

文章编号: 1000- 6524 (2001) 03- 0263- 10

## 北山—阿拉善地区二叠—三叠纪 富碱侵入岩的岩石学特征

许保良<sup>1</sup>, 阎国翰<sup>1</sup>, 路凤香<sup>2</sup>, 邹天仁<sup>3</sup>, 童 英<sup>1</sup>,  
蔡剑辉<sup>1</sup>, 刘楚雄<sup>1</sup>, 张华峰<sup>1</sup>

(1. 北京大学地质学系, 北京 100871; 2. 中国地质大学, 湖北 武汉 430074;  
3. 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037)

**摘 要:** 甘肃北山—内蒙古阿拉善地区发育有一套以正长岩、石英正长岩、霓辉正长岩、霓霞正长岩类为代表, 包括碱性辉长岩、二长岩、石英二长岩、碱长花岗岩和碱性花岗岩等类岩石在内的富碱侵入体。本文总结了它们的空间分布、形成时代、产状、岩石组合和岩石化学特征; 指出它们具有近东西向的分布特征, 主体形成于二叠—三叠纪时期, 具有富碱、碱性岩类的岩石化学特征, 构成一条富碱侵入岩带; 认为其时空分布特点与华北地台、塔里木地台北缘及邻区碱性岩带一致, 是华北—塔里木北缘及邻区巨型碱性岩带的重要组成部分。

**关键词:** 北山—阿拉善; 二叠—三叠纪; 碱性岩带; 岩石学

**中图分类号:** P588. 12 **文献标识码:** A

20 世纪 80 年代以来, 我国岩浆岩石学的重要进展之一是认识到碱性岩与富碱岩类常常具有空间上紧密共生、形成时间相近、呈带状展布的特点, 由此提出富碱岩带概念并开展了一系列研究工作<sup>[1~21]</sup>。其中, 涉及华北—塔里木地台北缘及邻区的相关研究成果主要体现在以下 3 个方面: 提出华北地台北缘的包头以东地区存在一条以正长岩类为主体的印支期碱性岩带<sup>[22~26]</sup>; 提出塔里木北缘存在晚古生代陆缘、板缘、板内碱性岩带<sup>[27]</sup>; 认为华北—塔里木地台北缘及邻区存在一条横贯东西、全长 5 000 余公里的元古宙、古生代和新生代的巨型碱性岩带<sup>①</sup>。

值得注意的是, 发育于 40°N~42°N、107°E~97°E 的北山—阿拉善地区(即华北—塔里木地台北缘及邻区中段部位)的富碱侵入岩带尚未被系统认识。该地区东与华北地台北缘的碱性岩带接壤, 西与塔里木地台北缘及邻区的碱性岩带毗邻, 具有承东启西、连首接尾的作用, 在确立华北—塔里木地台北缘及其邻区碱性岩带存在及认识两者之间关系方面, 作用关键而地位特殊。鉴于上述考虑, 本文拟重点论述北山—阿拉善地区二叠—三叠纪碱性岩的时空分布、地质产状、岩石组合、岩石化学特征问题, 以确立该碱性岩带的存在, 为华北—塔里木地台北缘及邻区碱性岩带及其相关问题的进一步讨论提供岩石学证据。

收稿日期: 2001- 05- 09; 修订日期: 2001- 06- 21

基金项目: 国家教育部博士点基金资助课题(99000141)

作者简介: 许保良(1953- 2001), 男, 教授, 主要从事花岗岩和碱性岩的研究。

①邹天仁, 徐 珏, 夏凤荣, 等. 塔里木—中朝地块北缘碱性岩带及其成矿作用研究. 见: 海外华人科学技术协会. 第二届世界华人地质科学会议论文集. 斯坦福, 2000, A141~ A145.

## 1 岩带的基本特征

资料<sup>[28-33]</sup>①显示:北山—阿拉善地区存在一系列碱性、偏碱性侵入岩体。它们的空间分布情况见图1,有关岩体产状、岩石组合、侵入关系和同位素年代资料见表1。从图表中可以看出,有关岩体的主要基本特征如下:

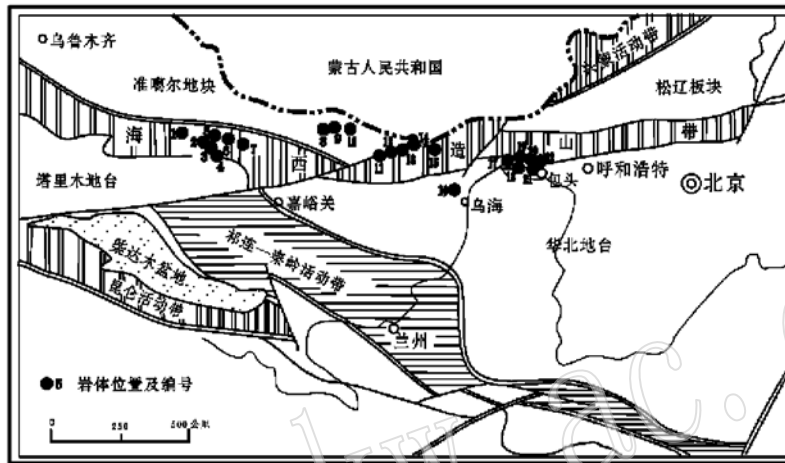


图1 北山—阿拉善地区碱性岩分布纲要图(据文献[34]和①编绘)

Fig. 1 Schematic diagram showing the distribution of alkaline rocks in Beishan-Alxa region

