

某細脉型錫矿伴生組分及其綜合利用

魏 均 王 凤 閣

錫石—硫化物类型錫矿伴生組分的綜合利用, 为当前需要研究的課題。本文拟介紹某細脉型錫矿伴生組分及其綜合利用情况。

一、矿石一般特征

該細脉型矿石主要分布在泥盆紀灰頁岩、頁岩层中, 矿体沿岩层节理呈細脉带分布, 为矿区主要矿石类型之一。矿石品位較低, 組成矿石的金属矿物有黄鉄矿、鉄閃鋅矿、閃鋅矿、脆硫錫鉛矿和磁黄鉄

矿, 其次为毒砂、錫石、白鉄矿、方鉛矿、黄銅矿、黝錫矿等; 脉石矿物主要为碳酸盐类、石英, 其次为电气石、石榴石等。矿物結構比較复杂, 为他形晶粒状結構, 交代残余結構, 固溶体分离結構等。主要金属矿物除閃鋅矿外, 粒度均較細小, 特别是錫石, 顆粒細小, 而且分布在硫化物和碳酸盐不同矿物中, 造成选别上的困难。該矿石主要金属矿物粒度分析見于表 1:

矿石矿物組成及主要矿物粒度

表 1

类别	主要矿物	粒 度 (mm)			次要矿物	粒 度 (mm)			少量矿物	粒 度 (mm)		稀少矿物
		最小	最大	一 般		最小	最大	一 般		最小	最大	
金属矿物	黄鉄矿	0.01	10	0.05~2.0	毒 砂	0.08	0.5	0.2~0.3	方 鉛 矿	0.015	0.15	銅 兰
	鉄閃鋅矿	0.03	6	2~3	錫 石	0.05	0.15	0.1~0.07	黄 銅 矿	0.015	0.05	輝錫矿
	閃鋅矿				白鉄矿	0.01	0.3	0.1	黝 錫 矿	0.02	0.15	孔雀石
	脆硫錫鉛矿											
	磁黄鉄矿	0.08	0.5	0.25~0.4								

二、矿石中有益組分的賦存状态及分布

該矿石为細脉型含錫多金属硫化物矿石, 矿石經多元素分析除含有工业意义的錫外, 尚含有鋅、鉛、錫、銅、砷、硫、金、銀, 并富含分散元素。主要金属元素均构成氧化物、硫化物、硫砷化物及硫盐类矿物产出, 分散元素及金、銀等未发现单独矿物, 而以混入物的形式存在于其他矿物中。現就主要元素在矿石中分散、富集程度分述如下:

(一) 錫: 錫主要呈錫石产出, 組成錫石的錫达 74~79.5%。其余的錫主要形成黝錫矿及輝錫錫鉛矿等。在其他硫化物及脉石中也均含錫(0.1~0.5%), 这种分散的錫, 除少量呈杂质混入物存在于各矿物中外, 主要为夹杂含錫矿物細小包裹物所致。

(二) 鉛、錫: 矿石中鉛、錫緊密結合, 主要构成脆硫錫鉛矿、輝錫錫鉛矿及硫錫鉛矿等, 其中以脆硫錫鉛矿最多。鉛、錫分別与硫結合形成的方鉛矿、輝錫矿很少。鉛的状态考查也发现有 18.6% 的鉛呈氧化鉛存在。

(三) 鋅: 鋅构成鉄閃鋅矿及閃鋅矿, 少量的鋅

呈混入物形式存在于其他矿物中。

(四) 砷: 主要形成毒砂, 在黄鉄矿及磁黄鉄矿中也含有砷。前者含砷为 0.69%, 后者含砷为 0.78%。因此部分砷可分散于硫精矿中。

(五) 分散元素及貴金属的富集情况:

1. 銅: 銅是矿石中含量最高又最稳定的一种分散元素, 它大量富集于鉄閃鋅矿及閃鋅矿中, 在其他硫化物、錫石以及脉石矿物中也有一定含量。在閃鋅矿中含銅量一般与成矿溫度有密切关系, 浅色閃鋅矿含銅量应高于鉄閃鋅矿, 但就本区分析資料来看, 情况恰恰相反, 越是高温的閃鋅矿含銅量越高。

2. 鋅: 鋅的分布与銅相似, 但含量較銅为低, 主要含于閃鋅矿中, 閃鋅矿含鋅以鉄閃鋅矿最高(0.115%), 閃鋅矿次之, 在輝錫錫鉛矿及脆硫錫鉛矿中鋅含量也都超过了 0.02%。但在錫石中含鋅极低, 这可能与錫石的成矿溫度偏低有关。

3. 銀: 銀在矿石中含量很少, 而且分散。只在鉄閃鋅矿中含量較高, 在毒砂中的含量最低。在錫

石、輝銻錫鉛礦以及脈石礦物中也有一定含量。

4. 硒、碲：硒和碲主要含在硫鹽礦物及硫化物中。含硒最高的礦物為脆硫銻鉛礦，含硒量為萬分之几。含碲最高的礦物為閃鋅礦，含碲量為十萬分之几。其他礦物中硒和碲的含量極微。

