



# 檢驗技術簡訊 39

## INSPECTION TECHNIQUE

檢驗技術簡訊 第39期 2012年4月出刊 每季出刊1期



核磁共振儀(Bruker Avance 500 MHz)



人工黑體(黑體爐)的外觀—耳溫計校正器

### ◆ 專題報導

DPI測試技術簡介

電磁相容科技士 張彥堂

實驗室定量器皿之校正簡介

化學科技正 蔡宗訓

### ◆ 檢驗技術

以氫核核磁共振光譜( $^1\text{H}$  NMR)測定食用油中的脂肪酸分布

生化科 技正 孫思學 李靜雯

### ◆ 儀器介紹

黑體爐與耳溫計(槍)之簡介

電氣科技士 徐泳言

### 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 02-23431833

傳 真 02-23921441

電子郵件 irene.lai@bsmi.gov.tw

網頁位置 <http://www.bsmi.gov.tw/>

發行人 謝翰璋

### 工作小組

主 持 人 陳光華

召 集 人 黃志文

總 編 輯 賴澄如

編 輯 陳世昌 (化工領域)

謝佩君 (生化領域)

謝文馨 (化學領域)

黃宗銘 (高分子領域)

呂彥賓 (材料領域)

汪漢定 (機械領域)

陳秀綿 (電氣領域)

張彥堂 (電磁相容領域)

顏士雄 (行政資訊)

總 校 訂 賴澄如

網頁管理 王金標 吳文正

印 製 賴澄如

### 直接射頻功率注入法(DPI)測試技術簡介

電磁相容科技士 張彥堂

#### 一、前言

拜現代半導體製程的日新月異，電磁相容的問題隨著電子產品體積縮小化以及操作速度提升，已經逐步朝向積體電路(IC)這個源頭來解決，為因應這樣的需求，國際間關於積體電路的電磁相容測試標準在近十年中陸陸續續被提出，這些測試標準可以提供使用者選用較合適的 IC，而 IC 供應商也可藉標準量測製造不同等級之 IC 以增加產品附加價值。關於 IC 的電磁相容耐受性(IC-EMS)測試，目前 IEC 國際標準中已經出版了 5 篇(62132-1 到 62132-5)，其中 62132-4 的直接射頻功率注入法(Direct RF power injection method，簡稱 DPI 法)為傳導免疫力(Conducted immunity)測試中較為使用的技術，其涵蓋的測試頻率範圍在 150 kHz 至 1 GHz 之間。

#### 二、DPI 測試架構

圖一為完整的 DPI 測試架構圖，利用一可變頻的射頻產生器(RF generator)產生射頻干擾訊號並透過射頻放大器(RF amplifier)將干擾能量放大，所放大的訊號再經由指向性耦合器(directional coupler)以及測試電路板上之耦合網路(coupling network)將射頻干擾訊號注入到待測 IC，同時射頻功率表(RF power meters)透過指向性耦合器紀錄注入至待測 IC 的入射功率與反射功率，外部則利用示波器或是其它適當的監測儀器來判讀 IC 的功能是否喪失，所有的測試儀器可以同時透過監控電腦串聯以產生自動化測試流程。

整個測試架構的考量重點在設計測試電路板部分，其中直流阻隔(DC Block)元件功能在讓射頻干擾訊號通過也同時阻隔直流電壓以免影響放大器的正常輸出，相反地去耦合網路(Decoupling network)則是負責阻隔射頻干擾訊號以免影響電源端或是外部監測儀器。一般 IC 輸出入接腳的阻抗通常非 50 歐姆，注入的干擾訊號往往會因為阻抗不匹配而造成反射，為避免干擾訊號反射影響放大器輸出，除了在放大器與射頻注入端口(RF injection port)之間使用衰減器將反射訊號衰減之外，將連接射頻注入端口與直流阻隔元件間的傳輸線阻抗設計至 50 歐姆亦是重點(如圖二所示)，且直流阻隔元件離待測 IC 接腳越近越好(在 1 GHz 的頻率下應小於 15 mm)。而去耦合網路在所有測試頻率下的阻抗值應該要大於 400 歐姆以產生足夠的干擾訊號阻隔能力，同時為了減少與注入路徑並接所造成的不匹配效應，去耦合網路的長度也應小於最高測試頻率所對應波長的 1/20(例如在 1 GHz 的頻率下小於 15 mm)。

#### 三、DPI 測試流程

DPI 測試流程是經由調整頻率、功率以及判斷待測 IC 是否失效所構成，圖三為典型 DPI 的測試流程圖。單一頻率的測試流程如后，注入待測 IC 的入射功率一般從最低功率開始往上增加，例如低於特定功率 20 dB，20 即為圖三的 x 值，所謂特定功率為該頻率所對應的功率最大耐受值，這個值因應用與系統架構而有所不同，可參考 62132-4 附錄 A。然後增加功率直到待測 IC 失效或是到達特定功率為止，並紀錄該數值以完成待測 IC 在該頻率下的耐受度測試；測試過程中，每增加功率一次需要等待一段時間讓待測 IC 有足夠時間反應，而增加的功率幅度一般建議為 0.5 dB；針對預期可能為高耐受性的待測 IC，標準也允許一開始從特定功率(最大值)開始，由大至小降低功率來完成 DPI 測試，這樣的程序可大幅節省測試時間。

