

甘肃西秦岭汞锑矿床岩石及地球化学特征

洪嘉祥

党文

(甘肃省科学院地质灾害防治所) (甘肃省地矿局研究所)

内容提要 甘肃西秦岭是我国汞锑成矿有远景的地区之一。本文着重从成矿带的成矿岩石类型、岩石蚀变、矿物共生组合、结构构造、矿物生成顺序和成矿的地球化学特征方面进行系统研究。根据矿石矿物的生成温度和硫同位素值等因素综合分析,认为西秦岭汞锑矿床为受构造控制的中、低温热液矿床。

一、地质背景

笔者参加了甘肃西秦岭汞锑成矿带地质特征初步研究工作,经过全面调查和研究,将该成矿带分为南北两个次级成矿带:①北矿带东段:宕昌—崖湾以锑矿为主。该段内有大型崖湾锑矿,小型水眼头锑矿,发现矿(化)点有7处;北矿带西段:合作—岷县以汞、锑矿化点为主,汞锑矿(化)点出露27处,另有小型西沟河汞矿。林台子汞矿。②南带东段:成县—留坝以汞矿为主,有中型马家山汞矿,有汞矿(化)点25个;南带西段:舟曲—玛曲,有汞锑矿(化)点6处,零散分布。

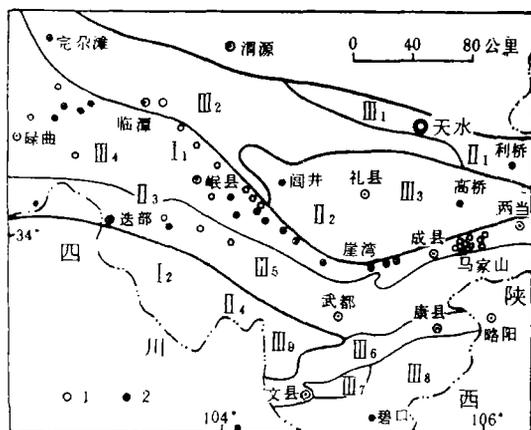


图1 甘肃西秦岭构造单元划分及汞、锑矿产分布示意图

I₁—秦岭褶皱系, II₁—北秦岭加里东优地槽褶皱带(III₁—天水—利桥复背斜); II₂—礼县—柞水华力西冒地槽褶皱带(III₂—完尔滩—皂郊镇复背斜; III₃—阎井—高桥复向斜); II₃—南秦岭印支冒地槽褶皱带(III₄—碌曲—两当复向斜); III₅—白龙江复背斜; III₆—文县—康县复向斜; III₇—关家沟隆起; III₈—碧口—白杨复向斜。I₂—松潘—甘孜褶皱带。
1—汞矿(点)床; 2—锑矿(点)床

该区汞锑矿带分布区属秦岭褶皱系,北为加里东优地槽褶皱带,南为秦岭印支冒地槽褶皱带。志留系—三叠系均见有汞锑矿床、矿点分布。以三叠系和泥盆系内的汞锑矿产最多。矿带受褶皱带二级构造单元的断裂控制,汞锑矿产分布在断裂带的两侧。控制矿带的主要断裂是:临潭—山阳深断裂带(沿该断裂带形成汞锑矿带北带);益哇—舟曲深断裂带(该断裂带控制了汞锑矿带南带西段);成县—留坝深断裂带(该断裂带控制了汞锑矿带的南带东段)。大断裂带的次级构造断裂是主要的控矿构造,矿体的产状与断裂产状总体一致,受断裂控制。

二、岩石特征

(一) 控矿围岩

从矿床围岩统计分析大体分为两个类型,一是三叠系碎屑岩型,二是泥盆系的碳酸盐型。

1. 碎屑岩型:包括石英砂岩、长石砂岩、长石石英砂岩、石英长石砂岩、粉砂质板岩、局部夹有砂质页岩、砂质板岩等。这类岩石是汞锑容矿围岩,其特点为脆性大,渗透性强,为矿液的迁移、富集提供了良好条件,当有一定的泥质岩石组成屏蔽层时,则可形成一定规模的矿床。

2. 碳酸盐型:主要是白云质灰岩、白云岩、生物碎屑灰岩、泥灰岩等。这类岩石是汞矿的成矿围岩。具有裂隙发育、化学性活泼之特点,同样如果要有封闭良好屏蔽层,亦可形成矿化的富集。

