

# 家電微波爐原理剖析與使用注意事項

林昆平／臺南分局技正

## 一、前言



圖 1 微波爐各式機型

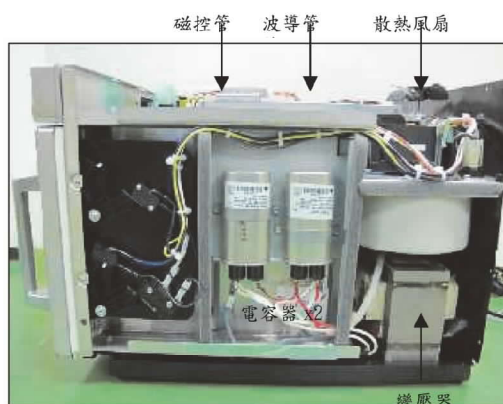
1946 年美國人史賓賽於雷達設備啟動磁電管時候，意外發現口袋內巧克力溶解，推論是磁控管放射微波造成，1960 年利頓電子公司已開發出小體積磁控管，同時遠在日本的佐佐木正治先生認為，應用微波特性「遇金屬全反射，對絕緣物具穿透性，可使極性份子(如水)振盪生熱，卻又不會破壞分子結構」將磁控管置於金屬箱內應可熟食，此想法後來推薦給夏普公司，1962 年微波爐終於誕生。微波穿透食材快速溫熱食物之快，任何烹飪家電望其項背，大部份電熱煮食都是利用熱源加熱食物表層，再由表層往內層傳熱，故需花較長的時間，不過製造出外酥內嫩口感，這點微波爐是做不到的。國際規範對家用微波爐操作頻率制定有 915MHz 與 2450MHz 兩種，前者應用在乾燥與消毒，後者應用在烹飪。微波爐是利用磁控管來產生微波，微波再經波導管導入爐體，爐壁為不銹鋼塗層，可使微波不斷反射，微波功率悉數被食材吸收。微波雖不可穿透金屬，卻可穿透玻璃、陶瓷、塑料等材質，也不會消耗任何能量，因此微波爐非常適合熟食，但不

適用烹煮生食，主要在火候難以掌控，操作上也存在風險，例如無食運轉或以金屬器皿盛裝食材，會因微波不停反射使食材無法吸收微波功率，最後微波功率反而造成零組件過熱而損壞；另利用微波設備加熱湯頭或牛奶時，需小心爆沸問題；如加熱罐裝與盒裝食材或雞蛋時，則需注意壓力爆開問題；操作時，距爐門至少 1 公尺處以防微波洩漏，不過，微波爐畢竟是家電偉大發明，其原理與使用注意事項還是值得介紹(圖 1)。

## 二、構造與運作原理



a.微波爐架構圖



b.微波爐架構實體

圖 2 微波爐架構

微波能量比無線電波高，比太陽可見光低，但並無 X 光或同位素等高輻射致癌特質，且其僅對極性分子有振盪磨擦生熱效應，卻不會破壞任何分子結構，而極性分子指的就是分子內部因正負電荷位置分佈不均，造成中性分子出現正負電荷極性。微波是一種電磁波，有電場也有磁場，兩者互成垂直並以相同頻率振盪，電場有正負半波極性，磁場可帶著電場穿透各種物質，所經之處，電場會將物質內部極性分子振盪起來，而磁場入射物質的深度是由其振盪頻率決定，2450MHz 無法穿透金屬，卻可穿透其它物質幾公分深處，食材內部極性分子如水無不被振盪摩擦生熱，2450MHz 頻率也可避開對現有通信電波的干擾，更不會破壞物質結構，卻可產生熱效應，這是無數次實驗的結果，自然成為國際規範。圖 2 顯示微波爐基本架構，包括：(1)具安全鎖連動開門，防止微波洩漏，(2)視屏窗



提供食物烹飪觀察，其夾層內置有金屬微孔網，防止微波穿透眼睛，(3)旋轉玻璃置器盤，確保食材均勻被微波放射，(4)直流高電壓電路，由變壓器、二極體及電容器組成，可輸出 4000V 直流電壓，提供磁控管陰極及陽極的電源，(5)磁控管，包括陰極部迴路線圈、加速電荷波動的陽極腔、造成陰極逸出電荷旋轉的磁鐵、放射微波用耦合天線、磁控管外層散熱片等組件，(6)散熱風扇，散熱風扇可對磁控管降溫，因陰極預熱釋放的電子會被陽極腔加速，但過程中有不少電子會墜落至陽極板上，造成正負電荷中和放熱，(7)導波管，將天線放射的微波導入微波爐內。

