

## 污水下水道系統營運管理制度之研究

江舟峰<sup>1</sup> 紀子文<sup>1</sup> 張少樑<sup>2</sup> 林盛隆<sup>3</sup>

1. 朝陽科技大學環境管理系副教授
2. 朝陽科技大學企業管理系副教授
3. 朝陽科技大學環境管理系助理教授

### 摘要

本研究藉由資料分析與現場訪談，針對我國污水下水道營運管理制度，探討四個主題：組織策略、徵收費率、操作維護與績效評估。在研究過程中，我們首先探討現況與困難，體認影響我國下水道發展遲緩的重要因子：政治、經濟、社會與文化。研究成果顯示在發展策略上，應視下水道發展為整體水資源保育之一環，並運用生命週期評估（LCA）為決策工具，重視節水與再利用，落實污染者付費精神，以符合永續發展之國際新潮流。在工程規劃策略上，本研究歸納出四個原則：區域性流域規劃、雨污水分流、小型系統與多功能多目標規劃。在行政體系方面，我國中央層級單位大致完備，且分工清楚，唯仍可強化橫向聯繫，才能落實整體水資源保育目標。操作維護費率目前採成本分攤法計算，雖屬合理，但可參考美國水環境研究基金會（WERF）之經驗公式，進一步評估計價之合理性。營運管理應建立日常查核監控報表，並施行標竿程序制度。績效評估則建議以服務品質、效率及效果三種指標為基礎，建立量化評核模式。

關鍵詞：下水道系統、生命週期評估、標竿程序、營運管理、績效評核

### 一、研究目的與範圍

我國水污染防治法自民國 63 年公佈施行至今將近 25 年，其間工業廢水及畜牧廢水的管制工作已略具成效，然而生活污水的處理工作卻一直無法順利推展，加上都會區人口日增，使得生活污水 BOD<sub>5</sub> 佔總污染量由民國 80 年之 23% 增加至 86 年的 44.7%，遠高於民國

86 年工業廢水之 20.0%，而流經各大都會區河川如淡水河、田寮河、中港溪及大甲溪之河川，其生活污水  $BOD_5$  污染量更高達 50-90%，可見生活污水必須成為台灣水污染防治的主要工作[1]。

我國目前平均每人國民生產毛額已逾一萬三千美元，名列已開發國家之林，然而代表現代化重要指標之污水下水道普及率（服務人口接管率）僅約 3.8%，為瑞士洛桑管理學院（IMD）於 1996 年國家競爭力評比在 46 個國家中排名 38，顯見加速此項環境基礎建設（environmental infrastructure），提升國民環境生活品質及國家綠色競爭力為當務之急。