1—尾亚; 2—马莲井; 3—花牛山岩群; 4—石板墩; 5—黄丘泉东北; 6—平头山北; 7—大豁落山; 8—小狐狸山东; 9—红格尔; 10—乔伦恩格次; 11—马拉盖哈达; 12—一切刀岩体; 13—恩德尔苏海西北; 14—沙廷敖包; 15—巴格毛德—英格特; 16—其格特敖包; 17—哈尔哈达; 18—扎拉格河; 19—塔拉布基; 20—沙德盖; 21—寒皮庙; 22—刘西沟

(1) 岩体集中分布在  $40^{\circ}\text{N} \sim 42^{\circ}\text{N}$  的华北—塔里木地台北缘及邻区的狭长地域, 显示出带状分布特点, 其延长方向与海西造山带主构造线方向大体平行。

(2) 岩体出露面积一般在十几至几十平方公里左右, 规模较小, 以岩株及岩墙群的形式产出。

(3) 岩石类型广泛, 以中性岩石为代表, 还包括基性、中酸性、酸性等岩石类型。典型的岩石组合为: A. 以独立岩体形式存在的二长岩—石英二长闪长岩、碱长花岗岩、碱性花岗岩; B. 以尾亚岩体为代表的碱性辉长岩—碱长石英正长岩组合; C. 以花牛山岩群为代表的石英二长岩—钾长花岗岩—碱长花岗岩组合; D. 以大豁落山南岩体为代表的霓辉正长岩—霓霞正长岩组合; E. 以其格特敖包岩体为代表的霓霞正长岩—碱性正长岩—碱长正长岩组合; F. 以沙廷敖包岩体为代表的霓辉正长岩—石英正长岩组合。

(4) 主要岩体与前中生代、特别是前二叠纪地层和其它地质体普遍存在侵入接触关系, 部分岩体被早中生代地层覆盖。从同位素年代学角度考虑, 目前获得的尾亚岩体中碱性辉长岩和石英正长岩同位素年龄分别为 270.67 Ma 和 267.3 Ma, 与岩体侵入到石炭纪地层的证据吻合<sup>[31]</sup>。花牛山岩群的 8 个 K—Ar 同位素年龄介于 239~190 Ma 之间, 两个全岩 Rb—Sr 等时年龄分别为 235 Ma 和 220 Ma<sup>[32]</sup>。沙廷敖包同期侵入体 U—Pb 年龄为 236.242.248.236.232 Ma。其格特敖包岩体的 K—Ar 同位素年龄为 197 Ma<sup>[33]</sup>。依据地层学推测、同位素年代学数据, 结合岩性类比原则, 有理由推测该地区碱性岩浆作用主要发生于二叠—三叠纪时期。

① 红柳园、安北、牛圈子、嘎顺淖尔、索果淖、哈日奥日布、扎敏敖包、乌尔特、海力素、乌海、五原、大余太等幅 1:20 万区域地质图和说明书。

表1 北山—阿拉善地区碱性岩体一览表  
Table 1 Alkaline rocks in Beishan—Alxa region

名称	出露面积和产状	主要岩石组合	推测时代和同位素年代	资料来源
尾亚	78 km <sup>2</sup> , 椭圆环状杂岩体	碱性系列岩石组合为: 碱性辉长岩—碱长石英正长岩	云母 K—Ar 年龄 200~ 259 Ma 271~ 267 Ma 和 254~ 228 Ma	[28] [31]
马莲井	32 km <sup>2</sup> . 近东西向不规则带状岩墙群	石英二长岩	海西晚期	红柳园幅
花牛山岩群	10 余个近东西向长条状岩体, 其中花牛山岩体 100 km <sup>2</sup> ±	石英二长岩—钾长花岗岩—碱长花岗岩	8 个 K—Ar 年龄 239~ 190.2 Ma, 2 个全岩 Rb—Sr 等时年龄分别为 220 Ma, 235 Ma。	[32]
石板墩岩群	长数公里、宽数米的東西向岩脉群	石英二长岩	海西晚期	安北幅
黄丘泉东北	岩株	石英正长岩	海西晚期	牛圈子幅
平头山北	13 km <sup>2</sup> ±, 岩株	钾长花岗岩	海西晚期	牛圈子幅
大豁落山南	15 km <sup>2</sup> ±	霓辉正长岩—霓霞正长岩	同期花岗岩 K—Ar 全岩年龄 246 和 256 Ma, Rb—Sr 等时年龄 263 Ma	嘎顺淖尔幅
小狐狸山东	4 km <sup>2</sup> ±	碱长花岗岩	海西晚期	嘎顺淖尔幅
红格尔	岩株	二长花岗岩	海西期	索果淖尔幅
乔伦恩格次	岩株	石英二长岩	海西期	索果淖尔幅
马拉盖哈达	26.43 km <sup>2</sup> ±	二长岩	海西晚期	哈日奥布格幅
切刀	79.05 km <sup>2</sup> ±	碱长石英正长岩—碱长花岗岩	海西晚期	哈日奥布格幅
恩德尔苏海西北	岩株	石英正长岩	海西晚期	扎敏敖包幅, [33]
沙廷敖包	1 km <sup>2</sup> ±	石英正长岩—霓辉正长岩—粗安岩	海西晚期。同期侵入体 U—Pb 年龄为 236, 242, 248, 236, 232 Ma	扎敏敖包幅, [33]
巴格毛德—英格特		碱性花岗岩	海西中期	乌尔特幅
其格特敖包	1 km <sup>2</sup>	霓霞正长岩—碱性正长岩—碱长正长岩	K—Ar 全岩年龄 187 Ma	乌海幅
哈尔哈达	8 km <sup>2</sup>	石英二长闪长岩		五原幅
扎拉格河	65 km <sup>2</sup>	石英二长岩	海西晚期	五原幅
塔拉布基	岩株	石英二长闪长岩		大余太幅
沙德盖	30 km <sup>2</sup>	二长岩		大余太幅
寒皮庙	8 km <sup>2</sup>	二长岩	海西晚期	大余太幅
刘西沟	30 km <sup>2</sup>	富碱闪长岩		大余太幅

