

# 行政院國家科學委員會專題研究計畫 成果報告

## 人工濕地技術關聯資料庫的建立與研究

計畫類別：個別型計畫

計畫編號：NSC94-2211-E-041-018-

執行期間：94年08月01日至95年07月31日

執行單位：嘉南藥理科技大學環境資源管理系

計畫主持人：張翊峰

共同主持人：荊樹人，林瑩峰

計畫參與人員：李得元，王書斌，李沛玲

報告類型：精簡報告

處理方式：本計畫涉及專利或其他智慧財產權，1年後可公開查詢

中 華 民 國 95 年 9 月 26 日

# 台灣地區人工溼地技術關聯資料庫之建立與研究

張翊峰\*，王書斌\*\*，荊樹人\*\*，林瑩峰\*\*，李得元\*\*\*

NSC94-2211-E-041-018

已發表在嘉南學報，第三十一期，pp.253-263, 2005。

\*嘉南藥理科技大學觀光事業管理系

\*\*嘉南藥理科技大學環境工程與科學系

\*\*\*嘉南藥理科技大學環境資源管理系

## 摘要

人工溼地乃是藉由溼地生態系統的復育與管理，利用溼地生態系統之服務功能，完成傳統工程技術所欲達到的目的。而濕地生態能提供多樣性生物的棲息地，並兼具景觀美化、微氣候之調整、減低河口海岸線退縮等功能。因此人工濕地，是一種兼顧生態復育需求（生物多樣性）與人類社會需求（水污染防治及水資源保育）的一種生態工法，機械設備與能源電力需求極低，也無須複雜的維護操作，可真正達到永續發展的目的。然而濕地技術對國內工程界而言是一項嶄新且陌生的技術，為了讓該項技術能成功地在國內應用推展，實乃必要建立一套適用於國內環境的人工濕地設置及操作維護之系統關聯資料庫。在本研究中，即是收集國內人工濕地技術操作資料，以 ASP 程式語言聯結人工濕地資料庫，運用網路開發技術，製作可方便網路使用者查詢及設計參考之國內人工濕地技術關聯資料庫的動態網頁，並將人工濕地規模及水質推估計算模式，以程式語言的撰寫，提供線上即時運算。在未來可再藉由資料庫中濕地場址操作資料的建立及持續擴充，以進一步作為決策支援系統之參考。

**關鍵字：**人工溼地、台灣人工溼地處理系統資料庫（TWDB）

## Abstract

Constructed wetlands can be defined as using artificial methods to reform a land into a wetland environment with low permeable under lining and to create wetland vegetation ecology as well as animal ecological group. The main purpose of applying this type of ecological engineering is to achieve purification of polluted water and management of water resource.

The main goal of this study is to collect and summarize the existing application information and technical documentation in the nation and related papers, reports, experiences, theses, databank, and technical menu from other countries. Based on the summarized results, the feasible information about planning, design, construction, operation, and maintenance of constructed wetlands for domestic condition then can be built. By comparing the differences among each individual wetland system, a domestic databank related to constructed wetland systems could be built with the concept of geological information system of Taiwan. The results obtained from this study can be used as reference for professional application of ecotechnology, such as civil engineering, environmental engineering, architecture, aesthetics, as control, design, and management purposes.