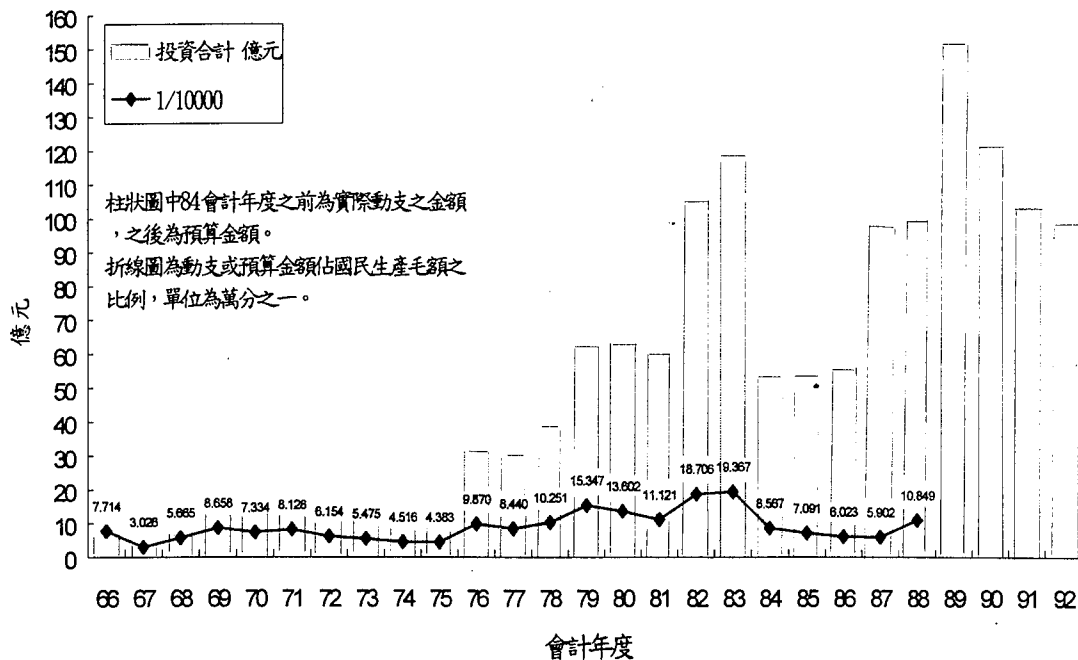


圖 1. 我國歷年污水下水道投資金額及其佔國民生產毛額比例

圖 1 為我國民國 66-92 會計年度污水下水道建設動支或預算金額，顯示民國 66-75 年度之投資金額每年約 10 億，佔國民生產毛額之  $3.0-8.7 \times 10^{-2} \%$ ；自民國 76 年度起開始大幅攀升自民國 83 年度之 125 億，佔國民生產毛額之  $9.9-19.4 \times 10^{-2} \%$ ，然而民國 84-87 年投資金額有顯著之縮小至 55 億，且佔國民生產毛額之比例亦縮小至  $5.9-8.6 \times 10^{-2} \%$ 。政府為加強環境基礎建設，擴大內需，自民國 88 年度起增加投資金額至每年 100-150 億，希望於短期內將下水道

普及率提昇至 19%。

污水下水道之工程建設與營運管理，涉及各類專門領域複雜之技術問題，加上我國在過去經濟發展中已形成特有的政治、經濟、社會及文化因子，同時世界環境保育觀念快速變遷，使得這個問題的決策更顯複雜而困難。但從另一個角度來看，目前我國下水道建設正當起步，若能周詳考量，未嘗不是一個契機。本研究之目的乃試圖以學理為基礎，探討我國下水道之發展策略與營運管理制度，期能對制度之建立與問題之解決有所助益。本研究除參考各類文獻之外，並廣泛訪談相關單位，期能瞭解各層級單位對此一議題之看法，而探討之主題有下列四點：行政組織與發展策略、財務管理、操作維護與管理績效評估。在本研究中，我們引用永續發展、生命週期評估（LCA）、標竿程序（benchmarking process）、績效評估等理論基礎，但因欠缺實際數據、僅能提出概念性之探討，為本研究之限制。

## 二、現況與問題分析

下水道系統（sewerage system）是指公共下水道及專用下水道之收集、抽送、傳運、處理及污泥最後處置之各項設施，這個意涵在現行下水道法[2]及水污染防治法[3]中之定義是一致的，然而在下水道法中（第二條第一款），並未明確定義雨水是否包含在水污法的管制範圍。若依美國環保署管制標準[4]，因雨水容易造成大面積都市逕流（urban runoff），沖洗都市地表之污染物，如油煙、粉塵、重金屬等，而影響水體品質，故應視為水污法管制範圍。另從下水道法之立法精神來看，雨水之所以被列入管制範圍，主要係基於都市發展中防洪之需要。

根據內政部歷年訂定之「污水下水道發展方案」[5, 6]，台灣地區自民國七十七年起，為配合國家建設計畫，即開始實施污水下水道「近程計畫」。自民國八十一年為配合國建六年計畫，檢討當時之現況困難後，重新訂定「中程計畫」。民國八十七年為提升國家環境基礎建設及總體競爭力，乃進一步訂定「長程計畫」，共分二期，每期六年，表 1

及 2 整理比較此四個階段之工程建設預算、目標普及率及應辦工程項次。

表 1. 我國歷年訂定之污水下水道建設計畫

計畫階段	期別	期程 (年度)	建設預算 (億)	實際動支 (億)	動支 (%)	目標普及率 (%)		目標 截流率 (%)
						人口 <sup>1</sup>	用戶 <sup>2</sup>	
近程	4 年	77-80	464	248	53.4	NA	NA	NA
中程	第一期	81-86	1080.80	448	41.4	17	13	17
長程	第一期	87-92	623.55	NA	NA	19.18	14.70	NA
長程	第二期	93-98	NA	NA	NA	40.16	33.70	NA

表 2 我國污水下水道建設達成率及成本分析

計畫階段	期別	期程 (年度)	達成普及率 (%)		單位達成率之累積 建設成本 (億/%)		已辦或擬辦 工程項次
			不含截流	含截流	不含截流	含截流	
近程	4 年	77-80	3.0	7.0	82.7 <sup>3</sup>	35.4 <sup>3</sup>	NA
中程	第一期	81-86	3.8	7.8	117.9 <sup>3</sup>	57.4 <sup>3</sup>	57
長程	第一期	87-92	NA	NA	68.8 <sup>4</sup>	NA	40
長程	第二期	93-98	NA	NA	NA	NA	NA

