

建構家電教材的途徑－以電暖爐為例

Approach for Constructing Teaching Materials of Home Electric Appliances – Taking Electric Oven for Example

林錫昭

Hsi-Chao Lin

摘要

家庭電器由於變動頻繁，教材較難蒐集與編製，學界肯花心力編撰的人很少。另外產業界雖然不斷推出新式電器，但其電路設計、主要機組與控制元件係屬商業機密，學術界無法獲取完整的資訊，也因此坊間家電書籍均老舊或不完整，影響技術教學甚鉅。為了及時引進新穎電器以饗學習者，乃必須掌握破解電器黑箱的要領並瞭解難題諮詢途徑與教材建構方法，才能製作生動活潑的教材與教具，使學習者在短時間內即能習會新式電器之正確使用方法，明白機體動作與電器設計原理，從而熟練故障排除要領。由於電暖爐為進口商品，國內欠缺相關資料。本文援引為例，藉以說明建構新式家電教材的要領，作為技職界人士建構科技教學資源之參考。

關鍵詞：教材建構、新式家電、難題諮詢、故障排除、電暖爐

ABSTRACT

Because of rapid changes in home electric appliances, constructing such teaching materials are relatively difficult in academy. Furthermore, companies of home electric appliances have launched new appliances without introducing their designs of electric circuit, main units or control elements, which are commercial secrets. And thus, the academy could neither obtain complete information, nor get updated textbooks for technical teaching. In order to introduce new appliances promptly, it is crucial to understand the approach for problem consultation and teaching materials construction. In this way, vivid teaching materials and methods are being constructed for learners to get to use new appliances properly, understand principle of electrical design and troubleshooting in a short time. Because electric ovens are imported and thus lack of relevant information, it is cited here as an example to illustrate the essentials for constructing teaching materials of new home electric appliances and as well as references for teaching resources in the vocational sector.

Keywords: teaching materials construction, new home electric appliances, problem consultation, troubleshooting, electric oven

一、前言

坊間家庭電器方面的書籍已和產業界及現實生活的使用上脫節太大，主因當然和科技變動太快，教師編寫意願不高有關。而現有之家電書籍，也存在以下之缺失：(1)多數電器已被淘汰，

不再使用；(2)結構圖不清晰；(3)主要控制元件介紹不詳；(4)缺乏完整之電路圖；(5)沒有說明正確之操作方法；(6)常見故障現象與維修方法之陳述不清，且無實體圖示助解；(7)資料東拼西湊沒有整理；(8)文筆不流暢，字體大小控制不當；(9)對機體動作原理與電路分析模

糊；(10) 缺乏集體創作的精神與作為[1-3]。為了改善上述缺失，願將近年來研編家電教材之心得與訣竅，在本文中以電暖爐為實例做有系統之介紹。

二、建構新式家電教材之途徑與要領

建構新式家電教材之流程如附錄一所示。其要領如下所述：

1. 蒐集國內外相關文獻之報導有助瞭解新電器結構與維修方法。譬如從國外動手做的書籍或本國消費版之報紙新聞中，偶而可翻閱到葉片式電暖爐等新式電器之介紹，從中獲得些許資訊。而中英文說明書也是編訂教材必須參考的資料。
2. 拆除新式電器，追蹤電路並分析系統運作原理。
3. 採觀測解剖法分析主控元件之結構與動作原理。像是陶瓷發熱體的結構與特性，則可經由拆解觀測與查閱相關資料加以認識[4-5]。
4. 赴總經銷處或電器服務站訪問技術部人員，釐清電器各部元件之名稱，並瞭解常見故障現象與檢修要領。
5. 研究正確之拆除與組合程序，請學員充當技術模特兒，利用數位相機、單眼相機或攝影機拍攝電器檢修規範流程圖。
6. 拍攝電器外觀、面板、元件及內部構圖，利用 AutoCAD 繪製細部圖形，並加註文字說明。
7. 運用 Protel 繪製線路圖，主要元件上亦須詳加註解。
8. 彩色圖片經數位相機傳送或掃描器進入電腦檔案。
9. 敦請專家學者與技術人員會商疑難後再著手編訂家電教材。
10. 教材依序編寫完成，並以電腦打字排版校對

完成後再請一般學習者與專家過目後，再根據其意見修正後定稿。

11. 用 CD 燒錄器製作成光碟片，發給學習者當作研習家電之教材。
12. 新式家電檢修規範集結完成後即可立即上網服務社會。

三、電暖爐編訂實例

本研究所提之電暖爐教材係依據前述建構要領，再以拆解、觀察、追蹤、測量的方式，並徵詢專家學者之意見，依單元名稱、研習目標、使用方法與注意事項、相關知識、電器特性與規格、可能之故障現象與檢修方法、實驗步驟、學後測驗、問題討論等十個細目編撰。本研究採用之電暖爐為 11 葉片式，如圖 1 所示。



圖 1 北方葉片式電暖爐

電暖爐

1、單元名稱

電暖爐之認識與檢修。

2、研習目標

- (一) 瞭解電暖爐之動作原理與操作方法。
- (二) 明白功率變換及恆溫器控溫原理。
- (三) 認識充油及陶瓷發熱體之特質。
- (四) 熟悉各種元件之裝配位置與拆解方式。
- (五) 會分析電路圖並瞭解元件結構。
- (六) 瞭解可能之故障現象與檢修方法。

