114-080-1481
IOT-113-PDF013

新一代公路交通系統模擬(HTSS)模式開發規劃(2/2) －核心功能建置與後續開發規劃

著者：蘇昭銘、張建彥、洪百賢、陳怡君
張舜淵、呂怡青、歐陽恬恬

交通部運輸研究所

中華民國 114 年 12 月

新一代公路交通系統模擬(HTSS)模式開發規劃(2/2) －
核心功能建置與後續開發規劃

著　　者：蘇昭銘、張建彥、洪百賢、陳怡君、張舜淵、呂怡青、歐陽恬恬
出版機關：交通部運輸研究所
地　　址：105004 臺北市松山區敦化北路 240 號
網　　址：www.iot.gov.tw (中文版＞數位典藏＞本所出版品)
電　　話：(02)2349-6789
出版年月：中華民國 114 年 12 月
印 刷 者：全凱數位資訊有限公司
版(刷)次冊數：初版一刷 6 冊
定　　價：非賣品
本書同時登載於交通部運輸研究所網站

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

<table>
<tr><td colspan="4">出版品名稱：新一代公路交通系統模擬(HTSS)模式開發規劃(2/2)－核心功能建置與後續開發規劃</td></tr>
<tr><td>國際標準書號（或叢刊號）</td><td>政府出版品統一編號</td><td>運輸研究所出版品編號
114-080-1481</td><td>計畫編號
113-PDF013</td></tr>
<tr><td>本所主辦單位：運輸計畫及陸運組
主管：張舜淵
計畫主持人：張舜淵
研究人員：呂怡青、歐陽恬恬
聯絡電話：02-23486812
傳真號碼：02-25450428</td><td colspan="2">合作研究單位：逢甲大學
計畫主持人：蘇昭銘
研究人員：張建彥、洪百賢、陳怡君
地址：臺中市西屯區文華路 100 號
聯絡電話：04-24517250＃4542</td><td>研究期間
自 113 年 3 月
至 113 年 12 月</td></tr>
<tr><td colspan="4">關鍵詞：公路交通系統模擬、核心功能、高速公路基本路段、平均絕對誤差百分比</td></tr>
<tr><td colspan="4">摘要：
公路交通系統模擬模式(Highway Traffic Systems Simulation Model，簡稱 HTSS 模式)係本所為配合臺灣公路容量研究而於 1990 年代初期開始發展之微觀車流模擬模式，採用 Fortran 語言撰寫，由於目前缺乏熟悉其語言架構的交通研究與技術人員，程式碼也無法直接轉換至其他開發環境，導致其維護與功能擴展均面臨重大挑戰。
本計畫透過 C#語言重構 HTSS 核心模組，規劃新一代 HTSS 模擬模式軟體架構與操作平台核心功能，除了保留既有之模擬核心邏輯外，並聚焦於提升模擬效率、操作介面友善性與模組擴展靈活性。且依據平台核心功能規劃進行實作，並以高速公路基本路段進行模擬與測試，測試結果顯示具有高準確性。
本計畫根據核心功能及模組開發經驗，提出後續 HTSS 模組重新撰寫與操作介面建置分年執行項目、經費與期程規劃，以逐步設計開發至更複雜的交通場景與情境，完成新一代 HTSS 模式。</td></tr>
<tr><td>出版日期</td><td>頁數</td><td>定價</td><td>本 出 版 品 取 得 方 式</td></tr>
<tr><td>114 年 12 月</td><td>306</td><td>非賣品</td><td>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。</td></tr>
<tr><td colspan="4">備註：1.本研究之結論與建議不代表交通部之意見。
2.本研究係使用交通部公路局經費辦理。</td></tr>
</table>

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

TITLE: Development Planning for the New Generation Highway Traffic System Simulation (HTSS) Model (2/2) – Core function construction and subsequent development planning

ISBN(OR ISSN)	GOVERNMENT PUBLICATIONS NUMBER	IOT SERIAL NUMBER	PROJECT NUMBER
		114-080-1481	113-PDF013

DIVISION: Transportation Planning and Land Transport Division
DIVISION DIRECTOR: Shuen-Yuan Chang
PRINCIPAL INVESTIGATOR: Shuen-Yuan Chang
PROJECT STAFF: Yi-Ching Lu, Tien-Tien Ou-Yang
PHONE:886-2-23496812
FAX:886-2-25450428

PROJECT PERIOD
FROM March 2024
TO December 2024

RESEARCH AGENCY: Feng Chia University
PRINCIPAL INVESTIGATOR: Jau-Ming Su
PROJECT STAFF: Chien-Yen Chang, Pai-Hsien Hung, Yi-Chun Chen
ADDRESS: No. 100, Wenhwa Rd., Seatwen, Taichung, Taiwan 40724, R.O.C.
PHONE: +886-4-24517250 # 4542

KEY WORDS: Highway Traffic Systems Simulation Model (HTSS Model), Core Function, Basic Freeway Segment, Mean Absolute Percentage Error (MAPE)

ABSTRACT:

The Highway Traffic Systems Simulation Model (HTSS model) is a microscopic traffic simulation model developed by the IOT in the early 1990s to support Taiwan's highway capacity research. It was written in Fortran. Due to a current shortage of transportation researchers and technical personnel familiar with this programming language, as well as the fact that the code cannot be directly ported to other development environments, the model now faces significant challenges in terms of maintenance and functionality expansion.

This project involves restructuring the core HTSS modules using the C# programming language, and planning the software architecture and core functions of a new generation HTSS simulation platform. While preserving the existing simulation logic, the focus is on improving simulation efficiency, user interface friendliness, and modular flexibility. The implementation is based on the planned core platform functions, and simulation testing has been conducted on basic freeway segments, with results demonstrating high accuracy.

Based on the development experience of the core functions and modules, this project also proposes a multi-year execution plan – including tasks, budget, and timeline – for rewriting the remaining HTSS modules and building the user interface. The goal is to progressively develop the model to handle more complex traffic scenarios and situations, thereby completing the new generation HTSS model.

DATE OF PUBLICATION	NUMBER OF PAGES	PRICE
December 2025	306	Not for Sale

1. The views expressed in this publication are not necessarily those of the Ministry of Transportation and Communications.
2. The budget of this research project is contributed by Highway Bureau, M.O.T.C.

目　錄

第一章 緒論 1
1.1 研究背景 1
1.2 研究目的 2
1.3 工作項目 2
1.4 研究範圍 3
1.5 章節說明 4
第二章 第一年期計畫執行成果檢討 7
2.1 HTSS 發展歷程 7
2.2 第一年期計畫執行成果 8
2.3 綜合探討 14
第三章 核心功能規劃與建置 17
3.1 規劃構想形成與推進脈絡 17
3.2 核心功能定義 18
3.3 核心功能規劃成果 23
3.4 核心車流模式解析 88
第四章 高速公路基本路段模式建置與測試 101
4.1 系統開發語言 101
4.2 核心功能模式架構 104
4.3 使用者介面功能規劃及操作說明 119
4.4 測試計畫與結果分析 146
第五章 其他工作項目 177
5.1 意見蒐集座談會 177
5.2 後續年期主要車流模式開發期程與預算規劃 180
5.3 其他配合項目 191
第六章 結論與建議 193
6.1 結論 193
6.2 建議 196
參考文獻 199

附錄一 2021HTSS 跟車邏輯之程式流程說明
附錄二 專家學者座談會會議紀錄
附錄三 意見蒐集座談會會議紀錄
附錄四 期中審查意見與回覆表
附錄五 期末審查意見與回覆表
附錄六 期末簡報

圖 目 錄

圖 2.2.1 HTSS 車輛運動模式 9
圖 2.2.2 高速公路基本路段運動模式 10
圖 2.2.3 建立車輛物件程式碼 10
圖 2.2.4 系統操作介面範例 11
圖 2.2.5 第一年期 HTSS 模式分期開發規劃 12
圖 3.3.1 需求座談會之會議剪影 87
圖 3.4.1 HTSS 模式主要流程 89
圖 3.4.2 HTSS 車輛產生順序 90
圖 3.4.3 GEN1 車輛產生模組 91
圖 3.4.4 DESIRE2 車輛產生數量計算模組 92
圖 3.4.5 ARRIVAL 車輛產生時間設定模組 93
圖 3.4.6 ENTER 車輛進入路網模組 94
圖 3.4.7 HTSS 車輛推進加速度計算流程 95
圖 3.4.8 HTSS 跟車判斷流程 96
圖 3.4.9 HTSS 變換車道判斷流程 98
圖 3.4.10 HTSS 模式超車行為相關變數示意 98
圖 3.4.11 HTSS 超車判斷流程 100
圖 4.3.1 以 FIGMA 工具進行雛型設計 121
圖 4.3.2 設計思考的步驟 122
圖 4.3.3 現行 THCS 之 HTSS 子軟體整體架構 123
圖 4.3.4 新一代 HTSS 整體架構 126
圖 4.3.5 新一代 HTSS - 系統初始畫面 127
圖 4.3.6 新一代 HTSS - 開啟檔案 128
圖 4.3.7 新一代 HTSS - 進入編輯頁面下模擬參數設定功能 128
圖 4.3.8 新一代 HTSS - 路網繪製及設定預設 129
圖 4.3.9 新一代 HTSS - 開啟地圖 130
圖 4.3.10 新一代 HTSS - 鎖定地圖 130
圖 4.3.11 新一代 HTSS - 新增節點 131
圖 4.3.12 新一代 HTSS - 複製節點 132

圖 4.3.13 新一代 HTSS - 編輯「節點」參數 132
圖 4.3.14 新一代 HTSS - 連續編輯「節點」參數 133
圖 4.3.15 新一代 HTSS - 新增節線（起點設定） 134
圖 4.3.16 新一代 HTSS - 完成該節線方向設定 135
圖 4.3.17 新一代 HTSS - 完成整條路段各節線方向設定 135
圖 4.3.18 新一代 HTSS - 編輯「節線」參數 136
圖 4.3.19 新一代 HTSS - 連續編輯「節線」參數 136
圖 4.3.20 新一代 HTSS - 反向新增節線 137
圖 4.3.21 新一代 HTSS - 模擬參數設定 138
圖 4.3.22 新一代 HTSS - 車輛參數設定（提供前端介面參考） 139
圖 4.3.23 新一代 HTSS - 車輛參數設定（後續可擴充呈現之參數） 139
圖 4.3.24 新一代 HTSS - 駕駛行為設定（提供前端介面參考） 140
圖 4.3.25 新一代 HTSS - 駕駛行為設定（後續可擴充呈現之參數） 141
圖 4.3.26 新一代 HTSS - 未完成節點或節線設定提醒 142
圖 4.3.27 新一代 HTSS - 執行模擬 142
圖 4.3.28 新一代 HTSS - 模擬完成後儲存檔案 143
圖 4.3.29 新一代 HTSS - 模擬報表輸出（地圖視覺化呈現） 145
圖 4.3.30 新一代 HTSS - 模擬車輛移動（提供後端驗證，未開放至正式版本） 145
圖 4.4.1 FREE2L 測試範例之高速公路路網圖 148
圖 5.1.1 意見蒐集座談會之會議剪影 177
圖 5.3.1 本計畫 AI 生成海報 191

表 目 錄

表 3.3-1 現有 HTSS 模擬模式之子程式盤點 23
表 3.3-2 MAIN 程式功能彙整表 27
表 3.3-3 ACCPARA（阻力所需係數）程式功能彙整表 28
表 3.3-4 INPUT（資料讀入）程式功能彙整表 28
表 3.3-5 NTOTAL（路網建置）程式功能彙整表 30
表 3.3-6 DZONE（偵測站）程式功能彙整表 31
表 3.3-7 EXITLK（車輛離開路網）程式功能彙整表 31
表 3.3-8 NEARLAN（穿越路口）程式功能彙整表 32
表 3.3-9 ALIGN3（車輛推進）程式功能彙整表 32
表 3.3-10 INSIDE（路網設定）程式功能彙整表 33
表 3.3-11 SEARCH31（平曲線）程式功能彙整表 33
表 3.3-12 TURNOK（車輛推進）程式功能彙整表 33
表 3.3-13 SAFEV（安全速率）程式功能彙整表 34
表 3.3-14 NOSHIFT（變換車道）程式功能彙整表 34
表 3.3-15 STAGE2B（路口兩段式左轉）程式功能彙整表 35
表 3.3-16 REACHED（路網建置）程式功能彙整表 36
表 3.3-17 BOXGRAD（坡度）程式功能彙整表 36
表 3.3-18 ACCELID（加速車道）程式功能彙整表 36
表 3.3-19 CUTMOT（機車推進）程式功能彙整表 37
表 3.3-20 MOTUSE（機車推進）程式功能彙整表 37
表 3.3-21 MOTUSE2（機車待轉區）程式功能彙整表 37
表 3.3-22 OUTLK（車輛推進）程式功能彙整表 38
表 3.3-23 BUSTURN（公車推進）程式功能彙整表 39
表 3.3-24 QMAXADJ（容量與臨界速率）程式功能彙整表 40
表 3.3-25 MERGELK（併入衝突）程式功能彙整表 40
表 3.3-26 GATHER（資料蒐集）程式功能彙整表 41
表 3.3-27 INITIA2（模擬參數設定）程式功能彙整表 41
表 3.3-28 SEED(IRUN)（亂數種子）程式功能彙整表 42
表 3.3-29 WARMUP（熱機時間）程式功能彙整表 43

表 3.3-30 GEN1（車輛產生）程式功能彙整表 43
表 3.3-31 FIX1（節點號誌控制）程式功能彙整表 46
表 3.3-32 FIX2（節點號誌控制）程式功能彙整表 46
表 3.3-33 METER1（匝道儀控）程式功能彙整表 47
表 3.3-34 OVERTAKE（變換車道）程式功能彙整表 47
表 3.3-35 REGU（車輛推進）程式功能彙整表 48
表 3.3-36 OUTPUT（模擬輸出）程式功能彙整表 56
表 3.3-37 MAPNODE（路網建置）程式功能彙整表 57
表 3.3-38 ARRIVAL（車輛產生）程式功能彙整表 58
表 3.3-39 CTURN（行車方向）程式功能彙整表 59
表 3.3-40 VTURN（車輛推進）程式功能彙整表 59
表 3.3-41 ACCEL（坡度路段車輛加速率）程式功能彙整表 60
表 3.3-42 LOSS（變換車道）程式功能彙整表 60
表 3.3-43 ACCMAX（自由旅行最高加速率）程式功能彙整表 60
表 3.3-44 CLASIFY（自由旅行車輛）程式功能彙整表 61
表 3.3-45 QV（模擬輸出）程式功能彙整表 61
表 3.3-46 DETDATA（偵測站車數與速率蒐集）程式功能彙整表 61
表 3.3-47 XDEPT（模擬輸出）程式功能彙整表 62
表 3.3-48 CHECKP（變換車道）程式功能彙整表 62
表 3.3-49 MOVETO（變換車道）程式功能彙整表 64
表 3.3-50 QVPASS（模擬輸出）程式功能彙整表 64
表 3.3-51 QVPAS2（模擬輸出）程式功能彙整表 65
表 3.3-52 FUELCP（耗油量）程式功能彙整表 65
表 3.3-53 FUELCP2（耗油量）程式功能彙整表 65
表 3.3-54 CHANGE2（變換車道）程式功能彙整表 66
表 3.3-55 CHANGE3（變換車道）程式功能彙整表 67
表 3.3-56 CKSHIF2（變換車道）程式功能彙整表 67
表 3.3-57 ADJACENT（相鄰可轉入之車道）程式功能彙整表 68
表 3.3-58 INTO2S（機車兩段式左轉）程式功能彙整表 68
表 3.3-59 INSERTB（號誌化路口機車行為）程式功能彙整表 68
表 3.3-60 UPDATE3（蒐集資料）程式功能彙整表 69

表 3.3-61 TRYSIF、TRYSIFT（變換車道）程式功能彙整表 69
表 3.3-62 NEWPO2（車隊位置）程式功能彙整表 71
表 3.3-63 NEWTURN（車輛推進）程式功能彙整表 71
表 3.3-64 TONEWLK（公車靠站）程式功能彙整表 71
表 3.3-65 OBTAIN（資料蒐集）程式功能彙整表 72
表 3.3-66 AHEADUX2（跟車行為）程式功能彙整表 72
表 3.3-67 CARFU2（市區道路跟車）程式功能彙整表 73
表 3.3-68 OLDXV（車輛推進）程式功能彙整表 74
表 3.3-69 MOVECUT（跟車行為）程式功能彙整表 74
表 3.3-70 TOBOX3（車輛推進）程式功能彙整表 74
表 3.3-71 AHEAD9（尋找下游影響本車的第一輛車）程式功能彙整表 75
表 3.3-72 TOWAIT（機車停等）程式功能彙整表 75
表 3.3-73 SIGCF（路口衝突）程式功能彙整表 76
表 3.3-74 RTORNEW（紅燈右轉）程式功能彙整表 77
表 3.3-75 BUSPACE（公車靠站）程式功能彙整表 77
表 3.3-76 CARFC2（跟車行為）程式功能彙整表 78
表 3.3-77 TURNING（車輛推進）程式功能彙整表 79
表 3.3-78 模擬功能與模擬交通設施對應 80
表 3.3-79 共通性模組對應原 HTSS 模擬模式程式邏輯 85
表 3.3-80 非共通性模組對應原 HTSS 模擬模式程式邏輯 86
表 3.4-1 HTSS 模式超車行為相關變數定義 99
表 4.1-1 新版 HTSS 開發語言特性比較 102
表 4.1-2 以 C#開發之優缺比較 103
表 4.2-1 各核心模組所需要使用到之參數彙整 105
表 4.4-1 FREE2L 之輸入檔型資料表 148
表 4.4-2 FREE2L 之流率輸出結果比較表 151
表 4.4-3 FREE3L 之輸入檔型資料表 161
表 4.4-4 FREE3L 之流率輸出結果比較表 163
表 5.2-1 後續規劃構想方案優缺點分析綜合比較表 183
表 5.2-2 HTSS 模式分期開發目標與功能對應 188
表 5.2-3 HTSS 模式 114-116 年開發所需總人力與經費估算 189

第一章 緒論

1.1 研究背景

公路設施乃交通系統之重要骨幹，在規劃的過程中需要對預期或是現存交通狀況下的服務水準有深入的瞭解。公路設施，如高速公路、號誌化路口、市區幹道、市區公車設施及機車專用道等之交通運轉相當複雜，不容易建立一套適用於廣泛多變之車流情境下的分析性模式以估計運轉績效、評估服務水準，一般多依賴模擬模式進行分析。

而一套良好的公路容量分析軟體能提供規劃及設計人員客觀的資料，用以決定適當之規劃及設計方案，並協助評估既有設施的服務品質。交通部運輸研究所(以下簡稱本所)基於容量分析在公路工程之重要角色，在民國 79 年引進美國 1985 年「公路容量手冊」分析方法，編制「臺灣地區公路容量手冊」，然在過程中發現臺灣的車流及交通設施的特性（如高速公路、號誌化路口、市區幹道、市區公車設施及機車專用道等）與美國差異甚大，不容易建立一套適用於廣泛多變之車流情境下的分析性模式以估計運轉績效、評估服務水準，而係多依賴模擬模式進行分析。

本所鑑於臺灣缺乏針對國內車流特性所發展的模擬模式，利用民國 95 年至 99 年間蒐集之郊區及市區車流特性資料，發展公路交通系統模擬模式（Highway Traffic Systems Simulation Model，簡稱 HTSS 模式）第三版，做為臺灣公路容量手冊中有關號誌化路口、幹道及路網之主要分析工具。由於 HTSS 模式最早系於 1990 年代初期開發，在當時有限之電腦環境下，HTSS 第三版所用之資料結構缺乏效率，也限制模式的更新及功能之擴展。因此復於 2013 年開始發展新版的 HTSS 模式，模擬高速公路、快速道路、雙車道公路、多車道公路、號誌化路口、非號誌路口、市區幹道或路網等非阻斷性及阻斷性車流之公路設施，並陸續展開各項公路設施之模擬邏輯調校及測試工作，並配合「2022 年臺灣公路容量手冊」之發布，同時發表 2021HTSS 模式。

然由於 HTSS 模式在開發之初，採用 Compaq Visual Fortran 開發，目前市場上已難以找到熟悉 Fortran 語言之交通研究及技術人員，且 HTSS 程式碼也無法直接轉換至其他開發環境，因此在更新作業上遇到障礙。為使 HTSS 模式能與時俱進，本所希望保留 HTSS 之模擬邏輯，將開發平台轉換至目前較常使用之程式語言環境，並優化輸入及輸出介面及功能，使其更具使用者親和性、滿足分析人員的需求，並確保未來可持續進行維護、調校與擴充。

1.2 研究目的

本計畫之執行具有下列兩項目的：

一、保留 HTSS 之模擬邏輯，將開發平台轉換至目前較常使用之程式語言環境，並優化輸入及輸出介面及功能，使其更具使用者親和性、滿足分析人員的需求，以確保未來可持續進行維護、調校與擴充。

二、持續針對 112 年期所提出之功能規劃內容進行滾動式檢討，用以確認新一代 HTSS 模式之功能確能符合實務需求。

1.3 工作項目

本計畫為兩年期計畫中第 2 年期，其工作項目包括如下：

一、操作介面與模擬模式核心功能建置

依照模擬模式軟體架構文件實際進行開發，並以 HTSS 高速公路基本路段模組進行模擬模式測試，以確認透過介面所執行的結果符合設計文件之規劃內容。

二、高速公路基本路段情境模擬測試

依照前項工作之測試成果，規劃高速公路基本路段情境模擬測試計畫，其模擬結果應與 HTSS 原模組進行比較，確認模擬邏輯相同。

三、操作介面與高速公路基本路段模擬功能宣導

辦理一場座談會，介紹操作介面與高速公路基本路段情境模擬的操作範例，並透過意見回饋蒐集後續模擬模式之規劃調整建議。

四、後續主要車流模式開發期程與預算規劃

根據前項核心功能及模組開發經驗，研擬其他 HTSS 模組重新撰寫與操作介面建置分年執行項目、經費與期程規劃。HTSS 模組除高速公路基本路段外，至少包含郊區多車道公路、郊區雙車道公路、市區號誌化路口、市區幹道、市區公車設施、與機車專用道等 7 個模組，軟體開發並需保留後續模組擴充之彈性。

五、針對計畫重要成果，製作海報電子檔。

六、綜整摘要說明 112-113 年各年度階段性成果。

1.4 研究範圍

本計畫在進行 HTSS 模式的重構和升級過程中，雖然以滿足當前與未來交通需求為目標，但仍存在一些限制和範疇界定需要加以說明，以便釐清系統設計的適用情境與技術考量。以下就計畫中之研究限制及範圍進行詳述：

一、研究限制

(一) 保留現有模擬邏輯的保留

保留 HTSS 模式的核心模擬邏輯，主要係以延續其多年累積的可靠性和實用性。然而，這也意味著某些模組的邏輯和參數設計無法進行顯著更改，導致在應對當前複雜交通行為或新型態交通模式（如自動駕駛車輛）時可能受限。這種限制在一定程度上影響了系統的彈性。

(二) 技術平台的遷移挑戰

原 HTSS 模式以 Fortran 語言編寫，而當前的技術平台和開發工具已經逐步向現代化語言（如 Python、C++）轉移。技術平台的遷移過程涉及大量程式碼的重寫和功能優化，但在保留原有邏輯的前提下，有些模組的現代化處理方式可能受到限制，導致部分功能的開發速度和效率受到影響。

(三) 有限的資源與時間

囿於資源和時間有限，在重構和優化過程中，需根據優先性分配資源，無法實現對所有模組的全面性重寫和更新。部分次要模組將維持既有設計，僅進行必要的優化與小幅調整。

(四) 適用範疇的限制

HTSS 主要針對高速公路、郊區雙車道公路及市區幹道等公路交通設施進行模擬，其架構和模組並未完全覆蓋城市內部道路、公共運輸及步行流量等場景。因此，在應用於特定情境（如高度複雜的城市交叉路口）時，其模擬結果的精度和適用性可能受到一定的限制。

二、研究範圍

(一) 核心功能模組的重構

新一代的 HTSS 將聚焦於 HTSS 系統的核心功能模組，包括路網建立、車輛行為模擬、資料蒐集與整合等模組的重構和現代化升級，以提升系統的效能及應用價值。次要模組的優化則將根據資源情況分階段實施。

(二) 使用介面與操作優化

為提升 HTSS 系統的使用者體驗，應涵蓋操作介面的優化，使其更具友

好性和易用性。這些優化將有助於縮短使用者的學習曲線，並增加交通設計與管理人員的操作便利性。

(三) 確認測試與驗證的範疇

計畫中透過新一代 HTSS 系統之數據和既有之 HTSS 系統進行測試與驗證，以確保模擬結果的準確性與系統的穩定性。測試範圍主要涵蓋高速公路基本路段，對於其他複雜情境（如高度城市化地區），則不納入本計畫範圍中。

故在本計畫之範圍係基於現有採 Compaq Visual Fortran 語言開發之 HTSS 模式進行改寫，以確保模式之正常運作及後續之維護，但不改變模式中既有之分析邏輯與模式功能下，進一步確認計畫的限制與範圍界定有助於確認 HTSS 在重構過程中的可行性和實用性，也為後續的擴展和優化奠定了基礎。通過逐步調整和適應，期待本系統將為臺灣交通管理提供精確且有效的模擬工具。

1.5 章節說明

本報告共分六章，詳細說明計畫背景、目的及各項工作內容。以下為各章節摘要說明：

一、第一章 緒論

本章介紹研究背景、目的及工作項目，強調 HTSS 模式的開發歷程和其在臺灣交通模擬領域的重要性，並說明本計畫的核心任務為將 HTSS 模式從 Fortran 轉移到更現代的程式語言，以提升系統的操作性、使用者友好性及未來擴展的可能性。

二、第二章 第一年期計畫執行成果檢討

本章回顧 HTSS 模式的發展歷程和第一年期計畫的執行成果，包括需求調查、使用者意見收集和功能優化建議等。內容涵蓋使用者反映的操作介面需求、數據格式相容性問題，以及其他模擬功能的期望。本章的結論為後續開發奠定基礎。

三、第三章 核心功能規劃與建置

本章重點在於新一代 HTSS 的核心功能規劃，包括系統架構、模組設計和車流模式的解析。內容涵蓋了模擬系統的主要模組，如路網建立、車流模擬、資料蒐集和分析。章節內深入探討了各模組的設計原理和開發需求，以確保系統穩定性和擴展性。

四、第四章 高速公路基本路段模式建置與測試

本章介紹高速公路基本路段模組的建置及測試過程，包含選擇開發語言 C#及其特點，並針對使用者介面的設計與建置進行詳述，旨在提供一個直觀、便捷的操作環境。此章還詳細說明了系統開發工具的選擇和設計步驟，以確保使用者能夠輕鬆進行模擬設置和結果分析。測試結果表明，新系統能夠精確再現實際車流行為，且達到高準確度，為系統在其他路段模擬應用的可行性提供了實證支持。

