

工學小叢書

試金術

姚挹之 馮翰飛 著

商務印書館發行

書叢小學工

術 金 試

著飛翰馮 之挹姚

行發館書印務

中華民國二十二年七月初版  
中華民國二十三年七月三版

(一〇八一四)

工學叢書  
試金術一冊

每冊定價大洋肆角伍分

外埠酌加運費匯費

著者

姚挹之  
馮翰飛

發行人

王雲五  
上海河南路

印刷所

商務印書館  
上海河南路

發行所

商務印書館  
上海及各埠

版權所有  
翻印必究

# 試金術目錄

|                  |    |
|------------------|----|
| 第一章 緒論·····      | 一  |
| 第二章 取樣·····      | 四  |
| 第一節 總論·····      | 四  |
| 第二節 樣品之重量·····   | 五  |
| 第三節 堆高四分法·····   | 七  |
| 第四節 更換鏟取法·····   | 八  |
| 第五節 金屬條取樣法·····  | 一  |
| 第二章 鎔爐及鎔爐工具····· | 一三 |
| 第一節 鎔爐·····      | 一三 |
| 第二節 鎔爐工具·····    | 二九 |

第四章 天平及砝碼.....三二

第一節 天平.....三一

第二節 砝碼.....四二

第五章 試藥.....四五

第一節 試藥.....四五

第六章 還原及氯化.....五四

第一節 還原.....五四

第二節 氯化.....六一

第七章 坩堝試金術及試金冶滓.....七三

第一節 坩堝試金術.....七三

第二節 冶滓.....七七

第八章 灰皿鍊金術.....九八

第九章 分金.....一〇八

# 試金術

## 第一章 緒論

定義 試金術(assaying)乃化學分析之一分科，用科學方法，檢驗鑛石，冶金產物，金屬塊，合金(alloy)中所含某種金屬(metal)之量，而定鑛石等之價值者也。

分類 試金術之分類如下：

(一) 乾法(dry ways)。

火試金術(fire assaying)。

(子) 熔融法(fusion method)。

(丑) 蒸溜法(distillation method)。

(二) 溼法(wet ways)。

(甲) 重量分析法 (gravimetric analysis)。

(子) 沉澱法 (precipitation method)。

(丑) 電法 (electric method)。

(乙) 體積分析法 (volumetric analysis)。

(子) 滴定法 (titration method)。

(丑) 比色法 (colorimetric method)。

(寅) 氣體法 (gasometric method)。

**火試金術** 火試金術，係藉熱及適宜熔劑 (flux) 之助，使所求金屬，從鑛石中分出，而測定純淨金屬之重量。例如欲知鉛鑛石中含鉛幾何，則取鉛鑛石與適宜熔劑混和，置入坩堝中而熔融之。鉛即還原成爲金屬體，極易從熔渣中析出而定其重量也。

**重量分析法** 重量分析法，係將所求物質，從鑛石中分出，而測定純淨物質之重量，或測定已知成分之化合物之重量，而推求其含有所求物質之重量。例如欲知某鑛物中含氯化鈣幾何，可處

理此礦物，使生純淨之氯化鈣，而直接定其重量；或處理此礦物，使生硫酸鈣，而定其重量，又由此計算氯化鈣之重量，因硫酸鈣及氯化鈣均有一定之成分故也。

### 體積分析法

體積分析法，係使所求物質，與礦石中一切有關涉之物質分離，最後測定所需完成某種化學變化之溶液之量；或在比色法，則以所求物質賦予某定量液體之色，與所求物質之某已知量，賦予與此液體同量之水或適宜液體之色，作為比較。例如欲知鐵礦石中含鐵幾何，則因第二鐵可還原為第一鐵，而以後再加適宜之氯化劑，可使其復行氯化而成第二鐵，如知所需令第一鐵恰成為第二鐵之氯化劑之分量，立可算出礦石中含鐵之量也。

### 本書之範圍

試金術範圍甚廣，如上所述。本書為篇幅所限，僅就火試金術，述其大略，使讀者得一概念。至於重量分析法及體積分析法，與普通化學分析法相類，學者可由分析化學書得其原理，故今從省略。

## 第二章 取樣

### 第一節 總論

取樣之重要 試金術中之取樣一事，最關重要。若所取樣品，不能代表全部礦物，則試金時，雖十分謹慎，終歸無效。故寧可多費金錢，以取正確樣品，俾能代表多量之礦物。冶鍊廠買進大宗礦物，而以取樣試金之結果，定其價值，如取樣略有錯誤，則買賣兩方，總有一受損者也。通常由大宗礦物取樣，有人專司其事，送交試金者，而試金者可不問其樣品如何採取。然試金者對於取樣方法，卻不能不熟悉也。

