

# 建立水庫水質水量資料管理系統

## Design a Computer Management Program for Reservoir Water Quality and Quantity

國立臺灣大學農工所研究助理

杜 聖

Sheung Du

國立臺灣大學農工所副教授

劉 振 宇

C. W. Liu

### 摘 要

近年來水庫集水區由於開發不當，污染源管制不善，使水庫水質遭受人為污染日益惡化；為求有效保護水庫水質，提供充足良好之用水，一套完整之水庫水質資料庫管理系統是不可或缺的。

本研究為建立水質管理系統，先廣泛收集各水庫現有資料加以分析、檢討後，另輔以現場查訪及問卷調查等方式進行研究，然後針對各水庫之需求以 DBASE III-PLUS + FOXPRO 為基礎進行開發軟體；程式設計方面則考慮以下六項重點：

1. 力求簡單明瞭，以便使用者能在短時間內學習並操作本系統。
2. 採用全螢幕交談式設計，不論在功能表選擇或資料輸入上可採用 ↑ ↓ ← →，等箭頭移動方式。
3. 程式本身採模組化設計，可在不影響系統其它功能下，擴充系統功能。
4. 適用於單一使用者及網路。
5. 資料本身以代碼作為查詢及修改時之依據，可簡化操作程序。
6. 為求節省記憶空間，程式採用 OVERLAY 方式連接。

系統區分為四部份，前兩部份為系統設定部份、資料重整部份，提供使用者管理本系統之功能；後兩部份為水質資料部份、水量資料部份，提供使用者增加、修改、刪除、查詢、列印、繪圖之功能，使其能有效管理水庫之資料。

關鍵詞：水庫集水區，全螢幕交談式設計，模組化設計，網路，記憶體空間

### ABSTRACT

Recently, the mismanagement of watershed development and pollution control has led to rapid deterioration of water quality. In order to improve the reservoir quality and to provide sufficient amount of water, a proper management system is urgently needed.

The purpose of the study is to develop a reservoir water quality and quantity management system. The first step is to collect, and to analyze the available information, the next step is to gather additional information by on-site visiting and questionnaire

surveying. The last step is to develop a computer management program under Dbase III-plus+Foxpro commercial software to meet each reservoir operational need. The program design is based on the following considerations:

1. The system's operation procedure must be simple and clear, so the user can become familiar and operate the system within a short time.
2. The program design is a full screen cross-talk. Selection or inputting data can be achieved by moving the function bar or ←→↓↑ other related keys.
3. The program is a module design. A function can be easily extended without interfering the others.
4. It is suitable to single user and network.
5. A data code is used to amend and query data, which simplify the operation procedure.
6. A overlay structure is used to interconnect each module program which can save memory space.

The systems is divided into four sections. The first two sections are system design, data reorganization, which provide user the ability to handle the system. The other two sections are water quality and quantity data, which provide the functions of adding amending, deleting, querying, printing and plotting; one can handle the reservoir data efficiently through these functions.

Keywords: reservoir shed, full screen cross-talk, module design, network, memory space

## 一、前 言

由於臺灣地區的氣候條件與地理狀況，雨水極易流失而注入海洋，不易對地下水資源有效補注，故必須在河川上游建立水庫，儲蓄水源，以期能調節供應用水；而目前臺灣地區現有水庫共32座，總蓄水量約 23.69億立方公尺，有效蓄水量為 18.62億立方公尺，其中四分之三以上具有公共給水目標，是自來水主要來源，所以水庫水質之良窳與全民健康息息相關。惟近年來水庫集水區之不當開發與污染源管制不善，使水庫水質不斷遭受人為污染而日益惡化；因此為求有效保護水庫水質，提供充足良好之用水，一套完整水庫水質之資料庫管理系統是不可或缺的；由水質資料，可以隨時掌握水質之好壞，追蹤破壞水質之污染源，及早進行防治，由水量資料，也可瞭解水庫儲水總量，有效調節用水之供需，充分利用有限資源。

