

銅及其原材料 簡易分析

辽宁省冶金局冶金研究所
沈 阳 冶 炼 厂 合編

冶金工业出版社

銅及其原材料簡易分析

辽宁省冶金局冶金研究所 合 編
沈 陽 冶 煉 厂

冶金工业出版社

前 言

在总路綫的光輝照耀下，全国各个战綫都在大跃进。在工业战綫上，已出现了空前未有的全民大办鋼鐵工业和銅鋁工业的高潮。可以預見到，我国的冶金工业，在最近几年内必将获得迅速的发展。

分析工作对于冶金工业（包括炼銅工业）起着很大的作用。在炼銅的时候，首先必須知道銅矿石中銅及其他主要杂质的含量，然后才能根据这些数据进行正确的配料，其次也必須随时掌握爐中的情况，掌握冰銅、爐渣、烟尘灰等的成份，才能控制最后产品的质量。

为了及时控制生产过程，建立比較簡易的化驗室就显得十分必要了。

根据目前的这种需要，我們在很短促的时间內，根据过去的一些工作心得，編写了这本小冊子，希望借以帮助各个炼銅单位迅速建立起簡易的化驗室，来指导炼銅工作的正常进行。鉴于当前各地炼銅工作大力推行土法，因此，書中所介紹的方法大都是快速、簡便、易行的方法。

由于時間的紧迫，由于我們的工作經驗和理論水平的限制，更主要的是由于我們很不了解目前土法炼銅的具体情况，因此可以估計到这本书一定会有脱离实际的地方，甚至会有錯誤，希望讀者及时提出指正，以便改进。

对本书的意见請直接写信寄：辽宁省冶金局冶金研究所（辽宁省沈阳市南市区十三緯路）或沈阳冶炼厂（辽宁省沈阳市鉄西区裕工街），我們將非常感謝。

目 录

第一节 銅矿物	1
第二节 試样的采取和加工	5
(一) 試样的采取	5
(二) 試样的加工 (包括水份的測定)	8
第三节 簡易化驗室的布置	13
第四节 化驗用水的处理	19
第五节 化驗室的一般仪器和设备	20
第六节 化驗室安全注意事項	22
第七节 銅原矿的分析	24
(一) 銅的測定	24
(二) 鉛的測定	28
(三) 鋅的測定	30
(四) 鉄的測定	33
(五) 三氧化二鋁的測定	35
(六) 硫的測定	33
(七) 二氧化硅的測定	40
(八) 氧化鈣和氧化鎂的測定	42
第八节 銅精矿的分析	45
第九节 冰銅的分析	47
(一) 銅的測定	47
(二) 硫的測定	43
(三) 鉄的測定	49
第十节 粗銅的分析	51

第十一节 銅爐渣的分析	53
(一) 銅的測定	53
(二) 鉄和二氧化硅的測定	54
(三) 三氧化二鉛的測定	54
(四) 氧化鈣和氧化鎂的測定	54
第十二节 烟尘灰的分析	55
(一) 銅的測定	55
(二) 鉛的測定	56
(三) 鋅的測定	57
(四) 硫的測定	59
(五) 二氧化硅的測定	59
(六) 鉄的測定	60
(七) 氧化鈣的測定	61
第十三节 石灰石的分析	63
(一) 氧化鈣和氧化鎂的測定	63
(二) 二氧化硅的測定	65
(三) 三氧化二鉄的測定	67
(四) 三氧化二鉛的測定	68
第十四节 石英的分析	71

第一节 銅 矿 物

在自然界已知的銅矿物約有 170 种，按照它們的化学成分可以分成以下几类：自然銅，硫化物，硫砷化物，硫銻化物，氧化物，碳酸盐，硅酸盐，硫酸盐等。下面簡要的介紹几种常见的矿物。

(一) 黃 銅 矿

成分： CuFeS_2 (含銅 34.57%，鉄 30.54%，硫 34.9%)，常含有黃鉄矿以及金、銀、硒、碲、砷等元素。

2. 結晶形状：正方晶系，聚合的八面体或四面体。集合体一般为致密状块体和分布不均匀的顆粒。

3. 物理性質：硬度 3—4。比重 4.1—4.3。具有强金屬光澤。顏色呈黃銅色或金黃色，常带藍、紫、黑等的彩色。条痕为黑色，微带淺綠。不透明。性脆。断口呈参差状。

