

降低無收益水費策略分析- 中國、菲律賓、台灣之實例研究

蘇柏睿¹ 游本志²

¹中國科技大學土木與防災設計研究所 研究生 ²中國科技大學土木與防災設計研究所 副教授

摘要

根據亞洲發展銀行最新的研究數據顯示，亞洲地區每年的供水漏損約有 90 億美元；聯合國全球報告並指出，到了 2050 年時，全球 1/3 的人類將因缺水而變成難民。由此可知，水資源的取得與供應將成為全人類接下來共同面臨的挑戰。然而，即使了解未來全球每 3 人將有 1 人陷入缺水危機，各國因無法有效管理水資源所造成的損失依舊可觀。因此，如何有效管理水資源將成為人類共同面臨的重要議題。澳門中法水務公司成功的在 15 年的 5 個階段計畫中，有效的從 1995 年至 2010 年間，協助坦洲將無收益水費從 35.76% 大幅減少至 5.92%。菲律賓的馬尼拉水務公司則是藉由 Miya 公司的協助，將其無收益水費從 2007 年每天流失 150 萬噸的水降低至 2011 年的 50 萬噸水。台灣每年的所流失的水源等同於 3.6 座石門水庫，因此台灣自來水公司積極改善無收益水費，並企圖藉由其 10 年計畫，希望民國 110 年底自來水漏水率能夠降低至 14.99%，以期與先進國家看齊。因此，本研究將探究中國坦洲（Tanzhou）、菲律賓馬尼拉（Maynilad）與台灣自來水公司如何在面對同一個問題時，因不同的時空環境，各自採取不同的模式，有效的改善管線漏水問題，並且大幅改善無收益水費的問題，並期能帶給亞洲地區的水務公司有不同的思考模式。

關鍵字：無收益水費、供水管理系統、管線漏水、收費計量用水量、分區計量

一、研究背景與動機

自來水輸配水老舊的管線將會造成自來水於輸送過程中形成輸配水幹管的漏失水量，這也就是無收益水量（Non-Revenue Water）所謂的真實漏損（Real Losses），因此執行分區計量（又稱小區管網）有其重要性（莊立偉，2008），但是分區計量的設計是非常主觀的，不同設計者對於同一個小區所建置的分區計量各有不同（無收益水量管理手冊，2008）。根據無收益水量管理手冊，分區管網的無收益水費計算方式如下：

分區管網無收益水費 = 分區管網的總進水量 - 分區管網總收費水量

$NRW = \text{System Input Volume} - \text{Billed Authorized Consumption}$ (Farley, M: 2008)

因此，只要根據上述之無收益水量的評估原則，管理者便能得知各分區計量建置的成效。亞洲各國在近幾年已經將分區計量的建置放在自來水事業單位成效評估的重點，如中國大陸、菲律賓以及台灣等國家，即使每個地區皆是根據無收益水量管理手冊所建置的，卻鮮少有研究對於各個自來水事業單位所建置的分區管網進行研析。本研究將根據收集中國大陸廣東省中山市坦洲鎮（Tanzhou）、菲律賓的馬尼拉（Manila）、台灣的桃園地區（台灣自來水公司第二區管理處），分別探究各地區所建置的分區計量計畫，以期對台灣所屬的自來水事業單位於建置分區計量能有正

面的思考，以下將探究各國建置分區計量的原則與成效。

二、研究目的

工業社會的快速發展造成水資源日漸枯竭與用水量日益成長，這已是不可避免的負面現況。各國的自來水事業單位特別重視自來水管線漏水問題，因此將自來水管網劃分成可獨立計量之管網，分別計算各獨立管網監測數據資料，便可知管網之漏水量（周國鼎，2008），此種建置模式也就是所謂的分區管網建置方式。根據分區管網所建置的監控系統所得的資料，經分析比對資料若是屬於漏水嚴重之區域，則再需經過測漏、修漏、管線汰換、水壓管理作業系統，便能有效益的改善管線漏水率。若是相比需要投入大筆的經費，並且經過長時間的管線汰換作業模式，建置分區計量之系統則顯得極具經濟效益，因此各國無不投入大量人力與經費於分區計量的建置。本研究目的為探究中國大陸廣東省坦洲鎮、菲律賓馬尼拉、桃園地區所建置的分區管網計畫，希望本研究能對台灣水資源管理在建置分區計量時有所幫助。

