



行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書
出國報告(出國類別：其他)

消費性商品之鉛溶出檢測技術研習

服務機關：經濟部標準檢驗局

姓名職稱：孫崇文技正、鄭力賓技士

出國地點：美國

出國期間：中華民國 105 年 2 月 24 日至 3 月 4 日

報告日期：中華民國 105 年 5 月 2 日

摘要

消費性商品的安全及保護消費者權益一直是本局關注的重點，為因應減緩與避免有害化學物質對消費者的傷害，本局積極開發及建置實驗室設備、提升技術與檢驗能量，擴大消費性商品的檢測範圍及項目，以減少有害物質對環境與人體危害為目標。本次出國研習計畫主題為「消費性商品之鉛溶出檢測技術研習」，參訪目標設定在對(1)油漆之鉛含量及相關消費性商品表層塗層含油漆類，如玩具、嬰幼兒用品、童裝服飾配件等之鉛溶出量及材質之鉛含量，及(2)末端給水用器具-水龍頭商品及其相關水側配件之溶出性能(檢測有害金屬污染物)及該等商品材質之鉛含量，本次主要蒐集美國對於上述消費性商品所衍生的重金屬鉛危害性測試制度的現況、瞭解美國相關機構作業流程與檢測實務，並與美國檢測實驗室專業人員切磋對材質之鉛含量及各種有害重金屬溶出性能檢測之技術，攜回檢測實務上之資訊，以作為整合國內現行法規、標準及檢測技術發展之參考，以有助於本局推動相關商品列檢事宜，達到協助國內相關產業，保障消費者使用消費性商品及飲用水安全之目標。

本次安排之參訪機構為「美國消費品安全委員會」(U.S. CPSC)及「國際管道設備機械協會」(IAPMO)之管理部門與實驗室，促進雙邊資訊與技術交流管道，並進一步實地瞭解上開 2 機構對消費性商品之管理與檢測能量，討論商品物性及化性檢測及標準方法之建立模式，有助於規劃國內物性及化性專業檢測實驗室，強化本局消費性商品檢測設備及技術。

本次參訪透過拜會相關機構人員就技術與檢測面向作深入之討論，成果豐碩，並蒐集美方法規與制度作法，可作為本局規劃相關檢測實驗室與法規管理制度上之參考，在含鉛塗料含鉛量測定部分，建議可參考美國之作法，只針對產品上塗層進行檢測，並選購符合 ASTM F2617-08 及 ASTM F2853-10 規範的高精度 X-射線螢光光譜儀作為鉛含量結果之判定，以提高經濟效益；在低鉛水五金產品含鉛量測定部分，建議逐步規劃建置符合國家標準 CNS 8088 所規範之水龍頭、止水旋塞、浮球閥、沖水閥、沖水龍頭所含金屬污染物之檢測能力，並依 NSF/ANSI 61 所規範之各種水五金設備器具建置檢測能力，為各種水五金設備器具安全把關，並提昇國內水五金產業之水準。

關鍵詞：消費性商品，末端給水用器具，狀態調節，溶出性能試驗，材質試驗

目次

摘要	II
圖目錄	V
表目錄	VII
壹、參訪目的	1
貳、參訪機構及研習行程	2
一、美國消費品安全委員會(U.S.CPSC)簡介	2
二、國際管道設備機械協會(IAPMO)簡介	2
三、參訪行程	3
四、參訪機構及洽談對象	5
參、研習過程	6
一、美國消費品安全委員會	6
二、研習測試樣品、試驗方法及限量值之規定(於 U.S.CPSC)	7
三、油漆塗料之試驗方法與檢測儀器(於 U.S.CPSC)	9
四、溶出試驗檢測過程(於 U.S.CPSC)	14
五、國際管道設備機械協會(於 IAPMO)	16
六、研習測試樣品、試驗方法及溶出限量基準(於 IAPMO)	17
七、NSF/ANSI 61 之溶出性能檢測過程(於 IAPMO)	19
八、金屬污染物的計算與 NSF/ANSI 372 的檢測過程(於 IAPMO)	25

九、國際管道設備機械協會對水五金商品的驗證過程(於 IAPMO)	31
肆、心得與建議	33
一、心得	33
二、建議	38
參考文獻	39

圖目錄

圖 1、IAPMO 服務據點及辦公室分布圖	3
圖 2、U.S.CPSC 位於馬里蘭州羅克維爾 (Rockville Campus)	6
圖 3、U.S.CPSC 的國家產品測試和評估中心	6
圖 4、圖案之表面塗層(於 U.S.CPSC)	7
圖 5、兒童衣服之鈕扣(於 U.S.CPSC)	7
圖 6、兒童金屬玩具(於 U.S.CPSC)	8
圖 7、手持式 X-射線螢光光譜儀(HHXRF)-1	10
圖 8、手持式 X-射線螢光光譜儀(HHXRF)-2	10
圖 9、手持式 X-射線螢光光譜儀的報告輸出	11
圖 10、高精度 X-射線螢光光譜儀(HDXRF)	11
圖 11、高精度 X-射線螢光光譜儀(HDXRF)檢測過程 1	12
圖 12、高精度 X-射線螢光光譜儀(HDXRF)檢測過程 2	12
圖 13、高精度 X-射線螢光光譜儀(HDXRF)檢測過程 3	13
圖 14、高精度 X-射線螢光光譜儀(HDXRF)報告輸出	13
圖 15、感應耦合電漿光譜儀(ICP-OES)	14
圖 16、溶出試驗方法概述流程圖	15
圖 17、材質試驗方法概述流程圖	16
圖 18、國際管道設備機械協會	17

圖 19、水龍頭	17
圖 20、相關水側配件	18
圖 21、萃取水的調製	21
圖 22、填充的設備	21
圖 23、調節過程-萃取水的排空	22
圖 24、調節過程-萃取水的注入	22
圖 25、水側配件的調節過程-萃取水排空與注入	23
圖 26、水龍頭調節完成後的靜置，等待 2 小時後再次調節	23
圖 27、水側配件調節完成後的靜置，等待 2 小時後再次調節	24
圖 28、感應耦合電漿質譜儀	25
圖 29、直接進樣汞分析儀	25
圖 30、NSF/ANSI 372 試驗方法概述流程圖	30
圖 31 國際管道設備機械協會對水五金商品的驗證流程圖	32
圖 32、NSF/ANSI 61 與 NSF/ANSI 372 對水五金商品的評估特性	35

表 目 錄

表 1、參訪行程及工作內容說明	3
表 2、參訪機構及洽談對象	5
表 3、NSF/ANSI 61-2013 章節、目次與附錄簡介	18
表 4、金屬污染物的溶出限量基準	19
表 5、NSF/ANSI 372-2011 章節、目次與附錄簡介	19
表 6、沖水、狀態調節及溶出作業時間表	20
表 7、鉛金屬污染物計算範例：實驗室檢液濃度	27
表 8、鉛金屬污染物計算範例：計算後正規化濃度	28
表 9、鉛金屬污染物計算範例：計算正規化濃度自然對數值	28
表 10、鉛金屬污染物計算範例：測試件樣品數相對應的 k_1 值	29
表 11、NSF/ANSI 61 與 NSF/ANSI 372 特性簡介	34
表 12、CNS 8088、NSF/ANSI 61 及 NSF/ANSI 372 標準規範的性質、評估之對象 與檢測項目比較表	36

壹、參訪目的

消費性商品的研發、生產製造和應用造就了經濟發展的規模與人類生活福祉的便利性，然而，從原料端及生產製造中的暴露與接觸到食物、飲水、空氣、土壤、廢棄物及廢液的處理排放、意外洩漏等過程中，有害化學物質的擴散與滲透，對人類健康與環境品質均造成莫大的衝擊與影響。

本次參訪目標設定在對(1)油漆之鉛含量及相關消費性商品表層塗層含油漆類，如玩具、嬰幼兒用品、童裝服飾配件等之鉛溶出量及材質之鉛含量，及(2)末端給水用器具-水龍頭商品及其相關水側配件之溶出性能(檢測有害金屬污染物)及該等商品材質之鉛含量，本次主要蒐集美國對於上述消費性商品所衍生的重金屬鉛危害性測試制度的現況、瞭解美國相關機構作業流程與檢測實務，並與美國檢測實驗室專業人員切磋對材質之鉛含量及各種有害重金屬溶出性能檢測之技術，攜回檢測實務上之資訊，以作為整合國內現行法規、標準及檢測技術發展之參考，以有助於本局推動相關商品列檢事宜，達到協助國內相關產業，保障消費者使用消費性商品及飲用水安全之目標。

為達成以上設定之目標，本次規劃參訪機構為「美國消費品安全委員會」(U.S. Consumer Product Safety Commission, U.S. CPSC)及「國際管道設備機械協會」(International Association of Plumbing & Mechanical Officials, IAPMO)，以對美國消費品安全管理系統作進一步瞭解，如油漆中鉛含量檢測技術及評估末端給水用器具(如水龍頭)所適用之美國國家標準(NSF/ANSI 61 及 NSF/ANSI 372) 規定之檢測方法及對毒性分類與產品安全性之要求，並就美國法令規定及標準對國內產業造成可能之衝擊與影響，加以瞭解。

本局持續提升檢驗技術與能量，並持續檢討消費性商品的檢測範圍與項目，此次藉由參訪對消費性商品風險評估的模式、國內外相關適用標準規範及檢測標準作業程序與本局作業程序及設備差異作瞭解，期望對本局開發及建置實驗室設備與消費性商品的安全制度與國際接軌發揮助益。

貳、參訪機構及研習行程

一、「美國消費品安全委員會」(U.S.Consumer Product Safety Commission, 以下簡稱 U.S. CPSC) 簡介：1972 年美國通過消費品安全法案(Consumer Product Safety Act)時所設立，美國消費品安全委員會是美國政府的一個獨立機構，直接向國會和總統報告，對「美國境內自製」或「進口銷售」的消費性商品進行品質安全檢驗。委員會由總統提名之 5 位委員所組成，再由參議院確認。該委員會制定政策，負責保護公眾免受數萬種類型消費性商品不合理的傷害或死亡風險。該委員會成立之前，估計美國每年消費者於消費性商品事故中之受傷、死亡及財產損失費用超過 1 兆美元，因此，該委員會致力於保護消費者和家庭免於消費性商品所造成之危害與財產損失，確保消費性商品的安全性，使得消費性商品在過去 40 餘年以來相關的受傷和死亡及財產損失明顯下降，本次期藉由參訪活動汲取該委員會之相關經驗，提供國內相關單位規劃之參考。

