

台北市各級學校用水設備及水質調查
Investigations on water quality and user's water facilities of
schools in Taipei city

林淑美¹ 薛志宏² 廖于恒² 劉玉絹³等

摘要

為確保台北市各級學校師生用水安全，導正學校對自來水品質之錯誤認識並使重視用水設備之正確設置及維護保養，本研究針對各校之用水設備及其自來水質進行實地勘查與檢驗。結果發現：在用水設備方面，256所接受調查學校中，用水設備完全合格者計168所，佔百分之65.5；不合格者88所，佔百分之34.4。用水設備不合格以水池水塔未設防蟲網、水池設於地面下、管線老舊等因素為最多。水質方面，在進行自來水水質檢驗之256所學校中，所有自來水系統皆合格者計164所，佔百分之60.1；不合格者109所，佔百分之39.9。水質不合格學校中普遍存在自由有效餘氯不合格之情形，佔百分之94.5，而導致個別用水系統水質不合格之主因依序為水池水塔蓄水量過大、飲用與消防共用及管線老舊等佔大多數。分析顯示，學校自來水龍頭水質合格與否與設備合格與否，有一定之相關性。若以各校用水人口數與實際用水量進行迴歸分析及估算，發現國中小學每人每日平均用水量為50.6公升，高中職則為129.0公升。此數據可作為日後各校設置水池水塔容量設計之重要參考。

-
- 1 台北自來水事業處生產科水質股股長
 - 2 台北自來水事業處生產科副工程司
 - 3 台北自來水事業處生產科工程員

前言

「良好的水源保育」、「嚴密的淨水處理」、「健全的輸配水系統」以及「完善的用戶用水設備」為確保自來水水質安全衛生之必要條件。多年來，台北自來水事業處在水源保育、水質管理、管網更新與增建配水池加壓站等層面，皆持續且積極地進行各項努力；對供水區內各級學校之水質及用水設備亦極為重視，除進行水質檢測外；並加強宣導用水設備定期維護管理之重要性。因為，「安全用水」之先決條件中，與用戶關係最密切且影響最直接的，當為「用戶用水設備是否完善」。

依據歷年來對供水區用戶水質抽驗結果，水質大多能符合台北市自來水水質標準，以八十六年度為例，在全年檢驗 27291 檢項次中，合格率達 94.4%，不合格之 5.6% 究其原因，多為用水設備未符合標準或維護不當所致。因此；近年來，乃積極推動如何有效提升用戶用水設備之品質等重要工作，除於早年推行用戶用水設備預審制度及修正用戶用水設備標準，以提高用水設備硬體方面之品質外；並公告「台北自來水事業處輔導水池水塔清洗業實施要則」，及制訂「水池水塔清洗規範」，積極輔導合格之清洗業者，為用戶提供符合標準之清洗消毒工作。於 80 年～85 年間，兩次對本市各級學校及管線 50 公厘以上大表用戶（機關、學校及公共場所等）之用水設備進行檢查。對不合格者，提供改善建議，期能在法令對用戶用水設備之維護管理未能有效規範之過渡時期，協助用戶正確維護管理其用水設備。

藉著本次對各級學校用水設備及水質之調查結果，盼能提供更具體之改善建議；喚起校方關心用水設備之維護管理；及扭轉「用水設備未適當改善維護，而任意加裝各類飲水處理設備，即能確保飲水安全」之錯誤觀念。同時，因應八十六年五月二十一日公布新修訂的飲用水管理條例，所訂定之「飲用水設備維護管理辦法」，學校飲用水設備及水質，

將於八十七年七月納入管理。今後，如何落實「飲用水設備維護管理」、「加強宣導安全用水常識」及「用水設備維護管理」等各項工作之執行，以確保學校飲用水安全，提升用水品質，乃為學校與本處共同努力與配合之方向與目標。

學校一般供水方式係自來水經由輸配水系統送入學校後，進入蓄水池，再經抽水機送入屋頂水塔，其後再流入各樓層水龍頭。近年來，部份學校為響應學生不必帶水壺到學校之飲水問題，將校內之自來水經自來水再處理設備處理後引入飲水檯供師生使用。而設有自來水生飲檯之學校，自來水則直接接入生飲檯而不經蓄水池、水塔或將自來水導入飲用水專用蓄水池、水塔再流入生飲檯。目前台北市各級學校之自來水再處理設備，依其種類可分為鍋爐、過濾器、逆滲透處理機、離子交換樹脂、紫外線殺菌器、臭氧殺菌器等。