三、廣東省中山市中山省路料據位益水費 e

3.1 廣東省中山市坦洲鎮之分區計量

坦洲鎮（Tanzhouzhen）位於廣東省與澳門（Macao）約 45 分中的車程（如圖 3.1），此地區曾經是葡萄牙佔據 400 多年的殖民地。當地的供水主要是由中山坦洲自來水有限公司（簡稱坦洲水司）負責，坦洲水司是由中山市坦洲鎮經濟發展總公司與中法水務投資有限公司於 1992 年底組建，是中國供水行業第一家中外合資企業，這也是第一家實現全自動控制的水處理公司；以下為坦洲鎮改善無收益水費之 5 大階段的簡介。

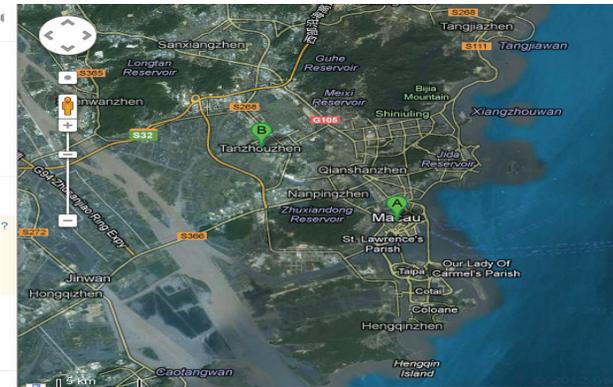


圖 3.1 廣東省坦洲鎮與澳門的地圖

3.1.1 第一階段

坦洲水司（Tanzhou Water）首先的目標乃是減少無收益水費，並且進行收益最佳化的計畫。最初擬定的四大方針有水量計汰換計畫（rationalized meter replacement）、管線檢驗與維修（inspection and repairs）、檢修獎勵計畫（leak report awarding system）、使用標準表進行檢漏（leak detection using check meters）。

1. 水量計汰換計畫

1995 年前用戶表並無嚴謹的選用與建置，因此水量計的精確度相當糟糕，然而從 1981 年至 1995

年之間水量計並沒有進行汰換。從 1995 年底開始，坦洲水司開始進行水量計的汰換計畫，水量計的選用也都是來自可信賴的製造商，並且從 1996 年開始建置水量計測試中心，並且使用比對法（comparison method）來驗證水量計的計量準確度。為了避免水量計的老舊所造成的計量誤差，水量計則是每 3 年需要經過汰換。

2. 管線檢驗與維修

第二個計劃則是建立檢修團隊，希望能達到以下雙重效益。因為 1995 年時，坦洲當地管線漏水被發現的時間點都相當晚，鄉下地區的詐欺問題也相當嚴重，因此檢修團隊的責任乃是逐一檢查管線漏水問題，並且改善詐欺現象。此外，因為當地的檢修團隊皆須騎腳踏車逐一檢查管線是否有漏水，每一個點皆須耗上 4 至 8 小時，所以維修團隊交通工具也經改善，所短檢修漏時間至 2 到 4 小時。

3. 檢修獎勵計畫

為了改善檢修的問題，坦洲水司也於 1995 年建立獎勵計畫。此計畫不只能激勵水司員工積極改善管線漏水問題，並且讓水司員工培養檢修的工作習慣。此計畫建立之後，管線漏水延誤提報的問題也大幅改善。

4. 使用標準表進行檢漏

1995 年前，當地的漏水檢測多採用聽音棒（listening stick）與聽音器（stethoscopes）進行管線漏水檢測。1995 年之後，坦洲水司根據區域切割出 11 個分區，並利用標準表進行管線漏水檢驗計畫。起初時期，檢修團隊都利用人工進行夜間最小流的抄表，並且判斷此分區是否發生管線漏水現象。此後，坦洲水司的漏水團隊逐漸得知管線漏水區域，同時也提升了工作效益與其信心。

