

出國報告（出國類別：開會）

Water Loss Asia 2014 研討會心得報告

The 4th
WaterLoss Asia 2014
Conference & Exhibition

Concurrent Event



First Regional Southeast Asia Event of The IWA WLSG

Workshop : 2 September 2014
Conference : 3 - 4 September 2014
Exhibition : 3 - 4 September 2014

*Intelligent
NRW Management for
Smart Cities*

服務機關： 台灣自來水股份有限公司

姓名職稱： 隋忠寰 工程師

派赴國家： 馬來西亞

出國期間： 103 年 9 月 2 日至 9 月 7 日

報告日期： 103 年 12 月 7 日

目錄

一、前言	5
二、開會內容	6
(一)開會行程簡介	6
(二)廠商展示會	9
三、開會心得	10
(一)水壓管理基本原則與目標	10
(二)目前國際水壓管理作業之發展	17
1.進階水壓管理	17
2.智能水壓管理	20
四、結論與建議	25
附錄一	27

圖目錄

圖 1、廠商展示會攤位規劃	9
圖 2、當地媒體訪問參展廠商	9
圖 3、降低實質漏水損失四大策略	10
圖 4、水壓與漏水量之關係	11
圖 5、供水管網設置持（減）壓閥（PRV）	13
圖 6、水壓管理區（Pressure Management Zone, PMZ）	13
圖 7、水壓管理發展進程	14
圖 8、基本水壓管理 PRV 出水壓力為定值	16
圖 9、基本水壓管理下在供水系統臨界點水壓變化	16
圖 10、進階水壓管理為調節 PRV 出水壓力以維持臨界點水壓穩定	18
圖 11、進階水壓管理方式下臨界點水壓及 PRV 出水口壓力變化	18
圖 12、APM 系統可藉由遠端伺服器進行遙控及監測	20
圖 13、I2O 公司所發展出的智能水壓管理系統	21
圖 14、基本水壓管理與智能水壓管理之比較	23
圖 15、智能水壓管理系統設備實體展示	24
圖 16、智能水壓管理公司介紹應用案例	24

表目錄

表 1、Water Loss Asia 2014 研討會主題(103 年 9 月 3 日)	7
表 2、Water Loss Asia 2014 研討會主題(103 年 9 月 4 日)	8

一、 前言

近年來，因地球暖化所導致氣候變遷在世界各地不斷引起災害發生，自來水事業必須投入龐大資源以維護供水管網之營運，然受到極端氣候的影響，降雨集中導致蓄留水量不足，以及人口增加造成用水需求上升，世界各國的自來水事業莫不努力開發水資源及提升供水效能。反觀台灣自來水事業，除了面臨上述種種挑戰外，鑑於台灣勞動人口趨於老化，二戰後嬰兒潮的世代正逐漸退出工作職場，台灣正面臨高齡化的社會，而台水公司因過去長達 10 年未招募新進人員，致使公司人力資源斷層尤為嚴重，未來公司恐面臨人力缺口的惡性循環，因此，如何利用有限的人力資源以維持營運與發展是為台水公司現今最為重要的課題。

以科技取代人力需求是解決人力資源不足的方式之一，台灣 IT 科技產業發達，但相對其他世界先進的自來水事業，台水公司在科技應用供水營運上仍處落後，致使過度依賴人為操作難以提升供水營運效能，在面臨供水營運的諸多挑戰下，例如漏水率過高、管線老化、破管頻率上升、管線汰換成本增加等問題，引進國際降漏技術以吸取成功經驗並提升供水品質是為必要，鑑於世界先進的自來水事業為達人性化的管理，利用科技產品及自動化設備取代過去傳統人為操作，以大幅減少人力資源之需求，並可降低人為操作上所產生的疏失。

二、 開會內容

(一)開會行程簡介

本屆 Water Loss Asia 2014 研討會時間為 103 年 9 月 3 日至 4 日，共計 2 日，於馬來西亞之吉隆坡皇家朱蘭酒店召開，本次研討會係以城市無收益水量的智慧管理 (Intelligent Non-revenue water (NRW) management for smart cities) 為主軸，針對下列多項議題進行研究：

- 檢漏與管理 (Leakage Detection and Management)
- 水壓管理 (Pressure Management)
- 用戶水表與分區計量 (Customer Metering & District Metering)
- 自來水事業合作 (Water Operator Partnerships)
- 資訊科技 (Information Technology)
- 水量稽核與 KPI 指標 (Water Audits & KPIs)
- 創新科技 (New Technologies)
- 亞洲經驗 (Asian Experiences)
- 無收益水量經驗 (NRW Experiences)
- 商業契機 (Business Opportunities)
- 財務資金 (Financing/Funding)
- 管道評估科技—管道攝影及透地雷達 (Pipe Assessment

Technology – CCTV & Ground Penetrating Radar)

- 潛遁技術 (Trenchless Technology)
- 地理資訊系統 (GIS)
- 水力分析模型 (Hydraulic Modelling)

表 1、2 臚列本屆研討會各項發表研究主題。

表 1、Water Loss Asia 2014 研討會主題(103 年 9 月 3 日)

Day 1 : Wednesday, 3 September 2014		
08.00 am	Registration	
09.30 am	Roland Liemberger – Miya Water Asia, Introduction to the IWA Water Loss Specialist Group	
10.00 am	Keynote 1 : Assoc. Prof. Ir. Dr. Zaki Zainudin, International Islamic University Malaysia	
10.30 am	Welcome Remarks and Official Opening	
11.00 am	Tea break/Tour of exhibition	
12.00 pm	Keynote 2 : Tom Mills, Sensus, UK	
12.30 pm	Keynote 3 : Stuart Hamilton, JD7 Ltd, UK	
01.00 pm	Lunch	
	STREAM A	STREAM B
	SESSION A1 : Asian Case Studies	SESSION B1 : Non Revenue Water
02.30 pm	Progressive NRW Reduction with a Holistic NRW Management System-Kota Kinabalu <i>Quirine Jokinol, Jabatan Air Negeri Sabah & Guido Wiesenreiter, WSO Malaysia</i>	Integrated Approach to Non-Revenue Water Reduction <i>Koen Kinsberger, Pure Technologies Ltd, Belgium</i>
03.00 pm	Malang intensive pressure management programme <i>Teguh Cahyono, PDAM Kota Malang, Indonesia</i>	Fine Tuning and Sustaining NRW Reduction <i>Zailan Yusof, Ranhill Water Services, Malaysia</i>
03.30 pm	Kuching, Malaysia NRW Reduction Project <i>David Cox, NRW Specialists Pty Ltd, Australia</i>	The NRW Strategy Clock <i>Tom Crowder, Crowder Consulting, UK</i>
	SESSION A2: Commercial losses	SESSION B2 : DMAs
04.00 pm	Automatic Meter Reading (AMR) Pilot Project at Maynilad Water <i>Jhonegil Cleofe Ascan, Maynilad Water Services, Philippines</i>	Tracking The True Value of Leakage and Minimum Night Flows of District Metered Areas <i>Pank Mistry, PCA Echologics, Australia</i>
04.30 pm	Over Sized Water Meters and Non-Revenue Water Loss <i>James Fisher, Mueller Systems, USA</i>	DMA Automation – A Tool in NRW Management <i>Justin Bernard Arce & Ramoncito Soriano Maynilad Water Services, Philippines</i>
05.00 pm	Networking reception	
07.00 pm	End of Day 1	

