

专题14: 深部与未来资源地球化学勘查: 理论、技术与案例

滇黔桂地区卡林型金矿成矿模式和找矿分析

谭亲平¹, 夏勇^{1*}, 谢卓君¹, 王泽鹏³,
李松涛^{1,2,3}, 韦东田⁴, 闫俊^{1,2,5}, 赵亦猛^{1,2}

1. 中国科学院 地球化学研究所矿床地球化学国家重点实验室, 贵阳 550002; 2. 中国科学院大学, 北京 100039; 3. 贵州省地矿局105地质大队, 贵阳 550018; 4. 桂林理工大学, 桂林 541006; 5. 贵州理工学院, 贵阳 550003

卡林型金矿是上世纪六十年代在美国内华达州发现的一种新的金矿类型。卡林型金矿在美国发现以后, 在世界各地均有发现, 如: 中国滇黔桂地区、印度尼西亚、伊朗西北地区和加拿大 Quebec 和 Yukon 地区等等。但是大量成簇成带产出的地区只有两个, 分别是美国内华达州和中国滇黔桂地区。目前, 内华达卡林型金矿是世界上第二大金矿集区, 金资源量已超 6000 吨, 每年金产量约占全球总产量的 6%。而以贵州为主的滇黔桂地区卡林型金矿, 金资源量已超过 800 吨, 近 6 年金资源量增加 246 吨, 显示该区巨大的找矿潜力。

滇黔桂地区卡林型金矿为同一成矿体系, 成矿模式可以简单表述为: 在燕山期区域构造作用下, 与深部岩浆作用有关的富含成矿物质的超压流体, 沿深大断裂上涌, 进入茅口组与龙潭组(或峨眉山玄武岩组)之间的不整合面(刘建中等, 2014)。成矿流体沿不整合面横向运移过程中与不整合面附近的岩石产生水/岩反应(交代)形成构造蚀变体, 局部形成金矿体或矿床。不整合面既是热液运移的通道, 也是金矿就位的场所。成矿流体沿着不整合面横向运移到背斜(穹窿)高点部位后, 背斜(穹窿)核部附近由弯滑褶皱作用形成的低压虚脱空间或切层裂隙构造使得成矿流体进入上覆地层系统, 并在有利构造和岩性组合部位成矿(谭亲平等, 2017)。

不整合面构造对滇黔桂地区卡林型金矿的形成具有重要意义。刘建中等(2017)实地调查研究了隆或、高龙、马雄、巴平等金锑矿床(点), 发现这些矿床(点)同样就位于不同地层界面中, 马雄、巴平为泥盆系/寒武系, 隆或为石炭系/泥盆系, 高龙为中三叠统/二叠系, 含矿岩石无一例外的都为硅化构造角砾岩, 热液蚀变特征, 矿物组合, 地球化学特征等等均与茅口组与龙潭组(或峨眉山玄武岩组)之间的构造蚀变体一致, 从而提出了多层次构造滑脱与金矿成矿找矿模式。多层次滑脱构造成矿模式认为, 在燕山期区域构造作用下, 沉积间断面及能干性相差较大的岩层界面成为滑脱面, 产生区域多层次构造滑脱, 形成多层次构造滑脱系统, 含矿热液沿构造滑脱面横向运移并交代岩石, 形成区域多层次构造蚀变体, 局部形成层控型金矿体。

滇黔桂地区卡林型金矿主要控矿要素包括以下几点:

(1)不整合面控矿。寒武系/泥盆系、石炭系/泥盆系、中二叠统/上二叠统、二叠系/三叠系等不整合面为弱构造面, 含矿超压流体沿深大断裂上涌后, 进入不整合面构造而横向运移。不整合面常被后期构造作用所利用, 并因其起伏不平, 导致后期构造运动中应力局部集中, 是构造作用发育的重要因素, 也为成矿提供有利环境。

基金项目: 国家重点研发计划(编号: 2016YFC0600607), 国家自然科学基金(编号: 41803046)

