

# 市售兩款快煮壺運轉原理與沸水溫控失效下 之保護協調性研究與評估

林昆平/標準局臺南分局技正

陳怡鈞/標準局高雄分局秘書

許勝詮、黃馨德/標準局高雄分局技正

陳晉昇、朱耀中/標準局六組技士

## 壹、前言

快煮壺又稱無線快煮壺屬大功率電熱器具，加上旅館用量大，公共安全需特別重視，尤其快煮壺煮水過程難免出現使用者因事暫時離開現場而忘了關閉電器情形，若此時快煮壺內的沸水溫控恰好失效，壺體由沸水煮到空燒，並啟動底部防空燒溫度斷路器切斷電源的機制，值得研究與評估。目前市售快煮壺對沸水溫控與防空燒溫控之位置設計出現兩款型式，其沸水溫控失效下的防空燒保護協調性也是值得比較與探討的。圖 1a, b 顯示兩款中的一款，其沸水溫控安置在把手內，溫控動作結構上再套上一只可切斷電源回路的手動開關，稱之「手把按切開關型快煮壺」；圖 1c, d 則是另一款，將前述手把按切開關及溫控改移至壺底底部，並與防空燒溫控整合在一起，稱之「底座按切開關型快煮壺」。有關沸水溫控的偵溫通常是在壺體頂部預留開孔，並利用管路將 100°C 蒸氣導入沸水溫控安裝處；至於壺底的防空燒溫控則都是緊貼壺底底盤電熱管附近，此兩只溫控所切斷之電源回路是採串接，也就是任一只溫控動作，無線快煮壺便停止運作。本文將詳述此兩款無線快煮壺結構與動作原理，並以溫度記錄器同時監測同功率同容量之兩款快煮壺，評估兩者在沸水溫控失效下，由沸水煮至空燒狀況之安全保護協調，全程記錄相對偵測點溫度變化並比較其差異性，結果提供消費者選購與國內廠商再改進的參考，實驗依 CNS 3765 家用和類似用途電器安全通則第 19.4 節溫控失效與 IEC 60335-2-15 液體加熱型電器的個別標準第 19.101 節空燒等操作規定進行。

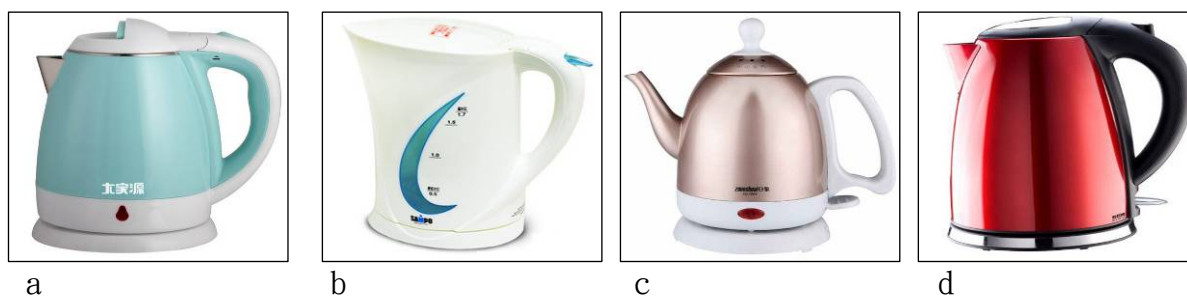


圖 1 手把型按切開關快煮壺 a, b / 底座型按切開關快煮壺 c, d

(圖片來源 a:[1], b:[2], c:[3], d:[4])

## 貳、快煮壺結構與運作原理

本節介紹市售兩款快煮壺的結構與運作原理。

### 1. 手把按切開關型快煮壺結構

圖 2a 顯示手把按切開關型快煮壺外觀，主要由金屬壺體與分離電源機座組成，圖 2b~圖 2e 顯示壺體結構包含：水壺頂蓋、手把、手把內的溫控偵溫裝置與手動切換開關、壺底嵌入式加熱管、壺底防空燒溫控總成裝置、電源指示燈等。



