

## 間接用水有效管理之研究

林秋裕\* 謝曉嵐\*

### 一、前言

由於生活品質日漸提昇，台北自來水事業處於民國69年開始執行「自來水生飲計畫」，於民國73年更名為「安全用水計畫」。為了早日達成生飲目標，各自來水事業投入了大量的人力、財力及物力進行水處理及輸送水質維護等效率之提昇。

台灣地區近年來建築物漸趨高層化，再加上自來水之水量及水壓不足的情況，使得大多數用戶採諸如使用水塔與水池等間接加壓供水方式。間接用水設施若缺乏定期維護、檢查及清洗或使用之材質不當，或設置不當對自來水的品質造成直接或間接之負面影響。如果用戶接用自來水之用水設備系統未能配合改善而維持適當之水質，則再大的投資及努力，終將難免功虧一簣。

### 二、研究目的及方法

為了瞭解台灣地區目前一般採用的間接用水方式，及建立間接用水對水質影響之情形和程度等數據，乃先進行問卷調查，再到用戶家裡做現場訪視，並對部份用戶的自來水做採樣檢驗水質，以便進一步瞭解一般用戶水池、水塔的設置是否適當。

問卷調查部份，經考慮回收率以及人力之需求，乃決定以電話進行，分別做了北、中、南三區。在誤差為0.05的情形下，每一區各做400份，使各區所估計之比例在信賴度為95%的情況下，估計誤差能至0.05以內。

\* 逢甲大學土木水利研究所所長及研究生

現場訪問部份係北、中、南三區各做 117、118、67 份問卷。由於抽樣對象由訪問員自行決定，所得到之結果可能偏差較大，無法代表該地區的實際狀況，故本研究所做之現場訪問結果，不強調其百分比之正確性，僅能得知一些水池、水塔的構造及加蓋情形等概況。

水質檢驗以台中地區為對象，共檢驗三次。檢驗項目包括pH值、濁度、大腸菌、總菌數、餘氯量、氨氮、亞硝酸鹽氮、硝酸鹽氮、導電度、氯鹽、硫酸鹽、硬度及重金屬等。

### 三、問卷調查、現場訪查及水質分析結果

電話問卷於 79.10.28 至 79.11.18 期間陸續進行，在各為400份之問卷總數中，台北、台中及高雄三地區的有效問卷百分比分別為 93.5 %、98.25%和 85.75 %，其中高雄地區的拒訪率較高，主要是用戶對自來水的品質不太滿意，聽到是要訪問有關用水的問題，就加以拒絕。

#### (一)電話問卷結果

圖1.顯示出高度都市化、住家高層化之台北地區間接用水者高達 87.8%，高雄地區達 71.9%，台中地區則為 59.1%。台北市擬提高供水壓力至 $2.5 \text{ kg/cm}^2$ ，屆時可直接供水至五樓，可減少用戶水池水塔的設置，同時也可減少自來水因此種間接用水方式而受污染的機會。

間接用水戶中，以馬達直接抽水到水塔的比例相當高，北、中、南三區分別是 41.2 %，41.5 % 和 31.6 % (圖2.)，值得注意。由於馬達直接抽水係短時間內大量抽取配水管內水量，在尖峰用水或水壓偏低時易造成配水管形成負壓，遇管線有裂縫，會產生虹吸作用，致使污水吸入自來水系統中，造成水質之嚴重污染。

根據台北自來水事業處對供水區內用戶之普查結果<sup>1</sup>，水質不合格之用戶雖僅佔0.4%，但其中91.4% 卻為馬達直接抽水所引起，足証馬達直接抽水與水質污染間之相關性極高。

水池及水塔除了儲水以穩定供水外，尚有沉澱雜物之效果，因此定期清洗是必須的。使用水池之用戶中，每年都有清洗水池的百分比，北、中、南三區分別為61.0%、64.6%和73.5% (圖3.)。有少數表

