

探究水龍頭省水奧秘

王先登/工研院節水團

一、序言

水龍頭發展與自來水普及有密不可分的关系。數十年來，無論造型、材質及功能均能有長足進步，已逐漸成為文明生活的一項指標。尤其改採精密陶瓷軸心，使水龍頭耐用性大幅提高。另外，由於電子業蓬勃發展，使感應式水龍頭因具方便及衛生等優點而漸有主流架勢。然而，水龍頭供水過去較強調水量足夠及水質穩定，對水龍頭省水觀念並不重視，尤其水價長期低廉更助長了用水習慣不良，同時也阻礙省水龍頭的發展。記得幾年前剛從事省水器材推廣工作時，常被消費者無厘頭式地問道「那一種水龍頭最省水」？也常見廠商以水龍頭省水效率高達 90% 以上來做為促銷的宣傳手法，雖明知有誤導消費者之嫌，但當時因省水龍頭產品甚少，實難加以導正。這些年來，由於工作接觸，對水龍頭有較完整的了解。基本上，水龍頭省水最高境界應指「在不感到不便及不引起衛生顧慮原則下，使消費者在不知不覺中將浪費的水節省下來」。以現今公共場所或機關學校洗手檯水龍頭流量為例，每分鐘超過 10 公升，甚至 15 公升以上者比比皆是。其實單純洗手適當水量僅須每分鐘 3~4 公升，即不影響洗淨功能，亦不會延長洗手時間。換句話說，現今甚多洗手檯的水量至少可節省 1/2，甚至 2/3 以上。因此，省水龍頭的使用確有其必要性。但依環境及用途亦有其限制，當水壓低或該水龍頭主要用於盛水時，如刻意使用省水龍頭，易因流量不足導致使用者的反感。本文擬比較各國省水龍頭之流量標準，並探究影響水龍頭流量因素，希望藉此提升消費者對省水龍頭的認知，進而將節約用水化為自我實踐的行動。

二、國外省水龍頭規格標準比較

由於全球環保意識覺醒，先進國家均鼓勵消費者選用印有合格標誌之環保產品，其中水龍頭均限定其最大流量。但由於各國供水環境大不相同，因此水龍頭流量標準差異甚大（如表 1）。以美國為例，其自來水供應大多為直接供水，即直接輸送至各住戶，供水壓力甚高，一般在 40 至 60psi（約 2.8kg/cm² 至 4.1kg/cm²），甚至高達 80psi（約 5.5kg/cm²），若水龍頭不加裝節流裝置，每分鐘流量恐將高達 30~40 公升，並不適用於一般家庭生活所需。因此，美國國家標準（ANSI/ASME）與環保綠標籤（Green Seal）均依使用場所訂定水龍頭之最大

流量，如廚房用水龍頭每分鐘最大流量為 2.5 加侖（約 9.5 公升），廁衛水龍頭則為 2.2 加侖（約 8.4 公升），主要差異考量為廚房水龍頭常有盛水用途，而廁衛水龍頭一般以洗手為主。

