



# 高電容量電池 使用安全與注意事項

作者／黃景皇 士官長

## 提要

隨著電子技術的進步，日常生活中隨處可見與電池息息相關的產品，從一般玩具、家電產品、手機、數位相機等。而軍用手持、背負式無線電機及野戰有線電設備器材中，電池也一直是擔任著電力供應的重要角色。為因應長時間使用需求，高電容量電池也就應運而生，使裝備器材的使用更方便也更有效率。但是眾多高電容量電池中，電池的種類型式是那一種及使用時需注意的安全事項是一般使用者所欠缺的，而且這些知識更是規格訂定、監督製造人員不可不瞭解的事項，因為錯誤的使用及製作將會使電池發生不可預期的危險或損及裝備之妥善率。本文將對軍民用高電容量電池使用時應注意的安全與事項做一介紹及說明。

## 前言

近年來，各種攜帶式的電子產品已然成為市場上的熱門銷售品，諸如筆記型電腦、PDA、手機、數位相機等等。相對於軍事作戰，單兵手持式或背負式無線電機等器材同樣地需要帶給攜行上與操作上之便利，為能使操作者享受科技帶來無遠弗界的便利及行動上的需求時，這些攜帶式的電子產品、裝備，如果沒有“電”的供應，英雄亦無用武之地，所以電池工業也隨這些行動上便利之科技產品的腳步，研發出各種不同用途的電池，以符合攜帶式電子裝備的需求。從碳鋅、鋅錳（鹼性電池）、鉛酸、鎳鎘、鎳氫、鋰離子、鋰高分子等電池的不斷研發成功，使可攜式的電子產品裝備攜帶使用時可更長久、更有效率等好處，但是該使用那種電池作電子產品、裝備器材電力的供應，以及電池的特性及優缺點為何？是本文探討的事項，以下將一一介紹這些電池的特性及優缺點。

## 電池介紹

電池種類繁多，應用範圍及電氣特性也不盡相同，就以可攜式的電子產品裝備器材而論，如筆記型電腦、PDA、手機及無線電機，主要訴求在於電池體積及重量小型化，蓄電力高，電池壽命長，電池操作方式簡單……等。另以使用次數又可分為一次電池（用完即丟，無法充電重覆使用）及二次電池（可多次重覆充電使用），以下將介紹這兩種類別的電池。

### 一、一次電池的種類

（一）碳鋅(Carbon Zinc & Zinc Chloride)電池

一般家用收音機、手電筒常用電池。

軍方則使用在有線電裝備中，計有：

1. CS/GTC-207電話機用之BA-30電池（圖一）。

2. SB-86野戰類比交換機用之BA-200C、BA-2C電池（圖二、圖三）。

（二）鋅錳(Zinc-MnO<sub>2</sub>)（鹼性）電池

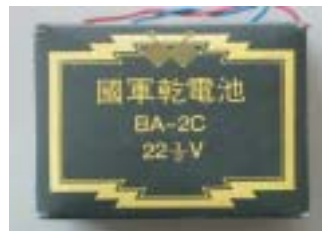
因應較高電容量之電力需求，近年市



▲圖一 BA-30電池



▲圖二 BA-200C電池



▲圖三 BA-2C電池



▲圖四 BA-386C電池



▲圖五 BA-3007C電池



▲圖六 BA-3406電池

面上最有名的產品即為「金頂」及「勁量」這兩種品牌之鹼性電池。而軍方很早就將鋅錳電池使用在無線電機上，計有：

1. 特高頻無線電機(AN/PRC-77)使用之BA-386C電池(圖四)。

2. 特高頻無線電機(CS/EM-7A)使用之BA-3007C電池(圖五)。

3. 超高頻無線電機(CS/PRC-406)使用之BA-3406電池(圖六)。

#### (三) 鋰硫(Li-SO<sub>2</sub>)電池

此電池常見於數位相機使用之一次強力電池，而軍方使用的計有：

1. 特高頻無線電機(AN/PRC-77)使用之BA-5598C鋰硫電池(圖七)。

2. 特高頻無線電機(CS/PRC-37A)使用之鋰硫電池(中科院研製，圖八)。

#### (四) 鎳錳(NiOH-MnO<sub>2</sub>)電池

這是2002年3月發表的最新一次電池類型—鹼性鎳錳大電流電池。由於現行數位相機的耗電量大，一般的鹼性電池在電力完全用完前，電流就無法推動數位相機，形成浪費。新一代的鎳錳電池在電池的正極材料中