五、第五章 其他工作項目

本章涵蓋座談會的舉辦、使用者意見的收集及後續主要車流模式的開發規劃，並提出三年內的分期開發建議及經費需求。章節中針對後續模組擴展的需求及可能的預算變動進行分析，以期確保系統持續發展。

六、第六章 結論與建議

本章綜合研究結論與未來發展建議，強調 HTSS 系統在新語言架構下的優勢及應用潛力，並提出未來可擴展的功能模組，像是 GIS 底圖整合、動態模擬呈現等，以進一步提升系統的精確性和使用者體驗。

第二章 第一年期計畫執行成果檢討

本章係延續「新一代公路交通系統模擬(HTSS)模式開發規劃(1/2)-功能設計」（以下簡稱第一年期計畫）之內容，2.1 節說明 HTSS 發展之歷程，該系統之發展在於提供臺灣地區在整體交通設施容量分析、交通衝擊評估、交通維持計畫、能源消耗評估等領域的重要分析工具；2.2 節則針對第一年期計畫執行成果進行綜整性回顧，最後則在 2.3 節中針對新一代 HTSS 而言，應深入探討與優化改善之重點進行綜合探討，以作為本計畫執行之依據。

2.1 HTSS 發展歷程

HTSS（Highway Traffic Systems Simulation）發展可追溯至 1990 年代初期。當時，臺灣的公路交通需求不斷增長，而傳統的交通流量分析方法已逐漸無法滿足愈加複雜的交通管理需求，尤其在多元道路網路的實際應用上存在限制。隨著道路系統擴展與車輛數量增加，路網的運行效率、容量限制及車流行為模式的變化成為關鍵問題，因而顯現出開發本土化車流模擬系統的必要性。基於此背景，HTSS 系統旨在精確掌握交通流量的動態變化，為交通設施設計、容量評估和政策制定提供可靠的數據支持，從而更科學地協助交通管理與規劃決策。

而 HTSS 最初版本以 Fortran 語言開發，並具備模擬多種類型道路設施的能力，包括高速公路、快速道路、郊區雙車道與多車道公路、市區幹道以及各類路口等。其模擬架構能處理非阻斷性與阻斷性車流，具備反映不同道路設施交通特性的靈活性，使之成為交通設施設計、容量評估及政策制定的重要輔助工具。HTSS 不僅能模擬車流在常見路況中的運行，也可以針對特定設施進行容量分析，具備高度的適應性和實用性。

經過數十年的技術發展，HTSS 系統不斷升級，並在 2021 年推出了最新的 2021HTSS 版本。此版本涵蓋 150 多個子程式、超過 3 萬行程式碼及 566 頁的流程圖文件，反映出系統架構的高度複雜性及其功能的多樣性。可將 2021HTSS 概括包含四大核心模組進行說明，各自擔負不同的模擬和分析功能：

一、路網建立：此模組旨在生成模擬所需的交通設施網路，能夠再現臺灣的多樣化交通路況，支持針對不同道路型態的詳細模擬分析，為模擬結果提供真實而具代表性的路網基礎。

二、車輛產生：基於現實交通行為中的各項交通數據，在此模組下能夠產生具有多種行為特性的車輛，使模擬更能反映現實交通中車流的多樣化。此功能確保模擬過程中

車流的動態變化，使得系統能夠模擬實際的道路流量場景。

三、車流行為模擬：該模組主要負責模擬車輛在各種道路環境下的行為，涵蓋速度、車距、車道變換等多種動態要素。此模組的精確模擬能力使得結果更符合實際交通情況，能夠有效支援交通流量控制及道路設計的優化分析。

四、資料蒐集與整合：在模擬過程中，此模組可將車流動態數據進行整理和分析，形成交通設計及規劃所需的數據資料庫。此功能便於交通設施的容量分析、能耗評估、交通衝擊評估等應用領域中的數據支持，增強了 HTSS 在交通研究及政策決策中的科學性和可靠性。

這些模組的協作讓 HTSS 成為臺灣交通設施容量分析、衝擊評估、維持計畫、能源消耗評估等領域的重要分析工具。

然 HTSS 系統的定位以滿足臺灣本土需求為核心，充分考慮臺灣特有的交通行為特性和設施需求。這一定位確保了 HTSS 在支持交通設施設計、評估以及交通管理決策方面的關鍵作用。系統中的本土化模擬數據能夠提供準確的交通行為模式再現，使交通政策及設計單位能夠根據真實場景進行科學決策，從而提升交通設施的設計準確性和管理效率，同時也支持臺灣公路容量手冊、臺灣公路容量分析軟體（Taiwan Highway Capacity Software, THCS）分析上的核心工具。HTSS 能夠針對不同類型的交通設施收集特定區域的交通參數，進行詳細的容量分析。藉由模擬數據的支持，公路容量手冊及研究得以進一步改良，確保各類設施能夠應對實際交通需求。

HTSS 系統不僅是傳統交通設施設計的分析工具，更是一個展示交通行為創新研究成果的平台。藉由 HTSS 進行的模擬分析，能夠深化對車流行為的理解，並應用創新理論來提升模擬技術及程式設計的精確度，成為臺灣交通研究的核心平台，透過 HTSS 進行的模擬分析，研究者能夠深入理解各種交通行為模式，並將創新理論應用於模擬技術及程式設計中，從而提升模擬精確度，並促進交通研究技術的發展。

2.2 第一年期計畫執行成果

本計畫主要目標是以既有 HTSS 模式為基礎，開始規劃及開發新一代的 HTSS 模擬模式。第一年期的工作內容是以了解模式內容、規劃開發方式、試作系統開發及未來開發計畫為主。以下說明第一年期計畫中的重點成果。

一、車輛運動模式解讀：

(一) 分階段設計的車輛運動模式：既有 HTSS 模式之車輛運動模式，主要可分為

路段、車道、車輛三大階段。主要先判斷路段的類型，現行在市區道路均會劃設機車待轉區，如果在高速公路則無。其次為分析車道的設置情況，例如高速公路的內車道為超車區、市區道路則為左轉區，並分析第一排車輛是否為綠燈，並檢視車道內車輛的數量。最後針對車輛本身進行探討，瞭解每部車輛的其駕駛者的駕駛時速，車輛位置及車輛之間的互動關係，若遇到交通控制，是否有足夠的時間通過，其運動過程如圖 2.2.1 所示。

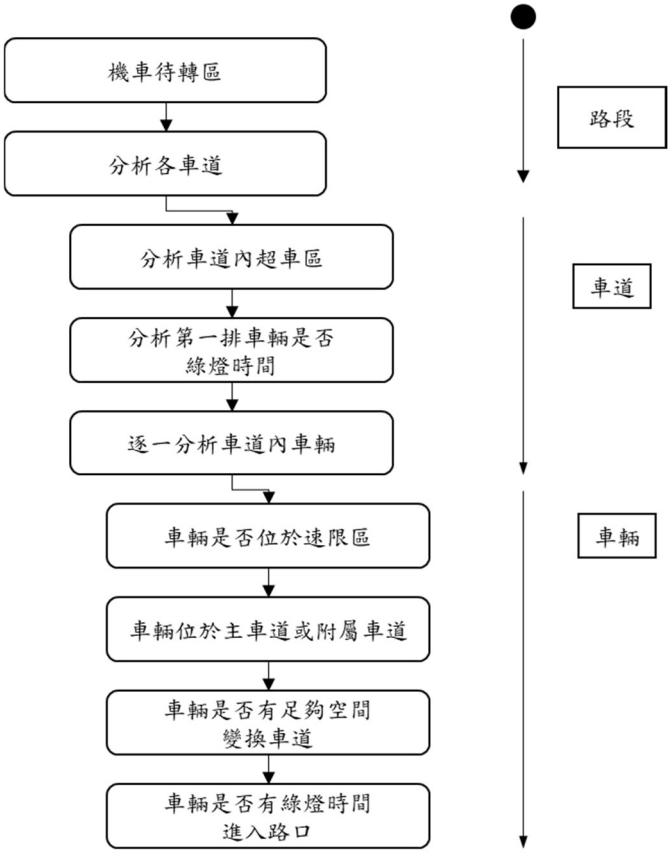


圖 2.2.1 HTSS 車輛運動模式

(二) 高速公路基本路段運動模式：高速公路基本路段車輛運動模式，其流程如圖 2.2.2 所示。高速公路基本路段之車輛運動模式是一個相對單純的運動模式，由於其附屬設施及交通管制的數量/規則較其他路段少（亦或是規則寬鬆），車輛之間互動的情況亦相對單純，因此適合作為系統開發工具移轉的過程中一個較佳的試行案例。

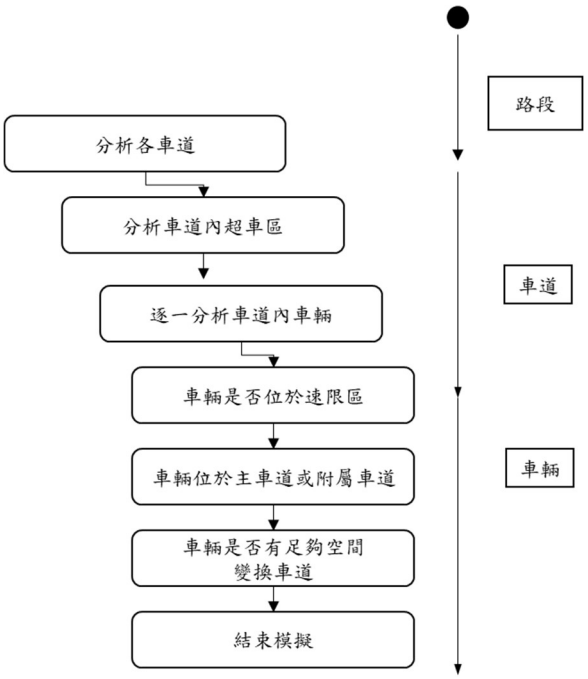


圖 2.2.2 高速公路基本路段運動模式

二、試作系統開發

(一) 導入物件導向設計：傳統 Fortran 程式碼是以多個陣列儲存程式中所需要使用的變數，為了讓程式更易讀、維護與高度開發彈性，大多改以物件導向設計。前期計畫在試作系統中同樣導入物件導向設計，以確認其設計可行性。以圖 2.2.3 為例，車輛物件將車長、安全距離及反應時間等車輛屬性寫入車輛物件中，在解讀程式碼或是程式開發過程都提高易讀性，未來要開發新的功能模組時也可以更快速地改寫。

```
class Vehicle:

    def __init__(self, config={}):
        # ------------------------------ # Personality # ------------------------------
        # Vehicle Length
        self.l = 4
        # Safe Range
        self.s0 = 4
        # Reaction Time
        self.T = 1
        # Maximum Speed Limit
        self.v_max = 16.667
        # Maximum Acceleration
        self.a_max = 1.44
        # Maximum Deceleration
        self.b_max = 4.61

        # -------------------------- # Program Parameters # --------------------------
        self.id = uuid.uuid4()
        self.path = []
        self.current_road_index = 0

        # ---------------------------- # Current Status # ----------------------------
        self.x = 0
        self.v = 0
        self.a = 0
        self.stopped = False
        # -------------------------- # Customer setting # --------------------------
        for attr, val in config.items():
            setattr(self, attr, val)


    @property
    def sqrt_ab(self):
        return 2*np.sqrt(self.a_max*self.b_max)
```

圖 2.2.3 建立車輛物件程式碼

(二) 使用者介面規劃：HTSS 模式的使用者介面是絕大多數使用者在意的功能，因為使用者必須透過介面操作才能方便快速地進行資料編輯與成果呈現，且模式所可能使用的資料項目多，且包含複雜的路網結構與設定。因此，一個友善的操作介面將是模式推廣的關鍵因素。而在第一年期研究成果中，所收集的使用者意見也都呈現一致的看法，此外，GIS 圖資與動畫呈現也是使用者期待的功能之一。然而，使用者介面的開發預算通常是整體系統的 10%~30%，若以 HTSS 模式的需要高度使用者互動的系統，比例將會更高。為了減低預算壓力，前期規劃以點、線編輯完成路網建置的功能，以及將 GIS 圖資導入系統做為路網底圖，以減低使用者介面的開發預算，開發範例圖 2.2.4 所示。動畫或是 3D 畫面則是需要更高預算的介面開發項目，雖然使用者對於動畫的期待較高，但受到預算限制，在第一年期計畫中暫時列為優先次序較低的項目。

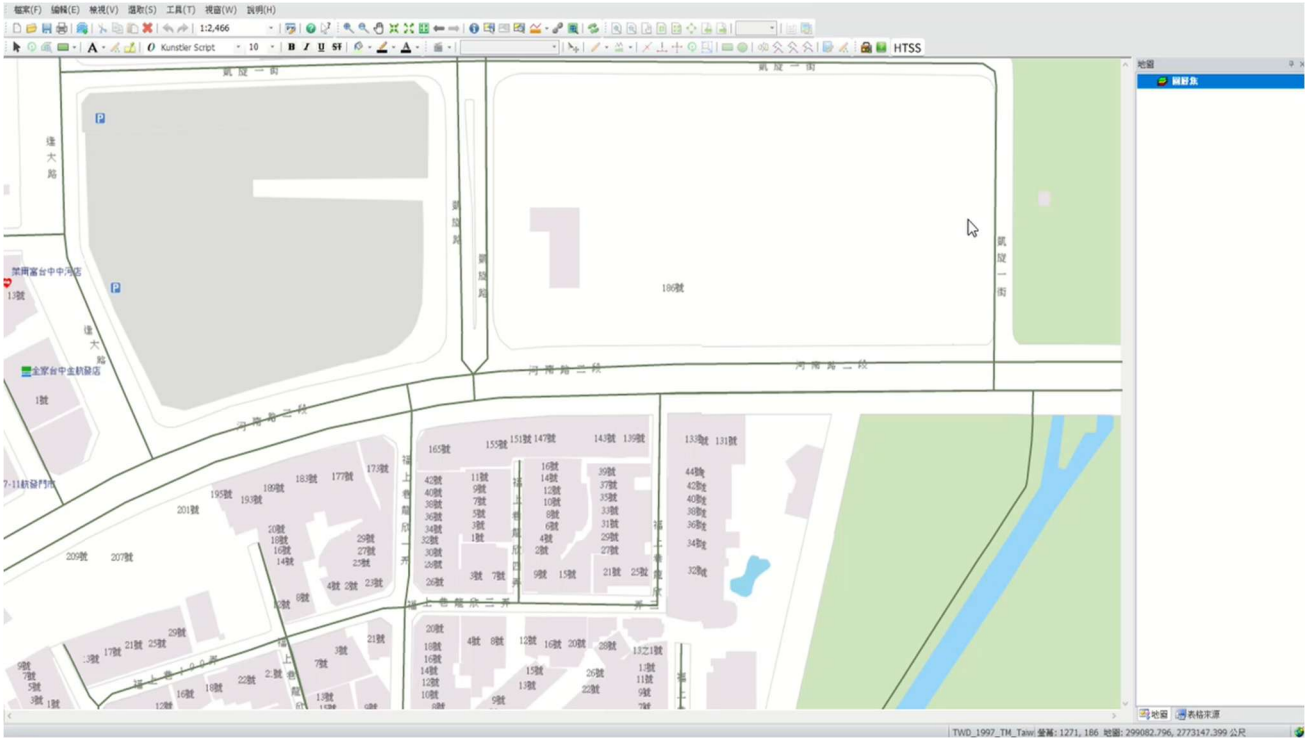


圖 2.2.4 系統操作介面範例

三、分期開發規劃

依照開發項目規劃後續五年的分期內容，以及相關人力與經費規劃，其中第二年主要是延續第一年的規劃方向建置模擬核心，主要功能包含車流行為的執行流程與路段基本屬性的建立；同年的使用者介面則是以路網編輯（節線與節點）為主。第二期，也就是第 3 及第 4 年，則是將附屬車道與路側設施的相關車輛運動模式完

成；操作介面則是以專案檔案建立與 GIS 底圖導入及模擬工作為主。第三期，也就是第 5 及第 6 年，則是以號誌控制、車輛偵測站、與執行效能的調整為主；使用者介面部分則是以協作管理與軟體封裝為主。第一年期計畫規劃如圖 2.2.5 所示，而 113 年度的開發將參照前期規劃執行，並依照 113 年度的研究內容進行滾動式檢討，適當調整分期規劃內容。

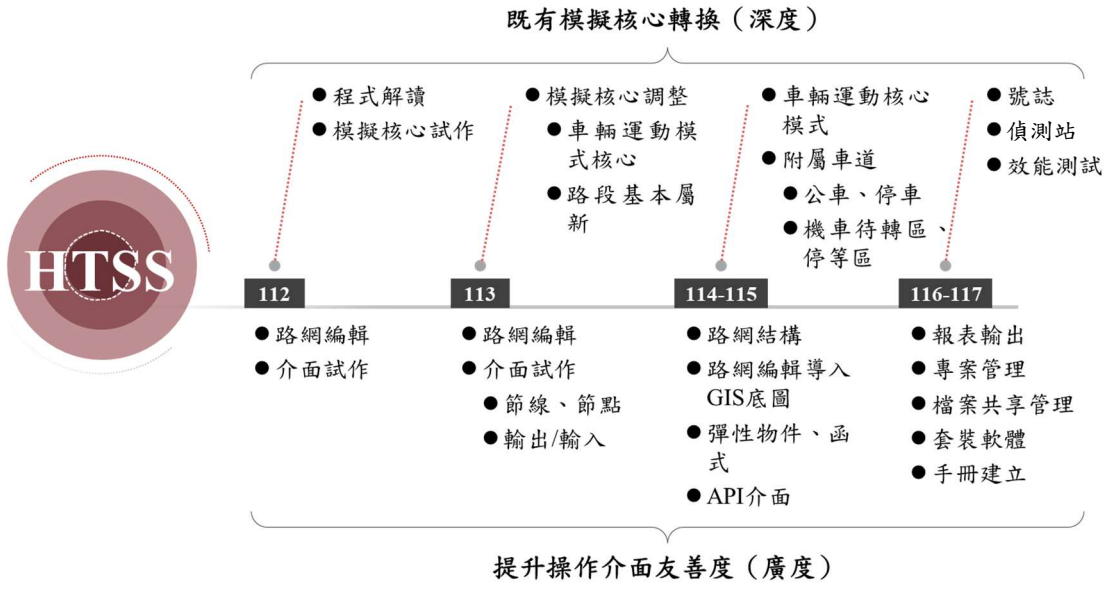


圖 2.2.5 第一年期 HTSS 模式分期開發規劃

第一年期計畫中已經透過調查、訪談及座談會等多元方式，進行各 HTSS 模式潛在使用關係者之深度與廣度交流，確定新一代 HTSS 模式的功能需求和邏輯架構，從而改善其操作介面和功能。同時藉由 Python 程式之系統試作，初步確認 HTSS 模式轉換至更現代、普遍使用的程式語言之可行性，在試作系統中已證明依據原 HTSS 模式之各項開發文件與紀錄，已可藉由新程式語言的開發呈現基本的模擬過程與車輛移動，表示執行成果尚符合原本 HTSS 模式的設計。其計畫研究成果涵蓋三個主要部分，首先，根據現有的 HTSS 功能、程式碼和模組設計，提出新版模式的軟體開發構想。包括確定所需的程式語言、設計架構和資料庫類型，並以單機軟體為開發方向。其次，透過座談會、問卷調查和專家訪談，收集關於新一代 HTSS 模式的功能需求和改善建議，亦可作為本計畫改善調整、模擬模式核心功能建立之重要參考，以下針對模擬模式開發之構想與使用者介面改善之三大重點項目，重點摘要如下：

一、提出模擬模式開發構想

(一) 程式開發語言：目前該模式是由 Fortran 語言所撰寫，也因為該語言屬於早期的程式語言，除了在開發過程有一定難度外，也缺乏能執行維護開發的專業人

力，在經過模式本身特性與開發需求等綜合考量後，暫時選定 Python 程式語言進行模擬核心的開發。惟經過一年的開發試作與討論後，考量執行效能的強化等因素，建議以其他程式語言進行後續模擬核心改寫。

(二) 使用者介面規劃：需滿足不同需求使用者，以專案管理方式包裹路網編輯的相關資料，並且在後續開發規劃增加組織協作的功能，讓組織型的團隊能夠多人共同編輯單一路網，以提升系統廣度。

(三) 後續提供使用之版本：考量使用者的回饋，該系統屬於低需求的功能，且 HTSS 模式在一般情況下並無與其他組織分享資料的必要性，故以單機程式為開發方向，以提升使用者介面的友善性與程式碼的改寫為主要方向。

二、模擬模式功能需求彙整，主要以實務應用與教學提出使用建議

(一) 車流模式建議：須考量臺灣具有少見的機車車種與道路環境，國外車流模式難以提供相對應的模擬結果，目前是透過車種屬性調整方式來處理（如將小汽車的尺寸調整為接近機車的尺寸）。但是 HTSS 模式在本土車流特性具有相當大的優勢，建議讓國內多數使用者選擇使用 HTSS 模式，將可提升模擬結果的效益，亦可有效應用於相關績效評估上。

(二) 使用者介面操作：現行目前 HTSS 模式的使用者介面仍不夠友善，無論是在路網編輯或是多人協作，都是相對較缺乏的功能，但需要較複雜的程式技術要求，也因為預算限制而無法提供友善的介面，故進一步規劃後續五年的分期規劃，透過分期建置提升使用者介面的友善性。另一個重點介面需求則是 GIS 底圖的導入，由於車流模擬大多是使用真實路網進行模擬，傳統介面並未導入 GIS 底圖的功能，導致於路網編輯需要更多的時間進行微調，導入 GIS 底圖將可大幅縮減路網編輯時間。

三、後續彈性發展之空間

為使 HTSS 模式在後續發展能夠更有彈性，在程式語言的架構採用現行最常被使用的物件導向架構，其中路段、車輛等基本物件的架構能夠在未來彈性增加各類型車種，如自駕車等。後續在運作流程部分應增加 API 介面的功能，提供未來使用者可以自行客製化車輛運動模式。而在系統開發初期，將及早考量 API 介面的加入而適度調整程式設計方式，以降低後續開發成本。

2.3 綜合探討

HTSS 模式的發展可追溯至 1990 年，至今已逾 30 年。此系統由美國林豐博教授針對臺灣獨特的公路交通流特性開發，以 Fortran 語言實現了一套高度模擬真實交通狀況的精確模式。作為臺灣交通容量與設施規劃的重要分析工具，HTSS 系統的核心價值在於其嚴謹的模擬邏輯和豐富的模組化設計。本計畫旨在延續與發揚 HTSS 的原有精髓，通過技術上的重構和現代化升級，確保系統在保持既有可靠性的同時，能顯著提升效能並適應不斷變化的技術環境。

在實施過程中，如何最佳化模組開發順序和方法成為關鍵考量之一。儘管根據既有架構逐步對模組進行技術改寫能保持系統的穩定性，但為了更好地適應未來交通研究需求及技術革新，還需考慮系統的長期靈活性與拓展性。因此，系統架構設計應當兼顧效率和發展潛力，並以模組化為基礎，增強其在新功能整合或應用場景延伸中的可操作性。這樣的模組化架構設計不僅有助於後續的維護和擴充，更能有效防止系統架構的紊亂，從而確保 HTSS 在多樣化的交通應用中持續發揮作用。

綜上所述，新一代 HTSS 的開發需要針對架構的核心要素進行深入探討與系統優化，以確保其技術基礎穩健，功能模組化靈活應用，並為臺灣未來的交通管理與規劃提供更加科學的支援。故就新一代 HTSS 而言，應需針對以下重點進行深入探討與優化改善。

一、更新 HTSS 的程式語言與輸入/輸出系統

現行 HTSS 使用 Fortran 語言開發在未來要添加新的功能或進行更大規模的系統升級時，可能會面臨更多的技術限制和挑戰，進而影響系統的長期維護和更新。特別是在輸入和輸出方面。Fortran 的輸入不夠直觀且輸出缺乏理想的圖形和製表功能，因此建議轉換至 C++或其他現代化語言，可以提升系統效能、執行速度，且透過新一代的 HTSS，提供更友好的使用者介面和更強大的數據展示功能。這不僅能提升系統的使用體驗，也能減少開發人員在處理錯誤訊息和轉換代號時的困擾，亦可增強系統的擴展性，讓其更容易添加新的功能模組。

二、模擬模式核心功能建置

以原有 HTSS 之模擬核心功能為主考量，強化模擬運作效能。

(一) 重新檢討適合之程式開發語法，導入物件導向開發模式。

(二) 需針對新一代 HTSS 交通模擬系統之核心功能進行彙整定義，與呼應原系統中四大核心模組，包括：輸入/輸出（模擬資料蒐集及整合）、道路設定（路網建立）、車輛推進、跟車、車道變換（車輛產生、車流模擬）。

但需特別注意各個模組之間的相關性較高,不同時期開發的模組必須重複檢查正確性,邏輯檢查的工作量較大,導致初期核心模組建置需要較高成本,基礎架構(如物件設計)必須先納入其他模組需求。

三、節點和節線代號的改進

目前 HTSS 允許使用者在一範圍內自由設定節點和節線代號,這樣的彈性設計雖然方便,但在實際操作中卻會因不連續的代號而增加 CPU 運算時間。因此,建議在更新版本中要求使用者盡量使用連續或跳躍不大的代號。這將有助於簡化程式邏輯,降低模擬過程中的計算負擔,並且不會顯著影響模擬的結果。

四、車輛生成和推進邏輯的簡化

目前 HTSS 的車輛生成和推進邏輯較為複雜,尤其是 Desire 2 子程式。更新版本應考慮更直接的車輛生成邏輯,例如根據車種及接受車輛的節線車流狀況來決定車道使用和速率。這樣的改進應能更合理地反映在起點的車流、車道分佈及速率關係上,並簡化開發者理解和修改程式的過程。

五、改進模擬測試和驗證

新的 HTSS 應該能在不同類型公路和模擬狀況下進行測試,包括非阻斷性車流路段、號誌化幹道、市區公車等。測試的重點在於確保建立的路網有正確的節線和節點關係,產生的陣列和參數名稱及數值與現行 HTSS 所得結果一致。這些改進將有助於提升模擬的準確性和可靠性。

六、動態畫面的引入

在新的 HTSS 中,建議加入動態畫面展示模擬結果的功能,集中於實際應用的需求,例如 2D 或 3D 呈現方式,可使模擬結果更直觀易懂,有助於評估設施運作和決策。

經由前述第一年期計畫對於 HTSS 的回顧可發現既有 HTSS 中的輸入與輸出介面之親和性為目前最為爭議之問題,此外對於報表輸出不友善,期待有更容易解讀之方式,後續可納入空氣品質相關績效指標等,因此本計畫在規劃新一代 HTSS 過程中,必須符合下列五點原則:

(一) 確認核心演算法的邏輯正確性:新版 HTSS 的開發係針對既有 HTSS 的 Fortran 程式語言以 C#進行改寫,有鑑於既有之 HTSS 已經過多年研究之驗證與使用,具有相當公信力,因此在新版系統開發過程中必須確保核心分析邏輯的正確性。

