

# 馬來西亞水利產業參訪心得

節水服務團 / 甘其銓、李士畦

## 一、馬來西亞水資源概況

馬來西亞位於馬來半島南部，坐落在印度洋與南中國海之間，土地面積為33萬平方公里，首都吉隆坡。馬來西亞被南中國海分隔成東西馬來西亞，西馬來西亞南與新加坡，北與泰國交界；東馬來西亞則位於印度尼西亞的加里曼丹島北部。由於馬來西亞位處赤道地帶，屬熱帶雨林氣候，平均溫度為26~32°C，每年10月至次年3月吹東南風，空氣潮濕，降雨量大，為雨季；5~9月則刮西南季風，降雨量小，為旱季。西馬來西亞平均降水量為2,500公釐，東馬來西亞在3,000公釐以上，然而降雨雖多，但大都以午後陣雨的為降雨形式，雨下得急，停得也快，筆者於吉隆坡市區之時，即見識到東南亞地區的午後雷陣雨，不到一小時的下雨，市區就變的有如水鄉澤國一般。

目前馬國主要的工商業集中在首都吉隆坡與雪蘭莪州附近，然而近年來由於此區域的人口增加，氣候的轉變，1998年起已發生用水量不足的窘境，因此馬來西亞工程部計劃耗資15億美元在2004年進行東水西調跨州輸水工程計劃，政府將從水源豐富的彭亨州

(西馬東部)將已淨化水運至吉隆坡與雪蘭莪州，輸水管道長達37公里，此項工程預計在2007年完成。此外，近年來由於此區域工業與畜牧業的發展，也導致河川水源水質惡化，因此馬國近年來也大量引進水處理技術來降低工商業污染對河川水質的衝擊。

## 二、2004年亞洲水源研討會討論議題

馬來西亞水源協會於3月30至31日在首都吉隆坡綠野國際展覽及會議中心舉辦了2004年亞洲水源研討會 (Asia Water 2004 Conference)。主辦單位為馬來西亞工程部，其會議主題為 ” 正視水源及廢水挑戰 ”，配合研討會的舉行，現場亦舉辦了一項本區域最大的水源及廢水工業展覽，展出與水處理相關的產品、服務與科技。



2004年亞洲水源研討會的主要議題包含了

- (1) 環境財政策略
- (2) 環境節水
- (3) 生活污水管理
- (4) 先進水處理技術
- (5) 河川水質控制
- (6) 自來水處理

筆者選擇幾項議題參與研討會，其與會的心得茲整理如下：

#### a.環境節水

根據馬來西亞水源協會主席沙哈布丁在2004年亞洲水源研討會中表示，根據流入供水系統的水量及用戶的收費單出現差距統計，馬來西亞的國營自來水公司每年約損失40%的供水收入，這種情況的發生是因為水管破裂、偷水、水表故障等都是造成損耗的因素，其它的無費水量則包括消防水管試用和清洗水庫等，而要解決這些問題的首要工作，必須先換掉老舊輸水管、加強水表計量功能及制止偷水行為。馬來西亞當局也積極推動污水與廢水回收再利用，會議中也提出了造紙工廠與伊斯蘭寺廟兩個大用水戶節水的案例研究，透過系統分析與試驗，發現工廠具有15%的節水潛力，寺廟則有50%的節水潛力。針對環境節水的議題，馬來西亞政府也請新加坡公共事務局(Public Utilities Board, PUB)來推廣新生水的經驗。新加坡為了強化供水的整合力，進行水相關業務與組織功能再造。2001年4月，新加坡公共事務局整合環境部(Ministry of Environment)的污水系統處理署(Sewerage Department)與排水系統處理署(Drainage Department)；同年10月，成立水再生利用署(Water Reclamation

