

The Statue of Liberty stands prominently on the right side of the page, set against a clear blue sky with light clouds. The statue is shown from the waist up, holding the torch aloft in her right hand and a tablet in her left. The background is a bright, sunny sky, and the overall tone is clean and professional.

世界強權的背後 美國以縝密與 宏觀打造水資源後盾

加州、美國人口最多的一州，也是西岸的一大門戶，位在世界科技與潮流的尖端，擁有豐富多樣的景致與文化；紐約、美國的第一大城市，展現萬千之姿的世界性大都會，集全球的藝術、文化、流行文化之大成。

若是從「水資源」的角度探究這兩個位居美國東西兩岸的重要區域，可以發現他們在高度發展的文明背後，所共同擘畫的水資源政策，宏觀而縝密的一如堅強後盾，以及在發現問題時，積極面對、快速因應、切實執行的魄力與效率。

事實上，在水資源管理的歷史方面，美國國會早在1933年5月18日便通過了《田納西河流域法案》，開啓了積極管理水資源的先河，到1990年代後，政府及民間追本溯源，共同建立對集水區整體性管理之重要共識，以保護人類的健康及所處的自然環境。以位於加州北部的加西亞河親水計畫為例，其間的演變雖為歷史的因素，卻也是近一世紀來，世界面對水資源問題的成功案例。

在生活用水方面，紐約市於1994年到1997年所推行的的大規模馬桶換裝補助計畫，至今仍為人津津樂道，除了達到省水的目的外，在經濟效益上也獲得相當可觀的成果，而由美國環保署針對省水產品推動了嚴謹而周延的「水意識標章制度」，積極結合資源，使推動成效可事半功倍。

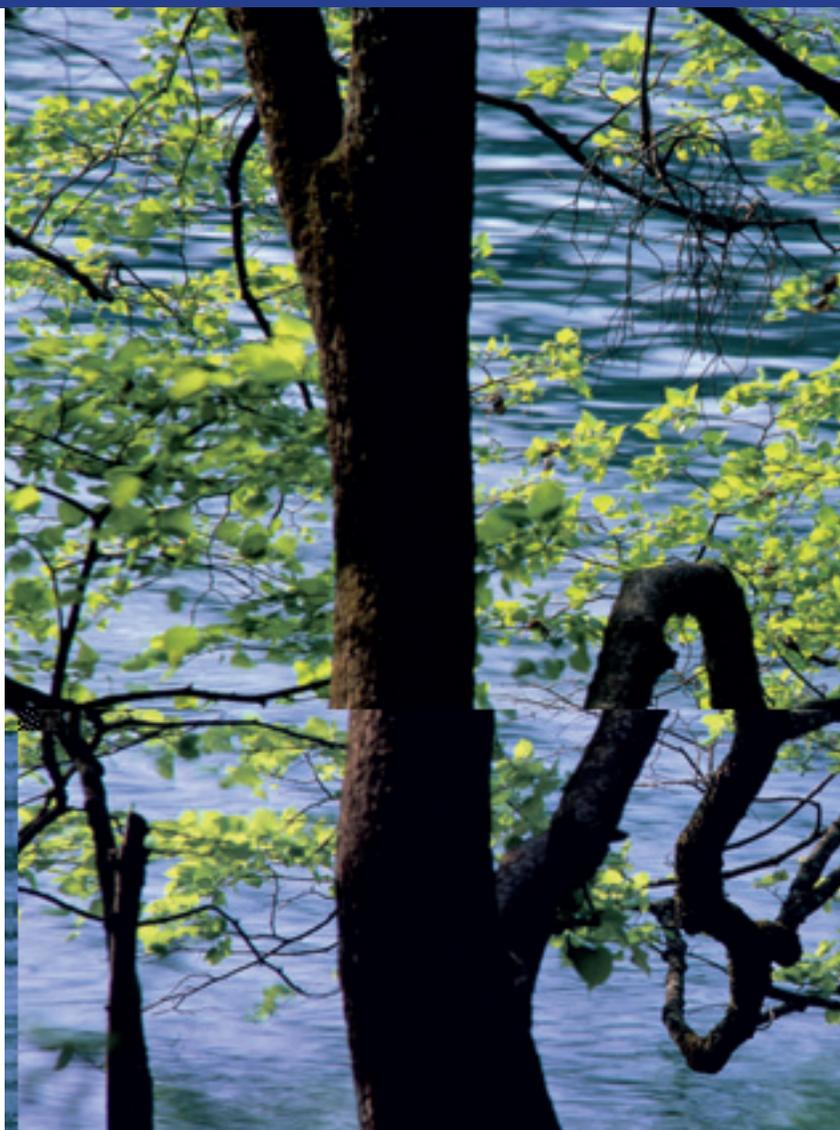
在雨水貯集方面，雖然美國地廣且氣候型態不一，但雨水貯集利用在某些區域確實有其必要，本次專題特別介紹了德州推動十餘年的斐然成果，作為其他各州甚至國家的參考。

他山之石，可以攻錯，在全球共同面臨「水」的問題的此刻，我們以本次專題分享美國多元的水資源成功經驗，期盼從水資源管理、推動省水器材、省水標章、雨水貯集等介紹，讓讀者認知、瞭解、引為借鏡，進而省思在水資源推動的工作上，需要掌握的真正價值與意涵，達成建設節水型社會的終極目標。

水危機是人自身的危機

無論是自然生態因，或是人類因的水危機，多數可以歸結於我們對自然原水非適切的侵犯使用與不當管理所致。這些輕忽的後果有水生生態平衡系統的解構、原水生物的滅種，因污水所引起病害而招致百萬計面臨死亡的命運，又因水分不均而不斷煽起族群之間的恐懼與衝突，正如非洲東北部蘇丹共和國的達富爾地區為爭奪水資源的農牧族群暴力。

美國西南部加利福尼亞州California State，簡稱加州，自身的水資源缺乏、南北水資源不均、越域引水、日夜數十億加侖的北水南輸、冬季淹水夏季水荒抗旱、地方產業耗水耗能結構調整、環境污染、15年來洛杉磯郡15%人口成長、經濟成長的幸福壓力等等，再加上全球暖化的氣候恐慌，這一連串簡單的不安想像實在早已超出了美國小說家馬克·吐溫Mark Twain, 1835-1910, 所



水資源是我們共同的責任—

回復生態與人性榮譽 的加利福尼亞州親水善政

工研院能環所 | 梁林凱

說，「威士忌是要喝的；水是要為之打架」"Whiskey is for drinking, water is for fighting over" 的幽默現實。加州不僅承接與自然水搏鬥的命定，也是加州歷史洪流裡久久不去的騷動。

2006年聯合國世界水資源開發報告《水資源——我們共同的責任》指出，要有效管理諸如上述環環相扣的加州水資源難題，要消除人性豐富的貧窮，不存在所謂的範本對策而是善政，有別於善政的一切人為、為自身，盡到污染清除的義務，而是走入使人與自然

兩下和好、相互共生的美麗、榮譽和意識。單單闡述這樣親近水的善意善政，美國加州水故事是足以提供台灣激勵的啟示。

水權的投射與更迭

水資源管理，或是河流管理的主要特徵在於如何把水資源在特別是在美國自由資本主義市場機制裡做合理的決策和有效的分配，其具體內容就是通過對水資源權利的享用或使用的水權許可、水權轉讓與交易

◆ 註：地下發現超大湖 達富爾鑿千井 爭水戰亂有解，中國時報 2007.07.20。



登記實現並以量化的指標來表示、水權的仲介、保護水權人的用水權利以及完善的水法律體系的水權的制度，其水權分配的目的有二：其一，為要達到經濟利益的最大化。其二，為保護環境。加州達成這樣的管理目標是以經濟活動的有益，或是以各種水資源計畫的開發來投射實踐，其中水權的更迭也反映了加州由南至北、從農業灌溉用水轉向城市和工業用水的移民奮鬥史。

1800年代中期，世界各地的淘金客蜂擁至加州，這些淘金移民建築長達數百哩的溝渠或水道，引水來淘洗金沙。在淘金熱中誰先佔用（或發現）水資源Prior Appropriation Doctrine，誰就優先取得這部分水的支配與使用權，便推翻了最初為殖民時期的河岸權Riparian Doctrine。後來淘金熱過後，淘金客便墾地務農，引水灌溉農田。1929年的經濟大蕭條重創了美國的經濟，時任美國總統的羅斯福力圖擺脫經濟危