注: 资料来源中带方括号的数字表示文献号码, 地名加上幅字说明表示相应 1:20 万地质图幅名称。

## 2 岩石化学分类和命名

有关岩体的岩石化学数据在表 2 中列出。它们中大多数的氧化物总量变化范围在 99.5%~100.50% 之间, 符合分析要求。部分样品总量偏低, 原因可归于未进行挥发份或烧失量 FeO、P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 等组分分析。对于个别总量在 101%~102% 之间的样品已按照 100% 的总量要求进行了重新换算。表 1 和表 2 中的岩石

名称是根据原文献中的岩石学描述, 参照 QAPF 和  $Q' - F' - ANOR$  岩石化学分类方法(图 2 3), 按照国际地质科学联合会建议的分类命名方法<sup>[35]</sup>重新命名的。

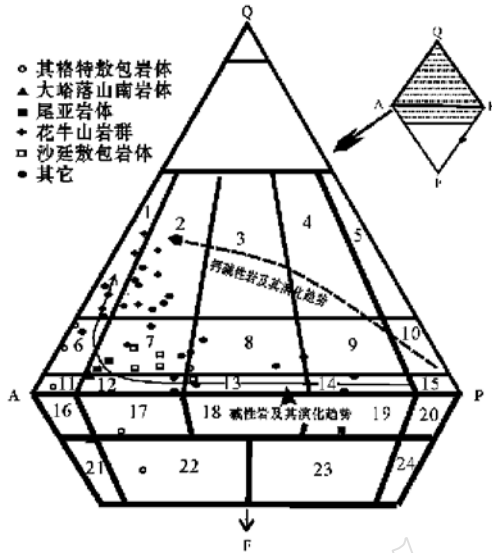


图 2 QAPF 岩石化学分类图解(图式转引自文献[35])

Fig. 2 QAPF petrochemical classification

- 1—碱长花岗岩; 2—钾长花岗岩; 3—二长花岗岩;
- 4—花岗闪长岩; 5—斜长花岗岩; 6—碱长石英正长岩;
- 7—石英正长岩; 8—石英二长岩; 9—石英二长闪长岩;
- 10—石英闪长岩; 11—碱长正长岩; 12—正长岩;
- 13—二长岩; 14—二长闪长岩; 15—闪长岩/辉长岩;
- 16—霞石碱长正长岩; 17—霞石正长岩; 18—霞石二长岩;
- 19—霞石二长闪长岩; 20—霞石闪长岩/霞石辉长岩;
- 21—霞石正长岩; 22—霞石二长正长岩;
- 23—霞石二长闪长岩/霞石二长辉长岩; 24—霞石闪长岩/霞石辉长岩

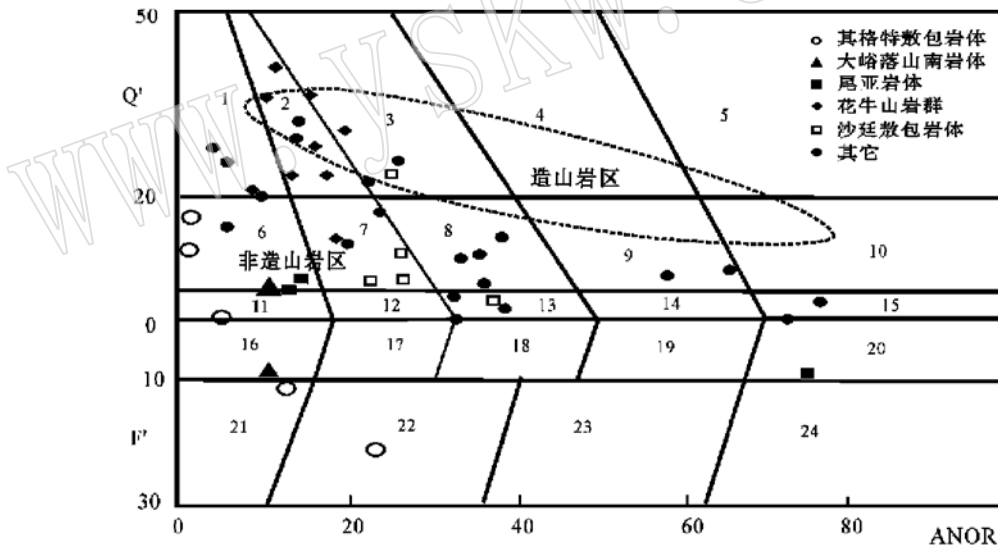


图 3 北山—阿拉善地区二叠—三叠纪代表性碱性岩的  $Q' - F' - ANOR$  岩石化学分类

Fig. 3  $Q' - F' - ANOR$  petrochemical classification of typical Permian– Triassic alkaline rocks in Beishan– Alxa region

