

第一章 選礦過程

§1 選礦概論

〔有色金屬〕的概念包括原有的有色金屬，即銅、鉛、鋅等以及稀有金屬、貴金屬和稀散金屬（稀有金屬的一組，如銻、銩、鉍、銻、銻、銻。——譯者）。

在平時有色金屬對國民經濟所有工業部門有着最重要的意義。但是有色金屬在戰時更具有特殊的意義，因為其中大多數是屬於戰略上的金屬。

如果沒有有色金屬，則任何工業和農業以及軍事部門便不可能存在和進一步發展。有色金屬廣泛地用於機器製造業、電器工業、建築業、飛機製造業、坦克製造業、各種軍械、彈藥的生產以及家常用品和輕便器具的生產等等。

就銅、鋁、金、銀和其他有色金屬的生產而言，蘇聯在世界各國中佔居領導地位。有色金屬的生產是隨我國社會主義國民經濟增長的需要，而不斷地發展着。例如，在1946至1950年內，銅的生產增加了160%。而鋁的生產增加了200%。但是，我國建設共產主義的任務，需要進一步發展有色金屬的原料基地及其生產技術。

在所有工業部門、農業、尤其是在機器製造業中，技術進步要求更快地發展有色金屬的生產。

有色金屬的來源，就是有用礦物或含一種和幾種有色金屬的岩石。

凡有用礦物中，含有現代技術經濟條件下可能選出的有用分量者，稱為礦石。但是，並不是所有含有有用成分的有用礦物都可以叫做礦石。因為，礦石的定義是有條件的，在社會主義國家的條件下它不僅決定於現代的技術條件，而且還決定於對發展國民經濟的利益。

含有一種有用金屬或礦物的礦石，叫做簡單礦石或單金屬礦石。如果礦石中含有兩種或更多種的有用礦物，此礦石叫做複雜礦石或多

金屬礦石。在岩石中有用礦物並不含有足以把它選出之量者，稱為脈石。

組成礦石的礦物，呈金屬硫化物的，稱為硫化礦物、硫酸鹽礦物等等。呈氧化物的，稱為氧化礦物、低價氧化礦物等等。根據這點，礦石，含有呈硫化物型的有用礦物的叫做硫化礦，而含呈氧化物型的稱為氧化礦。含有好幾種礦物的礦石叫做混合礦石。

地下埋藏的有色金屬礦石，如不預先進行選礦，則大多數是不能直接從其中提煉出金屬的。

因此，譬如冶煉加工部門，對每一種類型的礦石就要求為技術條件所規定下來的一定的金屬品位。

有色金屬礦通常含有大量脈石，而其中的金屬數量，常遠遠低於冶煉技術條件所需之金屬數量。

除了金屬品位相當低是有色金屬礦石的特點之外，礦物組成和化學組成特別複雜也是它的特點。有色金屬礦石是含有好幾種有色金屬和稀有金屬以及礦物的多成分礦石。這些金屬共同存在於礦石中，如不預先選礦，就難以進行冶煉（而在某些情況下除外）。為了利用這類礦石進行有色金屬生產，就必須事先加以處理。處理的結果，就可以在最小的費用和最大的技術經濟效率下，從其中冶煉出有色金屬和有價值共生成分的產品。選礦過程包括預先處理有用礦物 and 用特殊的操作使之分成兩種和更多的產品。此類產品中都富集有一種或一組礦物。

預先處理礦石的結果，通常得到兩種或更多的產品：主要是含脈石礦物的尾礦，和一種、兩種和更多種的精礦。在精礦中富集有相當的有用礦物。這就是選礦過程的基本內容。

選礦技術的發展大大地擴大了工業原料的基地，從而使那些以前因為品位太低和成分複雜而不能在工業上應用的礦床變為有用的有色金屬礦床。進一步改進選礦技術，不僅會提高分選礦物的效率，而且還可以擴大有色冶金業的原料基地，因為它使含有色金屬品位更貧的有用礦物也變得可以開採。

選礦的應用，並不增高成本，而相反地，却減少處理礦石之最終

價值。例如，在處理精礦的冶煉廠中熔煉含 60 % 的鉛精礦時，其進入冶煉處理的產物體積，較之用含 5 % Pb 礦石直接進行熔煉縮小到 1/12.5。如果冶金工廠位於距礦山很遠的地方，而選礦廠直接設在礦山附近，那末，在這種情況下，運輸費用就節省很多，並且也減少所有下一步作業的費用：減少冶煉用機組設備的數目，減少勞動力和工廠的技術管理人員的數量。這點很顯然地可以由經過預先選礦和未經選礦得到一噸金屬鉛和處理 100 噸礦石的成本計算比較表(表 1)來說明。表中所引述的數目字是假定的。

