

台灣水資源需求面管理策略之探討

引言人 蕭代基¹
黃德秀²

¹ 中華經濟研究院院長

² 中華經濟研究院分析師

前言

根據聯合國統計，過去一世紀全球用水量增加的速度是人口增加速度的兩倍，越來越多地區面臨水資源短缺與長期缺水的窘境，至 2025 年，1800 萬人將居住在一定缺水的地區，三分之二的世界人口則面臨缺水壓力 (FAO, 2003)。目前世界上約有 20% 的人口生活在缺水的國家，11 億人缺乏獲得安全飲用水和 2.6 億人缺乏適當的衛生設施 (WHO, 2007)，水安全儼然已躍升為糧食安全、能源安全、氣候安全、經濟發展和人類安全的重要關鍵要素。

台灣每年約降下 936 億噸水量，但因台灣山高坡陡、降雨分佈不均、無足夠水庫蓄存，這些水量流入海洋 (569 億噸)，及蒸發損失、入滲地表 (243 億噸) 等，導致可運用水量有限，僅約 124 億噸。在需求量方面，近 10 年 (88~97 年) 國內平均年總用水量約 180 億噸，其中生活用水 35 億噸 (佔 20%)、工業用水 17 億噸 (佔 9%)、農業用水 128 億噸 (佔 71%)，供需缺口的 56 億噸必須仰賴抽取地下水支應。

漸形惡化的缺水問題將會影響全球與台灣的永續發展，水資源短缺比任何其他自然資源 (包括化石能源) 不足的影響更劇。世界經濟論壇 (World Economic Forum) 在 2009 年度會議中提出嚴重警告：「倘若繼續以現在的方式消耗水資源，世界經濟會垮掉。」

一般而言，面對未來很可能的缺水與高水價的問題，解決方式有二：一是開源，即增加供給量；二是節流，即降低需求量。圖 1 為政府可以採用的水資源管理工具之分類。增加供給量一直是台灣水資源政策的主要導向，在需求面管理這一端，台灣已施行的措施包含水價優惠措施、發送節水墊片、加強節約用水宣導、補助民眾購置省水標章產品等等。根據世界食糧組織 (World Food Organization, FAO, 2006) 統計，1998 至 2002 年間各國每人每日平均公共給水系統引水量 (municipal water withdrawal) 分別為：¹美國 595 公升、日本 375 公升、德國 193 公升、英國 95.1 公升、中國大陸 91.6 公升，按照 FAO

¹ 資料來源請見 <http://www.fao.org/nr/water/aquastat/data/query/results.html>，公共給水系統引水量主要用於生活用水，也用於公共給水系統服務範圍內的工業與農業用水。FAO 使用此資料乃因各國的資料可及性較高，易於跨國比較。

municipal water withdrawal 之定義，1999 年至 2008 年台灣每人每日平均公共給水系統引水量為 679.2 公升，²遠高於美國、日本、德國，可見仍亟待加強過去較為忽略的水資源需求面管理，因此本文專注分析台灣水資源需求面所面臨的課題，探討如何整合運用需求面的經濟工具與技術工具，以節約水資源需求量，提升水資源有效利用。以下先討論經濟工具之現況與課題，接著探討技術工具，主要是深入分析對水、能源及空間之需求量低之永續性衛生系統，最後提出政策建議。

