

香花岭矿田矿床成矿分带及其成因探讨

张德全 王立华

(中国地质科学院矿床地质研究所)

内容提要: 本文概括了香花岭矿田的矿化分带型式, 并从不同形态矿体在空间上的组合、矿化元素的空间分布及富集规律、矿物共生组合的空间分布及金属矿物中微量元素的含量变化等方面论证了矿床的分带型式。作者认为, 多次的构造岩浆活动和成矿的多阶段性、矿液性质的演化和成矿物理化学条件的规律变化, 是产生矿化分带的主要原因。

主题词: 矿田 矿化分带 锡多金属矿床 香花岭

湘南、粤北、桂东北海西拗陷区内, 有一系列与花岗岩类有关的稀有、有色金属矿床, 如柿竹园、黄沙坪、香花岭、栗木、珊瑚等地。由于花岗岩的演化和基底性质的差异, 使得它们的成矿元素组合和矿化部位存在一定差别。但它们的矿田及矿床的矿化分带模式却大同小异, 表明它们属同一成矿系列。在这个成矿系列中, 香花岭地区的矿田、矿床的矿化分带具有比较广泛的代表性。研究并总结这些矿化分带规律, 对丰富矿床成因理论和掌握矿床分布规律, 进一步指导找矿, 具有重要的理论意义和实际意义。

一、矿田的矿化分带

香花岭矿田包括范围如图1所示。本区泥盆纪前处于地槽阶段, 发育复理石建造, 以现矿田中部出露的寒武系浅变质碎屑岩为主。加里东运动使地槽结束, 受南北向挤压, 区内寒武系形成近东西向的紧闭褶皱。海西期强烈拗陷, 区内沉积堆积了地台型海相碳酸盐建造为主的巨厚沉积物。晚三叠世开始, 本区全面海退, 印支、燕山运动使其成为地台活动带。尤其在燕山期, 区内拱曲、褶皱、断块和大量的岩浆活动开始发生。近南北向褶皱叠加于东西向基底褶皱之上, 从而形成矿田的主要控矿构造——通天庙穹窿。穹窿核部为寒武系变质砂岩, 四周向外依次分布着泥盆系、石炭系、三叠系。癞子岭、尖峰岭和通天庙三个燕山期花岗岩株沿穹窿核部附近的北东、北西向断裂交汇处侵位, 从而构成了三个邻近的矿化区。

在矿田范围内, 以花岗岩侵入体为中心, 不同类型的矿床呈现有规律地带状分布。例如, 癞子岭岩体上部岩脉(黄玉霏细斑岩)内有蚀变花岗岩型铌、钽矿床^[1,2], 岩体顶部有云英岩型锡矿床, 近岩体的外接触带(包括花岗岩顶盖蚀留的顶垂体中)有多处交代型铍(钨、锡)矿床, 岩体北东及南东部外接触带分布交代-热液锡矿床(如太平、铁砂坪、塘官铺), 远外接带的碳酸盐岩层间破碎带中产有热液型铅、锌矿床(如新风、铁砂坪、塘官铺)。尖峰岭岩体上部铁锂云母钠长石(化)花岗岩中, 产有蚀变花岗岩型稀土、铌钽矿床, 岩体顶部有云英岩型钨(黑钨矿)、铍(绿柱石)、锡(锡石)矿化, 近岩体的外接触带中有交代型

