

# 紅外線熱像測溫技術應用於加油站電氣設備檢查

黃鏡祿

油品行銷事業部 高雄零售中心 加油設備修護

## 一、紅外線設備應用範圍

紅外線熱像的工作原理，主要在於接收測量物件的熱輻射能量，任何物體只要溫度在絕對零度 零下 273 以上就會輻射能量，利用物體輻射出來的能量差異，經過熱像儀處理之後以不同的顏色呈現影像在螢幕上，利用這種技術發展出來的儀器有兩大類，很容易被弄錯，他們的主要用途並不相同，價位差異也很大，針對需求選擇合適的類型才能充分發揮功能。

### （一）紅外線熱像儀：

跟紅外線熱像測溫儀不相同，熱像儀著重在熱影像的清晰度，並不要求測量物件的實際溫度，主要用在軍事用途的夜間觀察、瞄準目標，海岸防衛單位也經常用來夜間監視海上或者岸上的目標，它可以穿透濃霧，搭配特殊鏡頭甚至可以看見幾十海浬之外的目標。紅外線熱影像儀重視的是影像的對比清晰，並不需要知道被測物件的溫度，所以並沒有針對溫度作校正，若使用此未經溫度校正及補償的影像來推估溫度，其所推估的溫度並不準確。此外，由於不需要量測實際的溫度，一般熱影像儀內也不具有自動溫度補償的設計，當環境溫度變化時，其所推估的溫度便會產生極大的誤差。這類儀器不適用於溫度測量。生產國對於此類型比較高階的設備多半列管不許可隨意販售、持有。

### （二）紅外線熱像測溫儀：

接收物體輻射的能量，將其轉換為溫度，再轉換成顏色顯示在螢幕上，顯示的方式可以依照操作者喜好以灰階、近鐵、彩虹等等色調來強調顯示影像效果，其感測器需經過全畫面各

點嚴格的溫度校正，並要有隨著環境溫度變化自我調整的能力，以維持量測溫度的準確性，著重在溫度量測的精確度。紅外線熱像測溫技術的應用很廣泛，電力輸配系統、轉動機械系統、輸送儲存系統、加熱冷卻系統、工業製程設備系列、電子產品系列、醫療診斷、建築物系列、監視保全都有它可以發揮的範疇。

## 二、如何選擇適合我們使用的設備

### (一) 價格

有一組二十幾萬、也有六十幾萬的、有些高達百萬的設備，價格和設備的影像解析度、溫度點解析度、測溫範圍、附加功能等等成正比，但是選擇適當的設備比買高價的設備更恰當些，如果買一套很貴的設備、功能一大堆卻都沒使用到，只是浪費經費，對於我們現場設備的安全運作，並沒有加分的效果。

### (二) 使用目標

先弄清楚我們買設備要用在什麼地方？測量物件距離我們多遠？測量的物件有多大或者說有多小？一公分直徑的電線距離我們二十公尺遠的時候，看起來會變成多細小呢？這就必須從設備的點解析度來看了，有人稱他為『瞬間視野』

Instantaneous Field of View 簡稱 IFOV。

依據公式計算  $IFOV = \left( \tan \theta / 2 \right) \times D \times 2 / W$

$\theta$  設備鏡頭的視角

$D$  設備鏡頭和被測物的距離

$W$  設備影像解析度的寬度

在此：使用影像解析度 320x240，視角 24 度鏡頭的紅外線熱像測溫儀器，量測距離我們五十公尺直徑一公分的電線。

$IFOV = \left( \tan 24/2 \right) \times 50 \times 2 / 320 = 0.06642$  公尺

大約等於 6.6 公分，也就是說使用這個儀器在五十公尺遠的距離，必須大於 6.6 公分的物件才能清楚顯示在螢幕上，一公分直徑的電線，用這台儀器根本看不清楚，所以這台儀器不適用。

解決以上問題的方式有：

1. 用同一台儀器，更靠近被測物來測量 縮短距離。
2. 用同一台儀器，更換視角更小的鏡頭 望遠鏡頭。
3. 換一台更高解析度的儀器 換 640x480 其實也看不清楚。
4. 最佳方式應該是 2 + 3。

