

無線電壺原理剖析與選購使用注意事項

林昆平/標準局臺南分局技正
蔡孟廷/標準局臺南分局技士
鄭智瀚/標準局臺南分局技佐

一、前言



圖 1 無線電壺各式機種 上排(手動與自動溫控分開)/下排(手動及自動溫控整合)
(圖片來源 a:[1], b:[2], c:[3], d:[4], e:[5], f:[6], g:[7], h:[8])

無線電壺依 IEC 60335-2-15 內文定義指的是：「裝有加熱元件的壺，且只有擺在基座上時，電源才被接通」，因此結構是由壺體與電源機座組成且可分離，壺底通常嵌入高瓦數電熱管，壺體容量約在兩公升上下，煮沸時間不超過 5~10 分鐘故稱為「快煮壺」，其煮沸開水的便捷性使此種電壺大部份不具保溫功能，但少數機種設計有可調式溫度控制器，具備調溫功能如設定 45 °C、60 °C、100 °C 等。無線電壺可即時製造熱開水，加上可隨時自電源機座取出，在使用安全上有特別的驗證考量，例如規範就規定：「倒水時壺蓋結構不得有掉落現象、壺體傾倒需限制開水釋出率、電源機座需具備耐濕絕緣性、要有沸水噴出警示標記、壺體盛水上下底限需標記」等。無線電壺屬大功率電熱器具，溫控保護器的協調性非常重要，傳統設計會在把手頂端處內置一只手動復歸溫控器，其上罩著一顆電源切換開關，一旦水煮沸，溫控保護器金屬片向上彎曲即可頂開電源開關切離電源，若需加熱，只要再投入電源開關即可；而在壺體底部另設計一組防空燒自動復歸溫控，此顆溫控器大都採取與壺體電源觸點整合成「溫控總成裝置」，當壺底發生空燒，自動復歸溫控溫內部金屬片會彎曲，使電源觸點分開而斷電，前述两只溫控器藉由內部配線串接，形成對電壺安全運作的防護，較新的機種都已將两只溫控整合至壺底，因舊式分開設計在防空燒溫控失效時，因壺底傳導熱度至把手溫控的延遲，常使機座已發生熱熔，把手溫控才跳脫現象，有關熱熔及手動與自動復歸溫控器的動作原理，本文都會介紹。

二、無線壺結構與運轉原理

電壺的結構包含水壺頂蓋、開壺按鍵(把手溫度開關按鈕)、手把、嵌入壺底的加熱管、壺底防空燒溫度斷路器、電源指示燈、分離式電源機座等，整體架構簡單，運轉原理聚焦在兩只溫控器的動作協調上。圖 1 顯示無線電壺的各式機種外觀，上排機型之手動復歸溫按鈕設計在把手上；下排機型則將手動復歸溫控按鈕移至壺底，並與防空燒溫控整合成板鈕型溫控總成裝置，兩者設計差別解釋如下：

1. 當低水位煮沸時，上排機型的手動溫控不一定會切離電源，因藏在把手頂端內的溫控並非緊貼壺體偵溫，加上位置處於壺體高處，需有足夠積熱傳導才能動作；但若高水位煮沸狀況則無此問題存在。
2. 一旦溫控積熱動作時間延遲，可能發生壺底已空燒，但把手內溫控仍未跳脫斷電情形。
3. 這時位於壺底的防空燒溫控應順利切斷電源，但若失效呢？電熱管持續通電加熱的結果，座蓋及電源機座等耐熱塑材也可能發生熱熔現象，只能期待高溫儘速傳導至位於壺體頂端把手處的手動溫控來切斷電源，否則底座持續的高溫是可能引燃周遭物體。
4. 上排機型還有一個缺點，仔細觀察其手動復歸開關都位於接近把手頂部，如果消費者未遵守說明書所言將倒水位限制在最高水位線上，手動復歸開關雖在 100 °C 立即跳脫，但水溢出很容易沿著把手滲入至手動復歸開關內，滲入的水使已斷開的兩導電刀片短路導通，水仍持續被加熱直到發生空燒，起動底部的防空燒溫控開關來斷電，不過此時可能因通電時間過久，手動復歸開關的內部配線過載過熱而發生熱熔的危險狀況，圖 2 即為一實際發生的案例，可看到手動復歸開關的內部配線已發生熱熔並散發異味。
5. 若設計上將手動溫控移至壺底與防空燒溫控進行整合(圖 1 下排機型)，除無高低水位煮沸跳脫延遲問題外，當壺底防空燒溫控失效不動作時，手動溫控也可充當後衛保護，更具安全性。



a. 手動復歸溫控按鈕過於接近壺蓋 b. 水位過滿沸騰溢出造成溫控失效 c. 持續加熱至低水位過程已發生內
手動復歸開關之內部配線熱熔

圖 2 手動復歸型無線壺把手熱熔案例 (調查樣品)

