



檢驗技術簡訊 75

INSPECTION TECHNIQUE

檢驗技術簡訊 第 75 期

2022 年 7 月 出 刊

每季 出 刊 1 期



直流電氣耐久性試驗設備



氣相層析質譜儀

◆ 專題報導

淺談建置螢光燈管(泡)中汞含量測試專業實驗室

化性技術科 技士 蔡宛臻

提升店家販售符合檢驗規定之商品與他機關合作之延伸加強新設網路商家宣導

作業管制科 技士 宋勃逸

◆ 儀器介紹

直流斷路器檢測設備簡介

電氣檢驗科 科長 陳晉昇、技士 黃舜國

口罩中禁用之偶氮色料檢測設備介紹

化性技術科 技士 張嫻楨

出版資料

出版單位 經濟部標準檢驗局第六組

聯絡地址 臺北市中正區濟南路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

<https://www.bsmi.gov.tw/wSite/lp?ctNode=8849&CtUnit=325&BaseDSD=7&mp=1>

發行人 黃志文

工作小組

主 持 人 吳國龍

召 集 人 李瑋堉

總 編 輯 賴澄如

編 輯 張嫻楨 (化性技術領域)

林千儷 (綠能技術領域)

簡勝隆 (電磁相容領域)

李啟揚 (物性技術領域)

朱書志 (高分子領域)

徐泳言 (電氣領域)

陳亭宇 (報驗發證領域)

總 校 訂 賴澄如

網頁管理 王金標 吳文正

印 製 賴澄如

G P N 4710003764

專題報導

淺談建置螢光燈管(泡)中汞含量測試專業實驗室

化性技術科 技士 蔡宛臻

配合我國「執行汞水俣公約推動計畫」，本局應施檢驗品目如熱陰極螢光燈管、安定器內藏式螢光燈泡等商品皆需符合國家標準含汞量之分級限量要求。為活化善用本局之檢驗資源及達到後市場監管之目的，爰評估螢光燈管(泡)中汞含量檢測所需能量及了解相關試驗流程，並擇定專業實驗室，進而協助專業試驗室建置檢測能力及檢測能量。

二、緣起與目的

(一)螢光燈納入汞含量規定歷史沿革

聯合國環境規劃署(United Nations Environment Programme, UNEP)針對全球汞汙染問題制定汞水俣公約(Minamata Convention on Mercury)，公約於民國 106 年 8 月 16 日正式生效，公約第四條第一款及附件 A 明確規定汞產品管制及淘汰期程。加強汞管理已成為國際趨勢，爰我國檢視目前跨部會汞之管理及執行現況，及規劃未來管制方向，俾與國際公約之管理逐步接軌。因此，行政院環境保護署邀集行政院農業委員會、衛生福利部、經濟部、財政部及勞動部等共同制定執行「聯合國汞水俣公約推動計畫」，作為我國推動汞管理之依據。

螢光燈管基本結構圖如圖 1，螢光管內充滿了惰性氣體，而在玻璃螢光管的內側表面，則塗上一層磷質螢光漆，在燈管的兩端設有由鎢製成的燈絲線圈。當電源接通後，首先電流通過燈絲加熱並釋放出電子，電子將管內氣體變成電漿(plasma)，使管內電流加大，當兩組燈絲間的電壓超過一定值之後燈管開始產生放電，激發汞原子發放出 253.7 nm 及 185 nm 波長的紫外線，螢光管內側表面的磷質螢光漆會吸收紫外線，並釋放出較長波長的可見光。

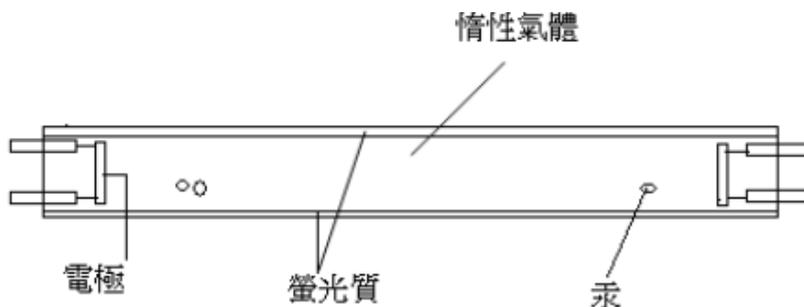


圖 1 螢光燈管基本結構圖

而螢光燈管內含有汞，意外地吸入或吃進大量汞或其化合物，可導致急性中毒。由於汞及其化合物具有腐蝕性，它們可引致口腔及咽喉發炎和潰瘍。其他常見的病徵包括噁心、嘔吐、肚痛、出血性腹瀉及腎功能損傷等，攝入大量

汞更可導致死亡。長期攝入汞可引致麻痺及觸覺、視覺、聽覺或味覺逐漸減退，例如日本水俣病事件歷程如圖 2。

● 日本水俣病事件歷程

- ✓ 1909 水俣日本窒素(Chisso)肥料株式會社設立
- ✓ 1932 窒素廠(Chisso)開始生產乙醛(acetaldehyde)·其副產品甲基汞隨著製程廢水排出·起因開始
- ✓ 1955 在日本成為有影響力的化學工廠
- ✓ 1956.5 首次確認水俣病的發生
- ✓ 1959.7 熊本大學發布水俣病是因為水俣灣魚貝類遭受有機汞污染造成
- ✓ 1962 17人認定為胎兒性水俣病
- ✓ 1968.9 日本政府認定水俣病為有機汞污染事件·正式公布·窒素工廠停工·污染長達36年



圖 2 日本水俣病事件歷程

本局前於 106 年 2 月 24 日公告修正「應施檢驗安定器內藏式螢光燈泡商品之相關檢驗規定」，自 107 年 1 月 1 日規定螢光燈泡汞含量限制值，並於 108 年 8 月 15 日公布新版標準 CNS 691 「螢光燈管（一般照明用）」(108 年版)，另於 109 年 6 月 1 日公告修正「應施檢驗熱陰極螢光燈管商品之相關檢驗規定」，現行螢光燈管及燈泡汞含量限制值如下表 1，其檢驗方式為型式認可逐批檢驗或驗證登錄(模式二加三)。

表 1 現行螢光燈管及燈泡汞含量限制值

汞含量限制值	螢光燈泡	螢光燈管
15 mg 以下	功率在 150 W 以上	-
5 mg 以下	功率在 50 W 以上且低於 150 W	-
4 mg 以下	-	直徑小於 9 mm
3.5 mg 以下	功率在 30 W 以上且低於 50 W	直徑大於 17 mm 且在 28 mm 以下
		直徑大於 28 mm
3 mg 以下	-	直徑 9 mm 以上且在 17 mm 以下
2.5 mg 以下	功率低於 30 W	-

