

飲用水安全規範NSF61-9之鉛含量 檢測分析標準介紹

財團法人金屬工業研究發展中心 ■ 劉淑娟、姚志宏

一、鉛對人體的危害

鉛是人體需要的微量元素，但當鉛一旦超標時，則成為危害身體健康的「隱形殺手」。鉛會阻礙兒童的發育和生長，鉛毒更是會引起小孩貧血，造成感覺功能障礙，且幼兒對鉛的吸收率，是成人的5倍以上。兒童對鉛的敏感性極強，100毫升血液中含鉛量達到50~60微克足以中毒（成人約80~100微克）。有關研究顯示鉛毒易造成神經系統紊亂，慢性鉛中毒造成孩子的心理與生理功能上損傷；而急性鉛中毒則導致精神呆滯、嚴重的還可出現抽搐、昏迷等情況，最終危及生命。小孩血鉛含量每上升10微克/分升，智商就要減少6~7分。高血鉛兒童的總智商、操作智商、語言智商明顯低於低血鉛的兒童。水源，也成為鉛攝入身體的一大途徑。水中的鉛含量，主要由水體沖刷水道和水龍頭引起的。長期以來，水龍頭含鉛的問題並沒有引起家長們的重視。為了孩子的健康著想，讓孩子遠離含鉛水龍頭。水同樣有預防鉛量的觀測必要，因此在美國…等先進國家，對水管和水龍頭，都提出了很嚴格的「含鉛量要求」。

二、NSF簡介

美國全國衛生基金會（National Sanitation Foundation, NSF）成立於1944年，是一個獨立的不以營利為目的之非政府組織。NSF專致於公共衛生、安全、環境保護領域的標準制訂和產品測試以及認證服務工作，為一公共衛生與安全領域的權威機構。NSF的宗旨在於制訂公共衛生與服務、研究以及教育環境方面的管理規劃並加以實施，作為一個可靠的中立組織。NSF為政府、產業界以及廣大消費者提供解決有關公眾健康與環境問題的服務。制訂NSF/ANSI61標準的目的為與飲用水接觸的產品對人體健康潛在的不良影響建立最低的要求。

依據ANSI/NSF 61-9之Drinking Water System Components：Health Effects的方法進行鉛含量的分析。ANSI/NSF 61-9所涵蓋範圍是安裝於分配系統的最終濾器（終點裝置）、用於分發水供人類食用的管道裝置、組件和材料，但不包括綫上裝置、使用點和進入點水處理裝置。本法規的終點裝置為異地冷卻器（remote chillers）、盥洗室龍頭（例如：Centersets式、分體式、迷你分體式、以及面盆龍頭…等）、酒巴龍頭、廚房龍頭（例如：上置式、掛牆式…等）、冷熱水飲水機、噴嘴式飲水機、飲水冷卻器、玻璃濾器、家用冰箱制冰機、用於飲用水應用的撓性水管連接件和撓性上升管、給水管閥和終點控制閥以及商用廚房裝置。商用廚房裝置僅限於罐及壺注水龍頭，具有加長儲水管和上升管的裝置以及帶有輔助噴嘴或其它出口的預清洗組合裝置。然而各種然而各種浴缸或花灑閥門、沐浴噴頭、以及羅馬浴缸閥門、所有的排水管、各種回流防止裝置、非用於飲用水應用（例如：洗衣機、洗碗機等）的撓性水管連接件和撓性上升管、不帶有輔助噴嘴或其它出口的預清洗組合裝置、以及所有不是專門用於分發供人類飲用的水的終點裝置（例如：通用龍頭、洗衣龍頭、實驗室龍頭、淨身龍頭、以及洗髮水龍頭、帶有軟管螺紋噴頭或可快速分離末端的龍頭、自動關閉或計量延時關閉的龍頭、電子啟動的非廚房龍頭或洗手站…等。）以上終點裝置免受本規定所規範。

本法規（NSF61-9）所規範的裝置中，除了給水管閥、撓性水管連接性以及各種組件外，其統計Q（&R）值的標準由11調低到5；對於給水管閥、撓性水管連接性以及各種組件，統計Q（&R）值的標準由11調到3。