2.1 手動復歸溫控的動作原理

圖 3a 顯示手動復歸溫控的外觀，掀開把手蓋可發現其蹤跡，其功能只要在偵測 100 °C 的沸水，圖 3b 顯示拆除固定螺絲以取出手動溫控的結構，底部為一只溫控器，由雙金屬片及固定塑膠座組成，雙金屬片底層材質為銅，上層為鐵，因銅膨脹係數大於鐵，受熱時銅面向鐵面軋延而向上彎曲，溫度愈高彎曲愈厲害，當 100 °C 左右時，彎曲頂點恰可頂開罩在上面的電源

切換開關，使 Input 狀態變成 Off(圖 3c)。壺體斷電後開始溫降，雙金屬片恢復原狀，但電源開關仍停留在 Off 位置，想要再加熱，需以手按電源開關投入，故稱為「手動復歸溫控按鈕」，本質就是溫控器與電源切換開關的組合。



圖 3 手動溫控按鈕之動作原理 (購自樣品拆解)

2.2 自動復歸溫控的動作原理與總成裝置

圖 4a 顯示防空燒用之自動復歸溫控與電源觸點組成的總成裝置，掀開壺底座蓋可發現總成裝置蹤跡，位於周遭電熱管所需電源是由總成裝置供應的，總成裝置的電源是因與分離式電源機座接觸後取得，其因整合防空燒溫控器(圖 4b)，故可控制電熱管停止加熱與否。其運作原理跟 2.1 節手動復歸溫控很相似，總成裝置也是由溫控器與電源切換開關組成，只是此電源切換開關結構略有不同，電源開關內 L 相及 N 相各有一組靜動雙觸點結構，當壺底高溫時，溫控器的雙金屬片彎曲頂開推動桿，使動觸點撐離靜觸點而斷電，屬全極開關切斷設計，圖 4c 顯示其利用推桿頂開動觸點情形；但當電壺 100 °C 煮沸水時，防空燒溫控並無法頂開觸點，這是溫控器與電源開關相對位置設計的結果，只有在極高溫下且彎曲程度過大下才會切離電源，一旦異常排除，溫度開始下降，金屬片恢復原狀失去推力，靜動兩觸點重新接觸通電，故稱為「自動復歸溫控開關」，只是此時手動復歸溫控因壺底高溫傳導可能早已跳脫，實際電壺仍處在斷電狀況。

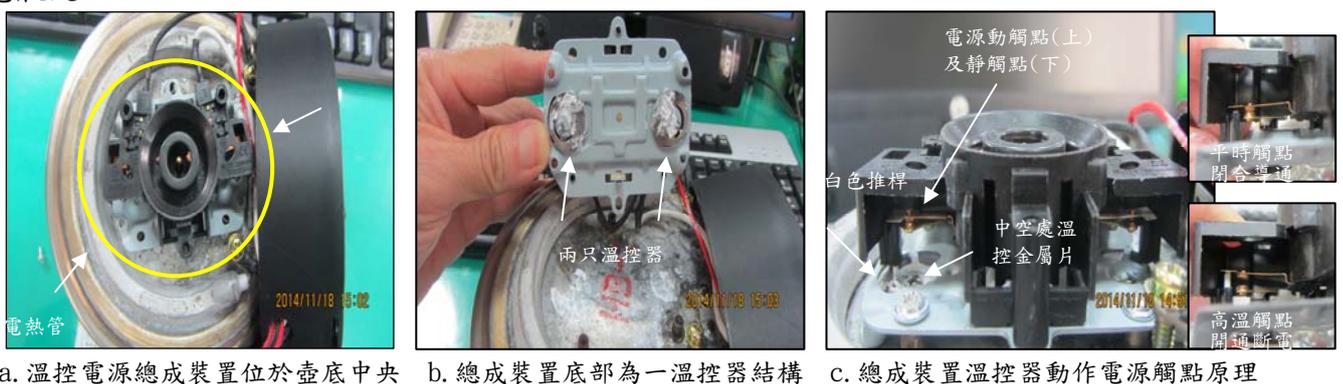


圖 4 自動復歸溫控與電源觸點組成的裝置之外觀及動作原理 (購自樣品拆解)

