



中華民國自來水協會 104 年度研究計畫

智慧水表之建置與應用發展

委託單位：中華民國自來水協會

研究單位：中華民國自來水協會技術研究委員會

計畫主持人：陳曼莉

研究人員：時佳麟、曾喜彩、黃欽稜、梅英昌、宋奕穎

執行期間：自 104 年 6 月 1 日起至 105 年 5 月 31 日止

中華民國 105 年 5 月

摘要

國內 2 家自來水事業單位多採用機械式水表做為計費依據，每月或 2 個月定時派員至用戶家中抄表，此種人工作業方式常發生干擾用戶生活之情形，因為用水量資料更新時間過長，當發生有計費疑義等用戶抱怨時，為瞭解用水情形而另派人查看，除無法立即因應民眾服務需要，且因重覆人力產生額外管理成本。

北水處為配合臺北市政府智慧城市政策，規劃八年內推動五萬戶智慧公共住宅，其中自來水表智慧管理為重要環節之一。本研究首先就智慧城市相關領域進行討論，並探討智慧水表(Smart Water Meter, SWM)近年來的發展，及國內通過型式認證之智慧水表相關性能。而對於北水處 2015 年於臺北市文山區興隆公共住宅導入智慧水表(SWM)及建置自動讀表系統(Automatic Meter Reading, AMR)的實際成果，分析探討相關費用、使用功能及未來改善方向。

本研究發現當機械水表導入脈衝訊號讀取或電子水表輸出數位訊號，搭配有線或無線傳輸的讀取計量方式即構成自動讀表系統(AMR)，是智慧水表最初也是最基本的架構。經由實際安裝 SWM 及測試 AMR 結果，確實可降低用戶生活干擾，但在取得計量及頻率上，會受到數據格式、通訊方式及硬體架構的不同而有所影響，各廠牌表現依架構不同而各有優勢。

智慧水表本體的進階功能包括漏水、逆流、超載偵測、磁干擾、電力不足、靜止天數、啟動次數、異常警示...等，是否能經由 AMR 傳回管理端而充份發揮 SWM 功能為運用重點，經實際建置發現 B 廠牌在資訊介面及資料運用比 A 廠牌更為成熟，應是已參採各國實用經驗所致，建議本國自來水單位應瞭解在地的服務及管理需求，據以制定智慧水表系統架構與規範，以充分發揮智慧水表的功能。

經本研究試算，智慧水表本體約為機械式水表的 1.6~3.8 倍，若

再加上 AMR 設備及每月通訊費，總建置費用更是機械水表的 2.2～6.9 倍。由於國內智慧三表及法規尚未成熟，全面安裝智慧水表需慎重考慮，現階段建議以「配合公共住宅政策、免費安裝智慧水表」、「因應建商智慧新建案、付費升級安裝智慧水表」、「回饋大戶水費漲幅，安裝 AMR 協助節約用水」及「建置智慧水表資訊平台、提供民眾加值服務應用」4 個構面推動智慧水表建置，以充分發揮智慧水表優點。

Abstract

In Taiwan, water utilities always use mechanical water meters for metering. Due to a manual meter-reading by each or each two months causing a disturbance to their customers and an inaccurate of water consumption gathering, when disputes or complaints over water bills filed by customers, the utility has to dispatch inspectors for handling such problems afterward. Not only the service is compromised but the huge labor costs are also induced.

For fueling impetus to the Smart City & Public Housing policy of Taipei City Government, Taipei Water Department (TWD) has initiated a study of the Smart Water Meter (SWM) & Automatic Meter Reading (AMR) to boost utilization between the IoT & ICT technologies. The XingLung Public Housing Project is the first trial ground of experiment for adopting the SWM/AMR. Hoping this pilot practice will generate useful results & experiences for future applications in Taiwan.

This research reveals that the traditional water meters could be upgraded to SWMs by a pulse or digital-signal output. Along with either a wired or a wireless transmission of output data, it constructs an AMR system. In the practice of XingLung and other trial tests, the primary object: substituting the manual meter-reading can be achieved by AMRs, but the other applications are influenced by AMR's communication, data structure, frequency of logging, and management softwares which are different by the functionalities of each SWM/AMR supplier.

The advanced function of SWMs including detection of leaks, reverse flows, over loads, magnetic interferences...etc., however, it cannot be an appropriate warning until these signals being sent back & processed to a form of alarm. After testing two kinds of SWM, brand A & B, it is concluded that brand B, which is widely adopted around the globe, has most sophisticated function & UI for management. Utilities should consider their own needs for purchasing the SWM/AMR which fits for both customer's demands & local regulations.

Based on the calculation of this research, the price of a SWM is around 1.6~3.8 folds to a mechanical meter. Adding the AMR devices & communication fees, the total costs would be as high as 2.2~6.9 folds to the mechanical one, therefore, it is not possible to launch a full-scale installation of SWM/AMR nowadays. As consequence, this research suggests four recommendations of the adoption of SWM/AMR for water utilities: First, adhering to the policy of Public Housing, install them free of charge. Second, for non-government

smart buildings, install them with an additional charge. Third, in response to a tariff raise of Taipei, install them for helping water conservations. Fourth, establishing an information platform, provide applications for SWM/AMR customers.

目錄

第一章前言.....	1
1.1 研究緣起.....	1
1.2 研究目的與流程.....	2
1.3 研究範圍與限制.....	3
1.4 文獻回顧.....	4
1.4.1 智慧水表的定義.....	4
1.4.2 智慧水表的功能.....	7
1.4.3 國內外智慧水表使用概況.....	10
1.5 小結.....	33
第二章 智慧住宅及相關產業現況及趨勢.....	35
2.1 智慧建築發展趨勢.....	35
2.2 智慧綠建築之範疇.....	36
2.3 智慧型電表.....	39
2.4 微電腦瓦斯表.....	41
2.5 智慧住宅.....	42
2.5.1 中華電信.....	42
2.5.2 中興保全.....	45
2.5.3 智慧化居住空間展示中心.....	47
2.5.4 智慧住宅案例—新北市遠雄左岸.....	49
2.6 小結.....	51
第三章 國內智慧水表與 AMR 運用實績介紹.....	52
3.1 A 廠商.....	52
3.2 B 廠商.....	57

3.3 國內法規與使用限制.....	65
3.4 小結.....	67
第四章 興隆公宅 AMR 建置與應用實例	68
4.1 北市府政策.....	68
4.2 興隆公宅概述.....	69
4.3 智慧水表與水質監測系統	71
4.4 AMR 數據之加值運用.....	78
4.4.1 資料交換格式.....	79
4.4.2 用戶查詢軟體.....	80
4.4.3 其他加值服務.....	83
4.4.4 取代人工抄表.....	84
4.4.5 深度加值運用與分析.....	85
4.5 AMR 特性與採購建置策略.....	96
4.5.1 興隆公宅 AMR 系統之優劣	96
4.5.2 設備採購策略.....	98
4.5.3 AMR 類型之選用與設置.....	100
4.5.4 智慧水表功能之選用考量.....	102
4.6 小結.....	106
第五章 智慧水表推動及加值服務應用探討	107
5.1 智慧水表推動策略.....	107
5.2 智慧水表收費.....	108
5.2.1 其他智慧產品的收費.....	108
5.2.2 訂定收費標準.....	109
5.2.3 收費方式.....	114
5.2.4 加值服務收費試算.....	114

5.2.5 問題探討.....	119
5.3 智慧水表的營運管理.....	121
5.3.1 物料採購及維護管理.....	121
5.3.2 配合措施.....	122
5.4 加值應用服務探討.....	123
5.4.1 服務資訊與資料.....	123
5.4.2 資訊服務平台.....	124
5.5 小結.....	128
第六章 智慧水表建置與應用發展建議.....	130
參考文獻.....	133
附錄.....	135
期中審查委員意見彙整表.....	135
期末審查委員意見彙整表.....	139

圖目錄

圖 1 研究流程.....	3
圖 2 傳統水表、AMR 與 SWM 定義與功能.....	5
圖 3 三種記錄用水量方式的水表	6
圖 4 自動讀表與智慧水表 6 種選擇方案	9
圖 5 第六區管理處服務已終止之自動讀表管理介面(工研院版本) ..	13
圖 6 第七區管理處自動讀表系統管理介面及功能	14
圖 7 KCWSD 引進智慧後水費突增複查及停復水派工案件數變化情形.....	16
圖 8 美國 Badger Meter 公司 AMI 解決方案	20
圖 9 BEACON AMA 先進計量分析系統漏水偵測於 GIS 上顯示 ...	21
圖 10 BEACON AMA 先進計量分析系統提供用戶溫度、降雨及用水量分析.....	22
圖 11 BEACON AMA 先進計量分析系統管理分析介面.....	22
圖 12 SAWPA 提供 Dropcountr/ OmniEarth 平台架構	23
圖 13 Dropcountr CLEAR 篩選排序工具及即時訊息工具.....	24
圖 14 Dropcountr CLEAR 客戶整合入口及提示訊息發佈情形.....	25
圖 15 Dropcountr 行動通訊入口	26
圖 16 MHC 2010 年研究 6 種方案在成本和收益定量分析	28
圖 17 MHC 2010 年研究 6 種方案在客戶、社會、政策、環境等定性分析.....	28
圖 18 MHC 2010 年研究 6 種方案總和分析	28
圖 19 雪梨水務公司將 AMS 納入多層建築物使用水表判斷準則	30

圖 20	型式 2 純住宅建物，不同建物所有權人，智慧水表之配置	31
圖 21	表後內線主水管上安裝夾式超音波感應器	32
圖 22	行動裝置顯示家中用水情形與漏水警示事件	33
圖 23	內政部智慧綠建築標章	36
圖 24	智慧綠建築基礎架構圖	38
圖 25	機械式、電子式及智慧型電表比較	39
圖 26	微電腦瓦斯表結構示意圖	42
圖 27	中華電信 e 管家系統架構圖	44
圖 28	中華電信 e 管家系統服務內容	45
圖 29	中興保全智慧化家庭 MyCASA	47
圖 30	智慧化設備(照度、溫度、濕度等自動控制及瓦斯測漏遮斷)	48
圖 31	引進智慧型省水設備，尚無智慧水表相關資訊	49
圖 32	新北市遠雄左岸使用中華電信智慧面板	51
圖 33	A 廠商之 AMR 系統示意圖	54
圖 34	A 廠商「有線集抄」之系統架構圖	54
圖 35	E 管家系統系統介面與用量顯示	55
圖 36	師大公館校區學七舍 AMR 配置與查詢介面	56
圖 37	南紡夢時代賣場出租攤位用水管理	57
圖 38	B 廠商小口徑智慧水表= 國外 I 廠商乾式機械表+MIU	58
圖 39	B 廠商 AMR 系統架構圖	58
圖 40	B 廠商智慧水表系統實際安裝情形	60
圖 41	國外 I 廠商的管理軟體 EMMSYS 介面	61
圖 42	建築物內部平面示意圖及測試結果	62
圖 43	國外 I 廠商 WaterMind 之 AMR 系統架構、後端介面與北水處 測試照片	64

圖 44 國內水量計相關法規一覽表	66
圖 45 北市府 2015 年興建中與規劃中之 5 處公共宅	69
圖 46 臺北市興隆公宅 1 區鳥瞰圖與大樓內部陳設	70
圖 47 興隆公宅 1 區水表集抄與回傳概略圖	73
圖 48 興隆公宅頂樓水表室之管路配置與水表安裝有線集抄	74
圖 49 興隆公宅各層樓管道間水表管路配置與有線集抄	76
圖 50 水質系統通訊設備箱設置於興隆公宅 1F 防災中心	76
圖 51 興隆公宅水表無線傳輸/有線集抄介接水質系統架構圖	77
圖 52 水質監測設備與取水管線佈設示意圖	78
圖 53 興隆公宅資料交換方式	79
圖 54 公共住宅暨大用戶表水質水量查詢網頁入口	80
圖 55 興隆公宅水質水量查詢列表	81
圖 56 興隆公宅總表本月、上月水量與線上水質狀況	81
圖 57 興隆公宅總表瞬間流量趨勢線	82
圖 58 興隆公宅公共水表瞬間流量趨勢線	82
圖 59 興隆公宅某戶分表瞬間流量與游標查詢顯示視窗	82
圖 60 運用 AMR 數據提供異常警報與居家照護	83
圖 61 現場表頭值與 AMR 值的比對	85
圖 62 興隆公宅總表與設置於總表前後儀器所取得之原始數據	87
圖 63 流量、水壓、餘氯套疊趨勢圖	88
圖 64 興隆公宅外線與周邊管網，總表不進水時滯留水餘氯明顯衰退	89
圖 65 以曲線擬合求取表前滯留水餘氯衰退模式之反應係數 K 值 ..	89
圖 66 進水餘氯與 AB 兩棟水塔餘氯比較	90
圖 67 興隆公宅 A、B 棟各只分表累計度數曲線與分布	91

圖 68 興隆公宅 A、B 棟 274 只分表流量疊合曲線.....	93
圖 69 興隆公宅 2/18 A、B 棟分表每 20 分鐘「用量頻譜」與水表「活躍」數量統計	94
圖 70 興隆公宅使用相同的衛浴設備	95
圖 71 興隆公宅 2 月 18 日 A 棟分表訊號擷取間隔之頻度分析	97
圖 72 不同廠牌傳輸設備可能匹配不良以致無法發揮完整功能	99
圖 73 北水處 AMR 設備之採購與運用策略	100
圖 74 按照不同水表位置選用適當之 AMR 類型	101
圖 75 智慧水表「計量資料」、「區段資料」與「事件資料」之整體應用	104
圖 76 興隆公宅 AMR 功能(上)與未來建議改進功能(下).....	104
圖 77 北水處智慧水表系統架構與擴充型 AMR	111
圖 78 自動讀表增值服務用戶每月分攤費用統計圖表	118
圖 79 北水處新建案供料安裝內部流程建議	122

表目錄

表 1 不同使用類型與產權之建物智慧水表各樓層配置	30
表 2 B 廠商產品簡表	59
表 3 智慧水表增值服務收費價格表（草案）	110
表 4 興隆公宅智慧水表收費試算表	115
表 5 臺北市信義路某建案智慧水表收費試算表	116
表 6 臺北市仁愛路某建案智慧水表收費試算表	117
表 7 智慧水表/機械水表、智慧水表+AMR/機械水表價格比	119
表 8 智慧水表模擬收費級距表	120
表 9 各系統客戶服務界面特色比較	125
表 10 各系統管理界面功能比較	126

第一章前言

1.1 研究緣起

傳統自來水事業單位對於水表的功能需求，僅止於收費計量，由最古老毫無精準度可言的計量磚、收費孔，純按口徑的收費方式，演變到以機械構造、或使用電子零件的水表量測流量，換算用水體積，再派工抄讀進行收費。隨著水資源日益匱乏、人工抄表費用攀升、精緻化管理的興起，傳統水表之收費計量的功能已不能滿足自來水事業機構的需求。因此，伴隨科技的進步，具有額外智慧型功能的智慧水表(Smart Water Meter, SWM)，已逐漸扮演自來水事業管理的重要工具。更是建構智慧城市不可或缺的要件之一。

歷史上，第一只具有遠端讀表功能的瓦斯表使用於西元 1890 年，而第一只遙讀水表專利型式則於西元 1919 年發表，但真正具有實用價值的自動讀表系統，則要西元到 1957 年，才在美國首次建置使用。到了 2010 年 Marchment Hill Consulting 公司在澳洲的專案研究中於提到智慧水表(SWM)架構[1]，將水表功能需求再加強，除符合管理端與水表雙向溝通之 AMI 架構外，也能結合家庭網路(Home Area Network, HAN)，使用戶可直接透過家中的不同載具平臺(電腦、平板電腦、手機)直接讀取水表資訊。而觀察早期國外推動的智慧電網(Smart Grid)，係透過資訊、通信與自動化科技(Information and Communication Technologies, ICT)，利用先進的感測器、測量技術及雙向通訊控制等技術，建置具智慧化的整合性電力網路[2]。

內政部建築研究所於 2004 年 12 月提出「數位化水、電及瓦斯自動讀表系統在建築物能源監測之應用與推動辦法之研擬」報告[3]中，即說明台灣自來水公司(以下簡稱台水公司)與臺北自來水事業處(以下簡稱北水處)於 2000 至 2004 年間分別試辦自動讀表系統，經由電話線(PSTN)及 ADSL 進行資料讀取回報。經濟部水利署 2012 年進行「提升水量計功能強化用水管理之育成計畫」[4]，其中說明包括美

國、法國、以色列、中國大陸、新加坡及台灣建置小型配備電子裝置之機械式水量計(以下簡稱電子水表)原因，探討國內台水公司與北水處全面汰換為智慧水表搭配自動讀取之直接成本效益，包括管理面及用戶服務效益，及現地安裝測試、建置用戶用水查詢。台水公司在 2013 年進行「水量計自動讀表介面功能規範研究」[5]，說明台水公司水量計自動讀表推動情形，建置的對象目前僅涉及用水量戶試辦及計量區管理表建置相關系統。

鑑於國內智慧水表發展已漸成熟，借鏡水利署及台水公司研究成果，北水處從用戶端「配合公共住宅政策、免費安裝智慧水表」、「因應建商智慧新建案、付費升級安裝智慧水表」、「回饋大戶水費漲幅，安裝 AMR 協助節約用水」及「建置智慧水表資訊平台、提供民眾加值服務應用」4 個構面，切入智慧水表運用。讓用戶即時查詢使用自來水量多寡，了解浪費用水情況後，促成改變自身用水行為，達到節省水費並提升服務品質。

1.2 研究目的與流程

臺北市政府「智慧城市」政策，將在未來臺北市將新建五萬戶智慧公共住宅，這些住宅結合科技智慧，水、電、瓦斯必須智慧管理達到節能的效果。北水處為配合推動市府政策，將優先於北市府興建公共住宅之新大樓「興隆公宅」裝設智慧水表。本研究目的期望藉由國內首次集合住宅(共 274 只)用戶計費智慧水表的建置經驗，結合物聯網(IoT)與資通訊(ICT)技術，研究提供用戶即時用水資訊及水量分析方法，另因應建商智慧新建案，並探討將機械表升級為智慧水表之收費方案；及建置智慧水表資訊平台，提供民眾加值服務應用內容。此外，104 年自來水協會「大用水戶用水管理模式與智能推斷研究」亦提到智慧水表之應用，該研究主要聚焦於取得大用戶之密集用水資料進行用水模式分析，透過流量譜與多種智能分析工具判斷水表類型、口徑之匹配性，俾進行水表汰換管理，以提升計量準確度、減少帳面損失，其細節則不在此詳述。本研究流程如圖 1 所示。

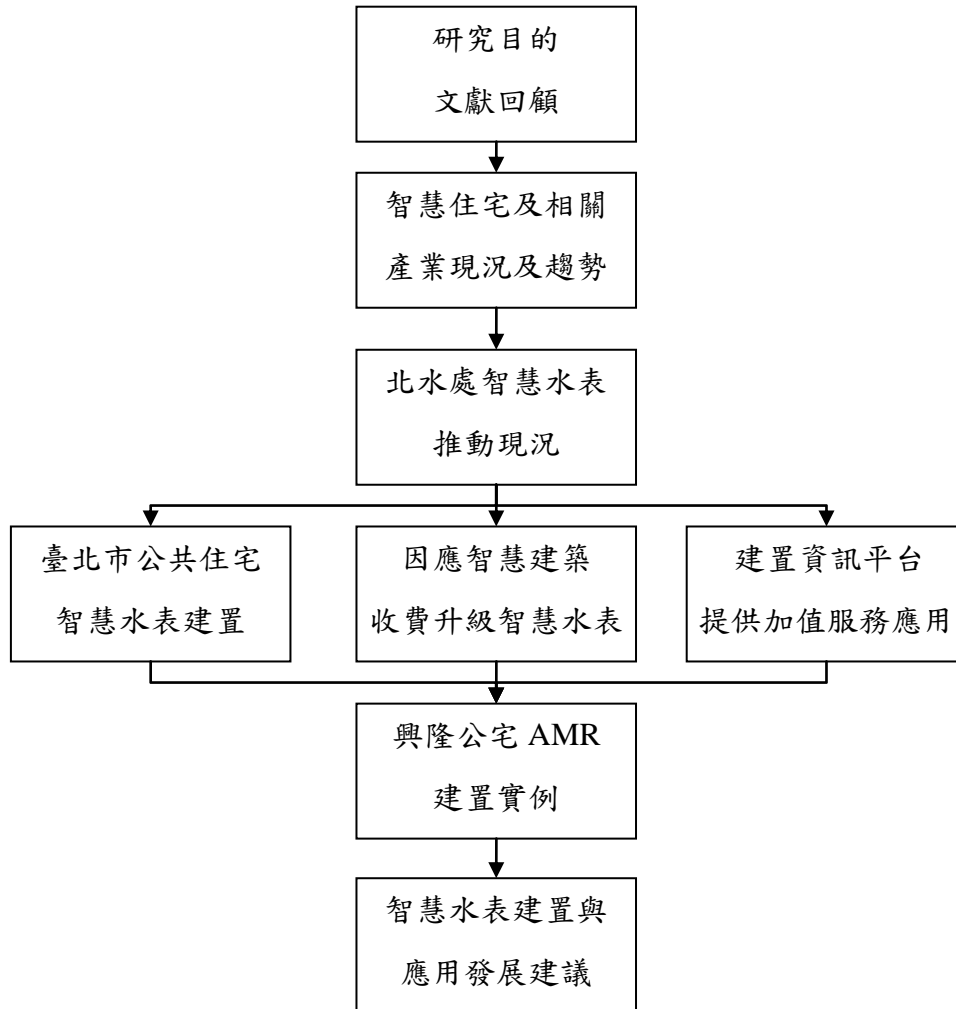


圖 1 研究流程

1.3 研究範圍與限制

本研究主要是針對智慧水表在用戶總表、分表的建置運用做為研究標的，依照建物特性探討智慧水表建置與傳輸方式之最適性，另對於用戶端使用資通訊（ICT）之整合界面、設備進行討論，研究未來整合可能性。至於智慧水表應用在自來水取水、輸水及配水系統之管理用表，以及智慧水表法規、電磁波影響與健康風險...等事項，涉及不同領域研究，不在本計畫研究討論範圍。

1.4 文獻回顧

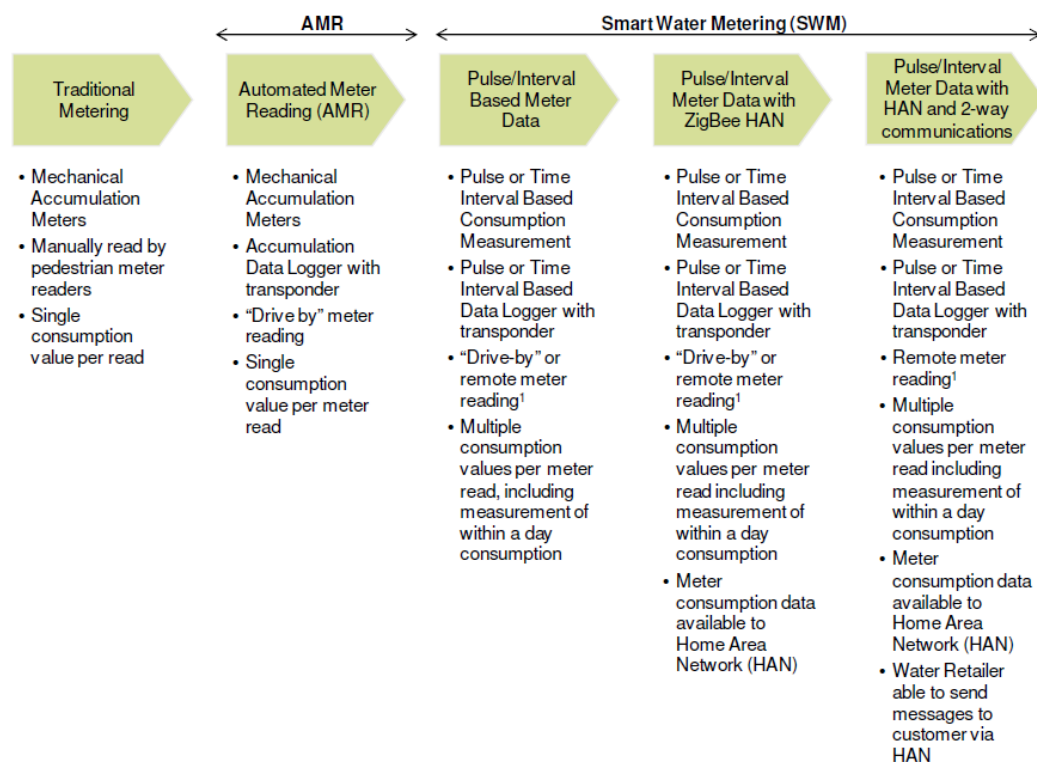
1.4.1 智慧水表的定義

第一代的智慧水表興起於 1960 年代，屬於「單向」(One-Way) 資訊擷取模式，主要以手持接收設備、車載裝置至水表端擷取訊息，或由水表端主動發送訊號至管理端，初期在美國則是運用電話網路 (PSTN) 傳輸訊號，其目的在於取代繁瑣、易出錯的人工抄讀作業，所建置之資料擷取架構稱為「自動讀表系統」(Automatic Meter Reading, AMR)。新一代的智慧水表則具有「雙向」溝通 (Two-Way Communication) 功能，除了水表端發送資訊至管理端的單向傳輸管道之外，管理端更有反向喚醒或設定水表端某些功能的管道。其能力已經不是純粹讀表而已，更可遂行一系列遠端管理措施。所建置之架構則稱為「先進讀表基礎建設」(Advanced Metering Infrastructure, AMI)。

但 AMR 與 AMI 兩個名詞在國內外卻有混用的情況，定義並不嚴格，某些具有雙向溝通的 AMI 系統仍被稱作 AMR。臺灣經濟部標準檢驗局刻正修訂中之自動讀表系統 CNS 標準 (CNS 14273)，適用於水、電、瓦斯表，雖然讀表界面 (Meter Interface Unit, MIU) 已含雙向溝通功能，而且傳輸網路除了可讀取計量表的各類資料之外，更能對用戶端進行監視與控制，功能已達 AMI 的水準，但仍以 AMRS (Automatic Meter Reading System) 稱呼之。美國自來水協會 (American Water Works Association, AWWA) 的定義則更加寬鬆，所出版的 M6 手冊中統稱這些帶有遠端傳輸功能的水量計，為遙讀 (Remote Registration) 水表，包含附掛直讀式遠隔顯示器水表、脈衝訊號輸出式水表、編碼輸出式水表...等，只要能夠「遠端讀取」，不論使用 RF (Radio Frequency)、電話線、TV cable、電力線...，都屬於遙讀表，而將後端全自動擷取訊號與加值處理系統稱則為 AMR。

但隨著科技的日新月異，水表端的功能逐漸發展至遠端讀取水表累積流量、壓力、溫度，管理端遠端設定更新水表...等功能。但無論

AMR、AMI、SWM 系統下所用的水表，水表或表組應至少需搭載傳模組(有線、RF、WIFI、4G...)之功能，擁有這樣功能之水表已可稱智慧水表。



(資料來源：Marchment Hill Consulting)

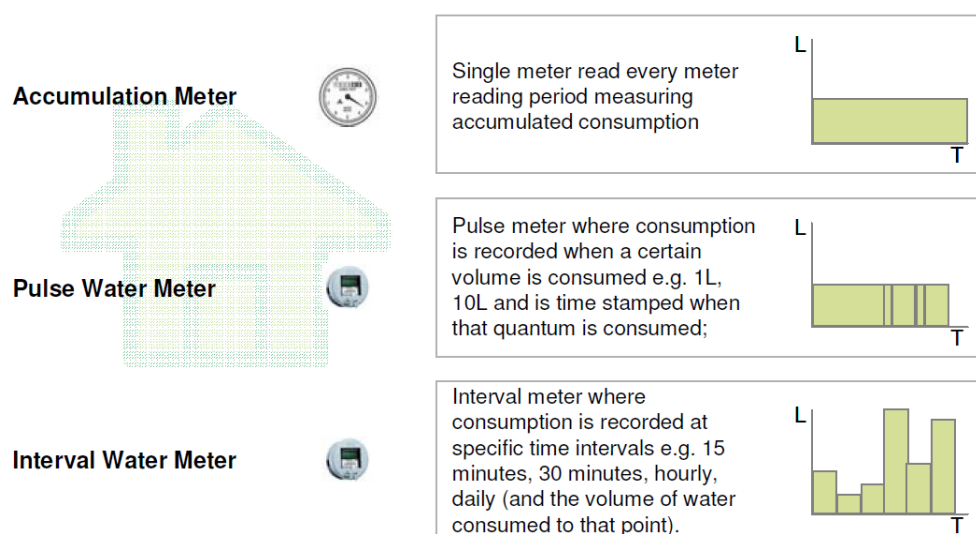
圖 2 傳統水表、AMR 與 SWM 定義與功能

Marchment Hill Consulting 公司於 2010 年提到智慧水表讀表系統 (Smart Water Metering, SWM) 架構[1]，指出傳統水表、AMR 與 SWM 定義與功能之不同(如圖 2)，對於水表本體所要求的功能就更高，除了要符合 AMR 架構之需求，具有管理端與水表雙向溝通外，也要能結合在家庭網路(Home Area Network, HAN)，使用戶可直接透過家中的電腦、平板電腦、手機直接讀取水表資訊。

於圖 2 之中，Marchment Hill Consulting 公司認為傳統抄讀 (Traditional Metering) 水表：以機械表計讀累計用量、採用人工抄見、每次抄讀僅有單筆累計值。稍微進階的自動讀取 (Automated Meter Reading) 水表：仍採用機械表、但已可安裝資料記錄器擷取累計用

量、亦可駕車沿途收集紀錄、惟僅能讀取單筆累計度數。智慧型計量（Smart Water Metering）水表則分為三類：1.具有脈衝輸出或時序輸出數據（Pulse / Interval Base Meter Data）的水表，與 2.具有家庭網路傳輸功能之脈衝或時序輸出（Pulse / Interval Base Meter Data with ZigBee HAN）水表，以及 3.具有雙向溝通能力及家庭網路傳輸之脈衝或時序輸出（Pulse / Interval Base Meter Data with ZigBee HAN and 2-way communications）水表。圖 2 中，愈往右端功能愈多，在右端三欄的表才稱得上具有智慧功能，但上述定義與分類略嫌複雜。

Paul Harris 與 Peter Guttman 2010 年於 Metering & Smart Energy International 期刊提出智慧水表的定義與見解[6]，較為簡易明瞭。作者將水表依照記錄用水量的方式分為三類，詳圖 3，其中第一類為傳統水表，第二、三類則適用於 AMR 自動讀表，此等水表皆可視為智慧水表。



(資料來源：Paul Harris & Peter Guttman、Marchment Hill Consulting)

圖 3 三種記錄用水量方式的水表

第一類的水量記錄方式為累積流量計量表(Accumulation Meter)，屬於最傳統的水表，需要搭配人工抄表，甚麼時候去抄表就取得當下的累計量。而第二類水表為脈衝輸出計量表(Pulse Water

Meter)，達到某個用水增量就發送一個脈衝訊號（Pulse），例如每 10 公升或每 1 公升為一個發送基準，在圖 3 之時間軸上呈現頻率疏密不一致的序列，但每個脈衝高度相同，即用水量為定值。第三類水表為時序輸出計量表(Interval Water Meter)，則是採用固定時間（Constant Interval）擷取訊號，時間軸上呈現頻率一致的序列，但每個訊號高度不同，很適合直接繪製成用水時間歷時曲線，相較之下，脈衝訊號則需經過轉換計算才能繪製歷時曲線。

作者更進一步定義 AMR 與 SWM 的差異，他們認為只要具有每週水量遙讀功能、且能偵測表後微量滲漏的水表，就是 AMR 可用的表，但要成為 SWM，則尚需有下列功能：

- 一、以固定脈衝(Pulse)或時間(Interval)方式量測用水，且能每日回傳水量。
- 二、具有雙向溝通（Two-way Communication）功能。
- 三、能發現用水異常的事件。
- 四、可監控用戶用水設備的運行。
- 五、具有自動發送訊息給用戶的能力。

上列僅是簡單將智慧水表基本能力稍微列舉，屬於水表端的功能定義，並不能描述整個系統的功能全貌，以下將就水表與其後端系統統合性功能進行討論，但仍比照業界、文獻將其統稱為智慧水表的功能。

1.4.2 智慧水表的功能

智慧水表與其後端的讀取設備、傳輸網路、應用軟體是相輔相成的，無法各自獨立使用，所構成的系統不論稱為 AMR、AMI 或 SWM，主要的功能有下列四項：

- 一、擷取表計值—取代人工抄讀作業，減少錯誤判讀、謄寫，更為不易抄見之屋內表的良好讀表方案，以達成降低人工成本、提升計費數據之正確性、縮短計費周期...等。此功能為歐美自來水事業發展智慧水表的初衷。

二、監控用水量—對於大用水戶，不僅能監看 (Monitoring) 更能控制 (Control) 其用水情況，以線上即時訊息管理用戶，取代過去頻率偏低的拜訪式抄表 (人工抄表或車輛 drive-by 讀取)，以防止不易察覺的竊水情事。此功能之概念主要由工業界的製程監控而來。





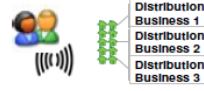

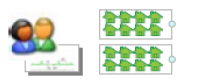
三、服務與溝通—利用智慧水表與 AMR/AMI 系統的連續紀錄功能，察覺用戶端的異常行為，而提早告知用戶進行處置。例如連續不停用水可能為內線漏水、獨居老人或殘疾者多日無用水紀錄，可能已經臥病無法行動。此功能使得精緻化客戶服務在未來得以推行。

四、數據分析應用—系統所擷取的資訊不停湧入，除了可用於即時監控，所累積成的大數據庫更是隱含寶貴資訊等待挖掘，包含用戶用水行為、水量供需狀況、水表準確性衰退、水表口徑匹配性...，結合 GIS、MIS、SCADA 等資料庫加值分析後更有無限可能。此功能為自來水事業水量調度、計畫預測、水理分析、水表管理...之利器。

歐美各國自來水事業以往也是仰賴人工抄表，每年約寄發帳單 2~4 次。某些北方寒帶國家因氣候因素，家戶表均設置於屋內，造成抄表不易，甚至僅能推估水量收費，又因每年抄表次數過少，導致水量估算誤差極大，用戶接到帳單時若有質疑，又需進行複查讀表，不但浪費人力與時間，更難以做好用戶服務，即便自來水事業單位正確抄表，面對可能因內線滲漏導致的水費突增，民眾也往往不信任。因此，初期開發的智慧水表主要功能僅在於能夠提高抄表成功比率 (抄見率)，並未有其他附加功能，許多僅是附加遠隔顯示器 (Remote Display) 的水表，將訊號由屋內拉到容易目視抄表的地方。隨著技術的開發，逐漸演變到人工以手持式收集器 (Handhold Collector) 隔空讀值，並轉拋數據至水費系統，減少人為輸入錯誤，最後再進化到建置完全取代人工的自動讀表系統，水表讀值、轉拋數據、製作帳單一次完成。第一個智慧水表加上全自動的 AMR/AMI 系統於 1996 年美

國的自動讀表協會（Automatic Meter Reading Association, AMRA）期刊中有詳細介紹，標註了 AMR/AMI 發展史的重要里程碑[20]。

Paul Harris 與 Peter Guttman 以六個不同的自動讀表與智慧水表方案選擇[1][6]，利用硬體配備與附加功能的多寡作為簡易區分，不同類型明瞭易懂，詳圖 4 所示。最上面的 Base Case 即為最傳統的機械式水表，無 AMR 功能，僅能透過人工讀表，所取得之數據為累計用量。接著，類型一為使用 Drive-by 技術取得水表用量的方式，仍然是累積用量，只是取代了人工逐一讀表的程序。類型二以後則開始運用脈衝輸出的智慧水表，並可搭配現場所需，以自來水事業單位開車或於垃圾車附掛資料接收儀器，以 Drive-by 的方式讀取，或者運用電力線將水量訊號回傳，甚至將水表的訊息直接拉線顯示給用戶查看。類型五以後的技術則改採用固定時間記錄的智慧水表，除了仍可借用電網傳輸訊號，亦能自行設置傳輸線路，以專線、或無線技術將訊號回傳給自來水事業單位。

	Base Case			
	<ul style="list-style-type: none"> Mechanical water meters, accumulation only, no remote capability No change from status quo 			
Smart Water Metering	1	Weekly AMR Services	Weekly Accumulation Metering Data Collection using drive-by technology	
	2	Weekly Pulse Meter Data Collection	Weekly Pulse Meter Data collection using drive-by technology	
	3	Weekly Pulse Meter Data Collection plus In House Display	Weekly Pulse Meter Data collection using drive-by technology plus a ZigBee communications module enabling display of meter data on an in house display	
	4	Daily Pulse Meter Data Collection using Electricity AMI plus In House Communications	Daily Pulse Meter Data collection using ZigBee communications to the Electricity AMI Communications Network including in house communications	
	5	Daily Interval Meter Data Collection using Electricity AMI including In House Communications	Daily Interval Metering collection using ZigBee communications to the Electricity AMI Communications Network including in house communications	
	6	Daily Interval Meter Data Collection using Water AMI including In House Communications	Daily Interval Metering collection using a standalone AMI Communications Network built by individual Water Corporations including in house communications	

(資料來源：Paul Harris & Peter Guttman、Marchmont Hill Consulting)

圖 4 自動讀表與智慧水表 6 種選擇方案

圖 4 中更進一步將數據回傳頻率列為智慧型計量的必要功能，Paul Harris 與 Peter Guttmann 認為類型一、二的自動讀表僅有每週回傳 1 次的頻率，尚不能稱為智慧型計量，類型三雖然也是每週回傳 1 次，但因具有 HAN 網路功能，勉強屬於智慧型計量，而類型四至六的回傳頻率高達每天 1 次以上，才是真正的智慧型計量，方能了解用水狀況細節與進行後續數據的分析。

國外廣泛安裝智慧水表的國家，因為密度夠高，甚至把智慧水表系統視為均佈於管網中的監視點。當管網中的數個大用戶同時大量用水時，造成系統的壓力突降便可即時因應，並據此設定為泵站調控模式，甚至於長期觀察某些超大用戶進水模式後，特別於表前安裝持壓閥，並設定進水壓力閥值，以確保區域水壓穩定。此外，更可透過 AMR/AMI 擷取管網系統內每個水表需水量 (Demands)，建立十分精準的管網水理模型，經水力平衡分析後便可據此調整原有水量調度、甚至規劃管網拓撲改造、管線口徑更動、調整加壓站的泵運轉排程，除穩定管網水壓，更可降低泵送動力費，建構智慧水網 (Intelligent Water Networks ,IWN)。

智慧水表亦可應用於降低無費水量 (Non-revenue Water, NRW) 的工作上，例如計量小區 (District Metering Area, DMA) 的售水率計算。以往，僅能擷取平常人工抄表紀錄或派工進行特別抄表，取得 DMA 內的用水量，再除以 DMA 進水點的總水量，才能計算售水率，因平常抄表所得水量與進水量並非同步資料，誤差較大，特別抄表卻又耗時昂貴，售水率不易迅速計算。全面使用智慧水表後，便可同時擷取 DMA 的用水量與進水量，迅速計算售水率，兼顧準確度與時效性。

1.4.3 國內外智慧水表使用概況

採用智慧水表之大宗主要在歐美先進國家之自來水事業機構，單美國一地，安裝智慧水表的總數量就約佔全世界的 2/3，而且美國規

劃 2016 年之前，智慧表採用比率將超過 50%[21]。因為智慧水表起源於歐美，不論在軟硬體設備開發與運用經驗上，皆處於技術領先且頗有實績成效，近十年來供應商更瞄準亞洲新興市場，進行技術輸出、拓展業務。以下就國內外建置 AMR/AMI、使用智慧水表及產出效益，依案例概略說明之。

一、國內

北水處自 2000 至 2001 年間即針對學校、飯店、用戶總表及支援台水公司等地點，採用國內水表製造商 A 研發電子水表，試辦 20 只計量收費中水表之自動讀表系統，經由市內電話(PSTN)回傳使用水表積算值、瞬間流量，及偵測漏水、正轉、電力不足...的天數功能。並於 2005 年於處本部試辦無線自動讀表系統 [7]，依據研究成果水表透過無線網路技術 (WiFly) 進行自動讀表技術上應屬可行，該研究試辦讀表成功率平均達 99.8%、讀表正確率為 100%，惟當時所需投入建置及後續通訊、維護等成本偏高，技術問題待克服及經濟效益不高而暫停實施[3]。

台水公司第六區處於 2000 年間進行 116 個用水量戶，採用國內水表製造商 A 研發電子式水表，經由市內電話(PSTN)進行測試，並自 2002 年正式使用，其中包括 75 戶工業用戶、20 戶商業戶、20 戶政府機關及一般用戶 1 戶。

依內政部建築研究所於 2004 年研究，無論水、電、瓦斯自動讀表系統(AMR)大多是研究性質、但少數自來水及瓦斯用戶有正式應用。AMR 雖可裝設於單戶，但考量建置成本與使用效益，同棟建築內用戶裝設愈多愈利推動，亦認為於集合住宅推動該系統是可行，並建議優先裝設於工業用戶(使用大戶)或抄表不易用戶。自動讀表裝置使用年限可達 6~10 年，但系統平均約 1~3 年會發生故障。建研所調查問卷中各事業單位均認為 AMR 之建置費用、通訊費用及維護費用應由事業單位負擔，但希望政府補助部分系統建置費用。而多數政府主管機關認為先採鼓勵性質推動自動讀表系統，之後再立法強制用戶

裝設，不贊同輔助事業單位建置費。

於經濟部水利署 2012 年「提升水量計功能強化用水管理之育成計畫」研究中，說明包括美國、法國、以色列、中國大陸、新加坡及臺灣建置小型配備電子裝置之機械式水量計原因，除了管理面包括「解決抄表問題、提高正確性」、「降低人力抄表成本」、「提高水的使用效率」、「有效降低漏水率、提升實質售水率」外，在用戶服務方面則為「提升用戶滿意度」、「提高用戶節約用水」、「掌握用戶用水模式」。該計畫同時進行現地測試、建置用戶用水查詢，在過程中曾透過網頁之訊息發現用水異常情形。另外以台水公司與北水處每年各汰換 80 萬及 20 萬只小型水表進行分析，研究結論在直接成本整體而言，以國外 B、C 級小型電子水表搭配整合封包無線電服務（General Packet Radio Service, GPRS）之總成本較高且淨效益最低。國內 B、C 級電子水表搭配無線射頻（Radio Frequency, RF）結合 GPRS 傳輸技術之總成本較低且淨效益最高。

台水公司則在 2013 年進行「水量計自動讀表介面功能規範研究」，說明台水公司推動情形，其中第六區處於 2000 年設置用水大戶自動讀表系統，於新營區、麻豆區、永康區(4 個服務所) 新增至 165 只，只有永康區大用量戶較具效益持續維護外，其他通訊設備維修率低，損壞時無意願維修，改採人工抄表，另亦說明第七區處亦建置大用水量用戶自動讀表系統，但由於在成效不彰與維護成本過高的狀況下，導致這兩個系統使用率偏低[5]。

本研究團隊原計畫今(2016)年 2 月下旬南下參訪台水公司六區及七區管理處，學習建置與管理寶貴的經驗，但適逢高雄美濃大地震的發生，臺南地區六區服務範圍因震災受損嚴重，台水公司全力投入搶救災害而終止參訪。但經由電話與台水公司同業提供資料，瞭解二個區管理處自動讀表系統使用情形。第六區處因舊系統維護不易，於 2015 年年初以小額採購方式，改試用工研院所發展網頁查詢系統，但 2016 年初因契約停止後未再續約，目前已改為人工抄表。

