

提升台北供水區售水率之探討與對策

How to increase the selling rate of water of TAIPEI WATER DEPARTMENT

廖宗盛* 吳陽龍**

摘 要

本文由台北供水區的統計年報資料中，探求影響售水率的主要因子，並就過去所採取的系統改善措施，評估其對售水率影響效果，藉以謀求積極有效提升售水率的對策，供未來執行的參考。

由研究可知要提高售水率，短期內主要的工作重點為1. 對不計費水量的重新評估。2. 加強抽換壞表降低水表待修率。3. 全面普查漏水加強檢修工作等；長期的工作重點包含配水管換裝延性鑄鐵管，給水管全面採用不銹鋼管材，巷弄埋設配水管減少給水管線的長度，充實檢修漏設備全面展開小區域檢測，管網系統的檢討改善與自來水監控系統的建立與操控均衡水壓，管線及檢修漏資料的建立與分析等，而各項提高售水率的措施，應該鍥而不捨持續不斷的研究改進辦理，售水率才能逐漸提高並繼續維持而不再下降。

* 廖宗盛 台北自來水事業處 副處長

** 吳陽龍 台北自來水事業處工程總隊 正工程師

ABSTRACT

The purpose of this paper is to find some effect methods for increasing selling rate of water. It is analyzed from the influential factors that are picked and reorganized the data of statistics yearbooks (1983-1992) of TAIPEI WATER DEPARTMENT. Rechecking unmeasured quantity, changing wrong meters to decrease rate of wrong meters to under 5% and repairing the vision leakage in everywhere immediately are three methods can be used to increase some selling rate in short period. The selling rate will be increased step by step slowly if the methods, using good material pipes, lowing service pipe length, improving and supervising distribution system in sound condition, strengthen the power of leakage inspecting and renovating efficiently, etc, should be done without a break.

壹、前言

售水率是自來水事業經營良莠的重要指標之一，提升售水率也是自來水從業人員一直努力的目標，以售水率為售水量除配水量（出水量）的定義來看，售水率的提升，不僅可增加售水收入，又可使水作真正有效的利用，此在水資源有限而人口及用水量卻日益增加的情況，更增加其重要性；以台北供水區為例，目前主要以新店溪為供水水源，利用上游北勢溪上之翡翠水庫調蓄供水，依台北區自來水第五期給水工程建設計畫之推估，如售水率於民國九十年時達78%，於民國一百年時達80%，並能繼續維持，約可供應現有台北區自來水至民國一一九年，供水人口約533萬人，但如屆時無法達到上述之售水率，人口及用水量之成長又如預估時，未來水源供應勢必不足，在未能有效節流的情況下，必須再開發新水源，在目前水資源開發成本愈來愈高，可開發水源越來越少，再加上水源地區民眾的抗爭，社會對環境生態的要求等因素，日後水資源的開發將非常困難，因此除了推動節約用水外，降低漏水率提升售水率應是最為積極有效的辦法。

售水率當然越高越好，但是要達到百分之一百，以現有自來水供水系統及使用管材的特性，極為困難，究竟是多少百分比才是合理的售水率；目前世界各國之自來水事業認為售水率80%應為合理的經營目標，依國際自來水協會第十八屆各國售水率的資料(1)，德國91%，新加坡89%，以色列88%，日本86%，是為較高的幾個國家，而以台北供水區八十一年度售水率僅達73.37%言，與上述國家比較，顯然偏低，必須儘早研擬對策並付之實施；尤其近年各地常有缺水之狀況，政府與民意代表及廣大的用戶均要求水資源不要無謂的漏失，自來水從業人員必須以降低漏水率，提高售水率等具體的數據來展示努力的成果，才能爭取到合理的水價及待遇。

但是售水率的提升並不是一朝一夕或短期內可達成的，必須經過充分的檢討，妥善的規劃，落實的執行，成果與績效的考核，並持續不斷的循環辦理，才能逐步提升並維持，本文就台北自來水事業處過去的統計年報，擷取與售水率有關的資料(表一)，加以整理分析，以探究影響台北供水區售水率的因子，並檢討目前所推動的各種措施之效果，來擬定未來提升售水率的各項對策。

貳、台北供水區的特性與售水率

2-1 台北供水區的特性

台北供水區，除了台北市各行政區外，尚包括台北縣的中和，永和，新店，三重四市，以及汐止的橫科，北山，福山，宜興四里，其東西由南港至中和約 20 公里，南北由新店到北投長約 30 公里，供水面積約壹佰陸拾餘平方公里，系統龐大複雜，主要特性如下：

1. 水源集中，主要淨水場集於一隅，須利用輸水幹管及大小加壓站送配水量，新店溪水源佔全部水源之 97% 以上，主要淨水設備之直潭淨水場（目前出水能量為 150 萬日立方公尺，未來可擴充至 300 萬日立方公尺）在新店直潭，須利用清水輸水幹線（主幹線長 17.4 公里，口徑 2000mm - 3400mm）以重力流將水送至安康，中和，公館，松山，大同等大型加壓站，以供應安康，中和，永和，三重，內湖，士林北投及台北之東區與北區，並部份支援省自來水公司，長興與公館兩淨水場供應台北之南區與西區。至於山區之小水源處理後則就近供應高地區之用水。
2. 用戶集中，用水量增加快

台北自來水始於 1907 年，迄今已有八十餘年之歷史，供水人口由

當初之 120,000 人至今 3,810,550 人，成長約 32 倍，供水量由當初之 20,000 日立方公尺至今日的 2,039,000 日立方公尺，則成長 102 倍，平均每平方公里給水人口約 23,800 人，用戶數約 7,600 戶，每人每日用水量約 393 公升，並持續增加中，為滿足供水需求及提升供水品質，淨水設備及供水系統均須配合需求來擴建及更新。

