

省水器材換裝計畫之推動與評估

(Promotion and Evaluation about Water Conservation Retrofit Program)

工研院節水團/王先登



一、前言

衛浴設備包括馬桶、水龍頭、蓮蓬頭均為日常生活中不可或缺且用水量甚高的器具，合計約佔每人每日生活用水量 60% 70%。為提高各衛浴設備之用水效率，先進及缺水國家或地區無不積極鼓勵研發省水型產品，並實施各項換裝計畫。台灣地區近年來屢次面臨缺水恐慌，政府除採取必要限水措施外，並優先要求機關學校及公共場所配合換裝省水器材。其整體換裝成效雖稱滿意，但仍不難發現若干未能符合預期目標，包括產品故障率高及節水效率低。究其原因，多半由於規劃執行未予落實，或維護管理有待加強。其實，國外多年來已累積許多換裝計畫推動經驗，雖然國內外環境不盡相同，換裝內容、方式或優先順序亦有所差異，但他山之石可以攻錯，相關經驗仍值得我們借鏡。本文以參考美國水工協會(AWWA)出版之住戶換裝計畫節水管理者指南(The Water Conservation Manager 掇 Guide to Residential Reforfit Program)及用水與節水手冊(Handbook of Water Use and Conservation)為主，並彙整國內歷年換裝計畫成果報告，擬藉分析國外換裝計畫之規畫考量及推動方式，檢討國內所面臨的各項問題，提供未來推動換裝計畫時之參考。

二、國外換裝計畫推動經驗

世界各國許多地區均因人口成長面臨供水短缺及污水處理系統或管線接近飽和等棘手問題，必須加強用水效率管理及推動節約用水計畫。節約用水途徑中以省水器材換裝最能立竿見影，換裝對象除機關、學校或公共場所外，更擴及家庭住戶。其中推動換裝計畫最為積極且最具成效者首推美國，其成功經驗主要歸因於「事前妥善規劃、執行認真落實」。其換裝計畫考量重點包括(1)換裝規模大小(2)實際換裝對象(3)主要換裝內容(4)民眾換裝意願調查(5)換裝前宣導說明(6)換裝方式選擇(7)換裝人力與時程規劃(8)換裝人員能力要求(9)回收產品處理方式(10)節水成效追蹤(11)換裝產品品質及壽命評估(12)整體經費需求。計畫推動時，在規劃階段可簡單分為以下五個步驟，其中推動方式之種類及其優劣點比較如表

1 :

▶表 1 住戶換裝計畫推動方式及優缺點比較

推動方式	說明	優點	缺點	潛在客戶參與比率	每戶家庭估算費用
挨家挨戶遊說 (Door-to-Door Canvass)	將換裝組包(Retrofit kit)分送住戶自行安裝。再由訓練過的技術人員逐戶解說及協助安裝	經電話調查，目標住戶回覆有較高的參與比率	願意安裝與實際安裝會出現誤差，並非每一位住戶收到產品後均會安裝	50~75%	\$13~\$20
直接到府安裝 (Direct Installation)	僱用訓練過的技術人員直接到住戶家中安裝。通常會搭配室內或戶外的省水說明書	最值得信賴的安裝方式。尤其是眾多家庭集合式住宅特別有效	通常也是最貴的安裝方法	40~60%	\$17~\$30
大批郵寄方式 (Mass Mailing)	將換裝組包直接郵寄給所有住戶或目標住戶。由居民自行安裝	只要住戶寄回要求郵寄試用的回卡，就直接將產品寄到住戶手中。這是低成本配送方法	除非客戶要求幫忙安裝，否則無法直接與住戶接觸。無法確保住戶收到後均會安裝	15~60%	\$10~\$15
領貨地點取貨 (Depot Pickup)	通知住戶至領貨地點，如政府機構、圖書館、學校，住戶可以直接免費領取	管理費用較低且責任較少	只能吸引積極型住戶去領取，且不保證領取後一定會安裝	5~40%	\$8~\$13
折扣補貼方式 (Rebate)	對於安裝低流量蓮蓬頭或其他省水裝置（省水馬桶如圖7，公用事業提供折扣優待住戶	安裝省水裝置的住戶可直接減少成本	若參與比率低時達不到明顯省水目標。且補貼實施過程，贊助者及住戶可能會耗費時間及費用	5~30%	\$15~\$20
依住戶需求配送 (Kit Requests)	依住戶要求，自來水公用事業或贊助者即提供產品，也可按住戶需要到府服務	對於計畫贊助者而言，只需要最少的設計、管理和行政責任	亦不能確定所有要求的住戶均會安裝	極少	\$7~\$12

註：整個節水換裝組包(Retrofit kit)(如圖1)包含2個馬桶省水裝置(如圖2) + 2個2.5GPM蓮蓬頭(如圖3) + 2個水龍頭起泡器(如圖4)馬桶漏水偵測藥片(如圖5)及家庭省水指南(如圖6)