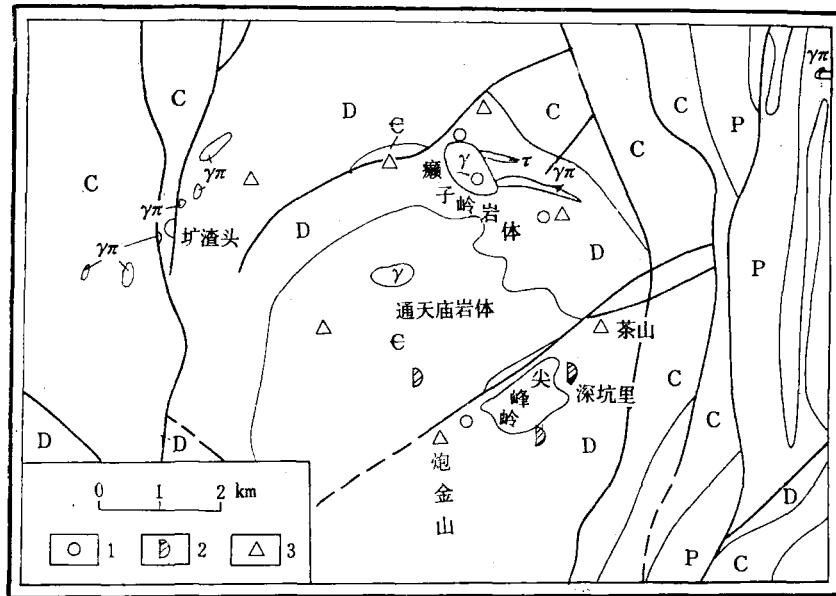


图1 香花岭矿田地质矿产略图

P—二叠系；C—石炭系；D—泥盆系；E—寒武系；γ—花岗岩；γπ—花岗斑岩；τ—黄玉霏细斑岩；1—锡矿；2—钨矿；3—铅锌矿

Fig. 1. Sketch geological map showing the distribution of ore resources in the Xianghualing orefield.

P—Permian, C—Carboniferous; D—Devonian; E—Cambrian; γ—Granite; γπ—Granite porphyry; τ—Topaz felsite porphyry; 1—Tin deposit; 2—Tungsten deposit; 3—Lead-zinc deposit.

钨、铍矿床（如香花铺、东山）和锡矿床（炮金山），远离花岗岩接触带的围岩层间断裂带中有铅、锌矿床（如茶山、炮金山等）（图1）。

总之，香花岭矿田的矿床（化），显示出以花岗岩侵入体为中心、环状的对称分带特色。其总的分带模式是：花岗岩上部蚀变花岗岩型稀土、铌钽矿床，岩体顶部云英岩型锡、钨（铍）矿床（化）→近接触带交代型锡、钨、铍矿床→外接触带交代-热液型锡、钨矿床→远接触带热液型铅、锌矿床。相应地，从岩体向围岩，成矿元素组合依次出现REE、Nb、Ta、Sn、W(Be)→Sn、W、Be→Sn、W→Pb、Zn、Sb分带。

二、矿床的矿化分带

前已述及，香花岭矿田中，大致产出四种类型的矿床，即：蚀变花岗岩型稀土、铌钽矿床，云英岩型锡、钨、（铍）矿床，近接触带交代型锡、钨、铍矿床，外接触带热液-交代型铅锌（锡、钨）矿床。这些矿床中，矿化亦有不同程度的分带现象。产于岩体中的稀土、铌钽矿床和云英岩型锡、钨（铍）矿床的分带现象，在有关文献中已有过报导和讨论⁽³⁾。本区产于岩体与围岩接触带中的锡、钨、铍及铅锌矿床的分带是非常典型的，本文将对此作较详尽的探讨。

1. 矿体形态的空间组合特点 由于控矿构造型式及围岩岩性的差异，导致在一个矿床范围内，不同形态的矿体在空间上有规律地分布。这在外接触带锡多金属矿床中表现得尤为明

显。例如，癞子岭岩体外接触带的香花岭和铁砂坪矿床中，矿体的形态在空间上依次为：①下部似层状矿体：这类矿体或沿花岗岩与碳酸盐岩接触界面交代呈透镜状，多个透镜状矿体相连，便构成一似层状矿体；或在近花岗岩外接触带的北东或北西向的主断裂破碎带中交代充填成似层状矿体。其中，在砂岩与碳酸盐岩层间破碎带中，为似层状锡矿体，在碳酸盐岩中的层间破碎带中，常为似层状铅锌矿体；②上部管状矿体：在主断裂带上盘，北东、北西和东西走向的裂隙非常发育。这三组低序次的裂隙交汇处，常控制管状矿体的分布，使得在主断裂上盘30—100m范围内管状的锡或铅锌富矿体大致等距离分布；③最上部，主断裂

