

國立交通大學

土木工程研究所

碩士論文

應用系統動力學於多元化水資源策略模擬與分
析—以台中地區為例

研究生：張婉茹

指導教授：張良正博士

中華民國九十五年七月

應用系統動力學於多元化水資源策略模擬
與分析—以台中地區為例

**Application of System Dynamics in Water Resources Planning and
Management in Taichung**

研 究 生：張婉茹

Student : Wan Ru. Chang

指 導 教 授：張良正

Advisor : Liang C. Chang

國 立 交 通 大 學
土 木 工 程 學 系 碩 士 班
碩 士 論 文

A Thesis
Submitted to Institute of Civil Engineering
National Chiao Tung University
in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of
Master of Science
in
Civil Engineering
June ch 2006
Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中 華 民 國 九 十 五 年 六 月

應用系統動力學於多元化水資源策略模擬與分析

-以台中地區為例

學生：張婉茹

指導教授：張良正

國立交通大學土木工程研究所

摘要

本研究應用系統動力學建立多元化水資源策略分析模型，以台中地區大甲溪與大安溪流域作為研究區域，分析各種供水策略並探討缺水量與成本之間相互影響。首先藉由「問題定義」、「系統描述」、「因果回饋圖」以及「可能策略研擬」等建模步驟來建置系統動態模型。並驗證此系統的合理性，在模型檢定無誤後，即進行策略之情境模擬。並以缺水指數與花費程度指標進行各策略模擬結果的衝突分析。

本研究以 1975 年至 2001 年實際入流量分別模擬台中地區現有地表水系統供應民國 110 年中成長與高成長之不同需水量下，所得 SI 值(缺水指數)中成長為 0.98 與高成長為 5.98，因此對高成長而言需擴增其他供水來源如農移用水、淨水廠擴充、廢污水回收與人工湖等。本研究另針對不同系統容量擴張策略進行分析，結果顯示在高成長需求下系統若只進行單一項目改善以淨水廠擴充最能有效降低缺水風險，但所需成本亦是單一型項目改善策略中最高。反之同時進行廢污水回收、人工湖建置及農移用水則最能減少缺水風險，且總成本亦最低，因此合理的複合型改善策略較只改善單一項目，應為較佳的選擇，本研究建置的多元化水源整體調配系統動態模式，除了已完成之各種改善方案的模擬外，後續更可做為其他可能方案的分析平台。

Development of strategy assessment model for diversified water resources system using system dynamic – case study of Taichung area

Abstract

This study uses the system dynamic method (SD) to develop a regional water resources strategy planning model. The proposed model can evaluate the total cost and the potential risk of water deficit for variant capacity expansion strategies. The total cost includes the cost of facility expansion or installation and the water deficit risk is surrogated by the shortage index (SI). The model was applied to examine the water resources problem in Taichung area at central parts of Taiwan. The water demand in Taichung has increased significantly in recent years owing to the development of industry and increasing living standards. Therefore, appropriate strategies to reduce the risk of water deficit in the future are urgent. However, for financial reasons, only limited capacity expansion for existing facilities or intervention for new facilities is possible in the area.

The study for Taichung area used the hydrology data from 1975 to 2001 and simulated the outcome of variant strategies for water demands predicted by the low or high economic growth rates at the target year 2069. For the existing system, the SI values were 0.98 and 5.98 for the low and high growth rate demands respectively, and demonstrated that the area has high water deficit risk for high economic growth. Evaluation for the variant capacity expansion strategies showed that simultaneously improving multiple system items including waste water reuse,

constructed lake and reallocating agriculture water use was most effective. The study shows that the proposed model is a valuable platform for strategy assessment and intervention.

Keyword : System dynamics, capacity expansion, water resources

章 節 目 錄

中文摘要.....	I
英文摘要.....	II
謝誌.....	III
章節目錄.....	IV
表目錄.....	VI
圖目錄.....	VII
第一章 緒論.....	1-1
1.1 前言	1-1
1.2 文獻回顧	1-1
1.3 研究目的	1-8
第二章 研究方法	2-1
2.1 系統動力學	2-1
2.2 建模步驟	2-4
第三章 研究區域背景與地表水資源調配模式建立	3-1
3.1 研究區域簡介	3-1
3.2 地表水資源調配模型建立	3-3
3.2-1 地表水源調配之系統架構圖	3-3
3.2-2 現況地表水源調配之運用原則	3-5
3.3 大甲溪與大安溪水源調配之系統模型建立	3-7
3.2-1 模型基本單元設計功能與測試	3-7
3.2-2 模型模擬規則與相關資料使用說明	3-11
3.4 結果分析	3-12
第四章 多元化水源整體調配模式	4-1

4.1 廢污水回收再利用	4-1
4.1.1 模型概念與背景說明	4-1
4.1.2 模型設計	4-5
4.1-3 模型測試	4-7
4.2 人工湖.....	4-9
4.1.1 模型概念與背景系統說明	4-9
4.1.2 模型設計	4-12
4.1-3 模型測試	4-14
4.3 系統整合	4-16
第五章 整體水量運用之策略模擬分析	5-1
5.1 單一策略模擬結果	5-3
5.2 複合策略模擬結果	5-4
5.3 綜合分析	5-7
第六章 大甲溪流域多元化水源整體水量運用決策支援系統	6-1
第七章 結論與建議	7-1
5.1 結論.....	7-1
5.2 建議.....	7-2
參考文獻.....	參 1
附錄 A 大甲溪與大安溪現況水利設施.....	附 A-1
附錄 B 大甲溪與大安溪流域入流量及農業用水資料	附 B-1

表 目 錄

表 2.2 三種設計概念因果循環圖說明	2-11
表 3.3.1-1 台中地區水資源調配系統圖之相關入流量代碼說明	3-9
表 3.4-1 以目前系統供應或各目標年水源調配成果比較表(缺水指數)	3-13
表 4.1.1-1 全台都市汙水廠處理潛能量	4-2
表 4.1.1.2 福田水資源回收中心污水回收再利用成本估算表	4-4
表 4.1.1.2 廢污水回收模型水資源回收模型內建方程式與變數預設值	4-6
表 4.1.3-1 廢污水回收案例一以 EXCEL 計算之結果	4-7
表 4.1.3-2 廢污水回收案例二以 EXCEL 計算之結果	4-8
表 4.2.1-1 台中人工湖年計成本估算表	4-11
表 4.2.1-2 台中人工湖未興建八寶堰工程估算表	4-13
表 4.2.3-1 人工湖案例一以 EXCEL 計算之結果	4-14
表 4.2.3-2 人工湖案例二以 EXCEL 計算之結果	4-15
表 4.3-1 模擬模型圖名稱	4-18
表 4.3-2 模擬模型變數與資料來源	4-18
表 5-1 缺水程度與花費程度評比標準	5-1
表 5-2 大甲溪整體水量運用方案設計概念	5-2
表 5.1 單一型策略模擬結果	5-3
表 5.2-1 設計概念 1 複合型策略模擬結果	5-4
表 5.2-2 設計概念 2 複合型策略模擬結果	5-5
表 5.2-3 設計概念 3 複合型策略模擬結果	5-6
表 5.2-4 可行方案集合	5-6

圖目錄

圖 1.2-1 水源調配系統結構圖	1-6
圖 1.2-2 水源調配流程圖	1-7
圖 1.2-3 水源調配流圖	1-7
圖 2.1 系統動力模式元件關係示意圖	2-3
圖 2.2-1 系統動態學建模與策略模擬分析流程	2-5
圖 2.2.1-1 台中地區需求成長與現況供需圖	2-6
圖 2.2.1-2 台中地區水源調配系統圖	2-7
圖 2.2.1-3 耕耘與收穫的因果關係	2-9
圖 2.2.1-4 基礎模型因果回饋圖	2-9
圖 2.2.1-5 設計概念一、二因果循環圖	2-9
圖 2.2.1-6 基礎水源調配因果循環圖	2-10
圖 2.2.1-7 設計概念三之因果循環圖	2-10
圖 3.1-1 大安溪、大甲溪流域圖	3-4
圖 3.2.2-1 德基水庫運用規線圖	3-5
圖 3.3.1-1 模型設計圖	3-8
圖 3.3.1-2 模擬結果	3-8
圖 3.3.1-3 大甲溪與大安溪水資源調配之 VENSIM 模型	3-10
圖 3.4-1 目前系統供應現況需求之供給與需求比較圖(模擬)	3-13
圖 3.4-2 目前系統供應現況需求之 110 年中成長供給需求比較圖(模擬)	3-14
圖 3.4-3 目前系統供應現況需求之 110 年高成長供給需求比較圖(模擬)	3-14
圖 4.1.1-1 福田回收中心示意圖	4-4

圖 4.1.2-1 廢污水回收模型	4-5
圖 4.1.3-1 廢污水回收案例一之 VENSIM 模擬結果	4-7
圖 4.1.3-2 廢污水回收案例二之 VENSIM 模擬結果	4-8
圖 4.2.1 台中大湖位置圖	4-10
圖 4.2.2-1 人工湖模型	4-12
圖 4.2.3-1 人工湖案例一之 VENSIM 模擬結果.....	4-14
圖 4.2.3-2 人工湖案例二之 VENSIM 模擬結果.....	4-15
圖 4.3-1 大甲溪流域多元化水源整體調配整合示意圖.....	4-17
圖 4.3-2 大甲溪水源調配系統模擬圖	4-19
圖 4.3-3 大甲溪流域變數設定	4-20
圖 4.3-4 大安溪流域變數設定	4-21
圖 4.3-5 大甲溪水源調配使用設定	4-22
圖 4.3-6 計算缺水指數 SI	4-23
圖 4.3-7 人工湖供水系統	4-24
圖 4.3-8 廢污水回收供水系統.....	4-25
圖 4.3-9 計算總成本	4-26
圖 5.3-1 可行方案 1 之缺水分布與成本時間趨勢圖	5-8
圖 5.3-2 可行方案 2 之缺水分布與成本時間趨勢圖	5-9
圖 5.3-3 可行方案 3 之缺水分布與成本時間趨勢圖	5-10
圖 5.3-4 可行方案 4 之缺水分布與成本時間趨勢圖	5-11
圖 5.3-5 可行方案 5 之缺水分布與成本時間趨勢圖	5-12
圖 5.3-6 有施行策略與未施行策略之缺水量變化圖	5-13
圖 6-1 首頁執行畫面	6-2
圖 6-2 主選單執行畫面	6-3
圖 6-3 系統動力學建模與策略分析流程展示畫面	6-3

圖 6-4 問題定義展示畫面	6-4
圖 6-5 系統描述圖展示畫面	6-4
圖 6-6 整合示意圖展示畫面	6-5
圖 6-7 系統模型圖選單	6-5
圖 6-8 系統模型圖的展示畫面-地表水系統(1)	6-6
圖 6-9 系統模型圖的展示畫面-地表水系統(2)	6-6
圖 6-10 系統模型圖的展示畫面-地表水系統(3)	6-7
圖 6-11 系統模型圖的展示畫面-地表水系統(4)	6-7
圖 6-12 系統模型圖的展示畫面-計算 SI	6-8
圖 6-13 系統模型圖的展示畫面-人工湖	6-8
圖 6-14 系統模型圖的展示畫面-廢污水回收再利用	6-9
圖 6-15 系統模型圖的展示畫面-成本計算	6-9
圖 6-16 情境模擬分析策略即時執行與成果展示畫面	6-10



第一章 緒論

1.1 前言

近年來，隨著生活及工業用水需求的持續上升，導致區域性供水調配的難度提高。因此現有供水系統的有效利用與多元化水源開發的工作已是刻不容緩，然而水資源之相關策略推行無論是結構性或非結構性都將對供水量與政府財務造成一定程度的影響和衝擊，所以如何規劃合適的供水策略來避免缺水事件的發生是十分重要的工作。

解決缺水問題所施行的策略常會受到政府的預算而有所限制，而且供水量與成本之間往往是複雜且非線性的關係。因此，本研究以系統動力學的方法，建立一兼顧水量調配與財務之區域水資源策略分析模型，以期在面對複雜的動態水資源管理問題，能提供整體、長期且較周延的分析方法。



1.2 文獻回顧

區域水資源供水系統為一複雜系統，而系統內之各水庫及供水設施間應如何配合蓄水與操作，與區域的水文特性、水庫位置、容量、需水位置、需水量大小及分析標的等有關。傳統上對於區域水資源問題的分析模式可分為模擬法與優選法。

一、 模擬法：

模擬法是一種分析物理系統運轉的技巧，以程式語言將實體系統操作的特性與行為複製，為一種模仿實體系統行為的演算程序。模擬法分析可概分二類：(1)逐一分配之直接計算法(2)整體分配分析法，優點在於可詳細地考慮系統的細節與複雜性，而逐一分配之直接計算法缺點為『特定性』，通常為特定分析區域撰寫之程式，難以再適用於其他區域，因此另設計一個通用性模式適用於各區域，其代表性模

擬模式者為美國陸軍工程師團的 HEC-5 模式，用以模擬流域性的水庫蓄水利用及防洪作業。1985 年經濟部水資會（水利署前身）與荷蘭戴伏特水工所（Delft Hydraulics）合作發展一針對台灣地區設計的水量分配電腦模式（RIBASIM，RIver BASin SIMulation），荷蘭提出之 RIBASIM 模式係修正自美國麻省理工學院發展之 MITSIM 模式，亦屬於模擬模式之範疇。

整體分配分析法則是依據特定規則操作下，在系統中單一時刻內優選最佳調配水量，但不對水庫蓄水進行跨時刻之優選調度，可分為網流法與線性規劃法兩類，網流法代表性模擬模型有美國德州水資源開發理事會(Texas Water Development Board, TWBD)的 SIM、SIMYLD 模型(1972)，用以模擬德州水資源系統計畫的開發時程問題，包含何項計畫、在何時、應興建至何規模，及應如何操作等，此一網流模擬分析系統營運概念，其後被廣泛引用在世界其他國家水資源分析(Graham, 1986)。張育雅(2003)以線性規劃法為核心發展大甲溪與大安溪聯合營運單一時刻內最佳的配水量模擬模式，並採用遺傳演算法針對鯉魚潭水庫優選出可同時考慮長、短期水文狀況之複合式規線。最佳化是在一個有許多限制和條件相互衝突的環境下找尋一個最合適解決方式的過程。因此最佳化是一個複雜度和解決結果好壞的平衡點；最適當的答案表示最好的妥協。

模擬法雖然能掌握系統細節，符合實地操作現況，缺點為不能提供數學意義上的最佳解，所以分析時通常需要許多判斷，方可確保水資源分配結果符合既定用水優先順序或其他水資源運用原則。

二、優選法

優選法係將系統的操作問題以嚴謹的數學命題形式，再應用數學優選理論求解。常用的數學規劃方法為線性規劃(LP)、動態規劃(DP)

及非線性動態規劃、網流規劃、整數規劃等，且多為探討多水庫之規劃與經營操作問題。係依據系統內現有蓄水量在跨時刻優選出最佳的配水量方式亦可稱為動態優選模式，鄭韻如(2002)以線性規劃為核心建立多水庫聯合營運模擬模式，並應用於南部區域水資源調配之探討，其模擬模式中應用線性規劃法求解各個模擬時刻系統之最佳水量調配；李志鵬(2004)利用線性規劃發展一有效率且可彈性地應用於各種複雜水資源系統之多水庫聯合營運跨時刻優選模式，並以遺傳演算法為南部區域之曾文、烏山頭及南化三座水庫制定一組可同時考慮長、短期水文狀況之多水庫聯合營運複合式操作規線，以期使三水庫之營運能發揮最大效益，使南部區域的水資源能有最佳之運用。

網流規劃為線性規劃的特殊解法之一，其將原線性規劃問題的對偶模式(dual model)加以轉換，成為一跨時段的網路系統，再對此特殊網路形式問題加以求解。周乃昉(1998)利用動態網流模式由歷史紀錄分析水資源在區域內跨時刻最佳配水量後，再進一步以類神經網路模式學習系統內即時配水特性，並歸納系統最佳經營調配策略，分析民國 100 年南部高屏嘉南地區水資源供需系統，結果顯示預估的系統最佳即時供水策略相當良好。徐年盛(2003)利用線性混合整數規劃建立多水庫系統聯合操作模擬模式，以水庫供水比例取代水庫水位指標，利用長期優選模式且在系統中之水量能夠跨時段使用之條件下，事先求得最佳水庫供水比例。並將所求得之最佳水庫供水比例，進行逐時段優選模式以便與考慮水庫水位指標進行比較。

動態規劃相當適合用以求解多時段之水庫操作問題，但應用在多水庫之操作問題時，最大的困難點在於多考慮一座水庫即增加一個系統變數，及一個至數個決策變數，以致受到維度障礙(Curse of Dimensionality)之限制。

而系統動力學亦為模擬法的一種，原本強調能幫助決策者瞭解一個複雜系統的架構和特性的方法論，也是一種概念的表達，而在實際操作上主要是在顯示整個系統動態行為隨時間變化的特性。其最初是 Jay W. Forrester (福裡斯特 1956) 在福特基金會 (Ford Foundation) 與史隆基金會 (Alfred P. Sloan Foundation) 贊助下發展，並曾利用一個訊息傳遞的因果回饋關係，分析企業政策的制定，後來此方法進而被擴展到複雜的物理，生物學，社會學、經濟等領域。

由於系統動力學適合於應用在與時間演進有密切關係之問題，近年來應用益形廣泛，包括環境資源與環境污染、生態系統分析、工商業管理及其他離散性模擬 (discrete simulation) 分析，(如交通號誌系統管制及大樓電梯停靠樓層使用管理等)、地表水污染模擬、水庫供水系統模擬、生態系統族群變化、大氣化學與污染傳輸及溫室氣體與全球暖化和現金流量的問題。另外，國內外學者應用系統動力學於水資源領域之研究如下：

- Simonovic et al. (1997) and Simonovic and Fahmy (1999) 利用系統動力學概念建立水資源供需模型並應用在埃及地區，藉以評估氣候變遷對於水資源供需的影響情形，結果顯示水庫的蒸發對於水資源規劃是非常重要的。
- Ahmad et al. (2000) 利用系統動力學建立水庫操作模型，並應用在加拿大 Shellmouth 流域上的 Assiniboine 水庫，除了針對現有溢洪道進行洪水影響的研究外，另優選出另一個溢洪道，且曾針對水庫初始水位進行洪水季節溢流和水庫溢流進行敏感度分析。
- XU et al. (2002) 應用水資源系統動力學 (WRSD) 分析中國大陸黃河流域的永續性。結果顯示長期使用地下水將面臨環境與生態的

挑戰，另外廢污水回收策略在考量黃河永續利用應為優先策略之一。

- Stave et al.(2003)利用系統動力學方法與水管理的概念建立拉斯維加斯水資源模型，藉由模型闡述保存水的重要性與價值。
- Ahmad et al.(2003)利用系統動力學方法進行洪水警戒區域研究，以加拿大曼尼托巴流域的溫尼伯地區為研究對象，結果顯示目前所劃分的洪水警戒區域可因應未來氣候變遷所造成的洪水容量。
- Nandalal et al.(2003)將系統動力學與地理空間資訊(GIS)結合，提出一種新方法叫空間系統動力學(SSD)，用來模擬加拿大曼尼托巴流域紅河洪水氾濫的情形。
- Sehlke and Jacobson(2005)採用系統動力學觀念模擬 Bear River basin 地表水與地下水相互影響關係
- 廖朝軒(1994)對區域需水量系統作模擬與預測，將之分成生活用水與工業用水作探討。
- 簡俊欽(1997)以系統動力學建立水資源永續發展模型系統，探討台北地區經濟活動與水資源供應的交互關係。
- 劉弘雁(1997)以整體流域整體資源利用的觀點擬定水資源政策，利用系統動力學模擬出自然地區、土地使用、都市地區與水資源經營管理等系統之間的相互關係。
- 陳婉瑜(1998)利用系統動力學模擬雙溪水庫計畫供水區之目標年及需水量。
- 詹麗梅、廖朝軒(2001)利用系統動力學理論建立區域供水系統之模擬模式，其中包含需水量預測與用水調配模擬模式，並建立永續性評價指標體系與評價方法，以探討不同供水策略對供水系統

永續性之影響。

- 陳明業、童慶斌(2002)建立淡水河水資源系統動力模式，研究範圍包括台北、板新、石門及基隆供水區域，針對 2002-2020 年之供需水情況，進行各項規劃方案之永續性評估。

雖然上述研究能證明系統動力學能容易結合各領域的資料與訊息以分析缺水問題，因此，本研究除針對現有水源調配系統進行分析外尚進行現有系統容量擴張，除了缺水量考量外，本研究又包含固定成本與操作成本的考量。

另外，本研究提出大甲溪流域多元化水源整體調配整合示意圖的構思作為建置模型的基本藍圖，與傳統的流程圖不同之處如下：圖 1.2-1 為水源調配系統結構圖其只表達各系統元件如水庫、需求點間之靜態相對關係圖，並無調配的流程資訊。圖 1.2-2 為水源調配流程圖與圖 1.2-1 相反，其只表達調配流程資訊，卻無系統內部的結構資訊。圖 1.2-3 為以系統動力學表達之水源調配示意圖，由圖 2.3 可得知水源流動的情形與變數間相互影響關係與傳遞方式，並可觀察系統內部的回饋行為隨著時間改變的情形，反之由流程圖則不太容易看出變數間的關聯性。

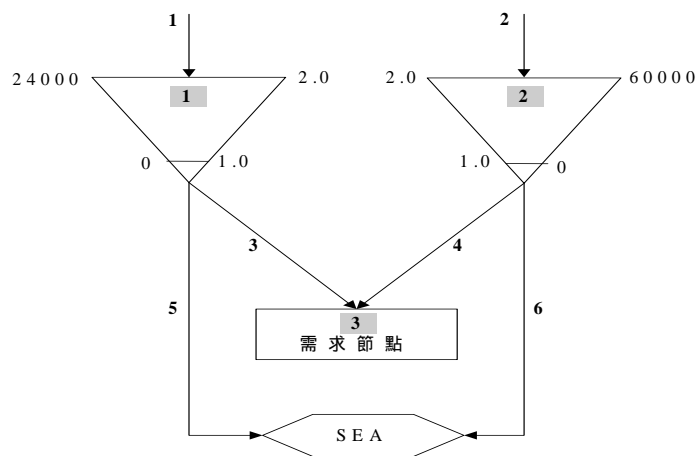


圖 1.2-1 水源調配系統結構圖

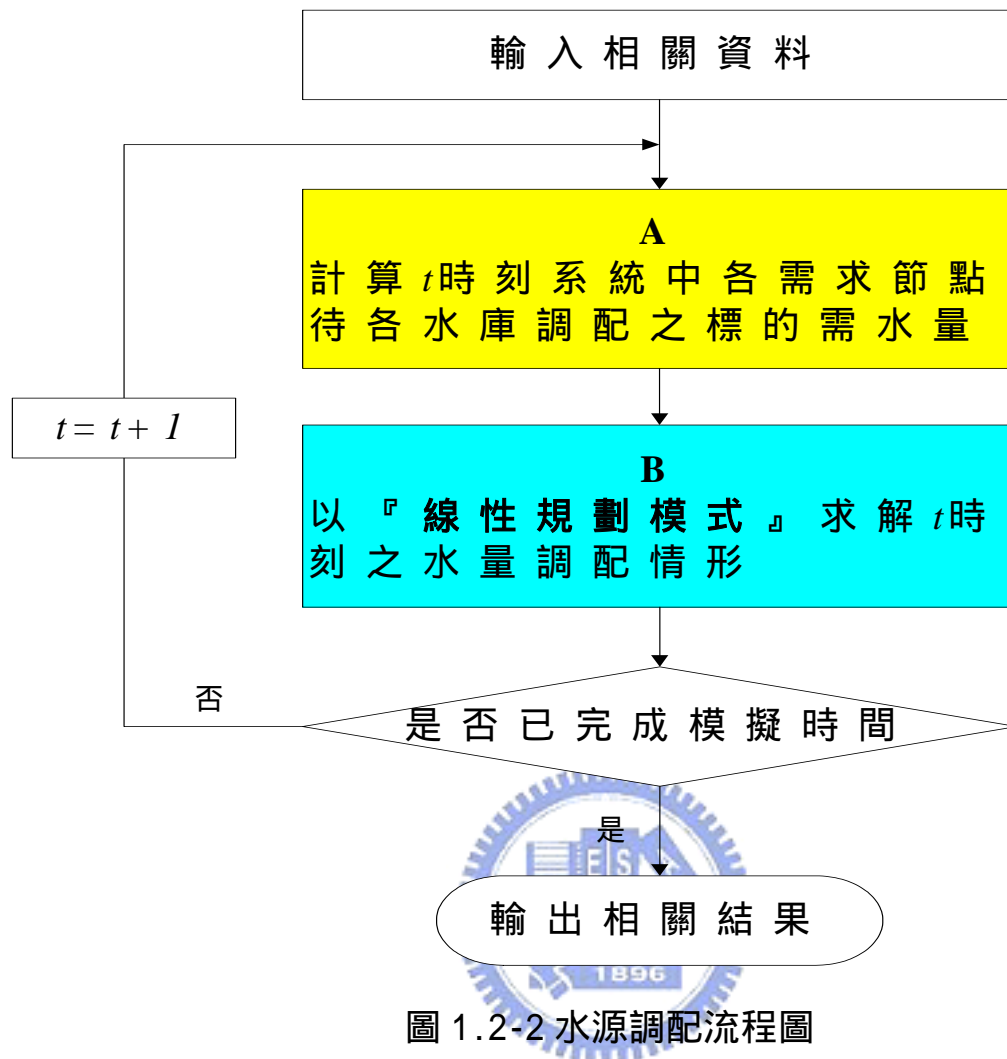


圖 1.2-2 水源調配流程圖

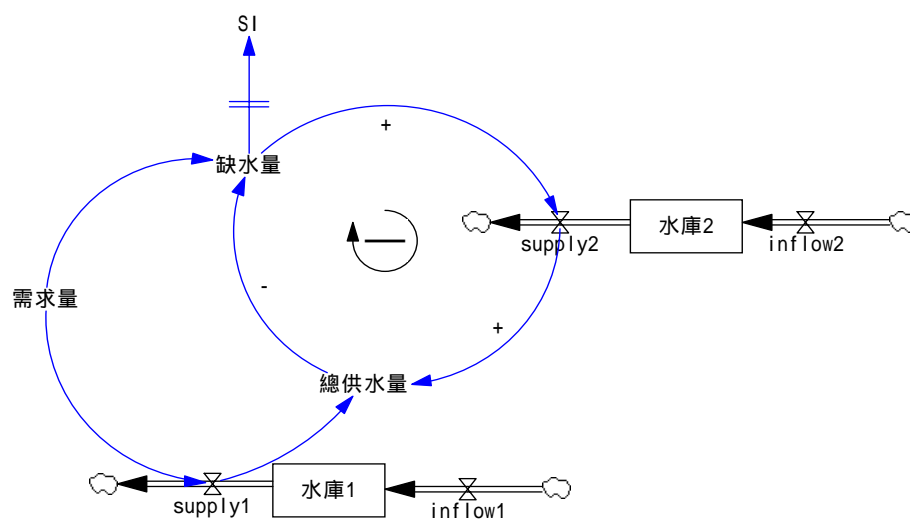


圖 1.2-3 水源調配示意圖

流程圖在程式撰寫邏輯上係以程序性思維來構思，無法清楚表達變數間關聯性與資訊的流動。示意圖在程式撰寫邏輯係以物件式表達，變數間關聯性清晰明瞭，可看出資訊的表達，例如水量流、資訊流與成本流的流動情形，與其他面向議題整合時，可達到資訊的交流，因為所使用的物件是一致的

1.3 研究目的

本研究，應用系統動力學建立水資源策略分析模型，並以台中地區為研究對象，驗證此系統的合理性及展示其應用價值。此模式可協助決策者分析各種供水策略，探討缺水量與成本之間相互影響，亦可作為策略協商過程時之輔助。



第二章 研究方法

2.1 系統動力學

一、系統動力學之發展

系統動力學概念來自於 Forrester 教授於 1961 年出版之 *Industrial Dynamics*，該篇文章代表系統動力學早期發展成果，其明確的說明工業動力學的研究對象、特點及方法，指出工業動力學是「討論工業組織隨時間變化行為」，其任務在研究工業活動中之訊息反饋行為，以顯示組織結構、策略上的擴大作用以及決策上與行為上的延遲是怎樣相互作用而影響企業成就。經由 Forrester 教授的持續努力，應用系統動力學進行各領域之研究也亦趨廣泛。同時，水土資源領域方面亦有學者開始應用系統動力模式以進行相關之研究。

二、系統動力學之原理

系統動力學發展乃以宏觀的角度對系統整體結構及其所涵蓋的各變數間之關係加以詳細描述，並透過電腦的高速度資料處理能力，計算出各個變數在一段時間過程中的細微變動量。由於所有變數在每一極短時間點上的變動量都由電腦加以記錄，再將各變數在各時點上的變量連接起來構成發展趨勢，即可詳細觀察系統行為的發展趨勢，藉以瞭解系統隨時間演進過程所展現的動態行為特性。除此之外，還可不斷改變一個或數個變數的參數值，藉由電腦模擬結果可反覆比較在賦予各變數不同變量的情況下，對整體系統行為模式可能造成何種影響，因此可依據各個關鍵變數在不同變量下對整體系統行為衝擊幅度的大小，找出系統槓桿點之所在，從而擬定適當的策略(韓釗,2003)。

在系統動力學中，一般將系統內，但不同考量範圍有關的變數區分為內生變數(Endogenous Variable)與外生變數(Exogenous Variable)兩類，內生變數是隸屬於考量範圍內之反饋迴路上的變數，性質為會

影響其他變數也會受到其他變數的影響。在因果關係中不僅是『因』同時也是『果』，而外生變數屬於考量範圍外的變數，外生變數作用會影響到考量範圍內反饋迴路中的變數(即內生變數)當在探討系統行為時為何總會呈現固定模式時，外生變數都是必須先優先測試的對象。

系統動力學除了強調系統與時間之連動性外，系統動力學另一重要之基礎為因果之關連性，該意義有三：(1)藉由因果關係的確認來說明系統之問題；(2)藉由因果關係的確認將複雜之問題作簡潔而系統化之表示；(3)藉由變數間之因果關係來說明系統之範圍。其中，因果關係之表示旨在說明兩個變數間之關係為正向或負向，而無數量上之意義，意即數量之大小並不會影響到因果鏈之存在與否。進而若將一系列之因果鏈串接成因果回饋關係環路，則可將因果關係發展為正向之因果回饋關係環路或負向之因果回饋關係環路；正向之因果回饋關係環路，係表示環路上任何變數的變動，會使系統在下一週期朝同方向加強其變動幅度，造成自我之強化，而負向之因果回饋關係環路，則表示任何變數的變動，會使系統在下一週期朝反方向變動幅度，變數產生抑制變動之效果，造成自我之規律。

系統動力模式在構成回饋系統各部門之相互關係及系統之回饋環路結構時，一定包含兩種基本之變數，而這兩種變數是構成決策回饋環路之必要與充分條件，其中第一種變數具有儲存之觀念，第二種具有流動之觀念，再加上輔助其關係變化之第三種變數，構成三類主要之系統組成變數元件，其分別為：(1)儲存 (Level & Stock) (2)流動 (Rate & Flow) (3)助動 (Auxiliary & Converter)，另外，再以箭頭連結表示各元件彼此間交互影響之關係，如圖 2.1 所示，其中圖左為系統動力模式軟體 VENSIM 之示意圖，圖右則為 STELLA 之

示意圖。

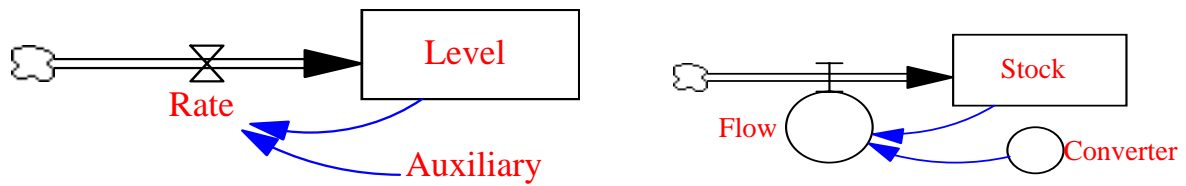


圖 2.1 系統動力模式元件關係示意圖

積量 (Stock) 係表示某一系統變數在某一特定時刻的狀態，其數值大小是累加了流入率 (Inflow rate) 與流出率 (Outflow rate) 的淨差額所產生之結果，可說是系統過去活動結果之累積，如同水庫中儲水量即屬於一儲存之概念；流量 (Flow) 則表示某種儲存變數變化之快慢，代表著一種瞬間之行為，其數值多由儲存變數與助動變數之交互關係來決定，如同水庫之放水量即屬於一流動之概念；輔助變數 (Auxiliary & Converter) 則用來針對前兩種變數進行各變數間交互關係之補充說明，類似一般計算方程式中之參數，如水庫中之放水規則即屬於助動之概念。藉由這三類變數元件，配合前述之因果回饋概念與系統圖建置大甲溪流域多元化水源整體調配整合示意圖，在建立各變數間之方程式後即可構成一完整之系統動力模式，用以模擬各系統之結構與決策。

三、系統動力學之優點

系統動力學基於組成元件之因果關係建立系統架構，因此可透過樹狀搜尋找到某變數之所有影響因數，有助於分析問題成因，以作為未來解決問題之參考。

由於系統動力學將系統之組成元件與因果關係以積量、流量、輔助變數和箭線四個元件表達，因此不同領域議題在基於四個共同組合元件下，可容易進行整合分析。策略模擬結果與策略評估可即時以圖形化呈現。

2.2 建模步驟

模型建置模擬與分析流程如圖 2.2-1 所示。首先藉由「問題定義」、「系統描述」、「因果回饋圖」以及「可能策略研擬」等建模步驟來建置系統動力模型。在模型檢定無誤後，即可進行策略之情境模擬，所有研擬策略的模擬結果透過「各問題代表性指標衝突分析」，來初步篩選出可行策略。然而指標無法反映出策略施行時時間滯延的問題(在系統動態變化觀察下，常常針對單一事件發生的時間滯延的問題)，故於可行策略集合形成後，再進行策略之時間滯延效應分析，分析的結果將提供決策者於協商過程時之重要參考。以下將針對建模分析流程之各項目進行更詳細的說明。



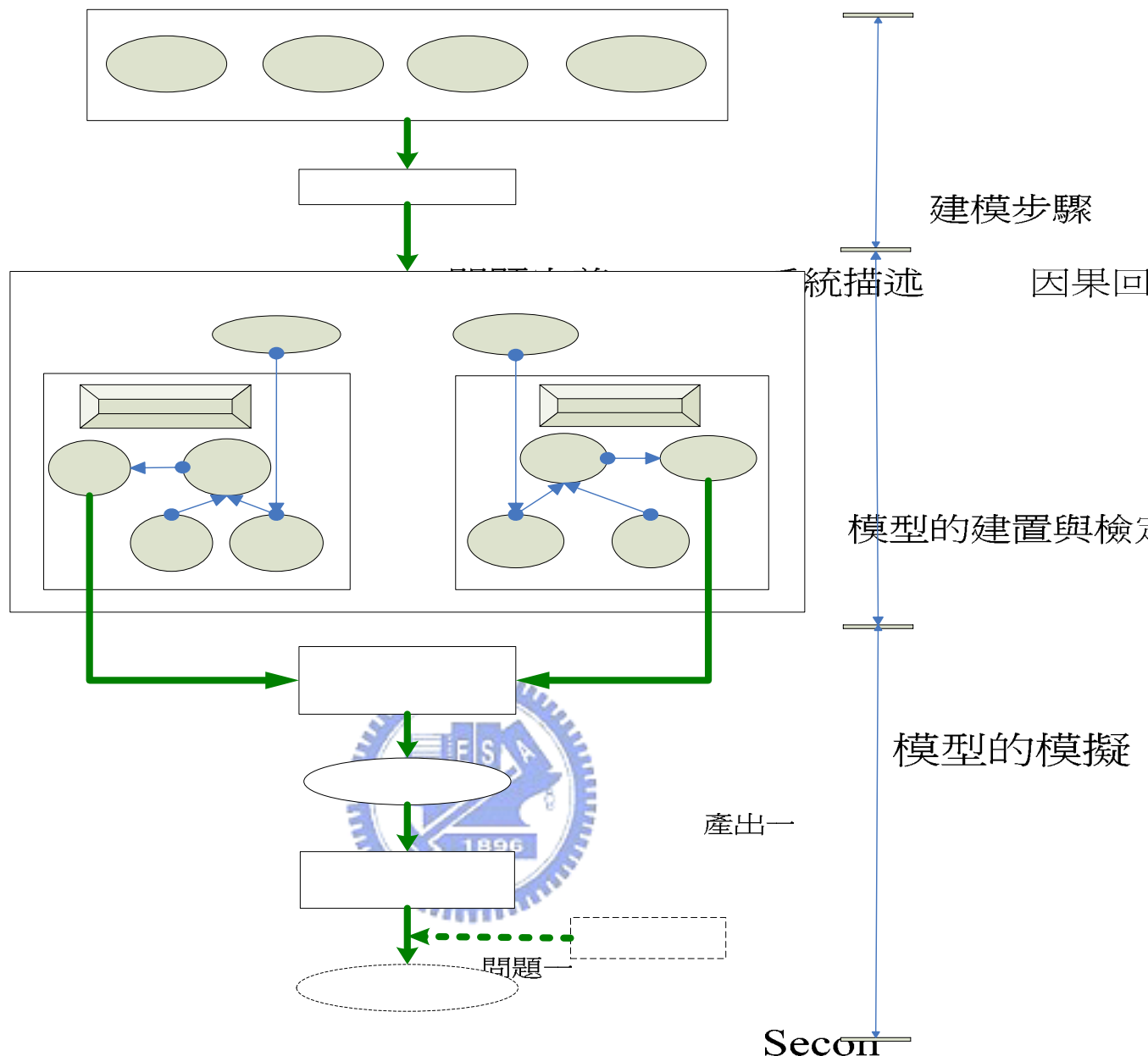


圖 2.2-1 系統動力學建模與策略分析流程

建模步驟的主要目的為設計模型建置之參考藍圖，其主要工作項目包含了「問題定義」、「系統描述」、「Impact Analysis」以及「可能策略研擬」。

一、問題定義

由於工業發展與生活水準的提升，台中地區的用水量在近年來顯著的增加，因此，如何計畫適當的策略來避免缺水問題的發生是非常重要的。由台中地區需求成長與現況供需圖(如圖 2.2.1-1 所示)分析得

知，現況台中供水情形為大安溪鯉魚潭水庫、大甲溪石岡壩和部分地下水聯合供應每日供應 130 萬噸，但隨著中部科學園區的進駐與人口成長，造成用水量的劇增，以現有之供水系統無法滿足其未來需求量，如此將導致供需失衡而產生區域性缺水的問題。如何計畫適當的策略來避免日後面臨缺水問題是非常重要的。另外規劃的策略會使缺水問題獲得解決，但是策略的總花費也會影響策略的施行，故本研究也將評量所有策略的固定成本與操作成本。

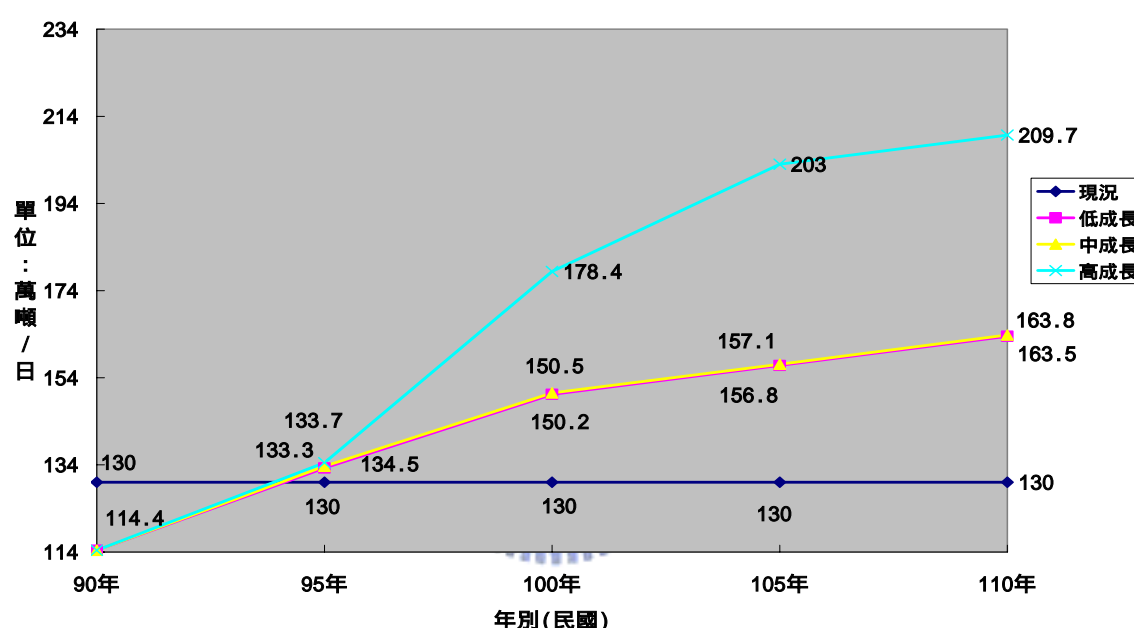


圖 2.2.1-1 台中地區需求成長與現況供需圖

二、系統描述

本研究考量之水源調配系統主要是供應大台中地區之需求，其主要水源供應來源包括大甲溪德基水庫及大安溪鯉魚潭水庫，因此水源調配所考量之系統必須包含大甲溪、大安溪流域才算完整。

大甲溪流域上重要的水源調節設施包含德基水庫與石岡壩與豐原淨水廠，德基水庫除儲蓄存上游主支流流量外，另自大甲溪支流志樂壩藉輸水隧道進行越域引水增加蓄水量，主要以發電為主，有效蓄水量為 16919 萬立方公尺，石岡壩攔蓄德基水庫發電用水與德基水庫至

石岡壩間未控制流量，可說是大甲溪水源運用之樞紐，亦為大台中地區公共用水之主要來源。

此外，位於大安溪支流景山溪上的鯉魚潭水庫為離槽水庫，本身集水面積小，水源有限，有效蓄水量為 12278 萬立方公尺。為補充本身水源不足，於民國 89 年 7 月起另自大安溪士林攔河堰越域引水，士林攔河堰導水路設計流量為 302.4 萬 CMD，經輸水隧道洩放入景山溪，供鯉魚潭水庫多目標使用，鯉魚潭水庫不僅供應台中地區部分公共用水，另支援苗栗地區公共用水，台中地區用水由大甲溪豐原淨水廠與大安溪之鯉魚潭淨水廠供應，其水源調配如圖 2.2.1-2 所示。