Source: Water Loss Asia 2014

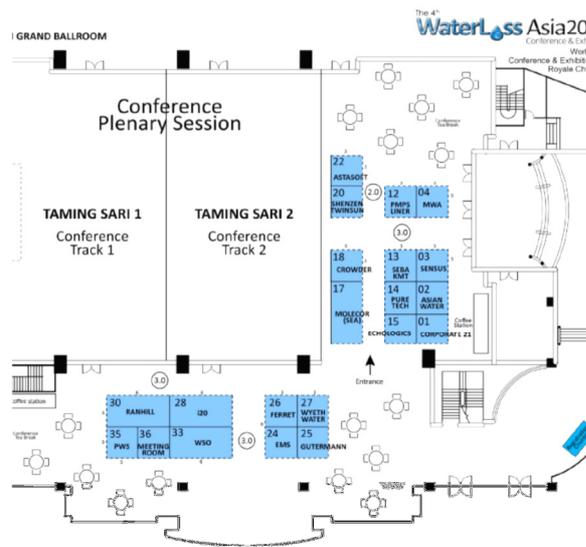
表 2、Water Loss Asia 2014 研討會主題(103 年 9 月 4 日)

DAY 2 : Thursday, 4 September 2014		
	STREAM A	STREAM B
	SESSION A3 NRW Management	NRW Leadership Colloquium (By Invitation Only) Facilitator : Stuart Hamilton
09.30 am	Integrated Water Management System for Continuous Water Supply System <i>Ashok Natarajan, Tamil Nadu Water Investment Company Ltd., India</i>	Review of Malaysia's 2010 NRW Strategy Plan <i>Stuart Hamilton</i>
10.00 am	Advanced Pressure Management for Managing DMAs <i>Ramoncito Soriano, Maynilad Water Services, Philippines</i>	Round Table Discussion on Implementation of NRW Strategy Plan
10.30 am	Applied Technologies for Water Loss Reduction and Economical Sustainability in Due Consideration Trenchless Laying Techniques <i>Steffen Ertelt, Duktus Rohrsysteme, Germany</i>	Technical Presentation on NRW Methodologies
11.00 am	Tea Break	
	SESSION A4: Twinning	MWA NRW Colloquium (cont'd)
11.30 am	Introduction to Waterlinks <i>Mai Flor, Miya Water Asia, Philippines</i>	Panel discussion
12.00 pm	Non-Revenue Water Project between Baotou Water and City West Water <i>Sophie Wang, City West Water, Australia and Shangfu Yun, Baotou Water, Mongolia</i>	Technical Discussion On New Technologies
12.30 pm	Ranhill's experiences with Water Operator Partnerships <i>Ir. Zainuddin bin Md. Ghazali, Ranhill Water Services, Malaysia</i>	Way forward for NRW Strategy Plan followed by presentation of findings to Minister of KeTTHA
01.00 pm	Lunch	
	SESSION A5: Leak Detection	SESSION B5 : Network Data Management
02.30 pm	Leakage detection on Trunk Mains <i>Mark Nicol, Echologics, Singapore</i>	The Importance of Hydraulic Modelling for NRW Programmes <i>George Crowder, Crowder Consulting, UK</i>
02.55 pm	Experience and Results of Using Free-Swimming Non-Tethered In-Line Leak Detection System on Large Diameter Pipes in Malaysia <i>Samhan Daud, Jalur Cahaya Sdn Bhd, Malaysia</i>	How Hydraulic Modeling of Water Network Plays a Concurrent Role with Development of GIS <i>Marcus Chang, Bentley Systems, Malaysia</i>
03.20 pm	Results and Findings of Inline Leak Detection and Asset Surveying <i>Stuart Hamilton, JD7 Ltd, UK</i>	The Value of Network Data to Diagnose Asset Condition <i>Yong Lee Seow, i2O Water, UK</i>
03.45 PM	Tea Break	
	SESSION A6 : Asian Case Studies	SESSION B6 : Commercial Losses
04.15 pm	Water Losses Variations With Consumption Pattern in Asian Cities <i>A.K.Gupta, Indian Institute of Technology Kharagpur, India.</i>	Running Dry - Smart Meters and Leak Detection <i>Dillon Fernandez, Oracle Corporation Australia</i>
04.35 pm	Challenge of NRW Reduction in Eastern Jakarta Concession, Central Area as Focus Area <i>Mulananda Mahjoedin, PT. Aetra Air Jakarta, Indonesia</i>	Non-Revenue Water (NRW) – Addressing Commercial Losses <i>Adil Bawahab, Itron, Indonesia</i>
05.00 pm	End	End

Source: Water Loss Asia 2014

(二) 廠商展示會

本屆研討會並設有廠商展示區，以作為協力廠商介紹相關最新產品及服務之平台，本次參展包含漏水管理之設備製造、顧問諮詢及勞務提供等廠商，會場現況詳如圖 1, 2。



Source: Water Loss Asia 2014

圖 1、本屆廠商展示會規劃



圖 2、當地媒體訪問參展廠商

三、 開會心得

(一)水壓管理 (Pressure Management) 基本原則與目標

國際常見降漏策略為水壓管理、主動漏水控制、提升修漏品質及效率、供水系統資產管理與維護(詳圖 3)，該四大策略係以「降低實質漏水損失」為目標，其中水壓管理對降低供水管網的無收益水量(Non-Revenue Water, NRW)而言是最核心、最全面、且最具經濟效益的漏水管理作業方式之一，其管理目標是在滿足所有用戶用水需求下提供最小且穩定的供水壓力，以達供水管網水壓分佈之最佳化及降低系統供水量，並減少不當壓力變化所產生的滲漏、破管、耗能及設備生命週期減損等問題發生。

