

浅谈地球化学在金矿中的应用

陆 叶

(桂林理工大学地球科学学院, 广西 桂林 541004)

金矿床的研究, 大致离不开以下几个步骤: 矿床类型的初步判断, 成矿年龄的卡定, 矿源的研究, 构造的控制, 最终是找矿预测。地球化学在金矿研究中的运用, 基本集中在成矿年龄的卡定, 矿源的研究这两方面。

1 金矿床的地球化学分类

金矿床的划分有许多种(周遗军等, 1996), 但建立在地质环境和地球化学环境基础上的金矿分类, 如根据博伊尔(加拿大)提出的分类, 可以把金矿分成以下 9 大类, 较代表性的如: 第 3 类: 主要是产在火山岩层的裂隙、断裂、剪切带、叠席带和角砾岩带中的金-银和银-金矿脉、网络脉、矿络、矿化岩筒和不规则的硅质矿体; 第 4 类: 主要是产在沉积岩层的断裂、裂隙、层理面不连续带和背斜上的剪切带、拖曳褶皱、压碎带和开裂隙中的含金矿脉、矿络、叠席带和鞍状矿脉; 还有化学性质有利的岩层中断裂和裂隙附件的交代型板状矿体和不规则矿体, 等等。这些能最客观地说明金矿产在哪些类型的岩石里和哪些构造环境中, 把这点搞清楚, 在结合矿床的地球化学情况, 就可能确定金矿的成因, 而更重要的是, 就可以预测可能找到类似金矿的环境(Royle, 1984)。

2 成矿年龄的把握

成矿年龄的测定, 不仅是为了敲定金矿形成的准确时间, 同时也是为了能更准确的在时间空间上将其成矿作用与地质背景相联系。

测定成矿年龄的方法非常多, 同位素测年是重要的组成部分, 目前, 常用的方法有 K-Ar 法、U-Pb 法 Rb-Sr 法, 后来又陆续推出了 Sm-Nd 法和 Ar-Ar 法。由于各测试方法都有相应的条件和优缺点, 因此, 针对不同的金矿床, 选用的方法就应该具体问题具体分析, 比如矽卡岩行的矿床, 由于褐帘石、钛铁矿、角闪石、石榴石、电气石、白钨矿比较发育, 则选用 U-Pb 法更为有利; 而蚀变岩型的矿床, 利用金矿床中蚀变矿物或脉石矿物, 如白云母、角闪石、黑云母、绿泥石、钾长石等, 则选 K-Ar 法、 ^{40}Ar - ^{39}Ar 法年龄测定更为合适。同时, 由于矿床大部分存在多期叠加作用, 因此上述一切测试方法和矿物的选取都应该基于在野外细心观察而划定的期次上, 而各期次该是否采用相同的方法, 为了更科学合理的定年, 各种测年方法之间相互补充、相互验证。

成矿年龄的测定, 还有一个非常重要的作用, 从测定金矿床的点年龄, 到测定成矿过程的动态年龄, 进而可描绘出矿床形成过程中的 P-T-t 软迹。可对矿体不同部位、不同成矿阶段形成的矿物进行年龄测定, 从而确定成矿的年代和演化史。在此基础上可以根据矿物同位素系统的封闭温度确定矿物的冷却温度, 从而确定热演化史(T-t 轨迹), 而根据矿物之间的冷却年龄和相对空间位置, 又可确定矿床的抬升速度, 推导成矿压力的变化史(P-t 轨迹), 这样就可确定成矿过程的 P-T-t 轨迹, 并可根据这些轨迹的反演和热模拟, 判断矿床形成的环境和大地构造位置。

3 成矿地质体——矿源的研究

3.1 研究方法

对成矿物质的来源主要是从物质成分的角度, 通过测定矿石、脉石、围岩及所假设矿源岩各自的成矿元素及硫、铅、碳、氧、锶等同位素、稀土元素、微量元素, 以及所计算的各种元素对或元素组合比值、勾绘的稀土配分曲线的对比来进行分析和判断(刘英俊等, 1987; 李昌年, 1992; 刘英俊等, 1991; 季克俭, 1989; 何谷先, 1991; 阎立伟等, 2004; 赵元艺等, 1995; 柳少波等, 1996; 王义文, 1989; 吴江, 1993), 这种方法需要测试大量数据, 以消除元素分布不均匀性的影响以及测试过程中的各种随机误差, 这些方法的成本比较大, 而且仍属间接性推断^[6], 成果亦具多解性。后面不断有学者尝试新的方法, 如吴江(1993)在分析限定矿源岩含义的内外在因素的基础上, 提出了一些研究矿源岩的新方法: 岩石孔渗性及微裂隙研究法、成矿元素及其相关元素增亏检验法、成矿温度与地热场温对比分析法等(丁俊英等, 2004)。但总体来讲, 常规的地球化学方发有着坚固的理论性和普遍适用性, 只是要求了我们所选择测试样品的典型性和代表性, 以及在测试过程中的

严谨性和在解释数据上与地质背景更紧密的联系性,因此依旧是我们研究方法的首选,当然,不断提出的新方法在某些矿床上是很适用的,我们可以将其作为参考辅助,具体问题具体分析。