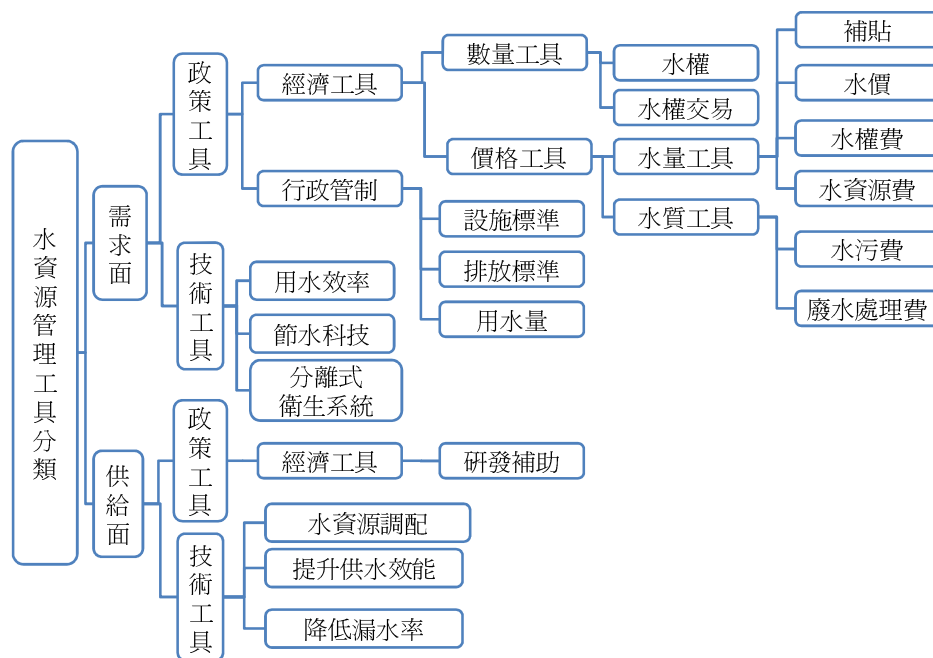


圖 1 水資源管理工具分類

一、水資源需求面管理之經濟工具

根據圖 1 水資源管理工具的分類，政府可以運用多種政策工具與技術工具進行水資源需求面管理，政策工具主要可分為經濟工具與行政管制兩大類。經濟工具可再分為價格工具與數量工具兩類。價格工具包含水權費、水污費、水源保育與回饋費與污水下水道使用費等，數量工具包含水權制度與水權交易。行政管制包括限制用水量、規範必須使用省水標章產品。技術工具包含提昇用水效率、使用省水標章產品與衛生系統的設計。

經過多年法規建設工作，台灣水資源管理法規與制度已涵蓋前述所有的政策工具，其中各項經濟工具與法源依據請見圖 2。以下逐一分析各需求面經濟工具的現況與課題。

² 假設台灣公共給水系統引水量用於生活用水與工業用水，因此將總用水量減去農業用水量，再除以總人口數而得。

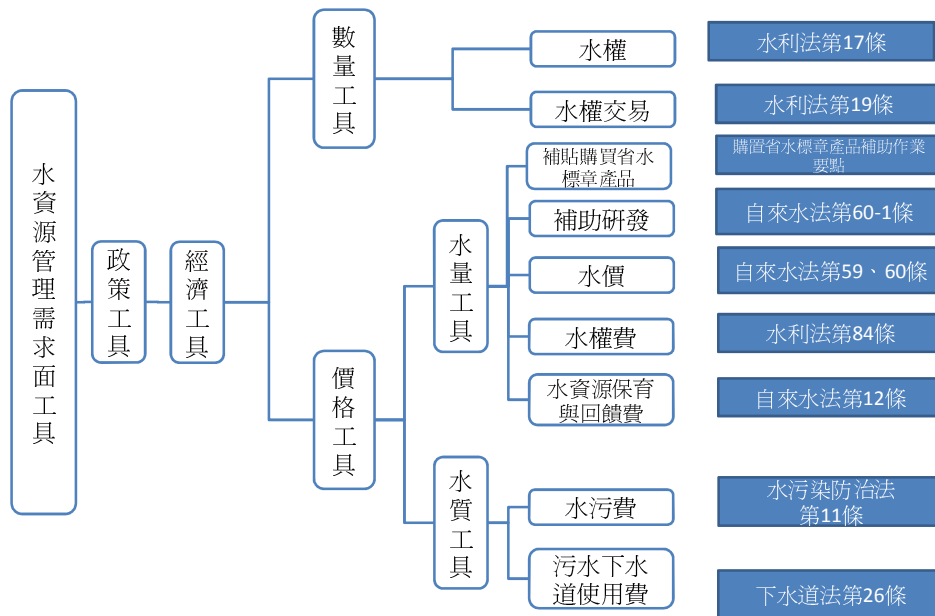


圖 2 台灣既有水資源需求面經濟工具

(一)數量工具

1.水權

水利法第十五條規定「本法所稱水權，謂依法對於地面水或地下水，取得使用或收益之權」。水權之取得，依水利法第十六條規定，除民生所需部份外應向行政機關申請許可。據此可知，我國的水資源屬國家所有，水權（水資源使用及收益之權）可經國家許可賦予人民，民生必須之水資源可自由使用，但超越民生必須以外而涉及整體公益與經濟考量時，則須先經行政機關之許可。另外，我國水權與土地所有權分開，水權的取得不因土地所有權而受影響。目前水權管理的問題包括：

