

高雄市政府建設局委託研究計畫

高雄市家戶安裝淨水器政策可行性評估

計畫主持人：胡念祖 教授

協同計畫主持人：李宗霖 教授

林新沛 副教授

國立中山大學
中華民國八十八年九月

目 錄

壹、問題背景-----	1
貳、政策理念-----	4
參、水質良窳之標準-----	8
肆、常用之淨濾水處理原則-----	12
伍、家戶裝設淨水器之可能選擇方案-----	17
陸、各界對補助家戶安裝淨濾水器的疑慮與建議-----	19
柒、對各界疑慮與建議的評析-----	21
捌、其他配套措施之考慮-----	24
玖、市府補助淨水設備購置及維護方案-----	26
參考文獻-----	29

壹、問題背景

高雄市自來水飲用水質不佳是一長期未獲解決的問題。除口感不佳外，水中礦物質成份偏高，煮水後呈白色鍋垢，是市民普遍的生活經驗。雖然省自來水公司一再強調自來水廠出水之水質絕對安全，但市民仍普遍質疑老舊供水管線末端的出水水質是否也沒有問題。高雄市政府長期無法滿足市民基本飲水的需求，除了使得民間販水業普遍存在外，並造成長期民怨。市民的無奈及對市府的不信任，遂成為「市長換人做」的原因之一。因此，新任的謝市長必須立即在此問題上有所作為，飲用水水質之改善亦必須成為市府施政之優先事務。

高雄市市民之所以不滿意自來水水質，其主要原因大概有二：1) 高雄市自來水水質的確「不理想」；2) 民眾的心理因素。

過去十年來有多次的大規模互不知情 (double blind) 實驗顯示，
1) 高雄市自來水的口感的確比台北及台中的差 (蓋洛普徵信，民81；中環科技事業，民87；洪玉珠，民87)。洪玉珠 (民87) 的一項問卷調查也發現，522名受訪的高雄市民裡有77%抱怨自來水有異味，56%抱怨口感差。另一個造成自來水水質差的原因是用戶端的水塔及飲水器具缺乏維護。有幾項證據顯示此一情況確實存在，例如：1) 台灣省環保處在83年7月至12月期間抽驗發現，自來水淨水場及其供水系統不合格率為0.38%，多係餘氯過高；但飲水機、儲水設備及經煮沸送出的水質樣本120件，不合格率達48%。家戶自來水抽驗1,363件，不合格率12.6%。² 2) 據地方環保機關85年抽驗結果，自來水直

¹ 此類實驗又譯作「盲樣實驗」。在實驗中，現場給民眾飲水樣本的施測者和受測的民眾都不知道飲水樣本的來源。

² 聯合報，民84年3月22日，頁5。

接供水不合格率為2%，間接供水不合格率37%，非自來水（井水、山泉水等）不合格率更高達63%。³ 3) 高雄市環保局自86年11月起全面檢驗機關學校、國宅社區蓄水塔水質，第一批檢驗發現有約70%不合格，以大腸桿菌和總菌落數超逾標準最多。⁴ 4) 歷年高雄市自來水水質的不合格率都很低，以87年為例，不合格率僅0.2%。⁵ 由這些證據可知，水質不好的一個主要原因，是用戶端的蓄水設備維護不當，此因素的影響其實更大於水源不佳或自來水廠的處理不當。不過，由於一般民眾對河川水質印象不好，對公營事業缺乏信任，及昧於自家蓄水設備維護的重要性，所以民眾重視水源及淨水廠處理的問題，多於重視自家蓄水設備的問題，此點亦可從洪玉珠（民87）的調查及林新沛最近的一項調查看出端倪。

按環保署（民87，頁61）的建議，水塔及蓄水池至少應每半年清洗一次。而洪玉珠（民87）的問卷調查則發現，在171名飲用自來水（含經過用戶端處理的自來水）的受訪高雄市民裡，會至少半年一次清洗的僅有47%，一年一次的有20%，而不知道清洗情形的有32%。林新沛曾於民國88年1月26日至31日期間，對高雄市民進行一項小規模的抽樣電話調查。該調查共有439名高雄市民受訪，男女約半。調查中有358名受訪者表示對高雄市自來水水質不滿意，其中認為是因為河川水源太差者有37%（此問題為複選題，有164人次選擇此一答案），淨水廠功能不彰者有15%（65人次），輸水管線老舊者有10%（43人次）。認為是因為取水設施位置不對的人很少，只有18人次（4%）；而認為是水塔或屋內管線問題的人最少，僅有5人次（1%）；表示不知道的人最多，有98人（22%）。另外，有60人（14%）舉出其他一些理由，包括工廠污染（13人，占3%）、其他環境污染（空氣、地下水、河流、整體環境；此類反應者共22人，占5%）和

³ 環保署，民87，頁3-4

⁴ 中央日報，民84年10月12日，頁15。

⁵ 環保署王嶽斌技士，見88年1月28日「濾除您的餘慮」公聽會（二）之會議紀錄。

其他零星反應者25人（占6%）。市民對自家水塔或管線維護的問題無知或缺乏關心，可見一斑。

由此也可推斷，除了水質本身的確不夠好之外，心理因素也是造成民眾不滿意自來水水質的原因。例如，高屏溪汙染嚴重，自來水煮水後留有鍋垢等，都是影響民眾心理的認知因素。部分販水業者及淨水器業者散播的觀念，例如自來水內含有大量殘餘農葯，硬水會引致腎結石等，也增加了民眾對自來水的不信任感。因此，一個成功的水質滿意度提升政策，亦必須考慮到這些心理影響因素本身是否真實、存在。