二、「國際管道設備機械協會」(International Association of Plumbing & Mechanical Officials, 以下簡稱 IAPMO) 簡介：1926 年 5 月 17 日成立於洛杉磯市，為一非營利性質組織，初期名為 the Los Angeles City Plumbing Inspectors Association (LACPIA)，1966 年更名為 the International Association of Plumbing & Mechanical Officials，1987 年該協會總部由洛杉磯市遷往加州胡桃市(Walnut, CA)，2003 年總部再由加州胡桃市遷往加州安大略市(Ontario, CA)現址，成立迄今近 90 年。

國際管道設備機械協會是一驗證服務機構，主要業務包括：

- (一) 協助制定標準。
- (二) 辦理產業界的教育訓練。
- (三) 發展諸多品質驗證計畫（包括：檢驗、測試、驗證、評估服務及管理系統登錄）在全球有 24 個辦公室，160 位職員，以及超過 3800 個會員。

IAPMO 服務據點及辦公室分布圖，如圖 1：

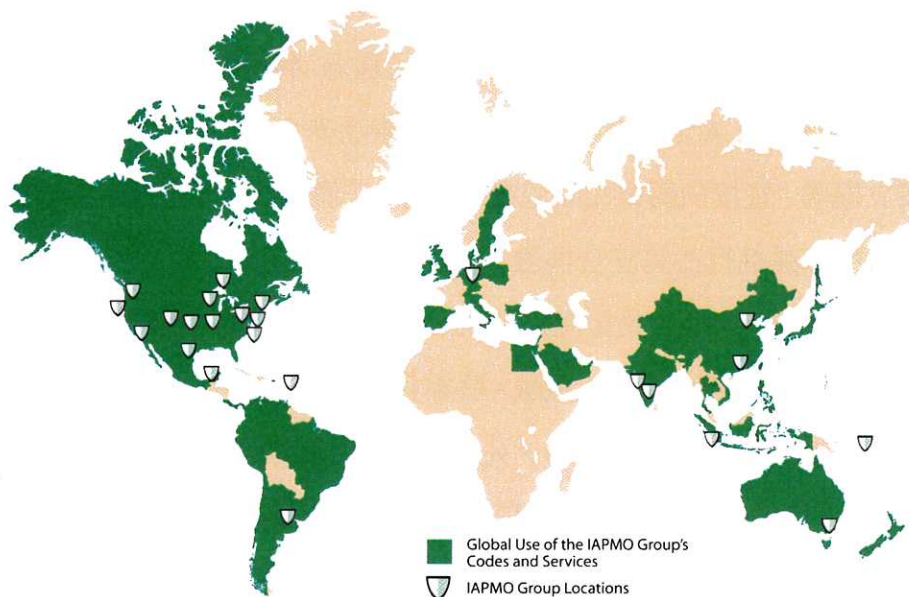


圖 1 IAPMO 服務據點及辦公室分布圖

三、參訪行程：自 105 年 2 月 24 出發至 3 月 4 日返臺，參訪行程及工作內容說明，如表 1：

表1 參訪行程及工作內容說明

參訪日期及時間	參訪地點	參訪機構	參訪目的及工作內容
2 月 24 日 (星期三)			由台北出發搭機赴美
2 月 25 日 (星期四) 至 2 月 26 日 (星期五)	華盛頓特區	美國消費品安全委員會 (U.S. CPSC)	1. 拜會駐美國代表處經濟組 2. 研習美國消費品安全管理系統、參訪測試實驗室。 3. 研習油漆中鉛含量檢測技術。 4. 研習相關含漆之消費品檢測技術。 5. 研習消費品安全管理通報機

			制及高風險商品品項判定 6. 綜合討論。
2月27日 (星期日) 至 3月2日 (星期三)	洛杉磯	國際管道設備機械協會 (IAPMO)	1. 研習驗證程序及流程。 2. 研習 NSF/ANSI 61 水龍頭及相關水側配件之狀態調節及最新動向。 3. 研習 NSF/ANSI 372 計算模式、判定基準及法規要求。 4. 研習產品相關規範與技術標準。 5. 聯邦低鉛法案(S. 3874)對毒性分類、產品安全性要求。 6. 綜合討論 7. 整理資料
3月3日 (星期日) 至 3月4日 (星期五)			由美國搭機返回臺北

三、參訪機構及洽談對象，如表 2：

表 2、參訪機構及洽談對象

編號	機構名稱	參訪地址	主要洽談對象	部門／職稱
1	美國消費品安全委員會 (U.S. CPSC)	5 Research Place Rockville, MD 20850	Ms. Sylvia C. Chen	Program Manager for East Asia and Pacific
			Mr. David Cobb	Directorate of Laboratory Sciences /Chemist
2	國際管道設備機械協會 (IAPMO)	5001 East Philadelphia Street Ontario, California 91761	Mr. Jin Luo	Executive Vice President of Lab Recognition & Asia-Pacific Operations
			Mr. Michael N Briggs	Manager/ Analytical Lab
			Mr. Ken Wijaya	Senior Vice President
			Mr. Anish Desai, P.E.	Vice President of Product certification
			Ms. Shirley Dewi	Senior Vice President of Management Systems Registration

參、研習過程

- 一、美國消費品安全委員會(U.S. Consumer Product Safety Commission, U.S.CPSC)：機構總部設在馬里蘭州的貝塞斯達(Bethesda)，本次參訪目的包括實研室之技術討論事宜，故參訪美國消費品安全委員會位於馬里蘭州(Maryland State)羅克維爾市 (Rockville Campus)的國家產品測試和評估中心 (如圖 2、圖 3)。



圖 2 U.S.CPSC 位於馬里蘭州羅克維爾市(Rockville Campus)



圖 3 U.S.CPSC 的國家產品測試和評估中心

二、研習測試樣品、試驗方法及限量值之規定(於 U.S. CPSC)

- (一) 兒童接觸用品之表面塗層—例如嬰幼兒乘坐用品、衣服圖案之表面塗層，如圖 4。
- (二) 非金屬兒童產品—例如兒童衣服之鈕扣，皮飾等，如圖 5。
- (三) 金屬兒童產品—例如兒童金屬玩具，如圖 6。

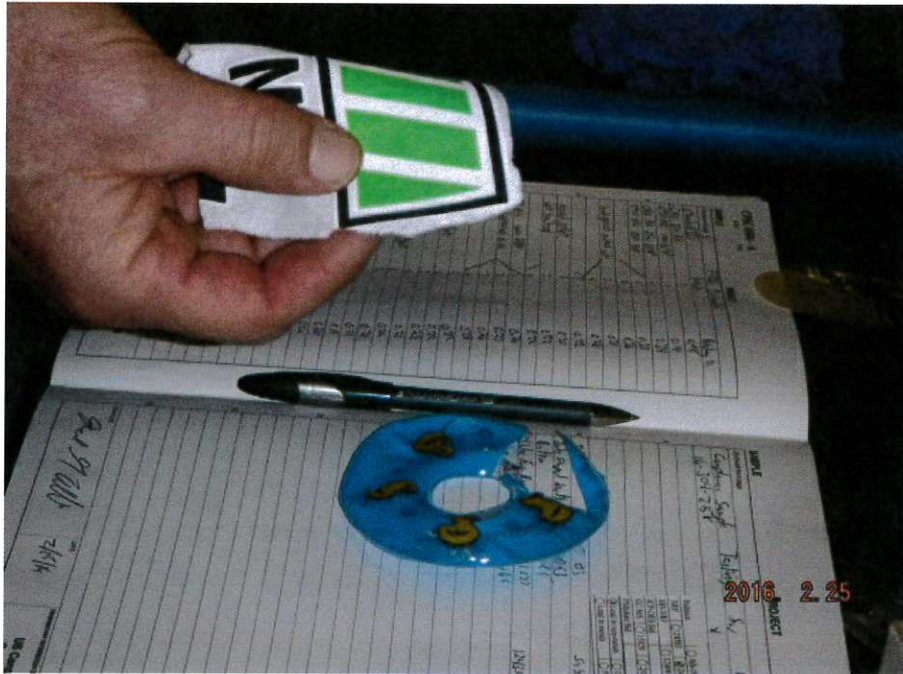


圖 4 圖案之表面塗層(於 U.S.CPSC)

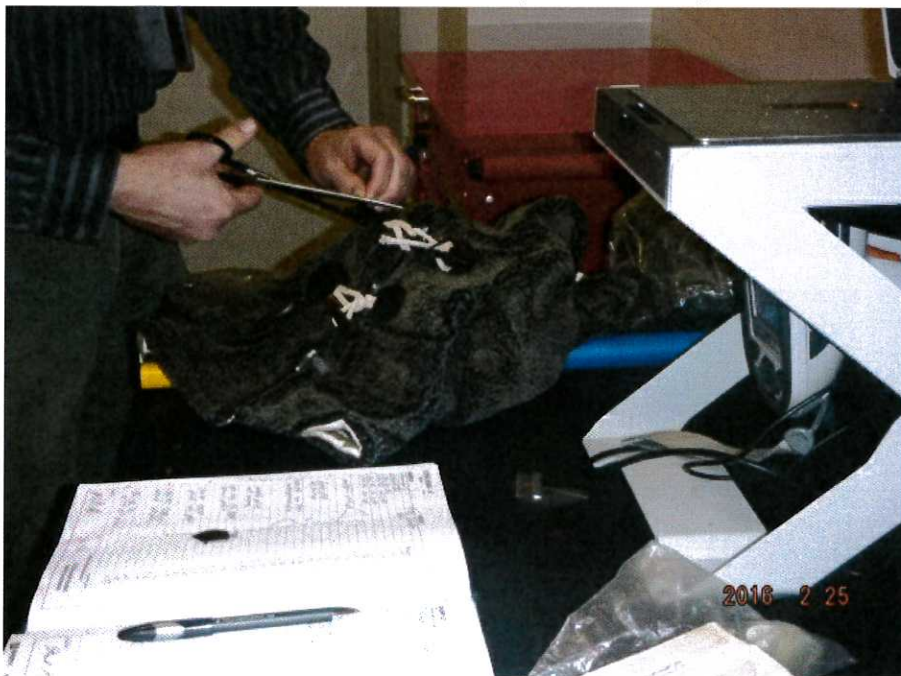


圖 5 兒童衣服之鈕扣(於 U.S.CPSC)



圖 6 兒童金屬玩具(於 U.S.CPSC)

(四) 兒童接觸用品之表面塗層：

試驗方法：依據 2011 年 2 月 25 日改版之 CPSC-CH-E1003-09.1

“Standard Operating Procedure for Determining Lead(Pb) in Paint and Other Similar Surface Coatings”。

限量值：90 ppm (溶出試驗，以總鉛計)

依據 Code of Federal Regulations：16 C.F.R. Part 1303.