(1)水權管制與分配過於僵硬

水資源的財產屬於國家所有，人民依法僅取得使用或收益之權。水權有很多限制，首先，使用或收益權與土地所有權分離，而且不可移轉與交易，不得自由處分。且須申請，待批准後才可以取得水權。此外，水權業者須繳納水權費。

水利法第 17 條雖明定，取得水權其用水量應以事業所必需為限，但水權量核發標準難訂定，執行確有很大的困難。估算各用水標的之實際事業所必需時有所困難，無法確實執行水利法第 17 條，將非事業所必需之多餘用水收回。

(2)負責管理水資源與提供水服務的政府機關與公營事業通常行政程序較缺乏效率，管理與執法較不確實

水權機關事權未統一，事權機關包括經濟部、農委會、內政部、環保署，管理事權分隸，面臨各主管機關本位立場之衝突。地方政府與中央政府溝通不易，台灣受天然水資源區位環境條件之限制，水資源之開發利用多採區域聯合運用之策略，水資源的調配常需中央政府與地方政府共同配合，但溝通過程中常有困難

產生。

(3)有關的自治團體（農田水利會）之組織制度（農田水利會組織通則）易受政治力的影響。

以上這些問題對於用水效率低落、浪費及水資源耗竭都有所貢獻。

2.水權交易

水權交易制度是將水資源視為具有市場經濟價值的商品，而透過市場機制分配用水。水利法中關於水量移用及移用補償之規定包括第 19 條、第 19 條之一、第 20 條之一、第 22 條和第 26 條。其中第 19 條規定在水源之水量不敷公共給水時，主管機關得停止或撤銷第 18 條第一項第一款以外之水權，或加使用上之限制，前項水權之停止、撤銷或限制，致使原用水人受有重大損害時，由主管機關按損害情形核定補償，責由公共給水機關負責之。本條規定顯示水權與公益關聯密切，主管機關需適時介入，顯見其傾向公法性質。第 19 條之一規定水權人交換使用全部或一部分引水量者，應由雙方訂定換水契約，於報經主管機關核准後生效。時間超過三年者，雙方應依法辦理變更登記。第 26 條則規定主管機關在公共事業需水時，得停止或撤銷私人已登記之水權，兩者皆規定對移用所造成之損失需予以補償，由這兩條規定來看，主管機關基於公益之理由得適時介入強制水量移用，這種水量移用雖具有強制性質，卻有交易之實質內涵。由前述條文可知水利法未禁止水權交易，甚至已許可水權交易，但是由於存在諸多交易限制，尚非完整自由的水權交易制度。

(二)價格工具

1.水量面

(1)水權費

我國水利法第 84 條規定政府為發展及維護水利事業得徵收水權費，但迄今政府尚未徵收水權費。我國水利法並未明白規定水權費的費基，只規定徵收農業、工業與水力用水水權費的徵收起點³，但依水利法施行細則第 166 條之規定，水權費之費基應為「總用水量」（以千立方公尺為單位），亦即『以水權登記之用水量，乘以用水期間』所得之用水量；但依法裝置量水設備者，應按『水權人填報之全年實用水量記錄表為準』。由此可知，法定的費基端視水權人是否裝置量水設備而異；無裝置量水設備者，以核發之水權量為準，反之，則以水權人填報之實用水量為準。

(2)水源保育與回饋費

經過增訂自來水法第 12 條之二，政府於 95 年 1 月 1 日起開徵水源保育與回饋費，水利署向水質水量保護區內取用地面水或地下水之水權人或臨時使用權人徵收回饋費，費率依用水標的而異，其中工業用水費率最高，每立方公尺 0.5 元為最高，農用用水費率最低，每立方公尺 0.009 元。

³ 水利法第 85 條規定，『水權費之徵收，農業工業用水以每分鐘一立方公尺之供水量為起點，水利用水以每秒鐘一立方公尺之供水量為起點，其費率由省（市）主管機關擬定，報請中央主管機關核定公告之』，其中所稱「供水量」，『係指水權登記之引用水量』（施行細則第 156 條）。

現行水源保育與回饋費支用的問題主要是，支用的主要項目包括水利、保育、生態遊憩觀光設施興建與維護、及居民公共福利有關的款項（第二款與第八款）等，乍看之下以為水資源保育、排水、水利、生態遊憩觀光等設施之興建與維護是有助於水資源保育的支出，實則不然，仔細檢視各鄉鎮之回饋計畫內容，大多數支出內容是興建水利設施與生態遊憩觀光設施，過多的觀光設施與水利設施反而不利於水資源涵養與保育，與回饋費的本意相背，此外，目前的回饋費分配方式，並無法反映出各鄉鎮對水源保育的公益貢獻多寡，以至於無法提供各區域積極參與水源保育的誘因，而僅有消極遵守法規限制之作用。

