

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

广西张公岭铅锌银矿区银的矿化特征的初步研究

杭长松

(广西壮族自治区地质研究所)

一、矿区地质概况

张公岭铅锌银矿区在清康熙年间曾采过银, 据不完全调查, 有数百个老硐和很多废石、炼渣、炼银瓦罐的碎片等开采遗迹。矿区内全为大宁岩体所占据。大宁岩体出露面积580平方公里, 主要为中粒斑状花岗闪长岩, 据广西区调队资料, 同位素年龄407百万年, 上为泥盆系所覆盖, 时代属加里东期。矿区南东端初洞村附近, 有一凝灰岩岩筒分布(图1), 岩筒的平面形状像

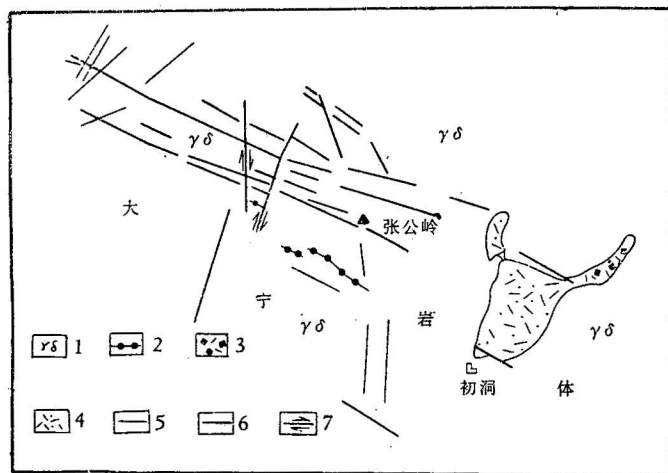


图1 矿区地质略图

1—花岗闪长岩, 2—石英斑岩, 3—石英钠长斑岩, 4—凝灰岩,
5—压碎带, 6—矿化压碎带, 7—后期断层

一牛头, 北面及东北面分别伸出长500米及800米牛角形岩枝, 反映它的形成受南北向与北东向交叉断裂所控制。根据钻探资料, 其接触面陡立并微向内倾, 成一标准的火山岩筒。凝灰岩属晶屑型, 地表局部为岩屑-晶屑型。晶屑主要成分为石英、斜长石、钾长石等, 呈棱角、次棱角状, 粒径0.75—5毫米不等。岩屑主要成分为斑状花岗闪长岩、石英钠长斑岩, 呈次棱角、次浑圆状, 小至1—2毫米, 大至数米(巨砾), 此外尚有少量玻屑($\leq 10\%$)充填于岩屑、晶屑之间。凝灰岩在岩筒近地表处, 由于岩屑数量或晶屑大小的不同, 而略显层状构造, 风化后显出层理, 层理产状一般为: 走向 50° — 80° , 倾向北

西, 倾角 25° — 49° 。岩筒东北面的岩枝为石英钠长斑岩, 成分与凝灰岩相同, 唯无喷发相的岩屑及晶屑存在。岩筒的形成年代应晚于大宁岩体, 但具体时代尚未确定。

未蚀变的岩筒凝灰岩含银一点几克/吨, 大宁岩体斑状花岗闪长岩含银零点几克/吨。

铅锌银矿化主要受压碎带控制。大宁岩体受压破碎, 具片状、片麻状、糜棱状等定向构造, 或矿物本身具有明显的压碎现象, 我们把这些构造岩统称为压碎岩。压碎岩呈线状分布, 构成压碎带(图1)。它同周围岩石界限明显, 并往往被一断层面分隔。沿走向和倾向都比较稳定。矿区内压碎带非常发育, 较大者有65条以上。单条压碎带一般长100—1000米, 最长达1700米, 厚一般3—5米, 最厚15米。压碎带按方向大致可分三组: 第一组走向北西西, 倾向南南西, 倾角 80° , 是最发育的一组; 第二组走向北北西, 倾向南西西, 倾角 75° ; 第三组走向北东, 倾向北

