

自然科學小叢書

吹管分析

G. M. Butler 著

陳善晃譯

王雲五 周昌壽主編



商務印書館發行

自然科學小叢書
吹管分析

60.81

26

23

自然科學小叢書

吹管分析

G. M. Butler 著
陳善晃譯

王雲五 周昌壽 主編

商務印書館發行

序

本書之著，第一，在滿足曾經使用著者所著袖珍礦物手冊 (Pocket Handbook of Minerals)一書作礦物學課本之講師之需要。凡教師及學生對於礦物之最終目標，均在獲得礦物物理性質之知識，已無疑義。然欲獲得此種知識，則當研究未明之礦物時，或由觀察下結論時，常須賴若干簡單試驗。吹管分析最能滿足此目的，因所需之器具及試藥比較簡單，且便於選擇故也。

吹管分析之工作甚多，然各書所述每有詳略之別，或為特殊目標計，包涵過廣，或在礦物學上對於某項工作，僅成一章通論而已。此二種情形，均非適宜，蓋前者所需之購置物，失諸昂貴，後者所包含之手續(Direction)及敘述(Statement)，亦常廣泛而不完全，須賴教師補充解釋。

本書所載之試驗，與包含於各書中者相同，且經科羅拉多採礦學校(The Colorado School of Mines)培頓教授(H. B. Patton)授諸學生有年，由經驗證明此修正本與所加材料適當而需要。至於工作之敘述與計劃，自然不失本來面目。故為包含於各種試驗之註釋中之大多數紀載。本書力求簡明適用，絕無繁贅之弊，亦不缺乏主要之材料。

其次，本書在滿足開礦者及勘礦者之需要。當彼輩獲得一種新礦物時，首先之問題必爲『此礦物究含何物？』。本書甚淺近而簡明，手續亦甚完全，凡受過普通教育者，利用適當儀器，本書大多能解答之。今爲此等讀者起見，增添第五及第六章。

最後，本書對於物質之初步檢驗極有裨益，甚適合試金者及化學家之需要。

目 次

第一章 吹管分析之儀器試藥及其手術	1
第二章 各種元素之吹管試驗法	8
第三章 定性吹管分析大綱	36
第四章 各種元素試驗法之索引	40
第五章 用吹管作礦物之測定	43
第六章 初步化學原理	58
原子量表	67
索引	71

吹管分析

第一章 吹管分析之儀器試藥及其手術

凡試金術用具商店，或化學用品商店，大都均有整套或零碎吹管分析之器具出售。即其他店家，往往亦可求得此種器具另件。惟市上整套器具，非極精緻，即件數過多，不切實用，故對於吹管分析之器具，務須小心選擇。茲將工作時所用之器具分述之：

吹管 (Blowpipe) 吹管之形式有多種，各有其特別便利之處，但無論何種形式，其孔不宜過大，亦不宜過小，始能滿足吹管分析之目標。最滿意者，應具一喇叭形之吹口 (Mouthpiece)，一個小室 (Chamber) 以便收集唾液，及一可移動之尖頭 (Tip)。具喇叭形吹口之吹管，在使用時，對於唇上肌肉比較舒適，然攜帶不便為其最大缺點。吹管之尖頭，往往鑲有白金，然，除非工作甚多，否則無需如此精美。所用之吹管，遇其尖頭有污塞物時，宜用精細白金絲或鋼絲除去之。

燈 (Lamp) 工作時宜用二種燈，其一用油，其另一用酒精（不便時用一種亦可），後者對於某種手術（容後述之）較油

燈便利，但亦可以油燈替代酒精燈，以免物質上有時發生缺乏之虞。

油燈之燈心口，須成一矩形，長約 $\frac{1}{2}$ 吋，廣約 $\frac{1}{4}$ 吋，惟酒精燈之燈心口，形狀可隨意。用時務須留意（特別為油燈），勿使燈心過緊，以致妨礙油質之流通，當燈心燒焦時，或有不齊整之處，亦須時時剪齊，務使高度適當，及燃點時不致發煙為度。油燈之最良燃料，為二份豬油與一份石油之混合物，此混合物，遇極寒天氣，雖易凝成固體，惟燃點後，即可融化。

其他火焰如洋燭或石油燈之火焰，亦可用以替代上述各種燈焰。且在礦場中，因設備不全之關係，往往非賴此種火焰不可。惟在實驗室中，則仍以酒精燈等為佳。此外亦常有用氣體吹管者，惟吾人用慣此種儀器後，則在礦場中缺乏此種儀器時，常感工作不便，故平日當用上述各種比較簡單之器具（油燈，酒精燈及普通吹管），以資養成習慣。