(二) 確保介面於輸入操作之親和性:回顧第一年期計畫對於 HTSS 的需求調查結

果，以及需求座談會等，對於既有 HTSS 的輸入介面親和性為最需改善之處，因既有 HTSS 輸入介面過於繁瑣，特別於路網構建部分，若需要針對多路口進行分析時極為複雜，故在新版 HTSS 中必須確保介面具有高度之操作性。

(三) 確保介面輸出報表之易讀性：目前 HTSS 所輸出為文字報表方式呈現，故在需求探討過程中，使用者皆希望能夠增加分析結果的呈現方式可以更視覺化，故在開發新版 HTSS 時必須考量輸出報表介面之易讀性，讓使用者可以清楚了解系統分析之結果。

(四) 確認輸出資料之共享性：目前 HTSS 為 THCM 之輔助分析工具，主要進行道路設施之服務水準評估，故期待系統之輸出資料能夠與其他軟體交換或分享，以降低重複作業之頻率，因此在新版 HTSS 中可考慮採 JSON 或 EXCEL 格式的輸出格式，使資料能夠更容易地交換，提升使用者在不同分析工具間使用之便利性。

(五) 確保系統後續功能的擴充性：就目前市面上模擬系統（如：VISSIM），每年會研發出不同功能精進系統的發展，因此在新版 HTSS 中希望可持續擴充系統功能及績效（如：空氣品質績效指標等），以確保系統功能或績效指標之擴充性。

第三章 核心功能規劃與建置

本章主要針對新一代 HTSS 中核心功能之規劃與建置進行說明，包括 3.1 節規劃構想形成與推進脈絡，在 3.2 節核心功能定義下進而提出 3.3 節之核心功能規劃成果，再依據各項定義、規劃成果深度探討 3.4 節之細部核心車流模式解析等內容。

3.1 規劃構想形成與推進脈絡

第一年期執行成果重點包含「車輛運動模型測試模組之初步建置」以及「功能需求彙整與介面調整初步建議」，為後續 HTSS 模式優化與本計畫開發提供具體依據。為持續推進模式功能完善與應用推廣，本章以前述成果作為基礎，進一步提出本計畫規劃構想，並說明其推動脈絡與後續行動安排。

本計畫首先基於第一年期執行成果所揭示之模型模組功能限制與使用者需求，釐定本階段應優先處理之重點項目，包括：車輛運動模型多情境測試機制之深化、模式核心參數調整方法之改良，以及模擬結果呈現介面之整體操作整合。為確保規劃內容能兼顧技術可行性與實務使用需求，本計畫彙整前期測試結果與參與者之回饋意見，作為功能優化方向之基礎。

基於前述規劃構想，本計畫於期末階段邀集產官學領域專家召開座談會，針對以下重點議題進行研商，透過座談交流機制，確認開發構想之可行性，並蒐集各界對於項目推動順序、技術調整方向及預期應用效益之建議，作為後續規劃內容調整與開發期程規劃之依據。座談會研商重點如下：

一、新一代 HTSS 開發背景

新一代 HTSS 的開發不僅僅是對現有系統的升級，更是一次技術和功能的全面革新。原有 HTSS 在模擬道路交通流動特性方面已經建立了穩固的基礎，涵蓋了車輛加速、減速、變換車道等多種交通行為，並且專注於高速公路和其他主要公路的流量分析。然而，隨著科技的進步和交通需求的多樣化，僅僅依賴這些基本功能已經不足以應對未來複雜的交通問題。此次開發需要採用新的程式語法，對原有模擬邏輯進行保留並進行調整，以便能夠更好地整合現有技術和新興需求。

二、系統功能需求的確認

新一代 HTSS 的核心功能需求必須經過仔細的確認和定義。這不僅僅涉及到技術層面的調整，還包括對系統應用場景的重新評估。例如，HTSS 主要專注於長途行駛和車輛速度分析，這些功能對於高速公路和主要公路的模擬非常關鍵。然而，

未來的需求可能包括城市道路、公共運輸、行人模擬以及事故干預等多方面的內容。座談會的目的之一就是在專家學者的協助下，深入探討這些功能需求實際應用價值，並確保新系統能夠涵蓋這些需求。

三、核心功能和判斷邏輯的正確性確認

新系統核心功能的定義和判斷邏輯的確認，包括系統如何處理複雜的交通情境、如何進行準確的模擬分析、以及如何保證結果的可靠性。透過專家學者的交流和建議，可以對現有的功能設計進行調整，優化系統的判斷邏輯，確保其在實際應用中的有效性和準確性。此外，這些專家建議還可以為未來的系統維護和升級提供寶貴的參考，確保 HTSS 能夠持續滿足不斷變化的交通需求。

四、探討未來發展性

HTSS 主要用於臺灣公路容量的研究與分析，提供業界和研究單位進行不同車輛動態的研擬。這包括模擬不同道路上不同車輛類型的行駛行為，如加速、減速和變換車道等。它適用於高速公路、快速道路、雙車道公路、多車道公路、號誌化路口、非號誌路口、市區幹道或路網等多種公路設施的模擬。相比之下，市場上的其他交通模擬軟體可能提供更一般化的車輛行駛行為模型，或者專注於特定類型的交通模擬，如城市交通和公共運輸等。座談會可以幫助我們深入了解這些差異，確定 HTSS 在未來發展中的重點和方向，確保其能夠在市場上保持競爭力。

五、汲取其他應用建議

透過不同面向及經驗汲取需要各方面的專業知識和技術支持，提供寶貴的專業建議和意見，確保開發方向的正確性和合理性，確認核心功能和判斷邏輯的正確性，甚或促進多方合作與資源整合等。

綜上所述，本計畫規劃構想係以第一年期成果為基礎，透過需求回顧與專家座談方式逐步形成，並以提升模式功能完整性與應用推廣可行性為主要導向。本脈絡亦為後續各項開發作業之推進基礎。

3.2 核心功能定義

如第一年期計畫所述，鑒於缺乏針對臺灣車流特性所發展的模擬模式，本所最早於 1900 年代初期開發 HTSS 微觀模擬模式，以模擬公路交通系統中之獨立路口、幹道及路網，並陸續蒐集各項資訊後建構相關模組功能。目前該模式包含模擬作業設定、道路設定、路口設定、流率設定、路徑設定、公車設定、基本資料等功能模組，現行系統版

本中則有 150 多個子程式，可分為路網建立、車輛產生、車流模擬、模擬資料蒐集及整合等四大功能模組。

由於交通模擬系統是一種模擬車輛移動行為，考量車輛運動與駕駛者態度的影響，在較短的時間長度內模擬計算車輛的屬性變化與移動傾向，讓交通模擬系統可以由車輛的移動呈現不同時間和地點的車流情況，包括車輛的運動、路口的交通號誌控制和道路狀況的變化。透過對車輛移動的模擬，可了解交通系統的運行狀態，發現交通壅塞和瓶頸，並評估不同交通管理策略的效果。其次，交通模擬系統的另一個主要功能是評估交通管理策略，包括評估不同的交通號誌控制方案、交通控制措施和交通管制措施等，以提高路網的效率和安全性。透過模擬不同策略的效果，比較設定不同模擬參數後所產生之影響，找到最佳的管理方案，以滿足交通需求和改善交通狀況的應用情境。另外，交通模擬系統的主要功能包含評估道路設計效能。透過模擬不同道路設計方案的車流情況，可以評估不同設計方案的效能，包括車流效率和道路容量等方面。這有助於道路管理者選擇較佳的設計方案，以確保道路能夠滿足未來的交通需求，並提供安全和流暢的交通環境。

綜上所述，交通模擬系統的主要功能包括模擬車輛移動、評估交通管理策略與道路設計效能。透過這些功能，可更輕易理解和改善交通系統，以滿足日益增長的交通需求，提高道路安全性和效率。而在整個 HTSS 模式中，最重要的功能即是車輛移動的模擬，也是整個軟體占比最高的程式運作內容。為能有效規劃系統開發的流程，茲將新一代 HTSS 交通模擬系統之核心功能進行彙整定義，包括：輸入/輸出、道路設定、車輛推進、跟車、車道變換等，並回頭檢視現有核心模組的各項子程式是否需要是現行時代的改變而需要有所調整。而為呼應原系統中之路網建立、車輛產生、車流模擬、模擬資料蒐集及整合等四大核心模組，同時從近 150 個子程式模組中進一步解析相關內容，並於 3.3 節中提出整體核心模組功能規劃成果後，於專家學者座談會中再次進行確認規劃之適宜性。

一、輸入、輸出 (Input/Output)

交通模擬系統的輸入參數包括各種影響車流的因素，例如道路設計、交通需求、交通號誌控制、行車行為等。這些參數是模擬系統模擬運行的基礎，可以根據現實交通狀況和模擬目的進行設定。道路設計參數包括道路幾何、車道數量、交叉路口配置等；車流參數包括車輛類型、流量密度、起點和終點等；交通號誌控制參數包括號誌周期、綠燈時間、黃燈時間等；行車行為參數包括車速、加速度、變換車道行為等。通過設定這些輸入參數，交通模擬系統可以模擬出不同情境下的車流狀況。

而輸入資料可依據性質分成下列項目：

(一) 控制模擬作業之資料，如：熱機時間，模擬時段數及時段長度，欲模擬之次數等。

(二) 節線與節點之關係，如：各節線上下游節點的代號及各節線下游節線之代號等。

(三) 節線及節點之屬性，如：節線長度，車道寬，附屬車道之設置，不同地點之高程或坡度，平曲線位置及曲率半徑，節線容量，速限區之速限及平均自由速率等。

(四) 交通控制狀況，如：號誌之時制設計，路口之控制類型，專用或共用車道，機車停等區之設置等。(於高速公路基本路段上尚不考慮號誌之時制設計、機車停等區之設置等狀態)

(五) 車流狀況，如：需求流率、車種組成、行車方向、比例等。

(六) 駕駛行為，如：臨界車距及超車機率等。

(七) 代表性車輛之屬性，如：車重及馬力等。

(八) 蒐集資料或控制用之偵測站。

根據輸入資料，HTSS 模式先建立一模擬路網，訂定第一次模擬之起始狀況，並訂定後續車流模擬時所需要的各種屬性資料。另交通模擬系統的輸出模擬結果包括模擬過程中車輛的運動軌跡、速度、間隔、交通流量、延遲時間、通行時間等相關資訊，並輸出成文字格式，故其格式可為 Excel、CSV、PDF 等形式呈現；車流部分則可以直觀地呈現車輛移動的情況。藉由交通模擬系統的輸入參數和輸出模擬結果相互作用，透過對不同參數的調整和分析，可以進一步評估交通管理措施或道路績效。

二、道路路網設定 (Network)

交通模擬系統的道路設定是指模擬系統中對道路路網的建立和屬性設定。這涉及到將實際的道路網路轉化為模擬系統可以理解的資料格式，以便進行車流模擬和分析。此設定中包括道路的幾何屬性、道路類型、附屬設施、車道數量、交叉口配置、轉向限制及交通號誌設置等方面的定義和描述。

在進行道路路網設定時，需要考慮到現實道路網路的特點和特性，以確保模擬的準確性和可靠性。這包括使用者輸入已收集和整理實地調查的道路資料、地理資訊系統(GIS)資料和衛星照片等，以確定道路的幾何屬性、道路類型、路口位置、轉向限制和道路連接關係等。同時，還需要根據實際交通狀況和交通管理政策，進

行交通號誌設置、路口控制和車輛行駛規則等方面的設定。

三、車輛推進 (Car motion)

交通模擬系統的車輛推進是指在模擬過程中對車輛運動的數值模型和計算。包括模擬系統根據車輛的特性和道路條件，計算車輛在道路上的運動軌跡、速度和加速度等相關訊息。車輛推進的主要目的是模擬車輛的移動，包括起步、加速、減速、轉彎和停車等動作，以便進行車流模擬和分析，本計畫中則考量自由車流下的移動所產生之速率。

在進行車輛推進時，交通模擬系統需要考慮到車輛的特性和移動，包括車輛的尺寸、重量、引擎功率、慣性等因素。同時，還需要考慮到道路的幾何形狀、坡度、曲線半徑、路面狀況等因素，以確定車輛的行駛速度和加速度。通過對車輛推進的模擬，模擬出車輛在實際道路上的行駛行為。

四、跟車 (Car following)

交通模擬系統中的跟車行為指的是模擬車輛在道路上跟隨其他車輛行駛的行為，此行為影響到車流的順暢度和效率。跟車行為的模擬涉及到對車輛之間的間距、速度差、加速度等因素的建模和計算。模擬系統需要考慮到各種因素，例如車輛的反應時間、駕駛行為、道路狀況等，以模擬出車輛之間的合理跟隨行為，進而對車流進行準確的模擬和分析。

故在進行跟車行為的模擬時，交通模擬系統通常採用車輛之間的間隔模型和跟隨模型來描述車輛之間的交互作用。間隔模型用於描述車輛之間的間距變化，例如線性模式、加速度模式等；而跟隨模型則用於描述車輛如何根據前方車輛的運動狀態調整自身的速度和間隔，例如 IDM（Intelligent Driver Model）、Gipps 模型等。主要強調車輛在行駛過程中受到前車之影響，進而產生車輛間的各項互動行為。

五、變換車道 (Lane changing)

交通模擬系統中的變換車道是指模擬車輛在道路上從一條車道轉換到另一條車道的行為。此行為涉及到車輛之間的位置調整和交錯行駛，直接影響到車流的順暢度和安全性。在交通模擬系統中，變換車道的模擬需要考慮到車輛的變換意圖、變換點的選擇、車輛的速度調整等因素，以確保車輛之間的安全距離和交錯行駛的有效進行。

在駕駛變換車道的同時，同時需要考慮超車問題，超車邏輯在每一單位模擬時間內根據車流現況，從欲超車駕駛的角度評估超車視距，然後模擬隨後的超車行為。其超車之邏輯則可分成下列項目：

(一) 大車不超車。

(二) 一車輛之上、下游 10 秒行車距離之內有正在超車之車輛時，該車不能超車。

(三) 一車輛下游在 20 秒行車距離內，若有為超車而增設之車道，則該車會等慢車移進增設的車道之後，快速超前。

(四) 一車輛受前車阻擋時，駕駛才會考慮超車。受阻擋的車輛有下列性質：(1)其自由速率比前面的車輛高；(2)其瞬間之速率低於欲維持的自由速率；(3)其與前車車尾的車距在 3 秒以內。

(五) 每一駕駛有一隨機指定的冒險性指數，其值在 0 到 1 之間。冒險性指數越高的駕駛有較高的超車欲望。冒險性指數超過一定值時，駕駛才會考慮超車。

(六) 駕駛超車時，一次最多可超越前面 2 車輛。如果超越 1 輛，則被超越之車輛及其下游車輛之車距最少必須有 T2 秒才能開始超車。如果超越 2 輛，則第 1 輛被超越的車必須與欲超越車輛有小於 1.5 秒的車距，此外第 2 輛被超越的車輛之下游最少也有 T2 秒之車距。回到原車道時必須與前後車保持安全車距。

(七) 欲超車之車輛會逐漸靠近前方車輛，然後在有充分的超車視距時開始超車。

(八) 一車輛開始超車之後會加速到達一欲維持的最高速率 Vmax。然後在必要時繼續以 Vmax 之速率前進，直到該車車尾與最後一輛被超越車輛之車頭的間距超過 S 公尺時，才能回到原來車道。

(九) 一超車之車輛回到原來車道時，必須能與對向來車保持一安全的緩衝距離。在未開始超車之前，駕駛根據瞬間超車視距判斷超車之後，是否能安全的回到原來車道。

(十) 機車在主車道寬最少有 3 公尺時，可輕易的利用機、慢車道、路肩或很短之對向車道超前，因此沒有超車視距是否充分之限制。（於高速公路基本路段下則無需此項設定）

同時間亦有可能因為要超車，導致產生瞬間加速率，原先 HTSS 模式採用單位模擬時間內一車輛的瞬間加速率，由於加速率可能是負值（減速）的情況下，在下述狀況訂定加速率之最小值，包括：

(一) 在平直路段上自由旅行時欲採用之加速率。

(二) 受欲維持之自由速率或平曲線上安全速率所限制之加速率。

(三) 受坡度、坡長、車重及車輛性能所限制之加速率。

(四) 受交通控制（如號誌）及轉彎所限制的加速率。

(五) 受車輛之間互相影響之加速率。

另為了模擬車輛變換車道的行為，交通模擬系統通常會使用變換車道數學模型，這些模型描述車輛如何根據交通環境和變換意圖，在道路上進行車道變換的過程。HTSS 模式考慮到車輛之間的安全距離、車輛速度的變化、駕駛行為的影響等因素，以模擬出車輛之間的變換車道行為，亦即是考量相鄰車道的車輛狀態。

3.3 核心功能規劃成果

為檢視 2021HTSS 模式中程式之完整數量，作為後續核心功能規劃之依據，本計畫針對程式進行全面進行盤點，盤點結果可彙整如表 3.3-1 所示，總計包含 126 個子程式。

表 3.3-1 現有 HTSS 模擬模式之子程式盤點

資料序號	程式編號	名稱	功能
1	1	MAIN	主程式
2	1-1	ACCPARA	阻力所需係數
3	1-2	INPUT	讀進輸入檔
4	1-2-1	READIN	讀進輸入檔
5	1-2-2	ORDER	車輛模擬次序
6	1-2-3	FINDG	縱曲線
7	1-2-4	FINDC	平曲線
8	1-2-5	ELEVA	坡度
9	1-2-6	ALLOW	車輛離開
10	1-3	NTOTAL	路網建置
11	1-4	DZONE	偵測站
12	1-5	EXITLK	車輛離開路網
13	1-6	NEARLAN	穿越路口
14	1-7	ALIGN3	車輛推進
15	1-8	INSIDE	路網設定
16	1-9	SEARCH31	平曲線
17	1-10	TURNOK	車輛推進
18	1-11	SAFEV	安全速率
19	1-12	NOSHIFT	變換車道
20	1-12-1	BARRIER	障礙物
21	1-12-2	EDGE	變換車道
22	1-13	STAGE2B	路口兩段式左轉

資料序號	程式編號	名稱	功能
23	1-14	REACHED	路網建置
24	1-15	BOXGRAD	坡度
25	1-16	ACCELID	加速車道
26	1-17	CUTMOT	機車推進
27	1-18	MOTUSE	機車推進
28	1-19	MOTUSE2	機車待轉區
29	1-20	OUTLK	車輛推進
30	1-20-1	CONFCK	搜尋節線
31	1-20-2	PATH	車輛推進
32	1-20-3	PATH2	車輛推進
33	1-20-4	CHAINLK	車輛推進
34	1-21	BUSTURN	公車推進
35	1-22	QMAXADJ	容量與臨界速率
36	1-23	MERGELK	併入衝突
37	1-24	GATHER	資料蒐集
38	1-25	INITIA2	模擬參數設定
39	1-26	SEED(IRUN)	亂數種子
40	1-27	WARMUP	熱機時間
41	1-28	GEN1	車輛產生
42	1-28-1	DESIRE2	車輛產生
43	1-28-2	GEN3	車輛產生
44	1-28-3	ENTER	車輛進入路網
45	1-28-4	ENTER2	車輛進入路網
46	1-28-5	ENTERB	車輛進入路網
47	1-28-6	ENTERB2	車輛進入路網
48	1-28-7	FREESP	自由速率
49	1-29	FIX1	節點號誌控制
50	1-30	FIX2	節點號誌控制
51	1-31	METER1	匝道儀控
52	1-32	OVERTAKE	變換車道
53	1-32-1	UPDATEP	變換車道
54	1-33	REGU	車輛推進

資料序號	程式編號	名稱	功能
55	1-33-1	OUTBOX2	車輛推進
56	1-33-2	ROW1	模擬設定
57	1-33-3	JQUEUE	停等延滯時間
58	1-33-4	PASSXY	變換車道
59	1-33-5	VCHANGE	車輛推進
60	1-33-6	PUSH1	變換車道
61	1-33-7	IMPEDNEW	變換車道
62	1-33-8	FORBUS	公車出站左轉之後車減速
63	1-33-9	PROBUS	公車靠站
64	1-33-10	PROBUS2	公車靠站
65	1-33-10-1	CARFBUS	公車跟車
66	1-33-11	LSHIFT1	變換車道
67	1-33-12	LSHIFT2	公車靠站
68	1-33-13	TOPASS	變換車道
69	1-33-14	TOPASS2	變換車道
70	1-33-15	TOPASS3	變換車道
71	1-33-16	MOTION	車輛推進
72	1-33-17	FUELC	耗油量
73	1-33-18	STAYIN	車輛推進
74	1-34	OUTPUT	模擬輸出
75	2	MAPNODE	路網建置
76	3	ARRIVAL	車輛產生
77	3-1	VTYPE	車輛推進
78	4	CTURN	行車方向
79	5	VTURN	車輛推進
80	6	ACCEL	坡度路段車輛加速率
81	7	LOSS	變換車道
82	8	ACCMAX	自由旅行最高加速率
83	9	CLASIFY	自由旅行車輛
84	10	QV	模擬輸出
85	11	DETDATA	偵測站車數與速率蒐集
86	12	XDEPT	模擬輸出

資料序號	程式編號	名稱	功能
87	13	CHECKP	變換車道
88	13-1	GETBACK2	變換車道
89	13-2	GETBACK	變換車道
90	13-3	KREAR	變換車道
91	14	MOVETO	變換車道
92	14-1	UPDATEP2	變換車道
93	15	QVPASS	模擬輸出
94	16	QVPAS2	模擬輸出
95	17	FUELCP	耗油量
96	18	FUELCP2	耗油量
97	19	CHANGE2	變換車道
98	19-1	CHANGE2B	變換車道
99	20	CHANGE3	變換車道
100	21	CKSHIF2	變換車道
101	22	ADJACENT	相鄰可轉入之車道
102	23	INTO2S	機車兩段式左轉
103	24	INSERTB	號誌化路口機車行為
104	25	UPDATE3	蒐集資料
105	26	TRYSIF TRYSIFT	變換車道
106	26-1	REPOSI2	車輛推進
107	27	NEWPO2	車隊位置
108	28	NEWTURN	車輛推進
109	29	TONEWLK	公車靠站
110	30	OBTAIN	資料蒐集
111	31	AHEADUX2	跟車行為
112	31-1	AHEAD10	跟車行為
113	32	CARFU2	市區道路跟車
114	32-1	STOPAT2	瞬間位置與速率
115	32-2	BETAY	跟車行為
116	33	OLDXV	車輛推進
117	34	MOVECUT	跟車行為
118	35	TOBOX3	車輛推進

資料序號	程式編號	名稱	功能
119	36	AHEAD9	尋找下游影響本車的第一輛車
120	37	TOWAIT	機車停等
121	38	SIGCF	路口衝突
122	39	RTORNEW	紅燈右轉
123	40	BUSPACE	公車靠站
124	41	CARFC2	跟車行為
125	41-1	SPED2SY	緩衝距離
126	42	TURNING	車輛推進

資料來源：本計畫彙整自 20212021HTSS 模式程式手稿檔

依據模式中之程式編碼順序，詳細說明各程式之功能內容如下：

一、MAIN(程式編號 1)

本程式為 HTSS 之主程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-2 所示。

表 3.3-2 MAIN 程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
1	MAIN	主程式	主程式控制模擬作業之執行，包括訂定起始狀況、讀進輸入檔之資料、用許多子程式建立模擬路網、車流狀況、交通控制狀況並執行模擬，然後建立輸出檔。 HTSS 模式之模擬期間(simulation period)包括熱機期間(warm-up period)，以及熱機期間後最少另一模擬資料蒐集期間。每一模擬期間又分成很短的模擬間隔(simulation intervals)或模擬單位時間，亦稱為模擬步階(simulation steps)或掃瞄間隔(scanning interval)。在每一模擬間隔中，HTSS 模式根據模擬邏輯訂定每一車在模擬間隔(Delta)秒之後的新速率、加速率及位置。 根據輸入檔所讀到之狀況，HTSS 模式執行數次模擬，每一次模擬採用負關聯(negatively correlated)隨機亂數(random	htss set1

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
			numbers)，以便車流行為能以少量之模擬次數讓這些模擬結果的平均值接近實際平均值。	

二、ACCPARA(程式編號 1-1)

本程式為 HTSS 之 ACCPARA（阻力所需係數）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-3 所示。

表 3.3-3 ACCPARA（阻力所需係數）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
1-1	ACCPARA	阻力所需係數	本子程式設定估算行車所遭遇到之阻力時，所須採用之係數代表值。	htss set2

三、INPUT(程式編號 1-2)

本程式為 HTSS 之 INPUT（資料讀入）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-4 所示，在該程式編碼下，尚有 6 個子程式，包括：

(一) READIN（程式編號 1-2-1）；

(二) ORDER（程式編號 1-2-2）；

(三) FINDG（程式編號 1-2-3）；

(四) FINDC（程式編號 1-2-4）；

(五) ELEVA（程式編號 1-2-5）；

(六) ALLOW（程式編號 1-2-6）。

表 3.3-4 INPUT（資料讀入）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
1-2	INPUT	讀進輸入檔	HTSS 輸入檔採用浮點數(floating number)之型式，其優點是每一數據不須放在一固定的欄位中，缺點則是如一輸入之參數值為零，也必須在檔中設定為 0，換言之，如輸入檔之一行是訂定 5 個數據，則其中不存在或不必要的數據也須設定為 0，不能空白。本子程式先訂定模擬的起始狀況，然後將每一行輸入數據只讀最前面兩數據以了解各	htss set9

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
			檔型資料從輸入檔之那一行數開始，然後利用子程式 READIN 將輸入檔之內容讀入並建立模擬所須之節線、節點、車流狀況及交通控制狀況之關係。	
1-2-1	READIN	讀進輸入檔	本子程式讀進輸入檔每行之資料，然後將這些資料轉換成模擬所須之路網、車流及駕駛人屬性、交通控制狀況等。在此過程中，本子程式亦檢查輸入資料是否有不適當之處，然後發出錯誤(error)或警告(caution)訊息。另外，輸入檔之內容在 2021HTSS 使用手冊已有說明。HTSS 模式根據輸入檔中節點(node)及節線(link)出現之先後順序將節點及節線分別重新用 1, 2, 3, ...之代號代表，如一節點之輸入檔中的代號為 node，則模擬採用的代號稱為 NewND(node)；如一節線之輸入檔中的代號為 link，則模擬的代號改稱為 NewLK(node)。車輛與公路設施之位置皆以每一節線之起點(x=0ft)為基準，在起點下游的位置用與起點的距離(正值)來代表，在起點上游的位置(如在路口內)，也用與起點的距離來代表，但此距離為負值。	htss set15
1-2-2	ORDER	車輛模擬次序	在車流中一車輛須根據下游之情況調整速率及位置，因此，應先針對下游的車輛模擬完之後才模擬上游的車輛，如果一模擬路網只含一條由節線串聯的直線，則模擬順序應從最下游節線之第一輛車開始，再往上游節線依序模擬。路網複雜時，不一定能將所有下游車輛皆模擬之後才模擬其他車輛。	htss set12
1-2-3	FINDG	縱曲線	如果輸入檔用縱切線訂定一路段之縱曲線(vertical profile)，則本子程式根據各路線縱切線之起點 Grade(Link, J, 1)，J 為第 J 縱切線(vertical tangent)，終點 Grade(Link, J, 2)，及坡度 Grade(Link, J,	htss set8