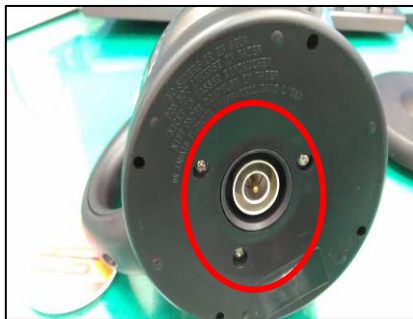
a. 快煮壺外觀及分離電源機座



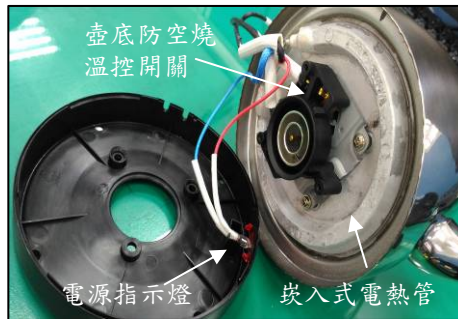
b. 手把(含切換開關)



c. 切換開關下的沸水溫控



d. 壺底插接式電源結構



e. 壺底防空燒溫控與嵌入電熱管



f. 壺頂預留蒸氣開孔導入把手內

圖 2 手把按切開關型快煮壺結構

## 2. 底座按切開關型快煮壺結構

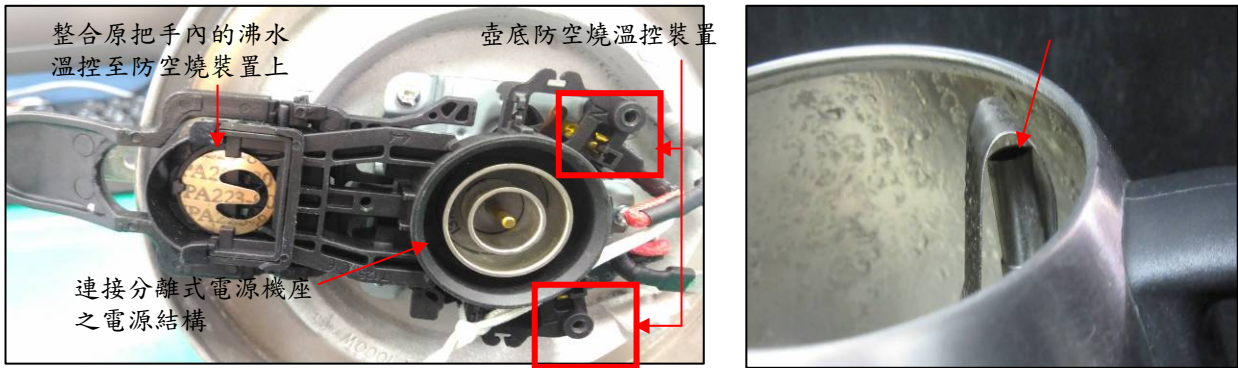
圖 3a 底座按切開關型快煮壺外觀，其結構也是由壺體與分離電源機座組成，圖 3b~圖 3d 顯示壺體結構包含：水壺頂蓋、手把、壺底嵌入式加熱管、沸水偵溫裝置整合防空燒溫控裝置、電源指示燈等。其與手把按切開關型快煮壺結構最大不同，就在沸水溫控已從把手內移出至壺底，並與壺底防空燒溫控整合成一組總成裝置，其上再罩上一組壓板手動切換開關以方便使用。



a. 快煮壺外觀



b. 手把(已無沸水溫裝及手動切換開關回路)