目前臺灣地區各水庫水質均有專責之管理單位，由於各水庫大小及營運管理性質各不相同，致使各水庫在水質管理上有明顯差異；因此，本研究之目的為收集、調查、分析及整合臺灣地區水庫水質之現有資料，依據資料所得，建立一適合各水庫之電腦化資料庫系統，以便日後提供各水庫水質管理單位，能依據此系統建立起一套完整而且統一的水質水量資料庫，以期能以系統化監測本省水庫水質水量之變化，提供訂定維護水庫水質策略之基本依據。

## 二、研究方法

### 2.1 訪調及問卷

本資料庫系統乃針對現行庫水質管理單位實際營運狀況而設計，為求此系統能切實符合各水庫水質管理單位的需求，不至發生系統重覆或功能不彰的狀況，所以現有資料收集與分析十分重要，另輔以

問卷調查、實地訪查等方式進行研究，務使本系統符合各水庫需求，研究流程圖如圖 1 所示。

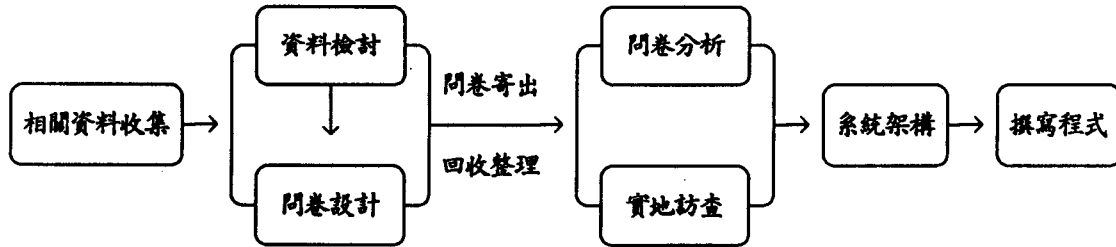


圖 1 系統研究流程圖

## 2.2 程式設計方法

本資料庫管理系統以 DBASE III-PLUS+FOXPRO 為基礎開發，並配合倚天中文系統在 PC 上執行操作，在程式設計方面考量以下六項重點：

- (1) 力求簡單明瞭，以便使用者能在短時間內學習並操作本系統。
- (2) 採用全螢幕交談式設計，不論在功能表選擇或資料輸入上可用↑↓←→，等箭頭移動方式。
- (3) 程式本身採模組化設計，可在不影響系統其它功能下，擴充系統功能。
- (4) 適用於單一使用者及網路。
- (5) 資料本身以代碼作為查詢及修改時之依據，可簡化操作程序。
- (6) 為求節省記憶空間，程式採用OVERLAY方式連接。

如此設計之程式，可直接與其他模式相連，充分達到與各模式彼此相容之需求。

## 三、結果與討論

### 3.1 問卷調查結果

問卷總計寄至 27 座水庫，回收 18 座，9 座未寄回，回收率為 66.67% 如圖 2 所示。

在回收 18 份問卷中，其中有 14 個水庫擁有電腦設備，其電腦機型均配備有 IBM 個人電腦或與其相容之個人電腦，另外翡翠水庫與曾文水庫配備有迷你電腦與工作站，設備較佳。雖然配備有電腦設備之水庫佔 18 座水庫之 72%，但將水質資料做電腦化資料處理之水庫僅有翡翠、鏡面、白河及仁義潭