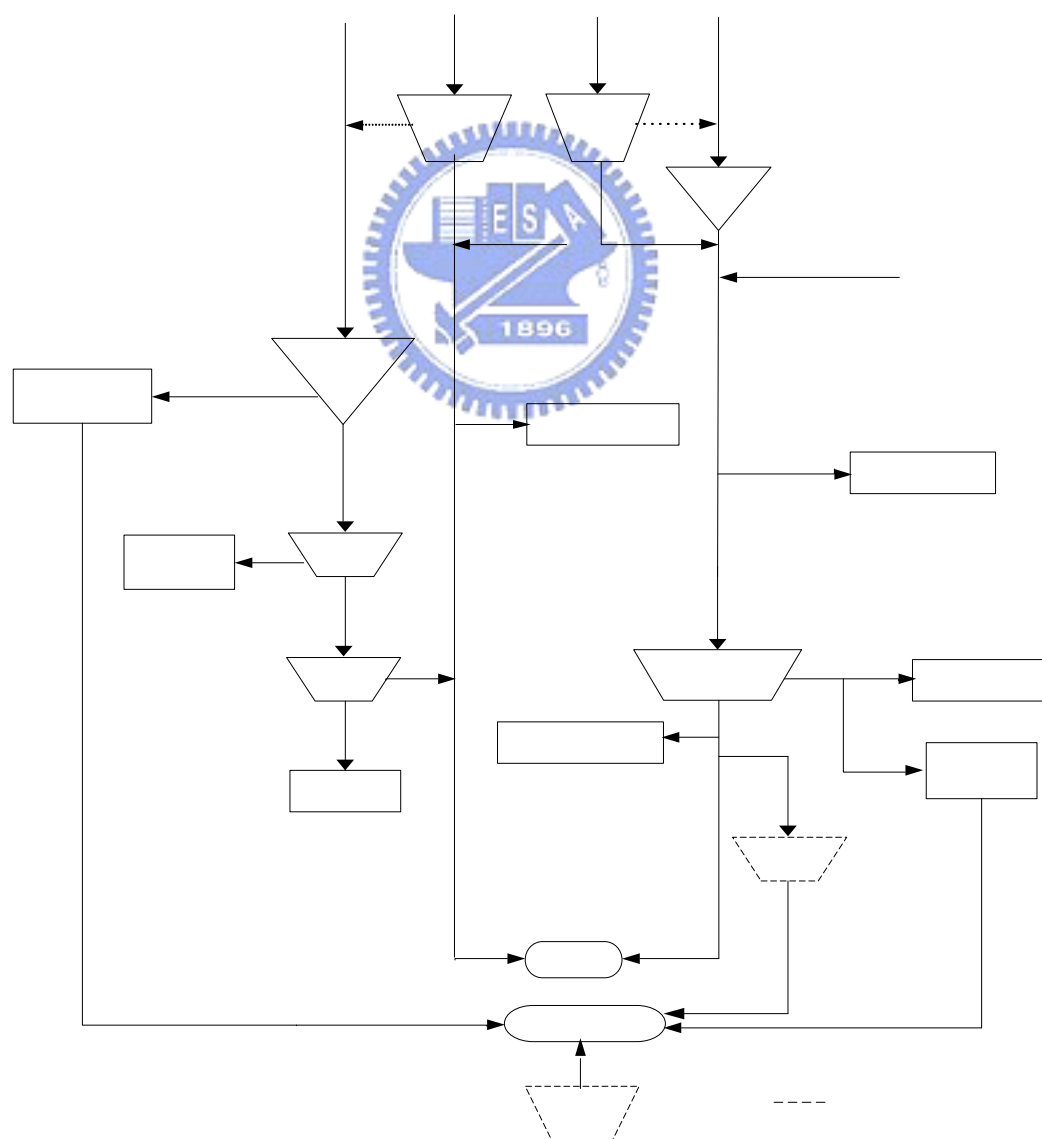


圖 2.2.1-2 台中地區水源調配系統圖

三、 因果循環圖

因果回饋圖是以圖的形式描述系統相關變數的影響與回饋性，舉例來說『一分耕耘，一分收穫』根據上述將耕耘與收穫的影響如圖 2.2.1-3 所示，用箭線將耕耘與收穫連接起來，表示耕耘是原因而收穫是結果，箭線又稱為因果鏈(The Causal Chain 或 The Causal Link)，箭頭上方的加號表示耕耘對收穫有正向影響，亦即耕耘與收穫兩者具有正向的因果關係，反之“-”代表負向影響。所謂回饋就是『一個因素經過一連串的因果鏈作用，最後再反轉回來影響到它本身的過程，是一個封閉的迴圈』回饋又可分為正回饋與負回饋兩種，正回饋會使情況變的更糟，而負回饋則會使情況達到平衡。

根據上述，本研究將採用負回饋的構思，因為本研究目的是選擇適當的策略達到未來目標年的用水需求量，因此本研究提出基礎模型如圖 2.2.1-4 所示。從圖 2.2.1-4 中顯示，現況系統供應量為大甲溪與大安溪現有的水庫與攔河堰，當現有的水庫與攔河堰無法滿足需求時，這時其他策略將提供供水量，使缺水量變小，標誌在迴圈中的負號“-”表示這樣的供水過程是負回饋行為。另外透過這樣的模擬機制即可模擬缺水與成本隨時間的變化。

系統動力學強調的是時間動態，在策略模擬時，對於決策者而言有啟動策略的決定權，決策者可決定策略啟動的時間與擴充的容量。因此本研究根據基礎模型因果回饋圖如圖 2.2.1-4 所示，將策略具體實施方案原則分為三種設計概念，其設計概念一是現有地表水系統與人工湖、廢污水回收等項目在第一階段即擴充至最大容量，其因果循環圖如圖 2.2.1-5 所示；設計概念二是現有地表水系統與人工湖、廢污水回收等項目在第一階段擴充量小於最大計畫量，並於第二階段再擴充至最大容量；設計概念三是則是第一階段維持現有容量其因果循

環圖如圖 2.2.1-6 基本水源調配因果回饋圖所示，於第二階段才進行容量擴張其因果循環圖如圖 2.2.1-7 所示，各設計概念之說明如表 2.2 所示



圖 2.2.1-3 耕耘與收穫的因果關係

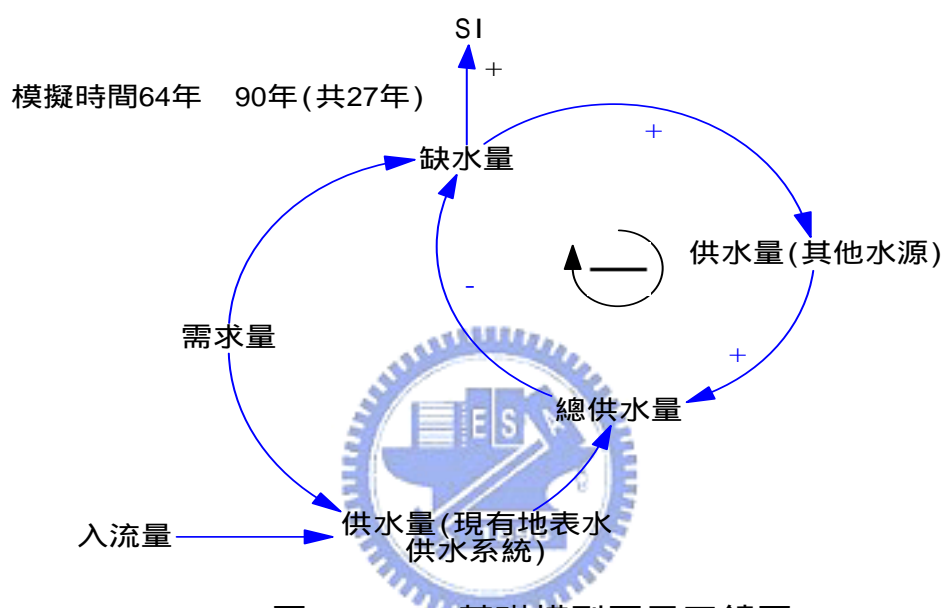


圖 2.2.1-4 基礎模型因果回饋圖

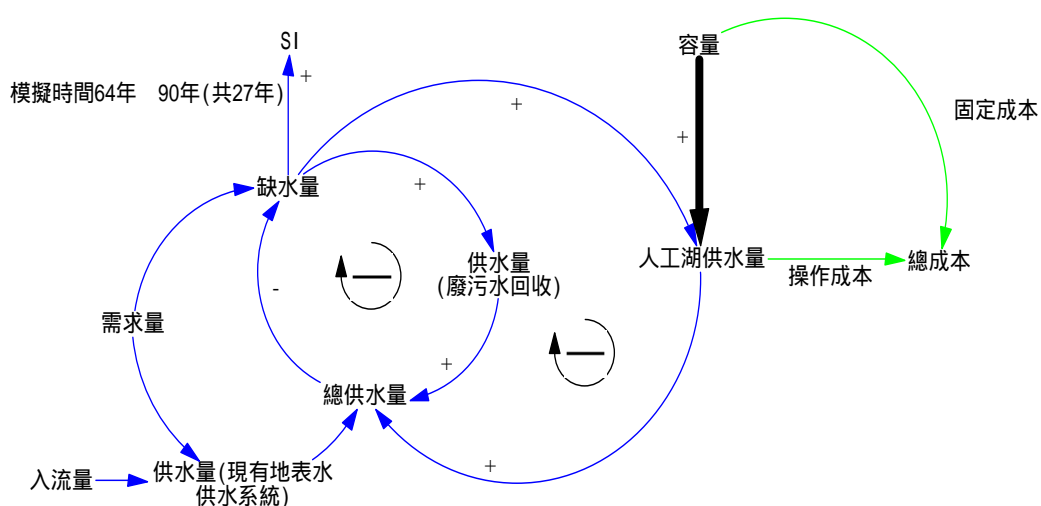


圖 2.2.1-6 設計概念一、二因果循環圖

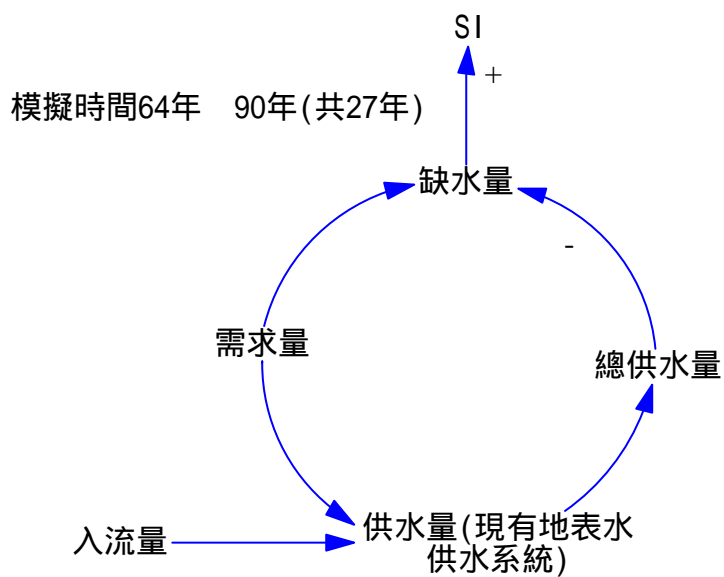


圖 2.2.1-6 基楚水源調配因果回饋圖

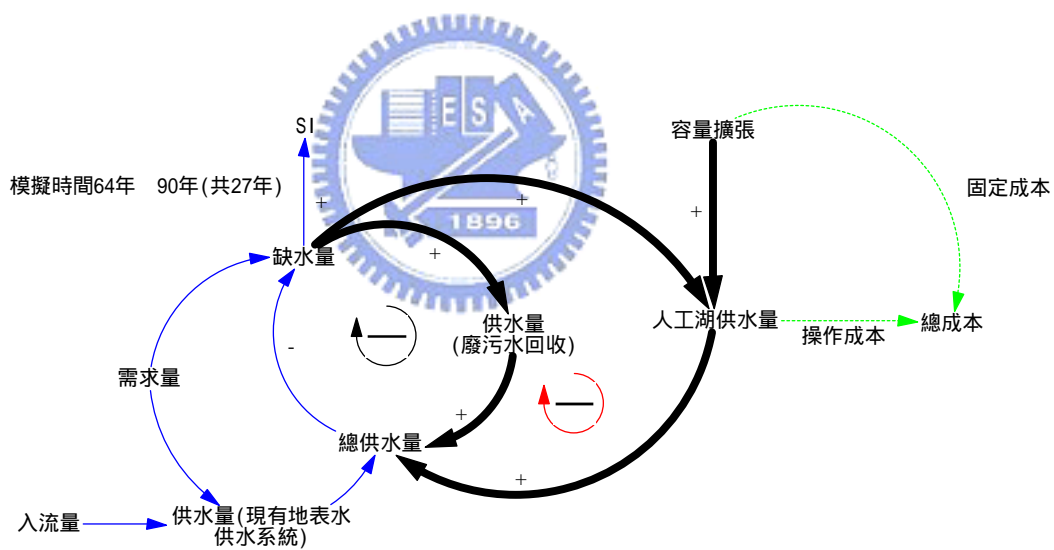


圖 2.2.1-7 設計概念三因果循環圖

表 2.2 三種設計概念因果循環圖說明

	第一階段		第二階段	
	系統單元	建置容量	系統單元	建置容量
設計概念 1	現有地表水供水系統 廢污水回收 人工湖	豐原淨水廠 130 萬 CMD 鯉魚潭淨水廠 110 萬 CMD 廢污水回收 8.75 萬 CMD 人工湖 283.9 萬 CMD (皆擴充至最大計劃量)	同第一階段	同第一階段
設計概念 2	現有地表水供水系統 廢污水回收 人工湖	豐原淨水廠 100 萬 CMD 鯉魚潭淨水廠 90 萬 CMD 廢污水回收 5 萬 CMD 人工湖 150 萬 CMD (擴充至最大計劃量一半)	同第一階段	豐原淨水廠 130 萬 CMD 鯉魚潭淨水廠 110 萬 CMD 廢污水回收 8.75 萬 CMD 人工湖 283.9 萬 CMD (擴充至最大計劃量)
設計概念 3	現有地表水供水系統	豐原淨水廠 85 萬 CMD 鯉魚潭淨水廠 85 萬 CMD (維持現有容量)	現有地表水供水系統 廢污水回收 人工湖	豐原淨水廠 130 萬 CMD 鯉魚潭淨水廠 110 萬 CMD 廢污水回收 8.75 萬 CMD 人工湖 283.9 萬 CMD (擴充至最大計劃量)

四、可能策略研擬

本研究除了針對現有淨水廠進行如量擴張外，並研擬了人工湖與廢污水回收再利用兩個策略，人工湖在全世界營運多年但是在台灣還算是一個新的概念，而本研究之人工湖主要是蓄存石岡壩剩餘流量，總蓄水體積為 283.9 萬噸。台灣水資源規劃最近鼓勵廢污水回收再利用，福田廢污水回收中心就是台中地區最重要的水回收中心，每日可供應 8.75 萬噸的水源。另外根據現有資料顯示台中地區之現況地下水抽用量已大於天然補注量，顯示地下水並不適合再進行開發使用，因此本研究暫不將地下水納入新水源開發策略，待未來台中地區地下水監測井網建置完成且有足夠的相關資料後，再建立更詳細之地下水模式以進一步分析是否有局部地區之地下水可供開發。

第三章 研究區域背景與地表水資源調配模式建立

根據第二章所述之模型建置步驟，本章節將分別就大台中地區供水區域之流域概況及供水系統進行簡介與模型建置。大台中地區供水來源涵蓋大甲溪及大安溪流域，其區域內的水系及水利設施相關位置如圖 3.1-1 所示。

3.1 研究區域簡介：

一、流域概況

1、大甲溪流域

大甲溪本流發源於中央山脈之雪山及南湖大山，全長 124.2 公里，流域面積為 1,235.7 平方公里，年平均逕流量約 21 億立方公尺。上游地形群山環峙、河谷峭聳，源頭係由伊卡瓦溪及南湖溪匯流而成，其中以源出於劈亞南鞍部的伊卡瓦溪為本流，東側納入七家灣溪後向南流。至於南湖溪則發源於南湖大山，並有合歡溪及畢祿溪的匯流。伊卡瓦溪及南湖溪於太保久處匯流後始成為大甲溪幹流。

大甲溪上游左岸發源於南湖大山、中央尖山及合歡山良南湖溪、耳無溪及合歡溪等支流；右岸則發源於大壩尖山、次高山、大雪山之七家灣溪、四季朗溪、志樂溪及匹亞桑溪等支流。德基水庫至谷關間長 25 公里之河床，平均坡降 $1/43$ ，河床寬約 20 至 30 公尺，岸峻流急，岩盤外露，為大甲溪水力最豐之一段，兩岸重山峻嶺，稜線部份標高約為 2,500 至 3,000 公尺。自谷關以下至天輪電廠間兩岸較為開展，河床寬達百公尺，再西行至馬鞍寮以後，西出山嶺，約束頓減，河寬達 500 公尺以上。在天輪至石岡間大甲溪東側之山勢較高，約在 500 至 2,000 公尺之間；西側則山勢較緩，平均高度在 500 至 600 公尺左右。

而大甲溪中游地形起伏大，河床陡急，匯流後的大甲溪幹流至德

基以下呈帶狀分布，大約在德基下游 3 公里處匯入志樂溪，沿途再納入匹亞桑溪、小雪溪、馬崙溪、鞍馬溪、稍來溪、十文溪等數條溪，流經谷關、白冷、馬鞍寮等至東勢流入平原。下游地形開展寬闊、坡度平緩、坡降僅 1/90，過石岡後蜿蜒西流，而在清水鎮及大安鄉交界處附近流入台灣海峽。

在大甲溪下游將大肚溪台地與后里台地截開分離，呈網狀流路，迂迴於台中盆地北端，並堆積大量砂礫於河口，造成沖積扇，復與大安溪沖積扇相疊，成一合流沖積扇。

大甲溪流域分屬 3 縣之 13 鄉鎮其行政區域宜蘭縣是上游發源地與蘭陽溪流域鄰接，山地屬太平鄉；南投縣是上游合歡溪發源地屬仁愛鄉；上游山區為的台中縣和平鄉。中下游為東勢鎮、新社鄉、石岡鄉、豐原市、后里鄉、神岡鄉、外埔鄉、大甲鎮、清水鎮、大安鄉共 7 鄉 4 鎮。本流域交通發達，主要鐵路有縱貫鐵路山、海 2 線；主要公路除國道 1 號、3 號及 4 號高速公路外，尚有省道台 1 線、台 3 線、新竹豐原線（尖豐公路）及台 8 可通至其他各縣市，另外鄉、鎮公路更是四通八達。

2、大安溪流域

大安溪發源於苗栗、新竹縣界之大壩尖山與雪山北斜面，如圖 3.1-2 所示。上源有二，北源為馬達拉溪，南源為雪山溪，兩溪匯流後稱大安溪，至象鼻溪流轉向南行，其間納入大雪溪、北坑溪及南坑溪等支流，至士林附近納匯雪山坑溪，繼納烏石坑溪，經過雙琦後轉向西行，至卓蘭納老莊溪，行至火炎山附近納景山溪，經火炎山山麓，由大甲鎮西勢附近注入台灣海峽。流路全長 95.8 公里，流經苗栗、台中兩縣，流域面積約 758 平方公里。本流域水源不穩，年平均逕流量約 13.3 億立方公尺，取水灌溉農田約 10,770 公頃。大安溪流域灌溉事業目前均由台中農田水利會負責，營運績效卓著。但因河川豐枯水期

流量差異極為懸殊，因此，本區域水資源蘊藏雖屬豐沛，但枯水期逕流量很低，水源不敷分配應用。鯉魚潭水庫位於大安溪支流景山溪之中上游，水庫容量 1.26 億立方公尺，壩址以上景山溪之集水面積 53.45 平方公里，年平均逕流量約 0.8 億立方公尺。整個流域在地勢上東部較為高峻，向西傾斜，自卓蘭起海拔 500 公尺以下之丘陵起伏其間，蜿蜒連綿。除濱海地區，平原殊不多見。

大安溪流域分屬 2 縣其行政區域為苗栗縣的泰安鄉、卓蘭鄉、三義鄉與苑裡鄉，台中縣為和平鄉、東勢鄉、后里鄉、外埔鄉、大甲鄉與大安鄉。其交通方面主要有台 3 線及苗 55 號線道，南北貫穿集水區，另外有 5 條產業道路及 12 條農路分佈其中。

3.2 地表水資源調配模型建立

3.2.1 地表水源調配之系統架構圖

德基水庫與石岡壩皆位於大甲溪流域，德基水庫另自大甲溪支流志樂溪越域引水，經輸水隧道流入水庫。鯉魚潭水庫位於大安溪支流景山溪，為一離槽水庫，為補充本身水源之不足，另自大安溪士林攔河堰越域引水，經輸水隧道流入水庫。

圖 2.2.1-2 為台中地區水源調配系統圖，主要供給水源為大甲溪、大安溪兩大水源，其中大甲溪系統包含德基水庫、石岡壩、豐原淨水場，大安溪包含鯉魚潭水庫、士林堰、鯉魚潭淨水場。

大甲溪主要蓄水設施為德基水庫、石岡壩，農業用水依各圳路取水位置予以合併考慮用水需求，區分為大甲溪上游灌區(白冷圳、大茅埔圳、老圳、東勢本圳、八寶圳)、八寶堰灌區(葫蘆墩圳、八寶堰中下游灌區)、大甲溪下游灌區(埤頭山圳、內埔圳、虎眼一圳、虎眼二圳、五福圳、高美圳)等三個農業需求予以計算，公共用水主要經由石岡壩進入豐原淨水場再配送至大台中地區。



圖 3.1-1 大安溪、大甲溪流域圖

大安溪主要蓄水設施為士林攔河堰、鯉魚潭水庫、景山溪攔河堰等。農業用水則依特性區分為士林堰灌區(卓蘭圳、埔尾橫圳、矮山圳、口潭圳、石壁坑、新店圳、頂店圳、后里圳、七公圳、城圳)、鯉魚潭灌區(鯉魚潭圳)、三灌圳(苑裡圳、日南圳、九張犁圳)，公共用水則是由鯉魚潭水庫直接輸送至鯉魚潭淨水場再配送至大台中地區。

3.2.2 現況地表水源調配之運用原則

大甲溪流域相關水資源運用原則包含德基水庫、石岡壩、豐原淨水場等相關運用規則敘述如下(資料來源：[20])

(1)德基水庫運用要點規定

當水庫水位高於運用規線(如圖 3.2.2-1)時，以發電為主，當水庫水位等於或低於運用規線時，除電力系統處於緊急狀況外，應配合下游各標的用水需求放水。因此公共用水需求之保留量，當德基水庫蓄水在運用規線以下時，採用該運用要點訂定時(民國 92 年)對下游公共用水之放水量以目前豐原淨水場處理能力 85 萬 CMD 為限。故公共用水取水之順序為優先利用大甲溪之未控制流量及剩餘流量，若不足的部分，由德基水庫放水補足，但其放水量以不超過 85 萬 CMD 為限。

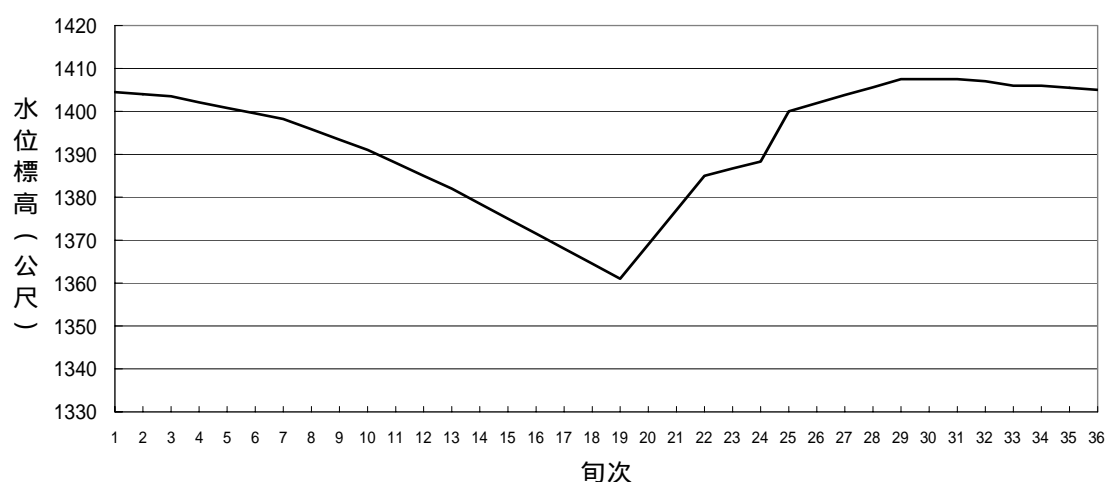


圖 3.2.2-1 德基水庫運用規線圖

(2)石岡壩運用原則

大台中地區之公共用水係透過南幹渠向石岡壩取水，石岡壩水量之來源如下：

- 1.上游德基水庫至石岡壩間之未控制流量。
- 2.德基水庫配合供水計畫，為滿足需求所釋放之水量。
- 3.德基水庫依照台電公司發電計畫而發電之尾水量。

(3)豐原淨水場運用原則

豐原淨水場 921 震災前目前設計處理能力為 130 萬 CMD，九二一震災後為穩定供水目前處理能力為 85 萬 CMD，因此本研究之模擬皆以處理能力 85 萬 CMD 為其模擬條件。

大安溪流域相關水資源運用原則包含士林堰、鯉魚潭水庫、鯉魚潭淨水場等相關運用規則敘述如下：(資料來源: [20])

(1) 士林攔河堰之操作原則

士林堰應依下列規定辦理：

- 1.天然進流量扣除下游保留流量後小於302.4CMD時，依台電公司調度處之調度作每日調節運用，配合發電引水。
- 2.天然進流量小於6,912萬CMD並扣除下游保留流量後大於302.4萬CMD時，得視需要調節士林壩水位，以設計引水量302.4萬CMD引水。
- 3.天然進流量大於6,912萬CMD時，應停止引水。
- 4.鯉魚潭水庫進行檢查、維修時，應配合減少引水或停止引水；鯉魚潭水庫進行防洪運轉或緊急操作時，應停止引水。
- 5.壩、引水隧道及相關設施，因維修、檢查、緊急事故或天災等，本壩得停止蓄水或引水。

(2)鯉魚潭水庫營運操作原則

鯉魚潭水庫主要透過專管將水送至鯉魚潭淨水場以供應大台中地區公共用水，以供給公共用水為主，不提供農業用水，其下游農業用水僅能引取天然流量。

鯉魚潭水庫水源來自景山溪及大安溪越域引水，但由於農業各圳路對於天然流量有優先使用之權力，因此鯉魚潭水庫僅可蓄存天然流量滿足農業需求後之剩餘流量。由於該系統之農業需求量在天然(水庫位於圳路取水口上游)或人為(未增加發電效益，將三灌圳之權益量以越域引水方式送進鯉魚潭水庫)條件影響下皆需經過鯉魚潭水庫，因此鯉魚潭水庫除每日供應大台中公共用水外，亦須將農業需求之權益水量放出，其放水原則如下：

1.每日供應景山溪各灌溉圳路需水量，惟依各圳計畫用水量供應，但以該日景山溪之天然流量與各圳水權量兩者中較小者為限。

2.水庫每日供給苑裡圳、日南圳、九張犁圳需水量，惟依各圳計畫用水量供應，但已由士林調整池引入該三圳之權益引水量與水權量兩者之小者為限。

3.3 大甲溪與大安溪水源調配之系統模型建立

3.3.1 模型基本單元設計功能與測試

首先設計一個基本的水工結構物以攔河堰、匯流點為例其模型設計如圖 3.3.1-1 所示，輸入基本之基本資料為 Inflow1:10、Inflow2:15、Inflow3:15，Inflow1、Inflow2、Inflow3 為流入攔河堰之入流量，Outflow4 為攔河堰之放流量，本設計之攔河堰為無蓄水功能，方程式為 $Outflow4 = Inflow1 + Inflow2 + Inflow3$ ，其模擬結果如圖 3.3.1-2 所示。

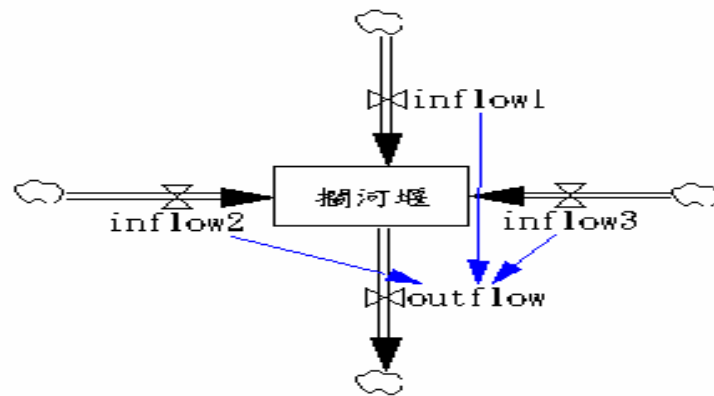


圖 3.3.1-1 模型設計圖

test			
Time (Day)	1	2	3
inflow1	10		
inflow2	15		
inflow3	15		
outflow	40	40	40

圖 3.3.1-2 模擬結果

由圖 3.3.1-2 輸出結果可看出 $Outflow4 = Inflow1 + Inflow2 + Inflow3 = 10 + 15 + 15 = 40$ ，此設計案例已完成基本測試與驗證。

根據第二章所述之問題定義、系統描述及因果回饋圖等基本概念與分析上述基本模型測試的工作完成，接著即可進行實際模型的建置，本研究所建置的大甲溪與大安溪模型如圖 3.3.1-14 所示。配合圖 3.2-1 台中地區水源調配系統圖之相關入流量代碼如表 3.3.1-1 所示。

表 3.3.1-1 台中地區水源調配系統圖之相關入流量代碼說明

代碼	說明	代碼	說明
Inflow1	大甲溪入流量	Supply5	石岡壩灌區供水量
Inflow2	志樂壩引水量	Supply7	大甲溪下游灌區供水量
Inflow3	未控制流量(小雪溪及十文溪)	Supply8	石岡壩供應台中地區用水供水量
Inflow4	大安溪入流量	Supply12	士林堰灌區供水量
Inflow5	景山溪入流量	Supply14	三灌圳灌區供水量
Inflow6	雪山坑溪入流量	Supply22	鯉魚潭水庫供應台中地區用水供水量
Supply3	大甲溪上游灌區供水量	Supply24	鯉魚潭灌區供水量

3.3.2 模型模擬規則與相關資料使用說明：

經參考『大安溪與大甲溪水資源聯合運用初步規劃報告』[20]內容其模擬規則與相關資料說明整理如下：

- 大甲溪：

1. 德基水庫採用現行發電規線並考量尖峰發電量
2. 石岡壩庫容相對於德基水庫庫容來的小很多，故將石岡壩設定為無蓄水能力之攔河堰
3. 下游生態基流量為 6.44cms
4. 豐原淨水場處理能力為 85 萬 CMD

- 大安溪：

1. 鯉魚潭水庫不考慮規線操作
2. 景山堰、後池堰、士林堰視為無蓄水能力之攔河堰
3. 鯉魚潭淨水場處理能力為 85 萬 CMD
4. 鯉魚潭淨水場供應苗栗地區 13 萬 CMD

- 聯合營運：

大甲溪水源先供應大台中地區用水，不足量再由鯉魚潭水庫供應供應，大台中地區用水滿足後，才供應苗栗地區用水。

- 輸入資料：

農業用水：對於未來之農業用水量之考量，本研究將依據政府政策，即未來之農業用水量將以維持現況之用水量為原則，因此本研究將以民國 92 年之農業下游保留水量(其定義為農業用水登記水權量與農業計畫用水量較少者)視為未來之農業用水。

公共用水：根據民國 94 年之“多元化水源開發綱領計畫書”現況公共需求量為 130 萬 CMD；目標年 110 年中成長為 168.3 萬 CMD；目標年 110 年高成長為 209.7 萬 CMD。

3.4 結果分析

本研究將以公共用水年缺水指數 SI，作為模擬結果分析的標準。其定義為[Hydrologic Engineering Center, 1966, 1975]：(來源:美國陸軍工程師團)

$$SI = \frac{100}{N} \sum_{t=1}^N \left(\frac{S_t}{D_t} \right)^2 \text{----- (3.4-1)}$$

其中 N =總模擬時刻

S_t =各時刻缺水量

D_t =各時刻需求量



(3.4-1)式中各時期之長短待使用者定義，可分為日、旬或年，本研究將沿用國內一般之定義，各時期以年為計算單位。惟本研究之系統操作模擬時將採用旬操作。

依據圖 3.3.3-14 大甲溪與大安溪水源調配之系統模型配合模擬規則其模擬結果與缺水分佈圖如表 3.4-1 與圖 3.4.-2~3 所示。由圖表可發現現況與目標年 110 年中成長需求時之缺水情況尚在容忍範圍 ($SI < 1$)，但若面臨目標年 110 年高成長需求，年缺水指數已經高達 5.981，顯示以目前的系統並無法完全滿足高成長需求量，且隨著需求的增加，亦可發現缺水頻率和缺水量亦隨之增加。

表 3.4-1 以目前系統供應或各目標年水源調配成果比較表

(缺水指數)

民國	現況(94 年)	110 年(中成長)	110 年(高成長)
需求量(萬 CMD)	130.00	163.80	209.70
年 SI	0.30	0.98	5.98

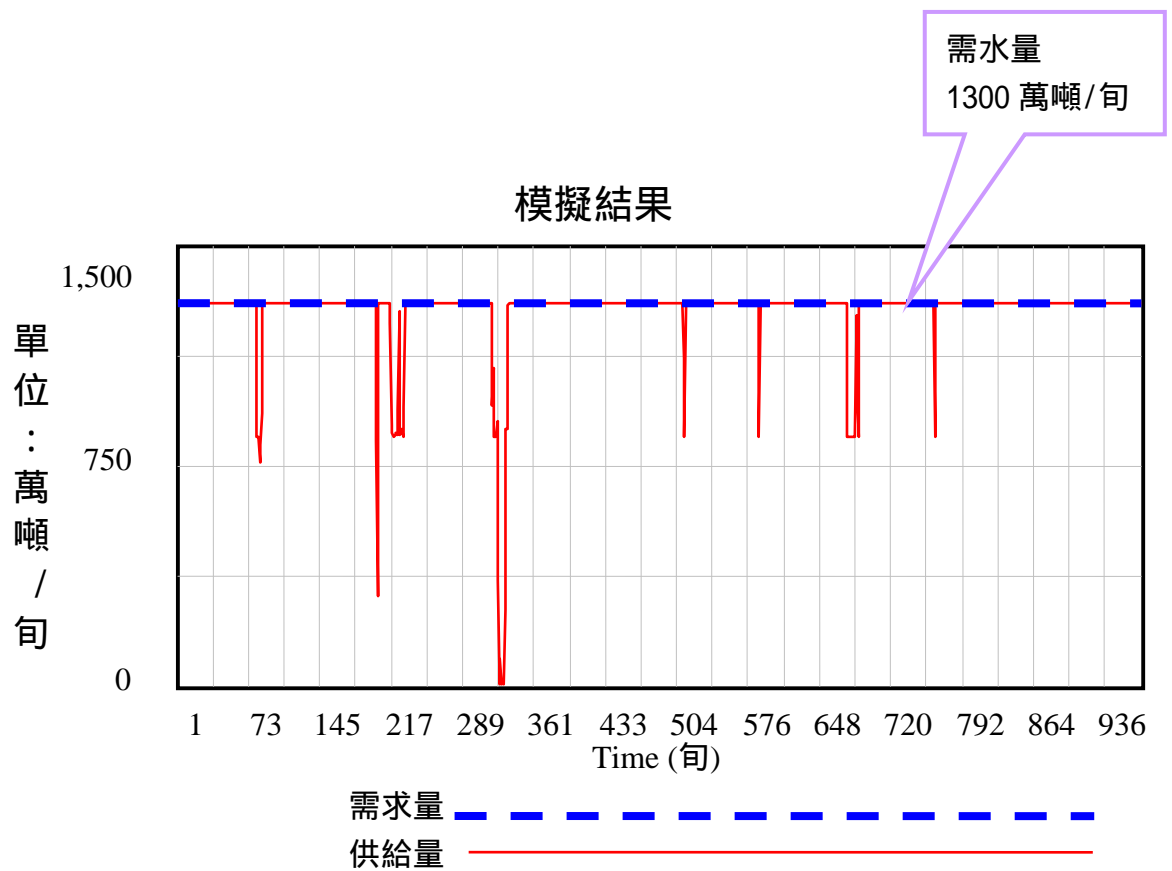


圖 3.4-1 目前系統供應現況需求之供給與需求比較圖

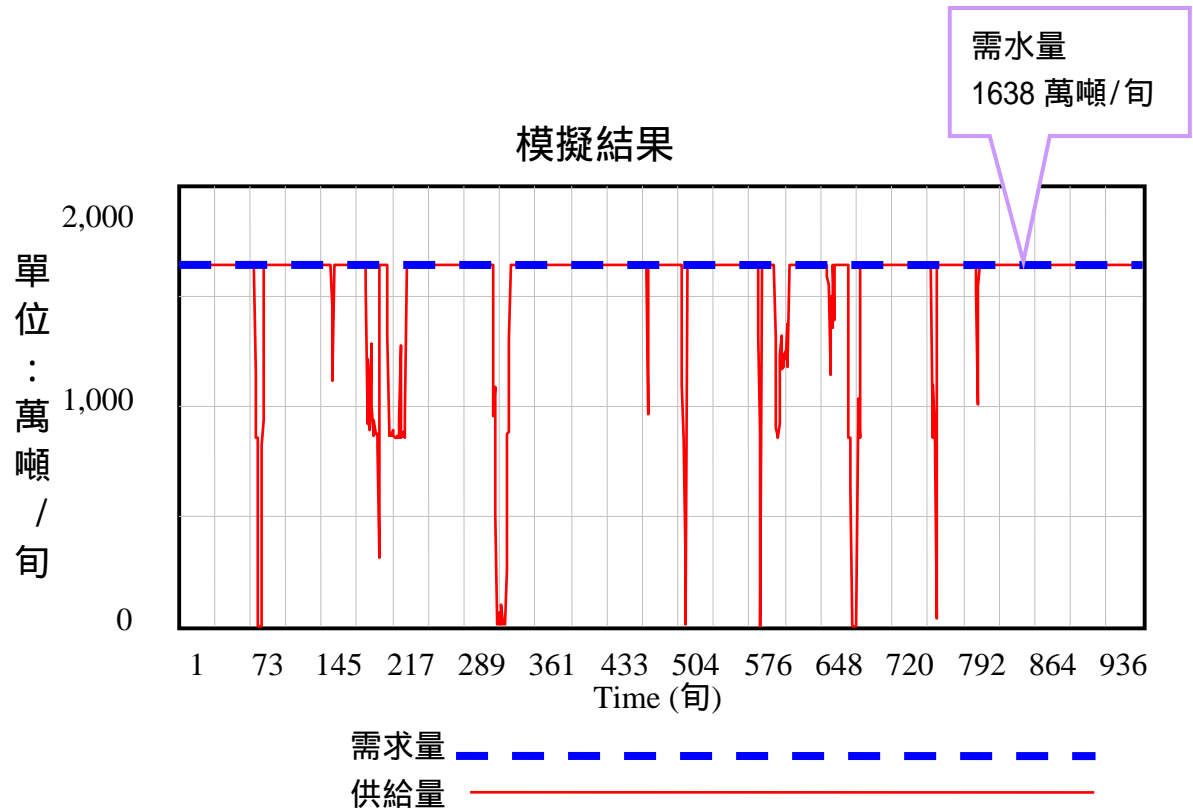


圖 3.4-2 目前系統供應 110 年中成長之供給與需求比較圖

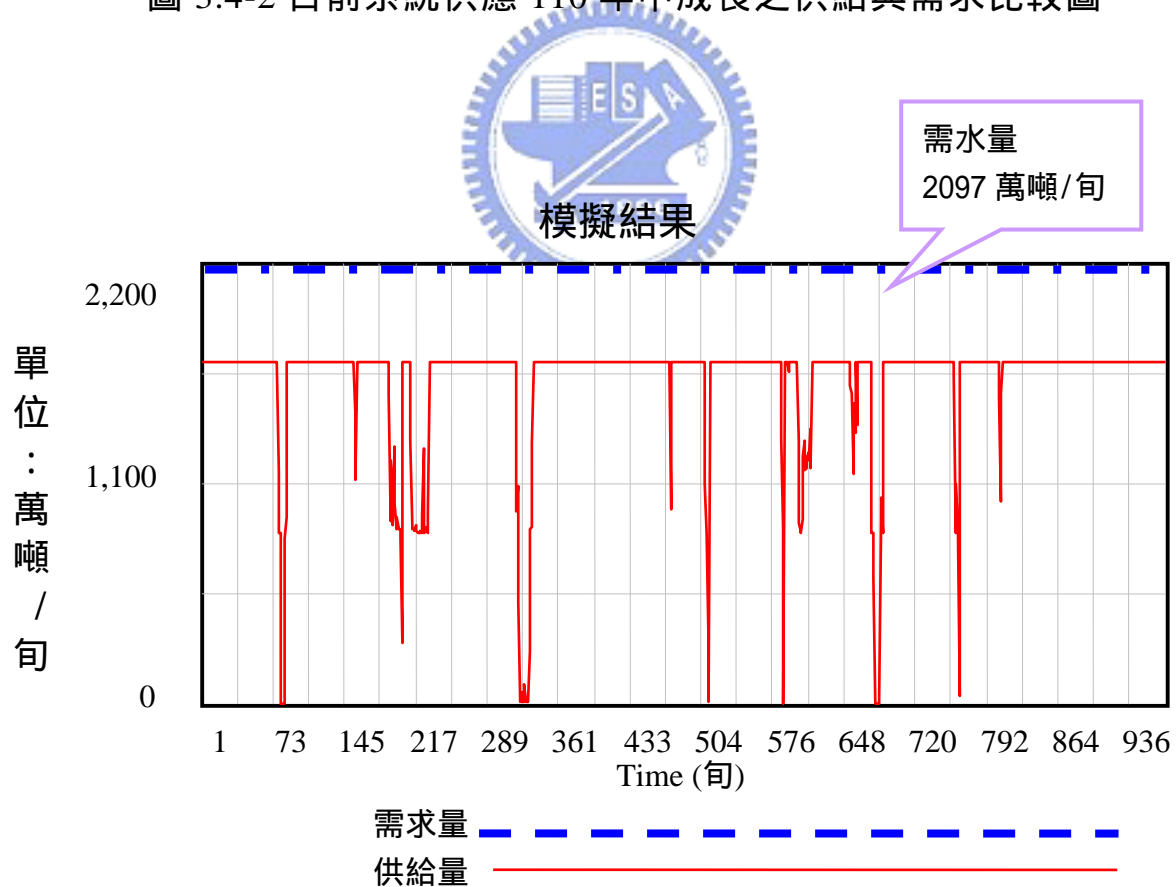


圖3.4-3目前系統供應110年高成長之供給與需求比較圖

第四章 多元化水源整體調配模式

本研究所研擬的多元化水源開發模型有兩種，分別為廢污水回收再利用與人工湖其相關資料索取與諮詢協助單位分別為台中市建設局與經濟部水利署水利規劃試驗所。以下將分別詳細介紹廢污水回收再利用與人工湖的相關模型建置。