紅外線熱像測溫儀的影像解析度目前有幾款機型，分別為 160x120、320x240、640x480 目前解析度最高機種，在相同的檢測距離時，解析度高的機型可以看見更細小的物件，在專業術語稱為【點解析度】。如果我們必須遠距離檢測高壓電塔上的電線，當距離超過 50 公尺時看見的電塔上導線可能線徑不足 1mm，這種情況必須選擇高解析度的機型，才能精確判讀出線路上或者高壓電塔上接點的溫度，如果錯用低解析度的機器做量測，因為點解析度遠大於被測物件，實際量測到的溫度有一部分是被測物件的背景溫度 天空、宇宙的溫度趨近於 0、另外一部分是被測物件的溫度，經過機器內部運算之後取平均值，呈現在機器上的測量溫度跟實際的物件溫度會有很大差異，會比較低溫，因為如此、執行檢測的人會誤將已經異常高溫的設備，認為溫度還很低沒關係，因為他從儀器上看見的溫度還很低、不危險！其實線路接點恐怕已經快要燒毀。

### (三) 檢測範圍

1. 我們要量測的物件溫度範圍多大呢？如果是煉鋼廠，溫度可能高達一千多，一般電氣設備大概不到 250，通常測溫範圍越寬的機型越貴。一般常見的紅外線熱像測溫儀測溫範圍可以從 -40 ~1500，不同的機器型號有不同的測溫區段，有特殊用途還可以擴充測溫範圍。精確度多半介於 ±2 或者 ±2% 讀值，靈敏度 0.1，少數高階機型可以達到 0.08 的靈敏度。
2. 如果在有限的空間距離想同時顯示更大面積的畫面，那就必須考慮裝配廣角鏡頭，但是有些機型不能另外加裝配件。在無法更換鏡頭的情況下，只好加大我們和被測物件的距離，讓所有設備一同入鏡，距離一旦加大又必須考慮

儀器測溫解析度是否足夠？在無法面面俱到的情況下，只能多拍幾張畫面來拼湊整個設備的全貌，不然只好再購買更高階的機型。

#### （四）配件擴充

紅外線熱像測溫儀器除了可以換鏡頭之外，搭配電腦軟體還可以在事後做影像細部分析，並且做成書面報告格式。這類軟體多半必須另外付費購買 有繁體中文版，對於電氣檢測必須出具報告呈報主管機關，這種軟體是最佳輔助利器。

#### （五）操作人員培訓

看過紅外線熱像測溫圖片的人，很多人會誤以為圖片上顏色越亮的地方，就是溫度越高的地方。實際上沒那麼簡單看得出來溫度是否正確！受過合格專業訓練的檢測人員會知道，判斷一張圖片上的溫度必須考慮其他因素，才能獲得最接近實際溫度的答案。被測物件和檢測儀器距離多遠？影像焦距正確否？檢測當時環境溫度？被測物件是什麼材質 放射率？是生鏽的金屬面還是會反光的亮面？有塗油漆嗎？鏡頭和被測物件的角度是多少度？當時空氣溼度多少？以上所有條件越精確，能得到的答案越接近真實，有些條件可以事後再修正，有些卻絕對不容許失誤，例如：影像的焦距如果不正確，整張圖像完全看不清楚，根本就不能靠其他參數來補救了！

### 三、電氣設備檢查應用

曾經在某加油站用紅外線熱像測溫儀檢查發現，裝設大型的空調冷氣機開關迴路，因為電源線徑不足產生異常高溫，線路絕緣橡膠已經持續劣化 不會很快速劣化，所以不容易發覺，使用紅外線熱像測溫儀檢視發現異常高溫點，即時通知現場連絡廠商改善，更換適當線徑的配線。翻查加油站最近一個月剛剛做完的電氣檢查紀錄，當時量測的絕緣電阻值 10M，因為合格標準值為 0.2 M 以上，所以判定線路無異常、無危

