

96-45-1238

MOTC-IOT-95-PBB005

運輸系統容量分析暨應用 研究-軌道系統(1/4)

著者：鍾志成、李治綱、盧麗嵩、張仕龍、張恩輔、
孫千山、黃笙玗、林國顯、蘇振維、劉昭榮

交通部運輸研究所

中華民國 96 年 4 月

運輸系統容量分析暨應用研究：軌道系統。(1/
4) / 鍾志成等著. -- 初版. -- 臺北市：交
通部運研所，民96

面；公分

參考書目：面

ISBN 978-986-00-9623-1(平裝)

1. 鐵路 - 管理 2. 平交道 - 管理

557.23

96008346

運輸系統容量分析暨應用研究—軌道系統(1/4)

著者：鍾志成、李治綱、盧麗嵩、張仕龍、張恩輔、孫千山、黃笙玟、
林國顯、蘇振維、劉昭榮

出版機關：交通部運輸研究所

地址：臺北市敦化北路 240 號

網址：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 96 年 4 月

印刷者：九易數碼科技印刷有限公司

版(刷)次冊數：初版一刷 150 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

國家書坊台視總店：臺北市八德路 3 段 10 號 B1・電話：(02)25781515

五南文化廣場：臺中市中山路 6 號・電話：(04)22260330

GPN：1009600961 ISBN：978-986-00-9623-1 (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：運輸系統容量分析暨應用研究－軌道系統（1/4）			
國際標準書號（或叢刊號） ISBN978-986-00-9623-1(平裝)	政府出版品統一編號 1009600961	運輸研究所出版品編號 96-45-1238	計畫編號 95-PBB005
本所主辦單位：運輸計畫組 主管：林國顯 計畫主持人：林國顯 研究人員：蘇振維、劉昭榮 聯絡電話：(02)23496809 傳真號碼：(02)25450428	合作研究單位：財團法人中興工程顧問社 計畫主持人：鍾志成、李治綱 研究人員：盧麗嵩、張仕龍、張恩輔、 孫千山、黃笙玹 地址：臺北市南京東路5段171號 聯絡電話：(02)27692131 ext. 20998 傳真號碼：(02)27655010		研究期間 自 95 年 2 月 至 95 年 12 月
關鍵詞：軌道容量分析、傳統暨區域鐵路系統、解析模式			
<p>摘要：</p> <p>有鑑於軌道運輸系統具有高效率、低污染以及對環境衝擊較小的特性，地狹人稠的臺灣地區確實有發展軌道運輸系統的必要性。雖然軌道運輸系統具備高度的外部社會效益，但因其投資金額十分龐大，不論在規劃、設計或營運階段，均需能掌握系統的供需能量，才能在最經濟的條件下提供符合預期服務品質的運能。</p> <p>本研究係根據臺鐵容量分析模式開發一圖形化分析軟體，同時以現有臺鐵捷運化改善計畫為例，進行路線容量的實例演算分析。其成果除作為軌道容量系列研究之傳統暨區域鐵路系統部分之重要依據外，亦是下年度進行容量分析軟體推廣教育訓練、容量手冊編訂的參考。</p>			
出版日期	頁數	定價	本 出 版 品 取 得 方 式
96 年 4 月	288	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 月 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: Capacity Analysis of Rail Transportation System and Its Applications(1/4)			
ISBN(OR ISSN) ISBN 978-986-00-9623-1 (pbk.)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER 1009600961	IOT SERIAL NUMBER 96-45-1238	PROJECT NUMBER 95-PBB005
DIVISION: Planning Division DIVISION CHIEF: Kuo-Shian Lin PRINCIPAL INVESTIGATOR: Kuo-Shian Lin PROJECT STAFF: Cheng-Wei Su, Jau-Rong Liu PHONE: 886-2-23496809 FAX: 886-2-25450428			PROJECT PERIOD FROM February 2006 TO December 2006
RESEARCH AGENCY: Sinotech Engineering Consultants, Inc. PRINCIPAL INVESTIGATOR: Jyh-Cherng Jong, Chi-Kang Lee PROJECT STAFF: Li-Song Lu, Sloan Chang, En-Fu Chang, Qian-Shan Sun, Sheng-Hsuan Huang ADDRESS: 171 Nanking E. RD. SEC. 5, Taipei, Taiwan (Republic of China) PHONE: 886-2-27692131 ext. 20998 FAX: 886-2-27655010			
KEY WORDS: Rail Capacity Analysis, Regional Rail, Analytical Model			
ABSTRACT: <p>Because rail transportation is more efficient and has less impact on environment, it is essential to promote rail transportation in Taiwan for its limited land with high population. Although Rail transportation has high social benefits, it requires an enormous capital expenditure. In order to provide a service that complies with predetermined quality of service under the most cost-effective conditions, it is necessary to analyze the capacity of a railway system during any of planning, design, and operation stages.</p> <p>This study focuses on developing a GUI-based software for analyzing the rail capacity of regional railways. The TRA improvement project is also used as an example to illustrate the analysis of rail capacity and the features of the software. The result of this project is an essential part of regional railways in the series of rail capacity researches. It will be further used to promote the rail capacity model, to educate and train people, and to compile "Rail Capacity Manual".</p>			
DATE OF PUBLICATION April 2007	NUMBER OF PAGES 288	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
The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.			

目 錄

	頁 次
目 錄.....	III
圖 目 錄.....	VII
表 目 錄.....	XIII
第一章 緒論.....	1 - 1
1.1 研究動機.....	1 - 1
1.2 全程計畫概要.....	1 - 2
1.3 研究目的.....	1 - 3
1.4 研究內容與工作項目.....	1 - 3
1.5 研究方法與流程.....	1 - 5
第二章 軌道容量分析概要與模式改善.....	2 - 1
2.1 軌道容量分析的概念及定義.....	2 - 1
2.2 軌道容量的名詞定義.....	2 - 4
2.2.1 以空間參考點區分.....	2 - 4
2.2.2 以運轉條件區分.....	2 - 7
2.2.3 以乘客（位）為客體單位之容量.....	2 - 9
2.2.4 其他容量相關名詞.....	2 - 11
2.3 路線容量的影響因素分析.....	2 - 13
2.4 軌道容量分析泛用架構.....	2 - 15
2.5 軌道容量之服務品質.....	2 - 19
2.6 軌道容量分析的應用.....	2 - 21
2.7 容量分析模式改善.....	2 - 22
2.7.1 反向列車交會之號誌安全時距.....	2 - 22
2.7.2 運轉寬裕的計算方法.....	2 - 23
2.7.3 列車速差的處理方式.....	2 - 24
2.8 臺鐵系統路線容量計算程序.....	2 - 26

2.9 模式功能比較.....	2 - 35
第三章 容量分析軟體回顧.....	3 - 1
3.1 解析模式	3 - 1
3.2 模擬模式	3 - 7
3.3 最佳化模式	3 - 13
3.4 未分類模式	3 - 15
3.5 軟體比較	3 - 19
第四章 使用手冊-軟體簡介與安裝	4 - 1
4.1 軟體特色	4 - 1
4.2 版權宣告	4 - 2
4.3 系統需求	4 - 3
4.4 安裝程序	4 - 4
4.5 移除程序	4 - 10
4.6 啟動程式	4 - 12
第五章 使用手冊-快速入門	5 - 1
第六章 使用手冊-TRACS 使用說明	6 - 1
6.1 詞彙解釋	6 - 1
6.2 操作環境	6 - 2
6.3 新增／儲存／開啟專案	6 - 2
6.4 設定全域參數	6 - 4
6.5 設定列車資料	6 - 6
6.5.1 新增列車資料	6 - 7
6.5.2 編輯列車資料	6 - 8
6.5.3 更改列車名稱	6 - 10
6.5.4 匯出列車資料	6 - 12
6.5.5 匯入列車資料	6 - 17
6.5.6 移除列車資料	6 - 18
6.6 設定車站資料	6 - 18
6.6.1 新增車站資料	6 - 20
6.6.2 插入車站資料	6 - 21

6.6.3	編輯車站資料.....	6 - 22
6.6.4	更改車站名稱.....	6 - 25
6.6.5	匯出車站資料.....	6 - 27
6.6.6	匯入車站資料.....	6 - 32
6.6.7	移除車站資料.....	6 - 32
6.7	設定列車與路線交互關係.....	6 - 33
6.7.1	設定運轉方式.....	6 - 35
6.7.2	設定交通組成.....	6 - 35
6.7.3	編輯交互關係.....	6 - 36
6.8	容量分析計算.....	6 - 38
6.9	檢視計算結果.....	6 - 38
6.10	敏感度分析.....	6 - 41
6.11	輸出結果.....	6 - 43
6.11.1	輸出容量分析結果.....	6 - 43
6.11.2	輸出敏感度分析結果.....	6 - 47
第七章	案例分析.....	7 - 1
7.1	重要情境說明.....	7 - 1
7.2	輸入參數介紹.....	7 - 3
7.2.1	全域參數設定.....	7 - 3
7.2.2	列車參數設定.....	7 - 3
7.2.3	車站參數設定.....	7 - 4
7.2.4	列車與路線交互關係設定.....	7 - 7
7.3	分析結果.....	7 - 13
7.3.1	交通組成對於容量之影響.....	7 - 13
7.3.2	增設通勤車站對容量之影響.....	7 - 15
7.3.3	單／複線運轉對容量之影響.....	7 - 17
第八章	結論與建議.....	8 - 1
8.1	結論.....	8 - 1
8.2	建議.....	8 - 2
	參考文獻.....	R - 1

附錄 A 期中工作會議資料.....	A - 1
附錄 B 期中工作會議紀錄.....	B - 1
附錄 C 期中簡報資料.....	C - 1
附錄 D 期中審查意見處理情形.....	D - 1
附錄 E 期末工作會議資料.....	E - 1
附錄 F 期末工作會議紀錄.....	F - 1
附錄 G 期末簡報資料.....	G - 1
附錄 H 期末審查意見處理情形.....	H - 1

圖 目 錄

	頁 次
圖 1-1 全程計畫概要示意圖	1 - 3
圖 1-2 研究流程圖	1 - 5
圖 2-1 定義軌道容量的四個軸向	2 - 2
圖 2-2 路線折返點	2 - 5
圖 2-3 路線銜接點	2 - 6
圖 2-4 路線容量示意圖	2 - 7
圖 2-5 最大容量、理論容量、實用容量、已使用容量及可利 用容量的關係示意圖	2 - 9
圖 2-6 最大乘載區間示意圖	2 - 13
圖 2-7 軌道容量分析的泛用架構	2 - 16
圖 2-8 複線區間的運轉時隔範例	2 - 17
圖 2-9 單線區間的運轉時隔範例	2 - 17
圖 2-10 大眾運輸績效測度指標、服務品質與服務測度指標之 關係	2 - 19
圖 2-11 無法保持進站號誌安全時距的情況	2 - 24
圖 2-12 保持抵達站進站號誌安全時距的情況	2 - 25
圖 2-13 保持出發站離站號誌安全時距的情況	2 - 26
圖 2-14 最小號誌安全時距發生的位置	2 - 28
圖 3-1 TCQSM 立體分隔鐵路容量試算表操作畫面 (1/9)	3 - 2
圖 3-2 TCQSM 立體分隔鐵路容量試算表操作畫面 (2/9)	3 - 3
圖 3-3 TCQSM 立體分隔鐵路容量試算表操作畫面 (3/9)	3 - 3
圖 3-4 TCQSM 立體分隔鐵路容量試算表操作畫面 (4/9)	3 - 4
圖 3-5 TCQSM 立體分隔鐵路容量試算表操作畫面 (5/9)	3 - 4
圖 3-6 TCQSM 立體分隔鐵路容量試算表操作畫面 (6/9)	3 - 5
圖 3-7 TCQSM 立體分隔鐵路容量試算表操作畫面 (7/9)	3 - 5

圖 3-8	TCQSM 立體分隔鐵路容量試算表操作畫面 (8/9)	3 - 6
圖 3-9	TCQSM 立體分隔鐵路容量試算表操作畫面 (9/9)	3 - 6
圖 3-10	CAPRES 之節點分類	3 - 14
圖 4-1	安裝程式瀏覽	4 - 4
圖 4-2	利用【執行身分】以較高權限安裝程式	4 - 5
圖 4-3	以其他身分安裝程式時輸入帳號與密碼	4 - 5
圖 4-4	程式安裝畫面－啟動安裝精靈	4 - 6
圖 4-5	程式安裝畫面－授權合約	4 - 6
圖 4-6	程式安裝畫面－客戶資訊	4 - 7
圖 4-7	程式安裝畫面－選擇安裝資料夾	4 - 7
圖 4-8	程式安裝畫面－自行指定安裝資料夾	4 - 8
圖 4-9	程式安裝畫面－檢視磁碟剩餘空間	4 - 8
圖 4-10	程式安裝畫面－確認安裝	4 - 9
圖 4-11	程式安裝畫面－安裝過程	4 - 9
圖 4-12	程式安裝畫面－完成安裝	4 - 10
圖 4-13	程式移除程序－控制臺	4 - 11
圖 4-14	程式移除程序－新增/移除程式	4 - 11
圖 4-15	程式移除程序－移除確認程式	4 - 12
圖 4-16	支援資訊	4 - 12
圖 4-17	利用【所有程式】選單啟動程式	4 - 13
圖 4-18	啟動程式－開啟傳統暨區域鐵路系統模組	4 - 13
圖 5-1	程式開啟後全域參數設定頁面	5 - 1
圖 5-2	切換到列車設定頁面	5 - 2
圖 5-3	新增列車資料對話盒	5 - 2
圖 5-4	檢視列車 A 之參數	5 - 3
圖 5-5	列車屬性參數編輯畫面	5 - 3
圖 5-6	切換到車站設定頁面	5 - 4
圖 5-7	新增車站資料對話盒	5 - 4
圖 5-8	加入兩個車站後之程式畫面	5 - 5

圖 5-9	車站屬性編輯畫面	5 - 6
圖 5-10	切換到列車與路線交互關係設定頁面	5 - 7
圖 5-11	勾選列車 A	5 - 7
圖 5-12	設定列車與路線的交互關係	5 - 8
圖 5-13	檢視列車與路段交互關係設定	5 - 8
圖 5-14	容量分析計算結果	5 - 9
圖 5-15	單一路段詳細計算結果	5 - 10
圖 5-16	輸出容量分析計算結果	5 - 10
圖 5-17	以 Excel 開啟檢視之畫面	5 - 11
圖 5-18	儲存專案檔對話盒	5 - 11
圖 5-19	在檔案總管直接點選專案設定檔	5 - 12
圖 6-1	程式外觀	6 - 2
圖 6-2	儲存專案檔對話盒	6 - 3
圖 6-3	開啟舊檔對話盒	6 - 4
圖 6-4	全域參數設定頁面	6 - 5
圖 6-5	列車設定頁面	6 - 6
圖 6-6	列車筆數過多時自動以捲軸輔助	6 - 7
圖 6-7	新增列車之對話盒	6 - 7
圖 6-8	新增列車對話盒中【確定】鍵自動隱藏之條件	6 - 8
圖 6-9	列車參數編輯對話盒	6 - 9
圖 6-10	未挑選列車即按下【編輯】按鈕時之提示訊息	6 - 9
圖 6-11	修改列車名稱對話盒	6 - 10
圖 6-12	未挑選列車即按下【更名】按鈕時之提示訊息	6 - 11
圖 6-13	修改列車名稱之確認對話盒	6 - 11
圖 6-14	修改列車名稱對話盒中【確定】鍵自動隱藏之條件	6 - 11
圖 6-15	匯出單筆列車資料之對話盒	6 - 13
圖 6-16	未挑選列車即進行【匯出】動作時之提示訊息	6 - 13
圖 6-17	執行匯出所有列車資料時路徑對話盒	6 - 14
圖 6-18	容器內無列車時之提示訊息	6 - 14
圖 6-19	完成匯出工作時之提示訊息	6 - 14

圖 6-20 匯出列車設定文字檔之對話盒	6 - 15
圖 6-21 匯出至剪貼簿後在 Word 軟體貼上之畫面	6 - 16
圖 6-22 匯入列車資料之對話盒	6 - 17
圖 6-23 未挑選列車即按下【移除】按鈕時之提示訊息	6 - 18
圖 6-24 刪除列車名稱之確認對話盒	6 - 18
圖 6-25 車站設定頁面	6 - 19
圖 6-26 車站筆數過多時自動以捲軸輔助	6 - 20
圖 6-27 新增車站之對話盒	6 - 20
圖 6-28 新增車站對話盒中【確定】鍵自動隱藏之條件	6 - 21
圖 6-29 插入車站之對話盒	6 - 22
圖 6-30 插入車站對話盒中【確定】鍵自動隱藏之條件	6 - 22
圖 6-31 車站參數編輯對話盒	6 - 23
圖 6-32 未挑選車站即按下【編輯】按鈕時之提示訊息	6 - 23
圖 6-33 軌道佈設選擇對話盒	6 - 25
圖 6-34 軌道佈設選擇輔助精靈	6 - 25
圖 6-35 軌道佈設選擇輔助精靈	6 - 25
圖 6-36 修改車站名稱對話盒	6 - 26
圖 6-37 未挑選車站即按下【更名】按鈕時之提示訊息	6 - 26
圖 6-38 修改車站名稱之確認對話盒	6 - 26
圖 6-39 修改車站名稱對話盒中【確定】鍵自動隱藏之條件	6 - 27
圖 6-40 匯出單筆車站資料之對話盒	6 - 28
圖 6-41 未挑選車站即進行【匯出】動作時之提示訊息	6 - 28
圖 6-42 執行匯出所有車站資料時路徑對話盒	6 - 29
圖 6-43 容器內無車站時之提示訊息	6 - 29
圖 6-44 完成匯出工作時之提示訊息	6 - 29
圖 6-45 匯出車站設定文字檔之對話盒	6 - 30
圖 6-46 匯出至剪貼簿後在 Word 軟體貼上之畫面	6 - 31
圖 6-47 匯入車站資料之對話盒	6 - 32
圖 6-48 未挑選車站即按下【移除】按鈕時之提示訊息	6 - 33
圖 6-49 刪除車站名稱之確認對話盒	6 - 33

圖 6-50 列車與路線交互關係設定頁面	6 - 34
圖 6-51 設定運轉方式	6 - 35
圖 6-52 勾選通過該路段的列車	6 - 35
圖 6-53 設定列車出現的頻率	6 - 36
圖 6-54 列車與路線交互關係設定對話盒	6 - 36
圖 6-55 未挑選欲編輯之路段或列車即進行編輯動作時的提示 訊息	6 - 37
圖 6-56 有路段尚未設定列車與路段交互關係之提示訊息	6 - 38
圖 6-57 計算結果頁面	6 - 39
圖 6-58 不呈現任何資訊的計算結果頁面	6 - 40
圖 6-59 單線運轉路段詳細結果對話盒	6 - 40
圖 6-60 複線運轉路段詳細結果對話盒	6 - 41
圖 6-61 敏感度分析頁面	6 - 42
圖 6-62 尚未設定列車與路線交互關係的提示對話盒	6 - 43
圖 6-63 路段為單線運轉的提示對話盒	6 - 43
圖 6-64 輸出計算結果文字檔之對話盒	6 - 44
圖 6-65 以文字格式輸出至剪貼簿後在 Word 軟體貼上之畫面	6 - 45
圖 6-66 選擇輸出項目對話盒	6 - 46
圖 6-67 輸出計算結果圖檔之對話盒	6 - 46
圖 6-68 以圖案格式輸出至剪貼簿後在 Word 軟體貼上之畫面	6 - 47
圖 6-69 輸出敏感度分析結果圖檔之對話盒	6 - 48
圖 6-70 敏感度分析結果輸出至剪貼簿後在 Word 軟體貼上之 畫面	6 - 49
圖 7-1 新增車站前／後所計算的路段之差異	7 - 2
圖 7-2 車站配置參數代號說明圖	7 - 7
圖 7-3 列車與路線交互關係設定對話盒	7 - 7
圖 7-4 增設通勤車站對軌道容量的影響	7 - 17
圖 7-5 單/複線運轉比較示意圖	7 - 20

表 目 錄

	頁 次
表 2.1 定義軌道容量的基本要素與其分類	2 - 2
表 2.2 影響路線供給容量的因素	2 - 14
表 2.3 列車運轉條件與運轉時隔組成的關係	2 - 18
表 2.4 服務品質架構表	2 - 20
表 2.5 號誌安全時距計算公式	2 - 29
表 2.6 號誌安全時距計算公式之符號意義說明表	2 - 30
表 2.7 平均號誌安全時距計算公式	2 - 31
表 2.8 瓶頸號誌安全時距彙整表	2 - 31
表 2.9 本研究建構之模式與其他模式之比較	2 - 36
表 3.1 TCQSM 提供的容量計算試算表程式	3 - 2
表 3.2 容量分析軟體比較	3 - 20
表 6.1 全域參數之單位、預設值與合理範圍檢查表	6 - 5
表 6.2 列車屬性之單位、預設值與合理範圍檢查表	6 - 10
表 6.3 車站屬性之單位、預設值與合理範圍檢查表	6 - 24
表 6.4 列車與路線交互關係參數之預設值與合理性檢查列表	6 - 37
表 7.1 全域參數設定參數表	7 - 3
表 7.2 列車參數表	7 - 3
表 7.3 自強號列車容量設定參數表	7 - 4
表 7.4 通勤電車列車容量設定參數表	7 - 4
表 7.5 車站軌道配置參數表（東正線）	7 - 5
表 7.6 車站軌道配置參數表（西正線）	7 - 6
表 7.7 各區間列車平均巡航速度參數表（調整前）	7 - 8
表 7.8 各區間列車平均巡航速度參數表（調整後）	7 - 9
表 7.9 基準運轉時間參數表（調整前）	7 - 10
表 7.10 基準運轉時間參數表（調整後）	7 - 11

表 7.11 各車站停站時間參數表	7 - 12
表 7.12 路線容量結果比較表	7 - 13
表 7.13 設計容量結果比較表	7 - 14
表 7.14 增設通勤車站結果比較（東正線）	7 - 15
表 7.15 增設通勤車站結果比較（西正線）	7 - 16
表 7.16 單複線運轉結果比較（東正線）	7 - 17
表 7.17 單複線運轉結果比較（西正線）	7 - 18

第一章 緒論

長期以來，國內對於交通建設的投資主要以公路系統為主，但由於土地資源有限，隨著車輛數的成長，現有道路容量以及停車空間均無法滿足與日俱增的交通需求，導致交通擁塞、噪音、空氣污染等問題。有鑑於軌道運輸系統具有高效率、低污染以及對環境衝擊較小的特性，地狹人稠的臺灣地區確實有發展軌道運輸系統的必要性。雖然軌道運輸系統具備高度的外部社會效益，但因其投資金額十分龐大，不論在規劃、設計或營運階段，均需能掌握系統的供需能量，才能在最經濟的條件下提供符合預期服務品質的運能。

1.1 研究動機

近年來政府致力於規劃推動各項軌道系統相關建設，包括都會區捷運系統、高速鐵路系統、臺鐵系統改善工程（鐵路立體化、臺鐵捷運化、東部鐵路改善…等）及地區輕軌系統，希望藉由軌道系統的建設，均衡各種運輸系統的使用，改善道路交通擁塞的狀況，以達到提昇整體運輸系統效能之目標。為因應國內各種軌道系統建設之發展與規劃，以及未來配合政策推展之需要，實應對軌道容量相關課題有一完整且具系統化之研究分析，並發展一套完整的系統化分析方法與工具，以便有效掌握國內軌道系統之合理供需能量以及服務水準。甚至應比照歐美先進國家，進行軌道容量手冊的編定，以為規劃、設計、營運階段之參考，例如由美國運輸研究委員會（Transportation Research Board, TRB）編訂之「大眾運輸容量暨服務品質手冊^[22]」（Transit Capacity and Quality of Service Manual, TCQSM），或者由歐盟透過跨國合作所制定的「鐵路設施容量與使用管理手冊（Handbook for Railway Infrastructure Capacity and Access Management）」，均為良好的典範。

本所考量高鐵通車在即，以及「臺鐵捷運化計畫」等眾多因素，在國內軌道容量手冊的編訂時程上，以傳統暨區域鐵路系統作為優先對象，並已於民國 93 年起進行「軌道容量研究－臺鐵系統容量模式之建構分析^[5, 6]」研究案之推動。該研究案已先後針對臺鐵系統建構「以列車為客體單位」及「以旅客為客體單位」的路線容量解析模式。為了納入更多臺鐵系統的重要特性（例如車種組成不一、月臺股道配置複雜等），該研究建構之模式相當繁複，雖然該研究亦提出一號誌安全時距的簡化公式，但該簡算式除可能降低精確度之外，在輸入參數多寡上亦無法滿足各種不同的需求，同時在計算上仍有一定程度的複雜度，不適合進行大量的計算分析與評估。

有鑑於此，本所於 95 年起推動「運輸系統容量分析暨應用研究－軌道系統」計畫。本計畫將延續之前的研究，除針對傳統暨區域鐵路系統開發圖形化介面軌道容量分析工具之軟體、服務品質之研析、軌道容量手冊之編訂之外，亦會針對都會捷運系統的容量分析課題進行研究。

1.2 全程計畫概要

「運輸系統容量分析暨應用研究－軌道系統」為四年期之計畫，依研究對象的不同可分為兩個階段。第一階段（民國 95-96 年）的研究對象為傳統暨區域鐵路系統（臺鐵系統）；第二階段（民國 97-98 年）的研究對象為都會捷運系統。就各年度的執行工作而言，第一年度主要工作包括軌道容量分析程式之開發與臺鐵捷運化計畫之案例分析；第二年度主要工作則是分析程式的教育訓練、服務品質研析以及軌道容量手冊編訂；第三年度主要工作則為都會捷運系統容量分析模式建構與參數求算；第四年度則為程式開發與手冊編訂。全程計畫概要如圖 1-1。

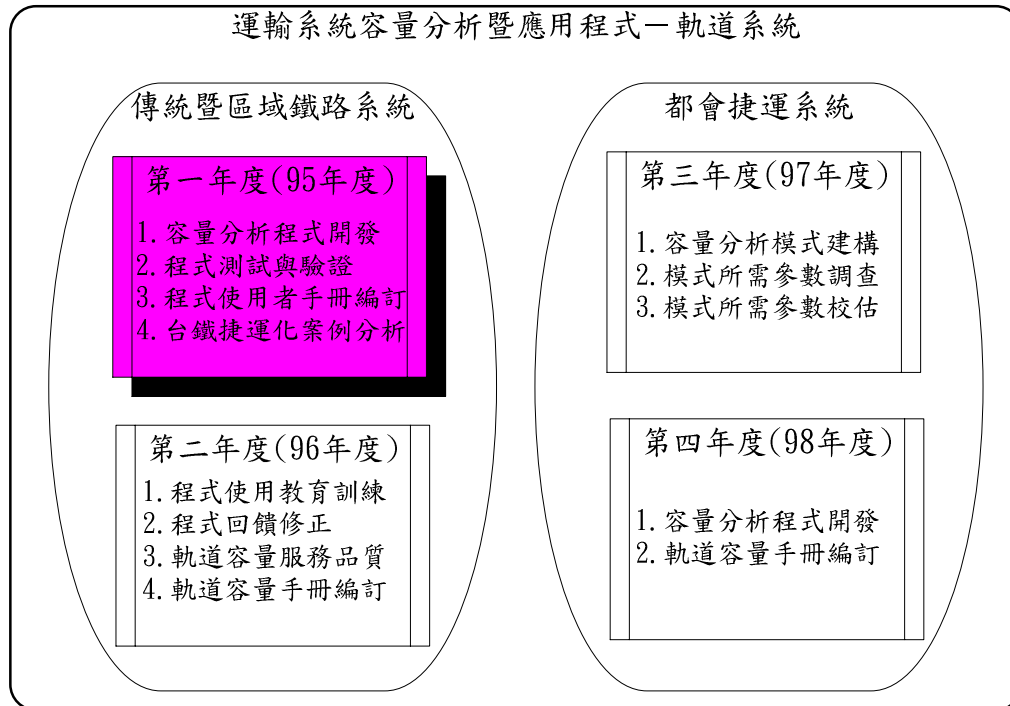


圖1-1 全程計畫概要示意圖

本年度（民國 95 年度）欲執行之工作為本計畫中第一期計畫，即「運輸系統容量分析暨應用研究—軌道系統(1/4)」。

1.3 研究目的

本年度計畫之目的，主要在於提供未來容量分析人員一套簡單易用的軌道容量分析工具。此外，亦利用此工具對臺鐵捷運化後的設施進行案例分析，用以評估計畫完成後的容量效益，以及藉此檢查模式在應用上是否有需調整之處。

研究成果將成為未來編定軌道容量手冊「傳統暨區域鐵路系統」部分的重要參考，並作為後續進一步分析評估臺鐵系統各階段軟、硬體設施改善之依據。

1.4 研究內容與工作項目

欲達成前述的研究目的，本研究的主要內容包含下列三點：

1. 根據目前傳統暨區域鐵路容量分析模式的計算邏輯，依循軟體開發的程序來開發視窗程式，包括需求分析、系統分析、系統設計，程式設計、程式測試與驗證等程序。而若以軟體功能的角度而言，本研究開發之程式功能包括下述八點。
 - (1) 參數輸入/輸出管理模組
 - (2) 參數合理性檢查功能（包括單一參數與多參數整合檢查）
 - (3) 號誌安全時距計算功能
 - (4) 運轉時隔計算功能（包含平均運轉時隔）
 - (5) 路線容量計算功能
 - (6) 車廂/列車容量計算功能
 - (7) 最大供給容量/可達成容量計算功能
 - (8) 計算結果儲存與管理功能
2. 考量未來規劃人員的需要，撰寫軟體使用手冊，手冊分為基本操作說明與進階使用操作說明兩大部分。前者包括軟體特色簡介、程式安裝與移除程序、快速入門等議題；後者則包括詞彙解釋、資料輸入操作、計算分析程序、計算結果檢視與輸出等細節。
3. 利用本研究開發之分析工具，以臺鐵捷運化建設民國 105 年計畫年為對象，分別針對「列車」及「旅客」兩種客體單位，以基隆至新竹區間各路段為主，進行軌道容量的案例分析。

1.5 研究方法與流程

本年度研究主要的工作項目可歸納為（1）軌道容量分析軟體之開發（2）軟體使用手冊撰寫（3）臺鐵捷運化案例分析。其研究流程如圖 1-2。其中第一項工作中又包括軟體需求分析、系統分析、系統設計、系統開發、系統測試與驗證、軟體使用手冊撰寫等工作。各項工作之研究重點與方法說明如下。

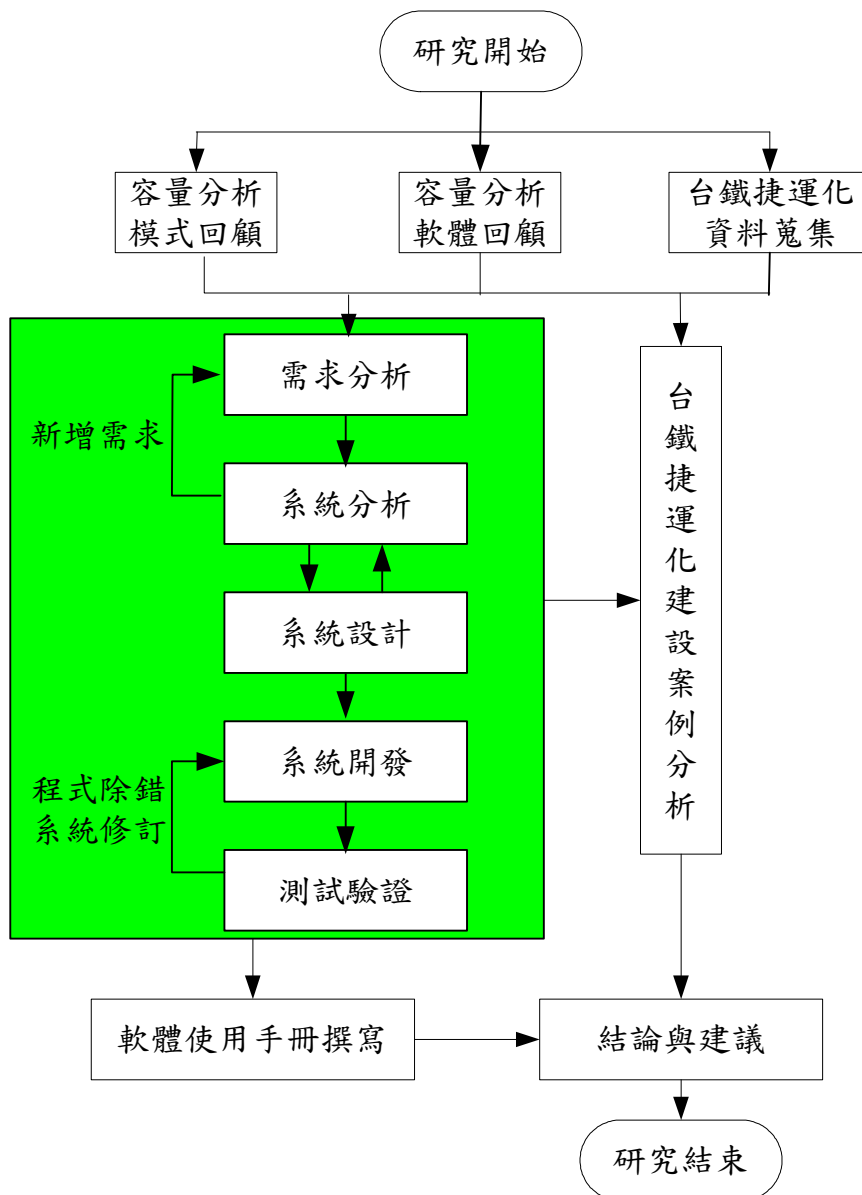


圖1-2 研究流程圖

1. 軌道容量分析軟體之開發

此項工作為本年度最重要之課題，研究步驟包括了軟體需求分析、系統分析、系統設計、系統開發、系統測試與驗證等，以下簡述執行此工作的流程。

(1) 軟體需求分析

整合文獻回顧中各種容量分析軟體的優缺點，搭配前期研究^[5, 6]對軌道容量案例分析的經驗來進行軟體需求分析，具體描述軟體應該具有哪些功能。

(2) 系統分析

在系統分析步驟裡，主要工作是將軟體需求分析予以整理歸類，同時以系統的觀點來描述。

(3) 系統設計

此步驟會比系統分析步驟更深入得去探討物件的屬性與方法、資料結構設計與演算法，以利系統開發工作。而事實上，軟體工程中的系統分析及系統設計的區分並不十分明確，特別是本研究欲開發之軟體偏重於模式計算，相較於大型系統提供網路連線、多使用者上線互動、以資料庫進行資料交換的系統而言，系統分析與設計的界線更加不明顯，故在圖 1-2 的流程圖中，系統分析與設計是相互交替執行的。

(4) 系統開發

雖然系統最後的產出為視窗程式，但在系統開發過程中，仍會先開發不具視窗介面的 Console 程式，待確定計算功能無誤後，再進行視窗程式與資料前後處理的開發工作。

(5) 系統測試與驗證

在系統測試的步驟中，除了將程式的計算結果與人工計算相互比較外。有關計算核心的驗證工作，係由兩位研究人員分別以不同工具各自開發核心計算模組，以利相互檢核。至於視窗程式的測試與驗證，

則交由沒有參與開發工作的研究人員進行，以利找出開發人員所沒注意到的盲點與錯誤。

2. 軟體使用手冊撰寫

軟體使用手冊之撰寫為軟體開發完成後最重要的工作之一，亦是軟體推廣成敗的重要因素。使用手冊架構必須分明、清楚，同時兼顧完整閱讀以及遇到疑難翻閱兩種讀者的需求。此外，針對軟體中與一般軟體之操作較為不同或程式運作方式與一般使用習慣有差異者，必須特別說明。

3. 臺鐵捷運化案例分析

收集臺鐵捷運化建設的相關報告，整理民國 105 年計畫年的相關路線、軌道佈設、列車組數與營運型態等資料（由於屬於未來 10 年後之資料，故需進行適當假設），並搭配本研究所開發的「軌道容量分析軟體」，來分析臺鐵捷運化建設對軌道容量之影響。

本研究以臺鐵系統基隆—新竹路段為主要的分析路段，分別分析下列課題。

- (1) 臺鐵捷運化計畫民國 105 年計畫年列車為客體單位之軌道容量
- (2) 臺鐵捷運化計畫民國 105 年計畫年旅客為客體單位之軌道容量
- (3) 分析臺鐵捷運化建設對軌道容量的影響
- (4) 站間單／複線運轉之比較

本研究所開發的容量分析軟體及案例分析結果，可作為未來國內軌道容量手冊編訂之參考。

第二章 軌道容量分析概要與模式改善

由於本年度研究與前期研究^[5, 6]有相當程度的關聯性，考量閱讀本報告者對前期研究的瞭解程度各有不同，故在本章對前期的研究成果略作介紹，以利本報告後續章節的閱讀，但本章所述僅是簡單摘要性的介紹，欲充分瞭解區域鐵路系統的容量分析方法，仍需參考前期研究報告^[5, 6]。

另外，在本研究進行的過程中，發現前期研究成果在實際應用上尚有需改善之處，因此亦在本章作詳細的介紹，未來在軌道容量手冊編定時，此部分內容將直接納入模式。

2.1 軌道容量分析的概念及定義

容量為頻率的延伸，一般而言，容量可視為最大頻率（Maximum Frequency）或最大流率（Maximum Rate of Flow），其定義為：「在某一特定的運轉條件之下，單位時間內通過路線上某一點的最大客體數」，容量的一般計算式為：

$$C = f_{\max} = \frac{T}{h_{\min}} \quad (2.1)$$

式中： C = 容量

f_{\max} = 最大頻率

T = 時間週期

h_{\min} = 最小時間間隔

由上述定義可知：運轉條件、時間單位、空間參考點，以及客體單位為定義容量的四個基本要素，不同的組合會產生不同類型的容量，表 2.1 為此四個要素的分類。如果用座標系統來表示，軌道容量可

表示成四度空間中的點（請參閱圖 2-1），任何一點的容量意義均不相同。以下就定義軌道容量的各個要素分別來討論。

表2.1 定義軌道容量的基本要素與其分類

運轉條件	時間單位	空間參考點	客體單位
- 路線條件	- 時	- 路段	- 乘客
- 交通條件	- 日	- 車站	- 乘位
- 控制條件	- 年	- 折返點	- 車輛（廂）
		- 銜接點	- 列車
		- 路線	- 貨物
			- 噸數

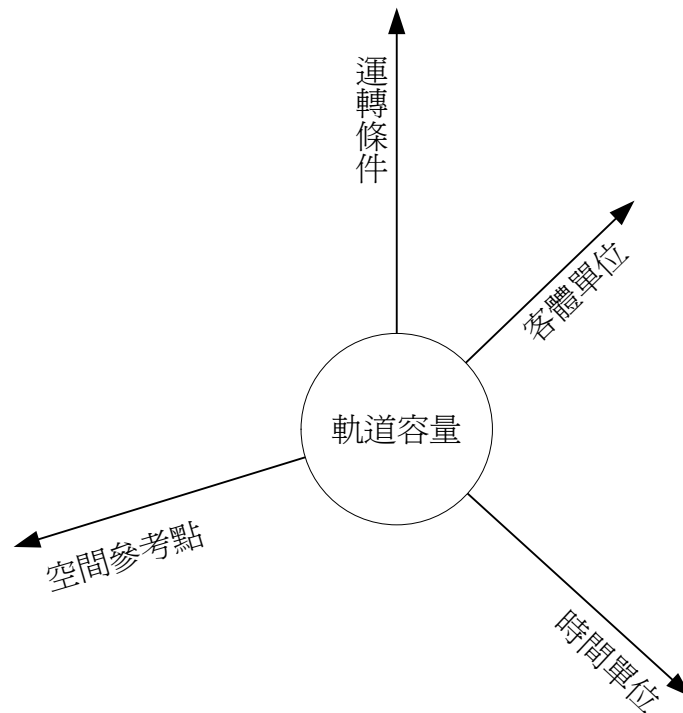


圖2-1 定義軌道容量的四個軸向

1. 運轉條件

軌道系統的運轉條件可概分為「路線條件（Railway Conditions）」、「交通條件（Traffic Conditions）」及「控制條件（Control Conditions）」三種，此三種條件與「公路容量手冊」中定義公路容量

的「道路條件(Roadway Conditions)」、「交通條件(Traffic Conditions)」及「控制條件(Control Conditions)」相對應。

2. 時間單位

對於都會捷運系統以及輕軌運輸系統，由於旅次時間較短且尖峰特性明顯，故計算容量的時間單位通常是採用小時，以反映尖峰小時的輸送能力。但對於多數國家的傳統鐵路系統，因旅次時間較長且尖峰小時的特性不明顯，世界各國習慣上是以日為計算單位，但對於未來將轉型為區間通勤為主的臺鐵而言，若欲分析尖峰小時系統載運旅客的輸送能力時，則應可採用小時為容量的計算單位。必須特別說明的是，不同的時間單位之間可以進行轉換，但必須將非營業的時間扣除。例如已知每小時的容量而要換算成每日的容量時，由於軌道系統夜間通常必須進行維修的工作，且旅次需求較低，不可能全日 24 小時均以尖峰小時的型態來營運，因此在計算容量時，必須以實際營運的時間來計算，通常全日的實際營運時間比例約在 0.65~0.75 之間。

3. 空間參考點

一般定義容量時所採用的空間參考點包括路段(Way)、車站(Station)以及路線(Line)三種，其中路段是指車站之間的路線區間，不考慮車站的影響，而路線則是指某條運轉路線，為路段與車站的組合，因此必須考慮車站的影響。另外，有時也會以路線銜接點(Junction)或折返點(Turn-back)為分析對象。

4. 客體單位

容量分析的客體單位(輸送單位)可為乘客(Passengers)、乘位(Passenger Spaces，含坐位及站位)、車輛(廂)、列車、貨物或噸數等。不同的客體單位之間可以進行轉換，例如車輛數為列車數乘以每車掛載的車輛數；又如乘位數為車輛數與每車乘位數的乘積。客體單位的選擇視研究目的及運輸內容為客運或貨運而定，對捷運系統而言，習慣上容量所採用的客體單位為乘客或乘位，例如每小時路線上

所能運送的最大乘客數；對傳統鐵路系統而言，由於兼營客貨運輸，單獨採用乘客或噸數為客體單位均無法反應實際的營運狀況，因此通常是以列車數為客體單位，例如每日某一路段所能運行的最大列車數。而對於未來將轉型為區間通勤為主的臺鐵而言，由於係以旅客運輸為主，若欲分析載運旅客的能力時，也可以採用乘客為容量分析的客體單位。

2.2 軌道容量的名詞定義

在定義容量的要素中，不同的客體單位、時間單位、空間參考點及運轉條件，會定義出不同意義的軌道容量，若不瞭解其中的涵義，往往會對容量的數值產生誤解。本節就常見的軌道容量詞彙，解釋其中的涵義並比較不同容量之間的差異。

2.2.1 以空間參考點區分

若以空間參考點來區分，軌道容量可分為路段容量（Way Capacity，記為 C_w ）、車站容量（Station Capacity，記為 C_s ）、路線容量（Line Capacity，記為 C_l ）；此外，有些研究也會分析折返點容量（Turn-back Capacity，記為 C_b ）及銜接點容量（Junction Capacity，記為 C_j ）等，上述容量的客體單位可以是列車也可以是旅客數，茲簡單說明如下。

1. 路段容量

路段係指車站之間的路線區間，路段容量為單位時間內，通過路段上某一固定點的最大客體數。路段容量並不考慮車站（Station）、折返點（Turn-back）以及銜接點（Junction）所產生的影響，而僅就路段本身來分析。

2. 車站容量

車站容量為單位時間內，通過某一車站的最大客體數。若時間及客體單位分別為小時及列車，則車站容量為每小時通過某一車站的最大列車數。

由於列車必須於車站內停車供旅客上下或貨物裝載，若車站內無多餘的軌道可供列車通行，則車站內之最小運轉時隔會大於路段上之最小運轉時隔(即 $h_{s,\min} > h_{w,\min}$)，因此車站容量 C_s 會小於路段容量 C_w (即 $C_s < C_w$)

3. 折返點容量

一般而言，軌道路線的端點通常會銜接至場站 (Yard)，提供列車停留、整備、維修的場所，但有時因為用地的限制，某一端點可能僅有剪型道岔供列車折返，此種端點稱為折返點。折返點的剪型道岔通常設置在末端站附近（例如臺北捷運木柵線的中山國中站），道岔可設置在末端站之前或之後，如圖 2-2 所示。

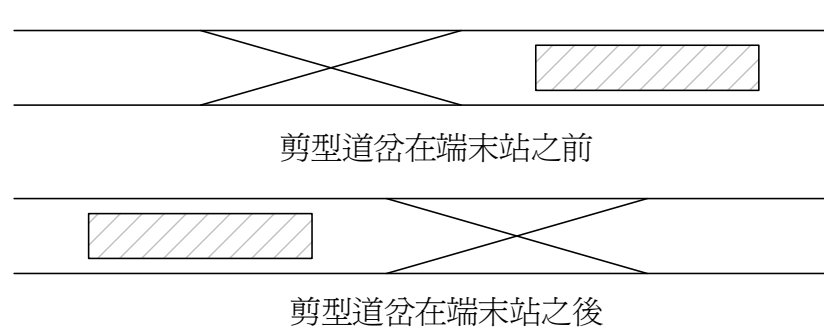


圖2-2 路線折返點

列車通過折返點時，必須俟前行列車駛入另一側的軌道、道岔扳轉以及號誌轉換後方能前進，因此折返點的運轉時隔 $h_{b,\max}$ 通常會大於路段上的運轉時隔 $h_{w,\min}$ (即 $h_{b,\max} > h_{w,\min}$)，故而折返點容量 C_b 會小於路段容量 C_w (即 $C_b < C_w$)。

4. 銜接點容量

軌道系統的路線不見得會一線到底，有時會有路線銜接的情況。銜接點係兩條路線的交會之處，視列車運轉的方向可能為匯入（Merge）或匯出（Diverge）。例如圖 2-3 中，從路線 1 往右側方向可分歧成路線 2 及路線 3；若從另一方向來看，則路線 2 與路線 3 會匯集成路線 1。

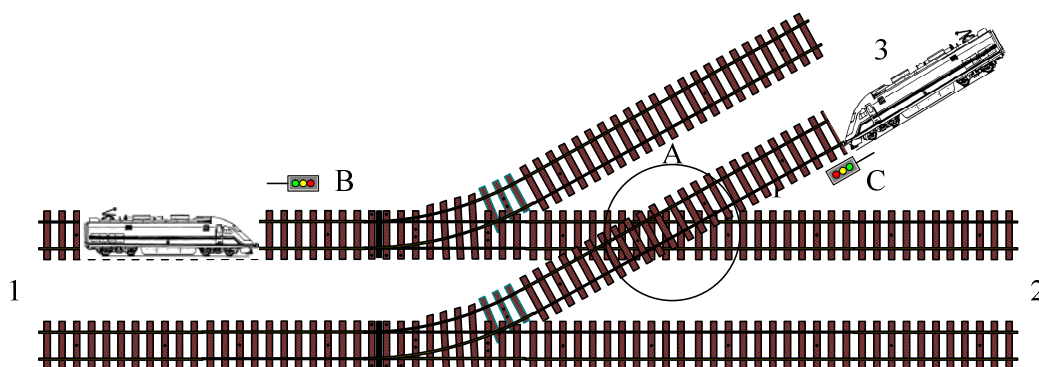


圖2-3 路線銜接點

銜接點的容量瓶頸係發生在平面交叉的位置，也就是圖中 A 點的位置，由路線 1 往路線 2 的列車，會與從路線 3 駛向路線 1 的列車產生衝突，因此當路線 1 的列車通過 A 點後，必須間隔一段清除聯鎖的時間後，路線 3 的列車方能駛入路線 1，此一時間間隔稱為銜接點運轉時隔。

銜接點的運轉時隔 $h_{j,\max}$ 通常會大於路段上的運轉時隔 $h_{w,\min}$ （即 $h_{j,\max} > h_{w,\max}$ ），相對的，銜接點容量 C_j 會小於路段容量 C_w （即 $C_j < C_w$ ）。

5. 路線容量

路線容量為單位時間內，通過路線上任一固定點的最大客體數。由於係以整條路線為分析對象，路線容量必須考慮路線經過的每一個路段、車站、折返點及銜接點的容量，如果每一列車均需通過路線上每一個空間參考點，則最瓶頸處將決定整條路線的容量。例如圖 2-4 中的路線包含六個不同的空間參考點，該圖顯示，「空間參考點 D」

為最瓶頸的地方，因此整條路線的容量將受制於「空間參考點 D」的容量。此種概念可以用輸水管來比喻，如果將鐵路路線想像成一條輸水管的話，則「空間參考點 D」的容量將決定整條水管的流量。

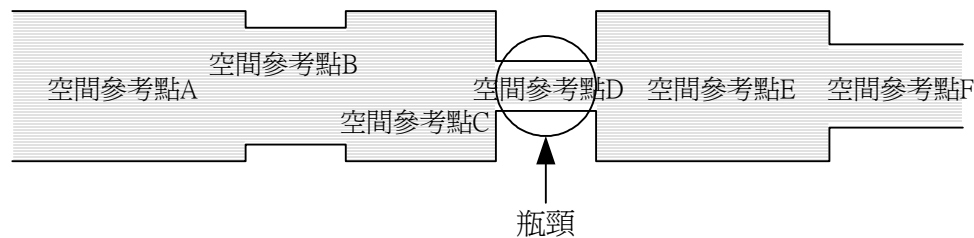


圖2-4 路線容量示意圖

2.2.2 以運轉條件區分

若依列車運轉條件的不同，軌道容量包括最大容量（Maximum Capacity，記為 C_M ）、理論容量（Theoretical Capacity，記為 C_T ）、實用容量（Practical Capacity，記為 C_P ）、已使用容量（Used Capacity，記為 C_U ）與可利用容量（Available Capacity，記為 C_R ）等幾種。各種容量的定義說明如下：

1. 最大容量

最大容量代表的是系統的極限，若以小時及列車為計算容量的時間及客體單位，最大容量為每小時通過路線上某一點的最大列車數。當列車流量趨近於最大容量時，除了第一次列車之外，其餘列車的運行會受到前車的阻礙而遇到注意或險阻號誌，以致於無法全速運轉。雖然列車在遇到阻礙的情形下運轉會降低平均速度，但因為列車的空間間距也縮小，因此運轉時隔可能可以更小，容量可以達到最大。惟此時的列車的延滯會急劇的增加，而導致運輸效率不彰，因此實務上通常不會在最大容量的情況下來運轉。

2. 理論容量

理論容量為理想狀況下，單位時間內通過路線上某一點的最大客體數。理想狀況是指列車依照系統的最小運轉時隔循序運轉，沒有任何人為以及機械因素的干擾，也沒有考慮到列車的速度差異、車種組成，以及服務的可靠度等因素，簡言之，亦即不考慮運轉寬裕時間與各種隨機效應。另外，理論容量是假設列車在運轉中途不會受到號誌的阻礙，即列車在號誌常綠下運轉，不會遇到注意或險阻號誌，此點與「最大容量」時，列車於運轉過程中可能遇到注意號誌的狀況不同。

3. 實用容量

實用容量係正常營運條件下，單位時間通過路線上某一點的最大客體數。由於正常營運條件考慮了列車的速度差異、車種組成，以及服務的可靠度等因素，同時假設列車在號誌常綠下運轉，因此其運轉時隔 $h_{p,\min}$ 必須包含運轉寬裕時間，以反映各種隨機效應，而其值會大於理想狀況下之運轉時隔 $h_{T,\min}$ （即 $h_{p,\min} > h_{T,\min}$ ），故實用容量會小於理論容量（即 $C_p < C_T$ ），其關係如下：

$$C_p = \varepsilon C_T \quad (2.2)$$

式中： ε = 列車排班及調派的效率（Dispatching Efficiency）。

實用容量又稱為時刻表容量（Timetable Capacity），也就是列車排班作業所能安排的最大列車數。一般而言，實用容量愈接近理論容量，則其排班效率越高。實用容量的概念同樣可以應用至各種空間參考點以及客體單位所定義的容量，例如實用車站容量。

4. 已使用容量

已使用容量係指實際的列車流量（以列車為客體單位）或旅客乘載量（以旅客為客體單位）。已使用容量反應了列車速度差異、車種組成以及實際的營運情況。

5. 可利用容量

可利用容量（又稱剩餘容量）係實用容量與已使用容量之間的差異，代表剩餘可以利用的容量。可利用容量愈高，表示營運仍有許多彈性，但也表示目前的營運績效較低，相反地，可利用容量愈低，表示使用容量已接近實用容量，沒有太多擴充的餘地。最大容量、理論容量、實用容量、已使用容量及可利用容量的關係可以表示如圖 2-5 所示。

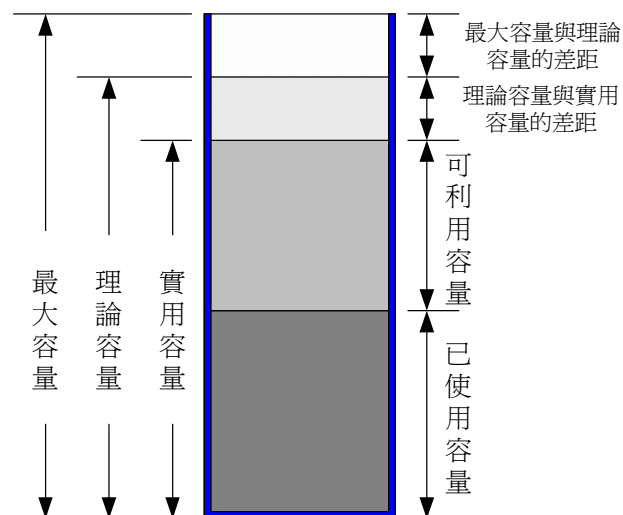


圖2-5 最大容量、理論容量、實用容量、已使用容量及可利用容量的關係示意圖

2.2.3 以乘客（位）為客體單位之容量

對於專營旅客運輸的軌道系統，例如都會捷運系統，其計算容量時的客體單位通常會採用乘位數或乘客數。主要的名詞包括路線最大供給容量（Maximum Offered Line Capacity，記為 C_o ）、路線最大使用容量（Maximum Utilized Capacity，記為 C_u ），以及表訂服務容量（Scheduled Service Capacity，記為 C_s ），相關名詞分別解釋如下。

1. 路線最大供給容量

若以乘位為客體單位，小時為時間單位，則路線最大供給容量為每小時路線上所能運送的最大乘位數，其計算概念為每小時通過的最

大列車數，與每列車乘位數之乘積，如式(2.3)。若每次列車的掛載車廂數與乘位數有所不同時，應以平均的概念修正。

$$C_o = C_l n_c c_v = f_{l,\max} n_c c_v \quad (2.3)$$

式中： n_c =每次列車所掛載之車廂數（veh/TU）

c_v =每一車廂包含坐、站位的乘位容量（sps/veh），又稱為車廂容量

路線最大供給容量又稱為「設計容量（Design Capacity）」^[21]，為系統設計所提供的運輸能力。但由於乘客到達車站的時間以及在車廂內的分布情形不太可能呈現均勻分配，因此有許多運能其實是無法使用的，故設計容量在實務上並不可能達成。

2. 路線最大使用容量

路線最大使用容量通常是以乘客及小時為客體及時間單位，其定義為一小時內，通過路線上任一固定點的最大乘客數，其與路線最大供給容量最主要的差異在於客體的單位， C_o 的客體單位為乘位數，而 C_u 的客體單位為乘客數，因此 C_o 代表的是系統的最大供給量，而 C_u 則為乘客的實際最大使用量。理論上 C_u 可以等於 C_o ，但實際上，每一車廂的乘客乘載（Passenger Loading）很少能一直維持在車廂容量的水準，因此在絕大多數的情況下， $C_u < C_o$ 。路線最大使用容量又稱「可達成容量（Achievable Capacity）」^[21]，表示實際上所能使用到的容量。

3. 表訂服務容量

若分別以乘位及小時為客體及時間單位，則路線表訂容量為在特定的營運時刻表（Timetable）下，每小時路線上所能運送的最大乘位數。表訂服務容量可由下式計算而得：

$$C_c = f_c n_c c_v \quad (2.4)$$

式中： f_c =表訂列車服務頻率（TU/h）

理論上，表訂列車服務頻率 f_c 必須小於或等於路線上列車之最大通過頻率 $f_{l,\max}$ ，因此表訂容量應小於或等於路線最大供給容量，即 $C_c \leq C_o$ 。有時候路線的最大供給容量很大，但實際的營運班次很少，則表訂服務容量會遠小於設計容量。由於表訂服務容量是基於營運時刻表所計算出來的容量，而時刻表係考慮路線的條件、列車的車種組成、可用車輛數、列車的交會及待避，以及系統號誌運作的成果，因此表定服務容量最接近實際的情況。

2.2.4 其他容量相關名詞

1. 表訂容量利用率（路線利用率）

表訂容量利用率 δ 為「以旅客數為客體單位」之路線表訂服務容量與路線最大供給容量的比率，路線利用率則是「以列車數為客體單位」之容量比率，兩者皆是實際供給與最大供給的比值。由於計算服務容量與最大供給容量時，係基於相同的列車容量，因此表訂容量利用率與路線容量利用率的計算值是相同的，關係式如下：

$$\delta = \frac{C_c}{C_o} = \frac{f_c n_c c_v}{f_{l,\max} n_c c_v} = \frac{f_c}{f_{l,\max}} \quad (2.5)$$

δ 可顯示出表訂容量的飽和程度，當 δ 很高時，表示表訂容量非常接近路線之最大供給容量，已無太大的擴充餘裕。

2. 乘載係數

就旅客運輸而言，乘載係數 α 是指實際的乘客流量 V_p （Passenger Volume）與路線表訂容量 C_c 的比值，即

$$\alpha = \frac{V_p}{C_c} \quad (2.6)$$

乘載係數 α 可顯示乘客的擁擠程度， α 愈大，乘客愈擁擠，對於旅客的舒適度而言，其服務水準愈低。

由式(2.4)、(2.5)及(2.6)可得到如下關係：

$$V_p = \alpha C_c = \alpha f_c n_c c_v = \alpha \delta f_{l,\max} n_c c_v \quad (2.7)$$

上式經常被用在規劃設計作業，以及營運分析上，例如若已知設計乘客流量，則配合乘載係數 α 、每次列車掛載的車廂數 n_c 以及車廂容量 c_v ，可計算滿足乘客流量的所需的列車服務頻率 f_c 。

3. 客座利用率

乘載係數是實際的乘客流量與服務容量的比值，比較適用於分析以站位為主的短距離軌道運輸系統（例如都會捷運系統）。對於中長程旅客運輸而言，由於乘車舒適性的要求較高，乘客通常會有座位，因此會以實際乘客的流量與座位容量的比例來反應乘載的強度，而此一測度指標即為客座利用率。客座利用率的計算式同式(2.6)，但此時路線表訂容量 C_c 的單位為每小時的座位數¹（seats/h），而非計算乘載係數時所使用的乘位數（sps/h）。

4. 最大乘載區間

最大乘載區間（Maximum Load Section）乃是指路線上具有最大實際旅客運載量的路段，通常是指兩站之間^[33]。例如以圖 2-6為例，圖中顯示了由 A 站至 J 站各區間的旅客乘載量，其中乘載量最高的區間為 F 站至 G 站間，因此該區間即為最大乘載區間。

¹台鐵非對號列車原以乘位數計算客座利用率，民國 89 年後改以座位數計算。

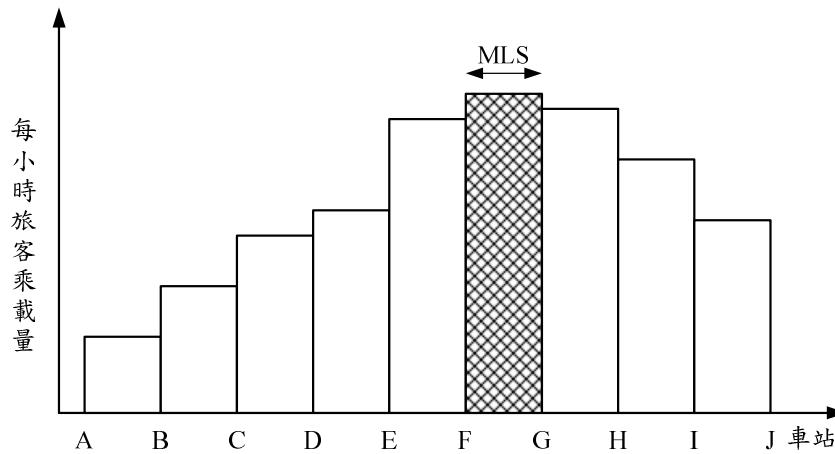


圖2-6 最大乘載區間示意圖

2.3 路線容量的影響因素分析

軌道容量的大小取決於列車之最大服務頻率、列車掛載之車廂數，以及車廂的容量，其中以列車最大服務頻率（或最小運轉時隔）為最關鍵的因素。因此凡是會影響上述因子的因素均會間接影響到路線的最大供給容量，各項影響因素簡單整理列表如表 2.2 所示，至於影響的細節請參閱前期研究報告^[5, 6]。

表2.2 影響路線供給容量的因素

分類	影響因素
路線條件	<ul style="list-style-type: none"> • 站間軌道數目與運轉方式 • 站內軌道及月臺佈置方式 • 站間距離 • 路線幾何條件 • 銜接點與折返點的配置 • 基地位置及配線 • 路線供電穩定度 • 路權型態
交通條件	<ul style="list-style-type: none"> • 列車性能 <ul style="list-style-type: none"> – 列車牽引性能 – 煞車性能 – 最大速度 – 阻力係數 • 列車的交通組成 • 列車的方向分布 • 停站時間與停站型態 • 可用列車數 • 車廂設計 <ul style="list-style-type: none"> – 車輛的尺寸 – 樓地板面積及高度 – 座站位的比例與安排方式 – 車門大小及配置
控制條件	<ul style="list-style-type: none"> • 列車操控方式 • 閉塞制度的種類 • 辦理閉塞的方式 • 閉塞號誌的配置方式 • 閉塞區間長度 • 路口號誌設計（B 型或 C 型路權）

資料來源：[5]

2.4 軌道容量分析泛用架構

本章第2.2節中介紹各種軌道容量的涵義，而第2.2.3節中亦曾探討影響軌道容量的各項因素。根據這些資訊，本節中將建立一個泛用（Generic）的軌道容量分析架構，把各種容量影響因素的因果關係串聯起來。透過這個架構，可以清楚了解到容量分析所必須考慮的因素以及分析的步驟。

圖 2-7為軌道容量分析的泛用架構，圖中外圍最大的方框是一般軌道容量分析最主要的考慮範疇，方框之外的因素，包括運輸需求以及車站站體的設計與配置，通常視為外生變數。例如影響運輸需求的因素包括各種社經條件的變化，但在軌道容量分析時並不會直接考慮這些外生變數的影響；又如旅客到達月臺的型態與車站站體的設計及各種設施的配置有關，但這些因素通常也不會直接納入考慮，而僅是考慮從月臺上搭乘列車的旅客需求型態。

在軌道容量分析的範疇內，影響軌道容量的因素可歸納成路線條件、交通條件及控制條件三大類。在交通條件中又可細分成列車的性能、車廂的設計以及交通特性三種分類，前兩者是車輛靜態的屬性，而後者則為列車營運的交通特性。對於已營運的軌道運輸系統，列車時刻表可以反應出實際的交通特性。必須注意的是：軌道系統的路線、交通、控制條件必須反應出運輸需求的特性，因為任何軌道系統的規劃興建，都是為了提供運輸服務來滿足需求。

不同的列車運轉條件，包括路線、交通、控制條件，與列車的運轉性能交互影響下，會導致不同的運轉時隔。列車運轉時隔是指兩連續列車通過路線上某一點的時間間距，在計算容量時扮演最關鍵的角色，而容量分析過程必須計算最瓶頸處的運轉時隔（最大時隔）。狹義的運轉時隔是指號誌所限制的行車時距，但在分析路線容量時，運轉時隔應包含號誌安全時距（Signal Close-in Time） t_s 、停站時間（Dwell Time）或停等時間（Waiting Time） t_d 、交會待避損失時間（Time Lost

due to Meeting or Overtaking) t_l 及運轉寬裕時間 (Operating Margin) t_m 四部份 (詳如圖 2-8及圖 2-9) :

$$h = t_s + t_d + t_l + t_m \quad (2.8)$$

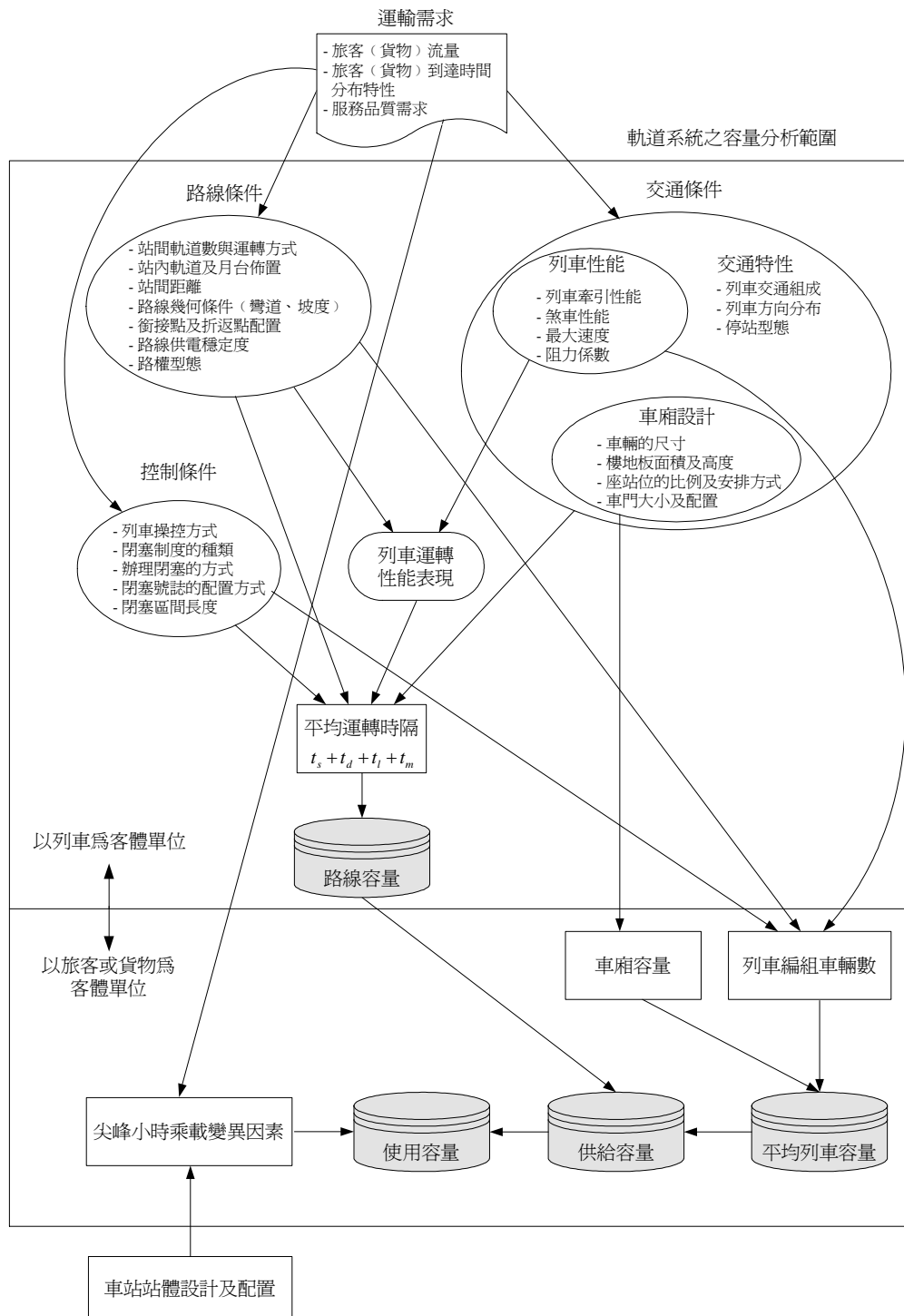


圖2-7 軌道容量分析的泛用架構

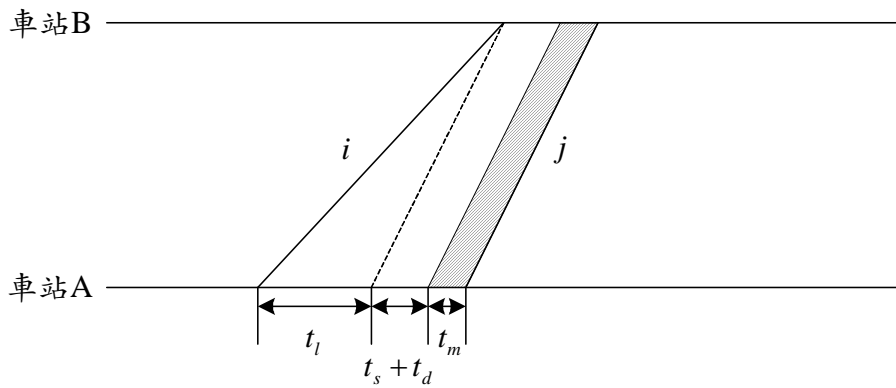


圖2-8 複線區間的運轉時隔範例

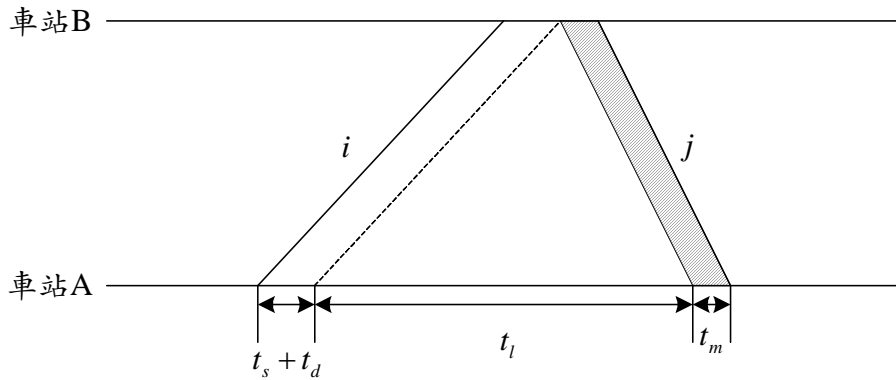


圖2-9 單線區間的運轉時隔範例

號誌安全行車時距 t_s 是閉塞系統的限制之下，兩連續列車安全通過路線某一點的時間間距，這也是列車安全運轉的最基本要求。停車時間及停等時間 t_d ，主要是針對車站、折返點或銜接點運轉時隔的計算，對於路段而言，運轉時隔並不包含 t_d 。這裡不將 t_d 狹隘的解釋成停站時間是因為對於泛用的運轉時隔而言， t_d 可解釋為列車通過路線折返點或銜接點所額外等候的時間。交會待避損失時間是列車因為交會或待避所需，而導致的時間浪費。至於運轉寬裕時間 t_m 則是考慮列車運轉的速差、車輛操控的精準性、停車時間的變異、運轉整理的恢復時間、交會待避延誤時間等因素，所預留的寬裕時間。在分析理論容量時通常不考慮運轉寬裕時間，但評估實用容量時必須將之考慮在內。