謝長廷市長競選政見中除了建設高雄市為「海洋首都」與「海洋產業中心」的主軸外，高雄市民「飲水」問題的解決亦是重點之一，而「補助每個家庭購買淨水器，作為改善水質政策的『近程計畫』」則是公開宣示的政策措施。任何政策措施的落實都涉及經費預算的編列與執行，因此，謝市長此一宣示政策(declared policy)的落實應投入多少市府預算，又應如何執行，就成為社會所關切的議題。在探討此二議題前，吾人有必要先行由公共政策學的學理來認識此一政策的「可行性」。

貳、政策理念

依公共政策的學理，解決一個公共政策問題的政策措施或作為選項可以有多種。譬如，為解決青少年犯罪問題，政府可以採行的作為包括加強警力巡邏與取締勸導，改進青少年教育的內容與方式，輔助低收入戶及單親家庭的基本生活需求，清除整建貧民區，增建青少年活動場所等多項，這些措施之間不見得必然彼此互補，但也並不彼此互斥，可採行單一作為，亦可數項合併一起作為，他們對解決青少年問題的政策目標均有所幫助，亦都是不錯的政策工具。解決飲水品質的政策措施選項亦有類似的現象。

如前所述，在公共政策規劃的理念中，為達成政策目標，其措施選項可有多種，亦有短、中、長程的考慮或配置，其中當然亦存在著所謂「治標」、「治本」的選擇。治標、治本的措施之間並不必然相互排斥，有時反而是互補的關係。整治高屏溪、籌建淨水廠、補貼家戶裝置淨水器等均是提供高雄市市民可靠安全飲用水的可行政策措施，這些政策措施中有短、中、長程的配置關係，以及經費預算高低的考量。

在長程或所謂「治本」的高屏溪整治方案中又涉及許多其他政策措施項目，譬如建立完整之水質水量監測體系與資料庫，加速污水下水道之鋪設接管建設，建立污染排放總量管制機制與執法力量，保護水源地環境品質，推動高屏溪中上游養豬戶之「離牧」等等。方案本身所涉及政策領域或措施選項愈複雜多種，所需之時程、經費就愈長久、愈大量，所需政府部門機關間、甚至縣市政府間的協調合作就愈複雜與困難。

基本上，本研究同意，高屏溪整治是提供優良水量與水質的治本方式；但是，高屏溪整治計畫的內容與範圍遠超過高雄市政府行

政職權的範疇，它不僅涉及中央政府的長期補助與中央政府各相關部會間政策方向的統合，亦涉及高雄、屏東兩縣的長期配合與執行。此外，高屏溪整治所需之大量經費多有賴中央政府的補助或預算的直接投入。

設置高級淨水廠亦是前任與現任市府決策人士所爭取實現的政策措施。此項政策除需要中央政府將近一百億元台幣的補助，並將需時三至五年才能實現外，更涉及一些其他的考慮因素。在高級淨水廠完工之後，如果自來水公司輸配水管線無法全面換新（又需龐大資金與長期時間），如果各住戶本身之水塔、水槽等儲蓄水設施無法確保清潔，在家戶用水末端出來的水仍然無法保證有高級淨水處理過後的水質。再者，除飲用水之外的一般日常用水，譬如沐浴、沖馬桶、清潔地板的用水難道亦必須使用高級淨水處理的水嗎？高級淨水之成本勢必將加在家戶用水的水費之上，方才符合營運之成本與需求，如此一來，每一家戶是否均願意付出目前數倍之水費，來獲得高級淨水，恐將成為另一項公共政策上的難題。

上述兩項政策將需要數倍或數十倍於高雄市政府補助家戶安裝淨濾水器的經費，這些經費又都必須仰賴中央政府補助或支持。在措施實現的時程上亦較各家戶自行安裝淨濾水器長了許多，民眾是否願意再等三、五年，才能知道是否可獲得優質的飲水？

有人或許會質疑，市府為何不將補助家戶安裝淨濾水器的經費用來整治高屏溪，作些治本的工作？大家必須了解，補助家戶安裝淨濾水器的經費是來自高雄市政府本身的經費，「不假外求」，亦不會與中央補助設置高級淨水廠或整治高屏溪的預算經費間發生排擠效果。換言之，不會因為高雄市政府花了錢補助家戶安裝淨水器之後，政府就沒有錢，或中央就不再補助高級淨水廠之設置或整治高屏溪了。此三項措施之間的關係，就如同前述解決青少年犯罪的

政策措施一般，彼此並不互斥，或有排擠效果；三者事實上可以同時執行，亦可挑出一、二項一起執行。

換言之，由高雄市的立場及觀點出發，高屏溪的徹底整治或設置高級淨水場是「操之於人」而非「操之在我」的長期治本或中期治標政策措施。因此，補助家戶安裝淨濾水器就可定位為「近程可行」的「治標」政策措施。其政策目標不在於最終之河川水質整治，而是在於藉供水管線最末端的設備加裝而「立即」提供市民一個家庭飲用水的便利。當市民不必再買水、抬水之際，市府團隊就可因此取得冷靜處理跨縣市水質整治、水量調配的時間與空間，並在中、長程的規劃下達成最終的政策目標。因此，補助家戶安裝淨濾水器是一項「立即可行」的政策措施，若將其與其他兩項中、長程的政策措施以表相較，即可更理解此一政策選擇的定位。

表一 提高飲用水質之政策選項與相對比較表

政策選項 判斷要素	補助家戶安裝淨濾水器	設置高級淨水廠	整治高屏溪
政府經費	市府預算 10-30億	中央補助 80-100億	中央補助 >1000億
執行時程	立即可行	3-5年	>公元2005年
政策執行難易度	低	中	高
執行面之考慮	1.如何針對民眾抱怨之水質問題選擇適用機種 2.日後維修機制的建立	1.沐浴、清潔用水不需要高品質之水 2.老舊輸水管之更換	1.政府機關間之協調合作 2.不同政策領域間之政策目標整合