3、使用方法與注意事項

(一) 電暖爐及各部位名稱

電暖爐外型與其各部位名稱如圖 2-1 所示 [6]。

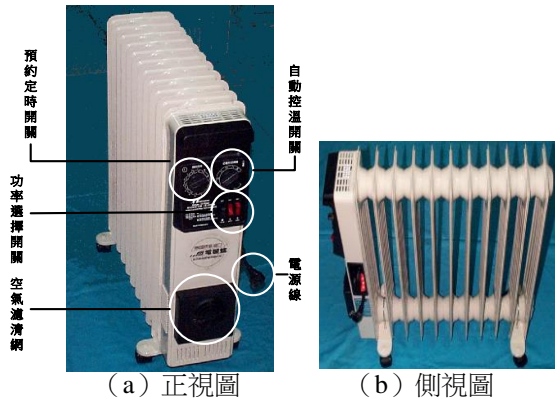


圖 2-1 電暖爐

(二) 使用方法

市面上之電暖爐，若依其輻射葉片數而言，可分 7、8、9、10、11、12、15 (AC 220V) 片等多種[7]。如就其熱量散逸方式而論，則其係為單純以浸油發熱體傳導熱量為主的散熱葉片搭配風扇及陶瓷發熱體，以便將熱量散發於室內空氣中。各型電暖爐均具備功率選擇開關及自動控溫開關。部份電暖爐亦兼具預約定時開關及空氣濾清網。其安裝及操作步驟如下所述：

(1) 輪子安裝方法(如圖 2-2，2-3 所示)



圖 2-2 用 U 型固定栓貫穿輪架



圖 2-3 鎖緊固定螺帽

- 將機體倒置，鬆開輪架中間之螺絲。
- 輪架置放在機體葉片前方及後方各一、二格處。
- 用 U 型固定栓貫穿輪架，鎖緊螺帽。
- 測試四輪是否可以順利滑動。

(2) 衣架安裝與衣物置掛方法(如圖 2-4 所示)



圖 2-4 安裝衣架

- 將兩支衣架桿分別插入衣架固定端孔中。
- 固定架必須插於機體前後端之葉片上，並壓下套牢。
- 電源線抽出後，必須接於家用 110V 之專用插座上。注意同一電源迴路插座上，不得使用兩項以上電器產品，或是該插座不得有其他高功率電器同時啟用，以免發生危險。
- 依個人需要旋轉預約定時開關，其使用方法如下所述（請參閱圖 2-5 所示之控制開關）：

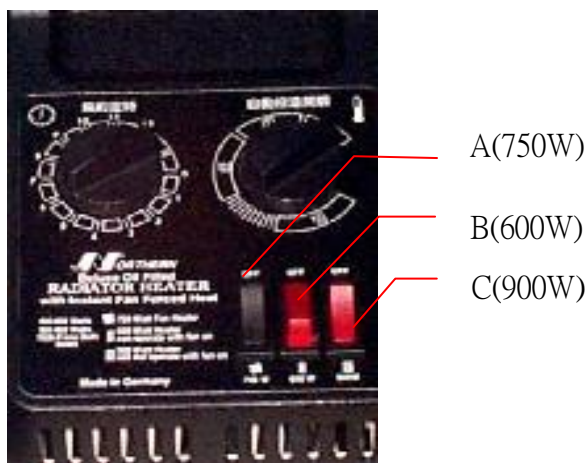


圖 2-5 電暖爐之控制開關

a.電暖爐之定時開關與一般定時器不同，其係屬預約定時器，用來預約 1~12 小時後開啟機器，使其運轉。

b.預約定時開關鈕上每一刻度為 1 小時，最多可預約 12 小時後開機。

c.預約定時開機使用實例說明[8]：

例如晚上 11 點就寢時，為防止深夜溫度劇降，和清晨溫差過大，因此可預約於凌晨 3 點開機。而晚上 11 點到翌日凌晨 3 點共經 4 小時，所以預約定時開關必須轉至「4」的位置，並開啟功率選擇開關 B 或 C，或兩者一起開。屆時電暖爐將開機運轉，讓使用者享受一個溫暖的冬夜與清晨時刻。

d.正常連續使用時，請將定時開關用力往回轉至「開」的位置，須聽到「卡嗒」聲時，方可確定是在開的位置。

(5)電暖爐溫度調節方法如下所述：

請參考室內溫度、面積及個人需求等因素，調整電暖爐之溫度控制開關。

a.自動控溫開關調節方法：

(i)將預約開關設定妥妥。

(ii)剛開機時，須將控溫開關鈕轉至「中」或「高」的溫度區。

b.功率選擇開關選用方法：

(i)按入 B(600W)或 C(900W)的開關，亦可同時鍵

入，以便快速獲得所需溫度。B、C 為正常之暖氣供應開關，依空氣對流原理擴散熱量，溫度變化較慢。

(ii)為了提升室內溫度，可同時開啟 A(750W)急速暖風系統，直到溫度達到需求範圍時，再關閉此系統，留下主熱源之暖氣供應系統。A、B、C 同時開啟時，C 熱源自動關閉。C 與 A 無法同時運作。

