

98-129-2127

MOTC-IOT-97-EBB005

# 強化公路鋪面品質整合型計畫 道路養護品質知識管理之研究

著者：林志棟、洪境聰、周建成、陳建達、宋柏勛、陳浩  
賢、林恩德、曾志煌、陳茂南、邱雅莉

交通部運輸研究所

中華民國 98 年 12 月

國家圖書館出版品預行編目資料

強化公路鋪面品質整合型計畫：道路養護品質  
知識管理之研究 / 林志棟等著. -- 初版. --  
臺北市：交通部運研所，民98.12  
面；公分  
參考書目：面  
ISBN 978-986-02-1020-0(平裝)

1. 鋪面工程 2. 道路養護 3. 管理資訊系統

557.33029

98022013

強化公路鋪面品質整合型計畫—道路養護品質知識管理之研究

著者：林志棟、洪境聰、周建成、陳建達、宋柏勛、陳浩賢、林恩德、  
曾志煌、陳茂南、邱雅莉

出版機關：交通部運輸研究所

地址：10548 臺北市敦化北路 240 號

網址：[www.iot.gov.tw](http://www.iot.gov.tw) (中文版>圖書服務>本所出版品)

電話：(02)23496789

出版年月：中華民國 98 年 12 月

印刷者：和範股份有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 90 冊

本書同時登載於交通部運輸研究所網站

定價：100 元

展售處：

交通部運輸研究所運輸資訊組•電話：(02)23496880

國家書店松江門市：10485 臺北市中山區松江路 209 號•電話：(02)25180207

五南文化廣場：40042 臺中市中山路 6 號•電話：(04)22260330

GPN：1009803334 ISBN：978-986-02-1020-0(平裝)

著作財產權人：中華民國（代表機關：交通部運輸研究所）

本著作保留所有權利，欲利用本著作全部或部分內容者，須徵求交通部運輸研究所書面授權。

## 交通部運輸研究所合作研究計畫出版品摘要表

出版品名稱：強化公路鋪面品質整合型計畫—道路養護品質知識管理之研究			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN978-986-02-1020-0(平裝)	政府出版品統一編號 1009803334	運輸研究所出版品編號 98-120-2127	計畫編號 97-EDB005
本所主辦單位：運輸工程組 主管：曾志煌 計畫主持人：陳茂南 研究人員：邱雅莉 聯絡電話：(02)2349-6828 傳真號碼：(02)2545-0427	合作研究單位：國立中央大學 計畫主持人：林志棟 研究人員：洪境聰、周建成、陳建達、宋柏勛、陳浩賢、林恩德 地址：桃園縣中壢市中大路 300 號 聯絡電話：03-4227151#34086		研究期間 自 97 年 2 月 至 97 年 11 月
關鍵詞：鋪面管理系統、知識管理、養護作業			
<p>摘要：</p> <p>我國公路主管機關目前均依照標準作業程序進行養護作業，但對於養護程序的改善與養護問題的挖掘並無良善周延的方式進行探討，故本研究發展應用於鋪面養護知識管理的核心技術，用以輔助鋪面管理系統，達到缺失與流程改善目的。</p> <p>本研究發展的知識管理技術核心共分為以活動為基礎之成本分析模組、連續時間預測模組、離散事件預測模組、一般統計分析模組、時空分析模組等 5 項技術。以活動為基礎之成本分析模組係採用流程再造工具—IDEF 家族模型探討活動對整體流程的影響性，在研究中發現現有的養護流程仍有改善空間；連續時間預測模組是利用灰預測、簡單迴歸與多元迴歸技術建立鋪面養護管理活動當中對於績效指標變動狀況；離散事件預測模組採用馬可夫鏈方法建立在養護活動當中偶發異常事件的關聯變化狀況；一般統計分析模組則歸納出在養護活動當中應該採用的統計技術與變數；時空分析模組則結合地理資訊系統與養護活動相關資料，利用圖層與區域搜尋技術分析養護資料間的關聯性。</p> <p>本研究亦提出知識管理核心技術在鋪面管理系統的應用方式，並提出知識管理應用於養護計畫之概念。經本研究發展的養護知識管理模組因應鋪面養護管理需求提出相關程序與演算法，可供未來公路管養單位參考應用。</p>			
出版日期	頁數	定價	本出版品取得方式
98 年 12 月	316	100	凡屬機密性出版品均不對外公開。普通性出版品，公營、公益機關團體及學校可函洽本所免費贈閱；私人及私營機關團體可按定價價購。
<p>機密等級：</p> <p><input type="checkbox"/>密 <input type="checkbox"/>機密 <input type="checkbox"/>極機密 <input type="checkbox"/>絕對機密</p> <p>（解密條件：<input type="checkbox"/>年 <input type="checkbox"/>月 <input type="checkbox"/>日解密，<input type="checkbox"/>公布後解密，<input type="checkbox"/>附件抽存後解密， <input type="checkbox"/>工作完成或會議終了時解密，<input type="checkbox"/>另行檢討後辦理解密）</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>普通</p>			
備註：本研究之結論與建議不代表交通部之意見。			

**PUBLICATION ABSTRACTS OF RESEARCH PROJECTS**  
**INSTITUTE OF TRANSPORTATION**  
**MINISTRY OF TRANSPORTATION AND COMMUNICATIONS**

TITLE: Integral study of improving pavement quality of highways--study of road maintenance quality with knowledge management.			
ISBN(OR ISSN) ISBN978-986-02-1020-0(pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1009803334	IOT SERIAL NUMBER 98-120-2127	PROJECT NUMBER 97-EDB005
DIVISION: Engineering Division DIVISION DIRECTOR: James C.H. Tseng PRINCIPAL INVESTIGATOR: Chen, Mao-Nan PROJECT STAFF: Giu, Ya-Li PHONE: (02)2349-6828 FAX: (02)2545-0427			PROJECT PERIOD FROM February 2008 TO November 2008
RESEARCH AGENCY: National Central University PRINCIPAL INVESTIGATOR: Lin, Jyh-Dong PROJECT STAFF: Hong, Jing-cong 、 Zhou, Jian-chen 、 Chen, Jian-Da 、 Song, Po-Hsun 、 Chen, Hao-Xian 、 Lin, En-Te ADDRESS: No.300, Zhongda Rd., Zhongli City, Taoyuan County 32001, Taiwan, R.O.C. PHONE: (03)4227151#34086			
KEY WORDS: Pavement Management System, Knowledge Management, Maintenance			
<p><b>ABSTRACT:</b></p> <p>The authority of Taiwan highways follows the standard procedure maintaining Taiwan's roads and highways but has failed to probe into improving the maintenance procedure. This paper should be used on pavement maintenance's managerial knowledge's core techniques to help the pavement management system to minimize errors and improve the overall procedure.</p> <p>The research's managerial knowledge's core techniques can be divided into the following five different categories. Cost analysis uses the IDEF family model to understand / explore the procedure as a whole, to aid in finding maintenance procedure improvements. Continuous time forecasting uses grey prediction and multiple technologies to enhance management techniques, by measuring variations in performance. Dispersed time forecasting uses the Markov Chain method to establish the changing state of incidents, while maintaining activity. General statistic analysis is used to sum up parameters that should be used in maintaining activity. Temporal distribution analysis combines the data from the geographic information system (GIS) and relevant roads maintenance activity information to take advantage of the geographical information within an area search to analyze the corresponding data.</p> <p>This paper provides not only the application of the managerial knowledge's core techniques, but also the road maintenance concept of knowledge management application. This research provides the knowledge management module for the authority of highway maintenance in the future pavement management.</p>			
DATE OF PUBLICATION December 2009	NUMBER OF PAGES 316	PRICE 100	CLASSIFICATION <input type="checkbox"/> RESTRICTED <input type="checkbox"/> CONFIDENTIAL <input type="checkbox"/> SECRET <input type="checkbox"/> TOP SECRET <input checked="" type="checkbox"/> UNCLASSIFIED
1. The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

# 目錄

目錄.....	III
圖目錄.....	VI
表目錄.....	IX
第一章 緒論.....	1-1
1.1 研究背景.....	1-1
1.2 研究範圍與目的.....	1-1
1.3 研究內容.....	1-2
1.4 研究流程.....	1-4
第二章 文獻回顧.....	2-1
2.1 道路養護作業現況.....	2-1
2.2 臺灣地區鋪面管理系統.....	2-2
2.2.1 臺灣地區鋪面管理系統之發展.....	2-2
2.2.2 公路養護作業整體系統化架構.....	2-8
2.2.3 鋪面管理系統問題.....	2-10
2.3 鋪面管理系統建構策略.....	2-12
2.4 鋪面養護知識管理.....	2-21
2.4.1 鋪面養護知識管理方向.....	2-21
2.4.2 鋪面養護管理知識系統概況.....	2-24
2.4.3 知識管理應用於養護作業流程分析.....	2-28
第三章 以活動為基礎之成本分析模組.....	3-1
3.1 IDEF 模型.....	3-1
3.2 IDEF0 模型—以道路養護為例.....	3-5
3.3 IDEF3 模型—以道路養護巡查為例.....	3-15
3.4 資料模型建構.....	3-17
3.4.1 理論架構.....	3-17
3.4.2 建立活動辭典.....	3-18
3.5 活動基礎成本計算—以道路養護巡查為例.....	3-21
3.5.1 IDEF 研究軟體.....	3-21
3.5.2 iGrafx 軟體介紹.....	3-21
3.5.3 執行步驟.....	3-22
3.6 小結.....	3-26
第四章 連續時間預測模型.....	4-1
4.1 資料與數據之蒐集與更新.....	4-1
4.1.1 道路路網資料(road network data).....	4-5

4.1.2 交通特性資料(Traffic data) .....	4-6
4.1.3 氣候區資料(Climate data) .....	4-7
4.1.4 車隊資料(Vehicle data) .....	4-7
4.2 連續時間參數資料 .....	4-9
4.3 劣化模式建構.....	4-27
4.3.1 迴歸預測.....	4-28
4.3.2 灰預測 .....	4-28
4.4 連續時間預測模型選擇.....	4-29
4.5 連續時間預測程式介面.....	4-33
第五章 離散時間預測模型 .....	5-1
5.1 道路養護離散時間預測參數 .....	5-1
5.2 離散時間預測.....	5-2
5.2.1 理論架構.....	5-2
5.2.2 馬可夫鏈模型應用於道路養護之步驟 .....	5-3
5.2.3 離散時間預測模型運算模式 .....	5-4
5.2.4 離散時間預測模型程式介面 .....	5-7
第六章 統計分析模型 .....	6-1
6.1 道路養護所需統計資料列表 .....	6-1
6.2 統計分析模式.....	6-4
6.3 統計模組設計規劃 .....	6-7
第七章 時空分析模組.....	7-1
7.1 地理資訊系統概論 .....	7-1
7.2 時空分析演算法則 .....	7-2
7.3 時空模組架構.....	7-3
7.3.1 時空模組之系統概念 .....	7-3
7.3.2 時空模組建置架構.....	7-4
7.3.3 圖資座標匯出 .....	7-5
7.3.4 時空模組操作步驟.....	7-6
7.4 時空分析搜尋功能分類.....	7-9
第八章 更新鋪面管理系統 .....	8-1
8.1 鋪面管理系統架構.....	8-1
8.2 結合知識管理之鋪面管理系統架構 .....	8-10
8.3 知識管理之鋪面管理系統資料庫.....	8-14
8.4 建構鋪面養護主題地圖.....	8-26
第九章 進行知識管理模組之應用 .....	9-1
9.1 道路工程管理維護績效評估架構.....	9-1

9.2 鋪面養護管理績效評估準則 .....	9-3
9.2.1 用路人觀感 .....	9-3
9.2.2 養護程序 .....	9-10
9.3 交通部公路總局中壢工務段績效評估結果 .....	9-17
9.4 草擬知識管理模組用於養護計畫 .....	9-21
第十章 結論與未來建議 .....	10-1
10.1 結論 .....	10-1
10.1.1 研究成果 .....	10-1
10.1.2 成果效益 .....	10-2
10.2 建議 .....	10-3
參考文獻 .....	參-1
附錄 A 養護標準作業程序之建立 .....	附錄 A-1
附錄 B 道路養護管理活動辭典 .....	附錄 B-1
附錄 C 期中報告審查意見回覆表 .....	附錄 C-1
附錄 D 期末報告審查意見回覆表 .....	附錄 D-1
附錄 E 道路養護品質知識管理系統操作手冊 .....	附錄 E-1
附錄 F 期末簡報 .....	附錄 F-1

## 圖目錄

圖 1.1 研究流程圖 .....	1-4
圖 2.1 公路總局組織圖 .....	2-1
圖 2.2 臺灣地區鋪面管理系統發展 .....	2-7
圖 2.3 交通部運輸研究所公路績效監測技術研發發展 .....	2-8
圖 2.4 公路總局養護作業流程 .....	2-9
圖 2.5 養護作業相關管理系統 .....	2-9
圖 2.6 HDM-4 分析架構內容 .....	2-19
圖 2.7 HDM-4 分析流程說明 .....	2-20
圖 2.8 德州剛性鋪面養護知識管理系統(I-WAY) .....	2-25
圖 2.9 I-WAY 系統建構流程圖 .....	2-25
圖 2.10 剛性養護知識技術手冊 .....	2-26
圖 2.11 I-WAY 之關鍵詞輸入搜尋畫面 .....	2-27
圖 2.12 I-WAY 之重新定義搜尋結果 .....	2-27
圖 2.13 I-WAY 之呼叫小組討論室畫面 .....	2-28
圖 2.14 養護作業鏈結圖 .....	2-29
圖 3.1 企業模型庫建構關係 .....	3-1
圖 3.2 IDEF 應用於資訊模型示意 .....	3-5
圖 3.3 IDEF0 作業模型基本架構 .....	3-5
圖 3.4 IDEF0 階層模式 .....	3-6
圖 3.5 鋪面養護管理制度 IDEF0 .....	3-8
圖 3.6 鋪面養護管理制度 IDEF0 分解子圖 .....	3-9
圖 3.7 鋪面現況之 IDEF0 分解子圖 .....	3-11
圖 3.8 預算編列之 IDEF0 分解子圖 .....	3-13
圖 3.9 發包施工之 IDEF0 分解子圖 .....	3-15
圖 3.10 鋪面現況之公路巡查 IDEF3 圖 .....	3-17
圖 4.1 路面管理系統基本架構圖 .....	4-4
圖 4.2 利用灰預測模型進行 IRI 預測結果 .....	4-12
圖 4.3 灰預測資料選定畫面 .....	4-34
圖 4.4 灰預測結果顯示畫面 .....	4-34
圖 4.5 簡單迴歸資料選取畫面 .....	4-34
圖 4.6 簡單迴歸分析結果畫面 .....	4-35
圖 4.7 多元迴歸變數欄位選擇畫面 .....	4-35
圖 4.8 多元迴歸預測結果顯示畫面 .....	4-35
圖 5.1 離散時間預測模組運作流程圖 .....	5-6

圖 5.2 離散時間預測主畫面.....	5-7
圖 5.3 狀態分割區間.....	5-7
圖 5.4 初始狀態發生機率矩陣輸入 .....	5-8
圖 5.5 計算結果畫面.....	5-8
圖 6.1 敘述性統計資料執行步驟.....	6-6
圖 6.2 統計量測量分類.....	6-6
圖 6.3 一般統計選取畫面 .....	6-9
圖 6.4 統計資料範圍選取 .....	6-10
圖 6.5 統計結果畫面.....	6-10
圖 7.1 圖面查詢之圓形選取畫面 .....	7-2
圖 7.2 GOOGLE MAP 示意圖.....	7-4
圖 7.3 時空模組介面示意圖.....	7-5
圖 7.4 VBA 客製化按鈕示意圖.....	7-6
圖 7.5 圖資縮小 .....	7-7
圖 7.6 圖資放大 .....	7-7
圖 7.7 交叉查詢 .....	7-8
圖 7.8 查詢成果.....	7-8
圖 8.1 系統內容 .....	8-1
圖 8.2 查詢機制關係圖 .....	8-2
圖 8.3 公路查詢畫面.....	8-2
圖 8.4 高速公路查詢畫面 .....	8-3
圖 8.5 查詢結果畫面.....	8-3
圖 8.6 路網查詢畫面.....	8-4
圖 8.7 IRI 道路平坦度指標查詢 .....	8-5
圖 8.8 PCI 鋪面狀況指標查詢.....	8-5
圖 8.9 IRI 道路平坦度指標預測.....	8-6
圖 8.10 PCI 路面狀況指標預測 .....	8-6
圖 8.11 依據平坦度規劃 .....	8-7
圖 8.12 依據路況指標規劃 .....	8-7
圖 8.13 依據生命週期規劃 .....	8-7
圖 8.14 預算執行監控.....	8-8
圖 8.15 PCI、IRI 養護門檻更動 .....	8-8
圖 8.16 匯入系統 .....	8-9
圖 8.17 管理人員介面.....	8-9
圖 8.18 管理權限設定.....	8-10
圖 8.19 經專家問卷簡化後之評估架構.....	8-11

圖 8.20 更新後道路管理系統架構 .....	8-12
圖 8.21 柔性鋪面養護主題 .....	8-27
圖 8.22 柔性鋪面養護知識主題地圖 .....	8-29
圖 8.23 知識主題地圖雛型 .....	8-30
圖 9.1 經專家問卷簡化後之評估架構 .....	9-1
圖 A-1 公路巡查作業程序圖 .....	附錄 A-3
圖 A-2 路面調查作業程序圖 .....	附錄 A-6
圖 A-3 民眾陳情作業程序圖 .....	附錄 A-10
圖 A-5 養護計畫編擬作業程序圖 .....	附錄 A-14
圖 A-6 工程施工預算編列(委託技術顧問服務案) .....	附錄 A-16
圖 A-7 工程施工預算編列(工程施工案) .....	附錄 A-17
圖 A-8 標案製作作業程序圖 .....	附錄 A-20
圖 A-9 發包訂約作業程序圖 .....	附錄 A-22
圖 A-10 開口合約作業程序圖 .....	附錄 A-24
圖 A-11 預算執行作業程序圖 .....	附錄 A-26

## 表目錄

表 2.1 鋪面養護相關資訊電子化程度.....	2-10
表 2.2 路網與專案層級路面管理系統之作業內容暨決策架構[36].....	2-14
表 2.3 I-WAY 所包含的知識項目 .....	2-24
表 2.4 養護管理所需具備之知識系統內涵 .....	2-32
表 3.1 IDEF 家族分類 .....	3-4
表 3.2 流程名稱代碼.....	3-19
表 3.3 道路養護活動辭典(部分) .....	3-20
表 3.4 道路巡查活動的輸入、資源、作業與輸出參數訪談結果.....	3-23
表 3.5 道路巡查花費時間表.....	3-25
表 4.1 類神經網路進行線性與非線性迴歸結果.....	4-13
表 4.2 平坦度參數資料 .....	4-25
表 4.3 路面狀況參數資料 .....	4-26
表 4.4 結構承载力參數資料.....	4-27
表 4.5 預測模型在平坦度會選用的參數.....	4-31
表 4.6 預測模型在路面狀況會選用的參數 .....	4-32
表 4.7 預測模型在結構承载力會選用的參數.....	4-33
表 5.1 狀態轉換矩陣 P.....	5-4
表 5.2 中壢工務段巡查資料統計(95、96 年度) .....	5-8
表 5.3 狀態值數目轉換機率矩陣 .....	5-9
表 5.4 初始狀態發生機率矩陣.....	5-9
表 5.5 各狀態的機率分佈 .....	5-9
表 6.1 挖掘路面修復費收入月報表 .....	6-3
表 6.2 道路養護管理單一類型資料敘述.....	6-5
表 6.3 組距對照列表.....	6-8
表 6.4 統計項目對照表 .....	6-9
表 8.1 道路基本資料欄位格式.....	8-15
表 8.2 挖管資料欄位格式 .....	8-16
表 8.3 巡查資料欄位格式 .....	8-17
表 8.4 巡查破壞資料欄位格式.....	8-18
表 8.5 PCI 破壞紀錄欄位格式 .....	8-19
表 8.6 氣象站欄位格式 .....	8-20
表 8.7 氣溫欄位格式.....	8-21
表 8.8 雨量欄位格式.....	8-22
表 8.9 平坦度欄位格式 .....	8-23

表 8.10 PCI 紀錄欄位格式 .....	8-24
表 8.11 帳號資料欄位格式.....	8-25
表 9.1 各指標權重表.....	9-2
表 9.2 各縣市肇事數.....	9-4
表 9.3 各縣市肇事傷亡數 .....	9-4
表 9.4 各級路段用路安全評估標準 .....	9-4
表 9.5 災害數量與程度之評估標準 .....	9-5
表 9.6 各級道路鋪面妥適率評分標準.....	9-5
表 9.7 D.E.R.&U.評估法檢測項目 .....	9-6
表 9.8 D.E.R.&U.評估準則.....	9-6
表 9.9 橋樑妥適率評分標準.....	9-7
表 9.10 隧道妥適率評分標準.....	9-8
表 9.11 排水設施妥適率評分標準.....	9-8
表 9.12 附屬設施妥適率評分標準 .....	9-9
表 9.13 挖掘管線妥適率評分標準 .....	9-10
表 9.14 養護作業制度化評分標準 .....	9-10
表 9.15 民眾陳情處理評分標準 .....	9-11
表 9.16 道路災害處理評分標準 .....	9-11
表 9.17 國賠處理評分標準 .....	9-12
表 9.18 養護預算執行率 .....	9-12
表 9.19 養護專案承辦量 .....	9-13
表 9.20 廠商業績評鑑.....	9-14
表 9.21 品質文件管理.....	9-15
表 9.22 施工管理程序.....	9-15
表 9.23 路容現地查核評估標準 .....	9-16
表 9.24 排水系統現地查核評估標準.....	9-16
表 9.25 安全設施現地查核表單.....	9-17
表 9.26 鋪面妥適率得分 .....	9-18
表 9.27 橋樑妥適率得分 .....	9-18
表 9.28 排水設施妥善率得分.....	9-18
表 9.29 挖掘管線妥適率得分.....	9-19
表 9.30 中壢工務段初評分數表 .....	9-20

# 第一章 緒論

## 1.1 研究背景

公路養護管理屬於公權力的執行，其作業項目與程式多源自於相關法規，在法規變動不大的情形下，年復一年，週而復始，極容易流於形式或蕭規曹隨、因循敷衍，例如公路管理單位每年均進行交通量調查與肇事資料之彙整，但這些資料多未見詳細分析、診斷，找出問題路段與問題成因，加以立即改善，因此需要在例行的養護作業中，加入以知識管理主軸之分析、改善、督導與回饋的程式機制，來驅動改革、提升效能，並使公路養護管理作業因而能夠自動因應環境與需求之變化，自我檢討精進。

本研究運用知識管理之概念與架構，發展適合公路管理機關使用之具有知識演替革新功能之作業程式，作為建構與推動公路養護管理系統及改善強化公路養護作業效能的重要參考。並以工務段層級之鋪面養護作業為主要研究對象，建立相關分析模式，修改現有鋪面管理系統，落實知識管理之推動與執行。

## 1.2 研究範圍與目的

公路管理範圍甚廣、問題盤根錯節，基本上就是管理的事，只要由人組成的組織，就有程序及人的管理的問題；以目前公路管理上，管理工程司的知識充足與否，似乎比其他問題更加迫切。故本研究以交通部公路總局中壢工務段為對象，進行該養護程序知識管理系統的建構，並以鋪面養護相關活動為研究重點，並藉以建構目前養護流程與分析相關作業成本以診斷檢討目前問題，重新建構鋪面管理系統的架構，供相關人員參酌。

### 1.3 研究內容

本研究以建構可整合知識管理機能之養護程式方法為內容重點，並輔以鋪面管理系統更新以及鋪面養護計畫編擬，作為應用，主要研究內容包括：

#### 1. 回顧評析相關文獻

涵蓋過往與知識管理定義、內涵以及知識萃取、分析、管理等相關之研究及案例，並針對鋪面養護作業進行適用性之評析。

#### 2. 研究如何將知識管理概念落實於公路鋪面養護作業內容

由預算編列執行及實際績效查核等 2 個面向切入，並利用 PDSA 循環圈之概念，將評估、改正機能，置入年度公路養護計畫內容與審核程式中，以建立鋪面養護作業與預算編列及實際成效檢討間之關聯。

#### 3. 發展以知識管理為基礎之作業分析模式

針對公路鋪面養護要求之品質、安全、效率等機能目標，發展以活動為基礎之成本分析(Activity-Based Costing)、設施劣化模式、突發事件模式、時空分佈模式以及一般統計模式等 5 個基本分析模組，作為成效評估、問題篩選之基本分析工具。茲分項說明如下：

##### (1) 以活動為基礎之成本分析模組

以活動為基礎的成本管理，可以直接反映機能與成本間之關係，本研究根據主要作業程式之各類資源輸入，建立活動項目辭典以及各項目所屬資料庫位址及相互間之關聯，並經由過程中各種資源耗用之行政程式，詳細記錄作業所需資源，俾作為分析活動成本之依據。

##### (2) 連續時間預測模組

公路鋪面隨歲月與自然環境的洗禮，會自然老化而逐漸喪失其

服務功能。本模組是利用時間序列分析，依照設施狀況過去的資料所存在變異型態建立模型，預測鋪面隨時間長短所對映毀損機率。

### (3) 離散事件預測模組

公路鋪面常會因管線挖埋、天候與交通等因素受到破壞，這些事件發生的時間與地點難以預測，但是會因所埋設管線種類、數量，甚或鄰近之土地使用產生關聯，而具有某種機率特性，可透過離散事件預測的主要方法，將長期的歷史資料轉化為適當之狀態機率分佈，俾以對未來進行預測，同時將長期的資料以數學理論加以合併，以減少資料量的儲存，並藉由大量的歷史資料，獲得穩定設施狀態轉變機率(Transition probabilities)，作為設施狀態預測之重要參數。

### (4) 一般統計分析模組

處理鋪面年齡、行政及功能分類、長度與規模、面積、結構形式等之統計、交叉分析與排序等之基本統計操作分析，以及部分之迴歸及變異數分析，作為背景特性與績效評估之重要依據。

### (5) 時空分析模組

許多公路運轉事件如肇事或挖掘路面等，發生時有其背景環境因素，但是因為發生頻率不高或是相隔時間較長，常會讓人誤認為屬於個別之獨立事件，因而喪失發覺與改善問題之機會，本模式利用 GIS 平臺，透過 GPS 座標之定位，將多年期發生之各類事件依其座標標定於電子地圖上，以篩檢異常發生之地點、路段與強度，俾進行檢討改善。

## 4. 更新修正現行鋪面管理系統架構

本所於 94 年度曾完成鋪面管理系統雛形，本研究前述發展構

建之知識模組，將一併整合至舊有之鋪面管理系統中，更新其系統功能。

#### 5. 進行知識管理模組之應用

本研究選擇公路管理機關工務段層級之公路鋪面養護計畫與績效評核作為落實應用之標的，建構養護計畫書及績效評量指標與辦法與前述知識模組之關聯，並草擬使用範本，提供相關單位參考。

### 1.4 研究流程

本研究流程如圖 1.1。

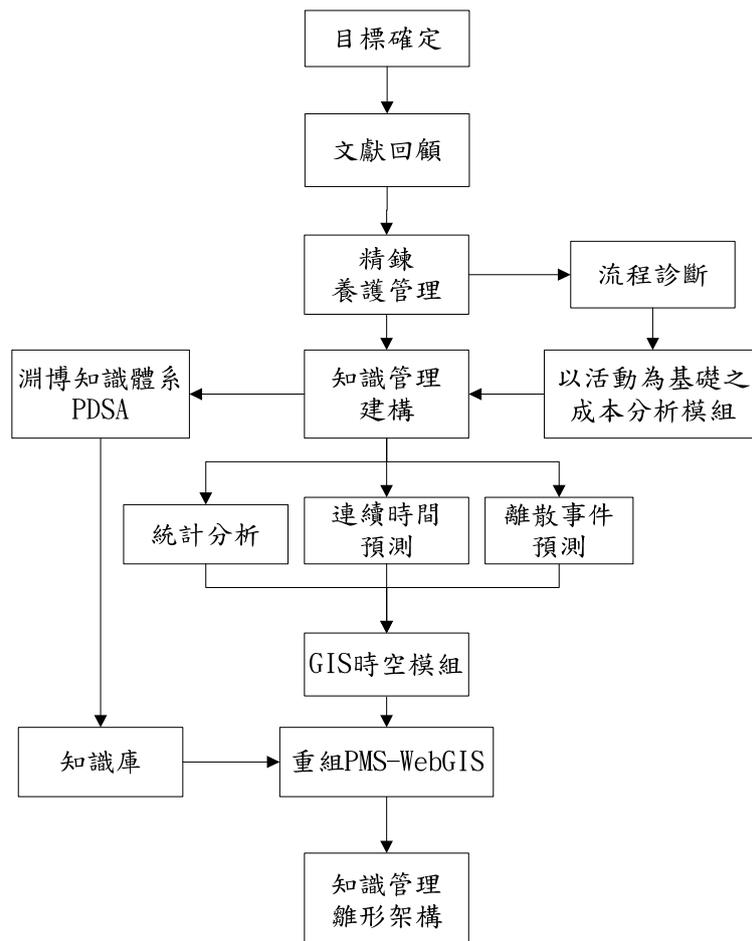


圖 1.1 研究流程圖

## 第二章 文獻回顧

### 2.1 道路養護作業現況

本研究以公路總局養護作業為主，目前公路總局組織架構如圖 2.1 所示。民國 97 年公路總局本部設有養路組約 80 人，另全省設有 5 個區工程處，平均各處人數為 180 人，處下設有各地區工務段，共 32 個工務段，每段平均人數為 50 人，以辦理全省公路養護及改善作業。全部轄養之省道長度為 4,763 公里，縣道長度為 2,958 公里，合計 7,721 公里。以正式職員計算，共 2,241 人，每人平均養護公里數為 3.45 公里。以養護機具計算，各式車輛機具為 650 輛，每部車輛機械平均養護公里數約 11.88 公里[1]。

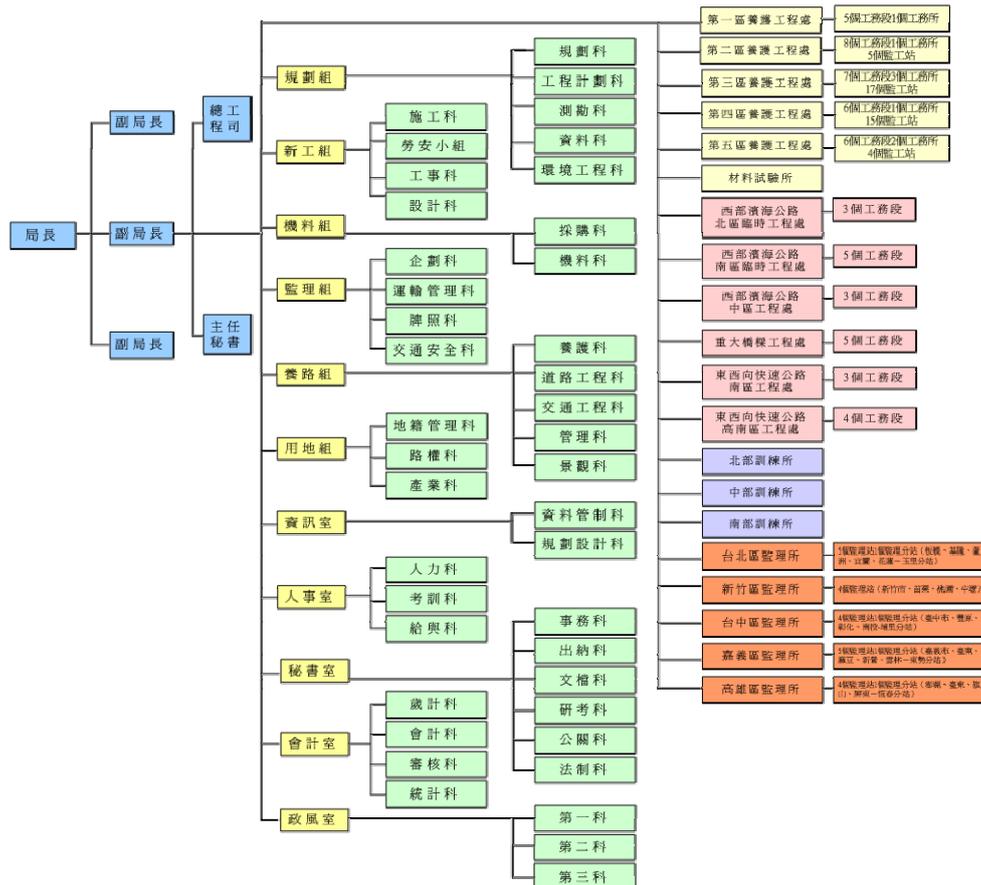


圖 2.1 公路總局組織圖

## 2.2 臺灣地區鋪面管理系統

### 2.2.1 臺灣地區鋪面管理系統之發展

#### 1. 高速公路鋪面管理系統之發展

臺灣地區鋪面管理系統起始於民國 72 年由交通部高速公路局委託之「臺灣區高速公路路面養護管理系統(第一期)」[2]，該系統架構分為：(1)調查系統；(2)分析系統；(3)設計系統；(4)評審系統；(5)養護實施系統；(6)施工系統；(7)規劃與執行系統；(8)研究發展與人員培訓系統等 8 個子系統，系統功能、範圍及周延性皆已滿足高速公路養護需求，然當時該系統之發展係以大型電腦處理系統為主，已不符合目前電腦環境，且推廣落實至各工務段、工程處執行不易。且因當時並未將資料調查相關配套措施加以整合，造成該系統資料庫並未完成高速公路整段資訊，無法對於整個高速公路狀況進行有效評估。

民國 85 年再委由財團法人臺灣營建研究院進行「中山高速公路路面養護管理系統電腦實務應用」[3]，承續先前高速公路 PMMS 之研究，推展落實鋪面養護工作至各工務段、工程處及局本部之個人電腦終端機上，以強化鋪面養護管理系統電腦化功能、各系統連線操作及資料庫資料儲存。因前期發展之 PAVMAS 架構無法與當時高公局系統相容，故重新發展電腦程式；另發展 FPMS 系統。但該系統仍有資料庫並未納入整體高速公路資料，且該系統在執行上仍有些錯誤存在，故並未實際執行。

後於民國 89 年委託長天顧問公司修正該系統的錯誤，但仍因資料庫並未更新造成該系統仍未施行。另配合行政院公共工程委員會永續發展委員會要求各工程必須納入生命週期成本的觀念，於民國 94 年委託中央大學進行「國道 3 號道路相關工程生命週期及維

護管理制度提昇之研究計畫」[4]，該計畫除完成鋪面、橋梁、邊坡與隧道等養護工法的生命週期與維修事例輯，並對於道路維護管理架構與程式進行初步擬定，同時完成示範網站提供工程司對於相關資訊的查詢。

## 2. 省縣道鋪面管理系統之發展

在省縣道部分，民國 82 年由交通部運輸研究所委託臺灣大學土木研究所進行「臺灣地區一般公路鋪面養護管理系統建立之研究」[5]，以臺灣地區省、縣道路為研究範圍，依實地訪談及文獻整理結果訂定裂縫、變形、表面破壞與其他等共 4 大類 14 種鋪面破壞之調查項目及量測方法，建立鋪面表面破壞指標(Pavement Surface Distress Index, PSDI)，選擇 Road Rater 400 及 CAAMS 兩種儀器實地量測全省 40 個路段(以 1 公里為樣本路段長度)之撓度及平坦度值，依據樣本路段量測結果探討撓度與平坦度指標之應用，並以 PSDI 及路段養護優先順序指標(Priority Index, PI)作為鋪面評估及維修排序的基礎。

後於民國 86 年交通部公路總局委託國立中央大學、臺灣大學與交通大學進行「路面管理決策支援系統之研究」[6]，其研究主題分為：

- (1) 應用動態地磅交通資料評估路面成效；
- (2) 路面管理系統資源分配最適化規劃；
- (3) 路面管理網際資訊系統構建規劃；
- (4) 路面維護管理系統。

路面維護管理系統部份，針對臺灣省公路局一區工程處轄區內臺北、桃園縣市部份路段，利用 ARAN 與 FWD 檢測儀器定期擷取路面資料，進行專家訪談、召開不定期專案會議與資料收集，彙整

建立鋪面資料庫後，配合包括模糊理論、遺傳演算法等分析方法，建立多項鋪面評估指標模型，最終以 MapInfo 5.0 開發完成適合國內路面養護體制之單機版中文化視窗 PMMS-GIS。該系統建立完整路面資料庫，並運用多種人工智慧(Artificial Intelligence, AI)方法論建立多項指標模型，此亦為國內之始，此系統係首度將路面資料與路網圖形化資料相互結合，達整合路網圖像與相關資料運用之目的，經系統規格設計後，開發並撰寫完成各模組之分析功能。

民國 94 年配合行政院公共工程委員會指導方針委託財團法人臺灣營建研究院進行「北區省道公路公共工程(含隧道、橋梁)維護管理制度之研究」[7]，該計畫分成臺帳建檔、序列分析、策略規劃與執行驗收四階段，但該計劃作業內容尚不足以進行公路生命週期維護管理。在選序分析方面，由於目前並無設施構件之功能指標，因此無法有效執行公路設施之現況功能分析及維護之優先選排序。且因無功能指標之建立，其檢、監測項目無一定之標準，而因此採用簡單之公路巡檢，而無優先選排序結果維護計畫編列採人為主觀編列養護作業及其經費，且維護管理績效評估原則亦無法與公路設施營運目標關聯。

### 3.縣市政府鋪面管理系統之發展

在鄉道管理部分，目前各縣市政府僅有桃園縣政府交通局自民國 93 年起委託國立中央大學進行「桃園縣路面管理系統之研究」[8]，對於桃園縣所管轄之鄉道進行管理系統之建構，分成(1)資料查詢子系統；(2)指標查詢子系統；(3)預測子系統；(4)規劃子系統；(5)控管子系統；(6)編輯子系統。該系統乃是針對以往鋪面管理系統的內容與實務發展加以整合，並加入控管子系統將預算納入管理系統當中。並於民國 94 年、95 年完成「桃園縣政府道路基本資料

調查」[9]與「桃園縣政府鄉道調查第二期」[10]，將桃園縣所管轄鄉道之基本資料建置完成，並提供桃園縣政府檢測技術與儀器定期對於鄉道管理資訊進行收集，藉以發揮系統之功能。

在市區道路部分，民國 81 年交通部運輸研究所委託臺灣大學土木工程研究所進行「臺灣地區一般公路鋪面養護管理系統建立之研究」[11]，以市區道路為目標，著重養護作業現況、鋪面評估指標、檢測儀器調查之回顧與探討，並針對裂縫、變形、表面破壞與其他等共 4 大類 16 種路面破損，研擬路面破壞調查手冊，並實地訪談各地方養工單位作業現況。該系統架構之建立包含路面調查、路面評估、路面分析、路面養護規劃、路面設計等 5 大部分，配合圖形化與資料庫管理而完成。本系統為國內率先將 GIS 觀念導入 PMS 的開始，提出採用 ARC/INFO 與 TransCAD 軟體發展 PMS 之程式，以及 2 階段架構及功能說明。

民國 82 年臺北市政府委託臺灣大學土木工程研究所進行「臺北市道路鋪面養護管理資料庫系統電腦程式建立之研究」[12]，採用由澳洲資產控制技術(Asset Control Technology, ACT)部門所發展之軟體進行深入研究，該系統主要內容包含：(1)道路登錄系統(Road Register, RR)；(2)路況管理資訊系統(Condition Management Information System, CMIS)；(3)財務規劃網路最佳化系統(Financial Planning Network Optimization System, FNOS)；(4)養護策略排序最佳化系統(Treatment Scheduling Network Optimization System, TNOS)。本研究擇取臺北市一小型路網循序進行道路現況、撓度、平坦度等儀器調查作業，再納入 ACT 中作實例分析，並驗證系統軟體分析結果之合理可用，供日後養護單位參考採納。

民國 90 年內政部營建署則委由中國生產力中心執行「市區道

路維護技術規範手冊研究計畫」[13]，該研究計畫收集國內外檢測儀器與標準，最後研擬鋪面狀況指標作為養護維修之依據。陸續執行「市區道路管理維護系統之推廣維護」[14]、「市區道路管理維護與技術規範手冊研究－鋪面平坦度檢測與調查(第二期)」[15]、「道路平坦度驗收規範之研擬」[16]等計畫，逐漸將市區道路的管理採用國際糙度指標為其養護驗收基準，並配合專家對於各縣市市區道路進行評分。臺灣地區鋪面管理系統之發展如圖 2.2 所示。

#### 4.交通部運輸研究所鋪面管理系統之研究

交通部運輸研究所於民國 90 年完成「公路基本資料管理整合規劃」[17]，將公路基本資料增加照相機與地理資訊系統輔助，簡化人工調查流程後，並於之後陸續在「公路基本資料庫建構計畫及公路基本資料調查技術與設備改良計畫」[18]、「公路基本資料庫構建計畫(二)」[19]、「公路基本資料庫高屏地區構建計畫」[20]、「公路基本資料庫嘉南地區構建計畫」[21]完成除東部地區以外的臺灣公路基本資料庫更新與設備改良。

民國 92 年完成「國內外鋪面管理系統評估比較之研究」[22]，收集國內外鋪面管理系統的發展並建構出管理系統之必要條件。同時委託逢甲大學完成「公路養護制度之研究」分析國內公路養護的缺失，如養護程式、管轄範圍等問題。

民國 94 年推動「公路績效監測技術研發」[23-27]，該計畫包含(1)交通設施營運維護管理系統之整合與應用；(2)公路養護管理績效監測系統整合計畫；(3)公路鋪面管理系統整合與建置計畫；(4)交通設施生命週期評估技術整合與應用；(5)臺灣區救災公路系統建立之研究等五個子計畫，分別完成不同管理系統，然而各系統資料庫並未相互引用，且資料更新周期不同，造成系統間分析結果無

法交互應用，而降低其實用性。

民國 95 年委託義守大學進行「交通設施營運維護管理系統整合計畫」[28]，該計畫架構一平臺可連結各系統資料庫，作為整體鋪面養護相關資料的查詢。

民國 96 年繼續執行「交通設施營運維護管理系統整合計畫(三)」[29]，希望與養護程式相結合，達到養護工程司所需要的資訊介面。在民國 97 年則執行「交通設施營運維護管理系統網路化」[30]，將該系統發展成網路介面。交通部運輸研究所公路績效監測技術研發發展如圖 2.3 所示。

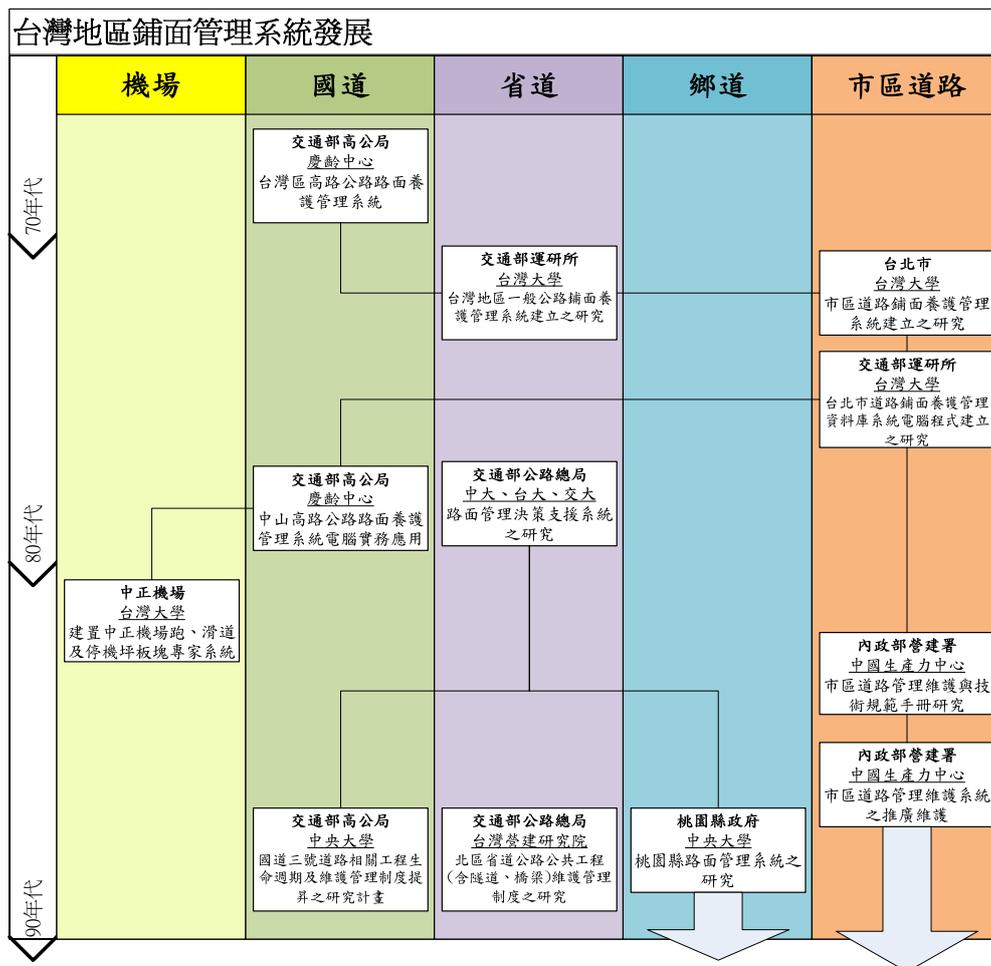


圖 2.2 臺灣地區鋪面管理系統發展

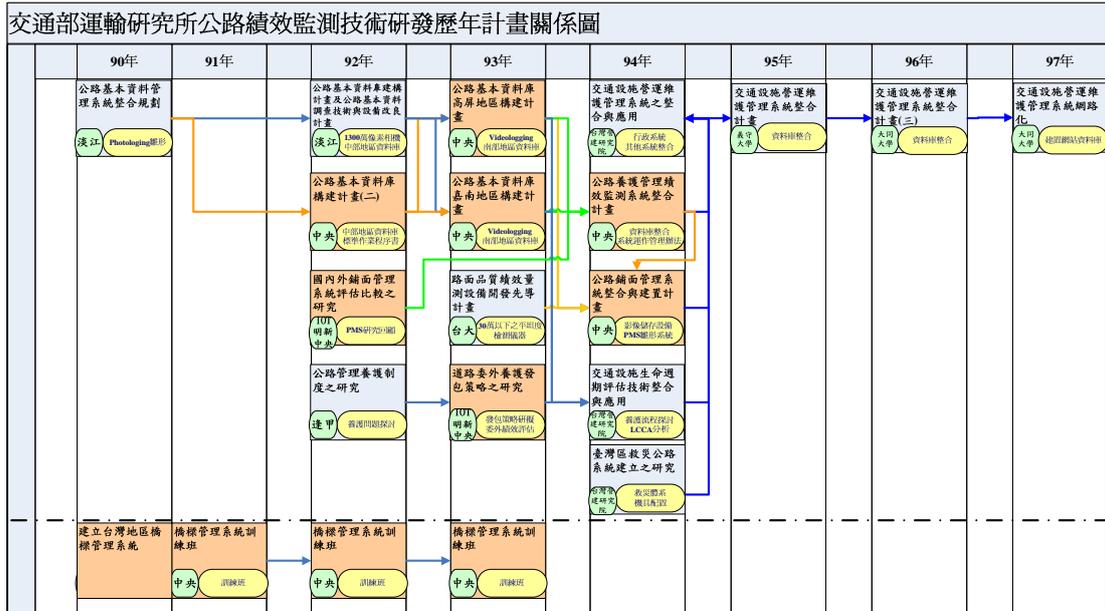


圖 2.3 交通部運輸研究所公路績效監測技術研發發展

### 2.2.2 公路養護作業整體系統化架構

交通部公路總局養護作業流程如圖 2.4，其中依據不同作業項目及其性質內容，皆與不同單位相互關聯，國內在各單位依其權責下，發展出不同系統。包含公共工程委員會發展之經費電腦估價系統、標案管理系統；交通部公路總局發展工程管理資訊系統；交通部運輸研究所發展之公路養護巡查系統、橋梁管理系統；各縣市政府發展之管線挖掘管理系統等。

依據公路總局養護作業流程，各養護作業相關管理系統如圖 2.5 所示。表 2.1 表示各項鋪面養護資訊系統化狀態，其中在管線挖掘、道路修補及路面結構等部分，尚未電子化，僅由各工務段與負責廠商以紙本作業進行。

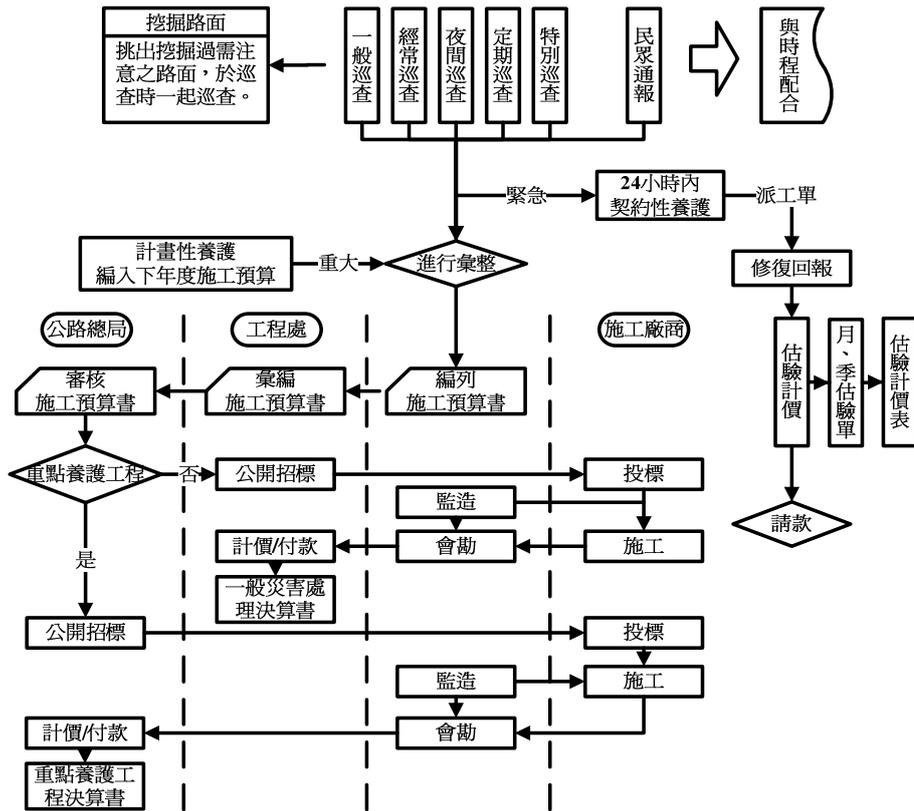


圖 2.4 公路總局養護作業流程

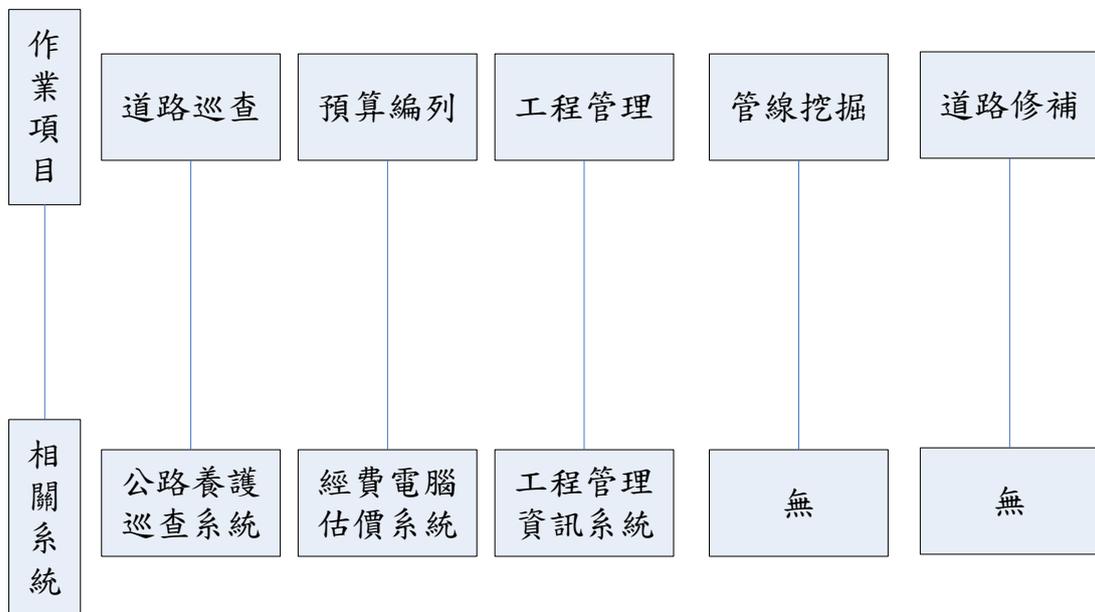


圖 2.5 養護作業相關管理系統

表 2.1 鋪面養護相關資訊電子化程度

資料項目	資料來源	電子化程度	更新週期
公路基本資料	公路基本資料庫	系統化	隨時更新*
路面結構資料	公路總局	無	新工
交通量	公路總局	具電子檔	一年
氣象	中央氣象局	系統化	每日
裂化記錄	公路養護巡查系統	系統化	依巡查計畫
管線挖掘	工務段	紙本	無固定
道路檢測	公路總局	具電子檔	一年
鋪面破壞調查	無	無	無
工作成本	公共工程價格資料庫	系統化	-

\*公路基本資料登記管理要點，於中華民國九十二年五月九日修正後，從每十年公路總清查，改為有變更即更新。

### 2.2.3 鋪面管理系統問題

由上述章節可知鋪面管理系統及養護作業系統化發展，已逐漸成形，目前國內雖然成功發展多套鋪面養護管理系統，其系統功能與完整性已經可與先進國家並駕齊驅，然因國內主客觀因素的影響，導致目前尚未有成熟且實際運作之 PMS，部分因素諸如[22]：

1. 養護管理制度與方法因循傳統，各種資訊科技 (Information Technology, IT) 的技術未能普及使用。
2. 未建立整體一致鋪面管理標準作業程式，致使管理績效無法提昇。
3. 道路挖掘管線情況嚴重，迫使道路隨時處於反覆修補的窘境。
4. 現有 PMS 各子系統間之整合介面未臻成熟，使用階層的系統架構不甚明確。
5. 遷就國外昂貴且多樣的路面檢測儀器而致檢測數據分散且資料格式無法統一。
6. 引用國外路況分析模式與判斷準則，未適當修正與本土化。

7. 現行養護經費編列制度多為各單位自由心證，無法切合道路生命週期成本(Life Cycle Cost, LCC)系統分析之需求。

在大陸對鋪面養護管理發展策略則提及以下問題[31]：

1. 養護管理體制問題：目前高速公路的養護管理與一般公路的養護管理一樣，大多仍採用事業型的管理體制，不能反映高速公路因社會變化大，生產的交通車輛型態；而養護經費來源仍採用撥款方式，不能適應高等級公路管理以企業經營理念，來強化養護技術水準與管理機制的創新。
2. 養護運行機制落後：對養護管理缺乏足夠以法律進行強制性要求處罰過輕，對養護造成之事故責任未有效的追究，監督管理上嚴謹度不足；對養護資金投入不足，仍以「重建輕養」來思考。
3. 對養護經費欠缺分配定額與規範：截止目前，針對高速公路養護管理要點的全國性或地方性統一的養護分配定額與技術規範尚未出爐，養護工程費支出缺乏嚴格的考量標準，隨意性較大；養護品質的考核仍沿用一般公路養護的“好路率”指標，並無客觀科學標準來評定路的優劣，不能滿足高速公路全方位隨鋪面生命週期養護的客觀要求。
4. 運用養護科技比例低：雖然一些地方，一些高速公路配備從國外引進的功率大且綜合性養護機械，但對適應施工機械能力差，對開發機械性能嚴重不足，造成使用頻率過低，形成嚴重的設備閒置浪費現象；大陸目前大多養護作業仍採用傳統的人手方式生產組織，對國外已運用的新技術、新工藝、新材料仍處在試驗階段，尚未大規模推廣使用。
5. 養護管理人員總體素質普遍偏低：因上述問題造成了大陸地區高速公路養護管理技術落後，已嚴重制約了高速公路安全、快捷、舒適、

經濟等性能的充分發揮，已形成公路事業發展的瓶頸。

由此可知鋪面管理的執行並不能僅依照國外管理系統的架構，以管理為手段達到品質提升之目的，必須以顧客為導向重新構思鋪面管理的意義。如何提升鋪面品質，首要任務不再以管理系統為主，應先進行知識系統的整合。

### 2.3 鋪面管理系統建構策略

建立鋪面管理系統(Pavement Management System, PMS)的目的在於利用對於鋪面的知識，以一種可以執行(Executable)的方式來描述，採用系統(System)的分析方法，針對不同管理階層來得到對鋪面上的需求，制訂一系列的最佳化管理策略。而需求分析上是在找出應用系統的使用者之需求，以提供出解決問題(Solution)之方案，並藉由長年持續的資料回饋與研究，提供未來改善的建議，以使系統化的流程更趨完備。

以目前國內公路規模及管養單位的作業模式，尚未建立如美國聯邦州公路總署(FHWA)執行的長期鋪面成效(Long-Term. Pavement Performance, 簡稱 LTPP)計畫的資料，是以思考上要朝向工程司觀點上，來進行知識資料回饋與研究，以整體的運作流程與管理上，採用戴明晚年發展完成的淵博知識體系，強調以Plan→Do→Study→Action (PDSA)循環是一致的方式，以透過一系列的分析方法進行預算、人力、機具、材料等資源的配置與實施，協調與控制所有與鋪面相關的各項活動，以健全末端資料蒐集，累積公路相關資料庫，才能進行本土化的鋪面管理改造。這與鋪面管理系統之父 Hass 構想的鋪面管理系統相似，可將鋪面現況調查資料、維修養護策略、經費估算等相關作業納入一套層次分明的架構，以協助各階層單位執行鋪面管理工

作。PMS 最終的功用還是在於提供決策者足夠的資訊，以期能做出正確的決定。國外發展多套 PMS 軟體，其中最主流的為美國工兵團所提倡之 MicroPAVER[32]及世界銀行所發展之 HDM(The Highway Development and Management System)兩套系統，兩套軟體的使用者涵蓋全球，超過 100 個國家[33]。而現今國內外數套 PMS 軟體主要功能為評估現在和預測鋪面未來的狀況，幫助主管機關認定及排定鋪面維修養護的優先順序並提供鋪面養護維修的最佳時機，使主管機關在認定服務能力不足的鋪面作分析，並選擇一合適的維修策略。美國材料試驗學會標準測試規範(American Society for Testing and Materials, ASTM)更將路網層級 PMS 架構規範為六大部分，分別為：區域資料(Location Reference)、資訊蒐集(Information Collection)、資料庫管理(Database Management)、分析元件(Analysis Component)、反饋元件(Feedback Component)、軟體導入(Implementation)[34]。

而美國州際高速公路及運輸工程司協會(American Association of State Highway and Transportation Office, AASHTO)[35]亦將鋪面管理系統以道路資料、決策準則、系統分析、方案選擇、及方案執行五種管理作業作為分類準則，將 PMS 分為路網及專案層級兩種層級，其細項可見表 2.2。

表 2.2 路網與專案層級路面管理系統之作業內容暨決策架構[36]

管理作業	路網層級	專案層級
道路資料	<ul style="list-style-type: none"> <li>路網資料選擇與擷取</li> <li>描述目前的路況</li> <li>資料處理與評估</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>專案部份之詳細資料的擷取</li> <li>資料處理與評估</li> </ul>
決策準則	<ul style="list-style-type: none"> <li>最低與最高可接受的標準</li> <li>最低的作業成本</li> <li>方案選擇標準：成本最低、效益最高</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>最低與最高的現地狀況標準</li> <li>最低的專案成本</li> <li>方案選擇標準：總經費最低</li> </ul>
系統分析	<ul style="list-style-type: none"> <li>路網目前需求、預估路況惡化以及未來需求的選擇</li> <li>提出特定路段之養護與修復替代方案、預估惡化狀況、生命週期成本與效益分析</li> <li>針對特定準則進行不同預算等級之優選分析</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>專案層級範圍內之修復與養護替代方案</li> <li>進行詳細的現地與實驗室試驗</li> <li>提出路面服務與結構惡化狀況之替代方案</li> <li>替代方案之經濟性評估</li> </ul>
方案選擇	<ul style="list-style-type: none"> <li>決定最終養護維修作業</li> <li>建立作業程序與養護計劃</li> <li>獲得管理層級的核准</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>決定專案層級或單一路段內養護或修復之替代方案</li> </ul>
方案執行	<ul style="list-style-type: none"> <li>作業程序的監控</li> <li>預算與財務規劃的變更</li> <li>資料清查與資料庫更新</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>施工作業的控制與品質保證</li> <li>現場施工記錄</li> <li>養護作業與管理之記錄</li> <li>資料庫更新</li> </ul>

由表 2.2 可以看出路網層級 PMS 的時間及空間範圍均較專案層級來的廣泛。在初期建置上各政府機關的 PMS 應用於路網層級比較易於看出成效，幫助主管機關認定及排定鋪面維修養護的優先順序並提供鋪面養護維修的最佳時機，但在系統長期發展基礎上，整合專案層級的鋪面管理系統功能，將與工程司工作貼近並可增進鋪面分析之

回饋，並可選擇一合適的維修策略。

MircoPAVER 於 1970 年代早期由美國陸、海、空軍，聯邦航空局 (Federal Aviation Administration, FAA)，聯邦公路局 (Federal Highway Administration, FHWA)，美國公眾事業協會 (American Public Works Association, APWA) 等單位資助發展，系統架構由早期大型電腦至個人電腦，發展至 2009 年的 6.1 版本，主要包含下列功能[32]：

1. 鋪面路網資產清查：用以定義鋪面管理系統所採用的分割區段，例如區段的長度、寬度、起迄樁號...等。
2. 鋪面狀況評級：用於輸入依據 ASTM D6433 進行調查之鋪面狀況資料，如鋪面的破損類型、範圍、嚴重程度等，以利進行鋪面狀況指標之計算。
3. 發展鋪面劣化模式：該模組協助管理者將相似建設狀況(如相似氣候、交通量或其他影響鋪面成效的因子條件相似者)的鋪面假設為同一群組。利用對於鋪面狀況的歷史資料可建構出對於未來在該群組鋪面的未來狀況預測。
4. 狀況分析：允許使用者對於整體路網或特定子路網做整體狀況的瀏覽。
5. 定義維護與翻修需求及分析不同預算下方案：其養護計畫使用基本的資產資料結合路面調查資訊、養護政策、養護成本與未來的鋪面狀況預測等資訊來決定之。
6. 地理資訊系統介面：提供一個地圖介面瀏覽與展示鋪面相關資訊。

HDM 則於 1960 年代末期由世界銀行(World Bank)、運輸與道路研究實驗室 (Transport and Road Research Laboratory, TRRL)，及麻省理工 (MIT) 所聯合發展，發展至 2002 年的 4.2 版本，希望達到以下目的 [33]：

1. 提供公路興建、維護及升級時之分析模式。
2. 進行車輛影響、交通特性及使用者成本之相關研究。
3. 進行道路投資對於社會及環境影響之探討。
4. 進行不同方案下公路長期成效評估。

鋪面管理系統中最重要之 3 個程序為鋪面狀況的評估、績效預測(劣化模式)系統、及資源分配最佳化。因此，從這 3 處去分析 MircoPAVER 與 HDM-4 的差異。

#### 1. 鋪面狀況的評估：

MircoPAVER 使用 PCI(Pavement Condition Index)評估鋪面狀況，採用的規範為 ASTM D6433-99 及 D5340-98[32]。HDM-4 則採用國際糙度指標(International Roughness Index, IRI)，並將 6 種主要破損型態如結構強度、裂縫、剝脫、坑洞、車轍、糙度轉換成 IRI。

#### 2. 績效預測(劣化模式)系統：

MircoPAVER 及 HDM-4 皆使用迴歸式建構鋪面劣化模式，但其變數則略有不同。一般而言鋪面績效劣化模式可分為 3 種：迴歸法(複迴歸)、機率分配法(馬可夫鏈)，時間序列法(ARIMA 或曲線配適法)。MircoPAVER 及 HDM-4 皆採用迴歸法，但 PAVER 使用針對績效與時間軸的單變數冪次級數迴歸，使用者可使用鋪面家族之觀念將相近環境因素、交通量荷重、鋪面材料的數個區域做為樣本，以變異數剔除不合理的資料，再以限制曲線斜率小於零的方式來求得績效與時間軸的迴歸式。

HDM-4 採用影響係數作為量化劣化模式精確度的標準，根據影響係數的大小，可分為 4 級，越高之影響係數對於模式預測值有越高的敏感性。以第 1 級及第 2 級視之，需要考慮的因子有結構數、修正之結構數、交通量、撓度、糙度、每年載重、年齡、所有

裂縫面積、寬形裂縫面積、糙度-環境因子、裂縫起始因子和裂縫發展因子。上述因子可分為 6 群，分別為：(1)氣候與環境；(2)交通；(3)鋪面歷史；(4)道路幾何；(5)鋪面結構特性；(6)材料性質。再以轉換因子的方式進行複迴歸。舉例而言，柔性路面中，每一路段於每一分析年之劣化情況可由下列步驟計算之：

- (1) 在分析開始年輸入路網資料與路面情況
- (2) 計算路面強度參數
- (3) 計算下列破損於分析期間內每一道路破損之改變量：裂縫、鬆散、坑洞和邊緣破損
- (4) 確認總破損面積與非破損面積等於 100% 道路面積，計算每一表面破損類型在分析期末之平均值
- (5) 計算每一個變形破損類型於分析期內的改變量，以及決定其分析期末之平均值
- (6) 計算每一表面破損類型於分析期內之改變量，並決定破損類型於分析期末之平均值
- (7) 儲存結果於各子模式中

由上述可知在蒐集現地資料量大的假設條件下，迴歸模型所採用的變數愈多則預測模型可解釋變異程度愈高，特別是對於較長期(超過 10 年)鋪面績效預測，HDM-4 的劣化模式可信度較優於 MircoPAVER。

### 3. 資源分配最佳化：

MircoPAVER 在分配資源上可分為預算受限或是不受限 2 種，可分別提出養護計畫的方案及實施時程。就前者而言，養護計畫將決定預算限制後，系統將依據績效指標 PCI 及鋪面家族劣化預測模式，配合維護經費的單價，以線性規劃的方式擬訂出養護決策的分

年建議方案。就後者而言，沒有預算限制的條件，則可依據決策者所希望的道路養護等級，提出建議。

HDM-4 中，道路計畫方案的經濟評估主要用以決定道路投資之金額與預期的回收效益比(Benefit/Cost Ratio, B/C)，其目的就是選擇具有較高 B/C 的計畫方案。效益因素為提供使用者較佳的舒適性與便利性後所節省的道路使用者成本。成本因素為道路建造成本、養護成本與道路使用者成本。道路使用者成本包含下列六項 [31,33]：

- (1) 車輛操作成本(亦稱車輛營運費)：車輛在道路上行駛過程中各項資源消耗所支出的費用，包含燃料、潤滑油、輪胎與車輛修理等費用。
- (2) 延遲費：由路面改建或養護活動，使車輛減速或繞道行駛而增加的車輛營運費和時間價值費。
- (3) 時間價值：車輛在路程上的行駛時間乘以單位時間的價值。
- (4) 交通事故費：因出現交通事故而支出的費用，通常以事故率乘以每個事故的平均費用計算。
- (5) 舒適與便利：駕駛人常選擇里程及行駛時間較一般公路為長，但卻能提供較佳的行車品質的收費性高速公路，不過此種經濟價值難用適當之貨幣價值予以表達。

在進行模式分析前，必須先進行道路交通基本資料的收集與分析，分析架構內容與模式如圖 2.6 所示，需先針對分析地區之道路劣化、使用者影響、道路工作影響及社會與環境影響進行地區性的參數修正後，使可進行養護路網內的不同養護決策的經濟分析。

而於分析最終，根據上述模式之分析結果，藉由經濟分析之概念與評估方式，做為道路進行相關應用分析(專案、規劃、決策分析)決

策之依據。總分析流程與輸出入資料如圖 2.7 所示。所謂道路劣化係指道路受到交通荷重、氣候變化、水分入侵及其他環境因素，導致路面表面或結構上發生破壞的現象，藉此以分析鋪面劣化發展情形(第 1 階段發展為車轍、糙度，第 2 階段發展為裂縫、剝脫、坑洞)。道路使用者影響模式乃在計算用路人的成本。道路工作影響模式，係指為維持或提升路面品質，所進行一連串養護維修工作對於路面現況或使用者效益影響的分析模式，其中包含養護維修工作介入時間、養護維修門檻及養護後之效益探討。

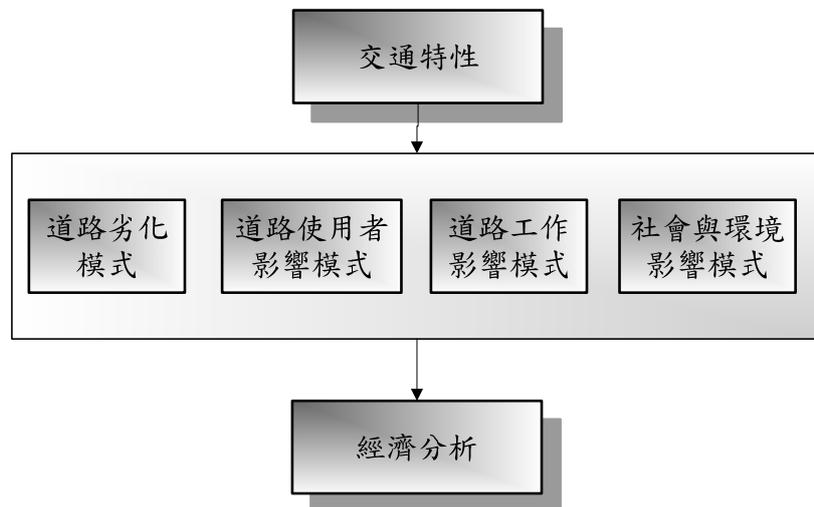


圖 2.6 HDM-4 分析架構內容

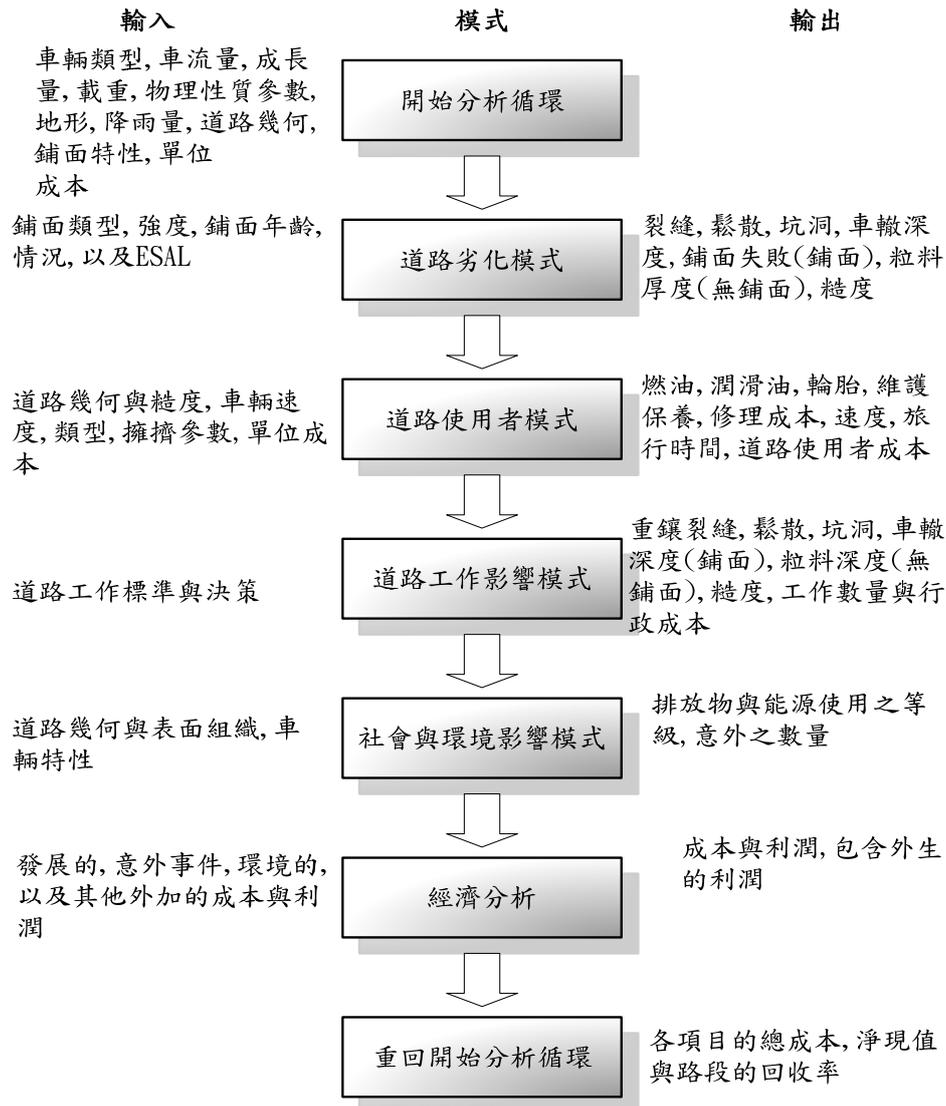


圖 2.7 HDM-4 分析流程說明

以資源最佳化的觀點視之，HDM-4 較 MircoPAVER 多考慮了使用者及車輛的效益，較能由整體的角度進行預算的分配，但也因所需蒐集的資料過多，多數不易量化，造成運用上的不便。

