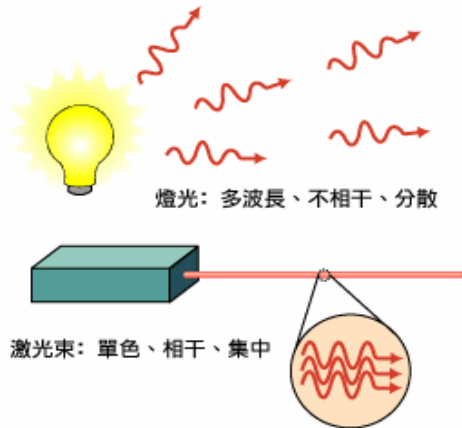




# 檢驗技術簡訊 19

## INSPECTION TECHNIQUE

檢驗技術簡訊 第 19 期 2007 年 4 月出刊 每季出刊 1 期



### ◎專題報導

雷射 (LASER) 產品測試技術介紹/  
p.2

電磁相容科 陳明峰

### ◎檢驗技術

應用移動全距求知浮子式流量計以  
mm 水柱高表示之量測不確定度/ p.8

第一組 張文昌

### ◎儀器介紹

保護熱板式熱傳導分析儀/ p.10

材料科 謝孟傑

輻射濃度分析儀簡介/ p.11

材料科 廖建源

### 出版資料

出版單位 經濟部標準檢驗局第六組  
聯絡地址 台北市中正區濟南路1段4號  
聯絡電話 02-23431835  
傳 真 02-23921441  
電子郵件 yaki.pen@bsmi.gov.tw  
網頁位置 <http://www.bsmi.gov.tw/>  
發行人 張修德

### 工作小組

主 持 人 謝翰璋  
召 集 人 楊明耀  
總 編 輯 彭雅琪  
編 輯 黃宗銘 (化工領域)  
李靜雯 (生化領域)  
楊淳文 (化學領域)  
陳進利 (高分子領域)  
謝孟傑 (材料領域)  
陳榮富 (機械領域)  
黃朝陽 (電氣領域)  
吳文正 (電磁相容領域)  
楊世斌 (行政資訊)

總 校 訂 彭雅琪  
網頁管理 王金標 吳文正  
印 製 彭雅琪

## 雷射(LASER)產品測試技術介紹

電磁相容科 陳明峰  
電氣科 林子民

相信 LASER 這名詞對大家來說一點也不陌生。在日常生活中，我們常常會接觸到 LASER，例如在課堂上我們所用的 Laser pointer，以及在電腦或音響組合中用來讀取光碟資料的光碟機等等。在工業上 LASER 也常應用於切割或微細加工。既然 LASER 的用途那麼廣泛，究竟它是如何產生的呢？而一般國家對於 LASER 產品的管制又是如何呢？以下我們將會針對這些內容加以介紹及說明。

### 一、何謂雷射

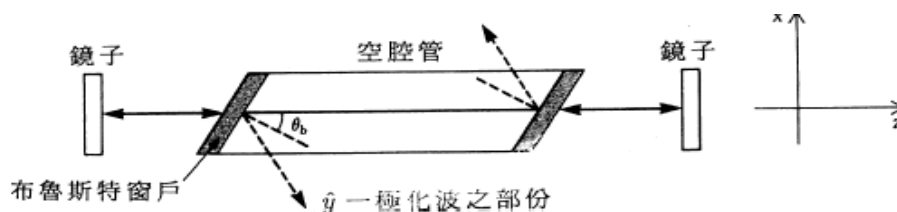
其實簡單地說，雷射是一種光源，它和一般光源都是由於物質內的電子由高能態躍遷至低能態時所放出來的電磁波。但是，兩者產生躍遷(電子改變軌道)的原理，卻是大異其趣。由於這一差異，再加上其他條件，造成了雷射發光的原理和一般光源不同，一般光源是經由「自發放射」，而雷射是以「受激放射」來發光的。

雷射英文名是 LASER，即 Light Amplification by the Stimulated Emission of Radiation) 的縮寫；其中文意義為藉由電磁波之受激發射所產生之光放大，是近代科學研究中相當重要的發明。它的原理早在 1917 年已被著名的物理學家愛因斯坦發現，但直到 1958 年才被首次成功製造。

### 二、雷射光發射的基本原理

一般氣體雷射基本原理由一管狀物包含氣體，並在兩旁裝有布魯斯特窗戶及外部鏡子所組成，如圖一。兩鏡子前後反射光線使駐波維持在空腔(cavity)，也就是管狀物之內部裡。部分光線穿透鏡子成為雷射之輸出。

