

南華大學科技學院永續綠色科技碩士學位學程

碩士論文

Master Program of Green Technology for Sustainability

College of Science and Technology

Nanhua University

Master Thesis

水土保持工程合理施工期限推估模式之研究

Estimation Approaches of Reasonable Construction

Duration in Engineering of Soil and Water Conservation

梁瑞真

Jui-Chen Liang

指導教授：林文賜 博士

鄭皆達 博士

Advisor: Wen-Tzu Lin, Ph.D.

Jie-Dar Cheng, Ph.D.

中華民國 109 年 11 月

November 2020

# 南華大學

科技學院永續綠色科技碩士學位學程

碩士學位論文

水土保持工程合理施工期限推估模式之研究

Estimation Approaches of Reasonable Construction Duration in  
Engineering of Soil and Water Conservation

研究生：梁端真

經考試合格特此證明

口試委員：林昭遠  
盧俊家  
林文賜  
鄭白達

指導教授：林文賜  
鄭白達

系主任(所長)：凌耀明

口試日期：中華民國 109 年 11 月 27 日

## 致謝

本論文研究的完成，承蒙恩師林文賜教授及鄭皆達教授在研究過程中，從論文內容架構的引導及研究方向的啟發，給予悉心指導，使本文能順利及如期完成，謹致以最深之謝忱。

同時感謝中興大學水土保持學系林昭遠教授及嘉農土木教育事務基金會盧俊谷博士，百忙之中撥空審閱本文，並於論文口試之際不吝指正及提供寶貴意見，使本文更臻完備。最後，感謝碩士班修業期間，學長、學姊、同學及朋友的勉勵與關懷，這份難得的情誼是研究所生涯中最大的收穫，亦是最值得回憶的歷程，在此獻上無限感恩與最誠摯的謝意。



## 摘要

水土保持工程之預定施工期限，係參照「水土保持工程預算書編製原則及工料分析手冊」中之各類工程預定施工期限參考表訂之，惟該表施工期限係由以往之施工經驗訂之，且甚久都未再檢討更新，因此，本研究主要在推估研究與檢討修訂合理之施工期限。

研究方法係以迴歸統計分析方式，針對實際施工期限及工程發包款等數據，進行簡單與多元迴歸分析，並藉由模式檢定、檢核誤差項假設及驗證結果，確定推估迴歸模式與計算合理施工期限，最終完成修訂治山防災與農路改善類之預定施工期限參考表。

主要研究成果為建立治山防災與農路改善類簡單與多元迴歸模式如下，並已完成修訂合理之預定施工期限參考表，惟治山防災類之多元迴歸模式中，因其「開工日期」個別迴歸係數之t值檢定結果未具顯著性，故不適合做為預測模式。

### (1) 簡單迴歸模式

A. 治山防災類  $y = 14.707x + 54.247$

B. 農路改善類  $y = 18.082x + 46.686$

式中y為施工工期(日)，x為發包工程款(百萬元)。

### (2) 多元迴歸模式

農路改善類  $y = 64.696 + 16.598x_1 - 1.323x_2$

式中y為施工工期(日)， $x_1$ 為發包工程款(百萬元)， $x_2$ 為縣市。

本研究過程中發現部分變數間具有顯著相關性，推測可能呈線性或非線性關係，值得再進一深入探討。另案例資料數量若可再蒐集更加完整，對於植生綠美化或農村公共設施等類別，亦可建立合適之迴歸模式與合理施工期限。

**關鍵詞：**水土保持工程、治山防災、農路改善、迴歸分析、施工期限

## Abstract

The scheduled construction period for soil and water conservation engineering is based on the reference table for scheduled construction of various engineering in the “Handbook of Budget Preparation Principles and Materials Analysis for Soil and Water Conservation Engineering”.

The scheduled construction period of the reference table is based on past construction experience and has not been reviewed and updated for a long time. Therefore, this study mainly estimates and revises a reasonable construction period.

The research method is to use simple and multiple regression analysis on the Construction period and Engineering funding, then through the verification model and error assumptions and verification results, determine the estimated regression model and calculate the reasonable construction period, and finally revise the scheduled construction period reference table for erosion and sediment control engineering and access road improvement.

The main research results establish simple and multiple regression models for the types of erosion and sediment control engineering and access road improvement as follows. And has completed the revision of the reasonable schedule of scheduled construction. However,

in the multiple regression model of erosion and sediment control engineering, because the t-value test result of the individual regression coefficient of "start date of construction" is not significant, it is not suitable as a prediction model.

(1) Simple regression models

A. Erosion and sediment control engineering

$$y = 14.707x + 54.247$$

B. Access road improvement

$$y = 18.082x + 46.686$$

In the formula, y is the scheduled construction period (day), and x is the engineering budget (NT million dollar).

(2) Multiple regression models

Access road improvement

$$y = 64.696 + 16.598x_1 - 1.323x_2$$

Where y is the scheduled construction period (day), x<sub>1</sub> is the engineering budget (NT million dollar), and x<sub>2</sub> is the city location.

In the course of this research, it was found that some variables have significant correlations, speculate that there may be a linear or nonlinear relationship, which is worth discussing in depth in the future.

In addition, if the number of case data can be collected more

completely, for the vegetation and Rural Regeneration engineering, it is also possible to establish a suitable regression model and estimate a reasonable construction period.

**Keywords: Soil and Water Conservation Engineering, Erosion and Sediment Control Engineering, Access road Improvement, Regression Analysis, Construction Period**



# 目錄

致謝 .....	I
摘要 .....	II
Abstract.....	III
目錄 .....	VI
圖目錄 .....	IX
表目錄 .....	XI
第一章緒論 .....	1
1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究問題.....	1
1.3 研究目的.....	2
1.4 研究範圍與限制.....	2
1.5 研究方法與流程.....	3
1.6 論文架構.....	5
第二章文獻回顧 .....	6
2.1 工期之定義及計算方式 .....	6
2.2 工期之合理性.....	10
2.3 工期與成本.....	13
2.4 工期與成本之推估.....	15
2.5 工期推估之方式.....	16



2.5.1 時間成本模式.....	16
2.5.2 迴歸分析模式.....	20
2.5.3 類神經網路或其他推估方式.....	30
2.6 小結.....	33
第三章建立工期推估方式及模式驗證.....	34
3.1 建立工期推估方式及分析流程.....	34
3.2 案例資料分析.....	36
3.3 變數間相關性分析.....	36
3.4 簡單迴歸模式.....	39
3.4.1 工期與成本之各種迴歸分析模式比較.....	39
3.4.2 線性迴歸模式檢定.....	45
3.4.3 預測模式驗證.....	53
3.5 多元迴歸模式.....	57
3.5.1 多元迴歸模式建立.....	57
3.5.2 多元迴歸模式檢定.....	57
3.5.3 預測模式驗證.....	65
第四章推估水土保持工程預定施工期限參考表.....	68
4.1 簡單迴歸模式推估預定施工期限參考表.....	68
4.1.1 治山防災類.....	68

4.1.2 農路改善類.....	69
4.2 多元迴歸模式推估預定施工期限參考表 .....	70
4.2.1 農路改善類.....	70
4.3 小結.....	71
第五章結論與建議.....	72
5.1 結論.....	72
5.2 建議.....	75
參考文獻 .....	76
附錄 A 工程地點轉換之虛擬變數表 .....	79
附錄 B 治山防災工程驗證資料(樣本一).....	80
附錄 C 治山防災工程驗證資料(樣本二).....	82
附錄 D 農路改善工程驗證資料(樣本一).....	84
附錄 E 農路改善工程驗證資料(樣本二).....	86
附錄 F 農路改善工程驗證資料(多元迴歸 樣本一).....	88
附錄 G 農路改善工程驗證資料(多元迴歸 樣本二) .....	90

## 圖目錄

圖 1.1 研究流程圖.....	4
圖 2.1 「工程進度預警模型」作業流程與使用情境.....	32
圖 3.1 迴歸分析研究設計概念圖.....	35
圖 3.2 施工工期與工程發包金額之線性迴歸分析模式（治山防災）	41
圖 3.3 施工工期與工程發包金額之二次曲線迴歸分析模式（治山防災） .....	42
圖 3.4 施工工期與工程發包金額之三次曲線迴歸分析模式（治山防災） .....	42
圖 3.5 施工工期與工程發包金額之對數迴歸分析模式（治山防災）	42
圖 3.6 施工工期與工程發包金額之指數迴歸分析模式（治山防災）	43
圖 3.7 施工工期與工程發包金額之 Bromilow 時間成本迴歸分析模式 （治山防災）.....	43
圖 3.8 施工工期與工程發包金額之線性迴歸分析模式（農路改善）	43
圖 3.9 施工工期與工程發包金額之二次曲線迴歸分析模式（農路改善） .....	44
圖 3.10 施工工期與工程發包金額之三次曲線迴歸分析模式（農路改 善）.....	44
圖 3.11 施工工期與工程發包金額之對數迴歸分析模式（農路改善） .....	44
圖 3.12 施工工期與工程發包金額之指數迴歸分析模式（農路改善） .....	45
圖 3.13 施工工期與工程發包金額之 Bromilow 時間成本迴歸分析模式 （農路改善）.....	45

圖 3.14	殘差直方圖(線性迴歸-治山防災)	49
圖 3.15	殘差直方圖(線性迴歸-農路改善)	50
圖 3.16	常態機率圖(線性迴歸-治山防災)	50
圖 3.17	常態機率圖(線性迴歸-農路改善)	51
圖 3.18	殘差關係圖(線性迴歸-治山防災)	51
圖 3.19	殘差關係圖(線性迴歸-農路改善)	52
圖 3.20	EXCEL 軟體之抽樣分析工具	54
圖 3.21	抽樣分析工具之隨機樣本	54
圖 3.22	殘差直方圖(多元迴歸-治山防災)	62
圖 3.23	殘差直方圖(多元迴歸-農路改善)	62
圖 3.24	常態機率圖(多元迴歸-治山防災)	63
圖 3.25	常態機率圖(多元迴歸-農路改善)	63
圖 3.26	殘差關係圖(多元迴歸-治山防災)	64
圖 3.27	殘差關係圖(多元迴歸-農路改善)	64

## 表目錄

表 2.1 各類工程預定施工期限參考表（以日曆天計算） .....	9
表 2.2 各文獻中對於合理工期之敘述 .....	12
表 2.3 國外運用 Bromilow 時間成本模式之彙整 .....	18
表 2.4 工程會研究案之 Bromilow 迴歸結果 .....	19
表 2.5 各種分析模式之迴歸方程式 .....	21
表 2.6 相關係數大小與相關程度情形 .....	24
表 3.1 變數間 Pearson 相關性分析（治山防災） .....	38
表 3.2 變數間 Pearson 相關性分析（農路改善） .....	39
表 3.3 工期與成本之各種迴歸模式分析比較（治山防災） .....	40
表 3.4 工期與成本之各種迴歸模式分析比較（農路改善） .....	41
表 3.5 「線性迴歸模式」變異數分析表（治山防災） .....	47
表 3.6 「線性迴歸模式」變異數分析表（農路改善） .....	48
表 3.7 實際施工工期與預測施工工期之比較（樣本一治山防災） .....	55
表 3.8 實際施工工期與預測施工工期之比較（樣本二治山防災） .....	55
表 3.9 實際施工工期與預測施工工期之比較（樣本一農路改善） .....	56
表 3.10 實際施工工期與預測施工工期之比較（樣本二農路改善） .....	56
表 3.11 「多元迴歸模式」變異數分析表（治山防災） .....	59
表 3.12 「多元迴歸模式」變異數分析表（農路改善） .....	60
表 3.13 實際施工工期與預測施工工期之比較（樣本一農路改善） .....	66
表 3.14 實際施工工期與預測施工工期之比較（樣本二農路改善） .....	67
表 4.1 治山防災類預定施工期限(原訂與計算值)參考比較表 .....	69
表 4.2 農路改善類預定施工期限(原訂與計算值)參考比較表 .....	70
表 4.3 農路改善類(多元迴歸)預定施工期限參考比較表 .....	71

表 5.1 修正後預定施工期限參考表.....73  
表 5.2 農路改善類各縣市預定施工期限參考表 .....74



# 第一章緒論

## 1.1研究背景與動機

水土保持工程因多施作於偏遠山區，其工程類別複雜眾多，再加上山區工地環境施工困難、交通不便、雨季或汛期影響、特殊工程或配合自然生態等原因，致使工程預定施工期限難以合理又科學性的予以訂之。

再加上國內普遍對於施工工期的合理性並不重視，然而合理的工期訂定有助於工程品質及安全提升，但實際工期推估之精確度易於受限，難以準確地估計工期，若工期過長容易造成成本增加且效率不佳，反之，工期過短，則造成承包商可能無法同時兼顧施工安全及品質，並且增加趕工時的工時、人力及機具材料，因此，基本上應該使用合理的成本及合理的工期來推估，若是能再加上天候因素或施工地點等多重因素進行綜合評估，將會使推估之工期更加合理化（郭斯傑，1998）。

本研究主要在找出適合水土保持工程之合理工期推估方式，並重新訂定合理施工期限，提供訂定契約工期時，給予機關長官參考，使機關能夠進行工期審核及管理。

## 1.2研究問題

目前水土保持工程施工期限之訂定，係參照「水土保持工程預算書編製原則及工料分析手冊」(表1-26 各類工程預定施工期限參考表)(行政院農業委員會水土保持局，2015)，表中針對「工程類別」及「發包工程費預算金額」等二項因子，分別以日曆天計算進行訂定，例如：農路改善及養護工程類別在100萬元以下，其施工期限為40天；治山防災工程類別在2000萬元上下者為175天。

惟該表中所訂施工期限之數據，係依據以往施工經驗訂之，並無合理性及科學統計根據，而且該表已存在幾十年之久都未再檢討更新，因此，該表所訂之施工期限如今繼續採用是否合理？是否可採用科學統計方式，找出適合水土保持工程之合理工期？該問題值得深入統計分析與探討。

### 1.3 研究目的

本研究目的係以科學統計方式，找出適合水土保持工程之合理施工期限，並進一步重新檢討訂定「各類工程預定施工期限參考表」，以及藉由迴歸模式計算式，可依發包金額求出預定施工期限，毋須透過查表得知。另期望更可透過多元迴歸模式，所提供之多元因子（如開工日期及工程地點等），建立更具體詳細之工程預定施工期限參考表，以提供機關單位、設計監造及承攬廠商，能有更加合理及科學性之施工期限數據可供參考，進而在合理的工期訂定下，促進及提升工程品質及安全。

### 1.4 研究範圍與限制

由於水土保持工程種類繁多，包含治山防災、農路改善及養護、植生綠美化及農村公共設施等項工程類別，本研究僅分析「治山防災」類工程，其餘類別，則因其工程屬性差異大及大量資料蒐集不易，故不在本研究範圍之類別內。

本研究重點主要以「時間」及「成本」二項主要關鍵因素來探討，並僅究施工期限之合理天數行分析，其停工、變更設計、展延等相關工期，均不包含在本研究之中，需另外單獨再計算之。此研究中使用分析之施工工期係全程實際施工天數，亦即為竣工日期減去開工日期之差值，



包含施工過程中之停工天數，統計結果係以半黑盒分析理論為主，以實質反應無法具體進行計算量化之各因素，例如：氣候、停工..等因素。

## 1.5 研究方法與流程

本研究主要方法係以迴歸統計分析方式，針對實際工程發包及施工期限等基本資料數據，進行簡單及多元迴歸分析，最後尋找工程類型之合理施工期限公式，並反推檢討及重新修正訂定各類工程預定施工期限參考表，其研究步驟如下所述，研究流程如圖1-1。

- <1> 蒐集國內外相關文獻：包含工期定義、工期推估方式、迴歸統計分析等文獻資料。
- <2> 蒐集取得分析資料來源：資料來源主要從政府資料開放平台、水土保持及政府採購標案管理等相關網站取得，資料內容包含工程發包金額、工程地點(縣市鄉鎮)、開工日期等基本資料，因其數量龐大且部分資訊錯誤，故須進行篩選除錯後，方可進行統計分析。
- <3> 變數相關分析及迴歸模式建立：
  - (1)本研究主要採用EXCEL及SPSS統計分析軟體，進行資料整理、簡單及多元迴歸統計分析。
  - (2)將案例資料之各變數(例如：施工工期、工程發包金額、開工日期、縣市鄉鎮工程地點等)，進行Pearson相關係數分析，以得知各變數之間的相關性。
  - (3)利用具有顯著關係性之變數，建構簡單及多元迴歸模式，並進行模式檢定、檢核誤差項假設及模式驗證。
  - (4)最終依據模式檢定檢核結果，選擇最適合之推估迴歸模式。
- <4> 採用最適合之迴歸模式，重新檢討修正合理之預定施工期限參考表。
- <5> 結論與建議。

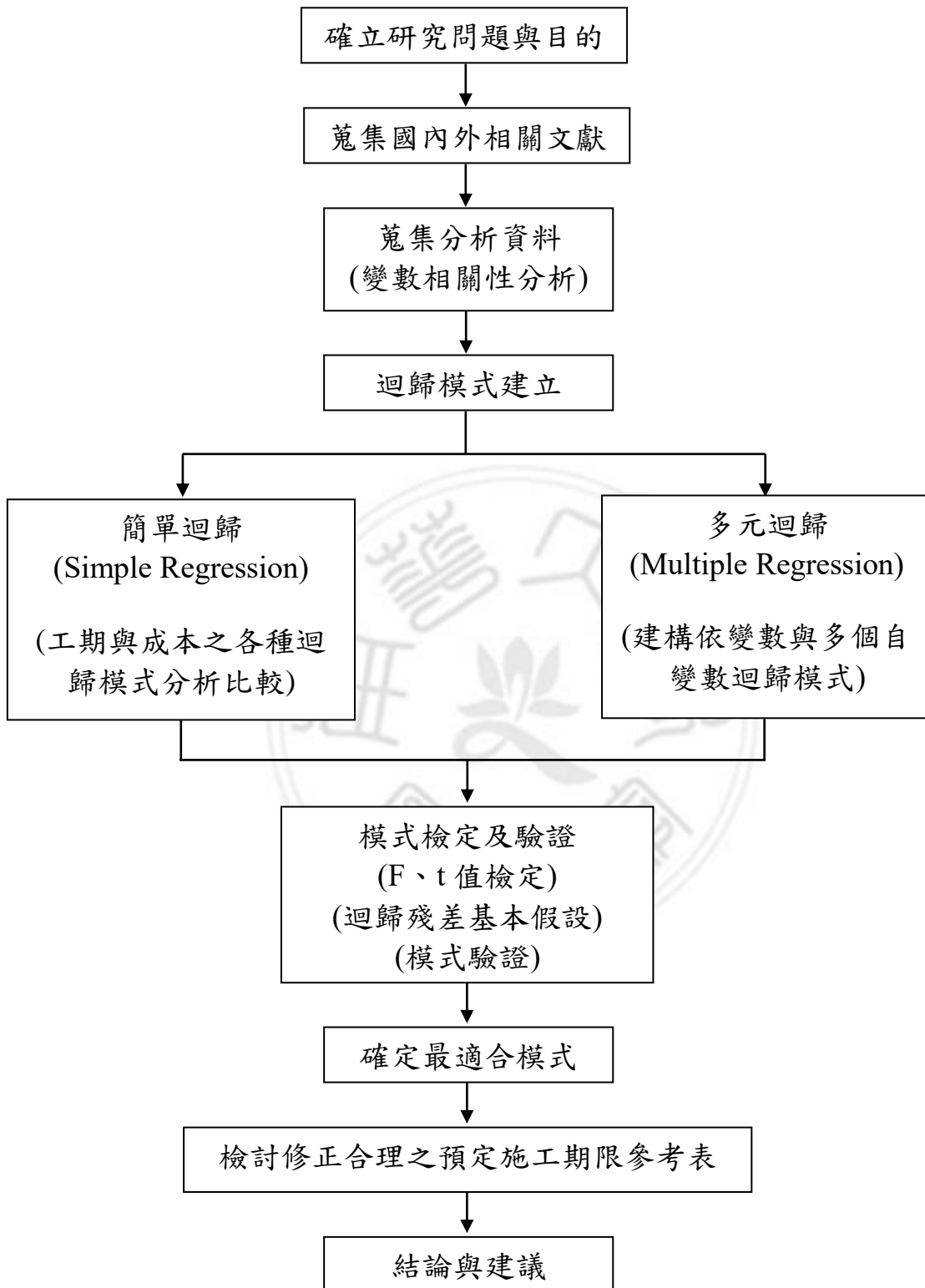


圖 1.1 研究流程圖

## 1.6 論文架構

本研究分為五個章節，各章節說明如下：

### <1> 第一章緒論

說明本研究之研究背景與動機、研究問題、研究目的、研究方法、研究流程，以及研究範圍與限制。

### <2> 第二章文獻回顧

蒐集國內外與工期定義及計算方式、工期之合理性、工期推估之方式等相關文獻後，再加以分析綜整小結。

### <3> 第三章建立工期推估方式及模式驗證

透過案例建立合理工期推估方式及結果檢驗迴歸模型測試，並提出合適之工期推估方式。

### <4> 第四章檢討修正水土保持工程預定施工期限參考表

透過最後決定之合適工期推估方式，進行檢討修正本研究之最終目標，即為重新檢討修訂預定施工期限參考表。

### <5> 第五章結論與建議

透過以上章節得出結論，並將後續相關之研究提出建議。

## 第二章文獻回顧

### 2.1 工期之定義及計算方式

國內工期之計算方式主要依照目前工程主管機關行政院公共工程委員會所頒定「採購契約要項」及「工程採購契約範本」統一規範訂定原則，至於水土保持工程之相關工期核算與施工期限，則依據行政院農業委員會水土保持局所訂「水土保持工程工期核算要點」及「水土保持工程預算書編製原則及工料分析手冊—各類工程預定施工期限參考表」等相關規定辦理，其工期定義與計算彙整說明如下：

- <1> 依據行政院公共工程委員會108年8月6日工程企字第1080100489號函頒之「採購契約要項」第四十四條（履約期間之計算）規定（行政院公共工程委員會[工程會]，2019），履約期間之計算，除契約另有規定者外，得為下列方式之一，由機關載明於契約：
- (1) 以限期完成者，星期例假日、國定假日或其他休息日均應計入。
  - (2) 以日曆天計者，星期例假日、國定假日或其他休息日，是否計入，應於契約中明定。
  - (3) 以工作天計者，星期例假日、國定假日或其他休息日，均應不計入。

前項履約期間，因不可抗力或有不可歸責於廠商之事由者，得延長之；其事由未達半日者，以半日計；逾半日未達一日者，以一日計。

- <2> 依據行政院公共工程委員會109年1月14日修正之「工程採購契約範本」第7條（履約期限）規定（工程會，2020）：
- (1) 以日曆天計算者，所有日數，包括以下（二）所載之放假日，均應計入。但投標文件截止收件日前未可得知之放假日，不予

計入。

(2) 以工作天計算者，下列放假日，均應不計入：

- A.星期六（補行上班日除外）及星期日。但與以下2至5放假日相互重疊者，不得重複計算。
- B.依「紀念日及節日實施辦法」規定放假之紀念日、節日及其補假。
- C.軍人節（9月3日）之放假及補假（依國防部規定，但以國軍之工程為限）。
- D.行政院人事行政總處公布之調整放假日。
- E.全國性選舉投票日及行政院所屬中央各業務主管機關公告放假者。

(3) 免計工作天之日，以不得施工為原則。廠商如欲施作，應先徵得機關書面同意，該日數應或免計入工期。

<3> 依據行政院農業委員會水土保持局103年11月19日水保治字第1031876279號函頒「各項水土保持工程工期核算要點」第二章（工期之定義及核算）規定（行政院農業委員會水土保持局[水保局]，2014）：

(1) 工程契約規定為日曆天者，所有日數均應計入。

(2) 工程契約規定為工作天者，下列放假日，均應不計入：

- A.星期六（補行上班日除外）及星期日。但與第二款至第六款所訂放假日相互重疊者，不得重複計算。
- B.中華民國開國紀念日（一月一日）、和平紀念日（二月二十八日）、兒童節（四月四日，放假日依「紀念日及節日實施辦法」規定）、勞動節（五月一日）及國慶日（十月十日）。
- C.勞動節之補假（依勞動部規定）及軍人節（九月三日）之放

假及補假（依國防部規定，但以國軍之工程為限）。

D.農曆除夕及補假、春節及補假、民族掃墓節、端午節及中秋節。

E.行政院人事行政總處公布之調整放假日。

F.全國性選舉投票日及行政院所屬中央各業務主管機關公布放假者。

(3) 具有下列情事之一，且全天確無工人到工地施工者，得免計工作天：

A.不得歸責於廠商之事由：

(a) 因取得用地、拆遷障礙物、遷移電力、電信、給水灌溉水路等，致工程無法進行者。

(b) 因機關辦理變更設計、供應之材料或機具未及時運達工地，致全部工程不能進行者。

(c) 因工程需暫停工作，以配合機關其他工程或其他單位工程施工者。

(d) 因機關人員未能如期檢驗、勘驗，致次階段作業不能進行者。

(e) 其他特殊原因，致全部工作無法施工者。

B.因氣候因素，須經機關人員認可者：

(a) 兩天之雨量已達影響正常工作之進行，上午下雨者全天不計工作天，下午下雨者不計半天工作天。

(b) 路面工程因雨積水，致全部工程不能進行者。

(c) 建築工程從事室外粉刷、裝修、油漆等因雨潮濕，致全部工程不能進行者。

(d) 基礎工程因積水或水患，雖廠商已善盡抽水責任，致全部

工作無法施工進行者。

(4) 工程契約規定為限期完工者，除有前點第二項第一款之情事，其它日數均應計入。

(5) 契約如需辦理變更，其工程項目或數量有增減時，工期得由雙方視實際需要議定增減之。

(6) 履約期間自指定之日起算者，應將當日算入。履約期間自指定之日後起算者，當日不計入。

<4> 依據行政院農業委員會水土保持局104年12月25日水保治字第1041877515號函頒「水土保持工程預算書編製原則及工料分析手冊」各類工程預定施工期限參考表規定（水保局，2015）如下：

表 2.1 各類工程預定施工期限參考表（以日曆天計算）

工程類別	發包工程費預算金額(元)					
	100萬元以下	大於100萬~500萬	大於500萬~1000萬	大於1000萬~1500萬	大於1500萬~2000萬	大於2000萬
農路改善及養護	40 天	40~65 天	65~95 天	95~120 天	120~150 天	
治山防災	40 天	40~75 天	75~110 天	110~140天	140~175 天	
植生綠美化	40 天	40~75 天	75~110 天	110~140 天	140~175 天	
農村公共設施	50 天	50~85 天	85~125 天	125~160 天	160~200 天	

註：

- (一) 工地環境施工困難，交通不變，雨季或汛期，工程類別複雜，特殊工程或配合自然生態等原因，得酌增工程。
- (二) 施工簡易之工程、緊急搶修工程或其他因素等，需按照實際情況將施工期限酌予減少或採限期完工。
- (三) 表列天數係採以日曆天計列之施工期限。
- (四) 農村公共設施：含農業設施及休閒農業設施；農業設施：包含蓄水池、灌溉設施…等；休閒農業設施：包含景觀設施、涼亭、停車場、步道、公共廁所…等。
- (五) 依工程特性若有需要，得採用工作天或限期完工方式訂定施工期限。

吳卓夫、余文德、楊智斌等人在2002年認為若依照限期完成、日曆天及工作天之工期計算方式，以「工作天」計算工期，對於承包商較為公平，但對業主卻是難以掌握實際完工日期，容易造成承包商及業主對於工作天的定義基準產生爭議；近來多為使用「日曆天」或是「限定完工日期」做為工期計算方式，因這兩種計算方式，既可讓業主明確掌握工程實際完工日期，又可讓承包商在投標前也能預估該地區降雨程度對工程之影響，並有應對之能力。

綜上行政院公共工程委員會及行政院農業委員會水土保持局所頒訂之工期定義計算及施工期限，可得知目前水土保持工程之施工期限係以日曆天來計算，並進一步依工程類別及工程發包金額規模，分成各種級距之施工期限。

## 2.2 工期之合理性

國內文獻中對於合理工期之定義稍有不同，依據范姜逸珊（范姜逸珊，2018）參考下列四份不同的研究報告所使用之定義，分別敘述如下，並整理如表 2.2 之各文獻中對於合理工期的敘述。

