



103 年度
自來水漏水防治之探討

研究單位：土城服務所

研究人員：蘇意淳

研究期程：103 年 4 月至 103 年 6 月

一、研究緣起與目的

由於時代的變遷，民眾對於環境衛生要求與缺水忍受度較過去皆為嚴苛，加以產業型態亦逐漸由過去可容忍缺水之傳統農業，轉變為須高穩定供水之全球競爭激烈的科技與生技產業，因此未來生活與產業之用水標的對於自來水供水系統的供水高穩定度之要求，將持續提高。自來水是近代社會文明、科學發達之產物，隨著時代的進步，其效用起初由供給飲用而增加到促進生活品質提升，支持產業活動，成為國家之重要基礎建設。

台灣地區受天然環境之影響，地狹人稠，水源開發不易，且現有水源之水權大部分為農業取得，地下水又受限取用，水權取得困難。加上台灣經常發生颱風、豪雨、地震、土石流、地盤沉陷、水污染、枯旱…等災變，自來水事業之設施及營運常突受其害，需減量供水，甚至暫時停止供水，造成民眾用水不便，尤對工業用水之影響至鉅。

台灣環境特殊，地震頻繁，地形起伏的變化也相當大，更提高管線錯動及毀壞的機率。例如台中、南投等地的輸水管線，就因 14 年前的 921 地震而嚴重受損，漏水率至今仍然居高不下。山坡地占 80% 的基隆，則因地勢崎嶇，必須倚靠

數十座的加壓站將水往上送，才能確保高地住戶用水無虞，以致管線常因水壓負荷過大而破管。

台灣各地之自來水管網設備逐漸老化，道路長期受重車動態行駛輾壓與各項工程不斷挖修，致管線漏水嚴重依據水公司 97-101 年修漏案件統計分析發現，老化腐蝕、荷重振動及材質不良，佔漏水件數之 83.97%，及塑膠管類佔水管種比例高達 92.87%。由此可知，管線老舊及塑膠管材比例高，係管線漏水之主要原因。台灣自來水公司總經理胡南澤指出，台灣漏水率偏高，背後主因是施工因素、地震侵害、交通車輛超載負荷、管線陳舊等所致。據估計，現在每年實質漏水量約 6 億立方公尺，相當漏掉 3 座石門水庫。台水補充，全球平均漏水率在 30%，台灣低於平均率，先進國家中，每座城市漏水率狀況不一，像日本東京漏水率 3%、4%，其他城市 10%以上；倫敦高達 30%。依據經濟部水利署最新評估，國內年用水量已達 190 億噸，不再積極節約用水、降低漏水，最壞情況是 10 年後台灣陷入「水不夠用」窘境。

台灣自來水公司指出，由於近來全球氣候變遷，加上國內水源開源不易，勢必需推動節流，為保障民生用水，降低管線漏水率相關工作成為台水首要面臨的嚴峻課題。為強化

降低漏水率的作為與成效，台灣自來水公司於 101 年 02 月 09 日成立漏水防治中心，並專責統籌規劃並執行供水系統管線檢測漏水工作，評估選定高漏水區域及高漏水潛勢區域列入年度計畫型檢測作業並配合實際需要辦理機動檢漏與協助分區管網計量比對工作等。

全球氣候變遷日益劇烈，如何有效利用水資源的課題持續被各界所專注，國內大環境水源開源不易但節流勢在必行，近年來基於保障民生用水及企業社會責任，降低管線漏水率相關工作儼然成為台灣自來水公司首要面臨的嚴峻課題。

為能面對因氣候變遷造成之水資源變化，需加強水資源的管理。本研究相關文獻分析，發現主要漏水原因有接頭縫隙變大、破管、閥件閉鎖不緊、腐蝕、蒸發等因素。為減少供水管網漏水，其以發現漏水率改善的最佳方式，即為壓力管理、加速修漏之速度與品質、控制漏水主動作為和管線與設施管理。

水文生態、水資源管理和漏水率改善環環相扣，因此對於水源的質與量之確保，以落實「源」之確保；展望未來，台灣自來水公司應在「節流與開源」間尋求平衡，才能有利

水資源永續經營。

二、研究方法與過程

馬英九總統在「黃金十年，國家願景」的「全面建設」願景中提出要逐年降低自來水漏水率，目標是 10 年降到 15% 以下。台灣自來水公司 10 年內預計投入 795.96 億元經費，其中 500 億元為管線汰換，汰換舊漏管線約 6000 公里；145 億元建置「分區計量管網」及「水壓觀測站」；其餘 150.96 億元辦理地理資訊系統建置、檢漏作業、修漏作業等。