c. 沸水溫控整合防空燒溫控, 套上一隻手動切換開關 d. 底部沸水溫控偵測蒸氣之引入管路

圖 3 底座按切開關型快煮壺結構

### 3. 分離式電源機座結構

兩款無線快煮壺都需分離式電源機座以引入電源，圖 4a 顯示分離式電源機座外觀與結構；圖 4b 顯示打開機座蓋內，可見電源線組引入的 L 相(火線)、N 相(中性線)、G(地線)等接線，並焊接在機座內的對應電源觸點上；圖 4c 顯示分離式電源機座上的特殊電源凸出結構設計，中間柱孔內緣提供接地線搭接之接地端子 G；中間柱孔外緣則提供電源火線搭接之電源觸點 L；最外層外環之內緣提供中性線搭接之電源觸點 N，這三個接觸點可與圖 1d 與圖 2d 無線快煮壺壺底電源結構觸點互相插接嵌合，以將電源及接地系統引入壺體。



a. 機座外觀

b. 機座內部:L相、N相、接地極G

c. 外部:L(孔外邊),N(外環內邊),G(中孔)

圖 4 快煮壺專用分離式電源機座結構

### 4. 兩款快煮壺運作原理

#### (1) 手把按切開關型快煮壺運作原理

##### a. 電路圖

圖 5 市售常見手把按切開關型快煮壺電路圖，在電源火線 L 相上串接一隻手動按切開關來動作 L 相電源回路 ON/OFF，而火線電源切斷也可由沸水溫控自動彈開手動切換開關來完成。當使用者正常煮水時(即水位位於壺體刻度 MAX-MIN 之間)，100°C 蒸氣會透過壺頂開孔導入把手內，沸水溫控之動作結構「雙金屬片」受熱彎曲而推開罩在上頭的手動按切開關，使手動按切開關由 ON 位置倒向 OFF 位置而斷開電源回路觸點，加熱管因而停止加熱。不過若消費者倒水水位若過於靠近低水位時，有可能發生煮沸時蒸氣導入沸水溫控偵溫管路的蒸氣量不足而無法作動沸水溫控以切斷電源，壺體一直煮水至空燒狀況發生而啟動防空燒溫控來切斷電源，有關沸水溫控及防空燒溫控之結構與動作原理後續再述。