#### 四、結論

圖四為針對微控器輸入端口所完成的 DPI 測試結果(參考資料 2)，橫軸為頻率範圍，縱軸為 IC 可承受之最大入射功率，可以發現該 IC 在低頻時所能承受之功率較高頻小，故可以判斷其低頻的耐受性較高頻差。最後，DPI 測試因測試架構相對簡單，所以具有高度再現性與穩定性，缺點是因需要調整頻率與功率兩種變數加上失效性判斷，而且實驗過程有可能會發生 IC 或是耦合元件被高能量射頻干擾訊號打壞而中斷量測，所以測試相當耗時。

#### 五、參考資料

1. IEC 62132-4 Edition 1.0 (2006-02) Integrated circuits - Measurement of electromagnetic immunity, 150 kHz to 1 GHz - Part 4: Direct RF power injection method
2. A. Boyer, S. Bendhia, E. Sicard, "Modelling of a Direct Power Injection Aggression on a 16 bit Microcontroller Input Buffer," EMCCompo, Italy, Nov, 2007

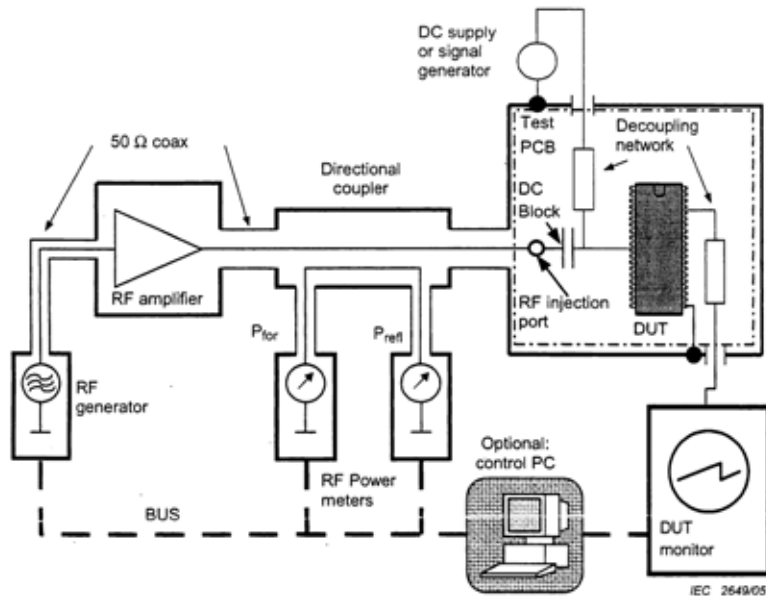


圖 1、DPI 測試架構圖

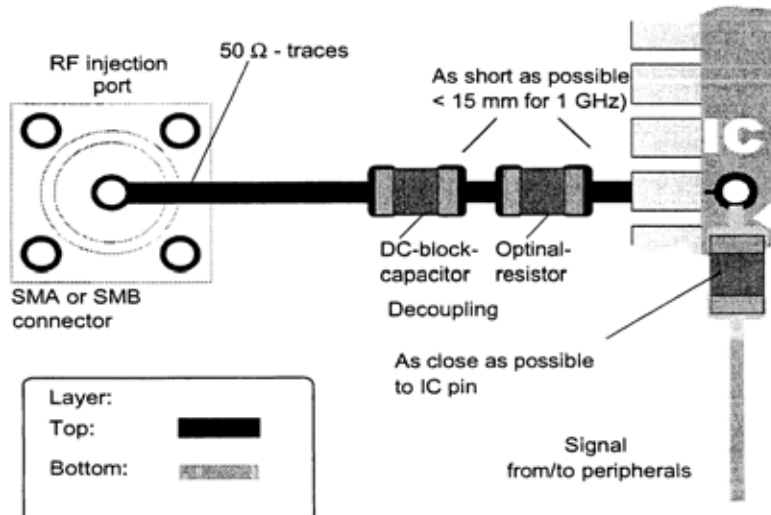


圖 2、電路板佈局重點

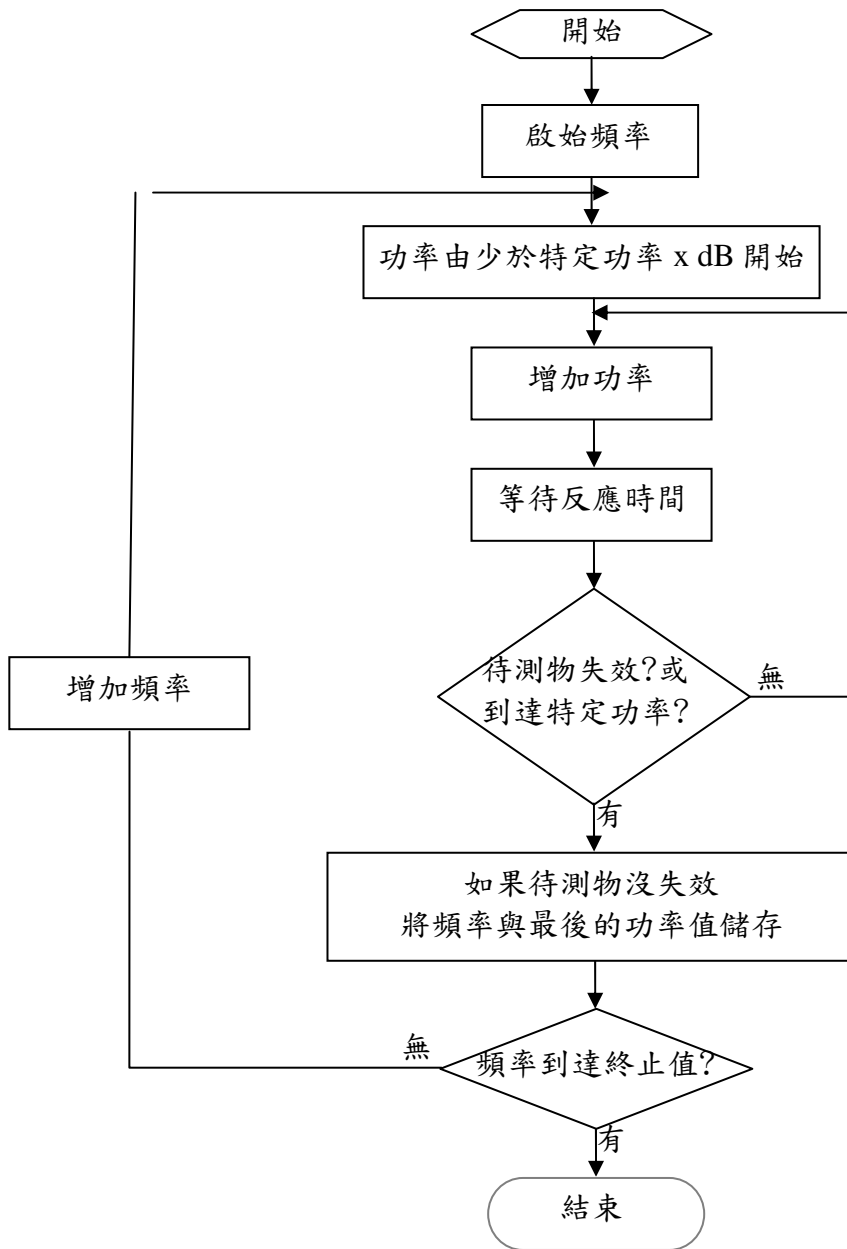


圖 3、測試流程圖

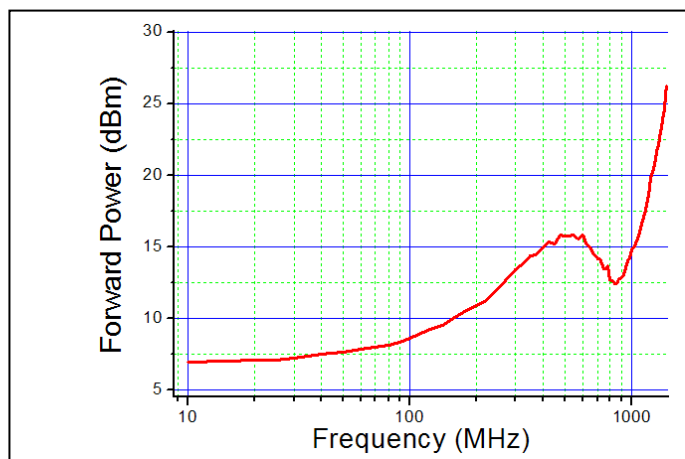


圖 4、DPI 耐受性測試圖

# 實驗室定量器皿之校正簡介

化學檢驗科 技正 蔡宗訓