西, 倾角 65° 。运用应变椭球体的原理加以分析, 这三组构造应是北西-南东向压应力作用下所形成的一套构造。前两组是共轭压扭构造, 其配套方式是有时交叉, 有时在一组行将尖灭时而出出现另一组, 呈“折尾”现象。这两组都是成矿构造, 而以北西西向者为主。第三组与主压应力垂直, 属压性构造, 一般没有矿化。压碎带往往互相平行, 成群出现, 间距数米至数十米, 当一条尖灭时, 在其一侧又出现另一条, 呈右形边幕式排列。许多压碎带首尾相接, 平行交错, 分布在 6 公里长, 800 米宽的范围内。成矿后的构造有南北向、北北东向的角砾压碎带, 它们明显地切割上述成矿的压碎带。

二、银矿化的基本特征

矿区有大小矿体数十个, 主要赋存在北西走向的压碎带中。铅、锌、银共生的矿体 (分别达到边界品位) 占 68%, 铅锌矿体约占 16%, 这两类矿体中银的储量占矿区银的总储量的 86%; 单独银矿体约占 16%, 其银储量约占总储量的 14%。1 号矿体规模最大, 银储量占全矿区的 82%。下面叙述的基本上就是 1 号矿体的情况。

成矿作用可分为三个阶段: 第一阶段为石英-含银硫化物阶段, 形成的脉体主要是含银的硫化物脉和石英硫化物脉。单脉长度数米至数十米, 断续充填在压碎带中。第二阶段为石英、绢云母-硫化物及银的复杂硫盐阶段, 系含矿热液交代压碎岩, 使长石分解成绢云母、石英, 暗色矿物中的铁同硫结合生成黄铁矿, 而形成热液黄铁矿石英岩脉。依交代作用强弱的不同, 而有从保持压碎结构到致密块状石英岩的一系列交代作用的产物。热液黄铁矿石英岩脉单体长数米至数十米, 厚数厘米至数十厘米, 断续出现在压碎带中。两个成矿阶段所形成的脉体, 看不出有明显的穿插关系, 而往往并排或平行产出。它们构成矿体的主体, 其两侧压碎岩, 则为浸染状矿石。第三阶段为碳酸盐阶段, 形成石英-方解石-白云石脉, 含少量黄铁矿, 很少含银, 它明显穿插前两个阶段的脉体。

银在矿体中分布不均匀, 总的特点是贫富相间, 下贫上富。三个大致水平延伸的相对富集地段, 分别位于矿体的下部 (较小)、中上部 (最大) 和近地表处。而 30 克/吨以下的低品位地段, 仅出现在矿体的中下部。本矿区的其他许多小矿体, 尤其是以热液黄铁矿石英岩脉为主体的矿体, 这种趋向于在上部富集的现象更为明显, 有时, 不仅是贫富之分, 甚至表现为有无之别。

1 号矿体中不仅品位高, 而且厚度大的所谓“矿柱” (以米·克/吨值 150 圈定), 分布范围基本上和两个阶段脉体重叠的部分一致, 这些部位由于两次成矿, 矿体厚度显然增大。而两条呈锐角相交的压碎带的会合处, 又往往是“矿柱”的核心所在。

同银有密切关系的铅锌的矿化, 具有相似的特点贫富地段的分布基本上与银重合, 唯银在近地表处的富集地段, 铅锌没有相应的富集。

铅和锌的相对含量也有一定的变化规律, 第一阶段脉体中, 铅锌比值由下向上增大, 并由以锌为主变为以铅为主, 说明成矿温度由下而上逐渐降低。第二阶段脉体和两阶段脉体重叠部分, 这种现象则不明显。

三、银的赋存状态

1. 成独立银矿物

根据广西地质局中心实验室的鉴定结果, 本矿区已发现的银矿物有自然银、银金矿、深红银矿、淡红银矿、碲银矿、辉砷铜银矿等。粒径 0.05—1 毫米, 除自然银偶见十字形晶体外, 其它都呈他形粒状。碲银矿和辉砷铜银矿呈单颗粒或集合体零星散布在岩石或其空洞中, 后者往往交代前者。银金矿散布在岩石或褐铁矿的空洞中, 可能是次生产物。其余多以交代方式出现, 交代顺序如图 2。

