

江西武山侵入型块状硫化物铜矿床的成矿特征*

孟良义

(长春地质学院地质系, 长春 130026)

摘要 从成矿地质条件、矿床地质特点、成矿温度及同位素组成等方面讨论矿床的成矿特征, 指出矿床与花岗闪长斑岩体不仅空间上紧密共生, 且成因上也有关, 为侵入型块状硫化物矿床。该矿床与火山型块状硫化物矿床有着完全不同的成矿特征。

关键词 块状硫化物矿床 侵入型块状硫化物矿床 花岗闪长斑岩

武山铜矿床是由侵入型块状硫化物矿床和夕卡岩矿床组成, 限于篇幅, 本文只讨论侵入型块状硫化物矿床的成矿特征。

1 成矿地质条件

武山矿区位于扬子准地台浙西-皖南台褶带横立山-黄桥向斜东段北翼。

区内自北向南依次出露志留纪-三叠纪地层, 按岩性矿区地层可分为两套: 一是泥盆系上统以下, 主要是一套碎屑沉积的砂岩; 另一套是石炭系中统以上, 主要为一套浅海相碳酸盐类岩石, 区内没有火山岩。

区域地层内主要成矿元素铜的含量普遍低于克拉克值, 仅五通组铜的含量与克拉克值近似, 由此可以看出, 区域地层提供成矿物质的可能性较小。

矿区内岩浆岩为中酸性的浅成岩体及脉岩。按侵入顺序依次出现闪长岩、花岗闪长斑岩、石英闪长玢岩、石英斑岩及花岗细晶岩等, 组成了一个复式岩体。此外, 尚有煌斑岩脉分布。

区内断裂构造发育, 主要有两组: 一组为北东东向, 由走向断裂和层间挤压断裂带组成, 常发育在岩性差异较大的层位之间; 另一组为北北西向-北西向断裂。

与成矿有关的花岗闪长斑岩, 出露面积 0.5km^2 , 受上述两组断裂控制, 属被动侵位。岩体在平面上为椭圆状, 产状较陡, 呈筒状。岩体的同位素年龄为 145Ma , 属中生代燕山期产物。岩体内蚀变较弱, 有钾长石化、黑云母化、硅化、绢云母化及碳酸盐化。

2 矿床地质特点

2.1 矿体形态、产状及围岩蚀变

块状硫化物矿体主要赋存于晚泥盆世五通组石英砂岩假整合面以上的中石炭世黄龙组灰

岩层位内(图 1),在早二叠世栖霞组、茅口组灰岩内也有零星分布.矿体受层间挤压断裂带控制,呈似层状产出,与围岩地层产状基本一致,但不是成层整合的关系,而是呈交代关系(图 2).矿体分布在黄龙组灰岩的上下各部位,却未完全充填、交代整个层位,而是表现为膨胀收缩、分枝复合以及尖灭再现等各种形态(图 1,3).

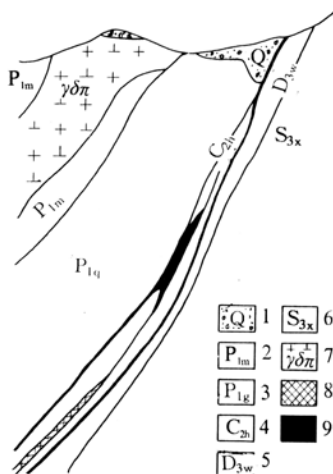


图 1 武山 80 线剖面示意图

1 示第四纪,2 示早二叠世茅口组,3 示早二叠世栖霞组,4 示中石炭世黄龙组,5 示晚泥盆世五通组,6 示志留世西坑组,7 示花岗闪长斑岩,8 示夕卡岩矿体,9

示块状硫化物矿体



图 2 块状硫化物矿体交代大理岩

1 示块状硫化物矿体,2 示大理岩

矿体的围岩蚀变强烈,近矿体部分蚀变作用尤甚,远离矿体蚀变显著减弱.矿体底板五通组石英砂岩内的围岩蚀变有硅化、绢云母化及碳酸盐化.硅化表现为石英呈细脉穿切、交代石英砂岩;绢云母化表现为绢云母呈细小鳞片状交代石英砂岩中的粘土矿物及石英;碳酸盐化较弱,方解石呈细脉状、浸染状交代石英砂岩以及硅化和绢云母化的产物.近矿体部分的石英砂岩中,铜含量普遍增高,局部甚至可达到工业品位.黄龙组灰岩在受热重结晶形成大理岩的基础上,其围岩蚀变主要为硅化,表现为石英呈细脉状、网脉状穿切、交代大理岩.