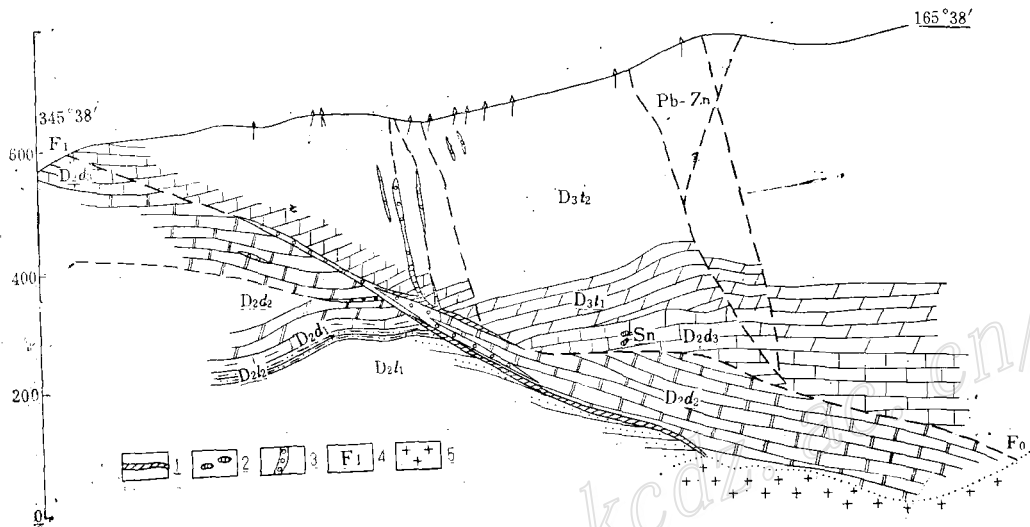


图2 新风矿区49线地质剖面图

(据238地质队资料修编)

D_{3f}—泥盆系上统天子岭组；D_{3d2}—白云质灰岩；D_{3d1}—钙质砂页岩；D_{3d}—泥盆系中统东岗岭组；D_{2d3}—炭质灰岩；D_{2d2}—粒状白云岩；D_{2d1}—泥灰岩；D_{2l}—泥盆系中统莲花组；D_{2l2}—砂页岩；D_{2l1}—砂岩；1—似层状锡矿体；2—管状矿体；3—似层状或脉状铅锌矿体；4—控矿主断裂；5—花岗岩

Fig. 2. Geological section along No. 49 line of the Xinfeng ore district.

D_{3f}—Tianzi Ling Formation of Upper Devonian; D_{3d2}—Dolomitic limestone; D_{3d1}—Calcareous sandy shale; D_{3d}—Donggangling Formation; D_{2d3}—Carbonaceous limestone; D_{2d2}—Granular dolomite; D_{2d1}—Marl; D_{2l}—Middle Devonian Lianhua Formation; D_{2l2}—Sandy shale; D_{2l1}—Sandstone; 1—Stratoid tin orebody; 2—Pipelike orebody; 3—Stratoid or veinlike lead-zinc orebody; 4—Ore-controlling major fault; 5—Granite.

旁侧发育次级裂隙，这些裂隙呈雁行排列，其中往往充填铅锌硫化物矿脉（图2）。在香花岭矿田中，矿体形态在空间上的层—管—脉的这一分布特征，在多个矿床中均有体现。

2. 矿床的成矿元素分带及富集 在单个矿床范围内，从岩体到围岩，无论在水平方向还是在垂直方向上，成矿元素均呈现侧向分带。如香花岭锡多金属矿床，从岩体顶部向外侧围岩，成矿元素组合依次为：Sn(W)→Sn、Be(W)→Sn、Pb、Zn→Pb、Zn、Sb（图3）。

在一个矿体中，依控矿构造的性质和距花岗岩体的近远，成矿元素的富集程度具一定的变化规律。如香花岭矿床由F₁断裂所控的似层状矿体中，在距岩体接触面几米至100m范围内主要富集Sn，50—400m范围主要富集Zn、Pb、(Sn)。在水平方向上，离岩体渐远，Sn品位有逐步降低，Zn/Pb值有逐步降低的趋势（图4）。由于F₁断裂沿走向呈舒缓波状延伸，其走向上的波峰位置破碎带变宽，挤压透镜体平行排列，矿化相应加强，因而使锡矿化富集部

