



白银厂黄铁矿型矿床的若干地质特征

白银有色金属公司露天矿 成 岗

白银厂黄铁矿型矿床的成因有沉积和热液两种观点。沉积成因论之间和热液成因论之间也有明显的分歧。

本人以矿区多年收集的资料为基础，于一九七六年提出了“中温热液成因的后生矿床”的看法，并提出“矿液主要与隐伏深处的富钠花岗岩有关”。现仅据近几年收集的折、火、小、铜等四个矿床的有关资料作进一步阐述，以供参考。

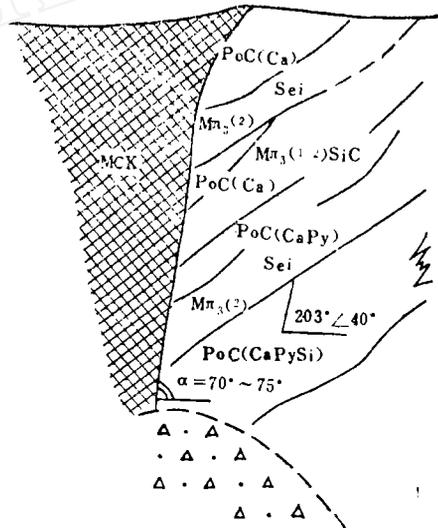
有关白银矿田的地层、构造等方面的论述文章较多，本文不作详述。

矿体与围岩的关系

不少论及本矿床的文章，皆有“矿体与围岩呈整合接触”或“矿体形态、产状受岩层片理控制”的提法，也就是说矿体产状与围岩片理产状一致，并作为沉积说的证据之一。但实际情况并不一致，以折区为例，围岩片理走向为北东80~南西70°左右，矿体为近东西走向，它们之间存在10~20°的交角。围岩的原生层理与主矿体的交角在矿体下盘达50~70°，局部成直角。沿矿体倾向，虽与围岩片理倾角一致者不为鲜见，但更常见的是接触线较片理倾角陡而截断片理（图1），更有两者产状完全相反的。由于矿体与围岩呈斜交关系，故沿矿体走向围岩多变。折区主矿体下盘的围岩就有绿泥板岩、石英角斑凝灰岩、硅质板岩、凝灰质板岩及层凝灰岩等。从开采资料看，火区及小区矿体斜切围岩、与围岩产状反倾等现象均属多见。

此外，各矿区矿体边缘捕获的大量围岩角砾（图2）、所伸出的矿脉对围岩的穿插交代现象以及矿体内大量交代残留体的存在等等，均说明矿床明显的后生性质。

关于含矿围岩的岩性，一般认为中寒武统* 第二岩组的石英角斑凝灰岩是唯一（或主要）含矿层，因而得出没有这种凝灰岩找



Po—绿泥石板岩；McK—块状含铜黄铁矿；
Mn₃(1-2)—中粗粒石英角斑凝灰岩；C—绿泥石化；
Py—黄铁矿化；Si—硅化；Ca—碳酸盐化；
Sei—绢云母化；△—爆堆