機的改革設想，便將目光投向了田納西河流域內豐富的自然資源的綜合開發希望以此來突破振興美國經濟。1933年5月18日美國國會通過了《田納西河流域法案》，成立的田納西河流域管理局Tennessee Valley Authority, TVA，對流域內豐富的水資源實現水利梯級開發，對流域水土資源進行統一管理，以改善防洪和航運，並以廉價的電力和便利的航運，吸引大量投資，促進流域經濟跨越式發展，使貧窮落後的流域人民生活達到美國平均生活水準。

1934年二次大戰戰後，加州第二次“經濟”淘金熱，新工作的引誘和宜人的氣候，吸引大批的移民湧入加州。因此，人口的增加與商業的蓬勃發展導致地區性水資源供應不足，並且過度抽取地下來灌溉大批人口所需的食物耕作。規劃全面加州

水資源的開發以達用水需求迫在眉梢。自1950年代開始構思，繼而有關全加州水資源開發計畫的提議，乃由州參議員Hugh Burns和州眾議員Carley Porter擬定Burns-Porter法案。此一法案正式名稱為加州水資源開發公債法案California Water Resources Development Bond Act批准發行17.5億美元的債券進行最初的水利工程建設。該法案於1960年11月舉行全民公投，在580萬選民中以些微的票數，173,944票通過，開始由州政府主導水電開發與輸送系統工程。以後十幾年時間，完成了大部分水利工程建設，並有超過三分之二公民受益於該工程供應的水，還供給給是以萬計工廠和成千上萬畝的農田灌溉。

直到二十世紀70年代以後，人們開始意識到他們所賴以生存的水資源水質和環境越來越糟、淡水生態環境不斷衰退，於是如何保護河道中的基本水流，挽救瀕臨危險的生物種類的河道內的用水權、對生態環境

的保護力度的增強，受到了民眾高度的警覺。1969年美國國會頒佈了《美國國家環境政策法》National Environmental Policy Act, NEPA，採用公共託管原則，又稱公共信託或信任原則，不僅改變了自1800年以來奉行的“先佔得以優先”的優先權，因而綠色生態的價值意識的抬頭和加州水政策對環境的敏感，環境用水於是成了公有水權，使環境價值與政策取得法制地位與形成可持續的國家基本政策。

1972年美國政府頒佈了《聯邦防止水源污染修正法》The Federal Water Pollution Control Act Amendments of 1972規定，美國在一定時間內，減少排放污染，提高水質量目標，並要求1985年前清除所有通航水域內的污染源。1977年再補充針對有毒的污染物修正後改稱為《淨水法》The Clean Water Act, CWA後襲用至今，《淨水法》授予美國環境保護署US Environmental Protection Agency, EPA擬定的工業污水排放的技術標準，以及附於針對地表水中所有污染物的水質標準的判定權力。

1983年2月加州最高法院更做出「公眾信任原則」的裁決，宣布洛杉磯市對於莫諾湖流域Mono Lake引水的水權要服從公眾信任，如果水權影響到公眾信任和利益，例如魚類和野生動物因而受到污染危害，就可以重新考慮水擁有者是否應繼續保持其權利或是撤消。換言之，生態平衡已經成了《淨水法》所必須面臨的絕對優先和約制。

美國水資源的經營及管理的演變，大體上可分為三個階段：1970年代以前，重點為水利運用及控制，經濟發展為考量，例如給水、排水的水利工程。1970年代到1980年代，環境保護意識高漲之水資源工程之，考量水質對人體健康之影響。1990年代以來，政府及民間對集水區整體性管理之重要為共識，保護水質，更擴及保護人體健康及自然生態系統。

水體保護的技術工具

《淨水法》強調環境本身的價值，並規定環境價值構成保護環境的法律理由，該法規定國家消除污染物排放制度、以控制技術為基礎的污水排放控制制度、非點源污染管理方案、疏浚、填埋許可制度、油類物質和危險物質謝賴事故映及和清理制度，以及公民訴訟制度。這些制度設計的目的都是“恢復並保持國家水體化學的、物理學的和生物學的完善性質”。

其中國家消除污染物排放系統National Pollutant Discharge Elimination System, NPDES是最重要的法律許可制度與實施，它的核心是污染物排放許可證NPDES許可證。NPDES許可證適用於從任何點源向“美國水體”排放污染的行為。來自點源的任何排污行為，除了許可的以外，都被宣布違法。所有NPDES許可證必須包含《淨水法》規定的以控制技術為污水限制標準。這些標準以《淨水法》和聯邦環保局的規章為依據，根據許可證申請人的具體情況制訂。以技術為基礎的污水排放控制統管著工業污染源的排放——通常農業徑流沖刷或是來自道路和木材業務均稱為非點源污染nonpoint sources pollution。《淨水法》規定，污水排放者必須達到污水限制標準，是以技術強制規範的特點包括：（1）以法定期限為發生效力的保證。（2）因污染源和污染物而異。（3）及時更新。（4）包括綜合管理方法和慣例。各類以排放控制技術為基礎的污水限制或標準都要求污染源為達到一定的污染物削減量而採用一定基準的排放控制技術。

《淨水法》要求聯邦機構旨在達成環境立法的兩個範疇，即“可接受的風險”和“污染削減”的目的下，如果以技術為基礎的“污水限制標準”不能達到足以保護公共健康的水質——可接受的風險的目的，那麼聯邦環保局必須頒佈進一步削減污染排放，甚至關閉工廠的標準或命令。《淨水法》還規定，向可航行排放淤積或堵塞物質，必須持有聯邦許可證，此外，按照《淨水法》，公民可以請求執行州或者聯邦環保局認可的污水限制標準，也可以請求執行聯邦環

保局的命令。

在美國全境仍有百分之四十的水域仍然不符合聯邦、州、地方所制訂的水質標準，這個數額超過了20,000個別的河段湖泊和河口，其受損的水域包括30萬英里的河流和海岸線，以及大約500萬英畝的湖泊，而污染大多由於河流的沈積物、過量營養物，以及有害微生物。根據《淨水法》303條（四）規定，凡是不符合水質的受損水域，甚至無法達到所需要最低限制點源污水的技術標準的聯邦環保局授權建立優先順序名單與訂定日最大污染負荷Total Maximum Daily Load, TNDL，即一個水體可接收限額的污染總量後仍能符合水質標準，並且許可的負荷不得超過來自點或是非點源的單一污染物的總量，計算時必須納入安全限度和水質的季節性變化因素，以確保聯邦所規定的水體用途標準，例如飲用水的供應，游泳的娛樂休閒，釣魚水生命的支持，或是科學標準。

加西亞河污染潔淨與回復

美國加利福尼亞州最早受到環境保護主義影響的就是其北部海岸流域，特別是該地區是加州最重要的水源生命地。加西亞河Garcia River正是位於加州北部海岸，曼度西諾郡Mendocino County南端，頂圓市Point Arena北端，離海岸約5.5河哩，流經州立曼徹斯特公園Manchester Beach，注入競技岩自然保育海灣，其流域覆蓋著地表144平方英里，土地用途分為75%公司商用木材，15%的農業和10%的小型私人控股。

水供給娛樂、水力發電、航海、冷水漁業是為加西亞主要利用目標。整個加西亞河流域由於第二次大戰後現代機械的廣泛使用、大量生產的逼迫土地使用受到過度侵蝕招致沈積污染，特別是衝擊到冷水漁業、候鳥遷徙、河域再生，以及使得銀鱒，鮭鱒等發育早熟。1992年加西亞流域被環保局根據《淨水法》第303（四）在溫度測定與與沈積鑑定公布為受損的



圖上 鮭魚逆流而上—US Government Wildlife美國政府野生

圖右 編號4加西亞河—Monterey Bay National Marine Sanctuary

水體，而鮭鱒、銀鱒按加州瀕危物種法California Endangered Species Act, CESA一同被列為瀕危物種。

在數英畝森林的圍繞下，流經曼度西諾郡懸崖峭壁群山後匯入太平洋的加西亞河曾經一度是虹鱒、銀鱒、契努克鮭、桃紅鮭為了繁衍生育每年奮泳逆流而上回到自己誕生的興旺家鄉。雖然有著這樣豐富的自然遺產——加州漁獵休閒部California Department of Fish and Game估計1960年代銀鱒和鮭鱒迴游各為2,000次和4,000次，相較於30年前鮭魚水產卻甚至縮小不到5%的產值。

