

解决成因问题中岩石化学数据的应用 (以苏联阿尔玛雷克地区为例)

М. А. Суртанова

根据研究认为,苏联阿尔玛雷克地区的岩浆作用在加里东旋回发生过四期岩浆侵入,把其产物归并到相应的建造中,在时间顺序上是:辉长岩、斑状花岗闪长岩、黑云母花岗岩和白岗岩。

辉长岩建造的岩石,根据扎瓦里茨基分类,属硅质弱饱和($Q=6.5-14.4$)和极贫碱质($a:c=0.1-4.1$)。它们接近石英闪长岩、闪长岩、辉长岩和角闪石岩的平均类型。斑状花岗闪长岩属硅质弱饱和($Q=8.1-15.1$)、富碱质($a:c=2.8-16.3$)和铝饱和($a'=31.4$)。它们接近花岗闪长岩的平均类型。黑云母花岗岩属硅质饱和($Q=14.4-29.7$)、铝质($a'=17.2$)和富碱质($a:c=2.3-10$)。它们相当于前寒武纪花岗岩和所有各时代花岗岩的平均类型。白岗岩属硅质饱和($Q=22.5-47.2$)、铝质($a'=47.7$)和极富碱质($a:c=2.8-77.3$)。按镁铁组分的数量它们接近前寒武纪花岗岩,而按硅铝质的成分接近白岗岩。总的看来,白岗岩的化学成分同相应岩石的平均类型明显相似。侵入体建造都具有各自的地球化学特征。加里东侵入体建造,除辉长岩外,整个地说富含硅质、铝质、并以钾为主。根据建造的造岩氧化物的含量和A·H·扎瓦里茨基等的参数(表1),各个建造彼此可清楚地区分出来。加里东岩石的平均类型,根据И·Б·卢奇茨基的碱性系数值相当于正常系列,按成分与基性(辉长岩)、中性(石英闪长岩、闪长岩)和酸性(斑状花岗闪长岩、黑云母花岗岩、白岗岩)岩石相当。后三个建造中的碱质氧化物的总量几乎接近,相应为7.76、7.18和7.69,这是本地区加里东旋回侵入岩持有的化学特征。

可以认为该地区加里东侵入岩是在决定岩石多样性的剧烈混染作用影响下由酸性岩浆形成的。

该区岩石在B·A·库托林图上分布在酸性岩石发育的区间(图1),而在Л·И·奥夫钦科和M·B·特罗雅诺娃图上(图2),Rb/K、Rb/Cs、Ti/K和Ti/Rb值(图3、4)则构成四个独特的区域(表2),这可以作为在加里东时期有四个短时期岩浆侵入的地球化学证据,可以证明,原始岩浆是酸性组分。

Ti/Fe和Mn/Fe值在岩浆岩中有一定意义。根据И·И·阿布拉莫维奇的资料,这些比值由在岩石中的和岩浆建造中SiO₂含量和派生的花岗闪长岩和浅成的岩浆的数量决定的,当SiO₂含量为55—65%时,它们有极大值。在加里东岩石中, SiO₂含量为55—56%时,也同样有明显的最大值,可以认为它们是酸性岩浆派生的。

表 1 加里东旋回岩浆作用的侵入岩平均化学成分(%)

氧化物数值特征	辉长岩(27)	斑状花岗闪长岩(19)	黑云母花岗岩(25)	白岗岩(26)
SiO ₂	55.72	63.31	67.43	74.89
TiO ₂	0.91	0.62	0.34	0.15
Al ₂ O ₃	16.97	16.31	16.01	12.91
Fe ₂ O ₃	2.82	2.21	1.14	0.66
FeO _i	5.11	2.74	1.73	1.11
MnO	0.14	0.17	0.07	0.04
MgO	3.48	2.11	1.11	0.48
CaO	5.47	1.88	2.89	0.72
Na ₂ O	2.78	2.78	4.11	2.71
K ₂ O	2.21	4.98	3.07	4.98
烧失量	3.38	2.54	1.44	1.14
P ₂ O ₅	0.25	0.13	0.13	0.06
CO ₂	0.47	0.39	0.72	0.36
SO ₂	0.1	0.1	0.1	0.1
H ₂ O	0.41	0.36	0.22	0.26
总和	100.22	100.63	100.51	100.57
a	9.8	13.3	13.6	13.7
c	6.4	2.3	3.5	0.9
b	16.3	12.1	5.5	4.5
s	67.5	72.3	77.4	81.9
a'	—	31.4	17.2	47.7
f'	47.3	39.2	48.1	35.8
m'	49.1	29.2	34.5	16.4
c'	3.5	—	—	—
n	66.1	45.9	66.6	45.3
f	15.4	15.7	17.2	11.9
t	1.2	0.8	0.4	0.2
Q	9.0	13.4	24.1	37.5
a : c	1.5	5.8	3.8	5.2
w	0.55	0.81	0.65	0.59
b'	0.89	0.87	0.86	0.86
f	0.5	0.6	0.6	0.6
α	40	15	20	7
ρ	3.1	2.8	2.8	2.6
β	0.31	0.48	0.45	0.59
K ₂ O : Na ₂ O	0.8	1.7	0.7	1.8
K ₂ O + Na ₂ O	4.99	7.76	7.18	7.69
Fe ₂ O ₃ + FeO	7.93	4.95	2.87	1.77
FeO : MgO	1.1	1.3	1.5	2.3
CaO : MgO	1.22	0.89	2.6	1.5

