

《化學鑑原》之最新化學元素：銫、銣、鉈、銻

張濤

義守大學通識教育中心
changhao1975@gmail.com

摘要：1871 年上海江南製造局出版的《化學鑑原》編譯當時最新被發現的銫、銣、鉈和銻四種化學元素的內容，這些元素在 1860 年至 1863 年間都是被剛剛問世的光譜儀所發現。然而《化學鑑原》的英文底本，*Wells' Principles and Applications of Chemistry*，從 1858 出版直到 1877 年間發行，並沒有進行修訂補充介紹這四種元素。但是《化學鑑原》的編譯者傅蘭雅與徐壽，引用另一英文底本，*Bloxam's Chemistry: Inorganic and Organic, with Experiments*，引進西方最新的元素知識到中國來，這是在 1870 年的《化學初階》及 1873 年刻印的《化學指南》所沒有的內容。從某一個角度而言，在 1875 年銻元素被發現之前，《化學鑑原》引進當時最新的元素知識。

■ 前言

《化學鑑原》最常被討論的地方就是它的化學元素名詞，因為我們現今使用的元素命名方法便是來自此書（傅蘭雅、徐壽，1871，卷一，頁 20），而且有 30 多種新造元素名詞源自此書（張濤，2001）。然而，這本書的重要性不只是在於中文化學命名方面，它也同時引進了當時最新的化學元素知識，如銫（Cesium, Cs）、銣（Rubidium, Rb）、鉈（Thallium, In）與銻（Indium, Tl）等四元素名詞，前二元素在週期表為第 1 族（鹼金屬），而後二元素為第 13 族（硼族）。

《化學鑑原》是由傅蘭雅（John Fryer）口譯，徐壽筆述，1871 年由上海江南製造局翻譯館出版。它的底本是美國政治經濟學家韋而司（David Ames Wells）所著的 *Wells' Principles and Applications of Chemistry*，這本書在 1858 年發行第一版，後來陸續再版，直到 1877 年的時候，依然是一本非常暢銷的化學教科書（Perkins, 1877）。但是這本很受歡迎的 Wells 化學書籍從未進行任何修訂，所以部分內容已經過時，例如在 1860 年到 1863 年之間被光譜儀所發現的四個元素：銫、銣、鉈、銻，就沒有被編輯在書中。

經文獻回顧，《化學鑑原》中銫、銣、鉈與銻四種元素的編撰內容來自 1867 年出版的《蒲陸山化學：無機和有機化學（附實驗）》（*Bloxam's Chemistry: Inorganic and Organic, with Experiments*）（張濤，2001），作者為蒲陸山（Charles L. Bloxam）。此書的有機部分是 1875 年出版《化學鑑原續編》的西文底本，而無機部分是 1882 年刊行的《化學鑑原補編》的底本。這本西文書是受師生歡迎的化學教科書，從 1867 年到 1923 年共發行 11 版。蒲陸山逝世後，

便由他的兒子 Arthur George Bloxam 和 Samuel Judd Lewis 共同編輯。鉍、銻、鉍與銻四種元素都是被當時剛發展出來的焰色光譜儀 (flame spectroscopy) 所發現。這是一種透過稜鏡偵測觀察各種化學物質氣態時產生的彩色光譜的裝置，如圖 1 所示。