圖 3 解析微波爐核心原理－「磁控管製造微波原理」，圖 3a 顯示磁控管有一陰陽極輸入埠，圖 3b 顯示磁控管內部結構，包括底座內藏陰極鎢絲線圈迴路、陽極腔內的陽極銅板、磁管及其外層散熱片、環繞磁管兩端的永久磁鐵，圖 3c 指出磁控管各部位名稱及截面圖，可發現磁管內部的陽極腔是一個類似齒輪的中空腔體，一般也稱為諧振腔，主要功能在提供陰極線圈預熱釋放電子，能在電場及磁場雙重作用力下加速的跑道，圖 3d 顯示提供磁控管電源的直流高電壓電路，包括變壓器、二極體、電容等，其可產生 4000V 直流電壓，與電捕蚊燈的倍壓電路完全相同，圖 3f 剖析電子如何在磁控管內加速而形成微波，在陰極迴路 (+3.3V) 釋放出熱電子後，電子在腔體內開始朝各方向漫射漂移，假設電荷往左上角飄移，其飄移速度向量記為  $V$ ，可分解水平與垂直速度向量  $V_x$  與  $V_y$ ，由於腔體內部磁場方向朝上，根據磁場對電荷的磁力  $F_m = q \times V \times B$  ( $q$ : 電荷,  $V$ : 速度向量,  $B$ : 磁場向量,  $\times$ : 向量外積運算子)，可知道速度水平分量  $V_x$  會受一個垂直入射紙面的定磁力作用，但速度垂直分量  $V_y$  卻不受磁力作用，此結果如同環繞地球的衛星運動，使電子開始繞著磁場軸旋轉起來；另一方面陽極板上佈滿數量龐大的正電荷 (+4000V)，其與底座的陰極線圈形成射向電子的電場  $E$ ，根據電場對電荷的電引力  $F_e = qE$  ( $q$ : 電荷,  $E$ : 電場向量)，可知電子受到電場水平分量  $F_{ex}$  與垂直分量  $F_{ey}$  的拉力，因此電子不但受磁鐵產生磁場自身快速旋轉，也受電場水平與垂直拉力而加速，水平拉力  $F_{ex}$  使約 30% 電子墜落至陽極板上，與板子上正電荷中和而釋放能量，這也是磁控管外層會設計散熱片與風扇的原因，70% 的電子可以抵達磁控管頂端形成微波，被天線耦合放射。過程中操作電荷旋轉的目的是使其被

電場加速過程中能穩定前進，如同子彈在槍管內加速須有來福線溝使其旋轉一般，另一方面，電子在電場中加速會自然產生波動軌跡，加上陽極腔特殊幾何結構設計，陽極板並不是設計在陰極線圈正對面來產生垂直電場，卻改採陽極板來分佈正電荷，使得電子加速產生波動的波長並不是固定的，屬變波長運動，在抵達磁控管頂端時，恰形成一 2450MHz 微波振盪。磁控管輸入電壓值、磁鐵強度、腔體窄寬及幾何結構等參數，可以決定輸出何種頻率的電磁波，這說明了磁控管除可製造微波，控制設計好這些參數，還可創造出各種不同頻率的電磁波。

