

道耳吞的化學原子理論 在十九世紀中國之發展

張 濤

（和春技術學院通識教育中心，本會會友）

摘要

直到1872年出版的《化學鑑原》，道耳吞的名字才第一次出現在中國，在這個同時，他的化學原子理論和一些相關的化學化合定理也比較詳盡地被解釋，除此之外，一些與道耳吞化學原子理論相關的當量、體積當量和原子比熱的觀念也被闡述。在這本書中，原子被譯為「質點」，當量被譯為「分劑」。

原子，這個早在古希臘時期就出現的名詞，在十九世紀初的時候，又再次出現在西方現代化學的舞台上。這回，道耳吞以定量的原子觀念來解釋化學化合的理論，這不僅讓化學化合的理論更清晰，而且也讓原子地位提升，並逐漸取代元素為基本粒子的地位。

當道耳吞的化學原子理論在十九世紀七十年代傳入中國的時候，中國人不僅要避免與原來就存在的元素觀念混淆，而且也要清楚在化學化合中各種數據的意義和重要性，除此，當然也要了解原子如何被證明它的存在。

化學化合定理

在西方現代化學發展的過程中，拉瓦節的燃燒和酸理論就像箭靶上的紅心，為化學家引導到一個化學革命的方向，而道耳吞的原子理論就像紅心外標示各種分數的圓圈一樣，為化合物和元素之間建立更準確的數值關係。道耳吞的原子理論是建立在大量的實驗數據基礎上，在探討化學化合定理的過程中，他的倍比定理（law of multiple proportion）又與當量定理（law of equivalent proportion）和定組成定理（law of definite proportion）相輔相成。在1868年出版的《格物入門》提到化學化合（chemical combination）的定理共有五個¹。毫

¹ 丁韞良，《格物入門》，卷六，北京：同文館，頁14。問物之相合其則有五，何也？其同類者皆同質，一也。凡物質各質，其分兩有恒限不變，二也。二質交合，分兩若干兩，與他物交合，亦必按其分兩，三也。此質與彼質相合亦必按其分兩。此質與彼質相合，分兩若有數層，則多寡必按數遞增，四也。二質物若皆係合成。互相交合，亦必按其本質相合之總數而合也，五也。

無疑問的，其中第一和第五個定理都不是上面所談論的化合定理。然而，這裡卻沒有足夠的證據來批評，這個問題的產生，乃是由於丁韋良（William Alexander Parsons Martin, 1827-1916）缺乏西方現代化學知識所導致的結果。事實上，問題的癥結是來自於西文原著。雖然我們無法確定丁韋良是編譯哪一本西文書，但可以確定是，在十九世紀中葉的時候，化學教科書會談論到三種以上的化合理論²。有關這三個化合定理，在《化學初階》便有較清楚的解釋，而且引用許多化合物做為例子來說明，然而這三個定理並沒有賦予一個固定的名稱³。

將這三個化學化合定理第一次解釋最清楚的莫過於《化學鑑原》，在書中，傅蘭雅（John Fryer, 1839-1928）和徐壽（1818-1884）稱它們為定比例（定組成）、加比例（倍比）和等比例（當量）定理⁴。就如同《格物入門》和《化學初階》一樣，單單只從所提的定理中，我們很難知道「當量」的定義。然而，《化學初階》在書中的第一行便強調化學化合定理中當量的觀念：

極微點之所值幾何，在化學質中互相比較，亦猶錢銀兌換之價值也。設以一便尼即二仙士而論，一高盧即四便尼則四倍貴之，故輕炭二氣相較，則四倍於輕（氫）矣，今即取輕（氫）為相較之準焉。⁵

除此之外，《化學初階》也將當時西方所使用的當量符號轉換成中文形式，如本“ SO_4 ”^本，它們是源自於當時西方當量式，如 SO_4 ”^本， PO_3 ”^本。按照當時無機化合物結合的理論而言，在化合物中，酸的當量必須等於鹼的當量。嘉約翰（John Glasgow Kerr, 1824-1901）以「 SO_4 ”^本和「 PO_3 ”^本分表表示酸和鹼當量。在「本」右上角的符號表示元素或者官能基的當量數，在它左下角的符號表示元素的數目。

² 請參見 George Fownes, *A Manual of Elementary Chemistry, Theoretical and Practical*, 7th, revised and corrected, London: John Churchill, 1863, p.200.在這裡所談到的化合定理有四項，其中第四項：

“The combining quantity of a compound is the sum of the combining quantities of its components.”

