

的 K、SiO₂ 等, 流向剪切面沿倾向减小处, 那里压力低而温度高, H₂O、CO₂、S、K 等与硅酸盐反应生成黄铁矿、石英、铁白云母等, 较高的温度和较低的应变速率使生成的硅质产生韧性变形, 形成具塑性流动构造的超糜棱岩, 向外为脱硅的碳酸盐、黄铁矿包围, 再向外为绿泥石化-碳酸盐化带; 此阶段主要沉淀了 Fe、Cu 矿物, Au 也有一定的富集。

后期脆性变形使超糜棱岩产生碎裂岩化, 许多成矿元素或从早期硫化物中溶出, 或由热液带来。一方面, 低温碱性条件下, Au、Ag、Zn、Pb 等主要呈硫化物络合物迁移, 因 Ag 的稳定常数远大于金、铅等, 金、铅沉淀于剪切带内带, Ag 则相对更靠外带; 另一方面, 据元素的迁移能力: Pb < Cu < Zn; Au < Ag; 结果就在垂向上形成了以剪切面为中心的对称分带。

燕山早期同熔型花岗岩浆的侵入, 使剪切带中的成矿元素再次活化富集, 形成特富的石英脉型金矿体。

张宣地区的燕山运动与金矿床成因*

洪金益 彭省临

(中南工业大学地质系, 长沙 410083)

河北张家口—宣化地区已发现金矿床数十个, 其中有著名的小营盘、东坪等大型金矿床。由于它们产出的地质背景复杂, 致使有关其成因及成矿时代问题众说纷纭。作者研究认为它们是同一地质背景下, 经历的大地构造发展阶段相同, 遭受的地质作用相似, 矿化时代相同, 产出的空间相近, 所以是同一成矿大地构造作用的产物。

张宣地区位于华北地台区冀晋地槽系冀北地槽列崇礼地槽。本区太古代为前地槽阶段, 其代表构造层为桑干群变质岩系。根据原岩恢复研究表明该变质岩系的原岩为一套夹少量正常沉积岩的以超基性、基性火山喷发物为主的火山岩建造。其原岩含金较高是本区金矿成矿的初始矿源层。太古代末的五台期构造运动及相应的区域变质作用、岩浆活动和构造变形, 奠定了本区的基本构造格局。早元古代时期本区为地槽发展阶段, 但本区没有滹沱群地层分布, 可能处于地槽斜状态, 出露的地层为刚性的结晶基底, 强烈的吕梁期地槽构造运动形成一系列紧闭型褶皱(如韩家沟背形褶皱)和逆掩断层(如小营盘的容矿构造)。从中元古代开始至中生代三叠纪, 本区长期处于稳定隆起状态, 即属于地台区发展阶段。侏罗纪的燕山运动开始进入地槽阶段, 区内构造活动性再次增强, 构造岩浆作用出现了新的局面。新生代本区进入地槽余动期。现阶段的大地构造性质为地槽余动期。

燕山运动在本区的主要特征为: 一是块断构造发育; 二是在复杂的构造背景上明显叠加近南北向的和北西向的两组各为等间距的规模较大的断裂, 三是幔源型、壳源型和壳幔型的地槽岩浆大量侵入, 并受地槽和前地槽断裂控制。在前燕山期虽发生过多次的热事件, 但没有形成有工业意义的金矿化, 只是对金进行了初步富集。晚侏罗世开始的燕山运动, 本区的构造-岩浆全面活化, 进入地槽阶段, 开始了金矿矿化的全盛时期。

