

國內外鉍礦地誌

中国核工业总公司地质局黄金办公室

一九八八年

责任编辑：郑 一 星

贵州省图书馆

28

前 言

银是贵金属之一，银被人们认识和应用比金约早2000年，早在公元3000年前，人类就已开采和使用银了。古代，用银制造货币、首饰、器皿及宗教信物等。近代，银在工业、农业、科研、医药照像以及日常用品方面都有广泛用途。目前在化工、电子、电器、照像和核工业等方面消耗量较大。同时，银与金一样属于稳定货币，可作为囤积资金、投资、国际支付的手段。在七十年代末和八十年代初，银资源的产销和价格呈现出“产销悬殊，供不应求”的局面。那时，资本主义国家年产银为8500吨，但消费量达14000吨。相差5000—6000吨。近几年由于“独立”银矿床的发现，矿山生产能力的提高，供求情况有所缓解，但仍然潜伏着某些不稳定因素。我国银年产量为430—570吨，居世界第22位，近年来白银消费量约1000吨。每年亏空约500吨，长期以来严重供不应求，从七十年代起，就依赖进口维持各方面需求，每年靠出口黄金换回白银，鉴于银比金有更广泛的用途，需求量迅速增加，发展银的生产可获得更高的社会效益，所以，它的储备、开发以及使用状况，反映着一个国家科学技术水平。如七十年代，西方国家年耗银量为13400吨，其中美国、西欧和日本占86%，美国耗银量居世界之首，约4500—5000吨，日本次之，为2000吨左右。

为了适应我国四化建设的需要，国家有色总公司决定加快发展伴生银生产，要求在“七·五”期间，力争银产量以年平均9%的速度递增。过去我国白银主要依附于有色金属矿山

生产,白银回收率低,与国外先进水平比较,相差20%左右,产量受到限制。因此,国家有关部门要求加强白银的找矿工作,特别是要求加强对以银为主矿床的找矿;对现有含银品位较高的多金属矿山补做地质工作,以扩大储量。国家目前正在制订有关银矿储量承包及新的奖励办法,可见加强银矿地质工作势在必行。为此,1982年地质矿产部召开了专门的银矿地质工作会议,1985年又召开了全国火山岩金银矿经验交流会议,1987年我国第一个以采银为主的矿山基建开工,这些都标志着我国银矿开发进入了一个新的发展时期。

目前,我局正开展综合找矿,正在积极开展找铀、找金工作。由于银、金和铀常常共生或伴生在一起,有利于综合找矿工作的开展。为了服务于银矿找矿,帮助大家了解国内外银矿资源现状,银成矿的地质条件,银矿床类型和特征等有所了解,我们调研和编写了这份《国内外银矿地质》资料,内容以我国银矿为重点,期望能对扩大找矿领域,开展综合找矿有所裨益。在编写中得到部外尹树勤、段克勋同志大力帮助,西南地勘局和二八〇研究所领导给予了关心和指导,以及姚明先、罗一月、顾舜琴、曾绍芳等同志提出了宝贵意见。肖向芳、高玉萍绘制部份图件,在此,一并致谢!

编者:袁杰铭

1987.11

目 录

第一章 概 述

- 一、银的性质和用途..... 1
- 二、银的地球化学基本特征..... 2
- 三、主要银矿物和含银矿物.....12
- 四、银的产出状态及赋存特征.....13

第二章 国外银矿

- 一、世界银矿的储、产、销.....14
- 二、世界银矿成矿时代及分布.....17
- 三、世界银矿的主要类型.....24

第三章 中国银矿

- 一、中国银矿资源现状..... 34
- 二、中国主要银矿类型及基本特征.....37
- 三、开发我国银矿的基本途径.....73

第四章 银矿找矿

- 一、银成矿地质特征..... 76
- 二、我国银矿的找矿方向和找矿标志..... 87
- 三、我国银矿找矿的工业要求.....99
- 四、找矿方法、经验述要..... 100

我国典型银矿床实例 (目录)

I	产于海相火山岩系中的银矿床	
	吉林四平山门银矿床.....	39
	河南桐柏破山银矿床.....	40
	湖北竹山银洞沟银金矿床.....	45
	四川白玉麻邛银多金属矿床.....	50
II	产于陆相火山岩、次火山岩中的银矿床	
	河北蔡家营子铅锌银金矿.....	53
	江西贵溪冷水坑银铅锌矿床.....	54
III	产于前寒武变质岩破碎带中的银矿床	
	广东廉江庞西洞银金矿床.....	58
	广西博白金山金银矿床.....	59
V	产于碎屑岩、泥岩及碳酸盐岩中的银矿床	
	湖北宜昌白果园银钼矿床.....	63
VII	产于其它岩石中的脉状矿床	
	内蒙孟恩盖力套银铅锌矿床.....	67
	山东招远十里堡脉状银矿床.....	71

