

## 玻璃行業的非接觸式測溫

在所有工業領域，溫度測量是其中一種重要的物理測量方式。同樣在玻璃工業這也是生產工藝程序控制的必要手段。非接觸式

紅外測溫儀因其下列優點

正不斷地受到重視。

- 操作簡單
- 回應時間快
- 不會老化，漂移最小
- 配置靈活，價格合理
- 不會污染玻璃溶液

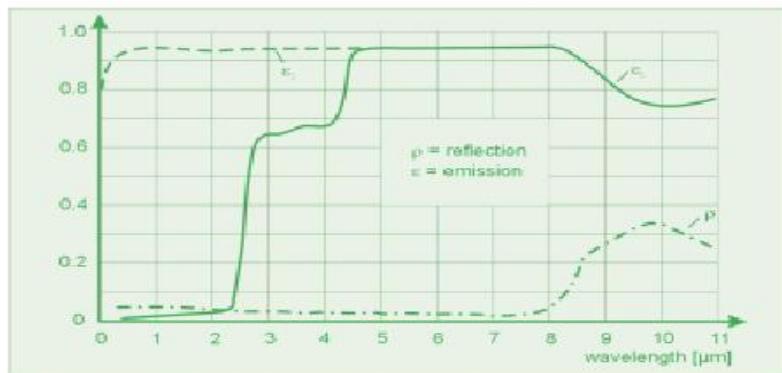


圖1：窗玻璃在室溫下的輻射與發射  
 $\epsilon_1$  1 =厚度 0.5 mm.  $\epsilon_2$  =厚度 250 mm

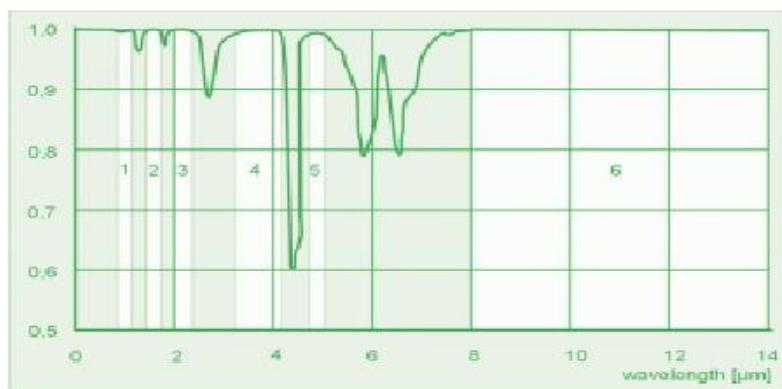


圖2：環境窗（1至6）及空氣的傳輸

在玻璃工業中需對透明及不透明的物體進行測溫。不透明的物體包括模具，穹頂及玻璃熔煉爐的側壁。本文對玻璃行業測溫的特殊性作了簡要的描述。

它描述了玻璃表面溫度，玻璃內部溫度的確定以及測溫儀在玻璃行業的其他應用。IMPAC 公司在非接觸式測溫領域擁有 40 多年的經驗，在玻璃行業的非接觸式測溫具有特別豐富的經驗。

### 玻璃作為非接觸式測溫的被測物體

玻璃是透明的可見物，其光譜在近紅外光譜範圍之內，它的發射率與波長和玻璃的厚度有關。圖 1 顯示了窗玻璃的發射率及輻射率。當光譜範圍在 5~8μm 之間時，它的發射率最高，因此玻璃的溫度在這個範圍可以可靠測得。測量值符合玻璃的表面溫度，與玻璃的厚度無關，在這個範圍而且也基本沒有輻射出現。這裡 在整個光譜範圍只使用很少的一部分窄帶光譜帶，以避免測量受到周圍環境空氣的影響。

高品質的測溫儀只在這個光譜範圍工作，也被稱為環境窗，因為那裡不會因為空氣濕度或碳氧化物引起對紅外射線的吸收，這樣就避免了因空氣濕度或測量距離的改變而造成測溫誤差。圖 2 顯示了這種環境窗對傳達因工控網 >> <http://www.umarket.com.tw>  
斯馬特電子 >> <http://www.smartmeter.com.tw>

輸空氣的狀況。窄帶範圍 5 (約  $5\mu\text{m}$ )，如圖 2 所示，用來測量表面的溫度。IMPAC 所有用於這一特殊的測溫任務的測溫儀都在  $5.14\mu\text{m}$  的光譜範圍工作，因為在這個特殊區域燃燒火頭的熱廢氣不會影響到測量值。但是對於其他的應用範圍，還是建議需要測量玻璃內部的溫度，而不是測量表面溫度，因為接近表面的玻璃層受對流的影響很大。這裡需要測量的是熔化後的玻璃，就需要使用在近紅外光範圍的測溫儀。這裡可以使用的是矽(Si)或者銦-鎵-砷化物(InGaAs)探測器，他們的光譜敏感度在圖 2 所示的環境窗的 1 和 2。因為在兩種不同的光譜範圍所達到的滲透深度也不同，測溫儀的選擇就取決於玻璃的層厚。SI 矽探測器所達到的滲透深度在窗玻璃為約 190mm，而採用銦-鎵-砷化物(InGaAs)探測器滲透深度可以達到 290mm。另外這些滲透深度值還和玻璃的種類有關。當滲透深度比較小，大約只有 4mm 的時候，要使用光譜範圍為 4 的測溫儀，請見圖 2 所示(IN 5/4 plus, IE120/39)。

