

<http://www.geojournals.cn/dzxb/ch/index.aspx>

北京南口中生代双峰式岩墙群的组成及其特征

邵济安¹⁾ 张履桥²⁾ 魏春景¹⁾ 韩庆军³⁾

1) 北京大学地质学系, 100871; 2) 内蒙古地质研究所, 呼和浩特, 010020

3) 中国科学院地质与地球物理研究所, 北京, 100029

内容提要 在北京南口地区发现了一套 NNW 走向、颇具规模的、由基性钾玄岩和酸性花岗质岩石组成的双峰式岩墙群, 其 K-Ar 同位素年龄为 119~114Ma。本文重点讨论了岩墙群的野外地质特征及其岩石学特征。研究表明酸性岩墙和基性岩墙的稀土配分模式非常接近, 并且无明显的铕异常, 推测它们的岩浆来自两个有成因联系的岩浆源, 而且两套岩浆之间不存在结晶分异作用的关系。我们称之为双峰式岩墙群。研究还表明, 两种岩浆最初占位时共呈液相, 彼此接触部位成分发生一定程度的混染作用, 但总体是互相独立的。岩墙产状和地球化学特征反映岩墙群是在伸展构造背景下侵位的, 具有深源浅侵位的特征, 反映了晚中生代研究区存在的伸展构造这对于全面认识华北“燕山运动”是有价值的。

关键词 双峰式岩墙群 钾玄岩系 结晶分异 伸展构造

岩墙群是地壳中上百条同时代的岩墙按一定规律组成的集群, 是地壳伸展体制下深源岩浆浅部就位的产物。地表数量最大的是基性岩墙群, 岩石类型以辉绿岩、辉绿玢岩、煌斑岩为主, 少量为辉长岩或角闪辉长岩, 大多数岩浆来源于上地幔, 因此人们把它们看作是探讨深部作用的重要研究对象(Halls, 1982; 陈孝德等, 1994)。岩墙群的发育程度可以定量反映中上部地壳伸展变形, 结合岩墙群形成机制可以进一步揭示岩石圈演化的运动学、动力学背景。岩墙群分布的时空范围非常广, 就目前研究情况看, 人们对分布广泛的前寒武纪基性岩墙群研究较多, 它们记录了地壳固结并开始承受破裂变形的早期历史, 作为地球演化的重要里程碑引起人们极大关注(Halls et al., 1987)。相比之下显生宙岩墙群研究得比较薄弱。实际上, 中生代(180~100Ma), 特别是早白垩世以来, 随着全球性岩石圈扩张, 在大洋或大陆岩石圈中留下许多重要的地质-地球化学证据: 幕式地幔对流、地幔柱活动、海底扩张、洋底高原、大型岩浆省、大陆溢流玄武岩等, 在这样的全球背景下, 陆内刚性的克拉通地区是否也存在反映中生代岩石圈扩张的岩墙群? 这正是本文要讨论的议题之一。

由镁铁质和长英质岩石组成的双峰式火山岩可以形成在大陆裂谷、洋岛、陆壳拉张减薄、弧后盆地

等各种构造环境中, 作为一个伸展环境的重要指标, 已为人们广泛应用(王焰等, 2000; 李清龙等, 1999)。然而由密切共生的酸性岩和基性岩组成的双峰式岩墙群的讨论不多见, 本文拟报道北京南口以北山区发现的双峰式岩墙群。

1 地质概况

颇具规模的南口中生代岩墙群以稳定的 NNW 走向贯穿于太古宙片麻岩、元古宙长城系碳酸盐岩以及白垩纪东岭台组火山角砾岩中。此外它也穿过燕山期黑山坨一大石坡环状复合岩体、山羊洼石英二长岩以及马庄东面的东沟碱长石英正长岩, 前一岩体由中心黑山坨二长花岗岩、内带大石坡黑云母正长岩和外带大石坡角闪正长岩组成, 为一大型岩株, 属中深成相侵入体(图1)。正长岩中黑云母的钾氩年龄值为 148~152Ma(北京市地质矿产局地质调查所, 1988)。单一岩墙宽 0.5~3m, 最宽达 60m, 延长 1500~2000m, 岩墙最密集的部位, 岩墙占有率可达 35.65%。综观岩墙群的区域展布, 从南口西南花塔一桃洼, 一直向北穿出研究区, 进入延庆县境, 断续延伸大于 40km, 宽约 7km, 如此大规模、同时代的岩墙群明显受构造裂隙带控制, 同时也暗示在这一狭窄岩浆通道下方存在着共同的岩浆源。岩墙群的

注: 本文为国家自然科学基金项目(编号 49872079)的研究成果。

收稿日期: 2000-10-26; 改回日期: 2001-01-04; 责任编辑: 郝梓国。

作者简介: 邵济安, 女, 1940年生, 教授, 主要从事构造地质学专业教学和研究工作。通讯地址: 100871, 北京大学地质学系。

总体积相当于一个大的侵入体,这是一次重要的伸展性质的构造热事件产物。

岩墙总体产状,走向 $340^{\circ}\sim 350^{\circ}$,倾向 NE,倾角 80° ,局部见到 EW 向岩墙群,例如在北部马庄东沟所见,两个方向的岩墙都穿入下白垩统东岭台组(K_1d)砾岩地层(图2d)。研究区绝大多数岩墙都以高倾角为主,局部可见陡倾斜的岩墙向上翻转展平的现象,而且是由基性岩墙与酸性岩墙同步翻转(图2e)。岩墙局部产状变化较大,剖面上常可以见到锯齿状的边缘。岩墙边缘无挤压现象,无平行的微裂隙发育。总之,反映了岩墙群侵位时的伸展构造背景。

