

硅同位素在金矿成矿物质来源 研究中的应用

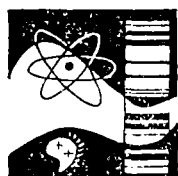
——以碱性岩中的东坪金矿为例

卢德林 汪建军

(武警黄金地质研究所·河北廊坊市)

硅同位素地质研究及其在我国开展不久。本文应用含金石英脉、花岗岩和二长岩硅同位素组成对比,探讨了含金石英脉硅质来源。认为东坪金矿石英脉硅主要来自附近的燕山期花岗岩岩株,而与矿体围岩——水泉沟碱性杂岩体无直接成因联系。

关键词: 硅同位素; 金矿床; 花岗岩; 碱性岩; 河北省



同位素地质

应用氢(δD)、碳($\delta^{13}C$)、氧($\delta^{18}O$)、硫($\delta^{34}S$)和铅同位素研究金矿成矿流体和成矿物质的来源,已为人们所熟知。然而,应用样品容易

获得、并与金成矿作用最为密切的元素之一——硅($\delta^{30}Si$)同位素,研究成矿的硅质来源,尚属罕见。

硅元素有3种主要的稳定同位素:即 ^{28}Si (92.27%)、 ^{29}Si (4.68%)和 ^{30}Si (3.06%)。50~60年代, Renold和Verhogen(1953)、Allenby(1954)和Tille_s(1961)等人对硅同位素的自然变化作过多次探索。70年代以来, Epstein和Taylor(1970)、Epstein和Yeh(1977)、Clayton(1978、1986)、Douthitt(1982)等人又分别研究了陨石和地球上的矿物和岩石的硅同位素组成特征^[1]。Douthitt^[2]1982年报道的 $\delta^{30}Si$ 分析精度(2σ)为 $\pm 0.3\%$ (对标样) $\sim \pm 0.6\%$ (对某些地质样品)。由于硅同位素自然变化较小,相对分析精度较低,测定难度较大,要求测试仪器的精度较高,

这就大大地限制了硅同位素的研究与应用。丁悌平等^[1]在国内首次建立了用 SiF_4 分析硅同位素的实验装置和方法,并获得了比前人更高的分析精度,从而向硅同位素研究进入实用阶段迈进了一大步。他们目前的分析精度为 $\pm 0.1\%$ 。宋天锐等^[3]将硅同位素应用到沉积相分析。本文以碱性岩中的东坪金矿为例,将硅同位素应用于金矿成矿物质来源的研究。这只是一个初步尝试。

矿区地质概况

东坪金矿位于华北地台燕辽沉降带与内蒙地轴交界部位的南侧,北距崇礼—赤城深大断裂10km(图1)。

区域上与金矿化关系密切的地层为太古界崇礼群花家营组和涧沟河组,主要岩石为麻粒岩、变粒岩、斜长角闪岩等。区内吕梁期、五台期、海西期、燕山期岩浆活动较强,并有混合岩化作用。岩性从超基性、基性、中性、酸性到碱性都有。东坪金矿的直接围岩为海西期水泉沟碱性杂岩体,面积215km²;主要岩性为二长岩、石英二长岩、正长岩等。岩体金的平均含量为7.49ppb^[4]。

$$\delta^{30}\text{Si}(\text{‰}) = \frac{(^{30}\text{Si}/^{28}\text{Si})_{\text{样品}} - (^{30}\text{Si}/^{28}\text{Si})_{\text{标准}}}{(^{30}\text{Si}/^{28}\text{Si})_{\text{标准}}} \times 10^3$$

样品测定精度为 $\pm 0.1\text{‰}$ 。

分析结果和初步应用

东坪金矿的直接围岩主要是二长岩、石英二长岩和正长岩，钾化、硅化和石英脉都非常发育，金矿化与其关系密切。围岩硅化可带出大量的钾，但围岩钾化带出的硅却很少。围岩不能提供足够的硅，那么硅是从哪里来的？前人认为，东坪金矿是与水泉沟碱性杂岩体有关的岩浆热液矿床（宋官祥，1987；宋瑞先，1988；李志梁，1989；邓乃达，1989）。我们认为，东坪金矿的形成与矿区东南的燕山期花岗岩岩株密切相关。岩株为中粒黑云母花岗岩，主要矿物有钾长石、斜长石、石英和黑云母。分布面积7km。该岩株可能为硅和其他成矿物质提供主要来

源。硅同位素测试结果证实了这一点。

硅同位素分析结果列于下表。由表和图2可以看出，矿区第①②③阶段石英脉的 $\delta^{30}\text{Si}$ 值（ $-0.2 \sim 0.1\text{‰}$ ）与矿区附近燕山期花岗岩岩脉的 $\delta^{30}\text{Si}$ 值（ -0.1‰ ）比较一致；与介于第①②阶段石英脉之间的细粒花岗岩脉 $\delta^{30}\text{Si}$ 值（ 0.2‰ ）有一定差别；与矿床直接围岩——二长岩 $\delta^{30}\text{Si}$ 值（ 0.4‰ ）有明显差别。这表明，矿区石英脉的硅主要不是来自其直接围岩——水泉沟碱性杂岩体，而是来自矿区附近的花岗岩岩脉。这也间接表明，矿区金等成矿元素可能主要来自该花岗岩岩株。