Department)，負責海水淡化及使用過後的水處理回收再利用，供應工業用水與製造新生水(New Water)。自此PUB遂成為新加坡專業水機構，下轄水務署(Water Department)以及上述等部門。新生水是新加坡刻正積極推動的造水產業，新生水來源自生活與工業廢污水，經過前處理、MF(微過濾)、RO(逆滲透)以及UV(紫外線殺菌)等高級處理程序後其水質已超過國際飲用水質標準，可以直接飲用。但由於社會大眾對於以新生水作為生活用水仍存有相當大的疑慮，所以目前生產出的新生水主要是提供作為工業用超純水水源，其餘新生水也不並直接送至水廠送家戶，而是將新生水直接輸送至水庫與雨水混合蓄存，而後再透過自來水處理程序，送至家戶飲用。

#### b.先進水處理技術與生活污水管理

於2004亞洲水源研討會中被提及的先進水處理技術主要有薄膜生物處理程序(Membrane Bioreactor, MBR)、高級氧化程序(Advanced Oxidation Processes, AOP)、溶解空氣浮除法(Dissolved Air Flotation, DAF)與薄膜技術(Membrane)，其中MBR亦是台灣近年來水處理技術的研究重點之一，MBR是由傳統活性污泥程序與薄膜技術所結合的一種改良生物處理技術。馬來西亞MBR的研究主要應用於都市生活污水的處理，與傳統的活性污泥生物處理法比較，MBR除了可減少污泥膨化的情形，亦提高了水中有機碳、COD、氨氮、有機氮、總氮的處理效率，且因濾膜過濾機制，可大幅減少出流水中的微生物數量，提高生活污水的再利用潛力。MBR的處理效能指標

可藉由薄膜的通量(flux)來決定，薄膜在經過一段時間的連續操作後，通量即會隨操作時間的增加而逐漸的降低，原因為薄膜積垢(fouling)所造成。在預防薄膜單元阻塞的研究中，除了以間歇式操作薄膜過濾加上反沖洗，亦需定時配合藥洗，利用NaOH鹼液清洗薄膜，能有效去除薄膜積垢。

### c. 自來水處理與河川水質控制

馬來西亞的自來水水源97%來自地表河川水，3%來自地下水，已建水庫56座，其中以供水為主的水庫27座，供水由各州政府供水局負責，現有淨水廠450多座，每天總出水量可達900萬噸。由於馬來西亞氣候特性，雨季時，單位時間內的雨量相當大，此時河川水平均濁度與有機物極高，在淨水處理的流程中需要大量的混凝劑加入，所以會產生大量的污泥。因此有研究考量到污泥體積減量，將污泥進行酸化及鹼化處理把污泥中的鋁鹽及有機物溶出，最佳酸化及鹼化條件分別為pH=2及pH=12，兩者Al(III)回收率均達60%以上，而鹼化之Al(III)溶出效率則較酸化佳，但有機物隨污泥鹼化溶出將影響鋁鹽混凝劑回收效益，故混凝劑回收以酸化處理為主，將酸化後溶出至上澄液的鋁鹽回收再利用於混凝程序之中，可達到55~60%的鋁鹽回收使用率。於旱季時河川水的氨氮與COD較高，針對頑強的有機物，馬來西亞淨水處理流程採用活性炭進行吸附，原水經由砂濾處理之後，懸浮固體量與氨氮皆有85%的去除率，然而砂濾對COD則無去除效果，甚至有COD濃度升高的情況發生，砂濾池後接活性炭單元，COD的去除率可達70%。由於旱季時的河川流量小，導致水中有機物濃度