採用選礦過程的經濟利益是很明顯的。在這種情況下煉出 1 噸鉛的成本降低到 $\frac{1}{5}$ 。現在選礦過程被廣泛地採用，它不僅用於處理貧礦，而且也用於處理較富的礦石：95 % 以上的有色金屬礦石都要進行選礦，而僅僅約 5 % 的富礦不經過選礦來處理。

由於錫、鎢、鉬、汞、銻等金屬在礦石中的品位很低，而富礦的埋藏量又極其有限，因此這些金屬礦石不經過選礦就不能夠進行冶煉。由於採用了選礦，從而促進了這些工業部門和許多其他工業部門的發展。

祇有在採用選礦以後，才有可能合理地利用複雜的、多金屬礦石中的全部有用成分，從而每一種有用礦物才能分成獨立的精礦並分別地進行冶煉加工。

爲了進一步對有色金屬進行冶煉，所以選礦時首先要從有色金屬礦石中儘量分出和精選出含有色金屬的礦物。

物理性質、化學性質和組成礦石的礦物其他性質的區別，在選礦時具有重要的意義。選礦方法的選擇、選礦前對礦石預先進行準備的條件和選礦工藝指標，都是與礦石中各個礦物的各種性質有關的。

在自然界中可遇到 2000 種以上的天然礦物類型，在附錄(在書末)中列述其中主要的礦物及其簡要的特性。

礦石經過選礦，結果得出名爲精礦、中礦、尾礦的產品。這些概念都是相對的，因爲在實際上所有得到的產品，都富集了某一種礦物，從而在一定程度上，它們都是精礦。

在現代技術發展的水平上，選礦的尾礦可以理解爲其中富集着脈

表 1

處理鉛礦石和煉出 1 噸金屬鉛的成本計算比較表

未進行預先選礦			進行過預先選礦		
費用項目	假定成本		費用項目	假定成本	
	盧布	%		盧布	%

處理 100 噸鉛礦石的成本計算比較表

1 噸礦石按 40 盧布計算 開採 100 噸礦石的成本...	4000	8.8	1 噸按 40 盧布計算 開採 100 噸礦石的成本...	4000	8.8
1 噸公里按 5 戈比計算 100 噸礦石 200 公里距離的 運費.....	1000	2.2	1 噸按 25 盧布計算 100 噸礦石選礦用的成本	2500	5.6
1 噸按 400 盧布計算熔 煉 100 噸鉛礦的成本.....	40000	89.0	1 噸公里按 5 戈比計算 8 噸精礦 200 公里的運費	80	0.13
			1 噸精礦按 400 盧布計 算熔煉 8 噸精礦之成本...	3200	7.12
總 計	45000	100.0	總 計	9780	21.7

煉出 1 噸金屬鉛的成本計算比較表

煉出 1 噸鉛需開採 22.8 噸 礦石, 每 1 噸按 40 盧布計算	912	8.8	煉出 1 噸鉛需開採 22.8 噸 礦石, 每 1 噸按 40 盧布計算	912	8.8
每 1 噸公里按 5 戈比計 算, 22.8 噸礦石, 200 公里 的運費.....	228	2.2	每噸按 25 盧布計算 22.8 噸礦石之選礦費用.....	570	5.55
熔煉 22.8 噸礦石, 每噸 按 400 盧布計算.....	9120	89.0	每噸公里按 5 戈比計算, 所得到的 1.9 噸精礦, 200 公里的運費.....	19	0.13
			每噸按 400 盧布計算, 熔 煉 1.9 噸精礦的成本.....	760	7.47
總 計	10260	100.0	總 計	2261	22.0

附註：在某種情況下 100 噸被處理的礦石中可以煉出 4.4 噸金屬鉛

石礦物，即不含有色金屬（或含極少量有色金屬）的產品，照例這種產品現在認為是沒有工業價值的。隨着選礦技術的發展，這種概念是可以變更的，因為所有類型的礦物原料，在將來都可在工業上應用。在蘇聯的先進選礦廠中，現在已經擬定利用石英尾礦作為熔劑，而含礬土的尾礦用作煉鋁用的精礦等。

有色金屬選礦的精礦，就是指其中含有一種有色金屬的有用礦物或幾種有色金屬礦物並且其中總的礦物組成是能滿足冶煉要求的產品，即從精礦中能進一步煉出有色金屬和有用成分。從精礦和尾礦的定義中可得出中礦的定義：中礦就是選礦過程由於某種原因並沒有做完的一種中間產品。中礦所含的有用礦物少於精礦而多於尾礦。

選礦時，選為精礦的金屬數量對原礦中的金屬總數量之比，以百分數表示，叫做採收率（ $\varepsilon\%$ ）。

原礦的重量對從其中選出的精礦重量之比，叫做選礦比（亦稱縮小比）（ γ ）。

例如，100噸（ Q ）含5% Pb（ $\alpha\%$ ）的鉛礦進行選礦。選礦後得到8噸含60%（ $\beta\%$ ）的精礦（ $\gamma\%$ ）和92噸含0.2% Pb的尾礦。