(五) 非金屬兒童產品：

試驗方法：依據 2012 年 11 月 15 日改版之 CPSC-CH-E1002-08.3

“Standard Operating Procedure for Determining Total Lead(Pb) in Nonmetal Children’s Products”。

限量值：100 ppm (材質試驗，以總鉛計)

依據 Consumer Product Safety Improvement Act：CPSIA section101.

(六) 金屬兒童產品：

試驗方法：依據 2012 年 11 月 15 日改版之 CPSC-CH-E1001-08.3

“Standard Operating Procedure for Determining Total Lead (Pb) in Children’s Metal Products (Including Children’s Metal

Jewelry) ”。

限量值：100 ppm (材質試驗，以總鉛計)

依據 Consumer Product Safety Improvement Act : CPSIA section 101.

三、油漆塗料之試驗方法與檢測儀器(於 U.S. CPSC)

(一) 如果樣品是油漆等溶劑型塗料，先塗抹在無鉛之空白面板上，俟溶劑揮發乾燥後，依表面塗層之試驗方法(CPSC-CH-E1003-09.1)試驗。

(二) CPSC-CH-E1003-09.1 為溶出試驗，以總鉛計算，鉛含量限量值為 90 ppm。

(三) 美國並未規定油漆塗料產品之鉛含量限量值，惟應用在兒童產品之油漆塗料，則應遵守美國聯邦法規 16 C.F.R Part 1303，塗層之鉛溶出含量不得高於 90 ppm 限量值之規定。

(四) 試驗方法：

美國消費品安全委員會(U.S.CPSC)試驗室之試驗方法：

“CPSC-CH-E1001-08.3 ”、 “CPSC-CH-E1002-08.3 ” 及

“CPSC-CH-E1003-09.1 ” 規定，可依據 ASTM F2617-08 及 ASTM F2853-10 之規定，以 X-射線螢光光譜儀 (XRF)進行樣品鉛含量定性及定量分析，並出具檢驗報告。

ASTM F2617-08 乃應用 X-射線螢光光譜儀 (XRF)鑑定及量測在高分子材料中的鉻(Cr)、溴 (Br)、鎘 (Cd)、汞 (Hg) 和鉛 (Pb) 的定量。

ASTM F2853-10 乃應用多個單色激發束之能量色散 X 射線螢光光譜法，量測油漆塗層的鉛含量之試驗方法。

(五) 檢測儀器：

先以手持式 X-射線螢光光譜儀(Hand Held X-ray Fluorescence Spectroscopy , HHXRF)進行樣品中鉛含量及其他重金屬含量之初篩，如果塗層表面鉛含量超過 90 ppm, 或塑膠(或金屬)材質鉛含量超過 100 ppm，再以高精度 X-射線螢光光譜儀(High Definition X-ray Fluorescence Spectroscopy , HDXRF)進行樣品中鉛之定量。

(六) 手持式 X-射線螢光光譜儀(Hand Held X-ray Fluorescence Spectrometer , HHXRF)，外觀及報告輸出，如圖 7 至圖 9：



圖 7 手持式 X-射線螢光光譜儀(HHXRF)-1



圖 8 手持式 X-射線螢光光譜儀(HHXRF)-2

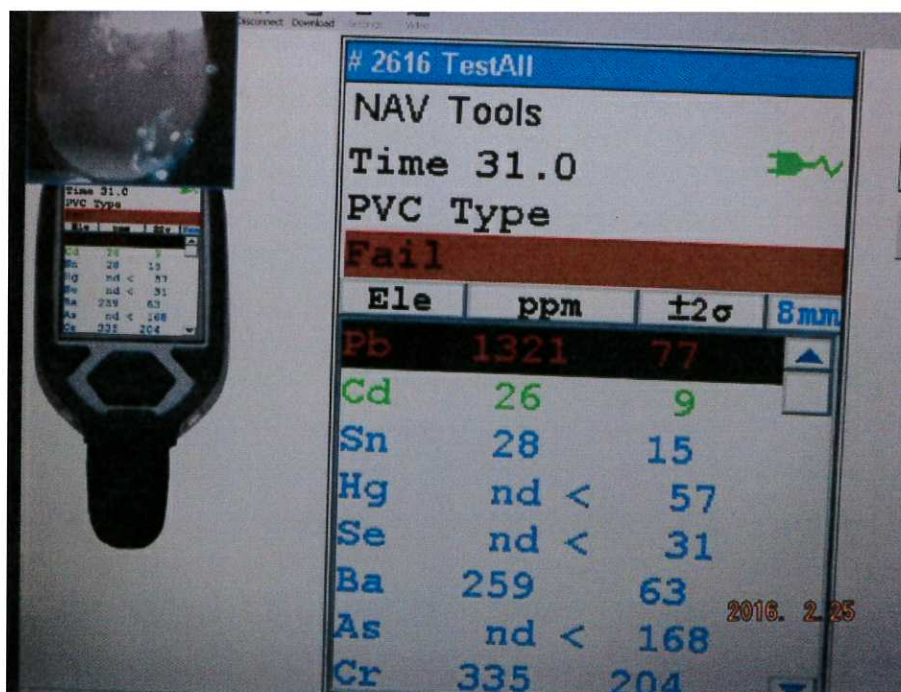


圖 9 手持式 X-射線螢光光譜儀的報告輸出

(七) 高精度 X-射線螢光光譜儀(一) (High Definition X-ray Fluorescence Spectrometer, HDXRF) , 如圖 10 :

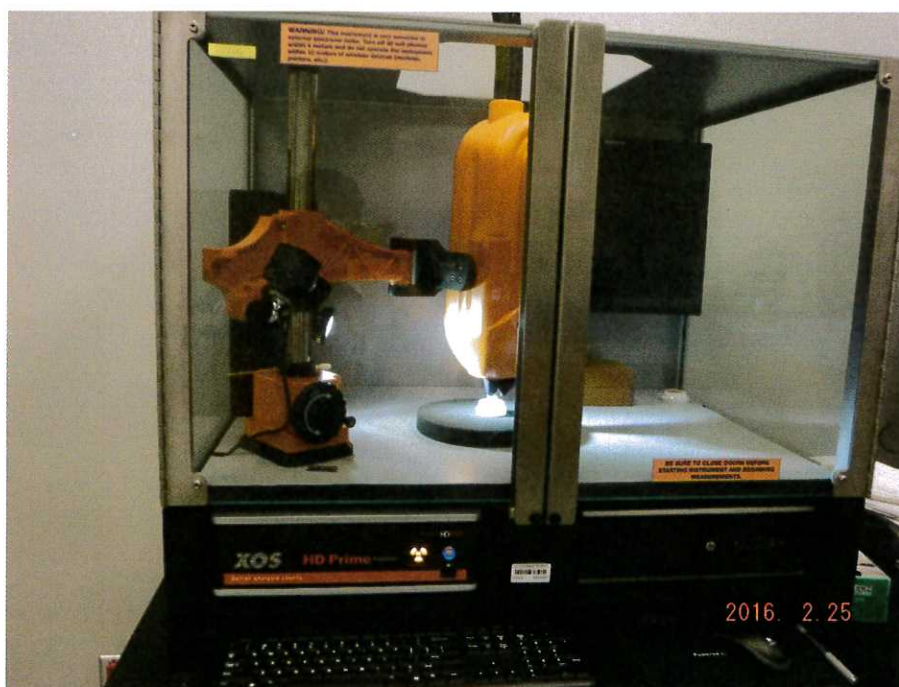


圖 10 高精度 X-射線螢光光譜儀(HDXRF)