在歸納主要影響道路劣化模式的變數方面，為下列幾項：(1)氣候與環境；(2)交通；(3)鋪面歷史；(4)道路幾何；(5)鋪面結構特性；(6)材料性質。

值得探討的是，臺灣地區鮮少針對路面強度檢測作業，這才是值

得關心的地方。目前，高速公路養護單位對於路面強度檢測之方式除進行路面鑽心來檢驗材料強度外，還有原置於中區工程處，現於北區工程處之落錘式撓度儀(Falling Weight Deflectometer, FWD)。根據國外文獻可知，落錘式撓度儀對於路面結構強度檢測有顯著之成效，但國內相關單位雖有進行例行性之檢測作業，但對於檢測結果並未與現地狀況驗證與進行週期性儀器校正，致使評估應維修路段與現地工程司養護經驗有些差距。近年來，國內各單位持續進行落錘式撓度儀之相關研究，但缺乏現地之資訊進行驗證工作，亦是缺憾之一。未來如何在實務及學術研究上取得良好的結合，應是值得努力的地方。

## 2.4 鋪面養護知識管理

### 2.4.1 鋪面養護知識管理方向

對於鋪面養護知識管理的方向可分為科技技術導入與企業管理方法引進兩方面討論。由於各鋪面管理權責單位建構之資料未完全數位化且格式不一的問題，導致鋪面養護知識無法完整傳承或融合，而科技技術導入是解決該問題的途徑之一。由於公路管理單位多是公家機關，在執行效率上相較於私人企業低，引進企業管理方法在鋪面管理方面不啻為一手段。

#### 1. 科技技術導入

自本世紀初，人類已進入一場全球性的科學技術革命，整個社會從以機器為基礎的工業經濟向以資訊和知識為基礎的知識經濟時代過渡，現代科技已成為影響經濟增長的決定性因素，世界各國在科學技術領域都不斷地加大投入。

目前，我國的公路管理體制改革已進入實施階段，大量的新問題、新情況也隨之出現，這需要鋪面養護工程司具有強烈的科技意

識和創新能力，運用新理論、新知識、新技術、新方法去研究始能解決。

資訊已經成為與物質、能源並列的社會發展三大戰略資源之一。資訊化建設，在世界各國都得到高度重視。它不僅影響到經濟的發展，而且對各國的政治、軍事、社會發展等產生越來越大的影響。近年來資訊化建設取得長足的發展，資訊產業已經成為國家戰略性產業，成為國民經濟發展新的增長點。美國在交通領域積極進 ITS(智慧運輸系統)、GPS(全球衛星定位系統)、GIS(資訊管理系統)、EDI(電子資料交換)等以資訊技術為代表應用技術群的開發應用，讓整體公路管理發展大幅領先開發中國家。美國 Microsoft 總裁比爾·蓋茲在「未來時速」中提出數位神經系統，對二十一世紀的企業運作，商務、知識管理做出論述，沒有將資訊技術與現代企業管理方法相結合的企業只能在 21 世紀的競爭中被淘汰。因此強化公路建設科技意識，必須具有資訊化建設觀念，積極推進公路管理的資訊化，充分發揮電腦技術與公路建設的有機結合，跟上世界潮流。雖然我們在公路資訊化建設中，也積極運用電腦技術，提供科學的決策、規範管理、提高工作效率和降低成本都取得積極的作用。如已經使用的橋梁管理系統、公路防災管理系統、財務管理系統、年度考核評比系統、工程概預算編制系統、公路 CAD 等等。但與已開發國家相比，其電腦綜合使用效率相對低。在鋪面管理方面，臺灣地區雖已建構鋪面管理系統，但缺乏相關資訊整合與設備資料合併等問題造成管理系統資料未及時更新，造成系統分析結果與實際狀況有所差距。

因此，當前在公路部門中，首先應樹立起資訊化的信念和共識，充分認識全球資訊化對我們的影響，加強資訊化建設的緊迫

感。其次，展現電子資料交換(EDI)，構建電子化政府部門。如先實現機關內部區域網的建設，再進行市、縣公路局及其他直屬單位機關互連，直至與 internet 互連，提高機關工作效率和透明度，降低成本，加強政府管理和監督職能。開發建設智慧型運輸系統(ITS)，建立基礎級的公路資料庫，實現全國公路部門之間資訊資源的共用。以提高工作效率，降低成本，規範管理，提高透明度。如在公路工程建設、養護等方面，採用電腦技術，對公路各種統計報表，採用電腦計算，並透過電腦網路上報各種資料。達到在辦公室，只要打開電腦，就對當前公路路況，財務開支、工程進展、計畫落實等情況瞭若指掌的目的。使公路養護預算一編制好，即可在上級主管部門的電腦上進行審核。

## 2. 企業管理方法引進

強化公路建設的科技意識，積極引進現代企業管理方法，對現行公路體制種種弊端進行改革。現代企業制度是建立在現代生產力基礎上、適應市場經濟要求的資產清楚、權責區分、科學管理的新型態企業管理制度。現行公路管理制度乃是政府組織下的產物，與國營企業一樣，存在種種問題。其主要顯示出組織龐大、人浮於事、效率低下，缺乏活力和競爭力。在公路部門既代表國家行使制定法規、編制計畫、檢查監督等行政職能，又承擔公路具體的養護、施工、設計等市場行為。造成長期以來公路養路經費被大量擠佔，公路建設、養護、研究資金短缺。養人不養路、出勤不出力現象普遍存在等等問題。故如何充分發揮現代企業管理方法對現行公路管理體制進行改革，應是養護知識管理應積極探索的事情。

## 2.4.2 鋪面養護管理知識系統概況

德州交通廳自 1980 年代就開始發展鋪面管理系統，也有許多管理系統陸續發展出來，例如橋梁管理系統、公路基本資料系統、鋪面品質管理系統等。在這些系統之間有許多資料是相互重疊或是相互抵觸的，故德州交通廳於 2005 年開始整合發展 i-way 知識管理系統計畫(圖 2.8)，其發展的目的在於強化執行的溝通性、改善資訊的連接性與持續獲取新知識及資源的可行性。目前該系統包含剛性與柔性鋪面等專業知識，其資料狀況如表 2.3 所示。

表 2.3 i-way 所包含的知識項目

資訊分類	該分類下擁有的項目數
書籍	28
新聞	14
影像	15
現地示範文件	46
技術文章	80
軟體	24
相關網站	22
資料庫	16
手冊	26
無法分類的知識	217

該系統採用結果導向的漸進式技術(Results-driven Incremental)建構知識管理，其對於知識管理的系統建構流程如圖 2.9 所示，主要分為設施管理、知識管理分析建構、系統建構及評估，由於採取發現後增加的技術，所以整個系統亦以迴圈方式作為構建流程。以分析現有設施及作業流程為出發點，再進行相關系統分析整理建構，建構後進行相關修正後，評估最後鋪面養護的成效，最後以類似圖 2.10 的技術手冊發表，並建構相關的網路知識平台，但僅限公務內部使用。



圖 2.8 德州剛性鋪面養護知識管理系統(I-WAY)

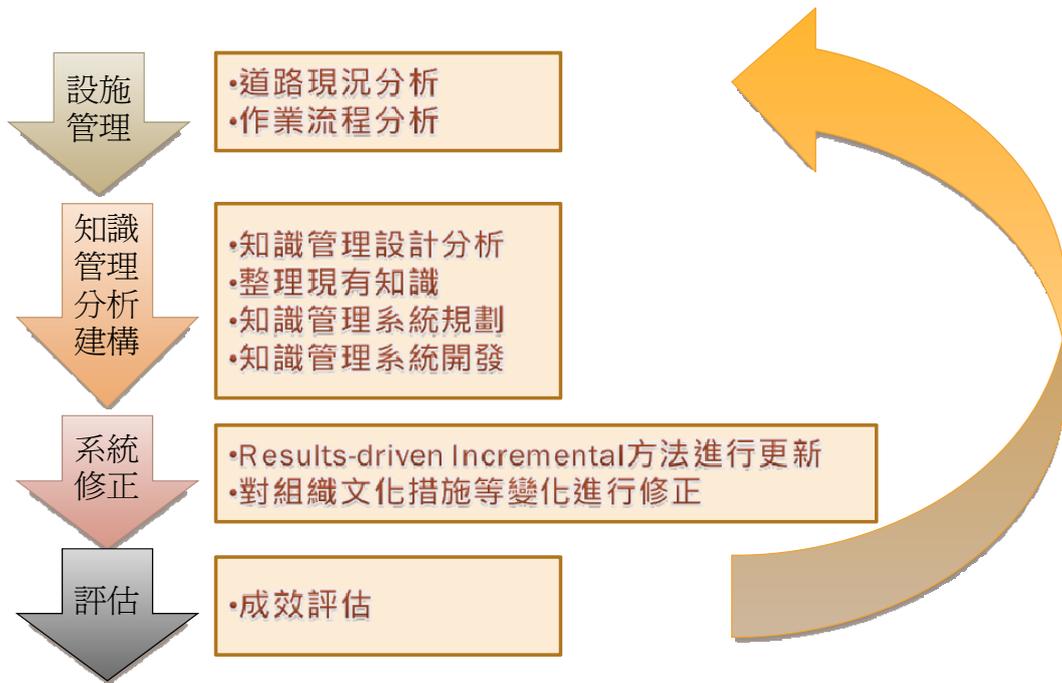


圖 2.9 I-WAY 系統建構流程圖

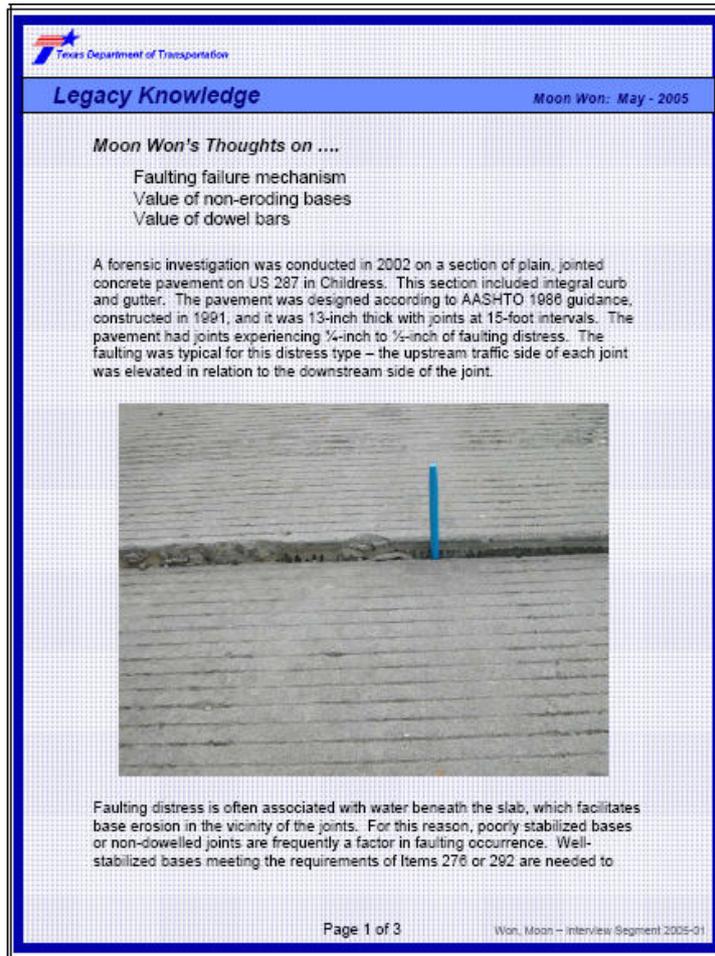


圖 2.10 剛性養護知識技術手冊

在知識搜尋方面可依使用者的需求輸入關鍵詞如圖 2.11 所示，當輸入「車轍」將會出現 47 項搜尋結果。若使用者對於搜尋所呈現的內容不滿意或認為不正確亦可對其搜尋結果重新定義，如圖 2.12 右下角顯示該項結果的簡要訊息、創造者與修改資料，方便以後的使用者追蹤該項知識是否正確及知識的更新程度。

在知識訓練方面與傳統知識管理最大的差異在於提供小組討論室如圖 2.13 所示，可依據區域工程司或總部工程司性質作區分並採用留言板的方式進行知識討論與訓練，且當使用者登入使用 i-way 系統便會記錄各項使用資訊如訓練時間、閱讀書籍項目、發言次數等，讓管理者最為後續系統改善與知識管理之用。

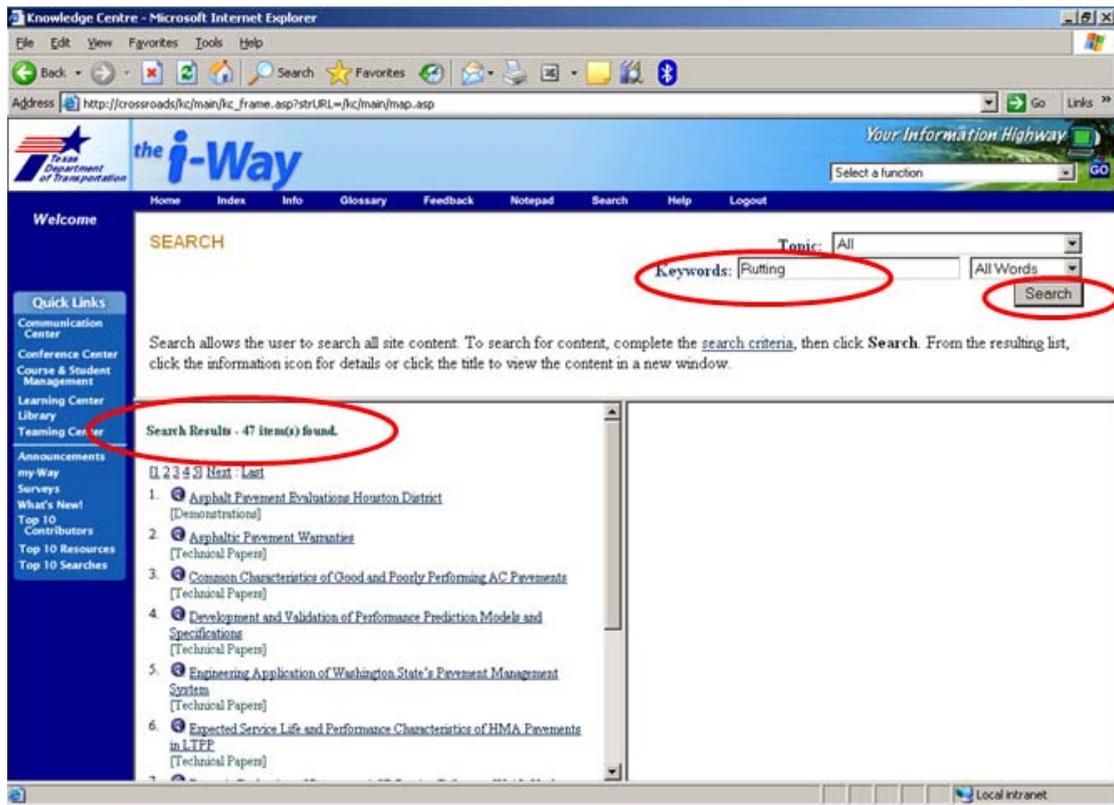


圖 2.11 i-way 之關鍵詞輸入搜尋畫面

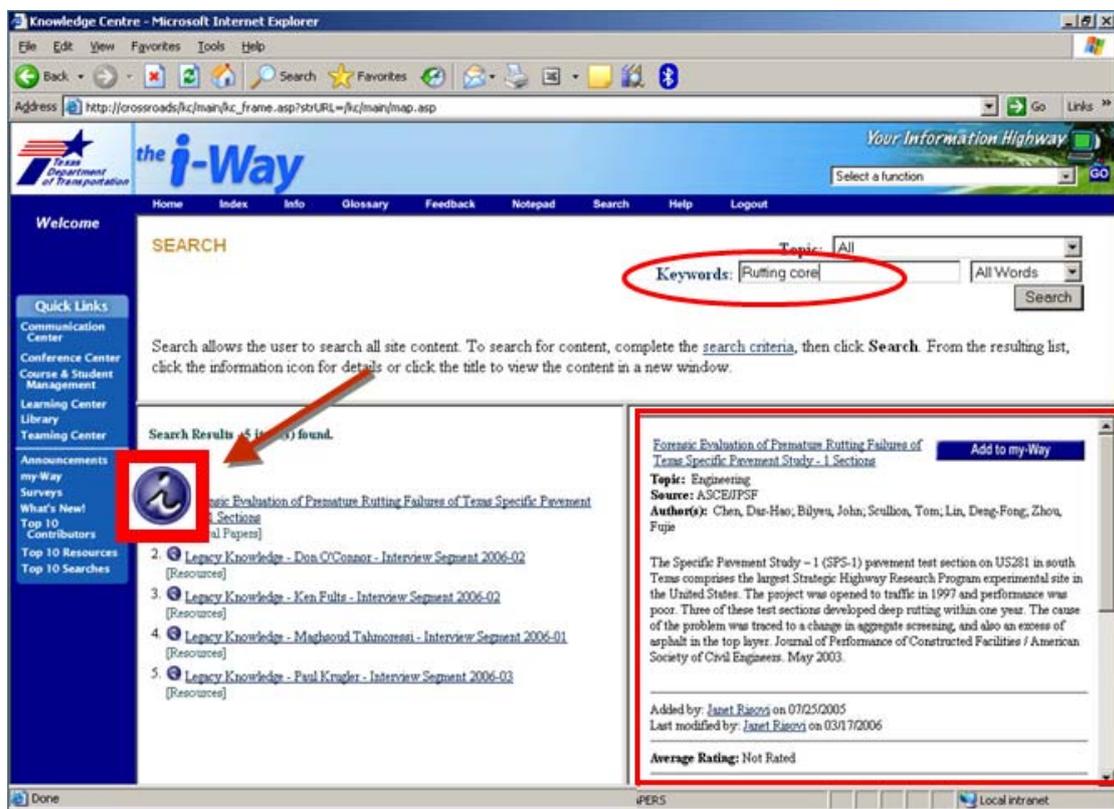


圖 2.12 i-way 之重新定義搜尋結果

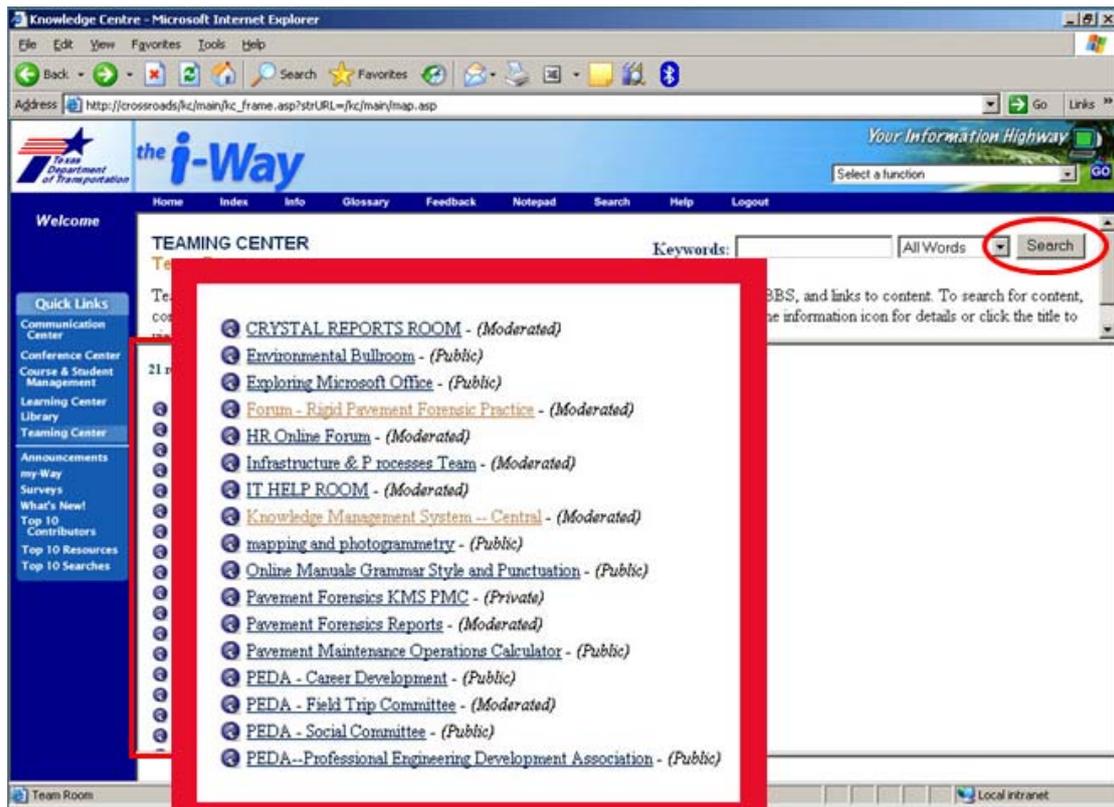


圖 2.13 i-way 之呼叫小組討論室畫面

### 2.4.3 知識管理應用於養護作業流程分析

由於養護管理工程人員的要求、學養、經驗與傳承皆不一，工作內容按照職能及路段作分工為：(1)路面、路容、一般基礎，(2)結構、橋梁類，(3)交通工程類：如安全設施標線標誌號誌等。於養護時對各種狀況、破壞、危險徵兆的預警與預防，並作拍照、記錄與預防，同時對潛在的危險、範圍與地區，作出預防性養護的要求與處理；但經驗與標準不一，做成經費的編列與分配亦會產生影響。

目前各工務處管轄之工務段的資訊無法共享、互通，以提升管理階層的經驗與決策的品質，故公路養護管理系統若能合併資訊化的整合成專家資料庫，使年度作業的功能與績效，轉變成一種即時數據與資源，透過網路將各種破壞狀況，預防與矯正，工作進度與安排，並對預防性養護的研究與成果加以整合並公開發佈。

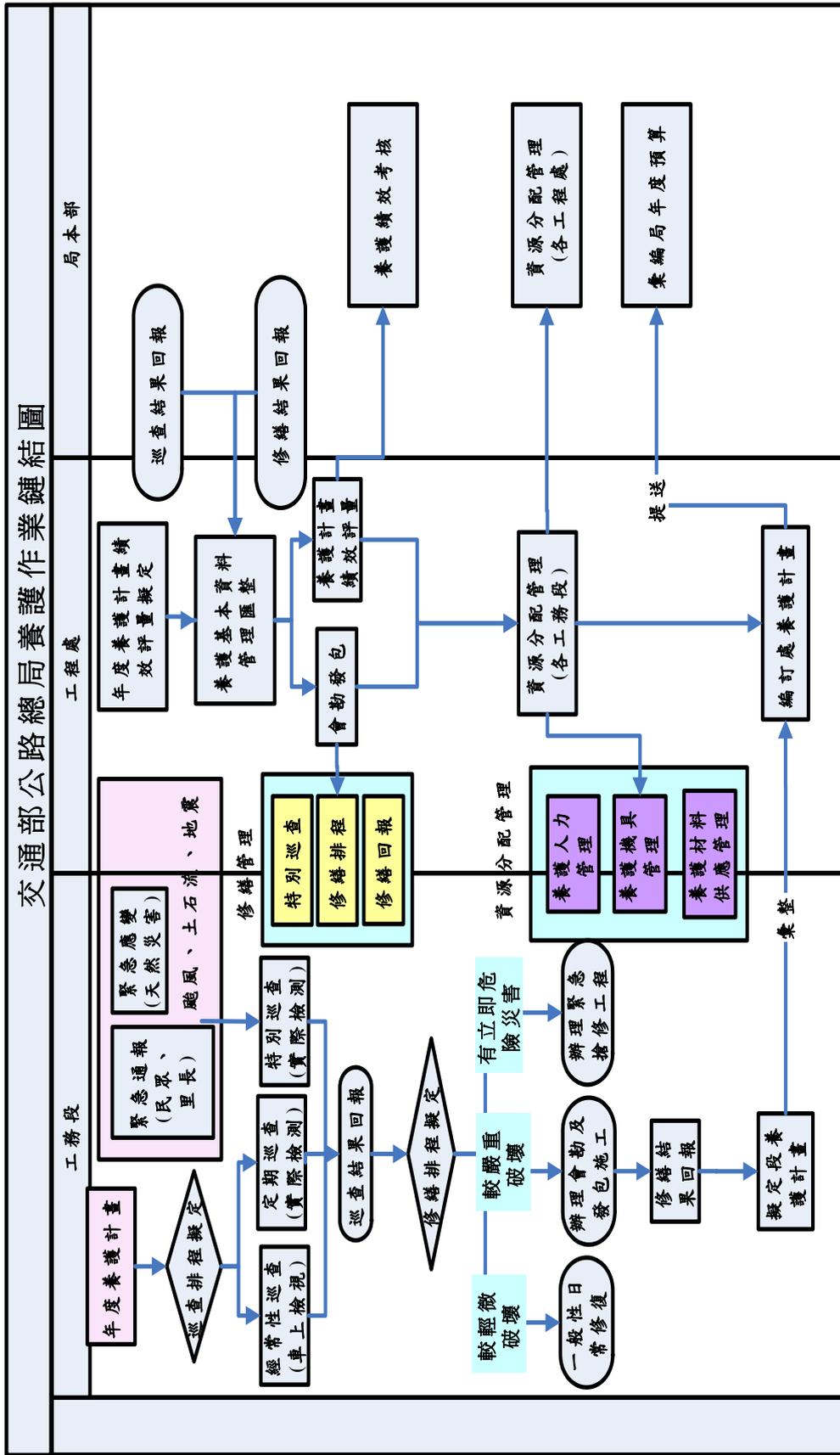


圖 2.14 養護作業鏈結圖

以交通部公路總局鋪面養護管理體系為例，如圖 2.11 養護作業鏈結圖，交通部公路總局有關路面養護的資料記錄，各養護工程處或工務段為其業務執行，目前大多已採用 PDA 來記錄，目前多由道工對路面實際破損狀況及修復情形等進行記載，但路面的維修決策仍多出自於決策者個人的主觀臆斷，無實質數據可做為決策之依據，每年養護計劃僅為工務段人員，依據經驗逐級呈報而定，以養護效益來說，並未有系統加以協助評估考量。因此，有必要設計更適合路面管理作業需求之報表格式以建立資料庫，來檢討並探討鋪面損壞的潛在原因，並可做為路面維修決策過程的有力依據。

在編列預算時，由公路總局養護工程處各段內之各養護工程司將該所轄路段該維修之路段提報予段長，由段長整合後向工程處提報，然後由經驗豐富之考工執行內部審核工作，在考工配合養護歷史資料後，會決定預算是否通過，如無法通過則必須重複提報動作至通過。

當預算有餘額時，一般分為結餘款及保留款兩種，結餘款指有編列預算，且已執行完原定預算用途，即為已完成發包及施工作業，則此款項謂結餘款，得由各單位自行合併其他施工作業再行運用。如有編列預算，但無執行該預算，即指無完成發包作業，則此款項必須繳回。另一為保留款，保留款係指有編列預算，但尚未執行完預算，即指已完成發包作業，則此款項謂保留款得保留至下一年度使用。當預算不足時，則各單位使用自行之結餘款來補足，唯此現象不多，如有發生則尚須完成申報作業程序方可使用此款。

鋪面養護之預算可分為 3 大類，各項預算之提報及取得方式說明如下：

#### 1. 一般性養護經費

一般性養護經費之分配為養護工程處參照各工務段所提供之

交通量、管轄路網面積等計算而得，該項預算主要作為小型日常養護作業(包括面層修補、局部翻修等等)及大型養護作業(如加封瀝青混凝土層面及刨除加鋪等)之經費。唯大型養護作業預算之提報工作必須在前一年度之四、五月份完成，而較重大之「全面翻修重建」預算之提報工作必在前一年度之第一個月底以前完成。

## 2. 專案養護經費

專案養護經費主要使用於有特別情況之情形，每年均有一定比例之預算。

## 3. 特別災害經費

特別災害預算為當有颱風、山崩等臨時不可預知之災害造成之鋪面損壞時，得事後向區工程處申請。

鋪面破壞調查主要目的為輔助工務段掌握轄區內鋪面之破壞情形，除平時可作為臨時性養護實施之依據，並可作為申請大型養護之主要參考因素。在勞力缺乏之情況下，有部分工務段由工程人員身兼破壞調查之工作，另有部分工務段則鮮少進行破壞調查。目前破壞調查之表格設計十分簡易，若由不同人員進調查，其差異可能甚大，且各工務段間尚無一套統一且固定之作業流程及實施程序，使的目前所調查之資料，尚無法有效地加以量化。

一般而言，破壞資訊來源包括巡路人員之調查及同仁上、下班時觀察，另外民眾及民代提供之鋪面破壞狀況亦是資訊的另一來源。一般而言，雨季為該年度中鋪面發生破壞最嚴重之時期，因此雨季剛結束時，為特別需要進行調查之時期。

目前公路養護作業無法依規定頻率執行，分析其原因主要在人力分配及問題，所以本研究中作業成本分析，亦將發展出可供養護作業檢討之模式。分析養護管理所需具備之知識系統內涵如表 2.4。

表 2.4 養護管理所需具備之知識系統內涵

主要事件	作業型態	所需之知識概述
養護決策	損壞型態分析	針對損壞型態、原因、程度與變化趨勢分析
	材料與工法選擇	由各項檢測資料及配合養護施工施工之天候，作綜合研判後。採取最適當的材料與工法進行養護。
	預防性養護	輕微的局部損壞時，為避免損壞快速擴大，應儘可能立即辦理修補工作
道路挖埋	鋪面修復	管線挖掘後應立即修復至可通行及確保行車安全，當鋪面平整度不佳時，應考量大型整修作業。
路面排水	定期檢測及清理	因為游離水會降低底層、基層及鋪面的強度，因此要定期檢測及清理排水設施，確保水流順暢。
養護施工	新舊鋪面接縫	確保銜接面的強度與平整度。
	施工檢驗	應符合契約上施工規範相關規定(含油量、壓密度、黏滯度等)
	夜間施工	需有事先應有詳細的計畫與足夠的照明設備，以避免影響施工與交通安全以及工程品質。
	安全設施	鋪面養護的現場作業，應確實依照相關的交通維持規定辦理。

### 第三章 以活動為基礎之成本分析模組

為探討道路養護活動當中何者對於整體流程的變動性影響最大，或何者屬於影響鋪面品質的關鍵活動，本研究採用近幾年企業所應用的流程再造工具—IDEF 家族模型探討活動對整體流程的影響性。

#### 3.1 IDEF 模型

傳統上對於企業資訊系統的建構均採用主從式架構模式，從資料庫訊息發展出企業所需要的資訊系統介面。但主從式架構在企業資訊系統介面因應公司人員需求而增加，故無法有效與及時改變資料庫內容，近幾年來則是在資訊系統介面與資料庫之間必須先決定資料模式，由資料模式界定系統介面並利用正向或反向工程來決定資料庫架構。但資料模式源自於企業流程分析，而 IDEF 則為從企業流程分析到資料模式建立的最佳建構方式，其建構關係如圖 3.1 所示。

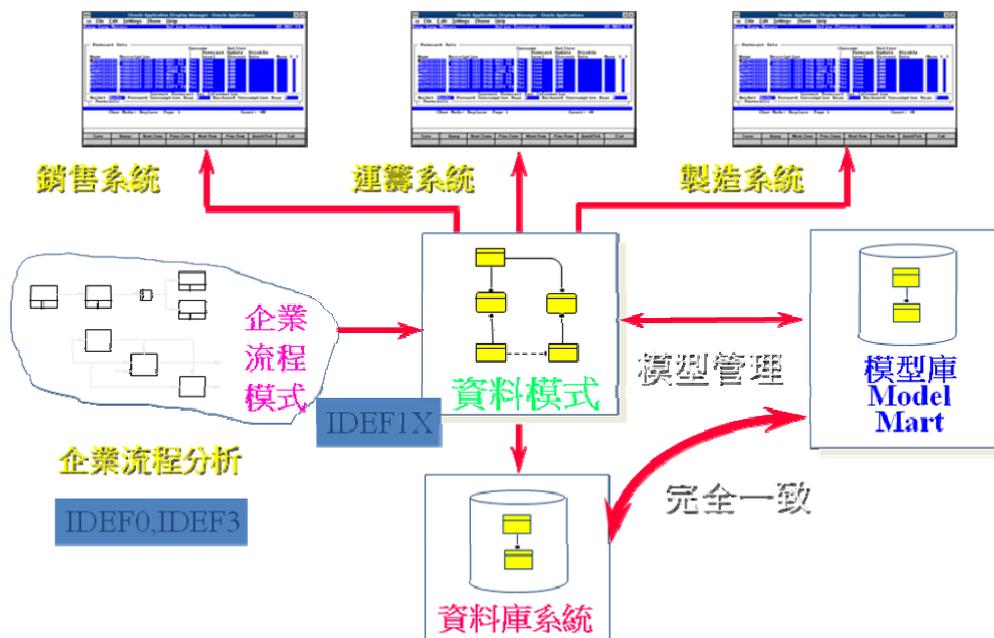


圖 3.1 企業模型庫建構關係

流程通常定義為：「運用資源以製造產品或提供服務的一連串作

業活動」。依流程的重要性，企業流程可分 4 種型式，分別為 (1)核心流程；(2)主要流程；(3)支援流程及(4)管理流程[37]。

流程的型態又可分為：(1)結構化與非結構化模式(2)確定性與機率性模式。一般而言，對現有流程模式的塑造可稱之謂現行模式(as-is model)。然而現行模式經過流程再造的改善與創新後，產業經營方式已轉換(transform)成適合產業電子化的流程模式稱之為具未來前景之模式(to-be model)。總括而論，現有研發流程塑造與分析的工具具有下列幾種[38]：

1. ARIS (Architecture of Integrated Information System; ARIS) 整合性資訊系統架構。
2. IDEF (ICAM DEFinition) IDEF 方法論
3. EXPRESS (ISO10303 標準)產品資料描述
4. Petri Nets 斐氏網系統模式法
5. CIM-OSA (CIM Open System Architecture)
6. GRAI Method
7. IEM (Integrated Enterprise Modeling)企業整合模式法
8. OOMIS (Object-Oriented modeling methodology for Manufacturing Information System) 製造資訊系統物件導向塑模技術
9. SSADM (Structured System Analysis and Design Method) 結構化系統分析與設計法

上述分析工具依其分析方法不同可分為下列幾大類別：

1. 觀察分析法(根據經驗與基本知識分析)
2. 專家訪談分析法(引用現場專家意見)
3. 問卷調查法
4. 運算分析法

## 5. 數學模式分析法

其中 IDEF (Integrated Computer-Aided Manufacturing(ICAM) DEFinition)方法起源於美國空軍 ICAM 計劃。 ICAM(Integrated Computer-Aided Manufacturing)計劃之目的乃意圖透過電腦科技的系統化應用來提高製造生產力，希望能發展出將電腦科技應用於製造上的結構性方法，且透過這些方法讓管理人員能夠更容易了解製造生產力增進的程度。在計畫發展的過程當中，計畫人員了解到：冗長、文字敘述的語言，對於製作文件或是驗證一個程序的可行性上而言，並不是一種有效率的表達方式；長篇大論的程序操作手冊，實用性更低，因為表達不夠明確、難以檢視並確認邏輯的正確性、難以維護，而且成本又高、無法清楚展現系統中各種替代的選擇。

因此 ICAM 計劃便發展出 IDEF (ICAM IDEFinition)方法來陳述製造有關的特性，以圖形來統一對特性的描述，以強化溝通並遂行整合之目的。

1. IDEF0，用來記錄製造的程序，並可以顯示每一執行步驟所需要的各種資訊與資源。
2. IDEF1，用來記錄製造環境所需要的資訊。
3. IDEF2，用來記錄功能在時間點上的行為。
4. IDEF3，用來記錄工作流程。

其中 IDEF2，從來沒有真正的建構完成，之後漸漸被模擬技術所取代。

IDEF 家族不斷的應用演進，在 1985 年，IDEF1 擴充更名為 IDEF 1X。此後，IDEF 方法就廣泛的被使用於政府與私人企業，用來記錄、分析與改進各式各樣的企業程序，後來發展出的 IDEF4，則是物件導向設計方法。而 IDEF5 到 IDEF14 也分別被定義，試著

從更多的觀點來描述複雜的軟體工程，但目前還不具有任何深度，其分類表如表 3.1 所示。目前最廣為人知的乃是已經發展成熟且廣被大家接受的 IDEF0、IDEF 1X、及 IDEF3 模型。IDEF3 作業流程分析、效率評估、IDEF0 系統功能分析在系統建構過程當中是相互支援與回饋，修正完整之結果再進行 IDEF1X 之系統模型分析，再將 IDEF 結果應用至流程分析與改善系統開發，其 IDEF 應用在資訊模型之示意圖如圖 3.2。

表 3.1 IDEF 家族分類

<b>IDEF0</b>	功能模式化 (FUNCTION MODELING)
<b>IDEF1</b>	資訊模式化 (Information Modeling)
<b>IDEF1X</b>	資料模式化 (Data Modeling)
<b>IDEF2</b>	模擬模式化 (Simulation Modeling)
<b>IDEF3</b>	流程描述 (Process Description Capture)
<b>IDEF4</b>	物件導向設計 (Object-oriented Design)
<b>IDEF5</b>	本體論描述 (Ontology Description Capture)
<b>IDEF6</b>	設計原理描述 (Design Rationale Capture)
<b>IDEF7</b>	資訊系統審查方法 (Information System Audit Method)
<b>IDEF8</b>	使用者介面模式化 (User Interface Modeling)
<b>IDEF9</b>	腳本驅資訊系統設計規格 (Scenario-driven Information Systems Design Specification)
<b>IDEF10</b>	實行構造模式化 (Implementation Architecture Modeling)
<b>IDEF11</b>	人工資訊模式化 (Information Artifact Modeling)
<b>IDEF12</b>	組織模式化 (Organization Modeling)
<b>IDEF13</b>	圖表規劃設計 (Three Schema Mapping Design)
<b>IDEF14</b>	網路設計 (Network Design)

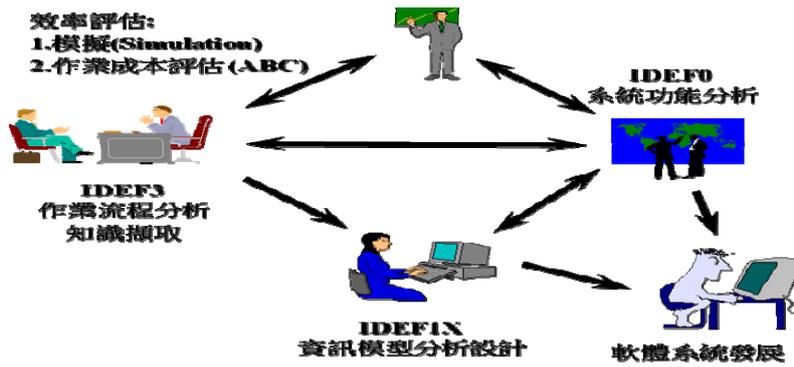


圖 3.2 IDEF 應用於資訊模型示意

### 3.2 IDEF0 模型—以道路養護為例

IDEF0 是以結構化與圖形化的方法將製造系統的功能和與功能有關的物件與資訊表達出來。它的基本概念是藉由圖形化的表達方式，很清楚、嚴謹的將一個系統的功能，和這些功能彼此之間的關聯性、限制性表達出來，使得使用者能夠由圖形化的表達，了解到系統的功能與運作，有助於溝通與討論。

IDEF0 模式的建立如圖 3.3，是由一個方塊圖形所組合而成的。每一個方塊可以代表是系統的活動，工作或功能，箭號代表物件或資料，輸入部份代表會被功能使用或轉變的事物，輸出部份代表經過功能轉變後的結果，控制部份則表示會使功能受到限制的事物，機能部份代表著功能經由何種方式被執行完成的。藉由圖形與文字的描述可表達出系統內各功能間關係、資料及物件的流動方向。

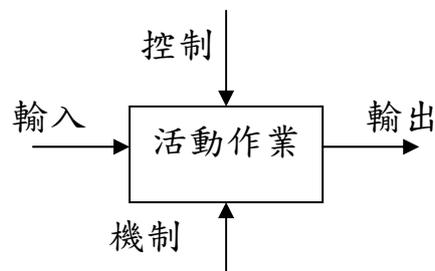


圖 3.3 IDEF0 作業模型基本架構

為了避免在同一張圖面上繪製太多資訊，造成圖面複雜，不利於

資訊的閱讀和處理，而且有些功能需要做更詳盡的說明，IDEF0 有功能階層化分解(Decomposition)的特性(圖 3.4)。先使用一個方塊表達整個系統，再將系統區分為數個方塊，每一個方塊可以再被細分為下一階多方塊圖形，屬於較低層的圖形可以提供更詳細的資料。一般來說，每個塊可以被區分為 3~6 個功能方塊較為適當。

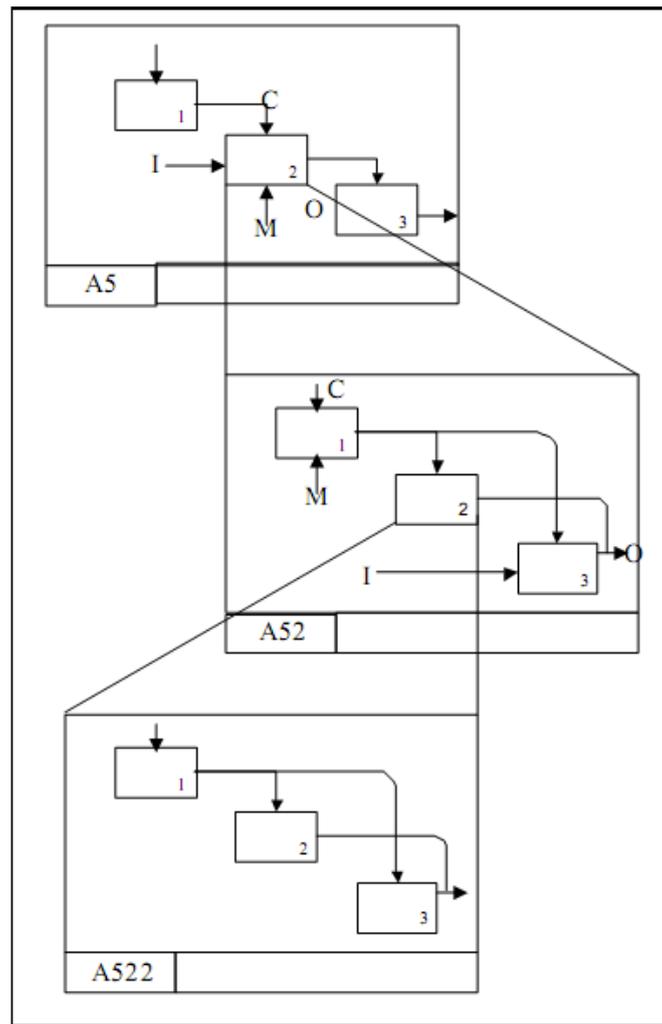


圖 3.4 IDEF0 階層模式

本研究採用 IDEF0 作為流程分析工具，主要是因為 IDEF0 除可充分表達系統的功能資訊及控制行為，並可支援系統分析改善、系統設計與建置，擁有模擬功能與強大的整合能力。由於 IDEF0 不僅僅是一結構化的功能性分析與系統開發技術，同時也是一項敘述性、抽象的圖形化表達工具，具有階層性的架構，可以圖形化的標準語言呈

現各活動之優先次序，藉由共通的語法規定與註解等組成模式內容，來描繪各階段工作所需之支援技術或方法。

IDEF0 的功能是採取由上而下(Top-Down)的階層式展開方式，此方法的優點為，可將複雜的系統作逐步分解，以減少分析困難度。

在 IDEF0 方塊輸入(Input)的部分主要是探討一項活動產出所需要的需求，意即所消耗的資源；輸出(Output)表示產出的結果；控制(Control)的部分主要是探討程序操作上的限制；機制(Mechanism)的部分則是在描述執行或使活動開始運作的人、事、物等，但並不會消耗資源。

本研究建構之鋪面養護管理制度的模型，共分為 3 階層，第 1 層(A-0)就是根據 IDEF0 方塊的功能所建置完成的，其內容如下：

A-0 層：鋪面養護管理制度。

目的：建立鋪面養護之標準程序。

觀點：以工程行政觀點。

輸出：無破損的鋪面、平坦度良好。

控制：公路法、公路養護修建管理規則及交通部養護手冊。

依上述分析，可畫出鋪面養護管理制度在 IDEF0 模型裡的第一層圖，如圖 3.5 所示。

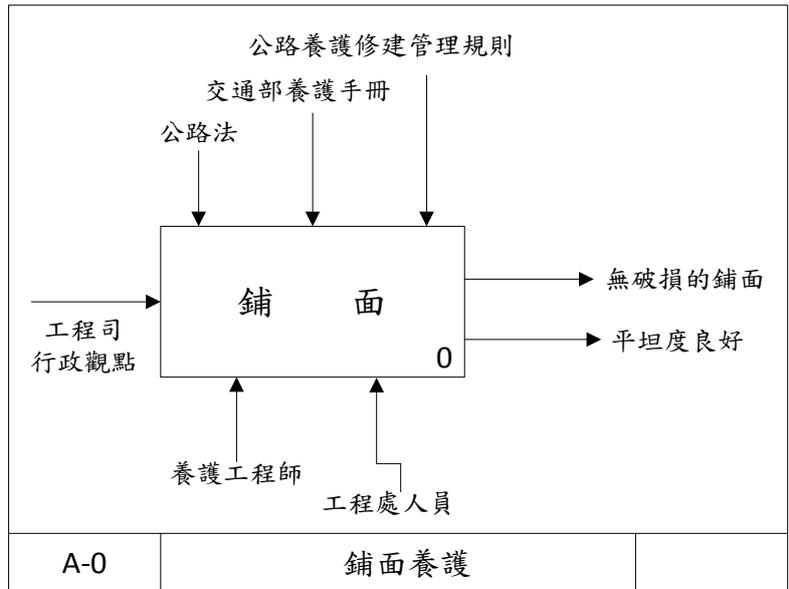


圖 3.5 鋪面養護管理制度 IDEF0

由圖 3.5 可知，本研究的鋪面養護管理是由鋪面出發(本研究之鋪面均指柔性鋪面)。一般而言，鋪面養護流程共可略分為 4 大部分，從資料、決策、執行，一直到最後的驗收，視為一完整養護的養護流程。因此 IDEF0 的第 2 層(A0 層)即為本研究所區分的 4 大項，依序為 A1 層：鋪面現況；A2 層：養護決策；A3 層：預算編列；及 A4 層：發包施工，如圖 3.6 所示。

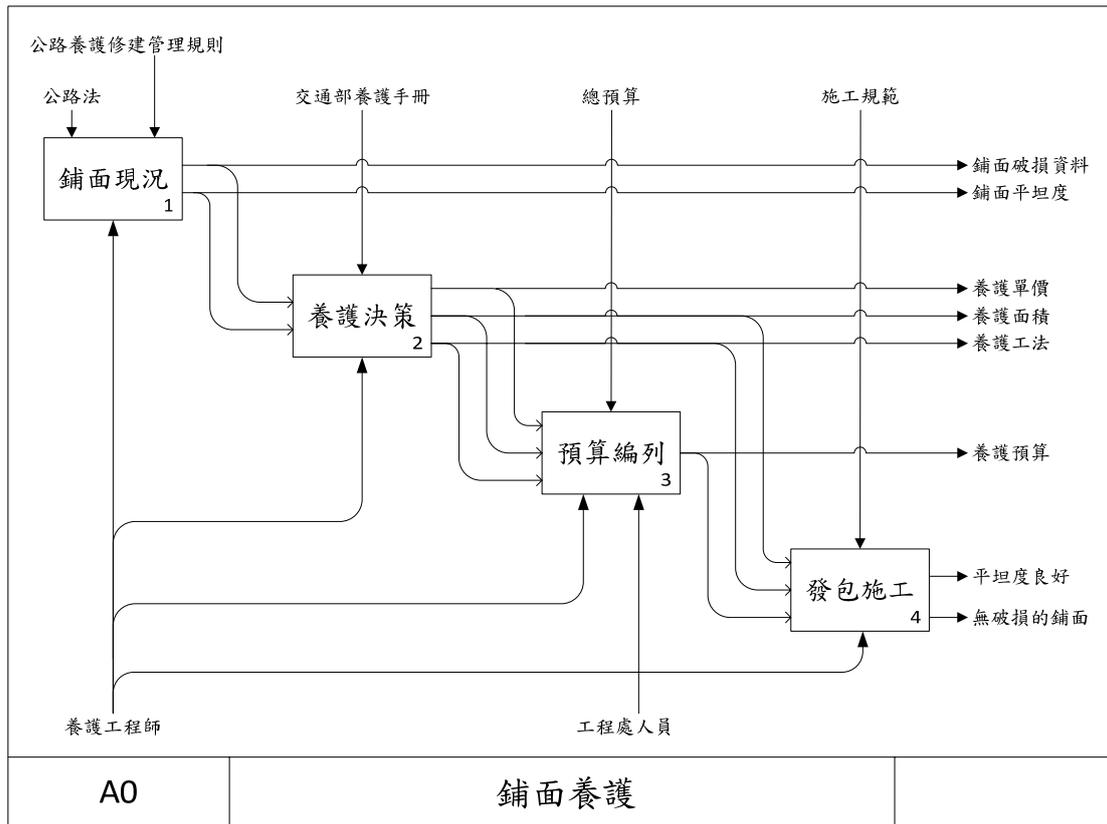


圖 3.6 鋪面養護管理制度 IDEF0 分解子圖

### 1. 鋪面現況

由圖 3.6 可將鋪面現況視作一個新的 IDEF0 模型，同樣將它區分為輸入、輸出、控制及機制等四個活動，其內容如下：

A1 層：鋪面現況。

輸入：重車與環境影響

輸出：鋪面破壞資料、鋪面平坦度。

控制：公路法、公路修建管理規則。

機制：養護工程司。

定義後，我們將鋪面現況分解為第 3 層(A1 層)。A1 層共包括 A1.1 層；公路巡查；A1.2 層；路面調查；及 A1.3 層；民眾陳情 3 個部分。並利用 IDEF0 分解圖將此業務劃出，並定義為鋪面現況之 IDEF0 分解子圖，如圖 3.7 所示。

其中，鋪面破損資料及鋪面平坦度的得知，均需仰賴養護工程司的調查，且養護工程司除須依循相關法令規定及要點來進行資料的取得外，自身的專業訓練也是很重要的。由圖中得知，本研究分為3種方式來獲得鋪面資料，分別為公路巡查、路面調查及民眾陳情3種，其主要執行人均為養護工程司，作匯入的動作。其輸入、輸出狀況如下：

#### (1) 公路巡查

輸入：養護人員巡查紀錄表。

控制：公路養護手冊

機制：養護工程司

輸出：鋪面破損資料。

#### (2) 路面調查

輸入：鋪面損壞調查表。

控制：公路養護手冊

機制：養護工程司

輸出：鋪面破損資料、鋪面平坦度。

#### (3) 民眾陳情

輸入：民眾陳情案件紀錄表。

控制：公路養護手冊

機制：養護工程司

輸出：鋪面破損資料。

### 2. 養護決策

由圖 3.6 可知，本研究在養護決策底下並無排進其他作業程序，因養護決策本身即是一項作業程序。因此討論 IDEF0 模型時，底下並無第 3 階層產生，因此並沒有分解子圖的產生，但根據圖

3.6，仍有輸入、輸出、控制及機制等 4 個活動的產生，其內容如下：

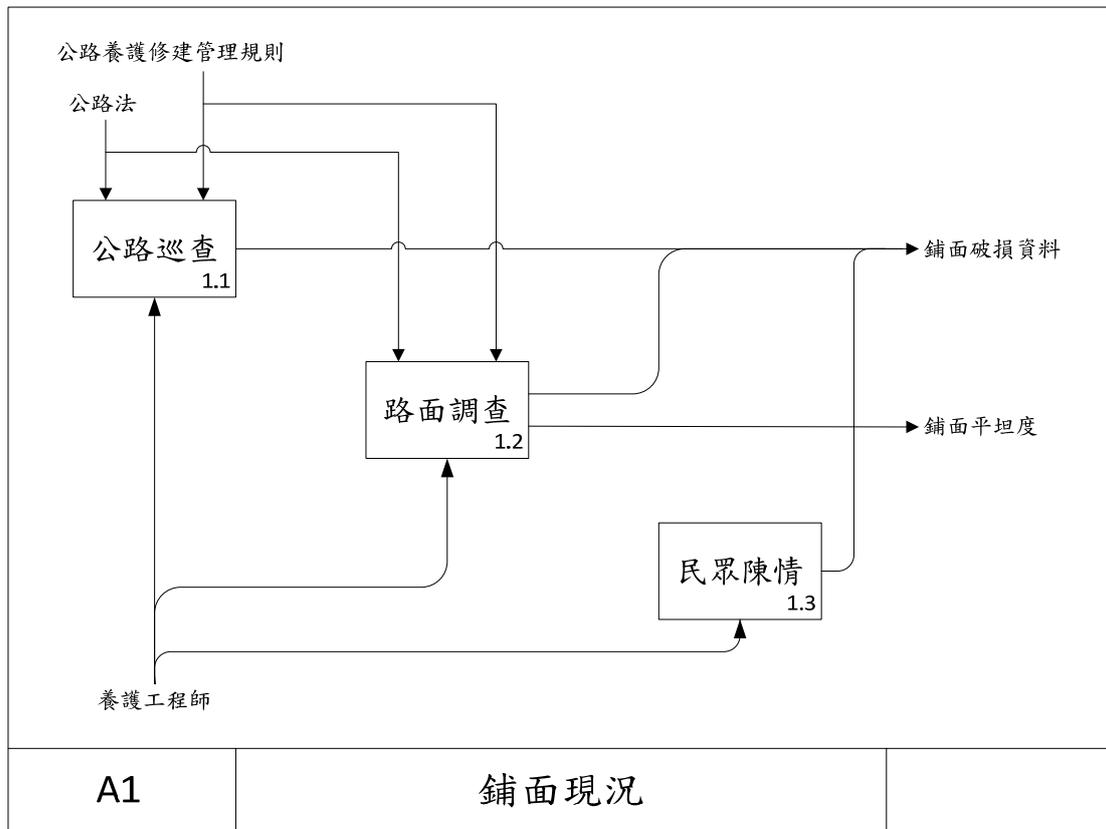


圖 3.7 鋪面現況之 IDEF0 分解子圖

A2 層：養護決策。

輸入：鋪面破損資料、鋪面平坦度。

輸出：養護單價、養護面積、養護工法。

控制：交通部養護手冊。

機制：養護工程司。

經過養護工程司取得的鋪面破損及平坦度資料來進行養護決策的擬定，所需考慮的重點包括養護所需花費的金額大小、須使用何種的養護工法及養護的面積大小為何等。判斷的準則仍舊是除了依循相關的法令規範、手冊及作業要點之外，工程司自身對養護的專業訓練也是很重要的考量之一。破壞的範圍、輕重，都會影響到

所需使用的工法，依照不同的維修工法，影響所及的不僅是修復的時間。更重要的是會影響到接下來是否要進行預算編列的工作。

### 3. 預算編列

由圖 3.6 可知，我們可將預算編列重新視作一個新的 IDEF0 模型，同樣可以定義輸入、輸出、控制及機制等 4 個活動，其內容如下：

A3 層：預算編列。

輸入：養護單價、養護面積、養護工法。

輸出：養護預算。

控制：總預算。

機制：養護工程司、工程處人員。

定義後，我們繼續將預算編列分解為第 3 層(A3 層)。A3 層共包括 A3.1 層；養護計畫編擬；A3.2 層；預算編列；及 A3.3 層；標案製作 3 個部分。並利用 IDEF0 分解圖將此業務劃出，並定義為預算編列之 IDEF0 分解子圖，如圖 3.8 所示。

從圖中可知，本研究根據養護決策中所得之養護單價、養護面積、養護工法作為養護工程司編擬養護計畫的依據，並經由工程處審核後，將工務段所提之各養護計畫轉換為工程處之預算，若大於 5000 萬，工程處人員須將預算編擬後交由局本部審核；若小於 5000 萬，則直接由工程處自行審核即可。預算審核完成後，各工務段再依所需養護之工程進行標案製作。各作業項目其輸入及輸出內容如下：

#### (1) 養護計畫編擬

輸入：養護單價、養護路段長度、面積、使用之養護工法。

輸出：工務段養護計畫書、養護預算。

控制：總預算。

機制：養護工程司、工程處人員。

## (2) 預算編列

輸入：各工務段養護計畫書、養護預算。

輸出：養護預算。

控制：總預算。

機制：養護工程司、工程處人員。

## (3) 標案製作

輸入：各養護工程招標文件及相關資料、公告內容。

輸出：標案公告上網/刊登。

控制：政府採購法。

機制：養護工程司、工程處人員。

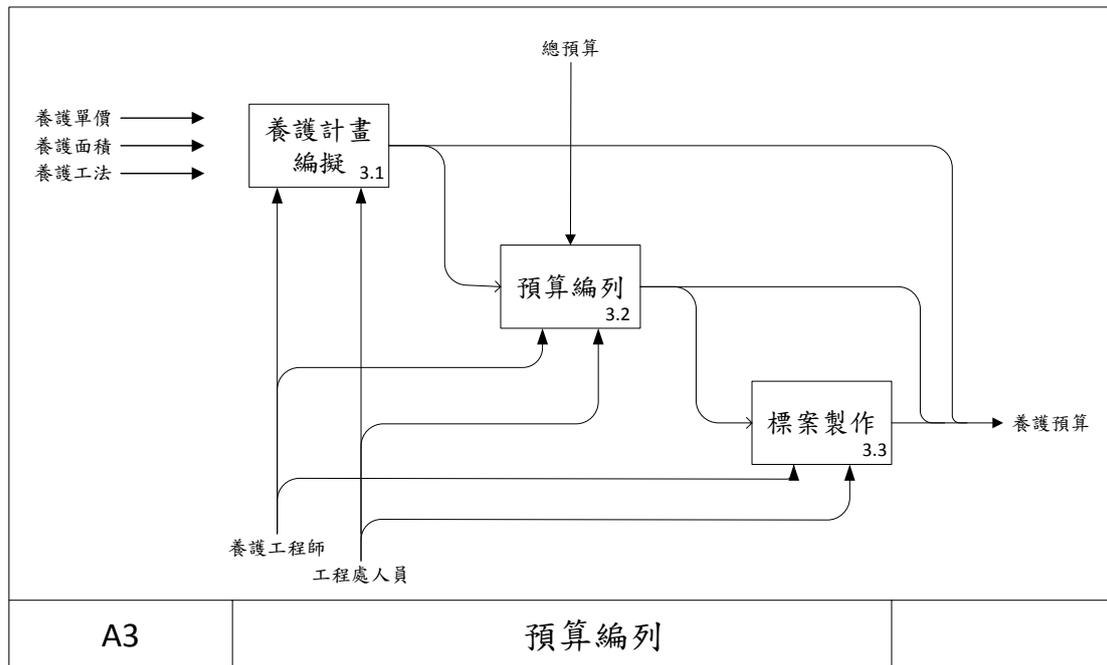


圖 3.8 預算編列之 IDEF0 分解子圖

## 4. 發包施工

發包施工根據圖 3.6，同樣可以將之重新定義為新的 IDEF0 模

型，針對輸入、輸出、控制及機制等 4 個活動，其內容如下：

A4 層：發包施工。

輸入：養護面積、養護工法、養護預算。

輸出：平坦度良好、無破損的鋪面。

控制：施工規範。

機制：養護工程司。

定義後，我們繼續將預算編列分解為第 3 層(A4 層)。A4 層共包括 A4.1 層；發包定約；A4.2 層；開口合約；及 A4.3 層；預算執行 3 個部分。並利用 IDEF0 分解圖將此業務劃出，並定義為發包施工之 IDEF0 分解子圖，如圖 3.9 所示。

由圖中可知，根據預算編列及養護決策所輸出的資料，作為發包施工輸入值的養護面積、養護工法、養護預算等均是發包施工的 3 個作業項目發包訂約、開口合約及預算執行所需要的重要資訊。發包施工同時也是鋪面養護最後一個階段-執行驗收。在此將各自作業項目其輸入及輸出內容如下：

#### (1) 發包訂約

輸入：養護面積、養護工法、養護預算。

輸出：平坦度良好、無破損的鋪面。

控制：施工規範。

機制：養護工程司。

#### (2) 開口合約

輸入：養護面積、養護工法、養護預算。

輸出：平坦度良好、無破損的鋪面。

控制：施工規範。

機制：養護工程司。

### (3) 預算執行

輸入：養護面積、養護工法、養護預算。

輸出：平坦度良好、無破損的鋪面。

控制：施工規範。

機制：養護工程司。

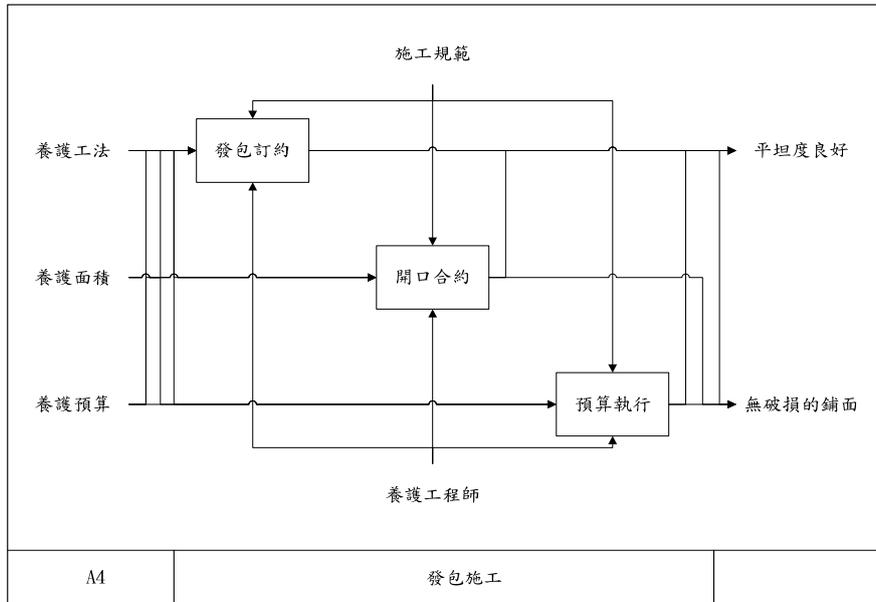


圖 3.9 發包施工之 IDEF0 分解子圖

### 3.3 IDEF3 模型—以道路養護巡查為例

相對於 IDEF0 是用來建立企業功能模型， IDEF3 工作流程方法論(work flow methodology)則是以有順序性的事件來擷取與描述企業的程序。此種彈性的本質讓您建構的模型，不僅只是作業程序，還包含人對此程序的觀察與意見。其它建構技術所不允許的不確定性，在此可以表現出來。

IDEF3 的發展，是因為需要擷取活動以及活動所使用或產生的物件之間的限制—在標準的專案管理模型中所未表現的資訊。

使用 IDEF3 工作流程模型，可以減低為了訓練而需產生的說

明，並且可將其重複使用於其他用途上。而只要使用領域專家所提供的系統說明，工作流程的分析者便可以快速的建立程序的圖表、邏輯以及相關性。

工作流程圖可以用來搜集企業中的政策與程序的資訊，無論是已經公佈或尚未公佈的。而這些資訊，可以供應給其他的模型或專案參考，例如系統分析、系統設計、IDEF0 以及模擬系統或專家系統的發展等等。除了模型中的物件、資源、系統與作業功能之外，工作流程方法讓您可以設定程序的時間順序。程序方塊、交點以及鏈結都是程序流程所支援的特性。

每一個程序會使用腳本(scenario)，也就是以說故事的方法來描述程序中的事件、動作與決策，以及其中執行、參與或新增、更改或刪除的物件。另外，還要含括說明性的資訊，如事實，程序的限制、決策與物件等。

工作流程分析的首要工作，就是先識別出所要研究的腳本，並加以命名。如何命名是一個重要的步驟，因為它界定了系統或子系統研究的範圍。腳本中所列出的程序與物件，則提供組織化與範圍認定的機制，這些都是定義系統所不能缺少的。

在找出所有的程序之後，便可以開始發展系統的程序流程圖(process flow diagram)。圖表中的程序是用方塊表示，並具有標題與編號。每一個方塊表示一個事件、決定、動作或程序，通稱為工作單元 (Unit of Work, UOW)。連接方塊的箭頭 (稱為鏈結)，則指出 UOWs 之間的順序與限制。

藉由 3.2 節已決定道路養護的功能、輸入、輸出及控制單元，本研究將鋪面養護流程再做更詳細的流程分解並作為分析活動基礎成本之用，在本節僅舉例道路巡查流程如圖 3.10，其餘流程與作業說明

如附件 A 所示。

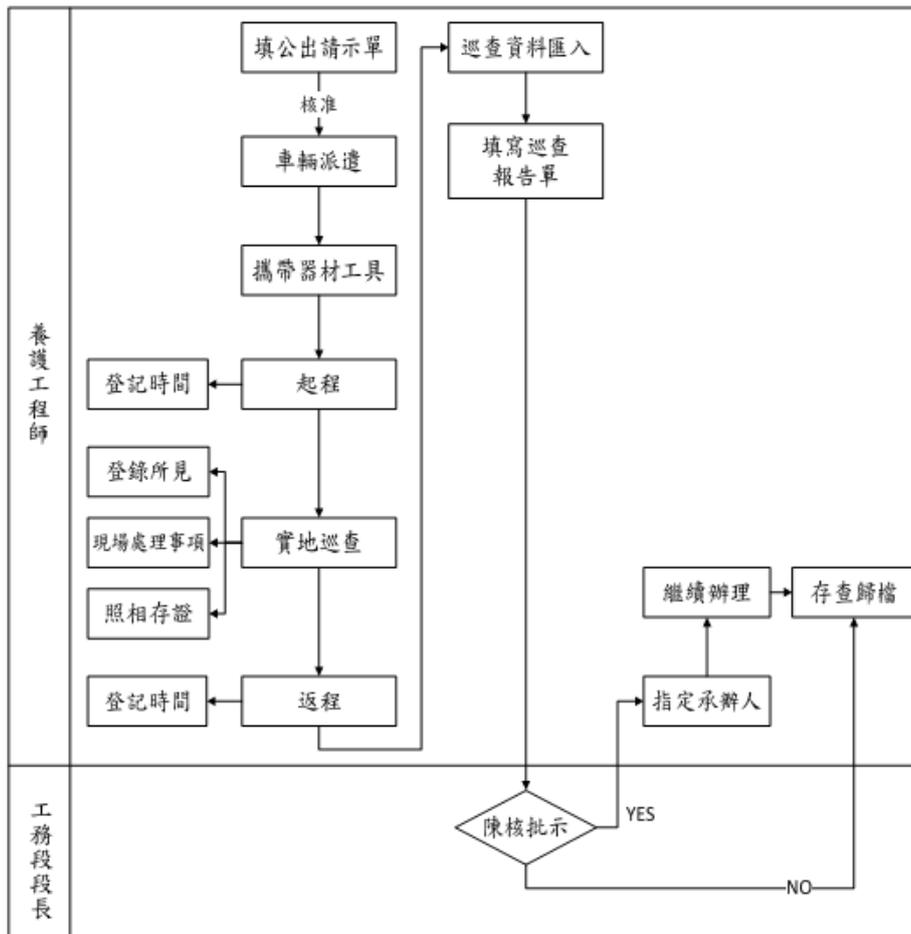


圖 3.10 鋪面現況之公路巡查 IDEF3 圖

### 3.4 資料模型建構

#### 3.4.1 理論架構

對於資料模型的建立係採用 IDEF1X 方式。IDEF1X 是 IDEF 系列方法中 IDEF1 的擴展版本，是在 E-R(實體聯繫)法的原則基礎上，增加了一些規則，使語義更為豐富的一種方法。用於建立系統資訊模型。

IDEF1X 是語義資料模型化技術，它主要用來滿足下列需要和應具有的特性：

1. 支援概念模式的開發。IDEF1X 語法支援概念模式開發所必需的語

義結構，完善的 IDEF1X 模型具有所期望的一致性、可擴展性和可變換性。

2. IDEF1X 是一種相關語言。IDEF1X 對於不同的語義概念都具有簡明的一致結構。IDEF1X 語法和語義不但比較易於為用戶掌握，而且還是強健而有效的 (Powerful & Robust)。
3. IDEF1X 是便於講授的。語義資料模型對許多 IDEF1X 用戶都是一個新概念。因此，語言的易教性是一個重要的考慮因素，設計 IDEF1X 語言是為了教給事務專業人員和系統分析人員使用，同樣也是教給資料管理員和資料庫設計者使用的。因此，它能用作不同學科研究小組的有效交流。
4. IDEF1X 已在應用中得到很好地核對總和證明。IDEF1X 是基於前人多年的經驗發展而來的，它在美國空軍的一些工程和私營工業中充分地得到了核對總和證明。
5. IDEF1X 是可自動化的。IDEF1X 圖能由一組圖形套裝軟體來生成。商品化的軟體還能支援 IDEF1X 模型的更改、分析和結構管理。

IDEF1X 把實體－聯繫方法應用到語義資料模型化中，IDEF1 的最初形式是在 P.P.S (Peter) Chen 的實體聯繫模型化概念與 P.P.(Ted) Codd 的關係理論的基礎上發展起來的。IDEF1X 是 IDEF1 的擴展版本，除在圖形表達和模型化過程方面的改進外，還對語義進行了增強和豐富。例如：分類聯繫 (Categorization Relationships)的引入〔也稱概括聯繫 (Generalization)〕。

### 3.4.2 建立活動辭典

在完成各項程序之後，本研究亦納入「公路設施養護管理法規與作業程序更新之研究(二)」[39]之研究讓活動辭典的建立更臻完備。

對於活動詞典建立首先必須針對流程各個項目進行訊息擷取，如如道路通阻管制流程中的佈設完整交通維持設施，與其他流程當中出現之交通安全設施活動，因其內容相似故簡化為交通安全設施佈設，讓該活動可適用於其他流程之中。其次，將所有活動其名稱有些許不同但其內容相同者進行整合。最後審核各流程中是否有相同的一組活動，則可以另一活動名稱加以取代。因流程名稱冗長常不易進行辭典編製，故本研究將其流程名稱加以編碼如表 3.2 所示。

表 3.2 流程名稱代碼

流程代碼	流程名稱	流程代碼	流程名稱
A401	交通安全設施設置	B202-2	其他機關申請土地撥用
A402	交通安全設施維護	B202-3	通行權之處理
B101-1	年度概算編列	B202-5	廢道處理
B101-2	工程施工預算編製	B202-6	高架橋下空間土地租用
B101-3	工程施工預算編製 (委託技術顧問機構)	B203-1	畸零地處理
B102	預算執行	D201	人民陳情案件
B201	用地取得準備	D202	國家賠償案件處理
B201-1	協議價購	D101-1	一般施工管制
B201-2	公有土地撥用	D101-2	災害搶修管制
B201-3	私有土地徵收	D101-3	封閉橋梁
B202-1	占用土地處理	D101-4	特殊交通管制

將鋪面養護程序所建立的活動完成後，利用 IDEF1X 技術先將重複出現的詞句先整理，再將各流程出現之相似活動做統一性命名，其活動辭典示意如表 3.3 所示。其完整內容詳述如附錄 B。

表 3.3.3 道路養護活動辭典(部分)

活動名稱	作業程序									
授權金	A401	A402								
計畫核定	A401	B101-1	B101-2	B101-3(審核金額以上報局)	B201	B202-2(行政院)	B202-3(工程處)			
結案	A401	A402	B202-3							
修正	B101-2	B101-3								
進行招標作業	B101-2	B101-3								
初審	B101-1	B101-2	B101-3	B202-6(工程處)						
複審	B101-2	B101-3								
審查	B101-2(工程處)	B101-3(工程處)	D101-1(工務段)							
檢查	D101-1(工務段)	D101-2(工務段)	D101-3							
辦理會勘	B202-2	B202-3	B202-5(工程處)	B202-6(工程處)	D101-3(工務段)	D101-4(工務段)				
審核	A402	B202-3(工程處)	B202-6(工程處、局)							
解除管制	D101-1	D101-2	D101-3	D101-4						
核准	B201-1	B201-2	B201-3							
撤除交通管制設施	D101-1	D101-2	D101-4							
更改可變資訊系統 (cms)	D101-1	D101-2								
交通安全設施佈設	D101-1	D101-2	D101-3	D101-4						

備註：○表示其活動內容相同在同一流程中但使用該活動的對象

### 3.5 活動基礎成本計算—以道路養護巡查為例

#### 3.5.1 IDEF 研究軟體

對於成本分析，本研究應是以建立養護作業之相關流程與所需成本資料為研究主要內容，至於軟體的取得與價格部分，牽涉到使用單位的作業繁雜度、使用人數與專業顧問團隊的導入等因素而有所不同，其差距甚大。以本研究使用的 Corel iGrafx Process 2007 為例，其價格約為六萬多元，但其所需輸入參數均需自行輸入，若需要套用其他國家的使用經驗縮短流程改造與參數設定時間，就必須要購買其軟體樣板(template)，例如 Arena 依其使用者需求有分為基本版、專業版、企業版、工廠分析與顧客中心等版本，故未來業務單位要使用何種軟體進行活動基礎成本分析將視單位內是否有熟悉分析流程人員與所需探討流程內容而有極大的差異，故本研究對軟體之購置成本不做進一步做討論。

#### 3.5.2 iGrafx 軟體介紹

iGrafx 是 Corel 公司的一系列軟體工具和服務，它使人們能直觀地看到、編製文檔、分析和改善商業流程。該程式可應用在整個企業中，用於流程管理能夠創建管理協作。本研究採用該軟體進行道路養護程序的建立與活動基礎成本計算之用。iGrafx 在每個活動均要求有 4 項參數分別為：