图1 1751—1763阶段V线矿体下盘与围岩的接触关系



石英脉 块状含铜黄铁矿
黄钾铁矾化、高岭土化石英角斑凝灰岩

图2 1816—1828阶段IV线附近16号主矿体上盘与围岩接触关系及矿体中的围岩角砾

*据甘肃省地质局区测一队最新资料，可能为中奥陶统。

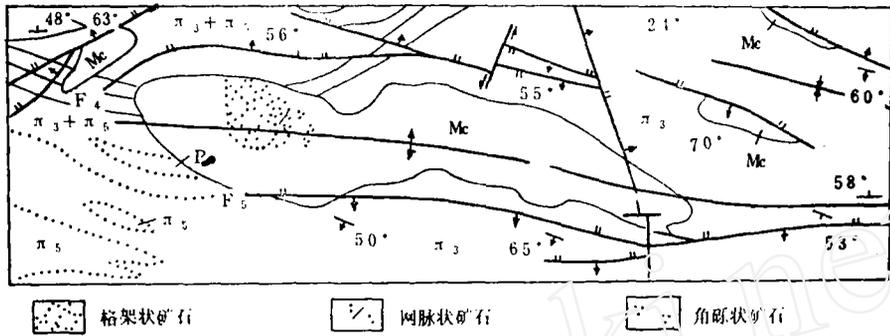


图3 折区1号矿体与构造的关系

矿就无望的结论。不可否认，就本矿田目前的地质工作程度及实际情况来看，主要含矿围岩是石英角斑凝灰岩。但应着重指出：从生产揭露和生产勘探的资料证实，矿体的围岩是多样的，有中酸性凝灰岩、石英钠长斑岩、凝灰质千枚岩以及中基性凝灰岩等。矿体产出并不局限于第二岩组，也可在第三岩组中。火区主矿体经钻探及开采证明，上盘的直接围岩从上到下分别为泥质凝灰岩及石英角斑凝灰岩、含角砾集块细碧玢岩、凝灰岩夹透镜体状石膏岩的凝灰质千枚岩和粉砂岩、细碧玢岩凝灰岩等。明显可见，矿体产出从上到下逐渐过渡到第二、第三岩组交界处，最后进入第三岩组。

火区194号矿体，不单直接围岩是石英钠长斑岩，而且矿体分枝通过断层从第三岩组进入第二岩组，而后与主矿体（16号）连接。

总之，矿体（矿床）赋存部位不仅局限于第二岩组的中酸性凝灰岩，在第三岩组及超浅成侵入体中皆有出现。这些特征表明，矿体（矿床）不仅受岩性和层位控制，而且反映了构造因素的重要作用。

矿体（矿床）的产出部位

对白银矿田，不论那种成因论者，大多公认的事实是：矿床产在褶皱构造的核部。但涉及断裂构造和矿床的关系时，则分歧颇大，有的否认断裂与矿床的成因联系，将断裂视为成矿后的产物。

白银矿田主要产于西湾—铁匠石复向斜北翼的白银复背斜内。就每个矿床而言，主要产于次级背斜内。更确切地说，产于背斜核部及伴随褶皱同时形成的核部断裂带内。

折区1号背斜南翼有一南倾断裂破碎带

（F₆），北翼见一北倾断裂（F₄），主矿体恰处于该背斜部及两条断裂间（图3），并多次见到沿F₄断裂充填的矿脉。这些矿脉向上与主矿体连成一体（图4）。尤其在该矿体西端，断裂走向由近东西转为南西60~70°时，矿体亦随之转向，而且向下变成了3~4个沿断裂贯入的不规则矿柱（图5），明显反映了断层的通道性质。这是一。

第二，主矿体两端及延深常呈分枝尖灭。分枝的多少、枝体延长及厚度的大小皆与断裂规模成正相关。这种现象在四个矿区均能见到，尤以火区16号矿体及115号矿体反映最为突出。

第三，火区16号矿体产在第二、第三岩组间的巨大断裂破碎带内。矿体上下盘常含大量围岩角砾。在近围岩处往往发育有大量破碎石英脉，这类石英脉不含矿，且绝不穿入矿体，而多被矿体切断，反映了成矿前断裂带的存在。甚至有时还可根据这类石英脉的形态鉴别断裂的张裂性质。

