

投稿類別:自然科學類

篇名:

廢物也可以變黃金—廢電池再利用之研析

作者:

杜宇華。花蓮縣富北國中。九年忠班。

陳信延。花蓮縣富北國中。八年忠班。

黃元峻。花蓮縣富北國中。八年忠班。

指導老師:

簡瑞甫老師

壹●前言：

一、研究動機：

我們從國小起，學校就有在宣導及鼓勵學生回收乾電池，我們十分不解，電量用完的乾電池不也是破銅爛鐵嗎？回收它的意義為何？上了國中，老師解釋了回收乾電池的用意，並很肯定的說廢電池可以再重新利用，可是乾電池明明是一次電池怎麼可能再充電使用？如何才能讓廢電池回收再利又環保？這是我們將要研究繼續的課題。

二、研究目的：

- (一)、探討如何將廢電池的剩餘電量再次的回收利用？
- (二)、如何將廢電池的二氧化錳做有效的利用？
- (三)、如何測試並提升二氧化錳的純度？
- (四)、探討將廢電池處理妥的碳棒與鋅殼做成環保電池
- (五)、探討香灰的化學成分。
- (六)、探討如何將香灰做成電解質晶體。
- (七)、探討萃取的香灰電解質晶體作為電池電解液的可行性。
- (八)、探討電解質晶體加植物肥料硝酸銨是否可以提升電池的效率。
- (九)、探討要環保又要電池性能好可否兼顧？



三、研究器材及藥品：

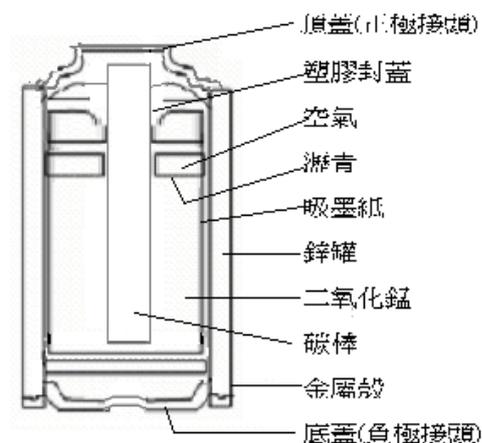
器材：1.廢乾電池 2.廢鹼性電池 3.數位電錶 4.電子秤 5.鱷魚夾 6.石墨棒 7.玻棒
8.蠟燭 9.研鉢 10.篩網 11.熱熔膠 12.剪刀 13.尖嘴鉗 14.鐵鏈 15.量筒 16.
燒杯 17.針筒 18.酒精燈 19.三腳架 20.陶瓷纖維網。

藥品：1.二氧化錳 2.香灰 3.硝酸銨 4.硫酸鎂 5.氫氧化鈉 6.硫酸銅、硫酸鋅 7.澱粉 8.雙氧水 9.碳棒 10.鋅殼

貳●正文

一、研究過程：

(一)乾電池的構造：



二、探討如何將廢電池的剩餘電量再次的回收利用？

(二) 實驗討論：

- 1.從以上資料可知：實驗結果和我們預期的期望值相差甚大。
 - 2.乾電池為一次電池，不可能以充電方式使其在恢復原有電力，我們一致認為這個實驗的可行性很小，所以放棄這個構想。
 - 3.因此我們改以探討電池內部化學物質的回收利用。
- ### 三、探討廢電池化學資源的重新利用。



(一) 廢電池拆解的方法：

- 1.用鐵鎚輕敲電池，使電池外殼鬆掉，再以尖嘴鉗將銅環及碳棒一起拔出。
- 2.以刮勺的小端將電池內的黑色物質挖出，至於燒杯中。〔注意：在電池內部有一層防水膜，必須將防水膜挖出，不要和二氧化錳混在一起〕
- 3.將負極鋅殼挖淨後，再以自來水清洗，廢電池內化學物質的回收已初步完成。
- 4.以磁鐵測試可被磁鐵吸引的為鐵、鎳、金屬殼可以資源回收。

(二) 如何將廢電池的二氧化錳做最有效的利用？

1. 實驗方法：

- (1) 將電池內黑色物質以研鉢磨細，倒入燒杯中。
- (2) 把燒杯中將磨細後的黑色物質加水溶解，並以玻棒攪拌，其中可溶解的物質會溶於水中，靜置約 30 分鐘後，溶液會分成上下兩層再把上層懸浮溶液倒掉，下層溶液準備過濾。
- (3) 以濾紙過濾下層溶液，將過濾後的二氧化錳以風乾法自然吹乾後，再用刮勺將二氧化錳刮下。
- (4) 為了提高二氧化錳的純淨度，我們將刮下來的二氧化錳放入蒸發皿中，