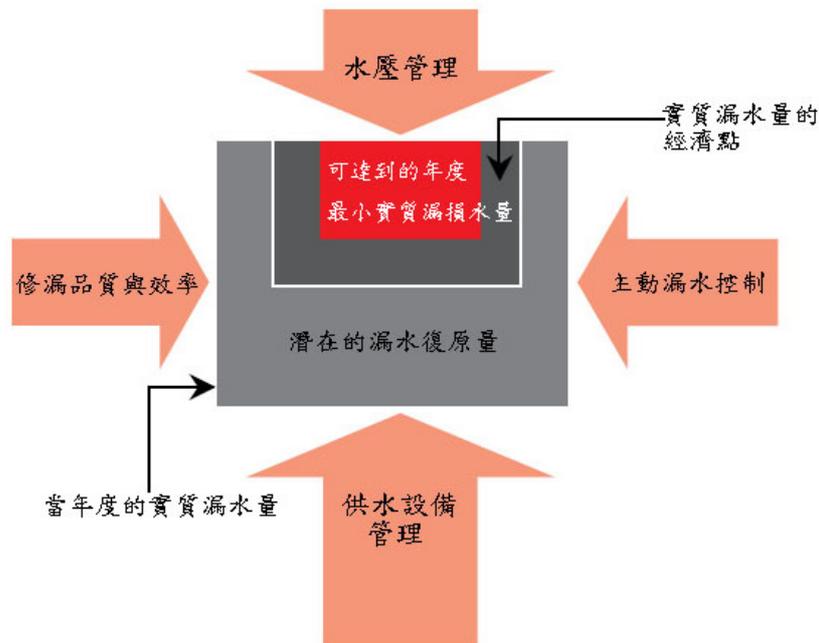


圖 3、降低實質漏水損失四大策略

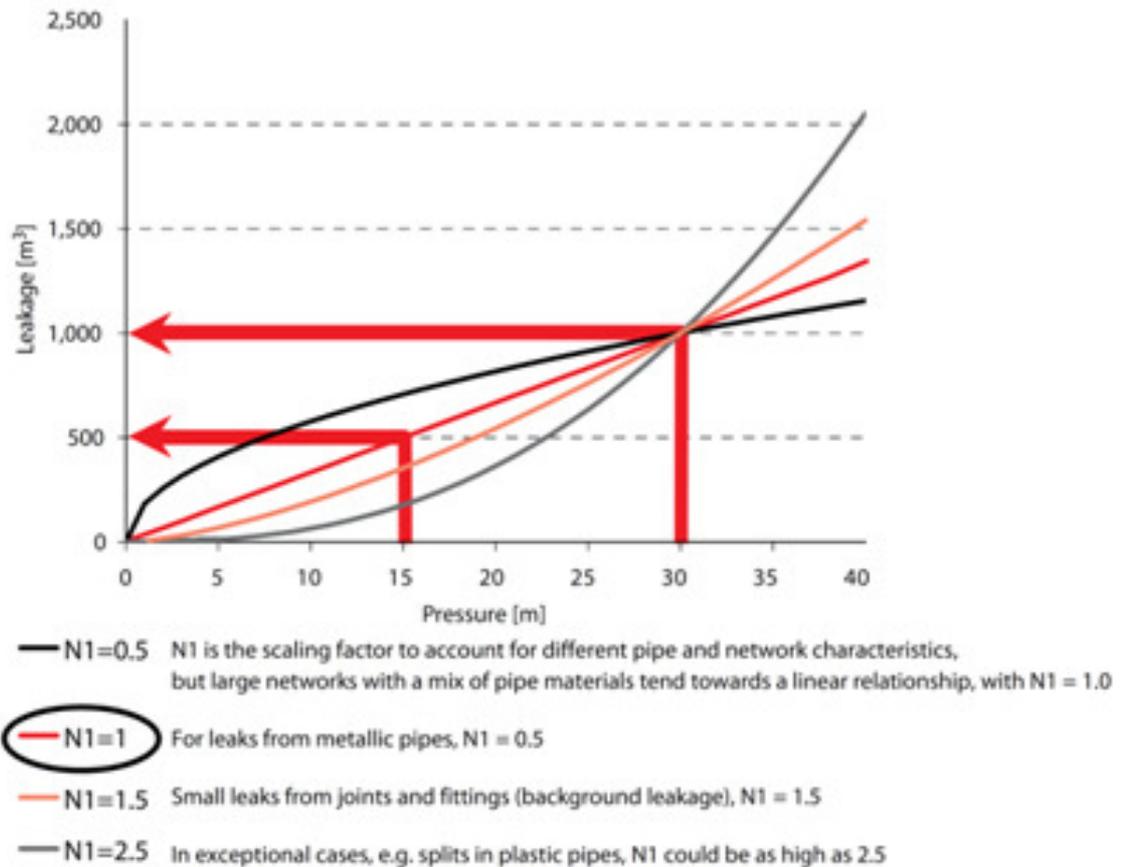
依據 1980 年日本及英國研究資料推導出水壓及漏水量之關係(詳

圖 4)，即 FAVAD (Fixed and Variable Area Discharges) 方程式：

$$L1/L0 = (P1/P0)^{N1}$$

其中 P0,L0 為初始平均水壓與漏水量；

P1,L1 為目前平均水壓與漏水量。



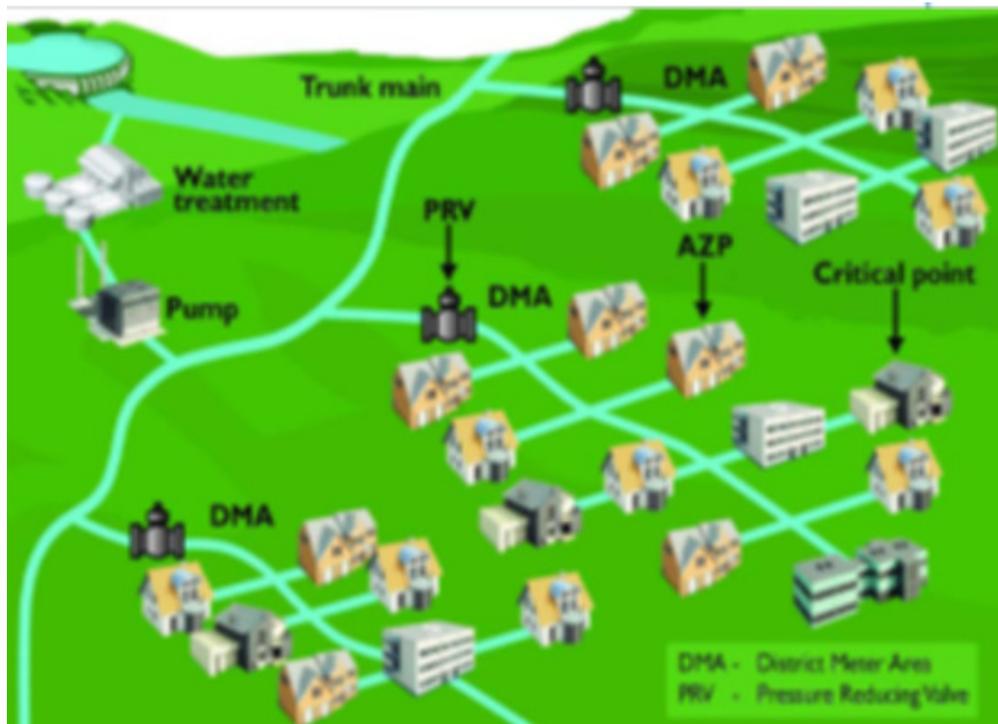
Source: World Bank Institute

圖 4、水壓與漏水量之關係

由上式可知，在無需任何作為下單純降低供水壓力即可降低漏水量。然降低供水系統水壓有很多種方法，包括使用變頻抽水機及設置減壓槽等方式，其中，在供水管網設置持（減）壓閥（PRV）是最普遍且最符合成本效益的設備（詳圖 5）。自來水事業依據管網現