第四，根据矿区历年穿孔取样分析资料

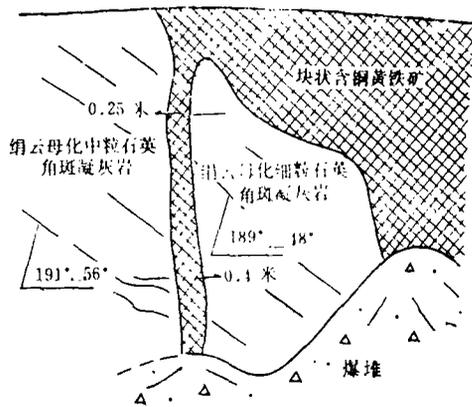


图4 1751阶段北邦VA线西20米断层内矿脉与主体的关系

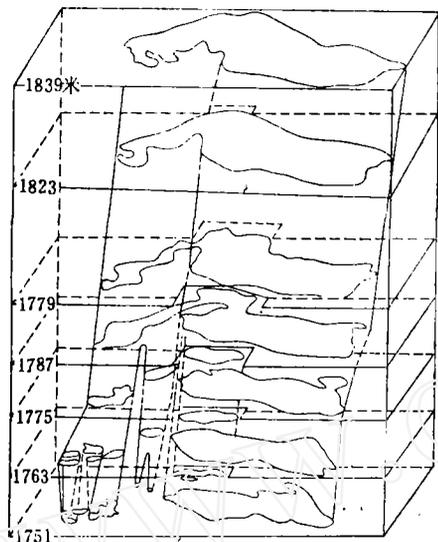


图5 折区主矿体平面透视图

发现，凡高品位地段皆处于背斜核部及断裂发育地段，品位较其它地段高出十数至数十倍。离这种地段稍远，品位突然下降，形成的峰值曲线十分陡峻（图6）。

小铁山矿床产在一巨大强片理化破碎带中。在该矿生产过程中也发现：断裂发育地段矿石品位较高，尤其被断裂通过的矿体部

位，矿石品位明显升高。

据甘肃省地质局物探队在折区南侧桌子山一带对一系列断层所做的岩石测量剖面可以看出：几乎所有断层皆有银含量升高的现象，大多数情况下钼亦相应升高，砷仅局部升高。而大多数情况下，铜、铅、锌或则在断层内升高，或则在断层附近升高。这些大小不一的断层之下，往往有不同规模的矿体存在。

第五，前已提及的火区194号矿体，更是通过断裂从第三岩组进入第二岩组，而与16号、115号矿体断续相连。

这一系列特征充分反映出矿床（矿体）与断层构造的密切关系。

矿床与超浅成侵入体的关系

本区的岩浆活动重要表现为：矿区南部白马洼地区的小型花岗闪长岩体及一系列同质岩脉。矿区仅见石英钠长斑岩及辉绿岩，环绕矿区的地带见有花岗斑岩脉穿插。石英钠长斑岩体主要沿区域性断层（ F_1 ）及其它断裂破碎带两侧分布，反映了该断裂之古老深断裂性质。