當地水產業的衰退肇始於1880年以來加西亞河流域受到林木採伐、產業道路開闢和泥沙沖刷道路的邊坡所帶來的砂石沈積，1990年代10年間的第二波林木採伐更造成43%加西亞河流域嚴重沈積，沈積污染是對



被大量林木沈積割裂的加西亞河段
——The Klamath Resource Information System, KRIS Garcia

棲息保留地鮭魚繁殖的最主要威脅，因為它改變河川的水流動，掩蓋自然的幼卵繁衍，以及原棲息只能飼養鮭魚。相對辯證的說法卻認為，這樣的生態污染變化還是在可控制的正常幅度之內。

為了控制現有和未來污染源進入加西亞河流域，1997年聯邦法規管理室State Office of Administrative Law, OAL和環保局通過加西亞流域泥沙總量最高負荷行動計畫Action Plan For the Garcia river Watershed Sediment TMDL，這是加州第一個水污染潔淨計畫，也由於加西亞河是徑流污染，因而採行強制污染減量。首先，要確認個別擁有百分之80的加西亞流域地主沈積污染源的歸屬責任，然後再發展出污染除斷禁令管理。北海岸地區水質控制委員會North Coast Regional Water Quality Control Board, NCRWQCB對加西亞河行動計劃頒佈的排放禁令如下：

- (1) 禁止從採伐、建築、砂石採礦、農牧來的土壤、泥沙、樹皮、斜線、木屑或其他有機物質等可控制廢棄排放進到聯邦水域加西亞流域內。
- (2) 禁止從採伐、建築、砂石採礦、農牧來的土壤、泥沙、樹皮、斜線、木屑或其他有機物質等可控制廢棄排放經聯邦水域注入西亞流域內到一個聚點。

其次，NCRWQCB委員會的其他計畫也獲得認同，

例如強固易於被侵蝕的道路、河域兩旁樹林與植物群的保育、限制在冬季伐木的運輸作業，產業員工伐木和托運技術環保教育訓練等。地主可以從可控制排放的盆地計畫、從侵蝕控制週期修正的改進計畫、或是同前項的土地管理計畫三種行動方案中選擇一個污染潔淨的時程表與目標，而強制附屬計畫執行，或是立即休業停伐停止污染則是最後禁止的一道防線。1999年的加西亞農民Pronsolino家族就挑戰了環保局淨水法的權威，15年150萬板尺林木的經濟利益、點源與非點源污染對水質的決定、環保局與聯邦的權利適用與生態保護等爭議就成了注目的焦點。

從1997年計畫的擬定到2002年污泥清除、水體改善、生物復原加西亞河流域已有新生命的跡象。地方的環保人士和魚獵休閒部California Fish and Game記錄了桃紅鮭重返河域，生物學家更驚異的在加西亞河的四個主要支流發現銀鱒重返加西亞河逆流而上。加西亞河的潔淨重生是出人意表的卓越，生物專家甚至決定重新引入在加西亞已經瀕臨絕種的契努克鮭，並移殖鄰近流域類似的珍貴品種。地方環保擁護者相信這個北海岸地區水質控制委員會NCRWQCB的加西亞流域泥沙總量最高負荷行動計畫是為鮭魚重返自然最主要的生態平衡關鍵。他們也相信在之前1990年代中期由地方地主和水公司所主導的壞水品質革新計畫也可以在短短的10年間來改善加西亞河流生態系統的平衡、河道兩旁的棲息地生養修息，以及河岸林木的復育。

水資源永續管理

依據美國奧克蘭獨立研究協會針對太平洋環境、發展、安全所撰寫的《能源不斷消耗》論文指出，為要解決加州日益增長的水需求的辦法是保護水源，並非尋求更多新水源的供給、建立新的攔河水壩或者是種植植物等。親近水，即防治污染、保護水源的水資源管理是可以成為操作水資源珍貴與生態平衡的優先杆

桿。

美國在重視維護河流健康與要求水體完善的同時，不僅提供可靠水源的可用永續。亦使水質達到《淨水法》所訂定的“可釣魚”和“可游泳”的自然和人性永續。從點源污染到非點源污染的跨流域綜合交叉防制規劃，更多注重濕地、迴游魚類和珍惜物種的恢復與保護，讓水利工程退位的生態永續。從以標準抑制污染的水體的防治，甚至不用外力的結構物去加強干擾的技術永續。更從水資源立法管理《淨水法》、《安全飲水法》Safe Drinking Water Act, SDWA、1993年《地表水處理規定》Surface Water Treatment Rule、1973年旨在教育並喚起國人認識瀕危動物處境與復育成功案例和推廣全球性物種保育 Endangered Species Act《瀕危物種法》、1997年《水源保護條例》護水互補的法治永續，2003年更甚制訂了《公眾參與政策法》全民永續。“永續”兩字雖有深遠的意義，但確有可完整實踐的立意和善政的無礙。

台灣河川污染因與水環境壓力與加州雷同，但是在觀念與作法上確有多元目標和遺漏的渾沌。依據台灣行政院於91年「挑戰二〇〇八：國家發展重點計畫」其中水與綠建設：「逐步恢復台灣生態，成為亞熱帶國家生態島嶼典範」的指導，台灣當務之急是要讓受創的大地休養生息，進行森林、山坡地、河海岸的復育，加強河川的治理與都市廢水的處理，有效及永續利用水資源。現階段水資源生態治河親水建設規劃利用上，為能有削減洪澇災害，保障民眾生命財產安全及產業發展，兼顧河川生態保育及親水空間之營造，透過生態工法與景觀復育措施，重建河川自然優美之風貌，將以流域整體規劃，結合河川治理、水質改善及河道垃圾清理等成效、創造一個具安全性、多樣化、自然、親水之河川環境。

縱使永續發展是世界潮流、環境保護是新世紀的信仰，受之如寵，未來台灣大概也很難恢復到「兒時生

活週遭的河川、溪流，清澈見底，魚蝦成群，大人在溪邊洗滌生活用品，小孩在河中摸蜆玩樂」的景象。但是，一個新的水倫理是可以反思、再建構，而且水資源也不是大部分人相信的，「水就是讓人來開發利用的。」

《圖片和文字引用聲明》

圖片、文字不及一一徵詢，唯均註明其出處。您圖片、文字觀點對本文旨趣起了畫龍點睛之清晰，特此致表謝忱、不勝感激，若文章有侵犯您的權利，請不吝告知。

《Acknowledgements》

I would like to thank Sujatha Jahagirdar of the Environment California for her editorial inspiration to build up the Infrastructure of this report. Thanks also to Kris Garcia website, Laughing Squid, US Government Wildlife and Monterey Bay National Marine Sanctuary for their photos with the precious and factual expressiveness.

參考文獻

1. 王一瓏，2005，美國水污染法和中國水污染防治法比較研究，武漢大學環境法研究所。
2. 那力·真，王小鋼，2005年，水污染防治法：保障經濟社會持續發展？武漢大學環境法研究所。
3. 周剛炎，2007，中美流域水資源管理機制的比較，長江水利網。
4. 周嫻娥、陳雅琴，第六卷第二期，89年09月，邁向綠色矽島之水資源管新思維，經濟情勢暨評論季刊，台灣經濟研究院。
5. Sujatha Jahagirdar, Environment California Research & Policy Center, February 2006, A Clean Water Future for California, How California's Water Boards Can Clean Up Nine of the State's Biggest Polluted Rivers, Lakes and Bays.
6. Craig Bell, Evaluation of Garcia River Restoration with Recommendations for Future Projects, May 2003, California Department of Fish and Game.
7. Teri Jo Barber, Anna Birkas, Garcia River Trend and Effectiveness Monitoring: Spawning Gravel Quality and Winter Water Clarity in Water Years 2004 and 2005, Mendocino County, California, 2006, Ridge to River.
8. KRIS Garcia Home Page · <http://www.krisweb.com/krisgarcia/krisdb/html/krisweb/index.htm>



Bacardi Rips-Off The Cacophony Society With Salmon "Swimming Upstream" Commercial—Laughing Squid。

