

陕西柞山地区钠长石碳酸盐角砾岩的成因探讨

胡西顺*

(西北有色地质研究所, 西安)

提 要:通过对柞山地区钠长石碳酸盐角砾岩的地质特征、稳定同位素特征及稀土特征的研究, 提出钠长石碳酸盐角砾岩既不是同生沉积角砾岩或热水喷流角砾岩, 也不是构造角砾岩或盐溶塌陷角砾岩, 而是一种与岩浆活动有密切联系的流体隐爆角砾岩。并探讨了钠长石碳酸盐角砾岩的形成机制。

关键词: 钠长石碳酸盐角砾岩 成因 隐爆角砾岩 形成机制 陕西柞山

在南秦岭褶皱系, 沿凤镇-山阳断裂两侧分布着一类以钠长石和碳酸盐矿物为主要组分的角砾岩, 即钠长石碳酸盐角砾岩。这类角砾岩东至商南一带, 西至凤太矿田, 甚至在甘肃西和县也有发现, 而以柞山地区相对集中。它分布于中、上泥盆统泥砂质碎屑岩-碳酸盐岩地层中, 以独特的面貌和特征为众人所关注。加之双王金矿床、二台子铜金矿床、桐木沟锌矿床均与其有着密切关系, 对其成因已有许多研究和探讨, 涌现出若干不同观点, 有构造蚀变角砾岩、岩溶塌陷角砾岩、火山角砾岩、气液-震碎角砾岩、岩浆-热液熔蚀崩塌角砾岩等观点。近年来亦有浊积角砾岩、热水喷流角砾岩等同生成因观点。鉴于这一问题的澄清具有重要实际意义, 笔者在对柞山地区地质调查的基础上, 对其进行初步探讨。

1 柞山地区钠长石碳酸盐角砾岩的区域分布及地质特征

柞山地区钠长石碳酸盐角砾岩分布比较广泛, 主要沿近东西向构造-岩浆岩带展布。目前已发现5条钠长石碳酸盐角砾岩带, 由北向南依次为: ①刘岭槽-黑山含砾碳酸盐脉带; ②桐木沟-晚阳沟钠长岩、钠长石碳酸盐角砾岩带; ③凤镇断裂北侧纸房沟-万丈沟-大沟钠长石碳酸盐角砾岩带; ④凤镇-山阳断裂南侧钠长石碳酸盐角砾岩带。西段为二台子-广洞山-菜子沟角砾岩带; 中段为黄花沟-飞星沟-小寺沟角砾岩带; 东段为色河铺-桐峪口-财神庙角砾岩带; ⑤板岩镇-耀岭河断裂带南侧刘家峡-老林沟钠长石碳酸盐角砾岩带。

钠长石碳酸盐角砾岩分布无固定层位。角砾岩体大小不等, 大者长数百米至数公里, 小者数十厘米。形状有脉状、岩株状或岩枝状。顺层或切层产出, 并可见分枝复合现象。其分布和产出形态多受断裂控制, 但又不局限于断裂带, 它往往掩盖了先存的断裂构造, 导致角砾岩体内部及其接触带围岩往往缺乏构造应力作用的痕迹。

钠长石碳酸盐角砾岩与岩浆活动关系密切, 与岩浆岩带密切相伴。

* 胡西顺, 男, 34岁, 工程师, 从事植物地球化学勘查和矿产地质研究。邮政编码: 710054

钠长石碳酸盐角砾岩与围岩接触界限清楚, 表现为侵入接触关系, 接触面不平直, 接触带附近围岩往往有震碎现象, 出现震碎岩或震碎角砾岩。围岩常可见到钠长石化、铁碳酸盐化及褪色化, 有些地方(如桐木沟)还出现方柱石化、黑云母化、角岩化等热接触变质现象。