以酒精燈加熱二氧化錳，加熱時間約為 4-5 分鐘，一直到二氧化錳不再出現火花為止。

(5) 鹼性電池也可運用以上方法回收利用二氧化錳。

(三) 測試二氧化錳的純度。



1. 實驗方法：

(1) 取實驗室藥用二氧化錳 2g 及

處理好的二氧化錳和未處理的二氧化錳各 2g 放入錐形瓶中。

(2) 置入橡皮塞、薊頭漏斗，並連接導管至水槽，再由薊頭漏斗緩緩的滴入 20% 的雙氧水 20ml 進行雙氧水製氧的化學變化，其化學反應如下：



(3) 以排水法收集氧氣，以量瓶收集氣體，並記錄收集 500ml 氧氣所需時間。

(4) 比較以上三種二氧化錳粉末催化雙氧水製備氧氣反應速率的差異性。

2. 實驗結果：



不同種類二氧化錳催化雙氧水產 500ml 氧氣所需的時間〔秒〕

種類	第一次	第二次	第三次	第四次	第五次	平均
實驗藥用二氧化錳	36.6	30.8	35.4	32.7	31.2	33.45
已處理的二氧化錳	47.8	48.2	49.4	46.4	48.8	45.30
未處理的二氧化錳	118.4	120.2	124.6	115.8	122.4	120.28

3.實驗討論：

- 〔1〕 經處理過的二氧化錳純度較高，具有良好的催化效果，也可以作為實驗室藥用的二氧化錳。
- 〔2〕 廢電池二氧化錳的回收利用不但不會污染環境，又可以節省學校實驗用二氧化錳經費的開支。



(四) 碳棒、鋅殼的回收再利用。

1. 處理方法：

- (1) 以磁鐵測試可以被磁鐵吸引的為鐵、鎳外殼，不會被磁鐵吸引的為鋅殼，並將鐵、鎳金屬外殼與鋅殼分類處理，鐵、鎳金屬外殼準備資源回收。
- (2) 將拆解後的碳棒、鋅殼以自來水清洗乾淨、曬乾後、再以細砂紙將鋅殼內、外表磨光。
- (3) 用砂紙將曬乾後的碳棒表面磨光，再以稀鹽酸清洗碳棒表面的金屬雜質，最後再以酒精燈將碳棒內的澱粉等可燃的雜質燃燒掉。

四、探討香灰的化學成分：

- (一) 依據相關文獻資料得知：一般的線香主要以 15 種天然植物乾燥為原料包括：大黃、甘松、細辛、新木、小茴、肉桂、甘草、零陵香、春花、丁香、龍柏粉、排草及黏粉等經調和後附著於竹材骨幹而成。
- (二) 線香燃燒的香灰中，通常含有 40%~70%的 CaC_2O_4 草酸鈣、10%~30% 的 K_2O 、5%~10%的 MgO 、0.5%~2.0%的 Fe_2O_3 、及少量的 Mn_3O_4 、 Al_2O_3 、 Na_2O 等存在在香灰中。
- (三) 香灰是一種白色晶體粉末，香灰中的草酸鈣是含有二分子結晶水的無色柱狀晶體是植物常具有的成分，故香灰可以做肥料使用。

(四)萃取香灰：

- 1.取 10g 香灰加水 50g 的水中，充分均勻攪拌後使香灰內的電解質完全溶於水，再以濾紙將香灰的殘渣過濾掉，萃取出香灰中的電解質，再以酒精將濾液加熱結晶，萃取香灰中電解質晶體。
- 2.經測試電解質晶體水溶液為鹼性水溶液。