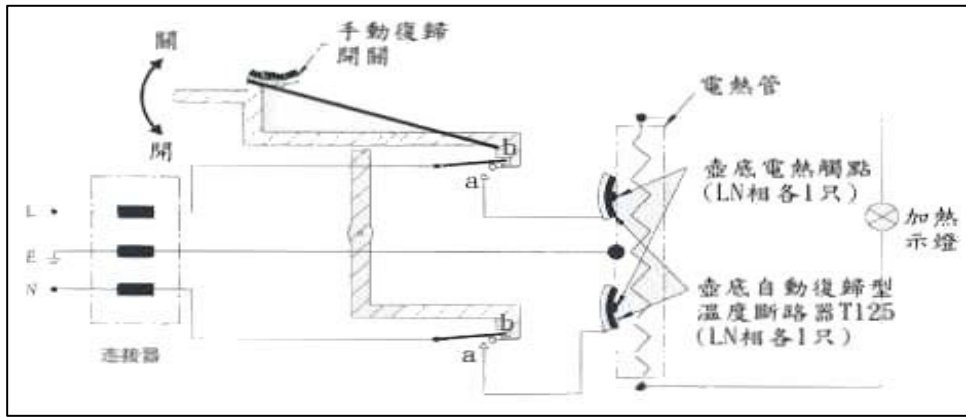


圖 5 手把按切開關型快煮壺運作電路

b. 沸水溫控手動切換開關的結構與動作原理

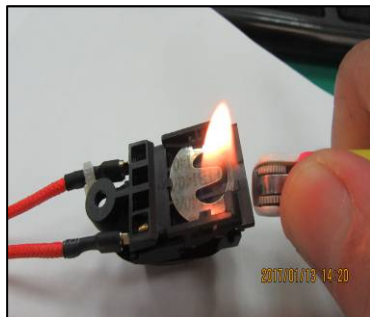
圖 6a 顯示手把沸水溫控手動開關外觀，掀開手把塑膠蓋可發現其結構，功能在偵測 100°C 沸水時停止無線快煮壺加熱；圖 6b 手動開關按鈕底部鑲著一顆沸水溫控，沸水溫控為一組雙金屬片，底層為銅，頂層為鐵，因銅膨脹係數大於鐵，受熱時銅面向鐵面方向向上彎曲，溫度愈高彎曲愈厲害，當 100°C 左右時，恰可彎曲頂開罩在上面的手動切換開關倒向 OFF 位置(圖 6c, d, e)，使位於手動切換開關尾端的電源觸點離開電源回路而斷電，壺體開始降溫，雙金屬片恢復原狀，要復電需人手重置切換開關至 ON 位置，故稱此種與切換開關組合的沸水溫控為「手動復歸型溫度開關」。



a. 位於把手上的沸水溫控手動切換開關



b. 手動切換開關由底部內藏沸水溫控動作



c. 雙金屬片受熱



d. 未固定的雙金屬片尖端上翹



e. 翹端會頂開切換開關成 OFF

圖 6 沸水溫控手動切換開關外觀與動作原理

### c. 防空燒溫控的結構與動作原理

圖 7a 顯示防空燒溫控開關結構與電源結構組成的總成裝置，掀開壺底座可發現其蹤跡，總成裝置的電源結構屬插接式，可與分離式電源機座嵌合以取得電源；圖 7b 顯示總成裝置底部兩側各有一顆防空燒溫控，這是防範防空燒偵溫不確實設計的，其動作原理同前述沸水溫控，不過溫控動作結構雙金屬片在受熱彎曲後是改推升一組活動桿，活動桿再推開上頭之電源觸點來斷電，因有兩組故一組是斷 L 相電源回路，另一組是斷 N 相電源回路(圖 7c, d)。當然防空燒溫控斷電後，壺體溫度開始下降，兩組活動桿下降，電源觸點重新接觸電源復電，明顯這種設計在把手型沸水溫控失效下，空燒情形會返返復復的發生直到有人關閉手動切換開關。