(二) 本局專業實驗室發展業務規劃

本局參考先進國家商品驗證機制，於民國88年實施商品驗證登錄制度(原主要為逐批檢驗)改以型式驗證，並扶植檢測產業發展，於91年實施指定試驗室認可管理機制(原主要為第六組及各分局執行檢驗)，為活化善用檢驗資源、因應市場購樣檢測及相關檢舉案件等需求，本局於96年及101年推動2次專業實驗室計畫，分別依度量衡(校正)、電性、物性、化性等領域評估，進行實驗室項目評估及業務調整規劃，並於110年2月4日召開「研商本局化性專業實驗室規劃事宜會議」，由新竹分局擔任「螢光燈管化性檢驗項目:汞」之專業實驗室。

三、研究方法與過程

(一) 試驗方法概述

依據國家標準CNS 15479(100年版及106年版)「螢光燈中汞量測定法」螢光燈管(泡)中汞(Hg)之存在狀態有4種，分別為汞蒸氣、以液態汞或化合物存於燈管內容物表面、汞齊；汞以各種方式封入螢光燈中，形狀及封入裝置時之狀態也多樣化，封入汞齊之燈，多使用輔助汞齊，輔助汞齊之形狀及燈內之位置並不特定；以往T8、T9傳統燈管所使用的為液態汞，所以只要燈管一破裂，汞立刻以液態進入地下造成污染。而T5燈管所使用的是汞合金，在常溫狀態下是固態的方式存在，僅有在燈管高電壓激發的狀態下呈氣態的，只要燈管一破裂，汞合金一接觸常溫，即呈固態，所以T5燈管的水銀污染機率大幅縮減。惟該標準說明室溫下汞蒸氣壓很低(0.0012 mmHg @20 °C)，不需考量燈管中之氣態汞，故螢光燈管於破壞前，置於室溫下24 小時，其逸散之汞蒸氣量可視為誤差範圍。雖然燈管內之汞蒸氣量低，但於燈管破壞時易逸散且有人體吸入可能性，故仍有汞危害風險之可能性。其中取樣方法以粉碎燈管溶解汞之取樣方法(圖3)及燈管內汞合金等之取樣方法(圖4)2種最為常用。

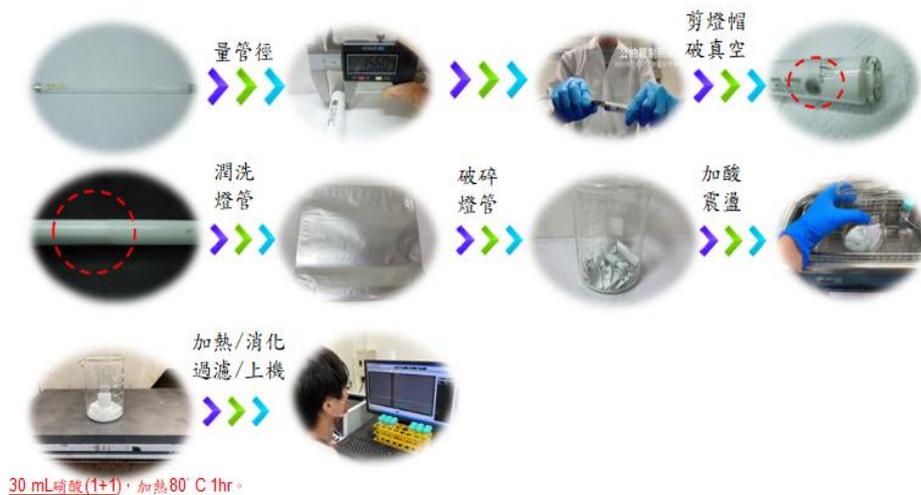


圖3 粉碎燈管溶解汞之取樣方法試驗流程

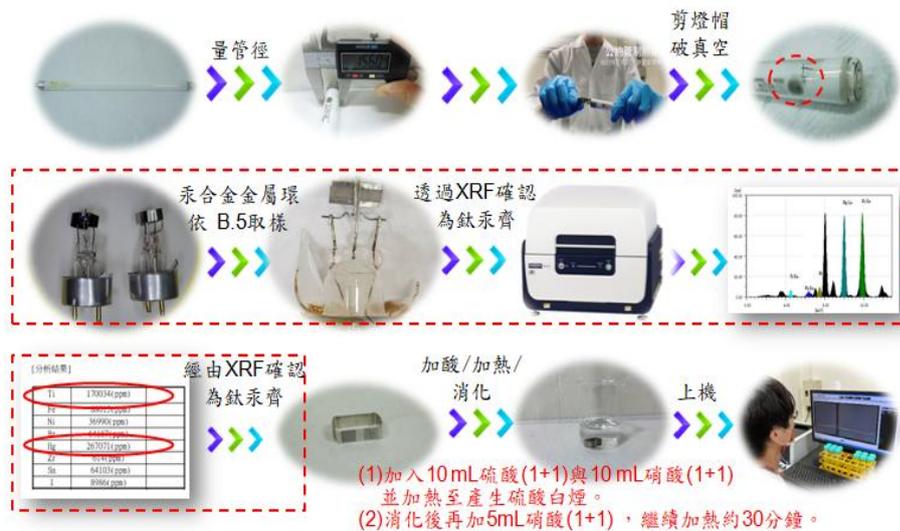


圖4 燈管內汞合金等之取樣方法試驗流程

(二) 螢光燈管(泡)中汞含量測試教育訓練

依據本局第202次定期業務會報裁示事項，各單位應落實同仁技術能力之養成，配合螢光燈管(泡)中汞含量測試專業實驗室之建置，爰110年度化性專業技術人員教育訓練實施計畫，其中螢光燈管(泡)中汞含量測試教育訓練內容包含應施檢驗螢光燈管(泡)商品之相關檢驗規定及驗證登錄審查實務介紹、螢光燈管(泡)汞含量測試經驗分享、光源產品測試試驗室參觀及國家標準CNS 15479「螢光燈中汞量測定法」檢測實作等。



圖5 螢光燈管中汞量檢測實作照片

四、結論

依109年6月1日經標三字第10930002660號公告，商品之汞含量測試報告可直接採認經TAF認可實驗室所出具之測試報告，雖目前國內螢光燈管(泡)已不再為照明市場主流，惟螢光燈管(泡)汞含量測試屬本局強制性檢驗項目，為因應未來市場購樣檢驗及相關檢舉案件需求，本局仍須建置該項目之檢驗能力。

由新竹分局擔任「螢光燈管化性檢驗項目:汞」之專業實驗室；另為增進本局及各分局相關檢驗同仁瞭解螢光燈管(泡)中汞含量之檢測技術，已於110年辦理「螢光燈管(泡)中汞含量測試教育訓練」，就螢光燈納入汞含量規定歷史沿革、相關檢驗規定及驗證登錄審查實務介紹、汞含量測試經驗分享及實作，以協助專業實驗室建立檢測技術能力。

