

## 出國報告（出國類別：實習）

經濟部 105 年度台法技術合作研習計畫-  
赴法國 SUEZ Environment 機構參加  
「供水設施及供水損失管理」課程

服務機關：台灣自來水股份有限公司

姓名職稱：張敬悅工程師

派赴國家：法國

出國期間：105 年 7 月 28 日至 8 月 16 日

報告日期：105 年 11 月 9 日

## 摘要

本研習計畫係參加由法國蘇伊士環境集團(SUEZ Environment)機構所舉辦的供水設施及供水損失管理相關訓練課程，該集團是跨國之水務及環境管理方案專業公司，其供水技術研發中心(Centre Technique Distribution)之研究領域包含供水設施規劃、管理及無收益水量管理技術，本訓練課程內容主要由供水技術研發中心之專家講授降低供水損失的概念、檢修漏方法與工具、資產管理及資料應用、智慧型資訊系統等；除參加訓練課程外，另安排集團所屬或合作之實驗室、營運單位進行實地參訪，本研習有助於提升本公司對於降低供水損失策略與管理之改善，檢測漏技術之更新，以及提升供水管網監測與維護技術。

## 目錄

壹、目的.....	1
貳、課程表.....	1
參、參訓機構：蘇伊士環境集團(SUEZ Environment)簡介.....	3
肆、課程內容.....	4
伍、心得及建議.....	19
陸、參考文獻.....	20

## 圖目錄

圖 3.1 蘇伊士環境集團的供水技術中心組織.....	4
圖 4.1.1 處理實質漏損的四大策略.....	5
圖 4.1.2 帳面漏損的四種面向.....	5
圖 4.1.3 供水管網效能評估步驟.....	6
圖 4.1.4 AquaCIRCLE 的輸出資料表.....	6
圖 4.2.1 各種檢漏儀器.....	7
圖 4.2.2 各種環境建議使用的檢漏儀器.....	8
圖 4.2.3 AquaADVANCED 系統畫面(供水系統整體狀況).....	9
圖 4.2.4 AquaADVANCED 系統畫面(顯示異常點位).....	9
圖 4.2.5 供水系統中可能安裝的閥類.....	10
圖 4.2.6 可耐受高衝擊的塑膠管.....	12
圖 4.2.7 檢測 PE 管狀況的儀器 CICLOPE.....	12
圖 4.3.1 蘇伊士環境集團對於常用水表的特性分類.....	13
圖 4.3.2 水表內部堆積碳酸鈣、雜質及損壞情形.....	14
圖 4.3.3 含沙量測試平台.....	15
圖 4.3.4 耐壓性測試平台.....	15
圖 4.4.1 SEPG 之供水轄區.....	17
圖 4.4.2 SEPG 漏水檢測標準作業流程.....	18
圖 4.4.3 將噪音記錄器置換為聽音器.....	18
圖 4.4.4 相關儀.....	18
圖 4.4.5 以聽音器確認漏水點.....	19
圖 4.4.6 各種噪音記錄器.....	19

## 壹、目的

本公司正執行業奉行政院核定之「降低漏水率計畫(102 至 111 年)」，本計畫以分區計量管網及管線汰換為計畫主軸，迄今已略見成效，藉由法國蘇伊士環境集團所研發之技術，以及其於德國、法國、中國、印尼等國家執行有關供水設施資產管理與漏水防治之先進技術，汲取國外水務管理機構之實務運作經驗，作為計畫推動參考借鏡之依據，藉以強化本公司在降低無收益水量技術與監測系統的應用能力，進而提升本公司供水損失管理之績效。

## 貳、課程表

日期及時間	訓練進修地點	實際訓練進修機構 講師或訪談對象	主題
8 月 1 日	勒佩克 Le Pecq	SUEZ 國際水務及環境研究發展中心  CIRSEE, SUEZ Environment  Trainer: Aurelie Chazerain.	研發中心簡介/參觀水質及環境工程實驗室、管線實驗室  Introduction on CIRSEE, SUEZ Environment; Visit of water and environment Lab., visit of pipe Lab.
8 月 2 日	勒佩克 Le Pecq	SUEZ 供水技術中心  Centre Technique Distribution, SUEZ Environment  Trainer: Jean-Jacques Marsaly	降低無收益水量之方法綜覽  General Non-Revenue Water Methodology.
8 月 3 日	勒佩克 Le Pecq	SUEZ 供水技術中心  Centre Technique Distribution, SUEZ Environment  Trainer: Satish Vegi/ Lamine Dikhate/ David Duccini	主動漏水控制/分區計量管網/水壓管理  Active leakage control/ DMA & Sectorization/ Pressure management
8 月 4 日	勒佩克 Le Pecq	SUEZ 供水技術中心  Centre Technique Distribution,	資產管理/ AquaCircle 供水損失診斷及推估工具

		SUEZ Environment Trainer: Huan Yin/ Samir Nait Kaci	Asset management/ Diagnosis & Forecast- AquaCircle
8月5日	巴黎 Paris	SUEZ Environment 總部 Head Quarter of SUEZ Environment Trainer: Aurelie Chazerain/ Nicolas Buckhoff	水力模型、節能管理 Hydraulic Modelling/ Energy Saving.
8月6-7日	周末		
8月8日	里昂 Lyon	水表測試場 Technical Center of Metering (CTCM) Trainer: Emmanuel Nouvet	水表管理及校驗 Management & testing of meters.
8月9日	里昂 Lyon	Cla-Val 自動控制閥公司 Cla-Val Trainer: Christophe Piro	自動控制閥應用於水壓管理 Automatic control valve for pressure management.
8月10日	南特赫 Nanterre 勒佩克 Le Pecq	Presqu'Île Gennevilliersers 供水營運所/供水技術中心 Water Union of Presqu'Île Gennevilliers/ Centre Technique Distribution, SUEZ Environment Trainer: Claire Fuvelle/ Pierre Aukenthaler	Presqu'Île Gennevilliersers 供水營運所簡介及漏水偵測現場實務觀摩/智慧型線上監測方法 Visit of SEPG and leak detection practice./ Smart solution.
8月11日	勒佩克 Le Pecq	SUEZ 供水技術中心 Centre Technique Distribution, SUEZ Environment Satish Vegi/ Jean-Pierre Deletoille	控制漏損的新科技/SUEZ 常用減少漏損方法及工具 Technology Watch/SUEZ technologies
8月12日	勒佩克 Le Pecq	Centre Technique Distribution, SUEZ Environment	智慧型工具聯合應用及展望 Smart Road Map

