

下水道系統操作維護制度

陳 繼 志 * 陳 國 彬 **

摘 要

隨著經濟發展，生活素質日漸提高，下水道系統之建設成為迫切需要的工作，以改善環境衛生保障國民健康，促進都市發展。為有效發揮下水道系統之功能，並節省長期性操作維護費用，有必要探討如何建立良好的操作維護制度。

雨水下水道之操作維護着重於管渠清理及破壞之修復與排洪抽水機組之經常性清理與維修，污水下水道系統之操作維護則除污水管線系統類同於雨水下水道外，尚涉及污水處理廠之污水與污泥處理以及有關廢水排入之管制及放流承受水體之水質監視與有關管理作業。

有關下水道系統之操作維護除分別就雨、污水下水道系統之作業性質予以論列外，並配合此操作維護作業探討有關下水道系統設施之操作維護制度之建立及其管理組織與體制等問題。

一、前 言

下水道為現代化都市必備的公共設施，其功能在排除及處理都市雨、污水，維護環境衛生，促進都市健全發展，保育水域生態及水資源利用。下水道建設完成後，必須有良好的操作及維護，始能發揮正常的功能，降低營運成本並延長使用年限。

有關下水道操作及維護制度之良窳，影響下水道之成敗至大，本文之目的在探討如何建立健全完善的下水道系統操作維護制度，根據下水道之雨污水系統設施操作維護作業性質，探討有關操作維護及營運管理制度標準化問題，兼及主管機關之體制，俾供推動台灣地區下水道建設之參考。

二、下水道系統設施之操作維護

都市之雨水與污水因來源不同，處理方式亦異，故雨水通常由雨水下水道收集，必要時經柵除與沉砂後即可放流河川或直接排入海洋，收集之沉砂通常不需處理即可用於低地填土而棄置。污水經管渠收集，在處理廠處理後，始可放流，污水處理產生之污泥則需加以濃縮、消化、脫水後始可加以焚化或衛生掩埋，或用於農業用途。

國內之下水道，除特定地區設有分流制下水道外，一般都市雨水下水道兼排污水，變成雨水污水合流，但因有化糞池之設置，故實為不完全之合流制系統，茲為討論方便，分就雨水與污水兩系統予以論述，如屬合流制情形則兼具兩者性質不再贅述。

*高雄市下水道工程處處長

**高雄市下水道工程處幫工程師

(一) 雨水下水道系統之操作維護

1. 雨水下水道之操作：雨水下水道系統的功用在於排洩雨水及洪水。因其係以重力流排水，其操作重點在於抽水站之抽排水及截流與排洪閘門之啓閉等。抽水站之操作以使用自動操作抽水機為主，加上必要之人工操作，另外有關人孔、管渠、連接管與攔污柵等雜物堵塞之定期清理與挖掘臨時排水路等亦為降雨時之重要操作項目，有關截流與排洪閘門之啓閉操作則着重於操作之切實靈活運作。有關抽水機房之操作維護則於下節污水系統之抽水站一併討論之。

2. 雨水下水道之維護：雨水下水道之維護，着重於防患未然，避免降雨時發生積水現象，平常即應從事各項管渠設施的巡視，檢查與換修清理以避免阻塞，茲簡述如下：

(1) 巡查工作：包括排水管渠是否被佔用或破壞損傷，人孔井蓋與鐵踏步是否損裂腐蝕滑移或丟失，路面陷落是否因地下雨水管道之滲漏或下陷引起，管渠之水流與水質狀況及沉砂淤塞與冲刷情形，機電設施與裝備之例行檢查等。

(2) 清理作業：可分為緊急清理與一般清理作業，前者指對於道路交通、衛生及生命財產有所影響需施行管渠之緊急清理或挖掘臨時排水路等，後者則指一般管渠及附屬設施之淤積物所清除，宜訂定完整之清理計劃，清理作業時並須注意安全與衛生問題，清運廢棄物應依規定理棄，清理作業宜推動機械作業逐步取代人力，以提高效率及機動性。清理資料應有系統整理。