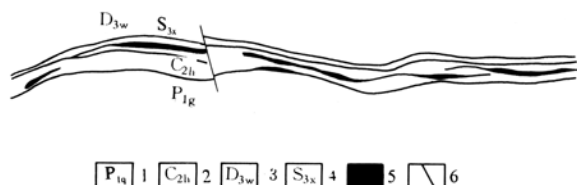


图 3 武山在 240m 中段平面示意图

1 示早二叠世栖霞组,2 示中石炭世黄龙组,3 示晚泥盆世五通组,4 示志留世西坑组,5 示块状硫化物矿体,6

示断层

局部块状硫化物矿体与夕卡岩矿体之间逐渐过渡(图 1),在块状硫化物矿体内还可见到石榴子石夕卡岩的残留体.

2.2 矿石的矿物成分及组构

2.2.1 矿石的矿物成分 矿石的矿物成分有 26 种,其中矿石矿物以黄铁矿、黄铜矿为主,脉石矿物以石英、方解石为主.现将最主要的矿石矿物及脉石矿物简述如下:

(1)黄铁矿:黄铁矿是块状硫化物矿体中分布最广、含量最多的金属矿物,其含量一般

大于 70%,呈致密块状产出,组成块状构造矿石.黄铁矿大部分为立方体、五角十二面体的自形、半自形粒状晶体,少量呈胶体,按粒径可将黄铁矿分为粗粒(粒径 > 0.5mm)、中粒(0.15~

0.5mm)、细粒(0.03~0.15mm)以及胶状黄铁矿。

中、粗粒黄铁矿:中粒和粗粒黄铁矿形成时间上相近,两者没有明显的穿切、交代关系,故归并为第 1 世代黄铁矿。它们大部分呈立方体、五角十二面体的自形、半自形粒状晶体,与石英共生。黄铁矿内有少量磁黄铁矿、黄铜矿包体。中、粗粒黄铁矿常被细粒黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿及方铅矿等交代,部分黄铁矿已被压碎,并被黄铜矿呈网脉状交代。

细粒黄铁矿:细粒黄铁矿的形成晚于中、粗粒黄铁矿,两者常呈穿切、交代关系。细粒黄铁矿主要也是立方体、五角十二面体的自形、半自形晶体,与石英、黄铜矿紧密共生。细粒黄铁矿常被闪锌矿、方铅矿交代。

胶状黄铁矿:胶状黄铁矿具有明显的同心环带状条带,且已再结晶成为变胶状构造,部分再结晶后形成球粒结构及放射状结构。胶状黄铁矿与白铁矿、方解石、石髓共生,并交代中、粗粒黄铁矿、细粒黄铁矿、闪锌矿及方铅矿。

(2)黄铜矿:黄铜矿是块状硫化物矿床中的主要含铜矿物。黄铜矿呈它形粒状,粒径一般为 0.05~0.2mm,主要与石英、细粒黄铁矿共生,以浸染状、细脉状、网脉状及团块状交代中、粗粒黄铁矿,并被闪锌矿、方铅矿交代。少量黄铜矿被包裹于磁黄铁矿内或呈乳滴状、叶片状分布于闪锌矿中。黄铜矿常依次被斑铜矿、辉铜矿及铜蓝等交代,所含的微量元素以银、铋、钴及镍等较高。

(3)石英:石英是块状硫化物矿床中最主要的脉石矿物,呈粒状、浸染状、网脉状、脉状及不规则团块状分布,含量较多。石英晶出时间较长,与中、粗粒黄铁矿、细粒黄铁矿、黄铜矿、闪锌矿及方铅矿等共生,构成了石英-硫化物阶段。

(4)方解石:方解石呈浸染状、脉状交代黄铁矿、黄铜矿、方铅矿及闪锌矿等,与胶状黄铁矿、白铁矿及石髓等共生,为最晚阶段的蚀变产物。

2.2.2 矿石结构 矿石结构主要有晶粒结构、交代残余结构、网状结构、乳滴状结构、叶片状结构、压碎结构、放射状结构及球粒状结构等。

矿石构造为块状、浸染状、角砾状、变胶状、脉状及网脉状,其中以块状为主,金属矿物含量在 70% 以上。

2.3 矿床的成矿元素及微量元素组成

矿床的铜、银及铋含量较高,其次为铅、锌、砷、钨及锰等,而钴、镍、钛及钒等含最低(表 1)。

表 1 矿床的成矿元素及微量元素组成^{a)}($\times 10^{-6}$)