(八) 檢測過程及報告輸出，如圖 11 至圖 14：

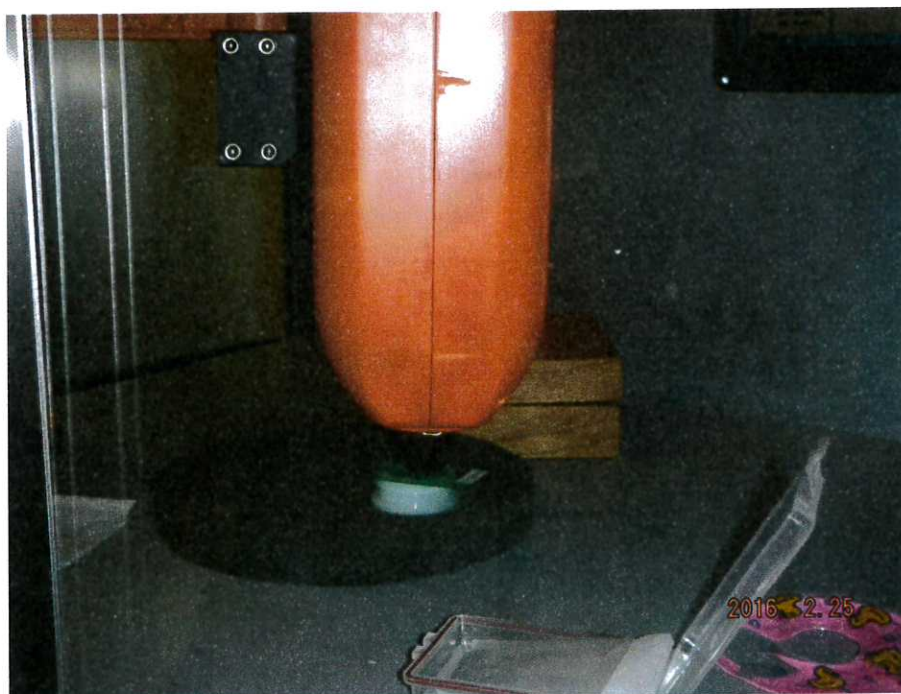


圖 11 高精度 X-射線螢光光譜儀(HDXRF)檢測過程 1



圖 12 高精度 X-射線螢光光譜儀(HDXRF)檢測過程 2

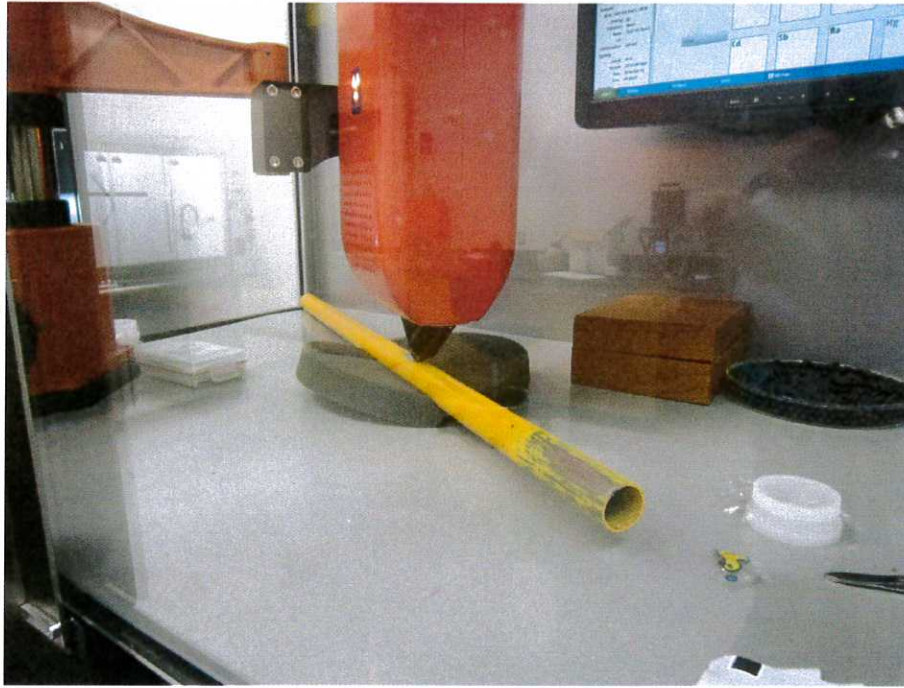


圖 13 高精度 X-射線螢光光譜儀(HDXRF)檢測過程 3

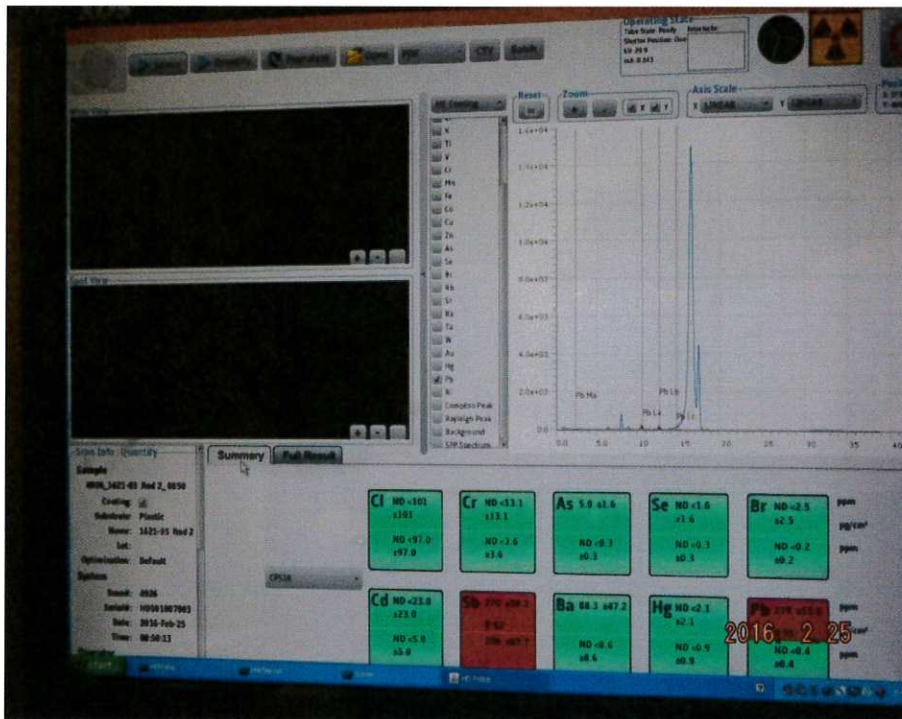


圖 14 高精度 X-射線螢光光譜儀(HDXRF)報告輸出

(九) 感應耦合電漿光譜儀(Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometer, ICP-OES)，如圖 15：

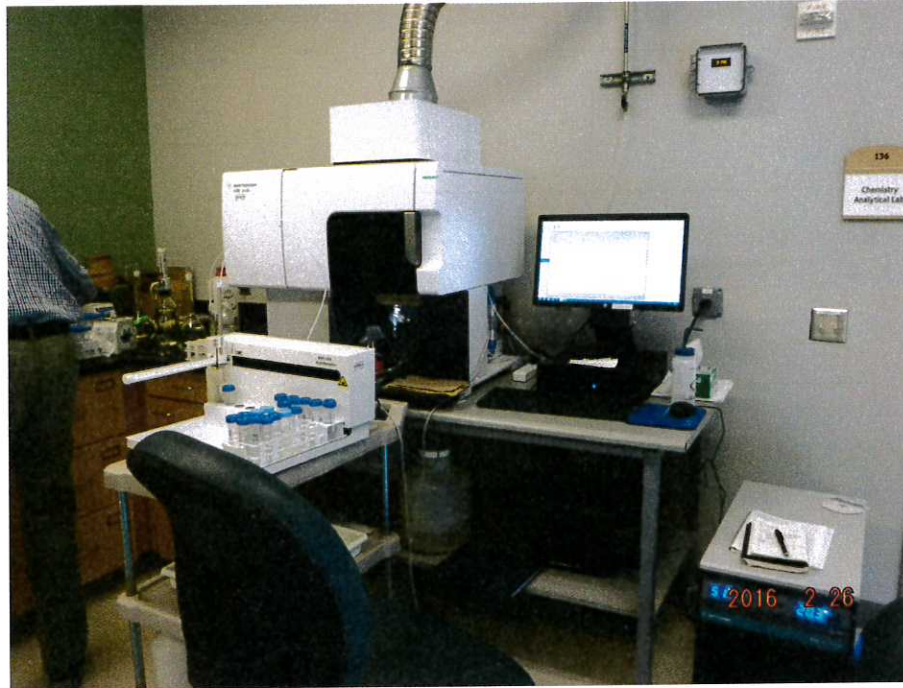


圖 15 感應耦合電漿光譜儀(ICP-OES)

四、溶出試驗檢測過程：

(一) 兒童接觸用品之表面塗層樣品前處理：

依據 CPSC-CH-E1003-09.1 進行樣品前處理。

方法類似國家標準 CNS 4797-2「玩具安全(特定元素之遷移)」第 7.1 節「塗料之塗層、清漆、噴漆、印刷油墨、聚合物及類似之塗層」規定，取樣加酸進行消化後定容，以濕式進樣法檢測，檢測儀器為感應耦合電漿光譜儀(ICP-OES)。