況和營運需求以評估該供水系統設置水壓管理區（Pressure Management Zone, PMZ）的適用性，其中包括調查及診斷供水系統並蒐集下列資訊：

- 漏水現況調查及破管歷史數據；
- 界定可執行水壓控制的區域範圍以及營收相關資料；
- 藉由用水量分析以確定該區域用水模式、用水需求、用戶類型以及水壓控制的限制條件；
- 收集現場實測的流量及水壓數據（如圖 6 所示，通常以該區域進水點(Inlet PRV Site)、區域平均水壓點(Average Zone Pressure, AZP)以及水壓臨界點(Critical Point, CP)）；
- 利用水力模型分析潛在效益；
- 釐清可以正常控制的閘門及控制裝置；
- 建立適當的控制模式；
- 進行成本效益分析。



Source: Ranhill Utilities Sdn Bhd

圖 5、供水管網設置持（減）壓閥（PRV）

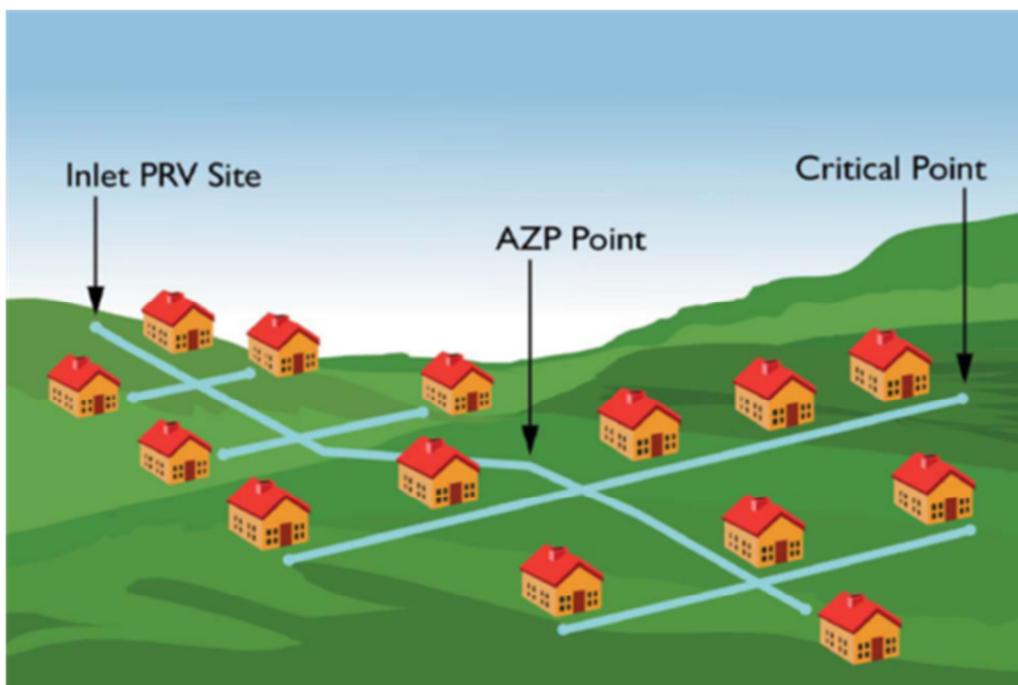


圖 6、水壓管理區（Pressure Management Zone, PMZ）

一般而言，自來水事業初期發展水壓管理作業有四個進程(詳圖 7):

- 進程一：收集數據

依管網現況在某些關鍵點上設置水壓紀錄器、流量計，以獲得水壓及水量於管網分佈之相關數據。

- 進程二：資訊透明化

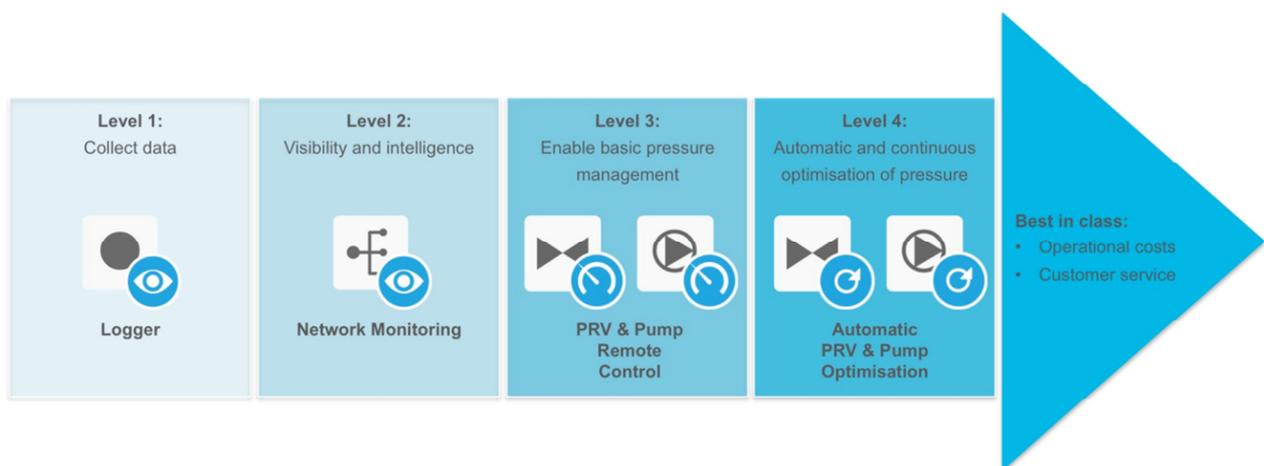
透過管網監控系統以改善管網資訊透明化及能見度。

- 進程三：基本水壓管理

以降低操作成本為考量，透過管網設備的遠端遙控進行基本水壓管理作業。

- 進程四：水壓管理之自動化及最佳化

根據目前管網的用水需求及各水壓管理區 PMZ 的特性，以達水壓管理之自動化及最佳化。



Source: www.I2Owater.com

圖 7、水壓管理發展進程

自來水事業在建置水壓管理區 PMZ，原則上係將持（減）壓閥（PRV）安裝在管網中的策略控制點，使得經 PRV 輸予供水區域的水壓值維持固定，即 PRV 出水壓力為定值，以避免供水區域受到上游側進水壓力與流量波動的影響（詳圖 8）。然持（減）壓閥的設置雖可使下游側水壓束制在某一預設的壓力區間內，但當受到無法預見的壓力脈衝作用時，依然會造成供水管網內的水壓波動，此現象可能會造成供水系統的臨界點（Critical Point, CP）供水不穩定或間歇性供水，致使用戶會反映缺水或水壓不足問題，而操作人員必須派諸人力進行調水作業以滿足用戶需求。

圖 9 為基本水壓管理下在供水系統臨界點（Critical Point, CP）水壓變化情形，如圖所示進水壓力經持減壓閥 PRV 作用下降至出水壓力（P2）。出水壓力值在 PRV 建置時即已預先設定，且為避免供水系統的臨界點 CP 發生供水不穩定或間歇性供水狀況，以及考量未來因集合住宅或工廠新建後所導致供水需求增加或用水模式改變，因此，出水壓力 P2 必須設定為保守且較高的預設值，確保在高用水量時段或用水量激增狀況下，亦能滿足臨界點 CP 的最小水壓需求（Min P3），以維持系統穩定的運作；然在設定較高的出水壓力 P2 下，由圖 9 亦可發現在低用水量時段，臨界點的水壓 P3 卻遠高於其最小水壓需求（Min P3）。

