



檢驗技術簡訊 37

INSPECTION TECHNIQUE

檢驗技術簡訊 第 37 期 2011 年 10 月出刊 每季出刊 1 期



瓦斯器具升溫試驗台



一氧化碳分析儀

◆ 專題報導

科技美鈔揭秘

化學科 技術師 李敏淑

脈衝式血氧計量測原理簡介

材料科 技士 蔡宗傑

◆ 儀器介紹

總有機碳/同位素碳分析儀

技術開發科 技正 陳世昌

熱水器 CO 測試標準及儀器簡介

機械科 技正 汪漢定

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 韋士勤

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)

簡勝隆 (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

GPN : 4710003764

專題報導

科技美鈔揭秘

化學科 技術師 李敏淑

時逢 911 事件屆滿 10 周年，回顧歷史悲劇，911 事件摧毀了紐約世貿中心的雙子樓，不僅剎那間的災難讓他們一時不知所措；人們心中對美國在國際上所向披靡的自信也受到了打擊；美國北約盟國甚至成為世界恐怖主義襲擊的對象。而十年反恐戰爭究竟花了美國多少錢？美國總統歐巴馬透露，十年反恐戰爭花了美國一兆美元。但按照美國一些經濟學家的估算，這個數字甚至還要高出兩倍。

大陸新華網撰發〈911 十周年超級大國如何被改變〉專題報導中也指出，911 事件深刻改變了這十年來美國的政治生態和民眾的日常生活，且這超級大國已力不從心。

而遠在太平洋此端的小小島國-台灣，雖然沒有明顯的蝴蝶效應，但也因著 911 事件，發生了一些小小插曲。

話說『2002 年 4 月台北某電腦公司來了幾位非洲喀麥隆小國政府情治官員及國際律師。他們來台訂購了二百萬美元的電腦設備，擬提昇資訊教育。這些資金據稱是 911 事件之後，美國暗中成立了反恐基金，提供了千萬美金巨款資助落後國家，以聯合制恐。

然而在運送過程中為了避人耳目，美國所提供的這些金援，是最新發展出的防偽加密的「科技美鈔」。這些看似白紙的紙鈔在紫光燈照射下會浮現百元美鈔圖案，再經過一些特殊化學藥劑處理後，與一般美鈔無異，經送請銀行鑑定確認為美鈔無誤。這些科技美鈔所應用的到底是什麼「最新科技」呢？

這個採購團當眾處理「科技美鈔」取信電腦貿易商後，稱已準備將千萬元美鈔處理，惟這些特殊藥水需花費卅四萬美元從瑞士購買，請求貿易商能予於投資，則除兩百萬美元用來購買電腦設備外，餘八百萬「科技美鈔」美元可雙方對分。

由於經處理的「科技美鈔」經鑑定無誤，且買方也留下待處理的數百萬元「科技美鈔」，故即進行將卅四萬美元匯進瑞士銀行。但貿易商在取得特殊藥水進行處理時，第二劑藥水卻失效了！』

失效的藥水能補救嗎？怎麼補救呢？

而這個所謂的「最新科技」所應用的到底是什麼？

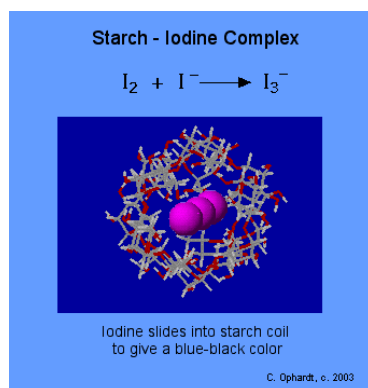
其實就是分析化學裏的經典一氧化還原反應。

(I)

碘在水中不易溶解，通常以碘化鉀水溶液溶解，而 I_2 在KI水溶液中易溶解而形成 I_3^- 離子。

I_3^- 則常與 I_2 達成平衡 ($I_2 + I^- \rightarrow I_3^-$)，在這個平衡中，溶液裡總有單質碘的存在，因此許多碘化鉀溶液的性質與碘溶液相同。碘分子 (I_2) 會與澱粉生成藍黑色錯合物，但碘離子 (I^-) 則不會。