圖 1. 用水方式

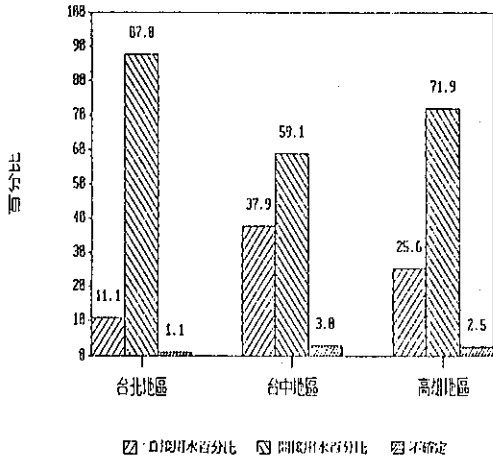


圖 2. 間接用水戶之用水方式

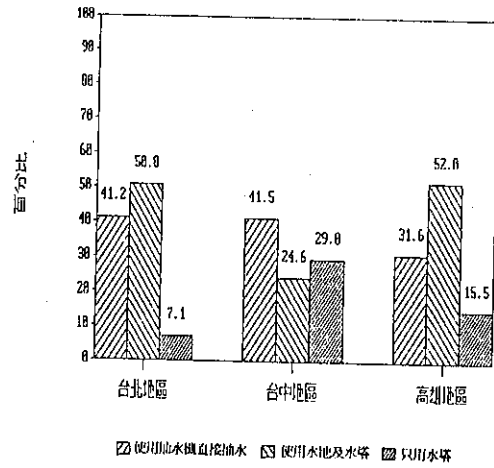


圖 3. 水池清洗頻率

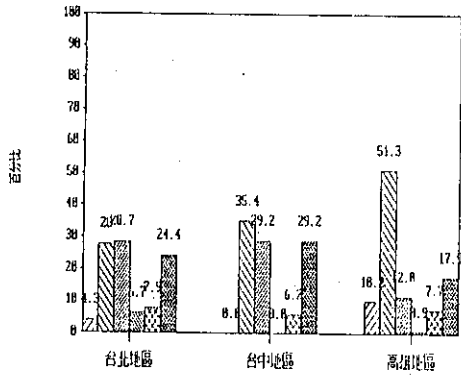


圖 4. 水塔之清洗頻率

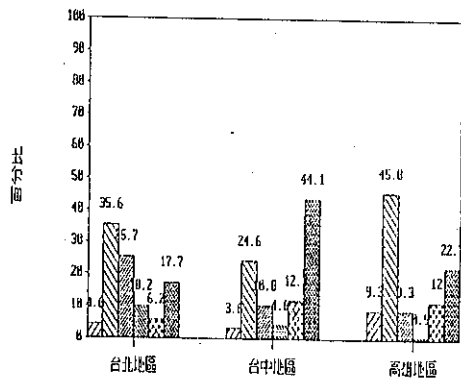


圖 3 圖例：□ 每月清洗一次 □ 一個月以上到半年 □ 半年以上到一年 □ 一年以上 □ 從未清洗

圖 4 圖例：□ 每月清洗一次 □ 一個月以上到半年 □ 半年以上到一年 □ 一年以上 □ 從未清洗

示從未清洗過水池，其百分比分別為 7.9%、6.2%和 7.7%。其原因主要為池是新的，所以尚未清洗，以及水池是共用的。

根據民國72年「台北自來水事業處用戶意見調查報告」之間卷調查顯示<sup>2</sup>，有 50%以上之用戶一年以上或從未清洗水池水塔。在本調查中，北、中、南三區的間接用水戶中，每年都有清洗水塔的百分比分別是 65.9%、39%和 64.4%(圖4)。由此兩項資料可知雖然隔了 7年，水塔之定期清洗工作仍未有大幅的改善，故自來水事業對用戶用水安全的宣導與溝通尚有待加強；台中地區甚至有 44.1%之間接用水戶不知道他們所用的水塔多久清洗一次。回答從未清洗的用戶，其原因與水池者相同，甚至有些用戶表示他們不飲用自來水。