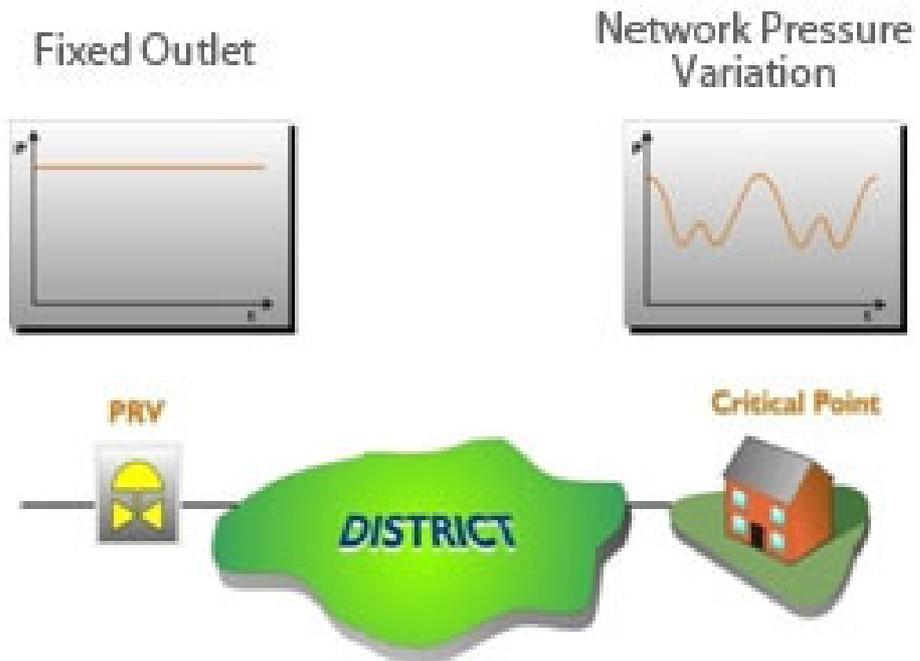


圖 8、基本水壓管理 PRV 出水壓力為定值

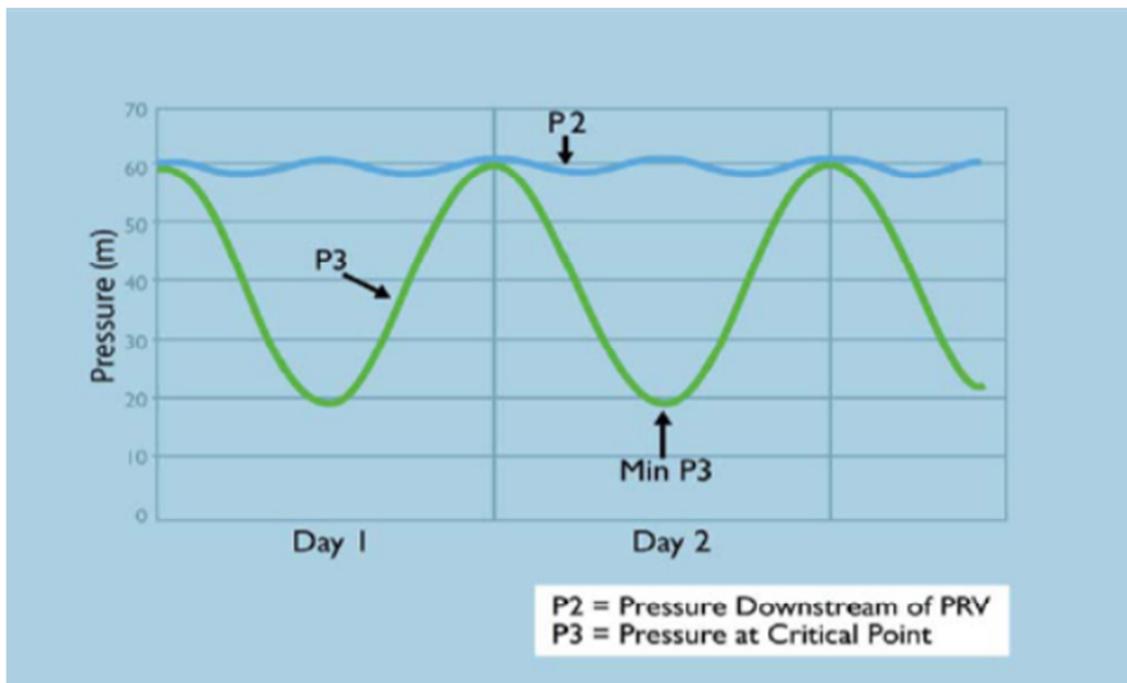


圖 9、基本水壓管理下在供水系統臨界點水壓變化

(二)目前國際水壓管理作業之發展

1、進階水壓管理 (Advanced Pressure Management, APM)

為解決上述問題，在即有的水壓管理設備上發展出進階水壓管理控制 (APM) 系統，以尋求維持下游測的供水壓力穩定，其基本原理是於水壓管理區 (Pressure Management Zone, PMZ) 的臨界點 CP 設置水壓紀錄器 (Pressure logger)，並於即有的持減壓閥 (PRV) 裝置控制器 (Controller)，藉由控制持減壓閥 (PRV) 以調節進水水壓 P2，以維持臨界點 (Critical Point, CP) 水壓值永遠滿足最小壓力需求 (Min P3) (詳圖 10)。

圖 11 為進階水壓管理方式下臨界點水壓及 PRV 出水口壓力變動情形，如圖所示在 APM 系統作用下，藉由持續調節 PRV 出水壓力 P2，使臨界點水壓 P3 能維持在一個參考水準以上，以確保所有用戶能得到穩定的供水品質，而所稱的臨界點水壓 P3 參考水準 (Min P3) 是由各自來水事業自行設定。

