

電暖蛋設計原理與選購使用指南

林昆平／標準局臺南分局技正

黃勝祿／標準局臺南分局技士

一、前言

在 199 期檢驗雜誌「電暖餅選購與使用指南」一文中曾簡略提過一種入冬後，攜帶方便隨時隨地能溫暖雙手與胸口的電暖蛋個人保暖電器，本文就是要詳細介紹這個商品。說起電暖蛋的發明，不得不從 10 年前出現的暖暖包及扳折式暖暖包說起，「暖暖包」每個單價只要 10 元採拋棄式，主要由鐵粉、水、活性炭、蛭石與食鹽等材料製成粉末，呈現粉末狀是為了增加與空氣接觸的面積來加速反應，蛭石和活性炭作為吸附劑，能夠吸附空氣中的氧氣、水氣與鐵粉進行氧化放熱，而食鹽在反應的過程中扮演催化劑角色，其溫度可達 50 °C~65 °C。但其缺點是弄破後流出之流質會傷害皮膚。拋棄式暖暖包雖然便宜，但放熱完的鐵粉相當於一團難以再次利用的鐵鏽，必須以不可燃廢棄物處理，其實是無形中耗費許多資源的保暖方法。

在暖暖包熱賣 1,2 年後，市場隨即推出可重複使用之「扳折式暖暖包」，它是以醋酸鈉過飽和溶液和金屬片做為內容物，因飽和溶液的不穩定性，扳動金屬片微弱震動能量就足以讓醋酸鈉溶質以結晶析出並釋放熱量，只要將暖暖包再加熱，醋酸鈉結晶溶解並冷卻即回至過飽和溶液狀態，即可重複使用，其價位約 100 元，每次發熱可維持 2 小時，但結晶的暖暖包以 100 °C 煮沸再冷卻往往需 10 分鐘以上才能還原，使用上受到限制，才在 5 年後出現了電暖蛋的進化商品。電暖蛋於 2010 年由日本三洋公司開發行銷全球，2011 年各家廠商開始模仿生產，因使用 3 號電池當電源，並以電熱膜、陶瓷 PTC、電熱絲等作材料作為發熱體，體積可縮小至手掌般大，加上攜帶方便與購買電池方便等優點而大受歡迎，隨後電路也發展至可接受重複充電使用之鋰電池，使電暖蛋供熱時間可延長至 2 小時，比一般鎳鎘電池或鹼性電池整整多了一個小時，更沒有舊式暖暖包的環保與扳折式暖暖包的復原等候問題，正式成為暖手及懷爐最佳代名詞。故其選購與使

用指南值得介紹，圖 1 顯示電暖蛋外觀樣式及機型。



a.一般電池 3 V 3 W b.可重複充電鋰電池 c.可重複充電鋰電池 d.可重複充電鋰電池



e.可重複充電鋰電池 f.一般電池 3V 5W g.備 usb 電源充電之插牆式整流器

圖 1 電暖蛋各機型(a~g^{[1][2][3][4][5][6][7]})

二、構造與運作原理]

1.內部結構

電暖蛋有些設計有高溫、中溫、低溫等控溫電路，但大部份都是電源 ON/OFF 功能，電熱發熱體有採用電熱絲、電熱膜、陶瓷等材料者，但以電熱膜居多，圖2~圖4顯示電暖蛋各種機型之內部結構。電暖蛋大部份採電池電源，電池可以是鎳鎘電池、鹼性電池、鋰電池等，其中鹼性電池及鋰電池者因可重複充電使用，故電暖蛋若採用鹼性電池及鋰電池，內部通常設計有充電電路，導致外殼上會留有充電孔；也有電暖蛋是不用電池供電的，這時往往可看到其外殼連接一條USB電源線，必需插在電腦USB孔或使用插牆式USB整流器插孔才能使用，這也代表消費者行動將受到限制。電暖蛋電壓規格都為直流DC 3 V ~ 4 V間，消