3. 管線錯綜複雜，配水管網尚不健全

系統之配水管線雖達 3,488 公里，但平均每人僅約 0.92 公尺，較先進國家都市之配水管平均每人約在二公尺以上顯然不足，配水管不足的主要原因是都市計劃趕不上人口的成長及都市的發展，既有道路常須再增加埋管或抽換較大口徑以滿足激增的用水，而巷弄又因私設且未全線貫通，為建築時程不一的建屋埋設一條又一條的給水管，形成配水管網不健全而給水管又過長的供水系統，不僅維護管理困難，亦增加漏水機率。

4. 地質複雜，交通繁忙，檢漏及搶修困難

台北供水區為沖積盆地，地質為礫石層，黏土層，砂層及沉泥層，地質不勻易產生不均勻沉陷，而交通繁忙且重車遊走街道巷弄，不僅使漏水機會大增，更嚴重影響搶修工作或平常的檢測漏工作。

2-2 台北供水區的售水率

台北供水區的售水率自民國 66 年改制成立之 63.35%，年有增減，民國 79 年最高曾達 75.53%，民國 81 年之售水率為 73.75%，目前的統計資料，則僅約 70%，售水率的升降，相信必有其主客觀的因素，如能加以了解以供日後系統改進的參考，而由於科技及材料的日益進步，管理維護工作的改進，及自來水從業人員的努力，相信售水率是可逐漸提升的，也因此擬具以民國 119 年為目標年的台北區自來水第五期給水工程計畫水

源需求推估時，便將售水率的目標，於民國 90 年定為 78%，於民國 100 年以後定為 80%，此一目標或許過於保守，但如未投入適當的心力及經費，恐亦不易達成。

參、影響售水率的原因探討

影響售水率的因素可由自來水事業的水量產銷分析來加以剖析，依本處 81 年 7 月的產銷水量分析：計費水量為 74.9%，不計費水量為 25.1%，在不計費水量中，漏水量為 16.79%，表差概估為 5%，竊水約 1%。其餘約 2.22% 為施工用水，消防用水及其他公共用水等有效水量，可以明確的看出，漏水，表差，竊水為最主要的影響因素，如能有效防止定能大幅提高售水率，茲就供水區過去十年之統計年報中，擷取與售水率有關的資料，加以剖析歸納，以了解影響售水率的因素。

3-1 水表待修率與售水率的關係

水表準確方能作公平合理的計費，依度量衡規定，法定公差為正負二，其差距在四以內均為合格水表，水表均經度量衡檢定合格始能裝設，因此裝設初期其準度應可信賴，水表裝置後，或因水垢積存，或因機件磨損而影響售水計量，形成表差，對售水率亦必有相當的影響。

台北供水區售水率與水表待修率之關係可由圖一及表一明確看出，民國 75 76 年大規模的換裝水表，將水表待修率由 74 年的 14.33% 降至民國 76 年的 4.15%，售水率於民國 77 年有明顯的提升（約提高 1.8%），而 78 年以後，水表待修率又逐年提高，售水率則相對的逐年降低，由此可見高水表待修率將提高表差進而影響售水率。

3-2 水壓與售水率的關係

3-2-1 水壓與供水量的關係

水壓提高的先決條件為供水量需充足，以台北供水區為例，民國73年完成直潭一座淨水場，供水區平均壓力由72年的 0.73Kg/cm^2 提高至74年的 1.16Kg/cm^2 ，提高了 0.44Kg/cm^2 ，78年完成直潭二座，壓力亦較77年提高 0.37Kg/cm^2 ，80年完成直潭三座，壓力較79年提高約 0.23Kg/cm^2 （前述每座淨水場設計出水量為五十萬日立方公尺），當然壓力提高的原因尚受加壓設備擴建的影響，在擴建完成之後，隨用水量的增加系統壓力有降低的現象。

3-2-2 水壓與漏水案件的關係

就同一系統而言，水壓高漏水案件當然提高，但事實上，透過漏水案件的發現而修漏或抽換經常漏水路段，高漏水案之次年案件往往明顯減少而形成踞尺狀，至於給水管漏水案件則隨著舊有白鐵管的抽換及巷弄管線整理工作的推展而逐年大幅減少，而水壓也因管網的改善而提升，漏水更因水壓提升而提早發現修漏而消失（如圖二）。

3-2-3 水壓與漏水量的關係

就管線系統而言，當然壓力越高，漏水量越大，理論上，管線之漏水如為水管本身的破損，可視為一孔口流，如為殘留管則視為一短管流，依柏努利方程式（Bernoulli Equation），漏水量與壓力的關係方程式如下：

$$Q = C_d \cdot A \cdot (2gH)^{1/2} \quad Q : \text{漏水量 (CMS)}$$

C_d : 流量係數，管線破損時， $C_d = 0.6$

殘留管時， $C_d = 0.82$

A : 缺口之斷面積 (M^2)

g : 重力加速度 (9.81 M/s^2)

H : 管內壓力水頭 (M)

在外露管之漏水量可由上式計算，其漏水量與壓力水頭(H)的0.5次方成正比；但事實上，系統的漏水大部份來自管之裂縫或接頭處之細縫，而埋管周圍環境及管內壓力不同產生的影響，漏水量須經由現場調查實驗分析而得，日本京都大學末石富太郎教授之研究(9)，並經現場實驗結果，漏水量與管中壓力之1.15次方成正比之關係

$$Q = C * A * P^{1.15}$$

C：漏水係數

A：細縫面積

P：管中壓力 (kg/cm²)