4.1 廢污水回收再利用

4.1.1 模型概念與背景說明

現行「水污染防治法」第二條中對於廢水、污水及廢污水處理設施之定義為：

- 廢水:指事業於製造操作自然資源開發過程中，或作業環境所產生含有污染物之水。
- 污水 :指事業以外所產生含有汙染物之水。
- 廢(污)水處理設施:指廢污水為符合「水污染防治法」管制標準而以生物、化學、物理方法處理之設施。

依據內政部營建署統計推估截至 93 年 6 月台灣地區公共汙水下水道普及率為 1.5%，另專用污水下水道普及率 7.1%，建築物污水處理設施設置率 4.8%，整體總污水處理率 13.3%，全國現有之都市污水處理場共 18 座，如表 4.2.1-1。因都市污水廠之放流水水質較佳，再生時大都不需使用薄膜系統(亦無濃縮水問題)，因此，可回收使用率依「台灣地區廢污水再利用潛勢整體評估」[30]訂為 100%，由表 4.2.1-1 可知福田水資源回收中心的再生潛能與中區其他 4 廠的規模有極懸殊的差距且其位置在大台中地區，故本研究之廢污水回收再利用策略即以福田水資源回收中心作為模型建置的對象。

表 4.1.1-1 全台都市污水廠處理潛能量

區別	處理廠名稱	現有最大再生潛勢(CMD)	現有可再生潛勢(CMD)	處理方式
北區(7 廠)	基隆市六堵	22,000	22,000	二級處理
	台北市內湖廠	150,000	38,000	二級處理
	台北縣八里廠	1,320,000	638,000	一級處理
	台北縣直潭廠	3,200	1,250	二級處理
	台北縣坪林廠	4,000	700	二級處理
	台北林口南區廠	17,500	7,500	二級處理
	台北縣烏來	1,300	1,000	二級處理
	合計	1,518,000	708,450	—————
中區(5 廠)	南投縣中正廠	3,500	1,136	二級處理
	南投縣內轆廠	1,200	667	二級處理
	台中市福田廠	87,500	50,000	二級處理
	台中市黎明廠	2,400	1,500	二級處理
	南投縣溪頭廠	1,000	1,000	二級處理
	合計	95,600	54,303	—————
南區(6 廠)	台南市安平廠	132,000	85,000	二級處理
	高雄市中區廠	1,103,000	500,000	一級處理
	金門縣太湖廠	3,000	1,500	二級處理
	金門縣榮湖廠	3,000	1,800	二級處理
	金門縣金城廠	4,000	1,000	二級處理
	金門縣東林廠	500	500	二級處理
	合計	1,245,500	589,800	—————
總計(18 廠)		2,859,100	1,352,553	—————

資料來源:[30]

福田水資源回收中心(原名稱為台中第一污水處理廠)，位於台中市南區綠川與旱溪匯合處北岸，面積約 13.6 公頃，其收集污水之範圍包括林森路、梅川、英才路、力行路、進德路及建國路等，所圍成之現有繁華市區受益面積共 463 公頃，服務人口數約 23 萬人，主要收集範圍為家庭生活污水，圖 4.2.1 為其回收水輸送路線示意圖。目前實際污水處理量設計為 8.75 萬 CMD，截留柳川的河水，平均處理量 5 萬 CMD，再放流至綠川溪，由「台灣地區廢污水再利用潛勢整體評估」[30]報告中指出，福田污水廠回收水將來可提供台中市的綠地澆灌所需回收水使用量約 0.4 萬 CMD，若有剩餘還可提供筏子溪知高圳灌溉使用，以交換水權。在成本估算方面，其供水成本管線部份約 24,000 萬元，加壓站部份約為 4,000 萬元，如土建及管線成本分 30 年攤提，設定利息為 6%，加壓站部分之土建費用佔建設費用之 40% 約 1,600 萬元，加壓站部份之機械 電氣設備成本佔建設費用之 60%，約 2,400 萬元分 10 年攤提，代入利率公式可計算出土建及管線每年攤提成本為 1,860 萬元，機械電器設備每年攤提 326 萬元，總計固定成本每年約 2,302 萬元，如換算為每噸供水之固定成本，約為 0.73 元/噸。另外在每年運轉維護費用部分，如以總工程費用之 4% 計算，每年約需要 1,120 萬元，如換算為每噸供水之操作維護成本，約為 0.36 元/噸。總計每噸水之成本約為 1.09 元/噸，表 4.2.1-2 為以上成本估算整理。(資料來源: [30])

表 4.1.1-2 福田水資源回收中心污水回收再利用成本估算表

成本費用項目	費用(億元)	每年攤提費用(萬元)
輸配水管線費用(年限 30 年)	2.40	1,744.00
加壓站土建費用(年限 30 年)	0.16	116.00
加壓站機械電氣費用(年限 10 年)	0.24	326.00
每年操作維護成本 *	—	1,120.00
廢水回收再利用總工程費	2.80	3306

註 *：操作維護成本不含抽水站操作電費約 3 元/KWH 資料來源: [30]



圖 4.1.1-1 福田水資源回收中心示意圖

資料來源: 台中市政府電子地圖

4.1.2 模式設計

假設家庭污水會經由污水道至福田水資源回收中心而不會排至河川污染水質，待處理過後的水除可拿來提供大台中室外生活用水(室外澆灌的需水量)，其剩餘水量還可供知高圳灌溉使用(假定已修法可提供農業用水與室外生活用水)，依上述原則模型設計如圖 4.1.2-1，模型中各項變數輸入值與方程式如表 4.1.2 所示：

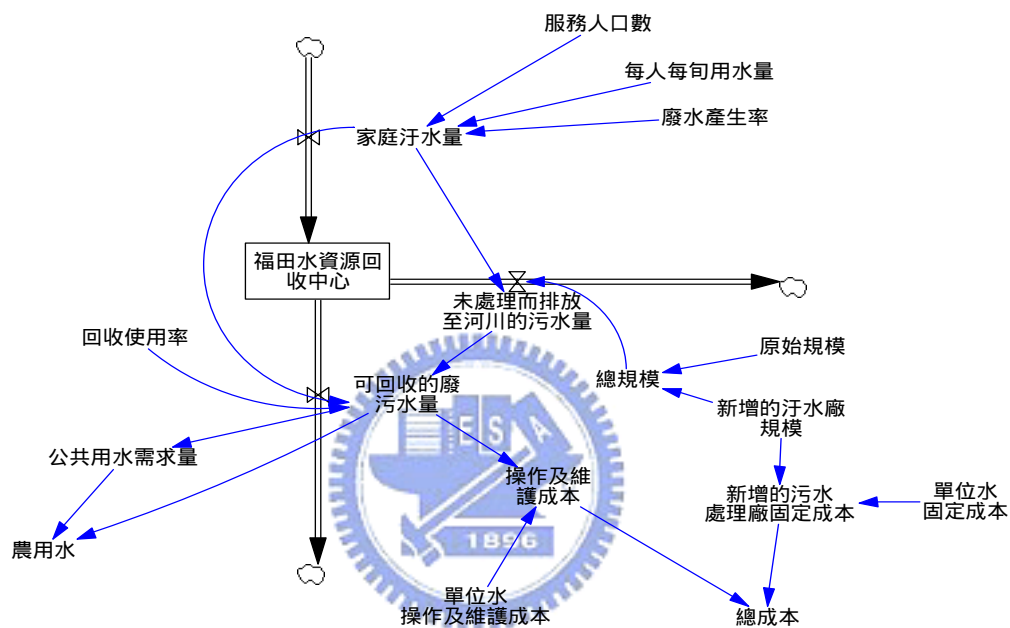


圖 4.1.2-1 廢污水回收模型

表 4.1.2 廢污水回收模型內建方程式與變數預設值

服務人口數(人)	230000
每人每旬用水量(萬噸)	0.00028
廢水產生率	0.8
家庭污水量(萬噸/旬)	服務人口數*每人每旬用水量*廢水產生率
福田水資源回收中心(萬噸)	家庭汙水量-未處理而排放至河川的污水量-可回收的廢污水量, 初始值 = 0
未處理而排放至河川的廢水量(萬噸/旬)	IF THEN ELSE(家庭汙水量>總規模, 家庭汙水量- 總規模, 0)
可回收的廢污水量(萬噸/旬)	(家庭汙水量-未處理而排放至河川的污水量)*回收使用率
回收使用率	1
公共用水需求量(萬噸/旬)	IF THEN ELSE(可回收的廢污水量>4 , 4 , 可回收的廢污水量)
農業用水(萬噸/旬)	IF THEN ELSE(可回收的廢污水量>4, 可回收的廢污水量-公共用水需求量 ,0)
原始規模(萬噸/旬)	87.5
新增污水廠規模(萬噸/旬)	0
總規模(萬噸/旬)	原始規模 + 新增污水廠規模
單位水的固定成本(元/萬噸)	7300
單位水的操作及維護成本(元/萬噸)	3600
新增的固定成本(萬元)	新增污水廠規模*單位水的固定成本
操作及維護成本(萬元)	單位水操作及維護成本*可回收的廢污水量
總成本(萬元)	新增的固定成本+操作及維護成本

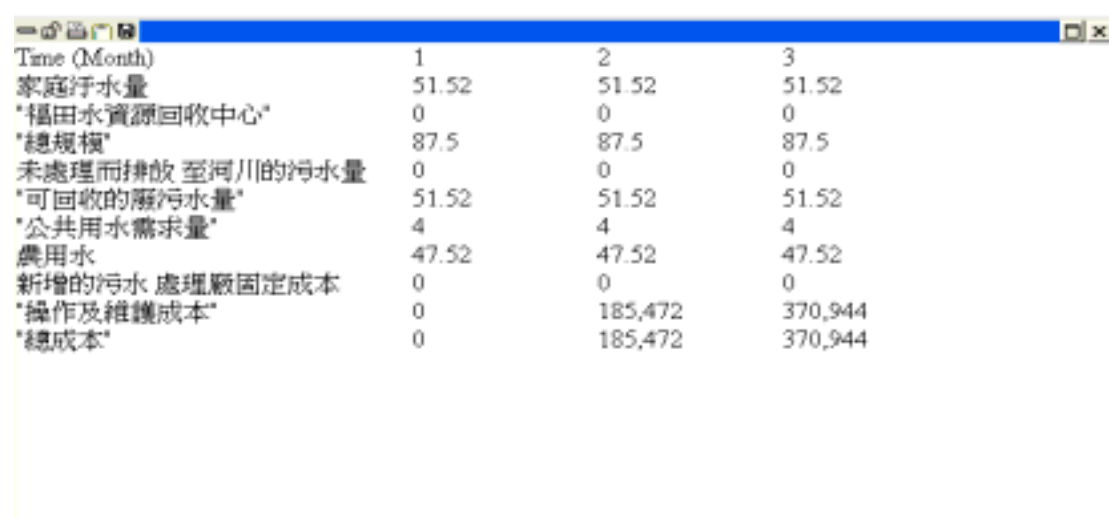
4.1.3 模型測試

案例一：

將新增的污水廠規模設定為 0 萬噸/旬(0 萬噸/日)，服務人口數 23 萬人，根據質量守恆原理，透過 Excel 計算結果如表 4.2.3-1 所示，而所建置完成之廢污水回收模型配合表 4.1.2 廢污水回收流圖內建方程式與變數預設值，其模擬結果如圖 4.1.3-1 所示，。

表 4.1.3-1 廢污水回收案例一以 EXCEL 計算之結果

時間	1	2	3
家庭污水量(萬噸/旬)	51.50	51.50	51.50
福田水資源回收中心(萬噸)	0.00	0.00	0.00
總規模(萬噸/旬)	87.50	87.50	87.50
未處理而排放至河川的汙水量(萬噸/旬)	0.00	0.00	0.00
可回收的廢污水量(萬噸/旬)	51.50	51.50	51.50
公共用水需求量(萬噸/旬)	4.00	4.00	4.00
農業用水(萬噸/旬)	47.50	47.50	47.50
新增的固定成本(萬元)	0.00	0.00	0.00
操作及維護成本(萬元)	0.00	18.55	37.09
總成本(萬元)	0.00	18.55	37.09



Time (Month)	1	2	3
家庭汙水量	51.52	51.52	51.52
"福田水資源回收中心"	0	0	0
"總規模"	87.5	87.5	87.5
未處理而排放 至河川的汙水量	0	0	0
"可回收的廢汙水量"	51.52	51.52	51.52
"公共用水需求量"	4	4	4
農用水	47.52	47.52	47.52
新增的汙水 處理廠固定成本	0	0	0
"操作及維護成本"	0	185,472	370,944
"總成本"	0	185,472	370,944

圖 4.1.3-1 廢污水回收案例一之 VENSIM 模擬結果

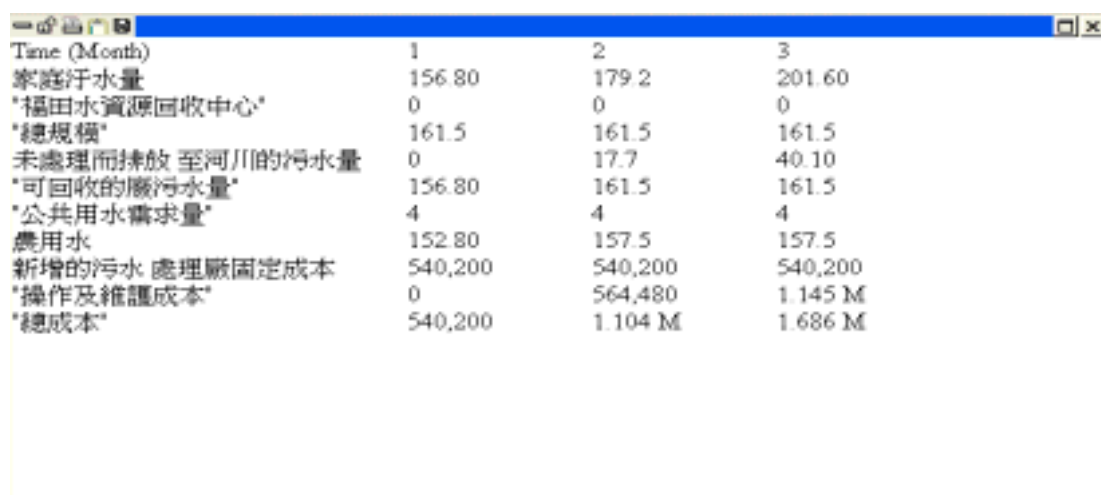
本案例一以圖 4.1.3-1 所示之廢污水回收水模型模擬結果與驗證案例表 4.1.3-1 以 EXCEL 所計算結果相符合。

案例二：

將新增的污水廠規模為 74 萬噸/旬(7,4000CMD)，而服務人口數為隨時間改變的變量:60 萬、70 萬、80 萬，根據質量守恆原理，透過 Excel 計算出來的各項變數值如表 4.2.3-2 所示：

表 4.1.3-2 廢污水回收案例二以 EXCEL 計算之結果

時間	1	2	3
家庭污水量(萬噸/旬)	156.80	179.20	201.60
福田水資源回收中心(萬噸)	0.00	0.00	0.00
總規模(萬噸/旬)	161.50	161.50	161.50
未處理而排放至河川的汙水量(萬噸/旬)	0.00	17.70	40.10
可回收的廢污水量(萬噸/旬)	156.80	161.50	161.50
公共用水需求量(萬噸/旬)	4.00	4.00	4.00
農業用水(萬噸/旬)	152.80	157.50	157.50
新增的固定成本(萬元)	54.02	54.02	54.02
操作及維護成本(萬元)	0.00	56.45	114.59
總成本(萬元)	54.02	110.47	168.61



Time (Month)	1	2	3
家庭汙水量	156.80	179.2	201.60
"福田水資源回收中心"	0	0	0
"總規模"	161.5	161.5	161.5
未處理而排放 至河川的汙水量	0	17.7	40.10
"可回收的廢汙水量"	156.80	161.5	161.5
"公共用水需求量"	4	4	4
農用水	152.80	157.5	157.5
新增的汙水 處理廠固定成本	540,200	540,200	540,200
"操作及維護成本"	0	564,480	1.145 M
"總成本"	540,200	1.104 M	1.686 M

圖 4.1.3-2 廢污水回收案例二之 VENSIM 模模擬結果

本案例一以圖 4.1.3-1 所示之廢污水回收水模型模擬結果與驗證案例表 4.1.3-1 以 EXCEL 所計算結果相符合。所建置之廢污水回收模式已完成基本測試與驗證。

4.2 人工湖

4.2.1 模型概念與背景系統說明

人工湖係指在平原之地面上或地面下建造之人為蓄水設施，一般位於地勢較平坦之平原區，係以挖掘或挖掘與填築的方式興建，因其深度不如山區水庫需要廣大的面積，且兼具供水防洪、觀光與地下水補注的功能故可為一可行的多元化水源開發之策略。為因應日後中科三期用水遽增(預估最大約為 17.1 萬 CMD)，須另覓新水源供應。但因現階段水資源政策在考量環保意識高漲，及水庫推動不易情形下，水利署擬於大甲溪中下游利用休耕農地或公有地興建平地水庫(人工湖)，擬定台中人工湖策略與初步規劃方案，以因應台中地區未來之用水需求。其計畫工作範圍為大甲溪流域中下游，主要行政區域包含台中縣后里鄉及外埔鄉，人工湖位置如圖 4.2.1-1 所示，初步設計的面積約 313.4 公頃，總蓄水體積約 2,839 萬噸，保留蓄水體積 262 萬噸，有效庫容 2,577 萬噸，年供水量 7,300 萬噸。台中人工湖水源演算模擬之系統架構如圖 2.2.1-2 所示。成本分析以施工期限 3 年，年平均利率為 6%，使用期限為 30 年估算，詳如表 4.2.1-1 所示，則年計成本為 59,200 萬元。

本研究因未考慮八寶堰，故採用無興建八寶堰的工程估算方案如表 4.2.1-1，總成本為 635,000 萬元，換算固定成本約 223.67 元/噸，操作及維護成本為 0.07 元/噸(年運轉維護費/年供水量)，再加上淨水場處理水的成本 10.96 元/噸[21]則為其總單位水操作及維護成本，即 11.03 元/噸。

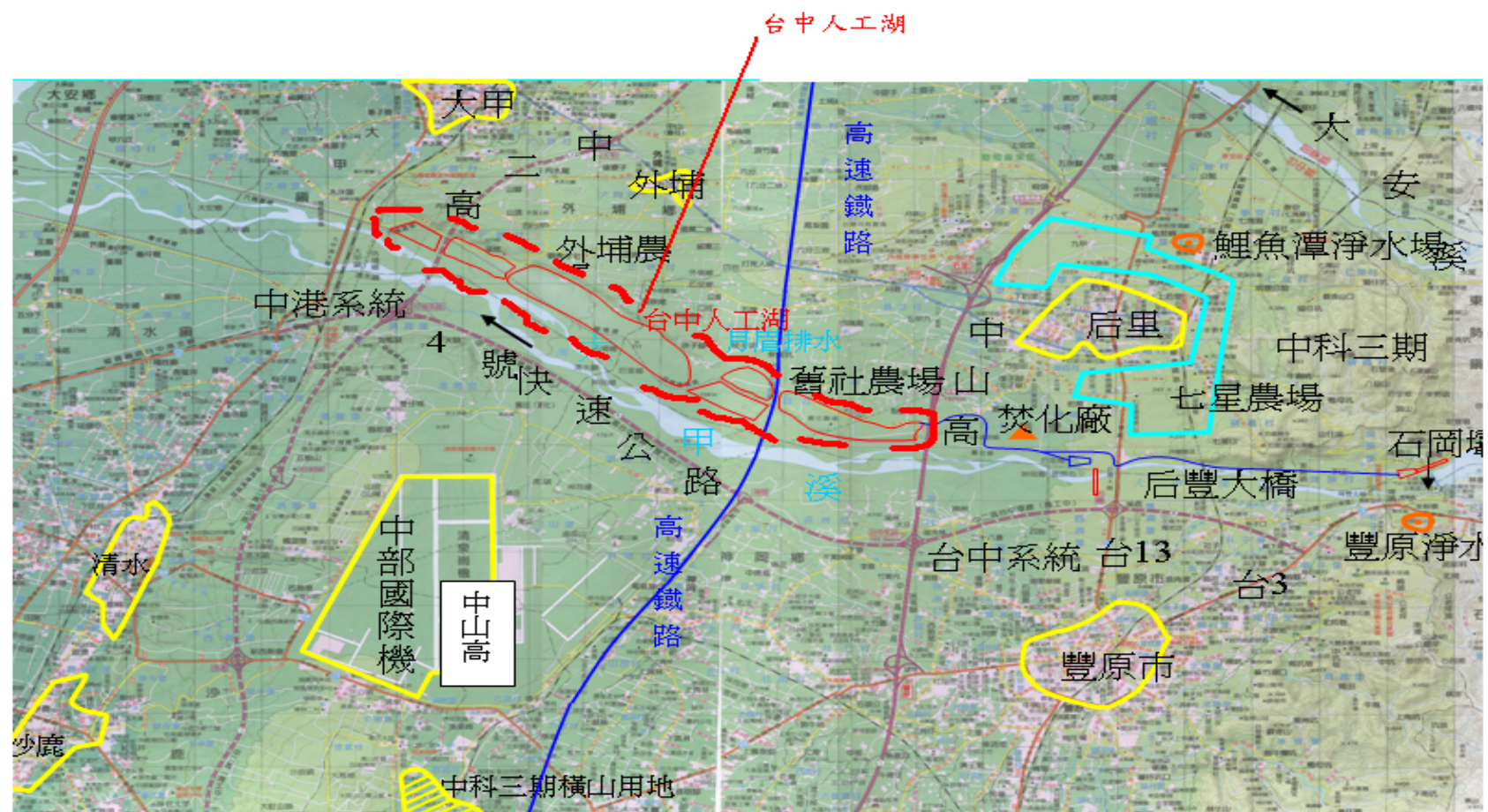


圖 4.2.1 台中大湖位置圖

資料來源: [2]

表 4.2.1-1 台中人工湖年計成本估算表

成本項目	年成本(百萬元)	備註
年利息	422.60	施工期限以 3 年估算
年償還金	79.00	分析期限以 30 年估算
年中期換新準備金	52.30	直接工程費之 1%
年稅捐及保險費	32.40	直接工程費之 0.62%
年運轉維護費	5.20	直接工程費之 1%
合計	591.50	

資料來源[21]

表 4.2.1-2 台中人工湖未興建八寶堰工程估算表

工程項目	工程費(百萬元)	備註
引水隧道	94.00	管長: 400m 直徑:6.0m
輸水明渠	240.00	
取水口	65.00	
沈砂池	170.00	
輸水管路	510.00	
人工湖	1,400.00	
人工湖土堤	2,210.00	堤長 22,100m
用地費	1,123.00	河川公地每公頃 350 萬 台糖公司每公頃 2,000 萬 私有地每公頃 2,500 萬
小計		直接工程費 4,689 百萬
間接工程費	1,406.00	直接工程費之 30%
工程預備費	938.00	直接工程費之 20%
合計	6,350.00	

資料來源: [21]

4.2.2 模式設計

在規劃開發之初須針對供水效益作為主要評估及考量之重點，其次才為附屬效益之考慮，如此方符合水源開發之意義。依照系統圖 2.2.1-2，設計模式承接石岡壩的剩餘流量，超過最大蓄水體積時則有溢流量流至下游進入台灣海峽。由於未有相關地下水交換量資料，目前暫以封底看待。依上述原則所設計的模型變數輸入值與方程式如圖 4.2.2-1、表 4.2.2-1 所示：

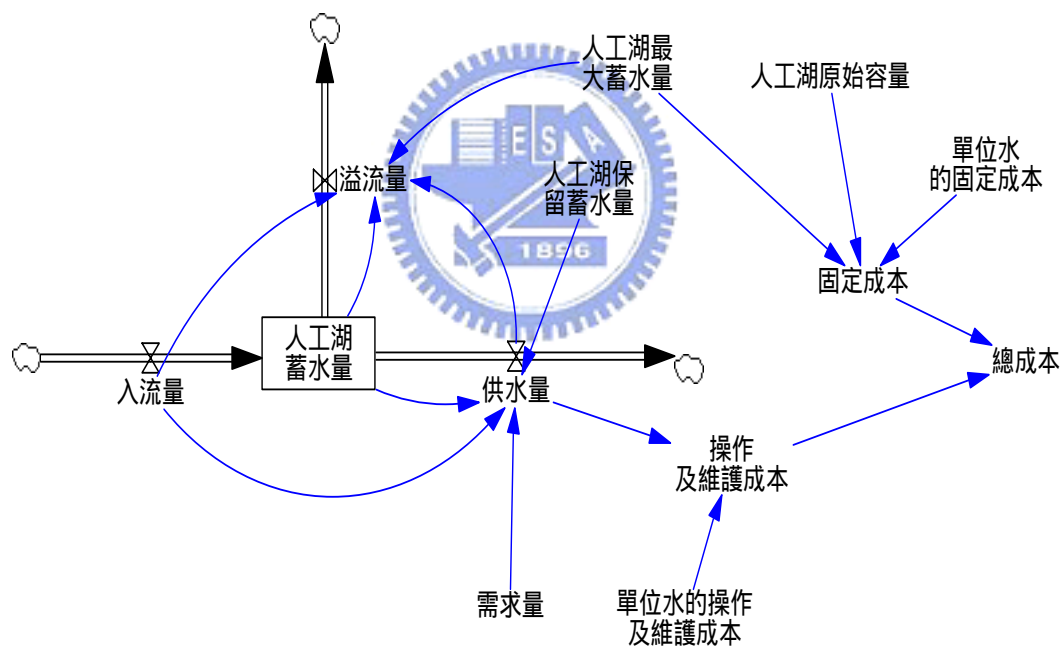


圖 4.2.2-1 人工湖模型

表 4.2.2-1 人工湖模型內建方程式與變數預設值

人工湖最大蓄水量(萬噸)	2,839
人工湖保留蓄水量(萬噸)	262
人工湖蓄水量(萬噸)	入流量-溢流量-供水量，初始值=262
人工湖原始容量(萬噸)	0
溢流量(萬噸/旬)	IF THEN ELSE(入流量+人工湖蓄水量-供水量>人工湖最大蓄水量，入流量+人工湖蓄水量-供水量-人工湖最大蓄水量，0)
需求量(萬噸/旬)	171
供水量(萬噸/旬)	IF THEN ELSE(入流量+人工湖蓄水量<人工湖保留蓄水量,0,IF THEN ELSE(入流量+人工湖蓄水量-人工湖保留蓄水量>需求量，入流量+人工湖蓄水量-人工湖保留蓄水量))
單位水固定成本(元/萬噸)	2,236,700
單位水操作及維護成本(元/萬噸)	110,300
固定成本(萬元)	單位水固定成本*(人工湖最大蓄水量-人工湖原始容量)
操作及維護成本(萬元)	單位水操作及維護成本*供水量，初始值=0
總成本(萬元)	固定成本+操作及維護成本

4.2.3 模式測試

案例一：

將入流量為 3,000 萬噸/旬(3,000,000CMD) , 人工湖最大蓄水量為 2,839 萬噸 , 根據質量守恆原理 , 透過 Excel 計算出來的各項變數值如表 4.3.3-1 所示:

表 4.2.3-1 人工湖案例一以 EXCEL 計算之結果

時間	0	1	2	3
人工湖蓄水量(萬噸)	262	2,839	2,839	2,839
溢流量(萬噸/旬)	252	2,829	2,829	2,829
供水量(萬噸/旬)	171	171	171	171
固定成本(萬元)	634,999	634,999	634,999	634,999
操作及維護成本(萬元)	0	0.19	0.38	0.57
總成本(萬元)	634,999	636,885	638,771	640,657

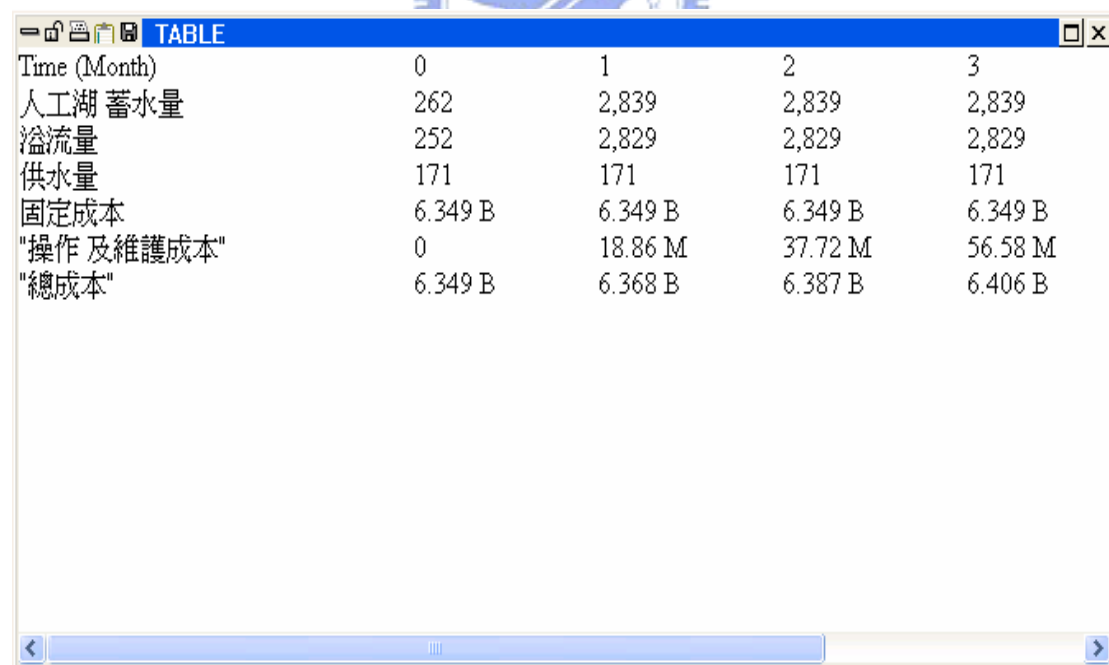


TABLE	0	1	2	3
Time (Month)	0	1	2	3
人工湖蓄水量	262	2,839	2,839	2,839
溢流量	252	2,829	2,829	2,829
供水量	171	171	171	171
固定成本	6.349 B	6.349 B	6.349 B	6.349 B
"操作及維護成本"	0	18.86 M	37.72 M	56.58 M
"總成本"	6.349 B	6.368 B	6.387 B	6.406 B

圖 4.2.3-1 人工湖案例一之 VENSIM 模擬結果

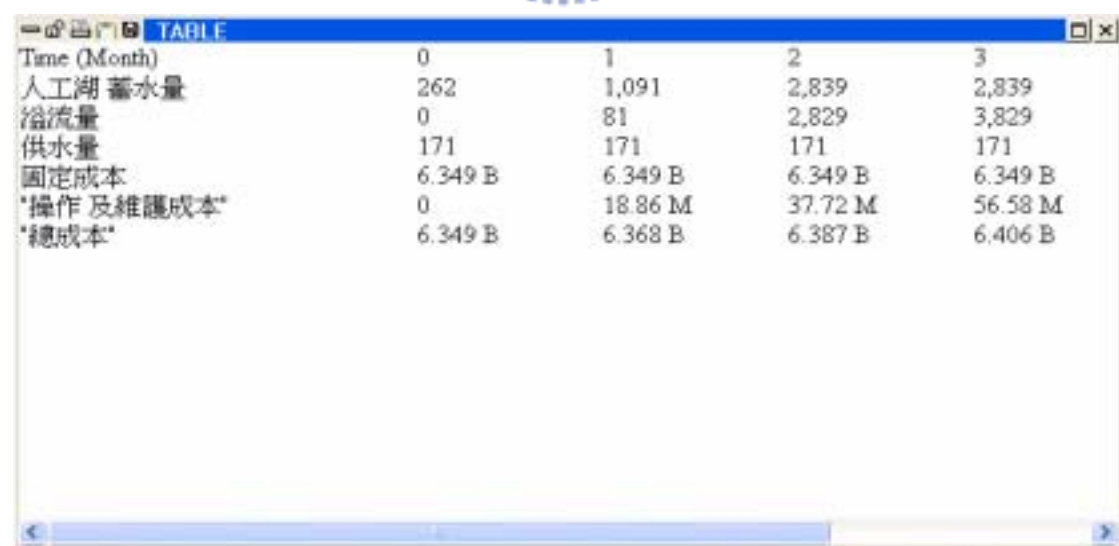
本案例一以圖 4.2.3-1 所示之人工湖模型模擬結果與驗證案例 4.2.3-1 以 EXCEL 所計算結果相符合。

案例二：

將入流量改為隨時間變化，其各時刻之入流量分別為 1,000 萬噸/旬(1,000,000CMD)、2,000 萬噸/旬(2,000,000CMD)、3,000 萬噸/旬(3,000,000CMD)、4,000 萬噸/旬(4,000,000CMD)，根據質量守恆原理，透過 Excel 計算出來的各項變數值如表 4.2.3-2

表 4.2.3-2 人工湖案例二以 EXCEL 計算之結果

時間	0	1	2	3
人工湖蓄水量(萬噸)	262	1091	2,839	2,839
溢流量(萬噸/旬)	0	81	2,829	3,829
供水量(萬噸/旬)	171	171	171	171
固定成本(萬元)	634,999	634,999	634,999	634,999
操作及維護成本(萬元)	0	1,886	3,772	5,658
總成本(萬元)	634,999	636,885	638,771	640,657



Time (Month)	0	1	2	3
人工湖蓄水量	262	1,091	2,839	2,839
溢流量	0	81	2,829	3,829
供水量	171	171	171	171
固定成本	6.349 B	6.349 B	6.349 B	6.349 B
操作及維護成本	0	18.86 M	37.72 M	56.58 M
總成本	6.349 B	6.368 B	6.387 B	6.406 B

圖 4.2.3-2 人工湖案例二之 VENSIM 模擬結果

本案例二以圖 4.2.3-1 所示之人工湖模型模擬結果與驗證案例表 4.2.3-1 以 EXCEL 所計算結果相符合。所建置之人工湖模型已完成基本測試與驗證。

4.3 系統整合

本節根據第二章所述之因果循環圖及圖 2.2.1-2 台中地區水源調配系統圖，以及前述之多元化水源進行整合，即可繪製出如圖 4.3-1 大甲溪流域多元化水源整體調配整合示意圖，本研究使用 VENSIM 軟體來建置模型，本模型由八個模型圖(View)所組成，所有模型名稱與展示及資料來源如表 4.3-1 表 4.3-2 與圖 4.3-2 4.3-9 所示。圖 4.3-2 為地表水系統大甲溪水源調配系統 VENSIM 模擬圖(view1)，主要是將圖 2.2.1-2 台中地區水源調配系統圖利用系統動力學的四個物件來建置模擬模型，圖 4.3-3~5 主要是設定圖 4.3-2 地表水系統大甲溪水源調配系統 VENSIM 模擬圖(view1)模擬模型的相關變數，圖 4.3-6 為計算計算缺水指數 SI(view5)，根據(3.4-1)

$$SI = \frac{100}{N} \sum_{t=1}^N \left(\frac{S_t}{D_t} \right)^2 \dots\dots\dots (式 3.4-1)$$

其中 N =總模擬時刻、 S_t =各時刻缺水量、 D_t =各時刻需求量

將台中地區用水量與缺水量累加計算，因本研究採用缺水指數 SI，日後若要改用其他指標可於本模型內更改為任何指標的計算式即可，圖 4.3-7 與圖 4.3-8 為本研究之人工湖與廢污水回收策略模型，圖 4.3-9 為計算各供水策略所花費的成本。

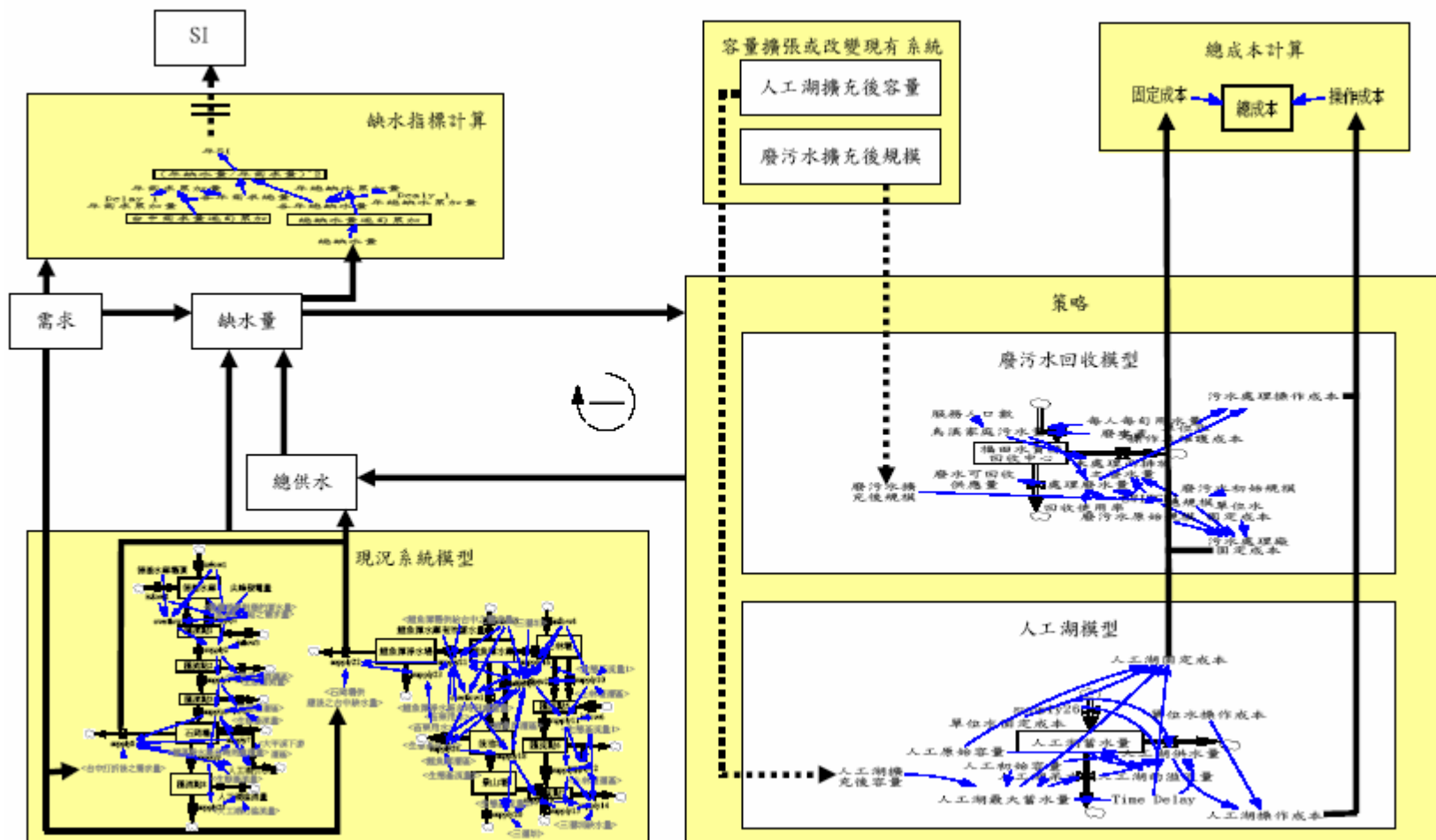


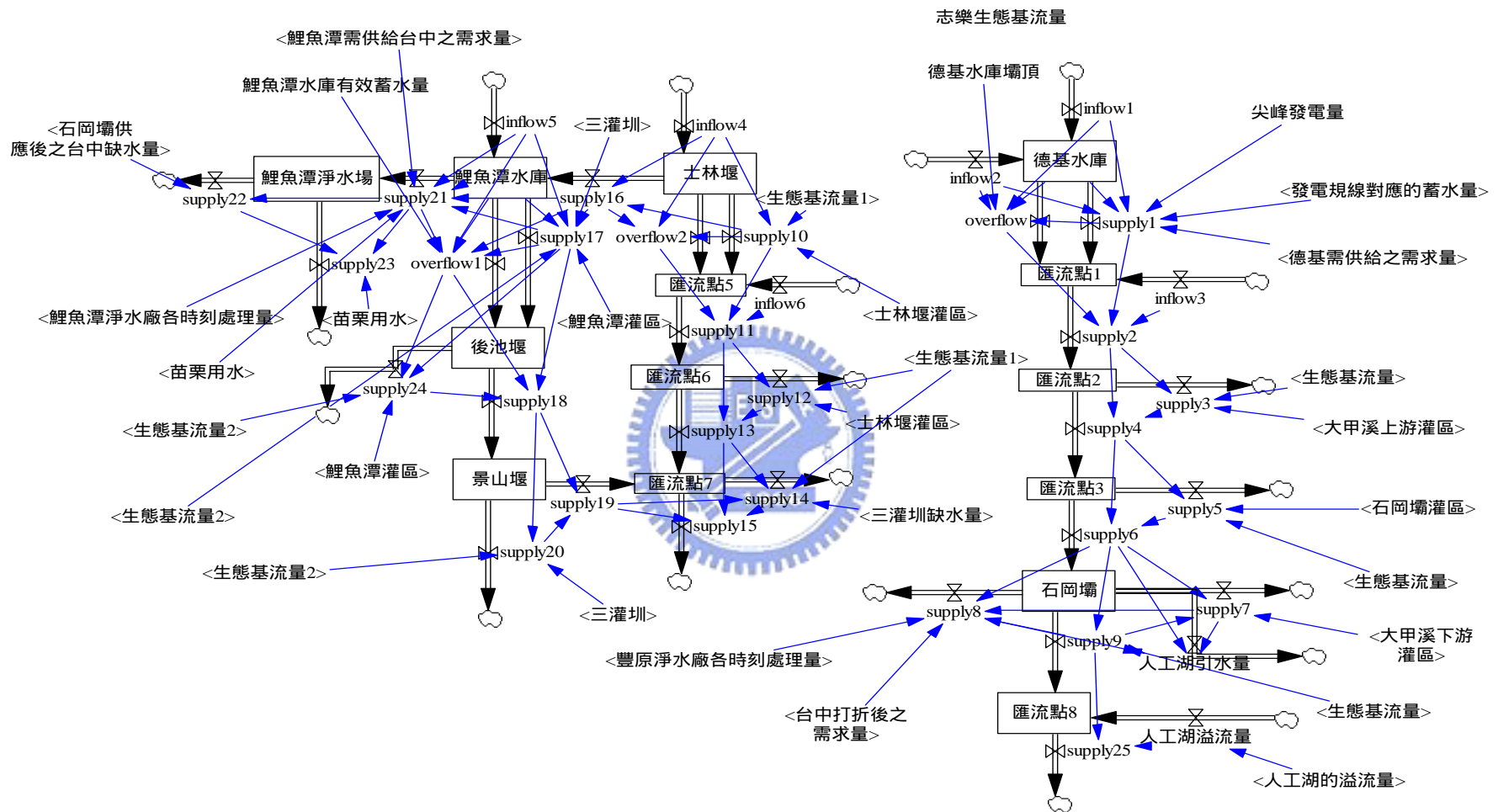
圖 4.3-1 大甲溪流域多元化水源整體調配整合示意圖

表 4.3-1 模擬模型圖名稱

名稱	說明
View1	地表水系統大甲溪水源調配系統模擬圖
View2	地表水系統大甲溪流域變數設定
View3	地表水系統大安溪流域變數設定
View4	地表水系統農業用水與淨水場成本變數設定
View5	計算缺水指數 SI
View6	人工湖供水系統
View7	廢污水回收供水系統
View8	計算總成本

