

贵州水银洞金矿地质特征及成矿规律初探

吴成桥

(河北地质大学地球科学学院, 河北 石家庄 050031)

【摘要】贵州水银洞金矿是典型的卡林型金矿。近年来,随着选冶技术的突破和勘查投入的加大,在我国发现和探明了一批大型、特大型卡林型金矿,卡林型金矿已逐渐成为我国最重要的金矿类型之一。因此,研究和总结卡林型金矿地质特征、成矿规律、矿床成因,对丰富中国卡林型金矿成矿理论和指导找矿实践具有十分重要的理论意义和现实意义。本文根据构造地质学,矿床学,地球化学等基本原理和方法,从构造、岩性、地球化学元素等多个方面进行分析探究,写明了构造背景,描述了矿床构造,探讨了矿床成因,总结了找矿标志。

【关键词】水银洞金矿;卡林型金矿;矿床成因;层控式矿床

引言

黔西南地区是“滇黔桂”金三角的重要组成部分,因该区金矿具有品位高、总量大等特点,故已经逐步发展为我国主要金矿产地之一^[1]。从20世纪70年代起,黔西南地区便成为金矿研究热点,研究程度相对较深,但也存在着不少有待解决的问题^[1]。对卡林型金矿进行深入研究,以丰富金矿成矿理论,亦可以为该类型金矿的找矿、成矿预测服务,具有十分重要的理论和实际意义。

一、区域地质概况

黔西南金矿矿集区位于“滇黔桂”金三角区的北面,是该金三角的主要成矿区,与西南侧滇东南卡林型金矿带和东南侧的桂西北卡林型金矿带共同组成了“滇黔桂”金三角成矿区。该区的大地构造位置处于扬子板块的西南缘与华南板块的交界处,位于交界处的右江古裂谷上。

右江古裂谷因受板块运动影响而形成,该裂谷上发育多条深大断裂和多个大型褶皱,为该区成矿提供有利的构造条件。水城—紫云断裂带为控制矿区分布的主要断裂带,该断裂带西南侧为主要成矿区,而东北侧几乎无矿化现象。该断裂带呈NW-SE方向延伸,它控制了断裂两侧的沉积相变。研究表明,该断裂带活动期次较多,泥盆纪时期往NW方向隆起,石炭纪时期又在此处拗陷,故其最晚形成于海西运动时期。印支运动时期该断裂带也有活动,为断裂附近的煌斑岩位侵(214Ma)。而因燕山运动,该断裂带在NW端形成了多个连续的小型褶皱和断裂,在SE端,断裂形成收敛,无地表行迹^[2]。

水银洞金矿的赋金层序属于龙头山赋金层序,是位于中二叠统茅口组 and 上三叠统赖石科之间的一套岩石组合,岩性主要为海相碳酸盐岩^[3]。

矿区并不发育岩浆岩。在其东南方向,分布有二叠纪时期的辉绿岩和燕山运动时期的偏碱性超基性岩^[3]。

二、矿床地质特征

(一) 矿床地层

目前在水银洞矿床共发现金矿体23个,其中多数呈层状或似层状存在于龙潭组和构造蚀变体中。

(二) 矿物特征

水银洞金矿的矿物可分为金属矿物和非金属矿物,其金属矿物主要为毒砂、黄铁矿,非金属矿物主要有白云石、石英、方解石、粘土矿物等^[4]。

水银洞金矿矿石的结构主要有草莓状结构、交代结构、自形半自形结构^[4];构造主要有层状、脉状构造、生物遗迹构造等^[5]。

(三) 围岩蚀变

水银洞金矿矿化区均有围岩蚀变现象,且蚀变程度越深,矿化程度就越强。与水银洞金矿形成关系最为密切的围岩蚀变有三种。硅化:表现为两期,早期为硅呈隐晶质玉髓交代岩石,晚期为呈斑块状、细脉状的细小颗粒充填在溶蚀空洞,或者呈他形、自形粒状分布在断层破碎带中和溶蚀孔洞中。白云石化:呈自形微粒(0.01~0.05mm)白云石亮晶交代泥晶方解石。黄铁矿化:黄铁矿常呈浸染状分布,颗粒细小,通常为0.001~0.05mm^[5]。

(四) Sbt

Sbt为该矿床的构造蚀变体,是水银洞金矿中最大金矿矿体I_a的赋存构造体,而I_a矿体几乎占据了整体构造蚀变体。构造蚀变体的普遍矿化,说明在其之下存在着构造不整合面(即P₂m与P₃l之间的构造滑脱面,在区域构造的作用下,能干性较大的灰岩与能干性较小的碎屑岩产生滑脱构造,形成热液通

道），使含矿热液可彦通道向上运移，富集成矿。

（五）地球化学特征

1. 常量元素

二氧化硅在各矿体及围岩中的含量都很高，说明硅化作用是水银洞金矿矿体形成的重要因素之一，而III_c和III_b两矿体中二氧化硅的含量要少于其围岩中二氧化硅的含量，说明硅化作用其主要发生在围岩之中。