### 叁、參訓機構：蘇伊士環境集團(SUEZ Environment)簡介

蘇伊士環境集團(SUEZ Environment)是全球第二大水務公司（僅次於法國威立雅水務集團），為擁有 120 年曆史的全球著名的國際企業，該集團總部位於法國巴黎，其分公司遍佈全球 130 多個國家，有超過 7 萬名員工。蘇伊士環境集團是融合環境工程和技術服務的企業，致力於生活環境的永續發展；在自來水之生產及輸配水、污水處理和回收再利用、廢棄物處理、環境保護等公共事業領域，為世界各國用戶提供先進的管理方案。

該集團之前身為 1858 年由法國外交官 Ferdinand Marie Vicomte de Lesseps 所成立的蘇伊士運河公司，其後則陸續於法國成立水務公司，經與數家水務、燃氣公司合併，於 2008 年正式成立蘇伊士環境集團。

法國的自來水事業由各地方政府持有，部分政府選擇將生產、供水、收費合併或分別委外經營，蘇伊士環境集團在法國曾承攬十數個城市的自來水營運權，另在 1970 年代開始與中國合作，以其技術在中國設計並建造了 180 多個淨水場，目前已涉足北京、上海、青島、重慶、鄭州、青島、香港、澳門等重要城市之自來水事業。除此之外，其事業版圖已擴張至阿曼、印尼、印度等國家。

本次研習由蘇伊士環境集團的供水技術中心(Distribution Technical Centre)主辦，供水技術中心位於巴黎東郊的勒佩克(Le Pecq)，主力成員包含 14 位頂尖供水領域專家(組織如圖)，並與集團其他單位近百位資訊、材料、水質方面工作成員合作，該中心的主要業務為供水科技研究發展及技術服務，例如管線材料及附屬設備之研究及創新改良、管網效能分析與改善、供水管網漏水及帳面漏損管理、智慧型系統開發，本次安排課程之講師多為供水技術中心專家。

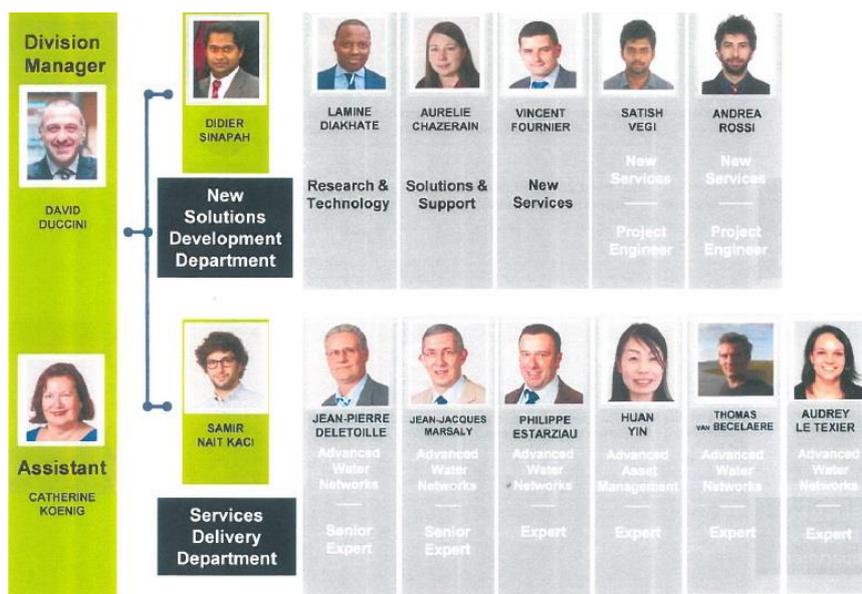


圖 3.1 蘇伊士環境集團的供水技術中心組織

#### 肆、課程內容

本「降低供水損失」訓練計畫各課程名稱詳課程表「主題」一欄，由於部分課程之間具連貫性，茲將內容融合為四大項目分別說明如後。

##### 一、無收益水綜觀：

蘇伊士環境集團所採用的供水損失管理方法係依循國際水務協會(IWA)所建議之策略，其中實質漏損之控制包含「主動漏水控制」、「修漏品質及速度」、「水壓管理」、「資產維護」等四大面向(圖 4.1.1)，另帳面漏損則包含「計量誤差」、「資料正確性」、「違章用水」、「讀表錯誤」等四大面向(圖 4.1.2)。