光線僅在 Z 軸傳播除了在布魯斯特窗戶(Brewster Window)。光速可分解為兩分量各具有不同極化。波之一分量即化在 x 方向而另一分量極化在 y 分量，x 極化波對戶稱為窗戶的介電厚板為平行極化。窗戶之垂直方向與波之傳播方向成為布魯斯特角，因此 x 極化波全部穿透過窗戶。我們說布魯斯特窗戶對 x 極化波為透明的。另一方面，y 極化波對窗戶來講是垂直極化。因此部分能量被反射而部分能量透過窗戶傳輸過去。結果，雷射的輸出為線性極化於 x 方向。

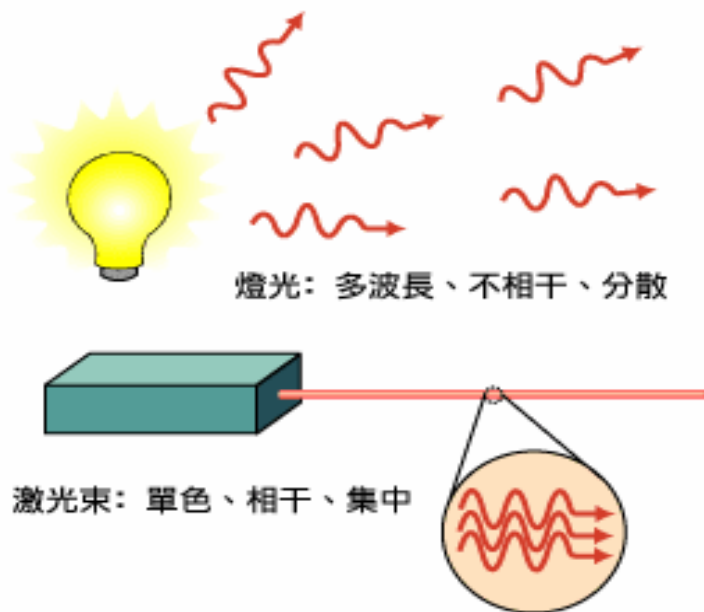


圖一 具有布魯斯特窗戶之氣體雷射。窗戶對  $\hat{x}$  極化波是透明的（全部穿過去）而反射  $\hat{y}$  極化波。因此，僅  $\hat{x}$  極化波在空腔中共振並且其輸出是在  $\hat{x}$  方向線性極化。

### 三、雷射光源之特性與應用

雷射因受激輻射產生而具有以下三大特性（圖二）：

- （一）LASER 是單色性的：在整個產生的機制中，只會產生一種單一波長的光。這與普通的光不同，例如陽光和燈光都是由多種波長的光合成的，接近白光。
- （二）LASER 是具干涉性的：實際上的光波，其波前形狀並不完全一致，其波長、頻率也不完全一致。但是 Laser 光波都為週期性或規則性的波，它們疊加起來便產生很大的強度。這個干涉現象能夠讓觀測者清楚分辨並且能夠持續一段時間。而在日常生活中所見的光，它們的波前形狀較混亂，相對於 LASER，這些干涉現象就弱得多了。
- （三）LASER 的光束很狹窄，並且十分集中，所以有很強的威力。相反，燈光分散向各個方向轉播，所以強度很低。



圖二 一般光源與雷射光之比較

雷射使用範圍相當廣泛，而能夠產生雷射的物質，如紅寶石、鉍玻璃、氬氣、半導體、有機染料等，也因其介質不同使其所應用之範圍也不同。我們根據產生雷射的媒質，可以把雷射器分為液體雷射器、氣體雷射器和固體雷射器等。而現在最常見的半導體雷射器算是固體雷射器的一種。例如在超級市場中常用的條碼掃描器，它的雷射器就是用氬氣和氬氣作為雷射介質的，並經由通電方式而得到激發。另外像半導體雷射器主要是用於光纖通信，雷射測距及資訊設備上。

雖然雷射因其優點而被加以廣泛使用，但是若長期曝露於使用環境中，則也可能受到雷射輻射能量之影響而受到傷害。過去最為明顯之案例為日本職棒選手再打擊時，因受到觀眾使用雷射光之照射而眼睛受損，在當時的確造成很大的轟動；另外當皮膚受到雷射光照射時就如同夏日曝露於強烈陽光下是同樣道理，均會使皮膚受到嚴重的傷害。因此有關雷射之產品目前在日本及歐美等國家均有列入管制，要求限制其正常使用情形下之最大可允許曝露之輻射能量，並提供相關警告標語於本體上。