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
			3)訂定車輛所在地點 xz 之坡度(slop)。現代公路設計在兩縱切線之間的高程隨地點之變化(亦即 vertical profile of a vertical curve) 皆為拋物線(prabolic curve)，所以 HTSS 模式亦用拋物線估算縱曲線上之坡度。	
1-2-4	FINDC	平曲線	本子程式尋找影響車輛速率之平曲線並估算因平曲線之存在而須保持的安全速率 Vsafe 及最高加速率 Amax。	htss set8
1-2-5	ELEVA	坡度	本子程式用輸入檔所設定，在不同地點之高程以估計車輛 Iveh 所在地點 xz 之坡度。如果車輛之地點為 xz，而且 xz 在 k 點及 k+1 點之間，則 xz 點的坡度估計為 k 點及 k+1 點之間的平均坡度。	htss set6
1-2-6	ALLOW	車輛離開	本子程式審查每一節線 Link 之每一車道 LA 以決定該車道是否能讓車種 ITY、行車方向 Itu 之車輛從節線終點離開。Iok(link, LA, ITY, Itu) = 1 表示 LA 為可用車道；Iok(Link, LA, ITY,Itu) = 0 則表示不能使用。可用車道必須延伸到節線終點，而且不能有車種 ITY 不能進入之禁行區或保留/專用路段，特定行進方向不能用來離開的車道亦不能用。	htss set3

四、NTOTAL(程式編號 1-3)

本程式為 HTSS 之 NTOTAL（路網建置）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-5 所示。

表 3.3-5 NTOTAL（路網建置）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
1-3	NTOTAL	路網建置	本子程式訂定各節線 Link 之總車道數 Mall(link)，其值等於主線車道數 Nlane(link)及附屬車道數之和；本子程式亦訂定從右到左各車道之相對位置座標值 Kcoor，最右側車道的 Kcoor 值	htss set12

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
			為 1，每向左偏移一車道，Kcoor 之值增加 1。	

五、DZONE(程式編號 1-4)

本程式為 HTSS 之 DZONE（偵測站）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-6 所示。

表 3.3-6 DZONE（偵測站）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
1-4	DZONE	偵測站	HTSS 模擬讓使用者在每一節線設定最多 10 個偵測站。本子程式在每節線之每速限區(最多 5 區)另設一偵測站以監視(monitor)進入每一速限區的流率，第一區偵測站離上游端點 100ft，其他區之偵測站離上游端點(xpost)200ft。	htss set6

六、EXITLK (程式編號 1-5)

本程式為 HTSS 之 EXITLK（車輛離開路網）資料讀入程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-7 所示。

表 3.3-7 EXITLK（車輛離開路網）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
1-5	EXITK	車輛離開路網	本子程式的目的在於尋找讓車輛離開路網之節線，IDout(LK)表示節線是(=1)離開路網或非(=0)離開路網之節線。本子程式亦將在離開路網之節線(exit link)上所有車輛之行進方向皆設定為直行(代號=5)，而且也把終點在節線終點之附屬車道長度與主線車道長度一樣延長 600m，若禁行區終點也在節線終點，則禁行區長度也跟節線長度同樣延長 600m。	htss set7

七、NEARLAN (程式編號 1-6)

本程式為 HTSS 之 NEARLAN（穿越路口）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-8 所示。

表 3.3-8 NEARLAN（穿越路口）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
1-6	NEARLAN	穿越路口	本子程式訂定各車道左側及右側可讓車種 ITYP、行進方向 ITU 之車輛使用已通過停止線之最接近車道 Nearby。在停止線時，ITYP, Itu 可用之車道已在子程式 ALLOW 設定為 IOK(Link, Lane, ITYP, Itu) = 1。節線所有車道數(包括主線及附屬車道)為 Mall，每一車道之相對位置之座標為 Kcoor(從右到左定為 1,2,3…..)，車道 LA 右側最接近可用來通過停止線之車道訂為 Nearby(LK, LA, ITYP, ITU, 1(右側(1))) = xxyy，其中，xx = 可用車道之代號，yy= 從 LA 到 xx 之座標 Kcoor 差距。	htss set12

八、ALIGN3 (程式編號 1-7)

本程式為 HTSS 之 ALIGN3（車輛推進）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-9 所示。

表 3.3-9 ALIGN3（車輛推進）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
1-7	ALIGN3	車輛推進	本子程式訂定從節線 Link、車道 Lane，以行進方向 ITU 進入下游節線 Linkto(Linkto, Itu)。原則上，如一車道為自然路徑左側第 2 車道，則進入下游節線時，應採用自然路徑左側第 2 車道，如果不能以上述原則進入下游節線，則進入下游較接近之車道。Kcoor(Link, Lane)代表車道 Lane 與其他車道相對側向(Lateral)位置之座標，最右側車道之座標為 1。	htss set3

九、INSIDE (程式編號 1-8)

本程式為 HTSS 之 INSIDE（路網設定）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-10 所示。

表 3.3-10 INSIDE（路網設定）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
1-8	INSIDE	路網設定	本子程式訂定從各接腳進入一節點(node)之內側節線： 1. 輸入檔只設定從各接腳進入節點之唯一或外側節線，總共有NumLK(node, 1)之唯一或外側節線。 2. 第 I 個唯一或外側節線的 ID(代號)為 Mlink(node, I)。 3. 進入一節點之節線的下游節點及節線所屬接腳儲存為 Nodeleg(link) = xxy，其中，xx = 下游節點代號，y = 所屬接腳代號。所以欲知 link 下游之節點，只須將 Nodeleg 除於 10。	htss set9

十、SEARCH31 (程式編號 1-9)

本程式為 HTSS 之 SEARCH31（平曲線）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-11 所示。

表 3.3-11 SEARCH31（平曲線）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
1-9	SEARCH31	平曲線	本子程式估算每一平曲線起點及終點之坡度 SC，HTSS 模式使用者可利用檔型 61 資料，訂定在不同地點之高程，或用檔型 60 資料，以顯示之縱切線模擬節線高程隨地點之變化。	htss set17

十一、TURNOK (程式編號 1-10)

本程式為 HTSS 之 TURNOK（車輛推進）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-12 所示。

表 3.3-12 TURNOK（車輛推進）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
1-10	TURNOK	車輛推進	本子程式訂定車流從一節線 Link 進入下游節線時，所有可利用之行車方向數及各行車方向之代號。 這工作乃根據輸入檔資料所建立之	htss set21

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
			ITAllow(Link,LA,Itu)，其中 Link 為節線，LA=車道，Itu 為行車方向，ITAllow=1 表示有行車方向 Itu 之車輛可從節線 Link 之車道 LA 終點進入另一節線。	

十二、SAFEV (程式編號 1-11)

本程式為 HTSS 之 SAFEV（安全速率）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-13 所示。

表 3.3-13 SAFEV（安全速率）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
1-11	SAFEV	安全速率	一節線有平曲線時(平曲線數 Ncurve>0)，本子程式根據曲率半徑 Curve(Link,Ith curve,3)先估計從幾何設計的最高安全速率 Safe，此速率乃根據 AASHTO 幾何設計與設計速率的關係，實際速率通常比設計速率高。本子程式將安全速率訂定為設計速率加 15 Km/h，但安全速率受速限之影響，所以本子程式用速限調整安全速率。	htss set17

十三、NOSHIFT (程式編號 1-12)

本程式為 HTSS 之 NOSHIFT（變換車道）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-14 所示，在該程式編碼下，尚有 2 個子程式，包括：

(一) BARRIER（程式編號 1-12-1）；

(二) EDGE（程式編號 1-12-2）。

表 3.3-14 NOSHIFT（變換車道）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
1-12	NOSHIFT	變換車道	本子程式訂定造成不能變換車道之障礙物(如安全島)及左右側無車道(路邊)之地點。	htss set12
1-12-1	BARRIER	障礙物	本子程式訂定一車道 Lane 左邊及右	htss

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
			邊障礙物之位置及數量，障礙物造成車輛不能變換車道，可包括：(1)標線、實體分隔島等不能變換車道之區域；(2)左側或右側之路邊區域。輸入檔設定每一車道左側之障礙物(但不包括路邊)，本子程式採用此資料及車道的設置訂定障礙物位置及數量。	set3
1-12-2	EDGE	變換車道	如果一車道之左側或右側為路邊，則車輛不能變換車道進入路邊。本子程式訂定因路邊之存在而不能變換車道之地點。這些地點也納入防止變換車道的障礙物(如安全島)的總數 Mbarr。	htss set6

十四、NOSHIFT (程式編號 1-13)

本程式為 HTSS 之 STAGE2B（路口兩段式左轉）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-15 所示。

表 3.3-15 STAGE2B（路口兩段式左轉）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
1-13	STAGE2B	路口兩段式左轉	本子程式訂定最多 2 車道讓 2 段式左轉機車通過停止線轉入待轉區。此 2 車道之 ID 各稱為 LS2(link,1) 及 LS(link,2)，link=節線代號。能讓機車使用以轉入待轉區之車道需允許直行(5=進入唯一或外側節線、5+8=進入內側節線)或斜右轉(6 或 6+8 之行進方向)。此外，機車不能進入機車禁行之車道或保留給其他車種使用之車道。	htss set18

十五、REACHED (程式編號 1-14)

本程式為 HTSS 之 REACHED（路網建置）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-16 所示。

表 3.3-16 REACHED（路網建置）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
1-14	REACHED	路網建置	剛開始模擬時，路網無車輛，在熱機時間內，理應離開路網之節線最少有一車輛已離開才能開始蒐集資料。本子程式找出會被用到的車輛離開路網節線(Exit Links)，這些節線的代號為 ID Reach(K)，K 為第 K 個車輛離開節線。	htss set16

十六、BOXGRAD (程式編號 1-15)

本程式為 HTSS 之 BOXGRAD（坡度）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-17 所示。

表 3.3-17 BOXGRAD（坡度）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
1-15	BOXGRAD	坡度	本子程式首先檢查輸入檔檔型 60 設定的最後一縱切線的終點是否位在或超過節線的終點，也檢查在有檔型 61 之資料時，最後用以訂定高程的地點是否是節線的終點，然後根據檔型 60 或 61 之資料，估算各附屬設施中點之坡度。	htss set3

十七、ACCELID (程式編號 1-16)

本程式為 HTSS 之 ACCELID（加速車道）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-18 所示。

表 3.3-18 ACCELID（加速車道）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
1-16	ACCELID	加速車道	本子程式訂定一節線右側(iside=1)及左側(iside=2)附屬設施(型態 1)最靠近主線之附屬車道 Kaccel(Link, 1)及 Kaccel(link, 2)。	htss set2

十八、CUTMOT (程式編號 1-17)

本程式為 HTSS 之 CUTMOT（機車推進）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-19 所示。

表 3.3-19 CUTMOT（機車推進）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
1-17	CUTMOT	機車推進	此子程式訂定車道寬為 width 時能併排行進之機車數 Kmm 及車道寬被占滿時，可能不超車之可能性 Adjz2。	htss set5

十九、MOTUSE (程式編號 1-18)

本程式為 HTSS 之 MOTUSE（機車推進）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-20 所示。

表 3.3-20 MOTUSE（機車推進）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
1-18	MOTUSE	機車推進	機車從一路口進入一節線 Link 時不一定能使用任一車道，本子程式的目的在於訂定能讓機車進入之車道數 Numot(Link)及每一可用車道之代號(ID)，MotLan(Link,N)，其中，N 為第 N 個可用車道。可用車道包括第一類型附屬車道(非全長)及主線車道(車道)。有機車專用道時，只能進入專用道。 有些車道禁行機車，禁行區開始地點離節線上游端點為 Xban(link,lane)，HTSS 模式假設禁行區在路口 200ft(約 60m)之內時，機車不得進入該車道。	htss set11

二十、MOTUSE2 (程式編號 1-19)

本程式為 HTSS 之 MOTUSE2（機車待轉區）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-21 所示。

表 3.3-21 MOTUSE2（機車待轉區）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
1-19	MOTUSE2	機車待轉區	如一節線 Link 設有機車 2 段式左轉待轉區，HTSS 模式在綠燈開始之後 0.4 秒，將待轉區內之機車分配到可用之車道並納入該車道之車隊。本子程式之目的在於訂定從待轉區離開之後，能使用的車道數 NDK(Link,Itu)及可用車道之	htss set11

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
			代號(ID) ID2S(Link,Itu,N)。其中，Itu 為機車行進方向，限於斜左轉(Itu=4)，直行(Itu=5)，及斜右轉(Itu=6)，N 為第 N 個可用車道。	

二十一、OUTLK (程式編號 1-20)

本程式為 HTSS 之 OUTLK（車輛推進）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-22 所示，在該程式編碼下，尚有 4 個子程式，包括：

(一) CONFCK（程式編號 1-20-1）；

(二) PATH（程式編號 1-20-2）；

(三) PATH2（程式編號 1-20-3）；

(四) CHAINLK（程式編號 1-20-4）。

表 3.3-22 OUTLK（車輛推進）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
1-20	OUTLK	車輛推進	此子程式用來找車輛離開一節點 node 時所用之接腳 IP2 及該接腳離開 node 之外側(1)及內側節線 LKoutt(node, IP2, 1)、LKoutt(node, IP, 2)。尋找 LKoutt 是根據每一進入節點 node 之節線及從該節線以某行車方向 Itu 所進入之下游節線來訂定。	htss set12
1-20-1	CONFCK	搜尋節線	本子程式訂定從每一節線 Link，每一行進方向 Itu 所造成路徑(path)左側及右側進入及離開節點(路口)之節線，然後訂定與 Itu 行車路徑有交叉衝突或匯流衝突可能性之節線及行車方向，至於是否真正有衝突尚須在其他子程式根據路口交控及車道使用來決定。每一接腳最多各有 2 進入 node(路口)之節線(內側節線及外側)及 2 離開 node 之節線，從 Link 出發之外最多有 8 接腳(Leg)可進入尋找行經左側及右側進出 node 之節線，以順時鐘方向探查每一接腳。	htss set5

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
1-20-2	PATH	車輛推進	如果模擬的路網有交叉口(路口)，HTSS模式讓一車輛從停止線進入路口，依行車方向 Iturn 前進 DLIL2(link, Iturn, 1)ft之後才將該車移進下游節線 Linkto。本子程式訂定各種行進方向 Iturn 之相關各點行車距離 DLID2(link, Iturn,1)及DLIL2(link,Iturn,2)。	htss set13
1-20-3	PATH2	車輛推進	一車輛進入路口之後在某一地點會被HTSS 模式認定已進入下游節線，此地點隨行進方向而變。本子程式利用節線上游從各方向進入節線時長度最高之DLIL2 訂定節線在路口之行車距離DLI2(link)	htss set13
1-20-4	CHAINLK	車輛推進	本子程式訂定從一連串節線(chain of links)之每一節線離開時須採用之行進方向以進入下一連串節線中之下游節線。此資料用來協助子程式 OBTAIN 估算車輛從一節線鏈(chain)之節線走完最後節線所需之旅行時間。	htss set4

二十二、BUSTURN (程式編號 1-21)

本程式為 HTSS 之 BUSTURN（公車推進）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-23 所示。

表 3.3-23 BUSTURN（公車推進）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
1-21	BUSTURN	公車推進	本子程式訂定在一公車路線 IB 上從第 K 節線進入另一節線(K+1)所須之行進方向 Itubus(IB, K)。	htss set4

二十三、QMAXADJ (程式編號 1-22)

本程式為 HTSS 之 QMAXADJ（容量與臨界速率）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-24 所示。

表 3.3-24 QMAXADJ（容量與臨界速率）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
1-22	QMAXADJ	容量與臨界速率	HTSS 模式使用者須利用檔型 46 資料設定小車(1)、機車(2)及大車(3)在各速限區之平均自由速率 Freev，並利用檔型 50 設定小車在各車道各速限區之平均容量 Capaci 及臨界速率(critical speed) Vcrit。本子程式根據這些輸入資料估算各車道在各速限區之容量 Capalan 及臨界速率 Vcrlan，並估算小車、機車及大車在各速限區及車道之平均自由速率 Frelan。	htss set14

二十四、MERGELK (程式編號 1-23)

本程式為 HTSS 之 MERGELK（併入衝突）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-25 所示。

表 3.3-25 MERGELK（併入衝突）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
1-23	MERGELK	併入衝突	本子程式之目的在於尋找有加速車道產生匯流(merge)衝突之節線，匯流可能從右側也可能從左側，如果目前分析的節線對象是 LK，其下游節點為 node，衝突可能發生在進入 node 之節線，進入 node 之節線有的在一接腳外側(或唯一接腳)，有的在內側。進入 node 之內側節線數設定為 NumLK(node,2)，進入 node 之外側節線數設定為 NumLK(node,1)。產生衝突之條件包括：(1)LK 下游之節線 Linkto 有加速車道；(2) 其他進入 node 之節線 Mlink(node,Linky) 有直行車也進入同一節線。進入 node 之外側節線數的代號 (ID) 為 Mlink((node,1) ，Mlink(node,2) ，… … ，Mlink(node,numLK(node,1))，進入 node 之內側節線代號(ID)為	htss set11

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
			Mlink(node,NumLK(node,1)+1),Mlink(node,NumLK(node,1)+2),…… ，Mlink(node,NumLK(node,1)+NumLK(node,2)。	

二十五、GATHER (程式編號 1-24)

本程式為 HTSS 之 GATHER（資料蒐集）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-26 所示。

表 3.3-26 GATHER（資料蒐集）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
1-24	GATHER	資料蒐集	本子程式之功能在於訂定各節線資料蒐集開始及終止的時間。資料蒐集開始之時間必須在輸入檔所設定之熱機時間之後，一節線有號誌控制時，資料蒐集之時間必須從紅燈開始到最後紅燈又開始之間。	htss set8

二十六、INITIA2 (程式編號 1-25)

本程式為 HTSS 之 INITIA2（模擬參數設定）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-27 所示。

表 3.3-27 INITIA2（模擬參數設定）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
1-25	INITIA2	模擬參數設定	每次模擬作業(simulation run)中，有些起始狀況的相關參數值會有變化。例如在第一次模擬執行開始瞬間，沒有車從節線 Link 之車道 Lane 離開(Ndept(link, lane) = 0)，但在該執行結束時離開之車數為 Ndept(link, lane) = 503。在下一次之模擬執行開始時，Ndept(link, lane)須歸零。 本子程式將必須回歸起始狀況之參數值更新，這些參數及起始狀況列於本子程式。	htss set9

二十七、SEED(IRUN) (程式編號 1-26)

本程式為 HTSS 之 SEED(IRUN)（亂數種子）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-28 所示。

表 3.3-28 SEED(IRUN)（亂數種子）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
1-26	SEED(IRUN)	亂數種子	20201HTSS 模式是一微觀、機率性(probabilistic)之模擬模式，多數車流相關之現象用一機率分布(probability distribution)來模擬。輸入檔建立之後，該檔所訂定狀況(巨觀)須用不同組合隨機亂數所產生之個別車輛行為重覆模擬數次，這些重覆模擬作業(simulation runs)的結果之平均值，用來代表輸入檔設定狀況下之代表性車流運轉結果。為了減少重覆模擬所需之次數，HTSS 模式採用負關聯隨機亂數(negatively correlated random numbers)。換言之，如第 1 次模擬作業時，第 1 輛車之車長所屬之亂數為 0.7(亦即車長等於 0.7 乘平均車長)，則第 2 次模擬時，第 1 車長所屬之隨機亂數改用 1-0.7。本子程式中 Nega=0 表示用隨機亂數產生器(random number genesator)所產生的亂數 R；Nega=1 時表示亂數 R 須改為 1-R 以訂定車輛或車流之屬性。在模擬開始之前，HTSS 模式先產生每一次模擬之亂數種子 Jseed(Irun)，然後在本子程式中產生一套訂定到達車距(arrival headway)、車長等宜用之種子 KS1A、KS2A、…、KS8A、KS9A、KS10A、KS11A 等。 註：用負關聯隨機亂數可讓較少的模擬作業(simulation runs)結果之平均值，較快地接近車流運轉績效之真正平均值。	htss set17

二十八、WARMUP (程式編號 1-27)

本程式為 HTSS 之 WARMUP（熱機時間）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-29 所示。

表 3.3-29 WARMUP（熱機時間）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
1-27	WARMUP	熱機時間	剛開始模擬時路網無車輛，在熱機時間(Iwarm 秒)車輛逐漸通過節線，但熱機時間完畢之後，可能還有須使用的節線沒有車輛通過，這表示熱機時間不夠長，不應在熱機時間完畢後馬上開始蒐集模擬結果的資料。本子程式在每一次模擬之每一模擬時階，查看每一須用之離開路網之節線最少是否有一輛車通過。如在熱機時間完畢之後，每一須用之離開路網節線並非都有車輛通過，則 HTSS 模式先發布警告(熱機時間太短)，然後在熱機時間建議值加 10 秒。	htss set21

二十九、GEN1 (程式編號 1-28)

本程式為 HTSS 之 GEN1（車輛產生）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-30 所示，在該程式編碼下，尚有 7 個子程式，包括：

(一) DESIRE2（程式編號 1-28-1）；

(二) GEN3（程式編號 1-28-2）；

(三) ENTER（程式編號 1-28-3）；

(四) ENTER2（程式編號 1-28-4）；

(五) ENTERB（程式編號 1-28-5）；

(六) ENTERB2（程式編號 1-28-6）；

(七) FREESP（程式編號 1-28-7）。

表 3.3-30 GEN1（車輛產生）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
1-28	GEN1	車輛產生	一起始節點(車輛進入模擬路網之節點)在模擬期間若有一輸入檔設定的需	htss set8

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
			求流率進入下游之外側節線(Iget =1)或內側節線(Iget＝2)，則本子程式利用另外子程式 DESIRE2 及 GEN3 產生進入路網之車輛並訂定各車輛進入路網時所使用之車道、位置、速率及其他屬性。	
1-28-1	DESIRE2	車輛產生	本子程式訂定車流進入路網之節點(origin node)的外側(Iget = 1)或內側(Iget = 2) 節線之後，6 車種及 16 行進方向不同組合欲進入各車道之流率及在各模擬時段應進入的車輛數。 將需求流率分配到各車道之程序如下： 1. 訂定可用車道數及各車道之代號並先將須使用之專用道、慢車道(可隨時進出之車道)及 HOV 車道之流率分配到各相關車道。 2. 估算各車道(專用道、慢車道、HOV 車道除外)應分配到的需求流率。 3. 先將大車(公車、單體貨車、聯結車)及機車之需求流率根據車道數及車種分配到可用之車道。 4. 將小車根據其需求流率、各車道已分配到之需求流率及各車道應分配到的流率，分配到各可用車道。 5. 訂定在目前模擬時段中，各(ITY, Itu)組合應進入各車道之車輛數及進入各車道之總車數。	htss set6
1-28-2	GEN3	車輛產生	本子程式檢視一產生的車輛是否已到了進入路網的時間，如時間一到，本子程式利用子程式 ENTER 確定該車是否有進入路網的空間，如能進入，則該車在子程式 ENTER 處理完畢之後，本子程式產生另一車輛(利用子程式 ARRIVAL)。如果此一車輛也能進入路網，則本子程式繼續產生新到達之車輛；如產生的車輛不能進入路網，則本	htss set8

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
			程式終止相關起始節點之車輛產生，改在另一起始節點產生車輛。	
1-28-3	ENTER	車輛進入路網	一新產生之車輛預定進入之車道為 ID，車種為 kind2，冒險性為 Ragg，相關節線為 Lkout(NDD,Iget)，NDD 為節點，Iget 為連接新車輛車道之外側或內側節線。目前的模擬時階在 IT *Delta 及 (IT-1)*Delta 之間，如果新車輛預定在本時階進入車道 IP，而且預定進入 IP 在(IT - 1) * Delta 之前 DDT 秒，則本子程式根據在(IT -1)*Delta 瞬間之狀況訂定進入 ID 車隊時之速率及位置。 如果新車能在預定到達節線起點之瞬間到達起點(不受車道 ID 最後一車之阻擋，亦即非壅塞(congestion))，則本子程式根據跟車行為訂定速率 Vmaxx 及位置 Xposit(<= 0 ft)。如果有壅塞(congestion)狀況，則新車須排在慢行或停止之車隊中，如果車隊回堵延伸到節線起點上游 1500ft(大約 65 輛停等小車之長度)以內，則新車可加入車隊，否則須等下一模擬時階或甚至更延後之時階才能加入車隊。如能加入車隊，本子程式用 ENTER2 子程式訂定新車之相關屬性。此外，如果預定進入車道 ID 有車輛阻擋新車按時抵達節線起點，本子程式另尋找一比較有空間之替代車道讓新車進入。	htss set7
1-28-4	ENTER2	車輛進入路網	如一產生的車輛能進入路網，車輛進入節線 LKout(NDD, Iget)時，本子程式訂定該車之屬性。	htss set7
1-28-5	ENTERB	車輛進入路網	本子程式訂定一公車進入路網時之車道 Lato、速率 Vmaxx、位置 Xposit，並利用子程式 ENTERB2 訂定公車之屬性。	htss set7
1-28-6	ENTERB2	車輛進入	承上，訂定公車屬性。	htss

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
		路網		set7
1-28-7	FREESP	自由速率	本子程式訂定一車輛Iveh從節線Link、車道 Lane 進入下游節線 LKK、車道 LA，並變成節線 LKK、車道 LA 上之第 ID 車輛時的自由速率 Vfree(LKK, LK, ID)。	htss set8

三十、FIX1 (程式編號 1-29)

本程式為 HTSS 之 FIX1（節點號誌控制）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-31 所示。

表 3.3-31 FIX1（節點號誌控制）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
1-29	FIX1	節點號誌控制	如果一節點有號誌控制，本子程式在模擬剛開始時，會設定該節點號誌的時制計畫中各時段（timing interval）之剩餘時間及進入下一時段之時間。 模擬開始時，若各節點號誌設定為連鎖（coordination），HTSS 模式將使各節點燈號自第 1 時段之起始時間啟動。連鎖情況下，本子程式預設參考第 1 節點之燈號自第 1 時段起始（連鎖起始過時間＝0 秒），其他節點之第 1 時段及已經過之時間則需根據同步時差（offset）進行推估。	htss set8

三十一、FIX2 (程式編號 1-30)

本程式為 HTSS 之 FIX2（節點號誌控制）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-32 所示。

表 3.3-32 FIX2（節點號誌控制）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
1-30	FIX2	節點號誌控制	本子程式在每一模擬時階開始瞬間更新定時號誌控制之狀況，包括目前時段剩下之時間、進入下一時段之時間、時段是否須改為下一時段。	htss set8

三十二、METER1 (程式編號 1-31)

本程式為 HTSS 之 METER1（匝道儀控）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-33 所示。