(二) 斑 銅 矿

1. 成分： Cu_5FeS_4 (含銅 63.3%，鉄 11.2%，硫 25.5%)，常含有少量金銀杂质。

2. 結晶形状：普通多为致密的块状体。极少见到結晶的斑銅矿 (等軸晶系的立方体)。

3. 物理性質：硬度 3。比重 4.9—5.4。具有半金屬光澤。新断口为暗銅紅色，久之則呈藍銹色。条痕为灰黑色。不透明。性脆。断口呈参差状，具有导电性。

(三) 輝 銅 矿

1. 成分： Cu_2S (含銅 79.8%，硫 20.2%)，常含少量

鉄、鈷、鎳、金、銀等元素。

2. 結晶形状：通常为致密的块状及厚板状，結晶体不常见。集合体常呈致密的細粒块状或分散的粒状。

3. 物理性質：硬度2—3。比重5.5—5.8。具有金屬光澤。鉛灰色。条痕为暗灰色。不透明。性脆。断口呈貝壳状，具有良好的导电性。

(四) 赤銅矿

1. 成分： Cu_2O (含銅88.8%，氧11.2%)，常含有自然銅，其隱晶質变种含有 $\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{SiO}_2$ 及水分。

2. 結晶形状：等軸晶系的立方体，八面体或十二面体。

3. 物理性質：硬度3.5—4。比重5.8—6.2。光澤呈金刚石状（晶体断口）、半金屬状或土状。顏色为紅色，有时为鉛灰色。条痕为褐紅色。透明至不透明。性脆。断口呈貝壳状或参差状。

(五) 藍銅矿（石膏）

1. 成分： $2\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$ 或 $3\text{CuO} \cdot 2\text{CO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ ，含氧化銅69.2%（銅55.3%）、二氧化碳25.6%。水5.2%。

2. 結晶形状：单斜晶系，短柱状或板状。但通常为小晶簇或致密的粒状块体，有时也成土状体。

3. 物理性質：硬度3.5—4。比重3.7—3.9。光澤呈玻璃状、金刚石状、或土状。顏色为天蓝或深蓝。条痕为浅蓝色。半透明至不透明。性脆。断口呈貝壳状。

(六) 孔雀石

1. 成分: $\text{CuCO}_3 \cdot \text{Cu}(\text{OH})_2$, 含氧化銅 71.9% (銅 57.4%)、二氧化碳 19.9%、水 8.2%。有时也含有微量氧化鉄、氧化鎂、二氧化硅。

2. 結晶形状: 单斜晶系, 柱状, 但很少见。通常为腎状、葡萄状、鐘乳状的块体, 有时为土状及絲絨状。

3. 物理性質: 硬度 3.5—4。比重 3.7—4.1。光澤为金刚石状至玻璃状。顏色为綠色。条痕为淡綠色。半透明至不透明。性脆。断口为貝壳状至多片状。

(七) 硅孔雀石

1. 成分: $\text{CuSiO}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 含氧化銅 45.2%, 二氧化硅 34.3%、水 20.5%。有时含有氧化铝 (17% 以下), 称为鋁硅孔雀石, 如果含有氧化鉄 (7% 以下) 及五氧化二磷 (7—9%), 則称为天青硅孔雀石。

2. 形状: 通常为块状。有时为葡萄状、腎状、土状。无結晶体。

3. 物理性質: 硬度 2—4。比重 2—2.2。光澤呈玻璃状、油状、土状。顏色为綠色、淡蓝色至蓝色, 不純时呈黑色。条痕为浅綠色。微透明至不透明。性脆。断口呈貝壳状。

(八) 硫酸銅矿 (胆矾)

1. 成分: $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ (含氧化銅 31.8%, 三氧化硫 32.1%, 水 36.1%)。有时含有少量鉄、鋅、鈇、鈷、鎂等元素。

2. 結晶形状：晶体屬三斜晶系，但不常見。通常为致密的块状体或放射状构造的鐘乳状体。

3. 物理性質：硬度 2.5。比重 2.1—2.3。光澤呈玻璃状。顏色为天蓝色至蓝色，有时微帶淺綠色。条痕为白色，或帶淡蓝色。透明至微透明。性极脆。断面呈貝壳状。