5. 鉍：礦石中鉍含量很少，從單礦物分析資料看，鉍主要在輝銻錫鉛礦中，其他硫化物中的鉍含量極微，一般不超過百萬分之几。錫石中也含0.0003%。

6. 金、銀：金富集於鉛銻精礦中，而銀富集於鋅精礦中，硫銻精礦中金、銀也有一定含量（錫精礦因樣品不足未能進行考查）。金、銀的品位較高，其賦存狀態尚待進一步研究。

三、礦石可選性能及綜合利用

（一）該礦石金屬礦物種類繁多，粒度細小，結構複雜，因此其可選性程度如何，是急待解決的問題。

就錫而言，礦石中錫石嵌布粒度細小。加之其分布不但與硫化物連生而又常與脈石不易解離。此外礦石中錫石又以黝錫礦形式存在，黝錫礦呈乳滴狀賦存於鉄閃鋅礦中，不能分選，造成錫在回收上的損失。

（上接第6頁）

的工業原料礦物。

（二）有關選礦問題

礦石中鈷的賦存狀態除發現極少量輝鈷礦外，主要形成了含鈷黃鉄礦，在黃銅礦和磁黃鉄礦中含鈷很少，因之對鈷的綜合利用，主要決定於含鈷黃鉄礦的選礦富集。含鈷黃鉄礦的物理和化學性質基本上與黃鉄礦相同，黃鉄礦的選礦技術較簡單，所以不論對黃鉄礦與黃銅礦同時求得混合精礦，或進行優先浮選，都將獲得較好的結果。

關於該礦石銅鈷回收問題，經多次研究，均獲得了較好的成果，我們認為，就礦區礦石性質的實際情況，選礦採用銅鈷混合浮選和下一步抑鈷選銅的流程是合適的，分離銅鈷用石灰法、石灰亞硫酸鈉法、石灰氯化鈉法，都獲得了比較滿意的指標，特別是石灰法價廉質高，更具優越性。

從選礦試驗証實了鈷精礦的主要成份為含鈷黃鉄礦，上述浮選含鈷黃鉄礦的選礦流程，可適用於類似礦區。

（三）對鈷的進一步勘探問題

該礦床為似層狀銅鈷礦床，礦體形態穩定，礦物成份簡單，主要構成銅鈷礦石和鈷礦石，鈷礦石局部富集並密切與銅鈷礦石相伴，因之對該礦床鈷的

在伴生組分中，如鋅、鉛、銻、硫、碲等均以硫化物存在，鋅礦物粒度較大，易於選別。銅品位較低，特別是黃銅礦均呈乳滴狀與鉄閃鋅礦連生，因而選礦過程中難以得到銅的精礦。銅、銻主要富集於閃鋅礦中，脆硫銻鉛礦中含銻也可達0.023%。其他元素在各礦物中品位均低，是否具有工業意義，尚待進一步研究。

（二）根據該礦石物質組成特點，經選礦試驗証實錫石可以重選回收。其他伴生組份以浮選回收獲得各種精礦效果良好。特別是先浮選後重選的流程對伴生組分的綜合利用更顯得有利，如就礦石可選性研究所獲各選礦產品指標來看，可確定礦石中伴生組分鋅、鉛、銻、碲、硫的綜合利用價值，為地區評價工作提供了依據。

分散元素在選礦過程中的分散與富集是確定分散元素是否有工業價值的主要根據，選礦各產品中分散元素及貴金屬分析表明，銅、銻、銀等主要含在鋅精礦中，鉛銻精礦中銅、銻、金、硒的含量也比較高，但鎳和鉍則很貧乏，碲、鉍也不能大量富集，銅、銻、金、銀在冶煉過程中應注意回收。

勘探可在銅礦勘探的同時進行，過去勘探隊勘探銅時曾用組合分析品位進行過鈷的儲量計算。對伴生元素利用組合樣品分析進行儲量計算是否合理，還要看元素的賦存狀態和其品位的代表性如何，目前礦山為研究鈷的礦化規律，在已探礦地段進行取樣分析，由於礦塊圈定包括了單鈷礦石，所求平均品位較前組合樣分析品位均高，單鈷礦石在礦體中局部富集，並占有一定比量，在勘探時如按銅品位圈定礦體，勢必使鈷礦資源造成損失，因之對如何圈定銅鈷綜合礦體或按礦石類型分別圈定，應根據單鈷礦石可采品位，進行不同類型礦石量的統計，和銅的貧化程度的研究，最後合理確定。但須指出，勘探該類型礦床時的礦石取樣，就鈷的賦存特點，應以普通分析代替組合分析取得品位參數計算儲量為合理。

（四）關於找礦問題

本區含鈷黃鉄礦的形成，就其成礦控制因素分析，主要決定於鈷元素的地球化學特性和成礦溫度變化，以及礦床類型、區域地球化學特性等。

鈷是親鉄親銅元素，鈷在礦床中的分布更接近於銅，多構成銅鈷綜合礦床。該帶銅鈷礦點很多，類型相似，礦石中普遍發現含鈷礦物和鈷礦物，顯然與區域岩漿成分和溶液性質的區域地球化學特征有關，應引起對該帶銅礦床中鈷的評價工作的重視。