耗功率則在2 W ~ 10 W間。

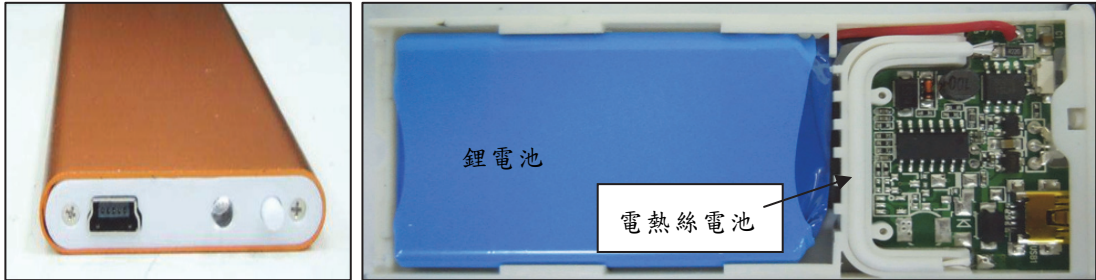


圖 2 採用鋰電池的懷爐；具充電電路；發熱體:電熱絲 (購自樣品拆解)

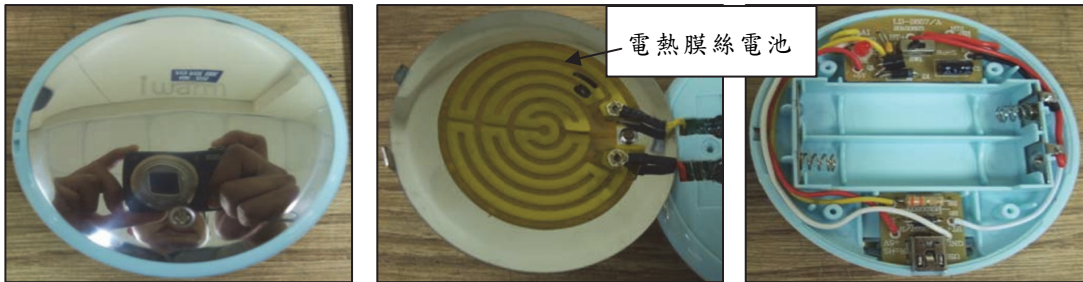


圖 3 採用鎳鎘電池及鹼性電池的電暖蛋；不具充電電路；發熱體:電熱膜(購自樣品拆解)

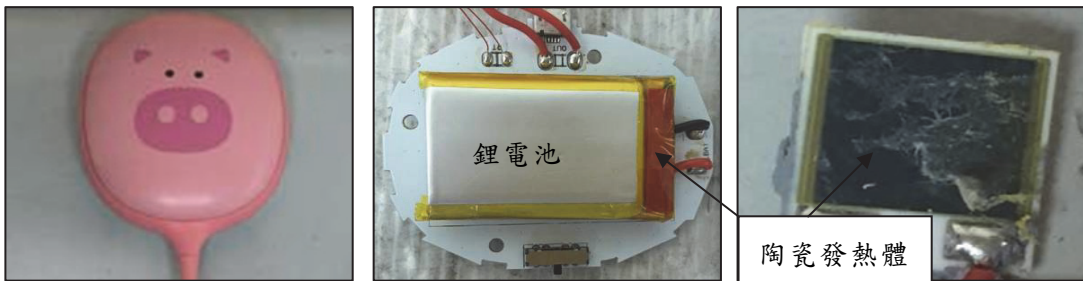


圖 4 採用鋰電池的電暖蛋；具充電電路；發熱體:陶瓷 MCH(購自樣品拆解)

2.發熱體動作原理

電暖蛋的發熱體可採用電熱絲、電熱膜、陶瓷等材料，這些材料攸關電暖蛋的發熱運作。人類最早用金屬絲如鎢絲作為通電加熱及發光材料，後來又發現銅、鉻、鎳等高溫難熔金屬作成的電阻絲，直到近代又發現陶瓷通電發熱材料及矽碳發熱體，如今已演變至輕薄可彎去曲的電熱膜，底下介紹較少見到的陶瓷與

電熱膜發熱體。

(1)電熱膜

電熱膜依功率分 220 W/m^2 及 400 W/m^2 等兩款規格，前者屬低溫電熱膜溫度可達 $70\text{ }^\circ\text{C}$ ，後者屬高溫電熱膜溫度可達 $100\text{ }^\circ\text{C}$ ，電暖蛋通常採用前款。電熱膜的材質是由可導電油墨、金屬載流條、聚酯薄膜、基板等組成(圖5a)，油墨材料有很多種如以聚四氟乙烯摻雜石末墨粉製成者，更不須依附於任何基材，其柔軟可折疊，本身導電又無需絕緣層。電熱膜發熱原理是在通電壓的兩條金屬載流條間產生電場，使其間的油墨碳分子劇烈摩擦撞擊產生熱能(布朗運動)，再以遠紅外輻射和對流形式對外傳遞，其電能與熱能的轉換率高達98%以上。而電熱膜加熱技術與其他導電發熱材料相比，更具有明顯優點如熱效率高、節能省電、壽命長、外型可選擇性強、適用範圍廣、加工工藝簡單、結構簡單、成本低、無明火等；電性安全也很可靠，包括下列：