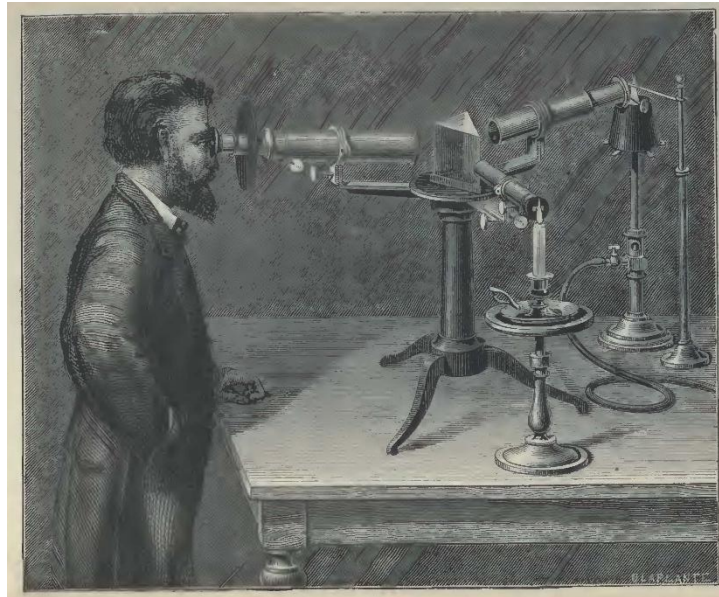


圖 1：19 世紀的焰色光譜儀裝置 (引自 Lockyer, 1873)

德國化學家本生 (Robert Bunsen) 和物理學家基爾霍夫 (Gustav Kirchhoff) 就是第一次應用這種光學儀器在化學檢測上的科學家。1860 年，他們一塊合作發現到元素鉍。隔年，他們使用同樣的方法發現元素銻。同年，英國化學家克魯克斯 (William Crookes) 發現元素鉍。1863 年，德國化學家賴希 (Ferdinand Reich) 和里希特 (Hieronymus Theodor Richter) 發現元素銻。除此之外，第五種用同樣方法發現的元素是鎂，它是在 1875 年由法國化學家德布瓦博德蘭 (Paul-Émile Lecoq de Boisbaudran) 所偵測到。後來，在 1894 年被發現的元素氫及 1895 年的元素氦也是透過光譜學方法，如圖 2 左所示。但其實，當年本生和基爾霍夫在光譜儀看到的是彩色光譜，如圖 2 右所示。

