿物, 如辉石、角闪石、黑云母和石榴石等, 这些矿物一般已重结晶变得粗大些。只有少量花岗质或花岗伟晶质脉体或小岩体是明显沿变质岩或早期花岗质岩的裂隙侵入的。

2. 花岗质岩的化学成分受花岗岩化的变质岩类型的制约。由表1、2和图1可看出, 斜长辉石麻粒岩和斜长角闪岩等正变质基性岩被花岗岩化后所产生的紫苏混合花岗岩和角闪混合花岗岩, 其氧化铝饱和度(A/CNK)一般小于1.04, 属富钙型或贫钙型; 而石榴夕线长石片麻岩、石榴长石石英岩和黑云斜长变粒岩等副变质岩被花岗岩化后所产生的石榴混合花岗岩和黑云混合花岗岩, 氧化铝饱和度一般大于1.04, 均为贫钙型。

3. 许多花岗质岩(尤其是条带状混合岩中的花岗质脉体)与区域变质岩同受强烈形变, 属于主要褶皱运动前的产物, 即与变质变形作用的关系密切。一部分则以脉体形式充填交代或穿插已变形的变质岩及早期花岗质岩, 表明花岗质岩形成的多期性。

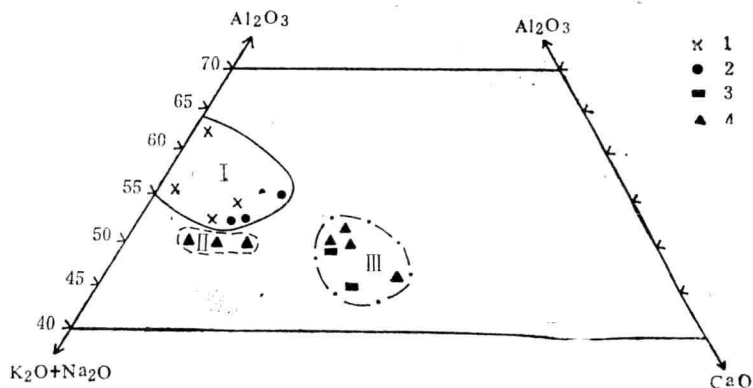


图1 太古代花岗质岩在 $Al_2O_3-(K_2O + Na_2O)-CaO$ 图中的分布位置

Fig. 1 Distribution localities of Archean granitoids in $Al_2O_3-(K_2O + Na_2O)-CaO$ diagram

1—黑云混合花岗岩; 2—石榴混合花岗岩; 3—角闪混合花岗岩; 4—紫苏混合花岗岩; I—黑云混合花岗岩和石榴混合花岗岩分布区; II—贫钙型紫苏混合花岗岩分布区; III—富钙型紫苏混合花岗岩和角闪混合花岗岩分布区

4. 花岗质岩体中常发育区域变质岩包体, 其岩石类型同周围区域变质岩类型完全一致, 从未发现其它包体。包体大多有较一致的片麻理, 即有就地残留的特点。

5. 花岗质岩石广泛发育于含斜长石的变质岩类中, 如角闪斜长辉石麻粒岩、斜长角

表 1 太古代花岗质岩石化学成分
Table 1 Chemical compositions of Archean granitics

组 份	样 号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
		85135	太-4	85100	SS27	M2-8	SS31	P1-2	9081	9093	82-63	82-57	85109	M124-1	8055	6佛739	N488-2
SiO ₂		71.20	65.38	66.39	69.80	75.29	67.69	74.58	68.73	64.90	68.96	70.14	73.02	72.16	70.84	73.12	72.49
TiO ₂		0.11	0.45	0.52	0.13	0.03	0.45	0.09	0.36	0.29	0.44	0.24	0.19	0.00	0.16	0.22	0.19
Al ₂ O ₃		15.04	16.38	15.23	15.01	13.20	15.55	12.48	13.52	14.59	14.79	16.07	15.01	13.76	14.47	13.66	14.08
Fe ₂ O ₃		1.00	1.23	1.65	0.63	0.32	0.80	1.25	2.19	1.93	0.03	0.24	0.19	0.74	0.28	0.89	0.31
FeO		0.96	3.26	3.40	1.22	0.71	3.16	1.96	2.57	2.47	3.66	1.40	1.24	2.88	1.14	1.63	3.20
MnO		0.023	0.03	0.075	0.04	0.02	0.05	0.03	1.20	0.00	0.05	0.02	0.015	痕	0.01	0.02	0.03
MgO		0.21	1.78	1.36	0.86	0.08	2.39	0.51	2.08	2.16	1.66	0.77	0.43	0.72	0.48	0.46	0.63
CaO		2.03	5.01	3.50	1.04	1.13	3.25	2.57	3.07	4.32	1.92	1.47	1.59	0.28	0.38	1.26	1.16
Na ₂ O		5.40	4.69	3.48	2.16	2.71	3.17	3.14	3.42	3.62	2.52	5.08	4.67	3.80	3.20	3.69	4.50
K ₂ O		2.84	1.42	3.17	8.79	6.04	3.46	2.51	2.89	3.85	4.28	3.56	3.17	4.00	7.40	4.52	0.20
P ₂ O ₅		0.049	0.14	0.175	0.11	0.05	0.16	0.15	0.18	0.29	0.21	0.11	0.054	0.00	0.07	0.05	0.03
CO ₂		0.27		0.13								0.50	0.12				
H ₂ O ⁺		0.40	0.37	0.40	0.58	0.33		0.51			0.42	0.27	0.23	0.20	1.30	0.37	0.27
总 计		99.532	100.14	99.48	100.37	99.91	100.13	99.78	100.21	98.42	98.94	99.87	99.929	98.54	99.73	99.89	99.09