►圖 1 節水換裝組包(Retrofit Kit)之包裝外觀



►圖 2 馬桶水箱省水裝置，省水袋(左)及省水隔板(右)



►圖 3 省水蓮蓬頭，具暫時開關型(左)及具按摩水流型(右)

►圖 4 水龍頭省水起泡器



▶圖 5 免費馬桶漏水偵測藥片 ▶圖 6 家庭省水指南



▶圖 7 以折扣方式鼓勵省水馬桶換裝之海報



三、國內換裝工作推動現況

台灣地區水資源缺乏，近年來為解決缺水問題，政府乃大力推動省水器材換裝工作。但考量經費有限及便於節水成效統計，換裝補助計畫以機關學校及公共場所為優先對象。自民國 87 年至 90 年間，經濟部水利署總計補助全省 883 所國中小學及部份高中(職)，補助經費達 4,722 萬。此外，行政院經建會於民國 88 年「全國國土及水資源會議」中，建議推動各級政府機關、學校、公共場所及缺水地區於三年內全面換裝省水器材。然由於政府歲入日益短絀，各單位須自編預算支應，以致迄今未能達成預期全面換裝目標。以下即推動現況及其成效分析：

1. 換裝內容：省水器材實非單一產品，產品項目包括洗衣機、馬桶水龍頭、蓮蓬頭、小便器及相關省水配件等。但國內補助換裝基於預算及實務考量，換裝產品多以馬桶兩段式沖水器（僅限女廁）及省水龍頭（或配件）為主，少數則涵蓋蓮蓬頭（宿舍用）及小便器自動沖水裝置。因此，統計所謂省水器材「換裝率」多採較為寬鬆的認定方式，並無絕對標準。
2. 產品規格：省水器材產品相關國家標準大多尚未建立，包括馬桶水箱配件、沖水

閥、蓮蓬頭等，或雖有國家標準但不符實際需求，包括水龍頭、洗衣機等。經濟部水利署為提升省水器材品質，加速推動換裝工作，自民國 87 年起推動省水標章制度，相關產品均已訂定品質及省水規格，並委託工研院能資所建立節水實驗室，提供省水器材各項產品之檢測服務。至今總計已有 111 家 254 件產品取得省水標章。目前換裝單位均要求提供省水標章證書及相關測試證明，使推動工作有所依循，也多一層保障。

3. 換裝方式：目前換裝工作大多是由換裝單位自行找尋相關廠商，由其負責安裝施工及售後服務。一般住戶則通常經由大賣場或水電行購得 DIY 產品，自行換裝或請水電工代為安裝。
4. 換裝比率：依據歷年推動成果報告顯示，迄至 91 年 12 月止，全國國中小學省水器材換裝比率約達 41%（台北市未受中央補助但已全面更換）。公共場所（如火車站、公路休息站、公園）及缺水地區機關學校（如金門、馬祖及澎湖）因優先考量，換裝比率幾乎達 100%。至於一般住戶、各級機關及私人企業為數眾多，在目前水價偏低及缺乏政府補助誘因下，更換比率不高，如以馬桶兩段式沖水器為判斷基準，應不及 10%。
5. 節水成效：以歷年補助 883 所國中小學省水器材換裝後之節水成效統計如表 2。除 90 年節水成效僅 8.6% 有待改進外，其餘均達 20% 至 30%，符合預期目標。歷年總節水量達 108.5 萬噸，如以補助金額 4,722 萬元，每噸水 10 元計算，約 4.4 年可回收。

▶表 2 歷年省水器材換裝後之節水成效分析

項目 \ 年份	87年	88年	89年	90年	總計
補助金額	191萬	2,254萬	1,080萬	1,197萬	4,722萬
節水成效	30%	24.7%	24%	8.6%	—
節省水量	14.3萬噸	29.7萬噸	45.5萬噸	19萬噸	108.5萬噸

四、國內換裝工作問題探討

如前所述，國內補助換裝基於預算及實務考量，換裝產品多以馬桶兩段式沖水器及省水龍頭為主，整體節水成效雖稱滿意，但不可諱言亦有部份換裝單位對省水器材產品品質及耐用性提出質疑，其主要不滿意原因經實際查訪，彙整相關意見如表 3，可做為未來改進之參考。筆者近年來有幸參與省水器材檢測服務及省水標章產品驗證工作，對換裝相關問題略知一二，以下僅就兩方面加以分析探討。

表 3 換裝產品不滿意原因分析

換裝產品	主要不滿意原因
馬桶兩段式沖水器	1. 功能不穩定，大小號切換失靈 2. 產品不相容，買不到備品維修 3. 馬桶沖不乾淨，需重複沖水
省水龍頭	1. 流量太小成霧狀，延長使用時間 2. 出水質感差，軟弱無力 3. 故障率高，耐用性差