研究区双峰式岩墙由暗色基性岩墙和红(或白)色酸性岩墙交互组成,红黑相间、密集成群,形成壮观的地貌景观,由于抗风化能力差异,酸性岩墙往往

宛如长城崇立于山脊。图2a的实测剖面 a-a' 测量的是贯穿于环状杂岩外环——角闪正长岩中的岩墙群,基性岩墙与酸性岩墙之比为 $0.73:1$,在红、黑两种岩墙接触部位可见到渐变过渡的关系,或者互相包裹的现象,渐变带的岩石成分上也呈现过渡状态(后文讨论),可以认为这两种岩墙基本同时形成。图2b的信手剖面 b-b' 中可以看到以 $0.5\sim 1\text{m}$ 宽的基性岩墙群,间夹 $4\sim 12\text{m}$ 宽的白色的花岗细晶岩墙,接触边界局部可以见到后者穿入前者的现象。相对来说,白色岩墙侵位可能要晚一些。此外,山羊洼见到一组 10m 厚的、穿入高峪庄组碳酸盐岩地层的基性岩墙群,由底到顶依岩石的粗细、颜色可分为7层(图2c)。组成岩墙的岩石粒度比较细,边部具有隐晶质冷凝边,局部可见到暗色岩墙中发育的眼斑结构及残影体,这是基性岩墙中常见的现象(王成学等,1992)。眼斑结构一般由浅色的方解石或者长石组成眼斑,直径 $0.5\sim 2\text{cm}$,中心多见绿帘石晶体和黄铁矿晶体,边缘有一些暗色矿物。眼斑结构反映岩浆富挥发组分。残影体大多是灰白色、边缘模糊的“包体”,直径 3cm 左右,岩性类似花岗质组分。当岩墙群向北远离环状杂岩后,侵位在居庸关长城系碳酸盐岩地层中的岩墙群,以基性岩墙为主,基性岩墙与酸性岩墙之比大于 $100:1$ 。

2 岩石分类及其矿物组成特征

在野外工作基础上,按照岩石的结构和产状特征,将基性岩墙初步定名为煌斑岩、辉绿岩、辉绿玢岩;将酸性岩墙确定为花岗质岩石,包括花岗细晶岩、花岗斑岩等。进一步研究,从成因岩石学角度可以进一步将这两类岩石定为钾玄质系列岩石(图3a),其中基性岩主要为钾玄岩,酸性的花岗质岩石相当于钾玄质系列的粗面岩及高钾流纹岩。基性岩石大多数具有煌斑结构,斑晶以角闪石、云母为主,基质由自形的铁镁矿物和自形一半自形晶长石、磷灰石、榍石以及小板条状钛闪石组成微晶自形结构,暗色矿物大于 40% 。大多数酸性岩具有细粒全它形结构,斑岩的斑晶以钾长石和受熔蚀了的石英为主。钾长石常见环带状结构。

岩墙群全岩成分见表1,由于本区基性岩含挥发分高,烧失量多数 $2\%\sim 3\%$,因此换算成干体系,以便更直观和客观地反映其组成,换算结果使得个别基性岩的 SiO_2 含量大于 53% 。本区两种成分的岩墙群均以全碱含量高,特别是 K_2O 含量高为特征,属于碱性系列岩石。为了说明不是由于后期蚀变对岩

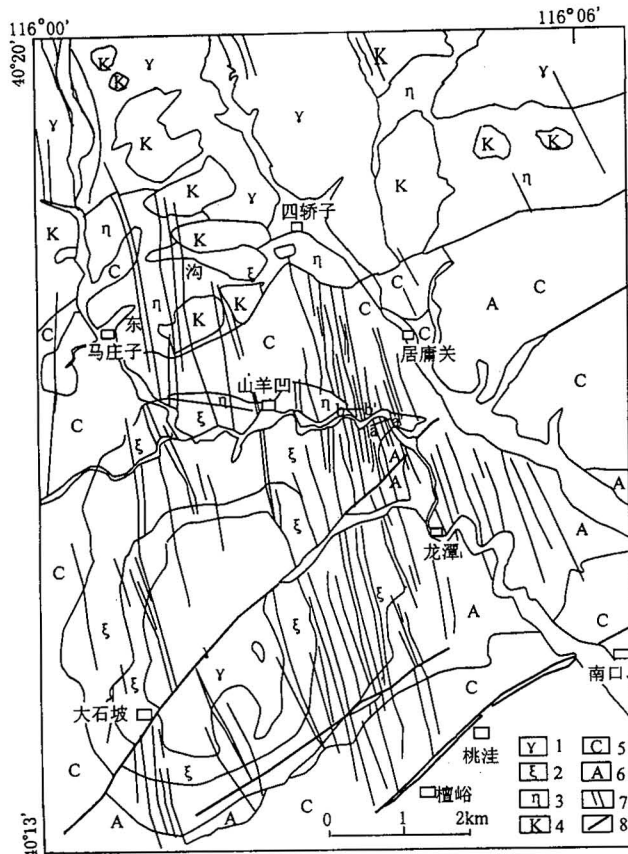


图1 研究区区域地质简图

Fig.1 Regional geological sketch of the research area

1—花岗岩; 2—正长岩; 3—石英正长岩; 4—早白垩世火山角砾岩; 5—元古宙长城系碳酸盐岩; 6—太古宙片麻岩; 7—岩墙群; 8—断层(图中 a-a'、b-b' 分别为图2-a 和 2-b 的剖面位置)

1—Granites; 2—syenites; 3—quartz-syenites; 4—Early Cretaceous volcanic breccias; 5—Proterozoic Changcheng System carbonates; 6—Archaean gneisses; 7—dike swarm; 8—faults (a-a' and b-b' indicate the locations of sections in Fig. 2a & b respectively)