註：

1. 根據管線佈設範圍內可服務接管人口計算。
2. 根據管線佈設範圍內可服務接管用戶計算。
3. 以實際動支金額計算。
4. 以預算金額計算。

由表 1 及 2 可知在中程計畫中，若以可服務接管人口計算，在不含截流時，達成之普及率僅為目標值之 22.4%，若含截流時亦僅為 45.9%。而進一步分析於完成中程計畫時，建設成本在長達 10 年(民國七十七至八十六年)之實行過程中，若不含截流，每達成 1%普及率需 117.9 億，若含截流時則降為 57.4 億。若將長程計畫中之第一期六年也一併計算，且使用預算金額及目標達成率，則預計至 92 年度止，下水道計畫累計需投入金額高達 1319 億，不含截流

之目標普及率 19.18%，則在此 16 年中，達成 1% 普及率需 68.8 億，而目前的目標是每年提高 2% 之普及率，即每年現金需求達 137.6 億。以上之計算皆以當時之貨幣計算，與國外經驗比較是否合理，仍有待進一步研究。

在「污水下水道發展方案」中各其期計畫的推動上，本研究團隊藉由訪談有關單位，瞭解相關問題，並將之歸納為政治、經濟、社會、行政組織及技術五大類，如表 3 所示。以下各節並將就行政組織、財務管理、操作維護以及績效評估等四方面的課題加以進一步地討論。

表 3. 我國污水下水道發展面臨問題及因應對策

面臨問題	因應對策（已辦或建議）
<p>一. 政治性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 工程埋設地下或工程需時較長，不易立即展現政績，地方首長配合意願不足。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 以立法方式要求明訂每年下水道預算編列下限。另縮小工程規模，鼓勵小型系統，較能立即彰顯效益。</li> </ul>
<p>二. 經濟性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 地方政府財政拮据，自負工程款籌措困難。</li> <li>● 徵收之費用無法全額反應營運成本。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 修訂下水道法，開徵污水建設費；落實水污法第 11 條，開徵水污染防治法。</li> <li>● 中央補助地方之建設費，由原來 1/2 提高為 2/3；並提高徵收之營運費率。</li> <li>● 考量民營化 (BOT/BOO)。</li> </ul>
<p>三. 社會性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 民眾抗爭，用地取得不易。</li> <li>● 用戶接管因巷道窄小施工不易，且民眾意願不高。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 加強溝通，並以多功能多目標方式建設下水道系統，回饋附近民眾。</li> <li>● 接管費用暫由政府全額負擔，若不配合則以相關罰則辦理(如台北市)。</li> </ul>
<p>四. 組織性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 牽涉之相關單位甚多，協調不易。</li> <li>● 中央及縣市下水道組織人力嚴重不足。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 統一事權，成立專責單位，加強聯繫協調。</li> <li>● 中央於營建署下成立下水道組；縣市依下水道法第 9 條規定，設置下水道專責單位，並充實人力。</li> </ul>
<p>五. 技術性</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 操作管理人員不足，即便完工之處理廠，仍無力單獨操作。或已完成訓練，卻因待遇不佳而為民間公司挖角。</li> <li>● 設計及發包工作地方參與不足，導致營運後需時常請中央出面協調建造期間之責任歸屬，延誤時間。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 營建署可依下水道法第四條第五款，落實人員技能檢定及証照制度；亦可與環保署之專責人員証照制度合併辦理。</li> <li>● 委託民間代操作，或可解決編制及待遇偏低問題(如八里污水場)。</li> <li>● 營建署訂定設計操作規範，設立委員會分</li> </ul>

組審查。此外亦可參考日本之「下水道事業團」，專責規劃設計與施工管理。

### 三、行政組織與發展策略

污水下水道之組織體系除了探討營運單位之組織分工外，更重要的是評估我國目前在下水道系統之整體行政組織體系。本文之研究主要偏重後者，其目的是與國外之組織體系，如日本與美國相比較，瞭解其中之差異與優缺點。一般而言，現代社會對行政組織發展或建構的考量，是以達到指揮決策、分工合作與整體效率之要求[7]，但組織之形成顯然深受該國文化與歷史背景之影響。歐陽嶠暉[8]將世界各國之下水道行政系統依其主管機關之屬性分為三類：

1. 都市建設主管系統：如日本、韓國。
2. 水資源開發主管系統：如英國、西德。
3. 環境保護主管系統：如美國、法國。

依下水道法第三條規定，我國下水道之主管機關在中央為內政部，顯見我國下水道法之立法精神，為將下水道納入都市建設之一環，此與日本相同。此外，依水污染防治法，行政院環保署負責水域生態之環境保護；而經濟部水資源局負責水資源之開發利用[9]，表4比較這三個與水資源管理有關的中央行政單位之職掌分工。