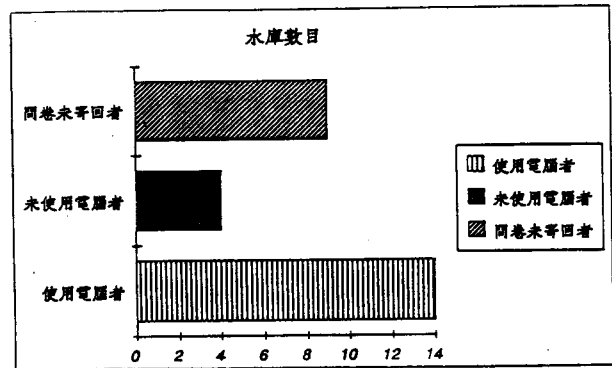


圖 2. 臺灣現有水庫電腦使用概況圖

，顯然各水庫在水質資料電腦化方面有待加強。

另一方面，從回收之問券中顯示，各水庫水質檢驗項目並不一致如表 1 所示，為求有效管理，應統一其檢驗項目及格式。

### 3.2 系統內容

系統係針對 IBM-PC/AT 型或相容之個人電腦特性設計 CPU 為 80286-12，主記憶體容量 1024K，25K 頻率螢幕，40 MB 硬式磁碟，1.2 MB 軟式磁碟機兩部，並置有倚天霹靂 4 號中文卡及 24 針米 136 行印表機等週邊設備。

作業系統採用 MS-DOS 3.3 版，以 DBASE III-PLUS+FOXPRO 為基礎開發程式，整個系統均採用螢幕交談式操作，並均置於中文系統下執行。

系統之組織架構如圖 3 所示，為求系統具有可擴充性，系統架構採用模組化設計。程式之架構，詳如圖 4 所示。

表 1 各水庫水質檢驗項目表

水庫名稱	透明度	水溫	電度	溶氧	pH 值	濁度	色度	臭度	總磷度	總氮度	亞硝酸氮	有機氮	生化需氧量	化學需氧量	鈣	鎂	鐵	錳	鉍	銅	鉛	鋅	銻	類	溶解固體量	懸浮固體	硬度	細菌數	大腸菌數	總有機碳	葉綠素 A	葉綠素 B	其他項目					
石會	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
鳳山	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓			
仁壽潭	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
白寶山	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
西安	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
東功	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
仁新	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
興水	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
新山	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		
永和	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
鏡潭	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
龍潭	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	
翠潭	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓
石潭	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓

註：✓表有此檢驗項目

表2 水質資料庫檔案圖

欄位	欄位名稱	欄位型態	寬度	小數	中文名稱
1.	B01	字元	10	0	水質編號
2.	B02	第期	8	0	採樣日期
3.	B03	字元	8	0	採樣地點
4.	B04	數值	6	2	水位
5.	B05	數值	5	2	氣溫
6.	B06	數值	6	2	深度
7.	B07	數值	5	2	透明度
8.	B08	數值	5	2	水溫
9.	B09	數值	6	2	濁度
10.	B10	數值	4	1	色度
11.	B11	數值	4	1	臭度
12.	B12	數值	6	2	總鹼度
13.	B13	數值	5	2	pH 值
14.	B14	數值	7	4	氯鹽
15.	B15	數值	7	4	硫酸鹽
16.	B16	數值	7	4	游離氨氮
17.	B17	數值	7	4	亞硝酸氮
18.	B18	數值	7	4	硝酸氮
19.	B19	數值	5	2	溶氧量
20.	B20	數值	6	2	生化需氧量
21.	B21	數值	6	2	化學需氧量
22.	B22	數值	7	4	溶解固體量
23.	B23	數值	5	2	懸浮固體量
24.	B24	數值	6	2	導電度
25.	B25	數值	6	2	總硬度
26.	B26	數值	7	4	鈣離子
27.	B27	數值	7	4	鎂離子
28.	B28	數值	7	4	鐵離子
29.	B29	數值	7	4	錳離子
30.	B30	數值	7	2	細菌殖數
31.	B31	數值	7	2	大腸菌類數
32.	B31	數值	7	4	總有機碳
33.	B33	數值	7	4	總反應磷
34.	B34	數值	7	4	總磷
35.	B35	數值	7	4	葉綠素-A
36.	B36	數值	4	0	藻類個數
37.	B37	數值	4	0	氮磷比