石碱度的影响,本文采用 Winchester 等(1976)提出的稳定高场强元素 Nb/Y-Zr/TiO₂ 图解进行判别(图3b),其结果基性岩落入碱性玄武岩区,酸性岩落

入粗面岩、粗面安山岩区,显示南口岩墙群属于一套碱性程度比较高的岩石。

以下重点介绍钾玄岩的矿物组成特征。该系列

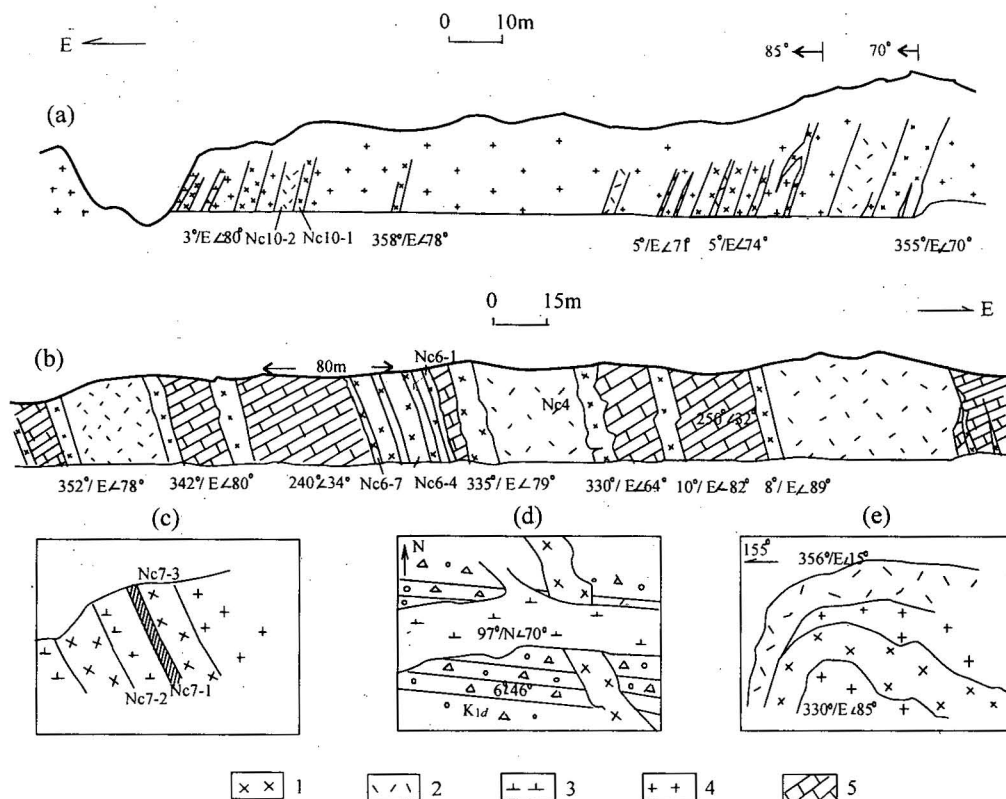


图2 岩墙群的剖面图及其素描图

Fig. 2 Sectional drawings and sketch maps of the dike swarm

(a)—龙潭北岩墙群实测剖面图 (a-a'); (b)—山羊洼岩墙群信手剖面图 (b-b'); (c)—山羊洼隧道口北岩墙之间的混染带; (d)—马庄东沟岩墙切穿下白垩统地层; (e)—山羊洼隧道口南岩墙展平现象; 1—煌斑岩; 2—花岗细晶岩; 3—花岗斑岩; 4—角闪正长岩; 5—碳酸盐岩 (a)—Measured geological section of the dike swarm in northern Longtan (a-a'); (b)—sketch section of the dike swarm at Shanyangwa; (c)—hybridized zone between dikes at the north end of Shanyangwa tunnel; (d)—Lower Cretaceous stratum is cut by the dikes at Donggou, Mazhuang; (e)—flattened dikes at the south end of Shanyangwa tunnel; 1—lamprophyre; 2—granite-aplite; 3—granite-porphyry; 4—hornblende-syenite; 5—carbonate rock

表1 岩墙群的全岩化学分析数据(全部换算成干体系)(%)

Table 1 Whole-rock chemical analysis data (%) of the dike swarms

样号	M3	Nc10-1	Nc6-1	Nc6-4	Nc6-7	Nc7-3	Nc7-1	Nc7-2	M4	Nc10-2	Nc4
SiO ₂	53.06	52.30	53.42	52.01	47.82	54.03	64.80	71.34	67.50	68.19	76.62
TiO ₂	1.79	1.90	1.65	2.04	2.30	1.88	0.79	0.43	0.54	0.48	0.14
Al ₂ O ₃	16.05	17.03	17.37	14.46	15.64	16.63	16.38	14.96	15.53	15.19	12.96
Fe ₂ O ₃	2.73	3.98	4.02	3.47	3.54	3.61	1.59	1.09	2.26	2.49	0.90
FeO	6.36	5.61	5.14	6.70	7.47	5.64	3.02	1.14	3.76	2.10	0.22
MnO	0.10	0.20	0.18	0.25	0.26	0.13	0.17	1.12	0.17	0.13	0.05
MgO	6.63	4.55	3.80	6.66	7.38	5.20	1.10	0.12	0.47	0.48	0.00
CaO	7.10	5.48	6.33	6.05	9.28	3.77	2.36	0.63	0.51	1.79	0.25
Na ₂ O	2.03	3.66	4.65	3.80	3.74	4.62	4.72	4.36	3.83	4.29	4.21
K ₂ O	3.30	4.15	2.67	3.28	1.62	3.71	4.65	4.67	5.22	4.61	4.62
P ₂ O ₅	0.85	1.15	0.77	0.99	0.95	0.76	0.41	0.12	0.20	0.25	0.03
Mg*	65.02	59.14	56.83	63.92	63.77	62.17	39.34	15.87	18.15	28.95	0.00