式(2.8)為一般化的情況，若依列車的交通組成以及車站內可否進行交會待避之情形，列車運轉時隔的組成可以進一步簡化如表 2.3。大體而言，當車種不一致（意指站間運轉時間不一致）時，會有交會待避損失時間 t_l ，而當車站內無法交會待避時，續行列車必須俟先行列車離開車站淨空月臺後方能進入車站，因此運轉時隔會包括列車的停車時間 t_d 。至於號誌安全時距 t_s 以及運轉寬裕時間 t_m ，則是計算運轉時隔的必備項目。

表2.3 列車運轉條件與運轉時隔組成的關係

運轉條件		運轉時隔公式
車種組成	路線條件	
車種不一致	站內無法交會待避	$h = t_s + t_d + t_l + t_m$
車種不一致	站內可以交會待避	$h = t_s + t_l + t_m$
車種一致	站內無法交會待避	$h = t_s + t_d + t_m$
車種一致	站內可以交會待避	$h = t_s + t_m$

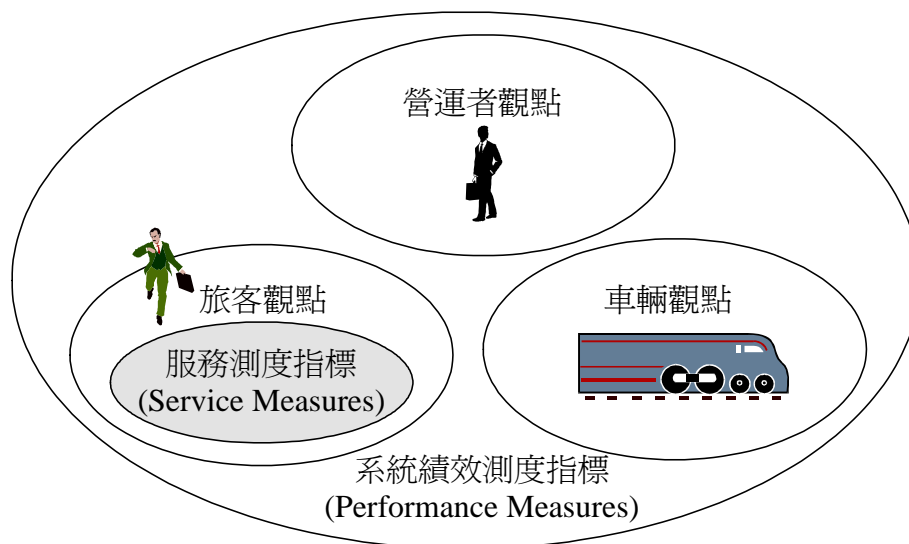
根據運轉時隔，可分析出列車的路線容量（服務頻率）。至此為止，係以列車為容量分析的客體單位，若欲以旅客或貨物為客體單位，則需配合車廂容量以及列車編組車輛數，方能計算出路線的供給容量。供給容量代表的是系統提供的服務，但實際使用情況必須考慮乘載的變異情形，才能求得路線的使用容量。

值得注意的是，若軌道系統內存有眾多不同的性質的列車，考慮各種列車的先行續行關係皆會有不同的時隔，故運轉時隔必須加入期望值的概念，同理，同等級的列車亦有可能有採用不同的車廂並搭配不同的編組數目，因此列車容量的求算亦須考慮平均值的概念。

2.5 軌道容量之服務品質

透過前述之軌道容量基礎概念暨影響因素，已有系統地將容量做客觀之定義，並可在特定條件下進行客觀且科學之容量比較。但截至目前為止，容量分析的結果尚無法與旅客的認知（Perception）相互結合。換言之，容量（例如每小時通過之列車數）與其組成因素（例如運轉時隔）皆可系統地求算，但計算之結果對於旅客而言，其意義為何仍是個問號，而服務品質（Quality of Service）概念的引進正是填補此闕漏的方法之一。

依據美國「大眾運輸容量暨服務品質手冊」^[22]所述，大眾運輸系統績效之量測包括許多種指標。這些績效測度指標可歸納為營運者觀點（例如營收）、旅客觀點（例如旅行時間）或車輛觀點（例如車速或延滯），其中旅客觀點的指標即稱之為服務品質，有關大眾運輸績效量測與服務品質之關係請參見圖 2-10。



資料來源：[22]與本研究整理

圖2-10 大眾運輸績效測度指標、服務品質與服務測度指標之關係

根據手冊^[22]所述，影響服務品質的因素很多，包括服務涵蓋率、副大眾運輸環境、班表、設施完善、旅客資訊系統、轉乘、總旅行時

間、成本、安全性、乘載率、舒適度、可靠度等。在眾多服務品質中，部分項目旅客較容易瞭解與體認，此部份的項目稱之為「服務測度指標（Service Measures）」，手冊針對這些項目，依其量測值分別制定服務水準（Level of Service）的分級。服務水準不限於上述項目，若營運者認為其他績效指標有特殊應用的價值，亦可針對該項目自行制定服務水準。

關於大眾運輸服務品質的分類方式，依量測對象的不同，可分為車站（點）、路線（線）、系統（面）三類；若根據量測的性質則可分為可利用性（Availability）與品質（Quality）兩類，前者是基於空間或時間的便利性來衡量旅客使用的意願，後者則是基於旅客的搭乘經驗來衡量舒適度。綜合兩種分類方式可將服務品質之架構以表 2.4 表示，其中有*符號註記者，為「服務測量」項目，即是大眾運輸容量暨服務品質手冊^[22]中有制定服務水準之項目。

表2.4 服務品質架構表

	車站	路線	系統
可利用性	服務頻率* 易乘程度 旅客量	服務時間* 易乘程度	服務涵蓋範圍*
品質	旅客量* 設施完善 可靠度	可靠度* 旅行時間 與小汽車旅行時間比較	與小汽車旅行時間比較* 旅行時間 安全性

資料來源：[22]

以營運者的角度而言，使用強度高意味著穩定性差，缺乏營運彈性。而對旅客而言，容量利用率則與服務水準息息相關，但其關係為何，必須視容量的定義而定。如果容量的客體單位為列車數，則利用率愈高，表示班次密度愈高，就服務頻率這個項目而言，服務品質也愈佳。但相對地，高路線利用率也隱含著班表的穩定性較差，就可靠度這個項目而言，服務品質會下降；當然，若能提供高頻率且可靠的班次服務，則服務水準肯定會提高。而如果容量的客體單位為旅客數

或座位數時，則乘載係數或客座利用率愈高，表示愈擁擠，就舒適度這個項目而言，服務品質愈差。

在服務品質的架構中，服務頻率與列車的運轉時隔有關，旅客量則與舒適因子以及車廂容量有關，有了服務品質的概念，有助於整合容量分析的結果與旅客的認知感受。雖然上述服務品質與服務水準的概念，係針對公車、輕軌以及捷運等大眾運輸系統而建立，但亦可推廣於其他軌道運輸系統。服務水準的概念在軌道容量分析的應用裡扮演一定程度的角色，在下一節中將進一步說明。

2.6 軌道容量分析的應用

軌道容量分析是軌道建設相當基礎的一項分析工作，唯有透過容量分析，才能掌握系統的供需能量，提供滿足預期服務品質的運能。單純就軌道容量分析的運用方式而言，可分為正向分析（Forward Analysis）與反向分析（Backward Analysis）。所謂正向分析係根據系統的運轉條件，依圖 2-7 的架構計算出路線容量，而反向分析則是根據運輸需求及預期的服務品質，反算出滿足需求所應具備的系統條件。這兩種分析方式在軌道容量的研究中十分常見，其中正向分析經常用於營運階段，藉以瞭解系統的容量是否滿足需求，而反向分析較常用在規劃設計階段，以計算出滿足運輸需求及預期服務水準的系統設施配置。以下從規劃、設計及營運觀點，分別說明軌道容量分析的重要性以及應用方式：

1. 規劃階段

軌道運輸系統在規劃階段，必須根據規劃範圍內的運輸需求，以及預期的系統服務水準，粗略的評估軌道系統所應具有的設施數量或應採取的運轉策略。這項評估工作必須瞭解所規劃的軌道容量，方能初步提出建議方案，儘管因系統的細部資料不甚充足，評估的結果比較粗略，但仍可作為建設及營運成本估算的重要參考，以便後續經濟效益評估的執行。

2. 設計階段

在設計階段，由於有比較精確的資料，例如旅運型態、設計車輛性能、路線幾何條件等，故可精確評估滿足服務水準所需的軌道數及月臺數，並可評估設計參數的改變對軌道容量的影響。

3. 營運階段

在營運階段，軌道容量分析可根據既有軌道系統的設施與運轉條件，評估系統的服務績效，找出需要改善的區段，同時可以根據系統的實際運作情形，校估容量分析所需的參數。

2.7 容量分析模式改善

前期研究^[5,6]所發展的容量分析模式，經進一步探討之後，發現仍有部分需改善之處，以下將分別介紹模式所改善的細節。本期研究的案例分析及分析軟體均已根據這些改善機制予以相對應調整。

2.7.1 反向列車交會之號誌安全時距

原模式中，單線運轉之路段的瓶頸號誌安全時距為列車在車站交會的瓶頸號誌安全時距，其計算方式如式(2.9)，列車在車站交會的號誌安全時距的計算方式如式(2.10)。

$$T_s = T_{s,M} \quad (2.9)$$

$$T_{s,M} = t_p + t_r - \sqrt{\frac{2S_e}{b_i}} \quad (2.10)$$

式中： T_s = 瓶頸號誌安全時距 (s)

$T_{s,M}$ = 列車交會的號誌安全時距 (s)

t_p = 解除進路、轉撤器扳轉、鎖錠進路，及號誌變換整體作業時間 (s)

t_r = 司機員確認出發號訊的反應時間 (s)

S_e =先行列車停車後車尾與道岔的距離 (m)

b_i =先行列車的服務減速度 (m/s^2)

而在臺鐵排點實務上，對於反向列車交會的狀況，至少都會保持一最小號誌時距 $T_{s,\min}$ ，若式(2.10)所計算出的列車交會號誌安全時距低於臺鐵排點時的列車交會最短號誌時距，則會導致高估容量的情形發生，因此單線運轉之路段的瓶頸號誌安全時距的計算應修正如式。

$$T_s = \max(T_{s,M}, T_{s,\min}) \quad (2.11)$$

式中： $T_{s,\min}$ =排點時列車交會最短號誌時距 (s)，建議值為 25 秒。

2.7.2 運轉寬裕的計算方法

在前期研究中，容量的計算主要是將 3600 秒 (1 小時) 除以「平均最小運轉時隔」如式(2.12)，而平均運轉時隔 h 的組成則如式(2.13)，而其中運轉寬裕時間 t_m 的計算則根據號誌安全時距 T_s 乘以一比例 β 來加以計算如式(2.14)，意即假設號誌安全時距越大，其產生的變異也越大，因此保留較大的運轉寬裕時間可確保時刻表的穩定度。

$$C = \frac{3600}{h} \quad (2.12)$$

$$h = T_s + t_l + t_m \quad (2.13)$$

$$t_m = \beta T_s \quad (2.14)$$

式中： C =區間路線容量 (TU/h)

h =列車平均最小運轉時隔 (s)

T_s =瓶頸號誌安全時距 (s)

t_l =列車交會或待避損失時間 (s)

t_m =運轉寬裕時間 (s)

β =運轉寬裕時間係數

上述的模式經實際試算時發現，在複線運轉的狀況下，號誌安全時距 T_s 為平均運轉時隔 h 的主要成分；但在單線運轉的狀況下，平均運轉時隔 h 的主要成分則是交會損失時間 t_l ，因此原模式方程式(2.14)隱含忽略或低估了單線運轉的運轉寬裕時間。

運轉寬裕的考量應包含「號誌安全時距」與「交會待避損失時間」兩項較符合常理。故將原式修正如式(2.15)。

$$t_m = \beta \cdot (T_s + t_l) \quad (2.15)$$

2.7.3 列車速差的處理方式

當列車存在速差時，瓶頸號誌安全時距的決定是依列車速差的情形來判斷瓶頸是發生在出發車站或抵達車站，在前期研究中，當先行列車的速度大於續行列車時，模式認為續行列車無法追上先行列車，只要在出發車站保持安全時距，運轉過程中就不會發生列車衝突，所以瓶頸號誌安全時距為以出發站的離站時隔作為參考值。

但若因抵達車站的站內軌道配置較差導致進站號誌安全時距過大，或站間距離過短等其他因素，則可能發生如圖 2-11 之狀況，雖然在出發站（車站 A）保持離站號誌安全時距，且運轉過程中不會發生列車衝突，然而在抵達站（車站 B）卻會發生進站的號誌安全時距不足之現象。

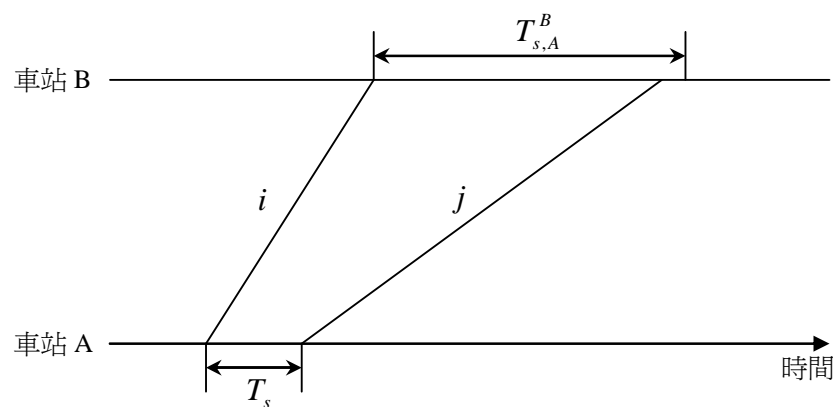


圖2-11 無法保持進站號誌安全時距的情況

當此狀況發生時，以原模式的處理方法就會低估瓶頸號誌安全時距，若要考慮在抵達車站保持進站號誌安全時距，如圖 2-12，模式中對於瓶頸號誌安全時距的定義應修正如式(2.16)。

$$T_s = \max(T_{s,D}^A, T_{s,A}^B - (t_j - t_i)) \quad (2.16)$$

式中： $T_{s,D}^A$ =出發車站的離站號誌安全時距 (s)

$T_{s,A}^B$ =抵達車站的進站號誌安全時距 (s)

t_j =續行慢速列車的站間運轉時間 (s)

t_i =先行快速列車的站間運轉時間 (s)

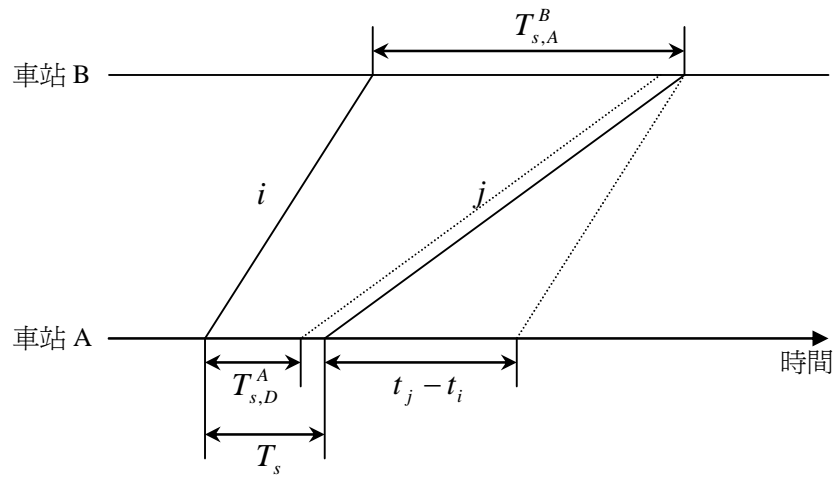


圖2-12 保持抵達站進站號誌安全時距的情況

反之，對於先行列車的速度等級小於續行列車的情況，也以相同的邏輯加以修正，如圖 2-13，其瓶頸號誌安全時距的定義應修正成式(2.17)。

$$T_s = \max(T_{s,D}^A - (t_i - t_j), T_{s,A}^B) \quad (2.17)$$

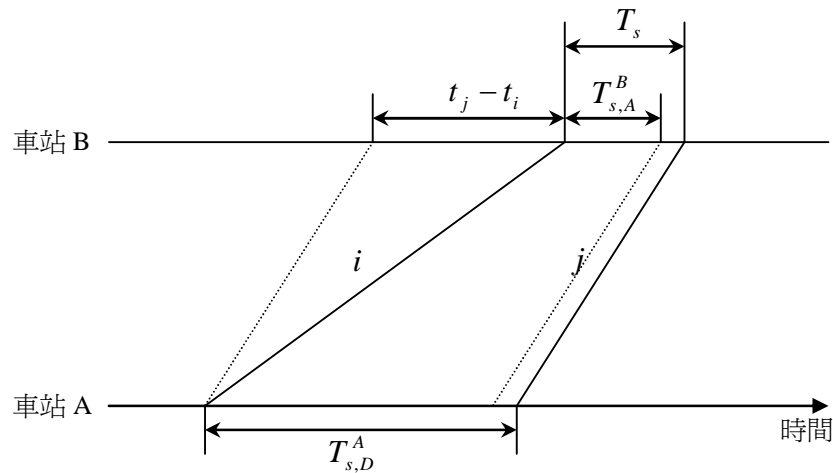


圖2-13 保持出發站離站號誌安全時距的情況

2.8 臺鐵系統路線容量計算程序

前期研究針對臺鐵系統發展一個以小時為時間單位的軌道容量解析模式與計算程序，其重要的細節請參考前期研究報告^[5,6]。另外在2.7節中，詳細說明了本研究對模式所做的改善，改善後的分析步驟簡述如下。

1. 步驟一：將列車依速度種別及營運型態歸類分組

視需求進行列車分組，分組的依據包括(1)列車性能，(2)營運型態，(3)車廂容量。分組越多精確度愈高，但計算愈繁雜。而分組的目的包括有時隔的計算和車廂容量的計算，由於目的不同，可以分別處理。舉例而言，A與B列車的性能和營運型態類似，但車廂容量大不相同，此時可以在計算運轉時隔時將A與B視為同類，僅在計算旅客數相關課題時才將A與B視為不同，用以降低運轉時隔計算的繁雜。

2. 步驟二：決定站間運轉時分

常用的站間運轉時分決定方式包括：

- (1) 採用排班使用之基準運轉時分
- (2) 採用時刻表的站間運轉時分

(3) 利用列車運轉性能模擬器計算

(4) 發展簡算迴歸公式來估算

3. 步驟三：決定停車時間

停車時間的決定方式包括：

(1) 採用運轉計畫的停車時間

(2) 參考時刻表之停車時間

(3) 依旅客流量及車廂設計條件來計算

4. 步驟四：計算號誌安全時距

對於每一種列車組合，依下列程序計算號誌安全時距：

(1) 根據列車的站間運轉時間，決定最小號誌安全時距發生的車站，列車進出車站的最小號誌時距之發生位置，依列車速差以及單複線運轉方式，可能有以下幾種情況（請參閱圖 2-14）：

- 複線運轉時，先行列車為快速列車，續行列車為慢速列車時，最小號誌安全時距通常會發生在起始車站，但仍有少數例外。
- 複線運轉時，先行列車為慢速列車，續行列車為快速列車時，最小號誌安全時距通常會發生在抵達車站，但仍有少數例外。
- 複線運轉時，當列車的速度種別一致時，最小號誌安全時距可能發生在起始車站或抵達車站。
- 單線運轉時，列車交會的最小號誌安全時距發生在交會車站。

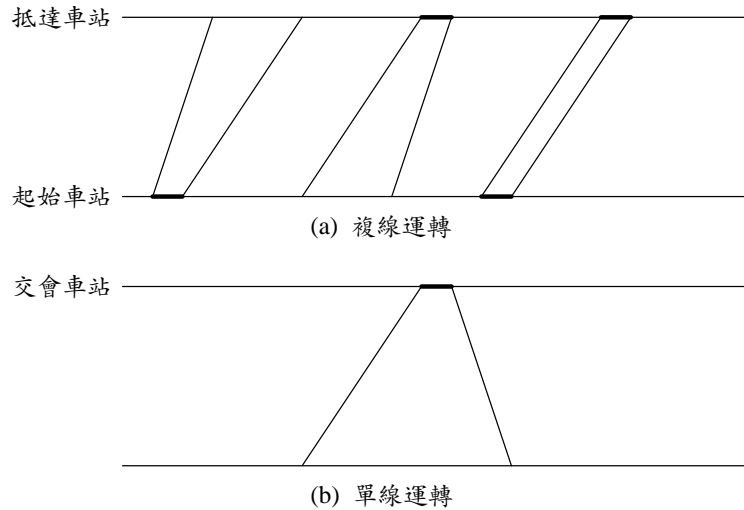


圖2-14 最小號誌安全時距發生的位置

- (2) 根據進站或離站時的股道運用方式，從表 2.5選用合適的公式，計算所需的號誌安全時距，變數說明如表 2.6。
- (3) 根據車站的軌道配置與運用方式，計算列車的平均號誌時距之公式如表 2.7所示；根據不同交通條件，計算各路段之瓶頸號誌安全時距彙整於表 2.8。

5. 步驟五：計算交會待避損失時間

(1) 待避損失時間

$$t_l = \frac{1}{2} |(t_j - t_i)| \quad (2.18)$$

式中： t_l =列車待避的損失時間 (s)

t_j =列車 j 的站間運轉時間 (s)

t_i =列車 i 的站間運轉時間 (s)

(2) 交會損失時間

$$t_l = \frac{1}{2} (t_i + t_j) \quad (2.19)$$

表2.5 號誌安全時距計算公式

運轉 方向	時隔種類	停靠股道	其他條件	號誌安全時距計算公式
同向	進站時隔	同一股道		$T_{s,A1} = \sqrt{\frac{2(L_i + s_x)}{K_a a_i(G_o)}} + \frac{v_j}{K_b b_j(G_i)} - \frac{v_y^2}{2K_b b_j(G_i)} + \frac{B_1 + B_s - s_x}{v_j} + t_o + t_r + t_{d_i}$
	進站時隔	不同股道		$T_{s,A2} = \frac{v_j}{K_b b_j(G_i)} - \sqrt{\frac{2s_e}{K_b b_j(G_i)}} - \frac{v_y^2}{2K_b b_j(G_i)} + \frac{B_2 + B_1 + B_s - s_x}{v_j} + t_p + t_r$
	離站時隔	同一股道	$L_i + s_x + B_n > \frac{v_i^2}{2K_a a_i(G_o)}$	$T_{s,D1} = \frac{v_i}{2K_a a_i(G_o)} + \frac{v_j}{K_b b_j(G_i)} - \frac{v_y^2}{2K_b b_j(G_i)} + \frac{L_i + s_x + B_n}{v_i} + \frac{B_s - s_x}{v_j} + t_o + t_r + t_{d_j}$
		同一股道	$L_i + s_x + B_n \leq \frac{v_i^2}{2K_a a_i(G_o)}$	$T_{s,D1} = \sqrt{\frac{2(L_i + s_x + B_n)}{K_a a_i(G_o)}} + \frac{v_j}{K_b b_j(G_i)} - \frac{v_y^2}{2K_b b_j(G_i)} + \frac{B_s - s_x}{v_j} + t_o + t_r + t_{d_j}$
	離站時隔	不同股道		$T_{s,D2} = \frac{v_i}{2K_a a_i(G_o)} + \frac{L_i + s_x + B_n + B_{n-1}}{v_i} + t_o + t_r$
反向	交會時隔	不同股道		$T_{s,M} = t_p + t_r - \sqrt{\frac{2s_e}{K_b b_i(G_i)}}$

附註：變數說明詳見表 2.6。

表2.6 號誌安全時距計算公式之符號意義說明表

$i、j$	置於符號的下標，分別代表先行列車與續行列車	B_s	車站所在閉塞區間長度
L	列車長度	B_1	第 1 閉塞區間長度
$T_{s,A1}$ 、 $T_{s,D1}$	同一股道進站、離站的號誌安全時距	B_2	第 2 閉塞區間長度
$T_{s,A2}$ 、 $T_{s,D2}$	不同股道進站、離站的號誌安全時距	B_n	第 n 閉塞區間長度
$T_{s,M}$	列車交會的號誌安全時距	B_{n-1}	第 $n-1$ 閉塞區間長度
t_d	列車的停車時間	v	列車進站前／離站後平均巡航速度
t_o	先行列車車尾通過出發號誌機後，解除閉塞及清除號誌的時間	t_p	先行列車車尾通過 P 點後，解除第 1 股道進路、轉轍器扳轉、鎖錠第 2 股道進路，以及號誌變換的整體作業時間
t_i 、 t_j	先／續行列車的站間基準運轉時間	v_y	注意號誌的容許速度
s_x	列車於車站停車時車頭與出發號誌機的距離	$T_{s,min}$	排點時列車交會最短號誌時距
K_a 、 K_b	列車加、減速度有效因子		
$a(G_o)$ 、 $a(G_i)$	列車在出站、進站坡度 $G\%$ 下的加速度		
$b(G_o)$ 、 $b(G_i)$	列車在出站、進站坡度 $G\%$ 下的減速度		

表2.7 平均號誌安全時距計算公式

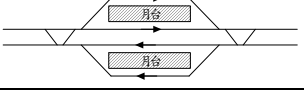
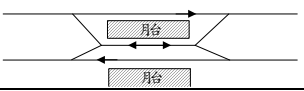


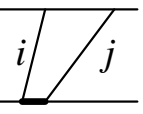
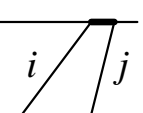
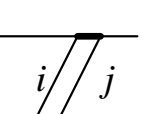
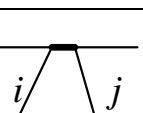
軌道佈 設類型	車站內軌道配置	平均號誌安全時距	
		離站	進站
I		$T_{s,D} = T_{s,D2}$	$T_{s,A} = T_{s,A2}$
II		$T_{s,D} = \frac{1}{3}T_{s,D1} + \frac{2}{3}T_{s,D2}$	$T_{s,A} = \frac{1}{3}T_{s,A1} + \frac{2}{3}T_{s,A2}$
III		$T_{s,D} = \frac{3}{4}T_{s,D1} + \frac{1}{4}T_{s,D2}$	$T_{s,A} = \frac{3}{4}T_{s,A1} + \frac{1}{4}T_{s,A2}$
IV		$T_{s,D} = T_{s,D1}$	$T_{s,A} = T_{s,A1}$

表2.8 瓶頸號誌安全時距彙整表

交通條件	瓶頸車站	瓶頸號誌安全時距
$t_i < t_j$	B  A	$T_s = \max(T_{s,D}^A, T_{s,A}^B - (t_j - t_i))$
$t_i > t_j$	B  A	$T_s = \max(T_{s,D}^A - (t_i - t_j), T_{s,A}^B)$
$t_i = t_j$	B  A	$T_s = \max(T_{s,D}^A, T_{s,A}^B)$
反向交會	B  A	$T_s = \max(T_{s,M}^B, T_{s,\min})$

6. 步驟六：決定運轉寬裕時間

(1) 依經驗值決定：

依類似系統的經驗值來設定，例如美國軌道容量手冊的經驗值為 20 秒，而日本經驗對於號誌安全時距的寬裕時間設定為 10 秒。

(2) 按號誌時距與交會待避損失時間之和的比例計算：

$$t_m = \beta(T_s + t_l) \quad (2.20)$$

式中： t_m =運轉寬裕時間 (s)

β =寬裕時間係數

T_s =瓶頸號誌時距 (s)

t_l =列車交會或待避損失時間 (s)

臺北高運量捷運系統的最小運轉時隔為 105 秒^[7]，若其中的運轉寬裕時間為 20 秒，則此比例值約等於 0.23。由於捷運系統的運轉較為單純，且沒有交會待避的情形，故採用捷運系統的參數可能過於樂觀。至於 UIC Codes 405 的公式建議使用 0.67。而根據前期研究^[5]的分析，臺鐵系統的寬裕時間係數建議以 0.35 計算。

7. 步驟七：計算最小運轉時隔

對於任兩列車*i*及*j*，依下式計算最小運轉時隔：

$$h_{ij} = T_s + t_l + t_m \quad (2.21)$$

式中： h_{ij} =先行列車*i*與續行列車*j*的最小運轉時隔 (s)

T_s =瓶頸號誌時距 (s)

t_l =列車交會或待避損失時間 (s)

t_m =運轉寬裕時間 (s)

8. 步驟八：計算平均運轉時隔

$$h = \sum h_{ij} \cdot f_{ij} = \sum h_{ij} \cdot \frac{n_i \cdot n_j}{n^2} = \frac{1}{n^2} \sum h_{ij} \cdot n_i \cdot n_j \quad (2.22)$$

式中： n_i =第*i*種列車的營運列車數

n_j =第 j 種列車的平均列車數

$$n = \sum_i n_i = \text{總營運列車數}$$

9. 步驟九：計算路線容量

(1) 路線容量

$$C = \frac{3600}{h} n_t \quad (2.23)$$

式中： C =路線容量 (TU/h)

h =平均最小運轉時隔 (s)

n_t =路線的軌道數目

(2) 路線利用率

$$\eta = \frac{n}{C_L} = \frac{n \cdot h}{3600 \cdot n_t} \quad (2.24)$$

式中： η =路線利用率 (decimal)

n =每小時營運列車數 (TU/h)

h =平均運轉時隔 (s)

n_t =路線軌道數

10. 步驟十：計算車廂容量

對於各種車廂，依下式計算其車廂容量。

$$C_v = N_s + (L \times S) \quad (2.25)$$

式中： C_v =車廂容量 (sps/veh)

N_s =車廂座位數 (sps)

L =乘載水準，即立位密度 (sps/m²)

S =車廂可供旅客站立用之空間 (m^2)

11. 步驟十一：計算列車容量

對於各種列車，依下式計算其列車容量。

$$C_t = \sum_{i=1}^{n_c} C_{vi} = \sum_{j=1}^m (C_{vj} \times N_j) \quad (2.26)$$

式中： C_t =列車容量 (prs/TU)

C_{vi} =列車中第*i*節客車車廂容量 (sps/veh)

C_{vj} =列車中第*j*種客車型式之車廂容量 (sps/veh)

N_j =列車中第*j*種客車車廂之編組總數

n_c =整列車客車車廂的編組總數

m =整列車客車車廂類型數

12. 步驟十二：計算最大供給容量

考慮列車的比例與容量，依下式計算最大供給容量。

$$C_o = \sum_i f_{l,\max} C_{ii} r_i = f_{l,\max} \sum_i r_i C_{ii} ; \sum_i r_i = 1 \quad (2.27)$$

式中： C_o =最大供給容量 (sps/h)

$f_{l,\max}$ =列車的最大服務頻率 (TU/h)

C_{ii} =第*i*種列車的列車容量 (sps/TU)

r_i =單位時間裡第*i*種列車數佔總列車數的比例 (%)

13. 步驟十三：計算最可達成容量

考慮列車間乘載變異因子(利用式(2.28)計算)與最大供給容量，
利用式(2.29)計算

$$\rho_d = \frac{V_{ph}}{4V_{15\min}} \quad (2.28)$$

$$C_u = \rho_d C_o \quad (2.29)$$

式中： ρ_d =列車間乘載變異因子

V_{ph} =單位小時流量 (prs/h)

$V_{15\min}$ =單位小時內最大 15 分鐘流量 (prs/h)

C_u =最大使用容量或可達成容量 (sps/h)

2.9 模式功能比較

本研究所建構的分析模式，與其他同性質模式簡單比較如表 2.9 所示，比較項目的選定是以這幾類模式的明顯差異為主，判斷的標準則是以公式型式 (Formula) 中是否存在該變數來決定。值得注意的是即使表中兩種模式皆有勾選相同的考量因素，但考量的詳細程度仍可能有所不同。

表2.9 本研究建構之模式與其他模式之比較

	美國	歐盟	日本	臺鐵	中國	本研究
時間單位（D 為「日」；H 為「小時」）	H	D	D	D	D	H
計算單線運轉（反向運轉）之容量			√	√	√	√
計算複線運轉（同向運轉）之容量	√	√	√			√
考慮列車停站時間	√					√
考慮進出車站之坡度	√					√
考慮車站內股道運用方式						√
考慮列車性能	√					√
考慮列車順序的影響		√				√
考慮旅客人數對停站時間的影響	√					√
考慮列車交會損失時間		√		√	√	√
考慮列車待避損失時間		√				√
考慮閉塞號誌的位置	√					√
有交代號誌安全時距的計算方式	√					√
考慮寬裕時間	√	√		√		√
考慮辦理閉塞及號誌運作的時間			√	√		√
考慮檢修封鎖時間		√	√	√	√	

註：檢修封鎖時間可以透過容量計算公式分子的調整來反映，惟本模式計算的是尖峰小時之容量，一般尖峰時段並不會進行路線封鎖檢修作業。

第三章 容量分析軟體回顧

軌道容量分析在規劃、設計、營運階段均相當重要，各大鐵路營運單位與相關產業或政府部門，均投入相當的資源發展容量分析方法與計算軟體。由於具備人機介面之視窗程式為目前軟體發展的主流趨勢，因此以下介紹以視窗化之容量分析軟體為主。

由前期研究^[7]可知，容量分析理論大致可分為解析模式、模擬模式與最佳化模式。特別要注意的是，除了上述三種分類之外，由於某些軟體缺乏相關資料，或並未發表相關學術性論文，因此無從得之其理論依據，本研究暫時將其歸類於未分類模式。

3.1 解析模式

以解析模式為理論依據之軟體，通常是由簡單的公式（Formula）所組成，因此其計算效率通常相當高，而在操作方面，通常透過介面導引使用者按部就班輸入相關參數，依序完成各種容量組成因素之計算程序。

「大眾運輸容量暨服務品質手冊」（Transit Capacity and Quality of Service Manual, TCQSM）為美國運輸研究委員會（Transportation Research Board, TRB）在 1995~2003 年間，委託 Parkinson 等人及 Kittelson & Associates, Inc. 等公司所進行的一系列研究^[21, 22, 26]，目的在於發展符合北美運輸特性之系統化分析模式。研究成果除了 TCQSM 手冊之外，並提出四個結合 VBA（Visual Basic for Application）技術的 ExcelTM 試算表程式為解析模式典型的範例，如表 3.1 所示。

表3.1 TCQSM 提供的容量計算試算表程式

容量分析對象	程式名稱
公車專用道	Type 2 Exclusive Bus Lane Capacity:
公車站	Bus Stop Capacity
立體分隔鐵路	Comprehensive Determination of Achievable Capacity
單線輕軌	Determination of Light Rail Single Track Travel Time

附註 1：公車專用道容量原文 Bus Lane Capacity

附註 2：公車站容量原文 Bus Stop Capacity

附註 3：立體分隔鐵路容量原文 Grade Separated Rail Capacity

附註 4：單線輕軌容量 Light Rail Single Track Capacity

表中公車專用道及公車站之路線容量分析並非本研究之主題，因此以下僅討論立體分隔鐵路之容量分析程式，其試算表操作介面如圖 3-1~圖 3-9。

The screenshot displays the 'TCRP A-8 Rail Transit Capacity' spreadsheet. It includes a title section, a caution note, and a detailed formula for train separation. The spreadsheet is divided into sections for input parameters, formulas, and results.

Input Parameters (Table 1):

VALUE	DEFAULT	TERM	SI	DESCRIPTION
200	200	L	metres	length of the longest train
10	10	D	metres	distance from front of train to exit block
75	75	K	constant	% service braking rate
2.4	2.4	B 3 aspect signaling	train detection uncertainty constant	
1.2	1.2	B cab control sig	train detection uncertainty constant	
1	1	B moving block sig	train detection uncertainty constant	
3	3	t _{ov}	seconds	overspeed governor operating time
0.5	0.5	t _{br}	seconds	time lost to braking jerk limitation
1.3	1.3	a _s	m/s ²	service acceleration rate
1.3	1.3	d _s	m/s ²	service deceleration rate
1.5	1.5	t _{br}	seconds	brake system reaction time
100	100	v _{max}	km/h	maximum line velocity
6.25	6.25	P ₁	metres	Positioning error (moving block only)
90	90	v ₁	%	% of normal line voltage
0.0	0.0	G	%	Grade into headway critical station

Formulas:

$$H(s) = \frac{2(L+D)}{v_a(1-0.1G)} + \frac{L}{v_a} + \left(\frac{100}{K} + B \right) \left(\frac{v_a}{2d_s(1+0.1G)} \right) + \frac{a_s(1-0.1G)t_{ov}^2}{2v_a} \left(1 - \frac{v_a}{v_{max}} \right) + t_{ov} + t_{br} + t_{pl}$$

Results (Table 2):

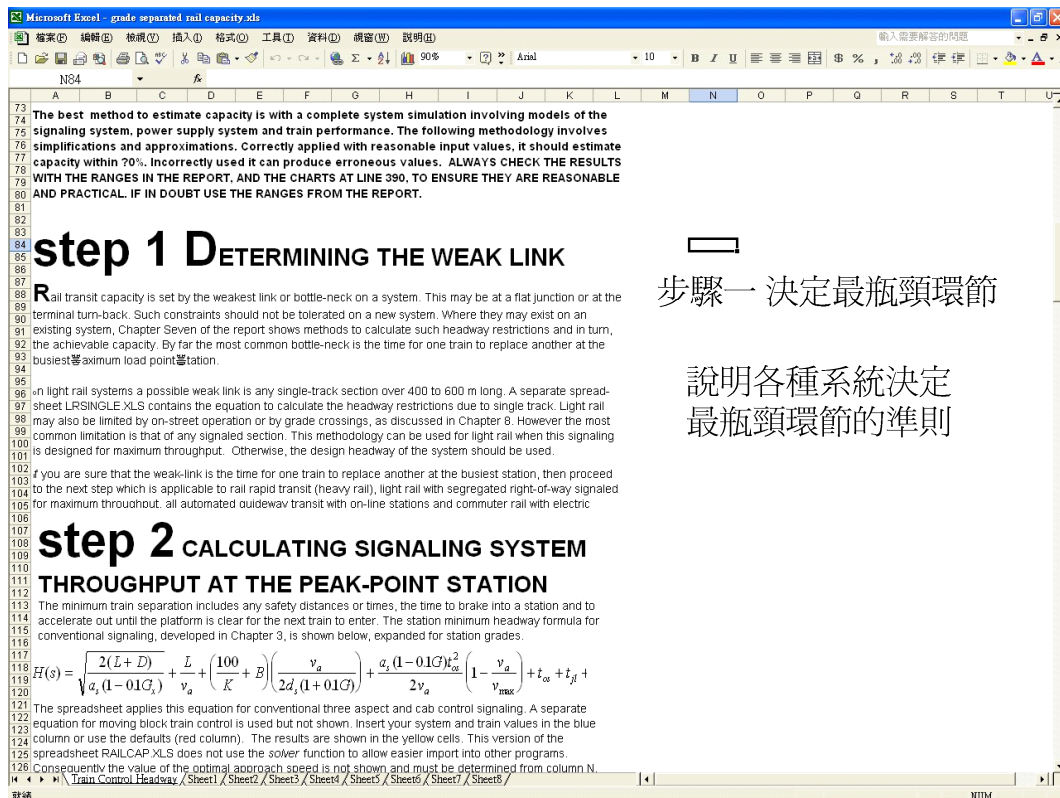
train separation	3 aspect	cab-control	moving block
0	766.2	766.1	766.6
1	396.1	395.8	387.1
2	273.0	272.6	260.1
3	211.6	211.1	196.7
4	175.0	174.3	158.7
5	150.7	149.9	133.5
6	133.4	132.5	115.6
7	120.6	119.6	102.2
8	110.7	109.5	91.9
9	102.9	101.6	83.6
10	96.5	95.1	76.9
11	91.3	89.8	71.4

圖3-1 TCQSM 立體分隔鐵路容量試算表操作畫面（1/9）



說明使用限制
與注意事項

圖3-2 TCQSM 立體分隔鐵路容量試算表操作畫面（2/9）



步驟一 決定最瓶頸環節

說明各種系統決定
最瓶頸環節的準則

圖3-3 TCQSM 立體分隔鐵路容量試算表操作畫面（3/9）

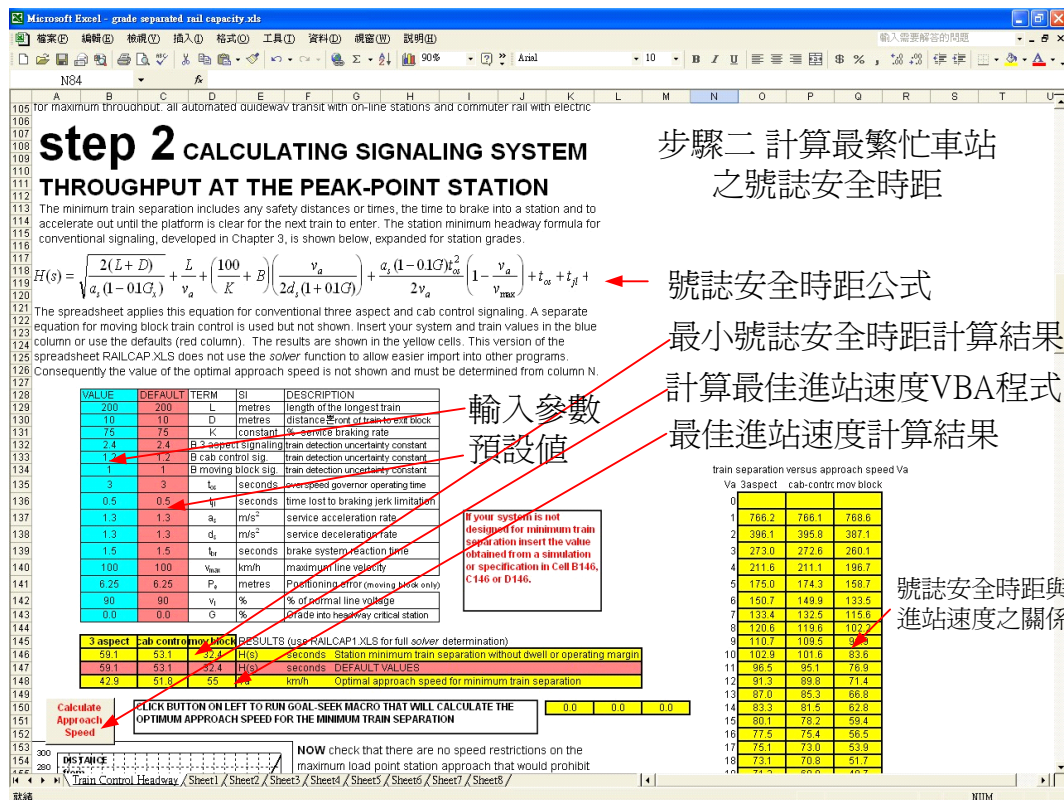


圖3-4 TCQSM 立體分隔鐵路容量試算表操作畫面（4/9）

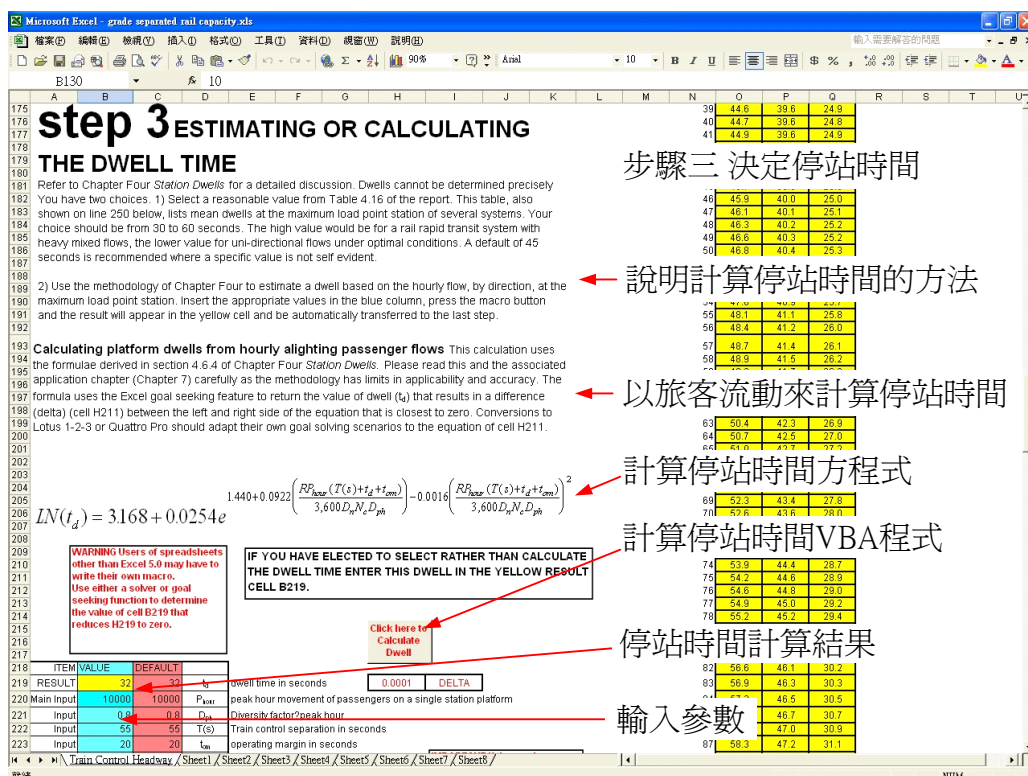


圖3-5 TCQSM 立體分隔鐵路容量試算表操作畫面（5/9）

step 4 ASSIGNING AN OPERATING MARGIN 步驟四 決定運轉寬裕時間

Refer to Chapter Six *Operating Issues* for a detailed discussion. An operating margin is essential for regular running. If the minimum headway consisted only of the minimum train control separation plus the maximum dwell, any minor incident, delay or extended dwell would result in interference between trains.

The more operating margin that is allowed then the lower the line capacity and the greater the probability of even performance. Determining an operating margin requires a balancing act between these two desires. The following table offers guidance based on the project's field survey. For maximum capacity a range of 15 to 25 seconds is recommended. A default value of 20 seconds is used in the report, if your priorities are to avoid irregular running at the expense of maximum passenger capacity then a higher operating margin could be appropriate. Select a margin and type it in the yellow cell 267.

說明運轉寬裕時間決定的準則

其他系統運轉寬裕時間參考資料

System	Station/Direction	Average Dwell	Dwell Std Dev.	Dwell + 2 SD	Average Headway	Train Control Separation	Estimated Operating Margin
PATH	Exchange Place WB	23.3	7.4	38.2	115.8	55	22.6
NYCT	Queens Plaza WB	40.7	17.3	75.3	134.7	53	6.4
BCT	Broadway E/B	30.2	2.6	35.3	145.6	40	70.2
MUNI	Montgomery WB	34.4	11	56.4	146	60	29.6
BCT	Burrard WB	26.7	2.5	31.7	150.7	40	79
TTC	Bloor NB	42	15.3	73.5	145.5	25	17
NYCT	Grand Central SB	64.3	16.7	97.6	164.7	53	14.1
TTC	King SB	28.1	5.9	39.9	168.3	55	73.4
CTS	1st St SW WB	34.6	11.1	56.8	176.6	80	38.9
CTS	3rd St SW E/B	40	16.2	72.5	181.4	80	28.9
NYCT	Grand Central NB	53.9	14.8	83.6	184.1	53	47.5
CTS	City Hall E/B	36.8	20.6	78	191.4	80	33.4
PATH	Journal Square WB	47.3	23.4	94.1	199.7	55	50.6
BART	Embarcadero WB	49.9	15.7	81.3	201.7	90	30.4
BCT	Metrotown E/B Off-peak	37.8	10.4	58.5	241.3	40	142.8

Selected Operating Margin 20 seconds

step 5 SELECTING OR CALCULATING A LOADING LEVEL

Refer to Chapter Five *Passenger Loading Levels* for a detailed discussion. Levels vary widely across North America from the jammed conditions on certain New York trunks and on Mexico City metro lines to more relaxed levels that provide almost a seat for every passenger. In fact, a seat for every passenger is the common standard on all commuter rail lines.

圖3-6 TCQSM 立體分隔鐵路容量試算表操作畫面（6/9）

step 5 SELECTING OR CALCULATING A LOADING LEVEL 步驟五 決定乘載水準

Refer to Chapter Five *Passenger Loading Levels* for a detailed discussion. Levels vary widely across North America from the jammed conditions on certain New York trunks and on Mexico City metro lines to more relaxed levels that provide almost a seat for every passenger. In fact, a seat for every passenger is the common standard on all commuter rail lines.

There are two approaches. 1) Select a loading level, in passengers per metre of car or train length, from the charts below. 2) Calculate the capacity of a specific car by entering the dimensions, the type of seating and the standing density in the formula of this step.

說明兩種計算方法

直接讀圖決定

輸入列車屬性計算

預設值

DEFAULT	USER	ITEM
76	76	S ₀ vehicle seats
165	165	V ₀ vehicle capacity peak-within-the-peak
27	27	L ₀ vehicle interior length
3.1	3.1	L ₁ articulation length for light rail
0.55	0.55	W ₀ stepwell width (certain light rail only)
2.65	2.65	W ₁ vehicle interior width
0.3	0.3	S ₁ space per standing passenger
4	4	N seating arrangement
0.35	0.35	S ₂ area of single transverse seat
0.3	0.3	S ₃ area of single longitudinal seat
4	4	D ₁ number of doorways
1.26	1.26	D ₂ doorway width
0.2	0.2	S ₀ single setback allowance
0.69	0.69	S ₄ seat pitch transverse
0.43	0.43	S ₅ seat pitch longitudinal

TO CALCULATE Enter car and seat dimensions, standing space and seating choice. Ensure that Dn, the number of doors is the same as used in step three, cell B.

N = 2 for longitudinal seating
N = 3 for 2+1 transverse seating
N = 4 for 2+2 transverse seating
N = 5 for 2+3 transverse seating

The result is shown in the yellow boxes and automatically transferred to the next step.

If you select a value from the above charts enter it in the yellow box below. In doing so you will over write the formula and must reload this spreadsheet from diskette if you wish to use the calculation method.

圖3-7 TCQSM 立體分隔鐵路容量試算表操作畫面（7/9）

由上述操作介面圖形可知，TCQSM 的分析方法大致可分為七個步驟，包括：

- 步驟一：決定最瓶頸環節
- 步驟二：計算最繁忙車站之號誌安全時距
- 步驟三：決定停站時間
- 步驟四：決定運轉寬裕時間
- 步驟五：決定乘載水準
- 步驟六：決定承載變異因子
- 步驟七：整體運算

以上各個步驟之細節均呈現於單一 ExcelTM 試算表中，使用者依序按照試算表指示或參閱 TCQSM 相關章節輸入相關參數，即可計算立體分隔鐵路之可達成容量。

3.2 模擬模式

以模擬為理論依據之容量分析軟體，可以考慮較多複雜的因素，除了分析軌道容量之外，通常會有許多附加功能，但相對而言，與研究對象的相依度通常較高，而且求解時間亦較長。

1. FAST TRACKTM II (RD-CAM[®])

Fast TrackTM II 為美國 MultiModal Applied System 公司於 2000 年發表之容量模式，與著名容量分析軟體 RD-CAM[®] (Rail Dispatch and Capacity Analysis Mode) 十分接近，RD-CAM[®] 為加彭共和國 (Gabon) 的 Rail Sciences 公司所開發，由於 MultiModal Applied System 與 Rail Sciences 策略聯盟，因此 Fast TrackTM II 係完全採用 RD-CAM[®] 的技術，兩者在功能上可說是完全相同的，以下以 Fast TrackTM II 的介紹為主^[27, 25]。

Fast Track™ II 可以單獨運作，亦可以與著名的 MultiRail®（主要功能為服務計畫與網路分析，目前共有 10 個國家採用該系統）結合運用，事實上 Fast Track™ II 的發展即是為了強化 MultiRail® 的功能。Fast Track™ II 的容量規劃與錯會車模式可以用來產生最佳化列車派遣計畫。由於演算核心原先是為發展即時派遣系統而來，因此即使問題很複雜，其演算效率還是非常好，Fast Track™ II 的主要功能如下：

- (1) 驗證班表可行性
- (2) 測試列車服務操作政策改變的衝擊
- (3) 計算理論與實用容量
- (4) 驗證路線合理性的研究
- (5) 規劃側線的位置，估算側線延伸或移除的衝擊
- (6) 評估列車服務計畫改變的衝擊，包括：
 - 增加列車容量
 - 改變列車動力與編組車廂數
- (7) 評估號誌系統改變或其他影響列車運動之因子改變的影響

2. RAILSIM® v7

RAILSIM® v7^[30] 是由美國 SYSTRA 顧問公司所開發，為一相當完整之鐵路分析軟體，主要運用包括：鐵路設備投資規劃、號誌系統分析、時刻表及運轉計畫規劃、旅次分析、路線容量分析、地理資訊系統等。RAILSIM® v7 包含許多套件，使用者可以視其需要安裝適當的套件，RAILSIM® 主要套件如下：

- (1) Train Performance Calculator (TPC)
- (2) Rolling Stock Libraries
- (3) Resistance Algorithms
- (4) Main Menu

- (5) Report Generator
- (6) RAILSIM Editor
- (7) Track Profile Generator
- (8) Load Flow Analyzer(LFA) - DC
- (9) Load Flow Analyzer(LFA) - AC
- (10) Network Simulator (includes all Libraries and Algorithms;
requires RAILSIM Editor)
- (11) Headway Calculation Add-On
- (12) Safe Braking Distance Add-On
- (13) Signal Design Add-On (requires RAILSIM Editor, Safe Braking
Distance Add-On and Headway Calculation Add-On)

其中項目（1）～（5）為基本套件，項目（6）～（13）則可視需要安裝。關於容量計算係屬於 Network Simulator（一般稱之為RAILSIM[®] v7 NS）的功能之一，因此以下介紹以 RAILSIM[®] v7 NS 為主。由於安裝 RAILSIM[®] v7 NS 需同時安裝基本套件，因此可以執行的功能較 Network Simulator 本身所具備的功能為多，簡單說明如下：

(1) 鐵路設備投資規劃

評估路線延伸、雙軌化、設置新的末端站、鐵路提速、岔線更新、重新配置連鎖系統、調整車場佈設的效益。

(2) 驗證號誌系統

評估閉鎖區間容量、測試翻新的列車控制系統、驗證路線延伸或新線設置符合容量需求。

(3) 時刻表與運轉計畫規劃

測試新的時刻表與運轉計畫是否可行、測試運轉策略（運轉路線、交通方向、末端站操作方式、停站模式）調整之效應。

(4) 旅次分析

產生符合需求的服務計畫、評估旅行時間、旅客等待時間、列車停站時間等。

(5) 路線容量分析

根據多種等級列車、不同停站模式、號誌系統限制、列車派遣策略、營運限制等條件計算路線容量，明確找出瓶頸之位置，並可進行路線容量改善方案之測試。

(6) 列車控制模擬

可以精確模擬實際的列車控制系統，包括：

- 使用者自定的號誌與操作規則
- 僅路側號誌（Wayside/no cab）、路側/車廂號誌（Wayside/cab）、僅車廂號誌（Cab/no wayside）及通訊式列車控制（CBTC, Communications-Based Train Control）等
- 中央行車控制（CTC）、自動閉塞制（ABS）、人工閉塞制（MBS）
- 具備自動行車控制（ATC）設備與非自動行車控制設備車輛混用系統
- 人工與自動列車運轉系統（ATO）

(7) 容許輸入車輛效能特性

軟體並沒有限制可以同時運作之列車種類數，使用者可以自定每種列車之效能與最大速度特性、煞車與加速反應時間、列車阻力與長度等

(8) 模擬實際運轉行為

容許同時於網路中模擬 100 列以上之列車，可以模擬計畫或非預期之運轉事件，如使用者自定之列車派遣事件、旅客數影響列車停站時間與加減速特性之事件、隨機事件、列車性能降低等。

RAILSIM[®] v7 NS 已獲美國、加拿大及新加坡等國許多鐵路運輸系統與工程顧問公司採用，顯示該軟體已具備相當的實用性。

3. SIMONE

荷蘭鐵路路網為歐洲跨國鐵路的重要樞紐，並且為世界上負荷最重的路網之一，亦存在容量嚴重不足的問題，一列車稍有延誤即可能造成其他列車大規模的延誤。由於時刻表每年都會因應客貨運的需求而進行大規模的調整，鐵路設施也必須因應市場需求而增加，為輔助新增設施以及如何配置路網及列車容量之決策，荷蘭的 Railned（即 Prorail，掌管荷蘭軌道設施容量的機構）與 Incontrol Enterprise Dynamics 公司以 DONS-simulator（1997 年開發）為基礎，合作開發 SIMONE（Simulation Model for Networks）軟體^[19,31]。

SIMONE 為一利用 Arena 3.0 專業版所開發的離散事件模擬工具，該軟體可以產生、模擬、分析大型軌道路網，具有評估時刻表強健與否、分析延滯之產生與影響、路網瓶頸之偵測、量化不同軌道設施配置之延滯等功能。模式共計有模擬設定、路網設定、統計分析、時刻表、車站、連結共六個模組，最後兩個模組是用於建構路網，此工具擁有存取荷蘭鐵路資料庫（DONS）的介面，可以直接利用資料庫中的路網、軌道、設施、流量需求以及時刻表等資料。

SIMONE 的圖形介面著重於求解過程之動畫展示功能，例如若設定延滯為 3 分鐘，則綠色路段表示延滯小於 3 分鐘的路段，紅色路段則表示延滯大於 3 分鐘的路段。

4. VISION

VISION (Visualization and Interactive Simulation of Infrastructure and Operations on rail Networks) 為英國的 AEA Technology Rail 公司所開發的著名鐵路模擬軟體，可對特定的路線或路段做容量估算；交通部高速鐵路工程局於民國 83~84 年間亦曾經引進。該軟體初期版本主要是用來模擬網路上之列車、號誌系統及設施變動的相互影響，近來已發展成可計算列車運轉時隔及路線容量的模擬軟體。

使用者介面可以顯示模擬區域、時間、軌道佈設、標誌、號誌機，列車位置、描述、駕駛模式、速度、行駛路線、預估延滯等資訊，另外使用者亦可以透過視窗操作來觀看並控制模擬的進行。

另外關於容量計算的演算法，於 Euro-TRIP^[17] 中曾有詳盡的描述，演算法開始時，必須指派列車來跑某一特定的班表（本研究稱之為基本案例），接下來在考慮某種列車之最小運轉時隔條件下，一次增加一列車並重跑模擬，藉由與基本案例的比較，可以評估每增加一次列車對於總延滯的影響，當延滯增加至一定程度時，此時開行的列車數即為該路段之容量。

5. RAILS2000

RAILS2000^[15] (Railway Analysis & Interactive Line Simulator) 為加拿大 CANAC 公司根據 RAILSTM^[23] (由美國 Corporate Strategies, Inc. 開發) 所發展，目的是為了開發最為精確的容量分析軟體，以強化鐵路資本投資規劃的客觀性與可信度。RAILS2000 可以評估設備、車輛、運轉方式、養護計畫調整時所帶來的衝擊，提供具體的量化指標，如容量、速度、可靠度、班表可行性等，使得更新計畫更有依據。RAILS2000 為一事件模擬模式，可處理線性走廊與複雜網路問題。

6. SIMOM/TTS

SIMON/TTS 為瑞典的 AF-Industrietechnik 公司於 1990 年代起為瑞典國家鐵路管理局 (Swedish National Rail Administration) 所發展，該

軟體是以 Simula 及 C 語言所撰寫，運作於昇陽工作站主機(Sun Sparc)上。SIMOM/TTS 原本為離線 (Off-line) 規劃系統，後來已重新設計成互動、及時 (Real-time) 的模擬系統，同時也可以透過通訊模組連接外部控制與展示系統，新一代的軟體將稱之為 TOPSim，主要的運用包括：

- (1) 許多實驗性質的情境係透過新的使用者介面，由列車控制調度員來進行試驗
- (2) 測試列車派遣決策支援系統
- (3) 評估解決列車衝突的不同的策略
- (4) 提供教育與訓練行控中心列車調度員之模擬環境

SIMOM/TTS 軟體之理論依據為事件導向的模擬模式，相較於其他軟體，其特色是可輸入延滯的狀況來模擬列車運行的情況，同時可以設定列車控制的規則。斯德哥爾摩附近的通勤鐵路以及東亞國家的捷運系統都曾經使用該軟體來做案例分析。

3.3 最佳化模式

本研究所謂之最佳化模式，是指運用最佳化概念（例如如何在一定限制條件下排入最多班次等），且並非明顯屬於解析或模擬模式，以及運用最佳化領域常用方法（如線性規劃法、分支定限法等）之容量分析模式。

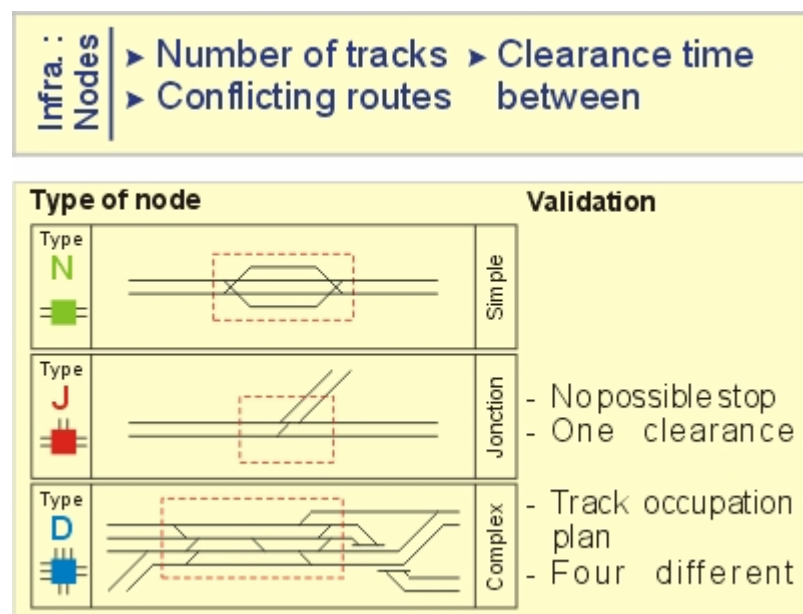
CAPRES^[16]（鐵路路網容量評估系統，Railway Network Capacity Assessment System）為瑞士聯邦科技大學洛桑校區的運輸規劃學院（Institute of Transportation and Planning, Swiss Federal Institute of Technology, Lausanne, ITEP-EPFL）與瑞士國鐵針對瑞士鐵路系統，耗費四年時間合作開發的電腦輔助軌道路網容量評估系統，該軟體可以協助產生基本時刻表，並利用數學規劃的技術產生飽和班表，藉此計算路網之容量，亦可用來驗證班表的可行性以及找出鐵路路網之瓶頸

點。該軟體係以 C 語言開發，可在 Windows 平臺上運作，特色是有考慮轉轍器或橫渡線等設施，並且在考慮混合車種之情形下針對複雜路網進行估算。由於 CAPRES 具備不錯的使用成效，著名的鐵路規劃工具 VIRIATO^[28]（由瑞士 SMA and Partner AG 公司開發，包括瑞士、德國、英國、葡萄牙、法國、芬蘭、義大利、西班牙等國均有採用）於容量的計算方面亦採用 CAPRES 的技術。

關於 CAPRES 的輸入資料與模組簡單說明如下，輸入資料包括以下三個部分：

1. 設施資料

以節點與節線來表示，節點如圖 3-10 可分為一般節點、銜接點及複雜節點，節線即為連接兩個節點之線段，必須提供線段起終點資料、節線編號與方向、以及最小運轉時隔等資料。



資料來源：[16]

圖3-10 CAPRES 之節點分類

2. 列車資料

以類別來定義列車資料，同一類別之列車具備相同的服務路線、運轉時間、停站時間、以及週期。輸入一個列車類別資料時，必須提

供類別命名與特性資料、服務路線資料、全線之最小與最大容許運轉時間、每一節線之最小與最大運轉時間、每一個車站之最小與最大停車時間，以及某一車站之最早與最晚發車時間或抵達時間。