在了解補助家戶安裝淨濾水器之政策定位後，就不需要再就「治標、治本」之先後上有所爭辯。治標措施本來就不排斥治本措施的

推動，⁶ 反而是為治本措施換取較大的時間與空間。僅著眼於治本之道，而忽略治標之必要，不僅已製造長期無法去除的民怨，亦無法提供民眾更高的社會福祉。

⁶ 在家戶均裝置淨水器之後，高級淨水廠是否有必要興建，就頗有質疑的空間。事實上，在市區老舊輸水管線未能全部更新，家戶蓄水池（塔）未能確保潔淨之前，高級淨水廠之興建並無太大意義，徒然浪費公帑而已。

參、水質良窳之標準

最佳飲用水的定義不應是純水。根據行政院環保署飲用水水質標準之規定，水質標準規定項目一般可以分為三大類：

1. 細菌性標準：如大腸桿菌群、總菌落數等。
2. 物理性標準：如濁度、色度、臭度等。
3. 化學性標準：其中又可分為
 - (1) 影響健康之物質：重金屬、農藥、三鹵甲烷、揮發性有機物等。
 - (2) 可能影響健康之物質：如氟鹽、硝酸鹽氮等。
 - (3) 影響適飲性之物質：如硬度、氯鹽、鐵、錳、銅、氨氮等項目。

由於水質標準之訂定均以不危害人體健康為原則，因此與「適飲性」之要求標準仍有一段差距。根據日本厚生省「可口美味的水研究會」在1985年對「可口美味的水」所下之定義及要件（如表一）⁷觀之，在各水質項目上之要求，所謂「可口美味」的水其要件其實與飲用水水質標準之間有相當程度的差異。因此為了達到可口美味的水之要求，在影響適飲性之項目上，即需達到一定的要求。

表二 飲用水好喝之要件與高雄市自來水現況之比較表

	總溶解 固體	總硬度	CO ₂	TOC	有效餘氯	溫度
日本目前的基準	500	300	20	10	1.0	---
好喝的要件	30-200	10-100	3-30	3	0.4	20°C
高雄市目前標準	600	400	---	4	0.2-1.5	---
自來水第三期水質標準	250	150	---	4	0.2-1.0	---
高雄市水質狀況(87年)	345	241	---	1.5	---	---

⁷ 洪玉珠，1998；行政院環保署，1998。

如前所述，目前市民對水質的不滿意部分主要可以分為：
口感不佳（有臭味、苦味）、硬度太高（產生鍋垢、管垢及對健康的影響）、心理陰影（水源遭受污染、對淨水效果沒有信心）。而除了上述較明顯的缺點外，飲水中一些毒性或累積性污染物（如鉛、鎘、汞等重金屬），亦會對人體造成相當程度的危害。以下分別就各相關內容加以說明：

1. 口感不佳（有臭味、苦味）

水中若存在餘氯、氯鹽、硫酸鹽、鎂離子、總有機碳、總溶解固體及總三鹵甲烷等便會造成口感不佳、苦味及刺鼻的消毒水味。根據洪玉珠於民國八十七年的調查，高雄目前影響水質適飲性的主要物質應為水中餘氯及總溶解固體。

(1) 餘氯：水中餘氯的存在可以確保自來水質免於病菌的侵害，尤其目前一些自來水管線較老舊，易因破裂而受病菌侵入，因此自來水由水廠輸送至家戶間的運程便需要有餘氯的保護。然而自來水中餘氯超過0.4ppm時，民眾在飲用時便可感到消毒水味，對飲用者造成口感上的不適與心理上的負擔。此外，加氯量過高亦會造成三鹵甲烷等化合物的產生，影響人體健康。

(2) 總溶解固體(TDS)：總溶解固體以水中溶解之鈣、鎂、矽、鈉、鉀等金屬礦物為主。若飲用水中總溶解固體濃度太高時，即會造成苦澀味；但若含量太低，也會因過於清淡無味而口感不佳。⁸

2. 硬度太高（產生鍋垢、管垢及對健康的危害）

⁸ 張怡怡，1996。

水中含有鈣鹽及鎂鹽可使水質「硬化」。某種程度之硬度對健康可能有益，但過量時，則會影響水之味道和增加清洗時肥皂之使用量。硬度有兩種型式：永久硬水及暫時硬水。暫時硬水係由鈣、鎂之碳酸鹽和碳酸氫鹽所造成，可藉煮沸去除；永久硬水則係由鈣和鎂之硫酸鹽、氯化物、硝酸鹽、矽酸鹽所造成。暫時硬水及永久硬水之硬度總和稱為總硬度。下表為一些硬度之定義及硬度之等級分類，高雄市水質應歸類為極硬水。

表三 硬度之定義與等級分類表

硬度之定義	
1度（英國硬度）	1升水中含14.3毫克CaCO ₃
1度（德、法國硬度）	1升水中含10毫克CaCO ₃

硬度之等級分類	
硬度之等級	硬度(mg/l)以CaCO ₃ 計
軟水	0-55
輕微硬水	56-100
中等硬水	101-200
極硬水	201-500

水中總硬度過高會形成鍋垢，或在管線中形成管垢。至於水中總硬度對人體的影響，目前雖無與結石疾病相關性確定報告，但曾罹患結石者並不適宜長期飲用高硬度的水。此外，鎂離子濃度過高亦會使飲用水產生苦味。

3. 心理陰影（水源遭受污染、對淨水效果沒有信心）

由於民眾對大高雄地區的水源—高屏溪之污染事實（養豬、養鴨廢水排放及荖濃溪遭傾倒廢水等）的強烈認知，以

及對整治成果缺乏信心，因此，儘管據調查，高雄市自來水水質98%可達飲用水標準，民眾仍難除心理陰影，因此，高雄市民對自來水質的滿意度未及一成。⁹ 如果自來水中含有未列入管制或檢測項目之有機毒物及重金屬等累積性毒物（如貴重金屬金、鈹等），在長期累積下將會對人體健康造成危害。