3.2 围岩蚀变与成矿流体

研究金矿床的矿源,有2个方面是不得不提的,一是围岩蚀变,一是成矿流体。

首先,围岩蚀变的过程,反应的就是金迁移富集的过程;再者,围岩蚀变是热液流体的通道,金矿化与蚀变作用是同期发生的。在金矿床中,含铁氧化物和硫化物的分布很普遍,且后者是金沉淀的有利场所,故在富集的过程中其作用是重要的。几乎所有的金矿床其含金量同硫化物含量具有同步的增长关系。大规模的热液蚀变强度表明,围岩蚀变是起源于外部源,并在构造岩浆活动之后形成的。那种认为金从围岩富集到脉中或片理面上的过程仅仅是推测而已,因为含金量异常较高的地层也并非形成热液金矿床的先决条件。围岩蚀变的研究,离不开同位素、稀土元素、微量元素,这都是传统的方法了,在此就不累赘。

现在我们关注的是成矿流体的探讨,提供成矿流体信息的,流体包裹体是最直接的。无论是剪切带型金矿,还是与岩浆岩系统有关金矿床,流体包裹体均十分活跃。流体包裹体的研究在金矿床中的应用大致有两方面:包裹体岩相学与有机气体组分,成矿流体中有机物质与矿化剂等无机物质组成密切联系起来研究,探讨矿床形成过程有机-无机物质,特别是有机质和矿化剂对金元素的原始聚集、活化、迁移、分离、沉积、后生富集成矿的地球化学行为;通过流体包裹体研究和有机质、矿化剂在成矿流体演化以及大规模成矿中的意义与作用探讨,继而揭示成矿流体大规模运移在形成超大型矿床中的作用过程中有机质和矿化剂的地球化学动力学模型(丁俊英等,2004;何知礼,1982)。流体包裹体的常用研究方法主要有显微观察法,显微冷冻法,紫外荧光,红外显微光谱法,激光拉曼光谱法等。以上五种方法,是目前研究有机包裹体已初步取得成效的较常用的方法,但各种方法都有其局限性因此,研究单个有机包裹体,必须将几种方法组合起来,才能取得较为理想的结果。对于物理化学条件的研究,一般采用与有机包裹体共生的无机包裹体进行研究。包裹体中的流体成分不但可用来追溯当时的流体系统的演化,还可用来进行流体源的示踪,或者用来确定含矿流体系统的运移通道;流体包裹体中的气体成分(如 CO_2 、 CH_4 、 H_2S 等)则被用来评价成矿物质的沉淀效果及不同矿质的先后沉淀过程。

4 找矿方法与找矿标志

找金矿的地球化学方法主要有岩石地球化学方法、土壤地球化学方法、水地球化学方法、生物地球化学方法、气体地球化学方法及其他方法。整体上讲,运用较广的是前面3种,但无论那种方法,最终结果都是为了确定找矿标志,金矿床的综合地球化学找矿标志通常在以下几个方面提炼:①金的含量异常;②伴生指示元素;③指示元素的含量离散型参数;④多元素地球化学异常指示标志;⑤含金建造的地球化学指示标志:包括金含量、金含量的分布、金的赋存状态、微量元素组合这四个部分;⑥地球化学异常分带的指示性:对多建造晕或叠加晕的存在有指示意义,若是叠加晕,则有助于在已知矿体周围或深部发现盲矿体;⑦单矿物的地球化学标型特征;⑧辅助性金矿地球化学找矿标志:如硫、铅同位素和热压地球化学标志等。

最后必须强调的是,金矿床的研究,地化的作用是不可忽略,但必须与大地构造,地质背景等紧密结合,方可更全面更透彻的了解该矿床,更清晰的把握找矿方向,为找矿做出正确有效的指导。

参考文献

- 丁俊英,等.2004.显微激光拉曼光谱测定单个包裹体盐度的实验研究[J].地质论评,50(2):203-209.
- 何谷先.1991.金的矿源探讨[J].湖南冶金,(1):39-44.
- 何知礼.1982.包裹体矿物学[M].北京:地质出版社.
- 季克俭.1989.热液矿床的矿源、水源和热源及矿床分布规律[J].北京:科学技术出版社.
- 李昌年.1992.火成岩微量元素岩石学[J].武汉:中国地质大学出版社.
- 刘英俊,曹励明.1987.元素地球化学导论[J].北京:地质出版社.
- 刘英俊,马东升.1991.金的地球化学[J].北京:科学出版社.
- 柳少波,王联魁,张生.1996.热液(金)矿床中碳同位素矿源示踪综述和讨论[J].地质地球化学,4:21-24.
- 卢焕章,等.2004.矿流体包裹体[J].北京:科学出版社.
- 王义文.1989.金矿矿源层和含金建造刍议[J].北京:科学技术出版社.
- 吴江.1993.金矿床矿源岩分析的新思路[J].地质科技情报,12(3):57-60.
- 阎立伟,姚玉增.2004.金矿“矿源层(岩)”研究进展[J].地质与资源,13(4):253-255.
- 赵元艺,马志红,等.1995.矿源层判别方法研究[J].世界地质,14(4):45-49.
- 周遵军,武玉海,翟裕生.1996.论金矿床的分类[J].黄金地质,2(2):1-9.
- Royle R W.1984.金的地球化学及金矿床[M].北京:地质出版社.