## 一、前言

ISO 17025 「測試與校正實驗室能力一般要求」與優良實驗室(Good Laboratory Practice)均制定有關操作、稽查、校正及維護儀器、器具、裝置、儀表及記錄器之程序，明確規定校正、維護方法及頻率等，要求對結果準確度有重大影響的量測設備，使用前應校正，建立校正方案與程序，包括試驗、校正、抽樣及其他輔助設備等，滴定管、分液器、移液器等玻璃、活塞式定量器皿為實驗室稀釋配製標準溶液所需之重要工具，使用正確與否嚴重影響試驗結果之準確度，討論玻璃、活塞式等定量器皿之校正要求。

## 二、品保實驗室對定量儀器、量具的校正要求

實驗室定量容器校正方法的追溯為依ISO 10012-1 Quality assurance requirements for measuring equipment或CNS 13827 「量測設備之品質保證要求」，其中玻璃式定量容器依ISO 4787玻璃定量容器Laboratory glassware Volumetric glassware methods for use and testing of capacity、活塞式定量容器依ISO 8655-6 Piston and/or plunger operated volumetric apparatus(POVA) Part 3：Methods of test之要求。

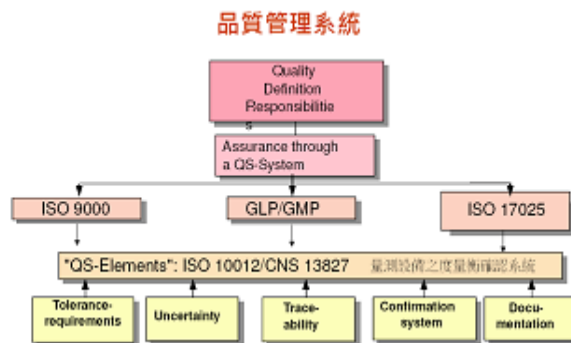


圖 1 品保實驗室對定量容器之要求

## 三、玻璃式定量容器之校正

玻璃滴定管依照ISO 4787校正公式如下：

$$V_{20} = (W_2 - W_1) \left( \frac{1}{\delta_w - \delta_L} \right) \left( 1 - \frac{\delta_L}{\delta_G} \right) (1 - \gamma(t - 20^\circ\text{C}))$$