- <1>行政院公共工程委員會的委託研究案中，提到合理工期的定義為考慮到最適當的人力、機具、材料、施工作業程序及工率條件，並且是在給定的費用下實際能夠完成工程的可能工期（吳卓夫，2002）。
- <2>臺北市政府研究發展考核委員會的委託研究中的定義，合約總價與工期的合理性有關聯性，工程總價包含了工程所需的機具、人力等成本，而工期訂定是以正常的工率計算，因此合約工期即應該為合理工期（郭斯傑，1998）。



<3>劉萬正的研究中指出合理工期之定義，應為在客觀之人力、機具及工率為基礎下，以一個工作面施工，且無趕工、加班及發生特殊事件等作業發生，綜合以上條件，在具有相同之工程背景及近期有過相關工程經驗的專業人員相互討論之下，在客觀之施工情境中能完成工程的施工工期（劉萬正，2002）。

<4>蔡宗描的研究中指出合理的預估期程，能夠幫助減少業主及承包商間對於工期認知的落差，避免日後在執行工程的過程發生困擾（蔡宗描，1998）。

工期之計算少有制式的方法可以推估，一般之推估方式多為仰賴承辦人員自身的相關經驗及過往的歷史資料分析得知，且工期之推估存在著很大部分的主觀意見及不確定性（陳維東，2006），例如：水土保持各類工程施工期限參考表即是採用前人經驗所訂，並沿用至今已餘幾十年之久，甚至無法考究原始該表內之數據如何訂之。

另外，在訂定工期階段也常受到外在因素影響，導致契約工期出現「不合理工期」之現象，一般公共工程受到外在因素影響的結果可分為兩類，一類是政績考量或是希望將效益最大化而將工期進行壓縮，另一類則是因設計階段所做的調查不完整，造成推估工期遠大於實際工期；尤其水土保持工程多位於偏遠山區，其天候因素、用地取得及變更設計等因素，更易出現「不合理工期」現象之發生。一般業主會將工期盡可能地壓縮，但承包商為了公司營運，即使是工期過短之工程也會冒險投標、取得標案，如此一來，後續容易發生要求追加工期、爭議或是仲裁等問題，此時對業主及承包商皆無益處（鄭順仁，2012）。

<5>行政院農業委員會水土保持局的委託計畫案，分析結果顯示現行手冊所建議的施工期限，明顯與實務現況有極大的差異，建議應加以更新及延長預定施工期限（國立交通大學，2019）。

表 2.2 各文獻中對於合理工期之敘述

文獻名稱	作者/年份	研究單位	合理工期之定義
台北市公共工程合理工期計算模式之研究	行政院公共工程委員會委託研究	吳卓夫 余文德 楊智斌 2002	合理之工期為考慮最適當的人力、機具、材料、施工作業程序及工率條件，在給定的費用下能實際完成工程的可能工期。
台北市公共工程合理工期計算模式之研究	臺北市政府研究發展考核委員會委託	郭斯傑 1998	工期之合理性與合約總價絕對有關連性，工期之擬定乃以正常工率為基礎，因此工程合約簽訂後，其工程總價即以涵蓋此一工程所需之機具人力等成本，亦即在此一工程總價下，合約工期即應該是一“合理”之工期。
以 DELPHI 法探討合理工期之研究-以大型鐵路工程為例	國立交通大學交通運輸研究所	劉萬正 2002	<p>合理工期就字面解釋應是社會上具相同工程背景且近來曾從事相同工程業務之專業人員，以公正、客觀的態度評量“在客觀之施工情境下能完成某件工程之施工工期”。</p> <p>一、計畫工程中各主要工程均以一個工作面施工完成為工期計算基礎，且其配合作業之人員、機具等資源無調度不足。</p> <p>二、無追加因趕工所增加之費用。</p> <p>三、未遭遇超越該類工程尋常之施工狀況，即無過長時間或異常頻繁停工情形。</p> <p>四、所有參與作業之人員與施工機具均以正常施工速度作業。</p>

文獻名稱	作者/年份	研究單位	合理工期之定義
公路橋樑建造 工期之研究— 以支撐先進工 法為例	國立交通大 學交通運輸 研究所	蔡宗描 1998	合理的人力：正常之工作班別及 時間，而無加班趕工之現象。 合理的機具數量：配合工作人數 及作業需要而無機具調度不足 之情形。 合理的施工操作程序：無不當之 操作干擾工程進行。 合理的工率條件：機具的生產力 接近一般水準。 合理的成本：未有追加預算的情 況。

資料來源:范姜逸珊 (范姜逸珊, 2018)

## 2.3 工期與成本

陳維東等人在2006年研究整理工期與成本的相互影響關係，工期、成本及品質乃是工程成功的三要素，如同品質與造價彼此關聯制約一樣，工期與造價也是互相影響的，而工程工期及造價間的相互影響關係，可從整體及專案兩方面探討之。

工程工期及造價間的整體相互影響關係可從下列三方面剖析(李建漳, 2003、李昱儒, 2004、張日久, 2001)：

<1> 工期與經濟效益按生產性基本建設規模估計，如果生產性工程的建設工期縮短一年，則國民經濟可增加收益，同時還可消化吸收更多的勞動力就業。非生產性工程建設工期的縮短，同樣能為國民經濟帶來直接及間接的經濟效益。對於某些具有緊迫性、時效性的工程項目（例如：重要的交通樞紐及環境治理等工程）而言，縮短建設工期及贏得建設時間往往會是建設單位最關切的課題，此乃因其不

僅能提升工程本身的經濟效益，而且還有利於提升工程的社會效益。

<2> 工期與固定成本縮短施工工期，可降低施工企業經常性成本，同時亦可使建築安裝工程成本下降。但工期並非越短越好，而是應在滿足計畫或合約規定的前提下，以最大限度地降低工程成本為標準。工程建設總成本由直接成本及間接成本兩部分構成，一般在合理組織及正常施工條件下的直接成本最低，若在此基礎上加快施工進度，則直接成本會上升；間接成本與直接成本呈現相反，一般是隨著工期的縮短而減少。建設周期的長短對建設成本有很大影響，在安排施工工期時，要正確處理工期與工程造價的辯證關係，力求均衡及有節奏地施工，以實現建設工期及工程造價的最佳化組合，提高投資的綜合經濟效益。

<3> 工期與投資成本隨著經濟體制度的改革，亦使我國的投資環境產生了許多變化，投資方式亦已多採用貸款、自籌與集資等途徑，國家投資基本建設的比重逐年下降，自籌資金與銀行貸款在投資總額所占的比重逐年增多。因此，縮短工程施工工期不僅有利於提前還清債款，亦可減少工程債款的利息支出，降低工程的投資成本。此外，工程工期的延長經常造成工程材料價格的波動，進而影響工程造價甚鉅。

工期及造價於專案內部影響關係可從下列四個面向觀之（李建漳，2003、李昱儒，2004）：

<1> 時間成本權衡專案工程在某些作業投入較多資源時，作業時間雖會縮短，但成本也會相對提高，因此會產生許多不同的作業時間、不同的資源組合及作業成本。時間成本權衡的目的，就是選擇一組最低成本且符合專案排程計畫工期目標的資源組合。

- <2> 資源限制大多數的專案計畫，所使用的資源數量均受到限制，以致排程中的某些作業因超出資源限制，而須延長工期以滿足資源的限制，因此有了資源限制排程的探討。
- <3> 資源拉平乃是在有限的工期下，將各作業在其容許總浮時內移動，以減少消除資源需求尖峰期與閒置期，促成各時間點的資源需求能趨於平緩，進而充分有效的利用施工資源，達成節省成本之目的。
- <4> 工程合約合理的工期，不僅是時程管理的基礎，也是維護工程合約雙方權益的根本，更是確保公共工程如期完工的重要關鍵。

## 2.4 工期與成本之推估

依據陳維東等人在2006年對於學術性之工期及成本預測方法，黃春田在1992年整理提出應用統計理論，發展一個能配合要徑施工進度之工程估價預測模式，其所建立的「進度－估價精確度曲線」可做為提供類似專案工程用於估價與成本控制。陳信夫在1995年以單位造價為應變數，地質狀況、專案總坪數、地上樓層數及地下樓層數為自變數，將九個建築工程實際案例分成四種不同狀況，測試各種方法的估算表現，並確認類神經網路運用於工程成本估算方面的準確性及適用性。余家祥在2001年以案例式推理(case-based reasoning, CBR)解決估算作業經驗傳承不易的問題，余氏應用102個實際工程案例建立一套建築工程規劃及基本設計階段之成本概算系統，此系統可供業主、承包商或新進人員在規劃階段建立建築工程成本整體概念。何承嶧在2001年使用迴歸分析及類神經網路兩種工具，建立了台灣地區公共下水道污水處理廠成本函數之預測模式。何氏的研究顯示，倒傳遞類神經網路有較高的預測能力，而結合冪函數迴歸與下水道相關理論，所得之推估結果相當接近實際建廠成本。

綜上學術性文獻可知，工程工期與成本主要使用迴歸分析、類神經網路模式及案例式推理等方法預測。類神經網路對工程資料類別較多或案例數量較多，以及變數關係呈非線性等解釋能力較佳且適用性高；迴歸分析用於工程資料類別或案例數量少會有較顯著效果；案例式推理在預測工期與成本上屬新興方法，相關研究不多且未與其他方法作比較，其預測能力是否優於迴歸分析或類神經網路仍待探討。

## 2.5 工期推估之方式

經蒐集國內外文獻得知，目前公共工程之工期推估方式大致可分為時間成本模式、迴歸分析模式及類神經網路模式等方式。

### 2.5.1 時間成本模式

國外較早使用時間成本模式，主要以Bromilow及Henderson曾於1976年提出如下公式所示之工期推估模式，該模式並於1980年代即被用來預估澳洲及香港之建築工程工期，之後英國NEDO(national economic development office)及馬來西亞亦有應用。

$$T = K \times C^B \dots\dots\dots(2-1)$$

T：總工期，單位為「日」

C：工程總成本，單位為「一百萬元」

K：常數，表示一般水準下一百萬元規模的時間需求

B：常數，表示工期受成本規模的影響程度

Chan及Kumaraswamy 在1995年以Bromilow時間成本模式為基礎，建立以成本、樓地板面積及樓層數為變數之建築工程工期預估迴歸模式，

試圖確認能否以香港的建築專案擴展Bromilow時間成本模式。研究結果顯示，運用簡單線性迴歸於工期與成本關係的檢驗所提出的各種模式都有良好之解釋能力。Chan and Kumaraswamy 在1999年發現自然對數對於界定工期與成本之關係具有良好的解釋能力，而若以一百萬的合約總和為專案基準，則私有建築（120天完成）比公共建築的完成時間短少166天。Chan 在2001年另確認了馬來西亞的建築專案適用Bromilow的時間成本模式。

陳維東等人在2006年彙整剖析外國使用Bromilow時間成本模式之相關文獻如表 2.3。由工期預測之相關文獻發現，迴歸分析模式運用於香港、澳洲、英國及馬來西亞之情況頗佳，且時間成本模式採用之解釋變數僅有成本或時間一項，在運用上頗為簡便，足見應用迴歸分析模式預測工程工期是一個可行的方法。

表 2.3 國外運用Bromilow時間成本模式之彙整

研究者	案例地點	案例時間	案例類型	案例數量	R	R <sup>2</sup>	迴歸模式
Bromilow and Henderson (1976)	Australia	1972	建築工程	370			$T=313C^{0.3}$
Ireland (1983)	Australia	1979	高層建築	25		0.576	$T=219C^{0.47}$
Chan and Kumaraswamy (1995)	Hong Kong	80年代末期 90年代初期	公共建築 私有建築 公共+私有	110	0.954 0.853 0.921	0.910 0.728 0.849	$T=166C^{0.28}$ $T=120C^{0.34}$ $T=152C^{0.29}$
Chan (2001)	Malaysia	80年代末期 90年代初期	公共建築	51	0.638	0.407	$T=269.4C^{0.315}$
Kaka and Price (1991)	UK	1984-1989	公共建築 私有建築 土木工程	國宅建築 其他建築 國宅+其他 辦公大樓 住宅建築 辦公+住宅 土木工程 道路工程	0.70 0.76 0.79 0.68 0.59 0.65 0.78 0.80		$T=178.8C^{0.279}$ $T=207.1C^{0.266}$ $T=216.3C^{0.253}$ $T=245C^{0.202}$ $T=315.5C^{0.197}$ $T=250C^{0.215}$ $T=291C^{0.205}$ $T=301.4C^{0.215}$
Chan and Kumaraswamy (2001)	Hong Kong	1994	公共建築 私有建築 土木工程	國宅建築16 其他建築21 國宅+其他37 辦公大樓23 一般住宅13 辦公+住宅36 道路工程15 總體工程38	0.78 0.71 0.81 0.71 0.72 0.71 0.87 0.79	0.49 0.593 0.462 0.423 0.64	$T=285.1C^{0.192}$ $T=207.3C^{0.223}$ $T=188.7C^{0.259}$ $T=212.8C^{0.181}$ $T=213.4C^{0.209}$ $T=206.5C^{0.200}$ $T=251.2C^{0.225}$ $T=250.5C^{0.206}$
Yeong (1994)	Australia	1994	公共建築 私有建築 公共+私有	67 20 87			$T=287C^{0.237}$ $T=161C^{0.367}$ $T=269C^{0.215}$
Ng <i>et al.</i> (2004)	Australia	1991-1998	工業工程 非工業工程 工業工程+ 非工業工程	26 67 93	0.900 0.733 0.767	0.810 0.538 0.588	$T=96.8C^{0.361}$ $T=152C^{0.274}$ $T=131C^{0.31}$

註：空白部分表示該文獻未交代案例時間

本表由陳維東等人在2006年彙整



國內近年採用時間成本模式進行公共工程工期推估之研究，則有范姜逸珊在2018年彙整以吳卓夫等人在行政院公共工程委員會的委託研究案，使用公路工程、橋梁工程、公有建築物工程、河海堤岸工程及設施運轉工程驗證並推估Bromilow的工期與成本公式在臺灣公共工程專案的適用性，總計使用352件案例迴歸，並提出各種工程類型的迴歸公式做為工程規劃階段綱要時程訂定的參考，對於長久以來公共工程合理時程的推估，以及業主要求趕工導致不合理的工期壓縮等問題，提供了一個客觀的參考標準，詳細迴歸分析見表 2.4（吳卓夫，2002），其中 T 代表工期，單位為日，C 為成本，以一百萬新台幣為單位。

表 2.4 工程會研究案之Bromilow 迴歸結果

分析對象	案例數	線性適合度 (R <sup>2</sup> )	Bromilow 迴歸公式
公路工程	104	0.667	$T = 34.5 \times C^{0.484}$
橋梁工程	68	0.657	$T = 82.1 \times C^{0.337}$
公有建築物	106	0.408	$T = 75.0 \times C^{0.358}$
河海堤岸工程	66	0.614	$T = 34.7 \times C^{0.473}$
垃圾焚化爐	8	0.654	$T = 314.9 \times C^{0.132}$

資料來源：（吳卓夫，2002）

施明賢在2005年使用了10件學校建築工程之案例，運用樓層數概估及Bromilow線性迴歸方式進行工期估算，得出工期評估適合採用成本概估法，也就是使用Bromilow線性迴歸方式進行估算，而在此研究中使用的Bromilow線性迴歸為在「公共工程契約工期合理化及所短工期配套措施之研究」中所歸納出的學校工程迴歸分析 $T=105.8 \times C^{0.282}$ ，得出平均誤差為7%，若剔除2個趕工案例，誤差則降為-1%（吳卓夫，2002、施明賢，2005）。在高速公路興建工程中，陳司堯以110件案例，同時使用倒傳遞類神經網路分析及Bromilow線性迴歸分析兩種方法進行工期推估，同時肯定合理工期有其存在之必要性（陳司堯，2010）。

## 2.5.2迴歸分析模式

### 2.5.2.1迴歸預測模式

在統計迴歸分析預測模式部分，陳維東等人（陳維東、黃盈樺、陳鴻隆、廖深利，2006）對於迴歸分析的選擇，首先乃是將欲研究的變數區分為依變數以及自變數，並根據相關理論建立依變數為自變數的函數，然後利用所獲得的樣本資料去估計模型中的參數之方法(Dielman, T. E.,1991)。再以蒐集到的兩個或兩個以上變數的相關資料做為基礎，進行迴歸分析以求出變數間之迴歸方程式，此步驟稱之為參數估計，而迴歸分析最常使用的估計方法係為最小平方法。

由利用變數間的樣本資料及最小平方法所建立的迴歸式稱為估計的迴歸式，此迴歸式因存在抽樣之隨機誤差，故往往並非為母體真正的迴歸式。以線性迴歸分析為例，第*i*個觀察值 $Y_i$ 可分解成理論部分( $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1$ )與誤差部分( $\varepsilon_i$ )，故可寫成下列方程式：

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_{p-1} X_{p-1} + \varepsilon_i \dots \dots \dots (2-2)$$

上式中的誤差項 $\varepsilon_i$ 通常假設為常態分配， $ND(0, \sigma^2)$ 。其中， $Y_i$ 表示第*i*次試驗應變數的觀察值； $X_1, X_2, \dots, X_i, p-1$ 則是第*i*次試驗的(*p*-1)個自變數之觀察值； $\beta_0, \beta_1, \dots, \beta_{p-1}$ 是迴歸參數， $\varepsilon_i$ 是隨機誤差項。若 $(\varepsilon_i)=0$ ，則估計的迴歸式即為母體真正的迴歸式，此時迴歸方程式可寫成：

$$E(Y) = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \dots + \beta_{p-1} X_{p-1} \dots \dots \dots (2-3)$$

通常多元迴歸模式的迴歸函數之預測結果，為一迴歸曲面或對應曲面，且當模式包含的自變數項數愈多，對應曲面的型態就會愈複雜。迴歸模式的形式很多，不論採用何種迴歸模式，在應用之前皆須對資料做模式傾向性 (aptness) 檢查。通常先以圖形表示法 (如散佈圖) 檢查模式的傾向，亦可以使用統計檢定方法做檢定，也可應用一些變數轉換的技巧，使資料與模式互相配合。由於在實際領域應用時，使用者並不能

預先確定資料是否能配合模式，且對於轉換技巧的使用也不容易掌控，故需嘗試各種預先假定的迴歸函數型態。

迴歸模式包含線性與非線性模式，而常用的非線性迴歸分析模式包括二次曲線模式(QUA)、複合模式(COM)、成長模式(GRO)、對數模式(LOG)、三次曲線模式(CUB)、S方程式(S)、指數模式(EXP)、倒數模式(INV)、冪次(POW)、Logistic分配(LGS)，表 2.5為彙整幾種常用之迴歸方程式。

楊雅媛在2002年認為，在資料符合簡單線性迴歸模式的假定之下，當樣本數量不大且適合以常態線性迴歸模式配適，此型態迴歸模式之預測能力較佳。

表 2.5 各種分析模式之迴歸方程式

分析模式	迴歸方程式
線性(L)	$Y = b_0 + b_1 X$
二次曲線(Q)	$Y = b_0 + b_1 X + b_2 X^2$
三次曲線(C)	$Y = b_0 + b_1 X + b_2 X^2 + b_3 X^3$
對數(T)	$Y = b_0 + b_1 \times \ln X$
指數(E)	$Y = b_0 \times e^{(b_1 \times X)}$
複合(U)	$Y = b_0 \times b_1^X$
S方程式(S)	$Y = e^{(b_0 + b_1 / X)}$
倒數(N)	$Y = b_0 + b_1 / X$
冪次(W)	$Y = b_0 \times X^{b_1}$
複迴歸(M)	$Y = b_0 + b_1 \times X_1 + b_2 \times X_2$

### 2.5.2.2 相關分析

在統計學中，皮爾遜積矩相關係數（Pearson product-moment correlation coefficient，又稱作PPMCC或PCCs，文章中常用r或Pearson's r表示）用於度量兩個變數X和Y之間的相關程度（線性相依），其值介於-1與1之間。在自然科學領域中，該係數廣泛用於度量兩個變數之間的線性相依程度。它是由卡爾·皮爾遜從弗朗西斯·高爾頓在19世紀80年代提出的一個相似卻又稍有不同的想法演變而來，這個相關係數也稱作「皮爾森相關係數r」。皮爾遜相關係數定義為兩個變數之間的「共變異數」和「標準差」的「商」（<https://zh.wikipedia.org/皮爾遜積差相關係數>）。進一步解釋，相關應該是統計分析中很常見的概念，對於兩個不同的連續變項而言，所謂相關簡單講就是兩個變項的線性變化，而要用來描述兩個變數之間線性相關性的就是「相關係數」（Correlation Coefficient），相關係數概念的出發點就是要想辦法用一個數來表示(1)到底兩者之間影響大不大(2)影響的方向，如一起變大或反之，所以期望找的就是兩個隨機變數之間是不是有什麼關聯，就是「共變異數」（Covariance）。

共變異數的作用就是要知道兩個變數一同變大或變小的程度，如對於某個 $X_i$ 離均值 $X$ 的距離就是 $(X_i - X)$ ，對於某個 $Y_i$ 離均值 $Y$ 的距離就是 $(Y_i - Y)$ ，要得知兩者之距離關係，其「共變異數」公式如下所式。

$$\text{Cov}_{XY} = \frac{\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{N - 1} \dots\dots\dots(2-4)$$

$\text{Cov}_{XY}$ 是X和Y共變異數之意思，即是將每組的距離相乘後再加總起來，但其相關程度如何，則需要再進行標準化，即把它除以兩者的標準差，以下即為Pearson相關係數之計算式。

$$\begin{aligned}
r_{XY} &= \frac{COV_{XY}}{S_X S_Y} = \frac{XY\text{的共變異數}}{(X\text{的標準差}) \times (Y\text{的標準差})} \\
&= \frac{\frac{\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{n-1}}{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n-1}} \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}{n-1}}} = \frac{\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{(n-1)S_X S_Y} \\
&= \frac{\sum(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sqrt{\sum(X_i - \bar{X})^2 \sum(Y_i - \bar{Y})^2}} \dots\dots\dots(2-5)
\end{aligned}$$

皮爾遜相關係數的變化範圍為-1到1。係數的值為1意味著X和Y可以很好的由直線方程式來描述，所有數據點都是很好的落在一條直線上，且Y隨著X的增加而增加。係數的值為-1意味著所有的數據點都落在直線上，且Y隨著X的增加而減少。係數的值為0則意味著兩個變數之間沒有線性關係。我們發現若Xi和Yi均落在他們各自的均值的同一側，則(Xi-X)(Yi-Y)的值為正。也就是說，如果Xi和Yi同時趨向於大於，或同時趨向於小於他們各自的均值，則相關係數為正。若Xi和Yi趨向於落在他們均值的相反一側，則相關係數為負。

以皮爾遜積差相關方法分析兩者的相關程度，則積差相關係數可做為兩個連續變數間線性相關的指標。

<1>相關係數介於-1與+1之間，正負符號表示相關的方向，負相關表示線性相關的斜率為負，正相關表示線性相關的斜率為正。

<2>相關係數(r)的平方(r<sup>2</sup>)成為決定係數或解釋變異量的比例。

<3>在統計分析中，相關係數的意義與樣本人數大小有關，在推論統計中，若受測的樣本很多，即使相關係數的值很小，也很容易達到顯著。因而在相關分析的解釋過程，除說明兩個變項是否達顯著相關外，也應呈現決定係數的大小，並加以說明。

<4>不論相關係數或決定係數，只能說明兩者關係密切的程度，而不能誤認兩者間有因果關係。

<5>相關係數(r)大小與相關程度情形如下表 2.6所示。

表 2.6 相關係數大小與相關程度情形

相關係數(r)	相關程度
0.8以上	極高
0.6-0.8	高
0.4-0.6	普通
0.2-0.4	低
0.2以下	極低

### 2.5.2.3 模式檢定

「迴歸模型的顯著性檢定」，一般都會使用「F test」檢定，F檢定將所有自變數計算進來，看應變數Y和所有自變數X是否有統計的顯著性。若迴歸模型F檢定有達到整體顯著水準，則可再進行「個別迴歸係數的邊際檢定」，即使用「t test」檢定分別各自變數 $X_1, \dots, X_k$ 與依變數Y的關係。在多元迴歸分析中，自變數之間可能並非相互獨立，而具有某種程度的相關性存在，此時，則需要進一步進行「多重共線性(multicollinearity)」分析檢驗。

#### <1>F檢定

F檢定(F-test)，最常用的別名叫做聯合假設檢驗(joint hypotheses test)，此外也稱變異數比率檢驗、變異數齊性檢驗。它是一種在零假設(null hypothesis,  $H_0$ )之下，統計值服從F-分布的檢驗。其通常是用來分析用了超過一個參數的統計模型，以判斷該模型中的全部或部分參數是否適合用來估計母體。F檢驗這名稱是由美國數學家兼統計學家George W. Snedecor命名，為了紀念英國統計學家兼生物學家羅納德·費

雪 (Ronald Aylmer Fisher)。Fisher在1920年代發明了這個檢驗和F分配，最初叫做變異數比率 (Variance Ratio) (<https://zh.wikipedia.org/>皮爾遜積差相關係數)。F值檢定即是利用F機率分布檢定樣本資料迴歸方程式中斜率 $\beta_1$ 、 $\beta_2$ 、 $\beta_3$ 、...和 $\beta_k$ 是否等於0，使用於驗證迴歸關係的顯著性。迴歸造成的均方(mean square due to regression)、迴歸均方或迴歸平均平方和(mean square regression, MSR)是迴歸項平方和(sum of squares due to regression, SSR)除以迴歸自由度(regression degrees of freedom)獲得。迴歸自由度(regression degrees of freedom)等於自變數之個數k。

$$MSR = \frac{SSR}{df} = \frac{SSR}{k} = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{k} \dots\dots\dots(2-6)$$

在自變數X與依變數 $y_i$ 的複迴歸模式 $y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \dots + \beta_k X_{ki} + \varepsilon_i$ 中顯示，誤差項 $\varepsilon_i$ 的變異數 $\sigma^2$ ，亦即是依變數 $y_i$ 在迴歸模式中的變異數。誤差均方或誤差平均平方和(mean square error, MSE)則為誤差項 $\varepsilon_i$ 之變異數 $\sigma^2$ 的估計值(可表示為 $S^2$ )，可由殘差平方和(sum square error, SSE)除以其自由度(degree of freedom, df)獲得。在計算殘差平方和(sum square error, SSE)時，需先估算迴歸模式的參數( $\beta_0$ 、 $\beta_1$ 、 $\beta_2$ 、 $\beta_3$ 、...、 $\beta_k$ )，因此殘差平方和的自由度為 $n-k-1$ 。

$$MSE = S^2 = \frac{SSE}{df} = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-k-1} \dots\dots\dots(2-7)$$

利用F值檢定的程序

- (1) 設定顯著水準 $\alpha$ 。
- (2) 虛無假設(null hypothesis)  $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_k = 0$ 。
- (3) 對立假設(alternative hypothesis)  $H_1: \beta_1 \neq 0, \beta_2 \neq 0, \beta_3 \neq 0, \dots, \text{ or } \beta_k \neq 0$ 。
- (4) 計算檢定統計值 $F = MSR/MSE$

(5)若檢定統計值 $F \leq$  臨界值 $F_{\alpha,k,n-k-1}$ ，接受虛無假設 $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_k = 0$ 。

(6)若檢定統計值 $F >$  臨界值 $F_{\alpha,k,n-k-1}$ ，拒絕虛無假設 $H_0: \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_k = 0$ ，接受對立假設 $H_1: \beta_1 \neq 0, \beta_2 \neq 0, \beta_3 \neq 0, \dots, \text{ or } \beta_k \neq 0$ 。

其中 $F_{\alpha,k,n-k-1}$ ：為顯著水準 $\alpha$ ，分子自由度 $k$ ，分母自由度 $n-k-1$ 的F分布數值。

### <2>t檢定

經過F值檢定確認所有自變數 $X_1, \dots, X_k$ 及依變數 $Y$ 的關係是否達到顯著水準，若有達到顯著性相關水準。後續利用t值檢定法檢定個別自變數 $X_1, \dots, X_k$ 及依變數 $Y$ 的關係是否達到顯著相關水準。利用樣本資料檢定複迴歸方程式中個別自變數參數 $\beta_i$ 是否等於0，才可以進一步決定是否接受複迴歸分析的結果。若依變數母體變異數 $\sigma_y^2$ 已知時，可以運用標準化z值進行檢定或區間估計。若依變數母體變異數 $\sigma_y^2$ 未知時，必須使用其估計值—依變數樣本變異數 $S_y^2$ 或 $S_{y/x_1x_2}^2$ 取代

$$S_y^2 = S_{y|x_1x_2}^2 = \text{MSE} = \frac{\text{SSE}}{n-k-1} = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n-3} = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - b_0 - b_1 \times x_{1i} - b_2 \times x_{2i})^2}{n-3} = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 - b_1 \times \sum_{i=1}^n (x_{1i} - \bar{x}_1) \times (y_i - \bar{y}) - b_2 \times \sum_{i=1}^n (x_{2i} - \bar{x}_2) \times (y_i - \bar{y})}{n-3} \dots\dots\dots(2-8)$$