在系統管理界面內容，工研院民生節能研究室第六區處網頁查詢

系統如圖 5，該網頁查詢功能包括回傳每小時及每日水表表計值，即時呈現當日最高及最低瞬時流量、當月最高及最低瞬時流量、當日累積用水量、當月累積用水量及去年同期用水量，另提供統計報表、統計圖、系統設定等功能。[8]。

用水資訊查詢管理系統

新營營運所 Test 登入

資料總覽 資料查詢

統計報表 系統設定

台灣自來水公司
第六區管理處 新營營運所

00000032

資料總覽 監測站數: 3 主管機關: 新營營運所

站名	本日瞬時流量		本月瞬時流量		本日累積 用水量	本月累積 用水量	去年同期 用水量	統計圖
	最低	最高	最低	最高				
站名	說明						88090.5500	流量 用水量
站名	說明						1440.0600	流量 用水量
站名	說明						31064.9000	流量 用水量

頁數: 1

註: 站名為紅色字者, 表示目前資料接收異常。

圖 5 第六區管理處服務已終止之自動讀表管理介面(工研院版本)

第七區管理處共建置 100 只大用戶水表，每年仍持續發包維護自動讀表系統，系統功能除查詢每日用水量外，尚包括用戶表位登錄查詢、水量計登錄查詢、權限管理、公告事項及警告訊息，如圖 6 所示[9]。

大高雄地區用戶自動讀表系統

[首頁](#) | [密碼變更](#) | [用水量查詢](#) | [用戶表位登錄](#) | [用戶表位查詢](#) | [水量計登錄](#) | [水量計查詢](#) | [公告事項](#) | [權限管理](#) | [離開](#)

[公告事項...更多](#)

2016/04/10 各區所回報率統計.....第七區管理處

警告訊息... [匯出報表](#) [檢視故障原因](#)

03 有限公司 讀表異常(無回傳)...岡山服務所
07 醫院 讀表異常(無回傳)...岡山服務所
011 股份有限公司 讀表異常(無回傳)...高雄服務所

大高雄地區用戶自動讀表系統

[首頁](#) | [密碼變更](#) | [用水量查詢](#) | [用戶表位登錄](#) | [用戶表位查詢](#) | [水量計登錄](#) | [水量計查詢](#) | [公告事項](#) | [權限管理](#) | [離開](#)

用水量查詢

表位水號	<input type="text"/>
用戶名稱	<input type="text"/>
管理單位	<input type="text"/>
查詢日期	2016 年 04 月 09 日
<input type="button" value="查詢"/> <input type="button" value="重新整理"/> <input type="button" value="匯出報表"/>	

[<上一頁](#) [下一頁>](#)

表位水號	用戶名稱	管理單位	讀表時間	水表指針數
07	股份有限公司	高雄	2016/04/09 21:10:57	395490.028
02	醫院	高雄	2016/04/09 21:00:50	289666.515
02	(股)公司	高雄	2016/04/09 20:16:54	3851.173
03	工業(股)公司	高雄	2016/04/09 21:20:35	4619658.27
11	股份有限公司	高雄	X	X

搜尋結果: 共 100 筆, 第 3 / 20 頁

圖 6 第七區管理處自動讀表系統管理介面及功能

二、美國

(一) 堪薩斯市水務公司 (KCWSD)

堪薩斯市水務公司 (Kansas City Water Services Department, KCWSD) 對於轄區 16 萬 7 千個用戶於 2002 年前採用傳統水表，以人工抄表計費，但管理上有諸多缺失，例如平均表齡高達 16 年，15% 的用戶數無法抄見而採推估水量，35% 的客服來電與抄表有關，包含水量推估疑義、度數暴增詢問、水費複查申請等。由於民眾對計費的信任度不足，KCWSD 必須經常額外派員處理，而美國的人工費用十分昂貴，經不起反覆出工，因此管理階層決定採用智慧水表，並委託顧問公司建置 AMI 系統，以徹底解決陳年問題。

KCWSD 搭配引進智慧水表政策，全面翻新軟硬體，更按新系統的建置一併更動內部作業流程，改為每月計費，除改善了公司金流收入，經多年努力下，「水費突增複查案件數」、「停復水派工案件數」於新策略實施後，均有顯著減少 (詳圖 1)。KCWSD 建置 AMI 總共花費 3 千 5 百萬美元，估計運用智慧水表後，單看出工數一項，每年即大幅減少 3 萬次，節省人工費用約 2 百 25 萬美元，尚不包含其餘隱藏性管理成本的節省，以及水表準確度、民眾信任度、服務品質的提升...等無法量化效益。因此 KCWSD 認為建置 AMI 十分划算，屬於一個成功的案例[10]。

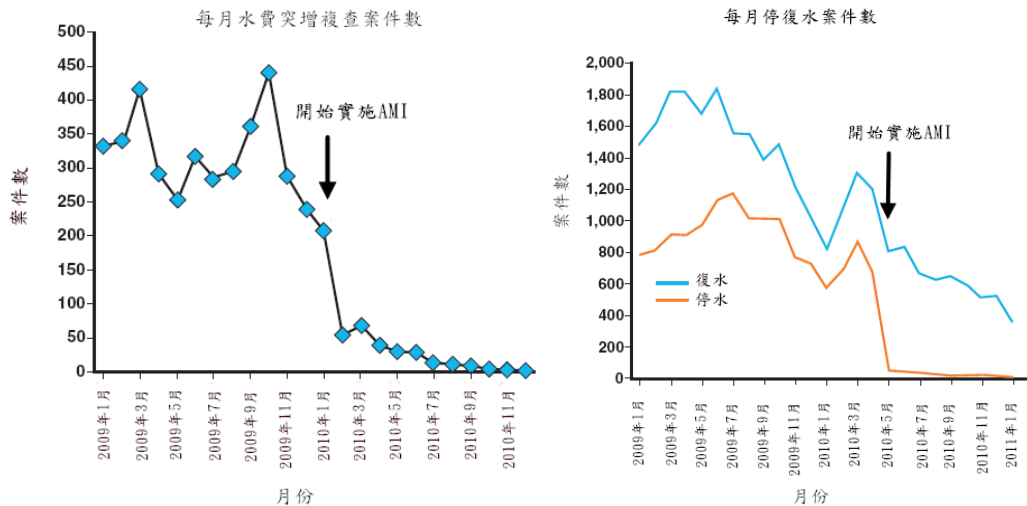


圖 7 KCWSD 引進智慧後水費突增複查及停復水派工案件數變化情形

(二) 阿靈頓上下水道與街道管理局 (ACWSS)

阿靈頓上下水道與街道管理局 (Arlington County Water, Sewer and Streets Bureau, ACWSS) 與華盛頓特區僅有一河之隔，位於維吉尼亞州的阿靈頓市，轄區商業大用戶 4 千戶、一般用戶 3 萬 3 千戶。ACWSS 採用智慧水表與其他美國自來水公司有類似的目標：減少人工抄表所帶來的用人費支出、能夠每月讀表收費、取得更精準的收費度數、避免與用戶之間的收費爭議。ACWSS 已有一套舊型的 AMR 系統，因建置時間相當久，功能已不敷需求。故 ACWSS 規劃自 2005 年起陸續汰換掉第一代的 AMR。但由於外包的顧問公司與提供智慧表的供應商配合度不佳，計畫被迫中止，所遺留之工作只好由 ACWSS 自行收尾。

ACWSS 管理階層於 2009 年啟動為期一年的小型試辦計畫，先挑選 2 千只一般用戶表進行汰換，由自己的員工於每周六加班施作，因試辦過程累積了經驗，且成效良好，ACWSS 決定自 2011 年全面推動自行換裝智慧表的四年計畫，將剩餘的 3 萬 1 千多戶水表汰換升級，總經費 400 萬美金，後來計畫雖然追加至 560 萬美金，但在 ACWSS 的妥善規畫與管理之下，自行訓練員工、妥善調度工作、開

發管理工具，仍僅利用自己的員工為主，加上些許委外協助的情況下順利完成工作。

ACWSS 的案例指出，AMR 系統絕對不是「安裝一次，終身使用」，其使用壽命約 10 至 15 年，因此必須隨著每年水表汰換之際，定期維護更新，才不至於累積到被迫更新時，一次的工作量過於龐大。此外，由於 AMR 的科技日新月異，選擇新型智慧水表也必須多方考量，以避免安裝後即落伍，因此在科技的選擇必須有容許未來升級的空間，而且表箱尺寸亦是計畫成功的要項，雖然表箱無關科技，但因為表箱為放置 AMR 傳輸設備的空間，如果空間不夠，根本無法施作[11]。

(三) 麥迪遜自來水公司 (MWU)

威斯康辛州的麥迪遜自來水公司 (Madison Water Utility, MWU) 自 1970 年代起開始實施抄表收費制度。至 2010 年，由於轄區用戶數多達 6 萬 7 千多戶，但水公司僅有三位技術士負責抄表作業，故只能每半年抄表一輪，代表用戶一年只會收到兩次帳單。相較於同州的自來水公司，MWU 的水表管理、收費制度、大用水戶稽查、水量配送與漏損管理...顯得極端落伍，面對用戶的水費疑義查詢與抱怨申訴，因缺少正確即時之用戶用水資訊，MWU 更是毫無招架之力。甚至有些用戶因無法察覺的內線漏水，當透過 MWU 抄表察覺時，漏水量已累積半年，面對暴增的水費帳單，用戶總是難以接受。

MWU 衡量多項技術後，決定於 2012 年採用無線射頻 (Radio Frequency, RF) 傳輸的智慧水表，建構 AMI 系統，達成每月抄表計費的基本需求，甚至可每小時監視大用戶的用水情況、優化管網即時水量調度能力、並提早告知用戶內線漏水情形，一次提升水公司於收費、管理、服務三大構面之整體水平。MWU 推動的計畫稱為「Project H2O」。

然而 MWU 推動計畫之初就遭遇阻力，並非技術面與財務面的困難，而是民眾對於 RF 的是否影響人體健康有所疑慮。因市民團體對

威斯康辛州公共服務委員會提出申訴，而導致 Project H2O 遭到委員會強制停工。所幸之後 MWU 公布麥迪遜公共衛生部門實測報告，證明智慧水表的電磁波遠低於電腦、手機、微波爐，MWU 並訂定民眾可自由退出的條款 (Opt-Out)，亦即有疑慮的民眾，可改回機械水表，威斯康辛州才同意計畫繼續執行。

雖計畫推動延遲一年，但因 MWU 宣導有方，最後加入 AMI 系統的用戶高達 99%，並且 AMI 功能超乎預期，加入的民眾普遍覺得受惠。啟用的第一年，就有 1000 個用戶收到內線漏水警示信，提早修復避免水費暴增，MWU 的客服部更因此收到許多來自用戶的感謝函[12]。

(四) 遠見夏洛特公司 (EC)

遠見夏洛特公司 (Envision Charlotte, EC) 為設立於北卡夏洛特市之半官方與半民營的水資源暨能源管理顧問公司，主要業務為協助公、私機構推動節能減碳、提高資源回收比率。EC 於夏洛特之市中心區 (Uptown) 2015 年執行一個「Smart City Project」，身為能源管理顧問，EC 提出整合管理方案，設定未來五年目標為：減少用水量 20%、減少能源使用 20%、推動替代交通方案以改善空氣品質與能源耗用、透過資源回收減少 20% 垃圾掩埋量。

由如此大膽的目標設定，代表 EC 並非僅是透過民眾宣導或道德勸說等消極方法達成水電之減量使用，而是須以實際管理手段、投入科技方法，才能介入並改變民眾的生活習慣。其中建置 AMI 系統是 EC 的主要管理工具，優先鎖定市中心區 61 棟商業大樓，每年用水平均為 238 百萬加侖，為大用水戶。安裝智慧水表後，方可從中分析大樓耗損與浪費，並利用雲端科技將即時資料提供給大樓內的租用者、管理者，有效找出問題所在，對症下藥，共同改善水量耗用[13]。

(五) 美國水務公司 (American Water Works Company Inc.)

美國水務公司(American Water)是美國最大水資源上市公司，提供工業、商業、住宅、公共及其他用戶之自來水與衛生下水道公用事業服務，公司創立於 1886 年，總部在紐澤西州的 Voorhees。在美國 16 個州經營監管公共事業，服務範圍包括在 47 個州和加拿大安大略省約 1,500 萬人。

依 2016 年 2 月 3 日計量表與智慧能源網站新聞(Metering & Smart Engery International, <http://www.metering.com/>)，美國水務公司與美國水表廠商 Badger Meter 簽定為期 3 年 AMI 建置契約，依據 Badger Meter 公司的說法，該公司將提供住宅及商業智慧水表，抄表和分析技術的完整組合。Badger Meter 公司提供的工具及 AMI 的各種應用，包括 BEACON 先進計量分析 (Advanced Metering Analytics, AMA) 和 EyeOnWater 雲端管理系統。還將安裝 Badger Meter 公司 E 系列超音波流量計、Recordall 容積型碟盤式水表(disc meters)，以及 ORION 消費者參與的應用作業。[14]

(六) Badger Meter 整體解決方案

Badger Meter 公司 AMI 解決方案包括智慧水表、ORION 網路連結端(無線傳輸、行動電話及固定網路)、BEACON 先進計量分析 (AMA)、用戶端網頁、管理端程式及水費計費系統，如圖 8 所示。

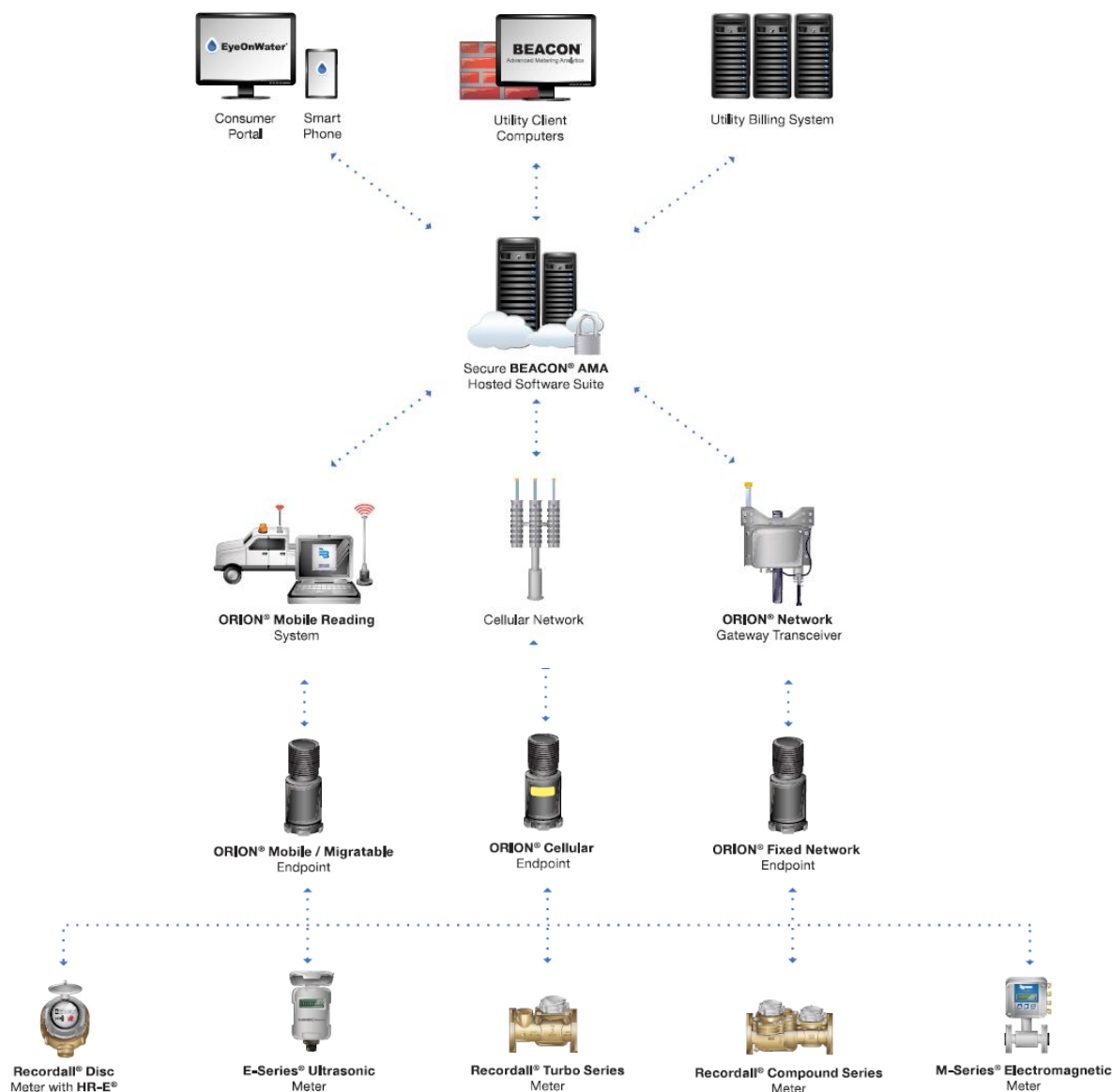


圖 8 美國 Badger Meter 公司 AMI 解決方案

BEACON AMA 先進計量分析系統主要效益，分為 4 個部分[15]

1. 經由分析增進資料視覺化可讀性。
 - 供個人電腦桌面或其他設備，客製化儀表板式的全系統資訊。
 - 具有可定義單一條件的個別警報，以主動監測異常的能力。
 - 安全的託管平台—在數據的安全性已取得 ISO 27001 和 SOC2 認證。
 - 軟體自動升級保持系統維持最新版本，不需使用磁碟或下載進行更新。

- 與自來水事業系統相關系統整合，包括計費、工作單、庫存、客戶關係管理（CRM）和地理資訊系統（GIS）。如圖 9 所示。

2. 加強顧客服務

- 依溫度不同和降雨量套一起顯示用水量圖表，以圖形易於瞭解的方式，讓客戶知道個別的用水情形。如圖 10 所示。
- 藉由網站和智能手機及平板電腦 APP，提供實際使用用戶能方便地取得用水使用資訊，對於個戶的用水模式能更深入了解而進行控制。

3. 專注供水管理

- 所有 BEACON AMA 解決方案包括託管系統平台、系統維護、系統支援，以及管理資訊，讓事業單位將時間集中供水系統的資源管理。如圖 11 所示。

4. 未來技術的因應

- 使用 BEACON AMA 的解決方案，事業單位會收到託管 BEACON AMA 系統套件、定期更新和最新的 ORION 通信技術，以因應未來的投資，讓系統依步驟隨著技術的變化而保持。

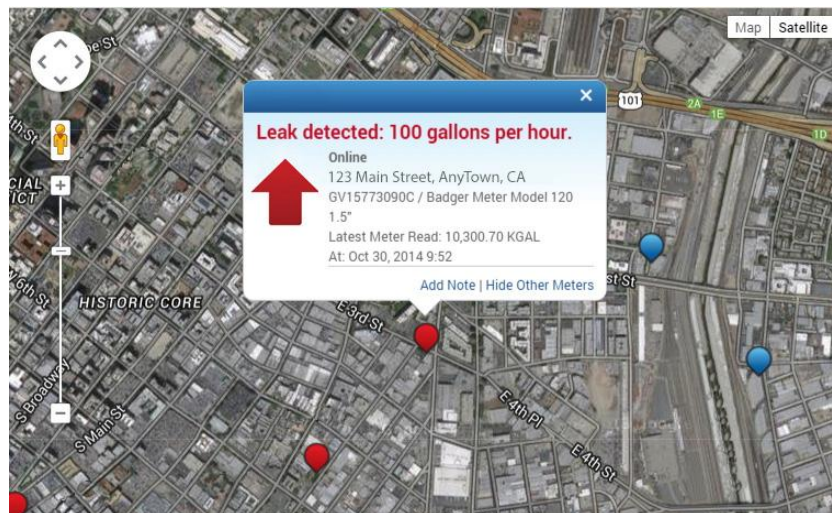


圖 9 BEACON AMA 先進計量分析系統漏水偵測於 GIS 上顯示

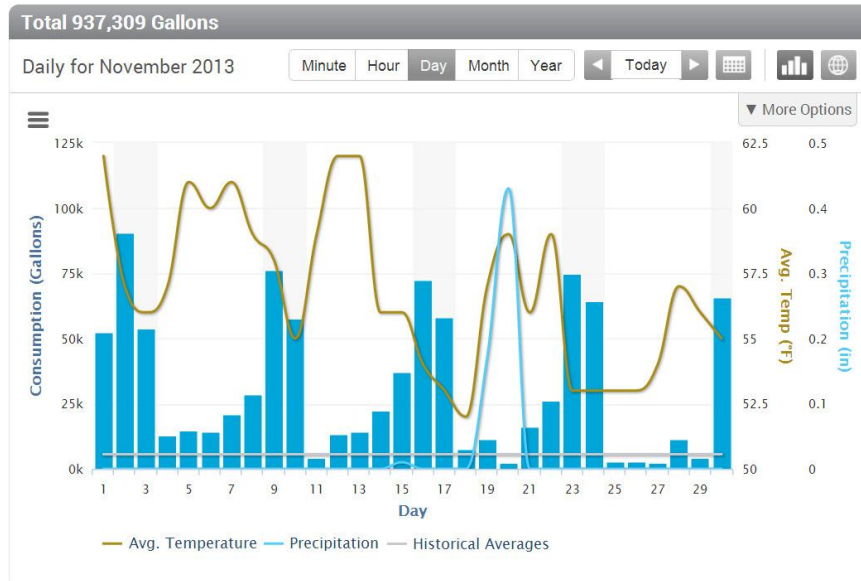


圖 10 BEACON AMA 先進計量分析系統提供用戶溫度、降雨及用水量分析

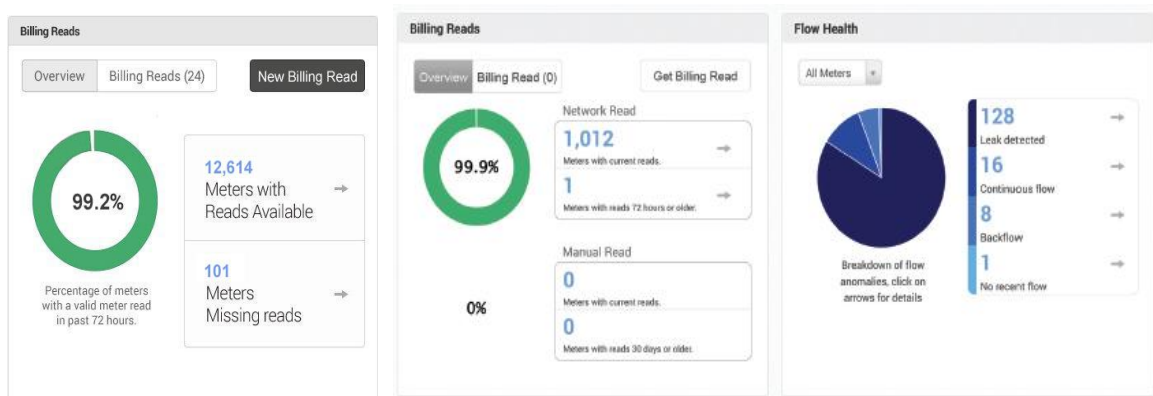


圖 11 BEACON AMA 先進計量分析系統管理分析介面

(七) 聖安娜流域專案管理局(Santa Ana Watershed Project Authority, SAWPA)

聖安娜流域位於美國西岸洛杉磯東南方，涵蓋 58 個城市，74 個取水機構，流域人口約 600 萬，由聖安娜流域專案管理局(SAWPA)管理，SAWPA 面臨氣候異常而導致持續發生乾旱，由自 2006 年開始的飲水/水質/供水安全、防洪、河海岸保護之第 84 號抗旱應急資金提案(Proposition 84, Chapter 2)，提供 150 萬美元投資

Dropcount/OmniEarth 平台供成員機構使用，該計劃最初是經由整體流域管理 2.0 (One Water One Watershed, OWOW)實施過程中，負責管

理補助資金，並幫助成員機構識別和滿足節約用水目標，優化人員的工作效率，提高客戶的參與。

由圖 12 可瞭解，OmniEarth 為用水管理平台，包括機構預算、效能分析及節水效能分析，負責政策宣導；Dropcountr 則屬用戶資訊服務系統，包括行動平台、用水經費及 Social Norms-Based 分析展示，可提供包括 iOS、Android 及 Web 版本的自來水事業管理及用戶應用軟體。

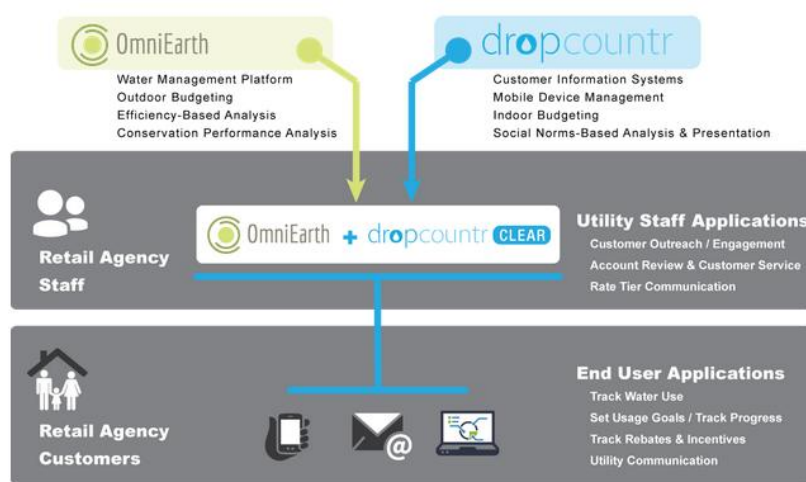


圖 12 SAWPA 提供 Dropcountr/ OmniEarth 平台架構

Dropcountr CLEAR 平台提供自來水事業機構一個簡單但功能強大的軟體套件平台組合，支援不同水表供應商數據(不論是每 2 分鐘或 2 個月讀取 1 次)，這個水表數據管理 (Meter Data Management, MDM) 解決方案是靈活的，直觀的客戶資訊系統 (Customer Information System, CIS) 和客戶關係管理 (Customer Relationship Management, CRM) 模塊，與現代的客戶溝通和互動引擎、實用相結合，提供自來水人員完全的相互操作性。主要功能如下：

- 1.強大的分析和自定義報告：CLEAR 允許事業單位輕鬆地進行排序和篩選用戶資料，包括乾旱、大用戶及自定義報告，可一鍵分析產出，節省事業時間。
- 2.與客戶以現代通訊方式溝通：現代社會人們已普遍使用智慧手機、社交媒體和電子郵件進行通訊，CLEAR 可在無紙或郵資使用情

- 形下，有效地與客戶提供現代通訊方式進行溝通。
- 3.篩選和排序工具：員工可依據自定義參數進行簡單實用的篩選及排序，包括最大用水戶、漏水警報，及乾旱或預算達成目標情形。
 - 4.即時訊息工具：CLEAR 提供即時訊息工具，可在輸入訊息後一鍵通知單一或數千用戶，以符合關鍵時刻包括洩漏警報、消防用水限制及緊急通知的時效性。
 - 5.客戶服務工具：CLEAR 提供員工經由直觀的儀表板和客戶整合入口，進行調查及回應客戶查詢。包括搜尋/查找、客戶帳戶審核及客戶個人資料更新。
 - 6.提示/回饋中心：當客戶發現節約用水回饋及提醒，CLEAR 允許公用事業快速增加和編輯節水技巧和回饋的公告，然後提醒那些誰是合格。可以直觀的形式建立和追蹤回饋，提高房屋屋主節水意願及具體回饋內容。

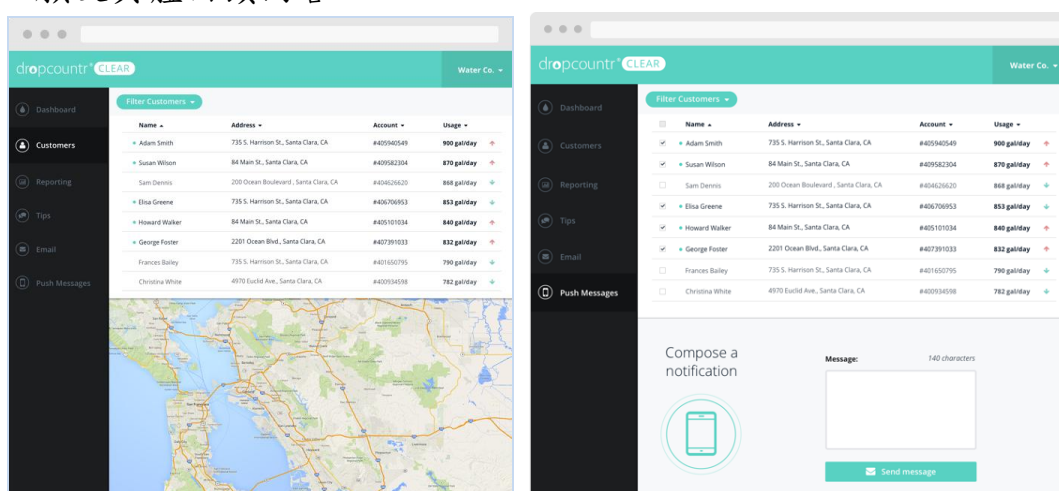


圖 13 Dropcountr CLEAR 篩選排序工具及即時訊息工具

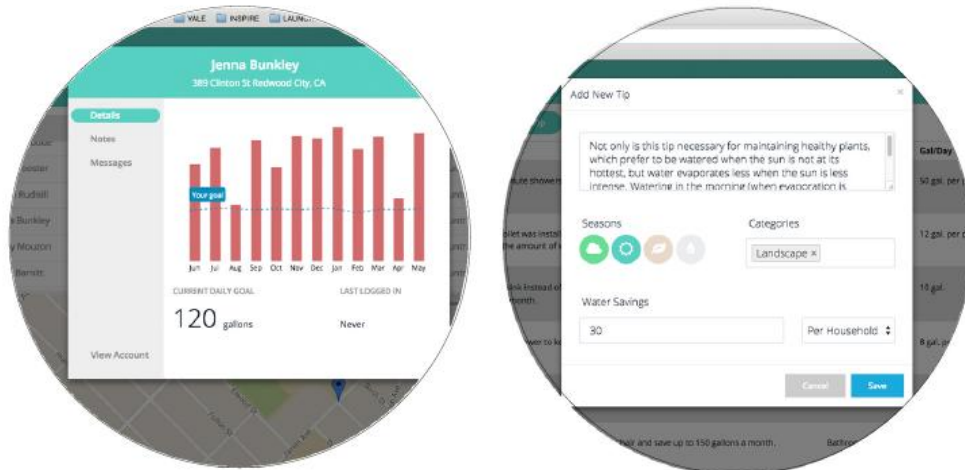


圖 14 Dropcountr CLEAR 客戶整合入口及提示訊息發佈情形

Dropcountr 客戶行動平台。主要功能如下：

- 1.具彈性運用通訊入口：Dropcountr 是公用事業與客戶間通訊入口，不論單獨或大規模用戶，提供用戶包括洩漏警報、熱警報、使用與分配用水量差異、費率級別資訊、節約用水訊息及帳單付款提醒，在抗旱宣傳、緊急信息或簡單的行政公告，Dropcountr 充當個性化和有針對性的溝通管道。
- 2.集中式資訊存取：Dropcountr 以直觀和個人中心導向匯總提供數據，可在設備上供客戶簡單和直接的瀏覽，查詢每天 150 次客製化數據。包括顧客用水數據、個人目標、相關的回饋、公共事業訊息及節水提示。
- 3.讓客戶達到節省經費目標：近 9 成加州居民認為，水資源短缺嚴重，但許多人不知道該如何削減。Dropcountr 預算功能，可提供屋主在何時、何地以及如何管理用水量，幫助客戶計算他們的戶外用水，及據內建目標設定功能的數據，讓客戶能追蹤個人用水行為。

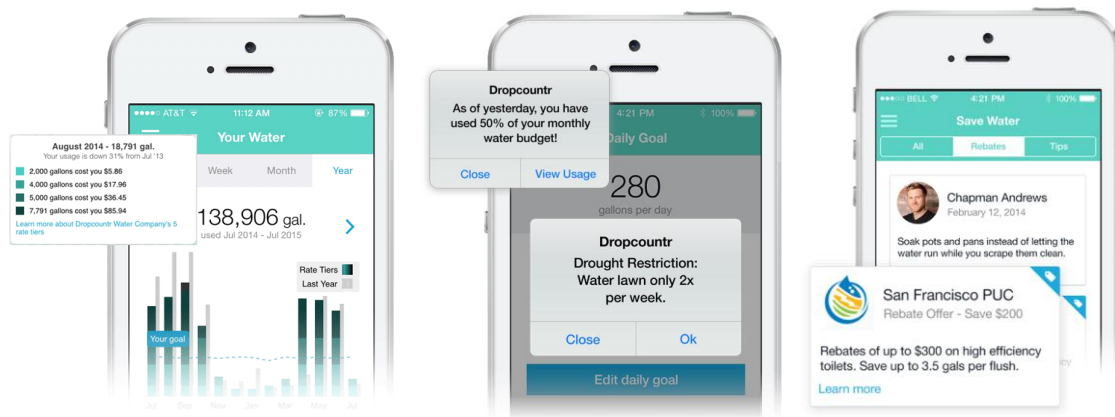


圖 15 Dropcountr 行動通訊入口

(資料來源：<http://dropcountr.com/>)

三、紐西蘭、澳洲

(一) 維多利亞市

在歐洲、北美與澳大利亞，為使天然資源有效的運用與投資，已如火如荼的進行智能電表計劃。在澳大利亞的維多利亞州，因氣候變化，人口增長，供水安全等問題，維多利亞市的水務部門，考量藉由智能電表的網絡來發展智慧水表，委託 Marchment Hill Consulting (MHC)，與業界進行調查合作。

因歐洲和北美地區正在積極發展智慧電表計劃(smart electricity metering,SEM)，促使澳大利亞政府也跟進參與。2007 年，維多利亞州政府規定，2013 年底前要為當地所有住宅和小型企業，完成安裝 SEM (約需 290 萬顆智慧電表)。在強制安裝的政策下，政府將建置了 AMI 系統和也提供部分 AMI 服務提供予消費者。

這些智能電表藉由 energy services portal (ESP)，ZigBee 協定，建立家庭網路(HAN)。SWM 連接上 ESP，電表數據可被發送到用戶的家庭內顯示並由 AMI 系統傳回監控中心，其中所使用之智慧電表採時間序電表，每半小時回傳一筆讀數。維多利亞水務公司預期，發展中的 AMI 與 HAN，智慧水表的數據也可藉由 AMI 傳輸產生最大的效益。

MHC 這項研究，分為 6 個實施方案，如圖 4 說明，包括(1)每週車載讀取 AMR 服務。(2)每週脈衝式水表資料蒐集。(3)每週脈衝式水表資料蒐集加上屋內顯示。(4)每日脈衝式水表資料蒐集加上電力 AMI 回傳及屋內顯示。(5)每日時序輸出水表資料蒐集加上電力 AMI 回傳及屋內顯示。(6) 每日時序輸出水表資料蒐集加上水表 AMI 回傳及屋內顯示。建議維多利亞市的水務部門，綜合考量智慧水表的營運成本與服務品質上都應該考量實施 SWM，然而，需要持續的產業支撐和附加資訊，以確保實現客戶、社會、政策和環境等因素為最佳效益。

該研究顯示在成本和收益定量分析方面(Quantitative analysis)，如圖 16，水表(meters)與資訊系統(IT Systems)二項會降低資產淨值(NPV, Net Present Value)，在資產管理(Asset Management)、抄表(Meter Reading)及用戶服務(Customer Service)方面會增加 NPV，在定量分析方面總和表現為方案 1 至 4 逐項減少。在客戶、社會、政策、環境等定性分析(Qualitative analysis)，由方案 2 至 4 逐次增加，方案 5、6 則保持與方案 4 相同(圖 17)。綜合而言，MHC 以方案 2 至 4 為建議最佳方案。(圖 18)[6]。

該研究在成本和收益定量分析方面，方案 4 與 5 分別各採脈衝輸出(pluse)水表與時序輸出(interval)水表，其餘如傳輸頻率、傳輸模式與家用顯示皆相同之情形下，成本支出上以方案 5 較為昂貴。這透露出，在澳洲維多利亞市時序輸出水表價格較脈衝式水表較為昂貴。反觀國內現有廠商智慧水表之生產供應狀況，因未生產脈衝式水表，而以引進代理國外之脈衝式智慧水表方式供應，故在國內智慧水表價格以脈衝式智慧水表價格較高。

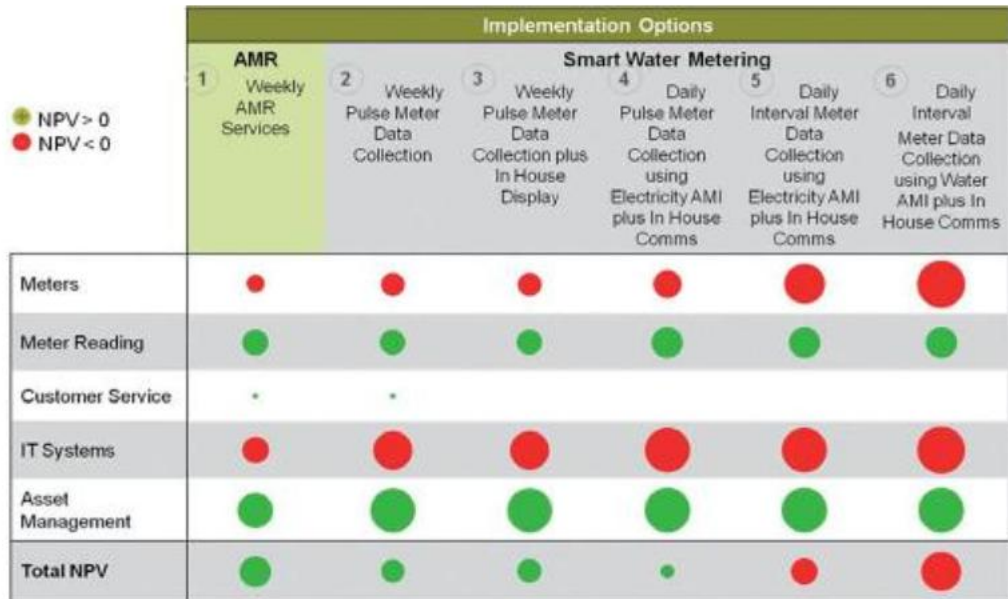


圖 16 MHC 2010 年研究 6 種方案在成本和收益定量分析

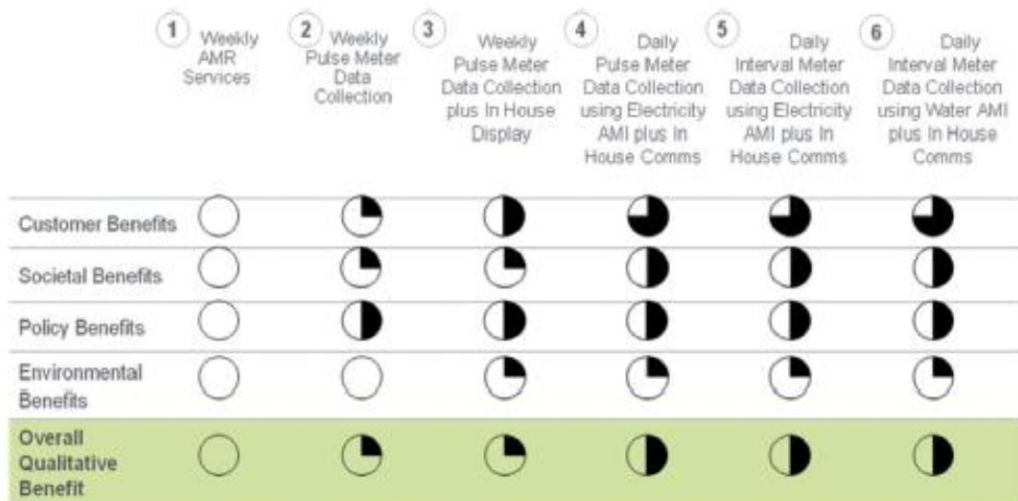


圖 17 MHC 2010 年研究 6 種方案在客戶、社會、政策、環境等定性分析

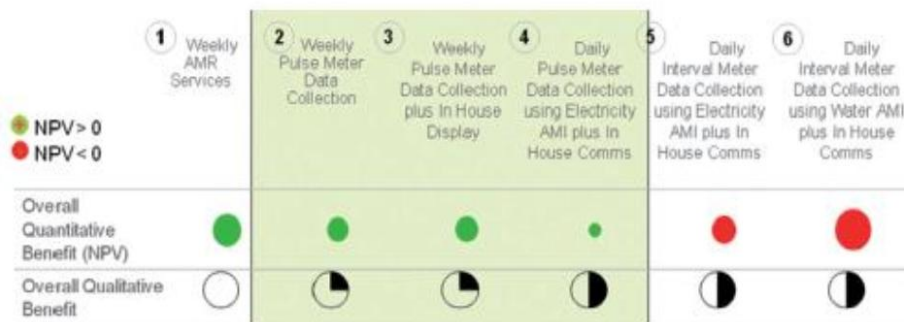


圖 18 MHC 2010 年研究 6 種方案總和分析

(二) 雪梨水務公司

2015 年雪梨水務公司公布多層建築物的水表計量手冊第 6 版 (Multi-level individual metering guide Version 6)，已規定多層(3 層以上) 新建物已不再用人工抄表。原則建築物 3 樓以下的樓層以電子傳輸方式的 AMR 系統讀表，即利用透過手持裝置在戶外接收用水讀數。3 樓以上之樓層則強迫使用 AMI 系統，即透過行動電話通訊網路 (mobile phone network) 將相關資訊傳回至雪梨水務公司。建設公司 (Developers) 有責任依照手冊的規定，建置符合規定之用戶內線設備，並透過雪梨水務公司認證之水表供應商 (Accredited Metering Suppliers, AMS) 安裝、測試智慧水表傳輸系統。認證之水表供應商僅能提供雪梨水務公司授權之產品。

只要符合本手冊的規定，雪梨水務公司即接管水表與計量之傳輸系統(資產轉移)，供應自來水並產製帳單並維護管理水表與計量之傳輸系統。

手冊中智慧水表的口徑規定，住宅建物採 20mm 水表，商業用大樓採 25mm 水表，針對不同的建物如何配置供水設備系統 (Plumbing requirements)、智慧水表設置 (Metering requirements) 及分 11 種不同使用類型與產權之建物樓層配置 (Layout diagrams) 在該手冊皆有詳細的說明 [17]。



圖 19 雪梨水務公司將 AMS 納入多層建築物使用水表判斷準則

表 1 不同使用類型與產權之建物智慧水表各樓層配置

型式	建物類型	建物產權所有形式
1	住宅或酒店式公寓	單 1 所有權
2	住宅	非單 1 所有權
3	商業	單 1 所有權，不安裝分表
4	商業	單 1 所有權，安裝分表
5	商業	非單 1 所有權
6	商業	非單 1 所有權
7	商業	非單 1 所有權
8	住商混合	單 1 所有權，不安裝分表
9	住商混合	非單 1 所有權
10	住商混合	非單 1 所有權
11	住商混合	非單 1 所有權