資料結構係由：WATER. DBF（水質資料庫檔），QWATER. DBF（水量資料庫檔），兩檔案所組成，詳細之資料結構內容如表2、表3所示，資料結構之檔案名為 C: WATER. DBF，資料庫之筆數為20。

表3 水量資料庫檔案圖

欄位	欄位名稱	欄位型態	寬度	小數	中文名稱
1.	A1	日期	8	0	日期
2.	A2	數值	6	2	水位
3.	A3	數值	6	2	水量

系統主要內容可分為四大部份，包括系統設定部份、資料重整部份、水質資料部份、水量資料部份，其詳細內容如下：

(1) 系統設定部份：此部份主要功能為設定系統密碼、水庫名稱設定、率定曲線設定、其功能包括：

a. 系統密碼設定：系統為保護資料庫，設有密碼管制系統進出。

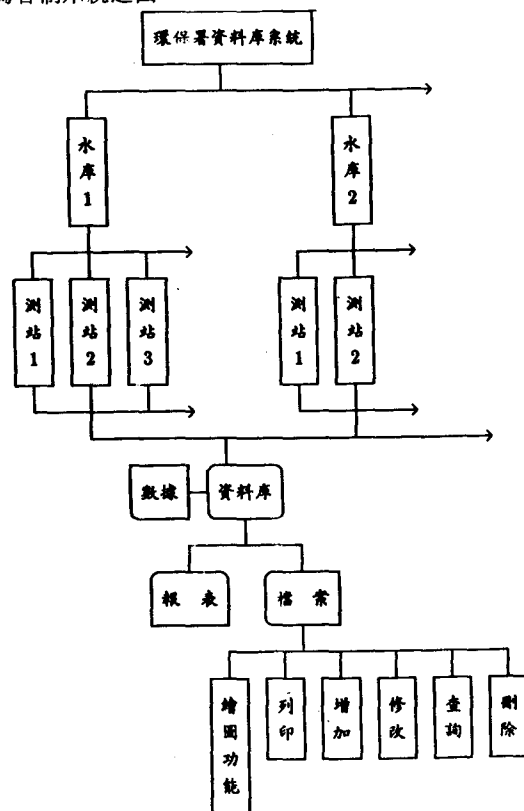


圖3 系統架構圖

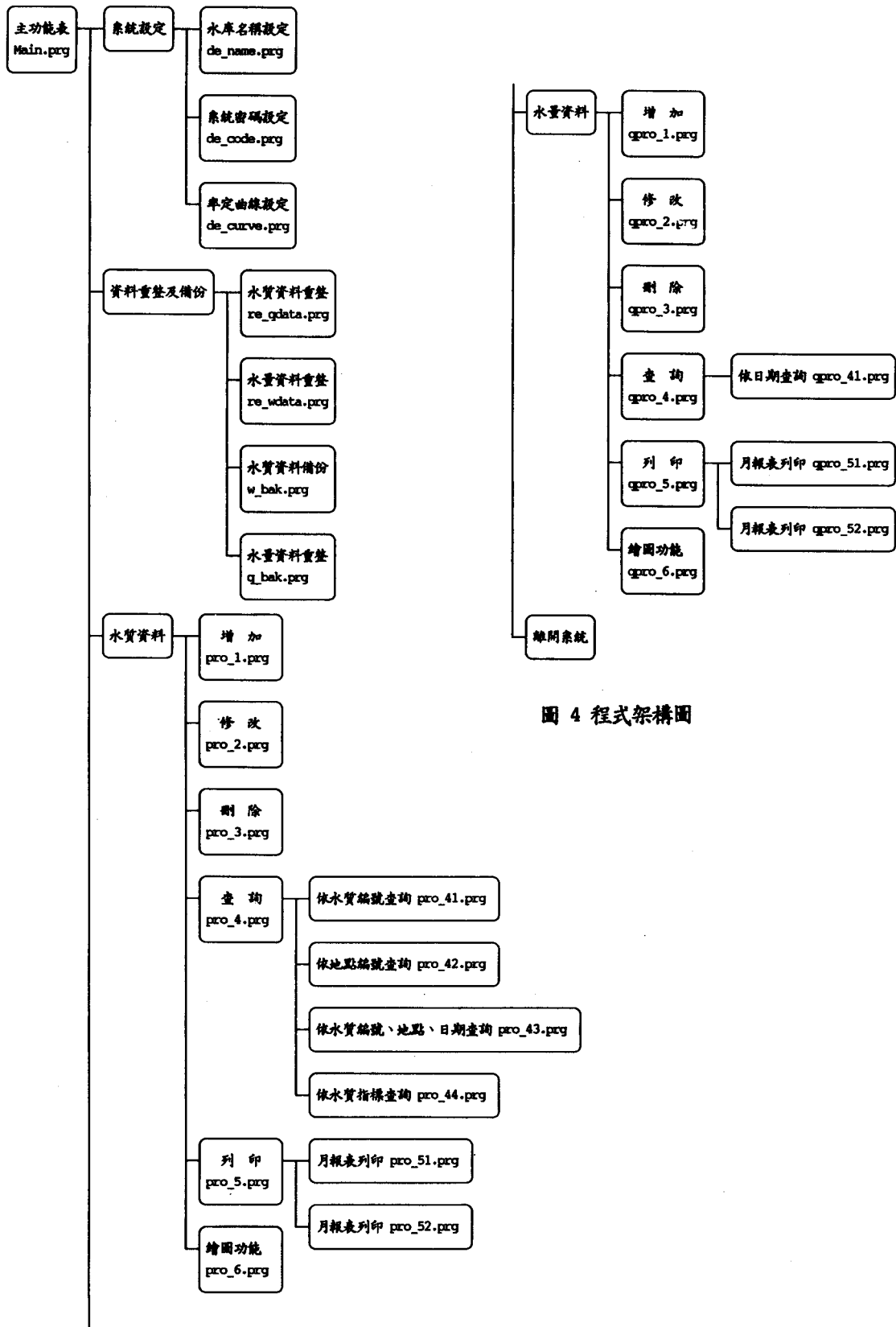
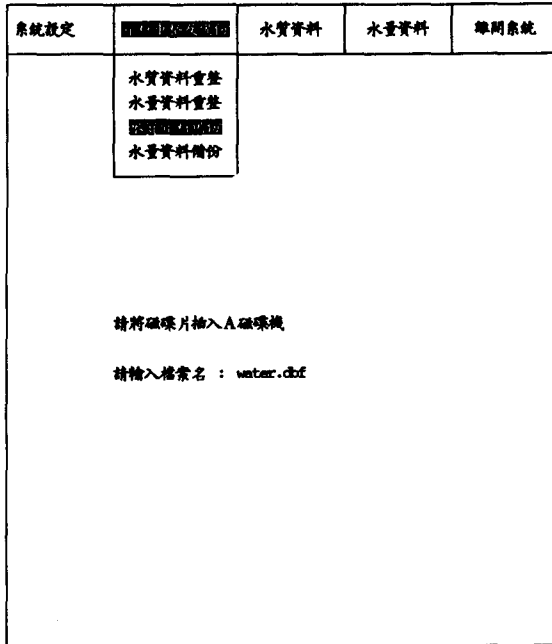


圖 4 程式架構圖

(續 增)