$V_{20}$  = 20°C的容量

$W_2 - W_1$  = 水淨重

$\delta_w$  = 水密度

$\delta_L$  = 空氣密度

$\delta_G$  = 砝碼密度

$\gamma$  = 玻璃膨脹係數

t = 當時水溫



圖 2 玻璃式定量容器

其校正步驟如次：(1) 依照ISO 4787校正方法，(2) 研讀標示之正確操作方法，(3) 判斷是否清洗乾淨，(4) 測量水溫，(5) 稱量水淨重，(6) 計算(單位換算成體積)，(7) 檢驗是否合格，(8) 紀錄；其校正及維護之執行可參考環境檢驗儀器設備校正及維護指引(NIEA-PA106)。

以某廠牌定量瓶為例，依ISO 4787附錄B之表B.4可查得水密度( $\delta_w$ )、表B.3可查得空氣密度( $\delta_L$ )、以電子天平稱重因非使用砝碼，故以上開砝碼密度( $\delta_G$ )之公定值為8.0 g/ml代入、表B.5可查得玻璃膨脹係數( $\gamma$ )，計算得

某廠牌定量瓶 $100 \pm 0.1ml$

水溫 $24^\circ C$

室溫 $26^\circ C$  大氣壓力1013mbar

$W_2 - W_1 = 99.64g$

$$V_{20} = 99.64 \times \left( \frac{1}{0.007294 - 0.00117} \right) \left( 1 - \frac{0.00117}{8} \right) [1 - 0.00001 \times (24 - 20)]$$

$$= 100.009ml$$

結果:合格 因誤差在 $0.1ml$ 以內

#### 四、活塞式定量容器微量吸管之校正

微量吸管的校正操作步驟如次：(1) 裝上新tip，(2) 歸零稱量瓶，(3) 潤濕tip，(4) 握微量吸管成垂直浸入液面下2~3mm吸取，等待1-3秒移開，(5) 排液時呈 $10-45^\circ$  (6) 讀取稱量值(X)，(7) 重覆步驟1-6，各體積作5-10次，(8) 計算儀器誤差；其校正及維護之執行可參考環境檢驗儀器設備校正及維護指引(NIEA-PA108)。

計算方法：(1) 將平均稱量值( $\bar{X}$ )乘校正係數(Z) (如表1) 得真實體積( $\bar{V}$ )，(2) 計算精密度(A)及變異性(CV值)；正係數Z值為測試室溫( $^\circ C$ )及氣壓(kPa)之函數可從ISO 8655-6查得。

舉例如下：

表 1 校正係數 Z

ISO 8655-6 校正係數 Z 值 ( $\mu l/mg$ )  $\bar{V} = \bar{X} \cdot Z$

$^\circ C$	950 kPa	1013kPa	1050kPa	$^\circ C$	950 kPa	1013kPa	1050kPa
15	1.0019	1.0020	1.0020	22	1.0032	1.0033	1.0033
16	1.0021	1.0021	1.0022	23	1.0034	1.0035	1.0036
17	1.0022	1.0023	1.0023	24	1.0037	1.0038	1.0038
18	1.0023	1.0025	1.0025	25	1.0039	1.0040	1.0040
19	1.0025	1.0027	1.0027	26	1.0042	1.0043	1.0043
20	1.0028	1.0029	1.0029	27	1.0045	1.0045	1.0046
21	1.0030	1.0031	1.0031	28	1.0047	1.0048	1.0048



圖 3 活塞式定量容器

$$\text{稱量值 } \bar{X} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + X_4 + X_5}{5}$$

$$\text{真實體積 } V = \bar{X} \cdot Z$$

$$\text{標準偏差 } s = Z \sqrt{\frac{\left(X_1 - \bar{X}\right)^2 + \left(X_2 - \bar{X}\right)^2 + \left(X_3 - \bar{X}\right)^2 + \left(X_4 - \bar{X}\right)^2 + \left(X_5 - \bar{X}\right)^2}{4}}$$

$$\text{變異性 } CV(\%) = \frac{s \cdot 100}{\bar{V}}$$

$$\text{精密度 } A(\%) = \frac{V - V_0}{V_0} \cdot 100$$

## 五、參考資料

1. 標準檢驗局第六組「從定量器皿使用及用水探討化性檢測實驗室管理」研討會教材，台灣默克（股）公司蔡添水經理，中華民國100年10月18日。
2. 中華民國國家標準CNS 17025「測試與校正實驗室能力一般要求」，中華民國96年2月12日修訂公布。
3. 中華民國國家標準CNS 13827「量測設備之品質保證要求」，中華民國96年8月9日。