一般的紙張中通常添加有澱粉，當紙鈔或偽鈔放入深褐色碘液中，紙纖維中的澱粉與碘分子生成藍黑色錯合物。

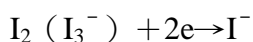


資料來源：<http://www.elmhurst.edu/%7Eechm/vchembook/548starchiodine.html>

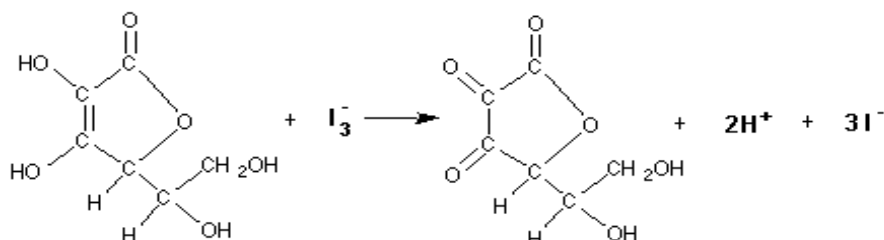
歹徒在把「科技美鈔」放入第一劑處理藥劑（碘液）時，同時將真美鈔夾帶混進其中，再趁著真、假鈔都成藍黑色且都沒入在深褐色液體中而不易察覺時，將真鈔取出，以第二劑藥劑還原。

(II)

I_2 在鹼性中會自身氧化還原成 I^- 與 IO_3^- ($3 I_2 + 6OH^- \rightarrow 5 I^- + IO_3^- + 3H_2O$)，其中 I_2 的氧化數為0，得到電子還原成氧化數為-1的 I^- ；同時部份的 I_2 失去電子，氧化成I的氧化數為+5的 IO_3^- 。或者遇亞硫酸、硫代硫酸鈉等還原劑亦會被還原成不與澱粉呈藍黑色的碘離子。



而歹徒則將成藍黑色的真鈔浸漬於同樣具還原性的維生素C (L-Ascorbic acid) 中使退色，而現出真正美鈔之原形。



資料來源：<http://icn2.umeche.maine.edu/newnav/NewNavigator/lec/lecvitaminc3.htm>

由於被送至金融機構鑑定的正是如假包換的美鈔，以致數十被害人輕易上鉤，而讓歹徒只應用簡單的氧化還原反應，居然詐騙得逞，並遍及亞洲地區。

台灣的伍百元及千元紙鈔並不含澱粉，所以在台幣盛行偽鈔的年代，小販手中的驗鈔筆就是利用以上原理粗略的辨識真鈔與偽鈔。將含碘液的驗鈔筆在千元大鈔上一畫，假鈔呈黑色，且不會消失；真鈔則呈淡黃色，會慢慢消失（圖1）。為何說這是粗略的方法呢？因為報紙的紙張也不含澱粉，歹徒若使用類似不含澱粉的紙張來偽製台幣，或者是對使用含有澱粉的紙張印製的紙鈔，這種驗鈔筆也就不管用了。



圖 1.千元台幣畫上碘液：真鈔呈淡黃色；玩具鈔呈黑色



圖 2.澳幣無澱粉反應

利用碘液檢視手邊的一些紙幣，發現除澳幣為塑膠材質（圖 2）及菲律賓紙幣無澱粉反應外；大部分紙幣如港幣、英、日幣（圖 3）及歐元、人民幣、東普賽幣及百元台幣（圖 4）等都有澱粉反應；反倒是美鈔中多種版本竟也都無澱粉反應了。