(九) 黝銅矿

1. 成分： $\text{Cu}_4\text{Sb}_2\text{S}_7$ 或 $4\text{Cu}_2\text{S} \cdot \text{Sb}_2\text{S}_3$ (含銅 52.1%，錳 24.8%，硫 23.1%)。有时含有少量銀、汞、砷、鉍等元素。

2. 結晶形状：屬等軸晶系。晶体为四面体、三角的十二面体、或其双晶。

3. 物理性質：硬度 3—4.5。比重 4.4—5.1。光澤为灿烂的金屬状或半金屬状。顏色为鋼灰色或暗鉛灰色。条痕为暗灰色。不透明。性脆。断面呈参差状，具有弱导电性。

第二节 試样的采取和加工

(一) 試样的采取

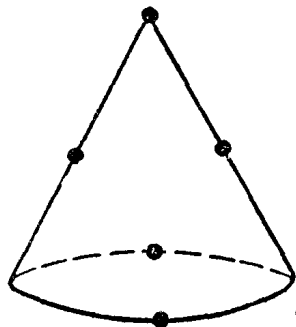
試样的采取正确与否，对于分析成份的真实品位，具有极大的关系。如果取样不正确，沒有代表性，則分析結果再精确，也沒有什么意义。所以进行取样工作，應該認真、細致，按一定的操作方法进行。

一、 在采矿场或坑口采取試样：

在采矿场或坑口采取試样时，可根据矿脉或矿体的宽窄、大小，分别在直綫上每隔1~2米用鉄鎚敲下一块重約50—100克的矿块，每取十块混成一个試样，送加工室进行加工。

二、 在爐前采取块矿試样：

为了了解装爐原块矿中銅及其它成份的含量，在装爐前，对欲装爐的块矿采取試样，进行分析。采样的方法是将欲装爐的块矿堆成一个圓錐体，然后按下图各点采取試样，試样的数量大致按1/1000的比例确定，即在一吨（1000公斤）块矿中采取一公斤，作为一个試样，送加工室进行加工。

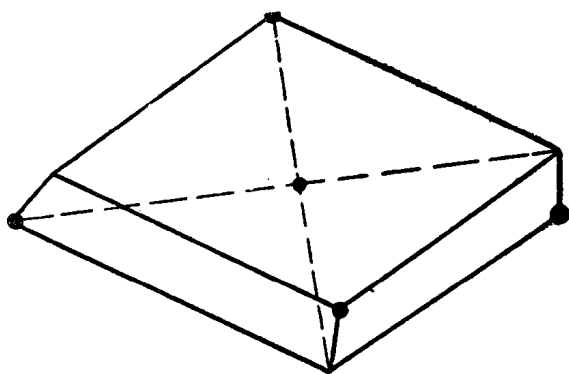


三、 精矿試样的采取：

精矿是指从选矿厂运来的經過浮选的銅矿石，因

此，都是經過粉碎了的，采取这样的試样，可根据不同情况来分別对待。

如果是散裝的精矿（即不用草袋裝的），則可将精矿堆成圓錐体按上图各点取樣，或者堆成四方形，按下图各点取樣。試样的数量大致按 $5/10000$ 的比例确定，即在一吨（1000 公斤）精矿中采取 0.5 公斤作为一个試样。



如果是用草袋裝的精矿，即可按袋进行取樣。在每一袋中都用一根小鉄管从袋口一直插到袋底，然后抽出，將試料倒入木盒內。每袋采取試样的数量也按 $5/10000$ 的比例确定。將全批的所有草袋都采完后，合併成为一个試样。如果袋数太多，也可以每隔 2—3 个草袋采取一次，而不必每个草袋都进行采样。