(iii)室溫達理想值時，可將自動控溫開關調到「中」或「低」的適切位置，此後即可由自動控溫系統調節室溫。

(6)急速暖風系統使用說明：

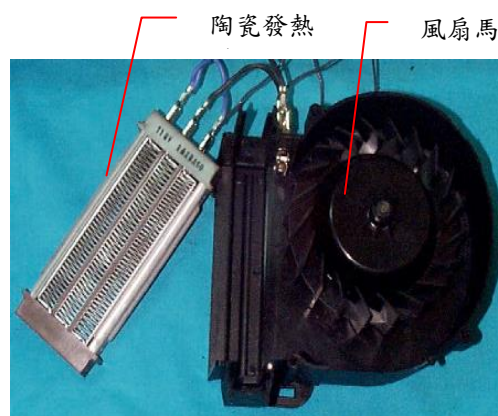


圖 2-6 陶瓷發熱體與風扇馬達



圖 2-7 空氣濾清網拆卸方式

(i)電暖爐配備渦輪風扇及 750W PTC 陶瓷暖風系統，如圖 2-6 所示。其可幫助剛開機時迅速提升室溫。然其僅為輔助系統，於電暖爐啟用一小時後，宜視室溫變化情形予以關閉。此暖風系統附加空氣濾清網，如圖 2-7 所示，可避免灰塵進入主機體內，並可保持室內空氣之清

靜，但須定時清潔其上之雜質。

(三) 注意事項

- (1) 葉片式電暖爐必須保持在直立的狀態下使用。
- (2) 使用時宜遠離可燃性液體和氣體。
- (3) 電源線切離後，須等到機體冷卻時才可使用柔軟布料清拭，最好不要利用溶劑擦拭，亦不可將其浸泡於水中清洗。
- (4) 儘量不要在與水有接觸的環境下使用，如絕不可在浴室中使用電暖爐。
- (5) 不要將任何物品覆蓋在機體氣孔上以免影響散熱效率或故障。
- (6) 使用中宜遠離窗簾、傢俱和其他易燃物，更必須保持周圍空氣的流通。
- (7) 電暖爐熱量尚未消退前，絕不可將導線放在機身上。
- (8) 電暖爐不用時必須將電源線切離插座。
- (9) 長期不用時，須放置在乾燥通風的地方。
- (10) 若有故障，不得隨便拆卸。當然小問題可以自行處理；大故障則必須委由服務人員代修。

(四) 相關知識

1. 概說

葉片式電暖爐係為浸油式電暖器 (oil-filled radiator)，亦稱為扇葉油溫電熱器 (radiator heater)，簡稱為電暖爐[9]。

電暖爐的暖房原理是利用電能將浸泡於電熱油中的發熱體加熱，使管路系統內的液態油溫度升高，而後將熱量傳導於管路外的散熱金屬葉片，以便增加其溫度擴散面積。電暖爐周圍的空氣被加熱後，利用冷熱空氣對流的原理，使熱量均勻擴散到室內。因為它是「密閉液體回流管路」散熱系統，絕不會消耗室內氧氣。是一種極為自然健康的室內加溫方式，同時葉片表面經特殊處理，即使不小心摸到也不致受傷，安全性毋庸置疑。由於利用自然的空氣對流原理擴散熱量，因

此剛開始啟動時，室內溫度提升速度較為緩慢，然而電暖爐中具有一種特殊裝置，及渦流風扇 PTC 陶瓷暖風系統，可幫助運轉初期的室內溫度加速提升。

2. 浸油式發熱體

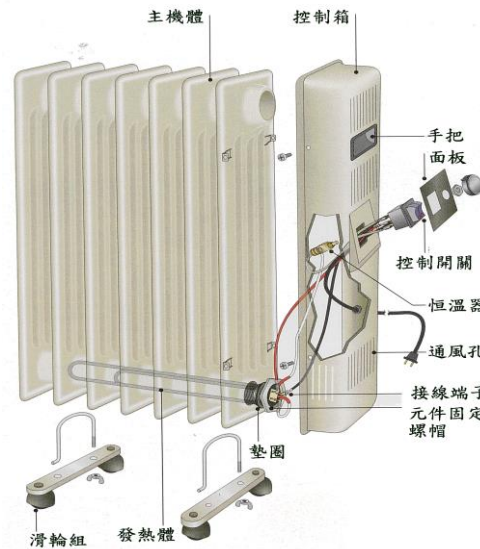


圖 2-8 浸油式發熱體之結構

如圖 2-8 所示，拆開主機板的外殼後，吾人可發現在腳座上方處，有一使用六角螺帽鎖住的環管，上面有三個接線端子，內部有貫穿葉片，浸在液態油中的電熱管。如圖 2-9、2-10、2-11 所示，用尖嘴鉗拔下棕藍黑三條接線後，再如圖 2-12 所示使用三用表量得黑藍間發熱體的電阻值為 13.4Ω ；棕藍間的電阻值為 20.1Ω 。若加入 110V 的交流電源後，其所產生的功率分別為 900W 與 605W 左右。葉片所產生的輻射熱源端賴這兩只發熱體。

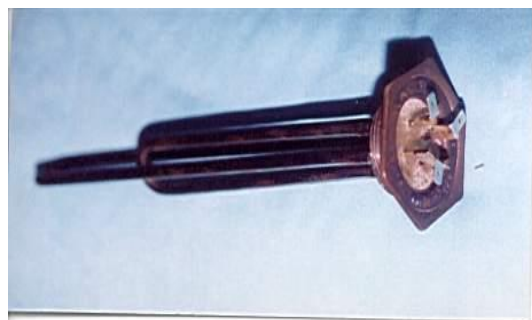


圖 2-9 浸油發熱體(電熱管)