(二) 汞锑矿的矿物组合、结构构造、生成顺序

1. 汞锑矿的矿物组合:汞矿石主要有两种类型:一种为碳酸盐型汞矿石,另一种为碎屑岩型汞矿石,两种类型的矿石物质组分大同小异。碳酸盐岩型的汞矿石矿物成分以辰砂为主,伴生少量雌黄、雄黄、辉锑矿、黄铁矿,偶见自然汞、孔雀石、铜蓝、辉铜矿等。脉石矿物主要有石英、方解石、白云石、地开石等;而碎屑岩型汞矿石矿物组分主要有辰砂,伴生黄铁矿、白铁矿、白云石等。脉石矿物主要为石英、方解石等。

2. 汞矿石的结构构造:碳酸盐岩型的汞矿石结构为半自形晶粒状结构,构造一般呈脉状、条带状、网脉状、浸染状、星点状、斑点状、富集地段多为团块状;碎屑岩型的汞矿石结构为半自形粒状结构,他形粒状结构,粉末状结构。构造为浸染状、似斑状、星点状、细脉状、薄膜状、角砾状等。

3. 汞矿石矿物共生组合:汞矿一般为单矿物辰砂组成,矿物组合较简单,碳酸盐型汞矿石,矿物组合主要有:辰砂、石英、方解石、白云石,少量雄黄、雌黄、孔雀石等。石英脉型的仅为辰砂,偶见辉锑矿。

4. 锑矿石的矿物组合:碳酸盐型锑矿石矿物以辉锑矿为主,次生氧化矿物有锑赭石、黄锑华等,伴生黄铁矿、白铁矿、白钨矿。脉石矿物有石英、方解石、萤石等;碎屑岩型的矿石矿物以辉锑矿为主。伴生有辰砂、黄铁矿、白钨矿等。脉石矿物为石英、重晶石、方解石、白云石等。

5. 锑矿石的结构构造:碳酸盐岩型锑矿石结构为自形一半自形结构。他形粒状及交代残余结构等。矿石构造以块状最普遍,次有角砾状、团块状、脉状、条带状、束状、针状、放射状构造。

碎屑岩型锑矿石结构为半自形—他形粒状结构、交代残留结构、碎裂结构、主要以粒状结构为主。矿石构造以块状构造、脉状—网脉状构造为主。次为浸染状、放射状、角砾状构造等。

6. 锑矿石的矿物共生组合:碳酸盐岩型锑矿石矿物的共生组合有:辉锑矿、方解石、黄铁矿;辉锑矿、石英、方解石、黄铁矿;辉锑矿、方解石、石英、白铁矿;碎屑岩型锑矿石矿物的共生组合有:辉锑矿、锑矿;辉锑矿、辰砂、黄铁矿;辉锑矿、黄铁矿;辉锑矿、白

钨矿。

7. 汞锑矿石矿物的生成顺序：汞锑矿床矿石矿物组合比较简单。根据矿石矿物的结构、构造和相互之间的穿插关系以及矿物的形成温度，汞锑矿床主要矿石矿物的生成顺序基本相同。汞矿床的矿石矿物生成顺序为：白云石→石英→方解石→辰砂→雄黄、雌黄；锑矿床矿石矿物生成顺序为：白云石→白钨矿→石英→方解石→黄铁矿→辰砂→辉锑矿。

（三）岩石蚀变特征

岩石蚀变反映热液活动的规模和矿化的特征，是一种很好的找矿标志。西秦岭汞锑矿带的岩石蚀变主要有：碳酸岩化、硅化，次见有黄铁矿化、萤石化、重晶石化、高岭土化、地开石化等。

1. 碳酸岩化：主要表现在强弱不等的方解石脉贯入，即方解石化和灰岩重结晶作用，其次为白云石化，碳酸岩蚀变主要发育在容矿围岩中。如马家山汞矿的方解石化至少有三期，代表了成矿热液活动的阶段，第一期为成矿前期，有弱的汞矿化，第二期为主要成矿期，第三期为成矿期后。这三期中都见有方解石脉相互穿插，成矿期的方解石脉呈乳白色半透明，包含大粒的或粗晶的辰砂，这期方解石脉比较粗大，延伸较远，成矿较好。

白云石以成矿前蚀变为主，一般成为次生白云岩，顺层发育，形状不规则，呈团块状或云朵状分布于围岩中与围岩界线较明显。

2. 硅化：硅化在汞锑成矿中最为普遍，表现形式有两种：一种是石英脉发育并伴有矿化，石英脉主要分布在石英砂岩的裂隙中，另一种是石英砂岩发生蚀变岩石的胶结物中硅质重结晶，砂屑中的石英颗粒出现再生长现象，形成蚀变石英砂岩等，硅化主要形成在碎屑岩型的围岩中。