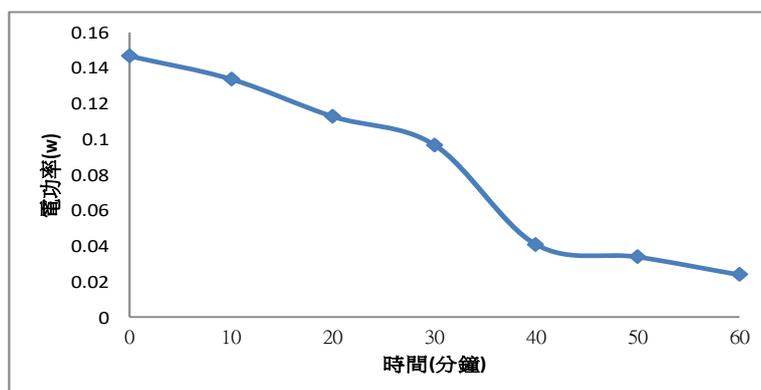
五、研製第一代的碳鋅環保電池。

(一) 實驗方法

1. 將回收廢乾電池的碳棒，經上述方法處理清潔後的碳棒作為正極。
2. 取香灰中電解質晶體 8g 與少許的水、澱粉調製成糊狀液作為電池的電解液。
3. 以處理好的鋅殼為電池負極，以空氣中的氧作為去極劑。
4. 以不透水的紙墊置於鋅殼底部，將處理好的碳棒固定在鋅殼的中央，再將調製好的電解液倒入鋅殼中。
5. 以數位電表測量電池的電壓、電流。

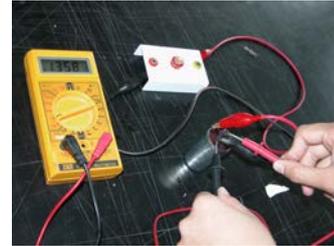
(二) 實驗結果：以導線連接一個 2.5W 小燈泡使其發亮，用數位電表每 10 分鐘測量一次電池的電壓與電流。

時間(分)	0	10	20	30	40	50	60
電壓(V)	0.92	0.89	0.84	0.81	0.45	0.42	0.40
電流(mA)	160	150	135	120	90	80	60
電功率(w)	0.147	0.134	0.113	0.097	0.041	0.034	0.024



(三)實驗討論：

- 1.此電池在 30 分後電壓、電流都明顯下降，與乾電池相較之下，此電池的蓄電量不高且電流、電壓也很低，實用性不高，因此我們繼續探討第二代的碳鋅環保電池。
- 2.我們想藉由植物肥料的氮、磷、鉀元素的化合物加入香灰電解質晶體水溶液作為電池的電解液，以提升電池的功率。
- 3.香灰的電解質晶體與植物的肥料都是植物所需的物質，所以電池使用完畢後，可以將剩餘的電解液作為植物的肥料。



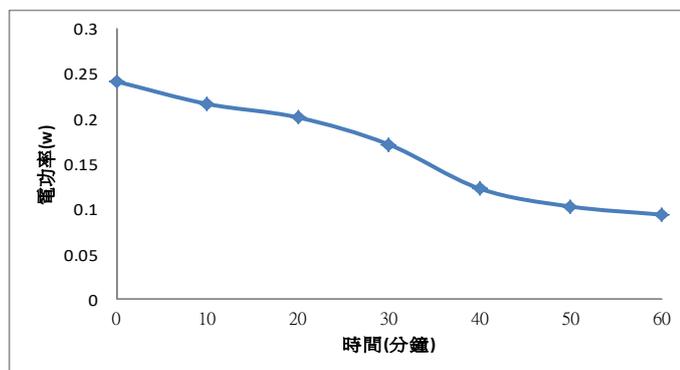
六、製作第二代的碳鋅環保電池

(一) 實驗方法

1. 以處理好的碳棒為正極
2. 取香灰中電解質晶體 6g 與硝酸銨 2g 加入少許的水、澱粉調製成糊狀液作為電池的電解液。
3. 以處理好的鋅殼為電池負極，以空氣中的氧作為去極劑。
4. 以不透水的紙墊置於鋅殼底部，將處理好的碳棒固定在鋅殼的中央，再將調製好的電解液倒入鋅殼中。
5. 以導線連接一個 2.5W 小燈泡使其發亮，用數位電表每 10 分鐘測量一次電池的電壓與電流。

(二) 實驗結果：

時間(分)	0	10	20	30	40	50	60
電壓(V)	1.18	1.14	1.12	1.04	0.88	0.82	0.78
電流(mA)	205	190	180	165	140	125	120
電功率(w)	0.242	0.217	0.202	0.172	0.123	0.103	0.094



(三)實驗討論：

- 1.提高 NH_4^+ 的濃度，電池的電壓、電流都有提升，雖香灰的電解質晶體中也有 NH_4^+ 但濃度低也會影響電池的功率。
- 2.為了增加離子的濃度，我們選擇植物肥料中的硫酸鎂加入電池的電解液。
3. $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 被用於盆栽植物或缺鎂的農作物。例如：馬鈴薯、玫瑰等植物。