表 3.3-33 METER1（匝道儀控）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
1-31	METER1	匝道儀控	一節線有匝道儀控時，在模擬開始瞬間為 1+時段起始時間，之後本子程式在 Delta 秒，查看是否須進入下一時段，匝道儀控只有 3 個時段(綠燈、黃燈、紅燈)。	htss set11

三十三、OVERTAKE (程式編號 1-32)

本程式為 HTSS 之 OVERTAKE（變換車道）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-34 所示，在該程式編碼下，尚有 1 個子程式為 UPDATEP（程式編號 1-32-1）。

表 3.3-34 OVERTAKE（變換車道）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
1-32	OVERTAKE	變換車道	本子程式分析每一郊區雙車道公路，每一方向、每一超車區內之每一正在超車之車輛，以探討超車車輛是否能回到原來車道。	htss set12
1-32-1	UPDATEP	變換車道	本子程式蒐集有關正在超車中之車輛的資料。	htss set21

三十四、REGU (程式編號 1-33)

本程式為 HTSS 之 REGU（車輛推進）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-4 所示，在該程式編碼下，尚有 19 個子程式，包括：

(一) OUTBOX2（程式編號 1-33-1）；

(二) ROW1（程式編號 1-33-2）；

(三) JQUEUE（程式編號 1-33-3）；

(四) PASSXY（程式編號 1-33-4）；

(五) VCHANGE（程式編號 1-33-5）；

(六) PUSH1（程式編號 1-33-6）；

(七) IMPEDNEW（程式編號 1-33-7）；

(八) FORBUS（程式編號 1-33-8）；

(九) PROBUS（程式編號 1-33-9）；

(十) PROBUS2（程式編號 1-33-10）；

(十一) CARFBUS（程式編號 1-33-10-1）；

(十二) LSHIFT1（程式編號 1-33-11）；

(十三) LSHIFT2（程式編號 1-33-12）；

(十四) TOPASS（程式編號 1-33-13）；

(十五) TOPASS2（程式編號 1-33-14）；

(十六) TOPASS3（程式編號 1-33-15）；

(十七) MOTION（程式編號 1-33-16）；

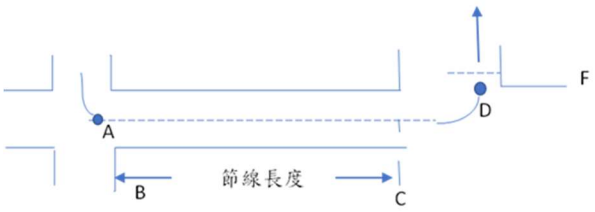
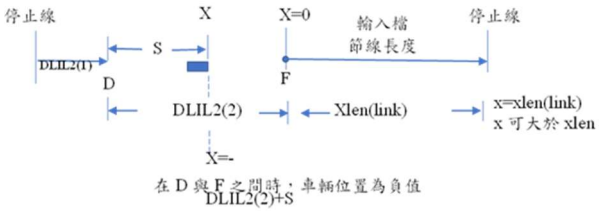
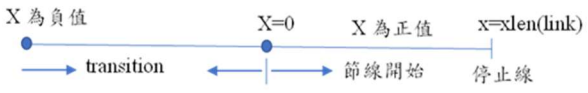
(十八) FUELC（程式編號 1-33-17）；

(十九) STAYIN（程式編號 1-33-18）。

表 3.3-35 REGU（車輛推進）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
1-33	REGU	車輛推進	1. 本子程式在第 IT 之掃瞄間隔(每一間隔長度為 Delta 秒，如 0.5 秒)中模擬每一車輛之加減速行為及車道變換/超車行為，然後估算在下一掃瞄間隔開始瞬間之位置及速率。 2. 第 IT 之掃瞄間隔開始時間為(IT-1)*Delta，結束時間為 IT*Delta。 3. 加減速率之值為下列加速率之最小值： (1) 平直路段自由旅行所欲採用之加速率； (2) 受曲率半徑限制之加速率； (3) 在坡度路段能維持之加速率； (4) 跟車、交通控制狀況及其他行車環境限制之加速率。 4. 正在被模擬的節線、車道及車輛代號分別為 Link、 Lane、Iveh，節線最前頭之車輛 Iveh 為 1，Iveh 之位	htss set16

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
			置(與上游端點之距離)為 X、速率為 V、加速率為 A、車種為 Ivtype、車長為 VehL。 5. 為了減少電腦 CPU 所須之模擬時間，車輛分成自由旅行及非自由旅行車輛，亦分成接近路口及非接近路口之車輛。 6. 已處理過之車道訂定為 Ipro(Link,Lane)=1，否則=0，如須用到已處理過車道上一車輛在目前掃瞄間隔開始瞬間之位置及速率，則須從已更新的 X 及 V 用加減速率 A 推估，如 X0 及 V0。 7. 車種最多有 7 種，有些車種之屬性沒有個別資料可參考，但可合理的假設為類似。為了減少模式之記憶體需求，有時數個車種用同一車種代表，例如一般大客車(代號 3)及市區公車(代號 7)有時用代號 3 代表，在這情形之下，市區公車之代號 7 須改成 3。 8. 行車方向最多為 16 種。 9. Ifix 如根據檔型 97 設為 1，表示欲模擬在自由旅行狀況下代表性車輛(如半聯結車)在坡度路段上以起始速率 V0 爬坡之後，速率與行車距離的關係，少數幾輛車之平均結果就可用來代表預期之爬坡速度與旅行距離的關係(將流率設定為 10~20 輛/小時)。 10. 輸入檔節線長度從路口下游端點到下游停止線為止。但估算在節線上之旅行時間及從節線離開之車輛數及離開時間時的節線定義稍有不同。 (1) 旅行時間：從上游路口內一地	

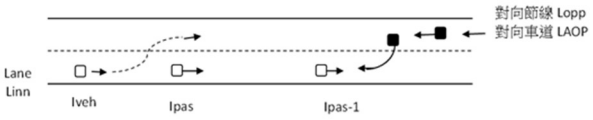
編號	名稱	功能	說明	手稿編號
			點到停止線 C。  (2) 離開節線之時間是根據通過停止線 C 之瞬間。 (3) 車輛通過停止線之後須走到路口中點才會被移到另一節線。在 C 與 D 之間之時間不算在上游節線之旅行時間，也不算在下游節線之旅行時間，但估算一連串節線(如一幹道)時，所有旅行時間與路段皆包括在內。 (4) 在路口中，一車輛通過 D 時，算是進入另一節線。抵達 F 點(輸入檔節線開始之點)時，位置為 X=0，在 D 及 F 之間時(還在路 D 內)，位置是根據 D 及 F 之間之距離(隨行車方向而變)，訂定如下：  11. 若一節線為剛進入路網之節線(entry link)，則在進入節線之前有一長 457m(1500ft) 之緩衝區(transition zone)車輛，其位置的訂定如下：  根據 Ifix=1 之情況模擬爬坡代表性速率與行車距離之關係時，每一車之起始	

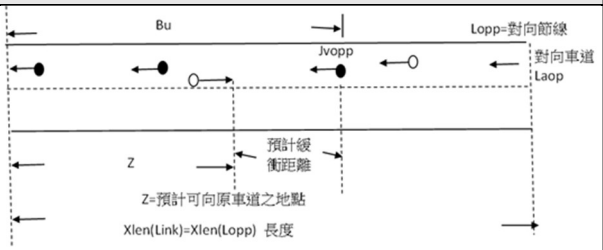
編號	名稱	功能	說明	手稿編號
			位置在節線上游端點(x=0)。 若一節線是離開路網之節線，其長度延長 600 公尺，但車輛在此延伸路段之狀況不為資料蒐集對象。如果不延伸，則接近節線端點時，因下游的干擾變小，速率會增高，結果不能合理地代表在特定車流狀況下之實際平均速率及流率。	
1-33-1	OUTBOX2	車輛推進	此子程式在綠燈開始之後 0.4 秒，將在兩段式左轉待轉區之機車分配到可用之車道(見子程式 MOTUSE2 及子程式 MOTUSE)，然後將各機車加入該車道之車隊中。節線 Link 上可讓機車在路口使用的車道數為 Nok(Link, Itu)，其中，Itu 為機車行進方向(限於斜左轉=4、直行=5、斜右轉=6)，第 L 可用車道之代號(ID)為 ID2S(link, Itu, L)；下游節線 Lkto 可讓機車使用之車道數為 Namot(Lkto)，第 L 可接受機車的車道代號為 Motlan(Lkto, l)。分配機車到可用車道之程序如下(共有 NB2(link)機車須分配)： 1. 根據子程式 CUTMOT 所訂定每車道可能併排(side-by-side)之機車數 Kmm，來決定所須使用之車道及排數。 2. 先將機車分配到最右側可用車道之第一排，如第一排不夠用，則分配到左側車道之第一排。 3. 如每一可用車道之第一排已佔滿，則將機車分配到第二排，照樣從最右側車道到最左側可用車道進行分配。 4. 如所有可用車道之第二排已佔滿，則繼續設定另一排，直到所有待轉區之機車都分配完畢為止。 每一可用車道所分配到的機車數為	htss set12

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
			Ngot(ID2s(link, Itu, lane))。 一般而言，除非道路相當壅塞，在綠燈開始瞬間不會有車輛在待轉區下游節線之路口路段上(N = 0)。將 Ngot 輛機車放入原來只有 Nveh(link)輛的車隊時，原來在第 N+1 輛的車變成第 N+1+Ngot 輛車。因此 HTSS 模式須花時間調整這些車輛在各位置之屬性。	
1-33-2	ROW1	模擬設定	本子程式訂定在第一排之車輛數以減少模擬所需之 CPU 時間。	htss set17
1-33-3	JQUEUE	停等延滯時間	此子程式在每一掃瞄間隔中估算每一節線每一車道上各車輛在節線上累積停等延滯(stopped delay)時間，但市區公車停在公車站之時間不包括在內。速率在 4.6ft / s (≈ 5Km/h)以下之車輛才定義為停等車輛。	htss set9
1-33-4	PASSXY	變換車道	此子程式估算進入/離開各超車區之車輛數。	htss set13
1-33-5	VCHANGE	車輛推進	每一節線最少有一速限區，從一節線進入另一節線時，速限也可能變化。速限若有變化，各別車輛之自由速率也會變化。本子程式的目的在於訂定新的自由速率 Vfree(link,lane,Iveh)。有一例外是輸入檔型 97，將 Ifix 訂為 1 時(模擬代表性車輛爬坡時自由速率隨行車距離之變化)，每車自由速率相同且不隨地點變化。	htss set21
1-33-6	PUSH1	變換車道	在非阻斷性車流路段上(如高速公路)，慢行車駕駛人有時會有被後面快車逼車而欲變換車道，本子程式劃分被逼車及不被逼車之車輛。	htss set14
1-33-7	IMPEDNEW	變換車道	本子程式訂定一車輛是否被前面較慢的車輛阻礙，因而提高變換車道之意願。	htss set9
1-33-8	FORBUS	公車出站左轉之	公車從公車站離開始可能左移變換車道，在車道 Lane 之車 Iveh 遇到此情形	htss set8

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
		後車減速	時，可能減速準備停在該公車之後。本子程式決定 Iveh 是否會減速讓公車先行，如決定減速，本子程式用 STOPAT2 子程式訂定減速率。	
1-33-9	PROBUS	公車靠站	此子程式模擬公車駛往一公車站、靠站及乘客上下車完畢可離站時之動作，變換車道或已開始向前移以離站之後的行為與其他車輛之模擬程序相同。 1. 須要進站之公車 Iveh，其下一所用公車站之代號為 NXstop(link, lane, Iveh)，NXstop = 0 表示不必在下游節線 Link 上靠站，或還在一車站內但已在離站中。 2. NXstop≠0 表示須在節線 Link 上靠站。 3. 靠站時間為 Dwellx(link, lane, Iveh) 秒，Dwellx > 0 表示公車 Iveh 正在讓乘客上下車中，剩下的靠站時間為 Dwellx，Dwellx = 0 表示上下車剛完畢，可變換車道或向前移離站，Dwellx < -999 表示公車還沒開始讓乘客上下車。 4. NBstop(link) = 節線之公車站數。 5. LForbus(link, IB) = xxyy = 公車站 IB 的主線靠站車道為 xx，附屬靠站車道為 yy。	htss set14
1-33-10	PROBUS2	公車靠站	本子程式模擬型態 3 及 4 有附屬車道(公車彎)可用之公車站的作業。	htss set14
1-33-10-1	CARFBUS	公車跟車	通常不受路口交控限制的車流用 CARFC2 模擬跟車行為，受路口限制時則用 CARFU2，至於排班公車(transit bus)因為數量有限，CARBUS 採用一簡化之邏輯訂定公車跟車時之瞬間加速率 AA，此 AA 不能大於受其他因素影響之 A(link, lane, Iveh)。	htss set4
1-33-11	LSHIFT1	變換車道	本子程式根據一車輛 Iveh 所面臨之下	htss

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
			游狀況，決定 Iveh 是否必須或會考慮變換車道，並探討 Iveh 是否能成功地轉變車道，如果能成功地變換車道，則本子程式將 Iveh 送到新的車道，如變換車道不成功，則 Iveh 留在原車道，繼續由其他子程式(如 STAYIN)模擬其行為。 本子程式先假設車 Iveh 可左移、不移、或右移，其代號為 Idir (例如：Idir = 1(右移), Idir = 0 (不移), Idir = 2(左移))，如變換車道受專用道、禁行區、附屬車道節線端點狀況及匯流衝突的影響，則原來的 Idir 會變成下列其中一種： Idir = 0 不移(不換車道) Idir = 1 須右移 Idir = 2 須左移 Idir = 12 右移(1)或左移 Idir = -1 可右移或不移 Idir = -2 可左移或不移 Idir = -12 可右移、不移、或左移 如狀況允許右移或左移，則本子程式根據 Iveh 所在車道 Lane 及左側或右側車道 Ladj 前方的空間決定那一車道最理想。	set10
1-33-12	LSHIFT2	公車靠站	本子程式訂定公車進站之前之車道使用行為，基本原則是讓公車在抵達站台起點或第一站牌上游 47 英呎之處就已在可用來靠站之車道。	htss set10
1-33-13	TOPASS	變換車道	本子程式探討一車輛 Iveh 是否考慮超車，如考慮超車，是否能安全超車，如能安全超車，則將 Iveh 送進一虛擬車道。本子程式用子程式 TOPASS2 及 TOPASS3 協助決定 Iveh 是否能超車；並用子程式 MOVETO 將能超車之 Iveh 送進虛擬車道。超車對象限於 Iveh 前第一輛車 (Ipas=Iveh-1) 或第二輛車	htss set20

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
			(Ipass=Iveh-2)。	
1-33-14	TOPASS2	變換車道	本子程式探討一有意超車之車輛 Iveh 是否能安全超車，安全超車的主要條件包括：(1)回原車道時須與被超車輛保持一安全距離；(2)回原車道時，被超車輛之前方須有一足夠的距離以避免須採用過度之減速率避免撞車；(3)回原車道時，與對向第一來車，或從對向正在超車之車輛須保持一足夠大的緩衝距離(buffer)。  本子程式採用到另一子程式 TOPASS3 執行模擬工作，其中一項工作是估算 Iveh 從加速進入對向車道後能安全回到原車道所須之時間 T，在這期間內所有車道之地點皆有變化。	htss set20
1-33-15	TOPASS3	變換車道	已知一超車車輛回原車道時可以與被超車輛及被超車輛前方之車輛保持安全距離，本子程式探討超車車輛是否與對向車輛能保持一安全距離，如能保持一安全距離，本子程式將 Kcan 設定為 1 以表示可超車。 本子程式首先尋找另一部對向來車 Jopp，然後依據 Jopp 之位置及超車車輛預定回原車道之位置決定 2 車之距離是否最少等於需要的安全距離，需要的安全距離隨超車車輛達到的速率 Vmm 而變，其代表值乃根據 AASHTO 公路幾何設計規範之資料所訂定。HTSS 模式使用者可採用一調整係數 Spass 調高或調低需要的安全距離。	htss set20

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
			 對向車道可能也有超車區，也可能有正在與(Lik,Lane)反方向之超車車輛，故預定回原車道之地點距離不夠長，則本子程式將 Kcan 改回 0，表示不能超車。	
1-33-16	MOTION	車輛推進	已知車輛 Iveh 不變換車道，本子程式根據下游車流及交通控制狀況，訂定 Iveh 須執行之動作及相關加速率、位置及速率。	htss set11
1-33-17	FUELC	耗油量	本子程式在每一模擬時階中估算每輛車之耗油量及累積耗油量。本子程式之估算值乃參考本所之測試車輛耗油量研究結果，考慮車種 Ivtype、車速 V、坡度及加減速率對耗油量之影響。	htss set8
1-33-18	STAYIN	車輛推進	已知車輛 Iveh 會留在目前的節線 Link 及車道 Lane，本子程式根據下游及交通控制狀況訂定 Iveh 之加速率及在目前模擬時階結束時之新位置及新速率，並更新及蒐集資料。除了須跟車之外，Iveh 也須根據在左右兩側變換車道的行為，調整車速。	htss set19

三十五、OUTPUT (程式編號 1-34)

本程式為 HTSS 之 OUTPUT（模擬輸出）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-36 所示。

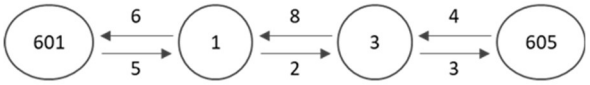
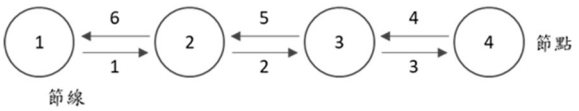
表 3.3-36 OUTPUT（模擬輸出）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
1-34	OUTPUT	模擬輸出	本子程式將不同模擬時階之結果整合以製造輸出檔，輸出檔之內容詳見使用者手冊。	htss set12

三十六、MAPNODE (程式編號 2)

本程式為 HTSS 之 MAPNODE（路網建置）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-37 所示。

表 3.3-37 MAPNODE（路網建置）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
2	MAPNODE	路網建置	HTSS 模式讓使用者採用檔型 1 資料建立節線 Link 與上、下游節點的關係，每一行檔型 1 資料的前 3 筆，數據為 Link、Nup、NDN。Link=節線(1,2,…50)。Nup＝節線 Link 之上游節點代號，車輛進入路網或離開路網之節點代號為 600,601,…，其他節點代號為 1,2……。NDN=節線 Link 之下游節點代號。總節點數不能超過 50。為使用者方便，HTSS 模式不要求代號必須連續(如 1,2,3,…，而不是 2,4,5,8…)，但為了模擬方便，輸入檔所訂之節點皆依照被讀到的順序改為 1,2,3,…50。本子程式將輸入檔讀到的 Nup 改成 NewND(Nup)，讀到的 NDN 則改成 NewND(NDN)。 例如：一使用者在輸入檔所給定的路網可能如下：  HTSS 模式可能將此路網改成：  為了檢驗模擬結果方便起見，最好用連續之代號而且兩連續代號(例如 2 及 3)最好在路網中最靠近之處，輸入檔所訂的節線代號在子程式 Readin 內改成新代號。	htss set11

三十七、ARRIVAL (程式編號 3)

本程式為 HTSS 之 ARRIVAL（車輛產生）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-38 所示，在該程式編碼下，尚有 1 個子程式為 VTYPE（程式編號 3-1）。

表 3.3-38 ARRIVAL（車輛產生）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
3	ARRIVAL	車輛產生	本子程式根據每一模擬期間(Simulation period)之需求流率產生車輛從一起始(origin)節點(node)進入外側或唯一節線(Iget = 1)或進入內側節線(Iget = 2)上車道 LA 的時間 Thold(Node, Iget, LA)、該車之車種 Kind2(Node, Iget, LA)及駕駛人之冒險性指數 ragg(Node. Iget, LA)。此車輛送進車道 LA 之後才能再產生下一輛車。一車輛預定進入車道LA之時間是根據隨機(random)或輸入檔設定之到達型態(arrival pattern)而定。為了讓在模擬期間產生的車數與應產生的車數吻合(相差最多 1 輛)，HTSS 模式採用以下的方式：假設模擬期間長度為 T = 300 秒，此期間預定進入車道 LA 之流率為 1,200 輛/小時，則此期間需產生之車輛數為 1,200*300/3,600＝100 輛。如果所產生之第 1 輛車到達車距(arrival headway)為 15 秒，則此期間剩下的 300-15＝285 秒，必須產生 99 輛車，因此，第 2 輛車到達車距必須根據原設定之到達型態及新的平均車距 285/99 = 2.879 秒/輛(原來之平均車距為 3600/1200 = 3 秒)而調整，此後每輛車皆以同樣的方法產生。	htss set3
3-1	VTYPE	車輛推進	從節點 Node 進入節線 LKout(Node, Iget) 的車輛共有 Kgroup(LKout(Nde,Iget))之組合，每一組合須進入車道LA之車數為MKtogo，	htss set21

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
			預定進入車道 LA 之總車輛數為 NTogo。本子程式根據 MKtogo 及 NTogo 建立各(車種行進方向)組合所屬車輛數之累積比例，然後用累積比例之分布隨機訂定一新產生的車輛的車種及行車方向。	

三十八、CTURN (程式編號 4)

本程式為 HTSS 之 CTURN（行車方向）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-39 所示。

表 3.3-39 CTURN（行車方向）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
4	CTURN	行車方向	本子程式訂定每 50 輛屬於車種 IV 之車輛中，行進方向為 Itu 之車輛數，此資料可在子程式 VTURN 中，協助訂定一輛車離開一節線時的行車方向。	htss set5

三十九、VTURN (程式編號 5)

本程式為 HTSS 之 VTURN（車輛推進）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-40 所示。

表 3.3-40 VTURN（車輛推進）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
5	VTURN	車輛推進	本子程式訂定在節線 LK 之車輛離開節線時應有之行車方向 Kturn，每車種 ITY 各行進方向 Itu 在輸入檔中已訂定之百分比為 Pturn(LK,ITY,Itu)。為了減少實際及模擬行進方向數之差異，本子程式在每 50 輛車種 ITY 之車輛中，跟蹤各行車方向已訂定的車輛數以調整下一輛車行車方向屬 Itu 之百分比。	htss set21

四十、ACCEL (程式編號 6)

本程式為 HTSS 之 ACCEL（坡度路段車輛加速率）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-41 所示。

表 3.3-41 ACCEL（坡度路段車輛加速率）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
6	ACCEL	坡度路段車輛加速率	本子程式估計一車輛(Iveh)在坡度路段時，因質量、馬力、摩擦力及各種減低加速率之阻力所造成的加速率(正值或負值)。此加速率不能超過在平直路段時，該車輛欲採用之加速率。平曲線之曲度可能對加速有阻力，惟此項阻力在其他子程式有考慮，因此，本子程式假設曲度阻力對加速率沒影響。	htss set2

四十一、LOSS (程式編號 7)

本程式為 HTSS 之 LOSS（變換車道）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-42 所示。

表 3.3-42 LOSS（變換車道）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
7	LOSS	變換車道	當被模擬之車輛 Iveh 進行變換車道後，本子程式重新安排各車輛在車隊中之新位置，並更新每一位置之屬性。	htss set9

四十二、ACCMAX (程式編號 8)

本程式為 HTSS 之 ACCMAX（自由旅行最高加速率）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-43 所示。

表 3.3-43 ACCMAX（自由旅行最高加速率）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
8	ACCMAX	自由旅行最高加速率	本子程式訂定一車輛以 VV(Km/h)之速率在車道路段行駛中，欲採用之自由旅行最高加速率，此加速率隨車種、車速、駕駛人之特性(冒險性)及道路特性(如市區道路、一般公路或高速公路)而不同。一車輛在一模擬間隔會採用的加速率亦會受到坡度、坡長、跟車行為、駕駛人特性、交通控制狀況等因素影響，而會採用的加速率(A(Link,lane,Iveh))等於各種情況下加速率之最小值。	htss set2

四十三、CLASIFY (程式編號 9)

本程式為 HTSS 之 CLASIFY（自由旅行車輛）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-44 所示。

表 3.3-44 CLASIFY（自由旅行車輛）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
9	CLASIFY	自由旅行車輛	此子程式將車輛劃分成自由旅行與非自由旅行之車輛，如果前車以 12ft/s^2 之減速率停車，而後車繼續以目前之速率前進 7 秒之後也以 12ft/s^2 之減速率停車，兩車皆停下之後，兩車之間最小還有 8ft 之間距，則後車設為自由旅行車輛。如果 Iveh 在節線第一排車中，則 Iveh 之停車位置與下游節線之最後一輛車之停車位置進行比較分析。	htss set5

四十四、QV (程式編號 10)

本程式為 HTSS 之 QV（模擬輸出）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-45 所示。

表 3.3-45 QV（模擬輸出）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
10	QV	模擬輸出	本子程式在資料蒐集期間(ITbeg 到 ITend)整合每特定期間內(如 5 分鐘或 10 分鐘)，各車種 KTY 通過節線 Link、車道 Lane、偵測站 KD 之累積車數 Q 及速率。這些資料已不用來提供 HTSS 製造每資料整合期間之輸出檔。	htss set14

四十五、DETDATA (程式編號 11)

本程式為 HTSS 之 DETDATA（偵測站車數與速率蒐集）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-46 所示。

表 3.3-46 DETDATA（偵測站車數與速率蒐集）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
11	DETDATA	偵測站車數與速率	HTSS 模式處理 2 種偵測站。偵測站 KD 從 1 到 10 屬於使用者利用輸入檔設定	htss set6

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
		蒐集	之偵測站，這些偵測站的資料用來顯示在不同地點之流率、速率及車種組成。偵測站 11 到 15 屬於 HTSS 模擬過程中用來監測進入各速限區之流率及平均速率，以協助調整車流之車道分布。本子程式蒐集通過各偵測站之車輛數、速率。	

四十六、XDEPT (程式編號 12)

本程式為 HTSS 之 XDEPT（模擬輸出）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-47 所示。

表 3.3-47 XDEPT（模擬輸出）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
12	XDEPT	模擬輸出	本子程式在車輛 Iveh 離開節線終點時，訂定一些在模擬結束後之輸出檔所需的資料。	htss set21

四十七、CHECKP (程式編號 13)

本程式為 HTSS 之 CHECKP（變換車道）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-48 所示，在該程式編碼下，尚有 3 個子程式，包括：

(一) GETBACK2（程式編號 13-1）；

(二) GETBACK（程式編號 13-2）；

(三) KREAR（程式編號 13-3）。

表 3.3-48 CHECKP（變換車道）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
13	CHECKP	變換車道	本子程式探討一超車中之車輛 J 是否能回到原來之車道，如果能夠回到原車道，則本子程式利用 GETBACK2 子程式將車輛 J 送回原車道。開始超車時有一超車對象(前車或更前一輛)，此對象為 IDPAS(I, Idir, IZ, J)，I 為郊區公路代號，Idir 為行車方向(1 或 2)，IZ 為超車	htss set5