3. 飽和策略

飽和策略會影響列車加入基本班表之先後順序。

軟體共分為四個模組，包括：

- (1) 資料庫管理模組 (Data base management)：提供圖形化操作介面來輸入與修改資料。
- (2) 基本班表設計模組 (Basis-timetable design)：功能為在給定的列車總數下，搜尋所有符合限制（列車頻率、旅行時間、列車銜接、列車等級優先順序等）之可能組合，以協助產生基本班表。
- (3) 班表驗證模組 (Timetable validation)：精確指出所違反之限制，以協助產生可行班表。
- (4) 基本班表飽和模組 (Basis-timetable saturation)：本模組會依飽和策略與額外增加列車候選清單使基本班表逐漸飽和，透過網路中額外增加列車的計算，可以評估網路之未使用容量，本模組可以展現最後終止飽和程序的理由，以協助找出造成瓶頸的真正原因。

目前已有許多計畫採用 CAPRES 軟體，如瑞士的 Alps 計畫等，除此之外，英國、法國與義大利等國亦有使用該軟體。

3.4 未分類模式

由於有些商業軟體並未公佈其演算細節，亦很難找到相關之學術論文，因此很難將其歸類於上述三種模式，本研究暫時將其歸類為未分類模式。

1. RAILCAP

RAILCAP^[29]是由比利時的 Stratec 顧問公司所開發，主要用來計算特定設施條件下，不同操作情境所使用的路線容量，目的是用來找出鐵路設施的所有瓶頸。該程式對設備條件有深入的考量，包括側線、月臺、橫渡線等，更可精細到每一個閉塞區間。該程式特別需要下列設施資料，包括：

- (1) 軌道的縱面描述以及轉轍器與橫渡線的位置
- (2) 號誌封鎖轉換點的位置，如絕緣點的位置等
- (3) 號誌（包括速限）型式與位置

該模式之基本元素為網路片段，亦即物理性或功能性網路節點（如轉轍器或速限轉換點）或號誌封鎖系統之轉換節線（如號誌系統之絕緣）。換言之，計算容量之最基本單元為號誌系統之軌道電路。因此該程式可以計算下列設施之容量，包括：

- (1) 路線上或車站內之軌道段
- (2) 網路節點（如路線交叉點或轉轍器）
- (3) 月臺軌道

關於模式所需之運轉資料，則包括：

- (1) 列車營運路線
- (2) 停站模式
- (3) 列車長度
- (4) 列車最大速度
- (5) 列車最大加速率

根據上述輸入資料，程式會計算所有基本元素之容量，最後以表格與網路圖形展示計算情境之容量利用狀態，以及不同計算情境之差異，並以顏色展示利用率的大小，以便於使用者判讀。

此外該軟體亦明確指出該模式之使用限制—並無法發現時刻表中的列車衝突。雖然有上述的限制，但官方網站^[29]提及：由於RAILCAP主要是用在規劃階段，列車衝突的問題是在該模式之外處理，因此在實際運用時並不會有列車衝突的問題。

該軟體已有許多實務分析應用的經驗，同時該軟體進階版本—MACRO RAILCAP 亦被 TGV Rhin-Rhone 計畫用來做索恩河流域（Saone-valley）長期規劃研究（2010~2020 年）。

2. NEMO

NEMO^[20]（Network Evaluation Model）為德國 IVE 公司（Institute of Transport, Railway Construction and Operation）所發展，為一評估軌道運輸設施與運轉指標之策略規劃工具，可以綜合考量、評估路網設施、運轉與運輸需求之互動行為，使得設備的投資更有效率，也可以找出剩餘容量或運轉瓶頸，主要有幾個應用領域。

- (1) 鐵路運輸網路之設施規劃
- (2) 確認並移除容量瓶頸
- (3) 運輸供給與需求之評估
- (4) 貨運鐵路之產品規劃最佳化
- (5) 不同計畫之整體經濟評估比較

NEMO 系統具備以下幾個特色：

- (1) 在微觀的基礎上描述整個網路
- (2) 設施與產品結構的連結
- (3) 運輸需求指派
- (4) 確認並移除瓶頸
- (5) 評估運輸需求
- (6) 輸入資料與計算結果的視覺化呈現

- (7) 利用資料庫軟體（ORACLE®或 MS Access®）有效管理輸入與輸出資料

NEMO 以顏色來表示路線容量的使用狀況，綠色表示非瓶頸，棕色表示單方向瓶頸，紅色則表示雙向都是瓶頸。目前僅有奧地利聯邦鐵道（OBB）採用該系統，同時該軟體也有參與奧地利國家交通主計畫規劃計畫。

3. CMS

CMS（Capacity Management Systems）為英國的 AEA Technology Rail 公司與 Railtrack 公司（即現在的 Network Rail 國營鐵路公司，英國鐵路設施的主要管理單位）合作開發。CMS 不同於 VISION，主要定位偏向規劃工具組，目的是用來規劃現在與未來路線容量的有效運用，主要模組包括：

(1) PTG（Planning Timetable Generator）

PTG 的主要功能是以最佳化的技術自動產生符合商業與營運限制的時刻表，模式發展的理論基礎為改良的模擬退火法（Simulated Annealing Algorithm）為基礎。

(2) MERIT

MERIT 為一分析效能及成本的策略評估工具，目的是為了測試時刻表及設施改變的效益，或者確定哪裡的改變較為有利。

(3) PSaP（Path Searching and Pricing）

PSaP 的主要功能確認剩餘容量，亦即找出時刻表中，哪裡還可以再新增額外的車次。

(4) 容量與壅塞分析模組

這個模組可以計算有關鐵路網路中容量與擁塞的多種量測指標，並且利用 GIS 的技術將計算結果展現於地圖上。它可以分

析現在或未來的時刻表與新設施的組合，也可以針對瓶頸與剩餘容量的計算結果提供強大的視覺展示效果。

(5) SCORES

SCORES 模組可以比較新時刻表與現在的時刻表，評估製作時刻表之重要因素的改變，對於旅客吸引力的增加或是減少，從上述分析可以評估採用新時刻表的影響。

(6) NID (National Infrastructure Database)

CMS 採用 Oracle 資料庫的技術，存放鐵路網路的詳細資料，包括接近 30,000 公里長的軌道資料以及接近 5,000 個銜接點、車站、會車線、及橫渡線的資料，這個資料庫包含所有鐵路網路之實體及運轉的詳細資料，使得 CMS 可以精確反應網路佈設與規章現況。同時 NID 也提供新增設施的編輯功能，使得 CMS 可以評估未來或預定新增設施的成效。

3.5 軟體比較

以上已略述解析模式、模擬模式、最佳化模式以及尚無法分類之各種容量分析程式，接下來簡單比較上述軟體如表 3.2 所示。

表3.2 容量分析軟體比較

軟體名稱	開發單位	操作平臺	圖形化 介面	模式分類	軟體特色
TCQSM Excel™Spreadsheets	TRB 與 Kittelson & Associates, Inc.	Microsoft Windows	無	解析模式	<ul style="list-style-type: none"> ● 針對都會捷運系統與輕軌系統 ● 有一定的執行程序 ● 參數較少 ● 一次僅能處理一個車站或路段 ● 軟體僅能計算容量
FAST TRACK™ II (RD-CAM®)	MultiModal Applied System 與 Rail Sciences	Microsoft Windows	有	模擬模式	<ul style="list-style-type: none"> ● 不限特定系統 ● 針對一路線或一路段 ● 容量計算功能僅為軟體之部分功能
RAILSIM® v7	SYSTRA	Microsoft Windows	有	模擬模式	<ul style="list-style-type: none"> ● 不限特定系統 ● 可分析整個路網 ● 可以針對某一班表產生延滯分析報告 ● 容量計算功能僅為軟體之部分功能

表 3.2 容量分析軟體比較（續）

軟體名稱	開發單位	操作平臺	圖形化 介面	模式分類	軟體特色
SIMONE	Railned 與	Microsoft	有	模擬模式	<ul style="list-style-type: none"> ● 須配合 Arena 使用

	Incontrol Enterprise Dynamics	Windows			<ul style="list-style-type: none"> ● 不限特定系統 ● 可分析整個路網 ● 以圖形展示路網使用狀態 ● 容量計算功能僅為軟體之部分功能 ● 可直接取用 DONS
VISION	AEA Technology Rail	Microsoft Windows	有	模擬模式	<ul style="list-style-type: none"> ● 不限特定系統 ● 可分析整個路網 ● 容量計算功能僅為軟體之部分功能
RAILS2000	CANAC 與 Corporate Strategies, Inc.	Microsoft Windows	有	模擬模式	<ul style="list-style-type: none"> ● 不限特定系統 ● 可分析整個路網 ● 專為進行容量分析之用

表 3.2 容量分析軟體比較 (續)

軟體名稱	開發單位	操作平臺	圖形化介面	模式分類	軟體特色
SIMOM/TTS	AF-Industrietechnik	UNIX	不清楚	模擬模式	<ul style="list-style-type: none"> ● 不限特定系統 ● 容量計算功能僅為軟體之部分功能 ● 為 Client/Server 架構 ● 求解結果展示於 Client 端

CAPRES (VIRIATO)	ITEP-EPFL 與 SMA and Partner AG	Microsoft Windows	有	最佳化模式	<ul style="list-style-type: none"> ● 不限特定系統 ● 可分析整個路網 ● 專為容量分析所開發
RAILCAP	Stratec	Microsoft Windows	有	未分類模式	<ul style="list-style-type: none"> ● 不限特定系統 ● 可分析整個路網 ● 以圖形展示容量使用狀況 ● 無法發現時刻表中的列車衝突 ● 專為容量分析開發

表 3.2 容量分析軟體比較 (續)

軟體名稱	開發單位	操作平臺	圖形化 介面	模式分類	軟體特色
NEMO	IVE	Microsoft Windows	有	未分類模式	<ul style="list-style-type: none"> ● 不限特定系統 ● 可分析整個網路 ● 結合資料庫軟體 (ORACLE® 或 MS Access®) 管理輸入資料 ● 以圖形展示容量使用狀況 ● 容量計算功能僅為軟體之部分功能

CMS	AEA Technology Rail 與 Railtrack	Microsoft Windows	有	未分類模式	<ul style="list-style-type: none"> ● 不限特定系統 ● 可分析整個網路 ● 以 ORACLE® 存放鐵路網路的詳細資料 ● 以圖形展示容量使用狀況 ● 專為容量管理所開發
-----	---------------------------------------	----------------------	---	-------	--

由表中可以看出容量分析軟體的發展趨勢，可供本研究發展容量軟體之參考。

1. 視窗化

絕大多數軟體均已視窗化，僅有 TCQSM 尚採用試算表操作環境，採用試算表結合 VBA 的操作環境，可能會因使用者誤改程式碼而導致錯誤的計算結果。

2. 採用 Microsoft Windows 平臺

僅有 SIMOM/TTS 於 UNIX 平臺上運作，由於多數使用者均為 Microsoft Windows 平臺，若為便於推廣應採用 Microsoft Windows 平臺。

3. 具備導引功能

多數軟體均透過視窗介面的先後順序來導引使用者輸入正確的參數。

4. 資料庫管理功能

部分軟體已發展成「軌道營運管理分析系統」，並非單純僅具容量分析功能，由於不同分析需求可能會有許多資料共用的問題，因此通常會開發資料庫管理功能。

5. 圖形化展現容量使用狀況

部分軟體以路網圖形標示不同顏色，以展現容量使用狀況，有助於使用者檢視求解結果。

6. 鮮少考量車種組成差異

多數軟體皆以可分析整個路網為特色，對於分析不同車種組成對容量的影響卻少有著墨，然而臺鐵系統車種複雜，上述軟體可能不盡適用，因此考量此特殊情況發展合適的容量分析軟體。

第四章 使用手冊-軟體簡介與安裝

軌道容量分析軟體針對國內不同軌道系統之運轉特性分為四個模組，包括第一類系統（有副正線、專用路權、錯會車行為及三位式號誌等特性）、第二類系統（有專有路權、停站型態一致等特性）、第三類系統（類似第一類系統，但號誌系統略有差異）、第四類系統（無專有路權、無閉塞系統）。若以廣為國人所熟知的軌道系統來區分，前四類系統典型的代表分別為「傳統暨區域鐵路系統」、「都會捷運系統」、「高速鐵路系統」及「輕軌運輸系統」。目前本手冊僅涵蓋已開發完成的部分（傳統暨區域鐵路模組）。

本軟體的模式核心與計算邏輯主要是以本所推動之一系列軌道容量研究之成果為主，故無論在模式假設與使用限制上，都與模式理論一致，也就是所分析之路段的物理狀況和列車運轉情況須符合模式之基本假設，所計算出的結果才有意義。欲瞭解更多模式細節，請參閱本所的相關出版品^[5, 6]。

為了讓使用者便於按本手冊操作軟體，針對電腦軟體介面所用到的字詞均以黑體括號【】標記之；若屬於連續的單擊動作則以→符號串接；若屬於選單 Menu 的操作則以 | 符號加以分隔。

4.1 軟體特色

本軟體之主要特色與規格如下。

1. 多路段容量分析：對於多個路段，能夠一次進行所有路段的容量分析，不需逐一計算，大幅增加效率。
2. 考量車種組成差異：能分析不同車種組成對容量的影響，可適用於車種複雜的情況。

3. 敏感度分析：針對幾項重要的參數，可分析其對於容量計算結果之敏感度，提供未來進行改善工程之參考。
4. 預設參數：容量分析所需參數眾多，在使用者無法取得所有所需參數時，程式必須有內建參數的機制，如此方能滿足各種不同需求，亦能達到簡化計算的目的。
5. 參數合理性檢查：程式會自動檢查使用者所輸入的參數是否合理，減少參數輸入錯誤的可能性。
6. 即時解說資訊：使用「即時資訊顯示」(Tool Tip)的方式，隨著使用者的操作，適當的提供可能所需之解說資訊來降低使用者翻閱手冊的機會。
7. 圖形化使用介面：為便於操作與使用，捨棄傳統文字模式暨參數設定檔之操作，改以 GUI (Graphic User Interface) 之架構來輔助參數輸入與結果呈現。
8. 繁體中文語系：無論程式介面與線上說明檔，除非中文裡無通用且貼切之翻譯詞，均以繁體中文方式呈現。
9. 原生執行碼：本程式在系統中具有直接執行之能力，毋須透過其他 Virtual Machine 或 Run Time 即能單獨執行，除了效率高之外，毋須依附其他商業軟體的特性也有助於授權安裝與推廣。
10. 以 Microsoft Windows 為執行平臺：以國內目前最普遍的 Win32 作業系統為主，包括了 Win NT/2000/XP 等個人電腦 (Personal Computer) 中常見之作業系統。

4.2 版權宣告

本軟體之智慧財產權屬於交通部運輸研究所（以下簡稱研發單位），並且受著作權法及國際條約之保護。取得授權者僅有在授權範圍內使用本軟體之權限。

取得授權者不得將本軟體及其相關資料或其複製品自行或使第三人以任何方式出售、出租、改作，讓與、占有移轉、借貸或提供擔保之用途。同時不得自行或使第三人將本軟體更改、解編（Decompile）、反向組譯（Disassemble）、軟體還原工程（Reverse-Engineer the software）。

本軟體及其相關資料雖經研發單位測試及審查以證明其原有之樣態，但研發單位並不保證其品質、性能、商品性及適當性或適於其他任何特殊用途。取得授權者須自行承擔其全部風險。

研發單位或研發單位之供應商均不負其他因使用或無法使用本軟體所衍生損害（包括但不限於營業收入之損失、營業之中斷、營業資料之遺失或其他金錢之損失）之賠償責任；即使事前已先通知研發單位可能有前述損害發生者，研發單位所應負賠償之責任亦僅限於取得授權者對本軟體所支付之實際價款（若為無償取得者，賠償價款為零）。

4.3 系統需求

本軟體在開發之前就以低系統需求為目標來規劃，因此可在絕大多數政府、教育機關或公司的電腦上安裝與執行。本軟體之軟硬體需求詳列如下：

1. 個人電腦（Personal Computer）
2. Intel Pentium 或其他 x86 架構相容處理器
3. 64MB 以上記憶體

4. 安裝程式之媒介（網路、光碟機或 USB 裝置擇一）
5. 具備鍵盤、滑鼠等輸入裝置
6. 具備 30MB 以上硬碟空間（指安裝本程式及相關文件之空間）
7. Microsoft® Windows® NT/2000/XP™ 作業系統

4.4 安裝程序

取得安裝程式後，請以具本機「Power Users」群組權限（含以上）的身分登入作業系統後執行安裝程式。以滑鼠雙擊圖 4-1 之「SETUP」檔案啟動安裝程序。

在 Windows XP 系統中權限不足者，使用者可在「SETUP」上按滑鼠右鍵選擇【執行身分】，以較高權限執行安裝程序（如圖 4-2）；使用 Windows 2000 用戶需先壓住「Shift」鍵再按滑鼠右鍵，如此方有【執行身分】選項供使用。



圖4-1 安裝程式瀏覽



圖4-2 利用【執行身分】以較高權限安裝程式

當您欲使用其他身分安裝程式時，需要進行密碼驗證，請在圖 4-3 的介面中輸入帳號與密碼，若無帳號與密碼資訊，請洽您電腦系統的管理員。



圖4-3 以其他身分安裝程式時輸入帳號與密碼

安裝程式的初始畫面如圖 4-4，請按【下一步】。接著畫面會如圖 4-5出現授權合約，在選擇【我同意】後才可按【下一步】。

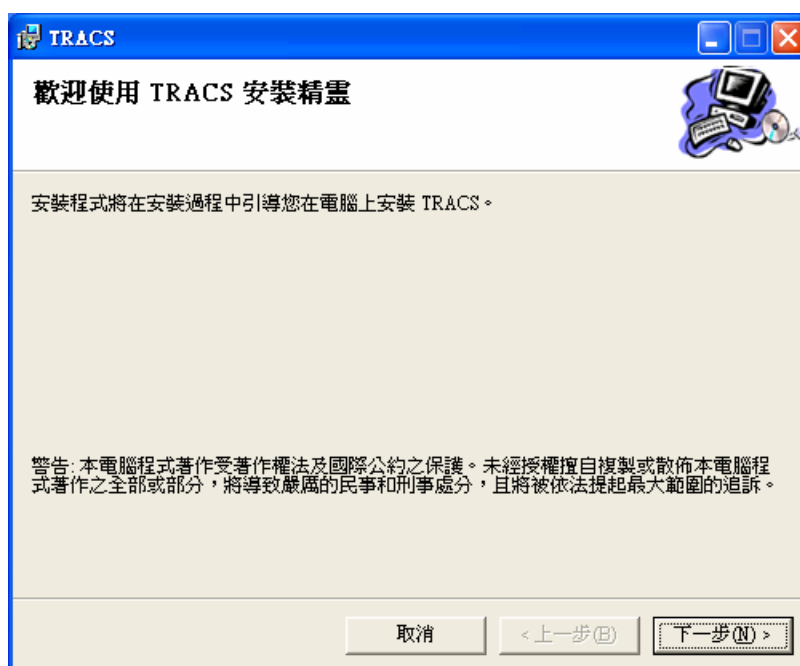


圖4-4 程式安裝畫面－啟動安裝精靈

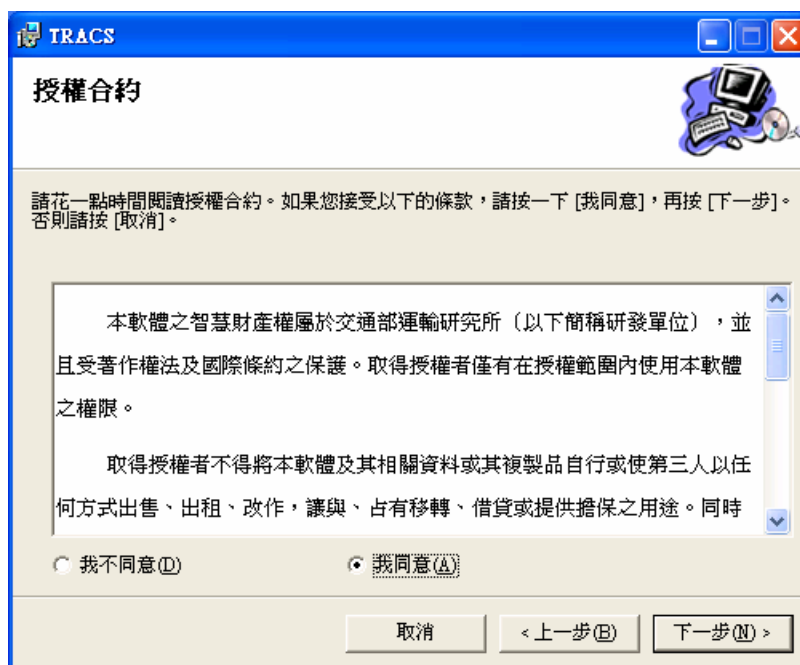


圖4-5 程式安裝畫面－授權合約

同意授權合約後，需輸入客戶資訊，如圖 4-6，完成輸入後按【下一步】繼續。

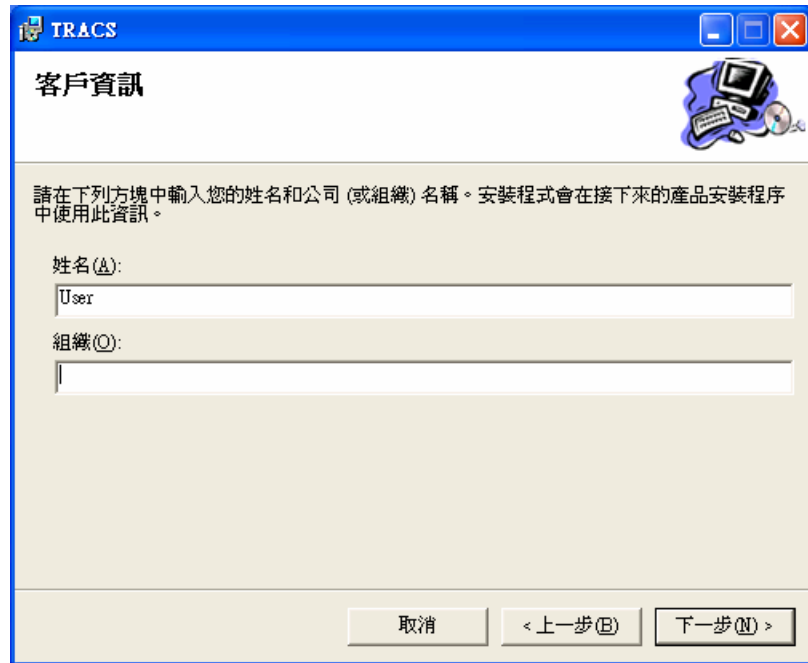


圖4-6 程式安裝畫面－客戶資訊

在圖 4-7會顯示系統預設的安裝路徑，欲調整路徑可直接鍵入路徑或按【瀏覽】鍵以圖 4-8指定路徑，或按【磁碟空間】檢視目前電腦各分割區之剩餘空間（如圖 4-9），完成後按【下一步】繼續。

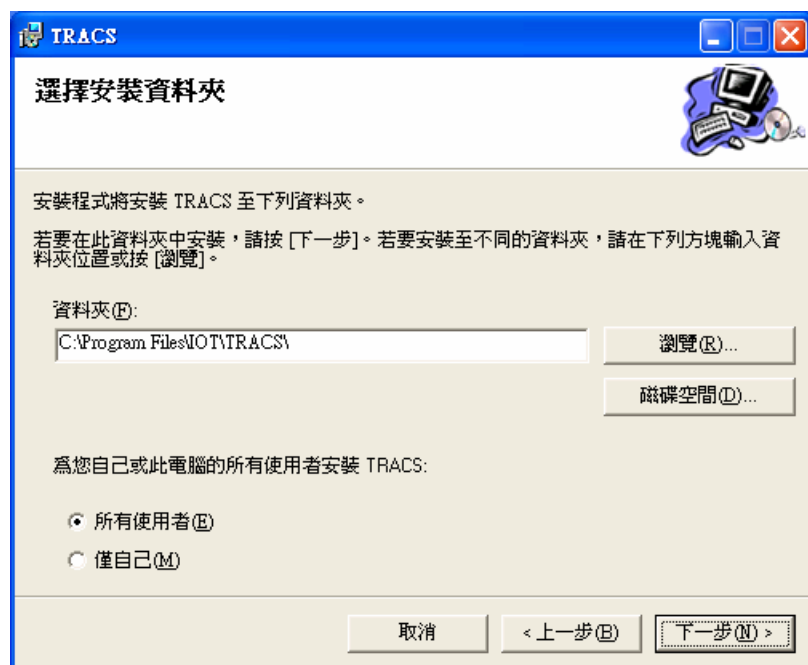


圖4-7 程式安裝畫面－選擇安裝資料夾

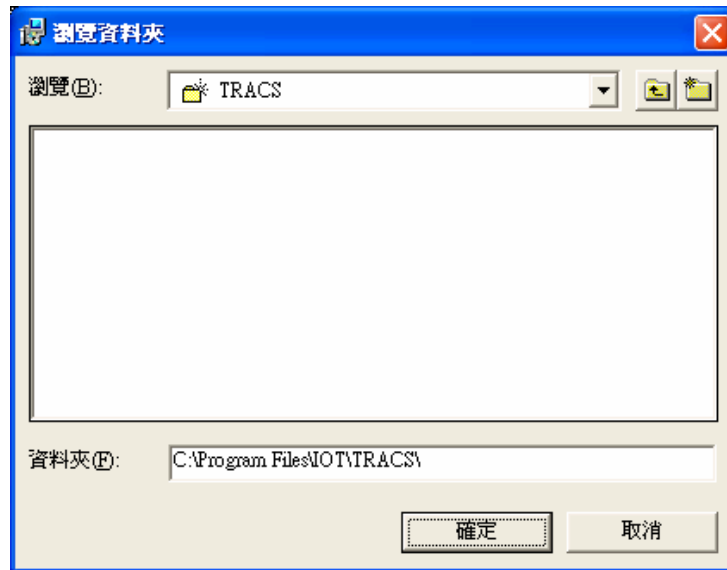


圖4-8 程式安裝畫面－自行指定安裝資料夾

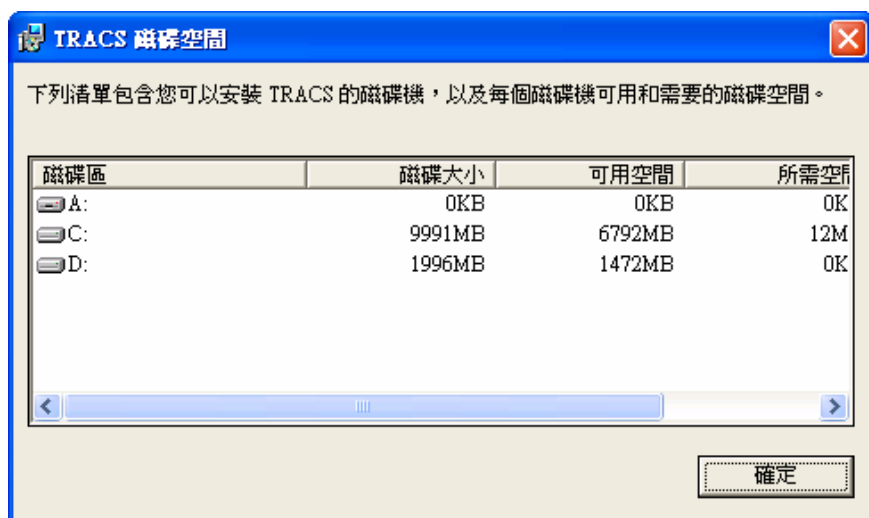


圖4-9 程式安裝畫面－檢視磁碟剩餘空間

在程式開始正式安裝之前，會以圖 4-10讓使用者確認，按【下一步】之後，精靈會自動安裝並呈現圖 4-11，完成安裝後則顯示圖 4-12。

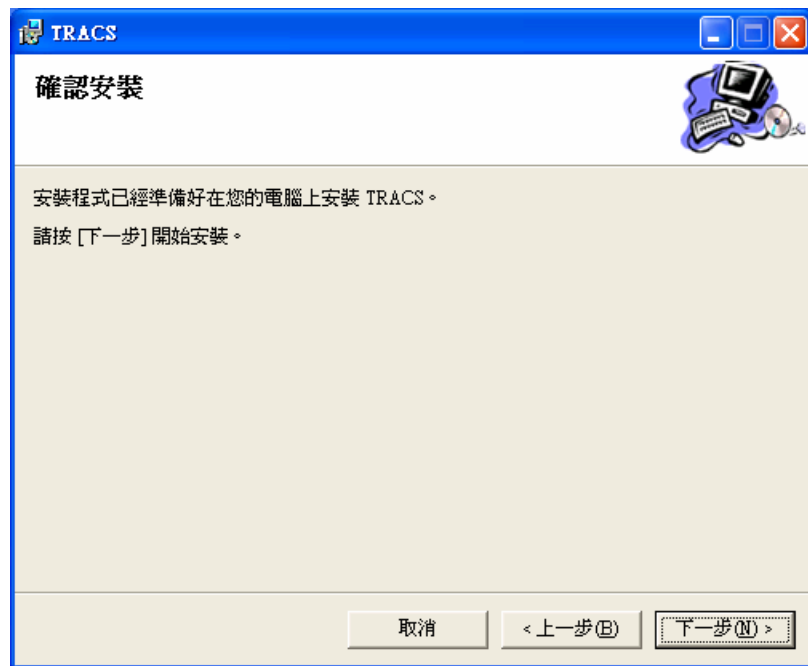


圖4-10 程式安裝畫面－確認安裝

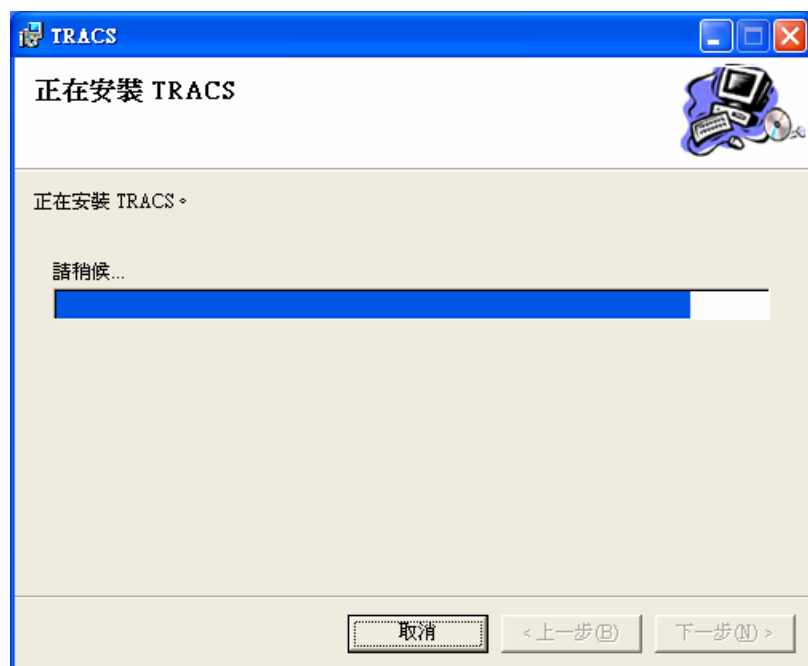


圖4-11 程式安裝畫面－安裝過程

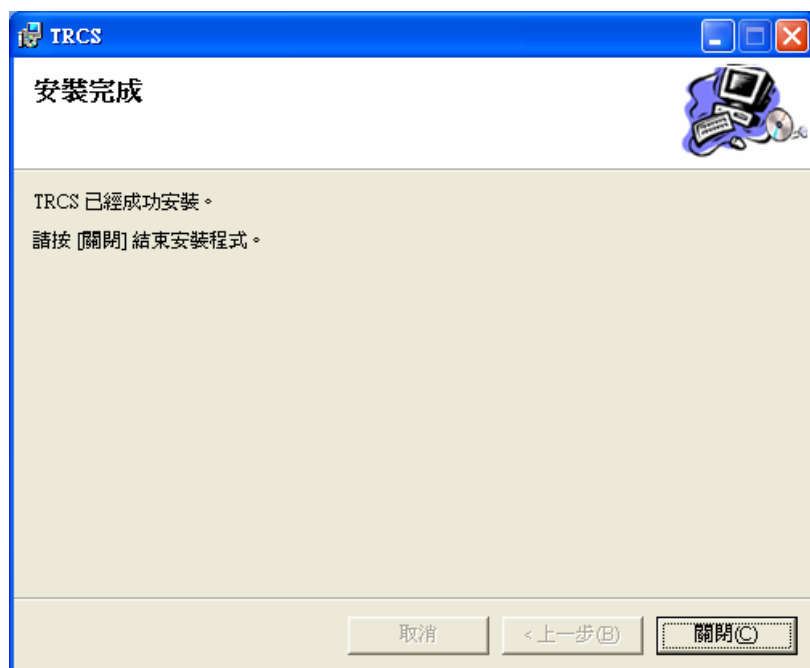


圖4-12 程式安裝畫面－完成安裝

4.5 移除程序

欲移除軟體時，請先執行【開始】→【控制臺】→【新增/移除程式】（如圖 4-13），經挑選本程式（如圖 4-14）後按【移除】鈕會出現如圖 4-15的對話盒，待確認後，軟體將在系統中移除。



圖4-13 程式移除程序－控制臺



圖4-14 程式移除程序－新增/移除程式

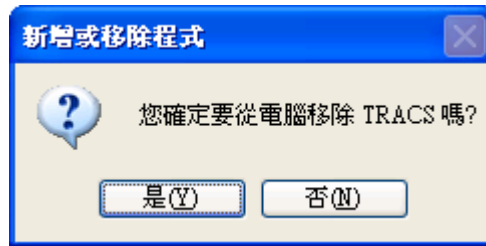


圖4-15 程式移除程序－移除確認程式

在執行的過程中，若您點選【按這裡取得支援資訊】，系統會跳出圖 4-16之畫面，同時在電腦能存取安裝程式的前提下，可利用【修復】按鈕來重新安裝程式。

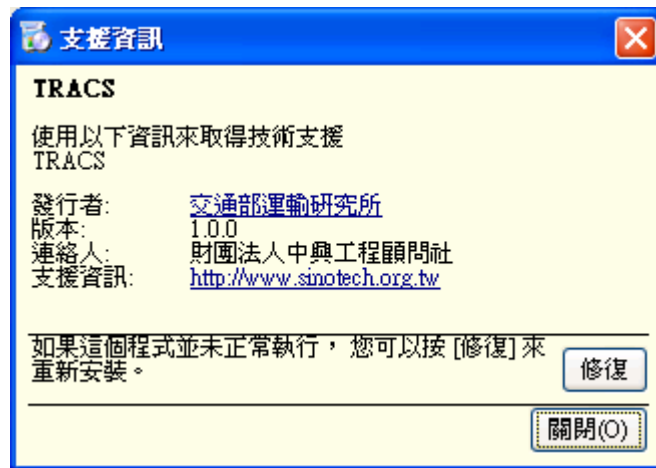


圖4-16 支援資訊

4.6 啟動程式

欲啟用程式，可以執行【開始】→【程式集】或【所有程式】後選擇【TRACS】（如圖 4-17），開啟後的主畫面如圖 4-18。



圖4-17 利用【所有程式】選單啟動程式



圖4-18 啟動程式－開啟傳統暨區域鐵路系統模組

第五章 使用手冊-快速入門

進行軌道容量分析所需的背景知識相當繁複，即使透過軟體輔助，亦有若干細節需要注意，避免誤用參數而得到無意義的結果。為了降低使用者的學習曲線，本章節提供一個快速入門的方式，示範一個最簡單情境的容量分析，即「單一路段單一車種」之容量分析，讓初學者能快速掌握程式之整體架構。當使用者有進一步的需求時，再參閱其他章節學習較進階的使用方法。

當程式開啟後，有關全域變數的設定已經都有預設值如圖 5-1。

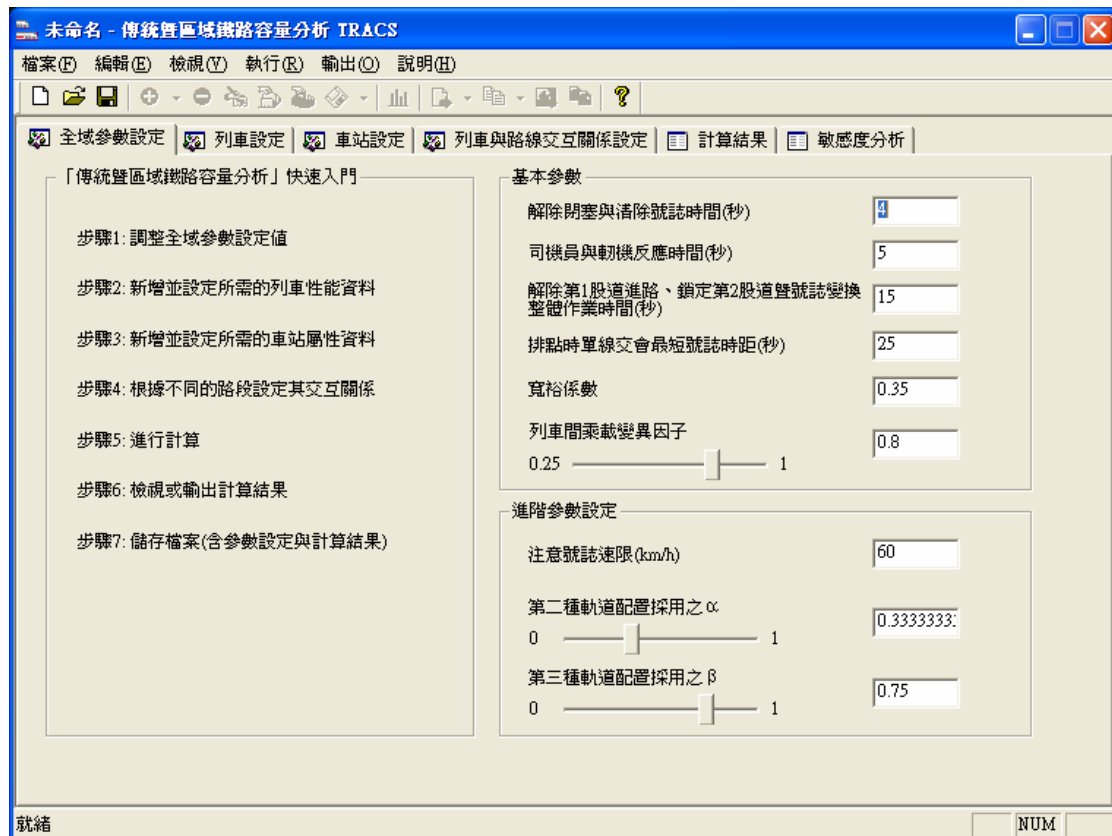


圖5-1 程式開啟後全域參數設定頁面

本案例中，假設使用者接受預設值，而不作任何修改，故可切換至下一頁面（列車設定）如圖 5-2。

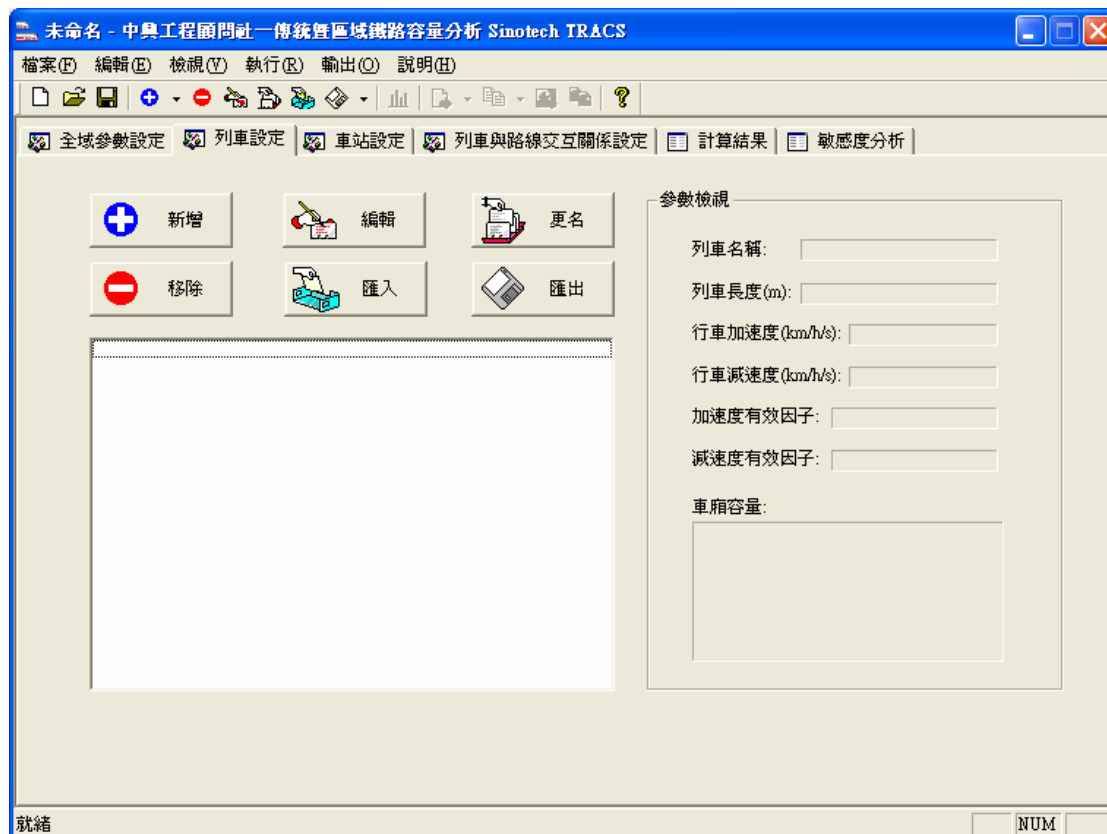


圖5-2 切換到列車設定頁面

由於本專案內尚無任何列車，故須進行「新增列車」動作，在按下【新增】按鈕後，在圖 5-3 中的對話盒輸入列車名稱（以「列車 A」為例），再按【確定】按鈕完成加入動作。



圖5-3 新增列車資料對話盒

當【確定】按鈕按下後，程式會自動加入一列車至下方的容器，同時顯示其參數如圖 5-4。



圖5-4 檢視列車 A 之參數

由於本節是快速導覽，故假設僅需修改其中的【加速度有效因子】資訊，此時請按【編輯】按鈕呼叫圖 5-5之畫面，將【加速度有效因子】由 1 調成 0.75 後按【確定】完成設定。



圖5-5 列車屬性參數編輯畫面

當畫面回到圖 5-4時，【參數檢視】欄位的資訊將同步調整。接著請切換到【車站設定】如圖 5-6。

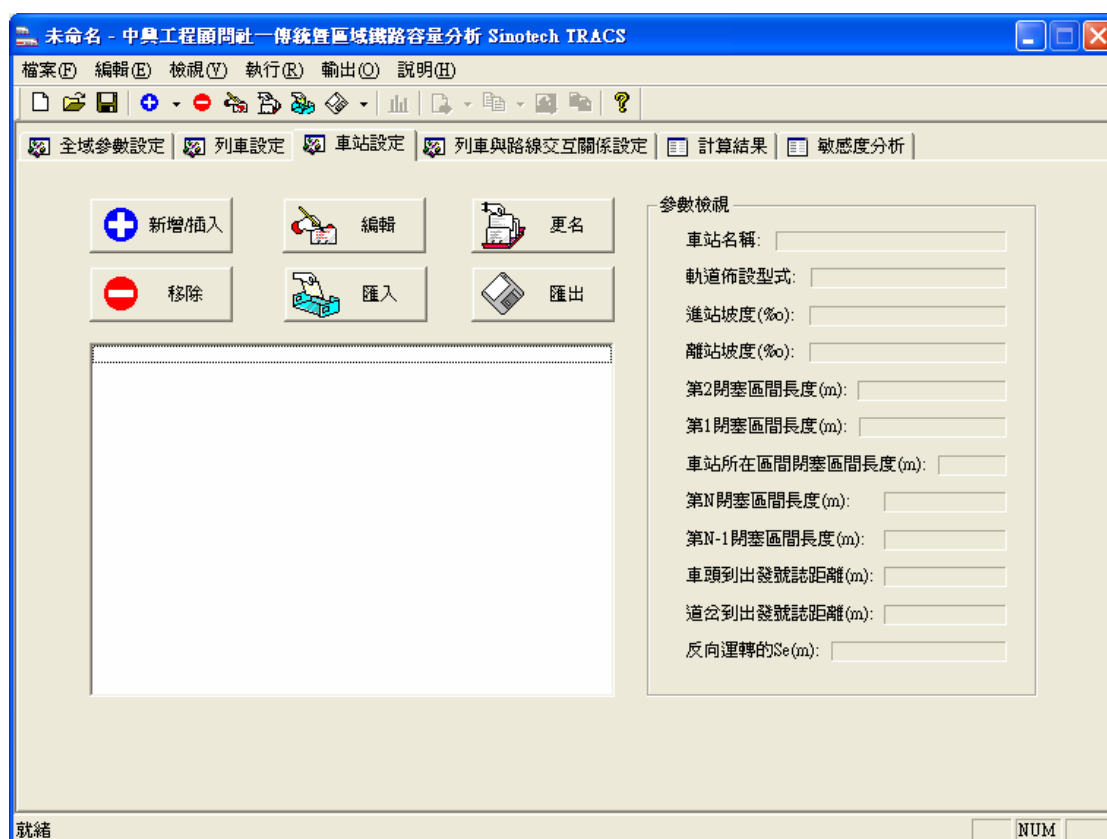


圖5-6 切換到車站設定頁面

由於本專案內尚無任何車站，故須進行「新增車站」動作，在按下【新增/插入】按鈕後選【新增資料】，程式會以如圖 5-7中之對話盒協助使用者將車站加入。圖 5-7以「StationA」為例，當按下【確定】按鈕後即完成加入動作。值得注意的是，由於路段必須由兩個車站所組成，因此需要依循同樣方法再新增一個名為「StationB」的車站資料，完成後如圖 5-8。



圖5-7 新增車站資料對話盒

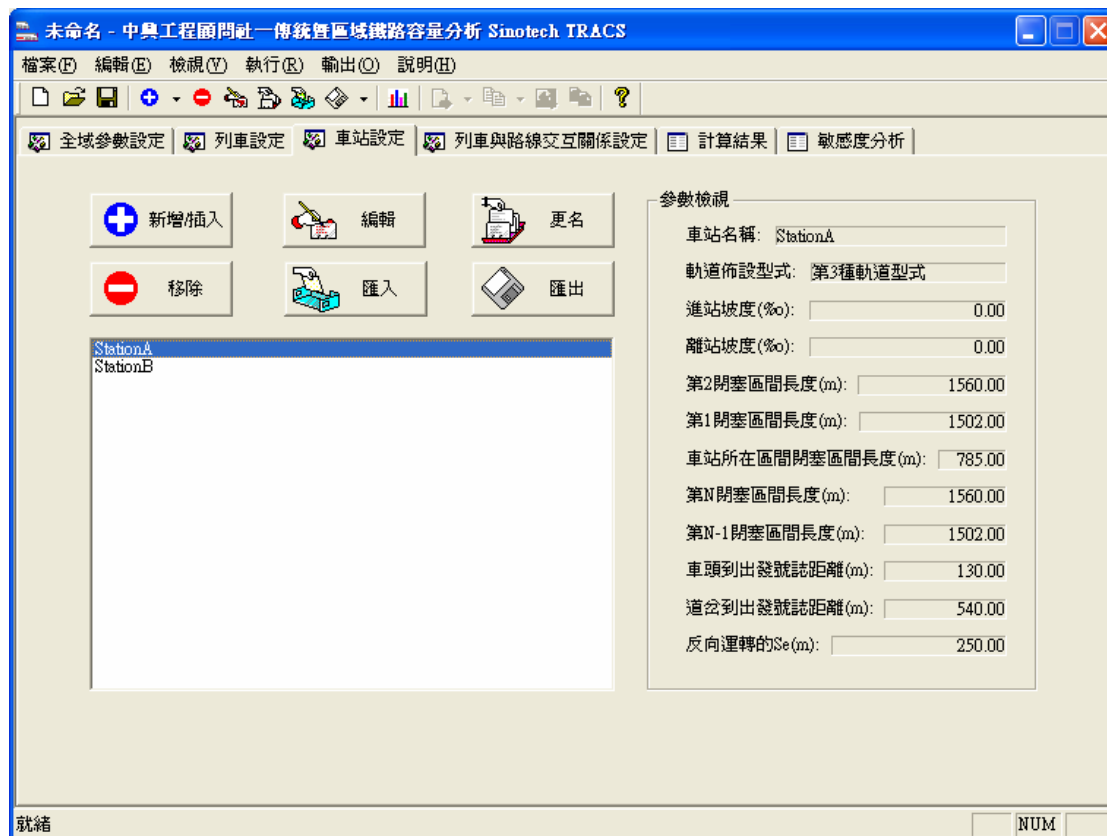


圖5-8 加入兩個車站後之程式畫面

假設分析需求是修改「StationB」的【第1閉塞區間長度】資訊，此時請在容器內挑選「StationB」後按【編輯】按鈕呼叫之圖5-9畫面，將【第1閉塞區間長度】由1502改成1200後按【確定】完成設定。

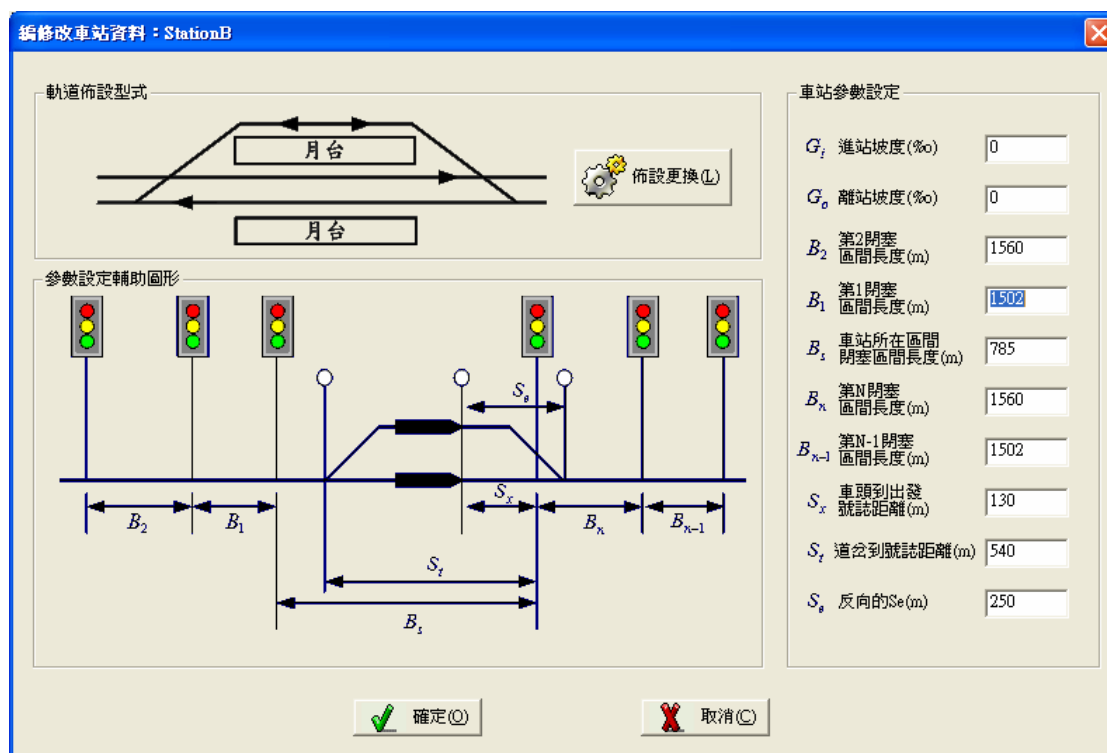


圖5-9 車站屬性編輯畫面

接著可切換到【列車與路線交互關係設定】頁面如圖 5-10。程式已自動依序將連續的「StationA」與「StationB」組成一個路段，由於尚未設定列車與路線的交互關係，路段名稱會以紅色顯示來提醒使用者設定。

點選該路段後，即可設定其【運轉方式】與【交通組成】。運轉方式直接使用預設的複線運轉，而交通組成方面，由於之前僅在專案中設定一種列車，因此列表中僅有一種車種可供選擇，在車種名稱前勾選表示本路段採用該列車，然後將頻率設定為 1，如圖 5-11。



圖5-10 切換到列車與路線交互關係設定頁面

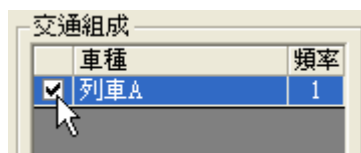


圖5-11 勾選列車 A

按下【編輯交互關係】按鈕可設定列車與路線的交互關係，如圖 5-12，在本例中，將「列車 A」於「StationA」的停站時間由 120 秒改為 60 秒後按【確定】後完成設定。

設定 列車A 列車於StationA → StationB間的參數

參數設定輔助圖形

" 列車A " 之交互關係設定

進站前平均巡航速度(km/h)	75	站間平均巡航速度(km/h)	75
順行運轉時間(秒)	300	逆行運轉時間(秒)	300
StationA站停站時間(秒)	120	StationB站停站時間(秒)	120

圖5-12 設定列車與路線的交互關係

完成設定後，在【參數檢視】區域即會顯示相關資訊如圖 5-13。

未命名 - 中興工程顧問社—傳統暨區域鐵路容量分析 Sinotech TRACS

檔案(F) 編輯(E) 檢視(V) 執行(R) 輸出(O) 說明(H)

☒ 全域參數設定
 ☒ 列車設定
 ☒ 車站設定
 ☒ 列車與路線交互關係設定
 ☐ 計算結果
 ☐ 敏感度分析

請點選欲操作之路段

路段	運轉方式
StationA → StationB	複線運轉

交通組成


車種	頻率
<input checked="" type="checkbox"/> 列車A	1

參數檢視

路段: StationA → StationB
 列車: 列車A
 進站前平均巡航速度(km/h): 75.00
 站間平均巡航速度(km/h): 75.00
 出發站停站時間(s): 60
 抵達站停站時間(s): 120
 順行運轉時間(s): 300
 逆行運轉時間(s): 300

就緒 NUM

圖5-13 檢視列車與路段交互關係設定

截至目前為止，使用者已經在程式的輔助下，完成「單一路段；單一車種」的容量輸入參數設定，此時只要按下【】按鈕，即能得到如圖 5-14的分析結果，以兩張直方圖分別顯示該路段的路線容量和設計容量。

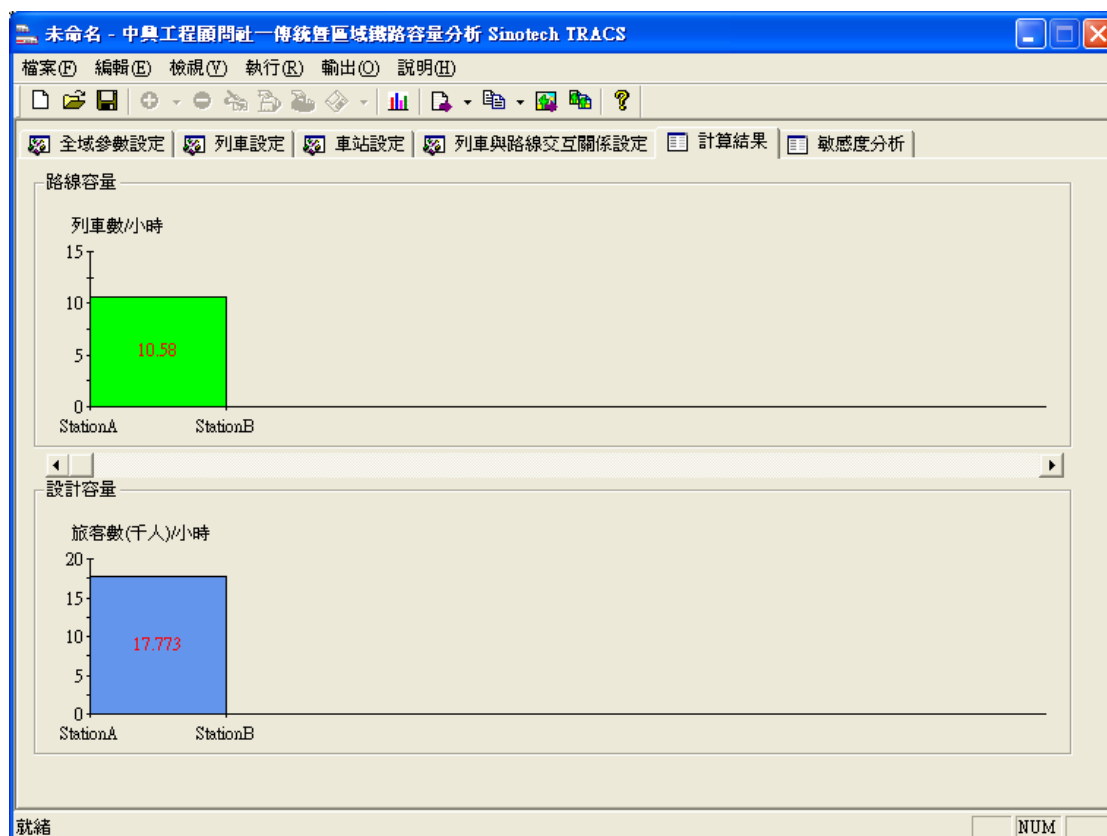


圖5-14 容量分析計算結果

點擊圖 5-14上的路段，會進一步顯示該路段的詳細計算結果，如圖 5-15，除了有路段的路線容量、設計容量、可達成容量外，還包含離站時距、進站時距、號誌安全時距、待避損失時間與運轉時隔等詳細資訊。由於本路段的交通組成裡僅設定一種列車，因此上述的詳細資訊都僅有一組針對先續行列車皆為「列車 A」的數據，未來若設定 N 種車輛時，則會有 N^2 組數據。

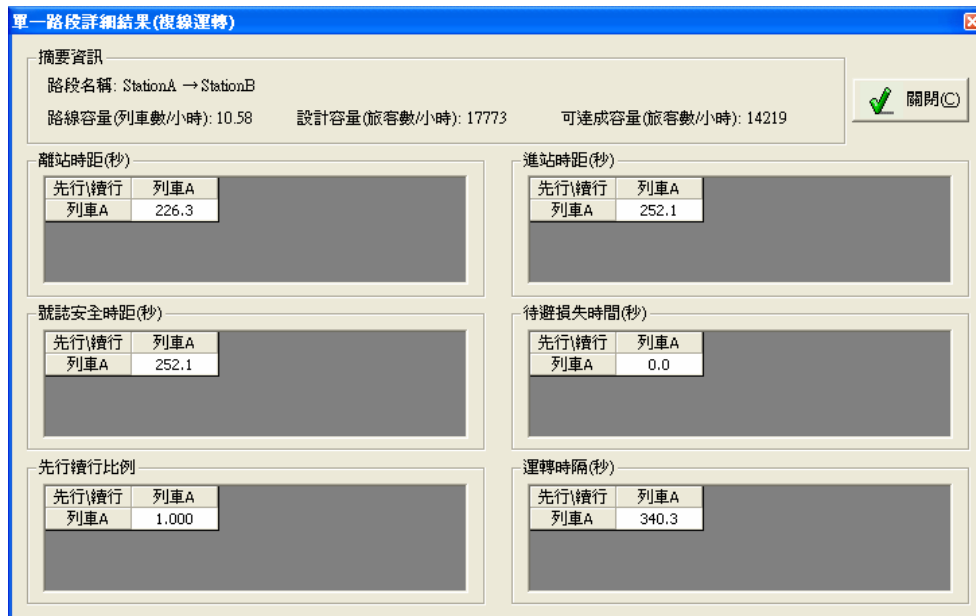



圖5-15 單一路段詳細計算結果

完成「單一路段；單一車種」的容量分析後，在圖 5-14按下【】按鈕便可將結果輸出成檔案，如圖 5-16。

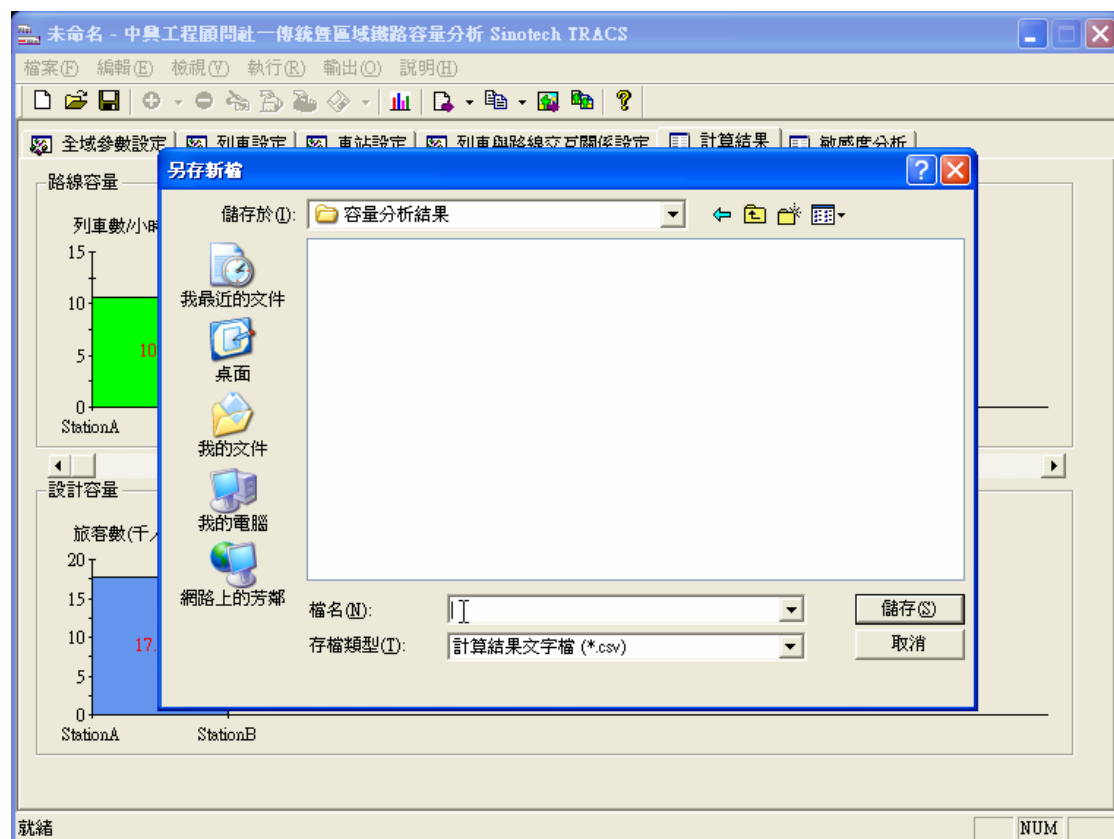


圖5-16 輸出容量分析計算結果

輸出檔可以 Microsoft Excel 開啟檢視，如圖 5-17。

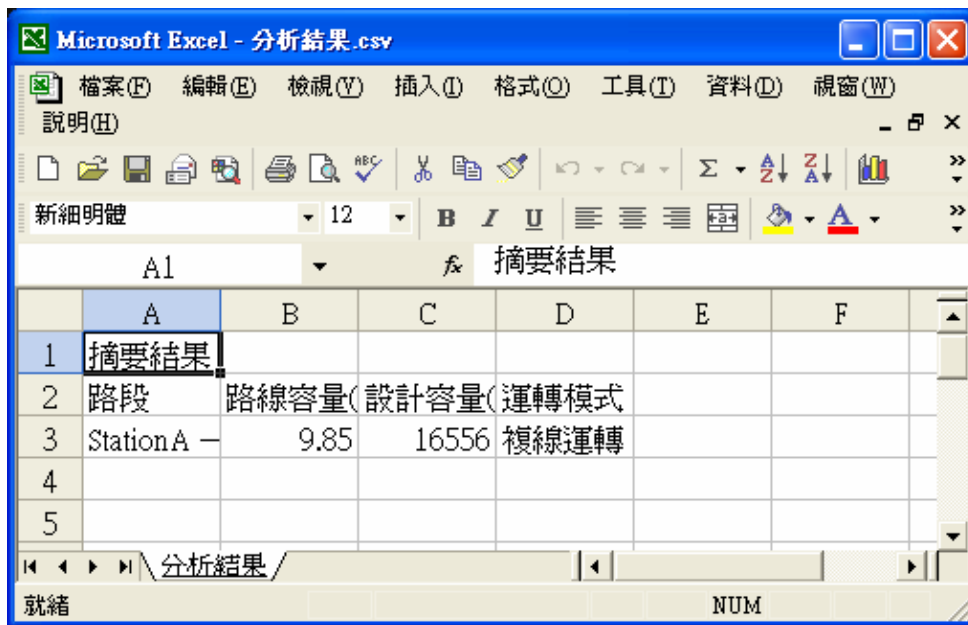



圖5-17 以 Excel 開啟檢視之畫面

最後在圖 5-14按下【】按鈕來儲存專案檔，如圖 5-18。

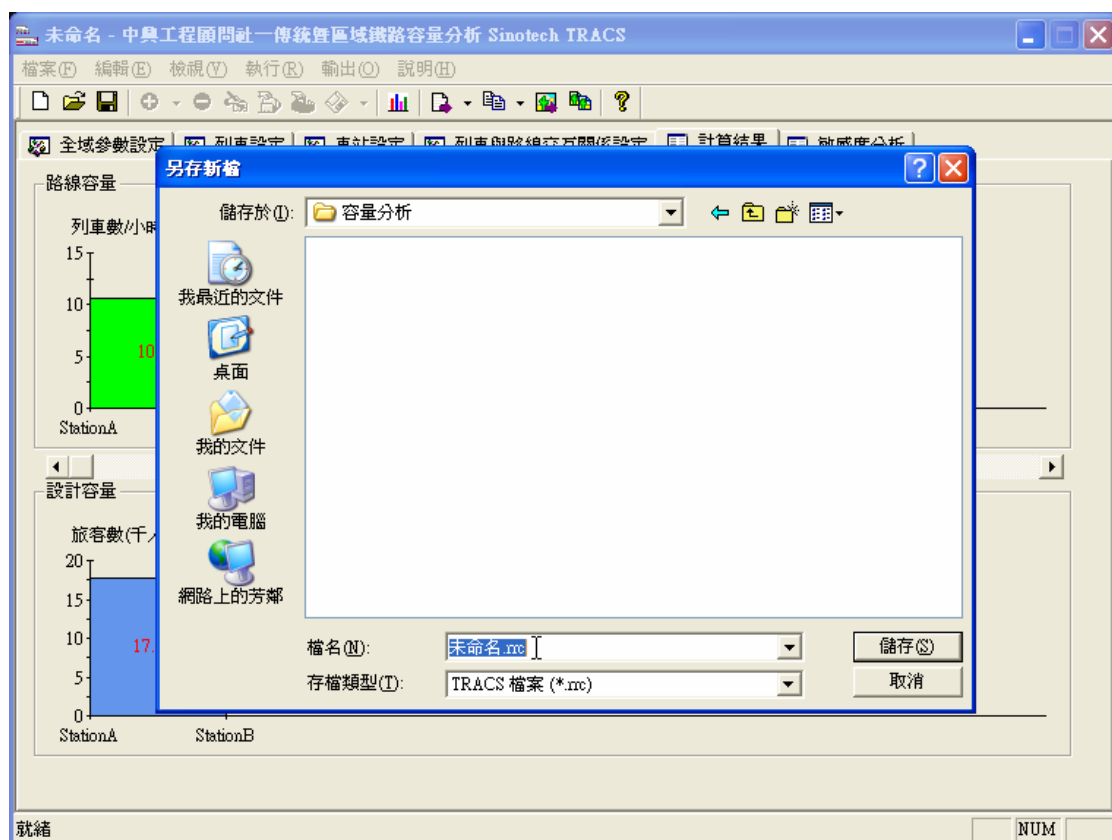


圖5-18 儲存專案檔對話盒

日後需要在開啟此檔案時，可以在「檔案總管」裡雙擊該專案檔
如圖 5-19，系統會自動將容量分析程式打開並載入該專案設定檔。



圖5-19 在檔案總管直接點選專案設定檔

以上所述，即為本軟體的快速導覽，如欲進一步使用，請參閱後續章節。

第六章 使用手冊-TRACS 使用說明

本章將詳述傳統暨區域鐵路模組的辭彙解釋、各種功能、使用方法及注意事項。

6.1 詞彙解釋

1. 專案檔：專為軌道容量分析所設計的數位檔案，包括輸入參數（含一組全域變數、若干組列車設定、若干組車站設定、列車與路線交互關係設定）以及計算結果（含各種列車組合的進／離站時隔、號誌安全時距、交會待避損失時間、路線容量、設計容量等）。在傳統暨區域鐵路系統模組中，專案檔之副檔名為「rrc」。
2. 全域參數：係指進行軌道容量分析時，不因不同的列車/路線而異之參數，例如臺鐵系統之「注意號誌速限」為 60km/h。
3. 列車設定檔：儲存列車屬性之檔案，內容包括列車長度、加減速性能、車廂容量相關參數等資訊，以「tra」為副檔名。
4. 車站設定檔：儲存車站屬性之檔案，內容包括坡度、閉塞區間長度、股道配置型式等資訊，以「sta」為副檔名。
5. 路段：由連續兩個車站組成，站間不同股道視為不同路段，意即同樣由 A 站至 B 站，東正線與西正線將視為不同路段。
6. 列車與路線交互關係：係指某特定列車於某路段的「進站前平均巡航速度」、「站間平均巡航速度」、「站間運轉時間」、「前後兩站之停站時間」等資訊。