這項與丁韋良所提的第五項相當吻合。

³ 嘉約翰與何瞭然，《化學初階》，卷一，廣州：博濟醫院，1871，頁4-5.化合之例有三，其一，配料相合有定數，如水百分，則內函養氣八十八，帶百分之八十九，輕氣一十一，帶百分之一十一。、、、其二，原質相合有級數，如淡氣二，養氣一，總數四十四，蓋淡氣二之數二十八，養氣之數十六故也，推之則淡養為三十，淡二養三為七十六，淡養二為四十六。淡二養五為一百零八也。、、、其三有以輕氣二，硫黃三十二，鍊五十六，汞二百，試驗則均能配合養氣十六，不第如是，如以輕氣二，亦可移合硫黃三十二，礬三十二亦可移合鍊五十六，亦可移合汞二百，亦可移合金灰三十九，由此觀之，各質自各有定數，則交互配合，亦必須按此而搭配也。

⁴ 傅蘭雅與徐壽，《化學鑑原》，卷一，上海：江南製造局，1872，頁4. 蓋化合之理，其數自有一定之率，若不依此定率，斷不能盡成也。此率有三。各質化合，必依此三率內之一率。其一，定比例，其二，加比例，其三，等比例。

⁵ 《化學初階》，卷一，序，頁1.

雖然《化學初階》一直強調當量在化學化合上的重要性，「原質相合，其數甚嚴，緣原質中交互成物，所能相食而化者，各有定限，或一微多，或一微少，不相將俱化也。其數有如黃金時價十六換今有物價銀未言若干，以金一兩與之恰合，即定其價為銀十六兩也。此不特知其銀該若干，更可知其銅錢亦該若干也。夫金與錢銀，質體輕重，雖各有不同，然抵兌則一也。格物家即以養氣十六，能合各質之各若干，復即以各質之界限，交互配合，均能齊同相化，倘其一加以些須，即不相將俱化，始悉各質之確有一定之數也。」⁶但嘉約翰和何瞭然始終沒有將這個名詞翻譯成中文。

在《化學鑑原》中，當量這個名詞是以「分劑」來表示，「化合分劑此論輕重，各原質化合所用之數，名曰分劑數。養氣以八分爲一分劑，如言一分劑即八分也。鐵以二十八分爲一分劑，如言一分劑即二十八分也。汞以一百分爲一分劑，如言一分劑即一百分也。所用分劑之數不過與他質比較之數，其原質本無此數，所以不拘何數，可立一分劑數。一質之數既定，各質之數必依此爲比例矣。」⁷然而這些有關當量的解釋，和接下來的例子，「硫強水之一分劑爲四十，因其內硫一分劑爲十六，與養氣三分劑二十四，十六并二十四即爲四十」⁸，被批評爲，「不但當量的概念是錯誤的，而且因爲沒有正確的原子價概念，所以分子式也是錯誤的。又書中有體積分劑一詞科學概念也不很清楚。」⁹這些評論是值得商榷的。首先，這些原子的當量數是從原著中翻譯下來，換句話說，這些數據是當時流行的，因此，《化學鑑原》所談的「當量」概念並沒有太多值得爭議的地方，至於所用的分子式，例如，硫強水(硫酸)爲 SO_3 ，也是當時所流行的，並非如現今的分子式 H_2SO_4 ¹⁰。至於原子價的概念則是後續所發展出來的

⁶ 《化學初階》，卷一，頁4-5.

⁷ 《化學鑒原》，卷一，頁8-9. 另外，請對照原著，David Ames Wells. *Wells' Principles and Applications of Chemistry*, New York: Ivison & Phinney, 1858, p. 165-166. "The proportions, or quantities by weight, in which different substance unite to form definite chemical compounds, are called Chemical Equivalents.... Thus by 1 equivalent of oxygen is to be understood 8 part of it by weight; by 1 equivalent of iron, 28 parts by weight; by 1 equivalent of mercury, 100 parts by weight. It will be readily observed that the number used to designate equivalents merely express the *relative* quantities of the substances they represent; it is therefore a matter of little consequence that numbers are employed to express them, provided the relation between them are strictly observed.

⁸ 《化學鑑原》，卷一，頁9. 請對照 *Wells' chemistry*, p. 167. "The equivalent of sulphuric acid is in like manner 40, because it is a compound of 1 equivalent, or 16 parts of sulphur, and 3 equivalent of oxygen; ($3 \times 8 = 24$), and $16 + 24 = 40$."

⁹ 張子高與楊根，〈從化學初階和化學鑑原看我國早期翻譯的化學書籍和化學名詞〉，《自然科學史研究》，1.4 (1982): 349-355. 這裡是頁351.

¹⁰ 請參見Charles L Bloxam, *Bloxam Chemistry: Inorganic and Organic, with Experiments* (London, 2nd, 1873)中硫酸的分子式依然是 SO_3 。1867年版的 *Bloxam Chemistry* 是《化學鑒原續編》(江南製造局, 1875)的原著。

化學理論¹¹。值得注意的是，《化學鑑原》和《化學初階》所採用氧當量是不同的，前者為 8，後者為 16。至於所談論到的體積分劑指的是“equivalent volumes”，在《化學鑑原》中也把它解釋的很清楚，「化合之分劑固依輕重，然以氣質化合者，亦可以體積為比例。」¹² 至於當量值的制定，《化學鑑原》提到，英國與美國以氫氣作為標準，而歐洲是以氧氣作為標準¹³。