2.水質面

(1)水污染排放費

水污染排放費目的在於將水污染的外部成本內部化，以減少水污染。我國水污染排放費課徵收制度已籌備多時，雖然於法有據，但受限於外界壓力，遲遲尚未開徵。但由於民意輿情反映不應向家戶徵收、污水下水道系統尚未建置普及，以及部分業界表示若已符合放流水標準則不應再被徵收水污費，且司法院大法官會議亦認為對於水污染防治費之徵收，應有明確之法律授權依據等原因，自 1998 年迄今，雖然環保署依法編列年度水污染防治基金預算送立法院審議，唯立法委員皆未審查通過預算。

(2)污水下水道使用費

下水道法第 7 條規定公共下水道由地方政府或鄉（鎮、市）公所建設與管理，且「中央對直轄市及縣（市）補助辦法」規定中，中央對地方之補助未包括污水下水道之營運管理，另下水道法及地方制度法均已明訂可向用戶徵收污水下水道使用費，但目前僅臺北市徵收污水下水道使用費，按自來水度數每度徵收 5 元，不足之數由台北市政府編列公務預算支應。我國中央補助各地方政府污水下水道經費以建設費為主，而大多數已完工之污水處理廠均在試營運階段，因此營管費目前大多仍由中央補助，地方僅編列配合款。

政府之配套政策應一方面向污水下水道用戶徵收污水下水道使用費，同時另一方面對未接公共污水下水道之家庭用戶徵收水污染防治費，惟水污費迄未徵收，致使各縣（市）議會大多未同意徵收污水下水道使用費。然來中央與各縣（市）政府雖積極推動污水下水道建設，惟仍遭遇許多問題與困難，影響建設推動，主要的問題仍在於經費無著之困境。

二、台灣水資源需求面管理之技術工具

水資源需求面技術工具有許多種，例如各種節水產品，本節著重於生活用水中的廁所用之水，因為廁所用水量約占依據自來水公司售水量統計計算之台灣每人每日生活用水量 271 公升的 20%，相當重要，且具有很大的節水空間。⁴

⁴ 成人每次上廁所排放約 150 克尿液或 200 克糞便，每人平均一天小便 6 次大號 1 次，一天平均沖水七次，沖水馬桶沖一次耗水約 6-8 公升，一天用水量約 50 公升，約佔 20% 總家庭用水量（武嘉仁，2003；陳

「創造未來世代的衛生科技」(Create the Next Generation of Sanitation Technologies) 是今年 (2010) 8 月 19 日比爾與美琳達蓋茲基金會 (Bill & Melinda Gates Foundation) 向全球科研界公開徵求的五項全球健康研究課題之一，脫穎而出的研究計畫最高可以獲得 1 百萬美金研究經費。此基金會認為衛生科技非常重要，但是長期受到忽視，他們認為傳統衛生系統 (sanitation system) (即沖水馬桶與公共污水下水道系統) 都是仰賴水、能源及資本高度密集的處理設備攜帶及處理人體排泄物，此類系統面臨許多挑戰，包括對能源及水資源之高度需求、非常高的建設成本及不小的維護成本，但是對於許多開發中國家而言，能源、水資源及資金原來就是稀有的資源，以致於多數人民生活於不衛生的環境，造成嚴重的健康與環境污染問題，即使是已有完善下水道系統的已開發國家，也面臨全球氣候變遷與能源危機帶來能源危機及水資源危機的威脅，於不久的未來是否有足夠的水資源與能源以維持傳統的衛生系統，也是個必須回答的課題。

台灣的衛生系統處於先進國家與開發中國家之間，截至 97 年 12 月底止，全國公共污水下水道普及率為 19.50%，其中台北市普及率為 91.04% 為最高，其次高雄市為 53.73%、台灣省為 6.69%、福建省 29.23%，台灣省仍有 9 個縣 (市) 之普及率為 0%。

