

# 新疆塔里木地块北缘碱性岩（矿）带的地质构造环境

徐珏\* 邹天人 杨岳清 张建华 周玉林 夏风荣

(中国地质科学院矿床地质所, 北京)

**提 要:** 塔里木地块北缘碱性岩矿带位于哈萨克斯坦板块南缘和塔里木板块会聚的天山造山带中。碱性杂岩和矿产明显受深断裂控制, 由北而南划分为活动陆缘深断裂、板边深断裂和板内深断裂三种不同构造类型。

**关键词:** 碱性岩矿带 构造类型 构造环境标志 塔里木地块北缘

## 1 地质构造背景

塔里木地块北缘的碱性岩带地处新疆维吾尔自治区, 是大兴安岭-内蒙古地轴深断裂、碱质活动带的西延部分。

本带内地层发育较齐全, 褶皱、断裂构造发育, 尤以EW向构造规模宏大, 火山-岩浆活动较频繁。在哈尔克山南麓及塔里木北缘一带发育早元古代晚期一晚志留世的碱质火山岩和变火山岩, 在其西部地区还有第三纪的碱性岩浆喷发产物。侵入岩以华力西期花岗岩和碱性岩为主, 并沿褶皱轴或深断裂侵入。与碱性岩浆活动有关的成矿作用主要发生在晋宁晚期和华力西中、晚期, 区内矿产丰富。通过长期野外工作和前人资料剖析, 认为自元古代以来一直到第四纪, 本碱性岩带均有强烈的构造活动, 并厘定出7期褶皱构造及与其相配套的各组不同方向、不同性质的断裂, 其中有4次构造活动来自SN挤压应力, 奠定了本带以EW向为主体的构造格架。

### 1.1 活动陆缘深断裂——在本带北侧的南哈尔克山深断裂 (ACM)

在中国境内延长500 km, 主体北倾西延与哈萨克斯坦的Gisser蛇绿混杂岩相连, 为华力西期板块最后焊接带。在华力西早期为张性; 华力西中晚期转为壳层挤压性逆冲断层, 在深层次为韧性挤压变形; 华力西晚期又转为先左移正断层后右移逆冲断层性质。华力西中晚期由于大规模韧性推覆构造活动, 沿造山带走向形成大规模的EW向韧-脆性走滑断层。

### 1.2 板边深断裂——塔里木地块北缘的深断裂带 (PB)

它是西南天山褶皱带与塔里木盆地北缘山前拗陷之间的构造边界断裂, 总体EW向, 呈现中部向北突出的弧形深断裂带。全长约1200 km, 断裂面总体北倾, 倾角 $50^{\circ}\sim 80^{\circ}$ 。本深断裂自元古代形成以来, 经长期多次活动, 为性质多变的超壳深断裂带, 乃至近期, 沿断裂带仍有中强度地震多次发生。

\* 徐珏, 生于1939年, 研究员, 长期从事矿床地质及构造地质研究。邮政编码: 100037

### 1.3 板内深断裂在塔里木地块北缘的板块内侧 (WP)

主要为 NEE 或 NWW 张性断裂组成, 但多被第四纪砂海淹没, 只能从卫片、磁异常及近 EW 向干古道来推测。

区内三条深断裂的多期次活动, 控制了本带深源碱性岩浆的喷出和侵入。

## 2 碱性岩矿带形成的地质构造环境

本带的碱质活动包括在晚志留世海盆扩张时形成的碳酸熔岩以及在微板块消减-收敛阶段侵入的半深成和浅-中成碱性侵入岩和与其相关的碱性伟晶岩脉群及其有关的矿产。本带碱性岩的火山-侵入活动可分为 5 期, 即喜马拉雅期、晚华力西期、中华力西期、晚加里东期和元古代。碱性岩分布于深断裂旁侧, 按深断裂的不同构造环境把碱性岩划分为 3 种构造类型, 即活动陆缘型 (ACM)、板边型 (PB) 和板内型 (MP)。