⁹ 行政院環保署，1998。

肆、常用之淨濾水處理原則

本節將介紹一般常用或家用淨濾水器之淨濾處理原則，並呈現這些不同處理方法間的比較。

1. 活性碳處理：

活性碳是將高碳物質熱處理、碳化後，製成之多孔性物質，形狀分為顆粒、粉末及纖維狀活性碳。由於其內部有無數微細的孔隙縱橫相通，特別是幾Å到幾十Å的微孔甚多，並具有相對應的微孔表面積，比表面積可達 $1000\text{m}^2/\text{g}$ 以上。這種物理特性使得活性碳對有機物的吸附量比其它吸附劑要大的主要原因。

基於上述特性，纖維狀活性碳被設計用來作為飲用水的脫色、脫臭及去除餘氯等的媒介。惟活性碳濾心具有一定的吸附量，若吸附量已達飽和，則失去吸附作用，因此在使用此種淨水設備時，即需時常更換濾心。更換的時機可以由濾心阻塞或由處理後之飲水中是否檢出餘氯來判定。

活性碳處理法適用於去除水中有機物、臭味及色度等，但無法去除自來水中之硬度及細菌，處理後的水亦不能生飲。再者，活性碳飽和後，由於吸力強，極難再生，一般以焚化或掩埋處理。在垃圾問題日趨嚴重之今日，飽和活性碳的處置確實是一負面因素，唯活性碳在淨水設備中似為一難以避免之單元。

2. 離子交換處理：

離子交換是指原與礦物結合的離子被水中的離子置換出來的交換過程。一般將這種兩相間的離子相互取代反應稱為離子交換反應，並將離子交換的母體稱為離子交換劑。一般淨水處理常用鈉離子交換法，藉由水中硬度物質如鈣、鎂、鐵、錳等離子與交換樹脂結合力比鈉離子強的原理，便可以使交換樹脂的鈉離子與水中硬度離子產生交換作用。但在去除硬度的同時亦會產生鈉離子（吸附鈣鎂等離子時取代釋出），對心臟疾病的患者會有負面的影響。

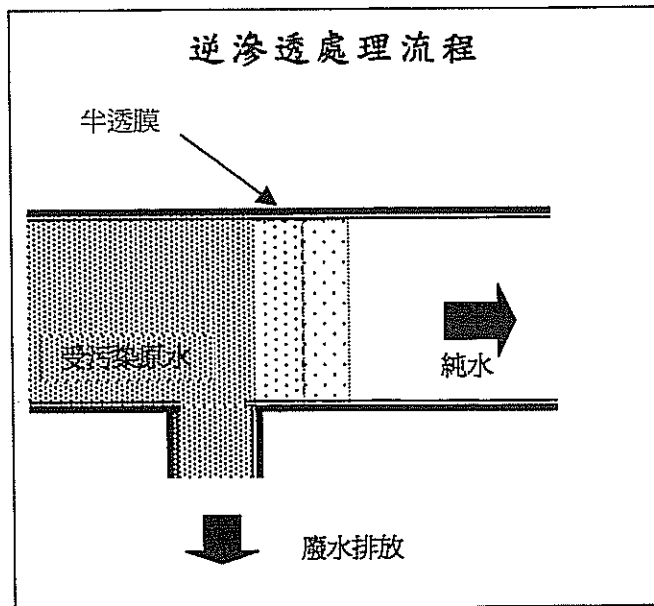
此外，離子交換劑有一定的交換容量，因此使用此種淨水設備需時常以濃鹽水進行交換劑再生工作(一般而言，1-2個月需再生一次，因此市面上少見此種軟水器)，再生時機可以由處理後之飲水中是否檢出較高的硬度或煮水時是否有鍋垢產生來判定。

離子交換處理法適用於去除自來水中之硬度，但無法去除水中之餘氯、有機物及細菌，處理後的飲水無法去除異味，亦不能生飲。

3. 逆滲透處理：

要了解「逆滲透」原理之前，要先解釋「滲透」(osmosis)的觀念。所謂滲透是指以半透膜隔開兩種不同濃度的溶液，溶液中的溶解物質不能透過半透膜，但濃度較低一方的水分子則會通過半透膜到達濃度較高的另一方，直到兩側溶液的濃度相等為止。在還沒達到平衡之前，可以在濃度較高的一方逐漸施加壓力，則前述之水分子移動狀態會暫時停止，此時所需的壓力叫作「滲透壓」(osmotic pressure)，如果施加的力量大於滲透壓時，則水分子的移動會反方向而行，也就是從高濃度的一方流向低濃度的一方，這種現

象就叫作「逆滲透」。(請參見圖一)



圖一 逆滲透處理流程原理圖

逆滲透的純化效果可以達到離子的層面，對於單價離子 (monovalent ions) 的排除率 (rejection rate) 可達 90%-98%，而雙價離子 (divalent ions) 可達 95%-99% 左右 (可以防止分子量大於 200 道爾敦的物質通過)。逆滲透處理常用的半透膜材質有纖維質膜 (cellulosic)、芳香族聚醯胺類、polyimide 或 polyfuranes 等，至於其結構形狀有螺旋型 (spiral wound)、空心纖維型 (hollow fiber)、及管狀型 (tubular) 等。在這些材質中，纖維膜的優點是耐氯性高，但在鹼性的條件下 ($\text{pH} \geq 8.0$) 或細菌存在的狀況下，使用壽命會縮短。polyamide 的缺點是對氯及氯氣之耐受性差。至於採用那一種材質較好，則目前還沒有定論。