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
			區代號，J 為第 J 輛正在超車之車輛代號。車輛 J 必須超越超車對象 IDPAS 之後才能回到原車道。在超車時，原車道之狀況可能有所變化，車輛 J 回原車道時不一定在 IDPAS 及 IDPAS-1(IDPAS 之下游第 1 車)之間，所以，本子程式須在原 IDPAS 上、下游附近尋找正確的超車對象，如原來的超車對象找不到，則本子程式利用 KREAR 子程式訂定在車輛 J 之後，在原車道之第 1 輛車 Irear，準備在可行狀況下利用 Irear 前方之間距(gap)回到原車道。	
13-1	GETBACK2	變換車道	更新受影響之狀況或車輛屬性。	htss set9
13-2	GETBACK	變換車道	本子程式探討一在超車中的車輛 J 是否能安全地回到原車道，回原車道時，J 與原車道後邊(上游)之第一輛車 Irear 須有一可接受的間距，而且不能造成前、後車須採取過度的減速率以避免撞車。本子程式亦訂定回原車道時之新地點 Xnew、新速率 Vnew 及在原車道車隊中之新位置 Newp，然後利用 GETBACK2 子程式更新受影響之狀況或車輛屬性。	htss set9
13-3	KREAR	變換車道	本子程式尋找一超車車輛 J 之原來車道後方第一輛車 Irear，如 Irear 不存在(=0)，本子程式估計車輛 J 回原車道之位置 Xnew 及速率 Vnew，然後採用子程式 GETBACK2 將車輛 J 送回原車道；如 Irear 存在，則本子程式尋找 Irear 附近可用之間距(gap)，如該間距真正可利用，則本子程式利用子程式 GETBACK2 將車輛 J 送回原車道。	htss set9

四十八、MOVETO (程式編號 14)

本程式為 HTSS 之 MOVETO（變換車道）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-49 所示，在該程式編碼下，尚有 1 個子程式為 UPDATEP2（程式編號 14-1）。

表 3.3-49 MOVETO（變換車道）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
14	MOVETO	變換車道	本子程式將一剛開始超車之車輛 Iveh 送到一虛擬(virtual)對向車道，因為對向車道必須在不影響超車的地點，所以虛擬對向車道(virtual opposing lane)之車輛行進方向與原來車道上車輛之行進方向相同。	htss set12
14-1	UPDATEP2	變換車道	本子程式根據一車輛 Iveh 剛開始超車時，行進 Delta 秒後之狀況，蒐集通過各偵測站 KD 之車流資料。	htss set21

四十九、QVPASS (程式編號 15)

本程式為 HTSS 之 QVPASS（模擬輸出）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-50 所示。

表 3.3-50 QVPASS（模擬輸出）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
15	QVPASS	模擬輸出	本子程式將超車中車輛在資料蒐集期間通過偵測站 KD 位置之車輛數及速率，以節線 Link、車道 Lane、車種 Kty 整合為原車道在第 Iagg 資料整合期間之總車輛數 Q 及平均車速 Speed。這些資料已不用來提供 HTSS 製造每資料整合期間之輸出檔。	htss set14

五十、QVPAS2 (程式編號 16)

本程式為 HTSS 之 QVPAS2（模擬輸出）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-51 所示。

表 3.3-51 QVPAS2（模擬輸出）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
16	QVPAS2	模擬輸出	本子程式針對剛開始超車之車輛在 Iagg 資料整合期間（如每 5 分鐘），整合節線 Link、車道 Lane、車種 ITY、通過偵測站 KD 之總車輛數 Q 及平均車速 Speed。這些資料已不用來提供 HTSS 製造每資料整合期間之輸出檔。	htss set14

五十一、FUELCP (程式編號 17)

本程式為 HTSS 之 FUELCP（耗油量）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-52 所示。

表 3.3-52 FUELCP（耗油量）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
17	FUELCP	耗油量	本子程式估算正在超車中之車輛在對向車道上之累積耗油量。	htss set8

五十二、FUELCP2 (程式編號 18)

本程式為 HTSS 之 FUELCP2（耗油量）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-53 所示。

表 3.3-53 FUELCP2（耗油量）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
18	FUELCP2	耗油量	本子程式估算車輛 Iveh 從節線 Link、車道 Lane 開始超車，在 Delta 秒內之耗油量，並將此耗油量納入車輛 Iveh 在 (link, lane)之累積耗油量。	htss set8

五十三、CHANGE2 (程式編號 19)

本程式為 HTSS 之 CHANGE2（變換車道）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-54 所示，在該程式編碼下，尚有 1 個子程式為 CHANGE2B（程式編號 19-1）。

表 3.3-54 CHANGE2（變換車道）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
19	CHANGE2	變換車道	車輛 Iveh 在車道 Lane 上，須考慮在右側或左側之車道 Ladj 上的空間(gap)是否可用來變換車道。本子程式尋找在車道 Ladj 上，在 Iveh 前方及後方另一輛車之位置及速率，如果分析 Iveh 時，Ladj 上之車輛已被分析過(已向前推進 Delta 秒)，則 Iveh 之目前位置也須推進 Delta 秒才尋找在前及在後之車 J1 及 J2，否則 projx 與 X(link, lane, Iveh)相同，projv 與 V(link, lane, Iveh)相同。 如 Iveh 之前方在 Ladj 尚無車，則將前車之位置 X_{y1} 設為 X(link, lane, Iveh) + 5000ft，前車速率則設為 v_{y1} = 999ft/s，以表示前車不阻擋變換車道；如 Iveh 之後車 J2 不存在，則將後車位置設定為 X(link, lane, Iveh) - 5000ft，相關速率設為 0ft/s，以讓後車不影響變換車道。	htss set5
19-1	CHANGE2B	變換車道	本子程式設定之車輛 J1 及 J2 為在左側或右側車道 Ladj 上之 Iveh 前方及後方車輛。此 2 車輛影響小型車及大型車變換車道之行為。如果 Iveh 是機車，則影響變換車道行為之車輛(機車)可能在 J1 前及 J2 之後。本子程式根據車道 Ladj 上能併排之機車數 Kmm 修正影響變換車道行為之 J1 及 J2。原則上如 J1 或 J2 不是機車，則不必修正；如 J1 或 J2 為機車，則本子程式估計與 J1 或 J2 併排之機車數，如併排數等於能併排之 Kmm，則假設影響變換車道之車為 J1 或 J2(不修正)，如併排數不超過 Kmm，則影響車為車尾在 J1 下游之車，J2 則改為車頭在 J2 車尾上游之車。	htss set5

五十四、CHANGE3 (程式編號 20)

本程式為 HTSS 之 CHANGE3（變換車道）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-55 所示。

表 3.3-55 CHANGE3（變換車道）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
20	CHANGE3	變換車道	子程式 CHANGE2 及 CHANGE2B 訂定車輛 Iveh(在車道 Lane 上)欲變換車道時所面臨在左側或右側車道 Ladj 上之前車 J1 及後車 J2。本子程式根據 Iveh 變換車道時預定的位置 projx 及速率 projv 及 J1、J2 之屬性決定 Iveh 是否能成功的變換車道。本子程式假設 Iveh 進入 Ladj 時的速率可在小範圍內變動，根據可能採用之速率，本子程式估算進入 Ladj 後之安全位置範圍(從最小 Y_{min} 到最遠 Y_{max})，然後決定是否能安全地利用這範圍以變換車道。	htss set5

五十五、CKSHIF2 (程式編號 21)

本程式為 HTSS 之 CHANGE3（變換車道）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-56 所示。

表 3.3-56 CKSHIF2（變換車道）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
21	CKSHIF2	變換車道	本子程式先根據障礙物(包括路面邊線、不能變換車道之標線、分隔島等)，探討正在被模擬的車輛 Iveh 是否變換車道會被擋住，如果沒被擋住，本子程式進一步利用 ADJACENT 子程式尋找可進入之左側或右側車道。能進入之右側車道代號為 Icango(1)，左側能利用的車道代號為 Icango(2)。	htss set5

五十六、ADJACENT (程式編號 22)

本程式為 HTSS 之 ADJACENT（相鄰可轉入之車道）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-57 所示。

表 3.3-57 ADJACENT（相鄰可轉入之車道）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
22	ADJACENT	相鄰可轉入之車道	本子程式訂定一車道(Lane)右側或左側相鄰且可讓車輛 Iveh 使用之車道 Ladj，右側相鄰而且可用的車道稱為 Icango(1)，左側相鄰而且可用的車道稱為 Icango(2)，Idir=1 為尋找右側可用車道，Idir=2 為尋找左側可用車道。	htss set2

五十七、INTO2S (程式編號 23)

本程式為 HTSS 之 INTO2S（機車兩段式左轉）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-58 所示。

表 3.3-58 INTO2S（機車兩段式左轉）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
23	INTO2S	機車兩段式左轉	將 Iveh 送進兩段式左轉待轉區。	htss set9

五十八、INSERTB (程式編號 24)

本程式為 HTSS 之 INSERTB（號誌化路口機車行為）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-59 所示。

表 3.3-59 INSERTB（號誌化路口機車行為）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
24	INSERTB	號誌化路口機車行為	在綠燈開始之後，分配到車道 LA 之機車數為 Nback，這些機車在本子程式中加入原來車道 LA 之車隊，原來車隊可能有些車輛在停止線(及待轉區)下游，有的在停止線上游，停止線上游之車輛位置須向後推 Nback 位置，各新位置的屬性必須用相關之原來屬性代替。 機車加入車隊時，在第 M 排機車的位置設定為在停止線下游 8+M 英呎處，離節線上游端點的位置為 x = xlen(link) +8 +M，在第一排之機車的起始速率及加速率各設定為 2.5ft/s 及 5ft/s^2，第一排機車後之機車速率及加速率分別設	htss set9

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
			定為 0ft/s 及 0ft/s^2。	

五十九、UPDATE3 (程式編號 25)

本程式為 HTSS 之 INSERTB（號誌化路口機車行為）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-60 所示。

表 3.3-60 UPDATE3（蒐集資料）程式功能彙整表

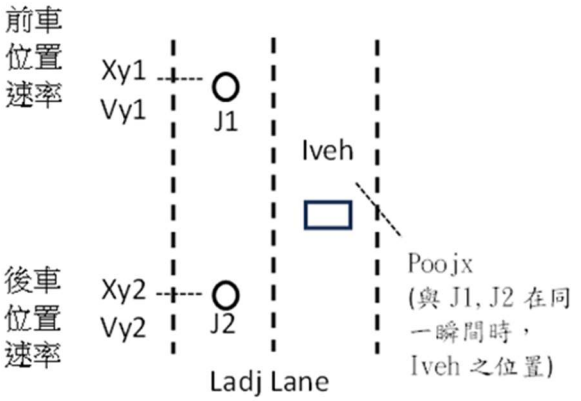
編號	名稱	功能	說明	手稿編號
25	UPDATE3	蒐集資料	本子程式根據車輛 Iveh 在目前模擬時階開始之起始位置 X、終止位置 XX 及速率 VV，更新通過偵測站之車流資料、在目前所用節線上之耗油量，並在必要時調整加速率，並訂定 Iveh 進入路網第 1 節線(orign line)之起點的時間。 如輸入檔將模擬目的設定為訂定代表性車輛爬坡時自由速率與行車距離關係(Ifix=1)，則每一模擬車輛進入路網之地點為各起始節線的起點，而非緩衝區之起點。Ifix≠1 時，模擬車須先通過緩衝區才能到達一起始節線。如子程式中 N0 等於 1，表示不必更新已訂定之 XX 及 VV，此參數在 2021HTSS 模式已固定為 1。	htss set21

六十、TRYSIF、TRYSIFT (程式編號 26)

本程式為 HTSS 之 TRYSIF、TRYSIFT（變換車道）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-61 所示，在該程式編碼下，尚有 1 個子程式為 REPOSI2（程式編號 26-1）。

表 3.3-61 TRYSIF、TRYSIFT（變換車道）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
26	TRYSIF、TRYSIFT	變換車道	TRYSIF 及 TRYSIFT 兩子程式之功能類似，未來這兩個子程式將整合成單一子程式。目前這兩子程式之功能為決定一車輛 Iveh 是否能成功地變換車道，	htss set21

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
			如能變換車道成功，則利用另一子程式 CHANGE3 將目前模擬之車輛 Iveh 送到另一車道 Ladj。在這過程中，先利用在同一瞬間之各車位置及速率，用子程式 CHANGE2 尋找在 Iveh 前後，但在欲轉入車道的車輛。如 Iveh 是機車，則機車可能併行，所以需用另一子程式 CHANGE2B 調整影響變換車道之前、後車。  Iveh 變換車道之後的位置不能在 Projx 之後面，而且不能造成後車 J2 須採取過度之減速率以避免撞車；Iveh 變換車道之後，也不能須採用過度之減速率以避免撞上前車 J1。	
26-1	REPOSI2	車輛推進	一車輛 Iveh 在目前模擬時階中可能加減速或變換車道，所以 Iveh 之新位置 XX、新速率及在原車道或新車道車隊中之位置 Newp 訂定之後，被影響之車道上的車輛，在車隊中之位置及其相關屬性皆須重新安排。本子程式更新受影響車道之車輛數及車隊中每一位置之屬性。	htss set17

六十一、NEWPO2 (程式編號 27)

本程式為 HTSS 之 TRYSIF、TRYSIFT（變換車道）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-62 所示。

表 3.3-62 NEWPO2（車隊位置）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
27	NEWPO2	車隊位置	本子程式根據車輛 Iveh 在目前之模擬時階終止時的新位置，訂定其在節線 LK、車道 LA 上車隊之位置 Newp。如果 Iveh 沒變換車道，而且所有車輛皆非機車，則 Iveh 在車隊之位置不變(Newp = Iveh)。節線各車輛 Iveh 在車隊的位置用 1, 2, 3, …代號來代表，編號愈少代表在車隊愈下游之位置，第一輛車編號為 1。	htss set12

六十二、NEWTURN (程式編號 28)

本程式為 HTSS 之 NEWTURN（車輛推進）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-63 所示。

表 3.3-63 NEWTURN（車輛推進）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
28	NEWTURN	車輛推進	本子程式訂定一車輛 Iveh 從目前之節線 Link 進入下游節線 Lkto 之後，在 Lkto 終點離開時的行車方向，如 Lkto 是離開路網之 exit link，每車之行車方向皆為直行(Iturn = 5)。公車之行車方向在 BUSTURN 子程式中設定。	htss set12

六十三、TONEWLK (程式編號 29)

本程式為 HTSS 之 TONEWLK（公車靠站）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-64 所示。

表 3.3-64 TONEWLK（公車靠站）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
29	TONEWLK	公車靠站	本子程式在一公車進入另一節線 LKK 之車道 LA 時，訂定第一應靠站之公車站 ID(Nxstop(LKK,LA,Newp)) 及新的自由速率 Vfree(LKK,LA,Newp)。	htss set20

六十四、OBTAIN (程式編號 30)

本程式為 HTSS 之 OBTAIN（資料蒐集）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-65 所示。

表 3.3-65 OBTAIN（資料蒐集）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
30	OBTAIN	資料蒐集	本子程式在資料蒐集期間(從 ITbeg 到 ITend)蒐集有關一車輛 Iveh 所屬公車路線 Lineuse(link, lane,Iveh)之資料及所屬一連串節線之資料，這些資料包括從每一經過節線離開的車輛數、行車距離、累積旅行時間等。	htss set12

六十五、AHEADUX2 (程式編號 31)

本程式為 HTSS 之 AHEADUX2（跟車行為）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-66 所示，在該程式編碼下，尚有 1 個子程式為 AHEAD10（程式編號 31-1）。

表 3.3-66 AHEADUX2（跟車行為）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
31	AHEADUX2	跟車行為	本子程式在下游節線上之一車道尋找跟車對象 Jahead，如跟車對象存在(Jahead>0)，則將 Jahead 改為負值以表示此跟車對象在下游之節線 Lkto 的車道 Lato 上。	htss set3
31-1	AHEAD10	跟車行為	當前方第 1 輛車為機車時，本子程式根據 Iveh 之車種、前方可併排之機車數、前方數車之車種，以及駕駛員冒險性訂定跟車對象。如 Iveh 為機車，前方併行機車數已等於受路寬限制而能併行機車數代表值 Kmm(Lk, LA)時，冒險性大的 Iveh 仍可超越前方併行機車。其中，Lk 為節線代號；LA 為車道代號。跟車對象可能在不同節線上，Iveh 若是在車隊最前面，則跟車對象在下游節線。	htss set3

六十六、CARFU2 (程式編號 32)

本程式為 HTSS 之 CARFU2（市區道路跟車）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-67 所示，在該程式編碼下，尚有 2 個子程式，包括：

(一) STOPAT2（程式編號 32-1）；

(二) BETAY（程式編號 32-2）。

表 3.3-67 CARFU2（市區道路跟車）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
32	CARFU2	市區道路跟車	本子程式訂定在市區道路上，車輛 Iveh 跟隨前車時所採用之加速率(正或負值)，郊區道路若有號誌控制路口，且車輛 Iveh 離路口不到以自由速率行進 15 秒之距離，本子程式亦用來訂定跟車加速率。本子程式利用子程式 Betay 來訂定跟車時欲維持之車距及緩衝距離，同時考慮 Iveh 與前車速率之差異來訂定其加速率。	htss set4
32-1	STOPAT2	瞬間位置與速率	車輛 Iveh 之瞬間位置 X(link, lane, Iveh) 與速率 V(link, lane, Iveh)，此車須在 goal 之位置停下，本子程式訂定 Iveh 宜採用之加減速率。最高加速率 AA(可能是負值)須滿足下列條件：$x+v*Delta+0.5AA*Delta^2+(v+Delta*AA)^2/(2*Dec)=goal$ Dec=願意採用之最高減速率，ft/s^2。 Delta=模擬時階(掃瞄間隔)之長度，0.5s。	htss set19
32-2	BETAY	跟車行為	本子程式訂定市區道路上車輛 Iveh 跟車時之車距 Beta(秒)及緩衝間距 Buff(ft)。跟車車距與車速、車種、號誌燈號狀況及停止線距離、停等車隊長短有關。	htss set3

六十七、OLDXV (程式編號 33)

本程式為 HTSS 之 OLDXV（車輛推進）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-68 所示。

表 3.3-68 OLDXV（車輛推進）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
33	OLDXV	車輛推進	本子程式估算節線 Lkto、車道 Lato 上一車輛 ID 在目前模擬時階開始瞬間相對 Iveh 之位置 oldx 及速率 oldv。如節線 Lkto、車道 Lato 上之車輛已在目前之模擬時階模擬過，其在模擬時階終止時的位置為 X(Lkto, Lato, ID)、速率為 V(Lkto, Lato, ID)、加速率為 A(Lkto, Lato, ID)，則在模擬時階開始時的位置及速率必須用 X, V 及 A(假設加速率在模擬時階中不變)加以推估。	htss set12

六十八、MOVECUT (程式編號 34)

本程式為 HTSS 之 MOVECUT（跟車行為）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-69 所示。

表 3.3-69 MOVECUT（跟車行為）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
34	MOVECUT	跟車行為	一車輛 Iveh 在停等車隊中，如前車開始移動(加速)，Iveh 在反應時間後也會跟進，利用反應時間決定 Iveh 在何時會跟進需要大量電腦記憶體，HTSS 模式不用反應時間，而是比較停車時 Iveh 與前車之距離是否已大於其最小所須間距門檻(threshold)，此門檻稱為 Xcut。本子程式訂定 Xcut，然後決定 Iveh 是否可開始加速。	htss set11

六十九、TOBOX3 (程式編號 35)

本程式為 HTSS 之 TOBOX3（車輛推進）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-70 所示。

表 3.3-70 TOBOX3（車輛推進）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
35	TOBOX3	車輛推進	一車輛接近路口時必須使用能利用之車道，有時一車輛在接近下游型 3 之附	htss set19

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
			屬車道時，目前採用的車道 Lane 不能繼續採用，而能用之車道全部為附屬車道。本子程式之目的在於選擇一車道並更新 Iveh 之位置、速率、加速率及車隊中各車之屬性。	

七十、AHEAD9 (程式編號 36)

本程式為 HTSS 之 AHEAD9（尋找下游影響本車的第一輛車）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-71 所示。

表 3.3-71 AHEAD9（尋找下游影響本車的第一輛車）程式功能彙整表

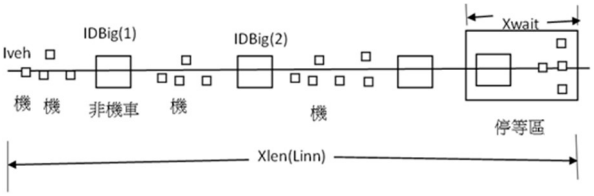
編號	名稱	功能	說明	手稿編號
36	AHEAD9	尋找下游影響本車的第一輛車	本子程式尋找一車輛 Iveh 下游(前方)會影響到 Iveh 之第一輛車，以估計跟車加速率。前方第一輛會影響 Iveh 之車稱為 Jahead，此車可能在同一節線上或下游節線上。Icase=1 表示只須在目前之節線上尋找 Jahead；Icase=2 表示須在目前之節線上先找 Jahead，如不必與目前節線上之一車有跟車行為，則須在下游節線找跟車對象 Jahead。	htss set3

七十一、TOWAIT (程式編號 37)

本程式為 HTSS 之 TOWAIT（機車停等）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-72 所示。

表 3.3-72 TOWAIT（機車停等）程式功能彙整表

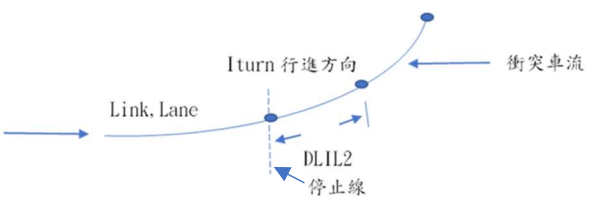
編號	名稱	功能	說明	手稿編號
37	TOWAIT	機車停等	紅燈期間，車輛仍繼續跟進，有機車停等區時較多機車可能超越前方小車/公車/貨車以進入停等區。本子程式用一近似行為將冒險性較高之機車在前方小車/公車/貨車已停等時推向前方。 本子程式首先尋找機車 Iveh 前方之小車/公車/貨車，這些車輛在車隊中之 ID 為 IDBig(1), IDBig(2), …, IDBig(NN	htss set20

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
			Big)。IDBig(1)車最接近 Iveh。  這些 IDBig(NNBig)必須為在紅燈還沒結束之前能讓 Iveh 以 5 公里/小時之速率超越之車輛，隨後本子程式探討每一 IDBig(K)前方之空間是否有足夠空間納入 Iveh，探討之次序從最前面的 IDBig(NNBig)開始，如空間夠大，則 Iveh 佔用 IDBig(K)。在下一模擬時階中，此 Iveh 可能又會被推向前方。 HTSS 模式之跟車邏輯讓一些機車(冒險性高者)與小車/公車/貨車併行/超越。紅燈時有停等車隊及欲超前之機車可用同樣邏輯(只須將併行/超越之機車比率增高)，但會增加不少模擬時間，所以本子程式用比較簡單之邏輯。	

七十二、SIGCF (程式編號 38)

本程式為 HTSS 之 SIGCF（路口衝突）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-73 所示。

表 3.3-73 SIGCF（路口衝突）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
38	SIGCF	路口衝突	本子程式決定當車輛 Iveh 在進入路口時受到路權較高之衝突車輛的影響時，是否須在衝突點停車以停候足夠大的車距。衝突點為路口中，在停止線下游 DLIL2(link,Iturn(link,lane,Iveh),1)之處。 	htss set18

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
			一受衝突的車輛是否在衝突點須停車係根據下列原則：Iveh 抵達衝突點所需時間超過衝突車 J 之車尾抵達衝突點之時間，則 J 車對 Iveh 不造成阻擋；如 Iveh 抵達衝突點時，J 之車尾尚未超過衝突點，而且 J 車車頭到達衝突點所需之時間最少比 Iveh 到達同一地點所需時間慢 gap(Iveh 願意接受/使用之最小到達車距)，則 Iveh 可繼續前進，進入下游車道，否則須減速停在衝突點。	

七十三、RTORNEW (程式編號 39)

本程式為 HTSS 之 RTORNEW（紅燈右轉）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-74 所示。

表 3.3-74 RTORNEW（紅燈右轉）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
39	RTORNEW	紅燈右轉	本子程式模擬紅燈右轉之行為以決定車輛 Iveh 是否有足夠之空間執行紅燈右轉，如能紅燈右轉，則將 Igoin 設定為 1。	htss set17

七十四、BUSPACE (程式編號 40)

本程式為 HTSS 之 BUSPACE（公車靠站）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-75 所示。

表 3.3-75 BUSPACE（公車靠站）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
40	BUSPACE	公車靠站	本子程式決定一往型態 1 或 2(無公車彎)車站之車輛 Iveh(在節線 Link、車道 Lane 上)是否能利用車站(在 xx 及 yy 之間)之空間靠站。已在車站之第一輛車為 Lead，最後一輛車為 Last，如 Last 之後有空間，則 Iveh 停在 Last 之後靠站，否則 Iveh 會根據 Last 前方是否有空間，在可變換車道之狀況下，利用左	htss set4

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
			側車道 Ladj 向前進入可用之空間。Iveh 受 Last 阻擋而必須進入 Last 前方之空間靠站時，本子程式在 Iveh 已很接近車站時，直接將 Iveh 移入可用之空間，換言之，進站之過程沒有詳細之模擬。公車 Iveh 移入公車站(靠站)之後，HTSS 模式馬上在下一模擬時階或掃描間隔倒數靠站時間。因此，本子程式需估算進站所需時間 T_{12}，並將 T_{12} 納入正常之靠站時間。	

七十五、CARFC2 (程式編號 41)

本程式為 HTSS 之 CARFC2（跟車行為）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-76 所示，在該程式編碼下，尚有 1 個子程式為 SPED2SY（程式編號 41-1）。

表 3.3-76 CARFC2（跟車行為）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
41	CARFC2	跟車行為	本子程式訂定不受路口停讓、號誌控制影響時，車輛 Iveh 跟隨前車之加速率，然後更新在目前模擬時階中，可能須採用之加速率 A(link, lane, Iveh)。X(link, lane, Iveh)及 V(link, lane, Iveh)各代表在目前模擬時階 IT 開始瞬間(亦即模擬開始之後(I – 1) * Delta 秒)，車輛 Iveh 之位置及速率。V_1，X_1 及 Car1 則代表前車在同一瞬間之速率、位置及車長。此外，停車時，Iveh 與前車須保持的間距為 Gapp，此間距為最小間距，至於最高減速率則設定為 $14ft/s^2(4.27m/s^2)$。	htss set4
41-1	SPED2SY	緩衝距離	本子程式根據自由速率 Ufree、容量 Qmax 及臨界速率 Ucrit 所構成之流率與速率的關係，估算當一車輛之速率為 sped 時，該車與車前欲保持的緩衝距離(buffer distance)及車距(buffer headway)，緩衝車距為緩衝距離除以速	htss set18