(图式引自 Streckeisen 等, 1979; 图中数字说明参见图 2)

与实际矿物命名方法比较, 该区富碱和碱性岩的岩石化学分类命名存在有两种情况: 第一种情况是对于碱性长石含量较高的二长—正长岩、石英二长—正长岩、花岗岩及其更富碱性长石的种属, 两种结果总体一致或吻合, 所给出的岩石名称与文献名称基本相同。如: 其格特敖包霞正长岩、碱性正长岩、碱长正长岩, 它们以碱性长石为主, 存在有一定数量的钠质暗色矿物和似长石矿物, 相应 CIPW 标准矿物中的 Or、Ab 标准矿物分子较高, 前缀为霞石、碱性的岩石中分别存在 Ac、Ne、Ns 等碱性标准矿物分子。第二种情况



续表 2

岩体	马拉盖哈达		切刀		恩德爾苏海		沙廷敖包		巴格毛爾英格特		其格特敖包		沙德盖		寒皮庙		刘西沟		塔拉布基		哈拉哈达		扎拉格河	
	二长岩	石英正长岩	碱长	花崗岩	碱长	花崗岩	石英	正长岩	石英	正长岩	碱长	花崗岩	碱长	正长岩	二长岩	二长岩	二长岩	二长岩	二长岩	二长岩	二长岩	二长岩	二长岩	二长岩
岩性	二长岩	石英正长岩	碱长	花崗岩	碱长	花崗岩	石英	正长岩	石英	正长岩	碱长	花崗岩	碱长	正长岩	二长岩	二长岩	二长岩	二长岩	二长岩	二长岩	二长岩	二长岩	二长岩	二长岩
样品数	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
序号	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	46
SiO <sub>2</sub>	59.91	68.33	69.41	72.34	65.06	57.40	58.16	49.83	50.00	63.93	70.29	50.28	52.85	50.76	54.60	61.19	55.48	51.45	58.59	52.23	57.22	56.29	61.89	61.89
TiO <sub>2</sub>	0.30	0.30	0.35	0.20	0.58	0.68	0.83	0.84	0.96	0.61	0.40	0.50	0.75	0.38	2.00	0.38	0.68	0.86	0.93	0.64	0.62	0.60	0.50	0.50
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18.34	15.46	14.85	13.79	16.75	15.77	15.25	14.63	12.87	13.90	13.05	19.32	18.17	19.25	9.28	17.43	18.05	20.07	18.01	20.72	16.48	16.99	17.03	17.03
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.40	1.80	1.53	1.19	2.43	2.11	2.32	6.63	6.55	4.38	0.92	6.06	5.81	5.62	7.83	2.67	8.69	6.30	5.41	7.25	5.46	2.94	1.81	1.81
FeO	0.88	0.43	0.61	0.59	0.69	2.64	3.00	—	—	—	1.22	1.71	1.21	1.76	3.96	0.58	2.79	3.53	2.78	5.03	3.91	—	—	—
MnO	0.05	0.06	0.05	0.02	0.05	0.07	0.07	0.08	0.09	0.07	0.10	0.18	0.22	0.10	0.40	0.05	0.15	0.18	0.15	0.02	0.12	—	—	—
MgO	0.68	0.45	0.58	0.32	0.35	3.22	3.21	4.24	3.89	1.29	3.39	1.12	1.63	1.38	4.69	0.92	1.67	3.85	1.66	1.80	3.56	2.60	1.75	1.75
CaO	4.64	1.01	1.01	1.01	1.65	3.71	3.32	6.34	5.10	2.29	0.72	2.43	3.92	4.72	4.51	0.90	2.81	7.74	2.81	6.03	5.73	4.80	2.95	2.95
Ni <sub>2</sub> O	7.22	5.07	4.64	4.44	5.53	3.16	2.86	2.68	2.42	3.60	7.06	8.70	2.14	6.38	5.36	3.00	5.20	4.08	5.19	4.73	4.81	4.22	4.64	4.64
K <sub>2</sub> O	2.65	5.94	5.52	5.42	4.74	5.68	5.70	4.32	5.19	4.44	4.51	6.30	10.30	5.32	5.22	10.50	4.48	1.94	4.47	1.55	2.09	1.96	4.35	4.35
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
其它	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
总量	96.07	98.94	98.61	99.07	97.99	94.44	95.14	90.03	87.97	94.71	100.67	96.60	97.00	95.67	97.85	97.62	99.97	99.98	100.00	100.00	92.42	96.61	96.61	96.61
CIPW 标准矿物																								
Q	1.59	14.25	18.99	24.52	11.46	5.23	8.67	2.08	4.54	21.15	39.21	5.62	0.00	0.00	6.75	0.58	0.00	0.00	3.12	2.20	5.25	7.27	8.72	8.72
Or	16.32	35.51	33.11	32.36	28.61	35.57	35.44	28.38	34.90	27.73	26.50	38.58	62.81	32.89	31.55	63.62	26.33	11.48	26.44	9.17	12.36	12.01	26.35	26.35
Ab	63.52	43.31	39.77	37.88	47.70	28.28	25.41	25.16	23.25	32.13	0.00	0.00	1.61	23.71	0.00	25.97	43.96	34.49	43.86	39.98	40.65	36.95	40.16	40.16
An	10.17	1.86	3.39	1.66	6.98	12.72	12.49	16.75	10.09	9.09	0.00	0.00	0.00	9.76	8.49	0.00	0.03	0.97	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ol	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Hy	0.00	0.17	0.99	0.27	0.74	8.19	10.05	6.26	6.49	2.80	8.86	0.54	0.00	0.00	7.95	1.82	3.68	5.58	3.66	6.72	6.53	13.89	6.48	6.48
Di	3.93	2.08	1.04	1.16	0.33	5.40	1.79	11.92	9.85	1.30	2.77	10.30	8.01	7.79	18.39	1.17	0.96	6.04	1.05	0.00	8.94	1.93	1.58	1.58
C	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.00	0.00	0.00	0.00
Ac	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ne	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ns	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Le	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mt	2.11	0.72	1.13	1.40	0.72	3.24	3.54	0.29	0.33	0.24	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ilm	0.59	0.67	0.38	1.12	1.37	1.66	0.00	0.00	0.00	0.75	0.98	1.47	0.75	3.88	0.74	1.29	1.63	1.77	1.22	1.18	1.18	0.97	0.97	0.97
Ap	0.00	0.20	0.13	0.13	0.36	0.00	0.96	1.07	2.23	0.46	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	—	—	—	—	—	—	—	—
Hrn	0.00	1.52	0.77	0.24	1.98	0.00	0.00	7.16	7.22	4.46	0.00	0.00	4.25	2.35	0.00	2.08	3.51	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