方法分類 取樣方法，可分下列二種：

(一) 人工取樣法 (hand sampling)

(甲) 堆高四分法 (coning and quartering)

(乙) 更替剗取法 (alternate shovels)

(丙) 分別剗取法 (split shovels)

(丁) 選取法 (riffing)

(二) 機械取樣法 (machine sampling)

(甲) 常時挑取鑛流一部分法 (part of the ore stream for the whole time)

(乙) 間時挑取鑛流全部分法 (the whole of the ore stream part of the time)

## 第二節 樣品之重量

無論用何種方法取樣，應使鑛塊之大小，與取樣品之重量，有一定關係。鑛塊大（直徑一〇至一二英寸），取樣須多。鑛塊小（直徑〇・一至〇二・英寸）取樣可少。美國科羅拉多（Colorado）省季爾品（Gilpin）州諸金鑛，有一取樣成規。凡每噸鑛含金一至四盎斯者，其取樣之量如下表所示。

第一表 美國科羅拉多省季爾品州金鑛取樣分量表

| 最大鑛塊之直徑(英寸) | 〇・〇四   | 〇・〇八  | 〇・一六 | 〇・三二 | 〇・六四 | 一・二五 | 二・五〇  |
|-------------|--------|-------|------|------|------|------|-------|
| 應取樣品最少量(磅)  | 〇・〇六二五 | 〇・五〇四 | 四    | 三二   | 二五六  | 二〇四八 | 一六三四五 |

欲知別種直徑之鑛塊，應取樣品若干磅時，可取上表任何一種為標準，以其直徑，與所欲取樣之鑛塊之直徑之比之立方數，乘其重量即得。

克黎布爾川 (Cripple Creek) 各金廠，對於每噸含金二至六盎斯之鑛石，用機械取樣。先將鑛石軋碎，使能通過直徑一・五英寸之圈。次用味晉氏取樣器 (Vezin sampler) 取其全量四分之一。復次，送至軋碎機，軋碎至直徑〇・二五英寸。復次，用別一味晉氏取樣器，取其十分之一，較之原來之量，僅為四十分之一矣。復次，磨碎，以普通取樣法（例如更替鏟取法）取相當之樣品。

樣品之大小，不僅依鑛塊而定，并須視鑛物之成分如何為準。如鑛質均勻，則樣品雖少亦可。如不均，則非取多樣，不足以代表全體。

機械取樣法，如有精緻之取樣器，採用者甚多。有時人工取樣法，亦可應用，蓋冶鍊廠爲免軋碎大部分礦物起見，樂用此法也。

### 第三節 堆高四分法

**堆高四分法** 堆高四分法，行之甚久，現尙有用者。惟因其工作甚難，且不易得正確結果，故多改用更替鏟取法矣。圓錐之堆成，以四人至八人，作一圓圈，每兩人相對，圍繞而行。將礦物剷取堆在一點，此點可用一鐵棒，插入地面，以爲標識。堆時須十分留意，使大小礦塊，平均分配於圓錐面上。圓錐體既堆成，再由周圍將礦石從錐頂刮下。平鋪成十二至十八英寸厚之圓臺。用鐵片作十字形，插入其中，分成四分。取其相對之任何兩分，而棄其餘。以所取兩分，重行堆高四分，而取其二分。再將礦塊敲碎，重施此法。如是反復行之，得二十五至三十磅之樣品爲止。於是用適當器具，將樣研細。此法遲緩，且頗煩瑣。

## 第四節 更替鑪取法

**更替鑪取法** 取樣之原則，計有三項：（一）常取，（二）多換取樣之地點，（三）每隔有定之時間，取同量之樣品。此三項，更替鑪取法兼而有之。

本法係於鑛物下車後，卸在平臺，送入鑛倉之時行之。九鑪裝入鑛倉，一鑪作為樣品。如鑛質不勻，取樣較難，則樣鑪可增加。如鑛質平勻，可減少其數，本法優點如下：

- （一）比堆高四分法正確可靠。
- （二）費用節省。
- （三）迅速。

美國南達科他省 (South Dakota) 刺匹德城 (Rapid City) 標準冶煉公司 (Standard Smelting Company) 煉廠，用更替鑪取法所取之樣，經過布末克氏軋碎機 (Blake crusher) 機口為九英寸寬，一五英寸長。出口成一A字形，樣品被分為二部分。其一部分，經二四英寸長，一二