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
			率，而緩衝距離為前車車頭座標(X(I-1))減去(停車時前後車之車間距離(Dmin)+前車車長(L)+後車車頭座標(X(I)))。本子程式針對小車(車長+Dmin設定為21ft)估計緩衝距離Sy及緩衝車距Beta。前、後車車種不同時，Sy及Beta在應用時須依據車種之差異調整，車距則採用自由速率、臨界速率及容量所構成之流率-速率關係來加以估算。	

七十六、TURNING (程式編號 42)

本程式為 HTSS 之 TURNING（車輛推進）程式，該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應如表 3.3-77 所示。

表 3.3-77 TURNING（車輛推進）程式功能彙整表

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
42	TURNING	車輛推進	本子程式根據車輛在路口各行進方向欲維持之最高速率調整加速率，最高速率除了受行車方向影響之外，也受車種及駕駛人冒險性的牽制。	htss set21

若進一步將路網建立、車輛產生、車流行為模擬、模擬資料蒐集及整合等四大類別加以檢視，並根據前節所定義的核心功能，將現有 HTSS 的功能與適用的模擬交通設施整理如表 3.3-78 所示。

在輸入、輸出核心功能部分，包含表中的檔案存取與績效記錄與計算，這兩項核心功能為模擬的輸入與輸出功能，針對所有的模擬對象都應有適當的檔案讀取功能，以讀入各項模擬參數與路網資訊等；輸出則是包含路網中的偵測站所蒐集的資訊輸出、模擬結果的計算與檔案寫出功能。

其次為道路設定功能，所有模擬都需要將車輛產生後，放入路網中進行模擬移動，路網結構與道路的幾何與控制等資訊則是在檔案讀入後，經由路網建構模組將整個路網建立完成，主要包含路網及基本屬性建立與車輛產生兩個主要的核心功能。雖然部分模擬對象不會產生車輛，包含路口與機車專用道，但是模擬仍需要產生車輛，故車輛產生仍視為核心功能之一。

表 3.3-78 模擬功能與模擬交通設施對應

分析對象 / 模擬模組	高速公路基本路段	高速公路隧道	郊區多車道公路	郊區雙車道公路	市區幹道[1]	號誌化路口	機車專用道[1]	公車設施[1]
檔案存取	V	V	V	V	V	V	V	V
路網及基本屬性建立	V	V	V	V	V	V	V	V
車輛產生	V	V	V	V	V	V		
車輛自由車流移動行為	V	V	V	V	V	V	V	V
車輛相對關係搜尋	V	V	V	V	V	V	V	V
路口轉向行為						V		
路段銜接行為	V	V	V	V	V	V	V	
車輛跟車行為	V	V	V	V	V	V	V	V
車輛同向超車行為	V	V	V		V	V	V	V
車輛對向超車行為				V				
機車行為			V	V	V	V		
公車進出站行為					V			V
專用車道行為							V	V
偵測站記錄	V	V	V	V	V	V	V	V
績效記錄與計算	V	V	V	V	V	V	V	V

註 1：不是可獨立進行模擬之交通設施

在車輛移動功能方面，亦即模擬車輛在道路上前進的功能，以及在路口移動的功能，在模擬車流過程中，車輛在路段中的移動是最基本的模擬功能；然而在路口，因為牽涉到不同車道與轉向行為，而且在較大的路口中，也會有在路口中移動的模擬，因此路口轉向行為也視為車輛移動的核心功能；此外，因為部分道路除了在兩個路口中設定為一個路段外，也可能因為在路段中有幾何的改變，例如三車道縮減為兩車道，此時雖然沒有路口，但也需要新增一個虛擬節點將一個路段切分為兩個路段進行模擬，此時即為路段銜接行為，但本質上與路口轉向行為相同，只是只有直行一個方向而已。但由於路口移動僅需要在有路口的路網中模擬，因此未納入在核心功能中，故車輛移動功能僅包含表中的車輛自由車流移動行為及路段銜接行為。

前述的車輛移動主要是考量車輛本身的移動行為，然而實際車流環境中必定會有

前方有車輛的狀況，此時車輛會從原本的自由車流改變為跟車模式，亦即會跟著前車而有加減速的行為產生，即為表中所列之車輛跟車行為。

最後一項核心功能為超車行為，亦即當車輛前方的車輛速度較低時，後車會考量速度、間距與駕駛積極程度而計算超車的機率，也依照利用同向車道或是對向車道進行超車而區分為表中的車輛同向超車與車輛對向超車行為。

前述五項核心功能為 HTSS 中所有模擬對象都需要的功能，而表 3.3-78 中的機車與公車屬於特定車種的移動，故不視為核心功能之一。

另再依據 3.2 節中所提及之各項核心功能定義，佐以上述表 3.3-78 中所列出之模組，再進一步陳述核心功能與既有程式對應關係等各項內容之發展方向，將其分為共通性模組及非共通性模組兩大類，共通性模組共有 10 組，非共通性模組共有 5 組，分別說明下，並將所有涉及到的子程式彙整如表 3.3-79、表 3.3-80 所示，作為本計畫整體核心功能規劃之基礎。

一、檔案存取

檔案存取模組是 HTSS 中不可或缺的一部分，負責處理模擬數據的讀寫操作。它不僅包括初始設定檔案的載入，也涵蓋模擬過程中產生的各種數據記錄與最終結果的保存。現有的 HTSS 程式已經具備基本的檔案操作功能，新系統將在此基礎上進一步優化，使其能夠更高效地處理大規模數據，同時提升數據讀寫的穩定性和準確性。這部分的開發將主要聚焦於提升數據處理速度、增加對多種數據格式的支援，以及完善錯誤處理機制，確保數據的完整性和安全性。

二、路網及基本屬性建立

路網及基本屬性建立模組負責設定交通網路的結構，包括路段、節點和連接線等基本要素。這是模擬交通流動的基礎，準確的路網模型能夠反映真實世界的交通情況。現有的 HTSS 程式在這方面已經建立了基本的框架，新系統將進一步擴展這些功能，配合既有之檔型資料於前端介面增加更多細節和參數設定選項，以便能夠模擬更複雜的交通場景。如新增不同道路類型（如高速公路、市區道路）的細化屬性，並引入更多動態資訊。

三、車輛產生

車輛產生模組是模擬的起點，負責初始化和生成各種車輛。它需要考慮多種因素，如車輛類型、出現頻率、起點和目的地等。現有的 HTSS 程式已經能夠生成基本的車輛流，可進一步考量新的車輛產生模組還將考慮車輛之間的互動，模擬不同類型車輛，如小客車、公共汽車、機車等，且未來應用場景則可能再納入電動車等

類別，在相同道路上的混合行駛行為。

四、車輛自由車流移動行為

車輛自由車流移動行為模組負責模擬車輛在無干擾情況下的移動行為。這包括車輛的加速、減速和變換車道等基本操作。現有的 HTSS 程式已經具備這些基本功能，為使其能夠更準確地反映真實交通中的動態變化，如改進車輛加速和減速模型，除了在原有程式端已寫入之邏輯外，將不同車輛的性能差異和駕駛員行為特徵於前端介面上進行呈現，提供使用者可更加動態進行調整。

五、車輛相對關係搜尋

車輛相對關係搜尋模組負責計算車輛之間的相對位置和速度。這是模擬車輛交互行為的基礎，準確的相對關係搜尋能夠提高模擬的精度。現有的 HTSS 程式在這方面已經建立了一些基礎算法，新系統擬可將引入更多先進的搜索算法和優化技術，提高計算效率和準確性。如採用先進的資料結構來加速鄰近車輛的搜尋，並利用並行計算技術來處理大規模交通流中的相對關係計算。

六、路段銜接行為

路段銜接行為模組負責模擬車輛在不同路段之間的過渡行為。這包括車輛從高速公路匝道進入主線、從主線退出等情況。現有的 HTSS 程式已經具備基本的銜接行為模擬，如模擬車輛在匝道上的減速過程、主線上的加速過程，以及匝道車流與主線車流的交織行為。

七、車輛跟車行為

車輛跟車行為模組負責模擬車輛在跟隨前車時的行為。這包括車輛的加速、減速和保持安全車距等操作。現有的 HTSS 程式已經能夠模擬基本的跟車行為，如駕駛員反應時間、車輛性能差異和道路條件等。此外，新的模組可再考慮不同車流密度下的跟車行為變化，模擬在高密度車流中車輛的壅塞行為，以及在低密度車流中車輛的自由流動行為。

八、車輛同向超車行為

車輛同向超車行為模組負責模擬車輛在同方向車道上的超車行為。這包括車輛變換車道、加速超越前車和重新返回車道等操作。現有的 HTSS 程式已經能夠模擬基本的超車行為，新系統將進一步優化這些行為模型，如模擬不同駕駛風格（如激進型和保守型）對超車行為的影響，以及不同車輛性能（如加速能力和最高速度）的影響。未來亦可同時考慮交通流密度和道路條件對超車行為的影響。

九、偵測站記錄

偵測站記錄與績效計算模組負責記錄模擬過程中的各種數據,並計算各種績效指標。這包括車流量、車速、延誤時間、排隊長度等指標。

十、績效計算

包括車流量、車速、延誤時間、排隊長度等指標。現有的 HTSS 程式已經具備基本的數據記錄和績效計算功能,提高記錄和計算的精度和效率。如採用大數據分析技術來處理大規模模擬數據,並引入更多複雜的績效指標,如車輛排放量和能源消耗。

十一、路口轉向行為

路口轉向行為模組負責模擬車輛在路口的轉向行為,包括左轉、右轉和直行。這部分的模擬對於真實交通情況的再現至關重要,因為路口往往是交通壅塞和事故的高風險地點。現有的 HTSS 程式已經能夠模擬基本的路口轉向行為,可進一步細化這些行為模型,引入更多影響因素,如交通號誌、行人通行、非機動車輛的干擾、不同路口設計對轉向行為的影響,如圓形交叉路口、T 型路口和多向路口等。

十二、車輛對向超車行為

車輛對向超車行為模組負責模擬車輛在對向車道上的超車行為。這是高風險的交通行為,需要考慮對向車流的干擾和安全距離。現有的 HTSS 程式已經能夠模擬基本的對向超車行為,新系統可進一步細化這些行為模型,引入更多安全考量和動態變量。例如,模擬不同駕駛風格對對向超車行為的影響,以及對向車流密度和速度對超車成功率的影響。此外,新的模組還將考慮道路條件和視距對對向超車行為的影響,如彎道和上坡路段的超車風險。

十三、機車行為

機車行為模組負責模擬機車的特殊行為。由於機車具有靈活性高、體積小等特點,其行為模式與汽車有很大不同。現有的 HTSS 程式已經能夠模擬基本的機車行為,新系統將進一步優化這些行為模型,引入更多細節和動態變量。例如,模擬機車在車流中穿梭的行為、機車在擁堵路段的通行策略,以及機車與汽車之間的互動行為。此外,新的模組還將考慮不同類型機車(如摩托車和電動自行車)的行為差異,以及不同駕駛風格對機車行為的影響。

十四、公車進出站行為

公車進出站行為模組負責模擬公車在站點的進出行為。這包括公車進站、

上下客和出站的操作。現有的 HTSS 程式已經能夠模擬基本的公車進出站行為，新系統將引入更多細節和動態變量，例如，不同類型站點（如港灣式站點和路邊站點）的設計特徵，以及不同時段（如高峰期和非高峰期）對公車進出站行為的影響。此外，新的模組還將考慮公車與其他車輛的互動行為，如私家車和機車在公車進出站時的避讓行為。

十五、專用車道行為

專用車道行為模組負責模擬特定車道（如 HOV Lane）的車輛行為。這包括專用車道上的車流特徵、進出專用車道的操作，以及專用車道的使用規則。現有的 HTSS 程式已經能夠模擬基本的專用車道行為，後續可模擬不同類型專用車道（如高乘載車道和公車專用道）的設計特徵，以及不同使用規則（如尖峰期限制和違規罰則）對車輛行為的影響。此外，新的模組可考慮專用車道與其他車道的互動行為，如專用車道車輛在變換車道時對主線車流的干擾。

此外，也針對上述所提之各項核心功能模組上探討後續在未來應用使用對象與層面包括學界和實務界，而這兩個領域對交通模擬系統有著不同的需求和應用場景。說明如下：

一、教學

用於交通工程和運輸管理等相關專業的教學。學生可以通過該系統進行交通流理論的學習和模擬實驗，理解交通流的基本特性和控制策略，亦可用於研究生的科研工作，協助進行模擬和分析不同交通場景下的交通行為和績效。

二、控制策略研擬

用於評估交通控制策略的效果。如交通管理部門可以利用該系統模擬不同信號控制策略對交通流的影響，選擇最佳的控制方案，亦可用於道路設計和改善項目的可行性研究，評估不同設計方案對交通流的影響，為決策提供依據。

三、參數調校

用於參數調校工作。通過模擬與實際觀測數據的比對，校準模擬系統的各項參數，提高模擬結果的準確性。如通過實測數據校準車輛跟車模型中的反應時間和安全距離參數，確保模擬結果能夠準確反映真實交通情況。

四、模式調整

用於模式調整工作。隨著交通流理論和技術的不斷發展，新系統需要不斷引入新的交通行為模型和控制策略。HTSS 將提供靈活的模組化架構，使得新模型和策略的引入和調整變得更加方便和快捷。

表 3.3-79 共通性模組對應原 HTSS 模擬模式程式邏輯

模擬模組 / 分析對象	檔案存取	路網及基本屬性建立	車輛產生	車輛自由車流移動行為	車輛相對關係搜尋	車輛跟車行為	路段銜接行為	車輛同向超車行為	偵測站記錄	績效記錄與計算
原 HTSS 模擬模式程式邏輯	Readin input Gather Output xdept	Seed warmup mapnode order Ntotal Enter2 Qmaxadj Safev Eleva enterB Iside Path	Desire2 gen1 gen3 Arrival Enter vtype	Freesp sped2sy vchange Basic Desire2 findc Edge	Adjacent Ahead9 Reposi2 Trysif/trysift Ahead10 Aheaddux2	Clasify Carfc2 Motion Movecut stayin Betay	MergeLK oldxv Align3 Meter1 Newturn outLK Sigcf turnok	Change2, 3 CheckP CKshif2 Getbacn Getback2 Krean Lshift1 push1 Impednew Topass/2 lshift1 passxy Topass overtane	dzone Jqueue update3	Datdate Updatep/2 Reached fuelc

資料來源：本計畫彙整

表 3.3-80 非共通性模組對應原 HTSS 模擬模式程式邏輯

模擬模組 / 分析對象	路口轉向行為	車輛對向超車行為	機車行為	公車進出站行為	專用車道行為
原 HTSS 模擬模式程式邏輯	oldxv Confck Cutmot Cturn Path2 RTORNew Turning	lshift1 passxy Topass Movefo topass3	InsetB Motuse Outbox2 stage2B towait	Buspace Forbus lJqueue Lshift2 Probus/2	Desire2 Obtain tobox3

資料來源：本計畫彙整

另從核心功能模組開發對應上，依據上述全面檢視之內容及核心功能模組內容，先行針對共通性模組且與高速公路基本路段相關之模擬項目進行開發，包括以下八項之內容，通過對這些核心功能模組的逐步開發，提供更加全面和精確的交通模擬，滿足不同應用對象和層面的需求。

一、檔案存取

(一) 開發模組以處理所有數據的存取和存儲，確保數據的完整性和安全性。

(二) 引入多種數據格式的支援，並增加錯誤處理機制，提高數據處理效率。

二、路網及基本屬性建立

(一) 設置路網和基本屬性（如路段、節點），引入更多細化屬性和動態變量。

(二) 提高路網模型的準確性，模擬更複雜的交通場景。

(三) 提供使用者地圖定位參考。

三、車輛產生

(一) 實現車輛的初始化和生成邏輯，考慮多種因素（如車輛類型、出現頻率）。

(二) 引入更多變量，提高模擬的真實性和多樣性。

四、車輛自由車流移動行為

(一) 模擬車輛在無干擾情況下的移動行為，改進加速和減速模型。

(二) 引入環境因素對車輛行為的影響，提高模擬精度。

五、車輛相對關係搜尋

(一) 開發模組以計算車輛間的相對位置和速度，引入先進搜索算法。

(二) 提高計算效率和準確性，利用並行計算技術處理大規模交通流。

六、車輛跟車行為

(一) 模擬車輛跟隨前車的行為，考慮駕駛員反應時間、車輛性能差異。

(二) 引入不同車流密度下的跟車行為變化，改進行為模型。

七、車輛同向超車行為

(一) 模擬車輛在同方向車道上的超車行為，考慮駕駛風格和車輛性能差異。

(二) 引入交通流密度和道路條件對超車行為的影響，提高模擬精度。

八、績效計算

(一) 提高記錄和計算的精度和效率，考慮不同模擬場景下的績效差異。

為確認前述核心模組內容及開發新一代 HTSS 系統相關議題之適宜性，本計畫在民國 113 年 5 月 20 日下午召開「專家學者座談會」，該座談會出席之專家學者，包括：國立陽明交通大學運輸與物流管理學系黃家耀副教授、國立陽明交通大學運輸與物流管理學系邱裕鈞教授、國立成功大學交通管理科學系胡大瀛教授、淡江大學運輸管理學系羅孝賢教授等專業交通工程領域之學者參與討論，該座談會之會議剪影如圖 3.3.1。

圖 3.3.1 需求座談會之會議剪影

本次座談會經由研究團隊之引言分享後，與會專家學者均踴躍發言，討論過程中對計畫中所提出之核心功能模組部分並無建議調整之處，唯獨聚焦於程式傳承與改寫的選擇、程式語言和開發環境的選擇、軟硬體整合的重要性、HTSS 在交通模擬中的應用以及系統需求和功能等全面分析，完整之會議紀錄與出席人員名單請參閱附錄二。茲就座談會之重要結論彙整說明如下，此重要結論也納入本計畫後續規劃探討之主軸。

一、HTSS 模式開發始於 1990 年，為保留其精華，進行為期兩年的重新開發和優化。

而本年度重點是完成高速公路基本路段的模擬和驗證,需確保研究架構的可行性。

二、釐清 HTSS 的目標和與舊有系統的關係及需求的重要性，並需進一步針對開發語言、硬體選擇、程式語言和開發環境進行說明，而軟體開發部分應持續改進，尤其是使用者介面設計的重要性，並考慮開源和專利申請之可行性。

三、HTSS 當初發展歷經多年需求,發展屬於國內的臺灣公路容量之研究與分析工具，但現行市場對 HTSS 的認知較為薄弱，應用上也多偏向使用市場既有之交通模擬軟體，團隊應針對模擬應用的挑戰和應用場景進行了解。

四、須對系統進行全面分析和需求確認，確保核心功能和模擬結果的應用價值，確保改寫後的程式碼能夠產生相同的結果。

五、軟體與硬體之整合考量，建議未來考慮使用如 AWS 雲端服務以減少硬體維護負擔，且在開發過程中應考量軟體與硬體的兼容性和更新速度。

3.4 核心車流模式解析

在微觀車流模擬邏輯中，主要的核心模式包括車輛推進、跟車及變換車道等，分別說明如下：

一、車輛產生流程

模擬核心最一開始是產生車輛,依照資料檔中所設定的需求量,在各模擬時段中以亂數設定車輛的產生時間,並且依照節線順序,逐一產生車輛,在車輛產生時,設定車輛的自由旅行速率及加速率、跟車加減速率等。而在不同的模擬中，為能夠確保模擬內容均不相同,在模擬一開始均會重新設定亂數種子,讓亂數產生的順序不會相同。HTSS 模式的主要流程如圖 3.4.1 所示，上半部分是模擬作業設定，包含讀取資料檔、產生亂數種子等；每次模擬初始設定完成後，第一步即是產生欲進入路網之車輛；接下來則是進入模擬車輛移動的流程，按位置區分則是先處理附屬設施、下游節點、最後是主線上的車輛移動。待所有節線模擬完所有時段後，輸出模擬結果。

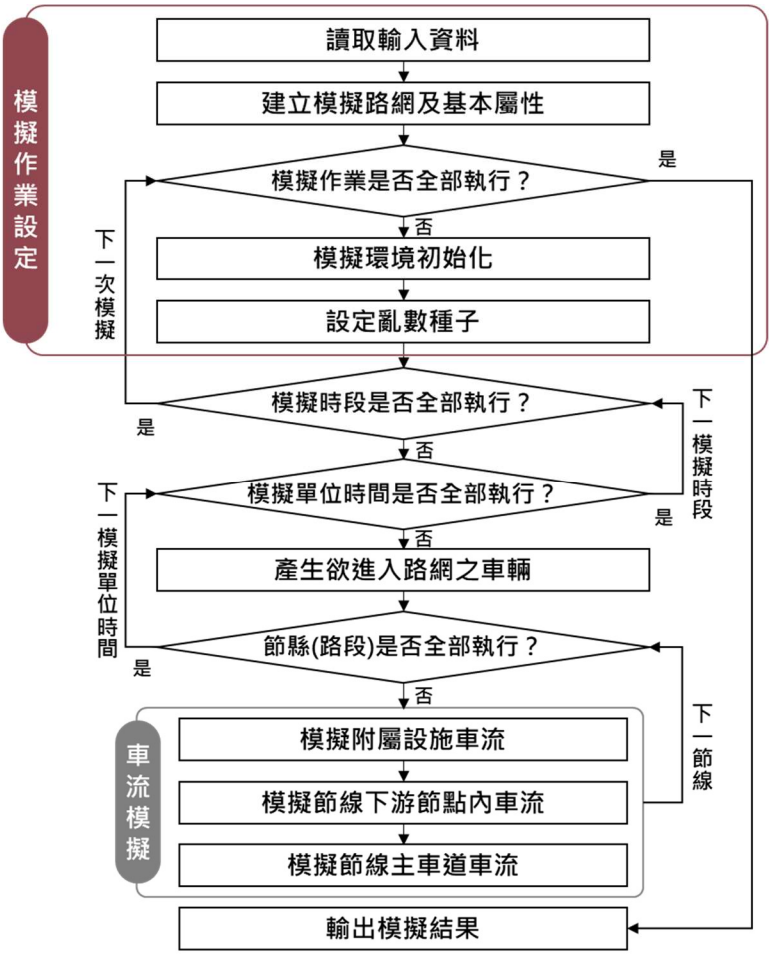


圖 3.4.1 HTSS 模式主要流程

產生車輛是每次模擬必須使用的模組，為確保車輛數與資料檔內的流率一致，必須在每個模擬時段的開始就先計算好該時段所需要的車輛數。而在產生欲進入路網之車輛時，更細部的流程則是依照節點（亦即路口）、節線、車道之順序，針對每個車道計算應進入的車輛比例，隨後再賦予車輛屬性；實際產生車輛後，再依序排隊進入路網。其流程如圖 3.4.2 所示，首先一開始先從所有可以產生車輛的節點開始逐一執行，每執行完一個節點後在進到下一個節點，直到所有的產生節點全部執行完；在進入產生節點後，首先要判斷車輛是從下游路段的外側或內側節線進入路網，在 HTSS 模式中，一個路段可以分為外側或內側節線，例如有實體快慢分隔的路段，可將快車道與慢車道區分為同一組上下游節點的內外側兩條節線。接著進入車道的層級，模式在產生車輛前，必須先計算該模擬時段(SP)應產生多少車輛數，這也是 Desire2 模組的主要功能。而在每個模擬時段中包含多個模擬單位時間(Simulation Interval, SI)，一般為 0.5 秒，在每個 SI 中要產生多少車，則是由亂數決定車輛產生時間，也就是 Arrival 模組的主要功能。當車輛產生且賦予完整屬性後，

模式會嘗試將車輛依照進入路網的時間順序放入路網，亦即 Enter 模組的主要功能，在流程中 Gen1、Desire2、Arrival 及 Enter 等四個模組為車輛產生流程的主要模組，後續分別加以說明：

圖 3.4.2 HTSS 車輛產生順序

(一) Gen1

車輛產生的最上層模組為 Gen1，該模組為執行前述各項車輛產生流程，從計算需要的車輛數到車輛進入路網為止。Gen1 之流程如圖 3.4.3 所示，茲就流程中之重要步驟說明如下：

1. 瀏覽所有編號大於 600 的節點，因為模式原始設定會產生車輛的節點為編號大於 600，在對應的資料檔中(檔型 30)則可設定該節點的流率，以及車種百分比，執行完所有編號大於 600 的節點就代表檢查完所有可能產生車輛的位置。未來在新的程式則可考慮將 600 的限制移除，讓使用者操作更便利。
2. 檢查車輛要從外側或內側節線進入路網，由於模式有內外側節線的設定，使用者可選擇更彈性的輸入資料，以簡化有兩條節線的情況，資料檔中(檔型 30)可根據內外側節線設定不同流率及車種百分比。
3. 檢查該模擬時段(IP)的流率要大於 0.1 輛/小時，若否，則代表該 IP 不需產生車輛。
4. 若當下的模擬單位時間(SI)為該 IP 的第一個時階，則進入 Desire2 函式，計算所需產生的總車輛數。
5. 在每個 IP 的開始都需要將各車道及各車道的轉向所需要的車輛數予以初

始化(設定為 0)，這個功能是利用 Mkgen 模組完成。

6. 按各個車道順序執行 Arrival 及 Enter 模組。

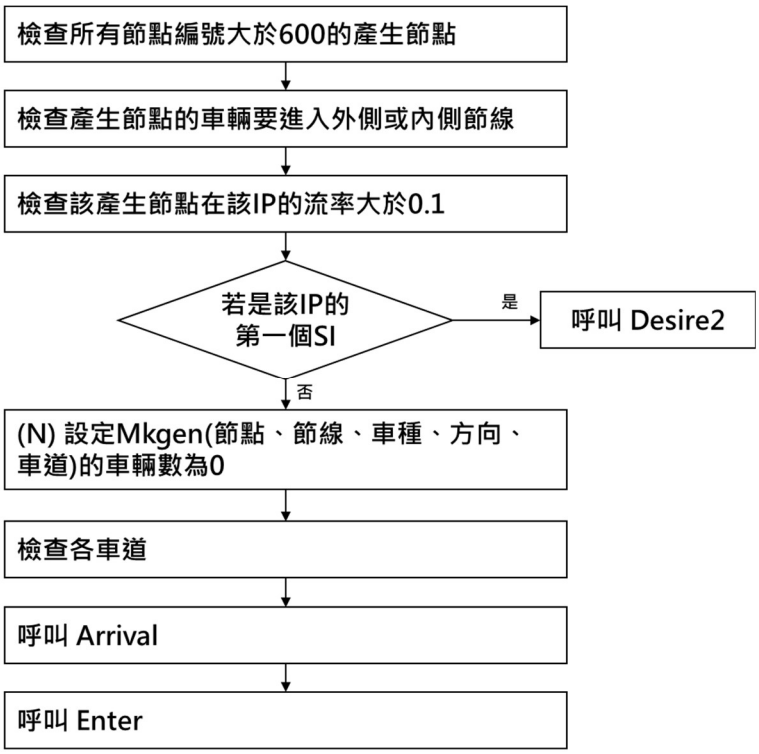


圖 3.4.3 Gen1 車輛產生模組

(二) Desire2

Desire2 是用來計算各車道在各模擬時段所應產生的車輛數，從車種、轉向、流率比例等資料進行計算。其流程圖如圖 3.4.4 所示，茲就流程中之重要步驟說明如下：