採用了往常僅加在鎳氫電池當中的「氫氧化鎳NiOH」，成功開發出了電量不易隨使用時間而下降的新型電池。這種電池不僅具有較大的電



▲圖七 BA-5598C鋰硫電池



▲圖八 中科院研製之鋰硫電池

力也比一般鹼性電池增強1.5~5倍。目前在台灣的市面上，就有日本松下(Panasonic)所生產的鎳錳電池販售，可有效的延長使用時間。我軍新式通裝CS/PRC-37A無線電機使用的電池除中科院所研製的鋰硫電池外，這種新式鹼性鎳錳大電流電池也將是一種不錯的選擇。



▲圖九 通基處所研製之可充電式鎳鎘電池

## 二次電池的種類

### (一)鉛酸(Lead Acid)電瓶

一般車用電池，從前軍用1/4噸指揮車等，即使用鉛酸(2Hn)電瓶。

### (二)鎳鎘(Ni-Cd)電池

常用於一般家用無線電話電池或充電式玩具中。而軍用則以高頻無線電機(PRC-174)之BB-174C電池，為鎳鎘電池之代表。

### (三)鎳氫(Ni-MH)電池

目前常使用的3號電池即是，也是數位相機等電子產品主要使用的電池。而軍用AN/PRC-77無線電機使用之此類型電池是由通信基地勤務處所研製之可充電式電池為代表（圖九）。

### (四)鋰離子(Li-ion)電池

是目前市場上最常使用的，諸如筆記型電腦、PDA、手機、數位相機等。

一般軍用電池之設計常需考慮操作環

境及補給供電問題，故均以一次電池為主，而二次電池則是一般大眾用戶使用的主流，以下將這些電池的類型及應用範圍作一簡單比較，如表一、表二。

## 電池應用—電池組

一般在電子產品設計之初就會考量電池的應用，並以最符合產品特性及使用環境的觀點上為考量。舉例來說，若要設計一電動螺絲起子，考慮其起動時需大電流放電，手握的輕巧性及可急速充電，那鎳鎘或鎳氫電池即為上選，如果使用鋰離子電池，雖然符合了輕巧性，但鋰離子電池在大電流放電時，可能無法提供足夠的功率，甚至造成電池損壞。一般我們使用電子產品的電池，都是經過電池製造廠加工組裝而成的。軍用電池除通用型之1號A型(BA-30C)、2號AA型(BA-42C)、3號AAA型(BA-58C)外，全為組裝式，CS/EM-7A無線電機之BA-3007C電池即為使用金頂3號鹼性電池8顆串聯製作而成。電池的種類，在使用者及消費者申領及購買時也就已經被設計完成，通常稱為電池組，一般多以塑膠外殼封裝，內部包含一顆

表一 一次電池對照表

| 電池種類         | 電池型號                                           | 應用範圍                                  | 適用類型           |
|--------------|------------------------------------------------|---------------------------------------|----------------|
| 碳鋅電池         | 1號，2號，3號，4號，BA-30C、BA-42C、BA-2CBA-200C、BA-58C。 | 隨身聽、手電筒、遙控車、玩具、CS/GTC-207、KY-2000電話機。 | 有線電耗電量較小之產品適用。 |
| 鋅錳<br>(鹼性電池) | 1號，2號，3號，4號，BA-3007C，BA-3406C、BA-386C。         | 遙控車、照相機、CD player、EM-7A、GRC-406無線電機。  | 無線電耗電量較大之產品適用。 |
| 鋰硫電池         | 圓柱型BA-5598C、中科院所研製鋰硫電池。                        | 無線電機AN/PRC-77、CS/PRC-37A。             | 無線電耗電量較大之產品適用。 |
| 鎳錳電池         | 3號AA型電池。                                       | 數位相機，建議新式通裝手持或背負式無線電機採用。              | 無線電耗電量較大之產品適用。 |

