

韧性剪切带型金矿床成矿作用机理

方贵聪

(桂林理工大学地球科学学院, 广西 桂林 541004)

韧性剪切带型金矿床是指成矿机制与控矿因素都与韧性剪切带有关的金矿床类型 (Boyle, 1979)。这类矿床的形成, 是在成矿流体的形成、运移、Au 的沉淀与富集过程中物质场、能量场、储矿空间及时间维等多元因素相互匹配、协调发展的结果。

1 成矿流体的形成

关于韧性剪切带型金矿床成矿流体的来源有地幔流体 (莫江平等, 2009)、岩浆流体 (韩润生等, 1997)、变质流体与混合流体 (王军, 2005) 等不同观点。但从韧性剪切带的演化规律考虑, 韧性剪切带具有由地表脆性断裂及其向地壳深部延伸部分组成的双层结构模式 (胡玲, 1996), 具有多层次、多级次、多期次、多阶段的活动特征, 必然能汇聚多源成矿流体。本人对各观点综合后认为, 成矿流体的主要来源包括幔源、围岩和天然水热液 (包括加热地下水和大气降水)。

尽管不同类型的金矿床和在不同构造环境和背景岩石上形成的金矿床起主导作用的矿质来源有所差异 (李德威, 1993), 但韧性剪切带多发育于地质体 (地体、地块、板块等) 的边缘, 与造山或造盆作用紧密相关, 而这些边界又是各种地质流体非常活跃的地区, 是地幔岩浆上涌的通道, 幔源流体始终会参与成矿作用 (陈毓川等, 2001)。

在剪切应力作用下, 韧性剪切带中的构造地质体、岩石或矿物遭受破坏, 产生应变或变形, 使物理、化学环境产生巨大变化, 按非线性效应, 常产生岩石细粒化、压溶作用、流体作用、退变质作用、分异作用、构造分解、构造变质和蚀变等, 它们对围岩中 Au 元素的活化产生十分重要的影响 (付山岭等, 2010), 如细粒化增强了岩石的活性与渗透性, 为含矿流体提供通道, 压溶作用是成矿物质 Au 元素活化析出的重要动力, 流体作用可以加速应变体系中物质组分的迁移与交换, 退变质作用促进矿物晶格的变形和新旧矿物的替换 (陈国达等, 1997), 在矿物颗粒不断变细、元素结合能降低的情况下, 可使围岩释放出 SiO_2 、 CO_2 、 H_2O 、Au 等成分, 并与来自地幔的流体、地下水热液和大气降水热液混合, 形成多源成矿流体。

2 成矿流体的运移

2.1 运移的通道

成矿流体的运移通道主要是在剪切作用、液压致裂作用及流体与围岩发生化学反应的作用下形成的。

在剪切作用下, 剪切带中深部的岩石发生塑性变形而产生不同程度的糜棱岩化和片理化, 浅部的岩石一般发生脆性变形而产生大量张裂隙, 裂隙一旦形成便成为岩石中固有的软弱部分, 易于反复发生脆性破裂, 大大提高岩石的渗透性 (吴美德等, 1989)。

在韧性剪切造就的糜棱岩中, 因动态细粒化和流变面理的出现, 使岩石产生大量闭合显微裂隙及面理构造, 随着深层次剪切构造被抬升与剥蚀, 环境的压力降低, 存在于上述微裂隙和面理中的流体发生气化, 流体压力聚增, 进而导致流体对岩石的液压致裂 (王全伟等, 2002)。

成矿流体与围岩接触的过程中, 围岩成分与流体发生化学反应而溶解, 在剪切作用和液压致裂作用形成裂隙的基础上, 两者接触的表面积极明显增大, 反应速率亦大大提高, 加快围岩的溶解和运移通道的形成。

2.2 运移的驱动力

韧性剪切带的构造系统是由区域深大断裂、主干韧性剪切带、韧-脆性剪切带及其 R、R'、P、D、T 型裂隙系统组成的，具有多级性，成矿流体运移的驱动力来自于地壳深部的主构造与浅部的次级构造之间的温压梯度（吴美德等，1989）。

2.3 运移的形式

在温度较高的地壳深部，金元素一般以氯化物 AuCl_2^- 形式运移，在温度较低的地壳浅部则以硫氢配合物 $\text{Au}(\text{HS})_2^-$ 形式运移，在特定条件下（如在中基性火山岩地区脉状金矿床的形成过程等），金以 $[\text{HAu}(\text{HS})_2]^0$ 或 $\text{Au}(\text{S}_2\text{O}_3)_2^{3-}$ 形式搬运（陈毓川等，2001）。