注: 1.岩石名称见表 2
2.样品采集位置: 1—山西大同新荣石墨矿区, 2—河北迁西太平寨; 3—内蒙古卓资三道沟; 4-7—河北迁安铁矿区; 8-9—河北遵化; 10-12—内蒙古京城;
13-16—河北滦县
3.分析单位: 4-7—武汉地质学院; 13, 16—北京大学; 1-3, 8-12, 14-15—天津地质矿产研究所

表 2 太古代花岗岩化学分类型
Table 2 Types of chemical composition of Archean granitics

序 号	样 号	岩 石 名 称	化学成分特征		花岗岩化变质岩及其原岩	
			A/CNK ^①	成分类型 ^②	变 质 岩 类 型	原岩类型
1	85135	紫苏混合花岗岩	0.97	贫钙准铝型	斜长辉石麻粒岩	基性火山岩及其凝灰岩
2	太-4	紫苏混合花岗岩	0.89	富钙准铝型	斜长辉石麻粒岩	基性火山岩及其凝灰岩
3	85100	紫苏混合花岗岩	0.99	富钙准铝型	斜长辉石麻粒岩	基性火山岩及其凝灰岩
4	SS27	紫苏混合花岗岩	1.02	贫钙过铝型	(黑云) 紫苏斜长片麻岩	中性、中酸性火山岩及其凝灰岩
5	M2-8	紫苏混合花岗岩	1.01	贫钙过铝型	(黑云) 紫苏斜长片麻岩	中性、中酸性火山岩及其凝灰岩
6	SS31	紫苏混合花岗岩	1.04	贫钙过铝型	(黑云) 紫苏斜长片麻岩	中性、中酸性火山岩及其凝灰岩
7	PI-2	紫苏混合花岗岩	1.00	富钙过铝型	(黑云) 紫苏斜长片麻岩	中性、中酸性火山岩及其凝灰岩
8	9081	角闪混合花岗岩	0.95	富钙亚铝型	次透辉斜长角闪岩	基性火山岩及其凝灰岩
9	9093	角闪混合花岗岩	0.81	富钙准铝型	次透辉斜长角闪岩	基性火山岩及其凝灰岩
10	82-63	石榴混合花岗岩	1.28	富钙准铝型	石榴夕线长石片麻岩, 石榴长石石英岩	粘土-半粘土岩
11	82-57	石榴混合花岗岩	1.08	贫钙过铝型	石榴夕线长石片麻岩, 石榴长石石英岩	粘土-半粘土岩
12	85109	石榴混合花岗岩	1.08	贫钙过铝型	石榴夕线长石片麻岩, 石榴长石石英岩	粘土-半粘土岩
13	M124-1	黑云混合花岗岩	1.25	贫钙过铝型	黑云斜长变粒岩	硬砂质半粘土岩类
14	8055	黑云混合花岗岩	1.07	贫钙过铝型	黑云斜长变粒岩	硬砂质半粘土岩类
15	6佛739	黑云混合花岗岩	1.04	贫钙过铝型	黑云斜长变粒岩	硬砂质半粘土岩类
16	M88-2	黑云混合花岗岩	1.19	贫钙过铝型	黑云斜长变粒岩	硬砂质半粘土岩类

① $A/CNK = Al_2O_3 / (CaO + Na_2O + K_2O)$, 单位: mol

② A/CNK 表示岩石氧化铝饱和度, 分 4 个类型: 过碱型 ($A < NK$), 准铝型 ($CNK > A > NK$), 亚铝型 ($A = CNK$), 过铝型 ($A > CNK$)。在 $Al_2O_3 - (K_2O + Na_2O) - CaO$ 三组份中, CaO 所占的比例 $> 15\%$ 为富钙型, $< 15\%$ 为贫钙型