3.1.2 第二階段

1. 文件管理與改善管線投資計畫

第一階段執行後的兩年中，坦洲的無收益水費已從 1995 年的 35.76% 降至 1997 年的 21.98%，這樣的執行數據能證明先前的改善計畫有所回報。因此，接下來坦洲將建置文件管理，並且將整個流程標準化，如此一來先前的執行計畫才能成為長期的作業模式，其中涵蓋了管線查漏、管線維修、分區的設計、分區的建置、結果評估。

2. 管線汰換

管線修漏得到成效，坦洲水司接下來則要利用其產生的營收進行管線的汰換。以往坦洲水司管線的汰換皆是因為管線無法再修補之後才進行管線的汰換，此為被動的管線汰換行為。80 年代時期，管線漏水問題皆因為管線老舊，因此從 1999 年開始，管線汰換的計畫便開始擬定並且執行，並且每年皆會提撥經費進行管線汰換。2000 年開始，坦洲水司將鑄鐵管汰換成球墨鑄鐵管，2002 年開始將鍍鋅鐵材質的管線汰換成塑膠內襯鋼管。經由管線的汰換計畫之後，坦洲水司 2002 年末的無收益水費已經改善至 13.27%。

3.1.3 第三階段

1. 水量計的維護

2003 時，無收益水費又提升至 14.98%。此時坦洲水司的改善計劃就是汰換原先建置的超音波水量計，並且擬定水量計維護的政策。至此之後，當地的無收益水費從 2003 年的 14.98% 降低至 2004 年的 14.17%。此時坦洲水司察覺到水量計準確度的重要性，因為度量等級不高且計量不精確的水量計將造成無收益水費的惡化。

2. 閥件團隊的成立與聽音設備的改善

此時，坦洲水司從檢漏團隊提供的資料發現有些分區的閥件無法完全關閉，導致漏水量增加以及維修時間的延長。因此，閥件管理團隊因而成立，其主要目標乃是檢查、維修、汰換輸配水管線的閥件。此外，檢漏團隊的設備也需要隨之提升，坦洲水司因此開始運用漏水巡視檢測(noise logger)與相關儀 (correlators)，以期提升漏水檢測效益並且更精確的找出管線漏水點。

3.1.4 第四階段

1.了解NRW的計算方式與指標

坦洲水司進行到了第四階段的無收益水費經有了大幅的改善，從 12.54%降至 8.71%。此時，坦洲水司的員工了解有許多指標將會影響無收益水費的改善，如小區每公里流失的水量，都可以用以評估無收益水費的執行成效。

3.1.5 第五階段

第五階段將是最重要的，因為坦洲水司的表現已能與已開發國家的水司相提並論，如無收益水費團隊的建立、計量規範、地理資訊系統（如圖 3.2）、水利模型、檢漏設備與策略、分區計量。因為上述建構指標的成立，坦洲水司針對無收益水費的努力已經在過去 15 年的時間內看到顯著的成果，因此可知無收益水費的改善不是一日可成的，這是一個長期的歷程，期間需要計量技術的提升、完善的管理機制。

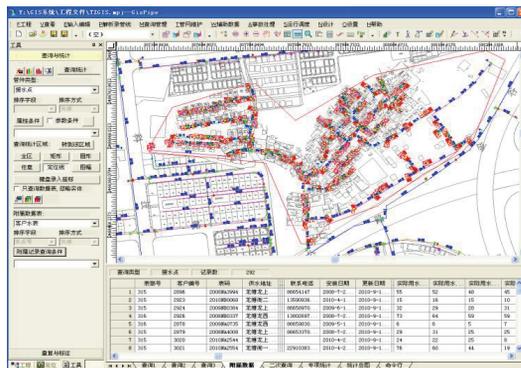


圖 3.2 地理資訊系統運用於分區計量

四、菲律賓馬尼拉之分區計量

4.1 背景資料

馬尼拉的人口約為 930 萬，涵蓋的區域為 540 平方公里，主要水源來自安卡特水庫 (Angat Dam)，提供了當地 96%的水源供應，剩下的 4%則是來自於拉古納湖 (Laguna Lake)。當地的水源供應主要有 94%是供應給民間使用 (家庭用戶與商用公司)，6%是供應給非民間使用 (產業界)。若是以收費比例計算，民間使用的收費佔了 79%、非民間使用的收費則佔了 21%。由此可知，當地自來水事業單位的營收主要來自民間使用。