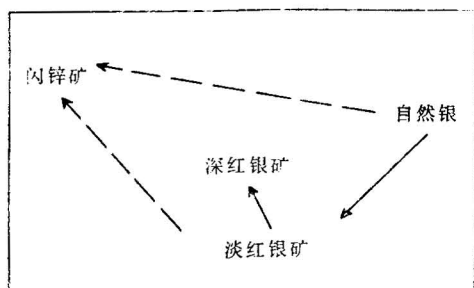


图 2 矿物交代顺序

箭头所指为被交代矿物，实箭头为主要的，
虚箭头为次要的

2. 成类质同像

本矿区方铅矿单矿物含银 476—900 克/吨（表 1），但是，方铅矿经大量镜下¹⁾观察始终未发现银矿物。从矿物化学看，铅和银都是铜型离子，与硫结合时，具有相同的键性（共价键），可互相代替。它们的离子半径相差无几，当配位数为 6（方铅矿中铅的配位数是 6）时，铅为 $1.26 \text{ \AA}$ ，银为 $1.23 \text{ \AA}$ ²⁾，差值 2% 易于形成类质同像，其置换方式是 $2\text{Ag} \rightleftharpoons \text{Pb}$ 。但银呈微细粒包体存在于方铅矿中也不是不可能的，这有待于用电子探针等实验资料来证实。

银同锌的离子类型虽然相同，但离子半径相差较大，当配位数为 4（锌在闪锌矿中的配位数是 4）时，锌离子半径为 $0.83 \text{ \AA}$ ，银为 $1.10 \text{ \AA}$ ，差值达 33%。当差值大于 30% 时，一般就难于形成类质同像。岩矿鉴定发现闪锌矿中常有黝铜矿

表 1 单矿物含银量表

含 量 克/吨	样 号	F. 233	Г 106	Г 109	选 2	单 102
方 铅 矿		476.00	826.00		900.00	
闪 锌 矿			690.75	305.27	320.00	
黄 铁 矿		29.3		52.6		27.00

的交代分布。黝铜矿据有关资料其中常有银的类质同像混入，最高时可达 17%，成为银黝铜矿。本矿区闪锌矿单矿物虽经破碎挑选，但也不可避免地会包含着一些无法分离的黝铜矿的显微颗粒，这可能就是闪锌矿中含量为 320—690.57 克/吨的银的主要来源。

铁属过渡型离子，与银的离子类型不完全相同，在黄铁矿中，银置换铁而成类质同像是很有限度的，其中银的含量一般只能是几十克/吨。本矿区黄铁矿单矿物含银 27.00—52.6 克/吨，可能主要以此种方式存在，也可能是机械混合物。

四、银的某些地球化学行为

1. 银在中温热液阶段的存在形式

银在中温热液阶段主要以类质同像的形式存在。

上面已经提到，本矿区成矿作用主要发生在第一、二成矿阶段。第一阶段（石英-含银硫化物阶段）形成的矿物有黄色粗晶黄铁矿，粗粒和细粒方铅矿、闪锌矿，少量黄铜矿及微量自然金。脉石矿物主要是乳白色石英。闪锌矿含铁高达 9.72%，说明形成温度较高。矿石常具梳状、对称条带状构造，以裂隙充填为主。这些特征表明第一成矿阶段为中温热液阶段。本阶段三个方铅矿单矿物样平均含银 734 克/吨，即矿石中若含 1% 的铅，则类质同像银的含量是 8.5 克/吨（方铅矿含铅 86.6%）；三个闪锌矿单矿物样平均含银 439 克/吨，即 1% 锌（通过黝铜矿），含类质同像银 6.5 克/吨（闪锌矿含锌 67.1%）。故与 1% [Pb + Zn] 相当的类质同像银，大约为两者