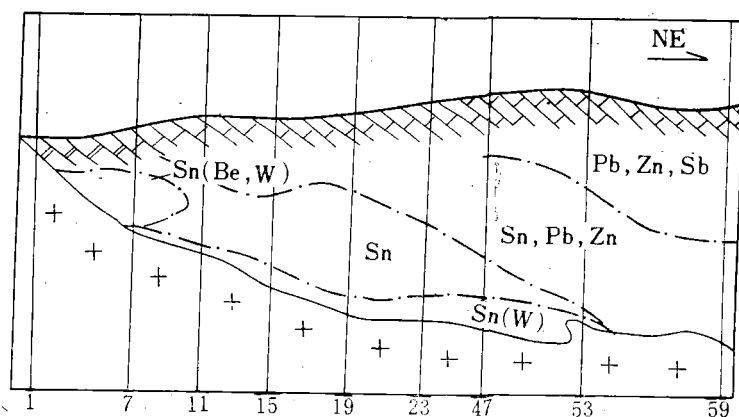


图3 香花岭锡多金属矿床矿体中主元素分带剖面图

(据238地质队资料编绘)

图中阿拉伯数字为勘探线编号

Fig. 3. Sketch geological section showing major element zoning in the orebody of the Xianghualing tin-polymetallic ore deposit.

位与断裂构造的波峰位置密切相关，从而使富锡矿包呈大致的等距离分布(图5)。

3. 矿石矿物的空间分布特点 本区花岗岩与富镁的碳酸盐围岩接触带，或是近花岗岩的砂岩与富镁的碳酸盐岩之层间破碎带，常产出一套镁矽卡岩及与其有关的交代杂岩。这一套交代杂岩是区内锡多金属矿床的主要含矿岩石，它们有着完好的矿物分带⁽⁵⁾。

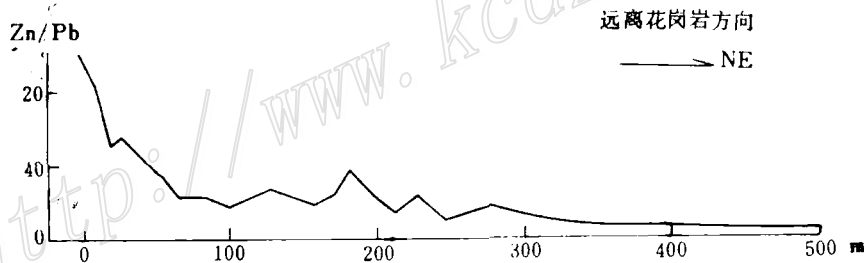


图4 新风铅锌矿矿体沿走向Zn/Pb值的变化

(据238地质队资料编绘)

Fig. 4. Variation in Zn/Pb ratio along the strike of the orebody in the Xinfeng lead-Zinc deposit.

矿床内主要成矿元素的分带，表现为金属矿物和脉石矿物共生组合的带状分布。根据矿物共生组合及生成顺序，区内的热液-交代型锡多金属矿床的成矿过程可分为四个成矿阶段，每个阶段相应地有一种主要矿石类型。在每个成矿阶段，都是从矿液改造围岩开始，到析出主要金属矿物组合结束。矿石类型有如下四种：

(1) 锡石磁铁矿矿石：主要分布于岩体外侧几十米范围内的近接触带，磁铁矿与粒硅镁石、金云母、氟硼镁石、萤石等共生，微细粒状锡石常被包裹于磁铁矿中，或与磁铁矿组成条带状集合体。它们是镁矽卡岩在高温热液阶段，受氟硼质改造的产物。

(2) 锡石毒砂(斜方砷铁矿)磁黄铁矿矿石：是锡矿的主要矿石类型。常分布于锡石磁



图 5 F_1 断裂中似层状锡矿体水平和垂直方向上锡的品位变化

(据238地质队资料编绘, 转引自黄瑞华^[4])
图中细线表示等值线, 数字为品位(%)

Fig. 5. Variation in tin grade along the horizontal and vertical directions of the stratoid tin orebody in F_1 fault.