测试者:中国科学院地质-地球物理研究所 X 荧光光谱实验室曹杰、张健。

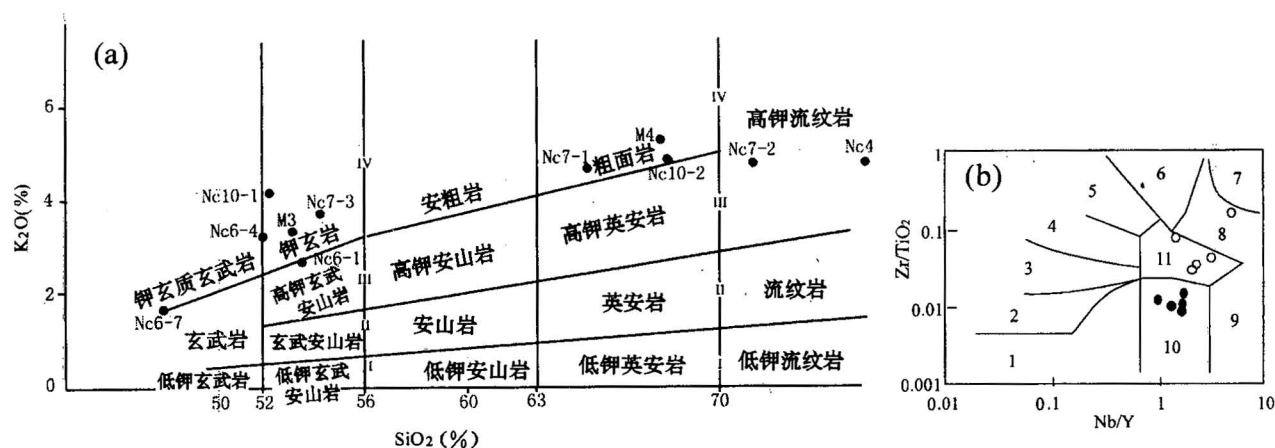


图3 岩墙群的岩石化学图解

Fig. 3 Petrochemistry diagram of dike swarms

(a)—硅-钾图(据 Pecerrillo, 1976; Ewart, 1979): I—低钾玄武岩系列; II—钙碱性系列; III—高钾钙碱性系列; IV—钾玄岩系列

(b)—Nb/Y-Zr/TiO₂图解(据 Winchester 等, 1976): 1—亚碱性玄武岩; 2—安山玄武岩; 3—安山岩; 4—英安岩; 5—流纹岩; 6—钠闪碱流岩; 7—响岩; 8—粗面岩; 9—碧玄岩; 10—碱性玄武岩; 11—粗面安山岩; 实心圆代表基性岩墙, 空心圆代表酸性岩墙

(a)—SiO₂-K₂O diagram (according to Pecerrillo, 1976; Ewart, 1979): I—Low-potassium basalt system; II—Calci-alkali system; III—High-potassium calci-alkali system; IV—Potassium basalt system; (b)—Nb/Y-Zr/TiO₂ diagram (according to Winchester et al., 1976): 1—Subalkaline-basalt; 2—Andesite-basalt; 3—Andesite; 4—Dacite; 5—Rhyolite; 6—Comendite; 7—Phonolite; 8—Trachyte; 9—Basanite; 10—Alkali-basalt; 11—Trachy-andesite. Medicine circular shows basic-dike swarm; Blank circular shows acidic dike swarm

表2 钾玄岩的矿物成分探针分析(%)

Table 2 Microprobe analysis data (%) of minerals in the shoshonites

样号	矿物名称	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	FeO *	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	合计
6-1-1	钛闪石	40.71	5.80	12.24	11.05	0	13.31	11.97	2.70	0.91	0.03	98
6-3-1	钛闪石	40.64	5.01	11.39	11.18	0.25	13.30	12.23	2.42	0.25	0.09	97
6-7-1	钛闪石	39.68	5.94	12.96	10.22	0	13.36	12.05	2.84	1.10	0.17	98
6-7-2	富钛黑云母	36.55	5.37	13.91	15.54	0.23	14.45	0.23	0.65	9.03	0	95
6-1-4	黑云母	38.65	2.38	14.24	18.94	0.34	12.08	0.25	0.36	8.65	0.12	95
6-6-2	钛铁矿	0.38	51.82	0.06	42.55	4.60	0.19	0.27	0	0.01	0.15	99
6-3-2	榍石	29.26	41.02	0.84	0.16	0.18	0	28.88	0	0.03	0	100
6-5-1	榍石	29.97	40.25	0.64	0.78	0	0.06	28.25	0.11	0.05	0	99
6-3-3	阳起石	53.55	0.17	1.36	10.80	0.40	16.77	12.64	0.67	0.22	0.02	96
6-5-2	阳起石角闪石	51.51	0.25	4.67	8.78	0.39	17.86	12.47	1.15	0.14	0.12	97
6-1-2	钾长石	64.16	0.57	18.36	0.35	0.02	0	0.27	0.88	15.31	0	99
6-3-5	钾长石	46.91	0.38	18.30	0	0.14	0.14	0.09	1.45	14.75	0	99
6-3-4	钠长石	66.52	0	20.58	0.44	0	0.05	1.29	10.81	0.22	0	99
6-6-1	钠长石	65.76	0	20.43	0.32	0	0.03	1.40	11.04	0.21	0	99
6-7-3	钠长石	66.09	0.20	21.30	0.18	0	0.17	1.89	10.95	0.16	0	100
6-1-3	拉长石	53.38	0.25	28.93	0.63	0.14	0.21	12.21	4.87	0.16	0	100