這些數值之間形成下述關係：

$$\varepsilon\alpha = \gamma\beta。$$

式中 ε ——選為精礦的金屬採收率%；

α ——原礦中金屬品位%；

β ——精礦中金屬品位%；

γ ——精礦的重量%。

因此，選為鉛精礦的鉛採收率是：

$$\varepsilon = \frac{\gamma\beta}{\alpha} = \frac{8 \times 60}{5} = 96\%，$$

而選礦比是

$$\gamma = \frac{Q}{\gamma} = \frac{100}{8} = 12.5$$

即送到冶煉廠之精礦量（重量）為礦石重量的 $\frac{1}{12.5}$ 。

含0.1%金屬的貧礦（鋁礦、鎢礦、鉬礦等）的選礦過程的作用是最典型的。這些礦石選礦後得到含60%金屬的精礦，採收率為90%。

則精礦出量僅佔全部的0.15% ($\gamma = \frac{\varepsilon\alpha}{\beta} = \frac{90 \times 0.1}{60} = 0.15\%$)，即從1000噸被處理的礦石中得到1.5噸精礦。選礦比為：

$$r = \frac{Q}{\gamma} = \frac{1000}{1.5} = \frac{100}{0.15} \approx 667。$$

選礦的任務是從礦石中分選出有用礦物，並盡可能地使礦石中的有用成分以高度的採收率，選成與脈石分開的、最富而最純的精礦。應當着重指出，選礦是使有用礦物與脈石進行機械的分離，因為選礦的結果並不變更礦物本身的物理性質和化學性質。

2 選礦過程的分類

根據各個礦石和礦物不同的物理、化學和礦物性質，就要應用不同的有用礦物精選法。

最常見的有下述主要的選礦法。

重力選礦法 它的理論依據是礦物比重的不同和礦物在水中或空氣（氣體）中不同的沉落速度。在水介質中進行的重力選礦法，即具體體現在跳汰機、搖床、溜槽上以及在重液和懸浮液中所進行的選礦法，是處理含金、錫、鎢和其他金屬以及非金屬有用礦物的主要而又廣泛應用的選礦法之一。在空氣介質中進行的選礦或稱為氣選或稱為風選。這種選礦法的原理與在水中的選礦法相同，但是很少使用，因為對按沉落速度分選而言，空氣介質不及水來得合適。

浮選法 它的理論基礎是礦物表面物理化學性質的不同。在水中有化學藥劑和氣泡（或沒有它）存在時，有用礦物便浮到礦漿表面上來（磨細的礦石與水的混合物叫做礦漿，其中礦石顆粒呈懸浮狀態），從而在表面形成礦化泡沫。將泡沫刮出成為產品而得到含有用成分的精礦，並把它與未浮起的脈石礦物（尾礦）分離。

手選（揀選） 它的理論基礎是各個礦物的顏色和光澤的不同。選礦過程就是按礦塊或脈石的外表，用手來進行挑選。因為有色金屬

礦石多半是細粒浸染礦物（通常肉眼是看不清的），所以手選就比較用得少，祇是作為輔助作業。

粒度選礦 它的理論基礎是有用礦物和脈石顆粒粒度不同。操作過程多半是在篩分機上使粗粒礦物與細粒礦物分離。

按礦物形狀選礦 它的理論基礎是結晶及其化合物形成不同的形狀的性質，這樣便可能使之與脈石分離（例如，通常為板狀的煤、石棉和片岩，可以與圓形的脈石分離）。

摩擦選礦 它的理論基礎是礦物沿斜面運動時，摩擦力的不同。譬如，選石棉礦時就可使用（纖維狀的石棉礦緩慢沿傾斜面滑動或是在螺旋分選機中移動，而脈石礦物却很快地沿傾斜面滾動）。

電磁選礦法 這種選礦法的理論基礎是礦石的礦物顆粒導磁率的不同。

靜電選礦法 它的理論基礎是礦物電導率的不同。

採用所列舉的選礦法之一時，礦石必須要預先進行準備。

每一種選礦方法祇有將從礦山採來之不同粒度的礦塊，破碎到單體分離或接近於這種程度時，才能有效地被採用。祇有在單體分離的條件下，才能採用某種選礦方法，把有用礦物從脈石中分選出來。

絕大多數的有色金屬礦是極細浸染的有用礦物。其浸染細度達到0.1~0.01毫米和更細些。為了對這種礦石作好選礦前的準備，就必須進行破碎和磨細。

在破碎和磨細過程中，要把礦石分成較細和較粗的產品，較粗的產品應當進行再破碎。按粒度使礦石分離的作業叫做**篩分**，而按礦物的粒度和比重（按等落性）分離的作業叫做**分級**。

因為有色金屬主要的選礦法（浮選、重力選礦）要用水，所以送往冶煉廠去的最終產品（精礦）中的水分，佔有很大的百分比。這種水分必須除掉，排除水分的作業叫做**脫水**，這種作業是由濃縮、過濾和乾燥組成的。