表 4. 我國水資源管理相關之中央主管機關與主要職掌

中央主管機關	內政部 (營建署)	環保署 (水保處)	經濟部 (水資局)
依據之母法	下水道法	水污染防治法	經濟部水資局 組織條例
最新公布日期	73/12/21	80/5/6	85/10/16
主要職掌	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 下水道政策及法規訂定</li> <li>● 下水道系統發展計畫核備</li> <li>● 人員技能檢定</li> <li>● 建設、管理與研究發展之監督及輔導</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 排放許可核發</li> <li>● 操作申報</li> <li>● 稽核取締</li> <li>● 技術專責人員訓練</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 水利政策及法規訂定</li> <li>● 水利事業之規劃管理</li> <li>● 水資源之統籌調配</li> <li>● 節水與再利用管理</li> </ul>

由表 4 可以看出，營建署雖為下水道主管機關，主要係督導下水道建設業務，並不負責水資源的開發與保育。此與以環境保護為

主管系統之美國體系並不相同，如美國麻州水政廳（Massachusetts Water Resource Authority, 簡稱 MWRA）同時負責水資源開發保育與下水道系統之建設營運，故在進行下水道之建設與營運過程中，相當重視節水與再利用[10]。若以生命週期評估（LCA）來探討污水下水道發展之水資源政策，則更可以瞭解減量與再使用之重要[14, 15]。如圖 2 所示，地表或地下水經開發取得水權後，導入淨水廠處理至符合飲用水標準，再以配水管網輸送至各使用家戶或單位，使用過後產生的污水便經下水道排入污水處理廠，處理至放流水標準，再排入承受水體，回歸大自然之水文循環，或流入水源區再成為淨水廠之原水。應注意的是在整個過程中，會耗用資源與產生二次污染。很顯然的，由圖 2 所示，污水下水道系統實為水資源開發利用之一環，故可以 LCA 之理論基礎，以各區域水域系統為範圍，分析水資源生命週期中各項活動之總成本及總耗能，而下水道發展之決策則期望能建立在總成本或總耗能最小化的基礎上。

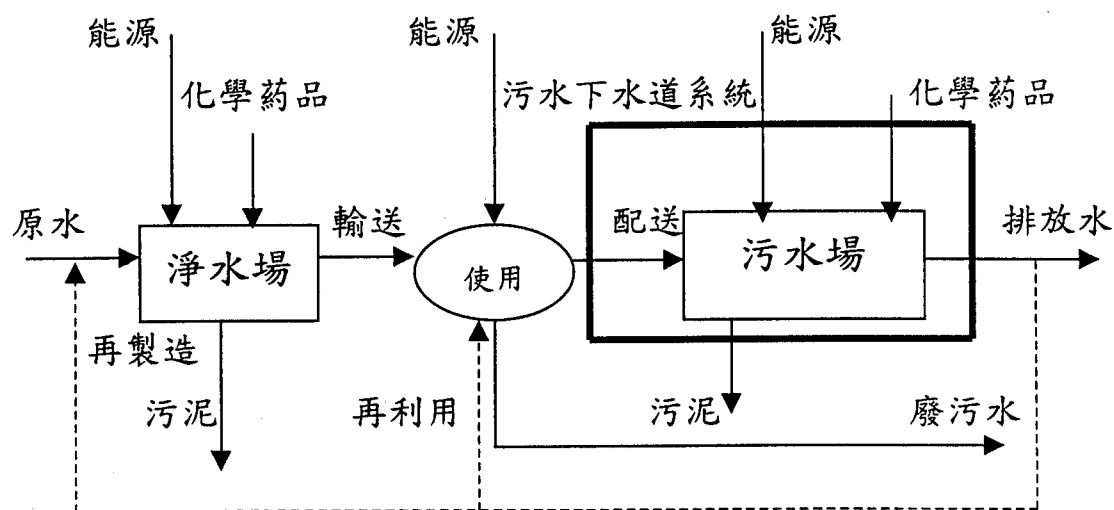


圖 2. 水資源之生命週期流程圖

是以，若本諸永續發展的目標，我國應可在大部分污水下水道系統尚未建設完成之際，提倡節約用水與再利用之政策，並具體訂定節水與再利用量化目標，如此非但可以保育環境，更可以節省大量的建造及操作成本，這一點日本已有相當具體的作法與成果，值

得我們借鏡[11, 12]。我國雖已有多處雨水中水道二元供水系統之示範計畫[13]，唯因水價偏低，缺乏經濟誘因，仍未能廣泛推廣[12]。

如上所述，污水下水道系統既為水資源開發利用之一環，其主管機關之規劃與行政思維，自不宜獨立於水資源之開發與保育政策之外。即使受限於中央政府對水資源管理現行之分工架構，而無法達成事權之一元化，亦應積極加強相關部會間之溝通與聯繫，以追求水資源管理整體性之規劃與落實。