岩石蚀变与断裂构造关系密切，构造活动次数频繁，蚀变次数多，热液与围岩交代强烈，则可能形成矿床。

三、成矿的地球化学特征

（一）化探异常的区域分布特征

经对西秦岭的化探异常分析，发现异常均处于断裂处或其两侧，比较明显地受断裂构造控制，异常的形态多为长条形、椭圆形，其延伸方向与构造延伸方向总体一致。有些异常受两组断裂控制而呈分枝状，或在构造交汇部位呈等轴状、似圆状，多数异常的规模与热液活动的强弱、次数以及矿化范围规模成正相关，由矿化引起的异常之分布范围与矿化范围相扣合，但异常范围比矿化范围要大。异常高点常落在矿化富集处，高含量晕圈内往往是矿化富集的有利部位。本矿带多数矿床、矿化点的外围出现了化探异常，此乃是发现汞、锑矿床的重要途径。

（二）汞锑矿床成矿元素组合

除汞锑矿床的重要成矿元素为Hg、Sb、As外，还有Pb、Zn、Cu、Ni、V、Co、Mn、Zn、Ti、Ba、Cr、Ga、Ag、B、Mo、Sn、Sr、Au等元素的不同组合。Pb、Zn含量在各矿床中普遍较高。Pb为克拉克值的一倍左右。Zn为2—5倍。Pb、Zn在碳酸岩为围岩的

Hg、Sb矿中为最高，但极少形成Pb、Zn矿物。As在所有的汞锑矿里出现，一般含量高出克拉克值几十倍到一百多倍，有的可形成砷矿物雌黄、雄黄等，如马家山汞矿As含量的出现可作为汞、锑的找矿标志。大部分汞锑伴生Au、Ag，但含量较低。个别矿床Ag含量较高，可综合利用。其他稀有元素的含量均低于地壳的平均含量。

汞锑矿单矿物中的元素和矿石的组成基本一致。辰砂所含的元素主要有Ag、Cu、Pb、Sb、Cr、Ni、Ti、Mn、Sr、Ba、Ag，其中Hg、Cu、Ti、Mn最为常见，Au在马家山部位辰砂中含量较高，大于克拉克值5—200倍。

辉锑矿的元素组合主要有Cu、Pb、Zn、Mn、Ni、V、Co、Ti、As、Ga、W、Ag、Cr、Sb、Sr、Y、Yb等，其中Sb、Pb、Zn、Cu、Mn、Ni、Ti、Co元素组合也比较常见。

四、与成矿有关的几个问题

(一) 成矿矿物的生成温度

根据爆裂测温样统计：锑矿的成矿温度在181—267℃，汞矿的成矿温度在220—300℃。

锑矿的成矿温度较有规律，从东到西由高向低逐步变化，从东向西为：宕昌—崖湾锑矿区的锑矿形成温度为250—267℃，水眼头锑矿田锑成矿温度为184—240℃，甘寨锑矿成矿温度为198—231℃，美秀锑矿的成矿温度为181—205℃。从成矿温度的递变规律，可以看出锑矿的温度由中温向中低温变化（图2）。

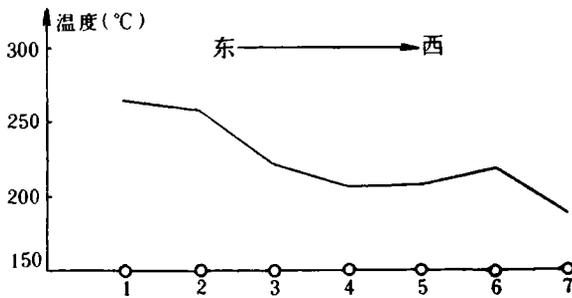


图2 西秦岭锑矿温度变化曲线

1—崖湾；2—安家山；3—银洞梁；4—水眼头；
5—大草滩；6—甘寨；7—美秀

汞矿的成矿温度变化较大，一般是多次热液交代形成的。如马家山汞成矿温度至少有三期，成矿前期为271—291℃，成矿期温度为240—260℃，成矿期后温度为235—291℃。汞矿主要分布在东部成县—留坝成矿带，也符合区域温度的递变规律。汞锑成矿温度的递变说明了该区岩浆热液演化的分带性。