險，沒想到危險卻早已經在持續擴大當中。目前經濟部能源局的電氣檢查表格針對設備開關的檢查只有絕緣電阻測量，如果只依靠傳統的電氣檢查數值，不會察覺線路有問題，等到線路絕緣破壞發生短路引起電氣火災，後果不堪想像。

電工法規、勞工安全衛生設施規則、勞工安全衛生組織管理及自動檢查辦法、加油站營運設備自行安全檢查手冊裡面，對於電氣設備定期檢查皆列為重點項目。經濟部能源局於民國92年02月19日制定『專任電氣技術人員及用電設備檢驗維護業管理規則』，當中第21條：用電場所負責人應督同專任電氣技術人員或檢驗維護業對所經管之用電設備，於每六個月至少檢驗一次，每年應至少停電檢驗一次。

依照『專任電氣技術人員及用電設備檢驗維護業管理規則』的規定，我們每年必須做兩次定期檢查，每六個月做一次，可以兩次都採用傳統的停電檢測方式；也可以一次作停電檢查、另一次採用非停電檢查。很多加油站幾乎二十四小時都在面對顧客，停電檢查勢必暫停營業，會讓顧客感覺很不方便。

傳統的停電檢查方式，技術人員會用各種儀器量測設備的電壓高低、電流大小、接地是否良好、絕緣是否劣化等等，這些項目如果有異常可能導致設備漏電、人員感電、火災等事故發生，不可輕忽。

非停電檢驗方式採用紅外線熱像測溫技術，用熱像測溫照片製作報告表單，這張表單可當作一次電氣設備定期檢驗的依據。目前國內的法規還未強制規定一定要採用紅外線熱像測溫技術做電氣檢查，因為紅外線熱像測溫儀器價位非常高，幾十萬元一套還只能算是初階機種，高階的機型在百萬以上，並不是一般小型公司能夠負擔得起的設備。

防止電氣危害是電氣設備檢查的最大目的，因為設備不良造成電氣危害的原因有：1.線路絕緣劣化導致短路或漏電 2.設備接地不良，漏電造成操作人員感電 3.接點接觸不良引發溫昇 4.設備超載引發溫昇 5.線路電磁效應引發溫昇 6.操

作環境散熱不良引發溫昇 很多項目都跟溫度有直接關聯，在即將發生電氣危害之前都以異常高溫來呈現，採用《紅外線熱像測溫儀》可以在活電狀態下 不需要停電 進行檢測工作，提早發現故障前初期的異常狀況，不像傳統的電氣檢查方式只能在絕緣電阻 接地電阻檢查這兩項發揮比較大的作用。

在 1993 年美國非破壞性檢測協會 (The American Society for Nondestructive Testing, Inc., ASNT) 已經將紅外線檢測法正式納入非破壞性檢測技術 (NDT) 的領域。我們國內最近幾年才接受這種檢驗方式，傳統的停電檢驗方式有些盲點，例如線路接點的壓接端子壓接不良、或者鎖緊螺絲接觸不良阻抗增高，隨著負載電流變大溫度會急速上昇，採用紅外線熱像測溫技術做檢測可以及早發現這種異常的溫度變化，很容易發現壓接不良的地方和它周圍正常設備的溫度有明顯差異。

傳統的停電檢驗方式，因為設備沒有接電運轉所以異常溫度不會呈現，根本無法發現壓接不良的潛在危害處，必須等到高負載引發的過高溫度造成接點處的金屬因為高溫而變色、或者線路絕緣橡膠包覆因為高溫燒焦產生異味，才會引起我們注意，此時距離發生電氣災害已經不遠矣。

對於加油站電氣設備檢查來說，採取傳統的停電檢查搭配紅外線熱像測溫技術檢驗，可以有相輔相成及互補的功效，不但減少停電、暫停營業對顧客所造成的不便，更能早期發現設備的潛在異常，提高設備運轉的可靠性，降低意外停機的損失及設備過度維護衍生之問題，對於電氣設備安全以及災害預防可以發揮更大的功效。