英國自來水研究中心實驗所得結果，其漏水指數則為壓力的1.266次方

$$I = 0.257 * P_n^{1.266}$$

P_n：夜間平均配水壓力水頭

I：漏水量指數

前述現場實驗與理論值不同之的原因，可能在是壓力提高後，使漏水隙縫加大，使漏水量增加或部份未漏水之接頭橡皮擠出造成漏水的緣故。

3-3-4 水壓與售水率的關係

綜觀上述，壓力升高，自然漏水量會增加，但因壓力提高，使漏水易於發現，再配合搶修效率的提升，真正的漏水總量並未與壓力成相當的正比關係（如圖三），相對的，售水率受漏水總量的影響，亦與壓力的高低並無特定的關係，以台北供水區民國72 - 81年之壓力與售水率的關係（圖四），民國79年以前大致壓力高時售水率亦相對提高，80年以後售水率則隨壓力升高而降低，兩者之間並無特定的關係。

3-3 施工與售水率的關係

供水區配水管漏水案於民國七十九年以後有大幅加的趨勢，究其原因，跟大台北區捷運系統全面開工有密切的關係，除本處配合管線拆遷，增加大量的工程用水外，因場站開挖施工引起的管線破壞，大量漏水的

情況亦時有所聞，此或可解釋八十年，八十一年售水率滑落的原因之一。

3-4 違章用水(竊水)與售水率的關係

違章用水包括停水中用水，辦理中止後用水，尚未辦理開水即用水，倒表用水，妨礙水表效能，私接消防栓用水，私自接水等，由過去查獲的違章用水資料(表二)平均每年約1500件，金額約七佰萬元，約佔總出水量的0.2%，雖對售水率的影響有限，但仍應加強查核，尤其是用水量較大的建築工地及地下工廠等的用水來源。

3-5 漏水與售水率的關係

漏水是影響售水率最主要的原因，就供水系統而言要完全杜絕漏水，並不容易，東京都對管線在水壓 2.0Kg/cm^2 時每公里的容許漏水量，配水幹管口徑400公厘以上，漏水量為其口徑乘50倍(1/day)，如500公厘之容許漏水量每公里為25日立方公尺，350公厘以下之配水管定為每公里24日立方公尺，台北供水區過去10年平均漏水量為每公里46.22日立方公尺，對售水率影響甚巨，極需改善，漏水案件中，給水管漏水案約佔總漏水案的92%以上，漏水原因經統計分析大約有下列幾種(其中百分比是由過去修漏案件資料推估而得)，漏水原因與日本東京的漏水原因相類似(如圖五)：

1. 腐蝕老化：鋼管，鑄鐵管，等金屬製品如防蝕工作不徹底，易產生銹蝕或電蝕漏水；PVC管，PE管，PB管有老化強度降低，受內外壓影響破裂漏水。約佔59.4%
2. 施工不良：承商及工人的水準參差不齊，施工品質無法提升，較為常見的缺失有(1)裝接不完全而造成接頭漏水。(2)回填不實造成管線不均勻沉陷漏水。(3)固定台未依規定打設。(4)埋設深度不足受壓破損漏水。(5)未依規定辦理試壓工作。(6)給水管斷管

作業未完全而形成殘留管等，約佔 22.9%。

3. 操作不當：由於加壓站或閘的操作不當，造成水壓的突升或突降而引起水錘破壞管線漏水等，約佔 4%。
4. 外力影響：地震或車輛振動，地下室開挖或超抽地下水引起的地盤下陷，其他施工單位不慎挖損等造成管身破裂或接頭鬆脫漏水。約佔 13.7 %。

肆、提升售水率的對策

由上述影響因子的探討，漏水是影響售水率最重要的原因之，如何擬具適當對策以根本防止漏水，加強漏水的檢測與提高修漏的效率，系統應如何改善及操控，方能有效控制漏水，應是最重要的課題；水表是計量售水率最基本的工具，如何充分而有效的紀錄，對售水率的提升亦有正面的意義；供水系統的有效而經濟操控，行政管理工作效率的提高，對售水率的提升亦有相當的助益；過去供水區內對提高售水率的部份對策，曾獲得相當成效，並明顯的反應於售水率，此可由前述的因素探討中窺見，在售水率有日漸下降的趨勢之時，擬具或說明目前辦理或即將辦理之各項對策，來加強辦理，以期能使售水率逐步提升。

4-1 售水的有效計量

4-1-1 不計費水量的重新計量

1. 非法用水的追查

利用消防栓接水來清洗公私車輛或沖刷環境及澆花草等，因未能計量而造成損失，應加強追查。

2. 工程用水的重新計量

過去工程用水以管體積乘以倍數(10倍)的方法，與實際工程用水

有極大的差異，應改以洗管時水壓及洗管時間來正確計量。

3. 施工損壞漏失的追償計量

因施工或其他人爲因素破壞管線之漏水，應依壓力及漏水時間正確計量，並加以追償。

4-1-2 汰換逾齡水表，降低表差

水表的使用年限約八年，逾齡使用，水表易因機件磨損或積垢問題影響其準度，進而影響計量收費，是售水率高低的重要影響因素，以81年的壞表待換率高達12.67%，依戶數言，即有154,475個水表有問題，因此降低表差應屬當務之急，方法除儘速抽換已知之壞表外，尚有1. 加強水表檢驗工作 2. 提高抄見率 3. 建立水表使用紀錄。等