圖1是選礦作業的原則性的總流程圖。

圖2和圖3表示原則性的選礦流程圖（圖2是重力選礦流程圖，圖3是浮選流程圖）。

原料流動的順序和作業的連續性，從所列的流程圖中可以看到：
在表示礦塊粒度数目的正號（+）和負號（-）如：- 600 + 0 毫米，表示礦塊最大粒度不超過 600 毫米，而最小者可能很小，即最小尺寸接近於 0 毫米。在礦石中礦塊尺寸可以是 600 到 0 毫米之間的任何一個尺寸。

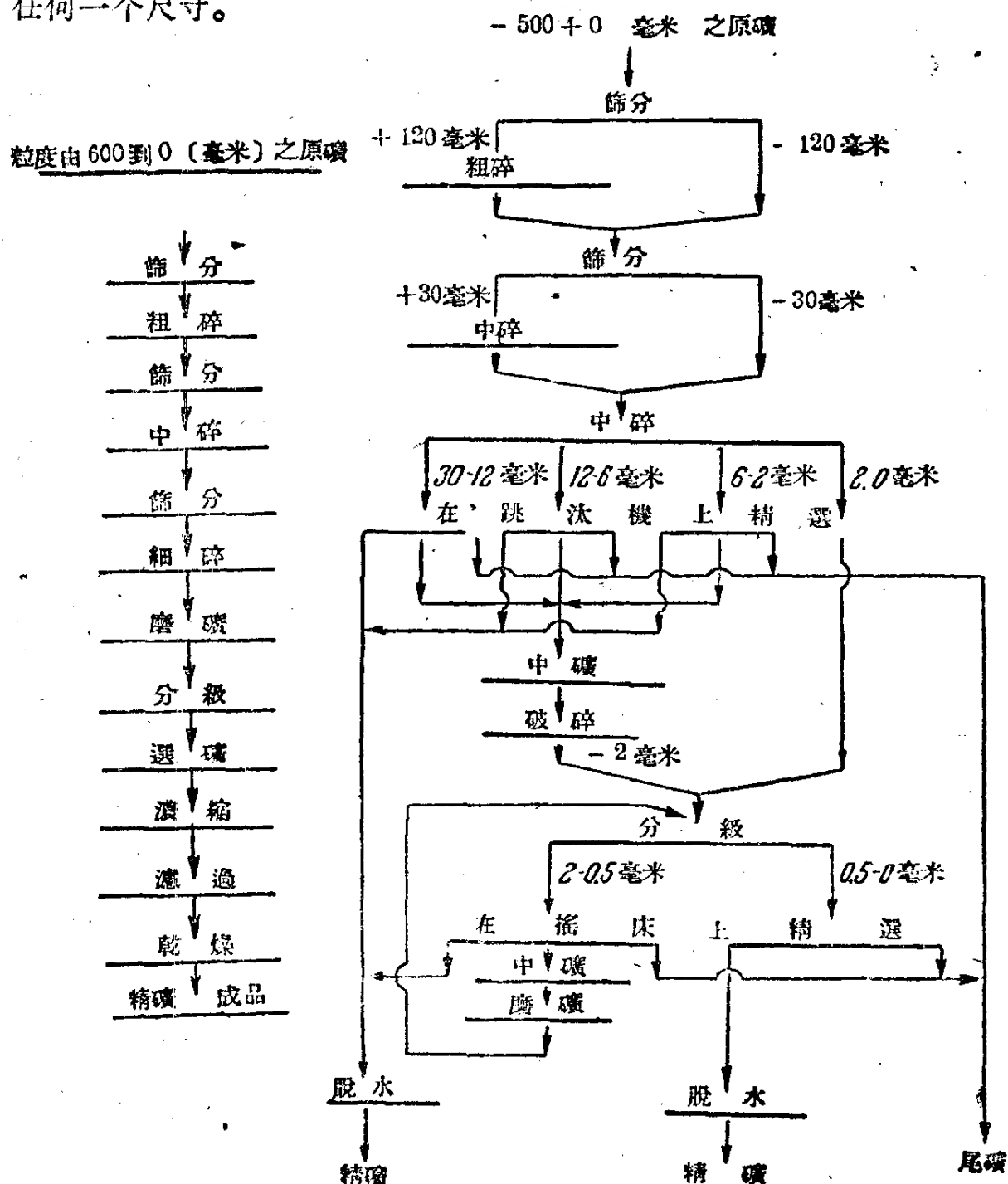


圖 1 选矿作業
原則性的流程

圖 2 重力选矿流程图

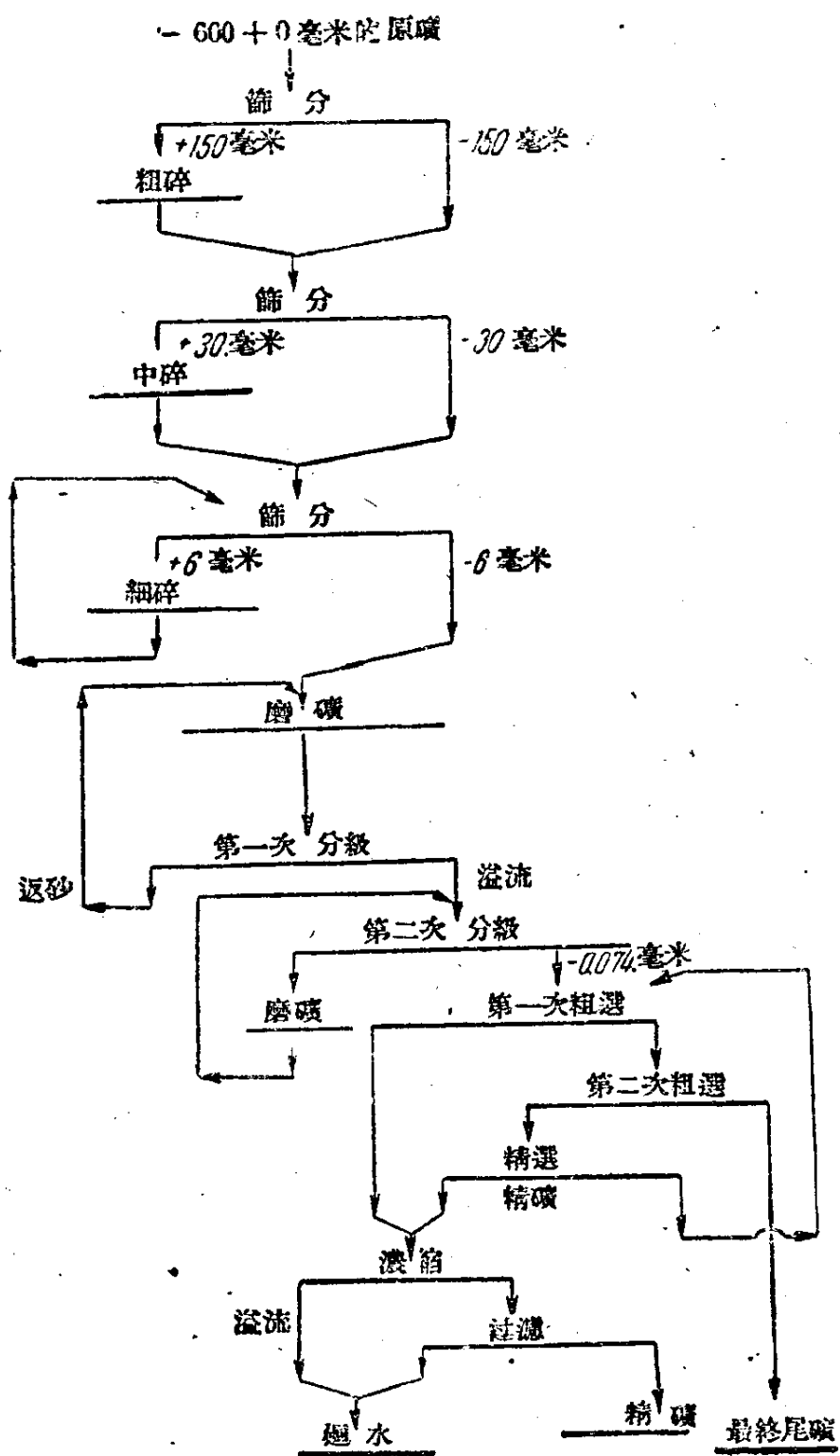


圖 3 浮選流程圖

第二章 矿石的物質組成及其分析

§1 概 論

選擇選礦法時，礦石及其加工產品的物質組成，即礦石之化學組成、礦物組成和粒度組成（礦塊粒度、有用礦物浸染大小及其共生程度）具有重要的意義。爲了能確定選礦前最後磨礦的大小，所以必須研究有用礦物顆粒的粒度。

爲了測定組成礦石的全部元素和礦物並確定礦石的物理性質和化學性質，因此在研究可選性以前以及在選礦過程中，要對礦石進行化學分析和礦物分析。

選礦過程要按礦石和選礦產品的物質組成來檢查並加以控制。

原料中的全部物質和所得產品的分析是極其困難的過程。如果進行這樣的分析，那就不可能控制技術操作過程的進程。因此，爲了分析便要採取所謂平均試樣（即一小部分物料）。平均試樣應當正確地代表礦石或其加工產品之全部物質，因之在平均試樣中要保持含有成分在數量上的對比關係。

§2 平 均 試 樣

組成成分與原料的全部物質之間的對比關係相同的一定份量的物料，稱爲平均試樣。

從全部原礦中取出滿足化學分析、篩析或其他分析用的平均試樣的最低重量，視原礦中最大礦塊大小及其化學組成，即有用礦物在礦石中之百分含量，以及有用成分在原礦中的浸染及均勻分佈的程度而定。