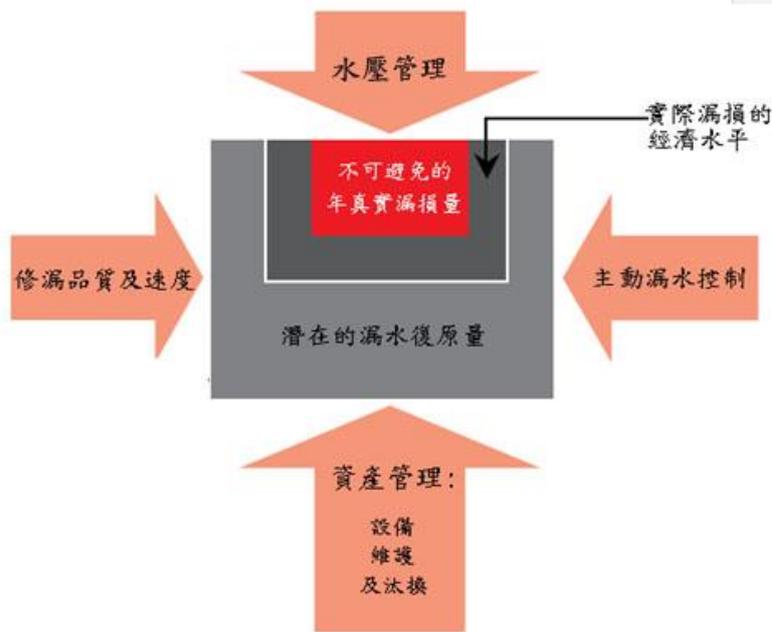


圖 4.1.1 處理實質漏損的四大策略

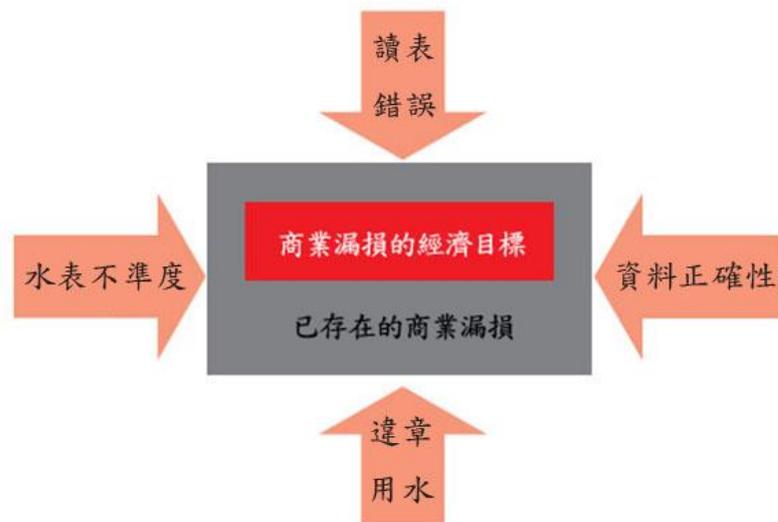


圖 4.1.2 帳面漏損的四種面向

管理供水損失，首先必須針對供水系統的管網效能進行評估(圖 4.1.3)，藉由淨水場、場站、管線、用戶等基礎資料，對管網狀況進行分析診斷，國際上常用的有 Infrastructure Leakage Index(ILI)、Current Annual Real Losses (CARL)、Unavoidable Annual Real Losses (UARL)……等指標，每種指標的參數及意涵不同，蘇伊士環境集團研發的 AquaCIRCLE 工具，可

由使用者輸入供水系統的接水點數、管線長度、供水量、售水量、維修紀錄、供水成本……等基礎資料，系統會輸出各種供水損失指標(圖 4.1.4 為 AquaCIRCLE 的輸出資料表之一)，並針對管網的弱項、投資報酬率，建議自來水事業改善的方向、選擇適當的降低無收益水量策略。

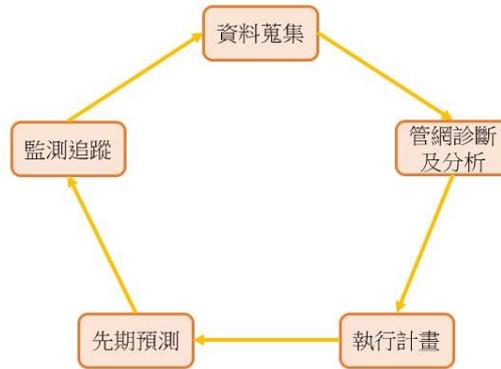


圖 4.1.3 供水管網效能評估步驟

### AquaCircle Assessment Results Table

Balance of volumes put in distribution	th. gal./y	% Volume put into distribution	% NRW	USD
Bulk water sold (0 unless contractual)				
Retail volume billed	670,854	69.47 %		5,004,571
Volume of operational service water	1,190	0.12 %	0.40 %	2,582
Volume supplied free-of-charge without meters	4,989	0.52 %	1.69 %	37,218
Volume supplied free-of-charge with meters				
Volume of visible leaks	1,700	0.18 %	0.58 %	3,689
Volume of invisible leaks (Non Permanent)	38,256	3.96 %	12.97 %	83,015
Volume of invisible leaks (Permanent)				
Volume of semi-visible leaks				
Volume of semi-visible leaks on reservoirs	1,916	0.20 %	0.65 %	4,158
Volume of physical losses to identify	174,500	18.07 %	59.18 %	378,666
Volume of unavoidable under-metering	24,961	2.58 %	8.47 %	186,212
Vol. under-metering obsolete meters	16,185	1.68 %	5.49 %	120,742
Vol. under-metering oversized meters				
Vol. under-metering meters to reposition				
Volume of customer losses	31,165	3.23 %	10.57 %	232,491
<b>Vol. Put into Dist.</b>	<b>965,717</b>	<b>100 %</b>		
Breakdown of losses	th. gal./y	% Volume put into distribution		USD
Physical losses	216,372	22.41 %		469,528
Metering losses	41,147	4.26 %		306,954
Customer losses	31,165	3.23 %		232,491
<b>Un-accounted for water (UFW)</b>	<b>288,684</b>	<b>29.89 %</b>		<b>1,008,973</b>
<b>Unbilled authorized consumptions</b>	<b>6,179</b>	<b>0.64 %</b>		<b>13,408</b>
<b>Non Revenue Water (NRW)</b>	<b>294,863</b>	<b>30.53 %</b>		<b>1,022,381</b>
IWA breakdown of Losses	th. gal./y	% Volume put into distribution	% NRW	USD
Volume annuel de pertes physiques (CARL)	216,372	22.41 %	73.38 %	469,528
Current annual apparent losses (CAAL)	72,312	7.49 %	24.52 %	539,445
Unavoidable Annual Real Losses (UARL)	73,016	7.56 %	24.76 %	158,444
<b>MAX potential of CARL reduction (IL1 = 1)</b>	<b>143,357</b>	<b>14.84 %</b>	<b>48.62 %</b>	<b>311,084</b>