五、參考文獻：

1. CNS 14125:2019，安定器內藏式螢光燈泡(一般照明用)，經濟部標準檢驗局。
2. CNS 691:2019，螢光燈管(一般照明用)，經濟部標準檢驗局。
3. CNS15479:2011，螢光燈中汞量測定法，經濟部標準檢驗局。
4. CNS15479:2017，螢光燈中汞量測定法，經濟部標準檢驗局。
5. 王金標，本局專業實驗室中長期發展業務規劃之研究，標準檢驗局 107 年度自行研究計畫，臺北。
6. 朱博群，110 年「螢光燈管(泡)中汞含量測試教育訓練」螢光燈納入汞含量規定歷史沿革簡報，經濟部標準檢驗局。
7. 黃株英，110 年「螢光燈管(泡)中汞含量測試教育訓練」螢光燈管(泡)中汞含量試驗經驗分享簡報，財團法人台灣商品檢測驗證中心。

提升店家販售符合檢驗規定之商品

與他機關合作之延伸加強新設網路商家宣導

作業管制科技士 宋勃逸

一、前言：

因covid-19疫情影響，使得網路購物更為盛行，針對新設網路商家加強宣導作業，促使商家瞭解商品檢驗法相關規定，並銷售符合檢驗規定商品。

二、研究方法介紹

(一)針對雙北轄區新設網路商家，以文書宣導資料說明商品檢驗法及報驗程序，並搭配自製「你家的商品有安全保障嗎」之youtube宣導影片(<https://www.youtube.com/watch?v=TBeG9yYIkdY>)，讓新設網路商家更加容易瞭解本局主管業務及商品報驗重要性(圖1~圖3)。



圖1 「你家的商品有安全保障嗎」之youtube宣導影片

(二)藉由宣導文宣指引將商品報驗、品目查詢及商檢法規等資訊轉知新設網路商家，以期許新設網路商家皆能販售符合檢驗規定之商品。

**身為賣家在販售商品前
必定要知道並牢記的事**

● 你販售的商品有安全的保障嗎？



欲檢視詳盡內容請掃描左側 QR Code
或鍵入以下網址觀看影片囉！
<https://www.youtube.com/watch?v=TBeG9yYkdY>

只要商品是經濟部標準檢驗局強制性應施檢驗商品範圍，本體上就要有「**商品檢驗標識**」( 或 )，若有疑義可至「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)查詢真偽，或撥打免付費服務電話：0800-007-123 詢問。

● 你知道哪些商品需要檢驗嗎？

因公告要檢驗的商品種類繁多，販售前**一定要確認自己的商品是否需要檢驗！**



欲檢視詳盡內容請掃描左側 QR Code
或鍵入以下網址進入標準檢驗局 應施檢驗商品 檢索網囉！
<https://goo.gl/4EBajj>

如果要確認自己販售的商品是否需要檢驗，一定要辦理商品品目查詢！



欲檢視詳盡內容請掃描左側 QR Code
或鍵入以下網址進入商品檢驗業務申辦服務 (商品品目查詢 → 申請作業) 囉！
<https://goo.gl/LkHHT7>

圖2 宣導文宣

商品品目查詢線上申請作業

- 一、進入標準檢驗局首頁 <https://www.bsmi.gov.tw/>，於首頁下方「熱門服務」區點選「商品檢驗業務申辦服務系統」。
(或**直接進入** <https://ciweb.bsmi.gov.tw/4590/tbur/> · 跳至步驟三)



- 二、點選「商品品目查詢 > 申請作業」· (http://civil.bsmi.gov.tw/bsmi_pqn/)



圖3 商品品目查詢線上申請作業操作指南

(三)持續與他機關合作辦理宣導作業及邀集違規店家參與本局舉辦之座談會。



圖4 於110年度新北市政府商品標示法企業經營者宣導說明會辦理宣導

三、結論

除持續執行前計畫項目「於其他政府單位辦理宣導活動時以搭便車的形式一併進行商品檢驗法宣導」外，另重新修訂宣導文宣，並搭配製作之youtube宣導影片，針對雙北轄區較不諳商品檢驗法之2,823家新設網路店家進行商品檢驗法宣導，以期獲得最大宣導效益。另經持續3年加強宣導，網路逃檢店家數量已由108年96家減少至110年69家(圖5)，宣導略有成效。

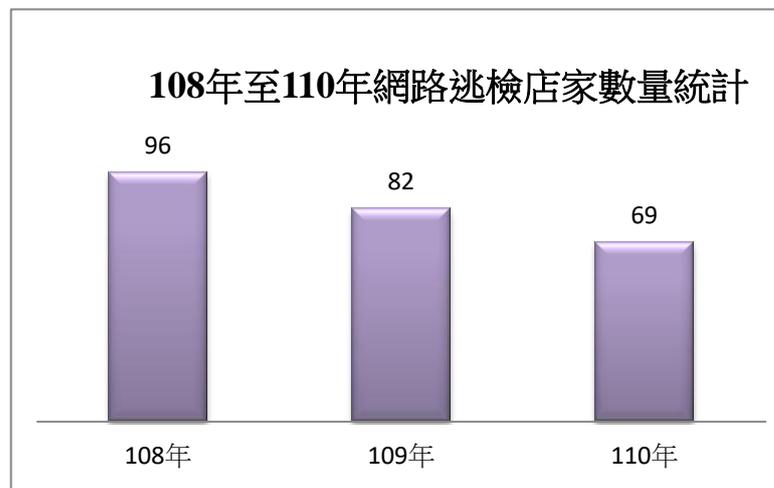


圖 5 108 年至 110 年網路逃檢店家數量統計

四、參考文獻：

闕孝嚴、李智華、李瑋埕、李宏榮、宋勃逸，2020，提升商家販售符合檢驗規定之商品-與他機關合作加強宣導之研究，經濟部標準檢驗局109年度自行研究計畫，臺北。

儀器介紹

直流斷路器檢測設備簡介

電氣檢驗科 科長 陳晉昇、技士 黃舜國

一、前言

隨著再生能源的推進與發展，我國預訂在2025年，建置太陽能發電總裝置容量目標達20GW。在太陽能發電系統中，太陽光電模組產生的直流電藉由變流器轉換為交流電，再併接到既有的交流電網中，而在交、直流兩側的系統迴路，需要有電纜線、斷路器、隔離開關、熔絲等配線器具才能將電力安全、有效地傳輸。

交流斷路器已為本局公告為應施檢驗商品之一，檢驗範圍為額定電壓600V以下、額定電流800A以下、短路啟斷容量50kA at 220V、30kA at 380V、25kA at 440V、20kA at 600V以下，但對於直流斷路器，因以往國內未建置完整的檢測設備，故未將其列入應施檢驗商品範圍，但隨著太陽能發電系統逐漸擴大、普及，直流斷路器應用愈來愈普遍，國內亟需具備有相關的檢測能量，以保障國內用電系統的安全。