- a.電熱膜的擊穿電壓為 1200 V 以上，故在 $110\text{ V}/220\text{ V}$ 的電壓下運行不會有擊穿的危險。
- b.電熱膜的洩漏電流中性線為小於 0.126 mA ；相線為小於 0.136 mA 。
- c.電熱膜具有阻燃性，不會導致電熱膜的自然。
- d.電熱膜應用於電暖蛋屬低溫輻射供暖系統，實際電暖蛋表面溫度約在 $40\text{ }^\circ\text{C}\sim 50\text{ }^\circ\text{C}$ 。

(2)陶瓷發熱體

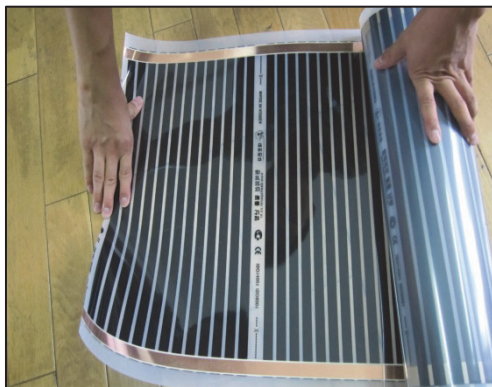
金屬陶瓷發熱體具有升溫快、耐高溫、高效節能、溫度均勻及熱補償速度快等優點(圖5b)，製程是將金屬鎢印刷在陶瓷坯體，再經 $1600\text{ }^\circ\text{C}$ 熱壓疊層使陶瓷與金屬燒結成發熱體，因陶瓷材質電阻具隨溫度上升而變大特性，故也稱正比溫度係數發熱體(Positive Temperature Coefficient，簡稱 PTC)。陶瓷材料(BaTiO_3 , SrTiO_3)是由鈦酸鋇與氧化鈦添加少量稀土元素高溫製成，為1952年Hayman等人於鈦酸鋇半導體製程中發現，其產生熱功率如式1所示，當溫度升高時，電阻也變大，所以熱功率開始下降；當熱功率下降，電阻因四周溫度降低也逐漸變小，此時熱功率又開始上升。溫度與電阻值關係由各廠商所採用 PTC 技術資料

內的 R-T 圖可查出，至於 PTC 為何無法無限上升溫度，是受限於其有一個最大電阻值限制，一般在 2 kΩ 以上。

$$P = \frac{V_s^2}{Z} \quad (\text{式 1})$$

電性安全也很可靠，包括下列：

- a. 體積小巧、重量輕薄，方便安裝；
- b. 結構强度高、功率密度高；
- c. 熱分佈均勻；
- d. 熱效率高、快速升溫；
- e. 環境耐受度高，具備耐熱性與耐潮濕特性；
- f. 穩定性強、可靠性高、高傳熱性；
- g. 電氣絕緣强度高、洩漏電流小、耐電壓能力強；



a. 電熱膜



b. 金屬陶瓷發熱片



圖 5 電暖蛋發熱體之應用材料(a~b^{[8][9]})

3. 標準規範相關

電暖蛋屬個人用之電保暖器具，其安全規範被規定於 CNS 3765 家電安全通則及 IEC 60335-2-17 個別標準，產品外殼發熱部位溫度都控制在人體皮膚可接受的 60 °C 以下，這是引用 IEC 60335-2-17 電熱毯、電熱墊、電熱衣及類似柔性可撓性等發熱體器具個別標準第 11.8 節電毯以外其它電熱墊器表面溫升不得大於 35 K(室