**Keywords :** Constructed wetlands, Technical databank

## 一、前言

人工濕地 (constructed wetland or treatment wetland) 定義為以人為方法將陸地或窪地開發為濕地環境，提供低透水性土壤底層、創造濕地植物生態、並形成濕地動物生態群落，主要目的乃是將濕地生態應用於廢污水淨化及水資源管理的一種生態工法 (Hammer, 1997; Mitsch and Jørgensen, 2003)。可經由各種自然發生的物理性、化學性及生物性淨化機制，經轉換、傳輸進而被去除，不需能源輸入及不必經常維護便可達到水質淨化的目的。最常見者乃將人工濕地使用於處理生活污水、農畜牧業及養殖業廢水、非點源農地排水、掩埋場滲出水、污泥處理等，以避免水體及水資源的污染。人工濕地並可應用於接收都市暴雨逕流，去除逕流水中污染物，並發揮滯洪(stormwater detention)的功能。然而國內對濕地生態工法應用於水資源保育之瞭解、研究及應用較為缺乏，起步較晚。自 1990 年代中期在各大學學術單位才陸續有人工濕地研究計畫的進行，而自 2000 年政府相關機關即逐漸關心此一工法的研究與發展，並陸續投入經費將濕地技術應用於河川污染整治、社區污水處理、校園污水處理與綠校園生態池、濕地生態保育與復育……等公共工程領域，進行有關人工濕地的規劃、設計及操作維護等實務性工作。故為了讓該項技術能成功地國內應用推展，並提供相關工程主辦機關採用此生態工法時有一遵循的基礎及管控的機制之依據，達到有效及廣泛地推動人工溼地生態工法發展之目的。故本研究的主要目的即是藉由收集國內既有人工濕地場址之施作結果及技術資料，並參考國外有關人工濕地的文獻、報告、經驗、論文、資料庫及技術手冊，加以彙整進而建立可應用於本國環境的人工濕地規劃、設計、建造、操作與維護管理的資訊，並比較國內各個濕地之差異與生態設計之原則，以環境地理資訊系統的理念建立國內人工濕地系統關聯資料庫。而透過本研究之結果，將可以提供國內土木、環工、建築、景觀等工程界參考，並提供相關工程主辦機關採用此生態工法時有一遵循的基礎及管控的機制之依據，達到有效及廣泛地推動人工溼地生態工法發展之目的，而未來更可藉由資料庫的設計理念及電腦資訊軟體之進步，持續擴充並研擬作為決策支援系統之參考。

## 二、國、內外發展趨勢

### 2.1 國外發展趨勢

濕地的發展最初開始於 1900 年代，美國某些地區開始利用天然溼地作為生活污水的放流場址，並發現溼地對水質的淨化潛能；1970 年代，開始真正結合天然溼地之生態工程技術應用於廢水處理上，並發展於北美洲，為自由水層系統 (FWS, free water surface system)。歐洲盛行使用表層下流動系統(SSF, subsurface flow system)；而於 1960~1980 年間，德國發展出利用植物根系處理廢水之程序(RZM)；而在 1985 年，英國積極投入蘆葦床處理系統(reed bed treatment system, RBTS)。而自人工溼地技術被開發應用的 30 幾年以降，無論是已開發國家(如美國、英國、挪威、澳大利亞)或開發中國家(如南非、印度、中國、斯洛凡尼亞)均陸續有許多學者參與計畫研究，並有超過 1000 個濕地系統被實際應用。這些文獻報導又以人工濕地系統佔絕大多數，其研究與應用目的，大多是將人工濕地當作二級處理程序或高級處理程序，用以處理都市污水、小規模家庭污水、畜牧業廢水、農田排水、礦業廢水、食品業廢水、石化工業廢水、造紙業廢水、垃圾掩埋場滲出水及污泥處理等。而從研究結果中可知，對於廢(污)水中的主要或微量污染物，例如：懸浮固體、有機物質、氮磷營養物、重金屬及微生物，人工濕地均可提供良好的去除效能。

在國際上，將濕地技術應用在水資源保育之相關課題，已被國際水協會 (International

Water Association, IWA) 列入研究領域分組中的一個重要學門稱為 Use of Macrophytes in Water Pollution Control, 自 1986 年來每兩年即舉辦一次國際性的學術會議—International conference on wetland system for water pollution control, 期共同交流有關濕地(尤其是人工濕地)系統在水污染防治上的應用。在國際生態工程協會中(International Ecological Engineering Society), 濕地技術亦被列為廢水處理生態工程中的主要生態工法。美國 EPA 也在近幾年整合其國內有關人工溼地的成果, 陸續完成了有關於人工溼地設計準則與手冊(USEPA, 2000)。同時也公佈了十七個自 1970 年代開始的實際應用於污水防治的實例(如表 1), 這十七個實例均以社區污水為主要目標, 除了較大土地的需求外, 整個系統的建造與操作均十分經濟。而美國環保署(USEPA)也於 1994 年完成第一版的北美人工溼地資料庫(NADB), 其資料包含了加拿大及美國超過三十個洲一百七十四處人工溼地場址資訊, 除了一般場址的尺寸大小、處理水量及種植的植物種類外, 其處理之水質資料(BOD、TSS、TN、TP、DO、大腸桿菌數)也建立於資料庫內, 另外並將相關之聯絡人地址、電話、參考文獻等資料也一併建立, 以提供各界查詢。現今 USPEA 已完成 NADB 第二版, 其資料庫內容已擴增至二百四十五處處理場址, 使其資料庫更趨於完整。