钠长石碳酸盐角砾岩呈浅灰色、风化后呈灰黄色、黄褐色, 角砾状结构, 块状构造。岩石由少量岩块、各种角砾和胶结物组成。各种粒级的碎屑大小混杂、极不均一。角砾含量一般为30%~60%。角砾成分既有围岩角砾(砂质板岩、绢云板岩、灰岩、砂岩等), 也有和胶结物矿物成分一致的钠长岩、石英钠长岩等“自角砾”, 还可见到深部地层岩石如碳质板岩、白云母片岩等角砾。角砾砾径一般1~3cm, 大者数十厘米。角砾常呈棱角状、次棱角状, 少数呈次圆状、浑圆状。围岩角砾具残留板理构造, 可见熔蚀港湾结构, 角砾边缘常见褪色环边或“烘烤边”。局部地段如纸房沟、吉家沟等地可见到绢云板岩角砾被拉长、扭曲现象, 石英角砾可见很好的滚圆度, 反映其为高温塑性变形条件下形成的。自角砾具细粒结构和霏细结构。

钠长石碳酸盐角砾岩的胶结物以粗晶(铁)方解石、(铁)白云石、石英及细岩屑为主, 次为钠长石, 少见者有钾长石、黑云母、方柱石。副矿物有自形磷灰石、锆石、电气石、金红石、白钛矿等。石英常呈自形短柱状, 白云石可见环带结构, 钠长石多呈自形且发育钠长石双晶和卡钠复合双晶。胶结物具有典型的花岗变晶结构。

以上特征表明, 钠长石碳酸盐角砾岩既非同生沉积或热水喷流成因角砾岩, 也非构造角砾岩或盐溶塌陷角砾岩, 而是一种与岩浆活动有关的流体隐爆角砾岩。

2 钠长石碳酸盐角砾岩的地球化学特征

(1) 氧、碳同位素特征: 氧、碳同位素分析结果表明, 柞山地区沉积碳酸盐岩的 $\delta^{13}\text{C}$

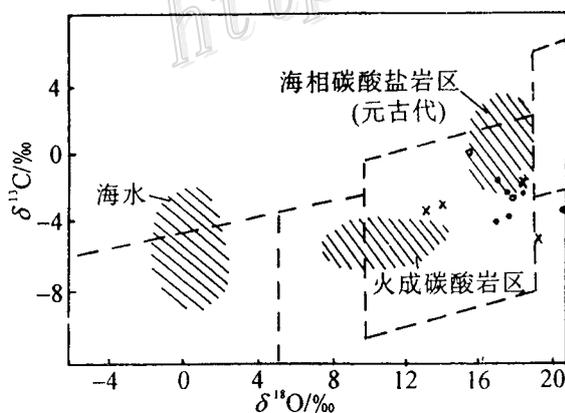


图1 钠长石碳酸盐角砾岩 $\delta^{18}\text{O}$ - $\delta^{13}\text{C}$ 图解
A—天水循环的火山岩碳区; B—深源碳区; C—热液混合碳区; D—海相碳酸盐岩的碳区样品; ×—二台子; ●—桐木沟锌矿; ○—镍钴矿

范围为 $-0.6\text{‰} \sim -2.5\text{‰}$ 。钠长石碳酸盐角砾岩的 $\delta^{13}\text{C}$ 范围为 $-1.7\text{‰} \sim -4.9\text{‰}$, 几乎全落入火成碳酸岩的 $\delta^{13}\text{C}$ 范围($-2.0\text{‰} \sim -8.0\text{‰}$), 而明显低于海相碳酸盐岩。将钠长石碳酸盐角砾岩的氧、碳同位素数据投影在 $\delta^{13}\text{C}_{\text{PDB}}-\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}$ 坐标图(图1)中, 大多数样品落入热液混合碳区。桐木沟方解钠长石岩、钠长石碳酸盐角砾岩落入热液混合碳区且靠近海相碳酸盐岩; 二台子金矿矿石和钠长石碳酸盐角砾岩样品落入热液混合碳区且靠近火成碳酸岩区或深源碳区; 纸房沟-万丈沟一带钠长石碳酸盐角砾岩落入靠近海相碳酸盐岩的深源碳区, 镍钴矿石样品则落入热液混合碳区。反映其物质组成一部分来自深源岩浆, 一部分来自基底碳酸盐岩地层。