升高，因此會議上即有學者專家建議利用水利建設來調節河川水量，以達到控制河川水質的目的。

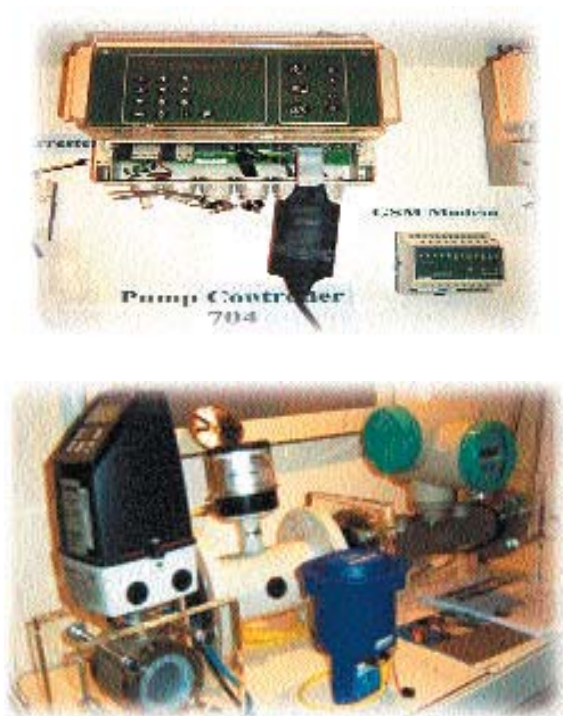
## 三、2004年亞洲水源研討會工業展覽

目前國際上對水產業(Water Industry)之界定尚未有一明確之定義，根據國際水產業商展的展出主題，水產業大致可歸結出三大類：廢污水(Waste Water)、飲用水(Drinking Water)及製程水(Process Water)，其中又包括各類軟硬體服務與製造，如管路系統、幫浦閥門等機電設備、儲水設備、水處理設備、節水設備、薄膜、純水製造、化學、清潔生產、環境科技、實驗設備等。配合Asia water 2004研討會的進行，主辦單位同時亦舉辦工業展覽，約有200家廠商參展，依照廠商的產品特性，可概分成幾類：

- (1) 工程顧問建設公司
- (2) 儀器廠商
- (3) 設備廠商

由於輸水工程與減漏政策的推動，因此設備廠商展出的設備，以水管管材、水閥為最大宗，相關水管的應用產品如泵浦、水計量器於現場亦隨處可見，其中西門子公司開發一套透過GSM MODEM將水表的訊號傳回並進行泵浦的控制為結合無線通訊與環保科技的一項新產品。





展覽現場亦有淨水處理設備廠商參展，以小型的家庭淨水器而言，從1990年淨水器進入市面至今，僅15%大馬家庭使用家用淨水器。目前馬來西亞市場的主流機種分成RO淨水器與陶瓷濾水器兩大類，由於馬來西亞自來水的硬度較高，因此配裝軟水器幾乎是每套淨水器的必備品。筆者發現RO淨水器的價格比台灣稍貴，同等級的機種其價格約為台灣地區的1.5~2倍；陶瓷濾水器的價位水準與台灣地區一樣，當地知名的品牌Crystal Clean也至現場參展，除了家用淨水器的推廣之外，Crystal Clean於展覽現場主打的商品為游泳池與SPA三溫暖的過濾器。展覽場薄膜設備的展出，有數家國外廠商的進駐，如Filmtec、Zenon、Hydranautics等著名薄膜廠商，亦有馬來西亞當地的薄膜製造業的廠家參展，其目前的技術水平已可製造中空絲微過濾膜。

此外亦有英國Huber離心式的污泥脫水機於現場展出，離心脫水機主要由轉筒和帶空

心轉軸的螺旋輸送器組成，污泥由空心轉軸送入轉筒後，在高速旋轉產生的離心力作用下，由於污泥顆粒比重較大，產生的離心力也較大，被甩貼在轉筒內壁上，形成固體層；水密度小，離心力也較小，只在固體層內側產生液體層，固體層的污泥在螺旋輸送器的緩慢推動下，被輸送到轉筒的頂端，經由出口排出，液體則由中間收集堰收集排至轉筒外，其污泥餅固含率可達30%以上，而且操作是在全封閉的環境中進行，減少惡臭氣味的溢散，改善操作人員的工作環境。

#### 四、後記

隨著氣候的變遷與用水需求的增加，從Asia Water 2004會議討論的主題與展覽會場的展出商品可以發現，如何透過政策與技術應用將水資源充分利用將是大馬的當務之急。面對更大的水資源壓力，台灣政府在水資源相關計畫進行龐大投資，已使台灣成為亞洲地區水利與廢水科技的最大市場，如何將台灣的知識型水利產業推展至國際舞台，經濟部水利署於今年9月舉辦「2004台灣水科技展」，相信此一活動將促進台灣與國際水利界合作的機會。