(二) 溶出試驗方法概述流程圖，如圖 16：

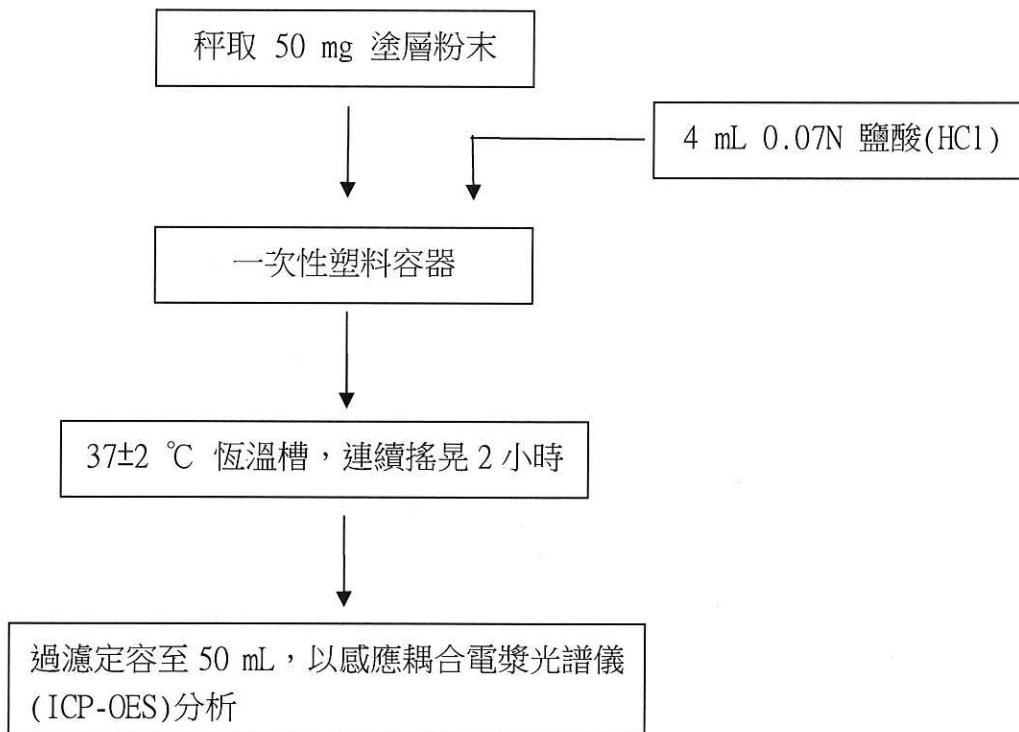


圖 16 溶出試驗方法概述流程圖

(三) 材質試驗檢測過程：

非金屬兒童產品：依據 CPSC-CH-E1002-08.3 進行樣品前處理。

金屬兒童產品：依據 CPSC-CH-E1001-08.3 進行樣品前處理。

試驗步驟：取樣加酸進行消化後定容，以濕式進樣法檢測，檢測儀器為感應耦合電漿光譜儀(ICP-OES)。

(四) 材質試驗方法概述流程圖，如圖 17：

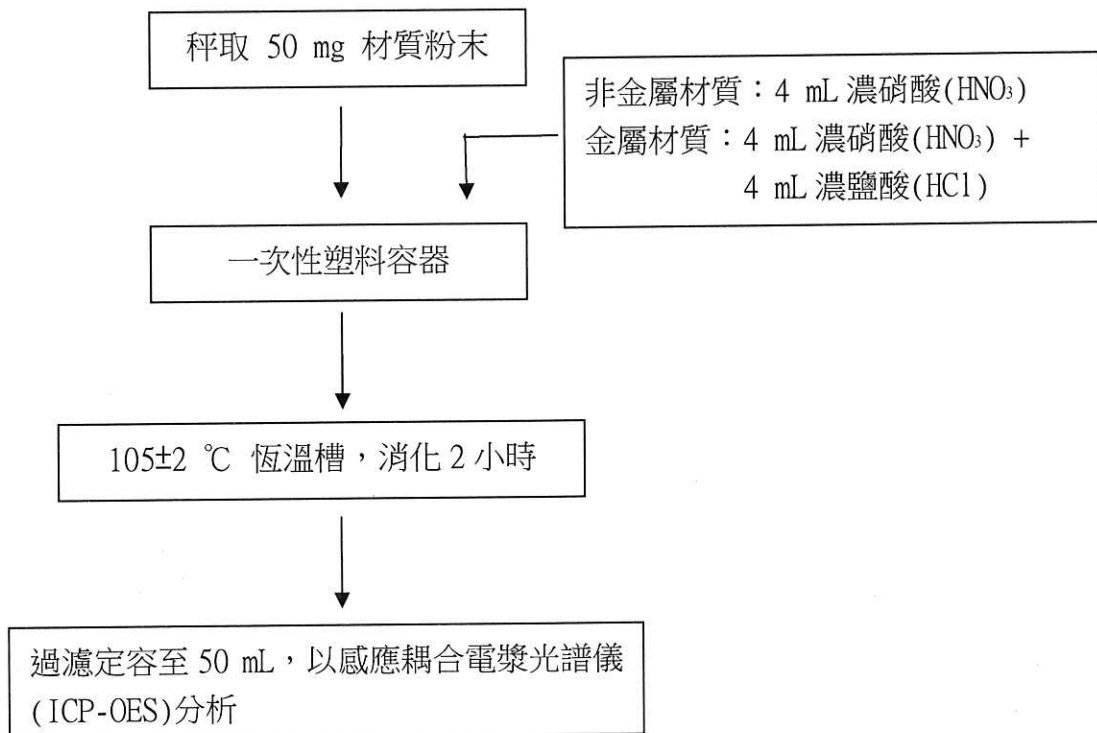


圖 17 材質試驗方法概述流程圖

(五) 結果與限量值

溶出試驗：限量值：90 ppm(以總鉛計)。

依據 Code of Federal Regulations：16 C.F.R. Part 1303.

材質試驗：限量值：100 ppm(以總鉛計)

依據 Consumer Product Safety Improvement Act：CPSIA section101.

五、國際管道設備機械協會(International Association of Plumbing & Mechanical Officials, IAPMO)，加州安大略市(Ontario, CA)之產品驗證部及測試試驗部，如圖 18：



圖 18 國際管道設備機械協會

六、研習測試樣品、試驗方法及溶出限量基準(於 IAPMO)

(一)水龍頭及相關水側配件，如圖 19、圖 20：



圖 19 水龍頭 (於 IAPMO)



圖 20 相關水側配件 (於 IAPMO)

(二) NSF/ANSI 61-2013, Drinking Water System Components-Health Effects, 共分為 10 個章節(Section)及 7 項附錄(AnnexA~G), 如表 3:

表 3 NSF/ANSI 372-2011 章節、目次與附錄簡介

第 1 章：目的，適用範圍，引用規範	第 10 章：指令與訊息
第 2 章：定義	附錄 A：毒理審查及評估程序
第 3 章：一般要求	附錄 B：產品及材料評估
第 4 章：管道及相關產品	附錄 C：可接受材料
第 5 章：阻隔材料	附錄 D：飲用水標準規範
第 6 章：接合及密封材料	附錄 E：飲用水標準資訊
第 7 章：加工介質	附錄 E：鉛修定值的評估
第 8 章：機械設備	附錄 G：材質鉛含量加權平均值 0.25%
第 9 章：水五金設備	的評估程序

(三)溶出性能試驗之各項金屬污染物的溶出限量基準(Single Product Allowance Concentration, SPACs), 如表 4 :

表 4 金屬污染物的溶出限量基準

銅污染物 $\leq 130 \mu\text{g/L}$	鋅污染物 $\leq 300 \mu\text{g/L}$	鉛污染物 Q 值 $\leq 5 \mu\text{g/L}$
鎘污染物 $\leq 0.5 \mu\text{g/L}$	汞污染物 $\leq 0.2 \mu\text{g/L}$	硒污染物 $\leq 5 \mu\text{g/L}$
砷污染物 $\leq 1 \mu\text{g/L}$	銻污染物 $\leq 0.6 \mu\text{g/L}$	鋇污染物 $\leq 200 \mu\text{g/L}$
鉍污染物 $\leq 0.4 \mu\text{g/L}$	鉻污染物 $\leq 10 \mu\text{g/L}$	鉑污染物 $\leq 0.2 \mu\text{g/L}$
鈹污染物 $\leq 50 \mu\text{g/L}$	鎳污染物 $\leq 20 \mu\text{g/L}$	

(四) NSF/ANSI 372-2011 Drinking Water System Components - Lead Content, 標準共分為 7 個章節(Section)及 1 項附錄 A (Annex A), 目錄內容如表 5: 依據 NSF/ANSI 372 之要求, 材質含鉛量按過水面積衡量之加權平均不得超過 0.25%。

表 5、NSF/ANSI 372-2011 章節、目次與附錄簡介

第 1 章：目的，適用範圍，引用規範	第 5 章：水接觸面比例的鉛含量
第 2 章：定義	第 6 章：鉛含量的驗證測試
第 3 章：一般要求	第 7 章：原料含鉛量之測定方法
第 4 章：含鉛量加權平均的計算	附錄 A：含鉛量加權平均計算的例子

七、NSF/ANSI 61 之溶出性能檢測過程：以水五金產品為例，試驗如下步驟

(一) 萃取水的配製，於 $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ ：

萃取水之調製：以次氯酸鈉溶液(有效氯濃度約 5.0%)、碳酸氫鈉溶液(0.4 mol/L)調製出萃取水，其萃取水之水質應符合：

1. pH： (8.0 ± 0.5)

2. 鹼度(alkalinity) : (500 ± 25) ppm
3. 可溶性無機碳(dissolved inorganic carbon) : (122 ± 5) ppm
4. 餘氯(free chlorine) : (2 ± 0.5) ppm

所有用於判定符合標準之萃取水皆應每天配製並儲存於密閉容器。

(二) 沖水、狀態調節及溶出作業時間表(即浸漬程序)，如表 6：本作業時間表亦列於 NSF/ANSI 61 標準中。

表 6 沖水、狀態調節及溶出作業時間表

Test Day	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat	Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	
					C	C	C					C	C	C						C	C	C
W/C			2	2	2	2	2	2			2	2	2	2	2			2	2	2	2	
			2	2	2	2	2	2			2	2	2	2	2			2	2	2	2	
			2	2	2	2	2	2			2	2	2	2	2			2	2	2	2	
			2	2	2	2	2	2			2	2	2	2	2			2	2	2	2	
<72			16	16	16	16	16	64			16	16	16	16	64			16	16	16	16	

- W/C 清洗與調節
- <72 調節與浸漬順序間的停留時間(最多 72 h)
- 2 每 2 h 倒掉與注入
- 16 16 h 停留(隔夜)
- 16 16 h 停留以收集數據
- C 收集前一天約 16 h 的停留
- 64 64 h 停留(週末)