闪岩、片麻岩、变粒岩、浅粒岩及长石石英岩等。在大理岩、磁铁石英岩和较纯的石英岩中,除偶尔见晚期花岗质或花岗伟晶质脉穿插外,未见其与这些不含或贫含长石的变质岩呈间层状产出。花岗质岩体与大理岩接触无典型的夕卡岩和夕卡岩型矿床。上述表明熔体-流体与含长石变质岩类有很强的亲和性。

6. 花岗质岩中的钾长石几乎都是条纹长石和反条纹长石,其中斜长石或钾长石嵌晶形态和排列形式明显受到原斜长石的解理、裂理及聚片双晶接合面的制约,表明它们是固态斜长石被富钾碱性流体交代作用的产物。同时还发育与这种钾长石有关的斜长石净边结构、港湾状溶蚀结构和蠕英结构等。此外,辉石被角闪石或黑云母交代,角闪石被黑云母交代等退变质现象也屡见不鲜。

7. 高级变质地体的正、副变质岩中的锆石均具有高的浑圆系数。太古代花岗质岩中的锆石与一般典型火成岩中的锆石形态不同,也有高的浑圆系数,与深变质岩的锆石有继承性的特点。

8. 花岗质岩体从中心至边部不显示岩相分带,其中矿物组份往往分布不均,暗色硅酸盐矿物组份一般随所含变质岩包体的暗色硅酸盐矿物组份变化而变化。

二、花岗质岩类型及分布规律

国内外学者对花岗岩已提出各种成因分类:如国外学者提出的I型、S型、A型、M型、磁铁矿型和钛铁矿型等。国内学者如徐克勤等(1983)^[1]提出的陆壳改造型、过渡型地壳同熔型、幔源型等;董申保(1983)^①提出的地壳重熔型(包括混合花岗岩和岩浆花岗岩)和地幔分异花岗岩;王德滋(1978)^②提出的深熔型、水热型和岩浆交代型。花岗岩根据矿物组份分类比较流行的是标准矿物Ab-An-Or三角图(O'Connor, 1965)和国际地质联合会岩石学分类委员会火成岩分类分会(1972)通过的深成岩分类的实际矿物Q-A-F-P菱形图解中的花岗岩分类。本文采用鲍登和巴切洛(Bowden和Batchelor, 1985)^[2]的实际矿物Q(石英)、A(碱性长石)、P(斜长石)三角分类图,该分类法基本是沿袭上述国际深成岩分类法。据该分类法本区太古代花岗质岩以英云闪长岩质、花岗闪长岩质及二长花岗岩质为主,其它类型少见。该区花岗质岩中的暗色硅酸盐矿物及铝硅酸盐矿物对其成因有重要的指示意义。因此笔者在实际矿物QAP三角分类图的基础上据其中的特征暗色硅酸盐矿物作进一步划分,主要类型如下:1.含辉石花岗质岩类(图版-1),包括含紫苏辉石花岗质岩(简称为紫苏花岗岩或紫苏混合花岗岩)、含次透辉石花岗质岩及同时含紫苏辉石和次透辉石的花岗质岩(简称含二辉石花岗质岩)。该岩还常含角闪石和黑云母,偶尔还含石榴石。2.含角闪石花岗质岩类(图版-2),其中常伴有黑云母,偶尔含石榴石。3.含石榴石花岗质岩类(图版-3),此类系指含石榴石、一般伴有黑云母,偶尔含夕线石,但无辉石和角闪石者。4.含黑云母花岗质岩(图版-4),该类系指无辉石、角闪石和石榴石而含黑云母者。

经研究表明,上述矿物组份划分的各种花岗质岩有明显的空间分布规律性:

① 董申保, 1983, 花岗岩成因类型研究发展趋向。

② 王德滋, 1978, 关于花岗岩几个问题。

1. 含辉石花岗质岩总是分布于含辉石变质岩系区域中, 即其中包体及围岩一般为含辉石变质岩类, 如角闪斜长辉石麻粒岩、辉石斜长片麻岩(或变粒岩)和辉石斜长角闪岩等。从不出现于具相同或不同变质相的无辉石变质岩系(如黑云夕线石榴长石片麻岩、长石石英岩、黑云斜长变粒岩、斜长角闪岩等)区域中。此外所含辉石种类也与包体或围岩变质岩的辉石种类密切相关, 如图2所示含紫苏辉石花岗质岩中的变质岩包体一般含紫苏辉石, 含次透辉石花岗质岩中的变质岩包体一般含次透辉石。