鉑尖鑷（Platinum-Tipped Forceps）鉑尖鑷之形式，最便利者，應一端鑲有白金，他端為其他金屬所製成，鑲白金一端尚有彈簧，用以聯繫兩尖。使用鉑尖鑷應留意之點，容後述之。此種鉑尖鑷，一經使用，每易變色，惟若能依照應留意之點用之，即變色亦無妨礙。

遇鉑尖鑷變色或不潔淨時，可以極精細之砂紙或刀片擦光

之。

鉑絲及柄 (Platinum wire and Holder) 鉑絲之粗細，約與美國二十六號或 B & S 之鋼線 (26 American or B. & S. wire gauge) 相等，長約三四吋。以小玻璃管爲柄，將鉑絲在管端處熔接之。若用機械式之柄，則更爲便利，因柄上有淺溝，可預藏若干鉑絲以備應用故也。至使用鉑絲應留意之點，容後述之。

木炭 木炭應由軟質之木所製成，至少須三吋長，較長則更爲便利。燒灼時不應有碎裂，罅隙，發煙或易燃等現象，燃着後亦不應生多量灰分。

試驗時用過之木炭，凡未經液體試藥處理者，均可括去表面留存之淤積物，重複使用。惟經過某種液體試藥處理者，則該試藥必吸收於木炭中，能使試驗發生重複結果。甚至將木炭括去甚深，仍不能免除此種弊端。故經試藥處理後之木炭，不宜重行使用。

閉口管 (Closed tubes) 閉口管爲直徑約 $\frac{3}{8}$ 吋之玻璃管，長約 3—4 吋，一端封閉，離封閉之端約 1 吋之處，向一邊彎轉之。將玻璃管一端封閉以供應用，結果亦甚滿意（見後）。惟閉口管一經使用後，即不易洗滌，故用後宜棄之。遇閉口管灼熱後，不能以手握之，惟可用石棉帶或紙條圍捲管之上部持之。

開口管 (Open tubes) 此爲直徑約 $\frac{3}{8}$ 吋之玻璃管，兩端開

口，長約3—4吋，用後宜棄之，然試驗時若不發見任何元素，則仍可用他端行一新試驗。開口管熱時，亦應如上所述以石棉帶或紙條圍捲管之他端持之。

其他雜件 硬鋼一小塊（至少一面須光滑），充作鐵砧之用。

一小鋼鎚，其面扁平。

一小馬蹄形磁鐵。用一端成木炭鑽孔器之直形磁鐵亦可，惟此非必要也。

試管若干枝。

一小手持放大鏡。

深藍色玻璃一方塊。

試藥瓶及試藥 試藥瓶以具塞廣口玻璃瓶為最佳，用以藏乾燥粉狀藥品，如硼砂，碳酸鈉，磷酸銨鈉，酸性硫酸鉀及鉍熔劑（碘化鉀與硫之等量混合物）等是。

濕試藥應以滴瓶式之玻璃瓶藏之。瓶塞上連橡皮球，下為小滴液管，平時用以塞蓋瓶口，試驗時用以吸取試藥。平時雖可製成極滿意之滴液管，然不如上述形式之便利。至於必需之試藥，約為下列數種：

鹽酸 大多數以濃鹽酸與等量水稀釋之。

硝酸 用普通之濃硝酸。

硫酸 大多數將濃硫酸以四倍容積之水稀釋之。水與硫酸

混合時，發生多量熱，故混合時，須將硫酸徐徐加於水內，時時拌攪，勿將水注於硫酸內，致生危險。

硝酸鉍 取此鹽類溶解於十倍水中，使成一種約 10% 之溶液。

處理各種酸類，務須小心，因酸類具腐蝕性，一經接觸皮膚，即足以損害之，並發生疼痛故也。遇此種不幸事件時，或酸類滴落衣服時，可速以銨水中和之，然後以水洗淨之。

吹管手術 (Blowpipe operation) 吹管用以吹噴燈焰，使成圓錐形之吹管焰，集中而直射於被加熱之物質上。吹成之吹管焰應均勻而不間斷，此雖困難，然為必要之手術。吹成之吹管焰，非由肺之動作而成，乃由兩頰伸張之動作而成。當工作之際，空氣由鼻孔而入，由口及吹管而出。試用此儀器時，先閉着口，將兩頰伸張，以鼻吸氣，然後開啓口唇，使空氣緩慢流出，並以一種柔順動作，使肺內空氣流入口內，以資保持兩頰伸張。無經驗者，務須經過相當練習，方可達到此目的。若能使空氣由口內流出不致間斷，即可開始使用吹管矣。