平均試樣的重量常用下式計算：

$$Q = kd^2,$$

式中 Q —平均試樣的最低重量，仟克；

d —最大礦塊直徑，毫米；

k —與礦石質量有關的係數，即與有用成分在礦石中的品位、
粒度以及有用成分在礦石中分佈的均勻性有關（表 2）

各類礦石係數 K 之值
（据切巧特的意見，較近的數據見第十七章，表 127）

礦石種類	礦 石 特 性	K 的 範 圍	K 的平均值
I	極貧的礦石..... 礦化作用極均勻 微粒均勻浸染	0.16—0.40	0.25
II	貧礦..... 礦化作用較均勻 細粒均勻浸染	0.40—1.50	1.0
III	中等品位礦石..... 中粒和細粒浸染	1.50—3.00	1.80
IV	中粒礦石..... 中粒的和粗粒均勻浸染	3.00—6.00	4.50
V	富礦..... 礦化作用不均勻 粗粒不均勻浸染	6.00—15.00	10.00
VI	極富的礦石..... 礦化作用極不均勻 間隔而成大塊的浸染	15.00—24.00	20.00

對於有用礦物成粗粒和不均勻結晶的富礦而言，係數 k 平均為10。
所取的平均試樣，如供篩析用，最大礦塊直徑為5毫米，則 $Q = kd^2$
 $= 10 (5)^2 = 250$ 仟克。

對於極貧的礦石，即有用礦物為細粒和極均勻地結晶者，係數 k
平均為0.25。所以對這樣粒度的原礦，平均試樣之重量將等於： $Q =$
 $0.25 (5)^2 = 6.25$ 仟克。如將這種礦石磨到0.5毫米，那末，平均試
樣的重量將減少到

$$Q = 0.25 (0.5)^2 = 0.0625 \text{ 仟克。}$$

在計算平均試樣時（以及其他情況下）將採用術語[礦塊直徑]
或[粒度]。這裏需要說明的：從工作面上採下來的礦塊或在破碎和磨
礦時的礦塊形狀和尺寸是極其不同的。因此某種礦粒或礦塊的尺寸，

通常很難以簡單而精確的數值來表示。如果某種顆粒是立方體或球形，那末，它的粒度或直徑以一個數值來表示，如果顆粒的形狀很複雜，那末，它的表示法依長、寬和厚度來測量並且這三個量度根據下述公式之一得到一個數值：

$$d = b; \quad (1)$$

$$d = \frac{l+b}{2}; \quad (2)$$

$$d = \frac{l+b+t}{3}, \quad (3)$$

式中 l —礦塊長度;

b —礦塊寬度;

t —礦塊厚度;

d —顆粒（礦塊）的直徑或大小。

所以，當談到礦塊尺寸或顆粒直徑時，尺寸可由上述方法計算之。

如果礦石磨的很細，那末，顆粒的直線尺寸 l ， b 和 t 很相近，從而使得測量顆粒不能得到精確的結果，那末，這種情況的礦石顆粒可視做球形並按下式求出所謂等價直徑 d_s ：

$$d_s = \sqrt[3]{\frac{6V}{\pi}} = 1.24 \sqrt[3]{V} = 1.24 \sqrt[3]{\frac{G}{\delta}},$$

式中 G —礦粒的重量;

δ —該礦物的比重;

V —顆粒體積。

如果礦粒彼此尺寸很少有區別，所求出的數值除以所取之顆粒 n 之後，很易算出顆粒的平均直徑。

例如，需要計算比重 $\delta=2.6$ 石英顆粒的等價直徑。把顆粒放在分析天平或工業天平上量取重量 G 。如顆粒重量等於1.5克，顆粒的等價直徑等於：

$$d_s = 1.24 \sqrt[3]{\frac{G}{\delta}} = 1.24 \sqrt[3]{\frac{1.5}{2.6}} = 1.04 \text{ 毫米。}$$

篩分或篩析後所得不同粒等的平均直徑，就是最大和最小兩個尺

寸的算術平均值。例如，礦石經過篩子：第一號篩孔為10毫米和第二號篩孔為6毫米。結果得到三種粒級：第一級+10毫米、第二級-10+6毫米和第三級是-6毫米。在-10+6毫米粒級中，顆粒之極限直徑是： $d_1=10$ 毫米和 $d_2=6$ 毫米；所以在此級中顆粒的平均直徑將等於：

$$d_{\text{平均}} = \frac{d_1 + d_2}{2} = 8 \text{ 毫米。}$$

在這種情況下計算平均等價直徑時，譬如可以取50個礦物顆粒，秤出重量，將總重量以50除之，因之得到顆粒平均重量，並從前述公式中得出等價直徑。使用此類公式計算所得的精確度，一般是可合於實用的。