運用依變數樣本變異數 $S_y^2$ 估算依變數母體變異數 $\sigma_y^2$ 時，相對應的 $b_0$ 、 $b_1$ 與 $b_2$ 估算的變異數依序為：

$$S_{b_0}^2 = \left[ \frac{\bar{x}_1^2 \times \sum_{i=1}^n (x_{2i} - \bar{x}_2)^2 + \bar{x}_2^2 \times \sum_{i=1}^n (x_{1i} - \bar{x}_1)^2 - 2 \times \bar{x}_1 \times \bar{x}_2 \times \sum_{i=1}^n (x_{1i} - \bar{x}_1) \times (x_{2i} - \bar{x}_2)}{\sum_{i=1}^n (x_{1i} - \bar{x}_1)^2 \times \sum_{i=1}^n (x_{2i} - \bar{x}_2)^2 - [\sum_{i=1}^n (x_{1i} - \bar{x}_1) \times (x_{2i} - \bar{x}_2)]^2} + \frac{1}{n} \right] \times S_y^2$$

$$S_{b_1}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{2i} - \bar{x}_2)^2}{\sum_{i=1}^n (x_{1i} - \bar{x}_1)^2 \times \sum_{i=1}^n (x_{2i} - \bar{x}_2)^2 - [\sum_{i=1}^n (x_{1i} - \bar{x}_1) \times (x_{2i} - \bar{x}_2)]^2} \times S_y^2$$

$$S_{b_2}^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_{1i} - \bar{x}_1)^2}{\sum_{i=1}^n (x_{1i} - \bar{x}_1)^2 \times \sum_{i=1}^n (x_{2i} - \bar{x}_2)^2 - [\sum_{i=1}^n (x_{1i} - \bar{x}_1) \times (x_{2i} - \bar{x}_2)]^2} \times S_y^2 \dots\dots\dots(2-9)$$



利用t值檢定的程序

(1) 設定顯著水準 $\alpha$ 。

(2) 虛無假設(null hypothesis)  $H_0: \beta_i = 0$ 。

(3) 對立假設(alternative hypothesis)  $H_1: \beta_i \neq 0$ 。

(4) 計算檢定統計值  $t = b_i / S_{b_i}$

(5) 若左側臨界值  $-t_{\alpha/2, n-k-1} < \text{檢定統計值 } t < \text{右側臨界值 } t_{\alpha/2, n-k-1}$ ，  
接受虛無假設  $H_0: \beta_i = 0$ 。

(6) 若檢定統計值  $t < \text{左側臨界值 } -t_{\alpha/2, n-k-1}$  或檢定統計值  $t > \text{右側臨界值 } t_{\alpha/2, n-k-1}$ ，  
拒絕虛無假設  $H_0: \beta_i = 0$ ，接受對立假設(alternative hypothesis)  $H_1: \beta_i \neq 0$ 。

其中  $t_{\alpha/2, n-k-1}$ ：為顯著水準 $\alpha/2$ ，自由度 $n-k-1$ 的t分布數值。在兩個自變數的情況下，可以簡化為  $t_{\alpha/2, n-3}$ 。

$k$  = 自變數數量(個數)， $k > 0$ ，正整數。

經過統計驗證的結果顯示，若接受虛無假設  $H_0: \beta_i = 0$  時，則顯示依變數  $E(y_i)$  及自變數  $x_i$  之間沒有足夠證據證明兩者關係存在；若接受對立假設(alternative hypothesis)  $H_1: \beta_i \neq 0$  時，代表依變數  $E(y_i)$  及自變數  $x_i$  之間有統計上的相關性存在。在進行統計驗證時，將依據迴歸方程式斜率  $\beta_i$  的估計值  $b_i$  之抽樣分布資料。

### <3> 多重共線性(multicollinearity)

多重共線性是指多變量線性回歸中，變量之間由於存在高度相關關係，而使迴歸估計不準確。在該情況下，多元迴歸的係數可能會因模型或數據的微小變化而發生劇烈改變。在樣本數據集中，多重共線性不會影響模型整體的預測能力或信度，僅會影響單個預測值 (predictor) 的結果。簡而言之，一個包含有共線預測值的多元迴歸模型可以指示出模型整體的預測可靠程度，但可能無法對單個預測值給出有效結果，也可

能無法判斷哪些預測值是多餘的。(https://zh.wikipedia.org/皮爾遜積差相關係數)

多重共線性檢驗一般採用以下二種方法來判斷

(1)變異數膨脹因子 (Variance Inflation Factor, VIF)

$$VIF = \frac{1}{\text{容忍值 (Tolerance)}} = \frac{1}{1-R_i^2} \dots \dots \dots (2-10)$$

(2)共線性診斷(Collinearity Diagnostics)。

當變異數膨脹因子>10或是共線性診斷>100時，表示有共線性的問題。

#### <4>模式驗證 (Validation)

驗證結果的目的是想要確認是否可以代表母體，我們想要驗證迴歸模式時，可以使用二個獨立的樣本，或同一個樣本分割成二個樣本，進行迴歸分析後，若是二個樣本沒有顯著差異，就代表樣本有一致性，表示我們得到的迴歸模式經過驗證後，可以代表母體。

一般可應用均方誤差 (Mean Squared Error, MSE) 或平均絕對偏差 (Mean Absolute deviation, MAD)來評估迴歸模型在驗證資料集上的表現，均方誤差愈小代表 h 函數與假設存在的 f 函數的相似程度愈高。

#### 2.5.2.4迴歸分析之殘差基本假設

迴歸分析是蠻常及普遍被採用的統計方法之一，而在進行迴歸分析之前，針對殘差部分存在幾項基本的假設，當資料違反這些基本假設而進行分析時，通常會使研究結果產生偏誤，至於偏誤的程度，則視資料違反的程度而定，其假設包含「常態性」、「變異數同質性」及「獨立性」等三大基本假設。檢查的方式，通常是利用殘差值配合一些圖形(例如：散布圖、直方圖及常態機率分布曲線)來進行檢驗，三大基本假設簡介如下。

### <1>常態性

此處的常態性，不單純是指所有的殘差形成常態分布，而是在固定同樣的 $X$ 之下，所得到的殘差符合常態分配的要求，如固定為同樣的 $X$ ，會得到同樣的預測值 $\hat{Y}$ ，因此殘差符合常態，在 $e=Y-\hat{Y}$ 的情形下，也代表依變項 $Y$ 也符合常態，此部分又稱為條件常態分配。通常的證明方式，是利用殘差的直方圖與常態機率P-P圖來證明，所繪製出來的直方圖，必須盡量符合鐘形分布，而P-P圖的觀察點，最好要落在左下到右上的45度直線上，即越接近常態分配。

### <2>變異數同質性

此部分替代的專有名詞還有「變異數齊一性」、「變異數均質性」、「共同變異數」、「變異數等分散性」、「變異數為一常數」...等。此項目的假設，是指在給定一固定 $X$ 值之下，此部分的 $Y$ 值所計算出來的變異數，會等同於給定另一固定 $X$ 值之下的 $Y$ 值變異數。換句話說，將不同 $X$ 所對應的 $Y$ 進行分組，每一組 $Y$ 所計算出來的變異數必須符合同質，類似變異數分析裡的同質性假設。

直覺上，應該利用 $X$ 與 $Y$ 繪製散布圖來證明變異數同質性，不過當迴歸分析屬於多元迴歸時，受限於空間的維度，在圖上呈現多個自變項 $X$ 是有難度的，故這部分採用預測值 $\hat{Y}$ 做替代，因為同樣的預測值 $\hat{Y}$ 幾乎代表有相同的自變項組合；另外在 $Y$ 的部分，為了消除 $X$ 對於 $Y$ 所形成的線性趨勢，所以 $Y$ 一律減掉預測值 $\hat{Y}$ ，以殘差 $e$ 做為替代，顧名思義才叫殘差的變異數同質性。因此，利用預測值 $\hat{Y}$ 與殘差 $e$ 進行散布圖的繪製，當圖形呈現水平的隨機分配，即可認定並未違反殘差變異數同質性的假設。

### <3>獨立性

殘差獨立性是指每一項殘差將不受其它殘差影響，通常殘差不獨立

容易發生在時間序列的資料，陳正昌、程炳林、陳新豐與劉子鍵(2003)建議(陳正昌、程炳林、陳新豐、劉子鍵，2003)，當資料並非時間序列的資料，可以不必進行殘差獨立性的檢定。如果一定要檢驗殘差的獨立性，可採用最常使用的Durbin-Watson之D檢定法，當DW值接近2左右，通常沒有違反獨立性的假設。

### 2.5.3類神經網路或其他推估方式

#### <1>快速模糊類神經網路模式

簡崑棋在2004年結合快速混雜基因演算法與模糊類神經網路應用建立專案工期預測模式的流程與方法，首先輸入影響工期因素集合，使用模糊類神經網路及快速混雜基因演算法計算，搭配案例蒐集進行模糊類神經網路訓練，輸出的資訊即為預測之工期，同時採用預測誤差進行回饋，若經過多次訓練仍然無法得到精準度高的結果，則須回饋到輸入資訊的步驟，確認資訊是否需要修正。

此方法之影響因素設定為針對初步規劃及基本設計階段可蒐集到的資訊，並將影響因素分為內在因素及外在因素兩類進行探討。其中針對在專案初步規劃及初步設計階段可使用的影響專案工期因素有：建築物複雜度、預算金額、雨天數量等。

#### <2>結合「S曲線多項式」與「倒傳遞類神經網路演算法」方式

行政院農業委員會水土保持局在2016年透過「S曲線多項式」與「倒傳遞類神經網路演算法」整合過去二萬筆工程進度與屬性資料，建立工程進度預測模型，該模型可依據工程屬性(例如：地點、工期、金額、工程類型等)，預測出工程發包後，工期內各月份未來的工程進度，模型並已經過一萬件歷史工程的驗證，達到90%以上的準確率。該計畫即是使用晁立中於2015所提出「S曲線關鍵幾何特徵值之估計來預測專案進

度」一文中「的S曲線關鍵幾何特徵值方法」，建立歷史工程進度與工期趨勢。S曲線是美國加州公路局（California Division Of Highways）就其代表性的45個道路工程，研究其調查時間的經過與完成數量的進度間之關係，求得道路工程上之工程進度管理曲線。此種S曲線在縱座標（進度）與橫座標（時間）分別以10%為單位而分割，調查各工程之工期與進度之關係，而除去極端快速完成之10%，及極端落後之10%者，其餘所剩80%則均位於進度管理曲線之上，下曲線之內，而呈現之圖形稱為芭蕉形曲線，若實際工程之進行率落在Ls Plan（最晚開工）的Curve之下，表示進度呈現落後狀況，必須儘快採取適當的趕工補救措施。另外網狀圖時間分析可以界定S-Curve 合理的規劃時程，故知Es Plan 及Ls Plan 是經由網狀圖之作業起始時間及作業所須工作天數，而訂出之兩臨界狀態，由此可知，工程實務上一般皆以S曲線做為管理與績效評估的準則。然而，影響工程進度的因素十分複雜，在實務上，也絕非僅套用完成的某一個歷史工程所訓練出的S曲線模型，就可提供另一項新工程使用。其產出的成果僅為「工程進度預警模型」訓練使用之訓練模型，若要達到預測功能，則需透過加入倒傳遞類神經網路方可實現。

類神經網路的網路型態有許多不同的種類，其中倒傳遞類神經網路為目前應用最為廣泛的模式之一，也是該計畫所使用的方式，倒傳遞類神經網路乃隸屬於監督式學習（supervised learning）網路模式的一種，其資料是以順向（forward）之方式向前傳遞。一般而言，倒傳遞類神經網路之結構包含三層：輸入層（input layer）、隱藏層（hidden layer）及輸出層（output layer），其中隱藏層之數目可以是一層或多層；輸入層部分，神經元的數目即為我們所欲輸入的變數個數；輸出層中神經元的輸出結果則為網路最後的輸出值。因此，該計畫透過倒傳遞類神經網路進行訓練，最終建立進度預測模型，其工程進度預警模型作業流程與使

用情境如圖 2.1。

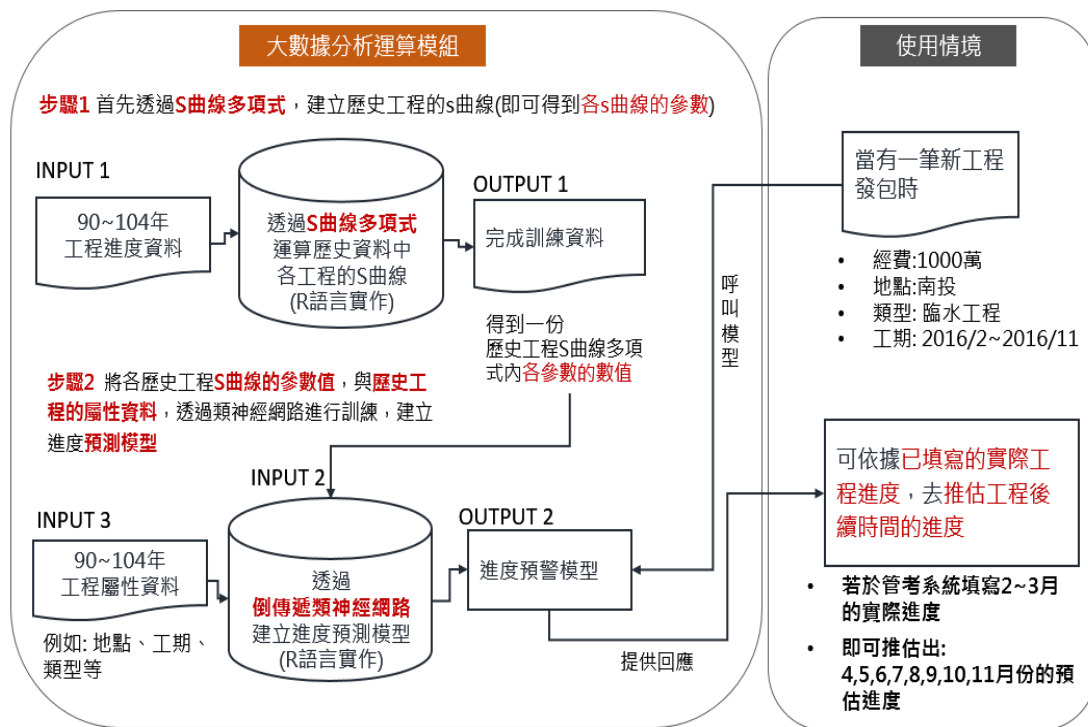


圖 2.1 「工程進度預警模型」作業流程與使用情境

## 2.6小結

- <1> 目前公共工程對於工期定義上均有明確之規定，但是對於施工期限部分，實務上工程類別卻都是採用前人經驗數據來執行，並無科學統計分析的合理之施工期限可供參考，而且歷經沿用多年未再進一步檢討修正。
- <2> 工期推估方式，國外早期大致運用Bromilow時間成本模式來推估建築物工程居多，近年推估模式則漸漸發展採用迴歸統計及類神經網路等模式來推估公路、橋梁、土木工程等類別之趨勢，但國內研究案例仍偏少。
- <3> 部分研究認為在資料符合簡單線性迴歸模式的假定下，當樣本數量不大，且適合以常態線性迴歸模式配適，則此型態迴歸模式之預測能力較佳。
- <4> 在過去的研究中可得知，Bromilow公式及簡單迴歸可以簡化估算的作業程序，但僅考慮單一因素，而使用多元迴歸模式卻可同時考慮多項影響因素。

## 第三章建立工期推估方式及模式驗證

### 3.1 建立工期推估方式及分析流程

本研究主要係探討工期與成本二者之關係，並找出合適的迴歸模式，最終檢討修正水土保持工程預定施工期限參考表。因此，本章節將以建立工期推估之「簡單迴歸」及「多元迴歸」二種模式為主，再經由模式檢定及驗證，找出最適合之代表模式。資料分析及迴歸統計所需工具軟體，主要以「Microsoft Excel」及「IBM SPSS Statistics」來進行。「Microsoft Excel」軟體主要負責資料整理及簡單迴歸分析為主；「IBM SPSS Statistics」軟體則以進行多元迴歸及變異數分析為主。

本研究迴歸分析研究設計流程概念（如圖 3.1）敘述如下：

- <1> 資料蒐集分析：主要先進行案例資料蒐集，然後初步統計分析及篩選除錯後，再進行相關分析。
- <2> 模式建立：確定依變數與自變數後，進行模式建構，計算求出迴歸係數。
- <3> 模式檢定：主要進行假說檢定（F、t值）、檢核誤差項（常態性、變異數同質性、獨立性）及模式驗證，以確定所建構之迴歸模式是否合適。
- <4> 確定模式：依據模式檢定及驗證結果，選擇決定最終合適之模式。



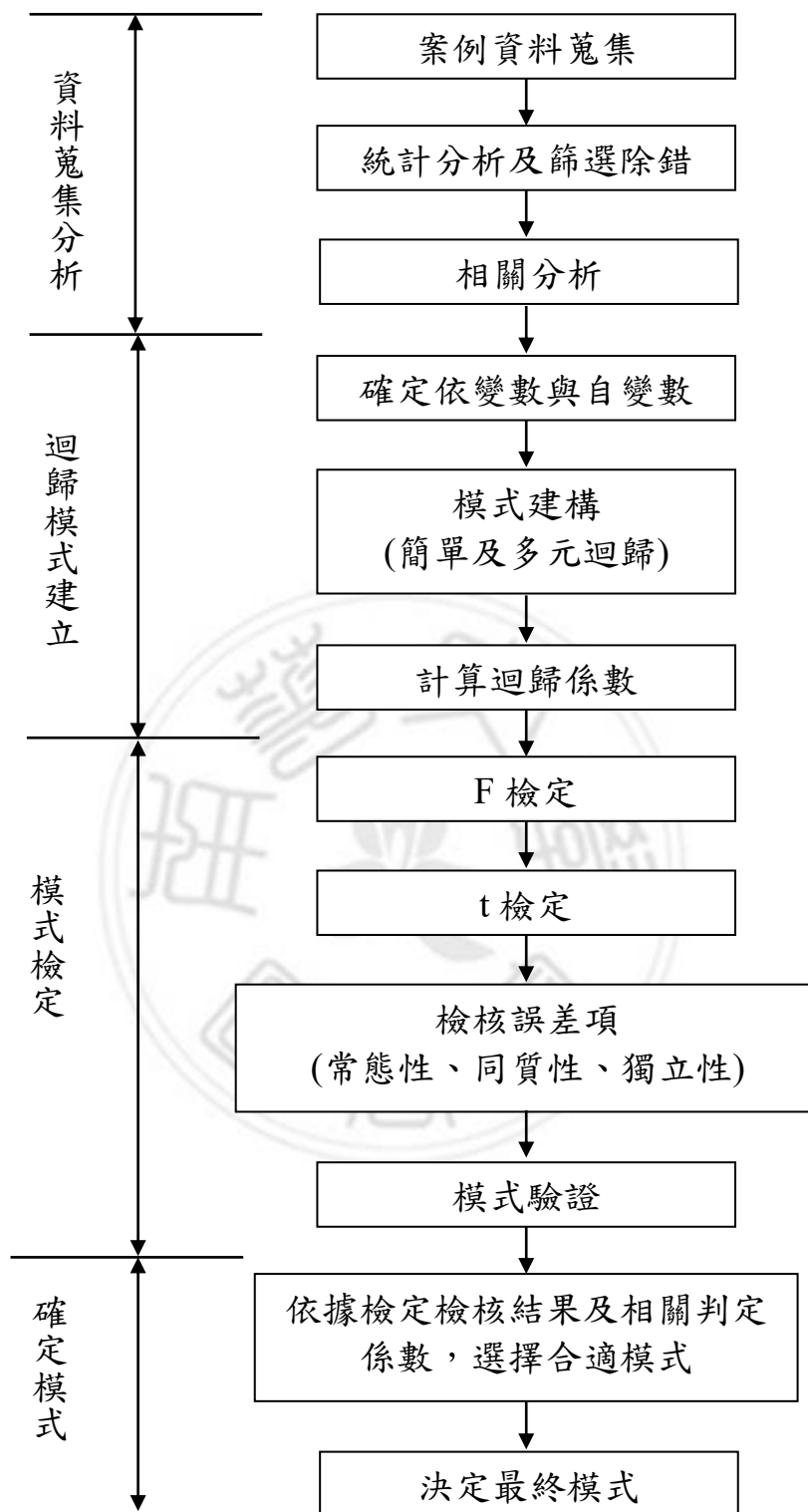


圖 3.1 迴歸分析研究設計概念圖

### 3.2 案例資料分析

本研究蒐集之案例資料，主要以行政院農業委員會水土保持局執行「易淹水地區水患治理計畫」之治山防災工程，以及「重劃區外緊急農路設施改善計畫」之農路改善工程等二種類別為主，資料內容包含施工工期、工程發包金額、開工日期及工程地點等基本欄位，資料來源主要透過政府資料開放平台(<https://data.gov.tw>)、易淹水地區水患治理計畫及政府採購標案管理(<http://web.pcc.gov.tw/prkms/prms-searchBulletinClient.do?root=tps>)等相關網站取得。

取得之原始案例工程資料，在進一步整理時，發現部分資料填寫不完整（例如：無開工或完工日期等），故經過篩選彙總後，本研究案例「治山防災類別」計有568件；「農路改善類別」計有521件，符合分析條件。

### 3.3 變數間相關性分析

本研究蒐集之施工工期相關變數，除工程發包金額外，因考量山區水土保持工程之施工工期，易受氣候及地點因素而影響施工進度，例如：防汛期（5-11月）或非防汛期（12-4月）辦理開工，或是工程地點之交通便利性等關係，對於施工工期都有相當之影響。為求證分析上述因素之間是否相互影響及其影響程度，本研究採選擇多個變數（例如：施工工期、工程發包金額、開工日期、縣市鄉鎮工程地點等）先進行Pearson相關係數分析，以得知各變數之間的相關性。因變數間須以「數字」型態方能進行Pearson相關係數分析及迴歸分析，而工程地點之縣市及鄉鎮屬於「文字」型態，故需將其轉換為「虛擬變數」(dummy variables)，例如：宜蘭縣為1、基隆市為2、七堵區為1、二水鄉為2..等，其餘以此類推進行轉換，其工程地點之虛擬變數如附錄A所示。

在相關顯著性檢定部分，分為「單尾檢定(One-tailed test)」及「雙尾檢定(Two-tailed test)」，其中單尾檢定對於變數在群體間的變化方向是單方向的，且對於調查之理論方向是十分清楚的，一般採用單尾檢定。若對於變數之間在群體的變化方向，可能是雙方向的，或是對於理論變化的方向不很清楚，原則上則要採取雙尾檢定。本研究因考量變數之間在群體的變化方向，可能是雙方向的，所以採用雙尾檢定來做相關性分析。

本研究各變數進行Pearson相關係數分析結果如表3.1及表3.2所示，由各變數間之顯著性結果來看，可得到以下幾種顯著性關係。

#### <1>治山防災類

- (1) 施工工期：與發包工程款 (0.83正相關性) 及開工日期 (-0.199負相關性) 之間呈現有顯著性之相關性，至於工程地點與施工工期則並無顯著相關性。
- (2) 發包工程款：與施工工期 (0.83正相關性)、縣市 (-0.093負相關性) 與開工日期 (-0.178負相關性) 之間呈現有顯著性之相關性。
- (3) 縣市：與發包工程款 (0.83正相關性) 呈現有顯著性之相關性。
- (4) 鄉鎮：與其他變數間完全無顯著相關性。
- (5) 開工日期：與施工工期 (-0.199負相關性)、發包工程款 (-0.178負相關性) 之間呈現有顯著性之相關性。

#### <2>農路改善類

- (1) 施工工期：與發包工程款 (0.803正相關性)、縣市 (-0.443負相關性) 與鄉鎮 (-0.137負相關性) 之間呈現有顯著性之相關性，至於開工日期則並無顯著相關性。
- (2) 發包工程款：與施工工期 (0.803正相關性)、縣市 (-0.331負相關性) 之間呈現有顯著性之相關性。

(3) 縣市：與施工工期 (-0.443 正相關性)、發包工程款 (-0.331 負相關性) 之間呈現有顯著性之相關性。

(4) 鄉鎮：與施工工期 (-0.137 負相關性) 之間呈現有顯著性之相關性。

(5) 開工日期：與其他變數間完全無顯著相關性。

表 3.1 變數間 Pearson 相關性分析 (治山防災)

相關變數項目		施工 工期	發包 工程款	縣市	鄉鎮	開工 日期
施工工期	Pearson 相關	1	<b>.830**</b>	-.080	.006	<b>-.199**</b>
	顯著性 (雙尾)		<b>.000</b>	.058	.890	<b>.000</b>
	個數	568	568	568	568	568
發包工程款	Pearson 相關	<b>.830**</b>	1	<b>-.093*</b>	.035	<b>-.178**</b>
	顯著性 (雙尾)	<b>.000</b>		<b>.027</b>	.405	<b>.000</b>
	個數	568	568	568	568	568
縣市	Pearson 相關	-.080	<b>-.093*</b>	1	-.015	-.035
	顯著性 (雙尾)	.058	<b>.027</b>		.725	.410
	個數	568	568	568	568	568
鄉鎮	Pearson 相關	.006	.035	-.015	1	-.065
	顯著性 (雙尾)	.890	.405	.725		.120
	個數	568	568	568	568	568
開工日期	Pearson 相關	<b>-.199**</b>	<b>-.178**</b>	-.035	-.065	1
	顯著性 (雙尾)	<b>.000</b>	<b>.000</b>	.410	.120	
	個數	568	568	568	568	568

\*\* . 在顯著水準為0.01時 (雙尾), 相關顯著。

\* . 在顯著水準為0.05 時 (雙尾), 相關顯著。

表 3.2 變數間Pearson相關性分析（農路改善）

相關變數項目		施工 工期	發包 工程款	縣市	鄉鎮	開工 月日
施工工期	Pearson 相關	1	<b>.803**</b>	<b>-.443**</b>	<b>-.137**</b>	-.086
	顯著性 (雙尾)		<b>.000</b>	<b>.000</b>	<b>.002</b>	.051
	個數	521	521	521	521	521
發包工程款	Pearson 相關	<b>.803**</b>	1	<b>-.331**</b>	-.081	-.070
	顯著性 (雙尾)	<b>.000</b>		<b>.000</b>	.064	.110
	個數	521	521	521	521	521
縣市	Pearson 相關	<b>-.443**</b>	<b>-.331**</b>	1	.077	-.022
	顯著性 (雙尾)	<b>.000</b>	<b>.000</b>		.080	.620
	個數	521	521	521	521	521
鄉鎮	Pearson 相關	<b>-.137**</b>	-.081	.077	1	-.079
	顯著性 (雙尾)	<b>.002</b>	.064	.080		.070
	個數	521	521	521	521	521
開工月日	Pearson 相關	-.086	-.070	-.022	-.079	1
	顯著性 (雙尾)	.051	.110	.620	.070	
	個數	521	521	521	521	521

\*\* . 在顯著水準為0.01時 (雙尾)，相關顯著。

### 3.4 簡單迴歸模式

#### 3.4.1 工期與成本之各種迴歸分析模式比較

由上述Pearson相關性分析結果得知，「施工工期」及「發包工程款」二者之間，存在顯著性之正相關性(治山防災類0.830、農路改善類0.803)，且考量現行水土保持工程預定施工期限參考表，主要以工程發包金額之規模來訂定施工期限，亦即是工程發包金額越大，施工期限越長，有呈現線性關係之趨勢，因此以依變數(Y)為施工工期(日)，自變數(X)為工程發包金額(百萬元)，並採用常見各種分析模式之迴歸方程式進行分析

比較，並將其治山防災及農路改善結果彙整如表3.3及表3.4、圖3.2~3.7及圖3.8~3.13所示。經檢視各模式之線性適合度 $R^2$ 值，治山防災介於0.563~0.705；農路改善介於0.545~0.659之間，一般 $R^2$ 值越接近1代表適合度越佳，其中治山防災及農路改善二者，都以三次曲線、二次曲線及線性等三者模式之間的 $R^2$ 值最接近0.7，且三者之間的差異性不大，具有高度適合度。另國外早期較常使用之Bromilow時間成本模式，其治山防災 $R^2$ 值為0.658、農路改善為0.611，亦具有高度適合度。