(2) 硫同位素组成：二台子金矿床中硫化物的 $\delta^{34}\text{S}$ 范围为 1.9‰ ~ 18.5‰，极差 16.6‰，平均值 11.8‰ (张复新, 1991)。硫同位素组成富集重硫，不具塔式分布，但 $\delta^{34}\text{S}$ 又相对集中。这种组成特征不同于典型岩浆热液矿床或沉积矿床，表现为介于二者之间的一种过渡类型。其 $\delta^{34}\text{S}$ 平均值为 11.8‰ 与区内灰岩中黄铁矿 (12.3‰) 及大理岩中黄铁矿 (14.9‰) 接近，反映硫源主要来自碳酸盐岩地层；角砾状矿石中黄铁矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 有 1.9‰、5.3‰、5.9‰ 的数据，反映有深源硫加入。可见其硫源为混合硫源。

桐木沟锌矿床硫同位素 $\delta^{34}\text{S}$ 值均为正值，变化范围为 11.0‰ ~ 20.5‰，极差 9.5‰。其离散度较小，但偏离零值较大。其既不是生物成因硫，也不是幔源硫，而可能与海水沉积作用有关，且大致与寒武-奥陶纪时的古海水硫同位素组成相近 (王清廉, 1987)。

纸房沟、万丈沟和蔡园沟镍钴矿点矿石中辉砷镍矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 值在 -1.4‰ ~ 4.0‰ 之间，平均 1.03‰，变化范围小且接近零值，表现为幔源硫。钠长石碳酸盐角砾岩中黄铁矿的 $\delta^{34}\text{S}$ 值为 9.4‰ ~ 12.6‰，高于岩浆硫而低于泥盆纪时海水硫酸盐硫 ($\delta^{34}\text{S} = 17\text{‰} \sim 25\text{‰}$)，且明显富集重硫，表明其硫源为岩浆硫与地层硫的混合硫。

(3) 稀土元素特征：万丈沟、纸房沟等地钠长石碳酸盐角砾岩稀土总量 (ΣREE) 为 50.09×10^{-6} ~ 144.03×10^{-6} ， $\Sigma\text{Ce}/\Sigma\text{Y}$ 比值为 1.25 ~ 4.06，富集轻稀土， δEu 为 0.35 ~ 0.66， δCe 为 0.96 ~ 1.16。其稀土分布型式见图 2。其型式基本一致，反映其成生条件基本一致。该稀土分布型式与某些地区中酸性岩体的稀土分布型式相似，并具地幔-下地壳源特征。

钠长石碳酸盐角砾岩的稀土元素特征与典型热水沉积岩——凤太矿田硅质岩 (ΣREE 17.07×10^{-6} ， $\Sigma\text{Ce}/\Sigma\text{Y}$ 0.49， δEu 0.7， δCe 0.52) 及广东茂名地区二叠系热水沉积层状硅质岩的稀土元素特征 (ΣREE 17.02×10^{-6} ~ 31.80×10^{-6} ， $\Sigma\text{Ce}/\Sigma\text{Y}$ 0.63 ~ 0.86， δEu 为 0.76 ~ 0.79， δCe 0.17 ~ 0.90) 迥然不同。热水沉积物 ΣREE 低，Ce 呈负异常，重稀土相对富集。

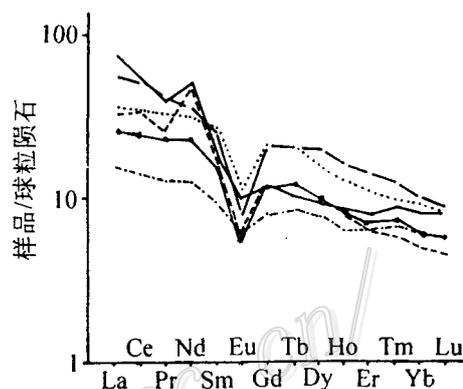


图 2 钠长石碳酸盐角砾岩稀土分布型式

3 钠长石碳酸盐角砾岩的形成机制探讨

(1) 形成钠长石碳酸盐角砾岩的流体性质：形成钠长石碳酸盐角砾岩的流体是一种富含挥发分、温度和粘度介于岩浆与高温热液之间的类岩浆流体。

据陕西区调队资料，角砾岩胶结物中的自形短柱状石英均一法温度为 600 ~ 620 °C，反映其形成温度较高。流体中富含 H_2O 和 CO_2 等挥发分。岩石中含有深部岩石角砾，可见纤细状长英质物质，反映流体具熔浆特点。岩石胶结物中钠长石具钠长石双晶和卡钠复合双晶，石英、磷灰石和锆石呈自形柱状，反映具岩浆结晶特点。角砾岩与围岩呈侵入接触关系，围岩具角岩化，亦反映流体具一定粘度和较高的温度。