1. 輸入：在此選擇該活動依據何者啟動的，一般可分為無任何原因、依據起始活動與依據特定條件而產生。主要是說明該項活動發生的時間是否依據前次或是周期性執行而定，這會影響到整體流程所花費的時間。
2. 資源：係指在該活動中投入的資源，一般可分為人員、其他與團體。

3. 作業：作業形式分為人員、程序與延遲，係加強說明投入資源在該活動所花費的時間與延遲。
4. 輸出：表示該活動的決策結果。

### 3.5.3 執行步驟

因作業流程當中涉及決策與等待時間的不確定性，故需採用模擬分析設定在一定模擬次數內，整體流程所需花費的時間會隨著模擬次數的增加而趨近於穩定，從而了解整體流程在各活動的花費時間。但在進行模擬之前，必須先建立各活動的輸入、資源、作業與輸出參數。當建立完成活動辭典之後，對於流程的活動定義將會更加簡化明確，而執行活動基礎成本計算必須依照以下步驟進行：

#### 1. 建立各活動的輸入、資源、作業與輸出參數

活動的產生必定伴隨著資源的投入，包括人力與該活動所消耗如油、紙張等物品。在系統建置初期，其參數的設定可以先採用專家訪談方式，依據專家經驗建立各活動的輸入、資源、作業與輸出參數。本研究將完成的流程訪談工程司在各活動之間所需花費的相關輸入、資源、作業與輸出參數如表 3.4 所示。在系統建置後期，由於在道路養護活動的各項資訊均依靠系統進行管控，例如填公出請示單，在系統內就會建置送出時間與核准時間，此二時間之間隔即是作業所需花費的時間，累計多筆資料之後更可顯示出其時間間隔分佈型態。同樣地，在公出請示單亦會顯示申請公出人員數量與員工代碼，便可連結員工薪資資料計算在該活動所消耗的時間成本。故建置流程圖後，在系統建置後期需要由人工匯入資訊者僅有輸出規則與傳遞文件內容(即與下一個活動的連結是採用電子郵件、公文、電話等進行傳遞)。

表 3.4 道路巡查活動的輸入、資源、作業與輸出參數訪談結果

活動	輸入	資源	作業	輸出	對象
填公出請示單	巡查活動開始 (自 Start 執行)	人員(1 工程司)	花費 10-15 分鐘 (常態分配) 延時 30-60 分鐘 (常態分配)	決策規則 (Yes/No,90%/10%)	養護工程司
車輛派遣	若長官核可公出	人員(1 工程司、1 司機) 車輛	花費 30-60 分鐘 (常態分配)	激發攜帶器材 工具活動	養護工程司
攜帶器材工具	車輛派遣	人員(1 工程司)	花費 10-15 分鐘 (常態分配)	決策規則 (True/False)	養護工程司
啟程	研判攜帶器材 工具齊全	人員(1 工程司、1 司機) 車輛	花費 30-60 分鐘 (常態分配)	激發啟程活動	養護工程司
實地勘查	啟程	人員(1 工程司、1 司機) 車輛	花費 4-6 小時 (常態分配)	激發返程活動	養護工程司
返程	實地勘查	人員(1 工程司、1 司機) 車輛	花費 30-60 分鐘 (常態分配)	激發巡查資料 匯入活動	養護工程司
巡查資料匯入	返程	人員(1 工程司)	花費 30-50 分鐘 (常態分配)	激發填寫巡查 報告單活動	養護工程司
填寫巡查報告單	巡查資料匯入	人員(1 工程司)	花費 10-15 分鐘 (常態分配)	激發陳核批示 活動	養護工程司
陳核批示	填寫巡查報告單	人員(1 段長)	花費 10-15 分鐘 (常態分配) 延時 30-60 分鐘 (常態分配)	決策規則 (Yes/No,50%/50%)	工務段段長
指定承辦人	陳核批示	人員(1 段長)	花費 10-15 分鐘 (常態分配)	激發繼續辦理 活動	工務段段長
繼續辦理	指定承辦人	人員(1 工程司)	花費 2-4 小時 (常態分配)	激發存查歸檔 活動	養護工程司
存查歸檔	繼續辦理	人員(1 工程司)	花費 10-15 分鐘 (常態分配)		養護工程司

## 2. 建立模擬分析環境

在進行 IDEF3 分析前應了解在特定期間可模擬次數的上限，因為在流程當中有決策規則與資源消耗都是屬於機率分佈模型，採用 1 次模擬會造成分析各活動資源消耗佔整體流程的比例並不能符合模型當初假設。故必須決定模擬次數與資源分配的方式，在 iGrafx 必須設定工作時間(每星期五天、每星期六天、都是晚班...)，這影響到整體時間成本與資源成本的計算，亦可合理推導特定時間

限內可以完成該流程的次數。

### 3. 結果分析說明

iGrafx 當中對於流程模擬的成本分析可分為時間成本統計與資源使用統計 2 種。時間成本統計乃是對於各個活動在模擬環境內所耗費的時間，還包括等待、閒置、受阻礙等不同狀況消耗的時間，可從中獲知哪項活動安排不當，作為流程改善首要探討的問題。而資源使用統計則從資源的觀點出發，了解在哪個活動不易獲得資源提供而有必要增加資源者。

於時間成本統計表內各名詞所代表之意思釋義如下所述：

- (1) Count：在模擬過程中，所有成功通過活動並且完整被執行的總數。
- (2) Avg Cycle：完成一個周期的時間。統計在活動中模擬處理的時間，內容包括工作時間及等待工作時間。
- (3) Avg Work：統計工作的時間。統計工作在執行中所會耗費掉的時間，數據擷取自工作處理期間的時間(Activity Task)。
- (4) Avg Wait：工作執行中所必須等待的時間。包括閒置時間(inactive)、遇到阻礙時間(blocked)、以及資源(reason)所等待處理的時間。
- (5) Avg Res Wait：統計時間執行時所必須等待資源的時間。
- (6) Avg Blocked：統計在時間執行時，在活動中受到阻礙的時間。包括輸入情形(input condition)及容積限制(capacity limit)等。
- (7) Avg Inact：統計時間執行時所閒置不工作的時間，因為資源或活動不作工作時間內。
- (8) Avg Serv：統計花費在執行的時間。包含工作時間及等待工作時間，但不包括閒置時間。

於資源使用統計表內各名詞所代表之意思釋義如下所述：

- (1) Count：資源數量。
- (2) Tavg Util：在預定行程中完成的資源，所使用時間的比例。
- (3) Avg Busy：完成資源的時間。
- (4) Avg Idle：於作業程序行程中，卻無法獲得資源的時間總和。
- (5) Avg OOS：於作業程序中獲得，但對程序而言使用不到之資源的時間總和。主要原因為不在工作的行程內，或超出工作時間的活動中所獲得。
- (6) Avg OT：超過工作時間的總數。
- (7) Tavg NW Util：在行程內的所得到資源所使用的時間比例，或是在不用等待的狀態下所獲得資源的時間比例。

以道路巡查為例，其各作業項目所花費時間如表 3.5。在道路巡查程序當中最佔時間資源的乃是實地調查活動，主要因為實地調查因為需要工程司步行觀察並記錄路面損壞現象所致。另外由資源分配來看，工程司因為道路調查所有工作必須由他進行安排，故為人力資源最高比例，若進行流程改善，建議在實地巡查方面可派由專責人員進行，而工程司僅對於巡查結果進行判斷彙整。

表 3.5 道路巡查花費時間表

分析結果 作業項目	執行 次數 Count	完成一 次時間 Avg Cycle	作業時間 Avg Work	閒置 時間 Avg Wait	等待資源 時間 Avg Res Wait	受阻礙 時間 Avg Block	超時時間 Avg Inact	總執行 時間 Avg Serv
養護工程司-20-啟程	1	0.68	0.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.68
養護工程司-17-填公出請示單	1	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20
養護工程司-18-車輛派遣	1	0.82	0.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.82
養護工程司-19-攜帶器材工具	1	0.22	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22
養護工程司-22-實地巡查	1	5.11	5.11	0.00	0.00	0.00	0.00	5.11
養護工程司-23-返程	1	0.79	0.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.79
養護工程司-28-巡查資料匯入	1	0.68	0.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.68
養護工程司-29-填寫巡查報告單	1	0.21	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21
養護工程司-31-指定承辦人	1	0.21	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21
養護工程司-33-繼續辦理	1	3.65	3.65	0.00	0.00	0.00	0.00	3.65
養護工程司-32-存查歸檔	1	0.23	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23
養護工程司-Start	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
工務段段長-30-陳核批示	1	0.23	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23

### 3.6 小結

由於以活動為基礎的成本分析牽涉到整個系統的運作，因國內公路權責機關除鋪面養護外尚牽涉其他活動，如交通部公路總局尚有公路監理業務，本研究僅針對鋪面養護流程做初步探討，並對如何建置過程做一完整敘述，但對於詳細流程的建構則有賴系統規劃者與公路權責機關實際執行業務進行 IDEF 建置。

## 第四章 連續時間預測模型

鋪面資料蒐集在鋪面維護管理中是很重要的一環，數據與資料蒐集範圍需考量與鋪面相對應關係，資料蒐集也應分層次與次序，舉例而言，某些數據與資料是呈現與時間有相對應的關係，例如：歷年交通量成長率、歷年 IRI 劣化率、歷年雨量增加率，而某些數據則是與地域空間呈現相對應關係，如：台一線坑洞發生機率、台一線裂縫發生機率、桃園縣雨量特性、桃園縣氣溫特性，更特別的是某些數據與時間及空間皆有相對應之關係，以裂縫成長率而言，其所產生的劣化狀況與變化不一定為連續狀態，故一般皆以馬可夫鏈機率轉換來探討與分析，這種類型將在離散事件模組中做詳細討論。

資料之蒐集必須是有目的與功能性的，在連續時間模組中之資料與模式，應先探討應用鋪面維護管理中之意義與效益，以下是在建置連續時間預測模型時，使用者常會提出的問題。

1. 為何在鋪面維護管理中需建立歷年鋪面 IRI 劣化模式，其目的與功能為何？
2. 劣化模式應如何建模？需要蒐集資料應分為幾大類？資料詳細程度如何？
3. 劣化模式建立後對應之維護策略或養護作法為何？
4. 劣化模式建立後數據與資料更新頻率為何？

因各單位因業務或權責限制，故其建置目的與需求及劣化模式建立的後續對策會有所差異，本研究僅對於連續時間預測模型所需要建立的方式、資料格式、更新頻率等就國內外發展結果做一整理探討。

### 4.1 資料與數據之蒐集與更新

Geoffroy[40]以路網管理者角度建議鋪面資料蒐集時必須考慮明

確性(Specific)、可量測性(Measurable)、可完成性(Achievable)、相關性(Relevant)、與及時性(Timely)等原則(或簡稱 SMART)，以確保資料庫的連續性、完整性、與資料更新時的方便性。鋪面資料的蒐集與分析，需顧及資料的明確性、代表性、與預算限制等因素，以有效率的調查方式獲取鋪面資訊，進一步分析求得最經濟合理的預算分配，以有效解決鋪面維修管理等問題。當路網資料過於龐大、無法有效執行整體調查時，則宜採用「抽樣調查」的方式，以較少的資源與經費，迅速獲得結果並達到調查的目的。

由於鋪面管理時需處理大量資料，為提升效率並避免資料過於混亂，因此勢必採用資料庫來管理資料。一般資料庫管理的特性、原則、與優點包括：(a)資料儲存單一化，以減少重複輸入的可能；(b)資料可針對不同的應用重複使用；(c)資料便於管理，並確保其一致性；(d)使用者只需學習操作同一套軟體；(e)複雜處理流程只需設計一遍，日後可重複使用。現今資料庫軟體設計越來越簡單且容易學習，除記錄資料外亦提供完整與功能強大的分析工具，如統計分析、圖形展示、資料轉換、查詢、與報表等。

目前廣為使用的資料庫系統主要可分為階層式、路網式、與關連式等 3 種型態。階層式資料庫是以樹狀結構來管理的，其主要優點為結構清楚、易於瞭解，但缺點為資料關連性難以修改、資料結構的表現能力易受到限制。路網式資料庫將一個個的節點集合，各集合間由一個父節點者及數個節點所組成，這些節點藉著連結系統與其父節點連接。此類資料庫可減少資料重複存放的問題，但是其結構複雜，使用者往往不易明瞭其關連性，在資料查詢與關連性建立時上有時會有較大問題。而關連式資料庫中的不同資料表可以透過表格中之一個欄位或幾個欄位的組合作為主要鍵值(Primary Key)來連結，使用者再透

過查詢的功能獲得所需之表單。關連式資料庫結構簡單、適合非專業人員處理大量資料。故本研究建議採用關連式資料庫的架構作為發展鋪面管理系統的基礎資料庫。

路面的功能在提供快速、平穩與經濟的行駛表面，使用路者感受行車的安全與舒適，路面始完工時具有較高的服務品質，然隨時間、累積交通量作用、材料特性、天候環境等，及基層不實、排水系統不良、路基土壤不穩定、品檢作業不確實等內外因素的影響，致使路面時常發生破損現象，因而降低其服務品質。當路面服務性能下降到某一程度時即須進行養護維修作業，俾使其服務性能得以恢復；然路面雖經養護維修亦會因前述因素再度使其服務品質降低，而須再行養護維修作業，促使其服務品質再次提昇，藉此週期性過程保障路面所能提供之服務性能。

在國內發展之現況，大致與國外之發展類似，其內容包括了道路資料搜集，決策準則、系統分析、方案選擇等，在道路資料搜集方面應包含路面糙度、車轍深度、路面表面破損影像、路面撓度、路面抗滑，對於其它路面相關資料則應包含道路設施清查資料、歷年交通量、歷年養護/挖掘工程以及養護成本資料等。將上述資料彙整處理，代入適當分析模式，即可獲知目前路況，接下來採適當路況評估指標或整合性指標，並訂定適當的指標門檻值，藉此門檻判斷路網狀況之最低與最高可接受標準，評斷出該路段、路網之好壞予以量化，提供予決策者進行空間分析、專家系統、最佳化分析、優選分析等，將此決策支援分析結果之建議，進行養護維修方案之選擇，並將養護維修後之資料亦匯入資料庫，以利資料庫可隨時檢測持續更新與修正，當能使系統更臻完善，確實提昇管理效能。其鋪面管理系統的基本架構如圖 4.1 所示。

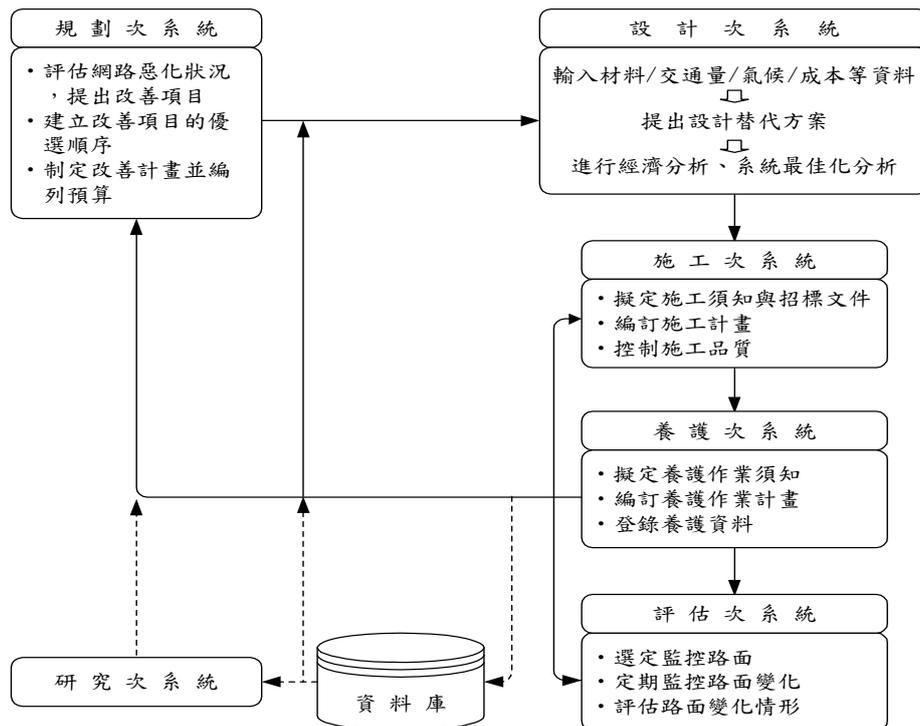


圖 4.1 路面管理系統基本架構圖

由於國內所發展之鋪面管理系統資料庫受限於經費與時間，並未對於鋪面養護管理所需之資料進行全面性的蒐集，故本研究選擇 HDM-4 說明當進行鋪面養護管理系統建置時，其資料蒐集分類與定義為何。HDM-4 在進行分析前資料庫所建立之主要項目如下：

1. 路網資料(Network data)
2. 交通特性資料(Traffic data)
3. 氣候區資料(Climate data)
4. 車隊資料(Vehicle data)

以上資料建立完成後，系統使用者即可依其資料進行道路管理相關之分析應用(專案分析、規劃分析與決策分析)。另外，詳實且精確的資料蒐集對於分析模式的準確性亦有相當程度的影響，因此資料蒐集工作將是分析準確與否的重大關鍵之一。

#### 4.1.1 道路路網資料(road network data)

道路路網(road network)可以定義為一套關於道路連結、段落與節點的邏輯系統。每一個系統內的元素(element)可以藉由數字或標籤系統來確認之。路網元素包括有路段(section)、子路段(sub-section)、路網(network)、子路網(sub-network)、節點(node)與連結(link)。分析所需詳細路網資料可分為 4 項，其中部分結合交通所需分析資料，如下所述：

1. 道路定義資料：計有道路等級、道路表面類型、道路類型、路段長度、車道寬、路肩寬、車道數、斷面材料類型、結構數與路基 CBR 等資料。一般而言，路面各層材料由上而下分別為 1.5cm 開放級配瀝青混凝土、10cm 密級配地瀝青混凝土、廠拌瀝青處理底層、級配粒料底層及路基土壤等；各路段內外車道總厚度均相同，惟外側車道因車輛載重較大，則增加處理底層厚度以增加結構強度。
2. 道路幾何資料：道路升降高度、平曲線、速限、海拔。這部分資料主要提供道路使用者影響模式分析使用，例如：上坡、曲率較大或速限較低路段將造成車速的減緩，影響使用者行車時間及成本等。然而，一般高速公路坡度很少超過 6%。
3. 路面整修記錄：重建或新構築的年份、最後一次修復的年份、最後表面處理的年份、最後鋪面處理的年份等。路面整修記錄主要提供後續劣化模式分析的基礎，研究過程需瞭解鋪面目前壽齡為何，才能作現況的推估及預測。
4. 路面情況資料：國際糙度指標 IRI、總裂縫面積、鬆散面積、坑洞數、邊緣破壞面積、平均車轍深度、紋理深度、表面摩擦與排水狀況等。路面狀況資料係指路面目前的現況，其中包括表面破損情形(總裂縫面積、剝脫面積、坑洞數、邊緣破壞面積)、變形破壞情形

(糙度、平均車轍深度)、表面抗滑特性(紋理深度、表面摩擦與排水狀況)等。

#### 4.1.2 交通特性資料(Traffic data)

經濟分析的結果對於交通資料而言，具有相當的敏感性，且大部分道路改善的利潤已證明是由節省道路使用者成本而來。HDM-4 於執行經濟分析前，道路交通資料應以適當的資料等級加以描述或找尋具代表性資料。交通資料無論於 HDM-4 之專案分析、規劃分析與決策分析中依其不同目的有其不同之代表方式，對於專案分析而言，其交通資料需要較為詳細；而對於決策分析而言，其交通量可藉由使用者定義之交通量輕、中、重來表示。

交通特性資料中，除了考量交通之類型、道路容量與速度-流量關係、每小時流量-頻率分佈外，尚有交通組成、交通量與軸重特性等。交通組成定義為在道路上不同車輛類型所佔之比例。

交通量以每年每日平均交通量(AADT)來作為表示，其中除了考量 AADT 外，並針對分析之起始組成率與交通成長率來預估分析期內之道路交通量，用以預測路面於將來受到交通量影響之劣化情形等。而車輛軸重因素主要用以預測交通對於鋪面劣化以及養護效用之影響，除了考量每年的車輛軸次外，尚須考量標準軸重當量。在 HDM-4 當中需完成以下交通量資料建置：

1. 交通量資料：交通組成、交通量與軸重特性等資料。
2. 道路容量與速度-流量關係。
3. 每小時流量-頻率分佈。

#### 4.1.3 氣候區資料(Climate data)

臺灣地區為海島型氣候，夏天受西南季風影響，冬天受東北季風影響，雨季綿長多雨，雨水對於鋪面強度有相當程度的影響，因此降雨量是不容忽視的環境變數。另外，由於臺灣地處亞熱帶地區，夏季路面溫度遠高於其他氣候區，路面破壞程度必定不能等量齊觀。故對於臺灣地區之氣候基本資料蒐集亦不容忽視。

HDM-4 氣候區資料包含溫度、溫差範圍、超過 32 度之天數、降雨量、乾季持續時間、濕度與降雪情況等。

#### 4.1.4 車隊資料(Vehicle data)

車隊資料描述使用道路路網車輛的特性，用以評估交通流量與能量、車輛操作成本(VOC)、旅行時間成本、意外成本以及衡量車輛排放物與噪音對環境效應的影響。

關於路網內車隊分類方面，道路主管單位一般只需處理其管轄範圍內之車隊，然而許多國際交通顧問公司於其研究內常須處理不同地區不同類型的多種車隊形式，可依使用者之需求來定義相關的車隊形式。HDM-4 之車輛分類系統的目的主要以模式化的程序來表現混合交通之車輛特性，係利用物理與成效特性具代表性的車輛來表示路網內之多種車輛。一路網內之車隊是由數種不同的車輛類型所組成的，車隊的特性一般以普通特性分類(例如車輛大小、利用情況或成效)構成的族群表示之。

車隊資料可先定義制式的車輛等級與種類讓使用者直接利用。雖然在 HDM-4 中車隊資料可直接引用的，但一般會在制式車輛等級內詳細指明車輛類型來讓車隊資料更適用。車輛類型數量乃是據國家或區域之車隊以及所呈現的分析類型。故車隊資料建構的關鍵因子乃是

確認其資料是健全且有效的，以便分析之所需。車輛資料可分為車輛特性資料、成本資料與校正資料，主要用以提供計算相關成本。各車輛資料依 HDM-4 系統可包含以下內容：

1. 車輛特性資料：(1)定義資料：包含有車輛名稱、基本車輛類型、車輛等級、類目、敘述、在生命週期分析當中所採用的成長預測方法等。(2)基本特性資料：包含有車輛長寬資料、輪胎資料與載重資料等。
2. 成本資料：車輛利用情況、車輛資源資料、時間價值資料、銀行利率與車輛每年的經常支出。
3. 校正資料：速率、燃料、輪胎、車輛修理、車輛排放物、理想壽命、加速影響與能源等部份。

為具體反應臺灣地區情況，蒐集車輛代表性資料是有所必要的，在進行乘車成本計算時，最為精確的方式應對於每一部車輛進行相關之調查作業，然而實際上此法並不可行，故選擇數量較多及具代表性之車種則可簡化資料調查的程序。一般而言，高速公路調查作業主要以小客車、小貨車、大客車、大貨車、聯結車及其他車種為主，說明如下所述：

1. 小客車：載客用之中、小型四輪式機動車輛。
2. 小貨車：載貨用之中、小型四輪機動車輛。
3. 大客車：四輪以上載客用之大型機動車輛。
4. 大貨車：四輪以上載貨用之大型機動車輛。
5. 聯結車：運送貨櫃、原木、液化瓦斯或其他載貨用之拖車車輛。
6. 其他：含工程車、消防車、拖吊車等。

## 4.2 連續時間參數資料

鋪面的目的在於提供車輛快速、安全、舒適及經濟的交通網路。為衡量鋪面所能提供之績效，建構各種績效指標是進行科學化管理之初步要件，因此美國於 1970 年代起發展一系列鋪面績效指標，最著名的有 PSR、PSI...，隨著鋪面工程的逐漸進步，愈來愈多的績效指標出現被全世界各地所發展，我國對於鋪面績效的檢測項目主要包含平坦度、表面破壞及結構承載力。

### 1. 平坦度

#### (1) HDM-4[33]

根據 NCHPRP Report 275 報告指出，路面平坦度為行車品質之主要評估項目，路面不平坦將導致路面縱向的應力增加，加速路面之破壞。此外，ASTM E867 指出，平坦度與鋪面破壞情形互有因果關係，各種破壞將會造成平坦度之劣化。在 HDM-4 對於路面平坦度的表示是以 1982 年世界銀行所提出的國際糙度指標 IRI 為主，而糙度劣化模組是由許多模式共同組成的，各模式對於糙度皆有大小不一的影響，其中包含：

#### 1. a. 結構影響模式(Structural)

$$\Delta RI_s = a_0 \exp(mK_{gm} AGE3)(1 + SNPK_b)^{-5} YE4 \quad (4.1)$$

其中  $\Delta RI_s$ ：由結構劣化所造成的糙度增加量(IRI m/km)

$SNPK_b$ ：分析年尾受裂縫影響之修正結構數

$AGE3$ ：分析年度距離最後加鋪、重建或興建年度的時間  
(years)

$YE4$ ：分析年度標準當量軸次(million/lane)

$m$ ：環境係數

$K_{gm}$ ：糙度-時間環境校正係數

$a_i$ ：HDM-4 預設係數

## 2. b. 裂縫影響模式(Cracking)

$$\Delta RI_c = a_0 \Delta ACRA \quad (4.2)$$

其中  $\Delta RI_c$ ：由所有裂縫所造成的糙度增加量(IRI m/km)

$\Delta ACRA$ ：分析年度所有裂縫增加百分比

$a_i$ ：HDM-4 預設係數

## 3. c. 車轍影響模式(Rutting)

$$\Delta RI_r = a_0 \Delta RDS \quad (4.3)$$

其中  $\Delta RI_r$ ：由車轍所造成的糙度增加量(IRI m/km)

$\Delta RDS$ ：分析年度車轍標準差增加量( $\Delta RDS_b - \Delta RDS_a$ )

## 4. d. 坑洞影響模式(Potholing)

坑洞對於糙度影響分為 2 分析方案，如式 3.11 及式 3.12 所示。

$$FM = (MAX\{MIN[0.25(CW - 3), 1], 0\}) \left\{ MAX\left[\left(1 - \frac{AADT}{5000}\right), 0\right] \right\} \quad (4.4)$$

◆ 方案一：對於坑洞採用無修補或以全路段修補方式

$$\Delta RI_t = a_0 (a_1 - FM) \left[ \left( NPT_a * TLF + \frac{\Delta NPT * TLF}{2} \right)^{a_2} - NPT_a^{a_2} \right] \quad (4.5)$$

◆ 方案二：對於坑洞採用局部修補方式

$$\Delta RI_t = a_0 (a_1 - FM) * \Delta NPT * \left( NPT_a + \frac{\Delta NPT}{2} \right)^{a_2} \quad (4.6)$$

其中 FM：調動自由度

CW：車道寬度(m)

AADT：平均每日交通量(veh/day)

$\Delta RI_t$ ：由所有坑洞所造成的糙度增加量( IRI m/km)

$\Delta NPT$ ：分析年度每公里坑洞增加個數

$NPT_a$ ：分析年初每公里坑洞個數

TLF：時間間隔係數

$a_i$ ：HDM-4 預設係數

#### 5. e.環境影響模式(Environment)

$$\Delta RI_e = m * K_{gm} RI_a \quad (4.7)$$

其中 $\Delta RI_e$ ：由環境因素所造成的糙度增加量( IRI m/km)

$RI_a$ ：分析年初之糙度( IRI m/km)

$m$ ：環境係數

$K_{gm}$ ：糙度-時間環境校正係數

#### 6. f.綜合評估

$$\Delta RI = K_{gp} [\Delta RI_s + \Delta RI_c + \Delta RI_r + \Delta RI_t] + \Delta RI_e \quad (4.8)$$

其中 $\Delta RI$ ：在分析年度間糙度成長總和( IRI m/km)

$\Delta RI_s$ ：在分析年度間糙度受結構影響之成長量( IRI m/km)

$\Delta RI_c$ ：在分析年度間糙度受裂縫影響之成長量( IRI m/km)

$\Delta RI_r$ ：在分析年度間糙度受車轍影響之成長量( IRI m/km)

$\Delta RI_t$ ：在分析年度間糙度受坑洞影響之成長量( IRI m/km)

$\Delta RI_e$ ：在分析年度間糙度受環境影響之成長量( IRI m/km)

$K_{gp}$ ：糙度劣化發展係數

$K_{gm}$ ：糙度-時間環境調整係數

#### (2) 蔣子平[41]

該研究針對國道 4 年檢測之 IRI 值採用灰色預測方法進行預測模式之建立，該研究建議之參數(a,b)=(-0.16, 1.93)是基於 k=1 至 4 下的模擬參數，但由於 k=1 時是民國 90 年 10 月之量測資料，

距上次維修已經過一年半的時間，因此，需校估參數(a,b)，本文以 Liang 等人所發展之灰預測模式進行校估，可得校估後參數(a,b)=(-0.1912, 1.2785)，以此參數進行 4 年的 IRI 發展劣化狀況評估，可得圖 4.2 所示之劣化狀況。

$$\hat{x}^{(1)}(k+1) = 7.467e^{1.1912k} - 6.687 \quad (4.9)$$

$$\hat{x}^{(0)}(k) = \hat{x}^{(1)}(k) - \hat{x}^{(1)}(k-1) \quad (4.10)$$

其中  $k$  為時間軸，半年為一期

$\hat{x}^{(0)}(k)$  為第  $k$  期的預測值

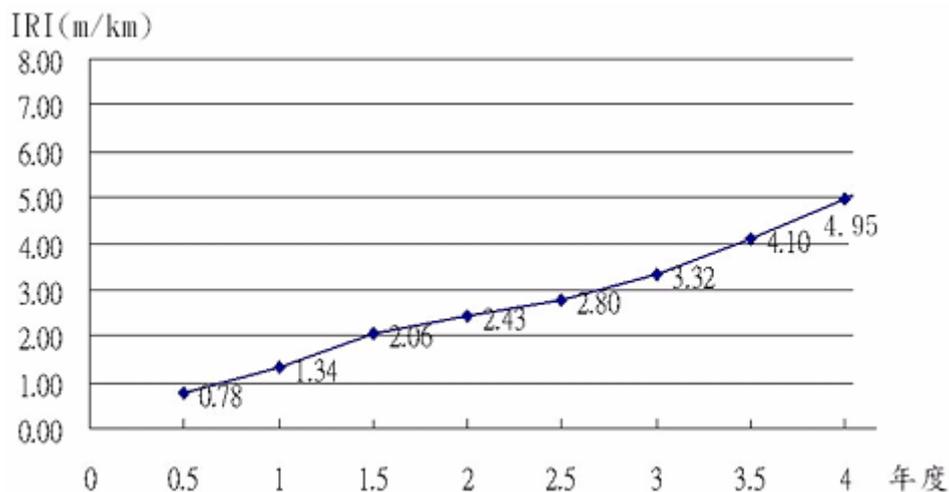


圖 4.2 利用灰預測模型進行 IRI 預測結果

### (3) FHWA

FHWA 在 2006 年利用類神經網路模型以 42 州 157 路段道路狀況資料，如基層土壤類型、路面結構厚度、氣候與交通資料等進行 IRI 的預測，其預測結果十分良好。同時進行敏感度分析發現道路狀況資料對 IRI 的影響程度分別為結構數、氣候與交通量。

表 4.1 類神經網路進行線性與非線性迴歸結果

		Linear $IRI = \sum_{j=1}^{10} A_j x_j + 11,944$	Nonlinear $IRI = \sum_{i=1}^{10} A_i e^{B_i x_i}$	
Input	$x_i$	$A_i$	$A_i$	$B_i$
SC	1	-0.229	1.138	-0.237
AB	2	0.033	0.735	-0.119
Ba	3	0.006	1.287	-27.130
SB	4	-0.015	0.414	-0.117
SG	5	-0.151	0.376	-0.277
FD	6	-0.004	1.598	-0.228
RF	7	-0.005	22.355	-0.479
HD	8	-0.037	0.682	-0.156
TV	9	-0.001	2.229	-0.058
Age	10	0.019	11.390	-960.900

(AS)：面層厚度 (cm).

(AB)：瀝青連結層厚度 (cm).

(Ba)：基層厚度 (cm).

(SB)：底層厚度 (cm).

(SG)：底層土壤種類編碼.

(FD)：依冷凍天數建立之冷凍指標.

(RF)：年平均降雨量 (mm).

(HD)：一年超過 32°C 的天數.

(TV)：日平均重車交通量.

(Age)：鋪面年齡 (years).

由以上研究可以得知影響 IRI 的因素十分複雜，可區分為兩種方式進行 IRI 的預測，一種乃是得知前一期所量測到的 IRI 進行預測；另一種則是藉由道路狀況與環境因子進行 IRI 的預測，整理對於 IRI 影響程度依次為結構數(面層厚度、基層厚度、基層土壤種類、底層厚度、底層土壤種類與路基強度)、軸重當量、日平均重車交通量、鋪面年齡、年降雨量與坑洞年增加量。這些參數均可作

為 IRI 連續時間預測之用。

## 2. 表面破壞

路面損傷狀況評估過程中所使用之路面性狀指標 PCI(Pavement Condition Index)是由美國陸軍工兵團(the U. S. Army Corps of Engineers)所發展的。近年來 PCI 已廣泛地被世界各國機構正式接受使用於機場鋪面、道路路面和停車場，其採用的機構計有：聯邦航空總署(Federal Aviation Administration FAA 1982 年)、美國防禦部(The U. S. Department of Defense、美國空軍 U. S. Air Force 1981 年、美國陸軍 U. S. Army 1982 年)、美國公共工程協會(the American Public Works Association APWA 1984 年)及其他單位，PCI 也被 ASTM 應用於機場鋪面評估並制定規範。

PCI 是一個數字指標(numerical index)，它的範圍由路面完全破損的 0 分狀況至路面完好的 100 分狀況，PCI 分數乃是根據確認路面的破損型式(distress type)、嚴重性(severity)、數量(quantity)等的目視調查結果計算出來的，因此 PCI 可說是被發展成為能表現出路面結構完整性(pavement structure's integrity)與路面經營狀況(surface operational condition)的指標，同時由 PCI 的路面性狀調查所獲得的資料，不論路面狀況情形與車輛荷重或氣候是否有關聯，即能了解路面狀況原因。依據 PCI 建立原則，各研究單位相繼發展出不同的路面狀況指標，如張君彥君的 PSDI、張其教君的 PCDI、日本的 MCI 等。但 PCI 應於路面破壞的連續時間預測的研究案例並不多見，大多是單項破壞預測模式，主要為裂縫與車轍深度。

### (1) HDM-4[33]

#### a. 結構裂縫發展模式(Progression of all structural cracking)

當裂縫超過了初始發生的時間，裂縫則會持續的生成，

並根據實際情況之不同將有不同考量，而主要發展模式如式 4.11。寬結構裂縫之發展模式類似於所有結構裂縫式，惟分析細述之變動，如式 4.12 所示。

(a)所有結構裂縫發展模式

$$dACA = K_{cpa} \left[ \frac{CRP}{CDS} \right] Z_A \left[ (Z_A a_0 a_1 \delta t_A + SCA^{a_1})^{1/a_1} - SCA \right] \quad (4.11)$$

◆若  $ACA_a > 0$  則  $\delta t_A = 1$ ，此外  $\delta t_A = \text{MAX}\{0, \text{MIN}[(AGE2 - ICA), 1]\}$

◆若  $ACA_a > 50$  則  $Z_A = -1$ ，此外  $Z_A = 1$

◆其中  $ACA_a = \text{MAX}(ACA_a, 0.5)$ ， $SCA = \text{MIN}[ACA_a, (100 - ACA_a)]$

(b)寬結構裂縫發展模式

$$dACW = K_{cpw} \left[ \frac{CRP}{CDS} \right] Z_W \left[ (Z_W a_0 a_1 \delta t_W + SCW^{a_1})^{1/a_1} - SCW \right] \quad (4.12)$$

$$\text{又 } dACW = \text{MIN}[ACA_a + dACA - ACW_a, dACW]$$

◆若  $ACW_a > 0$  則  $\delta t_W = 1$ ，此外  $\delta t_W = \text{MAX}\{0, \text{MIN}[(AGE2 - ICW), 1]\}$

◆若  $ACW_a > 50$  則  $Z_W = -1$ ，此外  $Z_W = 1$

◆其中  $ACW_a = \text{MAX}(ACW_a, 0.5)$ ， $SCW = \text{MIN}[ACW_a, (100 - ACW_a)]$

dACA：分析年間所有結構裂縫增加百分比(%)

dACW：分析年間寬結構裂縫增加百分比(%)

ACA<sub>a</sub>：分析年初所有結構裂縫百分比(%)

ACW<sub>a</sub>：分析年初所有寬裂縫百分比(%)

$\delta t_A$ ：所有結構裂縫分析時間參數

$\delta t_W$ ：所有結構裂縫分析時間參數

AGE2：鋪面最後一次(表面處理、加鋪、重建或興建)  
處理至分析年度的年數(years)

ICA：所有結構裂縫起始時間(years)

ICW：寬結構裂縫起始時間(years)

$K_{cpa}$ ：所有結構裂縫發展校正係數

$K_{cpw}$ ：寬結構裂縫發展校正係數

CRP：因維修工作造成裂縫發展延遲時間( $CRP = 1 - 0.12CRT$ )

$a_i$ ：HDM-4 預設係數

b. 橫向溫度裂縫(Transverse thermal cracking)

橫向溫度裂縫的破壞總數在 HDM-4 中以個數表示，而非如結構裂縫以百分比表示。另外，HDM-4 中亦提出不同氣候區溫度裂縫係數(CCT)、每公里最多溫度裂縫個數( $NCT_{eq}$ )及達到最大溫度裂縫時間係數( $T_{eq}$ )，供劣化分析使用。

(a)橫向溫度裂縫初始時間模式

裂縫初始時間(Initiation)與結構裂縫分析方式類似，亦依是否有不同時間加鋪之面層分為兩種模式(式 4.13、式 4.14)。

◆若先前鋪設面層厚度=0(無加鋪)

$$ICT = K_{cit} \text{MAX}[a_0, (CDS)(CCT)] \quad (4.13)$$

◆若先前鋪設面層厚度>0(加鋪或表面處理)

$$ICT = K_{cit} \text{MAX}[a_0, CDS(CCT + a_1 + a_2 HSNEW)] \quad (4.14)$$

(b)橫向溫度裂縫發展模式

當分析年度超過裂縫初始時間後，及啟動本模式進行計算，本模式亦依是否有不同時間加鋪之面層分為兩種模式(式 4.15、式 4.16)。

◆若先前鋪設面層厚度=0(無加鋪)

$$dNCT = K_{cpt} \left[ \frac{1}{CDS} \right] \text{MAX} \left\{ 0, \text{MIN} \left[ (NCT_{eq} - NCT_a), \left( \frac{2NCT_{eq} (AGE3 - ICT - 0.5)}{(T_{eq})^2} \right) \right] \right\} \delta t_T \quad (4.15)$$

◆若先前鋪設面層厚度>0(加鋪或表面處理)

$$dNCT = K_{cpr} \left[ \frac{1}{CDS} \right] \left\{ \left[ \left( NCT_{eq} - NCT_a \right), \text{MAX} \left[ \frac{\text{MIN}(a_0 PNCT, (PNCT - NCT_a)), \left( \frac{2NCT_{eq} (AGE3 - ICT - 0.5)}{(T_{eq})^2} \right)} \right], 0 \right] \right\} \delta t_T \quad (4.16)$$

其中 ICT：橫向溫度裂縫初始發生時間(years)

dNCT：分析年間橫向溫度裂縫增加個數

CDS：面層興建缺失指標

dACT：分析年間橫向溫度裂縫面積增加百分比(%)

CCT：溫度裂縫係數

PNCT：加鋪前橫向溫度裂縫個數

NCT<sub>a</sub>：分析年初橫向溫度裂縫個數

NCT<sub>eq</sub>：每公里最多溫度裂縫個數

Teq：達到最大溫度裂縫時間係數

HSNEW：加鋪面層厚度

K<sub>cit</sub>：橫向溫度裂縫初始時間校正係數

K<sub>cpt</sub>：橫向溫度裂縫發展校正係數

a<sub>i</sub>：HDM-4 預設係數

### (c) 車轍劣化模式簡介

#### ◆ 初始壓實

初始壓實主要表示鋪面結構鋪設完成後，因為各層結構尚未十分緊實，仍存有許多空隙，在初期交通荷載下會有較大之沈陷量，模式計算依據則在於鋪面結構面層、底層、基層及路基土壤的相對壓實度(relative compaction)，計算方式如式 4.17 所示。值得一提的是初始壓實僅發生於評估週期的第一年，而之後的車轍的加深僅由其他模式所提供。

$$RDO = K_{rid} \left[ a_0 (YE410^6)^{(a_1+a_2DEF)} SNP^{a_3} COMP^{a_4} \right] \quad (4.17)$$

其中 RDO：初始壓實沈陷量(mm)

YE4：分析年度標準當量軸次(million/lane)

DEF：分析年平均 彭克曼樑/FWD 量測之深度(mm)

SNP：分析年平均鋪面修正結構數

COMP：鋪面相對壓實度(%)

$K_{rid}$ ：初始壓實校正係數

$a_i$ ：HDM-4 預設係數

#### ◆結構變形

此模式再模擬路面受重複交通荷重下，路面輪跡處結構隨時間慢慢沈陷之情形，也是車轍加深的主因。HDM-4 分析模式中結合了 HDM-3 所開發之線性模式與由 Morosiuk 於 1998 年之研究所形成，並考量裂縫對於結構變形之影響，區分為 2 大模組，其一為無裂縫發生之結構變形(式 4.18)，另一為有裂縫發生下之結構變形(式 4.19)。因此，年度的結構變形的增加量亦分為有裂縫及無裂縫發生兩種方案(式 4.20、4.21)。

無裂縫發生-結構變形量：

$$\Delta RDST_{uc} = K_{rst} \left( a_0 SNP^{a_1} YE4^{a_2} COMP^{a_3} \right) \quad (4.18)$$

有裂縫發生-結構變形量：

$$\Delta RDST_{crk} = K_{rst} \left( a_0 SNP^{a_1} YE4^{a_2} MMP^{a_3} ACX_a^{a_4} \right) \quad (4.19)$$

無裂縫發生-分析年間結構變形量：

$$\Delta RDST = \Delta RDST_{uc} \quad (4.20)$$

有裂縫發生-分析年間結構變形量：

$$\Delta RDST = \Delta RDST_{uc} + \Delta RDST_{crk} \quad (4.21)$$

其中  $\Delta RDST$ ：分析年間總結構變形量(mm)

$\Delta RDST_{uc}$ ：無裂縫發生分析年間結構變形量(mm)

$\Delta RDST_{crk}$ ：有裂縫發生分析年間結構變形量(mm)

MMP：平均每月降雨量(mm/month)

$ACX_a$ ：分析年初始之指標性裂縫率(%)

SNP：分析年度平均修正結構數

YE4：分析年度標準當量軸次(million/lane)

$K_{rst}$ ：結構變形校正係數

$a_i$ ：HDM-4 預設係數

#### ◆ 塑性變形

塑性變形模式中包含了一項變數 CDS(面層興建缺失指標)用來表示鋪面是否易於發生塑性變形。此外，於 HDM-4 第五冊(校正手冊)中提出使用多種參數(如瀝青軟化點及瀝青混凝土空隙率)預測材料特性之變化，進而判斷發生塑性變形的可能。除此之外，臺灣地區高溫、高軸重的特性議會對於車道產生塑性變形的機會大增。HDM-4 中對於塑性變形之預測如式 4.22。

$$\Delta RDPD = K_{rpd} CDS^3 a_0 YE4 Sh^{a_1} HS^{a_2} \quad (4.22)$$

其中  $\Delta RDPD$ ：分析年間塑性變形量(mm)

CDS：面層興建缺指標

YE4：分析年度標準當量軸次(million/lane)

Sh：重車速度(km/h)

HS：瀝青層總厚度(mm)

$K_{rpd}$ ：塑性變形校正係數

$a_i$ ：HDM-4 預設係數

◆釘輪所造成的表面磨損

在下雪的地區常會見到車輛加裝鍊條或釘子於輪胎上以防止車輛打滑，但相對的這些措施可能對於鋪面面層會造成極大的傷害。此一模式即為 HDM-4 考量到釘輪對於鋪面之磨損造成車轍加深的影響所增設，分析模式如式 4.23。

$$RDW = K_{rsw} [a_0 PASS^{a_1} W^{a_2} S^{a_3} SALT^{a_4}] \quad (4.23)$$

其中  $\Delta RDW$ ：分析年間車轍因釘輪所造成的表面磨損的增加量(mm)

PASS：分析年度加裝釘輪之總車輛數(1000s)

S：平均車速(km/h)

SALT：路面使用鹽參數(使用=2,未使用=1)

W：道路寬度(m)(加上路肩寬度)

$K_{rsw}$ ：表面磨損校正係數

$a_i$ ：HDM-4 預設係數

◆總車轍深度

如前所述，初始壓實量只出現在鋪面鋪設完成後的第一年，所以總車轍深度之計算亦隨分析年度進行切割。若為新加鋪的第一年則車轍深度成長量由初始壓實、塑性變形及表面磨損所提供(式 4.24)。若鋪設年度超過一年以上，則成長量由結構變形、塑性變形及表面磨損所提供(式 4.25)。

分析年度與鋪設年度差值 $\leq 1$

$$\Delta RDM = RDO + \Delta RDPD + \Delta RDW \quad (4.24)$$

分析年度與鋪設年度差值 > 1

$$\Delta RDM = \Delta RDST + \Delta RDPD + \Delta RDW \quad (4.25)$$

其中  $\Delta RDM$ ：分析年間車轍深度總增加量(mm)

RDO：初始壓實沈陷量(mm)

$\Delta RDST$ ：分析年間總結構變形量(mm)

$\Delta RDPD$ ：分析年間塑性變形量(mm)

$\Delta RDW$ ：分析年間車轍因釘輪所造成表面磨損增加量(mm)

## (2) 宋侑玲[42]

### a. 車轍破壞預測模式

車轍破壞預估模式之建構是以 SPSS 進行各因子之相關分析，選取相關性最顯著之參數作為評估因子，包括交通量  $\ln(KESAL)$ 、瀝青面層厚度  $H_{Ac}$ 、 $\varepsilon_{v,BS}$  轉換值( $\varepsilon_{v,BS}^{0.1006}$ )及  $\varepsilon_{v,SG}$  轉換值( $\varepsilon_{v,SG}^{0.0787}$ )以及瀝青材料與路基土壤回彈模數之比值  $E_{AC} / E_{SG}$ ；進行線性迴歸分析，建立車轍破壞預估模式如式 4.26，該模式之相關係數 R 為 0.824，判定係數  $R^2$  為 0.678：

$$RD = -53.4 - 5.098 * \ln \varepsilon_t + 23.348 * (\varepsilon_{v,BS})^{0.1006} + 0.0953 * (\varepsilon_{v,SG})^{0.6072} - 0.013 * H_{Ac} - 0.0828 * (E_{AC} / E_{SG}) + 5.344 * \ln(KESAL) \quad (4.26)$$

其中 RD：車轍深度(mm)

$\varepsilon_t$ ：瀝青面層底部的水平張應變( $10^3$ )

$\varepsilon_{v,BS}$ ：鋪面底層底端之垂直壓應變( $10^3$ )

$\varepsilon_{v,SG}$ ：路基土壤頂端之垂直壓應變( $10^3$ )

$H_{Ac}$ ：瀝青混凝土面層厚度(mm)

$E_{AC} / E_{SG}$ ：瀝青混凝土面層對路基土壤回彈模數之比值

$KESAL$ ：累積交通量

### b. 疲勞破裂預測模式

疲勞破壞預估模式之建構步驟與車轍深度相同，是以 SPSS 進行各因子之相關分析，選取相關性最顯著之參數作為評估因子，包括交通量  $\ln(KESAL)$ 、年平均溫度  $T_{annual}$  以及瀝青面層底部之最大張應變  $\epsilon_t$  與鋪面底層頂端之最大壓應變  $\epsilon_{v,BS}$ ；進行線性迴歸分析，建立疲勞破壞預估模式如式 4.27，該模式之相關係數  $R$  為 0.708，判定係數  $R^2$  為 0.501：

$$FT = -778.689 + 66.984 * \epsilon_t - 22.499 * \epsilon_{v,BS} + 169.255 * \ln(T_{annual}) + 16.192 * \ln(KESAL) \quad (4.27)$$

其中  $FT$ ：裂縫面積( $m^2$ )

$T_{annual}$ ：年平均溫度

### (3) 密西根州[42]

車轍破壞模式是選取密西根州參與 LTPP 計畫的 39 個試驗路段之數據，得到車轍深度預估模式：

$$RD = -0.016H_{AC} + 0.033 \ln(SD) + 0.011T_{annual} - 0.01 \ln(KV) - 2.703 + 0.657(\epsilon_{v,base})^{0.097} + 0.271(\epsilon_{v,SG})^{0.883} + 0.258 \ln(ESAL_R) - 0.034 \ln(E_{AC} / E_{SG}) \quad (4.28)$$

其中  $RD$ ：車轍深度(mm)

$KV$ ：動態黏性

$T_{annual}$ ：年平均溫度

$\epsilon_t$ ：瀝青面層底部的水平張應變( $10^3$ )

$\epsilon_{v,base}$ ：鋪面底層底端之垂直壓應變( $10^3$ )

$\epsilon_{v,SG}$ ：路基土壤頂端之垂直壓應變( $10^3$ )

$H_{Ac}$ ：瀝青混凝土面層厚度(mm)

$E_{AC} / E_{SG}$ ：瀝青混凝土面層對路基土壤回彈模數之比值

$ESAL_R$ ：累積交通量

依據 1991 及 1997 年密西根州試驗路段之車轍深度量測數據，與車轍破壞模式預估值比較，此非線性迴歸方程式之相關係數 R2 高達 90.5%。

大部分的疲勞破壞模式預估生命週期內的等值單軸載重 ESAL 次數時，必須考慮疲勞裂縫初始出現之時機，但是對於試驗路段裂縫初始出現之時機的判斷非常困難，因此 MDOT 採用一個較為簡便之方法，以疲勞裂縫長度之百分比作評估依據發展疲勞破壞模式。

破壞模式是選取密西根州參與 LTPP 計畫的 14 個試驗路段之數據，並依據各個試驗路段所量測得到之裂縫長度，求得對應該試驗路段長度之裂縫長度百分比 FT，得到疲勞破壞預估模式：

$$\ln(ESAL_F) = -3.454 \ln(SD) + 0.018FT - 0.223 \ln(\varepsilon_i) + 3.477 \ln(H_{AC}) - 3.521 \ln(KV) + 0.053 \ln(E_{AC}) - 1.027 \ln(E_{BS}) - 1.515 \ln(E_{SG}) + 32.156 \quad (4.29)$$

其中 FT：裂縫長度對應該試驗路段長度之百分比

$\varepsilon_i$ ：瀝青混凝土面層底部之張應變

$E_{BS}$ ：底層材料之回彈模數

比較疲勞破壞模式所求得之 ESALF 預估值與實際量測值，此非線性迴歸方程式之相關係數 R2 高達 99.8%。

由以上得知車轍預測模式所需要的參數有累積軸重當量、月平均降雨量、年平均溫度、鋪面表面溫度、鋪面頂端之垂直壓應變、路基土壤頂端之垂直壓應變、瀝青混凝土面層之回彈模數、路基土壤之回彈模數。裂縫預測模式則需要瀝青混凝土

面層之張應變、底層材料之回彈模數、結構裂縫增加百分比等。

### 3. 結構承載力

由於結構承載力方面研究大多著重在藉由撓度試驗去推估道路各層厚度與回彈模數，並依據 AASHTO 1993 設計規範建立結構數的方式，或是採用撓度試驗各點變位依據各轉轉換公式建立道路是否損壞之判別式，故在結構承載力部分較少劣化方程式的建立。

結構強度並不會從鋪設一開始到設計年限結束都不會變化的，其將隨著時間及表面之破壞而有所降低。HDM-4 系統針對結構強度之劣化，是以鋪面表面發生裂縫之多寡作為評估。當路面裂縫發生越劇烈，將會造成路面結構崩潰、水分入侵，進而降低路面整體結構性質，其分析模式如式 4.30 及 4.31 所示。

$$SNPK_b = MAX[(SNP_a - dSNPK), 1.5] \quad (4.30)$$

$$dSNPK = K_{snpk} a_0 \left\{ \begin{array}{l} MIN(a_1, ACX_a) HSNEW + \\ MAX[MIN(ACX_a - PACX, a_2), 0] HSOLD \end{array} \right\} \quad (4.31)$$

其中  $SNPK_b$ ：分析年底因裂縫影響之修正結構數

$dSNPK$ ：分析年間因裂縫造成修正結構數的變化量

$SNP_a$ ：分析年初鋪面修正結構數

$PACX$ ：舊鋪面指標性裂率(%)

$HSNEW$ ：最近鋪設面層厚度(mm)

$HSOLD$ ：先前鋪設面層厚度(mm)

$a_i$ ：HDM-4 預設係數

連續時間預測模型一般以平坦度、結構承載力與路面狀況指標為原則，對於各項指標在預測過程當中所需要用到的參數，本研究進行編碼並以道路區段編碼作為各類型道路績效指標的主鍵連結，其資料表單內容如表 4.2~4.4 所示。

表 4.2 平坦度參數資料

代碼	說明	資料類型	量測單位
SN	結構數	數字	
surfacethickness	面層厚度	數字	cm
basethickness	底層厚度	數字	cm
subbasethickness	基層厚度	數字	cm
basesoil	基層土壤	文字	依統一土壤分類 進行編碼
subgrademodulus	路基材料回彈模數	數字	
ESALs	累積軸重當量	數字	
RF	年平均降雨量	數字	mm/year
TV	日平均重車交通量	數字	量/天
Age	距前次維修之間隔 時間	數字	天
PIRI	預測的 IRI 值	數字	m/km
RoadID	道路區段編碼	文字	

表 4.3 路面狀況參數資料

代碼	說明	資料類型	量測單位
ESALs	累積軸重當量	數字	
MRF	月平均降雨量	數字	
Atemp	年平均溫度	數字	
esonal_sur	面層底部的水平張應變	數字	
esonal_base	底層底端之垂直壓應變	數字	
surfacemodulus	面層材料回彈模數	數字	
subgrademodulus	基層回彈模數	數字	
Prutting	預測車轍深度	數字	
esonal_t	面層底部之最大張應變	數字	
basemodulus	路基回彈模數	數字	
crack_add	裂縫增加率	數字	%
Pcrack	預測裂縫	數字	裂縫佔道路區段面積%
RoadID	道路區段編碼	文字	
ESALs	累積軸重當量	數字	

表 4.4 結構承載力參數資料

代碼	說明	資料類型	量測單位
design_SN	設計時結構數	數字	
PACX	舊鋪面指標性裂率	數字	%
HSNEW	最近鋪設面層厚度	數字	cm
HSOLD	先前鋪設面層厚度	數字	cm
FWD1	FWD 第 1 個量測點變位	數字	mm
FWD2	FWD 第 2 個量測點變位	數字	mm
FWD3	FWD 第 3 個量測點變位	數字	mm
FWD4	FWD 第 4 個量測點變位	數字	mm
FWD5	FWD 第 5 個量測點變位	數字	mm
FWD6	FWD 第 6 個量測點變位	數字	mm
FWD7	FWD 第 7 個量測點變位	數字	mm
Force	FWD 加載力量	數字	N
surfacethickness	面層厚度	數字	cm
basethickness	底層厚度	數字	cm
subbasethickness	基層厚度	數字	cm
PSN	預測結構數	數字	
RoadID	道路區段編碼	文字	

### 4.3 劣化模式建構

對於鋪面劣化模式建構大多採用預測方法建立，一般而言預測方式可分為定性(Qualitative methods)與定量(Quantitative methods)兩種型態預測。以定性而言主要採取專家問卷方式，在一群專家中擷取意見並依據過去經驗對未來難以定量之事件進行特性預測，例如德爾菲

法 (Delphi method)就是以專家的知識經過評估，修正假設及判斷，對未來的趨勢進行預測；而定量預測方式主要就歷年資料觀察其變化趨勢，其最常使用的方法包括移動平均法、指數平滑法、時間序列及迴歸模式，而指數平滑模式 (Exponential smoothing)為短期預測模式中常使用的方法之一。

鋪面伴隨歲月與自然環境的洗禮，會自然老化而逐漸喪失其服務功能，終致毀壞失去作用。道路受到自然環境現象常見的有，交通荷重、氣候變化、水分入侵及其他環境因素。根據道路初始設計、材料性質、興建品質、交通流量、軸重特性、道路幾何變化及養護策略等皆會有不同類型之變化，但其中還是以交通荷重、環境影響及排水系統不良為最主要因素。時間序列預測是依照設施狀況本身過去的資料所存在的變異型態來建立模型，預測各種設施或特定構件隨使用時間長短所對應之毀壞頻率。

#### 4.3.1 迴歸預測

迴歸分析(Regression Analysis)是一種統計分析方法，它利用一組預測變數(或稱獨立變數)的數值，對某一準則變數(或稱應變數)做預測，它也可以做為評估預測變數對準則變數的影響程度。很不幸地，迴歸(Regression)的名字取得不理想，從字面上並不能表現出這種方法的重要性及其應用，取名實際上來自於 1885 年高登(Galton)所寫的論文“Regression Toward Mediocrity in Heredity Stature”。迴歸預測在鋪面養護管理系統當中多作為預測模型發展與變數關係的建立。

#### 4.3.2 灰預測

灰預測方法(Grey Model, GM)在 1982 年由鄧聚龍提出[43]，主要

針對系統模型之不明確、資訊之不完整情形下，進行關於系統之分析來探討並瞭解系統之特性，多年以來已經成功地應用在各種不同領域研究。由於原始數據經常顯得雜亂無章，不易觀察系統本質之規律性，造成模型建立之誤差。提出部份已知信息狀態下處理系統問題的思考和解決方法。相較於傳統機率統計對系統中隨機過程的處理，乃是採用機率統計理論，求取該隨機過程之規律性。所收斂的數據資料愈多使能發覺該隨機過程之統計特性，因此在建立較精確的系統模型往往需要大量的數據資料。灰色系統理論在觀念上則改變隨機過程的處理方式，處理要點在於不將系統訊息視為隨機訊號，而將其視為灰數，將隨機量當作在一定區間變化的灰色量，將灰色過程視為在一定範圍、一定時間內變化的隨機過程。在灰色理論認為環境對系統的干擾，會使系統行為特徵值的離散函數數據呈現雜亂，但因系統具有整體性，因此雜亂的外顯數據必然蘊含某種內在規律，透過灰色生成過程整理原始數據，可弱化其隨機性並強化規律性，再據以建立模型盡力評估或預測工作。

#### **4.4 連續時間預測模型選擇**

本研究以廣泛收集鋪面績效指標的建構參數與模型，以往較常用來評估及預測鋪面的模式為統計迴歸方法，故建議使用迴歸模型進行連續時間預測，但目前臺灣地區對於各參數的資料並未有長期且完整的調查與彙整，而不同資料適合採用預測模式不同，初期可以灰預測或簡單迴歸，中期當資料量較為足夠時可以多元迴歸模型，爾後當資料充足時可以複合影響多元迴歸模型，充分顯示各因素對鋪面所造成影響。

### 1. 簡單迴歸模型

由於系統建置之初，對於所有資料並不能收集十分完整，故建議採用鋪面家族方法，在同一時間收集其周遭環境與交通量相似但不同路齡之鋪面績效指標量測結果，採用簡單迴歸方法建立預測模型，隨著周遭環境與交通量的資訊愈來愈豐富，可將預測模型依據區域狀況建置，讓預測較為精準。在本階段最基本的兩個參數分別為鋪面績效指標與自新建完成或修補後到績效指標量測的時間間隔。但本模型因影響參數較少導致其預測能力較差且僅適用於短期間預測。

### 2. 灰預測

文獻中指出灰預測模型得到之平均殘差遠小於迴歸預測法的預測值平均殘差，由此實證結果獲知灰色 GM(1,1)預測模型有較佳之預測效果，若在初期系統資料量不足而簡單迴歸又未能得到良好預測結果時，灰預測僅需四筆數據即可得到預測結果，故建議此模型可使用在簡單迴歸預測方式未能達到預期效果之另一選擇。

### 3. 多元迴歸模型

由於系統檢測資料逐年增加，可藉由文獻資料或是採用相關性分析選擇對道路績效指標具有影響性參數，建構出不僅因為時間參數影響且受各種環境與交通量影響的多元線性迴歸模型。若是參數與道路績效指標間為非線性相關，本研究建議採用類神經網路模型進行預測。此時所建構的預測模型應能代表臺灣地區對於道路績效指標的影響變化結果。

### 4. 複合影響多元迴歸模型

有研究顯示道路績效指標來自於不同參數的變化，未能考量到所有參數影響且不降低預測能力，本研究建議採用 HDM-4 方式，

將道路績效指標如 IRI 的變動影響先分為結構性、裂縫、坑洞、環境等因素各別進行多元迴歸模型的建構，爾後疊加為複合影響多元迴歸模型，但困難之處在於道路績效指標在不同因素的影響程度資料較難劃分，除非有大規模的研究路段可控制不同變因進行詳細的資料收集始可完成該模型。

對於各道路績效指標的預測在以上不同模型的參數選擇如表 4.5~4.7 所示，其中若迴歸模型並未選擇任何參數表示在該道路績效指標並不適用其迴歸模型。

表 4.5 預測模型在平坦度會選用的參數

參數	預測模型通常會選用到的參數		
	簡單迴歸模型、 灰預測模型	多元迴歸模型	複合影響多元迴歸模型
結構數		X	X
面層厚度			X
底層厚度			X
基層厚度			X
基層土壤			X
路基材料回彈模數			X
累積軸重當量		X	X
年平均降雨量		X	X
日平均重車交通量	X	X	X
距前次維修之間隔時間	X	X	X
預測的 IRI 值	X	X	X

表 4.6 預測模型在路面狀況會選用的參數

參數	預測模型通常會選用到的參數		
	簡單迴歸模型、灰預測模型	多元迴歸模型	複合影響多元迴歸模型
累積軸重當量	X	X	X
月平均降雨量		X	X
年平均溫度		X	X
面層底部的水平張應變	X	X	X
底層底端之垂直壓應變	X	X	X
面層材料回彈模數	X	X	X
基層回彈模數	X	X	X
預測車轍深度	X	X	X
面層底部之最大張應變	X	X	X
路基回彈模數	X	X	X
裂縫增加率		X	X
預測裂縫		X	X
道路區段編碼			
累積軸重當量	X	X	X

表 4.7 預測模型在結構承載力會選用的參數

參數	預測模型通常會選用到的參數		
	簡單迴歸模型、灰預測模型	多元迴歸模型	複合影響多元迴歸模型
設計時結構數		X	
舊鋪面指標性裂率		X	
最近鋪設面層厚度		X	
先前鋪設面層厚度		X	
FWD 第 1 個量測點變位		X	
FWD 第 2 個量測點變位		X	
FWD 第 3 個量測點變位		X	
FWD 第 4 個量測點變位		X	
FWD 第 5 個量測點變位		X	
FWD 第 6 個量測點變位		X	
FWD 第 7 個量測點變位		X	
FWD 加載力量		X	
面層厚度		X	
底層厚度		X	
基層厚度		X	
預測結構數		X	

#### 4.5 連續時間預測程式介面

本研究採用灰預測、簡單迴歸及多元迴歸模型建立連續時間預測模式，為符合未來研究之擴充性與後續新增資料對於迴歸預測結果的變動，故本研究的預測模型可依照使用者意願選擇不同參數進行預測，並程式開發介面如下：

##### 1. 灰預測系統介面

灰預測系統介面包含 2 部分，主要是以 2 年資料(如平坦度)，分析第 3 年資料。圖 4.3 為預測資料範圍選取，圖 4.4 為分析結果。

道路養護品質知識管理 使用者:系統管理者 群組: IP位址:140.115.62.236

資料建立 ▾ 資料查詢 ▾ 道路管理資料 ▾ 統計分析模組 ▾ 預測分析模組 ▾ 系統管理模組 ▾ 登出

### 統計條件資料

分析資料選定	IRI	
主管機關	第一區工程處	養護單位 中壢工務段
道路編號	台1線	
時間範圍(條件1)	95	年
時間範圍(條件2)	96	年
時間範圍(條件3)	97	年
縣市別		方向
道路起訖	K+	M ~ K+ M

圖 4.3 灰預測資料選定畫面

道路養護品質知識管理 使用者:系統管理者 群組: IP位址:140.115.62.236

資料建立 ▾ 資料查詢 ▾ 道路管理資料 ▾ 統計分析模組 ▾ 預測分析模組 ▾ 系統管理模組 ▾ 登出

### 預測結果

道路編號	縣市別	方向	起點路名	迄點路名	道路起點	道路迄點	主管機關	預測值
台1線	桃園縣	逆			14K+100M	14K+200M	第一區工程處	7.66
台1線	桃園縣	逆			14K+200M	14K+300M	第一區工程處	2.19
台1線	桃園縣	逆			14K+300M	14K+400M	第一區工程處	3.96

圖 4.4 灰預測結果顯示畫面

## 2. 簡單迴歸系統介面

簡單迴歸系統介面分為兩部分，以 2 年資料，分析其相關性與預測第 3 年值，圖 4.5 為資料選定畫面，圖 4.6 為分析結果畫面，其中上方為關係式，右下方為預測值。

道路養護品質知識管理 使用者:系統管理者 群組: IP位址:140.115.62.236

資料建立 ▾ 資料查詢 ▾ 道路管理資料 ▾ 統計分析模組 ▾ 預測分析模組 ▾ 系統管理模組 ▾ 登出

### 統計條件資料

分析資料選定	IRI	
主管機關	第一區工程處	養護單位 中壢工務段
道路編號	台1線	
時間範圍(條件x)	95	年
時間範圍(條件y)	96	年
縣市別		方向
道路起訖	K+	M ~ K+ M

圖 4.5 簡單迴歸資料選取畫面

預測結果  $y = 4.98 + (-0.51 * x)$

道路編號	縣市別	方向	起點路名	迄點路名	道路起點	道路迄點	主管機關	預測值
台1線	桃園縣	逆			14K+100M	14K+200M	第一區工程處	3.19
台1線	桃園縣	逆			14K+200M	14K+300M	第一區工程處	3.19
台1線	桃園縣	逆			14K+300M	14K+400M	第一區工程處	3.56

圖 4.6 簡單迴歸分析結果畫面

### 3. 多元迴歸系統介面

多元迴歸適合用於資料量足夠情況下，將不同影響因子納入分析預測之中，故這部分要求分析資料必須對稱，及影響因子與預測資料兩者皆必須在同樣時間範圍內皆必須具有資料，才能進行預測。系統介面如圖 4.7 及圖 4.8 所示。

統計條件資料

分析資料選定	<input type="text"/>	自變數(x1)
分析資料選定	<input type="text"/>	自變數(x2)
分析資料選定	<input type="text"/>	自變數(x3)
分析資料選定	<input type="text"/>	自變數(x4)
分析資料選定	<input type="text"/>	依變數(y)
主管機關	<input type="text"/>	養護單位 <input type="text"/>
道路編號	<input type="text"/>	
時間範圍(條件)	<input type="text"/> 年	
時間範圍(預測)	<input type="text"/> 年	
縣市別	<input type="text"/>	方向 <input type="text"/>
道路起迄	<input type="text"/> K+ <input type="text"/> M ~ <input type="text"/> K+ <input type="text"/> M	

重新輸入 開始統計

圖 4.7 多元迴歸變數欄位選擇畫面

預測結果  $y = 0.70 + (0.95 * x)$

道路編號	縣市別	方向	起點路名	迄點路名	道路起點	道路迄點	主管機關	預測值
台1線	桃園縣	逆			14K+100M	14K+200M	第一區工程處	5.66
台1線	桃園縣	逆			14K+200M	14K+300M	第一區工程處	3.32
台1線	桃園縣	逆			14K+300M	14K+400M	第一區工程處	3.84

圖 4.8 多元迴歸預測結果顯示畫面



## 第五章 離散時間預測模型

離散時間預測模型與連續時間預測模型最大的差異點在於資料並非是隨時間產生數值劣化而已，亦有可能是狀態之間的轉換，例如裂縫演化成坑洞等，故採用迴歸方法則無法建立其模型。一般採用機率論模式做為離散時間預測模型，其模式因理論架構差異可分為馬可夫鏈(Markov Chain)與準馬可夫(Semi-Markov Process)之預測模式。若預測資料屬於連續數值(如平坦度指標)則必須進行狀態的設置與數值的分割，而後決定預測的年限，如此才能進行模型建構。若是資料屬於不連續數值(即名目尺度資料)則必須作狀態種類設置，決定狀態轉換矩陣，才能進行模型建構。

### 5.1 道路養護離散時間預測參數

道路養護採用離散預測模型資料類型，依據以往研究大多以鋪面破損資料進行預測，最主要是鋪面破損的發生因素複雜，無法有效歸納出其影響參數，故採用機率論預測方式較佳。

#### 1. PCI 轉換

Butt 等人在 1995 年建議鋪面績效預測採用馬可夫鏈進行 [44]，其選用的績效指標就是 PCI，該研究將 PCI 以 10 分為一級，共分為 10 種狀態，所建立的馬可夫鏈預測模型較最小平方迴歸模型為佳，主要是因為在長期預測部分不像最小平方迴歸會產生急速劣化的情況。

Li 等人[45]在以成本效益為基礎的標準化鋪面養護優選研究中，認為鋪面狀況狀態(Pavement condition State)可替代鋪面狀況指標、現況服務力指標等鋪面績效指標，並採用馬可夫鏈模型進行預測。

Lin 等人分析決定論與機率論預測模型在鋪面管理中的關係也是將 PCI 以 10 分為一級，共分為 10 種狀態，其結果顯示若是未考慮其他參數的影響進行單一數值預測時，馬可夫鏈的機率論模型預測結果較決定論預測模型佳。

## 2. 裂縫指標轉換

Yang 等人[46]指出佛羅里達交通廳採用裂縫指標(Crack Index)作為目視破壞調查輸出結果，將裂縫指標分為 10 級(10 表示最好；0 表示最差)。該研究採用馬可夫鏈模型進行裂縫指標劣化預測，跟採用前一期裂縫指標、鋪面年齡、累積軸重當量等參數以類神經網路模型進行劣化預測結果相比，馬可夫鏈模型預測結果較佳。

## 5.2 離散時間預測

### 5.2.1 理論架構

馬可夫轉換模型，是一個狀態轉換模型，主要是利用不可觀察的狀態變數(state variable)區分資料在不同狀態下的轉變，狀態變數會隨著馬可夫鏈(Markov chain)變動，因此相較於傳統線性模型，馬可夫轉換模型更能良好捕捉時間序列資料的動態特性，是目前常用的非線性時間序列模型。Kim and Nelson 對馬可夫模型和其變化有更詳細的介紹。

馬可夫模型的狀態轉換的特點是其狀態變數  $S_t$  遵循一階馬可夫鏈變動，也就是說前一期的狀態變數  $S_{t-1}$  會影響當期狀態變數  $S_t$ 。

$$P\{s_t=j|s_{t-1}=i, s_{t-2}=k, \dots\} = P\{s_t=j|s_{t-1}=i\} = p_{ij} \quad (5.1)$$

轉換機率  $p_{ij}$  是狀態  $i$  轉換為狀態  $j$  的機率。轉換機率會滿足  $p_{i1} + p_{i2} + \dots + p_{iN} = 1$  的特性， $P$  則為  $(N \times N)$  個轉換矩陣：

$$P = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} & \cdots & p_{1N} \\ p_{21} & p_{22} & \cdots & p_{2N} \\ \cdot & \cdot & \cdots & \cdot \\ \cdot & \cdot & \cdots & \cdot \\ p_{N1} & p_{N2} & \cdots & p_{NN} \end{bmatrix} \quad (5.2)$$

有別於馬可夫鏈在假設過程中認為停留於每一狀態之時間相同。準馬可夫鏈過程考慮過程中其停留於各狀態時間為一隨機變數，Nesbitt 應用該模式解決鋪面劣化之問題。當過程中停留於各狀態之時間為相同時，準馬可夫鏈過程就是馬可夫鏈過程。

### 5.2.2 馬可夫鏈模型應用於道路養護之步驟

若採用馬可夫鏈作為道路養護離散資料的預測模型，為讓工程司在應用時有所依循，本研究建立資料轉換與模型建構的程序步驟如下：

#### 1. 資料來源選擇

在鋪面養護管理系統當中一般進行離散時間預測之資料為鋪面狀況指標與裂縫指標，當使用者想探討所發生事件之間會隨時間有所轉換者亦可採用此模型，如鋪面破損狀態的轉換。

#### 2. 建立預測數值的分割

由於馬可夫鏈是狀態間的機率轉換，故連續性的數值必須進行分割，對於鋪面資料可依照前一節介紹的績效指標分割方式進行，如將 PCI 以 10 分為一個間距分割成 10 等份或是詢問專家進行資料的分割。

#### 3. 建立狀態轉換矩陣 P

狀態轉換矩陣的建立，要收集兩期的各狀態資料，計算各狀態在第二期轉換到其他狀態的機率，從而建置狀態轉換矩陣 P，其格

式示意如表 5.1：

表 5.1 狀態轉換矩陣 P

機率		初始狀態		
		IRI(1)	IRI(2)	IRI(3)
第二期 狀態	IRI(1)	0.8	0	0
	IRI(2)	0.1	0.6	0
	IRI(3)	0.1	0.4	1