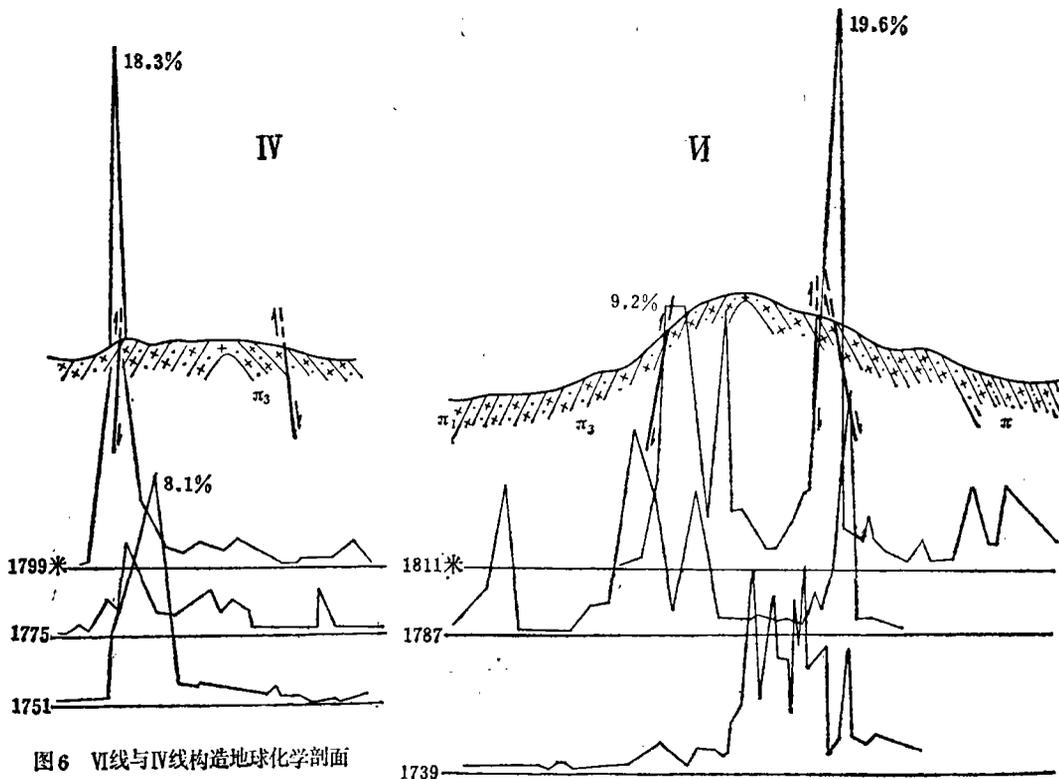


图6 VI线与IV线构造地球化学剖面

π_1 —石英角斑岩； π_2 —石英角斑凝灰岩； π_3 —含泥质石英角斑凝灰岩

几个主要矿区皆有超浅成侵入体分布，岩体与围岩成明显的侵入接触，有时可见烘烤现象。矿床规模的大小与岩体（主要指石英钠长斑岩）的大小及多少似有正相关关系。两者的关系大致有三：

1. 矿床被岩体包围 折区矿床周围分布有桌子山、家鸽山、庙庙山等岩体以及沿 F_2 、 F_3 等断裂两侧分布的岩体，对矿床形成几成“封闭”的包围圈。

2. 矿床或矿化围绕岩体分布 火区西端见114、115、116、118等大小不一的矿体围绕石英钠长斑岩体分布。折区南边坡亦有所见。

3. 矿床伴随岩体分布，甚或交代岩体 火区194号矿体直接产在一小岩体内，并对其产生强烈交代，局部形成交代角砾岩（图7）。小区矿床与岩体关系更为密切，矿体沿走向、倾向的变化皆随其下盘的岩体而变化。据甘肃冶金地质三队的地质报告称：“岩体边缘有大小七个矿体”（？）；据生产资料，离岩体越近，矿体规模越大，品位也越高。

就石英钠长斑岩体本身而言，亦常有矿化现象。尤其岩体边缘相或近矿体的部位，常发育网脉状铜铅锌矿化，脉旁绢云母发育而使岩石褪色。个别岩体经拣块取样已近工业品位。与矿床关系密切的岩体，石英斑晶内常包有黄铁矿细小晶粒。

