

# ▶ 如何用數學方法解決化學反應方程式的配平問題

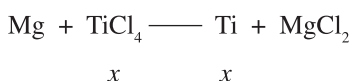
文 | 梁志光

**在**化學科中，氧化還原反應方程式的配平，在學生眼中一向是一個難點，因為除了要熟悉化學元素在反應後的化合價變化外，還要用電子的得失來找出答案。當反應物及生成物比較多或多個元素的化合價有變化時，在計算上就會顯得十分困難。不過，換另一角度來看，如果只看質量守恆原則，即反應式的左右兩邊元素個數要相等這一特性，配合數學方法求解是比較簡單的，尤其越複雜的問題就越顯得此方法的好處。以下以三個不同情況的例子說明如何應用這方法。

## 一、配平氧化還原反應的化學方程式：

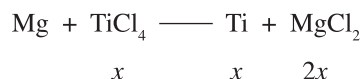


首先觀察左右兩邊都只出現一次的元素有這些，這題 Mg、Ti 也符合要求，可選 Ti 作為起始，假設  $\text{TiCl}_4$  及 Ti 各有  $x$  個，得：

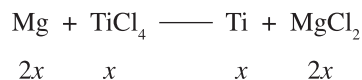


之後由  $\text{TiCl}_4$  得知左邊有 4 個 Cl，故右邊的  $\text{MgCl}_2$  應該有  $2x$  個，這樣才能令左右兩邊的 Cl

個數相等，可得：



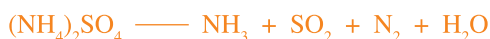
這時由於右邊的  $\text{MgCl}_2$  有  $2x$  個，得右邊 Mg 有  $2x$  個，故左邊的 Mg 也應該有  $2x$  個，可得：



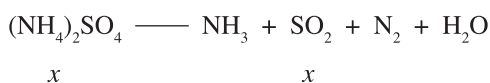
最後消去  $x$ ，得  $2\text{Mg} + \text{TiCl}_4 \longrightarrow \text{Ti} + 2\text{MgCl}_2$  為所求。

以上是最基本的利用一元方法求解，比較簡單易明，而一元方法也有較複雜一點的情況，下面以例二說明一下。

## 二、配平氧化還原反應的化學方程式：

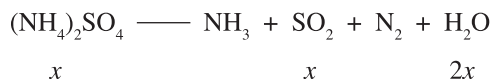


首先以 S 作為起始，假設左邊的  $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ ，右邊的  $\text{SO}_2$  也有  $x$  個，可得：

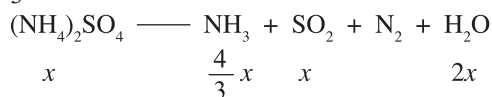


在 N、H、O 中，由於 N、H 在右邊也有兩項未確定，由左邊可知有  $4x$  個 O，而右邊的  $\text{SO}_2$

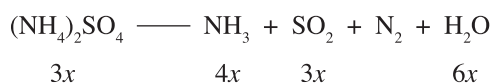
知有  $2x$  個 O，故右邊的  $H_2O$  的 O 應有  $2x$  個，得  $H_2O$  有  $2x$  個。



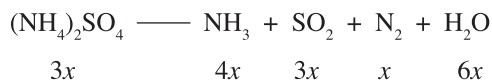
之後再看 H，左邊有  $8x$  個，右邊的  $H_2O$  則有  $4x$  個 H，故右邊的  $NH_3$  中應有  $4x$  個 H，得  $NH_3$  有  $\frac{4}{3}x$  個。



由於個數不能為分數，因此全式乘 3，得：



最後看 N，左邊有  $6x$  個，右邊的  $NH_3$  有  $4x$  個，故  $N_2$  也應有  $x$  個，得：



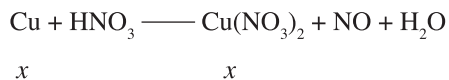
消  $x$  得  $3(NH_4)_2SO_4 \text{ —— } 4NH_3 + 3SO_2 + N_2 + 6H_2O$  為所求。

基本上中學的課本及練習中，大多數題目用一元的方法已能做到，但亦有小部分需二元才能解決，如以下的例三。

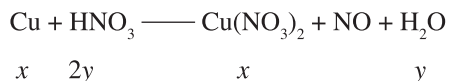
### 三、配平氧化還原反應的化學方程式：



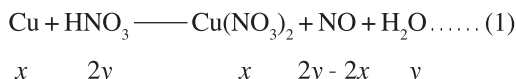
先從 Cu 入手，假設 Cu、 $Cu(NO_3)_2$  有  $x$  個，得：



由於右邊  $Cu(NO_3)_2$  除了含 Cu 外，另含 N、O，但 N、O 在左右兩邊未定的項都至少有二項，故不能用例一及例二的方法用  $x$  推出餘下的項的個數，故要用另一元  $y$  來假設。以 H 入手，假設右邊的  $H_2O$  有  $y$  個，則左邊的  $HNO_3$  便有  $2y$  個，得：



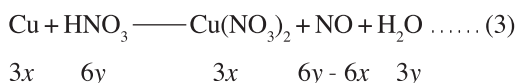
此時左邊有  $2y$  個 N，右邊的  $Cu(NO_3)_2$  有  $2x$  個 N，故右邊的 NO 應有  $(2y - 2x)$  個 N，得：



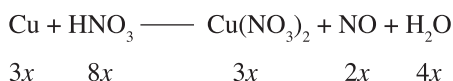
最後看 O，左邊有  $6y$  個，而右邊則有  $(6x + 2y - 2x + y)$  個，即有  $(4x + 3y)$  個，左右個數要相等，得：

$$6y = 4x + 3y \Rightarrow 3y = 4x \dots \dots \dots (2)$$

(1) 式全式乘 3，得：



把 (2) 式代入 (3) 消  $y$ ，得：



消  $x$  得  $3Cu + 8HNO_3 \text{ —— } 3Cu(NO_3)_2 + 2NO + 4H_2O$  為所求。

了解了二元的方法後，如果遇到需要用  $x$ 、 $y$ 、 $z$  三元來求的問題，便可利用同樣的原理來解決。若答案要求需寫上電子得失的情況，只要由得出的答案，再配合化合價的變化是不難找出的，在此不作詳談。

這個方法，是筆者在中學讀書時期發現的，當時就是不懂原本的方法而從數學角度想出來的，還大膽地教了一些同班同學，之後再傳到其他班上。此方法我沒有想過給它起個名字，但在讀大學當補習老師期間和母校的學生補習，得知這方法仍有人在用，還起了名字叫“待定係數法”，如果硬要我給一個名稱，我會簡簡單單的叫“代數法”就好了。🍀



梁志光

教業中學數學科教師。