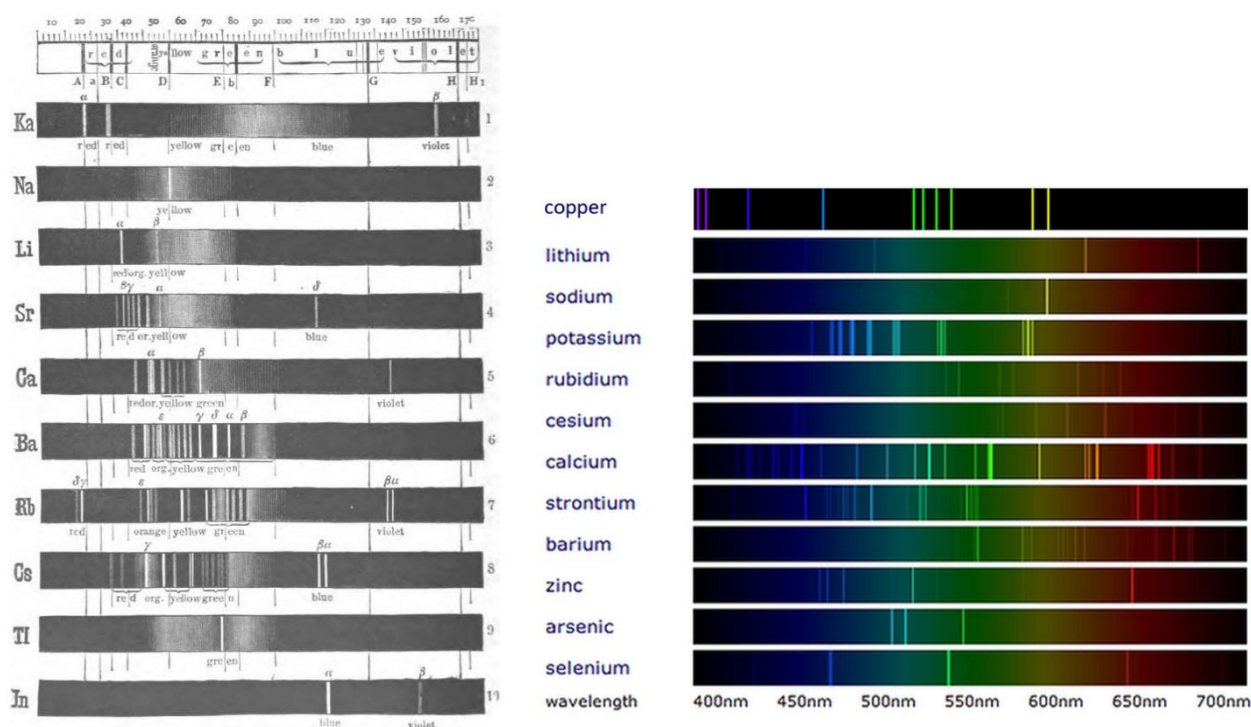


圖 2：本生和基爾霍夫所測的焰色光譜圖，其中包括鉀、鈉、銣與銣四種元素（引自 Schellen, 1872）（左）；現代彩色的原子光譜圖，此圖包括鉀與鈉二種元素（引自 Mrpalermo, n.d.）（右）

■ 十九世紀中文化學名詞

為能更準確瞭解《化學鑑原》編譯這四種元素的內容，作者將其與底本進行比較。另外，十九世紀的中文化學名詞與現今所使用的有很大的差異，如養為氧，輕為氫，淡為氮，綠為氯，強水為酸，銕就是鉀，鉛為銣。除此之外，徐壽和傅蘭雅按無機名詞的化學式來翻譯，如銕養就是氧化鉀（ Cs_2O ），但當時有許多化合物的分子式並非正確，以硫酸的化學式為例，當時為 SO_3 ，現今為 H_2SO_4 。

■ 元素鉀與鈉

在西文底本的書中，蒲陸山首先介紹元素鉀與鈉。它們是在 1860 年由本生和基爾霍夫在分析一處泉水時被發現。這些泉水中的鉀和鈉含量極微，每噸僅含 2 或 3 克，鉀與氧形成強鹼的氧化鉀（Caesic oxide, Cs_2O ）（Bloxam, 1867, p. 273）。在《化學鑑原》第二百四十六節銕（鉀）單元提到：

化學家名本生，於十年前用光色分原之法，考驗某處泉水之定質而得銕，每水一噸僅含此二三釐，又有數種石內亦含之。銕養有鹼性甚大（傅蘭雅、徐壽，1871，卷四，頁4）。

為了增加大眾讀者閱讀的興趣，以上文言文翻譯成白話文：化學家名叫本生 (Bunsen)，在十年前使用「光色分原之法」(即光譜分析法)，檢驗某地泉水的固定成分，因而發現一種元素「銻」(元素銻的舊譯)。每一噸水中僅含有此物二、三釐 (清代度量：1 釐 \approx 0.037–0.04 克，極微量)，此外也在數種礦石中含有它。銻所形成的化合物具有極強的鹼性。

至於元素銣，蒲陸山提到，人們可以在其他礦泉水、鋰雲母 (Lepidolite) 及植物灰燼中發現到少量的銣。它的性質與鉀非常相似，但比鉀更容易熔化並轉化成蒸氣，而且它對氧氣的吸引力甚至超過鉀。銣在空氣中會自燃。它在水中燃燒時產生的火焰與鉀完全相同。就像鉀一樣，銣的水合物 (hydrate of rubidium，即氫氧化銣， RbOH) 是一種強鹼，其鹽類與鉀鹽 (potash) 屬於同晶 (isomorphous) 結構 (Bloxam, 1867, p. 274)。在《化學鑑原》的第二百四十七節，銣是如此被描述：

化學家名各出弗，亦用光色分原之法，考驗某處泉水之定質而得。又有數種石，並數種植物之灰，含此少許。性略同於鉀，而與養氣之愛力，更大於鉀，在空氣中能自燒，投入水中亦自燒。銣養之鹼性亦極大，所成之各雜質皆與鉀之雜質相似 (傅蘭雅、徐壽，1871，卷四，頁4)。