四、冰銅試样的采取：

冰銅試样的采取，是在放冰銅时按包进行。每放出一包，就用小鉄勺采样一次，每4小时所采取的試料合为一个平

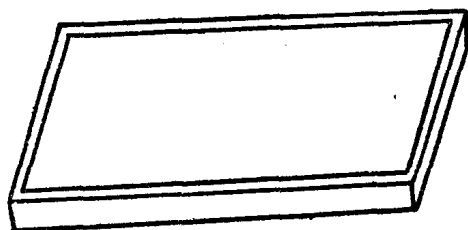
均試樣。

採取冰銅用的小鉄勺，必須烘乾，避免帶有水份而引起爆炸。

五、 粗銅試樣的採取：

粗銅試樣于出銅時進行採取，其方法是以小鑄型在出銅口處盛接。每爐于前、中、後三期各用小鑄型採取試樣一次，然後合為該爐平均試樣，送加工室加工。

普通採取試樣的小鑄型是長方形的，如下圖。



小鑄型在使用前必須烘乾，以免爆炸。

六、 爐渣試樣的採取：

爐渣試樣于渣流出口處進行採取。每隔十五分鐘，用預先烤熱的小鉄勺採取一次，立即傾入盛有冷水之桶中進行水碎。每八小時所採取的試料合為一個平均試樣，送加工室加工。

七、 吹煉爐渣試樣的採取：

吹煉爐渣試樣于每次放渣時，分前、中、後三期，以小鉄勺進行採取。將每爐各次所採取的試料合為一個平均試樣，送加工室進行加工。

吹冻爐渣不进行水碎，因为它往往带有少量冰銅，遇水会发生爆炸。

八、 烟尘灰試样的采取：

烟尘灰試样于堆上进行采取。取样时于四周围每隔約一步，用鉄勺于不同点进行采取一次，各点所采取的試料合为一个平均試样，送加工室进行加工。

九、 石灰石和石英試样的采取：

可参照在爐前采取块矿試样的方法和采取精矿試样的方法取样。

(二) 試样的加工 (包括水份的測定)

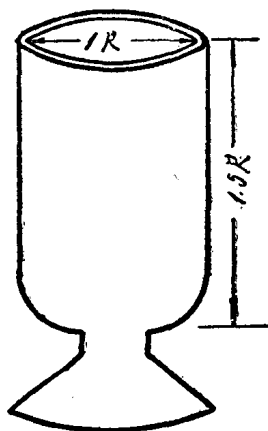
試样的加工，对于确定試样中各种成份的真实品位，也具有很大的关系。因为普通采取的試样，大多在一公斤(1000克)以上，但經過加工后送到化驗室的試样，仅为30—50克左右，如果加工或縮分进行得不正确，就会損失废石成份或損失含矿成份，因而相应的增加矿量或減少矿量，使最后化驗結果不符合真实情况，所以在进行加工縮分时，应严格遵守操作规程。

此外，在根据化驗結果来計算各种成份的总量时，必須考虑到試样中含有一定量的小份，因此，在采取試样后，应立即送入加工室进行加工，以免水份損失。在加工完了后，应立即在加工室进行水份的測定。

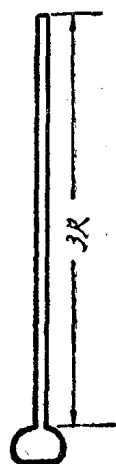
一、 銅块矿試样的加工：

将块矿試样放在鉄制搗缸內(如图)，用搗杵搗碎至块矿最大的粒度約为大姆指大小为止(如无搗缸，也可在大

鉄板上用鉄鎚敲碎，但須注意不要使試样損失，更不要引入外来雜質）。

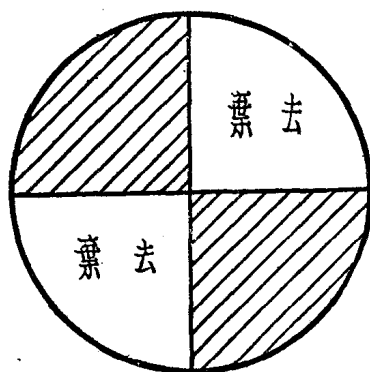


搗缸



搗杵

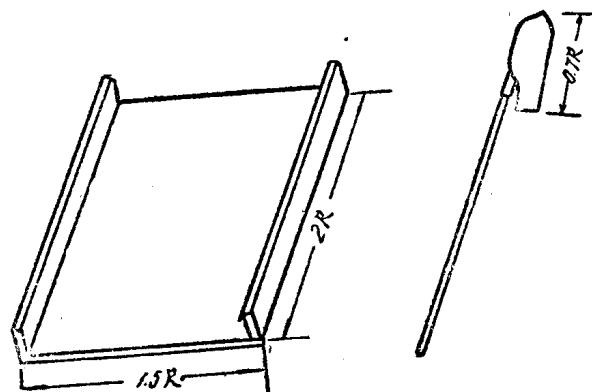
然后将全部試样倒在光滑的鉄板上，混勻，先堆成圓錐体，再把它压平，然后在这个圓平面上划一个十字（如图），分成大致相等的四个扇形，将相对的两个扇形棄去（这样的縮分法，普通叫做四分法）。余下的两个扇形，再放回搗缸内进行搗碎，搗至为小米粒那样大小后，将全部試样倒在一张光滑的