水資源永續經營一

美國省水馬桶換裝方案 推動成效與案例分析

工研院能環所 | 張素美、王先登



馬桶對現代人而言一點都不陌生，可說是每天生活不得不接觸使用的衛生器具。然回顧馬桶發展歷史至今，無論外觀造型、品質及功能各方面均有長足進步。以每次沖水量而言，其省水標準演進歷程已從1950年7.0加侖（約26公升），逐步降低至1994年1.6加侖（約6公升），目前甚至可達1.0加侖以下（約3.8公升）。在環保意識逐漸抬頭及水資源永續經營之主流趨勢下，「省水」可說是現今馬桶發展之必然訴求。以一般家庭使用之馬桶為例，每個馬桶之省水量依每次沖水量及使用次數為計算基準（如表一）。由表一得知，每次沖水量1.6加侖與（1980年至1994

年）每次沖水量3.5加侖相比，每個馬桶每年約可節省9,344加侖用水量（約35噸），如與更早期（1950年至1980年）每次沖水量5.0公升相比，每年節省水量更高達16,717加侖（約63噸）。由此可見，換裝省水馬桶可在無須改變消費者用水習慣下，節省個人生活用水，且節省水量累積起來十分可觀。但由於馬桶產品屬於耐久材，使用年限可長達20年以上，如無鼓勵換裝誘因或水價偏低，民眾配合換裝意願自然不高，僅賴新建築推廣使用省水馬桶（每年約佔3%），至少需30年始能全部汰換完成。為減輕水資源開發壓力，各國政府莫不積極推動馬桶換裝補助計畫（Toilet

表一：美國馬桶沖水量標準發展歷程及省水量推估（單位：加侖）

時程 \ 項目	每次沖水量	每人每天沖水量	每個馬桶每天沖水量	每個馬桶每年沖水量	每個馬桶每年省水量
1994年至目前	1.6	9.2	21.5	7,848	-
1980年至1994年	3.5~4.5	17.9~23.0	47.1~60.7	17,192~22,156	9,344~14,308
1950年至1980年	5.0~5.5	25.5~28.1	67.3~74.1	24,565~27,047	16,717~19,199
1950年以前	7.0	35.7	94.2	34,383	26,535

資料來源：Water Use and Conservation (2001)

註1.每人每日使用馬桶次數平均以5.1次為計算基準 註2.每個家庭每個馬桶使用人數平均以2.64人為計算基準 註3.每個馬桶每年省水量係與1994年至目前之沖水量相比較

Retrofit Rebate Program)。其中以美國為例，近年來已有許多城市陸續完成換裝補助方案，並有許多方案仍持續推動中。本文擬以全球最大的紐約市馬桶換裝補助方案為對象，探究其推動緣由、方案說明、執行內容及綜合成效，並整理分析美國其他各城市換裝案例，以表列方式比較其重點內容，希藉此提供政府作為未來擬訂推動馬桶換裝補助方案之參考。

紐約市馬桶換裝補助方案 (New York City Toilet Retrofit Rebate Program)

(一) 推動緣由

美國紐約市的用水需求從1950、1960、1970到1980年代初期，每年以高於1%的比例增加，自從1960年代晚期開始，該市的用水量已超過水庫系統的負荷量，1980年代甚至發生了三次乾旱或用水吃緊的警戒情況。但在同一時期，流到Wards島、Newtown溪、北溪及Coney 島的廢水廠的廢水則是過量或超過了許可的水準。到1990年代，紐約市更面臨嚴重的水

短缺，只要有新的住戶遷入或乾旱年增加，該市就必須每天多籌集9千萬加侖的水，相當於該市總用水量的7%。為了避免因擴大水供給及廢水處理以及乾旱引起的資本成本增加，該市發展了較低成本的提供用水/排水服務的計畫，包括：檢漏、水錶、馬桶換裝、鎖住消防栓蓋及教育方案等等，其中最成功且最具創新性的節水措施則是1994年到1997年的大規模馬桶換裝補助計畫。

(二) 方案說明

這個方案是目前為止全球最大的馬桶換裝計畫，它提供財務誘因以鼓勵一般家庭住戶及多戶的建物擁有人，將其原有老舊的5加侖/每沖次 (gpf) 馬桶換裝成低於1.6gpf的低流量馬桶，如此將可省下可觀的用水量。但是這個方案的創新本質並不僅僅在於其推廣”以短期的成本換取長期的利益”的觀念，而同時在於其在公共/私人方面的設計及管理的過程。這個方案的源起應追溯自1991年，紐約市成立了一個顧問委員會，成員包括市府官員、環保組織團體、

不動產團體、水管承裝業代表們及其它與節水相關或有興趣者。委員會提出許多節水相關的想法包括馬桶換裝方案及發展的觀念，藉由這樣的運作，委員會提供利多給參與者，而紐約市環境部則獲得組織成員的知識與想法，而組織成員則提供他們感興趣方案的意見，在這同時並在建物所有者及水管承裝業者間建立了進一步的信賴度—這是方案成功所必須的。

紐約市並不是第一個將經濟誘因與大規模馬桶換裝結合的城市，洛杉磯與聖地牙哥也有類似的方案在進行，委員會經過參考及了解他們的作法後認為紐約市並不適合直接採用他們的方案，因各市之間有許多差異，如建物內馬桶有不同的年齡及型式、不同的人工成本及不同的零件以及不同的補助等等。紐約市事前還針對不同的補助水準可能會產生的影響做了深入的分析研究，並與擴大供給節水補助方案的成本作一比較，結果顯示馬桶補助方案是一項有效的投資。

在管理方面，官方認為應採用私人的管理，其考慮原因有二：承包商快速發放補助款的能力及補助方案規模變更時快速調整人事水準的能力。通常市發放補助款的程序及時間會較長，如此會降低參與方案者的興趣，所以該市希望方案的中間協調人（Coordinator，即方案承包商）能在換裝後四週內就發放補助款。

（三）方案規劃

這個方案於1993年在Bronx開始進行，並且於1994年9月擴及其他自治區，總執行期間規劃是三年。紐約市環境部並設定目標要在三年中換裝150萬個馬桶—約全市馬桶量的三分之一，而且如果成效良好將延長年限。

這個換裝計畫的內容其實很簡單，即該市針對每一個老舊馬桶的換裝提供上限為240美元的補助，補助對象限定為一個住戶單位（a residential dwelling unit）（公寓、房子）的第一個浴室馬桶，第二個及以上的馬桶翻修換裝則可有上限為150美元的補助。商用建物的擁有人以所有權為申請條件，每個馬桶可

補助150美元，住戶或承租人不可申請。另外是集合住宅（multi-unit）住宅建物的所有人，這是本方案的重點所在，由於這個項目是最具節水潛力的，所以方案鼓勵這種大樓最少70%以上的馬桶均進行換裝，且均可補助，但在換裝的同時需一併裝設低流量蓮蓬頭及水龍頭的起泡器（faucet aerators）。

為了達成150萬個換裝的目標，該方案透過一系列正式及非正式的管道及活動向建物所有人、住宅公會組織、水管承裝業者及社區團體等進行大力宣傳。其中水管承裝業者的說辭在非正式管道中佔舉足輕重的角色，畢竟要進行大樓的換裝常常要利用他們與大樓所有人既有的關係，而換裝這件事將同時帶給他們大量的工作與財務收益。

方案的參與方式是由大樓及住家所有人填寫申請表交給方案協調人，表中註明要換裝的馬桶數量、型式及要進行換裝工作的合格廠商名稱，若是集合住宅大樓的申請人，則必需列出要換裝的房戶的清單；新馬桶必須是該市已公告的、合格的低水量裝置，以確保真的省水。換裝申請約在兩週內即可批准，然後送至方案協調人即完成書面作業。而方案協調人則如方案所要求的，需在換裝後4週內發放補助款。換下來的舊馬桶需由建物所有人或水管承裝業者丟棄在公共衛生部設置於市內各處的棄置場內。在棄置馬桶前需將內部的零件移除，金屬零件可以廢料出售，其他部分最終將回收使用作為道路材料，如此的處置乃確保不會因為了節水而衍生廢棄物處理的問題。整個方案結束後紐約市另以契約委託進行方案結果評估，評估重點包括節水量、節水金額，以及顧客的滿意度。前者將可從各大樓水錶在換裝前後的差異量讀出，反映在後來的水費單上；後者則以郵寄問卷調查來進行。