綜上各模式 $R^2$ 值大小適合度及差異性不大，惟曲線模式較適合應用於觀察數據隨時間變動之研究，另Bromilow時間成本模式較多研究顯示應用於建築物部分，因此考量本研究之資料因子簡單及屬土木工程，並進一步參考楊雅媛（2002）研究之建議，在資料符合簡單線性迴歸模式的假定之下，以及適合以常態線性迴歸模式配適，此線性型態迴歸模式之預測能力較佳。

故本研究建議治山防災及農路改善二者均採用「線性迴歸模式」最為合適，且預測能力較佳，其迴歸方程式如下所示，後續將進行該模式檢定及驗證。

$$\text{治山防災 } y = 14.707x + 54.247 \dots\dots\dots(3-1)$$

$$\text{農路改善 } y = 18.082x + 46.686 \dots\dots\dots(3-2)$$

上式中 $y$ 為施工工期(日)， $x$ 為發包工程款(百萬元)

**表 3.3 工期與成本之各種迴歸模式分析比較（治山防災）**

分析模式	線性適合度 ( $R^2$ )	迴歸方程式
線性(L)	0.689	$y = 14.707x + 54.247$
二次曲線(Q)	0.696	$y = -0.3265x^2 + 18.597x + 47.411$
三次曲線(C)	0.705	$y = 0.0838x^3 - 2.0751x^2 + 27.538x + 36.781$

分析模式	線性適合度 (R <sup>2</sup> )	迴歸方程式
對數(T)	0.631	$y = 50.872\ln(x) + 53.615$
指數(E)	0.563	$y = 62.933e^{0.1236x}$
Bromilow時間 成本	0.658	$T = 59.719C^{0.4829}$

表 3.4 工期與成本之各種迴歸模式分析比較 (農路改善)

分析模式	線性適合度 (R <sup>2</sup> )	迴歸方程式
線性(L)	0.644	$y = 18.082x + 46.686$
二次曲線(Q)	0.659	$y = -1.1825x^2 + 24.914x + 39.86$
三次曲線(C)	0.659	$y = -0.0494x^3 - 0.628x^2 + 23.331x + 40.939$
對數(T)	0.618	$y = 34.588\ln(x) + 65.503$
指數(E)	0.545	$y = 50.777e^{0.2143x}$
Bromilow時間 成本	0.611	$T = 62.576C^{0.4433}$

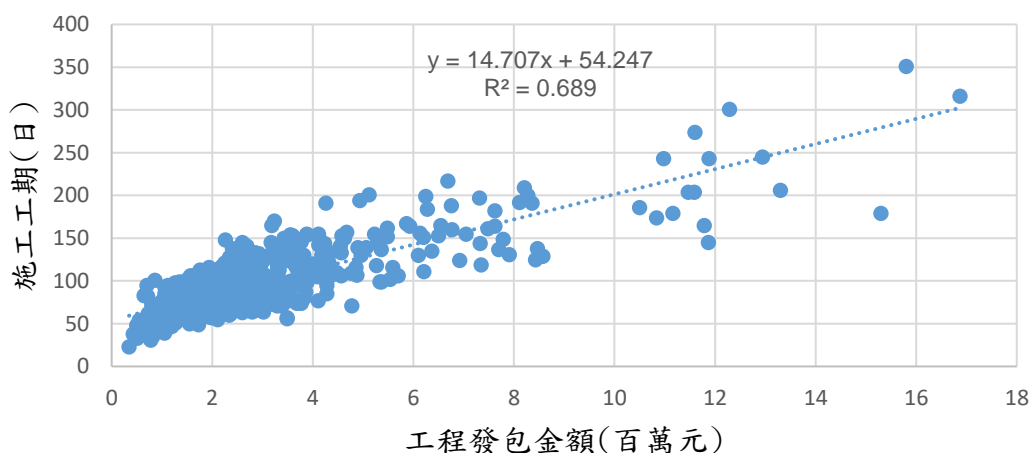


圖 3.2 施工工期與工程發包金額之線性迴歸分析模式 (治山防災)

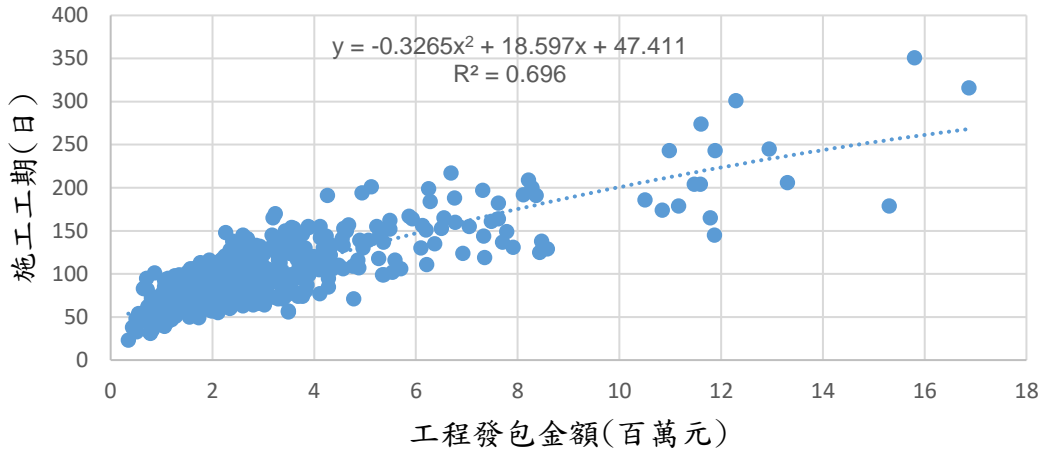


圖 3.3 施工工期與工程發包金額之二次曲線迴歸分析模式（治山防災）

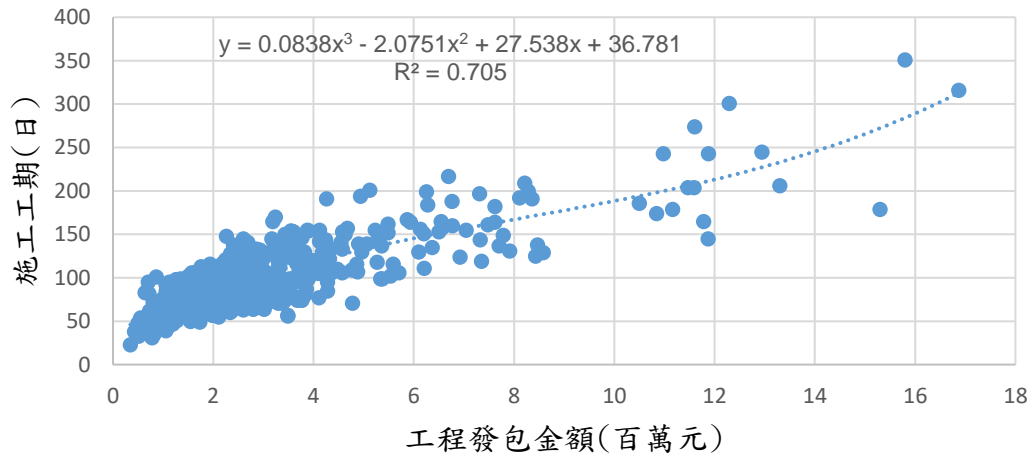


圖 3.4 施工工期與工程發包金額之三次曲線迴歸分析模式（治山防災）

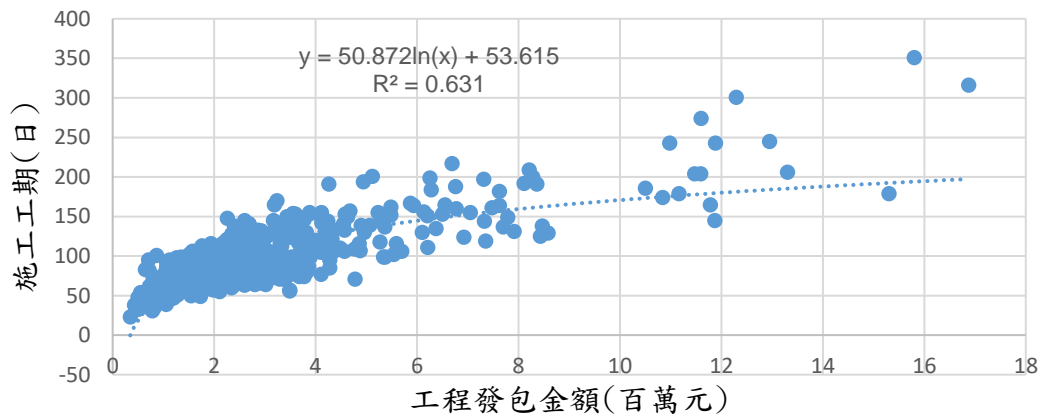


圖 3.5 施工工期與工程發包金額之對數迴歸分析模式（治山防災）



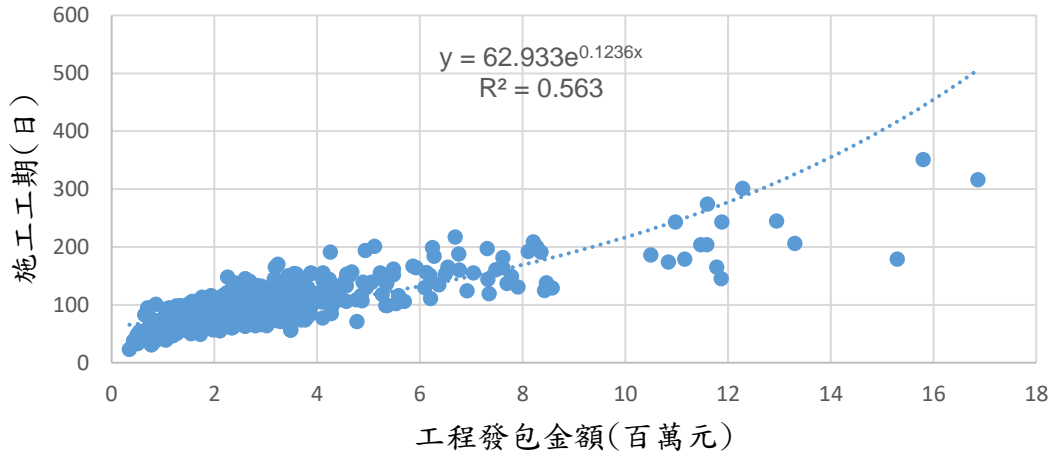


圖 3.6 施工工期與工程發包金額之指數迴歸分析模式（治山防災）

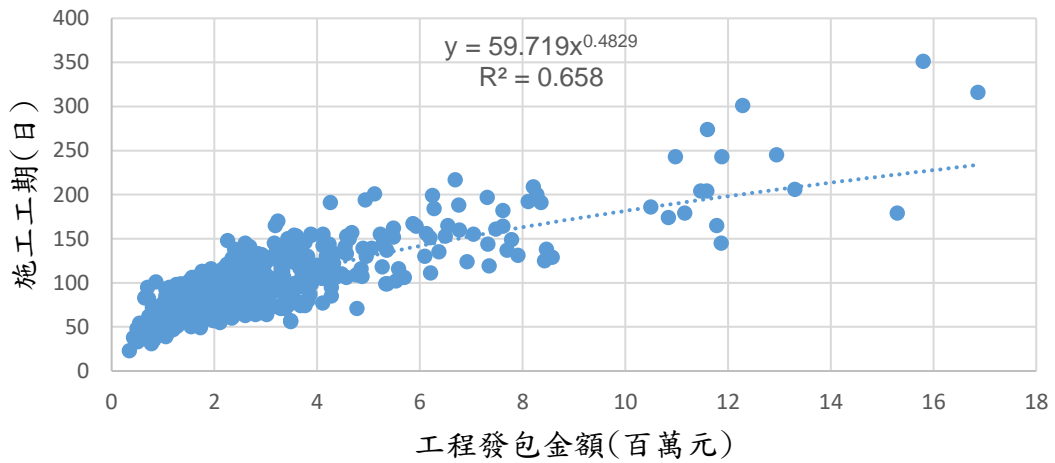


圖 3.7 施工工期與工程發包金額之 Bromilow 時間成本迴歸分析模式（治山防災）

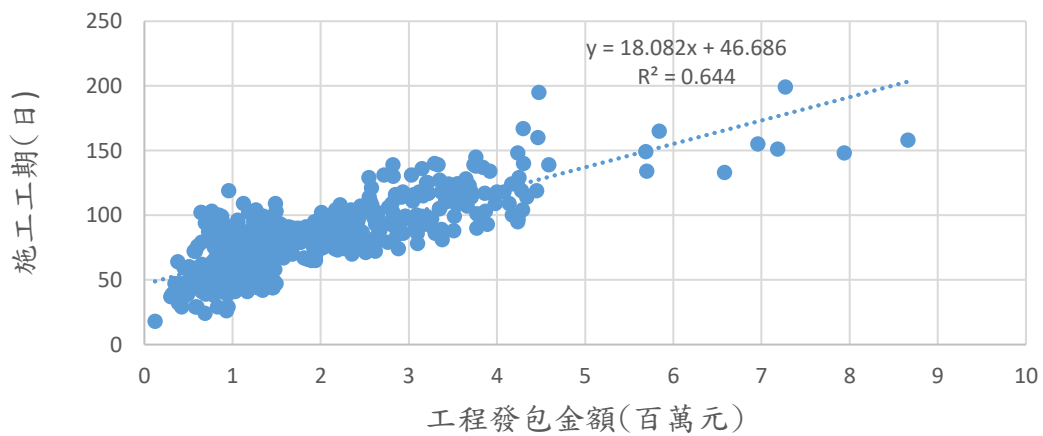


圖 3.8 施工工期與工程發包金額之線性迴歸分析模式（農路改善）

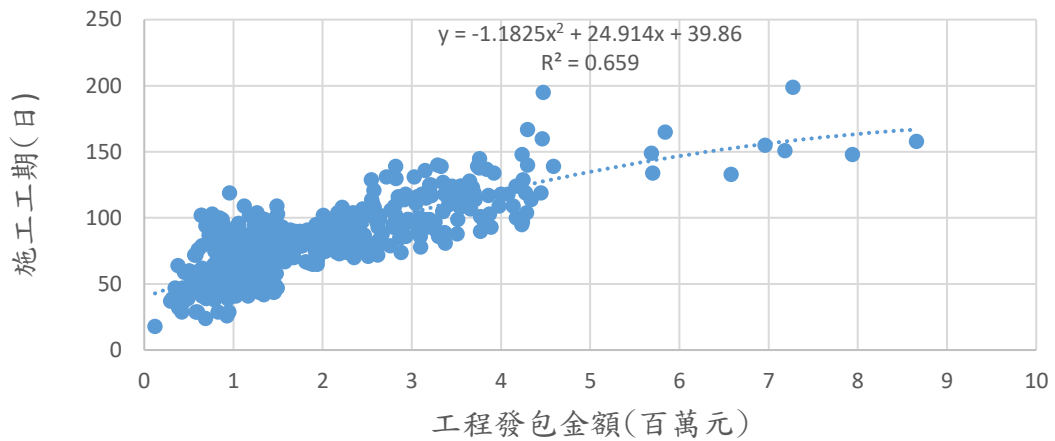


圖 3.9 施工工期與工程發包金額之二次曲線迴歸分析模式（農路改善）

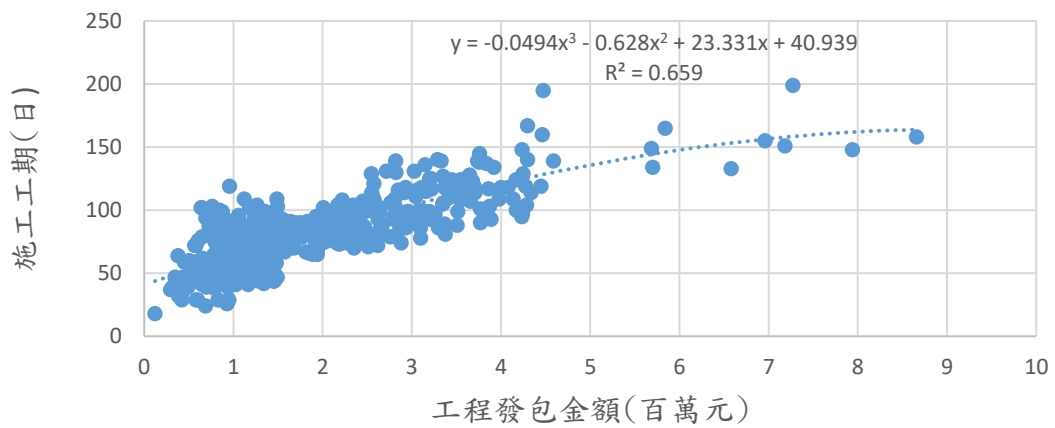


圖 3.10 施工工期與工程發包金額之三次曲線迴歸分析模式（農路改善）

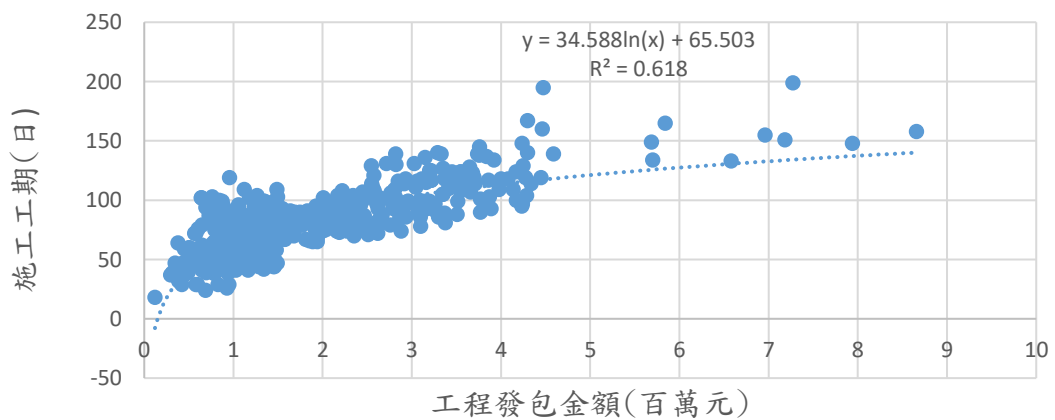


圖 3.11 施工工期與工程發包金額之對數迴歸分析模式（農路改善）

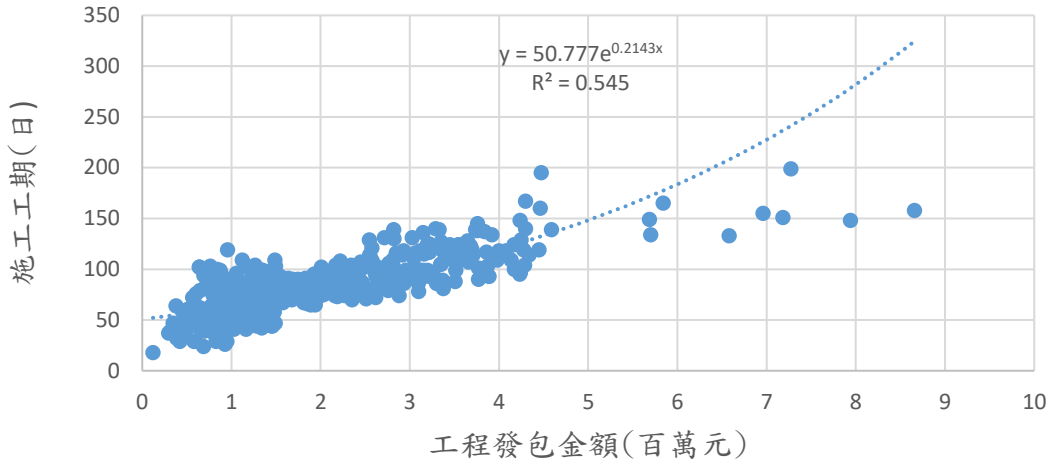


圖 3.12 施工工期與工程發包金額之指數迴歸分析模式（農路改善）

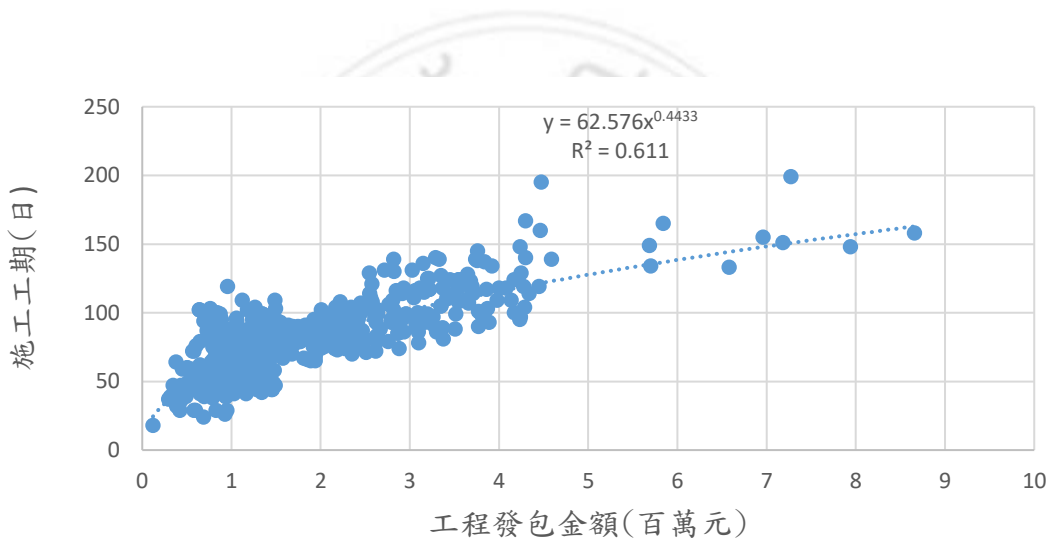


圖 3.13 施工工期與工程發包金額之 Bromilow 時間成本迴歸分析模式（農路改善）

### 3.4.2 線性迴歸模式檢定

本研究經初步比較各分析模式 $R^2$ 值適合度，以及考量資料符合簡單線性迴歸模式的假定之下，故採用「線性迴歸模式」（治山防災 $y = 14.707x + 54.247$ ；農路改善 $y = 18.082x + 46.686$ ）來檢討修正水土保持工程治山防災及農路類別之施工期限參考表，由於建立之最適迴歸預測模式需經假說檢定(Hypothesis Testing)，以及檢核迴歸分析之殘差是否

滿足三大假設（常態性、變異數同質性、獨立性）後，才可確認迴歸模式之可信度。

#### <1>假說檢定

(1) 迴歸模型的顯著性檢定(F test): 探討迴歸模型中的 $\beta$ 係數是否全部為0，當係數不為0時，迴歸模型才具有預測力。亦即是虛無假說(Null hypothesis) $\beta_1=\beta_2=\beta_n=0$ 或對立假說(alternative hypothesis)至少有一個 $\beta$ 不為0。

(2) 個別迴歸係數的邊際檢定(t test): 探討個別自變數之 $\beta$ 係數是否為0，當係數不為0時，自變數才具有解釋力。亦即是虛無假說(Null hypothesis) $\beta_n$ 係數為0或對立假說(alternative hypothesis) $\beta_n$ 係數不為0。

在簡單線性迴歸中，F test和t test的統計意義相同。另判定係數係指迴歸模型的總變異中可被自變數解釋之百分比，判定係數越大迴歸模型的配適度越好，一般而言，判定係數大於0.5就算不錯了。

#### <2>迴歸殘差需滿足三大假設

在進行迴歸分析時，需針對殘差的部分存在幾項基本的假設，當資料違反這些基本假設而進行分析時，通常會使研究結果產生偏誤，至於偏誤的程度，則視資料違反的程度而定，其假設包含以下常態性、變異數同質性及獨立性等三種假設。

(1) 常態性 (Normality)：若母體資料呈現常態分配 (Normal Distribution)，則誤差項也會呈現同樣的分配，可採用常態機率圖 (normal probability plot) 或 Shapiro-Wilk 常態性檢定做檢查。

(2) 變異數同質性 (Constant Variance)：變異數若不相等，會導致自變數無法有效估計依變數，可以藉由殘差圖 (Residual Plot) 來檢查。

(3) 獨立性 (Independency)：誤差項之間應該要相互獨立，否則在估計

迴歸參數時，會降低統計的檢定力，可以藉由Durbin-Watson test 來檢查。

一般檢查的方式，通常是利用殘差值配合一些圖形(例如：散布圖、直方圖及常態機率分布曲線)來進行檢驗，因此以下將以SPSS軟體所分析之圖形，針對每一項假設進行檢核。

### 3.4.2.1假說檢定(Hypothesis Testing)

#### <1>治山防災

本研究採用之模式經計算，其F、t、R<sup>2</sup>值如下表3.5變異數分析表所示，迴歸模型的顯著性檢定F值為1251.545，因大於以查表法之臨界值(F=7.879)而落入拒絕區，即迴歸模型中的β係數不為0，故拒絕虛無假設，接受對立假設。再進一步檢視「發包工程款」個別迴歸係數的邊際檢定t值為35.377，因大於以查表法之臨界值(t=2.807)而落入拒絕區，即個別自變數之β係數不為0，故拒絕虛無假設，接受對立假設。再加上P值為0.000<0.001，具有非常顯著性，且模式R<sup>2</sup>值適合度高達0.689，故該(治山防災 $y = 14.707x + 54.247$ )迴歸模型具有預測力。

表 3.5 「線性迴歸模式」變異數分析表(治山防災)

模式摘要

模式	R	R 平方	調過後的 R 平方	估計的標準誤	Durbin-Watson 檢定
1	.830 <sup>a</sup>	.689	.688	22.551	1.594

a. 預測變數：(常數), 發包工程款(百萬元)

b. 依變數：實際工期

Anova

模式	平方和	df	平均平方和	F	顯著性	
1	迴歸	636467.127	1	636467.127	1251.545	.000 <sup>b</sup>
	殘差	287836.547	566	508.545		
	總數	924303.674	567			

a. 依變數：施工工期(日)

b. 預測變數：(常數), 發包工程款(百萬元)

係數

模式		未標準化係數		標準化係數	t	顯著性
		B 之估計值	標準誤差	Beta 分配		
1	(常數)	54.247	1.531		35.422	.000
	發包工程款 (百萬元)	14.707	.416	.830	35.377	.000

a. 依變數：施工工期(日)

<2> 農路改善

本研究採用之模式經計算，其F、t、R<sup>2</sup>值如下表3.6變異數分析表所示，迴歸模型的顯著性檢定F值為940.266，因大於以查表法之臨界值（F=7.879）而落入拒絕區，即迴歸模型中的β係數不為0，故拒絕虛無假設，接受對立假設。再進一步檢視「發包工程款」個別迴歸係數的邊際檢定t值為30.664，因大於以查表法之臨界值(t=2.807)而落入拒絕區，即個別自變數之β係數不為0，故拒絕虛無假設，接受對立假設。再加上P值為0.000<0.001，具有非常顯著性，且模式R<sup>2</sup>值適合度高達0.644，故該（農路改善 $y = 18.082x + 46.686$ ）迴歸模型具有預測力。

表 3.6 「線性迴歸模式」變異數分析表（農路改善）

模式	R	R 平方	調過後 的 R 平方	估計的標準誤	Durbin-Watson 檢定
1	.803 <sup>a</sup>	.644	.644	16.384	1.532

a. 預測變數：(常數), 發包工程款(百萬元)

b. 依變數：實際工期

Anova

模式		平方和	df	平均平方和	F	顯著性
1	迴歸	252393.260	1	252393.260	940.266	.000 <sup>b</sup>
	殘差	139313.811	519	268.427		
	總數	391707.071	520			

a. 依變數：實際工期

b. 預測變數：(常數), 發包款(百萬元)

模式		未標準化係數		標準化係數	t	顯著性
		B 之估計值	標準誤差	Beta 分配		
1	(常數)	46.686	1.303		35.822	.000
	發包款 (百萬元)	18.082	.590	.803	30.664	.000

a. 依變數：施工工期(日)

### 3.4.2.2 檢核迴歸殘差基本假設

#### <1> 常態性

本研究以工程發包金額為自變數，利用殘差繪出如圖3.14及圖3.15 治山防災及農路改善之殘差直方圖，以及圖3.16及圖3.17常態機率圖，經檢視二者直方圖原則符合鐘形分布，且觀察二者常態機率圖係呈現左下到右上45度直線，即非常接近常態分配，故經以上圖形檢核結果，治山防災及農路改善二者模式原則符合常態性假設。