表 1 人工溼地技術國外應用案例一覽表

地點	類型	大小	年代	設計流量	廢水種類	其他效益
Vermontville, Michigan, USA	FWS 溼地	4.6 ha	1972	65 m <sup>3</sup> /d	家庭污水	野生動物棲息、休憩
Show Low, Arizona, USA	FWS 溼地	75 ha	1979	5375 m <sup>3</sup> /d	家庭污水	野生動物棲息、觀光、戶外教學
Richmond, California, USA	FWS 溼地	36.4 ha	1989	9500 m <sup>3</sup> /d	煉油廠廢水	鳥類棲息地、雨水滯蓄
Tampa, Florida, USA	FWS 溼地	1.2 ha	1991	136 m <sup>3</sup> /d	雨水逕流	雨水滯蓄、公園景觀
Corvallis, Oregon, USA	FWS 溼地	882 m <sup>2</sup>	1993	34.8 m <sup>3</sup> /d	畜牧廢水	研究
Cmbridge, Minnesota, USA	FWS 溼地	0.6 ha	1995	600 m <sup>3</sup> /d	衛生掩埋場滲出水	景觀美化
Wootton, Warwickshire, UK	SSF 溼地	825 m <sup>2</sup>	1990	1,007 PE <sup>a</sup>	家庭污水三級處理	景觀美化
Little Stretton, Leicestershire, UK	SSF 溼地	200 m <sup>2</sup>	1987	60 PE	家庭污水二級處理	景觀美化
Kolodeje, Prague, Czech	SSF 溼地	2,246 m <sup>2</sup>	1993	900 PE	家庭污水二級處理	景觀美化
Nairobi, Kenya	SSF 溼地+氧化塘	0.5 ha	1994	1,200 PE	休憩景點污水	野生動物棲息、景觀美化
北京昌平	FWS 蘆葦溼地	約 1 ha	1988	500 m <sup>3</sup> /d	都市污水二級處理	水資源再利用於農作養殖
Lourens River South Africa	FWS 濕地	0.44 ha	1991	0.03~0.32 m <sup>3</sup> /sec	農地逕流水	生態保育、景觀美化

<sup>a</sup> PE:人口當量數

## 2.2 國內發展趨勢

台灣地區對濕地技術的研究及應用起步較晚, 早期環保團體及專家學者大多致力於溼地保護及濕地生態之相關調查研究工作, 對溼地之重視及瞭解大多著眼於在野生動植物生態保育上之功能, 至於溼地在水污染防治之應用研究起步較晚。台灣地區幅員不若歐美國家寬廣,