1) 放大倍数为 6×45 。

2) 离子半径数值均依据南京大学地质系岩矿教研室《结晶学与矿物学教程》援引的 Shannon 和 Prewite, 1970 年发表的数字。

(8.5 克/吨、6.5 克/吨) 的平均值 7.5 克/吨。而上述单矿物取样点附近的矿石中(图 3, 山 T35 窿) 银的总量与铅锌总量之比, 即 $Ag:[Pb+Zn]$ 为 13×10^{-4} , 即 1% $[Pb+Zn]$ 含各种形式的银 13 克/吨。因而可以求出: 方铅矿、闪锌矿中的类质同像银 (7.5 克/吨/ $[Pb+Zn]$ %) 是矿石中总银 (13 克/吨/ $[Pb+Zn]$ %) 的 58%, 加上黄铁矿中可能的类质同像形式存在的少量银, 则中温阶段类质同像银至少占 60% 以上, 成了本阶段银的主要存在形式。实际上部分取样点因有富含银独立矿物的第二阶段脉体的叠加, 总银中可能包括一部分第二阶段的矿物银, 所以第一阶段类质同像银所占的比重可能更大些。

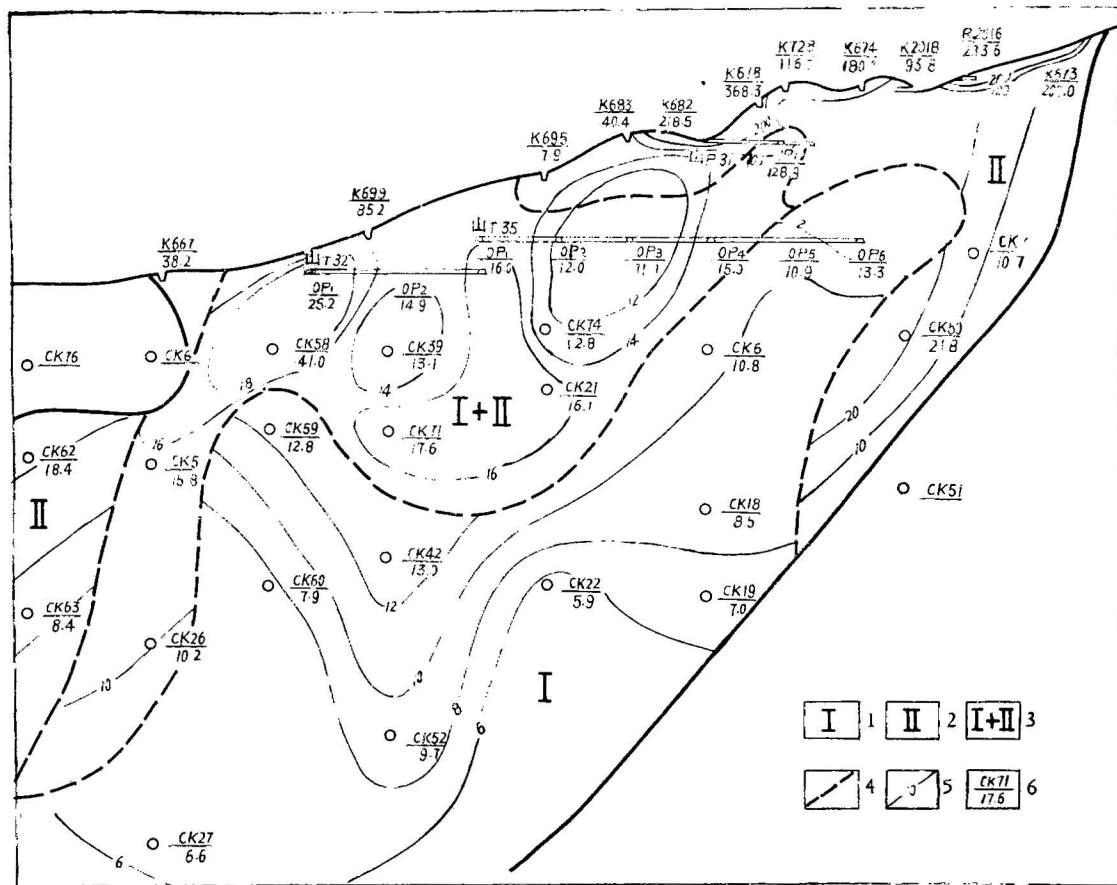


图 3 $Ag:[Pb+Zn]$ 等值线图

1—第一阶段脉体; 2—第二阶段脉体; 3—两阶段脉体重叠; 4—脉体分布范围; 5—银同铅锌的比值等值线
(单位值 $\times 10^{-4}$); 6—勘探工程号及比值