以型式 2 之建物為例，1 只總表(master meter)由雪梨水務局安裝，其餘分表由認證之水表供應商於公共空間安裝。

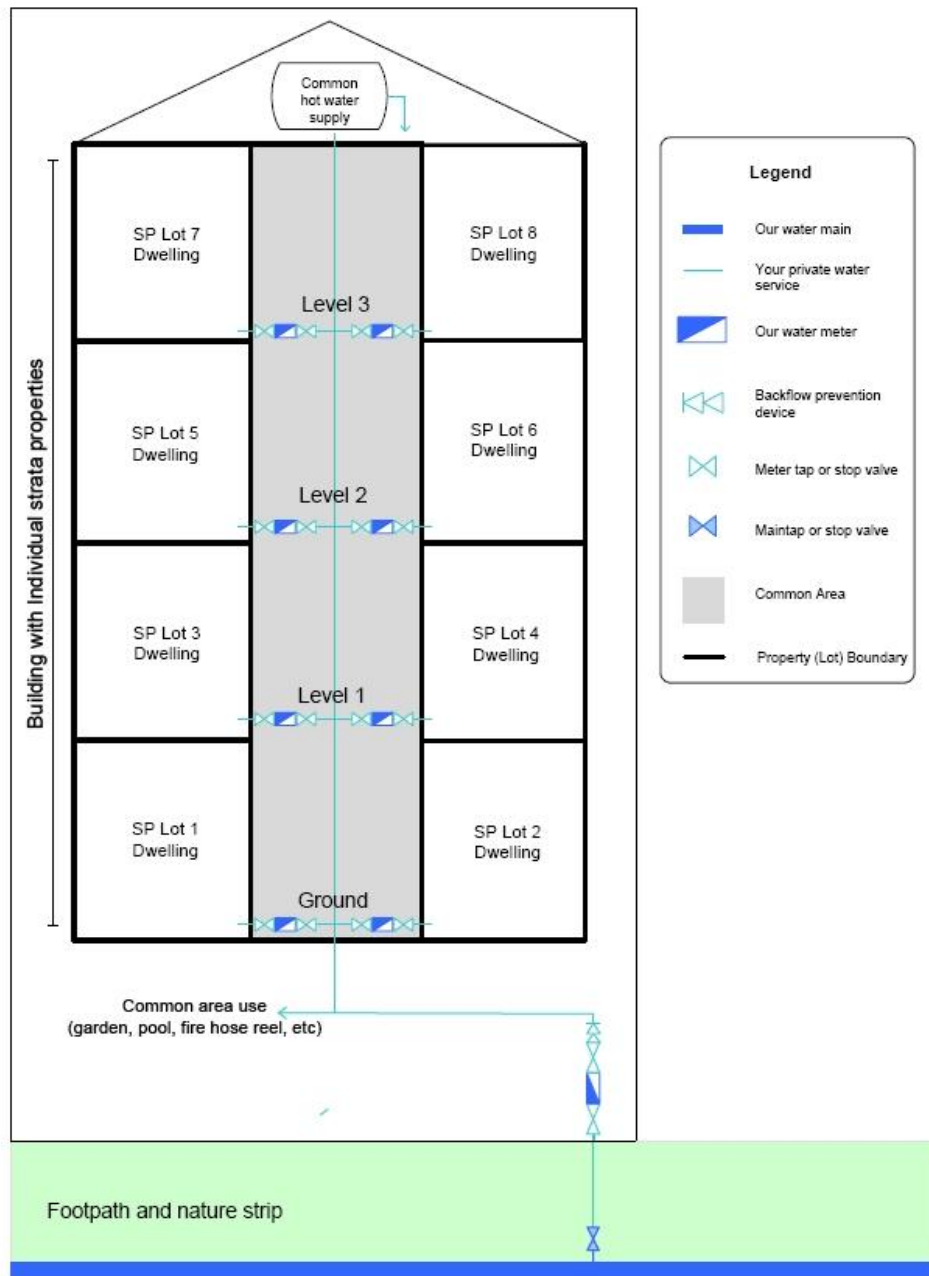


圖 20 型式 2 純住宅建物，不同建物所有權人，智慧水表之配置

四、德國 Diehl 公司

德國 Diehl 公司與美洲牙買加的國家水資源委員會簽訂價值約 7 百萬美元的合約供應智慧水表，期待能降低非計費水量(non-revenue water)，減少漏水並提高輸送效率，節約用水及減少用戶間的糾紛。

這批水表有 15 年的壽命，具有記錄流量和計算逆流的功能外，更有強大遠程讀數功能。埋設於地下之智慧水表要能持續 10 年的耐

用電池和訊息傳送是決定智慧水表能成功發展的重要因素。

根據 2015 年 ABI(Allied Business Intelligence)的研究報告，智慧水表的全球發展趨勢在未來 5 年將全面增長(2016 年至 2020 年)，將提供設備製造商可觀的市場機會。至於智慧水表的傳輸方式，該報告預測，在 2021 年，無線廣域網路(Wide Area Network, WAN)的連接數量將超越無線網狀網路(Wireless mesh network, WMN)數量多達 5% [18]。

五、水表後置放感應器，流體公司(FLUID)

流體公司(FLUID)發展出一個可自動學習，分析家中各設備之用水量的儀器，只要將儀器夾住家中表後主要水管管線，連結家中無線網路，下載 FLUID app，即可在 iPhone 或 Android 手機或平板讀取即時用水資訊。儀器是透過超音波技術-發送超音波脈衝至用水裝置，無須切斷水管即可得知流速。FLUID 儀器還可以量測家中用水設備之(水龍頭、洗碗機、洗衣機...)用水量，而要做到這些必須先在儀器設定各設備獨有的運轉速度或機器運轉時水管內的流速[19]。



圖 21 表後內線主水管上安裝夾式超音波感應器

FLUID APP 軟體主要功能如下：

- (一) 分析家庭用水設備的用水量，如洗衣機、淋浴、沖廁、洗碗機、草地灌溉等設備之每日、周、月、年之用水量，並以圖形化方式顯示各設備用水量佔總用水的百分比。
- (二) 漏水警示，透過設定一段時間之用水量為基準，若超過此此用水基準，系統發出漏水警示，漏水可能狀況為馬桶漏水、管線破裂、水龍頭未關等情形。
- (三) 設定用水目標值，透過 APP 設定用水量之目標值，一但達到目標值，系統將發出節約用水警示。
- (四) 查詢歷史用水紀錄。

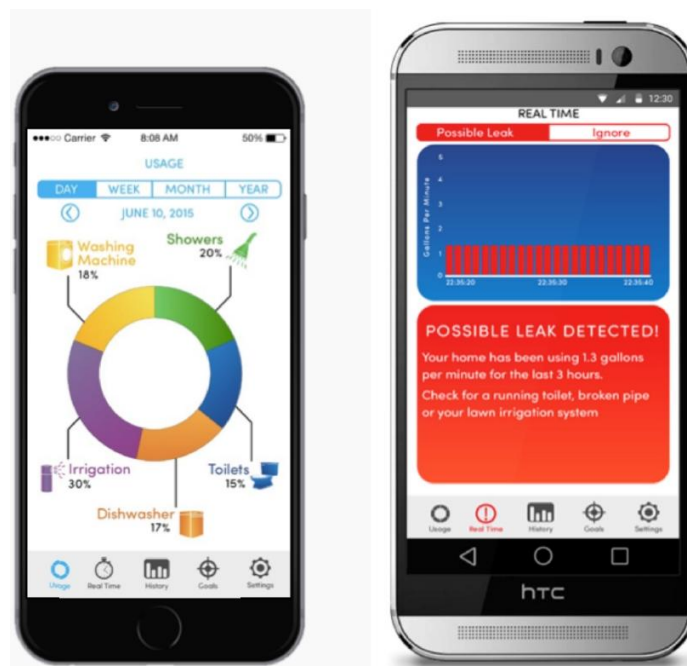


圖 22 行動裝置顯示家中用水情形與漏水警示事件

1.5 小結

探究國內外的智慧水表發展史，起初為取代人工抄表，節省人力成本，提升抄見率，而發展出自動讀表系統(AMR)。因氣候變化、人口增長、供水安全等問題，水資源保護已被高度重視，為遂行能源管

理，而發展出先進讀表基礎建設(AMI)，各國公、私機構推動節能減碳，建置AMI已為必要的管理手段。

而近年AMI的系統規劃與建置，水表端的資訊已不僅只是傳回管理中心，達到管理水資源；另為提供更即時的用戶服務，水表的傳輸模組亦可與家庭網路進行結合，顯示於用戶的電腦或行動裝置上(App)，讓用戶用水更有感，也使用戶更了解用水習慣。

智慧水表在國內的發展，或許因為成本的考量，仍有些技術上的問題尚待克服。但反觀國外先進國家的發展，智慧水表無論透過電力AMI系統傳輸或固定式無線網路傳輸，已刻正如火如荼的進行中。公部門透過政策制定，針對既有建物制定逐年的汰換計畫，新建物已不再提供人工抄表等執行計畫，這些智慧水表建制與執行方式，值得國內借鏡。

第二章 智慧住宅及相關產業現況及趨勢

2.1 智慧建築發展趨勢

為推動國內智慧建築之發展，內政部建築研究所自 1992 年起，開始陸續進行智慧建築之相關研究，並於 2002 年度進行「智慧建築標章」評估系統之架構研究，以作為推動「智慧建築標章」之評估審查依據，針對可量化之指標作基準性之研究，而 2003 年上半年度依循 2002 年度已完成之「智慧建築標章」作業要點暨評估系統，落實各指標之量化評估準則與指標操作之解說，以作為執行「智慧建築標章」申請之評估手冊，並於 2004 年起，正式受理智慧建築標章之申請，並希望透過此一認證制度，提升建築物之差異化與價值，進而加速國內智慧建築之發展，提高臺灣之建築物品質。

智慧建築標章之審查，係經由專家學者組成的「智慧建築標章審查委員會」依據「智慧建築標章解說與評估手冊」中所訂之評估指標來進行檢視，其包含「資訊通信」、「安全防災」、「健康舒適」、「設備節能」、「綜合佈線」、「系統整合」及「設施管理」等七大項指標，為考慮標章推動初期，著重於鼓勵業界投入智慧建築之建設，乃以四項指標作為最低申請指標之限制，但為符合建築物智慧化之精神，乃訂定具有智慧建築神經命脈之稱的「系統整合」指標與具大腦作用之設備維護管理與營運作用之「設施管理」指標作為必要申請之門檻指標。

由於臺灣在資通訊科技領域投入較早，相關硬體製造方面已累積優異製造、低成本研發、及競爭優勢，並積極推動智慧臺灣等計畫，故政府進一步發展四大新興智慧型產業，包括雲端運算、智慧電動車、智慧綠建築、及發明專利產業化。其中，推動智慧綠建築，係藉由臺灣既有綠建築優勢，在維護環境永續發展及改善人民生活前提下，進行智慧型創新技術、產品、系統及服務之研發，以建構「生產」、「生活」、「生態」三生一體的優質居住環境，同時提升產業競爭力及掌握龐大創新產業產值與商機。爰於 2010 年起擬訂「智慧綠建築推動方案」，因此，為使臺灣原推動之綠建築優勢能更上一層樓，

並考量結合綠建築與智慧化居住空間兩者間之交集部分，進一步提升綠建築效益及資通訊產業（ICT）優勢，實有賴推動綠建築與 ICT 產業結合之新興建築產業——「智慧綠建築」方能達成此一目的。

所謂「智慧綠建築」，係指以建築為載體，導入綠建築技術及智慧型高科技技術、材料產品之應用，使建築物更安全健康、便利舒適、節能減碳又環保。至於推動策略經參考國際趨勢，並考量現行標章內容及其評估制度與技術發展等因素，採「綠建築標章」及「智慧建築標章」併行推動之方式，從廣義的角度來看，建築物若獲得綠建築標章或智慧建築標章皆可廣義稱為智慧綠建築，而從狹義的範圍來定義則必須同時獲得綠建築標章或智慧建築標章者方為落實智慧綠建築之建築物（內政部智慧綠建築標章如圖 23）。



圖 23 內政部智慧綠建築標章

2.2 智慧綠建築之範疇

目前世界各國均積極發展智慧生活應用相關產業科技，針對能源管理、自動化控制、系統整合、安全監控、居家照護、數位生活等各項需求，進行一連串電子化、資訊化及建築技術的整合創新服務。而推動智慧綠建築發展，正是期望促使建築物本體進行智慧綠建築設計，結合各類先進智慧化產品與服務，進而帶動關聯產業，包括建築部分之創新規劃設計、施工營造、綠建材等、及相關智慧化產品與服務之導入，達到綠建築效能升級之目的。整體智慧綠建築關聯產業範

疇概要如下（智慧綠建築基礎架構圖如圖 24）：

- 一、建築部分：包括建築規劃設計、施工營造、及綠建材...等。
- 二、能源管理部分：包含能源管理系統、先進自動讀錶系統、感測系統、智慧水表、智慧電表、智慧瓦斯表、感測器、感測元件、系統主機、操控面版等。
- 三、安全監控部分：安全監控系統、網路監視攝影機、網路影像伺服器、硬碟式監視錄影機、影視對講系統、門禁管理系統、門禁對講機、辨識系統（指靜脈、瞳孔、指紋、人臉）、感測系統、感測器、感測元件、瓦斯偵測裝置、瓦斯遮斷裝置...等。
- 四、節能家電部分：節能家電器具（電冰箱、洗衣機、冷氣機）或用品...等。
- 五、自動控制部分：自動控制系統、控制模組、控制元件、系統主機、操控面版...等。
- 六、空調節能部分：VRV 高效率空調系統、變頻式空調系統、全熱交換器、感測系統、感測器、感測元件...等。
- 七、室內環境品質部分：除採用綠建材外，可導入二氧化碳、一氧化碳、溫度、濕度等之智慧化感知監測設備...等。
- 八、節水部分：自動化節水系統、感應式節水器具...等。
- 九、照明節能部分：照明控制系統、高效率照明燈具、電子式安定器、省電燈泡、LED 照明、自動點滅控制器、自動調光控制器、紅外線控制器...等。

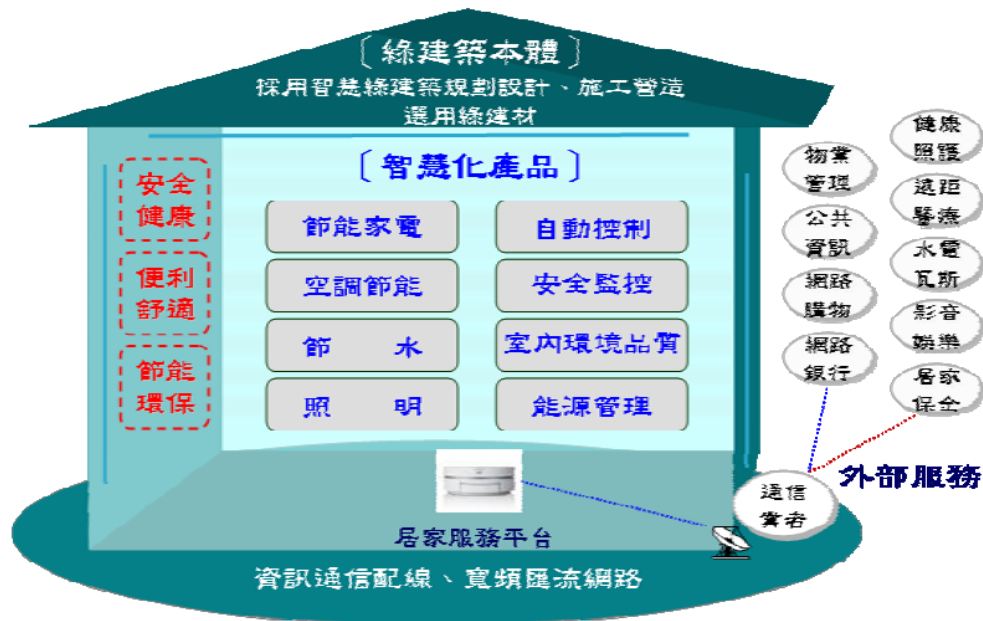


圖 24 智慧綠建築基礎架構圖

內政部建築研究所為辦理智慧建築標章暨候選智慧建築證書之評定基準，加強推動普及智慧建築並與現階段技術發展密切接軌，參酌 2011 年出版「智慧建築解說與評估手冊」內容，歷經多次研商會議及說明會意見檢討修正後，完成評估手冊修訂出版，2016 年 2 月 24 日函告各單位，出版之「智慧建築評估手冊 2016 年版」，自 2016 年 7 月 1 日實施。

智慧建築評估項目共 8 項，包括綜合佈線、資訊通信、系統整合、設施管理、安全防災、節能管理、健康舒適及智慧創新。評估結果分成五等級，由高至低依序為鑽石級、金級、銀級、銅級及合格，評估手冊中基本規定為智慧建築之門檻，所有基本規定均符合者為合格級，另有 200 分之鼓勵項目，做為更高等級建築標章評分依據。而 2016 年 7 月 1 日實施之智慧建築評估手冊(2016 年版)中，直接將應設置數位水表、蒐集用水資訊及用水量視覺化規定於節能管理指標中，即自 2016 年起申請智慧建築標章包括能源管理指標時，必須使用智慧水表。而當實際安裝智慧水表時，尚涉及一些應考量項目，例如，智慧水表採有線傳輸時，需納入綜合佈線考量。智慧水表採無線傳輸時，需考量家庭網路或無線射頻相關之資訊通信事項。而在智慧水表

提供加值服務，考量整合至智慧建築系統。[22]

2.3 智慧型電表

世界各國早已在 2003 年起陸續開始推動智慧電表，尤其在歐盟 27 國於 2008 年共同簽署著名的 20-20-20 政策目標（至 2020 年時溫室氣體排放較 1990 年減少 20%，能源消費中來自再生能源的比例提高至 20%，能源效率提升 20%）後，為達此目標，歐盟執委會建議成員國應積極推動智慧電表，希望於 2020 年前消費端安裝智慧電表的比例至少應達到 80%，其中義大利已於 2011 年完成全國 3,600 萬具電表建置、瑞典已於 2009 年完成全國 520 萬具電表建置、英國與法國也相繼啟動智慧電表的建設工作；美國透過能源法案計畫性補助電業推動智慧電表建設，目前已推動 4,600 萬具以上；日本在 311 福島事件後積極推動智慧電表建設，並預計規劃 2024 年完成全面建設，期望透過有效控管電力用量，而達到節能的目標。



圖 25 機械式、電子式及智慧型電表比較

對臺灣而言，推動節能減碳及提高再生能源占比是臺灣能源政策之重要發展項目，臺灣為推動節能減碳政策，將智慧電網列入「國家節能減碳總計畫」標竿計畫之一，並以推動智慧電表基礎建設、規劃智慧電網及智慧電力服務為重點。行政院已於 99 年 6 月 23 日核定「智

慧型電表基礎建設推動方案」，進行智慧電表的測試與示範計畫，作為推動智慧電網之基礎與開端。

目前已於 2013 年底前完成 2 萬 4 千具高壓 AMI 建置及 1 萬具低壓 AMI 建置，並原本預計於 2014 年底前完成 1 萬具 AMI 的成本效益分析及住宅時間電價試驗，但因智慧電表用戶參與率低，節電量不如預期，加上現有許多智慧電表安裝在地下室通訊不良，台灣電力股份有限公司(以下簡稱台電)抄表人員仍要以人工抄表，失去智慧電表裝設初衷；智慧電表另一個推廣困難原因是價格過高，比傳統電表貴上數倍，其預估壽命也比傳統電表短，使台電公司在執行推廣上之有所疑慮。但建置智慧電表是推動智慧電網的關鍵一步，且有別於其他國家土地遼闊、擁有高昂的抄表成本，臺灣人口居住密集、抄表成本相對較低，因此納入滾動檢討機制，執行中同時評估效益及加強溝通說明，避免過程中耗費過多資源，以確保臺灣整體智慧電表布建計畫符合效益（機械式、電子式及智慧型電表比較如圖 25）。

雖然目前多數國家的 AMI 仍屬示範測試階段，但目前國際上已經開始規劃 AMI 的延伸服務，根據工研院提供的資料，其服務可分類如下：

- 一、用電可視化、節能建議服務：
- 二、將 AMI 系統蒐集的用電資料，透過如手機、電腦、網路電視等，提供民眾電力使用資訊，並進行節能建議與電價方案試算等服務。目前日本關西電力公司、NTT 東日本與西日本、德國 Yello Strom 配電公司都已著手開發這類的服務。
- 三、保全與居家照護服務：
- 四、可利用用電情況診斷高齡者的健康狀況、透過異常用電提供歹徒入侵預警等，目前日本東京電力公司正朝此方向發展中。
- 五、社區用電管理服務：

以社區為基本單位，進行社區能源管理服務，電力公司只裝設一具主電表，以提供社區管理公司優惠電價費率做為對價，社區必須配合電力公司負載管理，並負責設置與維運智慧電表，社區管理公司可

自行提供時間電價與能源管理服務，並向用戶收取電費。目前日本 NTT-Facilities 與野村不動產均開始提供此類型服務。未來的電力公司除了提供更透明的反應供電成本外，也將為民眾研究發展多元的附加服務，期許日後我們不僅能節省更多的能源耗用，也可享受到更便利的超值服務。

2.4 微電腦瓦斯表

微電腦瓦斯表具有安全遮斷功能，能提供居家安全與維護用氣安全。日本於 1987 年正式推廣使用微電腦瓦斯表至今，已達近 100% 之普及率，而 1995 年日本阪神地區發生規模約 8.7 級之強震，並未發生嚴重的二次災害，端賴微電腦瓦斯表發揮其遮斷氣源功能。經日本官方實地調查後，證實有效抑制災害，發揮強震遮斷等功效，且 2011 年日本 311 大地震更無一起因瓦斯事故引起之火災事件傳出，可見裝置微電腦瓦斯表之重要性。

由於臺灣位屬於地震頻繁的海島型國家，地震災害實屬難免。當地面劇烈振動時，使瓦斯管斷裂或電線鬆斷等原因致引起火災，是最常見的二次災害，其損失甚至遠超過地震所引起的直接效應，如 1906 年美國舊金山地震及 1923 年日本關東地震，超過 90% 建築物損毀皆因受火災之故。有鑑於此，天然氣事業法第 36 條規定「為促進消費者居家安全，中央主管機關應自本法施行之日起，擬定公用天然氣事業推動具有地震遮斷、壓力過低遮斷及通信等功能之微電腦瓦斯表推廣計畫，並逐年實施。」，根據能源局的調查，目前國內微電腦瓦斯表裝置率僅 6.5%，天然氣用戶對於微電腦瓦斯表的認知率僅 8%，顯見國內民眾對微電腦瓦斯表認知不足，故能源局依據「天然氣事業法」第 36 條規定擬定微電腦瓦斯表推廣計畫，考慮瓦斯表使用年限與使用微電腦瓦斯表用戶每月需多付 40 元基本費意願，採三階段漸進方式推廣。

第一階段推廣措施以宣導為主，期於 104 年提高用戶對微電腦瓦斯表認知率達 50%；第二階段將進一步擴大宣導，期能快速成長，於

114 年達 50% 裝置率；第三階段則規劃立法規範，達成全面裝置目標。期盼透過微電腦瓦斯表裝置計畫的執行，得以降低天然氣意外災害、地震所帶來的二次災害等，進而保障用戶用氣安全與強化居家生活品質等目的（微電腦瓦斯表結構如圖 26）。

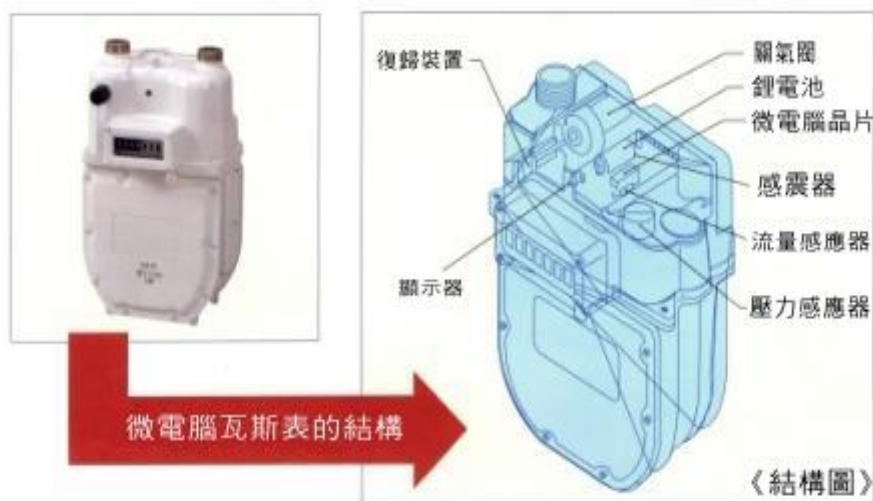


圖 26 微電腦瓦斯表結構示意圖

2.5 智慧住宅

2.5.1 中華電信

中華電信數據通信分公司於 2007 年初開始規劃以智慧建築為精神的數位家庭產品-「智慧家庭 (eHome)」，同年，於臺中文心 e 化生活館建置 eHome 展示中心，2008 年，智慧家庭服務導入光世代建設開發公司板橋光點建案並協助通過智慧建築標章評選，2009 年，參與一年一度通訊界的盛會「臺灣寬頻通訊展」更是受到國家元首的重視，特別前往體驗智慧家庭服務，並對本產品留下深刻的印象，2010 年，拿下國內最大戶數規模的建案「日勝生美河市」建案，朝向開創智慧建築市場方向邁進。

智慧家庭服務提供一套完整的智慧建築 Total Solution，目前以專案合作方式為主，主要針對各大建商進行推廣、銷售活動，同時也以本服務可協助各建案順利取得智慧建築與綠建築標章之優勢，讓本服

務與市面上一般數位家庭產品有著明顯的市場區隔；對住戶而言，智慧家庭服務提供高資訊科技化、人性化的整合式服務，讓生活更舒適、便利，有效提昇住戶的生活品質，此外，也提供數位化物業管理系統，為住戶與管委會打造資訊無間隙的環境，有效協助社區的日常營運作業。

未來，智慧家庭將以 MICE 為服務發展理念，包含 Monitor/Management-家庭管理、Information-生活資訊、Communication-通信整合、Entertainment/Education 影音娛樂四大領域，提供更多元化、人性化、智慧化、生活化、便利化的優質服務，邁向新的里程碑。

智慧家庭平台可分為「平台端」、「社區端」及「住戶端」三層式架構，平台、社區、住戶形成各自的內部內網，透過「防火牆」嚴格管控，確保資料傳輸安全性與系統穩定性。

- 一、「平台端」：主要包含系統平台、物業管理、遠端管理、增值應用服務整合、數位資訊整合與共享、24 小時系統狀態監控與維護、障礙查測及申供裝；其中「物業管理業者」可透過智慧家庭物業管理平台同時管理多個「社區」與「住戶」。
- 二、「社區端」：採用高速光纖網路 FTTH (10M/2M)，可快速與平台進行資料傳遞、備份與回報，透過「社區內網」無論是社區管理員或住戶，不需額外費用即可進行影像通話對講，訪客則可透過社區管理室或門口機留言給住戶，社區管理員更能有效達成社區監控、管理與維護。
- 三、「住戶端」：透過「居家內網」可隨時設定居家情境與安防模式、系統 24 小時提供安防感測與元件狀態查詢與告警，當系統偵測異常立即通報社區管理員進行處理，保障住戶生命財產的安全。除此之外，系統提供各種生活資訊、記錄居家能源耗用量，監控居家環境品質有效提升健康與舒適度。透過雲端平台，用戶可使用多元化的終端設備（如：智慧型手機、影像電話、觸控主機、筆記型電腦、個人電腦...等等），隨時隨地掌握相關資訊，達到

多螢一雲的概念。

中華電信透過 ICT 整合應用與雲端技術，連結社區與居家提供全方位智慧型網路生活服務，已累積超過 4000 戶住家採用 eHome 系統，例如位於新店小碧潭捷運站的美河市總共 2200 戶的集合住宅建築就是採用中華電信智慧家庭產品，其他如光世代建設板橋光點、遠雄建設、日勝生建設、國泰建設、新湛然建設、正佳建設等（中華電信 e 管家系統架構及服務內容如圖 27 及 28）。

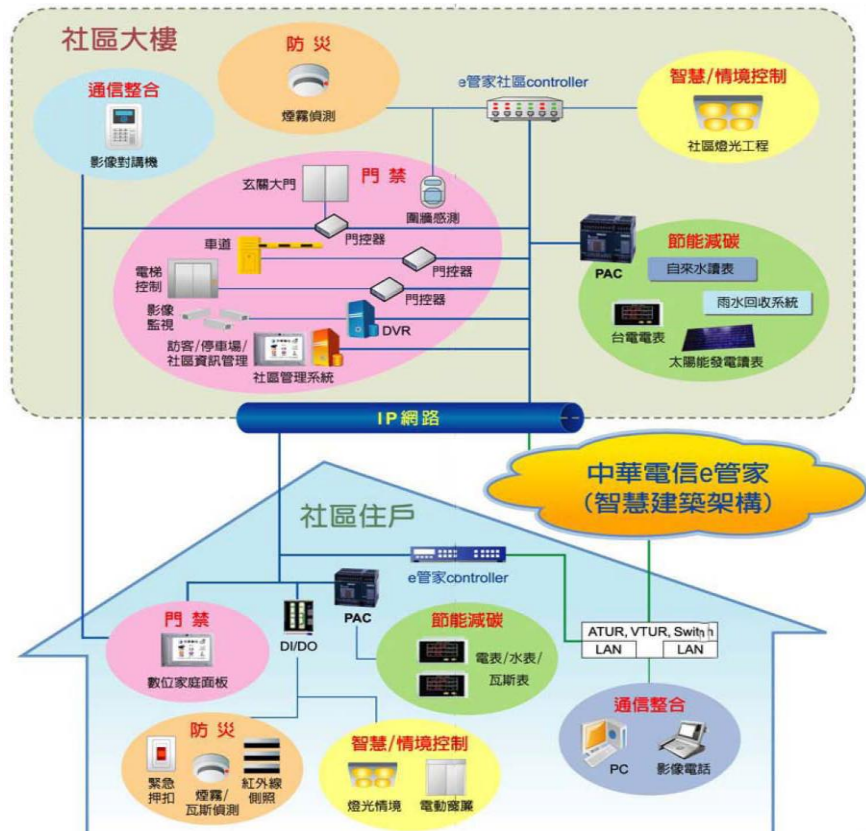


圖 27 中華電信 e 管家系統架構圖



圖 28 中華電信 e 管家系統服務內容

2.5.2 中興保全

臺灣在安全產業的發展已行之有年，從 1978 年的固定式機械保全、駐警衛及衛星定位行動保全，到 2008 年整合套裝的生命保全，市場上的保全廠商及產品琳瑯滿目，根據內政部建築研究所調查，國內人民生活中的需求，以安全安心的居家環境佔 86%，節能永續佔 75%，健康照護佔 74%，舒適便利性佔 65%，顯示安全保障的生活，是大多數的人不可或缺極度需要的項目。由於目前市面上許多智慧化數位家庭產品，以標榜生活便利及舒適性為主要訴求，在術業有專攻下，保全監控的附加專業配備，大都是以合作聯盟的專業保全廠商來配套，中興保全以其多年專業的保全本業，以國人需求為目標出發，從影視對講 THS 前身機種再度躍進，成功首創 24 小時不停機的互動式三代機 MyCASA 系統，讓擁有的看護及管家，不再是有錢人的專利，人性化的智慧化家庭，輕鬆進駐每一個家庭中。

同時，在經濟部工業局主辦的「臺灣優良設計產品評鑑」中，MyCASA 通過評鑑，獲頒 2009 年「設計優良產品標誌」(GDMARK) 的殊榮，以安全安心，健康照護，環保節能，舒適便利的解決方案，從居家門口的讀卡機及電子鎖，室外溫度感應器到室內輕巧超薄的八吋觸控式影視對講機，及結合電視簡易操作介面的主機，融合現代人時尚的風格，建立全方位社會系統產業。

MyCASA 在西班牙文中意思為「我的家」，在日語音譯中かさ為「傘」，象徵保護、阻擋風雨的意義，而在現實的居家生活中，MyCASA 的誕生的確打破傳統，將保全主機家電化，並整合多媒體影音、保全系統及遠距健康照護、燈光家電情境控制，即使銀髮族對使用科技產品擁有陌生感，亦可藉由簡易的電視介面，完全操作所需之功能，並以多項人性化的貼心設計與功能，讓居家健康管理無障礙，成為專屬家庭的保護傘，其保全設定模式特點如下（其架構如圖 12）：

一、安全管家：

無遠弗屆的遠距操控無論您在何時何地，透過手機或電腦上網，就能輕鬆設定家中的保全系統，不必擔心外出時忘記設定防盜監控系統，同時，在電視螢幕就能觀看保全介面的各項功能，無論老人或小孩均可用遙控輕鬆操作。藉由您的手機或電視螢幕，任何到訪家中的客人，在門口對講機均可與之通話，不會擔心錯過任何訪客，並且以觸控式面板呼叫電梯，迎接客人到訪，這樣便利的生活，不僅提升住家的品質，更貼心的是能與悠遊卡結合，不需繁瑣的鑰匙及卡片，充分有保障。

二、照護管家：

居家健康管理無障礙由於臺灣高齡化的趨勢，許多子女因工作忙碌，對於照護工作，備感無力，貼心的 MyCASA 遠距健康照護服務系統，觸控式的操作機內建六個語音時段，可溫馨提醒家中老人或病人按時服藥，並且結合健康照護中心專業諮詢顧問，每日會提醒幫您測量生理紀錄，搭配使用二合一血糖血壓脈搏機，測量後的數值結果，自動上傳至健康管理中心，一旦發生異常現象，即會通知測量者或家人，二十四小時完全無後顧之憂。

三、氣氛管家：

隨心所欲情境燈控系統 MyCASA 可根據不同環境氣氛設定外出、返家、休閒與就寢等四種情境，提供十二組控制模式，亦可依不同順序的場景進行預設情境，如早上外出時，可設定客廳或廚房、臥室燈光交替開關，以防止宵小知道無人在家而闖空門，傍晚回到家

中，自動開啟燈光，隨著休閒的氣氛微調燈光，最後進入睡眠場景，讓同一空間，因不同時段，彈指之間滿足氣氛照明的需求，利用遠距遙控，出門後亦不怕擔心忘記關燈。

四、生活管家：

生活資訊與多媒體播放獨到的中保 RSS 資訊平台，提供五大生活便利資訊：中保快訊、統一發票、彩券開獎、全省天氣、消費資訊等，除了讓生活更加便利，內建的高容量硬碟儲存功能，可播放生活照片、音樂饗宴及高畫質家庭音響，並整合支援 5:1 杜比環場音效，在家中也能享受劇院娛樂。

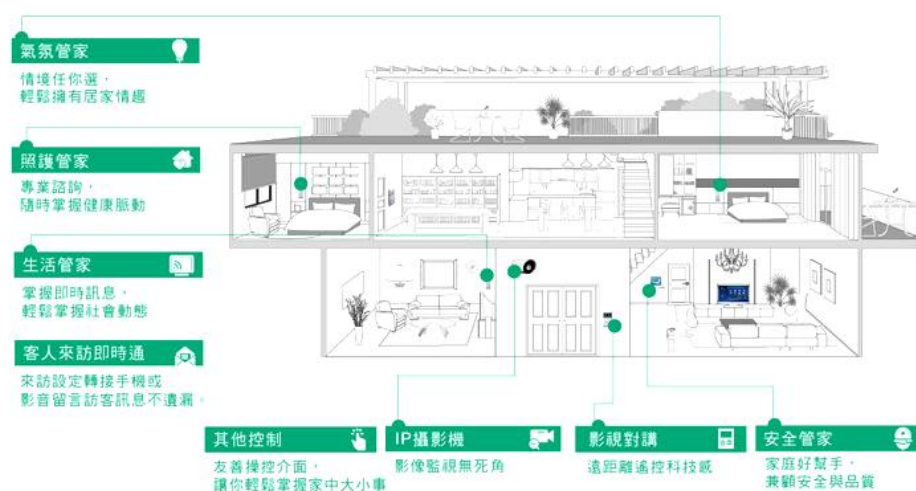


圖 29 中興保全智慧化家庭 MyCASA

2.5.3 智慧化居住空間展示中心

近年來隨著資通訊科技(Information and Communication Technology, ICT)的快速發展與普及，人們的日常生活作息已與資訊科技緊密的結合在一起。有鑑於此，行政院 2005 年產業科技策略會議，特別針對高科技的電子、電機、材料、資訊及通信等 ICT 產業與傳統營建產業結合，提出「智慧居住空間發展策略」的議題，運用臺灣現有機電、電子、材料、資訊、通訊、自動化及控制產業與技術優勢，

掌握智慧化居住生活科技發展趨勢與機會。

內政部為落實推動「智慧化居住空間」政策，持續進行包含既有建築物智慧化改善工作計畫、智慧化居住空間整合應用展示計畫及相關研究計畫等研究與推廣工作，並整合國內建築空間規劃設計與智慧化產品設備，於 98 年完成「智慧化居住空間展示中心」；101 年完成「智慧住宅單元展示區」建置。為擴大推廣智慧綠建築、落實全民化理念及提昇產官學研跨領域交流，於 102 年結合中南部地區政府及相關產業等資源，打造智慧住宅中南部展示場。配合各展示場所陸續建置完成，遂擬規劃智慧生活研習，並以安全監控、健康照護、便利舒適、永續節能四大主題安排智慧生活課程外，並搭配北中南各展示場所之參觀，提供即時體驗智慧生活的實際應用（相關設備如圖 30 及 31）。



圖 30 智慧化設備(照度、溫度、濕度等自動控制及瓦斯測漏遮斷)



圖 31 引進智慧型省水設備，尚無智慧水表相關資訊

2.5.4 智慧住宅案例—新北市遠雄左岸

一、基地概況：

新北市遠雄左岸位於新北市中和區中原街，每戶 115~280 坪，每坪 60~70 萬元起，該建案增設智慧生活相關設施，以「智慧安全社區」、「低碳節能社區」及「生態綠能社區」為藍圖，實踐 12 項智慧生活項目，打造臺灣第一座低碳永續城市，從二代宅升級至二代城，整合 78 家產官學研智慧技術，住宅機能升級後房價亦隨之升級。

二、智慧數位家庭(i-Home)：

透過中華電信開發之 i-Home，達到自動偵測及自動控制之智慧生活，進行 i-energy(智慧能源管理)等 12 項智慧生活項目，其中智慧水表即為智慧能源之一部分。智慧水表記錄每小時的用水量，可顯示每日、每月及每季的用水趨勢圖另當電子表偵測到漏水時(即 24 小時皆在進水)會顯示漏水警訊，以提醒用戶可能有漏水狀況。

本建案 i-energy(智慧能源管理)已整合水表、電表及瓦斯表在智慧數位家庭面板上，但方式不同。電表除安裝台電計費表外並增串接

1 只電子表（私表）；瓦斯表不同意連接，採面板輸入數字，集中各戶數據至管理室之方式抄表；水表在自來水事業單位的分表(安裝於屋頂)之後每戶新增 1 只 A 廠商螺紋電子水表，安裝於廚房陽臺天花板上，並連接訊號線至智慧數位家庭面板，提供即時訊息。水表部份未來會有 2 只水表讀數及計量差異，造成用戶異議之困擾。

收費方面，設備建置費 1 次付清，依服務項目多寡收費，以每戶 5 萬~30 萬元計算，可保固 2 年，2 年後再簽訂維護契約維護契約。維護契約簽約對象為管委會，住戶可選擇簽約或中止維護，但以整個管委會作為收費對象，再由選擇簽約用戶分攤費用。維護契約大致分為 2 類，第 1 類只含維修人力費用(每月約數百元)、故障設備由用戶另付費更新，第 2 類則負責修到好但每月維護費較高。

三、心得感想

現場訪查後除了瞭解豪宅等級的規格與氣勢外，對於利用資通訊技術提升人性化生活空間運用之心得如下：

- (一) 對於高價住宅而言，投資智慧住宅效益比可能大於 10 倍，以 1 戶 141 坪為例：建置最高等級的智慧系統須 30 萬元，則每坪成本約增 2 千元，只要每坪房價可提高 2 萬元，就有 10 倍的效益。
- (二) 智慧住宅內容包括能源管理(水、電、瓦斯)外，尚需包括門禁管理、環境控制(燈光、溫濕度)...等，趨勢均整合型單一控制面板（如圖 32），故北水處若發展外加智慧水表方案服務，除需掌握傳送數據提供分析及異常提醒服務外，勢必因應不同建物智慧管理方式，提供不同整合服務(包括整合至智慧面板)。



圖 32 新北市遠雄左岸使用中華電信智慧面板

2.6 小結

在建築物內與水表最相近的就屬電表及瓦斯表，都是利用計量表計算用戶的使用量後再跟用戶收費，以維持事業之營運，以往都需各自派出抄表員抄取計量表上度數作為收費依據，在推動智慧化過程，自然會聯想「三表合一」之可行性，所謂「三表合一」是利用電網具傳輸訊息的優點，實現水、電、瓦斯三表聯合集中自動抄表之目的。但如前所述，臺灣目前連最具發展優勢的電表都遭遇重重困難，何況在無政策配套下，要為數眾多之民營瓦斯公司，投資成本發展智慧瓦斯表更是困難，故目前由各事業單位自發展並解決所遭遇問題，俟未來時機再探討整合水、電、瓦斯三表於共同系統作業平台之可能。

發展智慧水表過程如僅局限在抄表功能恐因無法達到經濟效益而難以推行，以北水處目前委外抄表成本每件約五元，一般用戶兩個月抄表一次需求，要推動較為昂貴之智慧水表恐非易事，如能配合國家整體政策、國內技術提升、建置經費下降、使用者付費及結合智慧住宅推動，加上其所產生附加價值與管理模式（操作面板及行動裝置 APP）開發等，才能讓智慧水表得以真正普及所有用戶。

第三章 國內智慧水表與 AMR 運用實績介紹

國內目前通過型式認證可安裝於用戶端作為收費依據、且具有完整智慧功能、AMR 傳輸架構穩定、後端運用軟體發展成熟的水表有 2 種廠牌，以下將以 A、B 廠商/廠牌代稱之。本章節將介紹這兩個廠牌於國內之運用情形，除了說明智慧表功能、AMR 系統簡略規格，並介紹 A 廠商於國內業界之三個使用實績，以及 B 廠商代理之國外 I 廠商智慧表在雲林縣虎尾鎮某集合式住宅試辦安裝 12 只 20mm 口徑之表後表串接與國外 I 廠商 WaterMind 測試情形，此外，本章亦探討國內智慧水表與 AMR 系統使用上之法令限制。

3.1 A 廠商

目前該公司使用之智慧水表為機電一體式電子水表，具備電子元件感測裝置及乾式計量結構設計，並採用非磁傳動專利裝置，無齒輪磨耗及脫磁現象，具智慧型多重管理功能。系統傳輸示意如圖 33 所示。

水表等級為 C 級電子式，具備以下特點：

- 一、高敏度精確計量：不感流量低，可偵測微小流量，避免計量誤差之漏損電子元件感測計量裝置，無齒輪磨耗問題，提高計量精確度。
- 二、非磁傳動，不怕磁場干擾：內無磁鐵元件，不因外在磁力影響改變表值(傳統機械式水表易受磁干擾而產生計量準誤差)，乾式計量結構，機算器不受異物阻塞影響，大幅降低故障率。
- 三、多元化智慧型管理功能：以水平衡、夜間最小流及漏水警示符號判斷漏水狀況，即時掌握過載流量、磁干擾警示確保水量計使用狀況。智慧表之表頭儲存資料包含「計量資料」、「區段資料」、「事件資料」以及開發中的「選用資料」，上述除計量資料為傳統機械表可提供之功能，其餘三類資料則為 SWM 才有的特殊智慧功能，敘述如下：