該計畫最大目的，就是逐年降低自來水漏水率。台灣自來水公司粗估至 101 年底的自來水漏水率，可由目前的 20%，先降低至 19.8%，預估至 105 年，再降至 17%；到了 110 年，可降至 15%。此外，也會同時配合分區計量管網建置及檢修漏水作業，以達成降低漏水率的目標。依 100 年全省配送水管總長約 5.77 萬公里。其中，PVC 管線全長約 3.39 萬公里，約占管線總長的 58.84%；另逾齡各類材質管線全長約 1.88 萬公里，約占管線總長的 32.67%，台灣自來水公司計畫以每年管線汰換率約 1% 計算，約汰換 577 公里，每年所需經費約 60 億元。該項計畫主要包括板新地區供水改

善計畫二期工程、宜蘭羅東堰下游供水計畫、穩定供水設施及幹管改善、離島地區供水改善計畫、加速辦理降低自來水漏水率及穩定供水計畫、高雄地區增設地下水及伏流水工程、湖山水庫下游自來水工程計畫，及台中大肚、龍井地區一帶供水計畫等十多項。台灣自來水公司表示，計畫完成後，預估可降低 5.3 個百分點的漏水率，每天約減少 45.74 萬立方公尺漏水量，相當於 152 萬人用水。

管線老舊仍為造成漏水率偏高之主要因素。為有效降低漏水率，依據第二十屆國際水協會（International Water Association, IWA, 2000）建議自來水管線年汰換率需達 1.5%，將老舊管線積極汰換外，在年汰換率未達標準前，則需透過積極實施檢、修漏，降低漏水率。國內現行常見管線檢修漏方法，有壓力控制法、被動修漏法、定期聽音法、分區計畫法，而國際普遍透過小區管網(District Metering Areas)策略，藉此提升偵測到漏水區的機率，以利維護工作之進行。

根據國際施行小區管網之經驗，通常以天然地形與人造設施當邊界，並以 500~3000 個用戶(connections)為一單位，而國內一般則以管線長度 2km、1000~3000 戶為一小區。小區

策略主要透過關閉周界上各制水閥，僅由單一管線裝表供水，記錄夜間流量作分析研判之用，如夜間最小流量超過預定程度或該測漏區之以往記錄時，則表示有漏水之象徵。

所謂「小區計量」工法，是指將供水管網依街廓劃分為眾多小區塊，按區施工。當漏水防治工程完成時，可將該區塊同邊相連的水路關閉，僅留一處已安裝大型水表的進水點；其後只要對照水表的進水量和區內用戶的用水量，就能評估改善工程的成效。根據先進國家之經驗，建置可獨立計量之區域管網，藉由分區計量，可有效掌握自來水管線之漏水情況，進而視需要執行檢漏及修漏作業，達到降低漏水率之目的，此步驟即所謂之 District Metering Areas，簡稱 DMA，中文直譯為「分區計量管網」。

依據國際自來水協會(International Water Association, IWA)所制定之標準配水量平衡表(Standard Input Volume Balance Table，除「售水量」外，造成「無計費水量

(NRW)」的原因尚有諸多因素，其中「實際損失水量（即漏水量）」是最容易被歸責為主因，但是漏水嚴重只是「果」，除了探討造成漏水嚴重的「因」及其解決方法外，如何更積

極的去減緩漏水的流失，則是目前降低漏水率最迫切的課題。本研究歸納以下幾點：

（一）水壓管理

建立合理水壓管理操作模式，廣設壓力監測點，並於配水幹管設置電動閥，藉以調控供水壓力，穩定各節點壓力均能管控維持在 $1.5\sim 2.5\text{kg/cm}^2$ 之間，減少水錘導致破管漏水。

（二）主動漏水控制

地下漏水不易檢測，因此，國際間已投入相當多的資源，開發各式檢漏專業技術及精密儀器。除一般聽音設備檢漏外，尚有音波探測、氦氣檢驗、透地雷達…等。不管何種漏水檢測方式，皆需正確操作、適度管網大小及水壓水量監控設備，方能有效提高檢漏效率，並透過分區計量管網之建置及監控系統，以達主動漏水控制之目的。

（1）建置地理資訊系統

要實施減少漏水率之作業，圖資管理必須完備且應隨時更新。因此依供水系統、營運區域劃分，道路寬度分類標示管種、管材、管徑、管齡、位置、深度與用戶資料及維修紀錄等基本資料，俾作為統計分析之依據。為確定管線位置，