6.2 操作環境

本程式開啟時，外觀呈現如圖 6-1。

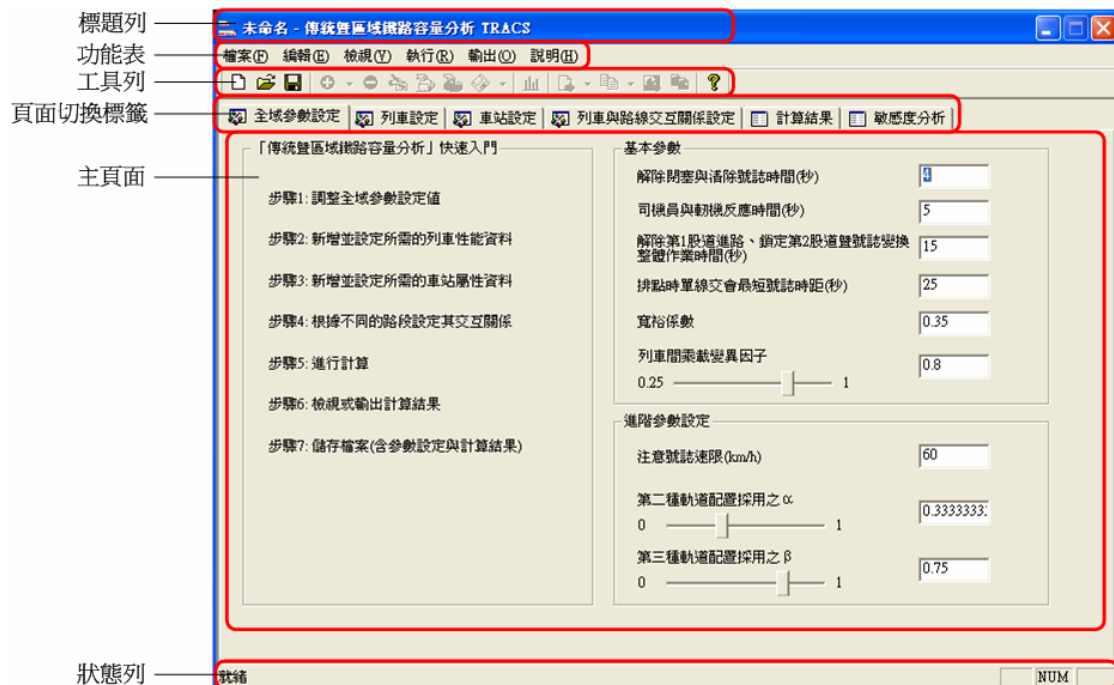



圖6-1 程式外觀

1. 標題列：顯示目前專案名稱以及程式名稱。
2. 功能表：掌管本程式輸入、輸出和計算等功能。
3. 工具列：以圖形化介面提供本程式輸入、輸出和計算等功能。
4. 頁面切換標籤：點選標籤可切換至不同的頁面。
5. 主頁面：設定本程式各項參數及呈現計算分析結果。
6. 狀態列：顯示目前程式狀態和功能提示。


6.3 新增／儲存／開啟專案

這一節說明如何處理本程式的專案檔，並提供基本的指令，供使用者管理新的和舊的專案。

1. 新增專案

當程式開啟的同時，即會產生一份新專案檔供使用者使用，或點選功能表上【檔案 | 開啟新檔】，或按工具列上之【】按鈕，皆可新增專案。若原先開啟的專案經過使用者編修，且尚未儲檔，便會提示使用者儲存檔案。

2. 儲存專案

要儲存目前的專案檔，請點選功能表上【檔案 | 儲存檔案】或按工具列上之【】按鈕。若是新專案第一次存檔，程式會以圖 6-2 之對話盒來協助使用者儲存，透過對話盒選定路徑與指定檔名後，按【儲存】按鈕完成存檔動作。

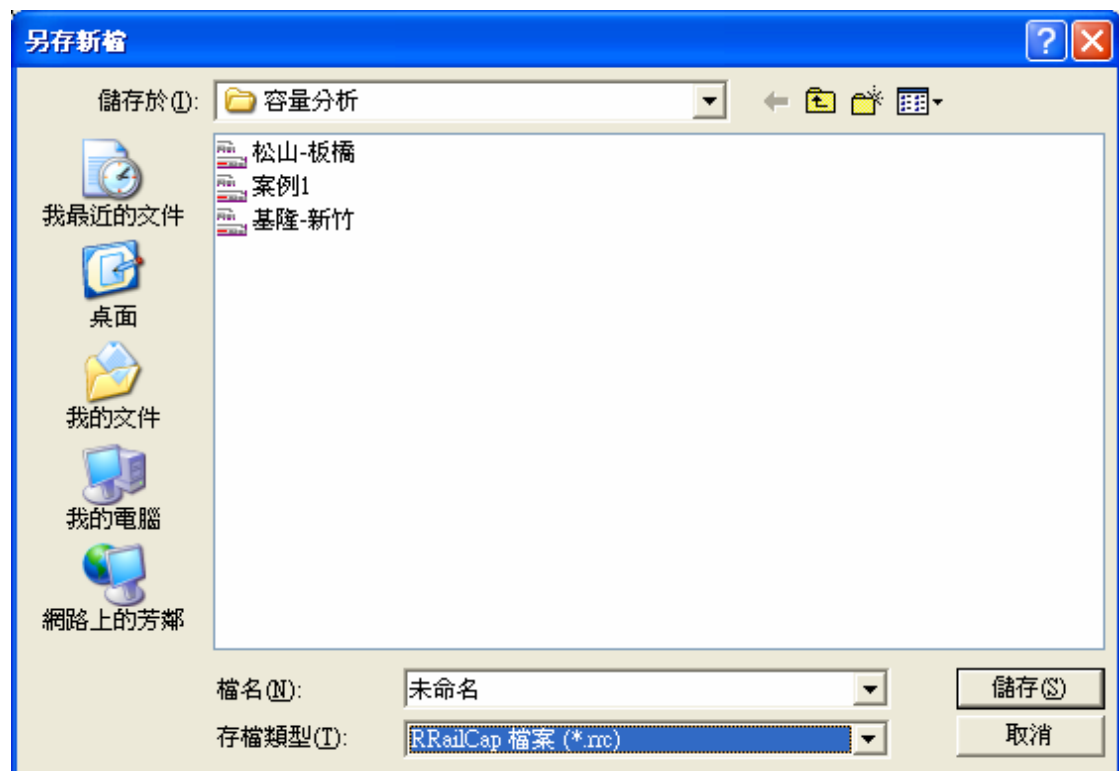



圖6-2 儲存專案檔對話盒

3. 開啟專案

如欲開啟之前儲存的專案檔，可以點選功能表上【檔案 | 開啟舊檔】或按工具列上的【】按鈕。程式會出現開啟舊檔對話盒，如圖 6-3，選定欲開啟之專案檔的路徑與檔名，按下【開啟】即可完成開檔。若原先開啟的專案經過使用者編修，且尚未儲檔，便會提示使用者儲存檔案。

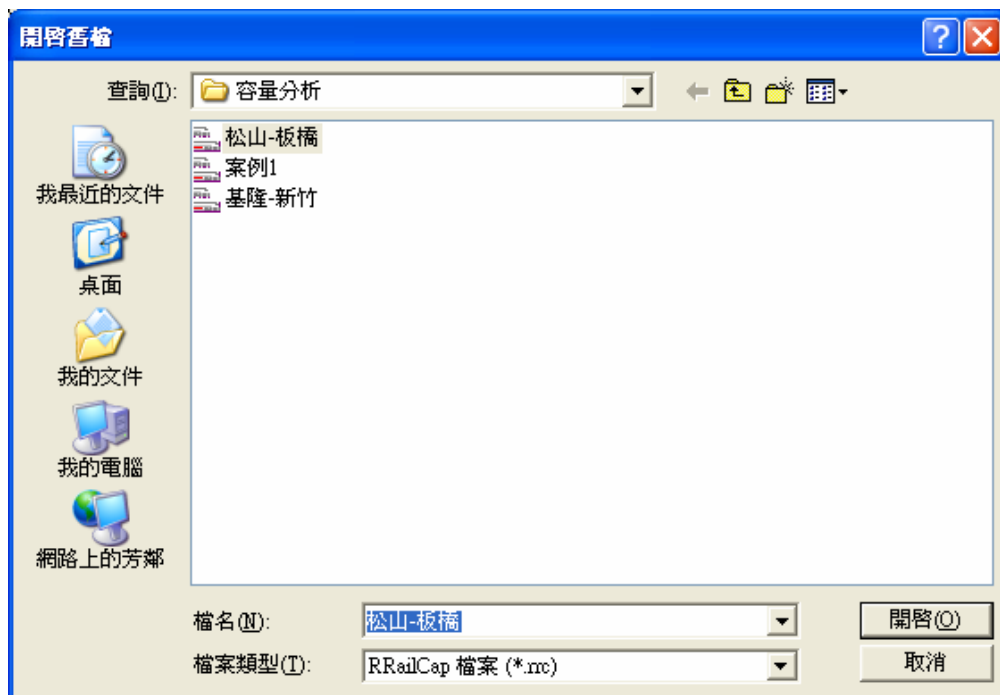


圖6-3 開啟舊檔對話盒

6.4 設定全域參數

全域參數的設定介面如圖 6-4，除非對於模式相當熟稔，否則不建議修改進階參數的設定值。全域參數中各種參數的名稱、預設值與合理範圍等資訊如表 6.1，其中第二種軌道佈設採用之 α 和第三種軌道佈設採用之 β 兩值需依副正線分配給上下行列車使用的情況調整，為考量各種變異情形以及停站時間的不確定性，建議採用預設值。

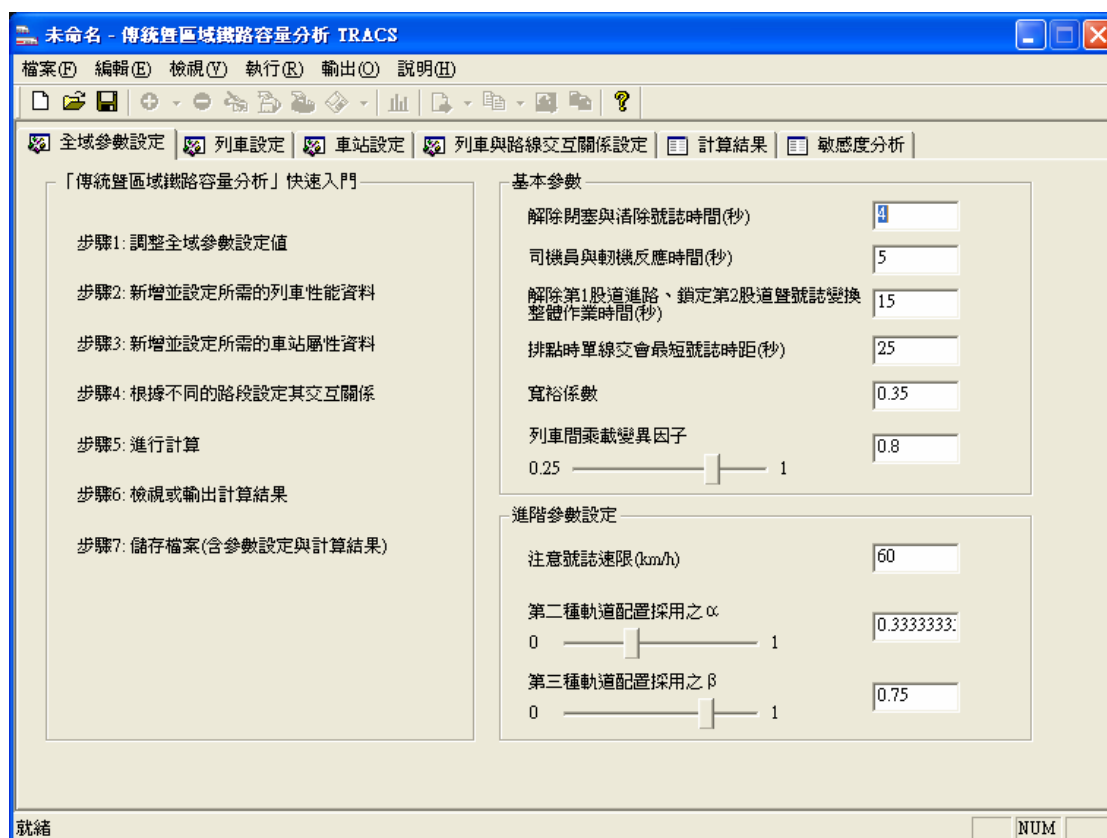


圖6-4 全域參數設定頁面

表6.1 全域參數之單位、預設值與合理範圍檢查表

變數名稱與意義	單位	預設值	合理性檢查
解除閉塞與清除號誌時間	秒	4	[0, 20]
司機員與軔機反應時間	秒	5	[0, 15]
解除第 1 股道進路、鎖定第 2 股道暨號誌變換整體作業時間	秒	15	[0, 60]
排點時單線交會最短號誌時距	秒	25	[0, 60]
寬裕時間係數	—	0.35	[0, 3]
列車間乘載變異因子	比例	0.8	[0.25, 1]
注意號誌速限	km/h	60	[30, 160]
第二種軌道佈設採用之 α	—	0.3333	[0, 1]
第三種軌道佈設採用之 β	—	0.75	[0, 1]

註：灰底者代表進階參數，代表一般分析程序中不需變動

6.5 設定列車資料

要設定列車資料，先在頁面切換標籤內點選【列車設定】，主頁面便會切換到列車設定頁面，其介面如圖 6-5。

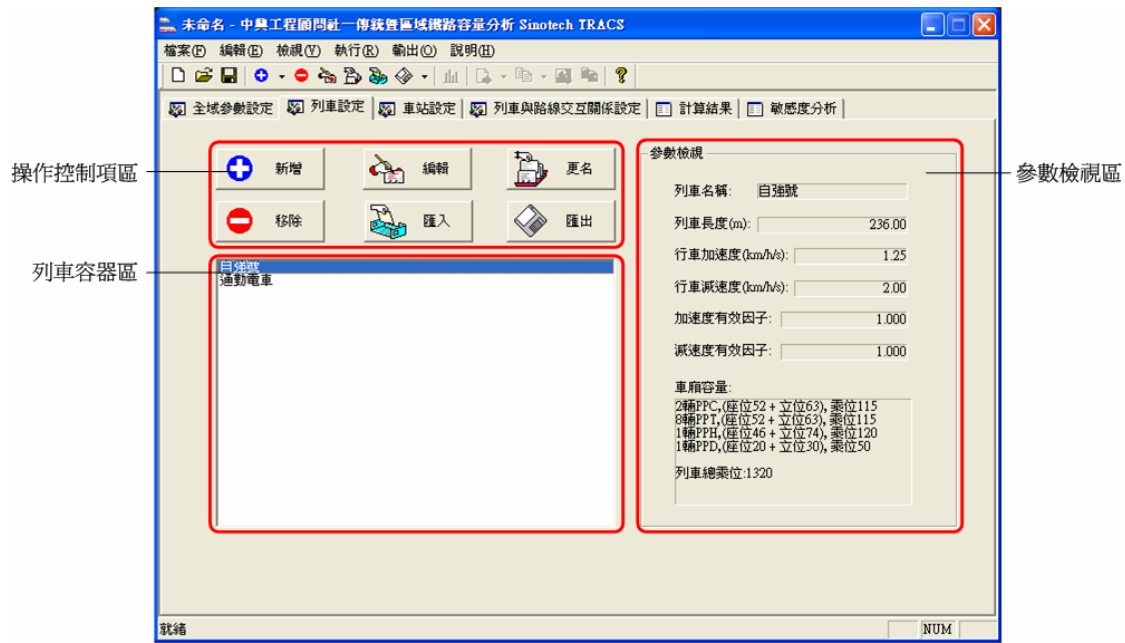


圖6-5 列車設定頁面

列車設定頁面可協助使用者管理若干筆列車資訊，其介面可概分為三區，包括：

1. 操作控制項區：提供各種管理功能按鈕以利使用者管理列車資料
2. 列車容器區：列出目前專案內所控管的列車名稱
3. 參數檢視區：提供唯讀的列車參數檢視功能

「參數檢視區」將顯示在「列車容器區」中被選取列車之參數，若「列車容器區」中的資料筆數達到 20 時，會自動以捲軸（如圖 6-6）來協助使用者管理資料。



圖6-6 列車筆數過多時自動以捲軸輔助

「操作控制項區」所提供各種管理功能，以下逐一介紹之。

6.5.1 新增列車資料

欲新增列車資料，請按照下列步驟：


1. 切換到【列車設定】頁面。
2. 按【新增】按鈕，或點選功能表上【編輯 | 新增資料】，或按工具列上之【】按鈕，程式均會出現圖 6-7之對話盒。



圖6-7 新增列車之對話盒

3. 鍵入所需新增之名稱後按【確定】按鈕即完成動作。

完成新增列車動作後，雖然已有一筆列車資料在專案裡，但其設定值均為預設值，通常都需要予以編輯修改。

為避免不必要之困擾，此功能的防呆機制如下：

1. 列車名稱不得超過 12 個半形字元
2. 程式自動忽略「\:*?\"<>|%,:\$"」等字元
3. 若鍵入之列車名稱已存在，【確定】鈕會被隱藏如圖 6-8 (a)。
4. 當列車名稱欄位被清空時，【確定】鈕會被隱藏如圖 6-8 (b)。



(a)鍵入的名稱已存在




(b)鍵入的名稱為空值

圖6-8 新增列車對話盒中【確定】鍵自動隱藏之條件

6.5.2 編輯列車資料

欲編輯列車資料，請按照下列步驟：

1. 切換到【列車設定】頁面。
2. 在列車容器區內挑選欲編輯之列車。
3. 按下【編輯】按鈕，或直接在列車容器區裡雙擊（double click）欲修改的列車，或點選功能表上【編輯 | 編輯資料】，或按工具列上之按鈕，程式會出現如圖 6-9之對話盒。若尚未挑選欲編輯之列車，程式將出現如圖 6-10之提示。

編修改列車資料: 未命名的列車

基本參數

列車長度(m): 160

行車加速度(km/h/s): 1.88 加速度有效因子: 1

行車減速度(km/h/s): 2.5 減速度有效因子: 1

車廂容量設定

車廂種類數 1

序號	車廂名稱	座位數	立位面積(m ²)	乘載水準(pers/m ²)	車廂數	小計(乘位數)
1	EMU500-E	60	30.00	5.00	8	1680.00

確定(O) 取消(C)

圖6-9 列車參數編輯對話盒



圖6-10 未挑選列車即按下【編輯】按鈕時之提示訊息

4. 編輯列車資料後，按下【確定】按鈕即完成編輯動作。


圖 6-9對話盒中的【小計】欄位是由程式自行計算，毋須使用者輸入，而其他各項參數的名稱、預設值與範圍等資訊如表 6.2，其中加（減）速度有效因子是用來描述列車加速（煞車）性能的有效百分比，列車的加速性能與供電電壓和零件新舊有關；而煞車性能與軔機系統的出力有關，在某些情況下，列車的加速（煞車）性能可能無法達到百分之百的效用，因此提供這兩個參數供使用者調整。

表6.2 列車屬性之單位、預設值與合理範圍檢查表

變數名稱與意義	型態	單位	預設值	合理性檢查
列車名稱	文字	—	—	12 個半形字
列車長度	實數	公尺	160	[20, 400]
行車加速度	實數	km/h/s	1.88	[0.8, 5]
行車減速度	實數	km/h/s	2.5	[0.8, 5]
加速度有效因子	實數	比例	1	[0, 1]
減速度有效因子	實數	比例	1	[0, 1]
列車容量	整數	乘位	—	

6.5.3 更改列車名稱

針對已經加入專案的列車，若需要更名時，依下述步驟來完成，說明如下：

1. 切換到【列車設定】頁面。
2. 在列車容器區內挑選欲改名之列車。
3. 按下【更名】按鈕，或點選功能表上【編輯 | 更改名稱】，或按工具列上之按鈕，程式會出現如圖 6-11之對話盒。若尚未挑選欲更名之列車，程式將出現如圖 6-12之提示。

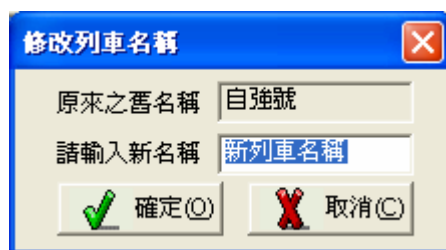


圖6-11 修改列車名稱對話盒



圖6-12 未挑選列車即按下【更名】按鈕時之提示訊息

- 輸入新的列車名稱後按【確定】。
- 由於更改列車名稱會更動專案內若干相關設定，故程式會以圖 6-13 之對話盒請使用者確認，若按下【否】，程式會跳回圖 6-11 之畫面。若按下【是】，即完成更名動作。

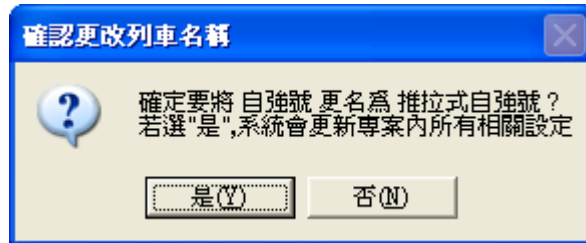
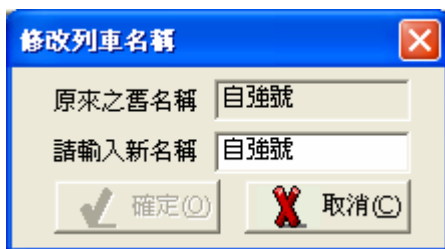


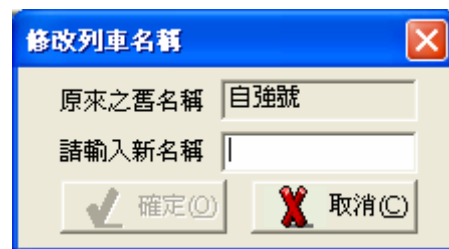
圖6-13 修改列車名稱之確認對話盒

為避免不必要之困擾，程式的防呆機制如下：

- 新的列車名稱不得超過 12 個半形字元。
- 程式自動忽略「\:*?\">|%,,:\$”」等字元。
- 若鍵入之列車名稱已存在，【確定】鈕會被隱藏如圖 6-14(a)。
- 當列車名稱欄位被清空時，【確定】鈕會被隱藏如圖 6-14 (b)。



(a)鍵入的名稱已存在



(b)鍵入的名稱為空值

圖6-14 修改列車名稱對話盒中【確定】鍵自動隱藏之條件

6.5.4 匯出列車資料


由於列車屬性資料可能會在其他專案或其他用途被利用，因此本程式有提供列車資料匯出的功能。

匯出的格式有兩種，一種為本程式專用的列車設定檔，以「tra」為其副檔名；另一種為可供作其他應用的純文字格式，可匯出成副檔名為「csv」的檔案或至剪貼簿。

匯出的方式共有四種，包括（1）匯出單筆資料；（2）匯出所有資料；（3）匯出到文字檔案；（4）匯出到剪貼簿，將分別介紹說明如下。

6.5.4.1 匯出單筆列車資料

此方式是將單筆列車資料匯出成專供本程式使用的列車設定檔（副檔名為「tra」），操作步驟如下：

1. 切換到【列車設定】頁面。
2. 在列車容器區內挑選欲匯出之列車。
3. 按下【匯出】按鈕選【單筆資料】，或點選功能表上【編輯 | 匯出 | 單筆資料】，或按工具列上【 | 單筆資料】，程式會出現如圖 6-15之對話盒。若尚未挑選欲匯出之列車，程式將出現如圖 6-16之提示。

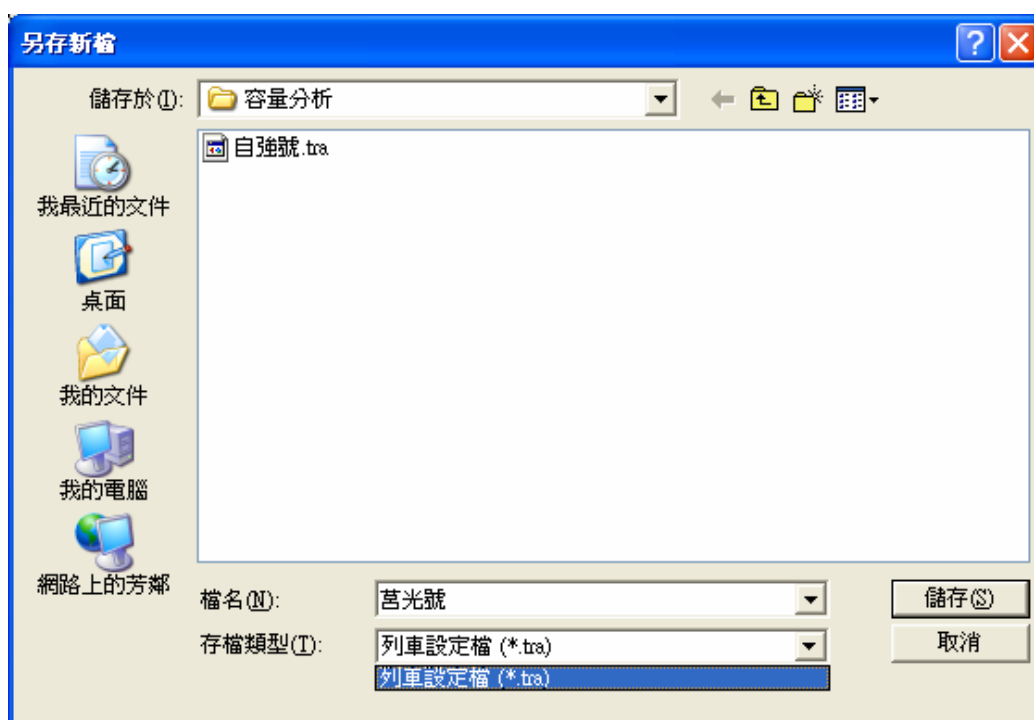


圖6-15 匯出單筆列車資料之對話盒

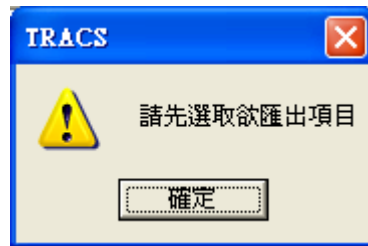


圖6-16 未挑選列車即進行【匯出】動作時之提示訊息

4. 指定路徑與檔名後按【儲存】完成匯出工作。

6.5.4.2 匯出所有資料

此方式能一次將所有的列車資料分別匯出成專供本程式使用的列車設定檔（副檔名為「tra」），操作步驟如下：


1. 切換到【列車設定】頁面。
2. 按下【匯出】按鈕選【所有資料】，或點選功能表上【編輯 | 匯出 | 所有資料】，或按工具列上【 | 所有資料】，程式會出現如圖 6-17之對話盒。若列車容器區內無任一系列車，程式會以圖 6-18來提示使用者。



圖6-17 執行匯出所有列車資料時路徑對話盒



圖6-18 容器內無列車時之提示訊息

3. 指定所要匯出的路徑後按【確定】完成匯出工作。當程式完成工作後，會以圖 6-19來提示使用者匯出之總數與路徑列表。

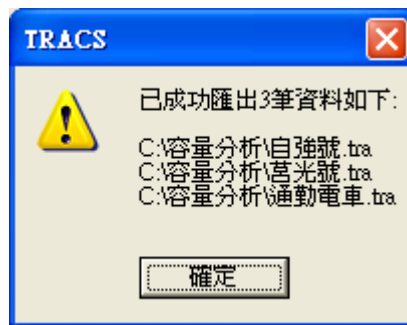



圖6-19 完成匯出工作時之提示訊息

6.5.4.3 匯出單筆列車資料成文字檔案

此方式是將單筆列車資料匯出成可供作其他應用的純文字格式檔案（副檔名為「csv」），操作步驟如下：

1. 切換到【列車設定】頁面。
2. 在列車容器區內挑選欲匯出之列車。
3. 按下【匯出】按鈕選【文字檔案】，或點選功能表上【編輯 | 匯出 | 文字檔案】，或按工具列上【 | 文字檔案】，程式會出現如圖 6-20之對話盒。若尚未挑選欲匯出之列車，程式將出現如圖 6-16之提示。

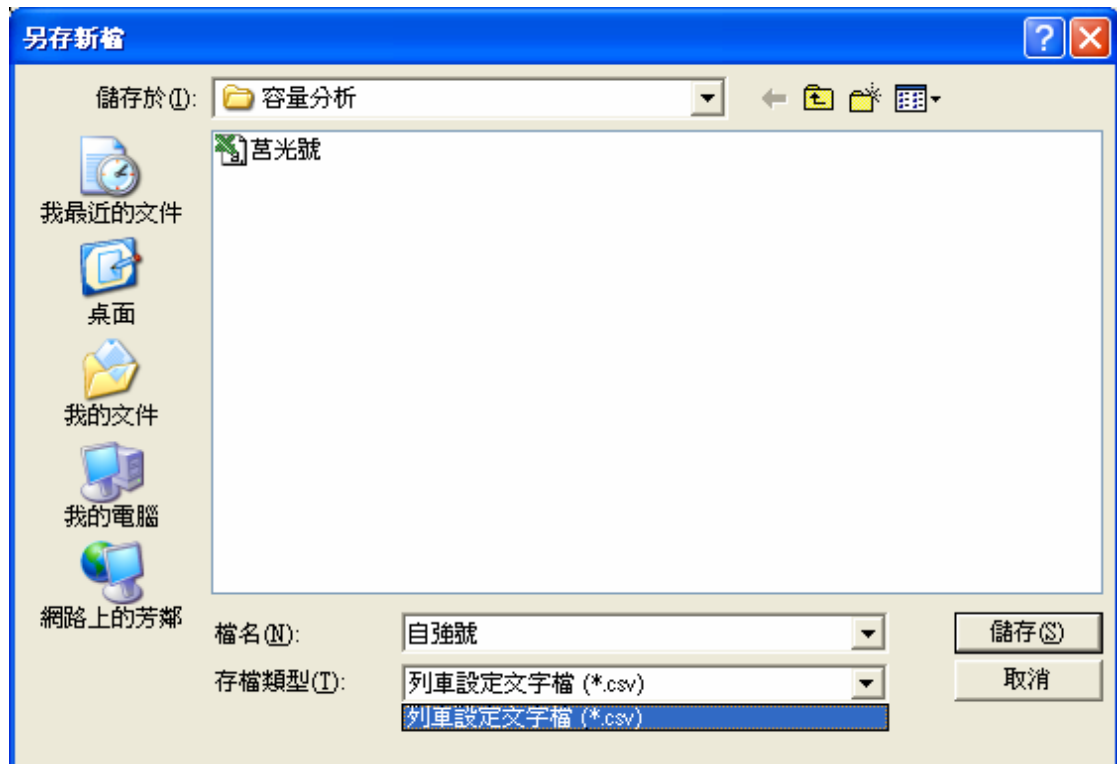



圖6-20 匯出列車設定文字檔之對話盒

4. 指定路徑與檔名後按【儲存】完成匯出工作。

6.5.4.4 匯出單筆列車資料到剪貼簿

此方式是將單筆列車資料以可供作其他應用的純文字格式複製到剪貼簿，操作步驟如下：

1. 切換到【列車設定】頁面。
2. 在列車容器區內挑選欲匯出之列車。
3. 按下【匯出】按鈕選【到剪貼簿】，或點選功能表上【編輯 | 匯出 | 到剪貼簿】，或按工具列上【 | 到剪貼簿】，即可完成複製到剪貼簿的動作。若尚未挑選欲匯出之列車，程式將出現如圖 6-16之提示。
4. 在完成複製後，可以在其他軟體進行貼上動作，舉凡常見的 Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft Visio 等軟體均能以「貼

上」方法將資料拷貝至該軟體進行其他應用，圖 6-21則為在 Word 貼上之畫面。

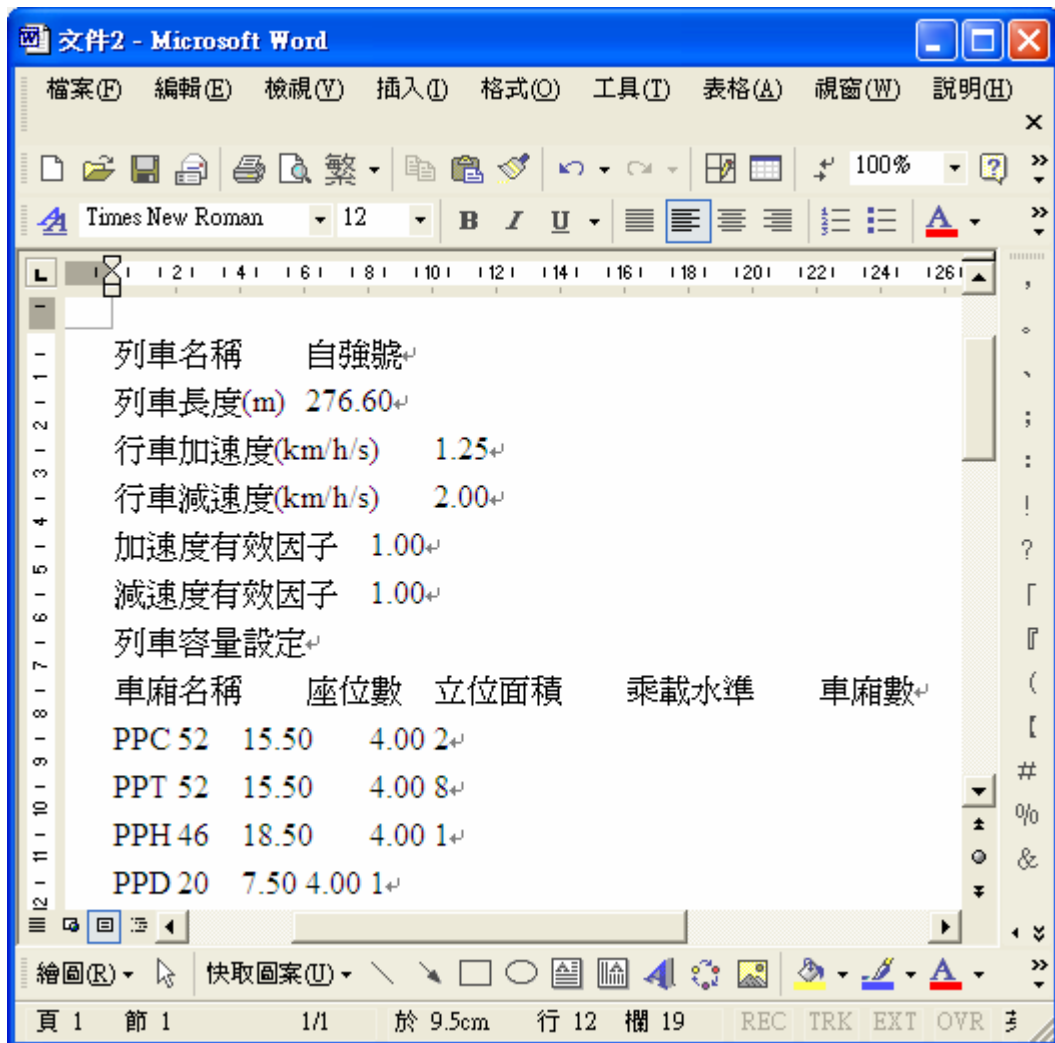



圖6-21 匯出至剪貼簿後在 Word 軟體貼上之畫面

6.5.5 匯入列車資料

本程式對於列車資料匯入的格式僅有一種，就是專供本程式使用的列車設定檔（副檔名為「tra」）。若欲匯入列車資料，請按照下列步驟：

1. 切換到【列車設定】頁面。
2. 按下【匯入】按鈕，或點選功能表上【編輯 | 匯入】，或按工具

列上 ，程式會出現如圖 6-22之對話盒。

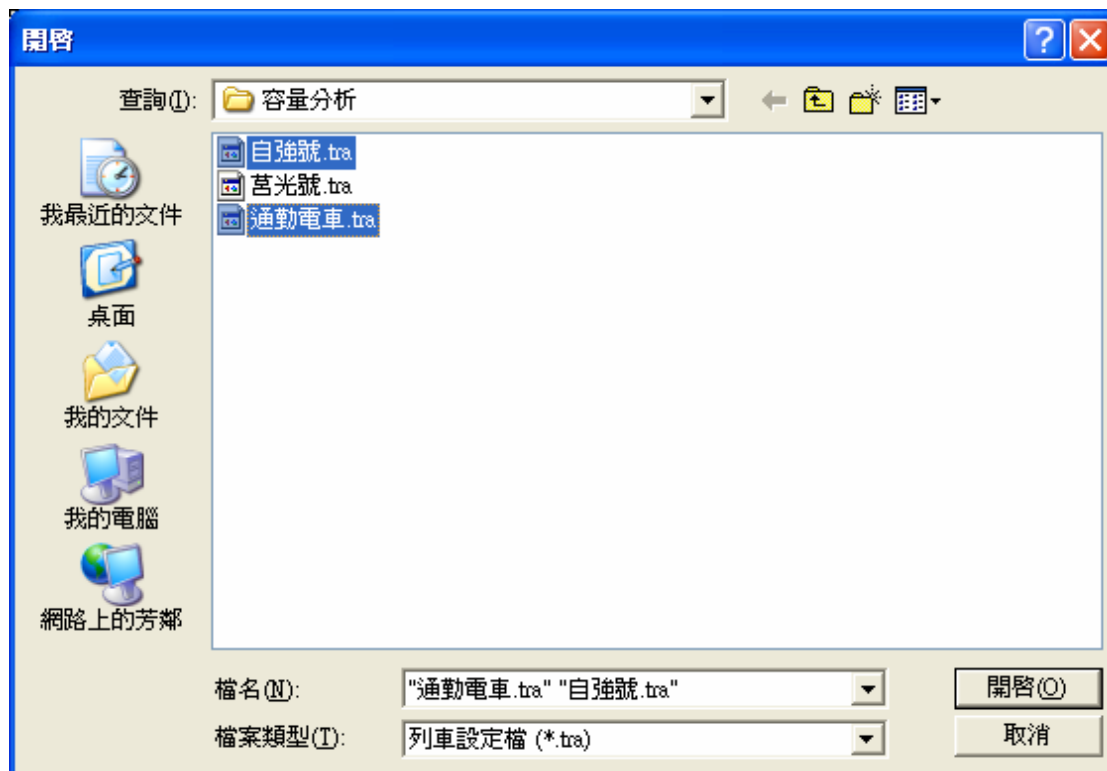


圖6-22 匯入列車資料之對話盒

3. 指定路徑與檔名之後按【開啟】完成匯入動作。

本功能可以利用全選（Ctrl+A）、連續挑選（壓住 Shift 鍵）、逐一挑選（壓住 Ctrl 鍵）或其他方法一次匯入多個檔案。若專案內已有同名列車，系統會予以提示並取消匯入動作。

6.5.6 移除列車資料

若要移除已經加入專案的列車，依循下述步驟來完成，說明如下：


1. 切換到【列車設定】頁面。
2. 在列車容器區內挑選欲移除之列車
3. 按下【移除】按鈕，或點選功能表上【編輯 | 移除資料】，或按工具列上之【】按鈕。若尚未挑選欲移除之列車，程式將出現如圖 6-23之提示。



圖6-23 未挑選列車即按下【移除】按鈕時之提示訊息

4. 由於刪除列車名稱會更動專案內若干相關設定，故程式會以圖6-24之對話盒請使用者確認。一旦選擇【是】，專案內的相關設定（含與路線的交互關係設定）均會被刪除。

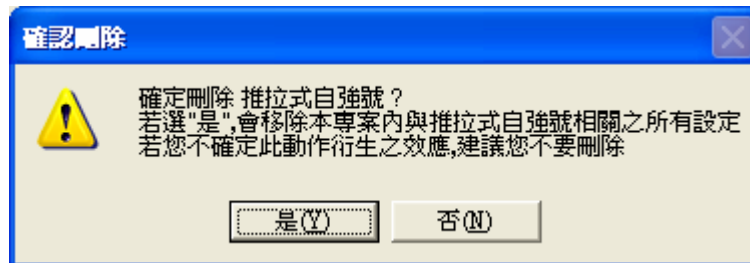


圖6-24 刪除列車名稱之確認對話盒

6.6 設定車站資料

要設定車站資料，先在頁面切換標籤內點選【車站設定】，主頁面便會切換到車站設定頁面，其介面如圖 6-25。

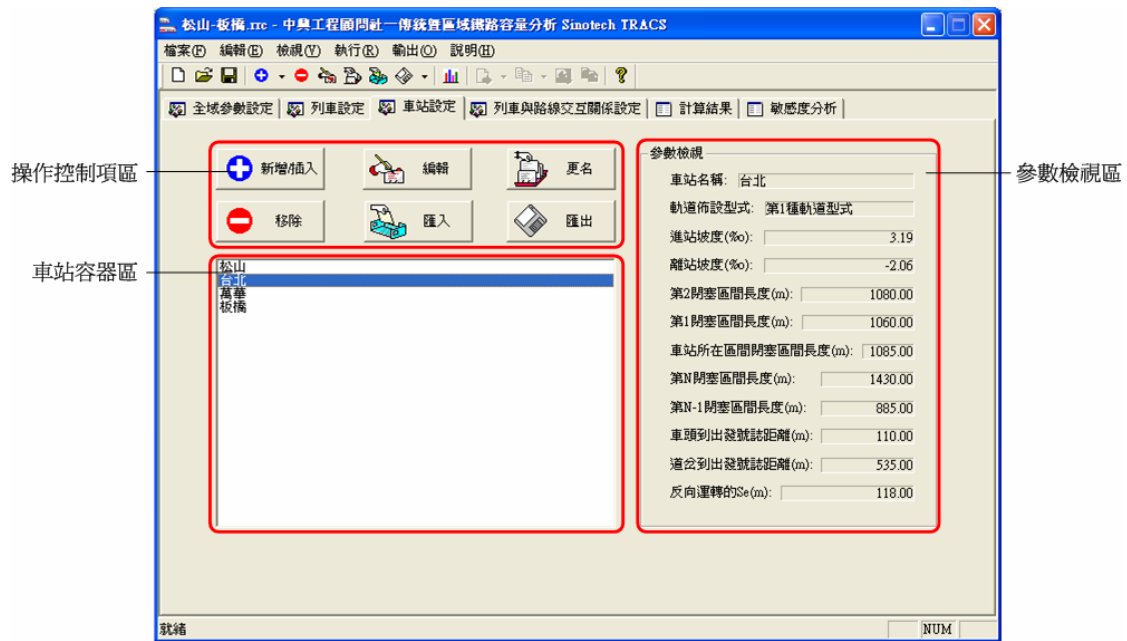


圖6-25 車站設定頁面

車站設定頁面可協助使用者管理若干筆車站資訊，其介面可概分為三區，包括：

1. 操作控制項區：提供各種管理功能按鈕以利使用者管理車站資料
2. 車站容器區：列出目前專案內所控管的車站名稱
3. 參數檢視區：提供唯讀的車站參數檢視功能

「參數檢視區」將顯示在「車站容器區」中被選取的車站參數，若「車站容器區」中的資料筆數達到 20 時，會自動以捲軸（如圖 6-26）來協助使用者管理資料。

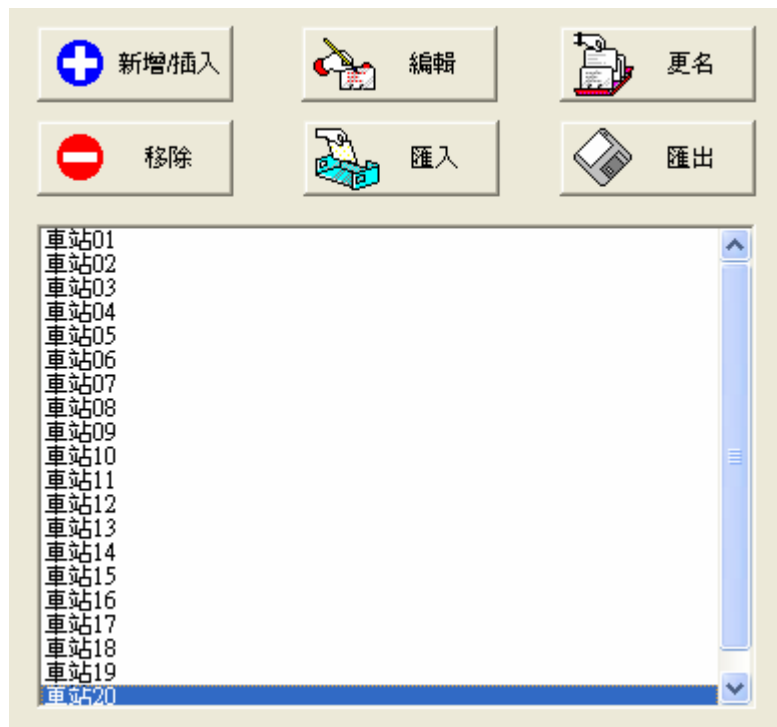



圖6-26 車站筆數過多時自動以捲軸輔助

「操作控制項區」所提供各種管理功能，以下逐一介紹之。

6.6.1 新增車站資料

欲新增車站資料，請按照下列步驟：

1. 切換到【車站設定】頁面。
2. 按【新增/插入】按鈕後選【新增資料】，或點選功能表上【編輯 | 新增資料】，或按工具列上之【 | 新增資料】，程式均會出現圖 6-27之對話盒。

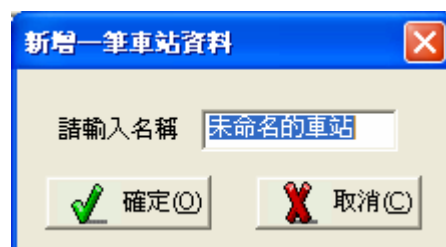


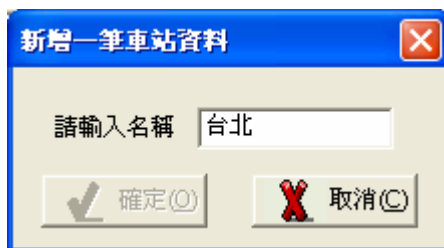
圖6-27 新增車站之對話盒

3. 鍵入所需新增之名稱後按【確定】按鈕即完成動作，新增的車站資料為列車容器區內的最後一筆。

完成新增車站動作後，雖然已有一筆車站資料在專案裡，但其設定值均為預設值，通常都需要予以編輯修改。

為避免不必要之困擾，此功能的防呆機制如下：

1. 車站名稱不得超過 12 個半形字元
2. 程式自動忽略「\:*?\"<>|%,.\$”」等字元
3. 若鍵入之車站名稱已存在，【確定】鈕會被隱藏如圖 6-28 (a)。
4. 當車站名稱欄位被清空時，【確定】鈕會被隱藏如圖 6-28 (b)。



(a)鍵入的名稱已存在




(b)鍵入的名稱為空值

圖6-28 新增車站對話盒中【確定】鍵自動隱藏之條件

6.6.2 插入車站資料

欲插入車站資料，請按照下列步驟：

1. 切換到【車站設定】頁面。
2. 在車站容器區內挑選一車站，程式將會在該車站前插入新的車站資料。
3. 按【新增/插入】按鈕後選【插入資料】，或點選功能表上【編輯 | 插入資料】，或按工具列上之【 | 插入資料】，程式均會出現圖 6-29之對話盒。

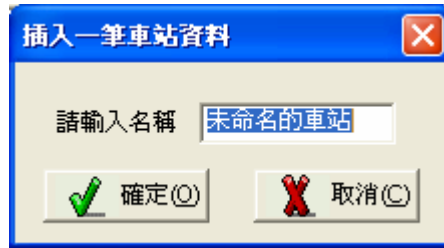


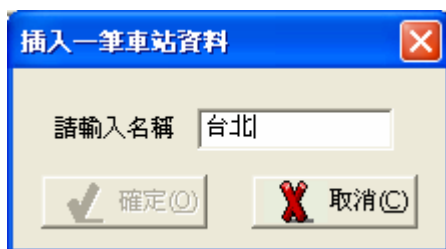
圖6-29 插入車站之對話盒

4. 鍵入所需新增之名稱後按【確定】按鈕即完成動作。

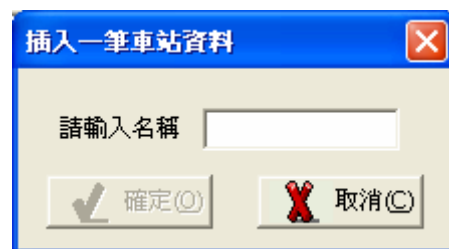
完成插入車站動作後，雖然已有一筆車站資料在專案裡，但其設定值均為預設值，通常都需要予以編輯修改。

為避免不必要之困擾，此功能的防呆機制如下：

1. 車站名稱不得超過 12 個半形字元
2. 程式自動忽略「\:*?\" <>|%,,:\$”」等字元
3. 若鍵入之車站名稱已存在，【確定】鈕會被隱藏如圖 6 28 (a)。
4. 當車站名稱欄位被清空時，【確定】鈕會被隱藏如圖 6 28 (b)。



(a)鍵入的名稱已存在




(b)鍵入的名稱為空值

圖6-30 插入車站對話盒中【確定】鍵自動隱藏之條件

6.6.3 編輯車站資料

欲編輯車站資料，請按照下列步驟：

1. 切換到【車站設定】頁面。
2. 在車站容器區內挑選欲編輯之車站。

3. 按下【編輯】按鈕，或直接在車站容器區裡雙擊（double click）欲修改的車站，或點選功能表上【編輯 | 編輯資料】，或按工具列上之按鈕，程式會出現如圖 6-31之對話盒。若尚未挑選欲編輯之車站，程式將出現如圖 6-32之提示。

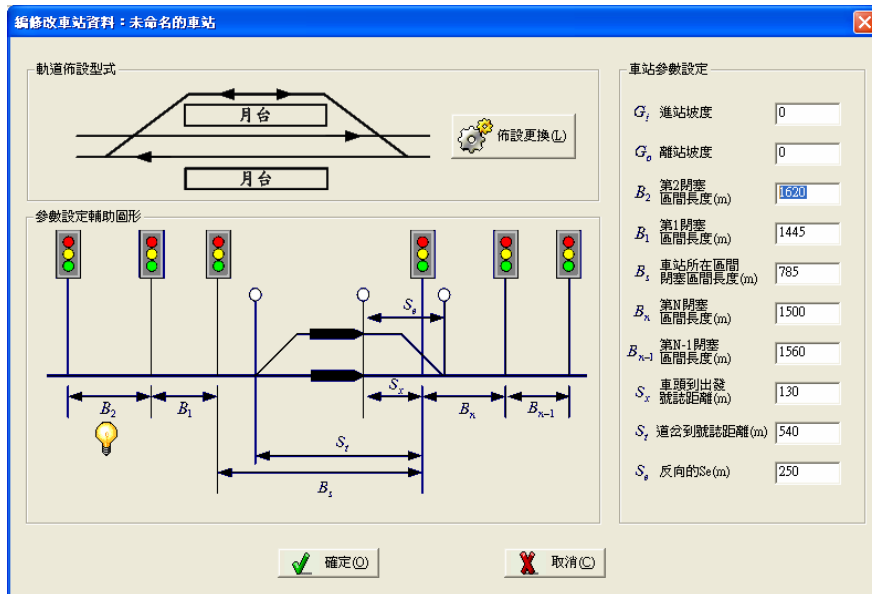


圖6-31 車站參數編輯對話盒



圖6-32 未挑選車站即按下【編輯】按鈕時之提示訊息

4. 編輯好車站資料後，按下【確定】按鈕即完成編輯動作。

圖 6-31對話盒中各種參數的名稱、預設值與範圍等資訊如表 6.3。

表6.3 車站屬性之單位、預設值與合理範圍檢查表

變數名稱與意義	型態	單位	預設值	合理性檢查
車站名稱	文字	—	—	12 個半形字
軌道佈設型式	列舉	—	III	—
進站坡度	實數	‰	0	[-20, 20]
離站坡度	實數	‰	0	[-20, 20]
第 2 閉塞區間長度	整數	公尺	1560	[0, 3000]
第 1 閉塞區間長度	整數	公尺	1502	[0, 3000]
車站所在區間閉塞區間長度	整數	公尺	785	[0, 3000]
第 N 閉塞區間長度	整數	公尺	1560	[0, 3000]
第 $N-1$ 閉塞區間長度	整數	公尺	1502	[0, 3000]
車頭到出發號誌距離	整數	公尺	130	[0, 1000]
道岔到出發號誌距離	整數	公尺	540	[0, 1000]
反向運轉的 Se	整數	公尺	250	[0, 1000]

當使用者設定與長度相關的參數時，在圖 6-31之對話盒下方的輔助圖形會根據使用者編輯項目的不同，自動顯示【💡】標記在適當的位置。

軌道佈設型式的設定較為複雜，按下【佈設更換】按鈕程式會以圖 6-33來輔助設定。若不諳選擇的原則，可以按下【協助】按鈕，透過圖 6-34的輔助精靈來完成，僅要依序回答精靈對話盒的問題，精靈即會自動指派到合適的設定並以圖 6-35來提示使用者完成選擇。

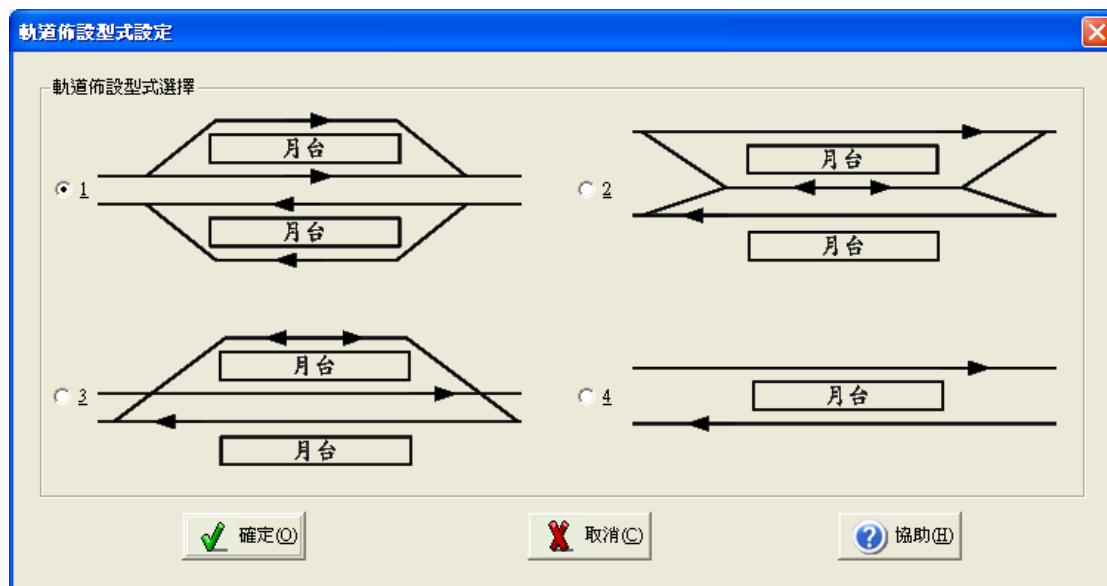


圖6-33 軌道佈設選擇對話盒

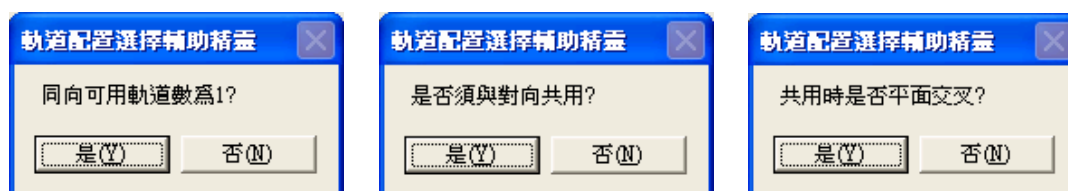


圖6-34 軌道佈設選擇輔助精靈

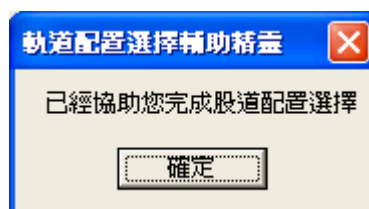



圖6-35 軌道佈設選擇輔助精靈

6.6.4 更改車站名稱

針對已經加入專案的車站，若需要予以更名時，需要下述步驟來完成，說明如下：

1. 切換到【車站設定】頁面。
2. 在車站容器區內挑選欲改名之車站

3. 按下【更名】按鈕，或點選功能表上【編輯 | 更改名稱】，或按工具列上之按鈕，程式會出現如圖 6-36之對話盒。若尚未挑選欲更名之列車，程式將出現如圖 6-37之提示。

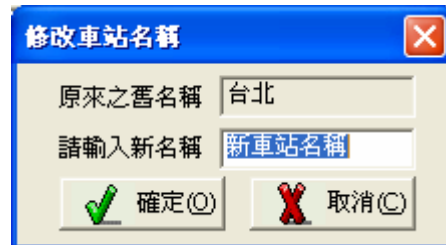


圖6-36 修改車站名稱對話盒



圖6-37 未挑選車站即按下【更名】按鈕時之提示訊息

4. 輸入新的車站名稱後按【確定】。
5. 由於更改車站名稱會更動專案內若干相關設定，故程式會以圖 6-38之對話盒請使用者確認，若按下【否】，程式會跳回圖 6-36之畫面。若按下【是】，即完成更名動作。

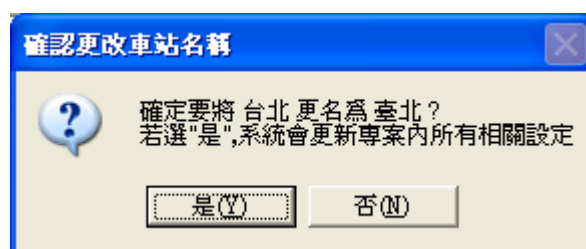


圖6-38 修改車站名稱之確認對話盒

為避免不必要之困擾，程式的防呆機制如下：

1. 新的車站名稱不得超過 12 個半形字元
2. 程式自動忽略「\:*?\"<>|%,,:\$”」等字元
3. 若鍵入之車站名稱已存在，【確定】鈕會被隱藏如圖 6-39 (a)。

4. 當車站名稱欄位被清空時，【確定】鈕會被隱藏如圖 6-39 (b)。



(a)鍵入的名稱已存在

(b)鍵入的名稱為空值

圖6-39 修改車站名稱對話盒中【確定】鍵自動隱藏之條件

6.6.5 匯出車站資料


由於車站屬性資料可能會在其他專案或其他用途被利用，因此本程式有提供車站資料匯出的功能。

匯出的格式有兩種，一種為本程式專用的車站設定檔，以「sta」為其副檔名；另一種為可供作其他應用的純文字格式，可匯出成副檔名為「csv」的檔案或至剪貼簿。

匯出的方式共有四種，包括（1）匯出單筆資料；（2）匯出所有資料；（3）匯出到文字檔案；（4）匯出到剪貼簿，將分別介紹說明如下。

6.6.5.1 匯出單筆車站資料

此方式是將單筆車站資料匯出成專供本程式使用的車站設定檔（副檔名為「sta」），操作步驟如下：

1. 切換到【車站設定】頁面。
2. 在車站容器區內挑選欲匯出之車站。
3. 按下【匯出】按鈕選【單筆資料】，或點選功能表上【編輯 | 匯出 | 單筆資料】，或按工具列上【 | 單筆資料】，程式會出現如圖 6-40之對話盒。若尚未挑選欲匯出之列車，程式將出現如圖 6-41之提示。

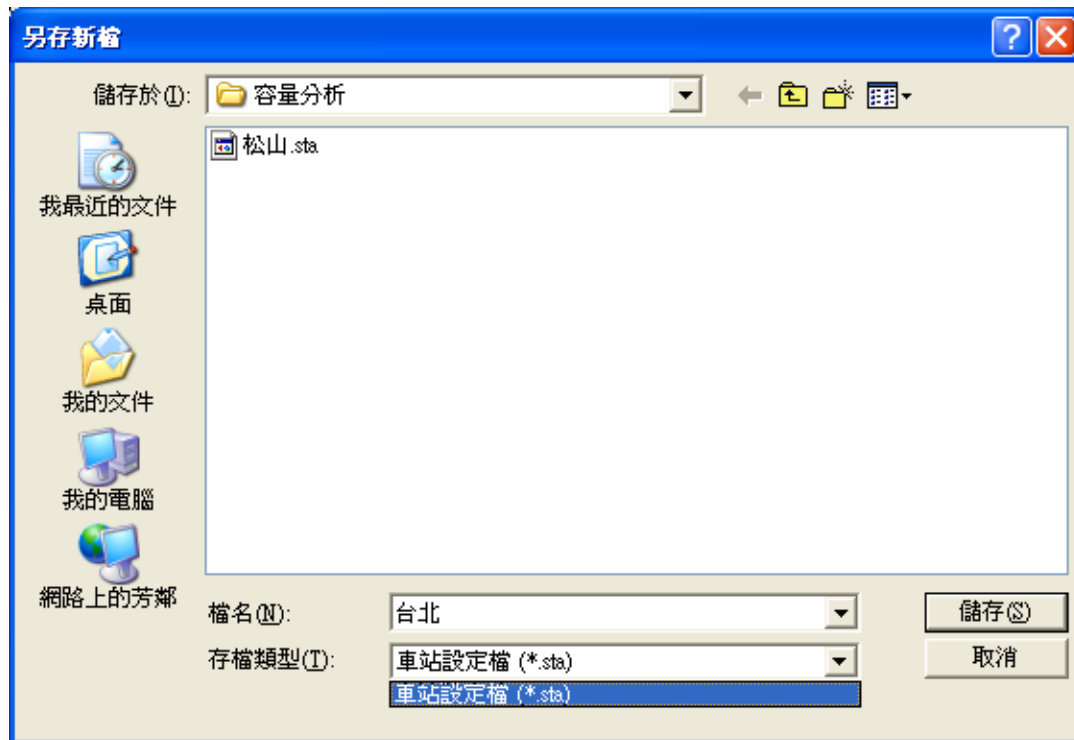


圖6-40 匯出單筆車站資料之對話盒



圖6-41 未挑選車站即進行【匯出】動作時之提示訊息

4. 指定路徑與檔名後按【儲存】完成匯出工作。

6.6.5.2 匯出所有資料

此方式能一次將所有的車站資料分別匯出成專供本程式使用的車站設定檔（副檔名為「sta」），操作步驟如下：


1. 切換到【車站設定】頁面。
2. 按下【匯出】按鈕選【所有資料】，或點選功能表上【編輯 | 匯出 | 所有資料】，或按工具列上【 | 所有資料】，程式會出現如圖 6-42之對話盒。若車站容器區內無任一系列車，程式會以圖 6-43來提示使用者。



圖6-42 執行匯出所有車站資料時路徑對話盒



圖6-43 容器內無車站時之提示訊息

3. 指定所要匯出的路徑後按【確定】完成匯出工作。當程式完成工作後，會以圖 6-44來提示使用者匯出之總數與路徑列表。

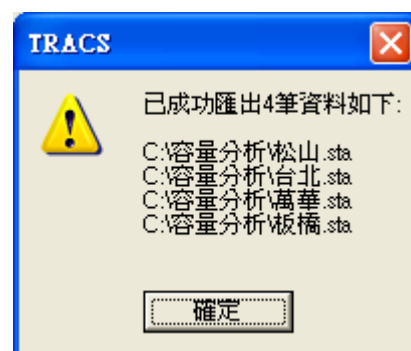



圖6-44 完成匯出工作時之提示訊息

6.6.5.3 匯出單筆車站資料成文字檔案

此方式是將單筆車站資料匯出成可供作其他應用的純文字格式檔案（副檔名為「csv」），操作步驟如下：

1. 切換到【車站設定】頁面。
2. 在車站容器區內挑選欲匯出之車站。
3. 按下【匯出】按鈕選【文字檔案】，或點選功能表上【編輯 | 匯出 | 文字檔案】，或按工具列上【 | 文字檔案】，程式會出現如圖 6-45 之對話盒。若尚未挑選欲匯出之車站，程式將出現如圖 6-41 之提示。

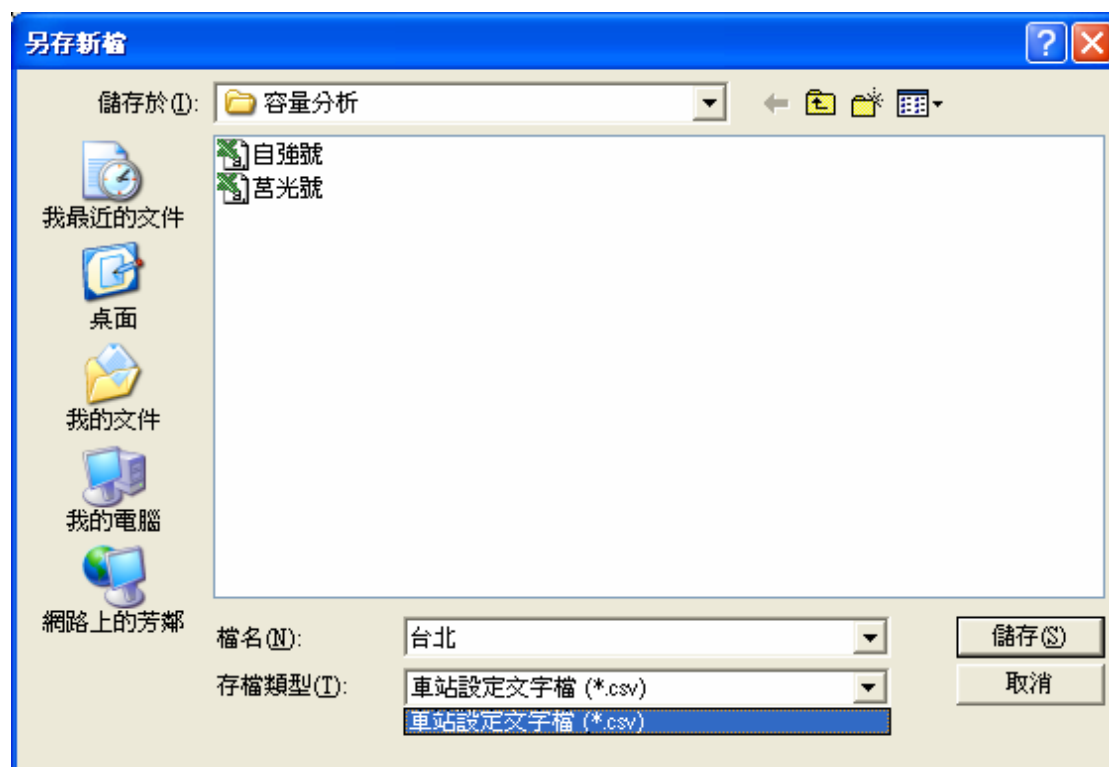



圖6-45 匯出車站設定文字檔之對話盒

4. 指定路徑與檔名後按【儲存】完成匯出工作。

6.6.5.4 匯出單筆車站資料到剪貼簿

此方式是將單筆車站資料以可供作其他應用的純文字格式複製到剪貼簿，操作步驟如下：

1. 切換到【車站設定】頁面。
2. 在車站容器區內挑選欲匯出之車站。
3. 按下【匯出】按鈕選【到剪貼簿】，或點選功能表上【編輯 | 匯出 | 到剪貼簿】，或按工具列上【 | 到剪貼簿】，即可完成複製到剪貼簿的動作。若尚未挑選欲匯出之車站，程式將出現如圖 6-41之提示。
4. 在完成複製後，可以在其他軟體進行貼上動作，舉凡常見的 Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft Visio 等軟體均能以「貼上」方法將資料拷貝至該軟體進行其他應用，圖 6-46則為在 Word 貼上之畫面。

