

新中國百科小叢書

怎樣製造乾電池

張紹恭著



生活·讀書·新知三聯書店出版

小 言

(1) 爲了要答覆很多同學和朋友們的詢問及普及乾電池製造常識，我寫了這本小書。但因爲時間迫促，本書的內容一定疎漏甚多，這是要請讀者和先進指正的。

(2) 作者雖然對乾電池製造研究了多年，但所得亦僅皮毛，故很希望讀者看了本書後要多多試驗。“多做多經驗”，這是作者的信條，請讀者也相信它。同時在做試驗時切勿假手他人，因爲這樣做自己是得不到實際經驗的。更不要依樣畫葫蘆，“一面看書，一面

做試驗，或死板板地按照本書所述來做試驗，須先將書裏的內容全部貫通了再行試驗；非必要時不去看書。

(3) 本書有很多地方涉及物理學及化學，假如讀者對這兩種科學沒有基礎的話，希望能夠到書店去買幾本初、高中的物理學及化學教科書參攷一下。

張紹恭

目 次

小言

- 一 電的基本常識 1
- 二 乾電池的小史及其基本化學變化 8
- 三 乾電池的構造及其主要原料 13
- 四 乾電池的製造工程 34
- 五 乾電池的試驗法及其貯藏或使用上的
 注意點 47
- 附錄 56

一 電的基本常識

電 的
由 來

我們在研究乾電池之先，
必須要懂得“電”是什麼東西，
它是從那裏來的。

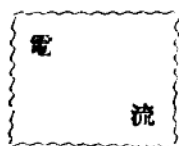
電存在於宇宙間每一物體中。所以有人說：“萬物皆有電”。不過我們看不到它罷了；但物體中帶電的現象我們是可以想辦法看到的。假如拿一枝電木的自來水筆桿在絨布上擦到發熱，就可以吸起很輕的紙屑或羽毛，因為在筆桿上已經帶有了電。這個現象，叫做帶電。這樣所產生的電稱為靜電。但假如我們

用手擦絨布雖至發熱而仍不能吸起紙屑或羽毛，這又作何解釋呢？其實手並非不能帶電，因為手所帶的電容易由身體傳到地上去，所以不呈帶電現象。爲什麼手會將所帶的電傳到地上去而電木的筆桿不會將所帶的電傳到地上或由人的手再傳到地上去呢？因為電木只能讓所帶的電固定於一定的部位，而不能使它自由活動，而手則剛剛相反。容易傳電的物質如人體、金屬、木炭等，叫做導體，金屬中以銀爲最好的導體，銅則次之，因銅的價錢賤，所以平時用的電線都用銅絲製造。不容易傳電的物質如電木、松香、玻璃、火漆等，叫做非導體或絕緣體。



我們家裏用的自來水是由自來水公司從自來水管中送來，但水是不會自己跑來的，必須要自來水公司加以壓力，才可以到達我們家裏。電在電線上流動也要靠壓力，在電線 A 端的壓力大於 B 端的壓力時，電即從 A 端流

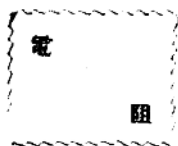
至 B 端。這種特殊的壓力，叫做電勢。自來水是從高的水塔流到我們家裏，同樣電也是從電勢高的地方流向電勢低的地方。電的壓力差（即如自來水塔和家中自來水龍頭的高低差別），叫做電壓或電勢差，它是發生電流（請參閱下節）的原動力。電壓的單位叫做伏特，普通以“V”字代表。測量電壓的儀器叫做電壓計。



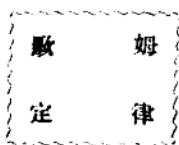
我們通常用克或兩，來表示東西的重量。克或兩就是重量的單位。那麼電量的單位呢？

電量的單位叫做“庫倫”。

本章“電壓”裏談自來水由自來水公司流到我們家裏，這是水流。同樣地，電從電線 A 端流到 B 端，這就是電流。如果要表示電流強度，我們常以一秒鐘內流過一庫倫的電量為單位，這個單位叫做“安培”。普通以“A”字代表。測量電流的儀器叫做電流計。