表 4.3-2 模擬模型變數與資料來源

名稱	內容來源
inflow	入流量
supply	供給量
overflow	溢流量
公共用水需求量	多元化水源開發綱領計畫，經濟部水利署，民國 94 年。
人工湖	功能人工湖永續經營研究，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 93 年。
廢污水回收	台灣地區廢污水再利用潛勢整體評估工業技術研究院，工業技術研究院，民國 92 年。
農業用水	大安溪及大甲溪水資源聯合運用初步規劃報告，經濟部水利署中區水資源局，民國 94 年。
淨水廠處理能力	大安溪及大甲溪水資源聯合運用初步規劃報告，經濟部水利署中區水資源局，民國 94 年。



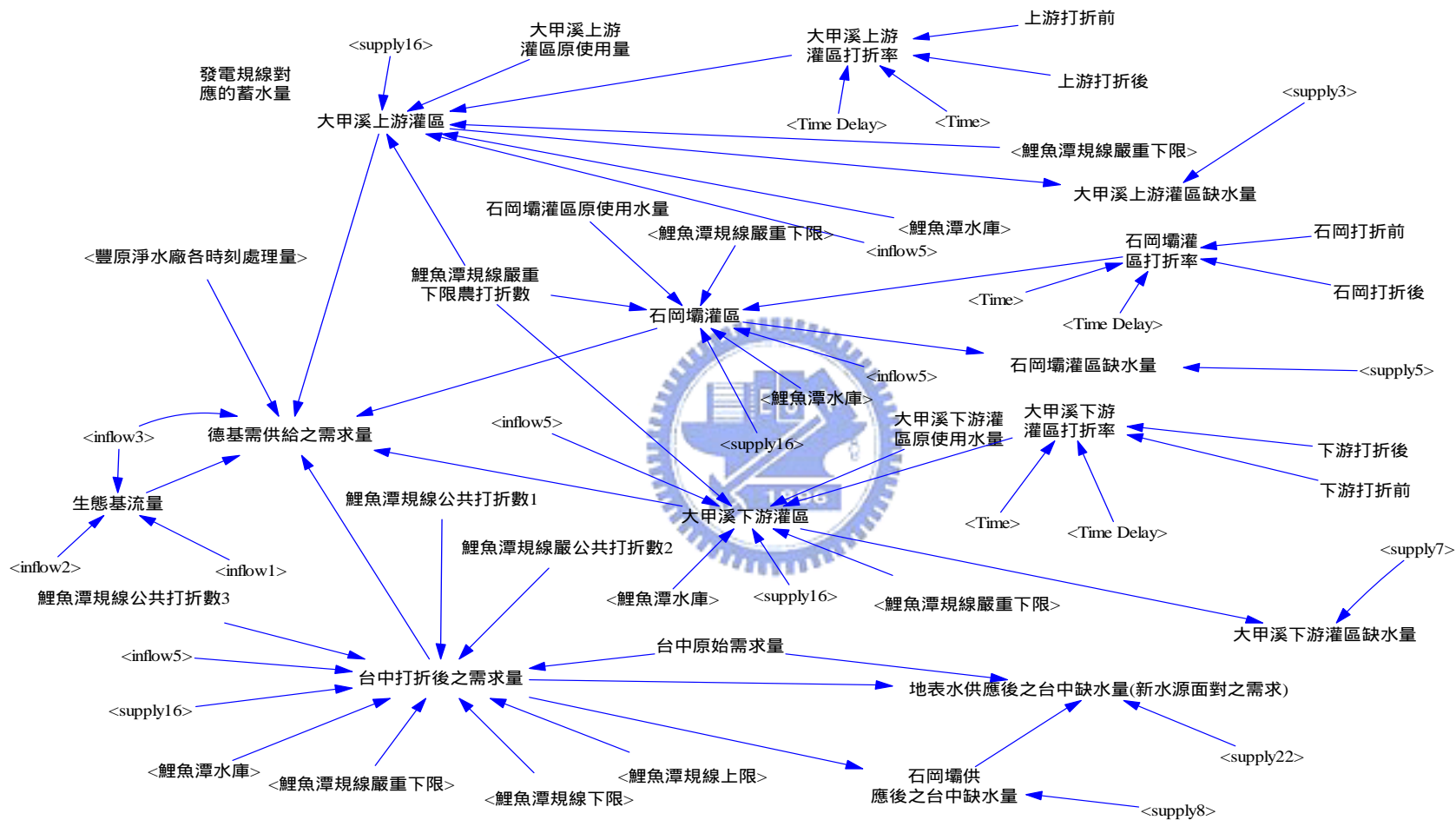


圖 4.3-3 大甲河流域變數設定(view2)

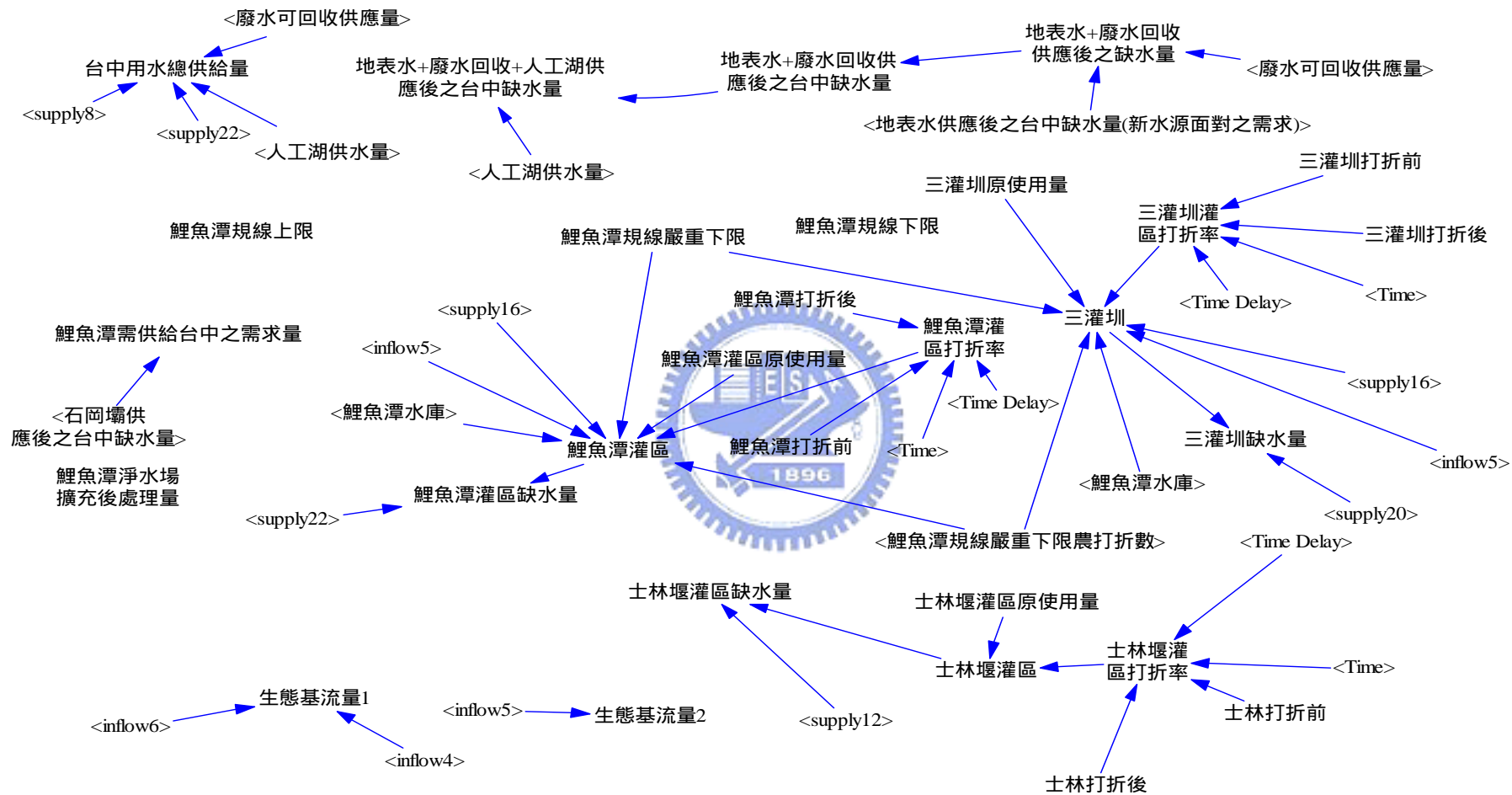


圖 4.3-4 大安溪流域變數設定(view3)

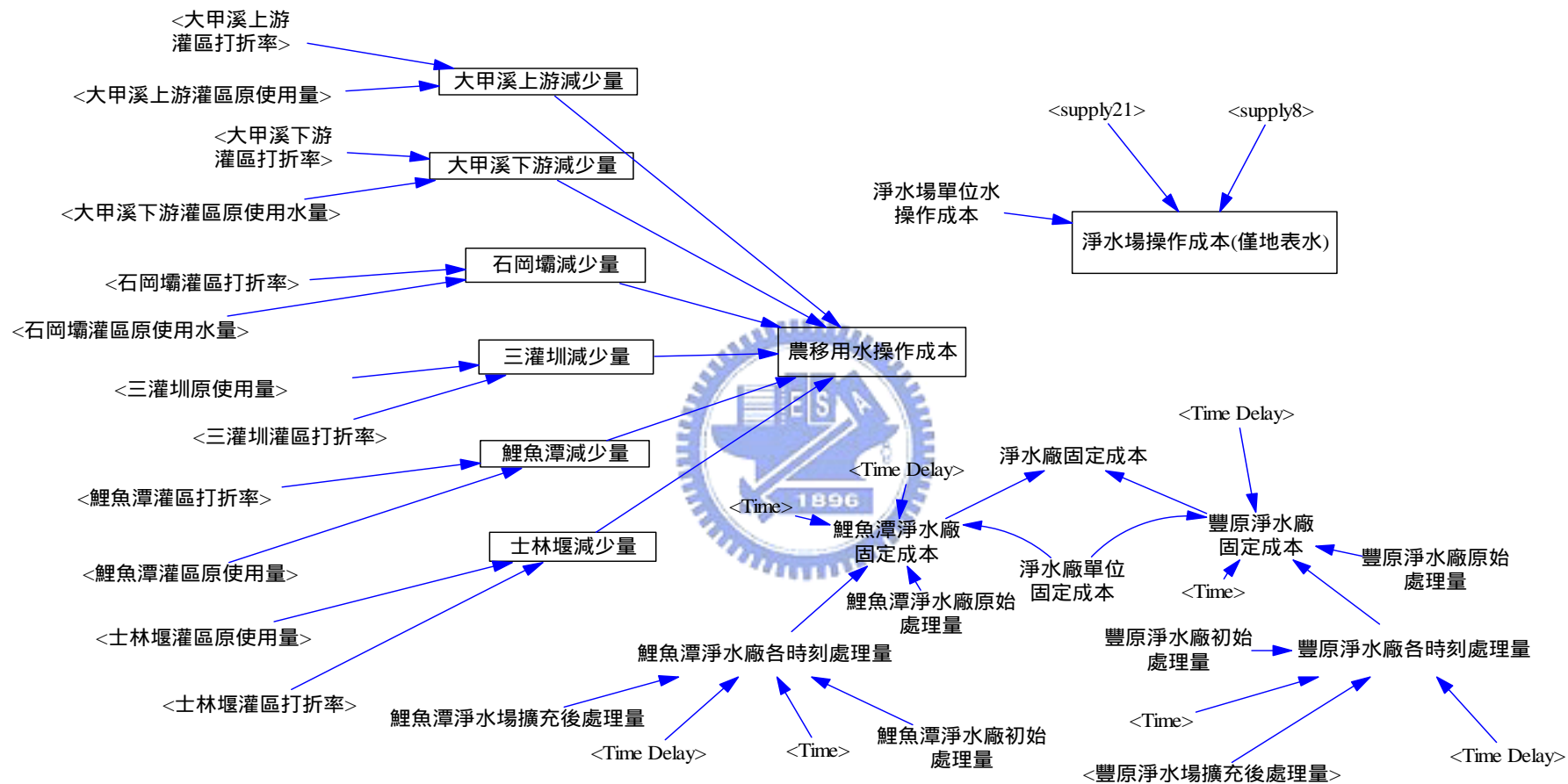


圖 4.3-5 大甲溪水源調配使用設定(view4)

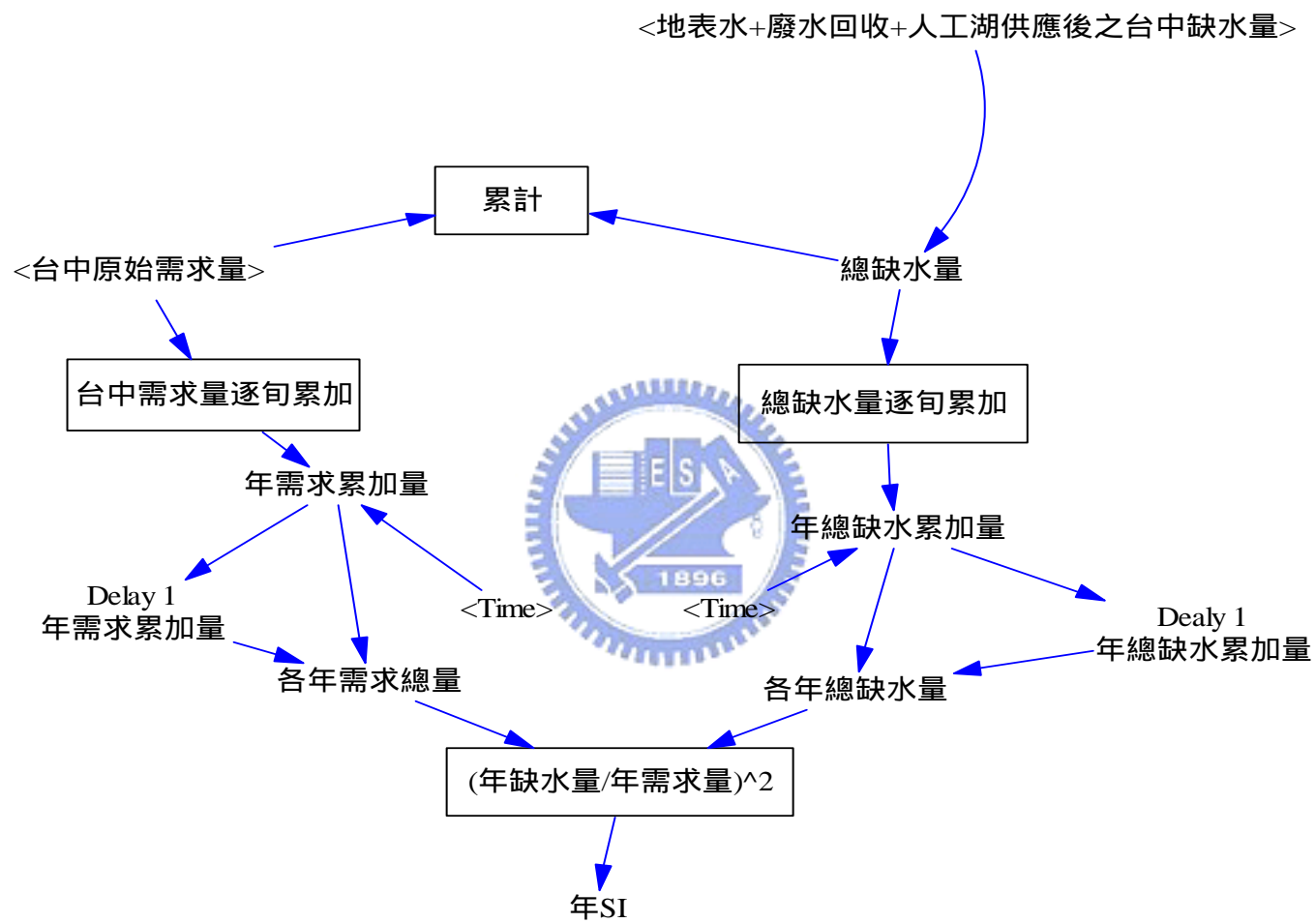


圖 4.3-6 計算缺水指數 SI(view5)

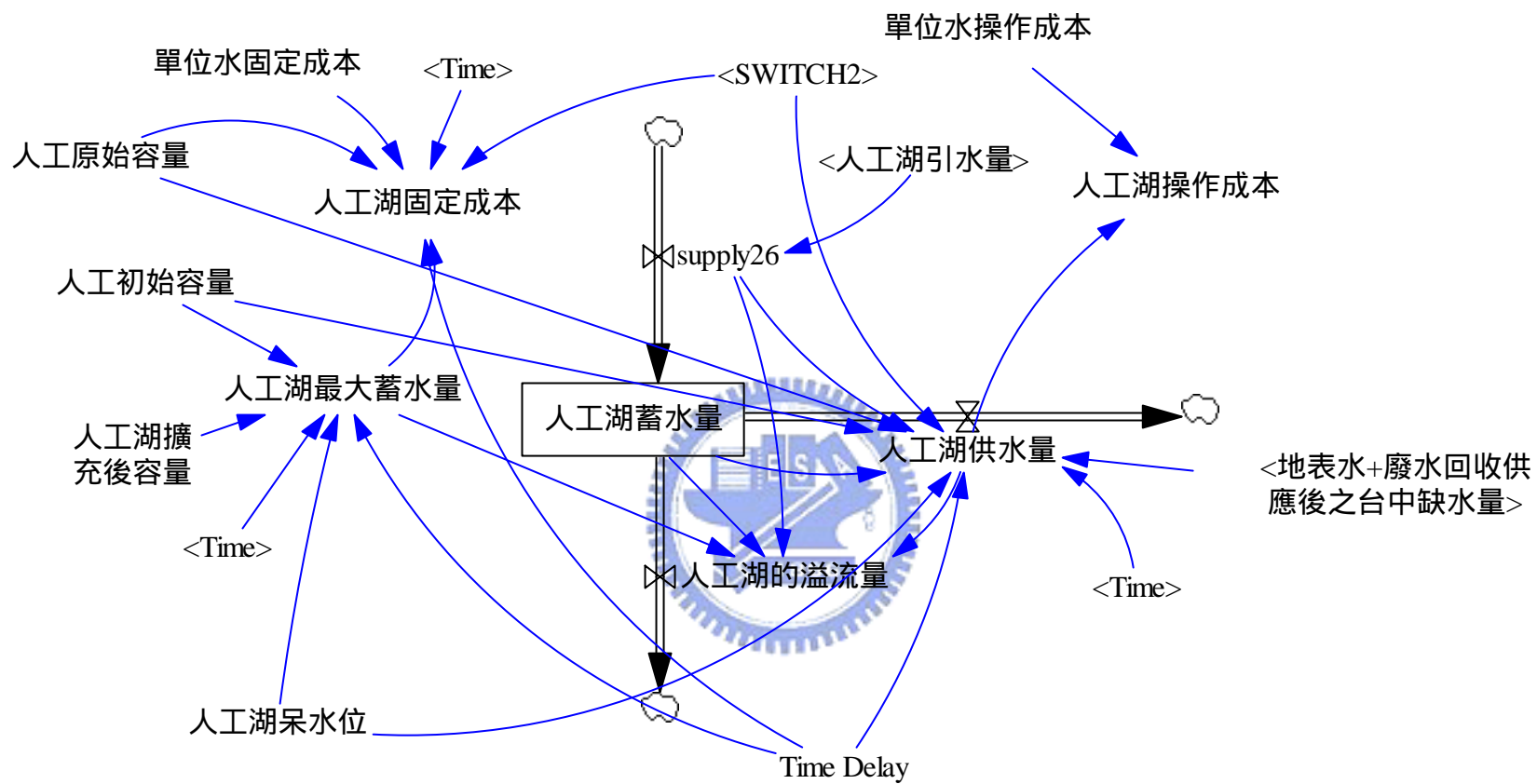


圖 4.3-7 人工湖供水系統(view6)

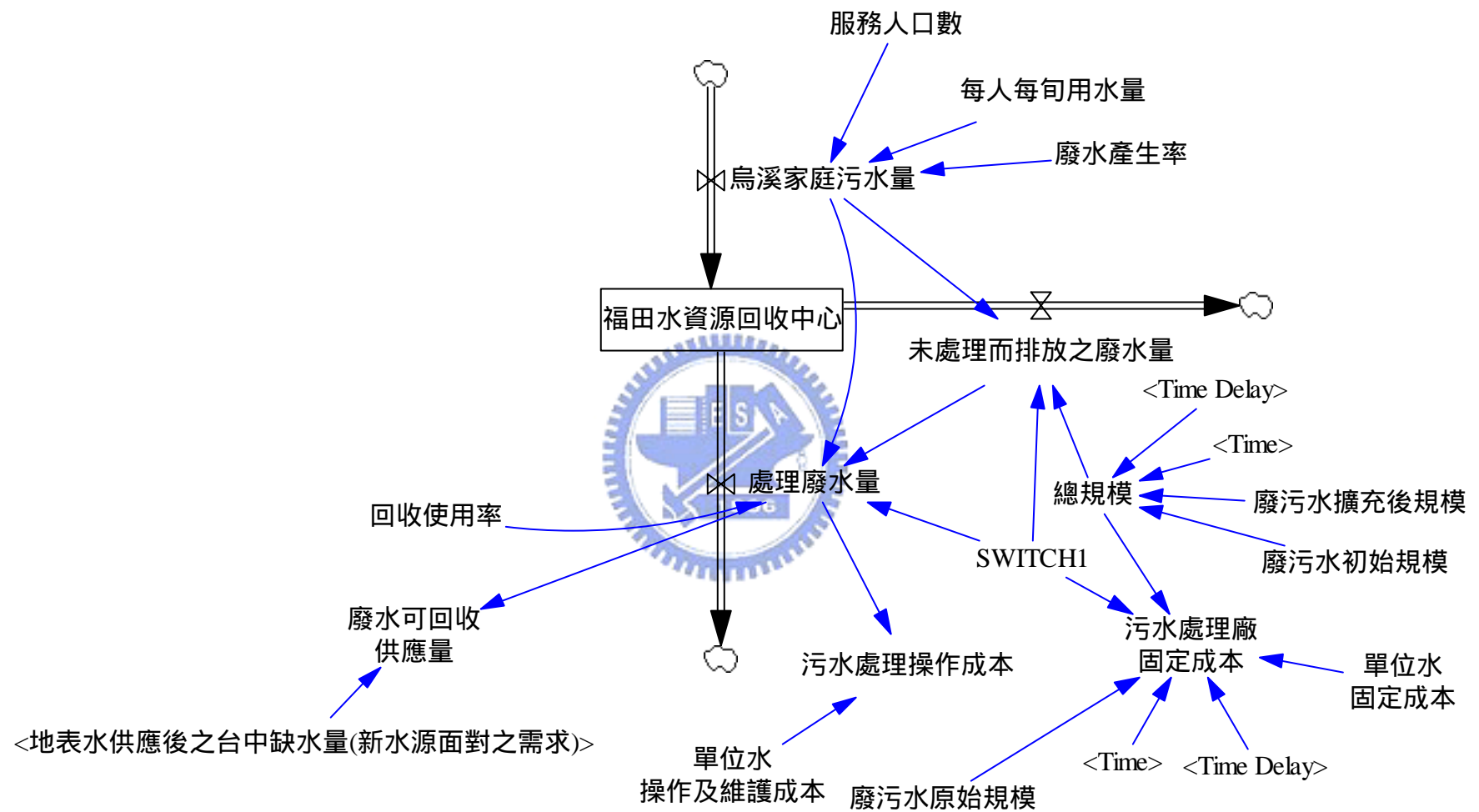


圖 4.3-8 廢污水回收供水系統(view7)

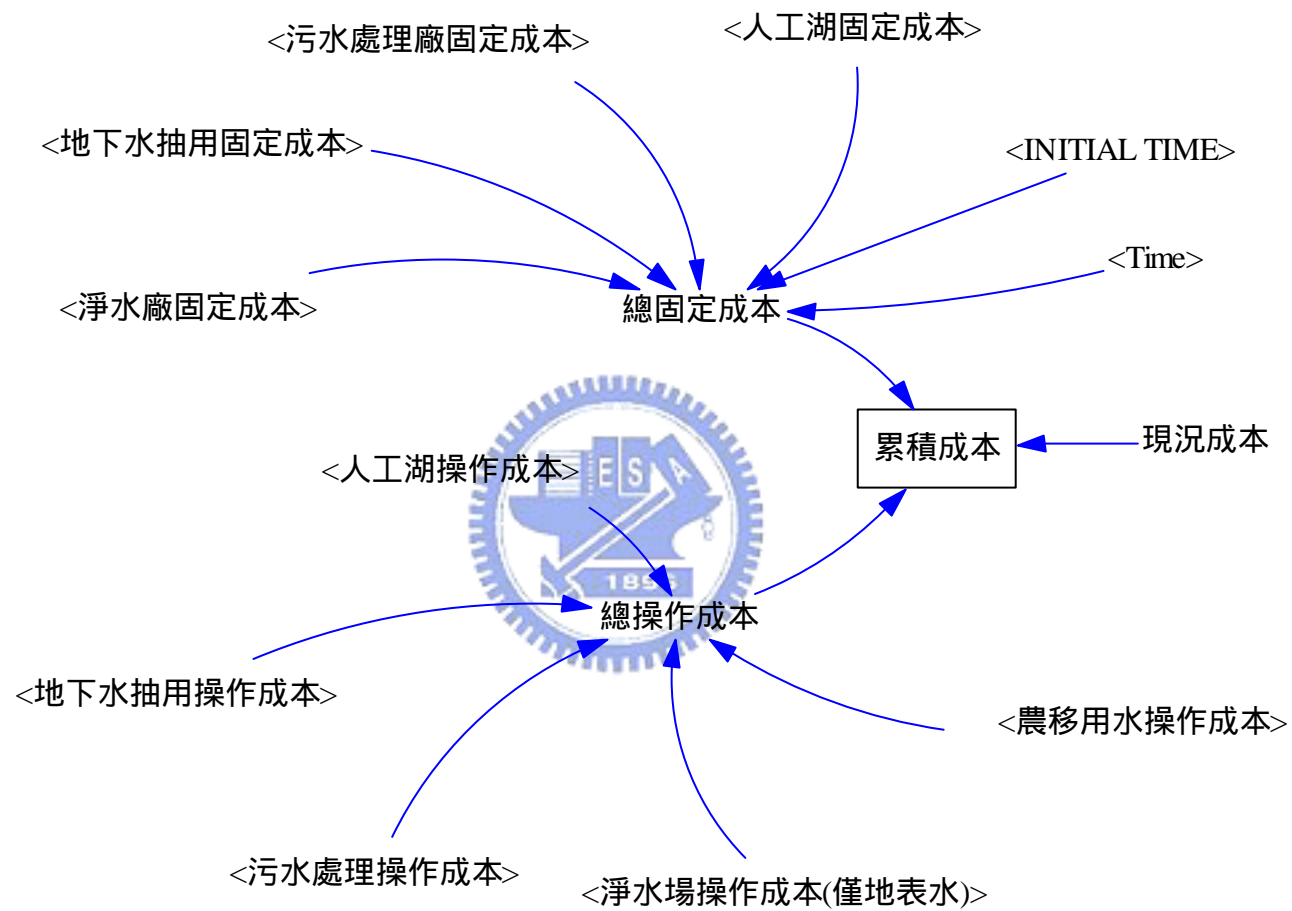


圖 4.3-9 計算總成本(view8)

第五章 整體水量運用之策略模擬分析

由第三章分析得知，現有的大甲、大安聯合營運供水系統仍可以滿足民國 110 年中成長需求，但卻無法滿足高成長的需求，故本章節即利用第四章節所建置完成之大甲溪與大安溪整體運用模型，針對高成長需求進行策略模擬分析，其包含農移用水、淨水廠擴充、廢污水回收、人工湖等單一型策略及複合型策略，透過衝擊分析以評估其效益。本研究將水量問題和成本問題依級數程度不同區分為三種等級如表 5-1 所示，一級代表能承擔缺水風險，二級表示雖能承擔缺水風險但所能承擔的程度比一級差，三級代表為無法承擔缺水風險，表 5-2 為各模擬方案，各方案之模擬結果將於以下各小節進行說明。

表 5-1 缺水程度與花費程度評比標準

	缺水程度(缺水指數)年 SI	成本花費程度
	<1.2	<500 億元
	$1.1 < SI < 2$	$500 \text{ 億元} < \text{成本} < 600 \text{ 億元}$
	>2	>600 億元




：一級 ：二級 ：三級

表 5-2 大甲溪流域整體水量運用方案設計概念

設計類別	類別說明(需求：民國 110 年高成長 209.7 萬噸/日;2097 萬噸/旬)	
方案 設計概念一	在模擬時刻初，即加入新水源供水系統，各供水系統不再進行容量擴充	
	人工湖蓄存容量	2839 萬噸(時刻初至時刻末)
	廢污水供水上限	8.75 萬噸/日(87.5 萬噸/旬)(時刻初至時刻末)
	淨水廠處理能力	豐原淨水廠 130 萬噸/日(1300 萬噸/旬)(時刻初至時刻末)， 鯉魚潭淨水廠 110 萬噸/日(1100 萬噸/旬)(時刻初至時刻末)
	農移用水(停耕)	供水打折數 9 折、8 折、7 折(時刻初至時刻末)
方案 設計概念二	在模擬時刻初，即加入新水源供水系統，並於第五年再進行容量擴充	
	人工湖蓄存容量	1500 萬噸(時刻初至第五年)， 2839 萬噸(第五年以後)
	廢污水供水上限	8.75 萬噸/日(87.5 萬噸/旬)(時刻初至時刻末)
	淨水廠處理能力	豐原淨水廠 100 萬噸/日(1000 萬噸/旬)(時刻初至第五年)， 130 萬噸/日(1300 萬噸/旬)(第五年以後) 鯉魚潭淨水廠 90 萬噸/日(900 萬噸/旬)(時刻初至第五年)， 110 萬噸/日(1100 萬噸/旬)(第五年以後)
	農移用水(停耕)	供水打折數 9.5 折、9 折、8.5 折(時刻初至第五年) 供水打折數 9 折、8 折、7 折(第五年以後)
方案 設計概念三	在模擬時刻初，並無新水源供水系統，於第五年才加入新水源系統	
	人工湖蓄存容量	0 萬噸(時刻初至第五年) 2839 萬噸(第五年以後)
	廢污水供水上限	0 萬噸/日(0 萬噸/旬)(時刻初至第五年)， 8.75 萬噸/日(87.5 萬噸/旬)(第五年以後)
	淨水廠處理能力	豐原淨水廠:85 萬噸/日(850 萬噸/旬)(時刻初至第五年) 130 萬噸/日(1300 萬噸/旬)(第五年以後) 鯉魚潭淨水廠 85 萬噸/日(850 萬噸/旬)(時刻初至第五年)， 110 萬噸/日(1100 萬噸/旬)(第五年以後)
	農移用水(停耕)	不打折(時刻初至第五年) 供水打折數 9 折、8 折、7 折(第五年以後)

5.1 單一型策略模擬結果

根據表 5-2 之設計，本研究針對各方案進行模擬，模擬結果如表 5.1-1 所示，由表之數據發現，就缺水改善而言，系統只進行單一項目改善以淨水廠擴充為最佳，人工湖次之；就成本而言，淨水廠擴充策略亦最高，人工湖次之，人工湖因操作成本較高故只在缺水時才啟動，但整體而言，所有單一型策略皆無法使年 SI 降至”一級”，顯示若僅進行改善單一元件，並無法解決大甲溪之水量問題，必須考量複合型策略來加強改善缺水問題。

表 5.1 不同設計概念單一型策略模擬結果

		年 SI	長期缺水程度	策略實施之累積成本 (單位:億元)	成本花費程度
設計概念 1	農業用水減少 10%	5.33	三級	102.70	一級
	農業用水減少 20%	4.75	三級	203.40	一級
	農業用水減少 30%	4.32	三級	298.60	一級
	淨水廠擴充	1.52	二級	477.20	一級
	廢污水回收	4.93	三級	1.81	一級
	人工湖	1.62	二級	337.70	一級
設計概念 2	農業用水減少 10%	5.37	三級	93.95	一級
	農業用水減少 20%	4.85	三級	184.80	一級
	農業用水減少 30%	4.42	三級	272.80	一級
	淨水廠擴充	1.75	二級	420.80	一級
	廢污水回收	4.93	三級	1.81	一級
	人工湖	1.66	二級	328.80	一級
設計概念 3	農業用水減少 10%	5.45	三級	83.99	一級
	農業用水減少 20%	4.97	三級	166.00	一級
	農業用水減少 30%	4.59	三級	244.70	一級
	淨水廠擴充	2.26	三級	386.80	一級
	廢污水回收	5.09	三級	1.48	一級
	人工湖	2.38	三級	270.10	一級

5.2 複合型策略模擬結果

由上節模擬結果得知，單一型策略並無法解決缺水問題，本節將以複合策略搭配各設計方案(策略不同時間施行)來進行案例情境分析。其模擬結果如表 5.2-1 5.2-3 所示。依據本研究之衝擊分級，若年缺水指數(SI)和成本兩個指標皆處於一級程度，則視為可行策略。在設計概念 1 共選取二個可行策略，設計概念 2 共選取三個可行策略，設計概念 3 則皆無可行策略，可行方案整理如表 6.2-4 所示。

表 5.2-1 設計概念 1 複合型策略模擬結果

	年 SI	長期缺水 程度	策略實施之累積 成本(單位:億元)	成本花費 程度
淨水廠擴充 + 農業減少 10%	1.05	一級	591.70	二級
廢污水回收 + 農業減少 10%	4.31	三級	104.50	一級
人工湖 + 農業減少 10%	1.15	一級	452.20	一級
廢污水回收 + 人工湖	1.37	二級	307.70	一級
淨水廠擴充 + 廢污水回收	1.40	二級	479.00	一級
淨水廠擴充 + 人工湖	1.11	一級	512.30	二級
淨水廠擴充 + 廢污水回收 + 人工湖	1.01	一級	512.70	二級
廢污水回收 + 人工湖 + 農業減少 10%	0.97	一級	418.50	一級
淨水廠擴充 + 廢污水回收 + 農業減少 10%	0.97	一級	593.50	二級
淨水廠擴充 + 人工湖 + 農業減少 10%	0.72	一級	623.00	三級
淨水廠擴充 + 廢污水回收 + 人工湖 + 農業減少 10%	0.66	一級	574.90	二級

表 5.2-2 設計概念 2 複合型策略模擬結果

	年 SI	長期缺水 程度	策略實施之累積 成本(單位:億元)	成本花費 程度
淨水廠擴充 + 農業減少 10%	1.30	二級	523.80	一級
廢污水回收 + 農業減少 10%	4.35	三級	95.75	一級
人工湖 + 農業減少 10%	1.22	二級	434.00	一級
廢污水回收 + 人工湖	1.40	二級	298.90	一級
淨水廠擴充 + 廢污水回收	1.53	二級	422.70	一級
淨水廠擴充 + 人工湖	1.16	一級	481.90	一級
淨水廠擴充 + 廢污水回收 + 人工湖	1.05	一級	476.50	一級
廢污水回收 + 人工湖 + 農業 減少 10%	1.03	一級	401.30	一級
淨水廠擴充 + 廢污水回收 + 農業減少 10%	1.11	一級	525.60	二級
淨水廠擴充 + 人工湖 + 農業 減少 10%	0.79	一級	583.90	二級
淨水廠擴充 + 廢污水回收 + 人工湖 + 農業減少 10%	0.71	一級	578.60	二級

表 5.2-3 設計概念 3 複合型策略模擬結果

	年 SI	長期缺水 程度	策略實施之累積 成本(單位:億元)	成本花費 程度
淨水廠擴充 + 農業減少 10%	1.80	二級	489.50	一級
廢污水回收 + 農業減少 10%	4.61	三級	85.46	一級
人工湖 + 農業減少 10%	1.98	二級	364.90	一級
廢污水回收 + 人工湖	2.16	二級	246.20	一級
淨水廠擴充 + 廢污水回收	2.15	三級	388.30	一級
淨水廠擴充 + 人工湖	1.91	二級	415.30	一級
淨水廠擴充 + 廢污水回收 + 人工湖	1.82	二級	378.70	一級
廢污水回收 + 人工湖 + 農業 減少 10%	1.82	二級	338.20	一級
淨水廠擴充 + 廢污水回收 + 農業減少 10%	1.79	二級	481.00	一級
淨水廠擴充 + 人工湖 + 農業 減少 10%	1.58	二級	506.80	一級
淨水廠擴充 + 廢污水回收 + 人工湖 + 農業減少 10%	1.52	二級	468.90	一級

表 5.2-4 可行方案集合

設計概念	可行 方案別	方案內容	年 SI	策略實施之累積 成本(單位:億元)
設計概念一 (第一階段擴充 量至計畫量)	方案一	人工湖 + 農業減少 10%	1.15	452.20
	方案二	廢污水回收 + 人工湖 + 農業減少 10%	0.97	418.50
設計概念二 (分兩階段擴充 至計畫容量)	方案三	淨水廠擴充 + 人工湖	1.16	481.90
	方案四	淨水廠擴充 + 廢污水回收 + 人工湖	1.05	476.50
	方案五	廢污水回收 + 人工湖 + 農業減少 10%	1.03	401.30

5.3 綜合分析

由於前述之衝擊分析僅以指標來代表水量和成本之衝擊程度，其特性隨時間之變化關係並無法明顯表達，以致忽略了時間滯延之效益。因此本研究針對前述之可行策略繪製其缺水與成本隨時間之變化圖，如圖 5.3-1~5.3-5 所示，並將有無施行策略之缺水量的變化繪製如圖 5.3-6 所示，由圖得知方案一、方案二和方案五之缺水頻率相較於其他方案高，但不容易產生極大之缺水量，造成無水可使用之情況；方案三和方案四缺水頻率則相較於其他方案低，但容易產生極大之缺水量，且無水可用的次數明顯增加，發生缺水的時間比方案一、方案二與方案五的 300 旬延後到 500 旬才發生，其中方案三與方案四比其他方案就容易發生連續缺水的情況，由圖 5.3-6 可知未施行策略時，每旬均處於缺水狀態，而施行策略後之缺水的情形明顯降低許多，這些資訊可以提供政府機關在面對不同利害關係人時，根據不同立場之不同缺水忍受度下來進行協商討論，以獲取較佳且可接受之方案。另外就成本累積曲線而言，成本累積到 150 億元時，方案一所需時間最短(約需 250 旬)，方案五所需時間最長(約需 300 旬)，兩者時間相差 50 旬，這些資訊將會影響各年經費之編製，因此也可以作為決策者之重要參考資料。

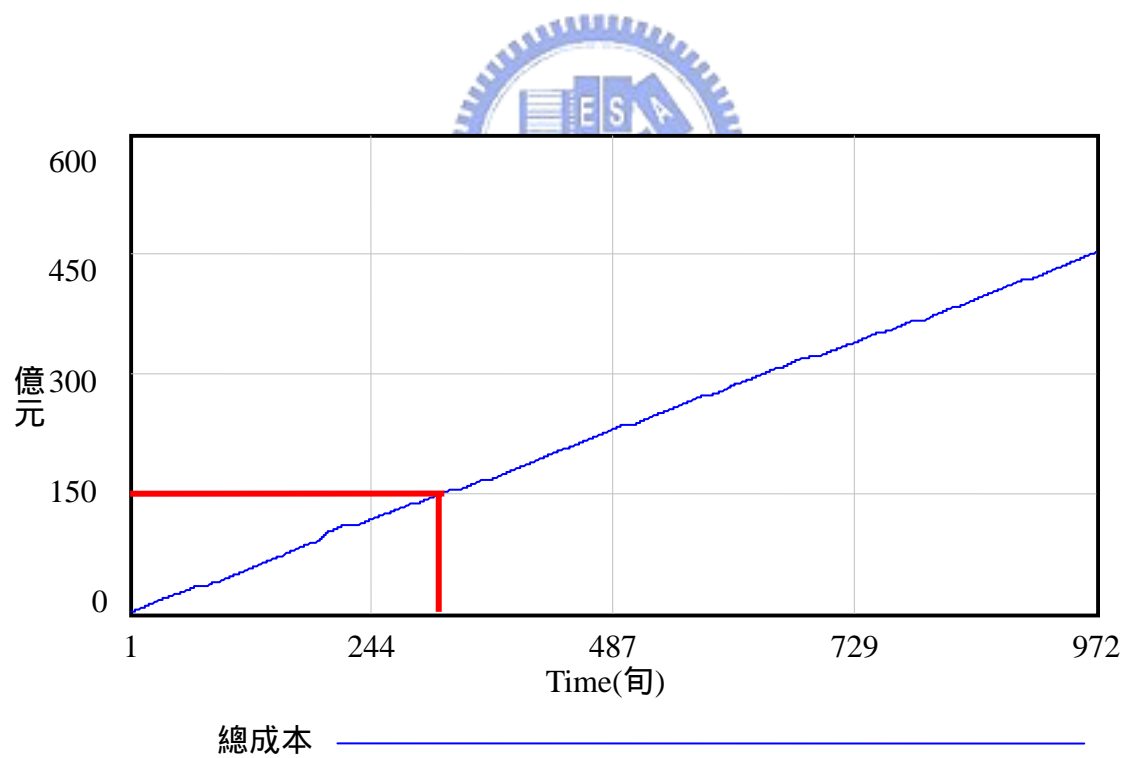
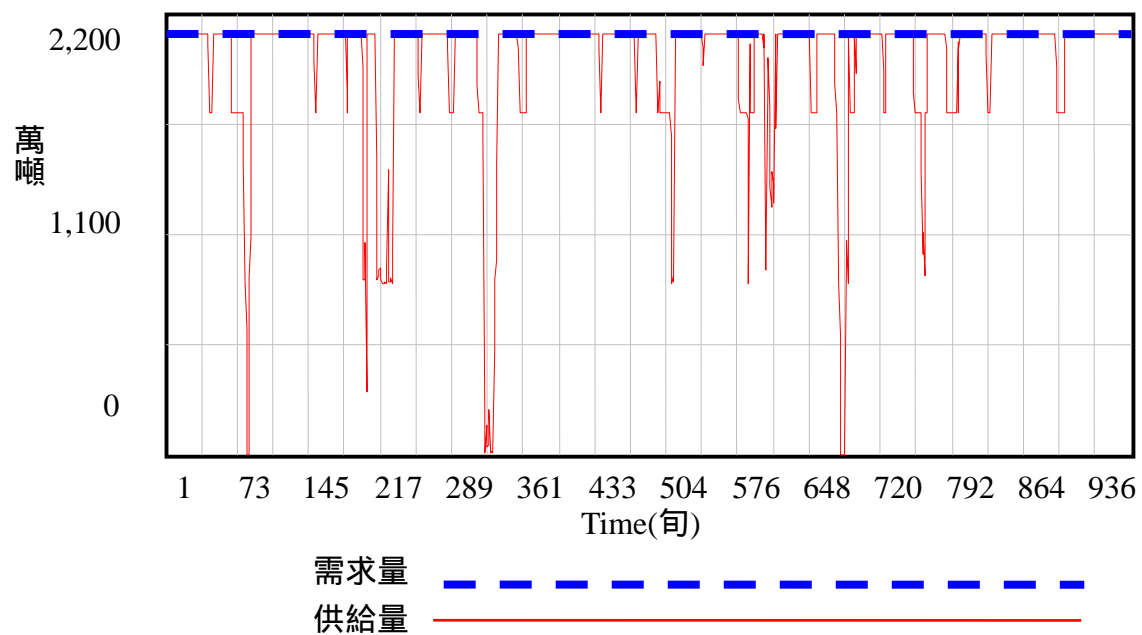