#### 4. 建立初始狀態發生機率矩陣 M

初始狀態發生機率矩陣即是將第一期各狀態發生百分比進行計算，若假設鋪面新建完成屬於績效指標都呈現十分良好的狀態，則初始狀態發生機率矩陣如式 5.3。

$$M = [1, 0, 0] \quad (5.3)$$

#### 5. 計算所要預測期數之機率矩陣

計算 n 期各狀態發生的機率，可採用式 5.4 即可獲得。

$$P(n) = MP^{(n-1)} \quad (5.4)$$

如 5.1 節所述，進行單一數值未考慮其他參數的影響使用馬可夫鏈會有較佳預測能力，若需要了解其他參數對單一數值的影響，本研究建議採用連續時間預測模型較佳，另建議進行分析最好是在相似環境狀況下的資料。馬可夫鏈的限制在於各時間狀態其假設為相等，故要驗證其預測結果是否準確則後續績效指標資料收集的檢測周期必須固定。

#### 5.2.3 離散時間預測模型運算模式

離散時間預測模組主要可分成資料來源選擇、資料次數計算、馬

可夫鏈預測矩陣建立、進行馬可夫鏈預測等 4 大步驟如圖 5.1 所示：

### 1. 資料來源選擇

- (1) 資料來源之選擇需先確定欲預測之基本資料，如道路範圍、分析時間、破壞項目等 3 項。
- (2) 道路範圍之選擇，可為一段道路之起、迄樁，或是數段道路之起、迄樁。
- (3) 分析時間之選擇，主要以每個月為一單位，若欲預測之單位時間為 2 個月，則在選擇分析時間時，選擇之月份為 2 個月，如初期資料時間為一月份，則次期資料時間為三月份。
- (4) 破壞項目之選擇，則依照欲預測之相關資料來進行資料欄位之選擇，如坑洞破壞、裂縫破壞、挖掘道路破壞...等，建議至少選擇 3 種以上的破壞來進行後續的預測分析。

### 2. 資料次數計算

在資料來源中之破壞資料筆數加總統計後，便可計算該段路或路網於初期資料及次期資料中各種破壞各出現之次數，初期資料狀態  $i$  有發生，而次期資料狀態  $j$  亦發生，則在矩陣  $(i,j)$  增加 1 次出現次數，以此類推；然道路並不是一直存在著破壞，故初期無破壞而次期出現破壞之情形必須加入於資料次數計算之中，故在破壞項目中加入一種為“無破壞”，其計算規則為次期資料有數值，而初期資料無數值，則在矩陣  $(0,i)$  記錄出現次數，但若初期資料有數值，而次期資料無數值，則不納入次數計算；依照此步驟繼續進行計算，便可建立次數分佈矩陣。

### 3. 馬可夫鏈預測矩陣建立：

由第 2 步驟所建立之次數分佈矩陣結果進行建立馬可夫鏈預測矩陣，其主要之精神為每一種破壞之總機率為“1”，故將每種

破壞之筆數加總為其分母，則該破壞中轉變為其他破壞之筆數為其分子，依此規則便可得到馬可夫鏈預測矩陣。

#### 4. 進行馬可夫鏈預測：

將第 3 步驟得到之馬可夫鏈預測矩陣做矩陣運算，當其矩陣相乘乙次，則可得到下一期破壞項目之出現機率，再乘乙次則得到下下期破壞項目之出現機率，惟此機率之預測在多次之後會有不精準之情形發生，建議以 10 期為限。

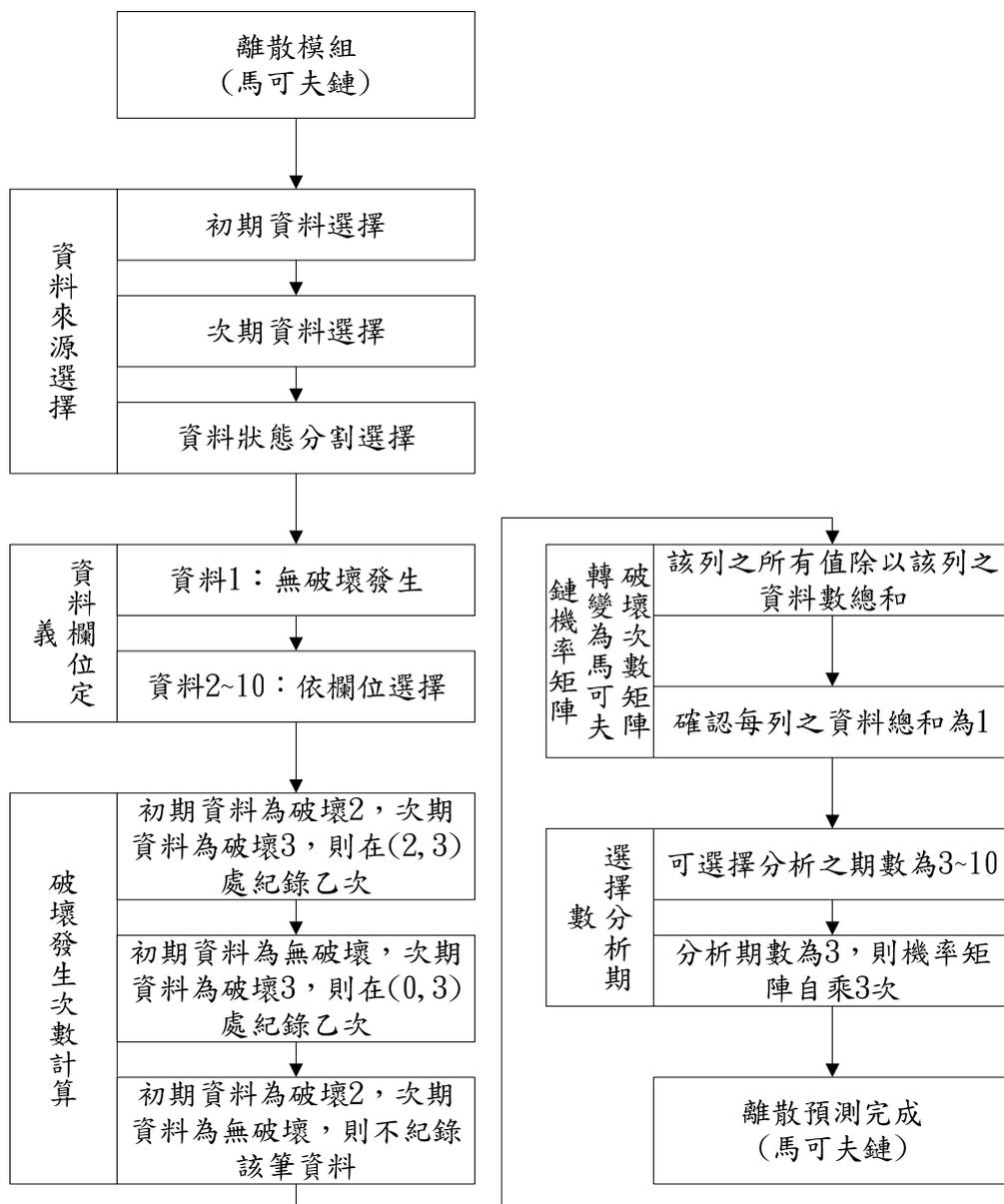


圖 5.1 離散時間預測模組運作流程圖

## 5.2.4 離散時間預測模型程式介面

為方便工程司使用離散時間預測模型，本研究亦開發應用程式其操作畫面如下：

### 1. 選擇狀態分割數量與兩期資料來源選擇

狀態分析種類數量	6										
主管機關	第一區工程處 ▾	養護單位	中壢工務段 ▾								
現況分析時間	2008-01-01 ~ 2008-12-31										
起始時間	2007-01-01 ~ 2007-12-31										
結束時間	2008-01-01 ~ 2008-12-31										
分析路線	道路編號	縣市別	方向	道路起訖							
	台1線 ▾	▾	順(南、東) ▾	14	K+	0	M ~ 18	K+	0	M	
	台1甲線 ▾	▾	順(南、東) ▾	14	K+	0	M ~ 18	K+	0	M	
	▾	▾	▾		K+		M ~		K+		M
	▾	▾	▾		K+		M ~		K+		M
	▾	▾	▾		K+		M ~		K+		M
	▾	▾	▾		K+		M ~		K+		M
	▾	▾	▾		K+		M ~		K+		M
	▾	▾	▾		K+		M ~		K+		M
	▾	▾	▾		K+		M ~		K+		M

圖 5.2 離散時間預測主畫面

### 2. 狀態分割區間設定

分析狀態	選擇項目
分析狀態1	鱗魚狀裂縫 ▾
分析狀態2	縱向裂縫 ▾
分析狀態3	人手孔破損 ▾
分析狀態4	重度坑洞 ▾
分析狀態5	補綻破壞 ▾
分析狀態6	管溝破損 ▾

圖 5.3 狀態分割區間

### 3. 建立初始狀態發生機率矩陣與欲分析期數

	無破壞	鱈魚狀裂縫	縱向裂縫	人手孔破損	重度坑洞	補綻破壞	管溝破損	鋪面初始機率	
無破壞	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	無破壞	0.93%
鱈魚狀裂縫	0%	33%	0%	0%	0%	100%	0%	鱈魚狀裂縫	0.01%
縱向裂縫	0%	22%	0%	0%	29%	0%	50%	縱向裂縫	0.01%
人手孔破損	0%	44%	100%	40%	29%	0%	50%	人手孔破損	0.03%
重度坑洞	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	重度坑洞	0%
補綻破壞	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	補綻破壞	0%
管溝破損	0%	0%	0%	60%	43%	0%	0%	管溝破損	0.01%

欲分析期數

圖 5.4 初始狀態發生機率矩陣輸入

### 4. 獲得各期狀態之機率矩陣

	分析期數：2
無破壞	0%
鱈魚狀裂縫	0.11%
縱向裂縫	0.97%
人手孔破損	3.02%
重度坑洞	0%
補綻破壞	0%
管溝破損	1.88%

圖 5.5 計算結果畫面

## 5.3 案例展示

運用以上模式套用在中壢工務段，但因目前尚未有完整之 PCI 檢測，但本機率模式，具有相當之靈活運用性，故可依目前工務段巡查資料來進行運作。據目前初步統計 95、96 年度中壢工務段如表 5.2：

表 5.2 中壢工務段巡查資料統計(95、96 年度)

年度	路面坑洞	路面跳動	路面破裂	其他狀況
95	474	5	58	0
96	855	2	46	23

以一般而言，影響路面平整狀況愈大的，表示狀態愈差，所以假

設「無任何破壞」為第 1 級，「其他狀況」為第 2 級，「路面破裂」為第 3 級，「路面跳動」為第 4 級，「路面坑洞」為第 5 級。

步驟 1：計算出狀態值數目轉換機率矩陣如表 5.3 所示。

表 5.3 狀態值數目轉換機率矩陣

	E1	E2	E3	E4	E5
E1	0.799	0.000	0.000	0.000	0.000
E2	0.185	0.891	0.000	0.000	0.000
E3	0.001	0.109	1.000	0.000	0.039
E4	0.010	0.000	0.000	1.000	0.005
E5	0.005	0.000	0.000	0.000	0.956

步驟 2：計算出各狀況在 96 年度所佔比率，建立初始狀態發生機率矩陣如表 5.4 所示。

表 5.4 初始狀態發生機率矩陣

E1	E2	E3	E4	E5
0.799	0.185	0.001	0.010	0.005

步驟 3：推估 5 年間各狀態的機率分佈，將初始狀態發生機率矩陣與狀態值數目轉換機率矩陣進行矩陣相乘可獲得在各期中各狀態的機率分布狀況如表 5.5 所示。

表 5.5 各狀態的機率分佈

	1	2	3	4	5
E1	0.799	0.638	0.510	0.408	0.326
E2	0.185	0.313	0.397	0.448	0.474
E3	0.001	0.022	0.057	0.101	0.151
E4	0.010	0.018	0.024	0.030	0.034
E5	0.005	0.009	0.012	0.014	0.015

對於預測結果可以看隨著時間的演進，若未有任何零星修補活動進行，則路面仍有 50% 以上保持良好狀況為 3 年，顯示鋪面養護頻率本研究所蒐集的資料應是 3 年，這與藍志雄君整理交通部公路總局之維修資料顯示路面平均 3~4 年必須進行計畫養護結果相似。



## 第六章 統計分析模型

對於知識管理系統而言，資料庫的建構只是獲得資訊的第一步。要如何消化龐大的資訊演化成知識，則有賴統計分析模型的建構。故有效率的統計分析結果才有助於道路養護問題的發掘與改善，本章節就道路養護所需統計資料與統計分析數據需求做詳細說明。

### 6.1 道路養護所需統計資料列表

交通部公路總局於鋪面養護維修管理業務主要有 4 項工程，分別是預約路面零星修補工程、挖掘路面修復工程、挖掘路面(含零星)修復工程以及挖掘路面整修工程，其工程內容詳述如後。

#### 1. 預約路面零星修補工程

依據交通部訂定「公路養護手冊」內容明定，工務段之人員須定時進行鋪面巡查作業，調查路面破壞，即時發現路面破壞以進行緊急維修或編列年度維修工程。然而，目前國內鋪面養護管理相關單位多面臨人力缺乏之窘境，於此情況下，部分工務段由工程司身兼路面破壞調查工作，甚有部分工務段則是鮮少進行路面破壞調查作業。

其鋪面巡查作業係以每年簽定開口契約方式，請路面維修承包商每日派員巡視轄區路段，以此模式配合工務段人力不足之狀況。經實地訪談得知，該單位之工程司於路面破壞資訊之取得可歸納於以下 3 種方式：

- (1) 路面維修承包商每日派員巡視轄區路段，當發現危及安全性之路面破壞時，立即拍照紀錄並進行緊急維修，以維持路面行車之安全性。路面維修承包商每隔 2 週至 1 個月的時間，會將路面緊急維修紀錄提報給工程司，供後續進行路面零星修補工程

之擬定。

- (2) 各工程司可於上、下班時或是工程會勘時，沿路觀察路面之破壞狀況，若有發現危及安全性之路面破壞，如坑洞等，須立即聯絡開口契約廠商於一日內進行緊急維修。
- (3) 一般民眾若有發現坑洞等危及路面行車安全之破壞，可立即撥打路平專線或上網至路平專案建議區留言。

每月工程司會彙整路面緊急維修紀錄，如坑洞修補紀錄、嚴重之鱷魚狀裂縫等，而後請路面維修承包商於該維修點進行全面切割修補。

## 2. 挖掘路面工程

依據「公路總局挖掘道路作業程序」以及「交通部公路總局受理挖掘公路作業程序手冊」要求工務段須核算管線單位申挖面積、計算修復費用及通知管線單位繳費。

申請挖掘單位埋設管線完成後，即應檢具埋設管線竣工位置圖函知工務段訂期會勘接管，工務段應於接獲通知 5 日內辦理會勘，如有不合格部分限期 7 日內改善完成後進行複勘，如複勘仍不合格，除再限期改善外並停止該單位挖掘案件申請。若第 2 次複勘仍不合格，即依公路法第 72 條，損壞公路設施者罰鍰，並暫緩受理後續申挖案件。在挖掘路面修復方面，工務段應於會勘接養前完成修復預算之發包作業，以便會勘接養時，將施工位置數量一併點交修復工程承商，由承包商進行施工路段面層修復。

每月工程司會彙整當月核發道路挖掘許可證數量、施工日期、申請挖掘面積與繳納費用，以利會計單位核對挖掘許可費用是否正確及後續挖掘路面修復工程委託承辦廠商修路參酌。若管線機構有不合格事項則須記錄罰鍰金額與違規事項。

表 6.1 挖掘路面修復費收入月報表

公路總局第一區養護工程處中壢工務段96年2月份(省道)挖掘路面修復費收入月報表(甲表)										第 1 頁 共 2 頁	
申請機關名稱或個人姓名	申請日期	申請挖掘路面情形				修復費收入			第六聯收據號碼	備註	
		路線名稱及樁號	路面別	管溝面積	核准文號	繳費日期	單價	合計金額			
		厚度	加註: 加挖面積								
中華電信 桃園營業處	96.01.09	台四線2K+400	A.C.	1.0	96.01.09-96-工堰 第301020號	96.1.22	1,120	370	2,970	96-工堰字 第301020號	
台電公司 桃園區營業處	96.01.02	台一線40K+468	A.C.	49.0	96.01.02-96-工堰 第301010號	96.1.18	1,120	370	145,530	96-工堰字 第301010號	
自來水公司 桃園服務所	96.01.09	台四線22K+850	A.C.	3.0	96.01.09-96-工堰 第301023號	96.1.24	1,120	250	7,110	96-工堰字 第301023號	
自來水公司 大園服務所	96.01.10	台四線1K+600	A.C.	18.0	96.01.10-96-工堰 第301025號	96.1.26	1,120	250	27,160	96-工堰字 第301025號	
台電公司 桃園區營業處	96.01.17	台四線21K+615	A.C.	4.0	96.01.17-96-工堰 第301037號	96.1.25	1,120	370	13,730	96-工堰字 第301037號	
台電公司 桃園區營業處	96.01.17	台四線19K+155	A.C.	49.0	96.01.17-96-工堰 第301038號	96.1.25	1,120	370	167,730	96-工堰字 第301038號	
台電公司 桃園區營業處	96.01.17	台四線18K+908	A.C.	4.0	96.01.17-96-工堰 第301039號	96.1.25	1,120	370	8,180	96-工堰字 第301039號	

### 3. 挖掘路面(含零星)修復工程

因道路挖掘業務量日益劇增，因此工務段特別將道路挖掘業務細分為二，若路面挖掘面積小於 500m<sup>2</sup> 則歸為挖掘路面(含零星)修復工程，這類業務係以開口契約方式承攬給路面維修承包商，一併進行整車道面積切割刨除重鋪 5 公分厚度，以維持路面平整度。

工程司將承包廠商進行挖掘路面修復的面積、照片與使用材料數量按月彙整結算，以利核銷。

### 4. 挖掘路面整修工程

此工程即為「公路養護手冊」裡提到之大型養護作業，係因其經費大多以道路挖掘之修復費餘款提撥來支援，故其工程名稱以「挖掘」為開頭命名。一般在選定大型維修路段時，首先以該路段之破壞狀況為基本決定因素，其次再將交通量納入考量，當其路段已無法負荷該有之交通乘載量，則必須將其排入下年度路面整修工程計畫當中。

當工程完工後，工程司應完成工程結算書作為工程結案之用，當中須明確記載施工日期、面積、費用、缺失改善情形等資訊。

對於道路管理單位而言其統計報表的建立，乃是便於了解道路

問題或是整體進度管控所需，故除以上 4 類工程需要個別建立相關統計資料外，亦可針對所需要探討的資訊進行分析，例如當管線進行路面挖掘後，經勘驗核後則由道路管理單位接管，但民眾無法忍受路面顛頗不平狀況太久，故有必要了解道路挖掘與道路修復之時間間隔。

## 6.2 統計分析模式

其統計分析模式依在資料表單的擷取方式可分為單一類型資料分析與複合類型資料分析兩種，兩者最主要的差異在於複合資料分析除一般性敘述性統計外，尚需進行統計檢定與推論的分析以了解資料的關係。

### 1. 單一類型資料分析

單一類型資料係指道路養護管理中其資料僅存在單一資料表單中的單一欄位而言。對管理者而言，該類資料最常採用的統計分析方法就是該欄位的加總。以表 6.2 為例，預約路面零星修補工程透過坑洞修補次數的加總，即可了解該路段坑洞發生次數，以篩選出問題路段。

表 6.2 道路養護管理單一類型資料敘述

統計項目	統計資料	資料來源	用途
公路基本資料	道路長〔加總〕	公路基本資料庫	了解養護範圍
交通量	交通量〔平均〕	交通量調查	了解道路使用情況
氣候資料	日均溫〔平均〕	氣象局	了解鋪面環境
	雨量〔加總〕〔平均〕	氣象局	了解鋪面環境
破壞資料	總破壞數〔加總〕	巡查資料	了解鋪面狀態
	坑洞數〔加總〕	巡查資料	了解鋪面狀態
	裂縫數〔加總〕	巡查資料	了解鋪面狀態
	挖掘次數〔加總〕	管線挖掘資料	了解鋪面狀態
平坦度	IRI〔平均〕	平坦度檢測	了解鋪面狀態
鋪面破壞調查	PCI〔平均〕	鋪面破壞調查	了解鋪面狀態

## 2. 複合資料分析

複合資料係指資料庫中同一表單不同欄位或不同表單相同/不同欄位的資料。依據使用型態可分為兩種統計分析資料呈現：

### (1) 敘述性統計資料

敘述統計包括蒐集、整理、表現、分析與解釋資料，即討論如何蒐集資料，以及將所獲得的資料，加以整理表現解釋與分析的統計方式。通常是採用統計圖或統計表方式，其處理流程如圖 6.1 所示。另對於統計量測量的使用依據資料型態可依圖 6.2 進行分類計算。

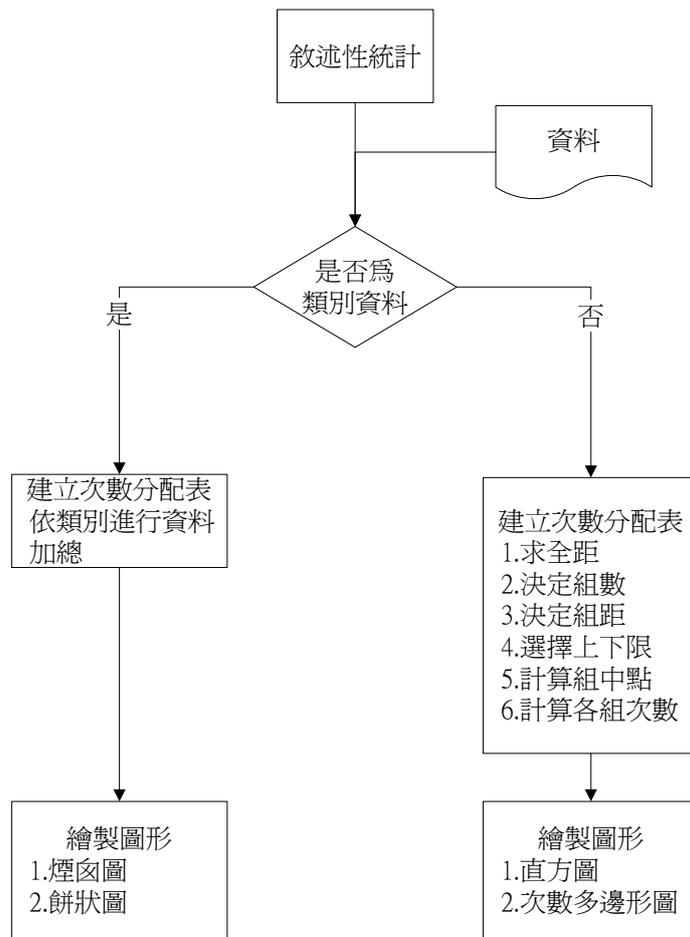


圖 6.1 敘述性統計資料執行步驟

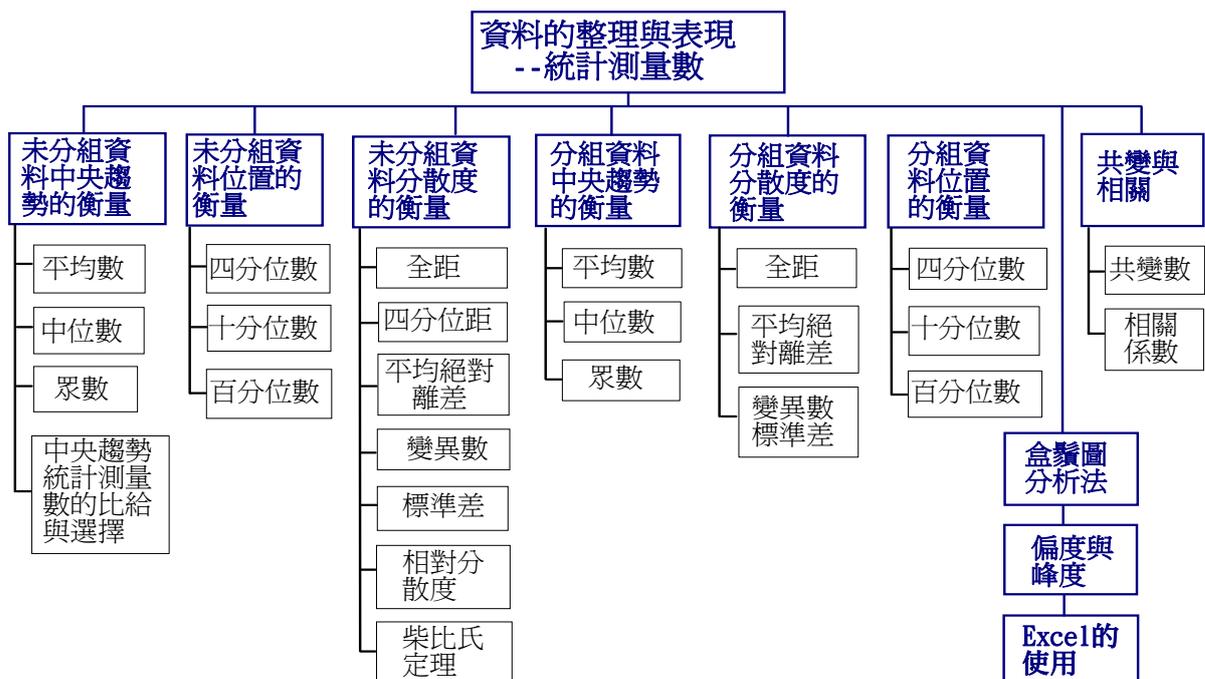


圖 6.2 統計量測量分類

## (2) 推論統計資料

母體推論統計如 t 檢定、變異數分析等方法在實務上較少使用，大多應用於新材料或新工法開發的實驗驗證上。而集群分析、迴歸分析與鑑別分析等推論統計方法則廣泛應用在道路養護管理之中，如連續時間預測模型之建構步驟所敘。

## 6.3 統計模組設計規劃

1. 對於不同資料適合不同組距，相關設計如表 6.3。

表 6.3 組距對照列表

資料名稱	組距 1	組距 2	組距 3	組距 4	組距 5	組距 6	組距 7	單位
快車道數	1	2	3 以上					個
快車道寬	2.5 以下	2.5~3.5	3.6~6	6.1 以上				公尺
慢車道數	1	2	3 以上					個
慢車道寬	2.5 以下	2.6~3.5	3.6~6	6.1 以上				公尺
車道數	1	2	3	4 以上				個
路肩寬度	1 以下	1.1~2	2.1 以上					公尺
車流量	4000 以下	4000~8000 以下	8000~12000 以下	12000~16000	16001 以上			車流量
車公里	7000 以下	7000~14000 以下	14000~21000 以下	21001 以上				車公里
小型車輛數(日)	3000 以下	3000~6000 以下	6000~9000 以下	9000~12000	12001 以上			輛(日)
大客車輛數(日)	30 以下	30~60 以下	60~90 以下	90~120 以下	121 以上			輛(日)
大貨車輛數(日)	30 以下	30~60 以下	60~90 以下	90~120 以下	121 以上			輛(日)
聯結車輛數(日)	30 以下	30~60 以下	60~90 以下	90~120 以下	121 以上			輛(日)
機車輛數(日)	2000 以下	2000~4000 以下	4000~6000 以下	6000~8000	8001 以上			輛(日)
尖峰小時交通量	500 以下	500~1000 以下	1000~1500 以下	1500~2000 以下	2001 以上			輛(日)
日均溫	15 以下	15~20	20~25	25~30	超過 30			°c
雨量	0.5 以下	0.5~4	4~50	50~100	100~200	超過 200		mm
總破壞次數	0	2	4	6	8	超過 8		次
挖管次數	0	2	4	6	8	超過 8		次
坑洞數	0	2	4	6	8	超過 8		次
裂縫數	0	2	4	6	8	超過 8		次
巡檢次數	0	2	4	6	8	超過 8		次
IRI	1.5 以下	1.5~2.5 以下	2.5~3.5 以下	3.5~4.5 以下	4.5~5.5 以下	超過 5.5		cm
PCI	0~10	10~25	25~40	40~55	55~70	70~85	85~100	PCI 值

## 2. 系統功能畫面設計

一般統計模組畫面設計為 3 步驟，首先須選取分析項目，之後選取統計內容及範圍，最後為統計結果。

圖 6.3 統計模組篩選資料選取，主要用於選擇須統計資料類型為何，該部分將公路基本資料、交通量等分別列開，以加速使用者選取。相關選取類別對照於表 6.4。



圖 6.3 一般統計選取畫面

表 6.4 統計項目對照表

統計項目	統計內容
公路基本資料	快車道數、快車道寬、慢車道數、慢車道寬、路肩寬度、車道數、交通量
交通量	車流量、車公里、小型車輛數(日)、大客車輛數(日)、大貨車輛數(日)、聯結車輛數(日)、機車車輛數(日)、尖峰小時交通量
氣候資料	日均溫、雨量
破壞資料	總破壞次數、挖管次數、坑洞數、裂縫數
檢測資料	IRI、PCI

資料範圍選取，用於設定所需統計道路範圍，該部分不限定所有欄位皆須選取，讓使用者可以用於單一路段或某區域道路資料統計結果。如圖 6.4 所示。

## 道路養護品質知識管理

使用者: 系統管理者 群組: IP位址: 140.115.62.236

統計條件資料

分析資料選定	<input type="text"/>	
主管機關	<input type="text"/>	發議單位 <input type="text"/>
道路編號	<input type="text"/>	
時間範圍	<input type="text"/> 年 ~ <input type="text"/> 年	
縣市別	<input type="text"/>	方向 <input type="text"/>
道路起訖	<input type="text"/> K+ <input type="text"/> M ~ <input type="text"/> K+ <input type="text"/> M	

圖 6.4 統計資料範圍選取

統計結果畫面如圖 6.5，左列為統計資料，右列為統計圖表，可選取為長條、圓餅或折線圖，且可以重新檢視當初所設定範圍條件為何，如果要知道實際統計道路為何，可檢視搜尋明細，了解實際統計道路。



圖 6.5 統計結果畫面

## 第七章 時空分析模組

### 7.1 地理資訊系統概論

地理資訊系統(Geographic Information System, GIS)之所以發展，在於人對於某事某物在何處發生，或位於哪裡，以及這地方有什麼資源或發生過何事等，凡是需要定位之處，即需要地理資訊系統。西元前 600 年左右，美索布達米亞人在粘土板上所繪的，就是目前僅存的世界最古老地圖，然而當需要記錄事項越來越多時，或需要不同事項同時比對時，繪製於同一地圖或以不同地圖進行比對已不足以符合需求，故逐漸發展出地理資訊系統。因應而生的則為衛星定位系統(Global Position System, GPS)，以解決天然屏障對於地理資訊系統定位之影響。

傳統地理資訊系統功能僅限於空間資料的應用，呈現靜態資料，但現實生活中許多事情都和時間息息相關，在同一個地方，不同的時間，所代表的意義並不一定一樣，例如說在某一段路上面，今天此路段上設有一支電線桿，但是明天之後可能遭到移除等其他變因而消失，此時資料庫必須呈現該路段並無此電線桿的存在，所以才會有時空物件式資料庫的產生，來追蹤分析空間資料和屬性資料。

地理資訊系統是一套用於蒐集、儲存、處理、更新、查詢、分析、統計及展示空間資料的電腦系統，可以隨著不同的決策環境及目的做改變，目前已經廣泛應用於各個領域。地理資訊系統分為地理學(Geographic)、資訊(Information)及系統(System)，地理學是描述真實世界裡的空間組成元素，資訊是以電腦資料的方式來描述空間的元素，系統則是以電腦技術來分析地理學和資訊的資料。綜合而言，地理資訊系統針對空間及其屬性資訊建立資料庫，並以輸入、處理、分析及輸出 4 項功能，作為決策及管理支援。

## 7.2 時空分析演算法則

由於地理資訊系統與資訊管理系統之間最大的差異在於地理資訊系統擁有空間座標資訊，不僅可以使用 SQL 語法進行不同資料表單欄位的關係搜尋外，亦可藉由空間點位的擴展進行相關搜尋，因此較資訊管理系統的搜尋結果有彈性，應用在道路管理中可增加資料的容錯度與符合使用者的習慣。

舉例來說，在某一路段經常性發生破損狀況，但通常採用樁號進行紀錄，若是在資訊管理系統中搜尋歷史資料，也許同一地點破損的搜尋結果也許僅有少數幾次，故無法判斷出該路段是否有經常性破損的狀況產生。而地理資訊系統則可將某年度的破損發生地點做為搜尋中心，拓展固定距離由點變成圓形，凡是在該圓形內所囊括各時間圖層的資料均視為同一處發生破壞，如此可搜尋出經常性破損路段，符合路面破損不一定出現在同一位置的狀況，故可有效判斷出需要進行結構性調查或全面翻修路段。藉由搜尋結果，地理資訊系統也可就由圖層套疊與展示，顯示在該範圍內破損的位置與頻率讓工程司更容易了解道路破損之時間關聯性。如圖 7.1 所示。

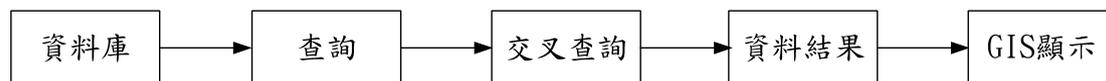


圖 7.1 圖面查詢之圓形選取畫面

## 7.3 時空模組架構

### 7.3.1 時空模組之系統概念

時空模組之系統概念是讓系統資料庫之文字形式轉換為圖形，並將資料進行查詢作業，顯示於系統上，其時空模組之系統概念圖如下。



#### 時空模組之系統概念

##### 1. 資料庫：

時空模組之資料來源為系統資料庫，且在使用者使用其時空模組時，將重新匯入資料庫之相關表單。

##### 2. 查詢與交叉查詢：

時空模組主要依據查詢時間、雨量、交通量、IRI、PCI、PI之參數進行查詢，換句話說，當使用者於模組內建入欲查詢之參數與數值，模組將會搜尋資料庫內之參數，並將結果回傳，交叉查詢為使用者於模組內建入兩種以上之參數與數值，模組會自行交集兩參數之資料，並將結果回傳於模組。

##### 3. 資料結果：

時空模組將查詢資料回傳後，會依照其系統資料庫之公路基本資料欄位進行資料結果展示(如圖 7.8)，其下圖為建置公路基本資料欄位圖。

道路編號					
縣市別	<input type="text"/>	方向	<input type="text"/>		
起點路名	<input type="text"/>		迄點路名	<input type="text"/>	
道路起訖	<input type="text"/>	<input type="text"/>	~	<input type="text"/>	<input type="text"/>
養護單位	<input type="text"/>	主管機關	<input type="text"/>		
地名	<input type="text"/>		物價區域	<input type="text"/>	
經度	<input type="text"/>		緯度	<input type="text"/>	

地形	<input type="text"/>	公路等級	<input type="text"/>
快車道數	<input type="text"/>	快車道寬	<input type="text"/>
機慢車道數	<input type="text"/>	機慢車道寬	<input type="text"/>
路肩寬度	<input type="text"/>		
所屬氣象站	<input type="text"/>		

#### 4. GIS 顯示

GIS 顯示主要是將模組之資料結果，結合地理座標系統展現於系統介面上。

#### 7.3.2 時空模組建置架構

本模組主要是擷取 GOOGLE MAP 模組(如圖 7.2)，由圖資上定義邊界座標，結合資料庫各筆資料之圖資座標點位予以互相連結，並經由資料庫依其條件下進行資料查詢。讓使用者可以在進行各項模組前，利用時空模組，充分了解資料庫之內容，並符合使用者之習慣，進行後續相關模組之分析作業。



圖 7.2 GOOGLE MAP 示意圖

本模組由道路養護管理系統之統計之統計分析模組下，點擊時空

分析模組選項，如圖 7.3 為時空分析模組初始頁，其內容主要分為 4 部分：

1. 圖形展示區
2. 座標顯示區
3. 交叉查詢區
4. 資料結果區



圖 7.3 時空模組介面示意圖

### 7.3.3 圖資座標匯出

本研究以 SuperGIS 軟體所內建之(Visual Basic Applications, 簡稱 VBA)程式編輯器，撰寫將座標系統數值匯出之動作。本系統使用 SuperGIS 軟體進行客製化按鈕設計，按鈕是將圖徵為線段(Polyline)之圖形，經由客製化按鈕將其圖形繪製成檔案，點擊按鈕後，再點擊圖徵，圖徵上就會出現”完成線段座標匯出”之字眼，如圖 7.4。

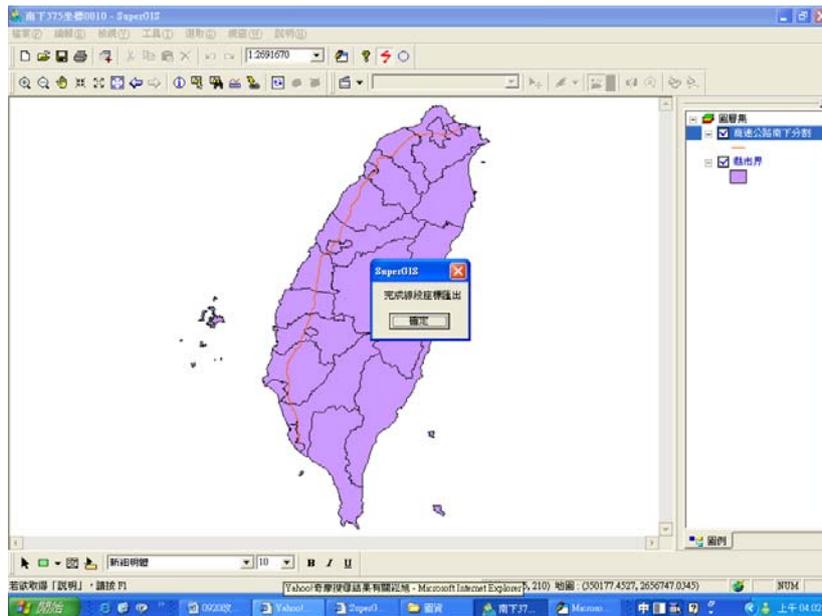


圖 7.4 VBA 客製化按鈕示意圖

### 7.3.4 時空模組操作步驟

#### 1. 圖資選取

本模組於初始頁左上方為座標顯示區，其目的為讓使用者可以直接使用 GOOGLE MAP 模組，選取使用者欲分析之區域，進行圖資之放大(如圖 7.5)、縮小(如圖 7.6)拖移之動作，確認使用者欲查詢範圍。

使用者確認範圍後，本模組將會依使用者所顯示選取範圍之相對邊界座標，配合資料庫系統之圖資座標，進行相關連結。



圖 7.5 圖資縮小



圖 7.6 圖資放大

## 2. 資料庫查詢

本模組右上方為交叉查詢區(如圖 7.7)，主要是依其使用者需求，建置條件式欄位，讓使用者選擇欲查詢之條件式，進行資料庫相關查詢。

查詢條件式

查詢時間：自 95 2 至 95 6

雨量：不限制

交通量：不限制

IRI：> 2

PCI：> 5

PI：> 5

查詢

圖 7.7 交叉查詢

### 3. 結果顯示

本模組最下方為資料結果區(如圖 7.8)，讓使用者完成欲查詢條件式之選取後，將其結果顯示於模組介面上。

下邊界：24.9683188330645 右邊界：121.35669708252

id	no	county	aim	fromname	endname	k_start	m_start	k_end	m_end	office	officemanage	place	price	longitude	latitude	landform	level	fastamou
1	台1線	桃園縣	順			14	257698037760	14	429496729600	中壢工務處	第一區工程	北				省道	2	
2	台1線	桃園縣	順			14	429496729600	14	858993459200	中壢工務處	第一區工程	北				省道	2	
3	台1線	桃園縣	順			14	858993459200	14	1288490188800	中壢工務處	第一區工程	北				省道	2	
4	台1線	桃園縣	順			14	1288490188800	14	1717986918400	中壢工務處	第一區工程	北				省道	2	

圖 7.8 查詢成果

## 7.4 時空分析搜尋功能分類

由於道路養護管理系統內的資料庫架構十分複雜且龐大，各種查詢方式均可能出現，故本研究對於需要進行道路養護問題挖掘有可能用到的查詢功能界定如下：

### 1. 道路破損調查與養護資料交叉查詢

研究均認為養護計畫的規劃應來自於道路破損調查資料的分析，但在臺灣地區因為沒有完整的道路破損資料庫協助工程司判斷，均依賴工程司的經驗編列養護計畫。

故將不同時間的道路破損調查與該年度養護資料合併查詢，始可發現有哪些路段是有發生破壞卻未進行養護的狀況，或是養護完成在短時間便發生破壞。

### 2. 道路破損調查與結構調查交叉查詢

為節省施工期間與避免影響交通，當有道路破損需要進行維修時大多採用刨除重鋪的方式進行，但是道路破損的原因也許是因為當初所設計的結構承載力已不符合目前的環境狀況之故，若是仍舊採用刨除重鋪方式並不能有效改善鋪面服務效能。

藉由結構調查來獲得道路的結構資訊對於養護工法的選擇是十分重要地。另外當路段重複出現道路破損的狀況，可輔助工程司安排人員進行結構分析。因此本功能乃是搜尋分析特定期間特定範圍內道路是否出現多次破壞狀況。

### 3. 道路管線挖掘與養護資料交叉查詢

由於臺灣地區地小人稠，故管線裝設均借用道路地下進行埋設，但承包廠商其專業為管線架設施工，對於道路的施工程序與注意要項並未特別注意，且當道路挖掘後回填土壤需要隨時間受荷重碾壓而達到足夠的壓實度，但因夜間施工時間限制，未有足夠時間

做好土壤壓實的要求，故容易造成道路挖掘之後馬上產生波浪行路面的狀況。

而道路管理單位在核准管線單位進行道路挖掘時已收取復原費用，俟道路挖掘會勘驗收完成後應進行全車道刨除重鋪作業，但因作業面積未達得標承商之作業能量或因修復作業因故未能完成開標、得標作業。故本功能之目的在找尋哪些路段發生在管線挖掘後在特定期限內未能進行養護之資訊，再藉由該項資料分析其缺失原因。

#### 4. 道路養護資料與績效指標交叉查詢

前人研究中均假設經道路養護後其績效指標應恢復至最佳狀態，但因為廠商施工品質或選用材料等因素，其鋪面改善程度不如預期為佳。為有效分析績效指標自道路養護後的回復情形有必要進行兩者資料的比對。

## 第八章 更新鋪面管理系統

### 8.1 鋪面管理系統架構

交通部運輸研究所已於 2005 年建立「公路鋪面管理系統」[25]，該系統內容以提供公路相關單位管理鋪面資料與規劃鋪面養護為目的，參考了國內外的相關研究之後，將整體系統分為 7 大部分：查詢、指標、預測、規劃、控管、檔案編輯、地圖。其系統內容架構如圖 8.1。

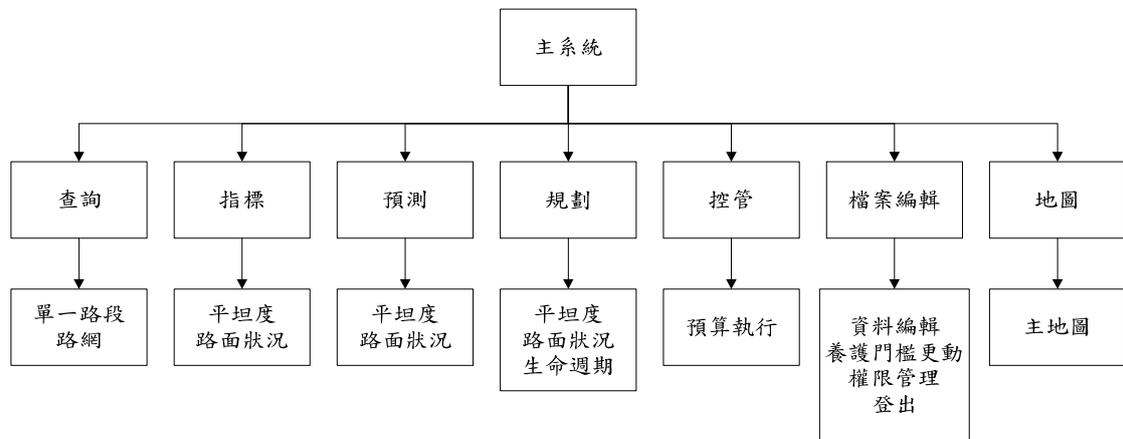


圖 8.1 系統內容

#### 1. 查詢：

本部分包括單一路段、路網查詢功能。單一路段查詢主要分做兩層式搜尋，第 1 層是非高速公路(省道、鄉道、縣道與市區道路)和高速公路，非高速公路可重複勾選，同時搜尋 4 種道路類別。第 2 層是公路名稱、所在鄉鎮、與公路編碼如圖 8.2；路面代碼與樁號範圍，其中公路名稱與公路編碼互相獨立，如圖 8.3；路面代碼與樁號範圍互相獨立，不能同時勾選，如圖 8.4。搜尋機制上採用模糊搜尋，給予使用者便利且快速的搜索機制。除了顯示出路段基本資料之外(如公路名稱、公路編號、起迄點樁號等)，在點選地圖後還會帶出查詢路段附近的照片，照片皆是利用 Videologging 技

術擷取出來利用 GPS 定位與資料庫相結合將該定位位置之全貌、各項設施及道路兩側土地使用情形顯示，使操作者更瞭解該路段之實際道路狀況如，圖 8.5。路網查詢則是以各鄉、鎮、市為一管轄單位作為搜尋條件，進而顯示出相關資料，如圖 8.6。

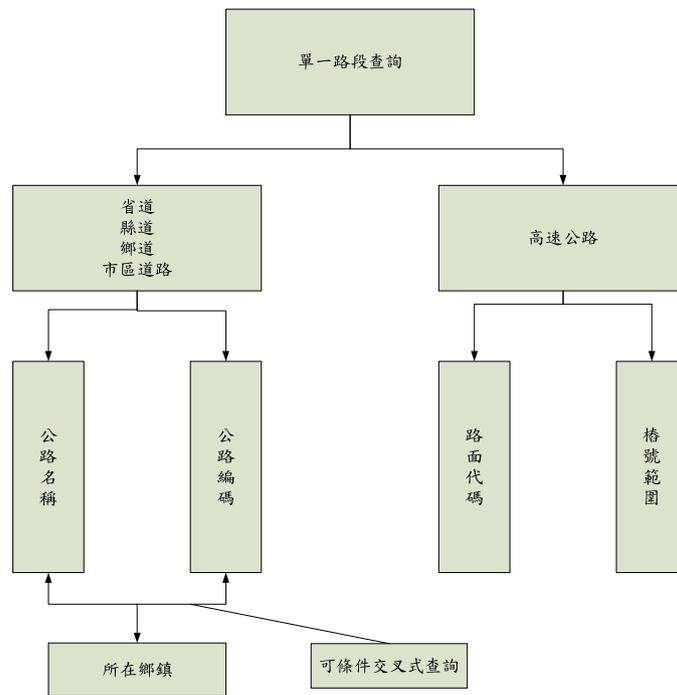


圖 8.2 查詢機制關係圖

單一路段資料查詢

道路類別： 省道  縣道  鄉道  市區道路  高速公路

公路名稱：  所在鄉鎮：

公路編碼：

編號	公路名稱	公路編號	起點樁號	迄點樁號	鄉鎮市
1	中大路	RO01	26	59	中壢市
2	中正路	RO03	26	78	中壢市

圖 8.3 公路查詢畫面



圖 8.4 高速公路查詢畫面

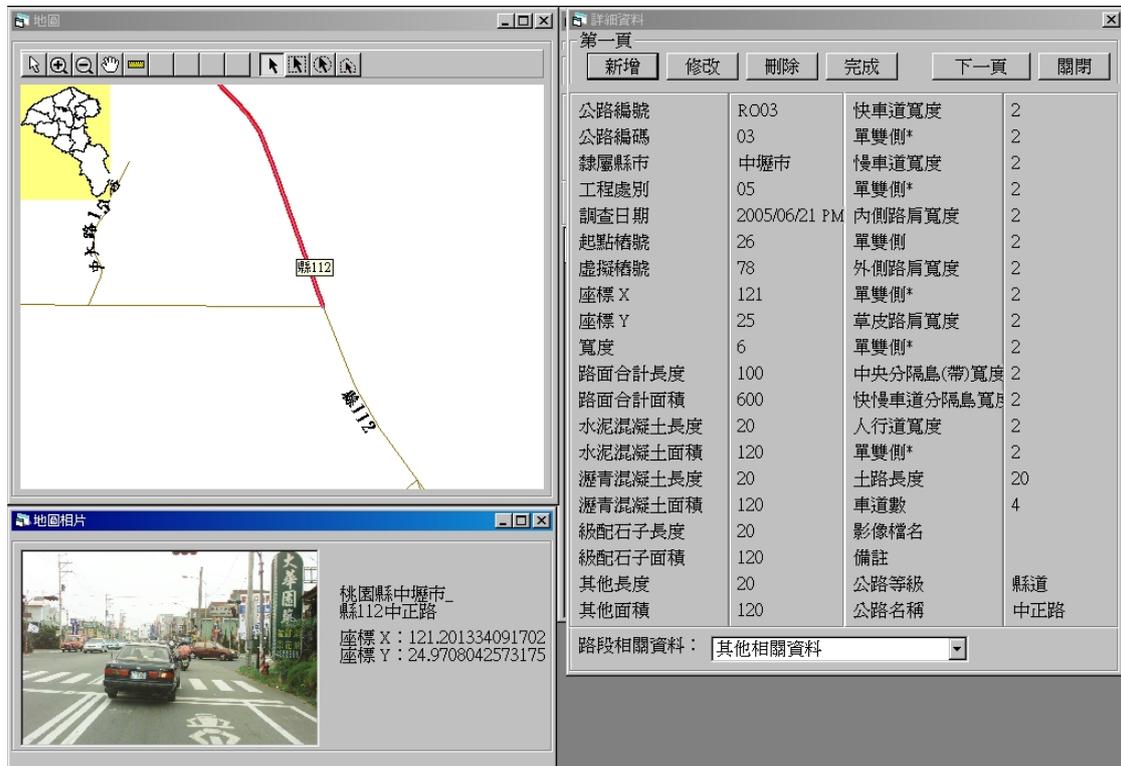


圖 8.5 查詢結果畫面

公路名稱	公路編號	起迄地點	管轄長度	管轄面積	養護年度	養護面積
中大路	桃006		33000	231000	--	--
中正路	桃006		23000	161000	--	--
華興路	桃045	大園到中壢	1000	7400	--	--
華興路	桃045	大園到中壢	1000	7400	--	--
華興路	桃045	大園到中壢	1000	7400	--	--
華興路	桃045	大園到中壢	1000	7400	--	--
華興路	桃045	大園到中壢	935	6919	--	--
民權路	桃045	大園到中壢	941	7245.7	--	--
民權路	桃045	大園到中壢	151	1117.4	--	--
義民路	桃045	大園到中壢	833	8996.4	--	--

圖 8.6 路網查詢畫面

## 2. 指標：

本部分為 2 大指標查詢：道路平坦度指標與路面狀況指標。使用者可以由此查詢某路段的鋪面平坦度，道路平坦度指標是以國際糙度指標(International Roughness Index, IRI)為評估標準(圖 8.7)；鋪面狀況指標是以(Pavement Condition Index, PCI)為評估標準(如圖 8.8)。

國際糙度指標是世界銀行於 1982 年在巴西進行國際糙度試驗(International Road Roughness Experiment, IRRE)時所建立的國際性共通之平坦度指標。國際糙度指標之定義為參考平均修正坡度(Reference Average Rectified Slope, RARS)，它是代表模擬時速 80 公里之 4 分車(Quarter Car)，行駛過試驗路段縱剖面單一軌跡之累積高程差與試驗路段長度之比率。鋪面狀況指標則是依據 ASTM D6433 道路及停車場鋪面狀況指標調查之實務標準(Standard Practices for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Survey)規定，主要是以人工目視調查，其評估範圍是由 0~100，鋪面狀況指標為 100 時，表示鋪面整體為最好狀況；鋪面狀況指標為 0 時，表示鋪面整體為最差狀況。

各管轄單位可以依此 2 個指標判斷鋪面損壞狀況進而擬定養護措施，使得鋪面能保有良好的行駛品質。



圖 8.7 IRI 道路平坦度指標查詢



圖 8.8 PCI 鋪面狀況指標查詢

### 3. 預測：

本部分為道路平坦度指標預測與路面狀況指標預測，以管轄鄉鎮市為搜尋條件，取得該單位所轄路段並預測明年之鋪面指標(平坦度指標與鋪面狀況指標)變化趨勢(如圖 8.9 IRI 道路平坦度指標預測、圖 8.10 PCI 路面狀況指標預測)。

編號	公路名稱	公路編號	起迄地點	IRI	明年IRI
1	華興路	桃045	大園到中壢	4.77	6.27
2	華興路	桃045	大園到中壢	6.36	7.86
3	華興路	桃045	大園到中壢	4.05	5.55
4	華興路	桃045	大園到中壢	3.67	5.17
5	華興路	桃045	大園到中壢	3.26	4.76
6	民權路	桃045	大園到中壢	3.23	4.73
7	民權路	桃045	大園到中壢	4.15	5.65
8	義民路	桃045	大園到中壢	5.99	7.49

圖 8.9 IRI 道路平坦度指標預測

編號	公路名稱	公路編號	起迄地點	PCI	明年PCI
1	南奧	桃064	南奧到栗子園	100	88
2	南奧	桃064	南奧到栗子園	97.2	85.2
3	南奧	桃064	南奧到栗子園	83.44	71.44
4	南奧	桃064	南奧到栗子園	94.55	82.55
5	員林路	桃064	南奧到栗子園	99	87
6	三元一街	桃064	南奧到栗子園		
7	三元一街	桃064	南奧到栗子園		
8	栗子園	桃064	南奧到栗子園	79.67	67.67
9	栗子園	桃064	南奧到栗子園	86.88	74.88
10	栗子園	桃064	南奧到栗子園	100	88
11	栗子園	桃064	南奧到栗子園	100	88
12	月眉	桃064	南奧到栗子園	100	88
13	月眉	桃064	南奧到栗子園	100	88

圖 8.10 PCI 路面狀況指標預測

#### 4. 規劃：

本部分依據平坦度指標規劃、路面狀況指標規劃及依據成本生命週期規劃，藉著輸入養護總預算，依照嚴重度，進行道路養護順序最佳化規劃(如圖 8.11、圖 8.12、圖 8.13)。

編號	公路名稱	公路編號	起迄地點	IRI	養護經費G	所在鄉鎮
1	南竹路	桃006	大竹到大園	8.00	4.24	蘆竹鄉
2	南竹路	桃006	大竹到大園	7.93	3.75	蘆竹鄉
3	南竹路	桃006	大竹到大園	7.06	2.24	蘆竹鄉
4	南崁路	桃006	大竹到大園	7.03	6.43	蘆竹鄉
5	華興路	桃045	大園到中壢	6.36	18.5	中壢市
6	義民路	桃045	大園到中壢	5.99	22.49	中壢市

圖 8.11 依據平坦度規劃

編號	公路名稱	公路編號	起迄地點	PCI	養護經費G	所在鄉鎮
1	中正路	桃006		3.00	402.5	中壢市
2	中大路	桃006		3.00	577.5	中壢市

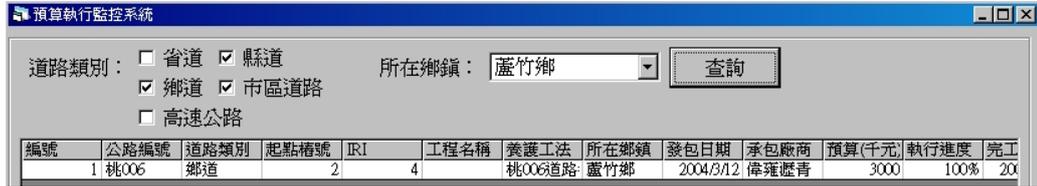
圖 8.12 依據路況指標規劃

編號	公路名稱	公路編號	起迄地點	綜合評估值	養護經費G	所在鄉鎮
1	中正路	桃006		0.49	402.5	中壢市
2	中大路	桃006		0.49	577.5	中壢市
3	民族路1段	桃102	九斗到高寮	0.4	43.75	楊梅鎮
4	華興路	桃045	大園到中壢	0.24	18.5	中壢市
5	民權路	桃045	大園到中壢	0.2	2.79	中壢市
6	潮音路	桃030	海邊到大園	0.19	13.25	大園鄉
7	華興路	桃045	大園到中壢	0.19	18.5	中壢市
8	義民路	桃045	大園到中壢	0.18	22.49	中壢市
9	潮音路	桃030	海邊到大園	0.18	10.12	大園鄉
10	潮音路	桃030	海邊到大園	0.16	17	觀音鄉
11	潮音路	桃030	海邊到大園	0.15	11.87	大園鄉
12	華興路	桃045	大園到中壢	0.15	18.5	中壢市
13	十五間	桃106	笨港到老爺	0.15	20	新屋鄉
14	民權路	桃045	大園到中壢	0.14	18.11	中壢市

圖 8.13 依據生命週期規劃

## 5. 控管：

本部分目前僅有預算執行控管系統，針對預算之執行進行監控，能將養護預算效益發揮至最大(如圖 8.14)。



編號	公路編號	道路類別	起點樁號	IRI	工程名稱	養護工法	所在鄉鎮	發包日期	承包廠商	預算(千元)	執行進度	完工
1	桃006	鄉道	2	4	桃006道路	蘆竹鄉	蘆竹鄉	2004/3/12	偉雍瀝青	3000	100%	20

圖 8.14 預算執行監控

## 6. 檔案編輯：

本部分是屬於後台資料管理，包括資料編輯、養護門檻更動(如圖 8.15)與系統登出登入。提供管理者利用已檢測整理好的 CSV 檔來匯入包括養護資料、PCI、IRI 等，管理者也可以依照需要匯出以上資料。帳號維護分做 3 個層級(如圖 8.16)，各個層級給予的使用權限由高一層級的管理者設定(如圖 8.17)。

- (1) 資料編輯：包括單一路段管理(介面與顯示細項資料相同)、資料匯入(如圖 8.18)、資料匯出與帳號維護。
- (2) 養護門檻更動：訂定整個系統計算的指標標準值(PCI 與 IRI)，影響養護規劃。
- (3) 系統登出登入：登出與重新登入機制。



圖 8.15 PCI、IRI 養護門檻更動

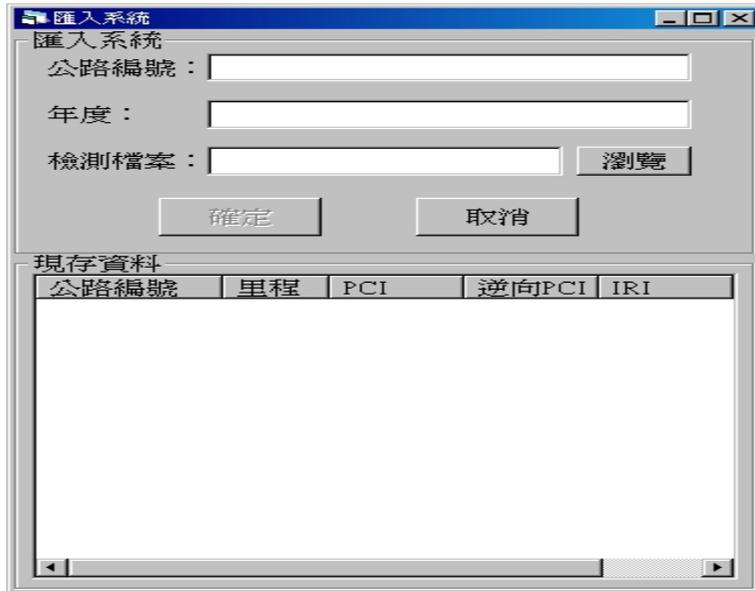


圖 8.16 匯入系統

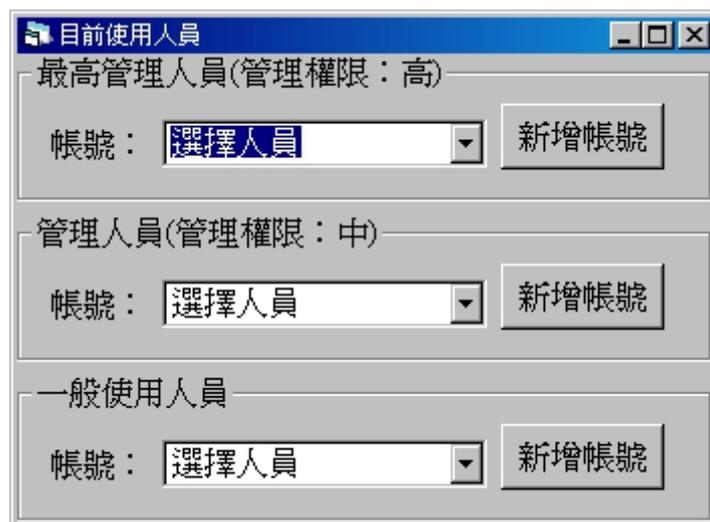


圖 8.17 管理人員介面

帳號資料

單位：  帳號：  住址：  Email：

姓名：  密碼：  電話：

帳號權限

查詢系統：  
 單一路段資料查詢  路網查詢  整體路網查詢  道路挖掘資料查詢

指標系統：  
 道路平坦度指標查詢  路面狀況指標查詢

預測系統：  
 道路平坦度指標預測  路面狀況指標預測

規劃系統：  
 依據平坦度規劃  依據路況指標規劃  依據成本生命週期規劃

檔案編輯：  
 資料編輯  養護門檻更動  權限管理

路段查詢權限：  
 省道  縣道  鄉道  市區道路  高速公路

路段資料新增、修改、刪除

圖 8.18 管理權限設定

## 8.2 結合知識管理之鋪面管理系統架構

經本研究探討其系統內容發現，因鋪面狀況資料調查並未以國際糙度指標為平坦度主要檢測對象，且其預測模式因茲調查資料較少選用簡單迴歸模型作為其預測方程式，但該方程式並未隨著檢測資料的增加而有所改變，需要依賴系統設計者更動。現階段之鋪面管理能以資料之查詢與問題發掘為公路管理單位工程司所需。

因本研究所發展之功能乃是輔助鋪面管理系統對於資料與相關知識挖掘之用，故僅以知識管理功能對於相關的鋪面管理系統功能，但以活動為基礎的成本分析乃是獨立於鋪面管理系統之外，重新分析養護管理活動之程序再造與成本來源探討，依此為基準進行道路管理

系統功能架構的更新。

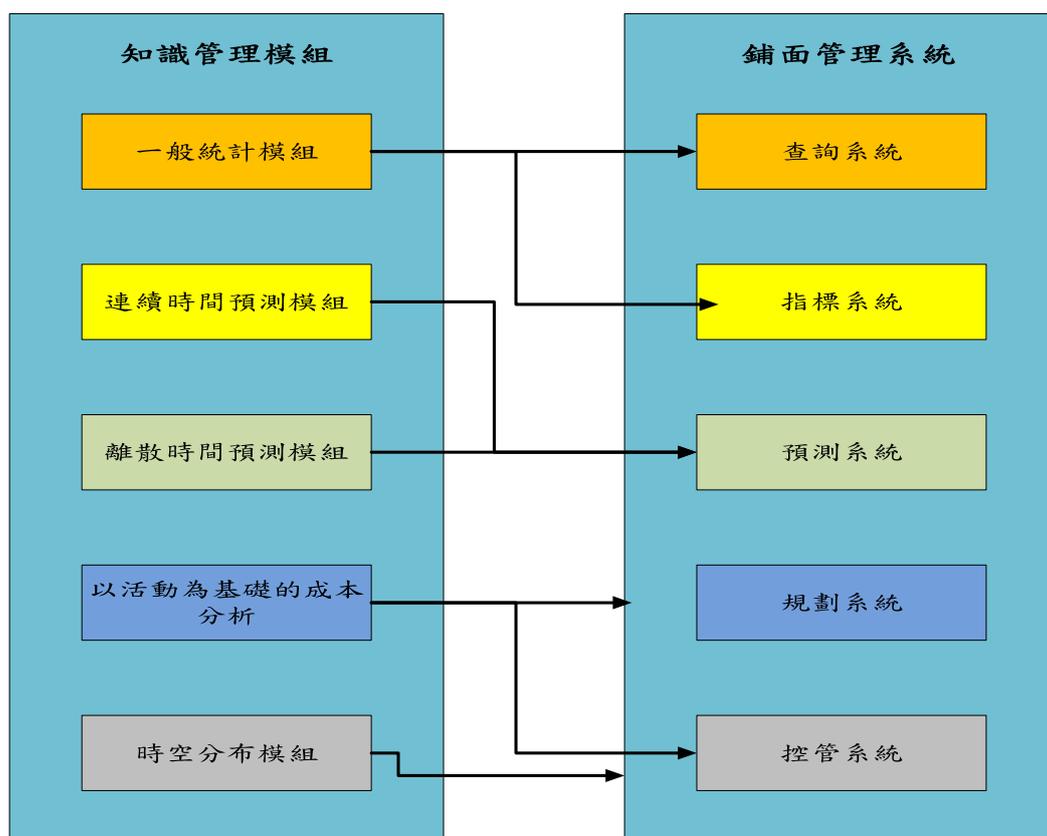


圖 8.19 經專家問卷簡化後之評估架構

更新後系統架構，將原有評估鋪面成效之平坦度結合一般統計及預測方法，其中一般統計部分可以不同範圍查詢鋪面成效及基本資料，如單一路線或單一工務段等不同篩選方式，預測部分則納入簡單迴歸、多元迴歸及灰預測 3 種方式。原有地圖部分除顯示資料所在位置，並納入由圖查詢資料反向查詢部分。

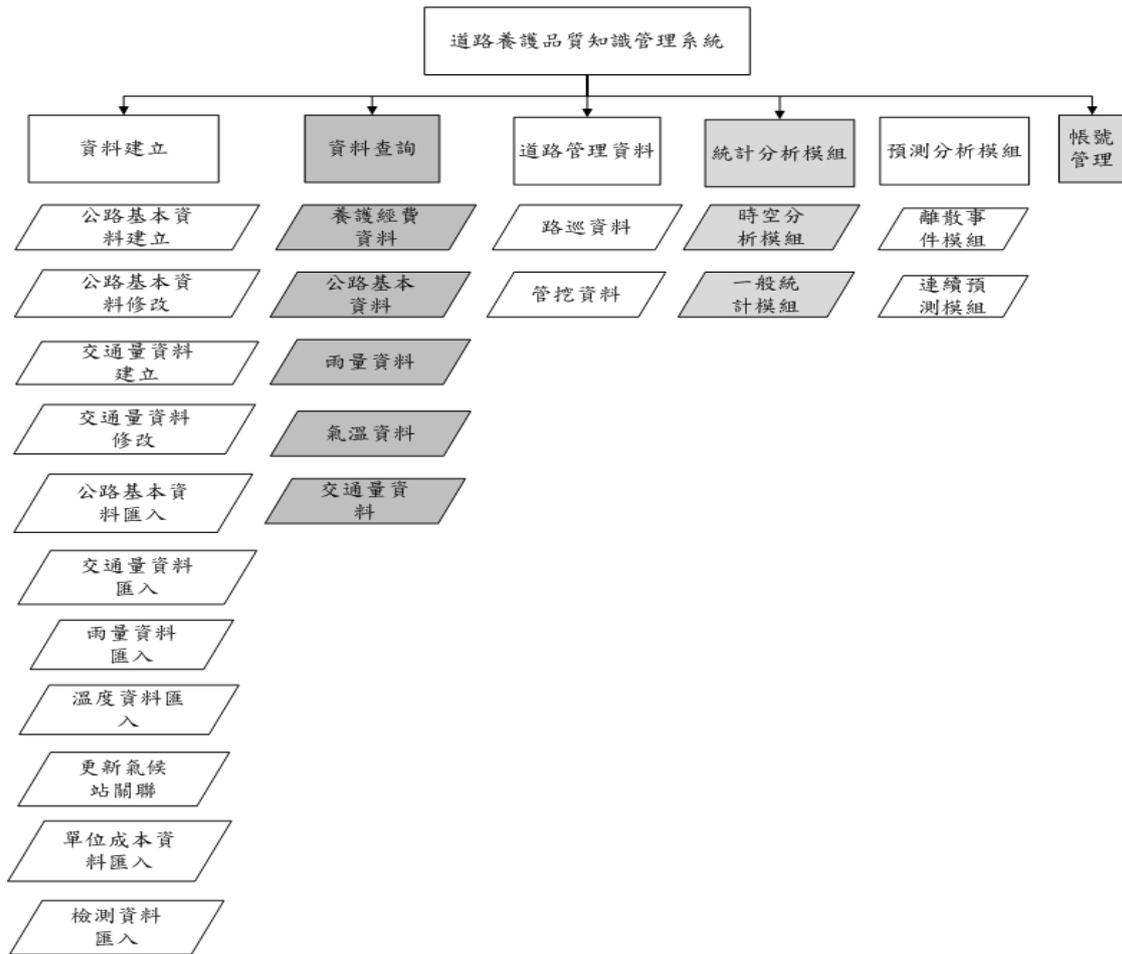


圖 8.20 更新後道路管理系統架構

本研究所發展之道路養護品質知識管理模組係鋪面管理系統之輔助工具，其關係敘述如下：

1. 作業基礎成本分析模組：為流程再造的分析核心，藉由 ABC 分析探討現有鋪面管理作業流程是否適當，藉以調整後續鋪面管理活動之管理項目或輸入程序。但該模組需要系統資料的配合，必須等待在鋪面管理所有程序系統建置完成使能執行，否則該模組經工程司之專業判斷所獲得之資訊僅能作為初步改善之依據。
2. 連續時間預測模組：作為鋪面管理系統之連續數值指標預測之用，改善以往鋪面管理系統當系統建置完成後無法隨著資料更新而改變其預測方程式之缺點，可依據工程司之需求與資料欄位的完整

性，建立不同的績效指標預測結果，作為養護決策之考量依據。

3. 離散時間預測模組：作為鋪面管理系統之離散數值指標預測之用，係分析無法數值量化之資料隨時間變化狀態之方法，可依據工程司需求改變機率轉換矩陣與預測週期，相較傳統鋪面管理系統在道路破損方面僅以鋪面狀況指標做綜合評估而無法有效探討道路破損的關聯性，本模組之建立可改善此缺失，進一步分析道路破損隨時間之狀態轉變，提供工程司進行預防性養護決策參考依據。
4. 一般統計模組：當鋪面管理系統資料庫隨著檢測資料、基本資料的輸入而越來越龐大，有些新的資訊或管理者想要的統計結果無法在鋪面管理系統預先建構完成的分析模組內獲得，故本模組的建構乃是擴充傳統分析模組的功能，讓管理者可以任意找尋資料庫內的所有資訊。
5. 時空分析模組：在傳統鋪面管理系統，地理資訊系統作為空間資訊資料的呈現，並未在該模組進行任何資料搜尋與圖層套疊功能，故本時空分析模組不僅作為鋪面管理系統的整體成果呈現外，亦加入不同單元與時間圖層的套疊功能，可讓管理者分析不同時間或因素的交互影響結果，可有效探討鋪面破損發生原因或肇事原因。

上述模組與原有系統差異性主要可以分為資料收集與預測方式兩方面進行說明。

資料收集的差異主要在於，原有系統架構僅針對鋪面平坦度與道路基本資料進行收集。更新後架構將道路氣候資料、巡查資料及管線挖掘資料納入資料庫中，使系統可針對更多不同項目進行分析。

預測方式原有系統僅以簡單迴歸進行劣化分析預測，新架構將分析模組分為離散預測模組及連續預測模組，其中針對離散資料是以馬可夫鏈進行預測分析，連續預測模組除原有簡單迴歸，另外納入灰預

測及多元迴歸兩種預測模組。

### 8.3 知識管理之鋪面管理系統資料庫

本研究依 94 年所架構鋪面管理系統(PMS)進行更新，為與知識管理各項模組進行結合，故重新架構系統資料庫與系統平台。以下針對資料蒐集差異、資料格式及系統應用差異三部分進行說明。

在資料蒐集差異部分，原有 PMS 系統僅針對 PCI 及 IRI 兩項指標進行收集及應用，應用部分包含查詢、預測及養護門檻訂定。但兩項指標皆與養護現況有一定差距，故本研究將路巡資料及管線挖掘資料納入資料架構之中，並參考 HDM-4 將氣候資料及交通量資料納入。另外對於公路基本資料部分，增列原有系統所缺漏順逆向部分，將道路順向及逆向資料分別記錄，而非原有系統將順向及逆向公路基本資料視為相同之方式。

新資料格式參考公路基本資料庫、公路養護巡查系統及增加部分欄位，詳列如下表 8.1~8.11：

1. 道路基本資料：

表 8.1 道路基本資料欄位格式

road	道路基本資料	
欄位名稱	欄位型態/長度	中文對照
id	int(11)	主識別碼
no	varchar(50)	道路編號
county	varchar(50)	縣市別
aim	varchar(50)	方向
fromname	varchar(50)	起點路名
endname	varchar(50)	迄點路名
k_start	int(11)	道路起點(k)
m_start	int(3)	道路迄點(k)
k_end	int(11)	道路起點(m)
m_end	int(3)	道路迄點(m)
office	varchar(30)	養護單位
officemanage	varchar(30)	主管機關
place	varchar(30)	地名
price	varchar(30)	物價區域
longitude	varchar(50)	經度
latitude	varchar(50)	緯度
landform	varchar(20)	地形
level	varchar(20)	公路等級
fastamount	int(30)	快車道數
fastwide	int(30)	快車道寬
slowamount	int(30)	機慢車道數
slowwide	int(30)	機慢車道寬
sidewide	float	路肩寬度
w_station	varchar(20)	所屬氣象站

