戴維與電化學

洪振方*、刁彭成

國立高雄師範大學科學教育暨環境教育研究所
*t1873@nknu.edu.tw

應。

電化學的歷史是從 18 世紀和 19 世紀之交伽伐尼（Luigi Galvani, 1737-1798）發現電和伏打（Alessandro Volta, 1745-1827）發明電池開始的。18 世紀末，義大利波隆那大學解剖學教授伽伐尼在解剖青蛙時，發現了把解剖後的青蛙用兩種金屬與它接觸，只見蛙腿收縮了一下，伽伐尼認為動物體內有一種動物電，它會促使神經肌肉運動。伽伐尼的實驗給義大利物理學家伏打以重大啟示，重複並研究伽伐尼的實驗，伏打認為這不是動物電，而是物理電現象，蛙腿僅僅起到驗電器的作用，它的收縮表明回路中有電流通過。伏打認為，換一個別的東西代替蛙腿，應當也會產生電流。他把兩種金屬（例如鋅）相互接觸，中間夾上用鹽水浸透的吸墨紙，無需蛙腿也會產生電流。伏打在重覆和檢驗伽伐尼的發現中製成了能夠產生電流的電池。但伏打卻從來沒有去注意在電池放電的時候有什麼化學過程伴隨著發生了，而英國的科學家立即用這種新裝置來研究電引起的化學反

圖 1：Luigi Galvani（賈法尼）

（圖片取自：https://en.wikipedia.org/wiki/Luigi_Galvani）

圖 2：Alessandro Volta（伏打）

（圖片取自：https://en.wikipedia.org/wiki/Alessandro

_Volta）

■ 用伏打電池做電解水實驗

1800 年伏打發明了電池，就在這一年，英國的兩位科學家尼科爾森（William Nicholson, 1753-1815）和卡里斯爾（Anthony Carlisle, 1768-1840）將伏打電池的兩極通入水中，使水中通過了電流，出現了奇特的現象，水被分解成氫氣和氧氣兩種氣體，且分別出現在兩個電極上。電解水實驗很快就傳到了世界各地的實驗室，科學家深受這個實驗的鼓舞和啟發。隨著研究的深入，科學家們發現在電解水的同時，在陽極附近的水中總有酸性物質產生；在陰極附近總有鹼性物質產生。英國化學家戴維（Humphry Davy，1778-1829）認為水是由氫和氧合成的，水分解的產物也只能是氫和氧，電解過程中產生出來酸和鹼可能是由於水的不純。於是他以蒸餾水來做試驗，並事先用氫氣趕盡水中的空氣，果然消除了這種現象。在尼科爾森和卡里斯爾電解水的實驗公布以後的六年之內，並無一位化學家注意到上述問題，恰恰是戴維解釋了這一疑難。

圖 3：Humphry Davy（戴維）（圖片取自：https://en.wikipedia.org/wiki/Humphry_Davy）

既然水可以被電解，那麼其他物質通電同樣會被分解嗎？戴維認為這是一個值得研究的課題，於是他集中精力開始了實驗。戴維提出利用電解作為一種化學分析的方法，還討論了電解時溶液中物質的傳輸問題。他以硫酸鉀進行試驗，在浸入陰極的試管中放入硫酸鉀溶液和薑黃指出劑；在插入陽極的試管中則放蒸餾水及石蕊指示劑，兩試管中的液體用石棉纖維接通。當通電後，在插入陽極的試管中出現了硫酸，顯然它是由陰極附近的硫酸鉀解離後，經過石棉纖維游動過來，這表示陽極有吸引硫酸的作用。後來，他又用類似的實驗，證明陰極有吸引鉀鹼的作用。戴維證明了電解過程中，物質是在傳輸的。

■ 戴維從伏打電池的原理中找到了捕捉元素的新方法

1807 年，戴維用 250 對金屬板製成了當時最大的伏打電池，以便產生強大的電流。起初，他用碳酸鉀的飽和溶液進行電解，結果在電池兩極分別得到氧氣和氫氣。這和電解水的結果一樣，戴維認為是水溶液中的水存在的緣故。因此，他決定排除水的干擾。隨後他改用熔融的碳酸鉀，在密閉的容器中通電，熔融的碳酸鉀發生明顯變化，並有固體小顆粒產生。戴維把這種金屬顆粒投入水中，開始時它在水面上急速轉動，發出嘶嘶的聲音，然後燃燒放出淡紫色的火焰。他確認自己發現了一種新的金屬元素，將它命名為「鉀」。第二年，他又用電解的方法製得了金屬鈉、鎂、鈣、鍶、鋇和非金屬元素硼和硅，戴維成為化學史上發現元素最多的人。

■ 用電解法發現酸的氧元素說的錯誤

在研究用電解的方法從碳酸鉀、碳酸鈉和碱中離析出這些化學元素的過程中，戴維又遇到了另一個疑難的問題，他發現鹼乃是一種氧化物，但是如果要把酸說成是含有氧，又使他感到困惑不解，因為當時人們根據拉瓦錫的觀點，所有酸中都含有氧。戴維在研究碲的化學性質時發現碲化氫是一種酸，但是它並不含有氧，使他開始懷疑起氧是否存在於所有的酸中。為了找到更多的證據，1810 年，戴維便開始研究起鹽酸(HCl)。按照拉瓦錫的觀點，鹽酸中應該含有氧，因此，氯不是一種元素而是氧化物。然而，當時的化學家們想了很多辦法也沒有從鹽酸或氯氣中找到氧。

剛剛用電解方法發現了多種元素的戴維決心挑戰這一難題。通過一系列精心設計的實驗，戴維始終無法從氯氣或鹽酸中分離出氧，於是他確認氯是一種元素，並將這種元素命名為「氯」。由此，戴維認為酸中都含有氧這個觀點是錯誤的，比如鹽酸中就不含氧，氫才是一切酸類不可缺少的要素。經過一段時間的檢驗，人們接受了戴維的觀點，酸的氫元素說取代了錯誤的酸的氧元素說。從此，人們對酸的本質有了更為正確的認識。

■ 戴維創立了氧化還原反應—電解法

在戴維之前，人們雖然已經知道有鉀、鈉等元素的存在，但是由於這些元素十分活潑，在化合物中結合得十分牢固，通常的化學方法，無法使它們離析出來。然而，戴維卻能以敏

銳的眼光，看出伏打電池在能源之外的用途，它還是強有力的氧化—還原工具，他創立了化學上最強大的氧化還原反應—電解法，一切活潑的金屬或非金屬都可以用這個方法，把它們從化合物中析離出來。

參考資料

1. 洪振方 (2000)。**近代科學的進展**。台北：台灣書局。
2. 趙匡華 (1992)。**化學通史**。新竹：凡異出版社。
3. 胡作玄譯 (2003)。**化學簡史**。原作者 J.R.柏廷頓(James Riddick Partington)。桂林：廣西師範大學出版社。
4. 劉輝、池亞芳、陳琳譯 (2016)。**化學史**。原作者托馬斯．湯姆森(Thomas Thomson)。北京：中國大地出版社。