资料来源

扎敏敖包幅

文献[33]

哈日奥日布格幅

五原幅

乌海幅

大余太幅

主要出现于碱性长石含量较低的二长闪长岩、石英二长闪长岩等类岩石中,实际矿物分类中往往将它们划归为闪长岩、石英闪长岩类。不过,这类岩石较常见的钙碱性岩更富  $K_2O + Na_2O$ ,应该被归属为碱性程度更高的二长闪长岩、石英二长闪长岩等富碱岩类,正像后面将要论及的情况一样。

文献描述中出现碱性铁镁矿物,霞石记载的岩石中均含有 Ac、Ns、Ne 这类碱性标准矿物分子,反映出两种岩石分类方法具有一致性。同样,这类矿物仅出现在部分岩石中,表明该区存在富碱与碱性两类岩石。

### 3 岩石化学特征

富碱—碱性岩的基本含义是指同等  $SiO_2$  含量下  $K_2O + Na_2O$  含量较高的岩石。由于伴随碱含量的增加,往往出现  $CaO$ 、 $MgO$  等氧化物含量降低的相关变化,在讨论碱性特征时,还应该选择与  $CaO$ 、 $MgO$  等氧化物有关的化学参数。鉴于上述考虑,我们选择  $SiO_2$  对  $K_2O + Na_2O$ 、 $\log [CaO / (K_2O + Na_2O)]$ 、 $\log (K_2O / MgO)$  图解(图 4.5.6)进行讨论。

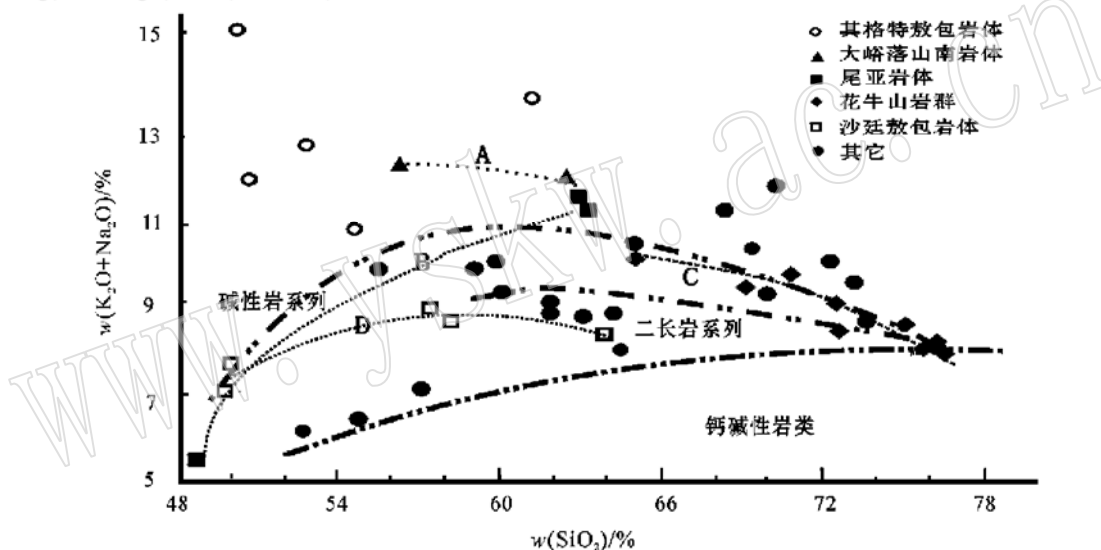


图 4 北山—阿拉善地区二叠—三叠纪代表性碱性岩类  $K_2O + Na_2O - SiO_2$  图解(引自文献[36])

Fig. 4  $K_2O + Na_2O - SiO_2$  diagram of typical Permian-Triassic alkaline rocks in Beishan-Alxa region