溫 $25\text{ }^{\circ}\text{C}+35\text{ K}=60\text{ }^{\circ}\text{C}$)規定，但電暖蛋並非為可撓性電器，本應不能引用IEC 60335-2-17個別標準，但若不引用，則電暖蛋只剩IEC 60335-2-81暖腳墊及加熱墊等個別標準可引用，但電暖蛋不是熱地墊也不適用，若只依CNS 3765家電安規通則列管，由於此份規範並未對家電金屬外殼明訂溫度限制，也將導致電暖蛋表面溫度無規範可管，恐引起消費者燙傷事故，本局基於保護消費者商品使用安全，才於102年4月電氣商品檢測技術一致性會議中決議以IEC 60335-2-17標準第11.8節個人保暖電器表面溫度限制值 $60\text{ }^{\circ}\text{C}$ ，作為電暖蛋發熱的限制值。另電暖蛋因體積小，廠商為吸引青少年買氣，常將其外觀設計成裝飾品或玩具造型，其實這並不符合CNS 3765第22.44節電器外觀不得有類似兒童玩具造型之規定，因家中幼兒很容易被吸引拿來當玩具把玩，難免發生危險事故；不過若僅在外觀上貼上玩偶圖案，則仍是符合本節規定的，總之存放地點以幼兒無法拿取處為宜。

三、選購技巧

使用交流電源或附有交流轉直流之電源轉接器使用或充電之電暖蛋屬標準檢驗局強制性應施檢驗商品範圍，其適用之檢驗標準為 CNS 3765、IEC 60335-2-17、CNS 13783-1，檢驗方式採「驗證登錄」或「型式認可逐批檢驗」雙軌並行制，無論國內產製或自國外進口前，須先取得本局認可之指定實驗室所出具之型式試驗報告，再向本局申請驗證登錄證書或型式認可證書，其中若採取「型式認可逐批檢驗」方式者，於取得型式認可證書後，尚需向本局報請檢驗，符合檢驗規定後，於商品本體上標貼「商品檢驗標識」(或)始得出廠陳列銷售。故消費者購買產品時應檢視本體上是否有安全標章，若有疑義可至標準檢驗局「商品檢驗業務申辦服務系統」網站(網址 http://civil.bsmi.gov.tw/bsmi_pqn/index.jsp)查詢真偽，或撥打標準檢驗局免付費服務電話：0800-007-123 詢問。

選購時應注意事項：

1. 檢視產品包裝是否標示產品規格(如電壓、功率或電流)、型號、廠商名稱、地址等，尤其本體上需貼有或印製「商品檢驗標識」。
2. 選購時要檢查是否附有產品使用說明書及保證書，讓消費者瞭解使用方法、保養維護方法、使用應注意事項及保固期限等。

四、使用及其他注意事項

詳細閱讀產品使用說明書，遵照說明書內容使用，尤其所列警告、注意事項（如：接地及使用後之清洗作業等），另下列事項也需留意：

1. 一般通用狀況下，應須注意下列

- (1) 安裝電池時，注意依電池極性標示位置置放。
- (2) 充電時，勿用濕手接觸充電器或產品機身。
- (3) 充電時，若與其他電器共用電源插座，應確保電路承載量，避免超載。
- (4) 充電時，應使用廠商所附贈之充電器充電，勿隨意以其他充電器代替如手機充電器，且充電過程暫停使用產品
- (5) 應將產品放於小孩及寵物接觸不到的地方。
- (6) 勿讓兒童將產品及配件當玩具玩，以免發生危險
- (7) 孩童、行動遲緩及具身心功能障礙者，建議有人在旁指導及負責安全下使用，使用時需特別留意避免燙傷意外。
- (8) 若產品有故障現象發生，應立即停止使用並送至廠商指定之維修站維修，切勿自行更換零件或拆解修理，並應注意定期保養，以確保使用安全。
- (9) 勿在潮濕的地方使用，如浴室內...等。
- (10) 產品嚴禁浸水或其他溶液。
- (11) 產品勿近火源處使用。
- (11) 儘量不要直接接觸皮膚使用，應隔著衣物或放置於產品所附之布袋中使用。
- (12) 勿直接接觸傷口使用。
- (13) 勿在睡覺時或意識不清狀況下使用，以免引起燙傷。
- (14) 勿長時間使用產品接觸身體同一個地方，以免引起身體燙傷。
- (15) 因個人體質差異，對熱接受程度有所不同，故使用中應每隔30分檢查皮膚狀況，如感覺身體不適，或皮膚有異常症狀，應立即停止使用。
- (16) 皮膚敏感、幼兒、糖尿病患者或患有慢性疾病且末梢神經皮膚熱感覺遲緩者，可能發生燙傷，使用時應多留意。