### 2.1 形成碱性岩带的不同构造类型

(1) 板内型碱性岩 (MP): 分布于塔里木地块内的深断裂带 (板内深断裂带), 以尉犁县且干布拉克碱性杂岩和巴楚县瓦吉尔塔格及麻扎尔塔格碱性杂岩为代表。碱性杂岩常与超基性岩及似金伯利岩伴生, 形成于构造活动相对稳定的拉张环境, 这类碱性岩以非洲大陆最为典型。

(2) 板边型碱性岩 (PB): 分布于塔里木地块边缘深断裂带, 以阿图什市巴什索贡碱性正长岩及塔木碱性花岗岩为代表。这一类碱性岩沿古老的克拉通边缘分布。国外研究较多的南格陵兰加达 (Gardar) 碱性杂岩和西非的尼日利亚-尼日尔碱性花岗岩, 国内以中朝地块南缘和扬子地块北缘秦巴地区的一部分碱性岩最为典型。

(3) 活动陆缘碱性岩 (ACM): 国内外的碱性岩主要见于前二类, 在造山带少有发现。而塔里木地块陆缘增生带, 沿其内的拉张深断裂带发现了从海底火山喷发到侵入的多期次碱性杂岩, 由碱基性岩、碱超基性岩、碱中性岩及碱酸性岩组成。还在世界上首次发现了与碳酸岩有关的金云母-透辉石类伟晶岩脉群, 找到了与碱性正长岩有联系的黑云母-霞石类伟晶岩脉群。这些典型的碱性岩石组合一般只在板内稳定构造环境才出现。

### 2.2 岩石化学标志

(1) 里特曼-戈蒂尼图解: 瓦吉尔塔格及麻扎尔塔格和且干布拉克的碱基性-超基性岩属于板内稳定区。而地处活动陆缘型碱基性-碱超基性岩集中于造山带靠近板内稳定区, 显示它们来自独特的岩浆源。

(2) AFM 图: 从塔里木地块北缘碱性岩的 AFM 图可知, 板内型碱基性-超基性岩比活动陆缘型碱基性-超基性岩更富含 Fe、Mg, 而贫 K、Na, 碱中性岩更甚。指示了活动陆缘型碱性岩在碱性岩浆形成过程中有较多陆壳物质 (特别是 K 和 Na) 混合。

(3) 碱性杂岩的 Ti-Zr 变异图: 该图表明板内型碱性杂岩和活动陆缘型碱性杂岩的初始岩浆皆来源于较深的板内熔岩的构造环境, 两者的分离结晶作用方向却明显不同, 板内型碱性杂岩仍在板内熔岩区分离结晶, 而活动陆缘型碱性杂岩则在火山弧熔岩区分离结晶。反映了活动陆缘型碱性杂岩是形成于造山带。

### 2.3 稀土元素地球化学标志

区内板内型碱性岩与国内外稳定地块内碱性岩的稀土含量和分布型式一致, 具有较高的 $\Sigma\text{REE}$ 含量( $300\sim 2371$ ) $\times 10^{-6}$ , 较高的LREE/HREE值(4.93~20.83)和 $(\text{La}/\text{Yb})_{\text{N}}$ 值(20.56~305.38)及较高 $\delta\text{Eu}$ 值(0.81~1.10)。活动陆缘型主要碱性岩的 $\Sigma\text{REE}$ 量远比板内型同类岩石低得多, LREE/HREE值和 $(\text{Lu}/\text{Yb})_{\text{N}}$ 值及 $\delta\text{Eu}$ 值也低得多, 其稀土分布型式也不同, 反映了有较多陆壳物质混合的特征。