(一) 計量資料

- 1.總累積度數：水量計總累積度數。(正向-反向)= 總累積度數。
- 2.正向累積度數：水量計總正向計量累積度數。
- 3.反向累積度數：水量計總反向計量累積度數，偵測逆流警告檢測。
- 4.瞬間流量：每小時瞬時流量。

(二) 區段資料

- 1.每月一號凌晨 00:00 紀錄總累積度數：連續紀錄二個月紀錄值，收費一致性。
- 2.連續八天凌晨 00:00 紀錄總累積度數：可分析一周用水量變化性。
- 3.特定時段記錄值：每日 03:00~04:00 時段用量。(時間可依客戶需求設定)，分析夜間最小漏量值。

(三) 事件資料

- 1.L-Day：連續用水漏水天數紀錄。偵測用戶疑似漏水。
- 2.Day：連續靜止天數紀錄。偵測用戶無用水紀錄天數，可分析用戶是否疑似竊水。
- 3.N-Day：連續工作負載天數紀錄。
- 4.B-Day：電力不足天數。偵測水表電力不足警示。
- 5.H-Day：磁干擾天數。偵測用戶磁電干擾水量計計量天數。
- 6.F-0000：開關次數，偵測用戶進水與停水次數。偵測分析用戶進水次數頻率。

(四) 選用資料

- 1.水保全服務：偵測連續用水用多久/偵測多久沒用水。
- 2.進水頻譜分析：八段用水進水頻譜來推定表種口徑適切性。紀錄本月與上個月分析值。



圖 33 A 廠商之 AMR 系統示意圖

(五) AMR 系統架構

密集式住宅或社區等表位距離較近之用戶，A 廠商採用集中抄表的方式（有線集抄）。水表以有線方式連接至集中器，集中器經連結傳輸模組後，可以無線方式或連結數據機將資料傳送至資料中心。有線傳輸之通訊協定為 RS485/Modbus。

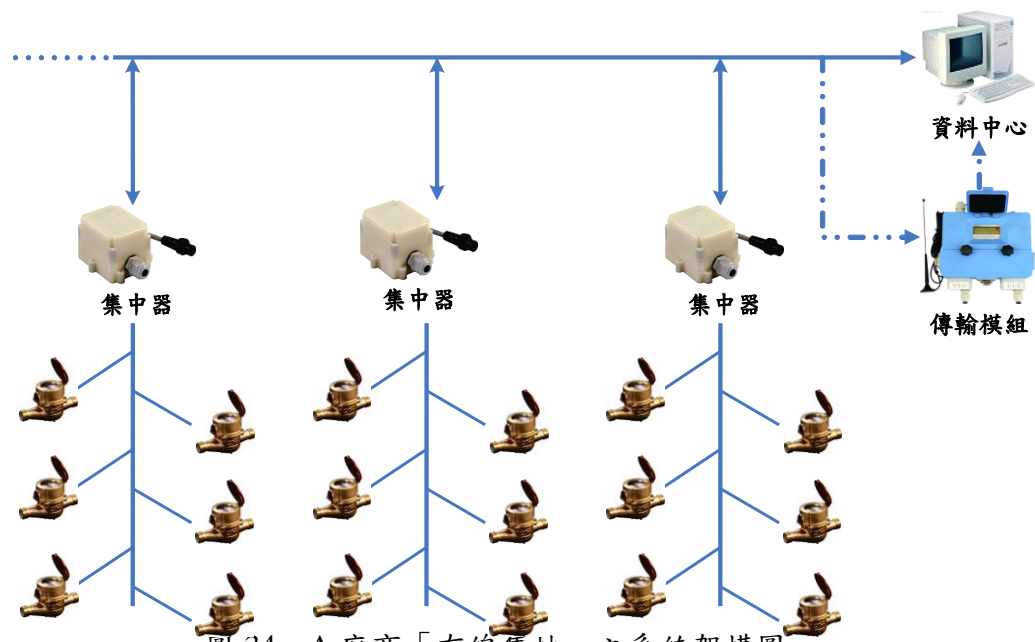


圖 34 A 廠商「有線集抄」之系統架構圖

大用水量用戶（或總表），因為屬於孤立點位，無法採用上述有線集抄 AMR，僅能個別水表加掛傳輸模組以無線網路直接進行傳輸。另非密集式一般住宅用戶，採上述兩種模式均可。A 廠商的

RS485/Modbus 有線集抄系統必須插電方能運作，而無線傳輸模組則是內建電池，不需額外供電。

四、運用實績介紹

(一) 遠雄智能住宅建案

A 廠商與中華電信配合，101 年於遠雄智能住宅內建置節能管理系統，讓家戶可以管控家中的能源使用情況。A 廠商智慧電子表本身具有偵測漏水、流量記錄功能，更可透過與傳訊介面的串接，將用水資料傳輸到監控系統做更多的運用。此次遠雄智能住宅的建置方式，係將「智慧電子水表」與「數位訊號轉換器」做搭配，安裝於各戶門口天花板內，運用數位訊號轉換器的傳輸功能，將用水資訊傳入各住戶的「智慧 E 管家」節能管理系統，讓住戶可以隨時掌握用水資訊，了解是否有用水異常狀況。

遠雄建案的智慧表屬於「表後私表」，並非自來水事業單位收費的依據，因自來水事業另有設置傳統機械水表計量，故智慧表屬於監控設備，為智能住宅眾多 Sensor 之一。



圖 35 E 管家系統系統介面與用量顯示

(二) 師範大學公館校區

為了管理學生宿舍用水，國立臺灣師範大學採用 A 廠牌電子水表搭配管理系統介面，於該校公館校區「學七舍」建置 AMR 系統，為全國首座學校宿舍全面採用經濟部標檢局型式認證及檢定合格之電子式水表計量熱水，落實使用者付費之精神，有效降低用水量並維

護用戶計費之公平性。

學七舍的 AMR 架構係在每個樓層各房都裝設電子水表，以 RS485 有線集抄匯集到集中器轉換介面，傳輸用水資料到中央監控室，所收集的流量訊號經解析後透過網頁展示，除了作為學生用水收費的依據，更據此掌控各房的用水狀況，若有異常常用水或漏水即可即時發現即時改善。



圖 36 師大公館校區學七舍 AMR 配置與查詢介面

(三) 「南紡夢時代」賣場百貨

臺南「南紡夢時代」為大型量販賣場，建物內出租攤位及商辦眾多，用水量驚人，為了妥善管理每月用水情形，該賣場安裝大量水表建置 AMR，透過系統自動「分表計量」，顯示各出租攤位及商辦每日用水，並將所有資料作系統化管理與分析，可以省下大量的抄表時間，減少賣場管理人力，並可即時監看用水流量。

該賣場共安裝 500 餘只的智慧水表，分布於各樓層，同樣採

RS485 有線集抄方式將各水表訊號以集中器匯集後，傳送到管理中心。由於賣場管理單位與出租攤位、商辦的用水計費與交易，皆受到度量衡法的規範，因此必須採用經過型式認證的水表，即便如此，仍是表後管理用的私人表，並非自來水事業單位所轄水表。



圖 37 南紡夢時代賣場出租攤位用水管理

3.2 B 廠商

一、產品簡介

B 廠商所代理國外 I 廠商的產品為水表外加 MIU(Meter Interface Unit，讀表介面單元)組合而成，可運用於大樓群聚分表的集抄。對於大樓總表或其他非群聚型水表，則可使用 WaterMind 銜接既有水表，擷取訊號後進行表端分析、回傳運用。AMR 系統產品單元如表 2 及圖 38、39 所示。

該公司代理之國外 I 廠商小口徑水表原本僅是乾式 B 級機械表，不具智慧功能，但加掛 MIU 取得水表轉動指標數據，便可計算用水量與流動方向並對外輸出訊號，成為智慧水表，內建 10 年壽命電池，不需插電，國外 I 廠商稱為 EverBlu Cyble 系統，回傳訊號經後端軟體增值運用後，具有多項功能如下：

- (一)流量讀數：於讀取時的流量數值。
- (二)流量過高：總流量高於常設流量臨界值。
- (三)流量過低：總流量低於常設流量臨界值。
- (四)水表測定指標：如果水表太大或太小，2x 13 每月指標。
- (五)漏水資訊：每月 13 次的歷史漏水天數。

- (六)逆流警示：總逆流流量和每月 13 次警示。
- (七)水表停止偵測：在已安裝卻沒有運轉記錄時發出警示。
- (八)逆流檢測：警示信號 >連續 1000 筆的脈衝反轉記錄。
- (九)防盜偵測：如果無線電模組遭篡改，則發出警示。
- (十)警報記錄：記錄開始和結束日期，做為最後記錄的參考。
- (十一)尖峰流率：5 次最尖峰流速發生日期。
- (十二)尖峰流量警示：每個月 13 次警示，如果尖峰流量已經超過臨界。



圖 38 B 廠商小口徑智慧水表= 國外 I 廠商乾式機械表+MIU

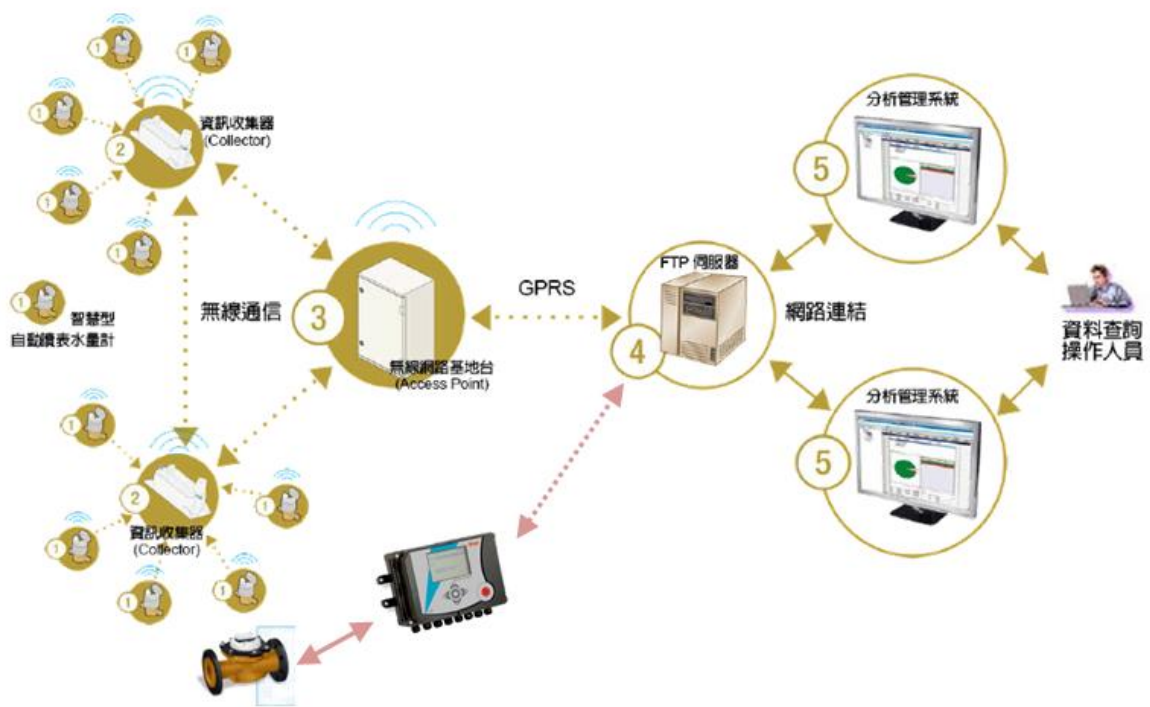


圖 39 B 廠商 AMR 系統架構圖

表 2 B 廠商產品簡表

	MIU 水表介面	Collector 收集器	Access point 集中器
AnyQuest Mobile 手持式	<ul style="list-style-type: none"> 電池壽命15年 具RF發射裝置 IP68防水 同廠牌可水表結合安裝 	<ul style="list-style-type: none"> 採手持式裝置，搜尋連結MIU，無線蒐集資料。 具GPS定位。 內建帳單指數、流量警訊...相關模組。 	
EverBlu Fixed 固定式	<ul style="list-style-type: none"> 非同廠牌需外加 接收Pulse訊號 	<ul style="list-style-type: none"> 電池壽命10年 IP68防水 可連結50個MIU 儲存2天數據 	<ul style="list-style-type: none"> 管理1200個MIU 儲存365天數據 GPRS通訊回傳
Water Mind 機動式	<ul style="list-style-type: none"> 採相同MIU 非同廠牌需外加MIU PULSE 對象以瞭解水表適用、帳單糾紛、難以讀表...為主 	<ul style="list-style-type: none"> 大表安裝Water Mind，傳回資料 GPRS通訊回傳 分析模組與前二者不同，但類似。 具簡訊(SMS)模組，突發事件自動發警訊 	

二、國內使用實績

B 廠商小口徑智慧水表係以 RF（無線射頻）傳輸方式回傳用水資料，頻段位於 433MHz，由於 NCC 將該頻段開放給小功率 RF 設備使用，例如汽車防盜鎖、鐵捲門遙控開關...，頻段內充斥各類訊號，彼此可能互相干擾，故設備安裝前必須調整測試，避開某些容易受到干擾訊號的位置與角度，以確保收集器、集中器能夠完整接收 MIU 傳輸訊號。雖然國外 I 廠商的系統於國際間已經有許多自來水事業普遍使用，但最近才引進臺灣，並無國內安裝的實績。以下介紹國內雲林虎尾社區實際測試場、興隆公宅 RF 訊號測試、以及北水處測試 WaterMind 三個案例。

(一) 雲林虎尾社區

B 廠商於虎尾私人社區智慧水表系統，該社區建築分 A(15 戶)、B(9 戶)二棟共 24 戶，其中 14 戶同意安裝該公司 AMR 系統，A 棟 8 戶、B 棟 6 戶。採用 EverBlu 之 AMR 架構，傳輸主要設備為讀表介面單元 MIU、資料(訊)收集器 Collector、資料(訊)集中器 Access Point。

裝置初期無線傳輸受基地臺頻率干擾及電梯機房啟動電磁干擾，經測試調整位置後方完成。如圖 40 所示。迄今傳輸接收率均達到 100%，訊號無任何遺漏。訊號回傳後以國外 I 廠商的管理軟體 EMMSYS 可查詢用水量、檢視水表警報訊息、分析流量譜，功能十分強大，介面如圖 41 所示。

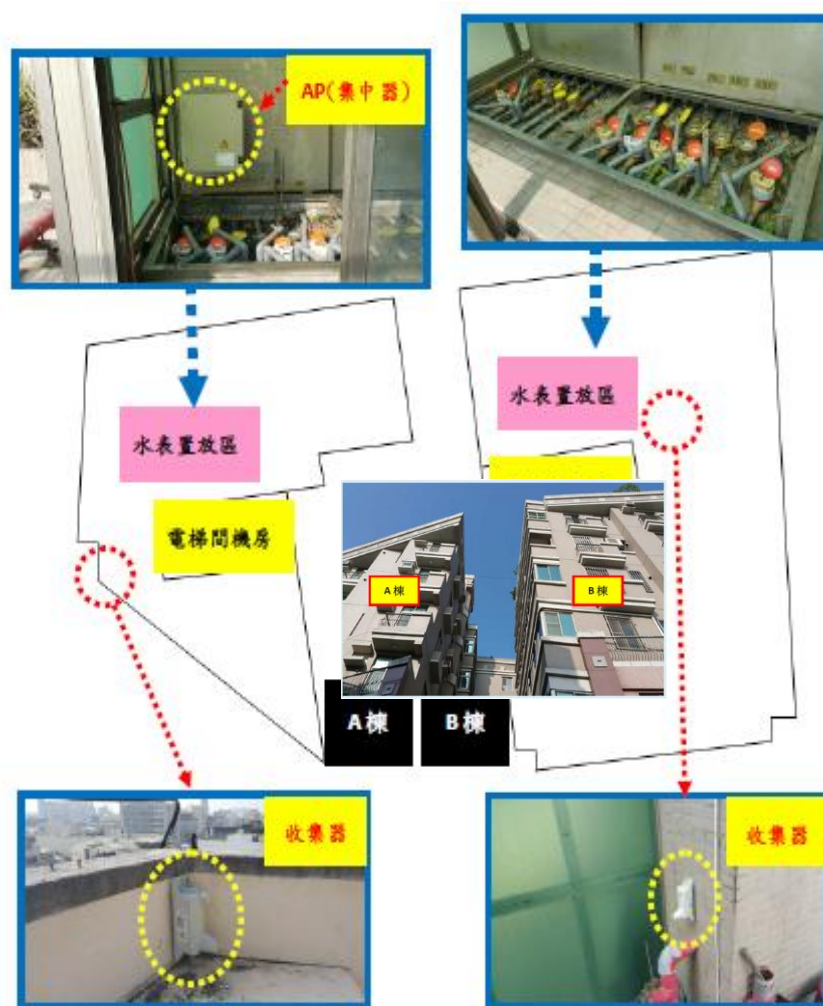


圖 40 B 廠商智慧水表系統實際安裝情形

國外 I 廠商的 EMMSYS 分為 Web 版與單機版，其中 Web 版主要提供查詢、警示、分析，為一般用戶使用的介面，而單機版尚具有遠端設定功能，可透過 Two Way Communication 的功能，於辦公室端調整表端的記錄頻率與設定值，為管理者或 Power User 使用介面。其中 Web 版更開發出手機操作平台，可在辦公室以外的場合透過手機、

平板等手持裝置進行查詢。

由於國外 I 廠商本身為撰寫控制程式、開發系統軟體起家的公司，而後併購 Actaris 水表製造商跨入水行業，於國外甚至整合水表、電表、瓦斯表，建構三表合一的 AMR 系統，具有多年運用實績，因此 EMMSYS 軟體與水表 AMR 結合較為完整，在智慧水表的表端分析功能功能佳，不足的部分也由後端 EMMSYS 軟體補齊功能，由水表硬體、軟體介面到分析管理，全流程整合妥善，為 AMR 完整解決方案之一。

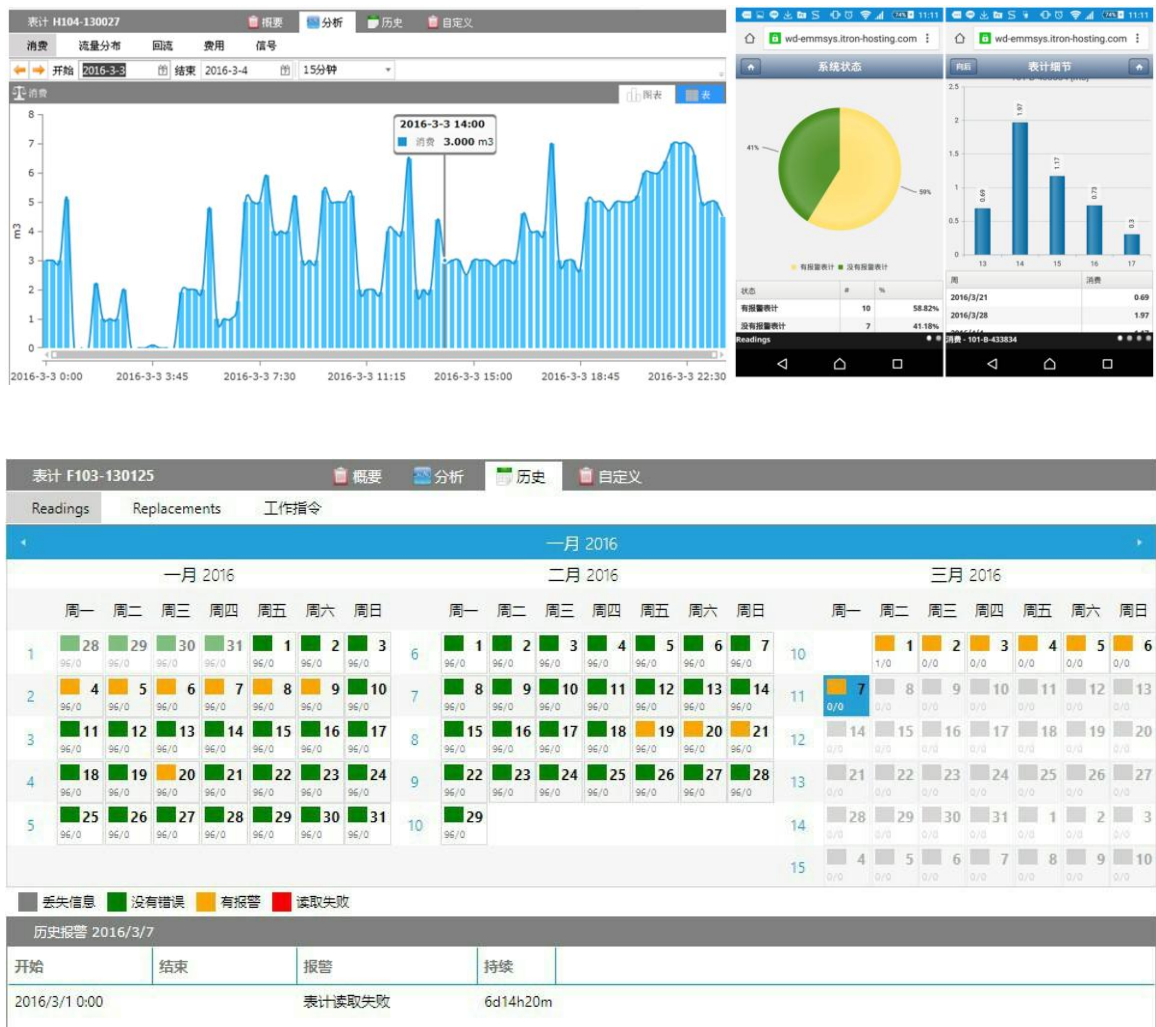


圖 41 國外 I 廠商的管理軟體 EMMSYS 介面

(二)興隆公宅實地模擬測試

興隆公共住宅位於臺北市文山區木柵路 2 段 2 巷，分為 A、B 兩

棟建築物，每樓層各有 8 戶，水表都位於管道間，受到 RC 與磚牆屏蔽，為了瞭解國外 I 廠商 RF 系統的 AMR 是否能夠運用於訊號遭遮蔽的場合，因此特別進行實地模擬測試，觀察訊號發送與接收品質。

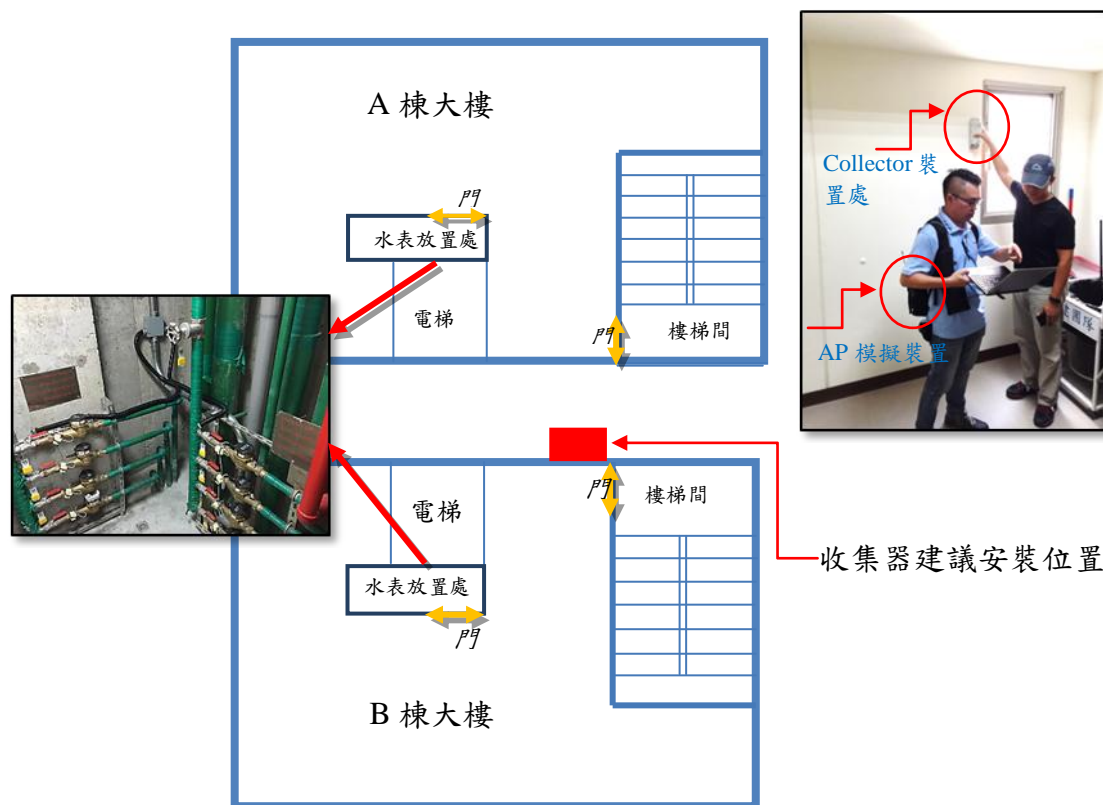


圖 42 建築物內部平面示意圖及測試結果

B 廠商的代理國外 I 廠商智慧水表系統表端傳輸設備為讀表介面單元 MIU、資料收集器 Collector、資料集中器 Access Point，MIU 至 Collector、Collector 至 Access Point 均以 RF 作訊號傳遞，實地現場模擬測試如圖 42 所示，成果說明如下，

1. 連結收集器和 MIU 情形：1 個收集器可以接收到 3 樓層之 MIU(一樓層有 8 個 MIU，合計為 24 個 MIU)。最低傳輸訊號強度 RSSI 為 140(最大 RSSI 為 255)。
2. 連結收集器和收集器情形：收集器連結收集器的有效距離約為 3 樓層。RSSI 傳輸訊號強度最低限度為 40 (最大 RSSI 為 64)。初步測試結果，相對應的 18 個樓層中，需要 6 個收集器，需安裝在收訊良好的樓層。

3. 連結收集器和集中器情形：收集器連結至集中器的環節，需確保接收良好。且集中器需要一個提供電力的安裝地點(110V 交流電)。集中器經測試最佳安裝地點在 10 樓。
4. 其他建議：廠商收集器若能安裝在建築物外部，則可接收到更多的 MIU，以減少收集器 Collector 之使用數量。如果收集器可以安裝在建築物外部，初步推估其收集器 Collector 只需要 6 個，不需用到 12 個。一般在無任何結構物遮蔽狀況或其他電訊號干擾情況下，一個收集器最多可以接收 50 個 MIU。

總結測試結果，結構物的確對 RF 訊號有屏蔽效應，尤其是樓板內配有鋼筋，使得垂直向的 RF 穿透力大幅衰退，而磚牆的屏蔽較弱，橫向穿透較容易。故安裝於管道間內垂直收集 MIU 數量較少，若將 Collector 安裝於大樓外部牆面，可以橫向收集到更多樓層的 MIU，即便如此，訊號仍遠遜於頂樓開闊空間的水表集抄。

(三)I 廠商 WaterMind 測試

B 廠商代理國外 I 廠商的 AMR 系列，除了上述小型表使用 RF 集抄的 EverBlu 系統之外，尚有適用於大型表或孤立表，使用 2.5G GPRS、或 3G 發送訊號的傳輸模組 WaterMind，可外掛於大樓的總表或者自來水事業單位的管理用表，將流量訊號回傳，WaterMind 並可外加壓力計，連同水壓、流量訊號一併回傳。

WaterMind 的 AMR 系統架構、後端介面與北水處測試現場照片，詳圖 43 所示。除了擷取基本的水表讀數、計算日、週、月、年用水量，作為計費之用，WaterMind 尚可偵測逆流及漏水，其中漏水分為持續性 (constant)、間接性 (intermittant) 及突發性 (accidental) 三類樣態，亦可記錄水表運轉之最大流量、最小流量，並具有現場分析 (onsite real-time analysis) 功能，可進行即時用量分析、流量譜製作，判斷水表口徑是否匹配，並提供逐日警報訊息，故稱為分析儀 (Analyzer)。



水錶 List

逐日警訊報告

用水量趨勢圖



圖 43 國外 I 廠商 WaterMind 之 AMR 系統架構、後端介面與北水處測試照片

WaterMind 具有優良的加值功能與管理介面，惟因 I 廠商大型水表尚未於國內取得型式認證，無法安裝於現場取代既有水表，表位亦無空間可供 I 廠商大表串接於既設水表後方，故僅能以既有國內電子表銜接傳訊器將類比脈衝訊號（Pulse）轉至 WaterMind 分析儀，即水表與 WaterMind 分屬不同廠牌的情況。可惜因為 Pulse 訊號無法將電子表表頭資料（包含計量資料、區間資料及事件資料等）全部轉出，WaterMind 分析功能因此大打折扣，無法一窺國外 I 廠商全功能之實際運用。

3.3 國內法規與使用限制

如果將智慧水表視為流量感應器，其附屬 AMR 視為傳輸設備，則自動讀表系統將屬於物聯網（IoT）應用的一環，與其他感知器或儀控裝置並無差異。然而水表為「法定度量衡器」，為確保公平交易，受到政府度量衡法令嚴格規定，因此自來水事業選用智慧水表與 AMR 系統時必須滿足國內相關法令，即便某些智慧水表與 AMR 系統在國外頗受好評且廣為各大水公司採用，但可能因不符本土法規而無法打入國內市場，並非自來水事業單位不願採用所致。

即便是先進的智慧水表，只要安裝在用戶端，成為自來水事業對民眾收費的器具，其相關法律規範將與傳統水表相同，詳圖 44，由最上層的法律到下層的行政命令、規則、規範、標準等，加諸於水表的法規有十餘種。政府採購法第二十六條第一項甚至有下列規定：「機關辦理公告金額以上之採購，應依功能或效益訂定招標文件。其有國際標準或國家標準者，應從其規定」。因此自來水事業必須採購符合法規的水表，功能優異的水表若不符合法規，仍不能購入使用。水表的法規很多，相較而言，AMR 的法規就僅有 CNS 14273 一項，而且還只是修訂中的草案。標準檢驗局打算將水表、電表、瓦斯表的 AMR 標準一次訂定完妥，由於各界共識尚未達成，彼此意見紛陳，因此短期內不會公布定案版本。



圖 44 國內水量計相關法規一覽表

由於 AMR 的國家標準尚未訂定完備，自來水事業又有自動讀表的急迫需求，因此採購上必須符合水量計既有法規為主，並依自來水事業的需求訂定自家 AMR 的採購規範，將 AMR 設備視為水量計附屬設備一併購入，避免各自採購造成水表與 AMR 系統分屬不同廠牌，而有匹配不良甚至互不相容的問題，才能兼顧現實需求與法規規定。前述 A 廠商與 B 廠商兩家公司的產品，於 AMR 的部分，經測試與研究探討，兩家都能夠符合北水處的需求：將水量資料、事件警訊資料回傳到北水處，並提供查詢、分析、取代人工讀表。然而，在智慧水表的部分，受限制的層面不在於智慧功能的差異，而是諸多法令規定的不同，採用國外智慧水表與 AMR 設備的議題在目前階段是不

可行的。

3.4 小結

A 廠商的智慧水表因長年在地研發生產，均能符合本土相關法規，也相容於自來水事業的採購規範，選用上較無困難。但 B 廠商代理的國外 I 廠商水表則為舶來品，係於國外發展演化而來的水表，如果要被國內自來水事業體採用，必須先通過各項本土法規的考驗，例如取得型式認證、通過檢定，最後還需符合自來水事業的採購規範，如果過程中有一關無法通過，除非國外原廠願意配合臺灣法規進行表體的修改，否則即便水表性能優異，仍無法在國內使用。因為臺灣市場規模小，國外原廠是否願意投入成本進行修改、改變生產製程甚至重新設計、開模，將是最大的關鍵。修改眾多法令規定、調整自來水事業之採購規範、鬆綁整個法規也是一個方向，但如此為之頗有因人設事，刻意量身打造的觀感，而且國外智慧水表廠商很多，是否每家都要比照辦理，將是決策面的問題，不是技術面的層級可解決的。

第四章 興隆公宅 AMR 建置與應用實例

為配合臺北市政府「智慧城市」政策之推動，北水處以市府都發局興建之「興隆公宅」作為第一個 AMR 試辦場域，於 2015 年 6 月起辦理 AMR 系統建置。相關建置歷程、系統概述、訊號加值處理與未來應用方向，茲說明如后。

4.1 北市府政策

近年臺北市出現房地價格飆漲、購屋痛苦指數大增、青年市民無力購屋之近憂，致有人口外移、競爭力減弱之遠慮。於社會氛圍與市民期待之下，「推動公共住宅政策，增加公共住宅數量」成為柯市府的施政重點之一。此外，打造「智慧城市」亦為市府之既定政策，林副市長更規劃於 8 年內建置之 5 萬戶公共住宅將為「智慧公共住宅」，未來市府興建公共住宅之水、電、瓦斯必須智慧管理日常用量，甚至公共住宅進一步具有遠端照護、智慧停車、社區即時監視、大樓保全等多項功能。

基於更新改建老舊「安康平宅」所推出的「安康公共住宅旗艦計畫」將是市府首個納入智慧化管理的公共住宅。該計畫包含 9 個基地，因平宅現住戶眾多，考量既有居民之安置，需以分期方式辦理。第一期範圍計有 D 基地及市場停車場基地兩個基地，政策擬議以統包方式分別辦理開發。其中安康 D 基地即簡稱為興隆公宅 1 區。

市府期望興隆公宅 1 區能夠達成下列目標：

- 一、提供 272 戶出租住宅，解決 816 位市民居住需求，達成「住者適其屋」政策。
- 二、透過引進創新的建築規劃設計手法與工程技術，塑造地標意象且優質的公共出租住宅居住環境。
- 三、以案例典範新形象之行銷，破除市民對於國宅既有之刻板不良印象。
- 四、引進新科技，結合智慧化管理系統，提升公共住宅居住品質。

市府於 2015 年公告規劃或興建中的公共宅共有 5 處，合計 2282 戶，詳圖 45，分別簡稱為興隆公宅 1 區、興隆公宅 2 區、健康國宅、青年國宅、東明國宅。其中興隆公宅 1 區已於 2015 年 5 月竣工，其餘國宅部分尚在施工中，或尚處於設計階段，竣工日期預計皆在 2017 年以後，因此北水處選擇興隆公宅 1 區作為 AMR 建置的試辦場域。

文山區安康社區D基地-興隆公共住宅1區

• 地下3層、地上18層(2棟)，提供272戶住宅

文山區安康市場基地-興隆公共住宅2區

• 地下5層、地上1、11、22層3棟，提供約533戶住宅

松山區寶清段-健康公共住宅1、2區

• 地下3層、地上14層(2棟)，15、16層各1棟，提供507戶住宅

萬華區青年段-青年公共住宅

• 地下2層、地上14、18層各1棟，提供270戶住宅

南港區台肥出租國宅更新改建公共住宅

• 地下3層、地上13~16層，提供約700戶住宅

圖 45 北市府 2015 年興建中與規劃中之 5 處公共宅

4.2 興隆公宅概述

本案基地位於臺北市文山區華興段一小段 318 地號(臺北市文山區木柵路 2 段 2 巷)。鄰近文山區木柵路二段及興隆路四段交叉口(再興中小學)，基地面積 3594m²，預計興建地下 3 層、地上 18 層(2 棟)，計 272 戶住宅，採用「只租不售」的方式。其中公共住宅戶數比例佔 67%，平價住宅戶為 33%。



圖 46 臺北市興隆公宅 1 區鳥瞰圖與大樓內部陳設

興隆公宅 1 區之統包工程於 2013 年 1 月 31 日決標，2013 年 9 月 17 日核發建造執照，另為提供安全且住的安心之公共住宅，該案已取得耐震設計標章及候選綠建築證書，後續於完工後將取得耐震標

章、綠建築銀級標章及智慧建築合格級標章，全案於 2015 年 5 月竣工。

興隆公宅 1 區有兩棟大樓，自來水由管網流經總表送入地下室水池後，泵浦送至頂樓水塔，兩棟大樓各有 1 個水塔，再流經分表配送至各戶。共計 274 只分表、1 只 75mm 總表，其中用戶分表為 272 只 25mm 水表、公共水表 2 只，為 40mm、25mm 各 1 只，除了最高三層樓的用戶與公共水表（25 只水表）設置於頂樓水表室之外，其餘各層樓的水表（每層 8 只水表）皆設置於該層樓的管道間內。興隆公宅水表的配置與傳統大樓全部集中於頂樓的方式，稍有差異。

4.3 智慧水表與水質監測系統

為推動自來水直飲，北水處更規畫於新建公宅設置水質監測系統，以傳輸速率為 9600bps 的數據專線將水質訊號（濁度、餘氯、pH、導電度）回傳北水處監控中心，因此未來公宅的 AMR 除了利用無線傳輸，亦可透過既有專線傳送水表流量訊號。若大樓水表設置位於各樓層管道間，受限於樓版與壁體阻隔，無線訊號難以穿透多層 RC 版，不易實現「無線集抄」，此時將採用「有線集抄」方式，串線銜接各只水表，統一收集各樓層水表訊號至數個集中器（Concentrator），匯流至控制器（Controller）後再將所有分表的訊號無線回傳或介接水質系統專線回傳。興隆公宅即為適用有線集抄的場合，系統概略圖詳圖 47。因總表表位無預留管路至管道間，故單獨將其流量與水壓以 3G 通訊方式無線回傳。

若興隆公宅使用既有水質專線回傳，AMR 亦須使用相同的通訊協定（Protocol）以避免訊號溝通不良，除非有其他可靠的技術，否則 AMR 有線傳輸之首選方案將採用工業控制界常用的標準：通訊協定為 Modbus、線材介面實體規格為 RS485。水表部分則採用本體具有電子輸出功能的水表為首選，或水表加掛 MIU（Meter Interface Unit）方式輸出訊號者亦可，精度等級可為 B 或 C 級。由於這些水表仍是北水處向用戶收費用的度量衡器，因此皆須具有型式認證。經考

量興隆公宅現場表位配置與國內可用之電子水表之匹配性，北水處採用臺灣生產的 A 廠牌的電子式 C 級 Muti-jet 水表與傳輸設備建置 AMR。

興隆公宅採用 Modbus/RS485 傳輸方式，每隔 4 層樓設置 1 只集中器，因為訊號集中器必須外加直流電方能運作，故於管道間之電源插座安裝 AC 轉 DC 之轉換器 (Adapter)，取電供給集中器使用，由於水表本身即內建鋰電池，可供 8 年計量與訊號輸出，故插座電源僅供應傳輸訊號之用，並非用來驅動水表計量，耗電量極低。為了確保傳輸訊號不受雜訊干擾，有線集抄的傳輸線採用 22 AWG 四芯帶隔離線，並以 1.5 英吋金屬材質之 EMT 管保護，收集多條傳輸線後穿越樓板與他層樓訊號線銜接，單棟大樓水表之訊號線以四個集中器分別收集後，最終匯入控制器，再傳入水質系統的可編程邏輯控制器 (PLC)，完成介接。為了增加傳輸備援，另外將控制器銜接至無線傳輸模組，如果水質系統專線斷線，則可透過無線 3G 單獨將用戶分表直接回傳至北水處。

大樓外側的總表原本亦可多加一條四芯傳輸線，收納進入集中器，走有線集抄的方式進行訊號傳輸，然而國宅設計之初未預留孔洞，無法穿線，故僅能採用無線傳輸，又因大表箱無電源插座，故無線傳輸模組需使用電池供電，除了模組內建電池之外，更加掛電池包，總傳輸次數可達 7 萬次以上，若每小時傳輸一次，則可使用 8 年，傳輸方式採用 3G，插入月費 60 元之 SIM 卡，透過電信業者基地台轉拋訊號封包至北水處，每個訊號封包內含過去 1 小時內每分鐘的流量與水壓。總表同樣內建鋰電池，可自力供電計量 8 年以上，傳輸模組電池包僅作為訊號傳輸之用。

採用有線集抄的分表群，因透過 Modbus 的協定傳輸訊號，係輪流擷取 274 個水表的訊號，大約 20 分鐘一輪，因此，分表群的表計值擷取頻率為每 20 分鐘 1 筆紀錄，對於水量計費的需求而言，這樣的訊號擷取頻率甚為足夠。若需要對水表進行高密度訊號擷取，研究用戶短時行為的用水模式，例如了解短暫水龍頭啟閉的流量變化情

況，則需提高擷取頻率，例如以每 10 秒鐘擷取一筆，此時可個別安裝水表記錄器，增加取樣頻率，即能達成研究目的。

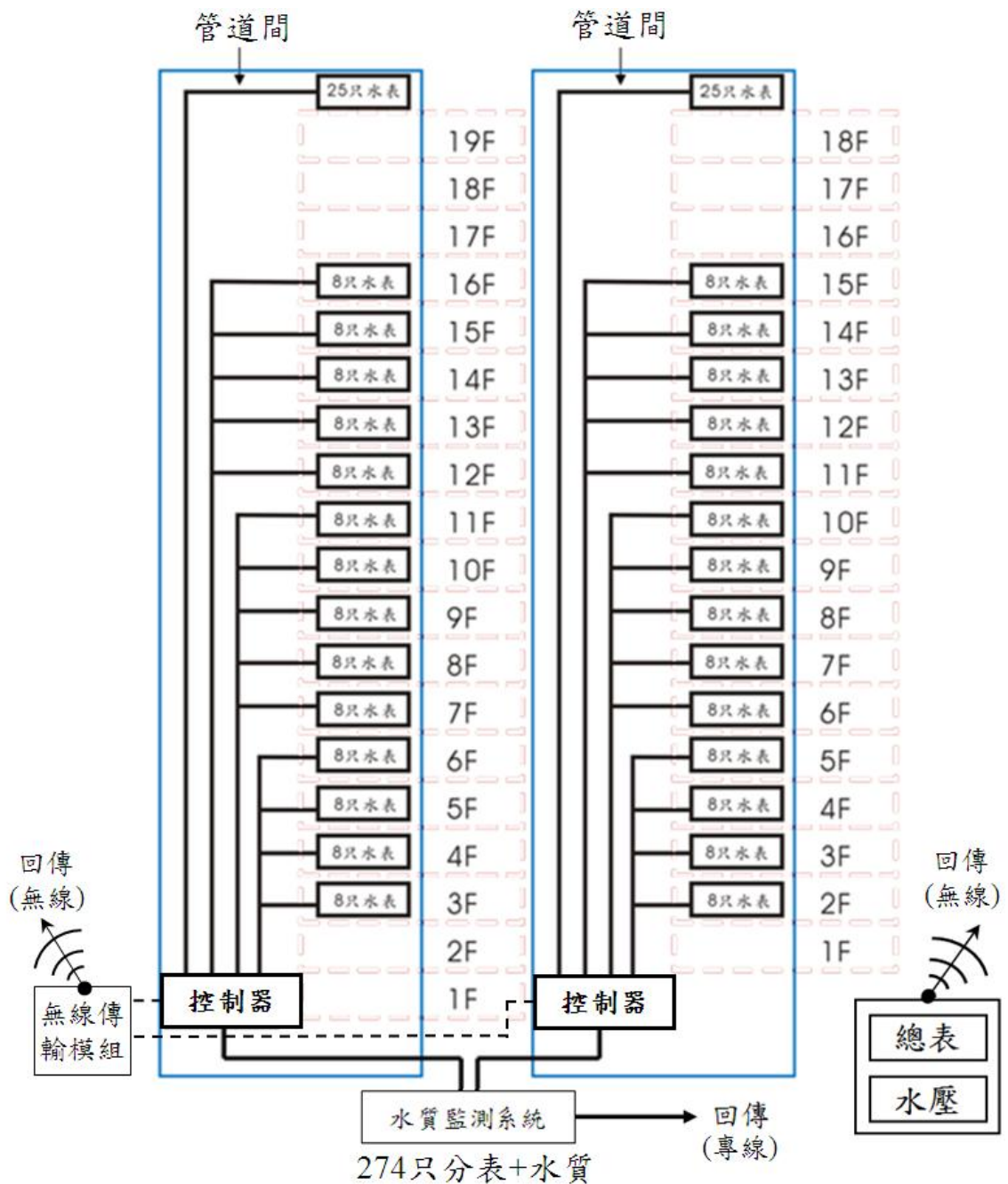


圖 47 興隆公宅 1 區水表集抄與回傳概略圖

興隆公宅的水質偵測儀器共有 4 種，分別可偵測自來水之濁度、餘氯、pH、導電度，將 4 種儀器捆束一起為 1 套儀器組。為了瞭解

地下蓄水池及 A、B 兩棟頂樓水塔等 3 處儲水設施的水質，一共設置了 3 套儀器組。由於水質儀器必須有流動的活水，才能量測某些水質參數，故量測方法採用引流管，將兩棟頂樓水塔的自來水利用重力引流至 B2 水質儀器箱，並於總表後方以管中水壓直接引流取得進入地下蓄水池的自來水，分別流經儀器箱內的 3 套儀器組，量測完畢後的自來水，再以回流管排放至地下蓄水池，不至於浪費自來水。儀器測得水質狀況後，以 4~20mA 訊號輸出，送入防災中心的通訊設備箱，由 PLC 匯集水表訊號，再以數據機回傳至北水處。