## 檢驗技術

### 以氫核核磁共振光譜( $^1\text{H NMR}$ )測定食用油中的脂肪酸分布

第六組生化科 技正 孫思學 李靜雯

#### 一、前言

脂肪酸分布為鑑別食用油種類的重要依據，目前通行的國家標準(CNS 14759 N6370)氣相層析儀(GC/FID)法，需要先進行轉酯化反應後才能分析，手續較繁複，相對地氫核核磁共振法( $^1\text{H NMR}$ )因為不需前處理，而且又是非特定目標(non target)同時非破壞性的檢測，能應用的其他分析更豐富，能提供的資訊更全面，因此受到注目。

本研究使用氫核核磁共振法測試了黃豆油、橄欖油等8種常見食用油標準品的氫核核磁共振圖儀(如圖1)，並利用圖譜分析推定這8種食用油標準品的脂肪酸分布，最後比較氫核核磁共振法和氣相層析法所測得的脂肪酸分布結果，以做為使用氫核核磁共振法所測得脂肪酸組成辨識食用油的參考。



圖 1 98 年購置的核磁共振儀(Bruker Avance 500 MHz)

## 二、原理

圖 2 為黃豆油標準品之氫核核磁共振圖譜及重要共振峰，由於天然油脂的主要結構都是三酸甘油酯，但各種類食用油所含脂肪酸組成卻不相同，利用脂肪酸組成不同的特性可以鑑別各種類的食用油。

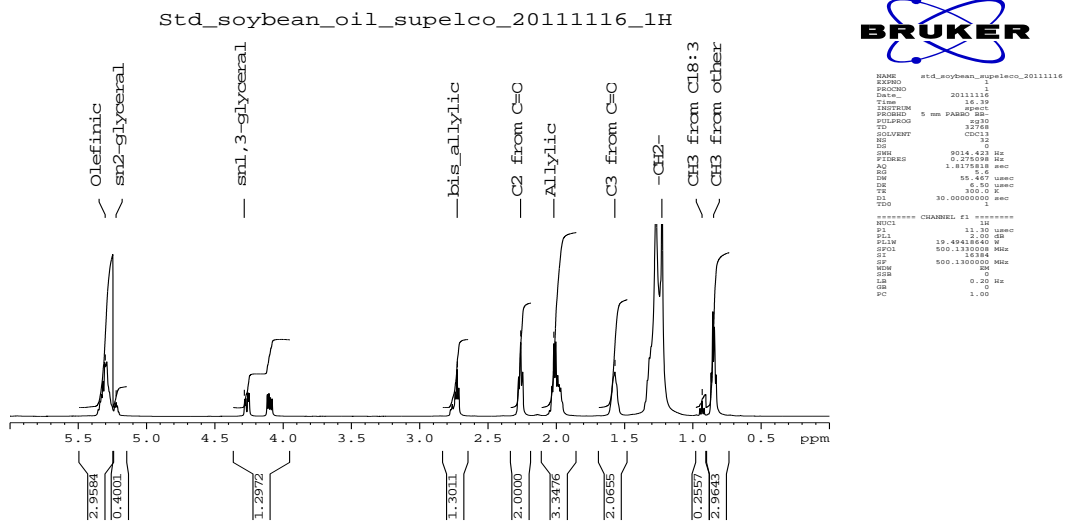


圖 2、黃豆油標準品之氫核核磁共振圖譜及重要共振峰

表 1 為 4 種常見脂肪酸個別對的氫核核磁共振圖譜上重要共振峰的貢獻量，利用個別脂肪酸的貢獻量不同，可以根據氫核核磁共振圖譜上重要共振峰反推回食用油的脂肪酸組成由氫核核磁共振圖譜可以推測出其脂肪酸組成。由於氫核核磁共振法係基於以上 4 種常見脂肪酸組成的油脂為估計理論前提，反推所得到脂肪酸組成較適用僅含上 4 種常見脂肪酸為主的油脂，如果油脂中含較多其他的脂肪酸則所得到的結果較不適用。



表 1、常見不飽和脂肪酸對氫核核磁共振峰的貢獻量<sup>A</sup>

Proton	stearic acid (C18:0) <sup>B</sup>	Oleic acid (C18:1) <sup>B</sup>	Linoleic Acid (C18:2) <sup>B</sup>	Linolenic acid (C18:3) <sup>B</sup>
Olefinic	0	2	4	6
Allylic	0	4	4	4
Bis-allylic	0	0	2	2
CH <sub>3</sub> from others	3	3	3	0
CH <sub>3</sub> from C18:3	0	0	0	3

<sup>A</sup> Source: Knoth, G & J.A. Kenar 2004

<sup>B</sup> (Cx:y) x: no. of carbons in fatty acid; y: no. of double bonds in fatty acid

### 三、實驗結果與討論

圖 3 為花生油、橄欖油及椰子油等 3 種食用油標準品之氫核核磁共振圖譜，圖中椰子油所含的不飽和氫的共振峰(化學位移  $\delta \approx 5.25$  ppm)遠較橄欖油及花生油的相對共振峰小，而橄欖油及花生油不飽和氫的共振峰相當但所含單元不飽和脂肪酸( $\delta \approx 1.9$  ppm)和多元不飽和脂肪酸( $\delta \approx 2.5$  ppm)分配卻不相同，橄欖油以單元不飽和脂肪酸為主，而花生油所含的多元不飽和脂肪酸較橄欖油為多，由圖 3 可看出各種油的脂肪酸組成不相同，利用脂肪酸組成不同的特性可以鑑別各種類的食用油。