(1)在燕山期以前的漫长地质历史时期中, 分别于 19、15、11 和 6 亿年发生过程为明显

* 本文为中国有色金属工业总公司“八五”教育基金项目的一部分

的热事件,较重要的有地槽阶段的区域变质作用以及海西期的局部性混合岩化作用对金有活化迁移富集作用,但这种富集作用并没有形成有工业意义的金矿化,只是对金进行了初步富集。首先,变质岩系的四个组 $Arx-Ars-Arh-Arj$ 其主要岩性分别为麻粒岩-片麻岩-变粒岩-麻粒岩,从原岩恢复的结果来看,似乎差别不大,然而变质岩的金含量既不受原岩性质的制约,也不受变质相的控制,而是从 Arx 向 Arh 逐渐增高, Arj 虽有降低,但仍比 Arx 和 Ars 高。这种现象我们认为是在变质过程中,变质热液定向迁移扩散的结果,亦即从 Arx 和 Ars 中迁出金,而在 Arj 和 Arh , 特别是 Arh 中富集,对成矿来说实际上是一种分散,不利于成矿;其次,那些与变质岩年龄相近的产在变质岩中的乳白色石英脉,含金仅为数十至数百 ppb,很少有达到 1×10^{-6} 的,说明变质期的“硅化”并没有矿化;第三,本区各种混合岩,包括裂隙型、团块状、条带纹型以及层状似层状混合岩,其金的含量都较高,一般有几十或上百 ppb,远比起与其相邻的暗色组分含金量高(一般仅几个至十几 ppb),这也只能说明混合岩化作用仅把金从暗色组分中迁移出来,在长英质的组分中富集,并不能说明这种作用利于发生矿化;第四,变质岩中的黄铁矿含金很低(平均 58×10^{-9}),而矿化脉中的黄铁矿一般含金 $15 \times 10^{-6} \sim 65 \times 10^{-6}$,而且都是他形细粒集合体,与自形粗粒的前者有明显的区别;第五,各种资料研究表明,前燕山期极少为主要的金矿化年代。许多矿脉的各种同位素年龄测定结果与燕山期岩体的年龄往往一致性较好,而与围岩(含前燕山期的岩体)的年龄差别较大。

(2) 金矿床的分布受燕山期断裂构造的控制。在复杂的区域地质背景下,燕山运动的断裂构造既有继承和改造前燕山期的,也有新形成的。构造分析认为该期断裂活动主要是近南北向的和北西向的。它们分别呈相距 $6 \sim 8$ km 和 $8 \sim 10$ km 的等间距产出,它们控制着燕山期的岩浆活动和矿床(点)或矿化异常的分布,后者尤为明显,如近南北方向的东坪-四台咀-响水沟金矿、席麻湾-小营盘-张全庄金矿;北西向的水晶屯-小常峪口-小营盘-响水沟金矿、背石片-席麻湾-四台咀金矿。矿体的容矿构造可以是燕山期的,也可以是前燕山期的,但若是前燕山期的构造必定是与燕山期的构造相连接的。如小营盘的主要矿体是产在地槽期的逆掩断裂中,而该断裂是与燕山期的北西向和近南北向断裂相连接的。

(3) 金矿床产于燕山期岩体的周围。如谷咀子岩株周围,分布着小营盘金矿、头道沟金矿、席麻湾金矿、水晶屯金矿、中山沟金矿等;上水泉岩株周围产出东坪金矿及为数不小的金矿点;金家庄西南部的花岗岩株周围有金家庄金矿、后沟金矿等。说明燕山期的岩浆活动不仅为变质岩系或前燕山期岩体中金的活化提供热源,而且为金的活化、迁移提供介质,甚至直接提供矿质来源。

(4) 张宣地区金矿体,若是石英脉型的,则一定是乳白色石英脉强烈破碎,并被烟灰色石英和硫化物充填胶结而成矿;若是蚀变岩型的则一定是蚀变岩中浸染着细粒他形黄铁矿。乳白色石英脉是前燕山期的产物,含金量一般小于 1×10^{-6} ,且被燕山期的岩体所切割,如谷咀子的 31 号石英脉。另外,从整个张宣地区来看,有上为石英脉型向下逐渐过渡为蚀变岩型的矿体,尽管剥蚀程度不一,但这个模式仍可认识。反映了本区金矿成矿的统一性。