逆滲透處理法可以有效去除溶解於水中的無機物、有機物、細菌及其它溶解固體等，並可使水質達到生飲的品質，但並無法保存人體所需微量元素如硒、鋅、銅等礦物質。

此外，使用逆滲透處理法清水透水率很低，且若在逆滲透前沒有作好前置過濾處理，則半透膜上容易有污物堆積，例如鈣、鎂、鐵等離子，造成逆滲透功能的下降；有些半透膜(如 polyamide)容易被氯與氯氨所破壞，因此在逆滲透膜之前要有活性碳及軟化器等前置處理。另外，逆滲透膜及純水桶如果破裂並不易由外觀加以判斷，但可以用簡式導電度計檢測，如發現導電度異常提高時，便可能是逆滲透膜出了問題而必須必加以維修。

4. 紫外線殺菌處理：

此法主要利用253nm高能量的紫外光來破壞微生物的組織，達到殺菌的功能。由於殺菌的效果無法持續殘留，因此最好置於過濾設備的後續單元。紫外線殺菌的效果與燈管功率、照射時間及距離、透光率及水溫等有關，且燈管有一定壽命，一般為5,000至7,000小時，超過有效照射時間時應予以更換。由於影響殺菌效果因素複雜，一般民眾亦難以用簡易的檢驗方法來得知殺菌單元效能是否降低，因此需專人定期保養與檢查。

綜合上述各種淨濾水之處理方式，本研究以下述列表方式呈現市面上所存在的一些淨濾水機種，並表示出各種機種在水質處理上可改善的項目，是否可達生飲目的，以及相對之優缺點，以供民眾及決策者參考。

表四 各種淨濾水器裝置之功能與相對優缺點比較表

水質 機種	可改進之水質項目				達到生飲 水質	各種相對優缺點
	餘氣及 有機物 (味道)	硬度 (口感)	溶解固體 (口感)	累積性毒物 (健康)		
活性碳淨水裝置	✓	×	×	×	×	優點 安裝簡便、便宜，可以去除餘氯、三鹵甲烷及有機污染物，並保留礦物質。 缺點 無法降低硬度及重金屬毒物。
活性碳+紫外線 殺菌淨水裝置	✓	×	×	×	✓	優點 可有效去除餘氯、三鹵甲烷及有機污染物，並保留礦物質並且可直接生飲。 缺點 無法降低硬度及重金屬毒物。維護不易。
活性碳+離子交換 樹脂淨水裝置	✓	✓	×	×	×	優點 可去除餘氯、三鹵甲烷及有機污染物，可降低總硬度增進水質口感，交換劑飽和後可自行以濃鹽水再生。 缺點 處理後水中含有較高鈉離子濃度而有影響健康顧慮，且無法保留人體所需之礦物質。
活性碳+逆滲透 淨水裝置 (即是市場或民間 一般俗稱之RO)	✓	✓	✓	✓	✓	優點 接近純水，降低(除去)總溶解性固體、餘氯與硬度，可以生飲*。就去除市民心理陰影而言，本方案最接近、最直捷。維修判定較易**。 缺點 較耗費自來水，無法保留人體所需礦物質，設置與維護費用較高。

*直接生飲有時亦有顧慮，詳見內文說明。

**詳見內文說明。

伍、家戶裝設淨水器之可能選擇方案¹⁰

依據上述各種淨濾水之處理原理及功能比較表，本節再以文字方式呈現市面上所出現的部份淨濾水器的功能與購用的大概負擔。

方案一 活性炭淨水裝置

本方案採用活性炭淨水裝置，由於活性炭裝置簡易，不需電力，其裝置由纖維棉濾心(可濾除水中較大顆粒)及活性炭濾心組成，活性炭可以去除水中餘氯及有機污染物，可保留人體所需礦物質但無法降低硬度及重金屬毒物，活性炭濾心有一定吸附容量，飽和後需更換。設備購置費用約1,500-2,500元，濾心及活性炭使用期限約3-6月，更換費用約450-600元。

方案二 活性炭+紫外線殺菌淨水裝置

本方案採用活性炭淨水裝置，處理後加上紫外線殺菌裝置。自來水經過活性炭裝置並無法去除水中病菌，因此無法達到生飲的效果，因此本方案利用活性炭過濾後的水再經紫外線殺菌裝置殺死水中病菌，即可使市民享有可生飲的水。此方案可保留人體所需礦物質，但無法降低硬度及重金屬毒物，且因維護不易，可能造成市民生飲到未完全殺菌之飲用水。

方案三 活性炭+離子交換樹脂淨水裝置

本方案主要目的除了以活性炭去除餘氯外，且可以降低

¹⁰ 估價僅供相對性參考。

水中硬度，唯因未經殺菌處理而無法生飲，且含較多鈉離子，對心臟疾病患者的健康不益，同時無法保留一些人體所需陽離子。設備費用除需活性碳設備外，加上離子交換樹脂裝置費用約3,000-3,500元，交換樹脂每1-2個月需再生處理，此一部分，因可再生使用，不似活性碳有使用後成為廢棄物的問題。

方案四 活性碳+逆滲透淨水裝置

本方案採用逆滲透淨水裝置，所製得水質接近純水，可有效去除餘氯、硬度，對去除市民心理陰影而言，本方案最接近、最直接，且可直接生飲，但無法保留飲水中一些人體所需礦物質。設備費用約7,000-9,000元，運作時需耗費電力及自來水(約2-3份自來水製得一份純水)，成本較高，消耗品如濾膜、馬達、純水儲桶等之使用期限視情形而定約3年，更新費用各項各約2,000元。

值得注意的是，逆滲透淨水器之出水在下列狀況下直接生飲將有顧慮，如逆滲透膜漸老舊，或如儲桶老舊出現裂痕而有機會遭到污染。前者可以定期以簡易電導度計來量測預警，後者雖不見得會發生，仍建議於一定年限後煮沸飲用。

陸、各界對補助家戶安裝淨濾水器的疑慮與建議

高雄市政府及高雄市議會曾針對補助家戶安裝淨濾水器事宜，舉辦過五次公聽會及座談會。這五次會議顯示，各界對補助家戶安裝淨濾水器的疑慮與建議大致可分五大類，其內主要是：