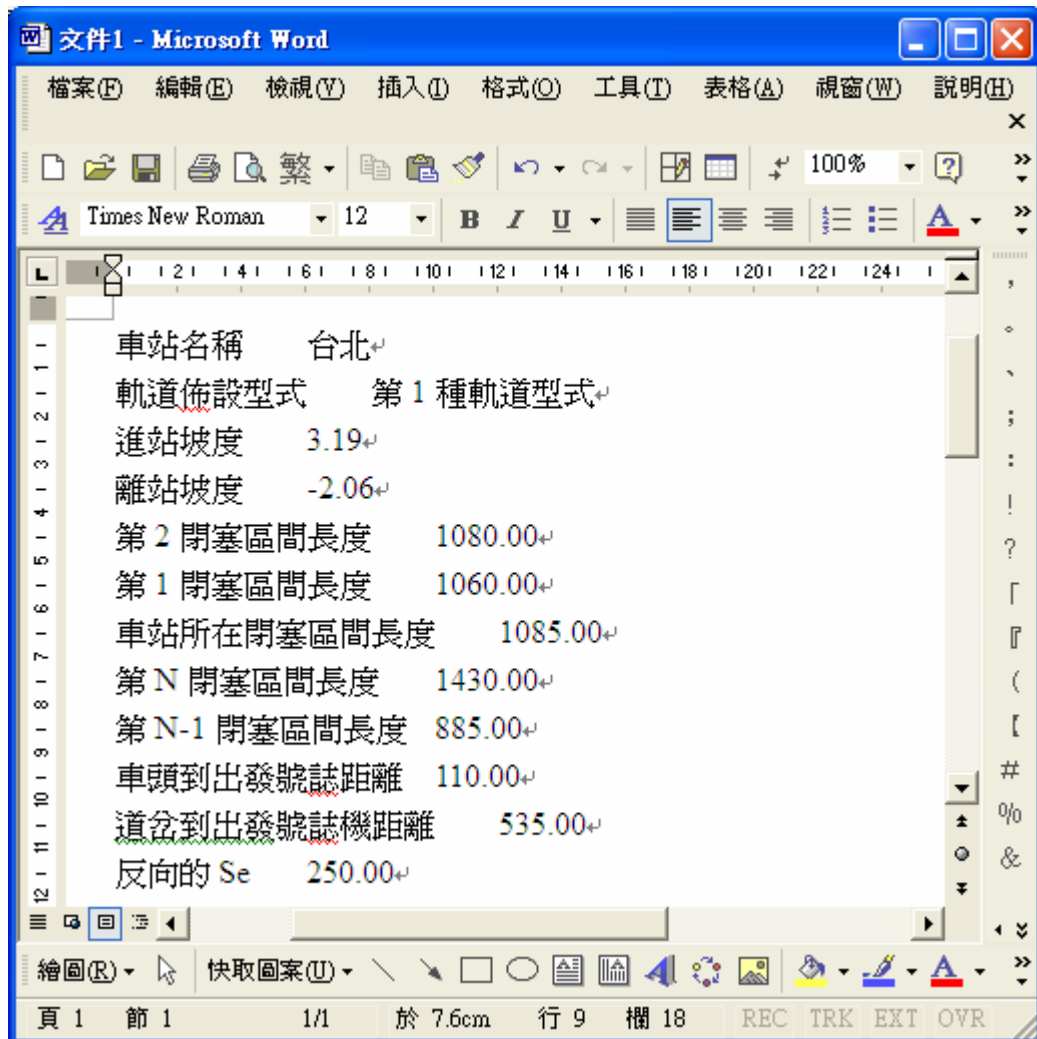



圖6-46 匯出至剪貼簿後在 Word 軟體貼上之畫面

6.6.6 匯入車站資料

本程式對於車站資料匯入的格式僅有一種，就是專供本程式使用的車站設定檔（副檔名為「.sta」）。若欲匯入車站資料，請按照下列步驟：

1. 切換到【車站設定】頁面。
2. 按下【匯入】按鈕，或點選功能表上【編輯 | 匯入】，或按工具

列上，程式會出現如圖 6-47 之對話盒。

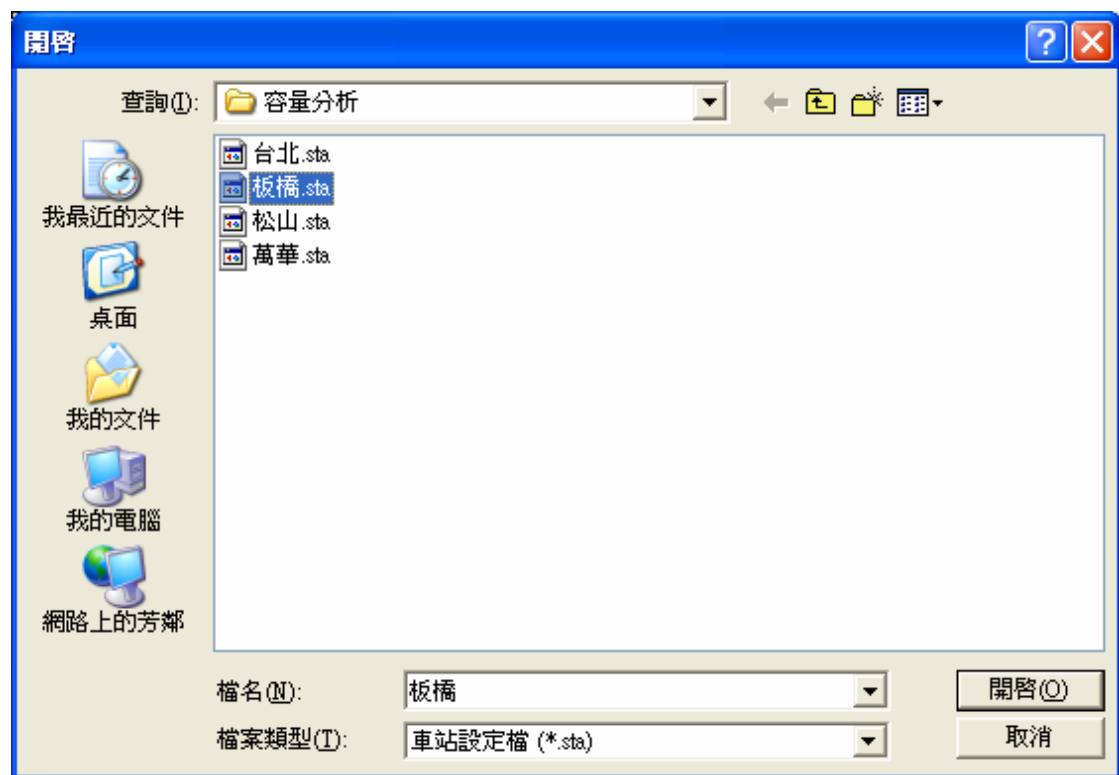


圖6-47 匯入車站資料之對話盒

3. 指定路徑與檔名之後按【開啟】完成匯入動作。

6.6.7 移除車站資料

若要移除已經加入專案的車站，依循下述步驟來完成，說明如下：

1. 切換到【車站設定】頁面。


2. 在車站容器區內挑選欲移除之車站
3. 按下【移除】按鈕，或點選功能表上【編輯 | 移除資料】，或按工具列上之【】按鈕。若尚未挑選欲移除之列車，程式將出現如圖 6-48之提示。



圖6-48 未挑選車站即按下【移除】按鈕時之提示訊息

4. 由於刪除車站名稱會更動專案內若干相關設定，故程式會以圖 6-49之對話盒請使用者確認。一旦選擇【是】，專案內的相關設定（含與路線的交互關係設定）均會被刪除。

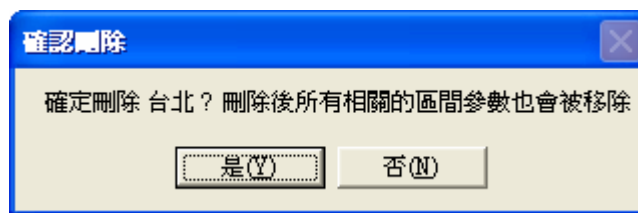


圖6-49 刪除車站名稱之確認對話盒

6.7 設定列車與路線交互關係

要設定列車與路線交互關係，先在頁面切換標籤內點選【列車與路線交互關係設定】，主頁面便會切換到列車與路線交互關係設定頁面，其介面如圖 6-50。

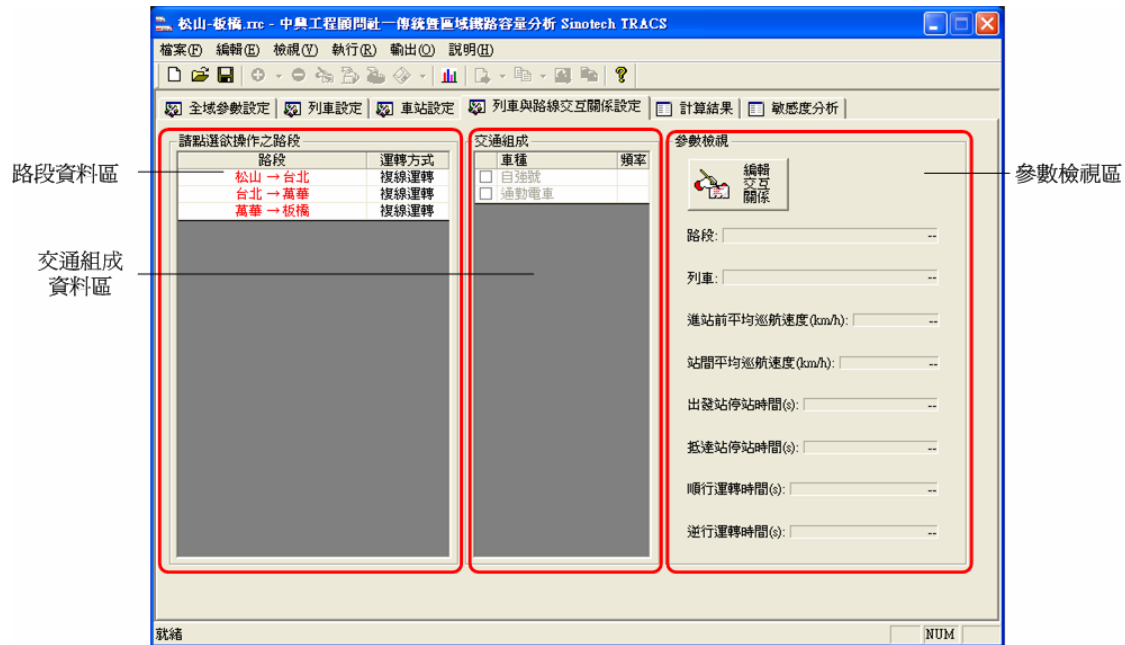


圖6-50 列車與路線交互關係設定頁面

列車與路線交互關係設定頁面可概分為三區，包括：

1. 路段資料區：列出本專案內所控管的路段及設定其運轉方式
2. 交通組成資料區：設定所選路段的交通組成及其頻率
3. 參數檢視區：提供列車與路線交互關係參數檢視與編輯功能

「路段資料區」中的資料是根據專案中的車站依序產生的，因此專案中至少要有兩個以上的車站才會有路段資料。若路段資料未設定任何交通組成，其名稱會以紅色顯示，避免使用者遺漏設定。

「交通組成資料區」中的車種對應專案中的列車資料，若此區沒有任何車種可供選擇，表示專案中還沒有列車資料，請先至【列車設定】頁面新增列車資料。

當從「路段資料區」點選某路段，從「交通組成資料區」中選某列車，「參數檢視區」將顯示該列車與路線交互關係的參數。

6.7.1 設定運轉方式

路段的運轉方式預設為複線運轉，然而本程式可針對每個路段設定其運轉方式，如欲設定某路段的運轉方式，步驟如下：

1. 切換到【列車與路線交互關係設定】頁面。
2. 在路段資料區內挑選欲設定之路段。
3. 在運轉方式欄中的下拉式選單裡挑選一種運轉方式即完成設定，如圖 6-51。

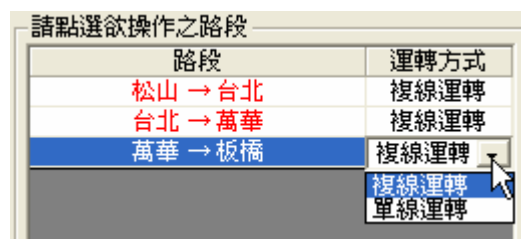


圖6-51 設定運轉方式

6.7.2 設定交通組成

欲設定某路段的交通組成，步驟如下：

1. 切換到【列車與路線交互關係設定】頁面。
2. 在路段資料區內挑選欲設定之路段。
3. 在交通組成資料區中的各車種名稱前勾選通過該路段的列車，如圖 6-52。

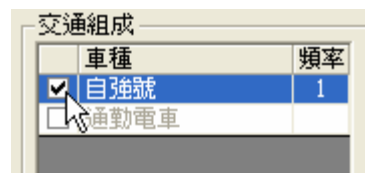


圖6-52 勾選通過該路段的列車

4. 在交通組成資料區中雙擊（double click）頻率一欄，或直接輸入數字，可進一步設定該列車出現的頻率，如圖 6-53。

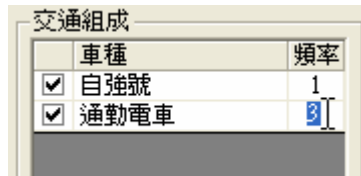


圖6-53 設定列車出現的頻率

完成交通組成的設定後，便會產生一組列車與路線交互關係的資料在專案裡，但其設定值均為預設值，通常都需要予以編輯修改。

6.7.3 編輯交互關係

欲編輯列車與路線的交互關係，步驟如下：

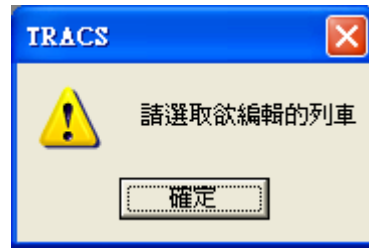
1. 切換到【列車與路線交互關係設定】頁面。
2. 在路段資料區內挑選欲編輯之路段。
3. 在交通組成資料區中挑選欲編輯之列車。
4. 按下【編輯交互關係】按鈕，或直接在交通組成資料區裡雙擊（double click）欲編輯的車種名稱，程式會出現如圖 6-54之對話盒。若尚未挑選欲編輯之路段或列車，程式將出現如圖 6-55(a) 、(b)之提示



圖6-54 列車與路線交互關係設定對話盒



(a)



(b)

圖6-55 未挑選欲編輯之路段或列車即進行編輯動作時的提示訊息

5. 編輯好列車與路線的交互關係後，按下【確定】按鈕即完成編輯動作。

圖 6-54對話盒中各種參數的名稱、預設值與範圍等資訊如表 6.4。


表6.4 列車與路線交互關係參數之預設值與合理性檢查列表

變數名稱與意義	型態	單位	預設值	合理性檢查
列車進站前的平均巡航速度	實數	km/h	75	[30, 160]
列車於站間的平均巡航速度	實數	km/h	75	[30, 160]
列車於路段上的順行運轉時間	整數	秒	300	≥ 0
列車於路段上的逆行運轉時間	整數	秒	300	≥ 0
列車於出發站的停站時間	整數	秒	120	≥ 0
列車於到達站的停站時間	整數	秒	120	≥ 0

當使用者於圖 6-54對話盒中作設定時，對話盒上方的輔助圖形會根據使用者編輯項目的不同，即時更改圖形上的文字顏色，降低輸入錯誤的可能性。

在此值得注意的是，不同路段間有些交互關係參數值應該是相同的，例如：同一種列車在本路段出發站的停站時間和上個路段到達站的停站時間應相同，為避免使用者的輸入上的困擾，程式會自動將不同路段間應該相同的參數值同步化。

6.8 容量分析計算

在完成全域參數、列車資料、車站資料、列車與路線交互關係的設定後，可進行容量分析計算，只要點選功能表上【執行 | 計算所有路段】或按工具列上之【】按鈕，程式便會開始進行分析計算，並在完成計算後自動切換到【計算結果】頁面。

若有路段尚未設定列車與路段交互關係，則會出現如圖 6-56 之對話盒請使用者確認，若按下【取消】，程式會切換到列車與路線交互關係設定頁面；若按下【確定】，則會繼續進行分析計算的動作，至於尚未設定交互關係的路段，其容量會以 0 來表示。

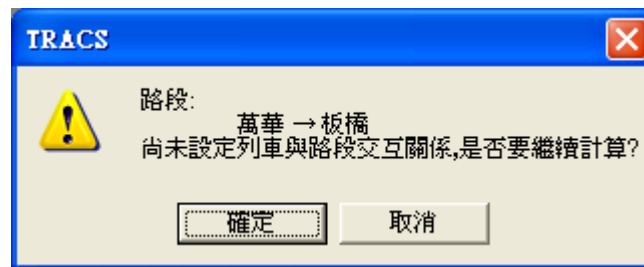


圖6-56 有路段尚未設定列車與路段交互關係之提示訊息

6.9 檢視計算結果

要檢視計算結果，可在頁面切換標籤內點選【計算結果】，主頁面便會切換到計算結果頁面，或者當程式完成容量分析計算時，也會自動切換至計算結果頁面，其介面如圖 6-57。



圖6-57 計算結果頁面

計算結果頁面可分為幾個部分，包括：

1. 路線容量分析結果：以直方圖顯示各路段路線容量分析結果
2. 設計容量分析結果：以直方圖顯示各路段設計容量分析結果
3. 中央捲軸：若路段太多，可捲動中間的捲軸至欲檢視的路段

路線中容量最低的路段，會以紅色數字顯示其容量，另外在不同的運轉方式下會有不同的結果呈現方式（見圖 6-57），對於單線運轉的路段，會分別顯示兩個方向的容量。在路線容量方面，其值至小數以下兩位，然此為理論估計值，使用者可根據實際應用需要，自行進位至整數。

若專案從未進行任何容量分析計算，則計算結果頁面將不呈現任何資訊，如圖 6-58。若各項參數的設定值被修改，為保持參數與計算結果的一致性，也不會呈現計算結果，直到重新執行容量分析計算。



圖6-58 不呈現任何資訊的計算結果頁面

在圖 6-57 中直接點擊某路段可檢視該路段的詳細計算結果，依據該路段的運轉方式，會出現圖 6-59 或圖 6-60 之對話盒來呈現詳細結果。

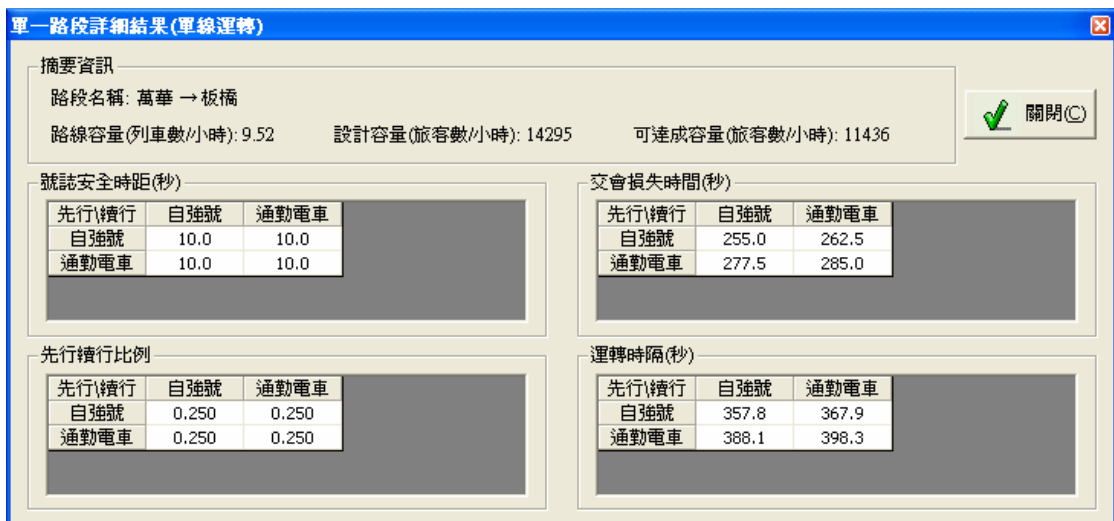


圖6-59 單線運轉路段詳細結果對話盒

單一路段詳細結果(複線運轉)

摘要資訊

路段名稱: 松山 → 台北

路線容量(列車數/小時): 13.65 設計容量(旅客數/小時): 20496 可達成容量(旅客數/小時): 16397

關閉

離站時距(秒)

先行\續行	自強號	通勤電車
自強號	194.8	194.8
通勤電車	180.7	180.7

進站時距(秒)

先行\續行	自強號	通勤電車
自強號	147.1	145.9
通勤電車	142.4	141.7

號誌安全時距(秒)

先行\續行	自強號	通勤電車
自強號	194.8	194.8
通勤電車	195.7	180.7

待避損失時間(秒)

先行\續行	自強號	通勤電車
自強號	0.0	7.5
通勤電車	7.5	0.0

先行續行比例

先行\續行	自強號	通勤電車
自強號	0.250	0.250
通勤電車	0.250	0.250

運轉時隔(秒)

先行\續行	自強號	通勤電車
自強號	263.0	273.2
通勤電車	274.4	244.0

圖6-60 複線運轉路段詳細結果對話盒

詳細計算結果是針對某一路段，提供除了摘要資訊（含路段名稱、路線容量、設計容量、可達成容量）外，還包括（1）離站時距；（2）進站時距；（3）號誌安全時距；（4）交會待避損失時間；（5）交通組成比例；（6）運轉時隔六種資訊，每種資訊皆會依據不同的先續行列車組合而呈現若干組數據。

6.10 敏感度分析

欲進行敏感度分析，先在頁面切換標籤內點選【敏感度分析】，主頁面便會切換到敏感度分析頁面，其介面如圖 6-61。

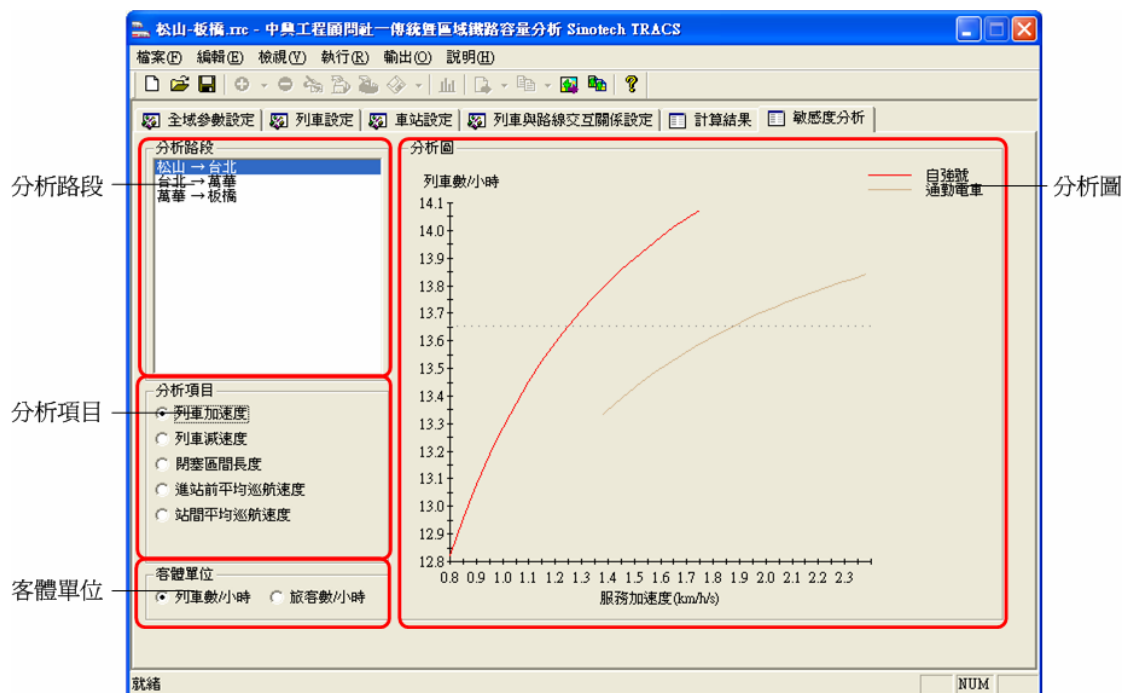


圖6-61 敏感度分析頁面

敏感度分析頁面分為四區，包括：

1. 分析路段：列出專案內所有路段供使用者挑選作為分析基礎
2. 分析項目：供使用者挑選欲分析的變數項目
3. 客體單位：供使用者挑選欲分析的客體單位
4. 分析圖：以圖案的方式即時顯示敏感度分析之結果

當使用者決定了欲分析之路段、分析項目以及客體單位，程式會根據此三項設定，自動繪出分析圖，圖中水平虛線為該路段原本的容量。

若該路段尚未設定列車與路線交互關係，則無法進行敏感度分析，程式會出現圖 6-62之提示；若該路段為單線運轉，由於本程式所提供之敏感度分析項目對於單線運轉的容量分析結果影響不大，為避免使用者疑惑，故不提供敏感度分析的功能，程式會以圖 6-63提示。

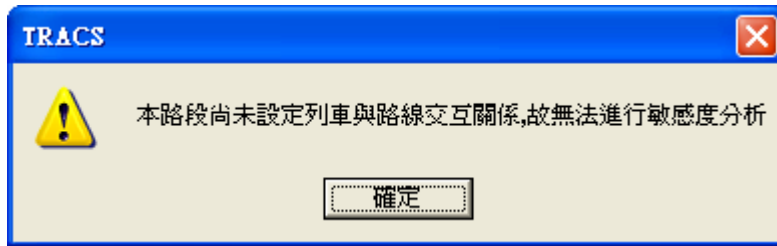


圖6-62 尚未設定列車與路線交互關係的提示對話盒

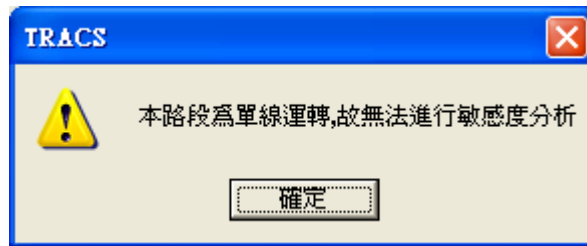


圖6-63 路段為單線運轉的提示對話盒

在此須注意，由於模式的特性，敏感度分析的結果分析圖中若出現折線屬正常情形。

6.11 輸出結果


本程式有提供輸出分析結果的功能，讓所計算出的結果能夠被利用在其他用途上，以下將分別介紹容量分析結果和敏感度分析結果的輸出方法。

6.11.1 輸出容量分析結果

容量分析計算結果的輸出格式有兩種，一種是純文字格式，可輸出成副檔名為「csv」的檔案或至剪貼簿；另一種為圖案格式，可輸出為點陣圖（副檔名為「bmp」）或向量圖（副檔名為「wmf」）的檔案，或至剪貼簿。各種輸出的操作方式詳述如下。

6.11.1.1 以純文字格式輸出成檔案

要將計算結果輸出成純文字格式檔案（副檔名為「csv」），請依下列步驟：

1. 切換到【計算結果】頁面。
2. 點選功能表上【輸出 | 輸出文字檔 | 摘要結果或詳細結果】，或按工具列上【 | 摘要結果或詳細結果】，程式會出現如圖 6-64 之對話盒。

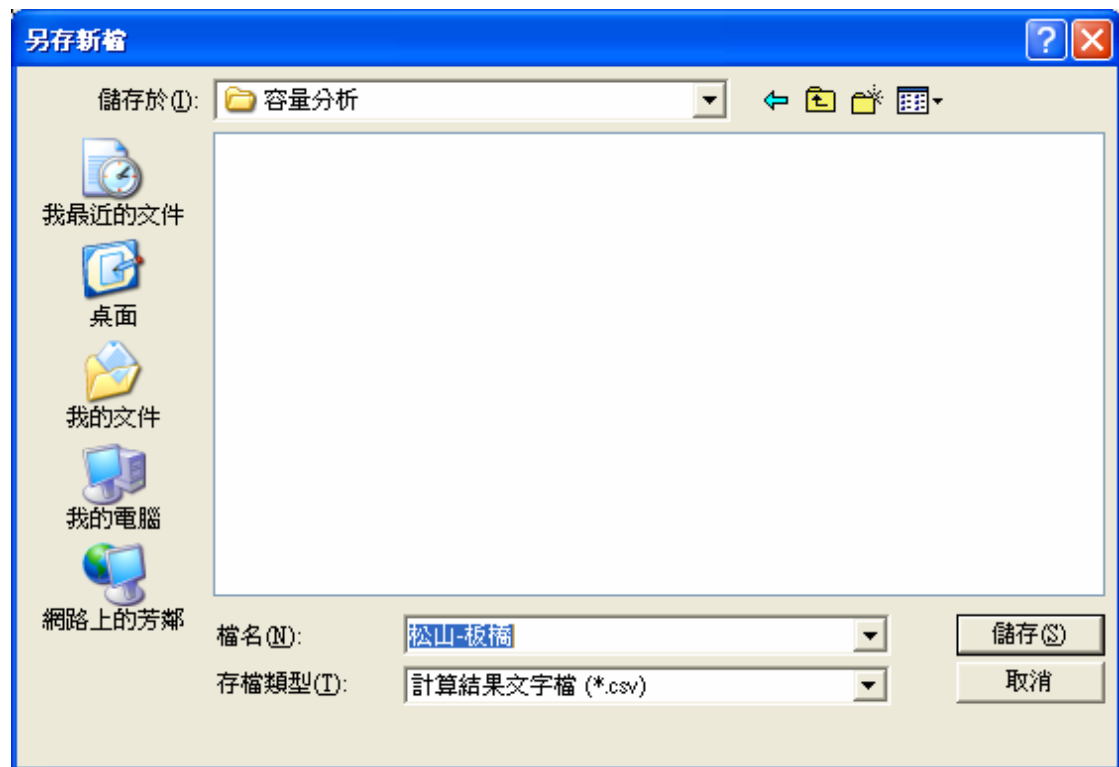



圖6-64 輸出計算結果文字檔之對話盒

3. 指定路徑與檔名後按【儲存】完成輸出工作。

6.11.1.2 以純文字格式輸出至剪貼簿

要將計算結果以純文字格式複製到剪貼簿，請依下列步驟：

1. 切換到【計算結果】頁面。
2. 點選功能表上【輸出 | 複製 | 摘要結果或詳細結果】，或按工具列上【 | 摘要結果或詳細結果】，即可完成複製到剪貼簿的動作。
3. 在完成複製後，可以在其他軟體進行貼上動作，舉凡常見的 Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft Visio 等軟體均能以「貼

上」方法將資料拷貝至該軟體進行其他應用，圖 6-65則為在 Word 貼上之畫面。

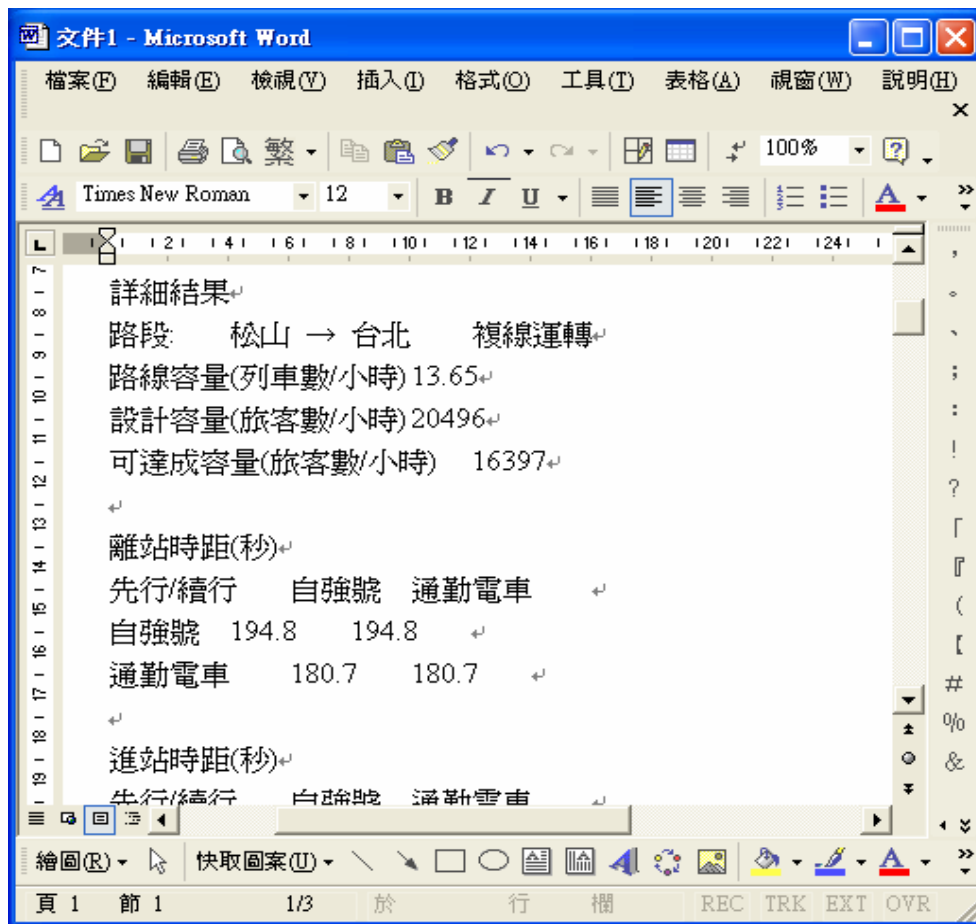



圖6-65 以文字格式輸出至剪貼簿後在 Word 軟體貼上之畫面

6.11.1.3 以圖案格式輸出成檔案

要將計算結果輸出成圖案格式檔案(副檔名為「bmp」或「wmf」)，請依下列步驟：

1. 切換到【計算結果】頁面。
2. 點選功能表上【輸出 | 輸出圖檔】，或按工具列上【】按鈕，程式會出現如圖 6-66之對話盒。

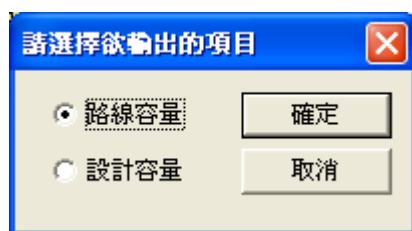


圖6-66 選擇輸出項目對話盒

3. 選取欲輸出的項目後按【確定】，會出現如圖 6-67之對話盒。

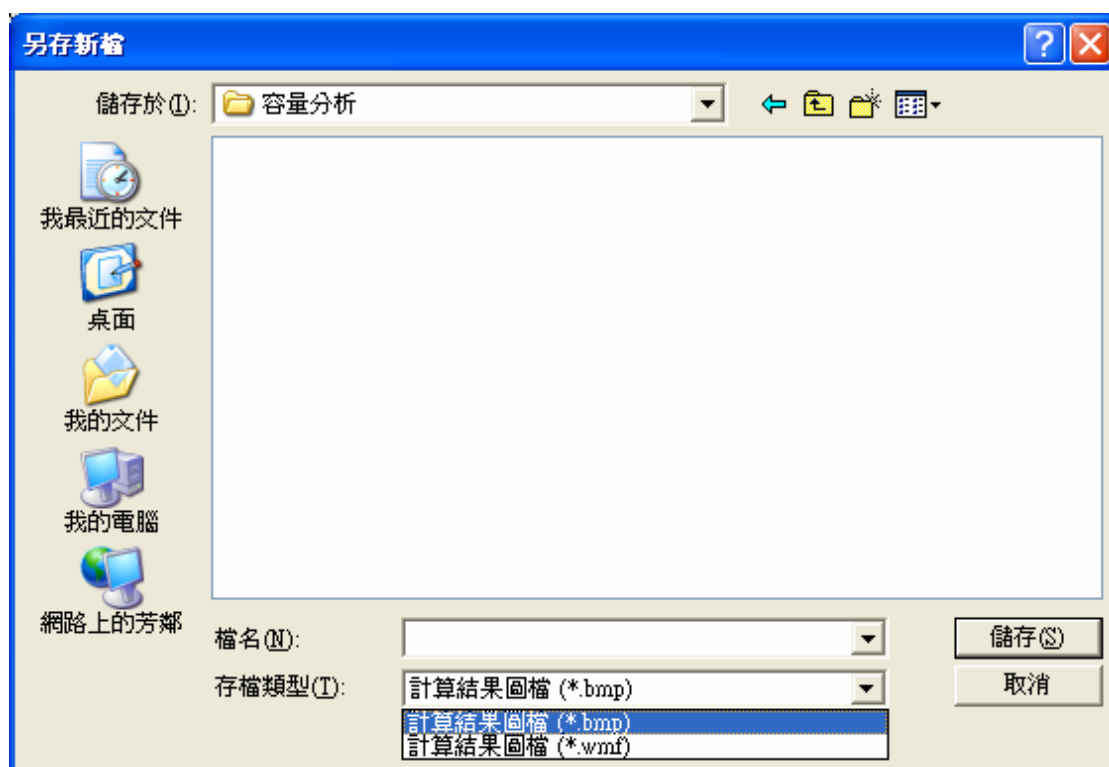



圖6-67 輸出計算結果圖檔之對話盒

4. 指定存檔類型、路徑與檔名後按【儲存】完成輸出工作。

6.11.1.4 以圖案格式輸出至剪貼簿

要將計算結果以圖案格式複製到剪貼簿，請依下列步驟：

1. 切換到【計算結果】頁面。
2. 點選功能表上【輸出 | 複製圖案】，或按工具列上【】按鈕，程式會出現如圖 6-66之對話盒。

3. 選取欲輸出的項目後按【確定】，即可完成複製到剪貼簿的動作。
4. 在完成複製後，可以在其他軟體進行貼上動作，舉凡常見的 Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft Visio 等軟體均能以「貼上」方法將資料拷貝至該軟體進行其他應用，圖 6-68則為在 Word 貼上之畫面。

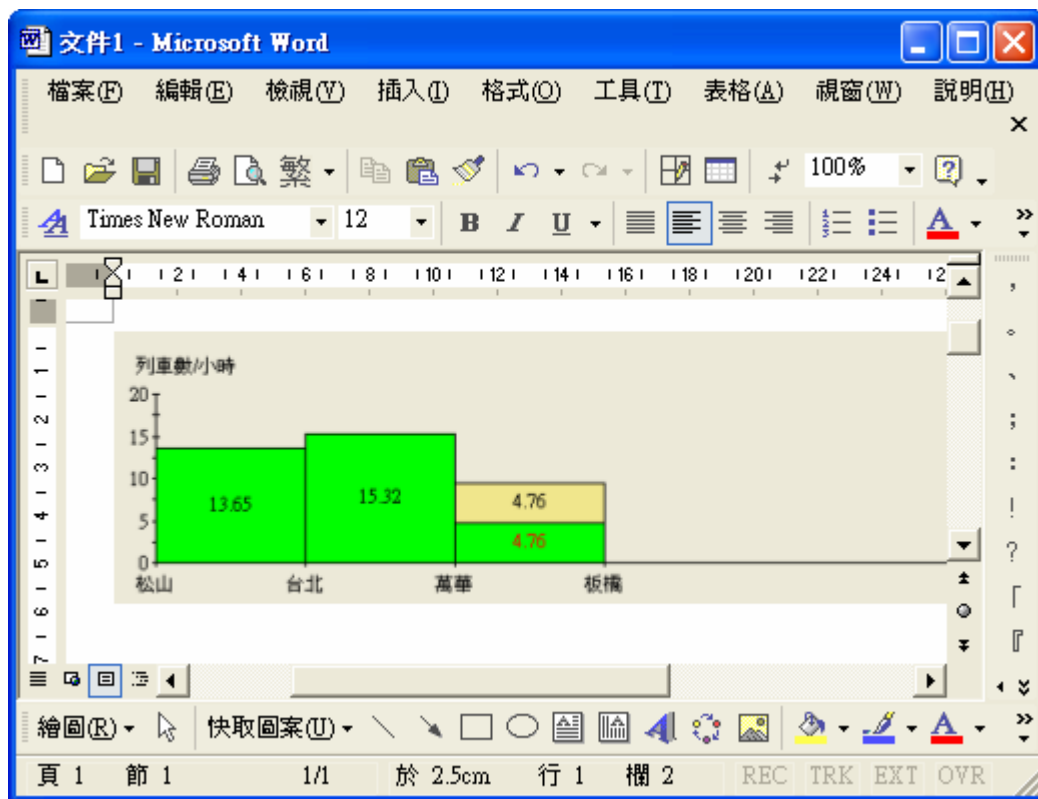


圖6-68 以圖案格式輸出至剪貼簿後在 Word 軟體貼上之畫面


6.11.2 輸出敏感度分析結果

敏感度分析結果輸出的格式僅有圖案格式一種，可輸出為點陣圖（副檔名為「bmp」）或向量圖（副檔名為「wmf」）的檔案，或至剪貼簿。各種輸出的操作方式詳述如下。

6.11.2.1 輸出成圖檔

要將敏感度分析結果輸出成圖案格式檔案（副檔名為「bmp」或「wmf」），請依下列步驟：

1. 切換到【敏感度分析】頁面。

- 點選功能表上【輸出 | 輸出圖檔】，或按工具列上 按鈕，程式會出現如圖 6-69之對話盒。

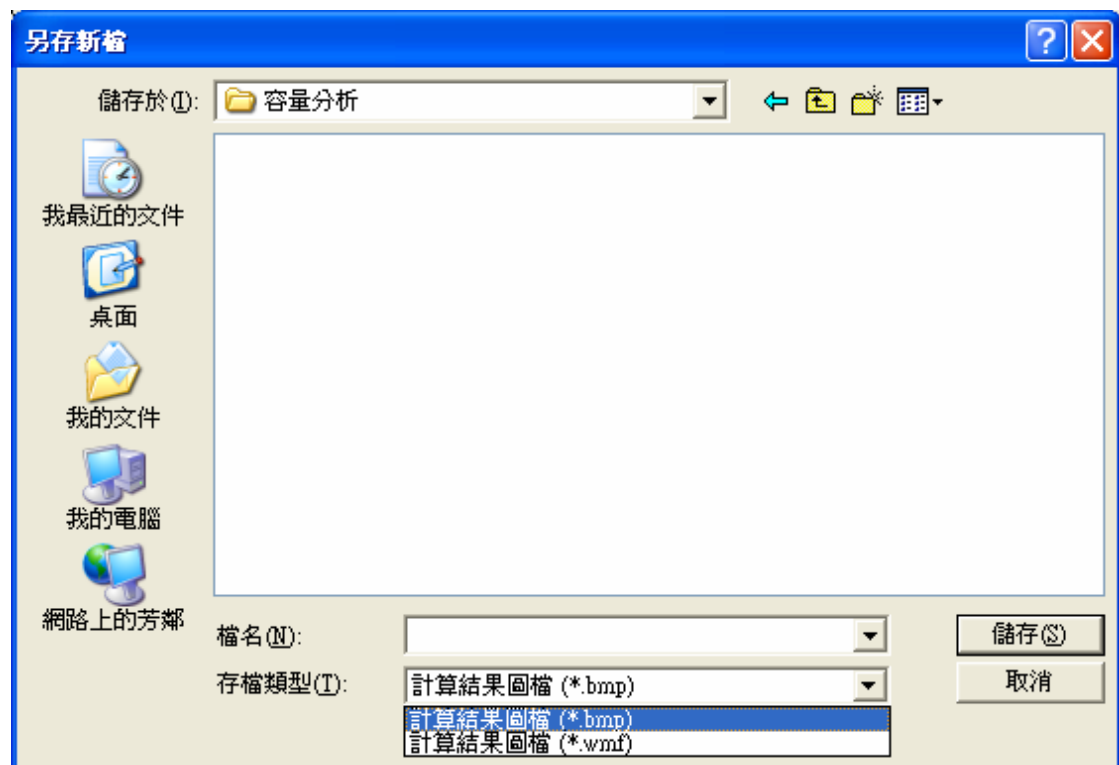



圖6-69 輸出敏感度分析結果圖檔之對話盒

- 指定存檔類型、路徑與檔名後按【儲存】完成輸出工作。

6.11.2.2 輸出至剪貼簿

要將敏感度分析結果以圖案格式複製到剪貼簿，請依下列步驟：

- 切換到【敏感度分析】頁面。
- 點選功能表上【輸出 | 複製圖案】，或按工具列上 按鈕，即可完成複製到剪貼簿的動作。
- 在完成複製後，可以在其他軟體進行貼上動作，舉凡常見的 Microsoft Word, Microsoft Excel, Microsoft Visio 等軟體均能以「貼上」方法將資料拷貝至該軟體進行其他應用，圖 6-70則為在 Word 貼上之畫面。

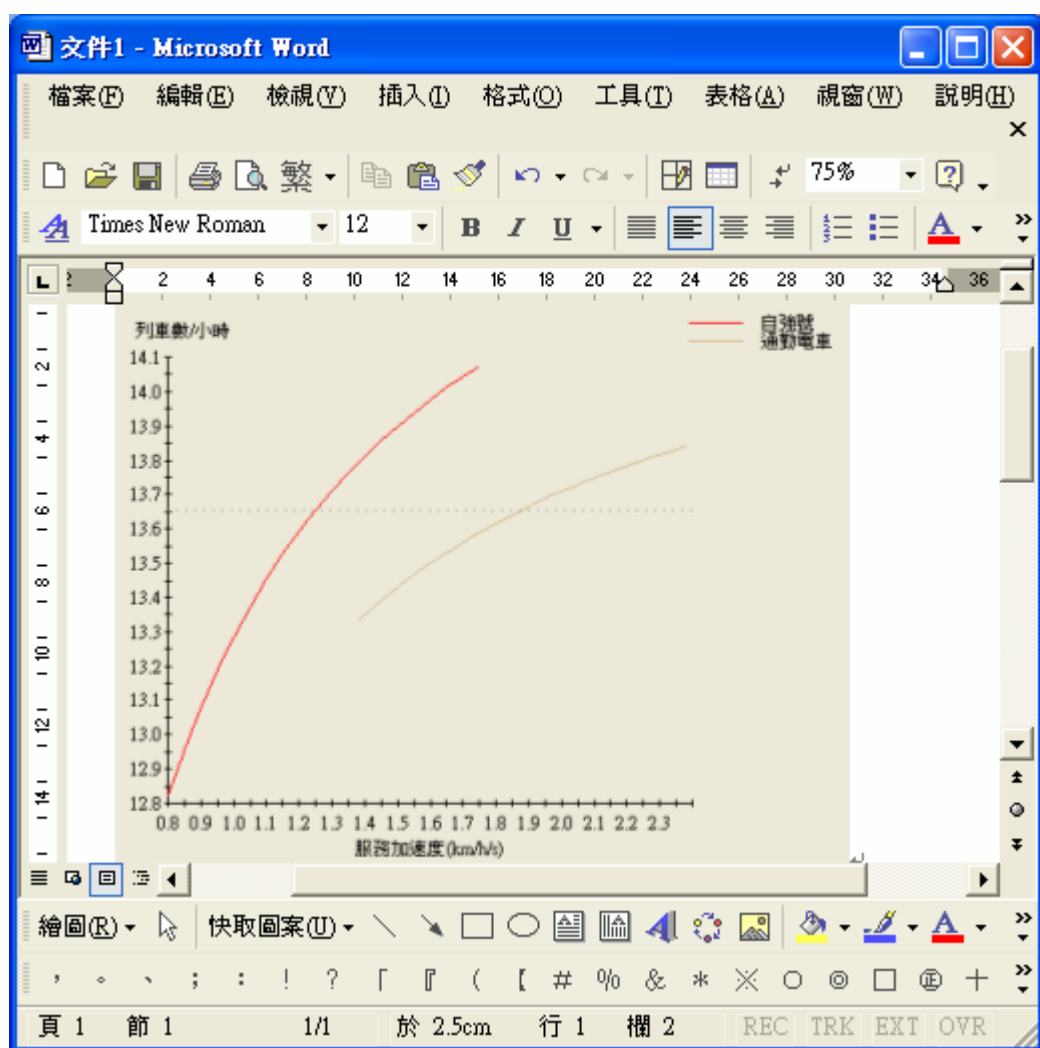


圖6-70 敏感度分析結果輸出至剪貼簿後在 Word 軟體貼上之畫面

第七章 案例分析

本案例分析是以臺鐵捷運化民國 105 年計畫年的設施為對象，進行臺鐵系統基隆—新竹段的容量分析，為了解捷運化建設在軌道容量上的影響，將分別對各車種通過比例和增設通勤車站兩項因素做分析，同時也進行各站間單／複線運轉的容量分析比較。

7.1 重要情境說明

從現在到捷運化民國 105 年計畫年之間，臺鐵將持續推動各種改善計畫，故無論是列車、車站、列車與路線交互關係等參數均有相當程度的變化，至於民國 105 年的確切狀態，並不易精確預估。本案例分析係根據目前所蒐集到的相關資料，推估臺鐵在民國 105 年的可能情況來做分析，因而有下列幾種情況與假設。

1. 僅考慮自強號和通勤電車

在列車方面，目前臺鐵預計在民國 100 年即取消莒光號和復興號，因此本案例將只考慮自強號與通勤電車兩種車種。

2. 新增之通勤車站的軌道佈設型式皆為兩股道

臺鐵捷運化建設將新增數個通勤車站，以本案例基隆—新竹段中，會新增百福、汐科、樟樹灣、浮州、北桃園、國際路、永豐路、中原大學、環南路、北新竹等十個通勤車站，但目前無法得知每個車站的軌道佈設型式，因此比照現有之通勤車站—三坑站，假設新增之通勤車站的軌道佈設型式皆為一島式月臺兩股道，或兩側式月臺兩股道。

3. 仍以未新增車站前的路段定義來做分析

本研究所提出的複線運轉計算模式主要是根據臺鐵三時相閉塞號誌系統的運作方式加以推導，因此欲以複線模式計算容量時，兩車站間的路段上必須要設有閉塞號誌。在理想情況下，新增車站前後對路段的界定會有所不同，如圖 7-1 所示，新增車站以前是計算「甲站—乙站」之路段容量；新增之後應該是計算「甲站—新增車站」、「新增車站—乙站」兩個路段。但實際上，臺鐵無論在過去（例如三坑）及未來欲增設的通勤車站在規劃時，受限於地理環境、經費及列車最短煞車距離（約 1~1.5 公里）等限制，並沒有讓所有站間都存有兩個以上的閉塞區間，故本研究暫時仍利用未新增車站前的路段定義，配合調整列車的站間運轉時間及平均巡航速度來推估容量。

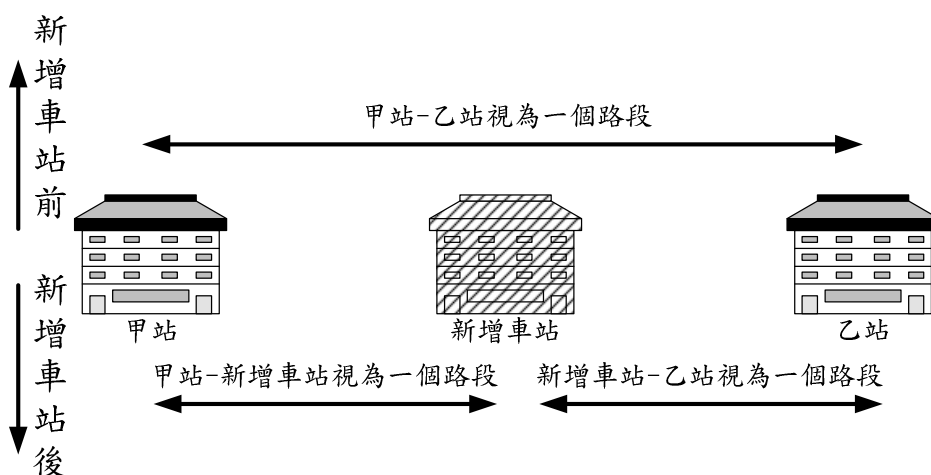


圖7-1 新增車站前／後所計算的路段之差異

4. 調整站間運轉時間

對於列車有停靠新增通勤車站的路段，其站間運轉時間依照臺鐵對於通過改停靠時的方式調整：進站減速加 30 秒、離站加速加 45 秒，且於通勤車站的停站時間比照三坑站為 30 秒，因此列車停靠一通勤車站則原路段之運轉時間共增加 105 秒。

7.2 輸入參數介紹

本程式所需輸入之參數眾多，本節將依據軟體使用手冊的分類將資料分為全域參數設定、列車參數設定、車站參數設定、列車與路線交互關係設定等四項來分別介紹。

7.2.1 全域參數設定

在本案例分析中，全域參數均採用預設值如表 7.1。

表7.1 全域參數設定參數表

參數名稱	數值
解除閉塞與清除號誌時間	4 秒
司機員與軔機反應時間	5 秒
解除第 1 股道進路、鎖定第 2 股道暨號誌變換整體作業時間	15 秒
排點時單線交會最短號誌時距	25 秒
寬裕時間係數	0.35
列車間乘載變異因子	0.8
注意號誌速限	60km/h
第二種軌道佈設採用之 α	0.3333
第三種軌道佈設採用之 β	0.75

7.2.2 列車參數設定

本案例考慮自強號與通勤電車兩種車種，其重要的相關參數如表 7.2，兩車種所編組的車廂種類、數量等詳細的車廂容量設定值則參考表 7.3與表 7.4。

表7.2 列車參數表

	自強號	通勤電車
列車長度（公尺）	236	160
服務加速度（km/h/s）	1.25	1.88
服務減速度（km/h/s）	2	2.5
加速度性能有效因子	1.0	1.0
減速度性能有效因子	1.0	1.0

表7.3 自強號列車容量設定參數表

車廂種類數：4				
車廂名稱	座位數	立位面積	乘載水準	車廂數量
PPC	52 個	15.8 m ²	4 prs/m ²	2
PPT	52 個	15.8 m ²	4 prs/m ²	8
PPH	46 個	18.5 m ²	4 prs/m ²	1
PPD	20 個	7.5 m ²	4 prs/m ²	1

表7.4 通勤電車列車容量設定參數表

車廂種類數：4				
車廂名稱	座位數	立位面積	乘載水準	車廂數量
EMC	60 個	30.0 m ²	5 prs/m ²	2
EP	60 個	30.0 m ²	5 prs/m ²	2
ET	60 個	30.0 m ²	5 prs/m ²	2
EM	60 個	30.0 m ²	5 prs/m ²	2

7.2.3 車站參數設定

車站參數設定所需要的參數細節眾多，包括閉塞區間的長度、進出站坡度、出發號誌機位置與轉轍器位置等均在考慮之中，這些參數在臺鐵捷運化工程進行的過程勢必會頻繁的變動，更遑論部份車站目前尚未動工，因此欲在民國 95 年底全面取得民國 105 年各車站的詳細資料有相當的困難，故本研究以前期研究^[6]的參數為基礎，同時根據民國 95 年 11 月底前竣工新增的月臺／股道來修改軌道佈設類型資訊，將車站參數彙總整理如表 7.5和表 7.6。表中所列軌道佈設類型可參考表 2.7，相關代號可參照圖 7-2之說明。

表7.5 車站軌道配置參數表（東正線）

	軌道 佈設 類型	進站 坡度	離站 坡度	B_2	B_1	B_s	B_n	B_{n-1}	S_x	S_t	反向 S_e
單位	無	‰	‰	公尺	公尺	公尺	公尺	公尺	公尺	公尺	公尺
基隆	III	0	2.33	-	-	500	1744	1305	85	512	116
八堵	II	5.65	7.02	1744	1305	638	1329	1133	111	512	416
七堵	I	-0.09	-6.56	638	1329	1133	1625	2605	160	700	184
汐止	III	-1.5	-3.51	1175	1134	691	1698	1493	195	434	259
南港	I	-8.21	-1	1493	1717	1150	675	1002	110	508	449
松山	I	5.88	3.97	675	1002	975	1837	1350	63	551	118
臺北	I	3.19	-2.06	1080	1060	1085	1430	885	110	535	118
萬華	II	4.17	-10.9	1430	885	502	956	1577	95	487	107
板橋	I	5.66	4.39	1577	821	1033	1001	952	95	560	117
樹林	I	3.16	4.22	1308	1286	754	1460	1060	75	472	83
山佳	IV	4.08	6.09	1060	895	622	1030	1650	210	481	320
鶯歌	I	1.19	6.8	1650	1069	663	1300	1483	80	422	120
桃園	III	-1.12	5.02	1687	1777	835	1694	2148	200	610	223
內壢	III	9.47	6.43	2148	1397	708	1777	1114	260	720	271
中壢	I	3.42	7.11	1777	1114	846	1216	2148	60	550	148
埔心	I	8.66	-1.88	2148	1740	850	1399	1807	120	540	198
楊梅	I	-6.23	-7.61	1399	1807	826	1530	2693	214	628	238
富岡	I	-6.14	-4.83	2693	2044	673	1168	2086	160	600	191
湖口	I	-6.59	-7.15	2086	1700	713	1870	2237	98	545	207
新豐	I	-3.91	-4.27	2237	1135	863	1256	1156	114	532	175
竹北	II	-4.2	1.91	1156	1597	628	1850	2163	100	492	200
新竹	I	-0.58	0	1850	2163	1708	1979	-	75	566	85

附註 1：軌道佈設類型 I 為兩島四股道以上運用方式，II 為一島一側無平面交叉三股道運用方式，III 為一島一側平面交叉三股道運用方式，IV 為一島兩股道或兩側兩股道運用方式。

表7.6 車站軌道配置參數表（西正線）

	軌道 佈設 類型	進站 坡度	離站 坡度	B_2	B_1	B_s	B_n	B_{n-1}	S_x	S_t	反向 S_e
單位	無	‰	‰	公尺	公尺	公尺	公尺	公尺	公尺	公尺	公尺
新竹	I	0	0.06	-	1974	799	2713	1989	95	800	359
竹北	II	-0.19	0.42	2713	1989	987	1083	755	156	534	213
新豐	I	0.43	0.39	1156	1152	738	1363	2237	114	645	384
湖口	III	0.72	0.66	2237	1656	640	1392	1713	98	501	131
富岡	I	0.48	0.61	1713	1767	912	1219	1593	160	621	234
楊梅	I	0.76	0.62	2055	1378	735	917	1133	214	635	189
埔心	I	0.19	-0.87	1133	1284	688	1220	1999	120	552	410
中壢	I	-0.71	-0.34	1999	1910	717	1495	1586	60	602	527
內壢	III	-0.64	-0.95	1495	1586	641	1655	2148	260	488	223
桃園	III	-0.5	0.11	2148	1368	826	2112	1182	200	596	159
鶯歌	I	-0.68	-0.12	1999	2294	667	1255	1650	80	476	127
山佳	I	-0.61	-0.41	1650	833	644	1990	983	210	475	75
樹林	I	-0.42	-0.32	1990	983	1047	1310	1603	75	535	162
板橋	I	-0.44	-0.57	1603	1521	856	2615	1249	95	503	114
萬華	II	1.1	-0.42	2615	1249	497	1329	870	95	480	96
臺北	I	0.21	-0.32	1329	870	663	1207	2250	110	501	105
松山	I	-0.4	-0.59	1090	940	785	1359	747	63	380	229
南港	I	0.1	0.82	1359	747	707	2407	1493	110	517	192
汐止	III	0.35	0.15	1493	1367	705	1930	1788	200	578	115
七堵	I	0.66	0.01	1788	3443	501	1113	947	160	441	172
八堵	II	-0.7	-0.57	501	1113	947	1013	1724	50	463	177
基隆	III	-0.23	0	1013	1724	500	-	-	160	440	-

附註 1：軌道佈設類型 I 為兩島四股道以上運用方式，II 為一島一側無平面交叉三股道運用方式，III 為一島一側平面交叉三股道運用方式，IV 為一島兩股道或兩側兩股道運用方式。

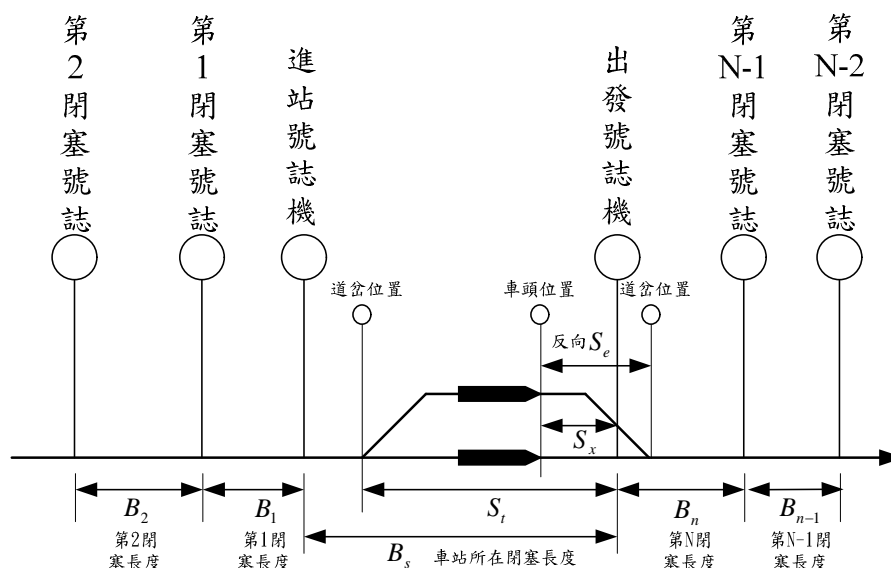


圖7-2 車站配置參數代號說明圖

7.2.4 列車與路線交互關係設定

列車與路線交互關係的設定參數眾多，其中有關「單/複線運轉」以及車種比例的設定則是根據第7.3節不同的分析情境來加以設定，本節的重點在於羅列分析程式中如圖 7-3之介面所需要的參數資訊，這些資訊包括了（1）平均巡航速度（2）站間運轉時間（3）停站時間三項，以下分別說明之。

設定 自強號 列車於松山 → 台北間的參數

參數設定輔助圖形

"自強號" 之交互關係設定

進站前平均巡航速度(km/h)	75	站間平均巡航速度(km/h)	75
順行運轉時間(秒)	300	逆行運轉時間(秒)	300
松山站停站時間(秒)	120	台北站停站時間(秒)	120

確定(O) 取消(C)

圖7-3 列車與路線交互關係設定對話盒

7.2.4.1 平均巡航速度

在前期研究中，自強號與通勤電车的平均巡航速度設定值如表 7.7。本研究考量民國 105 年，通勤電車於新的通勤車站將因(1)通過改停車所增加的運轉時間；(2)在通勤車站停靠所增加的時間兩原因增加運轉時間，進而降低平均巡航速度，經上述兩因素調整後的平均巡航速度如表 7.8，表中標示網底為調整過數值。

表7.7 各區間列車平均巡航速度參數表（調整前）

	東正線（下行區間）		西正線（上行區間）	
	自強號	通勤電車	自強號	通勤電車
基隆-八堵	63.64	61.42	63.64	61.42
八堵-七堵	60.34	66.84	77.59	69.58
七堵-汐止	71.14	72.23	65.66	71.16
汐止-南港	79.85	80.22	79.85	80.22
南港-松山	68.60	71.85	85.75	71.85
松山-臺北	84.77	82.91	84.77	82.91
臺北-萬華	67.99	71.53	61.81	69.04
萬華-板橋	70.20	73.61	75.21	73.61
板橋-樹林	99.84	84.74	92.71	84.74
樹林-山佳	84.68	81.02	84.68	81.02
山佳-鶯歌	81.09	80.59	81.09	80.59
鶯歌-桃園	78.68	83.50	78.68	81.89
桃園-內壢	95.03	86.68	101.82	86.68
內壢-中壢	105.32	78.79	105.32	85.28
中壢-埔心	107.01	85.48	107.01	88.19
埔心-楊梅	108.02	79.87	97.21	79.87
楊梅-富岡	108.93	88.54	108.93	86.18
富岡-湖口	113.65	87.18	113.65	84.52
湖口-新豐	105.13	88.31	105.13	88.31
新豐-竹北	72.15	79.42	72.15	79.42
竹北-新竹	93.60	83.46	93.60	83.46

單位：km/h

表7.8 各區間列車平均巡航速度參數表（調整後）

	東正線（下行區間）		西正線（上行區間）	
	自強號	通勤電車	自強號	通勤電車
基隆-八堵	63.64	61.42	63.64	61.42
八堵-七堵	60.34	66.84	77.59	69.58
七堵-汐止	71.14	65.85	65.66	65.12
汐止-南港	79.85	63.28	79.85	63.28
南港-松山	68.60	71.85	85.75	71.85
松山-臺北	84.77	82.91	84.77	82.91
臺北-萬華	67.99	71.53	61.81	69.04
萬華-板橋	70.20	73.61	75.21	73.61
板橋-樹林	99.84	71.28	92.71	71.28
樹林-山佳	84.68	81.02	84.68	81.02
山佳-鶯歌	81.09	80.59	81.09	80.59
鶯歌-桃園	78.68	74.13	78.68	73.09
桃園-內壢	95.03	65.46	101.82	65.46
內壢-中壢	105.32	65.39	105.32	68.26
中壢-埔心	107.01	72.34	107.01	73.76
埔心-楊梅	108.02	79.87	97.21	79.87
楊梅-富岡	108.93	88.54	108.93	86.18
富岡-湖口	113.65	87.18	113.65	84.52
湖口-新豐	105.13	88.31	105.13	88.31
新豐-竹北	72.15	79.42	72.15	79.42
竹北-新竹	93.60	71.33	93.60	71.33

單位：km/h

7.2.4.2 站間基準運轉時間

目前臺鐵的自強號與通勤電車於各區間的基準運轉時間如表 7.9，當臺鐵捷運化後，通勤電車通過有增設通勤車站的路段，則依 7.1 節所述來調整運轉時間，調整後的基準運轉時間如表 7.10，表中標示網底為調整過數值。

表7.9 基準運轉時間參數表（調整前）

站名	下行基準運轉時間(分鐘)		上行基準運轉時間(分鐘)	
	自強	通勤電車	自強	通勤電車
基隆	○	○	○	○
	4.00	6.00	3.75	6.00
八堵	○	○	○	○
	2.25	3.00	1.75	2.75
七堵	○	○	○	○
	6.00	8.00	6.50	8.25
汐止	○	○	○	○
	4.50	5.50	4.50	5.50
南港	○	○	○	○
	2.75	3.25	2.50	3.25
松山	○	○	○	○
	5.25	5.50	5.25	5.50
台北	○	○	○	○
	3.00	3.25	3.00	3.50
萬華	○	○	○	○
	4.00	4.75	4.50	4.75
板橋	○	○	○	○
	4.00	4.50	3.75	4.50
樹林	○	○	○	○
	2.75	3.50	2.75	3.50
山佳	○	○	○	○
	3.25	4.00	3.25	4.00
鶯歌	○	○	○	○
	6.50	7.00	6.75	7.25
桃園	○	○	○	○
	4.50	4.75	3.75	4.75
內壢	○	○	○	○
	2.75	3.75	2.50	3.25
中壢	○	○	○	○
	4.75	4.75	3.75	4.50
埔心	○	○	○	○
	2.25	3.75	2.50	3.75
楊梅	○	○	○	○
	3.75	5.25	3.75	5.50
富岡	○	○	○	○
	3.00	4.50	3.00	4.75
湖口	○	○	○	○
	3.50	4.75	3.50	4.75
新豐	○	○	○	○
	4.00	4.50	4.00	4.50
竹北	○	○	○	○
	4.00	5.00	4.50	5.00
新竹	○	○	○	○