(3) 換修工作：老舊不堪使用及因車輛、工地施工、地盤下陷、水流冲刷、不法行為等外力與水質氣體腐蝕等所造成之管渠溝蓋與設備等之損壞或故障均需予以適時之換修，另外配合新增加排水需要或其他工程施工則需予以遷改或更新。換修工程應保持水流與路面交通之暢通並注意施工安全。

3. 雨水下水道系統與區域或流域排水防洪功能之配合：

雨水下水道系統係以河川或海洋為終端承納水體，故為區域或流域排水防洪系統之一部份，其設置與操作維護仍需配合區域性作業，尤其有關防颱作業之聯絡配合等。

(二) 污水下水道系統之操作維護

1. 管渠設施之操作維護：污水管渠之操作維護類同於雨水下水道系統，惟因污水含污染成份，尤其含有工業廢水成份，其操作維護必須加強通風安全與排入污水系統前之水質管制或前處理作業，另污水系統係全天廿四小時作業，故需經常保持系統之暢通，遇有障礙，即需予以排除，有關用戶接管之錯接與不當使用，亦宜有管制處理措施，同時，因管渠多為暗渠且管徑較小，一般清理均採機械作業。

2. 污水抽水站之操作維護：污水抽水站應設置緊急溢流設施與備用電力以便抽水站動力來源中斷或抽水設備故障或污水量超過設計容量時使用，此外，應設置通風除臭、吊運與緊急安全處理設備。濕井入口所設置攔污柵，應常加清理以防止異物進入造成抽水機阻塞或損壞。抽水站之故障可分為機械故障、電力故障及阻塞三種。機械故障可由經常性之維護而消除或避免，機械之潤滑、軸承之結合，機械之震動等應依設備種類性能，根據操作維護手冊經常檢查，開關控制器應常清理，以免油脂或漂浮物妨礙正常操作。電力故障若由於電源故障者可以備用電源代替，由於電線線路故障者則應檢查修復。抽水機之阻塞可卸除異輪清理之，若有破布塑膠袋等纏住逆止閘或制水閘之閘片，可用反沖洗法加以清理。

雨水下水道及抽水站之操作維護宜設立操作維護單位負責為之，操作維護技工應有合格素

質並接受完整的訓練。操作維護除定期性者之外應有緊急應變之人員設備安排。維護時需要操作應變之配合，故操作維護宜受統一之指揮，並需有專業人員主其事，有關抽水作業與維護均需依規範施做並健全完整之資料紀錄。

3. 污水處理廠之操作維護：污水之處理方法很多，視污水水質及各單元功能設計而異，但主要流程不外進水抽水，污水及污泥之處理，及放流抽水與放流設施等，由於污水水質水量隨時變化，廿四小時操作之污水處理廠必須妥善運用廠內各單元機電設備，配合人力、物料與各種處理過程之紀錄與水質檢驗，靈活運作，使放流水水質能符合水污染防治法之規定，同時，期使操作維護成本能達到最經濟有效之境地，處理廠之操作維護因設備之種類及自動化程度而異，其主要作業如下：

(1) 運轉作業：包括

巡視：含一般巡視、警衛安全、異常處置、環境整理及日常作業與交辦監視等。

監視：含中央控制室及全廠機電儀錶等操作運轉之監視，紀錄（含紀錄紙之更換、報表之整理編製）及有關之接班與聯絡事宜等。

設施運轉：包括各項處理程序的運轉、操作及其調整，機電功能與處理功能上之障礙排除，及有關處理產物之處分作業（含篩渣、沉砂、浮渣、污泥等處分）與處理之檢討改善等。

(2) 水質管理作業：

包括處理廠處理流程之檢討（含日常檢驗、定期檢驗與特定項目之檢驗，其項目詳如附表一），放流水及河海承納水體檢驗，污水源（以工業廢水接入為主）之檢驗，污泥處分環境影響評估檢驗及各項檢驗紀錄與報表編撰等，俾供處理操作運轉變更指示之參據。