圖 4.1.4 AquaCIRCLE 的輸出資料表

## 二、實質漏水管理：

### (一)「主動漏水控制」：

- 1.分區計量管網：分區計量管網(District Metering Areas 簡稱 DMAs)為目前國際通用的控制漏水工具之一，藉由將供水管網切割成獨立計量的小型管網區塊，以監測各區塊的售水率，俾將檢漏人力有效投注在管網體質較差的區域。蘇伊士集團建議採用 Sectorization 的觀念，依照供水系統將管網切割成大、中、小區(同本公司所採用的方式)，分別擔任供水調配、長期監測及水壓控管、檢測漏的角色。
- 2.漏水檢測：蘇伊士環境集團長期研究各種漏水檢測技術，以因應各國家不同的管網環境，圖 4.2.1 為聽音器(感測及測量漏水音量)、相關儀(用於定位漏水點)、金屬管壁檢測儀及內視鏡(通常用以檢視用戶外線狀況)，除上述工具外，智慧球(SmartBall)、示蹤氣體(Tracing gas)都是蘇伊士環境集團常用的管線檢測工具，圖 4.2.2 為實證後歸納的各種環境建議使用之檢漏儀器(+代表建議，-代表不建議，+/-代表視情況而定)。



圖 4.2.1 各種檢漏儀器

儀器種類		機械揚聲器	電子揚聲器	攜帶式相關儀(附加速偵測器)	升級式相關儀(附加速偵測器)	升級式相關儀(附聽音器)	噪音記錄器
使用環境							
管材	金屬	++	+++	+++	+++	未實證	+++
	塑膠(PVC)	+/-	+	+/-	+	++	+/-
管徑(mm)	<400	+	++	+++	+++	未實證	+++
	>400	+/-	+/-	-	+/-	+/-	+/-
埋深(M)	<2	+	++	+++	+++	未實證	+++
	>2	-	-	+++	+++	未實證	+++
用戶外線材質	鋼	+	++	+++	+++	未實證	+++
	塑膠(PE)	+	+	-	+/-	+	-
水壓(bar)	<0.8	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-	+/-
	0.8-1.5	+/-	+/-	+/-	++	++	+
	1.5-3	+	+	++	+++	未實證	+++
	>3	+	++	+++	+++	未實證	+++
道路噪音	小	+	++	+++	+++	未實證	+++
	大	-	+/-	+	++	未實證	不適用

圖 4.2.2 各種環境建議使用的檢漏儀器

3.智慧型監測系統 AquaADVANCED：此系統為蘇伊士環境集團自行研發的智慧型軟體，以自來水事業現有的圖資系統及監測系統為基礎，透過 Google API 將資料綜整於此智慧型軟體，輔助自來水事業管理場站及管網中的水質、流量、水壓、漏水噪音等監測資訊，或結合自動讀表系統，即時計算供水系統或小區管網售水率；另外，本軟體可每日計算分區計量管網中的夜間最小流量，或藉由水力模型、不斷累積的歷史資料及內含的特殊演算法，將每日供水情形比對管網中的常態供水模式，隨時診斷管網效能、即時偵測及警示供水管網中的異常狀況 (圖 4.2.3 及圖 4.2.4)。

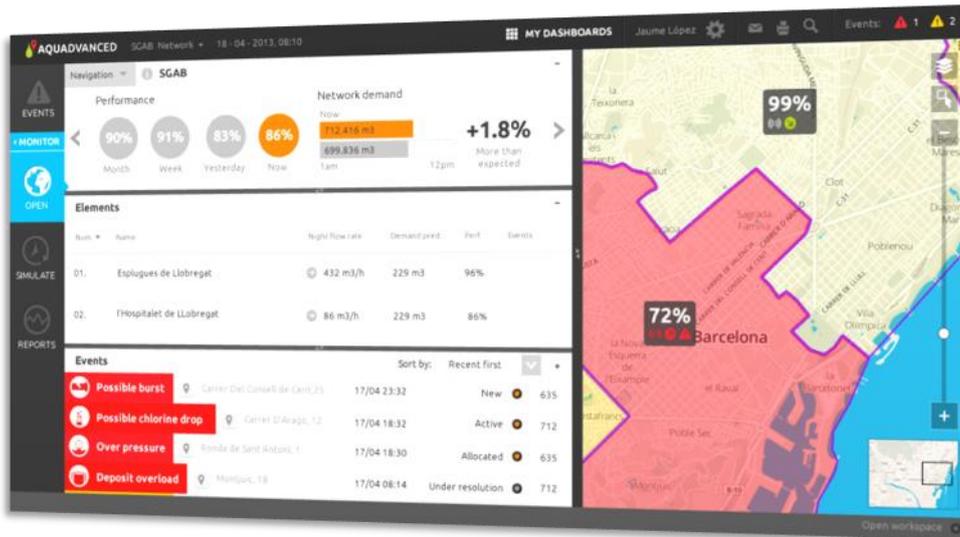


圖 4.2.3 AquaADVANCED 系統畫面(供水系統整體狀況)