2. 银在低温热液阶段的存在形式

银在低温阶段主要以独立矿物形式存在。

本矿区第二成矿阶段为石英、绢云母-硫化物及银的复杂硫盐阶段。本阶段产出的主要矿物有黄铁矿、闪锌矿、方铅矿, 微量毒砂、自然金, 脉石矿物主要是石英、绢云母。所有金属矿物结晶微细。据 100 多块标本的镜下观察, 有 7 块热液黄铁矿石英岩矿石见到自然银、银金矿、深红银矿、淡红银矿、碲银矿、辉砷铜银矿等银矿物, 除银金矿为次生外, 其余的组成了一个较为特征的低温矿物组合。说明本阶段为低温热液阶段。本阶段矿石选矿试验结果表明(表 2), 银主要富集在硫(黄铁矿)精矿中, 其实收率为 66.59%, 占能回收的银的 86%。由于黄铁矿本身

表 2 选矿试验结果表

产品名称	占原矿 (%)	品 位				实 收 率			
		Pb(%)	Zn(%)	Ag(g/T)	S(%)	Pb(%)	Zn(%)	Ag(%)	S(%)
铅 精 矿	3.98	55.1		198		74.67		6.75	
锌 精 矿	4.49		44.1	100			70.45	3.84	
硫 精 矿	11.43			680.5	41.3			66.59	56.08
合 计						74.67	70.45	77.18	56.08

含银是很低的,故硫精矿中的银基本上是独立矿物。矿物银是本阶段银的主要存在形式。铅锌精矿中银若假定全为类质同像银,实收率合计仅占10.59%,占能回收的银的14%。

综上所述,由不同成矿阶段表现出来的温度的差异,是影响银的赋存状态的重要因素,随着温度的降低,银在方铅矿和闪锌矿(通过黝铜矿)中混溶度变小,而代之以银的独立矿物。

3. 银同铅锌的关系

银同铅锌成正相关,但银在矿体上部富集的现象比铅锌更明显。

从以上银、铅锌矿化的基本特征的叙述,可以看出,银同铅锌关系密切,品位相关,富集地段重合。在品位相关关系图上(图4),除少数点偏差较大外,绝大多数点都较集中地分布在直线的两旁,说明它们在成矿作用中地球化学性质的相对性。

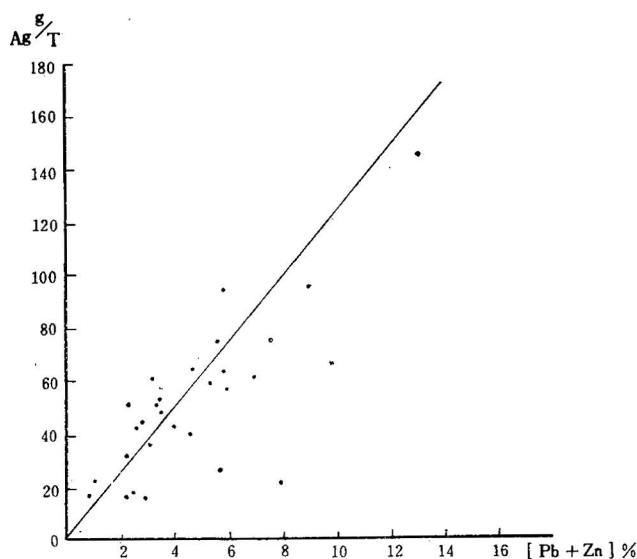


图 4 银同铅锌相关关系图

通过(图3)可以进一步看出银同铅锌之间的关系。在第一阶段脉体中,该比值从下向上由6增大到12,表明在脉体下部与1%的[Pb+Zn]相当的银为6克/吨,到脉体上部则为12克/吨。第二阶段脉体中,比值从下向上由8增大到20。虽然[Pb+Zn]的含量在两阶段脉体中也有下贫上富的变化(前述),但由于银的变化幅度比铅锌更大,故银在上部富集的现象更为显著。说明与铅锌矿物相比,结晶温度较低的银矿物,在下部温度较高时,晶出较少,而当矿液运移到上部,温度较低时才大量结晶。