(3) 事務作業：

包括財務管理、維修器材及消耗品之採購管理、預算、出納、人事及其他庶務等。

(4) 維修作業：主要定期之保養與檢查作業及故障修理作業兩項，前者應依各項設施之維修手冊做各級之保養檢查，含燃料補充、注油、異狀診斷、試動等。後者除做廠內機電儀錶故障修理外，尚含可用情況之檢視及防止意外之維修及必要之外送製造工廠修理等。

三、下水道系統操作維護制度之探討

根據上述的研討，下水道系統之操作維護涉自最簡單的勞務工作至最複雜之營運操作管理及最尖端科技之機電儀錶設備，欲求有效的操作維護，除需就系統設施之正常作業予以制度標準化外，有關管理組織與體制亦需要事權統一，而各項作業更需備有合適之專業人員從事之，茲探討如下：

(一) 系統設施操作維護之制度化：

下水道系統自管線收集系統經下水處理以迄排放設施，其操作維護不僅因系統設備及操作處理程序而異，亦常因地理、人文、經濟條件之差異及系統規模之大小而有不同之衡量與設置標準，惟有關系統設施之正常操作維護宜予以標準制度化，其主要內容如下：

1. 系統資料資訊化：下水道系統之設施資料及各項操作維護紀錄資料及有規法令規章許可等均需有系統地予以資訊化，俾供有效營運管理之參據，包括：

(1) 永久資料之建檔：含有

- ① 污水抽水站、處理廠、放流管之操作維護手冊。
- ② 有關之規則設計報告、設計準則與文獻等。
- ③ 興建系統有關之竣工圖說、設計規範、製造廠商及每單元之操作維護應行注意事項。
- ④ 系統流程圖及其標控系統。
- ⑤ 下水排入及放流許可等。

(2) 完整之操作維護紀錄及編撰：

包括系統設施全部之操作紀錄與報告，顯示處理效率之紀錄指標，管路及機電儀錶設備之維修紀錄及人事財務報表等，各項紀錄與報告並應具固定格式內容呈報各級主管機關及有關單位。

(3) 良好而有系統之監視資料：

包括各項下水流量，水質及其相關之採樣與監視計劃等均宜有系統地執行紀錄整理。

2. 操作維護之系統化：

(1) 正常之操作維護作業規定：

自管線收集系統、抽水設備及污水處理廠及放流設施，其正常之操作除需依有關作業規定從事外，整個系統之操作維護亦需有整體之規劃，俾發揮其系統營運功能，有關作業規定可配合設備種類、性能及人員編組與行政系統予以訂定。

3. 彈性操作及預防性作業：

下水道系統不同於自來水系統，其水質水量變化大，污水處理設備亦因處理方式與處理程度之不同而較複雜，為防範處理過程中之故障及偶發污染災害，對於操作人員宜訂有適當之警測偵測作業程序，緊急彈性應變措施，及預防性維修計劃，與有關安全防護等。

(二) 管理組織與體制：

下水道系統與自來水系統相似，建設完成後必須予以營運操作，對於排入下水道之有害廢水，包括病原菌、毒害或腐蝕性物質及承受水體水質與處理過程中附帶產生之環境污染因素等尚需加以嚴格管制與監視，以免造成公害，故有關操作維護所涉之管理組織與體制，更宜求事權統一，以提高營運績效。

有關下水道管理制度，內政部營運署曾於七十四年委託中華自來水暨下水道研究社專業予以研究，其中對於我國下水道之管理體制之探討已就下水道管理組織之性質與一般理論基礎參酌各國下水道制度，有詳儘論列，不再贅述。惟有關下水道系統之操作維護亦可委託專業機構辦理。國外很多並且與自來水事業合併。