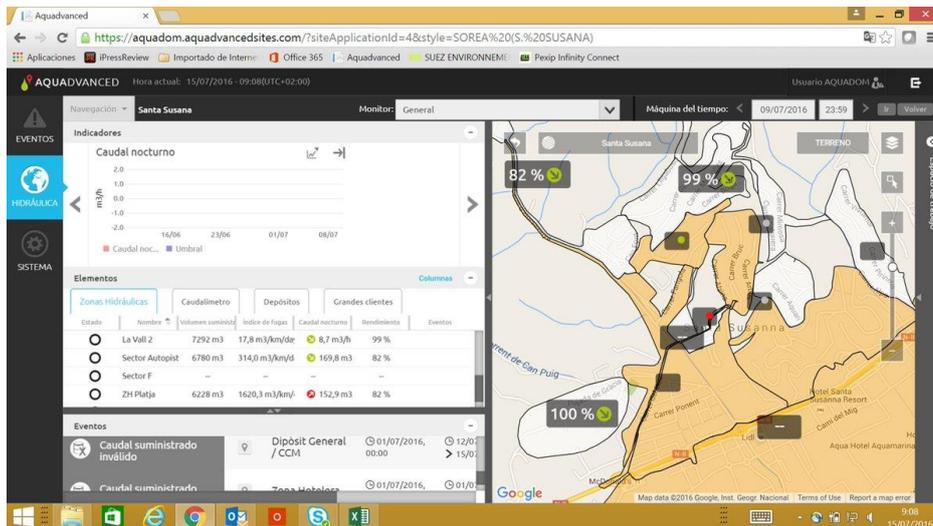


圖 4.2.4 AquaADVANCED 系統畫面(顯示異常點位)

(二)「修漏品質及速度」：漏水時間的長短會影響實際漏失的水量，而修漏品質對修理後的持久性也會產生影響，故兩者同樣重要，制訂維修策略應考慮的因素包含：

1. 有效率的方法及步驟
2. 充足適用的設備、材料、可行的施工規範

3.維修人員的專業素養與責任感

4.高品質(施工及材料)的用戶外線

(三)「水壓管理」：供水管網的漏水量隨著水壓升高而增加，而破管的頻率也與水壓高低或變化相關。為了評估水壓管理在特定管網系統中的適用性，自來水事業應該進行的工作包括：

1.界定可進行水壓控制的區域、設備安裝位置以及用戶相關資料

2.透過用水量分析，確定用戶類型以及水壓控制的限制條件

3.收集現場實測的流量及水壓數據（後者通常以接水點、平均水壓點以及關鍵節點）

4.釐清可控制的閥及相關裝置

5.建立適當的控制模式

6.進行成本效益分析

控制系統水壓的方法，包括使用變頻器控制抽水機及 PRV(持、減壓閥)，PRV(持、減壓閥)安裝在管網中的控制點，以降低或維持管網水壓在設定的合理壓力值內，用以保持預設的下游水壓，不受上游側的水壓與流量波動影響。PRV 通常安裝在分區計量管網水量計的後端，以避免水流擾動影響水量計的準確性，實務上通常將 PRV 安裝在邊流管上，有利於將來大規模的管網維修工作進行。

本訓練計畫中參訪了蘇伊士環境集團合作的閥類製造商 CLA-VAL，該公司供應控制液面、水壓、流量的精密閥類，因應供水系統中各種管徑、環境及操作需求(詳圖 4.2.5)，依自來水事業的需求提供高達 3000 多種控制方案，並有現場或遠端電子化操控模組，供自來水事業人員簡易的操控介面。