另一方面，我们发现表中所涉及的五个矿体其氧化钙和氧化镁的含量都很高，而氧化钙和氧化镁的含量可以反映出白云石化的程度，表中的五个矿体中品位最高的是III_c和III_b两个矿体，同时它们的氧化钙和氧化镁的含量也最高，而品位最低的矿体是II_f矿体，同时其氧化钙和氧化镁的含量也最低。由此可见，白云石化的程度决定着矿体品位的高低，白云石化的程度越高，则矿体的品位越高。而且，由表中可以看出，围岩中氧化钙和氧化镁的含量明显要低于矿体中氧化钙和氧化镁的含量。故可得出水银洞金矿矿体的白云石化主要发生在品位较高的矿体上。钾、铁、铝、钛等元素普遍表现出其在矿体中的含量明显少于在围岩中的含量。总的来看，矿体的赋矿岩体—生物碎屑岩中因有较高含量的钙、镁、铝、钾、钛等元素，与成矿热液发生相互作用，导致在各矿体中广泛出现黄铁矿化、白云石化、硅化、粘土化，从而使金赋存于矿体内。

2. 微量元素

元素	矿体 (样品数 6 件)	围岩 (样品数 12 件)	大陆地壳平均 丰度
Au	16.487	2.625	0.0012
Ag	1.556	2.516	0.05
As	435.144	270.704	3.1
Sb	41.754	43.764	0.2
Tl	2.546	1.795	0.39
Cu	24.099	112.763	24
Pb	4.695	7.59	12.6
Zu	44.081	210.211	73
W	123.944	76.12	0.69
Co	28.831	45.167	25
Ni	13.922	39.917	51
V	83.21	235.714	128
Mo	1.183	1.559	0.65
Cr	50.866	72.841	119

表 1 水银洞金矿矿体、围岩微量元素含量（据写熹，2012 10⁻⁶）

表 1 可知，元素 Au、As、Ti、W 在矿体中的含量大于在围岩中的含量，而元素 Ag、Sb、Mo 在矿体中的含量略微少于围岩中的含量，但相差不大。其他元素都是围岩中的含量要大于矿体中的，且相差较大，含量相差大多数在 50% 以上。虽然在矿体和围岩中微量元素含量有所差别，但是无论在矿体还是在围岩中，各微量元素相互之间的含量多少的关系并没有太大变化，仅仅只有和金有关的元素与金一起富集成矿。对比大陆地壳微量元素平均丰度，可以发现只有 Pb、Ni、Cr 为亏损状态，其他微量元素都为富集或者极富集状态，而且能够发现 Au 与 As、Tl、W 有着明显的正相关性。

还可以通过微量元素在不同沉积剖面上的相对含量变化来还缘故沉积环境，如有学者研究表明，水银洞垂直剖面上不同地层的 Sr/Ba 的比值不同，有的大于一有的小于一，故可推断此处为海陆交互相沉积形成。Ce、Th/U 及 V/Cr 的壁纸则可以反映矿床形成时的氧化还原环境，III_c矿层岩石多形成于弱氧化环境，其他层位（包括矿体及围岩）多形成于还原环境。

三、成矿模式

（一）成矿物质来源

对于水银洞金矿成矿物质的来源，因为其矿床的复杂性，学者们一直没有得出广泛公认的观点。而现在关于水银洞金矿物质来源的主流说法有两种，一种是岩浆来源，认为水银洞金矿的物质来源于燕山期岩浆活动有关。另一种是盆地来源，认为水银洞金矿的物质来源是盆地沉积物，在后期盆地流体的作用下活化、富集，并于合适地段沉淀成矿。笔者将以地质演化史结合地球化学的方法来探讨该问题，并给出自己的观点。

水银洞金矿地处右江盆地，印支运动后期，由于局部的地幔上隆，导致了此处形成拗陷，接受了长时间的巨厚沉积。而与此同时，在右江盆地的西北侧，另一个影响深远的地质事件正在发生着，那就是峨眉山玄武岩大规模多期次的喷发。

而近年来，随着技术的提升，朱赖民、金景福等学者用石英的顺磁共振比较精准的测出了水银洞金矿的形成时间约在 144—75 个百万年之前，说明水银洞金矿应该是在燕山运动时期形成。由此可推断水银洞金矿的成矿热液与峨眉山玄武岩无关，但在水银洞金矿所处的二叠纪龙潭组地层中却发现了大量的峨眉山玄武岩喷发的凝灰物质，这使龙潭组地层中的含金量增加，有利于金矿的形成。