圖 5.3-1 可行方案一之缺水分佈與成本時間趨勢圖

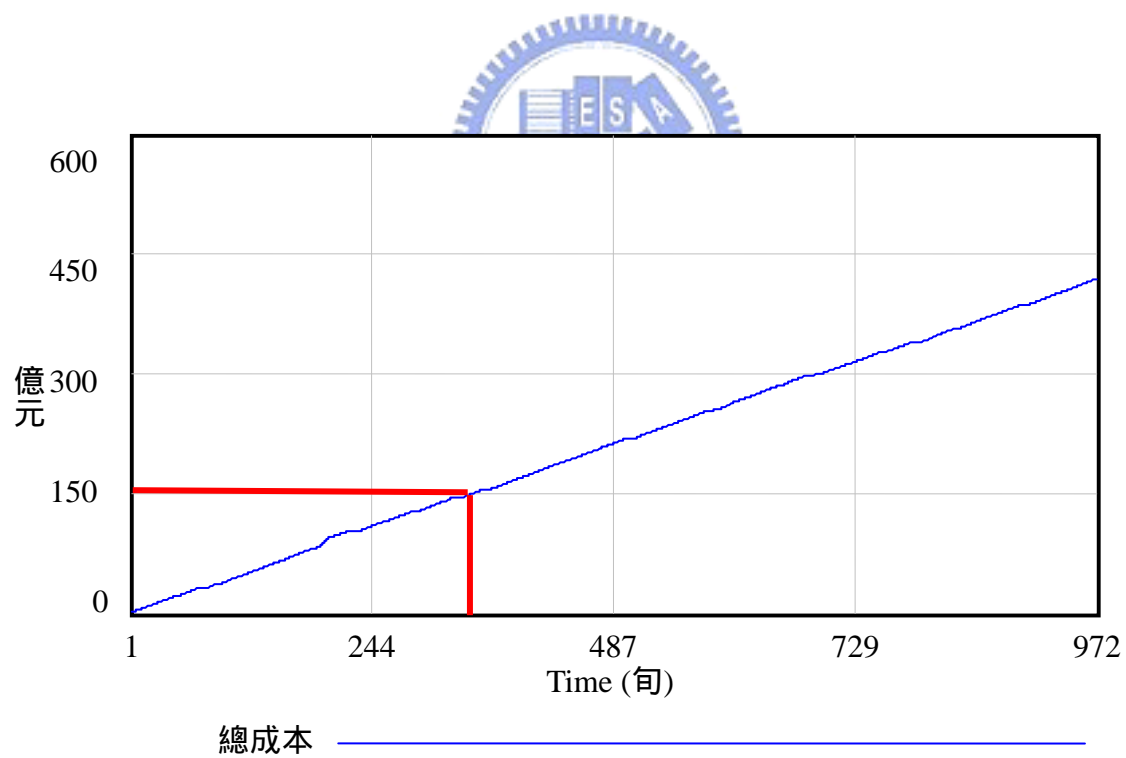
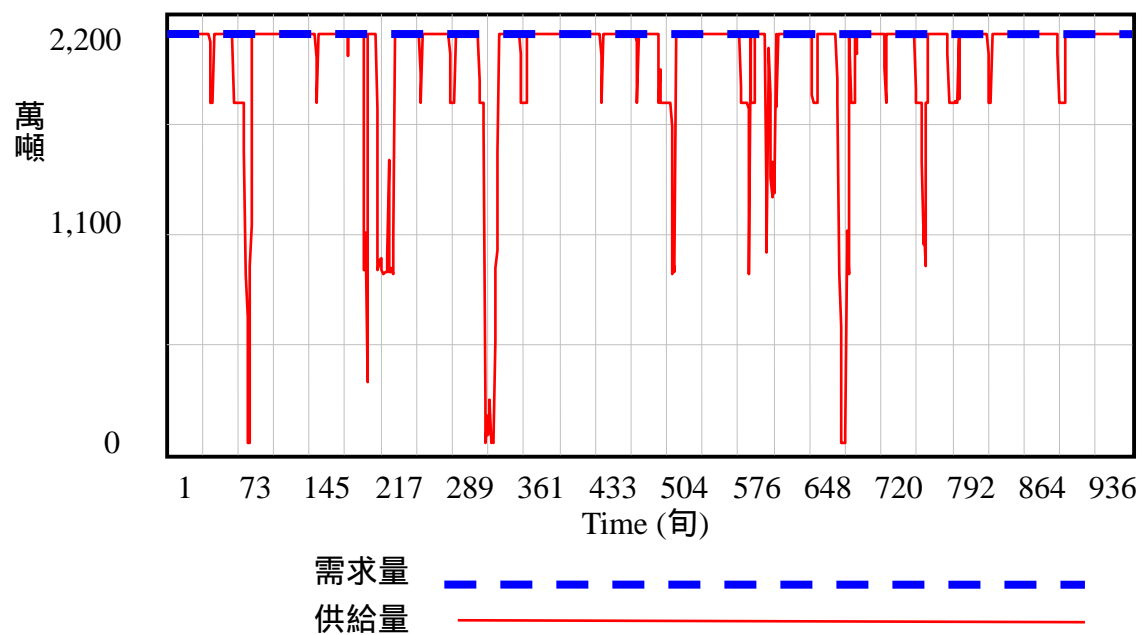


圖 5.3-2 可行方案二之缺水分佈與成本時間趨勢圖

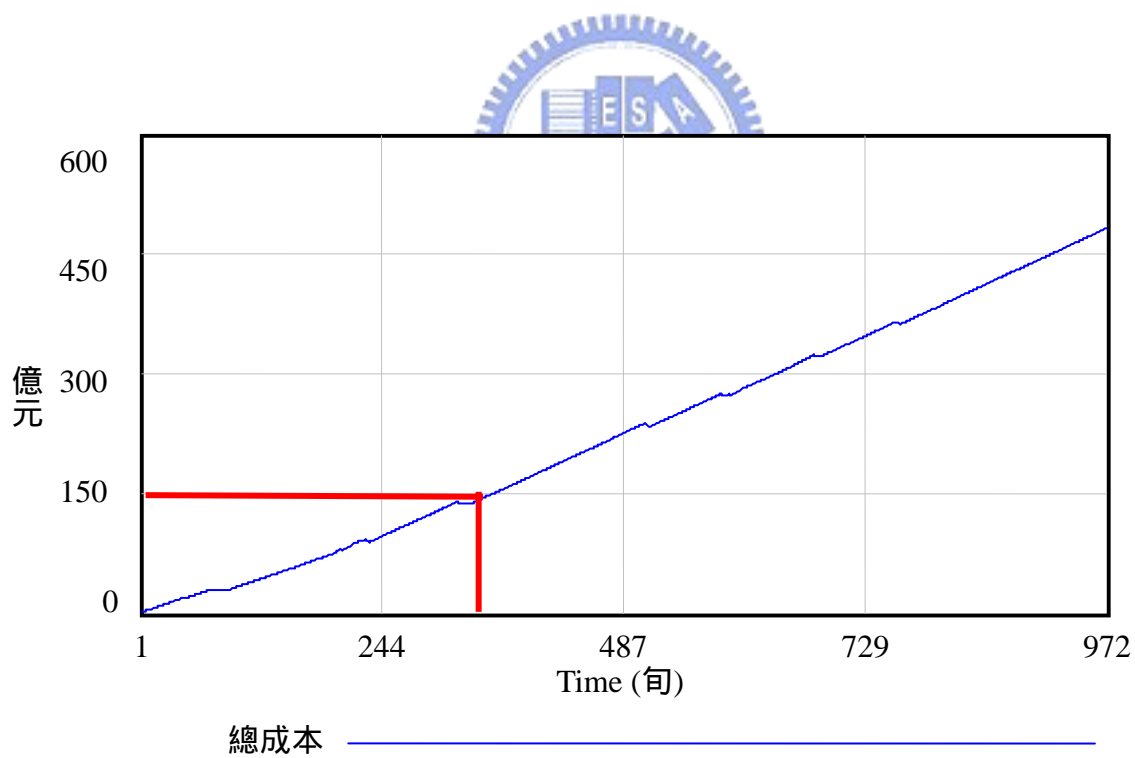
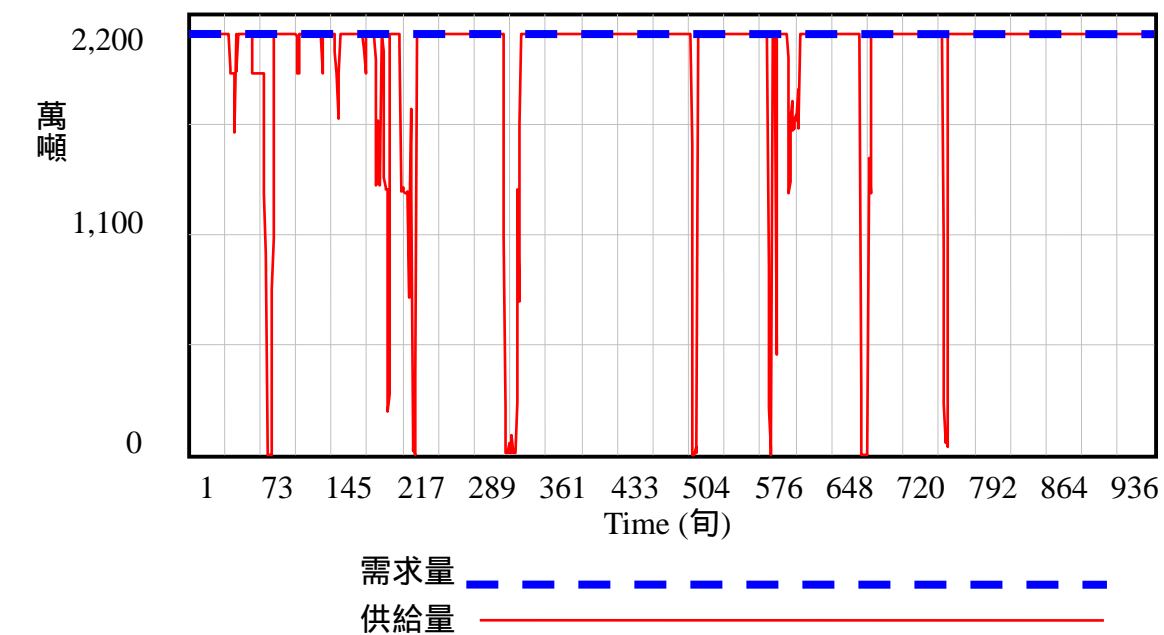


圖 5.3-3 可行方案三之缺水分佈與成本時間趨勢圖

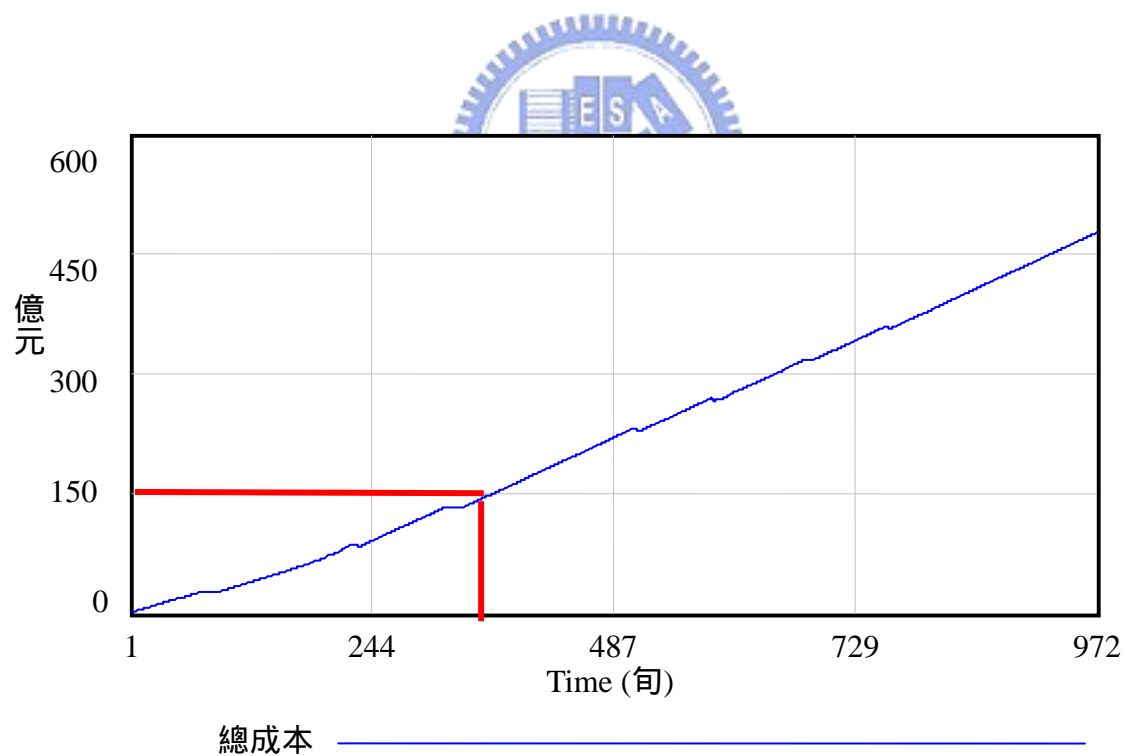
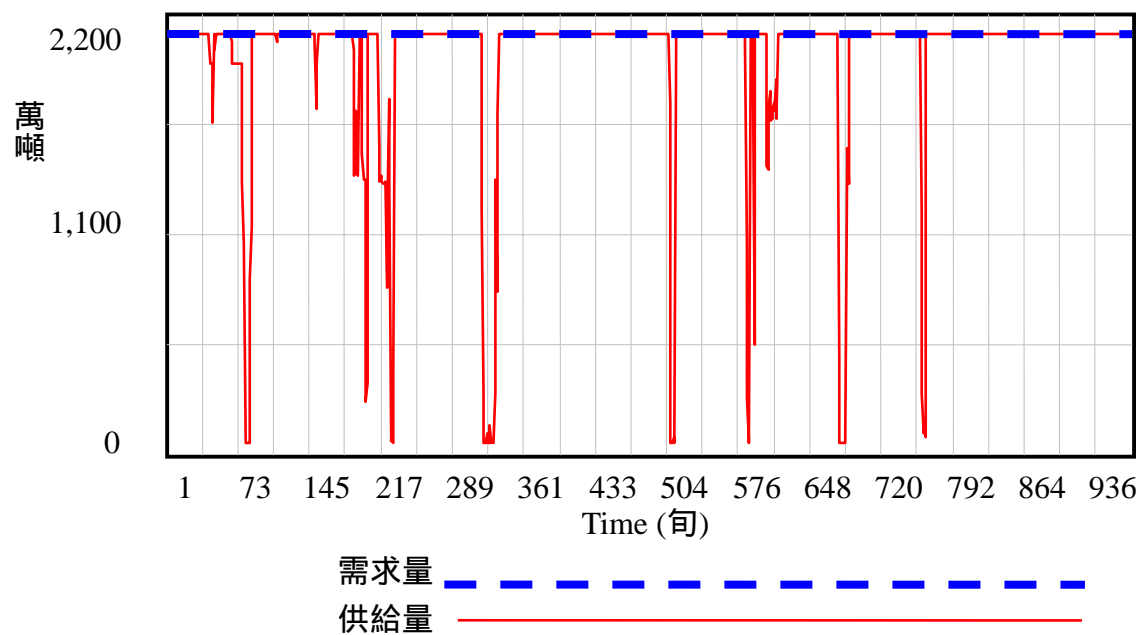


圖 5.3-4 可行方案四之缺水分佈與成本時間趨勢圖

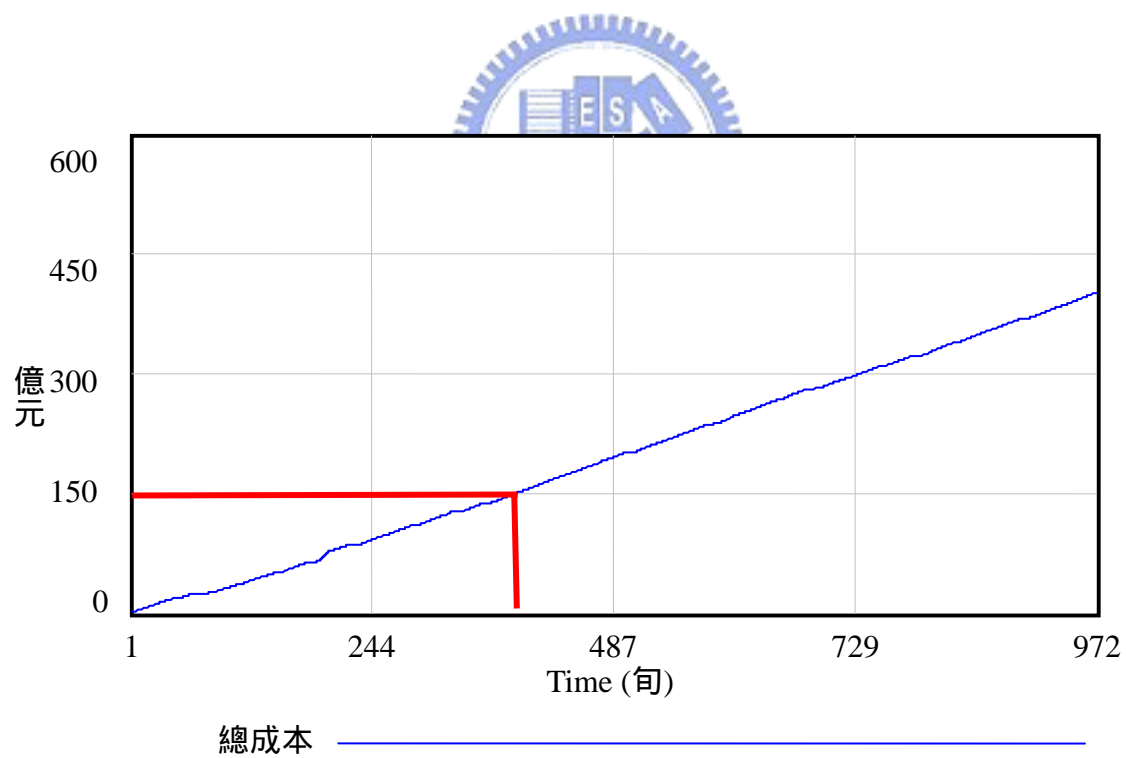
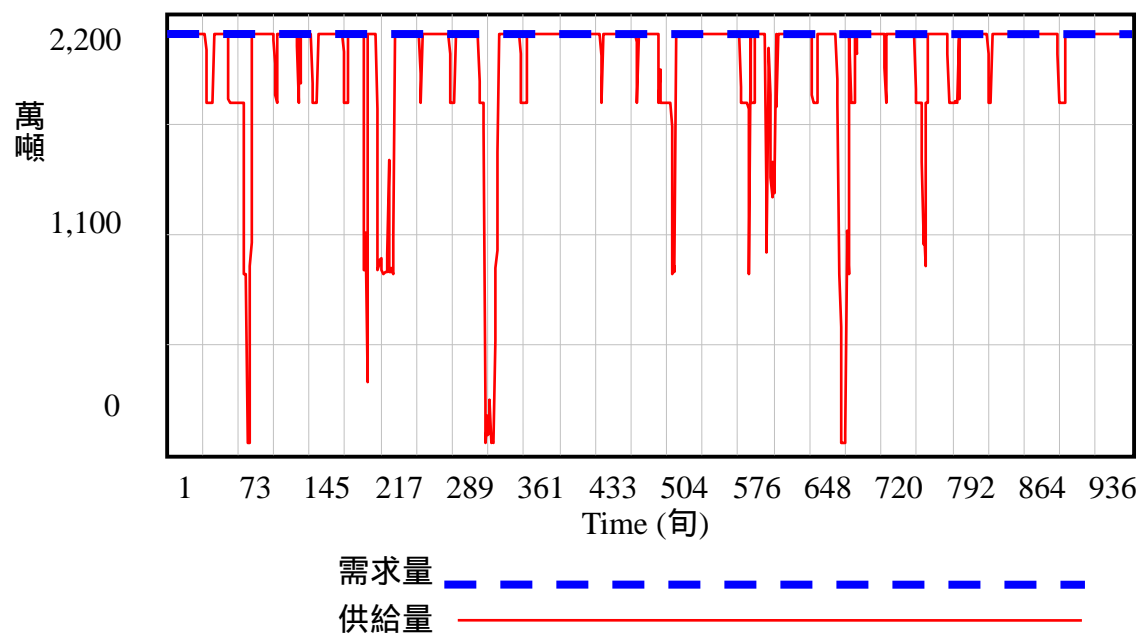


圖 5.3-5 可行方案五之缺水分佈與成本時間趨勢圖

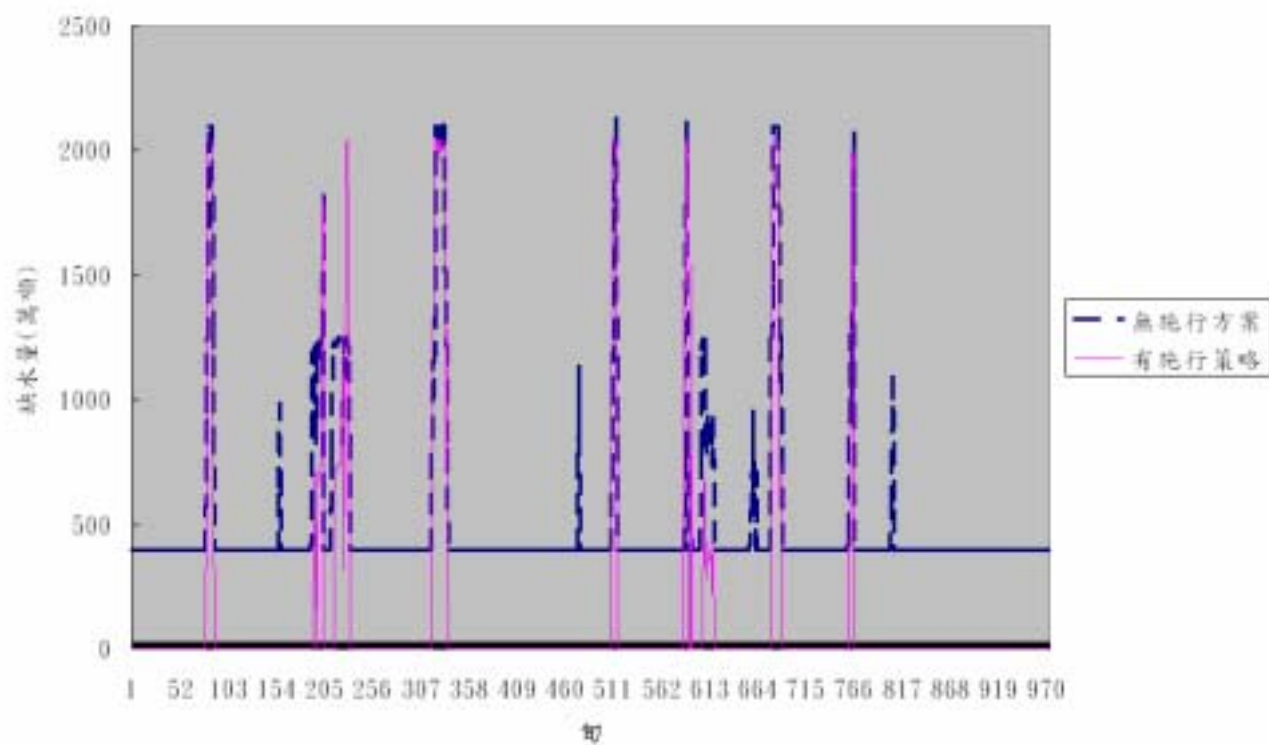


圖 5.3-6 有施行策略與未施行策略之缺水量變化圖






第六章 大甲溪流域多元化水源整體水量運用決策支援系統

本研究利用 VENSIM APPLICATION(VENAPP)並配合前述章節的相關成果，如系統描述圖、因果循環圖、模型圖，情境模擬結果，來建置大甲溪流域多元化水源整體水量運用之決策支援系統使用介面。

VENSIM APPLICATION 簡稱 VENAPP，其主要目的為提供不會使用 VENSIM 軟體之使用者，可藉由 VENAPP 建立之使用者介面，了解整個系統模型並進行相關情境策略之模擬操作。以下針對 VENAPP 的常用功能和命令簡略介紹，而大甲溪流域整體水量運用之決策支援系統的展示畫面如圖 6-1~6-16 所示。藉由圖 6-16 所展示之情境模擬分析策略即時執行與成果展示畫面中可針對各自所關心的變數做調整，模擬結果可即時反應缺水水量與總成本的變化。

●常用的功能簡介:

- 1.TEXTONLY:製作文字敘述，快速鍵 ，輸入文字。
- 2.BUTTON:製作選單按鍵，快速鍵 ，然後輸入顯示的名稱。
- 3.BITMAP:插入圖形“.bmp”檔。
- 4.SKETCH:展示 VENSIM 中建置的模型圖、因果循環圖、流圖。
- 5.WIPTOOL:讀取 VENSIM 模式裡用”控制輸出”功能製作的圖表。
- 6.SLIDEVAR:參數調整，快速鍵 ，可輸入參數變動範圍及變動間距。

●常用的命令介紹:

在 BUTTON 物件中的”command”常會增加一些命令，使其執行

特定動作:

1. MENU→EXIT:執行離開 VENAPP 的動作。
2. SPECIAL →LOADMODEL:輸入 VENSIM 模型檔案。
3. MENU→SYNTHEMIM:執行綜合模式。

●大甲溪流域多元化水源整體水量運用之決策支援系統建置

此決策支援系統成果展示畫面如圖 6-1~圖 6-16 所示。

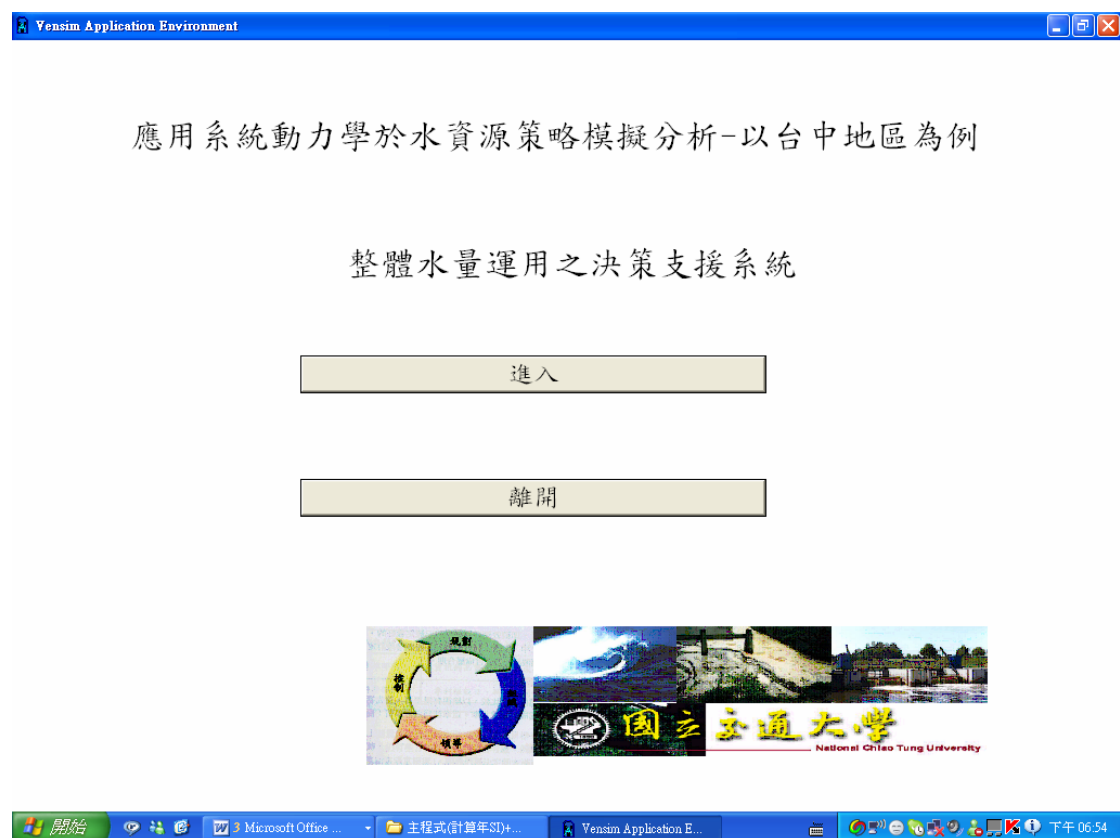


圖 6-1 首頁執行畫面

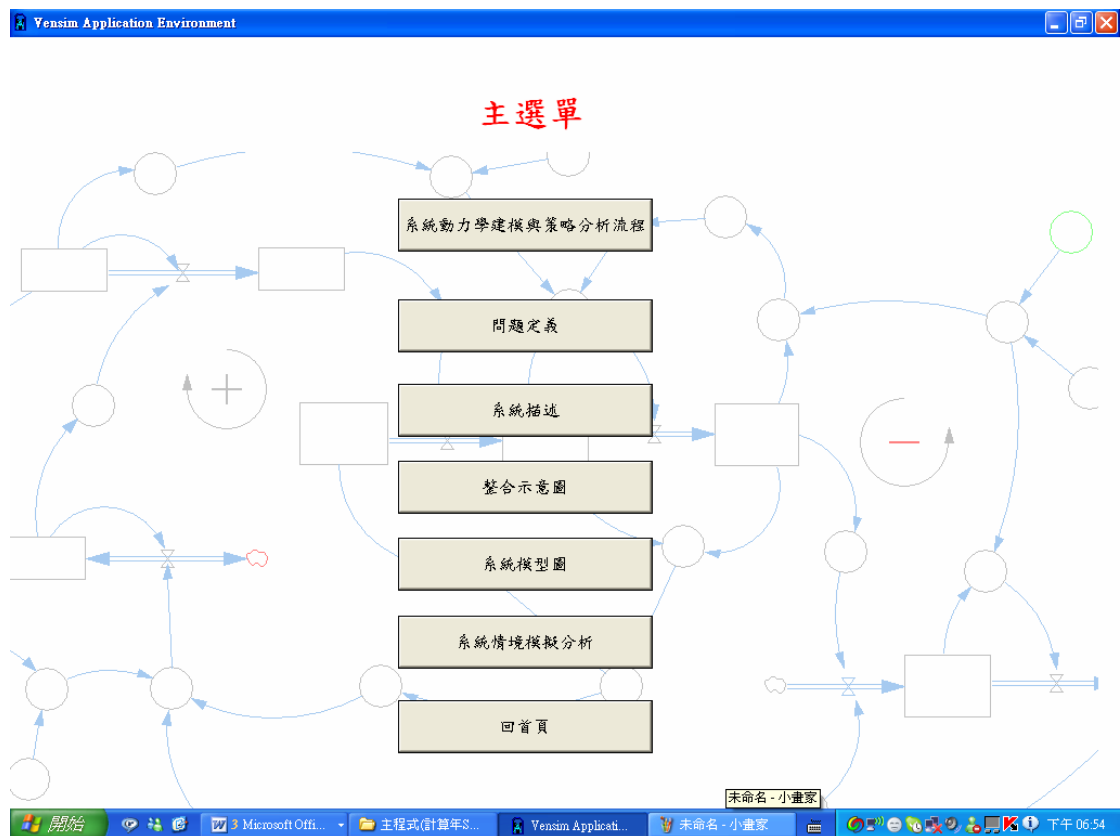


圖 6-2 主選單執行畫面

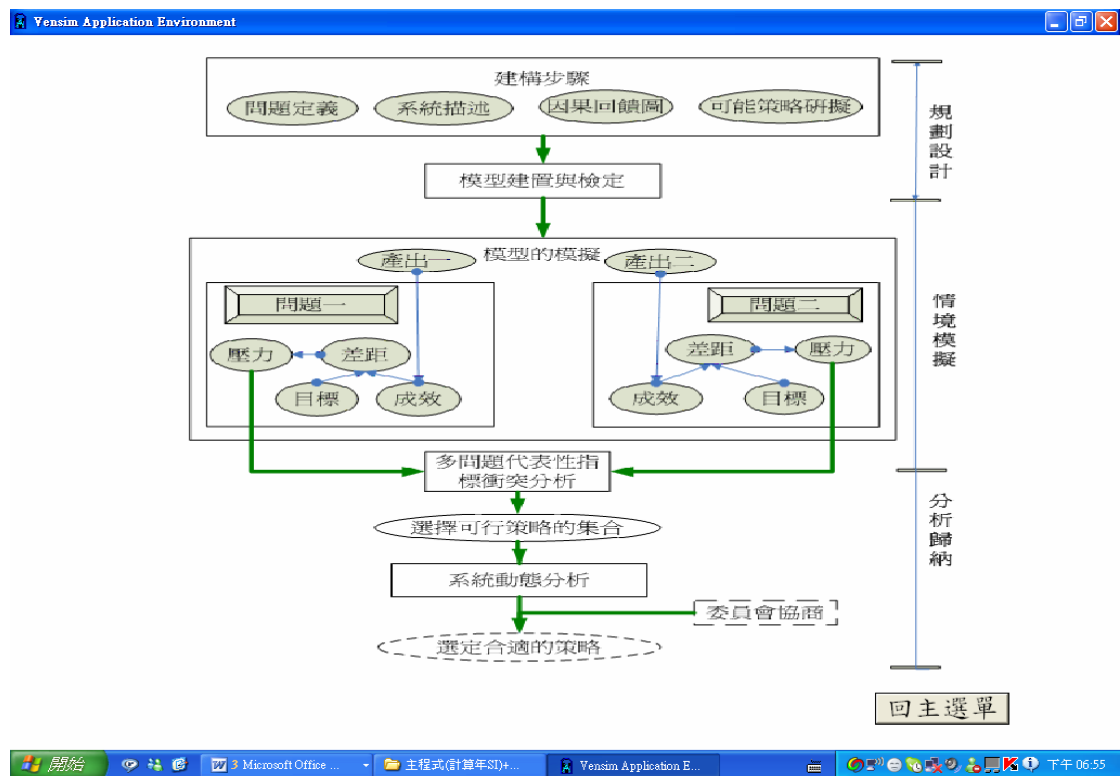


圖 6-3 系統動力學建模與策略分析流程展示畫面

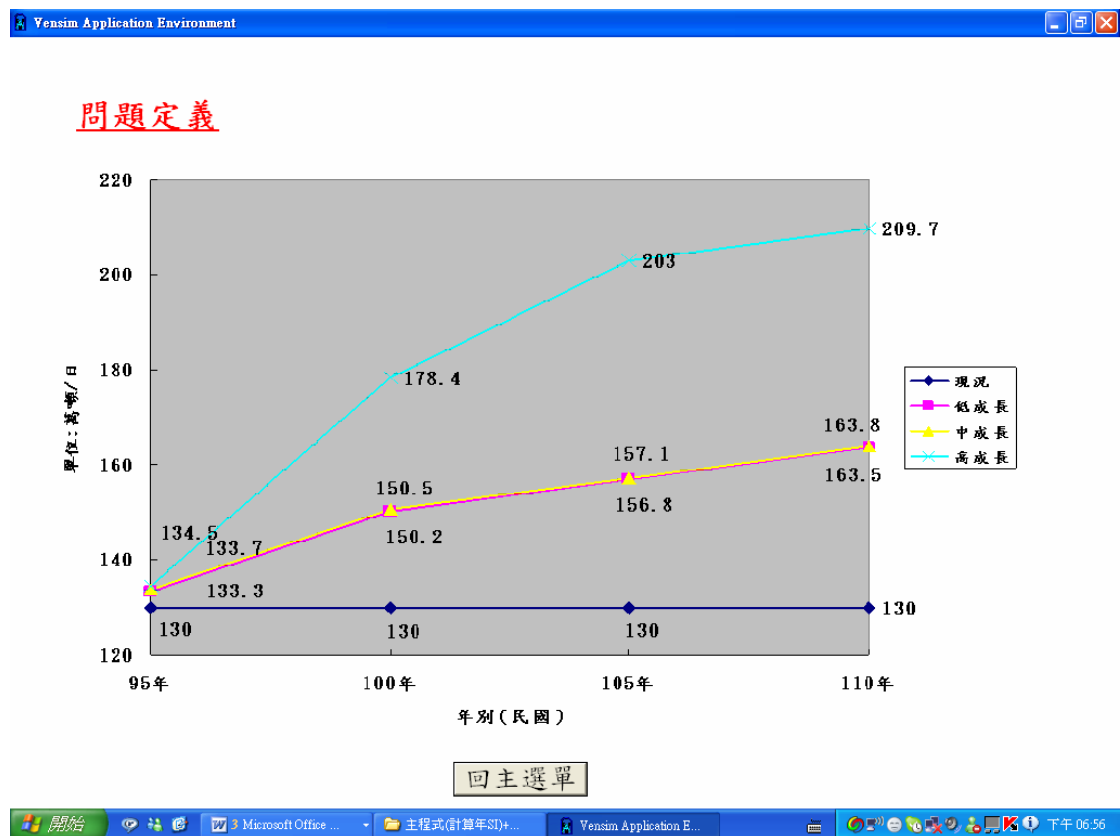


圖 6-4 問題定義展示畫面

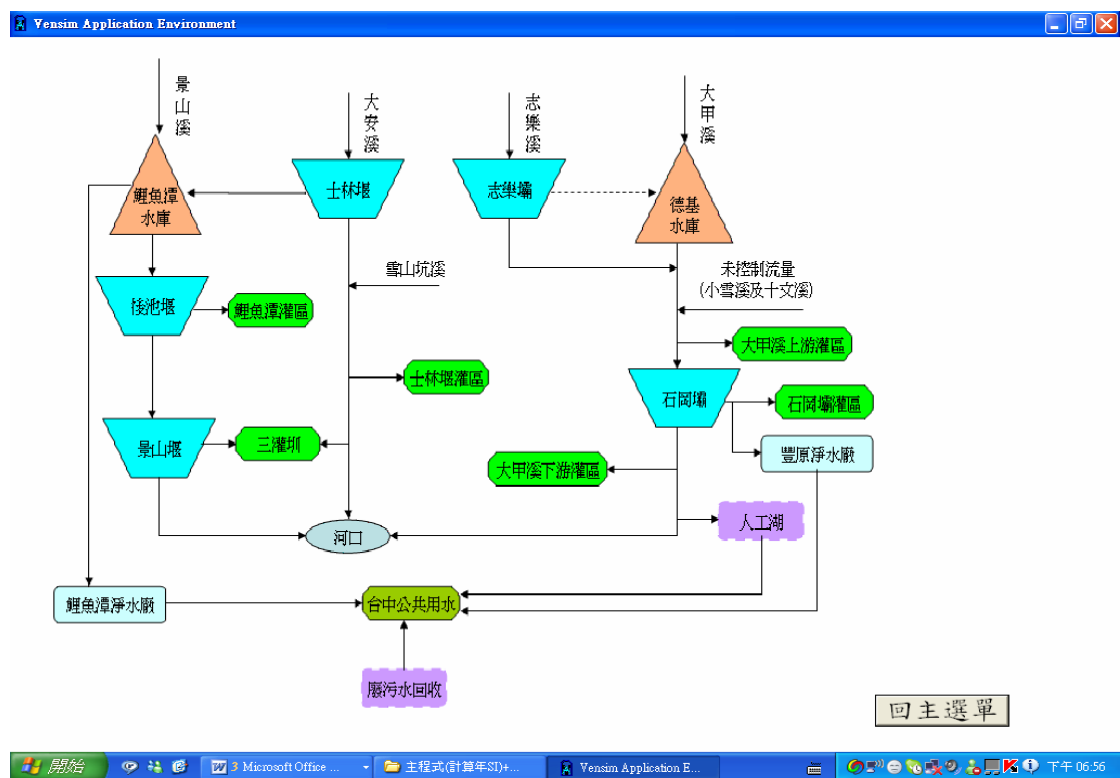


圖 6-5 系統描述圖展示畫面

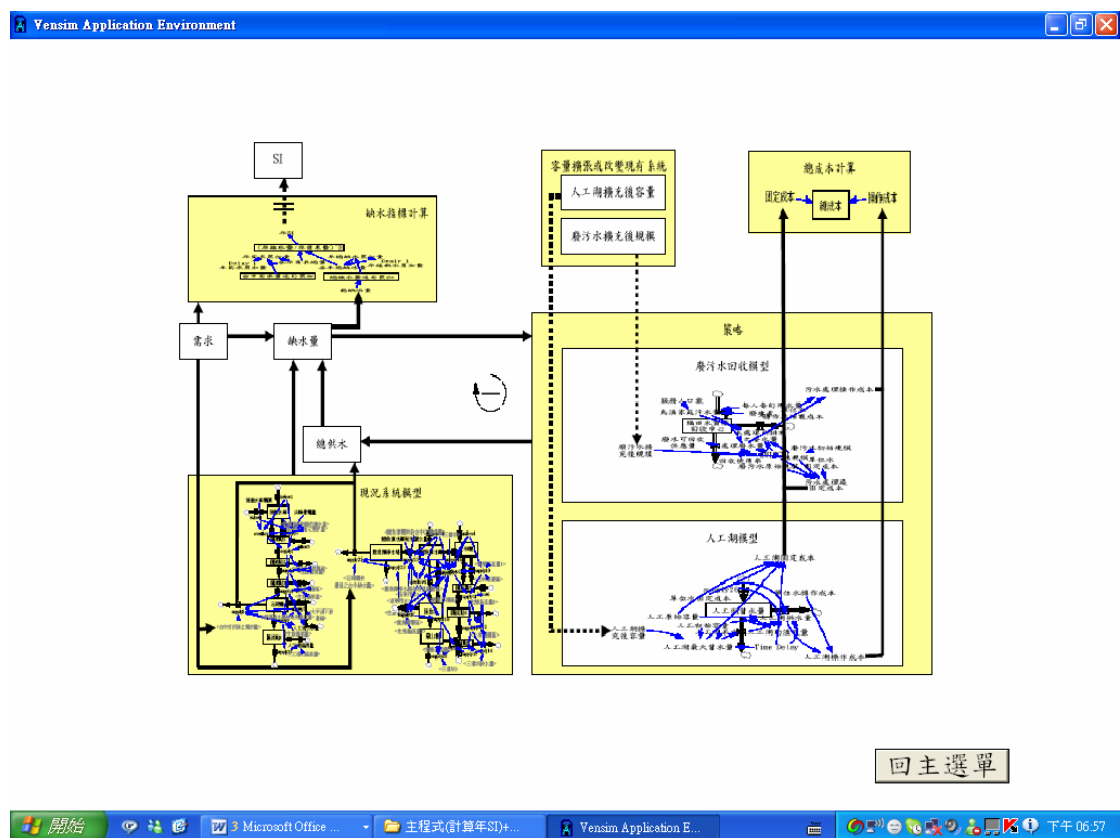


圖 6-6 整合示意圖展示畫面

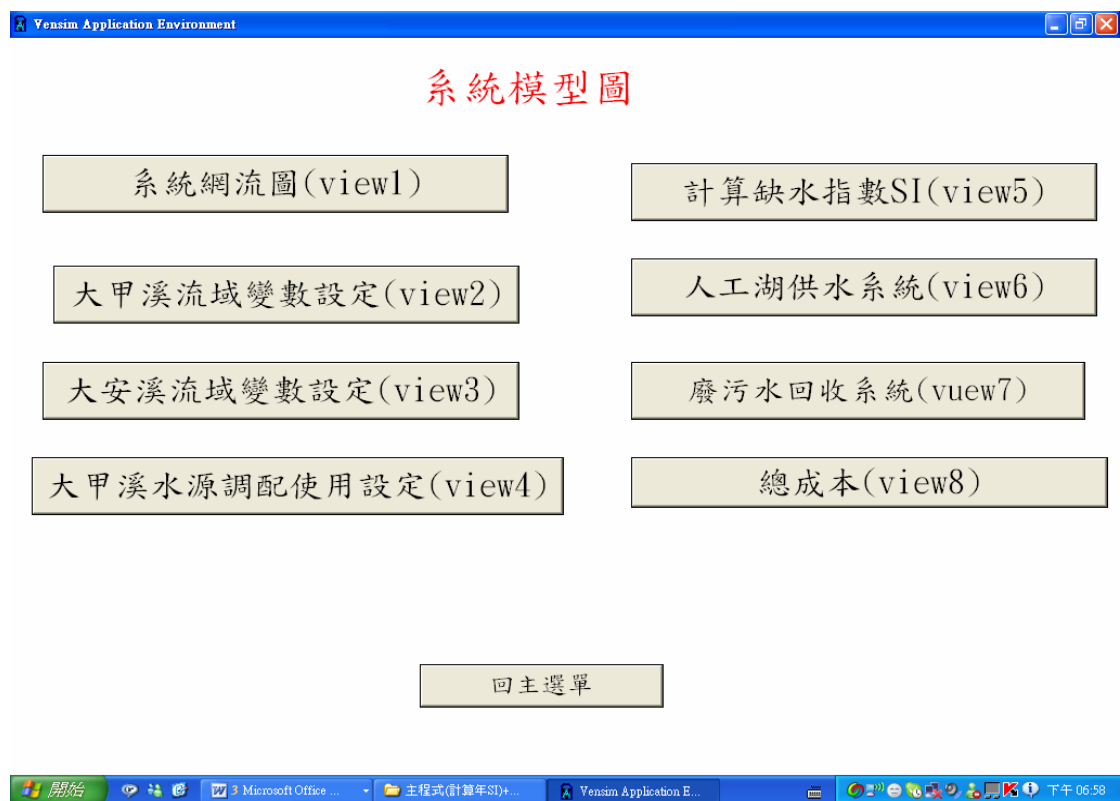


圖 6-7 系統模型圖選單

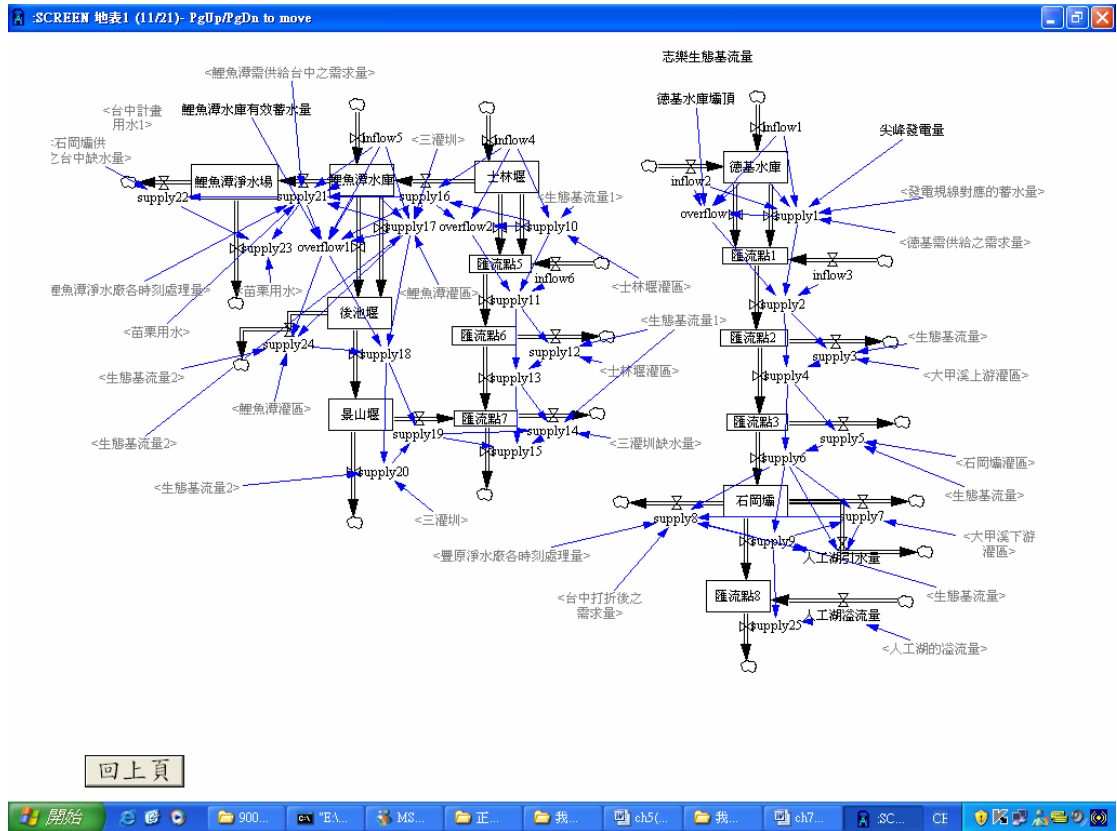


圖 6-8 系統模型圖的展示畫面-地表水系統(1)