表7.10 基準運轉時間參數表（調整後）

站名	下行基準運轉時間(分鐘)		上行基準運轉時間(分鐘)	
	自強	通勤電車	自強	通勤電車
基隆	○	○	○	○
	4.00	6.00	3.75	6.00
八堵		○		○
	2.25	3.00	1.75	2.75
七堵		○		○
	6.00	9.75	6.50	10.00
汐止		○		○
	4.50	9.00	4.50	9.00
南港		○		○
	2.75	3.25	2.50	3.25
松山	○	○	○	○
	5.25	5.50	5.25	5.50
台北	○	○	○	○
	3.00	3.25	3.00	3.50
萬華		○		○
	4.00	4.75	4.50	4.75
板橋	○	○	○	○
	4.00	6.25	3.75	6.25
樹林	○	○	○	○
	2.75	3.50	2.75	3.50
山佳		○		○
	3.25	4.00	3.25	4.00
鶯歌		○		○
	6.50	8.75	6.75	9.00
桃園	○	○	○	○
	4.50	8.25	3.75	8.25
內壢		○		○
	2.75	5.50	2.50	5.00
中壢	○	○	○	○
	4.75	6.50	3.75	6.25
埔心		○		○
	2.25	3.75	2.50	3.75
楊梅		○		○
	3.75	5.25	3.75	5.50
富岡		○		○
	3.00	4.50	3.00	4.75
湖口		○		○
	3.50	4.75	3.50	4.75
新豐		○		○
	4.00	4.50	4.00	4.50
竹北		○		○
	4.00	6.75	4.50	6.75
新竹	○	○	○	○

7.2.4.3 停站時間

兩種列車於各車站的停站時間如表 7.11，對於民國 105 年新增之通勤車站（以網底標示），僅通勤列車停站，且停站時間皆為 30 秒。

表7.11 各車站停站時間參數表

車站	自強號	通勤電車	車站	自強號	通勤電車
基隆 ¹	1	1	鶯歌	0	1
三坑	0	0.5	北桃園	0	0.5
八堵	0	1	桃園	1.5	1
七堵	0	1	國際路	0	0.5
百福	0	0.5	永豐路	0	0.5
五堵	0	0.5	內壢	0	0.5
汐止	0	1	中原大學	0	0.5
汐科	0	0.5	中壢	1.5	1
樟樹灣	0	0.5	環南路	0	0.5
南港	0	0.5	埔心	0	0.5
松山	1.5	1	楊梅	0	0.5
臺北	4	4	富岡	0	0.5
萬華	0	1	湖口	0	0.5
板橋	1.5	1	新豐	0	0.5
浮州	0	0.5	竹北	0	0.5
樹林	1	1	北新竹	0	0.5
山佳	0	0.5	新竹	1.5	1

單位：分鐘

註解 1：基隆站之停站時間僅考慮旅客上下車時間，不包括巡車等端末站例行事務。

7.3 分析結果

本研究擬針對交通組成變化、增設通勤車站、單／複線運轉三個議題對容量之影響進行分析，分析的結果與結論分述如後。

7.3.1 交通組成對於容量之影響

本研究考量民國 105 年時自強號與通勤電車數量比例分別為 1：3、1：4、1：5、0：1 等四種情境來逐一分析計算，其計算結果如表 7.12 和表 7.13，由表可知絕大部分的路段，其容量會隨著通勤電車所佔的比例有所增加，尤其在設計容量方面，由於通勤電車在座位數、立位面積和乘載水準等參數較高，使得列車總乘位高於自強號，因此提高通勤電車的比例有助於設計容量的提升。

表7.12 路線容量結果比較表

		東正線				西正線			
路段	車種 比例	1 比 3	1 比 4	1 比 5	0 比 1	1 比 3	1 比 4	1 比 5	0 比 1
	路段 長度(m)								
基隆－八堵	3712.5	10.42	10.55	10.66	11.37	10.64	10.8	10.92	11.74
八堵－七堵	2262.9	13.24	13.36	13.44	14.01	15.34	15.42	15.49	16.01
七堵－汐止	7113.5	8.88	8.99	9.08	9.75	7.55	7.64	7.72	8.22
汐止－南港	5988.6	9.28	9.44	9.58	10.68	9.01	9.15	9.26	10.13
南港－松山	2858.4	18.34	18.5	18.62	19.4	17.45	17.53	17.6	18.08
松山－臺北	6357.9	14.47	14.53	14.57	14.75	13.63	13.67	13.7	13.83
臺北－萬華	2832.9	15.91	16.04	16.14	16.7	14.61	14.73	14.82	15.41
萬華－板橋	4387.3	14.39	14.55	14.66	15.43	11.48	11.5	11.52	11.6
板橋－樹林	5407.8	14.18	14.27	14.36	15.03	12.02	12.11	12.19	12.83
樹林－山佳	3881.2	15.63	15.8	15.92	16.75	13.52	13.6	13.66	14.07
山佳－鶯歌	4392.4	14.8	14.96	15.09	15.9	14.77	14.9	15	15.61
鶯歌－桃園	8196.1	10.44	10.57	10.67	11.25	9.57	9.71	9.82	10.51
桃園－內壢	5939.5	9.52	9.66	9.81	10.5	9.8	10.01	10.19	11.47

表 7.12 路線容量結果比較表（續）

		東正線				西正線			
路段	車種 比例 路段 長度(m)	1 比 3	1 比 4	1 比 5	0 比 1	1 比 3	1 比 4	1 比 5	0 比 1
內壢－中壢	3949.5	11.6	11.68	12.12	12.35	12.23	12.35	12.45	13.26
中壢－埔心	5796.4	11.27	11.21	11.17	11.07	11.35	11.36	11.38	11.62
埔心－楊梅	4050.6	13.56	13.63	13.68	14.12	16.72	16.86	16.98	17.84
楊梅－富岡	6808.4	11.17	11.19	11.22	11.42	13.7	13.8	13.88	14.51
富岡－湖口	5682.3	12.94	12.98	13.01	13.28	12.89	12.97	13.04	13.6
湖口－新豐	6132.8	12.51	12.54	12.58	12.83	13.11	13.23	13.32	13.98
新豐－竹北	4810	14.59	14.7	14.77	15.28	16.86	17.06	17.21	18.18
竹北－新竹	5849.7	9.01	9.01	9.01	9.12	9.33	9.35	9.37	9.59

單位：列車數／小時

表7.13 設計容量結果比較表

		東正線				西正線			
路段	車種 比例 路段 長度(m)	1 比 3	1 比 4	1 比 5	0 比 1	1 比 3	1 比 4	1 比 5	0 比 1
基隆－八堵	3712.5	16571	16977	17271	19096	16930	17369	17692	19731
八堵－七堵	2262.9	21064	21485	21784	23534	24406	24808	25100	26894
七堵－汐止	7113.5	14119	14464	14720	16381	12008	12294	12504	13814
汐止－南港	5988.6	14752	15189	15527	17943	14335	14714	15003	17015
南港－松山	2858.4	29167	29758	30175	32585	27752	28200	28519	30378
松山－臺北	6357.9	23018	23366	23600	24788	21683	21991	22198	23242
臺北－萬華	2832.9	25304	25800	26145	28052	23235	23686	24007	25884
萬華－板橋	4387.3	22891	23398	23760	25916	18252	18498	18662	19492
板橋－樹林	5407.8	22549	22956	23261	25256	19114	19479	19753	21546
樹林－山佳	3881.2	24861	25406	25797	28140	21510	21880	22141	23645
山佳－鶯歌	4392.4	23545	24068	24445	26710	23487	23964	24299	26218
鶯歌－桃園	8196.1	16611	17008	17288	18905	15214	15615	15904	17656

表 7.13 設計容量結果比較表（續）

		東正線				西正線			
路段	車種 比例 路段 長度(m)	1 比 3	1 比 4	1 比 5	0 比 1	1 比 3	1 比 4	1 比 5	0 比 1
桃園－內壢	5939.5	15147	15538	15890	17648	15580	16108	16508	19264
內壢－中壢	3949.5	18449	18789	19646	20744	19450	19864	20178	22273
中壢－埔心	5796.4	17921	18024	18101	18594	18048	18269	18436	19524
埔心－楊梅	4050.6	21571	21915	22167	23725	26588	27124	27516	29973
楊梅－富岡	6808.4	17758	18000	18172	19186	21786	22194	22494	24381
富岡－湖口	5682.3	20580	20869	21077	22314	20495	20857	21127	22853
湖口－新豐	6132.8	19891	20175	20377	21554	20856	21279	21588	23493
新豐－竹北	4810	23201	23636	23940	25663	26814	27440	27888	30550
竹北－新竹	5849.7	14335	14489	14603	15314	14841	15040	15187	16105

單位：旅客數／小時

7.3.2 增設通勤車站對容量之影響

為了明瞭「沒有增設閉塞號誌及交會待避設施前提下增設通勤車站」對軌道容量的影響，本研究針對未來民國 105 年欲增設通勤車站的路段，分析當自強號和通勤電車的數量比例為 1：3 之情境的容量，並將所得結果和 7.3.1 節之結果相比，整理成表 7.14 和表 7.15，可發現有增設通勤車站（無進站號誌與交會待避設施）的路段，不論是在路線容量還是設計容量上，均會有下降的現象。

表 7.14 增設通勤車站結果比較（東正線）

		無通勤車站		增設通勤車站	
路段	路段長度 (m)	路線容量 (列車數/hr)	設計容量 (旅客數/hr)	路線容量 (列車數/hr)	設計容量 (旅客數/hr)
七堵→汐止	7113.5	9.91	15754	8.88	14119
汐止→南港	5988.6	11.63	18492	9.28	14752
板橋→樹林	5407.8	16.94	26944	14.18	22549
鶯歌→桃園	8196.1	11.22	17848	10.44	16611

表 7.14 增設通勤車站結果比較（東正線）（續）

		無通勤車站		增設通勤車站	
路段	路段長度 (m)	路線容量 (列車數/hr)	設計容量 (旅客數/hr)	路線容量 (列車數/hr)	設計容量 (旅客數/hr)
桃園→內壢	5939.5	11.31	17990	9.52	15147
內壢→中壢	3949.5	13.22	21034	11.6	18449
中壢→埔心	5796.4	12.92	20549	11.27	17921
竹北→新竹	5849.7	10.4	16538	9.01	14335

表7.15 增設通勤車站結果比較（西正線）

		無通勤車站		增設通勤車站	
路段	路段長度 (m)	路線容量 (列車數/hr)	設計容量 (旅客數/hr)	路線容量 (列車數/hr)	設計容量 (旅客數/hr)
新竹→竹北	5849.7	10.76	17113	9.33	14841
埔心→中壢	5796.4	13.4	21314	11.35	18048
中壢→內壢	3949.5	14.08	22388	12.23	19450
內壢→桃園	5939.5	12.08	19217	9.8	15580
桃園→鶯歌	8196.1	10.67	16964	9.57	15214
樹林→板橋	5407.8	14.14	22484	12.02	19114
南港→汐止	5988.6	11.55	18369	9.01	14335
汐止→七堵	7113.5	8.3	13208	7.55	12008

對於此影響可用圖 7-4來說明，若路段間增設一島式月臺兩股道或兩側式月臺兩股道的通勤車站，則通過該路段的通勤電車基準運轉時間變長，平均巡航速度變慢，這兩項參數在模式中會使得列車的待避損失時間和號誌安全時距增加，所導致的結果便是軌道容量降低。

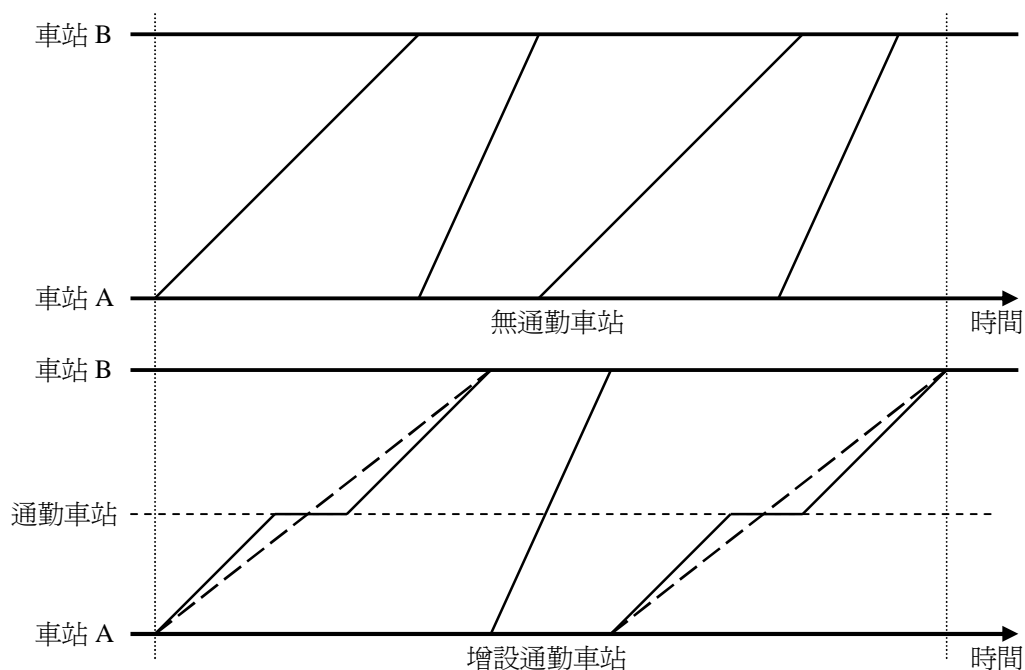


圖7-4 增設通勤車站對軌道容量的影響

7.3.3 單／複線運轉對容量之影響

為了能夠深入瞭解單／複線運轉對於容量的影響，本研究將基隆—新竹間各路段分別以單／複線運轉的模式加以計算，在自強號與通勤電車的列車比例為 1：3 的情境假設下，將計算結果整理如表 7.16 和表 7.17。其中複線運轉容量值係指單方向運轉（東正線為下行；西正線為上行）之容量值，而單線運轉的容量值為上/下行雙向所通過的列車總數與旅客總數，此點必須特別注意。

表7.16 單複線運轉結果比較（東正線）

路段	路段長度 (m)	複線運轉		單線運轉	
		路線容量 (列車數/hr)	設計容量 (旅客數/hr)	路線容量 (列車數/hr)	設計容量 (旅客數/hr)
基隆→八堵	3712.5	10.42	16571	7.55	12011
八堵→七堵	2262.9	13.24	21064	14.46	23004
七堵→汐止	7113.5	8.88	14119	4.74	7532
汐止→南港	5988.6	9.28	14752	5.36	8525

表 7.16 單複線運轉結果比較（東正線）（續）

		複線運轉		單線運轉	
路段	路段長度 (m)	路線容量 (列車數/hr)	設計容量 (旅客數/hr)	路線容量 (列車數/hr)	設計容量 (旅客數/hr)
南港→松山	2858.4	18.34	29167	12.66	20137
松山→臺北	6357.9	14.47	23018	7.59	12075
臺北→萬華	2832.9	15.91	25304	12.02	19116
萬華→板橋	4387.3	14.39	22891	8.82	14021
板橋→樹林	5407.8	14.18	22549	7.32	11640
樹林→山佳	3881.2	15.63	24861	11.92	18956
山佳→鶯歌	4392.4	14.8	23545	10.51	16715
鶯歌→桃園	8196.1	10.44	16611	5.09	8098
桃園→內壢	5939.5	9.52	15147	5.82	9258
內壢→中壢	3949.5	11.6	18449	8.87	14108
中壢→埔心	5796.4	11.27	17921	7.1	11291
埔心→楊梅	4050.6	13.56	21571	11.63	18491
楊梅→富岡	6808.4	11.17	17758	8.25	13126
富岡→湖口	5682.3	12.94	20580	9.46	15047
湖口→新豐	6132.8	12.51	19891	9.16	14563
新豐→竹北	4810.0	14.59	23201	9.28	14752
竹北→新竹	5849.7	9.01	14335	6.79	10806

表7.17 單複線運轉結果比較（西正線）

		複線運轉		單線運轉	
路段	路段長度 (m)	路線容量 (列車數/hr)	設計容量 (旅客數/hr)	路線容量 (列車數/hr)	設計容量 (旅客數/hr)
新竹→竹北	5849.7	9.33	14841	6.79	10806
竹北→新豐	4810.0	16.86	26814	9.28	14752
新豐→湖口	6132.8	13.11	20856	9.16	14563
湖口→富岡	5682.3	12.89	20495	9.59	15250
富岡→楊梅	6808.4	13.7	21786	8.25	13126
楊梅→埔心	4050.6	16.72	26588	11.63	18491
埔心→中壢	5796.4	11.35	18048	7.1	11291

表 7.17 單複線運轉結果比較（西正線）（續）

		複線運轉		單線運轉	
路段	路段長度 (m)	路線容量 (列車數/hr)	設計容量 (旅客數/hr)	路線容量 (列車數/hr)	設計容量 (旅客數/hr)
中壢→內壢	3949.5	12.23	19450	8.87	14108
內壢→桃園	5939.5	9.8	15580	5.82	9258
桃園→鶯歌	8196.1	9.57	15214	5.09	8098
鶯歌→山佳	4392.4	14.77	23487	10.51	16715
山佳→樹林	3881.2	13.52	21510	11.92	18956
樹林→板橋	5407.8	12.02	19114	7.32	11640
板橋→萬華	4387.3	11.48	18252	8.82	14021
萬華→臺北	2832.9	14.61	23235	12.02	19116
臺北→松山	6357.9	13.63	21683	7.59	12075
松山→南港	2858.4	17.45	27752	12.66	20137
南港→汐止	5988.6	9.01	14335	5.36	8525
汐止→七堵	7113.5	7.55	12008	4.74	7532
七堵→八堵	2262.9	15.34	24406	14.46	23004
八堵→基隆	3712.5	10.64	16930	7.55	12011

單線/複線運轉的閉塞制度並不相同，複線運轉採用的閉塞方式為三位式閉塞制度；單線運轉則是待對向的先行列車進站通過轉轍器及警衝標後，續行列車即可離站，兩者差異甚鉅。從解析模式中的公式即可發現，當其他條件都一致時，複線運轉將隨閉塞區間越短¹而提升容量；單線運轉則會隨著站間運轉時間的縮短而提升容量，當列車加減速度與最高速度差異不大時，站間距離則為一個重要的影響因子，當站距越短時，單線運轉的優勢越大，反之亦然。以極端的狀況為例：若甲乙兩站以單線運轉，當站距分別為 0.5 公里、1 公里、5 公里、50 公里，甚至 300 公里時，其容量會大幅的降低，因為在站距長的路段

¹ 理論上閉塞區間越小，容量越大，但閉塞區間必須考慮列車的最小煞車距離，不可能無限制的縮限，以臺鐵系統的客運列車而言，應至少有 1 公里左右的長度。

採單線運轉時，先行列車一旦離站，勢必等到行駛至對向車站方能開行另一續行列車，但若採取複線運轉，續行列車不需等待先行列車到達下一站即可離站進行跟車動作。但反過來說，當站距極短的情況下，有可能發生當先行列車已經到達下一車站，複線運轉的續行列車卻因為要保持號誌安全時距而無法開車，但此時單線運轉的續行列車卻已經可以對開，進而導致單線運轉的容量高於複線運轉，其圖形說明可以參考圖 7-5。

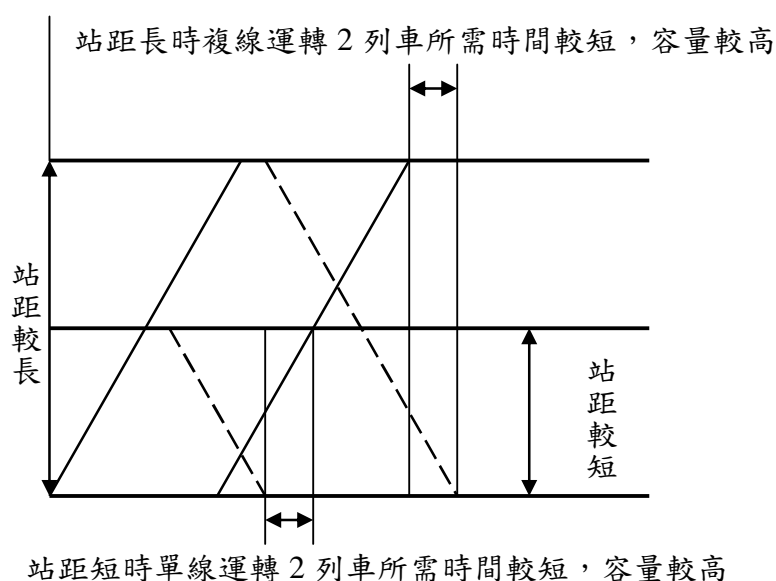


圖7-5 單/複線運轉比較示意圖

由於上述這些特性，在表 7.16裡站間距離僅有 2.2 公里的八堵—七堵路段存在有複線運轉容量略低於單線的情境發生，此為理論模式的特性之一，但實務上的單線運轉仍有若干細節尚未被模式納入考慮，包括在站間有雙軌的路段裡，相較於複線運轉，採單線運轉會產生更多的平面交叉衝突，且會大量使用橫渡線設施，而這些影響因素並沒有辦法在解析模式中予以考慮，故表 7.16中的單線容量值可能會有高估之虞。此外，本研究發展的模式不論單/複線的計算模式，均僅考慮單一路段的參數與特性，隱含有「在計算某一路段時，假設其他路段均遷就本路段來促使本路段達到最高容量」之假設，並非通盤考量列車在整條路線上的續行狀況，因此亦有可能高估容量，此特性在

單線計算上更為明顯，試想若某路段的上下游路段皆為單線路段，其實務的排班容量勢必遠低於該路段的上下游路段均為雙軌之情境。

基於上述原因，實務上單線運轉要達到比複線運轉更高的效率並不容易，同時亦會增加排班的困難度，且在實際營運過程中若需運轉整理時，亦會大幅增加調度人員的工作負擔與列車對撞風險，因此本研究仍建議在站間具有雙軌設施的路段上，均以複線運轉來營運為佳。

第八章 結論與建議

本研究根據前期研究的解析模式開發出一套容量分析工具軟體，撰寫詳細的軟體使用說明文件，並利用此工具，以臺鐵捷運化建設民國 105 年計畫年為對象，針對基隆至新竹間各路段，進行幾個相關的案例分析，最後本研究獲得以下結論與建議。

8.1 結論

1. 本研究開發出符合臺灣地區地域特性的容量分析工具軟體，具高度運算效率，且有圖形化介面與即時解說資訊便於操作與使用，對未來在執行容量分析的工作上將有所幫助。
2. 回顧國外各類軌道容量分析模式軟體，多數軟體的特色為多路段分析、專為容量分析所開發、圖形化介面等，本軟體除了也有相同的特色之外，還提供處理車種組成複雜的情形以及敏感度分析功能，且為繁體中文語系適合國人使用。
3. 本研究對前期研究的成果做更深入的探討後，將模式作部分改善，使其能更符合實際狀況。包括：
 - (1) 單線運轉之路段的瓶頸號誌安全時距，除了考慮交會的號誌安全時距外，還需考慮在臺鐵排點實務上，對於反向列車交會的狀況所保持的最小號誌時距。
 - (2) 運轉寬裕時間的考量應包含「號誌安全時距」與「交會待避損失時間」兩項較符合常理。
 - (3) 在過去的一般認知中，認為當先行列車的速度大於續行列車時，因續行列車無法追上先行列車，只要在出發車站保持安全時距，運轉過程中就不會發生列車衝突，但若抵達車站的站內軌道配置較差、站間距離過短或其他因素，可能導致在

抵達車站會發生進站的號誌安全時距不足之現象，因此在計算瓶頸號誌安全時距，還是要同時考慮出發車和抵達車站的號誌安全時距。反之先行列車的速度小於續行列車時亦然。

4. 從案例分析的結果中，可以發現在自強號與通勤電車之交通組成下，提高通勤電車的比例將有助於提升軌道容量。
5. 對於臺鐵捷運化建設方面，以臺鐵目前三時相閉塞號誌系統的運作方式，在不增設號誌機及交會待避功能之設施的前提下，增設通勤車站會使該路段容量明顯降低。
6. 單線運轉由於續行列車必須待先行列車進站後方能離站，就容量的分析計算而言相當不利，但隨著站間距離越短（站間運轉時間很短），此劣勢將可能逐漸轉為優勢，但若考慮實務上列車在數個路段間的續行行為以及因為單線運轉產生的平面交叉衝突與橫渡線使用，在雙軌區間採複線運轉較為合適。

8.2 建議

1. 對於臺鐵捷運化建設方面，建議在新增通勤車站時，若能在考量列車煞車距離的前提下增設進站號誌機或閉塞號誌機，同時提供可供交會待避之軌道設施，可減少增設捷運化車站對容量造成的衝擊。
2. 軌道容量分析所需的背景知識相當繁複，即使透過本軟體輔助，亦有若干細節需要注意，因此建議在明年度所進行的教育訓練中，其課程內容應從基本的容量分析基礎知識開始由淺而深，在程式操作方面需有實際演練，藉此也可根據使用者實際使用本程式所得到的經驗與建議，回饋修正程式，使得程式能更加完善。
3. 前期研究已累積不少軌道容量相關研究成果，以及本研究所開發的容量分析軟體及案例分析結果，可作為後續年度國內軌道容量手冊編訂工作之參考。

4. 容量分析以客觀科學且有系統的方法所求得結果，然而此結果和旅客真正的感受之間的關係卻不得而知，服務品質的概念便是要了解班距、乘載水準、軌道容量等數值對旅客的意義，後續研究可深入探討服務品質與容量的關聯性，建立定量關係，以便解讀容量分析所反映出的現象，將有助於將容量分析的結果與旅客的認知感受加以整合。
5. 本研究在進行敏感度分析時，並沒有考慮該變數變動時所衍生的變化，因此會與現實狀況有些許差異。以列車加減速度為例，在站間距離不變的前提下，當列車加減速度的性能變好，對於站間基準運轉時間以及平均巡航速度應會有一定的影響；再以閉塞區間為例，在路線總長度和閉塞號誌數不變的情況下，減少某段閉塞區間長度，勢必造成其他閉塞區間長度增加，但目前軟體在敏感度分析時並未考量上述情境，建議未來可進行相關研究，使得分析能更符合實際狀況，提供工程改善的建議。
6. 本研究的案例分析的輸入參數資料，是由臺鐵不同部門單位所提供的資料加以整合計算而成，若能建立軟硬體設施資料庫，將有助於資料整合，減少資料蒐集方面的工作量，且未來開發其他輔助軟體時，便可直接從資料庫取得需要的資訊，提高輸入效率及減少輸入錯誤。
7. 軌道容量分析尚有相當多課題值得研究，例如探討場站或末端站的容量分析問題，將來可做進一步的理論研究或模式發展。

參考文獻

1. 中華民國 93 年臺灣鐵路統計年報，交通部臺灣鐵路管理局編印。
2. 中華顧問工程司，台鐵兼具都會區捷運功能增設通勤車站評估規劃，交通部臺灣鐵路管理局，民國 92 年 6 月。
3. 台北大眾捷運股份有限公司，網址：<http://www.trtc.com.tw/>。
4. 台北市政府捷運工程局網頁，網址：<http://www.dorts.gov.tw>。
5. 軌道容量研究－臺鐵系統容量模式之建構分析（一），交通部運輸研究所，民國 94 年 3 月。
6. 軌道容量研究－臺鐵系統容量模式之建構分析（二），交通部運輸研究所，民國 95 年 4 月。
7. 臺灣地區軌道系統容量研究架構暨臺北捷運系統容量分析，交通部運輸研究所，民國 93 年 6 月。
8. 鐵路立體化建設推動優先順序之研究，交通部運輸研究所，民國 92 年。
9. 交通部鐵路改建工程局網頁，網址：<http://www.trupo.gov.tw>。
10. 林柏誠，「中運量電聯車簡介」，捷運技術，第 28 期，民國 92 年 2 月，頁 25-44。
11. 凌建勳，「列車服務計畫」，捷運技術，第 18 期，民國 87 年 2 月，頁 1-11。
12. 高雄市政府捷運工程局網頁，網址：<http://www.kcg.gov.tw/~mtbu/>。
13. 黃德治，「城際運輸系統之轉型與蛻變（台灣鐵路）」，中華民國運輸學會年會專題座談資料集，民國 90 年 11 月。
14. AEA Technology Inc.網站，網址：<http://www.aeat.co.uk/rail/>。
15. CANAC, Inc.網站，網址：<http://www.canac.com/>。
16. EPFL LITEP 網站，網址：<http://www.railnet2.ch/default.htm>。

17. Ferrovie dello Stato Spa - Divisione Infrastruttura, European Railways Optimisation Planning Environment - Transportation Railways Integrated Planing, EuROPE-TRIP, 2000.
18. Hooghiemstra, J. S. and Teunisse, M. J. G., “The Use of Simulation in the Planning of the Dutch Railway Services”, *Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference*, 1998, pp. 1139-1145.
19. Incontrol Enterprise Dynamics 網站，網址：<http://incontrol.nl/>。
20. IVE 公司網站，網址：http://www.ive.uni-hannover.de/index_en.shtml。
21. Kittelson & Associates, Inc., Transit Capacity and Quality of Service Manual 1st Edition (TCRP Web Document 6)，Transportation Research Board, National Research Council, U.S.A., 1999.
22. Kittelson & Associates, Inc., Transit Capacity and Quality of Service Manual 2nd Edition (TCRP Report 100)，Transportation Research Board, National Research Council, U.S.A., 2003.
23. Leilich, R., “Application of Simulation Models in Capacity Constrained Rail Corridors”, *Proceedings of the 1998 Winter Simulation Conference*, 1998, pp. 1125-1133.
24. Middelkoop, D. and Bouwman, M., “SIMONE: Large Scale Train Network Simulations”, *Proceedings of the 2001 Winter Simulation Conference*, 2001, pp. 1042-1047.
25. MultiModal Applied Systems 網站，網址：<http://www.multimodalinc.com>。
26. Parkinson, T. and Fisher, I., Rail Transit Capacity (TCRP Report 13)，Transportation Research Board, National Research Council, U.S.A., 1996.
27. Rail Sciences Inc.網站，網址：<http://www.railsciences.com>。
28. SMA und Partner AG 公司網站，網址：<http://www.viriato.ch/vp/vstart.php>。
29. STRATEC 公司網站，網址：<http://www.stratec.be>。
30. SYSTRA Consulting, Inc.網站，網址：<http://www.railsim.com/default.htm>

31. Vromans, M.J.C.M., **Reliability of Railway Systems**, Erasmus University Rotterdam Ph.D Thesis, 2005.
32. Vuchic, V. R., **Urban Public Transportation Systems and Technology**, Prentice-Hall, Inc, Englewood Cliffs, New Jersey, 1981.
33. Vuchic, V. R., **Urban Transit : Operations, Planning and Economics**, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey, 2005.
34. Wood, D. and Robertson, S., “Planning tomorrow's railway - role of technology in infrastructure and timetable options evaluation”, *Computers in Railways VIII*, pp. 721-730.

附錄 A 期中工作會議資料

運輸系統容量分析暨應用研究-軌道系統(1/4) (95.05.12)

1. 會議資料摘要

本會議資料包括下列課題

- (1) 目前工作進度
- (2) 未來工作計畫
- (3) 問題討論

2. 目前工作進度

以下說明「傳統暨區域鐵路容量分析程式」之程式需求規劃與系統雛型。

2.1 軟體發展方向與原則

茲以下述五點說明本期欲開發之軟體的發展原則。

- (1) 圖形化使用介面：為便於操作與使用，完全捨棄傳統文字介面暨參數設定檔之操作，改以 GUI (Graphic User Interface) 之架構呈現。
- (2) 以 Microsoft Windows 為執行平台：以國內目前最普遍的 Win32 作業系統為主，包括了 Win95/98/NT/2000/XP 等個人電腦 (Personal Computer) 中常見之作業系統。
- (3) 原生執行碼：本程式在系統中具有直接執行之能力，毋須透過其他 Virtual Machine 即能單獨執行，除了效率高之外，毋須依附其他商業軟體的特性也有助於授權安裝與推廣。
- (4) 預設參數：由於容量分析所需參數眾多，在使用者無法取得所有所需參數時，程式必須有內建參數的機制，如此方能滿足各種不同需求。亦能達到簡化計算的目的。

- (5) 繁體中文語系：無論程式介面與線上說明檔，若非中文裡無通用且貼切之翻譯詞，均以繁體中文方式呈現。

2.2 「主控程式」功能與特色

由於不同軌道系統之運轉特性差異，其容量分析的重點亦有所不同，在先前的研究已根據「容量分析」的觀點將系統分為四類，包括：

1. 第一類系統：有副正線、專用路權、錯會車行為及三位式號誌等特性。
2. 第二類系統：有專有路權、停站型態一致等特性
3. 第三類系統：類似第一類系統，但號誌系統略有差異
4. 第四類系統：無專有路權、無閉塞系統

若以廣為國人所熟知的軌道系統來區分，前四類系統典型的代表分別為「傳統暨區域鐵路系統」、「都會捷運系統」、「高速鐵路系統」及「輕軌運輸系統」。為便於使用者選擇適當的系統，需要有一「主控程式」來協助使用者選擇適當的模組，其型式或外觀可以如下圖。



未來國內可能有其他軌道系統陸續加入營運（例如高雄捷運或中正機場聯外捷運系統等），若在分類或應用上產生問題時，可考量另外對模式予以客製化，同時考量國內軌道系統數量尚不至於過多，建議未來可以在主控程式中新增圖示或系統，而毋須執著於建構一套分類的標準來套用。

2.3 「傳統暨區域鐵路模組」功能與特色

「傳統暨區域鐵路模組」程式為本期研究的開發重點，其主要功能在於協助分析人員完成「傳統暨區域鐵路」之容量分析。

根據前兩期的研究報告可知，軌道容量分析的步驟約有 10 餘項之多，過程相當繁複，同時需視不同的情境挑選計算公式，且須完成若干加權平均之動作。但有了軟體輔助之後，許多運算與判斷均由程式內部自行批次完成，毋須使用者費心，因此分析步驟亦有所不同，使用程式輔助計算容量的主要步驟如下：

1. 調整/設定全域變數設定值
2. 新增並設定列車屬性資料
3. 新增並設定車站屬性資料
4. 設定不同路段的交通組成與車路交互關係
5. 進行單一路段/多路段的容量分析
6. 檢視/儲存計算結果

換言之，本期開發之程式除具有計算分析之能力，亦包含輸入變數之維護管理以及計算結果之儲存展示功能。就功能性角度來分析，主要功能包括下述四點。

1. 模式輸入參數管理模組
2. 容量分析計算模組
3. 計算結果檢視/輸出模組
4. 專案儲存/載入模組

整體而言，本程式主要的功能概觀如下圖，後續章節會針對目前已開發之項目進行更詳細的介紹。

■	模式輸入參數管理
➡	全域變數
➡	列車變數
▶	列車長度
▶	列車性能
▶	列車乘位
▶	新增/刪除/更名/匯出/匯入列車資料
➡	車站/路線屬性變數
▶	車站軌道佈設型式
▶	閉塞區間長度
▶	進站/離站坡度
▶	其他車站內變數
▶	插入/刪除/更名/匯出/匯入車站資料
➡	交通組成
▶	路段上採用之列車列表
▶	路段上列車組成比例
▶	設定列車於路段上之交互關係
➡	站間運轉時間
➡	停站時間
➡	巡航速度
■	軌道容量分析計算
➡	單一路段分析計算
➡	多路段分析計算
➡	敏感度分析計算
▶	列車加速度因子
▶	列車減速度因子
▶	閉塞區間長度
▶	列車巡航速度
■	分析結果檢視
➡	詳細計算結果檢視(單一路段)
➡	整體計算結果檢視(多路段)
■	資料儲存
➡	儲存專案檔
➡	開啓專案檔
➡	另存專案檔

2.4 參數檢視/參數設定介面

由前述的分析步驟可知，六大步驟中有四項屬於參數設定，其重要性不言可喻，故本節將依序介紹下述四類資料的輸入功能需求。

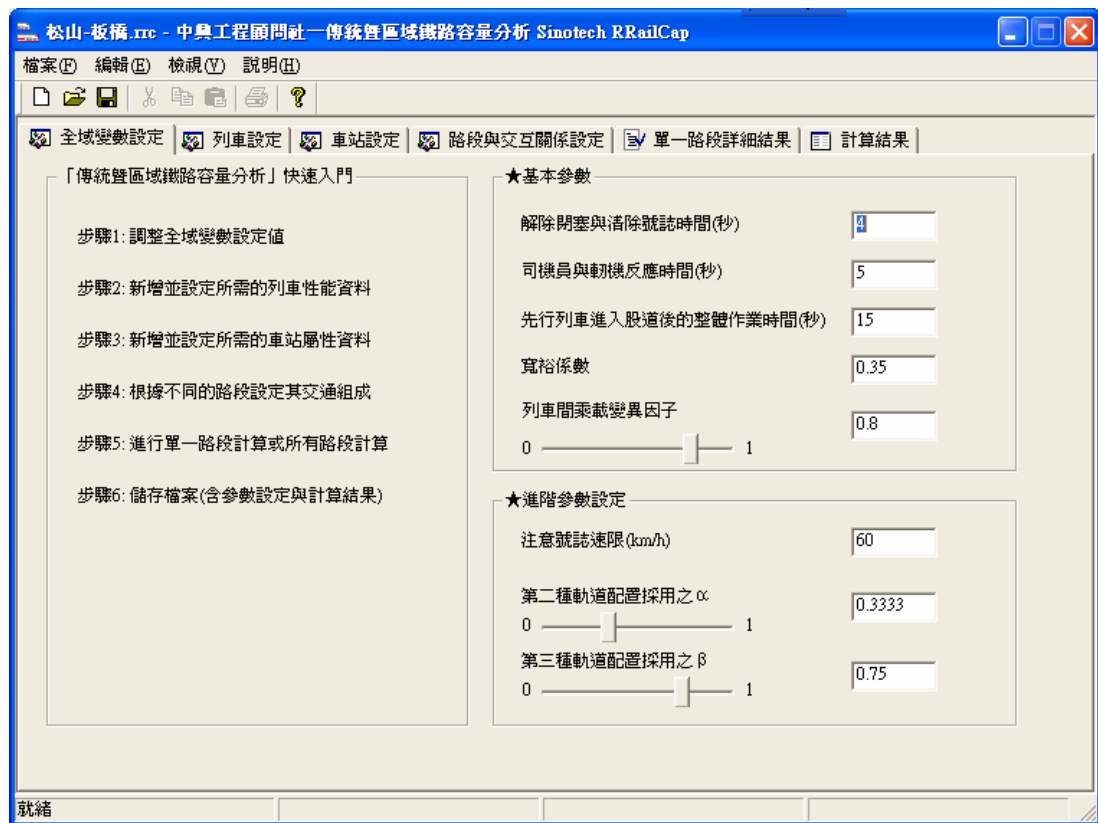
1. 全域變數設定
2. 列車性能設定
3. 車站屬性設定
4. 交通組成設定（含車種組成與列車與路線交互關係）

2.4.1 全域變數設定

全域變數設定的主要功能在於讓使用者進行下表中各變數的設定

1. 解除閉塞與清除號誌時間
2. 司機員與軔機反應時間
3. 先行列車進入股道後的整體作業時間
4. 寬裕時間係數
5. 列車間乘載變異因子
6. 注意號誌速限
7. 第二種軌道佈設之不同股道時隔比例
8. 第三種軌道佈設之不同股道時隔比例

為了便於使用者應用，程式在執行時對各變數皆須有預設值，分析過程中較不需要去修改的變數則歸為「進階參數設定」。其介面可參考下圖。



2.4.2 列車性能參數管理

「列車性能參數」之管理不同於前述的全域變數管理，因為傳統暨區域鐵路系統本身具有交通組成複雜之特性，因此程式必須協助使用者管理若干列車的性能參數資料。

故此部分的功能而言，至少要能夠有下述功能

1. 新增一筆列車參數
2. 移除一筆列車參數
3. 檢視選取之列車參數
4. 編輯選取之列車參數

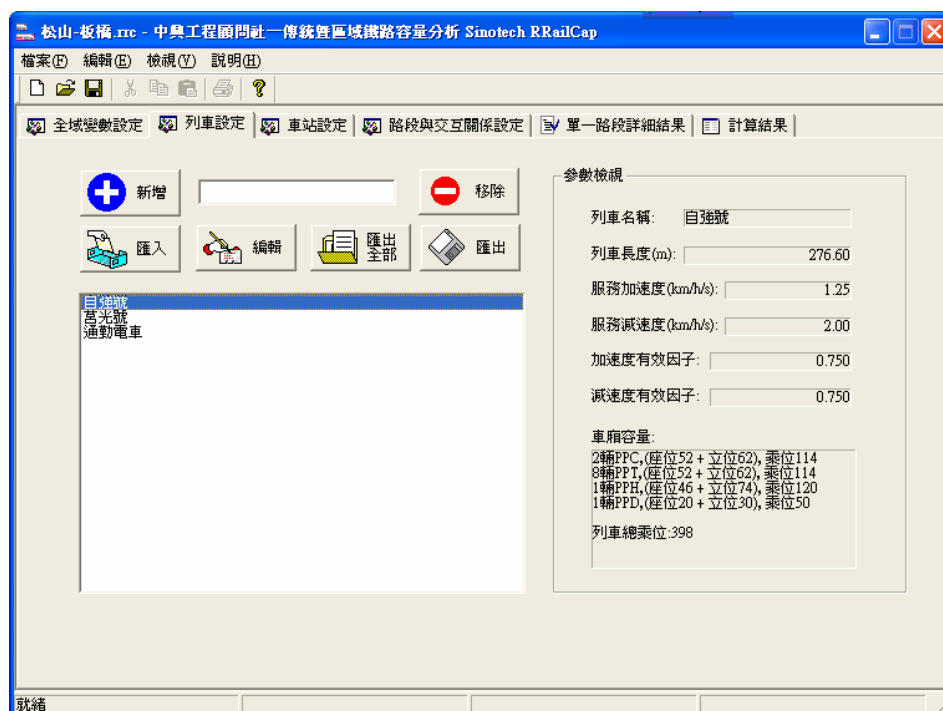
若考量列車屬性資料可能需應用於其他專案，因此可考慮進階的功能如下：

1. 匯出列車參數
2. 匯入列車參數

針對單一筆列車性能資料，使用者需要檢視/編輯眾多參數，至少包括下述幾項。

1. 列車名稱
2. 列車長度
3. 服務加速度
4. 服務減速度
5. 加速度有效性
6. 減速度有效性
7. 列車容量
 - 列車中之編組車輛種類數
 - 列車中各種車輛座位數
 - 列車中各種車輛立位面積
 - 列車中各種車輛乘載水準
 - 列車中各種車輛之數目

為達到上述需求，列車性能設定的主頁如下圖



欲修改列車性能變數則以雙擊方式或挑選列車物件後按「編輯」按鈕，即會以下述介面輔助使用者進行變數設定或修改。

編修改列車資料: 自強號

基本參數

列車長度:

服務加速度: 加速度達成因子:

服務減速度: 減速度達成因子:

車廂容量設定

序號	車廂名稱	座位數	立位面積 (m ²)	乘載水準 (prs/m ²)	車廂數	小計
1	PPC	52	15.50	4.00	2	228.00
2	PPT	52	15.50	4.00	8	912.00
3	PPH	46	18.50	4.00	1	120.00
4	PPD	20	7.50	4.00	1	50.00

車廂種類數:

確定(O) 取消(C)

2.4.3 車站屬性參數管理

車站屬性參數管理類似於列車性能資料管理，皆需要管理若干筆資料，因此亦須要有四項主要功能。

1. 插入一筆車站參數
2. 移除一筆車站參數
3. 檢視選取之車站參數
4. 編輯選取之車站參數

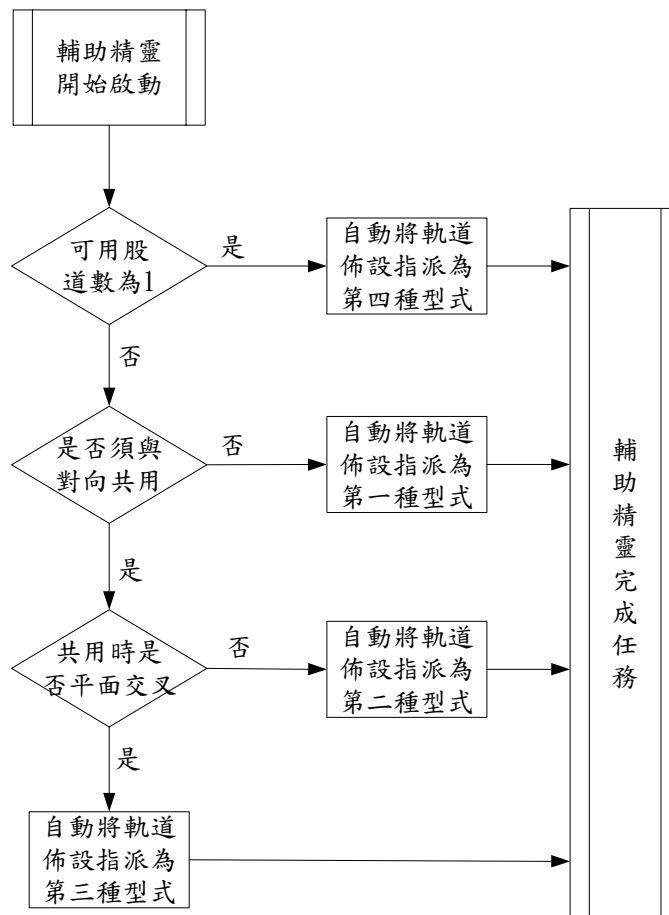
若考量車站屬性資料可能需應用於其他專案，因此可考慮進階的功能如下：

1. 匯出車站參數
2. 匯入車站參數

針對單一筆列車性能資料，使用者需要檢視/編輯眾多參數，至少包括下述幾項。

1. 車站名稱
2. 進站坡度
3. 離站坡度
4. 軌道佈設型式
5. 第二閉塞區間長度
6. 第一閉塞區間長度
7. 車站所在閉塞區間長度
8. 離站後的第一個閉塞區間長度
9. 離站後的第二個閉塞區間長度
10. 停車位置與出發號誌距離
11. 車尾至道岔距離

其中「軌道佈設型式」是初接觸本程式的使用者較無概念的，因此除了利用圖形輔助設定外，亦須利用數個問題來協助使用者挑選，其邏輯如下圖。



綜合上述需求，車站屬性參數管理的設計如下。



欲修改車站性能變數則以雙擊方式或挑選車站物件後按「編輯」按鈕，即能利用下述介面輔助使用者進行變數設定或修改。

編輯修改車站資料：台北

軌道佈設型式

參數設定輔助圖形

車站參數設定

進站坡度: 3.188419

離站坡度: -2.05536

第2開塞區間長度: 1080

第1開塞區間長度: 1060

車站所在區間開塞區間長度: 1085

第N開塞區間長度: 1430

第N-1開塞區間長度: 885

道岔到號誌距離: 535

車頭到出發號誌距離: 110

反向的Se: 250

✓ 確定(O)
✗ 取消(C)

如欲修改軌道佈設方式可以利用以下之對話盒來修改，或者利用協助精靈來完成。

軌道佈設型式設定

軌道佈設型式選擇

1

2

3

4

✓ 確定(O)
✗ 取消(C)
? 協助(H)

軌道配置選擇輔助精靈

同向可用軌道數為1?

☒ 是(Y) ☐ 否(N)

軌道配置選擇輔助精靈

是否須與對向共用?

☒ 是(Y) ☐ 否(N)

軌道配置選擇輔助精靈

共用時是否平面交叉?

☒ 是(Y) ☐ 否(N)

軌道配置選擇輔助精靈

已經協助您完成股道配置選擇

2.4.4 車種組成參數管理

「傳統暨區域鐵路」容量計算有一個相當重要的特色—「交通組成複雜」，即需設定車種組成比例以及列車於路線上的運轉時間、停站時間及巡航速度等資訊，同時上述資訊在不同的區間往往是不相同的。

基於上述的需求，程式必須協助使用者逐一指派每一個區間的交通組成資訊，這些資訊的設定可以概分為兩階段。

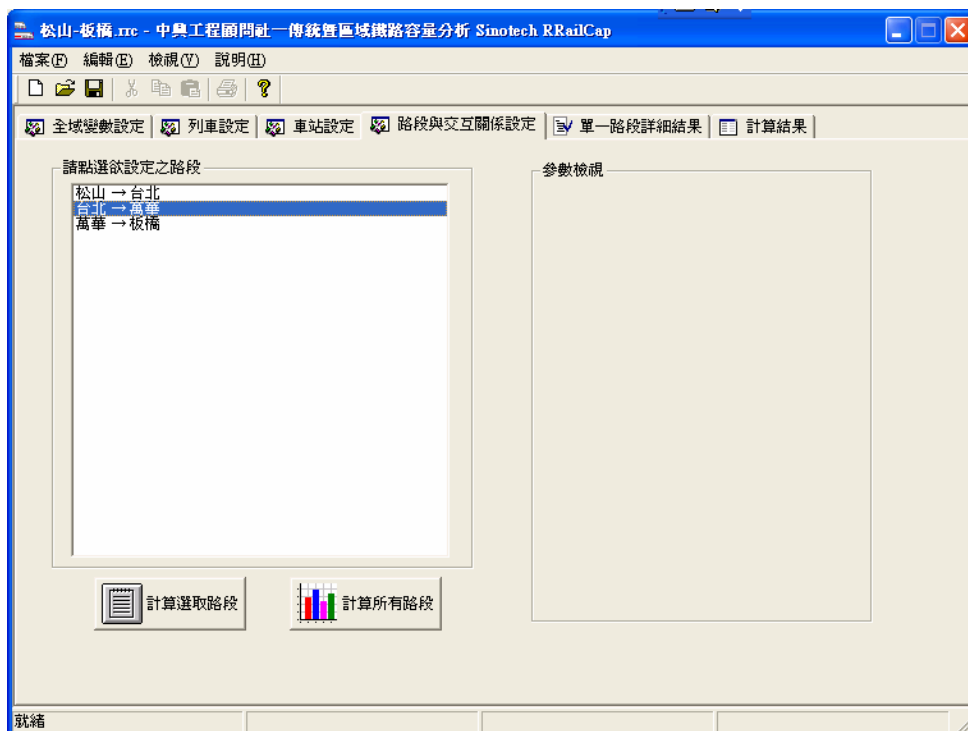
1. 第一階段

- 在先前設定的各種列車資料裡，挑選本路段所採用之列車
- 設定選取列車在本路段之比例

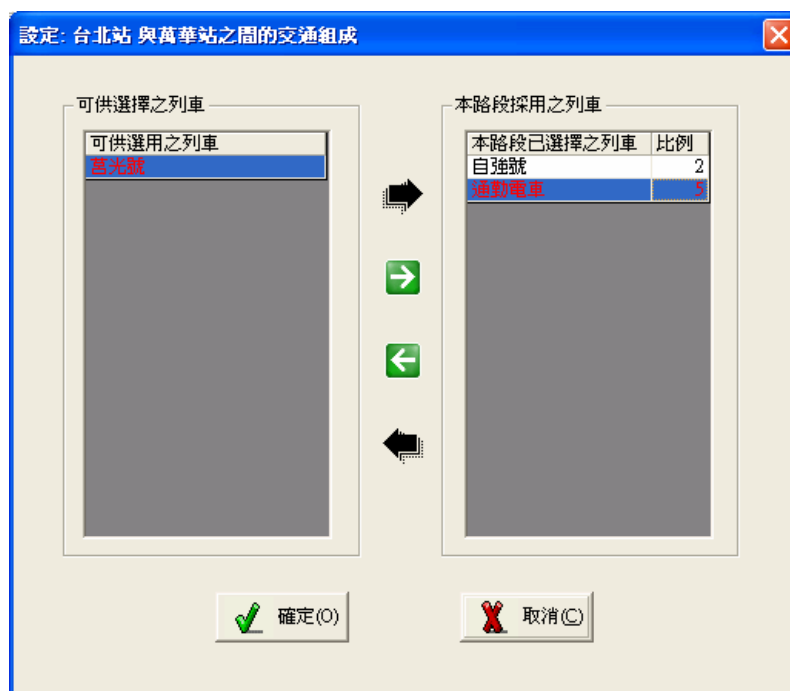
2. 第二階段：針對各路段挑選之列車，逐一設定下述資訊

- 列車進入「路段起站」之巡航速度
- 列車於「路段起站」之表定停車時間
- 列車離開「路段起站」之巡航速度
- 列車於本路段之順行運轉時間
- 列車於本路段之逆行運轉時間
- 列車進入「路段迄站」之巡航速度
- 列車於「路段迄站」之表定停車時間
- 列車離開「路段迄站」之巡航速度

車種組成設定必須分別針對每個「車站區間」來設定，然而車站區間則由程式根據使用者輸入的車站資訊自動產生，毋須使用者費心。綜合上述需求，可透過下述的介面來達成。



使用者可雙擊欲設定之路段（區間）呼叫下圖來調整交通組成



針對上圖已挑選列車，則可進一步設定其在本路段上比例，若再加以雙擊，則會帶出「列車與車站交互關係」對話盒如下圖來輔助使用者進行設定。

設定 通勤電車 列車於松山 → 台北間的參數

交互關係設定

進站巡航速度	離站巡航速度	進站巡航速度	離站巡航速度
80 km/h	60 km/h	90 km/h	70 km/h

松山站 停車時間: 120 秒

台北站 停車時間: 120 秒

順行運轉時間: 300 秒

逆行運轉時間: 300 秒

出現比例: 5

確定(O) 取消(C)

2.4.5 輸入資料防呆機制與架構

一般而言，常見的輸入資料錯誤包括：

1. 資料必須為數值，但使用者誤植為文字或符號。
2. 資料必須為整數/實數，但使用者輸入錯誤
3. 使用者輸入的數值在正負號或範圍不合理

因此程式必須能提醒/防範使用者輸入不適當的數值，同時儘可能作到下述幾點：

1. 即時檢查並即時反應不同的錯誤訊息
2. 不以對話盒干擾使用者的操作流程
3. 要求使用者進行正確設定後方可離開

為達到上述需求，本研究案擬以狀態列（Status Bar）來顯示資訊。

2.5 單一路段計算結果檢視

在過去研究案裡，即使輸入資料皆已備齊，容量計算的程序與流程仍相當複雜，但現在開發的程式將會處理絕大多數的判斷和計算，因此使用者僅需點選欲分析路段即可馬上得到計算結果。

計算結果理應包括下述資訊：

1. 摘要資訊（含路段名稱、路線容量、設計容量、可達成容量）
2. 離站時距
3. 進站時距
4. 號誌安全時距
5. 待避損失時間
6. 交通組成比例
7. 運轉時隔

綜合上述需求，其介面可以設計如下圖。

松山-板橋11.rrc - 中興工程顧問社-傳統管區域鐵路容量分析 Sinotech RRAilCap

檔案(F) 編輯(E) 檢視(V) 說明(H)

全域變數設定 列車設定 車站設定 路段與交互關係設定 單一路段詳細結果 計算結果

摘要資訊
 路段名稱: 松山 → 台北 路線容量: 11.06 設計容量: 16781 可達成容量: 13424

離站時距(秒)

先行續行	自強號	莒光號	通勤電車
自強號	256.3	256.3	256.3
莒光號	236.4	236.4	236.4
通勤電車	236.4	236.4	236.4

進站時距(秒)

先行續行	自強號	莒光號	通勤電車
自強號	162.9	157.1	157.1
莒光號	154.2	149.2	149.2
通勤電車	154.2	149.2	149.2

號誌安全時距(秒)

先行續行	自強號	莒光號	通勤電車
自強號	256.3	256.3	256.3
莒光號	154.2	236.4	149.2
通勤電車	154.2	236.4	236.4

交會/待避損失時間(秒)

先行續行	自強號	莒光號	通勤電車
自強號	0.0	100.0	50.0
莒光號	100.0	0.0	50.0
通勤電車	50.0	50.0	0.0

先行續行比例

先行續行	自強號	莒光號	通勤電車
自強號	0.063	0.031	0.156
莒光號	0.031	0.016	0.078
通勤電車	0.156	0.078	0.391

運轉時隔(秒)

先行續行	自強號	莒光號	通勤電車
自強號	346.0	446.0	396.0
莒光號	308.2	319.2	251.4
通勤電車	258.2	369.2	319.2

就緒

2.6 參數/結果儲存與開啟

以上所有的輸入參數與計算結果均以單一檔案儲存，以供下次開啟使用，免除搬移檔案時的繁瑣工作與交互關係設定。

3. 未來工作計畫

以下說明未來欲執行的程式開發計畫以及後續工作內容。

1. 多路段分析模組開發：一次計算多個路段容量並繪製圖形。



2. 敏感度分析模組開發

- 列車加減速度
- 巡航速度
- 閉塞區間長度

3. 案例分析

4. 問題討論

- (1) 本期研究之案例分析係以民國 105 年台鐵捷運化建設完成之際為目標，因此許多較細部之參數目前取得不易，需台鐵局提供（見附件）。
- (2) 其他會議中提及之問題討論。

附件

軌道容量分析輸入資料列表

研究團隊欲估算民國 105 年台鐵捷運化工程階段性完工時基隆—新竹間之輸送能力，因此提供資料擬以民國 105 年的計畫為基準。

一. 列車性能與載客量資料

提供民國 105 年車種簡化後的車種列表，並分別提供各車種的下述資訊。

- 列車長度
- 列車服務加速度
- 列車服務減速度
- 客車編組數與其座位/立位數
- 車輛持有數量

二. 路線資料

提供民國 105 年基隆至新竹的各車站資訊（含新增的通勤車站）。

- 各車站之月台股道佈置圖（需含里程資訊、供旅客使用之月台等資訊）
- 各車站的進/離站坡度（東正線/西正線分別提供）（可由鐵路圖資 GIS 系統查詢）
- 各車站的閉塞區間長度（包括第二閉塞區間、第一閉塞區間、車站所在閉塞區間、離站後第一個閉塞區間、離站後第二個閉塞區間，同時東正線/西正線需分別提供）

三. 列車與路線交互關係資料

提供民國 105 年各級列車與車站交互關係資料，包括下述資訊。

- 民國 105 年各級列車的常用停站型態（即各等級列車於哪些車站停靠）
- 民國 105 年各級列車於基隆-新竹間各車站之預計表定停站時間
- 民國 105 年各級列車於基隆-新竹間站間運轉時間
- 民國 105 年各級列車於各站間的平均巡航速度（指不含停車與加減速過程中的平均速度）

附錄 B 期中工作會議紀錄

「運輸系統容量分析暨應用研究—軌道系統(1/4)」 期中工作會議紀錄

一、時 間：95 年 5 月 12 日(星期五)下午 2 時整

二、地 點：交通部運輸研究所七樓運輸規劃科技研究室

三、主持人：林組長國顯、鍾志成博士

紀錄：張恩輔

四、出(列)席單位及人員：

交通部臺鐵局黃副局長民仁

許邦孝

交通部鐵路改建工程局周主任秘書永暉

周永暉

交通部高鐵局七組施科長文雄

請假

臺灣高鐵公司陳經理信雄

陳信雄

國立高雄第一科技大學運籌管理系鄭教授永祥

請假

逢甲大學交通工程管理系林教授大傑

林大傑

交通部臺灣鐵路管理局

許邦孝, 鄭騰清

交通部鐵路改建工程局

楊美珠

財團法人中興工程顧問社

張恩輔, 李永順

本所運計組

劉昭榮

五、主席致詞：(略)

六、簡報：(略)

七、出席人員發言要點：

(一) 逢甲大學交通工程管理系林教授大傑

1. 本期工作項目之軟體若採網路架構供各級單位使用，須考量諸多安全性以及權限控管問題。
2. 建議會議資料第 7、13 頁之介面可針對常用車輛採自動輸入。
3. 建議在會議資料第 11 頁的程式裡加強圖形與控制項之關聯。

鍾志成博士答覆：參考美國及國內之 HCS (Highway Capacity Software) 處理方式，本程式未來將透過網路散佈安裝檔，再由使用者安裝於個人電腦內執行，故存在較少的安全性及權限控管問題。針對常用車輛，會製作範例檔案並隨著軟體散佈，同時第 13 頁之程式會自動根據第 7 頁所建構的資料呈現，毋須再次輸入。第 11 頁的圖形會根據使用者的控制項焦點自動更新「燈泡」符號位置，以利使用者辨識其編輯數值之意義。

(二) 交通部路政司周主任秘書永暉

1. 會議資料第 11 頁的輔助圖形是否會根據軌道佈設型式作自動更換。
2. 巡航速度一詞在軌道運輸領域似乎較為少用，建議改用更適用的名稱。
3. 未來工作中的「多路段容量分析」是否有同時考慮 LINK 和 NODE 的限制。

鍾志成博士答覆：有關輔助圖形部分，將會根據軌道數為 1 或 2 分別顯示不同的圖形，同時自動切換所需的控制項。巡航速度一詞經本會議討論後，建議改為「進站前平均速度」及「離站後平均速度」。未來「多路段容量分析」中會考慮前後兩車站的參數和屬性。

(三) 臺灣高速鐵路股份有限公司陳高級專員信雄

1. 建議在「線上說明」文件中對於「名詞定義」加以說明。
2. 建議在軟體或報告內附加程式背後的模式假設與使用限制。
3. 考量程式有「規劃」之功能，可考慮讓使用者自行拖曳軌道佈

設型式來進行分析。

4. 若軟體有「求解」動作，則建議列出各種指標。
5. 建議設計經典的「案例範例」來協助使用者瞭解程式之功能。
6. 軟體是否能反映因班表的不同產生的容量差異。

鍾志成博士答覆：未來軟體會加入線上說明、名詞定義以及模式假設。若考量讓使用者自行繪製股道，無論就介面的開發（類似 CAD 系統）以及背後模式的開發均須極多資源方能完成。目前本軟體並無所謂「求解」之行為。範例案例的設計則計畫在容量手冊編撰時完成。不同的班表會有不同的列車組成，故可透過列車的選擇與比例調整來反應不同時刻表之容量。

（四） 台灣鐵路管理局綜合調度所計畫組鄭騰清先生

1. 目前台鐵部分車站之軌道佈設無法在程式中找到。
2. 台鐵慣用以列車加速率，而非服務加速度，同時機務處提供之資料已經是考慮折減後的數值。
3. 巡航速度一詞在台鐵內部並不多見，同時在資料的提供上有所困難。
4. 容量的分析並非單獨觀察一個車站，而是上下游車站一併考量，程式是否反應此情況。

鍾志成博士答覆：軌道佈設型式看似不同，但透過精靈輔助分類，已能處理絕大多數的情境。經討論後，修改軟體內的用詞為「行車加速度」及「行車減速度」，同時有效性因子的預設值由 0.75 改為 1.0。巡航速度（經會議討論已改為「進站前/離站後平均速度」）將由研究團隊計算，但煩請台鐵局提供站間運轉時間資料。本軟體計在進行「多路段分析」時，即是為了瞭解整體路線之容量瓶頸而開發，此時會一併考量上下游車站。

（五） 交通部鐵路改建工程局楊科長美珠

1. 會議資料第 16 頁的「路線容量」與「設計容量」單位不同，易產生誤解。
2. 會議資料第 17 頁的「平均巡航速度」讓人不易瞭解，以致文

件中需要額外說明，建議加以調整。

3. 會議資料第 5 頁的「交通組成」太過廣泛，建議加以調整。

鍾志成博士答覆：將調整軟體內的介面，保留原來的用詞，惟後面再以括號標示其客體單位。「平均巡航速度」一詞經會議討論後，決定採「進站前/離站後平均速度」處理之。另外，「交通組成」一詞將改以「列車與路線交互關係」來代替。

(六) 交通部運輸研究所運計組劉研究員昭榮

1. 容量分析之結果建議以報表方式呈現並提供列印輸出。

鍾志成博士答覆：相較於公路容量分析的參數與結果，軌道容量分析因為交通組成的複雜度及跨頁等特性，就使用者的實用性考量，擬將結果輸出為檔案或剪貼簿，以利分析人員進行資料的輸出或再利用。

八、散會

附錄 C 期中簡報資料



交通部運輸研究所

運輸系統容量分析暨應用研究 軌道系統(1/4)

期中簡報

簡報人:張恩輔

中華民國95年07月12日



財團法人中興工程顧問社

1

簡報大綱

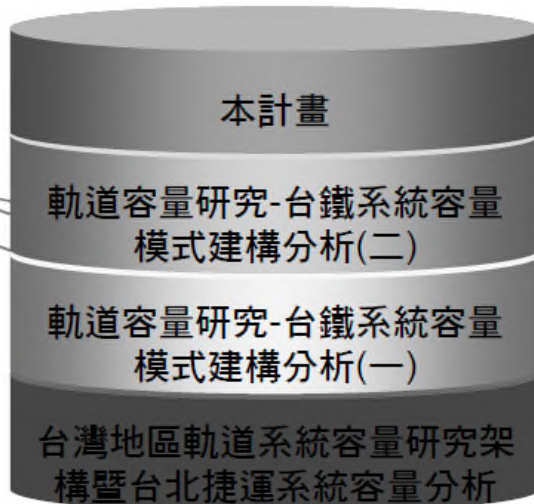
- 計畫背景介紹
- 研究工作流程
- 重要文獻回顧
- 軟體架構介紹
- 軟體重要特色
- 程式介面展示
- 後續工作計畫



2

計畫背景介紹－前期研究與研究目的

前期研究



研究目的

- 配合台灣相關軌道建設需要
- 建立台灣軌道容量分析程式
- 作為評估軌道設施改善參考
- 發展國內軌道容量手冊基礎

計畫背景介紹－全程計畫概要

傳統暨區域鐵路系統

第一年度(本年度)

1. 容量分析程式開發
2. 程式測試與驗證
3. 程式使用者手冊編訂
4. 台鐵捷運化案例分析

第二年度

1. 程式使用教育訓練
2. 程式回饋修正
3. 軌道容量服務品質
4. 軌道容量手冊編訂

都會捷運系統

第三年度

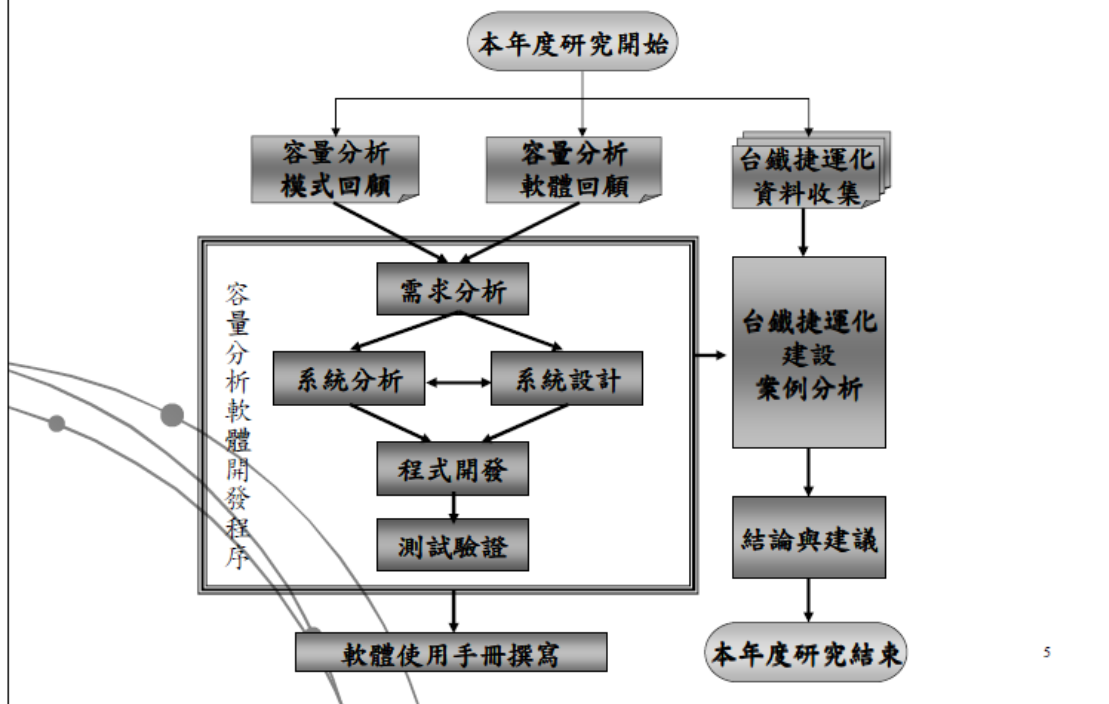
1. 容量分析模式建構
2. 模式所需參數調查
3. 模式所需參數校估

第四年度

1. 容量分析程式開發
2. 軌道容量手冊編訂

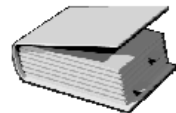
運輸系統容量分析暨應用研究－軌道系統

研究工作流程



重要文獻回顧(1/2)

- 台鐵容量分析模式回顧
 - 軌道容量研究-台鐵系統容量模式建構分析(一)
 - 軌道容量研究-台鐵系統容量模式建構分析(二)
- 容量分析程式回顧
 - 解析模式
 - 北美TCQSM Excel Spreadsheets
 - 模擬模式
 - FAST TRACK II
 - RAILSIM
 - VISION
 -
 - 其他模式
 - CAPRES, RAILCAP, NEMO...etc



重要文獻回顧(2/2)

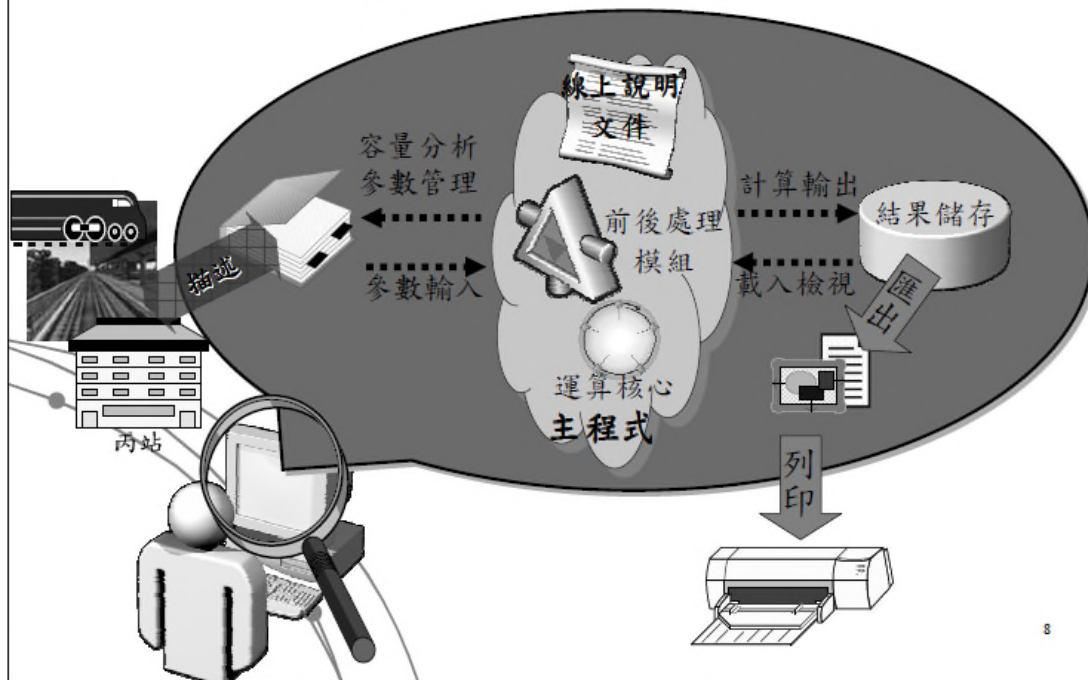
● 文獻回顧小結

- 解析模式之容量分析軟體較少
- 模擬模式以商業軟體居多，能否滿足台灣本土軌道系統之特性仍待驗證，且欲推廣使用時會有版權問題
- 以Excel Spreadsheets之優缺點
 - 優點：開發過程快速且容易
 - 缺點：1.效率較低不適處理複雜運算
2.易遭使用者誤改資料
3.須購置Office軟體
- 容量分析軟體之趨勢
 - 視窗化
 - 在Microsoft Windows平台運作
 - 具備精靈導引功能
 - 圖形化展現容量分析結果



7

軟體架構介紹



軟體重要特色

- 圖形化使用介面：捨棄傳統文字介面暨參數設定檔之操作，以GUI之架構呈現。
- 以Microsoft Windows 為平台：採國內最普遍的Win32 作業系統為主，以利各機構單位之個人電腦均能執行。
- 原生執行碼：程式可在系統直接執行，毋須依附其他商業軟體，除有助於安裝與推廣外，執行效率亦較高。
- 預設參數：容量分析所需參數眾多，在使用者無法取得所有所需參數時，程式必須有內建參數的機制，如此方能滿足各種不同需求亦能達到簡化計算的目的。
- 繁體中文語系：無論程式介面與線上說明檔，除非中文裡無通用且貼切之翻譯詞，均以繁體中文方式呈現。

9

程式主要介面展示 (1/5)

● 主控程式

● 傳統暨區域鐵路模組



10

程式主要介面展示(2/5)

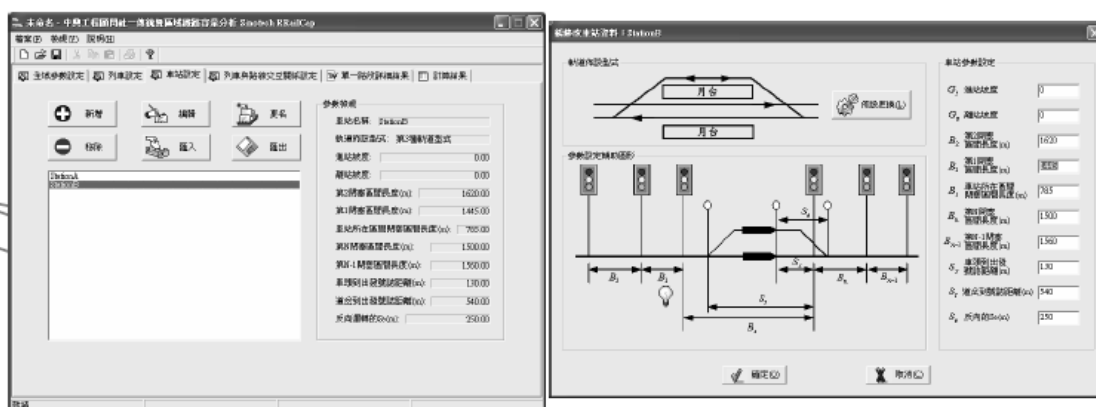
● 列車參數設定功能



11

程式主要介面展示(3/5)

● 車站參數設定功能



12

程式主要介面展示(4/5)

● 列車與路線交互關係設定



13

程式主要介面展示(5/5)

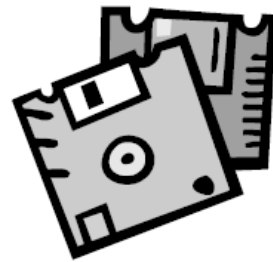
● 單一路段詳細計算結果檢視



14

後續工作計畫

- 多路段分析模組
- 敏感度分析功能
 - 列車加減速度
 - 閉塞區間長度
 - 進站前/離站後平均速度
- 軟體使用手冊製作
- 案例分析
- 結論與建議



15

簡報結束、敬請指教

Thank You

Questions...