這裡的「銣養」翻譯有誤，原文是“hydrate of rubidium”意思為「銣的水合物」。雜質就是化合物」的意思，但原文所指的是「鹽」，兩者意思不符。上述文言文的意思如下：有一位名叫基爾霍夫 (原文音譯為「各出弗」，即Gustav Kirchhoff) 的化學家，同樣利用光譜分析法 (光色分原之法)，在分析某處泉水的成分時發現了這種元素。此外，在幾種礦石以及某些植物燃燒後的灰燼中，也含有少量的這種元素。它的化學性質與鉀非常相似，但它對氧氣的化合力 (吸引力) 比鉀還要強：在空氣中它能夠自然燃燒，丟進水中也會立刻發生劇烈反應而自燃。銣的氧化物 (銣養) 具有極強的鹼性，它所形成的各種化合物 (雜質) 也都與鉀的化合物性質非常相近。

■ 元素銻

在底本中銻的單元中，蒲陸山提到，在光譜儀的幫助下，在德國弗萊貝格 (Freiberg) 城的鋅礦中發現元素銻。這種金屬呈白色，具有延展性，並且像鋅和鎘一樣，可溶於鹽酸，比重為 7.36。為了從弗萊貝格的鋅礦中提取銻，需將鋅礦與稀硫酸一同煮沸，再把殘留物溶解在硝酸中。過程中，需控制稀硫酸的用量，使部分鋅、銻和鉛不完全溶解。然後再將鉛和銻透過氫硫酸沉澱出來，銻氧化物 (oxide of indium，常視為 InO) 會在碳酸鋇溶液中形成沉澱。當此沉澱物在鹽酸溶解中，加入過量的氨水時，會析出白色的水合銻氧化物 (hydrated oxide of indium，常表示為 $\text{In}(\text{OH})_3$ 或 $\text{In}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)，這種氧化物在氫氣中加熱還原。燃燒時，它會發出藍紫色的火焰，產生黃色的氧化物 (Bloxam, 1867, p. 299)。在《化學鑑原》的第三百二十八節「銻之根源」的內容如下：

銻礦產日耳曼國，近時用光色分原之法，考得其原質。色白而可打薄，入鹽強水能消化熱至紅色即燒，見茄花色之光而成銻養，色黃（傅蘭雅、徐壽，1871，卷五，頁8）。

與底本的比較，《化學鑑原》的內容就相對少了很多，被遺漏的內容大部分是測試銻性質中的各種化學反應。上段文言文可以翻譯如下：銻的礦產來自德國，近代化學家使用光色分原法（即光譜分析法）檢驗其成分，確定它的原質。這種元素呈白色且可以被壓成薄片，投入鹽酸或強鹼水中加熱至紅色時會燃燒，燃燒時發出像茄花般的光，形成的化合物呈黃色。

■ 元素銻

蒲陸山在銻的章節中提到，克魯克斯在 1861 年對硫酸房煙管中的沉積物進行分析。在光譜儀的測試下，他發現一條幾乎與銀的譜線位置重合，但又比銀亮得多的綠線，最後證實為銻。它可以在好幾種的礦泉水中被檢測到。從硫酸室的煙管，可以用簡單的方法提取銻，但產量很少。用沸水處理沉積物，再與大量濃鹽酸混合，產生氯化亞銻(Thallos chloride, $TlCl$) 沉澱物，再用硫酸處理後，轉化成硫酸氫亞銻 (Acid thallos sulphate, $TlHSO_4$)。這種鹽經重結晶純化後，用鋅分解，可析出海綿狀的銻，在煤氣中可熔成塊狀。銻的外部特徵與鉛非常相似，暴露在空氣中更快地失去光澤。畫在紙上的條紋會很快變成淡黃色，並轉化為銻氧化物 (oxide of thallium) (常視為 Tl_2O)。如果讓一塊失去光澤的銻碎片接觸舌頭，會嚐到強烈的鹼性味道。氧化亞銻 (thallos oxide, Tl_2O) 極易溶於水，這讓失去光澤的銻浸入水中會變得明亮。由於氧化亞銻的高溶解度，似乎應該將其歸類為鹼金屬。氯化亞銻溶解度很低，而硫化亞銻 (Thallos sulphide, Tl_2S) 則不溶於水。銻在水中可以保持不變形，且可以用鋅將其從鹽中沉澱出來，這一特性便將其從鹼金屬類別中剔除。稀硫酸作用於銻，就像作用於鋅一樣，會放出氫氣。與硫酸鉛不同，硫酸氫亞銻易溶於水。碳酸亞銻 (Thallos carbonate, Tl_2CO_3) 的溶解度相對較低，但遠高於碳酸鉛 (Bloxam, 1867, p. 360-361)。在《化學鑑原》的第三百三十五節中，銻的內容如下：