2. 含角闪石花岗质岩主要分布于高角闪岩相的发育斜长角闪岩类的变质岩系区域中(如冀东太古界八道河群王厂组), 也可局部出现于既含角闪石又含辉石的麻粒岩相变质岩系区域中, 但不出现于广泛分布的黑云斜长变粒岩、黑云夕线石榴长石片麻岩、长石石英岩等不含角闪石变质岩区域中。

3. 含石榴石花岗质岩大量分布于含夕线石和石榴石的孔兹岩系区域中, 如内蒙凉城、卓资南部、土圭乌拉一带。其它变质岩系区域中则比较少见。

4. 含黑云母花岗质岩不同于上述岩类, 不受变质岩系中是否发育黑云母组份的严格制约, 因为辉石和角闪石都常可退变质成黑云母, 但大面积含黑云母花岗质岩仅分布于富黑云母的黑云斜长变粒岩分布区中, 如滦县、卢龙、抚宁和秦皇岛一带。

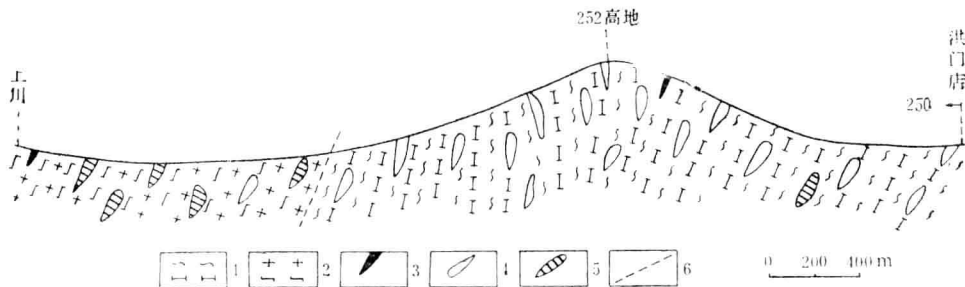


图2 迁西县太古界迁西群上川组洪门店—上川地质剖面示意图

Fig. Schematic diagram for geological section of Shangchuan Formation of Qianxi Group, from Hongmendian to Shangchuan, Qianxi County

1—含次透辉石花岗质岩; 2—含紫苏辉石花岗质岩; 3—辉石磁铁矿岩; 4—角闪斜长次透辉麻粒岩和次透辉斜长角闪岩残体; 5—角闪斜长二辉麻粒岩和二辉斜长角闪岩残体; 6—大致地质界限

5. 花岗质岩中的钾长石含量或其同斜长石含量的比值, 与所在变质岩系的钾含量丰度, 大体也显示一定的正相关关系。如冀东钾丰度低的太古界迁西群上川组、三屯营组及八道河群王厂组和湾杖子组区域中分布的花岗质岩, 以贫钾长石的英云闪长岩质(包括奥长花岗岩质)为主, 反之, 钾丰度较高的八道河群三门店组区域中分布的花岗质岩, 以富钾长石的二长花岗岩质占绝对优势(图3, 5)。内蒙古阴山地区钾丰度较低的太古界下集宁群区域中, 以花岗闪长岩质为主, 钾丰度较高的上集宁群和乌拉山群区域中, 以二长花岗岩质及正常花岗岩质为主(图4, 6)。