【英數】 【半形】

【待天】

圖 5 水質資料備份功能畫面

b. 水庫名稱代碼設定：本項應於使用系統前，首先作業，以利各類報表製作時，冠以水庫名稱。各水庫名稱代碼請依水利主管單位編號對照表輸入，此編號不可任意更改，否則當資料回存至環保主管機關資料庫做水質指標之統計分析時，會發生水質編號錯誤。

c. 率定曲線設定：本項應於使用水量資料庫系統前設定，以率定曲線求得水庫水量，建立水量資料庫。

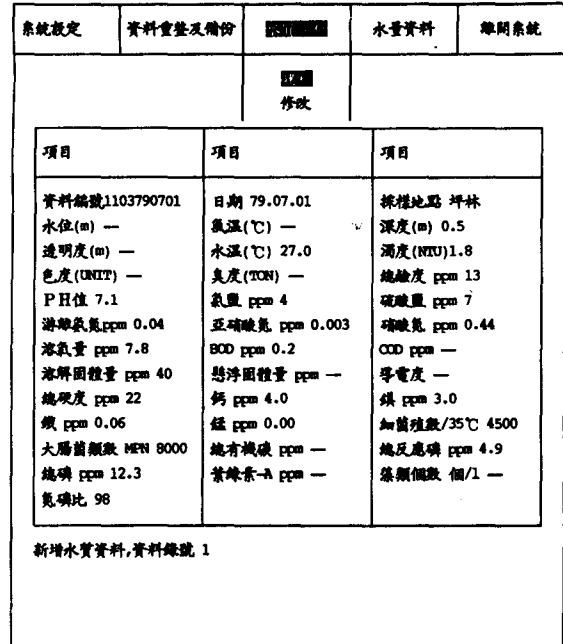
(2) • 資料重整及備份

a. 資料重整：此部份主要功能為避免系統在不當之中斷，如斷電或不當操作時，造成資料流失或索引檔錯誤，此時可利用資料重整將資料重新索引，以利系統進行。

b. 資料備份：此部份主要功能為避免資料過於龐大，超過硬式磁碟機之負荷，影響處理速率，所以資料的備份與回存是不可或缺的，其功能畫面如圖 5 所示。

(3) • 水質資料處理：此部份功能包括水質資料之增加、修改、刪除、查詢、列印、繪圖等功能，其詳細內容分述如下：

a. 增加水質資料：安排特殊畫面，供使用者鍵



【英數】 【半形】

【待天】

圖 6 增加水質資料功能畫面

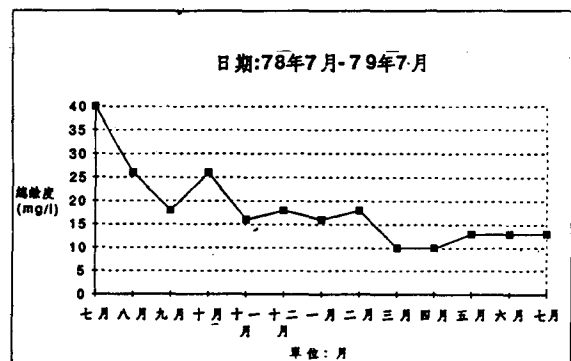


圖 7 總鹼度變化曲線

入新增之水質資料，而若資料已重覆，螢幕將顯示原輸入資料，並要求新輸入，其螢幕如圖 6 所示。

b. 更新水質資料：使用者可輸入水質編號，將欲修改資料顯示在螢幕上直接修改。

c. 刪除水質資料：使用者可經由水質編號查詢，將欲刪除資料，顯示在螢幕上，經過確認後加以刪除。

d. 查詢水質資料：使用者如欲從資料庫中查詢一水質資料，可由水質編號或採樣時間，採樣地點加以查詢，如欲查詢某一段時間內之某一水質指標之變化情形，並加以列印，亦可在此一功能表中獲