### 2.4 同位素

(1) 氧同位素标志: 板内型碱性岩的 $\delta^{18}\text{O}$ 值集中在 $5.7\text{‰}\sim 6.3\text{‰}$ 之间, 与国内外碱性岩一致。板边型碱性岩的 $\delta^{18}\text{O}$ 值为 $7\text{‰}\sim 11\text{‰}$ , 而活动陆缘型碱性岩的 $\delta^{18}\text{O}$ 值更高, 其含量为 $10\text{‰}\sim 17\text{‰}$ 之间, 尤其碱性伟晶岩 $\delta^{18}\text{O}$ 值更高, 达 $16.4\text{‰}\sim 21.6\text{‰}$ , 显示活动陆缘型碱性岩有较多陆壳物质混合, 经过了较充分的岩浆分异过程。

(2) 碳同位素: 取自其干布拉克、瓦吉尔塔格(MP)碳酸岩(方解石)中样品, 有低的 $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ ( $-3.3\text{‰}\sim -4.5\text{‰}$ )和低的 $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ ( $7.5\text{‰}\sim 9.0\text{‰}$ ), 而取自依兰里克、克其克果勒(ACM型)碳酸岩中样品分析具有高的 $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}$ ( $-1.6\text{‰}\pm 1.2\text{‰}$ )和高的 $\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ ( $17.4\text{‰}\sim 27.0\text{‰}$ ), 这表明前者属于较典型的幔源岩浆碳酸岩的碳、氧同位素, 后者表示混入较多海相沉积碳酸盐岩的碳。

(3) 锶同位素: 板内型碱性岩的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始值为 $0.7033\sim 0.7060$ 。具极少陆壳物质混入的幔源物质特点。而活动陆缘型碱性岩的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始值较高, 为 $0.708\sim 0.714$ , 显示包含有较多陆壳物质混合。

(4) 铅同位素: 侧重研究了活动陆缘型碱性岩钾长石的铅同位素组成。 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=17.50\sim 18.60$ ,  $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=15.45\sim 15.60$ ,  $^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}=37.70\sim 38.60$ , 在 $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}\sim ^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 关系图中多数样品点落到地幔和造山带铅演化线之间, 表明活动陆缘型碱性岩是典型的壳幔混合的碱性岩。

(5) 钕同位素: 取自中华力西期克其克果勒碱性杂岩体中6个全岩样品(均为活动陆缘型), 其 $\epsilon_{\text{Nd}(\tau)}$ 值为 $-4.3\sim -8.4$ , 说明该活动陆缘型碱性岩浆来源于富集地幔。

### 2.5 碱性岩形成的构造动力学条件

研究碱性岩的定位机制问题也就是研究碱性岩自源地上升, 运移直至最后定位的全部动力学过程。依据二类基本组构: 充分结晶前的组构; 晶体塑性应变组构来分别代表在岩浆运移及定位时的变形组构特征, 并对比本带三类碱性杂岩组构特征可看出: 各类碱性杂岩岩浆在上升过程中均受到了构造应力作用, 其应力作用强度从板内型 $\rightarrow$ 板边型 $\rightarrow$ 活动陆缘型由较弱 $\rightarrow$ 强。碱性岩浆定位时受到构造应力作用强度也是如此变化, 碱性岩定位机制也分二类, 对比本带各类碱性岩定位构造特征与强力定位、被动定位基本特征可看出: 板内型碱性岩为被动定位特征; 而活动陆缘型及板边型碱性岩为主动定位机制。

### 2.6 碱性岩形成时物理化学条件

(1) 碱性岩浆深度: 计算区内活动陆缘型似金伯利岩形成压力为7.27 GPa, 岩浆来源深度为240 km; 板内型似金伯利岩形成压力为8.23 GPa, 岩浆来源深度为272 km。由于金伯利岩与碱性岩共生, 故大体反映了它们相似构造-岩浆条件。从黑云母霞石伟晶岩中黑云母