圖 5 水池之材質區分圖

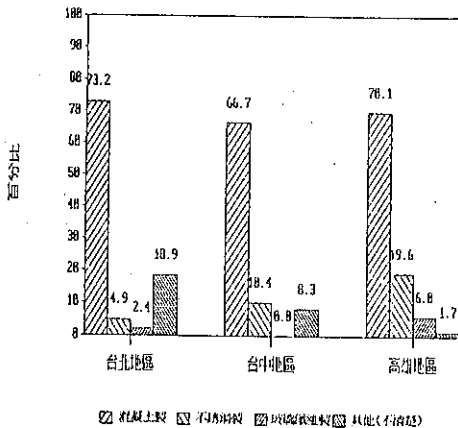
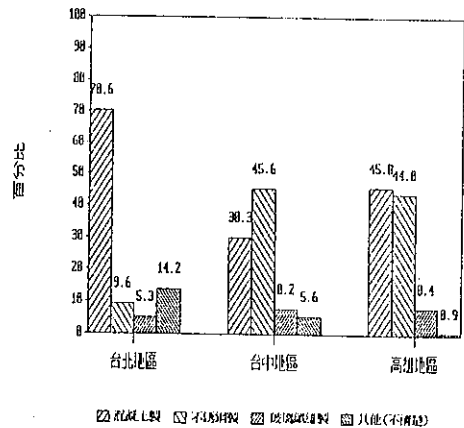


圖 6 水塔之材質區分圖



有使用水池之用戶通常是住在大樓或公寓中，圖5.顯示水池大多數是混凝土製，可推測水池大多於房子建造時就同時建造。

圖6.顯示台北地區的水塔以混凝土製者佔大多數。新蓋建築物作配水內線審圖時，台北自來水事業處也建議採用傳統混凝土結構之水池水塔<sup>6</sup>。而台中及高雄地區的水塔則以不銹鋼製和混凝土製為多，而且兩者的比例相近。有些用戶表示他們沒有看過所用的水塔，所以

不知道是什麼材料製的，由此可知仍有不少用戶甚少關心自己所使用之用水設備，更遑論定期的維護與清洗。

圖 7 水塔之消毒情形

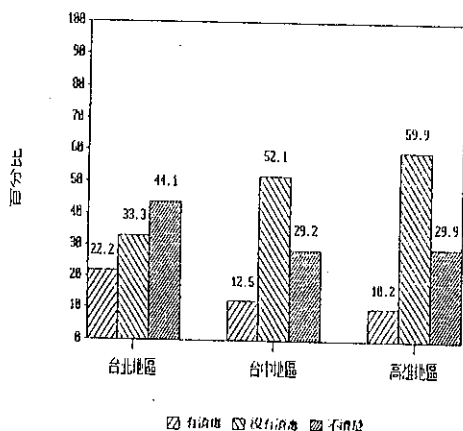
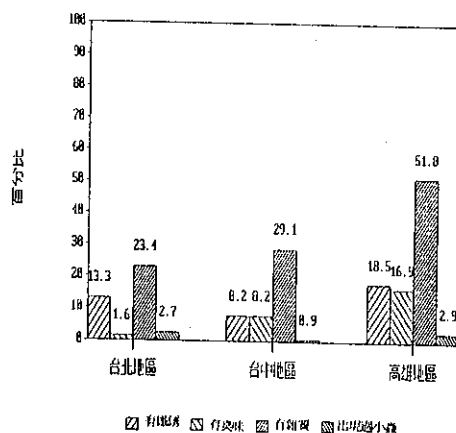


圖 8 用戶對自來水質之感覺



水池水塔清洗後最好再用50~100ppm之次氯酸鈉溶液消毒<sup>4,5</sup>。由圖7.可知水塔於清洗後確定有消毒的還是很少，最高者為台北地區，但仍只有22.2%。為確保水質安全，清洗後之消毒工作應加強宣導。

