

選鑛學

508

東北有色金屬學會出版

1949

選 鑛 學

東北有色金屬學會出版

1949

選 鑛 學

目 次

第一章 緒 言	1
1. 選鑛概說	1
2. 選鑛的利益	1
(1) 提高鑛石的品位	2
(2) 除去有害的物質	2
(3) 將複雜的硫化鑛體分離為單體鑛物	2
(4) 分鑛石粒為某些階段	2
3. 選鑛的要素	3
(1) 色、光澤、形狀	3
(2) 比 重	3
(3) 表面的性質	3
(4) 磁 性	3
4. 選鑛方法的分類	4
(1) 手選法	4
(2) 機械選鑛法	4
第二章 分 粒	6
5. 分粒的意義	6

6. 篩分	6
(1) 篩眼	7
(2) 篩子的材質	7
(3) 篩眼的尺寸	8
7. 篩比及篩列	9
(1) 瑞丁哥爾氏篩列	10
(2) 瑞冷爾芝氏篩列	10
(3) 台拉爾氏篩列	10
(4) I. M. M. 的篩列	10
(5) 侯伯爾氏篩列	10
8. 篩網的種類	11
(1) 鐵棒篩	11
(2) 眼鐵板篩	12
(3) 鐵網篩	12
9. 篩分機械	12
(1) 固定篩	12
(2) 運動篩	13
(3) 篩的組織	17
10. 篩分試驗及篩分效率	18
(1) 分粒表	18
(2) 篩分效率	19

第三章 碎鐵

11. 碎鐵的目的	22
-----------	----

12. 碎鑲作業.....	22
(1) 粗碎作業.....	22
(2) 中碎作業.....	23
13. 碎鑲機械.....	23
(1) 粗鑲機.....	23
(2) 中碎機.....	31
14. 啣角及碎鑲比.....	36
(1) 圓滾的啣角.....	36
(2) 碎鑲比.....	37
第四章 粉 碎	39
15. 粉碎機械.....	37
(1) 搗鑲機.....	39
(2) 琪利安 (Chilian) 磨鑲機.....	41
(3) 圓筒形磨鑲機.....	43
(4) 圓錐形磨鑲機.....	45
(5) 圓周排出型球磨機.....	47
16. 磨鑲機的防磨襯料及襯墊.....	49
17. 球型磨鑲機內鋼球的運動.....	50
18. 球型磨鑲機之操作方法.....	54
(1) 球型磨鑲機的給鑲方法.....	54
(2) 水 量.....	54
(3) 閉路磨鑲.....	56
(4) 最近的傾向.....	56

第五章 分級	57
19. 分級作用的分類	57
(1) 用上昇水流的	57
(2) 不使用上升水流的	59
20. 分級機械	59
(1) 水壓分級機	59
(2) 不用上升水流者	60
(3) 機械分級機	62
21. 分級機的使用法	67
22. 濃縮(濃密)	68
第六章 洗滌及手選	71
23. 洗滌	71
(1) 迴轉篩洗滌機	71
(2) 圓筒洗滌機	71
(3) 流水洗條機	72
24. 手選	72
第七章 比重選礦	74
25. 跳汰	74
(1) 固定框跳汰機	75
(2) 可動框跳汰機	76
26. 淘汰	79
(1) 淘汰盤	81

27• 選鑛機 (Vanner)	84
第八章 浮游選鑛	86
28• 概 要	86
29• 浮游選鑛法的種類	87
(1) 表面張力浮選法	87
(2) 多油浮選法	87
(3) 泡沫浮選法	88
30• 浮游選鑛的原理	88
(1) 鑛物對水及油的性質	88
(2) 接觸角	89
(3) 鑛粒於水面漂浮的現象	90
(4) 鑛粒附着氣泡的現象	90
(5) 氣泡生成的現象	91
(6) 鑛物的浮游度	91
(7) 鑛粒的大小和浮游度	92
31• 泡沫浮游選鑛法的種類	93
(1) 化學作用發生法	93
(2) 減壓發生法	93
(3) 機械作用攪拌法	93
(4) 吸入空氣法	94
(5) 機械攪拌及空氣送入法	95
(6) 鑛泥落下法	95
32• 浮游選鑛機械	95