4-2. 優良管材的採用及整理抽換老舊管線

4-2-1. 優良管材的採用

漏水最大原因爲管線腐蝕，因此採用耐腐且強度高的優良管材應爲防止漏水最根本的方法，目前管材的選用原則如下：

1. 輸配水管方面：

由於延性鑄鐵管(DIP)已使用數十年，在管材耐蝕及接頭可撓性已證明爲極優良的管材，因此在其可鑄造之口徑均採用之。目前供水區新設口徑2600mm(含)以下之輸配水管均將採用延性鑄鐵管。

延性鑄鐵目前尚無法鑄造之大口徑水管，則採用鋼襯預力混凝土管(PCCP)，爲加強其接頭的撓度及防漏性，接頭採用雙套環接頭(如圖)，未來數年內，預計埋設最大口徑爲3800mm，用於第二條清水輸水幹線，以輸送直潭淨水場之出水至供水區。

2. 給水管方面：

不銹鋼管由於其材質中含有鉻(Cr)，與氧迅速反應形成一層佰萬分之三公厘之氧化鉻保護薄膜以防止鐵之腐蝕，屬相當優良的管材，日本於1978開始使用於給水外線，多年來已獲得相當成效，以東京都為例，給水管漏水修理件數由1979年的61921件，逐年降低，1984年為43356件，年漏水案件降低率約7%，目前已全面採用中。

過去因國內不銹鋼管的生產並不普遍，接頭又有專利問題，推廣並不容易，目前國內已能大量生產，用於給水內線(SUS304或SUS316)的熱水管相當普遍，給水外線(SUS316)於民國80年10月開始推廣使用，埋管價格約為PVC埋管價格的1.6倍左右，用戶尚能接受。目前正全面推廣中；而在水價調整經費充裕的情況下，現有配合道路工程所辦理的給水改裝，亦可由現行採用的PVC管也改為不銹鋼管。

4-2-2. 巷弄管線整理及抽換老舊管線

巷弄內有多條給水管線，不僅給水管過長，造成漏水機會，管理維護亦不易加以整理抽換為配水管為壺底抽薪之計；台北供水區已有八十餘之歷史，早期埋設的預力混凝土管(RCP)，白口接頭鑄鐵管(CIP)，晚期埋設的一般鑄鐵管(MJP)，PVC管，PB管等，或因已超齡使用，或因接頭撓度不佳，或因管身強度不足，易受外力影響漏水，常修不勝修，唯有加以抽換為延性鑄鐵管，給水管抽換為不銹鋼管，才為根本解決之道。

針對前述，目前計劃辦理的事項：

1. 巷弄三條以上給水管整理合為一條配水管者約31公里。
2. 混凝土管抽換為延性鑄鐵管者約3.1公里。
3. 老舊的一般鑄鐵管(100mm - 1200mm)抽換為延性鑄鐵管者約72公里。

4.PB 管抽換為不銹鋼管者約 373 公里。

前述總工程費約需 22 億元，將依漏水情況的先後緩急逐年編列預算辦理。

4-3 加強檢修漏作業

檢修漏作業是長期且不能中斷的工作；過去由於檢修漏成本較開發擴建成本高出甚多，(如檢漏之定期聽音法成本約 260 元 / 日立方公尺，小區測漏法約 680 元 / 日立方公尺(9)，而台北區自來水四期擴建成本約 3.2 元 / 日立方公尺，五期擴建計劃成本約 5.6 元 / 日立方公尺(擴建成本不含水源成本))；為滿足急劇增加的用水需求，自來水營運收入主要均用於擴建工程上，而忽略了檢漏的工作，如今在擴建工作已告一段落，而水源又日益不足且開發困難的情況，應加強檢修漏作業，極待推動的工作如下：

1. 先期動員全體員工，配合壓力調整操控，作區域普及性的現場目視，聽音的漏水普查(包含巷弄街道及家庭訪問等方式)，以便短期消除可見漏水，提升企業形象，並藉以促成全民對漏水的重視。
2. 申請免費漏水報修電話，並廣為宣傳，使人人皆知，看到漏水即報，修漏人員並配合隨報隨修，漏水量因修漏時效提高而大幅降低。
3. 充足檢修漏工具，使檢修人員能充分利用現代化的設備，提升檢修效率。
4. 檢修人員重新配置，使檢漏與修漏工作人員能互相配合，並採責任區制，加強其工作的積極性及責任感。
5. 依區域售水率的高低擬定小區域檢漏計劃，據以實施並就檢測過程及成果加以分析檢討，以供日後辦理參考。

4-4 提高施工品質，減少管線損壞漏水

良好的管材尚須配合良好的施工，才能確保管線的安全，減少其受外力影響漏水，工程品質的提升，涉及承包商的素質及業主的態度，因此要提高施工品質，必須由承商及自來水事業之各級人員共同來努力，目前極待加強的有下列各項：

4-4-1 建立品質的共識

自來水工程同修路造橋一樣，同是造福人群的志業，有幸於此，自當全力以赴以優良的品質來服務大眾，品質的建立與提升要靠承包商及自來水事業各級人員來共同完成，而非一二人之力即可達成。

4-4-2 加強合作的觀念

監工與包商不是對立，而是相輔相助的共為工程順利及確保品質而努力，而監工的背後，應有良好的設計規範供其執行的依據，亦有各級長官的督導與支持，以團隊的力量來與承包商共同合作，達成工程的目標。

4-4-3 作業手則的訂定

訂定作業手則供執行工程的依據，其內容宜包括1. 工程執行的作業程序。2. 組織的架構與監工的職責。3. 監工的內容及方法。4. 監工手冊或監工日報的填報。5. 施工進度與品質的控制方法。6. 常見問題發生原因與解決方法。7. 承商的溝通與管理... 等，使工程能在一定的規範下大家共同來遵循。