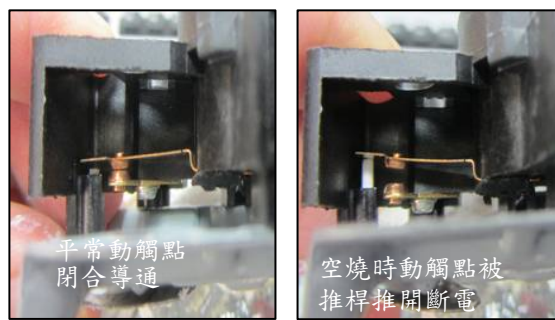
a. 總成裝置位於壺底中央



b. 總成裝置底部有兩只防空燒溫控裝置



c. 總成裝置電源動觸點與偵溫裝置



d. 推桿與電源動觸點的 ON/OFF 動作描述

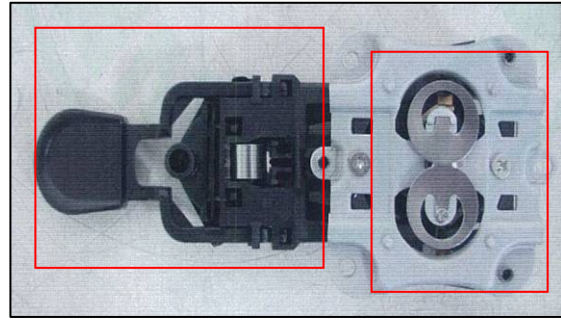
圖 7 防空燒總成裝置的外觀與動作原理

### (2) 底座按切開關型快煮壺運作原理

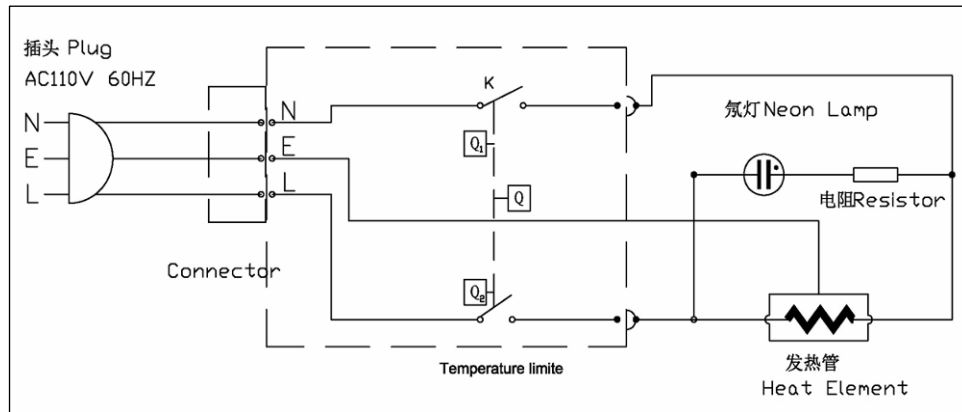
圖 8 顯示另一款底座型按切開關無線快煮壺結構與電路圖，把手內沸水溫控 Q 已挪至壺底與防空燒溫控整合在一起，整合後結構被一組手動切換開關結構罩住，換句話說不管是沸水溫控動作或防空燒溫控動作，結果都將使手動切換開關倒向 OFF 裝置，要復電一律需人手重置，比起把手型按切開關無線快煮壺，顯然不會有發生空燒情形下的無返復通電及斷電情形產生，其安全防護更確實。



a. 底座型壓板按切開關



b. 沸水溫控(左)與防空燒溫控(右)整合



c. 電路圖

圖 8 底座按切開關型快煮壺運作原理及電路圖

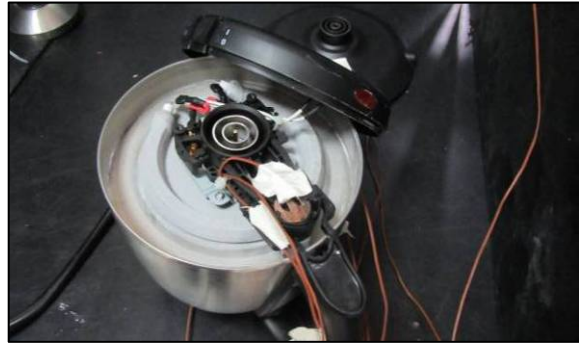
## 參、兩款快煮壺在沸水溫控失效下的保護協調性研究與評估

### 1. 實驗情形

本節以市售同功率(700W)同壺身容量(0.8公升)且外觀相近之兩款快煮壺作測試，一款為手把按切開關型快煮壺，一款為底座按切開關型快煮壺，實驗依 CNS 3765 家用和類似用途電器安全通則第 19.4 節溫控失效與 IEC 60335-2-15 液體加熱型電器的個別標準第 19.101 節空燒等異常操作規定進行。兩款快煮壺同時以額定功率 700W 之 1.15 倍輸入，並以相同量杯倒入相同水量使水位維持在壺體低水位邊界上，另為分析快煮壺由低水位煮沸至空燒過程中，壺體低中高處傳熱溫度多少？位於把手內的沸水溫控感測溫度是多少？位於壺底防空燒溫控感測溫度是多少？快煮壺放置處下面的地板與緊鄰的牆角溫度是多少？此溫度是否足以引燃周邊易燃物品？防空燒溫控跳脫防護時的溫度是多少？所以選擇溫度量測點分別是：001(011)地板、002(012)牆壁、003(013)電源線組、004(014)電源機座、005(015)壺身低處、006(016)壺身中處、007(017)壺身高處、008(018)把手握置處、009(019)把手內沸水溫控、010(020)壺底防空燒溫控安裝等兩款快煮壺各相對應點處。圖 9a, b 顯示熱電偶黏貼情形；圖 9c 手把按切開關型與底座按切開關型兩款快煮壺同時進行由低水位煮沸至空燒過程；圖 9d, e 顯示兩款快煮壺於接近時間發生空燒，空燒過程手把型切換開關快煮壺之沸水溫控自始自終都未跳脫，底座型切換開關快煮壺則是防空燒溫控比沸水溫控早跳脫切斷電源。