有鑑於國內能源轉型趨勢發展及需求，本局近年來亦積極規劃建置直流斷路器測試設備，以提供業界檢測能量。目前已陸續建置完成直流短路試驗設備、直流電氣耐久性試驗設備，以下針對這兩種設備加以介紹。

二、檢測項目介紹

「直流斷路器」顧名思義適用在直流電路，作為直流迴路保護之用。無論「直流斷路器」或「交流斷路器」，其常見的保護目的均為過載保護與短路保護等2種功能。為滿足此兩種斷路器使用的環境不同，試驗設備需能分別提供直流與交流電源，其中「短路啟斷」與「電氣耐久性」試驗項目，是以額定電壓執行測試工作，其試驗電流通常可達數百或數萬安培，係屬於破壞性的試驗項目。

「直流斷路器」適用的標準為CNS 14816-2 (調和自IEC 60947-2)、CNS 14985-2 (調和自IEC 60898-2)與IEC 60898-3 (尚未調和為CNS)。其適用範圍分別簡述如下：

- (一) IEC 60947-2：適用範圍為額定電壓AC 1,000V或DC 1,500V以下，任何額定電流，各種構造型式或各種預定用途的斷路器。
- (二) IEC 60898-2：適用範圍為額定電壓AC 440V、DC 1P 220V、2P 440V以下，額定電流125A以下，短路啟斷容量AC 25kA、DC 10kA以下，非專業人士使用而設計的斷路器。
- (三) IEC 60898-3：適用範圍為額定電壓DC 440V以下，額定電流125A以下，短路啟斷容量10kA以下，無專業人士維護的場所使用的斷路器。

IEC 60898-2與IEC 60898-3的電氣耐久性、短路啟斷試驗方式與條件均相同，因此，後續即以IEC 60898代表。

(四) CNS 14816-2

依據 CNS 14816-2 之規定，一般規格的斷路器產品試驗可分試驗程序 I、II、III，每個程序各包含不同試驗項目以驗證其保護功能。以下針對試驗程序 I、II、III 作一簡要的說明：

1. 試驗程序 I：

試驗程序 I 主要目的在於驗證斷路器產品各區段的過電流跳脫能力、耐電壓能力與耐久性能力，以一個最大額定電流設定值的樣品執行測試，整個試驗程序包括下列 6 個項目：

- (1) 短路跳脫試驗(以任意合適電壓試驗)：80% 設定電流規定時間內不動作、120% 設定電流規定時間內要動作。
- (2) 過電流試驗(以任意合適電壓試驗)：105% 額定電流規定時間內不動作、130% 額定電流規定時間內要動作。
- (3) 操作耐久性試驗(以最高額定電壓試驗)：無電流(機械性開閉操作)、有額定電流(電氣開閉操作)。
- (4) 耐電壓試驗。
- (5) 溫升試驗(以任意合適電壓試驗)。
- (6) 145% 額定電流過載跳脫試驗(以任意合適電壓試驗)。

2. 試驗程序 II (I_{cs} 或 $I_{cs}=I_{cu}$)：

試驗程序 II 主要目的在於驗證斷路器產品一般使用狀態下的短路啟斷能力，而且要求在執行短路啟斷試驗後依然可以繼續使用無損壞，會以最高、中間與最低的額定電壓，各取一個最大額定電流設定值的樣品執行測試，整個試驗程序包括下列 5 個項目：

- (1) 額定使用短路啟斷容量試驗 I_{cs} (以各個額定電壓試驗)：O-CO-CO^{註1}
- (2) 電氣操作耐久性確認(以最高額定電壓試驗)：5% 電氣開閉操作次數。
- (3) 耐電壓確認。
- (4) 溫升確認(以任意合適電壓試驗)。
- (5) 145% 額定電流過載跳脫確認(以任意合適電壓試驗)。

3. 試驗程序 III (I_{cu})：

試驗程序 III 主要目的在於驗證斷路器產品極限狀態下的短路啟斷能力，而且要求在執行短路啟斷試驗後依然可以繼續使用無損壞，同樣會以最高、中間、最低的額定電壓，各取一個最大額定電流設定值的樣品執行測試，整個試驗程序包括下列 4 個項目：

- (1) 200% 額定電流過載跳脫試驗(以任意合適電壓試驗)。
- (2) 額定極限短路啟斷容量試驗 I_{cu} (以各個額定電壓試驗)：O-CO^{註1}
- (3) 耐電壓確認。
- (4) 250% 額定電流過載跳脫確認(以任意合適電壓試驗)。

註 1. 短路啟斷試驗 O、CO 動作說明：

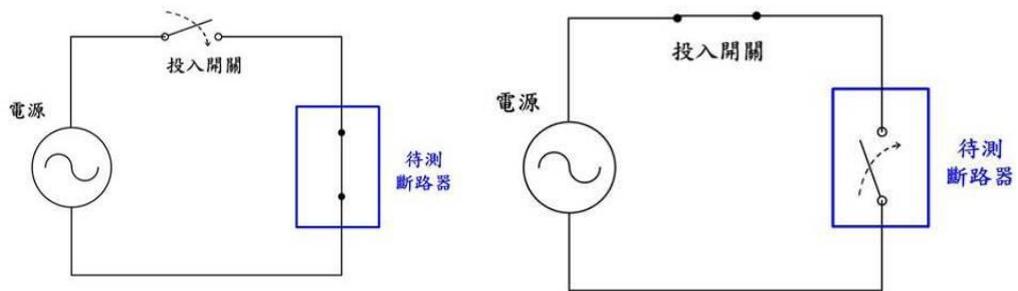


圖 1 短路啟斷試驗之 O 與 CO (左圖為 O、右圖為 CO)

(五)CNS 14985-1^[1]

依據 CNS 14985-1 附錄 C 之規定，一般規格的斷路器產品試驗可分試驗程序 A、B、C、D、E，每個程序各包含不同試驗項目以驗證其保護功能。以下針對電氣耐久性與短路試驗程序(C1、D1、E1、E2)作簡要的說明：

1. 試驗程序 C1：

試驗程序 C1 包含下列 5 個試驗項目：

- (1) 機械與電氣耐久性試驗：在額定電流下執行4,000次操作循環，額定電流32A以下之斷路器，以每小時240次操作循環，樣品應保持開啟至少13秒。額定電流超過32A之斷路器，以每小時120次操作循環，樣品應保持開啟至少28秒。
- (2) 在降低短路電流下之試驗：以500A或10倍額定電流(取較大者)，執行自動開啟9次，其中6次以輔助開關閉合電路(O)，3次以斷路器本身閉合(CO)。
- (3) 洩漏電流與耐電壓驗證。
- (4) 以96% 額定電流不跳脫。
- (5) 以160% 額定電流要跳脫。