#### 四、財務管理

下水道系統之財務管理包括：費率訂定、會計與融資等，本節僅就費率之訂定探討國內外相關作法。依下水道法第 26 條規定，用戶使用下水道應繳納使用費。其計價方式可採用下列原則：

1. 按下水道用戶使用自來水及其它用水之用量比例計收（水量費基）。
2. 按下水道用戶排放之下水水質及水量計收（水量及水質費基）。

一般而言，污水下水道系統因水質變異不大，以用水量為基礎徵收，而工業用水則多考量以水量及水質為徵收基礎。以台北市為例，目前之費率為 83 年 6 月 19 日訂定，隨同水費徵收。計算方法為年總營運成本除以總處理量，營運成本包括：利息、折舊、補償、更新、業務及回饋等六大項。一般用戶費率 86 年為 2.9 NT/m<sup>3</sup>，87 年為 5.07 NT/m<sup>3</sup>，而 88 年為 5.88 NT/m<sup>3</sup>，事業用戶費率以一般用戶之 2 倍徵收，若以自來水費率 8.5 NT /m<sup>3</sup> 計，則 88 年一般用戶費率佔自來水費約 69.2%，而事業用戶佔 138.4%[16]。

在工業區專用下水道方面，目前之費率是依據 74 年 9 月訂定之「工業區污水處理廠使用費徵收辦法」[17] 計算，分一般用戶及工廠用戶。一般用戶依流量費率計價，而工廠用戶則按流量（Q）、生化需氧量（BOD）或化學需氧量（COD）、懸浮固體物（SS）三項計算。以新竹工業區管理中心為例，簡述其費率其計算方式如下[18]：

1. 預估未來 5 年各項固定及變動費用，並以 5% 年成長推估。



2. 預估未來 5 年廢水排放量，按 10% 年成長推估。
3. 預估未來 5 年排放廢水平均水質濃度，並求得 5 年內之 BOD（或 COD）及 SS 之排放總公斤數。
4. 以 Q、BOD（或 COD）及 SS 之 5 年內排放量為權重，求得分攤操作維護成本之比例。
5. 將 5 年預估之操作維護成本，乘以各分攤比例，再除以年排放總量，則求得各徵收費率。

新竹工業區依上述原則求得之 5 年（民國 75-79 年）內總操作維護費為 NT91,654,749，其分攤比例，Q 為 84.0%，BOD 為 7.3%，SS 為 8.7%。而求得之費率，Q 為 4.1 NT/m<sup>3</sup>，BOD 為 2.19 NT/Kg，SS 為 4.07 NT/Kg。

以上兩種計價方式（台北市及新竹工業區）均有合理之理論基礎，且基本精神為能反映成本及平衡預算，但較易被用戶質疑的是，費用之估算必須以合理之營運效率及品質為基礎，營運效率愈高，費用愈可能降低，故廣泛建立各種統計評比資料，來評估計價的合理性實屬必要。依據中興工程顧問公司提供之資料[19]，維護費可依其工程建造成本百分比估算，而操作費可依流量及用電量估算，表 5 以高雄市污水下水道為例，提供估算原則。

表 5. 高雄市污水下水道系統營運費估算原則[19]

設施名稱	維護費	操作費	換新費 <sup>3</sup>
主幹管 分支管 巷道連接管	工程費 × 0.6%	—	n = 50 年
處理廠 <sup>1</sup>	工程費 × 5%	3567 × Q <sup>0.844</sup>	n = 35 年
加壓站 <sup>2</sup>	工程費 × 3.5%	3.0 NT/KWH	n = 25 年
放流管	工程費 × 1%	—	n = 50 年

註：

1. 處理廠操作費計算式，平均日處理量（Q），單位為 CMD。
2. 加壓站操作費依尖峰抽水量操作時所需電力（KWH）推算。
3. 換新費計算式如下：換新費 = 工程費 × 年利率 / (1 + 年利率)<sup>n-1</sup>  
式中：n 為使用年限（年）。

依據美國水環境研究基金會（WERF）1997 年之研究[20]，對於

全美約 200 個污水下到系統進行標竿程序 (benchmarking process) 評估，得到操作維護成本之統計經驗公式為：

$$\text{OPCSTCOL} = e^{0.898} \times (\text{MILES}^{0.539}) \times [(\text{PCINSP}/100) + 1]^{-0.084} \times (\text{PUMP} + 1)^{0.285} \\ \times (\text{COLWAGE}^{0.897}) \times (100 \cdot \text{KWH})^{0.15}$$

OPCSTCDL = 收集系統操作維護成本 (1997 年 US \$)，不含資本折舊

MILES = 管線長度 (英里)

PCINSP = 每年檢查管線佔總長百分比

PUMP = 揚水站數

COLWAGE = 收集系統員工年平均薪資 (US \$)