氧化焰之生成 以鉛筆一枝或其他墊物，墊於油燈右旁底下，使油燈略為傾斜，其燈心由右向左，在燈心右旁上，依燈心平行之方向（由右向左），將吹管尖插入火焰內約 $\frac{1}{8}$ 吋深，吹之，

使成一藍色，長約1吋之吹管焰。若火焰不能由右向左，或火焰內發見若干黃色光紋，則應將燈心剪齊，或縮短之。若全焰皆呈黃色，則應將吹管略向右移。吹管焰之長度，若不及上述之長度（1吋），乃因吹管尖之開口過小之故。但其開口過大，則吹管焰必過長，且吹時噝噝作聲。吹管焰宜固定不動，欲達此目的，須將持吹管之手安置於支持物上，或將第三及第四指支持於燈上。

在分析手術中，有時欲物質氧化，有時欲物質還原而成金屬狀態。此種目標，均可用吹管完成之。

依上述方法所成之火焰，稱為氧化焰，但此火焰各部份之作用，非均為氧化。火焰中藍色圓錐形部份，含多量一氧化碳，可發生還原作用。火焰尖端處，藍色錐形外之部份最熱，幾近無色，富有氧化作用，因其中有遊離氧氣故也。凡物質在此部份內（離藍色焰約 $\frac{1}{4}$ 吋之處）灼之，最適於氧化。

氧化焰比還原焰熱，而氧化焰最熱之部份，適在藍圓錐外，習慣上，凡未經特別申明者，物質均須在此部份灼之。

還原焰之生成 置吹管尖於燈心右旁上約 $\frac{1}{6}$ 吋之火焰處吹之，即成一黃色而長之吹管焰（含多量未完全燃燒之碳素），稱為還原焰，有時稱為有煙還原焰。凡欲還原之物質需較熱溫度時，宜用氧化焰之內圓錐，但最強之還原作用，則仍發生於還原焰

之黃色圓錐內，及其尖端處。

其他手術 其他手術，當於各試驗之討論中隨時述之。茲不贅。

第二章 各種元素之吹管試驗法

各種元素之吹管試驗法，即吹管分析(Blowpipe analysis)。此名詞包括多種試驗，數種不需吹管之試驗，亦包括其中。茲將吹管分析所包括而最有用之試驗列后，並依次討論之。

I. 物質在木炭上之處理(不用熔劑)法

II. 物質在木炭上之處理(用熔劑)法

III. 閉口管試驗法

IV. 開口管試驗法

V. 硼砂珠試驗法

VI. 磷鹽珠試驗法

VII. 火焰試驗法

VIII. 硝酸鈷顏色試驗法

IX. 酸類試驗法

凡元素及物質，經此等試驗後，吾人大多可由其反應鑑別之。茲將可為吾人所鑑別之元素及物質列后：

鋁(Al)，銻(Sb)，砷(As)，鋇(Ba)，鉍(Bi)，硼(B)，鎘(Cd)，鈣(Ca)，鉻(Cr)，鈷(Co)，銅(Cu)，氟(F)，金(Au)，鐵(Fe)，鉛(Pb)，鋰(Li)，鎂(Mg)，錳(Mn)，汞(Hg)，鉬(Mo)，鎳(Ni)，磷

(P), 鉀(K), 硒(Se), 銀(Ag), 鈉(Na), 銦(Sr), 硫(S), 碲(Te), 錫(Sn), 鈦(Ti), 鎢(W), 鈾(U), 釷(V), 鋅(Zn), 水, 矽酸鹽(Silicates)及碳酸鹽(Carbonates)。

I. 物質在木炭上之處理 (不用熔劑) 法

取物質一小塊, 大小約與 BB 彈 (BB shot) 相等或略小, 壓在木炭面上距木炭一端約 $\frac{1}{2}$ 吋之處。或在該處挖一小而淺之穴, 將物質壓入, 以便防止物質粒子飛散或被吹去。物質裝妥後, 以左手依左右之方向持木炭, 置近火焰處, 右手持吹管吹之, 使吹管焰落在物質之左端, 但吹管焰並非與木炭平行, 不過斜射於物質上成一小角度而已。

用以試驗之物質, 稱為試物 (assay)。

將試物在氧化焰中強灼之, 約一二分鐘之久, 注意所生之臭氣, 及火焰之顏色。然後視察有何皮膜 (coatings) 如昇華物 (sublimates) 積聚於木炭上否, 若不發見昇華物, 以還原焰再試之。