注: ()内数字为样品数, 下同。

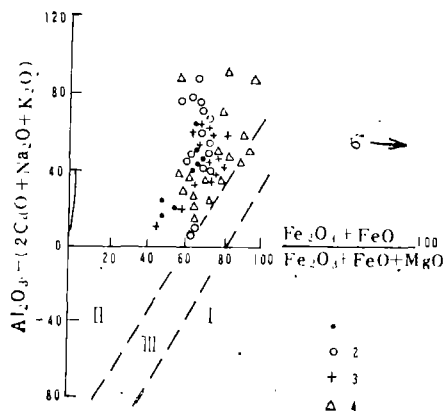


图 1 加里东侵入岩建造化学性质
在座标中的含Fe-A1性

1—辉长岩；2—斑状花岗闪长岩；3—黑云母花岗岩；4—白岗岩；I—玄武岩浆的酸性分异物带；II—侵入的花岗岩基带；III—未确切解决的带
(据B·A·库托林)

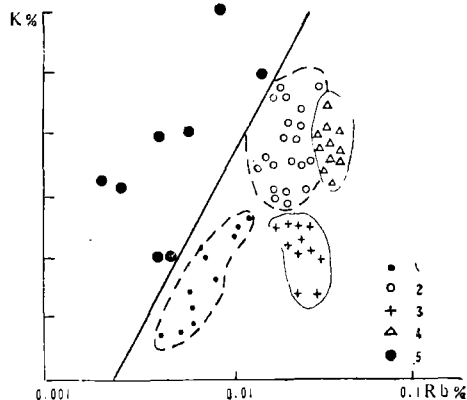


图 2 K和Rb在加里东侵入岩中的关系

1—辉长岩；2—斑状花岗闪长岩；3—黑云母花岗岩；4—白岗岩；5—似玄武岩成因的喷出岩
(据JI·H·奥符钦尼科和M·B·特罗雅诺娃)

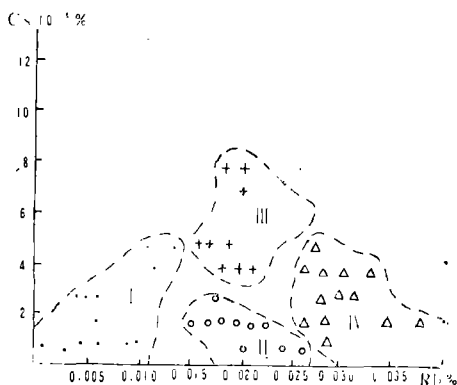
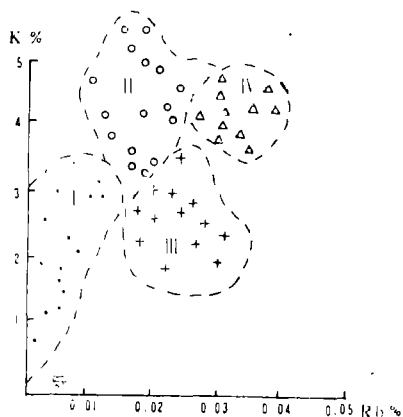


图 3 Rb/K和Rb/Cs变异图

I—辉长岩；II—斑状花岗闪长岩；III—黑云母花岗岩；IV—白岗岩

岩石中酸性岩石变种发育占优势(在现代侵蚀面上,加里东岩石所占面积为65.52平方公里,其中基性只占有1.86平方公里)和岩石的化学特征表明,按岩浆源的成分在唯一存在的应是酸性的。根据这种结论可以说岩石属同源性质变化不大(按A·里特曼),到岩浆旋回后期岩石酸度增加,在加里东旋回期间碱质总量稍有变化,有一组完整的标型化学元素(表3)和附生矿物(表4)以及其它事实,所有这些可作为上述侵入岩属同源性质结论的基础。