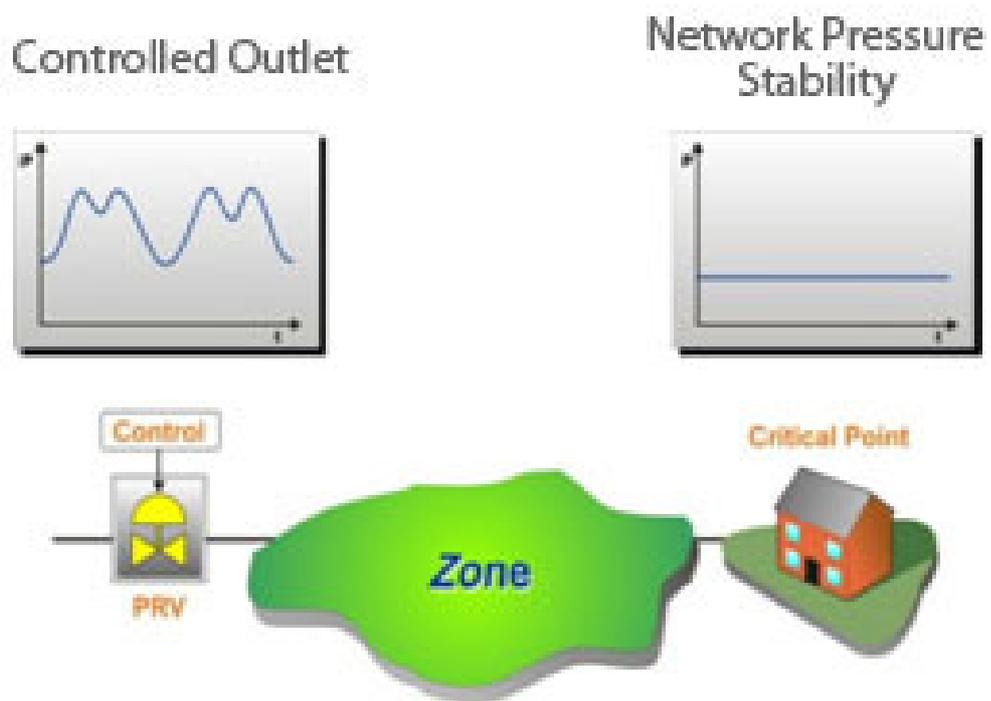


圖 10、進階水壓管理為調節 PRV 出水壓力以維持臨界點水壓穩定

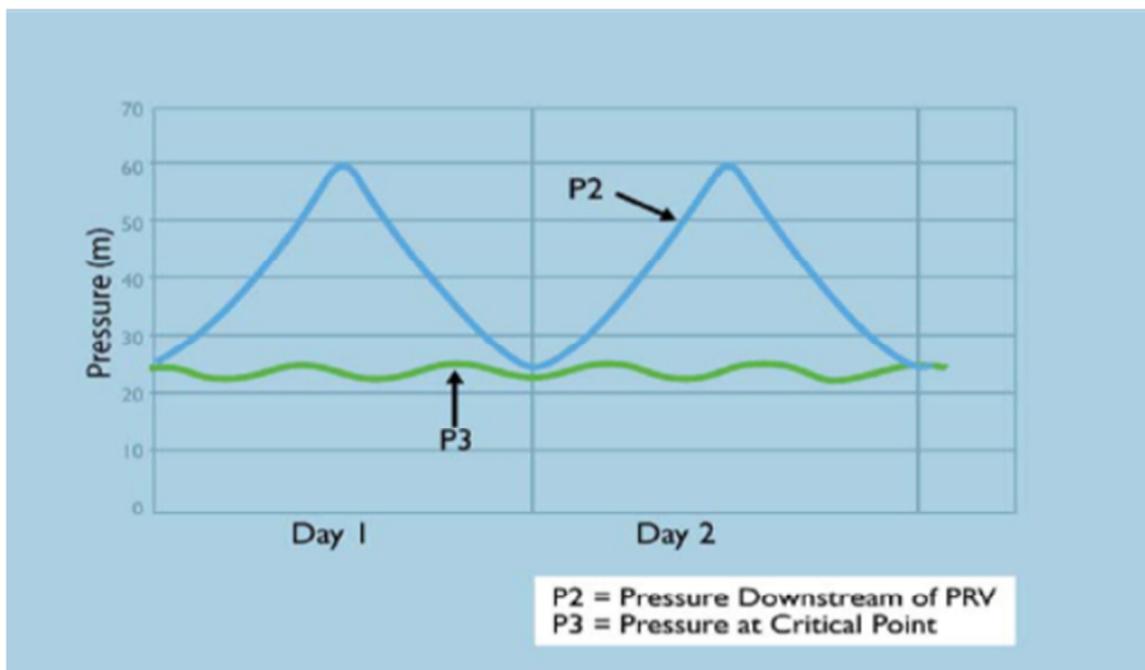


圖 11、進階水壓管理方式下臨界點水壓及 PRV 出水口壓力變化

APM 系統可採取三種水壓調節模式，各模式原理簡介如次：

- 時間調節模式 (Time control)

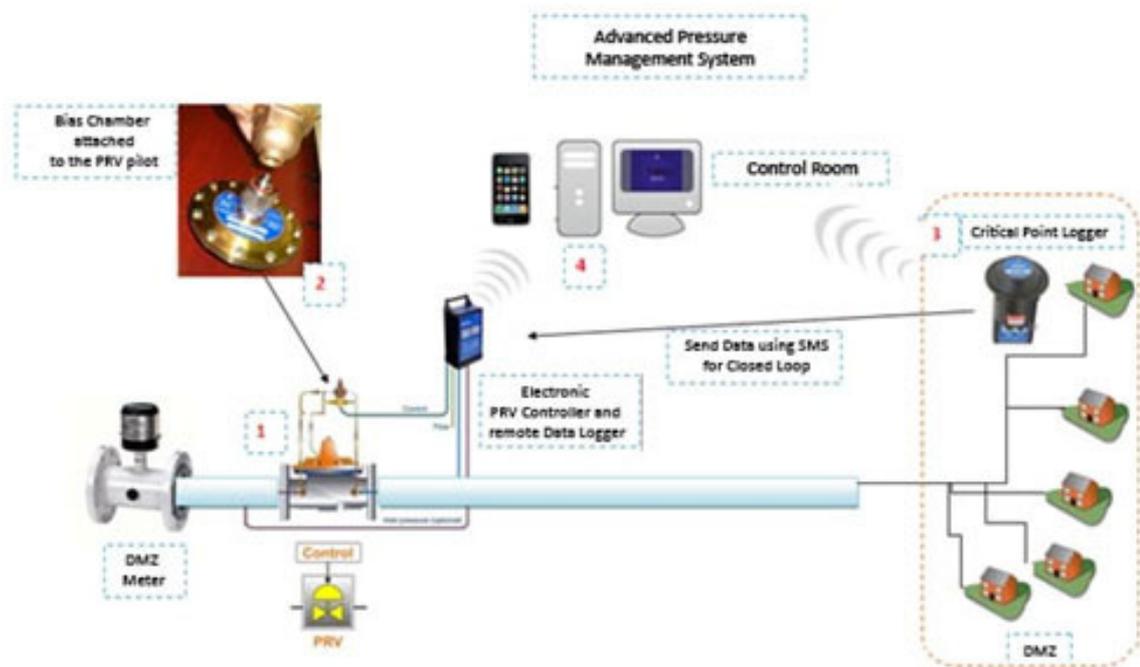
控制器使持減壓閥 PRV 可依每天尖峰及最低用水需求在不同時間點進行調節，透過過去的歷史資料(通常為 7 天)計算出在水壓管理區 PRZ 臨界點 CP 所須提供壓力，以調節適當水壓達最佳節水效能。其中以夜間減壓模式為最常見之管理模式之一。

- 流量調節模式 (Flow Modulation)

基於供水系統的歷史資料建立該區域的水壓與流量關係，在不同的流量需求下，控制器 Controller 依據該關係以調節輸予管網的供水壓力。控制器將持續監控流量並調節水壓，以確保管網內絕大部分臨界點有適當的水壓提供。

- 封閉迴路調節模式 (Closed loop control)

在單進水點或多進水點的管網內，將控制器安裝於每一個持減壓閥 PRV，並在各個臨界點上設置遠端控制的資訊紀錄器(remote control data logger)，透過行動電話通訊系統 GSM，如 GPRS 或 SMS，將資訊紀錄器的儲存訊號回傳予控制器，控制器將接收回傳之訊號後進行調節 PRV 出水壓力以滿足臨界點的用水需求。圖 12 所示 PRV 出水壓力的目標值皆取決於管網內臨界點 CP 的資訊提供。