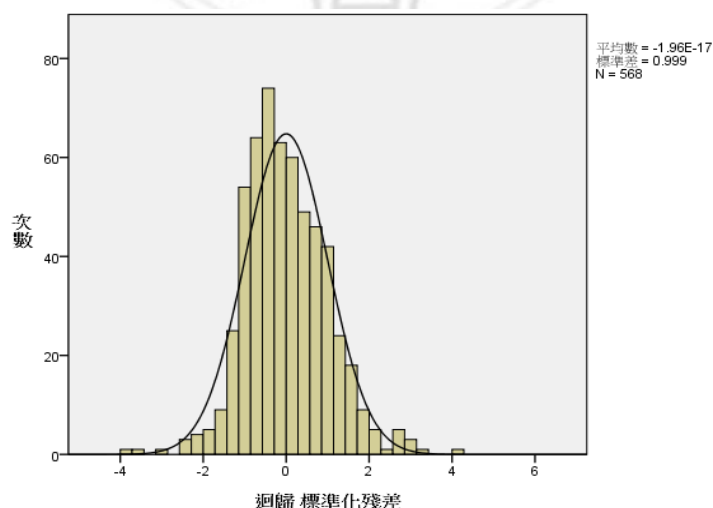


圖 3.14 殘差直方圖(線性迴歸-治山防災)

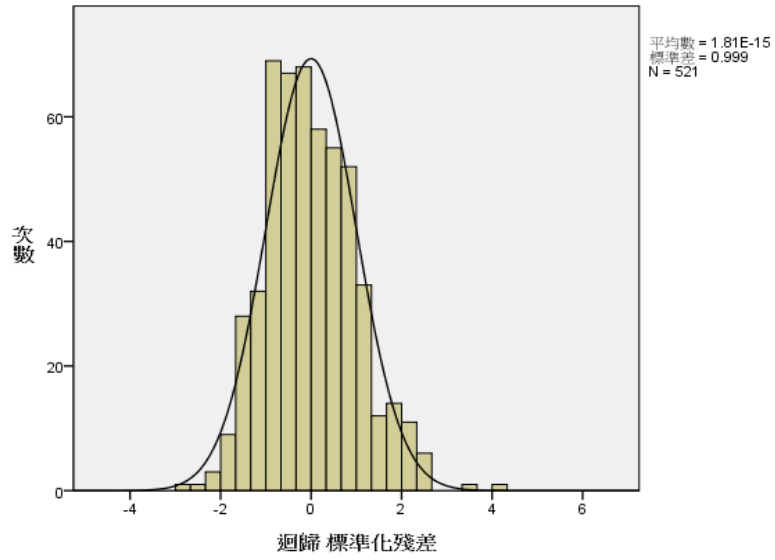


圖 3.15 殘差直方圖(線性迴歸-農路改善)

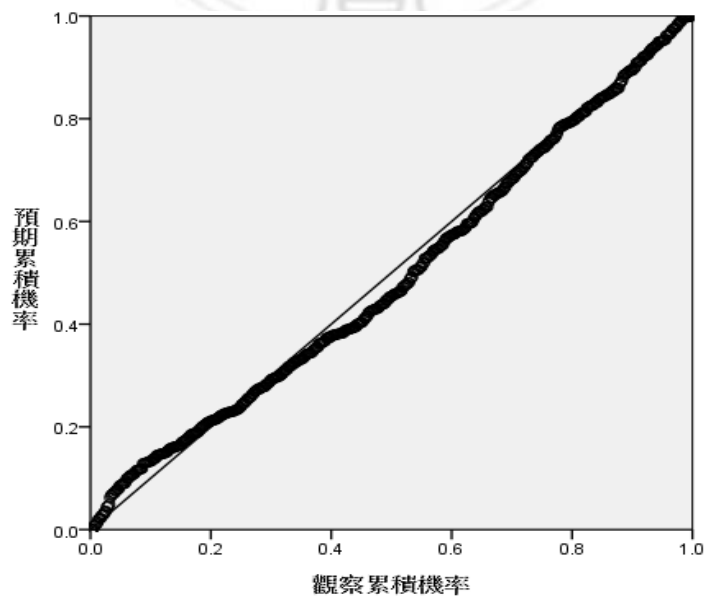


圖 3.16 常態機率圖(線性迴歸-治山防災)



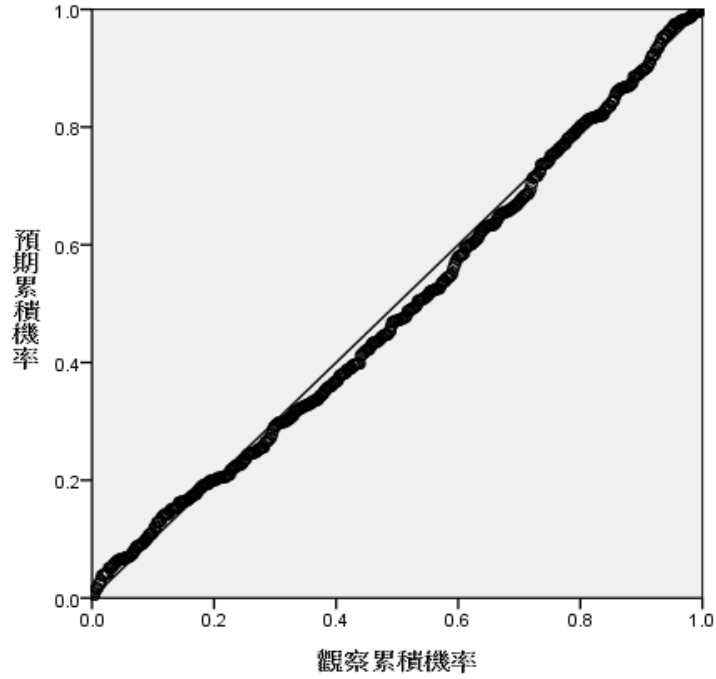


圖 3.17 常態機率圖(線性迴歸-農路改善)

<2> 變異數同質性

本研究利用預測值 $\hat{Y}$ 與殘差 $e$ 進行散布圖的繪製，如圖3.18及圖3.19工程發包金額為自變數之殘差關係圖，從殘差關係圖顯示呈現水平的隨機分配圖形，故可認定二者模式並未違反殘差變異數同質性的假設。

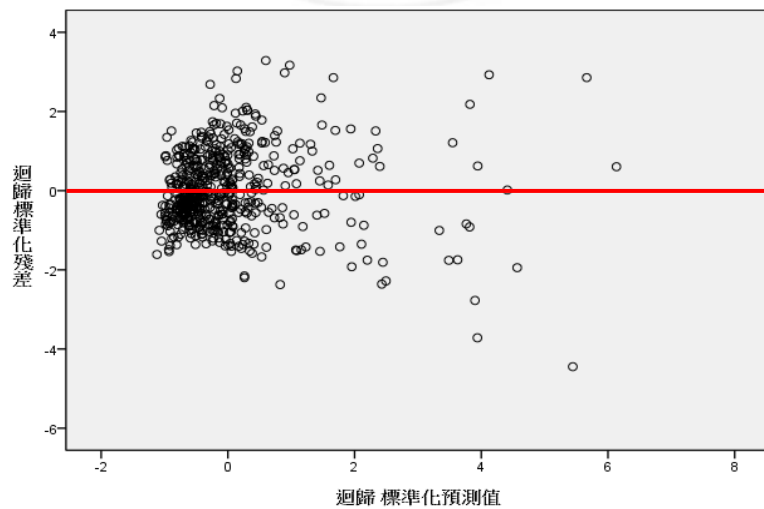


圖 3.18 殘差關係圖(線性迴歸-治山防災)

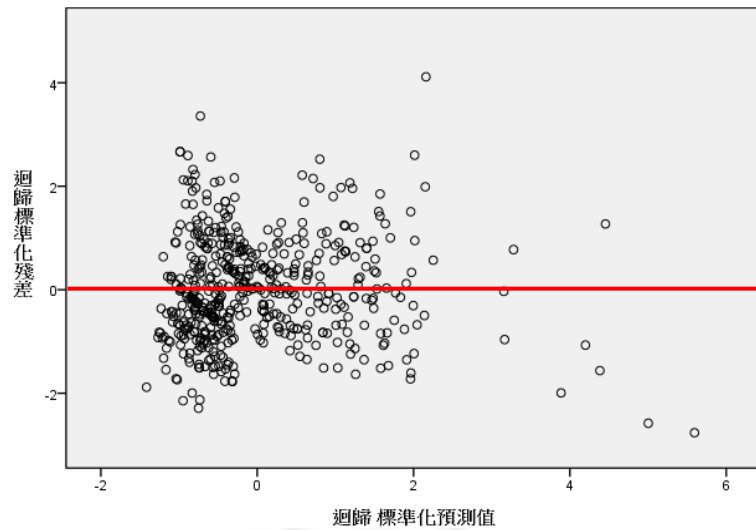


圖 3.19 殘差關係圖(線性迴歸-農路改善)

### <3>獨立性

殘差獨立性是指每一項殘差將不受其它殘差影響，一般可採用 Durbin-Watson之D檢定法統計量來檢定相鄰殘差間是否相關。根據經驗，測試統計值在1.5到2.5的範圍內是相對正常的，或是DW值愈接近2，代表其愈獨立，由表3.5及表3.6得知，本研究以工程發包金額為自變數，所得之治山防災DW值為1.594、農路改善為1.532，顯示在相對正常的範圍內，故顯示殘差項間無相關，符合獨立性假設。

#### 3.4.2.3假說檢定及迴歸殘差小結

綜上治山防災及農路改善二者假說檢定F、t值之計算結果，都拒絕虛無假設，接受對立假設，亦即是迴歸模型及個別自變數的 $\beta$ 係數不為0，且P值具高度顯著性，另誤差項又滿足三大假設（常態性、變異數同質性、獨立性），故上述檢定及殘差分析結果，可確認工程發包金額為自變數，而以對應施工期限為應變數，是一適當之迴歸預測模式。

### 3.4.3 預測模式驗證

驗證結果的目的是想要確認是否可以代表母體，若要驗證迴歸模式時，可以使用二個獨立的樣本，或同一個樣本分割成二個樣本，進行迴歸分析後，若是二個樣本沒有顯著差異，就代表樣本有一致性，表示我們得到的迴歸模式經過驗證後，可以代表母體。

本研究採用同一個樣本，分割成二個樣本來進行驗證，首先以 EXCEL 軟體中資料分析工具的「抽樣」函數，並選擇「隨機」採樣方式（如圖3.20及圖3.21）進行隨機分成二個樣本。二樣本再以建構之推估模式（治山防災 $y = 14.707x + 54.247$ 、農路改善 $y = 18.082x + 46.686$ ），計算出預測施工工期，並與實際施工工期進行誤差比較，其中誤差及平均絕對偏差(Mean Absolute Deviation, MAD)之計算方式如下：

$$\text{誤差} = \frac{\text{預測施工工期} - \text{實際施工工期}}{\text{實際施工工期}} \times 100\% \dots\dots\dots(3-3)$$

$$\text{平均絕對偏差(MAD)} = \frac{\sum |\text{預測施工工期}t - \text{實際施工工期}t|}{\text{案例數}n} \times 100\% \dots\dots\dots(3-4)$$

#### <1> 治山防災

將整個568筆樣本進行隨機分樣，分成各自為284筆之二個樣本，再以建構之推估模式（治山防災 $y = 14.707x + 54.247$ ），計算出預測施工工期，並與實際施工工期進行誤差比較如表3.7及表3.8。驗證結果發現，樣本一及樣本二平均絕對偏差(MAD)分別為19.35%及20.29%。整體而言，二個樣本沒有顯著差異，原則符合一致性，表示以上建構之迴歸模式經過驗證後，可以代表母體。

#### <2> 農路改善

將整個521筆樣本進行隨機分樣，分成各自為260及261筆之二個樣本，再以建構之推估模式（農路改善 $y = 18.082x + 46.686$ ），計算出預測施工工期，並與實際施工工期進行誤差比較如表3.9及表3.10。驗證結果

發現，樣本一及樣本二平均絕對偏差分別為18.96%及18.49%。整體而言，二個樣本沒有顯著差異，原則符合一致性，表示以上建構之迴歸模式經過驗證後，可以代表母體。

### 3.4.3.1 模式驗證小結

綜上治山防災及農路改善二者線性迴歸預測模式驗證結果，均顯示二個樣本之平均絕對偏差並沒有顯著差異，故所建構之迴歸模式是可以代表母體。

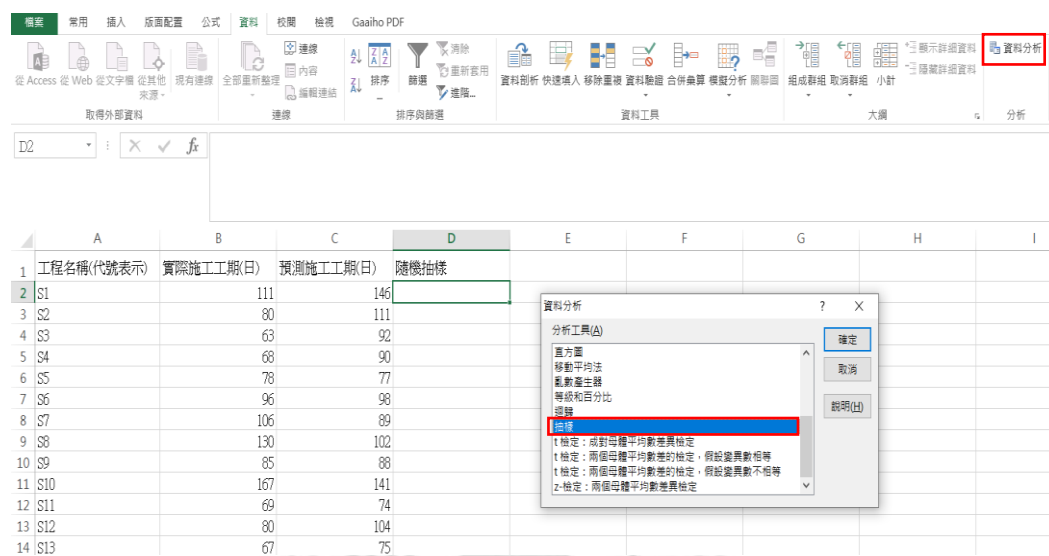


圖 3.20 EXCEL 軟體之抽樣分析工具



圖 3.21 抽樣分析工具之隨機樣本

表 3.7 實際施工工期與預測施工工期之比較（樣本一治山防災）

工程名稱 (代號表示)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差(%)
S7	106	89	-16.25%
S9	85	88	3.49%
S10	167	141	-15.84%
S11	69	74	7.27%
S12	80	104	29.93%
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
S554	71	87	23.01%
S555	91	71	-22.01%
S556	101	83	-17.46%
S559	84	85	0.65%
S568	82	73	-10.89%
<b>平均絕對偏差 MAD</b>			<b>19.35%</b>

備註：因樣本數甚多，故上表僅精簡顯示部分計算之結果數據，完整數據請詳附錄B 治山防災工程驗證資料(樣本一)。

表 3.8 實際施工工期與預測施工工期之比較（樣本二治山防災）

工程名稱 (代號表示)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差(%)
S1	111	146	31.15%
S2	80	111	38.16%
S3	63	92	46.80%
S4	68	90	32.98%
S5	78	77	-1.04%
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
S563	78	92	18.14%
S564	66	71	8.26%
S565	65	72	11.29%
S566	74	105	41.48%
S567	70	91	29.37%
<b>平均絕對偏差 MAD</b>			<b>20.29%</b>

備註：因樣本數甚多，故上表僅精簡顯示部分計算之結果數據，完整數據請詳附錄C 治山防災工程驗證資料(樣本二)。

表 3.9 實際施工工期與預測施工工期之比較（樣本一農路改善）

工程名稱 (代號表示)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差(%)
R1	158	203	28.66%
R2	118	120	2.05%
R3	139	130	-6.73%
R5	109	112	3.05%
R6	148	190	28.55%
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
R502	114	114	-0.20%
R507	18	49	171.42%
R510	39	61	55.87%
R514	114	125	9.74%
R515	99	110	11.36%
<b>平均絕對偏差 MAD</b>			<b>18.96%</b>

備註：因樣本數甚多，故上表僅精簡顯示部分計算之結果數據，完整數據請詳附錄D 農路改善工程驗證資料(樣本一)。

表 3.10 實際施工工期與預測施工工期之比較（樣本二農路改善）

工程名稱 (代號表示)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差(%)
R4	119	127	6.85%
R7	67	70	3.87%
R10	109	119	8.86%
R14	78	90	15.79%
R16	89	82	-7.74%
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
R517	81	77	-5.13%
R518	96	100	3.82%
R519	86	100	16.02%
R520	87	84	-3.88%
R521	88	110	25.17%
<b>平均絕對偏差 MAD</b>			<b>18.49%</b>

備註：因樣本數甚多，故上表僅精簡顯示部分計算之結果數據，完整數據請詳附錄E 農路改善工程驗證資料(樣本二)。

### 3.5 多元迴歸模式

#### 3.5.1 多元迴歸模式建立

##### <1> 治山防災

治山防災類經由Pearson相關係數分析表3.1得知，依變數(Y施工工期)除了與自變數(X1工程發包金額)具有顯著性關係外，另與自變數(X2開工日期)之間亦有顯著關係性。本項選擇與依變數(Y施工工期)具有顯著性關係之自變數(X)，即發包工程款及開工日期等二個變數來建構多元迴歸模式，故可求得以下三者之間之多元迴歸模式如下：

$$y = 53.094 + 14.726x_1 + 0.145x_2 \dots \dots \dots (3-4)$$

上式中y為施工工期(日)，x1為發包工程款(百萬元)，x2為開工日期(月日)，各係數如表3.11所式。

##### <2> 農路改善

農路改善類經由Pearson相關係數分析表3.2得知，依變數(Y施工工期)除了與自變數(X1工程發包金額)具有顯著性關係外，另與自變數(X2縣市)之間亦有顯著關係性。本項選擇與依變數(Y施工工期)具有顯著性關係之自變數(X)，即發包工程款及縣市等二個變數來建構多元迴歸模式，故可求得以下三者之間之多元迴歸模式如下：

$$y = 64.696 + 16.598x_1 - 1.323x_2 \dots \dots \dots (3-4)$$

上式中y為施工工期(日)，x1為發包工程款(百萬元)，x2為縣市，各係數如表3.12所式。

#### 3.5.2 多元迴歸模式檢定

##### 3.5.2.1 假說檢定

##### <1> 治山防災

治山防災類採用之模式經計算，其F、t、R<sup>2</sup>值、VIF共線性等數據如下表3.11變異數分析表所示。

(1)本案多元迴歸模式R<sup>2</sup>值為0.689，具高度適合性。

(2)迴歸模型的顯著性檢定F值為625.06，因大於以查表法之臨界值（F=5.298）而落入拒絕區，亦即是迴歸模型中的 $\beta$ 係數不為0，故拒絕虛無假設，接受對立假設。

(3)再檢視「發包工程款」及「開工日期」個別迴歸係數的邊際檢定t值分述如下：

A. 「發包工程款」t值為35.244，因大於以查表法之臨界值（t=2.807）而落入拒絕區，且其P值為0.000<0.001，具有非常顯著性，故發包工程款個別自變數之 $\beta$ 係數不為0，故拒絕虛無假設，接受對立假設。

B. 「開工日期」t值為0.495，因小於以查表法之臨界值（t=2.807），且其P值為0.621>0.001或0.05，故不具顯著性，及個別自變數之 $\beta$ 係數為0，故接受虛無假設，拒絕對立假設。

(4)本案多元迴歸因具有「發包工程款」及「開工日期」等二個自變數，故須進一步檢視多重共線性問題，檢視原則以變異數膨脹因子(VIF)及共線性診斷數據來判斷，即當變異數膨脹因子>10，或是共線性診斷>100時，表示有共線性的問題。

A. 變異數膨脹因子(VIF)為1.009<10，故無共線性問題。

B. 由「共線性診斷」報表的最後一列來看，即三者變數間之條件指標為6.115小於100甚至低於30，故表示共線性問題緩和，或是無共線性問題。



表 3.11 「多元迴歸模式」變異數分析表（治山防災）

模式摘要

模式	R	R 平方	調過後 的 R 平方	估計的標準誤	Durbin-Watson 檢定
1	.830 <sup>a</sup>	.689	.688	22.566	1.591

a. 預測變數：(常數), 開工日期, 發包工程款(百萬元)

b. 依變數：施工工期

Anova

模式		平方和	df	平均平方和	F	顯著性
1	迴歸	636591.769	2	318295.885	625.060	.000 <sup>b</sup>
	殘差	287711.905	565	509.225		
	總數	924303.674	567			

a. 依變數：施工工期

b. 預測變數：(常數), 開工日期(月日), 發包工程款(百萬元)

係數

模式		未標準化係數		標準化 係數	t	顯著性	共線性統計量	
		B 之 估計值	標準 誤差	Beta 分配			允差	VIF
1	(常數)	53.094	2.790		19.031	.000		
	發包工程款	14.726	.418	.831	35.244	.000	.991	1.009
	開工日期	.145	.293	.012	.495	.621	.991	1.009

a. 依變數：施工工期

共線性診斷

模式	維度	特徵值	條件指標	變異數比例		
				(常數)	發包工程款	開工日期
1	1	2.607	1.000	.02	.04	.02
	2	.323	2.839	.02	.78	.13
	3	.070	6.115	.96	.17	.85

a. 依變數：施工工期

<2> 農路改善

農路改善類採用之模式經計算，其F、t、R2值、VIF共線性等數據如下表3.12變異數分析表所示。

(1)本案多元迴歸模式R2值為0.68，具高度適合性。

(2)迴歸模型的顯著性檢定F值為549.397，因大於以查表法之臨界值 (F=5.298) 而落入拒絕區，亦即是迴歸模型中的 $\beta$ 係數不為0，故拒絕虛無假設，接受對立假設。

(3)再檢視「發包工程款」及「縣市」個別迴歸係數的邊際檢定t值分述如下：

「發包工程款」及「縣市」t值分別為27.955、-7.552，因大於以查表法之臨界值 (t=2.807) 而落入拒絕區，且其P值為0.000<0.001，具有非常顯著性，故發包工程款及縣市個別自變數之 $\beta$ 係數不為0，故拒絕虛無假設，接受對立假設。

(4)本案多元迴歸因具有「發包工程款」及「縣市」等二個自變數，故須進一步檢視多重共線性問題，檢視原則以變異數膨脹因子(VIF)及共線性診斷數據來判斷，即當變異數膨脹因子>10，或是共線性診斷>100時，表示有共線性的問題。

A. 變異數膨脹因子(VIF)介於1.123<10，故無共線性問題。

B. 由「共線性診斷」報表的最後一列來看，即三者變數間之條件指標為8.224小於100甚至低於30，故表示共線性問題緩和，或是無共線性問題。

表 3.12 「多元迴歸模式」變異數分析表 (農路改善)

模式	R	R 平方	調過後的 R 平方	估計的標準誤	Durbin-Watson 檢定
1	.824 <sup>a</sup>	.680	.678	15.565	1.730

- a. 預測變數：(常數), 縣市, 發包工程款  
b. 依變數：施工工期

Anova

模式	平方和	df	平均平方和	F	顯著性	
1	迴歸	266209.112	2	133104.556	549.397	.000 <sup>b</sup>
	殘差	125497.959	518	242.274		
	總數	391707.071	520			

- a. 依變數：施工工期  
b. 預測變數：(常數), 縣市, 發包工程款

係數

模式	未標準化係數		標準化係數	t	顯著性	共線性統計量	
	B 之估計值	標準誤差	Beta 分配			允差	VIF
1	(常數)	64.696	2.687		24.075	.000	
	發包工程款	16.598	.594	.733	27.955	.000	.890
	縣市	-1.323	.175	-.199	-7.552	.000	.890

a. 依變數：施工工期

共線性診斷

模式	維度	特徵值	條件指標	變異數比例		
				(常數)	發包工程款	縣市
1	1	2.670	1.000	.01	.03	.01
	2	.290	3.034	.01	.60	.11
	3	.039	8.224	.98	.37	.88

a. 依變數：施工工期

### 3.5.2.2 檢核迴歸殘差基本假設

#### <1> 常態性

本案多元迴歸模式利用殘差繪出如圖3.22及圖3.23治山防災及農路改善之殘差直方圖，以及圖3.24及圖3.25常態機率圖，經檢視二者直方圖原則符合鐘形分布，且觀察二者常態機率圖係呈現左下到右上45度直線，即非常接近常態分配，故經以上圖形檢核結果，治山防災及農路改善二者模式原則符合常態性假設。

#### <2> 變異數同質性

本研究利用預測值 $\hat{Y}$ 與殘差 $e$ 進行散布圖的繪製，如圖3.26及圖3.27工程發包金額為自變數之殘差關係圖，從殘差關係圖顯示呈現水平的隨機分配圖形，故可認定二者模式並未違反殘差變異數同質性的假設。

#### <3> 獨立性

本研究由表3.11及表3.12得知，治山防災DW值為1.591、農路改善為1.73，顯示在1.5到2.5相對正常的範圍內，故顯示殘差項間無相關，符合獨立性假設。

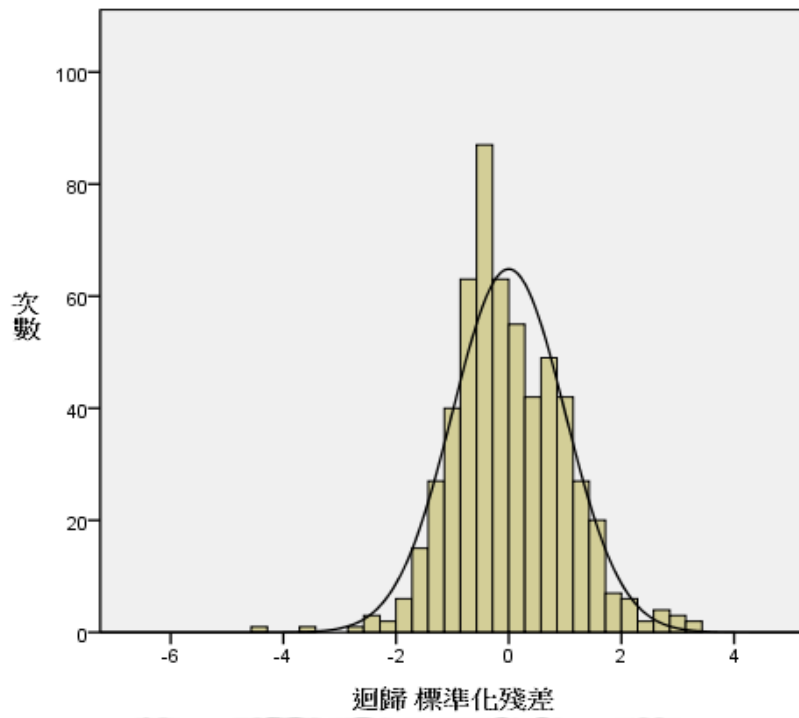


圖 3.22 殘差直方圖(多元迴歸-治山防災)

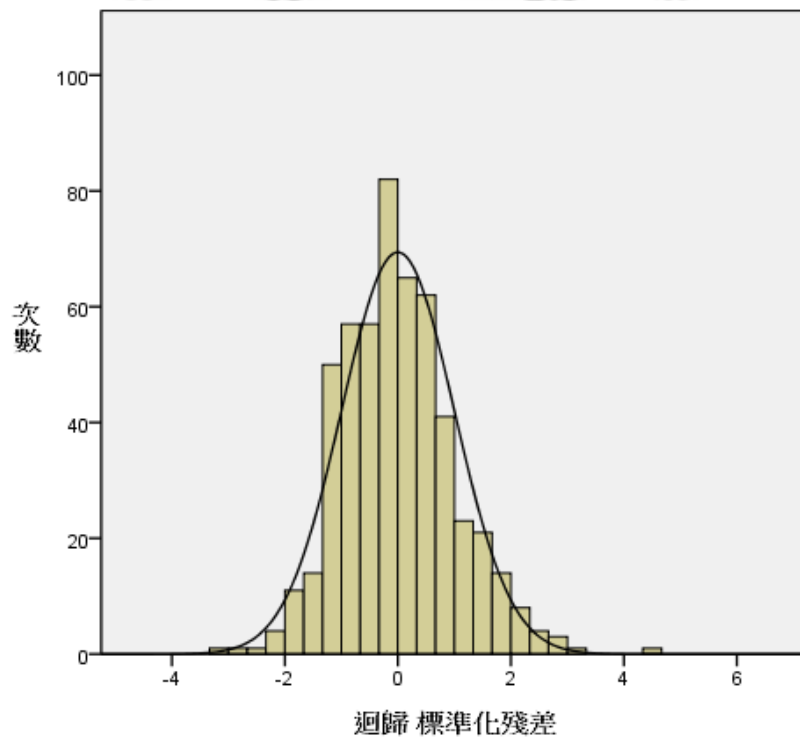


圖 3.23 殘差直方圖(多元迴歸-農路改善)