▼ 表 1 各國省水龍頭規格標準之內容比較

類別	依據	圖標	名稱	內容
德國	藍天使 (Blue Angel)		Water-Economizing Flow Restrictor	<p>(一)型式：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 非可調整式 (non-adjustable) 之流量控制器，用於 sprays/sprinkles 和手標式噴霧器之附屬設備。 2. 非可調整式 (non-adjustable) 之流量控制器，與 jet regulator 連結，用於洗臉盆 (washbasin) 和沖洗盆 (bidet)。 3. jet regulators <p>(二)須符合下列條件：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 合格產品須符合 DIN3214, PART1 一般條件及 DIN3214, PART2 和 DIN4109, PART5 規範。使用非金屬材料時，須符合 KTW 規範。 2. 用於洗臉盆和沖盆之流量控制器，在 3bar 壓力下，流量不得超過 9 公升/每分鐘。 3. 依 DIN52218, PART1 測量時，在特殊壓力或流量下，合格流量控制器之 fitting noise 不得超過每標準 15 分貝 (A)，對於各種 fittings 依 DIN52218, PART1 規定，其聲音標準上限最多可提高 5 分貝 (A)。
美國	綠標章 (Green Seal)		Kitchen and Lavatory Faucets and Faucet Aerators	<ol style="list-style-type: none"> 1. 水龍頭及水龍頭之起閉器除最大流量之要求外須符合 ASTM A112.18.1M-1989, plumbing fixture fitting 之要求。 2. 流量 (廚房)：在 80PSI 下最大流量為 2.0gpm。 3. 流量 (廚房)：在 80PSI 下最大流量為 2.5gpm。 4. 流量 (多用途或未指明)：在 80PSI 下最大流量為 2.0gpm。 5. 健康影響：產品本身不得引入污染物致使水質超過國家一般飲用水標準 (依 NSF-61-1991 規定)。 6. flow restricting washer 不被考慮列入此標準。
加拿大	環境選擇 (Environmental Choice)		Water Conserving Faucets and Aerators	<ol style="list-style-type: none"> 1. 符合 CAN/CSA-B125, Plumbing fitting 要求。 2. 供廚房使用時，在 4.1kg/cm² 壓力下，最大流量為 6.4 公升/min。 3. 供廁所使用時，在 4.1kg/cm² 壓力下，最大流量為 6.4 公升/min。 4. 產品須附教導消費者如何使用的說明，應包括節省最大之水量及能源。 5. 產品保證使用至少 3 年。
奧地利	環境標誌 (Environmental Labeling)		Electronic Based Control System For Sanitary Facilities	<ol style="list-style-type: none"> 1. 洗手檯控制系統必須僅為洗手使用設計。 2. 當手離開，水流必須在某一時內自動停止。 3. 洗手時，在 3bar 水壓下水量不得超過 9 公升/min。 4. 最大水流時間設計不得超過 3min。
日本	生態標章 (Eco-Mark)		Flow Reducing Valves and Water Saving Faucets	<ol style="list-style-type: none"> 1. 產品須為減少流量之設備 (包括省水水龍頭)，其為非使用者可調整，被安裝在水龍頭、噴霧器及其管路上。在正常使用情況下 (相同壓力及流量設定)，該設備安裝後較安裝前節省水量至少 50%。 2. 產品應讓消費者容易拆卸及安裝 (retrofitable)，且須將現有水龍頭、通運器等重新安裝 (remodeling)，則須提供說明書。 3. 產品之材質及品質不允許腐蝕、滲漏等。
韓國	環境標誌 (Environmental Labeling)		Water-Saving Faucets	<ol style="list-style-type: none"> 1. 未使用時，水龍頭/噴頭自動關閉。 2. 電子感測器不得使用超過 24 伏特之電壓。 3. 產品品質須符合相關之韓國國家標準。
台灣	中華民國環保標章 (Green Mark)		Water Conserving Faucets and Aerators	<p>省水龍頭及其器材配件包括水龍頭、省水開、節水器、起泡器等。</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 在每平方公分 2 公斤壓力 (kg/cm²) 及 1.27 公分 (0.5 英寸，四分管) 管徑之測試條件下，水龍頭或水龍頭經加裝省水器材配件後，每分鐘最大流量不得超過 9 公升。 2. 產品本身不得引入污染物致使水質超過自來水水質標準。 3. 產品不得腐蝕、滲漏。 4. 水龍頭須提供 100,000 次以上使用保證。 5. 產品之適用條件、適用場所及使用限制須於使用說明書或包裝上清楚註明。 6. 標章使用者的名稱及住址須清楚記載於產品或包裝上，標章使用者若非製造者，製造者的名稱及住址須清楚記載於產品或包裝上。 7. 產品或包裝上須標示「節省水資源」。

三、國內省水標章省水龍頭產品規格

台灣地區自來水供應普遍為間接供水，即先將自來水抽至頂樓水塔，再藉自然重力輸送至各樓層用戶，供水壓力較低（一般約 1~2kg/cm²）。由於供水環境與歐美大不相同，相同水龍頭會有明顯不同之流量。因此，採用節水方案時，亦須因環境不同而有所調整。目前我國水龍頭國家標準（CNS）並無流量規定，而環保署推動之環保標章，在「水龍頭及其器材配件」產品中雖訂有最大流量標準，但因規定產品本身不得引入污染物致使水質超過自來水水質標準，以致至今並無任何產品獲得通過。為落實節約用水政策，經濟部水資源局於 87 年 1 月起針對省水器材推動省水標章產品驗證制度，其中省水龍頭流量規定在 1kg/cm² 壓力下，每分鐘須在 9 公升以下（如表 2），約與美國水龍頭流量標準相當，但未依使用場所而有所不同。產品範圍涵蓋一般水龍頭、感應式水龍頭及自閉式水龍頭；目前獲准使用省水標章水龍頭產品數已達 30 件。