2. 試驗程序 D1：

試驗程序 D1 包含下列 6 個試驗項目：

- (1) 機械振動與衝擊試驗。
- (2) 1,500A短路試驗：執行自動開啟9次，其中6次以輔助開關閉合電路(O)，3次以斷路器本身閉合(CO)。
- (3) 洩漏電流與耐電壓驗證。
- (4) 以96% 額定電流不跳脫。
- (5) 以160% 額定電流要跳脫。

3. 試驗程序 E1：

試驗程序 E1 包含下列 4 個試驗項目：

- (1) 使用短路啟斷容量(Ics)：
 - a. 單極與二極斷路器之操作順序為：O-t-O-t-CO。(t 為間隔時間)

b.三極與四極斷路器之操作順序為：O-t-CO-t-CO。

- (2) 洩漏電流與耐電壓驗證。
- (3) 以96% 額定電流不跳脫。
- (4) 以160% 額定電流要跳脫。

4.試驗程序E2：

試驗程序 E2 包含下列 3 個試驗項目：

- (1) 額定短路啟斷容量(Icn)：
以 3 個樣品進行試驗，操作順序為：O-t-CO。
- (2) 洩漏電流與耐電壓驗證。
- (3) 以280% 額定電流要跳脫。

三、本局現有直流試驗設備介紹

(一)低壓(600V 以下)直流短路試驗設備

短路試驗之目的在於驗證受測產品短路啟斷性能，評估是否會對環境及操作人員造成危害，以及是否可以符合後續的功能驗證試驗。測試產品範圍主要為斷路器，也可執行開關、熔絲等。設備容量範圍為直流電壓 22~600V。最大短路電流 40kA at 250V、20kA at 500V。

自 CNS 14816-2^[2]、IEC 60947-2(2016 年版)起，第 8.3.2.2.7 節規定直流試驗電流的漣波需不大於 7%，其中 IEC 標準對於漣波因數(ripple factor)之定義如下。

$$\text{漣波因數} = \frac{(\text{Ripple max-min})/2}{\text{Ripple average}}$$

為達到上述漣波因數要求，本局對於直流短路試驗電源採用 12 相全波整流供電，亦即使用兩台三相變壓器供電，此兩台變壓器一次側，分別為 Δ 接、Y 接線，二次側則同為 Δ 接或 Y 接線，使其二次側輸出電壓相位差 30 度，接著這兩台變壓器個別進行三相全波整流後，再將其直流電壓並聯接在一起。有關直流短路電源電路示意圖、兩組三相全波整流器組與短路試驗樣品箱如下列圖 2、3、4 所示。

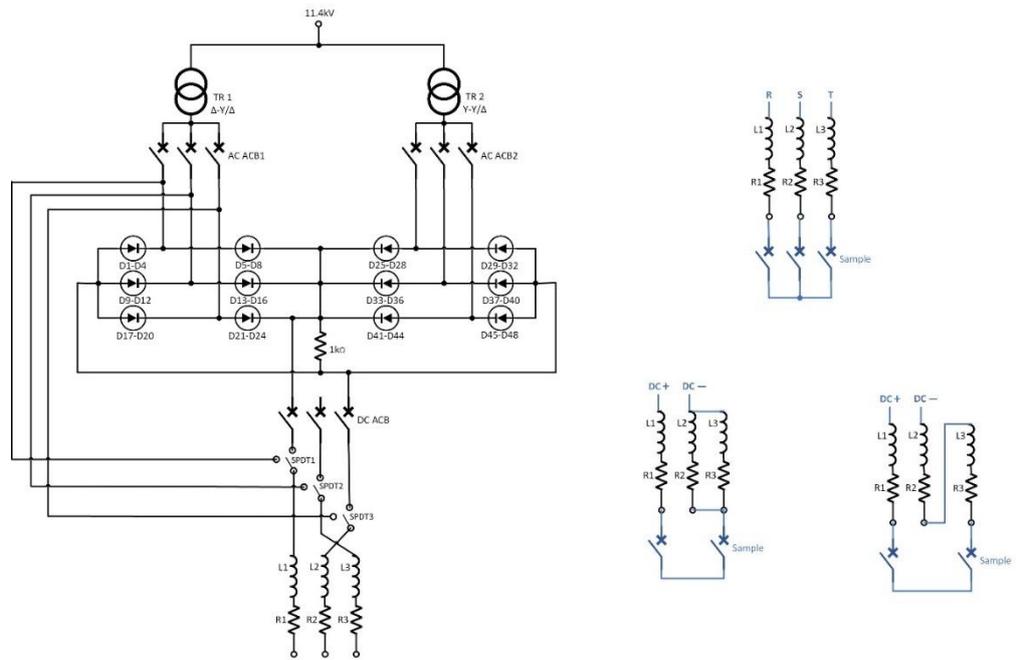


圖 2 本局直流短路試驗電源線路示意圖



圖 3 兩組三相全波整流器組

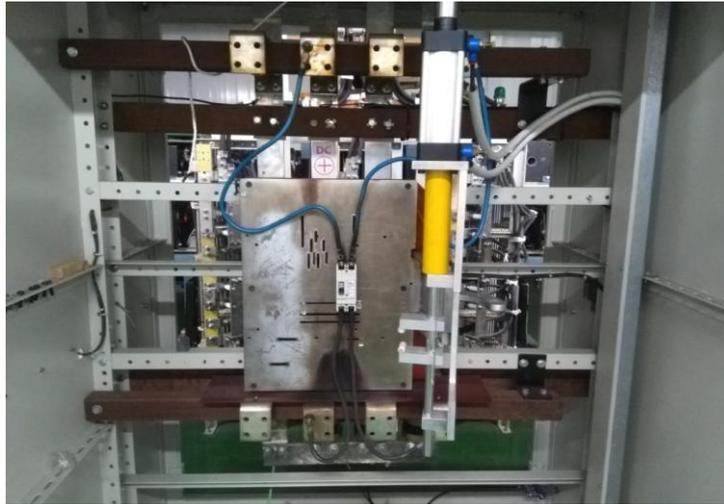


圖 4 短路試驗樣品箱

經實測直流短路校正電流結果，在不同電流時，會有不同的漣波因數，亦即電流愈大，其漣波因數愈大。在短路電流為 3.7kA 時，漣波因數為 2.25%，當電流提升至 15.3kA，漣波因數則為 3.52%，小於 CNS 14816-2 第 8.3.2.2.7 節規定的 7%。電流波形如圖 5 所示。

$$\text{電流漣波因數} = \frac{(3.792 - 3.625) / 2}{3.709} = 2.25\% \text{ (電流為 3.7kA)}$$

$$\text{電流漣波因數} = \frac{(15.583 - 14.5) / 2}{15.353} = 3.52\% \text{ (電流為 15.3kA)}$$