大規模的土地取得不易，但是地屬亞熱帶氣候卻相當適合濕地技術的發展，且學術界擁有研究量能及研究成果，已達實用化階段。

表 2 人工溼地技術國內應用案例一覽表

發表或研究單位	位置	類型	濕地面積	流量或水力負荷	廢水種類	目的效益
嘉南藥理科技大學人工溼地研究團隊	台南縣仁德鄉二行村，2001	FWS-SSF 溼地、氧化塘	1330 m <sup>2</sup>	50 m <sup>3</sup> /d	鄉村型社區污水	二級處理、生態保育、景觀、教學
	台南市灣裡社區，2003	FWS-SSF 溼地	0.15 ha	60 ~100 m <sup>3</sup> /d	都市污水	二級處理
	大林慈濟醫院，2003	FWS-SSF 溼地	636 m <sup>2</sup>	15 ~ 25 m <sup>3</sup> /d	醫院廢水	三級處理、二級處理
	成功大學建築系，2003	FWS 溼地	100 m <sup>2</sup>	3 ~ 7 m <sup>3</sup> /d	校園污水	二級處理再利用、景觀美化
	台南市光華女中，2003	FWS-SSF 溼地	50 m <sup>2</sup>	2 ~ 5 m <sup>3</sup> /d	校園污水	二級處理再利用、景觀美化
	台南縣仁德鄉，2000	FWS-SSF 溼地	30 m <sup>2</sup>	30~70 m <sup>3</sup> /d	循環養殖水	廢水處理及循環再利用
	高雄縣湖內鄉，1996	FWS-SSF 溼地	11.5 m <sup>2</sup>	2 ~ 20 d	污染性河水	河水淨化
	台南縣仁德鄉，1997	FWS-SSF 溼地	10 m <sup>2</sup>	1.7~12.8 d	養殖廢水	廢水處理及循環再利用
	台南縣仁德鄉，1997	FWS-SSF 溼地	10 m <sup>2</sup>	0.02~0.27 m/d	受硝酸鹽污染地下水	地下水復育
台南縣仁德鄉，2000	FWS-SSF 溼地	0.1m×0.8 m	2 d	含農藥物質合成廢水	農地逕流水處理	
成功大學環工系溫清光教授	台南市，2001	FWS 濕地	200 m <sup>2</sup>	3~8 h	模擬雨水逕流	景觀生態滯洪
台灣海洋大學河海工程系李志源教授	金門，1994	FWS、SSF 溼地	15m×4m 四座	0.7~70 d	家庭污水	廢水三級處理
中山大學海洋環境系楊磊教授	高雄縣，1997	FWS、SSF 溼地	4m×1m 兩座	0.12~0.24 m/d	煉油廢水	高級處理放流水再淨化
	高雄市，2003	FWS 溼地	0.69m×0.48m 三座	5 d	垃圾滲出水	廢水二級處理
中山大學環境工程研究所高志明教授	屏東縣，2002	FWS 溼地	4m×1m 兩座	5 d	工業廢水	廢水二級處理
屏東科技大學環境工程與科學系郭文健副教授	屏東縣，1997	SSF 溼地	10m×3m 三座	0.2~5 d	校園污水	廢水三級處理
屏東科技大學環境工程與科學系黃助益副教授	屏東縣，2000	布袋蓮、水芙蓉等水生植物系統	25m×4.6m 三座	2~6 d	養豬廢水	廢水二、三級處理
東南技術學院林景行講師	2001	FWS 溼地	1.8m×0.9 m	6 d	垃圾掩埋場滲出水	三級處理色度去除
宜蘭縣環保局冬山河人工濕地	2003	FWS、SSF 濕地			冬山河支流排水	河川整治
台南縣環保局港尾人工濕地	2004	FWS、SSF 濕地	0.5 ha	120 m <sup>3</sup> /d	鄉村型社區污水	二級處理、生態保育、景觀

### 三、研究流程

本研究之主要目的為配合濕地工法的研究與發展，進行有關人工濕地的規劃、設計及操作維護等技術，建立一套適用於國內環境的人工濕地設置及操作維護之技術關聯資料庫，並利用相關的網頁程式，建構一個互動式的水質模式網頁，以構築一個與大眾互動之應用窗口，並建立一個專業研究成果之展示新途徑，使能方便資料庫查詢與技術搜索，期能提供學術及工程界實務上的參考。研究工作流程如下（圖 1）：

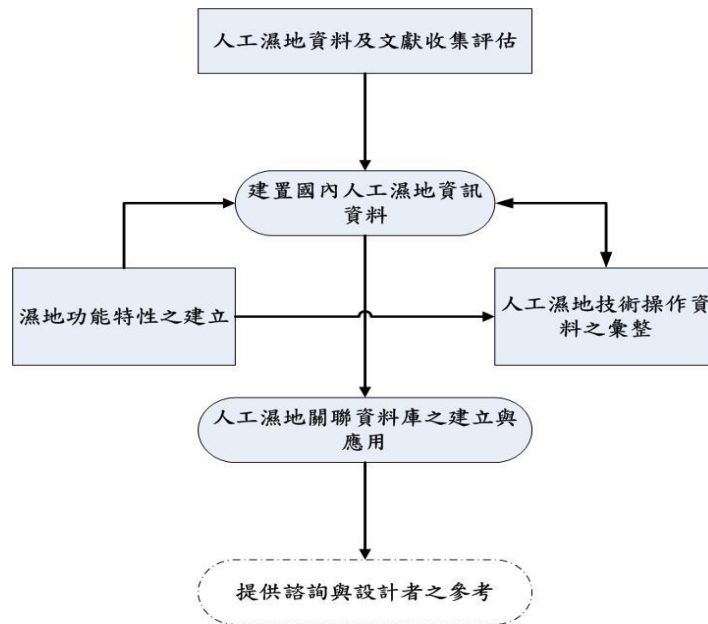


圖 1 研究流程圖

#### 3.1 人工溼地的文獻資料收集

國內發展生態工法及技術雖然可以參考歐美等先進國家的研究經驗及技術資料，然而台灣地區的氣候、環境、生物物種等狀況，與歐美國家即有相當大的差異，因此需要對該生態系統在本地的行為及變化狀況做一完整的了解。以人工濕地技術為例，濕地技術的污染物淨化功能雖然是依靠自然生態的自淨作用，但是整個技術的實際應用端賴許多科學研究、技術資料做為基礎。而這些必要的知識均須以本國環境為背景進行研究獲得技術成果，才能建立合乎本國環境及提供本國工程需求的人工濕地技術。