水在水管內流通的時候，因為和水管摩擦而受到阻力；同樣電流在電線上流通時，也受到一種阻力，這種阻力，我們叫做電阻。如果自來水管淤塞了，水的流動就一定慢或竟至完全停止，電流也有同樣現象。譬如我們不用電線使電流通過，而換上一根麻線，這樣電流就完全不能通過了。再如水管粗而短，則阻力小，水管細而長，則阻力大；同理，電線的阻力與其長度成正比，却與其橫截面積成反比。電阻的大小亦與電線的質料有關係。譬如銀是最理想的導體，銅則次之，鋁又次之，錳、鉍、鐵等又次之。電阻的單位叫做歐姆。普通以“ Ω ”代表。測量電阻的儀器叫做電阻計。



自來水塔的壓力愈大，則水流愈大，同樣，電壓與電流成正比。水管阻力大，則水流愈小，故電阻與電流成反比。這個關係是歐姆氏首先發現的，所以叫做歐姆定律。他把這兩個

關係合併起來解釋如下：

“假設一導體的電阻爲 R 歐姆，其兩端的電壓爲 E 伏特，則所通過的電流爲 I 安培。”這些話可以用下面這公式表示：

$$I = \frac{E}{R}$$

由這公式又可推得下面二式：

$$E = I \times R$$

$$R = \frac{E}{I}$$

有了這三個公式，則我們只要知道電壓、電流、電阻三項中任何兩項，就可以推出第三項

譬如有一隻電池，已知其電壓爲12伏特，內電阻爲1歐姆，導線電阻爲5歐姆，則其閉路（見本書 P.49 “放電試驗”一節中關於連續放電方法的 b 項）後的電流爲：

$$\text{總電阻} = 1 + 5 = 6 \text{ 歐姆}$$

$$\text{電 流} = \frac{12}{6} = 2 \text{ 安培}$$

能 和 電
的 產 生

宇宙間一切物質的變化，均可以說是能的變化。能有光能、熱能、化學能、電能、及最近發現的原子能等。我們平時用的電是由電力公司發電後配送的。但小規模的應用上，如手電筒、自行車、小型電報機等，我們就要用較小電流的乾電池了。在本章“電的由來”裏，我們說過靜電，而現在所說的乾電池和電力公司發電機所發的電却叫做動電，因為這些電是流動而不固定在某一個部位上的。動電可以維持一個電勢差，使電繼續流動。乾電池所發出的電流，是沿着同一方向流過的，這種電流叫做直流。但交流發電機所發出的電流却正相反，它在電線上流動時的方向是變換不已的，故稱交流。

要產生電，普通不外下面三個方法：

(1) 化學法——如乾電池、蓄電池等，不過用這方法所發生的電太弱，不足以供給大規模的應用。

(2) 磁感應法——如交流或直流發電機等。

(3) 發熱法 —— 如兩根不同的金屬線(如銅線和鐵線), 使其一個的接頭處的溫度增高或減低, 就可以發生電勢

因為第(2)及第(3)法不在本書範圍內, 故從略。本書所要討論的是第(1)法內的乾電池製造法。

二 乾電池的小史及其 基本化學變化

乾電池
的小史

乾電池是由勒克蘭社電池脫胎而來，故乾電池的歷史應由勒克蘭社電池講起。

所謂勒克蘭社電池是勒克蘭社氏在1868年發明的一種電池，故名，他以二氧化錳作減極劑（所謂“減極劑”就是防止極化作用的物質）。乾電池在用的時候電壓漸漸減低，就是極化作用的結果，這是不可能避免的。它使乾電池在不使用時，它的電壓亦會自行漸漸降

落。因此要用減極劑使其作用遲緩，來保持電池的耐久），用二氧化錳包裹着炭棒作陽極，以鋅片作陰極，浸入氯化銨溶液中，即發生電流，它的裝置如第一圖：

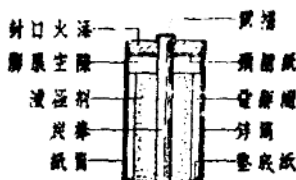
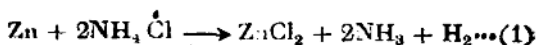
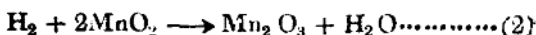