铁矿矿石之外侧, 有少量叠加于锡石磁铁矿矿石之上。叠加于锡石磁铁矿矿石之上者, 常见磁黄铁矿交代磁铁矿。

(3) 含锡的闪锌矿方铅矿矿石: 除闪锌矿、方铅矿外, 尚含黄铁矿和少量黄锡矿和锡石, 是铅锌矿的主要矿石类型。其分布于距花岗岩接触面 100—1000m 的白云岩层间破碎带或裂隙中。

(4) 含锡的硫化物硫盐矿石: 常叠加于最外部的铅锌矿体之上部地段, 主要由方铅矿、黄铁矿、脆硫锑铅矿、毒砂及少量黄锡矿或锡石组成。

后三种矿石, 是镁矽卡岩酸性淋滤作用下的产物, 它们依次与闪石、电气石、萤石, 水镁石、绿泥石、绢云母以及铁锰碳酸盐类共生。

在一个矿床范围内, 不但矿物组合在空间上有明显的带状分布, 而且在不同矿石中同一矿物的主元素和微量元素含量变化, 也具有一定规律。

表 1、2、3、4 分别列出了本区锡多金属矿床中的锡石、磁黄铁矿、闪锌矿、方铅矿在

表 1 各类矿石的锡石中某些元素的含量(质量%)

Table 1. Contents of some elements in cassiterite from various types of ores (in mass%)

矿石类型	SnO_2	Fe_2O_3	Nb_2O_5	WO_3	In	分析方法
锡石磁铁矿(1)	97.80	0.60	0.001	0.13	0.0027	化学
锡石毒砂磁黄铁矿(2)	98.20	0.12	0.0003	2.095	0.0006	化学
含锡的闪锌矿方铅矿(5)	99.09	0.552	0	0		电子探针
含锡的硫化物硫盐(3)	99.55	0	0	0		电子探针

注: 括号内为样品数, 化学分析由地矿部岩矿测试技术研究所完成, 电子探针分析由本所十室杨明明同志完成
(以下同)

表 2 磁黄铁矿中某些元素的含量 (质量%)

Table 2. Contents of some elements in pyrrhotite (in mass%)

矿石类型	S	Pb	Ag	Se	As	Cu	晶系	分析方法
锡石毒砂磁黄铁矿(1)	38.23	0.04	0.00042	0.00016	0.05	0.17	六方+单斜	化学
含锡的闪锌矿方铅矿(1)	38.93	0.15	0.0014	0.00029	0	0.050	单斜	化学

表 3 闪锌矿中某些元素的含量 (质量%)

Table 3. Contents of some elements in sphalerite (in mass%)

矿石类型	Zn	Fe	Cd	Ag	Zn/Cd	Ga/In	分析方法
锡石毒砂磁黄铁矿(3)	52.21	14.33	0.47	0.005	110.09	0.0118	化学
含锡的闪锌矿方铅矿(6)	55.86	8.41	0.516	0.013	108.26	0.0192	化学
含锡的硫化物硫盐(1)	59.61	5.81	0.74		80.55		电子探针

表 4 方铅矿中某些元素的含量 (质量%)

Table 4. Contents of some elements in galena (in mass%)

矿石类型	Pb	Sb	Ag	Bi	Sb/Ag	Sb/Bi	分析方法
含锡的闪锌矿方铅矿(3)	83.24	0.1610	0.048	0.0366	3.35	4.40	化学
含锡的硫化物硫盐(3)	85.19	0.2155	0.1237	0.0011	1.74	195.91	化学

不同类型矿石中某些元素的平均含量。从这些数据中可以看出：①由近花岗岩接触带到远离花岗岩接触带，或从早到晚，上述金属矿物中主元素含量逐渐增高，杂质元素含量渐低，矿物越来越纯；②一些具有成因意义的微量元素，如闪锌矿中的Cd、Ga等，与Zn的含量同步变化，其Zn/Cd值变化于80—110之间，Ga/In值变化于0.0118—0.0192之间，与大厂、东坡矿床的闪锌矿相近⁽⁶⁾，说明它们都具交代-热液成因；③某些能反映矿物形成条件的微量元素呈规律变化。如锡石中的Fe₂O₃、Nb₂O₅从早期向晚期逐步降低，反映成矿温度越来越低，而In含量的逐步降低，则反映了成矿深度的减小。又如闪锌矿中Fe和方铅矿中的Bi、Ag、Sb的规则变化，一方面反映成矿温度不断降低，另一方面也说明Ag、Sb等元素赋存于远离花岗岩的最外带；④锡石毒砂磁黄铁矿组合中的锡石含WO₃最高，表明酸性淋滤作用早期阶段不仅是锡，而且也是钨的主要成矿阶段，常见白钨矿分布于锡石毒砂磁黄铁矿矿石中，就是证据。