第一章 概 述

一、银的性质和用途

银为白色金属，俗称白银，比重 10.5克/厘米^3 (20°C)，熔点 961.93°C ，沸点 2213°C ，化合价1。富延展性，是导热、导电性能很好的金属。第一电离势7.576电子伏，化学性质稳定。对水与大气中的氧都不起作用，但遇硫化氢和硫会变黑。易溶于稀硝酸、热的浓硫酸和盐酸，熔融的氢化碱。在空气中或氧中也溶于氧化碱类。

银是人类利用较早的金属之一。根据有关资料报导，早在公元前三千年以前埃及人就开始采集银，我国白银的发现仅晚于铜和金，最初出现于早期奴隶社会，而专业采冶银大约从夏朝开始。银的用途很广，在古代，银及其合金主要被用来制造货币和珍贵的饰物。在人类文明史上，银与金一起作为贵重金属成为财富的象征。随着社会生产发展，银已成为重要的工业金属，而其货币职能正在减少。随着科学技术的进步，银越来越广泛地被用于各个工业部门，成为电子照像、医药、化工、原子能、通讯工业等不可缺少的原料，其中最主要有两个方面：一是化工，主要是制银盐用于摄影胶片，美国用于摄影胶片年耗银量为1500—1600吨，约占总耗量的三分之一；第二是电子、电器工业，年耗量在1000吨以上，约占总消耗量的四分之一到五分之一。此外，在原子

能工业中，银也具有重要用途，如核控制棒含银80%*。我国在1985年银用量约1000吨，在化工方面的用量约占三分之一，机电、电子方面约占四分之一，国防军工约占六分之一，其它还用于特殊工艺的手饰、装饰品等方面。银也可作为国际上的一种支付手段。1983年，仅西方国家的库存银量约6.9万吨。因此，多找多采白银也就是为国家积累资金。

二、银的地球化学特征

银在元素周期表中位于第五周期IB族（铜族），原子序数47。稳定同位素的相对丰度—— Ag^{107} 占51.35%、 Ag^{109} 占48.65%。主要化学参数列入表1。

银与金、铜的地球化学参数相近，因为同在IB族中，处于铜与金两者之间，因而它具有铜金之间的过渡性质。例如银的电离势比金低，与铜近似，具有亲硫性，常呈硫化物出现。银的原子半径同金一样，均为1.44Å，可在共价化合物中出现金银的碲化物（表2）。

银在地壳中含量很少，一般平均含量为 $7 \times 10^{-6}\%$ ，在海水中银的平均化学含量是0.003毫克/升；在土壤中银的平均含量为 $1 \times 10^{-5}\%$ ；在植物灰中银的含量为 $1 \times 10^{-4}\%$ ，趋于富集。在地壳各区银比金一般高出一个数量级（表3）。银的丰度从基性岩到硅铝质岩和碱性硅铝质岩依次降低，银在各类岩石中含量有所不同，其赋存状态，转移方式及富集条件也各具特色（表4）。

据《国外矿产资源》

表1

银的地球化学参数表

名 称 及 单 位	参 数 数 值
原子序数	47
原子量	107.868
原子体积 $\text{cm}^3/\text{克原子}$	10.3
原子密度 g/cm^3	10.5
熔点 $^{\circ}\text{C}$	960.8
沸点 $^{\circ}\text{C}$	2212
外围电子构型	$4d^{10}5s^1$
负电性	1.9
地壳丰度ppm	0.07
地球化学电价	$0, 1^+, 2^+$
原子半径 $\text{\AA}$ (12配位)	1.445
离子半径 $\text{\AA}$ (6配位)	$1.26(+1), 0.89(+2)$
共价半径 $\text{\AA}$	1.34
电离势 (电子伏特)	7.574
还原电位 (伏特)	$\text{Ag}^{1+} - \text{Ag} 0.7996$
离子电位 (伏特)	$0.79(+1), 2.25(+2)$
EK值	$0.60(+1)$