3 Au 的沉淀与富集成矿

3.1 Au 的沉淀

区域深大断裂、主干韧性剪切带通常不是金沉淀的最佳场所（张连昌，1999），而次级韧-脆性剪切带是地壳中重要的物理化学条件转变带，能引起含矿流体的温度、压力、Eh 和 pH 的突变，能使金成矿元素化学位能降低、金络合物稳定性下降而沉淀成矿，是剪切带中最有利于金沉淀的地段。矿体往往产于韧-脆性剪切带内的强应变和脆性叠加带、弧形剪切带的弧顶扩容区域、剪切带的转弯部位、剪切带宽窄急变处、不同方向剪切带的交叉处和复合处、差别明显的不同类型岩石类型之间以及剪切带的糜棱岩面和脆-韧性剪切带内的 R、R'、P、D、T 裂隙系统等（陈毓川等，2001），如小秦岭（白万成，2000；高世贤，2009）、夹皮沟（张甲忠等，1992）、河台（欧阳玉飞等，2007）、排山楼金矿（吴春林，1991）等。

3.2 Au 的叠加、富集

韧性剪切带一般都是多期多阶段活动的长寿构造，多期次、多层次活动为带内成矿物质的叠加、富集提供了可能，是韧性剪切带型金矿床的重要成矿机制（李德威，1993）。在早期韧性变形阶段剪切带中形成含金糜棱岩后，中期韧-脆性变形阶段在含金热液的反复作用下形成蚀变糜棱岩型金矿和早期含金石英脉，晚期脆性变形阶段叠加多种热液改造形成富矿的含金石英脉（贾根等，2001）。

4 结论

韧性剪切带型金矿的形成是因为剪切带中具备一套完整的成矿机制，具备良好的成矿源、成矿场、成矿期和成矿相等条件。从断裂的发育、成矿流体的形成、运移到 Au 的沉淀与富集，剪切作用在构造、流体、动力、物化条件转换等各种控矿因素的耦合成矿过程中始终发挥着关键性的作用。

参考文献

- 白万成, 卿敏. 2000. 小秦岭金矿田构造演化与金矿成矿作用[J]. 黄金地质, 6(2): 1-8.
- 陈国达, 黄瑞华, 王伏泉. 1997. 地洼构造与金成矿[M]. 北京: 地质出版社. 1-223.
- 陈毓川, 李兆鼎, 毋瑞身, 等. 2001. 中国金矿床及其成矿规律[M]. 北京: 地质出版社. 1-465.
- 付山岭, 胡斌. 2010. 从微观尺度探讨韧性剪切带型金矿的成矿模式[J]. 黄金科学技术, 18(2): 31-34.
- 高世贤. 2009. 小秦岭金矿田地质特征及矿床成因[J]. 采矿技术, 9(1): 120-123.
- 韩润生, 金世昌, 雷丽. 1997. 云南元阳大坪改造型金矿床的成矿热液系统地球化学[J]. 矿物学报, 17(3): 337-344.
- 胡玲. 1996. 韧性剪切带研究现状及发展趋势[J]. 地质力学学报, 2(3): 8-9.
- 贾根, 陈火根. 2001. 含金剪切带型金矿及苏北变质岩区金的找矿方向[J]. 中国地质, 28(9): 25-31.
- 李德威. 1993. 剪切带型金矿床的动力成矿机理[J]. 黄金, 10(14): 1-5.
- 莫江平, 黄杰, 冯国玉. 2009. 桂北地区剪切带型金矿成矿机理研究[J]. 地质与勘探, 45(6): 655-660.
- 欧阳玉飞, 刘继顺, 黄满湘, 等. 2007. 广东河台金矿田控矿构造研究[J]. 矿产与地质, 21(1): 27-30.
- 王军. 2005. 甘肃北山南带韧性剪切带型金矿床(点)地质特征及找矿方向[J]. 地质找矿论丛, 20(增刊): 33-36.
- 王全伟, 骆耀南. 2002. 剪切带型金矿床成矿机理研究综述[J]. 四川地质学报, 22(1): 10-15.
- 吴春林. 1991. 排山楼韧性剪切带型金矿床特征及成矿作用[J]. 矿产与地质, 5(5): 364-367.
- 吴美德, 芮仲清. 1989. 含金剪切带型金矿床[M]. 北京: 地质矿产部情报研究所. 1-203.
- 张甲忠, 贺景春. 1992. 夹皮沟金矿床韧性剪切带控矿作用的研究[J]. 矿产与地质, 3(6): 188-192.
- 张连昌. 1999. 韧性剪切作用动力学及控矿作用研究进展[J]. 地质与勘探, 35(2): 10-13.
- Boyle R W. 1979. The geochemistry of gold and its deposits[M]. Geol.Suiv.Bull.,Canada,584.