（四）方案執行

紐約市共編列了2.4億美元的經費來進行這項補助方案，相較於該市其它許多正在進行或可能會進行的資本計畫可說是小巫見大巫。總預算當中包含了2.7千萬

美元的方案協調人的合約金、方案結果評估契約金、以及公共衛生部處理廢棄馬桶的成本。

在方案的進行過程中會有一些障礙，包括要說服那些將要審核批准補助款的市預算的官員們，讓他們相信這個方案值得做。雖然這個節水方案與其它水供給擴大計畫比起來其經濟性毋庸置疑，但是政治人物仍害怕會有短期的政治的反響。另外有關方案細節如規模、執行期間、補助的水準等的協商亦有爭議。最後所決定的補助水準必須要在節水關鍵者的參與度以及有限的市預算支用的有效度之間取得一個平衡，因此在事前，方案發展的官員們與市預算官員們均對這些爭議進行廣泛的辯論後才達成共識。

另外，在方案執行中最值得關切的一點是造假的問題。多數的批評者認為水管承裝業者很容易假報工作量。針對此，方案將一些預防措施納入，例如大樓的所有人必須要提出棄置在公共衛生部廢棄場的馬桶數量證明才可領到補助款；另外並針對至少20%以上的換裝案件進行查驗以避免造假問題；還有就是要求換裝工作必須分包給紐約市的合格水管承裝業者等。最後一項障礙是這些建物及住家擁有人的感受問題：只在乎“短期”的想法而忽略了未來長期的節水利益，常會使消費者不願意在現階段花錢來換裝省水馬桶，這與方案的立意相悖，同時也使這個方案喪失了一些重要的參與者。

（五）綜合成效

事實上，這個方案的執行對個人及紐約市均有很多的好處。其中最主要的當然是節水，紐約市環保部當時估計，若這150萬個馬桶換裝的目標達成，則在三年後每天可節省1億加崙的用水量，這對每日耗用15億加崙水的紐約市來說是一項重大節省。不僅如此，從方案所節省的成本來看亦非常可觀，據估計每天節省1億加崙的水所節省的成本，相當於擴大供水及/或污水處理廠成本的一半到四分之一。而除了紐約市獲益外，利用及參與這個方案者亦獲益，這可從那段時

間內水及污水費率節節升高而換裝者的水費卻反而降低了20-30%感受得到；另外就是創造了許多工作機會，特別是對那些水管承裝業者。

執行馬桶換裝方案的效益是長遠的，對那些目前並沒有缺水問題的地區而言，馬桶換裝計畫及節水方案均是未來值得投資的好方案。就紐約市來說，即使市成長，但水供給以及供水及污水處理設施的建設卻不必跟著成長，資源及成本均大幅節省。但在不同的地區若要採行類似方案必須要考慮差異性，如人工成本及水價等等以提供足夠的誘因。另外還要有相關條件的配合，包括政府應體認計畫的長期/短期經濟效益而願意承擔一些立即的負面的政治壓力及風險；要建立適當的管理結構以避免繁文縟節及官僚，要建立快速付款能力等。此外，尚需建立起公、私部門的夥伴關係，這些包括水管承裝業者、大樓及住家所有人等潛在的計畫參與者。

（六）未來方案

紐約市環境保護部提出的紐約市馬桶換裝補助方案於1994年開始執行，市民反應踴躍，在前三天即湧入2萬件的申請。方案至1997年結束，總經費約2.9億美元，共換裝了130萬個馬桶，每日節省用水量約7~9千萬加崙，成效良好。環保部並計畫於2008-2010進行新的獎勵方案，針對新建築物內額外的現有的馬桶及小便斗汰換成較高效率的型式。預計於2007年或2008年從高密度公寓建築開始，到2009年再擴大到全市。依據該市規劃，第一階段（Phase I, 2008年）馬桶換裝預計經費2千6百萬美元，估計每日可省水1千萬加崙，相當於每節省1加崙成本2.6美元；第二階段（Phase II, 2009-2010年）馬桶換裝預估成本3千萬美元，估計每日可省水9千9百萬加崙，相當於每節省1加崙的成本是3.3美元。除了馬桶換裝計畫外，針對公寓建築的洗衣房及自助洗衣店洗衣機的獎勵計畫亦在規劃當中。

表二：美國各城市馬桶換裝補助方案重點內容比較（案例一至案例三）

補助方案	案例一： 紐約市換裝130萬個 低流量馬桶方案	案例二： 洛杉磯低流量馬桶換裝方案	案例三： 坦帕（Tampa） 水資源部馬桶補助方案
補助單位	紐約市環境保護部	洛杉磯水電部	坦帕（Tampa）水資源部
執行期間	1994-1997	1990-2000	1993-1999
補助對象	住宅及商用建築	一般顧客及社區	住戶
經費	2.97億美元	1.07億美元（含有小部分為蓮蓬頭及洗衣機補助款）	170萬美元
換裝數量	130萬個1.6加崙/每沖次馬桶	90萬個1.6加崙/每沖次馬桶	1.53萬個1.6加崙/每沖次馬桶
節水量	1. 每個每天估計節省53.8加崙 2. 每天總省水量7~9千萬加崙	1. 每個每天節省31.7加崙 2. 每天總省水量2.9千萬加崙	1. 每個每天節省29.1加崙 2. 每天總省水量44萬加崙
說明	執行情形與結果： 1. 在高密度相鄰地區換裝大量的5~7加崙/每沖次的馬桶 2. 換裝數量涵蓋約11萬座建築，其中29%的省水量來自於67座公寓建築 3. 在隨機調查6萬個參與補助方案者中，有近75%的換裝1.6gpf者，回報重複沖洗次數較換裝高流量馬桶者低或一樣 4. 客戶對最常換裝的10種1.6gpf型式的馬桶滿意度不一，顯示對不同型式的1.6gpf馬桶的選擇非常重要	執行情形與結果： 1. 根據一項顧客滿意度調查，在超過7,000個回覆當中，有80%以上表示他們非常可能或可能會再次參加這個方案 2. 回報內容還包括：較低的污水管堵塞、較少的機械問題、相同的馬桶清洗次數及活塞使用，但重複沖洗的頻率較高 3. 與紐約地方的顧客滿意度調查所得的結果一樣，換裝的成效和整體顧客滿意度與馬桶型式及該型的成效評價是息息相關的	執行情形與結果： 1. 調查結果中84-95%認為1.6gpf裝置馬桶優於或與高流量馬桶的成效一樣 2. 在重複沖洗、馬桶堵塞、馬桶清洗及機械問題方面，換裝1.6gpf低流量馬桶的住戶，較一控制群組的住戶（沒安裝低流量馬桶）的滿意度高 3. 污水管堵塞比較：安裝1.6gpf馬桶裝置的住戶（每戶每年平均堵塞0.16次）較控制群組住戶（每戶每年堵塞0.08次）回報較高的污水管堵塞頻率。雖然如此，但有91%的回覆者均表示他們很有可能或可能會再次購買這種低流量裝置

資料來源：Water Use and Conservation（2001）

美國其他各城市馬桶換裝補助案例分析

除上述紐約市推動全球最大的馬桶換裝補助計畫外，歷年來美國其他城市亦陸續推動不同規模的馬桶換裝案例，基本上均符合預期之節水成效，茲將紐約市與其他五個城市換裝計畫之重點內容整理，並以表列方式比較如表二及表三。

結語

（一）由上述美國省水馬桶換裝補助各案例分析得知，無論節水效益與消費者滿意度均極為正

面，其成功主要原因在於推動前之詳細規劃與評估，加上各項配套措施完善，並落實執行與管理，及重視後續追蹤服務，使換裝補助計畫之推動得以事半功倍，尤其在推動模式及權責分明等方面，非常值得作為國內未來推動相關計畫之參考。

（二）反觀國內推動馬桶的各項節水措施，目前主要以補助機關學校女廁與家庭之馬桶換裝兩段式沖水器配件為主，雖亦可達到相當節水功能，但因市售兩段式沖水器產品省水設計原理不