(二) 成矿矿物的硫同位素分析

用稳定同位素来解释矿床成因，是矿床学常用的一种方法。前人的研究结果认为： $\delta^{34}\text{S}\%$ 为正值时同位素为重

硫，是海水硫酸盐矿物； $\delta^{34}\text{S}\%$ 值为负值时硫同位素是生物成因矿物， $\delta^{34}\text{S}\%$ 值大于或趋于零时，为岩浆成因。根据这一理论，对西秦岭汞锑矿带的资料进行整理，从 $\delta^{34}\text{S}\%$ 值对比图明显看出锑矿硫同位素值落在+10—-10之间，汞矿的硫同位素值落在+5—-5之间。锑矿硫同位素值远离零轴较偏大，汞矿 $\delta^{34}\text{S}\%$ 值靠近零轴，范围较小。笔者认为，西秦岭硫同位素值变化较大，说明硫的来源是多源的，有深源硫，也有热液上升过程中加入了地层中的硫。总的以热液硫为主。

青海察尔汗盐湖微量元素地球化学

胡东生

(中国科学院青海盐湖研究所)

内容提要 运用扫描电镜与能谱仪及岩相学相结合的方法, 根据察尔汗盐湖沉积中微量元素(Fe、Cu、In、Sc等)分布特征、赋存状态、形成方式、搬运条件、剥蚀源演变及同位素年龄测定, 认为矿物的淋滤、变质及细菌作用是微量元素Fe的重要来源, 热湿的气候环境是微量元素In、Sc等溶蚀、搬运、迁移的有利条件, 微量元素Cu与盐湖次生氧化壳有关; 通过对微量元素的分析并对其标型矿物及专属矿床和岩石成因机制的研究, 表明Fe、Cu、In、Sc等微量元素主要来源于锡铁山铅锌矿床残积次生分散晕的转移, 从而为确定盐湖成盐环境、建立成盐演化模式等方面的理论探讨提供了新的资料。

青海察尔汗盐湖矿床以富钾著称, 其可综合利用元素主要有Mg、Na等, 尚含多种稀散元素: I、B、Li、Rb、Cs、Br等; 但对微量元素在地球化学场的效应及意义的探讨甚

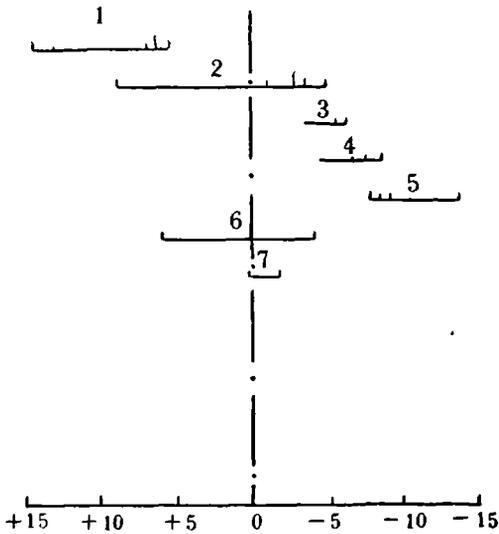


图3 甘肃西秦岭锡矿 $\delta^{34}\text{S}\text{‰}$ 值对比图

1—美秀锡矿; 2—水眼头锡矿; 3—穆黑汞锡矿; 4—庄
湾锡矿; 5—安家山锡矿; 6—石沟锡矿; 7—甘寨锡矿

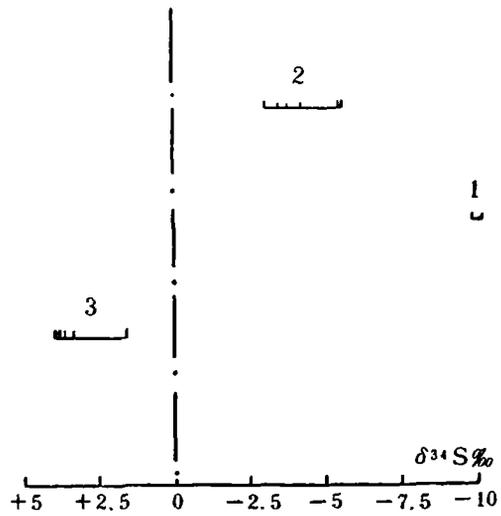


图4 西秦岭汞矿 $\delta^{34}\text{S}\text{‰}$ 值对比图

1—穆黑汞锡矿; 2—西沟河汞矿; 3—马家山汞矿

(三) 关于矿床成因的认识

西秦岭汞锡成矿带引起许多研究者的重视, 但因研究深度的不等而得出几种不同的看法: 多种成因叠加的层控说, 地液说, 热液成矿说。笔者认为, 西秦岭汞锡矿成因是受构造控制的中低温热液成矿。

(参考文献略)