KWH = 電力單價 (Cent/KWH, US \$)

上述公式之  $R^2 = 0.68$ ， $n = 30$ 。MILES 代表收集系統規模，其次方數為 0.539，顯示當管線長度增加為 2 倍時，操作維護成本只增加 45% ( $2^{0.539} - 1$ )。管線檢查項 (PCINSP) 之次方數為 -0.084，代表投資在管線檢查將有助於降低維護費，因其可避免意外事故的發生和處理費。揚水站數 (PUMP) 顯示極佳的規模經濟，次方數為 0.285，增加 2 倍站數只增加了 22% ( $2^{0.285} - 1$ ) 的成本。人員薪資貢獻了最大的權重，顯示加強自動化設備有助於大量降低成本。

$$\text{OPCSTWET} = e^{6.43} \times (\text{MGD}^{1.354}) \times (\text{WBPLA}^{-0.493}) \times [(\text{ASOXY}/100) + 1]^{0.442} \\ \times [(\text{ASMEC}/100) + 1]^{0.404} \times (\text{BIOPROD}^{0.408}) \times (\text{WBWAGE}^{0.499}) \times (\text{KWH}^{0.342})$$

OPCSTWET = 污水及污泥操作維護成本 (1997 年)，不含資本折舊

MGD = 日平均污水量 (Mgal/d)

WBPLA = 每廠日平均處理量 (Mgal/d)

ASOXY = 純氧處理流量百分比

ASMEC = 機械曝氣處理流量百分比

BIOPROD = 單位流量污泥產生量 (dton/Mgal/d)

WBWAGE=平均年薪資

KWH=電力單價 (Cent/KWH)

因為 MGD 和 WBPLA 都代表處理廠之規模，操作維護成本對規模的敏感度應該趨近二項目次方數之和，即  $0.861 \times (1.354 - 0.493)$ ，顯示減量之重要性，又 BIOPROD 之次方數為 0.408，顯示污泥量對成本的影響甚大，上述這些結論可運用於 LCA 之分析中。

## 五、操作維護管理

下水道系統之投資相當龐大，準確及有效的操作維護是其營運管理成功的必要條件，歐陽嶠暉[21]闡述操作維護之六大目的如下：

- 1、 確保正常操作，達到處理要求。
- 2、 維護設備機能，延用使用年限。
- 3、 熟悉操作維護，避免意外事故。
- 4、 獲取基本資料，提出改善建議。
- 5、 維持良好的環境，提高工作效率。
- 6、 建立公共關係，增進大家信賴。

我國最早之下水道系統於民國 60 年由台北市開始操作營運，目前仍在操作的有民生、迪化及內湖三個污水處理廠。而在台灣省內的有 6 座，主要在水質水源保護區內，包括中興新村 2 座、溪頭、日月潭、烏來直潭及六堵各一座，均為較小規模之營運，但仍可做為我國建立操作營運管理制度之重要參考。目前之台北縣八里污水廠仍在試運轉，總處理量為 132 萬 CMD，由美商歐曼顧問公司(OMI)協助水美企業工程公司代為營運管理，預計完成後可引進國外大型污水廠操作營運管理經驗[22]。除此之外，我國自民國五十九年開始即進行工業區之開發，各工業區亦多興建有聯合污水處理廠，其操作營運經驗亦值得參考借鏡[18]。

下水道操作維護管理雖然複雜，但應可分組分工，建立一套科學的管理制度，並利用各種報表來落實日常的工作，舉其大要如下：

### 1. 組織分工執掌表

2. 標準操作程序(SOP)
3. 採樣及檢測計畫及日報表
4. 月平均質量平衡表
5. 日常檢點查核表(checklist)
6. 實驗分析品保品管標準及查核表
7. 儀器設備規範及維修計畫
8. 收集管線及處理廠施工圖
9. 財產清冊及盤查表
10. 緊急應變及通變處理程序
11. 人員訓練計畫

以上之操作程序及報表均可參考各類專書[21, 23, 24, 25, 26, 27]來訂定，若能確實施行，並持續改善，定期考核，應可確保營運績效與品質。值得注意的是，在操作維護過程中，應儘量詳實記載各種資料，且能以量化方式輸入電腦，進行各種統計分析，以利標準程序之實施。