將利用修漏及用戶新裝施工時，核對並補登錄及標繪配水管位置。另配合地理資訊系統（GIS）之建置，即能迅速確實掌握管網資訊。

（2）建置分區計量管網

依各個供水區特性，將整個供水系統區分為數個大供水區域，再依此分割，以期達到最佳供水區管網，形成封閉管網，設定各小區管網之取水點供水，配合監控設施，可迅速取得供水現況，管線破漏即時修復，縮小影響區域，減少水資源的流失。中區管網可有效控管供水系統水壓、水量，使供水區內均能正常供應自來水並有助於管線之檢修漏作，欲了解供水區之漏水率與漏水原因，分區計量及小區檢測為最直接且有效的方法，分區管網的規劃即是其最基本的作業，惟現有各供水轄區管網複雜、且相互連通，欲行澈底獨立分區，其困難度相當高，更有賴自來水管網基本資料建置完整，方能達到預期目標。

（3）建置水壓水量監控設備

分區計量管網建置完成後，依管網不同功能屬性，分別建置水量計、電動水力控制閥及水壓觀測站等，以作為 24 小時水壓、水量調控。

(4) 提高檢漏技術

小區管網建置完成後，即進行執行抄表、計量、水壓監測、水量計校正、檢測漏等作業，並持續性分析比對及進行相關改善漏水措施，以達目標值以內。其中檢測漏技術至為關鍵重要，因此，提高檢漏技術並引進先進設備，是為當務之急。

以台灣自來水公司 12 個區管理處所轄區域為範圍，並以各區處規劃完成之分區計量管網報告，經評估漏水率偏高地區或經評估有「高缺水風險」及「漏水嚴重」之區域，優先提報建置。建置完成之小區計畫進行供、配水量比對作業，以檢視漏水情形，進而著手降低漏水率改善策略（包括檢修漏、水壓管控、不明管線清查、管線汰換..等），93～101 年台灣自來水公司已建置 910 個分區計量管網。

藉分區計量以掌握漏水量高之地區執行檢修漏及汰換管線，係降低漏水率較有效率之作業方式。分區計量管網為將供水區域分割為數個可獨立計量之管網，能控管供水系統水量、水壓設施，使供水區內均能維持正常供水，原則上開放型管網僅設 1 進水點，封閉型管網分由主、副取水點控管管網內之水量、水壓。

一個分區計量管網可分「大區管網」「中區管網」、「小區管網」三層次，屬於大裡有中、中裡有小，網中有網的自來水管網，而各層次之管網均可獨立計量，不過，比對及檢測漏作業之實施僅限於小區管網，其他規模者則僅執行監控與校核作業。

台灣自來水公司目前有 645 萬 2,171 用戶，以前揭基準(每一小區平均 1,500 戶)計算，概估全轄區約應建置 4,300 個小區(目前已完成 872 處，得視區域特性於小區內再增設次小區，4,300 處僅為概估數)、中區約 860 處(目前已完成 34 處)、大區約 172 處。

(1) 大區：緊急應變，分區供水以廠所之供水轄區或各供水系統為單位，構成 1 個或數個「大區」，大區管網用戶數(總表+獨立表)約 5 萬戶。

(2) 中區：流量及水壓管控每 1 大區依照其供水範圍大小及區域給水之原則再分割為數個「中區」中區管網用戶數約 1 萬戶。建置水量計及電動水力控制閥，以作為 24 小時水壓、水量調控。

(3) 小區：檢漏及比對由中區漏水情形決定小區建置之優

先順序，小區管網用戶數約 1,000~2,000 戶。小區建置前，先辦理清查小區內各項資料並進行抄表用戶工作區整合作業。建置完成後，執行抄表、計量、水壓監測、水量計校正、檢測漏、消防、工程事業用水等作業，持續性分析比對及進行相關改善漏水措施，以達目標值以內。

人口高度密集或偏遠地區之管網，其用戶數不符上述原則者，得輔以次小區規劃。若建置小區並執行各項清查、降漏策略後，仍因區內某管段或區域可能漏水不易查出、被竊水嚴重、不明管線等因素，則可以將小區或分區再切割成次小區，設置流量計觀測並進行檢測漏等作業。

管線開挖工程必然擾民，小區管網工法可減少受影響的住戶，同時也較能徹底清查區域內不明給水管的漏水問題。這種工法可精準診斷漏水病徵、對症下藥，成效比單純汰換管線高出甚多。台大環境工程學教授駱尚廉表示，除了定期汰換老舊管線，建議各個自來水管理處利用夜晚分區檢查，只要查看在最低用水量時，有哪個區域的用水量超出標準，就能掌握管線漏水問題。