圖 48 興隆公宅頂樓水表室之管路配置與水表安裝有線集抄

水質訊號的擷取頻率為每分鐘 1 筆，比起 274 只分表以每 20 分鐘擷取 1 筆的方式，取樣頻率更為密集。興隆公宅的水質訊號走數據專線通道，屬於即時 (Real time) 訊號，而總表與水壓因為走無線傳輸，為了節省電池電力，設定為每小時傳送 1 個封包，雖然每個封包

內含過去 1 小時內的每分鐘數據，但仍有時間上的延遲，並不屬於即時訊號，不過，以這樣的資料傳輸方式，已能滿足管理與計費上的需求。

建置興隆公宅的水質系統費用為 100 萬，採購 C 級電子水表（含有線/無線傳輸配件）約 90 萬，相關軟體 10 萬元，合計 200 萬，若不升級 AMR，原採用 B 級機械表僅需 30 萬，因此興隆公宅的升級費用為 170 萬元。由於水表受到度量衡相關法規之規定，即便水表尚未損壞，仍須每 8 年汰換一次，因此其中 90 萬元的 C 級電子表與配件，每 8 年就要再投資一次。此外，電信業者收取的傳輸費用約每月 860 元，包含總表、分表 SIM 卡每月各 60 元、水質數據專線的月費 740 元。因此建置智慧水表、水質系統的代價十分昂貴。目前北水處僅於北市府的公營住宅設置 AMR，免費提供智慧住宅的用水服務，至於其餘民間建案，以「使用者付費」的方式推動設置 AMR，若民眾或建商有意願才安裝設置。至於水質監測設備，則由北水處整體考量，若申請 AMR 建案地點符合管網水質監測設置效益，配合相關優惠措施，主動詢問該智慧建築同意設置水質監測點意願，經該建築同意後，由北水處負擔費用配合安裝水質監測設備。若不符管網水質監測網配置考量，而民眾或建商仍有意願安裝水質監測之個案，則以「使用者付費」的方式設置。

由於現場環境因素與市面軟硬體選擇有限，難以覓得全套式的解決方案，嚴格來說，興隆公宅的水質監測、分表有線集抄、總表無線傳輸屬於 3 套不同的系統拼裝而成。雖然建置後訊號皆可完整回傳至北水處，但因彼此硬體設備規格稍有差異，訊號的介接必須考量其穩定性，更要顧及彼此的通訊協定，方能順利回傳。北水處接收端也要建立資料庫並統一數據之儲存格式，以妥善資料管理與倉儲，爾後之數據增值運用、提供民眾查詢、數據挖掘、線上分析...等等才有揮灑空間，昂貴的 AMR 才值得建置。

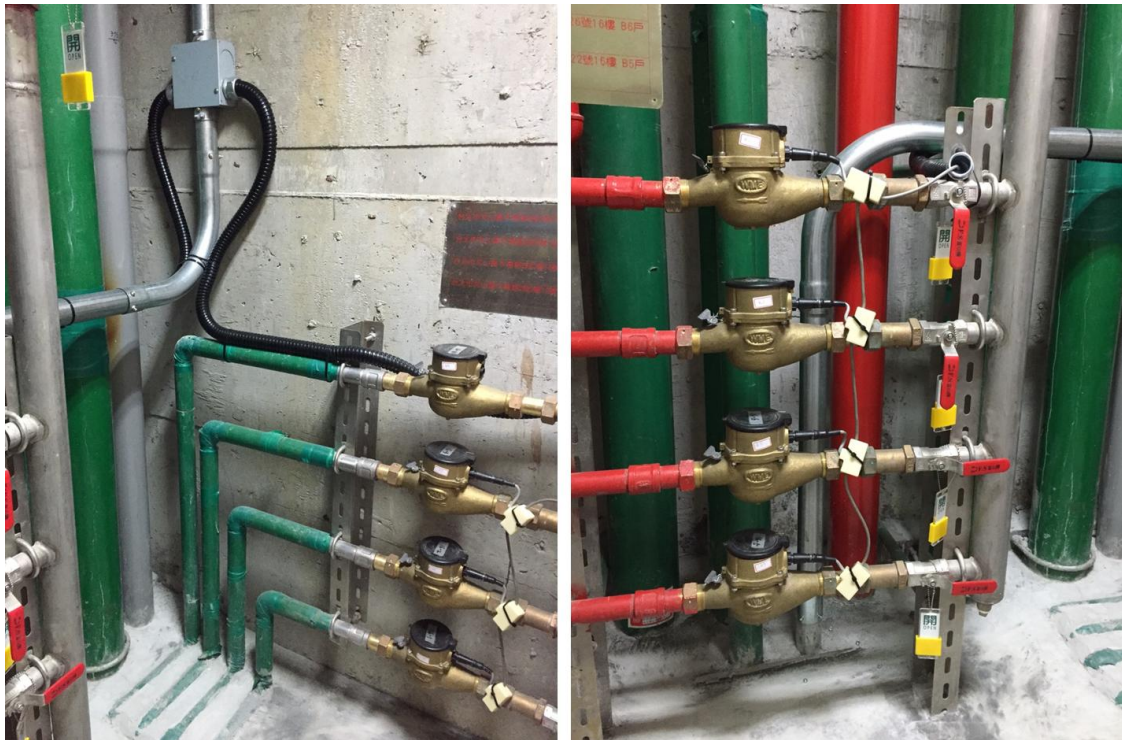


圖 49 興隆公宅各層樓管道間水表管路配置與有線集抄



圖 50 水質系統通訊設備箱設置於興隆公宅 1F 防災中心

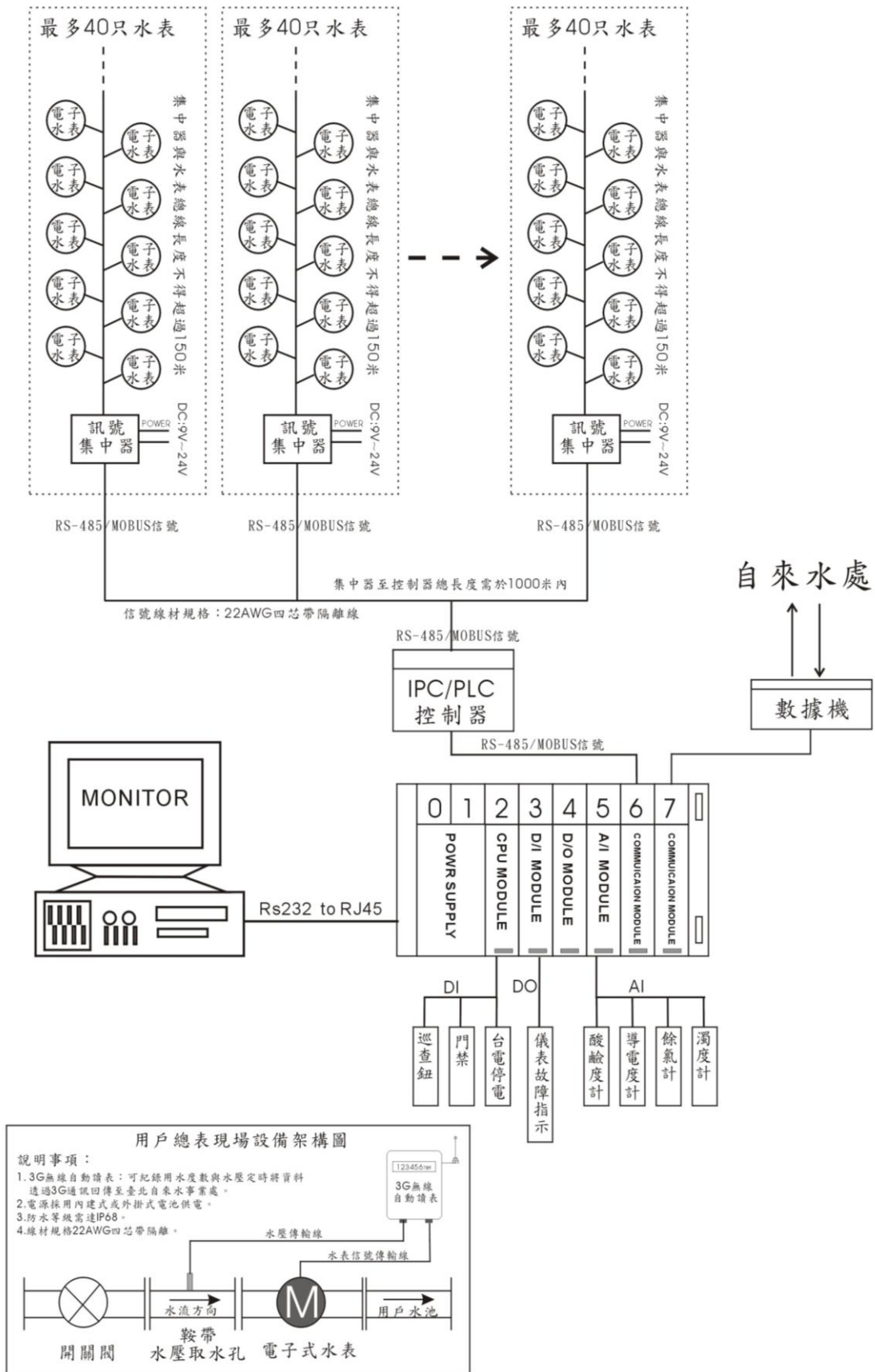


圖 51 興隆公宅水表無線傳輸/有線集抄介接水質系統架構圖

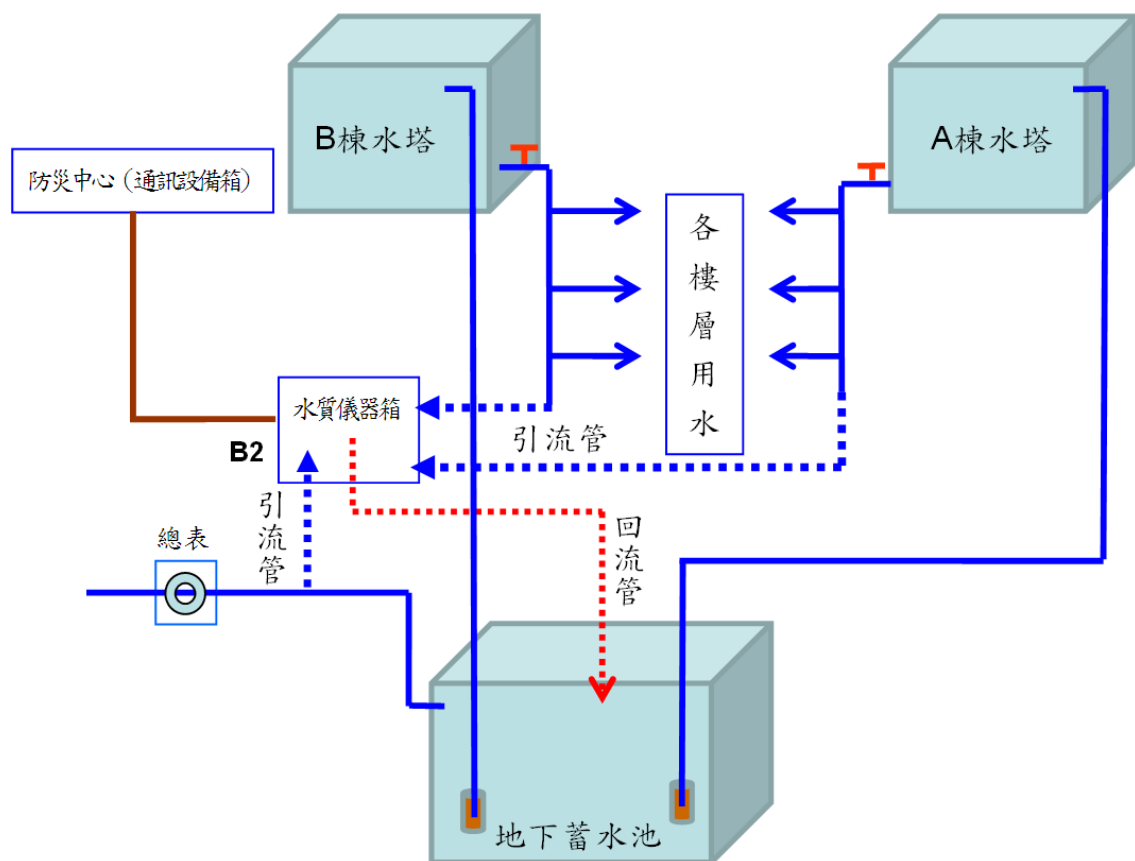


圖 52 水質監測設備與取水管線佈設示意圖

4.4 AMR 數據之加值運用

使用智慧水表的目的是在於擷取遠端訊息遂行管理，成功的 AMR 不在於硬體有多先進，而是在於如何妥善運用取得的數據，讓 AMR 的效益最大化。數據之運用，除了國際間常用來取代人工抄表、察覺內線漏水等基本功用之外，尚有其他特殊運用方式，各國的方法係因地制宜，並沒有一定的模式，主要取決於自來水事業欲解決的問題，於文獻回顧章節已稍作介紹。本節基於興隆公宅特性與北水處水表管理目的，介紹 AMR 數據之加值運用。而這些數據運用方式僅是現階段推動中的做法，隨著未來管理需求的改變，新的加值運用方式也會逐漸浮現。

4.4.1 資料交換格式

由於各廠牌水表、水質儀器的水量、水質訊號的數據格式不一，所回傳的資料也有所差異，因為原始數據是不相同的，無法直接放在一起使用。因此興隆公宅的 AMR 系統於北水處後端定義一個標準的 XML 資料交換格式，詳圖 53 所示，透過數據專線回傳的水質訊號先以主機接收 Raw Data，然後再以一個接收轉換程式將訊號轉成標準 XML 格式，而水表的訊號同樣以另一個接收轉換程式轉存成 XML，這兩類訊號便可利用整合閘道程式彙整並存到同一個 SQL 資料庫，以供後續加值運用。例如圖 53 紅色的存取路徑，便是取出 SQL 資料以網頁程式解析後，透過 8080 Port 讓外部民眾以網頁讀取水量、水壓、水質等資訊。

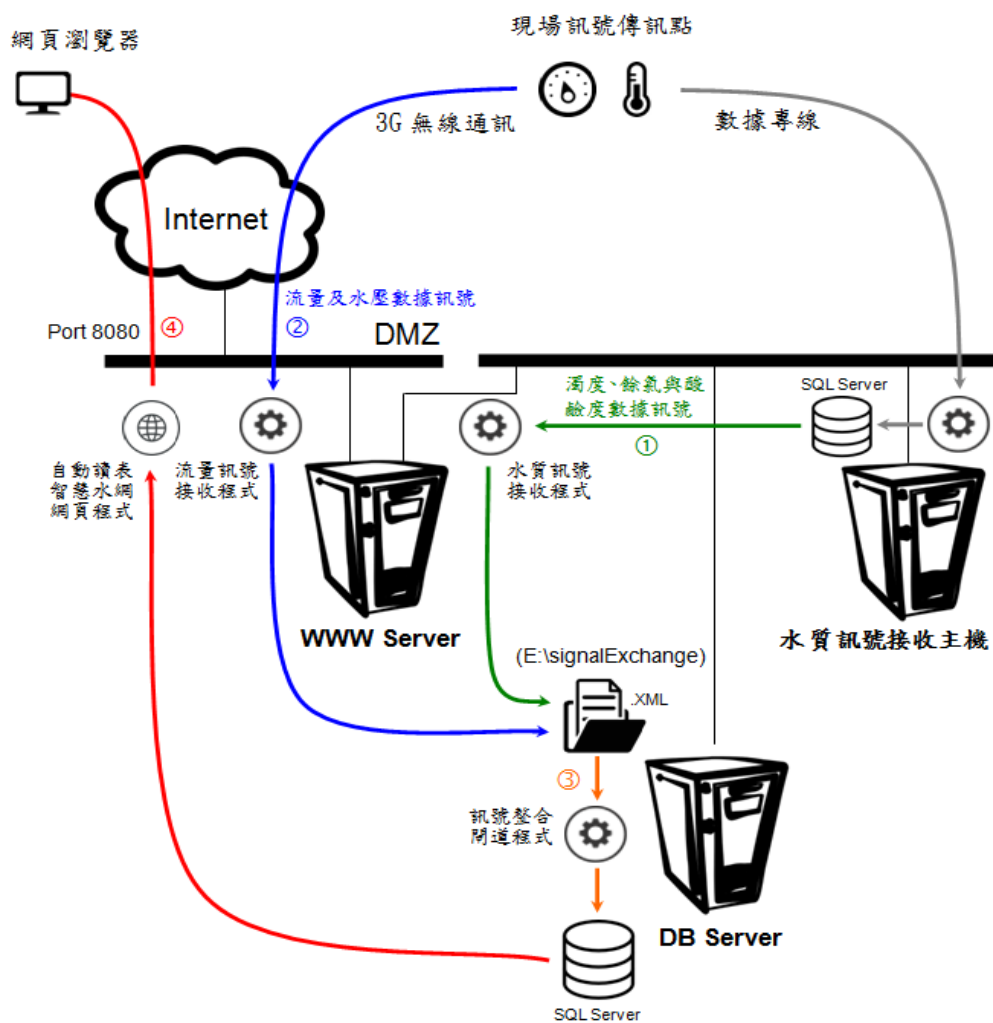


圖 53 興隆公宅資料交換方式

對於市面上不斷推陳出新的各式儀器與硬體設備，訊號輸出格式迥異，由於北水處只是使用者（User），並無法介入業界制定其輸出資料格式，硬體製造商彼此也難以統一其規格與輸出。在國外，均是由市佔率高的廠牌成為通用標準，自來水事業機構指定單一規格或廠牌進行採購，並全盤接受其格式。但國內受採購法限制，不可指定產品規格以免綁標，因此北水處退而求其次，於後端設定標準交換格式，便可妥善運用各廠牌訊號，將是實務上可行的方式，並且一勞永逸解決訊號不相容的問題。

4.4.2 用戶查詢軟體

北水處完成興隆公宅現場水表、水質儀器架設，並訂定統一後端 XML 資料交換格式後，便可開始一系列資料加值運用。第一個製作的軟體為水量水質查詢網頁，由於不需要高深的數據分析演算法，僅需至彙整後的 SQL 資料庫擷取資料，因此開發本網頁最為簡易且迅速，入口網頁如圖 54 所示，除了架設硬體完成，已經有訊號回傳的興隆公宅之外，北水處亦預留 2018 年將完竣之公宅三處，並將 2015 年底完成建置之 100 只大用戶水表 AMR 的查詢入口整合至本網頁。



圖 54 公共住宅暨大用戶表水質水量查詢網頁入口

該查詢網頁可設定不同權限，北水處管理人員可以看到全部訊

號，而公宅用戶只能看到自己的水量以及大樓水塔水質狀況，管委會能看到的資訊則稍多，包含全體用戶水表通訊是否中斷狀態、水池、水塔、總表、公共水表訊號等。



圖 55 興隆公宅水質水量查詢列表

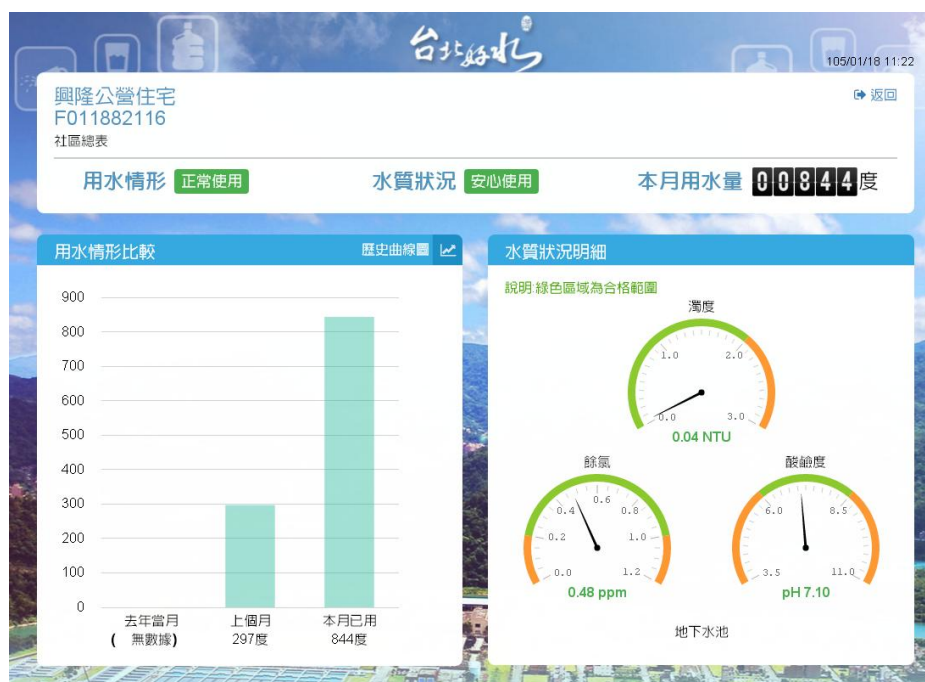


圖 56 興隆公宅總表本月、上月水量與線上水質狀況

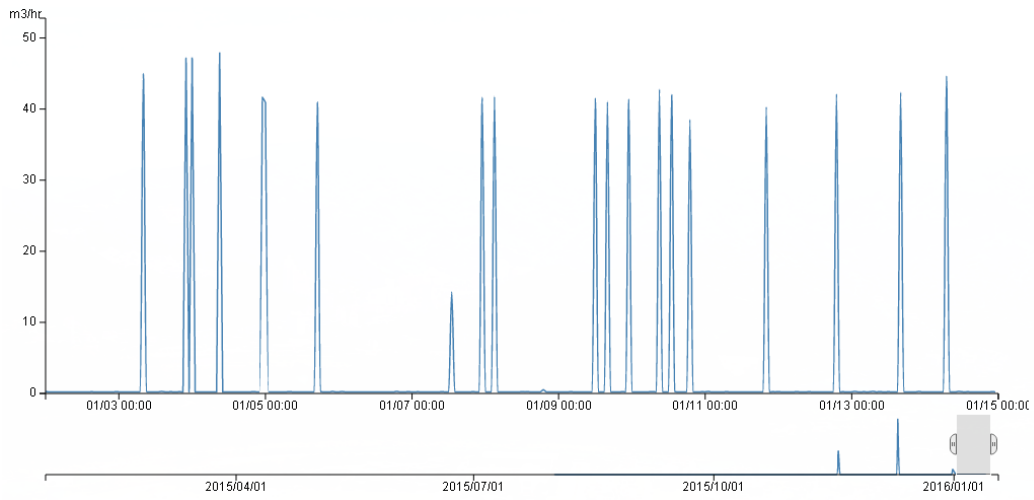


圖 57 興隆公宅總表瞬間流量趨勢線

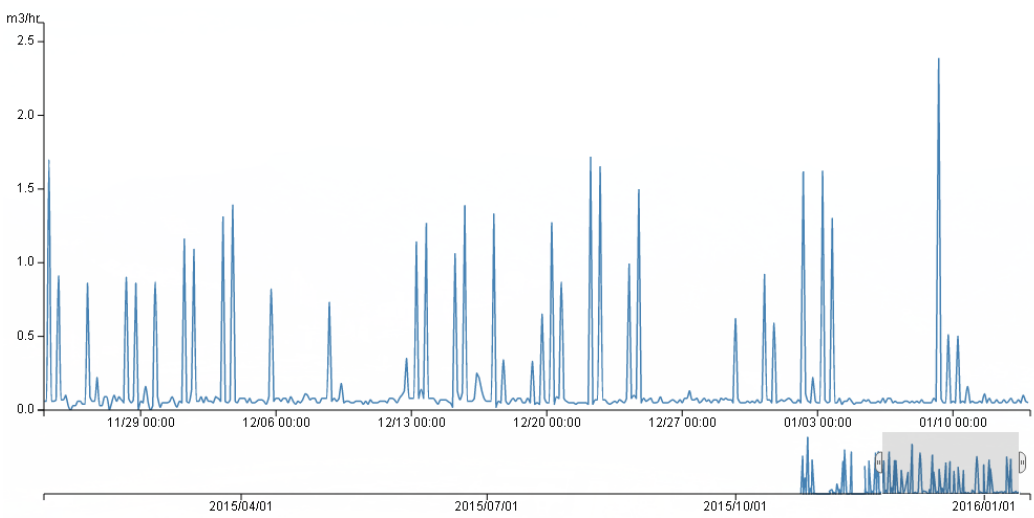


圖 58 興隆公宅公共水表瞬間流量趨勢線

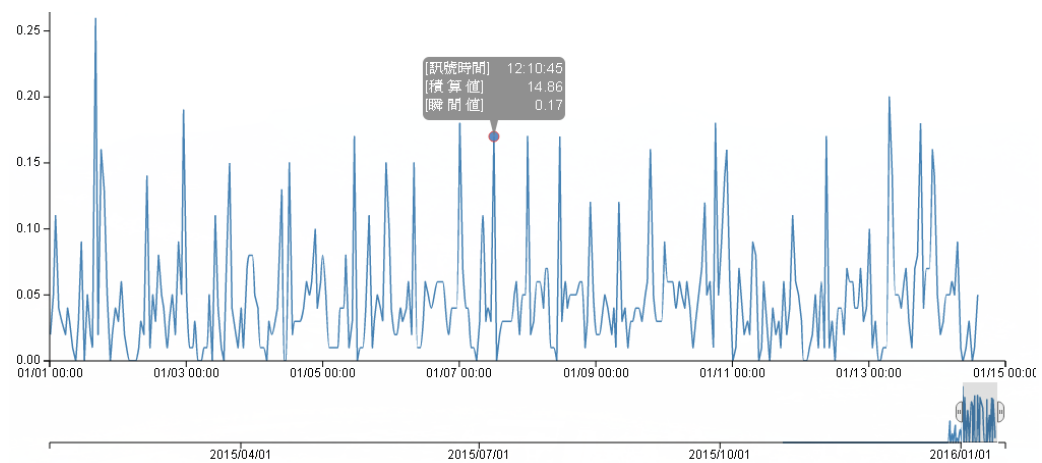


圖 59 興隆公宅某戶分表瞬間流量與游標查詢顯示視窗

4.4.3 其他加值服務

對於所回傳的即時訊息，如果僅是簡單地提供民眾或北水處查詢，不帶智能演算，未免也太浪費 AMR 的功能了。只要在後端軟體多加一些判斷準則，當回傳訊息超過門檻值，並持續一段時間，則軟體可推論發生異常事件，並發出警報。例如圖 60 所示，上圖用戶用水瞬間流量圖中有一個持續性的小流量，隱藏於正常用水訊號之下，如果持續性小流量不曾停歇，則為內線滲漏或馬桶浮球閥閉合不良的顯著特徵，軟體可設定持續 1 星期即視為超過異常門檻值，即於網頁中顯示警報，告知用戶及早修復。

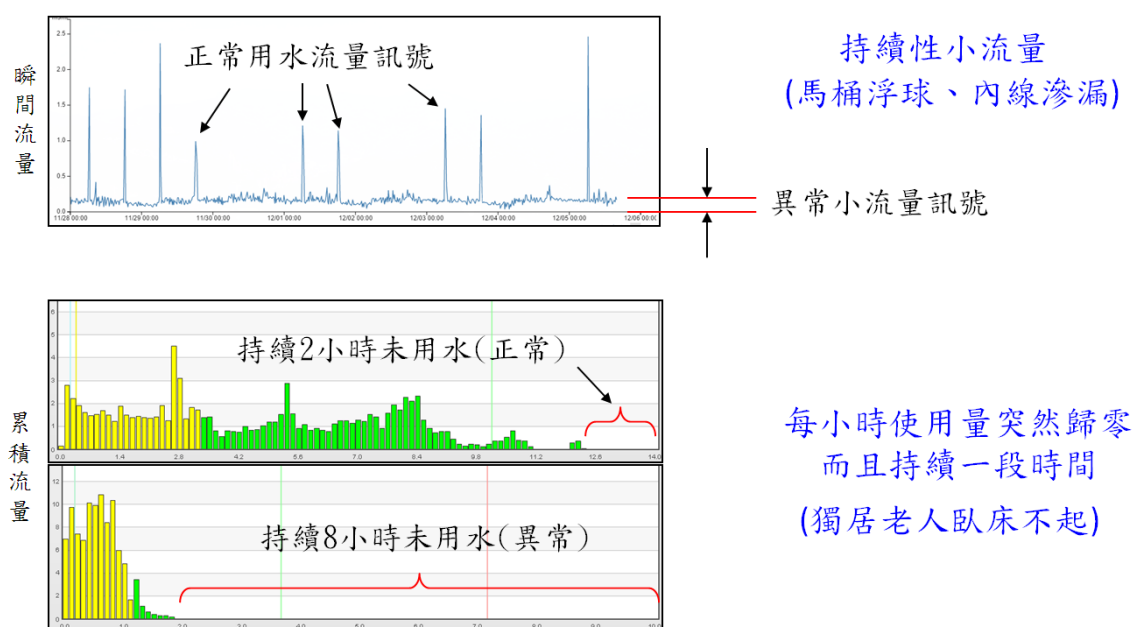


圖 60 運用 AMR 數據提供異常警報與居家照護

此外對於特殊用戶，如行動不方便人士、獨居老人等用戶，則可加掛另一只程式，判斷持續用水或持續不用水的時間延時，圖 60 下圖所示，當日間連續超過 8 小時水表無流量訊號，程式即判斷超過異常門檻，代表獨居者許久未用水，可能已經臥床不起，此時系統程式將以 APP 推播、或發簡訊給家人及管委會，以儘速登門拜訪，避免獨居者意外發生。

這類的智能推論程式將先於興隆公宅 AMR 系統內進行測試。由

於門檻值的設定將直接影響軟體智能判斷的品質，過度嚴謹的門檻將導致警報頻頻發報，太鬆的門檻卻又無預警作用，因此必須以試誤法進行門檻閾值的調整，直到警報穩定正確後才能直接應用到民眾端。

4.4.4 取代人工抄表

由於用戶端的水表為法定度量衡器，為了確保公平交易，政府的法令十分嚴格，已於第三章說明，除了水表有型式認證、檢定的法規，而且中央標準局每年定期對水表進行抽測。因此民眾與自來水事業都對水表表頭顯示數據具有一定的信心，為唯一的收費依據。然而安裝 AMR 系統之後，除了原有的表頭值，還會出現回傳的 AMR 值，如果兩個數值不吻合，將產生混淆，無法以 AMR 取代人工抄表，甚至產生計費糾紛。畢竟目前所有的認證、法規都是針對水表本身，AMR 數值必須與表頭值完全一致才可。

為了確保興隆公共住宅 AMR 的投資能夠發揮最基本的功能：「取代人工抄表」，北水處特別進行現場表頭值與 AMR 值的比對，如圖 61 所示，隨機抽樣兩只分表，現場水表表頭指針值的確與 AMR 於圖台呈現數值一致。係因興隆公宅的 AMR 直接擷取表頭數據訊號，並非擷取脈衝再累加換算成度數，即便水表已經安裝使用超過 3 個月，AMR 值仍無數據「飄移」的情況。證明 AMR 足以取代人工抄表。

事實上，在興隆公共住宅以人工抄表十分不便，因為水表分散在各樓層的管道間內，抄表員無法至一處抄見所有水表，與其他建物水表集中在頂樓的狀況差異很大。每期抄表時，必須先向管理員借鑰匙，逐層樓開啟管道間上鎖的防火鋼門，摸黑進入管道間開啟照明才能讀表。因此當確定 AMR 值與表頭值完全吻合後，北水處便停止耗時費力的抄表作業，改由水費帳務系統撈取 AMR 資料庫，直接出具帳單進行收費。而且由 AMR 資料庫撈取數據是同一刻的度數，不會如同人工逐一讀表有時間差的問題：由第 1 顆分表抄到最後 274 顆分表，可能已經耗費 1 小時，期間總表已經又運轉累進了許多度數，大樓總表度數與分表度數和的差額因此變大，而發生較高額的「總表分

攤」，民眾可能因此質疑水費問題。使用 AMR 將可避免上述困擾。

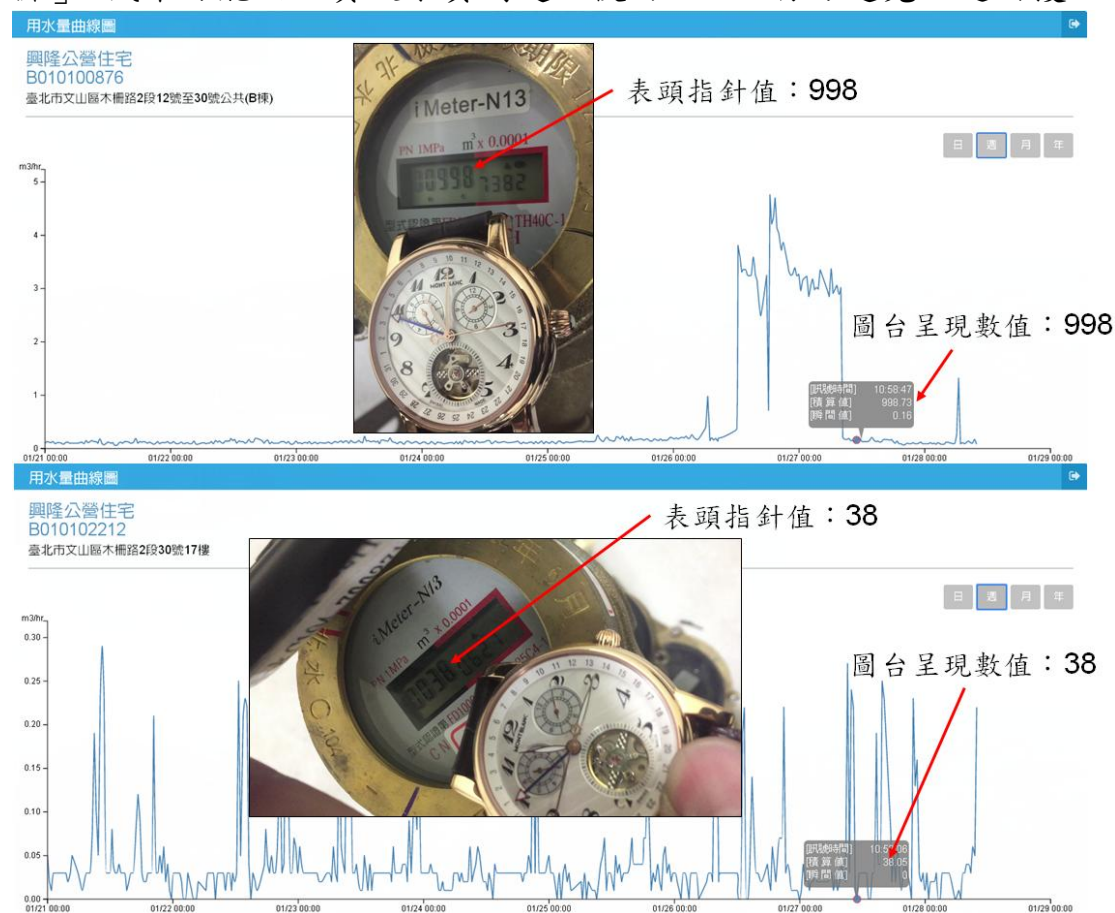


圖 61 現場表頭值與 AMR 值的比對

4.4.5 深度加值運用與分析

本小節擷取興隆公宅 2016 年 2 月 15 日~20 日的總表、分表流量、表前水壓、以及大樓內三處水質的 AMR 訊號為分析樣本，以探討大樓用水模式、周邊管網水壓、水質的變化趨勢，並研究公宅住民集體用水行為。探索除了前幾節所述 AMR 功能之外的其他水理應用模式與深度加值運用分析，以提供未來 AMR 額外開發其他應用軟體之參考。

一、總表流量、進水壓、餘氯趨勢

興隆公共住宅安裝於大樓進水點的 75mm 總表除了可瞭解大樓本身用水總量之外，亦可瞭解大樓取水對管網造成的影響，由表前設置的壓力計，能夠清楚的看出大表進水時水壓的下降情況。公宅因為設置了水質儀器，其中於進水管流入地下蓄水池前，也分流至水質儀

器，因此也可瞭解管網流入大樓的水質狀況。所以興隆公宅 AMR 可視為一處包含了用水量、水壓、水質參數的管網監控點。

由 AMR 下載的總表進水流量、表前水壓、餘氯等原始數據，詳圖 62 所示，並將各日數據疊合成圖 63，可發現總表進水時，表前水壓雖有下降，但水壓最多僅降低約 20%，不致降到 0，故無負壓進水發生汙染之虞。非進水時段的表前水壓，因不受進水洩壓干擾，可視為周邊管網水壓。大體上因泵站調度得宜，管網水壓均勻，凌晨原本會發生的壓力駝峰，操作人員以「減台」方式，於 2 至 6 時關閉 1 台水泵降低出水壓消除駝峰，除了 2/19 未執行減台，其餘天數減台操控痕跡明顯。但每日 6 時壓力飆高，或許減台時間應延長至 6:30，才能消弭超額水壓。

由圖 62 的第一張圖觀察到每日凌晨至上午總表進水頻率較低，有明顯的稀疏區間，似乎導致外線進水餘氯呈現衰退的趨勢（詳圖 62 的第三張圖）。興隆公宅外線為 16m 的 100mm 鑄鐵管，為專線供應（詳圖 64），配水管延伸至木柵路口更長達 60m，如果總表不進水，則該段管線的自來水將形成滯留狀態，餘氯濃度逐漸衰減。由於興隆公宅外線與周遭管網均於 2013 年下半年新設，管壁狀態較新，無生物瘤大量消耗餘氯的問題，應為「水體反應 (Bulk Reaction)」消耗為主，再加上少許管壁生物膜的「管壁反應 (Wall Reaction)」。

一般而言，餘氯的衰退反應為 1 級反應 (First Order Reaction)，亦即餘氯濃度為指數遞減。茲挑選其中四天，其衰退曲線較長、比較容易進行曲線擬合 (Curve Fitting)，如圖 65 所示，所擬合出的曲線為以 e 為底的指數方程式，其指數項就是反應係數 (Coefficient of Reaction) K 值，約介於 $-0.665 \sim -0.429 \text{ day}^{-1}$ 之間，平均值為 -0.54 day^{-1} 。有別於實驗室杯瓶試驗，此為利用 AMR 取得現場局部水質參數的方法，但必須注意，每個地點可能因為管壁狀態不同，對於老舊、生物瘤增長嚴重的管線 K 值將更大，餘氯衰退更快，可利用廣布的水質 AMR 數據進行差異分析，或許是未來另案研究方向。

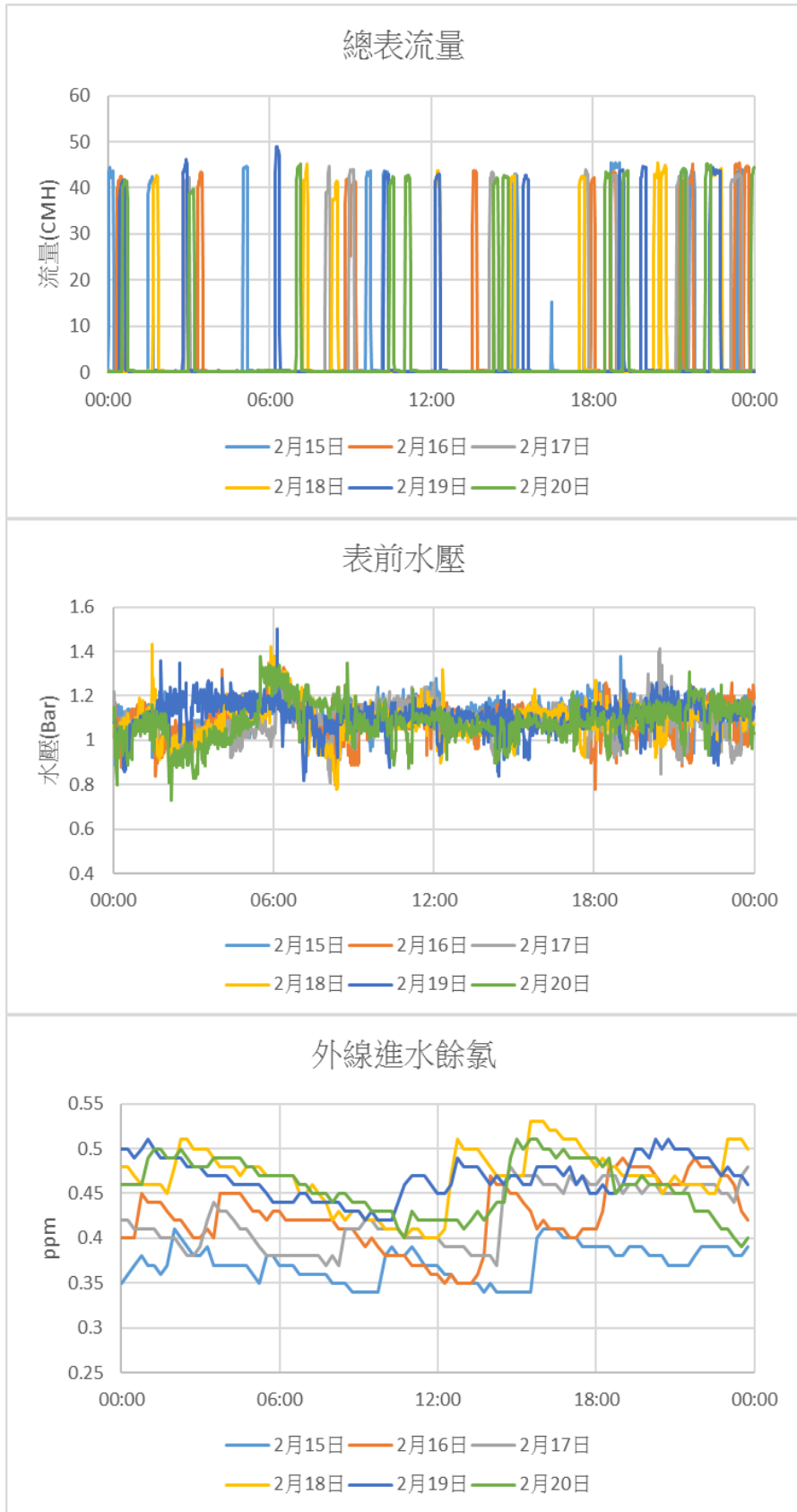


圖 62 興隆公宅總表與設置於總表前後儀器所取得之原始數據



圖 63 流量、水壓、餘氯套疊趨勢圖

由圖 66 可發現，當自來水進入地下水池再打到頂樓水塔之後，餘氯在儲存與泵送的過程消耗約 0.05~0.10 ppm。而且因為頂樓水塔的蓄水為隨時使用、補充，其餘氯變化趨勢並不明顯，即便凌晨期間用戶用水少，兩棟水塔的餘氯也不見大幅下滑，顯然啟動補水泵的設定水位值範圍較小，頂樓水塔水位稍有下降就啟動水泵，注入來自地下水池的新鮮水，混合後使得頂樓水塔餘氯濃度始終維持穩定，滯留時間遠比外線更短，餘氯濃度皆維持在國家標準 0.2 ppm 以上。