#### 3.2 濕地功能特性之建立

人工濕地的設計，例如濕地面積及水深大小的決定，將取決於若干濕地的設計參數。這些重要的設計參數包括：水力負荷、水力停留時間、污染物質負荷、污染物去除速率及去除速率常數等，往往因環境條件、季節變化及廢污水性質而有不同的數值範圍，因此欲建立本國人工濕地的標準作業程序，實有必要將這些設計參數給予標準化或提供設計值範圍。另一方面，由既有人工濕地的水質淨化結果可建立某些回歸方程式，作為水質淨化的預測模式，對人工濕地的操作亦相當重要。本研究是將台灣人工濕地關聯資料庫（TWDB）所收集的本國人工濕地操作條件及水質淨化結果，透過回歸分析的統計方法，進一步獲得濕地的操作參數(如水力負荷、進流水濃度、污染負荷或水溫)與水質淨化結果之相關方程式，以作為本國

人工濕地處理廢污水之設計與操作的依據。

### 3.3 建置本國人工溼地地理資訊資料庫

美國環保署曾於 1994 年將國內計 245 個濕地處理系統所收集的資料，透過資訊軟體建立了北美濕地資料庫(NADB, North American Wetlands for Water Quality Treatment Database)，提供了國際上建立人工濕地技術相當具有助益的資料來源。

濕地地理資訊資料庫的建立 (wetland database)可直接提供人工濕地一般資訊(如濕地種類、場址位置、規模大小、處理廢水性質、濕地生態、水質淨化結果..等)相當便捷的工具。由資料庫中的資訊甚至可進一步透過資料分析從而建立人工濕地的設計參數及水質淨化預測模式，提供濕地設計的有用及方便工具，並有助於本研究人工濕地作業程序及技資料庫的整理撰寫。

目前台灣地區人工濕地的場址，大約有四十多處，其中以在中南部居多，但由於相關場址資料，收集不易，故本研究所建立之國內人工濕地處理系統資料庫(Taiwan Treatment Wetlands Database, TWDB)，僅以既有共計八處之人工濕地系統資料，做為研究調查場址對象，收集並會整各濕地系統之資料包括：(1) 場址位置、(2) 構造形狀、(3) 濕地種類、(4) 規模大小、(5) 水流方式、(6) 廢污水種類與處理流量、(7) 設置目標及目的、(8) 操作時程、(9) 水質監測(包括 BOD、TSS、氮、磷、DO 等)及處理結果、(10) 聯絡人及連絡方式、(11) 已發表文獻.....等資料。隨著國內濕地技術的發展，即時將 TWDB 進行更新。

## 四、互動式資料庫網頁設計與運作

### 4.1 資料庫系統網頁程式架構

本研究網頁設計部分，大致分成兩個部分，其一為人工濕地資料庫系統，另一個為人工濕地水質模式計算推估，其中以濕地資料庫系統為主體，客戶端的使用者可以簡單地使用瀏覽器連上網頁，直接進行資料的查詢及數值的推算，其運作流程如下圖（圖 2）。