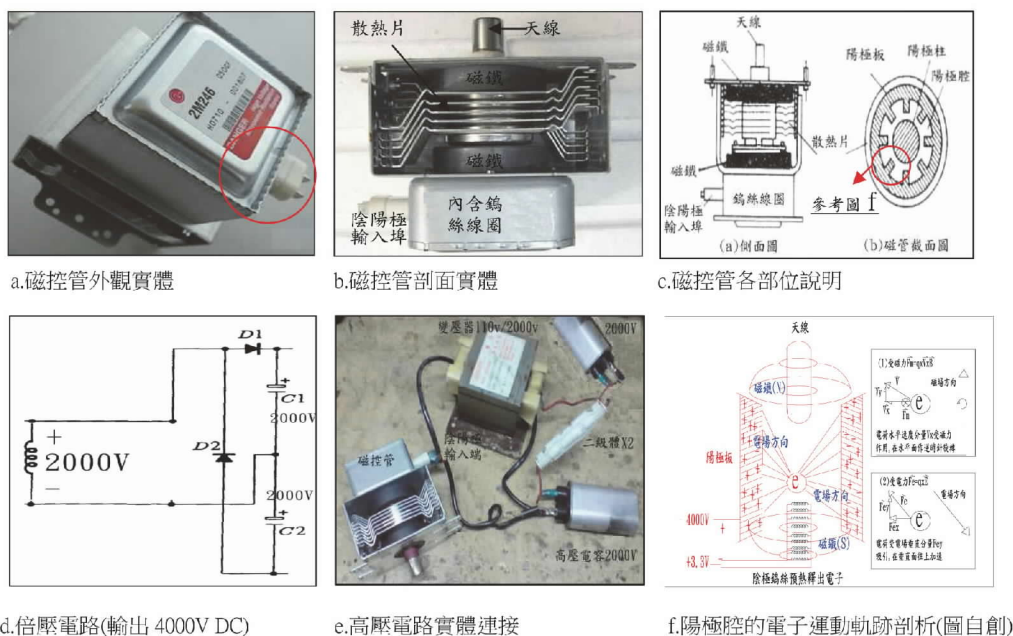


圖 3 磁控管結構與產生電磁波原理

## 三、選購技巧

微波爐列屬標準檢驗局強制性應施檢驗商品範圍，限檢驗單相交流 300V 以下者，其適用之檢驗標準為 CNS3765、IEC60335-2-25 及 CNS13803。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「商品安全標章」(  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](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。

#### 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)不宜將摺疊的金屬放在微波爐中，會產生電弧，如鋁箔包裹食材表面就會產生火花，雖對現代微波爐不會危害，但仍會影響加熱效果。
  - (2)平面金屬體若置於微波爐中不可碰觸爐壁，否則電流經爐壁傳回磁控器，會使磁管熔化並引致短路。
  - (3)使用微波爐加熱含高脂肪之食物如豬肉，應於盛裝容器上方加蓋子，避免脂肪過熱噴滿爐體內部。
  - (4)不可將保鮮膜與食品一起加熱，若使用保鮮膜應選擇「不含有 PVC」或「可用於微波爐加熱」者，並避免碰觸到食物，因 PVC 材質被食物傳導熱度時，會釋放氫氯酸和塑化劑而汙染食物。
  - (5)目前盛裝食物的塑膠材質容器，僅食品級的聚丙烯(PP)材質較適用。
  - (6)不可將帶殼全蛋直接致置入微波爐烹調，因蛋殼不透氣，加熱內部壓力增加爆裂，應先去蛋殼或以針頭刺破蛋殼。
  - (7)加熱液體湯質不應立即取出，以避免突沸灼傷。尤其使用蒸餾水熬湯頭者，在加熱超過沸點後是不會沸騰的，但一旦擾動湯頭便會暴沸。
- 

- 
- 
- (8)微波爐使用應注意不要空燒，因空燒使微波能量無法被消耗，容易損壞磁控器。
  - (9)人體含大量水分子，要在磁控器停止工作後再打開爐門，取出食物。
  - (10)微波爐的加熱時間設定，視食材用量及材質而定，由於各種食材加熱時間不一，在不能肯定食物所需加熱時間時，應以較短時間為宜，再視食物生熟程度追加時間。否則時間過長，食物會變硬而失去香、色、味；應依說明書指示設定烹飪時間及輸出火候。
  - (11)凡具金屬鑲邊之餐具，竹器、塑料及漆器等不耐熱之容器，甚至凹凸狀玻璃製品等，均不宜在微波爐中使用。因為放入爐內的鐵、鋁、不鏽鋼、搪瓷等器皿，微波爐在加熱時會與之產生電火花並反射微波，既損傷爐體又不易加熱食物。
  - (12)定期檢查爐門四周和門鎖，如有損壞及閉合不良，應停止使用以防止微波洩漏。
  - (13)不宜把臉貼近微波爐觀察窗，防止因微波輻射洩漏而造成眼睛損傷的風險。
  - (14)忌使用封閉容器，因封閉容器內食物加熱產生熱量不易散發下，容器內部壓力升高易引起爆破。
  - (15)冰凍肉類食品須先在微波爐中解凍，然後再加熱為熟食。
  - (16)勿烹煮油炸食品，因高溫油會發生飛濺導致火災，萬一不慎引起爐內起火時，切忌開門應先關閉電源，待火熄滅後再開門降溫。
  - (17)微爐置勿置於臥室內使用，也不要將物品覆蓋在微波爐的散熱孔。
  - (18)不要長時間在微波爐前工作，開啟微波爐後應遠離微波爐。
  - (19)微波爐幾乎都是 2000W 左右，故供電時不要與其他電器共用同一插座，要用單一電源而且裝接了地線的插座。
  - (20)微波爐附近不要有磁性物質，以免干擾爐腔內磁場的均勻狀態，使工作效率下降。與電視機、收音機離開一定的距離，否則會影響視、聽效果。
  - (21)用微波爐烘烤爆米花時，一定要使用專門標明適合微波爐的包裝爆米花。烘烤的時間要根據微波爐的功率。烘烤結束後不要持續加熱。爆米花會烤焦起火，因此微波爐工作時要有人看護。