圖 5 實測的直流短路校正電流波形

另外，對於直流短路試驗時的電壓、電流波形漣波因數，經以 DC 500V、20kA 實測結果，電壓漣波因數為 4.15%、電流漣波因數為 1.54%，小於 CNS 14816-2 第 8.3.2.2.7 節規定的 7%，波形如圖 6 所示。

$$\text{電壓漣波因數} = \frac{(353 - 324.53) / 2}{343} = 4.15\% \text{ (空載電壓為 DC 500V)}$$

$$\text{電流漣波因數} = \frac{(21-20.42)/2}{20.79} = 1.54\% \text{ (電流為 } 20.79\text{kA)}$$

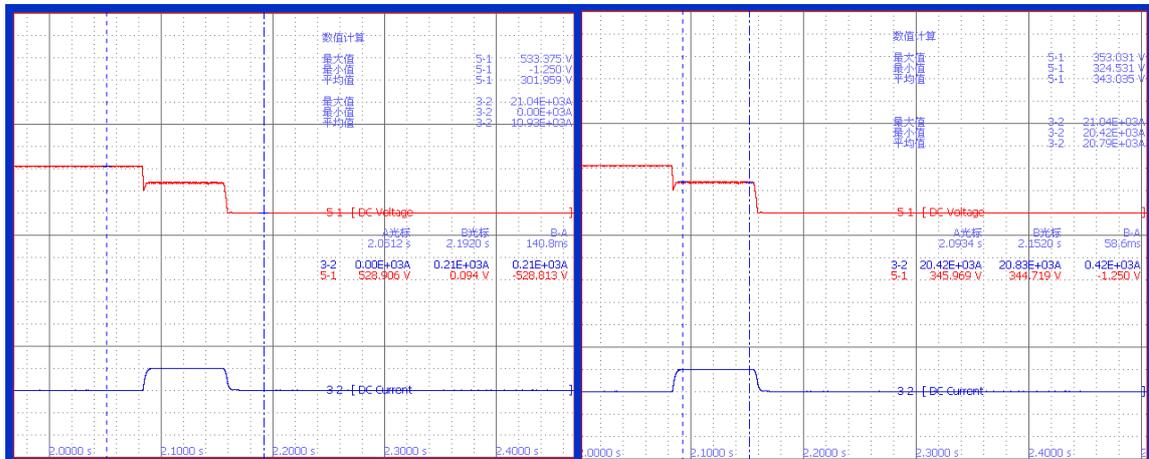


圖 6 實測 DC 500V、20kA 的短路校正波形

(二)低壓(600V 以下)直流電氣耐久性試驗

短路試驗之目的在於驗證受測產品長期操作之性能，並評估是否會對環境及操作人員造成危害，以及是否可以符合後續的功能驗證試驗。測試產品範圍主要為斷路器，也可執行開關、熔絲等。設備容量範圍為直流電壓 22~565V，電流 1~1,000A，時間常數 2.0ms。另此套設備亦可執行直流斷路器 2.5 倍過載試驗，範圍為直流電壓 22~565V，電流 1~1,000A，時間常數 2.5ms。有關直流電氣耐久性試驗設備、控制機台與樣品箱與 RL 負載箱如下列圖 7、8、9 所示。



圖 7 直流電氣耐久性試驗設備



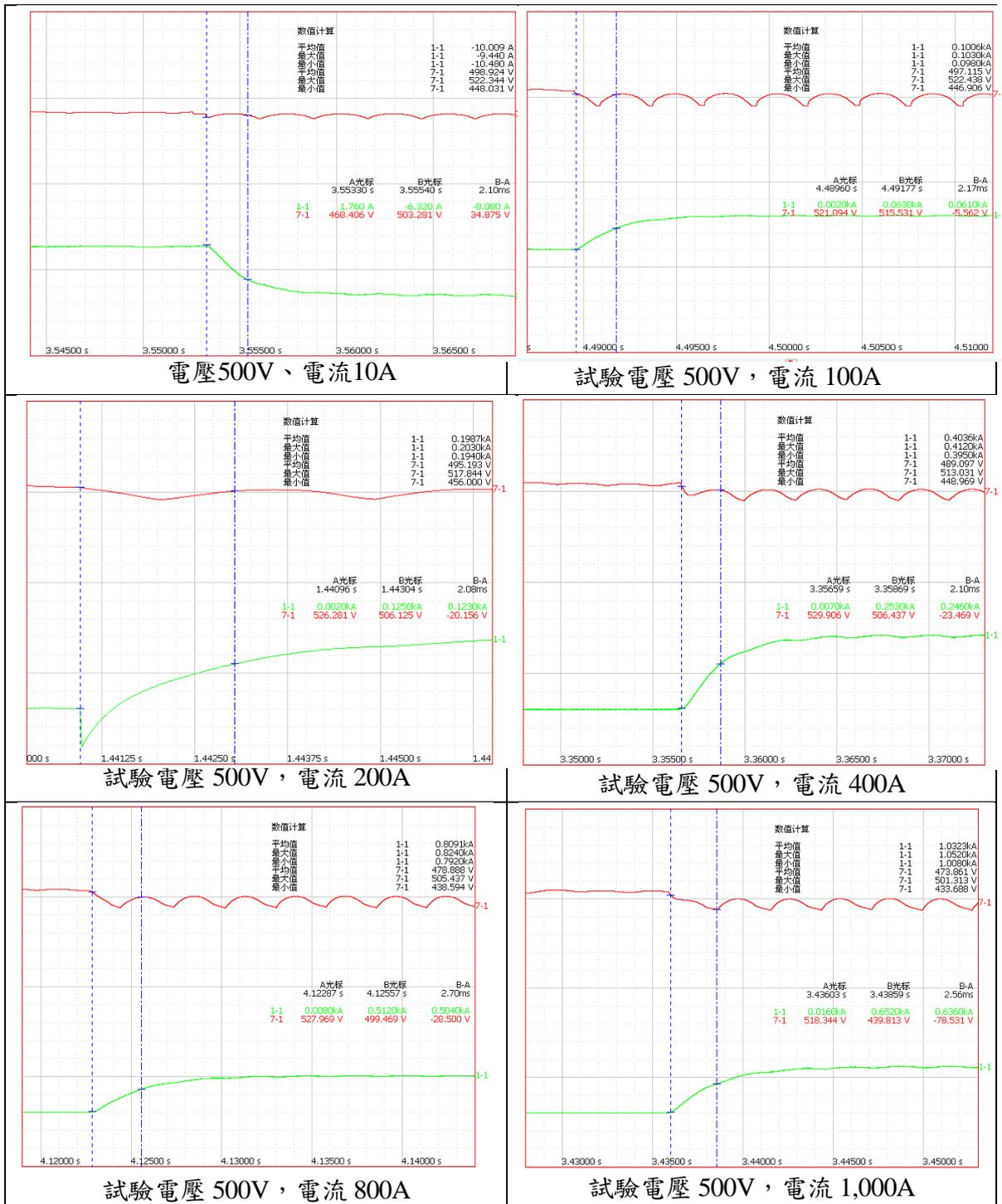
圖8 直流電氣耐久性試驗設備控制機台與樣品箱



圖9 直流電氣耐久性試驗設備RL負載箱

經實測直流電氣耐久性試驗結果，在直流電壓 500V 執行 10A、100A、200A、400A、800A、1,000A 不同電流時，電壓、電流波形如表 1 所示。