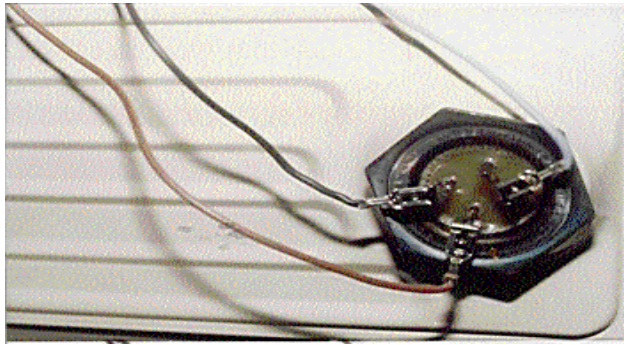


圖 2-10 浸油發熱體之固定螺帽

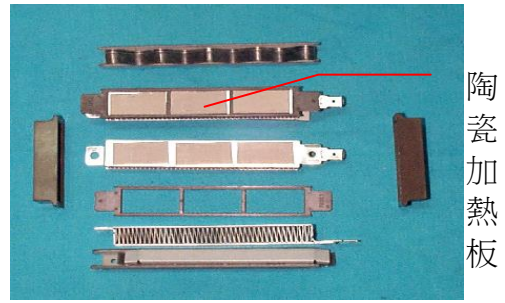


圖 2-14 陶瓷發熱體



圖 2-11 拔開棕藍黑三條接線

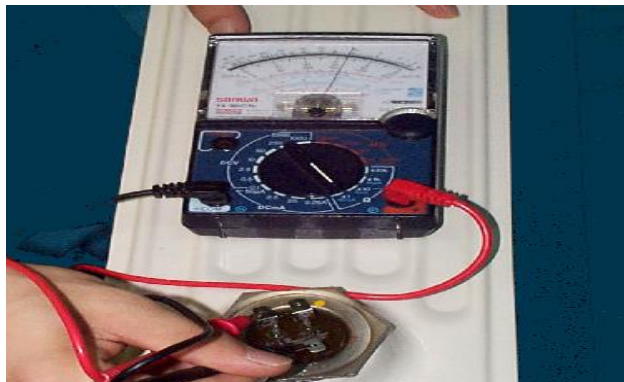


圖 2-12 量測發熱體電阻

3. 陶瓷發熱體與風扇馬達

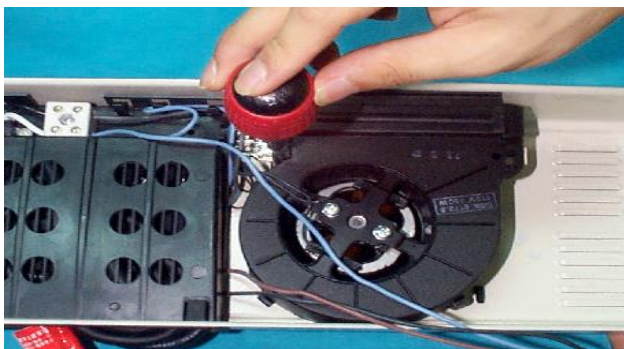


圖 2-13 卸下風扇馬達固定螺絲

如圖 2-13，2-14 所示，用一字螺絲起子輕扣風扇馬達的三個固定楔子後即可取下風扇馬達與陶瓷發熱體。發熱體的電阻值分別為 149Ω 與 146Ω ；而風扇馬達定子線圈的電阻為 118.4Ω 。陶瓷發熱體所產生的熱量，可使吸入的空氣溫度升高，並經由風扇吹散於室內。在 $110V$ 電源輸入時，其總發熱功率約為 $164W$ 左右。

風扇馬達係屬蔽極式電動機，如圖 2-15 所示，其定子為兩繞組，內部紮有蔽極導線，轉動體為鼠籠式轉子，如圖 2-16 所示。交流電源進入定子線圈所產生的移動磁場會使轉子產生感應電流，並形成磁場，兩磁力線相互作用的結果，可以使轉子轉動並帶動其上之風扇旋轉起來 [10-11]。

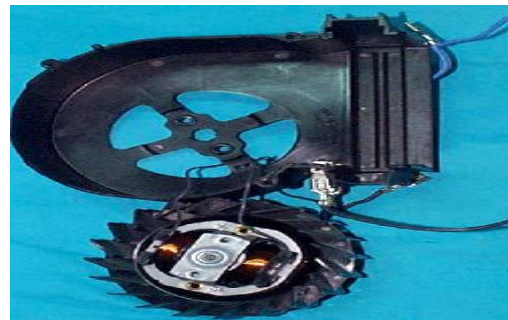


圖 2-15 風扇馬達

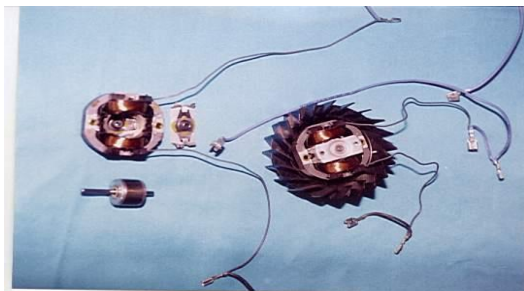


圖 2-16 風扇馬達分解圖

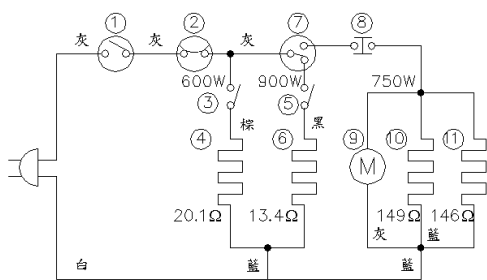
(五)電器特性與規格

電暖爐為高功率電器，它必須具有過熱自動斷電裝置；也應配備意外翻倒時之斷電開關。其全功率運轉時電流高達 15A 左右。使用時若發生電源保險絲或斷路器熔毀跳脫時，應檢查同一迴路是否有其他高功率電器也同時啟用中，若有此種情形應將其妥適分配於不同的迴路使用，絕不可以取用規格較大的熔絲或斷路器替換，以免發生線路走火，釀造悲劇事件。由於使用中的電暖爐，不若一般石英管電暖氣會消耗氧氣，只要妥適運用，安全無虞。其一般規格性能，如表 2-1 所示