(2) 钠长石碳酸盐角砾岩的成生时代：柞山地区与钠长石碳酸盐角砾岩相伴出现出现的岩浆岩主要为印支期，角砾岩的成生时代应为印支期。另外在甘肃西成矿田厂坝铅锌矿区测得钠长岩的钠长石 Ar-Ar 坪年龄为 $[(185 \sim 200) \pm 10] \times 10^6$ a(杨志华等, 1997), 亦反映其为印支晚期形成。

(3) 钠长石碳酸盐角砾岩的形成机制：柞山地区地处华北板块与扬子板块的对接缝合地带，夹持于商南-丹凤断裂和镇安-板岩镇断裂之间，其中的凤镇-山阳断裂向深部与镇安-板岩镇断裂汇合，也是一条切割极深（切穿下地壳至上地幔）的断裂。在秦岭构造带闭合造山阶段，在强烈的构造应力作用下，地幔物质上涌熔融分异产生岩浆，或地壳物质在强热作用下发生熔融形成陆壳重熔型岩浆，岩浆在构造应力驱动下向上运移。在运移过程中，岩浆熔融、捕虏途经的地层岩石，同化、萃取地层组分和其中的成矿元素，如晚元古代耀岭河群基性火山岩中的金和钠质、震旦系陡山沱组石英砾岩中的金和硅质、寒武-奥陶系碳酸盐岩地层中的铅、锌、铜和碳酸盐成分以及地层中的水。这些组分在岩浆的携带下向上运移，随着温度、压力降低，分异形成富含气液和成矿物质的流体，在岩浆前锋受岩浆驱动。流体中主要挥发分为 H_2O 和 CO_2 ，还有 Cl、F、S、B 等，它们在封闭条件下会产生强大的压力。据 Н И 希塔罗夫资料，在深 1100 m 处，温度为 400 °C 时，水的压力可达 30 MPa；当温度为 700 °C 时，压力可达 130 MPa。又据 A 达尼埃利资料，当含有游离 SiO_2 的酸性岩浆侵入到碳酸盐岩层时，由于 $CaCO_3 + SiO_2 = CaSiO_3 + CO_2$ 的反应而产生的 CO_2 分压，在温度为 700 °C 时可达 260 MPa。当含气液的流体运移到不渗透岩石构造围闭之下的断裂、裂隙带时，由于外压急剧减小，流体中的水急剧汽化，从而产生巨大的蒸汽压，连同气体压力迅速释放，引起隐蔽爆破作用，形成隐爆角砾岩。随着钠长石的晶出和爆破作用释放能量，流体粘度变小，温度降低，贯入到角砾之间的空隙中形成胶结物。成矿作用则是在爆破作用之后的热液阶段发生的，由于岩浆来源和性质不同，以及基底地层元素的不均匀性导致岩浆所经途径萃取的成矿物质不同，从而形成不同矿种的矿床。

参 考 文 献

- 1 汪昭祥. 简论双王金矿地质. 贵金属地质, 1992, 1 (2~3): 169~173.
- 2 炎金才, 梁金哲等. 论双王金矿矿床的成因. 西北大学学报, 1992, 22 (增刊): 221~229.
- 3 马国良, 薛春纪, 魏合明等. 桐木沟锌矿床矿体底板的方解钠长石岩. 西安地质学院学报, 1992, 14(2): 12~17.
- 4 祁思敬, 李英. 南秦岭泥盆系成矿带热水沉积成矿系列. 西安地质学院学报, 1997, 19 (3): 19~26.
- 5 王清廉. 陕西山阳桐木沟锌矿的地质特征及其成因. 地质找矿论丛, 1987, 2 (2): 54~64.
- 6 王俊发, 张复新, 炎金才等. 秦岭泥盆系层控金属矿床. 西安: 陕西科学技术出版社, 1991, 48~60, 82~96.
- 7 徐跃通. 广东茂名地区二叠纪层状硅质岩成因地球化学特征及其沉积环境意义. 西安地质学院学报, 1997, 19 (3): 27~33.
- 8 汪昭祥. 对陕西凤县-商南泥盆系中钠化特征的初步认识. 陕西地质, 1987, 5 (2): 68~73.