Cu	Pb	Zn	Ag	Mo	As	W	Sn	Bi	Co	Ni	V	Mn	Ti
5 786	283	1 157	7.61	3.75	299	32.2	14	62.2	28.6	19.1	11.2	1 859	588

a)件数:91 件

2.4 矿床内黄铁矿的微量元素组成

黄铁矿的微量元素以富含铜、银、铋、锰为特征(表 2)。

表 2 黄铁矿的微量元素组成^{a)}($\times 10^{-6}$)

Cu	Pb	Zn	Ag	Mo	W	Sn	Bi	Co	Ni	Mn
5 088	1 089	1 488	11.83	8.89	257.6	15.43	152.9	38.28	17.33	58.38

a)件数:21 件

3 矿床的成矿温度

块状硫化物矿床是在一个较宽温度范围内形成的。石榴子石生成最早,磁铁矿生成也较早,其生成温度为 420℃。

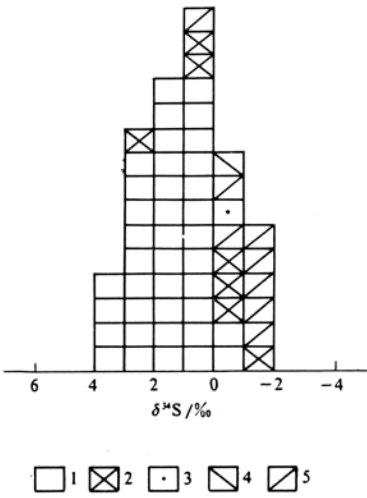
黄铁矿中,中、粗粒黄铁矿生成最早,形成温度也最高,17 件样品的众值为 350℃,细粒黄铁矿形成晚于中、粗粒黄铁矿,其生成温度根据 12 件样品的众值为 290℃。胶状黄铁矿生成最晚,生成温度也最低,其众值为 210℃。白铁矿和胶状黄铁矿都是属于最晚形成的矿物,生成温度也低,其众值为 210℃。

石英与黄铁矿、黄铜矿、方铅矿及闪锌矿等共生,晶出时间较长,形成温度为 330℃。黄铜矿交代磁铁矿、中、粗粒黄铁矿,与细粒黄铁矿、石英共生,并被闪锌矿及方铅矿交代,其生成温度为 300℃。

闪锌矿与方铅矿两者基本同时生成,后者稍晚于前者。它们都交代黄铜矿和细粒黄铁矿,并与石英共生,闪锌矿的生成温度为 265℃,方铅矿为 258℃。

矿床的成矿温度主要是在 330~290℃ 区间。

4 矿床的硫同位素组成



矿床内金属硫化物的 $\delta^{34}\text{S}$ 值变化范围很窄,为 $-1.9\text{‰} \sim +3.5\text{‰}$,其均值为 $+0.8\text{‰}$ (56 件),接近于零,也接近于陨石的硫同位素组成,样品频数明显呈塔形分布(图 4、表 3)。上述硫同位素组成与崔彬的研究结果^[1]一致。用已知海底火山沉积有关矿床硫同位素组成标准 $\delta^{34}\text{S}$ 值为 $+20\text{‰}$ 标准^[2]衡量,排除了矿床的形成与海底火山沉积作用有关,而表明了矿床中的硫来自地壳深部岩浆。

表 3 矿床的硫同位素组成

$\delta^{34}\text{S}/\text{‰}$	矿 物				
	黄铁矿	方铅矿	闪锌矿	黄铜矿	辉铜矿
	件 数				
-2~-1.1		5	1		
-1~-0.1	2	1	4	1	1
0~+1	12	1	2		
+1.1~+3	12				
+2.1~+3	9		1		
+3.1~+4	4				

图 4 矿床的硫同位素组成图
1 示黄铁矿,2 示闪锌矿,3 示黄铜矿,
4 示辉铜矿,5 示方铅矿

5 矿床的成矿特征

(1)矿床中方铅矿的²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb 值为 18.38,用作者提出 18.50 ± 0.25 作为燕山期成矿的判别标志(除华北地台)^[3]衡量,矿床应是中生代燕山期,与矿床有关的花岗闪长斑岩的同位素年龄为 145Ma,说明两者形成的时间相近,而与中石炭统围岩形成的时间(335Ma)则相距甚远。