表 2-1 葉片式電暖爐規格

規格 廠牌型式	電壓	葉片數	功率	頻率	定時器	恆溫器
大同 RAT-8	110V	8	600/900/ 1500W	60Hz	×	○
北方 AZS-1511P	110V	11	600/750/ 1500W	60Hz	○	○
北方 AZS-3015P	220V	15	1200/1500/3000W	60Hz	○	○

(六)電暖爐電路分析



- ①定時器
- ②恆溫器
- ③600W 功率選擇開關
- ④600W 發熱體
- ⑤900W 功率選擇開關
- ⑥900W 發熱體
- ⑦風扇開關
- ⑧過熱斷電開關
- ⑨風扇馬達
- ⑩149Ω 陶瓷發熱體
- ⑪146Ω 陶瓷發熱體

圖 2-17 電暖爐電路

電暖爐之配線情形，如圖 2-17 所示。如欲產生 600W 的電功率，只要將 600W 的選擇開關按下，定時與恆溫器轉在需求的位置即可。若想讓電暖爐產生 1500W 的功率，則必須逐次按入 600W 與 900W 按鍵開關。另如想使風扇送出熱風並期望使暖爐產生 750W 的總功率，則必須按下 600W 與 750W 的按鍵開關。從電路上可看出即使將 600W、900W、750W 的選擇開關全部按在 ON 的位置，其所產生的總功率依然只有 750W。因為只要 750W 的按鍵投在 ON 的位置，900W 的發熱體隨即切斷，不會產生熱量。亦即當風扇轉動時，900W 的發熱體不會運作。

(七)可能之故障現象與檢修方法

電暖爐可能產生故障之原因與檢修方法，如表 2-2 所示。

表 2-2 故障原因與檢修方法

故障原因	檢修方法
電源插座沒電	用 VOM 表測試查修
電源線有瑕疵	同上
加熱元件損壞或不良	檢修或換新
開關不良	同上
恆溫器不良	用 VOM 測試導通情形後，若屬銀接點接觸不良，可用刀片或砂紙去除碳化物，用接點清潔劑噴洗接點。必要時應更換恆溫器。
導線燒壞	拆卸控制室外殼，檢視導線或接點受損痕跡，並更換可疑線路。
溫度太高，溫控元件暫時切斷。	待機體冷卻後再啟用更換不良熱控元件。

顛覆開關使電路切斷	電暖器具必須在水平狀態下使用。若有傾斜或撞倒時，顛覆開關將切斷電路，必須扶正後才能重新啟動運轉開關。
葉片鬆掉或卡住	檢查有無碎裂物堵住葉片，或用手轉動葉片看其是否有被雜質卡住。若是風扇轉軸鬆掉，應旋緊螺絲，無法修復時亦應更換。
馬達轉軸僵住	用溶劑潤滑轉軸。用WD-40 號的機油噴射液潤滑軸承
馬達故障	用 VOM 測試馬達線圈有無斷路，必要時亦應換新。
墊圈或油箱損壞	檢查墊圈是否變形或破裂，亦應檢視螺帽表面。舊墊圈上的殘餘物宜刮除後，再換新。宜由專業人員更換漏油箱。
空氣流通路徑堵塞	用吸塵器將空氣吸入端的灰塵、雜物處理掉。清拭空氣濾網，電暖器所擺設位置必須遠離窗簾、傢俱等會堵塞空氣流動的物體。
葉片較髒	用乾淨抹布將散熱金屬葉片上之灰塵、油漬擦拭掉。
加熱元件不良	將損壞或故障的加熱元件更換掉。
馬達不良	馬達轉動太慢將使發熱體過熱導致溫控元件切斷電路。宜將馬達修復換新。
恆溫器開關不良	修復或換新。
門窗未關上	關閉門窗，不用擔心室內會有缺氧之情形。