2. 挖管資料：

表 8.2 挖管資料欄位格式

digpipe	挖管	
欄位名稱	欄位型態/長度	中文對照
id	int(11)	主識別碼
no	varchar(50)	路線
k_start	int(3)	起始里程(K)
m_start	int(3)	起始里程(M)
k_end	int(3)	結束里程(K)
m_end	int(3)	結束里程(M)
aim	varchar(4)	方向
start_date	date	施工日期起
end_date	date	施工日期迄
area	float	加封面積
area2	float	加刨面積
road_surface	varchar(20)	路面別
depth	varchar(10)	厚度
apply	varchar(30)	申請單位
approve	varchar(50)	核准文號
x	float	x 座標
y	float	y 座標

3. 巡查資料：

表 8.3 巡查資料欄位格式

patrol	巡查	
欄位名稱	欄位型態/長度	中文對照
id	int(11)	主識別碼
no	varchar(30)	道路編號
officemanage	varchar(50)	主管機關
office	varchar(30)	養護單位
type	varchar(20)	巡查類型
date	date	巡查日期
rdate	date	回報日期
weather	varchar(2)	天氣狀況
inspector	varchar(30)	巡查人員
partner	varchar(30)	會同人員
staff	varchar(30)	承辦人
chief	varchar(30)	單位主管
level	varchar(20)	道路等級
aim	varchar(4)	方向
k_start	int(3)	起始里程(K)
m_start	int(3)	起始里程(M)
k_end	int(3)	結束里程(K)
m_end	int(3)	結束里程(M)
x	float	x 座標
y	float	y 座標

4. 巡查破壞資料：

表 8.4 巡查破壞資料欄位格式

patrol_damage	巡查破壞紀錄	
欄位名稱	欄位型態/長度	中文對照
id	int(11)	主識別碼
patrol_date	date	巡查日期
patrol_id	int(11)	巡查 ID
no	varchar(20)	道路編號
k_start	int(11)	破壞樁號
m_start	int(3)	破壞樁號
k_end	int(11)	破壞樁號
m_end	int(3)	破壞樁號
aim	varchar(2)	方向
p_type	varchar(20)	破壞主項目
type	varchar(20)	破壞項目
relevance	varchar(50)	破壞程度
reason	text	損壞原因
u	text	急迫性
text	text	備註
x	float	x 座標
y	float	y 座標

5. PCI 破壞紀錄：

表 8.5 PCI 破壞紀錄欄位格式

pci_damage	PCI 破壞紀錄	
欄位名稱	欄位型態/長度	中文對照
id	int(11)	主識別碼
pci_id	int(11)	破壞樁號
k_start	int(11)	破壞樁號
m_start	int(3)	破壞樁號
k_end	int(11)	破壞樁號
m_end	int(3)	破壞樁號
aim	varchar(2)	方向
p_type	varchar(20)	破壞主項目
type	varchar(20)	破壞項目
relevance	varchar(50)	破壞程度
range	text	破壞範圍
x	float	x 座標
y	float	y 座標

6. 氣象站：

表 8.6 氣象站欄位格式

w_station	氣象站	
欄位名稱	欄位型態/長度	中文對照
id	int(11)	主識別碼
road	varchar(20)	道路編號
k_start	varchar(10)	起始里程(K)
m_start	varchar(10)	起始里程(M)
k_end	varchar(10)	結束里程(K)
m_end	varchar(10)	結束里程(M)
no	varchar(20)	氣象站編號
name	varchar(20)	氣象站名稱

7. 氣溫：

表 8.7 氣溫欄位格式

temp	氣溫	
欄位名稱	欄位型態/長度	中文對照
id	int(11)	主識別碼
year	int(10)	年度
no	varchar(20)	氣象站編號
name	varchar(20)	站名
m1	float	一月
m2	float	二月
m3	float	三月
m4	float	四月
m5	float	五月
m6	float	六月
m7	float	七月
m8	float	八月
m9	float	九月
m10	float	十月
m11	float	十一月
m12	float	十二月

8. 雨量：

表 8.8 雨量欄位格式

rain	雨量	
欄位名稱	欄位型態/長度	中文對照
id	int(11)	主識別碼
year	int(10)	年度
no	varchar(20)	氣象站編號
name	varchar(20)	站名
m1	float	一月
m2	float	二月
m3	float	三月
m4	float	四月
m5	float	五月
m6	float	六月
m7	float	七月
m8	float	八月
m9	float	九月
m10	float	十月
m11	float	十一月
m12	float	十二月

9. 平坦度：

表 8.9 平坦度欄位格式

smooth	平坦度	
欄位名稱	欄位型態/長度	中文對照
id	int(11)	主識別碼
no	varchar(50)	路線
date	date	日期
k_start	int(3)	起點樁號(K)
m_start	int(3)	起點樁號(M)
k_end	int(3)	起點樁號(K)
m_end	int(3)	起點樁號(M)
aim	varchar(4)	方向
iri	varchar(20)	IRI
position	int(2)	車道位置
smo	varchar(20)	平坦度
sdev	varchar(20)	平坦度標準差
max	varchar(20)	凸處最大值
min	varchar(20)	凹處最小值
x	float	x 座標
y	float	y 座標

10. PCI 紀錄：

表 8.10 PCI 紀錄欄位格式

pci	PCI	
欄位名稱	欄位型態/長度	中文對照
id	int(11)	主識別碼
no	varchar(30)	道路編號
k_start	int(3)	起始里程(K)
m_start	int(3)	起始里程(M)
k_end	int(3)	結束里程(K)
m_end	int(3)	結束里程(M)
aim	varchar(4)	方向
date	date	調查日期
pci	float	PCI 值
position	int(11)	車道位置
x	float	x 座標
y	float	y 座標

11. 帳號資料：

表 8.11 帳號資料欄位格式

欄位名稱	欄位型態/長度	中文對照
id	int(11)	主識別碼
user	varchar(20)	帳號
name	varchar(20)	姓名
password	varchar(20)	密碼
sex	varchar(5)	性別
tel	varchar(20)	電話
add	varchar(50)	住址
email	varchar(50)	Email
role	varchar(20)	角色
login_time	datetime	登入時間
login_count	smallint(6)	登入次數
ip	varchar(15)	登入 IP
access	int(5)	存取權限
use_start	date	使用開始時間
use_end	date	使用結束時間

系統應用之差異性主要在於原有系統是以單機為系統平台，更新後系統以 PHP 及 ASP 撰寫網路平台，讓使用者可透過網路，在不同地方使用系統，增加系統資料維護及應用之便利性。對於資料查詢部分，原有系統僅以道路範圍來查詢資料方式進行應用，更新後系統可以鋪面不同因子來查詢符合道路之資料，其中一般統計模組可透過單一篩選條件進行查詢及統計，以破壞資料為例，養護管理單位即可透過一般統計模組，了解其管轄範圍內，所有道路或單一道路，今年度破壞發生幾次以上道路有哪些，如此養護單位即可了解須對於哪些路段加強養護。若需以不同資料進行比對，則可以時空模組來進行相關查詢，與原有系統僅能針對單一項目資料查詢不同，原有系統僅能單獨針對公路資料、PCI 或 IRI 各別查詢。另外預測部分，原有系統僅

以簡單迴歸做出現有鋪面狀況與預測值展示，更新後系統架構，納入針對離散資料如道路破壞進行預測分析的離散模組，原有連續預測部分，增列灰預測及多元迴歸 2 種預測模式。

#### 8.4 建構鋪面養護主題地圖

依據知識管理之方法，主要在使用者之知識索引界面，以目前來實務運作之狀況來說，建立一套方便可靠完整的養護工法索引，是當前所欠缺的，亦是建議本研究未來執行之重點。本研究提出之養護工法索引概念如下：

依交通部頒之「公路養護手冊」第四章鋪面柔性鋪面損壞型態、原因、程度與養護措施表，整理出「設施名稱」、「損壞種類」、「損壞型態」、「損壞程度」、「損壞範圍」、「工法」等進行主題 (Topic) 分類、關聯 (Associations)、資源索引 (Occurrences) 圖 8.21。

建置出柔性鋪面養護的知識管理架構模式，預期減省工程司因工法之不確定，錯估養護及施工規範之無形成本。基本形式及範本如下：

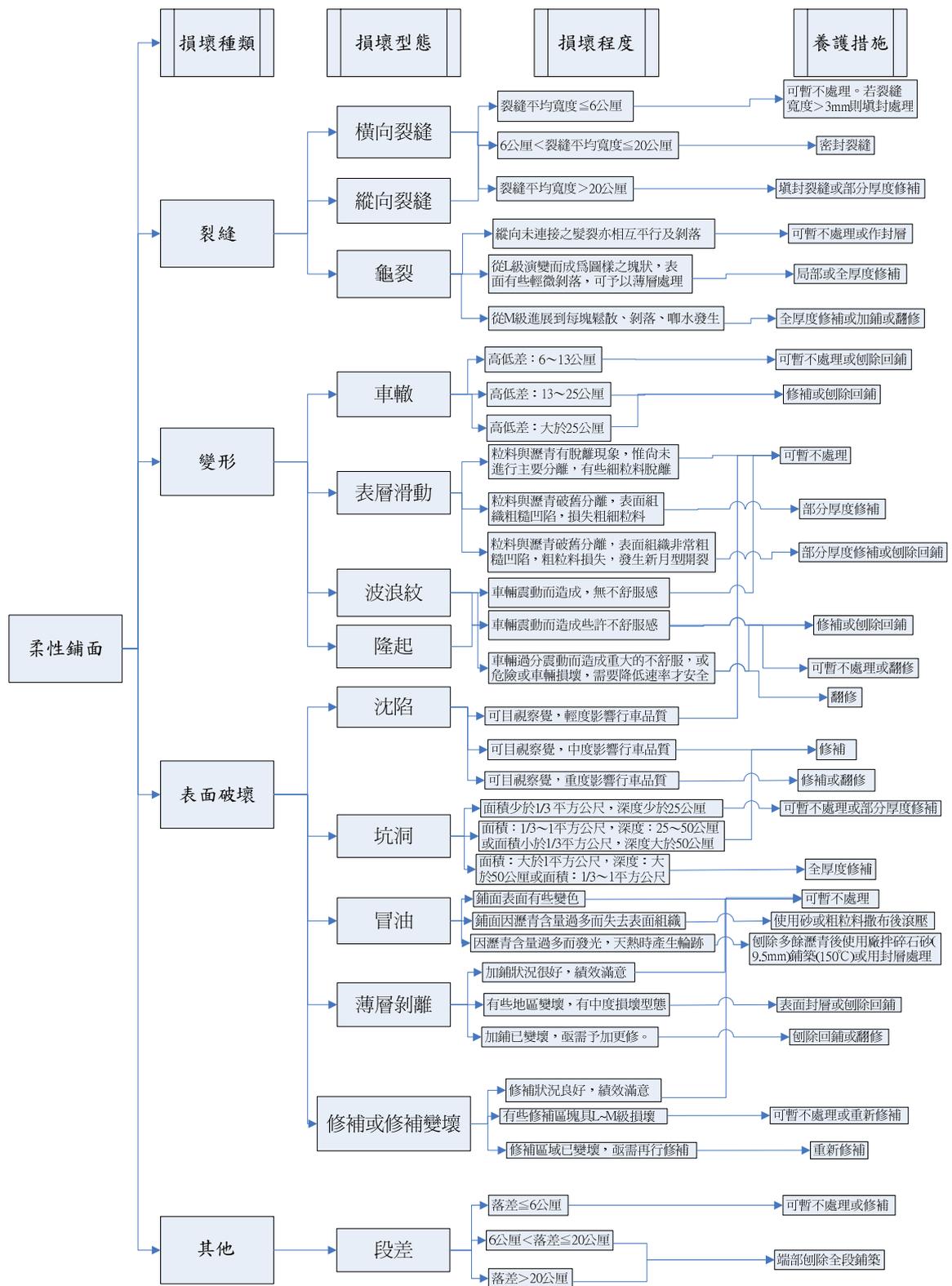


圖 8.21 柔性鋪面養護主題

巡查發現之損壞程度 33 則判斷原則，透過正規化分析，將養護工法簡化為 10 種處理原則，並與破壞類型緊密互相結合，有助於工程司雙向查詢。

建立出如圖 8.23 「修補工法」知識主題地圖，基本上採用「修補工法」這個主題工法，主要是其包括圖 8.22 中各種「損壞種類」、「損壞型態」在其不同的「損壞程度」下，建議的工法中關連數高達 12 個，表示它是其中改善工法中最常採用之主題工法，是以將以關連之手法加以合併，以顯示其知識主題地圖之效果。

以圖 8.23 之效果，可知有助於工程司快速吸養護收知識，並且馬上應用於工程上，不論是施工之材料、施工機具、施工流程等，皆可一目瞭然，減少新進工程司與資深工程司間經驗落差，並可有效提昇鋪面之品質。

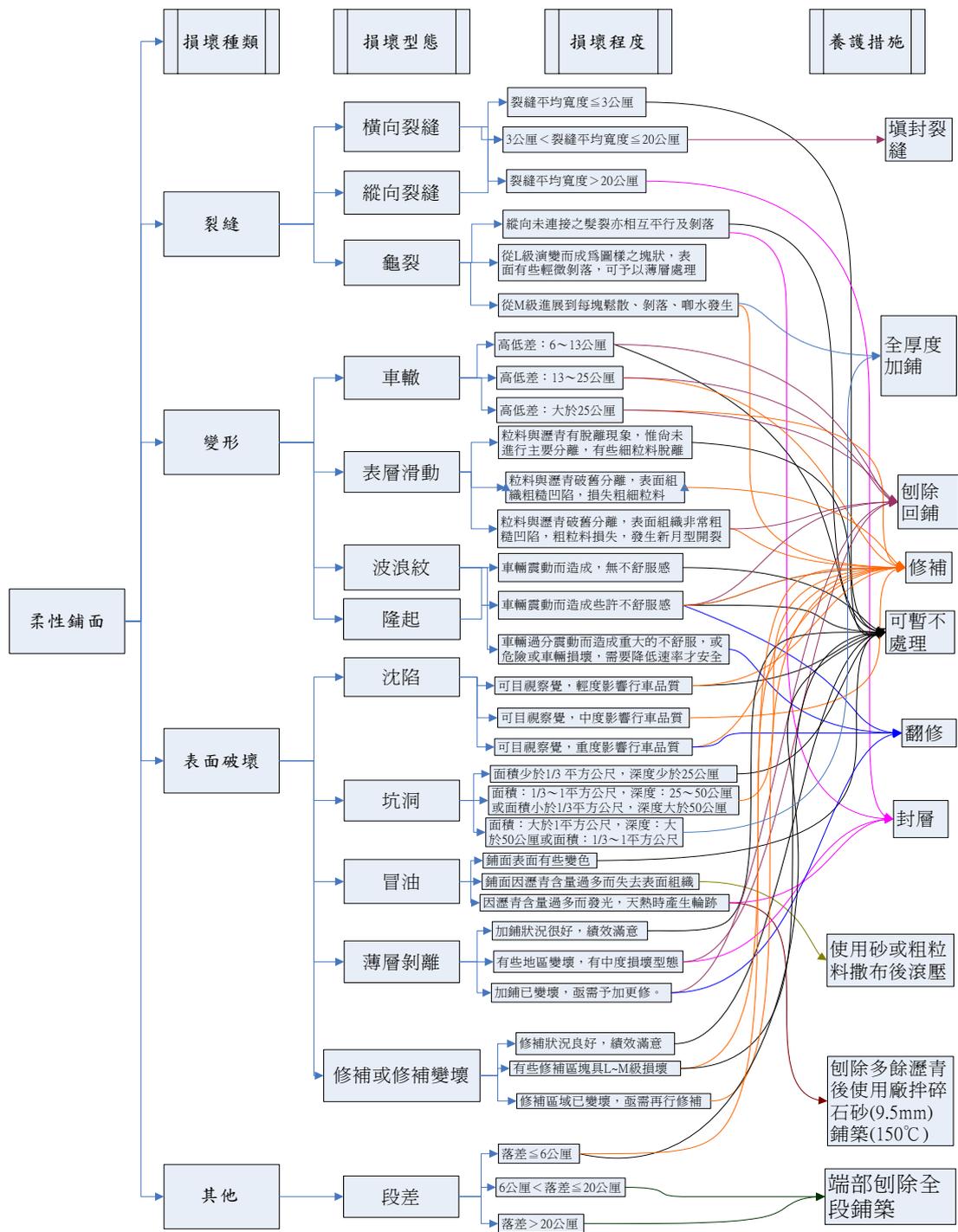


圖 8.22 柔性鋪面養護知識主題地圖

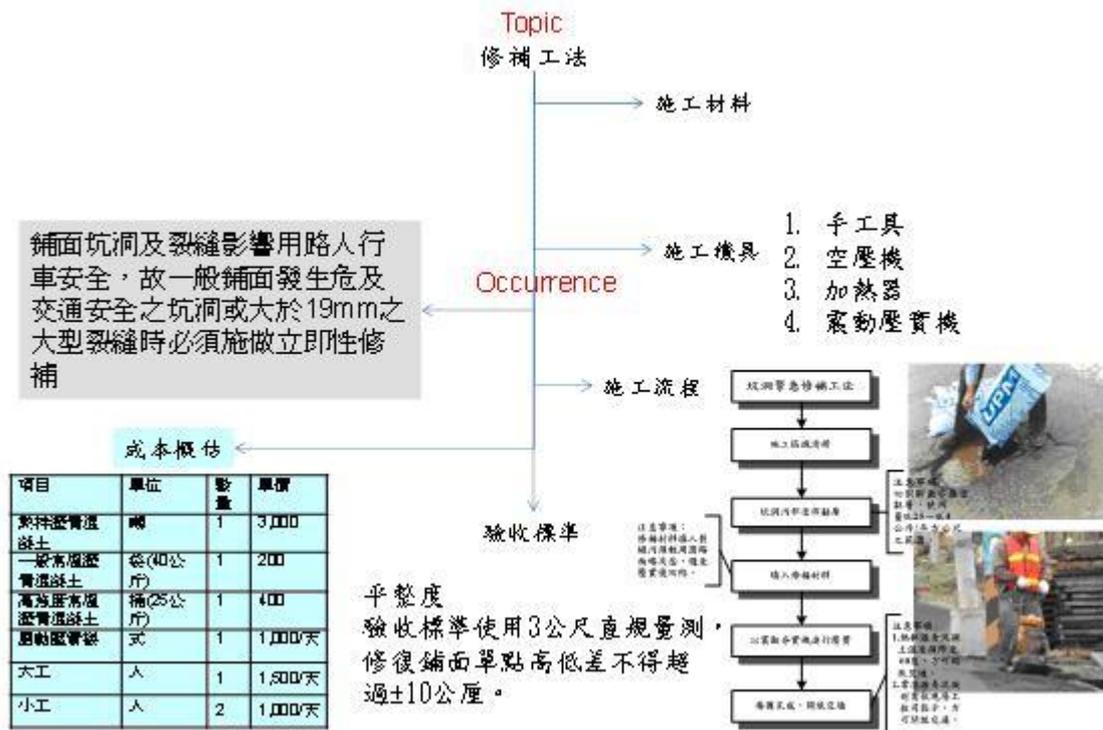


圖 8.23 知識主題地圖雛型

## 第九章 進行知識管理模組之應用

當知識建立之後必須對其內容進行管理與改善，其最有效的方式就是建立績效指標進行管理機制的評估，確認鋪面養護知識是否有確實落實與獲得相當程度的改善，故本研究利用層級分析方法建立道路工程管理維護績效評估架構，並以交通部公路總局中壢工務段做探討對象。

### 9.1 道路工程管理維護績效評估架構

本研究完成以知識管理為基礎之作業分析模式，分別建構出以活動為基礎的成本分析、離散時間預測模組、連續時間預測模組、一般統計分析模組與時空分析模組外，企業業通常採用平衡計分卡進行整體績效評估，但平衡計分卡是以資源投入、實際成效、前瞻創新、努力過程等 4 大構面進行細項評估，對於鋪面養護管理方式與政府部門制度有些許差異，故經專家會議進行簡化後成為較適用之評估架構如圖 9.1。並以交通部公路總局中壢工務段進行分析。

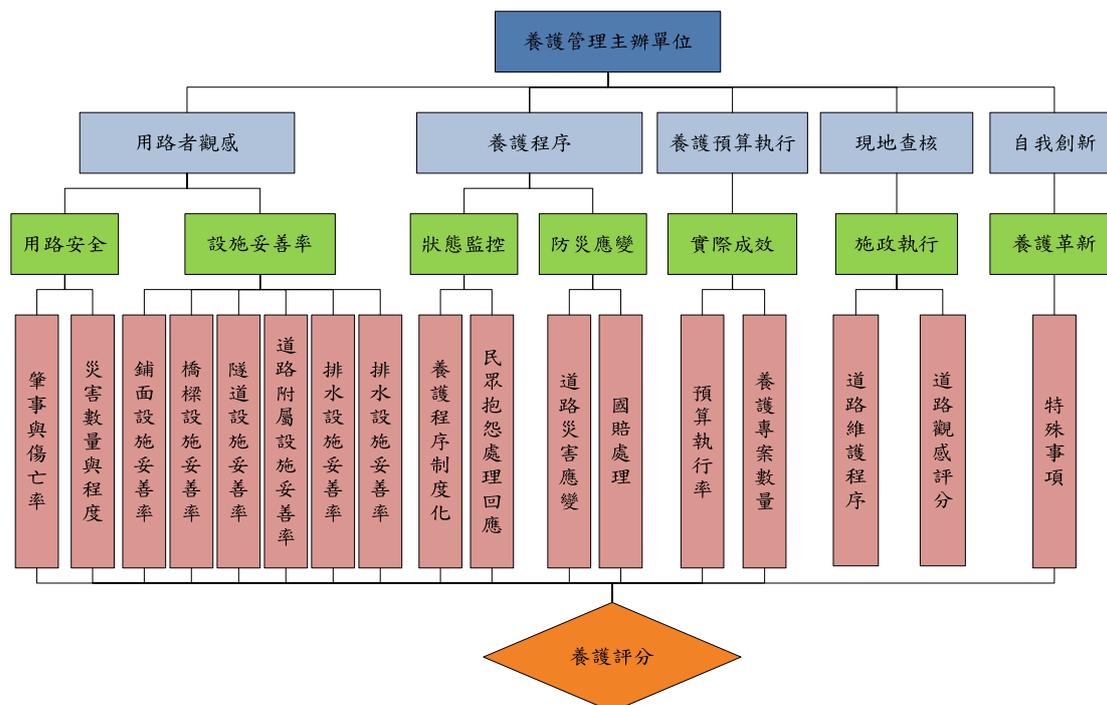


圖 9.1 經專家問卷簡化後之評估架構

公路總局之養護制度行之有年，近年來因受政府人事精簡政策影響，人力大為不足，尤以巡查制度影響甚大，人事精簡後其巡查次數及頻率並未減少，且巡查之表單也未做適度更新，故巡查制度易流於形式；而工程司之養護專案量大幅增加，至於是否妥適運用人力將業務平均分攤，亦或單獨增加某幾位工程司業務量，現行評估制度也未加以考量。

針對北區公路總局 50 位工程司發放問卷，回收份數為 20 份，利用層級分析法計算各指標間相對權重，其權重結果分配如表 9.1 所示。

表 9.1 各指標權重表

評估層面	策略目標	績效指標	備註
用路者觀感 0.181	用路安全 0.5	肇事與傷亡率 0.500	
		災害數量與程度 0.500	
	設施妥善率 0.5	鋪面設施妥善率 0.248	
		橋樑設施妥善率 0.106	
		隧道設施妥善率 0.061	
		道路附屬設施妥善率 0.238	
		排水設施妥善率 0.108	
挖掘管線處理成效 0.239			
養護程序 0.215	狀態監控 0.200	養護程序制度化 0.500	
		民眾抱怨處理回應 0.500	
	防災應變 0.800	道路災害應變 0.333	
		國賠處理 0.667	
養護預算執行 0.404	施政執行 1.000	預算執行率 0.500	
		養護專案數量 0.500	
現地查核 0.093	實際成效 1.000	道路維護程序 0.333	施工廠商績效 0.657
		道路觀感評分 0.667	管理程序 0.261 品質文件 0.083 路容 0.110 路平 0.408 景觀 0.102 安全 0.380
自我創新 0.106	養護革新 1.000	特殊事項 1.000	

## 9.2 鋪面養護管理績效評估準則

本節將詳述各績效項目之評估準則及給分標準，而不同等級道路之養護機關，其給分標準亦不相同。

### 9.2.1 用路人觀感

#### 1. 用路安全

肇事與傷亡率是以每年行政院主計處三局統計資料中心，將統計各縣市政府之車輛肇事數及每萬人道路交通事故死傷人數進行評估，歷年車輛肇事數如下表 9.2 所示，而肇事之傷亡數如表 9.3 所示，而高速公路局此部份每年由高速公路警察局彙整給予各段，且可換算為財產損失當量值(EPDO) (曾昭雄, 2009)，惟公路總局各段並無對此資料做彙整，需至警察局調閱，資料取得較為困難。在建立績效評估時，本研究建議採用建議財產損失當量值/所轄道路里程數作為用路安全之指標評估基準。在財產損失當量值中經專家座談建議未來可將酒後駕車之肇事數及傷亡另計，不列入考評較為公正且具說服力。而財產損失當量當量其計算方式因各界著重因素使其計算方式有些許差異，本研究 Deacon 等人之計算方法如 9.1 式。

$$EPDO=9.5\times(F+A)+3.5\times(B+C)+PDO \quad (9.1)$$

其中 EPDO：財產損失當量

F：死亡肇事次數

A：A 級肇事次數

B：B 級肇事次數

C：C 級肇事次數

PDO：僅財產損失次數。

此部份給分標準及計算方式表列於 9.4 所示。

表 9.2 各縣市肇事數

縣市 年別	臺北縣	宜蘭縣	桃園縣	新竹縣	苗栗縣	臺中縣	彰化縣	南投縣	雲林縣	嘉義縣
87 年	0.58	2.77	1.43	3.78	2.73	1.15	0.88	3.55	1.72	3.49
88 年	0.49	3.02	1.19	2.72	2.33	1.31	0.87	2.89	1.83	3.42
89 年	9.38	22.88	17.86	21.80	22.42	20.28	10.70	16.12	34.79	20.94
90 年	12.10	24.68	20.41	27.72	29.89	36.43	17.77	20.01	41.86	24.79
91 年	26.13	43.08	29.56	19.15	24.42	39.29	22.55	31.74	51.46	26.40
92 年	43.83	46.57	35.19	26.58	33.48	54.50	49.45	67.94	70.11	36.62
93 年	52.16	85.85	47.90	27.85	37.78	59.20	57.48	69.34	57.08	36.66
94 年	60.40	89.84	52.43	32.13	40.60	80.32	67.75	83.64	62.30	51.84

表 9.3 各縣市肇事傷亡數

縣市 年別	臺北縣	宜蘭縣	桃園縣	新竹縣	苗栗縣	臺中縣	彰化縣	南投縣	雲林縣	嘉義縣
87 年	0.60	3.41	1.92	4.10	3.30	1.28	1.18	4.96	2.17	4.09
88 年	0.50	3.44	1.48	3.46	3.00	1.53	1.04	4.44	2.03	4.41
89 年	7.80	23.80	19.06	22.23	25.08	21.20	12.18	17.52	37.12	23.40
90 年	11.57	25.54	20.20	29.22	32.42	36.51	19.40	22.34	46.14	26.92
91 年	25.05	45.68	27.80	19.95	26.43	41.72	25.97	36.60	54.58	29.99
92 年	43.40	52.15	34.89	29.01	36.50	60.37	57.89	75.70	76.59	41.81
93 年	53.34	93.80	49.71	29.10	41.48	69.44	69.79	80.26	65.77	43.94
94 年	62.76	99.91	55.23	32.76	47.60	95.68	85.17	100.45	74.62	64.25

表 9.4 各級路段用路安全評估標準

公路總局各工務 段 EPDO	範圍	40 以下	40~80	80~160	160~320	320~640	640 以上
	配分	10	8	6	4	2	0

災害數量與程度，此項目為判斷路段之危險層級，若該路段愈容易遭受自然天災如：颱風、地震、土石流等，則該路段之危險層級愈高得分就愈低，此部分評分不易，本研究建議應以颱風侵襲籠罩範圍及有感地震次數判斷，列於表 9.5。

表 9.5 災害數量與程度之評估標準

颱風侵襲	次數	0~2	2~4	4~6	6~8	8~10	10 以上
	配分	10	8	6	4	2	0
有感地震 4 級 以上	次數	0~3	3~5	5~7	7~9	9~11	11 以上
	配分	10	8	6	4	2	0

## 2. 鋪面設施妥適率

此部分評估以 IRI 及 PCI 為評估指標，因非各縣市皆有鋪面檢測車可以進行大範圍之 IRI 檢測，故若無 IRI 檢測車之縣市建議以 PCI 作為評估之標準，其評估標準如表 9.6。視養護單位所轄之路長比例給分，而評估之道路為目標年度之前一年計畫性養護道路，而非以所轄全部道路做全面之檢測，以減少各養護單位經費不同造成之差異。例如評鑑年度為 95 年則評鑑之鋪面即為 94 年已完成之計畫性養護路段。假設所轄道路 55% 為省道，45% 為縣道，則得分為省道之得分\*0.55+縣道得分\*0.45。

表 9.6 各級道路鋪面妥適率評分標準

鋪面其狀況 IRI<4.5 或 PCI>70 佔整體評 估鋪面比例	≤80%	≤70%	≤60%	≤50%	≤40%	≤30%	≤20%	≤10%
給分	10	9	8	7	6	5	4	3

## 3. 橋梁設施妥適率

橋梁檢測所使用之方法為 D.E.R.&U. 目式檢測評估法，D.E.R.&U.(Degree、Extent、Relevancy and Urgency，D.E.R.&U.) 評估法為昭凌顧問工程公司與南非 CSIR 公司為交通部國道高速公路局所發展之橋梁目視檢測評估法，屬經濟快速之橋梁檢測方式，現已廣泛的被各橋梁管理機關所採用。

D.E.R.&U.評估法將橋梁分為 21 項檢測項目，其中第 1 到第 11 項為一般檢測項目，即橋梁全面性之宏觀檢測，第 12 至 20 項則為逐跨檢測項目，第 21 項則為其他。檢測項目如表 9.7 所示。D.E.R.&U.評估法對每一個檢測項目依「劣化程度(Degree)」、「劣化範圍(Extent)」以及對橋梁安全性與服務性的「重要性(Relevancy)」，分別給予 0~4 之評分，再針對該劣化構件需維修之「急迫性(Urgency)」加以評定。評估準則如表 9.8 所示。

故此部分評估以 CI 值作為客觀依據，加上「臺灣地區橋梁管理系統」系統已成為國內橋梁管理單位統一使用之系統，針對橋梁完工後之維護進行管理，資料查詢取得也十分容易。

表 9.7 D.E.R.&U.評估法檢測項目

(1)引道路堤	(8)摩擦層	(15)支承/支承墊
(2)引道護欄	(9)橋面排水設施	(16)止震塊/拉桿
(3)河道	(10)緣石及人行道	(17)伸縮縫
(4)引道護坡-保護措施	(11)欄杆及護牆	(18)主構件(大梁)
(5)橋台基礎	(12)橋墩保護設施	(19)副構件(橫隔梁)
(6)橋台	(13)橋墩基礎	(20)橋面版/鉸接版
(7)翼牆/擋土牆	(14)橋墩墩體/帽梁	(21)其他

表 9.8 D.E.R.&U.評估準則

	0	1	2	3	4
程度(D)	無此項目	良好	尚可	差	嚴重損害
範圍(E)	無法檢測	< 10% < 30% < 60% <			
重要性(R)	無法判定重要性	微	小	中	大
急迫性(U)	無法判定急迫性	例行維護	3 年內	1 年內	緊急處理維修

利用目視檢測所得各構件之評估值及各構件相對於橋梁之重要性(權重)，計算橋梁之結構及使用狀況後可得一狀況指標，其計算方式如下：

$$CI = \frac{\sum_{i=1}^{21} Ic_i \times w_i}{\sum_{i=1}^{21} w_i} \quad (9.3)$$

上式中， $w_i$  為構件  $i$  相對於橋梁之權重， $Ic_i$  為構件  $i$  之狀況值，其計算方式如下：

$$Ic_i = \frac{\sum_{j=1}^n Ic_{ij}}{n} \quad (9.4)$$

上式中， $n$  為各構件之總數； $Ic_{ij}$  為構件  $i$  之第  $j$  部份之狀況值，其計算方式如下：

$$Ic_{ij} = 100 - 100 \times \frac{(D + E) \times R^a}{(4 + 4) \times 4^a} \quad (9.5)$$

上式中， $a$  為相關重要性參數，通常取 1，若欲強調構件重要性時可取 2；DER 則分別為目視檢測所得各構件之劣化程度 (Degree)、範圍 (Extent) 及重要性 (Relevancy) 評估值。

橋樑妥適率分為三級予已給分，一般來說 CI 值介於 100~90 之間代表橋樑狀況完好，而 90~60 之間代表需進行一般性維修，若 CI 值低於 60 代表須進行緊急性維修，故給分標準如表 9.9 所示。

表 9.9 橋樑妥適率評分標準

CI 值範圍	分數
100~90	10
90~60	7
60 以下	1

#### 4. 隧道設施妥適率

國內隧道目前檢測方式大概可分為目視檢測及非破壞性檢測，近幾年來許多檢測單位開始在隧道檢測上使用 DER&U 之方式，例如：高速公路局關西工務段及木柵工務段，即委外每兩年進

行一次隧道檢測，相同的隧道之 DER&U 也可轉為 CI 值，經調查發現一般縣市政府較少進行隧道檢測，故此部份之資料建議未來需進行蒐集，若該養護單位所轄範圍並無隧道，則此部份之權重得分將平均至其餘各項，隧道之妥適率評分標準如表 9.10。

表 9.10 隧道妥適率評分標準

CI 值範圍	分數
100~90	10
90~60	7
60 以下	1

#### 5. 排水設施妥適率

公路總局各段則將此部分列為路容之養護，排水設施妥適率並不容易評估，其評分標準如表 9.11，目前僅就其養護方式是否完善來評估排水設施妥適率。

表 9.11 排水設施妥適率評分標準

項目	評價標準	配分	總分
每年進行全路段例行性養護	完全無	0	10
	未達全面	1	
	一次	2	
	二次以上	4	
排水溝維護後有驗收檢驗程序	有	2	
	無	0	
去年一年間是否有因排水設施不良造成淹水超過路面 3 公分情形	有	0	
	無	2	
排水設施維護後，是否有填寫維護紀錄表單	有	1	
	無	0	
是否有制定排水設施養護程序	有	1	
	無	0	

#### 6. 附屬設施妥適率

但公路總局各段，並無收集該段之公路資產，於評估損害數量

來說並不容易，本研究建議附屬設施僅針對路燈、號誌、標誌、護欄等 4 項屬於與安全相關之附屬設施進行評估，而評估方法以前一個年度養護結算金額進行評估，因這部分資料皆可由標案系統中獲得，資料取得相對簡單。

號誌部份因各縣市現今大多進行汰舊換新，故此部分評估應以損壞維修部份進行計算，而該養護單位若無路燈、號誌、標誌或護欄任一項，則全國平均金額應剔除該項後再作平均。此養護金額相較於平均金額太多或太少皆不宜，評分依據如表 9.12 所示。

$$\text{附屬設施妥適率} = \frac{\text{該工務段年度安全附屬設施結算金額}}{\text{工程處年度安全附屬設施結算金額}} \quad (9.7)$$

表 9.12 附屬設施妥適率評分標準

比例	分數
-5%~5%	10
-10%~10%	8
-15%~15%	6
-20%~20%	4
-25%~25%	2

## 7. 挖掘管線妥適率

挖掘路面會影響行車，過程中處理不確實，更會影響行車安全與用路品質，因此以挖掘路面之次數、時間與過程中處理情形作比對，目前建議以申請之時間與挖掘面積作一評估，換算每單位面積所需挖掘時間來評估其影響行車安全或順暢程度之方式。以行人對每一挖管案件其容忍天數大約為 3 天，目前建議評分表準如 9.13 表所示。

$$\text{道路挖掘妥適率} = \frac{\text{總挖掘面積}}{\text{總挖掘時間}} \quad (9.8)$$

表 9.13 挖掘管線妥適率評分標準

每單位時間可挖掘單位面積	分數
50 以上	10
40~50	8
30~40	6
20~30	4
10~20	2
10 以下	1

## 9.2.2 養護程序

### 1. 養護作業制度化

此部分評分方式較不同，因屬非量值數據，而視該養護單位是否有可依據之養護手冊或養護制度進行道路管理維護，甚至於是否有制式化表單進行養護流程控管，故評分依據應以該單位之養護流程管理，甚至巡查制度等相關規定進行考核。目前本研究建議評分方式如表 9.14 所示。

表 9.14 養護作業制度化評分標準

項目	分數
完善的養護手冊	2
巡查制度及表單合理化	2
預算編列方式客觀性	2
建置道路養護管理系統	2
養護工程進度掌控	2

### 2. 民眾陳情處理

對民眾的快速回應，能提高滿意度，強化管理效能，其指標包括：民眾通報與陳情的回應及完成處理之時間，單一事件平均處理次數等。目前以各養護機關首長信箱或道路通報專線其處理單一事件之平均時間為評估方式，民眾可接受回覆處理之天數約為一星期已內，若超過此天數滿意度隨之遞減，故評分基準如表 9.15 所示。

表 9.15 民眾陳情處理評分標準

改善或回覆之 平均反應效率	分數
1 天內	10
3 天內	7
5 天內	5
7 天內	3
7 天以上	1

### 3. 道路災害處理應變能力

此部分為指重大天然災害例如：颱風、地震，發生中之搶修與災害發生後之復舊工作，關係人民安全與路線功能之維護，其指標包括：搶修之速度、復建工程之規劃與執行效能等，評分標準如表 9.16。

表 9.16 道路災害處理評分標準

災害類型	搶修效能	分數
颱風、豪大 雨、地震、 土石流	1 天內	10
	3 天內	6
	7 天內	3
	7 天以上	0

### 4. 國賠處理

每年因道路養護而造成國賠件數及金額等，經專家座談及養護單位訪談後認為以案件成立年度及金額作為國賠處理項目之考量較具公信力，即使案件提出為 93 年度但成案年度為 95 年，該年養護單位即須概括承受以往之國賠案件，因公路總局之養路比賽時間約在每年九月開始，故全國年度國賠金額計算範圍以目標年度前一年十月初至目標年度之九月底，其評分標準如表 9.17 所示。計算方式如下

$$\text{國賠處理} = \frac{\text{該年度國賠金額}}{\text{全國年度國賠金額}} \quad (9.9)$$

表 9.17 國賠處理評分標準

該養護單位所轄路段 佔國賠金額比例	分數
<10%	10
10%~20%	8
20%~30%	6
30%~40%	4
40%~50%	2
50%以上	1

## 5. 養護預算執行

### (1) 養護預算執行率

預算執行率是用來了解道路管理機關對於道路養護的狀況了解與控管程度最佳途徑，在工程發包流程而言，預計維護之工程大部分以在六月份以前發包完畢，但常有其不可抗拒因素影響發包執行，為評估養護預算執行率，經訪談養護單位後，建議以目標年度之該養護單位九月底前應發包金額與九月底前已發包金額作為評估考量，其評分標準如表 9.18 所示。

$$\text{養護預算執行率} = \frac{\text{九月底前已發包金額}}{\text{九月底前應發包金額}} \quad (9.10)$$

表 9.18 養護預算執行率評分標準

執行率%	分數
100~90	10
90~80	8
80~70	6
70~60	4
60~50	2
50~40	1

### (2) 養護專案承辦量

配合政府人事精簡，養護單位常有人力不足之困境，而養護案件繁多，工程司每人能處理之案件量及金額其能力限制，若一

個養護單位將所有之養護業務聚集於一工程司，必然造成養護效率不佳及養護品質低落，故評估養護工程司之平均承擔業務量是否合適，為一評估重點，其評估方式和承辦量的評分標準如表 9.19：

$$\text{平均每工程司負責養護金額} = \text{年度總預算} / \text{工程司人數} \quad (9.11)$$

$$\text{養護專案承辦量比率} = \frac{|\text{實際負責之金額} - \text{平均金額}|}{\text{平均金額}} \quad (9.12)$$

表 9.19 養護專案承辦量評分標準

承辦量比率%	分數
<10	10
10~20	8
20~30	6
30~40	4
40~50	2
50 以上	0

## 6. 自我創新

此部分為養護方面之創新，在以上評分項目未列入，但若為道路管理機關於道路維護管理上之創新成果者，並於實際養護執行成效有相關助益，皆可在此項提出。

## 7. 現地查核

### (1) 維護管理程序

此部分係以施工單位以往之業績及廠商於施工中之品質管理文件及品質管理方式進行評估，在日本已有相關標準文件，經本研究依本國之實用性修改後，建議如表 9.20 之評分標準。

表 9.20 廠商業績評鑑評分標準

評價內容	評價基準	配分
過去十年間是否有同種或類似工程的 施工實績有無	有同種工程的實績	2
	有類似工程的施工實績	1
過去五年間工程之瀝青混凝土平均年 產量 (含再生)	15 萬噸以上	3
	15 萬~10 萬噸	2
	10 萬噸~2 萬噸	1
	2 萬噸以下	0
過去五年間是否有優良工程獎狀	有獎狀實績	2
	無獎狀實績	0
過去十年間工地主任是否有施工經驗	有同種工程的實績	2
	有類似工程的實績	1
過去五年間工地主任是否有曾獲優良 工程技術者獎狀	有獎狀實績	1
	無獎狀實績	0

(2) 鋪面養護品質管理文件

由於再生瀝青混凝土在行政院公共工程委員會的推動下，對於其品質有制定一定的驗廠程序，國內較具規模的再生瀝青混凝土廠商皆曾獲得認可，故對瀝青混凝土生產應有相關品質表單，例如：瀝青混凝土之自主檢查表、監工日報表、馬歇爾實驗等相關表單，此部分評分(表 9.21)只需針對以上驗廠須檢驗之表單作品質確認是否符合規範，並確保瀝青廠確實完成完整之品管程序。

表 9.21 品質文件管理評分標準

評價內容	評價基準	配分
監工日報表填寫確實度	正確	2
	缺漏	0
自主檢查表是否依規定填寫	正確	2
	缺漏	0
刨除料之洗油、篩分析試驗是否依造規定填寫	正確	2
	缺漏	0
馬歇爾試驗表是否依造規定填寫	正確	2
	缺漏	0
品質手冊是否完善	正確	2
	缺漏	0

### (3) 施工管理程序妥適性

此施工管理程序之評估標準(表 9.22)，探討是否有合適的施工計畫，並且在有限工期中安排鋪設時間，是否造成趕工以致施工品質不佳，並且查看針對不同工程之對應(例如：環境整潔、交通維持)提出完整之計畫。

表 9.22 施工管理程序評分標準

評價內容	評價標準	配分
施工計畫實施程序的妥當性	施工程序適切且看的出用心	2
	施工的程序適切	1
工期安排的妥當性	工期安排適切且可看出工期縮短	2
相關機械及器材及施工部位等的品質監督管理方法妥當性	品質的監督管理方法符合現地的環境條件，安全對策等非常良好	2
	妥當	1
承包商五年內之工程未出現重大意外	施工安全管理妥當，無意外發生	2
	有	0
交通維持計畫妥適性	妥適	2
	不妥適	0

### (4) 路容景觀

路面之清潔，環境整潔，現地查核應著重於路面垃圾出現量及出現頻率，甚至路旁違規停車、路霸等出現狀況皆可列入考量，

現地查核評估標準表如表 9.23 所示。

表 9.23 路容現地查核評估標準

評估項目	養護重點	配分
路容整潔維護	1. 內外側路肩積土清除 2. 廢土廢草及廢枝葉清除修剪狀況 3. 路面垃圾出現量及出現頻率	3
植生景觀	1. 中央分隔島或道路兩側之灌木修剪狀況，不得影響行車視線 2. 植生美觀狀況，無黃化、落葉枯萎等狀況 3. 枯株清除補植或病蟲害之控制狀況	3
行車視線	1. 轉彎處無違規停放車輛影響視線 2. 並排停車違規狀況 3. 無標誌影響視線	3
路霸情況	1. 是否有路霸佔用路肩空間	1

#### (5) 路平

路平現地查核建議可以高低平坦儀或三公尺直規進行平坦度量測，以驗證路段之平坦度是否完善，並符公路工程施工規範。

#### (6) 排水系統

排水系統影響雨後雨水是否能迅速導出路面，減低水對路面破壞，減低路面積水狀況促使行車順暢，本研究單位參考交通部養護手冊之排水系統檢查表，草擬現地排水系統查核表單，以供使用，詳如表 9.24。

表 9.24 排水系統現地查核評估標準

評估項目	養護重點	配分
邊溝 中央分隔帶排水溝 排水管 集水井 窰井 進水口 人孔	1. 結構損壞 2. 連接處不良 3. 垃圾、土砂等阻塞、淤積 4. 蓋板或格柵損壞	10

### (7) 安全設施

考慮安全設施之維護狀況及是否有應設安全附屬設施而未設之，如：路燈、護欄、號誌之設置位置，並了解各設施狀況是否完善。其現地查核表單如表 9.25 所示。

表 9.25 安全設施現地查核表單

評估項目	養護重點	配分
標誌	1. 牌面整潔度 2. 豎立角度及高度是否合適 3. 牌面邊條、螺栓是否鬆落	3
號誌	1. 燈泡、燈罩完整度 2. 控制箱維護狀況 3. 支撐桿是否損壞掉漆	3
照明設備	1. 燈桿、燈罩狀況 2. 是否有應設而未設之處	2
護欄	1. 鋼板、支柱損壞狀況 2. 是否有應設而未設之處	2

## 9.3 交通部公路總局中壢工務段績效評估結果

### 1. 用路者觀感

在用路人安全部份，中壢工務段並無收集相關肇事資料，本研究目前資料收集有困難，建議公路總局各段日後可做相關肇事數的資料收集，故試評階段將此部分權重平均分配至其他項。

- (1) 危險災害程度，去年颱風襲擊而達放假標準次數小於 2 次，有感地震之發生也在 4 級以下，得分為 10 分。
- (2) 鋪面妥適率，中壢工務段建議檢測以 IRI 值為主，本研究利用鋪面檢測車進行全桃園縣鄉道檢測結果如表 9.26 所示，得分為 7 分。

表 9.26 鋪面妥適率得分

IRI 範圍		評分結果
IRI ≤ 4.5	IRI > 4.5	7
52.36%	47.64%	

- (3) 橋梁設施妥適率，中壢工務段目前橋樑狀況如表 9.27 所示，得分為 10 分。

表 9.27 橋梁妥適率得分

CI 值範圍	橋梁數	比例	評分結果
100~90	187	100%	10
90~60	0	0%	
60 以下	0	0%	

- (4) 隧道設施妥適率，中壢工務段之隧道，並無做 CI 值之調查，故試評階段將此部分權重平均分配至其他項。
- (5) 排水設施妥適率(表 9.28)，中壢工務段將排水設施委外，但每年至少進行一次例行性排水設施維護，且於維護後進行驗收程序。但去年有因排水設施不良而造成淹水情形，且一些相關維護措施仍有待改進，因此考量後分數為 8 分。

表 9.28 排水設施妥善率得分

項目	完成標準	得分	評分結果
每年進行全路段例行性養護	至少一次	2	8
排水溝維護後有驗收檢驗程序	有	2	
去年一年間是否有因排水設施不良造成淹水情形	有	2	
排水設施維護後，是否有填寫維護紀錄表單	有	1	
是否有制定排水設施養護程序	有	1	

- (6) 附屬設施妥適率，因目前無法收集全國附屬設施之平均結算金額進行計算，將來可由養護單位之標案系統中將資料彙整至工程會，即可進行此部分計算，故試評階段將此部分權重

平均分配至其他項。

- (7) 挖掘管線妥適率(表 9.29)，目前建議公路總局中壢工務段以申請之時間與挖掘面積作一評估，換算每單位面積所需挖掘時間來評估其影響行車安全或順暢程度之方式。挖掘管線計算結果如下表所示，得分為 10 分。

表 9.29 挖掘管線妥適率得分

每單位面積挖掘天數	分數
0.10 以下	10

## 2. 養護程序

養護作業制度化評分部分，以公路總局各段而言亦算是十分完整，惟目前尚無可用之鋪面維護管理系統進行客觀預算編列，故評估後為 6 分。

- (1) 民眾陳情處理，經訪談公路總局工務處後，了解其對於民眾意見回覆速度，若是對於路況問題改善，大多於接獲通知之 3 天內進行修補，對路面異物排除反應時間也是立即處理，故此部分得分應為 7 分。
- (2) 道路災害處理能力，凡自然重大災害後，工務段馬上進行重點巡查，針對轄內設施進行巡查，發現損壞皆在 3 日內進行維修，故此部分得分應為 6 分。
- (3) 94 年公路總局中壢工務段國賠成立案件為零件，故此部分得分也為 10 分。

## 3. 預算執行

- (1) 養護預算執行率，以 94 年中壢工務段而言，其 9 月之已發包金額佔應發包金額約 9 成，故得分為 10 分。

(2) 養護專案承辦量，經訪談後對於 94 年度業務承辦量離平均值最多者，其值近 3 成 2，得分為 4 分。

#### 4. 初評結果

初評結果如表 9.31 所示，因受限於研究時限並未進行現地查核與自我創新，僅計算用路者觀感、養護程序及養護預算執行率三部份，得分為 6.56 分，如表 9.30，此部分總分應為 9.0 分，將比例尺換為 0~100，則初評結果公路總局中壢工務段大約為 82 分。

表 9.30 中壢工務段初評分數表

評估層面	策略目標	績效指標	績效指標得分	策略目標得分	總分
用路者觀感 0.181	用路安全 0.500	災害數量與程度 0.500	10	2.5	6.56
	設施妥善率 0.500	鋪面設施妥善率 0.323	7	9.34	
		橋樑設施妥善率 0.181	10		
		挖掘管線處理成效 0.314	10		
		排水設施妥善率 0.182	8		
養護程序 0.215	狀態監控 0.200	養護程序制度化 0.500	6	1.3	
		民眾抱怨處理回應 0.500	7		
	防災應變 0.800	道路災害應變 0.333	6	6.93	
		國賠處理 0.667	10		
養護預算執行 0.404	施政執行 1.000	預算執行率 0.500	10	7	
		養護專案數量 0.500	4		

就中壢工務段初評結果，在養護程序部分因仍舊採用傳統巡查制度及工程司主觀意識排定計畫性養護路段，而無相關維護管理系統做資料收集造成該項目評分較差，而養護專案量部分業務分布並不平均，乃是因為採路段分區制，工程司有一定養護範圍，即使單年度業務量較少或較多也無妥適人力調配方案，造成養護人員業務承擔量較大。

其評分項目較優良部份為用路人安全，因對於自然災害過後有一套制定之巡查制度進行巡查，主動發現道路設施損壞，且本研究對中壢工務段之肇事數或肇事程度，故無法就此部分進行評估，此也為初評較不準確之處，建議未來制度推動應蒐集肇事、交通附屬設施妥適率等資料作為評估之依據。

#### 9.4 草擬知識管理模組用於養護計畫

養護計畫之目的在於提供用路人在舒適便捷及安全的環境下使用道路，故道路養護作業在使道路保持一定水準。本研究所發展各模組所匯出與預測的資料，盼可供工程單位在排定養護計畫之參考。本研究所發展各模組架構與養護計畫之關聯性說明如后：

成本分析模型與養護計畫之關聯性，舉現行養護作業為例，目前養護項目繁多且其作業程序並不一致，有相同作業項目又會因管理機關之不同，而產生不同之作業程序；若有同一作業程序，因所引用之法規依據各異，因而滋生疑義或誤解而產生雙重標準。利用 IDEF 方法將養護作業程序拆解及分析，並以 IDEF3 的模擬程式模擬作業流程，找出每項作業程序之重要影響因子，分析鋪面養護作業的重要影響參數，藉由改善目前養護流程及分析相關作業成本，從而重新建構鋪面養護管理作業程序之架構，藉此可瞭解到某項作業程序對於整個鋪面養護作業而言最為重要，以利日後相關養護人員參酌。

一般統計模型內主要統計項目有公路基本資料、交通量、氣候資料、破壞資料、平坦度、鋪面破壞調查，藉由統計分析可了解養護資料分布情形；分析路段之平坦度，可探究出鋪面特性、反應使用者舒適程度，並可訂定出平坦度之養護門檻值；此外，連續時間預測模型針對鋪面養護指標預測功能的建置及離散時間預測模型可預測鋪面破壞機率，藉此以篩選出年度需養護路段，作為養護預算編列之依據。

時空分析模型，可了解道路歷史資訊，在進行養護計畫時，可將過去破壞次數較高路段，列為需養護路段，這部分在避免以 IRI 為養護門檻時，缺漏檢測時已修復過該路段，導致平坦度表現尚可，但短期內仍可能發生破壞路段，如此可避免重複修補，造成養護成本更高情況發生，此部分亦與工程司過去依經驗法則，將修補次數較多或經常挖掘，鋪面狀況較差路段，列為養護路段之方法相同。

在鋪面歷史資料收集足夠情況下，未來再編列養護計畫時，可完全依據連續預測模組中多元迴歸部分進行，原因在於多元迴歸可考量多因子對於鋪面造成影響，包含交通量、雨量等環境因素，亦包含顯示鋪面狀況之破壞次數及平坦度等，以此來訂定養護門檻值將更為明確。但其餘模組包含時空模組、離散分析模組及一般統計模組仍舊可作為日常養護時，巡查計畫之參考。另外透過時空模組檢視鋪面歷史資訊，對於經常挖掘或破損路段，可加強巡查及管線單位協調。如為單純鋪面破損，則可以一般統計模組與離散分析模組，分析破損原因。如破損類型多為裂縫及坑洞，則原因可能為鋪面老化，導致粒料間黏結力不足，造成裂縫甚至演化為坑洞。若破壞類型多為路面變形及裂縫，則破損原因可能為鋪面壓實不足，導致產生車轍。透過時空及一般統計模組，可讓工程司更加了解鋪面破損原因，如此於養護計畫時，才能針對破損原因進行改善。

## 第十章 結論與未來建議

公路養護管理屬於公權力的執行，其作業項目與程序多源自於相關法規，在法規變動不大的情形下，年復一年，週而復始，極容易流於型式因循敷衍，因此需要在例行之養護作業程序之中，加入以知識管理為主軸之分析、改善、督導與回饋的程序機制，來驅動改革、提升效能，並使公路養護管理作業程序因而能夠自動因應環境與需求之變化，自我檢討精進。

本研究目的係運用知識管理之概念與架構，發展適合公路管理機關使用之具有知識演替革新功能之作業程序，作為建構與推動公路養護管理系統及改善強化公路養護作業效能的重要參考。並以工務段層級之鋪面養護作業為主要研究對象，建立相關分析模式，修改現有鋪面管理系統，俾落實知識管理之推動與執行。

### 10.1 結論

#### 10.1.1 研究成果

本研究具體成果如下述 8 點，可提供公路管養機關在辦理道路養護時之應用，提升道路養護品質，並建構知識管理平台，供執行業務時之參考依據。

1. 本研究整理交通部「公路養護手冊」第四章中之之柔性鋪面損壞型態、原因、程度與養護措施表等，將之進行分類為「設施名稱」、「損壞種類」、「損壞型態」、「損壞程度」、「損壞範圍」、「工法」等主題，建置出柔性鋪面養護知識主題地圖，可提供予進行道路養護時之養護工法訂定。
2. 本研究進行以活動為基礎之成本分析，採用 IDEF 來進行探討，並以道路養護管理中最常運作之道路養護及道路養護巡查來進行實

際分析，建立其活動辭典及成本計算。

3. 在連續時間預測模組當中，對於公路養護所需資料類型均詳細描述，並建構出在不同資料蒐集內容下所需建構出的預測模型方式。
4. 在離散時間預測模組當中，本研究採用馬可夫鏈建立預測模型，除詳細敘述其分析方法外，更以道路面層破損轉換為範例，作為後續研究模型使用之參考。
5. 在一般統計模組當中，除描述道路養護活動之所需資料內容外，更發展適用於知識管理之統計工具，方便使用者進行道路養護所需的統計資料查詢。
6. 在時空分析模組，本研究採用範圍搜尋技術，將一定範圍內各項圖層資訊加以查詢，從而獲得不同時空下在該範圍內的各項資訊，讓工程司藉以判斷問題的關聯性。
7. 本研究將 94 年完成之鋪面管理系統雛形，以知識管理的概念進行擴充，讓工程司及其他政府機關在使用此鋪面管理系統時，能更充分運用資料來輔助其決策之訂定。
8. 本研究完成績效指標評估標準，可初步評估各工務段對鋪面養護知識的應用與創新程度。

#### 10.1.2 成果效益

本研究除將知識管理概念整合納入養護作業程序中，讓經年不變的作業程序得以活化，開創新機能並有回饋外，尚可配合現階段公路鋪面養護管理系統中各項子系統之研發，提供標準化之程序分析與整合方法，讓公路管理機關行政與養護作業程序，能與人力、物力資源以及各種評核與督導業務密切結合，並創造重新檢討、精鍊公路養護作業流程之契機。

## 10.2 建議

1. 本研究因時間與經費限制，對於知識管理僅建構出所需的核⼼內容與資料架構，但公路養護屬於龐大的人力、機具、經費的整合調度，其程序十分複雜，未來可再詳細分析探討。
2. 知識管理主要係探討龐大資料內的知識挖掘與分析的技術，但因本研究所需的資料在目前政府機關的資料庫系統中並不齊全，故有賴後續資料收集以驗證知識系統的可行性。



## 參考文獻

1. 陳芳智，交通部公路總局辦理路平專案成果提昇策略之研究，in 土木工程學系。民 97，國立中央大學。
2. 交通部臺灣區高速公路局，臺灣區高速公路路面養護管理系統。民 72：台北。
3. 交通部臺灣區高速公路局，中山高速公路路面養護管理系統電腦實務應用。民 85。
4. 交通部臺灣區高速公路局，國道三號道路相關工程生命週期及維護管理制度提昇之研究計畫。民 94。
5. 交通部運輸研究所，臺灣地區一般公路鋪面養護管理系統建立之研究。民 82。
6. 交通部公路總局，路面管理決策支援系統之研究。民 86。
7. 交通部公路總局，北區省道公路公共工程(含隧道、橋梁)維護管理制度之研究。民 94。
8. 桃園縣政府交通局，桃園縣路面管理系統之研究。民 93。
9. 桃園縣政府交通局，桃園縣政府道路基本資料調查。民 94。
10. 桃園縣政府交通局，桃園縣政府鄉道調查第二期。民 95。
11. 交通部運輸研究所，臺灣地區一般公路鋪面養護管理系統建立之研究。民 81。
12. 台北市政府工務局，臺灣地區一般公路鋪面養護管理系統建立之研究。民 81。
13. 內政部營建署，市區道路維護技術規範手冊研究計畫。民 90。
14. 內政部營建署，市區道路管理維護系統之推廣維護。民 91。
15. 內政部營建署，市區道路管理維護與技術規範手冊研究—鋪面平坦度檢測與調查(第二期)。民 92。
16. 內政部營建署，道路平坦度驗收規範之研擬。民 93。
17. 交通部運輸研究所，公路基本資料管理整合規劃。民 90。
18. 交通部運輸研究所，公路基本資料庫建構計畫及公路基本資料調查技術與設備改良計畫。民 92。
19. 交通部運輸研究所，公路基本資料庫構建計畫(二)。民 92。
20. 交通部運輸研究所，公路基本資料庫高屏地區構建計畫。民 93。
21. 交通部運輸研究所，公路基本資料庫嘉南地區構建計畫。民 93。
22. 交通部運輸研究所，國內外鋪面管理系統評估比較之研究。民 92。
23. 交通部運輸研究所，公路績效監測技術研發--交通設施營運維護管理系統之整合與應用。民 94。
24. 交通部運輸研究所，公路績效監測技術研發--公路養護管理績

- 效監測系統整合計畫. 民 94.
25. 交通部運輸研究所, 公路績效監測技術研發--公路鋪面管理系統整合與建置計畫. 民 94.
  26. 交通部運輸研究所, 公路績效監測技術研發--交通設施生命週期評估技術整合與應用. 民 94.
  27. 交通部運輸研究所, 臺灣區救災公路系統建立之研究. 民 94.
  28. 交通部運輸研究所, 交通設施營運維護管理系統整合計畫. 民 95.
  29. 交通部運輸研究所, 交通設施營運維護管理系統整合計畫(三). 民 96.
  30. 交通部運輸研究所, 交通設施營運維護管理系統網路化. 民 97.
  31. 邊玉成, 高等級公路養護管理發展對策研究. 科技訊息, 2007. 6: p. 220-220.
  32. Engineers, U.A.C.o., *MicroPAVER™ 6.0 User Manual*. 2007.
  33. WorldBank, *Overview of HDM-4*, in *The Highway Development and Management Series*. 2000.
  34. ASTM, *E1889 -97 Standard Guide for Pavement Management Implementation*. 2002.
  35. AASHTO, *Guidelines for Pavement Management System*. 1990.
  36. Haas, R., and Hudson, W. R., *Pavement Management System*, 1997.
  37. 王立志, 系統化運籌與供應鍊管理. 民 88: 滄海書局.
  38. 張光旭, 應用 IDEF0 方法分析產品研發流程之研究. 臺北科技大學學報, 民 90. 34(2): p. 171-188.
  39. 交通部運輸研究所, 公路設施養護管理法規與作業程序更新之研究(二). 民 97.
  40. Geoffroy, D.N., *Cost-Effective Preventive Pavement Maintenance*, in *NCHRP Synthesis 1996*.
  41. 蔣子平, 臺灣區國道鋪面績效指標及平坦度預測模式之研究, in 土木工程學系. 2005, 國立中央大學.
  42. 宋侑玲, 重載交通荷重對路面損壞分析模式之建立 in 土木工程學系. 民 91, 國立中央大學.
  43. 鄧聚龍、郭洪, 灰預測原理與應用. 民 85: 全華圖書.
  44. Abbas A. Butt, M.Y.S., Kieran J. Feighan, Samuel H. Capreuter, *Pavement Performance Prediction Model Using the Markov Process*. Transportation Research Recoed, 1995. 1123: p. 12-19.
  45. Yongqi Li, A.C., Sameh Zaghloul, Khaled Helali, Wael Bekheet, *Enhancement of Arizona Pavement Management System for construction and Maintenance Activities*. Transportation Research Recoed, 2006. 1974: p. 26-36.

46. Jidong Yand, J.J.L., Manjriker Gunaratne, Bruce Dietrich, *Modeling Crack Deterioration of Flexible Pavements*. Transportation Research Recoed, 2006. **1974**: p. 18-25.