测试者: 北京大学地质学系探针实验室舒桂明。

岩石重要的组成矿物是钛闪石、富钛黑云母、钾长石、钠长石等, 此外还有榍石、阳起石、绿帘石; 不透明矿物有钛铁矿、磁铁矿(表2)。从全岩化学成分和矿物组合可以看出南口地区基性钾玄岩是一套富挥发分、富钛(TiO₂ 1.61%~2.23%)、高碱(Na₂O+K₂O 4.8%~7.6%)的岩浆, 在岩浆快速上升过程中, 由于降温, 钛从钛闪石、富钛黑云母中析出, 形成

钛铁矿、榍石, 由于富水、富挥发分岩浆后期的交代作用, 形成绿帘石、阳起石等蚀变矿物。

3 双峰式岩墙群的演化特征

3.1 岩石组分的双峰特征

南口岩墙群由基性、酸性两个端元岩石组成, 缺乏过渡组分, 在硅钾图上显示了 SiO₂ 成分上的间

隔,即戴里空挡(Daly gap)(Daly, 1925),呈现双峰式的特征,野外产状和同位素年代测定也表明酸、基两性岩墙近于同时形成,因此可以将南口岩墙群称之为双峰式岩墙。它与双峰式火山岩的区别仅在于它未喷出地表,规模也有所差别,但其构造意义是相同的,同样应该引起人们重视。

表1中 M3和 M4、Nc7-2和 Nc7-3、Nc10-1和 Nc10-2、Nc4和 Nc6是相邻的基、酸性两个端元组分的样品,Nc7-1是 Nc7-2和 Nc7-3之间混染带的样品,与二者均呈渐变关系,尽管颜色呈灰黑色,但SiO₂含量明显增高,三者成分显示了清楚的递变关系。Nc4是图2b中穿在基性岩墙中的花岗细晶岩岩墙样品。Nc6-7、Nc6-4、Nc6-1依次是图2c中基性岩墙从底到顶的三块样品,可以看到由顶到底SiO₂和Na₂O递减,CaO和镁铁值递增,其中MgO增加得更明显,表明分离结晶作用制约着基性岩浆的演化。

3.2 从岩浆演化趋势看基性和酸性岩墙的关系

南口岩墙穿过环状碱性花岗岩基,有人会认为在大的花岗岩基中出现基性和酸性岩脉共生或者花岗岩中出现基性析离体是常见的现象。如果是这种情况,自然不能看作双峰式岩墙。然而,从南口岩墙群的规模以及基性岩墙的比例来看,基性岩不可能是花岗岩不混熔作用的产物,不属于析离体。而且向北稳定延伸40km的岩墙群来源于某一个杂岩体的岩浆房,也是难以想象的。

关于两种岩墙(脉)共生的问题,根据实际情况也有不同解释。例如,Rock等(1987)在研究了苏格兰贯穿于加里东花岗岩中的岩墙群后,认为由煌斑岩和花岗岩两种岩墙起源于母岩浆-煌斑岩和煌斑

岩结晶分异作用。Hyndman等(1988)在研究了美国爱达荷复式岩墙群后,认为两类岩墙分别来自下地壳重熔的花岗岩岩浆房和基性岩浆房,而且前者重熔的下地壳岩石正是后者基性岩浆早期底侵作用的产物。本研究区的基性和酸性岩墙穿过花岗杂岩体,它们究竟是同一个酸性岩浆房中岩浆演化的产物?还是如Rock等(1987)所认为的属同一个基性母岩浆不同阶段分异演化的产物?还是来自两个独立的岩浆源?这将涉及到进一步对其成因和构造环境的讨论。

从Mg'值的差异可以比较好的说明岩浆的演化,基性岩墙样品的Mg'=57~65,显示其组分虽然开始发生了演化,但仍然接近原始岩浆(原始碱性玄武岩Mg'=65~72)(Fry, et al., 1978),显然基性岩墙不是本区大花岗杂岩体或者酸性岩墙(Mg'=15~29)演化后期产物。那么,酸性岩墙又是否是基性岩浆分异的产物呢?从岩墙群稀土元素组成和配分模式图(表3,图4)来看,除Nc4号样品外,酸性岩墙的稀土组成模式非常接近基性岩墙,无明显的铈异常现象,至少表明酸性岩墙不是基性岩浆分异的产物,而且,这两种岩浆都不是幔源玄武岩浆在基性斜长石分异作用后的残余熔体。相近的稀土组成模式暗示两类岩墙物质来源的同源性。

为了进一步讨论上述两套岩浆的演化,笔者将Batchelor等(1985)的多阳离子参数图和部分熔融的矢量图结合起来,分析各种矿物分离结晶时岩浆的演化方向(图5),图中可见,5个基性岩的点在45°角分线左上方的SiO₂不饱和区,表明基性岩岩浆属于碱性橄榄玄武岩浆。