4-4-4 考核工作的加強

工程進行中的督導與考核是確保品質及進度的有效方法，監工手冊及各項檢驗報告的查驗是提醒監工督促進度及依規範來辦理，實施承商施工品管記點及優良廠商評鑑制度，對不依規範施工或違反合約者，給予警告，解約，禁止投標等處分，對優良廠商則給予公開獎勵及優先議價的權利。

4-4-5 加強人員的訓練

新進人員依一定程序（如1. 作業手則的研讀了解。2. 現場觀摩了解。3. 協助監工。4. 專人指導獨立監工）訓練後執行，現有人員的訓練重點則在1. 現有經驗的交換。2. 工程新知的介紹。3. 優良工地觀摩等。各項訓練如承商能派相關人員共同參與，對日後的溝通協調將易於建立共識，使工程更順利。

4-5 適宜水壓與監控系統的建立與操控

4-5-1 適宜壓力

雖然漏水量與壓力成正比，但維持適當的水壓，是自水事業避免水質污染，確保供水品質的企業責任，依現行台灣省或台北市自來水工程設施標準之規定，配水管線之最小動水壓以 1.5Kg/cm^2 為準，火災時火災地點附近之最小動水壓以不致負壓為準；日本水道施設設計指針則規定最小動水壓應依直接供水範圍之擴大，地域的特性來決定，最高動水壓以每平方公分 5 公斤為準，又依研究配水系統之最佳平均配水壓力大致以滿足該區域大部份用戶（約 75%）所居樓高為最具經濟效益，目前正修法推動最低動水壓不得低於 3.5Kg/cm^2 ，使十樓以下均能直接供水，以消除不衛生的地下水池及增加停車面積；依日本所作研究要達到三樓，四樓，五樓直接用水之最小動水壓力分別為每平方公分為 2.0, 2.5, 3.0 公斤，以台北供水區而言，大部份用戶所居樓高為五樓以下，供水壓力定為 2.5Kg/cm^2 ，使水能直上五樓水塔，以滿足安全用水之要求，要達到此標準，除了充足的水量為其基本條件外，尚需擴建加壓設備，健全管網系統，使壓力得以均衡，目前約有五分之三以上之地區達此目標，要全面達到目標，除依台北區自來水第五期建設給水工程計畫辦理各項擴建工作外，最重要的應是加強檢修漏的工作，否則壓力不僅無法全面提升，售水率還會大幅降底；因此在壓力的調配與操控方面，應配合供

水分區的漏水檢修工作來辦理，在工作未達一定目標前分區系統壓力不宜大幅提高，並能依用水時間性需求來調整配水量及供水壓力，除可節省電費支出，最重要的是可降低漏水量，避免影響售水率。

4-5-2 監控系統的建立與操控

台北供水區範圍遼闊，大型淨水場三處，加壓站三十餘處，配水池三十餘座，制水閘更是多而繁雜，這些供水設備的調配控制，如單憑人工依經驗來操作運轉，無法使水量平均分配水壓均衡；近年世界各先進國家對自來水工程操作管理多利用電腦及電傳資訊系統，擔負此複雜工作，並藉以達自動監視與控制之目的，本處有鑑於此，於民國75年開始規劃，並自78年起分年編列預算辦理大台北區自來水監控系統，將直潭及青潭堰之水位（原水），淨水場清水池之水位，加壓站抽水機之操作控制及出水量，配水池之水位，流量計記錄，管網系統水壓等均能納入監視，並將所得之各項資料，加以統計分析，供操作參考並建立長短期水量之預測，以期完全掌控水壓水量的變化並促使均勻，預防爆管等意外事件並能及早偵測，以減少漏水量，提高售水率。

本監控系統已完工，包括中央管制中心二處，分區監控站兩處，大型加壓站十二處，監視點91處，目前正辦理測試中，由測試結果，系統在監視的功能尚佳，後續的主要工作除了繼續依各種擴建工程的完成增加監視點外，並計畫逐步擴充其功能，配合各項設備的電動化達到自動操控的功能。

4-6 分區計量及售水率提升競賽

良好的輸配水系統應以維持水壓變化在20%之間，水管的壓力坡降在千分之二至三之間，因此供水分區不宜過大，以不大於四平方公里為宜。依此標準台北供水區應劃分為40個小供水分區，但依供水區的特性，事實上並不容易，目前之供水分區係依現有加壓站為中心，依管網系

統的特性，區塊需水量，地理環境，營業分處轄區等因素共分十一個供水分區，包括外圍的內湖，南港，士林北投，三重，中永和，安康，新店（第一期）外，台北市中心則分為東，西，南，北四區（第二期），由於各供水分區間均有管線相互連絡支援，必須考慮其雙向流，因此在水表之選用，淨水場及加壓站之出水計量採用電子螺旋式或文式水表，供水分區間則採用超音波或電磁式流量計，其他相關的配合措施尚有制水閥的新設及操控關閉，管線的改裝及增設等，目前第一期工程正發包施工中，預計民國 83 年開始分區計量，第二期編列預算計畫辦理中，預計民國 85 年可全面實施分區計量。

可分區計量之區域，將可明確了解其售水率，其營業分處須擬定提高售水率的計畫及達成目標，作為其經營績效的指標及未來績效獎金發放的依據，並視售水率提升的因素及效果，員工努力的程度等作為年終考核的依據，期使透過彼此的競賽及獎勵，短期內能提升售水率達到某一程度。

4-7 資料的建立與分析

要能經濟有效的提高售水率，充實完善的資料或紀錄是絕對必要而且須儘快建立，才能據以分析，擬具適當的對策以供執行，建立完整可靠的圖面資料及測修漏資料是提高防漏效率最基本的工作，也是落實防漏工作的關鑰所在，過去在資料的建立上，尚有不足，應積極辦理的工作有