台北自來水事業處曾經輔導水池水塔清洗業，迄今已輔導成立合格的清洗業者15家，為台北地區的用戶提供事業化清洗服務，清洗後不但作好消毒的工作，並附有水質檢驗，民衆可多加利用。

在自來水的水質方面，用戶似乎不是非常滿意。有不少用戶覺得有雜質，尤其是高雄地區的用戶，有半數之受訪戶覺得自來水中有雜質（圖8）。由自來水公司水質檢驗結果可推測，由於高雄地區的自來水硬度較高，加熱後有許多沉澱物產生，使用戶覺得有雜質，再加上高雄地區的水源受污染，自來水公司處理水質時，加了較多的氯，使得自來水有較濃的消毒水味。至於小蟲的出現則應為用戶的用水設備缺乏清洗維護，使得蟲蟻進入供水系統所致。

## (二)現場訪查之結果

台北市自來水用水設備標準第九條規定：蓄水池應設於地面上或地板上，其牆壁、平頂應與其他構造物分離，不得連接，並保持四十五公分以上之距離，池底與接觸地層之基礎分離，並設置適當人孔、通氣管與溢排水設備。建築技術規則第三十一條對給水箱及加壓之規定如下：

- (1) 重力水箱、壓力水箱或其他加壓設備之水泵，應自附設之蓄水池抽水，不得直接連接公共給水管。蓄水池之有效容量，不得小於水箱之容量。
- (2) 住宅用重力水箱之容量不得小於該水箱供應總人數最大時給水量之二倍。
- (3) 蓄水池及水箱不得用有害於水質之財材料建造，頂蓋及人孔必須嚴密，通氣孔應加設防蟲網。
- (4) 水箱應設溢流管，管口應加設防蟲網。
- (5) 水箱底應設清洗用之洩水管及止水閥。

這些規定都是用來保障用戶之用水安全，但並不是所有的水池、水塔均按規定設置。現場訪問之結果如表1.至表5.所示。

水池、水塔若有良好的構造不但方便日後的維護管理，同時可減少水質受污染的機會，由表1.及表2.可知現有的水池、水塔在構造上仍有許多缺失，尤其是水池的四壁常有一、二面與其他結構物銜接，不合乎自來水法之規定。

由表1.及表2.可知，就水池之材質而言，以混凝土製者最多，在構造上，以水池之牆壁未與其他構造物分離45cm之情形最為嚴重。由於混凝土製之水池無法移動，萬一有漏水等情況需維修時，若水池未與其他構造物分離，則增加檢漏及維修之困難度。人孔突緣之高度不夠，則有污水入侵水池之虞；而通氣管及溢流管未設防蟲網，則蟑螂、蚊蟲等可能由此進入水池而污染了水質。至於水池內常有泥砂沉積，除了一部份原因是用戶疏於清洗之外，管線施工單位於施工後，常常為了儘速供水而忽略了管線清洗的工作，也會造成泥砂沉積的現象，有待改善。

由表2.可知高雄地區，水池內部有鐵銹的情況相當普遍，應加強水池內部防蝕之處理。

表1 台北地區水池之構造及管理情形 (依材質區分)

		總數	百分比	水池之材質			
				混凝土	不銹鋼	FRP	其他
調查總數		78	100	78	0	0	0
水池內部清掃不週		42	53.8	42	0	0	0
細分	有泥砂	35	44.9	35	0	0	0
	有鐵銹	9	11.5	9	0	0	0
	有藻類	0	0	0	0	0	0
	有其他雜物	1	1.3	1	0	0	0
水池未妥善加蓋		16	20.5	16	0	0	0
細分	有飛走之虞	0	0	0	0	0	0
	材質不佳	13	11.1	13	0	0	0
	污物入侵之虞	6	5.1	6	0	0	0
	沒有加蓋	0	0	0	0	0	0
水池構造不佳	未與其他構造物分離45cm	36	46.2	36	0	0	0
	未與接觸之基礎分離	14	17.9	14	0	0	0
	人孔突緣 < 5 cm	18	23.1	18	0	0	0
	通氣管無防蟲網	16	20.5	16	0	0	0
	溢流管無防蟲網	20	25.6	20	0	0	0