## 附錄 A 養護標準作業程序之建立

### 1. 鋪面現況

公路對於人們在人流、車流及物流上所提供的便捷性具有不可或缺的功效，行的安全、舒適與便捷，實有賴於道路狀況能維持適當以上的服務能力。用路人主要是從鋪面狀況來感受道路的良好，而鋪面會隨著時間、環境及交通量的作用而逐漸老化、劣化，如何及時了解鋪面狀況以便進行相關養護措施，便成為政府部門重要的課題之一。

針對鋪面現況，本小節區分為公路巡查、路面調查及民眾陳情 3 項作業程序，前兩項主要是經由政府機關做定期的巡查及調查來檢驗鋪面的品質，並作適當維修，民眾陳情則是經由用路人直接報知鋪面狀況，再通知相關單位進行維修，其內容分述如下：

#### (1) 公路巡查

##### a. 目的

為確保各級公路各項設施之完善、行車駕駛舒暢安全及維持路容整潔美觀，各級公路之養護單位必須確實執行巡查工作，隨時瞭解公路狀況，並填具巡查報告表陳報。如有重大特殊情況，則應以專案或緊急案件處理，以確保行車安全。

##### b. 名詞釋義

巡查：公路養護單位就轄區內公路作全面性之巡視與檢查。  
養路巡查：為瞭解所管公路平時路況，或為預防、或為查知公路受損情形所採之必要措施。關於養路巡查之方式，依公路養護手冊分為經常巡查、定巡查及特別巡查 3 種。

##### c. 作業說明

- (a) 公路巡查作業程序圖，如圖 A-1 所示。
- (b) 填公出請示單：每一位工程人員在進行巡查前，均須填妥公出請示單，做為巡查的開始。
- (c) 實地巡查：在巡查進行中，須對所發現之鋪面狀況做紀錄，包括破壞地點、破壞類型等，並拍照存證，以便通知承包商進行維修。
- (d) 填巡查報告單：巡查結束後，須將巡查之資料歸檔以便紀錄，並轉交上級陳核。近年由於 PDA 研發成功，對巡查之紀錄及管理都方便很多，亦節省許多工程人員填單的時間。
- (e) 進行維修：上級主管批示後，如需進行維修，便指定承辦人負責此項維修作業，承辦人須立即通知承包商進行維修，並於修復後附上維修前後之照片以示證明。
- (f) 存查歸檔：維修完成後，或經上級主官批示不需維修，應將巡查資料及維修紀錄歸檔，以利日後查驗。

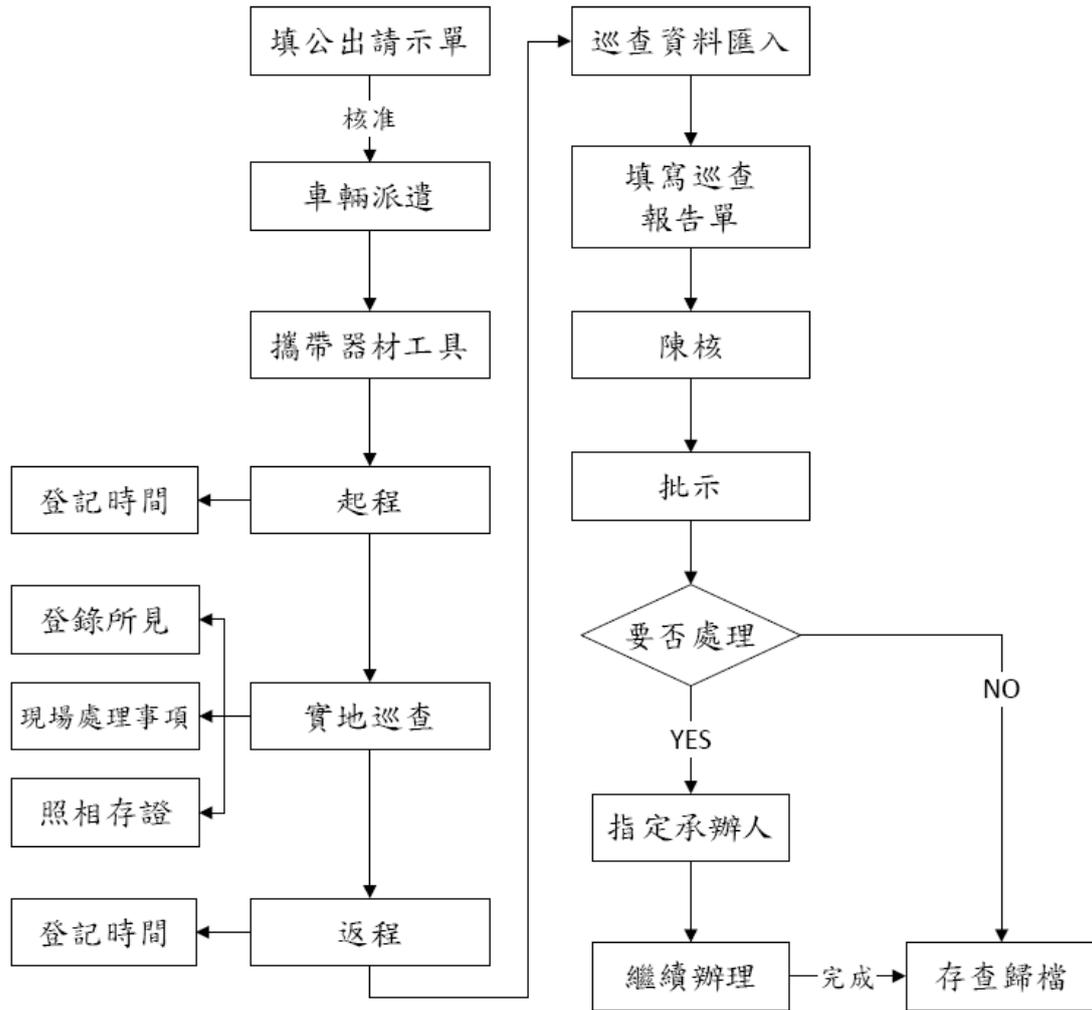


圖 A-1 公路巡查作業程序圖

## (2) 路面調查

### a. 目的

鋪面為公路提供車輛的行駛面，調查的目的在於鋪面有損壞跡象時，能及時調查得知損壞資料，研擬適宜的維修措施，以保障用路人之權益。

### b. 名詞釋義

(a) 調查：為瞭解路面實際狀況所做的考察。

(b) 公路鋪面功能：依公路養護手冊第 4.2.1 節，公路鋪面基本功能如下：

- ◆鋪面結構承載車輛輪胎作用、抵抗鋪面的損壞。
- ◆鋪面頂提供使用者可接受的行車舒適及品質。
- ◆鋪面頂提供承受車輛輪胎的磨耗為最小。
- ◆鋪面頂設置良好的表面水排除措施。

(c) 鋪面種類：依鋪面材料、鋪面使用區位及路基構造等有不同分類：

- ◆使用材料：柔性鋪面、剛性鋪面、碎石或土壤粒料鋪面。
- ◆鋪面使用區位：車道、路肩、人行道。
- ◆路基構造：橋版鋪面、隧道鋪面、路堤路塹等。

#### c. 作業說明

(a) 路面調查作業程序圖，如圖 A-2 所示。

(b) 安排路面調查時程：此階段之作業內容包括判斷各工務段是否有自行調查之能力，若沒有則可委託於專業檢測公司代為調查，調查之項目大致相同，不同之處在於：

若為工程人員自行調查，則多為目視方式加以判斷，此動作工程人員需受過專業訓練或對路面調查已有相當之專業才可進行，否則路面損壞情形易因不同工程人員調查而產生不同損壞程度之紀錄。

若委託專業檢測公司代為檢測，因負責之人員均受到專業訓練，且所使用之方式多為儀器之使用，因此較不容易發生上述之情況，數據較為客觀，也可減輕工程人員之負擔。

目前各工務段多無自行調查之能力，因人員變動大，且平日工作繁忙，較無時間接受專業訓練，因此多為委託檢測公司代為調查。

- (c) 行前準備工作：對即將進行調查路段的地圖、編號及車道數與寬度等資料進行彙整作業，並備妥足夠之調查表格。將調查器材及記錄設備於行前先作好檢核動作。
- (d) 安全維護工作：鋪面狀況的監視及檢測作業為不影響行車，除非有安全顧慮時才會封閉交通，因此調查作業大多係在正常車輛通行狀況下進行，為順利推動工作及確保調查人員安全，在調查作業期間應注意事項如下：
- ◆ 調查人員於現場進行鋪面損壞調查時，應穿戴反光背心與安全帽，並注意自身安全。
  - ◆ 鋪面損壞若採人工調查時，調查人員乃以行走方式或乘車調查，必須配合公路例行運作及管制，避免發生人員及車輛危險；原則以兩個調查員為一組，除可降低個人主觀及經驗等限制外，亦可於調查時相互照應，降低交通意外機率。
  - ◆ 鋪面損壞若採自動化方式調查，則可依車行速度進行檢測作業，惟為確保調查人員及車輛安全，作業期間仍宜作必要之交通維持。
- (e) 調查紀錄：依調查計畫進行鋪面損壞調查與記錄工作，包括判斷破壞、丈量範圍及拍照存證等。
- (f) 資料匯入歸檔：調查結束後，須將調查之資料紀錄歸檔。

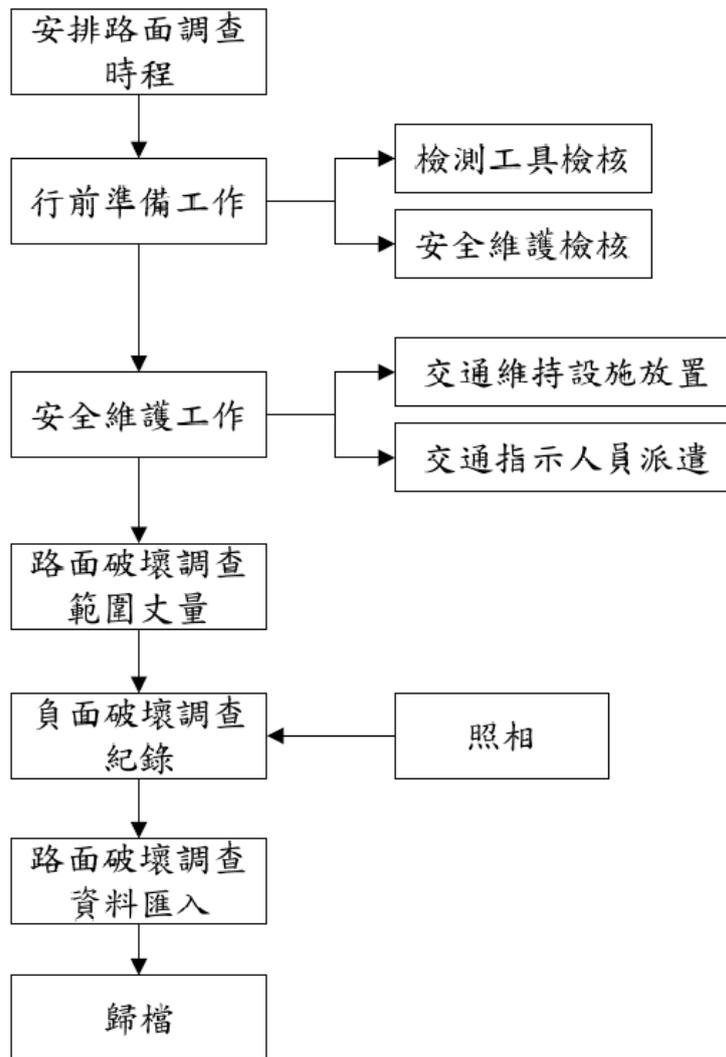


圖 A-2 路面調查作業程序圖

### (3) 民眾陳情

#### a. 目的

為有效處理民眾陳情案件，解決民眾對擬定之政策、行政措施、法令規章、養護狀況所提出之問題，健全民意溝通協調管道，加強為民服務工作之推行。

#### b. 名詞釋義

人民陳情：人民向政府機關對於政務興革之建議、法令之查詢、行政違失之舉發或自身權益之維護等，得向政府機

關陳情。

c. 作業說明

(a) 民眾陳情作業程序圖，如圖 A-3 所示。

(b) 案件受理：

- ◆ 書面陳情：陳情人將陳情事由以受理民眾陳情案件記錄表陳情。
- ◆ 電話陳情：接聽陳情人口述同時將陳情資料登記於受理民眾陳情案件記錄表。
- ◆ 語音留言：將電話語音重新繕打於受理民眾陳情案件記錄表。
- ◆ 電子郵件：局長信箱陳情案件及院首長電子信箱移辦之陳情案件，指定專人，每日至少下載 3 次郵件分辦，並負責篩檢及建檔。
- ◆ 親自陳情：陳情人親自到機關陳情時，接見人應即指定紀錄人填寫民眾陳情案件紀錄表。

(c) 案件處理：

- ◆ 本機關權責案件：由業務主管單位擬具回復意見，必要時得以傳真單傳送所屬單位研提意見或說明參辦情形。
- ◆ 權責案件：為爭時效由業務主管單位以傳真單傳送所屬權責單位依收文程序處理，原件檢附傳真回傳單加會研管單位後存檔。
- ◆ 移送其他機關：非屬本機關主管業務者，由業務主管單位回復陳情人告知將移送其他權責機關處理，並副知其他權責機關或相關單位及本機關管考單位解除列管。
- ◆ 協調有關單位處理：陳情案件(含上級或其他機關移辦

案件)如屬本局權責但涉及其他專業機關(構)時,應請其他專業機關(構)提供意見後,由本局回復為宜,不宜逕轉由專業機關(構)處理回復。

◆ 陳閱後存查:陳情案件有下列情形之一者,得陳閱後予以存查,不予處理,但仍應予以登記,以利查考:

-無具體內容、未具姓名或住址者。

-同一事由,經予適當處理,並已明確答復後,而仍一再陳情者。

-經查證所留姓名、住址、聯絡電話或電子郵件位址屬偽冒、匿名虛報或不實者。

-非陳情事項之主管機關,接獲陳情人以同一事由已分向各主管機關陳情者。

(d) 案件列管:除移送其他機關與陳閱後存查案件外,研考單位均需列管至案件處理結束。

(e) 調查訪談:視案情需要訪談相關人員或派員實地調查處理。

(f) 分級呈核:彙整分析陳情之文件或紀錄等相資料後,依規定逐級陳核定案。

(g) 回覆:由主辦單位收受陳情案件後,應儘速回復陳情人並副知相關單位(含移辦機關)、本局(註明局表號且不得逕副知本局業務主管單位俾利存檔備查)。若屬於電子郵件陳情案件,於回復陳情人時,須以制式電子郵件回覆函稿擬稿回復。

(h) 處理情形調查:另於回覆民眾陳情案件時,應附「人民陳情案件處理情形調查表」及回郵,請陳情人填寫寄還,或

公告於網頁上供陳情人填復，藉以分析其滿意度，俾業務改進參考(以電子郵件答復者則附電子檔)。

(i) 解除列管：當業務主管單位於接獲回復函副本，應加會研考單位後存查，以解除列管。

(j) 處理期限展延：其展延相關規定由各機關自行訂定管制，惟以不超過 30 日為限。

◆ 因案情複雜無法依期限辦結時，經簽由本機關業務單位主管同意後，可延長至 20 日內辦結，惟如屬院首長信箱陳情案件，本局業務主管單位須於期限內，先回復陳情人延長理由並副知相關單位(含移辦機關)及本機關管考單位。

◆ 傳送局屬機關處理案件，則可逕延長至 30 日內辦結。案情特殊案件，如仍無法於展延期限內辦結時，須簽請局長核准延長。

(k) 案件分析：所屬單位應將每月處理陳情案件數量、涉及問題性質、類別及處理結果等，加以檢討分析，提出改進建議，並於次月十五日前將分析報告送管考單位彙整辦理。

#### d. 期限控制

院長信箱電子郵件處理期限為 3 日，首長信箱電子郵件、本機關首長信箱電子郵件及一般陳情案件處理期限為 7 日(均不含假日)。

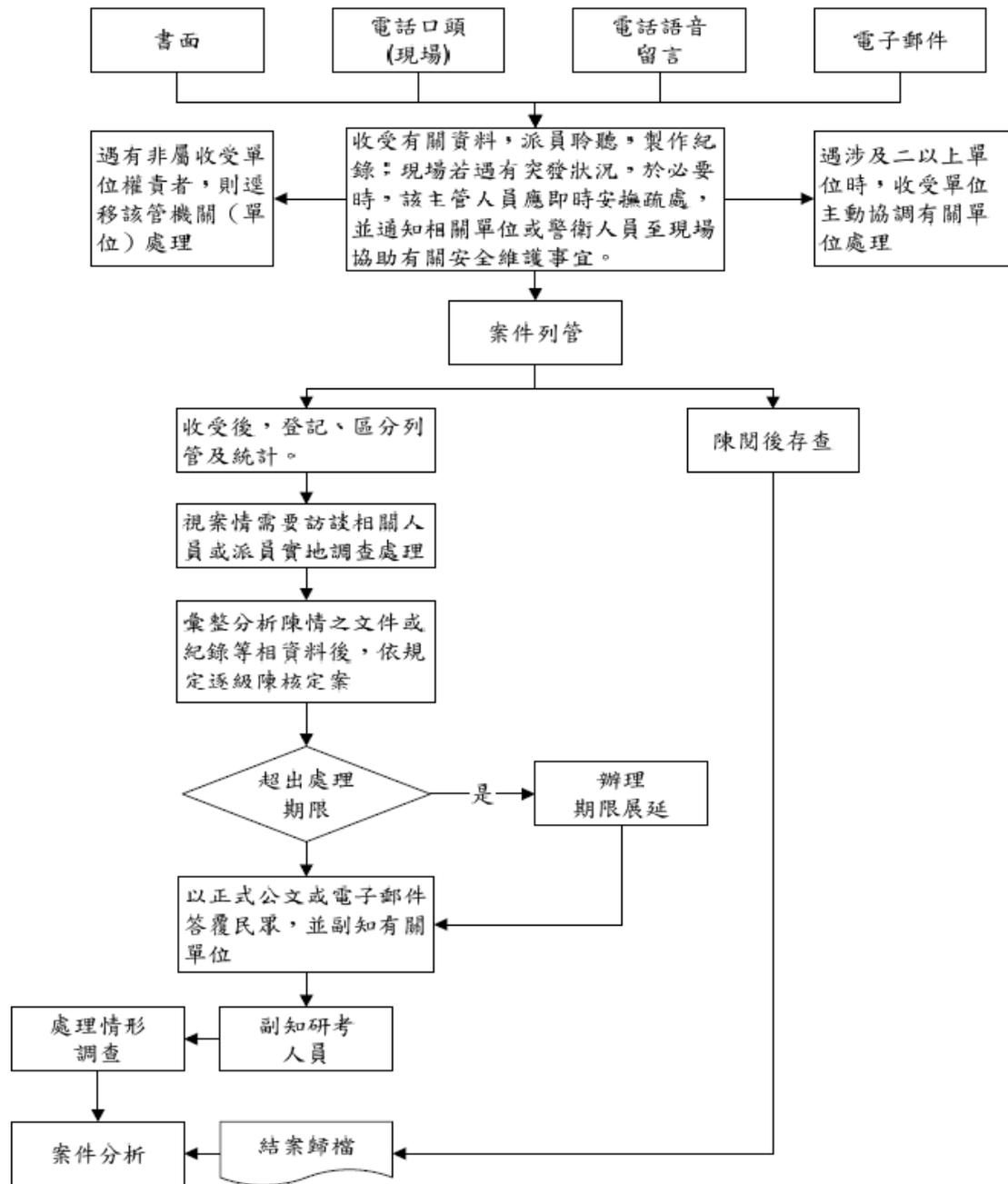


圖 A-3 民眾陳情作業程序圖

## 2. 養護決策

在完成鋪面現況調查後，對於調查結果將由養護工程司依據鋪面現況所得到之資料，以及工程經驗做進一步之整體性分析判斷。對調查紀錄表所描述之破壞形勢及損壞程度，判斷是否需要養護，

或須施以何種養護措施進行養護。

在養護方法中，依鋪面類型可大致分為柔性鋪面及剛性鋪面，由於本研究是以公路總局為調查實施對象，因此在此僅列出柔性鋪面的養護決策作業，對於剛性鋪面，本研究暫不討論。

### (1) 目的

養護的目的在於維持公路系統之服務品質，鋪面結構之完整性及行車安全。同時在鋪面有損壞跡象時，能及時調查得知損壞資料，研擬適宜的維修措施，以保障用路人之權益。

### (2) 名詞釋義

養護方法：柔性鋪面之養護一般可區分為緊急養護、一般養護及大型養護 3 種。

### (3) 作業說明

- a. 養護決策作業程序圖，如圖 A-4 所示。
- b. 蒐集鋪面狀況資料：根據鋪面狀況的 3 種作業方法可得知鋪面破壞類型及損壞程度，便可依不同破壞程度給予適當之養護。因此，此部分資料之完整性，須仰賴工程司所撰寫之路面調查紀錄表。
- c. 維修處理：目前公路總局各工務段之作法為，先依鋪面平坦度進行判別是否需要顯刨加鋪，對於鋪面平坦度之門檻值，由各工務段自行判別，在此並無強制規定。若破壞情形不嚴重，則依各別破壞情形通知開口合約廠商進行維修。維修時限大多在一天之內，承包廠商即須回報修復結果，並檢附維修前後之照片。
- d. 養護費用計算：若選擇顯刨加鋪，或決定本年度不做維修，要移往次年度再行維修時，則養護人員需依照路程長短編列養護

費用，以便撰寫年度工程計畫書。

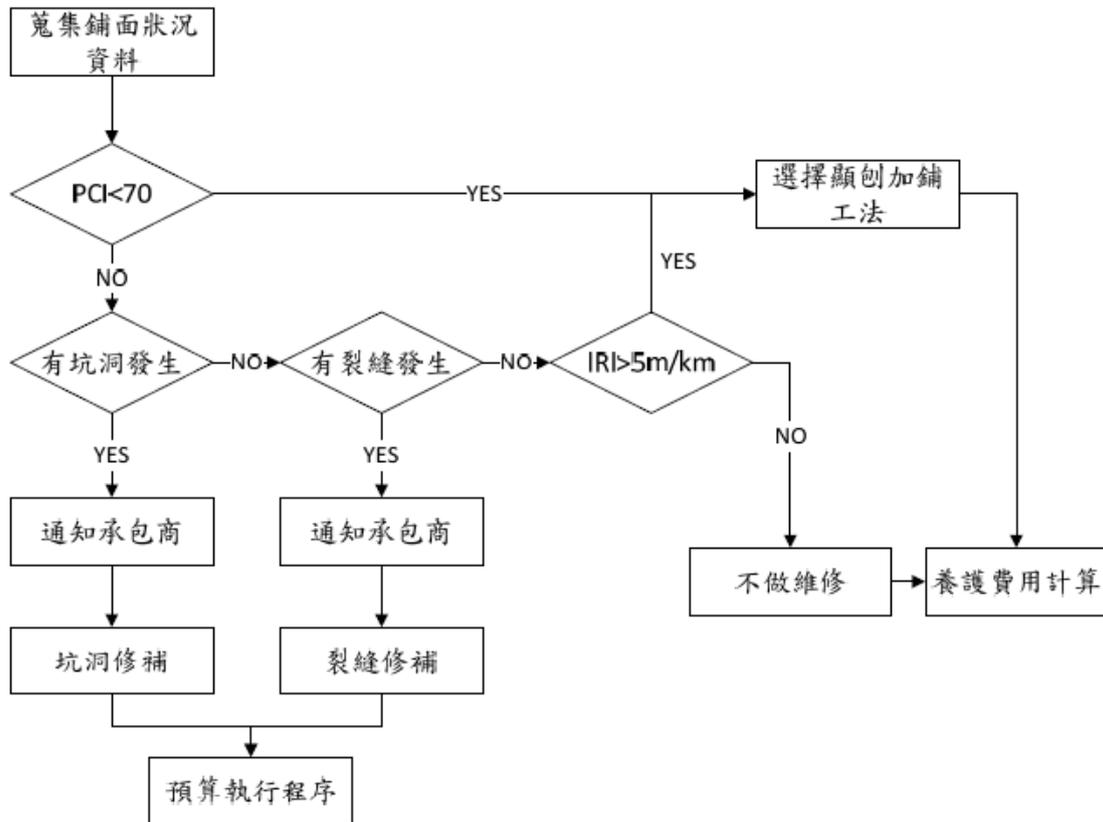


圖 A-4 養護決策作業程序圖

### 3. 預算編列

依據養護決策決定養護方法後，若鋪面損壞情形過於嚴重，則需進行大型養護方法，此時便需要編列養護預算。針對預算編列，本小節分為養護計畫編擬、預算編列及標案製作 3 項作業程序依序進行，其內容分述如下：

#### (4) 養護計畫編擬

##### a. 目的

係養護單位(工程處、工務段)就其未來一年，為維護其所管公路所必須擬定之計畫，計畫周詳與否，直接影響次年度的養護績效。為使養護計畫能發揮最大之功效，應力求計

畫內容之詳實且顧及執行計畫之優先順序。

b. 作業說明

- (a) 養護計畫編擬之作業程序圖，如圖 A-5 所示。
- (b) 工務段提出次年養護計畫：為其工務段擬定之養護計畫，能涵蓋完整與切合實際，須掌握下述資料：
  - ◆ 公路基本資料應登記完整，以便提出養護計畫時，能有正確的標準與數據。
  - ◆ 於經常、定期巡查時發現之問題，無理及發生影響之虞者，可留待年度養護計畫辦理部分，均應納入計畫。
- (c) 編制區工程處養護計畫：區工程處根據各工務段所提出之養護計畫內容、項目及經費，經審核後轉換為年度預算之編製。

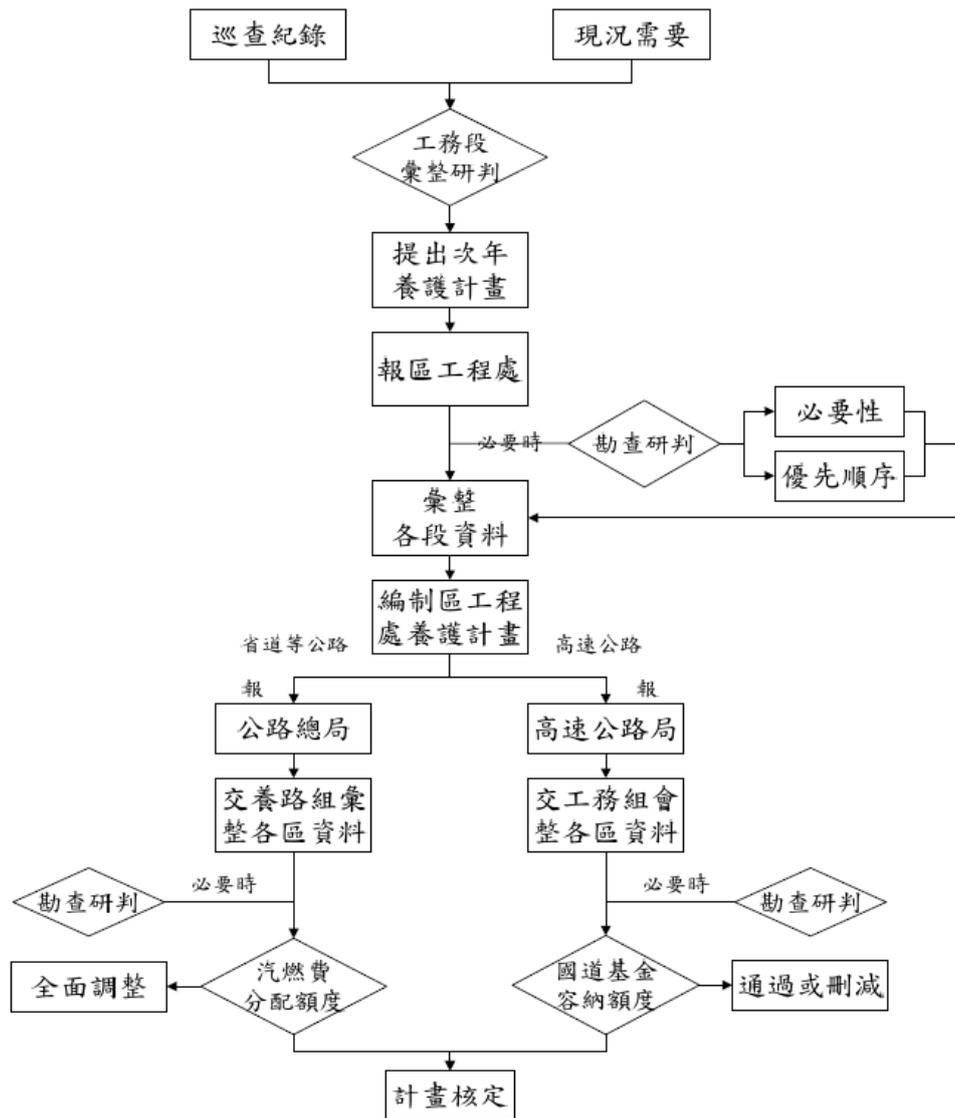


圖 A-5 養護計畫編擬作業程序圖

## (5) 預算編列

### a. 目的

旨在規範各工程計畫工程施工預算，發包工作費在查核金額以上編製情形與審查作業之標準程序。

### b. 名詞釋義

- (a) 工程施工預算：凡以工程計畫設計成果，配合發包策略編列之預算均屬之。

(b) 工程預算書：指工程顧問公司或工程處所提送之工程施工預算書草案，並依本局各相關業務單位審查意見修訂後，由經辦工程處彙編之預算書。其內容包括工程主體部分之工程費及附屬部分之工程費與其他費用。

(c) 權責劃分規定：係指依據院頒行政機關分層負責實施要領之規定，就實際業務需要及主管法規，釐定授權事項及其範圍，報奉上級主管核定後實施。

c. 作業說明

(a) 預算編列之作業程序圖，如圖 A-6 及圖 A-7 所示。

(b) 主管審核：查核金額(5000 萬)以上工程，工程顧問公司或工程處依設計成果，編擬工程施工預算書草案，應事先將工程施工預算書之編製原則提送本局審核，經工程處會同相關業務單位審核後，再據以編擬工程施工預算書。查核金額以下工程由工程處自行核處。

(c) 編擬工程施工預算書草案：應參照行政院公共工程會所頒布之施工綱要規範與細目編碼原則及工料價格資料庫資料來編列；1 千萬元以上工程，預算書編列方式應使用行政院公共工程委員會之「公共工程經費電腦估價系統(簡稱 PCCES)」辦理。

(d) 工程施工預算書應於陳核後，2 份送還經辦工程處，2 份由主管組保存，1 份送局檔保存。招標文件 1 份發還工程處以辦理招標作業。

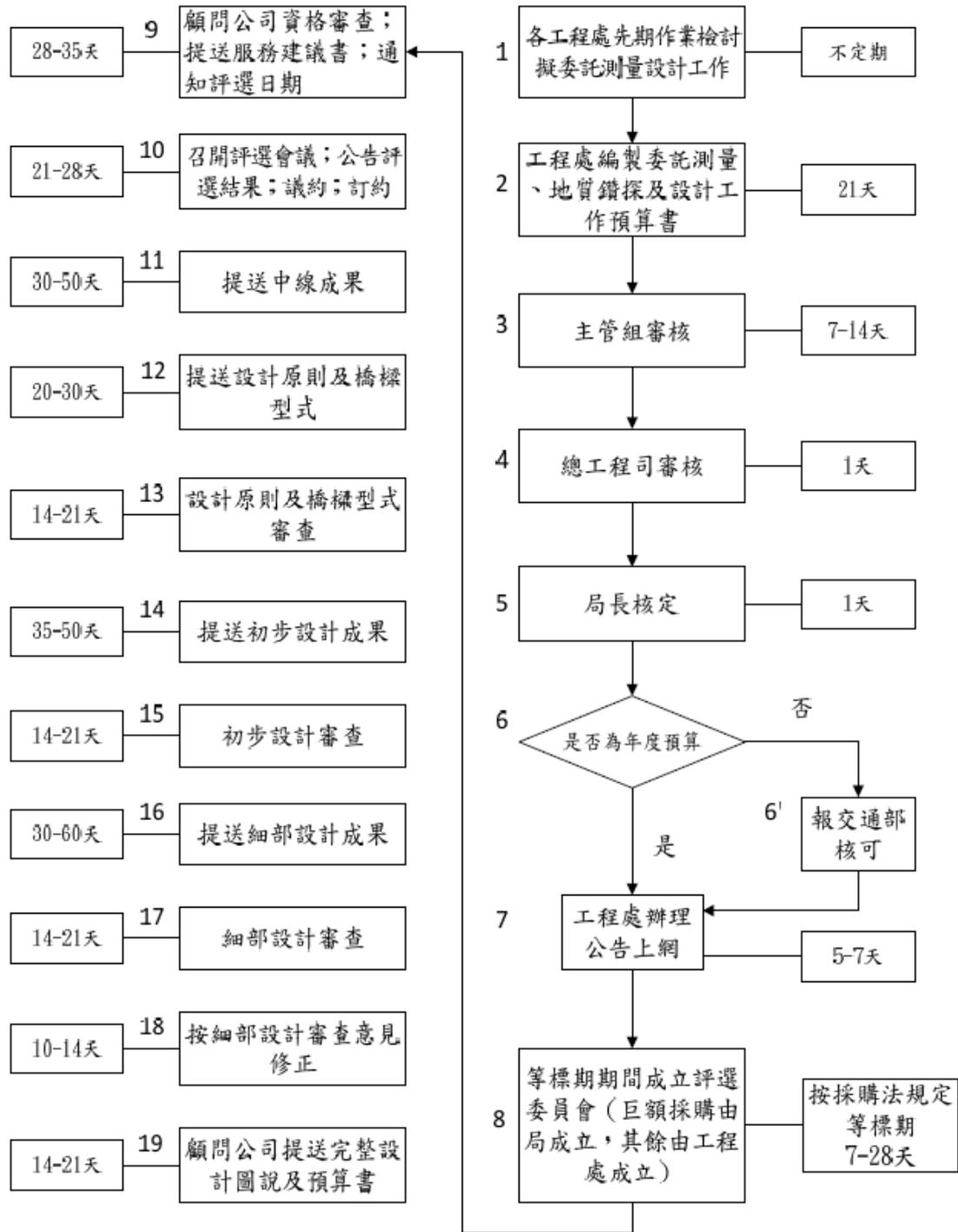


圖 A-6 工程施工預算編列(委託技術顧問服務案)

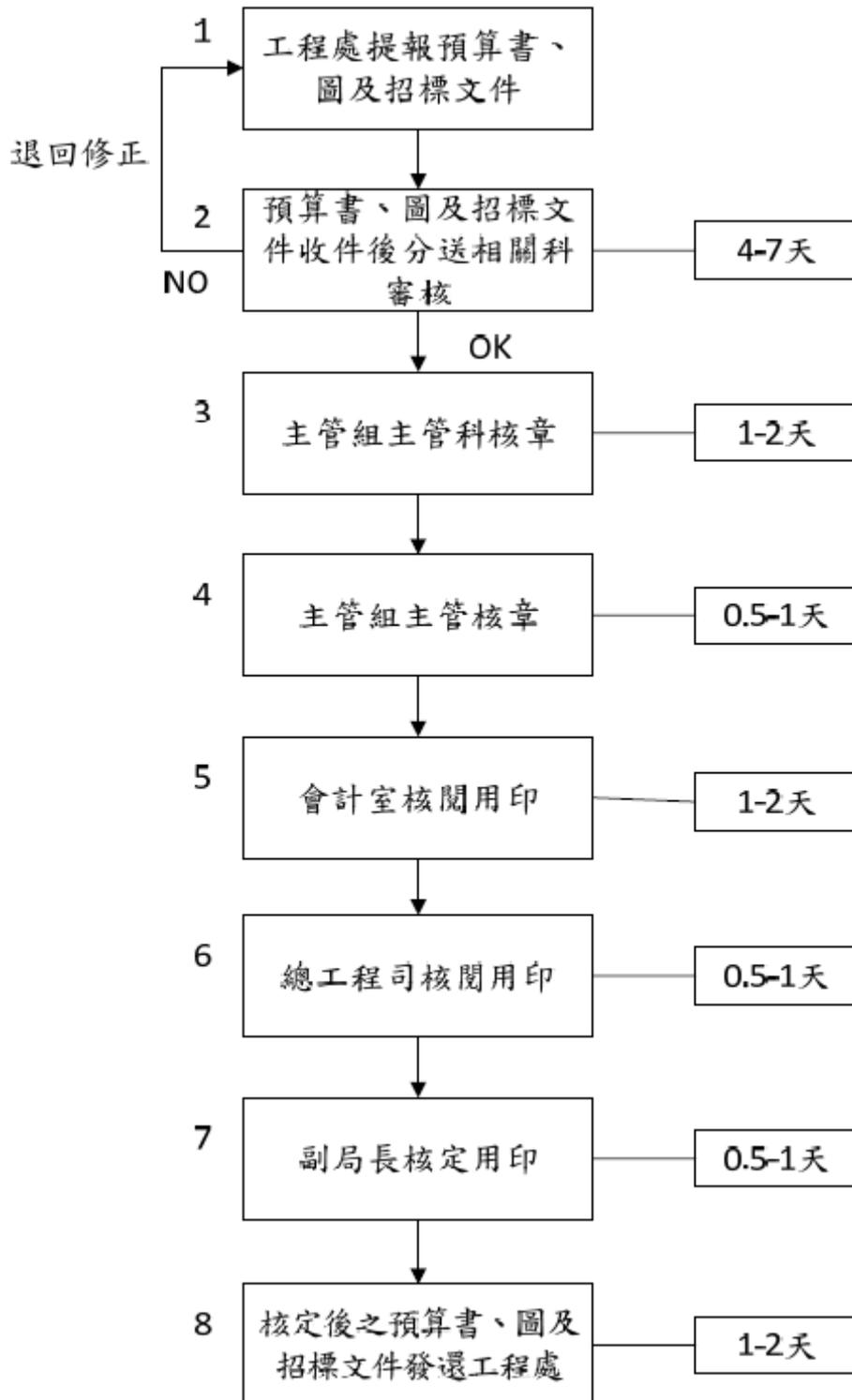


圖 A-7 工程施工預算編列(工程施工案)

## (6) 標案製作

### a. 目的

養護業務包括一般養護工程、交通工程、路面工程…等，限於養護單位人力不足，養護作業須辦理採購委託廠商執行。由於採購案件眾多，如何經由標案製作將養護案件說明清楚時攸關養護業務之績效。

### b. 名詞釋義

#### (a) 巨額採購：

- ◆ 工程採購，為新台幣 2 億元。
- ◆ 財務採購，為新台幣 1 億元。
- ◆ 勞務採購，為新台幣 2 千萬元。

(b) 查核金額：工程及財務採購為新台幣 5 千萬元，勞務採購為新台幣 1 千萬元。

(c) 公告金額：工程、財務及勞務採購為新台幣 1 百萬元。

(d) 中央機關小額採購：為新台幣 10 萬元以下之採購。

### c. 作業說明

(a) 標案製作業程序圖，如圖 A-8 所示。

#### (b) 招標公告：

- ◆ 各招標單位承辦案件奉核後進入政府電子採購網 (<http://web.pcc.gov.tw>) 政府採購資訊公告系統填寫公告內容上傳公告，並將招標文件備妥後上傳。
- ◆ 各招標單位承辦案件奉核後填寫標案採購申請單，並附招標文件(含電子檔案)，工程類採購金額達 1000 萬元以上者，標單應加附資源統計表，並提供 PCCES 及 EXCEL 2 種格式標單，登入公共工程委員會政府採購

資訊公告系統政府採購公告及招標文件上傳。

(c) 無法決標或流標、廢標情形：

- ◆ 公告金額以上之採購案件如有無法決標之情形，應將無法決標理由，自無法決標日起 30 日內公告於政府採購領投標系統網(<http://www.geps.gov.tw>)。
- ◆ 公告招標案件如有廢標或流標，應登入行政院公共工程委員會政府採購資訊公告系統刊登無法決標公告，傳送期限為廢標或流標後、再次招標前；至遲不超過廢標或流標後 2 星期。招標文件未變更，再次招標時應重行登入行政院公共工程委員會政府採購資訊公告系統，新增刊登第 2 次(或以上)招標公告及招標文件上傳。招標文件有變更時，應重新辦理第一次招標。

(d) 決標處理：

- ◆ 決標後應將投標情形(採限制性招標者比照)、決標方式、決標日期、決標金額及投標廠商等資料自決標日起 30 日內公告於政府採購領投標系統網(<http://www.geps.gov.tw>)。
- ◆ 開標與上傳資料處理單位不同者，決標後開標單位應將開標情形(採限制性招標者比照)填寫標案資料、決標公告資料、廠商投標資料、廠商基本資料等送與資料處理單位。決標資料應於決標日起 30 日內登入行政院公共工程委員會政府採購資訊公告系統刊登決標公告。
- ◆ 採購金額逾 10 萬元之決標資料，應於決標當月之次月底以前填製決標當月之月報表，送主(會)計核章後，陳報機關首長或其授權人員核定後，置於專卷保存。

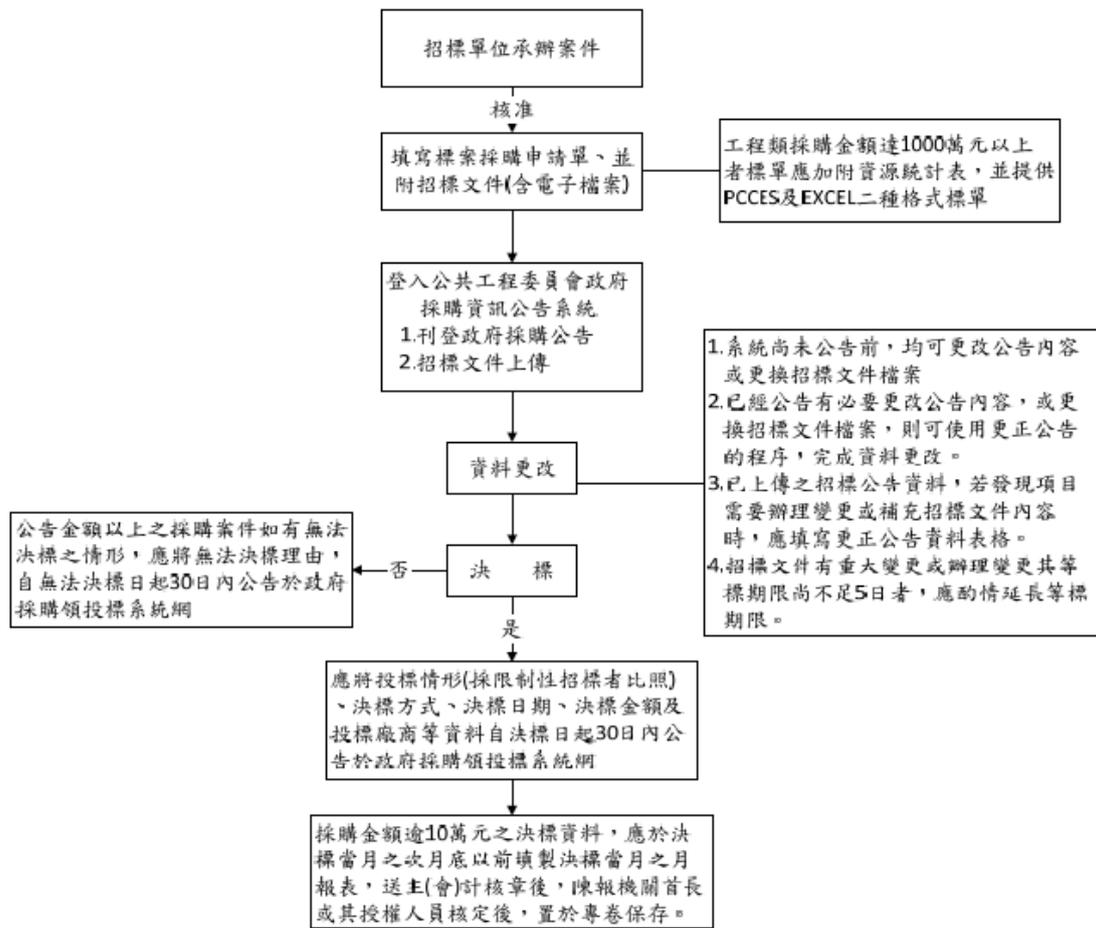


圖 A-8 標案製作作業程序圖

#### 4. 發包施工

經過預算編列階段，最後則是到達發包施工階段。廠商在經過投標、審查，最後得標後，則須訂約並開始施工。因此，本小節共有 3 項作業程序，依序是發包訂約、開口合約及預算執行，其內容如下：

##### (1) 發包訂約

###### a. 目的

規範本局工程採購之標準作業程序。

###### b. 名詞釋義

- (a) 公開招標：以公告方式邀請不特定廠商投標。
  - (b) 選擇性招標：以公告方式預先依一定資格條件辦理廠商資格審查後，再行邀請符合資格之廠商投標。
  - (c) 限制性招標：以不經公告程序，邀請 2 家以上廠商比價或僅邀請一家廠商議價。
- c. 作業說明
- (a) 發包訂約作業程序圖，如圖 A-9 所示。
  - (b) 招標公告刊登上報/上網：工程預算書、圖說及招標文件一經核定，工程處承辦單位備妥招標公告，簽報核准後，將招標公告上網公告。
  - (c) 開標：廠商之投標書經審核無誤後，當場啟標，逐一公布廠商之報價金額，並填寫開標/比價/議價/決標/流標/廢標紀錄表。如最低標價廠商報價偏低或超出底價，應依採購法第 58 條或採購法第 53 條及第 60 條規定辦理。開標時各單位所提澄清及注意事項亦應列入紀錄。
  - (d) 決標：決標之工程，應將「決標通知」陳核後，函發各投標廠商。得標廠商應於收悉「決標通知」之日起在規定期限內提出履約保證金及投標須知所規定之應提送文件至開標單位辦理簽約手續。
  - (e) 決標保留或廢標處理：有關決標保留或廢標之裁定按採購法及投標須知之規定辦理，由主辦工程處在開標後一定期限內依程序報核作成決標或廢標之裁定。

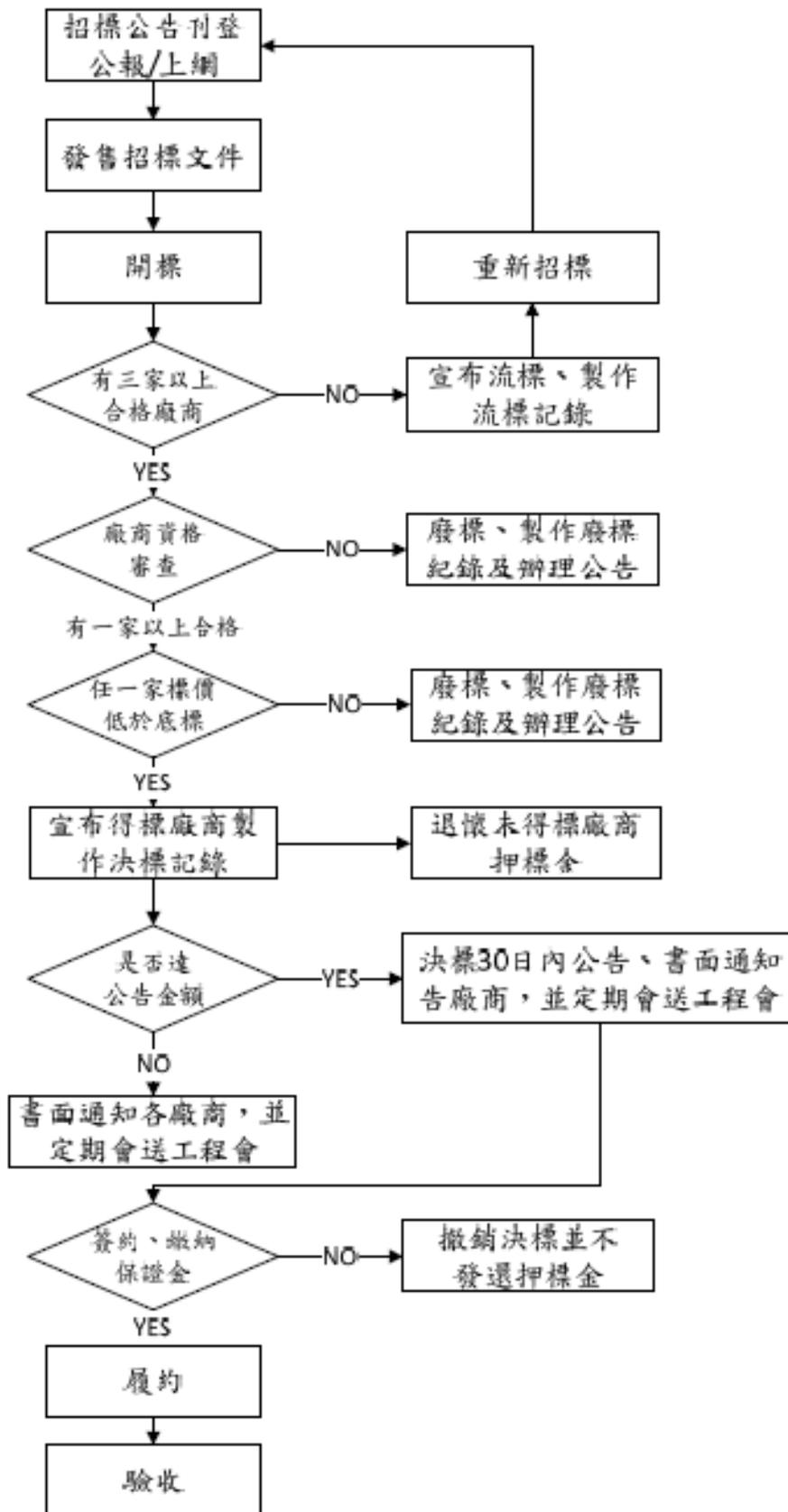


圖 A-9 發包訂約作業程序圖

## (2) 開口合約

### (a) 目的

由於養護作業屬經常性、遇天災須立即搶通者，因此辦理開口合約可以減輕工程人員業務負荷，提高搶修效率，契約工期通常開始於年初，結束於年末。本作業程序旨在規範開口合約之標準作業程序。

### (b) 名詞釋義

- ◆ 開口合約：不具硬性規定之採購合約，雙方得在各蒙商業利益的前提下決定交易時間與數量。
- ◆ 公開招標：以公告方式邀請不特定廠商投標。
- ◆ 決標通知：辦理公告金額以上採購之招標，除有特殊情形外，應於決標後 30 日內，將決標結果之公告刊登於政府採購公告，並以書面通知各招標廠商。無法決標者，亦同。

### (c) 作業說明

- ◆ 開口合約作業程序圖，如圖 A-10 所示。
- ◆ 上網公告：各工務段工程司依照需養護之路程長短編列預算，並送交工程處審核。工程預算書、圖說及招標文件一經核定，工程處承辦單位備妥招標公告，簽報核准後，將招標公告上網公告。
- ◆ 開標：廠商之投標書經審核無誤後，當場啟標，逐一公布廠商之報價金額，並填寫開標/比價/議價/決標/流標/廢標紀錄表。如最低標價廠商報價偏低或超出底價，應依採購法第 58 條或採購法第 53 條及第 60 條規定辦理。開標時各單位所提澄清及注意事項亦應列入紀錄。

- ◆ 決標：決標之工程，應將「決標通知」陳核後，函發各投標廠商。得標廠商應於收悉「決標通知」之日起在規定期限內提出履約保證金及投標須知所規定之應提送文件至開標單位辦理簽約手續。
- ◆ 決標保留或廢標處理：有關決標保留或廢標之裁定按採購
- ◆ 法及投標須知之規定辦理，由主辦工程處在開標後一定期
- ◆ 限內依程序報核作成決標或廢標之裁定。

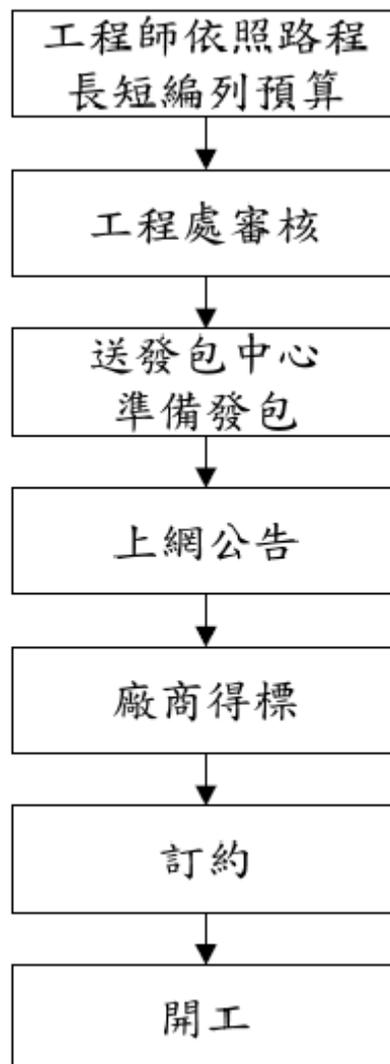


圖 A-10 開口合約作業程序圖

### (3) 預算執行

#### a. 目的

旨在規範工程計劃於完工階段，有關計畫成本控制之各項作業程序間關係及其控制方法。

#### b. 名詞釋義

計畫成本：

(a) 得標總工程費。

(b) 施工階段所有變更設計增減費用之總合。

(c) 在施工階段尚未確定工程費或有爭議工程項目工程費。

#### c. 作業說明

(a) 預算執行作業程序圖，如圖 A-11 所示。

(b) 於完工階段須填具結算表附於完工報告中，須填具整個計畫之施工工程費及表列所有變更設計案。並須於驗收完成後填具決算表陳報解決並確認任何尚未確認或有爭議之工程項目工程費。

(c) 預算執行時，應依行政院頒之「公共工程施工品質管理制度」與公共工程委員會訂定之「公共工程施工品質管理作業要點」建立 3 級品質管理制度，據以辦理施工品質管理；其中公告金額以上工程，應督促監造單位提出「監造計畫」、廠商提出「品質計畫」。另勞工安全衛生、環境保護、及交通維持等，亦應依相關法令規定辦理。

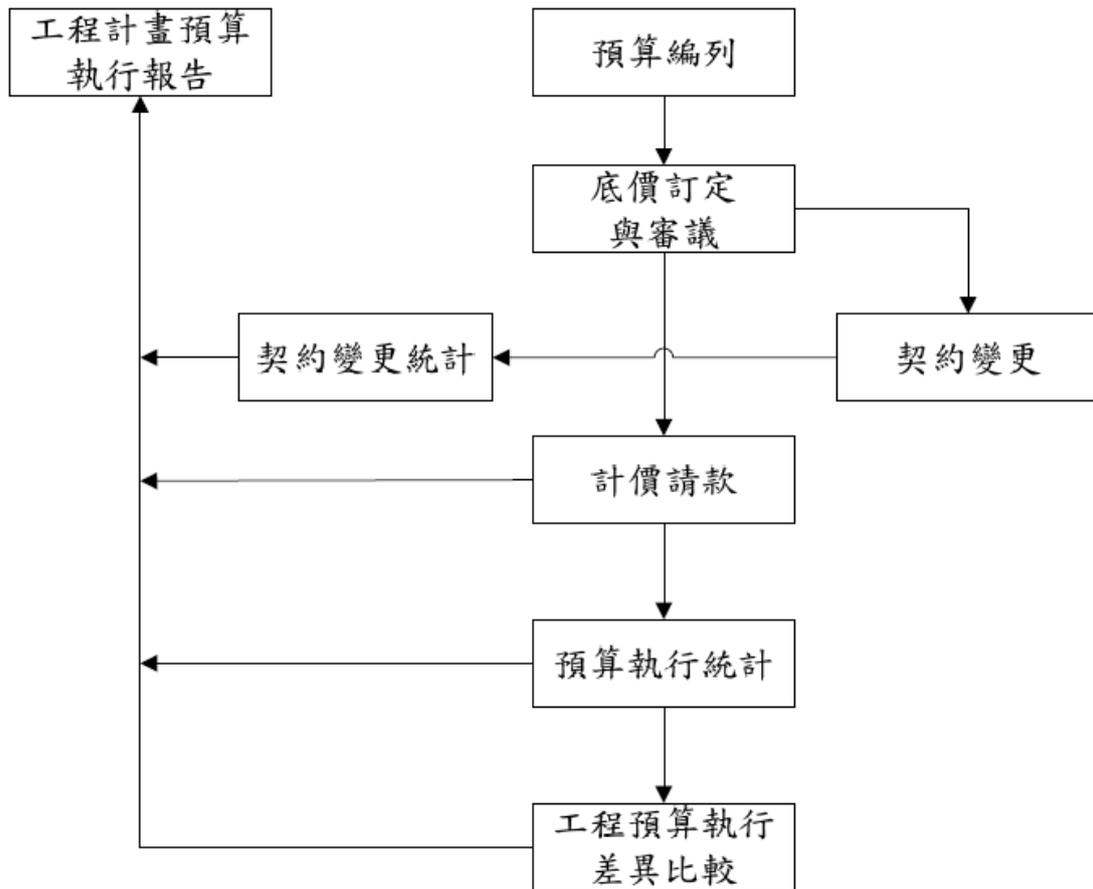


圖 A-11 預算執行作業程序圖

## 附錄 B 道路養護管理活動辭典

		作業程序						
授權金額	A401	A402						
計畫核定	A401	B101-1	B101-2	B101-3(查核金額以上報局)	B201	B202-2(行政院)	B202-3(工程處)	
結案	A401	A402	B202-3					
修正	B101-2	B101-3						
進行招標作業	B101-2	B101-3						
初審	B101-1	B101-2	B101-3	B202-6(工程處)				
複審	B101-2	B101-3						
審查	B101-2(工程處)	B101-3(工程處)	D101-1(工務段)					
檢查	D101-1(工務段)	D101-2(工務段)	D101-3					
辦理會勘	B202-2	B202-3	B202-5(工程處)	B202-6(工程處)	D101-3(工務段)	D101-4(工務段)		
審核	A402	B202-3(工程處)	B202-6(工程處、局)					
解除管制	D101-1	D101-2	D101-3	D101-4				
核准	B201-1	B201-2	B201-3					
撤除交通管制設施	D101-1	D101-2	D101-4					
更改可變資訊系統(cms)	D101-1	D101-2						
交通安全設施佈設	D101-1	D101-2	D101-3	D101-4				
發布新聞稿	D101-1(工程處)	D101-2(工程處)						

網頁、語音公告	D101-1(工程處)	D101-2(工程處)						
發包施工	A401	A402						
擬訂交通安全設施設置計畫	A401							
成立交通安全設施工程預算書	A401		所有列出作業項目	273				
計畫簽報	A401		相同作業項目	59		於不同作業程序中擁有相同名稱及相似功能之作業項目		
驗收	A401		合併作業項目	2		其功能可得其合併為一項作業項目		
年終驗收結算	A402		移除之作業項目	40		其作業項目僅為敘述性質，並無實際活動產生		
列入年度養護計畫	A402		單項作業項目	173				
安全設施功能標準	A402							
編製交通安全設施維護工程預算書	A402							
擬訂交通安全設施維護計畫	A402							
巡查結果	A402							
其他資訊	A402							
狀況研判	A402							
上級機關交辦工程	B101-1							
分年辦理連續工程	B101-1							
召開預算審查會議	B101-1							
本機關開會研商修正預算內容	B101-1							
編列預算報交通部	B101-1							
決定提報內容	B101-1							

概算資料來源	B101-1								
協調主計處核配額度	B101-1								
所需經費財源分析	B101-1								
施政計畫新辦	B101-1								
修正完成報交通部	B101-1								
修正所需經費	B101-1								
修復改善	B101-1								
檢討計畫項目	B101-1								
提出初步編列項目	B101-1								
經常養護	B101-1								
工程主辦單位編擬工程設計及施工預算書	B101-2								
技術顧問機構提送施工預算書兩份	B101-3								
工程決算書	B102								
分期估驗計價付款	B102								
支付管理等其他費用	B102								
自行設計	B102								
自行監造	B102								
完工結算驗收合格撥付尾款	B102								
完成發包或委辦程序	B102								
委託設計	B102								
委託監造	B102								



召開作業協調會	B201-1								
用地取得完成	B201-1								
申報土地現值	B201-1								
申請免稅	B201-1								
使用地變更編定	B201-1								
給付價款	B201-1								
進行議價及製作議價紀錄	B201-1								
辦理分割	B201-1								
辦理移轉登記	B201-1								
點交用地	B201-1								
簽訂買賣契約書(公契約)	B201-1								
有償	B201-2								
完成地籍撥用資料	B201-2								
依照不同土地所有權機關分別造冊	B201-2								
繕造有無妨礙都市計畫證明	B201-2								
繳清價款	B201-2								
送地政事務所核章	B201-2								
管理機關變更登記	B201-2								
徵詢土地管理機關同意	B201-2								
編製不動產撥用計畫書	B201-2								
繕造土地使用清冊	B201-2								
公告徵收	B201-3								

用地單位列席說明	B201-3								
存入保管專戶	B201-3								
清除地上物	B201-3								
異議處理	B201-3								
報請徵收	B201-3								
發放補償費	B201-3								
補正計畫書	B201-3								
徵收審議	B201-3								
繕造徵收土地計畫書	B201-3								
囑託登記	B201-3								
私人占用	B202-1								
政府機關(構)占用	B202-1								
發現土地被占用	B202-1								
檢討被占用土地需否保留公用	B202-1								
申請撥用	B202-2								
函覆不同意	B202-2								
是否同意	B202-2								
有無保留公用必要	B202-3								
鄰地所有權人申請	B202-3								
變更為非公用財產移交財政部國	B202-3								
有財產局處理(撤銷撥用)	B202-3								
私有地所有權人自行處理	B202-5								
報局確定不再做道路使用	B202-5								

撤銷撥用或變更為非公用財產	B202-5								
縣政府或工程處辦理公告	B202-5								
函覆工程處洽申請單位修正計畫或補正	B202-6								
函覆工程處洽申請單位簽訂租賃契約	B202-6								
函覆申請單位	B202-6								
是否符合使用項目	B202-6								
租賃契約報局備查	B202-6								
需地機關或民間公益團體申請租用	B202-6								
需否修正計畫或補正相關資料	B202-6								
有無保留必要	B203-1								
判別是否畸零地	B203-1								
保留	B203-1								
移請國有財產局處理	B203-1								
移請縣市政府處理	B203-1								
回覆	D201								
存查	D201								
所屬機關權責案件	D201								
洽請其他機關提供意見	D201								
書面陳情	D201								
案件分析	D201								





是否有人員傷亡	D101-4								
排除障礙工作完成	D101-4								
通知當地派出所及醫療救護單位 救援	D101-4								
通知當地派出所支援管制交通	D101-4								
通知廣播電台播報	D101-4								
通知權責單位、開口契約廠商或 由工務段派員處理	D101-4								

## 附錄 C 期中報告審查意見回覆表

### 交通部運輸研究所合作研究計畫

#### ■期中 □期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：強化公路鋪面品質整合型計畫—道路養護品質知識管理之研究

執行單位：國立中央大學、社團法人中華鋪面工程學會

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
高公局		
1. 報告的第 25 頁第 2.3.1 節「鋪面養護知識管理方向」一節，檢討了許多組織的問題，確實一針見血，但與本計畫之關聯性並不充分充份。	遵照委員意見，已將該章節移除。	同意辦理
2. 第 90 頁，養護預算之編列大多在年度概算時就決定，所以本研究應該要協助如何評估鋪面的預期損壞。	知識管理五大模組之應用，即在於找出問題與改善問題，破壞次數統計與預測方式詳如期末報告第四章~第六章。	同意辦理
3. 第 143 頁，養護鋪面模式，「緊急養護」係於 PCI 值較高的情況，與一般認知上有差異，另「緊急養護」名詞建議用其他名詞如「立即養護」取代，避免產生誤會。	多謝委員指正，但於高速公路施工技術規範及交通部養護手冊皆用「緊急養護」一詞，故本研究依據養護手冊不做修改。	同意辦理
內政部營建署		
7. 研究團隊建議如何建置路帳資料？內容為何？收集方式為何？是否包括鋪面績效評估資訊？如何收集回饋？	針對路帳資料現行已有諸多系統針對各別資訊進行收集建置，如公路基本資料庫、工程運籌管理系統、路巡管理系統等，本研究所建置路帳資料來源，亦來自這些系統。資料的來源、鋪面績效評估資訊與回饋如第四章。	同意辦理
8. 本計畫如何收集養護知識？收集之資料與養護建議的關係為何？在計畫中提到	本研究之目的在於確認所需蒐集資訊，以及分析模	同意辦理

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
各種分析工具及預測模式，將來系統建構後是否可以到「預知」的功能，由系統告知最佳的養護方式及時間。	式。未來若資料收集充分，即可進行相關預測分析，以提供養護決策。	
9. 第4.2節(報告第123頁)連續時間預測模式功能規劃，以IRI為結果控制變因包括結構、裂縫、車轍、坑洞、環境等進行迴歸模式分析。依據研究結果可信度相當高，IRI劣化曲線第六年IRI值已經高達6.2以上，這是否表示現階段的公路系統平均使用壽命只有六年就必須翻修一次。此結果對於養護經費之編列與評估非常重要，是否可提供更詳細之分析數據佐證，以利本署養護政策之訂定。	該曲線推估數據來自於北二高關西段檢測數據，故該推估結果尚不足以代表公路總局所養護省道縣道裂化曲線。報告中放該圖目的在於證實本研究所建構模式確實可行，但現行公路總局所建置資料，並不足以進行類似分析。	同意辦理
10. 除高速公路外，期透過本研究案之研究成果，省、縣、鄉、市區道路是否考量採用相同的「養護管理作業」模式，包括路帳格式、績效評估內容、方式及格式、計畫型養護評估模式、經費編列標準、跨系統資訊交換標準等，以利人員培訓、養護績效評估及養護政策之制定。	本研究所發展五大模組可套用於高速公路及省、縣、鄉道，但養護管理作業模式高速公路局、公路總局及各縣市政府皆有所不同，本研究所針對養護管理作業模式是針對公路總局，如需套用至其他單位則尚須進行修正。	同意辦理
11. 圖4.25 養護關聯及索引分析，在本署頒布之「市區道路鋪面管理手冊」及「市區道路養護作業手冊」中已有相關論述，研究單位可以參考整合。我們期待知識地圖與養護資料格式的建立。希望透過本研究案將養護資料的收集標準化，將來異質系統間才能溝通擴大養護的效能。但是由期中報告之4.6節內容尚無法觀察出，本計畫所要達到之運用知識管理之分析、改善、監督與回饋的程式機制改善養護績效之成果。研發團隊可能需要加速此部份之規畫及雛形建置作業。	本研究主要著重建置知識管理系統之核心功能，僅對核心功能所需資料部分建議標準化，對整體養護資料收集之標準化非本研究合約範圍。	同意辦理
12. 本計畫有要完成「公路鋪面管理系統」功能架構之更新，在第四章中已經進行模組功能規畫，能否增加功能架構圖以	依照審查意見辦理，功能架構之更新說明詳見第八章。	同意辦理

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
確定研究發展之範圍及方向。		
13. 4.3.2 節(第 127 頁)提到圖 4.15 表示坑洞與時間劣化的關係，但是文中沒有將圖加入。	該部分為報告內容筆誤，該部分已於期末報告中移除。	同意辦理
14. 4.2.3 將 PCI 分為五級標示為 0~4 級，但是第 127 頁文中卻標示為 1~5 級，建議統一分類標準。第 129 頁表 4.23 標示有錯，應該是表 4.33。	該部分為報告內容筆誤，詳見期末報告 4.2 節。	同意辦理
楊委員亦東		
1. 研究目的文字敘述與計畫要求相似，但是內容有離題。比如在時空分佈模式時，施工的路面或是肇事的路面這方面的資料要如何取得？希望能夠多做說明。	依照審查意見辦理，由於本研究開發之時空分佈模組係屬功能核心開發，可進行肇事與突發狀況分析，但因肇事與突發狀況資料收集不易，故本研究僅就搜尋方式討論。	同意辦理
2. 成本分析的部分，請研究單位在報告內加入使用之軟體的取得方式、所需成本等，以作為未來給政府部門使用該軟體參考之依據。	依照審查意見辦理，詳見期末報告 3.5 節。	同意辦理
3. 在報告中使用軟體分析時之模擬次數，好像是一個確定性的分析，沒有統計的內容，但如果是確定的，為何需要模擬次數？沒有不確定的因子，就不需模擬。若有不確定的因子則請研究單位在報告內說明這方面的內容？	該部分主要在於確認所架構模式，與現行養護作業是否相符，以及對現行養護作業進行分析探討。依照審查意見辦理，詳見期末報告 3.5 節。	同意辦理
4. 連續時間預測模組部分，大概在第 123 頁，IRI 的原始資料的來源是什麼？當預測模型可解釋能力不足時，是否可用外插方式預測未來？進行裂化預測時，若有其他資訊的介入，其整個資料是否要整個重新蒐集，其發展會是如何？希望可以給一點方向，比如中間有發生修補情形的因應方式。	依照審查意見辦理，詳見期末報告第四章。	同意辦理

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
5. 離散的轉換機率等方面太過簡略。Ex: I、r、t、j 是什麼？劣化的狀況因為有五級，內文提到最佳的狀況就不需養護，但還是會有劣化，應該把這個狀況納入。	依照審查意見辦理，詳見 期末報告第五章。	同意辦理
6. 第 133 頁，因為沒有 PCI 的檢測資料，所以只好用這四個狀況，馬可夫鍊預測模型應該要談的是同一的路面，但是收集的資料是中壢工務段整個的資料，故兩者之間似乎不相關。機率方面是否會相同？這四種狀態是否在同一路段會重複出現？若是有重覆的情形是重複算或是只算最差的狀況？	路面坑洞、路面跳動、路面破裂及其他狀況，上述四種狀態在同一路段是有重複出現的可能性，在計算 PCI 值是採用重複計算方式，因為是不同破壞，而並非同一破壞。	同意辦理
7. 統計模組方面，只能看到道路的編號，但是台一線太長，是否有做分段，這樣交通量和日均溫在研究分析才會有意義。是否有統一的標準長度分段？在時空分佈模組對於肇事和突發狀況的方面沒有討論。	在分段部分，系統建置是以一百公尺為一筆進行切割記錄。由於本研究開發之時空分佈模組係屬功能核心開發，可進行肇事與突發狀況分析，但因肇事與突發狀況資料收集不易，故本研究僅就搜尋方式討論。	同意辦理
8. 知識管理的部分，因為報告第一章有提過希望跟原來的鋪面管理系統做整合，但是原本的管理系統是怎樣的架構，研究團隊在哪些部分有所增加？這部分敘述較少。另外在知識管理中對於圖片資料是要如何整理，整理完後又要如何讓人搜尋？希望團隊能在這方面說明。	本研究所建置之知識管理系統架構與鋪面管理系統之整合內容詳述期末報告第八章。然圖片資料建檔非本研究範圍。	
余委員文德		
1. 研究報告內容較偏資料庫歸納，缺乏知識管理部分。本計畫最重要的部分是資料的收集，僅在研究報告第 40 頁談到道路養護應提供的資料分析，並沒有整體架構的來龍去脈說明。建議檢討系統需要收集什麼資料。	依照審查意見辦理，詳見 期末報告第六章。	同意辦理

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
2. 建議以美國工兵團跟世界銀行的系統做基礎，同時跟國內系統做比較，說明其差異？另報告第 55 頁提出「本國不宜直接套用 PAVER 及 HDM 二系統」，應多說明為什麼不宜採用？	由於缺乏路面結構資料，對於路面結構僅於新工時，有進行設計規劃，但在多年刨除加鋪後，表層、面層及基層厚度，已經與當初設計不同。且國內缺乏 FWD 等撓度檢測設備，國外普遍使用核子檢測儀，礙於原子能委員會相關規定，以致國內使用受到一定限制，故本研究提出不宜直接採用觀點，但對於二系統中理論模組及鋪面影響因子，列為本研究預測推導參考依據。PAVER 及 HDM 二系統說明其差異及跟國內系統做比較詳見期末報告 2.3 節。	同意辦理
3. 以活動為基礎之成本分析模組，裡面的 ABC 分析跟一般營建和專案管理的不同，其通常是以 WBS 做基礎。但研究報告內並未談到 WBS 和成本分析。希望研究單位回去能夠再了解 ABC。	依照審查意見辦理，詳見期末報告第三章。ABC 與 WBS 功能在做工作拆解；然本研究所使用成本分析方式並未以 WBS 進行，故於第三章中並未提及。	同意辦理
4. 建議使用多一點預測模型，比如說類神經網路等。連續預測模組跟離散預測模組內之馬可夫鏈預測模型，需要事先規劃一些狀態，建議應說明如何規劃定義其狀態？並針對使用者的需求預留一點的彈性。	依照審查意見辦理，詳見期末報告第四章。連續時間預測模組中僅使用簡單回歸、多元回歸與灰預測方法；預測方法以符合鋪面養護資料連續時間之需求，至於其他方法，本研究考量資料處理與運算時間等因素並未建置於系統中。	同意辦理
5. 統計分析模組方面：建議回歸到第 3 頁的計畫案的需求。	依照審查意見辦理，詳見期末報告第六章。	同意辦理

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
6. 時空分佈模組是否能跟連續與離散模組做結合？在研究報告內未提到。	依照審查意見辦理，詳見期末報告 7.2 節。	同意辦理
7. 目前成果跟第三頁的目的似乎還有些距離，建議可用預算編列及實際的績效間的整合角度做切入。	多謝委員指教，但預算編列與績效並非本研究項目，故未將此建議納入報告中。	同意辦理
賈委員凱傑		
1. 整份報告之文字說明論述不夠清楚，計畫說明鋪成看起來亦連不上，例如第 15 頁~第 17 頁。希望要多補充說明。	依照審查意見辦理。	同意辦理
2. 在 ABC 的成本分析方面是否在未來幾個月內來得及建置？	本研究主要目的在於確認分析模式核心功能，對於系統部分非本研究範圍。	
3. 本計畫提及之知識管理與外界常用之知識管理之內涵與使用分析方法似乎不大一致，請研究團隊確認正確作法。	本研究所建構之知識管理核心內容乃依照邀標書建置，符合業主需求。	同意辦理
4. 第 4 頁的流程，最後是建立知識管理的雛形架構，是否跟原計畫需求相符？	本研究所建構之知識管理核心內容乃依照邀標書建置，符合業主需求。	同意辦理
林委員安彥		
1. 第 17 頁的內容最後一行，把整個鋪面管理系統是為一個大的 PDSA 迴圈，轄下各組織、機關有各自發展之 PDSA，大環帶動小環，一級帶一級，「有機地」構成一個運轉的體系。何謂「有機地」？請補充說明	有機地表示組織更新，該部分已修正，PDSA 應用概述於期末報告 8.4 節。	同意辦理
2. 第 25 頁，2.4.1 一節。建議再查一下民國 91 年立法院將公路總局改名時的目的？立法院更名時，是否確因著眼養護工作為公路系統之主要工作，故將區工程處改為區養護工程處？	依照審查意見辦理，該部分已修正。	同意辦理
3. 第 39 頁內的第 2 點指出，「專案養護經費每年有一定比例之預算」，高公局並沒有一定比例，建議查核每年是否均有一定比例？該比例如何？請查明。	依照審查意見辦理，該部分已修正。	同意辦理

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
<p>4. 第 40 頁，第 1 行「養路監工程司」會同道工進行道路巡查。「養路監工程司」一詞，建請查明修正。</p> <p>第 41 頁，2.品質，稱：交通運轉流暢便利，行車服務水準良好，受到民眾認同與讚揚，「先有爭議事件產生」，請補充說明為何養護品質受到民眾認同與讚揚，會先有爭議事件產生？</p>	<p>依照審查意見辦理，該部分已修正。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>5. 第 41 頁，2.品質，稱：交通運轉流暢便利，行車服務水準良好，受到民眾認同與讚揚，「先有爭議事件產生」，請補充說明為何養護品質受到民眾認同與讚揚，會先有爭議事件產生？</p>	<p>依照審查意見辦理，該部分已修正。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>6. 第 82 頁，最後 2 行。稱「目前工務段多無自行調查之能力，…」，建議考量修正為「目前工務段多未自行調查，…」。依公路總局長期辦理公路維護經驗，應有「能力」自行調查，目前無法自行調查，在於人力不足，致無法自行調查，多委託測驗公司代為調查。</p>	<p>依照審查意見辦理，針對報告用字謹詞，將更加注意。部分所提有問題之相關內容，已於期末報告中移除。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>7. 第 89 頁，「C.作業說明」，「銑刨加鋪」，根據部頒「公路養護手冊」用詞是”刨除回鋪”，建請修正。</p>	<p>依照審查意見辦理，已針對相關用字問題進行修正。</p>	<p>同意辦理</p>
<p>8. 錯別字，請修正</p> <p>(1)第 39 頁，(3)「特別災害經費」一節「巡察」一詞，依部頒「公路養護手冊」用詞為「巡查」，建請修正。</p> <p>(2)第 42 頁，第一行，人力、機具、材料等「遵」建立使用……。，「遵」建議修正為「應」。</p> <p>(3)第 81 頁，最後 2 行，調查：為瞭解路面實際狀況所做的「考察」，建議「考察」一詞，改為「勘查」。</p> <p>(4)第 91 頁，最後第 4 行，於經常、定期</p>	<p>多謝委員指教，已針對相關用字問題進行修正。</p>	<p>同意辦理</p>

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
巡查時發現之問題，「無理及」應修正為「無立即」。		
楊委員大輝		
1. 知識管理內五個模組內的相關性說明不足，這樣似乎不像是個完整的知識管理系統，應該要補充說明最後的結果要如何呈現。	依照審查意見辦理，詳見期末報告附錄 E。	同意辦理
2. 一般統計模組是只做歷史資料的統計還是有預測功能，其統計結果應是要提供為養護最終的參考，時空分佈模組最後是要提供什麼決策？此部分缺少清楚地說明。	統計模組只做歷史資料的統計，但連續時間預測模組與連續時間模組具預測功能。時空分佈模組主要功能乃圖資座標匯出，將個模組預測之路段，藉由圖資做系統展現。	同意辦理
3. 知識管理系統的五個模組資料間的連結在報告內敘述太少，請研究單位加強，最後輸出資料的提供情形也沒有精確的說明。	依照審查意見辦理，詳見期末報告第八章與附錄 E。	同意辦理
4. 目前實務單位的資料是否可滿足資料庫所需？若可，請研究單位多加強實務資料的輸入、分析與輸出說明。若否，亦請提出補救辦法或說明。	本研究主要著重建置知識管理系統之核心功能，僅對核心功能所需資料部分建議標準化，對整體養護資料收集之標準化非本研究合約範圍。	同意辦理
5. 以活動為基礎之成本分析模組，由研究報告看來似乎是在做一個標準資料庫的流程，應著重在 activity base，各系統的關連和資料的輸入與輸出應該才是本計畫的核心。	各系統的關連和資料的輸入與輸出詳見期末報告第八章。	同意辦理
高公局馮正明代表		
1. 針對 PCI 部分，研究單位以 PCI 數值高低區分緊急、一般及大型養護，但這部分是否進行緊急養護應該無法以 PCI 數值來界定。	針對高公局所提 PCI 問題，這部分以坑洞、伸縮縫和隧道抗滑值較為重要。但抗滑值這部分，雖然高公局以抗滑儀每隔三月檢測一次，但因檢測時機與實際雨季或車輛漏	同意辦理
2. 報告第 91 頁圖 A-4 已有針對這問題做部		

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
分修改，以 PCI70 以上做一般養護，70 以下進行大型養護，故這次沒有其他問題。		
公路總局林進發代表		
1. 感謝研究團隊以本局中壢段為對象進行本次的研究案，期間本人也參與這個研究案資料的提供，今天看到期中報告的成果深感欣慰。	感謝公路總局林進發工程師不辭辛勞，參與本研究團隊多次工作會議，在此表達感謝。	同意辦理
2. 以公路總局而言，較重視鋪面管理系統對經費分配這部分，亦即希望能借用研究成果所發展系統，進行養護經費分配。	針對養護經費分配問題為鋪面維護管理系統之一環，本研究開發之知識管理系統乃輔助鋪面維護管理系統分析之用，非本研究合約範圍。關於養護經費分配建議郊區道路應以 IRI 為指標，市區道路則用 PCI 為指標，以此進行養護經費分配參考依據。以桃園縣過去兩年經驗，將鋪面管理系統轉到養護經費分配上，功能大致能達到當初所預期百分之七十至八十的績效。對於人民滿意度等指標的提升已見初步效果。	同意辦理
3. 在報告第 80 頁 5.2 後續進行事項中有提到建構養護計畫書、績效評量指標草擬使用範本及鋪面管理系統架構更新，建議期末報告能有實際案例的說明，包括各項巡查資料、交通量調查、肇事資料、氣象資料、人民陳情案等資料的運用，及最終養護經費分配的情形。	詳見期末報告第八章、第九章。	同意辦理

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
內政部營建署后振宇代表		
1. 針對第一次審查意見回覆進行提問，報告 116 頁第一項「至於」後面空白，到底是筆誤或是還有文字敘述，這部分請研究單位更正。	感謝委員賜教，該部分實為筆誤，已做修改。	同意辦理
2. 報告 P118，第六項問到本計畫有要完成「公路鋪面管理系統」功能架構之更新，在第四章中已經進行模組功能規劃，能否增加功能架構圖以確定研究發展之範圍及方向。而意見回覆中所提詳見 3.2.4 節及 4.2.3 節。應為系統開發程式步驟，與原本問題未完全符合。建議於期末報告補齊系統功能架構圖，以確認後續研究方向。	期末報告已針對系統使用範本及整體功能架構進行討論，詳見期末報告 8.2 節。	同意辦理
楊委員亦東		
1. 文獻回顧在修訂版部分並未列入，另外格式與錯別字部分，雖然在所難免，但還是要再加強。	期末報告已針對該部分進行加強。	同意辦理
2. 就個人了解這計畫應為前瞻性計畫，主要是瞭解各模組須進行哪些資料需要收集，但這部分只有連續時間模組有明顯列出，在其他模組並未看到較為詳細資料。像離散時間模組並未說明機率要如何計算、要收集什麼東西、多久要收集一次，以及是誰的權責要去收集，這部分並未說明。如果這部分沒有，如何進行計畫後續的使用範本。若不知道誰要在什麼時間做什麼，績效也會很難以評估。故希望比照連續時間模組部分進行說明相關資料。	這部分主要在於國內外較少將離散資料用於系統化預測，故只能依據相關資料特性或連續預測模組所採用部分屬性進行分類。針對更新周期以及權責單位詳見期末報告第四章。	同意辦理
3. 再來針對細節部分，在報告第 27 頁的地方，上次有提到過研究團隊有使用到電腦模擬，但對於模擬過程中，其不確定因子到底為何、用何種統計方法、屬於何種分布、需要收集哪些資訊才能得到這個分佈等，以及所使用相關軟體版權問題，對於後續使用是否有疑問等，在	期中報告 P26 表 2.4，這邊提到所輸入相關參數有哪些，像作業部分，初期只能先以訪談方式，詢問其作業所需時間，才能確認其資料分佈屬於常態或連續模式，未來才能從系統	同意辦理

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
修改版部分並未說明。希望在期末報告能夠放入。	中得到實際工程司作業所花費時間長短，進行更確定研究。版權應由執行單位自行採購。詳如期末報告第三章。	
4. 在 66 頁，馬可夫鏈機率的計算，上次也有提到過，如果重複發生，在計算是否會有問題，如果重複計算，是否會導致計算過程中，機率總和大於一，如果是獨立一定沒有問題，但是如果這之間是有交集的話，這交集部分如何處理，是重複計算或著排除等，請研究單位補充說明。	當某種破壞會衍生兩種破壞時，本研究將該破壞計為兩筆資料，故其計算發生機率總和必定等於 1。	同意辦理
5. 針對轉換機率矩陣的問題，請研究單位說明為何第一情況轉到第四五的機率反而最高，轉到第三種情況反而較低，請研究單位說明一下矩陣轉換的問題。	主要原因在於目前所用轉置矩陣分類方式為破壞類型，而非 PCI 指標分數高低區分層級所表示的破壞程度。用於計算現在發生某破壞未來發生何種破壞機率最高，或以目前鋪面狀況未來發生何種破壞機率最高。故會有轉到 4.5 機率較高情形。轉換機率矩陣計算詳見期末報告第五章。	同意辦理
6. 在 75 頁，73 頁有列出相關統計項目，可是到 75 頁卻沒有完全列舉出如變異數、標準差等，都不在案例展出當中，是否在期末將這些部分補齊。	詳見期末報告第六章。	同意辦理
楊委員大輝		
1. 站在使用者立場思考，按照研究時程規劃，研究單位應該建置資料庫架構完成，希望研究單位補充說明，現有資訊有哪些，已經可以直接匯入，哪些資訊是現在沒有的，未來要由誰，或如何補充加強現有作業，以補齊相關資料。另外各個模組所用資料是否互通，還是彼此獨立。如果報告中能更加清楚，將有利實務單位實際使用更加方便。	針對資訊部分問題進行回覆，目前國內以公路總局為例，就有收集一些像交通量、氣候等，但面層以下部分，這部分資訊僅新工時，有做相關設計規劃，對於基底層結構，或土壤性質資料，缺乏定期檢測。另外資料對應部	同意辦理