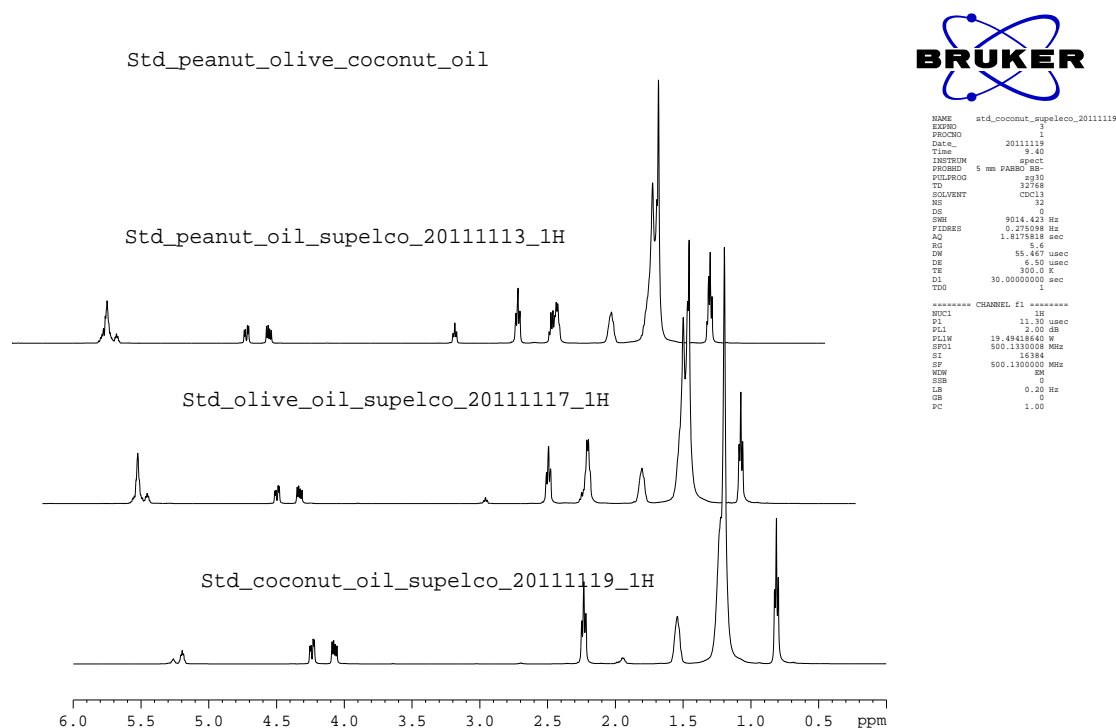


圖 3、花生油、橄欖油及椰子油標準品之氫核核磁共振圖譜

圖 4 為利用氫核核磁共振法及氣相層析法所測得之油酸(C18:1)及亞麻油酸(C18:2)之百分比，由圖 4 可見兩種方法所測定的數值相當接近而且分別都可以區分以上 8 種食用油，其中椰子油(coconut oil)差別極小幾乎可忽略，黃豆油的誤差較大，但各種油

的相對位置仍在可以辨識的程度；此外，利用氫核核磁共振法或氣相層析法所得的數據，雖然所得到的數值，因為測量或者是估計的原理不同而得到不同的結果，但僅利用兩種方法任一方法所得到的油酸及亞麻油酸百分比，即可有效的區分以上 8 種食用油標準品。