如图 4 所示,本文论及的富碱—碱性岩石基性部分的  $K_2O + Na_2O$  含量变化范围最大,从 4% 左右可以增大到 15% 左右,变化幅度达 11% 左右。随着酸度增加,中性和中酸性岩石的全碱含量最低值呈增加趋势,最高值呈递减趋势;在酸性岩中两种趋势趋于相同,表现出岩浆岩化学成分的趋同性。如:  $SiO_2$  含量分别为 57% 的中性岩、65% 的中酸性岩全碱含量最低值分别为 7%、7.5% 左右,相应的最高值分别为 13%、12% 左右,差值依次为 6% 和 4.5%;在  $SiO_2$  含量为 75% 左右的酸性岩中两值相近,在 8.5% 左右变化。从全碱含量的角度考虑,它们都位于图中钙碱性岩分布区上方,部分岩石全碱含量高于碱性岩趋势线,反映出这些岩石富碱到碱性的属性。

有关岩石富碱—碱性特征的另一方面也能由图 4 趋势线反映出来。对于同一岩体岩石而言,它们的基性部分  $SiO_2$  含量与全碱含量呈正相关,中酸性部分二者均达到极大值,较酸性部分则为负相关。这种变化在沙廷敖包、尾亚、大峪落山南岩体及其花牛山岩区岩石中表现得较为明显,在其它岩体中亦有体现,并与钙碱性岩趋势形成鲜明的反差。同样,含有霓石和霞石的其格特敖包岩体显示有硅不饱和和碱性岩的变异关系,这种特点为富碱碱性岩石所特有<sup>[36,37]</sup>,是这些岩石属于富碱—碱性岩类在化学变异关系方面的

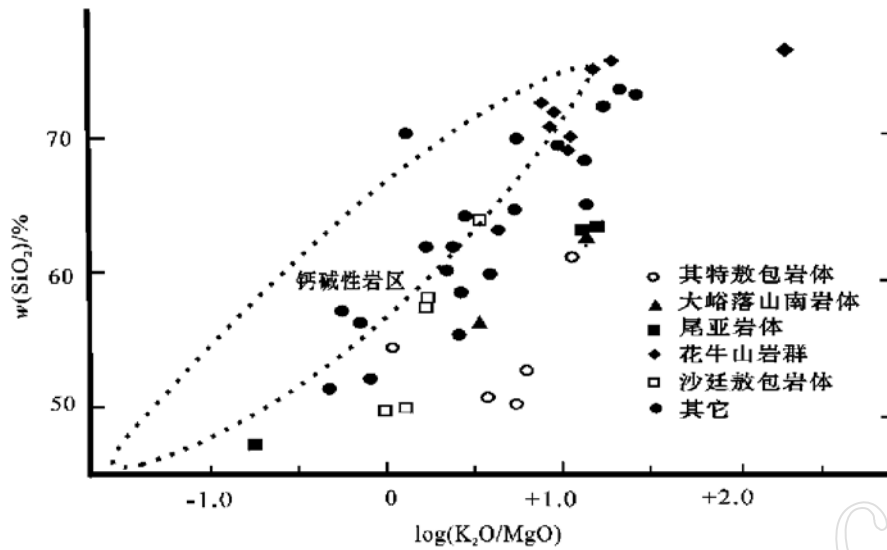


图5 北山—阿拉善地区二叠—三叠纪代表性碱性岩类的  $\text{SiO}_2$ - $\log(\text{K}_2\text{O}/\text{MgO})$  图解(引自文献[38])  
 Fig. 5  $\text{SiO}_2$ - $\log(\text{K}_2\text{O}/\text{MgO})$  diagram of typical Permian-Triassic alkaline rocks in Beishan-Alxa region

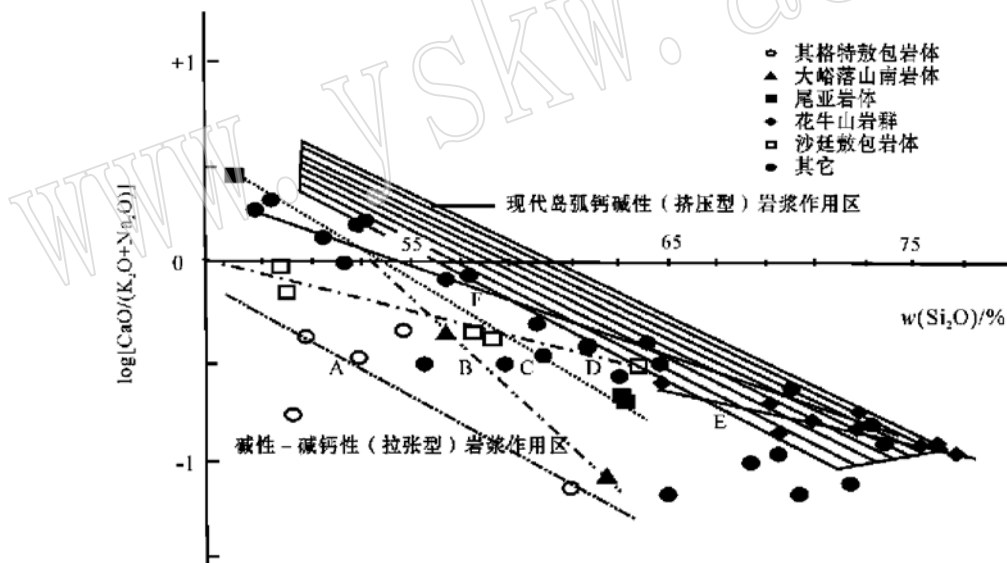


图6 北山—阿拉善地区二叠—三叠纪碱性岩类的  $\log[\text{CaO}/(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})]$ - $\text{SiO}_2$  图解(引自文献[39])  
 Fig. 6  $\log[\text{CaO}/(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})]$ - $\text{SiO}_2$  diagram of Permian-Triassic alkaline rocks in Beishan-Alxa region