三、花岗质岩多样性的成因

根据上述太古代花岗质岩的产状、结构、构造及其矿物组份和化学成分与变质岩包

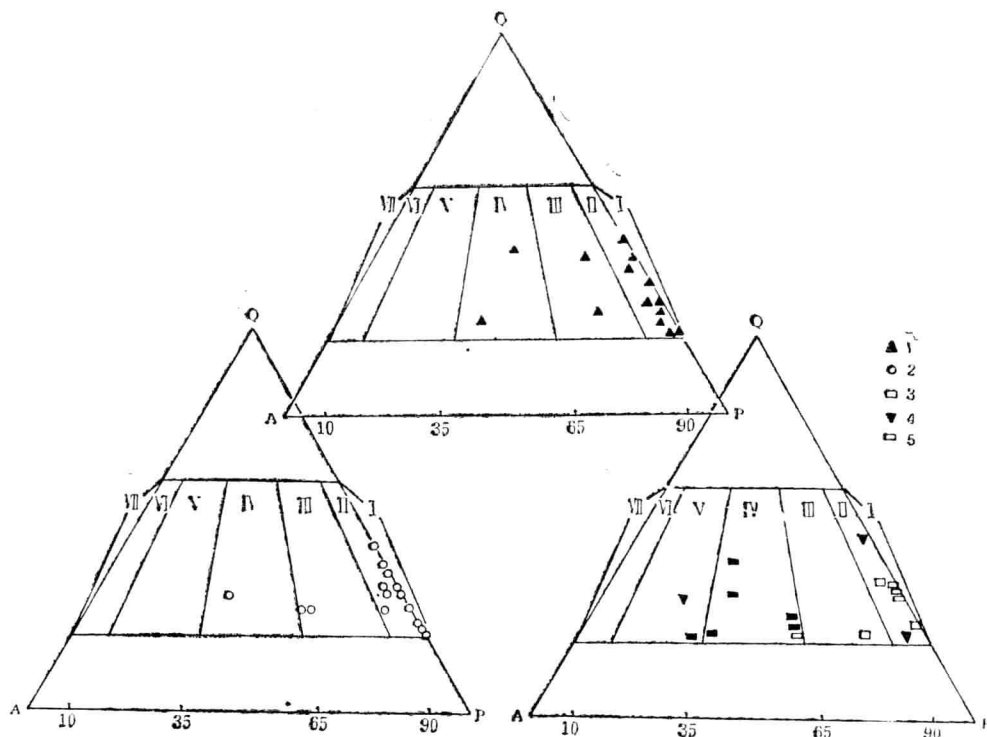


图 3 冀东太古代花岗质岩在实际矿物QAP三角图中的分布位置

Fig. 3 Distribution localities in mode QAP diagram for samples of Archean granitics, Eastern Hebei Province

I—奥长花岗岩；II—英云闪长岩；III—花岗闪长岩；IV—二长花岗岩；V—正常花岗岩；VI—碱性长石花岗岩；VII—过碱花岗岩；1—迁西群上川组区域中的样品（取自迁西洪门店—杨河峪地质剖面，1986）；2—迁西群三屯营组区域中的样品（取自迁西洪门店—杨河峪地质剖面，遵化松棚营—刁山南窝铺地质剖面和迁西黑洼—遵化松棚营地质剖面，1986）；3—八道河王厂组区域中样品（取自遵化松棚营—刁山南窝铺地质剖面及青龙逃军山一带，1986）；4—八道河群湾杖子组区域中样品（取自青龙三门店—湾杖子地质剖面 和 卢龙张家峪—阳山地质剖面，1986）；5—八道河群三门店组区域中的样品（取自张家峪—阳山地质剖面，1986）

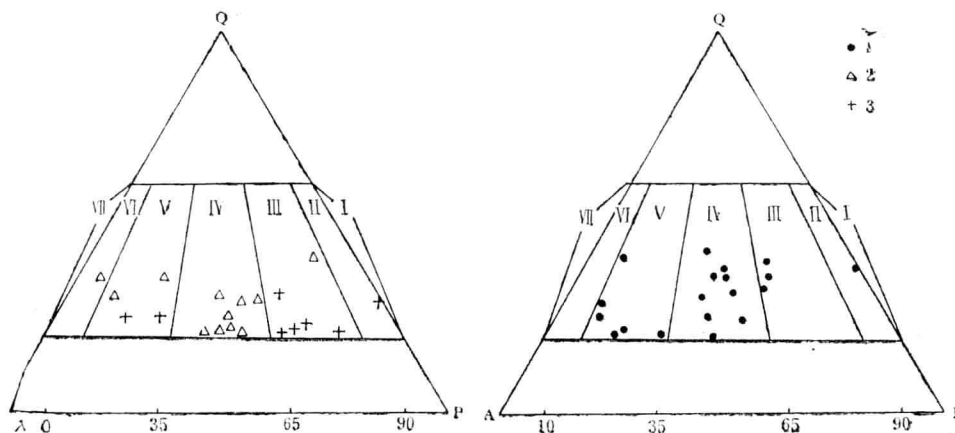


图 4 内蒙古阴山南带太古代花岗质岩在实际矿物QAP三角图中的分布位置

Fig. 4 Distribution localities in mode QAP diagram for samples of Archean granitics, Southern Yinshan, Nei Monggol

1—下集宁群区域中的样品（取自内蒙古兴和、河北怀安和山西天镇一带）；2—上集宁群区域中的样品（取自内蒙古卓资、土圭乌拉和凉城一带）；3—乌拉山群区域中的样品（取自内蒙古卓资、固阳和包头一带）；I—VII同图3（左图的左下角顶端为A，起点数为10）

体、围岩的矿物组份和化学成分的继承性特点, 均表明它们的形成条件显然不同于一般后太古代所见的典型岩浆型花岗岩。笔者认为本区太古代花岗质岩大多属混合岩化(花岗岩化)的产物, 即由于地壳深部温度的升高, 使岩石的低熔组份发生熔离, 产生许多熔体-