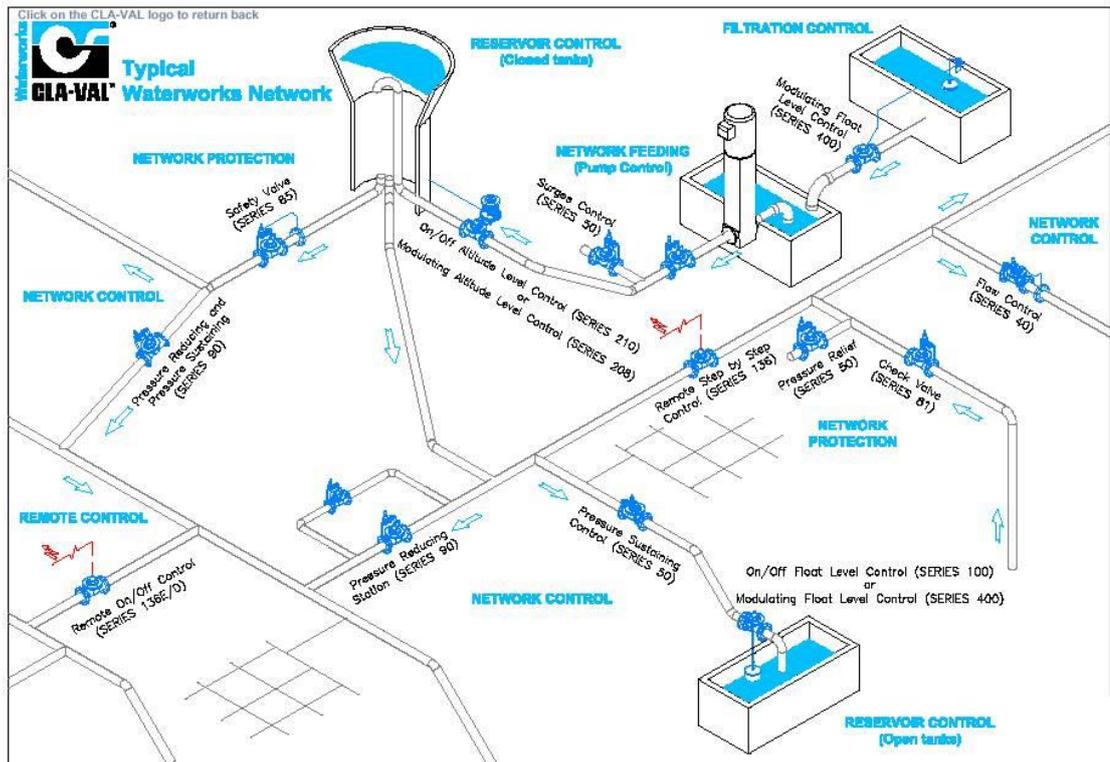


圖 4.2.5 供水系統中可能安裝的閥類

(四)「資產維護」：良好的供水設備管理是漏水管理不可或缺的要素，目的是以最符合成本效益的方式來控制漏水。在同時執行壓力管理與操作維護改善計畫時，需要設定優先順序，以決定是否進行修理、更換或者不予處理。供水設備管理不可或缺的因素主要有：

- 1.瞭解供水設備目前的營運情況
- 2.收集資料並轉換成對制定供水設備管理計畫有用的資訊
- 3.良好的供水設備管理資訊系統

擬定降低無收益水量(NRW)策略重點是管網的埋設年份、決定何時汰換或更新管網設備，利用破管資料紀錄建立破管頻率圖，瞭解資產的狀況以及資產劣化速率，有助於管線修復、更新和汰換的優先順序排定，以及須汰換時使用的管材。

在法國，都會區多採用鑄鐵管，而因都市內施工不易且管線汰換所需成本較高，發生破漏時多以修理處理，部分鑄鐵管使用達 100 年以

上；而低用戶密度的鄉村地區自 2000 年來則陸續採用成本較低的耐衝擊 PVC 管(圖 4.2.6)，但因此管材不利於檢漏，故謹於鄉村地區使用。



圖 4.2.6 可耐受高衝擊的塑膠管

歐洲的用戶外線多採用 PE 材質，為此蘇伊士集團的管線實驗室 (PipeLab)近來積極研究 PE 管材質於各種環境下的耐用性，藉由不同的水壓、水溫、酸鹼度、礦物質含量，刻意加速管材老化，圖 4.2.7 為 PipeLab 研發的檢測工具，用以觀察老化後管材的狀況。



圖 4.2.7 檢測 PE 管狀況的儀器 CICLOPE

### 三、帳面漏損：

當提及「無收益水量」時，多數人傾向將供水損失歸咎於真實漏水，然帳面漏損與實質漏損同樣重要，特別是針對無收益水率已達 20%以下的

自來水事業，或者處理實質漏損成效趨緩的自來水事業。通常帳面漏損佔無收益水量的比例低於實質漏損，但因供水管網中的地下漏水難以偵測，且供水管網的漏水隨著地震、重壓等外力或管材自然老舊等因素具有復發性，相較於需要投資大量人力、財力去處理的實質漏水，帳面漏損的投資報酬率相對較高，且通常在短時間之內可見效，因此，該集團於開始某地區的降低無收益水量任務，通常第一步驟即為全面診斷計量水表、用戶及抄表資訊系統、抄表模式。

(一) 計量誤差：計量誤差的成因包含了水表特性與用水行為，降低計量誤差的重要作業歸納如後：

1. 擇定適當的水表形式、口徑：各種水表口徑的最小啟動流量各異，故當用戶瞬間用水量小的時候，表內葉輪可能因受力過小而未動旋轉，因此在水壓低或者用戶瞬間用水較小的情況下，計量損失較高；另水表的形式也影響計量誤差甚鉅(詳圖 4.3.1)，葉輪式水表敏感度較低、計量誤差較大，故該集團全面採用容積式或超音波式水表計收用戶水量。

**METER CHOICE : Different types of meters**

	Domestic customers			Large customers
	Multi jet meter	Single jet meter	Volumetric meter	Woltmann / EFM
<b>Principle</b>	The number of turns of the turbine is proportional to the consumption	The number of turns of the turbine is proportional to the consumption	At each turn of the piston known volume of water is delivered	The number of turns of the helix is proportional to the consumption. For EFM the consumption is proportional to the velocity measured by the sensors
<b>Size</b>	DN 15 to 50 mm	DN 15 to 150 mm	DN 15 to 65 mm	DN 50 to 800 mm
<b>Water quality</b>	Sensitive to deposits (over-metering)	Sensitive to hydraulic charges	Sensitive to presence of particles in the water (blockage)	
<b>Installation</b>	Horizontal	Horizontal	No constraints	No constraints

Accuracy and costs  
Sensitivity

116  
**SUEZ**

圖 4.3.1 蘇伊士環境集團對於常用水表的特性分類

2. 正確的安裝方式：採用葉輪式水表，裝設時若表位未呈現水平狀態，則將嚴重影響計量準確度，其誤差平均為 5%；另外，部分地區因水壓無法達到直接供水，又用戶未在 1 樓裝設水塔、直接將抽水

馬達裝置於水表後，隨著抽水馬達啟動、關閉，也容易造成水表零件加速老化或損壞，故應當避免此種裝設方式；另外，大口徑管理用表安裝時則應注意前後直管距離以確保計量正確性。

3.校驗及汰換：水表可能因為用戶的用水模式、水質、水表材質或品質、時間等因素而老化或損壞(部分因水中鈣質、雜質或異物造成的損壞如圖 4.3.2)，因此，即使未達使用年限，仍應進行校驗。