表 4 翡翠水庫水質檢驗月報表

製表日期：79.07.01

水質編號	1103790701	1103790702	1103790703	1103790704	1103790705
日期	79.07.01	79.07.01	79.07.01	79.07.01	79.07.01
採樣地點	坪林	鱧魚溪	金瓜溪	火燒樓	後坑子
水位 m	—	—	—	—	—
氣溫 °C	—	—	—	—	—
深度 m	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
透明度 m	—	—	—	—	—
水溫 °C	27.0	27.0	25.0	23.0	24.0
濁度 NTU	1.8	0.8	0.6	0.6	0.6
色度 UNIT	—	—	—	—	—
臭度 TON	—	—	—	—	—
總鹼度 mg/l	13	18	21	23	23
pH 值	7.1	7.1	7.3	7.3	7.1
氯鹽 mg/l	4	5	4	6	5
硫酸鹽	7	8	8	10	10
游離氨氮 mg/l	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
亞硝酸氮 mg/l	0.003	0.002	0.001	0.004	0.000
硝酸氮 mg/l	0.44	0.39	0.37	0.25	0.48
溶氧量 mg/l	7.8	8.2	8.0	8.3	7.4
生化需氧量 mg/l	0.2	0.5	0.2	0.2	2.6
化學需氧量 mg/l	—	—	—	—	—
溶解固體量 mg/l	40	40	45	45	50
懸浮固體量 mg/l	—	—	—	—	—
導電度 $\mu\text{m}/\text{cm}$	—	—	—	—	—
總硬度 mg/l	22	22	26	30	26
鈣 mg/l	4.0	5.6	6.4	4.0	4.8
鎂 mg/l	3.0	2.0	2.5	5.0	3.5
鐵 mg/l	0.06	0.08	0.05	0.04	0.06
錳 mg/l	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
細菌殖數 35°C	4500	3000	1600	2100	2500
大腸菌類數 MPH	8000	600	2900	1400	70
總有機磷 $\mu\text{g}/\text{l}$	4.9	5.4	4.6	4.6	4.2
總磷 $\mu\text{g}/\text{l}$	12.3	12.3	10.7	13.3	14.5
葉綠素-A $\mu\text{g}/\text{l}$	—	—	—	—	—
藻類個數 /ml	—	—	—	—	—
氮磷比	98	79	89	63	121



表 5 翡翠水庫水質年報表

水質編號	1103780701	1103780801	1103780901	1103781001	1103781101	1103781201	平均值
日期	78.07.01	78.08.01	78.09.01	78.10.01	78.11.01	78.12.01	
採樣地點	坪 林	坪 林	坪 林	坪 林	坪 林	坪 林	
水位 m							
氣溫 °C	32.00	33.00	25.00	25.00			28.75
深度 m	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
透明度 m							
水溫 °C	29.00	29.00	25.00	22.00		17.00	20.33
濁度 NTU	1.80	2.30	2.30	3.10	3.00	2.80	2.55
色度 UNIT			5.00				5.00
臭度 TON							
總鹼度 mg/l	40.00	26.00	18.00	26.00	16.00	18.00	24.00
pH 值	7.40	7.20	7.20	7.10	7.10	7.20	7.20
氯鹽 mg/l	10.00	12.00	10.00	7.00	9.00	7.00	9.17
硫酸鹽 mg/l	10.00	11.00	8.00	7.00	8.00	8.00	8.67
游離氨氮 mg/l	0.02	0.08	0.06	0.02	0.02	0.02	0.04
亞硝酸氮 mg/l	0.005	0.006	0.005	0.003	0.003	0.004	0.00
硝酸氮 mg/l	0.32	0.21	0.20	0.25	0.36	0.41	0.29
溶氧量 mg/l	8.60	8.20	8.20	0.10	9.10	10.40	8.93
生化需氧量 mg/l	0.80	1.80	0.80	0.20	1.00	0.70	0.88
化學需氧量 mg/l		4.10		0.00	10.60	0.00	3.68
溶解固體量 mg/l	40.00	51.00	48.00	32.00	38.00	32.00	40.17
懸浮固體量 mg/l	0.30	1.00	0.60	1.00	1.60	0.40	0.82
導電度 $\mu\text{mg/cm}$			65.00				65.00
總硬度 mg/l	20.00	24.00	16.00	18.00	18.00	22.00	19.67
鈣 mg/l	4.00	7.20	4.500	2.40	4.80	4.00	4.40
鎂 mg/l	2.50	1.50	1.05	3.00	1.50	3.00	2.17
鐵 mg/l	0.01	0.07	0.00	0.02	0.01	0.06	0.04
錳 mg/l	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
細菌殖數 35°C	41000	68000	17000	6700	3600	6000	23716.67
大腸菌類數 MPN	5000	15000	13000	1500	4300	5000	7300.00
總有機碳 mg/l							
總反應磷 $\mu\text{g/l}$	7.20	11.40	3.70	6.00	7.20	7.60	7.18
總磷 $\mu\text{g/l}$	12.90	30.00	17.10	11.10	8.50	13.90	15.58
葉綠素-A $\mu\text{g/l}$							
藻類數個/ml							
氮磷比	47.92	25.96	71.62	45.50	53.19	57.11	50.22