就傳統衛生系統所需的三個主要投入要素而言，雖然台灣資金較為充足，但是面對全球能源危機與缺水危機之脆弱度甚低，首先，台灣每人平均 GDP 約 20,000 美元，介於先進國家與開發中國加之間。其次，台灣能源安全度低，進口依存及能源集中度偏高，2007 年臺灣的進口依存度為 99.32%，高居第一位，能源集中度 61.4%，僅次於中國大陸 (69.3%)，在石油生產高峰 (oil peak) 不久將到來之前景下 (Deffeyes, 2006, 蕭代基、陳筆, 2009)，能源安全益形脆弱。

在此情況下，台灣未來應繼續使用傳統衛生系統，建設公共污水下水道與污水處理廠，或發展如比爾與美琳達蓋茲基金會所徵求與提倡的低成本、長效、容易使用、系統安全、滿足景觀與環境要求、以及對水、能源及空間之需求量低之永續性衛生系統，是一個非常值得探討的議題，以下介紹幾個已經使用的永續性衛生系統，並進行一個簡單的成本效益分析，比較此二方案。

(一) 衛生系統的水資源利用模式

按照水資源使用模式，衛生系統使用的馬桶可分為沖水馬桶與分離式馬桶 (urine source separation (NoMix-technology)) 兩類。沖水馬桶應用水封設計，阻擋化糞池或管路臭氣擴散至廁所空間，將廁所污水排入污水下水道，和一般的生活污水 (如淋浴)、雨水、和工業廢水混和進入污水處理廠，此即傳統衛生系統。台灣的絕大部分地區都是採用沖水馬桶。

由於沖水馬桶將糞便和尿液混和，並且用大量的清水混和，不只浪費水資源，更提高污水處理難度與處理成本，隨者水資源稀缺與價格日貴，許多學者專家提出源分離 (source separation) 或源管理 (source management) 的概念，設計出永續性衛生系統，即將高濃度的糞、尿與低污染的生活污水三者分別收集，經各自專用管線處理及循環再利用 (見圖 1)，尿液以容器承接，作為液肥處理；糞便混合木屑，經由微生物

國帝、陳明德、陳文卿，2005)。武嘉仁 (2003) 認為一人一年約產生 500 公升的尿液和 50 公升的糞便，為了處理總共 550 公升的排泄物，一個人一年平均要用去 15,000 公升的清水。

醱酵作用達到減量及安定化目的，醱酵作用之最高溫度可達到 60-70°C，更維持 60-70 天之長時間腐熟，在此條件下對人體有害之微生物均已分解完成。

源分離方式的優點有三，一、按性質不同分別收集後，容易處理與回收再利用，降低處理成本；二、可以有效的節省水資源，三、可以將糞尿轉為氮肥、磷肥。

武嘉仁（2003）根據近期學術文獻，介紹 10 種永續衛生設備與系統的新觀念，包括不需耗水的馬桶。在北京推廣的高效利用再生迴圈利用型節水模式就是應用源分離技術的永續性衛生系統，取代傳統沖水馬桶與污水下水道系統（杜鵬飛，2010），已近於符合比爾與美琳達蓋茲基金會所徵求的未來世代的衛生科技。

2001 年至 2004 年歐盟在德國進行新衛生系統示範計畫（EU Demonstration Project），比較六種衛生系統的生命週期永續性與成本，此研究發現，新的永續衛生系統在水再利用、節水、節能、養分循環等方面較具永續性，長期而言，永續性衛生系統的總成本較低，永續性衛生系統的操作成本較傳統式低 18%（Peter-Fröhlich, et al, 2007）。另外 Markus（2003）計算傳統衛生系統與永續性衛生系統兩種情境之成本與效益，永續性衛生系統的固定成本（包含下水道與污水處理廠）是傳統衛生系統的一半，而變動成本約為傳統式的三分之二。