#### 四、雷射產品檢驗標準 IEC 60825-1

針對雷射產品之測試各國目前均依據 IEC 60825-1 為其檢驗標準。在日本雷射產品屬於強制性管制需取得 PSE MARK；輸入美國之雷射產品同樣的，需事前向 FDA/CDRH 申請認可；而國內對於雷射產品並非公告為強制性列管品目，但是若應用於本局公告之產品時，則會要求需符合規定，如常用於辦公室之資訊產品-雷射印表機或光碟機或音響類產品如 CD Player 等，在取得安規認證時，對於內部使用之雷射二極體均要求需取得 IEC 60825-1 檢驗認可之證書。

表一 IEC 60825-1 標準與美國 FDA/CDRH 對於雷射產品測試要求比較

	IEC 60825-1	FDA/CDRH 要求
測試方法	對零組件如 LED，雷射二極體…等直接進行量測（直接功率）。	對安裝雷射零組件之終端成品，量測有可能會有雷射外洩之空隙（洩漏功率）。
單一故障(single fault)狀況之考量	須同時符合正常使用狀態及單一故障狀態	僅考量正常使用狀態
AEL 計算方法	複雜	較簡單
登錄要求	不須登錄	須登錄
雷射危險等級	1，1M，2，2M，3R，3B，4	I，IIa，II，IIIa，IIIb，IV

綜觀 IEC 60825-1 標準其主要精神是在：

- 依據雷射產品之輻射危險等級予以標示，以保障人員對於波長在 180nm 到 1mm 之雷射輻射危險。
- 建立產品使用程序及警告資訊。
- 藉由保護措施或控制以降低人員受到輻射傷害之機率。
- 保護人員受到由使用雷射產品所引起之其他危險。

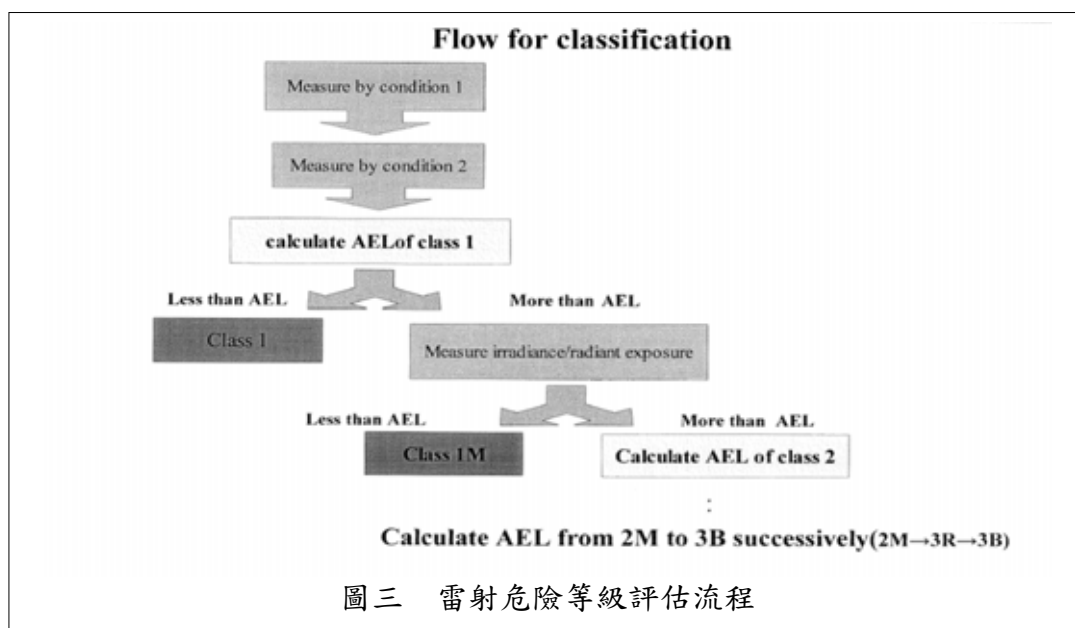
故依上述標準精神，於執行此類產品驗證時，須先依據廠商所提供之技術資料進行分析，以選定適合之測試設備。因待測樣品若其規格超出測試儀器之規格時，有可能會在測試過程損毀儀器。接著將待測樣品置於全無光害之暗室內進行測試，因待測雷射功率有時規格極小，故有些微之光害時就會嚴重影響測試結果。樣品依標準規定之方法擺置，並輸入廠商宣告之額定電壓使樣品輸出雷射光，透過透鏡以及光功率計量測雷射光功率並予以記錄。再依廠商提供之產品技術文件以標準敘述之計算方法計算此產品之可觸及發射極限(AEL: Accessible Emission Limit)限制值，並將記錄之量測值與此限制值比對，據以判定待測樣品之雷射危險等級。