2.3 手動與自動溫控的整合設計

前述 2.1 節及 2.2 節兩只溫控都是採分開設計，一只安裝把手，一只安裝壺底，但當低水位空燒，而防空燒溫控恰失效時，可能引發機座熱熔問題。原因是手動復歸按鈕被設計在接近壺頂處把手內部，低水位空燒傳熱至壺頂已有一些時間延遲，此延遲跳脫時間已足以讓機座發生熱熔，若將其與壺底防空燒溫控總成裝置整合，則電壺正常煮沸可跳脫，低水位防空燒溫控失效

時，也可成為後衛保護來排除空燒情形，顯然更有保障，圖 5 顯示此種設計結構，圖 1 下排機型則大都此類。



圖 5 手動與自動溫控的整合設計（購自樣品拆解）

2.4 無線電壺的電源機座結構

圖 6a 顯示無線電壺的分離式電源機座外觀與結構，圖 6b 顯示打開機座上蓋，可見電源線組引入的 L 相（火線）、N 相（中性線）、G（地線）等接線，與機座上電源觸點結構焊接在一起，圖 6c 顯示電源頂蓋的特殊設計，形成中間突出柱與外圍中空圓柱的結構，中間突出柱內面是搭接接地線形成 G 觸點；突出柱外面搭接火線 L 相觸點；中空圓柱內面則搭接中性線 N 相觸點，這三個電源機座傳送觸點再與圖 3a 壺底溫控與電源總成裝置的電源觸點比照，就可以完全明瞭無線電壺傳送電力的設計原理。



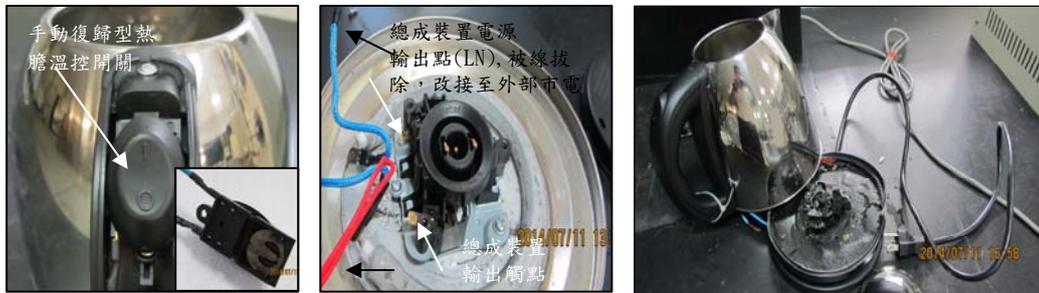
a. 無線電壺電源機座外觀 b. 內部 L 相, N 相, 接地 G 電性搭接 c. 電源機座蓋的供電結構: L (孔外邊), N (外環內邊), G (中孔)

圖 6 無線電壺的電源機座外觀與結構（購自樣品拆解）

三、低水位防空燒失效的異常溫升試驗

第二節已說明：「手動復歸溫控若裝於把手時，低水位發生空燒且壺底防空燒溫控恰失效下，電壺底座可能熱熔」，也推論：「手動溫控未作後衛保護立即跳脫，是因低水位空燒的高溫傳導有延遲現象，況且把手溫控功能本來就在切斷沸水溫度，並非作為防空燒用」。現在以實驗來證明這種現象是值得注意的，試驗以 IEC 60335-2-15 第 19.101 節防空燒異常規定—「在壺體不加水下，以 1.15 倍額定消耗功率讓電壺運轉（升高電源電壓），並讓壺底的防空燒溫控失效，則不得發生火燄、金屬熔化變形、有毒氣體發散等現象」進行。為了讓防空燒溫控失效，電源

直接由外部市電配線引入電熱管，以取代經過溫控總成裝置(圖 7a)。圖 7b 顯示測試結果：電壺底座發生熱熔現象不久後，把手內的手動復歸溫控才跳脫斷電，但整體並無火燄、金屬熔化變形、有毒氣體發散等情形發生，也算是個合格品。同樣試驗應用在手動及自動溫控開關整合之機型上則無此情形發生，異常過後電器仍能使用。本試驗證明第 1 款機型與第 2 款機型因結構設計差異，在低水位空燒且防空燒溫控恰失效下，確實會出現兩種差異結果，因此建議對第 1 款機型進行市場抽樣，並對低水位防空燒異常試驗進行調查。



a. 無線電壺防空燒自動溫控失效

b. 測試後，電壺底座熱熔

圖 7 防空燒失效試驗情形 (實驗拍攝)

四、選購技巧

使用單相交流 300 V 以下電源(不含充電式)之無線電壺列屬標準檢驗局強制性檢驗商品範圍，其公告適用之檢驗標準為—CNS 3765、IEC 60335-2-15、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，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，再向本局申請商品驗證登錄證書或商品型式認可證書，其中若採取「型式認可逐批檢驗」方式者，於取得商品型式認可證書後，尚需向本局報請檢驗。