形成水分压 ( $P_{H_2O} = 250 \text{ MPa}$ ) 看, 该伟晶岩形成于深 8 km 左右, 为高氧逸度构造环境。

(2) 碱性岩浆的形成温度及碱性岩结晶温度: 区内板内型碱性岩与非洲板内型碱性岩形成温度一样, 结晶温度较高, 如且干布拉克碱性杂岩中次透辉石包裹体的均一温度为  $885 \text{ }^\circ\text{C}$ , 碳酸岩形成  $885 \sim 760 \text{ }^\circ\text{C}$ , 瓦吉尔塔格碱性杂岩共生的似金伯利岩橄榄石、金云母、磷灰石和角闪石内熔融包裹体的均一温度为  $916 \sim 1116 \text{ }^\circ\text{C}$  (据王懿圣等, 1989) 产于活动陆缘带的碱性伟晶岩与产于褶皱带的花岗伟晶岩结晶温度相近 ( $560 \sim 660 \text{ }^\circ\text{C}$ ), 而黑云母霞石类伟晶岩的结晶温度为  $775 \sim 820 \text{ }^\circ\text{C}$ , 说明碱性岩在不同构造环境内结晶温度相差很大。

### 2.7 矿产

该带在块内型中矿床已发现的有尉犁县且干布拉克大型蛭石、金云母、透辉石和磷灰石矿床, 板内型瓦吉尔塔格发育数十条碳酸岩脉, 厚  $2 \sim 3 \text{ m}$ , 延长数十到  $320 \text{ m}$  之多, 在铁白云石及天青石中含多量氟碳铀矿, 为一稀土-磷-铌矿化区。

该带活动陆缘型碱性岩带中有黑英山的大型金云母矿床, 克其克果勒碱性岩的霞石矿, 还有依兰里克碱性伟晶岩的金云母、铌、钽、锆、金、钼及宝石、玉石矿及世界上规模最大的玛依达方钠石玉石矿; 卡基乌斯的绿色透明透辉石宝石矿; 产于依兰里克金云母透辉石钠长石伟晶岩脉中黄绿色透明的橄榄石及蓝色透明的磷灰石宝石矿及红色半透明锆石矿。在本带板边型碱性岩有关矿产也较多, 有稀土、铜、金、银、铅、锌等矿。

塔里木地块北缘碱性岩带具有很好找矿前景, 特别是与碱性岩有关的稀土、铌、锆、铜、锡、金、宝玉石等都有明确的找矿目标。

### 2.8 塔北碱性岩带形成的地质构造环境模式

综上所述, 概括了塔里木地块北缘 3 种不同类型碱性岩带特点, 编制了该带碱性岩形成的地质构造环境模式图 (图 1)。

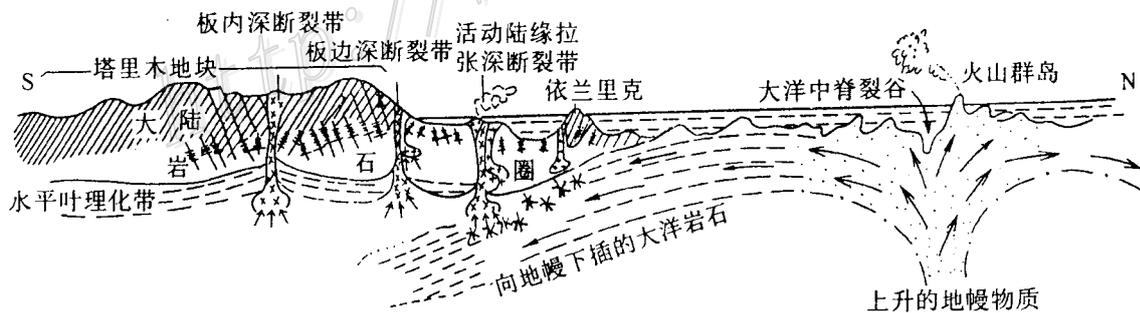


图 1 塔里木地块北缘碱性岩形成的地质构造环境模式图