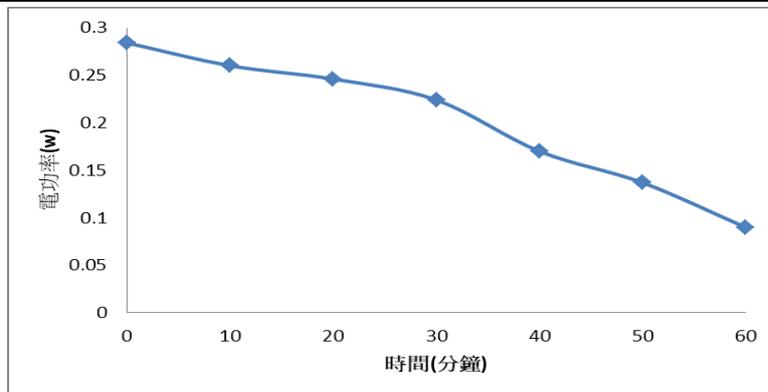
七、探討第三代碳鋅環保電池

(一) 實驗方法

1. 以處理好的碳棒為正極
2. 取香灰中電解質晶體 4g 與硝酸銨 2g 及硫酸鎂 2g 加入少許的水、澱粉調製成糊狀液作為電池的電解液。
3. 以處理好的鋅殼為電池負極，以空氣中的氧作為去極劑。
4. 以不透水的紙墊置於鋅殼底部，將處理好的碳棒固定在鋅殼的中央，再將調製好的電解液倒入鋅殼中。
5. 以 PH 儀測試電池碳棒周圍的 PH 值。
6. 以導線連接一個 2.5W 小燈泡使其發亮，用數位電表每 10 分鐘測量一次電池的電壓與電流。

(二) 實驗結果：

時間(分)	0	10	20	30	40	50	60
電壓(V)	1.26	1.24	1.20	1.15	1.06	0.98	0.86
電流(mA)	225	210	205	195	160	140	105
電功率(w)	0.284	0.260	0.246	0.224	0.170	0.137	0.090



(三)實驗討論：

- 1.加入 $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ 後，電池的電壓、電流沒有明顯的提升。
- 2.但我們發現電池正極碳棒周圍的 PH 值有下降的趨勢，PH 值由 8.4 降至 7.2。
- 3.如果要增加電池的 PH 值，需加入鹼性溶液，但強鹼並非植物所需的肥料，電池的電解液就不能作為植物肥料，即非環保電池。
- 4.為了增加電池實用性，我們還是在電解液中加入 NaOH，測試電池的功率是否提升？

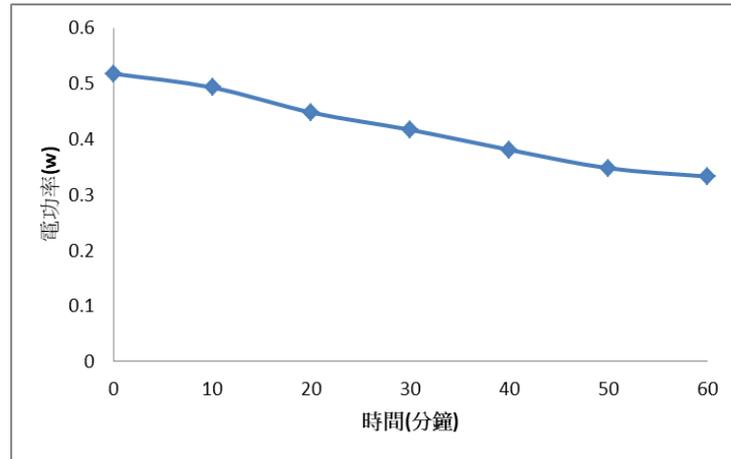
八、探討第四代碳鋅非環保電池。

(一) 實驗方法

1. 以處理好的碳棒為正極
2. 取香灰中電解質晶體 4g 與硝酸銨 1.5g 及硫酸鎂 1.5g 及 5M 的氫氧化鈉 2mL 加入少許的水、澱粉調製成糊狀液作為電池的電解液。
3. 以處理好的鋅殼為電池負極，以空氣中的氧作為去極劑。
4. 以不透水的紙墊置於鋅殼底部，將處理好的碳棒固定在鋅殼的中央，再將調製好的電解液倒入鋅殼中。
5. 以 PH 儀測試電池碳棒周圍的 PH 值。
6. 以導線連接一個 2.5W 小燈泡使其發亮，用數位電表每 10 分鐘測量一次電池的電壓與電流。