表2

铜、银、金的能量性质

性 质	铜	银	金
外层电子层构型	$3d^{10}4s^1$	$4d^{10}5s^1$	$5d^{10}6s^1$
氧化状态 (价), () 中不普遍	1, 2, (3)	1, 2, (3)	1, 3
电负性	1.9	1.9	2.4
电离势 eV	(I) 7.724 (II) 20.29	(I) 7.574 (II) 21.48	(I) 9.223 (II) ~30
晶格能系数	(I) 215 (II) 630	(I) 180	(I) ~183
原子半径 Å, () 中是配位数	1.24 (8) 1.28 (12)	1.40 (8) 1.44 (12)	1.40 (8) 1.44 (12)
离子半径 Å, () 中是配位数	(I) 0.96 (6) (II) 1.00 (8) (II) 0.82 (6)	(I) 1.13 (II) 1.13 (10) (II) 0.97 (6)	(I) 1.37 (II) 1.37 (II) 0.078 (4)
不同化合物中的半径 Å	(II) 氟化物中 1.0 (I) 氧化物中 1.05	(II) 氟化物 1.33 (I) 氧化物中 1.35	(II) 0.91 (6) (I) 1.4

续表2

性 质	铜	银	金
不同化合物中半径 $\text{\AA}$	(I) 氟化物中0.87	四面体共价键1.53	
	(II) 氧化物中0.97	(I) 1.7	
	四面体共价键1.35		
$\frac{Z}{r}$ 离子势 (代表对其他相同构型的离子作用力大小)	(I) 1.7		
	(II) 3.5		
	(I) 1.00	(I) 0.88	(I) 0.73
	(II) 2.44		(II) 3.30

Z: 离子电荷

(摘译自Boyle, 1979)

表3 在地壳各区银、金、的丰度 (ppm)

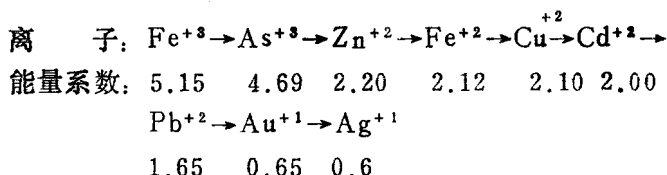
来源	Au	Ag	U
深(海)洋区	0.004	0.098	0.74
浅洋(海)	0.0029	0.082	1.50
大陆棚	0.0034	0.067	4.00
褶皱区	0.0038	0.062	1.30
地盾区	0.0038	—	0.70
洋壳	0.0035	0.091	0.10
大陆壳	0.0035	0.065	3.50
地壳	0.0035	0.075	2.70
结晶岩石	0.0036	0.077	1.90
沉积岩石	0.0051	0.065	3.20

表4

银在岩石中的丰度 (按维诺格拉多夫、博来等)

海水 S = 35 ‰ Cl = 19 ‰	土	绿泥石片岩	角闪岩	一份基性岩 二份酸性岩 (相加)	沉积岩 (页岩) (粘土岩)	酸性岩 (花岗岩) (花岗岩)	中性岩 (安山岩) (闪长岩)	基性岩 (玄武岩) (辉长岩)	超基性岩 (橄榄岩)	石陨石 (球粒陨石)	名称
110	10	3	7-10	7	1.1	5.1	7	11	5	9.4	数值 $10^{-6}\%$

银作为重金属元素，它的地球化学行为是亲硫的，而不似金亲铁。因而银易富集于硫化物相内，而金易富集于金属相内。由元素周期表可知：银的电离势为7.574；金的电离势为9.233，因而世界上有75—80%的银来自多金属硫化物矿床，银呈自然元素状态出现不如金常见。如在某矿区的银，呈自然元素状态产出的仅占10.4%，而呈硫化物产出的占85.5%。又由于银与金具有相同的原子半径，故极易形成连续的固熔体。银易溶于热水溶液，以形成碱金属络合物形式迁移。银离子能量系数很小，在热液作用过程中，离子析出顺序如下：



一般说来，能量系数愈小，离子析出愈晚，析出的温度也愈低。因此，在同一热液中，Ag离子的析出要晚于 Fe^{+3} 、 As^{+3} 、 Fe^{+2} 、 Cu^{+2} 、 Cd^{+2} 、 Pb^{+2} 、 Au^{+1} 等离子；矿物的结晶顺序是：毒砂→黄铁矿→黄铜矿→闪锌矿→方铅矿→辉银矿→自然银。这就是许多矿床中银在较晚期形成的闪锌矿、方铅矿等矿物中富集的原故。