一、替代方案

1. 整治高屏溪才是治本之道，應該把補助淨水器的經費移做高屏溪整治。
2. 將取水口往上移（並自楠梓仙溪取水）即可改善水質。
3. 應該把補助淨水器的經費移做興建高級淨水處理廠。
4. 由自來水公司另以自來水加以高級處理，以運水車或桶裝方式供給市民使用。
5. 將美濃水庫改為美濃堰，提供高雄乾淨用水。

二、補助安裝淨水器實施方式

1. 直接金錢補助、補助水費、發包由廠商裝設、租用等各種方式，那一種方式對廠商及市民而言最是公平、公正？
2. 補助計畫實施前已裝設淨水器的用戶是否可獲補助？
3. 濾水器種類繁多，如何選擇補助機種？
4. 淨水器的維護由誰負責，濾材更換的費用由誰負擔？
5. 先進國家很少將淨水責任推給家戶用者。淨水的相關費用應由政府負擔。
6. 有資格參與補助計畫的濾水器廠商，應以高雄市廠商為優先。
7. 對殘障市民與低收入戶，高中職以下學校等，政府應有優

待辦法。

- 8.應先從公共場所及學校開始安裝淨水器。
- 9.可要求淨水器之出水達到環保署所訂定第三期飲用水水質標準。

三、淨水器的負面效果

- 1.淨水器維護不周或濾心不常更換會使淨水器的出水水質比自來水更差。
- 2.以設定兩千加侖之截流器來決定濾心更換時期。
- 3.濾材廢棄造成的環境汙染及垃圾問題。
- 4.逆滲透機浪費水資源。

四、財政問題

- 1.依高雄市稅捐處估計，今年預算歲收將短收四十一億七千萬。在此困難下，是否要花費高達二十三億的預算來裝置濾水器，值得三思。
- 2.濾水器出水水質由廠商自行採樣不合法，由代檢單位執行則成本很高。

五、其他

- 1.應加強宣導民眾自己負責清潔水塔等。
- 2.對市售礦泉水、桶裝水及瓶裝水應建立監督制度。
- 3.自來水水質的改善工作，最終目標應是生飲。

柒、對各界疑慮與建議的評析

在替代方案方面，高屏溪的整治的確是改善水質的治本之道。不過，如前所述，除經費與時程以外，高屏溪的整治涉及到高高屏三縣市間的政治協商、稽查人力與取締警力，和一些涉及中央政府各相關部會政策方向整合的問題（例如離牧政策等），實難以在短短兩三年內達到提供優質淨水的政策目標。取水口往上移牽涉土地取得與水權取得的問題，尤其是在上游取水後是否會影響下游的灌溉用水亦需細仔評估。即使這些都解決了，工程的施工也不只一年半載。美濃水庫改為美濃堰，其民意接受度尚須確實調查，計畫的可行性與成本效益也須評估。一般而言，攔河堰需配合水庫的運作方可充分發揮供水調配的功能，尤其是高屏地區的季節降雨豐枯懸殊，僅是蓋美濃堰恐怕難以解決枯水期的水質問題。

以運水車或桶裝方式供給市民高級用水，技術上或許可行，但執行上如何配合民眾在家的時間送水，送水成本若干，及政府、自來水公司及市民如何分攤水處理及送水的成本等，均有待評估。更重要的是，市政府的原意是要免除民眾挑水之苦，而送水措施將無法達到此一政策目標——除非水是直接送到公寓的各樓層，但如此送水成本又將激增。

把補助淨水器的經費移做興建高級淨水處理廠固然可以加速達成自來水集中高級處理的目標，但此做法仍有三大缺點。第一，民眾在用戶端取得的自來水，是經過水源、淨水廠、輸水管線，及用戶端的蓄用水設備這四個關卡。這四個關卡中，愈後面的愈關鍵，後面關卡若受到汙染，前面的關卡再潔淨也將徒勞無功。而目前輸水管線內仍有汙染情形，用戶端的蓄水設備又缺乏維護，所以自來

水廠的出水水質即使再好，仍無法保證用戶喝到水質優良的自來水。其次，目前飲用並未分離，而在日常生活用水中，個人飲用水又僅占全部用水約百分之一，¹¹ 在這前提下，是否有必要花費大筆經費與能源來做自來水的高級處理，而高級處理後的水卻會在輸送過程中受到污染，或絕大部分被用在非飲用水的用途上（譬如沖馬桶、淋浴）。第三，自來水經高級處理後便被軟化，鈣、鎂離子含量幾近乎零，此種軟水在經由輸水管線送達用戶的過程中，會加速管線中金屬的溶解，造成自來水某些金屬離子的增加。

在補助實施方式方面，補助水費或統一招標都不適當。補助水費後，民眾不一定將省下的錢移作改善自家水質，有違政策初衷。水費降低後也會鼓勵浪費用水，有違目前水資源管理的潮流。統一招標，只選定一家公司的某型號淨水器做為補貼民眾安裝的機種，則至少會產生四項不良效果：(一)該公司無法有足夠人力進行安裝及維護服務；(二)該公司一旦發生財務危機，將影響售後服務；(三)該公司將壟斷有關淨水耗材的市場，不利消費者及其他廠商；(四)各廠商缺乏研發動機，淨水器材的功能改良牛步化，其價格亦可能不易調降。此外，在政治考慮上，市政府為免被指圖利特定廠商，亦不宜指定特定廠商或特定機種。而且，民眾對水質認知不一，要求不一。例如，有些人會認為水愈純愈好，有些人卻認為水裡不宜沒有礦物質；有人希望把水裡「所有」可能有害的物質都除掉，而有人則認為沒必要浪費金錢把水弄得那麼純，——尤其是許多微量物質都未有足夠科學證據顯示是否真的有害，或過去在高雄的水源裡都未曾測出這些物質。因此，若指定單一廠牌或機種的淨水器，必無法滿足不同民眾的不同需求。