第一作者简介: 谭亲平(1986-), 男, 助理研究员, 研究方向: 卡林型金矿研究. E-mail: 565310821@qq.com

*通讯作者简介: 夏勇(1960-), 男, 研究员, 研究方向: 卡林型金矿研究. E-mail: xiayong@vip.gyig.ac.cn

(2)构造高点控矿。背斜、穹窿以及孤立碳酸盐岩台地等构造高点部位,在弯滑褶皱过程中不同地层之间的能干性差异,有利于在构造高点部位形成若干低压虚脱空间,像抽水泵一样把汇集到不整合面中的成矿流体泵入上覆地层。另外,由于应力集中或阻挡,背斜(穹窿)核部普遍发育节理或劈理构造,或顺层滑脱断层在背斜核部转变为切层断层后进一步加速了成矿流体向上覆地层运移,并在背斜核部高点附近的岩性/构造有利部位富集成矿。

(3)断裂控矿。滇黔桂地区地层在弯滑褶皱过程中,不同层位、不同级别的层间破碎带非常发育,并且控制大量矿体的产出。这些层间破碎带中的矿体虽然顺层产出,但实际受顺层滑脱断层控制,属于“断坪”控矿。在褶皱过程中顺层滑脱断层转变为切层逆冲断层后,成为成矿流体穿透一些构造封闭层(如黏土岩层)到达另外一些渗透性较好地层(碳酸盐岩)的通道,控制了背斜(穹窿)周缘逆冲断层内金矿体的产出,属于“断坡”控矿。

(4)有利岩性组合控矿。滇黔桂地区卡林型金矿容矿岩石类型丰富,几乎所有岩石类型(沉积岩、辉绿岩、玄武岩),在有利的构造部位(不整合面、背斜或穹窿、断裂),都有可能成为有利的含矿岩系。但在特定的岩性/构造组合条件下,有利于形成超富金矿体。比如水银洞金矿龙潭组地层中“黏土岩→生物碎屑灰岩或泥质生物砂屑灰岩→黏土岩”的组合,构建了含水性从隔水层→含水层→隔水层、渗透性从差→好→差、能干性从小→大→小、化学活动性从弱→强→弱的成矿极为有利的岩性组合(夏勇,2005)。这种组合在龙潭组地层中交替叠置,碳酸盐岩的顶底板黏土岩形成良好的封闭层,阻止成矿流体扩散而导致含矿流体沿着孔隙度大的碳酸盐岩侧向运移并富集成独特的层状矿体,是形成水银洞高品位金矿体(金超常富集)最直接的原因。

(5)热液蚀变控矿。滇黔桂地区卡林型金矿硫化(生成含砷黄铁矿、毒砂等)、硅化(生成石英)、白云石化(生成白云石)与金矿化关系极为密切,凡金矿体产出部位皆有这“三化”组合,围岩中往往缺失这“三化”组合。硅化和硫化是金成矿的先决条件,金成矿与否以及金含量的高低,取决于硫化的强弱。没有相应的热液蚀变就没有金矿化产生,热液蚀变强烈部位往往就是金富集部位。但是,金矿化好的部位并非硅化最强的地段,强硅化或无硅化金的品位都较低。

根据滇黔桂地区卡林型金矿成矿模型和控矿因素,可知该区成矿与找矿最有利的部位为背斜/穹窿核部或碳酸盐岩孤立台地等构造高点附近的多层次不整合面构造和周缘断裂构造。地球物理和遥感方法对区域或勘查区内构造格架能有效的判读,可迅速确定主控矿构造位置、形态及不整合面的埋深。地球化学信息是矿产勘查中最直接、最有效的信息。构造地球化学作用,一方面在构造活动过程中引起化学元素活化迁移、分散和富集,另一方面所形成构造体系为后期岩浆活动或成矿热液提供运移通道和就位场所,使得构造体系及其周围形成特殊的元素地球化学异常带,即构造地球化学晕或行迹。地表裂隙构造可能直接连通深部构造,是深部成矿信息到达地表的重要通道。构造地球化学找矿方法不拘泥于传统化探原生晕中的固定式网格取样,遵循近构造带密和远构造带疏和“以发现构造蚀变即采样”的原则,采样介质为褶皱构造核部及两翼,断裂构造岩、断层泥、破碎带、节理裂隙带、劈理带、不同岩性界面、矿化蚀变带、裂隙充填物和各种脉体,分析 Au、Hg、As、Sb、Tl 等组合元素,获取成矿信息。利用构造地球化学找矿方法,能有效的提取深部热液含矿信息,达到直接探寻深部盲矿体的目的。