- (17)電暖蛋溫度不高，但是如果貼附在身體同一個部位過久，熱能累積仍會造成低溫燙傷，例如有人怕頸部吹風受寒，用圍巾把電暖蛋固定在脖子上，一圍就是一兩個小時，等到感覺刺痛不對勁，才發覺皮膚已經燙傷起水泡。
- (18)不使用產品時，應將電源關閉。
- (19)冬天禦寒，將產品置於口袋中，頂掛於胸前或手持皆可；局部熱敷時，將產品置於欲熱敷的地方即可。
- (20)取出電池前應先關閉電源。
- (21)產品連續使用時間，會因使用電池廠牌及種類而不同，也會因周遭溫度差異而有所不同。
- (22)當電池容量不足時，便無法將產品加熱至適當溫度。
- (23)更換後的廢電池勿任意丟棄，避免破壞四周環境，應置資源回收筒處。
- (24)對可使用鋰電池及可控溫的電暖蛋產品而言，由於充電電路設計及溫控切換問題，可能存在一些電磁干擾問題，對裝有心律調節器的人，應使電暖蛋離胸口保持適當距離或者僅用於暖手較為恰當。

2.使用鎳鎘電池或鹼性電池者，另須注意下列

- (1)長時間不使用產品時，應將電池拿出收藏。
- (2)產品大都使用3號電池，也可以使用長效鹼性電池，再向店員作最後確認。
- (3)發現電池已漏液或膨脹現象，應馬上停止使用並更換電池。
- (4)如電池已漏液，皮膚不小心接觸到溶液，應立刻用水清洗；如不慎碰到眼睛，立刻用水沖洗，並尋求專業醫療人員治療。
- (5)勿鹼性電池、鎳鎘電池、不同等級電池、不同廠牌電池等混用。
- (6)有些產品可使用可重複充電之3號鹼性電池，也可使用無法充電之3號鎳鎘電池，此時本體會留有直流充電孔，若使用者安裝不可充電之鎳鎘電池，則勿對直流充電孔充電。
- (7)使用3號可重複充電鹼性電池者，應使用產品隨附的變壓器或充電器進行充電，充電完畢後，應立即將變壓器或充電器插頭拔離電源，避免電池過度充電。

3.使用可重複充電之鋰電池者，另須注意下列

- (1) 鋰電池一般可重複充電 500 次。
- (2) 初次使用，務必充飽電池再使用。
- (3) 鋰電池可以電腦 USB 插孔電源或插牆式整流器 USB 插孔作為充電電源，充電時注意下列事項：
 - a. 不可使用非充電之其它種類電池替換原先的鋰電池。
 - b. 產品報廢前，應先以螺絲掀開外殼及覆蓋鋰電池的保護蓋，取出電池回收，再丟棄產品本體。
 - c. 鋰電池充電器若有損壞，必須由製造商或其服務處或具有類似資格之人員更換，以避免危險。
- (4) 如須更換鋰電池，應送回原經銷商，使用者勿自行替換。

五、清潔保養注意事項

1. 清潔保養時，應確實依照使用說明及注意事項，先將乾電池取出或將充電器插頭拔離電源，於清潔時防止水滲入電暖蛋內部。
2. 清潔保養時，勿連接電源線，並將電源關閉，用乾布擦拭，勿放入水中或用濕。

參考文獻

1. 一般電池 3 V 3 W，106/4/4 檢索，博客來網，取自 <http://www.books.com.tw/products/N000293076>。
2. 可重複充電鋰電池，106/4/4 檢索，新浪購物網，取自 <https://buy.sina.com.tw/gohappy/product/5762956.html>。
3. 可重複充電鋰電池，106/4/4 檢索，艾瑪網，取自 <http://amarylliss.tw/blog/>。
4. 可重複充電鋰電池，106/4/4 檢索，momo 購物網，取自 <https://www.momoshop.com.tw>。
5. 可重複充電鋰電池，106/4/4 檢索，非比價格網，取自 <https://feebee.com.tw/s/>。

6. 一般電池 3V 5W，106/4/4 檢索，findprice 網，取自
<https://www.findprice.com.tw>。
7. 備 usb 電源充電之插牆式整流器，106/4/4 檢索，痞客邦網，取自
<http://allenls.pixnet.net/blog/post/24162613>。
8. 電熱膜，106/4/4 檢索，百杜網，取自 <https://imgsa.baidu.com/baike/crop>。
9. 金屬陶瓷發熱片，106/4/4檢索，痞客邦網，取自
<http://vernintw.pixnet.net/blog/post/>。