

- C —— 某种主要元素精礦的品位;  
x —— 精礦中稀有分散元素的品位。

### (七) 几种計算結果評述

1. 某礦區計算結果表明, 用地質塊段法及相關法計算結果近似, 一般誤差在10~20%左右, 這說明方法本身有一定可靠性。

2. 計算結果以地質塊段法較高, 相關法比地質塊段法稍低, 單礦物法更低(與地質塊段法差50%)。這是因为地質塊段法是用組合分析結果計算, 稀有分散元素的品位包括了主要礦石礦物與脈石礦物中的含量總和。而相關法稍低是因为有一部分稀有分散元素與其他元素有關, 這一部分沒有計算在內的緣故。單礦物法是因为只計算了方鉛礦、閃鋅礦中所伴生的稀有分散元素, 而伴生於其它礦物的部分未能進行計算的

緣故, 所以結果的偏低是合理的。

3. 總的看來, 由於稀有分散元素在原礦中含量低微, 用組合分析結果在工業評價時可能會引起錯覺。所算得之稀有分散元素儲量, 不僅存在於主要礦石礦物中, 同時也包括了存在於脈石礦物中的部分, 而這一部分儲量一般意義不大。所以用組合分析結果所計算之儲量, 不一定都能有效的利用到工業上去。用相關法、精礦法或單礦物法所計算得之稀有分散元素的儲量, 由於與主要組分或礦物關係密切, 所以在選礦過程中, 稀有分散元素無疑要伴隨主要礦產進入各種精礦中, 因此這些儲量順便回收的選性是有問題的, 只要解決冶煉回收方法, 就可以保證有效的應用到工業方面。另外這幾種方法所用樣品數量比組合法也少得多。當然這些方法目前還存在一些問題, 有待今後進一步研究。

## 多金屬礦床伴生稀有分散元素取樣分析方法

范永香

在分佈很廣的岩漿期後多金屬礦床中, 除富集有鉛、鋅、銅等主要有用金屬元素外, 同時有多種有益伴生元素的富集, 諸如金、銀、銻、鈷及稀有分散元素之銻、鎳、銻、錳、鉍及碲、銻等。在勘探利用主要礦產的同時, 為合理綜合利用礦產資源擴大稀有分散元素的來源, 同時降低勘探採冶成本, 必需對有益伴生元素予以全面的研究所。現僅就伴生的稀有分散元素的取樣分析問題提出初步意見, 供參考與討論。金、銀、鉍、銻等其他有益伴生元素, 與稀有分散元素具有相似的特點, 故不贅述。

分散元素在各個地球化學過程中, 兼其稀有性及分散性為其主要特點, 沒有或很少有自己獨立礦物, 多呈類質同像混入物存在於其他有關礦物中; 由於其親硫的性質而伴生於岩漿期後的硫化礦床, 但一般在自然條件下很難達到工業富集, 大多數需經過加工, 而作為主要礦產的副產品或中間產品綜合回收。因此對這類元素的找礦勘探及經濟評價, 就不僅要注意自然條件下的原生富集, 同時要研究有關礦產在加工利用過程中的分佈。在對主要礦產勘探的同時, 為對伴生元素進行評價, 最重要的工作是取樣及與取樣相應的研究, 目的在於: 肯定礦床中存在哪些稀有分

散元素及其富集程度; 伴生元素在礦床中存在形式及富集規律, 特別是與主要礦石、礦物及元素之間的關係; 伴生元素在主要礦石各個技術加工及冶煉過程中各種產品及廢料中的分佈情況。

### 一、各類分析樣品採取目的及方法:

1. 光譜分析: 可用簡單的揀塊法採取, 即選擇具有一定代表性的礦石及圍岩送分析, 目的在提供礦石中所含元素種類定性的資料, 以提出進一步做其他更準確分析的項目。光譜分析靈敏度高, 所需樣品少, 且取樣法簡單, 生產效率高, 成本低。取樣時, 除礦石及有關圍岩外, 若有廢石堆, 氧化帶及冶煉爐渣均應採取有代表性樣品, 特別是爐渣及氧化帶的樣品往往為稀有分散元素可能富集的地方, 可以幫助我們很快的鑑定在礦床中存在哪些稀有分散元素。在條件可能的情况下, 尽可能在光譜定性的基礎上, 做些光譜半定量分析, 這樣將提供更重要而可靠的資料。

2. 多元素分析: 採樣範圍主要限於礦體, 可用與基本分析採樣同一方法採取, 或用簡單揀塊法亦可。化學分析的目的在於: 肯定礦石中伴生有益及有害組分的價值及其影響, 從而決定進一步工作的方向及方法。分析項目應包括礦石中可能存在的重要有益

及有害的元素,依礦床特點及光譜分析資料提出。分析樣品不宜太多,各類礦石有數個代表性樣品即可。在勘探過程中最好在基本肯定了礦床價值後,儘早進行。採樣時除採富礦部份外,貧礦部份亦應採取。否則將導致進一步工作的錯誤,因當礦石中伴生元素含量較高時,進一步工作可採用組合分析;反之含量很低時,用組合分析即不一定合適。