这些点的连线与镁橄榄石(Fo)至铁橄榄石

表3 岩墙群稀土元素分析数据

Table 3 REE analysis data of the dike swarms

样号	Nc10-1	Nc7-1	M3	Nc6-1	Nc6-7	Nc6-4	Nc10-2	Nc7-2	Nc-4	M4
La	66.80	63.91	50.57	52.89	51.17	83.34	65.02	62.45	39.70	102.55
Ce	143.99	113.94	98.45	108.55	112.62	173.93	105.41	100.53	61.26	224.68
Pr	18.44	12.99	11.90	14.15	14.13	19.56	11.58	11.35	4.85	22.06
Nd	66.37	38.23	43.15	48.46	48.92	68.11	34.41	30.26	10.00	72.42
Sm	10.59	5.62	8.46	8.17	8.47	10.44	5.05	4.13	1.31	12.48
Eu	3.06	1.52	2.19	2.52	2.89	2.85	1.21	0.95	0.08	2.17
Gd	7.33	4.01	5.01	6.06	6.67	8.04	3.97	3.26	1.32	8.68
Tb	0.92	0.56	0.73	0.81	0.93	1.07	0.54	0.44	0.22	1.42
Dy	3.79	2.60	3.50	3.81	4.41	4.75	2.69	2.17	1.48	7.35
Ho	0.63	0.50	0.67	0.69	0.80	0.88	0.53	0.43	0.34	1.38
Er	1.66	1.39	1.70	1.86	2.06	2.28	1.49	1.26	1.15	3.64
Tm	0.20	0.20	0.22	0.24	0.27	0.28	0.22	0.18	0.21	0.52
Yb	1.12	1.24	1.33	1.42	1.55	1.69	1.43	1.21	1.57	3.12
Lu	0.16	0.20	0.20	0.22	0.24	0.25	0.22	0.19	0.26	0.50

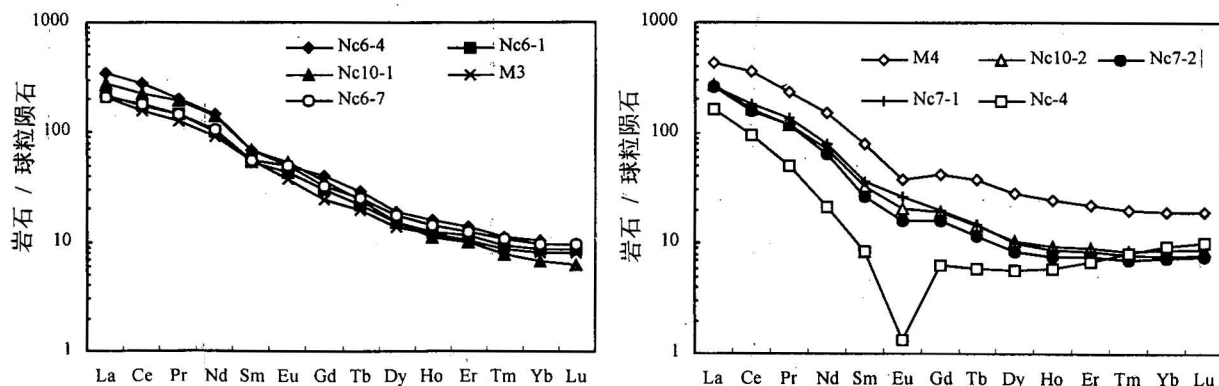


图4 岩墙群的稀土配分模式图

Fig. 4 Chondrite normalized REE patterns of the dike swarms

图中代号见表3

Numbers in this figure see table 3

(Fa)的分离结晶趋势线平行,说明本区组成基性岩墙的钾玄质岩浆演变中发生橄榄石的分离结晶,从碱性橄榄玄武岩演化至橄榄中玄武岩、橄榄粗安岩,图5中带箭头的曲线是苏格兰斯凯岛北部的碱性熔岩的演化趋势(Batchelor et al., 1985)。二者演化有某些共同之处。另外,从酸性岩石投点组成的线来看,除了部分熔融程度最低的花岗细晶岩(Nc4号样品)落在深熔花岗岩区外,其他均落在浅成花岗岩区,这些数据点落在深熔花岗岩(PM)和二长岩(C)的联线上,Batchelor 称 PM-C 联线为熔融方向,即随熔融程度增高,熔体的成分由 PM 变至 C,铁镁质成分增多。该图除了显示酸性岩与基性岩演化趋势不同外,还暗示形成酸性岩浆的部分熔融体前可能与幔源岩浆有一定联系,这种联系被 Sr-Nd 同位素研究所证实,酸性岩的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 为0.7058, $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ 为-11~-14,表明酸性岩浆熔融前的物质来源于 EM I 型富集地幔,与基性岩来源有密切联系(有关数据将另文详细讨论)。

综上所述,可以认为组成南口岩墙群的酸、基两套岩浆之间没有结晶分异的演化关系,它们是来自两个可能有成因联系的岩浆源。南口双峰式岩墙群的物质来源与壳幔相互作用有密切联系。至于这两套岩浆是来自两个岩浆房,还是来自同一岩浆房由于双向扩散形成的两个岩浆层,不是本文重点讨论的问题。

4 南口岩墙群的 K-Ar 同位素年龄

笔者选择取自基性岩墙(M3)、酸性岩墙(Nc4)和两类岩墙之间过渡的混合带(Nc7-1)的三组样

品,进行 K-Ar 同位素年龄测定(表4),每组均给出同一样品的两个平行年龄,以保证年龄测定的可靠性。年龄测定仪器是英制 RGA10型的氩定年系统。

从表4中可见基性岩墙 M3与由酸、基两岩性混染带的样品 Nc7-1的年龄一致,均为119Ma,所得的两组平行年龄相差0.5Ma,证明测定的年龄精度是高的。酸性岩墙 Nc4的年龄较轻,这与野外观察的现象一致,图2 b 中可见 Nc4样品所在的酸性岩墙东侧边部有一小脉穿入相邻的基性岩墙,但相比之下