证据。

北山—阿拉善地区富碱—碱性岩石存在的另两个岩石化学证据为：①相关岩石的  $\log(\text{K}_2\text{O}/\text{MgO})$  较同等酸度钙碱性岩高<sup>[38]</sup>，主体位于钙碱性岩石分布区以外(图5)；②它们的  $\log[\text{CaO}/(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})]$  数值较钙碱性岩类低<sup>[39]</sup>，在图6中主体分布于钙碱性岩石以外区域。此外，作为一种与皮科克钙碱指数相对应的量化标志<sup>[39]</sup>，在图6中，其格特敖包、沙廷敖包、大峪落山南岩体、尾亚岩体和花牛山岩区的岩石演化趋势线与横坐标的交点值分别为  $46 \pm 47 \pm 53 \pm 53 \pm 46 \pm$ ，即 Brown 指数小于 53，属于碱性岩类，而由其它岩石构成的总体演化趋势线与横坐标的上交点分布范围大体在 52~55 之间，相应的 Brown 指数为 56



~ 53, 属于碱钙性岩类。

#### 4 基本结论

(1) 在  $40^{\circ}\text{N} \sim 42^{\circ}\text{N}$ 、 $107^{\circ}\text{E} \sim 97^{\circ}\text{E}$  的北山—阿拉善地区存在一条二叠—三叠纪时期形成的近东西向带状展布的富碱侵入岩带。

(2) 富碱岩带的代表性岩石为二长岩、石英二长岩和正长岩、碱性正长岩、霞石正长岩,同时包括碱性辉长岩、钾长花岗岩—碱长花岗岩等基性和酸性岩石。

(3) 北山—阿拉善碱性岩带东与华北地台北缘碱性岩带紧密连接,西与塔里木地台北缘及邻区碱性岩带毗邻,主体形成于二叠—三叠纪,与两个岩带主体的形成时间总体吻合,这种时空分布特点反映出它们之间有内在的成因联系,属于同一条碱性岩带。

#### 参考文献:

- [1] 涂光炽, 张玉泉, 赵振华. 华南两个富碱侵入岩带的初步研究[A]. 花岗岩地质和成矿关系[C]. 江苏科学技术出版社, 1984, 21~ 38.
- [2] 王德滋, 彭亚鸣, 袁朴. 福建魁岐花岗岩的岩石学和地球化学特征及成因探讨[J]. 地球化学, 1985, 3: 197~ 205.
- [3] 王德滋, 周金城. 我国花岗岩研究的回顾与展望[J]. 岩石学报, 1999, 15(2): 161~ 169.
- [4] 洪大卫, 郭文岐, 李戈晶, 等. 福建沿海晶洞花岗岩带的岩石学和成因演化[M]. 北京: 科学技术出版社, 1987.
- [5] 洪大卫, 王式洸, 黄怀曾. 中国北疆及其邻区晚古生代—三叠纪碱性花岗岩带及其地球动力学意义初探[A]. 中国北方花岗岩及其成矿作用论文集[C]. 地质出版社, 1991, 40~ 49.
- [6] 郁建华, 付会芹, 张凤兰, 等. 北京及其附近古元古宙裂谷槽中球斑花岗岩套的地球化学[J]. 地质学报, 1990, 64(4): 322~ 336.
- [7] 郁建华, 付会芹, 张凤兰, 等. 环斑花岗岩套的赤城—古北口深成岩带及元古代裂谷作用[J]. 华北地质矿产杂志, 1994, 9: 34~ 46.
- [8] 邱家骧, 李昌年, 王顺金, 等. 秦巴碱性岩[M]. 地质出版社, 1993.
- [9] 王中刚, 陈岳龙, 董振生, 等. 新疆北部富碱侵入岩带地质、地球化学特征及成因[A]. 涂光炽主编. 新疆北部固体地球科学新进展[C]. 科学出版社, 1993, 163~ 172.
- [10] 王式洸, 韩宝福, 洪大卫, 等. 新疆乌伦古碱性花岗岩的地球化学及其构造意义[J]. 地质科学, 1994, 29(4): 273~ 283.
- [11] 周珣若, 吴克隆. 漳州 I—A 型花岗岩[M]. 科学出版社, 1994.
- [12] 周玲棣, 赵振华. 我国富碱侵入岩的岩石学和岩石化学特征[J]. 中国科学(B辑), 1994, 24(10): 1 093~ 1 101.
- [13] 赵振华, 周玲棣. 我国某些富碱侵入岩的稀土元素地球化学[J]. 中国科学(B辑), 24(10): 1 109~ 1 120.
- [14] 刘家远, 袁奎荣. 新疆乌伦古富碱花岗岩带碱性花岗岩成因及其形成构造环境[J]. 高校地质学报, 1996, 2(3): 257~ 272.
- [15] 周玲棣, 赵振华, 周国富. 我国一些碱性岩的同位素年代学研究[J]. 地球化学, 1996, 25(2): 164~ 171.
- [16] 于津生主编. 中国同位素地球化学研究[M]. 科学出版社, 1997.
- [17] 袁忠信, 白鸽. 中国及相关构造域碱性侵入岩的空间分布及年代[J]. 地质学报(英文版), 1998, 72(4): 363~ 381.
- [18] 邓万明. 青藏北部板内火山岩的同位素地球化学与源区特征[J]. 地学前缘, 1998, 5(4): 319.
- [19] 张玉泉, 谢应雯. 碱性岩研究进展[A]. 欧阳自远主编. 世纪之交矿物学岩石学地球化学的回顾与展望[C]. 北京: 原子能出版社, 1998, 144~ 145.
- [20] 许保良, 阎国翰, 张臣, 等. A 型花岗岩的岩石学亚类及其物质来源[J]. 地学前缘, 1998, 5(3): 113~ 125.
- [21] Yan Guohan, Xu Baoliang, Mou Baolei, *et al.* Alkaline intrusives at the Taihang—Dahingan Mountains: chronology, Sr, Nd and Pb isotopic characteristics and their implications[J]. Acta Geologica Sinica, 2000, 74: 774~ 780.
- [22] 阎国翰, 牟保磊, 曾贻善. 中国北方碱性和偏碱性侵入岩的时空分布及大地构造背景[J]. 中国地质科学院沈阳