- (22)微波爐中不要使用一般的烹飪溫度計。大多數烹飪溫度計都含有汞，可能產生電弧或導致微波爐故障或損壞。
- (23)嬰兒奶瓶不能在微波爐內加熱。
- (24)使用微波爐烹飪時帶有紙張、塑膠或其他可燃物時，應注意觀察微波爐，一定要遵循製造商的品使用建議。
- (25)為避免微波爐導致心律調整器故障，應請就微波爐能量對調整器的影響向醫生或製造商諮詢。
- (26)不清潔微波爐可能導致表面惡化，這會影響設備的壽命而導致危險。
- (27)微波爐前和爐門前不得放置任何物體，要時常擦拭密封表面，避免塵土或清潔劑殘留物堆積。
- (28)微波爐如果損壞，則不得啟用。微波爐爐門須能夠正常關閉，爐門不能損壞或變形彎曲，鉸鏈和閉鎖裝置不得損壞或鬆動，爐門密封部件和密封表面須保持完好。
- (29)除了具有適當資格的維修人員，他人不得擅自修理微波爐及任何保護蓋。

## 五、清潔保養

- (1)將一個裝有熱水的容器放入微波爐內熱兩三分鐘，讓微波爐內充滿蒸氣，這樣可使頑垢因飽含水分而變得鬆軟，容易去除。
- (2)清潔時，用中性清潔劑的稀釋水先擦一遍，再分別用清水洗過的抹布和乾抹布作最後的清潔，如果仍不能將頑垢除掉，可以利用塑料卡片之類來刮除，千萬不能用金屬片刮。
- (3)將微波爐門打開，讓內部徹底風乾。
- (4)在清潔保養前，一定要關掉電源，拔掉電源插頭。當污物比較嚴重的時候，可以用中性洗滌劑或者是肥皂水擦洗，但不允許沖洗，以避免內部電路受潮。
- (5)平時使用後，應該立刻用濕布將微波爐爐門上、爐腔內和底座玻璃盤上的髒物擦掉，因為還沒有完全冷卻，這個時候是最容易清除污物的。
- (6)旋轉玻璃拖架不能局部受急冷急熱，洗刷時不能用金屬絲擦洗轉盤，一旦產生裂紋會影響產品使用。

- (7)為保護爐腔內部的漆層，不要用硬質的毛刷或刺激性材料進行擦洗。
- (8)微波爐在使用後或者清潔擦洗後，爐腔內都會有水蒸氣或濕氣，經常用乾布擦乾或打開爐門使其通風乾燥，不僅會大大降低微波爐故障率和延長微波爐的使用壽命，還可防止細菌滋生。
- (9)如爐內有異味，可置一杯水入爐內，加一湯匙檸檬汁或白醋，大火熱 2 至 3 分鐘，移去杯子再拭淨，異味便會消除。
- (10)每月檢查微波爐背面和底部的進氣和出氣百葉口的烹飪蒸汽結垢情況，用濕布清洗換氣口，保證空氣流通順暢。擦洗後要徹底晾乾。
- (11)更換微波爐的燈泡，為了避免燈泡碎裂導致燒傷和割傷，要戴手套。如果燈泡過熱，等燈泡涼下來後再更換。

## 六、答問集 Q&A

### Q1、微波安全性?

答：

- (1)微波的安全性跟太陽光一樣，傷害人體與否取決能量強弱，如和煦的陽光讓人舒爽，但烈日曝曬也可以造成灼傷；微波也是如此，既然可煮食，人體也可被煮熟，關鍵就在承受的微波功率。
- (2)科學家已研究距離微波爐大約 5 厘米之處，每平方厘米的微波功率已不超過 5 毫瓦，也就是 5 厘米處是 1 毫瓦，50 厘米處就降低到了百分之一毫瓦，對人畜均無害。

### Q2、盛食容器的安全性

答:

- (1)微波爐使用上另一個疑慮是盛裝食材的塑料容器是否會釋放有毒物質，據美國 FDA 於微波爐內測試各種塑膠容器結果，要低於有害劑量百分之一以下，才可算是可微波加熱之材質，而凡標示可微波加熱之塑料容器，基本上都可信賴，消費者也可自行採用陶瓷或玻璃容器盛裝食材來微波。