如果有「許多」廠商願意，則由政府承租淨水器給民眾使用，也未嘗不可。不過，機器折舊率如何估算，在租期結束廠商回收時

¹¹ 高屏地區每人每日用水量約 350 公升，而每人飲用水量約 2 公升。

如何認定淨水器的耗損是出於自然或人為，均必須有明確規範與認定辦法，否則必有爭議。以目前條件而言，由市政府出資租賃淨水器供民眾使用並不是一個好的辦法。

有關淨水的責任及經費分擔問題，在上文曾提到水源、淨水廠、用戶水表前的輸水管線，及用戶端的蓄水設備這四個關卡。而目前用戶端的出水水質不好，關鍵主要乃在於用戶端的蓄用水設備維護不當，其次則很可能是輸水管線的問題。根據目前的法令，用戶端的蓄用水設備維護屬於用戶的責任。因此，市政府補助家戶安裝淨水器的做法，基本上可視為「在未有充分時間一一澄清那家用戶的水質不好是蓄水設備問題或輸水管線問題之前，為保障市民健康的一種權宜之計」，而不是把責任推給家戶用者。當然，市政府亦必須同時督促或協助市民做好用戶端的蓄水設備的維護。

既然安裝淨水器並非全是市政府的責任，那濾材的更換就不必然要由政府負擔。不過，市府仍有義務告訴市民更換濾材的必要及成本。

在淨水器負面效果方面，濾材不及時更換的確會造成水質惡化，濾材廢棄也的確會製造垃圾，但政府可藉這次與廠商議價的機會，要求廠商制訂濾材回收計畫，並優先讓有良好回收計畫的廠商接受補助。另一方面，安裝淨水器對保障市民健康有立竿見影的效果，此一利益與濾材廢棄所造成的可能環境損害，孰輕孰重亦見仁見智，很難僅就此點討論補助淨水器政策的可否。

捌、其他配套措施之考慮

在各類淨水器中，逆滲透淨水器是最能有效去除眾多污染物或可能污染物的設備，可惜有浪費水的缺點，它每製造二公升純水，便須排出約四公升的「廢水」，此種廢水雖不宜飲用，但尚可有他種的用途。一般家庭由於空間有限，這些「廢水」都直接從廚房排水管排放掉。以高雄市一百四十萬人口計，每人每日飲用、燒飯洗菜的水在二至三公升，即使百分之八十家庭加裝逆滲透淨水器，每日也將增加一萬三千多噸的無用耗水。這一水量在高雄市每日的全部用水而言雖屬微量（少按一次馬桶即可少用八至十二公升的水，約是一個人一天用逆滲透淨水器所需排放四公升的二至三倍），但畢竟是資源的浪費及違反環保思潮。最簡單的補救之道，是鼓勵或教育裝置逆滲透淨水器的各別家戶或學校機關團體更換抽水馬桶設備為省水型或兩段式沖水，如此即可彌補淨水器本身排放廢水的損耗，同時又可實質達成長期節約用水的政策目標。再者，中央經濟部水資源局在推動節約用水政策上編列有經費，市府可以提報中央補助計畫，有目標、有規劃、有時程地逐步在全市推動省水馬桶、淋浴設備的更換，將高雄市建設成一個「節水城市」。

補助淨水器尚有一些缺點是較少受到社會民眾及決策者注意的。首先，一旦裝上淨水器後，不論該淨水器是何種型式，民眾就會認為由管線最末端的出水已經過濾處理，而更不在意其住宅本身水塔的定期清理維護，使得淨水器前端的水質更形惡化。為此，政府宜要求接受補貼的用戶須定期委請合格業者檢查其水塔及蓄水池。其次，三五年後，若自來水水源水質獲得根本且徹底的改善，各家戶中的淨水器便面臨存廢的問題。這個「退役」問題是市政府必須與淨水器廠商從長計議的。

也有人擔心濾心的拋棄會製造環保問題，這項疑慮固然值得討論；但是，用濾心濾除雜質後的拋棄與用人身承受雜質後的病痛，何者將造成更高且不易處理、計算的社會成本，恐怕更值得思考。也有人質疑，政府有無必要負擔日後維修的成本。在學理及實務上，政府所提供的是規範與誘因。在規範某種規格的器材可以保障人民之安全福祉後，政府提供誘因讓民眾開始使用該類器材，使民眾的習慣改變後或民眾開始享受到此一福祉後，就可利用自然或人為所創造的誘因與機制讓該作為持續下去。譬如，已聽聞有廠商願意低價或免費提供器材並會定期予以保養。這就顯示日後的商機可成為自然的誘因與機制，來使得此一作為得以延續。

玖、市府補助淨水設備購置及維護方案

在前述各節的研析與討論後，本研究提出下列四種市府可行的方案，最後以表列方式呈現各方式呈現各方案之優缺點，提供決策者與民眾思考與決定。

方案一 由市府購置設備，民眾自行負責維護

由市府考量經費預算，統一標購淨水裝置並派員抽查各家戶之安裝情形，市府不需負擔維護及更新責任。不過，市府仍有義務告訴市民更換濾材的必要及成本，規劃如何協助各家戶維護工作。譬如以設定兩千加侖之截流器計量方式來決定濾材更換期限；或者，市府可以考慮成立活性碳填充站以回收更換濾心，離子交換樹脂亦可以成立再生中心等。

方案二 市府指定淨水裝置 (apparatus, 如RO淨水裝置) 由廠商承包

市府在考量民眾需求及經費限制後，選定特定淨水設備後（指定設備種類，但不限定品牌廠商），統一由多家廠商合作分區承包，廠商承包後需負責各家戶安裝及日後維護更換耗材工作，市府則負監督責任，派人定期抽檢。但若有廠商未盡責任，則政治責任恐仍在市府。