表三：美國各城市馬桶換裝補助方案重點內容比較（案例四至案例六）

補助方案	案例四： 德州奧斯汀新 的低流量馬桶補助方案	案例五： 洛杉磯市1/3住戶 馬桶換裝補助方案	案例六： 聖塔蒙尼卡的馬桶補助 方案降低了廢水系統的成本
補助單位	德州奧斯汀市	洛杉磯水電部	聖塔蒙尼卡”海灣節水”馬桶補助方案
執行期間	1992-1999	-	1993~
補助對象	一般及低收入戶（免費換裝）	直接及透過社區組織補助住戶	-
經費	200萬美元	1. 每個馬桶換裝補助100美元，其他裝置則補助75美元 2. 透過社區組織替低收入戶免費換裝馬桶，每個可獲得25美元補助	1. 換裝第一個補助100美元，後續的每個75美元 2. 方案提供的安裝服務每個35美元
換裝數量	4.7萬個1.6加崙/每沖次馬桶	75萬個1.6加崙/每沖次馬桶	1993年全市約有60%（即超過23,000個馬桶裝置）換裝率
節水量	1. 每個每天節省29.3加崙 2. 每天總省水量140萬加崙	-	每個降低約15%的用水量與污水排放量
說明	執行情形與結果： 調查2組客戶結果，95%的回覆者均對換裝的低流量馬桶表示滿意或非常滿意	執行情形與結果： 全市有33%的安裝率	執行情形與結果： 1. 美國最早的補助方案之一 2. 預估以超過8.5萬人的大型住宅社區透過此方案，到2002年將可節省6百萬美元 3. 此方案從它所降低的水系統及廢水系統容量及處理成本計算，估計每1美元投資，可回收2美元。

資料來源：Water Use and Conservation (2001)

同、消費者DIY安裝能力與意願不足，加上國內馬桶型式不一，並非所有馬桶均適合換裝成兩段式沖水（尤其虹吸式馬桶如安裝不正確，易造成使用者重複沖水 double flushing）

（三）國內馬桶生產業者多年來積極呼籲政府仿效先進國家提供足夠鼓勵誘因，以補助換裝方式加速提升省水馬桶普及率，並曾舉辦產官研座談會及立法院公聽會，希望至少能針對已使用15年以上之馬桶（估計約佔總數50%）進行優先補助汰換，除藉此減輕國內水資源供給壓力外

（全台灣馬桶汰換約有2至3億噸節水潛力），並可帶動衛浴設備產業之發展。④

他山之石一

美國水意識標章(WaterSense Label)之推動現況報導

工研院能環所 | 王先登、黃序文、王今方

圖一：水意識計畫 (WaterSense Program) 圖樣

圖二：水意識標章 (WaterSense Label) 標誌



水意識計畫 (WaterSense Program, 圖樣如圖一), 係美國環保署所支持贊助的一項自願性質並兼具官方與非官方 (public-private) 之夥伴計畫 (partnership program)。主要乃依據美國淨水法案 (Clean Water Act, CWA) 及安全飲用水法案 (Safe Drinking Water Act, SDWA) 相關條文而推動。此計畫之任務在藉由提升省水產品或服務之市場, 以保護國家未來之水資源供應。水意識計畫強調省水並非難事, 且已有許多省水型產品可加利用, 人們無須改變生活或商業活動習慣。消費者僅需藉著選擇具有標章之省水產品, 即可為後代子孫節省可觀之水資源。水意識計畫之核心工作為推動水意識標章 (WaterSense Label, 標誌如圖二) 產品驗證。產品欲取得水意識標章, 第一步需先與環保署簽訂夥伴合約 (Partnership Agreement), 第二步驟則是產品須符合環保署水意識標章之特定規範 (Criteria or Specification), 此特定規範之驗證須由美國國家標準協會 (ANSI Association) 認可或環保署同意之第三者驗證機構 (Third Party Certification Body) 出具合格之證明文件。本文乃針對水意識標章在產品範圍、特定規範、審查流程、授權與監督、驗證機構及夥伴關係利基等各方面之推動現況加以簡略說明, 提供政府作為國內省水標章產品驗證制度之參考。

水意識標章產品範圍

目前水意識標章推動之省水產品項目包括下列三類:

- (一) 家庭衛浴設備: 包括馬桶、水龍頭及蓮蓬頭。
- (二) 花園澆灌服務: 包括澆灌服務及控制技術與滴

灌系統。

- (三) 商業及公共用水設備: 包括小便器、沖水凡而馬桶、蒸汽滅菌器。

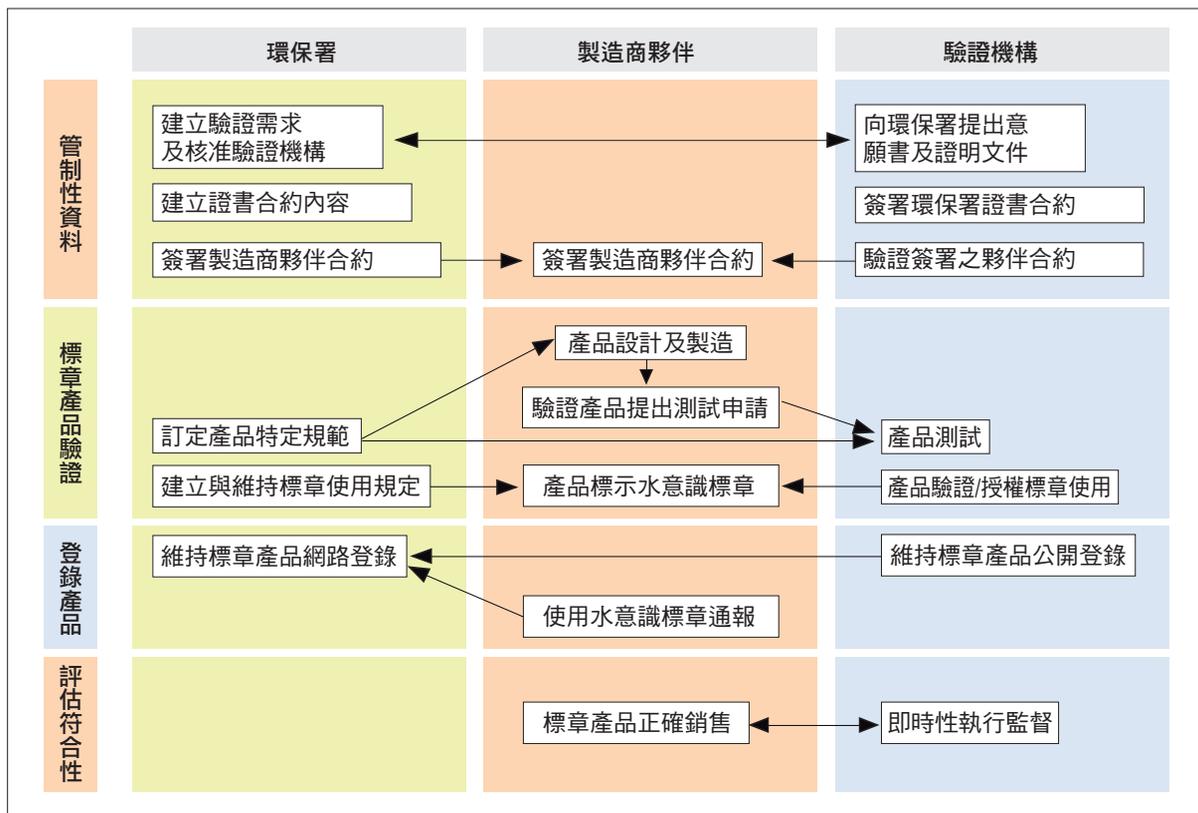
產品特定規範

美國環保署選擇水意識標章產品項目訂定相關特定規範須考慮技術及市場的各项因素。水意識標章產品須符合下列條件:

- (一) 符合國家品質水準, 且產品具有節水功能。
- (二) 與同項產品比較具有較高之節水功能, 且無須改變用水習慣, 亦不影響安全與健康。
- (三) 可經由不同省水技術達成相同省水效率, 並非僅有一家擁有此項能力或技術。
- (四) 該項產品之省水功能必須具有量測驗證能力, 且較同項產品至少有20%以上之省水效率。
- (五) 該項產品具有市場價格競爭力。

美國環保署在訂定水意識標章產品特定規範時, 通常遵守下列步驟:

- (一) 向利害關係團體 (Stakeholders) 宣佈訂定特定規範之目的, 並開始彙集各方意見。
- (二) 進行技術分析與市場研究, 評估節水潛能及對環境與經濟之衝擊。
- (三) 評估現有測試方法及因標章考量決定測試型式。
- (四) 發佈產品特定規範草案, 並尋求利害相關團體及公眾之各方意見, 尤其與利害相關團體之溝通會議是過程完整的重要部分。



圖三：水意識標章產品驗證流程圖

- (五) 如需要可藉由水意識標章專屬網站接受通訊意見，以修訂草案內容。
- (六) 公告最後之產品特定規範。
- (七) 定期審查現有特定規範，評估其是否需要更新。
- (八) 考量市場需求，決定是否對新產品項目訂定特定規範。

水意識標章與相關標準之比較

水意識標章與相同產品相比，至少應具有20%以上之省水效果。在此僅以馬桶與水龍頭為例，比較水意識標章特定規範之標準與EPA 1992標準及ANSI國家標準之差異。

水意識標章驗證流程

水意識標章產品驗證流程如圖三所示。

標章使用要求

(一) 基本要求

1. 生產廠商須與環保署簽訂夥伴合約，始能使用水意識標章。
2. 水意識標章產品須符合相關特定規範，且須由水意識標章計畫認可之機構進行驗證，並由該驗證機構授權使用水意識標章。
3. 水意識標章可使用於產品紙箱、包裝或直接使用於產品上。
4. 水意識標章亦可用於生產廠商、大盤商、經銷商或零售商之推廣文宣上，但必須直接與該產品相關，而並非所有產品文宣上均可使用。
5. 水意識標章決不可暗示環保署對生產廠商或產品背書。
6. 無論任何理由被撤銷使用水意識標章，廠商必須立即停止。

產品	標準	水意識標章特定規範之標準	EPA 1992標準與ANSI國家標準
馬桶		每次沖水量小於1.28加侖 (約4.8公升) /次，且至少排出350公克之污物	每次沖水量小於1.6加侖 (約6.1公升) /次
水龍頭		在60PSI壓力下，每分鐘流量小於1.5加侖 (約5.6公升)，但在20PSI壓力下，不小於1.2加侖 (約4.5公升)	在60PSI壓力下，每分鐘流量小於2.2加侖 (約8.3公升)

7. 凡不符合水意識標章效率及功能，決不可任意使用標章，或尚未完成特定規範之產品亦不得使用。

(二) 暫停及撤銷

若發現不符合相關特定規範或未遵守標章使用規定，該產品將暫停或撤銷標章使用，直到通過改善為止

(三) 授權與監督

水意識標章使用由環保署及驗證機構加以監督，環保署亦對驗證機構之授權執行進行監督。驗證機構須遵照ISO Guide 65之政策與條文規定進行驗證工作

(四) 特定規範修訂

環保署基於技術或市場改變足以影響消費者、工業或環境時，保留對水意識標章產品特定規範修訂之權利，特定規範修訂應依公開程序與相關合作夥伴進行討論，特定規範修訂期望每幾年修訂一次，以反應省水產品在技術上之持續進步

(五) 資源共享

環保署水意識標章計畫核心目標之一在提高創新能力及提升節水意識。欲達到此目標，環保署可藉由隨時掌握適合之合作夥伴，值得推動之產品項目及更具深度的網站資訊。並利用簽訂夥伴合約與參與水意識標章計畫之單位聯結。環保署可藉此龐大之合作資源，必要時對特定產品進行案例分析，且過程中可公佈或出版不具秘密的商業資訊

標章驗證機構

美國環保署已認可下列五家驗證機構（標誌如圖），可依據水意識標章特定規範進行產品驗證，並對合格產品授權使用水意識標章：

合作夥伴利基

環保署為確保水意識計畫之順利推動，藉由水意識標章與製造商、經銷商、零售商、推廣單位、驗證專家組織、及驗證機構等形成夥伴關係，共同協助省水產品成為大眾化產品。為支持此項努力，美國環保署已訂定嚴格夥伴關係之篩選標準，並鼓勵所有合格組織與水意識標章計畫簽署合約。此夥伴合約之利基包括：

(一) 成為環保署認定之環境管家 (Environmental



Steward)。

- (二) 藉水意識夥伴標誌之使用，突顯組織在節水領域具有之領導地位。
- (三) 藉由與環保署建立合作夥伴關係，登錄於水意識計畫網站，可增加組織之曝光度。
- (四) 利用免費工具及資源管道，協助推動水意識計畫及用水效率需求。

結語

- (一) 美國環保署基於能源之星 (Energy Star) 成功經驗，乃針對省水產品推動水意識標章制度。此制度目前尚在萌芽階段，在家庭衛浴產品項目方面以馬桶為主，目前合格登錄共計5家廠商33件產品。水龍頭產品之特定規範目前已進入草案最後審定階段。
- (二) 水意識標章研訂產品特定規範過程相當嚴謹，除徵詢各方意見外，並考量所有利害關係團體 (stakeholders) 之立場，且相關配套措施訂定亦十分周延。由於環保署認可之水意識標章驗證機構並非唯一，可增加廠商之選擇性，也提供市場公平競爭之機會。
- (三) 美國環保署藉由推動水意識計畫，除生產之製造商外，亦結合驗證機構、驗證專家組織、經銷商、零售商、公用事業、水資源委員會、地方政府、非營利組織及協會、商業機構、聯邦政府及水電承包商等各種資源，形成堅強的合作夥伴關係，使推動成效可事半功倍。🔄

參考資料

美國環保署水意識標章網站 <http://www.epa.gov/watersense/>

水資源開發的新契機— 美國雨水利用 現況與展望

國立海洋大學 | 廖朝軒 教授



談起美國雨水利用的發展，就不得不令人想起美國夏威夷大學土木系霍雨時教授（Prof. Yu-Si Fok），霍教授長期在夏威夷大學任教，而夏威夷州係由不同大小的火山島所組成，故島上極度缺乏地下水，也缺乏長期穩定的地面水源，故當地居民長期以來一直使用雨水做為日常用水的水源，而且在火山國家公園內，也建造了不同規模可供應公園內工作者及觀光客使用的雨水利用系統。

因此，霍教授在90年代初期即開始大力鼓吹雨水利用的優點，尤其是對開發中國家及偏遠地區，故在1990年菲律賓所舉行的第四屆國際雨水會議中提議成立國際雨水利用協會（International Rainwater Catchment Systems Association, IRCSA），並在1992年於台灣海洋大學所舉辦的第五屆國際雨水研討會中正式宣佈成立國際雨水利用協會。之後，各國才陸續成立國家或地區之雨水利用協會，而美國雨水利用協會（American Rainwater Catchment Systems Association, ARCSA）於1994年在霍教授的大力協助下於美國德州奧斯汀市（Austin）成立，該協會由任職於德州政府水資源開發理事會（Water Development Board）的主任工程師Hari J. Krishna博士任首屆理事長，負責美國雨水利用技術推動工

作。

發展

ARCSA成立的主要宗旨為：

1. 藉由舉辦研討會及訓練課程提倡雨水利用技術。
2. 建立雨水利用平台，將雨水利用技術與經驗提供給需要協助的個人或廠商。
3. 針對新方法、新技術與建造材料等議題，提供各種不同論壇。
4. 出版一些非正式的出版品，協助流通雨水利用設計與技術知識。
5. 建立一些可被廣範民眾所接受的雨水水質處理方法。

在美國雨水利用協會成立初期，該協會的重點放在宣導及興建示範地點，因為傳統上美國的供水與防洪系統仍屬集中與大型系統，而對雨水系統的功能及效益往往存疑，造成推動的障礙。直到2001年ARCSA才舉辦了美國全國性的第一次雨水利用研討會，但主題仍以宣導與示範點的說明為主。

隨後2003年才在德州奧斯汀市市政府舉辦了第二次的全國性會議，作者也受邀參加，這次會議的主題與參與人員明顯較2001年擴大許多，同年開始才陸續

成立全美各區域分會，迄2005年總共成立了五個分會（Central, North-East, North-West, South-East 及South-West）。