(三)狀態調節操作過程，如圖 21 至圖 27：



圖 21 萃取水的調製



圖 22 填充的設備



圖 23 調節過程-萃取水的排空



圖 24 調節過程-萃取水的注入



圖 25 水側配件的調節過程-萃取水排空與注入



圖 26 水龍頭調節完成後的靜置，等待 2 小時後再次調節

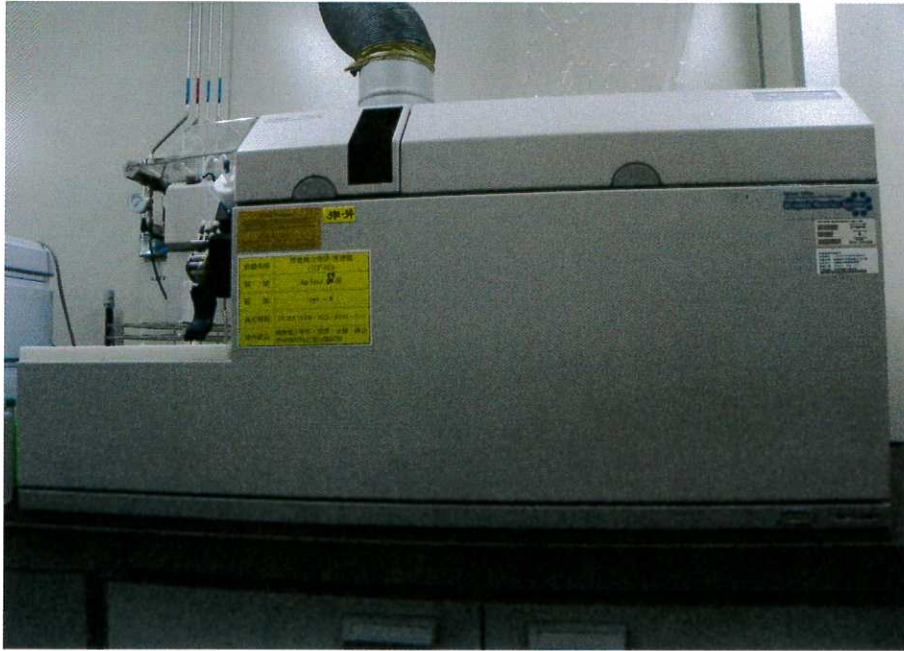


圖 28 感應耦合電漿質譜儀

(八) 汞污染物：以感應耦合電漿質譜儀(ICP-MS)或直接進樣汞分析儀(Direct Mercury Analyzer)分析，儀器設備如圖 29：



圖 29 直接進樣汞分析儀

八、金屬污染物的計算

(一) 正規化：為考慮實驗室與實際現場使用條件間之表面積/體積比差異，使用一正規化係數作修正。預估污染物在最終飲用水中濃度，以正規

化濃度表示，針對樣品(水龍頭)為端點產品(endpoint product)，當裝置(樣品)小於 1 升， $V_{F(static)}$ 則為 1 升且 N_2 為 1，並應乘 CMV 調整係數。本範例之“裝置”及“樣品”設為同樣品之水龍頭，故 S_{AF} 等於 S_{AL} (仍須要作正規化計算)，以下為正規化公式及檢液濃度：

$$X(\text{正規化濃度}) = C(\text{實驗室檢測濃度}) \times NF(\text{正規化係數}) \times CMV$$

$$= C \times \left(\frac{S_{AF}}{S_{AL}} \times \frac{V_L}{V_{F(static)}} \times \frac{V_{F(static)}}{V_{F(flowing)}} \right) \times CMV$$

$$= C \times \left(\frac{1}{1} \times \frac{V_L}{1} \times 1 \right) \times CMV = C \times V_L \times CMV$$

其中 $NF = N_1 \times N_2$

$$N_1 = \frac{S_{AF}}{S_{AL}} \times \frac{V_L}{V_{F(static)}} \quad N_2 = \frac{V_{F(static)}}{V_{F(flowing)}}$$

正規化濃度(X)，單位($\mu\text{g/L}$)或(ppb)

NF：正規化係數

冷水混合體積調整係數(CMV)：測試樣品之冷水體積除以測試樣品總體積。

S_{AF} ：現場暴露的表面積

S_{AL} ：實驗室暴露的表面積

V_L ：實驗室使用溶出液體積(升)

$V_{F(static)}$ ：在靜態下，產品暴露的水體積(升)

$V_{F(flowing)}$ ：在流動條件下，相當於實驗室測試之時間區間，產品暴露的水體積。

(二) 非鉛金屬污染物濃度(C)依正規化公式求出正規化濃度 X，若測試一

個樣本時，量測第 19 天暴露正規化污染物與其相應之 SPAC；若測試多個樣本，則取第 19 天暴露正規化濃度之幾何平均 X' 與其相應之 SPAC。

$$\text{正規化濃度之幾何平均 } X' = \sqrt[3]{X_{119} \times X_{219} \times X_{319}}$$

(三) 鉛金屬污染物統計值(Q)的計算公式如下，將檢液濃度 C(表 7)正規化計算後得正規化濃度 X_{ij} (表 8)並取其對數 Y_{ij} (如表 9)，計算其標準差 s 及對數平均值 \bar{Y} 代入公式得 Q 值，當 $Q \leq 5 \mu\text{g/L}$ 則合格。測試樣本至少 3 個。

表 7 鉛金屬污染物計算範例：實驗室檢液濃度

樣品	實驗室 每天濃度								
	3	4	5	10	11	12	17	18	19
1	C_{13}	C_{14}	C_{15}	C_{110}	C_{111}	C_{112}	C_{117}	C_{118}	C_{119}
2	C_{23}	C_{24}	C_{25}	C_{210}	C_{211}	C_{212}	C_{217}	C_{218}	C_{219}
3	C_{33}	C_{34}	C_{35}	C_{310}	C_{311}	C_{315}	C_{317}	C_{318}	C_{319}
.
.
.
N	C_{N3}	C_{N4}	C_{N5}	C_{N10}	C_{N11}	C_{N15}	C_{N17}	C_{N18}	C_{N19}

表 8 鉛金屬污染物計算範例：計算後正規化濃度

樣品	正規化 每天濃度								
	3	4	5	10	11	12	17	18	19
1	X_{13}	X_{14}	X_{15}	X_{110}	X_{111}	X_{112}	X_{117}	X_{118}	X_{119}
2	X_{23}	X_{24}	X_{25}	X_{210}	X_{211}	X_{212}	X_{217}	X_{218}	X_{219}
3	X_{33}	X_{34}	X_{35}	X_{310}	X_{311}	X_{315}	X_{317}	X_{318}	X_{319}
.
.
.
N	X_{N3}	X_{N4}	X_{N5}	X_{N10}	X_{N11}	X_{N15}	X_{N17}	X_{N18}	X_{N19}

正規化濃度自然對數值 $Y_{ij} = \ln(X_{ij})$

表 9 鉛金屬污染物計算範例：計算正規化濃度自然對數值

樣品	正規化 自然對數值								
	3	4	5	10	11	12	17	18	19
1	Y_{13}	Y_{14}	Y_{15}	Y_{110}	Y_{111}	Y_{112}	Y_{117}	Y_{118}	Y_{119}
2	Y_{23}	Y_{24}	Y_{25}	Y_{210}	Y_{211}	Y_{212}	Y_{217}	Y_{218}	Y_{219}
3	Y_{33}	Y_{34}	Y_{35}	Y_{310}	Y_{311}	Y_{315}	Y_{317}	Y_{318}	Y_{319}
.
.
.
N	Y_{N3}	Y_{N4}	Y_{N5}	Y_{N10}	Y_{N11}	Y_{N15}	Y_{N17}	Y_{N18}	Y_{N19}

單個樣品的正規化濃度自然對數平均值

$$Y_i = \frac{(Y_{i3} + Y_{i4} + Y_{i5} + Y_{i10} + Y_{i11} + Y_{i12} + Y_{i17} + Y_{i18} + Y_{i19})}{9}$$

計算 3 個樣品 Y_i 的平均值 $\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n}$

樣品正規化濃度自然對數平均值的標準偏差 $s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{(n-1)}}$

測試統計 $Q = e^{\bar{Y}} \times e^{(k_1 \times s)}$

式中：

k_1 — 鉛金屬污染物統計值(Q)的常數值，以取樣 3 個為例， k_1 為 2.60281。

如表 10 所示：

i — 為樣品(1,2,3)；

j — 為實驗日期(3,4,5,10,11,12,17,18,19)；

n — 為樣品數， $n=3$ 。

表 10 鉛金屬污染物計算範例：測試件樣品數相對應的 k_1 值

樣品數	k_1	樣品數	k_1	樣品數	k_1
3	2.60281	19	1.05769	35	0.94208
4	1.97224	20	1.04590	36	0.93783
5	1.69779	21	1.03510	37	0.93377
6	1.53987	22	1.02517	38	0.92990
7	1.43526	23	1.01598	39	0.92618
8	1.35984	24	1.00747	40	0.92262
9	1.30234	25	0.99954	41	0.91921
10	1.25672	26	0.99213	42	0.91592
11	1.21943	27	0.98520	43	0.91277

12	1.18824	28	0.97869	44	0.90973
13	1.16167	29	0.97256	45	0.90680
14	1.13870	30	0.96677	46	0.90397
15	1.11859	31	0.96130	47	0.90125
16	1.10080	32	0.95612	48	0.89861
17	1.08491	33	0.95120	49	0.89607
18	1.07063	34	0.94653	50	0.89361

(四) NSF/ANSI 372 Drinking Water System Components-Lead Content :