在滿足需要更高的精密度的專門研究時，C. E. 安得烈耶夫教授做了新的更精確的計算顆粒平均直徑的方法。

§3 篩 析

篩析是供測定原礦以及碎礦、磨礦和選礦產品粒度用的。為了測定粒度或確定粒度組成，要採取平均的礦樣並在網篩上把它篩分成爲不同的粒度等級。

一套篩子中每個篩子有一定的篩孔尺寸。最上面的篩子最粗，最下面的篩子最細。

把留在每個篩子上的產品重量秤出並算出每一粒級百分數。

依靠篩析可以比較一種碎礦機對另外一種碎礦機的工作效率，檢查碎礦機、磨礦機之工作結果以及選礦工藝過程的工作結果，從而即可測得原礦和選礦產品的粒度特性並研究出有用礦物在不同粒級中的分佈情況。

進行篩析時使用各種標準的標準篩。實驗室的標準篩是直徑由150到450毫米之圓框，其深度由25到50毫米。篩框一般由黃銅製成。套篩是用一個篩子套在另一個篩子上的方法疊成的。在一套篩子中還有一個底盤和蓋。底盤是用來承受通過最後一個篩子的最細級顆粒的；蓋子是爲了減少生成灰塵的損失。

在圖4中是一套實驗室用標準篩。這套篩子之特徵是前一號篩子和下一號篩子的直徑有一定的對比關係。篩孔數值的變化規律是一個常數。每一號篩子的篩孔對下一號篩子的篩孔之比稱為篩比。

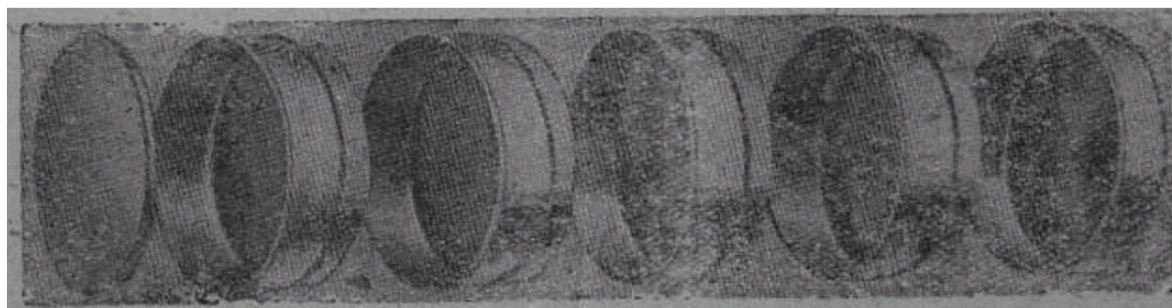


圖4 整套實驗室用篩子

在蘇聯還常用具有下述篩比的篩序（表3）： $n = \sqrt{2} = 1.414$;

$n = \sqrt[4]{2} = 1.189$; $n = \sqrt[4]{10} = 1.060$ （國定全蘇標準2851—45）。

在第一種以 $\sqrt{2}$ 作為篩比篩序中，它的基礎是採用200目的篩子（目是在一吋直線長度上的篩孔數；我們不推薦用這個度量篩孔的術語，而用毫米或微米的表示法來代替它）。200目篩子的篩孔徑為0.074毫米。這個篩子叫做標準的（零位的）。第二類採用篩比 $\sqrt[4]{2}$ 的篩序是以18目篩孔直徑為1.0毫米的篩子作基礎。但是篩比為 $\sqrt{2}$ 的篩序是主要的，而篩比為 $\sqrt[4]{2}$ 者是中間的篩序。

使用篩比，可以計算出篩孔大小。例如，在篩比為 $\sqrt{2} = 1.414$ 的已知篩序中如果有篩孔直徑為0.074毫米的篩子，那末，此篩序中上面一個篩子的篩孔直徑應為0.104毫米（或是150目），因為， $0.074 \times \sqrt{2} = 0.104$ ，或是， $0.104 \div 0.074 = \sqrt{2} = 1.414$ （再比上1.414的篩子為100目）。

必要時還有更狹的篩序，選取中間篩比等於 $\sqrt[4]{2} = 1.189$ ，而中間的170目的篩子，其篩孔直徑為 $0.074 \times \sqrt[4]{2} = 0.074 \times 1.189 = 0.08$ 毫