关于银的地球化学特征，可按在地壳上内生作用、表生作用和变质作用三种过程中的主要表现形式概述如下：

(一) 内生作用中的地球化学

1. 岩浆作用阶段：银分散在造岩矿物之中，少量伴随硫化物相富集于硫化物中。

2. 热液作用阶段：银富集于低温热液阶段。银在硫化物

中聚集能力的递增次序为：黄铁矿→闪锌矿→黄铜矿→方铅矿→黝铜矿。在其中常见硫化银或银的低温分泌物微包体。

在内生作用中，银的富集与辉长岩类特别是辉绿岩的关系密切。银在其中富集有以下四种情况：（1）岩浆晚期，银主要富集在磁黄铁矿中，但含银量很低，其次可能富集在黄铜矿中；（2）在高温热液铁铜硫化物矿床中，银易富集在黄铜矿中；（3）在中温热液含镍钴的砷碲化物矿床中，含银量高。银以硫化物、碲（砷）化物或自然银状态存在；（4）与玄武岩、煌绿岩等基性火山岩及次火山岩有关的低温热液铜银矿床中，银与葡萄石、硅硼钙石及沸石伴生。

从时间演化上看大部银富集于燕山期和阿尔卑斯期，后者在世界范围内尤显重要。

（二）表生作用中银的地球化学

内生作用形成的含银矿物，在表生或外生条件下，经过氧化、运移、再沉淀，可形成银和与之共生的金属富集带。在这种次生富集带中，银以金属银、硫化物、碲化物、锑化物和硫酸盐的形式存在。在铁帽中，银可以呈卤化物及含银黄钾铁矾残留下来。银也常富集于泥煤或富含有机质的岩石里、以及富含有机质的A层土壤中。

在表生作用过程中，对银沉淀的影响因素有以下三点：

1. 氧化——还原电位， E_h 值较高时，主要形成角银矿（ $AgCl$ ）、溴银矿（ $AgBr$ ）、碘银矿（ AgI ）和自然银。随 E_h 值降低或还原条件增强，向下可能形成辉银矿（ Ag_2S ）。高价铁的硫酸盐可加速原生矿物的分解。

2. 介质的性质。银盐在酸性介质中易于溶解，而在碱性溶液中或 pH 值大于4时，则活动性变小。

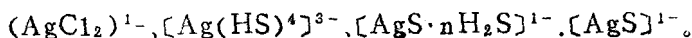
3. 介质中离子或络离子的种类直接影响银的存在形式。

(1) 硫酸银、硝酸根、重碳酸根以及有机酸的存在，将促进银盐溶解和在介质中的活度。

(2) 磷酸根、氯根、溴根、砷酸根，铬酸根的存在，能抑制银盐的活动，银呈不溶化合物沉淀。 H_2S 和 S^{-2} 的存在，也使银呈硫化物沉淀。

(3) 低价铁、锰离子(Fe^{+2} 、 Mn^{+2})过量存在，促使银沉淀，而高价铁、锰离子(Fe^{+3} 或 Mn^{+4})过量，则使银发生离子化。

(4) 银在天然水中呈钠、钾的各种络合物：



从上述表生作用下银的地球化学可知：银的沉淀，一般与碳质岩石的沉积作用紧密相关。银在正常的砂岩、灰岩、页岩和蒸发岩中含量很低。而在黑色页岩、含硫化物板岩、碳质和磷酸盐质岩中含量较高。在沉积岩中银与富钾的粘土矿物、铁的水化物、锰的氧化物共生(表5)。

(三) 变质作用中银的地球化学

在区域变质和接触变质中，作为亲铜元素的银，可随与其扩散率相似的硫、锑、砷、金、铅、锌、镉、铋、铜一起迁移。在变质作用及花岗岩化作用的晚期阶段，可出现银的强烈富集。在变质作用中的交代作用，当有 S 、 SO_4^{2-} 、 Cl^{1-} 、 K_2O 、 Na_2O 等组份参与时，对银的迁移有利，如在富钾的蚀变带中往往有银的富集。银在角闪岩中含量可达1000ppb，在绿帘石角闪岩相中一般不超过700ppb，在绿片岩相中绿泥石片岩中约为300ppb。说明出现变质带与原岩建造间含

表5

沉积岩的银含量表 (据涂里干 魏德坡尔1961)

岩石类型	砂质岩				钙质岩	蒸发岩	粘土质岩								
岩石名称	砂岩	石英岩和砂岩	石英岩	硅质石英岩	钙质石英岩	灰岩	白云岩	石膏	硬石膏	灰绿色页岩	红色页岩	红色及浅黄色页岩	黑色页岩	碳质及磷质页岩	含硫砷板岩
含银量 (ppb)	250	220	310	250	360	150	120	<100	<100	190	110	190	320	430	2200