- 地质研究所刊, 1989, 第29号, 93~100.
- [23] 阎国翰, 许保良, 牟保磊, 等. 中国北方中生代板内拉张性岩浆作用及其地球动力学意义[A]. 北京大学国际地质科学学术研讨会文集[C]. 地震出版社, 1998, 650~659.
- [24] 阎国翰, 牟保磊, 许保良, 等. 燕辽—阴山三叠纪碱性侵入岩年代学和 Sr、Nd、Pb 同位素特征及其意义[J]. 中国科学(D辑), 2000, 30(4): 383~387.
- [25] 牟保磊, 阎国翰. 燕辽三叠纪碱性—偏碱性杂岩体地球化学特征及其地质意义[J]. 地质学报, 1992, 66(2): 108~122.
- [26] 牟保磊, 阎国翰, 许保良. 华北板块中生代碱性偏碱性岩浆活动与构造格局转化[A]. 中国矿物岩石地球化学研究新进展[C]. 兰州大学出版社, 1994, 115~117.
- [27] 邹天仁, 徐珏, 杨月清, 等. 新疆塔里木盆地北缘碱性岩及有关的成矿作用[J]. 矿床地质, 1998, 17(增刊): 71~72.
- [28] 新疆维吾尔自治区地质矿产局. 新疆维吾尔自治区区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1993.
- [29] 内蒙古地质矿产局. 内蒙古自治区区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1991.
- [30] 甘肃省地质矿产局. 甘肃省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1989.
- [31] 李嵩龄, 冯新昌. 新疆天山东部尾亚超单元组合特征[J]. 新疆地质, 1997, 15: 13~27.
- [32] 周良仁, 蔡厚维. 花牛山印支期岩体的地质特征[J]. 西北地质, 1992, 13(3): 7~13.
- [33] 王廷印, 王士政, 王全荣. 阿拉善地区古生代陆壳的形成和演化[M]. 兰州大学出版社, 1994.
- [34] 张恺, 罗志立, 张清, 等. 中国含油气盆地的划分和远景[J]. 石油学报, 1980, 1: 1~18.
- [35] Le Maitre R W. 火成岩分类及术语字典[M]. 王碧香, 沈昆, 毕立君译. 北京: 地质出版社, 1991.
- [36] Lameyre J, Black R, Bonin B A, et al. 趋于深成性岩系的花岗岩终端及有关矿化[A]. 徐克勤, 涂光焱主编. 花岗岩地质与成矿作用[C]. 江苏科学技术出版社, 1984, 157~164.
- [37] Heinz G S. Einführung in die petrologie und geochemie der magmatite, Ferdinand Berger and Sohne Gesellschaft M. B. H[M]. Franz Deuticke. Wien, 1984.
- [38] Rogers J J W and Greenberg J K. Trace elements continental margin magmatism (part III): alkali granites and their relationship to orotization: summary[J]. Bull. Geol. Soc., 1981, Part 1, 92.
- [39] Brown G C. Calc-alkaline intrusive rocks: their diversity, evolution and relation to volcanic arcs[A]. Thorpe R S. Andesites [C] John Wiley and Sons, Chichester•New York, 1982, 437~464.

## Petrology of Rich Alkaline and Alkaline Intrusive Complexes in Beishan—Alxa Region

XU Bao\_liang<sup>1</sup>, YAN Guo\_han<sup>1</sup>, LU Feng\_xiang<sup>2</sup>, ZOU Tian\_ren<sup>3</sup>,

TONG Ying<sup>1</sup>, CAI Jian\_hui<sup>1</sup>, LIU Chu\_xiong<sup>1</sup> and ZHANG Hua\_feng<sup>1</sup>

(1. Department of Geology, Peking University, Beijing 100871; 2. China University of Geosciences, Wuhan 430074;

3. Institute of Mineral Deposits, CAGS, Beijing 100037)

**Abstract:** A set of rich\_alkaline and alkaline intrusive complexes occur in Beishan—Alxa region, Northwest China. There exist such types of rocks as syenite, quartz syenite, aegirine\_augite syenite, nepheline syenites, monzonite, quartz monzonites, alkaline gabbro, alkaline\_feldspar granites and alkaline granite. The distribution, formation time, modes of occurrence, associations and petrochemistry of these complexes are summed up in this paper. Formed in Permian to Triassic, these complexes stretch in east\_west direction, they are rich\_alkaline to alkaline in petrochemistry, making up a belt of rich\_alkaline—alkaline rocks and serving as a part of the gigantic alkaline rock belt along the northern border and the neighboring area of the North China—Tarim platform.

**Key words:** Beishan—Alxa Region; Permian to Triassic Period; alkaline rock; petrology