4.2 馬尼拉的無收益水費

馬尼拉已於 80 年代便開始著手進行無收益水費的改善計畫，運用的概念為分區計量 (zone/district metering)，其目標乃是改善輸配水管線藉以降低居高不下的無收益水費並且改善用

水供應的服務。計畫的初期經由大量汰換老舊的管線、管線破管，得到顯著的成效。但是改善的成效並沒有維持太久，因為當地缺乏合適的管理單位進行計畫的維護與延續性。直到 2007 年，馬尼拉已經注意到了問題的嚴重性，因為無收益水費的比率已經來到了 66%，每天所流失的水量等同於 1500 百萬公升，其中大約有 75% 的水源是因為表觀漏損而流失，造成的原因為老舊的管線，25% 的水源是因為商業漏損而流失（水量計的不準確、偷水、非法連接），如果無收益水費能夠減少一半，馬尼拉的缺水問題直到 2015 年前將不會出現，因此馬尼拉決定於 2012 年前將無收益水費降至 40%。

表 4.1 2007 年馬尼拉水平衡表

| | | | | | |
|------------------------------|-----------------------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|---------------------------------------|
| 系統供給水量 2,282 MLD (±3%) | 合法 用水量 786MLD | 收費的合法 用水量 785MLD | 收費計量用水量 785MLD | 收益水量 785MLD | |
| | | | 計費未計量用水量 0MLD | | |
| | 未收費的合法 用水量 1MLD (±22%) | | 未收費已計量用水量 微量 | 無收益水量 1497MLD (±5%) | |
| | | | 未收費未計量用水量 1MLD (±22%) | | |
| | 漏損 水量 1,496ML D (±5%) | 表觀漏損 293MLD (±20%) | | | 非法用水量 202MLD (±29%) |
| | | | | | 因用戶計量誤差和資料處理錯誤造成的損失水量 91MLD (±14%) |
| 真實漏損 1,203MLD (±8%) | | | | | |

4.3 無收益水費管理計畫

以下則是馬尼拉所制定的無收益水費管理目標

- 減少表觀漏損至每日 500 萬公升，才能滿足基本的水源需求
- 減少商業漏損、增加營收
- 引進無收益水費管理系統，維持無收益水費的成效
- 制定 2012 年之後的管理無收益水費計畫
- 改善非法用水型、提升供水服務、維護供水品質

除此之外，馬尼拉也強調以下的執行目標，並且確保其執行成效。

- 水利系統建設
- 分區計量的建立
- 分區計量檢測與漏水檢修
- 管線汰換
- 水量計管理

- 設備更新（漏水偵測與資料紀錄）
- 能力發展

上述之建置目標將是無收益水費改善與管理的重要先行指標，整個發展的過程中，仍有許多的項目仍須改善，例如水壓管理、初期稽核與漏水檢測、水利模型與校正、分區計量資料自動化管理。2011 年初，3 億 7 千 6 百萬美金已經投入無收益水費的建置，2012 年則預計再投入 8 千 6 百萬美金，期望更加改善無收益水費的成效。馬尼拉無收益水費管理的短期與中期目標將是採用健全的策略，建立全科技化的管理系統。

4.3.1 無收益水費目標

馬尼拉的輸配水管線不只涵蓋範圍大，許多管線已經年久失修，如果無法將其管線區分成較小的區域，將難以有效地進行管理。因此，馬尼拉的輸配水網絡將根據水利系統（Hydraulic Systems/Zones）以及分區計量（District Metered Areas），以利有效進行管理。