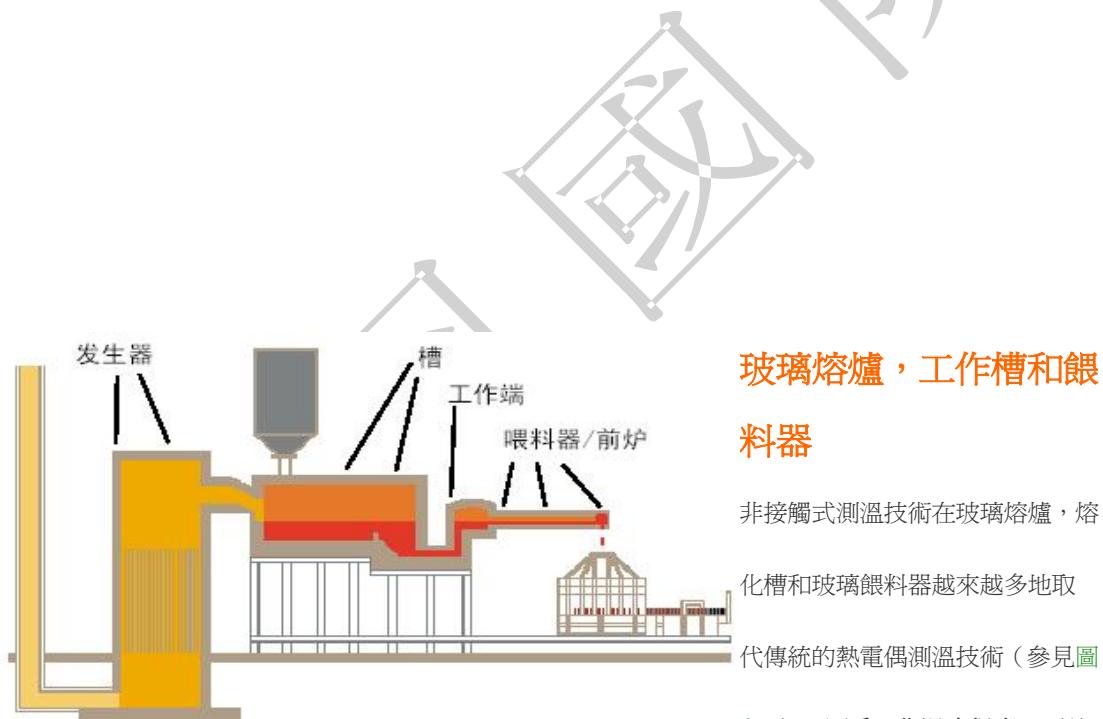


图4: Infratherm IS 5-LO/GL 或 IS 50-LO/GL红外测温仪的典型应用



图5: 数字式光纤测温仪，安装角，空气清扫器INCONEL视管，可选择陶瓷视管

專門開發了一種測溫儀，不需要冷卻系統，環境溫度達到 250°C 時也能工作。通過使用光纖高溫計，可以明顯地降低安裝及運行費用。光纖可通過牢固的不鏽鋼外殼保護，最長可以達到 30 米。安裝及操作所必需的所有部件將作為標準配置提供。這包括與爐體壁連接所需要的標準的安裝配件，保持鏡頭清潔的空氣清掃器，視管（直到 1200°C 均可使用），開式或閉式的不同長度的陶瓷管。（[圖 5](#)）兩種不同的型號可以選擇，它們都是精度很高的數位式測溫儀。[IS 50 - LO /GL](#) 是雙線制技術，電氣安裝簡單，[IS 5-LO/GL](#) 除了標準的模擬輸出外，還有 RS232 或 RS485 序列介面，便於多台儀器通過現場匯流排連接及用 PC 機進行控制。

## 玻璃點滴的溫度測量

原則上玻璃點滴的溫度只有通過非接觸式測溫技術才能獲得。由於節拍時間很短，就需要使用回應時間很快的測溫儀，而且還必須能測量玻璃點滴的內部溫度，因為玻璃的表面溫度受環境條件影響很大，因此測量表面