圖 4.3.2 水表內部堆積碳酸鈣、雜質及損壞情形

本次訓練課程中參訪了蘇伊士環境集團在法國里昂設置的水表實驗室，該試驗室具有各種設備及技術，可依照水表的形式、使用環境進行分析、測試，其主要任務包含水表精度認證、製造流程及品質追蹤、使用前或使用中水表校驗、各種使用環境對水表之影響，藉著不斷累積實務經驗和研究成果，提供集團採購、使用、汰換水表的最佳策略，並且提供製造商改善方向，圖 4.3.3 及圖 4.3.4 分別為該水表實驗室的含沙量測試平台及水表耐壓性平台，前者用以分析含沙量對水表造成的影響；後者則透過高壓、低壓、不穩定壓力，來分析各種水表的壽命及對計量準確性造成的影響。

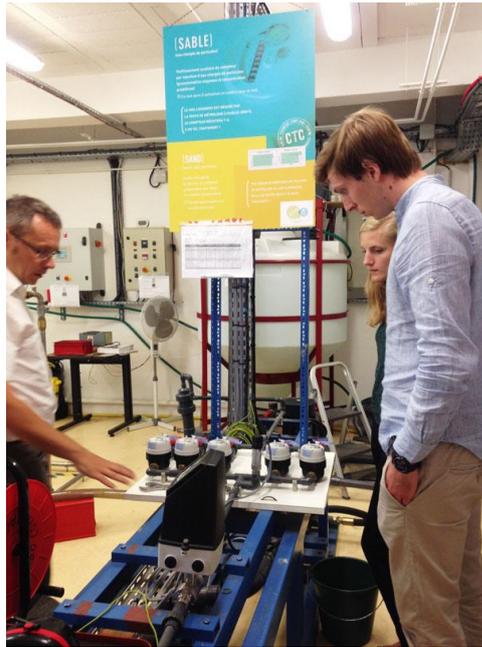


圖 4.3.3 含沙量測試平台

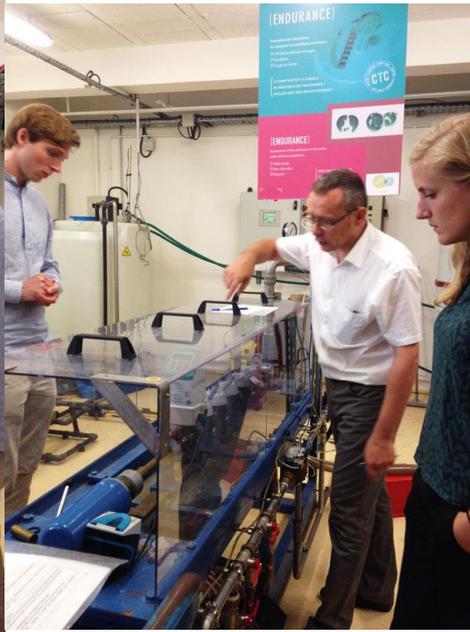


圖 4.3.4 耐壓性測試平台

4.建立用戶水表資料庫，系統可記錄各用戶的水表廠牌、形式、批號、口徑、製造時間、裝表時間、維修更換紀錄等資料，針對已屆使用年限的水表可即時顯示，以供自來水事業進行檢驗或更換，例如法國針對用戶水表口徑 15mm、25 至 40mm、；蘇伊士環境集團曾經在法國某地區發現用戶水表普遍有慢轉情形，透過用戶水表資料庫發現這些水表屬於同批採購的，故藉此追蹤、全數更換同批水表，換表後售水率提升達 2%以上。

(二) 資料正確性：包含用戶資料、水表資料及用水量資料，除了資料轉換、輸入的過程中導致的錯誤以外，長期慣用的作業模式也隱含可能造成資料錯誤的盲點，提升資料正確性的重要工作如下：

- 1.現地調查：確認用戶的地址、水表位置、水表的財產資料及口徑等資料，並清查、紀錄該地區的自來水用戶及非用戶，另外許多公園、綠帶等公共用水未納入計量，也是可能被忽視的重點。
- 2.於每個抄表週期比對鈔記水量及計費水量，確保所有應收費水量均有收益。

- 3.完整的用戶抄表資料庫，除了具有記錄及計算水費的功能外，亦須能偵測水量異常並自動提醒自來水事業。
- 4.抄表人員除了抄記水量讀數外，若發現讀數較以往明顯不同、水表狀況不佳或損毀等狀況，應及時回報，且自來水事業必須立即前往處理。
- 5.前節所述的用戶水表資料庫，可供紀錄及核對水表屬性。
- 6.除上述工作之外，蘇伊士環境集團也建議抄表員應輪流於不同的工作區作業，以避免因人情因素短計量短少、未實際抄表而採推測值、抄表錯誤等情形發生。

(三)「違章用水」：

- 1.私接給水管：用戶自行自配水管接裝給水管，未經水表計量及收費，此屬違法行為，且除了自來水事業人員自行到現場以聽音、電流、採樣等方式檢查，國際上尚無更快速有效的方式。
- 2.竄改或破壞水表：常見的方式有藉熱水、磁鐵、物理破壞等方式，藉以影響水表運作，目前歐洲及美國均積極開發防竄改式水表。
- 3.未經申請而自消防栓取水：部分人士因臨時用水需求，未經申請而擅自從消防栓取水，此種方式通常藉由目擊者通報舉發。

(四) 讀表錯誤：水表外觀可能因環境或人為因素，產生難以正確讀數的情形，以致抄表人員讀數錯誤；又或抄表人員的健康因素、人格特質，而可能產生抄表錯誤，為避免此類情形，可進行的策略如下：

1. 抄表員輪流於不同的工作區作業，可相互校核抄表正確率及彌平累積誤差。
- 2.加強抄表人員教育訓練、鼓勵抄表人員回報水表狀況不佳情形並儘速處理。
3. 完整的用戶抄表資料庫，除了具有記錄及計算水費的功能外，亦須