(1) 用表面張力法者	95
(2) 用多油浮選法者	96
(3) 用泡沫浮選法者	96
33. 浮游選礦的操作	109
(1) 浮游選礦的方法	109
(2) 浮游選礦機的選擇	110
(3) 浮游選礦機的配列	111
34. 浮游選礦的鑷液	112
(1) 浮選用水	112
(2) 鑷液的溫度	113
(3) 鑷液的溫度	114
(4) 鑷液的酸度及鹼度	114
35. 浮游選礦的試藥	117
(1) 起泡劑	118
(2) 捕收劑	119
(3) 抑制劑	121
(4) 活劑	122
(5) 調節劑	123
(6) 分散劑	123
(7) 抗毒劑	123
(8) 油及試藥的添加法	123
(9) 條件槽 (Conditioner)	125
36. 優先浮游選礦	126
(1) 優先浮游選礦的方法	126

(2) 優先浮游選鎂的實例.....	128
第九章 浮游選鎂產物的處理.....	129
37. 精鎂處理.....	129
(1) 濃 縮.....	129
(2) 脫 水.....	129
38. 廢滓(鎂尾)處理.....	136
第十章 磁力選鎂.....	138
39. 概 要.....	138
40. 磁力選鎂機械(磁選機).....	139
(1) 對於強磁性鎂物的機械.....	139
(2) 對於弱磁性鎂物的機械.....	141
41. 焙燒的處理.....	142
42. 靜電氣選鎂法.....	142
第十一章 附帶設備.....	144
43. 搬運機械.....	144
(1) 運礦機 (Conveyer).....	144
(2) 吊斗揚卸機 (Bucket Elevator).....	146
(3) 泥沙唧筒 (Sand pump).....	147
44. 給鎂機械.....	150
(1) 用於粗鎂石者.....	150
(2) 用於鎂粒者.....	151

(3) 用於鑄泥狀態的鑄液者.....	152
45. 蓄鑄及蓄鑄舍.....	152
第十二章 選鑄的成績	155
46. 選鑄成績的要素.....	155
(1) 實效率.....	155
(2) 富鑄比.....	156
(3) 選鑄比.....	156
47. 試料採收.....	156
第十三章 選鑄場	158
48. 選鑄場的建設.....	158
49. 選鑄方法的決定.....	158

選 鑛 學

第一章 緒 論

1. 選鑛概說

從鑛床採掘來的鑛石，除去有用鑛物之外尚含有多量的母岩^①和脈石^②。從鑛石裡面選出有用的鑛物，而把無用的母岩和脈石選除，這種作業即叫作選鑛。現在的選鑛技術，尚不能將母岩和脈石悉數選除，僅能作到相當的程度而已。

供於選鑛的鑛石叫原鑛。從原鑛裡邊選出來的精製物叫精鑛，殘餘的廢棄物叫鑛尾（又名廢石），也有時在精鑛之外尚選半精鑛，它較精鑛的純度低，有再加精選的必要。

鑛石裡面的鑛物含量，是用品位來表示它，品位是以重量的百分比（%）來表示。例如銅10%的鑛石，或0.01%的金鑛石，即是表示其鑛石的品位。但是金銀和其它的稀有貴金屬，因其品位低，用百分率表示不便，所以多以重量十萬分之幾或一公噸內含有幾瓦來表示之，例如十萬分之一的金或15 g/ton 的銀等。

2. 選鑛的利益

對鑛石施行選鑛後，可達到如下的結果：

- ① 和鑛床接觸的岩石叫母岩。
- ② 存在於鑛脈裡的岩石叫脈石。

(1) 提高鑛石的品位

低品位的鑛石，由於選鑛的結果，能把它的品位提高。現在所知道的品位提高的程度如下：

鑛物名	原鑛品位%	精鑛品位%
銅	1 ~ 2	5 ~ 18
鉛	3 ~ 5	50 ~ 60
鋅	5 ~ 7	35 ~ 50
錫	1 ~ 1.5	50 ~ 60
鐵	25 ~ 35	50 ~ 60