有一系列标志,例如,地球化学的[在花岗岩中和远离与片岩接触带处Ni、Cr、Zr、V、Ti含

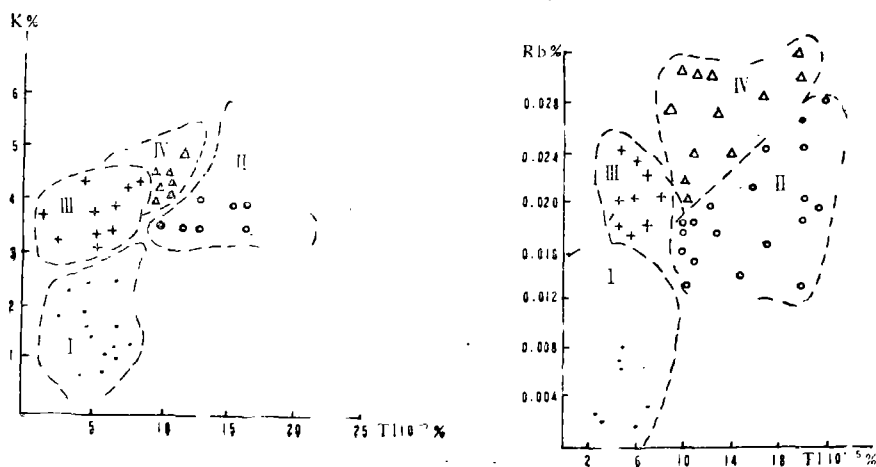


图 4 Ti/K和Ti/Rb 变异图
(分别符号说明见图3)

表 2 在加里东侵入岩建造中稀有碱质和铷的分配 (%)

元 素	辉 长 岩 (87)	斑状花岗闪长岩 (87)	黑云母花岗岩 (87)	白 岗 岩 (100)
K	$\frac{0.74-1.31}{1.09}$	$\frac{3.36-5.81}{4.01}$	$\frac{2.96-4.92}{3.75}$	$\frac{3.49-4.91}{4.18}$
Na	$\frac{1.42-2.52}{2.14}$	$\frac{1.05-3.84}{1.93}$	$\frac{1.94-3.01}{2.51}$	$\frac{0.22-2.90}{1.94}$
Rb	$\frac{0.0016-0.0046}{0.0033}$	$\frac{0.0128-0.0293}{0.0200}$	$\frac{0.0100-0.0274}{0.0180}$	$\frac{0.0200-0.0400}{0.0270}$
Cs	$\frac{0.0001}{0.0001}$	$\frac{0.0001-0.0009}{0.0005}$	$\frac{0.0004-0.0008}{0.0006}$	$\frac{0.0001-0.0008}{0.0004}$
Ti($n \cdot 10^{-6}$)	$\frac{60-70}{66}$	$\frac{100-300}{200}$	$\frac{50-120}{70}$	$\frac{100-200}{120}$
Rb/Cs	33	25	30	90
Rb/K	0.003	0.005	0.004	0.006
Na/Rb	648	97	139	72
Ti/K	0.00006	0.0005	0.00001	0.00002
Ti/Rb	0.02	0.01	0.003	0.004
K/Cs	10900	5400	6250	13933

表 3 加里东旋回侵入岩建造中元素平均含量(%)

元 素	辉长岩(80)	斑状花岗闪长岩 (100)	黑云母花岗岩 (145)	白岗岩(120)
P	0.1	—	0.2	0.2
Ba	0.14	0.11	0.11	0.04
Sr	0.054	0.024	0.076	0.025
V	0.017	0.010	0.0047	0.0057
Ti	0.39	0.43	0.32	0.21
Cr	0.009	0.003	0.002	0.0025
Ag	0.0001	—	0.0001	—
Cu	0.007	0.005	0.005	0.006
Pb	0.0038	0.0086	0.0046	0.0047
Zn	0.007	0.0069	0.0094	0.0060
Ni	0.0024	0.0020	0.0008	0.0013
Co	0.0021	0.0010	0.0008	0.0016
Mo	0.0006	0.0010	0.0021	0.0009
Sn	0.0031	0.0010	0.001	0.002
Y	0.0022	0.0020	0.0060	0.0043
Yb	0.00015	0.0002	0.0006	0.0007
Zr	0.018	0.026	0.020	0.019
Se	0.0023	0.0013	0.0015	0.0013
Nb	0.0020	0.0018	0.0030	0.0020