▲ 圖 1 感應式水龍頭



▲ 圖 2 自閉式水龍頭

四、影響水龍頭流量之因素

(一) 流量與管徑及流速之關係

水龍頭流量多寡決定因素在於出水管徑大小及其管內流速，其簡單關係式如下：

$$Q = A \times V$$

(流量) (管徑) (流速)

從關係式可知，流量與管徑及流速均成正比。而流速受管內壓力影響，壓力大則流速增加，流量亦增多。國外供水壓力高，流量若需符合省水標準，唯有將管徑適度縮小，但出水管徑縮小易導致出水流速增加，往往會對使用者造成困擾（因沖力太大形成水花飛濺）。因此，國外通常在水龍頭出口端起泡器內加裝適當孔徑之節水片。節水片的功能在於縮小出水管徑，降低流量，起泡器的功能除過濾雜質外，可藉其間導流構造降低流速，讓使用者在觸覺上感到較為柔和，且起泡器在水流通過時，會溶入空氣形成起泡作用，讓使用者在視覺上產生誤少為多的錯覺，藉此達到節省用水的目的。國內因供水壓力較低，並非所有水龍頭均適合在起泡器內加裝節水片。換言之，水龍頭省水方式須依用途及環境條件而有所調整，因地制宜才不致引起使用者之排斥與抱怨。



▲ 圖 3 腳踏式水龍頭

▼ 表 2 省水標章水龍頭產品規格內容

- 1 範圍：包括一般水龍頭（立式、長頸式、冷熱混合式）、感應式水龍頭及自閉式水龍頭。
- 2 流量：在每平方公分1公斤流水壓力及四分管（二分之一英寸）管徑之測試條件下，產品每分鐘最大流量不得超過9公升，但每分鐘最小流量不得低於1公升。
- 3 耐用性：一般水龍頭，如產品為精密陶瓷軸心，須提供50萬次以上之使用測試證明。其他非精密陶瓷水龍頭須提供20萬次以上之使用測試證明。如產品為感應式水龍頭，須提供50萬次以上之使用測試證明。如使用電池（組），一次電池組須提供20萬次以上之使用測試證明。
- 4 特性：如產品為感應式水龍頭，離開使用狀態後，水龍頭須於1秒內自動止水。待電狀態時，水龍頭須具自動斷水功能。自閉式水龍頭每次給水量不得超過1公升，每次供水時間為4至6秒。
- 5 電磁相容性及環境測試：如產品為感應式水龍頭，須提出符合CNS12566（溼度度組合試驗）及EMC（電磁相容性測試）之品質相關證明。
- 6 基本品質要求：產品得符合CNS8085、8087、8088國家標準之電鍍厚度試驗、洩漏試驗及品質相關規定。
- 7 系列產品：若產品僅外觀、尺寸、顏色等差異而不影響省水功能或品質者，視為同一系列產品。
- 8 使用說明：產品之適用條件、適用場所及使用限制須於使用說明書或包裝上清楚註明。

（二）流量與使用時間的關係

水龍頭使用時間愈長，使用水量自然愈多。因此，若能適當控制使用時間或在不使用時能立即斷水，即可達到節省水量目的。公共場所洗手過程中，常因水龍頭的開與關動作中浪費不少水量，且因必須接觸水龍頭，易引起衛生上的顧慮，導致公共場所水龍頭始終給人不潔印象，甚至讓消費者卻步。為兼顧衛生及省水，感應式（如圖 1）、自閉式（如圖 2）及腳踏式（如圖 3）水龍頭是公共場所比較適當的選擇。這類產品品質逐漸提升，耐用性不斷延長，產品價格快速走低，在先進國家公共場所之接受度及普及率均顯著提高，成為主流產品是可以預見的。