製造廠商以此測試出之等級將相關警告資訊標示於產品外觀或提供本產品之使用說明，對於高雷射危險之產品(雷射危險等級在等級 2 以上者)則必須提供必要之保護措施如遙控保護裝置(remote control)或互鎖保護裝置(interlock)，以避免消費者使用此種產品時受到雷射傷害。因此 IEC60825-1 標準中有關輻射能量之限制值及檢測方法等均有規定，而標準中有三個主要部分是測試者必需明瞭的：

##### (一) 分類及標示

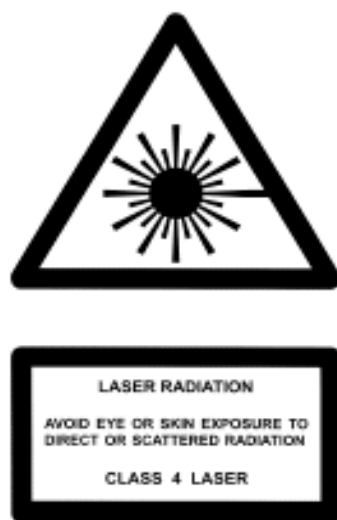
###### 1. 分類要求:

經由測試確認可觸及發射極限(AEL: Accessible Emission Limit)值以評估其輻射能量等級(參考標準第 8 章節)，輻射能量等級共分類有 Class1，1M，Class2，2M，Class3R，3B，Class4 共 7 等級。Class4 輻射能量最大風險最高，Class1 則屬能量及風險最低。等級評估方式依照標準須先從 Class1 開始評估起，雷射危險等級評估流程如圖三。



2. 標示要求:

- (1) 對雷射產品本體外部及雷射單元內部之標示尺寸大小，背景顏色及警告標語內容等均詳加規定於標準第 5 章節中。相關標示如圖四。
- (2) 如果雷射產品的尺寸太小，相關標示無法標於本體，則允許其標於使用說明書或產品外包裝上。



圖四 標示要求

(二) 測試方式需考量 2 種情形：

1. 正常使用條件狀態。
2. 單一故障狀態：如模擬控制雷射單元之電路異常，使得雷射產品會輸出較大之功率。

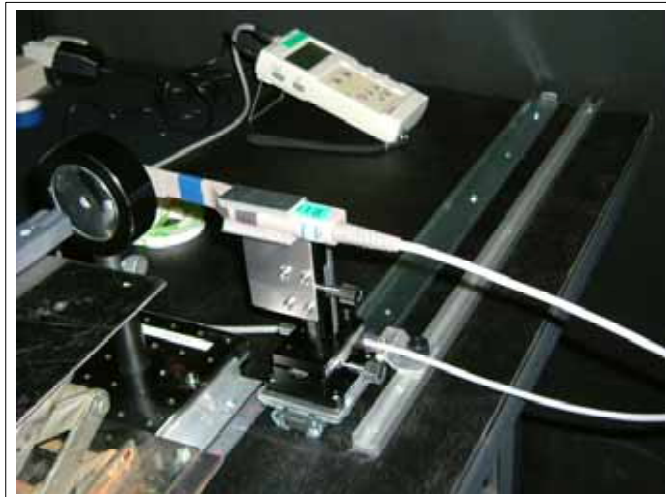
(三) 安全互鎖裝置的設置：

1. 安全互鎖裝置之設計，應使得當雷射產品外殼面板移開時會避免人員受到可觸及雷射輻射之危險。
2. 雷射產品設置安全互鎖裝置的要求：參考下表（其中符號 X，代表必須裝設安全互鎖裝置）。



Product class	Accessible emission during or after removal of access panel				
	1, 1M	2, 2M	3R	3B	4
1, 1M	-	-	X	X	X
2, 2M	-	-	X	X	X
3R	-	-	-	X	X
3B	-	-	-	X	X
4	-	-	-	X	X

## 五、雷射產品之量測方法及程序



圖五 雷射測試配置圖

整個雷射測試之基本檢測流程是—將量測之雷射單元輻射量值與標準規定之雷射等級 CLASS 1~4 的 AEL 值比較，以確認及判定該雷射單元之危險等級。以下就對測試作業流程步驟及方法予以說明：