生產、工業處理、運輸和分發人飲用水時，對於管道及配件、給排水設備及配件，按過水面積衡量的加權平均含鉛量不超過 0.25%。

(五) 試驗方法依 NSF/ANSI 372 第 7 章之規定，取樣、消化、過濾、定容及上機檢測等步驟之試驗方法概述流程圖，如圖 30：

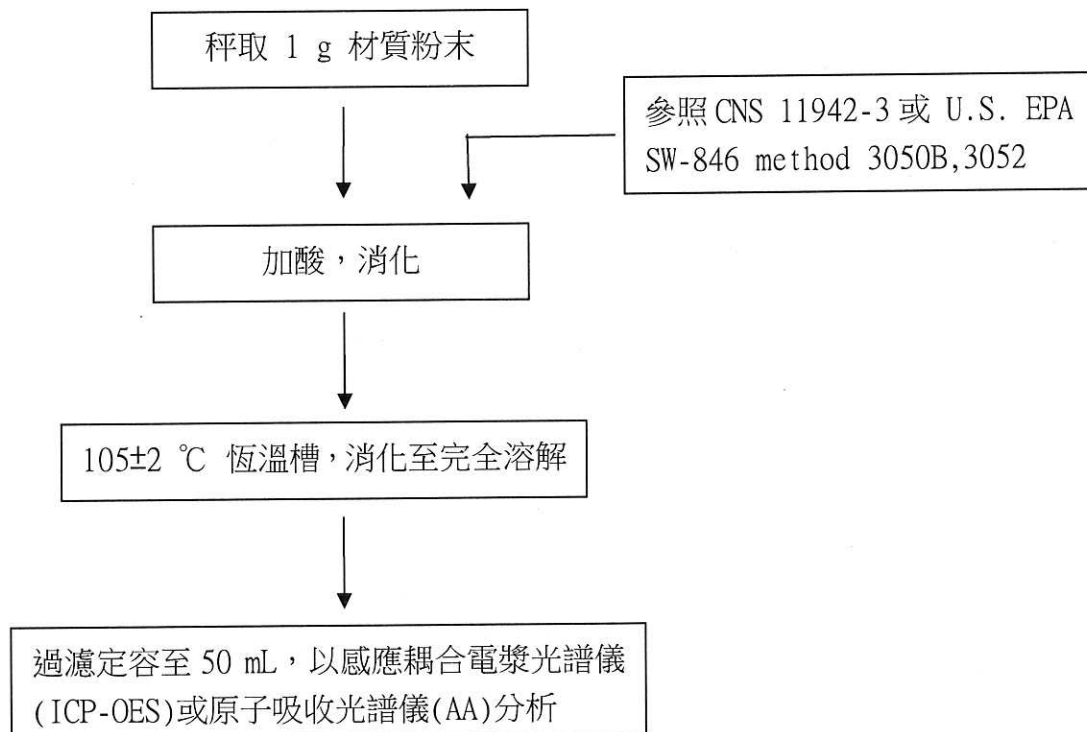


圖 30 NSF/ANSI 372 試驗方法概述流程圖

九、國際管道設備機械協會對水五金商品的驗證過程

- (一) 申請者向國際管道設備機械協會之認可實驗室申請產品測試，驗證證書登載驗證項目有以下 3 種(機械性能、無毒性能及無鉛性能)，符合規範者始可於產品上加註證號或標識。
 1. 機械性能：依據 ASME A112.18.1 測試(如需於加拿大境內販售者，則依據 CSA B125.1 測試)，同時依美國環境保護署(U.S. Environmental Protection Agency, U.S.EPA)之規定，取得 Water sense 證書。
 2. 無毒性能：測試依據 NSF/ANSI 61 進行金屬污染物及非金屬污染物評估測試。
 3. 無鉛性能：測試依據 NSF/ANSI 372 進行材質按過水面積衡量的加權平均含鉛量不超過 0.25 %。
- (二) 申請者於國際管道設備機械協會網站下載申請表，並將檢測報告及依申請表之要求檢附相關技術文件，如型號清單(主型號及附屬系列型號)、產品描述、測試報告、安裝說明書、圖片、成分計算表、代表性樣品等並繳交相關費用。
- (三) 國際管道設備機械協會依申請者提供之檢測報告及技術文件，由內部工程師先行評估，同時外聘 5 位毒理專家進行金屬污染物及非金屬污染物評估。
- (四) 國際管道設備機械協會針對產品最終端組成廠場進行工廠查驗，以確認申請者提供資料的正確性。
- (五) 所有評估報告與工廠查驗資料提交由 20 位委員所組成之產品驗證委員會(簡稱 PCC)作最終評估及確認，驗證通過後於該協會官網發布及發給證書，整個驗證期程約 1~3 個月不等。
- (六) 證書維持之條件：
 1. 證書效期：一年。
 2. 每年需繳年費。
 3. 每年接受工廠查驗。

(七) 國際管道設備機械協會對水五金商品的驗證流程，如下圖 31：

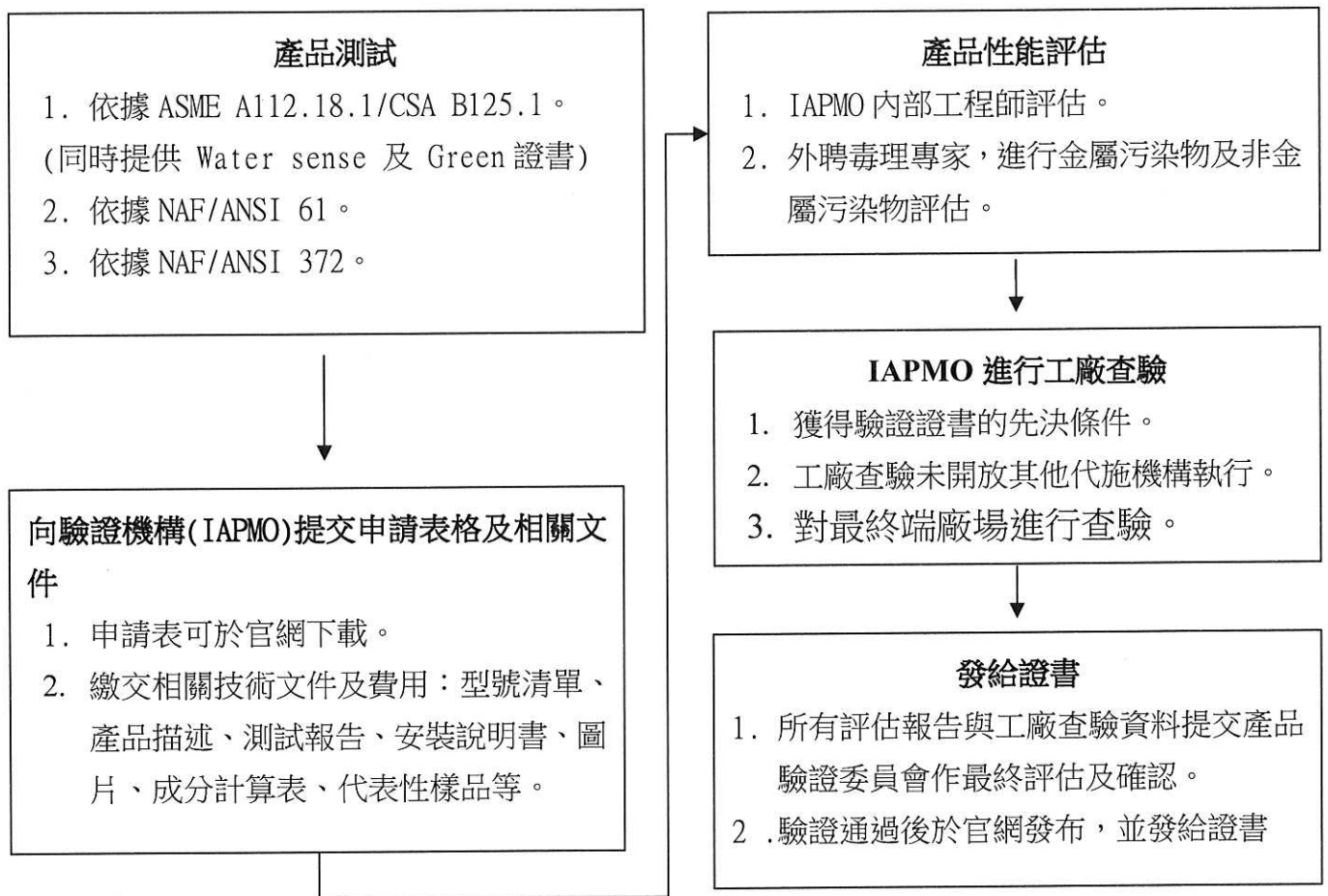


圖 31 國際管道設備機械協會對水五金商品的驗證流程圖

備註：

1. 驗證期程及相關費用

(1) 驗證期程約 1~3 個月不等。

(2) 驗證繳交費用：申請費、首次登錄費、產品評估費、首次工廠查驗費、每增加一個附屬系列型式費等。

2. 證書維持之條件

(1) 證書效期：一年。

(2) 每年需繳年費。

(3) 每年接受工廠查驗。

肆、心得與建議

一、心得

- (一) 鉛的毒性主要是影響人類的神經系統，成人及孩童皆然。幼童接觸到鉛的管道可能透過啃咬含鉛油漆的玩具、咀嚼含鉛油漆的物體或接觸到室內的灰塵或含鉛土壤。孩童對於鉛毒性的容忍度遠低於成人。當孩童吞入大量的鉛時，會導致貧血、嚴重胃痛、肌肉無力，以及腦部損害。但就算是較低濃度的鉛暴露都可能影響到孩童的身體成長與心智發育。胎兒會經由母體而暴露到鉛，造成的危害包括：早產、胎兒體型小、嬰兒的心智能力降低以及減少幼童的生長發育，即便過了童年時期這些影響也有可能持續下去。成人若長期暴露於鉛會導致神經系統、手指、手腕或腳踝虛弱。鉛暴露會使人們的血壓些許升高，特別是中老年人，也會引起貧血；高濃度的鉛暴露，無論是大人或小孩都會造成腦部以及腎臟的嚴重損害，甚至造成死亡。美國環境保護署(U.S.EPA)訂定鉛為人類可能的致癌物。國際癌症研究中心(International Agency for Research on Cancer, IARC)也已經將無機鉛認定為可能的致癌物質。
- (二) 我國現行兒童用品類國家標準 CNS 中鉛含量限值為 90 ppm，此與美國聯邦法規 16 C.F.R Part 1303 之規定相同，惟日常生活中使用之塗料(如油漆、水泥漆等)，國家標準 CNS 目前並未規定鉛含量之限量值亦無相關試驗方法，美國亦然，但油漆塗料產品在美國雖然沒有規定鉛含量限量值，但是如果用在兒童用品之塗層，就應遵守美國聯邦法規 16 C.F.R Part 1303，規定塗層的鉛含量不得高於 90 ppm 限量值之規定，其試驗方法為依據 2011 年 2 月 25 日改版之 CPSC-CH-E1003-09.1 “Standard Operating Procedure for Determining Lead(Pb) in Paint and Other Similar Surface Coatings”。美國聯邦法規 16 C.F.R. Part 1303 兒童用品塗層鉛含量限量值 90 ppm 之規定，是由華府國會所訂定。