分區計量的流量與壓力測量管理將使得馬尼拉能有效率的管理每個區域的輸配水管線。分區計量所量測出的漏水量所代表的便是無收益水量，如能有真實測量每個分區的漏水量，將能使得管線檢修得以呈現效益。此外，輸配水管線漏水點的分析將能促使以極具效益的方式發現非法用水區域與其用水量。

4.3.2 資料管理系統

可靠的資料取得能夠讓管理者做出健全的決策，產生預期的效果，同時也是整個計畫最關鍵的環節。除此之外，有效的資料管理能夠將資源運用最佳化，加速整個計畫的執行與提升成效。因此，馬尼拉能夠確實改善無收益水費的關鍵因素乃是利用後端軟體讓水量與水壓的資料進行整合。資料的整合若沒有合宜的軟體運用將無法展現整體的效益，所以馬尼拉能夠展現執行的成效也是因為軟體整合的成功。

馬尼拉所採用的軟體也結合地理資訊系統（GIS），此舉讓每日流量的紀錄能夠與進行比對，若是某區域的水量與水壓產生異常現象時，監控管理人員便能根據異常資料以及疑似管線漏水地區，及時進行修漏動作，管理人員也能根據歷史資料針對輸配水管線研判是否需要汰換。運用即時的現場資料，搭配管理人員的經驗值，將是未來水資源能否有效管理的 2 大關鍵。

4.3.3 分區計量無收益水費的執行成效

馬尼拉改善無收益水費有著顯著的成果，以下則簡述其執行成效：

- 每個分區平均連接點為 858 個
- 分區計量涵蓋整個馬尼拉的輸配水管線達到 70%
- 馬尼拉的供水系統有 56% 是分區計量建置區
- 馬尼拉供水收益有 69% 來自分區計量建置區
- 798 個分區計量的平均無收益水費為 32%

4.3.4 成效分享

2011 年的 10 月，馬尼拉的無收益水量已經降至歷史新低點的 45.2%，自從 2007 年開始建置後，馬尼拉每年以將近 4% 的比率改善無收益水費。除此之外，馬尼拉自來水公司的收益也預計於 2011 年底，收益水費從 2007 年的 2 億 8 千 7 百萬立方米成長至 4 億 5 百萬立方米，除此之外，馬尼拉的供水服務與水量與水壓管理也有隨之改善。

4.4 未來的挑戰

馬尼拉初期執行分區計量的成效令人驚豔，但是也有面臨相對的難題，這是所有分區計量建置人員所需經歷的崎嶇之道，但是所有分區計量建置人員皆可從中獲取更可貴的經驗，因為無收益水費的改善是一道複雜的難題。不只是運用水量與水壓監控管理系統，分區計量建置的成功也需要有效管理模式的建立。雖然菲律賓馬尼拉所呈現的無收益水量之目標仍低於國際的標準，但是達到最終目標只待時間的考驗，只要持續執行正確的方向，馬尼拉無收益水量所展現的成效將能迎頭趕上國際的標準。

五、桃園地區之分區計量管理

5.1 背景資料

隨著各個國家對於分區計量的建置並且積極改善無收益水費，台灣的自來水事業單位也早已投入許多心力於供水管理監控中心的建置，運用台灣具有優勢的資通訊科技，改善管線漏水的問題，並且期望能夠展現台灣水資源管理的成效。

桃園地區的供水由台灣自來水事業單位的第二區管理處負責，其前身乃是石門區自來水水廠，成立於民國 53 年 5 月 15 日，並於民國 63 年成立全省性自來水公司，截至民國 98 年 6 月底，當地用戶達到 734,436 戶，累積供水量達 32,869,353 噸。