表2 高雄地區水池之構造及管理情形 (依材質區分)

		總數	百分比	水池之材質			
				混凝土	不銹鋼	FRP	其他
調查總數		25	100	18	7	0	0
水池內部清掃不週		23	92.0	18	5	0	0
細分	有泥砂	12	48.0	8	4	0	0
	有鐵銹	17	68.0	15	2	0	0
	有藻類	1	4.0	1	0	0	0
	有其他雜物	0	0	0	0	0	0
水池未妥善加蓋		6	24.0	3	3	0	0
細分	有飛走之虞	0	0	0	0	0	0
	材質不佳	1	1.5	1	0	0	0
	污物入侵之虞	2	3.0	1	1	0	0
	沒有加蓋	3	4.5	1	2	0	0
水池構造不佳	未與其他構造物分離45cm	0	0	0	0	0	0
	未與接觸之基礎分離	6	24.0	4	1	1	0
	人孔突緣 < 5 cm	16	64.0	16	0	0	0
	通氣管無防蟲網	2	8.0	1	1	0	0
	溢流管無防蟲網	2	8.0	2	0	0	0

由表3.、表4.及表5.可知，在台北及台中地區之水塔，通氣管與溢流管缺乏設置防蟲網者均佔極高之比例。至於混凝土製之水塔除了防蟲網的問題外，尚有部份人孔突緣未達 5cm，下大雨時，雨水可能由此入滲。水塔之清掃及加蓋情形則和水池的狀況相似。

表3 台北地區水塔之構造及管理情形 (依材質區分)

		總數	百分比	水塔之材質			
				混凝土	不銹鋼	FRP	其他
調查總數		117	100	106	8	3	0
水塔構造不佳	未與其他構造物分離45cm	13	11.1	11	2	0	0
	未與接觸之基礎分離	8	6.8	8	0	0	0
	人孔突緣 < 5 cm	26	22.2	26	0	0	0
	通氣管無防蟲網	82	70.1	79	1	2	0
	溢流管無防蟲網	46	39.3	46	0	0	0
水塔內部清掃不週		76	65.0	70	6	0	0
細分	有泥砂	63	53.9	62	1	0	0
	有鐵鏽	24	20.5	19	5	0	0
	有藻類	2	1.8	2	0	0	0
	有其他雜物	1	0.9	1	0	0	0
水塔未妥善加蓋		32	27.4	29	3	0	0
細分	有飛走之虞	0	0	0	0	0	0
	材質不佳	23	19.7	20	3	0	0
	污物入侵之虞	4	3.4	4	0	0	0
	沒有加蓋	7	6.0	7	0	0	0

表4 台中地區水塔之構造及管理情形 (依材質區分)

		總數	百分比	水塔之材質			
				混凝土	不銹鋼	FRP	其他
調查總數		118	100	48	63	5	1
水塔構造不佳	未與其他構造物分離45cm	14	11.9	7	7	0	0
	未與接觸之基礎分離	15	12.7	10	5	0	0
	人孔突緣 < 5 cm	21	17.8	16	4	0	1
	通氣管無防蟲網	79	67.0	30	45	4	0
	溢流管無防蟲網	35	29.7	30	5	0	0
水塔內部清掃不週		101	85.6	45	52	4	0
細分	有泥砂	85	72.0	42	41	2	0
	有鐵銹	11	9.3	2	9	0	0
	有藻類	3	2.5	1	2	0	0
	有其他雜物	2	1.7	0	0	2	0
水塔未妥善加蓋		26	22.0	18	7	1	0
細分	有飛走之虞	4	3.4	0	3	0	1
	材質不佳	19	16.1	17	2	0	0
	污物入侵之虞	1	0.9	1	0	0	0
	沒有加蓋	0	0	0	0	0	0