由于第二阶段脉体Ag:[Pb+Zn]之比值比第一阶段高,即银的相对含量在第二阶段脉体中比第一阶段脉体中高,

说明矿液在从中温阶段向低温阶段演化的过程中,银的浓度增大,相对富集起来。

4. 银在氧化带的活动性

银在氧化带的活动性弱于铅锌。

本矿区氧化带较发育,但深度不大。发育较彻底的氧化带的标志是锌的流失殆尽。即使在这样的情况下,氧化带的深度也不过几米,十几米。氧化带中,由于方铅矿转变成白铅矿、砷酸氯铅矿等,加以闪锌矿的解体,银自然地要从矿物中析离出来。根据化学分析资料,析离出来的

银,在某些情况下,仍基本上保留在氧化带中,并由于氧化带其他物质(如锌和若干脉石成分)的大量流失,银产生了相对的富集(表3)。但在另外一些场合,银的流失则是严重的,其品位显著偏低,厚度变薄(表4)。总之,在氧化带发育初期,锌由于性质活泼而绝大部分先流离,较惰性的铅部分流失,而银则基本上不动;当氧化带发育成熟时,锌流失殆尽,银也和铅一样,大部分转移。

表 3 3号矿体氧化带和原生带银的品位、厚度对比表

矿体部位	厚度 (米)	品位			
		Ag(g/T)	Au(g/T)	Pb(%)	Zn(%)
地表(氧化带)	0.83	81.68	3.71	1.74	0.13
浅部(原生带)	2.61	69.96	2.81	3.10	1.40

表 4 1号矿体某段氧化带和原生带银的厚度、品位对比表

矿体部位		厚度 (米)	品位			
			Ag(g/T)	Au(g/T)	Pb(%)	Zn(%)
地 表	探 槽 678	1.85	36.83	0.45	0.08	0.02
	728	1.46	46.40	1.73	0.38	0.02
	674	2.77	45.00	1.49	0.23	0.02
	平 均	2.03	42.74	1.22	0.23	0.02
坑道 山 P31-0P1		6.82	183.02	2.20	0.68	0.74

结 语

张公岭铅锌银矿区矿化受花岗闪长岩的压碎带控制,矿体呈脉状,成矿物质主要为中低温矿物,温度由下向上变低。矿床在空间上与凝灰岩筒有密切关系,凝灰岩含银较高,故成矿可能与生成岩筒的火山活动有关。矿床成因类型属火山期后中、低温热液裂隙充填交代矿床。在中温阶段,银主要以类质同像存在于方铅矿、闪锌矿(通过黝铜矿)中。低温阶段,银主要形成自然银、碲化物和复杂硫盐。银同铅锌关系密切,它们的富集地段基本上重合,但银比铅锌更趋向于在脉体的上部富集。在氧化带,银同铅锌(尤其是锌)的性质则表现出较大的差异。

本文蒙南京大学地质系岩矿教研室的同志,西北大学地质系岩矿教研室王永华同志在银的赋存状态问题上对作者进行了指教,本所有色组石斯器、洗相棋等同志阅后提了意见,在此一并致谢。

参 考 文 献

- [1] 南京大学地质系岩矿教研室, 1978, 结晶学与矿物学。地质出版社。
- [2] 南京大学地质系, 1961, 地球化学。科学出版社。
- [3] 北京地质学院, 1962, 矿床学原理。中国工业出版社。
- [4] 斯米尔诺夫, 谢·谢·, 1955, 硫化矿床氧化带。地质出版社。