印支运动在之一地区表现为挤压作用，在金矿

所在位置的地壳深处，由于沉积的大量含矿物质，加上内部的岩浆物质，在印支运动的挤压下，压力越来越大，使成矿物质富集，成矿流体初步形成。而到了燕山运动时期，这一地区表现为拉伸作用，因此在二叠纪龙潭组地层之下，因燕山运动的拉伸作用，形成了多处大小不等的断裂（即构造滑脱面）。于是，因印支运动挤压而形成的超高压成矿流体。夹杂着燕山时期岩浆活动中的部分岩浆物质一起上涌，大多在龙潭组地层中与峨眉山玄武岩的凝灰物质一起富集成矿，形成了现在的水银洞金矿。而且有学者通过水银洞金矿矿床中的黄铁矿的硫、铅同位素组成的石英脉包裹体进行了研究，得出水银洞矿床物质与地幔深处的岩浆物质具有同源性的结论。因此，笔者认为，水银洞金矿的成矿物质来源为幔、壳结合来源。

（二）成矿模式

根据上文所述，可以将水银洞金矿的成矿模式粗略的分成三步：

1. 印支运动时期受沉积、挤压，沉积物质与上地幔物质初步形成超高压成矿流体；
2. 燕山运动时期受拉伸作用，地下形成断裂，成为成矿流体的导矿通道，因成矿流体具有超高压的性质，便快速喷涌而上；
3. 因成矿流体压力骤降，同时温度不高，所以出现了元素阶段性不混融现象，导致不同元素在不同位置富集成矿，也就形成了我们今天所看到的灰家堡金-汞-铊集矿区。

四、结论

（一）矿床模型

水银金矿的矿床模型可以简单的概括为八个字：垂直分层、带状分布，意思就是矿体在垂直方向上分层，而矿体本身形状为带状。可以发现水银洞金矿矿体在垂直方向上答题可分为三层，从下而上依次为：

第一层：主要矿体为Ⅰ_a，矿体规模大、品位高，位于构造蚀变体，主要岩性为灰岩；

第二层：主要矿体为Ⅱ_b、Ⅱ_c，矿体规模小，品位低、矿体数量少，位于龙潭组一段，主要岩性为粘土岩、碎屑岩，矿体位于碎屑岩之中；

第三层：主要矿体为Ⅲ_a、Ⅲ_b、Ⅲ_c，矿体规模较大、品位高、矿体数量多，大多位于龙潭组二段，主要岩性为灰岩、粘土岩，矿体位于灰岩之中。

（二）成矿过程

笔者综合前文的探讨，做出了水银洞金矿成矿过

程简图（图1），并给出以下说明：

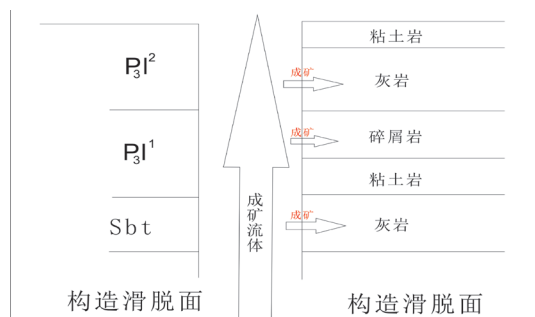


图1 水银洞金矿成矿过程简图

水银洞金矿矿体所在的几个地层都是整合接触的沉积地层，只有构造蚀变体与其下的茅口组地层存在构造滑脱面（不整合接触面）。当成矿流体沿构造滑脱面向上运移时，首先遇到的是构造蚀变体层，该层岩性为生物碎屑灰岩，其孔隙度较大，有利于陈成矿流体在其中富集成矿，且其上层岩性为孔隙发育不好的粘土岩，封闭住了向四外运移的通道，因此在此层形成了规模大，品位高的Ⅰ_a矿体。接着，成矿流体来到龙潭组一段，先遇到粘土岩，不成矿，然后遇到有少许空隙发育的碎屑岩，形成了Ⅱ_b、Ⅱ_c矿体，规模小、品位低。最后，成矿流体来到龙潭组二段，遇到了厚层灰岩，而灰岩之上又是粘土岩，因此在此处形成了Ⅲ_a、Ⅲ_b、Ⅲ_c等矿体，规模大、品位高、数量多。

（三）找矿标志

1. 构造标志：灰家堡背斜轴部为较好的找矿位置。
2. 蚀变标志：卡林型金矿的富集一定伴随着硅化、白云石化等。
3. 地层岩性标志：品位高的卡林型金矿矿床，其地层岩性一定是灰岩、碎屑岩（或粘土岩）交互出现。
4. 地球化学标志：元素 Ag、As、Sb 常与金伴生，所以这些元素可以作为找矿标志。

参考文献：

- [1] 王成辉. 贵州水银洞金矿地质特征及成矿规律研究 [D]. 中国地质科学院, 2008.
- [2] 王砚耕, 索书田等. 黔西南构造与卡林型金矿床 [M]. 地质出版社, 1994.
- [3] 沈文杰, 张竹如等. 贵州贞丰水银洞金矿含矿岩系元素地球化学特征 [J]. 地球化学, 2005(01): 0088-08.
- [4] 王崇予. 贵州贞丰水银洞金矿床矿石矿相学特征. 新疆有色金属, 2018: 05-022.
- [5] 刘建中, 陈景河等. 贵州水银洞超大型金矿矿石初步研究 [J]. 矿产勘查, 2010(02): 0145-06.