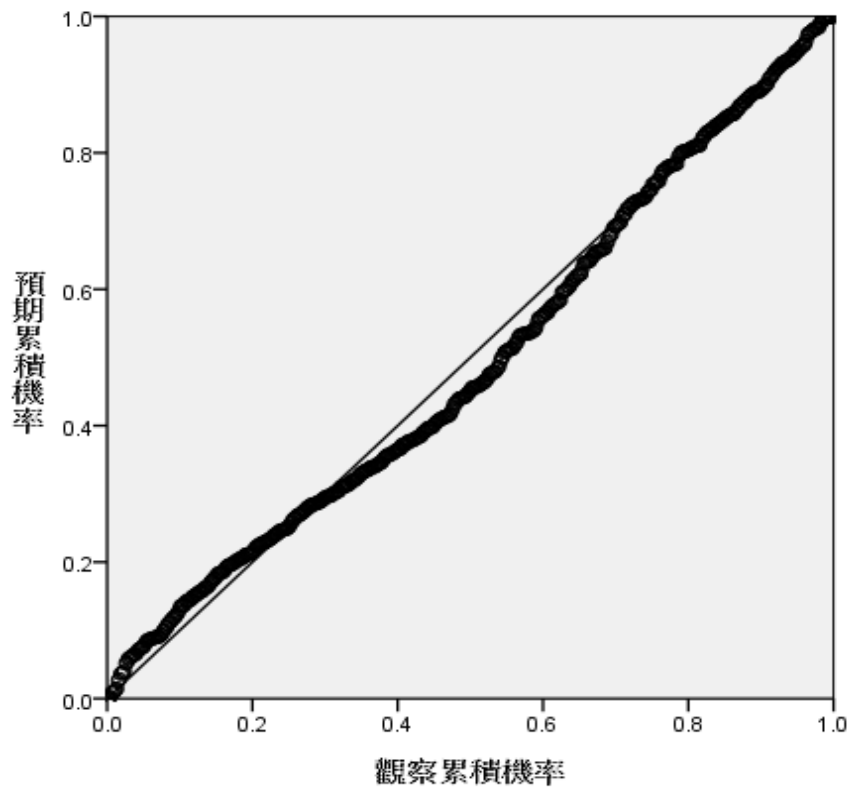


圖 3.24 常態機率圖(多元迴歸-治山防災)

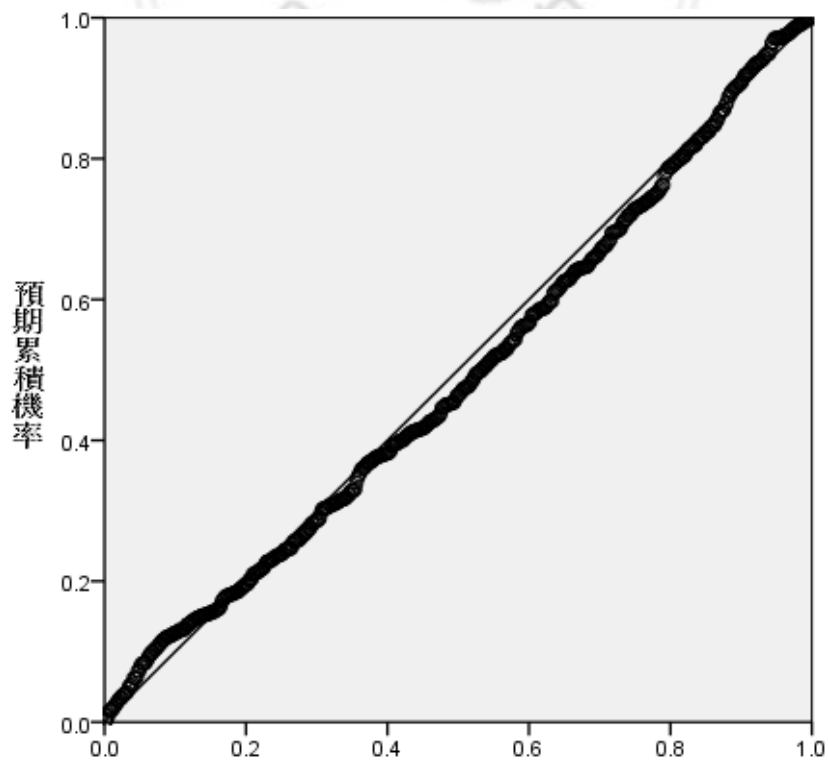


圖 3.25 常態機率圖(多元迴歸-農路改善)

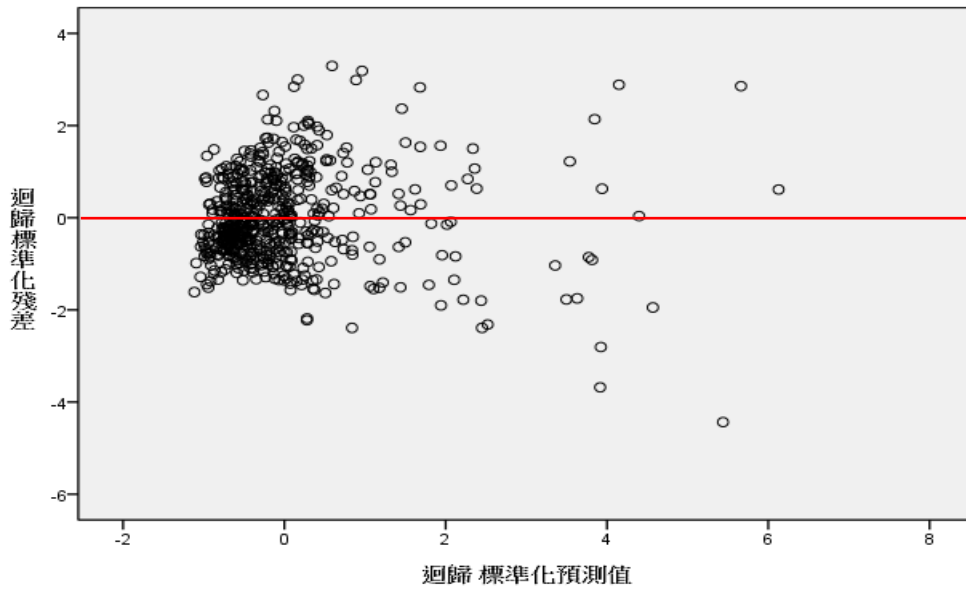


圖 3.26 殘差關係圖(多元迴歸-治山防災)

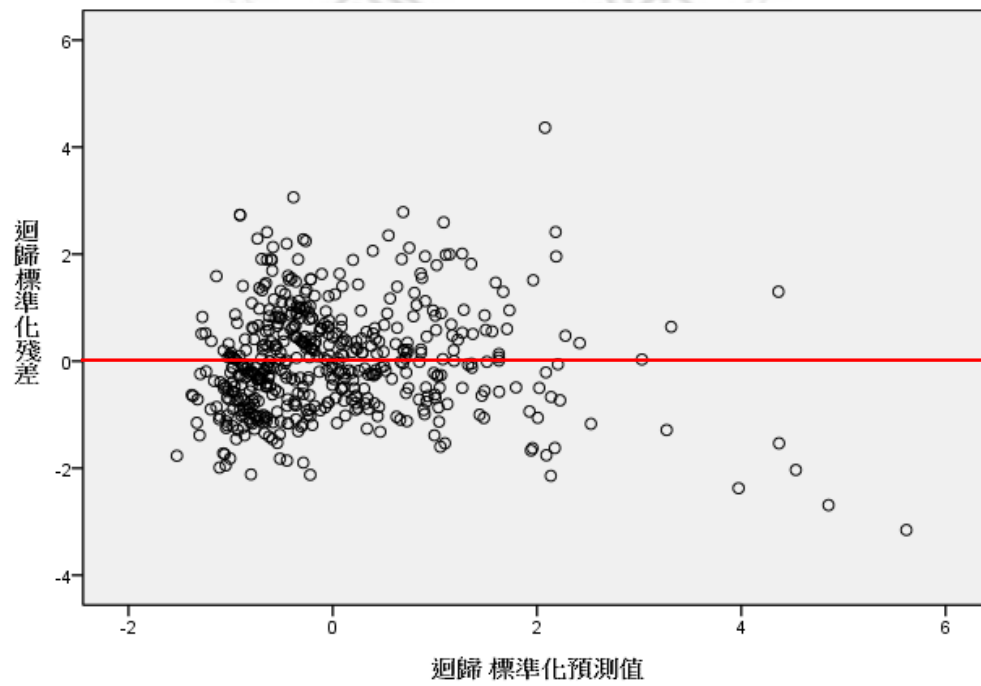


圖 3.27 殘差關係圖(多元迴歸-農路改善)

### 3.5.2.3假說檢定及迴歸殘差小結

#### <1>治山防災

治山防災類多元迴歸模式經由Pearson相關性分析、假說檢定及檢核誤差結果，顯示依變數(施工工期)與自變數(發包工程款及開工日期)之間具有顯著性關係，以及整體迴歸模型之 $R^2$ 值亦具有高度適合性，另外假說檢定整體迴歸模型之F值與誤差項假設也都符合。

惟迴歸模型中「開工日期」個別迴歸係數的t值檢定結果，卻不具顯著性，並接受虛無假設，拒絕對立假設，故該自變數雖然於Pearson相關性分析與依變數(施工工期)具有顯著關係，但是在整體的多元迴歸模式中，與依變數(施工工期)卻不具有線性顯著關係性，以及具有重要支配之影響性。

#### <2>農路改善

農路改善類多元迴歸模式經由Pearson相關性分析、假說檢定及檢核誤差結果，顯示依變數(施工工期)與自變數(發包工程款及縣市)之間具有顯著性關係，以及整體迴歸模型之 $R^2$ 值亦具有高度適合性，另外假說檢定整體迴歸模型之F值與誤差項假設也都符合。

#### <3>小結

綜上二類別多元迴歸模式之檢定及殘差分析結果，治山防災類多元迴歸模式中「開工日期」因不具顯著性，故不適當做為預測模式。農路改善類多元迴歸模式，因依變數與自變數間具有顯著性關係，且假說檢定與誤差項假設也都符合，故可適合做為預測模式，後續將再進行預測模式驗證。

### 3.5.3預測模式驗證

將農路改善類整個521筆樣本進行隨機分樣，分成260及261筆之二

個樣本，再以建構之推估模式(農路改善 $y = 64.696 + 16.598x_1 - 1.323x_2$ )，計算出預測施工工期，並與實際施工工期進行誤差比較如表3.13及表3.14。驗證結果發現，樣本一及樣本二平均絕對偏差分別為16.99%及17.59%。整體而言，二個樣本沒有顯著差異，原則符合一致性，表示以上建構之迴歸模式經過驗證後，可以代表母體。

**表 3.13 實際施工工期與預測施工工期之比較 (樣本一農路改善)**

工程名稱 (代號表示)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差(%)
R1	158	207	31.08%
R2	118	128	8.83%
R3	139	132	-5.33%
R5	109	124	13.42%
R6	148	190	28.29%
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
R502	114	108	-5.48%
R507	18	46	152.89%
R510	39	56	44.81%
R514	114	114	0.17%
R515	99	99	0.23%
<b>平均絕對偏差 MAD</b>			<b>16.99%</b>

備註：因樣本數甚多，故上表僅精簡顯示部分計算之結果數據，完整數據請詳附錄F 農路改善工程驗證資料(多元迴歸 樣本一)。



表 3.14 實際施工工期與預測施工工期之比較 (樣本二農路改善)

工程名稱 (代號表示)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差(%)
R4	119	137	15.32%
R7	67	79	18.08%
R10	109	125	15.10%
R14	78	94	20.72%
R16	89	87	-2.67%
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
R517	81	69	-15.35%
R518	96	90	-6.76%
R519	86	90	4.20%
R520	87	75	-14.03%
R521	88	99	12.66%
<b>平均絕對偏差 MAD</b>			<b>17.59%</b>

備註：因樣本數甚多，故上表僅精簡顯示部分計算之結果數據，完整數據請詳  
附錄G 農路改善工程驗證資料(多元迴歸 樣本二)。

## 第四章推估水土保持工程預定施工期限參考表

經由第三章建立工期推估方式及模式驗證，可得知建立治山防災及農路改善類，其簡單與多元迴歸之合適推估模式，將各模式分類彙整如下，並進一步利用迴歸模式推估預定施工期限參考表，以做為檢討改善現行預定施工期限參考表之依據。

### <1> 簡單迴歸模式

$$(1) \text{ 治山防災類 } y = 14.707x + 54.247$$

$$(2) \text{ 農路改善類 } y = 18.082x + 46.686$$

式中 $y$ 為施工工期(日)， $x$ 為發包工程款(百萬元)。

### <2> 多元迴歸模式

$$\text{農路改善 } y = 64.696 + 16.598x_1 - 1.323x_2$$

式中 $y$ 為施工工期(日)， $x_1$ 為發包工程款(百萬元)， $x_2$ 為縣市。

## 4.1 簡單迴歸模式推估預定施工期限參考表

### 4.1.1 治山防災類

本項採用治山防災類之簡單線性迴歸模式 ( $y = 14.707x + 54.247$ ) 來推估預定施工期限，經該模式計算各級距發包工程金額的預定施工期限與表訂原值之比較情形，詳如下表4.1所示。由下表比較結果得知，以及檢討迴歸模式計算值與表訂原值之間的差異性彙整說明如下：

<1> 100萬元以下~2000萬元各級距發包工程金額之預定施工期限模式計算值為69~348日之間，原則都大於表訂原值。

<2> 模式計算值與表訂原值各級距之間的相差值介於29~173日之間，相差百分比介於170~199%之間，發包工程款越大，相差值也越大。

表 4.1 治山防災類預定施工期限(原訂與計算值)參考比較表

	發包工程費預算金額(元)					
	100萬元以下	大於100萬~500萬	大於500萬~1000萬	大於1000萬~1500萬	大於1500萬~2000萬	大於2000萬~2500萬
表訂原值(A)	40日	40~75日	75~110日	110~140日	140~175日	
模式計算值(B)	69日	69~128日	128~201日	201~275日	275~348日	348~422日
相差值(C)=B-A	29日	29~53日	53~91日	91~135日	135~173日	
百分比(D)=B/A	172%	172~170%	170~183%	183~196%	196~199%	

備註：「表訂原值」係指行政院農業委員會水土保持局104年12月25日水保治字第1041877515號函頒「水土保持工程預算書編製原則及工料分析手冊」治山防災類之工程預定施工期限。

#### 4.1.2 農路改善類

本項採用農路改善類之簡單線性迴歸模式 ( $y = 18.082x + 46.686$ ) 來推估預定施工期限，經該模式計算各級距發包工程金額的預定施工期限與表訂原值之比較情形，詳如下表4.2所示。由下表比較結果得知，以及檢討迴歸模式計算值與表訂原值之間的差異性彙整說明如下：

- <1> 100萬元以下~2000萬元各級距發包工程金額之預定施工期限模式計算值為65~408日之間，原則都大於表訂原值。
- <2> 模式計算值與表訂原值各級距之間的相差值介於25~258日之間，相差百分比介於162~272%之間，發包工程款越大，相差值也越大。

表 4.2 農路改善類預定施工期限(原訂與計算值)參考比較表

	發包工程費預算金額(元)					
	100萬元以下	大於100萬~500萬	大於500萬~1000萬	大於1000萬~1500萬	大於1500萬~2000萬	大於2000萬~2500萬
表訂原值(A)	40日	40~65日	65~95日	95~120日	120~150日	
模式計算值(B)	65日	65~137日	137~228日	228~318日	318~408日	408~499日
相差值(C)=B-A	25日	25~72日	72~13日	133~198日	198~258日	
百分比(D)=B/A	162%	162~211%	211~239%	239~265%	265~272%	

備註：「表訂原值」係指行政院農業委員會水土保持局104年12月25日水保治字第1041877515號函頒「水土保持工程預算書編製原則及工料分析手冊」農路改善類之工程預定施工期限。

## 4.2 多元迴歸模式推估預定施工期限參考表

### 4.2.1 農路改善類

本項採用農路改善類之多元迴歸模式 ( $y = 64.696 + 16.598x_1 - 1.323x_2$ ) 來推估預定施工期限，經該模式計算各級距發包工程金額及各縣市之預定施工期限，並取縣市間之平均值來與表訂原值進行比較，其情形詳如下表4.3所示。由下表比較結果得知，以及檢討迴歸模式計算值與表訂原值之間的差異性彙整說明如下：

<1> 100萬元以下~2000萬元各級距發包工程金額之預定施工期限模式計算值為69~468日之間，原則都大於表訂原值。

<2> 模式計算值與表訂原值各級距之間的相差值介於29~235日之間，相差百分比介於172~257%之間，發包工程款越大，相差值也越大。

表 4.3 農路改善類(多元迴歸)預定施工期限參考比較表

	發包工程費預算金額(元)					
	100萬元以下	大於100萬~500萬	大於500萬~1000萬	大於1000萬~1500萬	大於1500萬~2000萬	大於2000萬~2500萬
表訂原值(A)	40日	40~65日	65~95日	95~120日	120~150日	
模式計算值(B)	69日	69~135日	135~219日	219~302日	302~385日	385~468日
相差值(C)=B-A	29日	29~70日	70~124日	124~182日	182~235日	
百分比(D)=B/A	172%	172~208%	208~230%	230~252%	252~257%	

備註：「模式計算值(B)」係取縣市間之平均值來進行比較。

### 4.3小結

- <1>經由推估結果顯示，治山防災及農路改善類之施工期限推估值均高於原訂值，而且發包工程款越大，相差值也越大，故現行表訂施工期限有檢討改善提高之空間。
- <2>表訂原值大於2000萬以上之工程並無施工工期可供參考，但推估值可不受限發包工程金額，都可推估預定施工期限供參考。
- <3>農路改善類大於500萬元以上施工期限推估值均比治山防災類高，似乎不太合理，建議可深入探討其原因，目前初步推測，極有可能五百萬元以上之工程案例數量偏少，造成推估值似乎偏高之現象。
- <4>由表5.2農路改善類各縣市預定施工期限參考表顯示，其推估之預定施工期限，有西部縣市大於東部縣市，北部縣市大於南部縣市之趨勢。

## 第五章結論與建議

### 5.1結論

本研究針對水土保持治山防災工程建立預定施工期限的迴歸推估方式，主要研究成果如下：

#### <1>建立簡單迴歸模式及多元迴歸模型，並檢核驗證最適合之模式

本研究所建立之二個迴歸模式，經過F、t值假說檢定分析，以及檢核常態性、變異數同質性及獨立性等殘差基本假設，雖然治山防災類之多元迴歸模型（ $y = 53.094 + 14.726x_1 + 0.145x_2$ ），因自變數開工日期之t值假說未通過，但最終仍順利推估出以下各類之適合模式，透過採用此科學統計理論，可重新計算出合理之預定施工期限，給予機關進行工期審核及施工管理之重要參考依據。

##### (1)簡單迴歸模式

A. 治山防災類  $y = 14.707x + 54.247$

B. 農路改善類  $y = 18.082x + 46.686$

式中y為施工工期(日)，x為發包工程款(百萬元)。

##### (2)多元迴歸模式

農路改善  $y = 64.696 + 16.598x_1 - 1.323x_2$

式中y為施工工期(日)，x1為發包工程款(百萬元)，x2為縣市。

#### <2>重新檢討修訂水土保持工程預定施工期限參考表

經由建立之簡單迴歸模式，可進一步重新計算及檢討修正原定之預定施工期限參考表，修正後如表5.1所示，因其可不受限發包工程金額之限制，故可藉由迴歸模式計算出任何級距或發包金額之預定施工期限，毋須再由查表得知，使該模式成為計算預定施工期限合理性之工具。

另本研究分析結果顯示，各工程類型均有工期增加之趨勢，與行政院農業委員會水土保持局委託計畫案（2019）之結果相符，推測原因主要為土地取得、環保議題、行政作業程序增加、全球暖化氣候變遷（颱風、大雨、豪雨）等不可抗拒之因素或災害造成所致。

### <3>新建農路改善類各縣市水土保持工程預定施工期限參考表

由農路改善類多元迴歸模式，可推估各縣市之預定施工期限(如表 5.2)，比原訂僅有發包工程款之外，多了一個各縣市可供參考選擇，提供進一步查詢全台各區域之預定施工期限所需。

**表 5.1 修正後預定施工期限參考表**

工程類別	發包工程費預算金額(元)					
	100 萬元 以下	大於100 萬 ~500 萬	大於500 萬 ~1000 萬	大於1000 萬 ~1500 萬	大於1500 萬 ~2000 萬	大於2000 萬 ~2500 萬
農路改善	65日	65~137日	137~228日	228~318日	318~408日	408~499日
治山防災	69日	69~128日	128~201日	201~275日	275~348日	348~422日

備註：本表預定施工期限，亦可依治山防災類 ( $y = 14.707x + 54.247$ )、農路改善 ( $y = 18.082x + 46.686$ ) 公式求算任何發包工程款之預定施工期限。

表 5.2 農路改善類各縣市預定施工期限參考表

分局	縣市	發包工程費預算金額(元)					
		100 萬元 以下	大於100 萬 ~500 萬	大於500 萬 ~1000 萬	大於1000 萬 ~1500 萬	大於1500 萬 ~2000 萬	大於2000 萬 ~2500 萬
台北分局	宜蘭縣	80日	80~146日	146~229日	229~312日	312~395日	395~478日
	基隆市	79日	79~145日	145~228日	228~311日	311~394日	394~477日
	新北市	77日	77~144日	144~227日	227~310日	310~393日	393~476日
	桃園市	76日	76~142日	142~225日	225~308日	308~391日	391~474日
	新竹縣	75日	75~141日	141~224日	224~307日	307~390日	390~473日
	新竹市	73日	73~140日	140~223日	223~306日	306~389日	389~472日
台中分局	苗栗縣	72日	72~138日	138~221日	221~304日	304~387日	387~470日
	臺中市	71日	71~137日	137~220日	220~303日	303~386日	386~469日
南投分局	南投縣	69日	69~136日	136~219日	219~302日	302~385日	385~468日
	彰化縣	68日	68~134日	134~217日	217~300日	300~383日	383~466日
	雲林縣	67日	67~133日	133~216日	216~299日	299~382日	382~465日
	嘉義縣	65日	65~132日	132~215日	215~298日	298~381日	381~464日
	嘉義市	64日	64~130日	130~213日	213~296日	296~379日	379~462日
臺南分局	臺南市	63日	63~129日	129~212日	212~295日	295~378日	378~461日
	高雄市	61日	61~128日	128~211日	211~294日	294~377日	377~460日
	屏東縣	60日	60~127日	127~210日	210~292日	292~375日	375~458日
臺東分局	臺東縣	59日	59~125日	125~208日	208~291日	291~374日	374~457日
花蓮分局	花蓮縣	57日	57~124日	124~207日	207~290日	290~373日	373~456日



## 5.2建議

本研究在資料蒐集與分析檢核過程中，發現Pearson相關性分析結果，各變數之間部分具有顯著相關性的，推測有些可能呈線性或非線性關係，值得再進一步深入探討，以及案例資料數量若可再蒐集更加完整，對於植生綠美化或農村公共設施等工程類別之預定施工期限，亦可進行建立合適之迴歸模式與重新檢討修正。

<1>建議可檢討修正植生綠美化、農村公共設施等類別之工程預定施工期限參考表：

目前行政院農業委員會水土保持局所頒定之「各類工程預定施工期限參考表」中，包含農路改善及養護、治山防災、植生綠美化及農村公共設施等四種類別，建議日後可再蒐集植生綠美化及農村公共設施等類別案例資料，進行迴歸分析建立一套適合之推估模式。

<2>建議可進一步研究工程發包金額、工程地點、開工日期等變數間之相關性：

本研究在進行Pearson相關性分析結果中，除「施工工期與發包工程款」有顯著相關性之外，亦發現「發包工程款與縣市工程地點、開工日期」、「開工日期與施工工期、發包工程款」各變數具有顯著性關係，建議日後可尋找其他迴歸或類神經網路方式，深入探討各變數之間的相關性，進一步求得更多可供施工管理參考之重要資訊。

<3>農路改善類500萬以上工程數量偏少，影響推估施工期限結果：

因農路改善類500萬以上工程數量偏少，在推估施工期限結果上，發現推估500萬元以上工程之施工期限似乎有高估現象，建議日後可再多蒐集500萬元以上之工程案例數量，納入整體迴歸模式中，以期許推估值更符合實際。

## 參考文獻

1. 行政院公共工程委員會，採購契約要領，行政院公共工程委員會，2019。
2. 行政院公共工程委員會，工程採購契約範本，行政院公共工程委員會，2020。
3. 行政院農業委員會水土保持局，行政院農業委員會水土保持局主管各項水土保持工程工期核算要點，行政院農業委員會水土保持局，2014。
4. 行政院農業委員會水土保持局，水土保持工程預算書編製原則及工料分析手冊，行政院農業委員會水土保持局，2015。
5. 行政院農業委員會水土保持局，水土保持工程管考大數據資料集分析暨智慧應用先期計畫，行政院農業委員會水土保持局，2016。
6. 行政院農業委員會水土保持局，水土保持工程數量計算規則暨單價與工率分析及調整計畫，行政院農業委員會水土保持局，2019。
7. 何承嶧，台灣地區公共下水道污水處理廠成本函數之分析研究，碩士論文，國立中興大學土木工程研究所，2001。
8. 余家祥，以案例式推理建構建築工程成本估算系統，碩士論文，國立中央大學土木工程研究所，2001。
9. 吳卓夫、余文德、楊智斌，公共工程契約工期合理化及縮短工期配套措施之研究，行政院公共工程委員會，2002。
10. 李建漳，「以禁忌搜尋法應用於專案工期/成本權衡問題最佳化之研究」，碩士論文，朝陽科技大學營建工程研究所，2003。
11. 李昱儒，「主項比例估價法於大陸地區住宅建築工程快速成本估價系統之應用」，碩士論文，中華大學營建管理研究所，2004。
12. 施明賢，「統包工程基本設計完成度對成本與工期之影響—以學校工程為例」，國立高雄第一科技大學，碩士論文，2005。
13. 范姜逸珊，「建築工程不同階段施工合理工期推估模式之研究」，國立中央大學，碩士論文，2018。

14. 張日久，「談營建估算工程心得(一)營建工程估價是所有工程的基礎作業」，營造日下，第43期，第27-29頁，2001。
15. 郭斯傑，台北市公共工期合理工期計算模式之研究，台北，1998。
16. 陳司堯，「從專案成本預估專案工期-以第二高速公路興建案例為樣本」，國立高雄第一科技大學，碩士論文，2010。
17. 陳正昌、程炳林、陳新豐與劉子鍵，多變量分析方法—統計軟體應用（三版），臺北市五南書局，2003。
18. 陳信夫，建築工程成本估算法之比較研究—與類神經網路估算法之研究，碩士論文，國立台灣大學土木工程研究所，1995。
19. 陳維東、黃盈樺、陳鴻隆、廖深利，「學校重建工程預算與合約工期之預測」，技術學刊，第二十一卷第一期，1~18頁，2006。
20. 黃春田，工程估價精確度預測之分析，碩士論文，國立台灣科技大學營建工程研究所，1992。
21. 楊雅媛，「迴歸分析與類神經網路預測能力之比較」，國立政治大學統計研究所，碩士論文，2002。
22. 劉萬正，「以DELPHI 法探討合理工期之研究—以大型鐵路工程為例」，國立交通大學，碩士論文，2002。
23. 蔡宗描，「公路橋樑建造工期之研究—以支撐先進工法為例」，國立交通大學，碩士論文，1998。
24. 鄭順仁，「公共工程契約工期評估之探討」，國立高雄第一科技大學，碩士論文，2012。
25. 簡崑棋，「結合模糊類神經網路與快速混雜基因演算法於專案工期之預測」，國立成功大學，博士論文，2004。
26. Bromilow, F. J. and Henderson, J. A., "Procedures for Reckoning and Valuing the Performance of Building Contracts," Division of Building Research Special Report B3.1-4.2.2nd., Melbourne, Australia , 1976。
27. Chan, A. P. C., "Time-Cost Relationship of Public Sector Projects in

- Malaysia,” *International Journal of Project Management*, Vol. 19, No. 4, pp. 223-229 , 2001 .
28. Chan, D. W. M., and Kumaraswamy, M. M., “Compressing Construction Durations: Lessons Learned from Hong Kong Building Projects,” *International Journal of Project Management*, Vol. 20, No. 1, pp. 23-35 , 2002 .
29. Chan, D. W. M., and Kumaraswamy, M. M., “Modelling and Predicting Construction Durations in Hong Kong Public Housing,” *Construction Management and Economics*, Vol. 17, No. 3, pp. 351-362 , 1999 .
30. Chan, D. W., and Kumaraswamy, M. M., “A Study of the Factors Affecting Construction Durations in Hong Kong,” *Construction Management and Economics*, Vol. 13, No. 4, pp. 319-333 , 1995 .
31. Dielman, T. E., *Applied Regression Analysis for Business and Economics*, PWS-Kent Pub. Co., Boston, MA., USA , 1991 .
32. Ireland, V., “The Role of Managerial Actions in the Cost, Time, and Highrise Commercial Building Projects,” *Doctorate Dissertation*, U. of Sydney, NSW, Australia , 1983 .
33. Kaka, A., and Price, A. D. F., “Relationship Between value and Duration of Construction Projects,” *Construction Management and Economics*, Vol. 9, No. 2, pp. 383-400 , 1991 .
34. Ng, S. T., Wong, T. C. Y., Cheung, S. O., and Skitmore, M., “An Integrated Regression Analysis and Time Series Model for Construction Tender Price Index Forecasting,” *Construction Management and Economics*, Vol. 22, No. 5, pp. 483-492 , 2004 .
35. Yeong, C. M., “Time and Cost Performance of Building Contracts in Australia and Malaysia,” *M. Sc. Thesis*, University of South Australia , 1994 .