原子的解釋

在中國，原子的概念第一次出現在中國應該是在 1868 年出版的《格物入門》，雖然在解釋化學化合定理的時候，他以「微點」來表示“atom”，然而在介紹原子的體積大小和重量的地方，他並沒有採用一個對應的名詞。《格物入門》的編輯格式是採取問答式，當問到，人類是否知道「物之本體」，「謂知之亦可，謂不知亦可，物之本質精微難測。」而接下來的問題是，「凡物所不可離者，何也？」「雖極細極微之物，人所不能見者，亦有大小之形體，雖至薄至輕之物，人所不及量者，亦有輕重分兩，斯為物之不可離者。」¹⁴

《化學初階》也將原子稱為「微點」，但有關原子的定義和道耳吞的原子理論並沒有進行深入的探討。道耳吞的原子理論和它的重要性是在《化學鑑原》中比較完整的被介紹。《化學鑑原》將“atom”翻譯為「質點」。在《化學鑑原》的原著中提到，原子的概念濫觴於古希臘時代，在發展的過程中也牽涉到神學的課題，培根和牛頓也探討過原子這個問題¹⁵。《化學鑑原》以簡潔的文句來描述這段原子的歷史：

古常言，各質皆有靈性，使之化合。後又言，各質如相錯之意而化合，其實皆不然。今人考知此理，係質點各自相引至極親極切而化合也。¹⁶

有關道耳吞化學原子理論在物質化合的重要性和影響力，《化學鑑原》也有很清楚的交代：

原質化合之時，必用分劑之數，不依此數，不能化合，細思其理，久而未得。前六十四年，西人多而敦極精化學，思得一理，遍傳各國，雖未有全據，

¹¹ 在 1869 年，德國化學家 Christian Wilhelm Blomstrand(1826-1897)提出元素在不同化合物中的原子價數據，因此，談論新的原子價章節要出現在化學教科書中勢必要晚些。請參見 J. R. Partington, *A Short History of Chemistry*, London, 1965, p. 294.

¹² 《化學鑑原》，卷一，頁10；原著請參見 *Wells' chemistry*, p.167.

¹³ 《化學鑑原》，卷一，頁9.

¹⁴ 《格物入門》，卷六，頁3.

¹⁵ *Wells' Chemistry*, p. 169.

¹⁶ 《化學鑑原》，卷一，頁2.

而考究化學者，盡宗其說，名為質點之理。蓋萬物俱以極細無內之點，相切而成，此點不能再分。雖明力極大之顯微鏡，亦難辨察，然其所有之據，即在化合之中。¹⁷

除了《化學鑑原》外，在同一年出版的《金石識別》對於道耳吞化學原子理論中也有詳盡的解釋¹⁸。另外，《格致彙編》中也有介紹原子的文章，並提到牛頓對原子的觀點¹⁹。至於中國人如何來想像，這個有重量，有體積，卻看不到，又不可被分割的原子？不論是《格物入門》、《化學初階》、《化學鑑原》或者《金石識別》都是以一個「點」來詮釋²⁰。

結論

西方化學革命其中的一個特色便是定量化，大部分十八世紀的化學活動已經定量化，豐富的實驗數據和大量的化學理論結合在一塊促進西方化學改革。對於中國人而言，西方近現代化學不論是定性的或者定量的觀念都造成中國人理解的困難，也衝擊整個中國自然哲學。十九世紀中的時候，英國傳教士合信（Benjamin Hobson, 1818-1873）拉開中國化學序幕，他將賦有現代化學意義的氧氫氮元素介紹到中國來，就如同歐洲開始的時候一樣，中國人無法理解，甚至不能接受這些元素名詞本身和它們所蘊含的化學意義。為什麼它明明就是我們生命中必須要的氣體，卻要被稱為 *oxygen* 「酸質」，而不被稱為「養氣」或者「生氣」；它不就是最輕的氣體嗎？為什麼不能稱它為「輕氣」呢？而非得稱它為 *hydrogen* 「水質」。這在定性和定量方面的差別，正是拉瓦節化學改革的重點。而這些名詞所要表示的元素和化合物定量的觀念正是道耳吞化學原子理論的基礎。換句話說，在缺乏拉瓦節化學知識的基礎下，即使《化學鑑原》已經很清楚的闡述它的重要性，中國人學習道耳吞化學原子理論的速度還是會很緩慢。

後記：本研究計畫由和春技術學院校內研究計畫（FIT-91-AC-06）所贊助，在此致謝。

¹⁷ 《化學鑑原》，卷一，頁10。

¹⁸ 瑪高溫，華蘅芳編譯，《金石識別》，第十一卷，上海：江南製造局，1872，頁7-11。

¹⁹ 鍾義山譯，〈格物論質〉，《格致彙編》，1876年5月，頁10。

²⁰ 請參見，《化學鑑原》，卷一，頁10。多而敦又言，凡原質點所成之形式與體積輕重皆點點相等，而化合之時，乃兩原質之彼此兩點依附密切而成一雜點，或彼一點與此二點相切，或彼一點與此三點或四點或五點相切，或彼二點與此三點或五點或七點相切，如是相切相間相累相積而成雜質。惟彼一點不能與此半點或小半點相切。所以然者，因點不能再分也，此即各質不依定率，不能化合之故。