上述情况清楚地说明成矿作用发生于岩浆侵入活动之后，成矿作用与超浅成侵入体有成因联系，矿床应为岩浆期后热液活动的产物。

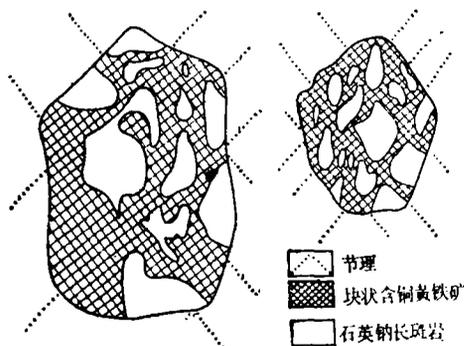


图7 1850阶段区线南邦矿液沿石英钠长斑岩节理贯入形成的角砾状构造

矿体的结构、构造特点

矿体的一般结构、构造不作详述，这里仅讨论矿石的粒度特征。折区主矿体矿石中黄铁矿的粒度*分布具下列明显特征：

水平方向，东部多为细粒，仅上盘可见中粒结构；中部多为中及细粒；西部（IV~VA）主要为中粒及粗粒结构；西端为粗粒结构。下盘（中细粒）较上盘（中粒）细。

垂直方向，Ⅲ线及沿矿体自上而下均为细粒结构。Ⅱ~Ⅴ线为中及细粒结构；从上到下由细粒变为中粒；VA~VII A线多具粗粒结构；从上到下由中粒变为粗粒。

上述粒度变化规律结合现场观察发现：

①矿体下盘主要为块状黄铁矿及含铜较低块状含铜黄铁矿，上盘为高品位块状含铜黄铁矿。VA~VI线又恰是磁铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿及方黄铜矿的富集部位。②在粗粒级的集中部位，见一不规则椭圆形的具格架状构造的“矿柱”（约 $25 \times 40 \sim 35 \times 50$ 米左右），格架由黄铁矿组成，格内充填胆矾。环绕四周的矿石构造作“角砾—密集网状—块状”规律性变化。③从上述“矿柱”中心向四周扩展，金属矿物有不大明显的环状分布：黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿及方黄铜矿—黄铁矿、黄铜矿、磁铁矿及少量磁黄铁矿—黄铁矿、闪锌矿、黄铜矿及方铅矿。④在粗粒级矿石部位微量元素含量较其它部位普遍为高，尤其铋、钴、镍、锡等更为富集。钴镍比约达二十左右。

上述现象明显反映VA线附近有一较大的热液通道。

岩石化学特征

据甘肃省地质局区测队的意见，白银地区细碧角斑杂岩系按火山喷发旋回划分为四个岩组。白银矿田主要赋存于第二岩组的石英角斑凝灰岩中。对四个岩组各类岩石及侵入各岩组的岩体岩石化学资料分别进行特征系数计算（表1）并作图（图8），可以看出下述规律：

1. 四个岩组的钛铁比值十分接近，图上几乎呈一直线。各种侵入体（石英钠长斑岩、辉绿岩及花岗闪长斑岩等）亦十分接近

* 粒度分类标准：粗粒 >1 毫米，中粒 $0.1 \sim 0.2$ 毫米，细粒 $0.02 \sim 0.04$ 毫米。

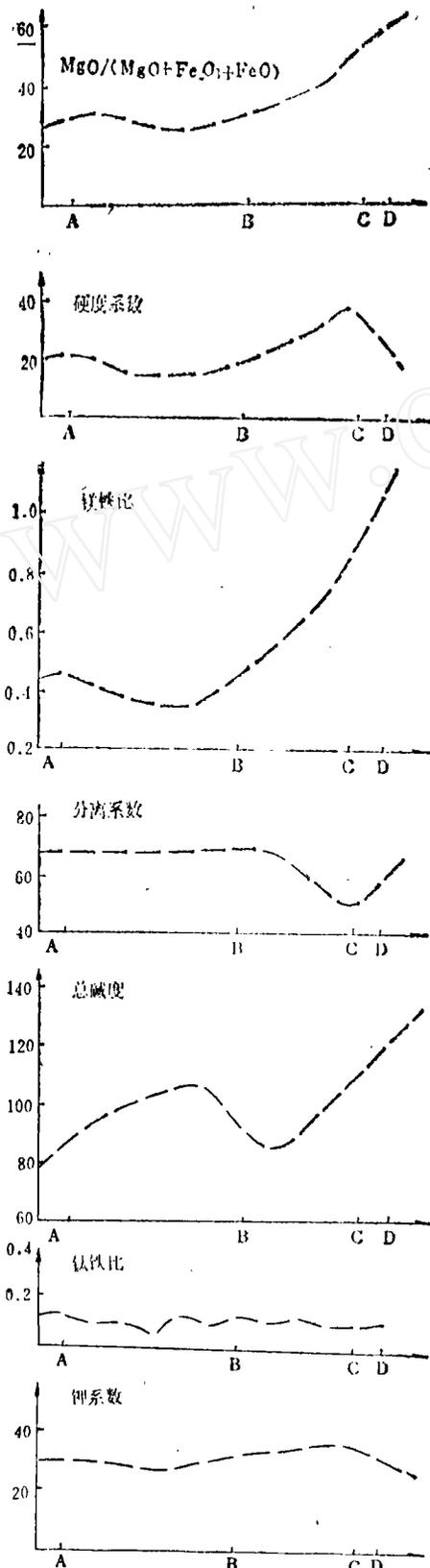


图8 各类岩石化学特征系数图解
(A、B、C、D分别代表第一、二、三、四岩组)