- (一) 請客戶提供樣品規格：含產品使用手冊、雷射二極體技術資料(如波長、直徑、功率、輻射時間、電路圖…等)
- (二) 測試裝置之確認：
  1. 測試暗室：應全無光害。
  2. 設備使用之測試電源：交流及直流。
  3. 電力計：確認輸入電壓。
  4. 光功率計：應能有效涵蓋待測設備之測試規格。
  5. 光功率感知裝置。
  6. 限制孔徑(Limiting aperture, Lens)
  7. 光功率感知裝置固定台架。
- (三) 測試方法(相關配置如圖五)：
  1. 將待測樣品固定好。
  2. 設定限制孔徑之尺寸及量測距離：參照標準 9.3 節規定之 Table 10 決定其值。
  3. 一般雷射產品的波長為 400nm~1400nm，測試標準中依產品雷射特性區分為測試條件 1 及測試條件 2。
    - (1) 測試條件 1：應用於平行聚斂光束之雷射產品。
    - (2) 測試條件 2：應用於散射光束之雷射產品。
    - (3) 若無法清楚知道雷射產品應用之範圍兩種情況均要評估。
    - (4) 於測試條件 2，波長在 400nm~1400nm 範圍時對於量測距離之計算亦規定於標準 9.3 節規定中。

4. 若待測物之波長介於 400-600nm 間，則上述兩種危險（光化學危險、熱危險）均須評估。
5. 經由上述之方法算出雷射產品幅射點至限制孔徑（透鏡）開孔的距離（r），以做為量測雷射產品之輻射功率量值。
6. 實際執行量測，記錄雷射產品之輸出功率。

(四) 可觸及發射極限(AEL: Accessible Emission Limit)值之計算：

參考標準 9.3 節有關各個雷射等級之 AEL 值，AEL 值之計算公式將根據雷射產品之波長、輻射時間而有所不同。

(五) 雷射危險等級之判定

先前已說明有關雷射產品雷射危險等級之評估方式(參考圖三雷射危險等級評估流程)，以下將透過案例來加以說明。

**案例：**

已知某有一雷射產品之波長為: 400~700nm。若經計算結果，此產品雷射危險等級 Class 1 之 AEL 為 3.0mW；Class 2 之 AEL 為 3.8mW；Class 3R 之 AEL 為 4.0mW。

**狀況 1：**

若以測試條件 1 測得之雷射功率為 2mW；以測試條件 2 測得之雷射功率為 2.5mW 因測試條件 1 及測試條件 2 所測得之值均小於 Class 1 之 AEL (3.0mW)

⇒判定此雷射產品之雷射危險等級為 Class 1

**狀況 2：**

若以測試條件 1 測得之雷射功率為 2.5mW；以測試條件 2 測得之雷射功率為 3.5mW 因測試條件 2 所測得之值 3.5mW 大於 Class 1 之 AEL (3.0mW)，所以須根據標準 Table 10 輻照度及輻射曝露密度 (irradiance/radiant exposure) 之方式再量測一次。

若：(1) 輻照度及輻射曝露密度量測之值 = 2.8mW，因為此值小於 Class 1 之 AEL (3.0mW)

⇒判定此雷射產品之雷射危險等級為 Class 1M

(2) 輻照度及輻射曝露密度量測之值 = 3.2mW，因為此值大於 Class 1 之 AEL (3.0mW)，但測試條件 2 所測得之值 3.5mW 小於 Class 2 之 AEL (3.8mW)

⇒判定此雷射產品之雷射危險等級為 Class 2

**狀況 3：**

若以測試條件 1 測得之雷射功率為 3.6mW；以測試條件 2 測得之雷射功率為 3.9mW 因測試條件 2 所測得之值 3.9mW 大於 Class 2 之 AEL (3.8mW)，所以須根據標準 Table 10 輻照度及輻射曝露密度 (irradiance/radiant exposure) 之方式再量測一次。

若：(1) 輻照度及輻射曝露密度量測之值 = 3.5mW，因為此值小於 Class 2 之 AEL (3.8mW)

⇒判定此雷射產品之雷射危險等級為 Class 2M

(2) 輻照度及輻射曝露密度量測之值 = 4.0mW，因為此值大於 Class 2 之 AEL (3.8mW)，但測試條件 2 所測得之值 3.9mW 小於 Class 3R 之 AEL (4.0mW)

⇒判定此雷射產品之雷射危險等級為 Class 3R

(六) 完成測試報告

最後再補充說明，整個測試過程須於在暗室內完成，假如暗室內存在有一些光線的話，將會影響光功率計之量測值。另外在測試過程中若事前已知該雷射產品幅射功率值會很強時，測試人員應佩戴防護眼鏡以降低風險及傷害。