5.2 供水管理系統建置目標

針對水資源管理的目標，台灣現行的輸配水管線漏水率為 20.51%（劉明忠，2011），目前全台灣的自來水管線超齡比率約為 30.95%，然而每年的管線汰換率僅有 0.99%，所以台灣自來水管線的漏水率相對於各國平均漏水率 18%，相比之下其漏水率偏高。因此，台灣制定的目標為民國 110 年前，供水管線的漏水率需降至 14.99%，相較於廣東省坦洲鎮與菲律賓馬尼拉的管線漏水率，台灣的水資源管理已是及格，但是相較於已開發國家之水資源管理與應用效益，台灣的水資源管理仍需努力。因此，台灣水資源管理的目標乃是建置供水監測管理系統，讓輸配水管線的供水狀況資料即時能夠馬上傳送至監控中心，管理人員便能根據即時的數據資料，立即做出可靠的決策。

5.2.1 供水管理系統建置概述

桃園地區根據水資源管理的需求，新建傳訊器偵測管道壓力計讀值，利用無線傳訊紀錄器，建置水壓傳訊監測站，並且與供水監測管理伺服器平台進行全面整合，利用衛星地圖顯示模式展示桃園地區所有的水壓管理資訊，並且以 24 小時全天候偵測水壓傳訊監測站，傳送即時資料讓供水檢漏管理進行即時處置。

5.2.2 水管家應用系統

隨著網路使用的普及率以及手持裝置的廣泛應用，水資源管理系統的建置也隨著現代人的忙碌生活，推出領先全球的第一個水資源管理應用程式（Application）（如圖 5.1），此應用程式只要管理人員隨身攜帶手持裝置，並且搭配網際網路的使用，無論身處何地皆能及時掌握最新的供水變化，即刻作出重要的決策，此舉也創下了水資源管理與行動管理裝置的創舉。



圖 5.1 水管家 APP 圖示

5.2.3 水管家應用系統

1. 概述

水管家應用系統乃是以 iPad 為操作平台，這是全台水資源管理的創舉，也是台灣科技與通訊應用於水資源管理的一大進步，管理者只要透過 Wi-Fi 或是 3G 的網際網路，便能即時和後端資料庫同步作業，讓管理者隨時掌握供水最新的變化數據。

2. 特色

水管家的特色除了實現無所不在的行動管理模式之外，也搭配最新的管理作業模式，如電子監控站地圖（如圖 5.2）、傳訊點清單（如圖 5.3）、曲線圖（如圖 5.4）、供水狀況告示板（如圖 5.5）等作業功能。



圖 5.2 電子監控站地圖

| 監測站 | 傳訊點 | 監測設備 | 即時值 | 傳訊時間 |
|----------|---------|------|-------------------------|----------|
| 臥龍橋 | 100mm流量 | 流量計 | 8 cmd | 12-54:34 |
| 福祿橋 | 100mm流量 | 流量計 | 367 cmd | 12-21:00 |
| 泰林路 | 150mm流量 | 流量計 | 1,022 cmd | 12-58:15 |
| 大科路 | 150mm流量 | 流量計 | 840 cmd | 12-54:17 |
| 碧林路 | 75mm流量 | 流量計 | 587 cmd | 12-55:55 |
| 大科路支撐泰山所 | 壓力 | 壓力計 | 0.66 kg/cm ² | 12-45:00 |
| 泰林路支撐泰山所 | 壓力 | 壓力計 | 1.24 kg/cm ² | 12-45:00 |
| 南勢壩 | 壓力 | 壓力計 | 0.10 kg/cm ² | 12-45:00 |
| 坪洋至10堰 | 壓力 | 壓力計 | 0.88 kg/cm ² | 12-45:00 |
| 下福壩 | 壓力 | 壓力計 | 1.85 kg/cm ² | 12-45:00 |