a. 壺身低、中、高水位及把手熱電偶黏貼



b. 壺底沸水控級防空燒溫控熱電偶黏貼



c. 兩款快煮壺同功率、同壺體容量、外觀相似、同水位下, 同時啟動試驗



d. 第一款煮到空燒, 沸水溫控未跳脫



e. 第二款煮到空燒, 防空燒溫控先斷電

圖 9 兩款快煮壺由低水位煮到空燒過程的溫度監測

## 2. 溫度監測結果及評估

圖 10 顯示溫度曲線監測結果, Y 軸為溫度軸, 最高溫度 200°C, 每大格 20°C, 每小格 2°C; X 軸為時間軸, 每大格 2 分鐘, 曲線由右側掃向左側記錄, 監測點 001~010 屬手把按切開關型快煮壺, 監測點 011~020 屬底座按切開關型快煮壺, 點數編號採黏貼點相對應方式, 量測結果如表 1, 可發現:

(1) 底座型按切開關快煮壺

- a. 從溫度記錄紙看，防空燒溫控動作溫度為 164°C，發生在 4 分 30 秒，比起沸水溫控開始降溫溫度 106°C 及時間 4 分 50 秒早，推論防空燒溫控比沸水溫控早一點跳脫斷電，顯見低水位煮水時會發生沸水溫控偵測蒸氣溫度量不夠而不動作情形，最後由防空燒溫控負責協調跳脫斷電。
- b. 當防空燒溫控跳脫斷電後，壺體各監測點溫度便逐漸下降，在 34 分鐘過後，各監測點都已降到 46°C 左右並持續降溫。
- c. 壺體降溫冷卻，防空燒溫控與沸水溫控之動作結構「雙金屬片」恢復原狀而重新碰觸電源觸點，但因此兩顆溫控頭上罩上一只押板型手動切換開關電源回路，當押板型手動切換開關被推到 OFF 位置，實質已造成串接電源回路斷線而停止繼續加熱，故縱使觸點重新碰觸電源觸點，但整體回路還是因押板型手動切換開關電源回路處中斷而處於停電狀態。

## (2) 把手型按切開關快煮壺

- a. 從溫度記錄紙看，防空燒溫控動作溫度為 188°C，發生在 4 分 25 秒；此時沸水溫控處監測溫度是 57°C，自始自終其最高穩定溫度維持在 70°C，也就是沸水溫控在低水位煮水時會發生永遠無法獲得足夠 100°C 蒸氣量而跳脫情形，最後導致快煮壺發生空燒由防空燒溫控負責斷電。
- b. 防空燒溫控雖然順利斷電，卻會發生斷得不夠乾淨現象，斷電時壺體開始降溫，防空燒溫控之動作結構「雙金屬片」恢復原狀重新碰觸電源觸點，但因沸水溫控自始自終都未將罩在其上的把手切換開關推開到 OFF 位置以中斷電源回路，導致降溫後快煮壺將自動啟動電源加熱，此空燒狀態返返復復通斷電，使得溫度記錄紙上的記錄數據產生週期性的忽高忽低波形，除非有人發現壺體正處於週期性空燒狀態以人手關閉電源，否則此款把手型按切開關快煮壺將永無只盡的通斷電下去。
- c. 從表 1 溫度記錄紙觀察溫升情形，雖然把手型按切開關快煮壺在低水位煮水會發生空燒並導致無法完全斷電，但其各監測點所量取到的溫度都符合 CNS 3765 第 19.13 節異常操作下之表 9 最大異常溫升限制值，就算以 CNS 3765 第 11 節正常操作下之表 3 最大正常溫升限制值來看，也是符合的。所以不能斷言「把手型按切開關快煮壺的安全性有問題」，因其各點溫升監測值都是符合標準規定的，只不過空燒情形下就是無法徹底斷電。