在一般實務管理方面，除法令規定下水道系統之操作維護需由專業人員擔任外，主要之管理要求如下：

1. 設備方面：整個下水道系統應很科學化地予以標示各項設備之編號、名稱、功能、位置等於明視地點，並備有整套目錄詳列廠商、供應商、規範編號、操作維護紀錄卡、定期檢查要求期間與項目等有關資料，俾利管理操作維護作業。

2. 操作控制方面：除一般之操作維護手冊外，對於每一處理單元及其設備，有關硬體設備軟體功能等之管制及障礙排除 (Trouble Shooting) 應詳列有關作業，對於藥品器材之貯運應注意事項亦應標示於適當場地，有關各操作單元基本應顯示資料亦應標示於明顯或便於查閱地點，期能做系統而科學化之管理與操作控制。

3. 維修器材與工具方面：有關設施之維修除應其機動性外，對於管溝清理機具與器材及一般

污水廠廠修工具與設施零件應有適當庫存備用量，以便應付經常性及緊急維修之需，有關物料管理與盤存會計作業規定等均應建立制度。

4. 人力專業化方面：下水道系統之操作維護，涉及各類專業性工作包括一般行政管理人員及電機、機械、土木、化工、生物、衛工等工程人員與一般之保養、修理、清運、檢查等勞務人員，成員需求近乎社會各階層從業人員，需依實際業務職掌充實各類專業人員。一般之人力需求則因系統之配置單元處理程序，處理程度與水質要求，廢水成份、氣候、專業人員素質、自動化程度（含監視及處理系統），廠外維修計劃、設備年限與品質及下水量之成長與變化，行政體系及財政能力等因素而異，可配合實際之需要研討，納入管理體制。

5. 其他管理：包括用戶接管之管制、收費及工業廢水之管制，監視與有關下水道從事人員與事業之考驗發照等管理項目。

四、結 論

我國下水道建設尚在萌芽時期，有關維護操作制度有待研議與建立，僅初步探討如下：

1. 建立完善之下水道系統操作維護制度，為節省系統操作營運管理維護費用以及提高排除積水能力與提高污水處理效果的基礎。

2. 雨污水下水道之清理與維修宜劃歸同一單位負責辦理，以提高作業效率。

3. 工業廢水之納入下水道系統宜視其接納之可行性而定，以免造成操作維護及營運、管理之不當影響。有關排入下水道之下水應規定排入水質標準以免損及管線及設備或降低污水處理效果及增加操作維護之困難。

4. 下水道系統常為都會區或流域排水系統之一部份，故下水道系統之操作維護宜做區域性之考慮以提昇整體下水道系統營運績效並降低作業成本。

5. 下水道系統之操作維護應建立制度與標準，其從業人員需由合格之專業人員擔任，有關操作維護除經常性之固定作業外，並應具機動性與可應變性，以避免緊急情況或偶發事件之危害。

6. 為便於操作維護之營運管理，有關下水道法之施行細則及營運管理等有關法令規章宜早日訂定。同時，對於下水道設施標準及有關管理組織之員額設置標準亦宜早日建立。

7. 下水道系統建設完成後，尚需加以有效營運操作，我國下水道系統建設尚在起步階段，有關各項系統設施之操作功能及營運維護成本等基本資料，宜有系統地予以建立整理，供爾後維護操作整定計劃之參據。

8. 下水道系統設施之操作功能有一定彈性範圍，而污水水質水量變化不定，放流標準及處理程度經常要求提升，故整個操作維護計劃應經常檢討改進並評估其預留擴充能力及應變性。

五、參考文獻

1. 歐陽嶠暉：下水道工程學，長松出版社。
2. 中華自來水暨下水道研究社：下水道管理制度研究報告（初稿）。
3. 中國土木水利工程學會環境工程委員會：下水道操作維護人員考驗辦法。
4. 台北市政府工務局衛生下水道工程處：台北市下水道工程設施標準之研究。
5. 台灣省公共工程局：高雄臨海工業區污水下水道系統維護與管理。