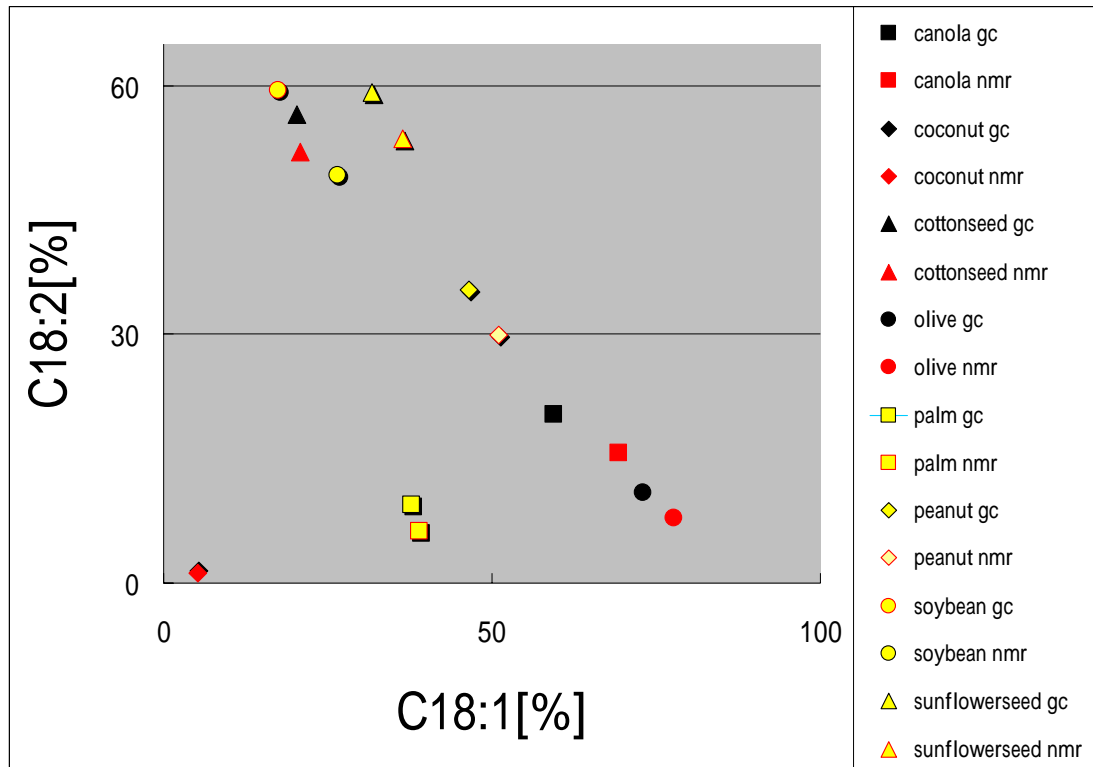


圖 4、以氫核核磁共振法及氣相層析法所測得之油酸(C18:1)及亞麻油酸(C18:2)之百分比

■ 芥花油、◆ 椰子油、▲ 棉花籽油、● 橄欖油、  
□ 棕櫚油、◇ 花生油、△ 黃豆油、○ 葵花籽油

(紅色為核磁共振法、黑色為標準品所提供之氣相層析法數據)

#### 四、結論

由初步實驗結果顯示，氫核核磁共振法及氣相層析法兩種方法都可以相當接近地推定 8 種食用油標準品的脂肪酸比率，同時，僅利用油酸及亞麻油酸百分比，即可有效的辨識區分以上 8 種食用油標準品，待收集更多數據後，當可進一步驗證辨識區分更多油品的能力。

#### 五、參考文獻

1. CNS 14759 N6370 食用油脂檢驗法－脂肪酸甲酯之測定 ISO 5508-1990 Animal and vegetable fats and oils – Analysis by gas chromatography of methyl ester of fatty acids.
2. Knothe, G., & J.A. Kenar, "Determination of the fatty acid profile by <sup>1</sup>H-NMR spectroscopy", Eur. J. Lipid Sci. Technol., 106 (2004) 88-96.

# 儀器介紹

## 耳溫計校正器(黑體爐)之簡介

電氣檢驗科 技士 徐泳言

### 一、前言：

體溫計測量一般分為水銀式體溫計、電子式體溫計、電子式耳溫計(槍)及電子式額溫計(槍)等四種，隨著科技的進步，醫療器材產業已朝向數位式發展，傳統的水銀式體溫計已逐漸被操作方法簡便並能快速得到數據之電子式體溫計所取代。防疫期間，電子式耳溫計更成為家庭常備不可或缺的防疫用品之一，但在使用耳溫計(槍)量測時，使用者需要能夠正確的操作、清潔、儲存及定期校正，才會得到較為準確的數據。現今社會中耳溫計(槍)之使用已成為一般大眾的健康監測基本配備，故本文將簡單介紹本局耳溫槍校正器(黑體爐)之量測原理及設備工作情形。

### 二、耳溫槍的原理與器材

在人體中，下視丘是控制人們體溫的中樞，在結構上它很接近耳膜，且得到頸動脈血液的充分供應，人體體溫以紅外線形式(熱輻射)發出後，利用耳溫槍偵測耳膜所產生的紅外線溫度，當耳溫槍的感測器感受到這個溫度，會轉換成電子訊號，訊號經由放大、處理及轉換，最後在耳溫槍螢幕顯示溫度。一般的耳溫槍提供的功能性規格包含：溫度測量範圍、操作及儲存環境、解析度、準確度。

而黑體輻射能量強度分布與溫度有關，其峰值出現的位置隨溫度的增加而移向頻率更高的位置，因此，我們如果能測到黑體輻射能量的峰值，就能得到其相對應的溫度。溫度在體溫的範圍時，黑體輻射能量強度峰值的位置在紅外線的範圍，當耳溫槍的探頭對準耳膜時，就能偵測到耳膜所發出的紅外線，再經儀器換算為溫度的讀數，直接顯示在小螢幕上。耳溫槍(ear thermometer)就是依據這個原理所設計而成。

### 三、黑體爐輻射原理及實體

黑體輻射：物體的輻射功率根據斯提凡-波茲曼定律(Stefan-Boltzmann law)公式，定義為： $P = \epsilon \sigma T^4$

其中 T - 物體的熱力學溫度(K)

P - 物體的紅外線輻射功率(W/m<sup>2</sup>)

$\epsilon$  - 物體表面的放射率

$\sigma$  - 斯提凡-波茲曼常數(5.67×10<sup>-12</sup> Wcm<sup>-2</sup>k<sup>-4</sup>)

註：若放射率為 1，則此物體能夠放射出最大的功率，稱為黑體輻射。

人工黑體：自然界中並無所謂的理想黑體，但是可利用反射的原理(當反射後的能量將會衰減一半， $I=I_0 \rho^N$ )，設計出多次反射孔洞的人工黑體。若使用高放射率的塗料塗在孔徑內的表面( $\epsilon=0.9$ 或 $\rho=0.1$ )，經過10次反射後，其反射的功率將變為原來的10<sup>-10</sup> (實作時黑體的長徑比(L/R)需≥6，越能趨近於理想值)。說明如圖1. 圖2.