2005年在西雅圖市（Seattle）舉辦了第三次全國性的年會，2006年8月則在亞利桑那州的土桑市（Tucson）舉辦第四屆會議，2007年8月在夏威夷Kilauea陸軍基地舉辦第五屆會議，本次會議的主題逐漸多元化，參加人數則包括全美各地的工程師、廠商及國際人士，廠商的角色也由被動轉為主動，由美國歷次全國性會議的密度與規模來看，雨水利用已逐漸受到各州政府及人民的重視。

重要成果與政策

由上節所述ARCSA發展歷程，可知ARCSA目前已朝向更高一層次的發展，美國民眾對雨水利用技術的興趣逐漸升高，也使得ARCSA在未來雨水利用所扮演的角色日益重要。過去，ARCSA的總部設在德州，故德州對雨水利用的推動領先其他州，甚至成為其他州參考學習的對象，故以下簡要介紹德州近年來在雨水有關的研究成果與施政政策：

1. 2007年1月出版雨水貯集：雨水公共供水系統指南（Rainwater Harvesting: Guidance for Public Water Systems）：

本指南主要針對雨水公共供水系統（PWS），該系統收集處理及配送雨水給各用戶其類似自來水系統一般，PWS係指供水系統每天至少提供25人的供水，而且每年中有60天的供水期，為了要確保PWS系統所提供的水在化學及生物上皆能安全無慮，德州環境質量委員會（Texas Commission on Environmental Quality）公佈了有關雨水供水系統的設計、操作、維護及所產生的雨水水質有關的規定。

2. 2007年1月出版民生室內用的雨水收集，貯存及處理指南（Harvesting, Storing, and Treating Rainwater for Domestic Indoor Use）

本指南主要提供個人設置雨水貯集供水系統的貯集、水質處理參考指南，以提供單一家庭收集雨水供家庭飲用水之用。

3. 2006年出版德州雨水利用手冊（第三版）（The Texas Manual on Rainwater Harvesting）

本手冊由德州水資源開發理事會出版，供民眾設計雨水利用系統的參考，本手冊僅提供原則性的設計為主。

4. 夏威夷州雨水貯集系統指南（Guideline on Rainwater Catchment Systems for Hawaii）

本指南由夏威夷大學（University of Hawaii at Manoa）熱帶農業及人文資源學院（College of Tropical Agriculture and Human Resources）出版，主要供個人設計收集雨水系統供家庭室內與室外用水的參考。

5. 2006年出版德州雨水貯集潛能及指南（Rainwater Harvesting Potential and Guidelines for Texas）

2005年，德州為了更廣泛的推動雨水利用，建立更完善的雨水貯集標準與指南，德州立法單位通過了（HB）2430號法案，這個法案主要是在要求州政府成立雨水貯集評審委員會（Rainwater Harvesting Evaluation Committee, RHE Committee），該委員會之成員主要由德州水資源開發委員會（TWDB）、德州環境質量委員會、德州健康局（Texas Department of State Health Service）、美國自來水協會（American Water Works Association）各派乙員參加，而美國雨水利用協會則有三人參加，由Dr.Hari Krishna擔任該評審委員會的主席，自2005年9月起每個月開一次會議，並於2006年12月1日前向德州州政府及眾議院主席繳交評估報告，該委員會的主要工作內容包括：

- （1）評估德州雨水利用的潛能。
- （2）提出雨水在室內飲用與非飲用的水質標準與相關的指南。



(3) 提出住宅、工業區、社區及公共給水中，與現有供水系統結合雨水供水系統有關的水電系統配置。

(4) 提出德州能提升雨水利用的政策與方法。

該委員會經過不斷的討論，終於在2006年年底提出了該報告並就雨水水質、水質處理指南、飲用水與非飲用水水管標記與顏色、逆流阻止，有關建築雨水利用與水電接管，雨水供水系統中供給商、建造商、水電技師與操作維護有關人員的訓練與認證進行分析。當然該委員會也邀集了其他有關的專家，包括ARCSA的委員，並就其提出的意見供委員會參考。

6. 美國雨水利用協會認證考試 (ARCSA Association Accreditation Exam)

因過去的努力，雨水利用已成為一普及而且有時成為增加供水的唯一途徑，因此ARCSA深信一般大眾或其他對興建雨水利用有興趣的人需要有一些依據或標準才能判定所選的顧問、建造者或專家能具有一些基本的專業知識。是以，ARCSA決定提供一些訓練課程進而對雨水利用系統建造者能獲取一些最基本的知識。故ARCSA參考美國綠建築協會 (US Green Building Council) 的流程，建立了雨水利用系統專

業的認證制度。

認證過程需要經過二個階段，包括筆試與現場操作評審，以提供雨水利用系統的基本知識。認證制度的目的在於確認考試者具備足夠的知識與經驗能力來幫助或提供在雨水利用系統興建時所需的諮詢。

參加考試者首先提出個人背景資料及有關雨水利用的經驗，經核可後參加正式的筆試，並參加ARCSA所認可的個人或機關所舉行的現場訓練課程方能獲認證資格。

7. ARCSA會員成立非營利的慈善援助計劃

為了能將雨水利用的技術推廣應用到世界各地，ARCSA結合了會員及廠商的力量幫助坦尚尼亞的村落及學校興建雨水供水系統，並教導當地民眾如何利用慢速砂濾系統處理雨水水質，因其無需額外的電力供應，而且能就地獲取所需材料，且日後的維修也變得較為簡易，這些援助獲坦國極大的迴響。

8. 2001年德州參議院通過法案對民眾購買雨水利用設施提供折扣，德州奧斯汀市政府即開始提供民眾購買雨水利用設施折扣及對每一興建雨水利用設施住戶提供美金450元的補助相當於0.15元每加侖設置容量。

未來發展

美國雨水利用經過了10餘年的推動，雖然完成了許多的工作也獲得了豐富的成果，但是ARCSA認為未來尚有無限的發展空間，故ARCSA對會員及德州有關人員進行問卷調查，並對未來雨水利用發展的方向及具體做法提出建議，其內容簡單整理如下：

1. 專款

讓雨水利用教育訓練課程能列入各州之經濟發展合作基金的項目。

- 讓供應商、顧問及工程師皆能接受雨水利用的教育訓練。
- 示範補助/低利貸款能獲各州水資源單位贊助。
- 把補助款項集中在水資源短缺地區。
- 在學校能配合學校課程讓學生動手興建雨水示範區。
- 補助大學進行長期的雨水利用相關研究。

2. 教育/推廣

- 印制一般非正式的折頁或宣導品。
- 錄製雨水利用DVD及VCD宣導短片。
- 建置較詳細的雨水利用建造及成本資料庫。
- 將雨水利用列入大學教材，尤其在建築及水資源規劃管理方面。

3. 訓練

- 強化合格技師簽證制度。

4. 合作

- 與美國藥物局、各大學研究推廣中心、各州政府合作推動雨水再利用。

5. 獎勵

- 建立優良建商/社區獎勵制度。
- 因建設雨水利用系統可考慮減免房屋稅。
- 對雨水相關設備之生產及供應商提供減免貨物稅。
- 鼓勵在綠建築評價系統中對雨水設立者能給予較大權重或較高分數。

6. 修訂現有的法規

- 修訂土地開發法令，讓雨水利用系統所佔的面積不列入不透水面積。
- 依照雨水利用的程度，可以讓不同都市有不同程度的不透水率。
- 移除對推動雨水利用造成阻礙的法令。

7. 推動

- 在水資源規劃中優先強調考慮雨水利用的可行性。
- 鼓勵對雨水利用進行較真實的成本效益分析（例如生命週期分析）。
- 鼓勵自來水供應者將雨水納入室內與室外皆可使用水源。
- 鼓勵在公路或高速公路之休息地區廣設雨水利用系統。
- 成立雨水利用系統推動專責機構探討現地雨水資源及利用方式。

結語

本文僅對美國ARCSA近年的發展情形做一概略的介紹，美國因各州的先天情形不同故有不同發展的程度與需求，但ARCSA在德州所獲的成果也會影響各州推動的方向，也會提供各州立法的參考，更可提供國內在推動雨水利用的新方向與做法。

近年來，美國大力推動的綠建築政策與LID（Low Impact Development）的雨洪管理（Stormwater Management）政策，皆將雨水利用列入重要方法之一，故這些政策可大大提升雨水利用的重要性。另外，最近發生的能源危機與氣候變遷等議題，皆會使人重新思考雨水利用的未來性與未來水資源開發的新方向。☺