

## 介紹

### 1. 使用範圍

蓄電池相當廣泛應用於工業與民生的設備與器具，如汽機車、電動車、牽引車、發電機、船舶、潛水艇、飛機、反覆充電之電動刮鬍刀、通訊器材和不斷電電源供應器……等。

### 2. 名詞解釋

- (1) **電極**：為條型、棒型或板型的導電性材料，用以傳導電流，通常由金屬或碳質材料所製成。
- (2) **電解液**：為液體或糊狀溶液，用以傳導電流，同時必須能與電極的材料起化學作用。通常蓄電池使用的電解液大多為稀硫酸溶液，但現在很多使用沒腐蝕性的鹼性溶液(通常是氫氧化鉀)。
- (3) **容量(Ah)**：在規定的電流和周圍溫度下放電，到達終止電壓為止，由電池所放出的總電能量，以放電電流(安培,A)和放電時間(小時,h)的乘積(Ah)表示，國際單位的換算公式為  $1Ah=3600C$ ，C 為能量單位，庫侖。
- (4) **能量密度**：電池平均每單位體積或質量所釋放出的電能。
- (5) **循環壽命**：電池在不發生損害之狀況下，能進行循環充放電之最大次數。
- (6) **充電器**：為一種整流裝置，用於保持蓄電池在完全的充電狀態，或將已放電過之蓄電池組恢復至完全充電狀態。

### 3. 型式種類、使用方式

- (1) 電池為產生直流電的主要電源之一，利用兩個電極和電解液間的化學作用來產生電力。當電池的正、負電極板、電解液和外部所連接的負載構成迴路時，正電極板會釋放電子到電解液中，並漂移至負電極板，此化學反應以產生電能稱為放電。當放電終止後，以外加的電源接於兩電極板上，使電池恢復為原來的蓄電狀態稱為充電。
- (2) 當電池內部物質經放電後不可以再利用充電方式使其恢復原來蓄

電狀態者稱為原電池或一次電池，若放電後可以再利用充電方式使其恢復原來蓄電狀態者稱為蓄電池或二次電池。

(3) 目前市面上實用或開發中的蓄電池有：鉛酸蓄電池、鎳鎘鹼蓄電池、鎳氫鹼蓄電池、鎳鐵鹼蓄電池、鈉硫蓄電池、鋰二次電池...等，其中又以鉛酸蓄電池使用上最廣泛，鎳鎘鹼蓄電池次之。

A. 鉛酸蓄電池(Lead-Acid Battery)：電極板由鉛所製成，電解液為硫酸和水依不同比率調配，為開發最早使用最多的蓄電池。與其它蓄電池比較雖然能量密度較差，壽命較短，但是在價格上最為低廉。目前利用材料的改善配合現有的技術以提高性能作為研究方向，所以未來仍為實用蓄電池的主角。

B. 鎳鎘鹼蓄電池(Nickel-Cadmium Battery, Ni-Cd Battery)：正極板為鎳氧化合物，負極板為鎘化合物的活性材料，電解質使用鹼性水溶液，為繼鉛酸蓄電池後已實用化之蓄電池。其具有能量密度較高，壽命較長，放電性能強，保養容易等優點，而被加以應用，台灣的電廠亦將原有的鉛酸蓄電池更換為鎳鎘鹼蓄電池。

C. 鎳氫鹼蓄電池(Nickel-Metal Hydride Battery, Ni-MH Battery)：正極板為鎳氧化物，負極板為金屬氫化物，電解質使用鹼性水溶液。其比鎳鎘鹼蓄電池有較高的能量密度，且不使用會造成環境污染因素的鎘，所以頗受重視，在民生用小型電池的使用量正快速的增加。

D. 鎳鐵鹼蓄電池(Nickel-Iron Battery)：又稱為愛迪生電池，正極板為鎳氧化合物，負極板為鐵化合物，電解質使用鹼性水溶液，其雖然比鉛酸蓄電池有較好的低溫性，但是由於內電阻值較高，密閉化較困難，補水作業麻煩等缺點，所以僅適合使用於較寒冷的地區。

E. 鈉硫蓄電池(Sodium-Sulfur Battery)：以鈉作為負電極，硫作為正電極，並使用 $\beta$ -氧化鋁( $\beta$ -Alumina)作為固態電解質，於 $300^{\circ}\text{C}\sim 350^{\circ}\text{C}$  高溫下動作。由於鈉、硫為輕元素，具有高值的反應能，與資源豐富，材料低廉等優點，但由於需要操作於高溫之下，所以應用上較為困難。