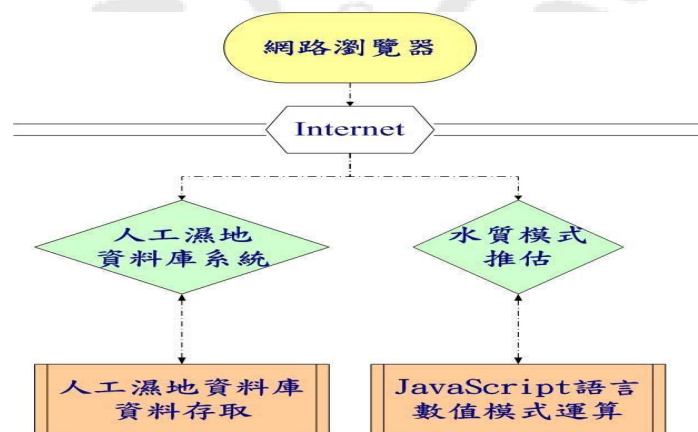


圖 2 系統運作流程圖

### 4.2 人工濕地資料庫查詢介面

本研究完成的人工濕地關聯資料庫系統，大致上分成二個部分，第一部分為人工濕地資料庫關聯檢索系統。在資料庫檢索系統頁面中（如圖 3），目前是以“廢水種類”及“流量大

小”為主要的資料庫檢索項目；此外，在資料庫查詢選單的頁面中，可點選其“全資料檢索”項目，直接觀看濕地資料庫中，所有已建立的濕地廠址規模及水質分析等相關資訊列表（如圖 4）。



圖 3. 資料庫檢索系統

編號	處理場址	平均流量(m <sup>3</sup> )	濕地規模 (m <sup>2</sup> )		停留時間 (HR.T,d)	水質檢測資料			目的	附加效益	研究單位	
			FWS	SSF		項目	入流 (mg/l)	出流 (mg/l)				去除率 (%)
1	台南縣仁德鄉二行村	45	FWS	522.5	-	BOD	56	17	70	二級處理	生態保育、景觀、教學	嘉南藥理科技大學人工濕地研究團隊
						COD	115	70	39			
						SS	66	16	76			
			SSF	72	-	TN	19	14	26			
						TP	4	3	6			
						BOD	17	12	30			
2	台南市灣裡社區	30	FWS	1000	-	COD	70	52	25	二級處理	-	嘉南藥理科技大學人工濕地研究團隊
						SS	16	14	13			
						TN	14	12	11			
			SSF	500	-	TP	3	3	18			
						BOD	55	26	53			
						COD	122	95	22			
						SS	49	34	29			
						TN	35	13	62			
						TP	-	-	-			
						BOD	26	16	40			
						COD	95	85	11			
						SS	34	20	41			
						TN	13	13	0			
						TP	-	-	-			

圖 4. 濕地資料庫列表

### 4.3 人工濕地水質規模運算

人工濕地關聯資料庫系統，第二部分為濕地規模及水質預測模式推估。在此一頁面中，共分成兩個運算程式—（1）濕地規模推估（圖 5）；（2）濕地水質預測推估（圖 6）。以藉由線上的即時運算，將運算後的水質推估預測的相關數值，回傳至其頁面下的欄位中，以推測出各污染物經濕地處理過後的放流水質濃度。



**求取濕地設置面積**：已知速率常數 (k)、進流水量 (Q)、進流污染物濃度 (C<sub>0</sub>)、放流污染物濃度 (C<sub>e</sub>)、水深 (d)、孔隙率 (η)

入流水量(Q)：  m<sup>3</sup>/day      污染物分解速率常數(k)：  ~  d<sup>-1</sup>  
 污染物入流濃度：  mg/l      污染物出流濃度：  mg/l  
 水深：  m      孔隙率：

---

水力停留時間：  ~  day      操作面積：  ~  m<sup>2</sup>

圖 5. 濕地規模推估

**設計水量**

<b>入流水質</b>	<b>FWS設計值</b>	<b>SSF設計值</b>
入流水量： <input type="text"/> m <sup>3</sup> /day	水 深： <input type="text"/> m	水 深： <input type="text"/> m
入流BOD： <input type="text"/> mg/l	面 積： <input type="text"/> m <sup>2</sup>	面 積： <input type="text"/> m <sup>2</sup>
入流COD： <input type="text"/> mg/l	空隙率： <input type="text"/>	空隙率： <input type="text"/>
入 流 SS： <input type="text"/> mg/l	COD去除常數： <input type="text"/> day <sup>-1</sup>	COD去除常數： <input type="text"/> day <sup>-1</sup>
入 流 TN： <input type="text"/> mg/l	BOD去除常數： <input type="text"/> day <sup>-1</sup>	BOD去除常數： <input type="text"/> day <sup>-1</sup>
入 流 TP： <input type="text"/> mg/l	TN 去除常數： <input type="text"/> day <sup>-1</sup>	TN 去除常數： <input type="text"/> day <sup>-1</sup>
	TP 去除常數： <input type="text"/> day <sup>-1</sup>	TP 去除常數： <input type="text"/> day <sup>-1</sup>

