

多金屬矿床伴生組份的一些問題

杜 春 林

对矿床中有用伴生組份进行系統地研究和分析，不仅能够获得許多有益的矿产資源，而且还可减少国家投資，降低地質勘探成本。因为構成一个矿物原料产地，根据地球化学原理，按化学元素在自然界分佈的規律，除了賦有它的主要矿物外，通常都伴生有一定的其他有用金屬矿物和元素。因此把目前已生产或勘探的多金屬矿床（仅限于碳酸鹽类岩石中交代矿、矽卡岩矿、脈狀矿床）中所伴生的矿物和元素加以初

步綜合，供研究矿物原料綜合利用問題的参考。

一、矿床特点及伴生組份

关于矿床特点及伴生組份可参考表1。现就碳酸鹽类岩石中交代矿，矽卡岩矿，脈狀矿床分別叙述如下：

1. 碳酸鹽类岩石中的交代矿床

根据东北、西南和中南地区的一些主要矿床分佈

表 1

矿床工业类型	矿 物		伴 生 組 份
	主 要 的	次 要 的	
碳酸鹽类岩石中交代矿床	黄鉄矿、閃鋅矿、方鉛矿、磁黄鉄矿、石英、白云母	黄銅矿、黝銅矿、輝銀矿、毒砂、重晶石、硫錳矿、方解石。	Pb、Zn、Ag、Au、Cd、As、Sb、Cu、Ni、Co、Mn、Fe、Mo、V、S、P、Sn、Bi、Be、Ga、In、Sr、Zr、Ti。
矽卡岩矿床	黄鉄矿、閃鋅矿、方鉛矿、磁黄鉄矿、柘榴石、石英、輝石、透輝石、阳起石	磁鉄矿、黄銅矿、毒砂、輝銀矿、方解石。	Pb、Zn、Ag、Cd、As、Sb、Cu、Ni、Co、Mn、Fe、Mo、V、S、Sn、Bi、Be、Ti、Cr、
脈狀矿床	閃鋅矿、方鉛矿、黄銅矿*、菱鉄矿、黄鉄矿*、石英、重晶石、方解石、螢石	磁黄鉄矿、輝銀矿、輝銀矿、輝銀鉛矿。	Pb、Zn、Ag、Au、Cd、As、Sb、Cu、Ni、Co、Fe、Mo、V、S、Sn、Bi、Be、Ga、Sr、T、Cr。

*黄銅矿、黄鉄矿这两种矿物变化不定。

情况。在前震旦紀、震旦紀、寒武奥陶紀、泥盆紀及石炭二疊紀都有这类矿床存在。但構成此类矿床的金屬矿物却大同小異，一般的有閃鋅矿、方鉛矿、黄鉄矿、磁黄鉄矿、黄銅矿、黝銅矿、輝銀矿、毒砂及硫錳矿等。非金属矿物有石英、方解石、白云石、重晶石等。矿物的組織結構一般为細粒~粗粒致密块狀及浸染狀，具有揉皺、熔蝕、乳濁、压碎、角礫狀等構造，并能明显的見到鉛穿插鋅或鋅穿插鉛的現象，这些都是多次成矿的特征。其伴生組份据光譜分析和化学分析，一般有如附表1中所記載的組份。其品位鉛、鋅一般为富矿石，鉛与鋅兩者之比例一般为1:1.5、1:1或1.5:1，但也有时为1:5.7，錳含量一般为

0~0.1%，錳、錫、鋇、鉍、鉍、鉍、鉍一般小于0.001%，鉍有时可达0.01%，但在貧矿中則沒有发现。此等分散和稀有元素在共生矿物中还没有发现，它主要是类質同象和雜質的混合物存在于方鉛矿或閃鋅矿中。如103矿区多金屬矿床，发育于震旦紀碳酸鹽类岩石中（灰岩、白云岩），構成这类矿床的金屬矿物有黄鉄矿、方鉛矿、閃鋅矿、黄銅矿、磁黄鉄矿、毒砂、硫錳矿等。邢撫安同志把該矿床形成分成六个阶段，而鉛、鋅主要富集于第四、五两个阶段。鉛鋅互相穿插的現象非常明显，并根据光片观察把閃鋅矿分为棕紅色与淡黃綠色两种，其中棕紅色閃鋅矿較多，并多与磁黄鉄矿共生，而淡黃綠色閃鋅矿量