（三）流量與水龍頭開啟度之關係

水龍頭流量與開啟度大小有關，開啟度愈大流量愈多，但並非等比關係。傳統水龍頭開啟度很小，出水量也會立刻上升，使用者一般把手開啟度都在 60 度至 240 度範圍內，完全打開使用情形非常少見。因此，若能將一般開啟度的出水量控制得當，必能節省不少用水量。日本曾為求得更適當的出水流量曲線，而針對水龍頭閥體結構進行研究，並開發出所謂節水型閥體，與符合 JIS 之普通閥體比較，其構造不同在於節水型閥體底部較普通型閥體大很多（如圖 4）。使用普通型，即使把手開啟度小，但出水量卻呈陡坡趨勢增加。使用節水型，開啟度在 200 度附近，出水量沒有明顯增加。對於高頻率使用之開啟度，安裝節水型比普通型可減少約一半的出水量，因此，具有控制出水量功能。當開啟度超過 240 度時，節水型出水量即呈急速上升，漸與普通型相等（如圖 5），短時間內需要大量供水的場所也能充分發揮功能。

五、省水龍頭之換裝考量

(一) 流量觀察與判定

水龍頭流量標準測試方法因各國供水壓力不同而差異甚大。但對一般使用者而言，無須精確量測水龍頭在標準壓力下之流量，只需觀察水龍頭在正常供水壓力下之出水情形，即可略知水龍頭流量大小。如欲進一步量測，可將水龍頭全開，並使其流入已知水量之水桶內，量測至滿桶所需的時間。由水量除以時間，即可得知該水龍頭每分鐘之流量。圖 7 為一般水龍頭出水水量外觀之比較。以洗手為例，每分鐘若<1 公升則屬偏低，水壓太低

或過度節省)；3~4 公升應為最適當之洗手水量，每分鐘>10 公升則過度浪費，應立即採取節水措施。至於 4~10 公升則仍具相當程度之節水空間。

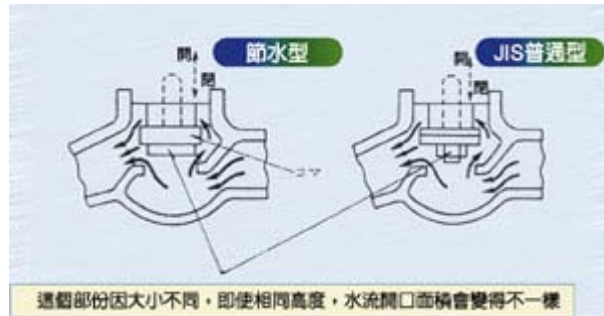
(二) 更換水龍頭或加裝省水配件

經上述流量觀察與判定後，如欲採取節水措施，則必須選擇將原水龍頭更換為省水龍頭，或在原水龍頭上加裝省水配件。前者係整組更換，成本較高，後者則需考慮拆裝困難度及省水配件之相容性。

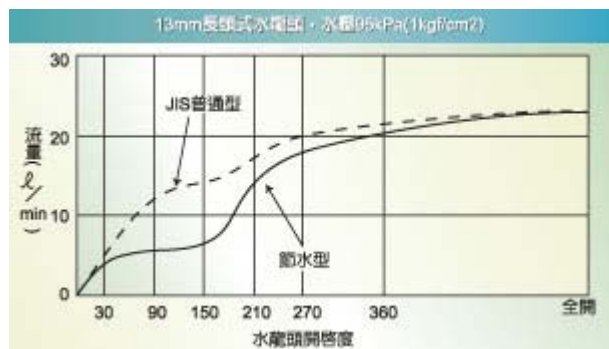
就省水配件安裝於水龍頭之位置，筆者將其分為前置型、中置型及後置型，並分析其特點及限制，如表 3。



▲ 圖 6 水龍頭出水水量外觀比較 (以洗手為例)



▲ 圖 4 節水閥與普通閥之構造差異



▲ 圖 5 水龍頭開啓度與流量之關係

(三) 考慮換裝省水配件之優先順序

為整體考量成本、安裝難易度及產品互通性等諸多因素，筆者提供水龍頭換裝省水配件優先順序如下，以供參考。

1. 水龍頭出口有芽紋，可安裝前置型節水起泡器（圖 7）
2. 水龍頭出口無芽紋，但後端易拆卸時，可於後端安裝後置型水量調整裝置（圖 8）
3. 水龍頭出口無芽紋，且後端不易拆卸時，可選擇於水龍頭出口安裝橡皮式之新型節水起泡器（圖 9）