## 附錄A 工程地點轉換之虛擬變數表

工程地點 (縣市)	虛擬 變數	工程地點 (縣市)	虛擬 變數	工程地點 (縣市)	虛擬 變數	工程地點 (鄉鎮區)	虛擬 變數	工程地點 (鄉鎮區)	虛擬 變數	工程地點 (鄉鎮區)	虛擬 變數
宜蘭縣	1	桃園市	4	苗栗縣	7	彰化縣	10	嘉義市	13	屏東縣	16
基隆市	2	新竹縣	5	臺中市	8	雲林縣	11	臺南市	14	臺東縣	17
新北市	3	新竹市	6	南投縣	9	嘉義縣	12	高雄市	15	花蓮縣	18
工程地點 (縣市)	虛擬 變數	工程地點 (縣市)	虛擬 變數	工程地點 (縣市)	虛擬 變數	工程地點 (鄉鎮區)	虛擬 變數	工程地點 (鄉鎮區)	虛擬 變數	工程地點 (鄉鎮區)	虛擬 變數
七堵區	1	冬山鄉	38	卓蘭鎮	75	埔里鎮	112	萬巒鄉	149	太保市	187
二水鄉	2	北屯區	39	和平區	76	峨眉鄉	113	達仁鄉	150	北斗鎮	188
三地門鄉	3	北埔鄉	40	官田區	77	桃源區	114	壽豐鄉	151	布袋鎮	189
三芝區	4	古坑鄉	41	岡山區	78	泰安鄉	115	彰化市	152	平溪區	190
三星鄉	5	左鎮區	42	延平鄉	79	泰武鄉	116	旗山區	153	永安區	191
三義鄉	6	民雄鄉	43	東山區	80	海端鄉	117	滿州鄉	154	朴子市	192
三灣鄉	7	玉井區	44	東河鄉	81	烏來區	118	瑪家鄉	155	竹田鄉	193
土城區	8	玉里鎮	45	東區	82	琉球鄉	119	臺東市	156	竹塘鄉	194
大內區	9	田中鎮	46	東勢區	83	神岡區	120	銅鑼鄉	157	伸港鄉	195
大同鄉	10	田寮區	47	枋山鄉	84	草屯鎮	121	鳳林鎮	158	里港鄉	196
大村鄉	11	甲仙區	48	枋寮鄉	85	貢寮區	122	潭子區	159	佳冬鄉	197
大里區	12	白河區	49	林內鄉	86	高樹鄉	123	橫山鄉	160	東石鄉	198
大林鎮	13	石岡區	50	林園區	87	國姓鄉	124	燕巢區	161	東港鎮	199
大武鄉	14	石門區	51	社頭鄉	88	梅山鄉	125	頭份市	162	林邊鄉	200
大社區	15	石碇區	52	芬園鄉	89	清水區	126	頭屋鄉	164	芳苑鄉	201
大埔鄉	16	光復鄉	53	花蓮市	90	通霄鎮	127	龍崎區	165	虎尾鎮	202
大湖鄉	17	吉安鄉	54	花壇鄉	91	造橋鄉	128	龍潭區	166	長治鄉	203
大雅區	18	名間鄉	55	金峰鄉	92	魚池鄉	129	龜山區	167	南州鄉	204
大寮區	19	后里區	56	長濱鄉	93	鹿谷鄉	130	礁溪鄉	168	崁頂鄉	205
大樹區	20	安樂區	57	阿里山鄉	94	鹿野鄉	131	歸仁區	169	埤頭鄉	206
山上區	21	尖石鄉	58	阿蓮區	95	富里鄉	132	豐原區	170	復興區	207
中埔鄉	22	成功鎮	59	信義鄉	96	湖口鄉	133	豐濱鄉	171	新園鄉	208
中寮鄉	23	池上鄉	60	南化區	97	番路鄉	134	雙溪區	172	溪州鄉	209
五股區	24	竹山鎮	61	南庄鄉	98	荊桐鄉	135	關山鎮	173	義竹鄉	210
五峰鄉	25	竹東鎮	62	南投市	99	集集鎮	136	關西鎮	174	臺西鄉	211
仁武區	26	竹崎鄉	63	南澳鄉	100	新化區	137	關廟區	175	橋頭區	212
仁愛鄉	27	西湖鄉	64	後龍鎮	101	新店區	138	霧台鄉	176	橫山村	213
內門區	28	杉林區	65	恆春鎮	102	新社區	139	霧峰區	177	鹽埔鄉	214
內埔鄉	29	沙鹿區	66	春日鄉	103	新埔鎮	140	寶山鄉	178		
公館鄉	30	牡丹鄉	67	柳營區	104	新埤鄉	141	蘆竹區	179		
六甲區	31	秀林鄉	68	美濃區	105	楊梅區	142	蘇澳鎮	180		
六龜區	32	芎林鄉	69	苑裡鎮	106	楠西區	143	蘭嶼鄉	181		
太平區	33	車城鄉	70	苗栗市	107	獅子鄉	144	二林鎮	182		
太麻里鄉	34	那瑪夏區	71	茂林區	108	獅潭鄉	145	三峽區	183		
斗六市	35	來義鄉	72	香山區	109	瑞穗鄉	146	口湖鄉	184		
水上鄉	36	卑南鄉	73	員山鄉	110	萬里區	147	大城鄉	185		
水里鄉	37	卓溪鄉	74	員林市	111	萬榮鄉	148	六腳鄉	186		

## 附錄B 治山防災工程驗證資料(樣本一)

工程名稱 (代號)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差 (%)	工程名稱 (代號)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差 (%)	工程名稱 (代號)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差 (%)
S7	106	89	-16.25%	S98	71	80	13.15%	S179	81	98	21.41%
S9	85	88	3.49%	S99	97	84	-12.99%	S184	63	72	14.00%
S10	167	141	-15.84%	S100	90	93	3.43%	S185	124	106	-14.50%
S11	69	74	7.27%	S101	117	91	-22.36%	S187	124	103	-16.76%
S12	80	104	29.93%	S105	61	75	22.44%	S188	73	90	23.67%
S14	111	98	-11.65%	S106	123	102	-16.68%	S191	153	150	-2.06%
S15	105	99	-5.64%	S108	141	104	-26.53%	S195	161	164	2.02%
S16	68	77	12.65%	S109	199	146	-26.55%	S198	130	110	-15.06%
S17	245	245	-0.15%	S114	107	89	-17.06%	S199	153	122	-20.52%
S18	72	91	25.80%	S115	81	94	16.34%	S200	142	108	-23.60%
S20	49	64	29.62%	S124	67	75	11.70%	S202	112	92	-17.69%
S29	119	162	36.42%	S125	103	109	6.07%	S207	69	81	17.37%
S31	116	116	-0.30%	S126	209	175	-16.27%	S209	125	178	42.58%
S32	69	78	12.72%	S128	131	104	-20.43%	S210	78	94	21.02%
S33	64	73	14.63%	S129	100	82	-17.52%	S212	67	89	33.43%
S35	141	121	-14.07%	S130	106	78	-26.21%	S215	77	115	48.95%
S36	131	93	-29.06%	S131	96	88	-8.72%	S216	129	102	-20.58%
S39	120	88	-26.85%	S132	165	151	-8.76%	S217	71	90	26.12%
S42	201	130	-35.55%	S134	60	82	36.86%	S219	116	126	8.36%
S43	106	118	11.67%	S135	129	180	39.87%	S220	60	71	18.80%
S46	109	93	-14.34%	S136	149	169	13.25%	S223	117	112	-4.11%
S48	67	72	7.37%	S137	78	80	2.69%	S226	75	82	9.19%
S49	115	95	-17.20%	S141	107	126	17.75%	S231	94	106	12.75%
S50	123	107	-13.21%	S142	78	92	17.72%	S234	99	74	-25.15%
S52	78	77	-1.23%	S145	102	87	-14.26%	S235	93	101	8.46%
S54	81	76	-6.19%	S146	122	118	-3.46%	S238	75	98	31.32%
S56	102	76	-25.04%	S147	142	115	-19.14%	S239	66	89	34.47%
S57	68	74	8.41%	S150	144	162	12.51%	S241	51	64	25.00%
S60	65	74	13.82%	S151	145	92	-36.22%	S242	93	104	11.43%
S67	23	59	157.98%	S152	110	93	-15.41%	S248	68	79	15.46%
S68	53	68	27.77%	S153	130	104	-20.26%	S249	91	83	-9.00%
S69	60	73	21.30%	S154	148	87	-40.89%	S251	68	92	35.10%
S72	62	65	4.76%	S155	115	92	-19.58%	S252	86	92	6.69%
S75	93	95	1.79%	S156	135	148	9.58%	S253	71	85	20.28%
S83	188	154	-18.26%	S157	124	156	25.82%	S254	61	74	21.72%
S85	191	177	-7.23%	S162	182	166	-8.62%	S255	95	97	2.62%
S86	204	223	9.28%	S163	50	77	54.00%	S256	130	100	-22.75%
S87	150	122	-18.44%	S165	71	76	7.27%	S257	67	99	47.25%
S88	99	133	34.12%	S170	84	75	-10.56%	S258	110	120	9.21%
S89	83	90	8.95%	S172	69	76	9.95%	S259	165	228	37.90%
S92	89	83	-6.33%	S173	170	102	-40.09%	S260	74	85	14.45%
S95	74	108	46.44%	S176	153	107	-29.94%	S262	57	83	46.44%
S96	67	71	6.43%	S177	151	145	-3.69%	S265	95	81	-14.88%
S97	95	109	15.14%	S178	135	108	-20.05%	S271	113	96	-15.06%

工程名稱 (代號)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差 (%)	工程名稱 (代號)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差 (%)	工程名稱 (代號)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差 (%)
S272	71	76	6.65%	S355	72	85	18.65%	S458	102	136	33.03%
S273	113	80	-29.09%	S357	108	109	1.24%	S463	99	106	7.09%
S274	95	65	-31.98%	S358	80	80	-0.20%	S467	105	115	9.09%
S275	102	78	-23.31%	S359	104	96	-7.86%	S469	111	95	-14.16%
S276	145	101	-30.44%	S363	100	95	-4.72%	S470	133	118	-11.11%
S277	100	90	-9.63%	S368	99	96	-2.75%	S472	164	166	1.41%
S278	128	89	-30.65%	S369	55	73	33.39%	S473	139	126	-9.17%
S279	84	91	8.88%	S370	54	80	47.57%	S474	162	135	-16.71%
S281	84	64	-23.74%	S373	64	75	17.85%	S475	76	77	1.66%
S282	60	81	35.27%	S374	109	124	14.09%	S477	104	91	-12.12%
S284	86	87	0.70%	S376	88	76	-13.12%	S478	106	138	30.26%
S289	81	75	-7.25%	S378	79	82	3.85%	S479	89	96	8.30%
S290	63	81	28.17%	S381	48	64	33.73%	S482	111	92	-16.97%
S291	90	81	-10.44%	S382	47	66	39.76%	S485	61	84	37.15%
S292	98	90	-7.88%	S384	99	133	34.57%	S486	100	90	-10.01%
S294	54	62	15.38%	S387	111	109	-1.97%	S487	55	71	28.26%
S295	94	77	-18.16%	S388	110	97	-11.64%	S490	68	96	40.77%
S296	49	67	36.13%	S389	150	105	-30.21%	S491	98	107	9.68%
S297	82	79	-4.02%	S391	99	77	-22.03%	S493	68	74	9.19%
S298	90	93	2.86%	S392	83	64	-23.25%	S494	102	93	-8.46%
S299	77	69	-10.28%	S393	101	99	-2.43%	S495	80	94	16.89%
S300	82	65	-20.97%	S395	127	107	-15.94%	S496	106	99	-6.23%
S302	93	70	-24.94%	S396	123	93	-24.09%	S497	154	107	-30.83%
S303	91	84	-7.90%	S397	92	99	8.04%	S499	114	112	-1.97%
S304	93	74	-20.86%	S398	68	76	11.35%	S500	130	108	-16.98%
S306	98	80	-18.23%	S399	131	171	30.21%	S501	56	76	36.00%
S307	92	75	-18.69%	S400	59	70	18.87%	S502	94	95	1.20%
S309	78	75	-4.38%	S401	129	106	-18.14%	S507	79	80	1.90%
S313	59	67	13.28%	S402	111	88	-20.39%	S508	98	73	-25.74%
S314	75	78	4.67%	S403	57	106	85.22%	S512	76	81	6.91%
S315	73	69	-5.02%	S404	130	127	-2.16%	S513	77	82	5.98%
S316	81	82	1.11%	S405	70	73	4.31%	S518	101	89	-11.42%
S317	80	98	22.33%	S406	67	78	15.69%	S519	77	80	4.45%
S321	42	68	62.64%	S407	39	70	78.92%	S520	85	73	-14.55%
S325	38	61	59.40%	S408	55	64	15.96%	S523	93	82	-11.86%
S327	138	179	29.58%	S409	75	73	-2.57%	S525	153	107	-30.04%
S328	130	144	10.74%	S410	103	79	-23.30%	S532	101	67	-33.69%
S332	197	162	-17.85%	S412	61	71	16.90%	S536	100	87	-13.21%
S334	133	96	-27.59%	S413	71	124	75.33%	S541	117	108	-7.63%
S338	53	66	24.14%	S416	114	83	-27.18%	S543	61	82	33.77%
S339	127	95	-25.23%	S417	124	97	-21.50%	S545	64	69	7.97%
S342	155	131	-15.38%	S427	112	111	-0.62%	S548	100	95	-5.31%
S343	85	70	-17.84%	S434	113	83	-26.61%	S550	68	98	44.23%
S344	73	80	9.57%	S437	120	113	-5.89%	S551	116	103	-11.40%
S345	90	102	13.84%	S438	301	235	-21.93%	S552	74	94	26.55%
S346	100	99	-0.90%	S441	73	66	-8.97%	S554	71	87	23.01%
S347	32	66	104.91%	S445	64	87	36.70%	S555	91	71	-22.01%
S348	186	209	12.19%	S447	63	83	31.11%	S556	101	83	-17.46%
S351	62	89	43.71%	S449	58	83	42.98%	S559	84	85	0.65%
S352	71	94	32.95%	S451	87	111	27.60%	S568	82	73	-10.89%
S354	61	76	24.61%	S457	144	132	-8.40%				

## 附錄C 治山防災工程驗證資料(樣本二)

工程名稱 (代號)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差 (%)	工程名稱 (代號)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差 (%)	工程名稱 (代號)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差 (%)
S1	111	146	31.15%	S79	81	77	-4.38%	S174	50	65	29.38%
S2	80	111	38.16%	S80	243	229	-5.78%	S175	192	174	-9.62%
S3	63	92	46.80%	S81	102	99	-3.13%	S180	70	83	18.38%
S4	68	90	32.98%	S82	75	76	1.08%	S181	60	74	23.01%
S5	78	77	-1.04%	S84	61	76	24.61%	S182	97	79	-18.33%
S6	96	98	1.85%	S90	73	79	8.10%	S183	90	88	-2.42%
S8	130	102	-21.45%	S91	45	64	42.12%	S186	72	82	14.36%
S13	67	75	11.35%	S93	56	66	17.56%	S189	107	97	-9.72%
S19	71	67	-5.91%	S94	56	72	27.86%	S190	59	70	17.87%
S21	101	99	-1.59%	S102	217	153	-29.66%	S192	139	129	-7.37%
S22	92	86	-6.35%	S103	117	97	-17.31%	S193	157	123	-21.65%
S23	140	102	-27.48%	S104	74	70	-5.43%	S194	132	107	-19.02%
S24	40	67	68.05%	S107	200	176	-11.99%	S196	115	111	-3.46%
S25	274	225	-17.94%	S110	97	88	-8.98%	S197	152	135	-11.23%
S26	129	91	-29.67%	S111	71	82	15.55%	S201	155	158	1.86%
S27	95	117	23.36%	S112	127	105	-16.99%	S203	194	127	-34.60%
S28	61	79	29.87%	S113	127	90	-29.52%	S204	48	66	37.22%
S30	164	141	-13.74%	S116	141	106	-25.06%	S205	179	218	22.00%
S34	59	83	41.50%	S117	243	216	-11.23%	S206	81	83	2.56%
S37	133	121	-8.68%	S118	351	287	-18.34%	S208	106	77	-27.04%
S38	80	82	3.11%	S119	316	302	-4.32%	S211	56	74	31.67%
S40	68	88	29.00%	S120	111	103	-7.26%	S213	64	95	49.10%
S41	143	115	-19.59%	S121	160	154	-3.87%	S214	60	73	21.76%
S44	121	87	-27.82%	S122	94	107	13.64%	S218	137	133	-2.86%
S45	132	97	-26.26%	S123	58	66	13.56%	S221	184	147	-20.32%
S47	106	91	-14.28%	S127	101	103	2.20%	S222	138	90	-35.11%
S51	77	97	25.38%	S133	130	106	-18.34%	S224	79	81	2.70%
S53	79	77	-2.66%	S138	59	75	27.64%	S225	113	103	-8.65%
S55	72	78	8.70%	S139	99	112	12.66%	S227	51	70	38.09%
S58	67	79	17.82%	S140	119	89	-25.25%	S228	115	94	-17.94%
S59	67	72	7.00%	S143	56	73	29.83%	S229	83	99	19.38%
S61	64	75	17.09%	S144	75	79	5.67%	S230	78	85	8.77%
S62	117	86	-26.11%	S148	121	103	-15.08%	S232	92	85	-7.82%
S63	77	72	-6.25%	S149	174	214	22.80%	S233	146	110	-24.87%
S64	97	80	-17.06%	S158	66	82	24.26%	S236	79	100	25.97%
S65	54	76	41.53%	S159	64	99	54.11%	S237	65	77	19.21%
S66	91	71	-21.66%	S160	78	108	38.37%	S240	71	103	44.62%
S70	33	62	87.11%	S161	204	225	10.13%	S243	56	78	39.62%
S71	93	79	-15.58%	S164	60	76	26.20%	S244	70	74	5.23%
S73	82	72	-12.32%	S166	63	72	14.82%	S245	74	98	32.13%
S74	78	77	-1.23%	S167	92	82	-11.33%	S246	106	96	-9.00%
S76	85	77	-9.71%	S168	59	76	28.64%	S247	71	104	46.42%
S77	116	83	-28.66%	S169	65	75	15.59%	S250	61	72	17.62%
S78	66	76	14.68%	S171	113	91	-19.85%	S261	43	66	54.20%



工程名稱 (代號)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差 (%)	工程名稱 (代號)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差 (%)	工程名稱 (代號)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差 (%)
S263	68	76	11.78%	S379	47	72	52.91%	S481	78	87	12.16%
S264	94	99	5.43%	S380	70	79	12.62%	S483	77	106	37.30%
S266	106	82	-22.34%	S383	82	88	7.23%	S484	55	85	55.05%
S267	60	89	47.77%	S385	106	86	-18.72%	S488	85	90	5.66%
S268	102	98	-3.99%	S386	60	70	16.37%	S489	45	65	44.57%
S269	103	80	-22.69%	S390	79	99	25.39%	S492	74	98	32.13%
S270	84	82	-1.80%	S394	110	85	-22.87%	S498	107	93	-13.29%
S280	111	92	-16.94%	S411	90	92	2.43%	S503	67	84	25.85%
S283	92	94	1.81%	S414	85	84	-1.42%	S504	72	66	-8.38%
S285	51	68	34.11%	S415	69	67	-2.44%	S505	84	88	5.13%
S286	48	62	28.24%	S418	85	86	1.19%	S506	86	82	-4.99%
S287	47	64	36.63%	S419	84	82	-2.85%	S509	64	77	19.64%
S288	81	84	3.18%	S420	95	71	-25.48%	S510	74	71	-4.67%
S293	90	76	-15.25%	S421	102	79	-22.59%	S511	89	80	-10.48%
S301	66	73	10.05%	S422	123	99	-19.91%	S514	71	76	6.98%
S305	95	75	-21.07%	S423	90	99	10.28%	S515	89	75	-16.15%
S308	65	77	19.21%	S424	118	93	-21.42%	S516	51	73	43.25%
S310	91	75	-17.28%	S425	69	89	28.71%	S517	109	89	-18.35%
S311	67	76	13.32%	S426	104	111	7.03%	S521	62	73	17.34%
S312	67	75	12.14%	S428	57	74	29.20%	S522	70	78	11.11%
S318	56	76	36.16%	S429	91	99	9.20%	S524	70	76	9.28%
S319	72	82	13.70%	S430	93	80	-14.17%	S526	137	167	22.26%
S320	89	81	-8.92%	S431	77	79	2.92%	S527	74	110	48.23%
S322	55	71	29.33%	S432	77	84	8.65%	S528	31	66	112.00%
S323	103	98	-4.98%	S433	80	83	4.21%	S529	96	97	1.39%
S324	77	77	-0.52%	S435	114	86	-24.94%	S530	144	132	-8.30%
S326	89	86	-3.52%	S436	106	113	6.38%	S531	81	79	-2.34%
S329	145	229	57.81%	S439	59	73	24.05%	S533	91	99	9.15%
S330	81	93	14.54%	S440	79	90	13.91%	S534	65	83	28.21%
S331	144	117	-19.04%	S442	66	97	47.04%	S535	85	117	37.87%
S333	95	94	-1.41%	S443	156	144	-7.44%	S537	70	80	14.89%
S335	155	115	-25.94%	S444	206	250	21.29%	S538	89	99	10.99%
S336	95	74	-22.32%	S446	49	80	62.63%	S539	179	279	56.01%
S337	89	70	-21.38%	S448	57	70	22.26%	S540	92	83	-9.38%
S340	60	71	19.09%	S450	35	66	89.41%	S542	120	97	-19.25%
S341	165	101	-38.71%	S452	116	136	17.64%	S544	76	70	-7.37%
S349	71	77	7.77%	S453	101	108	6.68%	S546	99	89	-9.69%
S350	71	87	22.70%	S454	57	76	34.00%	S547	108	87	-19.13%
S353	73	101	38.98%	S455	85	106	24.97%	S549	44	71	60.26%
S356	53	77	46.20%	S456	65	92	41.61%	S553	140	106	-24.06%
S360	112	97	-13.54%	S459	56	106	88.53%	S557	114	86	-24.29%
S361	83	94	13.55%	S460	68	70	2.92%	S558	64	73	14.36%
S362	88	96	8.94%	S461	64	82	28.65%	S560	141	94	-33.47%
S364	100	99	-1.19%	S462	68	91	34.23%	S561	76	83	9.69%
S365	59	75	27.24%	S464	154	112	-27.53%	S562	106	121	14.58%
S366	76	74	-2.69%	S465	74	76	2.18%	S563	78	92	18.14%
S367	68	81	19.12%	S466	130	116	-10.98%	S564	66	71	8.26%
S371	71	74	4.74%	S468	191	117	-38.80%	S565	65	72	11.29%
S372	61	79	28.93%	S471	155	111	-28.19%	S566	74	105	41.48%
S375	118	132	11.65%	S476	114	90	-20.96%	S567	70	91	29.37%
S377	79	73	-8.14%	S480	85	98	14.86%				

## 附錄D 農路改善工程驗證資料(樣本一)

工程名稱 (代號)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差 (%)	工程名稱 (代號)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差 (%)	工程名稱 (代號)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差 (%)
R1	158	203	28.66%	R78	79	72	-8.63%	R165	133	166	24.56%
R2	118	120	2.05%	R79	91	80	-12.33%	R166	98	116	17.94%
R3	139	130	-6.73%	R80	53	61	14.60%	R167	81	94	15.68%
R5	109	112	3.05%	R81	82	75	-8.05%	R168	124	109	-12.04%
R6	148	190	28.55%	R84	81	63	-21.94%	R169	103	92	-10.79%
R8	109	97	-10.55%	R87	73	76	4.48%	R174	44	66	50.90%
R9	97	106	8.90%	R89	90	70	-22.26%	R177	79	91	15.70%
R11	114	99	-12.76%	R92	70	62	-11.09%	R180	75	81	8.54%
R12	102	83	-18.60%	R93	105	107	2.15%	R182	79	68	-13.48%
R13	117	105	-10.46%	R94	103	117	13.27%	R186	79	64	-18.47%
R15	88	70	-20.65%	R98	58	60	3.78%	R187	40	64	59.07%
R17	85	85	-0.40%	R99	48	64	33.43%	R188	89	82	-7.89%
R19	95	63	-33.95%	R100	79	65	-17.29%	R190	44	58	31.53%
R21	109	67	-38.56%	R101	66	61	-7.35%	R192	99	104	4.69%
R22	111	93	-16.24%	R103	102	68	-33.31%	R194	129	93	-28.12%
R24	70	69	-1.27%	R105	117	116	-0.44%	R197	103	74	-28.43%
R26	140	106	-24.16%	R107	44	63	43.79%	R202	87	85	-1.80%
R27	116	98	-15.33%	R110	45	59	31.79%	R203	96	66	-31.44%
R28	119	114	-4.55%	R112	102	58	-42.83%	R205	92	105	14.62%
R30	89	83	-6.26%	R115	56	63	11.72%	R208	81	65	-19.75%
R32	89	75	-15.38%	R117	104	86	-17.40%	R209	101	86	-14.80%
R33	91	102	12.36%	R118	47	63	34.03%	R211	86	72	-16.40%
R34	96	90	-5.79%	R119	66	73	9.89%	R214	85	86	1.51%
R35	99	105	5.60%	R121	59	62	4.57%	R217	61	64	4.37%
R36	76	75	-1.27%	R122	89	84	-5.83%	R218	86	78	-9.76%
R37	71	67	-5.65%	R123	49	60	22.81%	R220	58	65	11.44%
R42	118	103	-12.69%	R126	59	64	9.32%	R222	47	60	26.99%
R43	139	98	-29.73%	R127	32	54	67.71%	R224	88	76	-13.87%
R45	55	69	25.78%	R130	39	52	34.45%	R225	38	53	40.27%
R46	49	56	14.47%	R133	89	76	-14.39%	R226	75	83	11.26%
R48	77	82	5.95%	R134	44	60	35.28%	R227	82	72	-12.64%
R51	72	64	-10.82%	R138	59	56	-5.55%	R228	117	105	-10.33%
R52	59	58	-0.95%	R140	78	72	-8.18%	R230	79	71	-10.07%
R56	58	65	11.67%	R143	74	99	33.46%	R233	74	65	-12.74%
R58	72	63	-13.06%	R144	78	89	14.52%	R236	93	94	1.20%
R60	79	75	-5.04%	R146	83	94	13.50%	R237	66	66	0.65%
R62	52	68	30.81%	R148	44	70	58.91%	R239	72	57	-20.94%
R65	75	82	9.26%	R149	90	115	27.62%	R243	57	62	8.20%
R67	74	88	18.70%	R152	49	73	49.52%	R245	58	61	5.03%
R69	79	88	11.74%	R156	45	69	53.85%	R246	88	95	7.91%
R72	55	72	30.58%	R157	48	64	33.43%	R247	52	63	20.73%
R74	79	84	5.74%	R158	59	70	18.36%	R250	72	57	-20.59%
R75	94	74	-21.13%	R160	46	64	40.01%	R253	136	104	-23.79%
R76	79	73	-7.03%	R162	155	173	11.31%	R254	94	66	-29.94%