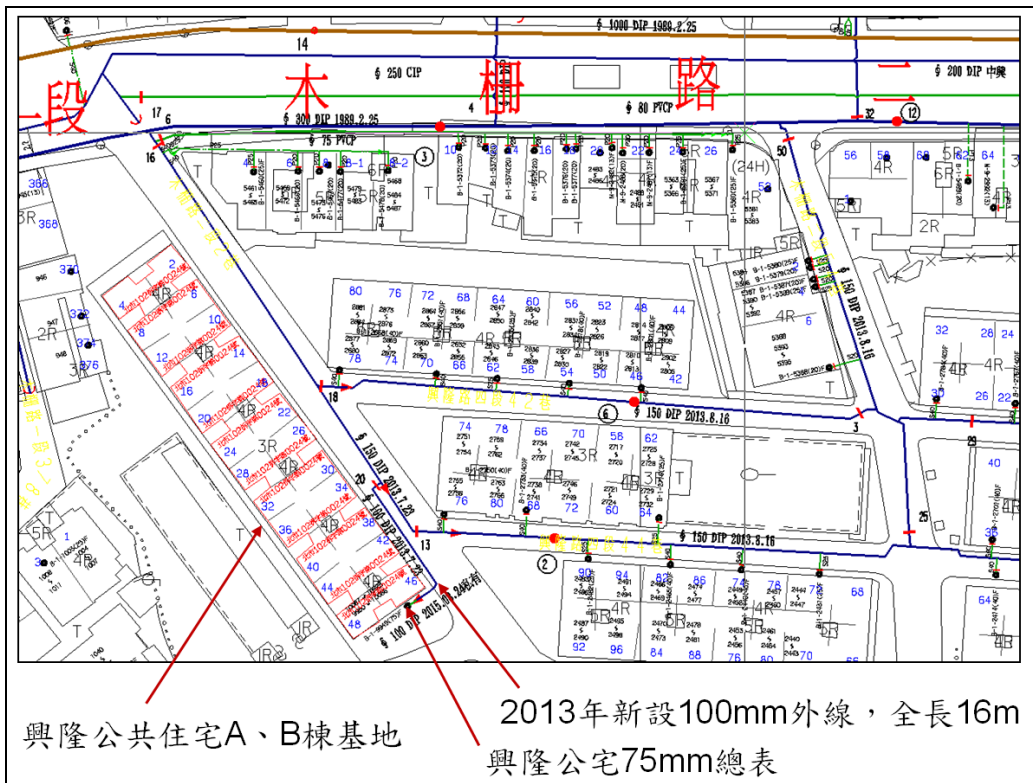


圖 64 興隆公宅外線與周邊管網，總表不進水時滯留水餘氯明顯衰退



圖 65 以曲線擬合求取表前滯留水餘氯衰退模式之反應係數 K 值

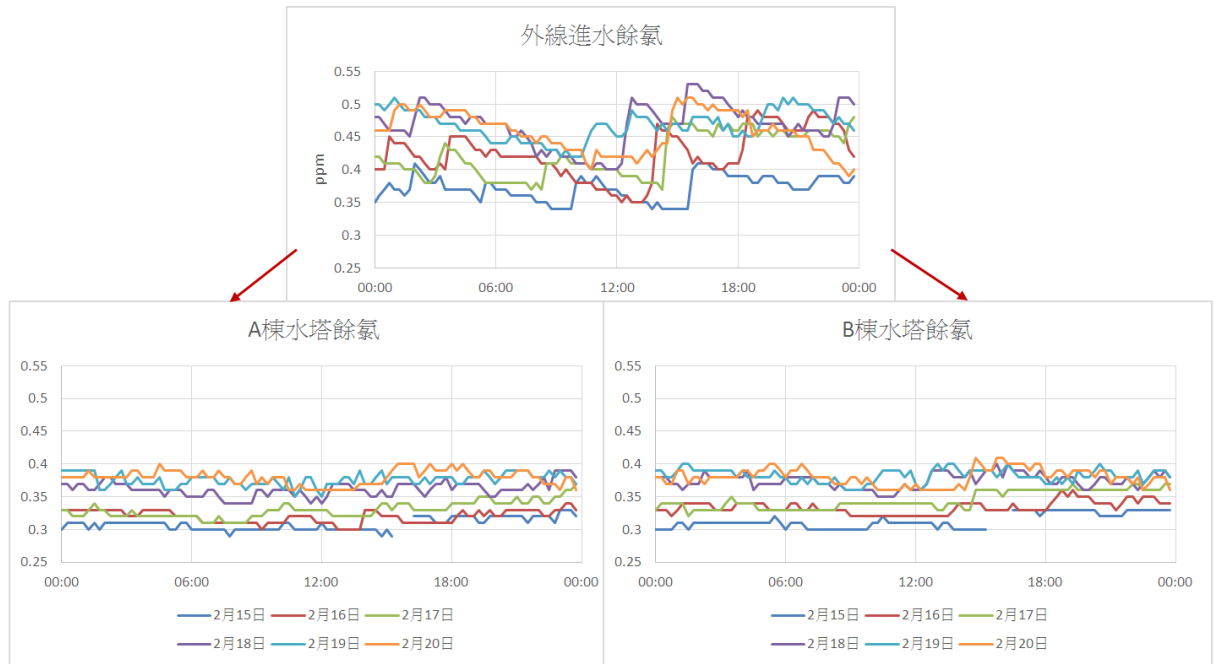


圖 66 進水餘氯與 AB 兩棟水塔餘氯比較

二、A、B 棟分表累計度數、流量趨勢

將 AMR 每一只分表的累計度數曲線套繪製在同一張圖中，可分別繪製 A、B 兩棟的「分表累計度數」趨勢圖，詳圖 67 所示。在 2/15～2/20 六日內每個表都逐漸累積用量，A 棟總累計 226 噸、B 棟為 338 噸，但斜率彼此有差異，代表累積用量速度不同。大部分的水表斜率偏低，6 天使用不到 4 度，按此斜率推算 1 個月僅累計 20 度，屬於小用量，其中 A 棟小用量的用戶佔了全部用戶的 93%，共 128 戶，而 B 棟的小用量用戶比 A 棟稍微少一些，也高達 82%，共 112 戶。這些高比例的用水小戶不受水費調漲的影響，水價與調漲前一致，但興隆公宅的比例遠高於整個供水轄區，整個北水處才約六成不受水價調漲的影響，興隆公宅卻高達八成以上，可明顯看出公宅住民以小家庭為主，屬於用水量較少的分表用量。其中 A、B 棟每月低於 1 噸的微量用戶比例甚高，甚至各有 6 戶似乎是無人居住的空屋，AMR 的 6 日內紀錄為零用水狀態。

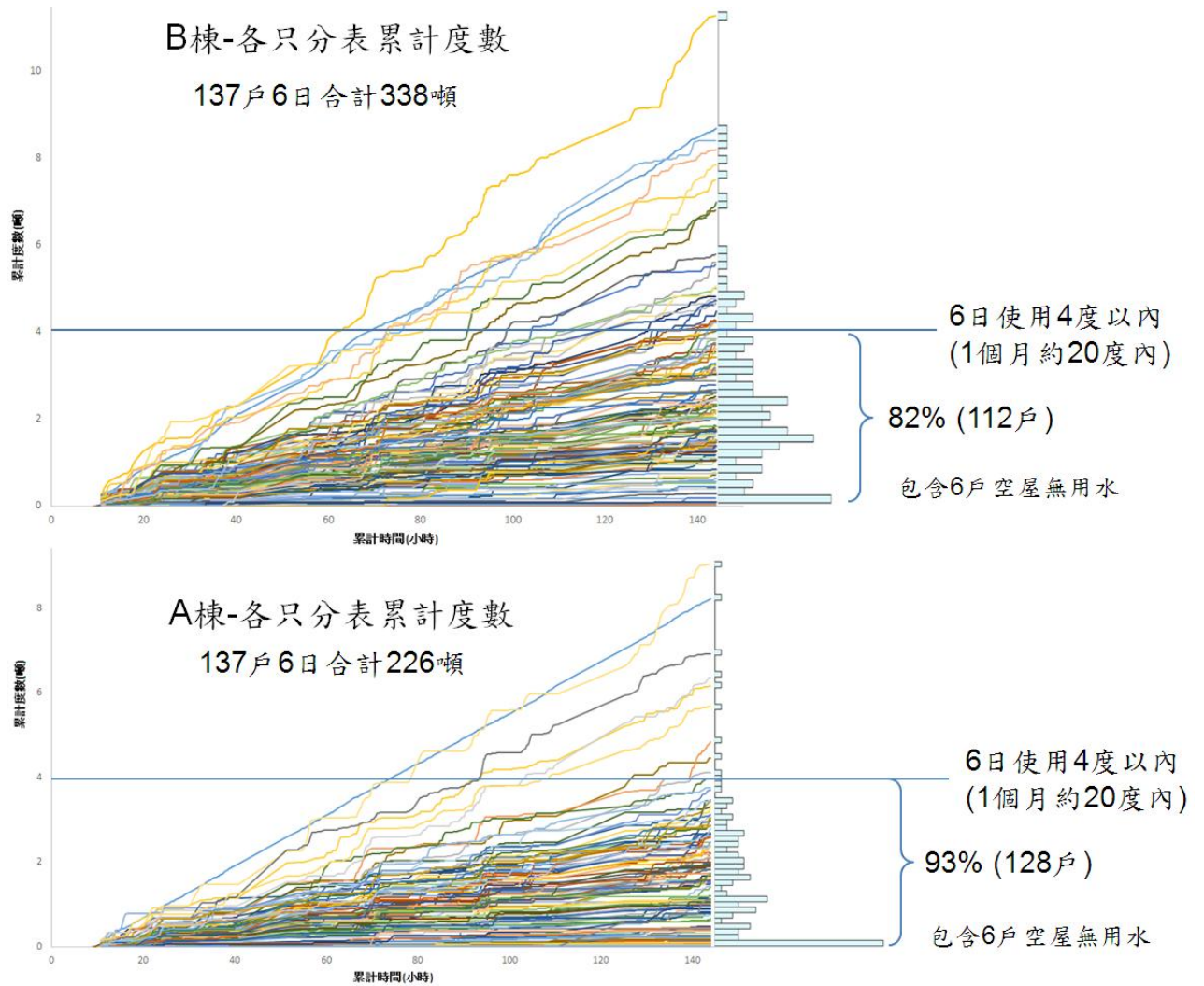


圖 67 興隆公宅 A、B 棟各只分表累計度數曲線與分布

此外，「分表累計度數」趨勢圖的合理曲線應該為曲折向右上增長的線段，如果線段無任何「曲折」而是一路向右上，則代表用水不曾間斷，可能表後漏水所致。例如圖 67 中 A 棟有一條線即無曲折，此為 A 棟公共水栓，其累計用水甚至排名第二位，6 日累計度數高達 8 噸，A 棟公共廁所或灑水澆灌設備恐有漏水之虞。

如果將每個水表的用水量相加並除上取樣時間間距，將可得到「流量疊合曲線」，按 A、B 兩棟水表各別相加得到各棟流量疊合曲線，兩者再相加便得到興隆公宅整體疊合流量曲線，詳圖 68 所示。「流量疊合曲線」代表該棟整體用水流量模式，也反映頂樓水塔的出流量，可明顯觀察到 A、B 兩棟的瞬間流量模式不太一樣，A 棟凌晨

0:00 至 6:00 流量較小，而且於 4:00~6:00 之間甚至發生「觸底」的用水空窗期，顯示住民已經入睡。相較之下，B 棟這段期間的流量較大，代表 B 棟許多住民的作息屬於較晚睡的「夜貓族」。此外，於日間上班時段 9:00 至 17:00 期間，A 棟流量也比較小，代表住民外出工作不在家的比例高，而 B 棟卻仍有較大的日間流量，似乎顯示 B 棟的住民有較高比例是不用上班而長時待在家裡。A 棟的上班日（2/15~2/19）與假日（2/20 圖中橘色曲線）之流量模式差異很大，而 B 棟兩者幾乎一致，上班族用水模式假日與平日差異大，而窩居在家者則無差異。因此比較 A、B 兩棟的流量模式，可推論 A 棟以普通上班族居多，作息正常。而 B 棟則有較多不上班的老人與小孩，又有部分較為晚睡的年輕人，才導致流量模式與 A 棟有所差異。又因為 B 棟有較高比例住民不上班，待在家中用水，A 棟上班族的用水轉移到外面工作場所，因此 B 棟 6 日累計用量為 338 噸，遠高於 A 棟的 226 噸，硬是多了 49.6%。

將 AB 兩棟的流量曲線相加後將得到整個社區的整體流量。因為興隆公宅可視為大臺北住宅區的縮影，社區用水流量模式亦可作為北水處供水轄區整體直接表的用水樣態，尖離峰比例對於泵送供水之日常調度有一定的參考價值。由圖 68 下圖所示，興隆公宅的尖峰流量為平均流量的 2.56 倍，更是離峰的 15.78 倍，一般管網泵站出水量的調度不會超過這兩個數值，由於管網整體用水流量成分內還有總表的遲延進水，會稍微舒緩尖離峰的差異，因此興隆公宅的整體流量尖離峰的差距可視為最不利的狀況。

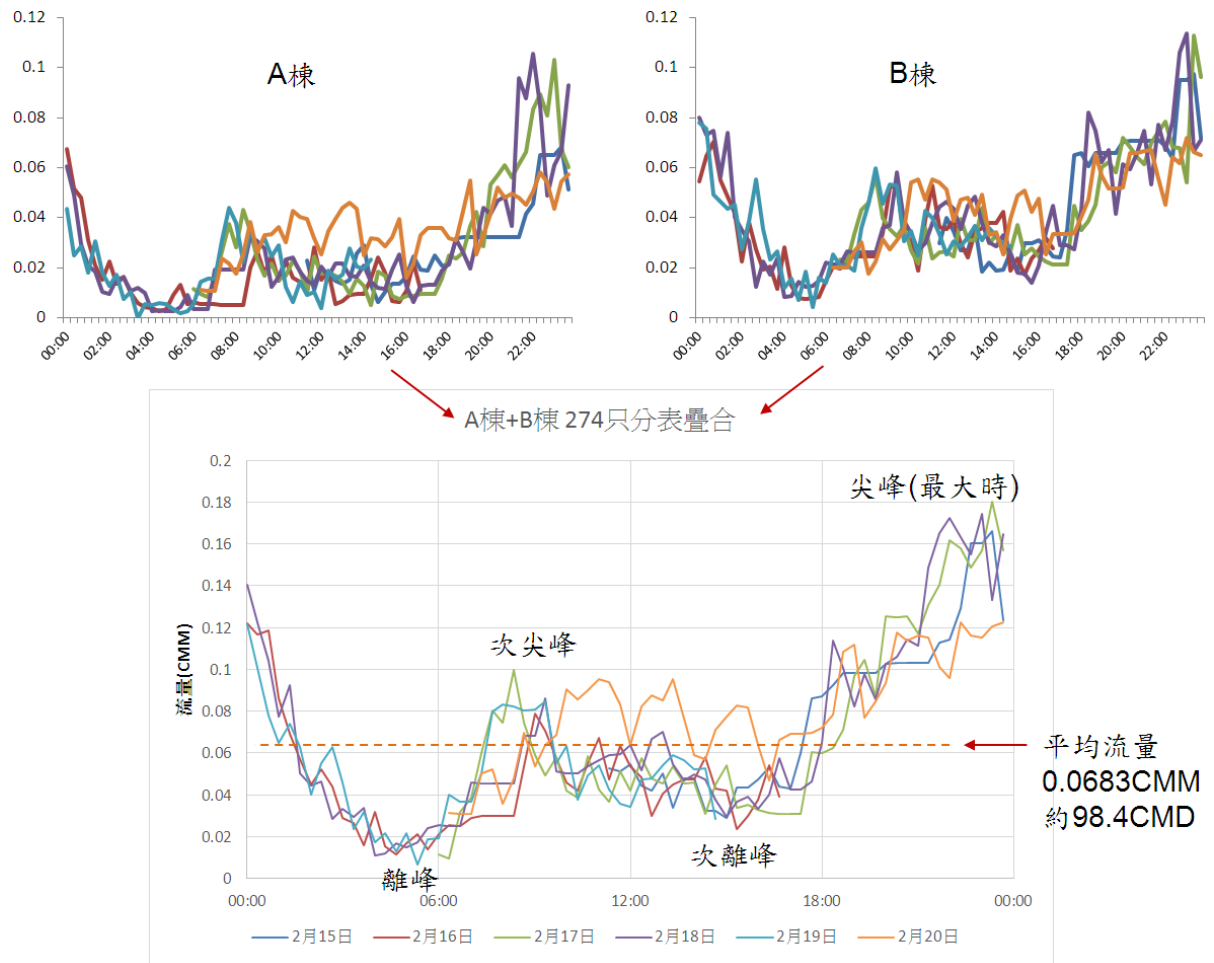


圖 68 興隆公宅 A、B 棟 274 只分表流量疊合曲線

三、A、B 棟分表用量頻度、用水設備識別分析

民眾的用水均透過用水設備，如欲了解某些用水設備耗用水量的比例，可藉由 AMR 固定時段內用水量數據繪製「用量頻譜」剖析。利用同樣的數據還可統計零用水（Zero Consumption）與非零用水的水表數量，了解水表「活躍」的程度。

圖 69 係利用 AMR 擷取 2 月 18 日興隆公宅分表每 20 分鐘的用水量所繪製的「用量頻譜」以及「活躍」水表數量圖，並分為 A、B 兩棟製作圖形。事實上，水表用水活躍的程度很低，A 棟於凌晨離峰最不活躍的期間，5:00~5:20 的 20 分鐘之間，僅有 2 只水表曾經運轉過，B 棟稍微好一點，也僅有 9 只在運轉。即便於用水尖峰期，大部分的水表仍處於不運轉狀態，A 棟的 137 只水表中僅有 39 只水表

於 22:00~22:20 之間曾經運轉過，B 棟則為 45 只。代表用戶水表「活躍」的程度很低，不太可能發生整棟 137 只水表同時運轉用水的狀態，因此以現行用水設備規範所設計的水塔容量，皆能滿足尖峰最大時用量，甚至可以應付外部管網停水數小時之需。

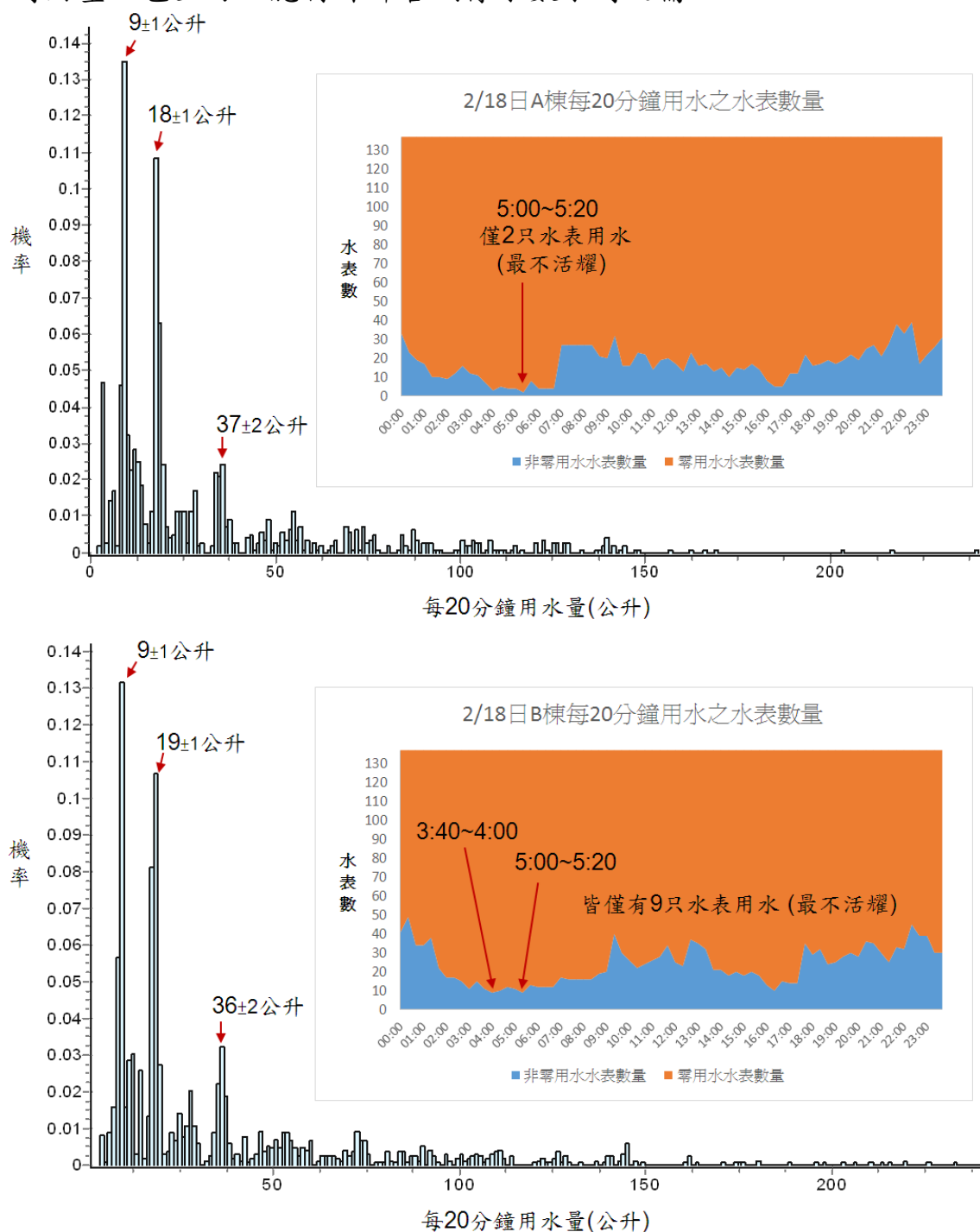


圖 69 興隆公宅 2/18 A、B 棟分表每 20 分鐘「用量頻譜」與水表「活躍」數量統計

興隆公宅的「用量頻譜」係將每 20 分 AMR 擷取的數據按照使用量排序疊繪成直方圖，縱軸則是該使用量發生的機率。由 A、B 兩棟的用量頻譜圖明顯的發現有 3 個峰值，約為 9 公升、18 公升、37 公升。雖然由前一小段文章分析所述，A、B 棟的住民組成有些許差異，卻不影響這 3 個峰值的位置，因為這與用水設備的取水量有關。第一個峰值為 9 公升，約為兩段式省水馬桶沖洗大號的一次出水量，第二個 18 公升的峰值，則為馬桶於 20 分鐘內重複沖水兩次的累加出水量，至於第三個 37 公升的峰值，則較可能為小型洗衣機一次用水量。由於興隆公宅 A、B 兩棟



圖 70 興隆公宅使用相同的衛浴設備

的衛浴設備使用的廠牌完全相同（圖 70），並附贈同款洗衣機、熱水器、瓦斯爐...等小型家電，因此，在用水設備款式相同的情況下，這 3 個峰值的位置幾乎一樣，不因 A、B 棟而異。此外，民眾如廁習慣總是於沖水後順便洗手，因此峰值會有帶寬，約為 ± 1 公升。有些民眾如廁前習慣先沖一次水，加上使用後的沖水，才有第二個峰值的產生。

將峰值的公升數值（含左右帶寬 ± 1 公升）乘上發生機率再除上總用水量即為用水比例，兩種沖廁習慣耗掉 A 棟全日 17.96% 的用水、B 棟為 18.07%，接近兩成。事實上這個計算略偏保守，因為有時沖廁後洗滌時間拉得很長，甚至直接沐浴，使得 20 分鐘內的水量更多，往右跑到峰值 ± 1 的帶寬外，而沒被算到。除非縮短 AMR 的擷取時間間距至 1~5 分鐘，提高「用量頻譜」的解析度才能更精確計算。

4.5 AMR 特性與採購建置策略

4.5.1 興隆公宅 AMR 系統之優劣

興隆公宅採用 RS485/Modbus 作為有線集抄的傳輸架構，其特點為訊號穩定，為傳統監控系統廣為採用的系統，可透過 PLC 介接進入既有監控系統，將訊號連同水質系統一併回傳。對於水表位於管道間受鋼筋混凝土遮蔽，無法使用 RF 技術的場合，本系統為最佳有線集抄選項，可一次將數以百計的水表以 Modbus 輪聽的方式，逐一讀取表值並回傳。搭配 A 廠商的電子表，RS485/Modbus 可以正確無誤將表頭指針值回傳，非常適合取代人工抄表。但缺點是必須有插座供電，才能讓整個系統運作，對於無供電的場所，將無法使用本系統進行有線集抄。

RS485/Modbus 以輪播讀取表頭資料的方式，讀表時間間距將與集中器的數量有關。在興隆公宅每 40 個水表設置一個集中器的配置，將使得 274 個分表的讀表時間間距平均為 20 分鐘，唯有增加集中器的數量，才可縮短輪讀的時間間距、增加記錄頻率。由於 A 廠商的水表並無表端分析功能，所有的分析都在後端進行，因此取回 RAW DATA 的時間間距很重要。如果欲進行直接表或分表的流量譜分析、了解工作流量分布範圍，必須取得更密集的記錄頻率，以每 10 秒記錄 1 筆的時間間距才能換算正確的瞬間流量。這樣的需求，勢必無法在 RS485/Modbus 的有線集抄架構上實踐。因此 RS485/Modbus 的架構雖可準確讀取表頭值、正確取得累積用水量，為讀表的利器，但在取得瞬間流量這方面，卻受限於記錄頻率過低，將嚴重低估真實瞬間流量，而無法勝任相關的分析，例如判斷水表最適工作流量、口徑匹配適宜性等，為本系統的另外一個缺點。

理論上興隆 AMR 採用輪播方式擷取資料，應當可取得固定時間間隔的數據，但事實上，時間間隔並無法完全固定，詳圖 71 所示，以 2016 年 2 月 18 日 A 棟 137 只分表的擷取情況，橫軸為 0~24 時，縱軸為樓層，每個點代表擷取水表訊號的時間。可明顯發現，兩個數

據的時間間隔 Δt 並非固定，而呈現有時寬有時窄的狀況，甚至偶而水表訊號沒有擷取出來，漏掉一些點。若將 2/18~2/20 所有 Δt 進行頻度分析，繪製直方圖，詳圖 71 之下圖，則可看出最常出現的擷取間隔 Δt 為 21 分鐘，第二常見的間隔為 10 分鐘。雖然 RS485/Modbus 擷取的訊號，於計費上不成問題，但因上述擷取間距的不固定，而使得後續的數據分析稍微不方便。例如前一小節的深度分析，許多是以每 20 分鐘的數據進行疊加而成的，此時就必須先對 Raw Data 進行內插，以取得每 20 分鐘固定間隔的資料，原始數據爬梳完成後才能進行計算與分析。

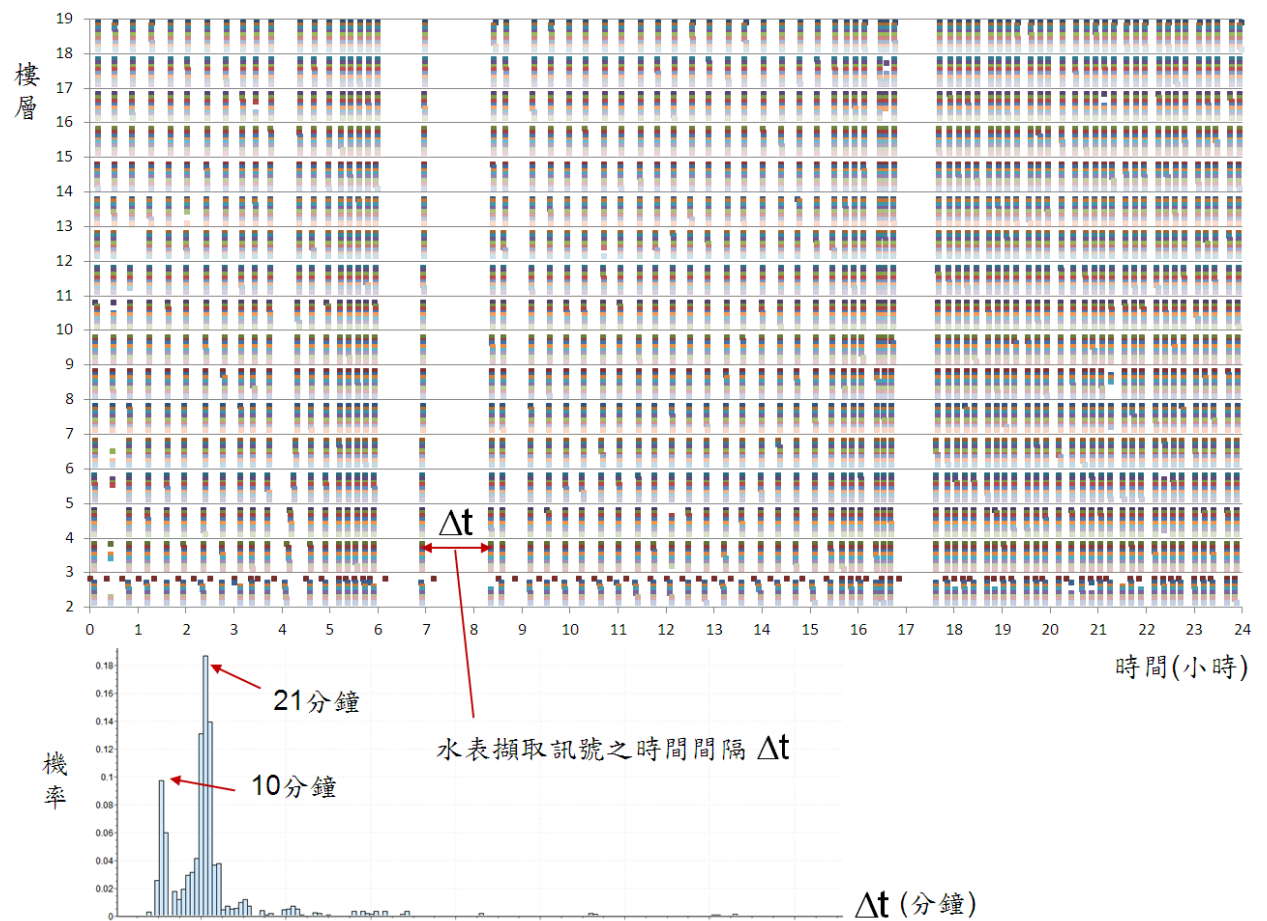


圖 71 興隆公宅 2 月 18 日 A 棟分表訊號擷取間隔之頻度分析

興隆公宅的總表就無上述取樣間距太寬或不固定的問題，因為總表安裝單一記錄器，以 3G 無線回傳，可自由設定記錄頻率，不採用

RS485/Modbus 輪讀的方式與他人共享傳輸線路，因此記錄間距可隨心所欲自由設定。一般而言，總表後銜接水池，如欲完整記錄流況，只要每分鐘記錄一筆即可換算正確的瞬間流量。如果欲繪製興隆公宅各個分表的正確瞬間流量、分析流量譜、判斷水表口徑匹配性等工作，則必須另外安裝水表記錄器，採離線擷取資料至後端分析的方式，不走 RS485/Modbus 的傳輸架構才能達成。

因此興隆公宅 AMR 架構的主要優點是傳輸穩定、擷取表頭指針正確、可完全取代人工讀表，基於傳統 PLC 控制下的 RS485/Modbus 不會如同它類水表擷取 Pulse 恐有丟失脈衝訊號，而導致回傳指針值逐漸飄移與表頭值不符合的問題，此外，擷取頻率足以提供用戶查詢、異常警報、居家照護等加值服務。主要缺點在於系統必須插電才能運作，而且缺乏表端分析功能，只能回傳後端再行分析，但又面臨擷取訊號頻率不足、取樣時間間距太寬，以至於無法計算瞬間流量、分析流量譜，後端分析空間因此受限。即便取樣頻率不足，每只分表 20 分鐘 1 筆的回傳資料總量仍然過於龐大，占用非常多的資料庫儲存空間。

4.5.2 設備採購策略

雖然北水處既有 50mm 以上大口徑水表皆具有電子訊號輸出埠，似乎可另案採購其他品牌的傳輸配件擷取水表訊號，惟跨廠牌通訊協定與訊號編碼問題往往難以克服。目前北水處大表幾乎全數為 A 廠牌電子表，其輸出端子具有脈衝輸出 (Pulse) 及獨家數位編碼兩類訊號。其他廠牌僅能讀取脈衝輸出而甚難解析數位編碼訊號，詳圖 72 所示。每家水表製造商都可能有其獨門的通訊協定，他牌傳輸模組除非與水表製造商達成協議互相合作，共同開發並供應水表與傳輸設備，否則身為使用者的自來水事業也無權居中強制要求水表製造商公開其通訊協定與獨家編碼，因此在跨廠牌合作關係建立之前，僅有脈衝輸出這類簡易訊號可被他牌傳輸模組讀取。然而讀取脈衝將不可避免有丟失問題，尤其當發生電氣干擾、雷擊突波時特別容易發生

Pulse Loss，而導致 AMR 傳輸值與表頭指針值逐漸偏移，將無法以 AMR 取代人工抄表，甚至發生計費糾紛，可能使得自動讀表的主要功能都無法達成，建置 AMR 的美意盡失。因此混用不同廠牌設備恐徒增日後管理困擾，尤其是安裝全新的傳輸模組至不同表齡的舊表上，新舊設備交錯且多家供應商混雜時，當發生表計問題時，更難以查明是水表輸出不良或是傳輸模組擷取漏失所致，甚至不易釐清廠商之間的保固責任歸屬。

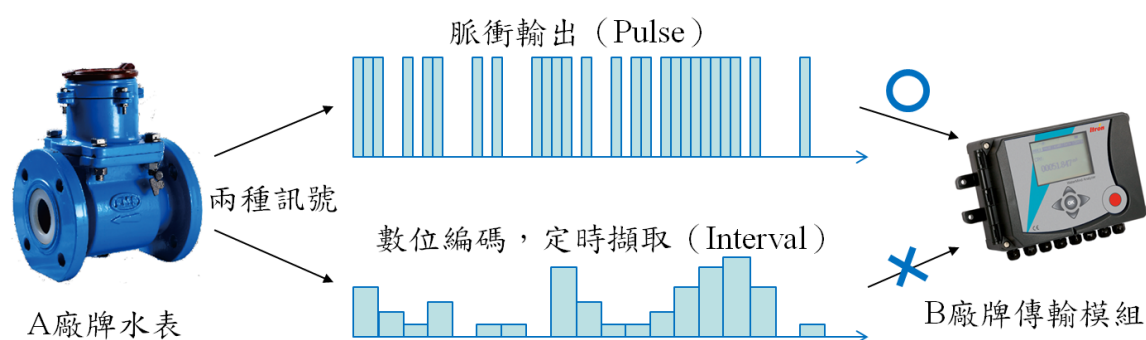


圖 72 不同廠牌傳輸設備可能匹配不良以致無法發揮完整功能

為避免傳輸模組不相容於既有水表，採購所得產品不敷所需，北水處爾後將以傳輸配件與水表一併採購之策略，如圖 73 所示，由水表製造商同時提供能夠匹配自家水表的設備，並提供現場設定調校的服務與保固，確保訊號擷取無虞。倘若發生訊號擷取不良或表計問題時，也可直接通知原供應商出面保固，不會有多家廠商爭執不休、彼此推卸責任的窘境發生。

採用這樣的採購策略，水表廠牌也可因而多樣化，雖然不同硬體回傳的資料格式不同，但只要規範後端標準資料交換格式，便可彙整運用，於接收不同格式原始資料後，轉換成標準 XML 檔案存入資料庫，便可提供給第三方軟體使用。興隆公共住宅試辦之 AMR 即以上述方法將水質、水量、水壓訊號回傳運用，迄今訊號穩定，不但能夠取代人工抄表，更能進行後續多樣的加值運用。找到上述適合自來水事業單位的採購策略，稱得上是興隆公宅 AMR 建置試辦過程的重要

心得與經驗。

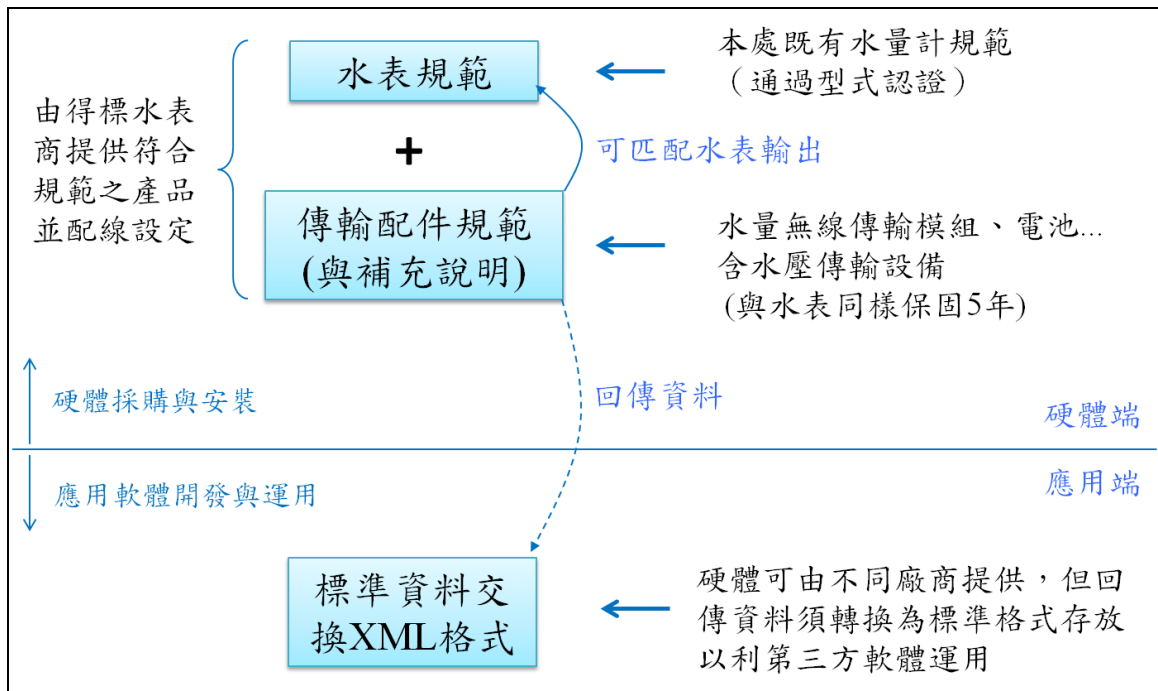


圖 73 北水處 AMR 設備之採購與運用策略

4.5.3 AMR 類型之選用與設置

尚在制定中的 CNS 14273 於草案版定義了多種 AMR 傳輸架構，對於水表至集中器、集中器至基地台、基地台至事業單位間的傳輸方式與類型更是羅列數十種有線、無線的介面與通訊協定，未來的國家標準幾乎無所不包，限制較為寬鬆，幾乎所有的廠牌都符合未來的國家標準。然而對自來水事業而言，要能夠順利回傳接收水表訊息的 AMR 才是好的 AMR，因此必須配合現場狀況，從既有廠牌中挑選適合的 AMR 類型才能滿足所需。以北水處建置興隆公宅 AMR 的經驗，以及期間配合都發局於未來即將完竣的幾處公宅 AMR 之規劃經歷，體會到沒有一體適用的解決方案 (One-Fit-All Solution)，各家廠商的系統不一定可套用到所有的建案上，必須因地制宜、逐案挑選。眾多考量因素中，水表布設位置為重要決定因素之一，如圖 74，為常見的水表佈設方式，一個集中於頂樓，另一個則分散在各樓層。

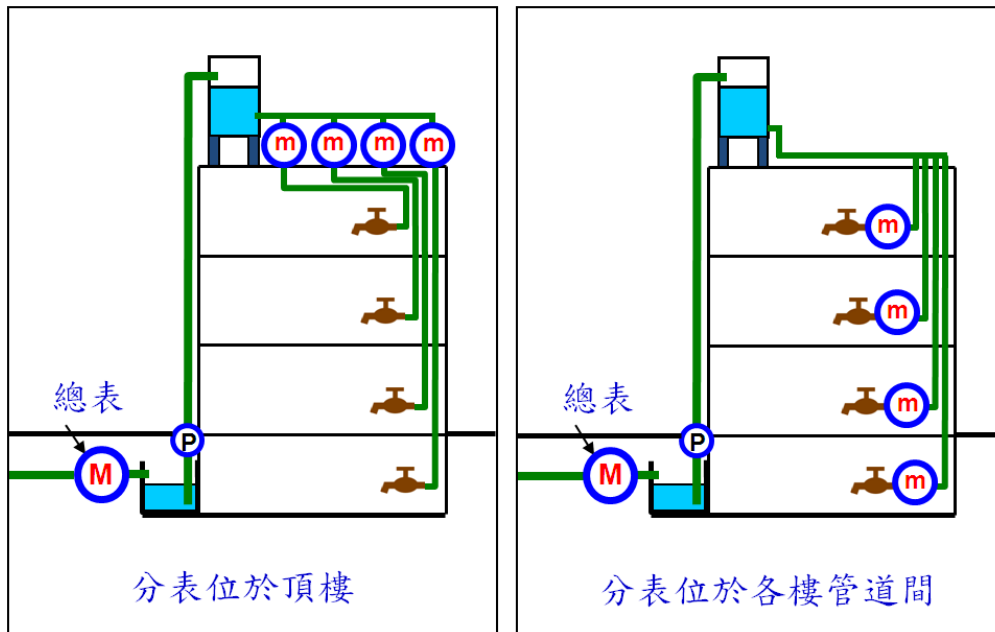


圖 74 按照不同水表位置選用適當之 AMR 類型

以興隆公宅為例，其分表全部位於管道間的水表室，由於 RC 將造成屏蔽，故水表至集中器之間使用 RF 傳輸技術的 B 廠牌系統較不適合，即便增加發送增益與強度，並調整集中器最佳接收角度、甚至增加集中器數量，仍可能有死角，MIU 電池續航力恐因此打折。相對而言，使用 RS485/Modbus 有線傳輸技術的 A 廠牌則相當適合，其佈線與設置方式已於本章前節詳列，這裡不再贅述。但以另外一個規劃中的案例而言，健康公宅水表卻全部設置於頂樓，因無屏蔽，B 廠牌將是未來的選項之一，A 廠牌雖然也可，但其系統必須插電方能運作，如果該棟公宅於頂樓室外未設置插座，未來取電的接線將十分不便。而且 A 廠牌每只水表與集中器的銜接配線將完全暴露在室外，風吹日曬雨淋，即便另以 EMT 保護管覆蓋，但日久也有線材脆化的問題。相對而言 B 廠牌以無線 RF 技術傳輸，無需配線與接電，現場配置相對清爽單純。