財團法人中興工程顧問社

16

附錄 D 期中審查意見處理情形

單位/ 姓名	審查意見	承辦單位處理情形	主辦單位 審查意見
高鐵路 施文雄 科長	本案雖然將會製作教學手冊，但因軟體程式中有許多預設值，其代表意義對不同使用者之認知或精度需求亦將不同，如初學者所關心者可能僅是某路段區間非尖峰或全日之容量班次數，至於分析規劃者較關心部分則可能為某特定條件下不同車種間之最小運轉時隔，故希藉模式軟體求出關鍵之號誌機位置、閉塞區間長短、股道配置調整…等最大影響因素，以作為後續軟硬體設施改善依據。	未來在編訂容量手冊時，會交代程式各種預設值的意義或取得方式供使用者參考。而本程式的定位較接近「計算機」的角色，計算之容量值可直接滿足初學者的需求，而進階使用者可將本程式視為輔助工具，透過多次的計算或敏感度分析來達到分析研究之目的。	同意承辦單位處理方式。
	由於本軟體未來使用鎖定之對象、使用時機及精度要求可能皆不同，故本軟體建議是否可考量區分為初階、中階及進階等三種版本，並配合設計精靈提示所需輸入參數資料，以符合各類型使用者之需求。	常見的功能區分方式包括利用程式偏好設定調整（ex：微軟小算盤切換一般模式/工程模式）或以不同執行檔（ex：標準版，專業版等）來區分，後者多半基於營利考量，若未來運研所皆採免費授權，則建議利用偏好設定的方式切換。	同意承辦單位處理方式。
	有關本模式軟體係將臺鐵系統歸納為 4 種車站類型，惟現有臺鐵車站型式似不止 4 種，有些可能係為所歸納類型之變型，故建議本軟體應可於車站股道配置類型旁加 Help 精靈輔助使用者選用車站類型。	本工具程式提供「軌道配置選擇輔助精靈」，能協助使用者選擇適當的車站類型。	已於期末報告中回應處理。

單位/ 姓名	審查意見	承辦單位處理情形	主辦單位 審查意見
高鐵路 施文雄 科長	有關列車之運轉時隔類型，在日本實務上依通過性列車及停站型態組合共有 8 種類型，而本研究所歸納之運轉時隔類型似有缺漏，建議後續仍應考量補充，以週延計算列車排班及路線容量。	感謝委員之寶貴意見，囿於解析模式的精確度以及泛用性的考量，建議未來後續研究若以模擬模式進行時，再將此部分予以納入考量。	同意承辦單位處理方式。
	有關模式中車站間交通組成之列車比例輸入，建議應註明係為「尖峰小時」或「離峰小時」。	就容量計算的需求而言，是以計算尖峰較有價值，然工具程式則是忠實反應使用者的輸入，即使用者輸入之資訊來自尖峰，計算結果即為尖峰，反之亦然。	已於期末報告中回應處理。
	有關軟體執行結果之「路線容量」、「設計容量」及「可達成容量」其代表之意義為何？如何運用？建議皆應加註說明。	未來進行軌道容量手冊編訂時，會詳細說明。	已於期末報告中回應處理。
	有關列車與路線交互關係設定時，「參數檢視」區域所顯示之摘要資訊內容，建議可考慮以顏色妥適分類區隔，以利使用者辨讀。	將重新設計列車與路線交互關係設定之介面，以利使用者辨讀與使用。	已於期末報告中回應處理。
	有關本軟體之執行輸出，建議除既有之輸出結果外，亦能增列車站型式之相關輸入條件資料及分析內容，若能增加相關之圖示將可使使用者更能掌握完整之資訊。	研究團隊將結合後續的程式開發工作，在「輸出結果」的功能上，提供更多的輸出資訊，但考量輸出結果要能便利流通，會以純文字格式為主。	已於期末報告中回應處理。
臺灣高 鐵公司 陳信雄 經理	有關本軟體系統預計將分別開發 4 種軌道系統，惟目前僅開發「傳統暨區域鐵路系統」，建議尚未開發之系統於主控程式中先不顯示。	依評審意見辦理。	已於期末報告中回應處理。
	為證明本軟體各項執行結果之正確性，建議本研究於期末階段應進行程式之驗證，以比較本軟體之計算結果與先前研究所開發模式公式、函數之計算結果是否有落差。	依評審意見辦理。	已於期末報告中回應處理。

單位/ 姓名	審查意見	承辦單位處理情形	主辦單位 審查意見
臺灣高 鐵公司 陳信雄 經理	有關本軟體之進站、離站之坡度參數，建議應增列單位。	依評審意見辦理。	已於期末報告中回應處理。
	有關軟體操作中列車與路線交互關係設定時，因欲分析之路段可能很多，故建議應增加已設定過之路段以不同顏色加以區隔之功能，以利使用者操作。	依評審意見辦理。	已於期末報告中回應處理。
	本軟體目前已具備車站、列車及路段資料之匯入、匯出功能，惟為利使用者撰寫分析報告之便利，本軟體是否需提供專案匯出之功能，另其匯出格式是否便於引用，建議應妥予考量。	利用「儲存檔案」或「另存新檔」即可達到專案在本程式再利用的目的。至於考量使用者撰寫分析報告所用的匯出功能，將在期末報告前完成，同時會以最容易引用的格式（純文字檔）來實作。	已於期末報告中回應處理。
高雄第 一科大 鄭永祥 教授	本研究於文獻回顧時係有參考美國運輸研究委員會之「大眾運輸容量暨服務品質手冊」TCQSM，惟臺鐵系統與大眾捷運系統之特性有所異同，本研究如何處理相關問題？另臺鐵現況於某些路段為雙單線及複線同時運行，本模式是否能處理相關之容量問題。	本程式背後的計算模式有許多與 TCQSM 不同之處，例如站內兩股道的時隔以及交會待避損失時間等，均是本研究的處理方式。本模式能計算「複線」與「單線」的容量問題。	同意承辦單位處理方式。
	有關路段之特性部分，臺鐵列車於平交道路段其運行速度皆會有明顯降低，此將會影響其路線容量，相關之平交道特性，本案模式中是否考慮。	臺鐵雖有平交道設施，但列車擁有絕對的優先權，因此建議毋需特別予以考慮。	同意承辦單位處理方式。
	報告中提及服務品質與路線容量有密切之關係，故有關服務品質之特性是否於本案中列入考慮，報告中應予說明。	根據期中報告第一章節的規劃，服務品質之研析屬於下一年度之工作項目，故在報告中尚未詳述。	同意承辦單位處理方式。

單位/ 姓名	審查意見	承辦單位處理情形	主辦單位 審查意見
高雄第一科大 鄭永祥教授	有關端末站及調車場之運作方式皆將影響路線容量，相關特性於本案模式或軟體中是否充分考量，報告中應予說明。	本案模式中並未考慮端末站與調車場之因素，將於報告中交代說明	已於期末報告中說明。
逢甲大學林大傑教授	本軟體目前之開發結果已具商業軟體品質，但有關軟體的整個架構建議可增加圖示予以說明其計算核心、界面及出處等各項功能，應對後續軟體之維護及功能升級有所助益。	將在使用手冊中，以使用者使用的角度說明軟體之架構。	已於期末報告中回應處理。
	有關本軟體之設定檔建議可增加更新時間及回溯之機制，考量增加類似GIS系統之Project功能，以有效提升本軟體設定檔之應用彈性。	感謝委員之寶貴意見，此功能牽涉到系統整體架構，研究團隊會審慎予以評估。	已於期末報告中回應處理。
	有關軟體之執行結果建議可使用圖示呈現，另於計算視窗中於加入車站之同時以路線方式架構，如此可使於使用者判斷缺漏之車站；另有關軌道路線建議可以點、線組合之方式建構，以輔助使用者。	後續執行的工作項目裡將會利用圖形的方式展現計算結果。	已於期末報告中回應處理。
	有關本軟體之執行結果或模組中參數檢視內容，建議應多使用Color Key方式呈現，以利提示使用者。	將重新設計該介面的展示方式，以利使用者辨讀與使用。	已於期末報告中回應處理。
	報告中表3.2之分析內容建議應多加數個欄位，比較分析各軟體之特定使用對象、各軟體之優缺點，以利後續國內參考；另應考量本軟體與所列國外何軟體模組較相近，建議可考量本軟體之輸出格式是否可與其作資料交換及計算比較，以利作為本案之另一驗證方式。	將就所收集之文獻，儘可能整理擴充表3.2之內容。至於與本軟體最為接近的當屬美國TCQSM之模式，但本研究所開發之模式將諸多臺灣本土鐵路的特性予以納入，故無法與該工具進行比較驗證。	同意承辦單位處理方式。

單位/ 姓名	審查意見	承辦單位處理情形	主辦單位 審查意見
交通部 臺灣鐵 路管理 局	有關本案模式所建構之臺鐵月臺型式僅有 4 種，似無法含括目前及未來新建車站之月臺型式(如七堵站為 4 島式月臺、南港站為 3 島式月臺、新竹站為 2 島式 1 岸壁月臺)，另月臺配合單、複線運轉之使用調整問題，建議亦應一併考量如何因應解決。	就容量計算的觀點而言，2 島式(含)以上的月臺對容量的影響差異不大，因此歸屬於同一種。另外，本工具程式提供「軌道配置選擇輔助精靈」，能協助使用者選擇適當的車站類型。至於單線運轉之計算，目前正在積極開發中。	同意承辦單位處理方式及說明。
	目前臺鐵計算容量及運轉時分係以區間之總運轉時分除以總列車數，以作為區間容量估算之基礎，故本研究以站間之車種比例進行估算，本局敬表贊同。	感謝評審的肯定。	--
	臺鐵系統現行不同車種之行車速度差距太大，例如貨物列車與自強號列車之差距可達 80 公里/小時，其對於列車排班及容量影響甚鉅，故有關上述不同列車間運轉之空虛時間如何於模式及軟體中因應處理，建議考量。	車速的差距會反映在「站間運轉時間裡」，程式會自動將使用者輸入的資訊予以計算並列入詳細計算結果裡的「待避損失時間」。	同意承辦單位之說明。
	有關雙單線及單線區間因其交會待避及閉塞區間之處理方式不同，故建議本案容量模式計算方式應分開處理。	依評審意見研析辦理。	已於期末報告中回應處理。
	有關模式中車站間交通組成之列車比例輸入，建議應改為使用者直接輸入各種列車之車輛數，以避免困擾。	車輛數亦是列車比例的一種輸入方式。	同意承辦單位之說明。
	有關模式中閉塞區間長度及號誌機距離，建議應可由軟體程式中直接換算求得。	感謝評審的寶貴意見，研究團隊將審慎評估考慮。	已於期末報告中回應處理。

單位/ 姓名	審查意見	承辦單位處理情形	主辦單位 審查意見
交通部 鐵路改 建工程 局	有關本軟體模式核心及計算邏輯建議應於報告中先予描述，俾利使用者充分瞭解。	模式核心的推導在過去的報告均已詳述，為避免與過去報告內容重複過多，僅於第二章作摘要性的描述。	同意承辦單位之說明。
	目前臺鐵系統十分複雜，包括站場佈設及列車運轉模式皆不易以既定之模式予以描述，故本案所開發之模式及軟體是否能有效涵蓋所有實務狀況展現其實務應用價值，後續模式軟體之驗證將十分重要。	同意評審之看法。	--
運計組 —整體 意見	本期研究重點係為傳統暨區域鐵路系統(臺鐵系統)容量分析視窗程式開發，故有關報告中第三章之國外容量分析軟體之回顧及優缺點比較分析，遂為本階段之最重要參考內容；報告中雖已針對國外相關商用應用軟體依解析模式、模擬模式、最佳化模式及未分類模式等四種類型，概要彙整其適用時機及特性，惟所列之國外軟體似普遍適用於具網路規模但列車型式較單純之情境，其與臺鐵系統單獨軌道路線但列車型式複雜之情況迥異，建議應於該章內容中將二者差異及適用程度儘可能彙整，俾利後續國內應用之參考。	依評審意見辦理。	已於期末報告中回應處理。

單位/ 姓名	審查意見	承辦單位處理情形	主辦單位 審查意見
運計組 —整體 意見	本案之視窗程式係依循前二期研究所得之傳統暨區域鐵路系統解析模式而開發，其與報告中所列唯一之解析模式軟體—TCQSM 是否有何關係及參考之處，建議可於報告中適度說明。另本案所開發之軟體命名為 ” IOT Rail Capacity Analysis”，而「傳統暨區域鐵路模組」命名為” RRailCap” 似與比利時 Stratec 公司之 RAILCAP 軟體名稱近似，是否妥適，請綜合考量各分析模組命名之適當性。	將於期末工作會議召開時，廣徵眾學者專家之意見來作為程式之名稱。	已於期末報告中回應處理。
運計組 —細部 修正意 見	P3-15 有關「飽和策略」之意義及相關內容，建議應於該段內容中略作說明。	將就所收集之資料來加以補充說明。	已於期末報告中回應處理。
	P3-18 有關” MERIT” 之意義及原文內容，建議應於該段內容中略作說明。	將就所收集之資料來加以補充說明。	已於期末報告中回應處理。
	P3-19 有關 SCORES 模組可評估製作時刻表之重要因素的改變，所指之「重要因素」係為何，建議應於該段內容中略作說明。	將就所收集之資料來加以補充說明。	已於期末報告中回應處理。
	P4-1 有關報告中提及之「交通部運輸研究所」請統一修正為「本所」。	依評審意見辦理。	已於期末報告中回應處理。
	P4-2 有關 4.2 節所述之「開發單位」與「研發單位」是否相同，請檢核。	經檢查後為相同，將於予以統一。	已於期末報告中回應處理。
	P5-2 有關本章內容提及之「全域參數」、「全域變數」、「參數」等相關之「變數」及「參數」用詞，建議應予統一。另有關進階參數設定之 α 、 β 值建議應加註說明，俾利選用。	期末報告統一使用「參數」用詞。	已於期末報告中回應處理。
	P6-7 有關頁首四項輸入資料之序號請調整。	依評審意見辦理。	已於期末報告中回應處理。

單位/ 姓名	審查意見	承辦單位處理情形	主辦單位 審查意見
	P6-24 表 6.3「軌道佈設型式」之「合理性檢查」內容似有誤，請檢核修正。	依評審意見辦理。	已於期末報告中回應處理。
運計組 —細部 修正意見	P6-28 倒數第 2 行應為圖 6-49，請檢核修正。	依評審意見辦理。	已於期末報告中回應處理。
	P6-33 倒數第 4 行應為第 6.2.3.5 節，請檢核修正。	依評審意見辦理。	已於期末報告中回應處理。
	P6-36 圖 6-61 中之「本路段已選擇之列車」之「比例」欄係為列車數，是否妥適，請考量。	車輛數亦是列車比例的一種表達方式。	同意承辦單位之說明。
	P6-39 圖 6-65 單一路段執行結果之「設計容量」及「可達成容量」係分別代表考慮乘位客體單位之「路線最大供給容量」及「路線最大使用容量」，建議可予加註說明及單位，俾利使用者瞭解。	依評審意見辦理。	已於期末報告中回應處理。
主席結論	有關本計畫明年度之教育訓練部分，後續仍請臺鐵局充分配合協助檢視本案之模式及軟體各項內容。	依主席裁示辦理。	已依指示與臺鐵局共同檢視本案模式及軟體各項內容之正確性。
	有關本會議各與會學者專家所提意見，請規劃單位充分考量納入報告修正及列表回應；至本次期中報告審查通過，請依合約續辦相關作業。	感謝諸位評審的肯定。	--

「運輸系統容量分析暨應用研究—軌道系統(1/4)」
期中報告審查會議紀錄

一、時 間：95 年 7 月 12 日(星期三) 14 時整

二、地 點：交通部運輸研究所 10 樓會議室

三、主持人：林組長國顯

蘇振維代

紀錄：劉昭榮

四、出(列)席單位及人員：

交通部臺鐵局黃副局長民仁

許邦亨

交通部鐵工局周主任秘書永暉

請假

交通部高鐵局七組施科長文雄

施文雄

臺灣高鐵公司陳經理信雄

陳信雄

國立高雄第一科技大學運籌管理系鄭教授永祥

鄭永祥

逢甲大學交通工程管理系林教授大傑

林大傑

交通部臺灣鐵路管理局

許邦亨

葉明法

交通部鐵路改建工程局

楊美珠

財團法人中興工程顧問社

謝志文

賴輔志

本所運工組

蘇振維

運計組

蘇振維

劉昭榮

848青

附錄 E 期末工作會議資料

運輸系統容量分析暨應用研究-軌道系統(1/4) (95/10/11)

1. 會議資料摘要

本會議資料包括下列課題：

1. 目前工作進度與成果
2. 未來工作計畫
3. 問題討論

2. 目前工作進度與成果

以下將簡述期中報告之後的重要研究成果，內容包括：

- 軟體新增單線運轉分析功能
- 軟體新增多路段分析之功能
- 軟體新增敏感度分析功能
- 軟體人機介面(UI)之重大調整
- 容量分析模式修正－運轉寬裕的計算方式
- 案例分析初步結果

以下分別簡要說明之。

2.1 軟體新增單線運轉分析功能

本研究已在程式中加入單線運轉之功能，就軟體使用者的角度而言，僅需在【列車與路線交互關係設定】頁中予以設定如圖 2-1即可，程式自動會根據設定來進行分析計算，同時在計算結果展示時也會呈現相對應的計算結果。

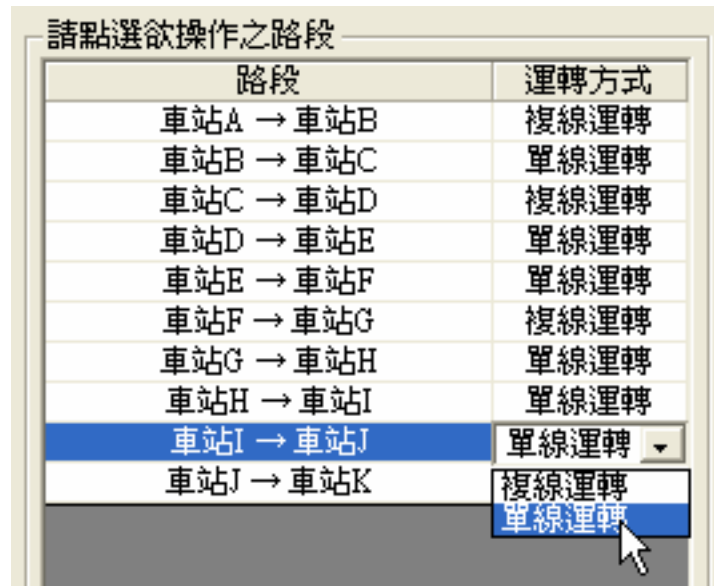


圖2-1 針對每一個路段可設定其運轉方式

2.2 軟體新增多路段分析之功能

在期中報告時，已展示分析軟體編輯多個路段參數之人機介面，待編輯完成後，即可透過主選單中的【執行 | 計算所有路段】如圖 2-2來實現「多路段分析」計算功能。亦可透過工具列（ToolBar）上的按鈕來達到相同功能如圖 2-3，執行後，程式會自動切換到【計算結果】頁面並以圖 2-4來呈現計算結果，頁面上方的圖為各路段之路線容量；下方為各路段之設計容量，在單線運轉的路段則會分別顯示兩個方向的容量。

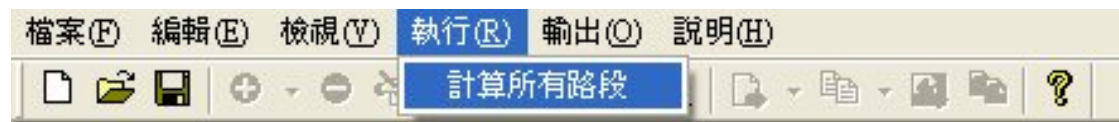


圖2-2 主選單上的執行→計算所有路段

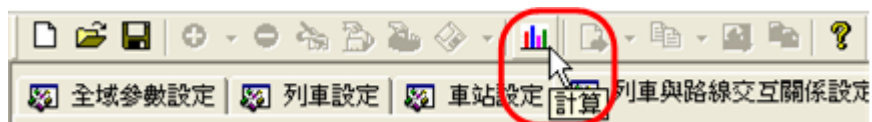


圖2-3 工具列 ToolBar 上的計算所有路段按鈕

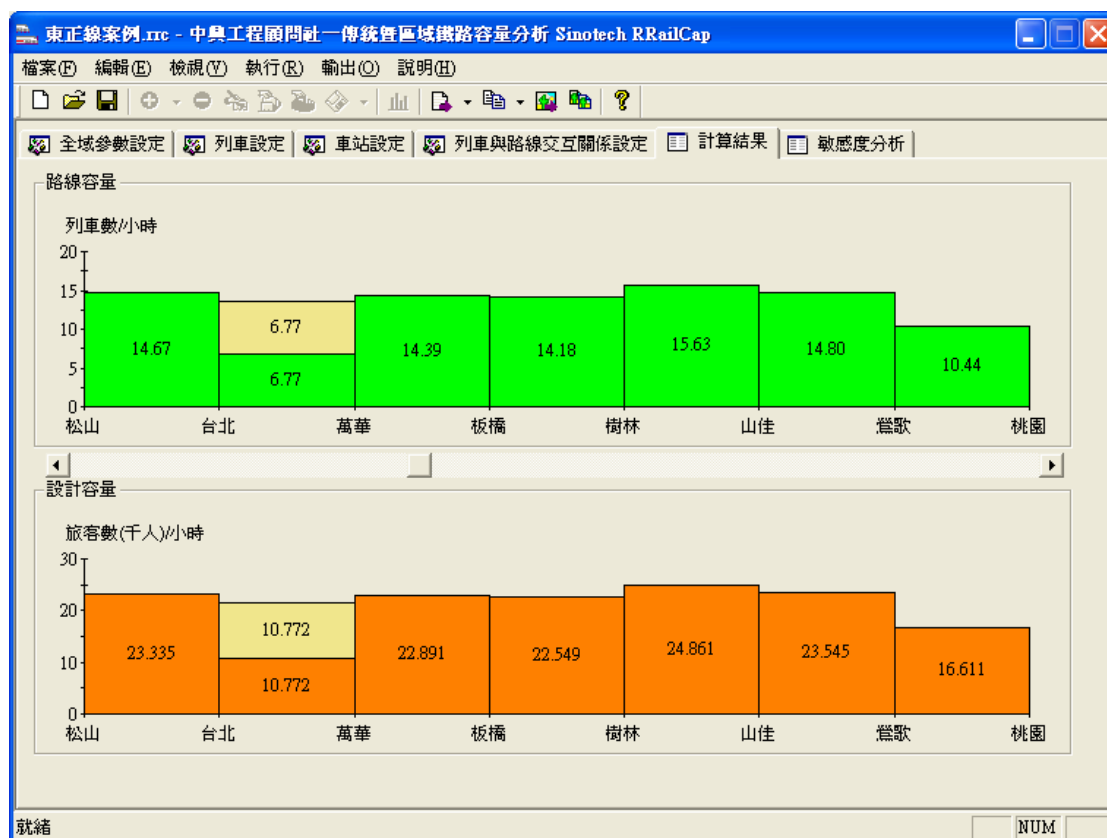


圖2-4 多路段結果檢視

要進一步得到詳細計算結果，可在圖上點擊路段，根據該路段運轉方式的不同，會分別出現如圖 2-5和圖 2-6之畫面，除了最終的容量數值之外，亦將計算過程中較為重要的數值列出。

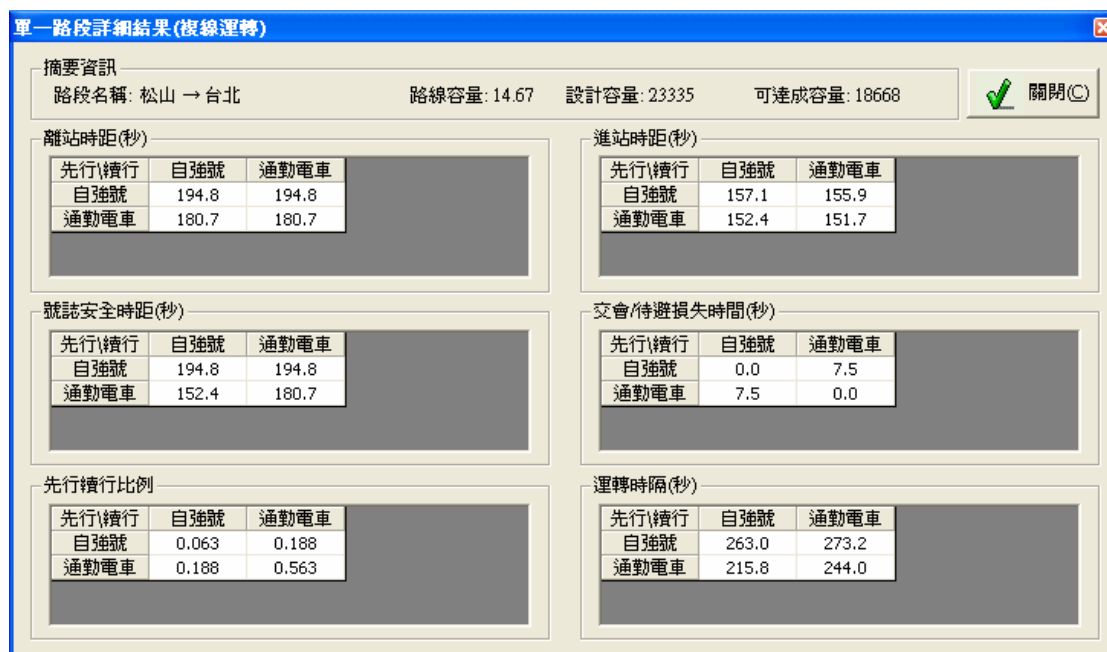


圖2-5 複線運轉路段詳細結果畫面

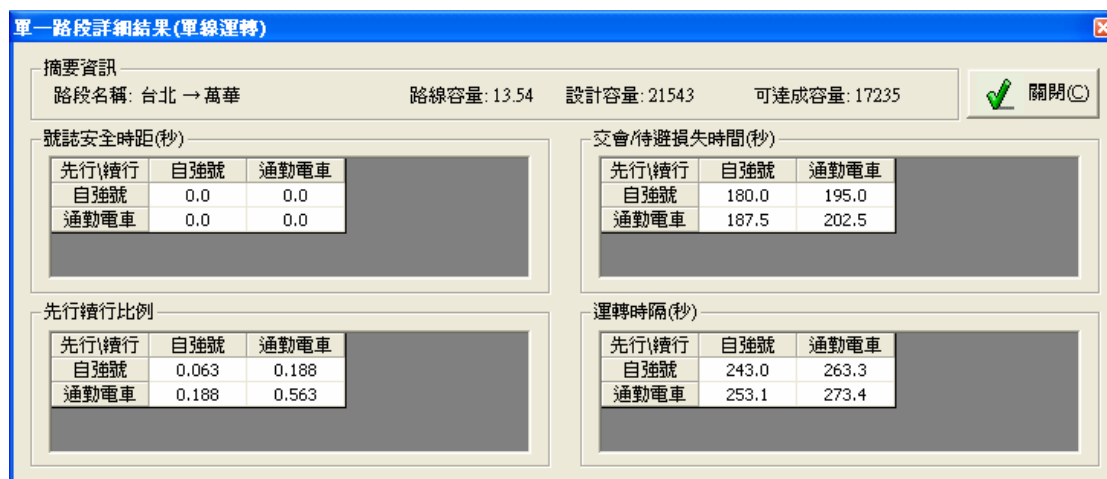


圖2-6 單線運轉路段詳細結果畫面

2.2.1 「參數尚未完整設定」時的輔助提示

本研究考量使用者可能有在「未完成所有的參數設定」時就有檢視初步計算結果的需求，因此程式允許使用者在資料尚未全部建構完成之際即進行多路段的計算分析，意即當進行「多路段分析」計算功能時，若專案中尚無路段資料，或者尚有路段未設定交通組成，則會出現如圖 2-7、圖 2-8之提示訊息。



圖2-7 尚無路段資料之提示訊息

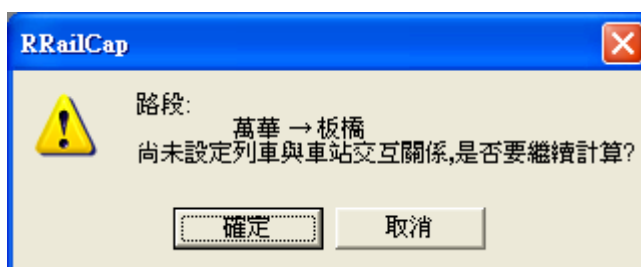


圖2-8 尚有路段未設定交通組成之提示訊息

使用者看到圖 2-8之提示時，可以決定是否繼續計算，若選擇「確定」，計算結果則如圖 2-9所示，至於尚未設定交通組成的路段，其容量值會暫時以 0 來呈現。

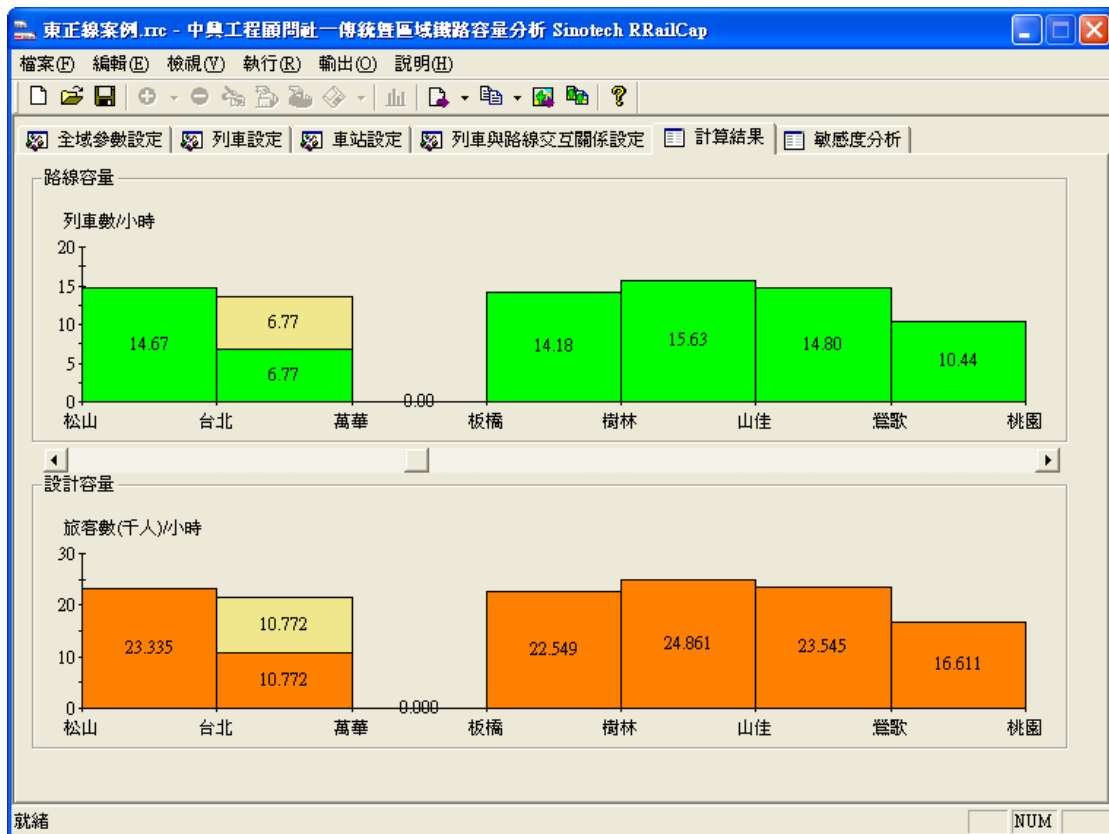


圖2-9 當部分路段尚未設定交通組成時的計算分析結果

2.2.2 計算結果輸出

本程式提供計算結果輸出之功能，可於主選單中的【輸出】來選擇欲輸出的項目，如圖 2-10，目前提供的輸出格式包括文字檔、圖檔及複製至剪貼簿三項。這些功能亦可透過工具列（ToolBar）上的按鈕來完成如圖 2-11。

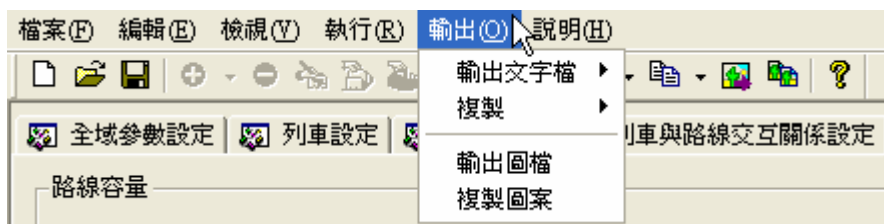


圖2-10 輸出計算結果



圖2-11 ToolBar 上輸出計算結果的按鈕

2.3 軟體新增敏感度分析功能

本軟體針對下述五種變數提供敏感度分析的功能。

- 列車加速度
- 列車減速度
- 閉塞區間長度
- 進站前平均巡航速度
- 站間平均巡航速度

在人機介面部分，主要可以分為四個區域如圖 2-12，分述如下：

1. 分析路段：列出專案內所有路段供使用者挑選作為案例分析基礎。
2. 分析項目：供使用者挑選欲分析的變數項目。
3. 客體單位：供使用者挑選欲分析的客體單位。
4. 分析圖：以圖形的方式即時顯示敏感度分析之結果。

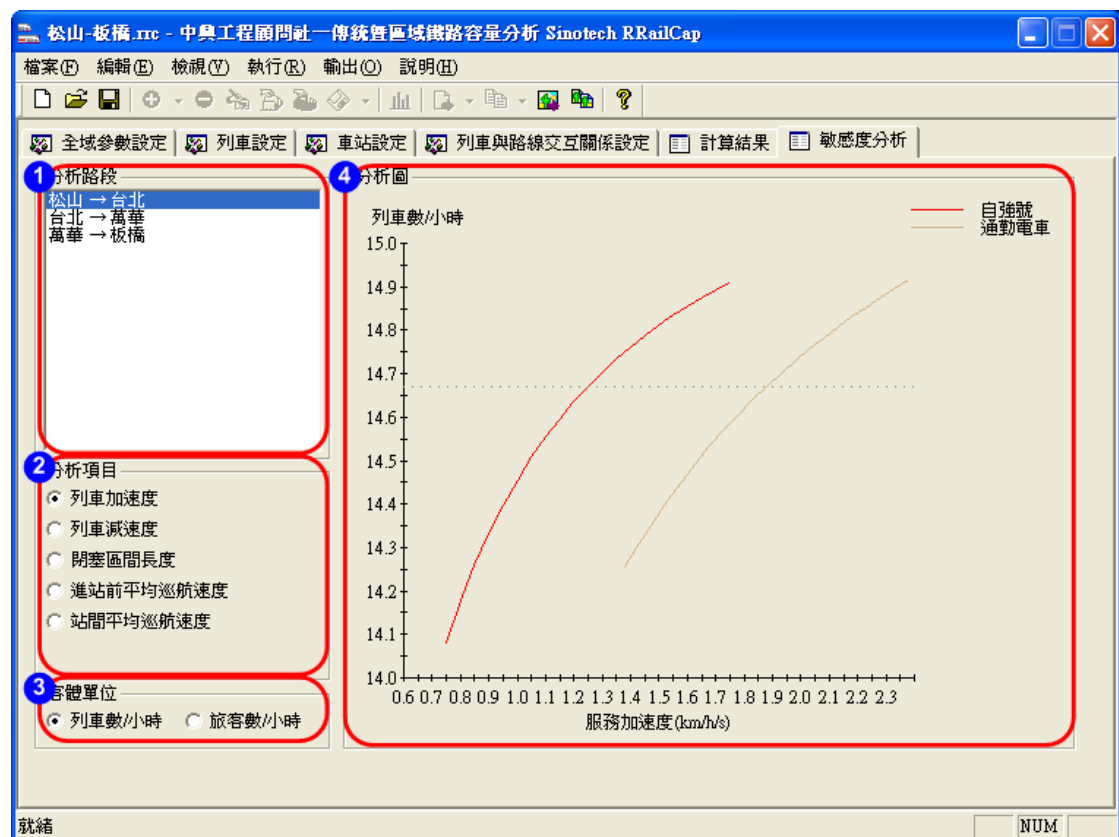


圖2-12 敏感度分析頁面

當使用者決定了欲分析之路段、分析項目以及客體單位，程式會根據此三項決定，自動繪出分析圖，若欲輸出分析圖，為求使用者方便使用，其操作方式如同輸出「多路段分析」計算結果。

2.4 軟體人機介面(UI)之重大調整

研究團隊根據期中報告眾審查委員的意見修改程式，其中比較重大的變革除了取消『單一路段詳細結果』頁籤，改以第2.2節提及之圖 2-5、圖 2-6方式呈現外，最重大的調整改變即是「列車與路線交互關係設定」之頁面的調整與功能的新增。

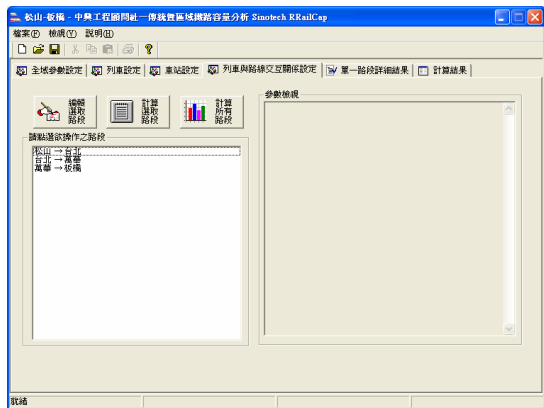


圖2-13 先前版本程式的「單一路段詳細結果」檢視頁

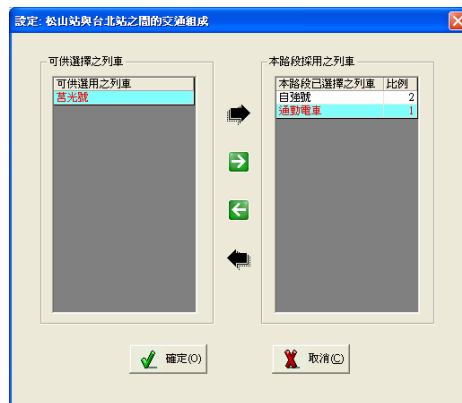
在先前版本中，「列車與路線交互關係設定」頁面中比較重要的設定如圖 2-14，主要的缺點包括

1. 不含單線運轉的設定彈性
2. 使用者需開啟三層對話盒方能完成設定
3. 圖 2-14的(4/4)參數檢視過於繁雜且難以掌握到重點

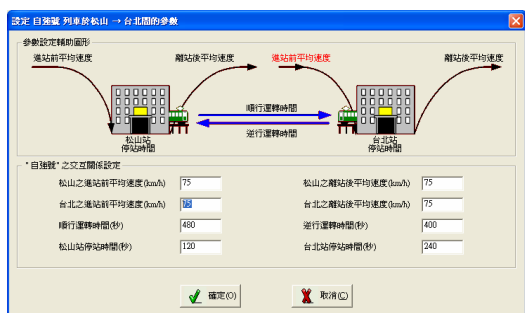
- 尚未進行設定的沒有用顏色予以標記識別
- 列車比例的參數無法一目瞭然檢視
- 設定方式不夠直覺



先前版本的設定畫面(1/4)



先前版本的設定畫面(2/4)



先前版本的設定畫面(3/4)



先前版本的設定畫面(4/4)

圖2-14 先前版本程式在「列車與路線交互關係設定」的重要畫面

有鑑於上述的缺失，經研究團隊通盤考量後，將其設定調整如圖 2-15，共有三個區域，分別為：

1. 路段資料表：

顯示根據專案中車站資料的次序所產生的路段資料，對於沒有設定任何交通組成的路段，其名稱會以紅色顯示，而【運轉方式】一欄預設都是複線運轉，使用者可以透過手動去修改為單線運轉。

2. 交通組成資料表：

可檢視或修改所選取之路段的交通組成狀況，利用勾選各車種名稱前的方框來挑選通過該路段的列車，而【比例】欄中為設定該列車出現的比例。

3. 參數檢視：

提供唯讀的列車與路線交互關係參數檢視功能。

在新的介面裡，使用者從【路段資料表】中點選一路段，則【交通組成】內會顯示該路段的交通組成，讓使用者檢視和修改；接著於【交通組成】內選擇某種列車，則能從【參數檢視】中檢視交互關係的參數，欲編輯此參數，可雙擊該列車，或按【編輯交互關係】按鈕，程式會出現如圖2-16之介面輔助使用者輸入參數。



圖2-15 列車與路線交互關係設定頁面

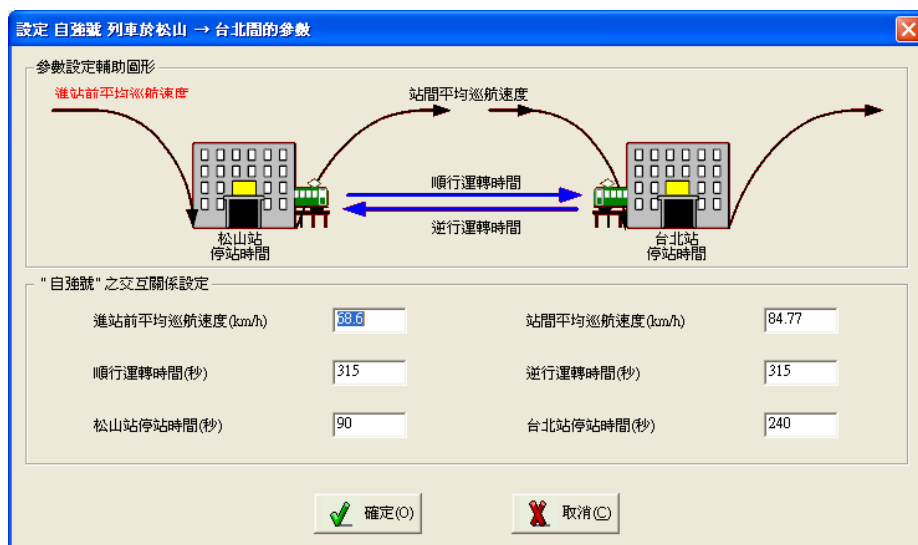


圖2-16 列車與路線交互關係參數設定對話盒

2.5 容量分析模式改善

研究團隊對前期研究的成果做更深入的探討後，認為模式尚有部分需改善之處，本節將分別介紹模式改善的細節。同時本期研究的案例分析及分析軟體均已根據這些改善機制予以相對應調整。

2.5.1 反向列車交會之號誌安全時距

單線運轉之路段的瓶頸號誌安全時距為列車在車站交會的號誌安全時距，其計算方式如式(2.1)，列車在車站交會的號誌安全時距的計算方式如式(2.2)。

$$T_s = T_{s,M} \quad (2.1)$$

$$T_{s,M} = t_p + t_r - \sqrt{\frac{2S_e}{b_i}} \quad (2.2)$$

式中： T_s =瓶頸號誌安全時距（s）

$T_{s,M}$ =列車交會的號誌安全時距（s）

t_p =解除進路、轉撤器扳轉、鎖錠進路，及號誌變換整體作業時間（s）

t_r =司機員確認出發號訊的反應時間（s）

S_e =先行列車停車後車尾與道岔的距離（m）

b_i =先行列車的服務減速度（m/s²）

然而在台鐵排點實務上，對於反向列車交會的狀況，至少都會保持一最小號誌時距 $T_{s,\min}$ ，若式(2.2)所計算出的列車交會號誌安全時距低於台鐵排點時的列車交會最短號誌時距，則會導致高估容量的情形發生，因此單線運轉之路段的瓶頸號誌安全時距的計算應修正如(2.3)。

$$T_s = \max(T_{s,M}, T_{s,\min}) \quad (2.3)$$

式中： $T_{s,\min}$ =排點時列車交會最短號誌時距（s），建議值為 25 秒。

2.5.2 運轉寬裕的計算方法

在前期研究中，容量的計算主要是將一小時 3600 秒除以「平均最小俊轉時隔」如式(2.4)，而平均運轉時隔 h 的組成則如式(2.5)，而其中運轉寬裕時間 t_m 的計算則根據號誌安全時距 T_s 乘以一比例 β 來加以計算如式

(2.6)，意即假設號誌安全時距越大，其產生的變異也越大，因此保留較大的運轉寬裕時間可確保時刻表的穩定度。

$$C = \frac{3600}{h} \quad (2.4)$$

$$h = T_s + t_l + t_m \quad (2.5)$$

$$t_m = \beta T_s \quad (2.6)$$

式中：C=區間路線容量 (TU/h)

h =列車平均最小運轉時隔 (s)

T_s =瓶頸號誌安全時距 (s)

t_l =列車交會待避損失時間 (s)

t_m =運轉寬裕時間 (s)

β =運轉寬裕時間係數

上述的模式經實際試算時發現，在複線運轉的狀況下，號誌安全時距 T_s 為平均運轉時隔 h 的主要成分；但在單線運轉的狀況下，平均運轉時隔 h 的主要成分則是交會損失時間 t_l ，因此原模式方程式(2.6)隱含忽略或低估了單線運轉的運轉寬裕時間。

經研究團隊內部討論後認為運轉寬裕的考量應包含「號誌安全時距」與「交會待避損失時間」兩項較符合常理。故將原式修正如式(2.7)，包含本期研究的案例分析以及分析軟體均作相對應的修改。

$$t_m = \beta \cdot (T_s + t_l) \quad (2.7)$$

2.5.3 列車速差的處理方式

當列車存在速差時，瓶頸號誌安全時距的決定是依列車速差的情形來判斷瓶頸是發生在出發車站或抵達車站，在前期研究中，當先行列車的速度大於續行列車時，模式認為續行列車無法追上先行列車，只要在出發車站保持安全時距，運轉過程中就不會發生列車衝突，所以瓶頸號誌安全時距為以出發站的離站時隔作為參考值。

但若抵達車站的進站號誌安全時距過大 (ex:抵達車站的站內軌道配置較差或其他因素)，則可能發生如圖 2-17之狀況，雖然在出發站 (車站 A)

保持離站號誌安全時距，且運轉過程中不會發生列車衝突，然而在抵達車站（車站 B）卻會發生進站的號誌安全時距不足之現象。

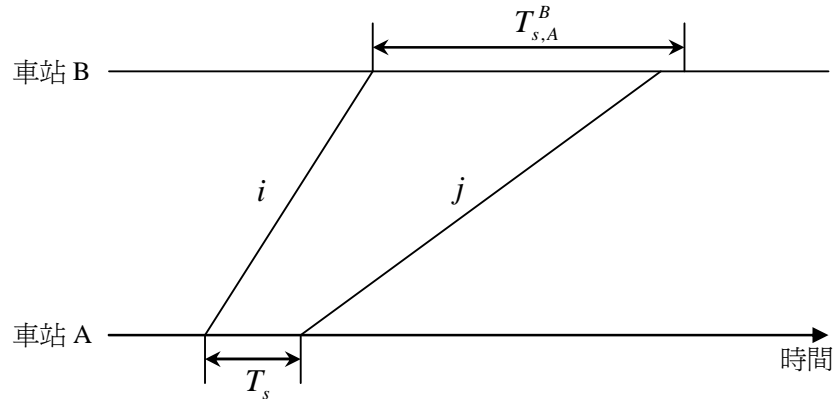


圖2-17 無法保持進站號誌安全時距的情況

當此狀況發生時，原模式的處理方法會低估瓶頸號誌安全時距，若要考慮在抵達車站保持進站號誌安全時距，如圖 2-18，模式中對於瓶頸號誌安全時距的定義應修正如式(2.8)。

$$T_s = \max(T_{s,D}^A, T_{s,A}^B - (t_j - t_i)) \quad (2.8)$$

式中： $T_{s,A}^B$ =抵達車站的進站號誌安全時距（s）

t_j =續行慢速列車的站間運轉時間（s）

t_i =先行快速列車的站間運轉時間（s）

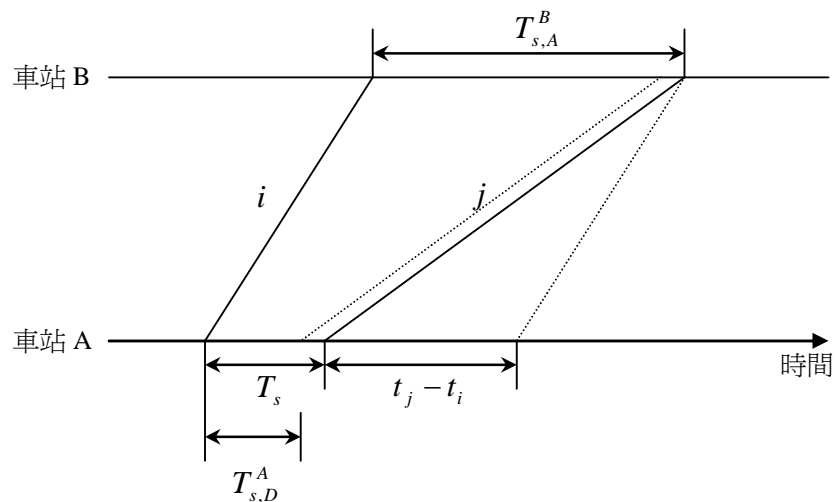


圖2-18 保持進站號誌安全時距的情況

反之，對於先行列車的速度等級小於續行列車的情況，也以相同的邏輯對模式加以修正。

2.6 案例分析初步結果

本案例分析是以台鐵捷運化民國 105 年計畫年的設施為對象，進行台鐵系統基隆—新竹段的容量分析，為了解捷運化建設在軌道容量上的影響，將分別對各車種通過比例和增設通勤車站兩項因素做分析。同時也進行單/複線運轉的容量分析比較。

2.6.1 重要情境說明

1. 新增捷運車站不增設號誌機（過去新增三坑站時亦是如此）
2. 僅考慮自強號與通勤電車（台鐵預計民國 100 年即取消莒光/復興號）
3. 新增通勤車站之停站時間為 30 秒（比照三坑站）
4. 站間運轉時間調整（通過改停靠時：進站加 30 秒；開出加 45 秒）

2.6.2 輸入參數介紹

以下介紹五項輸入參數，包括列車、車站、停站時間、站間運轉時間、平均巡航速度以及其他參數。

1. 列車

預估到民國 105 年，台鐵將營運兩種車種，分別為自強號與通勤電車，其相關參數整理如表 2.1。

表2.1 列車基本參數表

	自強號	通勤電車
列車長度（公尺）	236	160
最高速度（km/h）	130	110
服務加速度（km/h/s）	1.25	1.88
服務減速度（km/h/s）	2	2.5
列車容量（人）	1320	1680

2. 車站

目前並無民國 105 年新增之通勤車站的資料，而現有各車站的參數如表 2.2 與表 2.3。

表2.2 車站軌道配置參數表（東正線）

	軌道 佈設 型式	G_i	G_o	B_2	B_1	B_s	B_n	B_{n-1}	S_x	S_t	反向 S_e
單位	無	‰	‰	公尺	公尺	公尺	公尺	公尺	公尺	公尺	公尺
基隆	III	0	2.33	-	-	500	1744	1305	85	512	116
八堵	II	5.65	7.02	1744	1305	638	1329	1133	111	512	416
七堵	I	-0.09	-6.56	638	1329	1133	1625	2605	160	700	184
汐止	III	-1.5	-3.51	1175	1134	691	1698	1493	195	434	259
南港	I	-8.21	-1	1493	1717	1150	675	1002	110	508	449
松山	I	5.88	3.97	675	1002	975	1837	1350	63	551	118
台北	I	3.19	-2.06	1080	1060	1085	1430	885	110	535	118
萬華	II	4.17	-10.9	1430	885	502	956	1577	95	487	107
板橋	I	5.66	4.39	1577	821	1033	1001	952	95	560	117
樹林	I	3.16	4.22	1308	1286	754	1460	1060	75	472	83
山佳	IV	4.08	6.09	1060	895	622	1030	1650	210	481	320
鶯歌	I	1.19	6.8	1650	1069	663	1300	1483	80	422	120
桃園	III	-1.12	5.02	1687	1777	835	1694	2148	200	610	223
內壢	IV	9.47	6.43	2148	1397	708	1777	1114	260	720	271
中壢	III	3.42	7.11	1777	1114	846	1216	2148	60	550	148
埔心	III	8.66	-1.88	2148	1740	850	1399	1807	120	540	198
楊梅	I	-6.23	-7.61	1399	1807	826	1530	2693	214	628	238
富岡	I	-6.14	-4.83	2693	2044	673	1168	2086	160	600	191
湖口	III	-6.59	-7.15	2086	1700	713	1870	2237	98	545	207
新豐	IV	-3.91	-4.27	2237	1135	863	1256	1156	114	532	175
竹北	II	-4.2	1.91	1156	1597	628	1850	2163	100	492	200
新竹	III	-0.58	0	1850	2163	1708	1979	-	75	566	85

表2.3 車站軌道配置參數表（西正線）

	軌道 佈設 型式	G_i	G_o	B_2	B_1	B_s	B_n	B_{n-1}	S_x	S_t	反向 S_e
單位	無	‰	‰	公尺	公尺	公尺	公尺	公尺	公尺	公尺	公尺
新竹	III	0	0.06	-	1974	799	2713	1989	95	800	359
竹北	II	-0.19	0.42	2713	1989	987	1083	755	156	534	213
新豐	IV	0.43	0.39	1156	1152	738	1363	2237	114	645	384
湖口	III	0.72	0.66	2237	1656	640	1392	1713	98	501	131
富岡	I	0.48	0.61	1713	1767	912	1219	1593	160	621	234
楊梅	I	0.76	0.62	2055	1378	735	917	1133	214	635	189
埔心	III	0.19	-0.87	1133	1284	688	1220	1999	120	552	410
中壢	III	-0.71	-0.34	1999	1910	717	1495	1586	60	602	527
內壢	IV	-0.64	-0.95	1495	1586	641	1655	2148	260	488	223
桃園	III	-0.5	0.11	2148	1368	826	2112	1182	200	596	159
鶯歌	I	-0.68	-0.12	1999	2294	667	1255	1650	80	476	127
山佳	I	-0.61	-0.41	1650	833	644	1990	983	210	475	75
樹林	I	-0.42	-0.32	1990	983	1047	1310	1603	75	535	162
板橋	I	-0.44	-0.57	1603	1521	856	2615	1249	95	503	114
萬華	II	1.1	-0.42	2615	1249	497	1329	870	95	480	96
台北	I	0.21	-0.32	1329	870	663	1207	2250	110	501	105
松山	I	-0.4	-0.59	1090	940	785	1359	747	63	380	229
南港	I	0.1	0.82	1359	747	707	2407	1493	110	517	192
汐止	III	0.35	0.15	1493	1367	705	1930	1788	200	578	115
七堵	I	0.66	0.01	1788	3443	501	1113	947	160	441	172
八堵	II	-0.7	-0.57	501	1113	947	1013	1724	50	463	177
基隆	III	-0.23	0	1013	1724	500	-	-	160	440	-

3. 停站時間

兩種列車於各車站的停站時間如表 2.4，對於民國 105 年新增之通勤車站（以網底標示），自強號皆不停，通勤列車則每站皆停，且停站時間皆為 30 秒。

表2.4 各車站停站時間參數表

車站	自強號	通勤電車	車站	自強號	通勤電車
基隆	1	1	鶯歌	0	1
三坑	0	0.5	北桃園	0	0.5
八堵	0	1	桃園	1.5	1
七堵	0	1	國際路	0	0.5
百福	0	0.5	永豐路	0	0.5
五堵	0	0.5	內壢	0	0.5
汐止	0	1	中原大學	0	0.5
南汐止	0	0.5	中壢	1.5	1
樟樹灣	0	0.5	環南路	0	0.5
南港	0	0.5	埔心	0	0.5
松山	1.5	1	楊梅	0	0.5
台北	4	4	富岡	0	0.5
萬華	0	1	湖口	0	0.5
板橋	1.5	1	新豐	0	0.5
浮州	0	0.5	竹北	0	0.5
樹林	1	1	北新竹	0	0.5
山佳	0	0.5	新竹	1.5	1

4. 站間運轉時間

目前列車於各區間的基準運轉時間如表 2.5，當通勤電車通過有增設通勤車站的路段，將依2.6.1節之假設來調整運轉時間，調整後的基準運轉時間如表 2.6。

表2.5 基準運轉時間參數表（調整前）

站名	下行基準運轉時間(分鐘)		上行基準運轉時間(分鐘)	
	自強	通勤電車	自強	通勤電車
基隆	○	○	○	○
八堵	4.00	6.00	3.75	6.00
七堵	2.25	○	1.75	○
汐止	6.00	8.00	6.50	8.25
南港	4.50	5.50	4.50	5.50
松山	2.75	3.25	2.50	3.25
台北	○	○	○	○
萬華	3.00	3.25	3.00	3.50
板橋	4.00	4.75	4.50	4.75
樹林	○	○	○	○
山佳	2.75	3.50	2.75	3.50
鶯歌	3.25	4.00	3.25	4.00
桃園	6.50	7.00	6.75	7.25
內壢	4.50	4.75	3.75	4.75
中壢	2.75	3.75	2.50	3.25
埔心	○	○	○	○
楊梅	4.75	4.75	3.75	4.50
富岡	2.25	3.75	2.50	3.75
湖口	3.75	5.25	3.75	5.50
新豐	3.00	4.50	3.00	4.75
竹北	3.50	4.75	3.50	4.75
新竹	4.00	4.50	4.00	4.50
	○	○	○	○

單位：km/h

表2.6 基準運轉時間參數表（調整後）

站名	下行基準運轉時間(分鐘)		上行基準運轉時間(分鐘)	
	自強	通勤電車	自強	通勤電車
基隆	○	○	○	○
	4.00	6.00	3.75	6.00
八堵	○	○	○	○
	2.25	3.00	1.75	2.75
七堵	○	○	○	○
	6.00	9.75	6.50	10.00
汐止	○	○	○	○
	4.50	9.00	4.50	9.00
南港	○	○	○	○
	2.75	3.25	2.50	3.25
松山	○	○	○	○
	5.25	5.50	5.25	5.50
台北	○	○	○	○
	3.00	3.25	3.00	3.50
萬華	○	○	○	○
	4.00	4.75	4.50	4.75
板橋	○	○	○	○
	4.00	6.25	3.75	6.25
樹林	○	○	○	○
	2.75	3.50	2.75	3.50
山佳	○	○	○	○
	3.25	4.00	3.25	4.00
鶯歌	○	○	○	○
	6.50	8.75	6.75	9.00
桃園	○	○	○	○
	4.50	8.25	3.75	8.25
內壢	○	○	○	○
	2.75	5.50	2.50	5.00
中壢	○	○	○	○
	4.75	6.50	3.75	6.25
埔心	○	○	○	○
	2.25	3.75	2.50	3.75
楊梅	○	○	○	○
	3.75	5.25	3.75	5.50
富岡	○	○	○	○
	3.00	4.50	3.00	4.75
湖口	○	○	○	○
	3.50	4.75	3.50	4.75
新豐	○	○	○	○
	4.00	4.50	4.00	4.50
竹北	○	○	○	○
	4.00	6.75	4.50	6.75
新竹	○	○	○	○

單位：km/h

5. 平均巡航速度

「平均巡航速度」參數的決定相當複雜，在前期研究中，自強號與通勤電车的平均巡航速度設定值如表 2.7。本研究考量民國 105 年，通勤電車於新的通勤車站將因(1)通過改停車所增加的運轉時間；(2)在通勤車站停靠