(三) 黃銅是銅及鋅的合金，有很好成形性能、易加工性和耐腐蝕性，一直在衛浴行業被廣泛的應用。一般黃銅合金中之鉛含量約在 0.5 % 至 3.0 %，特殊用途除外，而鉛元素在銅合金中固溶量低，故凝固過程中，鉛元素析出至晶界處凝固，並形成非連續之片狀或顆粒狀存在。當含鉛之銅合金進行切削加工時，產生之加工碎片呈非連續狀，使銅合金加工件之表面平整，達到有效切削性能之效果。惟世界各主要先進國家皆致力排除含鉛或含其他重金屬污染物，經由飲用水系統進入人體而造成危害之情形(如美國、加拿大及歐盟各國等)，我國亦於 104 年 11 月 11 日修定公布國家標準 CNS 8088，針對民眾使用之「飲用水水龍頭」之溶出性能及過水材料訂定更嚴謹的規範，並預計於 106 年起將該消費性商品強制納檢，以保護民眾健康及消費安全。

(四) NSF/ANSI 61 及 NSF/ANSI 372 均為美國國家標準，針對飲用水應用及使用的產品對健康的影響，涵蓋飲用水從源頭接觸的所有產品(如管道、配件、油漆及塗料、水量計、閥門、密封材料及焊料、端點設備(如水龍頭)、飲水機等均適用該 2 標準之規定，惟 2 標準規範之特性不同，茲將本次研習瞭解情形整理如下表 11：

表 11 NSF/ANSI 61 與 NSF/ANSI 372 規範特性簡介

NSF/ANSI 61 特性	NSF/ANSI 372 特性
不評估產品機械性能。	不評估產品機械性能。
評估飲用水接觸產品對人體健康潛在之不良影響，建立最低之要求。	符合聯邦飲用水標準 SDWA。
評估產品金屬污染物之溶出性能。	2011 年被 ANSI 指定為國家標準。 2013 年 NSF/ANSI 61 Annex G 修正，將原內容移除。
評估產品非金屬污染物之溶出性能。 (含揮發性有機物質及半揮發性有機物質)	評估材質按過水面積衡量的加權平均含鉛量不超過 0.25%。

NSF/ANSI 61 與 NSF/ANSI 372 對水五金商品的評估特性，如下圖 32：

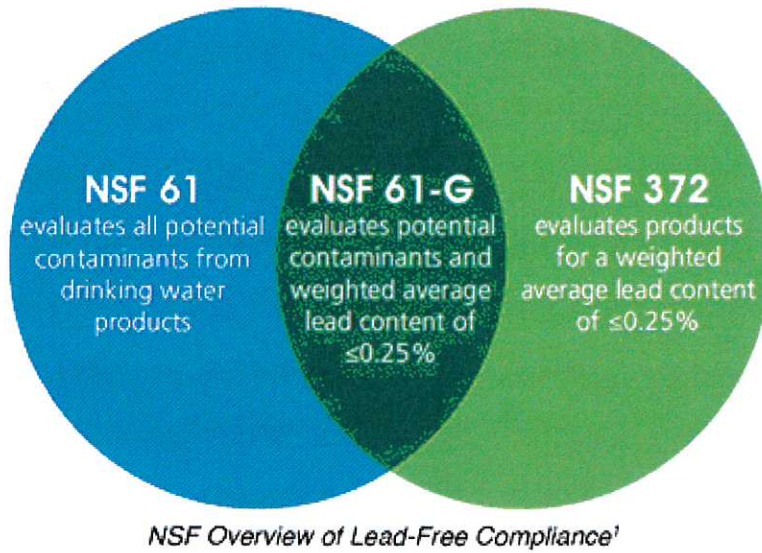


圖 32 NSF/ANSI 61 與 NSF/ANSI 372 對水五金商品的評估特性

(五) 美國飲用水安全法規的演進：美國總統歐巴馬於 2011 年 1 月 11 日簽署立法通過安全飲用水法案(Safe Drinking Water Act, SDWA)；NSF/ANSI 372 (Drinking Water System Components- Lead Content) 於同年被 ANSI 指定為國家標準；2012 年 7 月 12 日對 (Total Allowance Concentration, TAC)有關鉛溶出限量基準由 15 $\mu\text{g/L}$ 降為 5 $\mu\text{g/L}$ ；2014 年 1 月 14 日新的安全飲用水法案(SWDA) 全面實施正式生效。

(六) CNS 8088 的制定方向：本局依 NSF/ANSI 61 標準之第 9 節 (Section 9 Mechanical plumbing devices)及附錄 B (Annex B) 調和國家標準 CNS 8088-104(水龍頭)實施金屬及非金屬污染物之溶出性能試驗，並規範其溶出性能限量基準，另於 CNS 8088 第 7 節材料亦參照 NSF/ANSI 372 之精神，飲用水水龍頭與水接觸各構件之材料鉛含量不得超過 0.25%，如此可免去酸洗的程序，降低對從業人員健康之危害，避免環境的污染，甚至可保護民眾飲用水的品

質與民眾的生命健康，提升水龍頭產業的國際競爭力與降低有害重金屬及有毒化學物質的危害，並與國際接軌。

(七) 茲綜整本次研習過程中與美國 IAPMO 資深經理人員討論結果所獲重要結論、我國國家標準 CNS 8088 與美國 NSF/ANSI 61、NSF/ANSI 372 標準性質、評估之對象與檢測項目比較表，如表 12：

表 12 CNS 8088、NSF/ANSI 61 及 NSF/ANSI 372 標準規範的性質、評估之對象與檢測項目比較表

	CNS 8088	NSF/ANSI 61	NSF/ANSI 372
標準性質	<p>1. 自願性標準；標準涵蓋構造、形狀、尺度及材料等機械物理性能及材質溶出化學性能。</p> <p>2. 惟目前正規劃將「飲用水水龍頭」強制納檢，預計 106 年 1 月 1 日實施。</p>	<p>1. 自願性標準；惟目前超過 40 個州要求產品需符合該規範。</p> <p>2. 不評估產品機械性能。</p> <p>3. 評估飲用水接觸產品對人體健康潛在之不良影響，建立最低之要求。</p>	<p>1. 自願性標準；符合聯邦飲用水標準 SDWA；</p> <p>2. 2011 年被 ANSI 指定為國家標準。</p> <p>3. 材質之含鉛量按過水面積衡量的加權平均計。</p>
評估之產品對象	水龍頭、止水旋塞、浮球閥、沖水閥、沖水龍頭等。	涵蓋飲用水從源頭接觸的所有產品(如管道、配件、油漆及塗料、水量計、閥門、密封材料及焊料、端點設備(如水龍頭)、飲水機等。	涵蓋飲用水從源頭接觸的所有產品(如管道、配件、油漆及塗料、水量計、閥門、密封材料及焊料、端點設備(如水龍頭)、飲水機等。

<p>主要評估之檢測項目</p>	<p>以強制列檢之飲用水水龍頭產品為例：</p> <p>1. 材質含鉛量(與水接觸之各構件材料含鉛量)。</p> <p>2. 金屬污染物(銅合金材質水龍頭：檢驗 Sb、As、Ba、Be、Bi、Cd、Cr、Cu、Hg、Ni、Se、Tl、Zn、Pb 等 14 項污染物。</p> <p>3. 不銹鋼材質水龍頭：檢驗上述 14 項+Mn、Mo、B 共 17 項污染物。</p> <p>3. 絕緣性能</p> <p>4. 標示</p>	<p>1. 金屬污染物： (Sb、As、Ba、Be、Bi、Cd、Cr、Cu、Hg、Ni、Se、Tl、Zn、Pb 等 14 項污染物)。</p> <p>2. 非金屬污染物：揮發性有機物質(VOC) 85 項；半揮發性有機物質(SVOC) 86 項。</p>	<p>與水接觸之材質含鉛量(按過水面積衡量的加權平均計)</p>
------------------	---	---	----------------------------------

二、建議：

- (一) 在含鉛塗料含鉛量測定部分：建議可參考美國之作法，只針對產品上塗層進行檢測，並選購符合 ASTM F2617-08 及 ASTM F2853-10 之規範的高精度 X-射線螢光光譜儀(High Definition X-ray Fluorescence Spectroscopy，簡稱 HDXRF)，可作為鉛含量結果之判定，其優點為可大幅減少檢測時間，提高經濟效益。
- (二) 有鑑於人體中血鉛之鉛來源眾多且無專一性關係，目前尚無法鑑別人體中血鉛之鉛來源是否來自塗料或其他污染源，對於接觸高鉛含量產品影響人體血鉛濃度之程度，建議可委託專業研究機構進行風險評估。
- (三) 在低鉛水五金產品含鉛量測定部分：建議逐步規劃建置符合國家標準 CNS 8088 所規範之水龍頭、止水旋塞、浮球閥、沖水閥、沖水龍頭所含金屬污染物之檢測能力，並依 NSF/ANSI 61 所規範之各種水五金設備器具建置檢測能力，為各種水五金設備器具安全把關，並提昇國內水五金產業之水準。
- (四) 加強辦理低鉛水五金產品，如水龍頭檢驗實驗室間能力比對及一致性訓練之頻率，提升檢測能量及精確度。
- (五) 參考 NSF/ANSI 61 之規範，建置國內水五金產品對人體造成危害之金屬污染物及非金屬污染物的資料庫，提供強制列檢規劃之參考。
- (六) 透過產官學研合作方式，提供檢驗數據及與水五金業者合作，輔導業者提升製造技術水平。

參考文獻：

1. CNS 8088 B2619(104年11月11日修訂公布)水龍頭。
2. NIEA W313.53B(104年6月15日)生效，水中微量元素檢測方法-感應耦合電漿質譜法。
3. ISO 1153 : 1976 Unalloyed copper containing not less than 99.90% of copper - Determination of copper content - Electrolytic method.
4. ISO 1811-1 : 1988 Copper and copper alloys - Selection and preparation of sample for chemical analysis - part 1 : sampling of unwrought products.
5. JIS B2061 : 2006 Faucets , ball taps and flush valves.
6. NSF / AISI 61 : 2013 Drinking Water System Components - Health Effects.
7. NSF / AISI 372 : 2013 Drinking Water System Components - Lead Content.
8. Safe Drinking Water Act(SDWA) : 2015.10.08