表二 二次電池

| 項 目              | 小型鉛酸電池                              | 鎳 鎘 電 池                         | 鎳 氫 電 池                              | 鋰 離 子 電 池                         | 高 分 子 鋰 電 池          |
|------------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|----------------------|
| 化 學 符 號          | Pb<br>(Leadacid)(2HN)               | Ni-Cd<br>(BB-174C)              | Ni-MH                                | Li-ion                            | Li-polymer           |
| 額 定 電 壓 (V)      | 2                                   | 1.2                             | 1.2                                  | 3.6                               | 3.6                  |
| 額 定 容 量 (mAh)    | 視體積大小而定                             | 視體積大小而定                         | 視體積大小而定                              | 視體積大小而定                           | 視體積大小而定              |
| 正 極 材 料          | PbO <sub>2</sub>                    | NiOOH                           | NiOOH                                | 鋰鈷、鋰錳                             | 鋰鈷                   |
| 負 極 材 料          | Pb                                  | Cd                              | 儲氫合金                                 | 碳系(石墨)                            | 碳系(石墨)               |
| 電 解 質            | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (水系) | KOH(水系)                         | KOH(水系)                              | 鹽類+有機溶液                           | Polymer Gel<br>(聚合物) |
| 充電電壓限制(V)        | 單位V                                 | 不可超過1.8                         | 不可超過1.8                              | 不可超過4.2                           | 不可超過4.2              |
| 放電截止電壓(V)        | 視放電倍率                               | 0.8~1                           | 1                                    | 2.7~3                             | 2.7~3                |
| 電池保護電路板          | 不需                                  | 不需                              | 不需                                   | 需要                                | 需要                   |
| 自我放電 20℃<br>(%日) | 0.1                                 | 1                               | 1.5                                  | 0.3~0.6                           | 0.3~0.6              |
| 循環壽命(次)          | 200~400                             | >500                            | >500                                 | >500                              | >500                 |
| 涓流充電特性           | 可                                   | 可                               | 不可行                                  | 不可                                | 不可                   |
| 耐過放電性            | 差                                   | 優                               | 尚可                                   | 劣                                 | 劣                    |
| 記憶效應             | 無                                   | 有                               | 無                                    | 無                                 | 無                    |
| 充 電 方 式          | 定電流、定電壓                             | 定電流                             | 定電流                                  | 定電流、定電壓                           | 定電流、定電壓              |
| 儲 存 性            | 需定時補充電                              | 可長期保存                           | 需定時補充電                               | 需定時補充電                            | 需定時補充電               |
| 項 目              | 小型鉛酸電池                              | 鎳鎘電池                            | 鎳氫電池                                 | 鋰離子電池                             | 高分子鋰電池               |
| 充電操作溫度℃          | 5~35                                | 0~45                            | 10~45                                | 0~45                              | 0~45                 |
| 放電操作溫度℃          | 5~35                                | -10~60                          | -10~45                               | -20~60                            | -20~60               |
| 相較同容量之重量         | 最重                                  | 次重                              | 次重                                   | 輕                                 | 最輕                   |
| 相較同容量之體積         | 大                                   | 中等                              | 中等                                   | 最小                                | 小                    |
| 環 境 親 和 性        | 硫酸水溶液具污染，對人體健康有影響                   | 鎘金屬具重度污染性，有些國家管制或禁用             | 污染性低                                 | 污染性低，鈷原料為取得不易                     | 污染性低，鈷原料為取得不易        |
| 一 般 包 裝 方 式      | 塑膠封裝                                | 金屬罐封裝                           | 金屬罐封裝                                | 金屬罐封裝、鋁質膜封裝                       | 鋁質膜封裝                |
| 常 見 外 型          | 方型                                  | 圓筒型                             | 圓筒型、方型                               | 圓筒型、方型                            | 方型                   |
| 價 格              | 低廉                                  | 低                               | 較Ni-Cd貴                              | 高                                 | 最高                   |
| 電子產品之電池實用點考      | 需特長時間電力供應，產品本身為低價品                  | 需大電流使用及急充電的產品                   | 使用時間需長，充放電容易，且為經常循環使用之產品             | 同Ni-MH，且以輕薄為訴求之產品                 | 同Li-ion，需特殊電池外型之產品   |
| 應 用 範 圍          | 照明設備、UPS、玩具……                       | 電動工具、無線電話、無線電機、PRC-174、攝影機、玩具…… | Notebook、電動刮鬍刀、DVD player、PDA、數位相機…… | Notebook、PDA、DVD player、數位相機、手機…… | Notebook、PDA、手機……    |