F. 鋰二次電池：大部分的商業電池需有水溶液當電解質，但由於鋰與水會產生劇烈的反應，所以不使用水溶液電解質。鋰電池有能量密度高、體積小、重量輕、貯藏性與耐漏性佳、壽命長及較大的溫度使用空間等優點，目前多使用於微算機、小型醫療器、通信機、IC 卡、計測器...等小型設備。

(4) 充電器使用方式通常可以分為兩類：

A. 反覆充放電週期性：指蓄電池能量耗盡後再予以充電至原來蓄電狀態。依充電的方式有標準充電和急速充電。

(A) 標準充電：通常以電池電流容量的 1/10 做 14~16 小時充電。

(B) 急速充電：利用較大的電流來充電，以縮短充電時間。

B. 常備電源使用：蓄電池與充電器並聯連接，在正常情況下由電源經充電器對負載供電，當電源消失時，再由蓄電池提供電力，使負載的動作不至停止，如圖 1 所示。又可分為補充充電和浮動充電：

(A) 補充充電：平時將電池和負載切離，當電源消失時再將蓄電池切入，供給負載用電。

(B) 浮動充電：平時蓄電池和電源並聯在一起，當電源消失時蓄電池直接供電給負載。

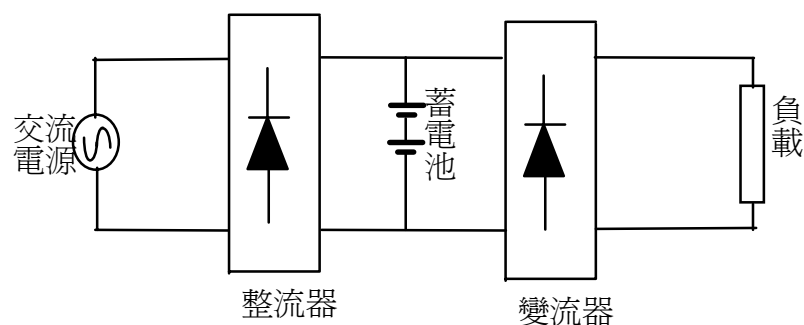


圖 1 常備電源用之充電器

## 危害

1. 含水溶液電解質之蓄電池（包括酸性及鹼性水溶液）在充電時由於水

的電解作用，會在負極板產生有可燃性的氫，在正極板產生有助燃性的氧，當有火花或火苗接近時容易發生爆炸的危險，所以充電時應避免有火花或火苗，並有良好的通風設備。

2. 鉛酸蓄電池的使用量最多，除了應避免充電時有火花或火苗發生外，在製造過程中所排放的污染物含有高濃度的鉛，若未妥善處理，不但會對環境造成污染，對人體健康更會造成嚴重的傷害，電解質所使用的硫酸亦會傷害人體健康。
3. 對人體而言：
  - (1) 鉛酸蓄電池的製造業與回收業員工由於長期作業可能會引起慢性的鉛中毒，如在製造流程中極板的截斷修剪時會有碎片及粉塵產生，使得作業環境鉛濃度會較高，所以應該對粉塵的飛揚加以控制，且裝設排氣設備，並遵照行政院勞委會訂定的『鉛中毒預防規則』來預防鉛中毒傷害，且需要定期實施勞工健康檢查。
  - (2) 鉛酸蓄電池充電所產生的氣體從液面逸出時，會將硫酸分子帶出排放於空氣中，而硫酸對呼吸道具刺激性，嚴重時可能會引起呼吸道及消化道的癌症。所以蓄電池在充電時一定要有良好的通風設備，減少硫酸造成的傷害。在調配電解液時應避免硫酸接觸眼睛和身體，若是眼睛或身體不小心接觸則須大量沖水清洗並立即送醫，若是不慎飲入，應大量喝水或牛奶，服用氧化鎂乳劑、蛋或蔬菜油，並立即送醫。
4. 對環境而言：鉛酸蓄電池製造業在製造流程中所產生的廢水、廢氣和廢棄物會對環境造成嚴重的污染，一般工廠可以進行廠內改善作業與減廢措施來防止污染。
5. 為避免含水溶液電解質之蓄電池在充電時產生爆炸性氣體及鉛酸蓄電池之酸霧造成傷害，目前使用上多為密閉型及密封型蓄電池：
  - (1) 密閉型(Vent type)蓄電池：所產生的氣體由具有防爆防沫機能的排氣裝置排出，電槽與蓋使用封口材料密封。防爆防沫裝置在一般使用下，如有火焰接近時，蓄電池內部不會引火爆炸，產生的酸霧大部分也不會逸出。
  - (2) 密封型(Sealed type)蓄電池：所產生的氣體以觸媒或輔助電極再還原變成水，使大部分氣體不向外排出。