試物不宜置過深之穴中, 因恐揮發物質直升於空氣中, 以致木炭上不能積聚昇華物故也。

大多數木炭經燃燒後, 生成一種白色灰燼, 易與昇華物相混, 宜留意及之。

試物加熱, 每易發生飛散現象 (Decrepitation), 欲免此弊,

動作宜緩，即先持試物離開吹管焰約三四吋，然後逐漸置近。除此以外，尙有其他辦法，即先吹火焰於木炭端上部至紅熱，然後逐漸加熱試物。

依上法處理，若仍有飛散現象，或無結果，則將試物研成細粉末，以刀片取粉末少許，壓於木炭上，成一扁塊，然後依上法進行。若仍飛散，則以水潤濕之，然後徐徐灼之。

因鉛、銅及若干元素之氯化物，在木炭上所生白色昇華物，易與下述各種物質所生者相混淆，故物質未經以鹽酸處理前，須先行木炭試驗。

試驗時，不獨須注意昇華物之顏色，即其揮發性之難易，亦須顧及。因在氧化焰中有極易揮發之物質（用吹管焰能在一秒鐘內燃燒完竣），亦有極難揮發之物質（需多量熱始能完全燃燒）故也。然欲試物質之揮發性，必須用氧化焰。茲將試驗所生之結果，分述於後：

- a. 白色極易揮發之淺淡昇華物，積聚於試物略遠之處，且有蒜之強烈氣味……………砷
- b. 藍色邊緣之白色昇華物，積聚於試物處，較砷所生者略濃，揮發性較少。停止加熱後，試物常發生白色煙霧。…銻
- c. 白色頗易揮發之濃厚昇華物，積聚於試物近處，離試物略遠處，有較淡而較揮發之皮膜，且發生蒜之氣味。

..... 銻與砷

- d. 白黃色，結晶昇華物（粒子粗，邊緣尖銳）。此昇華物與還原焰接觸，一分鐘內，即變為紺藍色，且近在試物處，發見銅紅色皮膜。..... 鉬

〔鉬之硫化物，如輝鉬礦，須在氧化焰內，延長加熱時間，方可得白色昇華物。〕

- e. 昇華物冷時色白，熱時色黃，且淡而不揮發。此昇華物以硝酸鈷溶液潤濕，加熱；一俟冷卻後，即變為光亮綠色。..... 鋅

〔此試驗須依下述手續進行：將物質磨成極細粉末，以還原焰強灼之至相當時間，以少許硝酸鈷溶液潤濕其昇華物，再以還原焰強灼之，如此則有足量之熱達到潤濕之處，若有鋅化合物（鋅之矽酸鹽例外）存在，則昇華物冷卻後，變為光亮綠色。〕

- f. 近試物處有濃厚昇華物，色白，外緣呈藍色。離試物稍遠處，有一種黃灰色皮膜。界乎昇華物及皮膜間，有一黑色帶。昇華物及皮膜均易揮發，燃燒之呈淺藍綠色，試物燃燒時，亦呈淺藍綠色。..... 碲

- g. 昇華物淡而揮發，熱時色黃，冷時色白。與硝酸鈷液潤濕，加熱，一俟冷卻，即變為藍綠色..... 錫

[此試驗須完全依照鋅之試驗法進行，見前。]

- h. 黃色揮發昇華物，熱時呈橙色。其外緣呈白色，極易揮發。試物燃燒時生黃色火焰，且有蒜氣味。……砷與硫

[當砷之硫化物被強熱及揮發過速，致令完全氧化時，即生此結果。此乃因一部分物質由揮發及積聚，而成砷與硫之黃色化合物所致。]

- i. 黃或橙色不揮發昇華物，外緣呈藍白色，積聚於試物極近處。……鉛

- j. 黃或橙色昇華物，外緣常呈藍白色，積聚於試物極近之處。……鉍

[此試驗之結果，大多數與鉛相同。惟鉍較鉛稀少。欲辨別鉛鉍二元素，可將其粉末與三四倍容積鉍熔劑（碘化鉀與硫之等量混合物）相混，依常法在木炭上加熱，則鉍所生昇華物為黃色，積聚於試物近處，外緣呈光亮紅色，鉛昇華物之外緣則否。]

- k. 棕色，揮發昇華物，積聚於試物近處。昇華物邊緣色白，極易揮發。試物加熱時有蒜氣味。……砷

[當物質被加熱及揮發過速，致令砷完全氧化時，則生此結果。此棕色昇華物為金屬砷。]

- l. 棕色，頗易揮發昇華物 積聚於試物近處。……鎢