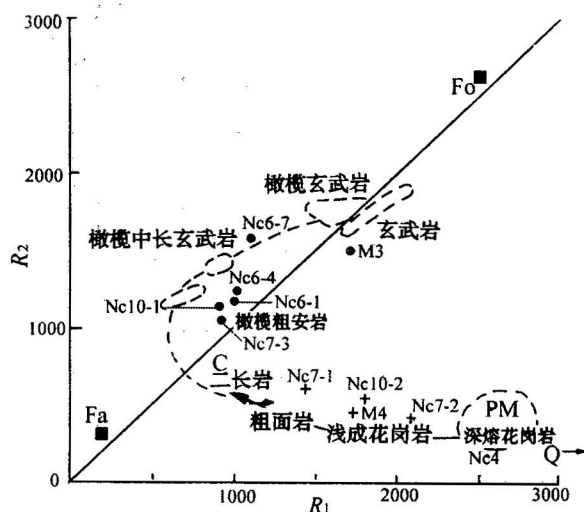


图5 多阳离子参数图(据 Batchelor 等,1985)

Fig. 5 Multicationic parameters diagram (according to Batchelor et al., 1985)

图中样品代号同表1

The number of sample is the same as table 1

表4 南口岩墙群的 K-Ar 同位素年龄

Table 4 K-Ar isotopic ages of Nankou dike swarms

	K(%)	$^{40}\text{Ar}/^{38}\text{Ar}$	$^{38}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$	^{38}Ar (mol/g $\times 10^{-11}$)	^{40}Ar (mol/g $\times 10^{-11}$)	^{40}Ar (%)	实测年龄 (Ma)	误差 (2 σ)
M3-1	2.71	99.9499	0.0501	2.2600	5.4637	99.71	119.5 $\pm$ 0.6	0.5%
M3-2	2.71	99.9879	0.0121	2.2476	4.5762	98.84	119.7 $\pm$ 1.6	1.3%
Nc4-1	4.15	99.9938	6.20 $\times 10^{-3}$	2.2702	2.4323	95.19	117.6 $\pm$ 1.5	1.3%
Nc4-2	4.15	99.9945	5.52 $\times 10^{-3}$	2.2521	3.3968	98.24	114.0 $\pm$ 1.0	0.9%
Nc7-1-1	3.87	99.9907	9.3 $\times 10^{-3}$	2.2589	7.9419	100.07	119.2 $\pm$ 1.0	0.8%
Nc7-1-2	3.87	99.8735	0.1265	2.2555	7.7913	100.16	119.6 $\pm$ 0.4	0.3%

测试者:北京大学地质学系地球化学研究实验室刘玉林博士。

酸性岩墙年龄测定的精度不如基性岩墙高,这可能与碱性长石 Ar 的不完全萃取有关(与穆治国教授私人谈话)。总之,上述6组岩墙群年龄总的反映了研究区的基性、酸性岩墙是同时形成的,而且还反映了120Ma 的这次伸展性质的热事件。此外,华北同时还有若干典型的变质核杂岩(傅朝义,1999)、碱性花岗岩(许保良等,1994)的形成,因此120Ma 这次热事件在华北是有代表性的。

5 关于南口双峰式岩墙群形成机制的初步讨论

从前文的讨论中可以看出以下几点:①从测定的同位素年龄和相邻岩墙边缘的岩石具有互相包裹的现象来看,酸性岩墙和基性岩墙是同期侵位的产物。②从岩浆演化趋势的多项指数看,岩墙群的物质是来自同时存在的两个岩浆源。③从 Nc7 点的基性岩墙与酸性岩墙之间混染带的存在来看,推测这两种岩浆最初占位时共呈液相,彼此接触部位成分发生一定程度的混染,但总体是互相独立的。④总体看,酸性岩墙和基性岩墙的稀土组成模式非常接近,并且无明显的铕异常的现象,推测它们的岩浆来源有一定的相关性。⑤产状和地球化学特征反映岩墙群是在伸展构造背景下侵位的,具有深源浅侵位的特征。

南口晚中生代双峰式岩墙群的研究对进一步认识燕山,乃至华北晚中生代构造岩浆活化是有意义的。长期来,人们用“燕山运动”概括了华北中生代的构造运动,强调了挤压推覆和中酸性岩浆活动。近年来,人们从壳幔相互作用的角度阐明了华北中生代岩石圈的大规模减薄(邓晋福等,1996)。显而易见,一个尖锐的科学问题摆在了构造地质学家面前,岩石圈深层次的伸展减薄与浅表层次的挤压变形究竟有什么关系?这是一个需要开展大量实际工作来探讨的问题。幔源岩浆以岩墙群方式侵位到中上部地

壳的地质过程,本身说明燕山晚中生代中上部地壳存在一定规模的伸展作用,这是过去被人们忽视的。关于岩墙群的讨论或许会从一个侧面向我们提供某些有价值的信息。本文重点论证的是岩墙群的双峰式特征,至于岩墙群的同位素地球化学研究所反映的物源区特征、岩墙群的形成模式、地球动力学环境以及与燕山运动的关系,将有待进一步讨论。

目前华南地区中生代岩墙群的研究已经引起人们关注,由此提出华南中生代伸展构造的问题(Li et al., 1998)。通过华北、华南中生代岩墙群的研究和对比,将会对中国东部中生代的岩石圈结构特征有进一步认识。