前九年，西人名路克司，以鐵硫礦燒取硫強水，將引氣管內所結之質用光色分原法試分而得之。其光帶現綠色線，比銀之線更亮。後有人在泉水內亦得此物，然比硫強水引氣管內所出者甚少。取法將管內之質浸入沸水加以濃鹽強水極多，則得鉛綠結成沉下，取出而入硫強水消化煮燒乾待冷，結成鉛顆粒取出再消化之而入鋅塊，其內鋅面結成羂，將此羂置於煤氣內加熱，鎔成整塊形與鉛相同。遇空氣而生鏽，更亦於鉛，畫於白紙亦有黑線，但少頃而成養鉛，變為黃色，鉛已生鏽，而嘗之辣味甚烈，或以列入鹼類。因鉛養易在水內消化也，故以鏽者浸於水中，則反新。然鋅塊置鉛雜質之水內，鉛能結於鋅面，且至於水中而不生鏽，必非鹼類也。鉛綠遇水難消化，而鉛硫遇水不能消化。此性與銀相似鉛。入淡硫強水亦發輕氣，又與鋅同鉛。養與各配化合之雜質性皆毒與鉛同（傅蘭雅、徐壽，1871，卷五，頁15）。

西文底本並沒有提到有關「將此羂置於煤氣內加熱，鎔成整塊形與鉛相同」的意思。另

外「繡」表示氧化物。很明顯，與銻相較，鉈的內容就非常豐富。上述文言文可以解釋如下：九年前，西方有位名叫克魯克斯 (Crookes) 的化學家，在焙燒鐵硫礦製取濃硫酸時，從引氣管內壁所凝結的物質中，利用光譜分析法檢驗，因而發現這種新元素。它的光譜中出現一條非常明亮的綠色譜線，亮度甚至超過銀的譜線。後來也有人在泉水中檢測到這種元素，但含量遠比引氣管內所得的少。提取的方法是：將引氣管內的沉積物浸入沸水中，再加入大量濃鹽酸，使其生成綠色沉澱；取出後再用濃硫酸加熱溶解、蒸乾並冷卻，形成鉈的化合物顆粒。將這些顆粒再次處理後，與鋅塊接觸，鉈便會在鋅的表面析出成絨狀金屬。把這些絨狀鉈放在煤氣火焰中加熱，便會熔合成一整塊，其外觀與鉛極為相似。這種金屬一接觸空氣就會氧化，其速度甚至比鉛還快；在白紙上劃過時會留下黑色痕跡，不久後便轉變為氧化亞鉈而呈黃色。鉈一旦氧化後，嚐起來味道極為辛辣，因此一度被誤認為屬於鹼類元素。由於氧化亞鉈容易溶於水，將已氧化的鉈浸入水中，看起來反而像是恢復了新鮮狀態。然而，若把鋅塊放入含鉈化合物的水中，鉈會沉積在鋅的表面，而在水中卻不會再氧化，這種性質顯示它並非真正的鹼金屬。鉈的氯化物遇水難以溶解，而硫化亞鉈在水中則完全不溶。這些性質與銀相似；鉈在稀硫酸中會產生少量氫氣，其行為又與鋅相近。鉈及其與氧或其他元素形成的化合物，大多具有毒性，其危害程度與鉛相當。