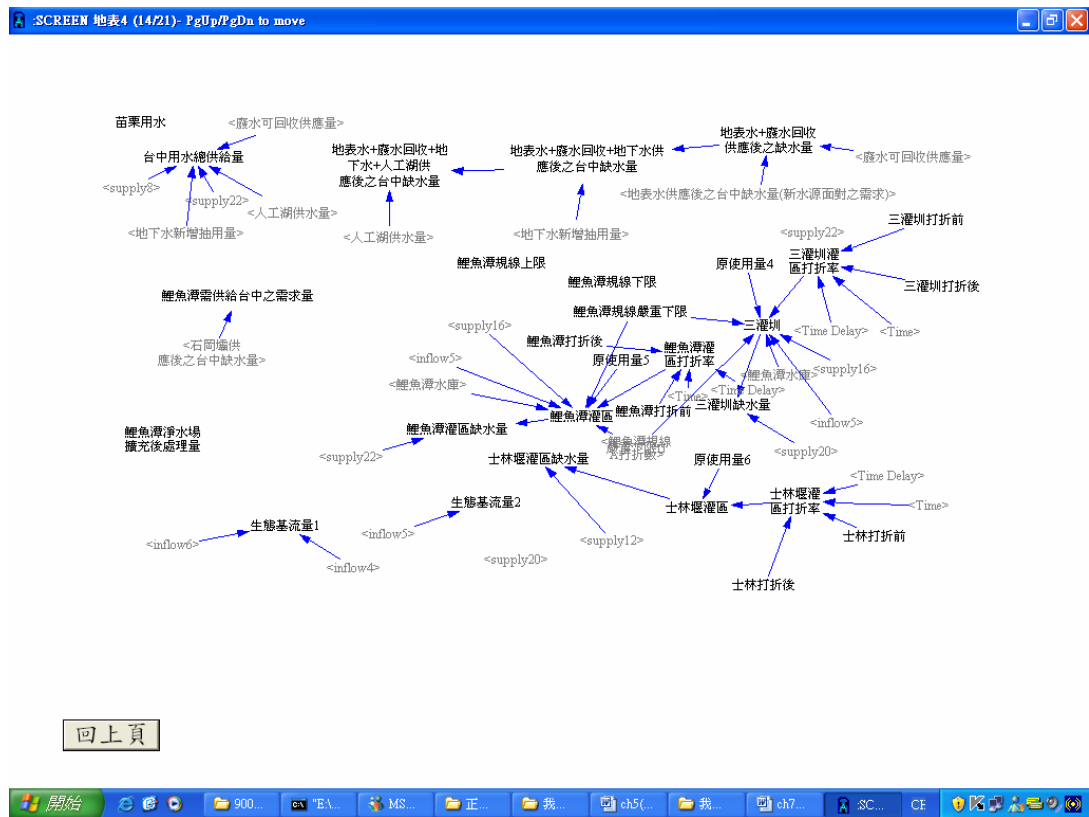


圖 6-9 系統模型圖的展示畫面-地表水系統(2)

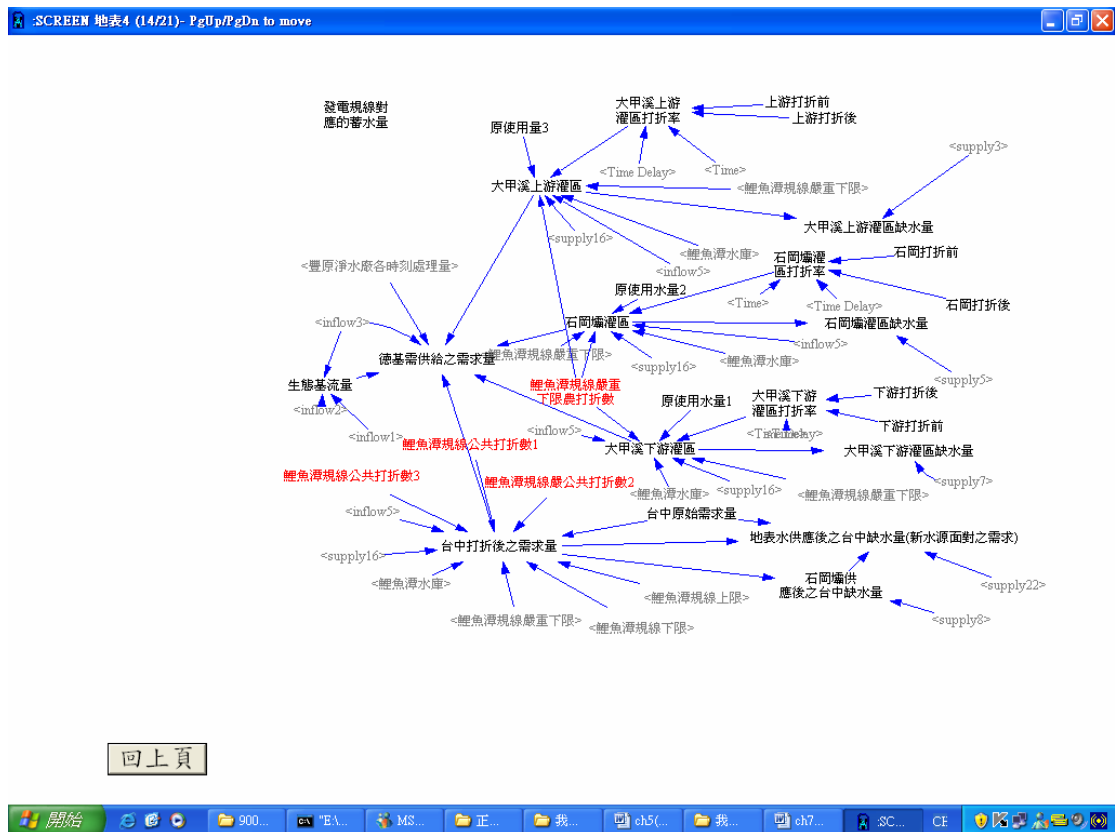


圖 6-10 系統模型圖的展示畫面-地表水系統(3)

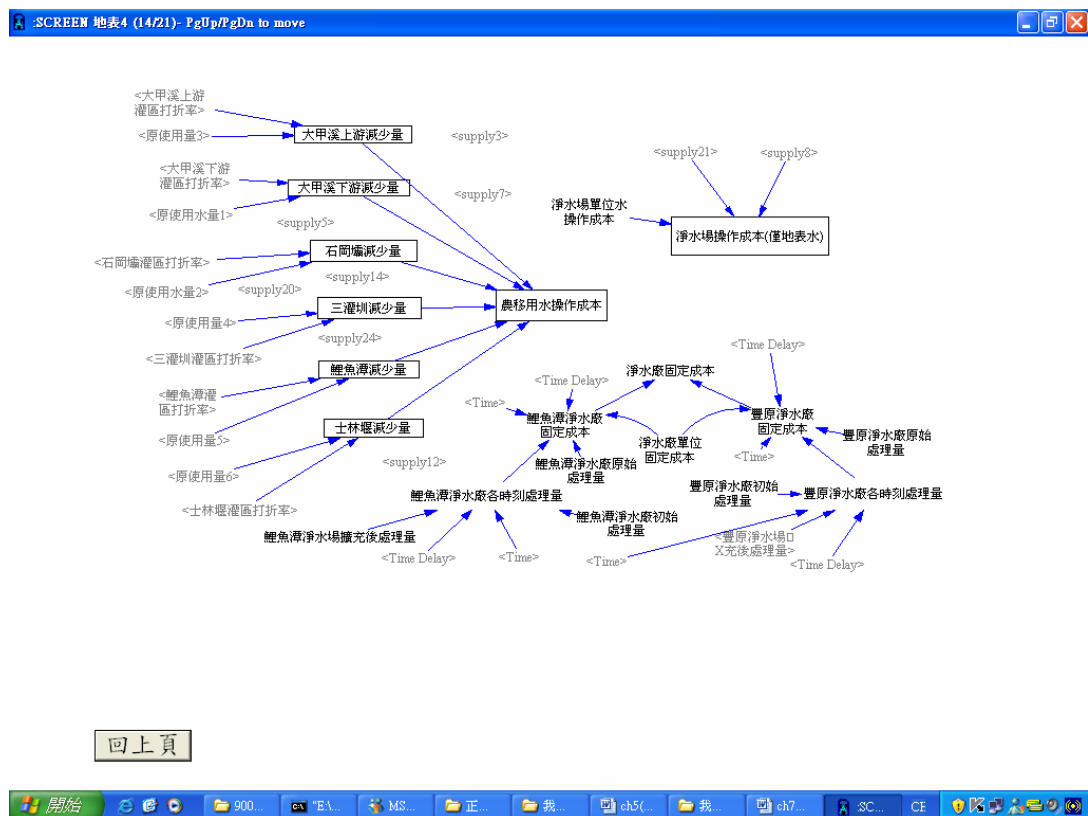


圖 6-11 系統模型圖的展示畫面-地表水系統(4)

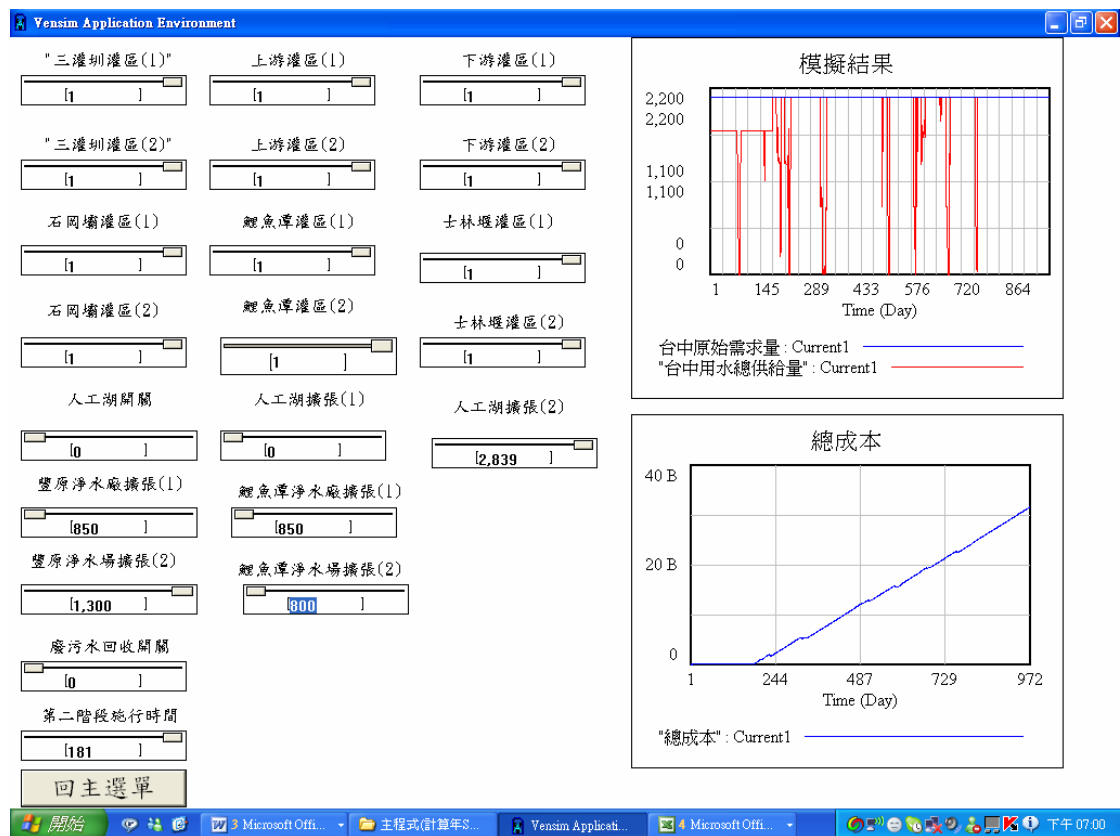


圖 6-16 情境模擬分析策略即時執行與成果展示畫面

第七章 結論與建議

7.1 結論

1. 由模擬結果得知，現況的大甲、大安聯合營運供水系統仍可以滿足民國 110 年中成長需求，然面對民國 110 年高成長需求時，則有高度之缺水風險存在。
2. 本研究已完成台中地區多元化水源整體調配模型之建置，並針對農移用水、淨水廠擴充、廢污水回收、人工湖等策略之組合模擬衝擊分析。
3. 單一型策略中，系統只進行單一項目改善則以淨水廠擴充最能有效降低缺水風險，然其所需成本亦是單一型策略中最高。
4. 模擬結果顯示若考量複合項目型改善策略則以同時進行廢污水回收、人工湖建置及農移用水最能減少缺水風險，且總成本亦最低。

7.2 建議

1. 本研究以系統動態學及物件導向為設計概念，結合其他模式相當容易，建議在未來可考慮結合經濟財務與水質方面的模型，以防區域水資源相關策略施行時產生相關後遺症。
2. 本研究僅針對水量和成本進行探討，然而策略的「成本效益評估」需先衡量建設中之所有成本項目、效益項目，再加以比較總成本與總效益之相對差異，藉以決定是否投資興建。建議未來可針對水利建設所能產生之間接收益，例如經濟發展、水源涵養、環境保護及生活品質提昇等，進一步分析評估。
3. 本研究所建立之區域水資源調模擬分析模型尚未考慮水文不確定性情況，建議未來進行模式模擬時可考慮上述情況以符合實際之水資源運用情形。



參考文獻

1. “Resolving conflicts in water sharing: A system approach, Water Resources Research”, Vol. 39, NO. 12, K.D.W. Nandalal and S.P. Simonovic, 2003.
2. “A new modeling approach for water resources policy analysis, Water Resources Research”, Vol. 35, No. 1, Slobodan P. Simonovic and Hussam Fahmy, January 1999.
3. “System Dynamics Modeling of Reservoir Operations for Flood Management.” Journal of Computing in Civil Engineering, Ahmad, Sajjad and Simonovic, S.P. (2000) July, 190-198.
4. “Spatial System Dynamics: New Approach for Simulation of Water Resources Systems.” Journal of Computing in Civil Engineering, Ahmad, Sajjad and Simonovic, S.P. (2004) October, 331-340.
5. “System Dynamics Modeling of Trans-Boundary Systems: the Bear River Basin Model.” Sehlke, Gerald and Jacobson, Jake, GROUND WATER, 43(5), 722–730 (2005)
6. “The Use of Object-Oriented Modeling for Water Resources Planning in Egypt.” Water Resources Management, 11, 243-261. Simonovic, S.P., and Fahmy, Hussam. (1997).
7. “A New Modeling Approach for Water Resources Policy Analysis.” Water Resources Research, 35(1), 295-304, January. Simonovic, S.P., and Fahmy, Hussam. (1999).
8. “Methodology for Assessment of Climate Change Impacts on Large-Scale Flood Protection System.” Journal of Water Resources Planning and Management, September/October, 363-371. Simonovic, S.P., and Lanhai, Li. (2003).
9. “A System Dynamics Model to Facilitate Public Understanding of Water

- Management Options in Las Vegas.” *Journal of Environmental Management*, 67, 303-313. Stave, Krystyna A. (2003),
10. “Sustainability Analysis for Yellow River Water Resources Using the System Dynamics Approach.” *Water Resources Management*, 16, 239-261. Xu, Z. X., Takeuchi, K., Ishidaira, H., and Zhang, X. W. (2002).
 11. 大安溪及大甲溪水資源聯合運用初步規劃報告，經濟部水利署中區水資源局，民國 94 年。
 12. 台中人工湖策略與初步規劃方案，水利署水利規劃試驗所，民國 94 年。
 13. 多元化水源開發綱領計畫，經濟部水利署，民國 94 年。
 14. 台灣地區水資源總量管制機制規劃，經濟部水利署，民國 93 年。
 15. 台灣地區中部區域水資源綜合發展計畫，經濟部水利署，民國 93 年。
 16. 台灣地區水貧乏指數之研究與應用，經濟部水利署，民國 93 年。
 17. 台灣地區水資源永續發展指標之計算與評估，經濟部水利署，民國 93 年。
 18. 水再生利用政策與法規研訂(1/2)，經濟部水利署，民國 93 年。
 19. 多功能人工湖永續經營研究，經濟部水利署水利規劃試驗所，民國 93 年。
 20. 台中基地第二期發展區擴建計畫(含第一期發展區變更)用水計畫書，中部科學工業園區開發籌處，民國 93 年。
 21. 台灣地區廢污水再利用潛勢整體評估工業技術研究院，工業技術研究院，民國 92 年。
 22. 系統動力學—探索動態複雜之鑰，韓釗，民國 91 年
 23. 大甲溪攔河堰可行性規劃計畫，經濟部水利署水利規劃試驗

所，民國 91 年。

- 24.淡水河水資源系統動力模式與永續管理策略之研究，國立台灣大學生物環境系統工程學研究所碩士論文，陳明業，民國 91 年。
- 25.高屏溪水質水量改善之成本效益分析，國立台北大學資源管理研究所碩士論文，李魁裕，民國 90 年。
26. 台灣地區地下水補注量估算，經濟部水利署，民國 89 年。
27. 台中農田水利會八寶圳移用水補償之分析，農業工程研究中心，俞維昇、辜國讚，民國 89 年。
28. 農田水利會移用水補償費之計算方法，農業工程研究中心，俞維昇、辜國讚，民國 89 年。
- 29.河川流域水土資源承载力與永續力評量模式之發展，國立中央大學生物環境工程研究所碩士論文，陳亭玉，民國 88 年。
- 30.水源開發成本與水價關聯之研究，吳惠如，合理用水與造水技術研討會，民國 86 年。
31. 地下水抽用成本之研究，工研院能源資源所，合理用水與造水技術研討會，民國 86 年。
- 32.經濟部水利署台澎金馬水庫堰壩簡介。

附錄 A 大甲溪與大安溪現況水利設施概況

一、現況水利設施

大甲溪流域內主要水源調節設施為德基水庫與石岡壩，德基水庫儲蓄存上游主支流流量外，另自大甲溪支流志樂壩藉輸水隧道進行越域引水，增加蓄水量。石岡壩攔蓄德基水庫發電用水與德基水庫至石岡壩間未控制流量，可說是大甲溪水源運用之樞紐，亦為大台中地區公共用水之主要來源。

此外，位於大安溪支流景山溪上的鯉魚潭水庫為離槽水庫，本身集水面積小，水源有限。為補充本身水源不足，於民國 89 年 7 月起另自大安溪士林攔河堰越域引水，士林攔河堰導水路設計流量為 302.4 萬 CMD，經輸水隧道洩放入景山溪，供鯉魚潭水庫多目標使用。

二、大安溪與大甲溪水工結構物介紹

1、壩工

(1) 水庫名稱：德基水庫

管理機關：台灣電力公司

計畫標的：發電、灌溉、公共用水、觀光、防洪

計畫概述：本工程於民國 58 年 12 月 8 日開工，民國 62 年 12 月水庫開始蓄水，民國 63 年 6 月 26 日首期發電，9 月全部完工成為大甲溪水力資源重要之一環。

位 置：台中縣

河 系：主流為大甲溪，支流為志樂溪、必坦溪

水 庫：集水面積 592 平方公里

正常蓄水位標高 1,400 公尺，最高洪水位標高 1,408 公尺

滿水位面積 454 公頃

總蓄水量 23,200 萬立方公尺

計畫有效蓄水量 18,300 萬立方公尺

現有效蓄水量 16,919 萬立方公尺 (民國 92 年測量)

計畫年運用水量 32,000 萬立方公尺

壩：壩型為混凝土雙曲線薄型拱壩

壩頂標高 1,411 公尺

最大壩身高度 180 公尺

壩頂長度 290 公尺

壩頂寬度 4.5 公尺

壩體積 45.6 萬立方公尺

計畫效益：德基水庫以發電為主要目標，綜合德基發電廠及下游諸電廠每年可增加發電量 72,000 萬度，裨益工業發展甚鉅

發 電：裝機容量 234,000 KW

計畫年發電量 41,000 萬度

防 洪：降低洪峰為 55,296 萬 CMD

水庫之面積與容積如表 3.1-1，水位-面積-容積曲線圖如圖 3.1-3
當水位為 1,408 公尺時，總容量為 22,845 萬立方公尺；當水位高程為 1,310 公尺時，供水有效容量為 21,627 萬立方公尺；當水位高程為 1,366 公尺時，發電有效容量為 13,677 萬立方公尺。

表 3.1-1 德基水庫高程-面積-容量數值表

水位高程(m)	面積(10 ⁴ m ²)	容積(10 ⁴ m ³)	水位高程(m)	面積(10 ⁴ m ²)	容積(10 ⁴ m ³)
1409.50	458.50	23,526.86	1360.00	208.60	7,838.61
1408.00 (滿水位)	451.00	22,844.75	1350.00 (發電最低水位)	174.00	5,925.92
1400.00	398.60	19,446.55	1340.00	141.30	4,349.40
1395.00	367.90	17,530.39	1330.00	115.20	3,066.49
1390.00	343.20	15,752.76	1320.00	92.60	2,027.47
1385.00	309.50	14,121.11	1310.00 (供水最低水位)	69.50	1,217.33
1380.00	278.90	12,650.01	1300.00	51.80	610.88
1370.00	238.50	10,064.03	1290.00	35.20	175.87
1366.00	225.60	9,167.87	1280.00	0.00	0.00

註：水位高程 1,350 公尺至 1,408 公尺，有效蓄水容積 16,919 萬立方公尺。

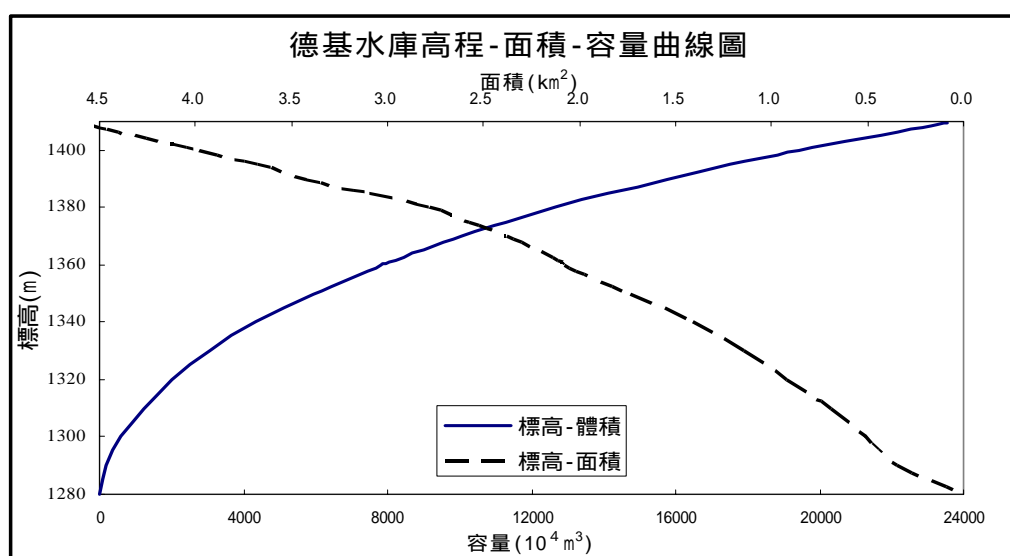


圖 3.1-2 德基水庫高程-面積-容量曲線圖

（2）水庫名稱：石岡壩

石岡壩位於大甲溪中游，其功能為攔蓄上游電廠發電尾水及馬鞍壩以下之未控制流量。可說是大甲溪水源運用之樞紐，亦為大台中地區公共給水之主要來源。石岡壩工程可分為土木及閘門機電兩大部分，主要設施包括溢洪道、排砂道、取水工、橋樑、

擋土牆、管理中心、閘門機械及電氣設備等，九二一震災造成石岡壩第16、17、18號排洪門及重力壩斷裂等重大災損後，中區水資源局已於民國90年完成壩體等災修及保護工作，並恢復石岡壩供水能力。依石岡壩管理中心提供之資料，石岡壩目前供給民生及工業用水約為每日50萬立方公尺。其各項相關資料如下：

管理機關：經濟部水利署中區水資源局

計畫標的：發電、灌溉、公共用水

計畫概述：石岡壩工程計畫由前經濟部水資會於民國 48 年達見水庫計畫定案報告中，提議興建石岡壩調整池，61 年 8 月水資會召集有關單位決議，為配合達見水庫之完工，石岡壩綜合規劃由水資會辦理。水資會為配合各標的用水及利用，於重新檢討達見水庫計畫多目標運用研討，及專業工作報告中，建議建造石岡壩以增加用水量，而利下游灌溉取水與水量分配及部份發電尾水之調節。

位 置：台中縣石岡鄉

河 系：主流為大甲溪

水 庫：集水面積 1,061 平方公里，九二一地震前正常蓄水位標高 267.1 公尺，最高洪水位標高 267.25 公尺，滿水位面積 64.5 公頃，總蓄水量 302 萬立方公尺，計畫有效蓄水量 160 萬立方公尺，民國 87 年測量之有效蓄水量 210 萬立方公尺，然九二一地震後，目前蓄水位標高為 273.00 公尺，有效蓄水量為 75 萬立方公尺。

壩 型：壩型為混凝土重力壩，九二一震災後

壩頂標高 273 公尺

壩頂長度 275.50 公尺

壩頂寬度 8 公尺

溢流道原設計洪水量為 69,120 萬 CMD , 九二一震災

後副壩災修設計洪水量為 30,240 萬 CMD。

灌溉面積：5,502 公頃

供應量：50 萬 CMD

高程-容積-面積資料如表 3.1-2 , 高程-容積-面積曲線圖如圖 3.1-3。(資料來源: [1])

表 3.1-2 石岡壩高程-面積-容量數值表

水位高程(m)	面積 (10^4m^2)	容積(10^4m^3)	水位高程(m)	面積(10^4m^2)	容積(10^4m^3)
265.000	0.000	0.000	272.000	56.088	42.312
266.000	0.004	0.002	273.000	64.680	60.384
267.000	0.185	0.094	274.000	72.693	68.686
268.000	0.534	0.360	275.000	80.390	76.541
269.000	2.567	1.550	276.000	89.918	85.154
270.000	7.720	5.141	277.000	100.387	95.152
271.000	28.551	18.124	278.000	110.268	105.327

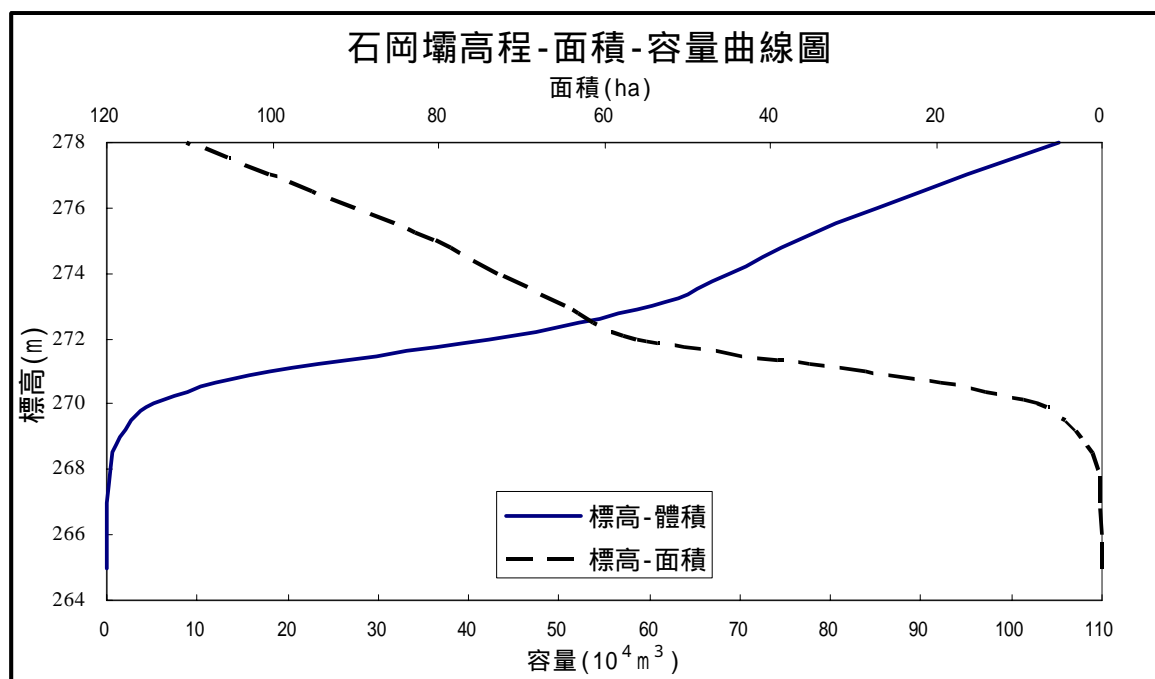


圖 3.1-3 石岡壩高程-面積-容量曲線圖

(3) 水庫名稱：鯉魚潭水庫

鯉魚潭水庫分二期實施，第一期工程包括水庫大壩與附屬工程，第二期工程包括大安溪士林攔河堰越域引水工程與卓蘭發電廠工程，目前經由鯉魚潭淨水場處理後，供應台中縣市20鄉鎮、苗栗縣6鄉鎮，彰濱工業區等地區約每日70萬噸之公共與工業用水，現況之有效蓄水容量約為1.2億立方公尺。其相關資料如下：

管理機關：經濟部水利署中區水資源局

計畫標的：公共用水、灌溉、發電、觀光

計畫概述：由於近年來中部地區包括台中縣市，苗栗縣等因工商業進步，地方繁榮人口增加，自來水、工業用水及農業用水水量急增，為解決上述地區供水問題，由水利局辦理規劃，經行政院於民國 74 年 3 月正式核定實施。

位 置：苗栗縣三義鄉

河 系：主流為大安溪，支流為景山溪

水 庫：集水面積 53.45 平方公里

正常蓄水位標高 300 公尺，最高洪水位標高 303.5 公尺

滿水位面積 432 公頃

總蓄水量 12,612 萬立方公尺

計畫有效蓄水量 12,278 萬立方公尺

計畫年運用水量 28,000 萬立方公尺

壩 型：壩型 中心直立心層式滾壓土石壩

壩頂標高 306 公尺

最大壩身高度 96 公尺

壩頂長度 235 公尺

壩頂寬度 10 公尺

壩體積 3,56 萬立方公尺

計畫效益：第一期工程完成後供應公共用水每日 22 萬公噸，另供應景山溪下游 55 公頃農田之灌溉用水。

第二期工程預計供給自來水及工業用水每日 70 萬立方公尺

灌溉面積：4,209 公頃

表 3.1-3 鯉魚潭水庫高程-面積-容量數值表

水位 高程(m)	面積 (10^4m^2)	容積 (10^4m^3)	水位 高程(m)	面積 (10^4m^2)	容積 (10^4m^3)	水位 高程(m)	面積 (10^4m^2)	容積 (10^4m^3)
240.00	36.67	226.59	260.00	122.19	1,731.50	282.00	274.43	5,915.03
242.0	39.86	303.12	262.00	130.06	1,983.74	284.00	291.38	6,480.81
243.20 (呆水位)	42.97	352.81	264.00	140.83	2,254.62	286.00	312.66	7,084.81
244.00	45.04	388.02	266.00	149.94	2,545.38	288.00	324.34	7,721.80
246.00	49.87	482.92	268.00	163.72	2,859.01	290.00	347.84	8,393.94
248.00	53.14	585.92	270.00	176.93	3,199.63	292.00	364.29	9,106.05
250.00	65.18	704.20	272.00	189.21	3,565.75	294.00	384.43	9,854.75
252.00	81.76	851.06	274.00	215.43	3,970.32	296.00	401.91	10,641.08
254.00	105.14	1,037.84	276.00	226.44	4,412.19	298.00	420.26	11,463.24
256.00	115.06	1,258.03	278.00	241.22	4,879.83	300.00 (滿水位)	448.27	12,331.73
258.00	118.11	1,491.20	280.00	259.80	5,380.82	302.00	479.01	13,258.97

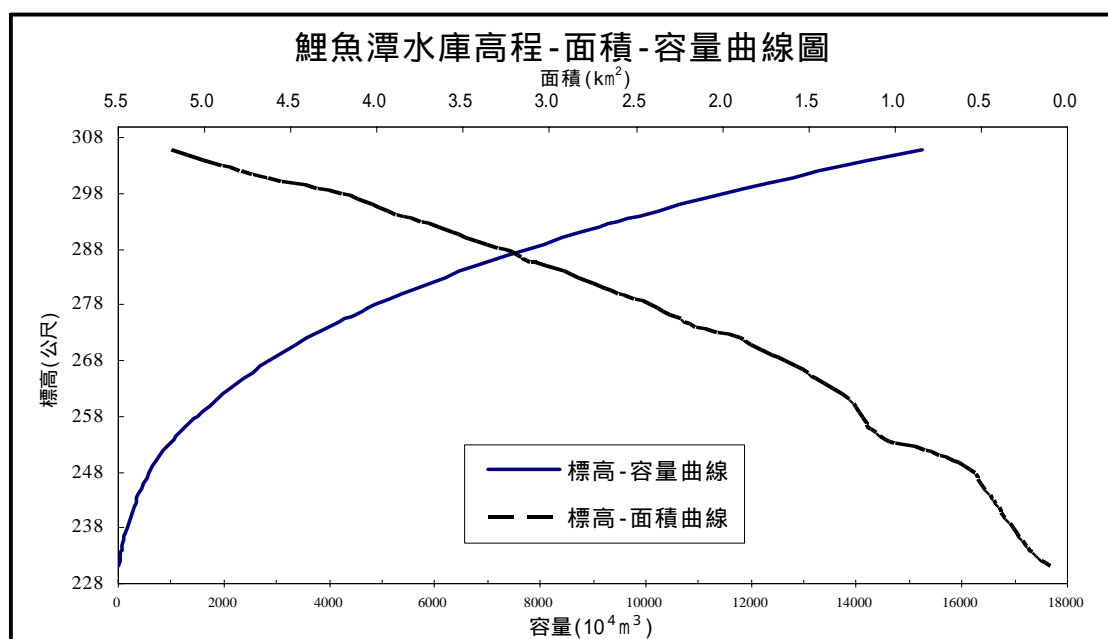


圖3.1-4 鯉魚潭水庫高程-面積-容量曲線圖

（4）士林攔河堰

台灣電力公司於民國83年於苗栗縣泰安鄉士林村大安溪中游開始施做「士林攔河堰」，以供水力發電使用，並將發電後的尾水排入鯉魚潭水庫進行水資源再利用；民國88年九二一地震造成

石岡壩損毀無法取水後，為提供大台中地區的民生用水，士林攔河堰已於同年底開始試運轉，至今仍正常運作中。其相關資料如下：

管理機關：台灣電力公司（卓蘭電廠）

計畫標的：公共用水、發電

計畫概述：屬鯉魚潭第二期工程，所攔引大安溪水經由 5.5 公里隧道送往鯉魚潭水庫調蓄利用。士林攔河堰已於民國 88 年完工，引水隧道原訂民國 89 年 9 月完工，為因應九二一震災大台中地區用水需要，於民國 89 年 6 月 22 日起停工先行引水，於 90 年 2 月復工，90 年 7 月完工

引水規則：

- 1.當天然流量大於下游保留水量時才可引水。
- 2.最大引水量為 302.4 萬 CMD。
- 3.天然流量大於 6,912 萬 CMD 時暫停引水。
- 4.鯉魚潭進行防洪運轉或因應緊急事故進行放水排水操作時，應停止引水。

位 置：台中縣泰安鄉士林村

河 系：大安溪

水 庫：集水面積 447.1 平方公里

滿水位標高 604.5 公尺

滿水位面積 0.3 平方公里

總容量 127.4 萬立方公尺

有效容量 115.5 萬立方公尺

攔 河 堰：閘門控制溢流堰

溢洪道頂標高：596.0 公尺(低槽段)，596.5 公尺(高槽段)

堰長：253.5 公尺

溢洪道堰高 18.0 公尺

設計排洪量 80,352 萬 CMD

發電效益：計畫年發電量 2.66 億度(卓蘭電廠)

表 3.1-4 士林攔河堰高程-面積-容量數值表

水位 高程(m)	面積 (10 ⁴ m ²)	容積 (10 ⁴ m ³)	水位 高程(m)	面積 (10 ⁴ m ²)	容積 (10 ⁴ m ³)	水位 高程(m)	面積 (10 ⁴ m ²)	容積 (10 ⁴ m ³)
596.00	3.64	3.55	599.50	12.54	31.45	603.00	25.09	98.80
596.50	4.45	5.60	600.00	14.57	38.20	603.50	26.30	111.64
597.00	6.07	8.24	600.50	16.59	46.01	604.00	28.73	125.41
597.50	7.28	11.45	601.00	18.21	54.69	604.50	29.95	140.03
598.00	8.90	15.63	601.50	20.23	64.36	605.00	31.97	155.52
598.50	10.11	20.38	602.00	22.26	75.26	605.50	33.59	171.90
599.00	10.92	25.59	602.50	23.88	86.56	606.00	35.61	189.30