三、檢測流程

1. 樣品前處理

先將水龍頭樣品與所需的器材進行清洗的程序，待清洗完成後，用溶出液浸泡水龍頭，浸泡時間不可超過72小時，直到曝露程序開始。

2. 取樣與鉛含量分析

樣品按圖1中的時間表進行曝露，在第3、4、5、10、11、12、17、18和19天，應採集浸泡16小時的溶出液進行鉛含量分析。依照法規要求計算鉛的統計Q值，並將其與11µg進行比較。在曝露過程中，應將樣品在指定的溫度下進行曝露。曝露溫度應限制在23 ± 2 °C (73 ± 4 °F)。

試驗天	週五	週六	週日	週一	週二	週三	週四	週五	週六	週日	週一	週二	週三	週四	週五	週六	週日	週一	週二	週三	週四	週五
				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	
<72				16	16	16	16	64			16	16	16	16	64			16	16	16	16	

說明
 W/C = 清洗和預處理
 < 72 = 在預處理和曝露之間的放置時間 (最大: 72hr)
 2 = 棄去和注入之間 2hr 間隔
 16 = 放置 16 hr (過夜)
 16 = 放置 16 hr 以獲取數據
 C = 採集前一天放置 16 小時的
 64 = 放置 64 hr (週末)

圖一 曝露順序

正規化濃度計算

對從某個產品系列中所採的每一個產品樣品進行分析，可得到9個浸出鉛劑量測量值（分別於第3、4、5、10、11、12、17、18和19天測定）。接受檢測的

產品數量以“n”來表示，檢測的數據以一個由X_{ij}數據值（即第i個產品在第j天的檢測值）組成(9×n)的矩陣來表示。

$$X_{ij} = \text{Normalized Contaminant Concentration} = \frac{\text{Lab concentration (ug/L)} \times \text{the device volume (L)} \times \text{CMV}}{\text{Volume in field (1L if device volume=1L or less)}}$$

式中：CMV = Cold Water Volume/ Total Device Volume

3. Q 值計算

針對某個產品系列中的每一個產品樣品進行分析，可得到9個浸出鉛劑量測量值（分別於第3、4、5、10、11、12、17、18和19天測定）。接受檢測的產品數量以“n”

來表示，檢測的數據以一個由X_{ij}數據值（即第i個產品在第j天的檢測值）組成(9×n)的矩陣來表示，如表1所示，這些數據用來計算檢驗的統計Q值。該值用來判定產品是否合格。以下針對統計Q值的計算做一說明。

$$Q = e^{\bar{Y}} \cdot e^{k_1 \cdot S}$$

式中： \bar{Y} = 對數劑量平均值
 S = 對數劑量標準差
 k_1 = 為一定值，根據樣品數而定，其如表2所示。

a. 對數劑量平均值 $\bar{Y} = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i}{n}$
 式中：n = 樣品數
 $Y_i = \frac{Y_{i3} + Y_{i4} + Y_{i5} + Y_{i10} + Y_{i11} + Y_{i12} + Y_{i17} + Y_{i18} + Y_{i19}}{9}$
 其中 $Y_{i3} = \ln(X_{i3}) = \ln(\text{水樣鉛濃度} \times \text{水龍頭體積})$ 其餘的以此類推。

b. 對數劑量標準差 $S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{(n-1)}}$

表一 可用於確定鉛含量統計數值的數據

產品編號	按天測量到的鉛劑量								
	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 ₃₁₂	X ₃₁₇	X ₃₁₈	X ₃₁₉
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
n	X _{n3}	X _{n4}	X _{n5}	X _{n10}	X _{n11}	X _{n12}	X _{n17}	X _{n18}	X _{n19}

表二 用於確定檢驗統計數值Q的k₁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

產品系列的可接受性 (acceptability) 取決於檢測的統計值 (Q 值)，如果 Q 值 ≤ 5 µg，則所檢測的產品系列是可以接受的；Q > 5 µg 則所檢測的產品系列是不可接受的。如果某個裝置或組件的鉛浸出檢測是通過分別曝露其兩個或更多的組件或材料而進行的，則檢測的統計Q值應相加，並與前述的標準進行比較。

四、結語

當鉛超過容許值時，則成為危害身體健康的「隱形殺手」，水中的鉛含量，主要由水體沖刷水道和水龍頭引起的。長期以來，水龍頭含鉛的問題並沒有引起家長們的重視。為了孩子的健康著想，讓孩子遠離含鉛水龍頭。水同樣有預防鉛量的觀測必要，因此在美國...等先進國家，對水管和水龍頭，都提出了很嚴格的「含鉛量要求」。有鑑於此，本文針對NSF61-9之法規中檢測分析標準做一簡略的介紹，希望對於相關業者有所幫助。