圖 3.港幣及日幣都有明顯紫黑色的澱粉反應



圖 4.百元台幣與千元台幣比較，百元鈔有明顯紫黑色澱粉反應

脈衝式血氧計量測原理簡介

材料檢驗科 技士 蔡宗傑

一、前言

氧氣和血液的供應是人體組織正常生理活動重要因子，而血氧濃度之監測是為許多重症醫療時的重大參考依據。由於血氧濃度量測技術的進步，有關人體呼吸功能的監測已進展到可以”持續”且”無創”的達成，而不再是利用”動脈採血”方式監測。其中脈衝式血氧計就是一個相當重要的儀器，由於其可以持續且無創的監測人體之呼吸功能(血氧濃度)，在現代社會中脈搏式血氧計已成為醫療場所、照護場所甚至是運動中心常見的健康監測設備，本文將簡單介紹脈衝式血氧計之量測原理。

二、量測原理

人眼看任何物體，都有其相對之顏色，而物體的顏色之呈像均導因於對於光譜之吸收或反射特性；如：看到紅色的物體，則表示該物體表面會吸收除了紅色光線以外的大部分光線，而將紅色光線反射至人眼。而當人體內血液之血紅蛋白未攜氧時(還原血紅蛋白)與攜氧的血紅蛋白(氧合血蛋白)，有明顯的顏色差異(攜氧時之血液呈鮮紅色，未攜氧時則約若呈紫藍色)，亦即兩者之光譜吸收特性有明顯不同，且此特性在紅外線光譜(600nm ~ 1000nm)時最為明顯，此為利用紅外線光譜測量血液氧含量之基本原理。

利用紅外線吸收變化特性之血氧計，依其工作原理，大致可分為穿透式及反射式兩種，穿透式者必須用於人體光線可穿透部，所以大都應用於耳垂或指頭，而反射式的則可應用於身體全部的肌肉組織上。圖 1 為脈衝式血氧計之示意圖，圖 2 為簡易式指頭用穿透式脈衝式血氧計實體圖，其構造上有一個指頭套，內部上方設有兩組發光二極體，其光波長分別為 660nm(可見紅光)及 940nm(紅外線)，下方則設有光檢測器(光電轉換裝置)，依此所接收的訊號可以得知光信號被人體組織、骨骼和血液吸收的多寡。

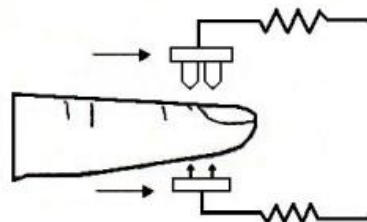


Diagram of Operation Principle

圖 1 指頭用穿透式脈衝式血氧計示意圖

(本圖引用自康力醫療儀器網頁(<http://oximeter.holisticphysio.com/Pulse-Oximetry.html>) : Dr Adrian Leung-無創測定血氧飽和技術)



圖 2 簡易式指頭用穿透式脈衝式血氧計圖
(本圖引用自康力醫療儀器網頁)

因為當光線穿透人體組織(指頭)時，指間的光吸收總量包括：肌肉、皮膚、骨骼及血液(動脈血及靜脈血)等之吸收量，其中有關肌肉、皮膚、骨骼等非血液部分之吸收量不會隨脈搏變化，可視為常數，故可假設光吸收量之變化是完全因脈搏搏動所產生之血液總量變化所引起，亦即從所測得之光吸收總量減去固定成份(肌肉、皮膚、骨骼等之吸收量)後，對餘下的光吸收變動成份進行分光度分析，再配合正常人體缺氧實驗所獲得之經驗常數，可以計算得知血氧飽和度。

三、脈衝式血氧計使用時之限制

脈衝式血氧計在臨床上相當方便且實用，但實際使用中存在一些問題，由於採用雙光束測量方法，只有兩個波長，僅能測定兩個血紅素的比值，無法補償血液中異類血紅素以及其他色素(如：一氧化碳血紅素(CO Hb)、變性血紅素(met Hb)、膽紅素等)的影響，故當懷疑血液中併有上述成份，則不適宜使用脈衝式血氧計監測血氧值，而需分析動脈血液氣體；另貧血、休克、低溫等也會影響其量測準確性。