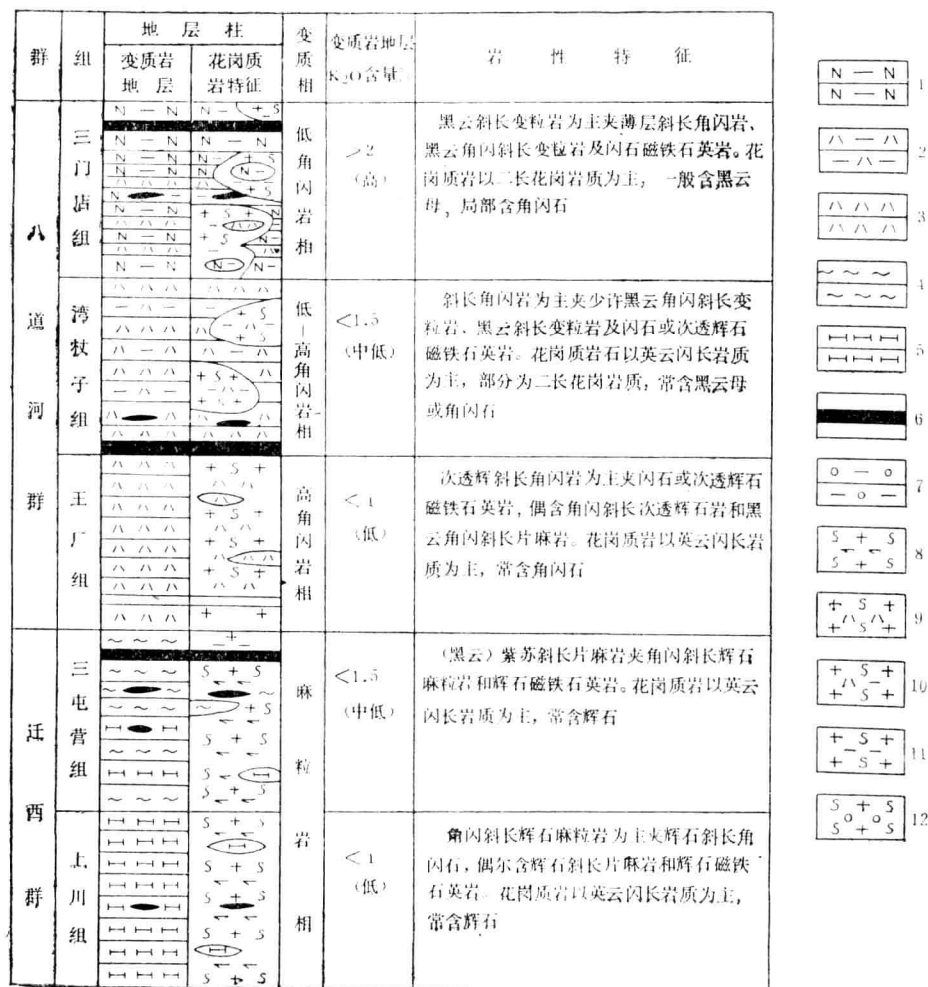


图 5 冀东太古代变质地层和花岗质岩综合柱状图

Fig. 5 Generalized column for Archean metamorphic strata and granitics, Eastern Hebei Province

1—黑云斜长变粒岩; 2—黑云角闪斜长变粒岩; 3—斜长角闪岩或次透辉斜长角闪岩; 4—(黑云) 辉石 斜 长 片 麻 岩 (或变粒岩); 5—角闪斜长辉石麻粒岩; 6—磁铁石英岩; 7—孔兹岩组合 (黑云夕线石榧长石片 麻 岩 + 石榴长石石英岩 + 大理岩等); 8—含辉石花岗质岩; 9—含角闪石花岗质岩; 10—含黑云或角闪石花岗质岩; 11—含黑云花岗质岩; 12—含石榴花岗质岩

流体, 并对同热源变质的紧位于重熔区上部的区域变质岩进行注入、渗透和交代作用。在开放系统的新物理化学条件下, 变质岩发生成分改变和重结晶作用, 形成了大量的原地和半原地的花岗质岩。因该作用基本发生在变质岩尚未抬升, 即仍处于深变质的温压条件下, 这种处于高温状态下的变质岩, 化学不稳定性造成熔体-流体对它们容易渗透、交代和局部熔融作用。因此, 这种成因的花岗质岩总是不具热力变质的接触交代变质晕圈, 与