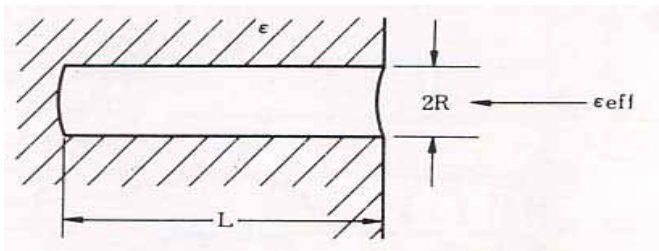


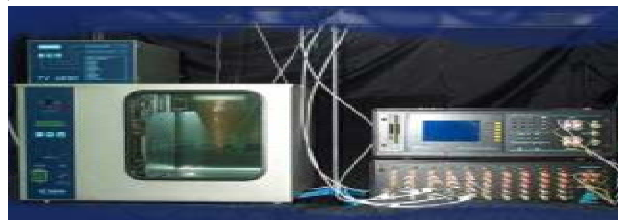
圖 1. 人工黑體(黑體爐)測試孔內部圖示



圖 2. 人工黑體(黑體爐)的外觀—耳溫計校正器

#### 四、相關規範及量測參數

根據耳溫計國際規範美國材料試驗協會標準ASTM 1965-98，英國標準EN 12470-5:2003 以及日本工業標準JIST 4207:2005 都有規定耳溫計所使用之黑體(爐)須具備之規格以及相對應的工作溫度，因此具有一高準確度之常/低溫黑體源以及高準確度之紅外輻射溫度儀是重要且必要的。因為黑體源之輻射溫度是影響耳溫計生產之重要參數。若黑體溫度不準且隨環境溫度而變化，則直接影響產品規格。因此國家標準實驗室建立常/低溫紅外輻射溫度標準將可提供國內醫療器材耳溫計解決追溯校正問題，同時亦發展紅外輻射溫度計量相關技術。



產品功能測試  
符合國際標準  
ASTM 1965-98  
EN 12470-5:2003  
JIS 4207:2005



設計輸入  
規格確認  
特性分析  
準確度改善



圖3. 耳溫計校正追溯體系圖及國際標準與影響參數

標準黑體爐利用紅外線輻射溫度計量裝置，透過電阻溫度計查對，除了可作為溫度標準傳遞工具外，亦可推廣相關輻射溫度計量測技術至儀器設計及應用技術領域，對業界之助益將更為直接。此非接觸式量測技術為近代溫度量測技術發展的一個主流，特別在低溫或其它高危險性的場合更有其發展的必然性存在。

#### 電阻溫度計(標準件)

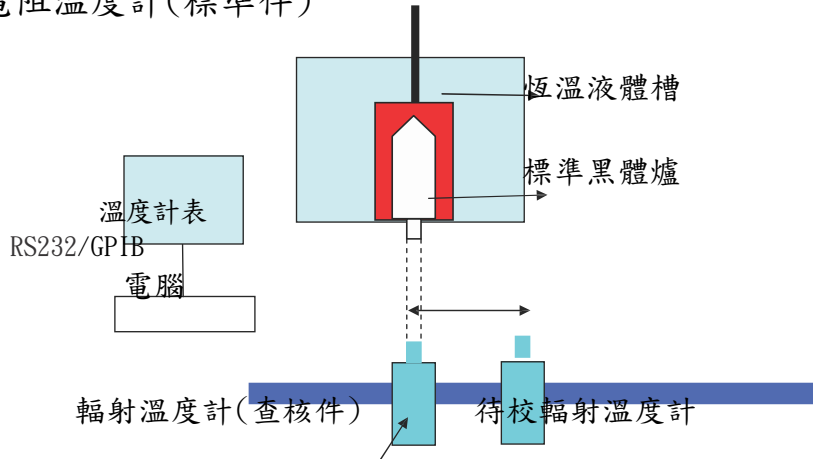


圖4. 「常/低溫紅外輻射溫度計」量測系統

#### 五、結論

耳溫槍之原理為測量耳道內鼓膜所放出的紅外線，影響準確度之因素，除產品本身之設計外，操作及使用狀況亦會影響其準確度，如：測量時應盡量清除耳道內異物或耳垢、耳溫槍偵測頭要對準耳道內鼓膜方向、耳溫槍偵測頭與鼓膜的距離、測量環境所處之溫度及相對濕度等。有槍套設計之耳溫槍必須加上原廠槍套才能使用，但必須注意槍套不能有所損壞，無槍套設計之耳溫槍，若以酒精擦拭來清潔時，會使溫度略微降低，須待數分鐘後才可使用。並為維持其量測準確度及可靠度，須每隔一段時間輔以耳溫計校正器(黑體爐)執行校正追溯。

本局建立國家標準二級溫度校正實驗室，維持及確保目前溫度標準技術，並依所建置之能量實施耳溫計定點38°C校正規劃，並期以滿足國內標準追溯的需求，但面對市售商品推陳換新，本局仍必須持續提升檢驗技術，提供產業界與民眾良好的成長與最好的服務。