表 3

實驗室用篩的篩序

篩比為 $\sqrt{2}$ 的篩序 篩序的基础 0.074 毫米 (200 目)		篩比為 $\sqrt{2}$ 的篩序 篩序的基础 1 毫米 (18 目)		据 GOST 2851—45 篩板号或篩孔尺寸 毫米①	
在 25.40 毫米 長度上的篩 孔 数 目	篩孔直徑 毫 米	在 26.67 毫米 長度上的篩 孔 数 目	篩孔直徑 毫 米		
1	25.4	—	—	50	4.0
—	18.35	—	—	45	3.5
—	13.33	—	—	40	3.2
—	9.42	—	—	35	2.8
3	6.68	—	—	32	2.5
4	4.69	—	—	28	2.2
6	3.33	7	2.83	25	2.0
8	2.36	8	2.30	22	1.8
10	1.65	10	2.00	20	1.6
—	—	12	1.68	18	1.4
14	1.17	14	1.41	16	1.2
—	—	16	1.19	14	1.1
—	—	18	1.00	12	1.0
20	0.83	20	0.84	11	0.9
28	0.59	25	0.71	10.0	0.8
—	—	30	0.59	9.0	0.7
35	0.42	35	0.50	8.0	0.63
—	—	40	0.42	7.0	0.56
—	—	45	0.35	6.0	0.50
48	0.30	50	0.30	5.5	0.45
65	0.21	60	0.25	5.0	0.4
—	—	70	0.217	4.5	0.355
—	—	80	0.177	0.315	0.112
100	0.15	100	0.15	0.28	0.1
—	—	120	0.125	0.25	0.09
150	0.10	140	0.105	0.225	0.08
—	—	170	0.088	0.20	0.071
200	0.074	200	0.074	0.18	0.063
—	—	230	0.062	0.16	0.056
250	0.061	270	0.053	0.14	0.05
325	0.043	325	0.044	0.125	0.045
					0.04

①根据現用的 GOST (国定全苏标准) 的篩板号是由 140 毫米开始的。除了所列出的尺寸外, 在此篩子系統中还有中間篩号。

米。基本篩下面一些篩子的篩孔直徑同樣根據篩比有規律地變化。

在蘇聯工廠中製造篩比為 $\sqrt[4]{2}$ 和 $\sqrt[4]{2}$ 的黃銅的和鍍鎳的篩子（表4）。

蘇聯工廠出產篩子的規格

表 4

篩號（每25.4毫米上的篩孔數，即目數）	篩孔的公稱尺寸 毫米	金屬絲的公稱直徑 毫米	在1厘米 ² 上 實際篩孔數
8	2.625	0.5	10
12	1.63	0.45	24
15	1.27	0.4	26
18	1.04	0.35	54
20	0.9	0.35	65
25	0.7	0.30	100
30	0.53	0.25	146
35	0.51	0.25	200
40	0.445	0.18	260
60	0.277	0.14	576
50	0.35	0.15	400
70	0.277	0.13	784
80	0.182	0.13	1040
100	0.154	0.10	1600
120	0.122	0.09	2304
130	0.112	0.08	2704
140	0.106	0.075	3024
150	0.096	0.07	3600
160	0.088	0.07	4096
170	0.081	0.065	4620
180	0.079	0.06	5184
200	0.075	0.05	6083
230	0.065	0.045	8190
250	0.060	0.04	9408
325	0.048	0.035	15376

篩析要有一套標準篩。把秤好的平均試樣放在這一套篩子最上面、最粗的篩子上。然後用手或在機械震篩器上連續搖動，搖動的時、間要保證物料沿篩子分級。將存留在每個篩子上的物料稱量之，將

每個等級的出量填寫在適當的表上，並且剩在篩子上的物料要記以正號（+），即物料大於此篩之孔徑，而通過篩子的物料則記以負號（-）。

按試樣總重量的關係來計算載於表 5 中「出量%」這一項的篩析數據。

在表中「累積百分數」是所有上面的等級的百分出量的累積（換句話說，累積百分數就是表示某一篩上所存留的百分數，如果這篩子是在最上面的）。

根據篩析的數據常可以作出曲線。此曲線表示每個等級的累積出量（橫軸上的比例尺是以毫米表示的顆粒尺寸，或更精確些是用篩孔直徑尺寸，而縱軸是每個等級以累積百分數表示的出量）。

圖 5 是根據表 5 的數據作出的曲線。

表 5

篩 析 記 錄				
篩 孔 直 徑 尺 寸		出 量		累 積 百 分 數
目	毫 米	克	%	
-- 28+35	--0.59+0.42	15	7.32	7.32
-- 35+43	--0.42+0.30	13	6.34	13.66
-- 48+65	--0.30+0.21	21	10.25	23.91
-- 65+100	--0.21+0.15	17	8.29	32.20
--100+150	--0.15+0.10	35	17.07	49.27
--150+200	--0.10+0.074	41	20.00	69.27
--200	--0.074	63	30.73	100.00
		205	100.00	

有時候所作曲線橫軸是按粒級尺寸以毫米計的對數值表示的。

根據曲線特性可判斷物料的粒度。如果示性曲線是直線的話，那末，這證明此試樣全部大小顆粒是均勻分佈的。

中等硬度的石英礦石具有接近於直線的示性曲線；軟的岩石為凹形示性曲線，較硬的岩石是凸形的。根據這種曲線可以斷定碎礦機和磨礦機的工作情況。當生成較多的細小粒級時，得出凹形曲線，如果在已