---

**預測水質**

<b>第一階段FWS出流</b>	<b>第二階段SSF出流</b>
操作體積： <input type="text"/> m <sup>3</sup>	操作體積： <input type="text"/> m <sup>3</sup>
水力負荷： <input type="text"/> m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /day	水力負荷： <input type="text"/> m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> /day
水力停留時間： <input type="text"/> day	水力停留時間： <input type="text"/> day
BOD負荷： <input type="text"/> g/m <sup>2</sup> /day	BOD負荷： <input type="text"/> g/m <sup>2</sup> /day
BOD出流濃度： <input type="text"/> mg/l	BOD出流濃度： <input type="text"/> mg/l
COD出流濃度： <input type="text"/> mg/l	COD出流濃度： <input type="text"/> mg/l
TN出流濃度： <input type="text"/> mg/l	TN出流濃度： <input type="text"/> mg/l
TP出流濃度： <input type="text"/> mg/l	TP出流濃度： <input type="text"/> mg/l

圖 6. 濕地水質推估

## 五、結論

在本研究中，將所收集到的國內人工濕地技術操作資料，以 ASP 程式語言聯結人工濕地資料庫，運用網路開發技術，製作一方便網路使用者查詢及設計參考之國內人工濕地技術關聯資料庫的動態網頁，並將人工濕地規模及水質推估計算模式，以程式語言的撰寫，提供線上即時運算。以下僅將本研究成果列舉如下：

- (1) 利用所收集彙整的人工濕地資料，所建置完成的動態資料庫網頁，使用者不必辛苦找尋濕地操作資料，可藉由網際網路的瀏覽功能，立即在線上查看所欲查詢的相關人工濕地的設置及水質操作資料。
- (2) 若欲計算推估濕地設置的規模及污染物經濕地處理後的排放水質，使用者也可在線上輸入必要的相關數值，即可馬上得知計算結果，提供一方便、即時的濕地水質模式運算推估管道。
- (3) 相關的使用管理者，藉由網際網路，進入濕地資料庫管理介面，即可對濕地資料庫進行濕地資料的更新及修改，以提供線上使用者最近的濕地設計及水質資料。

### 參考文獻

1. Ottova, V., Balcarova, J. and Vymazal, J., "Microbial Characteristics of Constructed Wetlands", *Wat. Sci. Tech.*, 35 (5), pp. 117-123, 1997.
2. Rivera, F., Warren, A., Curds, C.R., Robles, E., Gutierrez, A., Gallegos, E. and Calderon, A., "The Application of the Root Zone Methods for the Treatment and Reuse of High-Strength Abattoir Waste in Mexico", *Wat. Sci. Tech.*, 35 (5), pp. 271-278, 1997.
3. 于立平, "溼地公園規劃策略之研究-以高雄縣烏松溼地公園為例", 國立中山大學海洋環境學系碩士論文, pp.2-1~2-5, 1997。
4. Metcalf & Eddy, "Wastewater Engineering: Treatment, Disposal and Reuse, 3rd edn", revised by G. Tchobanoglous and F.L. Burton, McGraw-Hill Inc, Singapore, 1991.
5. IWA Specialist group on use of macrophytes in water pollution control, "Constructed Wetlands for Pollution Control – Processes, Performance, Design and Operation", 2000.
6. United State Environmental Protection Agency, "EPA Manual for Constructed Wetlands Treatment of Municipal Wastewaters", 2000.
7. Hammer, D. A., "Creating Freshwater Wetlands, 2nd ed". Lewis Publishers, Inc., Boca Raton, Florida, 1997.
8. William J. Mitsch and Sven Erik Jorgensen "Ecological Engineering and Ecosystem Restoration", John Wiley & Sons, INC., N.J., 2003.
9. 溫清光、陳源欽, "自然淨化功能之強化—河川高灘地漫流處理法研究"。國立成功大學環研中心, 1996。
10. 李志源、詹修銘、李駿智、鄭舜仁、張鈞凱、彭舜猷、陳志彰, "生活污水經人工濕地三級處理後之回收與再利用" 第三屆水再生及再利用研討會論文集, 斗六, pp.161-171, 1997。
11. 郭文健、趙惟忠, "水平流式生物濾床處理養豬廢水可行性研究", 第21屆廢水處理技術研討會論文集, pp.473-480, 1996。
12. 楊磊, "以人工濕地進行高含氮有機物污染場址復育之研究", 行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告: NSC87-2211-E-110-003, 1999。
13. Kadlec, R. H., and R. L. Knight., "Treatment Wetlands. CRC Press, Boca Raton", FL., 1996.
14. 荊樹人、林瑩峰、李得元、王姿文、沈家丞、沈道剛、蔡凱元、林業偉, "人工溼地系統淨化污染河水的功效探討", 第二十三屆廢水處理技術研討會論文集, pp.294-299, 1998。
15. 林瑩峰、荊樹人、李得元、王姿文、陳益銘、顏文尚、陳韋志, "水產養殖廢水之人工溼地處理-啟動特性及效能, 第25屆廢水處理技術研討會", pp.888-893, 2000。
16. 簡沁穎, "水質互動教學與模擬應用網頁之建立", 國立台灣大學土木工程學研究所, 碩士論文, 2002。
17. 張惠婷, "以土壤及礫石床人工溼地處理生活污水之研究", 國立中山大學海洋環境及工