蓄水池及水塔之設置除應注意構造及材質外，設置後亦應注意主體及附屬設備之定期檢查與清理維護。

蓄水池及水塔之容量影響蓄水池水質甚巨，依據「學校飲用水維護管理手冊」之敘述，蓄水池、水塔之容量設計原則如下：

1. 蓄水池及水塔等之總容量應有一日設計用水量之十分之四以上，但不得超過二日用水量，以確保水質的安全新鮮。
2. 蓄水池容量不得小於屋頂水塔之容量（例如：蓄水池儲存設計用水量十分之三用水量，屋頂水塔儲存設計用水量十分之一用水量）。
3. 為確保水質的安全新鮮，消防系統用水與飲用水系統務必分開。

而設計用水量之計算方式有二：

1. 以總樓地板面積計算時

$$Q=(A \times e \times d \times D) \times S / 1000$$

2. 以使用人數計算時

$$Q=((\text{學生人數} \times D) + (\text{教職員人數} \times D)) \times S / 1000$$

$$\text{故水池有效容量} = Q \times 30\%$$

$$\text{水塔有效容量} = Q \times 10\%$$

說明： Q 為一日設計用水量，單位：立方公尺

A 為總地板面積，單位：立方公尺

e 有效面積係數 0.55~0.6

d 為人員密度 0.16，單位：人/立方公尺

D 為每人每日平均用水量 40~100 公升(小學
約 40 公升，國中約 50 公升，高中約 80
公升，成人約 100 公升)

S 為安全係數 1.3

本調查計畫之目的為 (1) 進行各校用水設備全面普查，充分掌握用水設備現況，並對設備之缺失，提供具體之改善建議，期使用水設備皆能符合台北市用戶用水設備標準，以避免二度污染之發生。(2) 探討用水設備未符合標準、疏於維護管理或設計不當者，與水質安全衛生間之相關性。(3) 提升學校管理人員對用水設備維護管理重要性之認知，同時增進全校師生對自來水水質之信心。(4) 由於各級學校均勻分布供水區內之特性，藉由校內用水系統之全面性水質調查，瞭解供水區管網中水質之穩定性，並掌握自來水水質經用水設備之可能變化。

調查方法

本調查計畫之主要對象為台北市政府教育局轄管之各級學校，共計 273 所(包括國中、小、高中職等)，調查內容包括各校之水池水塔、管線等自來水供水設施及飲水設備方式與各套用水系統(水池水塔)出水龍頭之水質檢驗。調查計畫之實施流程，如圖 1。