工程名稱 (代號)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差 (%)	工程名稱 (代號)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差 (%)	工程名稱 (代號)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差 (%)
R255	81	61	-24.59%	R337	96	84	-12.00%	R429	100	103	2.52%
R256	78	103	31.72%	R339	88	65	-26.61%	R430	85	84	-1.08%
R257	59	73	22.95%	R344	69	75	8.28%	R433	79	73	-7.72%
R258	41	61	48.97%	R345	97	90	-6.78%	R436	73	86	18.20%
R259	55	63	14.01%	R348	72	62	-14.56%	R438	129	124	-4.25%
R260	41	58	42.53%	R352	96	62	-35.74%	R440	108	111	2.56%
R263	65	72	11.33%	R354	62	62	0.78%	R441	118	111	-6.19%
R265	101	115	13.72%	R356	61	72	18.63%	R443	124	122	-1.57%
R266	62	58	-5.74%	R358	82	72	-12.71%	R444	165	152	-7.71%
R268	59	71	20.90%	R359	81	75	-7.09%	R445	199	178	-10.46%
R271	121	93	-22.94%	R361	110	108	-1.42%	R447	113	109	-3.48%
R273	74	86	15.87%	R365	117	105	-10.29%	R448	167	124	-25.51%
R274	100	86	-14.44%	R366	102	94	-7.43%	R449	104	124	19.44%
R275	59	68	14.68%	R367	96	102	6.43%	R450	63	72	13.71%
R277	89	90	0.93%	R369	36	55	51.43%	R453	98	72	-26.03%
R278	49	65	32.92%	R372	130	98	-24.82%	R454	99	100	1.18%
R280	59	62	5.18%	R373	52	70	34.46%	R455	149	150	0.36%
R284	89	106	19.30%	R374	87	70	-19.11%	R457	138	115	-16.93%
R286	59	67	13.88%	R375	58	58	0.45%	R462	66	69	4.87%
R289	145	115	-20.91%	R376	59	63	7.32%	R463	100	62	-38.05%
R292	137	116	-15.24%	R377	62	67	8.14%	R470	73	72	-1.42%
R293	75	90	19.39%	R378	78	87	11.09%	R478	84	85	1.17%
R295	46	64	38.83%	R383	80	74	-8.12%	R479	63	72	14.26%
R297	79	94	19.29%	R385	39	64	63.52%	R481	75	67	-10.07%
R301	61	67	9.73%	R387	49	62	27.46%	R482	86	103	19.36%
R303	48	66	38.32%	R388	49	64	31.15%	R484	93	86	-7.32%
R305	58	68	17.16%	R390	48	68	40.89%	R485	79	72	-8.92%
R306	72	70	-2.51%	R391	85	67	-21.72%	R486	29	57	98.27%
R308	41	68	65.29%	R393	49	61	24.06%	R488	74	69	-7.39%
R309	151	177	16.96%	R394	39	64	63.06%	R492	69	74	6.75%
R311	99	116	17.11%	R395	55	64	15.79%	R493	90	78	-13.05%
R314	91	76	-16.15%	R396	52	68	30.12%	R496	49	70	43.74%
R316	99	88	-11.47%	R398	49	62	27.01%	R497	70	63	-9.42%
R319	105	107	2.10%	R405	107	113	5.48%	R500	47	74	56.76%
R320	100	122	22.16%	R411	44	68	55.01%	R501	29	64	120.22%
R322	95	123	29.73%	R414	59	62	4.57%	R502	114	114	-0.20%
R323	131	96	-26.87%	R417	93	97	4.56%	R507	18	49	171.42%
R327	57	63	9.69%	R418	56	64	13.91%	R510	39	61	55.87%
R328	76	58	-24.18%	R422	78	86	9.70%	R514	114	125	9.74%
R329	148	123	-16.69%	R424	89	108	20.92%	R515	99	110	11.36%
R330	81	64	-21.16%	R425	74	86	16.36%				
R332	81	81	0.05%	R426	52	65	25.49%				
R335	99	94	-4.70%	R427	79	91	15.63%				
R336	50	57	14.60%	R428	66	80	21.42%				

## 附錄E 農路改善工程驗證資料(樣本二)

工程名稱 (代號)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差 (%)	工程名稱 (代號)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差 (%)	工程名稱 (代號)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差 (%)
R4	119	127	6.85%	R104	89	71	-20.62%	R189	71	82	15.39%
R7	67	70	3.87%	R106	53	64	21.52%	R191	79	66	-16.41%
R10	109	119	8.86%	R108	37	52	40.79%	R193	119	113	-5.00%
R14	78	90	15.79%	R109	47	61	30.11%	R195	89	82	-7.52%
R16	89	82	-7.74%	R111	102	58	-42.83%	R196	94	59	-37.00%
R18	92	84	-8.57%	R113	87	75	-13.71%	R198	85	66	-21.85%
R20	59	68	15.29%	R114	78	77	-1.06%	R199	78	76	-2.36%
R23	139	107	-23.09%	R116	58	65	12.60%	R200	47	58	24.07%
R25	118	100	-15.54%	R120	48	56	17.49%	R201	88	82	-7.29%
R29	97	94	-3.22%	R124	79	58	-26.08%	R204	104	70	-33.10%
R31	86	68	-21.11%	R125	86	74	-13.76%	R206	88	72	-18.18%
R38	81	82	1.43%	R128	48	60	25.48%	R207	75	76	1.26%
R39	79	73	-7.26%	R129	85	78	-7.85%	R210	93	104	11.78%
R40	59	57	-3.03%	R131	43	68	57.18%	R212	79	76	-3.44%
R41	79	79	-0.44%	R132	49	56	14.10%	R213	54	69	27.31%
R44	65	62	-4.53%	R135	115	104	-9.72%	R215	67	75	12.29%
R47	60	56	-6.82%	R136	39	53	35.29%	R216	109	74	-32.48%
R49	60	70	16.93%	R137	59	66	12.23%	R219	70	64	-7.99%
R50	123	113	-7.90%	R139	64	63	-2.19%	R221	69	64	-7.50%
R53	69	69	0.42%	R141	65	82	25.82%	R223	61	65	6.95%
R54	89	79	-11.66%	R142	59	65	9.57%	R229	42	71	68.93%
R55	59	63	7.17%	R145	111	102	-8.34%	R231	87	76	-12.34%
R57	91	75	-17.34%	R147	72	94	30.64%	R232	94	89	-5.71%
R59	87	73	-15.58%	R150	49	66	34.39%	R234	47	58	22.88%
R61	60	67	12.02%	R151	44	73	65.69%	R235	47	58	22.88%
R63	100	94	-5.58%	R153	46	71	54.56%	R238	88	66	-24.69%
R64	89	89	0.20%	R154	71	92	29.68%	R240	39	55	41.36%
R66	57	73	27.90%	R155	26	64	144.24%	R241	59	59	-0.75%
R68	95	97	2.25%	R159	59	68	14.68%	R242	66	64	-3.02%
R70	110	113	2.47%	R161	93	117	25.83%	R244	44	59	33.06%
R71	61	62	1.70%	R163	134	150	11.76%	R248	81	80	-1.31%
R73	95	71	-25.49%	R164	195	128	-34.56%	R249	74	83	11.89%
R77	59	68	14.53%	R170	87	88	1.49%	R251	99	63	-36.84%
R82	82	67	-17.88%	R171	108	93	-13.61%	R252	66	69	4.87%
R83	67	79	18.53%	R172	94	71	-24.19%	R261	47	68	44.92%
R85	93	62	-33.57%	R173	90	77	-14.17%	R262	48	65	35.31%
R86	79	70	-11.15%	R175	68	82	20.24%	R264	68	67	-1.83%
R88	76	75	-1.38%	R176	59	67	14.37%	R267	64	69	7.98%
R90	81	80	-0.84%	R178	119	64	-46.21%	R269	39	59	51.98%
R91	70	67	-4.89%	R179	63	70	11.90%	R270	54	59	9.09%
R95	59	72	21.70%	R181	87	72	-17.03%	R272	64	68	6.79%
R96	85	63	-25.93%	R183	89	62	-30.38%	R276	51	61	20.37%
R97	87	80	-8.51%	R184	134	118	-12.26%	R279	49	72	46.94%
R102	41	65	59.32%	R185	84	63	-24.66%	R281	89	84	-5.06%

工程名稱 (代號)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差 (%)	工程名稱 (代號)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差 (%)	工程名稱 (代號)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差 (%)
R282	59	63	5.97%	R364	87	87	-0.24%	R459	104	89	-14.39%
R283	58	58	0.54%	R368	80	62	-21.93%	R460	99	71	-28.21%
R285	125	105	-16.14%	R370	51	58	14.58%	R461	70	77	10.09%
R287	59	55	-7.08%	R371	46	56	22.20%	R464	93	75	-19.66%
R288	114	93	-18.60%	R379	88	75	-14.28%	R465	70	89	27.53%
R290	84	90	7.20%	R380	79	64	-18.93%	R466	51	65	27.87%
R291	118	108	-8.81%	R381	92	86	-6.84%	R467	59	67	13.45%
R294	124	111	-10.58%	R382	79	77	-3.14%	R468	124	111	-10.58%
R296	59	68	14.99%	R384	99	100	1.22%	R469	59	62	5.75%
R298	85	99	15.96%	R386	69	67	-2.20%	R471	79	72	-8.95%
R299	77	77	0.55%	R389	112	109	-3.10%	R472	85	99	15.94%
R300	48	72	49.47%	R392	85	71	-16.65%	R473	81	70	-14.01%
R302	58	73	26.63%	R397	89	72	-18.55%	R474	52	66	26.06%
R304	45	67	48.63%	R399	55	67	21.71%	R475	82	72	-11.91%
R307	53	67	26.98%	R400	64	54	-16.32%	R476	131	101	-22.55%
R310	77	75	-2.78%	R401	82	63	-22.78%	R477	63	68	7.86%
R312	84	70	-17.00%	R402	79	66	-16.69%	R480	68	70	2.87%
R313	128	113	-11.99%	R403	106	97	-8.76%	R483	81	108	33.05%
R315	59	61	3.94%	R404	29	57	97.15%	R487	60	62	3.21%
R317	73	75	2.99%	R406	38	61	60.45%	R489	65	69	6.49%
R318	119	124	4.22%	R407	56	62	11.14%	R490	65	81	24.45%
R321	127	107	-15.54%	R408	59	59	-0.49%	R491	60	56	-7.08%
R324	95	69	-27.27%	R409	59	66	12.47%	R494	79	79	-0.35%
R325	77	82	6.38%	R410	59	69	16.83%	R495	57	70	23.62%
R326	77	85	9.95%	R412	39	54	38.07%	R498	49	59	20.98%
R331	84	78	-7.72%	R413	59	63	6.04%	R499	47	55	16.01%
R333	75	82	9.26%	R415	95	82	-14.16%	R503	29	62	112.74%
R334	88	68	-22.37%	R416	89	81	-8.94%	R504	24	59	146.44%
R338	82	78	-5.36%	R419	89	91	1.79%	R505	44	73	66.10%
R340	99	98	-1.04%	R420	67	68	1.80%	R506	39	56	42.43%
R341	108	87	-19.60%	R421	107	91	-14.95%	R508	29	54	87.36%
R342	102	98	-4.24%	R423	87	91	5.00%	R509	116	102	-12.05%
R343	87	60	-31.19%	R431	71	64	-10.17%	R511	109	122	11.48%
R346	95	72	-24.44%	R432	93	99	6.29%	R512	97	123	27.17%
R347	64	61	-5.19%	R434	86	106	23.67%	R513	125	105	-16.36%
R349	95	61	-36.32%	R435	99	91	-8.22%	R516	74	92	23.69%
R350	103	61	-41.26%	R437	49	70	42.35%	R517	81	77	-5.13%
R351	99	71	-28.24%	R439	118	119	0.86%	R518	96	100	3.82%
R353	89	88	-1.02%	R442	79	97	22.27%	R519	86	100	16.02%
R355	59	60	1.87%	R446	140	124	-11.12%	R520	87	84	-3.88%
R357	79	74	-6.34%	R451	81	66	-18.25%	R521	88	110	25.17%
R360	47	53	12.68%	R452	160	127	-20.37%				
R362	64	69	8.26%	R456	139	114	-17.80%				
R363	75	61	-18.61%	R458	95	90	-4.80%				

## 附錄F 農路改善工程驗證資料(多元迴歸 樣本一)

工程名稱 (代號)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差 (%)	工程名稱 (代號)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差 (%)	工程名稱 (代號)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差 (%)
R1	158	207	31.08%	R78	79	72	-8.58%	R165	133	170	27.78%
R2	118	128	8.83%	R79	91	79	-12.97%	R166	98	124	26.50%
R3	139	132	-5.33%	R80	53	62	16.45%	R167	81	103	26.62%
R5	109	124	13.42%	R81	82	75	-8.32%	R168	124	115	-6.98%
R6	148	190	28.29%	R84	81	68	-16.08%	R169	103	100	-3.32%
R8	109	110	0.93%	R87	73	80	9.51%	R174	44	74	67.11%
R9	97	114	17.02%	R89	90	74	-17.60%	R177	79	96	22.13%
R11	114	107	-6.57%	R92	70	66	-6.09%	R180	75	87	16.40%
R12	102	91	-10.35%	R93	105	104	-0.55%	R182	79	75	-4.66%
R13	117	109	-7.05%	R94	103	113	9.76%	R186	79	72	-9.24%
R15	88	75	-14.37%	R98	58	61	5.55%	R187	40	68	70.85%
R17	85	89	4.67%	R99	48	65	34.90%	R188	89	85	-4.28%
R19	95	70	-26.13%	R100	79	66	-16.52%	R190	44	62	40.31%
R21	109	74	-32.06%	R101	66	66	0.10%	R192	99	102	3.46%
R22	111	98	-11.78%	R103	102	72	-29.04%	R194	129	92	-28.37%
R24	70	75	6.71%	R105	117	117	-0.12%	R197	103	78	-24.66%
R26	140	109	-22.34%	R107	44	67	51.56%	R202	87	84	-3.00%
R27	116	103	-11.43%	R110	45	60	34.23%	R203	96	66	-30.85%
R28	119	117	-1.81%	R112	102	59	-41.67%	R205	92	103	11.70%
R30	89	87	-2.79%	R115	56	61	8.48%	R208	81	68	-15.70%
R32	89	79	-11.16%	R117	104	82	-20.99%	R209	101	86	-14.58%
R33	91	101	11.15%	R118	47	61	30.10%	R211	86	72	-16.33%
R34	96	90	-5.93%	R119	66	69	3.89%	R214	85	89	4.87%
R35	99	103	4.30%	R121	59	59	-0.63%	R217	61	64	5.58%
R36	76	75	-1.52%	R122	89	79	-11.32%	R218	86	77	-10.23%
R37	71	67	-4.99%	R123	49	56	14.10%	R220	58	65	12.58%
R42	118	101	-14.80%	R126	59	60	1.49%	R222	47	61	29.26%
R43	139	96	-31.20%	R127	32	50	56.05%	R224	88	76	-14.16%
R45	55	73	33.52%	R130	39	49	25.14%	R225	38	55	44.46%
R46	49	61	25.35%	R133	89	73	-17.69%	R226	75	83	10.08%
R48	77	85	10.16%	R134	44	58	31.72%	R227	82	72	-12.53%
R51	72	68	-6.18%	R138	59	53	-9.92%	R228	117	102	-12.59%
R52	59	62	5.52%	R140	78	68	-13.15%	R230	79	75	-4.88%
R56	58	65	12.79%	R143	74	90	21.63%	R233	74	65	-11.84%
R58	72	67	-6.40%	R144	78	81	4.29%	R236	93	96	3.58%
R60	79	79	-0.26%	R146	83	86	3.40%	R237	66	71	7.45%
R62	52	72	39.18%	R148	44	62	41.39%	R239	72	62	-13.63%
R65	75	85	13.54%	R149	90	103	14.95%	R243	57	64	12.11%
R67	74	88	18.81%	R152	49	65	33.23%	R245	58	62	6.69%
R69	79	87	10.12%	R156	45	62	36.84%	R246	88	93	5.84%
R72	55	72	30.71%	R157	48	57	18.37%	R247	52	64	22.29%
R74	79	83	4.62%	R158	59	62	5.30%	R250	72	58	-18.82%
R75	94	74	-21.26%	R160	46	57	24.23%	R253	136	105	-22.74%
R76	79	73	-7.11%	R162	155	179	15.42%	R254	94	70	-25.12%

工程名稱 (代號)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差 (%)	工程名稱 (代號)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差 (%)	工程名稱 (代號)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差 (%)
R255	81	66	-18.52%	R337	96	87	-8.88%	R429	100	104	4.04%
R256	78	95	21.77%	R339	88	65	-25.85%	R430	85	87	2.49%
R257	59	67	14.01%	R344	69	75	8.04%	R433	79	73	-7.74%
R258	41	57	38.39%	R345	97	89	-8.28%	R436	73	85	16.67%
R259	55	60	8.29%	R348	72	66	-7.78%	R438	129	130	0.72%
R260	41	54	32.48%	R352	96	67	-30.66%	R440	108	117	8.24%
R263	65	70	7.30%	R354	62	66	6.40%	R441	118	117	-0.99%
R265	101	109	7.67%	R356	61	75	23.01%	R443	124	127	2.63%
R266	62	57	-8.12%	R358	82	72	-12.60%	R444	165	155	-6.05%
R268	59	66	12.12%	R359	81	75	-7.35%	R445	199	179	-10.16%
R271	121	89	-26.52%	R361	110	107	-2.89%	R447	113	121	6.76%
R273	74	82	10.85%	R365	117	106	-9.16%	R448	167	129	-22.50%
R274	100	81	-19.46%	R366	102	97	-5.29%	R449	104	129	24.28%
R275	59	64	8.65%	R367	96	104	8.05%	R450	63	81	28.55%
R277	89	83	-6.59%	R369	36	59	62.92%	R453	98	79	-19.26%
R278	49	60	23.38%	R372	130	97	-25.39%	R454	99	103	4.25%
R280	59	58	-2.31%	R373	52	70	34.90%	R455	149	149	-0.32%
R284	89	101	13.24%	R374	87	71	-18.89%	R457	138	118	-14.63%
R286	59	64	7.92%	R375	58	63	9.33%	R462	66	73	11.32%
R289	145	105	-27.85%	R376	59	65	10.87%	R463	100	67	-33.20%
R292	137	106	-22.67%	R377	62	65	4.62%	R470	73	72	-1.34%
R293	75	80	6.96%	R378	78	83	6.23%	R478	84	88	4.69%
R295	46	57	23.15%	R383	80	71	-11.51%	R479	63	76	20.65%
R297	79	85	7.01%	R385	39	61	55.22%	R481	75	69	-7.74%
R301	61	59	-2.51%	R387	49	58	18.37%	R482	86	100	16.50%
R303	48	59	22.86%	R388	49	60	21.76%	R484	93	86	-7.09%
R305	58	60	4.14%	R390	48	65	36.24%	R485	79	76	-3.82%
R306	72	62	-13.25%	R391	85	64	-24.24%	R486	29	56	93.45%
R308	41	60	46.92%	R393	49	56	15.25%	R488	74	64	-14.08%
R309	151	183	20.95%	R394	39	59	51.40%	R492	69	68	-1.03%
R311	99	124	25.55%	R395	55	59	7.51%	R493	90	73	-19.44%
R314	91	85	-6.30%	R396	52	63	20.73%	R496	49	65	33.32%
R316	99	96	-3.36%	R398	49	58	17.96%	R497	70	59	-15.89%
R319	105	114	8.22%	R405	107	107	-0.07%	R500	47	68	45.33%
R320	100	127	27.36%	R411	44	66	49.83%	R501	29	62	113.59%
R322	95	128	35.11%	R414	59	57	-2.87%	R502	114	108	-5.48%
R323	131	101	-23.27%	R417	93	89	-4.72%	R507	18	46	152.89%
R327	57	70	22.76%	R418	56	58	3.40%	R510	39	56	44.81%
R328	76	65	-13.85%	R422	78	77	-1.84%	R514	114	114	0.17%
R329	148	124	-15.92%	R424	89	97	8.78%	R515	99	99	0.23%
R330	81	71	-12.09%	R425	74	77	4.14%				
R332	81	84	4.11%	R426	52	58	11.40%				
R335	99	97	-2.48%	R427	79	82	3.64%				
R336	50	63	25.06%	R428	66	72	8.47%				

## 附錄G 農路改善工程驗證資料(多元迴歸 樣本二)

工程名稱 (代號)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差 (%)	工程名稱 (代號)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差 (%)	工程名稱 (代號)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差 (%)
R4	119	137	15.32%	R104	89	75	-15.98%	R189	71	85	19.91%
R7	67	79	18.08%	R106	53	68	27.80%	R191	79	68	-14.05%
R10	109	125	15.10%	R108	37	56	52.51%	R193	119	111	-6.67%
R14	78	94	20.72%	R109	47	65	37.75%	R195	89	85	-3.95%
R16	89	87	-2.67%	R111	102	59	-41.67%	R196	94	64	-31.60%
R18	92	90	-2.40%	R113	87	78	-10.89%	R198	85	71	-16.57%
R20	59	75	27.15%	R114	78	74	-4.93%	R199	78	80	2.36%
R23	139	111	-20.36%	R116	58	63	9.09%	R200	47	62	32.21%
R25	118	104	-11.81%	R120	48	54	12.01%	R201	88	82	-6.62%
R29	97	96	-0.92%	R124	79	54	-31.30%	R204	104	70	-32.85%
R31	86	72	-16.04%	R125	86	69	-20.05%	R206	88	72	-18.12%
R38	81	81	0.47%	R128	48	56	16.58%	R207	75	80	6.19%
R39	79	73	-7.32%	R129	85	73	-14.62%	R210	93	103	10.44%
R40	59	58	-0.88%	R131	43	63	45.85%	R212	79	80	1.22%
R41	79	78	-1.06%	R132	49	52	6.11%	R213	54	73	35.26%
R44	65	67	2.92%	R135	115	99	-14.24%	R215	67	79	17.91%
R47	60	61	2.09%	R136	39	49	25.91%	R216	109	74	-32.55%
R49	60	74	23.89%	R137	59	63	6.40%	R219	70	65	-7.02%
R50	123	114	-7.38%	R139	64	61	-5.03%	R221	69	65	-6.44%
R53	69	70	0.82%	R141	65	78	20.60%	R223	61	66	7.95%
R54	89	78	-12.21%	R142	59	60	1.72%	R229	42	75	78.72%
R55	59	64	8.49%	R145	111	93	-16.45%	R231	87	80	-8.11%
R57	91	75	-17.57%	R147	72	86	19.02%	R232	94	91	-2.88%
R59	87	77	-11.09%	R150	49	58	19.34%	R234	47	63	33.93%
R61	60	72	19.38%	R151	44	65	47.61%	R235	47	63	33.93%
R63	100	97	-3.39%	R153	46	63	37.59%	R238	88	71	-19.59%
R64	89	92	3.14%	R154	71	83	16.26%	R240	39	58	48.45%
R66	57	76	32.51%	R155	26	56	116.61%	R241	59	61	3.46%
R68	95	95	0.14%	R159	59	60	1.92%	R242	66	66	0.07%
R70	110	111	0.69%	R161	93	105	13.39%	R244	44	60	35.70%
R71	61	63	3.13%	R163	134	154	14.93%	R248	81	79	-2.04%
R73	95	71	-25.32%	R164	195	127	-34.84%	R249	74	82	10.77%
R77	59	68	15.24%	R170	87	96	10.66%	R251	99	63	-36.00%
R82	82	68	-17.35%	R171	108	101	-6.60%	R252	66	70	5.30%
R83	67	83	23.63%	R172	94	82	-12.81%	R261	47	63	34.46%
R85	93	67	-28.34%	R173	90	91	1.58%	R262	48	62	28.36%
R86	79	74	-5.87%	R175	68	88	28.88%	R264	68	65	-5.00%
R88	76	79	3.59%	R176	59	75	26.31%	R267	64	65	2.24%
R90	81	84	3.29%	R178	119	71	-40.05%	R269	39	55	41.23%
R91	70	70	-0.39%	R179	63	77	22.69%	R270	54	57	6.29%
R95	59	72	21.82%	R181	87	78	-10.90%	R272	64	66	3.22%
R96	85	64	-24.99%	R183	89	69	-21.95%	R276	51	58	14.40%
R97	87	79	-9.16%	R184	134	119	-11.06%	R279	49	67	36.26%
R102	41	70	70.48%	R185	84	71	-15.87%	R281	89	81	-9.12%



工程名稱 (代號)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差 (%)	工程名稱 (代號)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差 (%)	工程名稱 (代號)	實際施工工期 (日)	預測施工工期 (日)	誤差 (%)
R282	59	58	-1.59%	R364	87	90	2.99%	R459	104	94	-9.32%
R283	58	57	-1.99%	R368	80	67	-15.92%	R460	99	75	-24.07%
R285	125	100	-20.37%	R370	51	62	22.06%	R461	70	81	15.25%
R287	59	51	-13.56%	R371	46	60	30.89%	R464	93	79	-15.57%
R288	114	85	-25.85%	R379	88	73	-17.54%	R465	70	91	29.36%
R290	84	82	-2.37%	R380	79	62	-21.38%	R466	51	68	34.26%
R291	118	98	-16.84%	R381	92	82	-10.88%	R467	59	70	18.74%
R294	124	100	-19.51%	R382	79	74	-6.89%	R468	124	109	-12.04%
R296	59	60	2.21%	R384	99	94	-5.07%	R469	59	63	7.18%
R298	85	89	4.12%	R386	69	63	-9.25%	R471	79	72	-8.87%
R299	77	69	-10.26%	R389	112	103	-8.09%	R472	85	100	18.11%
R300	48	64	33.10%	R392	85	67	-21.15%	R473	81	74	-8.80%
R302	58	65	12.84%	R397	89	69	-22.99%	R474	52	70	34.82%
R304	45	59	32.05%	R399	55	62	12.94%	R475	82	76	-7.02%
R307	53	60	12.84%	R400	64	51	-20.07%	R476	131	103	-21.32%
R310	77	89	15.89%	R401	82	60	-26.68%	R477	63	72	14.77%
R312	84	79	-5.68%	R402	79	64	-19.32%	R480	68	73	7.09%
R313	128	119	-7.32%	R403	106	92	-13.11%	R483	81	105	29.49%
R315	59	72	21.22%	R404	29	56	92.42%	R487	60	58	-4.14%
R317	73	84	15.40%	R406	38	57	49.05%	R489	65	64	-1.21%
R318	119	130	9.57%	R407	56	58	3.22%	R490	65	75	15.27%
R321	127	114	-10.48%	R408	59	56	-5.27%	R491	60	52	-13.58%
R324	95	76	-20.00%	R409	59	64	8.87%	R494	79	76	-4.32%
R325	77	88	13.98%	R410	59	64	8.38%	R495	57	67	16.98%
R326	77	90	17.26%	R412	39	50	28.46%	R498	49	55	12.43%
R331	84	82	-1.89%	R413	59	58	-1.52%	R499	47	51	7.92%
R333	75	85	13.54%	R415	95	74	-21.89%	R503	29	57	97.60%
R334	88	73	-17.45%	R416	89	74	-17.14%	R504	24	55	129.02%
R338	82	81	-1.01%	R419	89	83	-7.30%	R505	44	68	54.00%
R340	99	96	-3.14%	R420	67	61	-9.50%	R506	39	53	35.86%
R341	108	86	-20.68%	R421	107	82	-23.77%	R508	29	51	74.31%
R342	102	100	-2.36%	R423	87	82	-5.89%	R509	116	94	-18.69%
R343	87	65	-25.42%	R431	71	68	-3.55%	R511	109	111	1.73%
R346	95	72	-24.36%	R432	93	101	8.25%	R512	97	113	16.06%
R347	64	66	2.56%	R434	86	104	20.46%	R513	125	95	-23.75%
R349	95	65	-31.08%	R435	99	89	-9.73%	R516	74	82	10.87%
R350	103	65	-36.44%	R437	49	65	32.04%	R517	81	69	-15.35%
R351	99	75	-24.09%	R439	118	126	6.61%	R518	96	90	-6.76%
R353	89	91	2.02%	R442	79	104	31.51%	R519	86	90	4.20%
R355	59	64	8.10%	R446	140	135	-3.75%	R520	87	75	-14.03%
R357	79	74	-6.48%	R451	81	76	-6.16%	R521	88	99	12.66%
R360	47	59	24.57%	R452	160	130	-19.04%				
R362	64	74	14.90%	R456	139	116	-16.45%				
R363	75	66	-12.04%	R458	95	96	0.63%				