(1)卸下主機體蓋板之方法

取下主機體蓋板之順序如圖 2-18，2-19，

2-20，3-21 所示。



圖 2-18 將電暖爐翻轉放置



圖 2-19 將固定螺絲旋出



圖 2-20 取下主機體蓋板

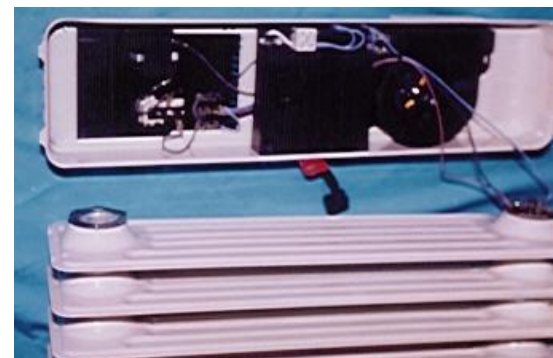


圖 2-21 分離後之主機體控制室

(2)更換恆溫器與定時器之方法

更換恆溫器與定時器之順序如圖 2-22，
2-23，2-24，2-25，2-26，2-27 所示。

圖 2-25 取下定時器

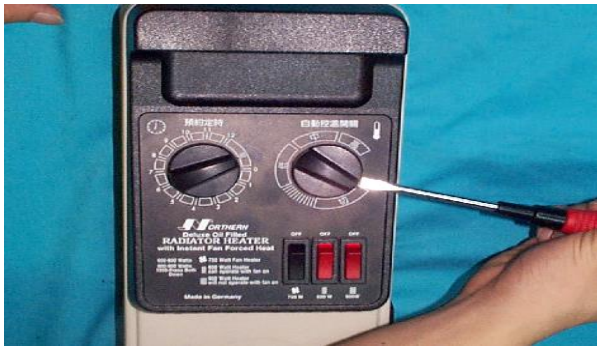


圖 2-22 將旋鈕撬開

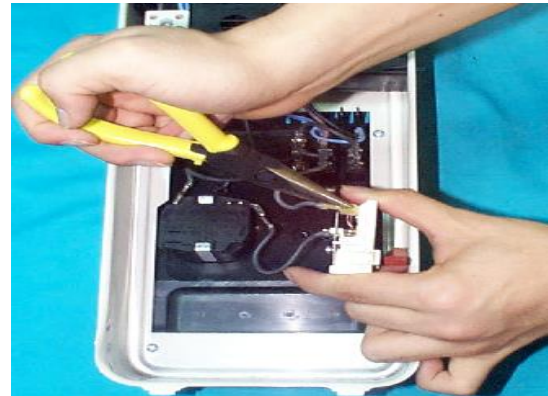


圖 2-26 拆卸恆溫器



圖 2-23 將固定螺絲旋出

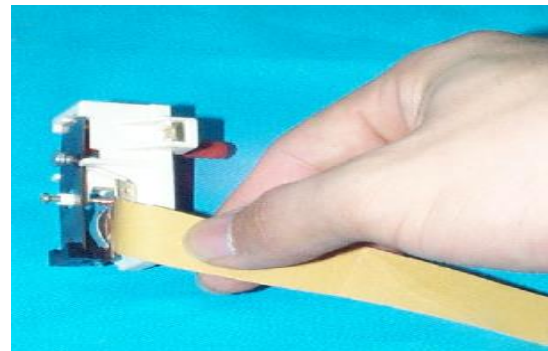


圖 2-27 用砂紙磨除銀接點積碳



圖 2-24 用尖嘴鉗拔開接線

(3)拆換按鈕開關之方法

拆換按鈕開關之方法如圖 2-28，2-29，2-30，
2-31 所示。

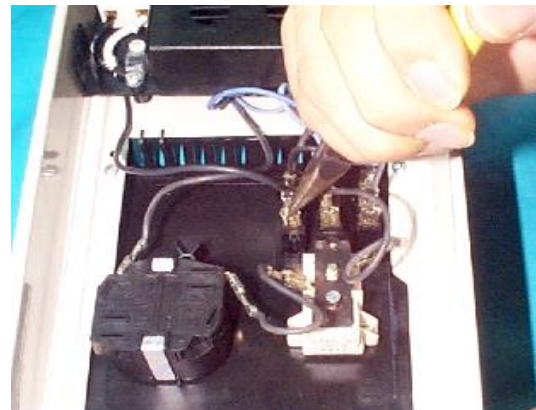
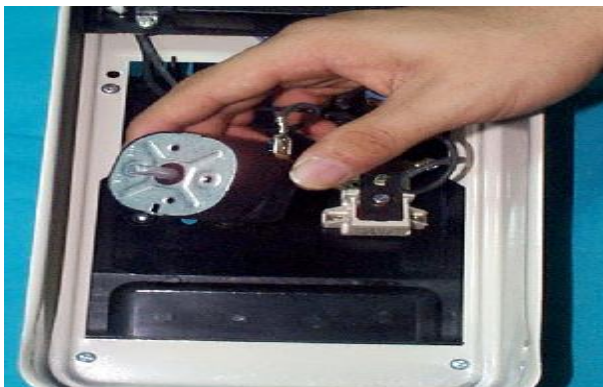