总之，上述矿物的带状分布及其微量元素含量的规律性变化，反映了成矿作用的多期性和矿液物理化学条件的变化。

三、矿化分带的成因探讨

(一) 构造岩浆活动对矿化分带的制约 构造活动是成矿的基本前提之一，它不但决定

花岗岩浆的侵入,而且也决定着成矿元素的聚迁以及矿床、矿体在空间上的定位。在香花岭地区,不同构造要素及其组合在空间上有规律地分布,使成矿构造表现出带状分布。由于构造运动、岩浆活动和成矿作用三者间是相互联系,相互影响的一个整体过程,因此带状的控矿构造必然导致矿化呈相应的带状分布。区内控矿构造分带自岩体向外表现为:岩体顶部的构造裂隙带及蚀变带→侵入接触构造带→围岩中的断裂裂隙带。其中,围岩中的断裂裂隙带,由下往上,其控矿构造要素组合依次为:主干断裂带,为发育于砂岩和白云岩层间的破碎带(控制着似层状矿体);主干断裂带上盘的交错裂隙带,常见于白云岩中,几组不同走向的裂隙交汇部位是成矿的有利空间(控制着管状矿体);最上部的白云岩或灰岩中,由主干断裂派生的一组平行排列的裂隙带(控制着细脉带矿体)(图2)。由此,我们可以解释,为什么接触带热液-交代型矿床中,矿体形态在空间上具层一管一脉的分布特点。

通天庙穹窿形成过程中,与其相配套的北东和北西向断裂的出现,使花岗岩浆沿二组断裂交汇部位侵入。岩浆侵入促进了构造活动的进一步发展。例如,侵入体冷凝会引起岩石的体积收缩,从而形成裂隙。这些裂隙是随着岩体的不断冷凝而逐步地向边缘地带移动的。随着裂隙张开的递次迁移,从而产生构造分带。另外,在矿区内,我们经常可以找到控矿构造多次活动的痕迹。如北东向的控矿主断裂中,早期矿石作为角砾而被后期矿石胶结的现象屡见不鲜。而随着构造的多次张开,从岩浆中分离出的矿液多次脉动扩散上升而沉淀,在其沉淀过程中,按地球化学性质的差别,各元素在空间上依次析出,从而构成不同元素组合在空间上的带状分布。

(二) 矿物共生组合及成矿阶段 如上所述,区内各种矿化一般都具多期、多阶段特点。例如,交代-热液改造型锡矿床中,锡多金属矿化过程就可以分出四个矿化阶段,八种不同的矿物共生组合(表5),它们基本上代表着矿物的生成顺序。

表5说明,几乎每个矿化阶段,矿液的活动都是多次的、具脉动的特点。正如前面所分析的那样,矿液的脉动和成分变化,与构造活动的发展相应展开,使各矿物组合在空间上按一定的次序排列。

表5 锡多金属矿床的矿化阶段和矿物组合

Table 5. Minerogenic stages and their mineral assemblages in the tin-polymetallic ore deposit

矿化阶段	矿物组合
晚期砂卡岩 (镁砂卡岩的氟硼质改造)	黑硼锡铁矿-硅镁石-氟硼镁石-(锡石) 粒硅镁石-含锡磁铁矿 金云母-氟硼镁石-萤石-含锡磁铁矿
早期锡石硫化物	锡石-斜方砷铁矿-磁黄铁矿 锡石-毒砂-磁黄铁矿
中期含锡多金属硫化物	含锡(铜)-闪锌矿-磁黄铁矿 含锡(铜)-闪锌矿-方铅矿-黄铁矿
晚期含锡硫化物硫酸盐	含锡-方铅矿-脆硫锡铅矿-黄铁矿-毒砂

(三) 矿液的物理化学性质及其演化 矿液的物理化学性质及其演化, 是导致矿化分带的主要内部因素之一, 这已被许多学者的研究所揭示。香花岭地区, 锡多金属矿成矿过程中, 各矿化阶段矿液的物理化学参数 (表 6) 的规律变化, 反映了矿液性质的演化。