(5) 本区经过多次强烈的构造-岩浆运动,各种规模不等的断裂、褶皱到处可见,但矿床的开采揭露表明,不论矿体是层状、似层状的,还是脉状的,被构造破坏不大,如小营盘矿床,矿体(或蚀变带)基本连续,偶尔被断层错断,最大的断距亦仅有 5 m,一般只有几十厘米,东坪最大的断距只有几十厘米。如果矿床形成于最近强度最大的燕山运动之前,矿

体又几乎不被破坏是不大可能的。

(6) 张宜地区金矿床的铅同位素资料有一个共同的特征, 即不管矿床类型、矿床产状、赋矿围岩、围岩蚀变、矿物组合不尽相同, 但铅同位素组成却变化不大, 而且放射成因铅含量低。将它们投影到 $^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ — $^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ 图上, 基本上落在 μ 为7和8之间, 而且具有良好的线性相关。另外, 本区金矿的形成具有多阶段多来源的特点, 不宜用单阶段年龄模式来处理。采用 Stacey 两阶段演化模式计算, t_1 大约 27 亿年左右, t_2 为 1.8~2.0 亿年。这与地层研究结果是吻合的。 t_1 表示桑干群原岩的沉积时间, t_2 相当燕山早期, 为金的矿化时间。

(7) 本区各金矿床的硫同位素差别不大, 如小营盘金矿及东坪金矿, 两矿床的围岩差别很大, 但两矿床硫化物的 $\delta^{34}\text{S}$ 均落在-1.4‰~14‰范围内, 其中小营盘的交值较大(-8‰~-14‰), 但根据大本模式计算成矿溶液的总硫 $\delta^{34}\text{S}$ 均在0‰±4‰范围内。而且桑干群地层的 $\delta^{34}\text{S}$ =-0.4‰~+4.4‰, 所以硫同位素对指示本区物质来源意义不大, 但表明成矿环境是高氧逸度的开放环境, 这与变质热液成矿的相对还原环境是不同的。

(8) 成矿温度测定表明, 矿体离燕山期花岗岩株由近到远, 成矿温度逐渐降低, 矿物组合由磁铁矿、黄铁矿组合渐变为方铅矿、黄铁矿组合。东坪金矿即为典型例子。

湖南锡矿山超大型锑矿聚矿构造分析

胡雄伟 裴荣富 吴良士

(中国地质科学院矿床地质研究所, 北京 100037)

1 引言

超大型矿床的研究已为中外地质学家所重视, 人们在探求造成矿质巨量聚集之原因何在。我们认为, 超大型矿床的形成不但需要有充足的物源供给, 而且还需同时具备有最佳的聚矿构造条件, 聚矿构造是影响矿质迁移、聚集的重要方面。锡矿山锑矿举世闻名、誉为“世界锑都”, 是什么原因造成锑金属如此巨量聚积? 本文重点对聚矿构造条件的分析。

2 矿床地质简介

锡矿山锑矿位于湘中盆地锡矿山复背斜, 包括飞水岩、童家院、物华、老矿山四个独立矿床, 分别与四个次级背斜相对应。赋矿地层为上泥盆统余田桥组, 为一套灰岩、泥质灰岩、页岩、钙质粉砂岩、粉砂岩等多岩性韵律状组合, 锑矿呈层状、似层状、透镜状、扁豆状产于背斜核部及翼部倾伏端。侧羽状矿体产于西部断裂(F_{75})下旁侧裂隙带。断裂和褶皱对矿田、矿床、矿体有分级控制之特征, “背斜+一刀”是控矿构造的形象化描述。本矿床围岩蚀变简单, 主要为硅化, 次之为绢云母化、黄铁矿化、绿泥石化。矿石矿物为单一的辉锑矿, 脉石矿石组合为石英、方解石、重晶石和萤石。

3 聚矿构造特征

(1) 湘中地区为华南两个一级大地构造单元之过渡带, 矿床位于扬子、华夏两个微板块之会聚边缘。地球物理资料揭示存在深部地壳及岩石圈异常, 城步-新化-桃江断裂属岩石圈断裂, 为板块之碰撞边界。湘中盆地为后加里东陆间槽盆, 印支期关闭, 发育盖层褶皱和断裂。