圖7：用帶水冷卻外罩的ISQ5對玻璃點滴進行溫度測量

溫度會不準確。玻璃的滲透深度是由測溫儀的光譜範圍確定的，在選擇的時候要根據玻璃的種類和點滴的大小決定。通常情況下溫度借助於最大數值儲存器短時間保持並顯示。

圖 7 顯示了 [ISQ5](#) 型數字式紅外測溫儀，帶不鏽鋼冷卻外罩，它測量的是在全自動玻璃瓶生產線中的點滴的玻璃內部溫度，回應時間是 10 毫秒。

## 玻璃模具溫度的測量

測量玻璃模具的溫度也需要很快的回應時

間，因為玻璃模具以很快的速度打開和關

閉。這裡所要測量的是金屬物體的溫度，因

此測溫儀的光譜靈敏度應該在短波紅外範



圖 8 IGA 5

IGA 140

IGA 8 plus

圍，回應時間要在 1 至 2 毫秒之間。在這方面 IMPAC 公司都可以提供線上式或可攜式測溫儀，究竟選用哪

一種需根據生產工藝決定。線上式採用 IGA5 或 IGA140 或可攜式 IGA8 plus (圖 8) 測溫範圍在 250 - 1300 °C

之間。為了對準被測物體該測溫儀可選用鐳射導向燈或望遠對準鏡頭。除了 0 - 20mA 或者 4-20mA 的測量

值輸出外還可以選擇串聯介面 (RS232 或 RS485)，這樣就可以通過電腦進行資料處理。該儀器還可以選

擇方便的安裝支架和冷卻外罩等。



圖9: IN 5/5, IN 5/5 plus,

不銹鋼冷卻外罩, 帶空氣清扫器

## 平板玻璃生產中的溫度測量

在平板玻璃生產線中，採用紅外測溫儀測量表面溫度

被證明是卓有成效的。上面描述的測溫儀可以用來對

浮法池和熔煉爐的冷卻進行溫度測量。這裡是窄帶光

譜回應，位於 5μm 範圍，這樣保證測量的是玻璃的

表面溫度。設備所安裝的加熱元件對測溫的影響非常

小，因為玻璃表面的熱輻射在光譜波長為 5μm 時很低 (見圖 1)

IMPAC 為該測溫任務提供堅固型的雙線制數位式測溫儀 IN5/5，或者完全數位化的 IN5/5 plus，該型號測溫儀除了常見的模擬輸出 (0/4 - 20mA) 以外還可以帶有串聯介面 RS232 或者 R485。我們可以提供所有安裝和操作所必須的元件，包括冷卻外罩，在爐子牆壁上固定用的安裝單元，空氣或保護氣清掃器等 (圖 9)

## 玻璃再加工和燈泡生產

玻璃表面溫度在燈泡生產、平板玻璃的折彎和退火及熱燒成形過程中是非常重要的過程參數。在這裡溫度

的測量也應該與玻璃厚度無關，因此也應該使用光譜靈敏度在 5μm 的測溫儀。這裡使用 IN5/5 或者 IN5/5plus

是比較合適的選擇。通過選擇三種不同的合適的鏡頭，測量光點可以達到較大或較小。假如要求測溫速度

特別快的話，比如在玻璃彎曲爐中或玻殼生產線，IE120/51H 的回應時間只有

10 毫秒。另外還帶有一個可聚焦的鏡頭，以便最佳適應測溫任務。

對於小的加工設備的特殊應用（比如汽車燈泡的生產），就需要測溫儀本身的尺寸很小，而且測量光點也要很小。**IN300/5** 的直徑只有 25 毫米，長度為 120 毫米，是光譜範圍在  $5.14\mu\text{m}$  的最小的測溫儀，測量光點為 2.5 毫米。



## 玻璃工業可攜式測溫儀的應用

可攜式測溫儀（見圖 10）主要在設備調試，階段性生產工藝程序控制測量以及維修保養的時候使用。**IN15** 用來測量冷卻區，塗層工藝以及尋找爐壁熱滲透而使用。它的光譜範圍是  $8 - 14\mu\text{m}$ ，測溫範圍是  $-32 - 900^\circ\text{C}$ 。**IN 15/5** 在光



圖10: 便攜式測溫儀

譜範圍  $5.14$  工作，因此  $150 - 1800^\circ\text{C}$  之間的所有玻璃表面溫度測量都可以使用。所有的 15 系列測溫儀都帶有鐳射導向燈，用來準確地對準被測物體，選用聚焦鏡頭小至 2.2 毫米的物體也可被測溫。

**IS8 plus** 和 **IGA 8 plus** 用來測量玻璃模具、玻璃餾料器或玻璃熔爐中的玻璃溫度。它們的光譜範圍在  $0.6$  和  $1.1$  及  $1.45$  至  $1.8\mu\text{m}$ ，測溫範圍在  $600$  和  $2500^\circ\text{C}$  或者  $300 - 1300^\circ\text{C}$ 。其金屬的外殼是專門為玻璃工業惡劣的工作環境而設計的。