雖然不同廠牌有其獨門 AMR 資料分析技術，資料傳輸的頻度、現場記錄的頻率、電池的省電能力也各有所長，但在滿足 AMR 回傳資料的最基本功能下，遷就現場水表的佈設，將成為挑選 AMR 類型的最重要考量。如果在興隆公宅選用了不易穿透 RC 樓板隔間的 RF

技術，即便 B 廠牌擅長於表端資料預分析、可提供十餘種後處理、警報、控制功能、其後端資料呈現與趨勢圖繪製軟件更是精良優秀，縱使分析功能與軟體技術勝過 A 廠牌，但訊號遭到水表室 RC 屏蔽而傳不回來，一切 AMR 的功能都是枉然。

此外，如果新建大樓規劃將水表佈設於管道間的水表室，即便採用有線集抄的 A 廠牌，仍然不能百分之百確保 AMR 設置成功。由於管道間必須預留孔洞讓集中器穿線到各樓層銜接水表，集中器旁也要有電力線插座，兩者缺一不可，因此必須於大樓設計規畫階段，就先接洽設計單位預留上述穿版孔洞與設計電力饋線迴路等，否則當大樓完竣後缺孔又缺電，根本無法安裝有線集抄 AMR。因此北水處在內線審圖流程額外加上 AMR 的環境檢視，如果有意設置自動讀表，例如北市公宅建案，將必須預先配孔、拉電，以利北水處後續 AMR 的設置。

4.5.4 智慧水表功能之選用考量

AMR 傳輸設備主要功能係將表端數據回送到自來水事業，如果水表本身的智慧功能太過陽春，即便 AMR 系統傳輸穩定，能回傳的數據總類太過稀少，後續之應用將受到限制，勢必無法將建置 AMR 的效益最大化，因此智慧水表的功能也是建置 AMR 系統必須考量的重點之一。智慧水表的表端記錄功能可概分為「計量資料」、「區段資料」及「事件資料」三大類，其中最重要也最基本的數據為「計量資料」，記錄了民眾用水量的資料，為自來水事業用來收費計價的依據。本章第 4 節的許多分析與增值應用都是建立在「計量資料」之上。而「區段資料」及「事件資料」則是智慧水表的特殊功能，可以在表端做出即時判斷，不須等待計量資料回傳再依賴後端軟體分析判斷，亦即，智慧水表的表端功能反應較快速，可當下取得事件警訊，隨著計量資料一起回傳，後續的整體應用將更為靈活，自來水事業的服務也可因智慧表的引進而有所提升。

一、智慧水表之區段資料與事件資料的應用

各廠牌智慧表的功能與資料不完全一樣，茲就以興隆公宅採用 A 廠牌水表的功能進行說明，並運用其「區段資料」及「事件資料」規劃額外的後端整體應用服務。如圖 75，A 廠牌智慧水表的「計量資料」以 AMR 回傳後，經北水處系統解析表計值，可透過 Web 版軟體，提供民眾查詢累計度數、用量趨勢，已於本章第 4 節有詳細說明，這裡不再贅述，此外，當用戶用水量達到幾個關鍵門檻，北水處系統未來亦可主動發送訊息給民眾，以提醒節約用水。A 廠牌智慧水表的「區段資料」及「事件資料」則有多種表端記錄數據，其中的 7 種比較有應用價值，包含漏水天數 (LDay)、逆流天數 (UDay)、過載次數 (Over)、磁干擾天數 (HDay)、電力不足天數 (BDay)、靜止流動切換次數 (OP)、靜止天數 (ODay)，前 3 種區段及事件資料與民眾比較有關。如果漏水天數達到門檻，系統將可主動告知用戶，並且由北水處安排後續到府檢視內線的服務，提供用戶自我檢修的建議。若經常發生逆流警示，則顯示用戶逆止閥發生故障，可能發生用戶內水回流並污染管網的情況，北水處將安排檢視設備並輔導用戶進行改善。若經常記錄到過載次數事件，水表可能會發生損毀，對於直接表或分表戶，北水處將發送節水墊片供民眾安裝，降低用水設備同時開啟時的瞬間流量。由於北水處目前正研擬相關之服務與輔導作業流程，都建立在智慧水表的區段與事件資料之上，因此未來 AMR 建置與智慧水表的採購選用，必須考量具有基本的區段與事件輸出的水表，太過陽春或不具有前述基本功能的智慧水表，將不敷所需。

運用區段與事件資料可以快速得到警示訊息，為智慧水表 AMR 與陽春型 AMR 的主要差別。除了前述與民眾有關的 3 項事件警訊，尚有與北水處水表管理有關的多種事件輸出，例如磁干擾、電力不足、水表靜止流動切換次數、水表靜止天數，這些訊息透過 AMR 系統回傳，可用於了解、管理水表計量與運轉情況，並於水表發生問題當下，立即派工處理，甚至於水表體質劣化之前，即提前進行維護，以預防計量失準避免與用戶的水費糾紛。

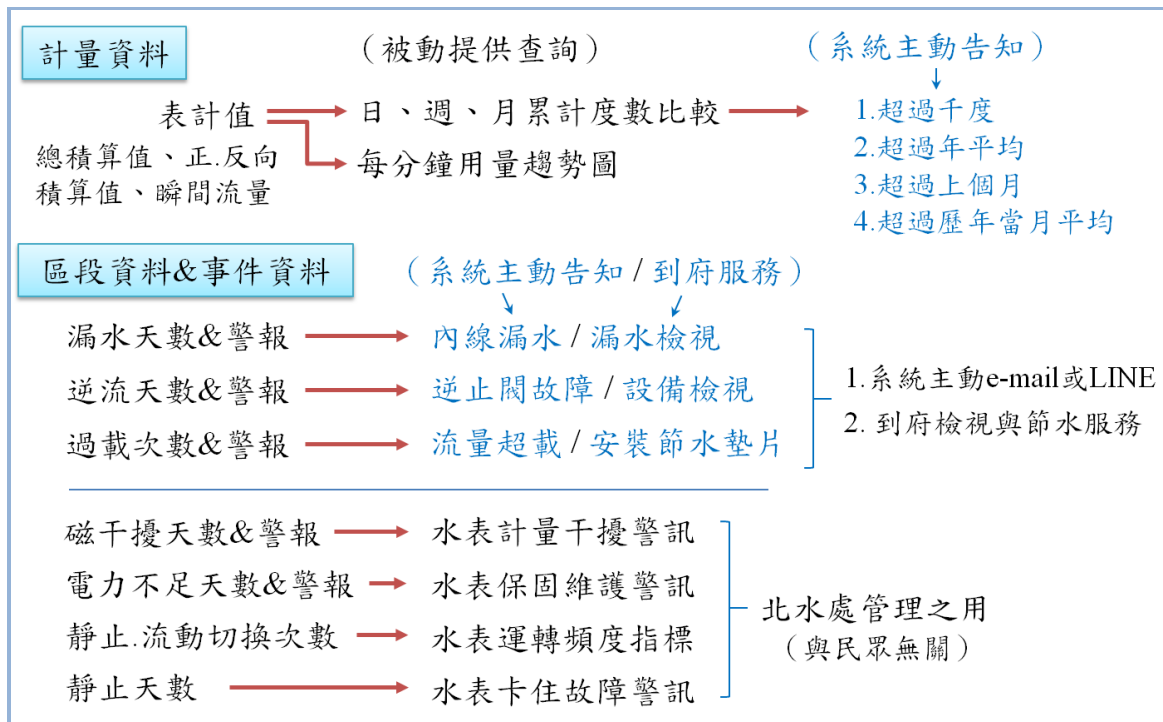


圖 75 智慧水表「計量資料」、「區段資料」與「事件資料」之整體應用

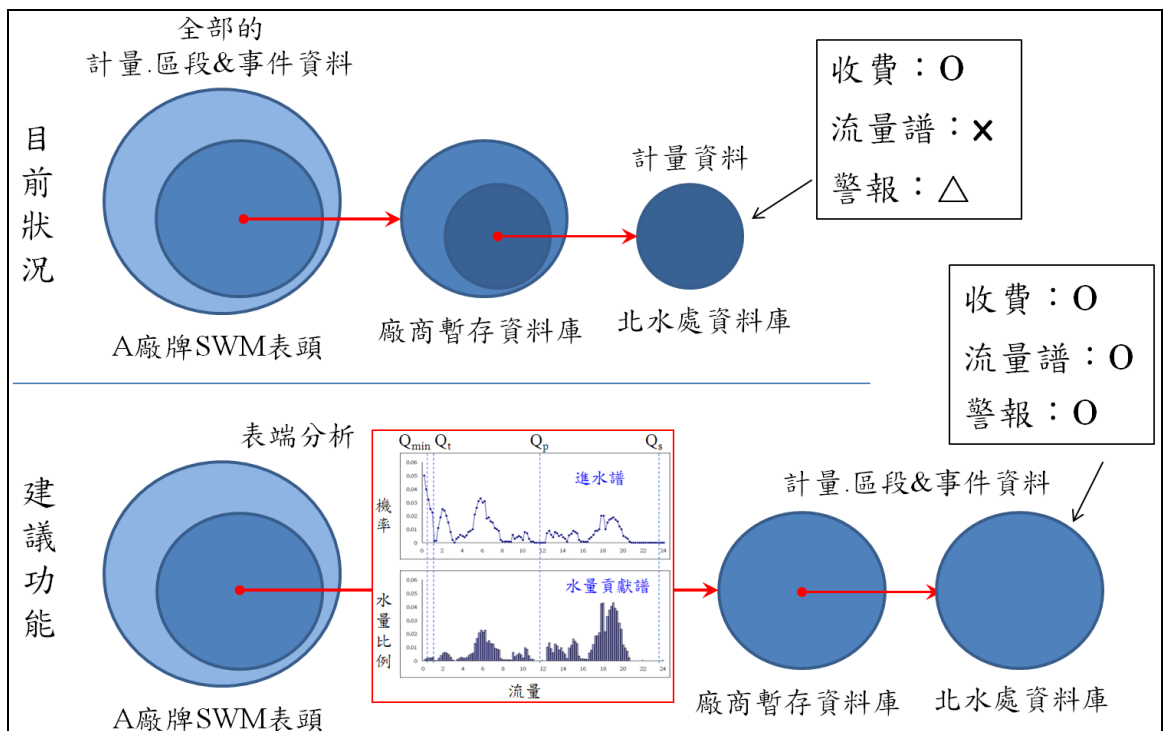


圖 76 興隆公宅 AMR 功能(上)與未來建議改進功能(下)

二、智慧水表表頭資料之回傳設定與預處理

雖然興隆公宅的智慧水表具有前小節所提到的多樣功能，但由於 AMR 系統的傳輸預設值僅回傳「計量資料」至北水處，如圖 76 上半圖所示。設備安裝之初係定調 AMR 為收費計量的工具，以取代人工

抄表、進行用量收集、分析用水模式、提供民眾查詢等為主要目的，因此 AMR 回傳時捨棄了區段與事件資料。由於智慧表的記憶容量有限，這些表頭事件數據如果不即時回傳，將被新產生的資料覆寫(overwrite)取代，僅能由廠商暫存的備份資料庫撈取。如果未來北水處服務與輔導的流程定案後，則必須更改 AMR 傳輸的封包內容，將智慧水表表頭的計量、區段、事件資料完整回送至北水處，方能取得表端事件與警報訊息，讓服務團隊得以按照警報訊息的提示，派員進行用戶節水輔導或內線檢查服務。

雖然傳回智慧水表的「區段資料」及「事件資料」可以大幅擴充水表警報功能，增加後端管理與服務品質，然而智慧水表的「計量資料」、「區段資料」及「事件資料」，都屬於 Raw Data，為現場記錄的原始數據，欠缺數據預處理的表端分析，對於自來水事業而言仍有不足之處。例如北水處多年來使用「計量資料」於後端程式演算製作成流量譜（進水譜、水量貢獻譜），以對水表口徑與流況之匹配進行檢查，但這些計量資料的紀錄時間間隔必須縮短至 1 分鐘以內，才能夠計算出準確堪用的流量譜。縮短記錄間隔將導致 Raw Data 急遽膨脹，使得北水處後端資料倉儲備感壓力。為了解決這樣的困境，可以把後端製作流量譜的作業移至表端，將程式寫入智慧水表韌體，就能在現場完成流量譜的製作，存入「區段資料」並以 AMR 回傳。多了表端資料「預處理」的功能，此時就不需為了製作流量譜而刻意縮短「計量資料」的紀錄時間，讓「計量資料」單純作為計量與計費之用。如圖 76 下半圖，改進後不但可滿足基本收費之需，更可取得流量譜、警報訊息。

目前 A 廠牌智慧水表並無這樣預處理的功能，但據悉已在研發之中，預計一至兩年內可以發布新功能，期間可能先推出具有預處理功能的集中器或傳輸模組。B 廠牌的大表 AMR 則是透過傳輸模組內建預處理分析，實踐表端分析功能，小表則是以附加的 MIU 內建預處理功能，並結合後端軟體完整呈現大小表的計量、計費、警報、管理與分析等功能，並已行銷全球，為成熟的產品。

4.6 小結

北水處配合市府興建智慧公宅政策，在不考慮建置成本的前提下，於興隆公共住宅佈設了整套智慧水監測軟硬體，為全臺灣自來水界首例。因為有了實地運用 SWM 與 AMR 的試煉場域，於試辦過程中北水處獲取了十分寶貴的經驗，不但對自動讀表系統與後端增值服務有了深刻的了解，並發展出設備採購策略，對不同類型建物環境採用不同的 AMR 配套，更為未來新建物申請設置 AMR 鋪路。興隆公共住宅建置 AMR 的實績因此榮獲「2016 智慧城市應用獎」的肯定，為物聯網 (IoT) 智慧家庭應用類之唯一獲獎單位。

北水處於興隆公共住宅 272 戶的大型聚落中，智慧水表共設置 274 只分表、1 只總表、安裝總表前水壓計 1 只、1 套量測 3 個蓄水設備的水質儀器，分表以 RS485/Modbus 方式有線集抄為主，並設置水量查詢網頁與後端分析軟體，共投入近 200 萬元。除了取代人工抄表的基本功能外，因為 AMR 系統回傳多種現場數據，北水處可就水量、水壓、水質訊號進行研究分析，包含居民用水模式、餘氯衰退、水質參數、用水設備耗用比重頻度研究、並剖析水表運轉活躍度等各項深度應用，對於了解用水行為做出極大的貢獻。

AMR 除了滿足北水處的應用分析需求，於用戶查詢服務部分，已能透過 Web 提供民眾上網瀏覽日、週、月、年的用水量，比較本期與上期水量使用差異，並提供水池濁度、餘氯、酸鹼度等即時數據。但如果要進一步提供警報事件，則目前興隆公宅 AMR 系統回傳的「計量資料」仍不能完全勝任，必須將 SWM 表頭的「區段資料」及「事件資料」也一併回傳，透過後端軟體的門檻設定與主動告知，方能徹底運用 SWM 與 AMR 的完整功能，提供深度增值服務。

此外，試辦過程也發現既有 SWM 與 AMR 的不足之處，例如 A 廠牌 SWM 缺乏表端分析流量譜的功能、RS485/Modbus 之 AMR 架構以輪聽方式截取計量資料導致時距不固定、後端軟體分析應用功能不足...等問題。B 廠牌雖有強大的後端分析管理平台、軟體功能成熟豐富，但受限國內法規，現階段仍不易引進。

第五章 智慧水表推動及增值服務應用探討

5.1 智慧水表推動策略

智慧城市的「智慧」理念，就是通過最新資訊通訊(ICT)科技應用，使城市居民能細緻且動態管理所有製造與活動情形，利用感應裝置嵌入，包括物聯網(IoT)裝置和設備，國外已應用在都市供電、供水、交通、建築物和油氣管道...等許多項目。雖採用智慧水表的確有助於自來水事業單位提升管理效能、降低人工抄表錯誤及提高民眾服務績效，但由於國內法規規範尚未完備、國內可選擇智慧水表與 AMR 系統不多、相對水價智慧水表成本偏高情形下，由自來水事業將用戶水表全面改用智慧水表的作法，現階段是需慎重考量的。

如何發揮智慧水表在管理效率及資訊蒐集優點，避免增加成本造成公共事業的負擔，北水處提出現階段推動智慧水表四個方向：

- 一、配合臺北市政府公共住宅政策，104 年起全面於公共住宅安裝智慧水表。
- 二、訂定北水處智慧水表物料、設計及施工規範及收費標準，基於使用者付費原則，將智慧水表採購設備及後續維護所增加經費，由裝設智慧水表之私宅建商或用戶付費，因應新智慧建築或民眾節水需要。
- 三、因應 105 年北水處水費調漲，將用水大戶水表免費換裝智慧水表，以 AMR 回傳用量數據，導入水資源充分管理運用層面，據以輔導用戶節約用水。
- 四、配合智慧水表安裝，規劃設置水質、水壓偵測設備，整合水量、水質及水壓等相關資料，建置北水處管理及智慧水表用戶資訊平台，提供民眾增值服務應用。

為落實臺北市發展智慧社區政策，北水處 104 年已配合於新建興隆公共住宅裝設 274 只智慧水表，詳如第 4 章內容所述。另考量私宅用戶亦有使用智慧水表的需求，如位於新北市中和區的遠雄左岸，已整合水表、電表及瓦斯表在智慧數位家庭面板上進行智慧化管理。師

範大學宿舍為落實使用者付費原則，使用智慧水表管理學生冷熱水用量。以及南紡夢時代亦使用智慧水表及電表等，以系統化管理分析出租攤位及商辦用水、用電情況。因此北水處預計將智慧水表推廣至臺北市及新北市屬於北水處供水轄區範圍內之私宅用戶，以符合智慧住宅發展。另有關用水大戶水表免費換裝為智慧水表情形，另於 104 年自來水協會「大用水戶用水管理模式與智能推斷研究」案內討論，本研究不另撰述。

5.2 智慧水表收費

5.2.1 其他智慧產品的收費

一、國外智慧水表

(一)日本東京都

經本組研究人員向日本東京都水道局相關人員詢問表示，日本東京都水道局要求新建物必需能讓抄表人員進入抄表，用戶亦可選擇電子水表利用遠隔顯示器將用水資料集中在公共空間，以利水道局人員抄表。一般水表裝設費用大概 5,000 日幣(水表 3,000 日幣+裝設 2,000 日幣)，這部分費用由用戶繳交給水道局後施工。若用戶為免抄表人員打擾生活，而採用電子水表並延伸纜線加上遠隔顯示器時，電子水表與一般水表的差額由建設公司(用戶)負擔，繳交給水道局後領用電子水表，通常直接由建設公司或其下包的合格廠商，施工延伸纜線配線及裝設遠隔顯示器。

但八年後汰換水表時，電子水表與一般水表的差額仍由各用戶負擔，此時常造成費用糾紛。因此，汰換水表時部份用戶同意改為一般機械水表，讓抄表人員進入到用戶水表位置抄表。

(二)澳洲

經洽詢國外 I 廠商人員及本研究蒐集資料，澳洲規定新建物採用智慧水表，收費約新台幣 4,800~6,000 元，用戶繳交建置費後終生可使用智慧水表，後續的維護管理費用皆由政府負責。

(三)新加坡

依據新加坡公用事業局(PUB Singapore) 洽詢結果，新加坡目前的智慧(電子)水表收費與一般水表相同，最主要用於自來水事業的管理，所以沒有向用戶收取差額費用。

二、國內其他智慧產品

(一)台灣電力股份有限公司

依據北水處於 104 年與台電人員洽談，台電於 2008 開始規劃使用智慧電表，高壓用戶規劃進行收費，但收費辦法尚在草擬中。另關於低壓用戶（目前約 1 萬戶），係以免費方式提供用戶服務。

(二)瓦斯

依據北水處於 104 年拜訪新海瓦斯公司洽談內容，經濟部能源局於 2014 年 6 月正式啟動微電腦瓦斯表推廣計畫，分三階段實施，第一期在兩年為宣導推廣期，第二期在 10 年內(2025 年)微電腦瓦斯表裝置率為 50%，第三期將立法強制為全面裝置(100%)為目標。故現階段瓦斯用戶可自行選擇是否安裝微電腦瓦斯表，收費辦法由經濟部訂定，每月繳交增值服務費 40 元，各瓦斯公司依此費率收費。

5.2.2 訂定收費標準

為訂定私宅用戶裝設智慧水表之收費標準，北水處在原用水設備施工費用外，增加建置智慧水表及相關服務之「智慧水表增值服務收費價格表」，並依據該價格表之設備單價及所需數量進行收費，設備數量由北水處派員至現場依據用戶需求、水表位置及傳輸方式（有線或無線）等進行評估設計。智慧水表增值服務項目包括「自動讀表」及「水質偵測」2 類。「自動讀表」功能包括免人工抄表、提供用戶查詢用水情形、漏水及逆流偵測等。「水質偵測」部分，提供用戶濁度、餘氯、PH 酸鹼值及導電度等水質即時偵測功能，係因地點不符管網水質監測網配置考量，而民眾或建商仍有意願安裝水質監測之少數個案，由民眾付費設置。

相關增值服務項目依北水處智慧水表增值服務收費價格表（如表 3）收費。

一、智慧水表增值服務收費價格，使用設備名稱及設備金額編列內容分述如次：

(一)「自動讀表」：

1. 口徑 20mm~50mm 之智慧水表：金額為電子表與機械表之材料費價差。
2. 無線自動讀表訊號傳輸模組及外掛電池：金額包含材料費及 8 年無線傳輸費。
3. 訊號集中器：金額為材料費。
4. 訊號傳輸模組（集抄型）：金額包含材料費及 8 年無線傳輸費。
5. 可編程邏輯控制器(PLC)：金額為材料費。
6. 獨立型數據機及轉換器：金額包含材料費及 8 年有線傳輸費。

(二)「水質偵測」：

當不符管網水質監測配置考量，而民眾或建商仍有意願安裝水質監測之少數個案適用，使用設備為「水質即時監測站」，金額包含相關材料費用、8 年設備校正費及數據專線的傳輸費用。

表 3 智慧水表增值服務收費價格表

名稱	智慧水表增值服務收費價格表									
增值服務項目	自動讀表（免人工抄表、提供用戶查詢用水情形、漏水及逆流偵測）									水質偵測
使用設備名稱	φ 20 mm 水表	φ 25 mm 水表	φ 40 mm 水表	φ 50 mm 水表	無線自動讀表訊號傳輸模組及外掛電池	訊號傳輸模組（集抄型）	訊號集中器	可編程邏輯控制器 (PLC)	獨立型數據機及轉換器	水質即時監測站
單位	只	只	只	只	只	只	只	只	只	組
金額（元）	1,340	1,342	1,950	33,168	74,804	26,906	24,355	194,837	152,724	3,578,376

註：

1. 上述智慧水表增值服務收費價格表僅為設備建置費用，尚未包含後續之設備運轉維護費。
2. 水質監測設備由北水處整體考量，若申請 AMR 建案地點符合管網水質監測設置效益且經該建築同意，由北水處負擔費用配合安裝水質監測設備。若不符管網水質監測配置考量，而民眾或建商仍有意願安裝水質監測之個案，則以本表付費方式設置。

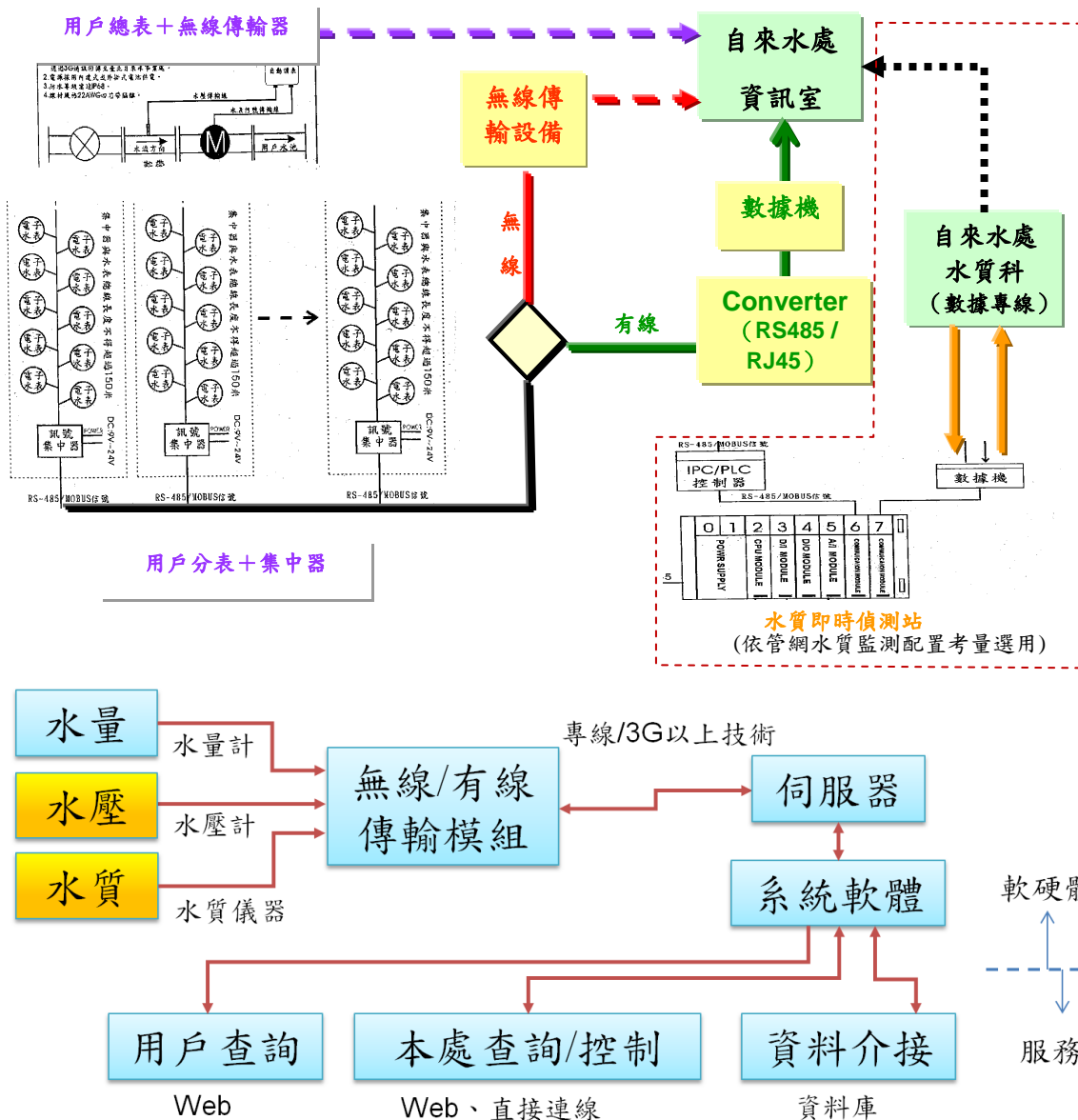


圖 77 北水處智慧水表系統架構與擴充型 AMR

二、使用設備說明

智慧水表增值服務收費價格表之使用設備，係以北水處目前的系統架構（圖 77 上圖）為基準，包含以有線傳輸（數據專線）及無線傳輸所需的水表、水質偵測儀器(選用)及相關的傳輸設備零件。

北水處在建置水壓與水質監視點時，考量配水管網分佈情形及道路狀況擇定適當地點設置，除設備費用外需再加上道路修補及管理箱體費用，每站初置費用約 50~100 萬。但因市區道路管線複雜不易挖

掘，而公共空間設置箱體時易衍生妨礙通行，形成民眾嫌惡設施，故水壓與水質監視點位雖經努力建置，但在數量上仍有許多成長空間。

經由興隆公宅設置經驗，在 AMR 設置時同步建立水質監測設備，連同水壓與水質訊號一併回傳，是可行方案。故未來在智慧建築申請 AMR 設置時，北水處需評估建案地點是否符合管網水質監測設置效益及有足夠空間設置相關設備，若評估可設置時應主動詢問民眾同意設置水質監測點意願，並由北水處負擔費用配合安裝水質監測設備。若評估不需設置，而民眾或建商仍有意願安裝水質監測之少數個案，則由申請者付費設置。因此表 3 所列之水質儀器偵測站收費價格，僅針對極少數主動提出申裝，想要監測社區內各個水池、水塔之水質狀況的集合式社區之用。

透過 AMR 設備同時設置水質水壓儀器，不但可以節省部份成本、減少日後各站的維護費用(由室外到室內)，更可大幅增加監視點位，一舉多得，圖 77 下半圖所示，即為「擴充型 AMR」之架構。

設備設計說明如下：

(一)總表：

考量大部份總表裝設位置均位於建物以外，不易以傳輸線將訊號接至分表的集中器（位於建物內），故設計總表係以無線方式單獨將總表訊號傳回北水處。又因大表箱無電源插座，故無線傳輸模組需使用電池供電，除了模組內建電池之外，更加掛電池包。使用設備為「總表」及「無線自動讀表訊號傳輸模組及外掛電池」，惟「總表」價格由北水處支應（因北水處轄區內用戶總表，無論是否為智慧水表用戶，皆全面採用電子式水表）、用戶無需付費。

另建物若於設計之初已預留孔洞，亦可採用以一條四芯傳輸線收納進入集中器，走有線集抄的方式進行訊號傳輸。使用設備為「總表」（價格由北水處支應）及「一條四芯傳輸線」（連結至集中器）。

(二)分表（無線傳輸）：

每一只用戶分表皆以一條四芯傳輸線連結至訊號集中器，集中器再連結至訊號傳輸模組（集抄型），以 3G 或 4G 等無線方式，將分表

資料傳送回北水處。使用設備為「訊號集中器」及「訊號傳輸模組(集抄型)」。

每只訊號集中器至多可提供 40 只分表共用，每只訊號傳輸模組(集抄型)至多可提供 32 只訊號集中器共用；但實際共用數量須依現場水表及訊號集中器位置而定。舉例而言，若申請者共有 40 戶，理論上應可共用 1 只集中器，但實際分表散置於屋頂兩側、無法共用 1 只集中器，這時北水處設計人員就會依最佳的配置考量，設計使用 2 只訊號集中器。另訊號傳輸模組亦然。

(三)分表(有線傳輸)：

每一只用戶分表皆以一條四芯傳輸線連結至訊號集中器，集中器再連結至度數據機及轉換器，以數據專線將分表資料傳送回北水處。使用設備為「訊號集中器」及「獨立型數據機及轉換器」，使用設備數量同樣需視現場狀況而定。

另可設計將分表訊號透過集中器後再加裝 PLC，與水質偵測系統以數據專線傳回，惟須注意資料格式是否有辦法匹配。

(四)水質偵測(選用)：

水質偵測設備為一模組化系統—水質即時監測站，系統包含濁度、餘氯、PH 酸鹼值及導電度等偵測設備及 1 只獨立型數據機，可將水質偵測訊號以數據專線傳回北水處。使用設備為「水質即時監測站」。以下試算均不包括水質偵測相關費用，若發生由民眾付費安裝之少數個案，再個案處理計算。

三、計價說明

(一)計價方式

係依據用戶申請增值服務項目所需之設備數量，再以智慧水表增值服務收費價格表之設備單價進行計價。設備數量係由北水處派員至現場，依現場設備設置情形，例如：智慧水表及集中器等安裝位置。並設計適合的傳輸方式，包括有線或無線傳輸。

(二)設備單價

以目前北水處設備材料之採購成本、傳輸費用及後續維護費用為計算基準。

(三)設備年限

因水表、電池、集中器及其他傳輸設備的使用壽命皆不相同，若分別訂定使用年限在實際執行上確有困難。故配合水表的法定使用年限，將智慧水表所含的所有設備年限皆定為 8 年，以利管理。

5.2.3 收費方式

- 一、首次申請：用戶向北水處申請智慧水表增值服務時，費用須 1 次繳清，中途解約費用不退還。
- 二、增值服務期間：申請後有效期間為 8 年，增值服務期間由北水處負責設備保固管理。
- 三、增值服務期滿：當增值服務期滿，用戶可選擇續約或不續約；選擇不續約的用戶，期滿時由北水處拆回相關設備並換裝回機械式水表。而選擇「續約申請」者，其費用可選擇 1 次繳或分期繳，有效期間為 8 年。

5.2.4 增值服務收費試算

智慧水表收費金額係依據用戶申請增值服務項目及所需之設備數量，再以智慧水表增值服務收費價格表之設備單價進行計價，所以總費用依數量及有線或無線傳輸而變化，每戶新增成本亦會因設備口徑及數量而有所不同。本節將以 104 年建設的興隆公宅及 2 處新建案進行收費試算。

- 一、以臺北市興隆公宅試算，試算結果如表 4

(一) 試算編號 1—自動讀表無線傳輸：

1. 增值服務項目及分表傳輸方式：「自動讀表」及「無線傳輸」
2. 用戶基本資料：總表無預留孔洞，故水表資料以無線傳輸方式回北水處，用戶數共 272 戶，分表使用 ϕ 25 mm 水表 273 只、 ϕ 40 mm 水表 1 只。分為 A 棟 136 戶及 B 棟 136 戶，分表位於樓層的

管道間、每層有 8 只。

3.現場設計使用設備數量：水表共使用 ϕ 40 mm 水表 1 只、 ϕ 25 mm 水表 273 只，傳輸設備使用無線自動讀表訊號傳輸模組及外掛電池 1 只、訊號集中器 8 只及訊號傳輸模組（集抄型）2 只。

4.智慧水表收費：8 年費用 1 次繳，合計社區共需繳 691,772 元，平均每戶繳 2,543 元(相當於每月繳 26 元)。

(二) 試算編號 2—自動讀表有線傳輸：

1. 加值服務項目及分表傳輸方式：「自動讀表」及「有線傳輸」

2. 用戶基本資料：同試算編號 1

3.現場設計使用設備數量：水表共使用 ϕ 40 mm 水表 1 只、 ϕ 25 mm 水表 273 只，傳輸設備使用無線自動讀表訊號傳輸模組及外掛電池 1 只、訊號集中器 8 只及獨立型數據機及轉換器 2 只。

4.智慧水表收費：8 年費用 1 次繳，合計社區共需繳 943,408 元，平均每戶繳 3,468 元(相當於每月繳 36 元)。

表 4 興隆公宅智慧水表收費試算表

試算編號		1		2	
加值服務項目		自動讀表		自動讀表	
分表傳輸方式		無線傳輸		有線傳輸	
智慧水 表費用	社區 8 年費用	691,772		943,408	
	每戶 8 年費用	2,543		3,468	
	每戶每月均攤費用	26		36	
用戶基 本資料	共用總表戶數		272		
	分表數量	ϕ 50 mm 水表	0		
		ϕ 40 mm 水表	1		
		ϕ 25 mm 水表	273		
設備名稱	單價	數量	複價	數量	複價
ϕ 40 mm 水表	1,950	1	1,950	1	1,950
ϕ 25 mm 水表	1,342	273	366,366	273	366,366
無線自動讀表訊號傳輸模組 及外掛電池	74,804	1	74,804	1	74,804
訊號集中器	24,355	8	194,840	8	194,840
訊號傳輸模組（集抄型）	26,906	2	53,812	0	0
獨立型數據機及轉換器	152,724	0	0	2	305,448
可編程邏輯控制器(PLC)	194,837	0	0	0	0
合計（社區 8 年費用）		691,772		943,408	

二、以臺北市信義路新建案試算，如表 5

(一) 試算編號 1：

1. 加值服務項目及分表傳輸方式：「自動讀表」及「無線傳輸」。
2. 用戶基本資料：總表無預留孔洞，故水表資料以無線傳輸方式回北水處，用戶數共 55 戶，分表 $\phi 40$ mm 水表 56 只。分表皆位於屋頂，以 2 只集中器即可將所有分表訊號集中傳輸。
3. 現場設計使用設備數量：水表共使用 $\phi 40$ mm 水表 56 只，傳輸設備使用無線自動讀表訊號傳輸模組及外掛電池 1 只、訊號集中器 2 只及訊號傳輸模組（集抄型）1 只。
4. 智慧水表收費：8 年費用 1 次繳，合計社區共需繳 259,620 元，平均每戶繳 4,720 元(相當於每月繳 49 元)。

(二) 試算編號 2：

1. 加值服務項目及分表傳輸方式：「自動讀表」及「有線傳輸」。
2. 現場設計使用設備數量：水表共使用 $\phi 40$ mm 水表 56 只，傳輸設備使用無線自動讀表訊號傳輸模組及外掛電池 1 只、訊號集中器 2 只及獨立型數據機及轉換器 1 只。
3. 智慧水表收費：8 年費用 1 次繳，合計社區共需繳 385,438 元，平均每戶繳 7,008 元(相當於每月繳 73 元)。

表 5 臺北市信義路某建案智慧水表收費試算表

試算編號		1	2		
加值服務項目		自動讀表	自動讀表		
分表傳輸方式		無線傳輸	有線傳輸		
智慧水表費用	社區 8 年費用	259,620	385,438		
	每戶 8 年費用	4,720	7,008		
	每戶每月均攤費用	49	73		
用戶基本資料		共用總表戶數 55 戶、 $\phi 40$ mm 水表 56 只			
	單價	數量	複價	數量	複價
	$\phi 40$ mm 水表	56	109,200	56	109,200
	無線自動讀表訊號傳輸模組及外掛電池	1	74,804	1	74,804
	訊號集中器	2	48,710	2	48,710
	訊號傳輸模組（集抄型）	1	26,906	0	0
	獨立型數據機及轉換器	0	0	1	152,724
合計（社區 8 年費用）		259,620		385,438	

三、臺北市仁愛路新建案試算，如表 6

(一) 試算編號 1：

1. 加值服務項目及分表傳輸方式：「自動讀表」及「無線傳輸」。
2. 用戶基本資料：總表無預留孔洞，故水表資料以無線傳輸方式回北水處，用戶數共 93 戶，分表使用 $\$ 50$ mm 水表 41 只、 $\$ 40$ mm 水表 54 只。
3. 現場設計使用設備數量：水表共使用 $\$ 50$ mm 水表 41 只、 $\$ 40$ mm 水表 54 只，傳輸設備使用無線自動讀表訊號傳輸模組及外掛電池 1 只、訊號集中器 4 只及訊號傳輸模組（集抄型）1 只。
4. 智慧水表收費：8 年費用 1 次繳，合計社區共需繳 1,664,318 元，平均每戶繳 17,896 元(相當於每月繳 186 元)。

(二) 試算編號 2：

1. 加值服務項目及分表傳輸方式：「自動讀表」及「有線傳輸」。
2. 現場設計使用設備數量：水表共使用 $\$ 50$ mm 水表 41 只、 $\$ 40$ mm 水表 54 只，傳輸設備使用無線自動讀表訊號傳輸模組及外掛電池 1 只、訊號集中器 4 只及獨立型數據機及轉換器 1 只。
3. 智慧水表收費：8 年費用 1 次繳，合計社區共需繳 1,790,136 元，平均每戶繳 19,249 元(相當於每月繳 201 元)。

表 6 臺北市仁愛路某建案智慧水表收費試算表

試算編號		1		2	
加值服務項目		自動讀表		自動讀表	
分表傳輸方式		無線傳輸		有線傳輸	
智慧水 表費用	社區 8 年費用	1,664,318		1,790,136	
	每戶 8 年費用	17,896		19,249	
	每戶每月均攤費用	186		201	
用戶基本資料		總表戶數 93、 $\$ 50$ mm 水表 41、 $\$ 40$ mm 水表 54			
	單價	數量	複價	數量	複價
	$\$ 50$ mm 水表	41	1,359,888	41	1,359,888
	$\$ 40$ mm 水表	54	105,300	54	105,300
	無線自動讀表訊號傳輸模組及外掛電池	1	74,804	1	74,804
	訊號集中器	4	97,420	4	97,420
	訊號傳輸模組（集抄型）	1	26,906	0	0
	獨立型數據機及轉換器	0	0	1	152,724
	可編程邏輯控制器(PLC)	0	0	0	0
合計（社區 8 年費用）		1,664,318		1,790,136	

四、各種使用情形的智慧水每戶每月費用估算

因智慧水表價格會因增值服務項目、口徑、用戶數、共用集中器戶數及傳輸方式而異，本節估算的口徑為 20mm~50mm、用戶數為 6~200 戶，所包含的增值服務項目為自動讀表及水質偵測、傳輸方式為有線及無線。另 40 只分表雖然在理想狀況下最少僅需使用 1 只訊號集中器，但實際使用數量仍需視用戶現場實際的表位分布情形而定，以下計價包含 20 戶、30 戶及 40 戶共用 1 只集中器等 3 種狀況進行估算。

下列將依「自動讀表」增值服務及「自動讀表+水質偵測」2 大類，分別估算各種用戶數、口徑、傳輸方式及共用集中器戶數之用戶每月估算費用：

(一) 自動讀表增值服務，統計圖表如下

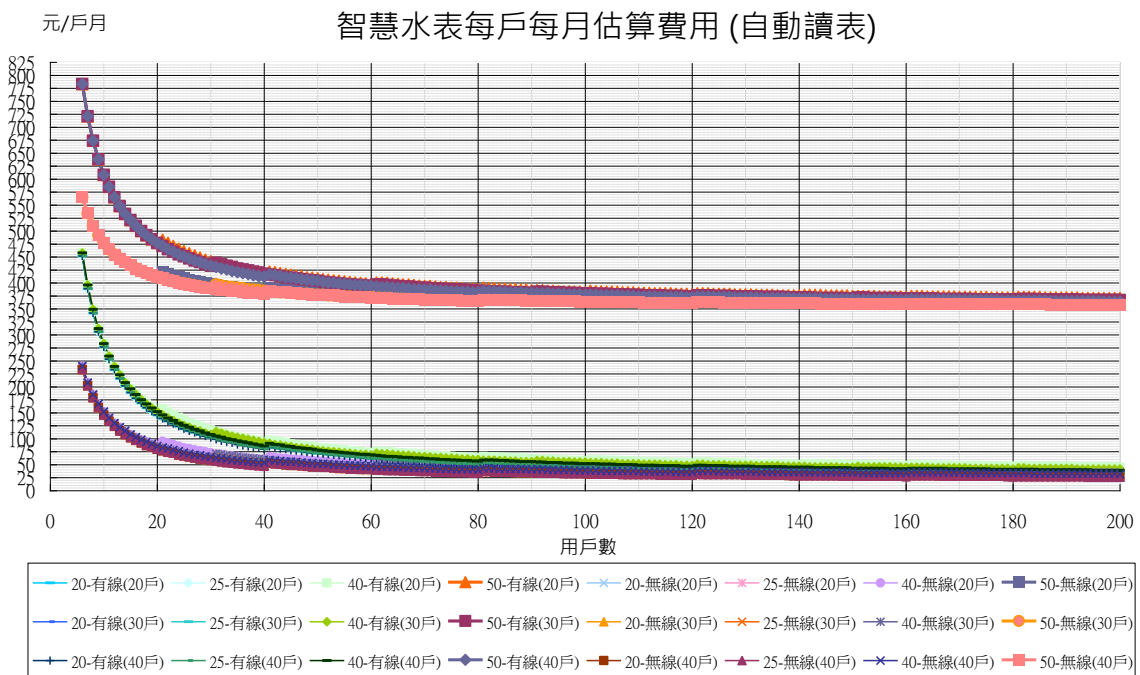


圖 78 自動讀表增值服務用戶每月分攤費用統計圖表

1. 本圖主要分為 4 個群組，每戶每月金額 (Y 軸) 由高至低的群組依次為有線傳輸 50 口徑、無線傳輸 50 口徑、有線傳輸 20~40 口徑、無線傳輸 20~40 口徑。