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
	<p>分，目前各資料對應是以樁號為對應，但檢視過去資料，仍會發現部分樁號有遺漏現象。另外像氣候是一整個面區，其範圍如何界定，並無一定參考依據，僅能就各氣象站位置暫時訂出區分。另外部分資料收集並非由公路總局概括承受，像肇事資料須與當地交通大隊進行收集，但肇事紀錄時，可能僅記錄某路段，研究單位並無足夠能力建立樁號與門牌對應完整資料庫，導致資料比對上有一定困難存在。</p>	
賈委員凱傑		
<p>1. 幾個地方提個建議，希望將第一版與修訂版，在期末的時候可以做個整合，部分第一版有放的東西還是不錯的，可是在修訂版中並未放入。</p> <p>2. P80 頁，提到已經完成部分，可是在報告章節當中並未直接對應，希望在期末報告能將工作項目做完整呈現其工作成果。像研究流程所提淵博知識體系 PDSA，其實際應用及細項說明等並未列入報告之中。</p>	<p>由於研究進度關係，期中報告僅針對五大模組部分進行主要報告。期末報告已將所有研究項目及期中報告委員所提意見進行完整報告。PDSA 實際應用及細項說明詳如期末報告 8.4 節。</p>	同意辦理
林委員安彥		
<p>1. 第一次審查意見之原第二章部分，多未修正，僅移置為附錄 A，惟仍為期中報告之一部分，似有不妥。例如多處流程圖之 Process 符號誤用、公路總局工務段多無能力自行調查路面等不適措詞，以及錯別字等，仍將出現在期中報告，將造成爾後查閱期中報告之困擾。</p>	<p>相關流程將與公路總局重新確認後，已於期末報告重新彙整。</p>	同意辦理
<p>2. 本修正報告第五頁，表 1.1 研究進度甘特圖，缺該表說明第三項應標示每季預定查核點。</p>	<p>該部份已修正。</p>	同意辦理

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
3. 報告第 68 頁，5.1 第 1 之(1)作業方式是否正確？請再查明。巡路發現路面破壞危及安全，例如路面大坑洞，因天候不良，未能即時進行修復，僅能以冷料緊急修補，惟冷料耐久性低，可能不及一週即剝落，一般應於天候許可即辦理修復，以免為及交通安全，何以可待至 2 週至 1 個月後，維修承包商始提報工程司擬訂路面零星修補？	公路總局作業 1 到 2 個月主要是指將施工照片及相關資料進行彙整，而非指 1 到 2 個月才進行修復。另外經公路總局代表說明，證實現在所推廣全天候高強度瀝鎂土確實可維持 2 週至 1 個月以上再進行刨除重鋪，故本研究所整理之作業流程應與公路總局實際作業相符。	同意辦理
4. 第 70 頁，挖掘路面(含零星)修復工程，其一為挖角路面小於 500m <sup>2</sup> 之處置，那大於 500m <sup>2</sup> 應如何處置？請說明。	大於 500m <sup>2</sup> 即屬於挖掘路面整修工程，詳見期末報告第六章。	同意辦理



## 附錄 D 期末報告審查意見回覆表

### 交通部運輸研究所合作研究計畫

□期中 ■期末報告審查意見處理情形表

計畫名稱：強化公路鋪面品質整合型計畫—道路養護品質知識管理之研究

執行單位：國立中央大學、社團法人中華鋪面工程學會

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
楊委員亦東		
1.報告第 65 頁「表 3.5 道路巡查花費時間表」，在內文中並未說明，建議補充。另表中內容在報告中的欄位是英文名稱，但在簡報中已有中文翻譯名稱，建議修正報告內容。	表 3.5 於內文中，已針對各欄位項目進行說明。遵照委員意見，於文中仍保留原有英文欄位，並加註中文。	同意辦理
2.報告第 96 頁連續時間預測的部分，請研究單位在報告內加入初步的結果驗證，並在系統內增加統計上的檢定及說明顯著性，以提供使用者作參考。	連續時間預測模組所使用的方法其理論背景已相當完備，但預測式驗證部分因缺乏三年連續數據故目前尚無法針對其準確度進行探討。另外為增加預測式之可靠度，本研究已將相關係數增列於系統之中。	同意辦理
3.報告第 106 頁馬可夫鏈的部分，表 5.5 機率分佈中第一類型沒有破壞，三、四和五類型有破壞狀況，預測結果好像三、四和五類型又有可能回到第一類型，請補充說明原因(是有假設已修補或為何已破壞然後變成完好?)，若有修補的話，其資料納入後將影響後續預測之準確度。	離散預測模組建置之主要目的乃利用馬可夫鏈法預測各種破壞項目之破壞機率，其資料來源為日常巡查中所建立之巡查資料；在破壞與破壞中會有修復的情形，在日常巡查中便會紀錄乙筆"補綻破壞"，故不影響其馬可夫鏈之預測。	同意辦理
4.結論部分(第 163 頁)，第六項時空分析模組中提及一定範圍內各圖層資訊互相疊加，但系統上似乎僅有一層。	該部分互相疊加是指資料庫運算過程中，將不同資料相互疊加，而非指 GIS 圖層本身以疊加方式展現。	同意辦理
5.報告中似乎有許多的錯別字句，建議應重新檢視修正。	謝謝委員指正，本文內容已針對錯別字句進行修正。	同意辦理
余委員文德		

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
1. 請研究團隊釐清知識管理(KMS)與資料管理(MIS)在系統上的差異為何？在文獻回顧中應加入回顧並對系統作定位。	已遵照委員意見於文中釐清知識管理(KMS)與資料管理(MIS)。本系統定位詳見於期末 8.3 節。	同意辦理
2. 有關期中審查提及的：PAVER 和 HDM 為全世界一百多個國家所使用，對本計畫各模組之建立應有很大的參考價值，但報告仍未補充，建議在做分析時，先補充每個模組 PAVER 和 HDM 之相對作法。	PAVER 主要是以 PCI 為分析方式，本研究於離散分析模組有參考相關分析模式。而 HDM 是以日常資料收集，分析投資成本，該部分於連續模組有參考相關參數進行收集。文中已遵照委員意見將 PAVER 和 HDM 之相對作法增列於 2.3 節。	同意辦理
3. 有關期中審查提及的：WBS 與 ABC 之應用差異，由於應用 ABC 通常是以 WBS 做基礎，且探討成本與績效之關連性理應應用 WBS，然而第三章中仍未談到 WBS 及相關分析等，建議本計畫應確實釐清及合理的應用。	ABC 與 WBS 功能在做工作拆解；然本研究所使用成本分析方式並未以 WBS 進行，故於第三章中並未提及。	同意辦理
4. 本計畫及系統功能應用之使用者係定位為養護單位之養護人員，建議應於建立各模組之初，先分析說明其協助使用者的支援項目，並在章末再以實際範例說明其應用。另應明確補充說明將來使用單位的資料收集項目與格式。	本系統模組之支援項目與內涵詳見於 1.3 節。範例說明其應用本文將其增列整理於附錄 E 之操作手冊第七章中。資料收集部分，依公路管理單位之作業屬性不同，對於資料內容的收集亦不同，本研究已遵照委員意見將資料收集項目與格式補充於期末 8.3 節。	同意辦理
5. 連續時間預測部分，報告中提及因資料量不足無法使用多元迴歸，但如類神經、灰理論等並沒有要求大量的資料量，可考量其應用。另文獻回顧中有其他預測方法，但實際使用僅有幾項，是否已內建於系統中請補充說明。	連續時間預測模組中僅使用簡單迴歸、多元迴歸與灰預測方法；預測方法以符合鋪面養護資料連續時間之需求，至於其他方法，本研究考量資料處理與運算時間等因素並未建置於系統中。	同意辦理
6. 8.2 節「結合知識管理之鋪面管理系統架構」，建議補充說明系統提升改善的功能	已將系統開發後改善的功能項目、需增加的資料蒐集	同意辦理

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
項目、需增加的資料蒐集項目及相關應用之差異性等。	項目及相關應用之差異性等納入期末 8.3 節。	
楊委員大輝		
1. 操作手冊可協助瞭解系統，應可考量併入報告中。	已遵照委員意見，將操作手冊增列於附錄 E。	同意辦理
2. 本系統應站在使用者角度作開發，建議補充各模組有關 Input 及 Output 資料的關連性，及其如何與其他模組之連結。	各模組乃針對不同部分進行分析，彼此間除採用同一資料庫外，並無其他連結。	同意辦理
3. 此系統與國外的知識管理系統還有些差距，建議補充預測後之處置建議，如有哪些問題需處理，應用工法之建議和預算之編列，若能將相關資料放在網頁上，可真正提供使用者作參考。	對於連結相關工法與養護門檻結合預算編列部分，非本研究重點，建議可作為未來研究方向。	同意辦理
4. 使用者手冊因站在使用者立場設計，並利用範例示範說明。	已遵照委員意見辦理，詳如附錄 E 之操作手冊第七章。	同意辦理
5. 結論部分需加強，建議對應研究目的或預期成果說明研究成果。	已針對委員意見對該部分進行修改。	同意辦理
6. 報告中提及很多預測方法，但實際系統只採用某幾種，是否將未採用的歸類在文獻回顧內或補充於系統中。	本研究單位已將實際系統未引用之預測方法於文獻中刪除。	同意辦理
7. 第 92、93 頁使用的模式說明，建議應該提供輸入之資料，例如灰預測就沒有提供。	灰預測是以連續三筆資料來分析第四筆，故輸入資料則視欲分析資料為何而定，然該部分已遵照委員意見進行修改。	同意辦理
林委員安彥		
1. 第 26 頁，最後 1 行稱：91 年公路局更名為公路總局時，區工程處一併改為區養護工程處，亦在著眼養護工作為公路系統之主要工作一節建請查明立法院當時確因著眼養護工作，故將區工程處改為區養護工程處？否則建議刪除這段話。	該部分遵照委員意見已於文中刪除。	同意辦理
2. 按：公路總局工程處計有兩類：其一為專責養護之工程處，即計五個區工程處。另一為專責新工之工程處，如西濱公路之	該部分遵照委員意見已於文中修改，謝謝委員指正。	同意辦理

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
北、中、南區工程處，重大橋梁工程處，東西向快速工路之南區及高南區工程處。是否為區隔養護與新工任務，故將原區工程處改為區養護工程處？		
3. 第 78 頁，4.3 節第 3 行：...，而這也是近幾年之知識管理與「知識採礦」中常使用方法。	本文中已將「知識採礦」刪除，謝謝委員指正。	同意辦理
4. 第 79 頁，最後第 7 行，「...其應變異數應些一回歸線。」，為何意義？建請說明。	該部分為筆誤，本文已進行修正，謝謝委員指正。	同意辦理
5. 第 162 頁，4.初評結果，最後 1 行，...初評結果桃園縣政府大約為 82 分。本節在說明表 9.31 中壢工務段初評分數表，何以變為桃園縣政府之評分？建請查明修正。	桃園縣政府為筆誤，本文已進行修正，謝謝委員指正。	同意辦理
6. 第 147 頁，表 9.9 D.E.R.&U 評估準則，範圍之 30% 及 60%，應分別置於第 4、5 欄之分隔欄線上及第 5、6 欄之分隔欄線上。	該部分已進行修正。	同意辦理
7. 第 24 頁，第 3 行，...。就「前」者而言，...。應修正為...。就「後」者而言，。	該部分已於文中修改。	同意辦理
8. 「惟」誤用為「唯」，如第 39 頁最後第 6 行、第 40 頁第 3 行。	該部分已於文中修改。	同意辦理
9. 多處「工程司」誤用為「工程師」，如第 63 頁表 3.4「對象」一欄，第 141 頁，最後第 4 行及最後 1 行，第 155 頁第 3 行及第 5 行，第 163 頁表 9.31 中壢工務段初評分數表下第 2 行，附錄 A-24，圖 A-10，第 1 項作業...等。	該部分已於文中修改。	同意辦理
10. 第 167 頁，第十章結論與建議， （1）第 1 點最後一句話，...，「夠」後續研究分析流程之成本效益之用。「夠」似為「供」之誤。 （2）第 2 點第 2 行，...往往許多時間「視」花費在資源的等待上面...。「視」似為多餘，建議刪除。 （3）第 5 點第 2 行，更發展「是」用於知識管理之統計工具「可」，...「是」似為「適」之誤，「可」似為多餘，建議刪除。	該部分已於文中修改。	同意辦理
公路總局代表		
1. 建議系統研發時，在填寫界面上，用比較	本系統於研發時，為求系統	同意辦理

參與審查人員 及其所提之意見	合作研究單位 處理情形	本所計畫承辦單位 審查意見
適合工務段工程人員熟悉之用語，並請考量相關資料如國賠案件、普查、管線挖埋等之應用。	填寫界面用語一致性，乃參考目前現有之鋪面管理系統用語而定。	
2. 建議系統補充協助管理者找出公路病歷表並可協助作預算分配的作業、得到建議的量化數值、並提出短中期改善的建議。	預算分配部分與相關門檻值的訂定並非本研究範圍，建議可作為未來研究方向。	同意辦理
邱副研究員雅莉		
1. 在模組分析中建議加入道路養護的運用。	本文已將各模組運用於道路養護的概念敘述於期末報告第九章。	同意辦理
2. 報告書中的表、圖並未與文字相對應說明。	該部分已遵照委員意見進行修正。	同意辦理
3. 時空模組部分，建議加強“時”軸面。	已遵照委員意見，將資料時間篩選部分納入系統之中。	同意辦理
高公局書面意見		
1. P.26,第 9 行，本局落錘式撓度儀(FWD)已於 97 年 3 月間遭撞毀，本局計畫於 99 年度概算擬編 FWD 採購，合先敘明。	該部分已於文中說明。詳見期末報告 2.2 節。	同意辦理
2. P.130,第 5 行，鋪面狀況指標之英文為 Pavement Condition Index, PCI，請修正。	該部分已修正。	同意辦理



# 附錄 E 道路養護品質知識管理系統操作手冊

## 目錄

第一章 設備需求及系統架構.....	E-2
1.1 設備需求.....	E-2
1.2 系統架構.....	E-2
第二章 資料建立.....	E-3
2.1 公路基本資料建立.....	E-3
2.2 公路基本資料修改.....	E-6
2.3 交通量資料建立.....	E-6
2.4 交通量資料修改.....	E-7
2.5 公路基本資料匯入.....	E-8
2.6 雨量資料匯入.....	E-10
2.7 溫度資料匯入.....	E-12
2.8 更新氣候站關連.....	E-13
第三章 資料查詢.....	E-14
3.1 公路基本資料.....	E-14
3.2 雨量資料.....	E-15
3.3 氣溫資料.....	E-16
第四章 道路管理資料.....	E-18
4.1 路巡資料.....	E-18
4.2 PCI 資料.....	E-20
4.3 管挖資料.....	E-21
4.4 平坦度資料.....	E-22
第五章 統計分析模組.....	E-24
5.1 時空分析模組.....	E-24
5.2 一般統計模組.....	E-25
第六章 預測分析模組.....	E-28
6.1 離散事件模組.....	E-28
6.2 連續預測模組.....	E-31
6.2.1 簡單迴歸.....	E-31
6.2.2 灰預測.....	E-31
6.2.3 多元迴歸.....	E-32

## 第一章 設備需求及系統架構

### 1.1 設備需求

- 1.作業軟體：作業系統為 MicroSoft Windows XP。
- 2.文書軟體：Office 2003(Excel、Access)。
- 3.瀏覽器：IE 6.0 以上。

### 1.2 系統架構

系統架構如圖 E-1 所示。

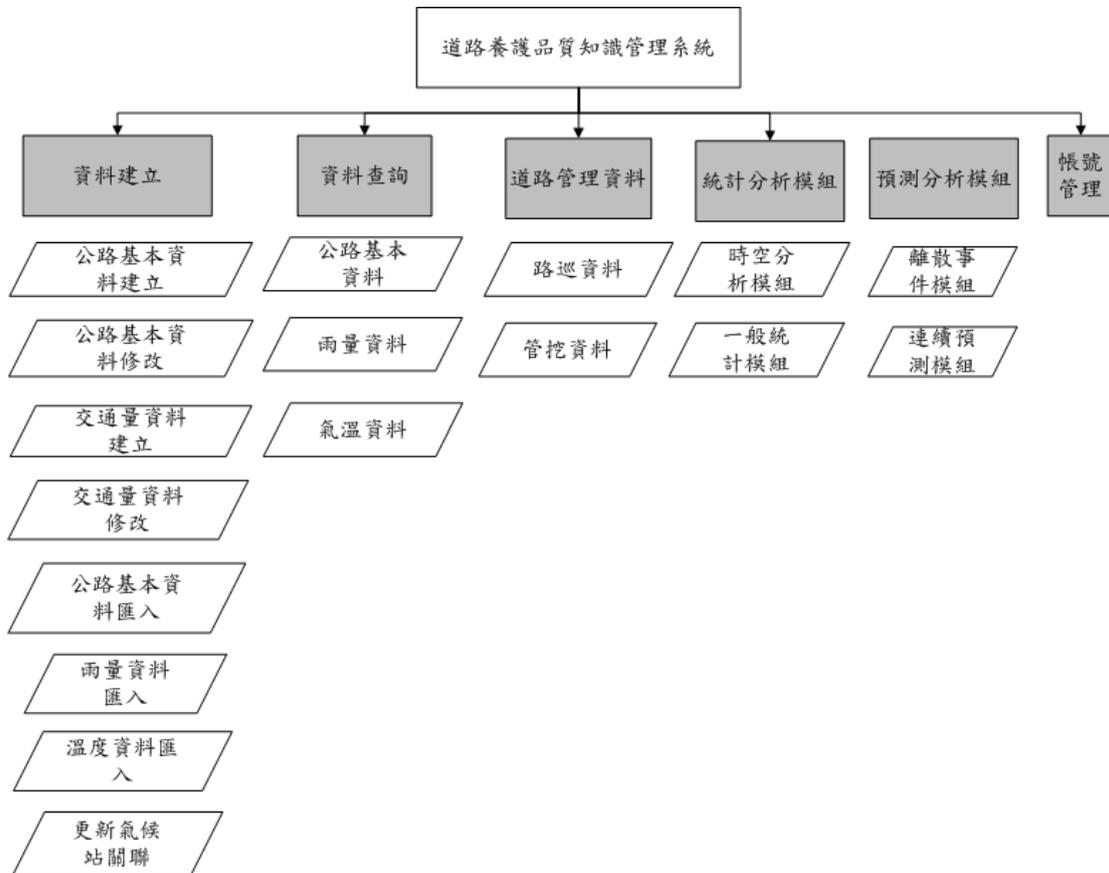


圖 E-1 道路養護品質知識管理系統架構

## 第二章 資料建立

### 2.1 公路基本資料建立

滑鼠移至上方控制列中資料建立點選公路基本資料建立，開始建構公路基本資料，如圖 E-2。

圖 E-2 公路基本資料建立

可由使用者自行建立之公路基本資料選單包括：『道路編號』、『縣市別』、『方向』、起迄路名與樁號，依照道路樁號範圍點選『主管機關』，對應其『養護單位』，編輯『地名』、『物價區域』、『經緯度』、『快車道數』、『機慢車道數』、『道寬』和『路肩寬度』欄位，以及依據『地形』和『公路等級』點選，建立公路基本資料。如圖 E-3。

各資料欄位格式說明：

『道路編號』：道路編號格式範例，國道-國道 1 號、省道-台 1 線、縣道-110、鄉道-桃 10。

『縣市別』：道路範圍所在縣市，遇縣市交界，以起點樁號為主。

『方向』：南下及東向為順向，北上及西向為逆向。

- 『起點路名』、『迄點路名』：路名-中正路或地名-後面坑。
- 『道路起迄』：公路基本資料原則為 100 公尺建構一筆，遇路寬或車道數變更，則分為兩筆輸入，如 14K+000M~14K+060M、14K+060M~14K+100M。
- 『主管機關』：各區工程處及各縣市政府。
- 『養護單位』：點選主管機關後，再點選對應工務段或鄉公所。
- 『地名』：所屬鄉鎮或地區名稱，如龜山。
- 『物價區域』：比照公共工程價格資料庫，分為北、中、南、東四區。
- 『經度』、『緯度』：道路所在位置基準點座標，以 TWD97 格式為主。
- 『地形』：分為平原、丘陵、山嶺、都市計畫區。
- 『公路等級』：分為國道、省道、縣道、鄉道、其他道路。
- 『快車道數』：快車道數。
- 『快車道寬』：快車道寬，以公尺為單位。
- 『機慢車道數』：機慢車道數。
- 『機慢車道寬』：機慢車道寬，以公尺為單位。
- 『路肩寬度』：路肩寬度，以公尺為單位。

### 編輯公路基本資料

道路編號	台1縣		
縣市別	桃園縣 ▾	方向	順(南、東) ▾
起點路名			
起點路名			
道路起訖	14 K+ 060 M ~ 14 K+ 100 M		
養護單位	中壢工務段 ▾	主管機關	第一區工程處 ▾
地名			
物價區域	北 ▾		
經度			
緯度			
地形	▾	公路等級	省道 ▾
快車道數	4	快車道寬	β
機慢車道數	1	機慢車道寬	β
路肩寬度	2		

返回上一頁

確定

圖 E-3 建立公路基本資料

## 2.2 公路基本資料修改

滑鼠移至上方控制列中資料建立點選公路基本資料修改，開始修改公路基本資料。如圖 E-4。

檢視：檢視該筆公路基本資料，無法修改。

修改：修改該筆公路基本資料，可以修改。

刪除：刪除該筆公路基本資料。

道路養護品質知識管理

使用者:系統管理者 群組: IP位址:140.115.62.236

資料建立 資料查詢 道路管理資料 統計分析模組 預測分析模組 系統管理模組 登出

公路基本資料建立  
公路基本資料修改  
交通量資料建立  
交通量資料修改

公路基本資料匯入  
雨量資料匯入  
溫度資料匯入  
更新氣候站關聯

### 道路基本資料列表

道路編號	縣市別	方向	起點路名	迄點路名	道路起點	道路迄點	主管機關	
台1線	桃園縣	順			14K+060M	14K+100M	第一區工程處	檢視 修改 刪除
台1線	桃園縣	順			14K+100M	14K+200M	第一區工程處	檢視 修改 刪除
台1線	桃園縣	順			14K+200M	14K+300M	第一區工程處	檢視 修改 刪除
台1線	桃園縣	順			14K+300M	14K+400M	第一區工程處	檢視 修改 刪除
台1線	桃園縣	順			14K+400M	14K+500M	第一區工程處	檢視 修改 刪除
台1線	桃園縣	順			14K+500M	14K+600M	第一區工程處	檢視 修改 刪除
台1線	桃園縣	順			14K+600M	14K+700M	第一區工程處	檢視 修改 刪除
台1線	桃園縣	順			14K+700M	14K+800M	第一區工程處	檢視 修改 刪除
台1線	桃園縣	順			14K+800M	14K+900M	第一區工程處	檢視 修改 刪除
台1線	桃園縣	順			14K+900M	15K+000M	第一區工程處	檢視 修改 刪除
台1線	桃園縣	順			15K+000M	15K+100M	第一區工程處	檢視 修改 刪除
台1線	桃園縣	順			15K+100M	15K+200M	第一區工程處	檢視 修改 刪除
台1線	桃園縣	順			15K+200M	15K+300M	第一區工程處	檢視 修改 刪除
台1線	桃園縣	順			15K+300M	15K+400M	第一區工程處	檢視 修改 刪除
台1線	桃園縣	順			15K+400M	15K+500M	第一區工程處	檢視 修改 刪除
台1線	桃園縣	順			15K+500M	15K+600M	第一區工程處	檢視 修改 刪除
台1線	桃園縣	順			15K+600M	15K+700M	第一區工程處	檢視 修改 刪除
台1線	桃園縣	順			15K+700M	15K+800M	第一區工程處	檢視 修改 刪除
台1線	桃園縣	順			15K+800M	15K+900M	第一區工程處	檢視 修改 刪除
台1線	桃園縣	順			15K+900M	16K+000M	第一區工程處	檢視 修改 刪除
台1線	桃園縣	順			16K+000M	16K+100M	第一區工程處	檢視 修改 刪除
台1線	桃園縣	順			16K+100M	16K+200M	第一區工程處	檢視 修改 刪除
台1線	桃園縣	順			16K+200M	16K+300M	第一區工程處	檢視 修改 刪除
台1線	桃園縣	順			16K+300M	16K+400M	第一區工程處	檢視 修改 刪除
台1線	桃園縣	順			16K+400M	16K+500M	第一區工程處	檢視 修改 刪除
台1線	桃園縣	順			16K+500M	16K+600M	第一區工程處	檢視 修改 刪除
台1線	桃園縣	順			16K+600M	16K+700M	第一區工程處	檢視 修改 刪除
台1線	桃園縣	順			16K+700M	16K+800M	第一區工程處	檢視 修改 刪除
台1線	桃園縣	順			16K+800M	16K+900M	第一區工程處	檢視 修改 刪除
台1線	桃園縣	順			16K+900M	17K+000M	第一區工程處	檢視 修改 刪除

輸入頁次: 1 2 >> 215

圖 E-4 公路基本資料修改畫面

## 2.3 交通量資料建立

本功能提供使用者依公路基本資料加入交通量資料，紀錄包含流量、每日小型車、大客車、大貨車、聯結車與機車數量，逐一編輯尖峰小時交通量和累積軸重當量之基本資料。如圖 E-5。

### 編輯交通量資料

年度	<input type="text"/>
道路編號	<input type="text"/>
起迄地名	<input type="text"/> ~ <input type="text"/>
起迄樁號	<input type="text"/> k+ <input type="text"/> ~ <input type="text"/> k+ <input type="text"/>
方向	<input type="text"/>
流量	<input type="text"/>
車公里	<input type="text"/>
小型車輛數(日)	<input type="text"/>
大客車輛數(日)	<input type="text"/>
大貨車輛數(日)	<input type="text"/>
聯結車輛數(日)	<input type="text"/>
機車輛數(日)	<input type="text"/>
尖峰小時交通量	<input type="text"/>
累積軸重當量	<input type="text"/>

確定送出

圖 E-5 交通量資料建立

### 2.4 交通量資料修改

使用者若欲補充修改之前所紀錄之缺失(如：交通流量、尖峰小時交通量等)，請至『交通量資料修改』頁面，點選欲補充修改或新增的紀錄，此時該筆紀錄將記錄各頁面之對應欄位，進行查詢、修改和新增交通量基本資料功能。如圖 E-6。

### 交通量資料列表

新增交通量

年度	道路編號	起迄地名	起迄樁號	方向	流量	車公里	尖峰小時交通量	
96	台1線	~	14k+060~20k+670	南	32477	232518	2272	修改 刪除

圖 E-6 交通量資料修改

## 2.5 公路基本資料匯入

滑鼠移至上方控制列中資料建立點選公路基本資料匯入，開始匯入公路基本資料。

匯入格式比照公路基本資料庫欄位格式。黃色部分為系統擷取欄位。操作方式為瀏覽選取檔案位置，按  後辨識檔案，最後確定匯入資料是否正確，在此系統會自動將公路基本資料切割為 100M 一筆資料，且分為順逆向。

檔案欄位格式，及 excel 檔欄位位置，如圖 E-7。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S
1	公路編號		公路等級		起迄地名		縣市區		調查分區		調查年月		頁數						
2	桃4		鄉道		山子角 到 南勢埔		桃園縣		第一區工程處		2001年2月		1						
3																			
4																			
5	起點樁號	長度	GPS座標		附近地名 (街道名)	路基有效寬度 (公尺)								路面 寬度	快車 道數	路面構造	備註		
6		公尺	X	Y		中央分隔島 寬度	中央分隔島 植生	車道分隔島 寬度	車道分隔島 植生	快車道 寬度	快車道 植生	慢車道 寬度	慢車道 植生					路肩 寬度	路肩 植生
7	0K+000	0.0	278136	2775832															
8	2K+395	2,395.0	279445	2777258	泉州路	0.0	無	0.0	無	7.2	0.0	2.8	無	0.0	無	7.2	2	瀝青	

圖 E-7 公路基本資料 EXCEL 匯入格式

操作步驟：

- 1.按瀏覽選取檔案位置後按開啟，如圖 E-8 和 E-9。



圖 E-8 公路基本資料匯入畫面 1

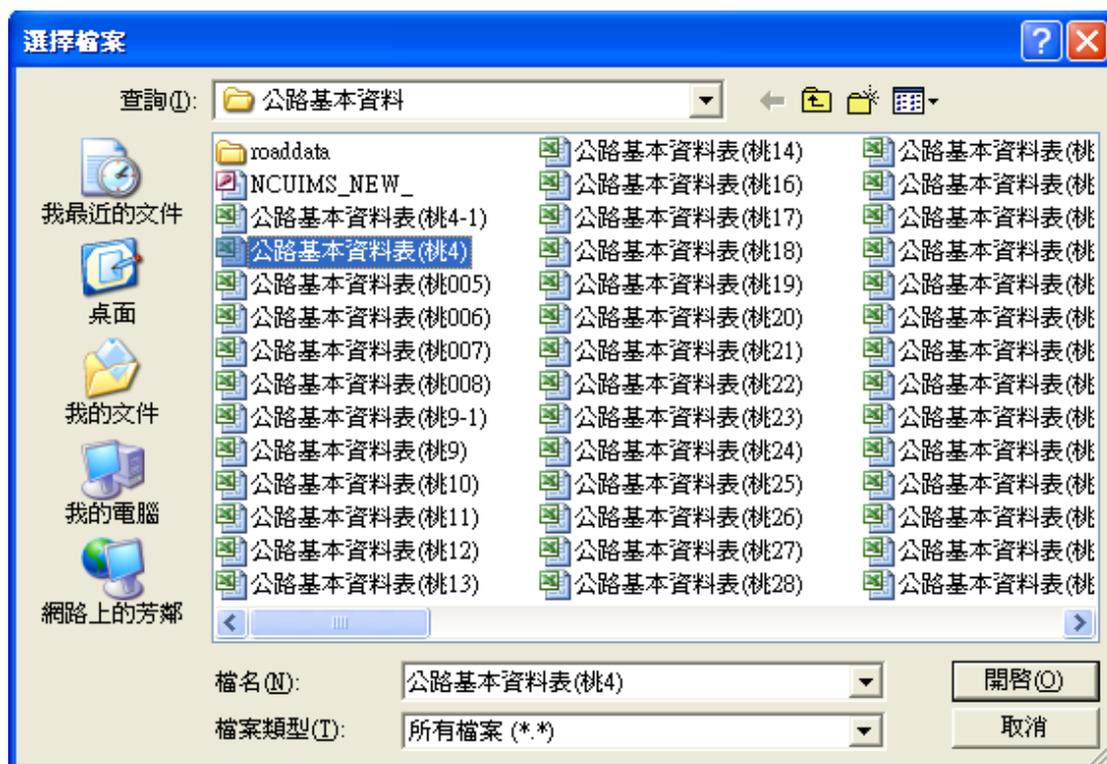


圖 E-9 公路基本資料匯入畫面 2

2. 按  辨識檔案，如圖 E-10。



圖 E-10 公路基本資料匯入畫面 3

3. 點選確定匯入道路基本資料完成匯入動作

## 2.6 雨量資料匯入

匯入之欄位格式需依照 excel 欄位位置填寫資料後匯入，如圖 E-11。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	站名	新屋-衛星	編號	C0C570									
2	年度	2005											
3	DWM	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	1	7.16	10.76	13.07	17.20	27.42	27.44	29.00	29.63	26.83	26.15	23.50	19.77
5	2	11.53	9.90	14.02	16.54	25.87	27.32	28.73	29.70	28.34	26.34	24.94	20.04
6	3	14.58	12.80	10.92	17.91	24.05	25.98	28.60	29.44	28.79	27.48	25.72	20.07
7	4	14.93	13.72	11.68	17.57	25.27	25.90	29.28	27.51	27.29	28.05	25.00	14.72
8	5	16.03	15.83	9.43	19.76	27.25	25.97	28.91	26.02	27.78	28.18	24.55	11.76
9	6	15.92	15.45	10.73	21.42	23.69	24.62	29.16	29.70	26.75	28.55	25.25	11.69
10	7	16.11	17.13	13.20	23.92	21.96	26.03	28.94	28.95	26.80	28.58	25.17	13.85
11	8	14.15	15.83	15.73	24.07	25.28	26.84	29.23	28.30	26.51	23.78	24.38	15.83
12	9	13.49	15.10	18.83	25.26	24.14	27.52	29.29	29.20	26.48	23.24	24.53	18.46
13	10	13.75	13.42	20.57	23.28	21.60	27.78	29.15	29.40	26.10	25.15	25.01	18.55
14	11	15.75	14.00	18.46	19.97	24.15	28.45	29.08	30.41	27.21	25.38	25.58	15.64
15	12	14.53	14.06	9.65	17.62	23.78	26.48	29.63	28.35	29.14	24.86	25.38	13.05
16	13	13.57	15.46	7.89	15.85	23.68	26.95	30.08	27.18	29.46	25.45	24.84	12.81
17	14	11.56	15.83	13.42	20.07	25.17	26.62	29.82	27.43	29.81	24.53	23.49	11.54
18	15	9.72	19.57	15.86	22.16	24.44	25.70	29.86	27.76	29.40	23.41	19.47	11.87
19	16	9.54	19.82	18.40	22.57	26.42	24.08	29.90	27.94	29.95	22.94	19.28	13.39
20	17	11.74	15.20	20.33	22.46	27.92	26.60	27.11	28.00	29.16	22.93	19.02	12.99
21	18	13.23	12.43	15.10	23.57	27.72	28.14	26.76	27.77	28.84	23.28	18.77	12.53
22	19	14.74	8.63	16.26	23.87	24.66	28.40	24.93	28.24	29.80	23.18	19.55	16.09
23	20	14.03	6.91	16.62	22.17	23.70	28.90	27.81	27.75	29.76	23.90	18.13	17.59
24	21	15.73	9.89	17.05	24.08	25.62	28.70	26.72	26.66	29.22	23.09	17.86	12.61
25	22	15.49	12.33	21.73	24.60	27.54	28.85	27.80	27.10	26.41	20.54	17.61	9.73
26	23	15.49	15.66	14.17	22.42	27.47	27.92	27.91	27.84	27.63	20.32	18.91	12.20
27	24	17.71	18.13	15.46	22.94	24.25	27.11	27.37	28.21	27.31	19.88	19.73	16.14
28	25	19.44	15.53	15.48	23.10	24.23	27.84	27.47	26.02	27.13	22.69	19.61	16.93
29	26	16.80	12.47	16.26	21.23	24.97	28.25	27.97	27.92	27.20	22.83	19.63	15.96
30	27	15.20	13.53	19.08	23.01	25.47	28.19	28.23	28.40	26.49	24.82	21.70	16.78
31	28	14.54	11.61	21.62	23.83	24.34	26.72	29.23	28.78	26.98	26.29	22.88	18.58
32	29	14.94	0.00	16.40	25.55	24.45	27.42	29.28	29.00	26.97	21.66	18.93	17.80
33	30	12.83	0.00	14.73	27.04	26.70	28.70	30.25	28.50	26.53	19.85	19.32	19.13
34	31	10.45	0.00	16.62	0.00	26.66	0.00	29.76	26.93	0.00	20.66	0.00	17.56
35	aver	14.02	13.96	15.44	21.83	25.16	27.18	28.62	28.19	27.87	24.13	21.92	15.34

圖 E-11 雨量資料 EXCEL 匯入格式

操作步驟：

1. 按瀏覽選取檔案位置後按開啟，如圖 E-12。



圖 E-12 雨量資料匯入畫面 1

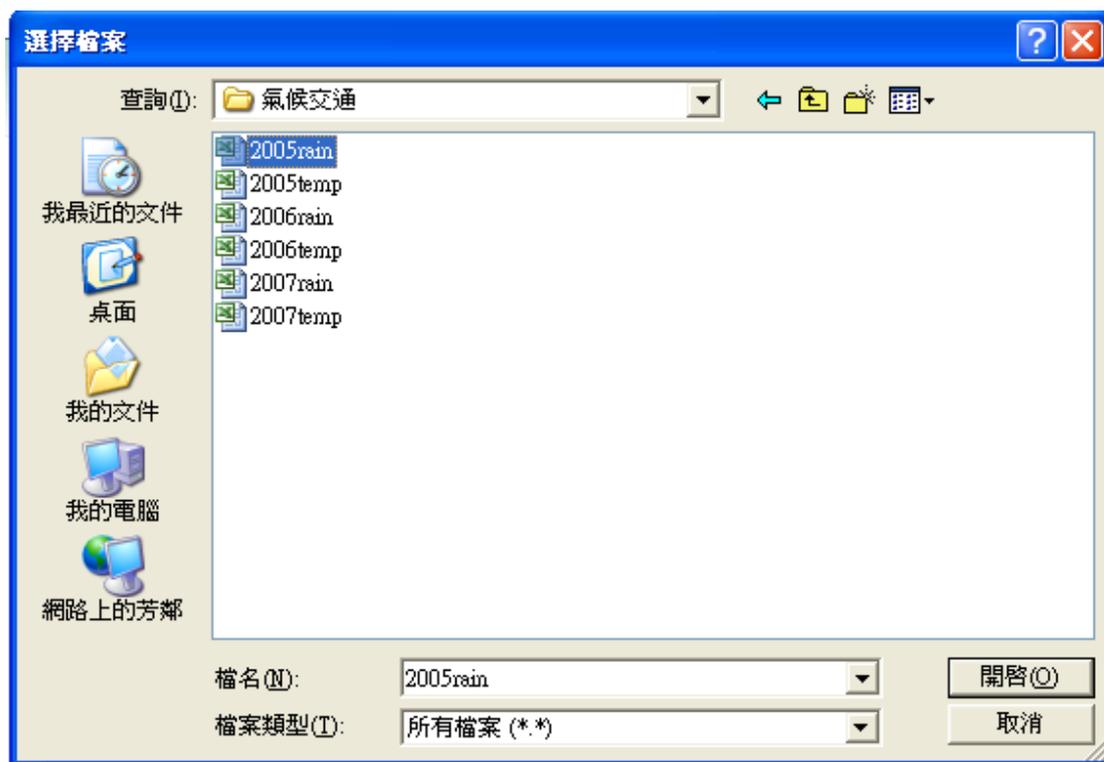


圖 E-13 雨量資料匯入畫面 2

- 按  辨識檔案，辨識完成後即匯入資料。如圖 E-14。



圖 E-14 雨量資料匯入畫面 3

## 2.7 溫度資料匯入

匯入之欄位格式需依照 excel 欄位位置填寫資料後匯入，如圖 E-15。

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	站名	大溪	編號	C0C630									
2	年度	2007											
3	D/M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
4	1	0.00	0.00	0.00	22.30	20.46	24.92	0.00	25.64	0.00	0.00	0.00	0.00
5	2	0.00	0.00	0.00	16.08	22.10	25.17	24.74	25.99	0.00	0.00	0.00	0.00
6	3	0.00	0.00	0.00	10.51	18.73	24.13	24.93	25.64	0.00	0.00	0.00	0.00
7	4	0.00	0.00	0.00	11.99	20.87	23.62	24.93	23.96	0.00	0.00	0.00	0.00
8	5	0.00	0.00	0.00	14.40	0.00	23.98	25.52	24.53	0.00	0.00	0.00	0.00
9	6	0.00	0.00	0.00	14.70	0.00	23.62	25.72	25.34	0.00	0.00	0.00	0.00
10	7	0.00	0.00	0.00	13.91	0.00	22.00	26.97	23.99	0.00	0.00	0.00	0.00
11	8	0.00	0.00	0.00	13.03	0.00	21.56	26.41	25.54	0.00	0.00	0.00	0.00
12	9	0.00	0.00	0.00	15.79	22.56	22.33	25.88	25.61	0.00	0.00	0.00	0.00
13	10	0.00	0.00	0.00	14.32	23.90	22.50	26.45	23.83	0.00	0.00	0.00	0.00
14	11	0.00	0.00	0.00	15.84	23.67	24.22	25.58	25.04	0.00	0.00	0.00	0.00
15	12	0.00	0.00	0.00	18.99	23.68	23.85	24.82	23.08	0.00	0.00	0.00	0.00
16	13	0.00	0.00	0.00	19.33	22.03	24.59	25.20	24.28	0.00	0.00	0.00	0.00
17	14	0.00	0.00	0.00	19.51	21.57	26.09	26.40	24.00	0.00	0.00	0.00	0.00
18	15	0.00	0.00	0.00	19.85	23.29	23.56	26.15	24.76	0.00	0.00	0.00	0.00
19	16	0.00	0.00	0.00	21.03	24.00	22.95	25.90	26.00	0.00	0.00	0.00	0.00
20	17	0.00	0.00	0.00	20.75	20.27	23.62	26.83	25.03	0.00	0.00	0.00	0.00
21	18	0.00	0.00	0.00	12.66	21.67	24.72	26.56	24.02	0.00	0.00	0.00	0.00
22	19	0.00	0.00	0.00	17.52	19.26	25.11	26.82	23.89	0.00	0.00	0.00	0.00
23	20	0.00	0.00	0.00	19.28	19.12	24.80	26.83	23.95	0.00	0.00	0.00	0.00
24	21	0.00	0.00	0.00	21.23	22.00	25.71	27.87	24.67	0.00	0.00	0.00	0.00
25	22	0.00	0.00	0.00	23.39	23.33	25.30	27.65	23.75	0.00	0.00	0.00	0.00
26	23	0.00	0.00	0.00	20.73	24.30	24.77	27.32	23.69	0.00	0.00	0.00	0.00
27	24	0.00	0.00	0.00	20.13	26.30	25.76	25.87	24.16	0.00	0.00	0.00	0.00
28	25	0.00	0.00	0.00	16.87	26.47	0.00	25.86	25.02	0.00	0.00	0.00	0.00
29	26	0.00	0.00	18.48	18.52	24.70	0.00	25.65	24.72	0.00	0.00	0.00	0.00
30	27	0.00	0.00	17.91	20.44	25.48	0.00	26.35	25.94	0.00	0.00	0.00	0.00
31	28	0.00	0.00	19.30	21.25	24.83	0.00	25.69	26.22	0.00	0.00	0.00	0.00
32	29	0.00	0.00	20.92	23.05	25.34	0.00	25.03	26.07	0.00	0.00	0.00	0.00
33	30	0.00	0.00	20.11	21.87	23.72	0.00	24.13	25.01	0.00	0.00	0.00	0.00
34	31	0.00	0.00	22.08	0.00	24.24	0.00	24.46	24.34	0.00	0.00	0.00	0.00
35	aver	0.00	0.00	19.80	17.98	22.88	24.12	25.95	24.76	0.00	0.00	0.00	0.00

圖 E-15 溫度資料 EXCEL 匯入格式

操作步驟：

1. 按瀏覽選取檔案位置後按開啟，畫面如圖 E-16。



圖 E-16 雨量資料匯入畫面 1

2. 按  辨識檔案，辨識完成後即匯入資料，畫面如圖 E-17。



圖 E-17 雨量資料匯入畫面 2

## 2.8 更新氣候站關連

用於當新增公路基本資料或新增雨量或日均溫資料後，資料無法與公路基本資料連結時點選，點選後即完成資料連結。如圖 E-18。



圖 E-18 資料關聯性更新

## 第三章 資料查詢

### 3.1 公路基本資料

1. 查詢基本公路資料可由『道路編號』、『縣市別』、『方向』和『道路起訖』進行查詢。如圖 E-19 所示。
2. 若輸入之條件限制越多，搜尋速度較快，亦比較容易找到搜尋之目標。

#### 查詢公路基本資料

道路編號	台1線		
縣市別	桃園縣	方向	順(南、東)
起點路名	迄點路名		
道路起訖	14 K+ 060 M	~	14 K+ 600 M
養護單位	主管機關		
氣象站			

圖 E-19 公路基本資料查詢畫面 1

3. 點選『檢視』按鈕，可詳細了解該筆道路基本資料，如圖 E-20、E-21。

#### 道路基本資料列表

道路編號	縣市別	方向	起點路名	迄點路名	道路起點	道路迄點(k)	主管機關	氣象站	2007/11月雨量	2007/11月均溫	檢視
台1線	桃園縣	順			14K+060M	14K+100M	第一區工程處	桃園	211	17.9	檢視
台1線	桃園縣	順			14K+100M	14K+200M	第一區工程處	桃園	211	17.9	檢視
台1線	桃園縣	順			14K+200M	14K+300M	第一區工程處	桃園	211	17.9	檢視
台1線	桃園縣	順			14K+300M	14K+400M	第一區工程處	桃園	211	17.9	檢視
台1線	桃園縣	順			14K+400M	14K+500M	第一區工程處	桃園	211	17.9	檢視
台1線	桃園縣	順			14K+500M	14K+600M	第一區工程處	桃園	211	17.9	檢視

圖 E-20 公路基本資料查詢畫面 2

公路基本資料

道路編號	台 1 線		
縣市別	桃園縣	方向	順
起點路名	迄點路名		
道路起訖	14 K+ 060 M ~ 14 K+ 100 M		
養護單位	中壢工務段	主管機關	第一區工程處
地名		物價區域	北
經度		緯度	
地形		公路等級	省道
快車道數	4	快車道寬	8
機慢車道數	1	機慢車道寬	3
路肩寬度	2		
所屬氣象站			
編號：C0C480 名稱：桃園 氣象站			
2007/11月雨量：211			
2007/11月均溫：17.9			

[回上頁](#)

圖 E-20 公路基本資料查詢畫面 3

### 3.2 雨量資料

1. 使用者可點選資料查詢中『歷史雨量列表』，檢視匯入氣候站雨量數據，包含每年度依據站名紀錄每個月和平均的雨量資料。如圖 E-21。

氣象站 歷史雨量列表

年度	編號	站名	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	平均雨量	
2005	C1C490	八德	66	350.5	303.5	109	512	138.5	232	640	131.5	122	27.5	60.5	224.417	<a href="#">修改</a>
2005	C0C630	大溪	67.5	330	355.5	70.5	542.5	394.5	807	977	315.5	212	31.5	67.5	347.583	<a href="#">修改</a>
2005	C0C450	中壢	60.5	319.5	297.5	62.5	602	166.5	255	390	81	118.5	19	62	202.833	<a href="#">修改</a>
2005	C0C520	五權	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<a href="#">修改</a>
2005	C0C540	埔心	62	270	225.5	42.5	533	168	143	220	33	73.5	17.5	40	152.333	<a href="#">修改</a>
2005	C0C480	桃園	44	297.5	202	64	493	259.5	235.5	491	147	111.5	29.5	41.5	201.333	<a href="#">修改</a>
2005	C0C570	新屋-衛星中心	62.5	301.5	270.5	52	625	168.5	275	334	64	109.5	15	56.5	194.5	<a href="#">修改</a>
2005	C1C500	楊梅	63	301	309	50	607.5	152.5	231.5	391	79	90	26.5	56.5	196.458	<a href="#">修改</a>
2006	C1C490	八德	70	82.5	214.5	334	284	367	183	70	303.5	4.5	142.5	143	183.208	<a href="#">修改</a>
2006	C0C630	大溪	73	69.5	206	336.5	328.5	539	324.5	89	437.5	1.5	203	89.5	224.792	<a href="#">修改</a>

圖 E-21 雨量資料查詢畫面

2. 此功能可以幫助使用者在查詢過往之歷史雨量紀錄，發現紀錄漏項或錯誤時，進行修改，以維持資料之準確性。如圖 E-22。

## 編輯歷史雨量列表

年度	2005		
編號	C1C490		
站名	八德		
一月	66	二月	350.5
		三月	303.5
四月	109	五月	512
		六月	138.5
七月	232	八月	640
		九月	131.5
十月	122	十一月	27.5
		十二月	60.5
			回上頁 確定

圖 E-22 雨量資料編輯畫面

## 3.3 氣溫資料

1. 使用者可點選資料查詢中『歷史均溫列表』，檢視匯入氣候站溫度數據，包含每年度依據站名紀錄每個月和平均的氣溫資料。如圖 E-23。

氣象站 歷史均溫列表

年度	編號	站名	一月	二月	三月	四月	五月	六月	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月	平均氣溫	
2005	C1C490	八德	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	修改
2005	C0C450	中壢	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	修改
2005	C0C630	大溪	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	修改
2005	C0C520	五權	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	修改
2005	C0C540	埔心	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	修改
2005	C0C480	桃園	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	修改
2005	C0C570	新屋-衛星中心	14.02	13.96	15.44	21.83	25.16	27.18	28.62	28.19	27.87	24.13	21.92	15.34	21.9717	修改
2005	C1C500	楊梅	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	修改
2006	C1C490	八德	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	修改

圖 E-23 氣溫資料查詢畫面

2. 此功能可以幫助使用者在查詢過往之歷史溫度紀錄，發現紀錄漏項或錯誤時，進行修改，以維持資料之準確性。如圖 E-24。

## 編輯歷史均溫列表

年度	2005		
編號	C1C490		
站名	八德		
一月	<input type="text" value="0"/>	二月 <input type="text" value="0"/>	三月 <input type="text" value="0"/>
四月	<input type="text" value="0"/>	五月 <input type="text" value="0"/>	六月 <input type="text" value="0"/>
七月	<input type="text" value="0"/>	八月 <input type="text" value="0"/>	九月 <input type="text" value="0"/>
十月	<input type="text" value="0"/>	十一月 <input type="text" value="0"/>	十二月 <input type="text" value="0"/>
			<input type="button" value="回上頁"/> <input type="button" value="確定"/>

圖 E-24 氣溫資料編輯畫面

## 第四章 道路管理資料

### 4.1 路巡資料

1. 使用者依照『主管機關』點選其『養護單位』，『天氣狀況』、『巡查類型』，以上欄位均有選單可點選；點按『巡查日期』和『回報日期』欄會出現小日曆供使用者點選，填入巡查人員、會同人員、承辦人與單位主管。
2. 並依道路資料點選『公路等級』可分為國道、省道、縣道與其他道路，『方向』南下東向或北上西向，填入道路編號和道路起迄樁號範圍。如圖 E-25。

#### 編輯路巡紀錄資料

<a href="#">返回路巡列表</a>					
主管機關	第一區工程處	養護單位	中壢工務段	天氣狀況	晴
巡查類型	日間巡察	巡查日期	2007-10-03	回報日期	2007-10-03
巡查人員	789	會同人員			
承辦人		單位主管			
<b>道路資料</b>					
公路等級	縣道	道路編號	台一線		
方向	順(南、東)	起迄樁號	14 K+100 M~14 K+600 M		
<a href="#">確定送出</a>					

圖 E-25 路巡資料編輯畫面 1

3. 透過編輯每筆的路巡起迄資料，建立整個紀錄列表。如圖 E-26。

#### 路巡紀錄列表

<a href="#">新增巡察紀錄</a>										
起迄樁號	道路編號	主管機關	養護單位	巡查類型	巡查日期	天氣狀況	巡查人員	方向	破壞紀錄	
14 K+100 M~14 K+600 M	台1線	第一區工程處	中壢工務段	日間巡察	2007-10-03	晴	789	順	檢視破壞紀錄	檢視 修改 刪除
15 K+200 M~15 K+800 M	台1線	第一區工程處	景美工務段	日間巡察	2007-10-05	晴	777	順	檢視破壞紀錄	檢視 修改 刪除
16 K+235 M~16 K+781 M	台1線	第一區工程處	中壢工務段	日間巡察	2007-10-06	晴	666	順	檢視破壞紀錄	檢視 修改 刪除
16 K+777 M~16 K+999 M	台1線	第一區工程處	中壢工務段	日間巡察	2007-10-10	雨	77	順	檢視破壞紀錄	檢視 修改 刪除
14 K+100 M~14 K+600 M	台1線	第一區工程處	中壢工務段	日間巡察	2008-01-03	陰	1133	順	檢視破壞紀錄	檢視 修改 刪除
15 K+200 M~15 K+800 M	台1線	第一區工程處	中壢工務段	日間巡察	2008-01-03	陰	12	順	檢視破壞紀錄	檢視 修改 刪除
16 K+235 M~16 K+781 M	台1線	第一區工程處	中壢工務段	日間巡察	2008-01-03	陰	14	順	檢視破壞紀錄	檢視 修改 刪除
16 K+777 M~16 K+999 M	台1線	第一區工程處	中壢工務段	日間巡察	2008-01-03	雨	16	順	檢視破壞紀錄	檢視 修改 刪除
16 K+000 M~16 K+600 M	台1線	第一區工程處	中壢工務段	日間巡察	2008-11-13	晴	abc	順	檢視破壞紀錄	檢視 修改 刪除

圖 E-26 路巡資料編輯畫面 2

4. 可檢視在各路段起迄樁號範圍內的道路破壞紀錄。如圖 E-27。

### 路巡破壞紀錄列表

							返回巡察列表	新增破壞紀錄	
破壞樁號	方向	破壞項目類別	破壞項目	破壞程度	急迫性	損壞原因	備註		
14 K+222 M~14 K+222 M	順	裂縫	鱈魚狀裂縫	輕度	123	123	123	修改	刪除
14 K+222 M~14 K+222 M	順	坑洞	重度坑洞	中度	456	456	456	修改	刪除
14 K+222 M~14 K+222 M	順	施工破損	管溝破損	中度	789	789	789	修改	刪除

圖 E-27 路巡紀錄檢視畫面

5. 『破壞項目』類別每次限點選 1 項，若同一地點有多項缺失，則請以新增多筆的方式紀錄，點選重、中、輕破壞程度。『損壞原因』和『備註』欄需由使用者自行填寫外，其他欄位均採點選方式填寫。如圖 E-28。

### 路巡破壞紀錄

破壞樁號	14	K+	100	M~	14	K+	600	M
破壞項目	鱈魚狀裂縫							
破壞程度	輕度							
急迫性	<input type="text"/>							
損壞原因	<input type="text"/>							
備註	<input type="text"/>							

返回巡察破壞列表

確定送出

圖 E-28 路巡破壞紀錄畫面

## 4.2 PCI 資料

- 依『道路編號』與『樁號範圍』分別紀錄『調查日期』和『PCI』值，並點選車道位置和北上西向欄位。如圖 E-29。

### 編輯PCI紀錄資料

		返回PCI列表		檢視破壞紀錄	
道路編號	台1縣	起迄樁號	14 K+ 100 M~ 14 K+ 200 M		
調查日期	2008-10-25	PCI值	56		
車道位置	5	方向	逆(北、西)		
<div style="border: 1px solid black; padding: 2px; display: inline-block; margin: 5px;">確定送出</div>					

圖 E-29 編輯 PCI 紀錄畫面

- 透過紀錄各筆 PCI 值，以彙整和檢視道路樁號範圍內的破壞紀錄。如圖 E-30。

### PCI紀錄列表

							新增巡察紀錄	
起迄樁號	道路編號	方向	調查日期	PCI值	車道位置	破壞紀錄		
14 K+100 M~14 K+200 M	台1線	逆	2008-10-25	56	5	檢視破壞紀錄	檢視	修改 刪除
14 K+200 M~14 K+300 M	台1線	逆	2008-10-25	23	5	檢視破壞紀錄	檢視	修改 刪除
14 K+300 M~14 K+400 M	台1線	逆	2008-10-25	22	5	檢視破壞紀錄	檢視	修改 刪除
14 K+100 M~14 K+200 M	台1線	逆	2007-10-25	56	5	檢視破壞紀錄	檢視	修改 刪除
14 K+200 M~14 K+300 M	台1線	逆	2007-10-25	23	5	檢視破壞紀錄	檢視	修改 刪除
14 K+300 M~14 K+400 M	台1線	逆	2007-10-25	22	5	檢視破壞紀錄	檢視	修改 刪除
14 K+100 M~14 K+200 M	台1線	逆	2006-10-25	56	5	檢視破壞紀錄	檢視	修改 刪除
14 K+200 M~14 K+300 M	台1線	逆	2006-10-25	23	5	檢視破壞紀錄	檢視	修改 刪除
14 K+300 M~14 K+400 M	台1線	逆	2006-10-25	22	5	檢視破壞紀錄	檢視	修改 刪除

圖 E-30 PCI 資料檢視畫面

### 4.3 管挖資料

1. 至「管挖紀錄新增」頁面。
2. 分別輸入『道路編號』、『起迄樁號』、『加封面積』、『加側面積』、『路面別』、『厚度』、『申請單位』和『核准文號』，點選施工日期的起訖，則為小日曆形式，使用者可點選之。如圖 E-31。

#### 編輯挖管紀錄

返回挖管列表			
道路編號	台1線	迄點樁號	27 K+ 980 M~ 27 K+ 980
方向	逆(北、西) ▾		
施工日期起	2004-12-12	施工日期迄	2004-12-14
加封面積	27	加側面積	145
路面別	瀝青	厚度	20
申請單位	台電公司桃園營業處		
核准文號	96一工壩字第301009號		
<input type="button" value="確定送出"/>			

圖 E-31 挖管資料紀錄畫面

3. 透過每筆的管挖編輯，紀錄為一列表，供使用者檢視、修改與刪除。如圖 E-32、E-33。

## 挖管紀錄列表

					新增挖管資料
道路編號	迄點樁號	方向	施工日期起	施工日期迄	
台1線	27 K+980 M~27 K+980 M	逆	2004-12-12	2004-12-14	檢視 修改 刪除
台1線	26 K+980 M~26 K+980 M	逆	2005-01-03	2005-01-07	檢視 修改 刪除
台1線	18 K+424 M~18 K+424 M	逆	2005-01-03	2005-01-17	檢視 修改 刪除
台1線	37 K+924 M~37 K+924 M	逆	2005-01-18	2005-01-21	檢視 修改 刪除
台1線	15 K+080 M~15 K+090 M	逆	2005-01-19	2005-01-21	檢視 修改 刪除
台1線	14 K+642 M~14 K+652 M	逆	2005-03-21	2005-03-26	檢視 修改 刪除
台1線	14 K+624 M~14 K+624 M	逆	2005-03-14	2005-03-17	檢視 修改 刪除
台1線	25 K+500 M~25 K+500 M	逆	2005-03-21	2005-03-24	檢視 修改 刪除
台1線	25 K+600 M~25 K+600 M	逆	2005-03-09	2005-03-11	檢視 修改 刪除
台1線	47 K+000 M~47 K+000 M	順	2005-01-18	2004-01-22	檢視 修改 刪除
台1線	28 K+410 M~28 K+410 M	順	2005-01-18	2004-01-21	檢視 修改 刪除
台1線	48 K+020 M~48 K+020 M	順	2005-01-18	2004-01-21	檢視 修改 刪除
台1線	37 K+947 M~37 K+947 M	順	2005-01-18	2004-01-22	檢視 修改 刪除
台1線	32 K+950 M~32 K+950 M	順	2005-01-18	2004-01-22	檢視 修改 刪除
台1線	44 K+700 M~44 K+700 M	順	2005-01-18	2004-01-21	檢視 修改 刪除
台1線	30 K+567 M~30 K+580 M	順	2005-01-18	2004-01-21	檢視 修改 刪除

圖 E-32 挖管紀錄檢視畫面 1

## 檢視挖管紀錄

道路編號	台1線	迄點樁號	27 K+980 M~27 K+980 M
方向	逆		
施工日期起	2004-12-12	施工日期迄	2004-12-14
加封面積	27	加圍面積	145
路面別	瀝青	厚度	20
申請單位	台電公司桃園營業處		
核准文號	96一工堰字第301009號		

[返回上一頁](#)

圖 E-33 挖管紀錄檢視畫面 2

## 4.4 平坦度資料

1. 至『編輯平坦度新增』頁面。
2. 依據『道路編號』與『起點樁號』點選北上西向或南下東向的『車道方向』和『車道位置』數量，紀錄『IRI』、『IRI 標準差』與『騎乘指標 RN』。如圖 E-34。

### 編輯平坦度紀錄

<a href="#">返回平坦度列表</a>				
道路編號	台1線		調查日期	2008-10-08
起點樁號	14	K+ 100	M~ 14	K+ 200
方向	逆(北、西) ▾		車道位置	1 ▾
IRI	5.25		IRI標準差	4.44
騎乘指標RN	4.44			

確定送出

圖 E-34 平坦度資料編輯畫面

3. 使用者可以不必輸入任何查詢條件，直接點按『平坦度紀錄列表』，則會顯示資料庫中所有的平坦度紀錄，查詢結果會出現在下方表格。如圖 E-35。

### 平坦度紀錄列表

<a href="#">新增平坦度資料</a>								
道路編號	調查日期	起點樁號	方向	車道位置	IRI	IRI標準差	騎乘指標RN	
台1線	2008-10-08	14 K+100 M~14 K+200 M	逆	1	5.25	4.44	4.44	<a href="#">修改</a> <a href="#">刪除</a>
台1線	2008-06-01	14 K+200 M~14 K+300 M	逆	1	2.77	3.8	2.4	<a href="#">修改</a> <a href="#">刪除</a>
台1線	2008-10-10	14 K+300 M~14 K+400 M	逆	1	3.32	3.5	2.9	<a href="#">修改</a> <a href="#">刪除</a>
台1線	2007-01-01	14 K+100 M~14 K+200 M	逆	1	3.5	3.7	3.4	<a href="#">修改</a> <a href="#">刪除</a>
台1線	2007-01-01	14 K+200 M~14 K+300 M	逆	1	3.5	3.7	3.4	<a href="#">修改</a> <a href="#">刪除</a>
台1線	2007-01-01	14 K+300 M~14 K+400 M	逆	1	2.77	2.8	2.4	<a href="#">修改</a> <a href="#">刪除</a>
台1線	2006-01-01	14 K+100 M~14 K+200 M	逆	1	3.27	3.6	2.7	<a href="#">修改</a> <a href="#">刪除</a>
台1線	2006-01-01	14 K+200 M~14 K+300 M	逆	1	2.67	3.0	2.3	<a href="#">修改</a> <a href="#">刪除</a>
台1線	2006-01-01	14 K+300 M~14 K+400 M	逆	1	4.17	4.8	4.8	<a href="#">修改</a> <a href="#">刪除</a>
台1線		14 K+900 M~15 K+000 M	逆	1	3.25	3.7	2.9	<a href="#">修改</a> <a href="#">刪除</a>
台1線	0000-00-00	15 K+111 M~15 K+432 M	順	3	1.25	4.5	5.4	<a href="#">修改</a> <a href="#">刪除</a>

圖 E-35 平坦度資料檢視畫面

## 第五章 統計分析模組

### 5.1 時空分析模組

#### 1. 操作方式

可以左上角控制列用來放大、縮小及移動，亦可以滑鼠拖曳，進行移動。如圖 E-36。



圖 E-36 地圖操作畫面

#### 2. 查詢條件

設定查詢條件，於地圖上將以紅色 X 表示符合條件點位。右側各資料欄也會顯示詳細資料內容。如圖 E-37。

**查詢條件式**

道路編號: 113甲 \*

養護單位: 不限制

道路基本資料: 主管機關: 不限制

交通量: 不限制

巡查破壞主項目: 不限制

道路巡查破壞紀錄: 巡查破壞程度: 不限制

PCI: 不限制 0

平坦度: IRI: 不限制

平坦度: 不限制

氣象資料: 年累積雨量: 不限制

年均溫: 不限制

1. 請選取所需要查詢的空間範圍(請直接操作頁面:放大、縮小或平移)

上邊界: 25.363882777403 左邊界: 120.627136230469

**道路基本資料:**

道路編號	縣市別	方向	起點路名	迄點路名	道路起點	道路迄點	養護單位	主管機關	地名	物價區域	地形	公路等級	快車道數	慢車道寬	慢車道數	慢車道寬	路肩寬度	交通量年度	交通量起點路名	交通量迄點路名	交通量起點	交通量迄點	測量方向	流量	車公里
113	桃																								

圖 E-37 公路資料查詢畫面

## 5.2 一般統計模組

為加速使用者查詢所要資料，將資料簡易分類為公路基本資料、交通量、氣候資料、破壞資料及檢測資料，如表 E-1。

表 E-1 查詢項目分類表

分析項目	分析資料
公路基本資料	快車道數 快車道寬 慢車道數 慢車道寬 車道數 路肩寬度
交通量	車流量 車公里 小型車輛數(日) 大客車輛數(日) 大貨車輛數(日) 聯結車輛數(日) 機車輛數(日) 尖峰小時交通量
氣候資料	日均溫 雨量
破壞資料	總破壞次數 挖管次數 坑洞數 裂縫數
檢測資料	巡查次數 IRI PCI

操作步驟：

1. 選取統計資料類別



圖 E-38 統計資料類別

2. 選取資料範圍後按開始統計

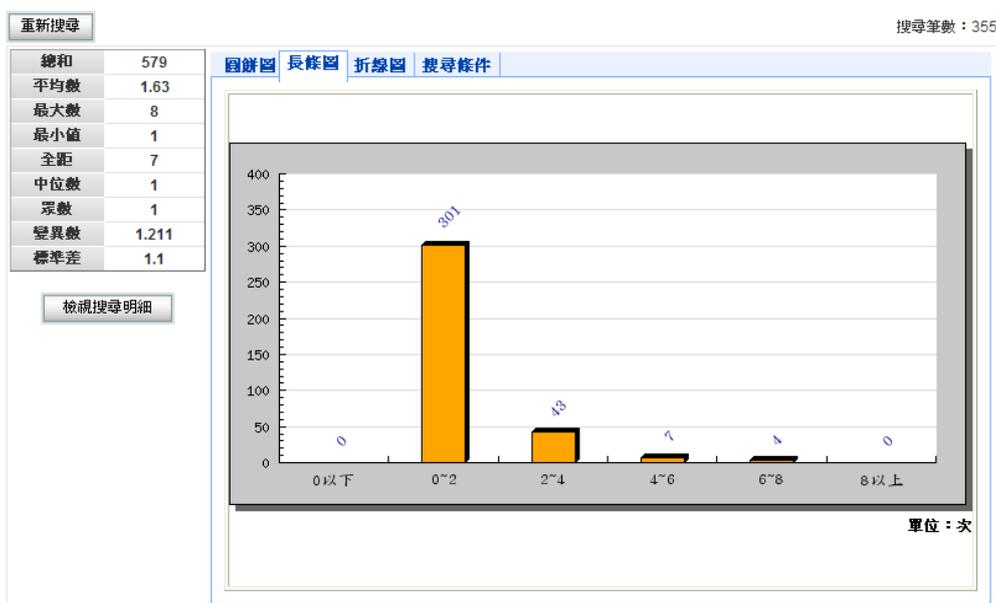
**統計條件資料**

分析資料選定	總破壞次數	篩選條件	>=	0
主管機關	第一區工程處	養護單位	中壢工務段	
道路編號				
縣市別	桃園縣	方向		
道路起訖	[ ] K+	[ ] M	~	[ ] K+ [ ] M

圖 E-39 統計範圍設定

3. 統計結果，可點選圓餅圖、長條圖及折線圖三種圖形，另外可點選蒐尋條件了解原本輸入搜尋資料範圍，另外檢視蒐尋明細，可了解實際統計道路資料路段，如圖 E-40。

統計資料結果



## 搜尋結果列表

道路編號	方向	縣市別	起點樁號	迄點樁號	主管機關	總破壞次數
台1線	順	桃園縣	50K+100M	50K+200M	第一區工程處	1
台1甲線	逆	桃園縣	25K+300M	25K+400M	第一區工程處	1
台1線	逆	桃園縣	20K+500M	20K+600M	第一區工程處	1

圖 E-40 統計結果畫面

## 第六章 預測分析模組

### 6.1 離散事件模組

用於分析無法數值量化之破壞資料，以馬可夫鏈預測各破壞類型可能發生機率。

操作步驟：

1. 選取分析種類數量，如希望了解坑洞、裂縫和完好鋪面的機率即填寫 2。破壞種類總共有路面坑洞、輕度坑洞、中度坑洞、重度坑洞、路面破裂、縱向裂縫、橫向裂縫、鱷魚狀裂縫、塊狀裂縫、人手孔破損、管溝破損、補碇破壞、路面變形、車轍、路面凹陷、路面推擠，共 16 種。其中路面坑洞包含所有坑洞類型破壞，包含輕度、中度及重度坑洞；路面破裂包含所有裂縫破壞，包含縱向裂縫、橫向裂縫、鱷魚狀裂縫、塊狀裂縫。

『現況分析時間』：用於選擇欲預測之道路目前現況統計，如選擇 2007-01-01~2008-12-31，則代表為該道路於這兩年的道路現況。

『起始時間』：用於選擇預測道路現況資料樣本之起始時間。

『結束時間』：用於選擇預測道路現況資料樣本之結束時間。

※如起始時間~結束時間為一年，則預測之週期為一年一週期，故此案例可預測 2007-01-01~2008-12-31 之下一年度狀態機率。

道路養護品質知識管理 使用者:系統管理者 群組: IP位址:118.160.183.71

資料建立 ▾ 資料查詢 ▾ 道路管理資料 ▾ 統計分析模組 ▾ 預測分析模組 ▾ 系統管理模組 ▾ 登出

離散預測

狀態分析種類數量 6

主管機關 第一區工程處 養護單位 中壢工務段

現況分析時間 2008-01-01 ~ 2008-12-31

起始時間 2007-01-01 ~ 2007-12-31

結束時間 2008-01-01 ~ 2008-12-31

分析路線	道路編號	縣市別	方向	道路起訖		
	台1線		順(南、東)	14 K+ 0	M ~	18 K+ 0 M
	台1甲線		順(南、東)	14 K+ 0	M ~	18 K+ 0 M

重新輸入 確定送出

圖 E-41 離散預測道路範圍設定畫面

2. 選取分析破壞類型，選擇項目完成後點選確定送出。

道路養護品質知識管理 使用者:系統管理者 群組: IP位址:118.160.183.71

資料建立 ▾ 資料查詢 ▾ 道路管理資料 ▾ 統計分析模組 ▾ 預測分析模組 ▾ 系統管理模組 ▾ 登出

分析狀態	選擇項目
分析狀態1	人手孔破壞 ▾
分析狀態2	重度坑洞 ▾
分析狀態3	管溝破壞 ▾
分析狀態4	鱗魚狀裂縫 ▾
分析狀態5	縱向裂縫 ▾
分析狀態6	補縫破壞 ▾

返回重新選擇 確定送出

圖 E-42 離散預測破壞項目選定畫面

3. 預測分析結果

現有樣本分析出各狀態發生機率。

道路養護品質知識管理 使用者:系統管理者 群組: IP位址:118.160.183.71

資料建立 ▾ 資料查詢 ▾ 道路管理資料 ▾ 統計分析模組 ▾ 預測分析模組 ▾ 系統管理模組 ▾ 登出

馬可夫鏈機率

	無破壞	人手孔破壞	重度坑洞	管溝破壞	鱗魚狀裂縫	縱向裂縫	補縫破壞
無破壞	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
人手孔破壞	0%	40%	29%	50%	44%	100%	0%
重度坑洞	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
管溝破壞	0%	60%	43%	0%	0%	0%	0%
鱗魚狀裂縫	0%	0%	0%	0%	33%	0%	100%
縱向裂縫	0%	0%	29%	50%	22%	0%	0%
補縫破壞	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

重新查詢 初始狀態發生機率矩陣

圖 E-43 現有各項破壞機率分配

點選初始狀態發生機率矩陣，輸入分析期數，表示預測週期。週期範圍為步驟 1 所設定『起始時間』時間範圍。建議設定為 10 期內。

道路養護品質知識管理 使用者:系統管理者 群組: IP位址:118.160.183.71

資料建立 ▾ 資料查詢 ▾ 道路管理資料 ▾ 統計分析模組 ▾ 預測分析模組 ▾ 系統管理模組 ▾ 登出

**入初始狀態發生機率矩陣**

	無破壞	人手孔破壞	重度坑洞	管溝破壞	鱈魚狀裂縫	縱向裂縫	補縫破壞	鋪面初始機率
無破壞	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.93%
人手孔破壞	0%	40%	29%	50%	44%	100%	0%	0.03%
重度坑洞	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
管溝破壞	0%	60%	43%	0%	0%	0%	0%	0.01%
鱈魚狀裂縫	0%	0%	0%	0%	33%	0%	100%	0.01%
縱向裂縫	0%	0%	29%	50%	22%	0%	0%	0.01%
補縫破壞	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

欲分析期數:

圖 E-44 設定分析期數

預測分析結果，表示預測分析期數，所預測狀態機率。

道路養護品質知識管理 使用者:系統管理者 群組: IP位址:118.160.183.71

資料建立 ▾ 資料查詢 ▾ 道路管理資料 ▾ 統計分析模組 ▾ 預測分析模組 ▾ 系統管理模組 ▾ 登出

**計算結果**

	分析期數: 1
無破壞	0%
人手孔破壞	3.14%
重度坑洞	0%
管溝破壞	1.8%
鱈魚狀裂縫	0.33%
縱向裂縫	0.72%
補縫破壞	0%

圖 E-45 離散預測分析結果

## 6.2 連續預測模組

### 6.2.1 簡單迴歸

操作步驟：

#### 1. 選取預測資料及道路範圍

**統計條件資料**

分析資料選定	IRI	
主管機關	第一區工程處	養護單位 中壢工務段
道路編號	台1線	
時間範圍(條件x)	95	年
時間範圍(條件y)	96	年
縣市別	桃園縣	方向 逆(北、西)
道路起訖	20 K+000 M ~ 60 K+000 M	