較少，主要与方鉛矿共生，并常見与黃銅矿呈固溶体状态。从光譜分析已知棕紅色閃鋅矿含有大量鉄、錳，并含有錳、銅、鋅、鎳等元素，淡黃綠色閃鋅矿含鉄、錳較少，未发现鎳、鋅，而錳、銅含量也少于前者。这可能是由于沉淀的溫度有所不同。因为含鉄多的閃鋅矿生成溫度比較高些。又如广西某多金屬矿床，賦存于泥盆紀灰岩之構造裂罅中，構成矿床的矿物有方鉛矿、閃鋅矿、黃鉄矿、方解石、白云石及褐鉄矿、菱鉄矿、赤鉄矿、白鉛矿、石膏等。其中方鉛矿与閃鋅矿密切共生，但閃鋅矿常能单独富集，而方鉛矿則沒有单独富集。其伴生組份有鉛、鋅、銀、銅、錳、金、砷、銻、鉻、鎳、鈷、鋁、錫、鉍、鉍、鎳、鎳、鎳，其中鉛与鋅为富級矿石，錳的品位高低由鋅的富集程度不同而異，如鋅高而錳隨之，鋅貧而錳隨之低。鉛、鋅、錳三者之比为1:5.7:0.03，銅 0.00几~0.2%，鈷、鉻、鎳、錫、錫、鉍、鉍、鎳、鎳、鎳一般小于0.001% 或者沒有，而鎳有时可达到0.01%。

2. 矽卡岩类型矿床

这类矿床資料不多，研究的也不够，根据东北地区几个矿床中的矿石組織結構来看，構成矿床中的金屬矿物有方鉛矿、閃鋅矿、黃鉄矿、黃銅矿、磁黃鉄矿、磁鉄矿、毒砂及輝鉬矿，非金屬矿物有石榴石、透輝石、阳起石、方解石、石英、符山石、綠簾石等。各种金屬矿物在矿床中分佈很复杂，可以发现在閃鋅矿、黃銅矿中有磁鉄矿、輝鉬矿等高温矿物的包裹物及其互相重叠出現或磁鉄矿、黃銅矿与閃鋅矿、方鉛矿分別存在。但一般都是細粒~中粒的致密块狀、浸染狀及細脈狀。其伴生組份如表1。这类矿床中鉛鋅为中级矿石，鈷由微量~0.4%，鈷、鉻、鋁、鈳由0.01~0.04%，銅0.3%±，鋁、錫、鎳、錳0.00几%。

3. 脈狀矿床

此类矿床发育于前震旦紀、震旦紀、泥盆紀地层中較多，但在寒武奥陶紀、石炭二疊紀地层和花崗岩中也有分佈。構成这类矿床中的金屬矿物有閃鋅矿、方鉛矿、黃銅矿、黃鉄矿、磁黃鉄矿、輝銀矿、輝銀鉛矿、輝鉬矿及菱鉄矿。非金屬矿物有石英、方解石、螢石、重晶石等。矿物在矿床中有明显的块狀、浸染狀、角礫狀、橢狀、帶狀等構造，主要矿物方鉛矿、閃鋅矿、黃鉄矿、磁黃鉄矿等单独存在的时候較多，但也有呈嵌生或連生及互相穿插、重复出現的現象，具多次生矿的特征。其伴生組份如表1。这类矿

床鉛、鋅为中级矿，鎳0.00几%~0.0几%，錳0.000几%~0.0几%，鋁0~<0.1%，鎳0~0.0几%，鈳0.2%±，鉍、錫、鋁、銅、鉻、鈳0.00几~0.0几%。

如湖南某多金屬矿床，呈細脈狀、块狀、散漫狀，随石英、螢石脈賦存于花崗岩与震旦紀板溪系地层接触附近的破碎帶中，構成矿床的主要矿物有方鉛矿、閃鋅矿、黃鉄矿、黃銅矿、輝銀矿、輝銀鉛矿、輝鉬矿、重晶石、螢石、石英、金及方解石等。根据矿石結構，确定了成矿作用可分三期，而矿床中鉛、鋅主要矿物生成于第一期，其次是第二期，而第三期主要为重晶石、螢石和石英，只伴有少許硫化物。伴生組份有鉛、鋅、銀、金、砷、錳、銅、鉻、硫、磷、氯化鈣、鉍、鉍、鈷、鎳、銻、鈳、鉍、鎳、鎳、鉍、鉍、鉍。

二、几种元素与地球化学之关系

目前我們对矿床中伴生元素研究的还不够，尤其对矽卡岩类型矿床。因此有必要重述几种分散元素与鉛鋅之关系。我們知道象錳、鋁、銅、鉍、鎳、鉍等元素在自然界为分佈极少的元素（如表2）一般不形成单独矿物，大部被分佈較广的、地球化学性質相