表 1 溫度監測結果

室溫實測 $t_0=28.0^{\circ}\text{C}$	監測點	把手型按切開關( $t^{\circ}\text{C}$ )	底座型按切開關( $t^{\circ}\text{C}$ )	異常溫升限制 ( $t^{\circ}\text{C}-t_0^{\circ}\text{C}$ )
001&011	地板	70°C(穩定)	46°C(穩定)	150K
002&012	牆壁	52°C(穩定)	48°C(穩定)	150K
003&013	電源線組	96°C(波形最大值)	50°C(穩定)	150K
004&014	電源機座	102°C(波形最大值)	48°C(穩定)	N/A
005&015	壺身低處	106°C(波形最大值)	47°C(穩定)	N/A
006&016	壺身中處	88°C(波形最大值)	46°C(穩定)	N/A
007&017	壺身高處	84°C(波形最大值)	46°C(穩定)	N/A
008&018	把手處	58°C(穩定)	46°C(穩定)	N/A
009&019	沸水溫控	70°C(穩定)	46°C(穩定)	N/A
010&020	防空燒溫控	184°C(波形最大值)	46°C(穩定)	N/A



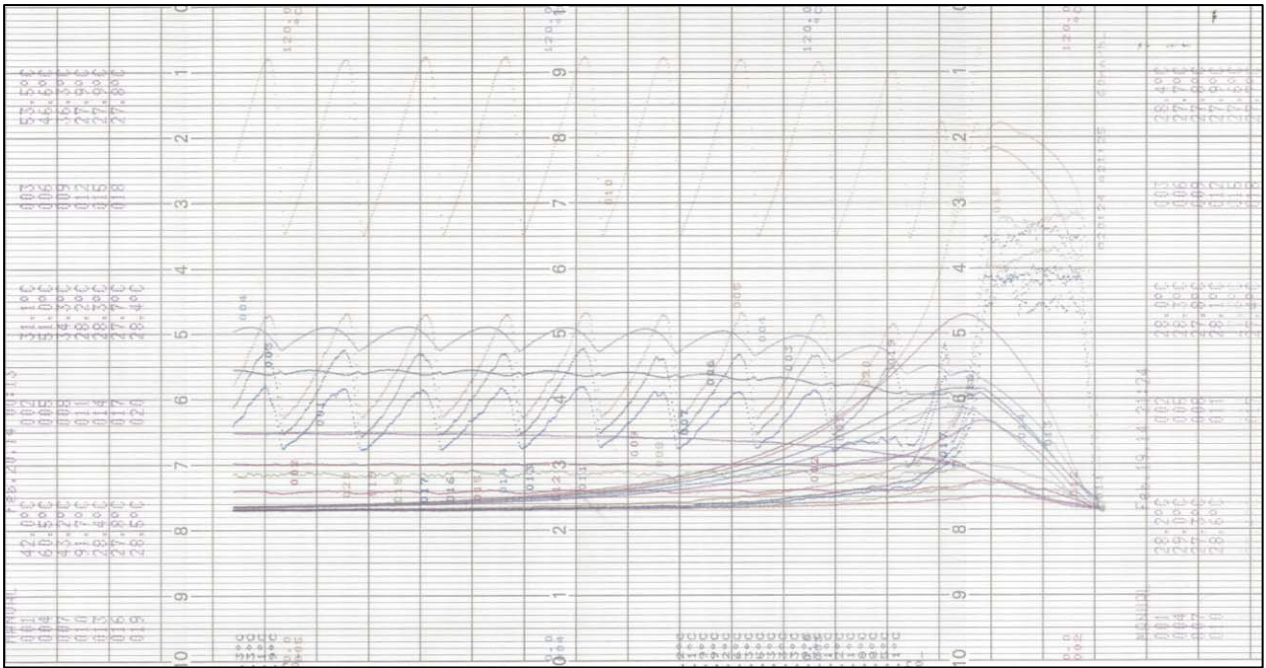




圖 10 兩款快煮壺由低水位煮沸至空燒過程中的溫度監測曲線

#### 肆、結論

快煮壺沸水溫控失效導致壺體空燒情形，除本文舉例的接近壺體低水位線煮水外，還可能包括下列操作情形，其一、使用者粗心或小孩把玩，在壺體於未加水狀況下直接按下煮水手動切換開關；其二、未依壺體標示加水至低水位以上就直接按下煮水開關；其三、壺體清洗或煮水超出壺體高水位線導致沸騰溢水滲入沸水溫控安裝處，雙金屬片動作結構生鏽無法動作，不管如何！底座型按切開關快煮壺及把手型按切開關快煮壺對於這種沸水溫控失效導致壺體空燒的異常狀況都是可以排除，都算是安全的商品，美中不足只是把手型按切開關快煮壺一旦發生空燒，將無法斷電斷得徹底，除了真的被人發現壺體正處於空燒週期，而以人手關閉電源，本文提供實驗評估結果及差異性供廠商與民眾參考。

#### 伍、快煮壺選購與使用指南

標準檢驗局已將使用單相交流 250V 以下電源之快煮壺列屬應施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、CNS13783-1，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「商品檢驗標識」(  1052790 或  K30001 )，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檢驗標識，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](http://civil.bsmi.gov.tw/bsmi_pqn/index.Jsp))查詢真偽，或撥打免付費服務電話：0800-007-123 詢問。

有關快煮壺選購與使用注意事項：

### 1. 選購時

- (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。