## 六、績效評估

績效評估是指對下水道系統整體營運管理的評估，其目的是藉量化的指標做為自我改善的參考，或與其它系統評比。美國水環境研究基金會(WERF)將下水道之營運績效評估分為三個指標：服務品質(outcome)、效率(efficiency)、效果指標(effectiveness)。服務品質指標是指在整體系統營運過程中，對客戶所提供之服務，如叫修、申訴及收費等滿意度的量化指標，如表6所示。效率指標是指在進行操作維護時所需之成本，如每公里收集管線所需維修費、每處理一噸污水所需處理費等。而效果指標是指每單位投入所獲得之產出效果，如每1000個客戶之陳情數、每單位處理量所用之全職人員數等。一般而言，這些評估指標可以利用比例分析(Ratio Analysis)法進行，故必須有系統的收集資料及數據，以電腦程式管理，並使用較長期間之資料，進行統計評估才較有意義。

表 6. 下水道系統服務品質指標範例[19]

營運類型	服務品質指標	效率指標	效果指標
收集系統	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 溢流次數</li> <li>• 平均維修次數</li> <li>• 管線檢查長度</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 單位長度維護費</li> <li>• 單位污水量維護費</li> <li>• 加壓站單位耗能維護費</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 單位長度阻塞次數</li> <li>• 單位長度滲入量</li> <li>• 單位污水量員工數</li> </ul>
污水處理	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 違反放流水標準次數</li> <li>• 對污水處理廠陳情數</li> <li>• 勞工職業傷害病假時數</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 單位污水量處理費</li> <li>• 單位污水量維護費</li> <li>• 單位檢測分析成本</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 污染物去除率</li> <li>• 單位數理量員工數</li> <li>• 每位檢驗員之分數</li> </ul>
污泥處理	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 對污泥臭味陳情數</li> <li>• 污泥產量及品質</li> <li>• 違反許可次數</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 單位污泥量處理成本</li> <li>• 單位污泥量藥劑成本</li> <li>• 單位污泥量用電費</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 單位污泥量所需員工數</li> <li>• 每單位 VSS 之厭氧產量</li> <li>• 污泥含水量消減量</li> </ul>
客戶服務	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 辦理新客戶平均時間</li> <li>• 帳單修正平均時間</li> <li>• 處理陳情平均時間</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 每服務員訓練成本</li> <li>• 每日客戶服務成本</li> <li>• 服務與營運成本比值</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 每 1000 客戶的陳情數</li> <li>• 重複陳情比例</li> <li>• 在期限內完成收費比例</li> </ul>
財物行政	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 準時付款率</li> <li>• 營運準備金</li> <li>• 用戶平均每人流量</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 固定成本佔總成本比例</li> <li>• 人事成本佔總成本比例</li> <li>• 資本增加與淨值之比例</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 負債佔淨值比例</li> <li>• 客戶流量與實際流量比例</li> <li>• 規劃與實際處理量比例</li> </ul>
人事	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 員工職業傷害假日數</li> <li>• 員工訴怨次數</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 加班費佔人事費比例</li> <li>• 每位員工再職訓練成本</li> <li>• 每位員工之福利成本</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 單位流量所需員工數</li> <li>• 每班操作人數</li> <li>• 員工等級分類數</li> </ul>

表 6 只是範例供參考，各下水道系統可依自己需求訂定評估指標。進行評估時，一般而言，可由內部自我評鑑開始，再委由外部單位進行考核評鑑，亦可導入環境管理系統（ISO-14000）之架構來進行；此外民眾的參與評鑑有時也相當重要，可以避免若有意外發生時民眾的阻力。

## 七、結論與建議

本研究藉由資料分析及與現場訪談，針對我國污水下水道之策略營及運管理制度，探討四個主題：組織與策略、財務管理、操作維護及績效評估，獲得以下結論與建議：

1. 依現況與問題剖析，我國下水道發展遲緩，除技術性之因素影響，實受到政治、經濟、社會及文化因子影響，使得這項重要的國家環境基礎建設無法落實。
2. 在下水道發展策略上，應視下水道發展為水資源保育之重要一環，並以生命週期評估(LCA)為決策工具，重視節水與再利用，以符合永續發展理念。

3. 在組織體系方面，我國中央層級單位大致完備，且分工清楚，唯仍可強化橫向連繫，才能落實整體水資源保育工作。另在中央及地方組織人力仍有待加強。
4. 在操作維護費率訂定方面，以反應成本計算雖屬合理，唯若僅以此為依據，不易提昇營運績效，應可參考美國 WERF 之標竿程序中所用之經驗公式，進一步了解費率計算之合理性。
5. 下水道的操作維護雖然複雜，應以過去操作污水下水道及工業區專用下水道經驗，建立一套科學管理制度，並利用各種報表來落實日常之操作與維護，並逐步建立標竿程序制度，俾利於持續改善。
6. 在績效評核方面，我們建議以美國 WERF 之三種指標：服務品質，效率及效果指標為基礎，建立量化評核模式。