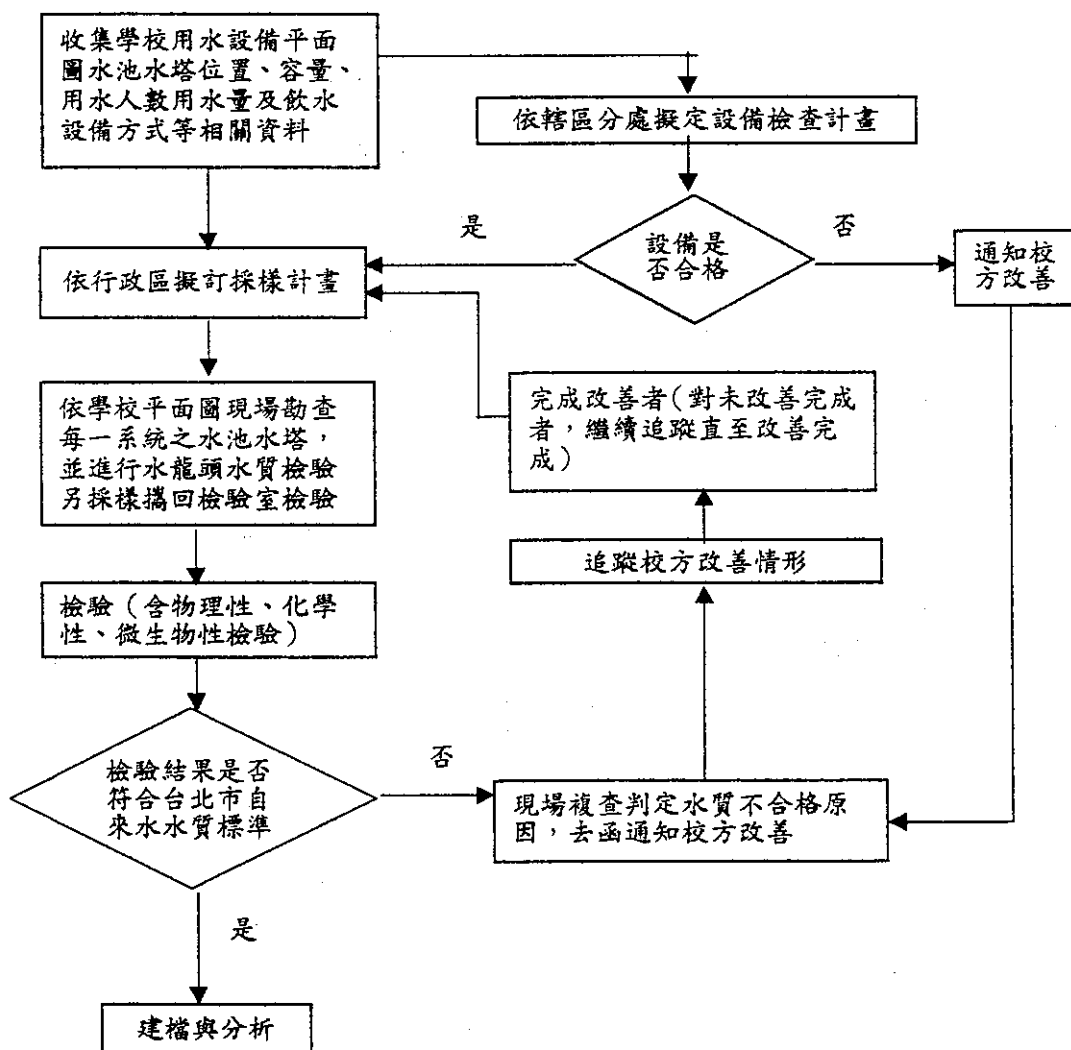


圖 1 學校用水設備及水質調查作業流程

結果與討論

由各級學校用水設備調查結果、各校用水量資料及各校水質檢驗結果等數據進行分析，結果如下：

學校用水設備不合格之原因分析

針對本市各級學校用水設備進行檢查，檢查分管線、水池及水塔等三大部份，檢查結果在 256 所學校中，完全合格者 168 所，佔百分之 65.6；不合格者 88 所，佔百分之 34.4。以各檢查細項在設備不合格學校發生之比例分析，發現不合格原因中以「水池水塔未設防蟲網」、「水池設於地面下」及「管線老舊」等三因素最多，「水塔未密封」、「水池未設防蟲網」及「水池堆放雜物」等三因素次之，顯示對校內之用水設備疏於維護及硬體設置不當，為學校用水設備不合格之主因。

學校水質不合格原因分析

由採取各校各自來水系統之自來水檢驗發現，在 273 所學校中校內所有系統自來水均合格者 164 所，佔 60.1%，有不合格情況發生者 109 所，佔 39.9%。若以用水系統總數計算，全部合格學校共 593 套用水系統；不合格學校 567 套系統中，209 套系統出現水質不合格情形，學校水質不合格用水系統佔總系統數百分之 18。另分析發現在不合格學校中普遍存在自由餘氯不合格之情形(佔 94.5%)，水中生菌數不合格之情形約三成(29.4%)，大腸菌類數不合格則約一成(12.8%)。

導致學校水質不合格之原因

為探究水質不合格學校水質不合格原因，針對水質不

合格之學校用水系統進行現場勘查及原因分析，並將可能發生之原因區分為八類，如下表，

不合格原因代號	不合格原因
A	蓄水池過大
B	水塔過大
C	蓄水池為地下式
D	消防共用地上式蓄水池
E	消防共用地下式蓄水池
F	管線老舊
G	使用率低

發現，導致自由餘氯、生菌數及大腸菌類數等三項目不合格之可能主因為 A 或 B(水池水塔過大)，其次為 D(消防共用地上式蓄水池)，大腸菌類數不合格之出現則有明顯比例為原因 G(使用率低)所導致。故水質不合格之情形，尤其是自來水指標性項目自由有效餘氯及大腸菌等微生物項目，應與水池水塔之設置狀況及系統之使用情形，有極大的相關性。

各級學校水質不合格與設備不合格之關聯性

除針對單一用水系統之分析外，整體而言，用水設備之合格與否應與水質之良窳有直接關係。在有調查資料之 168 所用水設備合格學校中，水質合格者即有 112 所，佔 66.7%；而在有調查資料之 88 所用水設備不合格學校中，水質不合格學校亦超過半數(48 所，54.5%)，足見用水設備對用水安全衛生之影響。

學校用水量與用水學生數之關係

由於一般合理蓄水量之計算係以實際用水學生數為基

礎，故欲探討水池水塔合理蓄水量之前，應先探討學校用水量與學生數之關係。以各校年用水量先換算成日用水量，再對訪視學校獲得之學校學生總人數進行迴歸分析，分析前將數據分成國中小及高中職以上兩部份，並刪除部份不合理數據(與迴歸結果預測值之差異值大於一個標準偏差以上)，數據自由度為 125 及 15，結果迴歸方程式均為通過原點之直線，斜率分別為 0.022 及 0.026，相關係數 r 值分別為 0.765 及 0.815，相關性佳。故各級學校日用水量與用水學生數呈線性正相關性，以學生總數來進行總合理蓄水量之計算的假設應屬合理。