分布于矿床最深部或近岩体的锡石磁铁矿矿石, 形成最早。磁铁矿、锡石常与粒硅镁石、金云母、氟硼镁石等矿物共生, 说明它们是镁矽卡岩的氟硼质交代过程中析出的矿物^[5]。对粒硅镁石、符山石、锡石、萤石中气液包体测温 (未经压力校正, 以下同) 以及共生的石英-锡石、石英-磁铁矿氧同位素计温法, 求得矿液的温度为 510—350℃, 盐度为 40—24 质量% NaCl, 特征矿物金云母、氟硼镁石及少量黑硼锡铁矿的出现表明其具偏酸性、还原的介质条件^[9]。

表 6 各矿化阶段矿液的物理化学参数

Table 6. Physicochemical parameters of ore fluids in various metallogenic stages

矿化阶段		晚期矽卡岩	锡石硫化物	含锡多金属硫化物	含锡硫化物硫酸盐
气液包裹体	主 矿 物	锡石、萤石、符山石、粒硅镁石	锡石、石英、萤石	锡石、方解石、萤石、石英	方解石
	均一温度 (°C)	510—350	490—290	290—220	220—160
	盐度 (质量% NaCl)	40—24	28—13	13—10	10—3
微量元素矿物	闪锌矿-黄锡矿 ^[7]				235—182
对计温 (°C)	闪锌矿-方铅矿 ^[8]		385—337	283	
稳定同位素 计温 (°C)	方铅矿-闪锌矿		383	277	228
	石英-锡石	389	335—307	290	
	石英-磁铁矿	610—440			
$\delta^{18}\text{O}_{\text{H}_2\text{O}}$ (‰)		13.38—12.45	6.5—5.03	4.0	-5.41
$^1g_{\text{As}_2}$			-10—-12	-10	> -10

分布于锡石磁铁矿外侧的早期锡石硫化物矿化, 形成温度为 490—290℃, 盐度为 28—13 质量% NaCl。根据早期锡石硫化物阶段中存在锡石-斜方砷铁矿-磁黄铁矿和锡石-毒砂-磁黄铁矿早晚两个矿物组合, 应用 Fe-As-S 体系的实验结果^[7], 推知该阶段体系中硫活度从 $101325 \times 10^{-12}\text{Pa}$ 升至 $101325 \times 10^{-10}\text{Pa}$ 。

分布于矿床外侧或浅部矿体中的含锡多金属硫化物, 形成于温度为 290—200℃、盐度为 13—10 质量% NaCl 及较高的硫逸度、酸性、较浅成环境下。最晚期的含锡硫化物硫酸盐矿化阶段, 则是低温 (220—160℃)、低盐度 (10—3 质量% NaCl) 条件, 大量的黄铁矿和碳酸盐矿物的出现, 表明其处于硫逸度更高、二氧化碳逸度亦增高的偏碱性介质条件。

总之, 从矿化的早期到晚期, 矿液的温度、盐度逐渐降低, 成矿深度逐渐变小, 矿液的酸度以及挥发组分的化学位亦出现相应变化, 金属矿物随之以氧化物—硫化物—硫酸盐的顺序析出。在这个过程中, 早期矿液中水的 $\delta^{18}\text{O}$ 值为高正值, 晚期 $\delta^{18}\text{O}$ 值渐降 (通过磁铁矿、锡石、石英的 $\delta^{18}\text{O}$ 测定值及形成温度反推求得), 最晚期矿液中水的 $\delta^{18}\text{O}$ 值为 -5.4‰, δD 值为 -55‰ (萤石包体水同位素测定), 说明早期矿液来自岩浆熔体, 晚期矿液中大气降水成分