至數顆電池串並聯，必要時加入電池保護電路板及保護元件。以手機電池來說，現行市場大多以一顆3.6V/800mAh的方型鋰離子電池，加上一片電池保護電路板及外殼封裝而成（圖十、圖十一），電池組外型因手機造型設計而不同，但內部大同小異。本軍於AN/PRC-



▲圖十 CD-928手機3.6V/800mAh的方型鋰離子電池組



▲圖十一 由一片電池保護電路板及外殼封裝而成

77所使用之BA-5598C鋰硫電池也有類似設計。一些高階的電子產品，如Notebook、PDA，在電池組內還加上電池管理電路或電池辨識碼的功能，讓使用者用起來更方便及安全。

## 電池安全—爆炸電池

近來經常看到新聞上報導手機電池燒毀、爆炸的消息，甚至我陸軍AN/PRC-77無線電機所使用之BA-5598C鋰硫電池，前後也曾發生四次爆炸案件，到底是何原因？是電池品質有問題，還是使用者不小心？電池竟會如此可怕。

先以手機說起，手機可說是近年發展相當迅速之電子產品，之前手機所使用之電池原以鎳鎘為主，但現今轉變為以鋰電池為主，但卻不斷傳出有手機燒毀、爆炸的消息，研究成因，竟與所使用之鋰電池有關。鋰電池因蓄電量大、內阻小、電流大，在使用時電路只要不小心將之短路或封裝絕緣不良短路，即會產生極大之電流並產生高溫，如未有適當之保護電路作用的斷路或限流，輕者手機溶解燒毀、人員燙傷，重者就會產生爆炸，造成人員炸傷之危險事件。以手機電池燒毀、爆炸來看手機電池的品質及製

造，原因可歸咎於手機電池的製造技術門檻低，且有太多的手機電池製造廠互相競爭；為了降低成本，更有惡劣的廠商將電池芯取得後，以回收電池來生產販售。另外在電池的保護電路板上，也會捨棄一些必要的保護元件，如限流開關（作為短路及電流過大時之保護）及溫度保險絲（因短路時電池溫度過高，保險絲會先燒斷）等。此外，一些高級電池芯本身也有短路保護元件來防止電池短路爆炸，在所有日系電池的檢驗標準上，鋰電池如果短路，是不會引起爆炸的，最多是造成電池變形、漏液及膨脹，但是其它來源不明的電池芯，是否有通過這樣的檢驗標準，就有待商榷了。

前述本軍特高頻無線電機(AN/PRC-77)以往所使用的BA-5598C鋰硫電池（圖十二），在電池的保護上雖有過熱保護之溫度保險絲、

過電流安全保險絲、防充電二極體、放電電阻及放電開關等五項



▲圖十二 軍用鋰硫電池BA-5598C之內部保護電路

保護原件，卻也無法避免爆炸問題而告停產。

### 人為因素之排除

從另一個角度思考，手機製造廠商的設計及電池使用者的警覺性不夠，都是導致電池燒毀或爆炸意外的因素之一。從手機的設計來看，許多手機的底部都有一金屬接頭來連接旅充或座充的充電孔，使用者若不小心，將其與金屬導電物質接觸，可能就會造成電池短路，當電池短路後，所產生的高溫，使用者在察覺後就應該儘快將電池從手機取出，這樣就可避免意外的發生。

而軍用之BA-5598C鋰硫電池爆炸，筆者也曾參與該電池爆炸案先期勘驗調查的工作，發現此電池爆炸的原因並非是保護元件的問題，而是發生在絕緣封裝材料的問題上，圖十二中可看出BA-5598C鋰硫電池的桶型鋰子電池上，負極外殼有熱縮性塑膠絕緣保護，而正極引出板也有熱縮性塑膠絕緣保護，但因裝設於電池盒時有空間的問題，於是封裝時就有如圖十三一樣緊密壓疊在一起的情形。爆炸後，首先勘驗時發現，爆炸的部分是桶型鋰硫子電池五顆中的一顆，而不是五顆全炸。檢視爆炸的鋰硫子電池上端有因高溫而融化裸露出的負極金屬外殼，正極引出板也因高溫融化熱縮性塑膠而裸露出金屬板，而且兩裸露之處也是原來壓疊在一起之處。此處也就是造成正負極直接短路，並產生此單顆