## 使用

1. 目前市面上以鉛酸蓄電池和鎳鎘鹼蓄電池使用最為廣泛，雖然已經推出免保養、免加水的密閉式蓄電池，在使用上更為方便，但是需要加水及更換電解液的蓄電池亦佔多數，所以平常使用是否正常和保養的好壞對蓄電池的壽命與使用率有密切的關係。使用含水溶液電解質之蓄電池時應注意：
  - (1) 連接蓄電池時，應該注意電池的正、負極性，避免接錯。
  - (2) 蓄電池的表面與兩極接頭應該保持清潔，以免造成極間漏電，產生洩漏電流而損壞極板。
  - (3) 蓄電池應放置在陰涼、乾燥、無灰塵、不受陽光直射的地方。
  - (4) 若蓄電池長時間不使用，因蓄電池本身會自行放電，所以需定期補充電。
  - (5) 電解液經使用後會逐漸減少，應隨時檢查並適時加入蒸餾水補充。
  - (6) 依使用情形定期更換電解液。
  - (7) 充電時由於水的電解作用會在負極板產生有可燃性的氫，正極板產生有助燃性的氧，所以避免工具誤觸蓄電池的正、負極板，並必須注意端子接頭是否鬆動以免引起火花，發生爆炸的危險。
  - (8) 在充電現場必須有良好的通風設備，如圖 2 所示。
2. 使用鉛酸蓄電池時，除了上述共同注意事項外，另外應該注意：
  - (1) 不能過量使用，特別是電量接近用完時就不要繼續使用，應要立即充電，以免損壞電極。
  - (2) 充電時應該注意充電時間避免過充電。
  - (3) 充電時產生的氣體會將硫酸分子帶到大氣中，若是現場通風不良，可能因人員吸入造成身體的傷害，現場應有良好的通風設備。
  - (4) 一個月至兩個月需要做一次均衡充電，以確保蓄電池容量。
3. 為了對蓄電池性能瞭解與掌握，應對電池予以測試，中國國家標準(CNS)對汽車用、機車用和固定式的鉛酸蓄電池及圓筒密閉型鎳鎘蓄電池的測試標準有明確定義，測試種類大致有：容量、高效率放電、過充電性能、充電接收性、容量保存、壽命測試...等。
  - (1) 容量測試：以放電至終止電壓所需的時間和放電電流的乘積(Ah)

需達指定的容量值。

- (2) 高效率放電測試：以較大的電流放電，測量到達放電終止電壓所需的時間須滿足規定值。
- (3) 過充電性能測試：以指定的電流進行長時間的充電後再進行放電，並量測其容量，檢查其外觀。



圖 2 蓄電池的通風條件

- (4) 充電接收性測試：以新品的蓄電池測定開始充電 10 分鐘後的電流值須大於標準之上。
- (5) 容量保存測試：依規定充電，保存一段期間後，再放電並求出其容量。
- (6) 壽命測試：以指定的電流充放電並進行容量測試，持續到當容量測試中放電電流和放電時間的乘積未達指定容量值的 50% 的次數。
- (7) 同一工作單位具有酸性及鹼性兩種蓄電池時，此兩種蓄電池之維修空間或器具應標示清楚不可混用。

## 相關法令、標準

### 1. 鉛中毒預防規則

第二條第二項第三款：鉛蓄電池或鉛蓄電池零件之製造、修理或解體過

程中從事鉛、鉛混存物等之熔融、鑄造、研磨、軋碎、製粉、混合、篩選、捏合、充填、乾燥、加工、組配、熔接、熔斷、切斷、搬運或將粉狀之鉛、鉛混合物倒入容器或取出之作業。

第七條：雇主使勞工從事第二條第二項第三款之作業，依下列規定：

- 一、從事鉛、鉛混合物之熔融、鑄造、加工、組配、熔接、熔斷或極板切斷之室內作業場所，應設置局部排氣裝置。
- 二、非以濕式作業方式從事鉛、鉛混合物之研磨、製粉、混合、篩選、捏合之室內作業場所，應設置密閉設備或局部排氣裝置。
- 三、非以濕式作業方式從事鉛、鉛混合物之倒入容器或取出之作業，應於各室內作業場所設置局部排氣裝置及承受溢流之裝置。
- 四、從事鉛、鉛混合物解體、軋碎作業場所，應與其他之室內作業場所隔離。但鉛、鉛混合物之熔融、鑄造作業場所或軋碎作業採密閉形式者，不在此限。
- 五、鑄造過程中，如有熔融之鉛或鉛合金從自動鑄造機中飛散之虞，應裝設防止飛散之設備。
- 六、從事充填黏狀之鉛、鉛混合物之工作台或吊運已充填有上述物質之極板時，為避免黏狀之鉛掉落地面，應裝承受容器承受之。
- 七、以工人搬運裝有粉狀之鉛、鉛混合物之容器，為避免搬運之勞工被上述物質所污染，應於該容器上裝設把手或車輪或置備有專門運送該容器之車輛。
- 八、室內作業場所之地面，應為易於使用真空除塵機或水清除之構造。
- 九、從事鉛、鉛混合物之熔融、鑄造作業場所，應設置儲存浮渣之容器。