群	地 层 柱		变质岩地层 K ₂ O含量%	岩 性 特 征
	变质岩 地层	花岗质岩 特 征		
乌拉山群	N=N	N+S	> 2 (高)	黑云斜长变粒岩和次透辉斜长角闪岩为主夹孔兹岩组合。花岗质岩以二长花岗岩质为主，一般含黑云母，有的含角闪石
	N=N	N+S		
	N=N	N+S		
	N=N	N+S		
	N=N	N+S		
	N=N	N+S		
	N=N	N+S		
	N=N	N+S		
	N=N	N+S		
	N=N	N+S		
上集宁群	S+S	S+S	> 2 (高)	孔兹岩组合为主，局部有紫苏斜长片麻岩(或变粒岩)和角闪斜长辉石麻粒岩。花岗质岩以二长花岗岩质和正常花岗岩质为主，常含石榴石
	S+S	S+S		
	S+S	S+S		
	S+S	S+S		
	S+S	S+S		
	S+S	S+S		
	S+S	S+S		
	S+S	S+S		
	S+S	S+S		
	S+S	S+S		
下集宁群	S+S	S+S	1-2 (中)	辉石斜长片麻岩和角闪斜长辉石麻粒岩为主夹孔兹岩组合。花岗质岩以花岗岩质为主，常含辉石
	S+S	S+S		
	S+S	S+S		
	S+S	S+S		
	S+S	S+S		
	S+S	S+S		
	S+S	S+S		
	S+S	S+S		
	S+S	S+S		
	S+S	S+S		

图 6 内蒙古阴山南带太古代变质地层和花岗质岩综合柱状图

Fig. 6 Generalized column for Archean metamorphic strata and granitics,
Southern Yinshan, Nei Monggol

(图例见图 5)

围岩呈和谐关系。在太古代花岗质岩广泛发育的区域变质岩系区域中，那些不含长石（大理岩、磁铁石英岩等）或贫含长石（贫长石石英岩）的变质岩分布区中，几乎不产出花岗质岩体或脉体，而邻近富含长石变质岩分布区中却相当发育，这可能表明引起变质岩花岗质化的介质，不同于形成典型岩浆花岗岩的粥状岩浆，主要为较富硅和碱质的熔体-流体。推测太古代深部地壳岩石通常是贫钾富钠的，岩石深熔作用起初分馏出来的是一些富硅富钠贫钙、镁、铁的熔体-流体。大理岩和磁铁石英岩对它们来讲为惰性组份，但对富长石的变质岩具有强的交代能力，使变质岩发生英云闪长岩质花岗岩化，即所谓早期钠质混合岩化。同时较富钾变质岩，如黑云斜长变粒岩、黑云夕线石榴长石片麻岩等岩石中的钾被分解出来，形成晚期富钾碱性溶液。晚期富钾溶液对早期英云闪长岩质花岗岩及变质岩进行钾交代作用，形成了富含交代成因的条纹长石和反条纹长石的花岗质岩及受钾长石化的变质岩。此外，其中暗色硅酸盐矿物可能发生黑云母化。早期英云闪长岩质花岗质岩，随着钾交代作用由弱至强，可相继变成花岗闪长岩质、二长花岗岩质、正常花岗岩质和碱性长石花岗岩质。高温状态下的变质岩，在花岗岩化过程中，有的还可发生局部重熔作用，分馏出少许低熔组份熔体及富含挥发份的熔体，这些熔体沿裂隙或片理贯入早期的花岗质岩、混合岩及变质岩中，形成规模不大的（多呈脉状）岩浆型花岗岩和花岗质伟晶岩。

上述已指出地壳深部岩石熔融作用开始分馏出来的是富硅、钠，贫钾、钙、镁、铁质

的低熔组份的熔体-流体, 它们固结后仅形成贫镁铁质的英云闪长岩类。但这些熔体-流体同变质岩发生混合交代重结晶形成的花岗质岩, 其成分必然受到变质岩矿物组份和化学成分的制约。

综上所述, 太古代花岗质岩的多样性主要因素如下:

1. 地壳深部岩石局部熔融分馏出来的熔体-流体, 对重熔区上部区域变质岩发生混合交代作用时的温压条件。如含辉石花岗质岩一般是在麻粒岩相条件下形成, 局部是在高角闪岩相条件下形成; 含角闪石花岗质岩一般是在角闪岩相条件下形成, 局部可由含辉石花岗质岩退变质所造成的。

2. 被混合交代岩石的矿物组份和化学成分, 如含辉石花岗质岩仅在含辉石变质岩系区域中形成。目前, 关于太古代含紫苏辉石花岗质岩还有另两种成因观点: (1) 紫苏花岗岩是下地壳重熔岩浆上升侵位的典型岩浆岩, 其中辉石麻粒岩包体是深部岩石重熔后的残体(壳源岩浆说), (2) 紫苏花岗岩是早期侵位的黑云母或角闪石花岗质岩遭受麻粒岩相变质作用的产物(岩浆花岗岩深变质说)。笔者认为这两种观点均不能圆满解释为什么其中包体同周围区域变质岩种类完全一致, 为什么在麻粒岩相孔兹岩系广大区域中从未见到紫苏花岗岩, 而仅普遍产在麻粒岩相含辉石变质岩系区域中。