此变化值。

2.由第一岩组到第四岩组,氧化系数有规律的增高。各侵入体的氧化系数与各岩组基本接近或偏高。

3.分离系数和铁镁比值,随火山作用时间的推移,从第一到第四岩组呈波状上升,侵入岩的分离系数较喷出岩为高,铁镁比亦较所对应的岩组偏高。

4.角斑岩类岩石总碱量较细碧岩类高,总碱度曲线成波状上升,侵入岩除与第三岩组对应者近等外,余皆偏高。

5.硬化系数及钾系数呈缓波状下降。侵入岩普遍较对应岩组偏低。

6.镁与镁铁之和呈缓波状上升。侵入岩一般与其近等或稍低。

上述特点表明:本区火山岩、超浅成侵入体和 中深成侵入体为同源浆岩不同演化阶段的产物,分异特征较为明显。但在 MgO 对 SiO_2 、 $Fe_2O_3 + FeO$ 的相关图上(图9)虽每一岩组基本上有一独立区,但第一与第三、第二与第四岩组又有不同程度的重叠现象,说明岩浆分异明显但并不彻底。

关于岩石组合问题,从皮科克指数图解(图10)上可看出:①三岩组属碱性岩组合(钙碱指数为46.8,组合指数4~7);②四岩组属钙性岩组合(钙碱指数为65.6,组合指数 <1.8)。第一、三岩组氧化钙含量随二氧化硅的含量增加而增加,总碱量则相反,因而皮科克图解上出现了两个交点

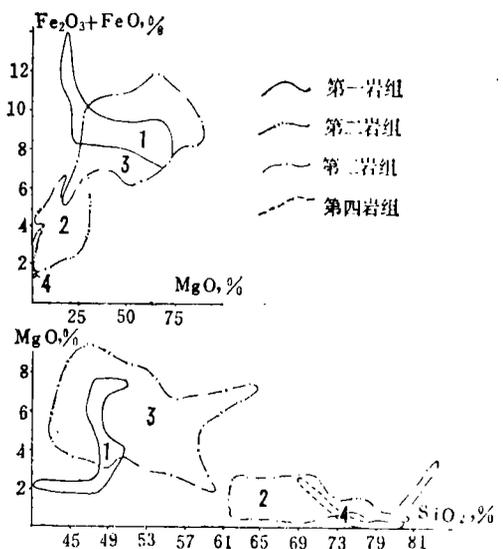


图9 火山岩分异程度图

各岩组岩石化学特征系数

表 1

岩组	岩性代号	氧化系数	硬化系数	分离系数	钛铁比值	总铁比值	总碱度	钾系数	MgO/(Fe ₂ O ₃ +FeO+MgO)							
第一岩组	β ₃	0.238	30.7	59.6	0.103	0.677	32.2	45.2	34.4							
	φ ₁	0.679	22.3	70.6	0.106	0.417	32.2	35.9	29.4							
第二岩组	α ₁	0.257	16.0	71.7	0.110	0.394	76.7	16.6	28.3							
	π ₂	0.605	20.5	53.8	0.043	0.486	56.4	37.2	33.3							
	π ₃	0.367	π ₀₃ 14.7	π ₀₃ 73.8	π ₀₃ 0.085	π ₀₃ 0.355	π ₀₃ 150.2	π ₀₃ 30.5	π ₀₃ 26.3							
	π ₁	0.650	0.257 8.9	4.9 77.5	86.3 0.089	0.057 0.291	0.159 152.8	177.7 16.5	24.4 23.4							
	α ₁	0.621	6.5	83.1	0.080	0.202	155.1	28.3	16.8							
	α ₂	0.449	17.9	68.6	0.107	0.450	129.0	42.9	31.0							
第三岩组	β ₁	0.337	λ ₀₃ 31.7	λ ₀₃ 57.7	λ ₀₃ 0.103	λ ₀₃ 0.732	λ ₀₃ 33.2	λ ₀₃ 40.2	λ ₀₃ 42.2							
	β ₂	0.539	0.549 23.5	24.9 53.9	55.9 0.108	0.101 0.563	0.788 22.3	26.3 49.0	57.8 42.3							
	φ ₁	0.324	0.789 23.5	31.3 56.1	62.7 0.088	0.058 0.512	0.609 44.3	19.3 28.3	25.0 33.9							
	φ ₂	0.557	55.8	28.3	0.085	2.550	28.7	40.6	71.8							
第四岩组	π ₁	0.565	0.789	7.4	4.4	79.2	87.5	0.086	0.085	0.262	0.491	180.5	185.3	24.7	36.0	20.8
侵入岩	γδπ	0.392	14.6	67.0	0.115	0.493	125.9	33.9	34.8							