▼ 表 3 水龍頭省水配件特性比較

	特性	限制
前置型	<ol style="list-style-type: none"> 1. 裝拆及清洗容易。 2. 如出口為6分並有芽紋者，產品互通性高。 3. 配合起泡器，可安裝不同孔徑節水片。 4. 與起泡器配合，出水呈白色，質感較佳。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 易被取走（已有防竊型產品）。 2. 單向立式及長頸式水龍頭出口如為4分且無芽紋，較不易安裝前置型省水配件（已開發此類產品）。 3. 起泡器之濾網需常清洗，否則易影響出水量。
中置型	<ol style="list-style-type: none"> 1.（編網市節水閥）在120°C開下，有50%節水效率，全開則與一般流量相同。 2. 如將精密陶瓷開口度縮小，則卡軸移位機會降低，漏水機率減少，且可達節水效果。 3. 消費者不易拆除，可強制節水。 4. 若底部外設計調整鈕，可調整水量。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 編網市節水閥，適用比例低。 2. 出水呈透明色，質感較差。 3. 精密陶瓷因特定規格，互通性不高。
後置型	<ol style="list-style-type: none"> 1. 水龍頭後端外徑及外芽均相同，因此互通性較高。 2. 消費者拆除機會小，可強制節水。 3. 可設計成調整鈕或不同孔徑，可依情況調整水量。 	<ol style="list-style-type: none"> 1. 老舊水龍頭不易安裝施工。 2. 出水呈透明色，質感較差。 3. 如有阻塞，不易清洗。 4. 後端內徑產品互通性低。

六、結語

(一) 省水龍頭之使用須依用途及環境條件而有所調整，才不致引起使用者之排斥與抱怨，最好能在兼顧方便及衛生原則下，讓使用者在不知不覺中將浪費的水節省下來。此一問題之有效解決，應加強建築師之規劃能力及水電工對省水器材之正確認知。

(二) 單就節水空間而言，目前以大多數公共場所及機關學校洗手檯之水龍頭最具潛力，應優先推動之改善措施。洗手水量可控制在每分鐘 3~4 公升，自閉式水龍頭每次以 4~6 秒為佳，專為清洗拖把及盛水用途之水龍頭，則避免換裝省水型而造成使用者困擾。

(三) 省水龍頭除產品本身具省水功能外（如感應式、自閉式及腳踏式等），水龍頭加裝省水配件也是途徑之一。其中，以在水龍頭出口端加裝含適當孔徑節水片之起泡器最為方便，出水質感最好也最經濟。然目前國家標準並無流量要求，且傳統最常用的立式及長頸式水龍頭出口並無尺寸及芽紋規定，造成省水配件產品相容性差，使用者無所適從，影響省水龍頭推動成效甚鉅。因此如何儘速修正國家標準，納入省水考慮應為當務之急。

(四) 省水龍頭除欲進一步提升省水性能外，產品品質及耐用性亦不可忽



▲ 圖 7 前置型節水起泡器



▲ 圖 8 後置型水量調整裝置



▲ 圖 9 橡皮式之新型節水起泡器

視。否則，不但易造成消費者對省水器材的不良印象，且水龍頭易損壞將造成持續漏水，勢必影響省水龍頭原有的節水成效。當然消費者對水龍頭的正確使用、日常漏水檢修及節水習慣養成也是另一不可或缺的一環。

七、參考文獻

1. 深井英一，建築設備節水方法，日本理工圖書（1995）。
2. Faucets ,Ball Taps and Flush Valves, JIS B2061（1997）。
3. 榮森康治郎，上水道之給水裝置，東京電機大學出版局（1998）。
4. Handbook of Water Use and Conservation, AWWA（2001）。
5. Plumbing Fixture Fittings ,ASME.A112.18.1（2000）。
6. Plumbing Fittings CSA/B125-93。
7. 節水器材及設備規格標準誕生，環保標章簡訊第八期（1997）。