3. 組合分析:樣品從基本分析樣品的副樣中抽取,組合的樣品必需是生成條件相同,類型近似的。並應在基本分析的基礎上,只在工業礦體範圍內採取,低於指標的非工業礦體的樣品則應予以剔除。隨礦體品位變化、厚度大小及基本分析樣品的長短不同,一般在2—10個基本分析樣品按取樣長度組合一樣。組合樣品的原始重量取決於,分析元素多少(一般送分析樣重最好在300—400克以上)。分析項目應依多元素分析結果並參考光譜分析而定,除應包括主要的有益及有害伴生元素外,必要時也應包括已經做了基本分析的主要有用元素。組合分析的目及應用,目前意見尚不統一,各後討論。

4. 單礦物分析:進行單礦物分析目的在於了解礦床中伴生元素與主要礦物之間的關係,從而分析伴生元素在礦物及礦床中的分佈規律,進一步進行伴生元素地球化學及存在富集狀態的研究,並注意含伴生元素礦物的外表特征以指導礦床的勘探及地質研究。其次伴生稀有分散元素一般經過選礦後,將隨所伴生的礦物富集而相應的富集,有回收利用價值。故考慮用較為系統的單礦物取樣進行伴生稀有分散元素的儲量計算。

進行單礦物取樣分析的礦物應該是可能含有大量的分散元素,同時該種礦物在礦床中廣泛分佈且本身即為有價值的礦物原料,如多金屬礦床中的閃鋅礦、方鉛礦及黃鐵礦等。採樣地點除注意空間分布上均勻,並集中於主要或礦期的礦物上外,更要注意使每個不同成礦期的礦物均有代表。樣品最好採自鉆孔或坑道礦石標本;樣品加工一般程序為:先將標本磨制光片定礦物的結晶粒徑,從而決定礦物結合體分離的粒徑,依已定好的加工粒度進行粉碎。為保證礦物晶體的完整性便於鑑定分選,每粉碎一次篩選一次,將粉碎後的礦砂用水淘洗或重液分選,有時並配合磁選,以除去脈石礦物及磁性礦物,最後將精砂在雙筒鏡下分選出純淨的單礦物樣品。視標本中礦物賦存狀態不同而採用不同的加工步驟,若成份簡單,結晶粗大,用手工敲碎即可取得。樣品在送分析之前都要經

再次或多次雙筒放大鏡下檢查。樣品加工應在現場進行,否則影響了依分選難易對原始樣品的選擇,會增加工作中困難。

每個分析樣品的重量依分析元素多少而異,一般在10—20克以上。

5. 其他分析取樣:全分析取樣是配合主要礦產詳細勘探進行,一般如只對伴生分散元素進行評價則不單獨進行。

精礦及尾礦取樣:伴生分散元素在礦石中含量低微,分析鑑定較有困難,同時這些元素只有賦存礦物中才有意義,如存在於沒有利用價值的脈石礦物中,則意義不大,故考慮進行精礦取樣。但在勘探初期沒有做選礦試驗,可以富礦樣代精礦取樣。即將較富的礦石經一定的分選富化,如用淘洗的辦法取得較富的精礦送分析,依此並可進行儲量估算。

若有選礦試驗,最好在精礦及尾礦均做已發現的分散元素分析,若其主要隨精礦而富集,則將來順便回收的價值較高,即不存在選礦問題,所以一般情況下,多金屬礦中伴生的稀有分散元素的技術加工試驗主要是冶煉回收的試驗。稀有分散元素在尾礦中的分佈,除非達到相當富集,一般意義不大。

## 二、取樣分析中存在的問題及初步意見

1. 組合分析的應用及採樣問題:組合分析的目的,目前尚無統一的看法,但可歸結為:減少化學分析樣品數量,從少數樣品中分析確定礦石的全化學成份;確定伴生有益、有害組份含量,從而對伴生組份進行評價;校驗基本分析結果;固定劃分不同礦石類型。總之,是為減少分析樣品,而又要使其具有足夠的代表性,一定條件下用作對伴生組份的評價。因此目前看來仍是主要的,有必要時則應系統進行。

對組合樣品應否包括已經做了基本分析的主要組份,也意見不一,一般只從為了解礦體中有益及有害組份的含量,不起驗證基本分析的作用,故不再把主要組份列入分析項目。但從利用這種分析來了解伴生元素與主要元素的關係(特別在用相關法進行伴生元素儲量計算時),以及對基本分析採樣方法的改進與分析結果的驗證方面來考慮,主要組份列入組合分析項目內是事半功倍,而且是必要的。

實踐證明,組合分析結果反映了組合範圍內的品位平均變化,但沒有精確的採樣位置,最大的缺點是沒有按礦石級別組合。如在主要組份較多的樣品中,分散元素的組合分析結果多為零,而實際上從單礦物分析結果及分散元素與主要元素之間密切的伴生關係