岩性代号: β₁—细碧岩; β₂—细碧凝灰岩; φ₁—细碧玢岩; φ₂—细碧玢岩凝灰岩; α₁—角斑岩; α₂—角斑凝灰岩; π₁—石英角斑岩; π₂—石英角斑凝灰岩; π₃—石英角斑凝灰岩; π₀—石英钠长斑岩; λ—辉绿岩; γδπ—花岗闪长斑岩

(图10), 且钙碱指数与组合指数不太吻合。造成这种现象的原因, 可能与岩石的碳酸盐化(包括钙质杏仁体)等蚀变有关。

总之, 白银火山岩是从碱钙性(基性岩)向钙性(酸性岩)方向演变的。

根据上述, 我们推测本区深部有一隐伏岩基存在。据甘肃省区测队二十万分之一区测报岩中有关岩体流线、流面的资料, 估计此岩基埋深约二千米。同时推断矿床可能产于大岩基顶部凹陷与断裂构造的交汇部位。

指出隐伏岩基的存在, 目的在于对成矿作用过程, 不能因其生于火山岩中就单纯理解为火山作用, 而应对岩浆作用给予应有

的、足够的重视。

矿液流动方向初探

前已述及, 折区矿床主要位于背斜褶皱核部及伴随褶皱而发生的核部断裂破碎带内, 主矿体位于上、下盘倾向相背的破碎带之间。通过对主矿体铜锌比值的计算, 并据此绘制了平、剖面图。由图可见:

在平面图(1811阶段, 图11)上, 矿体上下盘皆出现正高密度区, 尤其西端最明显, 但连续性不太好, 多成涡流状间断分布。结合矿体水平透视图可看出: 这一阶段矿体虽为一连续整体, 但V线西的几个涡流

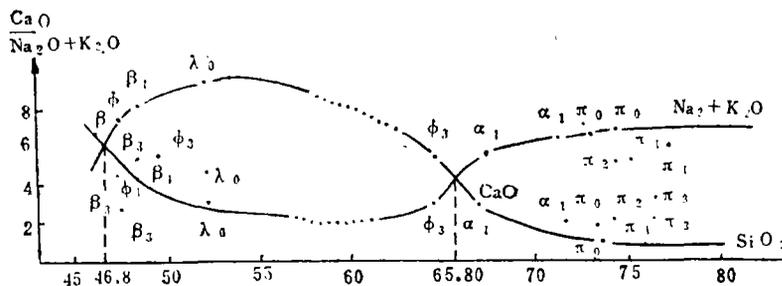


图10 皮科克指数图解(岩性代号同表1)