參考資料：

1. 雷射之基本認識 <http://cslin.auto.fcu.edu.tw/eduteach/oliver/mm/index.html>
2. 物理新知 <http://www.hk-phy.org/articles/laser/laser.html>
3. 雷射 <http://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%BF%80%E5%85%89;>  
<http://cslin.auto.fcu.edu.tw/eduteach/oliver/mm/index.html>
4. 雷射的原理與應用 [http://www.nsc.gov.tw/newfiles/popular\\_science.asp?add\\_year=2005&popsc\\_aid=14](http://www.nsc.gov.tw/newfiles/popular_science.asp?add_year=2005&popsc_aid=14)
5. 孔金甌教授所撰寫”應用電磁學”

## ◎檢驗技術

### 應用移動全距(R<sub>m</sub>)求知浮子式流量計以 mm 水柱高表示之量測不確定度

第一組 張文昌

#### 一、前言

依據CNS7089 液化石油氣用調整器檢驗法第 2.6 節，分別以入口壓力 0.7 Kgf/cm<sup>2</sup>、3.0 Kgf/cm<sup>2</sup>、7.0 Kgf/cm<sup>2</sup>、10.0 Kgf/cm<sup>2</sup>、四種狀況下量測流量 0% 時之閉塞壓力、流量 50%、流量 100% 時之出口壓力。由於浮子式流量計讀數每刻度值為 0.05Nm<sup>3</sup>/hr(1.293kgf/Nm<sup>3</sup>)，欲求知各種入口壓力、流量下之出口壓力(單位為mm水柱)量測不確定度，若使用數學公式推算不僅繁複，且其求知值亦頗多爭議，應用移動全距(R<sub>m</sub>)求知浮子式流量計以mm水柱高表示之量測不確定度實為簡單、迅速、準確之方法。

#### 二、量測數學模式介紹

流量計算基本公式：

$$Q = K\sqrt{H} / D \text{ -----公式(1)}$$

$$\sqrt{H} = \frac{QD}{K}$$

$$(P_1 - P_2) = H = \left( \frac{QD}{K} \right)^2$$

$$P_2 = P_1 - \left( \frac{QD}{K} \right)^2 \text{ -----公式(2)}$$

Q：流量

H：差壓(P<sub>1</sub>-P<sub>2</sub>)

P<sub>1</sub>：入口壓力

P<sub>2</sub>：出口壓力

D：燃氣比重(依燃氣別而不同)

K：容量係數(依調整器容量別不同)

由公式(2)可知，調整器出口壓力與P<sub>1</sub>、Q、D、K有關。本實驗室量測調整器出口壓力時，先設定入口壓力及流量，使用空氣測試，而調整器本身容量亦已固定，故D、K視為常數。所以出口壓力為入口壓力與流量之函數，如公式(3)

$$P_2 = f(P_1, Q) \text{ -----公式(3)}$$

但調整器不論進口壓力降低與否，在實務面除了閉塞壓力外(Q=0時)，仍需具備出口壓力維持於280±50 mm H<sub>2</sub>O之間，一般正常測試時進口壓為固定如 0.7kg/cm<sup>2</sup>、3.0 kg/cm<sup>2</sup>、7.0 kg/cm<sup>2</sup>、10.0 kg/cm<sup>2</sup>，且出口壓力與進口壓力兩者成線性相關，故進口壓力錶之不確定度，不致影響量測值，在不確定評估上將予排除。

#### 三、不確定度分項分析

##### (一) A類(type A)標準不確定度

由讀值之不確定度估算，使用者重複量測n次，以樣本平均數標準差作為其標準不確定度，估計其機率分配為常態分配。其自由度ν為n-1。

##### (二) B類(type B)標準不確定度

浮子式流量計之不確定度u(Q)

浮子式流量計讀數最小解析度為0.05(Nm<sup>3</sup>/hr)，假設機率分配為矩形分配，此項標準不確定度u(Q)=0.05÷2√3=0.014434，靈敏係數為-2Q(Q分別為0%Q、50%Q、100%Q)，本項不確定度為0.014434×-2Q，利用公式(4)估算此不確定之相對不確定性為10%，則其自由度ν(Q)為50。



$$v = \frac{1}{2} \left( \frac{100}{R} \right)^2 \text{-----公式(4)}$$

此時計算得到的不確定度其單位為Nm<sup>3</sup>/hr，與出口壓力之單位mm水柱二者不一致，故無法直接採計，若應用移動全距(R<sub>m</sub>)求知浮子式流量計以mm水柱高表示之量測不確定度則可直接採計。

$$R_m = |X_i - X_{i+1}| \text{-----公式(5)}$$

R<sub>m</sub>: 移動全距

X<sub>i</sub>: 平均值

#### 四、實際個案結果

分別利用公式(6)及公式(7)計算組合標準不確定度及有效自由度:

$$u_c^2(y) = \sum_{i=1}^N [c_i u(x_i)]^2 = \sum_{i=1}^N u_i^2(y) \text{-----公式(6)}$$