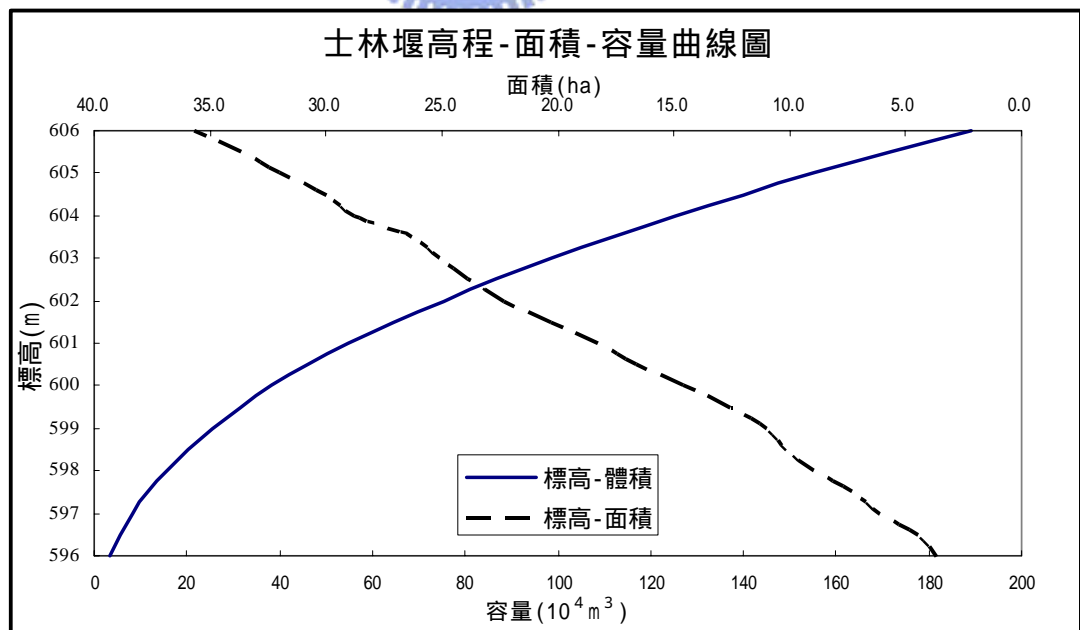


圖3.1-5 士林攔河堰高程-面積-容量曲線圖

2、淨水場

(1) 淨水場名稱：鯉魚潭淨水場

管理機關：台灣省自來水公司第四區管理處

計畫標的：公共用水

計畫概述：本場北臨三義，南接豐原，佔地約 10.5 公頃，水源來自距本場約十公里外之鯉魚潭水庫。第一期工程於民國 82 年 10 月完工出水，第二期工程配合水庫越域引水工程興建時程辦理，原計畫於民國 88 年 8 月完成，惟施工中因頭水隧道開挖後，遭遇可燃性氣體及其他不可抗力因素影響工程進度，完工期限將調整延後。已於民國 90 年 9 月發電廠完工商轉，民國 91 年 9 月全部工程完工。

計畫出水：每日 110 萬 CMD，分兩期興建，第一期出水每日 50 萬 CMD，第二期出水每日 60 萬 CMD。

位 置：台中縣后里鄉北郊

供水區域：本場供水區域包括北送三義、後龍、銅鑼、通霄、苑理、南送后里豐原台中彰化濱海工業區，西送大甲外埔地區，配合豐原給水廠共同形成一聯合運作配水管網使供水區域之用戶皆有量足質優之自來水。

(2) 淨水場名稱：豐原淨水場

管理機關：台灣省自來水公司第四區管理處

位 置：台中縣石岡鄉

計畫標的：公共用水

供水區域：本場的供水範圍，東以大肚山為界，西至大坑、豐

原高地，南至彰濱工業區，北以大甲溪為界，全為大台中地區的精華區。水源來自於石岡水壩，並在大甲溪的上游尚有四個發電廠及四個水庫，做水量調節，其水質是屬於乙級河川。為使該地區於防汛期間的供水穩定，自來水公司將採取以下措施因應：豐原計畫出水：九二一震災前，每日 130 萬 CMD。九二一震災後，給水廠第一淨水場每日出水量 25 萬 CMD，豐原給水廠第二淨水場一期工程每日出水量 30 萬 CMD，豐原給水廠第二淨水場二期工程每日出水量 20 萬 CMD。目前淨水場出水量為 85 萬 CMD。

甲、..水文(資料來源：[1])

1、大甲溪

(1)逕流量

民國 56~90 年之德基水庫入流量、志樂壩越域引水量、德基水庫至石岡壩側流量如附表 A-1 A-3 所示，其中德基水庫入流量之年平均值為 10.051 億噸；志樂壩越域引水量之年平均值為 9.323 億噸；德基水庫至石岡壩側流量之年平均值為 10.431 億噸。

(2)農業用水

大甲溪農業灌溉用水量採用下游保留水量(農業用水登記水權量與農業計畫用水量較少者)如附表 A-7 所示。

(3)公共用水

大甲溪流域主要由豐原淨水場供給大台中地區之公共用水，其水源取自石岡壩，九二一震災前設計處理能力為130萬CMD，九二一震災之後，為使穩定供水，目前實際之處理能力為85萬CMD。

(4)生態基流量

將大甲溪流域區分為三個河段設定生態基流量分別為：德基水庫至石岡壩間之生態基流量為52.79CMD、石岡壩以下之河川基流量為55.64CMD。

2、大安溪

(1)逕流量

民國 56~90 年之鯉魚潭水庫入流量、士林堰越域引水量、雪山坑溪之側入流量如附表 A-4~A-6 所示,其中鯉魚潭水庫入流量年平均值為 9.265 億噸；士林堰越域引水量年平均值為 10.206 億噸；雪山坑溪之側入流量年平均值為 9.175 億噸。

(2)農業用水

大安溪農業灌溉用水量採用下游保留水量(農業用水登記水權量與農業計畫用水量較少者)如附表 A-7 所示。

(3)公共用水

鯉魚潭水庫供水範圍為苗栗縣三義、銅鑼、西湖、後龍(西湖溪以南區域)、通宵、苑裡等六鄉鎮；台中市；台中縣，以及彰化濱海工業區等。而大台中地區之公共用水主要由鯉魚潭淨水場供給，其水源取自鯉魚潭水庫，設計處理能力為110萬CMD，但受限於取水口85萬噸管線限制，目前實際之處理能力為85萬CMD。

(4)生態基流量

士林堰最小生基流態量為23.33CMD，鯉魚潭水庫至義里橋間之生態基流量值為1.21CM。

附表B-4士林堰天然入流量一覽表(1/4)

單位:萬噸

旬 \ 年	64	65	66	67	68	69	70	71
1月上旬	730.08	1168.99	655.78	526.18	841.54	540.86	432.86	823.39
1月中旬	1772.93	1057.54	566.78	591.84	758.59	527.90	375.84	775.87
1月下旬	1324.86	1023.58	552.18	795.48	734.66	910.48	362.10	845.86
2月上旬	982.37	741.31	858.82	738.72	708.48	1386.72	317.95	664.42
2月中旬	1375.49	540.86	597.02	1001.38	568.51	1305.50	322.27	697.25
2月下旬	681.52	436.23	420.25	640.05	394.68	1269.04	454.81	559.87
3月上旬	642.82	806.98	476.93	2816.64	805.25	1562.98	547.78	3134.59
3月中旬	1512.00	643.68	477.79	1526.69	818.21	1286.50	1126.66	3339.36
3月下旬	1510.19	911.43	543.63	7249.65	2394.06	1091.06	1816.21	2560.38
4月上旬	1975.97	1016.93	541.73	5428.51	2024.35	761.18	1141.34	2007.94
4月中旬	2511.65	1386.72	508.90	4175.71	2214.43	1322.78	1067.90	1875.74
4月下旬	1618.27	910.66	458.78	2553.12	1634.69	1766.02	1004.83	2172.10
5月上旬	1769.47	3370.46	443.23	2104.70	1812.67	1702.08	757.73	5196.10
5月中旬	3691.87	3135.46	1315.87	2592.86	2453.76	1551.74	1505.95	3793.82
5月下旬	16862.00	3452.80	1645.14	9612.35	6076.86	1998.69	7552.83	2525.21
6月上旬	16176.67	2621.38	10924.42	5609.95	3297.02	1747.87	13538.88	11780.64
6月中旬	26522.21	3848.26	6651.94	3681.50	6485.18	1207.01	11829.89	6754.75
6月下旬	11675.23	2664.58	5557.25	2945.38	4618.94	1314.14	38013.41	4927.39
7月上旬	3535.49	21115.30	4489.34	1959.55	2260.22	943.49	6594.91	2520.29
7月中旬	2968.70	4942.94	2339.71	1704.67	1424.74	771.55	5247.94	2326.75
7月下旬	2609.80	1990.14	6482.68	2228.69	1388.53	920.94	15554.25	4737.74
8月上旬	2710.37	9115.20	19720.80	5457.02	1827.36	1316.74	7276.61	9889.34
8月中旬	4892.83	11700.29	3921.70	3475.87	9757.15	1097.28	4397.76	16443.65
8月下旬	3169.58	4115.23	10998.98	2962.40	29471.90	10697.70	4519.15	5319.39
9月上旬	2134.08	2420.93	3112.99	1949.18	9049.54	4860.86	10371.46	2235.17
9月中旬	1989.79	1636.42	2526.34	4026.24	3670.27	1687.39	3315.17	1583.71
9月下旬	3417.98	2263.68	2214.43	2534.98	2750.11	1491.26	2973.02	816.48
10月上旬	2196.29	2273.18	1830.82	2136.67	1785.89	1134.43	2337.98	666.14
10月中旬	2035.58	1457.57	1353.89	1674.43	1121.47	669.60	1383.26	543.46
10月下旬	1513.04	1331.51	1034.04	1463.62	1152.84	691.89	1059.70	512.27
11月上旬	1098.14	961.63	740.45	1101.60	806.98	567.65	1101.60	405.22
11月中旬	986.69	789.70	691.20	791.42	669.60	432.00	988.42	598.75
11月下旬	900.29	727.49	674.78	732.67	695.52	529.63	928.80	482.11
12月上旬	783.65	683.42	631.58	612.58	601.34	484.70	839.81	452.74
12月中旬	1354.75	563.33	616.03	621.22	563.33	508.90	792.29	485.57
12月下旬	1728.78	624.41	633.92	1008.37	594.00	539.83	826.85	569.29
年總量	133361.42	98450.21	97210.11	91031.90	108232.68	52598.42	152678.22	105022.74

| |

附表B-4士林堰天然入流量一覽表(2/4)

單位:萬噸

旬\年	72	73	74	75	76	77	78	79
1月上旬	650.59	400.03	360.29	904.61	641.95	463.10	463.10	2077.06
1月中旬	595.30	409.54	344.74	617.76	914.11	662.69	662.69	1795.39
1月下旬	935.19	458.09	436.23	603.50	594.00	637.72	637.72	1889.40
2月上旬	3043.01	354.24	2389.82	537.41	489.89	731.81	731.81	1615.68
2月中旬	9726.91	336.96	1915.49	1179.36	412.99	787.10	787.10	1431.65
2月下旬	8250.16	305.60	2867.10	1750.12	952.47	408.24	408.24	1890.43
3月上旬	5238.43	478.66	2343.17	3372.19	492.48	2247.26	2247.26	6302.02
3月中旬	17597.09	587.52	2007.07	2484.86	1780.70	2354.40	2354.40	3662.50
3月下旬	16343.08	954.20	2114.64	4697.83	3593.46	4091.47	4091.47	3952.71
4月上旬	5166.72	1505.95	6399.65	3649.54	947.81	7851.17	7851.17	4771.01
4月中旬	3852.58	1925.86	6941.38	2428.70	2298.24	3967.49	3967.49	11910.24
4月下旬	3096.58	3687.55	2925.50	2388.96	763.78	6035.90	6035.90	17357.76
5月上旬	2526.34	2618.78	2333.66	1465.34	3622.75	2265.41	2265.41	7082.21
5月中旬	2605.82	3727.30	1886.11	6635.52	2018.30	2659.39	2659.39	9346.75
5月下旬	6830.52	6902.76	3241.81	12944.45	3111.61	25936.42	25936.42	3028.92
6月上旬	26578.37	6149.09	4620.67	12645.50	5287.68	6091.20	6091.20	5729.18
6月中旬	6530.98	4421.95	4909.25	7624.80	4387.39	2592.00	2592.00	14917.82
6月下旬	3260.74	3604.61	3721.25	4505.76	6869.66	1998.43	1998.43	8969.18
7月上旬	1338.34	2693.09	2935.87	5140.80	588.38	1463.62	1463.62	4371.84
7月中旬	1059.26	1702.08	1299.46	2731.10	946.08	1462.75	1462.75	4225.82
7月下旬	1142.38	1920.76	1307.75	3022.27	17654.63	976.06	976.06	2358.89
8月上旬	819.94	3881.09	1513.73	1861.06	6897.31	1529.28	1529.28	2077.06
8月中旬	668.74	6363.36	1970.78	1216.51	2662.85	1714.18	1714.18	7040.74
8月下旬	1392.34	5977.07	19645.72	5513.27	1932.16	1338.16	1338.16	20709.22
9月上旬	1255.39	2795.04	5149.44	2794.18	2188.51	2140.13	2140.13	13961.38
9月中旬	1010.02	2331.94	3466.37	3525.12	2032.99	1378.08	1378.08	6875.71
9月下旬	1049.76	1769.47	2522.88	4672.51	2055.46	4231.87	4231.87	3789.50
10月上旬	965.09	1189.73	2637.79	2640.38	1672.70	2179.01	2179.01	2216.16
10月中旬	663.55	687.74	1621.73	1351.30	1245.02	1076.54	1076.54	1475.71
10月下旬	716.60	545.53	1130.03	891.48	2261.95	1078.70	1078.70	1358.12
11月上旬	619.49	449.28	942.62	643.68	847.58	800.93	800.93	844.99
11月中旬	527.90	391.39	746.50	1006.56	744.77	787.97	787.97	685.15
11月下旬	426.82	368.93	683.42	895.10	635.90	749.09	749.09	647.14
12月上旬	387.07	386.21	584.93	724.03	821.66	600.48	600.48	538.27
12月中旬	357.70	407.81	583.20	722.30	738.72	649.73	649.73	457.06
12月下旬	405.82	421.98	601.60	728.96	498.01	728.96	728.96	492.31
年總量	137634.60	73111.16	101101.65	110516.83	85604.00	96666.74	96666.74	181854.98

附表B-4士林堰天然入流量一覽表(3/4) 單位:萬噸

旬 \ 年	80	81	82	83	84	85	86
1月上旬	952.13	798.34	620.35	420.77	620.35	631.58	434.59
1月中旬	839.81	770.69	645.41	493.34	571.10	648.86	512.35
1月下旬	900.98	917.14	590.20	585.45	639.62	682.39	651.97
2月上旬	1016.06	938.30	426.82	452.74	556.42	592.70	795.74
2月中旬	1085.18	5849.28	412.99	2428.70	601.34	635.04	1219.97
2月下旬	821.84	6401.98	380.85	2699.83	2252.62	876.36	859.16
3月上旬	1035.07	6975.94	509.76	3410.21	2504.74	1149.12	857.95
3月中旬	1229.47	5576.26	2013.12	3130.27	2024.35	1459.30	607.39
3月下旬	1634.69	5405.88	1924.56	3760.73	2194.47	754.62	5408.73
4月上旬	1805.76	5272.99	1672.70	1449.79	4048.70	2536.70	1084.32
4月中旬	1600.99	4875.55	2023.49	1130.11	2472.77	2034.72	1071.36
4月下旬	1232.93	5450.98	1866.24	870.91	1771.20	2304.29	967.68
5月上旬	4587.84	3984.77	2317.25	6852.38	1337.47	5278.18	946.08
5月中旬	2900.45	4956.77	1928.45	3386.88	2456.35	4993.92	1537.92
5月下旬	1658.45	5397.32	3476.56	2958.60	5548.44	4822.33	1899.85
6月上旬	730.08	3079.30	9032.26	3151.87	5759.42	4458.24	2376.86
6月中旬	614.30	3342.82	4199.90	3303.94	8887.10	3506.98	27302.40
6月下旬	5242.75	2261.09	3429.22	5059.58	2883.17	2125.44	5374.08
7月上旬	2466.72	3668.54	2845.15	3164.83	2561.76	1568.16	4095.36
7月中旬	2410.56	3213.22	1893.89	6189.70	3067.20	1351.30	3998.59
7月下旬	1708.82	2514.76	1828.57	4824.23	3333.05	8752.23	2999.46
8月上旬	1461.02	1788.48	1359.94	20310.05	2128.90	23582.02	1753.92
8月中旬	2825.28	1897.34	1200.96	17587.58	1999.30	5358.53	18309.02
8月下旬	1877.04	4230.23	1063.50	15743.38	1983.48	3596.31	10606.46
9月上旬	1078.27	4308.77	825.12	9516.10	1354.75	3275.42	4918.75
9月中旬	1168.99	2397.60	831.17	2984.26	1061.86	2687.04	2892.67
9月下旬	989.28	2754.43	811.30	2084.83	1551.74	3872.45	2156.54
10月上旬	1484.35	1796.26	745.63	3398.11	1257.98	3003.26	1822.18
10月中旬	1489.54	1392.77	771.55	8945.86	1156.90	2013.98	1549.15
10月下旬	1451.26	1168.99	567.39	2605.05	1088.21	1466.47	1372.38
11月上旬	907.20	899.42	482.98	1695.17	994.46	820.80	960.77
11月中旬	997.06	781.92	469.15	1376.35	837.22	651.46	844.99
11月下旬	1133.57	724.03	501.98	1257.12	759.46	615.17	775.87
12月上旬	846.72	654.91	444.10	1067.90	798.34	615.17	723.17
12月中旬	857.95	574.56	413.86	872.64	917.57	590.98	707.62
12月下旬	906.68	624.41	438.13	883.87	857.26	527.47	674.78
年總量	55949.10	107646.02	54964.48	150053.13	74839.08	103838.98	115070.11

附表B-4士林堰天然入流量一覽表(4/4) 單位:萬噸

旬 \ 年	87	88	89	90			
1月上旬	531.36	1047.17	701.57	1124.93			
1月中旬	1574.21	1092.10	675.65	1076.54			
1月下旬	1091.06	1471.22	844.91	3279.83			
2月上旬	2472.77	1009.15	672.19	1839.46			
2月中旬	4373.57	874.37	702.43	1379.81			
2月下旬	8283.34	638.67	9048.93	1002.24			
3月上旬	6682.18	743.04	3542.40	1207.01			
3月中旬	7436.45	1677.89	3561.41	1174.18			
3月下旬	2832.19	1878.94	2284.76	1548.20			
4月上旬	1769.47	1171.58	2357.86	2020.03			
4月中旬	1720.22	1204.42	2025.22	2827.87			
4月下旬	1809.22	1085.18	8537.18	4112.64			
5月上旬	1724.54	3849.12	7178.11	2140.13			
5月中旬	1736.64	3718.66	2330.21	2538.43			
5月下旬	2152.66	7804.68	1827.62	6177.60			
6月上旬	5232.38	4337.28	1931.90	4268.16			
6月中旬	3965.76	2923.78	4009.82	4653.50			
6月下旬	2355.26	2053.73	2759.62	3340.22			
7月上旬	1804.03	1509.41	1854.14	2700.00			
7月中旬	1357.34	2359.58	1742.69	2225.66			
7月下旬	1277.34	1674.60	1699.32	7844.60			
8月上旬	1123.20	4231.87	1761.70	4380.48			
8月中旬	1078.27	4668.19	1502.50	2616.19			
8月下旬	1175.64	2356.04	8164.89	2071.87			
9月上旬	1547.42	1325.38	5370.62	1765.15			
9月中旬	1448.06	884.74	3661.63	18553.54			
9月下旬	1423.01	2987.71	2645.57	3542.40			
10月上旬	1675.30	2879.71	1845.50	3200.26			
10月中旬	8684.06	1719.36	1568.16	2812.32			
10月下旬	3385.32	1675.56	1620.43	2465.34			
11月上旬	2242.94	1680.48	2352.67	1774.66			
11月中旬	1661.47	1309.82	1428.19	1495.58			
11月下旬	1455.84	995.33	1267.49	1297.73			
12月上旬	1224.29	742.18	1179.36	1197.50			
12月中旬	1131.84	794.02	1639.87	1132.70			
12月下旬	1535.85	619.66	1394.24	1154.74			
年總量	92974.52	72994.61	97690.75	107941.51		年平均値	2755704.67

附表B-2志樂壩越域引水量一覽表(1/4)

單位:萬噸

旬 \ 年	64	65	66	67	68	69	70	71
1月上旬	130.46	206.24	109.30	135.91	153.01	102.64	91.24	113.10
1月中旬	315.36	153.79	80.35	146.88	121.82	88.13	68.26	103.68
1月下旬	235.70	128.74	76.90	132.19	117.50	124.42	62.21	90.72
2月上旬	181.53	119.75	249.96	136.86	175.82	301.28	67.48	91.24
2月中旬	263.52	97.63	106.27	247.10	136.51	220.32	60.48	114.91
2月下旬	187.49	113.18	91.58	218.59	135.65	248.83	133.06	177.12
3月上旬	132.71	136.08	67.74	332.47	137.55	272.94	102.30	436.84
3月中旬	415.58	114.05	76.90	425.09	146.88	219.46	260.93	525.31
3月下旬	328.32	141.70	78.62	800.93	332.64	161.57	340.42	250.56
4月上旬	512.27	147.31	85.54	764.12	417.23	144.46	188.18	282.27
4月中旬	413.86	136.51	65.66	478.66	346.46	210.82	137.38	191.81
4月下旬	248.83	114.05	63.07	327.46	227.23	222.05	157.25	255.74
5月上旬	192.67	470.88	57.02	437.18	254.88	268.70	108.86	714.53
5月中旬	256.61	361.15	201.31	347.33	400.90	244.51	164.16	444.96
5月下旬	696.38	327.46	266.11	740.45	724.90	279.94	508.90	300.67
6月上旬	769.82	325.99	900.03	496.11	718.50	260.41	950.40	853.46
6月中旬	864.00	375.84	531.36	303.26	834.62	179.71	861.41	561.60
6月下旬	647.14	259.20	604.80	232.42	612.58	140.83	855.36	436.32
7月上旬	387.07	741.31	387.94	171.94	387.94	120.10	547.78	531.36
7月中旬	272.16	580.61	262.66	139.10	258.34	104.54	442.37	373.25
7月下旬	209.95	290.30	528.77	134.78	286.85	89.86	832.03	441.50
8月上旬	737.51	353.55	837.30	375.41	804.99	101.69	691.89	945.65
8月中旬	566.78	638.50	397.44	352.51	713.66	88.13	363.74	864.00
8月下旬	342.14	312.77	702.43	296.35	853.63	394.85	266.98	599.62
9月上旬	265.16	245.20	399.17	249.96	834.45	490.41	515.12	388.71
9月中旬	184.03	175.39	255.74	249.70	449.28	510.62	431.14	241.92
9月下旬	762.05	280.80	676.51	198.72	294.62	620.35	789.70	314.50
10月上旬	466.56	217.73	441.50	160.70	215.14	317.09	422.50	191.81
10月中旬	348.19	156.38	257.47	520.13	241.06	213.41	262.66	145.15
10月下旬	381.02	132.19	178.85	432.00	183.17	178.85	196.13	122.69
11月上旬	239.50	125.45	172.97	348.80	165.37	153.01	349.75	115.95
11月中旬	171.94	106.27	151.20	222.05	168.48	128.74	198.72	112.32
11月下旬	139.10	101.09	127.01	171.07	140.83	146.02	168.48	89.86
12月上旬	147.74	95.04	108.00	141.70	113.18	111.46	137.38	81.22
12月中旬	254.02	86.40	100.22	128.74	101.95	95.04	119.23	82.08
12月下旬	267.84	82.08	99.36	184.90	92.45	82.08	113.18	89.86
年總量	12935.03	8450.61	9797.07	11181.54	12300.08	7637.24	11967.00	11676.27

附表B-2志樂壩越域引水量一覽表(2/4)

單位:萬噸

旬\年	72	73	74	75	76	77	78	79
1月上旬	127.35	84.59	89.34	300.33	144.46	140.66	110.25	220.49
1月中旬	124.42	61.34	77.76	142.56	111.46	155.52	93.31	159.84
1月下旬	202.18	66.53	88.99	110.59	99.36	159.84	95.90	246.24
2月上旬	761.27	65.58	459.99	120.70	97.89	173.92	90.29	270.86
2月中旬	864.00	76.03	794.88	235.01	80.35	137.38	96.77	170.21
2月下旬	864.00	66.53	857.09	392.26	114.05	139.10	76.90	306.72
3月上旬	619.32	104.98	456.19	407.12	82.25	217.73	53.91	555.03
3月中旬	864.00	209.09	339.55	618.62	229.82	218.59	109.73	424.22
3月下旬	864.00	254.02	339.55	842.40	532.22	239.33	173.66	292.03
4月上旬	950.40	247.10	532.22	633.92	321.24	663.38	669.08	255.66
4月中旬	635.90	263.52	710.21	369.79	542.59	391.39	494.21	684.29
4月下旬	374.11	592.70	470.88	279.07	310.18	743.04	303.26	864.00
5月上旬	284.26	532.22	326.59	196.13	316.22	543.46	246.24	769.82
5月中旬	254.88	489.89	227.23	598.75	329.18	315.36	280.80	456.19
5月下旬	506.30	787.10	332.64	857.09	390.53	662.69	555.55	312.77
6月上旬	950.40	940.90	602.55	841.10	336.44	745.11	880.07	570.24
6月中旬	615.17	526.18	722.30	756.86	368.93	357.70	506.30	676.51
6月下旬	373.25	369.79	771.55	673.06	508.03	250.56	340.42	816.48
7月上旬	237.60	304.13	483.84	501.98	467.42	192.67	239.33	616.90
7月中旬	179.71	218.59	306.72	633.31	345.60	163.30	158.98	327.46
7月下旬	151.20	154.66	221.18	330.91	559.87	143.42	333.50	236.74
8月上旬	133.06	258.51	206.24	240.45	543.63	153.96	365.90	338.34
8月中旬	120.96	622.94	225.50	158.98	306.72	146.02	215.14	398.30
8月下旬	158.98	629.86	710.21	551.23	213.41	127.87	198.72	841.54
9月上旬	212.89	561.69	668.13	361.15	376.36	199.58	213.84	950.40
9月中旬	132.19	293.76	616.03	421.63	734.40	168.48	864.00	850.18
9月下旬	131.33	228.10	663.55	842.40	519.26	550.37	676.51	596.16
10月上旬	108.86	181.44	701.57	508.90	358.56	447.55	531.36	400.03
10月中旬	114.05	147.74	463.97	329.18	254.02	265.25	348.19	252.29
10月下旬	110.59	190.94	295.49	209.09	612.58	426.82	239.33	195.26
11月上旬	97.89	172.97	241.40	181.53	397.27	320.28	194.83	164.42
11月中旬	88.13	127.87	178.85	252.29	240.19	236.74	144.29	121.82
11月下旬	73.44	119.23	152.93	292.03	193.54	180.58	146.02	103.68
12月上旬	68.26	114.05	123.55	210.82	176.26	149.47	113.18	93.31
12月中旬	62.21	94.18	127.01	153.79	164.16	126.14	95.90	82.08
12月下旬	80.35	84.67	109.73	137.38	138.24	106.27	150.34	77.76
年總量	12496.90	10243.41	14695.43	14692.41	11516.69	10359.53	10406.02	14698.28

附表B-2志樂壩越域引水量一覽表(3/4)

單位:萬噸

旬 \ 年	80	81	82	83	84	85	86	87
1月上旬	84.59	146.88	72.58	51.84	93.31	76.03	92.45	91.58
1月中旬	88.99	145.15	110.59	61.34	76.03	75.17	83.81	208.22
1月下旬	90.72	197.68	109.30	76.98	101.69	76.98	96.94	194.83
2月上旬	131.16	182.30	72.58	57.89	82.08	63.07	320.54	405.22
2月中旬	118.37	847.58	61.34	394.85	162.43	61.34	340.42	485.57
2月下旬	106.27	704.51	46.31	299.29	434.76	111.97	214.27	691.20
3月上旬	73.27	743.04	74.30	327.46	508.90	106.27	176.26	850.18
3月中旬	84.67	783.65	464.83	243.65	344.74	174.53	132.19	859.68
3月下旬	136.51	521.77	396.32	300.33	328.84	117.85	457.14	623.46
4月上旬	175.82	571.10	390.53	181.44	788.83	436.32	198.72	336.10
4月中旬	119.23	838.08	455.33	164.16	447.55	337.82	221.18	273.89
4月下旬	99.36	730.08	324.00	117.50	235.01	607.39	165.02	333.50
5月上旬	540.86	487.30	500.26	592.70	184.03	572.83	146.88	281.66
5月中旬	218.59	463.97	304.13	400.90	401.76	723.17	196.13	247.10
5月下旬	146.02	777.43	492.31	272.76	616.81	857.26	459.99	368.76
6月上旬	119.75	606.53	864.00	296.35	380.16	556.42	461.38	636.77
6月中旬	92.45	670.46	771.55	302.40	725.76	347.33	767.23	768.96
6月下旬	541.73	454.46	432.00	294.62	395.71	237.60	757.73	420.77
7月上旬	286.85	587.52	289.44	248.83	265.25	181.44	550.37	280.80
7月中旬	328.32	500.26	213.41	787.97	294.62	161.57	387.94	213.41
7月下旬	450.14	325.04	168.22	529.37	296.52	583.55	325.04	191.03
8月上旬	294.62	228.10	117.50	761.18	461.38	864.00	250.56	225.50
8月中旬	282.53	218.59	114.05	864.00	299.81	665.28	431.14	161.57
8月下旬	183.17	542.68	100.74	866.76	311.73	361.15	709.95	175.82
9月上旬	158.72	864.00	76.03	797.47	346.46	273.89	794.88	161.57
9月中旬	199.58	711.07	76.03	491.62	196.13	181.44	489.89	150.34
9月下旬	416.45	857.95	68.26	281.66	371.52	203.90	370.66	235.87
10月上旬	568.51	552.96	68.26	320.54	218.59	155.52	315.36	520.13
10月中旬	307.58	328.32	63.07	645.41	172.80	144.29	247.10	696.38
10月下旬	282.53	246.15	64.63	354.50	142.56	177.72	189.13	932.34
11月上旬	291.77	165.89	57.02	200.45	114.05	175.39	141.70	552.96
11月中旬	189.22	144.29	60.48	158.11	100.22	210.82	128.74	335.23
11月下旬	186.62	115.78	73.44	127.01	92.45	135.65	116.64	260.93
12月上旬	136.51	99.36	60.48	110.59	83.81	116.64	111.46	188.35
12月中旬	123.55	86.40	56.16	94.18	83.81	99.36	111.46	152.93
12月下旬	167.27	90.29	57.97	108.35	83.64	99.79	108.35	316.48
年總量	7822.31	16536.61	7727.44	12184.47	10243.76	10330.76	11068.62	13829.10

附表B-2志樂壩越域引水量一覽表(4/4)

單位:萬噸

旬 \ 年	88	89	90					
1月上旬	152.93	118.37	164.16					
1月中旬	154.66	102.82	144.29					
1月下旬	174.87	153.96	463.80					
2月上旬	128.74	118.37	341.28					
2月中旬	108.00	139.97	227.23					
2月下旬	85.02	777.60	152.06					
3月上旬	120.96	699.84	165.89					
3月中旬	362.02	574.56	148.61					
3月下旬	390.61	389.66	237.60					
4月上旬	195.26	372.38	373.25					
4月中旬	171.07	294.62	486.43					
4月下旬	122.69	734.40	513.22					
5月上旬	419.90	832.90	312.77					
5月中旬	465.70	496.80	384.48					
5月下旬	561.69	363.05	728.96					
6月上旬	827.71	243.65	541.73					
6月中旬	705.89	706.75	676.51					
6月下旬	455.33	514.94	565.92					
7月上旬	358.56	424.22	695.52					
7月中旬	351.65	446.69	612.58					
7月下旬	344.04	321.24	508.46					
8月上旬	431.14	291.17	713.66					
8月中旬	501.12	245.38	392.26					
8月下旬	404.87	884.82	297.48					
9月上旬	385.34	756.00	312.77					
9月中旬	281.66	523.58	505.44					
9月下旬	423.36	368.06	863.14					
10月上旬	368.93	254.02	786.24					
10月中旬	330.05	209.95	501.12					
10月下旬	295.57	267.06	366.85					
11月上旬	221.18	724.03	261.79					
11月中旬	188.35	383.62	227.23					
11月下旬	156.38	264.38	184.90					
12月上旬	136.51	202.18	166.75					
12月中旬	171.94	278.21	147.74					
12月下旬	162.52	207.19	143.51					
年總量	11116.22	14686.44	14315.62				年平均値	93229.48

附表B-3德基水庫至石岡壩側入流量一覽表(1/4) 單位:萬噸

旬 \ 年	64	65	66	67	68	69	70	71
1月上旬	921.02	1321.92	701.57	873.50	979.78	660.10	587.52	726.62
1月中旬	2226.53	1085.18	565.92	1035.94	858.82	619.49	478.66	732.67
1月下旬	1665.10	1000.77	594.95	1023.58	910.48	967.51	483.75	705.20
2月上旬	1166.40	765.50	1602.72	877.82	1130.11	1931.90	433.73	584.93
2月中旬	1856.74	689.47	746.50	1742.69	960.77	1556.06	426.82	813.02
2月下旬	1058.92	719.28	517.02	1235.87	765.85	1581.64	749.26	999.48
3月上旬	1170.72	1066.18	594.43	2929.82	1215.65	2140.99	902.02	4098.82
3月中旬	2932.42	805.25	540.86	2998.94	1038.53	1548.29	1841.18	3760.99
3月下旬	2548.97	1102.46	610.16	8908.10	2581.29	1253.58	2640.21	1942.62
4月上旬	3397.25	944.35	550.37	4902.34	2674.08	925.34	1207.87	1806.62
4月中旬	2917.73	964.22	465.70	3373.06	2441.66	1484.35	969.41	1353.02
4月下旬	1754.78	806.11	444.10	2311.20	1604.45	1569.02	1109.38	1805.76
5月上旬	1357.34	4105.73	401.76	3082.75	1796.26	1897.34	768.96	5491.58
5月中旬	1810.08	2545.34	1420.42	2452.03	2829.60	1722.82	1156.03	3139.78
5月下旬	5940.95	2543.27	2102.28	8388.23	6077.81	2173.56	4624.65	2334.18
6月上旬	5612.54	2088.29	9588.67	3182.11	4775.33	1670.11	11332.22	6006.53
6月中旬	9118.66	2650.75	3744.58	2139.26	8190.72	1266.62	9827.14	3963.17
6月下旬	4565.38	1825.63	4262.98	1640.74	4320.00	993.60	14425.34	3074.11
7月上旬	2732.83	11120.54	2734.56	1211.33	2738.02	844.99	3865.54	3746.30
7月中旬	1918.08	4106.59	1854.14	979.78	1819.58	736.99	3578.69	2630.02
7月下旬	1629.94	2249.60	5050.43	1045.44	2222.99	697.59	8884.34	12244.95
8月上旬	9141.12	3791.23	9538.56	2408.83	9206.78	650.59	4433.18	9585.22
8月中旬	3996.86	4765.82	2801.09	2485.73	8395.49	622.94	2565.22	10858.75
8月下旬	2654.47	2427.32	7082.38	2296.17	9944.04	6834.33	2072.82	4649.36
9月上旬	1697.76	1569.89	2559.17	1601.86	5731.78	3145.82	3304.80	2489.18
9月中旬	864.00	1235.52	1804.03	1758.24	3171.74	6895.58	3040.42	1706.40
9月下旬	13944.10	1978.56	6435.94	1399.68	2078.78	4516.99	10912.32	2217.02
10月上旬	3287.52	1535.33	3116.45	1136.16	1514.59	2235.17	2979.94	1353.02
10月中旬	2457.22	1104.19	1816.13	3830.11	1698.62	1503.36	1849.82	1025.57
10月下旬	2955.74	1027.38	1390.44	3351.11	1421.80	1384.73	1521.59	954.20
11月上旬	1535.33	806.11	1109.38	2235.17	1062.72	980.64	2245.54	745.63
11月中旬	1215.65	752.54	1064.45	1569.02	1189.73	907.20	1398.82	790.56
11月下旬	978.91	715.39	892.51	1207.01	991.87	1031.62	1190.59	633.31
12月上旬	1041.12	669.60	762.05	996.19	798.34	784.51	967.68	575.42
12月中旬	1792.80	609.12	706.75	905.47	722.30	670.46	840.67	580.61
12月下旬	2080.43	635.82	767.92	1435.10	718.50	638.67	875.32	695.69

附表B-3德基水庫至石岡壩側入流量一覽表(2/4) 單位:萬噸

旬 \ 年	72	73	74	75	76	77	78	79
1月上旬	816.48	540.00	574.56	1924.99	923.62	910.66	704.16	1416.10
1月中旬	875.23	432.00	547.78	1007.42	787.97	1099.01	657.50	1124.93
1月下旬	1567.21	517.02	693.79	860.11	772.68	1241.22	745.11	1908.40
2月上旬	7317.22	421.63	4615.49	773.28	627.26	1114.56	578.02	1734.91
2月中旬	12170.30	534.82	7064.06	1658.02	568.51	968.54	684.29	1200.96
2月下旬	7167.05	424.57	6691.51	2210.46	644.89	881.02	434.76	1729.38
3月上旬	5933.09	822.53	4021.92	3591.65	724.90	1708.13	477.79	5190.91
3月中旬	15075.07	1474.85	2396.74	4651.78	1620.86	1542.24	775.87	2991.17
3月下旬	17576.70	1971.13	2637.36	6859.99	4631.30	1858.03	1344.82	2267.65
4月上旬	7995.46	1586.30	3413.66	4065.12	2059.78	4251.74	5470.85	1641.60
4月中旬	4487.62	1861.06	5013.79	2605.82	4104.00	2758.75	3486.24	13028.26
4月下旬	2640.38	4440.96	3321.22	1967.33	2190.24	5495.04	2136.67	21512.74
5月上旬	2005.34	3754.08	2301.70	1383.26	2229.12	3831.84	1734.91	5887.30
5月中旬	1795.39	4391.71	1600.13	4500.58	2319.84	2224.80	1978.56	3216.67
5月下旬	4292.96	9579.08	2577.48	10968.57	3029.88	5715.71	6308.76	2428.27
6月上旬	14077.15	10211.62	4029.70	6522.34	2156.54	5127.84	7830.43	4090.18
6月中旬	4340.74	3711.74	5275.58	5811.26	2599.78	2523.74	3568.32	4999.10
6月下旬	2630.02	2608.42	6572.45	5293.73	3585.60	1765.15	2402.78	20145.89
7月上旬	1675.30	2145.31	3415.39	3714.34	3294.43	1359.07	1686.53	4352.83
7月中旬	1270.08	1541.38	2162.59	5407.78	2435.62	1149.98	1119.74	2311.20
7月下旬	1174.69	1200.36	1713.57	2567.03	6565.36	1112.92	2589.84	1837.12
8月上旬	853.63	1655.42	1321.92	1543.97	3487.10	988.42	2343.17	2170.37
8月中旬	851.04	5272.99	1592.35	1123.20	2160.86	1031.62	1518.91	10653.98
8月下旬	1233.62	5435.34	9159.96	5425.83	1658.45	992.22	1539.65	12264.91
9月上旬	1367.71	3602.02	4281.12	2314.66	6564.67	1280.45	1371.17	26154.14
9月中旬	932.26	2072.74	6764.26	9984.38	7555.68	1191.46	20235.74	9402.05
9月下旬	928.80	1610.50	4682.88	8911.30	3662.50	3911.33	4769.28	4205.09
10月上旬	768.10	1279.58	6268.32	3587.33	2526.34	3149.28	3746.30	2823.55
10月中旬	801.79	1041.98	3270.24	2318.98	1790.21	1870.56	2457.22	1779.84
10月下旬	854.41	1478.82	2295.22	1619.48	7776.17	3312.14	1858.03	1514.94
11月上旬	628.13	1105.92	1547.42	1164.67	2547.07	2054.59	1251.07	1052.35
11月中旬	622.08	903.74	1262.30	1781.57	1695.17	1668.38	1016.06	861.41
11月下旬	518.40	842.40	1075.68	2058.05	1365.98	1275.26	1028.16	729.22
12月上旬	480.38	804.38	869.18	1486.94	1242.43	1052.35	799.20	659.23
12月中旬	439.78	665.28	896.83	1084.32	1159.49	887.33	674.78	578.88
12月下旬	626.31	654.83	850.61	1068.25	1074.90	825.90	1168.04	603.50

附表B-3德基水庫至石岡壩側入流量一覽表(3/4)

單位:萬噸

旬\年	80	81	82	83	84	85	86	87
1月上旬	542.59	1033.34	512.35	367.20	655.78	538.27	653.18	643.68
1月中旬	624.67	1023.84	778.46	435.46	536.54	527.04	588.38	1470.53
1月下旬	705.20	1394.24	767.92	539.83	716.60	539.83	685.24	1373.33
2月上旬	843.26	1288.22	509.76	406.08	577.15	443.23	2259.36	2992.03
2月中旬	835.49	8840.45	429.41	2782.08	1145.66	433.73	2398.46	4436.64
2月下旬	597.20	5532.62	324.86	2108.85	3068.24	787.71	1511.65	12152.68
3月上旬	646.27	7732.80	523.58	2306.02	3591.65	752.54	1241.57	8095.68
3月中旬	599.62	6484.32	3663.36	1715.90	2429.57	1229.47	931.39	8871.55
3月下旬	1060.65	3680.90	2793.23	2116.54	2316.12	831.60	3583.96	4399.40
4月上旬	1124.93	4026.24	2754.43	1278.72	5860.51	3074.98	1399.68	2370.82
4月中旬	838.08	7540.99	3209.76	1159.49	3157.92	2770.85	1559.52	1928.45
4月下旬	700.70	5302.37	2283.55	829.44	1659.74	4429.73	1161.22	2349.22
5月上旬	3862.94	3436.13	3530.30	5222.02	1300.32	5771.52	1038.53	1985.47
5月中旬	1538.78	3273.70	2142.72	2828.74	3104.35	5511.46	1385.86	1740.96
5月下旬	1132.88	6032.19	3851.02	1923.61	4511.55	6183.30	3240.86	2603.15
6月上旬	765.50	4890.24	11998.37	2089.15	3022.27	3926.02	3436.99	7512.48
6月中旬	649.73	4783.97	6429.02	2131.49	5225.47	2450.30	9540.29	6654.53
6月下旬	4667.33	3206.30	3046.46	2079.65	2789.86	1677.02	5711.90	2969.57
7月上旬	2020.03	4434.05	2039.90	2708.64	1868.83	1281.31	3881.95	1982.88
7月中旬	3337.63	3525.12	1505.95	12746.59	2079.65	1139.62	2735.42	1505.95
7月下旬	3489.87	2292.36	1186.10	3734.12	2092.78	10136.97	2290.46	1346.72
8月上旬	1889.57	1610.50	828.58	22337.86	3252.10	20357.57	1774.66	1590.62
8月中旬	1994.11	1543.10	801.79	11833.34	2117.66	4694.98	4649.18	1140.48
8月下旬	1419.90	14323.48	712.80	7741.01	2326.58	2549.92	13472.87	1240.27
9月上旬	1017.79	14114.30	539.14	8101.73	2440.80	1931.90	7315.49	1139.62
9月中旬	1410.05	5209.06	534.82	3468.10	1381.54	1279.58	3456.00	1062.72
9月下旬	2935.87	13338.43	481.25	1985.47	2623.10	1439.42	2611.87	1664.93
10月上旬	4128.19	3898.37	480.38	3773.95	1542.24	1093.82	2226.53	3826.66
10月中旬	2167.78	2317.25	446.69	5032.80	1220.83	1016.06	1742.69	15106.18
10月下旬	2189.72	1732.58	458.09	2500.50	1008.37	1251.68	1332.46	9353.84
11月上旬	1868.83	1169.86	400.90	1413.50	801.79	1234.66	999.65	3899.23
11月中旬	1334.88	1019.52	427.68	1116.29	707.62	1485.22	908.06	2361.31
11月下旬	1319.33	814.75	517.54	897.70	650.59	955.58	825.12	1841.18
12月上旬	965.09	701.57	428.54	778.46	592.70	821.66	784.51	1327.97
12月中旬	873.50	611.71	394.85	663.55	591.84	701.57	785.38	1079.14
12月下旬	1176.60	638.67	406.77	762.22	587.35	706.15	766.02	2234.39
年總量	57274.56	152797.54	62140.35	123916.09	73555.69	95956.27	94886.38	128254.23