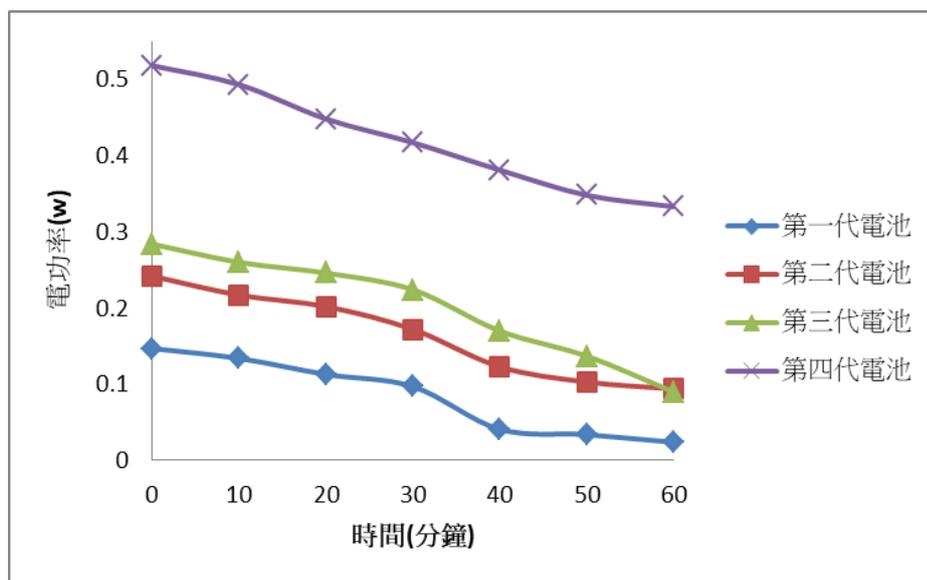
(二) 實驗結果：

時間(分)	0	10	20	30	40	50	60
電壓(V)	1.44	1.43	1.40	1.39	1.36	1.34	1.33
電流(mA)	360	345	320	300	280	260	250
電功率(w)	0.518	0.493	0.448	0.417	0.381	0.348	0.333



(三)實驗討論：

- 1.加入 NaOH 後電池的電壓、電流提升許多。
- 2.電池碳棒周圍 PH 值也有降低，PH 值由 12.8 降至 9.2，PH 值 9.2 仍比電三代電池的 PH 值 8.4 高。
- 3.由此可知：PH 值是提升碳鋅電池的主要因素。
- 4.俗話說：「要馬兒跑又要馬兒不吃草是不可能的」。所以要電功率好又要環保的電池是很難做到的。
- 5.下圖為第一代至第四代電池電功率的比較圖。



參•結論:

- 一、想以感應起電機對廢乾電池充電是不可能的。
- 二、在廢乾電池中，我們成功的收回 MnO_2 且 MnO_2 的回收率約為 62%，經回收處理後的 MnO_2 的催化性質並不會比實驗室新的 MnO_2 差。
- 三、廢乾電池回收再處理的碳棒與鋅殼可做為環保電池的電極，其餘的鐵、鎳金屬外殼可以資源回收。
- 四、以香灰電解質晶體溶液作為電池的電解液的環保電池電功率及蓄電量仍然不足，實用性不大。
- 五、香灰電解質晶體加植物肥料硝酸銨及硫酸鎂後電池的電功率稍有提升，但與新乾電池相比仍略微遜色。
- 六、萃取的香灰電解質晶體及植物肥料硝酸銨硫酸鎂調製而成的電解液，在電池使用完畢之後可以做為植物肥料，是環保電池。
- 七、在以上電解液中加入 5M NaOH 後，電池的電壓、電流有明顯的提升，但此電池不環保，因此要電池的功率好又要它環保的確很難辦到。
- 八、如果我們只要環保，可以選性能較差一點的環保電池。

肆•引註資料

- 一、最新電池工學、賴耿陽譯著、復漢出版社。
- 二、電化學基本原理與應用、田福助編著、五洲出版社。
- 三、年頓科學研習百科-第四冊化學篇。
- 四、高中化學課本、南一書局。
- 五、國中自然與生活科技第六冊、第二章、南一書局。