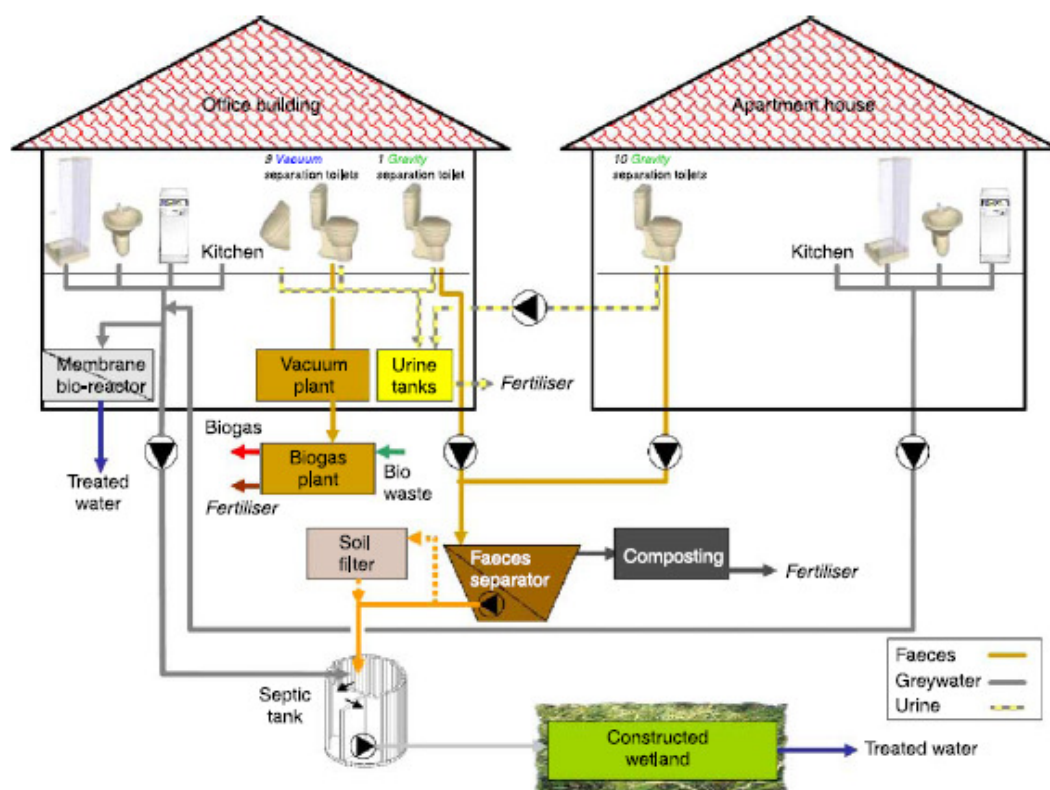


圖 1 永續性衛生系統

資料來源：Peter-Fröhlich, A., Pawlowski, L., Bonhomme, A, et al., EU demonstration project for separate discharge and treatment of urine, faeces and grey water – Part 1: Results, Water Science & Technology, 2007, 56(5): 239-249.

(二)衛生系統成本效益分析

假設政府要在台灣目前公共污水下水道普及率為零的九個縣市進行衛生系統建設，可供選擇的衛生系統可先簡單地分為傳統衛生系統與永續性衛生系統兩大類，因此需進行成本效益分析，以選擇較適當的衛生系統。表 1 為此二系統的成本與效益項目，此二系統的成本與效益項目類似，在成本面，都有固定成本、變動成本與環境成本，但高低不同，在效益面，兩系統都可以妥善處理污水與糞尿，但永續性衛生系統還可以產出有機肥料，循環再利用有限的資源。

表 1 成本效益分析

傳統衛生系統		永續性衛生系統	
效益	成本	效益	成本
妥善處理污水、糞尿 無臭	固定成本 建造成本 馬桶 污水下水道 污水處理廠 變動成本 (1) 用水量 (2) 污水下水道的營運與維護 (3) 污水處理廠的營運與維護 環境成本 (1) 開發水源與生產自來水之生產成本與環境成本 (2) 建造污水下水道系統的環境成本 (3) 污水排放造成的環境負荷	妥善處理污水、糞尿 無臭 有機肥料	固定成本 建造成本 馬桶 簡易污水處理廠的設置 變動成本 (1) 用水量 (2) 營運與維護成本 (3) 污水處理廠的營運與維護 環境成本 (1) 開發水源與生產自來水之生產成本與環境成本 (2) 污水排放造成的環境負荷

1. 固定成本

傳統衛生系統的固定成本包含沖水馬桶與下水道建設，由於全台灣幾乎都已經使用沖水馬桶，沖水馬桶的新增固定成本較小。下水道系統的功能是將生活污水經由主、支幹管收集後送到污水處理廠處理後再排放河川或大海，迄 97 年全國公共污水下水道普及率⁵為 19.50%，污水下水道系統包含三個主要部分：用戶接管、污水管線及污水處理廠。

⁵ 公共污水下水道普及率、專用污水下水道普及率及建築物污水處理設施設置率三者合計稱為污水處理率。本文以討論公共污水下水道為主。

根據「污水下水道第四期建設計畫」，費用共計 2,047 億元，總接管 947,100 戶，推估平均每戶接管費用約為 21 萬元（內政部營建署，98 年）。根據每戶接管費用約為 21 萬元，若需將目前未接管之九縣市提升至 100%接管，尚需要 2,924 億元的經費。