附表B-3德基水庫至石岡壩側入流量一覽表(4/4)

單位:萬噸

旬 \ 年	88	89	90					
1月上旬	1079.14	833.76	1160.35					
1月中旬	1092.10	727.49	1017.79					
1月下旬	1230.77	1087.26	3336.85					
2月上旬	906.34	838.08	2405.38					
2月中旬	762.91	984.96	1600.99					
2月下旬	599.27	9856.86	1069.98					
3月上旬	850.18	5010.34	1327.97					
3月中旬	2555.71	4053.89	1046.30					
3月下旬	2752.36	2746.66	1673.65					
4月上旬	1375.49	2628.29	2632.61					
4月中旬	1207.87	2079.65	3429.22					
4月下旬	864.00	8430.91	3620.16					
5月上旬	3188.16	8616.67	2204.06					
5月中旬	3283.20	3501.79	2739.74					
5月下旬	5769.88	2559.43	5260.46					
6月上旬	9193.82	1720.22	3820.61					
6月中旬	5054.40	6003.07	5123.52					
6月下旬	3208.90	3631.39	3993.41					
7月上旬	2530.66	2992.03	7082.21					
7月中旬	2482.27	3148.42	4320.00					
7月下旬	2424.47	2268.60	7071.93					
8月上旬	3040.42	2056.32	5786.21					
8月中旬	3463.78	1728.00	2764.80					
8月下旬	2854.05	21505.65	2100.38					
9月上旬	2716.42	5577.12	2209.25					
9月中旬	1988.93	3693.60	5375.81					
9月下旬	2983.39	2596.32	15337.73					
10月上旬	2603.23	1792.80	6538.75					
10月中旬	2329.34	1483.49	3534.62					
10月下旬	2088.03	2333.23	2586.04					
11月上旬	1561.25	9325.15	1847.23					
11月中旬	1327.10	2702.59	1604.45					
11月下旬	1101.60	1861.92	1302.91					
12月上旬	961.63	1425.60	1175.04					
12月中旬	1214.78	1963.01	1042.85					
12月下旬	1149.03	1462.67	1011.23					
年總量	83794.87	135227.23	120154.49				年平均値	104305.72

附表B-6雪山坑溪側入流量一覽表(1/4)

單位:萬噸

旬 \ 年	64	65	66	67	68	69	70	71
1月上旬	0.58	0.34	0.18	0.36	0.27	0.21	0.21	0.32
1月中旬	0.44	0.27	0.18	0.31	0.22	0.28	0.09	0.34
1月下旬	0.33	0.20	0.32	0.29	0.31	0.32	0.07	0.21
2月上旬	0.40	0.14	0.19	0.42	0.22	0.29	0.15	0.23
2月中旬	0.13	0.22	0.12	0.27	0.18	0.43	0.21	0.31
2月下旬	0.26	0.23	0.12	0.74	0.34	0.80	0.18	0.79
3月上旬	1.26	0.21	0.14	0.42	0.32	0.48	0.94	0.78
3月中旬	0.94	0.35	0.15	1.86	1.09	0.42	0.65	0.31
3月下旬	2.18	0.36	0.13	1.19	1.59	0.52	0.21	0.32
4月上旬	0.73	0.68	0.10	1.05	1.00	0.71	0.27	0.21
4月中旬	0.61	0.33	0.09	0.49	0.48	1.51	0.40	0.44
4月下旬	0.38	2.68	0.05	2.14	0.56	1.18	0.18	5.89
5月上旬	1.51	0.45	0.46	1.74	0.97	0.53	1.02	0.61
5月中旬	7.33	6.16	0.40	3.70	4.21	0.37	16.46	1.75
5月下旬	8.54	1.09	19.44	1.61	3.92	0.37	12.74	8.64
6月上旬	17.64	5.02	2.75	0.79	12.18	0.32	7.48	1.32
6月中旬	4.90	1.14	15.00	0.64	1.50	0.86	14.72	5.03
6月下旬	2.15	31.60	3.16	0.40	1.27	0.40	1.39	3.09
7月上旬	3.99	1.29	0.83	1.00	0.32	0.27	11.52	0.86
7月中旬	3.47	1.30	15.75	1.70	1.30	0.33	17.04	6.40
7月下旬	3.44	20.21	10.96	3.78	0.59	1.94	2.84	11.94
8月上旬	6.12	4.23	1.05	2.29	8.43	2.76	1.13	11.68
8月中旬	3.17	1.88	14.58	1.68	34.46	19.57	8.13	0.83
8月下旬	1.50	0.73	1.04	0.99	4.66	1.03	14.99	0.46
9月上旬	1.10	0.42	0.73	1.66	2.24	0.53	1.33	0.26
9月中旬	0.93	1.93	1.25	1.21	1.41	0.48	1.19	0.18
9月下旬	1.49	0.78	0.57	0.75	0.51	0.27	0.92	0.15
10月上旬	0.90	0.38	0.35	0.36	0.48	0.26	0.51	0.10
10月中旬	0.50	0.44	0.34	0.34	0.44	0.35	0.39	0.10
10月下旬	0.42	0.32	0.35	0.29	0.43	0.29	0.61	0.08
11月上旬	0.42	0.28	0.39	0.33	0.53	0.32	0.37	0.24
11月中旬	0.32	0.27	0.47	0.29	0.25	0.43	0.37	0.15
11月下旬	0.34	0.20	0.34	0.22	0.22	0.26	0.45	0.13
12月上旬	0.41	0.21	0.31	0.17	0.25	0.29	0.40	0.11
12月中旬	0.57	0.29	0.31	0.47	0.25	0.23	0.59	0.14
12月下旬	0.32	0.32	0.38	0.34	0.26	0.19	0.54	0.13
年總量	79.73	86.95	92.97	36.33	87.63	39.79	120.66	64.54

附表B-6雪山坑溪側入流量一覽表(2/4)

單位:萬噸

旬 \ 年	72	73	74	75	76	77	78	79
1月上旬	0.13	0.14	0.10	0.89	0.43	0.18	0.07	0.22
1月中旬	0.11	0.15	0.11	0.24	0.32	0.22	0.07	0.16
1月下旬	0.18	0.19	0.14	0.23	0.35	0.21	0.06	0.30
2月上旬	1.79	0.18	2.35	0.21	0.33	0.23	0.04	0.13
2月中旬	3.44	0.21	1.36	0.48	0.31	0.17	0.03	0.11
2月下旬	2.07	0.14	2.14	0.35	0.33	0.11	0.02	0.95
3月上旬	1.63	0.22	0.59	0.86	0.40	0.98	0.02	3.85
3月中旬	8.94	0.26	0.21	2.92	1.09	0.40	0.46	1.44
3月下旬	9.18	0.35	0.69	5.65	2.14	1.58	0.20	1.09
4月上旬	2.65	0.40	1.39	1.44	0.54	1.45	6.04	0.79
4月中旬	1.01	0.98	4.13	0.41	2.02	2.34	3.16	15.53
4月下旬	0.74	2.32	0.53	0.34	0.58	1.97	2.10	22.83
5月上旬	1.26	1.36	0.51	0.23	0.81	0.56	2.42	3.53
5月中旬	1.03	3.29	0.21	16.37	4.16	0.40	1.79	1.91
5月下旬	4.77	7.49	5.29	12.89	2.29	7.25	4.17	1.35
6月上旬	10.60	6.17	10.63	15.90	3.67	1.24	8.95	4.74
6月中旬	0.64	1.99	3.66	6.70	2.29	0.35	4.23	4.10
6月下旬	0.40	3.38	0.62	4.04	17.02	1.37	3.85	8.31
7月上旬	0.27	6.78	1.27	1.84	2.44	0.72	1.46	4.18
7月中旬	0.79	0.83	0.72	2.58	7.20	0.89	0.55	2.26
7月下旬	0.44	0.52	0.60	1.38	16.48	0.52	5.31	1.95
8月上旬	0.22	15.02	1.25	1.46	2.18	2.18	2.48	4.64
8月中旬	0.37	2.13	1.44	0.72	0.89	3.16	0.79	9.58
8月下旬	0.88	0.99	31.80	10.74	0.58	1.37	3.11	26.42
9月上旬	0.37	0.29	2.40	0.97	0.59	2.99	0.76	19.64
9月中旬	0.24	0.22	1.36	2.59	0.38	1.11	15.05	5.60
9月下旬	0.23	0.28	1.19	1.39	0.25	4.39	7.00	2.60
10月上旬	0.13	0.15	0.86	0.66	0.21	0.87	3.52	1.73
10月中旬	0.14	0.09	0.42	0.47	0.26	0.62	1.53	1.02
10月下旬	0.19	0.10	0.35	0.44	0.23	0.58	0.43	0.34
11月上旬	0.13	0.08	0.28	0.45	0.17	0.45	0.18	0.25
11月中旬	0.15	0.09	0.26	0.94	0.17	0.43	0.16	0.21
11月下旬	0.12	0.11	0.32	0.59	0.17	0.41	0.12	0.19
12月上旬	0.14	0.11	0.24	0.44	0.18	0.30	0.09	0.21
12月中旬	0.14	0.08	0.24	0.34	0.19	0.26	0.09	0.13
12月下旬	0.18	0.08	0.35	0.40	0.22	0.33	0.19	0.13
年總量	55.70	57.16	79.99	98.55	71.86	42.57	80.51	152.41

附表B-6雪山坑溪側入流量一覽表(3/4)

單位:萬噸

旬 \ 年	80	81	82	83	84	85	86	87
1月上旬	0.12	0.18	0.12	0.05	0.18	0.24	0.10	0.23
1月中旬	0.09	0.06	0.12	0.04	0.05	0.10	0.09	0.80
1月下旬	0.11	0.19	0.13	0.03	0.10	0.07	0.09	0.60
2月上旬	0.12	0.11	0.10	0.02	0.07	0.06	0.14	1.13
2月中旬	0.17	3.47	0.09	1.86	0.12	0.06	0.32	3.43
2月下旬	0.09	2.33	0.05	1.43	2.00	0.45	0.31	7.94
3月上旬	0.08	3.18	0.07	1.58	2.27	0.62	0.29	0.72
3月中旬	0.08	3.96	1.30	1.11	2.28	1.00	0.13	6.12
3月下旬	0.16	1.70	2.03	0.81	2.19	0.46	6.63	3.51
4月上旬	0.17	2.70	1.86	0.21	4.68	1.85	1.74	1.93
4月中旬	0.11	7.51	1.81	0.14	3.14	3.78	0.89	1.36
4月下旬	0.10	5.63	1.86	0.14	0.92	5.88	0.66	2.70
5月上旬	2.28	3.71	1.71	6.22	0.25	7.03	0.72	4.16
5月中旬	0.81	2.06	1.47	5.30	2.15	5.92	1.51	1.88
5月下旬	0.29	5.69	2.71	2.22	4.77	6.87	3.46	1.83
6月上旬	0.23	5.62	11.04	3.18	5.65	4.59	6.40	7.36
6月中旬	0.26	6.67	4.27	3.45	11.23	3.88	28.00	4.74
6月下旬	6.60	3.45	1.89	3.74	1.82	3.31	7.14	3.42
7月上旬	0.96	4.67	0.89	1.52	1.95	2.03	4.04	2.55
7月中旬	1.17	4.53	0.53	3.98	3.57	1.28	3.62	1.58
7月下旬	1.02	2.32	0.34	3.16	2.97	6.24	3.92	1.26
8月上旬	0.53	1.39	0.29	17.44	2.86	31.76	2.96	1.52
8月中旬	1.38	1.19	0.89	20.94	2.51	4.94	19.96	1.08
8月下旬	1.47	2.90	0.58	22.14	2.30	3.36	9.57	0.89
9月上旬	0.62	4.21	0.24	9.85	1.36	2.14	5.49	2.18
9月中旬	0.48	2.72	0.19	2.53	0.90	1.14	2.57	2.10
9月下旬	0.52	2.70	0.17	1.44	1.02	1.18	2.19	2.88
10月上旬	0.61	1.88	0.12	3.33	0.66	0.96	1.85	1.83
10月中旬	0.27	0.92	0.12	8.51	0.53	0.49	1.23	13.05
10月下旬	0.18	0.25	0.09	2.01	0.44	0.39	0.65	6.44
11月上旬	0.15	0.16	0.07	0.81	0.34	0.22	0.28	1.87
11月中旬	0.20	0.14	0.07	0.70	0.33	0.15	0.30	1.05
11月下旬	0.26	0.12	0.08	0.62	0.32	0.15	0.24	0.59
12月上旬	0.18	0.11	0.06	0.51	0.23	0.14	0.22	0.41
12月中旬	0.19	0.10	0.05	0.42	0.26	0.14	0.21	0.53
12月下旬	0.19	0.10	0.05	0.38	0.43	0.14	0.21	1.06
年總量	22.25	88.58	37.47	131.81	66.85	103.02	118.11	96.70

附表B-6雪山坑溪側入流量一覽表(4/4)

單位:萬噸

旬 \ 年	88	89	90					
1月上旬	0.50	0.46	0.36					
1月中旬	0.37	0.42	0.37					
1月下旬	0.38	0.49	2.85					
2月上旬	0.37	0.42	1.10					
2月中旬	0.31	0.42	0.56					
2月下旬	0.18	7.36	0.37					
3月上旬	0.31	2.63	0.50					
3月中旬	0.70	2.62	0.61					
3月下旬	0.99	1.21	1.16					
4月上旬	0.45	1.84	0.97					
4月中旬	0.59	1.12	2.91					
4月下旬	0.17	8.63	3.16					
5月上旬	1.25	8.39	1.94					
5月中旬	1.07	2.68	2.56					
5月下旬	6.31	2.09	3.85					
6月上旬	3.77	1.64	3.55					
6月中旬	2.48	5.05	4.87					
6月下旬	1.88	2.40	2.62					
7月上旬	1.58	1.51	1.57					
7月中旬	1.90	1.49	1.26					
7月下旬	1.83	1.14	3.77					
8月上旬	3.13	1.90	5.22					
8月中旬	2.96	1.16	2.05					
8月下旬	1.82	6.93	1.93					
9月上旬	1.03	4.01	1.88					
9月中旬	0.86	2.13	16.38					
9月下旬	2.00	0.75	9.08					
10月上旬	1.49	0.44	2.25					
10月中旬	1.29	0.84	0.75					
10月下旬	1.40	1.25	0.65					
11月上旬	1.05	1.65	0.31					
11月中旬	0.74	0.39	0.19					
11月下旬	0.67	0.23	0.15					
12月上旬	0.64	0.19	0.13					
12月中旬	0.63	0.63	0.13					
12月下旬	0.60	0.42	0.14					
年總量	47.69	76.94	82.16				年平均値	91751.28

附表B-1德基水庫天然入流量一覽表(1/4)

單位:萬噸

旬 \ 年	64	65	66	67	68	69	70	71
1月上旬	970.27	1496.45	851.04	1105.92	1192.32	978.91	1001.38	908.06
1月中旬	2458.08	1213.06	753.41	1362.53	929.66	754.27	547.78	1458.43
1月下旬	1414.20	1207.96	592.10	1119.57	920.94	1384.73	651.97	835.40
2月上旬	980.64	1029.89	1823.90	981.50	1659.74	1950.05	516.67	767.23
2月中旬	1648.51	695.52	861.41	2220.48	1085.18	1503.36	959.04	1080.86
2月下旬	1091.40	871.69	770.00	1697.59	931.74	1808.70	1213.75	674.61
3月上旬	1456.70	1518.05	947.81	3057.70	1391.90	2635.20	1160.35	4885.92
3月中旬	2802.82	1040.26	842.40	3417.12	1198.37	1723.68	2044.22	5142.53
3月下旬	2359.84	1407.54	1131.93	9460.28	2480.54	1583.37	3331.15	2439.68
4月上旬	3350.59	1102.46	1050.62	5847.55	2565.22	1116.29	1834.27	2139.26
4月中旬	3031.78	1762.56	937.44	4744.22	2987.71	1657.15	1155.17	1880.06
4月下旬	2174.69	1296.86	1580.26	2920.32	2244.67	1905.98	1518.91	2303.42
5月上旬	2002.75	4256.93	1311.55	4465.15	2388.96	2205.79	1122.34	6811.78
5月中旬	1899.94	2912.54	2062.37	3124.22	2990.30	2268.86	1857.60	3684.10
5月下旬	6658.50	2497.65	2262.90	10841.21	7333.29	2505.25	4694.98	2529.01
6月上旬	6756.48	2215.30	10056.96	5446.66	5735.23	2294.78	12446.78	7960.90
6月中旬	10618.56	2434.75	8674.56	3373.06	8971.78	1925.86	9192.10	5629.82
6月下旬	5384.45	2133.22	6942.24	3049.06	5654.02	1185.41	10378.37	3930.34
7月上旬	3328.13	11839.39	6490.37	1809.22	3293.57	1138.75	4500.58	4366.66
7月中旬	2388.96	5508.86	4042.66	1524.10	2618.78	1200.10	3307.39	3555.36
7月下旬	2268.60	2925.33	5159.72	1641.34	4488.74	967.51	10933.40	11503.64
8月上旬	7065.79	3786.91	12790.66	3270.24	7464.10	634.18	5035.39	10515.74
8月中旬	4201.63	5479.49	5018.98	2555.71	7323.26	696.38	3019.68	11297.66
8月下旬	2758.06	2755.21	8403.44	2715.29	10280.48	5885.83	2162.16	5937.15
9月上旬	2113.34	2079.65	4194.72	2221.34	6099.84	3135.46	4142.88	2823.55
9月中旬	1399.68	1883.52	3027.46	1948.32	3808.51	6037.63	3607.20	2791.58
9月下旬	12332.74	1939.68	6240.67	2842.56	2052.00	3890.59	9105.70	2047.68
10月上旬	3344.54	1706.40	4322.59	1225.15	1937.95	1881.79	3354.05	1818.72
10月中旬	2574.72	1473.98	2940.19	3779.14	2017.44	1870.56	2378.59	1325.38
10月下旬	2728.60	1475.02	2110.84	2743.80	1697.41	1473.12	1596.67	1292.54
11月上旬	1709.86	1296.86	1992.38	2349.22	1488.67	969.41	2913.41	937.44
11月中旬	1377.22	964.22	1532.74	1343.52	1575.07	896.83	1565.57	1270.08
11月下旬	1045.44	850.18	1683.07	1121.47	1346.98	1032.48	1554.34	933.98
12月上旬	1067.90	897.70	1500.77	1618.27	1002.24	901.15	1320.19	880.42
12月中旬	1845.50	789.70	1347.84	1104.19	873.50	696.38	1048.03	742.18
12月下旬	2299.97	905.73	1639.44	1383.78	973.21	654.83	1171.84	955.15
年總量	112910.89	79650.52	117891.42	105430.81	113003.34	65350.63	118343.89	120056.34

附表B-1德基水庫天然入流量一覽表(2/4)

單位:萬噸

旬 \ 年	72	73	74	75	76	77	78	79
1月上旬	1095.55	640.22	790.56	1930.18	1067.90	911.52	736.99	1429.92
1月中旬	1229.47	604.80	813.89	1724.54	974.59	951.26	599.62	1236.38
1月下旬	1574.81	875.32	797.39	621.56	1196.55	1144.28	673.83	2066.17
2月上旬	7417.44	585.79	4941.22	1417.82	703.30	982.37	534.82	1908.58
2月中旬	14103.94	727.49	8008.42	1791.94	679.97	907.20	595.30	1531.87
2月下旬	8201.78	607.31	7610.80	2547.07	720.23	1030.32	443.75	1380.33
3月上旬	7562.59	1035.94	4628.45	3869.86	897.70	1416.96	499.39	5192.64
3月中旬	12524.54	1708.13	3146.69	4957.63	1792.80	1539.65	896.83	2700.86
3月下旬	15364.17	2333.23	2709.59	8484.22	4838.49	1492.13	1166.14	2298.07
4月上旬	9068.54	1925.86	4057.34	4755.46	2526.34	4256.06	4034.88	2290.46
4月中旬	5783.62	2159.14	6678.72	3030.91	5095.01	2551.39	3011.04	10311.84
4月下旬	3469.82	5032.80	4373.57	2263.68	2630.02	5324.83	1693.44	14348.45
5月上旬	2538.43	5296.32	3297.02	1696.90	2811.46	4309.63	1968.19	6701.18
5月中旬	2426.11	4694.98	2257.63	5695.49	3110.40	2002.75	1892.16	3620.16
5月下旬	4778.61	11397.20	3003.26	12263.01	3949.86	5341.25	4322.42	3046.03
6月上旬	16799.62	13557.02	4897.15	7517.66	2896.13	4692.38	8181.22	3594.24
6月中旬	5162.40	5743.01	6575.04	6777.22	3326.40	2647.30	3726.43	6359.90
6月下旬	3746.30	3289.25	7598.88	5926.18	4474.66	1681.34	2443.39	11949.12
7月上旬	2280.10	2617.92	4198.18	3456.86	4077.22	1149.98	2050.27	5391.36
7月中旬	1828.22	2280.10	2654.21	5541.70	3265.06	1297.73	1241.57	3138.91
7月下旬	1487.38	1729.73	2114.64	2915.83	6812.47	847.76	2211.58	2160.26
8月上旬	1392.77	1798.85	1932.77	1809.22	4466.88	1315.01	2234.30	2639.52
8月中旬	1910.30	4693.25	1647.65	1404.00	3016.22	789.70	1242.43	7068.38
8月下旬	1585.27	5486.66	9709.29	4903.11	2392.16	928.54	2034.81	10941.00
9月上旬	1753.06	3538.94	4588.70	2185.06	4170.53	1105.92	880.42	11367.65
9月中旬	1156.03	2185.92	6663.17	11495.52	10463.90	935.71	14606.78	10248.77
9月下旬	1147.39	1680.48	4782.24	8722.08	3638.30	3001.54	4218.05	4114.37
10月上旬	1007.42	1325.38	6037.63	3532.03	2700.86	2579.04	2680.13	3682.37
10月中旬	1062.72	1070.50	3173.47	2276.64	1717.63	1514.59	2435.62	1932.77
10月下旬	969.41	1531.09	2285.71	1793.40	6958.83	2591.74	1403.74	1885.59
11月上旬	783.65	1123.20	1580.26	1437.70	2455.49	1557.79	1691.71	1375.49
11月中旬	844.99	974.59	1404.00	2248.13	1632.96	1322.78	896.83	1384.99
11月下旬	766.37	832.90	1252.80	2166.91	1188.00	937.44	936.58	868.32
12月上旬	583.20	746.50	1038.53	1701.22	1180.22	817.34	790.56	923.62
12月中旬	553.82	725.76	1602.72	1394.50	1096.42	732.67	781.06	735.26
12月下旬	757.47	529.37	919.99	1478.82	969.41	561.69	1039.74	767.92
年總量	144717.32	97084.92	133771.56	137734.04	105894.35	67169.61	80796.01	152592.77

附表B-1德基水庫天然入流量一覽表(3/4)

單位:萬噸

旬 \ 年	80	81	82	83	84	85	86	87
1月上旬	840.67	1070.50	1226.02	456.19	914.11	643.68	791.42	727.49
1月中旬	875.23	1016.93	1369.44	9220.61	909.79	601.34	666.14	1512.86
1月下旬	877.22	1289.69	1422.75	654.83	907.63	697.59	741.31	1475.02
2月上旬	709.34	1175.90	1123.20	513.22	688.61	540.86	2317.25	3259.87
2月中旬	994.46	8896.61	934.85	2759.62	1300.32	532.22	2646.43	4832.35
2月下旬	708.48	5994.52	805.94	2106.78	2989.44	953.34	1651.28	10906.44
3月上旬	837.22	7927.20	1085.18	2388.96	3760.13	709.34	1450.66	8992.51
3月中旬	1029.02	7322.40	4135.97	1808.35	2820.10	1562.11	1105.92	9931.68
3月下旬	1331.51	3428.09	3731.27	2309.47	2743.80	960.85	4027.80	4424.11
4月上旬	1448.06	4620.67	4125.60	1471.39	6997.54	3290.98	2035.58	2661.12
4月中旬	1233.79	8909.57	4631.04	1810.94	3255.55	2646.43	2102.98	2040.77
4月下旬	1102.46	6166.37	3539.81	1430.78	2103.84	5875.20	1861.92	2788.99
5月上旬	4529.09	3513.02	5104.51	5476.03	1912.03	6523.20	1419.55	2363.90
5月中旬	2254.18	3674.59	3811.10	3335.04	3271.10	6396.19	1624.32	2153.95
5月下旬	1198.45	6821.02	5387.82	2707.69	5698.60	5517.07	3694.20	2548.02
6月上旬	1124.93	5361.12	16833.31	2630.02	3208.90	4580.06	3609.79	8654.69
6月中旬	922.75	5762.02	10484.64	2274.91	6734.88	2418.34	13039.49	8589.89
6月下旬	4828.03	3361.82	5479.49	2905.63	3750.62	2026.94	5419.01	3494.88
7月上旬	2261.95	5577.12	3561.41	1718.50	2287.87	1581.12	3871.58	2460.67
7月中旬	3227.90	4199.04	2814.91	13083.55	2964.38	1347.84	2761.34	1878.34
7月下旬	2993.76	2807.48	2341.79	3359.66	2325.63	5427.73	2502.40	1579.56
8月上旬	1859.33	1874.02	1136.16	11679.55	3372.19	16444.51	1485.22	1626.91
8月中旬	1766.88	1555.20	1585.44	12130.56	2533.25	4731.26	4367.52	1144.80
8月下旬	1656.55	14322.53	1075.85	7674.48	2315.17	2492.90	10181.64	1286.84
9月上旬	1295.14	16769.38	917.57	8557.92	2651.62	2382.91	7066.66	1270.94
9月中旬	1048.90	4538.59	1642.46	3333.31	1693.44	1459.30	2833.92	1092.96
9月下旬	2191.10	10323.07	934.85	2527.20	2532.38	1492.13	2925.50	1510.27
10月上旬	3477.60	3660.77	654.05	3430.08	2008.80	1412.64	2415.74	3033.50
10月中旬	1847.23	2366.50	753.41	5391.36	1469.66	1180.22	1962.14	11144.74
10月下旬	1857.08	1839.97	802.14	2428.27	1219.36	1516.84	1432.25	7658.32
11月上旬	1480.03	1309.82	544.32	1575.94	978.05	1028.16	1276.99	3483.65
11月中旬	1257.98	1102.46	589.25	1610.50	893.38	1672.70	890.78	2056.32
11月下旬	981.50	953.86	596.16	1374.62	819.07	1058.40	855.36	1605.31
12月上旬	1177.63	895.97	543.46	1300.32	702.43	857.09	847.58	1276.13
12月中旬	901.15	1969.06	562.46	891.65	768.10	767.23	914.98	1110.24
12月下旬	1243.12	805.94	544.58	645.32	744.16	694.74	727.06	2336.08
年總量	59369.76	163182.82	96832.20	128973.25	86245.95	94023.50	99523.73	128914.16

附表B-1德基水庫天然入流量一覽表(4/4)

單位:萬噸

旬 \ 年	88	89	90					
1月上旬	1287.36	689.47	730.94					
1月中旬	1276.99	768.10	693.79					
1月下旬	1323.91	1023.58	2905.37					
2月上旬	943.49	768.96	1950.05					
2月中旬	860.54	870.91	1306.37					
2月下旬	690.51	1511.65	752.72					
3月上旬	752.54	3786.05	981.50					
3月中旬	2182.46	3111.26	826.85					
3月下旬	2803.68	2309.47	1180.40					
4月上旬	1444.61	1856.74	1967.33					
4月中旬	1271.81	1574.21	2622.24					
4月下旬	1066.18	3138.05	3157.06					
5月上旬	3134.59	321.41	1804.90					
5月中旬	3818.02	347.33	1867.10					
5月下旬	5985.62	1631.84	4702.58					
6月上旬	8979.55	1678.75	3297.02					
6月中旬	5251.39	5276.45	4609.44					
6月下旬	3200.26	3195.07	3133.73					
7月上旬	2586.82	2195.42	3604.61					
7月中旬	2792.45	2518.56	2384.64					
7月下旬	2933.88	1828.57	4674.07					
8月上旬	3144.10	1661.47	4704.48					
8月中旬	4388.26	1168.13	1985.47					
8月下旬	2778.02	13334.11	1200.36					
9月上旬	2463.26	4098.82	1554.34					
9月中旬	1858.46	2289.60	3760.13					
9月下旬	643.68	1649.38	8900.93					
10月上旬	84.67	1244.16	4178.30					
10月中旬	23.33	999.65	2333.66					
10月下旬	320.28	1102.46	1969.23					
11月上旬	0.00	5863.97	1429.92					
11月中旬	0.00	1712.45	1231.20					
11月下旬	0.00	1335.74	1009.15					
12月上旬	510.62	824.26	767.23					
12月中旬	208.22	1327.97	707.62					
12月下旬	162.52	983.66	652.92					
年總量	71172.09	79997.67	85537.64				年平均値	100510.56

附表B-5鯉魚潭天然入流量一覽表(1/4)

單位:萬噸

旬 \ 年	64	65	66	67	68	69	70	71
1月上旬	34.56	38.02	37.15	44.93	40.61	30.24	22.46	63.94
1月中旬	68.26	40.61	20.74	42.34	31.97	24.19	24.19	37.15
1月下旬	51.32	31.36	20.91	37.07	25.66	33.26	10.45	39.92
2月上旬	38.88	23.33	37.15	34.56	36.29	38.02	7.78	25.06
2月中旬	47.52	16.42	22.46	50.11	25.92	33.70	17.28	26.78
2月下旬	15.21	26.44	13.82	31.80	20.74	50.54	24.19	36.63
3月上旬	31.10	26.78	14.69	87.26	39.74	94.18	21.60	93.31
3月中旬	148.61	25.06	16.42	49.25	37.15	56.16	110.59	91.58
3月下旬	111.20	41.82	17.11	219.54	128.30	49.42	76.98	37.07
4月上旬	257.47	42.34	15.55	140.83	187.49	61.34	25.06	37.15
4月中旬	86.40	80.35	12.10	124.42	118.37	83.81	31.97	24.19
4月下旬	71.71	38.88	10.37	57.89	56.16	177.98	46.66	51.84
5月上旬	44.93	316.22	6.05	252.29	66.53	139.10	21.60	694.66
5月中旬	177.98	52.70	54.43	205.63	114.91	62.21	120.10	71.71
5月下旬	864.86	727.06	47.52	436.23	496.11	43.72	1940.72	206.24
6月上旬	1007.42	128.74	2293.06	190.08	462.24	44.06	1502.50	1019.52
6月中旬	2080.51	591.84	324.00	93.31	1435.97	37.15	882.14	155.52
6月下旬	578.02	134.78	1769.47	76.03	177.12	101.95	1735.78	593.57
7月上旬	254.02	3727.30	373.25	47.52	149.47	46.66	164.16	364.61
7月中旬	470.88	152.06	97.63	118.37	38.02	31.97	1359.07	101.95
7月下旬	409.62	153.01	1857.08	200.53	153.01	38.97	2009.15	754.62
8月上旬	405.22	2383.78	1292.54	445.82	69.12	228.96	335.23	1408.32
8月中旬	721.44	498.53	123.55	269.57	994.46	325.73	133.06	1378.08
8月下旬	373.51	221.44	1719.27	198.63	4063.91	2308.52	958.95	97.89
9月上旬	177.12	86.40	122.69	116.64	549.50	120.96	1767.74	54.43
9月中旬	129.60	49.25	86.40	196.13	264.38	63.07	156.38	30.24
9月下旬	109.73	228.10	146.88	142.56	165.89	56.16	139.97	21.60
10月上旬	175.39	91.58	67.39	88.99	60.48	31.97	108.86	17.28
10月中旬	106.27	44.93	41.47	42.34	56.16	31.10	59.62	12.10
10月下旬	58.92	52.27	39.92	39.92	52.27	40.87	46.57	12.36
11月上旬	49.25	37.15	41.47	34.56	50.98	34.56	71.71	9.50
11月中旬	50.11	32.83	45.79	38.88	62.21	38.02	43.20	28.51
11月下旬	37.15	31.97	55.30	34.56	29.38	50.98	43.20	18.14
12月上旬	39.74	23.33	40.61	25.92	25.92	30.24	53.57	15.55
12月中旬	48.38	25.06	36.29	19.87	29.38	33.70	46.66	12.96
12月下旬	67.48	34.21	36.12	55.12	29.46	26.61	69.38	16.16
年總量	9399.80	10255.94	10956.64	4289.50	10345.28	4700.07	14188.52	7660.14

附表B-5鯉魚潭天然入流量一覽表(2/4)

單位:萬噸

旬 \ 年	72	73	74	75	76	77	78	79
1月上旬	15.55	16.42	11.23	105.41	50.98	20.74	8.64	25.92
1月中旬	12.96	17.28	12.96	28.51	38.02	25.92	7.78	19.01
1月下旬	20.91	21.86	16.16	27.56	41.82	24.71	6.65	35.16
2月上旬	211.68	20.74	277.34	25.06	38.88	27.65	4.32	15.55
2月中旬	405.22	24.19	159.84	56.16	36.29	19.87	3.46	12.96
2月下旬	243.99	16.33	252.98	41.47	38.71	12.44	2.07	111.97
3月上旬	191.81	25.92	69.12	101.95	46.66	115.78	2.59	454.46
3月中旬	1054.94	31.10	25.06	344.74	128.74	47.52	54.43	170.21
3月下旬	1082.51	41.82	81.73	666.23	252.81	186.28	23.76	128.30
4月上旬	312.77	47.52	164.16	169.34	63.94	171.07	712.80	93.31
4月中旬	119.23	115.78	487.30	48.38	238.46	275.62	373.25	1831.68
4月下旬	87.26	273.89	62.21	39.74	68.26	232.42	247.97	2692.22
5月上旬	148.61	160.70	60.48	27.65	95.04	66.53	285.98	416.45
5月中旬	120.96	387.94	24.19	1931.04	490.75	46.66	210.82	225.50
5月下旬	562.64	883.87	624.41	1519.69	269.91	855.36	491.36	158.72
6月上旬	1250.21	727.49	1253.66	1874.88	432.86	146.02	1055.81	559.01
6月中旬	75.17	235.01	432.00	790.56	270.43	41.47	499.39	482.98
6月下旬	47.52	398.30	72.58	476.06	2007.07	161.57	454.46	980.64
7月上旬	31.97	799.20	149.47	216.86	287.71	84.67	171.94	492.48
7月中旬	93.31	97.63	84.67	304.13	849.31	104.54	64.80	266.11
7月下旬	52.27	60.83	70.33	162.52	1943.57	60.83	626.31	230.00
8月上旬	25.92	1771.20	147.74	171.94	256.61	257.47	292.03	546.91
8月中旬	43.20	251.42	169.34	84.67	104.54	372.38	93.31	1130.11
8月下旬	103.59	116.90	3750.28	1266.88	68.43	161.57	366.85	3116.36
9月上旬	44.06	33.70	282.53	114.05	69.12	352.51	89.86	2316.38
9月中旬	28.51	25.92	160.70	305.86	44.93	130.46	1774.66	660.96
9月下旬	26.78	32.83	139.97	164.16	29.38	517.54	825.98	306.72
10月上旬	15.55	18.14	101.09	77.76	24.19	102.82	414.72	203.90
10月中旬	16.42	10.37	50.11	55.30	31.10	73.44	180.58	120.10
10月下旬	21.86	12.36	41.82	52.27	27.56	68.43	50.37	39.92
11月上旬	15.55	9.50	32.83	52.70	19.87	52.70	21.60	29.38
11月中旬	17.28	10.37	30.24	110.59	19.87	50.98	19.01	24.19
11月下旬	14.69	12.96	37.15	69.98	19.87	48.38	14.69	22.46
12月上旬	16.42	12.96	28.51	51.84	21.60	35.42	10.37	24.19
12月中旬	16.42	9.50	28.51	39.74	22.46	30.24	10.37	15.55
12月下旬	20.91	9.50	40.87	47.52	25.66	38.97	22.81	15.21
年總量	6568.65	6741.45	9433.58	11623.22	8475.41	5020.96	9495.79	17975.00

附表B-5鯉魚潭天然入流量一覽表(3/4)

單位:萬噸

旬 \ 年	80	81	82	83	84	85	86	87
1月上旬	14.69	20.74	13.82	6.05	20.74	28.51	12.10	26.78
1月中旬	10.37	6.91	14.69	5.18	6.05	12.10	10.37	94.18
1月下旬	13.31	21.86	15.21	3.80	11.40	8.55	10.45	71.28
2月上旬	13.82	12.96	12.10	2.59	8.64	6.91	16.42	133.06
2月中旬	19.87	409.54	10.37	219.46	14.69	6.91	37.15	404.35
2月下旬	10.37	274.49	6.22	168.65	236.39	52.88	36.63	935.88
3月上旬	9.50	374.98	8.64	186.62	267.84	73.44	33.70	84.67
3月中旬	9.50	466.56	152.93	130.46	268.70	118.37	15.55	722.30
3月下旬	19.01	200.53	239.50	95.99	258.51	54.17	782.18	413.42
4月上旬	19.87	317.95	219.46	24.19	552.10	217.73	204.77	227.23
4月中旬	12.96	885.60	213.41	16.42	370.66	445.82	105.41	159.84
4月下旬	12.10	663.55	219.46	16.42	108.86	692.93	77.76	318.82
5月上旬	268.70	437.18	202.18	733.54	29.38	828.58	84.67	490.75
5月中旬	95.90	242.78	173.66	625.54	253.15	698.11	177.98	222.05
5月下旬	34.21	670.98	319.33	261.36	562.64	809.74	407.72	215.74
6月上旬	27.65	662.69	1302.05	374.98	666.14	541.73	754.27	867.46
6月中旬	31.10	786.24	503.71	406.94	1324.51	457.92	3302.21	559.01
6月下旬	778.46	406.94	222.91	440.64	215.14	390.53	841.54	403.49
7月上旬	113.18	550.37	105.41	178.85	229.82	239.33	476.93	300.67
7月中旬	138.24	533.95	63.07	469.15	420.77	151.20	426.82	185.76
7月下旬	119.75	273.72	39.92	372.56	350.70	735.61	462.84	148.26
8月上旬	63.07	164.16	33.70	2056.32	337.82	3746.30	349.06	178.85
8月中旬	162.43	139.97	104.54	2470.18	296.35	583.20	2353.54	127.87
8月下旬	173.92	342.14	68.43	2611.70	271.81	396.32	1128.12	105.49
9月上旬	72.58	495.94	28.51	1161.22	159.84	252.29	648.00	256.61
9月中旬	56.16	320.54	22.46	298.08	106.27	134.78	303.26	247.10
9月下旬	61.34	317.95	19.87	169.34	120.10	139.10	258.34	339.55
10月上旬	71.71	221.18	14.69	393.12	77.76	113.18	217.73	216.00
10月中旬	31.97	108.86	14.69	1003.10	62.21	57.89	145.15	1538.78
10月下旬	20.91	29.46	10.45	236.65	51.32	45.62	76.98	759.37
11月上旬	17.28	19.01	7.78	95.04	39.74	25.92	32.83	220.32
11月中旬	23.33	16.42	7.78	82.94	38.88	18.14	35.42	124.42
11月下旬	31.10	13.82	9.50	73.44	37.15	17.28	28.51	69.98
12月上旬	21.60	12.96	6.91	60.48	27.65	16.42	25.92	48.38
12月中旬	22.46	11.23	6.05	50.11	30.24	16.42	25.06	62.21
12月下旬	21.86	12.36	5.70	44.67	50.37	16.16	24.71	124.50
年總量	2624.31	10446.54	4419.10	15545.78	7884.35	12150.09	13930.10	11404.45

附表B-5鯉魚潭天然入流量一覽表(4/4)

單位:萬噸

旬 \ 年	88	89	90					
1月上旬	58.75	54.43	42.34					
1月中旬	43.20	50.11	43.20					
1月下旬	44.67	57.97	336.44					
2月上旬	43.20	49.25	129.60					
2月中旬	36.29	49.25	66.53					
2月下旬	20.74	867.80	43.55					
3月上旬	36.29	310.18	58.75					
3月中旬	82.94	309.31	71.71					
3月下旬	116.90	142.56	136.86					
4月上旬	52.70	216.86	114.91					
4月中旬	69.12	132.19	343.01					
4月下旬	19.87	1017.79	372.38					
5月上旬	147.74	989.28	228.96					
5月中旬	126.14	316.22	301.54					
5月下旬	744.16	246.15	454.29					
6月上旬	444.10	193.54	419.04					
6月中旬	292.90	596.16	574.56					
6月下旬	222.05	283.39	309.31					
7月上旬	186.62	177.98	184.90					
7月中旬	223.78	176.26	148.61					
7月下旬	215.74	134.01	444.79					
8月上旬	368.93	224.64	615.17					
8月中旬	349.06	137.38	241.92					
8月下旬	214.79	817.34	227.15					
9月上旬	120.96	473.47	222.05					
9月中旬	101.95	251.42	1931.90					
9月下旬	235.87	88.13	1070.50					
10月上旬	176.26	51.84	265.25					
10月中旬	152.06	98.50	88.99					
10月下旬	165.37	147.31	76.98					
11月上旬	123.55	194.40	36.29					
11月中旬	87.26	45.79	22.46					
11月下旬	79.49	27.65	18.14					
12月上旬	75.17	22.46	15.55					
12月中旬	74.30	74.30	15.55					
12月下旬	71.28	49.42	16.16					
年總量	5624.21	9074.76	9689.33				年平均値	92646.89