

K-Ar 法与 Ar-Ar 法在油气成藏期定年的适用性

李军杰, 刘汉彬, 张佳, 金贵善, 张建峰, 韩娟

核工业北京地质研究院, 北京, 100029

迄今, K-Ar 年代学已从最初的常规 K-Ar 定年, 发展到分步加热释氩 Ar-Ar、激光显微探针 Ar-Ar 等多种定年方法。目前应用于油气成藏年代学的方法主要是自生伊利石 K-Ar 法定年和 Ar-Ar 法定年, 前者在我国已经开展了将近十年, 而后者在油气成藏年代学中的应用目前还处于摸索之中, 它们都面临着很多的问题。常规的 K-Ar 法和 Ar-Ar 法在油气成藏期次定年方面都主要建立在两个基本的假设条件之上: ①矿物或岩石形成以后, 对钾和氩保持封闭体系, 既没有钾和氩的加入, 也没有钾和氩的逃逸; ②油气进入储层之后, 伊利石沉淀便会终止, 由此获得的年龄为油气成藏的最早年龄。然而, 定年过程并非如此简单, 从样品的分选、粘土矿物的鉴定, 以及由伊利石粒度大小而对伊利石 Ar-Ar 定年结果的影响等方面仍面临诸多问题。

伊利石粘土矿物 Ar-Ar 法定年主要问题为样品被照射过程中所产生的核反冲作用, 样品在测试前需要通过快中子照射而产生 ^{39}Ar , 这一过程中产生的能量会以动能的形式传递给衰变子体而使其易位甚至于“逃逸”样品, 即核反冲作用。核反冲作用在任何矿物中都是存在, 但影响大小不同, 主要与矿物本身晶格结构(对 Ar 的保存性能)及样品粒度大小有关, 即使对 Ar 保存性能较好的透长石样品, 在粒度小于 $50\text{ }\mu\text{m}$ 的条件下, 经快中子照射, 依然有 3% 的 ^{39}Ar 丢失 (Jourdan, 2006)。由于伊利石样品的纯度与其粒度大小相关, 粒度越细的样品, 纯度可能越高, 相应的由于核反冲作用而导致的 ^{39}Ar 丢失现象越严重, 进而会造成年龄异常。Horst Zwingmann 等(1995)设计了“显微熔封法”, 即将单个样品装在石英管内, 高真空去气, 熔封, 经快中子反应堆照射后, 将石英管连同样品一起放入真空加热炉内, 将石英管击碎, 高温熔融样品,

避免了 ^{39}Ar 的丢失。但是此方法也面临很多难点, 如何在真空加热炉内破碎石英管, 如何确保在熔封过程中没有大气 Ar 的渗入等等问题有待进一步探索。

对于伊利石粘土矿物的定年, 在保证样品纯度以及样品均匀的情况下, K-Ar 法相对于 Ar-Ar 法来说, 其不用在核反应堆内进行照射而避免了核反冲作用带来的影响使其仍然具备优势。但 K-Ar 法依然面临一些问题, 首先就是样品如果有后期扰动而造成放射成因 ^{40}Ar 丢失, 则得出的年龄可能是无意义的年龄; 其次就是样品需要平均分为两份, 一份用于质谱仪测 Ar, 一份用于原子吸收测 K 含量, 这样就可能由于样品的均一性差而带来误差, 而且原子吸收光谱的测量精度远没有质谱仪的测量精度高, 无法保证样品测试结果的精确度; 还有一点值得注意的就是稀释剂 ^{38}Ar 的纯度问题, 为了避免由于信号衰减而引起的对放射成因 ^{40}Ar 绝对含量的测量误差, 通常将样品释放的气体与稀释剂 ^{38}Ar 混合而测试 $^{40}\text{Ar}/^{38}\text{Ar}$ 和 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 的比值进而确定放射成因 ^{40}Ar 的含量, 如果对于非常年轻的样品, 则 ^{38}Ar 稀释剂的纯度会对放射成因 ^{40}Ar 的校正造成非常大的影响, 且样品越年轻, 造成的误差越大, 现在实验室使用较多的是 Ernst Schumacher 所制备的 ^{38}Ar 稀释剂, 其纯度优于 99.9997%, 但是这种稀释剂现在很难买到, 这也是 K-Ar 定年今后所面临的一个问题。

虽然自生伊利石型粘土矿物 K-Ar 定年和 Ar-Ar 定年法都存在一定的技术难题, 但目前 K-Ar 法在此类矿物的定年方面还是相对比较可靠的一种方法。随着人们对分析技术方法的不断革新, 以及对核反冲作用影响的不断研究, 今后 Ar-Ar 法也会在伊利石型粘土矿物定年方面发挥其重要的作用。