圖 2-28 用尖嘴鉗將接線拆除

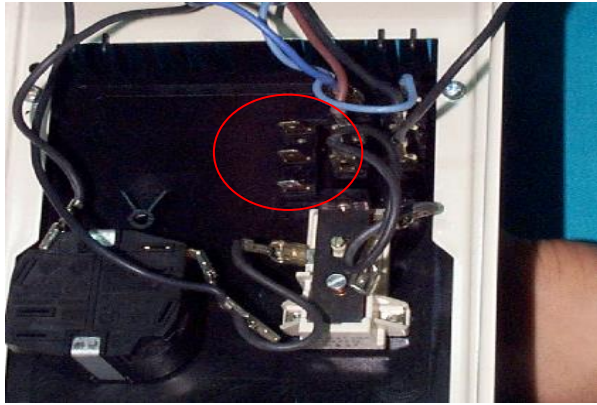


圖 2-29 推出開關

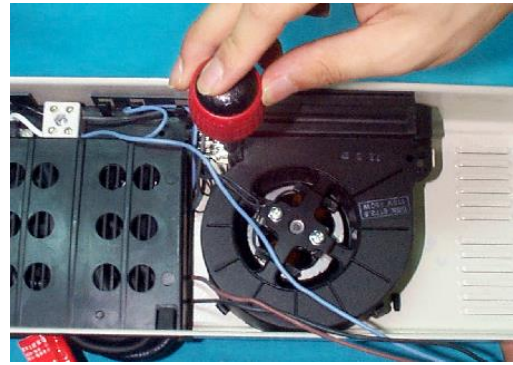


圖 2-32 壓下濾網固定卡榫



圖 2-30 更換新開關



圖 2-33 取下濾網蓋



圖 2-31 將開關復原



圖 2-34 拆卸馬達固定螺絲

(4)置換馬達之方法

置換馬達之順序與方法如圖 2-32，2-33，2-34，2-35，2-36，2-37，2-38 所示。

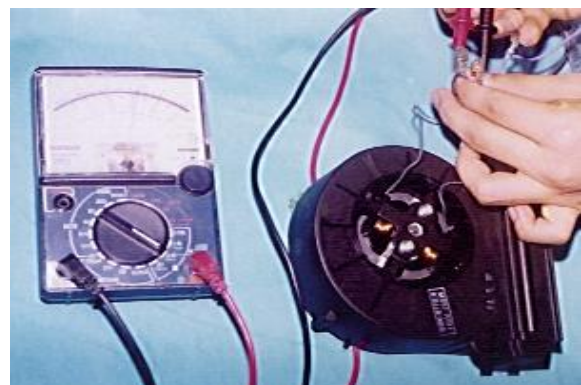


圖 2-35 測量馬達線圈有無斷路

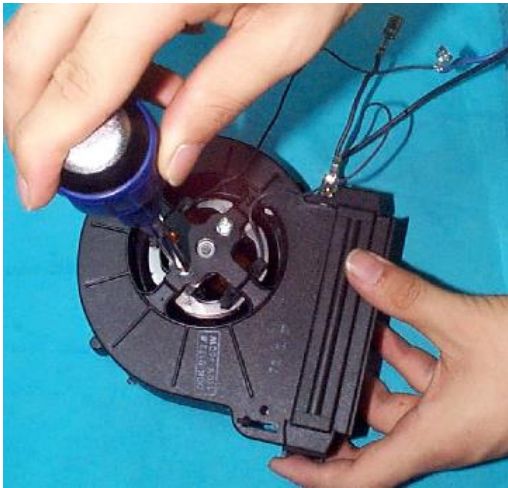


圖 2-36 卸下固定保護殼螺絲

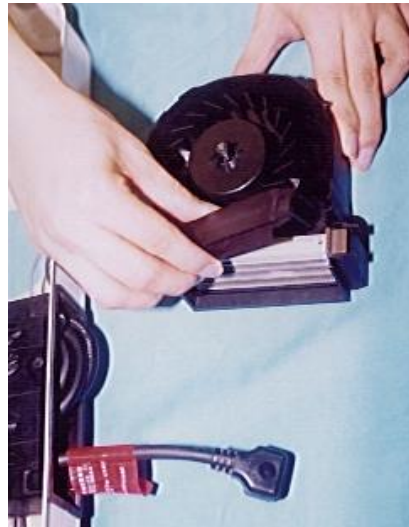


圖 2-39 取下發熱體固定蓋

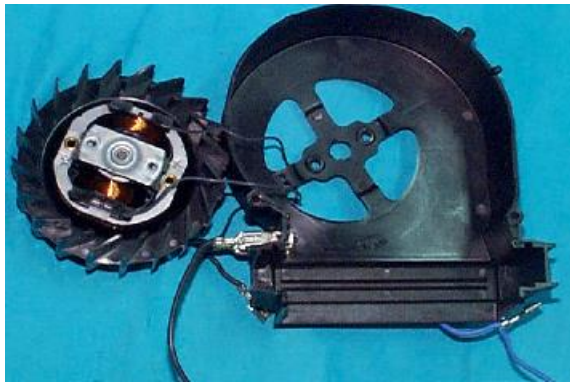


圖 2-37 更換風扇馬達

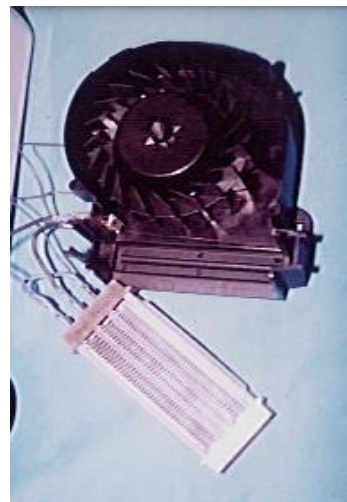


圖 2-40 取出陶瓷發熱體

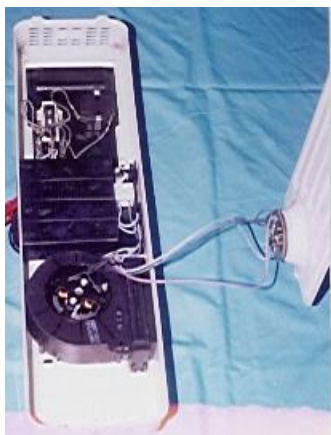


圖 2-38 將馬達復原

(5)更換發熱體

更換發熱體順序如圖 2-39，2-40，2-41，2-42 所示。

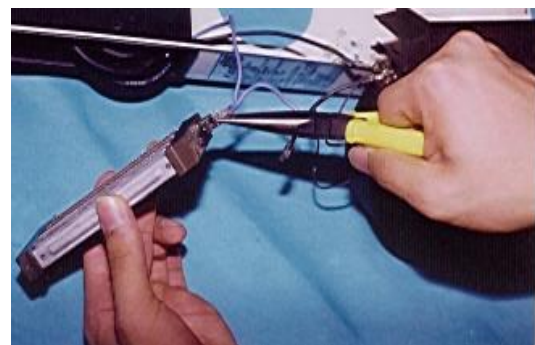


圖 2-41 卸下陶瓷發熱體接線

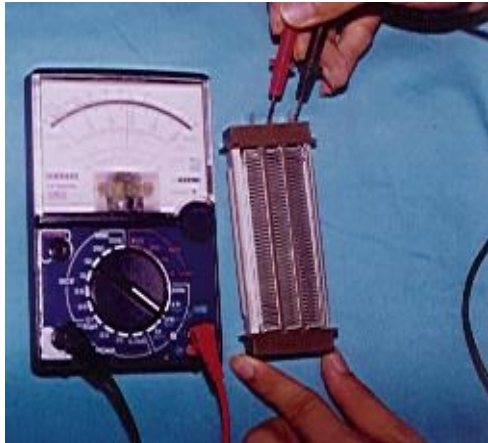


圖 2-42 量測發熱體有無斷路

(八)實驗步驟

(1)用鉤式瓦特表分別測量在 600W、750W、1500W 狀態下運轉的電暖爐，並記錄電壓、電流、功率，同時算出功率因數。

(2)待電暖爐冷卻後，卸下控制室的機殼，用尖嘴鉗拔掉浸油發熱體螺帽上棕黑藍三條接線，並用 VOM 表量其電阻分別為，黑藍間 13.4Ω 棕藍間 20.1Ω 。

(3)將固定風扇馬達用的三只楔子壓下，並取出同步馬達及陶瓷發熱體，用 VOM 表量得馬達線圈的電阻為 118.4Ω ，陶瓷發熱體的電阻分別為 149Ω 與 146Ω 。

(4)觀察恆溫器的構造，並瞭解定時開關之型式。

(5)追蹤並分析電暖爐之電路。

(6)研判可能之故障現象與檢修方法。

(九)學後測驗

(1)1.本實驗中電暖爐所使用的風扇馬達係屬何種類型之電動機(1)蔽極式 (2)分相電容起動式 (3)串激式 (4)同步馬達。

(2)2.恆溫開關的功能在(1)改變電暖爐之發熱功率 (2)調節固定功率下的溫度 (3)變動發熱功率與溫度 (4)設定使用時間。

(4)3.漏油的可能原因為(1)發熱體溫度太高 (2)墊

圈破損 (3)恆溫器失靈 (4)螺帽未栓緊。

(4)4.電暖爐熱量散發方式為(1)傳導 (2)輻射 (3)輻射和傳導 (4)對流與傳導。