圖 1 勒克爾社電池

這種電池的化學反應如下式：

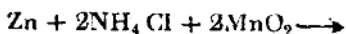


(鋅) (氯化銨) (氯化鋅) (氨) (氫)

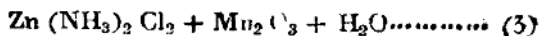


(氫) (二氧化錳) (三氧化二錳) (水)

以上二式可合併為下式：



(鋅) (氯化銨) (二氧化錳)



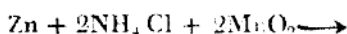
(氯化銨鋅) (三氧化二錳) (水)

上式即乾電池的基本化學變化，將於“乾電池的基本化學變化”一節中再詳細討論。

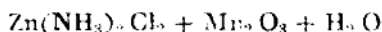
因勒克蘭社電池的電解液爲液體，不便攜帶，故化學家經過了七八十年的研究，將它改良：在電解液中加入澱粉，煮熟使成漿糊狀，這樣當橫置時電解液就不致向外溢出了；同時在減極劑中加入石墨和炭粉來增加它的導電性，電解液中加入氯化鋅或氯化鈣以防其乾燥，不用鋅片而用鋅筒，將減極劑放入鋅筒內，利用鋅筒作陰極和容器，爲了防止鋅筒質地不純以致發生局部作用（見 P.24 “鋅筒”），有人在鋅筒內部塗上一層汞（即水銀），不過此法雖好，而不適用於較薄的鋅筒，再經改良後，在電解液內加入少量的昇汞，以期得到同一效用；又在減極劑放入鋅筒後，注入電解糊（因已加入澱粉，故稱電解糊），用水煮熟使成漿糊狀，在鋅筒口封以火漆以使絕緣，這樣就成了現在我們所見到的乾電池了。它的電壓普通在開路時（“開路”的意思見 P.50 連續放電方法 a 項）爲 1.5~1.7 伏特(V)，電流爲 4~8 安培(A)。

乾電池的
基本
化學變化

從 P.9 第(5)式



(鋅) (氯化銨) (三氧化二錳)



(氯化銨鋅) (三氧化二錳) (水)

可以分別詳述如下數式，由下數式，我們可以知道乾電池發生電流的原理了：

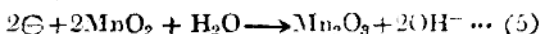
陰極：



(金屬鋅)(鋅離子)(電子，即陰電的自然單位)

鋅溶解於電解液而成鋅離子，發生陰電。

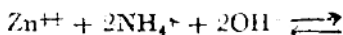
陽極：



(電子)(三氧化二錳)(水)(三氧化二錳 (氫氧離子))

四價的錳被還元成三價的錳，發生陽電。

電解液：



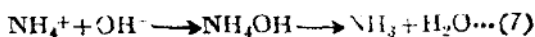
(鋅離子)(銨離子)(氫氧離子)



(銨鋅離子) (水)

鋅離子與銨離子生成複離子銨鋅離子。

(5) 式所生的氫氧離子(OH⁻)又與銨離子(NH₄⁺)作用而成氨(NH₃):



(銨離子)(氫氧離子)(銨氧化銨)(氨)(水)

又因(6)式的關係,故氨(NH₃)被固定,同時氫氧離子(OH⁻)亦與鋅離子(Zn⁺⁺)局部反應而生成氫氧化鋅。

氫氧化鋅對乾電池大為有害。因為它會使乾電池內部電阻增加。

三 乾電池的構造及 其主要原料

我們既已明白乾電池的基本化學變化，那末現在來談談乾電池的構造吧。

乾電池外部是一隻鋅筒，除作容器外，亦兼作陰極。它的形狀有圓形及方形（長方或正方）兩種，不過普通多數是用圓形的。內部的減極劑（即俗稱電心）係以二氧化錳、石墨、炭粉及氯化銨等物混合後連同炭棒敲打而成，炭棒上附一銅帽作為陽極。減極劑外用桑皮紙或棉紙包好，再用棉紗線紮緊。鋅筒底部整