1. 儘速完成 1/500 管線圖面，建立詳實管線資料：

將目前已逐步完成之 1/500 給水管，配水管圖加以數位化，以配合台北市政府辦理的地理資訊系統整體規劃，以建立完整的圖面資料，並能將管線的變動情形及業務資料加以登錄，配合同仁的訓練使用，透過該系統有效的掌控配水管網的狀況及售水率的變化。

2. 檢修漏資料的建立與分析電腦化：

利用現有的電腦，將過去人工填報的檢修漏資料輸入電腦，加以分析，以迅速掌握漏水原因及修漏積效，另外水表的測試及使用資料（尤其大表），各分區的水表抄見率及壞表率亦應有效紀錄，以配合供水分區的檢修漏措施，以了解提高售水率措施的成效。

伍、結論與建議

神戶於（1966-1977）十二年間提升售水率約 19%，經分析結果，售水量增加約 9%，防止漏水約 7%，水表更換修理約 3%，值得探討與學習，以台北供水區影響售水率的因素來看，其所要加強改善的方向與神戶提高售水率的主要項目相同，要使售水率在短期內有所提升，應即刻研究辦理的項目如下：

1. 售水量方面

在不計費水量中的施工用水，消防用水或其他公共用水，有許多是低估或被移作他用，應加以詳查並重新評估；而水表尤其是大口徑螺旋式水表的準度及耐用度，一直不如理想，加強檢驗或採購準度高的水表（必要時可由國外進口），以準確計量，在售水量的增加應是可預期的。

2. 水表更換修理方面

民國 75, 76 年的大規模換表，售水率即有明顯的上升，目前 12.67% 的高水表待換率，宜集中人力或雇工於短期予以更換，並維持水表待換率不高於 5%，方能配合分區計量較為有效的計量售水率。

3. 在防止漏水方面

動員所有員工以目視，聽音方式全面普查供水區，發現漏水即刻

修理，以短期消除可見漏水，並對漏水較高地區，加強檢漏。民國 79 年開始辦理的給水管線整理工作，給水管漏水率即有明顯的下降，應繼續加強辦理。

加強管網改善使壓力均衡，利用壓力調整方式，在滿足供水需求的條件下，避免過高壓力，減少漏水量。

其他如使用優良管材，抽換老舊管線，提高施工品質，分區計量，定期檢測漏，資料圖面的建立及監控系統的操控，則為逐步提升及確保售水率的長期性工作，更應按步就班，擬具詳實計畫，確實執行，方能有所改善，尤其漏水問題，更有今日不做明日將更嚴重的急迫性，絕不可敷衍塞責，應付了事；相信在全體相關人員的努力之下，台北供水區的售水率必可逐步提升，與高售水率的國家並駕其驅。

參考資料

1. 鄭肇瑞等三人,"參加國際自來水協會第十八屆會議報告",自來水會刊雜誌第四十一期,p63-p70,民國 81 年 2 月。
2. 王扶桑,"簡述檢漏作業程序與方法",自來水會刊雜誌第三十二期,p26-p53,民國 78 年 11 月。
3. 財團法人中華自來水暨下水道研究社,"介紹英國漏水控制與檢測技術",自來水會刊雜誌第十二期,p47-p77,民國 73 年 11 月。
4. L.R.Bays, 卞全忠譯,"漏水控制",自來水會刊雜誌第九期,p10-p17,民國 73 年 2 月。
5. 陳廉泉,"臺灣省自來水公司防漏措施之研究",自來水會刊雜誌第九期,p20-p24,民國 73 年 2 月。
6. 鄭拱光,"臺灣省自來水管線防漏問題之初步探討",自來水會刊雜誌第九期,p25-p30,民國 73 年 2 月。

7. 陳樹揚, "如何提高售水率", 自來水會刊雜誌第四期, p77-p81, 民國71年11月。
8. 財團法人中華自來水暨下水道研究社, "管線系統漏失防止之研究", 台北自來水事業處, 民國76年。
9. 財團法人中華自來水暨下水道研究社, "配水壓力經濟限度之研究", 中華民國自來水協會, 民國79年6月。
10. 台北自來水事業處, "台北區自來水第五期建設給水工程計畫規劃報告", 民國80年5月。
11. 台北自來水事業處, "台北自來水事業統計年報", 民國72年-民國82年。
12. 王扶桑, 蔡維熊譯, "提高有效率(水量)之漏水調查效率化", 自來水會刊雜誌第十九期, p62-p79, 民國75年8月。
13. 吳質義, "流體力學", 美亞書版股份有限公司, p168-p176, 民國60年9月。
14. 台北自來水事業處, "防止漏水措施指南", 民國67年5月。
15. 台北自來水事業處, "大台北區自來水監控系統工程規劃報告", 民國76年5月。
16. 臺灣大學環境工程研究所, "水資源利用新科技整合研析--自來水問題探討", p163-p187, 行政院科技顧問組, 民國78年6月
17. 朝日新聞, 朝日新聞北海道支社, 1992年9月16日。
18. 日本水道協會, "水道統計"第68號, 昭和63年3。
19. 日本水道協會, "水道施設設計指針. 解説" p391-p428, p629-p670, 1990.
20. Opflow, "Leak Detection Programs Save Water, Money", AWWA, No.12, 1991.