四分法

紙上，充分混勻，仍按上述四分法進行縮分。

將余下的試樣放在鐵制的磨板上（如图），用壓磨錘進



磨板

壓磨錘

行細磨。如果沒有磨板和壓磨錘，也可在大鐵板上進行磨碎，但須特別注意，不要使試樣損失，更不要引入外來的雜質。細磨後的試樣量應為150克左右。

如果原來的塊礦試樣量很多，可在每次縮分時，用四分法進行兩次縮分，以減少細磨的困難。相反的，如果原來的塊礦試樣量很少，也可少縮分幾次。總之，以最後得到的細粉試樣量約為100—150克之間為宜。

用工業天平稱取細粉試樣100克，放入玻璃盒或鐵盒中，置于低溫沙盤上烘干。沙盤溫度保持在100~110°C，千万不要

过高，以免試样成分变质。烘干后，再用天平称量之。用两次称量之差，来计算試样中的水份，其计算方法如下：

$$\text{水份}\% = \frac{\text{試样重} - \text{烘干后試样重}}{\text{試样重}} \times 100$$

然后将此烘干称量后的試样用四分法分取 30—50 克，放在磨板上充分磨細，至用手指摩擦不感觉到有粗粒为止。此后装入紙口袋中，送化驗室进行化驗。

二、 精矿試样的加工：

将所采取的精矿試样，按上面所述的方法，充分混合均匀，并反复用四分法縮分至 150 克左右。称取 100 克，烘干，计算水分的含量。然后再分取干燥后的試样 30—50 克，在磨板上充分磨細，装入紙口袋中送化驗室化驗。

三、 冰銅、爐渣、吹炼爐渣等試样的加工：

将所采取的試样（如为水碎爐渣，則应預先烘干），按銅块矿試样的加工方法，反复搗碎縮分，至所得試样为 50 克左右时，放在磨板上充分磨細，用四分法分取 30 克左右，装紙口袋中，送化驗室进行化驗。

对于冰銅和爐渣等試样，不需要进行水份的測定。

四、 烟尘灰試样的加工：

将所采取的烟尘灰試样充分混匀，反复以四分法进行縮分，至最后得到 30 克左右的試样为止。然后放在磨板上，充分磨細，装入紙口袋中，送化驗室进行化驗。

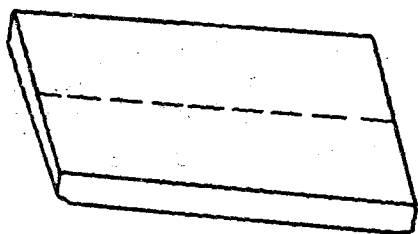
对于烟尘灰試样，也不需要进行水份的測定。

五、 粗銅試样的加工：

下面介紹两个办法，使用时可以根据具体条件选择：

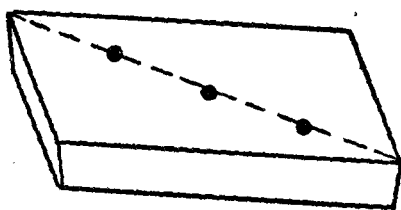
（1）将所采取的小型粗銅試样，沿其长度方向的中心

綫用鋸鋸開（如图中虛綫的位置）。



將同爐的各塊試樣的鋸屑末合併一起，混合均勻，作為平均試樣，裝入紙口袋中，送化驗室進行化驗。

（2）將所採取的小型粗銅試樣，於其對角綫上等距離的三點，用鑽鑽取細屑（如图中黑點所示的位置）。



將同爐的各塊試樣的鑽屑合併一起，混合均勻，作為平均試樣，裝入紙口袋中，送化驗室進行化驗。

六、石灰石和石英試樣的加工：

石灰石和石英試樣的加工方法，與銅塊礦試樣的加工方法完全相同。也需要測定水份。