來看,分散元素是存在的,惟其在組合樣品中平均含量變為很低。在這種情況下,可在礦體中均勻的採取有代表性的單個樣品以代替組合樣品,或嚴格按礦石的品級及類型組合。在伴生元素儲量計算時可按不同級別分別計算,這樣可避免貧富混合以至品位過低的缺點。綜上述,可見分散元素在礦石中含量愈高,對應用組合分析也就更為有利。否則應根據具體情況改變組合方式。

2. 單礦物取樣問題:單礦物取樣主要存在以下兩方面的問題:

(1) 實踐證明,依前述方法進行單礦物集合體分離,生產效率極低,特別是成份複雜的多金屬礦床尤為困難。以某礦區為例,方鉛礦及閃鋅礦的生產率,列如下表。

| 礦物粉碎粒度<br>(網目) | 加工初選後,<br>礦砂中欲分離<br>礦物與脈石及<br>其他礦物含量<br>之比例 | 生產效率<br>(克/小時) |       | 備 註     |
|----------------|---------------------------------------------|----------------|-------|---------|
|                |                                             | 方鉛礦            | 閃鋅礦   |         |
| 10—20          | 1:1                                         | 0.8            | 1     | 指普通岩礦鑑定 |
| 10—20          | 1:3                                         | 2              | 3     | 人員,在雙筒放 |
| 20—40          | 1:1                                         | 2—5            | 3—4   | 大鏡下分選。  |
| 20—40          | 1:3                                         | 5—6            | 6—8   | 依某隊彭清珠的 |
| 40—60          | 1:1                                         | 8              | 10—12 | 統計材料。   |
| 40—60          | 1:3                                         | 12             | 16—18 |         |

(2) 礦物定量問題:若用單礦物分析進行稀有分散元素儲量計算,精確的礦物定量仍需進一步研究解決。前已述及,單礦物取樣的目的是與精礦取樣相近,但在精礦中又不止一種礦物,而且同一礦物中不同時代其分散元素的含量也不同,故要真正搞清楚伴生稀有分散元素與主要元素礦物之間的關係,必需進行單礦物取樣,而單礦物取樣的條件為:

① 礦物世代清楚,標型特徵明顯;

② 伴生稀有分散元素與一種或幾種主要礦物之間有着非常密切的關係,這樣才能依單礦物取樣分析結果進行伴生稀有分散元素的儲量計算,否則取樣分析的工作量勢必大大增加,而且儲量計算也很困難。如多金屬礦中的錄,有時在所有金屬礦物中均有分佈,而在主要礦石礦物中並不特別富集,這時用單礦物取樣進行其儲量計算是有困難的。

(3) 礦物定量可以採用以下三種方法:

① 反光顯微鏡下定礦物含量:用礦石光片,借助於統計點,綫或面積而測定,有時用比較估計的辦法均

可達相當的精度,應用此法應注意標本採集及光片切製的代表性。可考慮在代表性的坑洞中,等距定向採取標本,並定向的磨製光片。

② 根據基本分析品位進行換算:此法簡單而不準確,只能進行大概的估算,誤差很大。

③ 重量法:即將礦物集合體破碎後,挑出其中要定量的全部礦物,此法在成份簡單、礦物結晶粗大、礦石結構不複雜的礦床較為適用。

如某些低溫脈狀鉛鋅礦床,目前看來儘可能以精礦取樣代替單礦物取樣。但應該指出,在任何情況下做少量的單礦物取樣分析,對了解伴生稀有分散元素與主要組份的關係及富集存在形式是有很大幫助的。

3. 取樣分析中應該注意的問題:

(1) 從綜合利用觀點對礦床進行評價,應從普查找礦到礦床的勘探結束,貫穿在勘探每一工序中,如到勘探工作大部結束,才引起對伴生元素的注意,將帶來人力物力的浪費,並影響了勘探速度。

(2) 重視取樣的地質編錄工作,充分利用取樣分析成果。

(3) 採取樣品要注意分佈均勻,不要集中在主要坑道,力求有足夠的代表性。

(4) 伴生稀有分散元素評價的唯一依據是少量分析資料,而這些元素在礦石或礦物中含量很微,分析化驗方法尚不成熟,樣品分析的正确程度直接影響對伴生元素的評價,因此仍應進行部分內外部驗證分析工作。

(5) 綜合前述,不難看出關於伴生的稀有分散元素的取樣分析方法,目前存在問題很多尚無較為成熟的方法。本文所述意見,僅是個人的初步看法,希望能引起地質工作同志們的注意,共同討論,以期對實際工作有所幫助。

☆ ☆ ☆

勘 誤 表

| 期數 | 頁數 | 行 數   | 誤           | 正         |
|----|----|-------|-------------|-----------|
| 14 | 7  | 右側 4  | 寬度300米不半... | 寬度300米之半  |
| 14 | 13 | 附表第6欄 | 理論含量(g)     | 理論含量(r/g) |