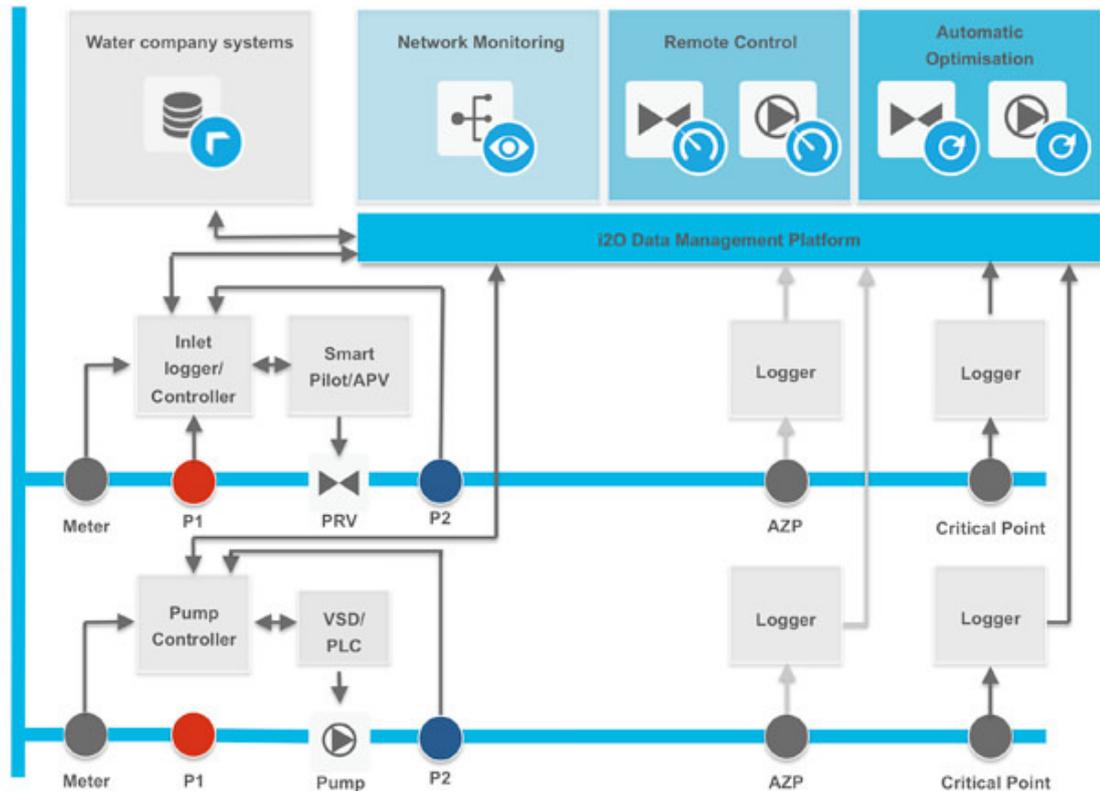
Source: hwww.pws.com.my

圖 12、APM 系統可藉由遠端伺服器進行遙控及監測

2、智能水壓管理（Smart Pressure Management, SPM）

依據管網的用水需求及各水壓管理區 PMZ 的特性，為達到管網內水壓分佈的最佳化及水壓管理之自動化，進而發展出智能水壓管理 SPM 系統，其與進階水壓管理 APM 系最大的差別在於由 data logger 所紀錄的資訊係上傳至遠端伺服器，該資訊經伺服器平台上的程式運算與分析，計算出最佳的管理模式，並發送指令予 PRV 上的控制器以調節供水壓力，而非將 data logger 上資訊直接傳予 PRV 的控制器。

圖 13 為 I2O 公司所發展出的智能水壓管理系統。



Source: www.I2Owater.com

圖 13、I2O 公司所發展出的智能水壓管理系統

智能水壓管理 SPM 系統除了包含上述進階水壓管理 APM 的調節模式外，另發展出二種調節模式，分述如下：

- 自動化時間調節模式 (Automatic Time control)

考量 APM 時間調節模式的時間點設定，係由自來水事業依過去的經驗或該供水區域用戶的特性以預設時間點方式進行 PRV 出水壓力的調節，而當該用戶用水模式改變或是因大樓或工廠的新建導致用水需求產生變化，操作人員必須進行微調調節時間點以維持供水品質，為將上述作業自動化進而發展出 SPM 系統，該系統依 data logger 所傳送的訊息，藉由程式自我學習功能並自動分析出合適的時間調節

模式，其中亦可區分假日用水或非假日用水，此調節模式在無法取得流量紀錄資料下依然適用，操作人員可針對程式所自動產生調節時間點及 PRV 出水壓力進行檢視及確認，以確定是否進行該調節模式，一旦執行調節，SPM 系統將持續監控臨界點水壓以進行校正模式，避免發生供水不穩定情況。

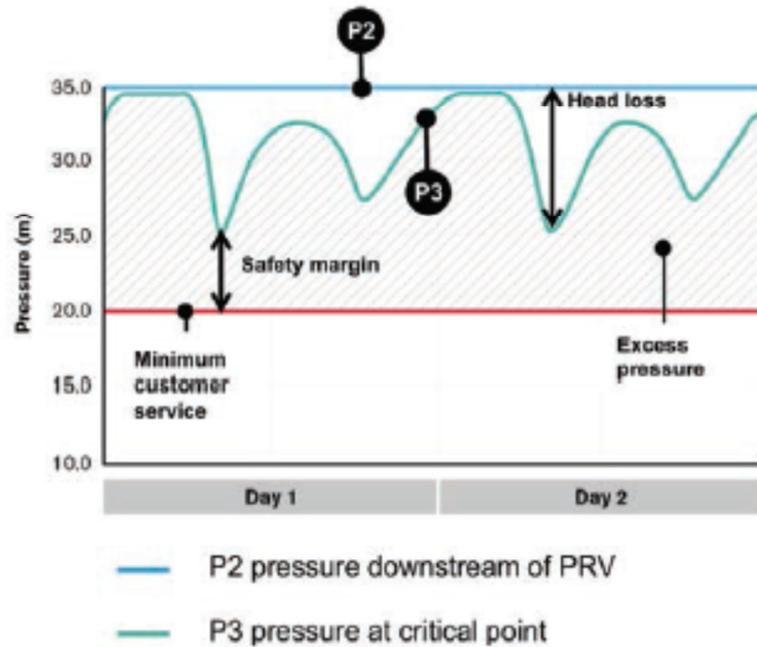
- 自動最佳化調節模式 (Automatic Optimization)

為達到水壓管理區之水壓分佈最佳化，SPM 系統依 data logger 所傳送的數據，透過管網內流量與水頭損失之關係，自來水事業只須設定水壓的上限值、下限值及水壓變化比，該系統則可利用演算法 (Algorithm) 自動地產生適當的流量調節模式，以滿足臨界點水壓目標值。操作人員可針對程式所自動產生最佳調節模式進行檢視及確認，以確定是否進行該調節模式。此外，該系統亦有異常檢測功能，當管網內水壓或流量發生異常改變，即自動暫停最佳化模式並通報操作人員。該演算法 (Algorithm) 亦會根據最新接收到的數據自動地微調流量調節模式，以達到最精確、最具效能的水壓管理。