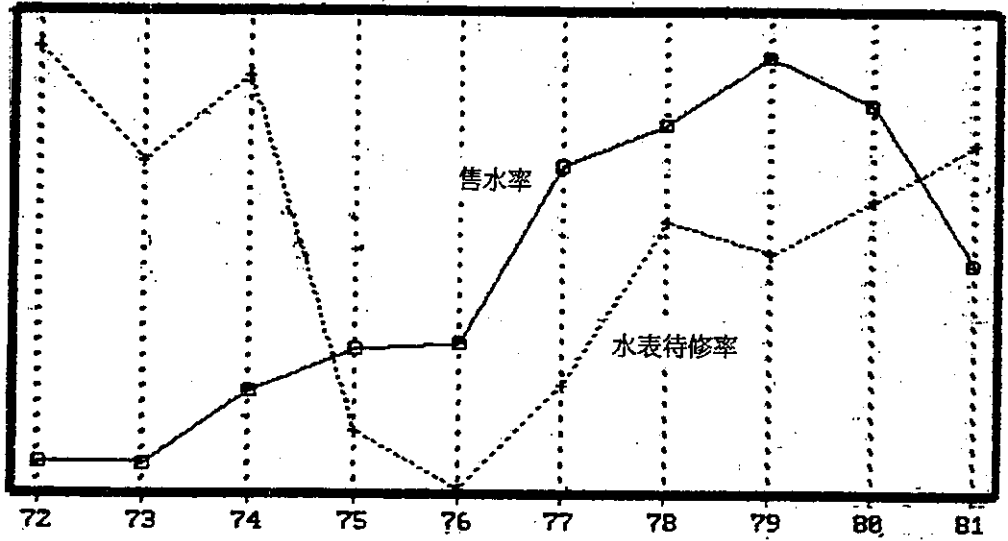
表一 台北供水區售水率相關因素表

年 度	七十二	七十三	七十四	七十五	七十六	七十七	七十八	七十九	八十	八十一
售水率 (%)	71.32	71.30	72.05	72.47	72.54	74.38	74.81	75.53	75.03	73.37
平均壓力 (Kg/cm ²)	0.72	0.98	1.16	1.18	1.12	1.10	1.47	1.61	1.84	1.86
配水管漏水案 (件)	1221	2169	1369	2667	807	2264	2144	2682	3121	2943
給水管漏水案 (件)	52157	49571	43673	47918	39725	38371	33237	35618	36989	32715
水表待修率 (%)	15.05	12.23	14.33	5.58	4.15	6.71	10.75	9.97	11.26	12.67
漏水發生率 (件/Km)	0.73	1.22	0.74	1.39	0.40	1.05	0.97	1.78	1.24	0.95
每件漏水量 (CMH/件)	4.89	2.99	4.97	2.64	9.37	3.19	3.48	2.81	2.15	3.06
每公里漏水量 (CMH/Km)	2.00	2.02	2.02	2.03	2.09	1.88	1.88	1.83	1.75	1.69
每戶漏水量 (lpch/戶)	3.71	3.70	3.63	3.62	3.77	3.54	3.57	3.50	3.77	4.31
給水人口密度 (人/Km ²)	19610	20327	21054	21605	22142	22547	22739	22978	23142	23093
用戶密度 (戶/Km ²)	5554	5880	6253	6487	6731	6894	7033	7207	7309	7394
配水量/日/人 (lpcd)	392	404	421	430	450	456	474	490	507	535
用水量/日/人 (lpcd)	280	288	303	311	326	339	355	371	381	393
輸水管(450mm以上) (Km)	207	225	251	254	268	280	304	319	330	377
配水管(400mm以下) (Km)	1699	1777	1853	1917	2004	2144	2208	2277	2596	3111
配水管密度 (Km/Km ²)	10.30	0.77	11.23	11.62	12.15	12.99	13.38	13.80	15.73	18.85
配水管密度 (公尺/人)	0.53	0.53	0.53	0.54	0.55	0.57	0.59	0.60	0.68	0.82
配輸水管比	8.21	7.90	7.38	7.54	7.48	7.80	7.26	7.14	7.87	8.25
輸水管供水戶數(戶/Km)	4427	4309	4111	4235	4145	4063	3818	3727	3654	3236

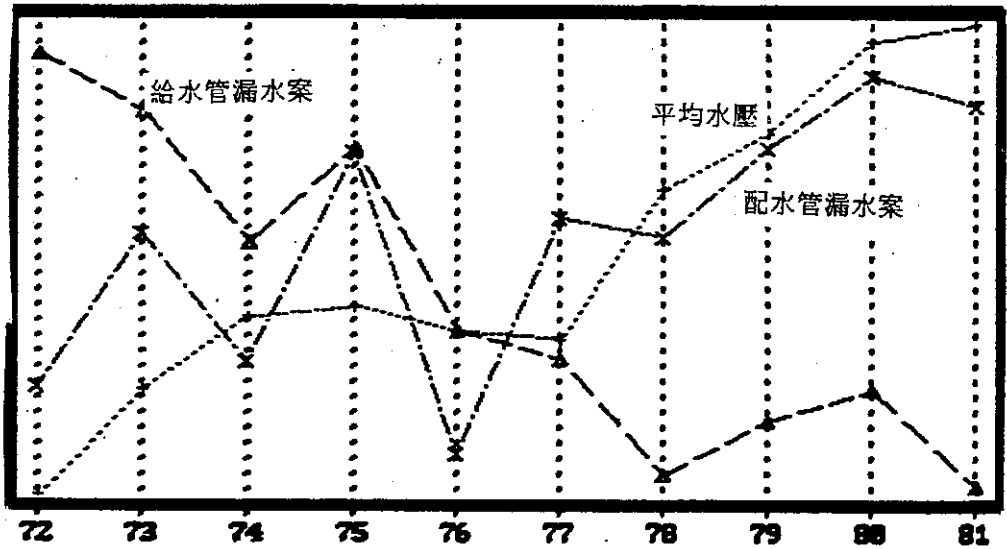
表二 台北供水區違章用水案件處理表

年 度	七十二	七十三	七十四	七十五	七十六	七十七	七十八	七十九	八十	八十一
查獲案件(件)	1199	833	680	609	621	841	1052	1390	1790	1865
追償金(萬元)	722	794	597	507	515	557	628	732	876	762
出水量比(%)	0.15	0.29	0.20	0.09	0.15	0.16	0.17	0.19	0.22	0.18