得。

e. 列印水質資料：使用者在列印資料功能畫面後，可以選擇月報表或年報表方式列印，其列印之月報表、年報表如表 4 及表 5 所示。

f. 繪圖功能：使用者可在螢幕輸入任何一段時間內之某一採點與某一水質指標編號，經過程式轉換在螢幕上繪出此水質指標變化情形，並可列印於報表紙上，如圖 7。

(4)• 水量資料處理：此部份功能包括水量資料之增加、修改、刪除、查詢、列印、繪圖功能，因其功能與水質資料處理部份類似，不再贅述。

#### 四、結 果

本研究經由資料收集、實地訪查及問卷設計方式，瞭解各水庫對水質水量資料庫之需求後，發展出適合水庫水質水量資料庫之管理系統；系統之水質檢驗共 34 項，水量資料由率定曲線求得，水質水量資料部份均具備建檔、修改、刪除、查詢、列印、繪圖功能，系統並賦與資料重整、資料備份及密碼設定之特定功能，以提高其實用性及嚴密性，系統不僅為各水庫單位管理該庫水質水量之有效工具，同時亦可定期提供環保及水利單位各水庫水質水量完整之基本資料，做為訂定保護策略，確保水庫水質之安全與衛生依據。

#### 致 謝

本文得以順利完成，感謝環保署 EPA-80-G

103-09-16 計畫補助及臺灣大學農工研究所地下水研究室研究生黃崇明在研究期間之協助。

#### 參 考 資 料

1. 翡翠水庫水質資料月報表，1990。
2. 詹朝基、蔡長清、蔡源斌譯，“DBASE III—資料庫管理系統”，儒林出版社，1985。
3. 林佳生編著“中文 DBASE III—PLS 程式設計速成”，松崗出版社，1989。
4. 楊萬發著“甘泉計畫(I)，水庫水質維護大型計畫，子計畫(一)水庫水質管理研究(第一年)”，1990。
5. 吳金錠譯 DBASE III—PLUS 高級程式設計”，道明出版社，1987。
6. 林佳生“中文版 DBASE III—PLUS 程式設計入門”，松崗出版社，1991。
7. 章立民編著“Foxpro 程式設計與函數命令”，格致出版社，1991。
8. 王如意、易任著“應用水文學”，國立編譯館，1987。
9. “水庫資料處理及營運管理電腦輔助系統”，臺灣省水利局，1989。

收稿日期：民國 80 年 9 月 2 日

修正日期：民國 80 年 9 月 17 日

接受日期：民國 80 年 9 月 24 日

專營土木、水利、建築等工程

俊 榮 營 造 有 限 公 司

負責人：潘 振 純

地 址：屏東縣潮州鎮朝昇路 107 號

電 話：(08) 7 8 8 1 1 0 5