▲圖十三 BA-5598C電池壓疊

桶型鋰硫子電池爆炸的原因。BA-5598C鋰硫電池雖有多達五項保護元件，卻無法保護因高溫融化之熱縮性塑膠保護膜，而造成直接正負極短路現象及爆炸。

不論何種電池，要做到保護使用者安全，是電池開發時最重要的原則，也就是要儘可能的模擬使用者在任何情況下使用電池的可能性，並且預防可能發生的狀況。就以手機來說，充電孔的設計不良，是造成電池爆炸的原因之一，因為有些糊塗的使用者，偏偏就是不小心把金屬物與手機底部的充電孔互相接觸，而造成短路，發生意外。

軍用之BA-5598C鋰硫電池如能在材料上用心，例如將正極引接板使用耐熱之引線（一般家用飲水機加熱器即有使用），而不是只使用一般性之熱縮性塑膠保護，或是訂定標準，使用有內建短路保護內芯之鋰硫子電池，也就不至於有爆炸危險而導至停產的結果。須知高電容量之電池使用是未來趨勢，相信往後手持式或背負式，如特高頻跳頻無線電機將會使用鋰電池或更高電容量電池組以提高效能。

不過高電容量相對地也有高危險性。筆者就曾因教學時不小心將一顆已過期報廢的BA-3406C電池(CS/PRC-406無線電機所使用之鹼性電池)短路，而造成如圖十四之嚴重燒毀狀況。所以高電容量電池之使用與製作安全規範，將是攸關危安之重要因素。但接觸新式通裝跳頻無線電機電池後也發現出如同BA-5598C鋰硫電池一樣之嚴重問題存在，從圖十五可看出內部如同BA-5598C所使用之鋰硫(Li/SO<sub>2</sub>)子電池一般是十顆串聯，但組裝上就如同BA-5598C一般更是緊密連接。而從圖十六更可看出除保險絲外，



▲圖十四 不小心燒毀之BA-3406C電池



▲圖十五 電池連接中央黑色部分為保險絲



▲圖十六 Li/SO<sub>2</sub>鋰硫電池

無附加任何保護電路存在，除非是採用有內建短路保護內芯之鋰硫子電池，不然危安爆炸因素將是揮之不去的陰影。國軍之最高研發單位竟如此草率行事，我們只好寄託在量產時負責監督製造的單位能多注意製造之安全規範，才能為國軍增加一份安全保障，且能減少一份危安因素。

## 結論

有一句手機廣告詞說「科技始終來自於人性」，在10年前開始有所謂行動電話時，擁有一支就有無上方便，人們不會在乎它當時的體積、重量、蓄電待機（使用車電或鎳鎘電池）時間量，後來還發展出有名的「黑金剛」，光是電池（使用鎳鎘電池）體積就佔了手機總體積及重量的六分之五強。延續發展至今，手機已使用高電容量之鋰電池，但卻出現爆炸事件，這卻是之前（使用鎳鎘電池）所不會發生的。在此筆者想再加一句話就是「安全始終也來自於人性」，鋰電池在研究製作過程中，早就知道有爆炸安全問題，而加入許許多多的保護元件，這點我們可從手機爆炸事件中看出，因此原廠電池就鮮少有聽說爆炸事件之發生，而會發生爆炸的大多是便宜且不顧安全的一些所謂副廠，甚至是地下工廠所製作之電池。而本軍電池

的爆炸固然是危險因素，但卻不應該是以停產來解決問題。停產雖然可能是特高頻無線電機即將換裝不需要再製作，但我們卻在即將換裝之特高頻跳頻無線電機所使用的鋰電池中找到同樣問題，甚至更嚴重，難道要等到爆炸後再停產，再想如何解決嗎？我們應該是記取教訓進而解決問題，並從訂定更安全之技術及規範下手，讓「安全始終也來自於人性」。

## 參考資料

- 一數位影像坊之數位講座—第8講，「電池大全」，<http://www.digital.idv.tw/Classroom/index-classroom-MROH.htm>。
- 二數位影像坊之數位講座中—第45講，「電池的重要性」，<http://www.digital.idv.tw/Classroom/index-classroom-MROH.htm>。

## 作者簡介

黃景皇士官長，陸軍通信電子學校技勤常備士官班25期、陸軍通信電子學校保修士官班7期、健行工專畢業。曾任無線電修護士、助教、班長、副排長、總教官助理、教官。現任陸軍通信電子資訊學校保修廠教官。