表1 直流電氣耐久性試驗設備實作DC 500V紀錄表



四、結論

斷路器在直流電路中執行啟斷，較在交流電路中困難，直流斷路器性能應被驗證，才能確保使用環境、裝置與操作人員的安全。本局目前已具備直流短路試驗、直流電氣耐久性試驗設備，陸續將規劃建置直流溫升、過載跳脫試驗設備，可擴大產品驗證範圍，逐步完善國內直流斷路器檢測能量。

五、參考文獻

1. CNS 14985-1：2018，電器配件－家用或類似裝置用過電流保護斷路器－第1部：交流操作用斷路器，經濟部標準檢驗局
2. CNS 14985-2：2018，電器配件－家用或類似裝置用過電流保護斷路器－第2部：交流及直流操作用斷路器，經濟部標準檢驗局
3. CNS 14816-2：2018，低電壓開關裝置及控制裝置－第2部：斷路器，經濟部標準檢驗局

口罩中禁用之偶氮色料檢測設備介紹

化性技術科 技士 張嫻楨

一、前言

新冠肺炎病毒肆虐全球，為有效防堵疫情擴散，我國疫情指揮中心規定民眾外出時必須配戴口罩，使得口罩成為出門必備的日常裝備。除傳統單色的口罩外，因應消費者追求時尚及潮流之需求，口罩廠商亦紛紛推出各式各樣色彩繽紛的口罩，使口罩不再只是單純的防疫物品，更變為流行時尚的穿搭配件。然而，各式色彩繽紛的口罩亦引起民眾對於商品安全之疑慮，新聞媒體報導有色口罩恐含致癌之偶氮色料，引發社會關注。為確保民眾使用之安全，本局迅速啟動市場購樣計畫，針對實體店面及網路平臺購樣抽測有色口罩，結果皆未驗出禁用的偶氮色料。

口罩中偶氮色料之檢驗方法係依據CNS 16113-1「紡織品－偶氮色料衍生特定芳胺的測定法－第1部：纖維經萃取與不經萃取偵測使用之特定偶氮色料」及CNS 16113-3「紡織品－偶氮色料衍生特定芳胺的測定法－第3部：偵測使用之特定偶氮色料可能釋放出的4-胺基偶氮苯」，其可用之檢測分析設備包括：薄層層析(TLC)、高效率薄層層析儀(HPTLC)、液相層析儀搭配二極體陣列偵檢器(HPLC-DAD)、液相層析質譜儀(LC-MS)、氣相層析儀搭配火焰離子偵檢器(GC-FID)、氣相層析質譜儀(GC-MS)及毛細管電泳儀搭配二極體陣列偵檢器(CE-DAD)。如果以一種檢測分析設備檢出芳胺化合物，則應使用另一種或多種檢測分析設備進行確認，當所有選用的方法皆確認檢出芳胺化合物之情況下，才能判為檢出。以下介紹其中2項較常用的檢測設備：氣相層析質譜儀及液相層析儀搭配二極體陣列偵檢器。

二、氣相層析質譜儀

(一) 原理

檢液於進樣口處經高溫加熱後而揮發形成氣體，並經惰性載流氣體推動而進入氣相層析管柱中，因檢液中各化合物之沸點與極性不同，經過管柱時而有不同之滯

留時間。當化合物離開管柱到達質譜儀時，會被質譜儀離子化及碎片化，其產生之分子及碎片離子會依不同之質荷比(m/z)而被分離並被偵測。藉由化合物之滯留時間、產生之分子及碎片離子之質荷比及其相對比例，可進行化合物之定性分析；而藉由化合物於氣相層析圖之波峰面積，可進行化合物之定量分析。



圖1 氣相層析質譜儀

(二) 構造

氣相層析質譜儀係由氣相層析儀及質譜儀所組成。氣相層析儀之構成元件，包括：載流氣體供給系統、樣品進樣裝置、進樣口、氣相層析管柱及烘箱。質譜儀之構成元件，包括：真空系統、離子源、質量分析器、離子檢測器及數據處理系統。以下就各元件功用簡述如下：

1. 氣相層析儀

- (1) 載流氣體供給系統：提供一定之流速或壓力之載流氣體，將氣化之檢液導入至氣相層析系統中，最常使用之載流氣體為氦氣。
- (2) 樣品進樣裝置：將檢液注入進樣口中，常見進樣方式為液體進樣、頂空進樣、吹氣捕捉進樣及固相微萃取進樣等。
- (3) 進樣口：加熱使檢液揮發，並藉由載流氣體將其導入管柱中。常見進樣模式為分流及不分流。分流模式中，氣化之檢液會按照所設定之比例排出或進入管柱中，一般而言大部分檢液會被排出，僅有少部分檢液會進入管柱中，適合高濃度檢體之分析，可防止儀器受到檢體汙染；不分流模式中，大部分檢液則皆會進入管柱中，適合低濃度檢體之分析，可提高分析之靈敏度。
- (4) 氣相層析管柱：將檢液中不同化合物進行分離。檢液中化合物因特性不同，而會與管柱內填充材質產生不同之作用力，使其於管柱中之移動速率及滯留時間不同，故可達到分離之目的。常見之管柱種類為填充管柱及毛細管柱。
- (5) 烘箱：可設定適當之溫度梯度，調控管柱溫度，以增進管柱之分離效果及效率。

2. 質譜儀

- (1) 真空系統：氣相層析質譜儀之離子源、質量分析器及離子檢測器皆須維持於高度真空狀態中，以降低儀器背景值、離子散射干擾及碰撞干擾等，提高儀器靈敏度。
- (2) 離子源：提供能量使化合物離子化及碎片化。最常見之離子化方法為電子撞擊法(Electron Impact)及化學游離法(Chemical Ionization)。
- (3) 質量分析器：將經離子化之分子離子及碎片離子依照不同質荷比進行分離。最常見之質量分析器為四極柱質量分析器(Quadrupole Analyzer)。
- (4) 離子檢測器：接收經質量分析器分離之離子，將所得之離子流訊號轉換成電壓訊號後，放大並輸出至數據處理系統。
- (5) 數據處理系統：將電壓訊號處理後，可提供滯留時間、離子強度及離子質量分佈之三度空間資訊。氣相層析圖之X軸為滯留時間，Y軸為訊號強度，由滯留時間可進行化合物之定性分析，由波峰面積可進行化合物之定量分析；質譜圖之X軸為質荷比，Y軸為離子強度，由質譜圖可知化合物之離子質量分佈，並可將所得質譜圖與質譜資料庫進行比對，以鑑別出檢液之化合物組成。