圖 5.3 傳訊點清單



圖 5.4 曲線圖



圖 5.5 供水狀況告示板

3.管理功能簡述

- 電子監控站地圖：電子監控站地圖簡言之乃是監測站的設置地點，管理者只要輕觸碰面板，所被觸控到的點將能立即顯示最新的流量與壓力變化。此功能不只改善了過往費力且費時的人工抄表，同時也帶進了數位時代管理的概念。
- 傳訊點清單：傳訊點清單的功能能夠讓各地監控站所建置的電子水量計（口徑、型號、瞬間流量）、無線傳訊記錄器（傳訊時間、傳訊現況）、壓力監測點（壓力值）立即呈現於管理者的介面，讓管理者能夠輕鬆地獲得現場最新的資訊。
- 曲線圖：曲線圖所提供的訊息乃是根據管理者設定的傳訊時間、傳訊間距所繪製的歷史圖資，管理者現在能立即根據歷史圖資判斷夜間最小流（Minimum Night Flow）、供水的變化等功能。
- 供水狀況告示板：供水狀況告示板乃是根據桃園地區平鎮給水廠、大桶給水廠、大溪營運所，針對進出水量、(總)供水量所做的圖資。管理者可以根據供水狀況告示板，運用水平衡的概念，即刻判斷所在地的售水率以及無收益水費。

5.2.4 供水管理系統建置特色

桃園地區建置的供水管理系統（如圖 5.6）集結了五大特色，即時監看、資訊整合、作業一致、行動管理、決策支援，以下將簡述供水管理系統的五大特色：

- 即時監看：管理人員透過無線傳訊設備便能即時得到現場最新供水資訊。以往管理人員若

要得到現場最新的資料，非得耗時且耗力的至現場抄寫流量與壓力資訊，但是建置供水管理系統則能以更有效率的方式獲得資料。

- b. 資訊整合：系統軟體的運用如果能確實搭配硬體的設施，並且全面性的整合資訊，對於管理者所做的決策將有關鍵性的影響力。如圖 5.2 所示，此套系統全面性的整合了監測圖台、供水管理、設備管理、統計分析、系統設定等功能，這些功能使得管理者的決策過程省下許多的作業時間。
- c. 作業一致：供水監測系統需要多人的合作與努力才能完成，此套系統提供多人同時上線作業模式，不同的管理階層皆有各自的帳號與密碼，能同時保護資料的重要性，避免重要資料的外洩。
- d. 行動管理：隨著行動裝置的流行，此套系統特別撰寫了一套應用系統（APP）（如圖 5.1），可以支援行動管理模式，並且應用於當下最流行的 iPad 與 iPhone，管理者可以藉由下載 APP，進行水資源的行動管理模式。
- e. 決策支援：此套系統不只是提供即時供水的及時資料與歷史資訊，系統也內建了獨特的演算法，可以提供管理者進行深入的統計分析，深入分析供水的管理資料。

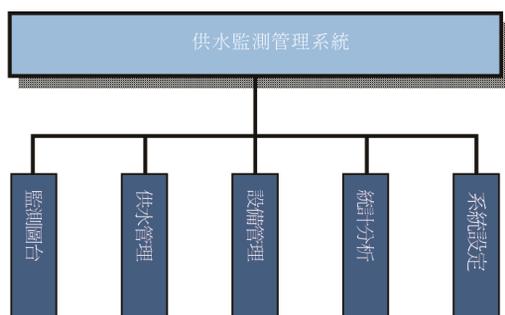


圖 5.6 供水監測管理系統

5.3 分區計量系統建置的展望與挑戰

分區計量的建置會因不同設計者、不同的時空背景與環境有所不同，但是分區計量所要達到的效益將是一致的。近 10 年來，台灣的資通訊發展、電子式 C 級水量計、無線傳訊紀錄器、應用軟體等研發及應用已讓水資源管理系統邁向新的紀元。台灣的水資源管理模式已經涵蓋 GSM/GPRS 無線傳訊模式（如圖 5.7）與 ADSL/PSTN 有線傳訊模式（如圖 5.8），無論是考量抄表成本、偏遠地區難以抄表、抄見率的提升等過往水資源管理難以克服的議題，現行的系統皆能根據建置現場的環境，設計符合現場環境的監控管理系統。即使台灣的軟硬體發展已經達到一定的程度，管理者接下來須考量如何善加利用所建置的監控管理系統，因為有好的工具，仍需搭配有經驗的水資源管理人員。因此如何訓練水資源管理的人才，將是水資源管理接下來需要認真思考的層面。