3. 英云闪长岩化形成的贫钾花岗质岩, 不同程度的受晚期富钾碱性流体的交代作用, 使斜长石变成交代型条纹长石(图版-5)及反条纹长石(图版-6)和其它钾长石, 形成了花岗闪长岩质、二长花岗岩质、正常花岗岩质和碱性长石花岗岩质的花岗质岩类。富钾碱性流体有多种可能成因: (1) 深部重熔岩浆演化晚期产物; (2) 变质岩受英云闪长岩化过程中形成晚期富钾碱性流体; (3) 局部可以是后太古代岩浆活动演化晚期的产物。

(1987年5月20日收到)

参 考 文 献

[1] 徐克勤等, 1983, 论花岗岩的成因系列——以华南中生代花岗岩为例, 《地质学报》, 1983年, 第57卷, 第2期, 第107—118页。

[2] Bowden, P.; Batchelor, R. A.; Chappell, B. W., 1984, Petrological, geochemical and source criteria for the classification of granitic rocks; a discussion, in *Granitoids. Physics of the Earth and Planetary Interiors*, vol. 35, pp. 1—11.

THE ORIGIN OF THE VARIETY OF ARCHEAN GRANITICS, YINSHAN-YANSHAN REGIONS, NORTH CHINA PLATFORM

Jin Wenshan

Abstract

The high-grade terrains of Yinshan-Yanshan region are Archean migmatite-metamorphic complexes, of which granitics are about 70 per cent. The regional metamorphic rocks belong to high-grade amphibolite-granulite facies.

In accordance with the classification scheme of granites suggested by Bowden et al. (1985), in this region the granitics are mainly tonalitic, adamellitic and granodioritic, secondly, normal granitic, while the alkalic feldspar granitic rocks are rare. Granitics can be subdivided into pyroxene-bearing (hypersthene, salite or hypersthene + salite), amphibolite-bearing, biotite-bearing and garnet-bearing granitics, on the basis of dark minerals in them by the author.

Generally, there isn't intrusive contact between the metamorphic rocks and granitics, in which a lot of enclosures have been remained. Their rock types are same in country rocks and the orientation of their foliation is roughly similar to that of the country rocks too. The components of these granitics are related obviously to mineral component and chemical composition of the enclosures and surrounding metamorphic rocks. For example, the pyroxene-bearing granitics always occur in the district of pyroxene-bearing metamorphic rocks rather than no pyroxene-bearing metamorphic rocks series with the same or different metamorphic facies. Besides, the K-rich feldspar granitics most directly occur in the district of K-rich metamorphic rocks or metamorphic rock series containing a large amount of the K-rich metamorphic rocks. Therefore, the author considers that the Archean granitics of particular area should mostly belong to the products of migmatization (granitization), i. e. the autochthonous or subautochthonous granitics were formed under the actions of injection, infiltration and metasomatism on metamorphic rocks owing to the rising of melt mass-fluid of the deep crust. A variety of Archean granitics is conditioned by the following factors: 1. The condition of *p. t.* caused by the deep melt mass-fluid effecting on metamorphic rocks, 2. the mineral component and chemical composition of the metamorphic rocks, and 3. plagioclase-rich granitics are undergone metamorphism from late K-rich fluid.

图版说明

Explanation of plate

1. 含紫苏辉石 (Hyp) 花岗质岩。(+)，×34，8543，迁西县槎岭
Hypersthene-bearing granitics. (+), ×34, 8543, Chaling, Qianxi County
2. 含角闪石 (Hb) 花岗质岩。(+)，×32，85133，丰镇县长城附近
Amphibole-bearing granitics. (+), ×32, 85133, near the Great Wall, Fengzhen County
3. 含石榴石 (Gar) 花岗质岩。(-)，×32，82—63，凉城县西南
Garnet-bearing granitics. (-), ×32, 82—63, southwest Liangcheng County
4. 含黑云母 (Bio) 花岗质岩。(+)，×32，马01，滦南县马城地区
Biotite-bearing granitics. (+), ×32, Ma 01, Macheng, Luannan County
5. 含黑云母花岗质岩中的交代型条纹长石 (Per)。(+)，×32，84210，卓资县长汗哈达
The replacement perthite of biotite-bearing granitics. (+), ×32, 84210, Chang'anhadu, Zhuozi County
6. 含角闪石花岗质岩中的交代型反条纹长石 (Antiper)。(+)，×32，85133，丰镇县长城附近
The replacement antiperthite of amphibole-bearing granitics. (+), ×32, 85133, near the Great Wall, Fengzhen County

图 版