如上表所記之精鑛品位變成為原鑛品位的 5~50 倍，也就是精鑛的有用鑛物豐富了那些，鑛量減少而濃縮了。精鑛品位對原鑛品位的比，叫富鑛比，以 $\frac{\text{精鑛品位}}{\text{原鑛品位}}$ 表示之。又精鑛的鑛量對原鑛的鑛量的減少比，叫選鑛比，以 $\frac{\text{原鑛鑛量}}{\text{精鑛鑛量}}$ 表示之。富鑛比的高低是根據選鑛的方法和原鑛的情況等各種條件而定。用比重選鑛乃至手選，實難得到較高的成績。

(2) 除去有害的物質

利用選鑛能除去在製鍊上的有害的物質，例如對於金銀鑛物的濕式製煉時，將有害的硫化鑛物選出，對於銅鑛的乾式製煉時，將有害的鋅鑛除掉。

(3) 將複雜的硫化鑛體分離為單體鑛物

在鑛床裡面常有數種鑛物互相交錯存在，利用選鑛也能把這些鑛物互相分離。尤其在最近的浮游選鑛發達時期，如果用優先浮游法，就能很容易的達到此目的。

(4) 分鑛石粒為某些階段

從坑內搬出來的鑛石大小不等，大者達 300mm 左右，利用選鑛把這些鑛石依其大小分爲數級，以利次一步的處理。

3. 選鑛的要素

從鑛石裡面選別有用的鑛物，主要是利用該鑛物的物理性質，其主要在即爲：(1) 色，光澤，和形狀等的外觀條件，(2) 比重，(3) 表面的濡潤性，(4) 磁性等。以上各項，稱爲選鑛的要素。

(1) 色，光澤，形狀

這些特徵是用肉眼能够鑑別的，手選時利用之。

(2) 比重

鑛物種類不同，比重也各異。例如：鉛鑛的比重是 7.5，黃銅鑛的比重是 4.2，石英是 2.7。比重選鑛即是利用此等比重的特點，依照比重的差而來精選鑛石的方法。

(3) 表面的性質

鑛物表面的性質不同，對水的濡濕性也各不相同。由於這種差異的結果，使得鑛物在水面的浮起和沉落的情況亦各異。利用這種性質的選鑛方法，就是浮游選鑛。

(4) 磁性

鑛物對於磁氣(磁力)，有的有感受性，有的則無，利用這種磁性作用的選鑛方法，就叫磁力選鑛。

除了以上幾種因素之外，有時從鑛物的硬度，被粉碎型，或者對熱的抵抗等性質，也能達到選鑛之目的。

4. 選礦方法的分類

在選礦裡面有利用人工的手選法，和利用機械力的機械選礦法。

(1) 手選法

手選是最簡單的選礦方法之一，這是根據礦物的光澤，色彩和形狀，用肉眼來鑑別而施以選別的方法。因此，使用手選法時，鑛石在可能範圍內不要太粹，只要無防於處理以粗塊者較為便宜。在較小的選礦場，也有僅用手選來完成選礦作業的，但大多數是用它作為機械選礦的一個補助的方法而併用之。

(2) 機械選礦法

這是利用機械來完成選別之目的。現在的選礦法，幾乎全部是機械選礦，其中又分為比重選礦，磁力選礦和浮游選礦等。

比重選礦法：即前面所說過的，利用有用礦物和母岩及脈石比重差的選別方法，這是在浮游選礦法發明之前最重要的選礦法，至今日仍未失掉其重要的地位。

磁力選礦法：此法僅限於具有磁氣感受性的礦物（如磁鐵礦），和由於某種方法而能把磁力感受性誘發出來的礦物（如赤鐵礦由於還元焙燒而磁化）^①適用之，不是一般廣為利用的選礦法。

浮游選礦法：這是依礦物表面性質的不同，利用它浮在水面或沉在水底的差別，而施行選別的方法。此法在八十年前發現，在最近的二十年間有顯著的發展。最初，此法僅適用於硫化金屬礦物，