雖然《化學初階》與《化學指南》沒有介紹銻、鉈、鉈與銻，但是《化學初階》卻有這四種元素的中文譯名。另外，畢利幹也在《法漢合璧字典》中編譯這四種名詞(畢利幹，1891)。有趣的是，畢利幹按照它們的西文原意來翻譯，所以他的名詞都與顏色有關，而且其中三個新造字中都有一個「影」字，在分別以紅、藍、綠與靛表示光譜圖所呈現的特殊顏色。因此由畢利幹在《法漢合璧字典》中的元素名稱就可以知道西文的原意。Caesium 起源於拉丁文 caesius，意思為天藍色。Rubidium 也源自於拉丁語 rubidus，意為深紅色。Thallium 來自希臘文 thallos，為綠芽或嫩枝之意。Indium 出自拉丁語的 indicum，意為紫羅蘭色或靛藍色。關於這四種元素的拉丁語、希臘文和英文名稱，以及在《化學初階》、《化學鑑原》、《法漢合璧字典》和現在書籍中的譯名，如圖 3 所示。

	初階	鑑原	畢利幹	現在
Caesium	鈞	銻	鑿	銻
Rubidium	鑪	鉈	鑿	鉈
Thallium	鉈	鉛	鑿	鉈
Indium	鋳	銻	鑿	銻

圖 3：元素銻、鉈、鉈與銻的外文名稱和中文譯名

■ 結語

從當時新元素相繼被發現的科學背景來看，《化學鑑原》所編譯的銻、銻、鉍與銻四種元素的内容，毫無疑問地在 1875 年錄元素發現之前，堪稱當時最新的中文化學教科書。除了少數内容略有遺漏或翻譯不盡準確之外，徐壽和傅蘭雅幾乎完整地呈現這個四種元素的發現、生成、特徵與化學性質。考量當時中文化學名詞尚未成熟的情況下，此一成果實屬難能可貴。再加上，本文係透過對照西文底本的方式加以審視，若以此標準衡量十九世紀的中文科學書籍似乎略顯嚴苛，然正是藉由此種比較方法，才能較為確實掌握其翻譯意涵與品質。更何況，與《化學鑑原》同時期的《化學初階》僅止於名詞的翻譯，而《化學指南》甚至尚未為這些元素提供對應的中文譯名。

《化學鑑原》能夠取得如此的翻譯成就，實有賴於傅蘭雅與徐壽之間的密切合作。在當時與西方世界接觸管道非常有限的情況下，傅蘭雅不僅設法要購買最新的化學書籍，而且必須具備精確而清晰的中文表達能力。除此之外，徐壽以其深厚而紮實的化學知識，補足專業理解與詮釋之所需。最後，在兩位的通力合作與嚴謹負責的態度下，才能完成《化學鑑原》此一具高度水準的編譯。

■ 參考文獻

- 張濤 (2000)。傅蘭雅的化學翻譯原則和理念。《中國科技史料》，21(4)，297-306。
- 張濤 (2001)。在傳統與創新之間：十九世紀的中文化學元素名詞。《化學》，59(1)，51-59。
- 畢利幹 (1891)。《法漢合璧字典》。北京天主教北堂；E. Leroux。
- 傅蘭雅、徐壽 (1871)。《化學鑑原》。上海江南製造局。
- 傅蘭雅、徐壽 (1875)。《化學鑑原續編》。上海江南製造局。
- 傅蘭雅、徐壽 (1882)。《化學鑑原補編》。上海江南製造局。
- Bloxam, C. L. (1867). *Bloxam's chemistry: inorganic and organic with experiments*. John Churchill and Sons.
- Lockyer, N. J. (1873). *Spectroscope and its applications*. Macmillan.
- Perkins, F. B. (1877). *The best reading*. G. P. Putnam's Sons.
- Schellen, H. (1872). *Spectrum Analysis in its Application to Terrestrial Substances, and the Physical Constitution of the Heavenly Bodies*. D. Appleton and Company.
- Summers, J. (Ed.). (1871, July). *Miscellaneous note*. *The Phoenix: A Monthly Magazine for China, Japan & Eastern Asia*, 2(13), 16.
- Wells, D. A. (1862). *Principles and applications of chemistry*. Ivison, Blakeman, Taylor and Co.