(4)5.750W 的功率來自(1)陶瓷發熱體 (2)600W 發熱體 (3)900W 發熱體 (4)600W 與陶瓷兩發熱體。

(十)問題討論

(1)電暖爐與一般電暖器有何不同？

(2)發熱體不熱時之可能原因與檢修方法為何？

(3)風扇不轉之原因與檢修要領何在？

(4)漏油之可能原因與修復方法為何？

(5)熱量散逸不良時，應如何處理？

四、結論與展望

家庭電器日新月異，琳瑯滿目。但其設計依其類別與特性均有共通之處，只要將數個主控元件徹底加以剖析，即可破解個中奧秘。這些寶貴之資料如能參酌相關文獻，費心拍照繪圖，並詳加解說，其對研發新式電器的助益甚大。檢修程序細節製作成規範後，對有興趣從事 DIY 的人員也有一套標準的作業法則可以遵循，亦將有利環境保護工作。

當然新式電器不斷推出，想憑一己之力完成各種電器之教材研編作業，並非易事。如能結合行業界人士及美工人員共同合編教材，這是最理想不過的事。

本文所提教材研編要領係作者積近二十年之教學經驗，及業餘在行業界從事實務工作十五年，並赴國外蒐集相關資訊所累進之心得撰寫而成之報告，相信不但對研編新式家電教材有幫助，即使用於其他領域之課程，亦可收異曲同工之效果。

參考文獻

1. 林錫昭，以提昇家電修護知能為主軸的教材教法建構研究，明志工專 86 年度電機電子工程技術與實務教學論文集，B3 第 1-8 頁，台北（1997）。
2. 林錫昭，提昇家電修護技能之實徵研究，國科會專題研究報告（NSC85-2516-S-131~006），第 1~6 頁，台北（1997）。
3. 林錫昭，研編科技教材，刻不容緩，公論版，中央日報，台北（1998）。
4. 林錫昭，觀測解剖法在家電教材上之建構研究，第十二屆全國技術及職業教育研討會論文集，一般技職及人文教育類 I，第 275~284 頁，雲林（1997）。
5. 林錫昭，觀測解剖法在家電教材上之建構研究，明志工專學報，第二十九期，第 76~88 頁（1997）。
6. 蕭秀玲，葉片式電暖器群雄爭霸，聯合報 34 版，台北（1998）。
7. 助晟貿易公司，北方葉片式恆溫電暖爐廣告單，第 1~6 頁，台北（1998）。
8. 助晟貿易公司，北方電暖爐說明書，第 1~7 頁，台北（1998）。
9. Joseph G., New Fix it Yourself Manual, Reader's Digest Association, PP.190~191 (1996) .
10. Althouse T.B., Modern refrigeration and air conditioning, The Goodheart-willcox Company, Inc., PP.278~289 (1992) .
11. Tak K., Electric Motors and their Controls, Oxford University Press Inc., New York, PP.33~38,1996) .

附錄一 建構新式家電教材流程圖