本文的研究工作得到中国科学院地质地球物理研究所岩石圈开放实验室的资助,在本文编写过程中得到李献华博士、邱家骧教授、周珣若教授的帮助,在此一并表示感谢。

参 考 文 献

- 北京市地质矿产局地质调查所. 1988. 昌平—小汤山1:5万地质图说明书.
- 陈孝德,史兰斌. 1994. 伸展构造中的基性岩墙群. 见:钱祥麟主编,伸展构造研究. 北京:地质出版社,71~74.
- 邓晋福,赵海玲,莫宣学等. 1996. 中国大陆根—柱构造——大陆动力学的钥匙. 北京:地质出版社.
- 傅朝义. 1999. 河北省变质核杂岩. 地质找矿论丛, 14(3): 10~16.
- 李清龙,巫建华. 1999. 赣南—粤北晚中生代双峰式火山岩地质特征及其意义. 地质论评, 45(增刊): 724~733.
- 王成学,倪瑞生. 1992. 暗色岩脉的研究现状. 南京大学学报, 4(2): 52~59.
- 王焰,钱青,刘良,等. 2000. 不同构造环境中双峰式火山岩的主要特征. 岩石学报, 16(2): 169~173.
- 许保良,王式洸,阎国翰等. 1994. 燕山地区碱性—过碱性 A 型花岗岩系—岩石学、岩石成因学及其地球动力学意义. 见:岩石圈地质科学. 北京:地震出版社,1~20.

References

- Batchelor R A, Bowden P. 1985. Petrogenetic interpretation of granitoid rock series using multicationic parameters. Chemical Geology, 48 (1/4): 43~55.

- Chen Xiaode, Shi Lanbin. 1994. Basic dyke swarms in extensional structures. In: Qian Xianglin, ed. Resources of extensional tectonics. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese with English abstract).
- Daly R A. 1925. The geology of Ascension island. Proc. Amer. Acad. Arts Sci., 60:180.
- Deng Jinfu, Zhao Hailing, Mo Xuanxue, et al. 1996. Continental roots-plume tectonics of China—Key to the continental dynamics. Beijing: Geological Publishing House (in Chinese with English abstract).
- Fu Chaoyi. 1999. Metamorphic core complexes in Hebei Province. Contribution to Geology and Mineral Resources Research, 14 (3):10~16.
- Fry F A, Prinz M. 1978. Ultramafic inclusions from Callos, Arizona: petrologic and geochemical data bearing on their petrogenesis. Earth Planet. Sci. Lett., 38:129~176.
- Halls H C. 1982. The importance and potential of mafic dyke swarms in studies of geodynamic processes. Geosciences Canada, 9 (3): 145~154.
- Halls H C, Fahrig W F. 1987. Mafic dyke swarms. Geol. Assoc. Can Spec. Paper, 34: 331~348.
- Hyndman D W, Foster D A. 1988. The role of tonalites and mafic dikes, the generation of Idaho Batholith. Jour. Geo., 96 (1): 31~46.
- Li Qinglong, Wu Jianhua. 1999. The geological features and significances of Late Mesozoic bimodal volcanic rocks in South Jiangxi and North Guangdong. Geological Review, 45 (Sup.): 724~733 (in Chinese with English abstract).
- Li Xian-hua, Malcolm T. 1998. McCulloch, Geochemical characteristics of Cretaceous mafic dikes from northern Guangdong. SE China: age, origin and tectonic significance. Geodynamics, 27: 405~419.
- Rock N M S, Hunter R H. 1987. Late Caledonian dyke-swarms of northern Britain: spatial and temporal intimacy between lamprophyric and granitic magmatism around the Ross of Mull pluton. Inner Hebrides Geologische Rundschau, 76 (3): 805~826.
- Wang Chengxue, Ni Qisheng. 1992. Present situation of the study on melanodikes. Journal of Nanjing University, 4 (2): 52~59 (in Chinese with English abstract).
- Wang Yan, Qian Qing, Liu Liang, et al. 2000. Major geochemical characteristics of bimodal volcanic rocks in different geochemical environments. Acta petrologica sinica, 16 (2): 169~173 (in Chinese with English abstract).
- Winchester J A, Floyd P A. 1976. Geochemical magma type discrimination: application to altered and metamorphosed igneous rocks. Earth Planet. Sci. Lett., 70:175~195.
- Xu Baoliang, Wang Shiguang, Yan Guohan, et al. 1994. Alkaline — peralkaline A-type granitic series in Yanshan Region, North China: Its petrology, petrogenesis and geodynamic significance. In: Lithospheric geoscience. Beijing: Seismological Press, 1~20 (in Chinese with English abstract).

Composition and Features of the Mesozoic Bimodal Dike Swarm in Nankou Area, Beijing

SHAO Ji'an¹⁾, ZHANG Lujiao²⁾, WEI Chunjing¹⁾, HAN Qingjun³⁾

1) Geological Department of Peking University, Beijing, 100871

2) Inner Mongolia Institute of Geology, Hohhot, 010020

3) Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100029

Abstract

A significant NNW striking bimodal dike swarm was discovered in Nankou area of Beijing, which is composed of basic shoshonite and acidic granitic rocks with K-Ar isotopic ages of 119~114Ma. The geological and petrological features of the dike swarm are investigated in this work. The acidic and basic dikes in the swarm have very similar REE patterns. And both of them do not have obvious Eu abnormality, indicating that no correlation of crystal fractionation exists between the magmas forming the acidic and basic dikes. Thus it is suggested that they came from different magma sources with genetic relationship and such a dike swarm may be referred to as bimodal. Certain degree of hybridism on the borders shows that both kinds of magma intruded almost at the same time when they were both in liquid state but still independent from each other in the whole. The attitude and geochemical features of the deep-source shallow-intrusion dike swarm reflect a Late-Mesozoic extensional tectonic background for the magma intrusion in the concerned area, which sheds some light on completely understanding the Yanshanian Movement in North China.

Key words: bimodal dike swarm; shoshonite rock system; crystal fractionation; extensional structure