6. 國立中央大學工學院土木工程學研究所：台北市下水道用戶接管排水作業制度之研究。
7. WPCF : Design and Construction of Sanitary and Storm Sewers, 1970.
8. WPCF : Design of Wastewater and Stormwater Pumping Stations, 1981.
9. ASCE & WPCF : Wastewater Treatment Plant Design, 1977.
10. U.S. EPA, "Federal Guidelines, Operation and Maintenance of Wastewater Treatment Facilities", 1974.
11. U.S. EPA, "NPDES Compliance Sampling Inspection Manual".
12. U.S. EPA, "Procedural Manual for Evaluating Performance of Wastewater Treatment Plants".
13. "Operating Report, Annual Report 1975" City of Chicago, Department of Water and Sewers.
14. U.S. EPA, "Estimating Staffing for Municipal Wastewater Treatment Facilities".

附表一：污水處理廠之水質檢驗

(PROCESS TESTING GUIDE *)

PROCESS	TEST	FREQUENCY	PROCESS	TEST	FREQUENCY
<u>PRE TREATMENT</u>			<u>DISINFECTION</u>		
<u>Grit Removal</u>	Volatile Solids	Daily	<u>Chlorination</u>	Chlorine Residual	Daily
	Total Solids	Daily		MKN Coliform	Weekly
	Moisture Content	Daily	<u>SOLIDS HANDLING</u>		
<u>PRIMARY TREATMENT</u>			<u>Thickening</u>	Suspended Solids	Daily
<u>Primary Sedimentation</u>	Settleable Solids	Daily		Volatile Solids	Daily
	PH	Daily	<u>Digestion</u>	Total Solids	Weekly
	Total Sulfides	Daily		Volatile Solids	Weekly
	Biochemical Oxygen Demand	Weekly		PH	Daily
	Suspended Solids	Weekly		Gas Analysis	Weekly
	Chemical Oxygen Demand	Weekly		Alkalinity	Weekly
	Dissolved Oxygen	Weekly		Volatile Acid	Weekly
	Grease	Weekly	<u>Centrifuging</u>	Suspended Solids	When in Operation
<u>SECONDARY TREATMENT</u>				Volatile Solids	When in Operation
<u>Activated Sludge</u>	Suspended Solids	Daily	<u>Vacuum Filters</u>	Sludge Filterability	When in Operation
	Dissolved Oxygen	Daily		Suspended Solids	When in Operation
	Volatile Suspended Solids	Weekly		Volatile Solids	When in Operation
	Turbidity	Daily	<u>Incineration</u>	Ash Analysis	When in Operation
<u>Trickling Filter</u>	Suspended Solids	Daily	<u>ADVANCED TREATMENT</u>		
	Dissolved Oxygen	Daily	<u>Chemical</u>	Jar Test	Weekly
<u>Oxidation Ponds</u>	Dissolved Oxygen	Daily	<u>Coagulation & Flocculation</u>	Phosphorus Analysis	Weekly
	Total Sulfides	Daily		Apparent Density	Weekly
	Total Organic Carbon	Weekly	<u>Activated Carbon</u>	COD	Weekly
	Total Phosphorus	Weekly		TOC	Weekly
	Settleable Solids	Daily	<u>Recarbonation</u>	PH	Weekly
	PH	Daily	<u>Ammonia</u>	Ammonia Nitrogen	Weekly
	Total Sulfides	Daily	<u>Stripping</u>	PH	Weekly
<u>Final Sedimentation</u>	Biochemical Oxygen Demand	Weekly	<u>Filters</u>	Suspended Solids	Daily
	Suspended Solids	Weekly		Turbidity	Daily
	Chemical Oxygen Demand	Weekly	<u>Microscreen</u>	Suspended Solids	Daily
	Dissolved Oxygen	Weekly		Chemical Oxygen Demand	Weekly
	Turbidity	Daily			
	M B A S	Weekly			

* This is a minimum sampling guide, and is subject to change with plant site, complexity of operation, and problems encountered.