(2)区域地层内没有火山岩,结合矿床的硫同位素组成具陨石硫特征,而不具海底火山沉

积矿床特征,再结合上述矿床形成的时间是中生代,而不是古生代,说明矿床形成与海底火山沉积作用无关。

(3)矿体与花岗闪长斑岩体在空间上紧密共生(图1),矿体与岩体最近距离只有40m,最远不超过500m,这种紧密共生关系,在江西九瑞地区其他块状硫化物矿床、安徽铜陵地区块状硫化物矿床也都明显地反应出来,从而表明了这种关系不是偶然的,是有着内在的成因联系。

(4)矿体受北东东向层间挤压断裂带控制,与围岩呈交代关系。矿体与夕卡岩为逐渐过渡关系,在矿体内能见到夕卡岩的残留体。矿体近矿部分围岩蚀变强烈,而远离矿体围岩蚀变则显著减弱。

(5)花岗闪长斑岩及块状硫化物矿床中的主要金属矿物皆是黄铁矿和黄铜矿。黄铁矿按粒径皆可分为中、粗粒和细粒的两种,它们的晶形特征、粒径、生成顺序、硫同位素组成及生成温度是一致的。黄铜矿皆与细粒黄铁矿、石英共生,铜矿化皆与硅化有关。

(6)黄铁矿中Co/Ni值是矿床成因方面的地球化学标志,21件黄铁矿中Co/Ni的均值为2.20,从微量元素角度说明黄铁矿是岩浆热液形成。

(7)矿床硫同位素组成的变化范围窄, $\delta^{34}\text{S}$ 值接近于零,具陨硫特征,说明矿床中的硫来自花岗闪长岩浆,鉴于铜与硫结合形成黄铜矿,因此分析了硫的来源,可间接推断矿床中的铜也来自花岗闪长岩浆^[4]。

综上所述,矿床的形成与花岗闪长斑岩有关,为侵入型块状硫化物铜矿床。随着温度、压力下降,含矿热液自花岗闪长岩浆中分出,进入黄龙灰岩的层间挤压断裂带中,进行交代和充填,形成块状硫化物铜矿床,其成矿作用可分为4个阶段,即夕卡岩阶段、氧化物阶段、石英-硫化物阶段及碳酸盐阶段。

(1)夕卡岩阶段:由石榴子石、透辉石组成,它是矿床中形成最早的矿物组合,发育较弱,且绝大部分已被块状硫化物充填、交代。

(2)氧化物阶段:由透闪石、绿帘石组成,与其共生的金属矿物为磁铁矿及赤铁矿该阶段发育较弱,且大部分也被块状硫化物交代。

(3)石英-硫化物阶段:由石英及金属硫化物组成,是块状硫化物矿床中最为发育,也是最主要的成矿阶段,并可进一步分为3个亚阶段:1)黄铁矿亚阶段:由石英和中、粗粒黄铁矿组成,且有少量磁黄铁矿和辉钼矿;2)黄铜矿亚阶段:由石英、细粒黄铁矿及黄铜矿组成。铜矿化与该亚阶段有关;3)方铅矿、闪锌矿亚阶段:由石英、方铅矿及闪锌矿等组成。铅、锌矿化与该亚阶段有关。

(4)碳酸盐阶段:由方解石、菱铁矿、石髓、胶状黄铁矿及白铁矿等组成,它是块状硫化物矿床中最晚阶段的产物。

参 考 文 献

- 1 崔彬. 江西九瑞地区铜金成矿系列模式. 矿床地质, 1995, 14(1): 44~49
- 2 Ohmoto H, Rye R O. Isotopes of sulfur and carbon. In: Barnes H L, ed. Geochemistry of hydrothermal ore deposits. New York: John Wiley and Sons, 1979, 509~561
- 3 孟良义, 李德伦, 鲁守柱. 白乃庙金矿床成矿作用. 长春地质学院学报, 白乃庙地质专辑, 1992. 113~114
- 4 孟良义, 鲁守柱. 从硫同位素组成讨论长江中下游铜矿床成因. 见: 中国科学院矿床地球化学开放研究实验室主编. 矿床地质与矿床地球化学研究新进展. 兰州: 兰州大学出版社, 1990. 149~150