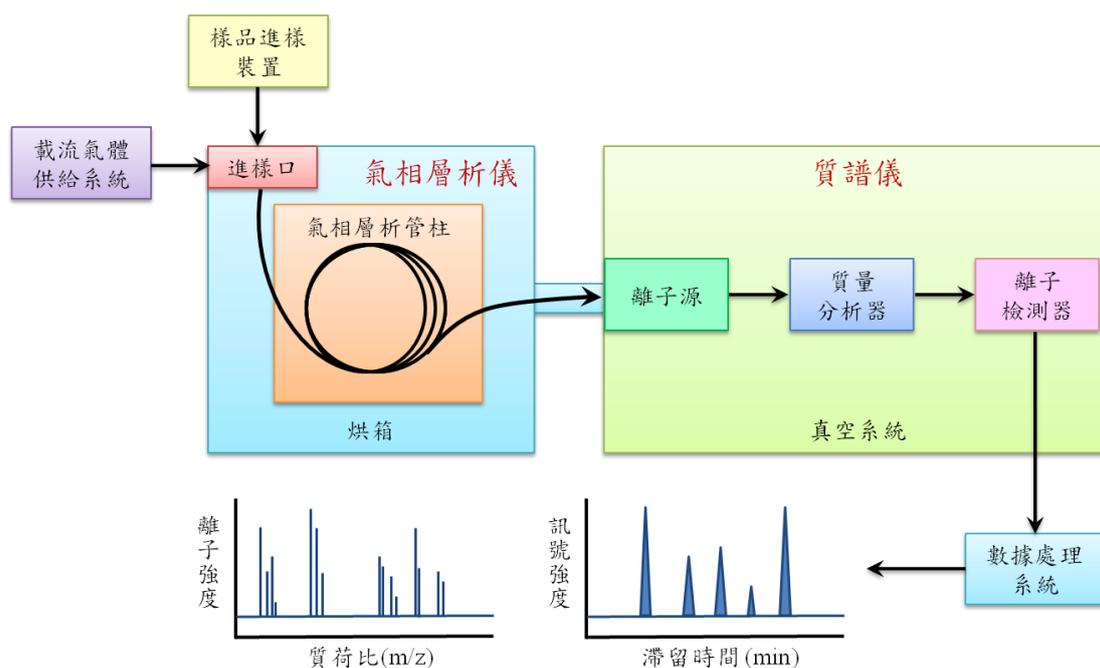


圖2 氣相層析質譜儀之構造簡圖

三、液相層析儀搭配二極體陣列偵檢器

(一) 原理

檢液由進樣裝置注入液相層析系統中，並經移動相帶入液相層析管柱中，因檢液中各化合物之特性不同，與管柱內填充材質及移動相間有不同的作用力，故有不同之移動速度及滯留時間，而可將檢液中不同化合物分離。當化合物離開管柱到達二極體陣列偵檢器時，將偵測其於不同波長下之吸光度。藉由化合物之滯留時間及

所測得之吸收光譜圖，可進行化合物之定性分析；而藉由化合物於液相層析圖之波峰面積，可進行化合物之定量分析。



圖3 液相層析儀搭配二極體陣列偵檢器

(二) 構造

液相層析儀搭配二極體陣列偵檢器之構成元件，包括：移動相供給系統、樣品進樣裝置、液相層析管柱、二極體陣列偵檢器及數據處理系統。以下就各元件功用簡述如下：

1. 移動相供給系統：以高壓幫浦將移動相溶液引入液相層析系統中，移動相之沖提模式可分為等度沖提(Isocratic elution)或梯度沖提(Gradient elution)。等度沖提係指使用固定組成比例的單一溶劑進行沖提；梯度沖提係指使用二種以上不同之溶劑，並隨時間調整其組成比例進行沖提，依樣品組成設定適當之沖提條件，可提高分離效果及效率。
2. 樣品進樣裝置：將檢液注入液相層析系統中。
3. 液相層析管柱：將檢液中不同化合物進行分離。檢液中化合物因特性不同，而與管柱內填充材質產生不同之作用力，使其於管柱中之移動速率及滯留時間不同，故可達到分離之目的。液相層析管柱可分為正相及逆相，其中逆相層析管柱使用最為廣泛，最常見之管柱材質為C₁₈。
4. 二極體陣列偵檢器：偵測檢液中經分離之化合物於各波長之吸光度。偵檢器之光源會發射光通過樣品槽(flow cell)，當化物流經樣品槽時，其產生之透射光，會經光柵色散成多色光，並由二極體陣列偵測各波長之吸光度後，轉換成相應之電信號強度。
5. 數據處理系統：電信號強度經處理後，可提供滯留時間、吸光度與波長之三度空間資訊。液相層析圖之X軸為滯留時間，Y軸為吸光度，由滯留時間可進

行化合物之定性分析，由波峰面積可進行化合物之定量分析；光譜圖之X軸為波長，Y軸為吸光度，由光譜圖可進行化合物之鑑別及純度檢測。

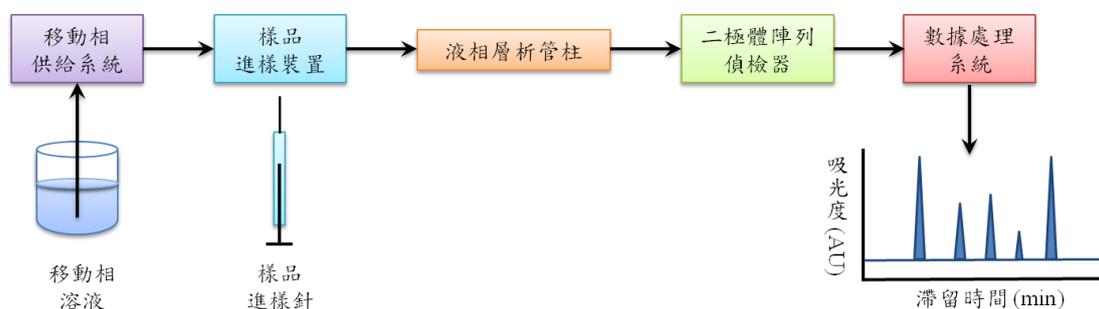


圖4 液相層析儀搭配二極體陣列偵檢器之構造簡圖

四、參考文獻：

1. CNS 16113-1:2019，紡織品－偶氮色料衍生特定芳胺的測定法－第1部：纖維經萃取與不經萃取偵測使用之特定偶氮色料，經濟部標準檢驗局。
2. CNS 16113-3:2019，紡織品－偶氮色料衍生特定芳胺的測定法－第3部：偵測使用之特定偶氮色料可能釋放出的4-氨基偶氮苯，經濟部標準檢驗局。