此外，商品於符合前述檢驗規定後，並於商品本體上標貼「商品安全標章」( 或 )，始得進口或運出廠場陳列銷售。故消費者購買產品時應檢視本體上是否有商品安全標章，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，或撥打標檢局免付費服務電話：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「商品安全標章」。
- (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。

五、使用注意事項

1. 電水壺使用時先裝水後通電，切勿先通電後裝水，注水時應注意須超出壺體標示之最低水位線，以免發生空燒情形；也不要注入過多的水而超出最高水位線，以免沸騰溢出水壺外。

2. 不要使用電水壺煮酸、鹼、鹽等成分材料，以免腐蝕壺體及發熱管，電水壺不用時，置放在乾燥處以免受潮。
3. 電壺額定功率一般都很大，電源插頭、插座、電源線的容量應選擇適當，宜在10~15安培以上，並應獨立使用，以確保安全。
4. 電壺的電源線組及機座，不應用水淋灑沖洗，以免因潮濕而損害電氣絕緣。
5. 剛沸騰尚未跳脫電源開關的電壺，使用時記得先切斷電源，再取用熱開水，以保安全。
6. 再次使用電壺前，先讓水壺冷卻，並確保電源連接器乾燥後再注入清水。
7. 為了減少在電壺使用完後產生的水垢，每次使用完後將電壺剩水倒掉，以免產生水垢和細菌。
8. 儘量保持電源機座之乾燥，謹防漏電。
9. 在電源機座通電狀態下，不可用金屬器具接觸電源機座內的觸點。
10. 電壺煮水通電時，不得提起或倒水。
11. 電壺不適用在於存在具有腐蝕氣體、粉塵、導電塵埃、蒸氣或易燃氣體之場所。
12. 移動電壺前，應確定電壺電源已全極斷開。
13. 電壺最好用來燒開水，不要用在煮牛奶、湯、咖啡等。
14. 電壺通電下，請不要再強行添加水，以免發生意外。
15. 電壺燒水過程必須要有人看管，並置放於小孩觸及不到的地方。
16. 當水燒沸時，水蒸汽會引起燙傷，故不要隨便揭開壺蓋。
17. 電壺煮水過程壺體會呈高溫，倒水時只能拿起把手倒水；不要用手觸摸電壺表面，以免燙傷。
18. 電壺附帶之電源機座僅用於電壺本體，勿作其他用途使用。

六、清潔保養

1. 電壺外部可用濕布擦洗清潔，切勿使用揮發性油劑和有機清洗液擦拭。
2. 為延長水壺的使用壽命，應定期清潔壺內的礦物沉澱物。
3. 進行清洗時，一定要先斷開電源。
4. 請不要將水壺底座泡在水中。
5. 水垢可以醋或檸檬酸清洗。
6. 電水壺使用過程如發生故障，應先把壺從加熱度底盤上拿出，再倒掉壺水，然後讓其冷卻至常溫，方可進行故障檢測或清洗。

七、參考文獻

1. 圖1a，2015/10/8檢索，麥式電器網，取自網址<http://www.china.cn/dianreshuihu/2510420375.html>。
2. 圖1b，2015/10/8檢索，EZPRICE比價網，取自網址http://ezprice.com.tw/ezpd_compare/190/4311-丹麥e-bodum%20雙層電熱水壺%2011445.htm。
3. 圖1c，2015/10/8檢索，EZPRICE比價網，取自網址http://ezprice.com.tw/ezpd_compare/190/4399-【大家源】1.2L不鏽鋼分離式電熱水壺TCY-2722.htm。
4. 圖1d，2015/10/8檢索，億世家網，取自網址<http://www.ectone.com.hk/life-products/household/e-c-ae-a-a-sa-ae-a/ek1600.html>。
5. 圖1e，2015/10/8檢索，EZPRICE比價網，取自網址http://ezprice.com.tw/ezpd_compare/

190/4265-飛利浦%20無線不鏽鋼電動煮水壺(HD4622).htm。

6. 圖1f, 2015/10/8檢索, EZPRICE比價網, 取自網址<http://ezprice.com.tw/s/s-601/price>。
7. 圖1g, 2015/10/8檢索, 樂天網, 取自網址<http://www.rakuten.com.tw/shop/twins/product/100000000449422>。
8. 圖1h, 2015/10/8檢索, 阿里巴巴網, 取自網址<http://tw.1688.com/pic/-CEDECFDFB5E7CBAEBAF8.html>。

誌謝

感謝分局技工簡文濱先生與黃淑絹小姐協助拆解樣品與購樣事宜。