表 4 加里东侵入岩岩石中比较常见的附生矿物的平均含量(克/吨)

附生矿物	辉 长 岩 (6)	斑状花岗闪长岩 (15)	黑云母花岗岩 (7)	白 岗 岩 (13)
磷灰石	237.53	163.35	159.93	37.79
锆 石	36.26	178.92	26.56	49.05
磁铁矿	5131.36	2584.89	1029.65	307.32
钛铁矿	64.26	33.37	11.9	0.1
榍 石	153.59	10.64	96.12	0.81
褐帘石	2.99	3.58	52.51	30.49
金红石	0.006	3.25	0.14	0.27
锐钛矿	0.065	0.14	0.34	2.97
辉钼矿	0.019	0.47	0.025	1.96
黄铁矿	22.41	23.60	7.07	238.93
黄铜矿	0.45	3.89	0.25	1.66
白钛矿	0.57	8.02	1.45	5.29
方铅矿	0.17	0.46	0.37	0.25
闪锌矿	0.035	0.63	0.33	0.20
自然金	0.013	0.12	0.016	0.21

美国俄勒冈州西南部阿尔卑斯型铬铁岩中

铂族矿物研究简介

本文简要介绍了美国 Sandia 国家实验室 H.W.Stockman 和 P.F.Hlava 对俄勒冈州西南部阿尔卑斯型超镁铁质杂岩体铬铁岩中铂族矿物的研究方法和主要研究成果。

(一)地质与地球化学背景

研究区的两个岩体可能是同一个较大超镁铁质岩带中的残余体,都含有构造成因的斜辉辉橄岩。豆荚状铬铁岩在岩体中的体积不足1%,产在部分蛇纹石化纯橄岩条带或碎片中。很多铬铁岩显示出堆积结构,被认为是地幔中硅酸盐体部分熔融沉淀形成的。

一般说来,俄勒冈州西南部铬铁岩的含铌量比伴生的斜辉辉橄岩和纯橄岩的含铌量高得多。9个橄橄榄岩的全分析表明,其铌含量为0.8—16.8 ppb,平均 6.9 ± 4.5 ppb;而9个铬铁岩全分析结果,含铌12.9—1159 ppb,其中有6个超过80 ppb。铬铁岩中铌和铬含量的对数值大致呈正相关关系。

(二)分析方法

1.样品的制备和光学显微镜鉴定:其程序为:(1)把铬铁岩置于有冷却装置的环氧树脂和聚脂树脂中,用金刚石锯把样品切成薄片;(2)用碳化硅打磨切面以除去表面的污染,然后分别放在涂有粒径 $1.0\mu\text{m}$ 氧化铝、 $1.0-0.25\mu\text{m}$ 金刚砂和 $0.05\mu\text{m}$ 氧化铝的干净布磨盘上抛光;(3)把光片放在光学显微镜下放大40—150倍仔细观察,对需要详尽研究部分则通过油浸镜头放大1000—2000倍并照相;(4)最后在9块光片上,发现了大约100粒铂族单矿物。

2.扫描电镜研究:铂族矿物和伴生矿物的鉴定主要采用D_s-130型扫描电镜。在对矿物进行电子探针分析前,需要用扫描电镜法通过X射线定性分析确定矿物的均匀度。为此,扫描电镜需装有背散射(backscattered)图象装置,并配有硅(锂)探测器能谱仪,它具有在FeK α 系峰值半高宽为150eV的分辨率。

量低,在捕虏体附近这些元素富集增加,而在围岩变质岩石中这些元素含量最高,在酸性岩石中Ba、Sr、Zn、V、Ni、Co、Ti、Sc含量高(比克拉克值),在围岩中和捕虏体附近磷灰石晶体增大并且数量增加在富含捕虏体地段内榍石和褐帘石含量高],以及岩石的(岩石组成中矿物数量的变化,在混染变种中有斑杂状构造,有色矿物捕虏晶体数量上升,有未被完全岩浆同化作用捕虏体残体的存在,在岩浆旋回的后期出现酸性岩石)也可以使人们设想在加里东侵入体形成过程中同化作用有着重要作用。

最后,可做出如下结论:阿尔玛雷克加里东旋回岩石的多样性,这与围岩中各种不同成分的酸性岩浆同化作用有关系。

(洛长义译自《苏联地质学》1984年第10期,赵玉丁校)