表5 高雄地區水塔之構造及管理情形 (依材質區分)

		總 數	百 分 比	水 塔 之 材 質			
				混 凝 土	不 銹 鋼	F R P	其 他
調查總數		67	100	22	40	3	2
水 塔 構 造 不 佳	未與其他構造 物分離45cm	5	7.5	2	1	2	0
	未與接觸之 基礎分離	5	7.5	4	1	0	0
	人孔突緣 < 5 cm	22	32.8	15	4	2	1
	通氣管 無防蟲網	3	4.5	2	1	0	0
	溢流管 無防蟲網	3	4.5	3	0	0	0
水塔內部清掃不週		51	76.1	21	28	2	0
細 分	有泥砂	23	34.3	15	7	1	0
	有鐵銹	29	43.3	7	21	1	0
	有藻類	2	3.0	2	0	0	0
	有其他雜物	2	3.0	0	2	0	0
水塔未妥善加蓋		7	10.5	1	5	0	1
細 分	有飛走之虞	4	6.0	0	3	0	1
	材質不佳	2	3.0	0	2	0	0
	污物入侵之虞	0	0	0	0	0	0
	沒有加蓋	1	1.5	1	0	0	0

### (三)水質分析結果

爲了瞭解間接用水方式對水質究竟有何影響，乃到用戶家中採樣做水質分析，每戶採樣三次。因爲採水樣必須進入用戶之屋內，大部分的用戶都拒絕提供水樣，再加上白天大家忙著上班上學，沒有人在家，更增加了採樣的困難。台中地區有10戶願意接受現場調查並長期提供水樣，這些用戶都使用自來水，所使用的水塔也都有加蓋。

由水質分析結果可知，水塔因受日光照射，水溫有上升的趨勢；又水塔頂部的空間可使溶於水中的氣體（如二氧化碳、氯氣等）逸出，故pH值略爲上升，而自由餘氯則稍微下降。整體而言，只要水塔之人孔有加蓋，在沒有外界雜物入侵之情況下，使用水塔對自來水水質的影響並不明顯，均合乎台灣省自來水水質標準。

根據歷年來各級環保、衛生單位飲用水水質抽驗統計結果，受檢地區之自來水不合格率爲0.3~1.1%<sup>5</sup>；台北自來水事業處對供水區內戶之普查結果亦顯示水質不合格之用戶僅佔0.4%，其中91.4%爲馬達直接抽水所引起<sup>1</sup>，足證馬達直接抽水對水質的污染比水塔缺乏維護對水質的影響更大。

自來水於出廠時即有一定之品質，流經維護妥當之配水管網後，只要水池與水塔等間接用水設備設置良好，並且妥善加蓋，就不會有外來的污染物，再加上蓄水槽的容量適當，可常保槽內水質的新鮮。水池水塔的構造及設置之地點對於自來水水質之維持是相當重要的一環，但蓄水槽用久了在底部會有沉積物出現，如果經年累月未清洗，易爲繁殖細菌，故爲確保水質的安全衛生，應該定期清洗蓄水槽。

### 四、結論與建議

本研究針對台北、台中及高雄地區經由電話問卷調查並採現場訪視及取樣檢驗水質，獲得以下之國內間接用水之現況結果。此外，由這些現況結果及對現有相關法令規定做檢討，亦提出了爲達到有效管理間接用水，以確保用水水質或順利推動生飲計畫之數項建議。