關於淨水設備之選擇，應針對目前市民對水質最不滿意的口感不佳（有臭味、苦味，來自餘氯及氯化有機物）與硬度太高(洪，1998)。活性碳雖可除去餘氯及氯化有機物，但硬度的去除則有賴如離子交換樹脂或RO膜方可達成，而離子交換樹脂在去除硬度的同時亦會產生鈉離子（吸附鈣鎂等離子時取

代釋出)，對心臟疾病的患者會有負面的影響。因此，RO淨水裝置雖成本較高，應為最佳之選擇。

由於本方案由廠商維護，在市場機能誘因下，濾材容器較可能回收使用，濾材後續廢棄問題也可得最佳之管理與處置，政府更可藉與廠商議價的機會，要求廠商制訂濾材回收計畫，並優先讓有良好回收計畫的廠商承包。

方案三 市府指定水質要求，由廠商承包

市府針對特定水質標準(如第三期飲用水水質標準)，而非如方案二是針對特定淨水裝置，要求分區招標，由各廠商競標，負責淨水裝置的安裝及日後維護工作，市府需負監督責任，訂定罰則並定期抽檢水質。但就政策面來看，本方案符合照顧市民的福利政策，市民亦不會因需負擔費用而曲解市長推動本政策的美意。但市府需負擔相當高之檢測費用以監督水質是否達特定水質標準。又如廠商以活性碳加離子交換樹脂淨水裝置處理，雖可以低價位方式達除餘氯、硬度等水質標準，但政府如何釐清市民飲用含鈉(吸附鈣鎂等離子時取代釋出)之水與心臟相關疾病間之關連性，將是一大問題。由此可見，不指定淨水方式或淨水器裝置亦將衍生諸多難以預料之問題。

方案四 由市府定額補助民眾購置淨水設備

民眾可以依個人對水質的要求、設備所需費用及維護費用等因素自行決定所需淨水裝置之種類，並向市府指定廠商要求安裝，如此可以滿足民眾不同水質需求，且簡化市府決策及政策推動流程。惟在實際推動上，如政府補貼金額只夠購買無法達成降低硬度，或產生可能對健康有害之過量鈉離子的機種，似非本政策實行後所樂見之結果。再者，若民眾與廠商勾結，購買發票向政府領取補貼金額，離政策之目標就更遠了！

表五 市府補助淨水設備購置及維護方案

方案別	設備購置方式	設備維護方式	各方案優缺點	
			優點	缺點
一	市府購置特定淨水設備	市民自行負責	市府不需負擔到府維護之責任，僅需成立如活性碳等濾材回收中心。	需規劃如何協助落實各家戶維護工作。
			可主動、較確實地達成解決市民關切之飲水問題。 濾材容器回收使用率可提高，濾材後續廢棄問題也可得最佳之管理與處置。 市府不需負擔維護責任。	市府不需負擔維護責任。
二	市府指定淨水設備，但不指定品牌廠商	承包商負責，市府負責監督責任	市府不需負擔監督責任。 無法全面遏止廠商不負責任之投標現象。	市府不需負擔監督責任。
			以第三期飲用水水質標準，實現政見有交待，費用較低。 濾材容器回收使用率可提高，濾材後續廢棄問題也可得最佳之管理與處置。 市府不需負擔維護責任。	市府不需負擔監督責任。
三	市府指定水質標準	承包商負責，市府負責監督責任	市府不需負擔監督責任。 市府需付出較高之檢驗成本以監督水質是否達第三期飲用水水質標準。 購衍生諸多難以預料之問題（如以最低成本送水水質標準，但衍生市民其他之健康問題）。	市府不需負擔監督責任。 市府需負監督責任。
			可開放多家廠商競爭，市民可以享受較佳之服務品質，且可自由決定較合己意之淨水設備。	無法確實達成解決市民關切之飲水問題，如補貼金額不足，將發生民眾採購無法降低硬度或對健康有負面影響之淨水器機種的情形。 民眾較難決定何謂合適之淨水設備，或不適當的維護等於未解決市民關切之飲水問題。 濾材後續廢棄問題將較嚴重。
四	市府定額補助	市民自行負責	市府不需負擔監督責任。 市府需負監督責任。	市府不需負擔監督責任。 市府需負監督責任。
			可開放多家廠商競爭，市民可以享受較佳之服務品質，且可自由決定較合己意之淨水設備。	無法確實達成解決市民關切之飲水問題，如補貼金額不足，將發生民眾採購無法降低硬度或對健康有負面影響之淨水器機種的情形。 民眾較難決定何謂合適之淨水設備，或不適當的維護等於未解決市民關切之飲水問題。 濾材後續廢棄問題將較嚴重。

參考文獻

蓋洛普徵信股份有限公司(民81)。「台灣地區民眾對飲用水嗅味之盲樣調查」。行政院環保署專案計畫。

中環科技事業股份有限公司(民87)。「八十七年度高雄市飲用水水質監測計畫」。高雄市政府環保局委託計畫。

高雄市政府(1999)。「高雄市政府研商補助淨水器事宜歷次會議資料」。

張怡怡(1996)。「飲用無機物、微生物及濁度管制項目及管制氯鹽標準合理性分別」。行政院環保署委託計畫，EPA-85-JI02-09-05。

洪玉珠(1998)。「高雄地區自來水配水系統影響適飲性物質的調查及改善對策之探討(1/2)」。「行政院環保署專案計畫，EPA-87-E3J1-09-03」。

行政院環保署(87年)。「安全飲用水」(第二版)。台北市：作者。

行政院環保署(87年6月)。「八十六年飲用水品質分析及改善策略檢討」，環境品質現況分析檢討—環境品質諮詢委員會會議研討案輯要。

李俊德編譯。「自來水工程設計」。徐氏基金會出版社。

劉馨遠譯述。「水處理工程」。科技出版社。