圖 E-46 簡單迴歸預測範圍設定畫面

#### 2. 預測分析結果

**預測結果  $y = 0.70 + (0.95 * x)$**

道路編號	縣市別	方向	起點路名	迄點路名	道路起點	道路迄點	主管機關	預測值
台1線	桃園縣	逆			14K+100M	14K+200M	第一區工程處	5.66
台1線	桃園縣	逆			14K+200M	14K+300M	第一區工程處	3.32
台1線	桃園縣	逆			14K+300M	14K+400M	第一區工程處	3.84

圖 E-47 簡單迴歸預測分析結果畫面

### 6.2.2 灰預測

操作步驟：

#### 1. 選取預測資料及道路範圍

條件 1 為第一年度分析樣本，條件 2 為第二年度分析樣本，條件 3 為預測年度。

### 統計條件資料

分析資料選定	IRI	
主管機關	第一區工程處	養護單位 中壢工務段
道路編號	台1線	
時間範圍(條件1)	95	年
時間範圍(條件2)	96	年
時間範圍(條件3)	97	年
縣市別	桃園縣	方向 逆(北、西)
道路起訖	20 K+000 M ~ 60 K+000 M	

圖 E-48 灰預測範圍設定畫面

## 2. 預測分析結果

### 預測結果

道路編號	縣市別	方向	起點路名	迄點路名	道路起點	道路迄點	主管機關	預測值
台1線	桃園縣	逆			14K+100M	14K+200M	第一區工程處	7.66
台1線	桃園縣	逆			14K+200M	14K+300M	第一區工程處	2.19
台1線	桃園縣	逆			14K+300M	14K+400M	第一區工程處	3.96

圖 E-49 灰預測分析結果畫面

### 6.2.3 多元迴歸

操作步驟：

#### 1. 選取預測資料及道路範圍

分析資料為預測資料之相關影響因子，在此限制條件為資料筆數必須對稱，即所有分析資料必須有相同資料筆數，才能進行比對預測。

### 統計條件資料

分析資料選定	PCI	自變數(x1)
分析資料選定	IRI	自變數(x2)
分析資料選定		自變數(x3)
分析資料選定		自變數(x4)
分析資料選定	IRI	依變數(y)
主管機關		養護單位
道路編號		
時間範圍(條件)	96 年	
時間範圍(預測)	97 年	
縣市別		方向
道路起訖	K+ M ~ K+ M	

重新輸入 開始統計

圖 E-50 多元迴歸範圍設定畫面

### 2. 預測分析結果

預測結果  $y = 0 + 0*x1 + 1*x2$

道路編號	縣市別	方向	起點路名	迄點路名	道路起點	道路迄點	主管機關	預測值
台1線	桃園縣	逆			14K+100M	14K+200M	第一區工程處	3.5
台1線	桃園縣	逆			14K+200M	14K+300M	第一區工程處	3.5
台1線	桃園縣	逆			14K+300M	14K+400M	第一區工程處	2.77

圖 E-51 多元迴歸分析結果畫面







## 1.2 預定進度 / 實際進度

工作項目	2月份	3月份	4月份	5月份	6月份	7月份	8月份	9月份	10月份	11月份
1. 文獻回顧與探討	—	—	—							
2. 養護作業現況分析與資料收集	—	—	—	—						
3. 分析知識管理系統功能		—	—	—						
4. 資料庫構建試做				—	—					
期中報告					—	—				
5. 整合知識管理與鋪面管理系統開發建置之系統分析與相關規劃					—	—	—	—		
6. 實質系統之測試與撰寫操作手冊								—	—	—
7. 相關實作精練與應用									—	—
期末報告										—
工作進度估計百分比(累積數)	7	18	25	40	53	64	75	82	93	100

— 表示預定進度    - - 表示實際進度

4



### 1.3 工作項目與報告章節對照

工作項目	期末報告章節
1. 回顧評析相關文獻	第二章文獻回顧 2.1 道路養護作業現況 2.2 台灣地區鋪面管理系統
2. 研究如何將知識管理概念落實於公路鋪面養護作業內容	第二章文獻回顧 2.3 鋪面管理系統需求剖析 2.4 鋪面養護知識管理 附錄A 養護標準作業程序之建立
3. 發展以知識管理為基礎之作業分析模式	第三章以活動為基礎之成本分析模組 第四章連續時間預測模型 第五章離散時間預測模型 第六章統計分析模型 第七章時空分析模組
(1) 以活動為基礎之成本分析模組	
(2) 連續時間預測模組	
(3) 離散事件預測模組	
(4) 一般統計分析模組	
(5) 時空分布分析模組	
4. 更新修正現行鋪面管理系統架構	第八章更新鋪面管理系統
5. 進行知識管理模組之應用	第九章進行知識管理模組之應用

- 前言
- 文獻回顧
- 成本分析
- 連續預測
- 離散預測
- 統計分析
- 時空分析
- 更新PMS
- 知識應用
- 結論建議

5



### 1.4 期中審查委員意見與意見回覆

高公局代表馮正明工程師

審查意見	辦理情形說明
1. 第143頁，養護鋪面模式，「緊急養護」係於PCI值較高的情況，與一般認知上有差異，另「緊急養護」名詞建議用其他名詞如「立即養護」取代，避免產生誤會。	1. 高速公路施工技术規範及交通部養護手冊皆用「緊急養護」一詞，故本研究依據養護手冊不做修改。 2. 此乃依據國外使用PCI調查所需進行的養護活動區分。當道路發生多處破壞將會造成PCI指數過低的狀況，則需先進行緊急養護先恢復道路部分服務水準，在藉由計劃性養護（一般或大型養護）讓道路回復當初新建的服務能力。雖然緊急養護與一般養護的費用與使用時機並不相同，但對於PCI數值過低則如上所述/違背養護經費處理原則。且在期中報告已將養護決策作業修正，並無緊急養護之名詞。
2. 針對PCI部分，研究單位以PCI數值高低區分緊急、一般及大型養護，但這部分是否進行緊急養護應該無法以PCI數值來界定。	3. PCI僅適合用於評估鋪面狀況，以此在有限養護經費下，決定須優先進行大型養護路段，並無法以PCI值決定採用何種修復工法。
3. 期中報告第91頁圖A-4已有針對這問題做部分修改，以PCI在70以上做一般養護，70以下進行大型養護，故這次沒有其他問題。	

- 前言
- 文獻回顧
- 成本分析
- 連續預測
- 離散預測
- 統計分析
- 時空分析
- 更新PMS
- 知識應用
- 結論建議

6

1.4 期中審查委員意見與意見回覆	
■公路總局代表林進發工程師	
審查意見	辦理情形說明
<p><b>前言</b></p> <p><b>文獻回顧</b></p> <p><b>成本分析</b></p> <p><b>連續預測</b></p> <p><b>離散預測</b></p> <p><b>統計分析</b></p> <p><b>時空分析</b></p> <p><b>更新PMS</b></p> <p><b>知識應用</b></p> <p><b>結論建議</b></p>	<p>1.感謝研究團隊以本局中樞段為對象進行本次的研究案，期間本人也參與這個研究案資料的提供，今天看到期中報告的成果深感欣慰。</p> <p>2.以公路總局而言，較重視鋪面管理系統對經費分配這部分，亦即希望能借用研究成果所發展系統，進行養護經費分配。</p> <p>3.在期中報告第80頁5.2後續進行事項中有提到建構養護計畫書、績效評量指標草擬使用範本及鋪面管理系統架構更新，建議期末報告能有實際案例的說明，包括各項巡查資料、交通量調查、肇事資料、氣象資料、人民陳情案等資料的運用，及最終養護經費分配的情形。</p>
	<p>1.感謝公路總局林進發工程師不辭辛勞，參與本研究團隊多次工作會議，在此表達感謝。</p> <p>2.本研究係乃發展具有知識演替革新功能之作業程式藉以更新前期研究發展之鋪面管理系統之模式正確性，並未實際進行「養護經費分配」模式之執行方式，但本系統仍可協助公路總局對於資料進行探討分析道路破損原因或是路面服務效能劣化曲線等功能。</p> <p>3.建構養護計畫書、績效評量指標草擬使用範本於第九章，鋪面管理系統架構更新詳述於期末報告第八章。對於各項資料的實際應用，本研究之目的即在於希望透過收集鋪面各項資訊，來發掘問題達到知識管理的目的。以巡查資料為例，在離散分析模組即可以此分析某段路面發生各項破壞的可能機率。故此，收集完整的道路資訊，才能達到分析鋪面破損原因，達到提升鋪面品質效果。對於養護經費分配情形，並非本研究主要目標，故並未多做探討。</p>

7

1.4 期中審查委員意見與意見回覆	
■內政部營建署代表后振宇工程師	
審查意見	辦理情形說明
<p><b>前言</b></p> <p><b>文獻回顧</b></p> <p><b>成本分析</b></p> <p><b>連續預測</b></p> <p><b>離散預測</b></p> <p><b>統計分析</b></p> <p><b>時空分析</b></p> <p><b>更新PMS</b></p> <p><b>知識應用</b></p> <p><b>結論建議</b></p>	<p>1.第4.2節（報告第123頁）連續時間預測模式功能規劃，以IRI為結果控制變因包括結構、裂縫、車轍、坑洞、環境等進行迴歸模式分析。依據研究結果可信度相當高，IRI劣化曲線第六年IRI值已經高達6.2以上，這是否表示現階段的公路系統平均使用壽命只有六年就必須翻修一次。此結果對於養護經費之編列與評估非常重要，是否可提供更詳細之分析數據佐證，以利本署養護政策之訂定。</p> <p>2.報告P118，第六項問到本計畫有要完成「公路鋪面管理系統」功能架構之更新，在第四章中已經進行模組功能規劃，能否增加功能架構圖以確定研究發展之範圍及方向。而意見回覆中所提詳見3.2.4節及4.2.3節。應為系統開發程式步驟，與原本問題未完全符合。建議於期末報告補齊系統功能架構圖，以確認後續研究方向。</p>
	<p>1.此資料為高速公路關西工務段提供之檢測資料，利用該資料進行演算確實某些路段在第六年IRI以達6以上為不良等級之鋪面，而實際上關西工務段知養護資料也顯示該路段於第七年即進行刨除加鋪，顯示預測結果與實際養護狀況吻合。而此數據是否適合用於市區道路還要再評估，因為蒐集資料之鋪面狀況、環境因子與車輛載重因素等客觀條件皆不相同，故不能直接引用。</p> <p>2.相關更新架構於期末報告圖8.20。後續研究可參考8.2節後段，藉由模組間之知識整合、資料交換，以達不同單位間技術及知識分享、強化知識流通，提升整體鋪面品質。</p>

8



## 1.4 期中審查委員意見與意見回覆

余文德委員

	審查意見	辦理情形說明
● 前言		
● 文獻回顧		
● 成本分析		
● 連續預測		
● 離散預測		
● 統計分析		
● 時空分析		
● 更新PMS		
● 知識應用		
● 結論建議		
	<p>1. 研究報告內容較偏資料庫歸納，缺乏知識管理部分。本計畫最重要的部分是資料的收集，僅在研究報告第40頁談到道路養護應提供的資料分析，並沒有整體架構的來龍去脈說明。建議檢討系統需要收集什麼資料。</p> <p>2. 建議以美國工兵團跟世界銀行的系統做基礎，同時跟國內系統做比較，說明其差異？另報告第55頁提出「本國不宜直接套用PAVER及HDM二系統」，應多說明為什麼不宜採用？</p> <p>3. 以活動為基礎之成本分析模組，裡面的ABC分析跟一般營建和專案管理的不同，其通常是以WBS做基礎。但研究報告內並未談到WBS和成本分析。希望研究單位回去能夠再了解ABC。</p> <p>4. 建議使用多一點預測模型，比如說類神經網路等。連續預測模組跟離散預測模組內之馬可夫鏈預測模型，需要事先規劃一些狀態，建議應說明如何規劃定義其狀態？並針對使用者的需求預留一點的彈性。</p>	<p>1. 統計及時空蒐集所有鋪面養護資訊連續預測則針對平坦度檢測資料蒐集，離散預測則針對鋪面破壞資料</p> <p>2. 由於缺乏路面結構資料，對於路面結構僅於新工時，有進行設計規劃但在多年刨除加鋪後，表層、面層及基層厚度，已經與當初設計不同且國內缺乏FWD等撓度檢測設備國外普遍使用核子檢測儀，礙於原子能委員會相關規定，以致國內使用受到一定限制，故本研究提出不宜直接採用觀點，但對於二系統中理論模組及鋪面影響因子，列為本研究預測推導參考依據。</p> <p>3. 本研究最後選用IDEF做為養護時間成本分析方法，因其較為貼近實際作業狀況。且可分析出較耗時間之活動項目。</p> <p>4. 連續模組最後選用簡單迴歸及灰預測做為短期分析，長期分析則以多元迴歸進行。離散模組則以馬可夫鏈為分析方法。</p>



## 1.4 期中審查委員意見與意見回覆

余文德委員

	審查意見	辦理情形說明
● 前言		
● 文獻回顧		
● 成本分析		
● 連續預測		
● 離散預測		
● 統計分析		
● 時空分析		
● 更新PMS		
● 知識應用		
● 結論建議		
	<p>5. 統計分析模組方面：建議回歸到第3頁的計畫案的需求。</p> <p>6. 時空分佈模組是否能跟連續與離散模組做結合？在研究報告內未提到。</p> <p>7. 目前成果跟第三頁的目的似乎還有些距離，建議可用預算編列及實際的績效間的整合角度做切入。</p>	<p>5. 詳見期末報告第六章</p> <p>6. 連續模組針對可數值化且隨時間演進資料進行預測分析，離散模組則針對較難數值化僅能做到量化如坑洞數等破壞相關資料，故兩者除可分析破壞數與IRI之關係外，無其他需結合部分。</p> <p>7. 知識管理所發展五個模組乃分別針對養護作業不同成效評估部分進行支援，為分析工具。但發展完整績效評估系統及預算編列方式，並非本研究計畫期限內所能完成部分。</p>



## 1.4 期中審查委員意見與意見回覆

楊亦東委員

審查意見	辦理情形說明
<p><b>前言</b></p> <p>1. 成本分析的部分，請研究單位在報告內加入使用之軟體的取得方式、所需成本等，以作為未來給政府部門使用該軟體參考之依據。</p> <p>2. 研究團隊有使用到電腦模擬，但對於模擬過程中，其不確定因子到底為何、用何種統計方法、屬於何種分布、需要收集哪些資訊才能得到這個分佈等</p> <p>3. IRI的原始資料的來源是什麼？當預測模型可解釋能力不足時，是否可用外插方式預測未來？進行裂化預測時，若有其他資訊的介入，其整個資料是否要整個重新蒐集，其發展會是如何？</p> <p>4. 馬可夫鍊預測模型應該要談的是同一的路面，但是收集的資料是中壢工務段整個的資料，故兩者之間似乎不相關。機率方面是否會相同？這四種狀態是否在同一路段會重複出現？若是有重覆的情形是重複算或是只算最差的狀況？</p>	<p>1. 詳見期末報告3.5.1</p> <p>2. 詳見期末報告表3.4</p> <p>3. IRI的資料來源，目前省縣道路公路總局一年一次檢測，鄉道則為桃園縣政府。 對於其他資訊介入零星維修狀況產生其對於整體預測評估影響並不大，但若為大型養護或年度養護則需排除在預測模式之外，以免影響劣化曲線之代表性。</p> <p>4. 馬可夫鍊預測模型可分析之對象為同一樣本而不同時間點，故以基層工程師而言，可以其養護路段為範圍，段長級則可以整個段為範圍。遇相同破壞發生與不同破壞相同，皆個別記錄破壞資訊。</p>



## 1.4 期中審查委員意見與意見回覆

楊亦東委員

審查意見	辦理情形說明
<p><b>前言</b></p> <p>5. 統計模組方面，只能看到道路的編號，但是台一線太長是否有做分段，這樣交通量和日均溫在研究分析才會有意義。是否有統一的標準長度分段？</p> <p>6. 就個人了解這計畫應為前瞻性計畫，主要是瞭解各模組須進行哪些資料需要收集，但這部分只有連續時間模組有明顯列出，在其他模組並未看到較為詳細資料。像離散時間模組並未說明機率要如何計算、要收集什麼東西多久要收集一次，以及是誰的權責要去收集，這部分並未說明。如果這部分沒有，如何進行計畫後續的使用範本。若不知道誰要在什麼時間做什麼，績效也會很難以評估。故希望比照連續時間模組部分進行說明相關資料</p> <p>7. 在66頁，馬可夫鏈機率的計算，上次也有提到過，如果發生重複發生，在計算是否會有問題，如果重複計算，是否會導致計算過程中，機率總和大於一，如果是獨立一定沒有問題，但是如果這之間是有交集的話，這交集部分如何處理，是重複計算或著排除等，請研究單位補充說明。</p> <p>8. 針對轉換機率矩陣的問題，請研究單位說明為何第一情況轉到第四五的機率反而最高，轉到第三種情況反而較低，請研究單位說明一下矩陣轉換的問題。</p> <p>9. 在75頁，73頁有列出相關統計項目，可是到75頁卻沒有完全列舉出如變異數、標準差等，都不在案例展出當中是否在期末將這些部分補齊。</p>	<p>5. 標準長度分段以100M為單位。遇中間變化，則切割兩筆，如1K+000-1K+040、1K+040-1K+100</p> <p>6. 統計與時空模組乃針對鋪面整體資訊離散模組主要針對鋪面破壞資訊，連續模組主要針對平坦度裂化預測。更新週期，對於交通量、雨量及日均溫而言，已有固定作業方式，且調查週期足以符合分析需求。對於巡查資料，期增加巡查範圍記錄，而非只記錄發現破壞部分。平坦度檢測建議公路總局增加至一年兩次檢測，或列為驗收項目。</p> <p>7. 這部分為統計發生次數後轉成機率，不會有機率總和大於一的問題發生。</p> <p>8. 詳見期末報告5.2</p> <p>9. 該部分已經納入系統當中，詳見期末報告6.3。</p>



## 1.4 期中審查委員意見與意見回覆

楊大輝委員

- 前言
- 文獻回顧
- 成本分析
- 連續預測
- 離散預測
- 統計分析
- 時空分析
- 更新PMS
- 知識應用
- 結論建議

審查意見	辦理情形說明
<p>站在使用者立場思考，按照研究時程規劃，研究單位應該建置資料庫架構完成，希望研究單位補充說明現有資訊有哪些，已經可以直接匯入，哪些資訊是現在沒有的，未來要由誰，或如何補充加強現有作業以補齊相關資料。另外各個模組所用資料是否互通，還是彼此獨立。</p>	<p>目前的資料庫除公路基本資料以外，部分資料如氣象或交通量資料則由公路管理單位進行資料採購並會逕巡查資料部分也可由巡查管理系統獲取。但缺乏部分如管線挖掘記錄、巡查日期記錄等，這些部分目前並無特定系統進行管理，僅具有紙本記錄及相關月報表電子檔案。但對於鋪面狀況分析而言，如缺乏管線挖掘記錄，當管線挖掘後修復不良，即影響鋪面養護成效評估客觀性，故需針對該部分進行收集。至於巡查日期記錄部分，在於目前巡查管理系統僅顯示巡查發發現破壞記錄，對於未發現破壞記錄巡查則無記錄，如後續需進行相關巡察排程相關探討時，則需要該部分資訊，建議未來更新巡查管理系統時，能將該部分納入。</p> <p>各個模組乃採用同一資料庫，故無資料互通問題。</p>

13



## 1.4 期中審查委員意見與意見回覆

賈凱傑委員

- 前言
- 文獻回顧
- 成本分析
- 連續預測
- 離散預測
- 統計分析
- 時空分析
- 更新PMS
- 知識應用
- 結論建議

審查意見	辦理情形說明
<p>1. 幾個地方提個建議，希望將第一版與修訂版，在期末的時候可以做個整合，部分第一版有放的東西還是不錯的，可是在修訂版中並未放入。</p> <p>2. P80頁，提到已經完成部分，可是在報告章節當中並未直接對應，希望在期末報告能將工作項目做完整呈現其工作成果。像研究流程所提淵博知識體系PDSA，其實應用及細項說明等並未列入報告之中</p>	<p>1. 依委員意見，以於期末報告將文獻回顧部分重新納入。</p> <p>2. 對於淵博知識體系乃是程序改造的概念，即配合以活動為基礎的成本分析所建立的養護流程，利用品質管理的概念探討，探討整體流程的問題。</p>

14



## 1.4 期中審查委員意見與意見回覆

林安彥委員

- 前言
- 文獻回顧
- 成本分析
- 連續預測
- 離散預測
- 統計分析
- 時空分析
- 更新PMS
- 知識應用
- 結論建議

審查意見	辦理情形說明
<p>1. 以活動為基礎之成本分析模組，由研究報告看來似乎是在做一個標準資料庫的流程，應著重在 activity base，各系統的關連和資料的輸入與輸出應該才是本計畫的核心。</p> <p>2. 第一次審查意見之原第二章部分，多未修正，僅移置為附錄A，惟仍為期中報告之一部分，似有不妥。例如多處流程圖之 Process 符號誤用、公路總局工務段多無能力自行調查路面等不適措詞以及錯別字等，仍將出現在期中報告，將造成爾後查閱期中報告之困擾。</p> <p>3. 本修正報告第五頁，表 1.1 研究進度甘特圖，缺該表說明第三項應標示每季預定查核點。</p>	<p>1. 於活動為基礎之成本分析與後續模組是分開，並非是要建立標準資料庫，而是建立養護流程所需的活動辭典與成本參數。若本模組於將來建置完成，則可與一般統計模組整合進行成本分析。</p> <p>2. 本研究是建立養護程序，並非流程圖，程序圖可依據使用者的習慣任意添加圖型，故並非符號誤用，但在程序圖當中決策服務應僅有一個流入項目兩個流出項目是本研究團隊疏失，已重新繪製。</p> <p>3. 謝絕委員指正，已於甘特圖增加查核點符號。且本研究並非本季查核，故刪除「每季」文字。</p>

15

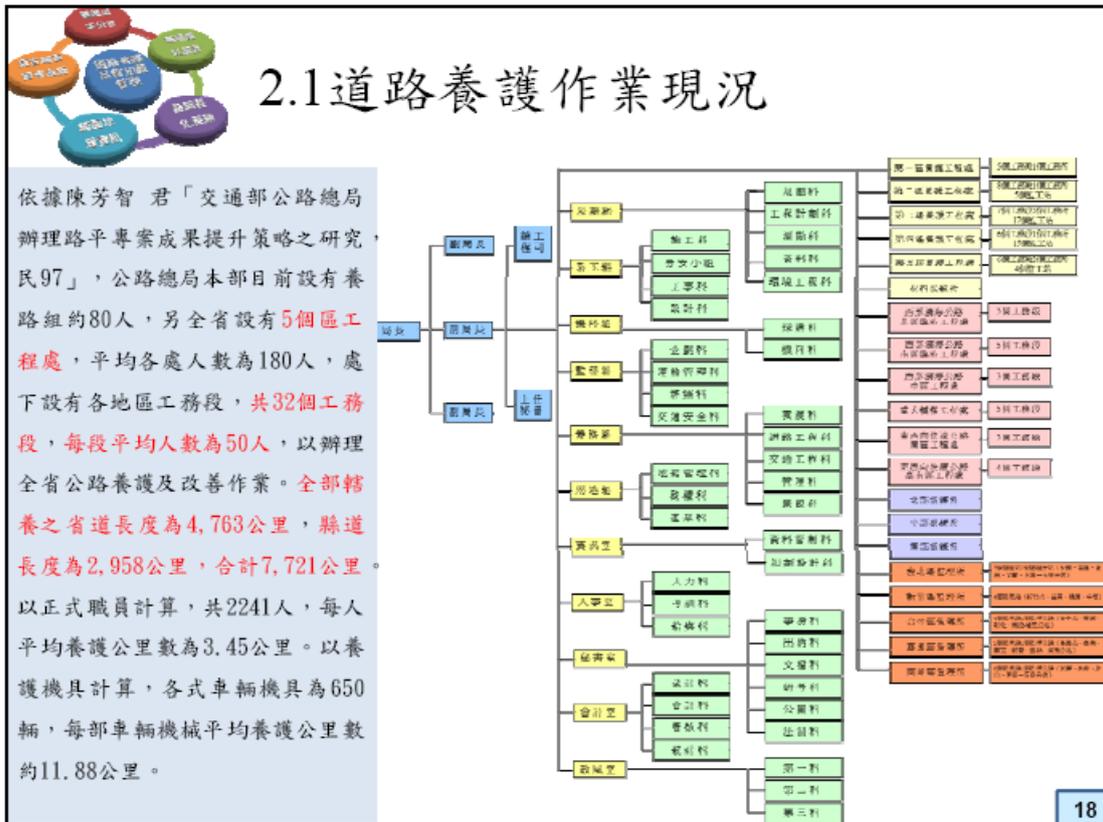
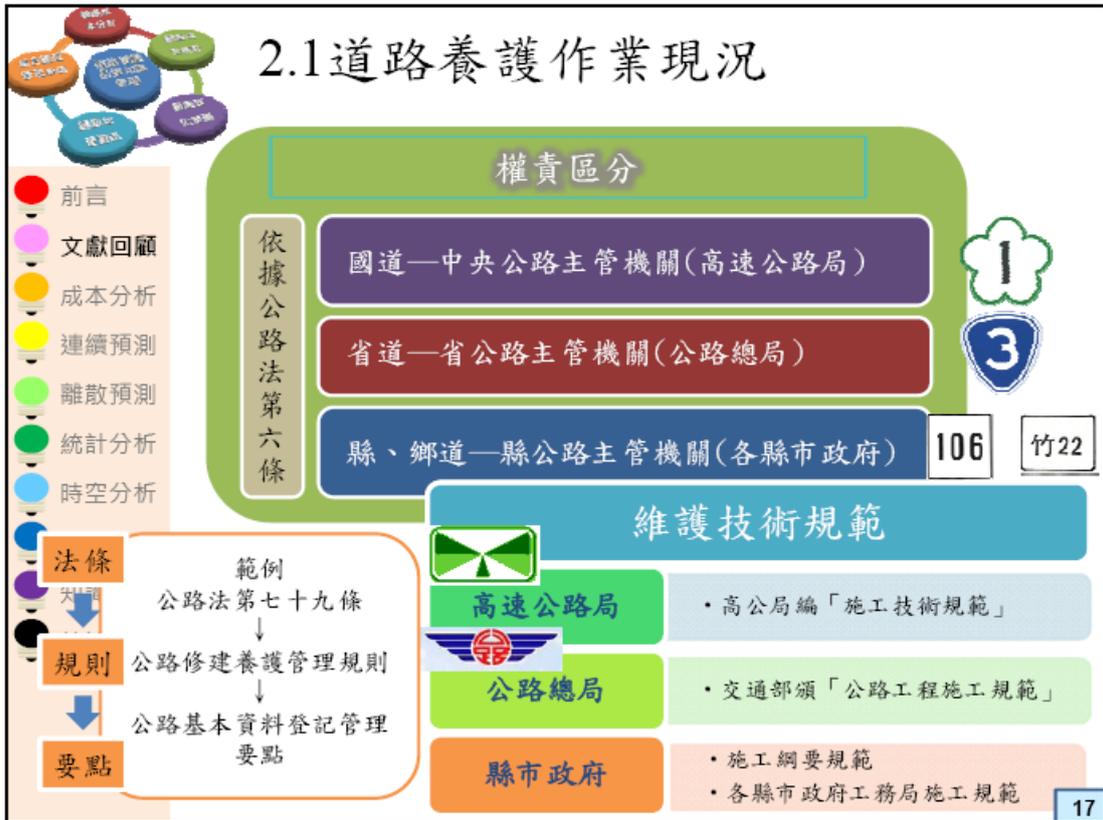


## 1.4 期中審查委員意見與意見回覆

林安彥委員

- 前言
- 文獻回顧
- 成本分析
- 連續預測
- 離散預測
- 統計分析
- 時空分析
- 更新PMS
- 知識應用
- 結論建議

審查意見	辦理情形說明
<p>4. 報告第 68 頁，5.1 第 1 之 (1) 作業方式是否正確？請再查明巡路發現路面破壞危及安全，例如路面大坑洞，因天候不良，未能即時進行修復，僅能以冷料緊急修補，惟冷料耐久性低，可能不及一週即剝落，一般應於天候許可即辦理修復，以免為及交通安全，何以可待至 2 週至 1 個月後，維修承包商始提報工程師擬訂路面零星修補？</p> <p>5. 第 70 頁，挖掘路面(含零星)修復工程，其一為挖角路面小於 500m<sup>2</sup>之處置，那大於 500m<sup>2</sup>應如何處置？請說明。</p> <p>6. 時空分佈模組是否能跟連續與離散模組做結合？在研究報告內未提到。</p> <p>7. 時空分佈模組最後是要提供什麼決策？此部分缺少清楚地說明。</p> <p>8. 研究目的文字敘述與計畫要求相似，但是內容有離題。比如在時空分佈模式時，施工的路面或是肇事的路面這方面的資料要如何取得？希望能夠多做說明。</p>	<p>4. 經與中壢段工程師確認，為目前之作業方式。現行採用之冷拌修補材料可於兩天進行施工並維持較長時間不會再發生破損，應可直接取代後續的路面零星修補作業。</p> <p>5. 大於 500m<sup>2</sup>則屬挖掘路面整修工程，比照公路養護手冊之大型養護作業進行整修。</p> <p>6. 由於各模組乃針對不同輔助項目，故時空模組並未與連續與離散模組結合。</p> <p>7. 時空分佈模組所提供之功能為圖形位置展現而非進行決策之作業。</p> <p>8. 本研究所發展時空模組並非針對管線挖掘管理，而是用於了解鋪面歷史資料，如經常破損路段查詢。相關資料取得皆來自個別權責單位。</p>





## 2.1道路養護作業現況

- 前言
- 文獻回顧
- 成本分析
- 連續預測
- 離散預測
- 統計分析
- 時空分析
- 更新PMS
- 知識應用
- 結論建議

### 公路總局中壢工務段簡介

●工務段現有員工55人，設段長一名，副段長一名綜理段內各項工作並依任務編組設有養護工程司、新工工程司、交通工程司、試驗室品檢人員、挖管人員、機料人員、行政人員、養護道班等，以公路養護及改善工程事項。

●本段養護道路範圍包括桃園縣境內台三線以西（不含台三線）省道176.294公里及代養縣道181.073公里，合計養護路線里程為357.367公里。



19



## 2.1道路養護作業現況

- 前言
- 文獻回顧
- 成本分析
- 連續預測
- 離散預測
- 統計分析
- 時空分析
- 更新PMS
- 知識應用
- 結論建議

● 行政院公共工程委員會「推動道路平整方案」(970618)

期限	平整度合格率目標
短期(97年12月底)	13%提高至50%
中期(98年12月底)	50%提高至70%
長期(101年12月底)	70%提高至90%

施工網要規範第02742章「瀝青混凝土鋪面」—3.3.7平整度  
完成後路面應具平順、緊密及均勻之表面。以三米直規延平行或垂直路中心線方向檢測時，**底層、結合層或一般公路路面層**，任何一點高低差，不得大於**0.6cm**，平整度標準差不得大於**0.26cm**；高速公路之面層高低差不得超過**0.3cm**，平整度標準差不得大於**0.24cm**

統計範圍	道路國賠案件數	百分比%	統計範圍	養護道路總長	百分比%
全國	211	100	全國	39670	100
公路總局	46	21.8	公路總局	8360	21

20

## 2.2 台灣地區鋪面維護管理系統

- 國內PMS相關碩博士論文從民國68年迄今已超過122篇
- 政府單位從民國72年開始
- 交通部國道公路局高速公路路面養護管理系統(單機→網路)
- 交通部公路總局路面管理決策支援系統(單機)
- 交通部運研所市區道路鋪面養護管理系統(架構研究)
- 台北市政府道路系統養護管理(網路)
- 桃園縣政府路面維護管理系統(網路)
- 交通設施營運維護管理系統(網路)
- 公路基本資料庫(網路)

道路台帳資訊

統計分析模組、  
巡查管理系統、  
橋梁維護管理系統

預算編列資訊

成本分析模組、公共  
工程估價系統PCCES、  
公共工程價格資料庫

鋪面預測模式

離散分析模組、  
連續預測模組

Web-GIS

時空分析模組  
坑洞、假修復、管線  
挖掘等GIS點位紀錄

21

## 2.3 鋪面管理系統需求剖析

- 前言
- 文獻回顧
- 成本分析
- 連續預測
- 離散預測
- 統計分析
- 時空分析
- 更新PMS
- 知識應用
- 結論建議

- 國外鋪面養護知識管理系統建構步驟
  - HDM-4：蒐集分析鋪面影響因子，從鋪面裂化進行預測及維護管理。
  - LTPP：以試驗道路，收集鋪面長期裂化資料，進行道路裂化分析。
  - I-WAY：
 



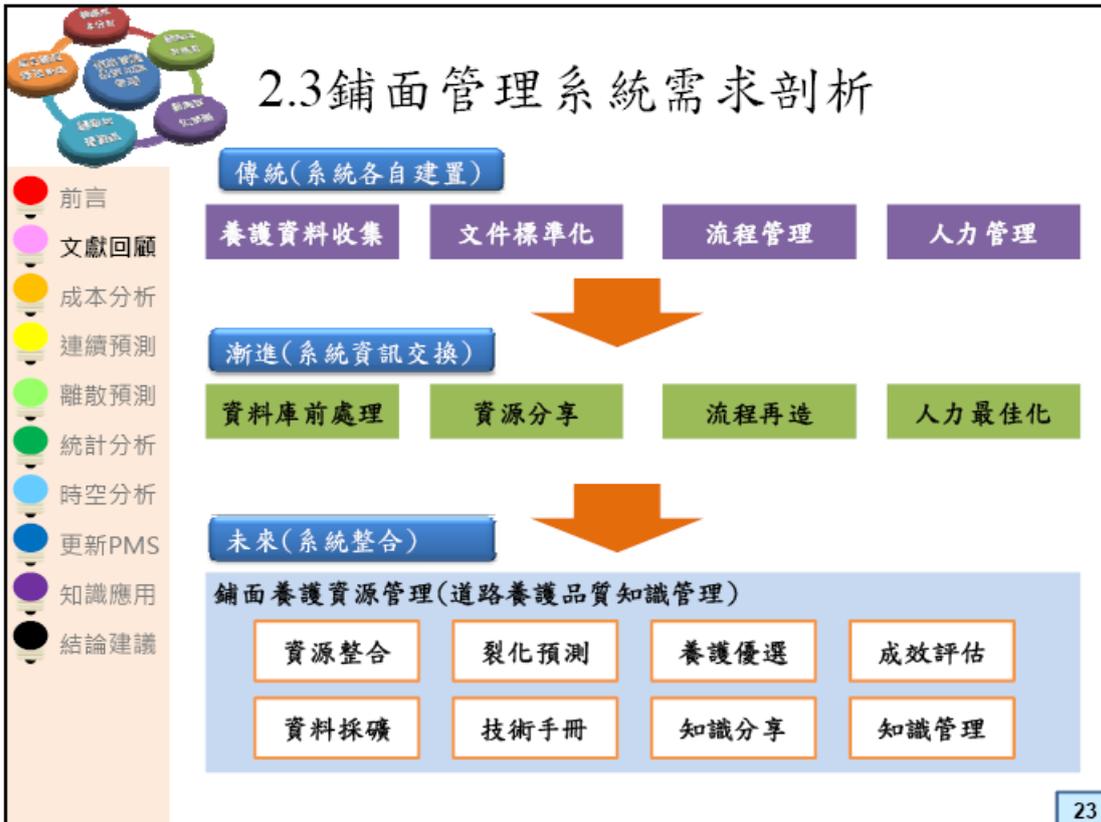
知識管理系統



養護技術手冊

設施管理	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 網路建設分析</li> <li>• 作業流程分析</li> </ul>
知識管理分析建構	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 知識管理設計分析</li> <li>• 整理現有知識</li> <li>• 知識管理系統架架</li> <li>• 知識管理系統開發</li> </ul>
系統修正	<ul style="list-style-type: none"> <li>• results driven incremental 高速進行更新</li> <li>• 對組織文化措施等變化進行修正</li> </ul>
評估	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 成效評估</li> </ul>

22



## 三、以活動為基礎之成本分析模組

● 前言

● 文獻回顧

● 成本分析

● 連續預測

● 離散預測

● 統計分析

● 時空分析

● 更新PMS

● 知識應用

● 結論建議

- 流程分析工具依其分析方法不同可分為下列幾大類別：
  - (1) 觀察分析法(根據經驗與基本知識分析)
  - (2) 專家訪談分析法(引用現場專家意見)
  - (3) 問卷調查法
  - (4) 運算分析法
  - (5) 數學模式分析法
- IDEF (ICAM DEFinition) IDEF 方法論 (第1,2類分析法)

24



### 3.1 IDEF 模型

- 前言
- 文獻回顧
- 成本分析
- 連續預測
- 離散預測
- 統計分析
- 時空分析
- 更新PMS
- 知識應用
- 結論建議

IDEF家族分類說明

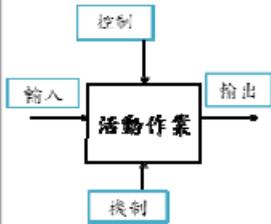
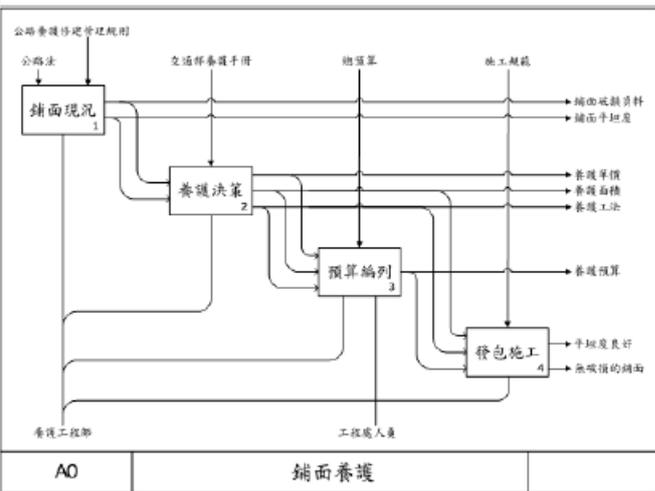
IDEF0	功能模式化 (FUNCTION MODELING)
IDEF1	資訊模式化 (Information Modeling)
IDEF1X	資料模式化 (Data Modeling)
IDEF2	模擬模式化 (Simulation Modeling)
IDEF3	流程描述 (Process Description Capture)
IDEF4	物件導向設計 (Object-oriented Design)
IDEF5	本體論描述 (Ontology Description Capture)
IDEF6	設計原理描述 (Design Rationale Capture)
IDEF7	資訊系統審查方法 (Information System Audit Method)
IDEF8	使用者介面模式化 (User interface Modeling)
IDEF9	腳本驅資訊系統設計規格 (Scenario-driven Information Systems Design Specification)
IDEF10	實行構造模式化 (Implementation Architecture Modeling)
IDEF11	人工資訊模式化 (Information Artifact Modeling)
IDEF12	組織模式化 (Organization Modeling)
IDEF13	圖表映射設計 (Three Schema Mapping Design)
IDEF14	網路設計 (Network Design)



### 3.2 IDEF0模型—以道路養護為例

- 前言
- 文獻回顧
- 成本分析
- 連續預測
- 離散預測
- 統計分析
- 時空分析
- 更新PMS
- 知識應用
- 結論建議

• IDEF0 是以結構化與圖形化的方法將製造系統的功能和與功能有關的物件與資訊表達出來。

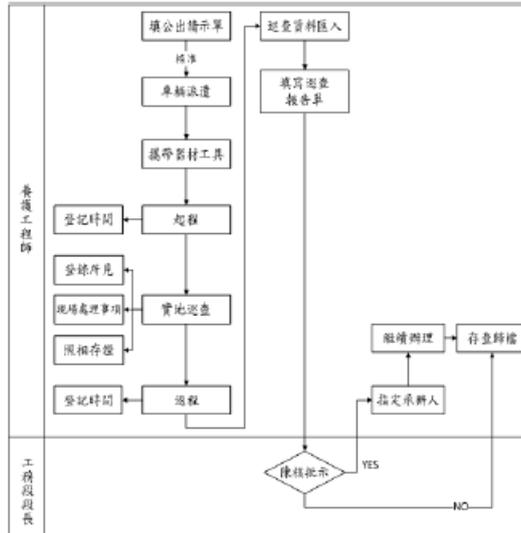




### 3.3 IDEF3模型—以道路養護巡查為例

- 前言
- 文獻回顧
- 成本分析
- 連續預測
- 離散預測
- 統計分析
- 時空分析
- 更新PMS
- 知識應用
- 結論建議

相對於 IDEF0 是用來建立企業功能模型，IDEF3 工作流程方法論，則是以有順序性的事件來擷取與描述流程。



### 3.4 資料模型建構

- 前言
- 文獻回顧
- 成本分析
- 連續預測
- 離散預測
- 統計分析
- 時空分析
- 更新PMS
- 知識應用
- 結論建議

IDEF1X是在E-R(實體聯繫)法的原則基礎上,增加了一些規則,使語義更為豐富的一種方法。用於建立系統資訊模型。

流程代碼	流程名稱	流程代碼	流程名稱
A401	交通安全設施設置	B202-2	其他機關申請土地撥用
A402	交通安全設施維護	B202-3	通行權之處理
B101-1	年度概算編列	B202-5	廢道處理
B101-2	工程施工預算編製	B202-6	高架橋下空間土地租用
B101-3	工程施工預算編製(委託技術顧問機構)	B203-1	畸零地處理
B102	預算執行	D201	人民陳情案件
B201	用地取得準備	D202	國家賠償案件處理
B201-1	協議價購	D101-1	一般施工管制
B201-2	公有土地撥用	D101-2	災害搶修管制
B201-3	私有土地徵收	D101-3	封閉橋梁
B202-1	占用土地處理	D101-4	特殊交通管制

道路養護活動辭典

活動名稱	作業程序						
授權金	A401	A402					
計畫核定	A401	B101-1	B101-2	B101-3(查核金額以上報局)	B201	B202-2(行政院)	B202-3(工程處)



### 3.5 活動基礎成本計算—以道路養護巡查為例

- 前言
- 文獻回顧
- 成本分析
- 連續預測
- 離散預測
- 統計分析
- 時空分析
- 更新PMS
- 知識應用
- 結論建議

- **輸入**：在此選擇該活動依據何者啟動的，一般可分為無任何原因、依據起始活動與依據特定條件而產生。主要是說明該項活動發生的時間是否依據前次或是周期性執行而定，這會影響到整體流程所花費的時間。
- **資源**：係指在該活動中投入的資源，一般可分為人員、其他與團體。
- **作業**：作業形式分為人員、程序與延遲，係加強說明投入資源在該活動所花費的時間與延遲。
- **輸出**：表示該活動的決策結果。

活動	輸入	資源	作業	輸出	對象
填公出請示單	巡查活動開始 (自 Start 執行)	人員(1工程師)	花費10-15分鐘 (常態分配) 延時30-60分鐘 (常態分配)	決策規則 (Yes/No,90%/10%)	養護工程師



### 3.5 活動基礎成本計算—以道路養護巡查為例

- 前言
- 文獻回顧
- 成本分析
- 連續預測
- 離散預測
- 統計分析
- 時空分析
- 更新PMS
- 知識應用
- 結論建議

- 在道路巡查程序當中最佔時間資源的乃是實地調查活動，主要因為實地調查因為需要工程師步行觀察並記錄路面損壞現象所致。另外由資源分配來看，工程師因為道路調查所有工作必須由他進行安排，故為人力資源最高比例，**若進行流程改善，建議在實地巡查方面可派由專責人員進行，而工程師僅對於巡查結果進行判斷彙整。**

	執行次數	完成一次時間	作業時間	閒置時間	等待資源時間	受阻礙時間	超時時間	總執行時間
	Count	Avg Cycle	Avg Work	Avg Wait	Avg Res Wait	Avg Block	Avg Inact	Avg Serv
養護工程師 - 20 - 報程	1	0.68	0.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.68
養護工程師 - 17 - 填公出請示單	1	0.20	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20
養護工程師 - 18 - 審核派遺	1	0.82	0.82	0.00	0.00	0.00	0.00	0.82
養護工程師 - 19 - 填寫材料工資	1	0.22	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22
養護工程師 - 22 - 實地巡查	1	5.11	5.11	0.00	0.00	0.00	0.00	5.11
養護工程師 - 23 - 送程	1	0.79	0.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.79
養護工程師 - 28 - 巡查資料匯入	1	0.68	0.68	0.00	0.00	0.00	0.00	0.68
養護工程師 - 29 - 填寫巡查報告單	1	0.21	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21
養護工程師 - 31 - 指定承辦人	1	0.21	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.21
養護工程師 - 33 - 審核派遺	1	3.65	3.65	0.00	0.00	0.00	0.00	3.65
養護工程師 - 32 - 存查歸檔	1	0.23	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23
養護工程師 - Start	1	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
工務處處長 - 30 - 覆核批示	1	0.23	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23



## 4.1 資料與數據之蒐集與更新

- 前言
- 文獻回顧
- 成本分析
- 連續預測
- 離散預測
- 統計分析
- 時空分析
- 更新PMS
- 知識應用
- 結論建議

針對鋪面裂化預測所需參數，本研究參考HDM-4架構，進行鋪面資料分析前須收集下列鋪面資料。

- 路網資料 (Network data)  
道路相關屬性資料(公路基本資料、整修記錄、IRI)
- 交通特性資料 (Traffic data)  
交通量、累積軸重當量、每小時流量-頻率分佈
- 車隊資料 (Vehicle data)  
針對較常行駛車輛類型進行調查
- 氣候區資料 (Climate data)  
降雨量、日均溫

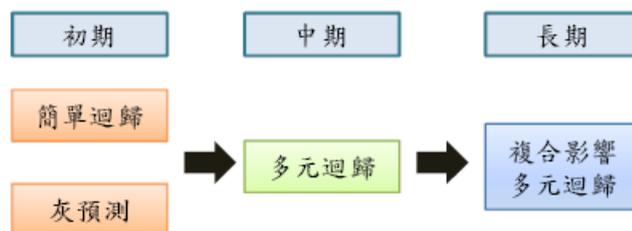
31



## 4.2 預測模式發展

- 前言
- 文獻回顧
- 成本分析
- 連續預測
- 離散預測
- 統計分析
- 時空分析
- 更新PMS
- 知識應用
- 結論建議

- 預測理論模式具相當多種，亦各自適用於不同領域。
- 某些理論應用複雜的演算法，需要較多的數據及運算時間(基因、遺傳、類神經、多元迴歸)。
- 部分理論僅依趨勢或其他方式推斷，可以較少數數據及運算時間得出結果(簡單迴歸、灰預測)



32

### 4.3 連續預測模組程式介面

平坦度  
檢測

裂化預測

養護優選

1. 分析方法選取

2. 資料範圍選定

道路養護品質知識管理

預測分析模組

系統管理模組

預測分析模組

系統管理模組

統計條件資料

分析資料區	IS	IS
主管機關	第一區工程處	高雄市政府 中區工程處
資料區號	01	
時間區號	IS	IS

3. 預測結果

道路養護品質知識管理

路段編號	縣市別	方向	起點	終點	路段起點	路段終點	主管機關	預測值
台 08	桃園縣	南	14K+100M	14K+200M	第一區工程處	7.65		
台 08	桃園縣	南	14K+200M	14K+300M	第一區工程處	2.19		
台 08	桃園縣	南	14K+300M	14K+400M	第一區工程處	3.95		

### 5.1 資料與數據之蒐集與更新

道路巡查

破壞機率預測

養護策略

- 離散分析模組是以馬可夫鏈為方法論，應用道路巡查所收集道路破壞資料，進行資料採礦，預測各破壞類型發生機率。
- 故主要收集資料與連續預測模組中所收集路網資料相近
  - 路網資料 (Network data)
  - 道路相關屬性資料
  - (公路基本資料、整修記錄)
  - 巡查資料(坑洞、裂縫等)

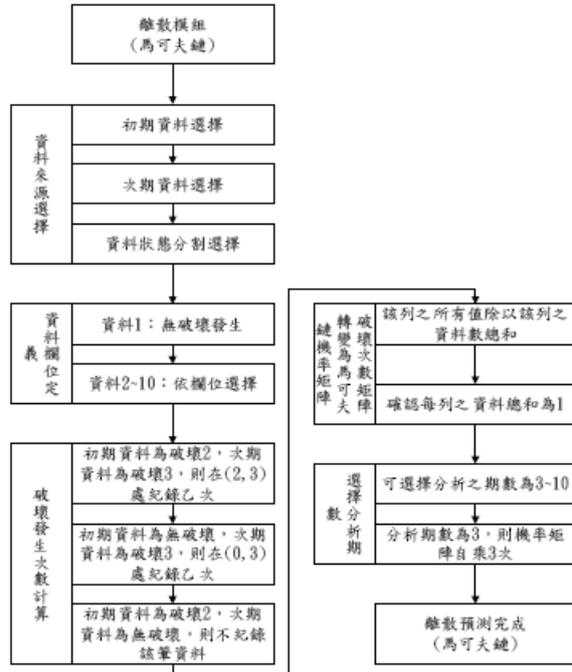
破壞類型

- 路面坑洞
- 輕度坑洞
- 中度坑洞
- 重度坑洞
- 路面破裂
- 縱向裂縫
- 橫向裂縫
- 鱗狀裂縫
- 塊狀裂縫
- 人手孔破損
- 管溝破損
- 補縫破壞
- 路面變形
- 車轍
- 路面凹陷
- 路面推擠



- 前言
- 文獻回顧
- 成本分析
- 連續預測
- 離散預測
- 統計分析
- 時空分析
- 更新PMS
- 知識應用
- 結論建議

## 5.2 離散時間預測模型運算步驟



- 前言
- 文獻回顧
- 成本分析
- 連續預測
- 離散預測
- 統計分析
- 時空分析

## 5.3 離散預測模組程式介面

### 1. 資料來源選擇

狀態分析區間數量 5

主管機關 第一區工程處 貴陽單位 中區工程處

規畫分析時間 2008-01-01 ~ 2008-12-31

起始時間 2007-01-01 ~ 2007-12-31

結束時間 2008-01-01 ~ 2008-12-31

狀態編號	類別別	方向	距離標誌
台壁	順向、東	14	K+ β M ~ 18 K+ β U
台1母線	順向、東	14	K+ β M ~ 18 K+ β U
			K+ β M ~ K+ β U
			K+ β M ~ K+ β U
			K+ β M ~ K+ β U
			K+ β M ~ K+ β U
			K+ β M ~ K+ β U
			K+ β M ~ K+ β U
			K+ β M ~ K+ β U
			K+ β M ~ K+ β U

### 2. 狀態分割區間設定

分析狀態	選擇項目
分析狀態1	鱗魚狀裂縫
分析狀態2	縱向裂縫
分析狀態3	人手孔破損
分析狀態4	重度坑洞
分析狀態5	補縫破壞
分析狀態6	管溝破損

返回重新選擇 確定送出

### 4. 各狀態機率

分析期數: 2

無破壞	0%
鱗魚狀裂縫	0.11%
縱向裂縫	0.97%
人手孔破損	3.02%
重度坑洞	0%
補縫破壞	0%
管溝破損	1.80%

### 3. 機率矩陣與欲分析期數

	無破壞	鱗魚狀裂縫	縱向裂縫	人手孔破損	重度坑洞	補縫破壞	管溝破損	續前初始機率
無破壞	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0.03%
鱗魚狀裂縫	0%	33%	0%	0%	0%	100%	0%	0.01%
縱向裂縫	0%	22%	0%	0%	28%	0%	0%	0.01%
人手孔破損	0%	44%	100%	40%	28%	0%	0%	0.03%
重度坑洞	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
補縫破壞	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%
管溝破損	0%	0%	0%	0%	43%	0%	0%	0.01%

分析期數 2

重新查詢 開始計算

重新查詢 重新輸入初始狀態發生機率矩陣



## 6.1 資料與數據之蒐集與更新

- 前言
- 文獻回顧
- 成本分析
- 連續預測
- 離散預測
- 統計分析
- 時空分析
- 更新PMS
- 知識應用
- 結論建議

• 統計模組是用於了解鋪面現況整體表現

統計項目	統計資料	資料來源	用途
公路基本資料	道路長〔加總〕	公路基本資料庫	了解養護範圍
交通量	交通量〔平均〕	交通量調查	了解道路使用情況
氣候資料	日均溫〔平均〕	氣象局	了解鋪面環境
	雨量〔加總〕〔平均〕	氣象局	了解鋪面環境
破壞資料	總破壞數〔加總〕	巡查資料	了解鋪面狀態
	坑洞數〔加總〕	巡查資料	了解鋪面狀態
	裂縫數〔加總〕	巡查資料	了解鋪面狀態
	挖掘次數〔加總〕	管線挖掘資料	了解鋪面狀態
平坦度	IRI〔平均〕	平坦度檢測	了解鋪面狀態
鋪面破壞調查	PCI〔平均〕	鋪面破壞調查	了解鋪面狀態

37



## 6.2 統計模組設計規劃

- 前言
- 文獻回顧
- 成本分析
- 連續預測
- 離散預測
- 統計分析
- 時空分析
- 更新PMS
- 知識應用
- 結論建議

• 透過項目分類，方便選擇所需統計內容。

統計項目	統計內容
公路基本資料	快車道數、快車道寬、慢車道數、慢車道寬、路肩寬度、車道數、交通量
交通量	車流量、車公里、小型車輛數(日)、大客車輛數(日)、大貨車輛數(日)、聯結車輛數(日)、機車輛數(日)、尖峰小時交通量
氣候資料	日均溫、雨量
破壞資料	總破壞次數、挖管次數、坑洞數、裂縫數
檢測資料	IRI、PCI



38

## 6.2 統計模組程式介面



- 前言
- 文獻回顧
- 成本分析
- 連續預測
- 離散預測
- 統計分析
- 時空分析
- 更新PMS
- 知識應用
- 結論建議

### 1. 統計資料選取

統計分析模組 ▾	系統管理模組 ▾
一般統計模組 ▸	公路基本資料
連續時間模組	交通量
離散事件模組	氣候資料
	破壞資料
	檢測資料

### 2. 資料範圍選取

統計條件資料

分析資料選定		
主管機關		機請單位
資料編號		
時間範圍	年~	年
縣市別		方向
測站編號	K+	M ~ K+ M

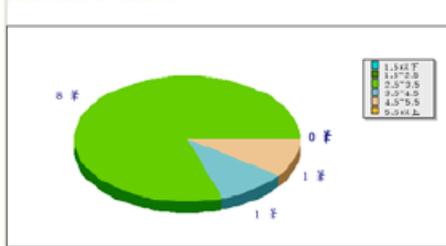
### 3. 統計結果

#### 統計資料結果

資料名稱	34.47
平均數	145
最大數	243
最小值	207
全距	258
中位數	1.3
眾數	1.5
變異數	0.598
標準差	0.77

圖例

1.5~2.5
2.5~3.5
3.5~4.5
4.5~5.5
5.5~6.5



搜尋結果：10  
單位：cm

## 7.1 地理資訊系統概論



- 前言
- 文獻回顧
- 成本分析
- 連續預測
- 離散預測
- 統計分析
- 時空分析
- 更新PMS
- 知識應用
- 結論建議

地理資訊系統（Geographic Information System, GIS）之所以發展，在於人對於某事某物在何處發生，或位於哪裡，以及這地方有什麼資源或發生過何事等，凡是需要定位之處，及需要地理資訊系統。西元前 600 年左右，美索布達米亞人在粘土板上所繪的，就是目前僅存的世界最古老地圖，然而當需要記錄事項越來越多時，或需要不同事項同時比對時，繪製於同一地圖或以不同地圖進行比對已不足以符合需求，故逐漸發展出地理資訊系統。因應而生的則為衛星定位系統（Global Position System, GPS），以解決天然屏障對於地理資訊系統定位之影響。

40



## 7.2 搜尋功能分類



- 前言
- 文獻回顧
- 成本分析
- 連續預測
- 離散預測
- 統計分析
- 時空分析
- 更新PMS
- 知識應用
- 結論建議

### 1. 道路破損調查與養護資料交叉查詢

將不同時間的道路破損調查與該年度養護資料合併查詢，始可發現有哪些路段是有**發生破壞卻未進行養護**的狀況，或是**養護完成在短時間便發生破壞**。

### 2. 道路破損調查與結構調查交叉查詢

當路段重複出現道路破損的狀況，結構調查可輔助工程師安排人員進行結構分析。因此本功能乃是搜尋分析**特定期間特定範圍內道路是否出現多次破壞狀況**。

41



## 7.2 搜尋功能分類

- 前言
- 文獻回顧
- 成本分析
- 連續預測
- 離散預測
- 統計分析
- 時空分析
- 更新PMS
- 知識應用
- 結論建議

### 3. 道路管線挖掘與養護資料交叉查詢

用於追蹤管線挖掘路段，於**管線挖掘後**在特定期限內**未能進行養護**之資訊，再藉由該項資料分析其缺失原因。

### 4. 道路破損調查與績效指標交叉查詢

前人研究中均假設經道路養護後其績效指標應恢復至最佳狀態，但因為廠商施工品質或選用材料等因素，其鋪面改善程度不如預期為佳。為有效分析**績效指標自道路養護後的回復情形**有必要進行兩者資料的比對。



42



### 7.3 時空模組功能介面

- 前言
- 文獻回顧
- 成本分析
- 連續預測
- 離散預測
- 統計分析
- 時空分析
- 更新PMS
- 知識應用
- 結論建議

圖資縮小

圖資放大

交叉查詢

選擇條件式: 選擇時間: 前 95 2 距 5 6

質量: 不限制

交叉條件: 不限制

距: > 2

NCI: > 5

PI: > 5

查詢

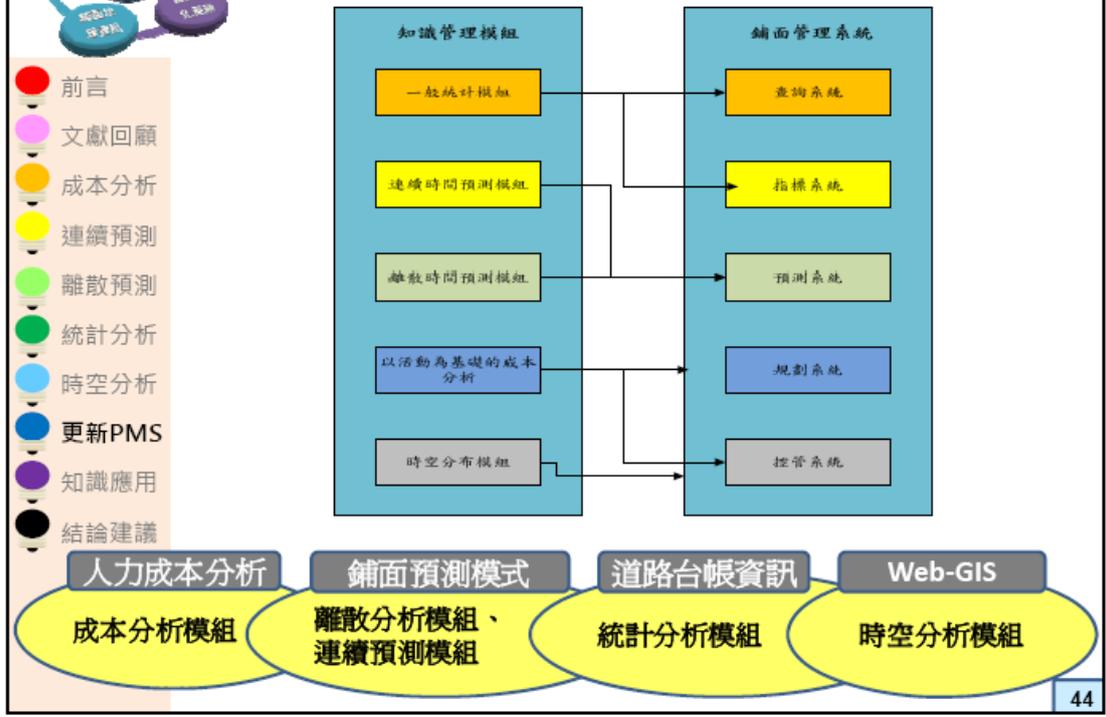
查詢結果

M	no	country	lat	lon	area	h_start	h_end	m_start	m_end	office	officemanager	plant	longitude	latitude	level	business
1	1	中國	35.98837740	111.4280473400	中國	第一區工程	北			中國	工程師	第一區工程			北	北
2	1	中國	42.44972800	114.8781943200	中國	第一區工程	北			中國	工程師	第一區工程			北	北
3	1	中國	87.89347920	113.2849188200	中國	第一區工程	北			中國	工程師	第一區工程			北	北
4	1	中國	128.49188800	171.94895400	中國	第一區工程	北			中國	工程師	第一區工程			北	北



### 8.1 更新鋪面管理系統架構

- 前言
- 文獻回顧
- 成本分析
- 連續預測
- 離散預測
- 統計分析
- 時空分析
- 更新PMS
- 知識應用
- 結論建議





## 8.2、知識模組與鋪面管理系統之關聯

- 前言
- 文獻回顧
- 成本分析
- 連續預測
- 離散預測
- 統計分析
- 時空分析
- 更新PMS
- 知識應用
- 結論建議

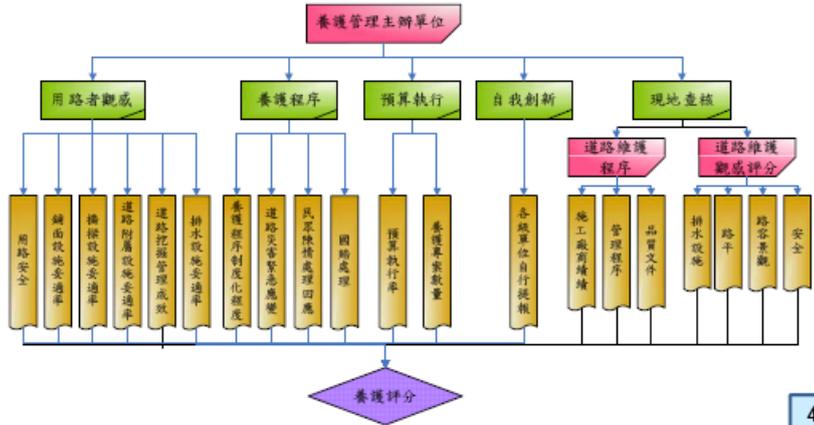
1. 作業基礎成本分析模組：為流程再造的分析核心。
2. 連續時間預測模組：作為鋪面管理系統之連續數值指標預測之用。
3. 離散時間預測模組：作為鋪面管理系統之離散數值指標預測之用，係分析無法數值量化之資料隨時間變化狀態之方法。
4. 一般統計模組：傳統分析模組的功能，讓管理者可以任意找尋資料庫內的所有資訊。
5. 時空分析模組：用於不同資訊交叉比對。



## 9.1道路工程管理維護績效評估架構

- 前言
- 文獻回顧
- 成本分析
- 連續預測
- 離散預測
- 統計分析
- 時空分析
- 更新PMS
- 知識應用
- 結論建議

本研究管理維護評估之架構利用平衡計分卡觀念以四大構面進行評估分別為資源投入、實際成效、前瞻創新、努力過程而原評估架構過於龐大，經過專家會議進行簡化後成為較適用之評估架構。並以交通部公路總局中壢公務段進行分析。





## 9.2 道路工程管理維護績效評估準則

評估層面	策略目標	績效指標	備註
用路者觀感 0.181	用路安全 0.5	肇事與傷亡率 0.500	
		災害數量與程度 0.500	
	設施妥善率 0.5	鋪面設施妥善率 0.248	
		橋樑設施妥善率 0.106	
		隧道設施妥善率 0.061	
		道路附屬設施妥善率 0.238	
		排水設施妥善率 0.108	
養護程序 0.215	狀態監控 0.200	養護程序制度化 0.500	
		民眾抱怨處理回應 0.500	
養護預算執行 0.404	施政執行 1.000	預算執行率 0.500	
		養護專案數量 0.500	
現地查核 0.093	實際成效 1.000	道路維護程序 0.333	施工廠商績效 0.657
		道路觀感評分 0.667	管理程序 0.261 品質文件 0.083 路容 0.110 路平 0.408 景觀 0.102 安全 0.380
自我創新 0.106	養護革新 1.000	特殊事項 1.000	

中壢工務段初評分數表

評估層面	策略目標	績效指標	績效指標得分	策略目標得分	總分
用路者觀感 0.181	用路安全 0.500	災害數量與程度 0.500	10	2.5	6.74
		設施妥善率 0.500	鋪面設施妥善率 0.323	7	
	橋樑設施妥善率 0.181		10		
	挖掘管線處理成效 0.314		10		
養護程序 0.215	狀態監控 0.200	排水設施妥善率 0.182	6	1.3	
		養護程序制度化 0.500	6		
	防災應變 0.800	民眾抱怨處理回應 0.500	7	6.93	
養護預算執行 0.404	施政執行 1.000	道路災害應變 0.333	6		
		國賠處理 0.667	10		
養護預算執行 0.404	施政執行 1.000	預算執行率 0.500	10	7	
		養護專案數量 0.500	4		

策略目標\*績效指標\*績效指標得分=策略目標得分  
 $\sum$ 評估層面\*策略目標得分=總分

47



## 10.1 結論

- 前言
  - 文獻回顧
  - 成本分析
  - 連續預測
  - 離散預測
  - 統計分析
  - 時空分析
  - 更新PMS
  - 知識應用
  - 結論建議
- 建立公路養護知識管理架構，建構出以活動為基礎的成本分析架構之外，並將公路養護活動分別建立活動辭典，夠後續研究分析流程之成本效益之用。
  - 經以活動為基礎的成本分析發現整體公路養護活動當中，往往許多時間視花費在資源的等待上面，故活動的資源投入必須因應整體公路養護活動的改變而增加。
  - 在連續時間預測模組當中，對於公路養護所需資料類型均詳細描述，並建構出在不同資料蒐集內容下所需建構出的預測模型方式。
  - 在離散時間預測模組當中，本研究採用馬可夫鏈建立預測模型，除詳細敘述其分析方法外，更將道路面層破損轉換作為範例，作為後續研究之模型使用參考。
  - 在一般統計模組當中，除描述道路養護活動之所需資料內容外，更發展是用於知識管理之統計工具可，方便使用者進行道路養護所需的統計資料查詢。
  - 在時空分析模組，本研究採用範圍搜尋技術，將一定範圍內各項圖層資訊加以查詢，從而獲得不同時空下在該範圍內的各項資訊，讓工程師藉以判斷問題的關聯性。
  - 本研究並將以往的鋪面管理系統納入知識管理的概念，建構出符合未來需求的鋪面管理系統架構。

48



## 10.2 建議

- 前言
- 文獻回顧
- 成本分析
- 連續預測
- 離散預測
- 統計分析
- 時空分析
- 更新PMS
- 知識應用
- 結論建議

- 本研究因時間與經費限制，對於知識管理僅建構出所需的核內內容與資料架構，但公路養護屬於龐大的人力、機具、經費的整合調度，其程序十分複雜，應詳細探討。
- 知識管理係主要探討龐大資料內的知識挖掘與分析的技術，但因本研究所需的資料就目前政府機關的資料庫系統並不齊全，故有賴後續資料收集以驗證知識系統的可行性。



## 參考文獻

- 前言
- 文獻回顧
- 成本分析
- 連續預測
- 離散預測
- 統計分析
- 時空分析
- 更新PMS
- 知識應用
- 結論建議

- 陳芳智，「交通部公路總局辦理路平專案成果提升策略之研究」，國立中央大學土木工程研究所，1998。
- 高速公路局，「台灣區高速公路路面養護管理系統（第一期）」，1983。
- 財團法人台灣管理研究院，「中山高速公路路面養護管理系統 電腦實務應用」，1996。
- 中央大學，「國道三號連絡橋二類生命週期及維護管理制度 提昇之研究計畫」，2005。
- 台灣大學土木工程研究所，「台灣地區一般公路路面養護管理系統 建立之研究」，1993。
- 交通部公路總局「路面管理決策支援系統之研究」，1997。
- 財團法人台灣管理研究院，「北區省道公路公共工程(含維護、換裝)維護管理制度之研究」，2005。
- 國立中央大學，「桃園縣路面管理系統之研究」，2004。
- 國立中央大學，「桃園縣政府道路基本資料調查」，2005。
- 國立中央大學，「桃園縣政府鄉道調查第二期」，2005。
- 台灣大學土木工程研究所，「台灣地區一般公路路面養護管理系統建立之研究」，1992。
- 台灣大學土木工程研究所，「臺北市道路路面養護管理資料庫系統電腦輔助建立之研究」，1993。
- 中國生產力中心，「市區道路維護技術規範手冊研究計畫」，2001。
- 中國生產力中心，「市區道路管理維護系統之推廣維護」，2001。
- 中國生產力中心，「市區道路管理維護與技術規範手冊研究一續面平測度檢測與調查(第二期)」，2001。
- 中國生產力中心，「道路平測度檢測規範之研擬」，2001。
- 交通部運輸研究所，「公路基本資料管理整合規劃」，2001。
- 交通部運輸研究所，「公路基本資料庫建構計畫及公路基本資料調查技術與設備改良計畫」，2001。
- 交通部運輸研究所，「公路基本資料庫建構計畫(二)」，2001。
- 交通部運輸研究所，「公路基本資料庫高屏地區建構計畫」，2001。
- 交通部運輸研究所，「公路基本資料庫高屏地區建構計畫」，2001。
- 交通部運輸研究所，「國內外路面管理系統評估比較之研究」，2003。
- 交通部運輸研究所，「公路績效監測技術研發」，2003。
- 義守大學，「交通設施管理維護管理系統整合計畫」，2006。
- 義守大學，「交通設施管理維護管理系統整合計畫(三)」，2007。
- 義守大學，「交通設施管理維護管理系統網路化」，2008。
- Hunt, R., W. R. Hudson, and J. Zaniewski, Modern Pavement Management, Krieger Publishing Company, Malabar, Florida, 1994.
- The Highway Development and Management Series, Volume one, 「Overview of HDM-4」, The World Bank, 2000.
- ASTM E 1166-00, Guide for Network Level Pavement Management, American Society for Testing and Materials (ASTM), 2000.
- AASHTO, Guidelines on Pavement Management, American Association of State Highway and Transportation Officials, 1983.
- Shahin, M.Y. et al. PAVER 5.0 User Manual, US Army Corps of Engineers Construction Engineering Research Laboratory, June 2002.
- The Highway Development and Management Series, Volume four, 「Analytical Framework and Model Descriptions」, The World Bank, 2000.
- Shahin, M. Y. (1994), Pavement Management for Airports, Roads, and Parking Lots, Chapman and Hill, New York, 1994.
- Paul E. Kruglar, Carlos M. Chang-Albitres, and Robert L. Robidoux, "DEVELOPMENT OF A RIGID PAVEMENT FORENSICS KNOWLEDGE MANAGEMENT SYSTEM TO RETAIN TxDOT CORPORATE KNOWLEDGE", September 2005, pp.2-36.



## 參考文獻

- 前言
- 文獻回顧
- 成本分析
- 連續預測
- 離散預測
- 統計分析
- 時空分析
- 更新PMS
- 知識應用
- 結論建議

- 交通部,「公路養護手冊」,2003。
- 王怡心,成本會計,p427,2002。
- Cooper, R., Kaplan R.S., "Profit priorities from Activity-Based Costing," Harvard Business Review May-June, 132, 1991.
- Butt, A. A.(1991). Application of Markov Process to Pavement Management systems at Network Level. Ph.D. Thesis, University of Illinois.
- Zhuanyi Lou, Manjivkar Cumartha, "Road surface crack condition forecasting using neural network", University of South Florida
- 陳式毅,行政院工程會公共工程品質管理9607-6版編義第2單元第2章,2007。
- BBDO (Batsan, Bereton, Durstine and Osborn), Alan F. Osborn, 1938。
- 許耀文,地理資訊系統-類神經網路土石流潛勢判定方法,國立交通大學土木工程研究所碩士論文,2002。
- 劉博菁,鋪面養護管理系統與網路地理資訊系統之整合研究,機械工程研究所碩士論文,2004。
- AutoCAD MAPSD 操作手冊,2008。
- 蘇碩豪,物件關連式空間資料庫之建置-利用大比例尺數值地形圖重組地理物件,國立成功大學測量及空間資訊學系碩士論文,2004。
- 陳均基,網路地理資訊系統之互動式路網規劃,國立成功大學測量及空間資訊學系碩士論文,2007。
- 邱佳玉,時間地理資訊系統建構之研究-以都市土地使用分區變遷為例,國立中山大學海洋環境及工程研究所碩士論文,2003。
- 古巧培,公路視地養護管理系統建立及成本分析之研究-以IDEF方法建立鋪面養護作業程序,國立中央大學土木工程研究所碩士論文,2008。
- 塗義勳,銀行信用卡改進模式,第一屆電子企業管理論壇暨實務經驗研討會,p96-106,2000。
- 許耀文,資料探礦技術應用於鋪面養護管理之研究,國立中央大學土木工程研究所碩士論文,2008。
- Pepper, S. (n.d.), "The TAO of topic maps: Finding the way in the age of Infoglut," XML Europe 2000, <<http://www.gcc.org/papers/xml/europe2000/papers/11-01.html>>; 12-16 June 2000.
- 林信成,「2003年資訊科技與圖書館學術研討會」,淡江大學2003/5/29。

報告結束，敬請指教