逐渐增多。

因此,各矿化期矿液性质及其演化,矿液的活动范围及强度方面的差别,是导致区内矿化分带的重要内部因素。

香花岭地区矿田、矿床的矿化分带很典型,引起矿化分带的因素也很复杂,本文所讨论的也许只是其中的一部分,许多问题,有待深入探讨。

笔者在野外工作中,得到湖南原冶金238地质队和香花岭矿山同行们的大力支持和帮助,本文还引用了原238地质队的许多地质资料,在此深表谢意。

参 考 文 献

- 〔1〕 杜绍华、黄蕴慧 1984 香花岭岩的研究 中国科学(B辑) 第11期
- 〔2〕 陈德潜 1984 试论黄玉霏细斑岩的特征与成因 岩石矿物及测试 第3卷 第1期
- 〔3〕 常海亮等 1981 湖南430矿田矿物中气液包裹体特征及温度的研究 矿物中包裹体研究 科学出版社
- 〔4〕 黄瑞华 1983 香花构造地球化学 大地构造与成矿学 第7卷 第3期
- 〔5〕 张德全、王立华 1986 香花岭锡多金属矿床的交代作用及其分带 中国地质科学院矿床地质研究所刊 第2号
- 〔6〕 宋学信 1982 凡口矿床中闪锌矿和方铅矿的微量元素及其比值——一个对比性研究 岩石矿物及测试 第1卷 第3期
- 〔7〕 Kretschmar U. and Scott, S. D., 1976, Phase relation involving arsenopyrite in the system Fe-As-S and their application. Can. Miner, Vol. 14, pp. 364-386.
- 〔8〕 Bethko, P. M., Baton, P. B., 1971, Distribution of some elements between coexisting sulfide minerals. Econ. Geol., Vol. 66, No. 1.
- 〔9〕 Некрасов И. Я., 1976. Фазовые соотношения в олово-содержащих системах. Изд. "Наука" Москва.

METALLOGENIC ZONING AND GENESIS OF THE XIANGHUALING OREFIELD

Zhang Dequan and Wang Lihua

(Institute of Mineral Deposits, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing)

Abstract

The Xianghualing orefield, a well-known rare and nonferrous metals orefield in South China, is noted for its very typical metallogenic zoning in the depressed area of Nanling region. In the orefield, the intrusion of three granite stocks into Cambrian sandstone and Devonian carbonate rocks along the intersections of NE-trending and NW-trending faults resulted in the formation of three corresponding mineralization districts. Around the ore-bearing granite bodies, different types of ore deposits are in regular zoned distribution as follows: Nb-,

Ta-deposits of magmatic type in the upper part of the granite bodies and W, Sn (Be)deposits of greisen type at the top of the granite bodies→Sn, W, Be deposits of metasomatic type near the contact zone→Sn, W deposits of metasomatic-hydrothermal type at the exocontact zone→Pb, Zn deposits of hydrothermal type far away from the contact zone, with the corresponding zonation of metallogenic elements being REE, Nb, Ta, Sn, W(Be)—Sn, W, Be—Sb, W(Pb, Zn)—Pb, Zn—Pb, Zn, Sb(Ag).

In the same ore deposit, the differences in ore-controlling structures and lithologic characters of the wall rocks have led to the regular upward variation of the orebody shapes from stratoid through pipe-like to veinlike. In addition to the lateral zoning of metallogenic elements within an ore deposit, such as the zoning of Sn(W)→Sn, Be(W)→Sn, Pb, Zn→Pb, Zn, Sb in the Xianghualing tin-polymetallic deposit, the concentration position and extent of the major elements also show regular variation with the change in ore-controlling structures and the distance from the granite body.

The ore-forming processes of the tin-polymetallic ore deposits might be divided into four main stages which gave birth to eight sorts of mineral assemblages. During the mineralization, the metallic minerals were precipitated approximately in order of oxides—sulfides—sulfosalts. The early stage mineral assemblages are distributed near the granite contact zone, while the late stage ones occur somewhat away from the contact zone or are superimposed on the early ones. In ore minerals, the cassiterite, magnetite, sphalerite and galena, which were formed at different stages, also display certain regular variation in their major element contents.

The authors consider that the repeated structural and magmatic activities must have been the major factor leading to the metallogenic zoning in the area in that these activities not only caused the formation of vertical and horizontal zoning for structural elements and their combinations, but also stimulated the repeated pulsating diffusion of ore fluids towards the faults and fissures. The evolution of the properties of ore fluids seems to be another factor causing the formation of metallogenic zoning. From the early ore-forming stage to late, the temperature and salinity of the ore fluids decreased gradually, accompanied by corresponding variation in acidity and chemical potential of the volatiles. Ore fluids with different properties precipitated corresponding distinct mineral assemblages. These assemblages are arranged in order of time and space and thus make up the metallogenic zoning that we see today.