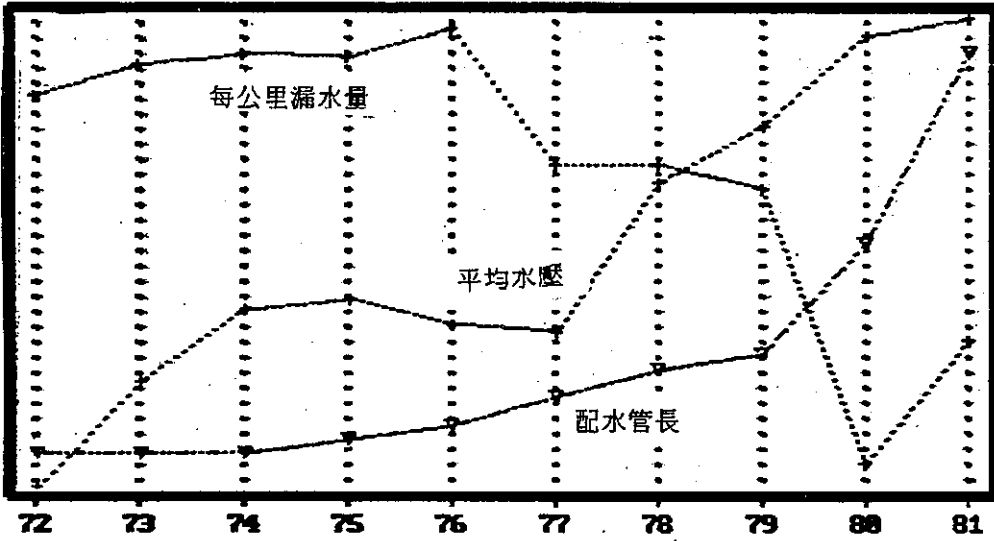
圖一 售水率與水表待修率關係圖



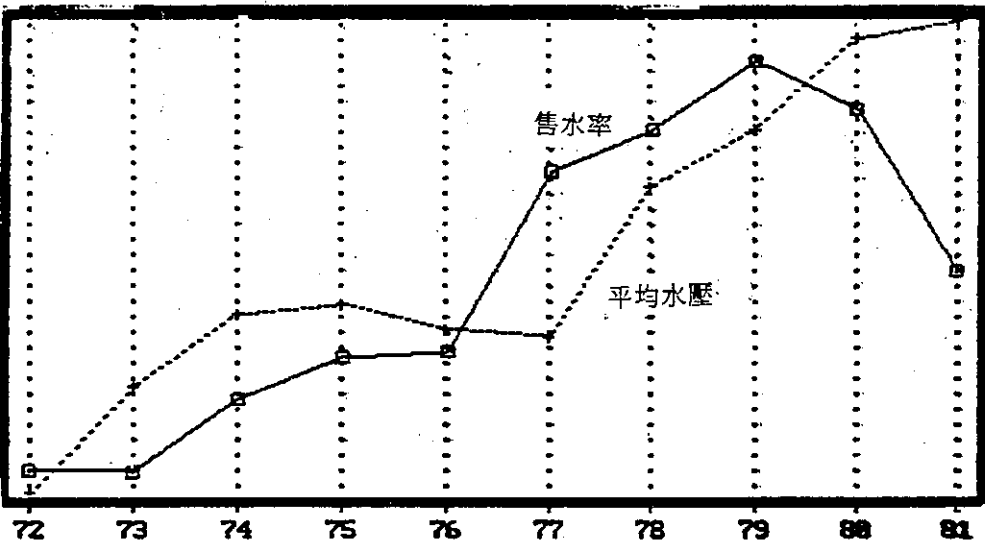
圖二 水壓與漏水案件關係圖



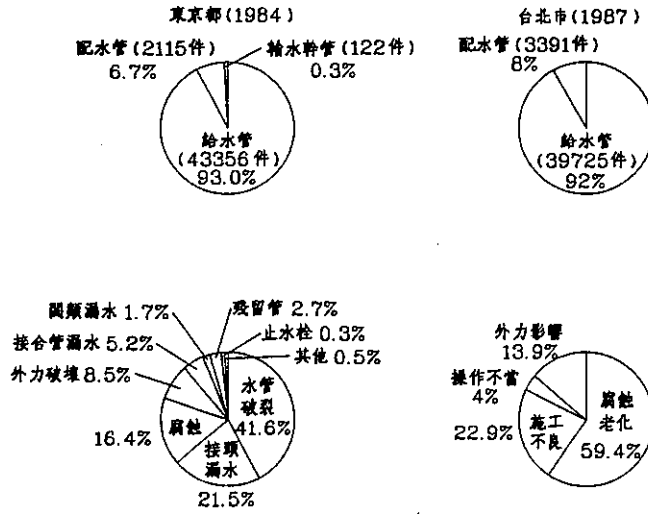
圖三 水壓與漏水量及配水管長關係圖



圖四 水壓與售水率關係圖



圖五 管線漏水原因分析圖



圖六 預力鋼襯混凝土管雙套環接頭圖