永續性衛生系統的固定成本包含分離式馬桶與管線的建置成本與糞、尿與其他家庭污水的處理系統，分離式馬桶需要將糞、尿與其他家庭污水設置各自專用管線，因此成本較傳統衛生系統單一管線較高，但糞、尿與其他家庭污水處理較簡易，成本較低，且糞尿可循環再利用做為有機肥料。

2. 變動成本

傳統衛生系統的變動成本包含下水道系統營運管理成本與沖水馬桶使用的水、電，下水道系統營運管理成本包含污水處理廠及污水管線的營運支出。依據台灣經濟研究院（2008）的分類，「污水處理設施營管費」包含「維護費用」與「收集管線及用戶接管設備營運管理費用」。以 2005~2007 年統計資料計算，平均每戶每年維護費為 1,232 元。據此，在目前未接管之九縣市，每年將需要近 16 億元的下水道系統營運管理成本。

永續性衛生系統亦需要分離式馬桶與三種污水專用管線及處理設施之維護成本。

3. 環境成本

傳統衛生系統耗費大量的自來水，成人每次上廁所排放約 150 克尿液或 200 克糞便，每人平均一天小便 6 次大號 1 次，一天平均沖水七次，沖水馬桶沖一次耗水約 6-8 公升，一天用水量約 50 公升，約占台灣人均生活用水量的 20%（武嘉仁，2003；陳國帝、陳明德、陳文卿，2005）。

為提供此自來水量之機會成本包括其開發水源與生產自來水之生產成本與造成的環境損害成本，也包括為處理污水而建造與營運污水下水道系統的建設成本與污水排放造成的環境負荷。

永續性衛生系統的設計可以做到無水或少水，因此其環境成本很低，可節省此佔生活用水三分之一的水資源，並同時可減少自來水開發與生產及污水處理的生產成本與環境成本。

由於沒有台灣的相關資料，無法估計永續性衛生系統的固定成本與變動成本，惟根據 Markus（2003）的奧地利農村個案研究，永續性衛生系統的固定成本是傳統衛生系統的一半，而變動成本約為傳統式的三分之二。

根據上述簡單且尚不完整的成本效益分析，可知基本上，傳統衛生系統與永續性衛生系統相較，傳統衛生系統之固定成本與變動成本都較高，且耗費較多自來水，為生產此自來水量與處理其衍生的污水，都需投入大量的資源，包括水資源、能源、人力、土木等等，亦造成較高的環境負荷。此外，雖然兩系統都可以妥善處理生活污水與糞尿，但永續性衛生系統還有較高的資源循環再利用之效益。

因此，我們應該重新思考污水下水道建設的政策是否符合水資源永續利用原則。

以生活污水的組成來看，人類糞尿在總量上僅占生活污水總量的 1%，但是含有生活污水中大部分的有機物和絕大部分的氮、磷。尿液中的氮約佔生活污水中氮總量的 80%，而磷約佔 50%。如果把糞和尿分離，尿液單獨處理，尿素會在土壤中水解產生銨（ NH_4^+ ）與碳酸根離子（ CO_3^{2-} ），這兩種物質都容易被植物吸收，不易造成環境問題。糞尿不進入污水處理廠，那麼廁所用水量可以大幅的降低，污水處理量也隨之減少，進入污水處理廠的污水中氮、磷含量將大幅度削減，通過常規的二級處理就可以達到國家相關的排放標準，污水處理廠基本不需要設置氮、磷的設備，就能達到達氮、磷的排放標準。事實上，不僅是人類使用的廁所應用源分離技術，國內已有糞尿分離的豬廁所，不僅減少處理成本，也同時降低環境污染與耗能。

結論與政策建議

水資源需求面管理是我們面對水資源短缺無可避免且必須重視的課題，雖然新興水供給之科技都已經存在，但永遠受到水資源、能源與自然環境條件的限制，在水與能源都可能短缺的未來，我們應該先優先進行需求面的管理。