所增加的時間兩原因增加運轉時間，進而降低平均巡航速度，經上述兩因素調整後的平均巡航速度如表 2.8。

表2.7 各區間列車平均巡航速度參數表（調整前）

	東正線（下行區間）		西正線（上行區間）	
	自強號	通勤電車	自強號	通勤電車
基隆-八堵	63.64	61.42	63.64	61.42
八堵-七堵	60.34	66.84	77.59	69.58
七堵-汐止	71.14	72.23	65.66	71.16
汐止-南港	79.85	80.22	79.85	80.22
南港-松山	68.60	71.85	85.75	71.85
松山-台北	84.77	82.91	84.77	82.91
台北-萬華	67.99	71.53	61.81	69.04
萬華-板橋	70.20	73.61	75.21	73.61
板橋-樹林	99.84	84.74	92.71	84.74
樹林-山佳	84.68	81.02	84.68	81.02
山佳-鶯歌	81.09	80.59	81.09	80.59
鶯歌-桃園	78.68	83.50	78.68	81.89
桃園-內壢	95.03	86.68	101.82	86.68
內壢-中壢	105.32	78.79	105.32	85.28
中壢-埔心	107.01	85.48	107.01	88.19
埔心-楊梅	108.02	79.87	97.21	79.87
楊梅-富岡	108.93	88.54	108.93	86.18
富岡-湖口	113.65	87.18	113.65	84.52
湖口-新豐	105.13	88.31	105.13	88.31
新豐-竹北	72.15	79.42	72.15	79.42
竹北-新竹	93.60	83.46	93.60	83.46

表2.8 各區間列車平均巡航速度參數表（調整後）

	東正線（下行區間）		西正線（上行區間）	
	自強號	通勤電車	自強號	通勤電車
基隆-八堵	63.64	61.42	63.64	61.42
八堵-七堵	60.34	66.84	77.59	69.58
七堵-汐止	71.14	65.85	65.66	65.12
汐止-南港	79.85	63.28	79.85	63.28
南港-松山	68.60	71.85	85.75	71.85
松山-台北	84.77	82.91	84.77	82.91
台北-萬華	67.99	71.53	61.81	69.04
萬華-板橋	70.20	73.61	75.21	73.61
板橋-樹林	99.84	71.28	92.71	71.28
樹林-山佳	84.68	81.02	84.68	81.02
山佳-鶯歌	81.09	80.59	81.09	80.59
鶯歌-桃園	78.68	74.13	78.68	73.09
桃園-內壢	95.03	65.46	101.82	65.46
內壢-中壢	105.32	65.39	105.32	68.26
中壢-埔心	107.01	72.34	107.01	73.76
埔心-楊梅	108.02	79.87	97.21	79.87
楊梅-富岡	108.93	88.54	108.93	86.18
富岡-湖口	113.65	87.18	113.65	84.52
湖口-新豐	105.13	88.31	105.13	88.31
新豐-竹北	72.15	79.42	72.15	79.42
竹北-新竹	93.60	71.33	93.60	71.33

6. 其他參數

除了上述幾類參數外，其餘的參數設定如表 2.9。

表2.9 容量計算之其他參數資料表

參數名稱	數值
同軌道運轉時解除閉塞與清除號誌時間	4 秒
司機員與軔機反應時間	5 秒
寬裕時間係數	0.35
加速度性能有效因子/減速度性能有效因子	1
解除第 1 股道進路、鎖定第 2 股道暨號誌變換整體作業時間	15 秒
排點時列車交會最短號誌時距	25 秒

2.6.3 計算分析結果

本研究考量民國 105 年時自強號與通勤電車數量比例分別為 1:3、1:4、1:5、0:1 等四種情境來逐一分析計算，其計算結果如表 2.10 和表 2.11，由表可知隨著通勤電車所佔的比例增加，路線容量和設計容量也跟著增加。

表2.10 路線容量結果比較表

車種比例 路段	東正線				西正線			
	1 比 3	1 比 4	1 比 5	0 比 1	1 比 3	1 比 4	1 比 5	0 比 1
基隆 → 八堵	8.94	9.24	9.48	11.37	8.94	9.27	9.53	11.74
八堵 → 七堵	12.74	12.92	13.05	14.01	13.74	14.02	14.24	16.01
七堵 → 汐止	7.02	7.32	7.57	9.75	6.29	6.52	6.7	8.22
汐止 → 南港	6.82	7.19	7.51	10.68	6.69	7.03	7.32	10.13
南港 → 松山	17.39	17.67	17.89	19.4	15.43	15.76	16.03	18.08
松山 → 台北	14.04	14.16	14.24	14.75	13.25	13.34	13.41	13.83
台北 → 萬華	15.79	15.93	16.04	16.7	14.36	14.51	14.62	15.41
萬華 → 板橋	13.66	13.9	14.09	15.43	11.21	11.27	11.32	11.6
板橋 → 樹林	10.85	11.29	11.67	15.03	9.27	9.65	9.97	12.83
樹林 → 山佳	14.7	14.98	15.19	16.75	12.48	12.69	12.86	14.07
山佳 → 鶯歌	14.04	14.3	14.49	15.9	13.62	13.89	14.1	15.61
鶯歌 → 桃園	8.59	8.91	9.17	11.25	7.9	8.21	8.46	10.51
桃園 → 內壢	7.15	7.51	7.8	10.5	6.93	7.36	7.73	11.47
內壢 → 中壢	8.5	8.9	9.24	12.25	8.68	9.06	9.37	11.99
中壢 → 埔心	9.43	9.77	10.04	12.2	8.39	8.7	8.96	11.12
埔心 → 楊梅	11.28	11.61	11.88	14.12	13.07	13.38	13.63	15.62
楊梅 → 富岡	9.5	9.73	9.92	11.42	11.16	11.54	11.86	14.51
富岡 → 湖口	11.15	11.45	11.7	13.66	10.71	11.04	11.32	13.6
湖口 → 新豐	11.37	11.6	11.78	13.15	11.96	12.21	12.41	13.98
新豐 → 竹北	13.43	13.54	13.63	14.25	14.51	14.61	14.69	15.27
竹北 → 新竹	6.86	7.08	7.26	8.74	7.26	7.5	7.69	9.25

單位：列車數／小時

表2.11 設計容量結果比較表

車種比例 路段	東正線				西正線			
	1 比 3	1 比 4	1 比 5	0 比 1	1 比 3	1 比 4	1 比 5	0 比 1
基隆 → 八堵	14226	14859	15353	19096	14215	14905	15450	19731
八堵 → 七堵	20257	20773	21151	23534	21850	22545	23080	26894
七堵 → 汐止	11167	11773	12262	16381	10004	10480	10857	13814
汐止 → 南港	10845	11568	12171	17943	10636	11307	11863	17015
南港 → 松山	27662	28426	28988	32585	24537	25352	25976	30378
松山 → 台北	22336	22771	23075	24788	21077	21463	21733	23242
台北 → 萬華	25110	25630	25994	28052	22834	23334	23695	25884
萬華 → 板橋	21722	22359	22832	25916	17831	18131	18340	19492
板橋 → 樹林	17252	18164	18906	25256	14746	15525	16158	21546
樹林 → 山佳	23375	24086	24617	28140	19851	20415	20838	23645
山佳 → 鶯歌	22335	22994	23484	26710	21655	22337	22846	26218
鶯歌 → 桃園	13657	14330	14857	18905	12561	13201	13705	17656
桃園 → 內壢	11376	12074	12642	17648	11021	11836	12518	19264
內壢 → 中壢	13513	14315	14964	20581	13813	14571	15176	20144
中壢 → 埔心	14997	15711	16268	20490	13337	13999	14523	18688
埔心 → 楊梅	17940	18676	19256	23725	20793	21522	22088	26236
楊梅 → 富岡	15109	15652	16075	19186	17753	18568	19216	24381
富岡 → 湖口	17740	18419	18951	22950	17033	17758	18334	22853
湖口 → 新豐	18088	18652	19083	22088	19029	19643	20116	23493
新豐 → 竹北	21359	21784	22089	23934	23084	23501	23804	25661
竹北 → 新竹	10905	11388	11767	14688	11547	12062	12465	15536

單位：旅客數／小時

2.6.4 增設通勤車站對容量之影響

本研究所提出的複線運轉計算模式主要是根據台鐵三位式號誌的運作方式加以推導，因此欲以複線模式計算容量時，路段（兩個車站間）上必須要設有閉塞號誌，理想情況下，當新增車站前與新增車站後，對於路段的界定會有所不同如圖 2-19，新增車站前是計算「甲站－乙站」；新增後應該是計算「甲站－新增車站」、「新增車站－乙站」兩個路段。但實際上，台鐵無論在過去（例如三坑）及未來欲增設的通勤車站在規劃時，受

限於地理環境及經費的限制，並沒有讓所有站間都存有兩個以上的閉塞區間，因此本研究暫時仍利用未新增車站前的路段定義，配合調整列車的站間運轉時間及平均巡航速來推估容量。

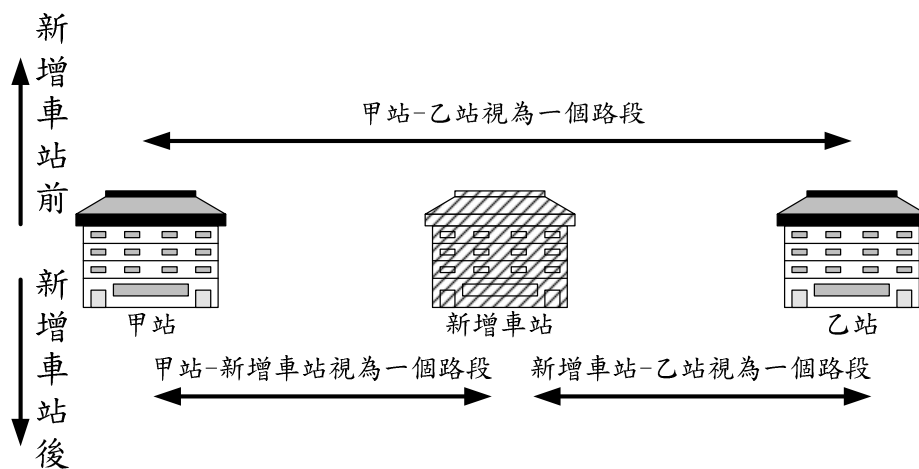


圖2-19 新增路段前/後所計算的路段差異

為了明瞭「在沒有增設閉塞號誌設備前提下增設通勤車站」對軌道容量的影響，本研究針對未來民國 105 年欲增設通勤車站的路段，分析當自強號和通勤電車的數量比例為 1:3 之情境的容量，並將所得結果和 2.6.3 節之結果相比，整理成表 2.12 和

表 2.13，可發現有增設通勤車站的路段，不論是在路線容量還是設計容量上，均會有容量下降的現象。

表2.12 增設通勤車站結果比較（東正線）

路段 \ 容量	無通勤車站		增設通勤車站	
	路線容量 (列車數/小時)	設計容量 (旅客數/小時)	路線容量 (列車數/小時)	設計容量 (旅客數/小時)
七堵→汐止	8.76	13935	7.02	11167
汐止→南港	11.03	17547	6.82	10845
板橋→樹林	15.73	25017	10.85	17252
鶯歌→桃園	10.71	17041	8.59	13657
桃園→內壢	11.05	17571	7.15	11376
內壢→中壢	11.03	17542	8.5	13513
中壢→埔心	12.3	19558	9.43	14997
竹北→新竹	8.64	13737	6.86	10905

表2.13 增設通勤車站結果比較（西正線）

路段 \ 容量	無通勤車站		增設通勤車站	
	路線容量 (列車數/小時)	設計容量 (旅客數/小時)	路線容量 (列車數/小時)	設計容量 (旅客數/小時)
新竹→竹北	9.29	14783	7.26	11547
埔心→中壢	10.82	17207	8.39	13337
中壢→內壢	11.42	18170	8.68	13813
內壢→桃園	10.87	17284	6.93	11021
桃園→鶯歌	10.15	16138	7.9	12561
樹林→板橋	12.92	20551	9.27	14746
南港→汐止	10.92	17376	6.69	10636
汐止→七堵	7.66	12178	6.29	10004

對於此影響可用圖 2-20來說明，若路段間增設通勤車站，則通過該路段的通勤電車基準運轉時間變長，平均巡航速度變慢，這兩項參數在模式中會使得列車交會／待避損失時間和號誌安全時距增加，所導致的結果便是軌道容量降低。

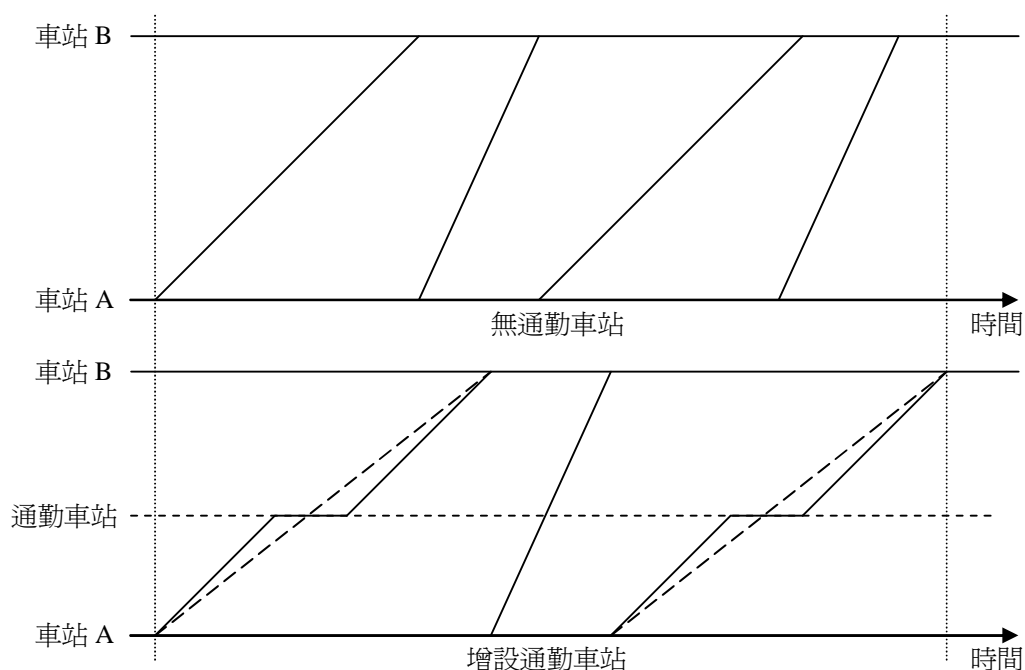


圖2-20 增設通勤車站對軌道容量的影響

2.6.5 單/複線運轉之比較

為了能夠深入瞭解單/複線運轉對於容量的影響，本研究將基隆—新竹路段分別以單/複線運轉的模式加以計算，在自強號與通勤電車的列車比例為 1：3 的情境假設下，將計算結果整理如表 2.14和表 2.15。

表2.14 單複線運轉結果比較（東正線）

路段 \ 容量	複線運轉		單線運轉	
	路線容量 (列車數/小時)	設計容量 (旅客數/小時)	路線容量 (列車數/小時)	設計容量 (旅客數/小時)
基隆→八堵	8.94	14226	7.55	12011
八堵→七堵	12.74	20257	14.46	23004
七堵→汐止	7.02	11167	4.74	7532
汐止→南港	6.82	10845	5.36	8525
南港→松山	17.39	27662	12.66	20137
松山→台北	14.04	22336	7.59	12075
台北→萬華	15.79	25110	12.02	19116
萬華→板橋	13.66	21722	8.82	14021
板橋→樹林	10.85	17252	7.32	11640
樹林→山佳	14.7	23375	11.92	18956
山佳→鶯歌	14.04	22335	10.51	16715
鶯歌→桃園	8.59	13657	5.09	8098
桃園→內壢	7.15	11376	5.82	9258
內壢→中壢	8.5	13513	8.87	14108
中壢→埔心	9.43	14997	7.1	11291
埔心→楊梅	11.28	17940	11.63	18491
楊梅→富岡	9.5	15109	8.25	13126
富岡→湖口	11.15	17740	9.46	15047
湖口→新豐	11.37	18088	9.16	14563
新豐→竹北	13.43	21359	9.28	14752
竹北→新竹	6.86	10905	6.79	10806

表2.15 單複線運轉結果比較（西正線）

路段 \ 容量	複線運轉		單線運轉	
	路線容量 (列車數/小時)	設計容量 (旅客數/小時)	路線容量 (列車數/小時)	設計容量 (旅客數/小時)
新竹→竹北	7.26	11547	6.79	10806
竹北→新豐	14.51	23084	9.28	14752
新豐→湖口	11.96	19029	9.16	14563
湖口→富岡	10.71	17033	9.59	15250
富岡→楊梅	11.16	17753	8.25	13126
楊梅→埔心	13.07	20793	11.63	18491
埔心→中壢	8.39	13337	7.1	11291
中壢→內壢	8.68	13813	8.87	14108
內壢→桃園	6.93	11021	5.82	9258
桃園→鶯歌	7.9	12561	5.09	8098
鶯歌→山佳	13.62	21655	10.51	16715
山佳→樹林	12.48	19851	11.92	18956
樹林→板橋	9.27	14746	7.32	11640
板橋→萬華	11.21	17831	8.82	14021
萬華→台北	14.36	22834	12.02	19116
台北→松山	13.25	21077	7.59	12075
松山→南港	15.43	24537	12.66	20137
南港→汐止	6.69	10636	5.36	8525
汐止→七堵	6.29	10004	4.74	7532
七堵→八堵	13.74	21850	14.46	23004
八堵→基隆	8.94	14215	7.55	12011

一般而言，在同一路段中，使用複線運轉的平均最小運轉時隔較小；使用單線運轉的平均最小運轉時隔較大，因此複線運轉的容量應該高於單線運轉，然而從表 2.14和表 2.15中可發現，無論在東正線或西正線上，皆有部分路段呈現相反的現象。此現象可用圖 2-21來解釋，複線運轉的容量之所以會高於單線運轉，主要原因為其續行列車不需等待先行列車到達下一站即可離站。但是當站間距離變短至一定程度時，會使得先行列車已經到達下一站，續行列車卻因為要保持號誌安全時距，使得其比單線運轉時還晚離站，導致容量低於單線運轉。

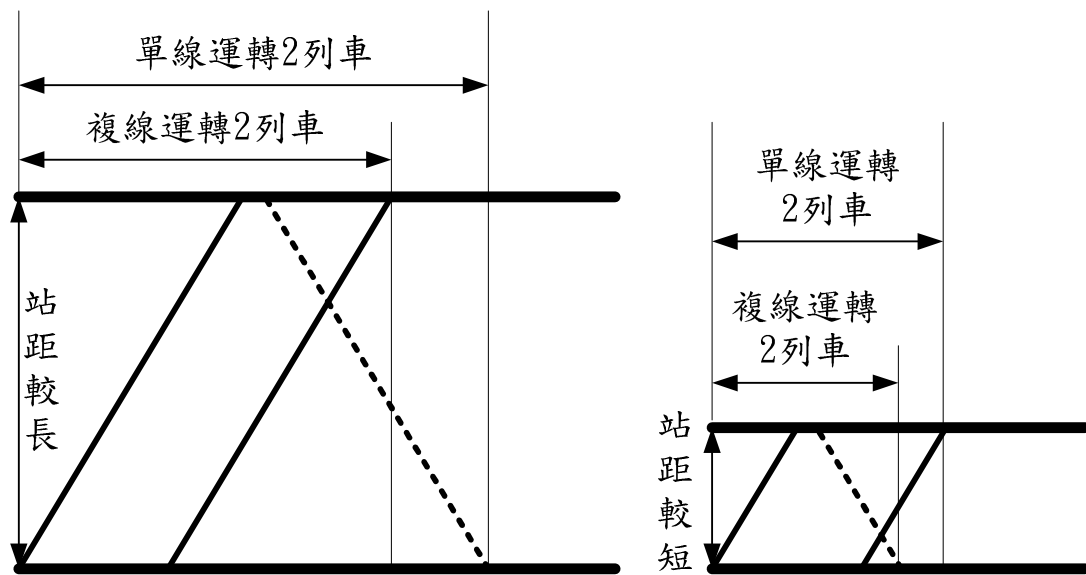


圖2-21 單/複線運轉比較

3. 未來工作計畫

1. 程式整合測試
2. 使用手冊撰寫
3. 期末報告撰寫

4. 問題討論

1. 程式命名：可能的選項包含
 - RailCap—Region RailCap（期中報告中暫定之名稱）
 - TRCS-Taiwan Rail Capacity Software（對照 IOT-THCS 之名稱）
 - 其他建議的名稱
2. 其他問題討論

附錄 F 期末工作會議紀錄

「運輸系統容量分析暨應用研究—軌道系統(1/4)」 期末工作會議紀錄

一、時 間：95 年 10 月 11 日(星期三)下午 2 時整

二、地 點：交通部運輸研究所七樓運輸規劃科技研究室

三、主持人：蘇副組長振維、鍾志成博士

紀錄：張恩輔

四、出(列)席單位及人員：

交通部鐵路改建工程局周主任秘書永暉

周永暉

交通部高鐵局七組施科長文雄

交通部臺鐵局綜合調度所許組長邦彥

許邦彥

臺灣高鐵公司陳經理信雄

國立高雄第一科技大學運籌管理系鄭教授永祥

鄭永祥

逢甲大學交通工程管理系林教授大傑

交通部鐵路改建工程局

財團法人中興工程顧問社

鍾志成

張恩輔

李治仰

本所運計組

蘇振維 劉昭榮

黃全琰

五、主席致詞：(略)

六、簡報：(略)

七、出席人員發言要點：

(一) 交通部鐵路改建工程局周主任秘書永暉

1. 程式命名建議可用台鐵的命名規則稱為 TRACS。
2. 第 12 頁對於列車速差的處理方式係因為站間距離過短所致，該如何判斷站間距離為多少才夠長？
3. 案例分析中，車種比例為何使用「0 比 1」？
4. 第 23 頁為在沒有增設號誌機前提下增設通勤車站所做的分析結果，但目前鐵工局所建之通勤車站有設進站號誌機、出發號誌機，是否可分析「有增設號誌機」的狀況？
5. 「南汐止站」已正名為「汐科站」。

鍾志成博士答覆：程式會根據站間距離自動計算適當的瓶頸號誌安全時距，不需使用者判斷。為何使用「0 比 1」的車種比例，是因為單純的車種組成會有較大的容量，用「0 比 1」可了解該路段最大的容量為多少。對於分析「有增設號誌機」的狀況，目前程式都可以算，但是即使車站有了號誌機，實際上有通勤車站的路段之物理狀況和列車運轉的情況都和模式的基本假設不完全相符，因此分析出的結果意義可能不大。

(二) 高雄第一科技大學運籌管理系鄭教授永祥

1. 目前案例分析沒有考慮貨運對容量的影響？
2. 案例只針對不同的自強號和通勤列車比例逐一分析做比較，是否有考慮未來可能有其他車種加入？
3. 是否可分析廠站或末端站對容量的影響？
4. 在程式裡，是否可同時看山線和海線的容量分析？

鍾志成博士答覆：本案例是針對台鐵捷運化的情況為對象，且台鐵在尖峰並無貨運，因此沒有做相關的容量分析。程式留有加入其他車種的彈性，只要將欲加入車種的資料輸入即可在分析時納入考慮。在其他文獻中，通常另外討論廠站、末端站對容量的影響，未來若要納入本模式中一併考慮有一定的複雜性，可以再研究看看。程式是根據使用者輸入的車站依序即時產生路段，因此不能同時分析山線和海線，且在分析結果的直方圖中難以表示。

(三) 交通部運輸研究所運計組蘇副組長振維

1. 是否可將案例分析的結果與目前台鐵營運的狀況相比，評估車種簡化的效益？
2. 未來台鐵通勤列車不只一種。

鍾志成博士答覆：可以根據目前台鐵的營運狀況推估其容量，但還需要其相關資料才能做評估。程式有新增不同車種的彈性。

(四) 交通部運輸研究所運計組劉研究員昭榮

1. 程式的分析結果是否有和前期研究的結果做檢核校估？
2. 第 11 頁中式 2.7 是否要分別對號誌時距和交會待避時間設定不同的運轉寬裕時間係數？
3. 若能將「增設通勤車站也增設號誌機」的容量分析結果，和「增設通勤車站但不增設號誌機」的結果相比，或許可以讓台鐵評估在增設通勤車站時也增設號誌機。

鍾志成博士答覆：在程式開發的過程中，都有在檢核程式的分析結果是否和前期研究相同，然而目前模式已經有所修正，無法將現在程式的分析結果和前期研究相比。本模式的確實隱含號誌時距和交會待避時間提供等價的運轉寬裕時間，然而若分為不同的運轉寬裕時間係數，目前也無客觀且有系統的方式來設定該值，反而會造成使用上的困擾。之前提過，由於物理狀況和列車運轉的情況都和模式的基本假設不完全相符，因此分析出的結果意義可能不大，即使算出結果，「增設通勤車站也增設號誌機」的結果會是兩個路段的容量，和原本一個路段的容量不易比較，最後，車站增設號誌機會使得站間的閉塞號誌機位置有所改變，目前要取得將來所有號誌機改變後的里程資料也有困難。

八、散會

附錄 G 期末簡報資料




交通部運輸研究所

運輸系統容量分析暨應用研究 軌道系統(1/4)

期末簡報

簡報人：黃笙玗

中華民國95年12月13日

 財團法人中興工程顧問社

1

簡報大綱

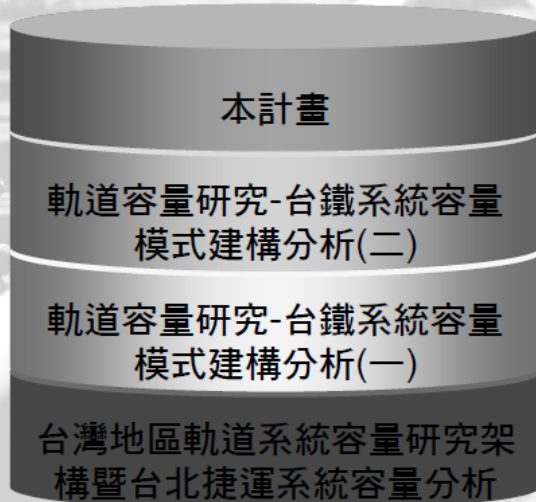
- 計畫背景介紹
- 研究工作流程
- 容量分析模式改善
- 軟體架構介紹
- 程式展示
- 案例分析
- 結論與建議



2

計畫背景介紹－研究背景與研究目的

研究背景



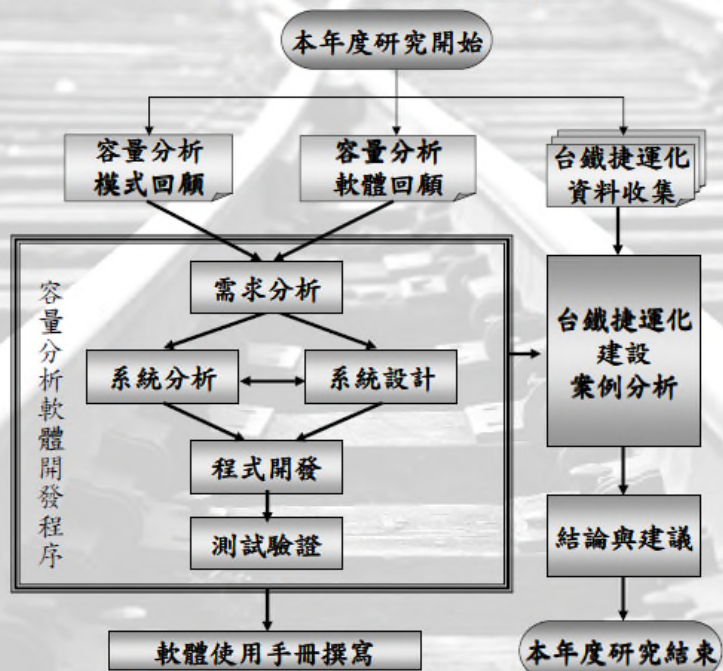
研究目的

- 配合台灣相關軌道建設需要
- 建立台灣軌道容量分析程式
- 作為評估軌道設施改善參考
- 發展國內軌道容量手冊基礎

計畫背景介紹－全程計畫概要



研究工作流程



5

容量分析模式改善

- 反向列車交會之號誌安全時距
- 運轉寬裕的計算方法
- 列車速差的處理方式

6

反向列車交會之號誌安全時距

$$T_s = \max(T_{s,M}, T_{s,\min})$$


車站B

車站A

$T_{s,M}$ = 列車交會的號誌安全時距

$T_{s,\min}$ = 排點時列車交會最短號誌時距

7

運轉寬裕的計算方法

$$C = \frac{3600}{h}$$

$$h = T_s + t_l + t_m$$

$$t_m = \beta \cdot (T_s + t_l)$$

C = 區間路線容量

h = 列車平均最小運轉時隔

T_s = 瓶頸號誌安全時距

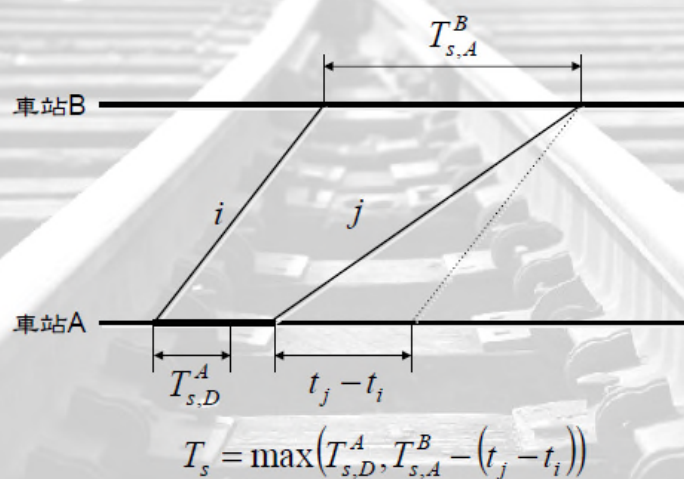
t_l = 列車交會或待避損失時間

t_m = 運轉寬裕時間

β = 運轉寬裕時間係數

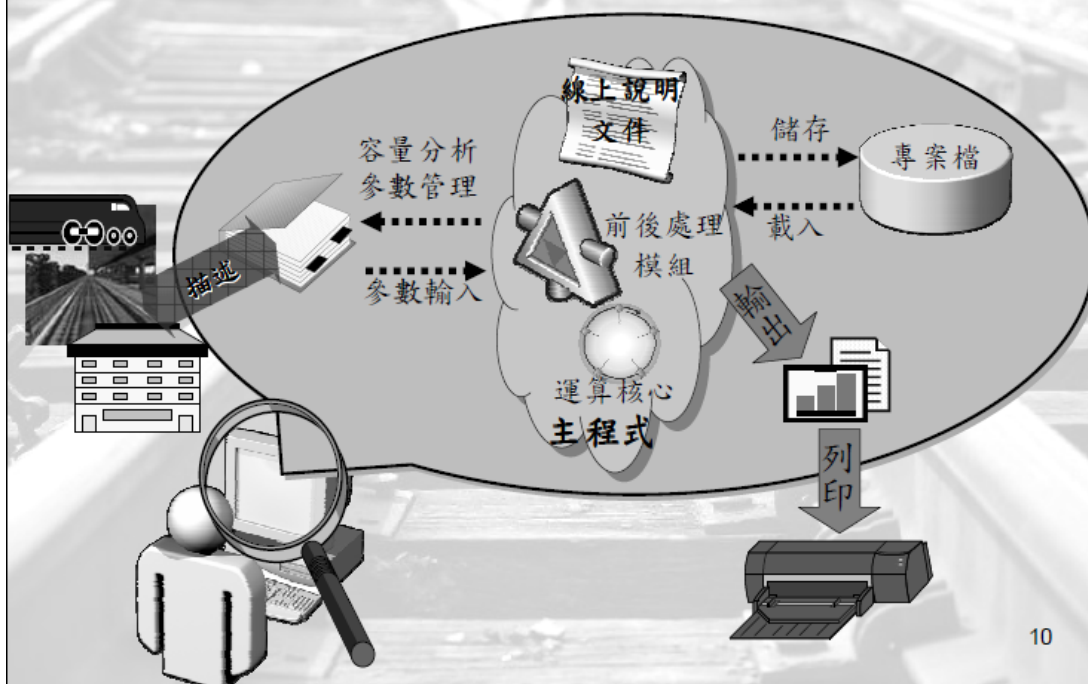
8

列車速差的處理方式




9

軟體架構介紹



10



程式展示

11

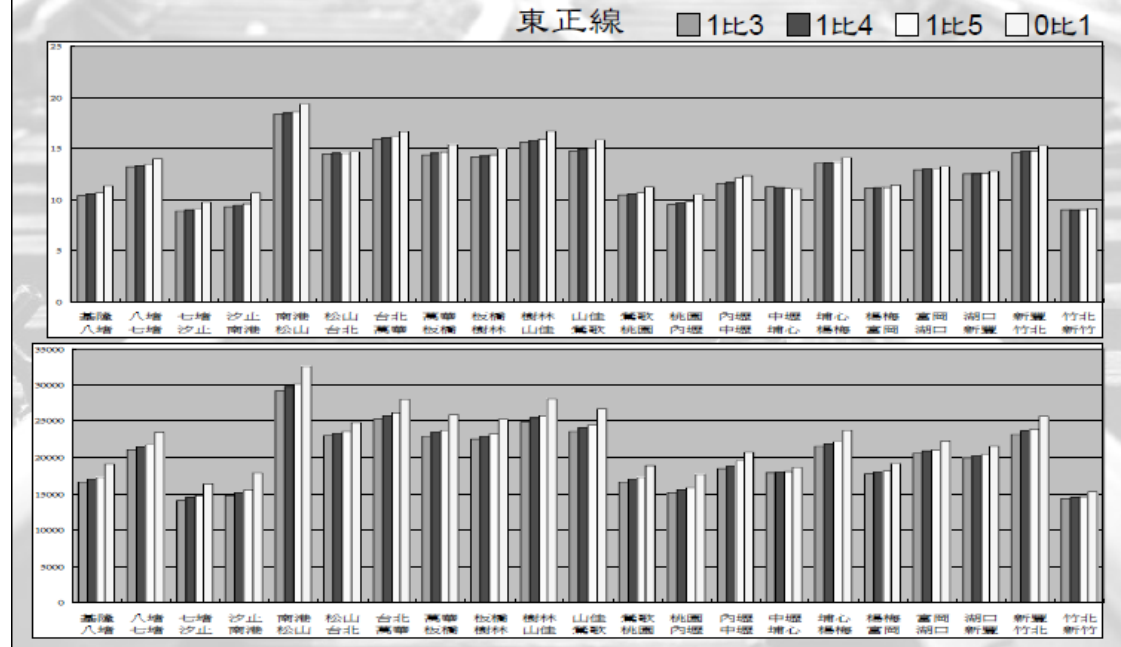


案例分析—重要情境說明

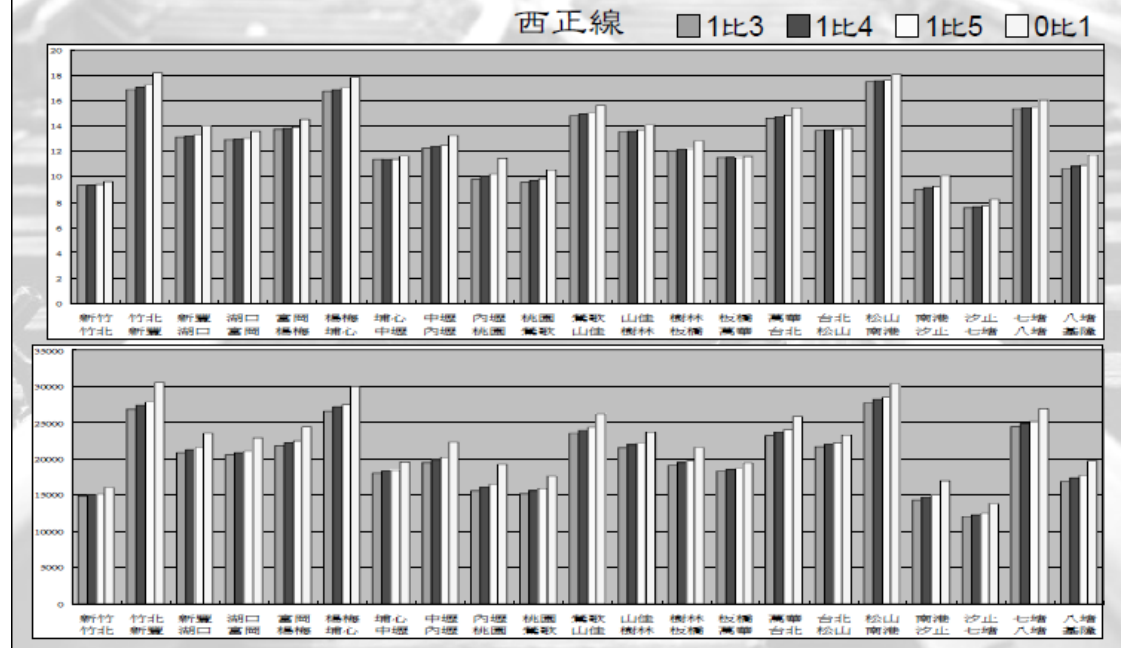
- 僅考慮自強號和通勤電車
- 新增通勤車站的軌道佈設型式皆為兩股道
- 仍以未新增車站前的路段定義來做分析
- 調整站間運轉時間

12

案例分析一 交通組成對於容量之影響(1/2)



案例分析一 交通組成對於容量之影響(2/2)



案例分析一 增設通勤車站對容量之影響(1/3)

東正線

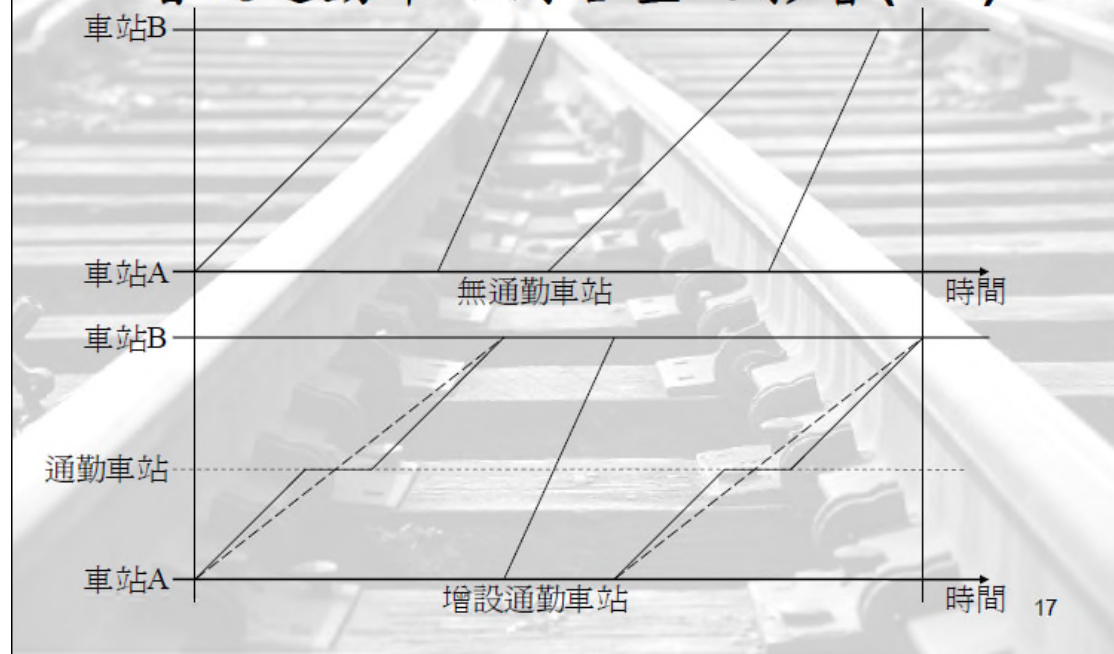
容量 路段	無通勤車站		增設通勤車站	
	路線容量 (列車數/小時)	設計容量 (旅客數/小時)	路線容量 (列車數/小時)	設計容量 (旅客數/小時)
七堵→汐止	9.91	15754	8.88	14119
汐止→南港	11.63	18492	9.28	14752
板橋→樹林	16.94	26944	14.18	22549
鶯歌→桃園	11.22	17848	10.44	16611
桃園→內壢	11.31	17990	9.52	15147
內壢→中壢	13.22	21034	11.6	18449
中壢→埔心	12.92	20549	11.27	17921
竹北→新竹	10.4	16538	9.01	14335

案例分析一 增設通勤車站對容量之影響(2/3)

西正線

容量 路段	無通勤車站		增設通勤車站	
	路線容量 (列車數/小時)	設計容量 (旅客數/小時)	路線容量 (列車數/小時)	設計容量 (旅客數/小時)
新竹→竹北	10.76	17113	9.33	14841
埔心→中壢	13.4	21314	11.35	18048
中壢→內壢	14.08	22388	12.23	19450
內壢→桃園	12.08	19217	9.8	15580
桃園→鶯歌	10.67	16964	9.57	15214
樹林→板橋	14.14	22484	12.02	19114
南港→汐止	11.55	18369	9.01	14335
汐止→七堵	8.3	13208	7.55	12008

案例分析一 增設通勤車站對容量之影響(3/3)



案例分析一 單／複線運轉對容量之影響(1/3)

東正線

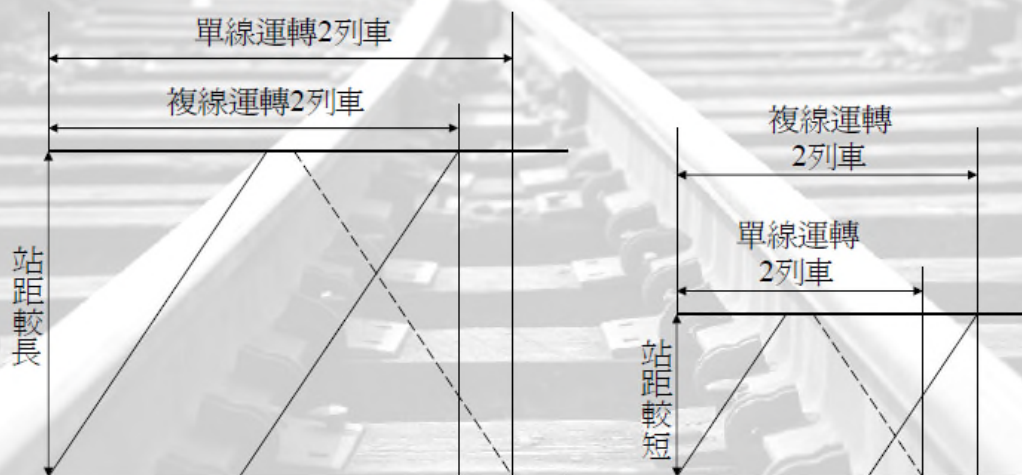
路段	容量	複線運轉		單線運轉	
		路線容量 (列車數/小時)	設計容量 (旅客數/小時)	路線容量 (列車數/小時)	設計容量 (旅客數/小時)
基隆→八堵		10.42	16571	7.55	12011
八堵→七堵		13.24	21064	14.46	23004
七堵→汐止		8.88	14119	4.74	7532
汐止→南港		9.28	14752	5.36	8525
南港→松山		18.34	29167	12.66	20137
松山→台北		14.47	23018	7.59	12075
台北→萬華		15.91	25304	12.02	19116
萬華→板橋		14.39	22891	8.82	14021
板橋→樹林		14.18	22549	7.32	11640
樹林→山佳		15.63	24861	11.92	18956
山佳→鶯歌		14.8	23545	10.51	16715
鶯歌→桃園		10.44	16611	5.09	8098
桃園→內壢		9.52	15147	5.82	9258
內壢→中壢		11.6	18449	8.87	14108
中壢→埔心		11.27	17921	7.1	11291
埔心→楊梅		13.56	21571	11.63	18491
楊梅→富岡		11.17	17758	8.25	13126
富岡→湖口		12.94	20580	9.46	15047
湖口→新豐		12.51	19891	9.16	14563
新豐→竹北		14.59	23201	9.28	14752
竹北→新竹		9.01	14335	6.79	10806

案例分析一 單／複線運轉對容量之影響(2/3)

西正線

路段	複線運轉		單線運轉	
	路線容量 (列車數/小時)	設計容量 (旅客數/小時)	路線容量 (列車數/小時)	設計容量 (旅客數/小時)
新竹→竹北	9.33	14841	6.79	10806
竹北→新豐	16.86	26814	9.28	14752
新豐→湖口	13.11	20856	9.16	14563
湖口→富岡	12.89	20495	9.59	15250
富岡→楊梅	13.7	21786	8.25	13126
楊梅→埔心	16.72	26588	11.63	18491
埔心→中壢	11.35	18048	7.1	11291
中壢→內壢	12.23	19450	8.87	14108
內壢→桃園	9.8	15580	5.82	9258
桃園→鶯歌	9.57	15214	5.09	8098
鶯歌→山佳	14.77	23487	10.51	16715
山佳→樹林	13.52	21510	11.92	18956
樹林→板橋	12.02	19114	7.32	11640
板橋→萬華	11.48	18252	8.82	14021
萬華→台北	14.61	23235	12.02	19116
台北→松山	13.63	21683	7.59	12075
松山→南港	17.45	27752	12.66	20137
南港→汐止	9.01	14335	5.36	8525
汐止→七堵	7.55	12008	4.74	7532
七堵→八堵	15.34	24406	14.46	23004
八堵→基隆	10.64	16930	7.55	12011

案例分析一 單／複線運轉對容量之影響(3/3)



結論與建議－結論

- 本研究開發出符合台灣地區地域特性的容量分析工具軟體，對未來在執行容量分析的工作上將有所幫助。
- 從案例分析的結果中，可以發現提高通勤電車的比例將有助於提升軌道容量。
- 對於台鐵捷運化建設方面，在不增設閉塞區間的前提下增設通勤車站，將會導致軌道容量降低。
- 當站間距離短至一定程度時，會使得該路段採單線運轉的容量高於複線運轉。

21

結論與建議－建議

- 對於台鐵捷運化建設方面，建議在新增通勤車站時，若能增設閉塞號誌，可減少捷運化對容量降低的衝擊。
- 軌道容量分析所需的背景知識相當繁複，即使透過本軟體輔助，亦有若干細節需要注意，因此建議宜舉辦教育訓練，藉此也可根據使用者實際使用本程式所得到的經驗與建議，回饋修正程式，使得程式能更佳完善。
- 前期研究已累積不少軌道容量相關研究成果，和本研究所開發的容量分析軟體及案例分析結果，可作為未來國內軌道容量手冊編訂之參考。

22

簡報結束、敬請指教

Thank You

Questions...



財團法人中興工程顧問社

23

附錄 H 期末審查意見處理情形

單位/ 姓名	審查意見	承辦單位處理情形	主辦單位 審查意見
交通部 鐵工局 周主任 秘書永 暉	有關本計畫所開發軟體之版權是否為甲、乙雙方共同持有，請考量。	依照契約第八條第 7 項第 2 款所述：「因辦理本計畫所完成之著作及其因本研究而得之技術、發展之應用軟體（含執行檔、原始程式碼及相關資料檔），其著作財產權之全部應於著作完成之同時讓與甲方。」已於定案報告中修改相關用詞。	已於定案報告中第 4-3 頁修改。
	有關本研究所開發之軟體，其名稱是否訂為 TRACS？請再考量。	依主席裁示，有關本軟體定案之名稱、首頁畫面，於明年度規劃單位與承辦單位再協考量，今年度傳統暨區域鐵路系統之模組名稱暫用 TRACS。	同意承辦單位之處 理。
	有關本研究軟體所訂定之防呆機制，其基本 Rule 是否應更為明確，建議應於報告中說明；另本軟體是否有使用權限，亦應說明清楚。	本軟體已儘可能提供防呆機制，除報告中說明參數的格式與合理範圍之外，程式亦會限制使用者無法輸入不符合格式或超出合理範圍的內容。另本軟體除安裝時有權限之限制，已於報告中說明，安裝完成後，由於是單機程式，故在使用上無任何權限限制。	已於定案報告中第 4-4 頁回應處理。

單位/ 姓名	審查意見	承辦單位處理情形	主辦單位 審查意見
	有關增設車站於有、無號誌機時，其對容量之影響不同，建議應於報告中具體補充說明相關影響。	目前模式（含程式）均依三位式號誌之運作邏輯所設計，增設車站若無進站號誌機的情境並不在模式的假設範圍內，同時有關新增車站的詳細號誌機位置以及站間運轉時間等資訊都需備齊方能分析，若以過多的假設數值加以分析並無實質意義且易產生不必要的誤解，故不建議在報告中分析其影響。	同意承辦單位之處 理及補充 說明。
交通部 鐵工局 周主任 秘書永 暉	本研究案例分析之車種只有自強號與通勤電聯車二種，此類型之交通組成是否意謂通勤電聯車愈多其容量愈大；另營運單位關心的可能是不同之車種組成對營運成本或收益是否存在某些特定關係，故建議相關分析是否可再多著墨。	目前容量分析模式研究的範疇屬於供給面的分析，而有關營運收益則必須要再結合需求面（旅次起迄表）及旅客運具選擇偏好等的分析方能得到結論，為另一個值得深入研究之課題，但並非本研究的範疇。	同意承辦 單位之補 充說明。
	本研究之分析結果顯示，當站距縮短至某程度時，單線之容量將大於複線，若距離大時是否仍有此結果，建議應再明確說明。	根據模式的特性，在相同條件下，站距越長時，單線運轉對於容量的衝擊將會越大，反之亦然，此點將於報告中補充。	已於定案 報告中第 7-19 頁回 應補充說 明。
	有關 P5-1「Garbage in, Garbage out」之用語，請修正。	依評審意見辦理。	已於定案 報告中修 正。

單位/ 姓名	審查意見	承辦單位處理情形	主辦單位 審查意見
臺灣鐵路管理局黃副局長民仁(綜合調度所許組長邦彥代)	簡報 P12 提及本研究係以臺鐵捷運化計畫民國 105 年為分析基礎，惟相關之部分計畫內容有誤，例如八堵—南港間將三軌化，其間所增設之百福、南汐止及樟樹灣等三個簡易通勤車站，其佈設型態皆為一島一岸壁，故請研究單位再檢核修正相關計畫內容。	由於臺鐵捷運化工程持續在進行，有關場站設施的配置也一直在變動，因此將在定案報告加註場站配置的參考日期，避免未來引用者誤用。	同意承辦單位之處 理及說 明。
	另本研究單線容量將大於複線之分析結果，若對照於臺鐵系統八堵—七堵 1.9 公里區間，於實務上似不可能發生，請再檢視。	依照評審意見辦理，並將檢視結果於定案報告中補充說明。	已於定案 報告中第 7-19 頁回 應處理及 說明。
	有關通勤車站設站之站距，依據臺鐵路局之設站原則為不小於 2 公里，故若於實務上設站站距低於 2 公里，將對運轉及容量產生影響。	感謝評審提供之實務經驗，此結果與本研究成果之成果相當接近。	--
	簡報 P22 有關增設閉塞號誌機可增加容量之論述，目前臺鐵系統閉塞號誌機設置為因應自強號列車煞車距離 1 公里之需求，其間離約為 1~1.5 公里，故閉塞號誌機之設置位置必須適當，且需考量列車之煞車距離。	感謝評審提供之實務經驗，將於報告中補述。	已於定案 報告中第 8-2 頁回應 補充說明。
臺灣高鐵公司陳信雄經理	本研究有關案例分析之結果應避免有爭議及評論，應以引導使用者使用軟體為原則，故建議案例設計應以使用者容易使用操作為目的。	本研究臺鐵捷運化的案例分析是合約的要求，96 年度將會針對教育訓練來設計案例，以引導使用者入門為目的。	同意承辦 單位之處 理及說 明。

單位/ 姓名	審查意見	承辦單位處理情形	主辦單位 審查意見
臺灣高 鐵公司	有關本軟體之檔案管理部分，建議增加可讓使用者設定專案目錄之功能，以便使用者於匯入、匯出時皆可於此目錄內完成。	本研究在需求分析時，為便於使用者將同一專案數個車站與列車的設定參數統一管理，專案中所有的資訊都存於同一專案檔中。而匯入、匯出功能之用意僅在於讓不同專案能分享參數。故「專案目錄設定」的需求迫切性較低。未來進行教育訓練時，將視使用者的反應通盤檢討加強。	同意承辦單位之處 理及說 明。
陳信雄 經理	有關本軟體之線上說明及求助功能應再加強說明。	依評審意見辦理。	已於軟體 中處理。
	鑑於本軟體程式未來將逐步擴充，故有關未開發模組部分之畫面是否適合標示為「待建構」，請考量。	依主席裁示，暫將本軟體之傳統暨區域鐵路系統模組獨立成一應用程式，待其他模組建構完成後，再整合為軌道容量分析軟體。	同意承辦單位之處 理及說 明。
	鑑於本軟體未來可能將置於網路上供下載使用，故請再考量檢視本軟體是否已達最精簡程度，以節省網路傳輸之資源限制。	依評審意見辦理。	已於軟體 中處理。
高雄第 一科大 鄭永祥 教授	有關增設通勤車站雖將對容量造成影響，但其亦有可能衍生服務品質之提升，故後續有關容量與服務品質之問題應如何有效處理，建議可再考量。	有關容量與服務品質之探討，本系列研究已列為96年度預定研究工作內容項目之一。屆時會通盤予以考慮。	同意承辦單位之處 理及說 明。

單位/ 姓名	審查意見	承辦單位處理情形	主辦單位 審查意見
高雄第一科大 鄭永祥 教授	有關本模式軟體之驗證狀況如何，建議可補充說明。	模式驗證程序已在前期研究完成，至於軟體驗證部分，在開發過程中，以 c++ 撰寫的核心程式曾與前期研究計算結果（Excel VBA 程式）相互比較驗證無誤後，方進行後續的程式前後處理以及 GUI 介面設計開發。	同意承辦單位之處 理及說 明。
	有關本軟體有否與其他國外類似軟體進行功能比較，建議可補充說明。	依評審意見辦理。	已於定案 報告中第 3-19 頁說 明。
	報告 A-15 請增加路線容量單位之標示。	此為軟體開發階段之文件（期中工作會議資料），期末報告（含軟體）均已加入單位之標示。	已於定案 報告中回 應處理。
	報告 D-19 請增加參數表單位之標示。	依評審意見辦理。	已回應處 理。
	報告 D-21 表 2.9 中自強號與電聯車之參數資料是否一樣，請說明；另表 2.10 所求得之路線容量皆有小數值，未來實務應用時如何處理，建議可於報告中說明。	表 2.9 中自強號與電聯車之參數資料一致。對於路線容量計算結果的小數值處理，將於報告中補述。	已於定案 報告中第 6-39 頁回 應補充說 明。
逢甲大學林大傑教授 （書面	本計畫執行嚴謹，研究成果也兼具理論研究與實務應用之價值，十分值得肯定，若能再輔以更多案例分析與驗證，則可為未來臺灣軌道容量手冊之重要基礎，故建議審查予以通過。	感謝評審的肯定。	--

單位/ 姓名	審查意見	承辦單位處理情形	主辦單位 審查意見
意見)	本研究於敏感度分析部分僅考慮一因子之分析，建議可於下期計畫中嘗試突破多因子之敏感度分析，以使本研究之內容更週延。	多因子敏感度分析除了組合數相當可觀之外，亦須與軌道實務課題相互結合方有意義，且當分析變數為二因子以上時，分析結果很難以泛用的圖表呈現。故建議針對特定的議題進行客製化分析，而不是建構泛用的分析工具。	同意承辦單位之處 理及說 明。
行政院 三組	本系列研究之辦理令人鼓舞，相關研究成果除可作為學校各界教育訓練之教材，亦可作為中央相關交通計畫審核之技術支援，及施政決策之參考，故建議本系列計畫後續辦理過程應廣邀中央機關(單位)參與。	感謝評審的肯定。	--
交通部 鐵路改 建工程 局	P8-3 建議第 7 項中之文字「廠站」應修正為「場站」，較為妥適。	依評審意見辦理。	已於定案 報告中修 正。
運計組 —整體 意見	本計畫研究之最主要目的係軌道容量分析視窗化軟體之開發，報告中雖選定臺鐵基隆—新竹路段進行案例分析，惟為確認本視窗化軟體已確實將前期研究所構建之解析模式之運算過程予以整體視窗化轉換，建議可於報告中加強本視窗化軟體之驗證部分呈現，如與前期研究案例分析結果之比較，或說明相關驗證結果。	模式驗證程序已在前期研究完成，至於軟體驗證部分，在開發過程中，以 c++ 撰寫的核心程式曾與前期研究計算結果 (Excel VBA 程式) 相互比較驗證無誤後，方進行後續的程式前後處理以及 GUI 介面設計開發。	同意承辦單位之處 理及說 明。

單位/ 姓名	審查意見	承辦單位處理情形	主辦單位 審查意見
	報告中雖於 P2-36 呈現本研究建構之模式與其他模式於各項特性之比較，並於第三章彙整國外各類軌道容量分析模式所開發引用之軟體特色比較，惟今本研究所開發之 TRACS 軟體，亦有針對臺鐵系統各種軌道容量問題特色之評估，故建議可於報告第三章之軟體比較分析表中加列本軟體之相關說明，以利突顯本研究之特色及成果。	由於第三章為容量分析軟體回顧，不適合在內容中將本研究所開發之軟體列入做比較分析，故將於第八章結論中加入此相關內容。	同意承辦單位之處 理及說明。
運計組 — 整體 意見	本計畫研究重點之一係應用開發出之視窗化軟體以臺鐵捷運化案例進行測試，並針對交通組成變化、增設通勤車站、單/複線運轉等三個議題對容量之影響進行分析，惟第七章內容主要僅呈現基隆—新竹各站間之容量分析結果，鑑於相關分析結果未來應可作為臺鐵捷運化計畫之執行參考依據，故建議有關瓶頸區間或瓶頸點(如部分車站容量不足)之分析結果，應於報告中具體呈現，俾利後續參考。	本案例分析的結果可了解容量最低的路段，對於瓶頸或容量不足之分析則還需要需求面的資訊才能進行分析。	同意承辦單位之處 理及說明。
運計組 — 細部 修正意見	P1-3 在全程研究中，95 年度之案例只有「臺鐵捷運化」，為能充分發揮本研究效益，建議考量於 96 年度增列「車種簡化」、「傾斜式列車」等案例分析。	96 年度研究工作的案例分析部分擬針對教育訓練來設計案例，以引導使用者入門為目的，但評審的意見依舊會納入案例設計的考量。	同意承辦單位之處 理及說明。
	P2-19「軌道容量之服務品質」有營運者觀點、旅客觀點、車輛觀點？本研究適用於那一觀點，請說明。	「服務品質」為下一年度之研析課題，屆時會針對此課題進行通盤考慮。	同意承辦單位之處 理及說明。
	P2-23 式(2.13)之平均最小運轉時隔 h 為何未考慮停站時間 td，請說明。	停站時間已考慮於瓶頸號誌安全時距的計算之中，不需重複考慮。	同意承辦單位之處 理及說明。

單位/ 姓名	審查意見	承辦單位處理情形	主辦單位 審查意見
	P5-3 圖 5-4 中「加(減)速有效因子」與文中之「加速度可達成因子」不一致，請統一用詞。	依評審意見辦理，將統一用「加(減)速有效因子」。	已於定案報告中回應處理。
	P5-6 有關反向 Se(m)建議於圖示中標示其意義，以利瞭解使用。	已於圖中標示反向 Se，當使用者編輯此項目時，程式將會於圖中做標記，以利使用者瞭解使用。	已於軟體中回應處理。
運計組 —細部 修正意見	P6-5 表 6.1 中之「列車乘載變異因子」之合理值介於 0.5~1，其下限值為何為 0.5？另有關進階參數設定之 α 、 β 值建議應加註說明，俾利選用。	此為筆誤，「列車乘載變異因子」之合理值應為 0.25~1，將於報告中修正。另有關進階參數設定之 α 、 β 值依評審意見在報告中加註說明。	已於定案報告中回應處理。
	P6-10 表 6.2 有關「加(減)速有效因子」之定義為何，建議應加註說明，俾利使用。	依評審意見辦理。	已於定案報告中回應處理。
	P6-34 有關「路段資料區」之路段資料若未設定任何交通組成，其名稱會以紅色顯示，其用意為何，請加註說明。	依評審意見辦理。	已於定案報告中回應處理。
	P6-39 有關本軟體所分析出之路線容量值列車數皆有小數值，其雖是理論推估值，惟實務上應用時是否可直接進位處理，建議可於文中說明。	依評審意見辦理。	已於定案報告中回應處理。
	P6-42 有關敏感度分析部分，若所分析之該路段為單線運轉，則無法進行敏感度分析，其原因為何，建議可加註說明。	本程式是根據前期研究的結果，針對對容量分析結果影響較大的幾個參數，作為敏感度分析的項目，由於單線運轉的容量分析結果對於這些項目並不敏感，沒有進行敏感度分析的必要，為避免使用者疑惑，因此不提供對單線運轉路段做敏感度分析的功能。將於報告中將加註說明。	已於定案報告中回應處理及補充說明。

單位/ 姓名	審查意見	承辦單位處理情形	主辦單位 審查意見
運計組 —細部 修正意 見	P7-2 本研究對於新增通勤車站之容量分析係以未新增車站前之路段定義，並因臺鐵受限於地理環境及經費限制，而以站間未設閉塞區間之方式來做分析，並於第七章有相關之影響分析，惟此做法於列車班次少時或許僅是路線容量降低，但未來若班次需求大幅增加，是否會有運轉操作或於通勤車產生瓶頸之問題產生，建議可加註說明；另本研究是否需增加有閉塞區間之容量分析情境，以作為本議題比較及臺鐵局後續相關建設之參考，請考量。	除了地理環境與經費的考量之外，期末審查會議中臺鐵局許組長亦提出最短煞車距離為 1 公里等限制，因此當班次需求大幅增加時，勢必會對於運轉操作產生衝擊。至於增設進站號誌的影響，目前模式（含程式）均依三位式號誌之運作邏輯所設計，增設車站若無進站號誌機的情境並不在模式的假設範圍內，同時有關新增車站的詳細號誌機位置以及站間運轉時間等資訊都需備齊方能分析，若以過多的假設數值加以分析並無實質意義且易產生不必要的誤解，故不建議在報告中分析其影響。	同意承辦單位之處 理及說明。
	P7-4 有關表 7.3 及表 7.4 中之「車廂數」，其意義為何，建議應明確標示或說明。	依評審意見辦理。	已於定案 報告中補 充說明。
	P7-8 有關表 7.7~表 7.10 參數調整前與調整後之容量分析結果，建議於調整後之結果中標示差異部分，以利比較。	依評審意見辦理。	已於定案 報告中補 充說明。

單位/ 姓名	審查意見	承辦單位處理情形	主辦單位 審查意見
運計組 —細部 修正意 見	P7-13 建議在後續範例表中增列「路段長度」；另表 7.12 有關「交通組成對容量之影響」分析，日後通勤電車若有跳蛙、均停等營運方式，本模式將如何評估？請說明。	依評審意見於表中增列「路段長度」。另對於通勤電車若有跳蛙、均停等不同的營運方式，則只需將列車依不同營運方式區分成不同的車種，根據其營運方式設定其站間運轉時間、平均巡航速度、停站時間等參數，便可利用本模式來分析評估。	已於定案報告中回應處理。
	P7-15 表 7.14「增設通勤車站對容量之影響」，評估結果增設通勤車站對路線、設計容量均會下降，但增設通勤車站相對會增加客源，此部分如何評估？請說明。	評估分為供給面與需求面，而本模式係根據軌道硬體設施、營運方式等資訊來分析軌道容量，屬於供給面的評估，無法評估客源增加等需求面的情況。	同意承辦單位之處理及說明。
	P8-2 有關結論第 5 點提及當站間距離短至一定程度時，會使得該路段採單線運轉之容量高於複線運轉，所稱之「單線運轉」是否為對應於雙向複線運轉所考量之「雙單線運轉」，請加註說明。	此結論尚缺乏許多假設說明和前提條件，將於定案報告中補述。	已於定案報告中回應處理。
	文獻 5、6 為定案報告，其定案時間亦請配合修正。	依評審意見辦理。	已於定案報告中修正。
	P8-2 之各項建議中，是本研究之後續年度需進行的項目，抑或是建議其它研究可進行的項目，請說明。	依評審意見辦理。	已於定案報告中回應處理。
主席 結論	有關本軟體版權之權利義務關係，請承辦同仁確認並遵照本所暨相關規定辦理後續作業。	依主席裁示辦理。	已依照本案契約中「著作權」及「智慧財產權」相關規定辦理。

單位/ 姓名	審查意見	承辦單位處理情形	主辦單位 審查意見
	有關本軟體定案之名稱、首頁畫面，明年度請規劃單位與承辦單位再協商考量，今年度臺鐵系統之模組名稱暫用。	依主席裁示辦理。	已遵照辦理。
主席 結論	另有關本研究構建之模式軟體，未來是否可配合分析臺鐵系統通勤電聯車以類似中正機場捷運系統之跳蛙運轉方式，鑑於此部分之工作量頗大，相關分析建議可納入明年度計畫中考量辦理。	依照 96 年度預計工作內容，案例分析將以教育訓練為目的設計，但會盡量考量各種運轉方式與實務上的狀況，以期未來使用者能真正實際應用本軟體。	同意承辦單位之處 理及說 明。
	有關本模式軟體未來主要之使用對象，係鎖定為臺鐵局？抑或是一般使用者？後續應再考量。另有關本系列研究所含括之區域鐵路(臺鐵)、都會捷運、高鐵及輕軌等各軌道系統後續分析之廣度、深度及範圍，請規劃單位與主辦單位應再配合其理論及實務上應用之需要，仔細思考後續年度辦理之重點及項目。	依主席裁示辦理。	已納入 96 年度計畫 中考量辦 理。
	有關本軟體之輸出結果，為防止後續引用時任意更改，是否加設類似浮水印及日期之標示，請考量。	經通盤整體考量之後，擬在輸出結果資訊中加註日期與浮水印資訊，並採取基本的防護機制，限制使用者無法輕易竄改分析結果。	同意承辦 單位之處 理及說 明。
	為避免外界片面不當引用本研究之相關成果，有關結論建議部分之論述應更持平週延。	依主席裁示辦理。	已於定案 報告中回 應處理。
	有關本研究之使用手冊部分是否需與主報告獨立，請再考量。	經考量後，將使用手冊合併於主報告之內。	同意承辦 單位之處 理方式。

單位/ 姓名	審查意見	承辦單位處理情形	主辦單位 審查意見
	本計畫之期末報告初稿審查通過，請規劃單位參酌與會學者專家代表之意見儘速修正報告，於12月25日前提送定案報告，俾利辦理後續驗收暨結案等相關作業。	感謝諸位評審的肯定。	已依限提送定案報告，並完成驗收暨相關作業。

「運輸系統容量分析暨應用研究—軌道系統(1/4)」
期末報告審查會議紀錄

一、時 間：95 年 12 月 13 日(星期三) 14 時整

二、地 點：交通部運輸研究所 10 樓會議室

三、主持人：林組長國顯

紀錄：劉昭榮

四、出(列)席單位及人員：

行政院三組

交通部臺鐵局黃副局長民仁

交通部鐵工局周主任秘書永暉

交通部高鐵局七組施科長文雄

臺灣高鐵公司陳經理信雄

國立高雄第一科技大學運籌管理系鄭教授永祥

逢甲大學交通工程管理系林教授大傑

交通部臺灣鐵路管理局

交通部鐵路改建工程局

財團法人中興工程顧問社

本所運工組

運計組

溫代欣
許邦男 (休)
周永暉

<請假>

陳信雄

鄭永祥

<提供書面意見>

許邦男
李懷谷

鍾志威 黃登琰 李仁山 張恩祥

請假

蘇振雄

劉昭榮