程研究所, 1998。

18. 李志源，"濕地對於水資源之保育管理及永續利用- 子計畫六：本土化人工濕地設計資料庫之建立【I】"，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告（NSC88-2621-Z019-002），台北，1999。
19. 高志明，"濕地對於水資源之保育管理及永續利用- 子計畫六：調查與研究自然濕地之水文現象及其對非點源污染物之去除【I】"，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告（88-2621-Z-110-007），台北，1999。
20. Schulz, R., Peall, S. K. C., Hugo, C., Krause, V., "Concentration, load and toxicity of spraydrift-borne azinphos-methyl at the inlet and outlet of a constructed wetland", *Ecological Engineering* 18, pp. 239-245, 2001.
21. Schulz, R., Peall, S. K. C., "Effectiveness of a constructed wetland for retention of nonpoint source pesticide pollution in the Lourens River catchment, South Africa", *Environ. Sci. Technol.* 35, pp. 422-426, 2001.
22. Moore, M. T., Schulz, R., Cooper, C. M., Smith Jr., S., Rodgers Jr., J. H., "Mitigation of chlorpyrifos runoff using constructed wetlands", *Chemosphere* 46, pp. 827-835, 2002.



## 可供推廣之研發成果資料表

 可申請專利 可技術移轉

日期：95年09月22日

國科會補助計畫	計畫名稱：人工濕地技術關聯資料庫的建立與研究 計畫主持人：張翊峰 計畫編號：NSC94-2211-E-041-018- 學門領域：環境工程
技術/創作名稱	人工濕地功能評估知識軟體
發明人/創作人	張翊峰
技術說明	<p>中文：本計畫主要目的乃藉由收集國內既有的人工濕地場址之施作結果及技術資料，並參考國外有關人工濕地的文獻、報告、經驗、論文、資料庫及技術手冊，加以彙整進而建立可應用於本國環境的人工濕地規劃、設計、建造、操作與維護管理的資訊，並比較國內各個濕地之差異與生態設計之原則，以地理資訊系統的理念建立國內人工濕地系統關聯資料庫。而透過本計畫之執行，為希望能提供國內土木、環工、建築、景觀等工程界參考，並提供相關工程主辦機關採用此生態工法時有一遵循的基礎及管控的機制之參據，達到有效及廣泛地推動人工溼地生態工法發展之目的，並成功地推廣於本國。</p> <p>英文：The main goal of this plan is to collect and summarize the existing application information and technical documentation in the nation and related papers, reports, experiences, theses, databank, and technical menu from other countries. Based on the summarized results, the feasible information about planning, design, construction, operation, and maintenance of constructed wetlands for domestic condition then can be built. By comparing the differences among each individual wetland system, a domestic databank related to constructed wetland systems could be built with the concept of geological information system of Taiwan. The results obtained from this project can be used as reference for professional application of ecotechnology, such as civil engineering, environmental engineering, architecture, aesthetics, as control, design, and management purposes. Hence, the application of constructed wetland technology can be successfully established in the nation</p>
可利用之產業及可開發之產品	人工濕地淨化功能評估資料庫，具雙向即時評估功能
技術特點	為屬於知識經濟，可提供雙向技術諮詢與服務。
推廣及運用的價值	可應用在工務機關或環境工程或相關管理顧問公司進行人工濕地建廠與設計評估之參考。

※ 1. 每項研發成果請填寫一式二份，一份隨成果報告送繳本會，一份送 貴單位研發成果推廣單位（如技術移轉中心）。