台灣目前雖然各種水資源管理需求面政策工具齊備且均有法令基礎，但水資源管理者（包括行政與立法兩部門）對水資源有效利用與保育利用誘因不足，亦無法避免政治力的制約，因此造成管理及執法的不確實，例如迄今僅水源保育與回饋費與污水下水道使用費隨水費附徵，水污費、水權費迄未徵收，水權管理與交易亦存在許多問題，我們發現目前是市場失靈與政府失靈並存的現象。因此可知政府僅立法提供政策工具之法律基礎、執行機關預算與人力資源，並無法確保達成立法目的，落實水資源管理。主要的原因是缺乏管理誘因，因此，未來需求面的政策工具應從加強制度設計以提高誘因為因應之道。⁶

水資源需求面的技術工具如衛生系統的設計，亦具有相當大的節水潛能及環境效益，但過去我們並未思考這類型的設計，一直追隨已有百年的先進國家傳統衛生系統模式，努力提升污水下水道的普及率，卻忽略台灣缺水與缺能源的現實條件，亦忽略古老科技之效益，更忽略此傳統污水下水道系統之巨大沈入成本可能造成之不可回復的系統性錯誤。

比爾與美琳達蓋茲基金會深感水資源與能源稀缺之威脅，關懷人民健康、環境安全，而向全球專家學者徵求「創造未來世代的衛生科技」研究，台灣早已被聯合國列為全球排名第 18 位具缺水危機的國家，再加上石油危機與氣候變遷之陰霾，且全國公共污水下水道普及率為 19.50%，這些都是我們應重新思考衛生系統之重要考量因素，若

⁶ 詳見蕭代基、張瓊婷、郭彥廉（2003）。

採用永續性衛生系統，不但可以促進需求面之技術創新，且可大為降低水資源需求的壓力，相信比透過供給面的技術創新，更容易達到節約用水的目的。以衛生系統節水的效能來說，各種水價優惠措施、發送節水墊片、加強節約用水宣導、補助民眾購置省水標章產品，可能都不如節省廁所用水量更能夠有效的達到馬總統訂定的每年每人每生活用水量為 250 公升的目標。

參考文獻

- 台灣經濟研究院，2008，「我國污水下水道推動之整體財務機制與國際比較」報告，內政部營建署委託研究。
- 武嘉仁，2003，永續衛生設備，永續產業發展月刊第 10 期，第 55-66 頁。
- 郝曉地，衣蘭凱，仇付國，2010，「源分離技術的國內外研發進展及應用現狀」，中國給水排水。
- 陳國帝、陳明德、陳文卿，2005，「生態廁所新趨勢-廁所節水與污染處置技術」，節水季刊第 45 期，第 41 頁-45 頁。
- 蕭代基、張瓊婷、郭彥廉，2003，「自然資源的參與式管理與地方自治制度」，台灣經濟預測與政策，三十四卷一期。
- 蕭代基，陳筆，2009，「永續發展的挑戰：能源環境與經濟的雙重危機」，中華民國經濟年鑑：中華民國九十八年，經濟日報社。
- Deffeyes, Kenneth S. 2006. *Beyond Oil: The View from Hubbert's Peak*. Hill and Wang.
- Dockhorn, T. and Dichtl, N. 2006. *A Decision Support Tool for Implementing a Sustainable Resource Management in the Sector of Municipal Wastewater Treatment*. 2nd IWA Leading - Edge Conference on Sustainability in Water-Limited Environments, (Water and Environmental Management Series No. 10), ed. M.B. Beck and A. Speers, IWA Publishing, London.
- FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) and Jelle Bruinsma, eds. 2003. *World Agriculture: Towards 2015/2030—An FAO Perspective*. London: Earthscan.
- FAO. 2003. 2006. *The AQUASTAT Database*. Rome. Available at www.fao.org/ag/agl/aglw/aquastat/dbase/index.stm. July 2006.
- Markus, L. and Günter, L., 2003, *Cost Comparison of Conventional and Modern Sanitation Solutions*, 2nd International Symposium on Ecological Sanitation.
- Oldenburg, M., Peter-Fröhlich, A., Dlabacs, C., Pawlowski, L. and Bonhomme, A., 2007, *EU Demonstration Project for Separate Discharge and Treatment of Urine, Faeces and Greywater – Part II: Cost Comparison of Different Sanitation Systems*, *Water Science & Technology*, 56(5): 251–257.
- Peter-Fröhlich, A., Pawlowski, L., Bonhomme, A. and Oldenburg, M., 2007, *EU Demonstration Project for Separate Discharge and Treatment of Urine, Faeces and Greywater – Part I: Results*, *Water Science & Technology*, 56(5): 239–249.

UNDP (United Nation Development Project) 2006. Human Development Report 2006. United Nations, New York.