### 2. 使用與保養

- (1) 快煮壺使用時先裝水後通電，切勿先通電後裝水，注水注意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) 快煮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) 快煮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快煮壺，使用時記得先切斷電源，再取用熱開水，以保安全。
- (6) 再次使用快煮壺前，先讓水壺冷卻，並確保電源連接器乾燥後再注入清水。
- (7) 為了減少在快煮壺使用完後產生的水垢，每次使用完後將快煮壺剩水倒掉，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，不可用金屬器接觸電源機座內的觸點。
- (10) 快煮壺煮水通電時，不得提起或倒水。
- (11) 快煮壺不適用於存在腐蝕氣體、粉塵、導電塵埃、蒸氣或易燃氣體之場所。
- (12) 移動快煮壺前，應確定快煮壺電源已全極斷開。
- (13) 快煮壺最好用來燒開水，不要用在煮牛奶、湯、咖啡等。
- (14) 快煮壺通電下，請不要再強行添加水，以免發生意外。
- (15) 快煮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) 快煮壺煮水過程壺體會呈高溫，倒水時只能拿起把手倒水；不要用手觸摸快煮壺表面，以免燙傷。
- (18) 快煮壺附帶之電源機座僅用於快煮壺本體，勿作其他用途使用。

### 3. 清潔與保養

- (1) 快煮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，應定期清潔壺內的水垢。
- (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，應立即停止使用並聯絡廠商指定之維修站辦理檢驗，切勿自行更換零件或拆解修理，以確保使用安全。

## 陸、參考文獻

1. 圖1a，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](http://ezprice.com.tw/ezpd_compare/190/4311-丹麥e-bodum%20雙層電熱水壺%2011445.htm)。
2. 圖1b，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](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)。
3. 圖1c，2015/10/8檢索，EZPRICE比價網，取自網址<http://ezprice.com.tw/s/s-601/price>。
4. 圖1d，2015/10/8檢索，樂天網，取自網址<http://www.rakuten.com.tw/shop/twins/product/100000000449422>。
5. CNS 3765標準，”家用和類似用途電器產品的安全-第1部:”，94年版。
6. IEC 60335-2-15 標準，”家用和類似用途電器產品的安全-第2部:液體加熱型電器的個別標規定”，2002。
7. 林昆平 著，”快煮壺原理剖析與選購使用注意事項”，標準與檢驗雜誌，199期,106年。