每人每日用水量之估算

依「學校飲用水維護管理手冊」中，以「使用人數」對於水池水塔合理容量之估算方式，小學生約 40 升，國中生約 50 升，高中生約 80 升，成人約 100 升。此數值是否合理，將在本節加以探討。

以前節使用之同組數據，依實際日用水量除以用水人數計算出各校之每人每日用水量，由於採用之日用水量數據與用水學生數皆有一定之相關性，故認定為有一定之可信度。以之求取平均值，得到國中小學各校間之「每人每日平均用水量」為 27.3 升，高中職以上學校則為 69.6 升，若以一年 365 天上課日 197 天計，則國中小學每人每日用水量估算為 50.6 升，高中職以上學校則為 129.0 升。

上述結果國中小學每人每日用水量，與原估計值接近，而高中職以上則高出甚多，究因確實低估，或因數據組不夠多(僅 16 校)加諸不具代表性所致，值得再進一步探討。

各級學校水池水塔合理蓄水量評估

以國中小學每人每日平均用水量 50 升，高中職以上學校每人每日平均用水量 80 升為基準，利用 5.4.2 節之公式

進行估算，視各校之合理蓄水量為兩日設計用水量，再以兩日設計用水量之百分之 30 為水池合理蓄水量，百分之 10 為水塔合理蓄水量，求得結果與訪視各學校查得之水池水塔個別實際，總容量進行核對，結果發現國中小學部份，水塔蓄水容量為合理蓄水量兩倍以上者，在總數 154 所學校中，即有 122 所，遠較實際容量低於合理蓄水量及實際容量介於合理容量與兩倍合理容量之數，而水池部份則三個區間數目接近，蓄水量合理者明顯增多。高中職以上部份，則蓄水量合理之學校數明顯較不合理之兩區間為多。若以個別學校而言，國中小學部份，水池水塔均合理者，在全部 154 所學校中，僅僅 4 所，佔 4%，比例很低，水池水塔均不合理者，則有 93 所，佔全部 60%。

高中職以上學校情況較佳，在全部 23 所學校中，水池水塔蓄水量均合理者 7 所，佔約 30%，均不合理者亦有 4 所，佔約 17%。

由於上述結果係依據各個學校水池水塔之總量加以評估，並未針對個別系統進行調查，故無法瞭解各個系統之實際情況，然對學校用水設備卻有一個整體的基本概念，即：本市各級學校於籌設或擴建時，顯然未重視自來水安全用水問題，融入合理蓄水量之設計觀念，接收使用後亦未覺察其可能帶來不良之水質影響，而加以改善。

結論與建議

結論

1. 在進行台北市 256 所學校之用水設備檢查後發現，約有 1/3(88 所)學校出現用水設備不合格之情況，此尚不包括水池水塔蓄水量過大之情況在內；而設備不合格之情形主要為用水設備疏於維護及硬體設置不當所致；水質部份，在進行 273 所學校 1160 套用水系統之用水水質

與間接用水設備使用者(尤其攸關大眾健康之學校等眾場所)適當之規範與誘因，以收安全用水之效。

2. 有鑒於本市各級學校長期忽略自身在確保安全用水中之重要角色，建請教育主管機關編列飲水改善經費，並專款專用，免除各校保養經費不足之虞，另外亦應對各校飲用水衛生改善計畫，訂定績效指標，列管追蹤並與管考公布，以落實改善計畫之執行。
3. 至於各級學校方面，建請訂定飲用水品質管理計畫，確實執行並定期檢討改善。同時指派專人負責校內飲用水設備維護管理，加強專責人員飲用水水質管理方面之觀念教育與專業訓練，以健全校園飲水設備維護、飲用水水質檢驗、飲水機申報與公布等管理工作。

參考資料

1. "用戶水池水塔設置之指引"，台北自來水事業處，中華民國 76 年 3 月。
2. "學校飲用水改善計畫書"，教育部，中華民國 87 年 3 月。
3. "台北市市立國中、小學校用水設備調查報告"，台北自來水事業處，中華民國 83 年 9 月。
4. "學校用水設備及水質調查"，台北自來水事業處，中華民國 80 年 10 月。
5. "學校飲用水維護管理手冊"，台北市政府教育局，中華民國 87 年 5 月。
6. "飲用水管理相關法規彙編"，行政院環境保護署，中華民國 87 年 3 月。