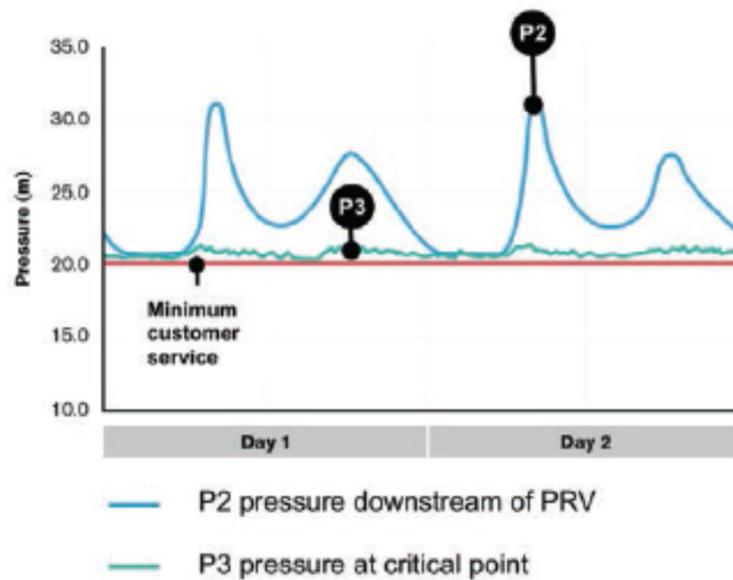
圖 14 為基本水壓管理與智能水壓管理之比較，由圖可知藉由調節 PRV 的出水壓力 P_2 ，使臨界點 CP 的水壓 P_3 能穩定的滿足最小用戶用水需求。而基本水壓管理因 PRV 的出水壓力 P_2 為定值，為確保臨界點 CP 的水壓 P_3 能滿足最小用戶用水需求，必須設定較高的 PRV

出水壓力 P2，其造成過高的供水壓力致使能量的虛耗。圖 15、16 為本屆研討會展場介紹實況。

基本水壓管理



智能水壓管理



Source: www.I2Owater.com

圖 14、基本水壓管理與智能水壓管理之比較

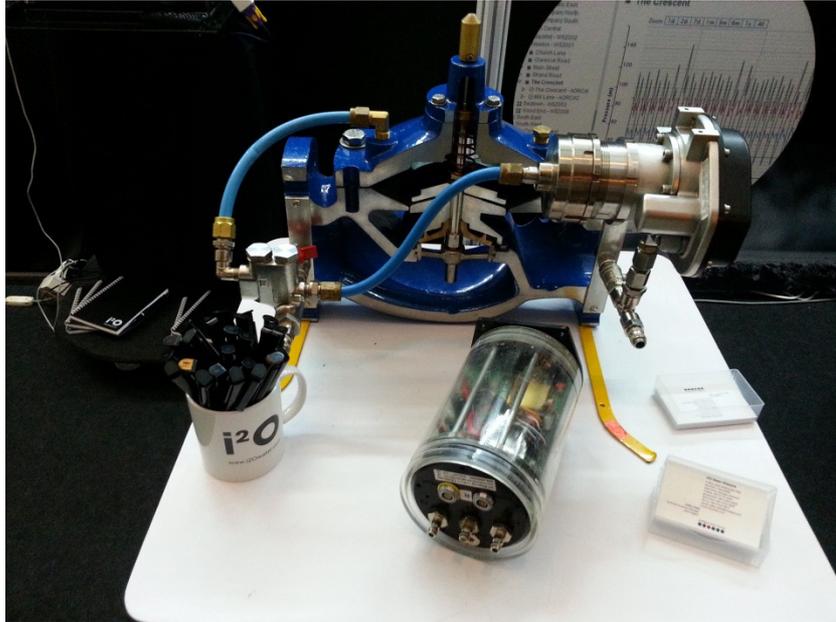


圖 15、智能水壓管理系統設備實體展示



圖 16、智能水壓管理公司介紹應用案例

四、 結論與建議

1、 進階水壓管理 APM 與智能水壓管理 SPM 是未來發展趨勢

目前國際上對水壓管理作業為確實達到水壓管理分佈之最佳化及自動化，於本屆研討會已有多篇個案研究關於進階 APM 或智能 SPM 水壓管理之應用，然我國水壓管理監測技術最大的問題在於受限政府採購法束制及本土廠商缺乏整套之水壓管理解決方案等因素，現場監測設備與中心監控設備、軟體分屬多個廠商，系統整合不易，故本公司未來進行採購作業應將系統整合的因素納入考量。

2、 水壓管理作業架構在健全的供水系統

本公司轄管的供水地區逾齡管線多為 PVC 材質，不論係 APM 或 SPM 系統皆為調節持減壓閥 PRV 的出水壓力，若該系統架設在弱勢管段，恐因長期的水壓變化導致破管的可能，致使區域性停水的風險大為增加，相對地，供水系統下游管段因 APM 或 SPM 系統的調節致使水壓趨於穩定而降低破管風險，故本公司未來進行管線汰換的選擇應以水壓管理區或分區計量管網的設置為出發點。

3、 水壓管理作業是一種長期投資

水壓管理因降低供水區域內的壓力致使短期內可減少「漏水量」及配水量、節省操作成本及能源等優點，惟對短期降低「漏水率」的影響並不明顯，即便如此，以長久之計，水壓管理仍具有降低破管頻

率、延長設備資產的生命週期、減少檢漏人力需求等優點，對自來水事業的未來發展而言，水壓管理是一種長期性的正向投資。

附錄一、

參展廠商名冊

Company Name	Booth No.
ASIAN WATER MAGAZINE	02
ASTASOFT SDN BHD	22
AVK VALVES MANUFACTURING (M) SDN BHD	-
CORPORATE 21 (M) SDN BHD	01
CROWDER CONSULTING	18
ECHOLOGICS	15
ECOSEED	-
ENERGY MANAGEMENT SYSTEM CO LTD	24
FERRET TECHNOLOGY LTD	26
GLOBAL WATER INTELLIGENCE	-
GUTERMANN	25
i2O WATER	28
IMPELLER.NET	-
MOLECOR (SEA) SDN BHD	17
PMPS LINER TECHNOLOGY (S) PTE LTD	12
PREMIER WATER SERVICES SDN BHD	35
PURE TECHNOLOGIES LTD	14
RANHILL WATER SERVICES SDN BHD	30
SEBAKMT	13
SENSUS	03
SHENZHEN TWINSUN	20
THE MALAYSIAN WATER ASSOCIATION	04
WATERBIZ	-
WATER SYSTEMS OPTIMISATION SDN BHD	33
WYETH WATER CONSULTANTS	27

Source: Water Loss Asia 2014



Ranhill Utilites Sdn Bhd



Premier Water Services



SebaKMT



WSO (Water Systems Optimisation)



Pure Technologies LTD



Molecor SDN BHD