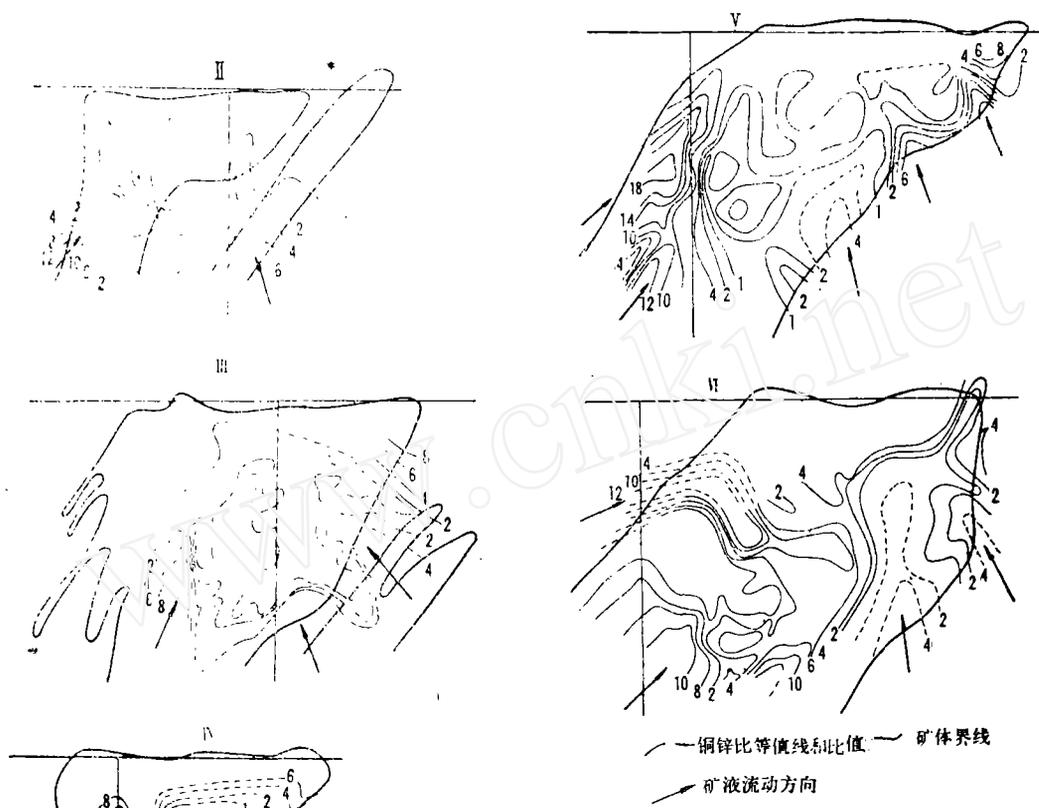


图 12 铜锌比等值线横剖面图

床的成矿作用具有火山作用与岩浆作用的双重性，由是窥知本矿床之岩浆成矿作用的重要意义之一斑。

必须指出：本矿床形成后经历了漫长的变质作用史，对硫同位素比值的影响是肯定的。同时，这批样品依矿石自然类型采取，未考虑到成因类型及不同成矿阶段，属混合样品。因而对硫同位素资料仅作一般参考。

综上所述，对白银矿田的地质特征应着重指出：超浅成侵入体及中深成侵入体的侵入作用发生在火山岩成岩之后的地槽回返变质作用阶段，故而侵入岩切割围岩的层理和片理。据岩石化学资料，三者又为同源不同演化阶段的产物。成矿作用主要发生在超浅成侵入体的侵入作用之后，因此矿体对超浅成侵入体及火山岩皆有明显的交代及穿切现象。矿床（矿体）主要赋存于背斜褶皱核部的断裂破碎带中。

对白银矿床的成因问题，提出如下初步看法：火山喷发及火山岩成岩作用阶段结束后，伴随着地槽的继续回返上升及挤压变质作用，发生了富钠花岗闪长岩及其超浅成端员的侵入活动，并形成了本区沿构造线出露的石英钠长斑岩及富钠花岗闪长岩。岩浆侵入不仅为成矿作用带来了充分的含矿热液，也供给了促使矿液运移的热动力。由于热动力的驱动，使矿液沿着有利的构造部位及适合的围岩条件上升，并不断在这些部位循环，不但溶解了呈分散状态赋存于火山岩内的造矿元素，也不断对围岩进行渗透交代。这样，一方面形成巨大的成矿蚀变晕，另一方面使大量围岩被吞食或成交代残留体。因而促使矿液成分发生改变，加速了成矿元素的沉淀。最后导致在有利构造部位及适当的围岩条件下，形成可供工业利用的矿床。

本文在资料收集和撰写过程中，都倾注了露天矿地测科全体同志的心血。尤其黄文耀工程师更是通力合作。各小区地测科的同志也提供了不少的宝贵资料和意见，在此一并表示诚恳的谢意。