Welch-Satterthwaite 公式:

$$v_{eff} = \frac{u_c^4(y)}{\sum_{i=1}^N \frac{u_i^4(y)}{v_i}} \text{-----公式(7)}$$

實際計算結果如表 1 及表 2

表 1 流量計誤差值推導 P=7 kg/cm<sup>2</sup>

Q(Nm <sup>3</sup> /hr)	水柱高(mmH <sub>2</sub> O)	mmH <sub>2</sub> O
0.75	281	Rm
0.70	285	4
0.65	294	9
0.60	295	1
0.55	296	1
0.50	298	2
0.45	299	1
	Sum of Rm	18
	Rm(Max)	9
取最大值	9mmH <sub>2</sub> O/0.05Nm <sup>3</sup> /hr	

表 2 不確定度分析表 (Q=1)

來源	已知值	機率分配	分配係數	U(X <sub>i</sub> )	C <sub>ia</sub>	(C <sub>i</sub> ×U(X <sub>i</sub> )) <sup>2</sup>	自由度
水柱差	3.44	t 分配	1	3.44	1	11.8293	4
流量計	9	矩形	1.732	2.5980	-2	27.0000	50
組合標準不確定度u <sub>c</sub> (y)				6.2			
有效自由度ν <sub>eff</sub>				30			
擴充係數k				2.0			
擴充不確定度: 12.4				95%信賴區間			

## ◎儀器介紹

### 保護熱板式熱傳導分析儀

材料科 謝孟傑

依據台電資料顯示，國內住宅及商業部門佔國內用電消耗量，至 2000 年已達總耗電量的 31%（住宅 20.1%，商業 10.9%），其中空調與照明耗電佔一半以上。傳統之建物因使用一般之鋼筋水泥、磚牆、玻璃等高熱貫流值（高熱傳導係數）建材，作為外牆及室內隔間材料，因其隔熱效能不佳，導致空調系統所需能耗大幅增加。

因應高油價時代來臨，節能技術及材料開發已成為各界矚目焦點，節能建材因能大幅降低空調能耗，間接降低CO<sub>2</sub>之排放量，近年來已逐漸獲得各界重視。內政部營建署為推廣綠建材（包含節能建材）之使用，已於建築技術規則之建築設計施工篇第 321 條規定「供公眾使用建築物及經內政部認定有必要非供公眾使用建築物室內裝修材料及樓地板面材料應採用綠建材，其使用率應達室內裝修材料及樓地板面材料總面積百分之五以上」，並以台內營字第 0950800261 號令公告自 95 年 7 月 1 日開始實施。

有鑑於目前國內能提供節能建材檢測服務之試驗機構甚少，本組乃積極規劃建立節能建材熱傳導係數檢驗技術能力，並於 95 年度購置「保護熱板式熱傳導分析儀」，以期能滿足未來業界對於節能建材熱傳導係數量測需求。

由於儀器價格因素國內目前量測建築板材之熱傳導係數，仍以採用熱流計法較為普遍，此種方法係藉由已知熱傳係數之標準板量測取得修正係數，再據以修正試片及加熱板與外界因熱傳遞所產生之偏差，由於標準板與樣品厚度差異、量測時儀器與外界熱傳遞損失等問題，其量測準確度較差，且熱傳導係數量測範圍較小（最大約為 1w/m·k），不適用於量測混凝土、玻璃等材料。而保護熱板式熱傳導分析儀之量測方式，係於儀器加熱板四周及背面分別設置可控制溫度之保護熱板（如圖一），保護熱板與加熱板溫差可以控制在很小之範圍，同時試驗箱外圍另以一層絕熱材料包覆，使樣品及加熱板與外界熱量傳遞小至可忽略不計，因此無需使用熱傳導標準片修正量測數據。