能偵測水量異常並自動提醒自來水事業。

#### 四、法國上塞納省 SEPG 漏水控制現地實習：

巴黎東郊由塞納河圍繞的地區屬上塞納省，該省份的 10 個市鎮之自來水供水由 SEPG(Syndicat des Eaux de la Presqu'Ile de Gennevilliers )負責，供水轄區地理位置如圖 4.4.1。

SEPG 將供水業務以 2 億 3,400 萬歐元委託蘇伊士環境集團營運，契約期間為西元 2015 年起至 2027 年，人口數約 605,000，接水點數 59,047，年供水量約為 40,000,000 立方公尺，管線長度約 1000 公里，契約目的之一為將無收益水量自 12%降低至 8%，為此，蘇伊士環境集團將此地區切割為 13 個分區計量管網，各別於進水點及關鍵點佈設流量計、壓力計並定時紀錄，全區佈設 1500 個具備傳訊功能的噪音感知器，上述流量計、壓力計及感知器蒐集的資料每日定時傳回中央伺服器，藉由 AquaAdvanced 工具進行線上即時監測及數據分析，當系統顯示某點位可能有異常情形，則派員至現場進行調查，流程簡述如圖 4.4.2。

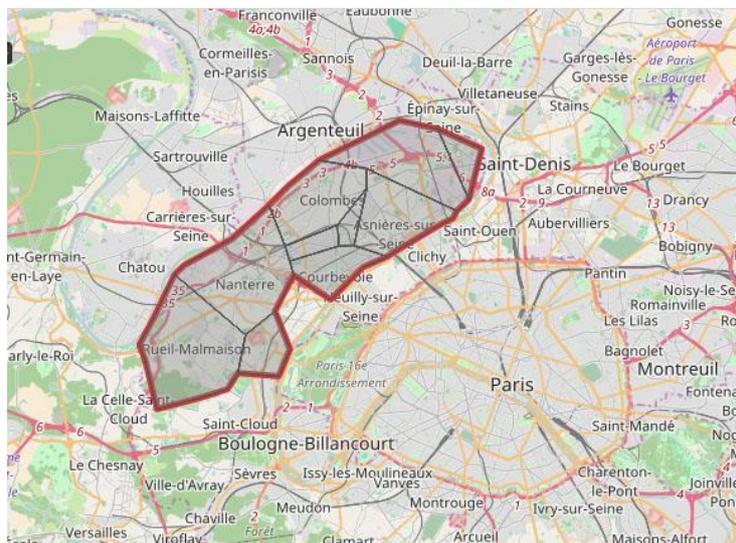


圖 4.4.1 SEPG 之供水轄區



圖 4.4.2 SEPG 漏水檢測標準作業流程

檢漏人員至現場，依照 AquaAdvanced 系統 GIS 圖面顯示的異常位置，將原置於制水閥頂的噪音記錄器替換為聽音器(圖 4.4.3)，聽音器除可協助檢漏人員判斷噪音是否屬漏水聲，更可顯示噪音分貝數，藉以進行漏水點可能所在的範圍；接著，在在噪音最大的 2 至 4 處制水閥，藉由相關儀(圖 4.4.4)顯示可疑漏水點距離制水閥的距離，再由檢漏人員以空間交會法定出漏水點，最後，以聽音器確認漏水點位置進行標記(圖 4.4.4)，並通知修漏人員前往處理。



圖 4.4.3 將噪音記錄器置換為聽音器



圖 4.4.4 相關儀



圖 4.4.5 以聽音器確認漏水點



圖 4.4.6 各種噪音記錄器

#### 伍、心得及建議

- 一、相較於世界上開發程度相當之國家，台灣的自來水水價明顯偏低，且因法規因素以致人力受限，對公司發展不利，應適時調整合理水價，以利自來水設備維護。
- 二、本公司執行業奉行政院核定之「降低漏水率計畫(102 至 111 年)」，主要係參考國際通用之「主動漏水控制」、「提升檢修漏效率」、「水壓管理」、「資產維護」等四大降低實質漏水策略，計畫執行至今已見成效，惟無收益水率對比亞洲各大城市仍有進部空間，倘須獲得更良好之成效，宜亦著重於違章用水、抄表錯誤、管理用表及用戶水表計量誤差等帳面漏損。
- 三、目前世界各國自來水事業積極採取自動化及智慧型系統，藉以提升供水效能及漏水防治效率、降低人事成本，建議國內可嘗試引進相關技術。
- 四、建立用戶水表資料庫，記錄各用戶水表廠牌、形式、出廠日期、裝表日期、表號、口徑、使用及換裝情形等資料，除可便於查詢表齡，亦可透過校核或維修紀錄，以分析水表品質、計量準確性，藉以擬定校核計

畫、衡量汰換標準，倘結合地理資訊系統及抄表資料，則能更進一步偵測水質、水壓對於計量之影響，建議本公司納入考量。

五、查緝違章用水所需人力成本極高，且難以藉由設備進行自動化偵測，故透過法律規約束實為最有效率之方式，而國內現行法規對於竊水之罰責過低，建議應儘速修法提高罰責，才能反應經營成本並落實公平正義。

#### 陸、參考文獻

- 一、<http://www.club.suez-environnement.com/les-actualites/actualites/suez-environnement-remporte-un-2eme-contrat-avec-le-syndicat-des-eaux-de-la-presquile-de-genevilliers-sepg/>
- 二、<file:///C:/Users/User/Downloads/CP%20SEPG%20VF.pdf>
- 三、<http://www.services.eaufrance.fr/donnees/collectivite/182807>
- 四、<http://www.aqualogy.net/en/notable-technologies/aquadvanced>