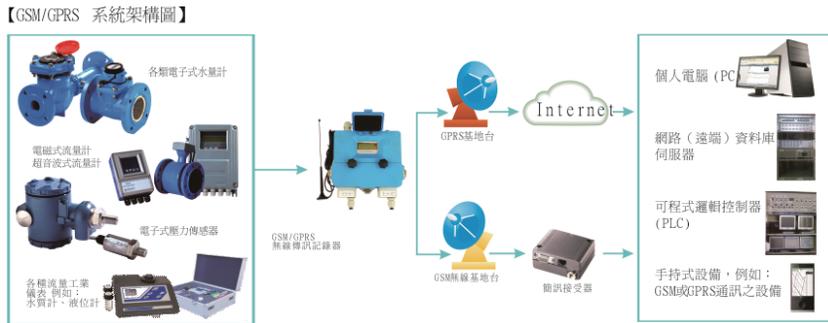


圖 5.7 GSM/GPRS 無線傳訊模式

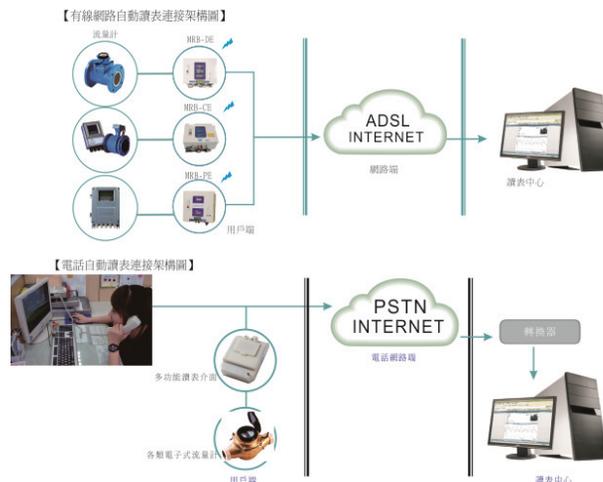


圖 5.8 ADSL/PSTN 有線傳訊模式

六、結論與建議

分區計量的建置是非常主觀的 (Farley, M, 2008), 並且會因各國水資源使用現況而有所不同。根據本研究所提出的中國廣東省坦洲鎮、菲律賓馬尼拉、台灣的桃園地區, 三個地區所面臨的供水現況、無收益水費的改善與惡化、監控系統建置的完整性等皆有所不同, 但是各國建置分區計量的最終目標皆是相同的, 有效抑制無收益水量、改善管線漏水率、提升自來水事業單位的經營成效。在探究了桃園地區所建置的供水監控管理系統後, 相信此套系統能夠替桃園地區的無收益水量、管線漏水點、漏損發生的原因等水資源管理最迫切的議題得到解答。接下來當地水資源管理者應該開始思考如何加強人員使用系統的熟悉度, 如何延續現行已經得到的成效, 並且持續學習其他國家水資源管理的優點, 以期讓台灣水資源管理的效益更上一層樓。

參考文獻

1. 劉明忠, <http://www.epochtw.com/11/10/25/177934.htm>, 2011。
2. 侯煜堃譯, 「無收益水量管理手冊-理解管網漏損之指南」, 同濟大學出版社, 2010。

3. 嚴崇一，結合小區管網與水資源管理系統之研究與探討，漏水防治與管理研討會，2009。
4. 莊立偉，自來水側漏小區管網劃分程序及優選模式，2008。
5. 周國鼎，小區管網之正名，2008。
6. 弓銓企業股份有限公司企業網站產品資訊，www.ems.com.tw。
7. 李嘉榮，台灣自來水公司供水管理資訊系統之運用整合，第十七屆水利工程研討會，2008。
8. Farley, M , The Manager's Non-Revenue Water Handbook-A Guide to Understanding Water Losses, 2008
9. IRINEO L.DIMAANO, The Challenge of Reducing Maynilad's Non-Revenue Water, 2011
10. V.Tong, Successful NRW Reduction Experience in China, 2011