我们注意到，矿区附近的燕山期花岗岩（ γ_5^{2-2} ）和侏罗纪火山岩是矿区附近最新的岩浆活动，而且活动比较强烈（见图1）。与此同时，必然伴随有相应的构造活动。但是，矿区的石英脉极少被断层错断；即使错断，断距一般只有数至数十厘米。矿体几乎未被错断。虽然矿区附近和坑道中岩脉非常

东坪金矿样品的 $\delta^{30}\text{Si}$ 测定值

样 号	样品名称	$\delta^{30}\text{Si}$, ‰	地质情况	取样地点
QM.8-19-8	石英单矿物	0.0	第①阶段石英脉（ Q_1 ）	东坪金矿1号脉YD1坑道11580点
QM.8-19-6	石英单矿物	-0.2	第②阶段石英脉（ Q_2 ）	东坪金矿1号脉YD3坑道CM15北
QM.8-19-2	石英单矿物	0.1	第③阶段石英脉（ Q_3 ）	东坪金矿1号脉YD3坑道CM7北
R.8-8-3	石英单矿物	-0.1	矿区东南燕山期花岗岩岩株（ γ_5^{2-2} ）	窑湾村东
RM.8-19-5	石英单矿物	0.2	细粒花岗岩脉，切割 Q_1 ，被 Q_2 切割（ γ_7 ）	东坪金矿1号脉YD1坑道北端
RM.8-19-1	全 岩	0.4	金矿体主要直接围岩二长岩（ ξ_1 ）	东坪金矿1号脉YD3坑道CM29

注：样品由地矿部矿床地质研究所李延河、万德芳测试。

发育，但除第①阶段石英脉被规模极小的细粒花岗岩脉（宽仅数厘米）切割外，第②③两个主要矿化阶段的石英脉未被任何岩脉切割。如果矿床形成于花岗岩株、侏罗纪火山岩之前，却又几乎不被任何破坏是太不可能

了。我们还注意到，随着矿脉离花岗岩株由近及远，石英脉包裹体的均一温度逐渐降低，黄铁矿热电势逐渐升高，矿物组合由磁铁矿、黄铁矿相对高温组合逐渐变为方铅矿、黄铁矿相对低温组合。这从另一个侧面

结 语

几乎所有的热液型金矿床都与硅化或石英脉关系密切,而且硅化或石英脉的规模往往很大。这么多的硅是哪里来的?众说纷纭,成了一个“硅谜”^[5]。硅同位素研究可能成为解开这个“谜”的钥匙。虽然与氢、氧同位素研究相比,目前硅同位素研究仍处于初级阶段。本文只是硅同位素研究的一个初步应用。结果表明,东坪金矿石英脉的硅主要来自燕山期花岗岩岩株,而与成矿的直接围岩关系不大。这是很有意义的。这表明,硅同位素研究完全可能在金矿成矿的硅来源和其他成矿物质来源研究及找矿中发挥重要作用。

研究工作中得到陈锦荣工程师的大力帮助,特致谢意!

参考文献

- [1] 丁悌平等,矿床地质,1988,第4期,第90~96页.
- [2] Douthitt, C. B., Geoch. et Cosmoch. Acta, 1982, Vol.5, p. 1449.
- [3] 宋天锐等,科学通报,1989,第18期,第1408~1411页.
- [4] 邓乃达等,黄金地质科技,1989,第4期,第1~11页.
- [5] 杜乐天,大地构造与成矿学,1989,第1期,第91~99页.

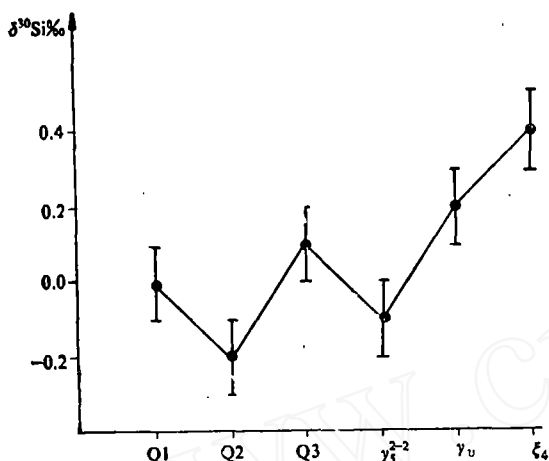


图2 样品的 $\delta^{30}\text{Si}$ 值变化曲线

Q₁—第①阶段石英脉; Q₂—第②阶段石英脉;
Q₃—第③阶段石英脉; γ_3^{2-2} —花岗岩岩株; γ_u —
细粒花岗岩脉; ξ_4 —二长岩

表明,成矿作用与燕山期花岗岩岩株有关,这与硅同位素研究结果也一致。

由此可见,水泉沟碱性杂岩体与成矿作用可能并无直接的成因联系,而是为金矿的赋存提供了空间条件。虽然东坪金矿是我国在碱性岩中发现的第一个金矿床,但并不表明金矿对碱性岩有某种选择性;而恰恰进一步证明,金矿对围岩没有选择性。

A Study on the Source of Metallogenic Material of Au-deposits Based upon the Isotopic Composition of Silicon—with a note on the Dongping Gold Deposit

Lu Delin Wang Jianjun

By the light of silicon isotopic composition ratio of Au-bearing quartz vein to granite and/or monzonite, the source of silica in the gold quartz vein is investigated. We hold that the silica in the quartz vein of the Dongping gold deposit is derived from the neighbouring granite stock and bears no direct genetic relation to the Shuiquangou alkaline complex rocks (the country rock of the ore body).