英寸直徑之輥軸碾碎機 (rolls) 壓過。出機時又分爲二分。如最初之鑽石有一百噸，此時僅存二  
• 五噸（每十鏟中取樣品一鏟，）而鑽塊之直徑，無有大過〇・三七五英寸者矣。自輥軸碾碎機  
所出之鑽石，直接卸至鐵板上，再於每五鏟或十鏟中，取樣一鏟，所得之樣品，約有五百至一千磅。再  
經一二英寸長，一二英寸直徑之取樣用輥軸碾碎機 (sampling rolls) 碾細。用瓊斯氏分樣機  
(Jones split or riffle sampler) 平分，至得十五磅至二十磅之樣品爲度。於是移入圓錐碾磨機  
(cone grinding mill) 磨碎。測定水分之百分率。此後送入試金室，用小號瓊斯氏分樣機，分至僅  
有二磅樣品。後用粉碎板 (buck board) 研至能篩過每英寸一百二十絲之篩孔爲度。試金樣品，至  
是告成矣。恐其吸收空中水分，復熱至攝氏一百度以驅除之。然後分成四分，裝入紙袋內。其一由礦  
石賣主試之。另一由買主試之。餘則分別保存。一作爲公正人試金之用。一備意外之需也。

買賣兩方試金之結果，名曰定價試金 (control assay)。如相差不過遠，則照買者之結果，或買  
賣兩方之平均結果定價。如相差出於限度之外，各自重復行之。或交換品，再行試之。設所得之結果，  
依然不同，則須由第三者行公正試金 (umpire assay)。依其結果，以定價值。兩方中之結果與公正

試金結果相差較遠者，負擔公正試金之費用。

定價試金，每一樣品，須有參校試金三次

互相核對。公正試金，則須有參校試金四次。

在實驗室中，由少量材料取樣時，亦可應

用上述原則。瓊斯氏分樣機，用者最多；堆高四

分法，亦有用之者，然不相宜。最後之樣品，須經

過每英寸一百二十絲之篩。高等礦物，經過每

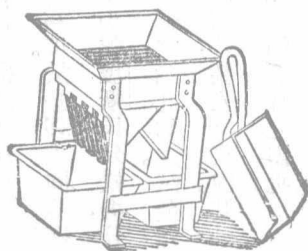
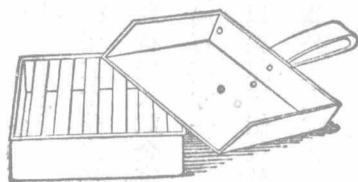
英寸一百五十至二百絲之篩更佳。後置於橡

皮布或光滑厚紙上，和勻，鋪成○・二五英寸

厚薄層。再用扁匙 (spatula) 分向數處，各挑

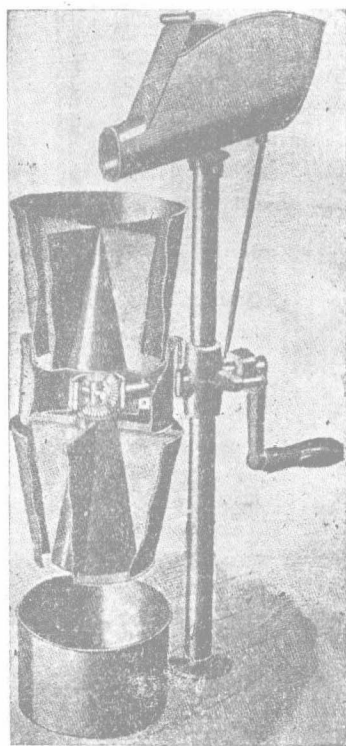
取若干，至重量已足為度。第一圖所示，為瓊斯

氏分樣機 (Jones riff sampler)。第二圖所



第一圖 瓊斯氏分樣機

示，爲公正分樣機 (umpire ore sampler)。



第二圖 公正分樣機

## 第五節 金屬條取樣法

鉛條 鉛常澆成條，每條約重八十磅。最佳之取樣法，爲在其熔化時，相隔一定時間，用勺取出樣鉛若干。若已成條後，則於每五條或十條中，取出一條，居中鋸成兩段，收集鋸屑，照上述之法取適

當之量，以爲樣品，名曰鋸樣 (saw sample)。

銅條 銅條取樣法，與鉛條相同。