三、研究發現與建議

配合台灣自來水公司「降低漏水率實施計畫」及「加速辦理降低自來水漏水率計畫」，預計可降低漏水率 2.83%減少漏水 2.532 億立方公尺，相當於減少 15.45 億元損失。102 至 111 年降低漏水率計畫-汰換管線暨分區計量管網建置計畫，預計汰換管線長度 6,000 公里，建置小區管網 2,000 個。預計可降低漏水率 5.30%，減少破漏管線修護費、降低漏水量及生產成本。

防治漏水不但耗費資金與時間，埋設的東西都在地下，民眾看不到工程的直接好處，而且開挖道路難免影響交通，更會短暫停水，這些不便，在大城市的民眾感受更是明顯。汰換管線需要民眾的支持與配合，為此，建議於小區施工之前皆須辦理說明會，以化解工程進行中的紛爭與阻力，讓許多民眾了解管線汰換的重要性，更激發民眾珍惜水資源的意識。

日本東京都水道局為澈底改善漏水，不僅於辦理配水管汰換作業時，一併將用戶外線全面抽換更新，並使用耐震性更佳、使用年限更長，更具防漏效果之波狀不銹鋼管，以整體改善管網體質方式，杜絕一切微小漏水之發生，迄 2010 年底，東京都地區之漏水率已降至 3%左右，成為世界數一

數二之優良自來水系統。臺北自來水事業處近年來亦積極學習其改善方案，將配水管線抽換為 DIP 及用戶外線抽換為波狀不銹鋼管，並積極建置小區計量管網，其漏水改善已具一定成效，確實值得台灣自來水公司參考。

（一）自來水建設係屬公共建設的一環。降低漏水率不僅可提供量足、質優之自來水，減緩水資源開發之壓力，復且造就工商業繁榮及地方發展之外部經濟效果。台灣自來水公司礙於有限之財力、人力，仍以低廉之自來水「價格」提供無限的自來水「價值」。

（二）降低漏水率計畫-降低國內自來水漏水率，並貼近國際化水平而與國際接軌；二來，亦得以創造「全民優質生活」之終極目標，以提升經營效率。

依據以色列 TaKaDo 所發表之「The Connection between Water Prices and Water Network Efficiency」從各國經驗顯示高水價才可使自來水事業有能力對供水設施主動進行維護，以有效降低自來水的漏損。另由各國都市供水之案例顯示，高水價都市其供水漏損率低，而低水價都市則導致供水漏損率高，我國一直以來均採低水價政策，致台灣自來水公司無法獲取充裕營運收入辦理管線設備維

護，進一步使供水設施體質逐漸劣化，而種下高供水漏損率之遠因。若水價未獲合理調整，台灣自來水公司財務結構將明顯惡化，進而嚴重影響正常營運，建議應適時合理調整水價，俾利自來水事業永續經營。

東京花了 50 年的時間，投資超過 3 兆日圓，才把漏水率控制到目前的 3%，過程也不是一路順遂。雖然在國內推動漏水控制計畫，將不可避免地遭遇相同的困難，但台灣自來水公司仍會持續漏水控制的既有政策，以確保未來漏水率能夠降低到 10% 以下，希望有朝一日，可以告訴我們的子孫，這看不見的地下建設，每一寸的水管都有我們的貢獻。

四、參考文獻

1. 中華民國自來水協會：日本水道協會、日本東京都水道局協助北水、台水提升有收率計劃初步報告，2002。
 2. 臺北自來水事業處，「供水管網改善及管理計畫—長程策略方針」，2006。
 3. 陳明州、吳奕均、楊境維，「小區計量工法於管網系統漏水管理之應用」，2008。
- S Tooms, JAE Morrison, DMA Management Manual by the

Water Losses Task Force，2005。

4. 台灣自來水公司，降低漏水率實施計畫—試辦小區管網計畫成果報告，2007。

5. 東京水道服務社，東京都小區防漏對策，臺北自來水供水管網改善計畫第二次研討會議。

6. 周國鼎，最小分區計量管網規模之探討，2008 水利產業研討會論文集，2008。

7. 林子立，池南系統檢漏 DMA 實務探討，漏水防制與管理研討會，2009。

8. 唐傳欽，提升抄見率降低漏水率之探討，台灣自來水公司第七區管理處，研究報告，2008。

9. 朱撼湘，小區檢測利用夜間最小流量判斷漏水量，自來水會刊，第二十四卷，第一期，2005。

10. 莊立偉，自來水測漏小區管網劃分程序及優選模式，碩士論文，交通大學環境工程研究所，2008。

11. 黃任薇，GIS 網格解析度之研究，碩士論文，國立成功大學都市計畫研究所，，2007。

12. 台灣自來水公司，降低漏水率計畫(102-111 年)，2013。