#### 八、謝誌

本研究計畫為由國立台灣大學土木工程系郭振泰教授擔任總主持人之八十八年度國科會下水道「公共工程科技整合性研究總計畫」中之子計畫三，計畫編號為 NSC88-2211-E-324-010，計畫執行期間承蒙各單位熱心提供資料，特此致謝。包括營建署公共工程組陳益昭組長及王世棧技正；環保署水保處張永裕科長及范國正技正；經濟部水資局賴合明主任秘書及藍繁盛科長；省住都處環工組計文昌科長；台北市工務局衛工處林俊雄副處長、盧朝陽副總工程司，洪榮昌組長及鍾萬鈞隊長；中興工程顧問公司環工一部劉恆昌經理及何忠陽主任；美商歐曼工程顧問公司(OMI)台灣分公司經理 Mr. Kirby A. Chaney。特別感謝國立中央大學環工所歐陽嶠暉教授及行政院公共工程委員會廖宗盛主任秘書的寶貴意見。感謝本校環管系洪瑞敏及徐睿宏同學之文書處理。

#### 九、參考文獻

1. 行政院環保署，環境白皮書，八十七年版，ISBN：957-02-3161-0。

2. 內政部，下水道法，民國七十三年十二月二十一日公佈。
3. 行政院環保署，水污染防治法(第二次修訂版)，民國八十年五月六日公佈。
4. U.S. Environmental Protection Agency (USEPA) ,Results of the Nationwide Urban Runoff Program, Volume I, Final Report, Water Planning Division, Washington D.C., 1983.
5. 內政部，污水下水道發展方案(中程方案)，民國八十一年十月五日修正核定。
6. 內政部，污水下水道發展方案(長程方案)，民國八十七年三月十二日修正核定。
7. 彭文賢，組織原理，三民書局，台北，民國八十四年。
8. 歐陽嶠暉，未來各級下水道機構及組織體制之探討，下水道營運管理研討會論文集，國立成功大學環境工程系所，中國土木水利工學學會、國科會工程中心合辦，民國七十四年十一月二十二日。
9. 經濟部，經濟部水資源局組織條例，民國八十五年十一月十六日公佈。
10. 紀子文，與美國麻州水政廳訪談記錄，于美國波士頓水政廳，訪談時間民國八十七年八月二十二日，朝陽科技大學環境管理系。
11. 日本環境廳水質保全局，生活雜排水對策推進指導指針，行政院環保署譯，民國八十年八月。
12. 宋欣真，日本水資源回收實例介紹，化工技術，第七卷第七期，p. 152-156，民國八十八年七月。
13. 萬騰州、陳清暉、張乙森、楊淑淵，雨水貯留系統及中水道二元供水系統之應用實例，化工技術，第七卷第七期，p. 132-149，民國八十八年七月。
14. 林盛隆、江舟峰，臺灣地區生命週期衝擊評估架構之探討，第一屆環境與資源管理學術研討會，中興大學法商學院，民國八十八年九月。
15. Tillman, A.M., Svinby, M., and Lundstrom, H., Life Cycle Assessment of Municipal Waste Water Systems, Int. J. LCA. 3(3), 145-157, 1988.

16. 江舟峰，與台北市工務局衛生下水道工程處訪談記錄，于台北市衛工處，訪談時間，民國八十七年十一月二十四日，朝陽科技大學環境管理系。
17. 經濟部工業局，工業區污水處理廠使用費繳收辦法，民國七十四年九月。
18. 經濟部工業局，工業區污水處理廠經營管理研究，期末報告，財團法人中華自來水暨下水道研究社，民國七十九年六月。
19. 江舟峰，與中興工程顧問公司環工二部訪談記錄，于中興工程顧問公司，訪談時間民國八十八年六月二十二日，朝陽科技大學環管系。
20. Water Environmental Research Foundation (WERF), Benchmarking Wastewater Operations: Collection, Treatment, and Biosolids Management, Final Report, Project 96-CTS-5, 1997。
21. 歐陽嶠暉，污水處理廠操作管理，國立中央大學環境工程學研究所印行。
22. 江舟峰，與美商歐曼工程顧問公司(OMI)訪談記錄，于美商西圖工程顧問公司，訪談時間民國 87 年 11 月 24 日，朝陽科技大學環管系。
23. 歐陽嶠暉，下水道工程學(增印版)，長松出版社，民國七十年。
24. 內政部營建署，污水處理廠最適化設計規範之研訂，中華民國環境工程學會，民國 85 年 6 月。
25. Metcalf & Eddy, Wastewater Engineering: Treatment, Disposal, and Reuse, 13<sup>th</sup> ed., McGraw-Hill, 1991。
26. 日本下水道協會，下水道設施計畫設計指針的解說，民國八十三年。
27. 內政部營建署，建築物污水處理設施設計技術規範，營建雜誌社，民國八十七年九月二十五日。