#### (一)國內間接用水之現況

1.台北、台中及高雄地區使用自來水之比率分別爲98.4%、84.0%及

91.3%；而自來水用戶中採間接用水者各有87.8%、59.1%及71.9%與住家高層化程度成正比。

2. 台北以及高雄地區之間接用水方式以使用水池及水塔為主，各約佔50.8%、52.0%；台中地區則以只使用水塔(29%)稍多，以抽水機直接抽水到水塔或水池之比率則高達三成至四成。
3. 間接用水設備中之水池以鋼筋混凝土製品為主。從未清洗者約佔6%~8%，半年或一年清洗一次者於台北及台中地區各約佔三成，但高雄地區以半年清洗一次者佔五成。清洗後之消毒工作，用戶自行清洗者，台北地區約有六成半未做，而台中及高雄地區則有九成未做；委託清洗者於台北地區亦有四成未做消毒，台中、高雄地區則有六至七成未做消毒。
4. 水塔之裝設原因主要為水壓不足及為預防缺水之用。
5. 經間接用水設備之水質仍符合現行之飲用水質標準。

## (二)間接用水有效管理方法之初步建議

### 1. 建立用戶對自來水品質的信心

有許多用戶對自來水缺乏信心，甚至寧願購買山泉水、礦泉水等，而不飲用自來水，自來水只做為洗滌之用，所以他們就忽略了用水設備的清潔及維護，建議：

- (1) 經由各級環境保護及相關單位做好水源保育的工作：避免水源受污染而使民衆難以接受。
- (2) 自來水事業作業透明化：不但讓民衆知道自來水合乎飲用水標準，並且經常公佈各項水質檢驗數據，使大家了解我們所用的自來水好到什麼程度。

### 2. 提高自來水的供水量、水壓及供水穩定性

在水量及水壓不足的地區，有很多用戶採用以馬達直接抽水至水塔的情形，自來水事業單位若能提供充足的水量和足夠的水壓，必能改善這種直接加壓抽水的用水方式。此外，維持供水之穩定性亦能減少間接用水設備之使用。

### 3. 積極修訂相關的法規

- (1) 制訂受水槽管理規則：早期制定之自來水法等法令經多年未修

改，而受水槽以後之用水設備不適用自來水法。建築物之高層化，受水槽日益增多，使衛生問題越來越顯著，須早日制定受水槽管理之相關法令。

美國各州有詳盡完善之用水設備規範，設計者、審查者及施工者均有統一之規範可依據，不但節省設計者的時間也可避免審查時之爭執<sup>9</sup>。

- (2) 大廈管理辦法納入水池及水塔維護清洗規則：公寓、大廈等大型建築物的水池、水塔是公用的，影響範圍較大，應有大廈管理辦法，明白規定每年至少請合格的清掃業者清洗一次。
- (3) 加強督導清洗業者確實按規定清洗並消毒用水設備。
- (4) 制訂諸如“高層建築衛生管理法”等，將間接用水設施諸如水池與水塔之材質、水質檢驗頻率予以規範。

#### 4. 加強執行公權力，確實執行用水設備標準

國內實用水設備內線圖預審制度，但不是由一專責單位負責，可於自來水單位成立用水設備「股」或「科」專責處理此項業務，並加強建築物內線之查驗工作，以保證用水之安全衛生。

#### 5. 加強宣導，使民衆有正確的用水觀念

自來水水質污染事件，往往是用戶一時的疏忽或錯誤的用水習慣所造成的，因此必須加強宣導如何正確使用用水設備，以便充分發揮它的優點，並減少受污染的機會。

#### 參考文獻

1. 馬達直接抽水之危害，台北自來水事業處編印。
2. 李泰雄、潘素滿、朱孟聰，輔導自來水用戶水池水塔清洗業之研究（下），自來水會刊雜誌，第二十一期，中華民國76年2月。
3. 用戶水池水塔設置之指引，台北自來水事業處編印。
4. 吳陽龍，安全用水計畫下的自來水用水設備標準，第三屆給水技術研討會論文集，中華民國75年10月。
5. 李泰雄、潘素滿、朱孟聰，輔導自來水用戶水池水塔清洗業之研究（上），自來水會刊雜誌，第二十期，中華民國75年11月。
6. 甘泉計畫（II）執行成果第三次報告，行政院環境保護署環境衛生及毒物管理處，中華民國79年2月。