四、脈衝式血氧計之安全要求

血氧計之安全要求之標準為 IEC 60601 系列及 ISO 9919，其要求包括了產品電性安全、電磁相容、可使用性評估及風險評估等項，另需要進行人體臨床實驗。

五、結論

脈衝式血氧計在臨床上是一項非常實用的病症之監測設備，然以安全性之考量，脈衝式血氧計之產品設計及製作上必須能達到符合安全規範，使用上也必須注意其使用限制及造成量測不準確性之因素。面對高齡化社會來臨，預估未來此類醫療監測器材之需求，亦將逐步增加，為因應相關業者產品研發驗證需求，本局已在健康照護科專計畫中協助執行單位「財團法人台灣電子檢驗中心」於 99 年完成該產品之檢測驗證能量之建置。

儀器介紹

總有機碳/同位素碳分析儀

技術開發科 技正 陳世昌

一、前言：

對樣品中總有機碳的分析，其檢測原理相當簡易，即將樣品在含氧氣環境下反應，生成氣態二氧化碳後，以紅外線檢測其濃度定量，應用於檢測各行各業樣品時，市售款式的總有機分析儀仍有差異，通常反應器及檢測器的性能不同決定其應用範圍，但辨別上仍可從其含量檢測範圍高低及其所接受樣品狀態為液態或固態，了解檢測應用上的區隔。例如檢測濃度相對較高的需求有高至數%或數十%，通常是固態或液態樣品，大多為工業產品，例如肥料類及塑膠類產品；最多品牌的總有機碳分析儀是分析水樣中微量總有機碳，從較高的工廠放流水檢測數 ppm 至數十 ppm，到藥廠用或半導體製程用超純水檢測至數 ppb 以下，都已經可以做到線上連線監測。

本文所要介紹為美國 O-I-Analytical 公司所製造型號 iTOC-CRDS isotopic Carbon Analyzer 之最新款式總有機碳/同位素碳分析儀，除了能以傳統方式偵測總有機碳，更能在其後串接同位素碳檢測器，可有效擴大應用範圍，提升精密度與準確度，提供更高層次的檢測服務。

二、檢測模組：

(一)Aurora 1030W 總有機碳分析器：

1. 濕式氧化組件 (Wet Oxidation TOC Analyzer)：內含焦硫酸鈉($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_8$)可將液態樣品中有機碳以濕式低溫 (100°C) 氧化成二氧化碳(CO_2)。

2. 固態非散射式紅外線偵測器 (SSNDIR detector, Solid State Non-Dispersive Infrared detector)：可檢測液態樣品經濕式氧化及串接固態反應模組高溫氧化固態樣品後之二氧化碳總量。

3. 外接式液態樣品自動進樣器，能連續檢測大量樣品。

4. 系統控制模組。



圖.1 Aurora 1030W 總有機碳分析器說明圖示

(二)1030S 固態反應模組：具備固態進樣，及 1 公升體積高溫反應爐(500-900 °C)，反應後二氧化碳導入前項 Aurora 1030W 中檢測。反應氣體檢測後並再導回內具之反應氣體歧管，經由歧管導入下述同位素碳偵測光譜儀檢測。



圖 2. 1030S 固態反應模組暨同位素碳偵測光譜儀說明圖示

(三) 同位素碳偵測光譜儀：型號為 Picarro G1101-i，採 CRD 光譜儀(Cavity Ring-Down Spectrometer)，原理為利用脈衝雷射光源，導入腔室中內置凹面鏡，形成圓環狀反射至對稱處另一凹面鏡聚焦檢測，可有效增強檢測能量而提升精確度，可檢測碳 12 與碳 13 兩種同位素含量併計算出其比例。

三、檢測性能：

(一) 固體樣品：總有機碳 (TOC) 或總碳 (TC) 檢測範圍 0.05mg 至 50mg 碳

同位素碳分析碳 13 檢測範圍 3 mg 至 30mg 碳

(二) 液體樣品：

純水樣品：總有機碳 (TOC) 檢測範圍 50ppb 至 5000ppm 碳

同位素碳分析碳 13 檢測範圍 5 ppm 至 500ppm 碳

海水樣品：總有機碳 (TOC) 檢測範圍 500ppb 至 500ppm 碳

同位素碳分析碳 13 檢測範圍 25 ppm 至 500ppm 碳

(三) 量測精確度：總有機碳 (TOC) $\pm 10\%$ (質量)