① Fe_2O_3 （赤鐵礦）如果在還元性氣體內焙燒，則變為 Fe_3O_4 （磁鐵礦）保有磁性。

後經研究的結果，非僅適用於硫化金屬礦物，碳酸化金屬礦物，即非金屬礦物亦能有效的使用，現在於選礦上，佔據頭等重要的地位。

第二章 分 粒

5. 分粒的意義

從坑內搬出來的鑛石，混合着各樣大小不同的鑛粒，在選鑛的時候，如果不把這些鑛粒按其大小，大致整理一番，那麼就不能有效的利用選鑛要素進行選別。例如，利用比重選鑛法，分離方鉛鑛和石英鑛的時候，石英的比重是2.7，方鉛鑛的比重是7.5，現在假定兩鑛粒的大小略同，則其比重的差別便可充分予以利用，但假如，石英鑛粒的大小是方鉛鑛顆粒的一倍時，則兩鑛顆粒的重量幾乎相等，在比重選鑛的進行上便有了困難。因此，根據上述的理由，在施行選鑛作業之先，必須按照顆粒的大小，把鑛石分為數種，這就是分整鑛粒的等級作業，這是非常必要的作業。分整鑛粒作業，因為在實際上不能很細緻的把大小相同的鑛粒分別予以集合，通常是把某一等級和某一等級中間的所有鑛粒集中到一起，而作為一個區分。分整鑛粒以用篩子分選的辦法最為正確，而且又便利，此種用篩子分選的作業叫分粒或篩分。篩分辦法，在鑛粒不過於細小的情況下有效，鑛粒如過小而成粉狀時或成泥狀時，篩分辦法即不適用，對於這種情形，通常是把鑛粉投入水中，利用其沉降速度的差別來作大小幾種的區分，此法稱為分級。

6. 篩 分

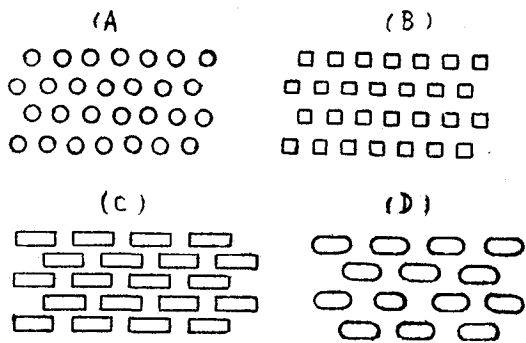
用篩子實行篩分作業的時候，如果依照理論來講，通過篩眼最

大的鑛粒應為篩眼直徑的大小，但在實際上因為鑛粒通過篩眼時受着一種抵抗的作用，所以通過篩眼的鑛粒之大小都是要小於篩眼直徑的。通過篩眼落下的鑛粒叫篩的網下，沒有通過篩眼而殘留在篩網上邊的叫網上。

(1) 篩 眼

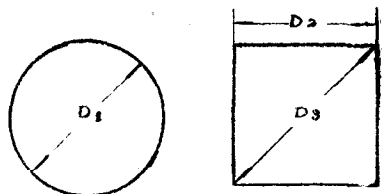
篩眼的形狀和其配列的方法有多種，第一圖即表示幾種篩眼的例子。因為篩眼的形狀和其配列方法不同，對於篩分作用各具特長，所以必須按照預定篩分的鑛石之種類來揀選適當的篩子。例如

第一圖 (A) 的篩眼孔徑和同圖 (B) 的四方孔的邊長相等時，一般是 (A) 的網下，較 (B) 的網下細，這是因為圓孔較方孔的通過抵抗大的緣故。



第 1 圖 篩眼的種類

現在假設兩者的尺寸各為 D_1, D_2 ($D_1 = D_2$)，而在四方孔的對角線的方向尚有 D_3 ，其長度為： $D_3 = 1.41D_1$ (D_2)，因此在對角線方向，如有和 D_3 同長的鑛粒，它就具有通過篩眼而成為網下的可能性 (第二圖)



第 2 圖 篩眼之比較

(2) 篩子的材質