## 2. 中國國家標準

CNS 422：「汽車用鉛蓄電池」。

CNS 3330：「機車用鉛蓄電池」。

CNS 6034：「可攜式鉛蓄電池」。

CNS 6035：「船舶用鉛蓄電池」。

CNS 6036：「圓筒密閉型鎳鎘蓄電池」。

CNS 6037：「圓筒密閉型鎳鎘蓄電池檢驗法」。

CNS 6038：「固定式鉛蓄電池」。

CNS 6039：「固定式鉛蓄電池檢驗法」。

CNS 1409：「蓄電池用微孔性橡膠隔離板」。

CNS 1410：「蓄電池用強化纖維隔離板」。

CNS 2902：「蓄電池用封膠」。

CNS 3043：「蓄電池用玻璃纖維墊片」。

### 3. 日本 JIS

JIS D5301, 1986：“Lead-Acid Batteries for Automobile” .

JIS D5302, 1985：“Lead-Acid Batteries for Motorcycle” .

### 4. 美國 ANSI

ANSI/SAE J537：“Jun86 ”Storage Batteries” .

ANSI/SAE J240：“Jun82 ”Life Test for Automobile Storage Batteries” .

### 5. IEC

IEC 95-1：“Part 1 General Requirements and Methods of Test” .

## 災害案例

### 1. 長期鉛作業工罹患鉛腦症

民國 57 年一位鉛酸蓄電池製造業工人因為長期的鉛作業，而得到鉛腦症死亡。為防止類似災害再發生，有採取下列對策之必要：

- (1) 若作業環境鉛濃度較高，應該對粉塵的飛揚加以控制，且裝設排氣設備。
- (2) 應遵照行政院勞委會訂定的「鉛中毒預防規則」來預防鉛中毒傷害。
- (3) 需定期實施勞工健康檢查。

### 2. 鉛酸蓄電池回收廠員工鉛中毒

在「鉛蓄電池回收廠之危害」報告中描述，對 64 位鉛酸蓄電池回收廠員工進行詳細的身體檢查，結果發現有 55 位員工的血液中含鉛超過  $40 \mu\text{g}/\text{dl}$ ，並且有 31 位被診斷為鉛中毒。在熔爐、維修和清潔的



員工，血液中含鉛超過  $80 \mu\text{g/dl}$ ；在切割、精煉、駕駛推高機的員工，血液中含鉛在  $60 \mu\text{g/dl}$ - $70 \mu\text{g/dl}$ ；辦公室的員工和警衛，血液中含鉛也有  $38.5 \pm 4.9 \mu\text{g/dl}$ 。為防止類似災害再發生，有採取下列對策之必要：

- (1) 應遵照行政院勞委會訂定的「鉛中毒預防規則」來預防鉛中毒傷害。
- (2) 需定期實施勞工健康檢查。

### 參考資料

- [1] 李世興，民國 85 年，電池活用手冊，初版一刷，全華科技圖書有限公司，台北市。
- [2] 張桐生，民國 79 年，能源組與能源系統，初版二刷，徐氏基金會，台北市。
- [3] 洪芳州，民國 83 年，各類電池使用指南，初版一刷，全華科技圖書有限公司，台北市。
- [4] 葉江榮，民國 86 年，電動車用蓄電池及充電器，台電工程月刊，第 590 期，pp.44-57。
- [5] G. Smith, 1971, Storage Batteries, 2nd Ed., Pitman Publishing Limited, London.
- [6] 黃建雄，民國 67 年，“常備電池組用充電器之選定”，電機技術，第 4 卷，第 2 期：31-38。
- [7] 鄭仁川，民國 80 年，“鉛蓄電池製造業之污染防治”，工業污染防治，第 38 期，pp.45-66。
- [8] 林佳谷、陳叡瑜，民國 82 年，“台灣地區職業性鉛危害分佈研究”，勞工衛生研究季刊，第 1 卷，第 2 期。
- [9] 張常勝、王榮德、黃耀輝、張揚全，民國 83 年，“鉛蓄電池回收廠之危害 Lead Poisoning in a Battery Recycling Smelter”，勞工衛生研究季刊，第 2 卷，第 2 期。
- [10] 余富吉，民國 69 年，電工保養(一)，初版，徐氏基金會，台北市。