- 2.各種用戶數（6~200戶）、口徑（20mm~50mm）、傳輸方式（有線及無線）及共用集中器戶數（20戶、30戶及40戶），每戶每月費用為26~783元。
 - 3.用戶數越多者每戶每月的費用越低，尤其當用戶數小於40戶時，不同戶數的費用差距越明顯；當用戶數大於40戶時，口徑20~40mm的用戶每戶每月費用皆為125元以下，口徑50mm的用戶每戶每月費用皆為450元以下。
 - 4.以同一用戶數而言，在相同傳輸方式及相同口徑時，集中器共用數量越多者每戶每月費用越低，最大差距約為25元。
 - 5.以同一用戶數而言，在相同傳輸方式時，50口徑的費用較20~40口徑的費用為高，最大差距約為360元（含各種集中器共用數量）。
 - 6.以同一用戶數而言，在相同口徑時，有線傳輸較無線傳輸的費用為高，差距約為10元~250元（含各種集中器共用數量）。
- （二）有關智慧水表與機械表的價格比較，以用戶數30~120戶、分表口徑20~50mm為例，智慧表本體價格為機械表的1.6~3.8倍；智慧水表+AMR價格(含每月傳輸費用)為機械水表的2.2~6.9倍。如表7所示

表7 智慧水表/機械水表、智慧水表+AMR/機械水表價格比

30-120戶	智慧水表/機械水表	智慧水表+AMR/機械水表
口徑20mm	1.9	3.5~6.9
口徑25mm	1.7	3.1~6.1
口徑40mm	1.6	2.2~3.9
口徑50mm	3.8	5.1~5.5

5.2.5 問題探討

一、收費價格規劃探討

北水處收費價格係以目前使用的系統及採購成本為主要考量，惟科技發展日新月異，日後若有功能更好的水表系統但價格有所調整

時，建議仍應定期檢視相關規劃內容，必要時提送相關修正價格及施作內容，以能採用適宜的智慧水表系統提供服務。

二、計價方式規劃參考

初期曾考慮以級距的方式收費，但後來並未採用，相關原因提供參考如下：

(一)優點：申請者可一目了然收費金額，如以每 10 戶為 1 級距，如表 8

表 8 智慧水表模擬收費級距表

用戶數 水表口徑	1~10	11~20	21~30
20mm	A	B	C
25mm	D	E	F
40mm	G	H	I

(二)缺點：

1.分表口徑差異，建置成本不同：

每戶 1 只分表屬用戶個別設備，所以總戶數多寡，每戶均攤後皆只繳交 1 只的水表費用，收費價格容易編列。惟水表口徑不同其單價亦不同，當申請戶包含不同口徑的水表時，表 8 若要一一列舉就變得複雜，不僅民眾不易瞭解，且易造成收費的困擾。

2.用戶共用設備：

(1) 有關「無線自動讀表訊號傳輸模組及外掛電池」：

係總表訊號之無線傳輸設備，由所有申請用戶共用 1 只，故每戶分攤的費用係該單價除以用戶數；若以 10 戶為一級距，則該級距的用戶數應如何編列（取最大、最小或中間值）？且當用戶數越小時，用戶分攤的金額差距將越大，很難維持收費的公平性。

例如「無線自動讀表訊號傳輸模組及外掛電池」之單價為 S 元、用戶級距為 11~20 戶，則每戶應收 S/20 元？S/10 元？或 S/15 元？

(2) 關於「訊號集中器」：

係將各分表的資料以傳輸線連結集中後，經由相關傳輸設備傳送回北水處。在理想狀況下每只可提供 40 只分表共同使用，惟分表與集中器之間係以傳輸線連結，若用戶的分表表位並非集中而是散置各角落，則實際安裝需使用的設備數量將無法預估，是以本方式編列收費價格最大的困擾。

- (三) 由於智慧水表安裝口徑數量都沒有過去資料與經驗可供參考，所以無法利用數據分析每戶最佳收費區間，所以辦理初期為收費的公平性，北水處規劃以實際使用的設備種類及數量進行收費，並提供試算的案例使用戶瞭解智慧水表收費事宜。

5.3 智慧水表的營運管理

5.3.1 物料採購及維護管理

一、採購方式

考量不同廠牌的智慧水表，其傳輸設備未必可以相容，故將水表以外的設備皆定義為水表的配件，與水表一起採購。如此每批水表與傳輸設備等皆採用相同的廠牌，可避免安裝及傳輸時的介面問題。

二、採購流程

因北水處並未成立智慧水表專責單位，水表及水質設備等的採購單位目前係由既有的採購單位負責。惟因採購數量無法預先知悉，故採開口方式編列，並考量單獨成立相關標案或納入既有的公宅智慧水表標案，建議流程如圖 79。

當智慧水表收費訊息向民眾推廣後，建設公司興建新智慧大樓有安裝智慧水表需求，或配合公共住宅規劃階段時，在建商提送審圖階段，即應考量 AMR 設置空間及相關管道配置。自來水事業單位在審圖完成，受理 AMR 設置後，即應進行登錄水表口徑數量及相關配件備料作業。為免重覆發包突增採購作業時程，建議於年度開始，以當年度即將完工公共住宅及新建案已申請安裝智慧水表數量外加小部

份預估數量，再以開口契約加 20~50%擴增條款方式辦理，應可機動供應建商申請 AMR 之需。

因供料驗收約 2 個月(包括 C 級表耐久運轉約 1 個月)，需提醒建商至少於第二段施工前 2.5 個月提出裝表申請，避免屆時無水表可安裝，影響建築主體完工及交屋時程。

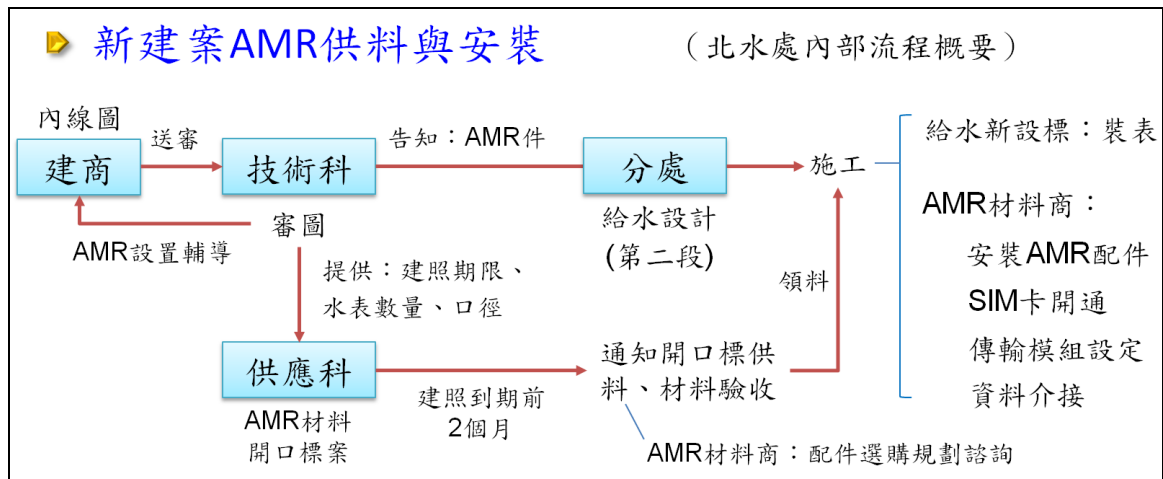


圖 79 北水處新建案供料安裝內部流程建議

三、後續維護管理

(一) 維護管理對口單位

智慧水表後續的現場安裝及維護管理，目前北水處係規畫由分處作為對口單位，相關作業與一般水表的維護管理程序相同。

(二) 保固期間

因智慧水表設備並非北水處之經常性用料，當過保固期後要維持至常運轉所需的備料數量及種類，在採購上會相對的困難。建議智慧水表的所有設備，不僅使用年限訂為 8 年，並將保固期亦訂為 8 年。則智慧水表營運期間，所有設備的安裝、測試及後續的維護保固，皆由設備供應商負責，可節省北水處的營運管理人力成本，惟必須提高相關設備的採購價格，以包含廠商延長保固期限的營運成本。

5.3.2 配合措施

一、於用戶內線圖審查時提供智慧水表安裝訊息

為推廣智慧水表至私宅用戶，將於用戶內線圖審查時提供智慧水表相關訊息，供用戶選擇是否安裝智慧水表。欲申請者應先規劃智慧水表安裝位置、傳輸線套管及相關電源等事宜，以利後續智慧水表現場安裝。

二、配合修訂用戶表位設置原則

因智慧水表之表體較高，設置立式表位之水表固定架時，應注意各水表的垂直距離不可小於 25 公分（含 $\phi 20\sim 40\text{mm}$ 口徑的水表），以避免位於下方的水表其表蓋無法完全掀開。另因智慧水表係由數只分表以傳輸線（或 RF 無線傳輸）連結至 1 只集中器，當分表位於屋頂以外其他樓層時，各樓層之間應預埋傳輸線套管（EMT 管），且應注意集中器裝設位置要有 110V 電源插座。故北水處為推廣智慧水表至私宅用戶，配合修訂「用戶表位設置原則」，增訂智慧水表表位設置注意事項。

三、收費標準俟市府公告後實施

依北水處營業章程第 3 條：「自來水水價及其他應收之費用，均由北水處報經主管機關核定後公告實施。」，新制定「智慧水表加值服務收費價格表」將俟臺北市政府核定後進行公告週知，提供轄區用戶安裝智慧水表的選擇，並作為北水處智慧水表收費標準。

5.4 加值應用服務探討

5.4.1 服務資訊與資料

自動讀表系統(AMR)除可將水表端用水量紀錄忠實蒐集至事業伺服器外，還包括智慧水表(SWM)上特異功能，例如漏水警示、逆流、低流量...等，但對於用戶服務而言，在支援用戶個人化資訊服務平台，必須跨系統資料與資訊，方能提供用戶全方位服務，以自來水事業單位而言，可提供服務資訊及相關資料包括：

一、智慧水表資訊：

- (一) 流量資訊：以固定時間或流量取得水表讀數累計之資料，經計算後以不同時間區段(時、日、月、季、年)統計最大瞬間用

水量、平均用水量...等資訊。

(二) 區段資訊：屬智慧水表特異功能，例如：依該水表流量曲線將流量設定為數個區段，在表頭讀取用水量時，不論以固定流量輸出脈衝方式(Pulse Water Meter)或固定時序輸出流量方式(Interval Water Meter)，可依流量大小在相關區段累計次數。此種用水量區段資料即可繪製進水譜，瞭解水表匹配情形。

(三) 事件資訊：屬智慧水表特異功能，常見功能如尖峰流量、流量過高警示、流量過低警示、漏水偵測、連續未用水、連續工作、動作頻繁次數、電池電量不足、磁干擾、逆流警示、防盜偵測...等。

二、水費資訊：

(一) 當期水費：目前用水費試算、水費跨級示警、當期水費查詢、水費單下載。

(二) 歷史水費：近三期水費、水費繳納情形。

三、水質資訊：

(一) 淨水場水質資訊：提供淨水場出水水質資訊。

(二) 管網水質監測資訊：提供附近喬裝水質監測資訊。

(三) 建物水質監測資訊：需配合申請設置建物水質監測站，提供建物水質資訊。

(四) 水質通報：提供緊急事件或施工造成水質事件通報。

四、客戶服務資訊

(一) 顧客關係案件資訊：該用戶曾以不同媒體(電子郵件、電話、線上客服)等方式詢問案件列表，顧客滿意度...等。

(二) 施工資訊：與該用戶有關之施工、停水訊息，包括預定開始及結束時間、影響區域...等。

5.4.2 資訊服務平台

近年來許多資訊平台在使用者界面(UI, User Interface)設計多採

用數位儀表板(dashboard)方式，將常用資訊以固定圖表及儀表板方式呈現，讓使用者能快速瞭解掌握所需資訊，表 9 及表 10 整理本研究案內探討各公司資訊系統，在客戶服務界面特色及管理界面之比較。







表 9 各系統客戶服務界面特色比較

公司或系統	界面內容	系統特色
北水處興隆公宅	智慧水網 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 客戶依帳號登入，可查詢計量資料及該建築物水池之水質資料。
Badger Meter	EyeOnWater® 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 藉由網站和智能手機及平板電腦 APP，提供實際使用用戶能方便地取得用水使用資訊，對於個戶的用水模式能更深入了解而進行控制。
SAWPA	Dropcountr 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 事業與客戶間通訊入口：洩漏警報、熱警報、使用與分配用水量差異、費率級別資訊、節約用水訊息及帳單付款提醒，在抗旱宣傳、緊急信息或簡單的行政公告，充當個性化和有針對性的溝通管道。 ◦ 集中式資訊存取：直觀和個人中心導向匯總提供數據。 ◦ 讓客戶達到節省經費目標：幫助客戶計算他們的戶外用水，及據內建目標設定功能的數據，讓客戶能追蹤個人用水行為。
流體公司(FIUID)	FLUID 	<ul style="list-style-type: none"> ◦ 分析家庭設備的用水量，如洗衣機、淋浴、沖廁、洗碗機、草地灌溉等每日/周/月/年用水量，並以圖形化顯示設備用水量佔總量百分比。 ◦ 漏水警示，透過設定用水量為基準，若超過此此用水基準，系統發出漏水警示，漏水可能狀況為馬桶漏水、管線破裂、水龍頭未關等情形。 ◦ 透過 APP 設定用水量之目標值，一但達到目標值，系統將發出節約用水警示。 ◦ 查詢歷史用水紀錄。

從表中可發現國內自來水事業，包括台水公司第六區處及第七區處，及北水處在 AMR 或智慧水表資訊系統仍以計量資料為主，雖北水處配合公共住宅興建設置水質監測儀器，故可查詢興隆公宅水池及

A、B 棟水塔的水質情形。但相較國外公司在系統 UI 及應用服務仍顯不足。

表 10 各系統管理界面功能比較

公司或系統	界面	資料總覽	功能項目
用水資訊查詢 (台水 6 區)	網頁 	◦ 計量資料	◦ 查詢、篩選、統計、報表
大高雄地區用戶自動 讀表系統(台水 7 區)	網頁 	◦ 計量資料 ◦ 公告訊息	◦ 查詢、篩選、統計、報表
北水處興隆公宅	智慧水網 	◦ 計量資料 ◦ 水質資料	◦ 查詢、篩選、統計、報表
國外 I 廠商	EMMSYS 	◦ 計量資料 ◦ 公告訊息	◦ 查詢、篩選、統計、報表 ◦ 分析 ◦ 比對 ◦ 警報 ◦ 工作指令 ◦ GIS 呈現 ◦ 平衡分析
Badger Meter	BEACON® Advanced Metering Analytics (AMA) 	◦ 計量資料 + 溫度 + 降雨量 ◦ 整合計費、工作 單、庫存、CRM 和 GIS。	◦ 查詢、篩選、統計、報表 ◦ 自動讀表(帳單)情形 ◦ 網路連接情形 ◦ 水表健康情形 ◦ 定義個別警報監測異常 ◦ 平台取得 ISO 27001 和 SOC2 安全認 證。
SAWPA	Dropcountr CLEAR 	◦ 計量資料 ◦ 客服資料 ◦ 水費資料 ◦ 公告訊息	◦ 查詢、篩選、統計、報表 ◦ 通訊溝通工具 ◦ 即時訊息工具 ◦ 客戶服務工具 ◦ 提示/回饋中心

在後續系統規劃及設計時應參考國外優點並發展單位系統特色，建議如下：

一、導入數位儀表板設計：

數位儀表板的原理不難，使用概念如在微軟辦公室軟體 EXCEL 中使用樞紐分析一樣，將資料以圖型或統計表型式呈現。重點(或者說較難的部份)在於可以使用那些資料，產生不同型式的圖形或表格，搭配警示值(內控值)的設定，讓使用者(管理者或單一用戶)能即時且一目瞭然的掌握資料背後訊息。

二、發展用水量在地化分析：

不同資料的數位儀表圖表的設計，除可參考國外軟體經驗(圖表內容)外，必須考量自來水單位管理及用戶需要，例如：因應公共住宅使用 RS485/Modbus 有線傳輸之集中器架構，分析無法每分鐘讀取表頭值之用水方式。或者利用本土有關洗衣機、馬桶、洗澡及水龍頭之耗水資料，提供用戶分析每月用水情形。

三、發揮智慧水表特殊功能：

採用智慧水表(SWM)建置自動讀表系統(AMR)時，除自動讀取水表計量資料外，需將 SWM 的特殊功能資料一併傳回，並據以分析區段及事件資料，提供管理者及用戶警訊。

四、單一入口平台整合不同服務：

當用戶導入智慧水表同時也建立事業單位在用戶之門戶，資訊系統更應全面服務用戶，故需藉由系統資料面整合建立數位儀表板。例如建立單一用戶入口平台，整合顧客資料、抄表資料、水費資料、諮詢報案資料，及節水宣導訊息，不論用戶單一簽入或管理者查詢用戶資料時，均能即時瞭解及判斷。

五、即時訊息與公告與資料界接：

從 SAWPA 系統功能可瞭解，即時通訊服務是現代人在一般活動常使用功能，除了行動電話及電子郵件外，系統應可發展 APP 推播及即時通訊功能，甚至可支援社群軟體(臉書、推特)或網路通訊(Line、FB Message、Google Message...等)。

另外，在智慧建築發展方面，均會將居家安全、能源操控、監視器查詢...等管理界面整合於單一智慧面板上，所以智慧水表提供的應用服務亦需網頁化、模組化，經由安全的通道或資料分配方式，呈現在個別用戶面板上，方能符合智慧建築需求。

5.5 小結

- 一、智慧水表推動策略現階段建議以「配合公共住宅政策、免費安裝智慧水表」、「因應建商智慧新建案、付費升級安裝智慧水表」、「回饋大戶水費漲幅，安裝 AMR 協助節約用水、」及「建置智慧水表資訊平台、提供民眾增值服務應用」4 個構面推動智慧水表建置，以充分發揮智慧水表優點。
- 二、用戶智慧水表費用會因增值服務項目、口徑、用戶數、共用傳輸設備數量及傳輸方式而異，其中以增值服務項目的影響最大，當用戶的增值服務項目為自動讀表及水質偵測時費用遠較僅有自動讀表時為高。
 - (一) 用戶增值服務項目為「自動讀表」時，用戶費用以口徑的影響最大，50 口徑的費用遠較 20~40 口徑的費用為高。影響用戶費用其次的為用戶數，用戶數越多者每戶每月的費用越低，尤其當用戶數小於 40 戶時，不同戶數的費用差距越明顯。
 - (二) 「自動讀表」且戶數大於 40 戶時，口徑 20~40mm 的用戶每戶每月費用皆為 125 元以下、口徑 50mm 的用戶每戶每月費用皆為 450 元以下。
 - (三) 智慧水表與機械表的價格比較，以用戶數 30~120 戶、分表口徑 20~50mm 為例，智慧水表價格為機械表的 1.6~3.8 倍；智慧水表+AMR 價格(含每月傳輸費用)為機械水表的 2.2~6.9 倍。
- 三、為維持收費公平，安裝智慧水表的計價方式，宜現場依設備設置情形及適合的傳輸方式(有線或無線傳輸)，設計符合用戶申請增值服務項目所需的設備種類及數量。為避免智慧水表與傳

輸設備因廠牌不同而造成資料傳輸的困擾，建議智慧水表與所需的傳輸設備宜一併採購。並隨著科技發展的日新月異，智慧水表系統及相關收費價格宜定期檢討修正。

- 四、配合智慧水表推動需於用戶內線圖審查時提供智慧水表安裝訊息，配合修訂用戶表位設置原則，並建立收費標準俟市府公告後實施。
- 五、在加值服務應用方面，除可將水表端用水量紀錄忠實蒐集至事業伺服器外，還包括智慧水表(SWM)上特異功能，例如漏水警示、逆流、低流量...等，但對於用戶服務而言，在支援用戶個人化資訊服務平台，必須跨系統資料與資訊，以「導入數位儀表板設計」、「發展用水量在地化分析」、「發揮智慧水表特殊功能」、「整合單一入口平台服務」及「即時訊息與公告與資料界接」，提供用戶全方位服務，

第六章 智慧水表建置與應用發展建議

一、目前於智慧水表之建置與應用尚有全面推展上的困難，未來仍有待克服。影響的項目很多，但最主要有三項因素，臚列說明如下：

- (一) 法規面：智慧水表受度量衡法之相關規定與自來水事業自身規範限制，致頗多國外水表與設備不符本土法規，屬公部門的自來水事業難以直接採購運用，阻礙許多國外優秀智慧水表的引進。
- (二) 設備面：某些有線集抄的自動讀表系統需要插電方能運作，而無線集抄系統透過 RF 卻易受干擾或屏蔽，運用上都有缺點待克服。預設軟體功能不完全滿足自來水事業之需，甚至需要花錢進行二次開發，警報設定有時過於敏感，假警報頻頻。對於自來水事業而言，自動讀表系統在自來水事業單位內部管理上為跨內部單位業務，包含水表管理、資訊、帳務整合、設備維護、通訊管理，後續運營上較傳統機械表困難許多。
- (三) 價格面：智慧水表價格比機械表昂貴，初置成本就高出許多，且臺灣人工讀表費用低廉，遠比自動讀表傳輸月費便宜，智慧表設置後之維護費用沉重。加上自來水事業的水價偏低，導致設置誘因不足。

二、有鑑於上述推動困難之因素，現階段智慧水表推動策略建議以「配合公共住宅政策、免費安裝智慧水表」、「因應建商智慧新建案、付費升級安裝智慧水表」、「回饋大戶水費漲幅，安裝 AMR 協助節約用水」及「建置智慧水表資訊平台、提供民眾加值服務應用」4 個構面推動智慧水表建置，以兼顧政策推展、符合現況法規、使用者付費等原則，期能發揮智慧水表之優點。

三、智慧水表(SWM)及自動讀表系統(AMR)之選用：

- (一) 於興隆公宅試辦之 AMR 採用 A 廠商的 RS485/Modbus 架構，有別於 B 廠商以脈衝訊號 (Pulse) 換算用水量可能有脈衝丟

失，導致表頭值與 AMR 值飄移的問題，A 廠商以固定時距（Interval）擷取表頭值，證實可以正確傳送表計值。但受限於 RS485/Modbus 輪聽讀表的時距過寬，嚴重低估瞬間流量，以致無法進行流量譜分析工作流量與水表口徑最適匹配，為其最大缺點。

- (二) A 廠商的智慧水表（SWM）可輸出並回傳「計量資料」、「區段資料」與「事件資料」三大類數據，但興隆公宅後端軟體僅運用「計量資料」繪製趨勢圖、提供民眾查詢及進行計費之用。因受限於「計量資料」擷取時距過寬（約 20 分鐘），難以取得正確瞬間流量，如縮短時距卻又導致回送之 Raw data 過於龐大，資料倉儲不易。建議廠商應開發表端分析功能，於集中器部位將 Raw data 預處理後，取得流量譜，連同最小流、超載流、漏水天數、逆流天數...等既有警報功能存入「區段資料」與「事件資料」，再一併回傳。即可同時滿足計費與分析管理兩項需求。
- (三) B 廠商雖採用 Pulse 輸出換算用水量，可能發生 AMR 數值飄移情況，但其表端預處理功能強大，可自動取得流量譜供分析水表口徑匹配性、觀察水表體質衰退情況，回傳之「計量資料」純供收費、用水量觀察之需，不至於過分龐大，其後台應用軟體兼具計費與分析管理兩大功能，具有完整的解決方案，自來水事業不必為了處理 Raw data 而另行開發軟體，建置 AMR 不產生額外的負擔。
- (四) 不論 A、B 廠商或其他 AMR 供應商，大多僅提供用水量數據、水表流量趨勢圖之呈現，於數據挖掘、大數據模型的功能仍較為貧乏，自來水事業面對急速累積而成的大數據庫仍難以進行後端運用。建議廠商應異業結合，引進相關演算引擎，提供自來水事業整套之數據分析解決方案。

四、在因應建商智慧新建案，付費升級安裝智慧水表相關建議

- (一) 為維持收費公平，安裝智慧水表的計價方式，宜由自來水事

業單位派員至現場，依設備設置情形及適合的傳輸方式（有線或無線傳輸），設計符合用戶申請增值服務項目所需的設備種類及數量。

（二）為避免智慧水表與傳輸設備因廠牌不同而造成資料傳輸的困擾，建議以智慧水表與所需的傳輸設備(水表附屬配件)，保固8年一併採購。

（三）隨科技發展日新月異，智慧水表系統及相關收費價格宜定期檢討修正。

五、在增值服務應用方面，除可將水表端用水量紀錄忠實蒐集至事業伺服器外，還包括智慧水表(SWM)上特異功能，例如漏水警示、逆流、低流量...等，但對於用戶服務而言，在支援用戶個人化資訊服務平台，必須跨系統資料與資訊，以「導入數位儀表板設計」、「發展用水量在地化分析」、「發揮智慧水表特殊功能」、「整合單一入口平台服務」及「即時訊息與公告與資料界接」，提供用戶全方位服務。

參考文獻

1. Marchment Hill Consulting.(2010). Smart Water Metering Cost Benefit Study.
2. 劉文雄、沈日恆、陳寶玄、盧展南、黃奕儒、施恩、沈正杰、卓明遠、黃佳文、李信璋、王金墩、陳裕清(2015)：台電建置低壓 AMI 前期佈建系統技術顧問、驗證及成本效益評估，台電工程月刊，799 期(3 月號)，50-65。
3. 內政部建築研究所(2004)：數位化水、電及瓦斯自動讀表系統在建築物能源監測之應用與推動辦法之研擬。內政部：內政部建築研究所。
4. 經濟部水利署(2012)：提升水量計功能強化用水管理之育成計畫。經濟部：經濟部水利署。
5. 台灣自來水公司(2013)：水量計自動讀表介面功能規範研究。
6. Paul,H. and Peter,G.(2010).Smart water metering in the Victorian urban water sector, *METERING & SMART ENERGY INTERNATIONAL*,8,July.
7. 94 年度臺北市政府員工平時自行研究報告(2015)，數位化水表於自來水事業之應用與推動之研究。
8. 台灣自來水公司第六區管理處(2014)，用水資訊查詢管理系統。
9. 台灣自來水公司第七區管理處(2016)，大高雄地區用戶自動讀表系統。
10. Rob, T. Jay,H. and Don,S. (2011).Reaping the Benefits of AMI: A Kansas City Case Study.*Journal AWWA*,April,38-41.
11. Mary,S. and Harry,W.(2015). How a Water Bureau Installed AMR on Its Own. *Opflow*,March,20-22.
12. Robin,P. and Mike,S.(2014).AMI Paves the Road to Smart Water Use. *Opflow*,May,24-255.
13. Amy,A. and Joe,B.(2015).Smart-Water City Project Aims for Big

- Results, *Opflow*, April, 20-21.
14. METERING & SMART ENERGY. (2016). American water utility signs Badger Meter for AMI rollout. FEB 3, 2016, from <http://www.metering.com/news/american-water-signs-badger-meter/>
 15. Badger Meter. *Managed Solution, BEACON® Advanced Metering Analytics (AMA)*, from <https://www.badgermeter.com/>
 16. dropcountr. *Digital technology for water conservation*, from <http://dropcountr.com/>
 17. Sydney Water. (2014), Multi-level individual metering guide, July
 18. (2015). Smart water meters: Jamaica selects Diehl for AMI rollout, *METERING & SMART ENERGY INTERNATIONAL*, DECEMBER, 15, DEC.
 19. TechCrunch. (2015). *FLUID Is A Smart Water Meter For Your Home*. Sep 4, 2015, from <http://techcrunch.com/2015/09/15/fluid-is-a-smart-water-meter-for-your-home/>.
 20. American Water Works Association. (1999), Water Meters-Selection, Installation, Testing, and Maintenance, Manual of water supply practices M6, 4th edition.
 21. 中華民國自來水協會(2015): 聰明的都市水管理方法, 中華民國自來水協會季刊, 第34卷第2期。
 22. 內政部建築研究所(2016): 智慧建築評估手冊 2016年版, 內政部: 內政部建築研究所。

附錄

期中審查委員意見彙整表

項次	委員意見	委員姓名	所在章節	說明
1	AMR 譯為「智慧水表」還是「智慧水錶」			AMR 譯為「自動讀表」
2	4.4.1 節~4.5.2 節之字形與其他章節不同		第四章	遵照修改
3	參考文獻之格式要修正，特別是英文的標點符號與空格規定			遵照修改
4	智慧型水表為發展之趨勢，供水業者遲早會走上此路，研究具重要性。建請能補充說明如何加速建置，包括成本效益及裝置之困難及克服	林財富	第五章 第六章	將於期末報告第五、六章闡述與分析
5	對於加值服務部分，建議可再強化討論，加入更前瞻性的結合	林財富	第五章	將於期末報告第五章闡述與分析
6	國內智慧水表之使用現況及發展僅提及兩家廠牌，其實北水處及台水公司在十幾年前即有在試辦自動讀表系統。包括管理用表或大用戶，惟十幾年來沒有很積極去推動建置所存在之問題。如傳訊介面轉換設備通訊方式、成本費用或製造廠商限制、採購規定等，故在第3章問題分析能否再蒐集探討，俾未來建置應用時受這些問題受限而阻礙推動	李嘉榮	第三章 第四章 第六章	1.通訊協定、資料格式等將於第三章補充 2.成本分析將於第六章說明 3.採購規定將於第四章闡述
7	過去資訊系統或監控系統均曾受開發廠商(程式設計或商業機密)導致要擴充時受限制，除水表製造商外，系統開發商也很重要，未來建置	李嘉榮	第五章	加值服務的良窳與系統軟體的開發息息相關，將於第五章說明

	時亦為關鍵之議題			
8	台水公司過去亦曾經分析人工抄表及自動抄表之成本比較，因環境之改變、科技之發展、人力短缺等，智慧水表之建置應用應是一種趨勢，故當下之建置成本能否在報告內予以分析，俾供自來水事業參考	李嘉榮	第五章	AMR 的應用與增值服務將於第五章闡述說明
9	P.12「國內外智慧水表使用概況」之中只針對國外使用情形說明，未探討國內使用情況；另文中也列舉 4 個國外案例，然對每個案例並未清楚顯示是要呈現什麼？以及量化與非量化效益資料並不多，建議再加以整理補充	吳振榮	第一章	1.若排除管網 SCADA 使用之流量計，國內智慧水表的使用僅在私領域，已於第二章舉例，國內自來水事業單位並無大規模使用之案例可參考 2.量化效益將遵照補充
10	圖表應為中文敘述的補充，圖表的名稱也應與文章內容一至。如:P.16 圖 2，P.18 圖 3，P.19 圖 4，P.21 圖 5，P.23 圖 6，P.24 圖 7 等等，建議「文」與「圖」做連結	吳振榮	第二章	遵照修改
11	P.19 台電公司試辦智慧型電表 AMI，「預計於 2014 年底前完成…」建議用詞修正；另依聯合報 104 年 5 月 14 日報載臺電朱文成總經理表示「以智慧型電表取代人工抄表效益太差，決定暫時「停、看、聽」」；因此建議文中內容應結合事實予以分析	吳振榮	第二章	遵照修改
12	P.28 目前遠雄左岸建案整合水表、電表及瓦斯表在智慧數位家庭面板上，除裝置計費表外另外再加裝私表，此讀表差異是否有詳細資料	吳振榮	第二章	遠雄私表為 C 級、收費表為 B 級，靈敏度不同。兩個水量計的讀表必定有所差異，惟私表資料無法取得
13	P.34「...於 105 年安裝...」與	吳振榮	第三章	遵照修改

	圖 16「宇泰豐智慧水表系統實際安裝情形」不一致，建議再檢視修正			
14	P.37~P.40 北水處「智慧水表暨運用研討會」文中內容與本公司 104 年 7 月 2 日「水量自動讀表介面功能規範研究」報告相似度高，建議應有適當文字說明	吳振榮	第三章	遵照修改
15	建議可調查台電於推動智慧電錶時之執行成果與困難參考	陳立儒	第二章	遵照修改
16	是否可補充國際間 AMR 推動是否有相關標準規範，或 Guideline 供參考	陳立儒	第一章	國際間 AMR 的規範為 ANSI C12、IEC62056，係由電力讀表系統發展而來，並聚焦於通訊協定、資料格式的一致化。惟水表的標準並無統一，為各家廠商傳輸架構、通訊協定、資料格式並不一致，將於第一章補充
17	是否可再蒐集目前各國推動 AMR 的城市，將技術彙整成比較表格	陳立儒	第一章	將於第一章收集各城市 AMR 的相關技術
18	是否整理人工抄表與 AMR 的經濟效益比較，及相關設置成本需求	陳立儒	第六章	經濟效益、成本分析的建議同前述項次 4、6
19	建議增加智慧水表與日前人工抄表之成本效益分析比較	洪世政	第六章	經濟效益、成本分析的建議同前述項次 4、6、18
20	請說明本智慧水表之使用是否能降低 NRW?及若偵測到漏水時是否能遮斷	洪世政	第五章	將於第五章智慧水表增值應用服務中分節說明
21	與水質偵測連動，若水質有問題時，智慧錶的後續處理作為如何	洪世政	第五章	將於第五章智慧水表增值應用服務中分節說明
22	P.28~P.29 建議可減要評估建置用戶「智慧水表」對自來水事業單位之財務影響為何	李丁來	第二章	經濟效益、成本分析的建議同前述項次 4、6、18、19。將於第六章闡述
23	P.34 雲林虎尾社區是否設「總表」?有無總分表差值之問題	李丁來	第三章	雲林虎尾社區於頂樓 14 只分表後方串接另一只 AMR 水表，總表並未安裝 AMR。將於期末報告補充說明

24	P.47 興隆國宅示範案對北水處之財務及非財務之效益，建議簡要評估供自來水事業參考	李丁來	第四章	興隆國宅建置 AMR 成本遠高於人工讀表。但因配合市府政策，具有政策宣傳之非財務效益，將於第四章補充說明
25	建議增列研究架構及流程	李丁來	第零章	遵照辦理
26	「智慧水表」明確定義或內涵為何	李丁來	第一章	將於第一章補充說明
27	該研究的時間點很好，搭上智慧城市的便車及水價調漲，促進台灣智慧水表的功能提升與應用，令人充滿期待。p.12 引述先進國家將其與水壓管理結合之運用，尤其具展望性。簡報 p.19 顯示 105 年口徑 50mm 以上大表將予引用，期許考量對大表用戶持壓閥水壓之連動監控作先期試驗，相信對本土持壓閥品質之提升會有相當促進作用，對水壓管理也必定會創建新格局，對水質之保障亦將大為提升。	史午康	散見各章節	感謝委員鼓勵，將於第五章闡述相關 AMR 的加值應用
28	建議報告之整體架構考量增列「緣起與目的」及「研究架構」(或「研究方法」)	史午康	第零章	遵照辦理、同項次 25
29	在應用的期程展望上，最好能由「現在試辦」，到「未來全面推動」，提供一個願景藍圖，當更能發揮導航作用	史午康	第四章	遵照辦理
30	p.14 顯示智慧水表壽命 10-15 年且需作維護更新，是否亦考量配合作本土水表 8 年汰換相關法規之突破，以降低未來全面推動之成本	史午康	第六章	將於第六章說明北水處「一次收費，保固 8 年」的 AMR 收費機制
31	p.41、42「將於」、「預期」之語法及 p.34 圖 15 應為圖 17 之誤，請作更正	史午康	第四章 第三章	遵照修改

期末審查委員意見彙整表

項次	委員意見	委員姓名	所在章節	說明
1	建請將文內附圖設法清晰化(尤其引用之廠商資料)	史午康	第一章	部分圖形解析度較低，已設法尋找不同出處檔案，以擷取較清晰圖片。
2	「用戶服務」資訊需求情況為何？趨勢？	史午康	第一章 第五章	由第一章文獻回顧中羅列各自來水事業的應用實績，可看出目前用戶服務的主要需求項目，例如：察覺內線漏水、提供查詢用水量...等。 於第五章闡述未來用戶服務之應用趨勢，須將 SWM 的區間與事件資料回傳增值應用，以啟動後續之到府服務與節水輔導。
3	在「分析管理」之需求上，現階段?未來?	史午康	第四章 第五章	由第四章所述，現階段「分析管理」的需求為取得流量譜、事件資料等，俾進行水表口徑匹配管理、異常警訊分析管理。 未來的需求將結合 SCADA、GIS、MIS、AMR 等數據進行「深度分析」，以發揮 AMR 的最大效益。
4	在 SWM 整體運用發展上的優先順位，重要性及前提	史午康	第五章	第五章所提整體運用之四個構面，其中「配合公共住宅政策、免費安裝智慧水表」、「回饋大戶水費漲幅，安裝 AMR 協助節約用水」兩項因須配合政策，已列為優先執行重點項目。 「因應建商智慧新建案、付費升級安裝智慧水表」、「建置智慧水表資訊平台、提供民眾增值服務應用」則為後續推動發展項目。
5	「大用戶分析管理」部分，P2 是否作精簡介紹，而非完全不述	史午康	第一章	已於第一章概略補述。
6	建議未來餘氯衰退模式，考量作進一步發揮(參用水質電腦監測系統之數據)完成論文作發表	史午康	第四章	未來將另案邀集水質專業同仁分析既有 60 餘站的餘氯衰退模式。
7	由於 SWM 及 AMR 之使用，	駱尚廉	第五章	平均人工抄表費用為每只水表每期

	可使自來水事業減少抄表之成本，因此，是否可把此部份費用轉給裝設智慧水表的用戶，以降低消費者之支出費用			5~6 元，8 年共 48 期，合計最高為 288 元，相較整體 SWM/AMR 建置費用而言微不足道，目前規劃並不作為回饋用戶硬體建置之減免，但仍可彌補北水處內部軟體建置費之支出。
8	智慧水表(SWM, Smart water metering)建議改成，智慧水表(Smart water metering, SWM)	駱尚廉	第一章	按委員意見修改
9	圖 2 之資料，建議將英文中譯，以增加閱讀度。(其餘如圖 3、圖 4 等均同)	駱尚廉	第一章	按委員意見將圖內英文翻譯，於內文酌量補充說明
10	參考文獻之格式，請依標準格式修正	駱尚廉		按委員意見修改
11	本研究結果符合計畫執行內容，所獲成果具實用性	黃文鑑		感謝委員的鼓勵與支持
12	智慧水表數據輸出，訊號傳輸系統是否與其他單位(電力、通信、瓦斯)可共同規劃	黃文鑑	第二章	台電曾於近幾年研究智慧三表傳輸訊號透過電力電網線路回傳至台電，再分送給各事業單位使用，由於電力線有其他雜訊干擾，傳訊品質不良，且台電不易倉儲管理水表與瓦斯表所回傳的用戶資料，最後並未成功。目前各事業單位並無後續整合傳輸計畫。
13	智慧水表設置及運用，建議可加強說明降低漏水率之功效	黃文鑑	第一章 第四章	已於第一章麥迪遜自來水公司(MWU)、遠見夏洛特公司(EC)、流體公司(FLUID)及第四章興隆公宅漏水偵測應用中補充說明。
14	擴充型 AMR 對於水質監測之擴充值得肯定，但對於後續水質不佳時，是否有維護及解釋之困擾，請注意	洪世政	第四章	擴充型 AMR 之水質偵測可分為兩部分，其一為公宅水質站：如果水塔之水質不佳訊號燈亮起頻率增加，且總表後水質仍正常，則可作為管委會清洗水池水塔的重要依據。 另一部分則為設置於大用戶表前的水質站：此將納入管網水質監控體系的一部分，為北水處內部了解管網配送過程的水質狀況，訊號並不會特別傳送給該用戶。
15	本案有節水功能，對於整體	洪世政		感謝委員的鼓勵與支持

	而言，可節省水資源，值得肯定與持續加強後續發展			
16	P50、P106、P107、P108 之序號能否再修正，另 P107 系統架構(圖 5-1)與 P108 之圖 77，圖號表達一致	李嘉榮	第三章 第五章	按委員的指示修改
17	P107 表 3 加值服務收費價格表，探討水質偵測其監測站費用甚高，雖然此加值服務是選項，惟有幾點疑問請予說明，水質監測數據會受線上監測設備之準確度，取水樣位置能否正確量測供水單位之供水品質，如經常量測不符水質標準，是否會與用戶間產生爭議(水質會隨水量在水池停留時間之供水設備而改變)。另 8 年時間更新水表及傳訊設備及水質監測儀器，是否一併更新？是否需要繳費？故其加值服務在水質監測項目能否再斟酌	李嘉榮	第五章	<p>1.關於水質偵測站設置費用 於公共住宅部分，現行政策為北水處免費設置水質儀器，不向用戶收費。至於大用戶部分，北水處將於未來設置 AMR 時，檢視週遭空間是否足夠擺放水質儀器，倘若經過評估後可以設置整套水質偵測站，北水處將與用戶洽談免費安裝水質儀器，不向用戶收費。因此本研究所列之水質儀器偵測站收費價格，僅針對極少數主動提出申裝，想要監測社區內各個水池、水塔之水質狀況的集合式社區之用。</p> <p>2.水質訊號如果發生異常之處理 公宅水質站：如果水塔之水質不佳訊號燈亮起頻率增加，且總表後水質仍正常，則可作為管委會清洗水池水塔的重要依據。 設置於大用戶表前的水質站：此將納入管網水質監控體系的一部分，為北水處內部了解管網配送過程的水質狀況，訊號並不會特別傳送給該用戶。</p> <p>3.水質儀器的更新與維護 安裝經過 8 年就更換智慧水表，是依據度量衡法對於水表的規定，目的在於確保準確度、維護公平交易。但水質儀器並不再此限，因此這些水質偵測站將納入北水處年度維護作業，每隔一段期間就進行藥劑更換、調校準確度，若有故障將予以維修、汰換模組，所產生的費用並不會向用戶收取。</p>

18	用詞建議一致性；如：(1) 西元或民國 (P 10)，(2) RF 無線射頻(P11)、無線電波 (P16)，(3) 台(臺)灣或臺灣，(4) 北水處、水處、北水處，(5) A 廠牌、B 廠牌建議先聲明，(6) 涉及採購策略、收費、大數據分析...等等共同性項目建議用「自來水事業」	吳振榮		第(5)點由於涉及廠商軟硬體性能評比，本研究仍採用代號稱呼為宜，以避免直接為其產品背書或損及商譽，其餘項目將按委員意見修改。
19	智慧水表建置採一般用戶則為「使用者付費」及「加值服務」期滿由用戶選擇續約與否，是否有足夠誘因足以讓用戶願意付費；如用戶不願意而改裝回機械式水表，則產生自動讀表與人工抄表併存，自動讀表建置之效益將大減	吳振榮	第五章	初次安裝智慧水表由建商一次繳清，其費用相較建築成本十分便宜，但8年後期滿續約之誘因不足，用戶可能改回機械表，的確存在委員所述之問題。未來推動則有賴後續北水處提出更有價值之服務項目，期能留住 AMR 用戶。
20	結論與建議部分，建議臚列建置與應用推展上的困難（如：法規、通訊障礙、電力、費用...等等）	吳振榮		按委員意見簡略臚列於結論與建議
21	缺歷次會議審查意見回覆表	吳振榮		期中、期末審查意見回覆表將與期末報告一併提送技術委員會主委簽定
22	文中用字請再確認；如：(1) 手徽冊 (P 26)，(2) 本服務 (P39)，(3) 第1類華電只含 (P 46)，(4) 保固5年 (P97)、保固期間定為8年 (P110、P122)，(5) 將已於104年5月竣工 (P 66)，(6) 表 78 (P 120)	吳振榮		按委員意見修改