同位素碳分析碳 13 (以碳 13/碳 12 計) $\leq 0.3\%$

四、產品應用：

水質檢測：化學品、橡膠產品、塑膠產品、生質燃料、土壤、植物、廢棄物及食品等之檢測及來源鑑定。

燃氣熱水器 CO 測試標準及儀器簡介

機械科 技正 汪漢定

國人常為住宅的防盜 (或防風雨) 問題，而將陽台加裝柵欄 (或窗戶)，而每年冬季一到，又因防寒而將陽台的窗戶緊閉，在此情形下使用燃氣熱水器常易導致一氧化碳中毒事件，綜觀一氧化碳中毒多因通風不良、蓄積一氧化碳濃度過高所致，民眾若吸入一氧化碳濃度 (0.32%)，5-10 分鐘會頭痛、暈眩、嘔吐，30 分鐘恐會危及生命安全。為能瞭解熱水器燃燒排放一氧化碳之情形，故將熱水器 CO 測試標準及儀器簡介如下：

一、熱水器 CO 測試標準：

量測「燃氣熱水器」排放一氧化碳濃度 (%)，係依照 CNS 13603「家庭用燃氣熱水器」標準 (92 年版)，需符合標準值 0.28% 以下之規定，其中燃燒狀態試驗係模擬使用燃氣熱水器時，檢測燃燒狀態排放一氧化碳濃度 (%)，該項試驗依器具種類之不同，分為「即熱式熱水器」及「儲存式熱水器」兩類。

二、試驗設備簡介

燃氣熱水器燃燒狀態用試驗設備包含如下：

- (a) 瓦斯器具升溫試驗台，如圖 1
- (b) 一氧化碳分析儀，如圖 2
- (c) 一氧化碳檢測系統，如圖 3

三、測試流程

(一) 首先將燃氣熱水器樣品安裝在瓦斯器具升溫試驗台之金屬掛條上，並將試驗台之冷水進口管、瓦斯供應管及熱水出口管分別與熱水器依序連接鎖固。

(二) 進入瓦斯燃料供應室，將瓦斯桶開關閥或天然氣管線角閥開啟，接續將瓦斯器具升溫試驗台之冷水進口角閥及熱水出口角閥開啟，此時將熱水器引燃並調整其「瓦斯用量」及「出水量」皆為最大的狀態，另須以手動方式微調試驗台手輪（瓦斯用量）及注視試驗台水柱壓力計（試驗時燃氣壓力：桶裝瓦斯 330 mm 水柱，天然氣 200 mm 水柱）。

(三) 在上述（二）中確認燃氣壓力（mm 水柱）後，依 CNS 13605 表 7 規定查看移火、浮火、熄火、火燄之均勻性、熄火音等項目，熱水器經 15 分鐘燃燒後，檢測人員即可進行採取廢氣樣品，廢氣收集管線經由一氧化碳分析儀及一氧化碳檢測系統分析後，將可計算出理論乾燥燃燒廢氣中 CO 濃度（%）。

$$CO = CO_a \times \frac{O_{2t}}{O_{2t} - O_{2a}}$$

CO：理論乾燥燃燒廢氣中 CO 濃度（體積%）

CO_a：乾燥燃燒廢氣中 CO 濃度實測值（體積%）

O_{2t}：供氣口環境中（乾燥狀態）之 O₂ 濃度（體積%）

（如係新鮮空氣則 O₂=21%）

O_{2a}：乾燥燃燒廢氣中 O₂ 濃度實測值（體積%）

備註：1ppm 即是 1 百萬分之一



圖 1 瓦斯器具升溫試驗台



圖 2 一氧化碳分析儀



圖 3 一氧化碳檢測系統