保護熱板式熱傳導分析儀因與外界幾乎無熱傳遞損失，僅需品量測樣品上下兩面維持固定溫差所輸入之熱功率，再代入下列熱傳導計算公式，即可計算求得樣品之熱傳導係數及熱阻：

$$= Q \cdot d / (S \cdot (T_H - T_C))$$

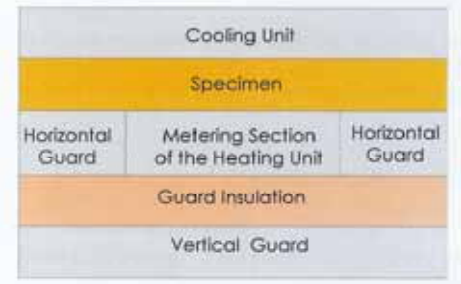
$$R = (S \cdot (T_H - T_C)) / Q$$

式中  $\lambda$  為熱傳導係數、 $Q$  為輸入之熱功率（單位 w）

$d$  為樣品厚度（m）、 $S$  為加熱板面積（m<sup>2</sup>）

$T_H$  為熱板溫度、 $T_C$  為熱板溫度、 $R$  為熱阻

保護熱板式熱傳導分析儀由於內部構造複雜，其造價昂貴，與熱流計法相較約有 2~4 倍之價差，但具有量測準確度高之優點，且量測範圍較熱流計法更為寬廣（最大可達 5w/m·k），國際間目前普遍採用此種方法校驗熱傳導標準片，而採用此法之測試標準則包括 ISO 8302、ASTM C518、JIS 1412、CNS 7333 等標準。保護熱板式熱傳導分析儀除可用於量測一般室內建築隔間材板熱傳導係數外，亦可適用於量測玻璃、混凝土等建材。



圖一 保護熱板式熱傳導分析儀內部構造剖面圖



圖二 保護熱板式熱傳導分析儀 (Applied Precision 公司產品)

# 輻射濃度分析儀之簡介

材料科 廖建源

## 一、緣由

95年陶瓷面磚國家標準修訂，國內生產業界建議為維護使用民眾輻射安全之考量，產品應符合原子能委員會「輻射源豁免管制標準」之管制條件。

面磚、地磚等建材均為正字標記產品，本組有必要先行建立此項檢測技術，因此於96年3月購置碘化鈉(NaI)輻射濃度分析儀，可檢測建築材料之天然放射性核素鐳-226、釷-232、鉀-40等放射性比活度。

## 二、輻射檢測能力

本科目前僅有乙台「輻射偵檢儀」，偵檢器為蓋革計數器(Geiger counter)，僅可執行「表面加馬輻射劑量率」之偵測( $\mu\text{Sv/h}$ )，預計可搭配輻射濃度分析儀做「伽馬能譜」分析，除可分析核種之活度值(Bq/Kg)外，亦可計算「內照射指數」、「外照射指數」。

例：放射性核種測試報告(註1)

樣品名稱：進口拋光磚樣品分析結果

放射性核種比活度(Bq/Kg)		
$^{226}\text{Ra}$	$^{232}\text{Th}$	$^{40}\text{K}$
127	92.9	497
標準判定		
產品類別	要求標準	分析值
A類產品	IRa 內照射指數 $\leq 1.0$	0.6
	I $\gamma$ 外照射指數 $\leq 1.3$	0.8
B類產品	IRa 內照射指數 $\leq 1.3$	/
	I $\gamma$ 外照射指數 $\leq 1.9$	/
C類產品	I $\gamma$ 外照射指數 $\leq 2.8$	/
備註	IRa 內照射指數 = CRa/200 I $\gamma$ 外照射指數 = CRa/370 + CTh/260 + Ck/4200	

A類裝修產品：產銷與使用範圍不受限制

B類裝修產品：不可用於I類民用建築的內飾面，但可用於I類民用建築的外飾面及其他一切建築用物的內、外飾面

C類裝修產品：只可用於建築物的外飾面及室外其他用途

I $\gamma > 2.8$ 的花崗石只可用於碑石、海堤、橋墩等人類少涉及到的地方

## 三、可受理檢測之材料

### 3.1 建築主體材料

用於建造物主體工程所使用的建築材料，包括：水泥與水泥製品、磚、瓦、混凝土、牆體保溫材料。

### 3.2 裝修材料

用於建造物室內、外飾面用的建築材料，包括：花崗石、建築陶瓷、石膏製品、粉刷材料及其他新型飾面材料。

## 四、結論

國內民眾習慣使用磁磚作為裝飾用建材，因此將來可做專題研究探討，以瞭解國內民眾因使用磁磚作為裝飾用建材，其所含天然放射性核種所造成的民眾輻射劑量的增加量為何。再則可針對國外地區進口之磁磚做長期的輻射檢測監控，以期保障消費大眾之安全。

註1：係參考原能會核能研究所環境試樣放射性核種分析實驗室測試報告