表2

元 素	重 量 百 分 比	
	克拉克与华盛顿	費 尔 斯 曼
鉛	2×10^{-3}	1.6×10^{-3}
鋅	0.004	0.02
錳	$n \times 10^{-5}$	5×10^{-4}
鋁	$n \times 10^{-9}$	1×10^{-4}
鎳	"	4×10^{-4}
銅	"	1×10^{-3}
砷	$n \times 10^{-7}$	1×10^{-5}
硒	$n \times 10^{-6}$	8×10^{-5}
鉍	$n \times 10^{-8}$	1×10^{-5}
鈳	0.01	0.01

近似的元素原子吸到自己晶格子中，呈类質同象存在，根据表所列举的一些性質就可以了解到，如錳与鋅兩者的离子半徑很相近似，熔点范围也相同，所以不論低溫或高温的鋅矿石都有錳存在。又如鉍在自然界中主要是以四价状态存在，但在强烈还原条件下，它也可以成二价的状态。因此二价鉍的离子半徑(0.8)

表 3

	鉛	鋅	鎘	銻	銻	銻	鉍
原子序数	82	30	48	32	31	49	81
原子量	207.21	65.38	112.41	72.6	69.72	114.76	204.39
原子价	II、IV	II	II	IV	III	II	I II
离子半徑	II 1.32 IV 0.84	0.83	1.03	III 0.44 II 0.8	0.62	0.92	I 1.49 II 1.03
熔 点	329	419.5	320.9	958.5	29.75	115	303.5
电子数	2.8.18.32 18.4	2.8.18.2	2.8.18.18.2	2.8.18.4	2.8.18.3	2.8.18.18.3	2.8.18.32.18.3

就与鋅的离子半徑(0.83)大小接近了,所以鋅矿石往往也含有銻,虽然熔点相差很大。根据矿物学教程上册閃鋅矿族記載,在閃鋅矿中呈类質同象的混合物鎘一般含有百分之零点几,銻含有百分之零点几。

鉍在閃鋅矿中也可能存在,根据地球化学的性质主要与鉛相似(原子量,离子半徑,熔点),并大約在相同的溫度下往往也具有和鉛一样的活动性,所以鉍主要存在于方鉛矿中。

根据上述实际資料和一些地球化学原理,使我們清楚的知道了在地質勘探上或研究工作中,充分利用地球化学原理不但能帮助解决矿床成因和元素在矿床中的分佈問題,更重要的是能指出一些新的矿物原料。因此,我們进行地質普查、勘探及开采时,运用地球化学原理对伴生組份进行研究是相当重要的。但为了解决其含量及工业上的利用,提高或解决希散元素的定量分析和提煉方法尤为重要。

三、关于工业要求及儲量計算問題

在勘探时为了便于对希散元素进行研究和估价,特將貝波契金專家关于分散及希有元素所談的工业要求及儲量計算方法概括的介紹如下:

1. 工业要求

鎘:有单独矿物(硫鎘矿,方鎘矿,磷鎘矿)
含量一般 0.08% 或低些也可以。

銻:沒有单独矿物
含量一般0.0几%, 0.00几% 也可回收。

銻:单独矿物很少,在鋅尾矿中回收銻
在矿石中含量一般 0.001~0.01%。

銻:含銻的矿物目前不清楚。
含量一般 0.000几%。

鉍:有单独矿物,但很少有价值。

含量一般 0.001% 以上可以回收。

銻:已知有15种矿物,但都无价值。

一般在原矿中达 0.004% 就可回收。

銻:有 10 种矿物,但都无价值。

含量一般 0.01~0.02%, 在多金屬矿石中 0.004% 亦可。

但上述工业要求的含量不能作为主要的衡量标准,主要的問題大都取决于提煉方法。

2. 儲量計算方法

在矿床中計算伴生組份之儲量(指分散元素),应先选择矿床中最富的矿段或在矿石矿物中采取样品,求出含量,然后乘上主要矿物原料的金屬量即可求出伴生組份的儲量。如:

銻的金屬量为 3600 吨,矿物中銻的含量为0.02%, 則銻的儲量=0.02%×3600吨=0.72吨

我認为利用这样計算儲量的方法,对計算在矿床中沒有单独矿物或很少的伴生組份儲量是比较可靠的。

参考文献

1. C. T. 苏理文著“金屬的熔点和成矿作用”載地質譯叢 1957 年第 6 期
2. 郭承基著“銻与銻矿”載地質知識 1956 年第 6 期
3. “地球化学”薩烏科夫著
4. “矿物学教程”上册 阿.格.別捷赫琴著
5. 高旭征著“多金屬矿床中鉛鋅銅品位变化的几点关系”載“地質与勘探”1957年第 5 期
6. 未經发表的有关地質勘探报告書或儲量計算报告書
7. 103 矿区矿床的研究 邢撫安等著