1. 在品質及耐用性方面：

1. 水質影響：包括感應式水龍頭、水壓式沖水閥、精密陶瓷水龍頭等易受水質影響而增加故障率。因此如採用地下水，回用水或水質不佳地區應避免選用上述產品。
2. 水壓影響：實際查訪經驗發現，部份學校頂樓水壓明顯不足，馬桶設計卻仍採沖水閥方式，造成沖水量太小而無法洗淨，易導致使用者不良印象或被蓄意破壞。
3. 產品相容性：在缺乏國家標準情況下，目前省水器材無論口徑、芽紋、尺寸等均未統一規格，某一零件故障即需整組更換，加上產品設計及材質經常變更，造成使用單位買不到備品維修，不但增加負擔，甚至產生排斥心理。
4. 產品標示：省水標章產品雖經測試符合產品規格，但在銷售時，往往產品多未標示省水標章圖樣，甚至廠牌、型號亦無法得知，造成多方困擾。目前正徵詢相關廠商意見，以便修改省水標章作業要點，要求產品必須清楚標示。

2. 在省水效率方面：

1. 節水觀念：以省水龍頭為例，部份廠商及換裝單位偏好研發或選用流量甚小（每分鐘小於 1 公升），且出水成霧狀之省水龍頭，易造成使用者不便或延長使用時間。其實水龍頭省水效率高低與技術層次並無關連，一般洗手水量每分鐘 3-4 公升最為適當，重點是出水質感能否使消費者滿意。正確節水觀念是將浪費的水量節省下來，而不是刻意節省必需使用的水量。
2. 安裝能力：以馬桶兩段式沖水器為例，由於馬桶沖水可分為沖水式(Washdown)、虹吸式(Siphon)或漩渦式(Vortex)等，並非所有馬桶均適合換裝成兩段式沖水，且兩段式沖水器設計原理各不相同，安裝後沖水量必須經過調整，否則易造成沖水量不足，無

法洗淨，或導致使用者重複沖水(double flushing)，反增加用水量。因此，水電工安裝能力訓練或消費者 DIY 能力提升均有待加強。

3. 馬桶漏水：這是換裝單位最常疏忽的地方，經實際調查馬桶漏水比率約為 20%（與建築物新舊及管理維護優劣有關）。往往一座馬桶嚴重漏水可抵銷全部換裝所節省的水量。因此，在換裝計畫推動同時，必須做好所有馬桶的測漏工作，且日常檢查維修也不能忽視，否則節水成效難以符合預期目標。有關馬桶兩段式沖水器之相關問題及解決途徑，分析如表 4。

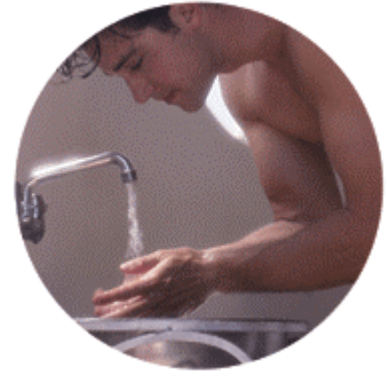
表 4 馬桶兩段式沖水器之相關問題及解決途徑

	相關問題	解決途徑
兩段式沖水器廠	<ol style="list-style-type: none">1. 落水口如口徑較小或半開，影響單位時間給水量。2. 產品設計不良，易造成大小號切換失敗。3. 材質選用不當，造成斷裂或腐蝕變形。4. 產品未清楚說明安裝步驟及使用限制。5. 產品係委託生產，包裝前缺乏檢驗。	<ol style="list-style-type: none">1. 改善產品設計2. 改善產品設計3. 改善材質及加強測試4. 要求詳細安裝說明及使用限制5. 增加抽測及送測樣品數

五、結語與建議



1. 國外換裝經驗值得借鏡，尤其未來國內在推動住戶換裝時，應在規劃階段做好各項考量，選擇適當推動方式，按步就班始能事半功倍。
2. 歷年來推動機關學校換裝，部份成效不如預期，主要原因不外乎馬桶漏水、安裝不確實及產品損壞率高等。因此，未來除須持續提升產品品質外，水電工訓練及使用者宣導亦有待加強。
3. 建議應儘速制定或修訂相關國家標準，提高產品相容性，加強維修服務，始能提升消費者選用省水器材之意願與信賴度。
4. 現階段應要求省水標章產品清楚標示及加強抽樣測試，以維護標章之公信力，並保障消費者權益。



六、參考文獻

1. The Water Conservation Manager 撥 Guide to Residential Retrofit Program, AWWA 1993。
2. Handbook of Water Use and Conservation, AWWA 2001。
3. Plumbing Fixture Fittings, ASME/ANSI A112.18, 1M, 2000。
4. 台灣省縣市機關學校節水成效及合理用水量調查評估，經濟部水利署，民國 89 年。
5. 全國國中小學省水器材更換成果彙整，經濟部水利署，民國 90 年。
6. 全國國中小學暨火車站 / 高速公路休息站省水器材更換成果彙整，經濟部水利署，民國 91 年。