1. 針對該節點所設定的所有車種及下游路段所有轉向設定記憶體初始化。
2. 將節點、節線、車種、轉向四個參數組合的代號(IDGroup)初始化，這個代號是用來執行所有組合的迴圈之用。
3. 分別設定 Kmain, IDmain 及 QTO 等重要變數；Kmain 是指車種與轉向組合可使用的車道數；IDmain 是指車種與轉向組合的進入車道代號；QTO 則是指車種與轉向組合在各車道應產生的車輛數。
4. 若 Vehp (車種在指定 IP 的流率) > 0 且 Pturn (車種在指定轉向的比例大於 0.01，則計算該車種及轉向組合的 QTO。
5. 計算各車種及轉向組合的 QTO = Flow (IP 總流率) * Vehp (車種在指定 IP 的流率) * Pturn (車種在該轉向的比例)

圖 3.4.4 Desire2 車輛產生數量計算模組

(三) Arrival

Arrival 模組則是在每個模擬時段中依照亂數產生車輛，並且依照產生數量與需求數量之差距計算可能的產生時間間隔，以確保在每個模擬時段中都可以產生與需求相當的車輛數。而在車輛產生後將會賦予如駕駛者冒險性指數等車輛屬性，其流程圖如圖 3.4.5 所示，茲就流程中之重要步驟說明如下：

1. 依據 Desire2 模組的計算結果設定指定節點、節線、車道組合在 IP 中應產生的車輛數(NTOGen)。
2. 檢查該 IP 的車輛數是否產生完成，若否，則繼續產生。
3. 產生車輛進入路網時間，根據設定檔有兩種方式，一種是採用近似隨機指派時間，另一個則是在資料檔(檔型 98)指定車輛進入路網的車距與平均車距的比值。
4. 計算 Ahead 為尚未產生之平均車距 = 剩餘時間 / 仍需產生的車輛數。
5. 計算車輛進入時間(Thold) = 前一輛車進入時間(Tlast) + 車間距(Head)。
6. 根據亂數(R 為 0~1 之間的實數)決定駕駛者冒險性指數，當 R 越大，Thold

計算結果也越大，代表與前車之間的車間距越大，同時也代表駕駛者冒險性指數越低。

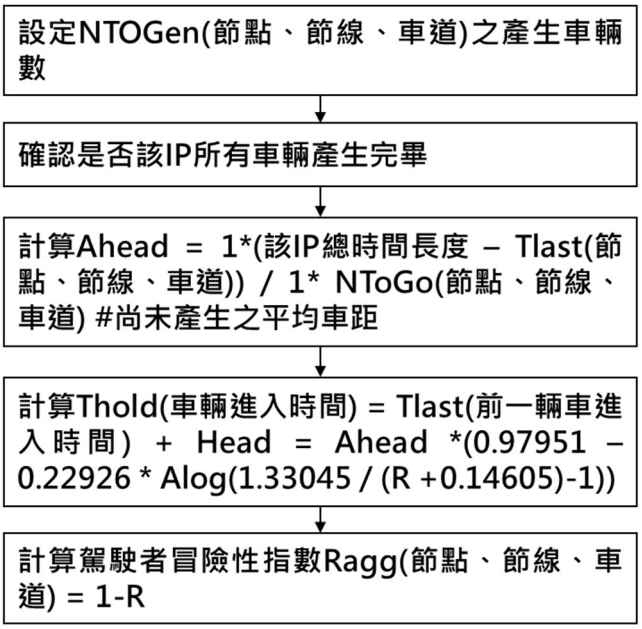


圖 3.4.5 Arrival 車輛產生時間設定模組

(四) Enter

Enter 模組主要在處理當車輛準備進入路網時，可能會遇到路段擁擠的情況，此時會讓車輛先在路段上游的虛擬空間（長度約 1500 英呎）暫時等候，以避免車流溢出路網的情況。進入路網的流程如圖 3.4.6 所示，茲就流程中之重要步驟說明如下：

1. 判斷車輛的進入時間是否在該 SI 內，如果是，則進入模組準備將車輛放入路網。
2. 取得該車道最後一輛車位置、車長及車速。
3. 若前車位置尚未進入路網，且車速 < 20 英呎/小時，視為壅塞狀態，暫不進入路網。
4. 若非擁擠狀況，將車輛放入路網，並將車輛油耗數值歸零。
5. 計算前車後方最近之安全位置 = 前車位置 – 前車長 – 安全車間距(6 英呎)；若 Xp <= -1500，仍不進入路網；若 Xp > -1500，車輛進入位置 Xp = 前車位置 – 0.8 * 前車速度 – 2。

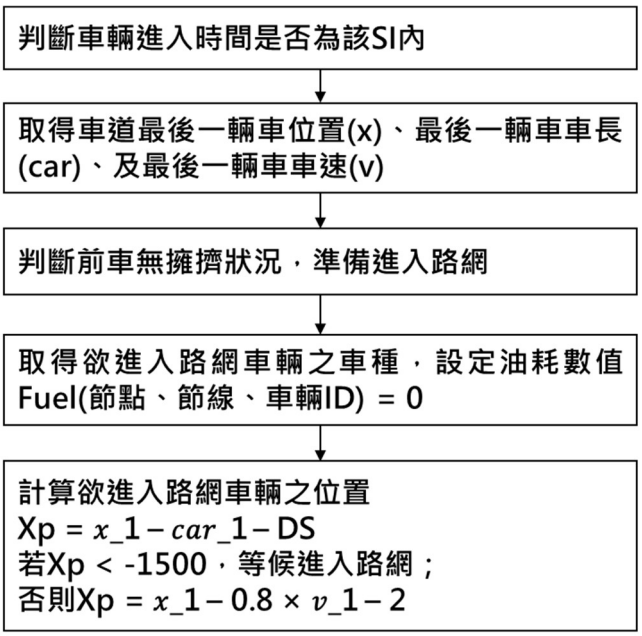


圖 3.4.6 Enter 車輛進入路網模組

二、車輛推進模式

微觀車流模擬的車輛推進是指在模擬過程中對車輛運動的建模和計算。包括模擬系統根據車輛的特性和道路條件，計算車輛在道路上的運動軌跡、速度和加速度等相關訊息。車輛推進的主要目的是模擬車輛的行駛行為，包括起步、加速、減速、轉彎和停車等動作，以便進行交通流動的模擬和分析，本計畫中則考量自由車輛下的移動所產生之速率。

車輛的加減速判斷需要先判斷是否為跟車狀態，因為跟車狀態會受到其他車輛或交通控制的影響而影響車速的改變，則須進入下一個跟車模式的判斷。若為非跟車狀態，則可以自由速率前進，而在自由速率下，HTSS 模式有考量以下不同狀態。包含平面路段上的加速率，這種路段是屬於一般車道，且未受到道路幾何條件影像的狀況；第二種為彎道，亦即車道有設定曲率半徑的情況下，此時車輛應會有減速率的設定，以符合彎道減速的模擬；第三種為有坡度路段的加減速，亦即車輛位在上坡路段時，車輛會有減速的狀態，而在下坡路段時，車輛會有加速的狀況。透況以上幾種不同加減速率的調整，可設定車輛在車道推進過程中，自由速率的考量與改變，其計算流程如圖 3.4.7 所示，茲就流程中之重要步驟說明如下：

(一) 透過 Motion 模組檢查車輛是否為跟車狀態。Motion 模組說明如後。

(二) 依照是否跟車的狀態決定車輛的加速率(負值則為減速率)，包含是否為自由旅行速率、是否在彎道處、是否在坡道及其他環境限制。

(三) 若車輛的加減速率到達門檻值，則設定有受到其他車輛影響的跟車。

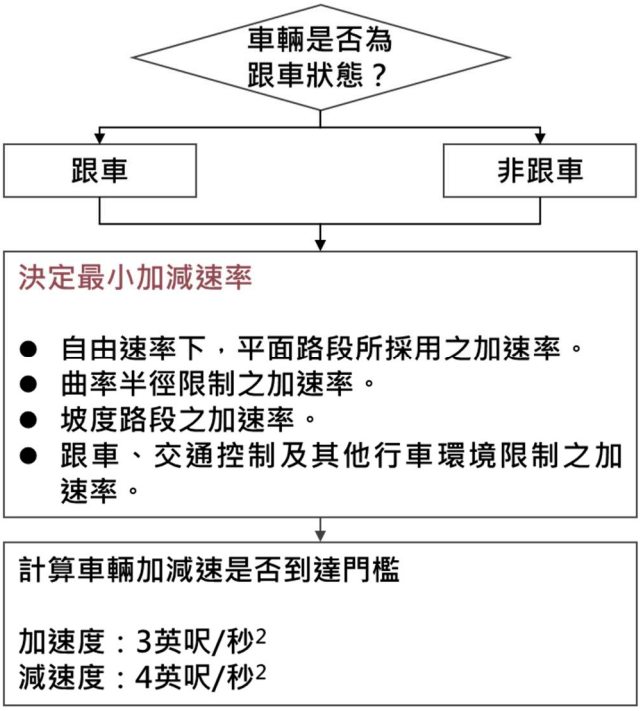


圖 3.4.7 HTSS 車輛推進加速度計算流程

三、跟車模式

跟車模式在模擬過程中最重要的部分在於如何判斷該車輛是否有需要考慮跟車，此一部分之判斷邏輯因跟車過程中，前、後車車種之不同而有所不同，有關2021HTSS 詳細的跟車流程大致如附錄一所示。基本上，跟車在 HTSS 模式中，主要是依據前、後車是否具有互動關係的判斷開始，當前、後兩車之間隔距離超過門檻長度時，後車即不受前車影響，兩車之間沒有互動關係，故後車在下一模擬單位時間可以自由速率或期望速率向前推進；若兩車之間隔距離在門檻長度以內，則後車會受到前車狀況影響，前、後兩車具有互動關係，此時必須考慮後車車速高於或等於前車車速之跟車互動，以及後車車速低於前車車速之跟車互動，而若前車採緊急煞車之特殊狀況發生時，後車亦必須相應地決定其下一模擬單位時間之適當減速率，以避免追撞前車。最後，綜合前述條件狀況及相關參、變數值之設定與計算，決定下一模擬單位時間之加速率(或減速率)，其模擬流程大致如圖 3.4.8 所示，茲就流程中之重要步驟說明如下：

(一) 設定目前車輛之車速、位置及前後車之車速、位置。

(二) 依照前後車之車種，設定不同之跟車車距，例如當前車為機車，需要加上一個額外的跟車車距 = 0.5 (0.31+3.24 * Exp(-(安全車速 - 16) / 24.934))。

(三) 依照前後車速度判斷車速是否有受到影響。

(四) 若車速彼此無影響，則以自由旅行速率計算加減速度。

(五) 若後車車速高於或等於前車車速，且與前車間距足夠，將會加速；反之若間距不足則會減速。

(六) 若後車車速低於前車車速，若與前車間距足夠，則先加速到自由旅行速率後再減速至前車車速；若與前車間距不足，則會加速至前車車速。

(七) 若前車緊急煞車則按照前車車種設定的最大安全速度。

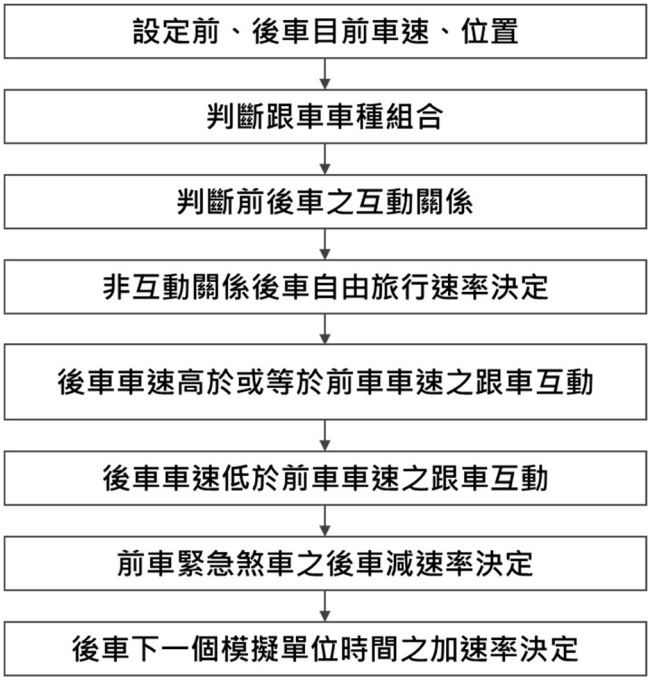


圖 3.4.8 HTSS 跟車判斷流程

四、變換車道模式

微觀車流模擬系統中的變換車道是指模擬車輛在道路上從一條車道轉換到另一條車道的行為。此行為涉及到車輛之間的位置調整和交錯行駛，直接影響到交通流動的順暢度和安全性。在交通模擬系統中，變換車道的模擬需要考慮到車輛的變換意圖、變換點的選擇、車輛的速度調整等因素，以確保車輛之間的安全距離和交錯行駛的有效進行。

在 HTSS 模式的原始程式碼中，變換車道的主要程式模組名稱為 Lshift1，當程式執行到這個模組，代表開始進行車輛是否要變換車道的過程。圖 3.4.9 為變換車道的判斷流程，在圖中僅呈現一般路段的判斷流程，由於 HTSS 模式在不同車道設計詳細的判斷流程，包含大型車或機車等皆未於此處說明，此處僅列出小客車在

一般車道進行車道變換的判斷流程。特殊車道包含禁行區、車種專用車道、路肩、公車專用道與 HOV 車道等。雖然不同車道的判斷流程不盡相同，但是均以左右可變換車道的尋找為第一步驟，再判斷是否有足夠空間進行變換，以及變換後是否對前後車的影響。而在其他車輛的考量中，若有後車靠近，模式也會考量是否需要變換車道而進入讓道的狀態。若系統判斷有變換車道的需求，同時也有足夠的空間進行變換，將會進行嘗試變換的測試，若可順利完成變換車道測試（Trysif），則會確實進行變換。在變換車道測試中，主要是考量車輛變換車道後，對於後方車輛是否會因車輛插入而過度減速；或是該車距離前車太近而有需要過度減速的情況，若無，則可利用 Chang2 函式變換車道，其計算流程如圖 3.4.9 所示，茲就流程中之重要步驟說明如下：

(一) 當車輛尚未進入路段，且不是在進入路網的路段上，則不變換車道。以及，車輛位置在未滿 6 倍自由旅行速率，且車輛在進入路網的路段上，以及該路段下游路口為無控制路口且僅有一個流出方向，車輛亦不變換車道。

(二) 確認車輛所在車道的左側或右側是否有車道可供變換。

(三) 確認車輛所在車道的左側或右側車道是否為專用車道，其車種是否可行駛於該車道上。

(四) 確認是否為強迫性變換車道，例如接近專用車道終點或是接近附屬車道終點。

(五) 若車速 < 自由旅行速率 −5−10*(1− 駕駛者冒險性指數)，視為車速已進入擁擠狀態。

(六) 確認車輛所在車道兩側是否有附屬車道，並確認附屬車道是否有足夠空間可供變換。若車輛位置距離附屬車道終點 >20* 自由旅行速率，表示空間足夠。

(七) 確定可能變換的車道(左側或右側)後，計算車輛目前位置與另一車道之前車與後車之間的關係，若變換車道後的前車距離大於既有車道前車 10 秒的時間，若是右側車道需要再減去 3 * 自由旅行速率，若是左側車道則需要減去 2 * 自由旅行速率，若空間大於前述計算，則視為可行的變換車道行為。

(八) 利用 Trysif 模組測試是否真的可以變換車道。

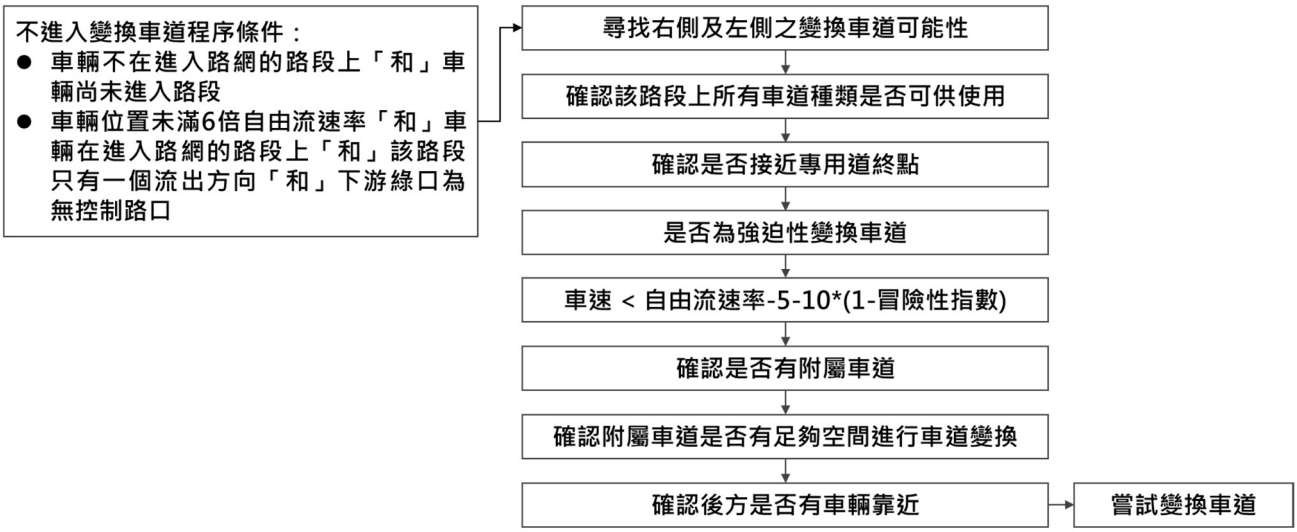


圖 3.4.9 HTSS 變換車道判斷流程

變換車道的另一種行為則是超車，超車行為係在核心模組中較為複雜之模組，超車相關設定在既有 HTSS 模式中，係在檔型 81 資料中，並以每一個節線為設定對象。超車行為主要是要考量兩次變換車道行為，也就是確認有足夠空間可使車輛變換至另一個車道，同時也需要有足夠空間再變換回原車道。另在駕駛員變換車道的同時，需要考慮超車問題，超車邏輯在每一單位模擬時間內根據車流現況，從欲超車駕駛員的角度評估超車視距，然後模擬隨後的超車行為。超車行為的示意如圖 3.4.10，圖中所標示的變數定義請見表 3.4-1。當後車要超車時，前車與前前車及對向車道之車輛是三個必須要考量的對象，四者之間的位置、相對距離與速度也是判斷能否超車的標準。

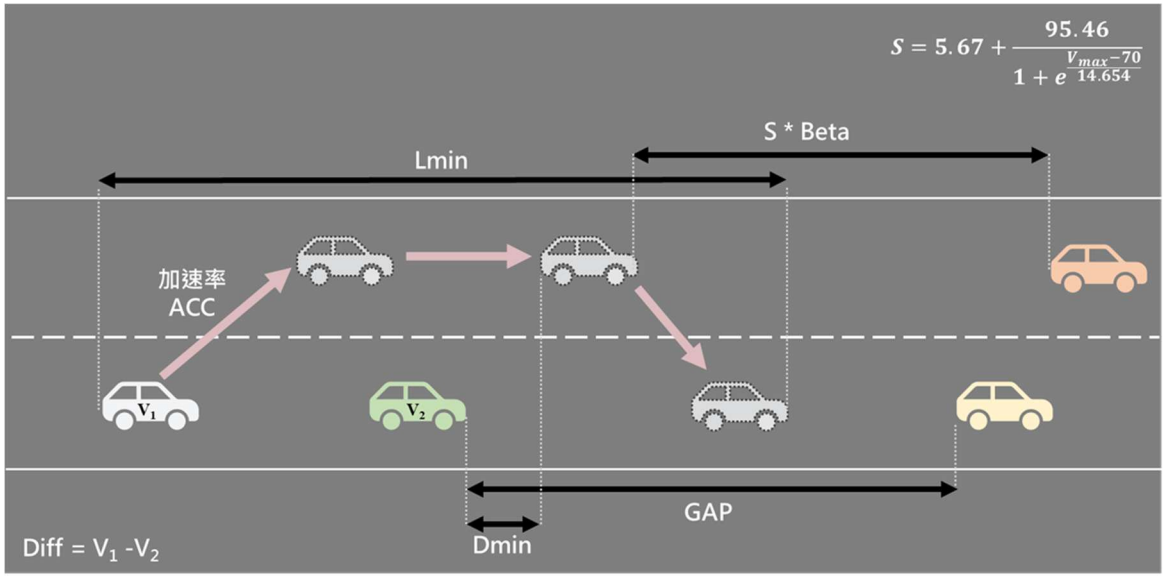


圖 3.4.10 HTSS 模式超車行為相關變數示意

表 3.4-1 HTSS 模式超車行為相關變數定義

P	不願意超車的駕駛比例(%)
GAP	後車對於被超越車輛及其前車之最小車距(預設值：4.0 秒)
Diff	後車與被超越車輛之速差(預設值：25 公里/小時)
ACC	超車加速率(預設值：4 公里/小時/秒)
Dmin	後車超越前車後，兩車所需允許前車回到原車道的最小距離(預設值：15 英尺)
Beta	緩衝距離之調整係數(預設值：1.0)
Lmin	超車區最小長度(預設值：160 公尺)

同時間亦有可能因為要超車，導致產生瞬間加速率，既有 HTSS 模式將單位模擬時間內一車輛的瞬間加速率，所需涵蓋之加速率內容可區分為下列五種類型：

(一) 在平直路段上自由旅行時欲採用之加速率。

(二) 受欲維持之自由速率或平曲線上安全速率所限制之加速率。

(三) 受坡度、坡長、車重及車輛性能所限制之加速率。

(四) 受交通控制（如號誌）及轉彎所限制的加速率。

(五) 受車輛之間互相影響之加速率。

超車行為的判斷流程如圖 3.4.11 所示，茲就流程中之重要步驟說明如下：

(一) 根據該車輛之屬性設定車種與駕駛者冒險性指數，若冒險性指數低於 P 則不超車。

(二) 確認車輛是否位於附屬設施，本計畫尚未考量附屬設施之影響。

(三) 確認車輛所在位置是否有超車區。

(四) 確認與計算車輛與前車、前前車及對向車輛之距離。

(五) 檢查前方是否有慢車，如公車。

(六) 檢查前方是否有正在超車之車輛。

(七) 檢查後方是否有正在超車之車輛。

(八) 檢查車輛之間的間距是否滿足表 3.4-1 中的 GAP、Dmin、及 Lmin 距離。若滿足，則判斷可進行超車行為。

圖 3.4.11 HTSS 超車判斷流程

第四章 高速公路基本路段模式建置與測試

本章主要針對新一代 HTSS 系統開發語言、整體核心功能模式架構、使用者介面功能規劃及操作說明進行介紹，並針對所開發之系統進行驗證，用以確保開發之系統有其準確性及效益。

4.1 系統開發語言

在本計畫中，透過上述統整第一年期計畫中使用 Python 開發所衍生的問題與限制，考量新一代 HTSS 後續需要大量控制不同元件之間的邏輯演算，以產出模擬結果，由於 Python 之執行效率不適用於處理密集型計算等議題，爰進一步思考如何使用其他開發語言工具改善現有的系統規劃，以下就本計畫系統開發工具之評估進行說明。

一、系統開發語法選擇

為提升新一代 HTSS 的執行效率，就目前市面上系統開發常用之語言包括 C、C++、C#、Python 進行比較，檢視新版 HTSS 所適合之開發語法。Python 語法簡單直觀，適合初學者學習，且擁有大量的標準函式庫和第三方函式庫，支援各種應用，缺點為執行效率差不如編譯型語言。C 語言以快速的執行速度和運行於圖形處理單元（GPU）上的能力著稱，但程式碼需要編譯，其語法對於新手開發者來說有一定難度。C++主要專注於 Windows 開發，在效能上優於 Python，但學習曲線較陡，使學習的複雜性和維護較為困難。C#主要用於.NET 平台，結合 C++的強大功能和直觀易用性，提供豐富的資源庫和框架，並亟需依賴微軟的技術和生態系統。每種語言都有其獨特的優點和侷限性，故需要根據具體情況選擇適合的語言，茲將四種開發語言針對其特性進行比較如表 4.1-1 所示。

相較於 Python 語法，C、C++及 C#有較好的執行性能，且 C#之系統執行性能與效率因素，可在短時間內保持一定水準的穩定性。此外，C#除了擁有豐富的第三方支援框架外，在系統開發中因 C#相較於 C 及 C++更容易學習及編寫，學習難度中等適合初學者開發，加上可透過豐富的.NET 框架加速系統開發效率，同時具備自動記憶體管理，支援回收機制檢測不再使用的記憶體，使記憶體洩漏的問題降低。

表 4.1-1 新版 HTSS 開發語言特性比較

特點	Python	C	C++	C#
類型	高階、解譯型	中階、編譯型	高階、編譯型	高階、編譯型
設計理念	易於閱讀和編寫	高效能、接近硬體	物件導向、注重和 C 的相容性	物件導向、直觀易於使用
主要用途	資料科學、機器學習、網站開發	系統程式、嵌入式系統	系統/應用軟體、遊戲開發	桌面應用、網站開發、遊戲開發
學習難度	低	高	高	中
語法簡潔性	高	低	低	中
標準函式庫/框架	豐富	有限	豐富	非常豐富（.NET 框架）
跨平台能力	強	強	強	強（.NET Core）
效能	一般	高	高	中至高
記憶體管理	自動	手動	手動	自動
適合初學者	是	否	否	是

資料來源：本計畫彙整

根據上述系統開發語言特性比較，並考量新版 HTSS 採單機版進行開發，本計畫採用 C# 作為新版操作介面與模擬核心的開發語言。以 C#開發之優缺比較彙整如表 4.1-2，其不僅具備開發快速、可於短時間內完成系統建置的優勢，也支援良好的跨平台相容性。各模組皆以物件導向方式獨立設計，使用者可依需求彈性搭配，例如：可結合本計畫提供的操作介面與自行開發的模擬程式，亦可反向操作，使用自有介面搭配本計畫的模擬核心。

此外，為確保陣列處理與資料運算的準確性，系統在開發階段即要求明確定義變數的資料型別，且定義後不得更動。在整體系統運作上也無須仰賴網路連線，若未來需延伸至網站應用，也能直接替換操作介面，進一步縮短開發時程，提升系統彈性與後續維護的便利性。

表 4.1-2 以 C#開發之優缺比較

服務介面	優點	限制
單機版	1. 簡單易學：C#注重簡單和清晰的語法結構，試開發人員可輕鬆上手。 2. 物件導向程式設計：C#屬於物件導向程式語言，有助於建構模組化、可擴展且易於維護的程式碼。 3. 豐富的.NET 生態系統：C#與.NET 平臺緊密整合，提供了豐富的資源庫和框架，包括望業開發及桌面應用，使開發者能夠快速構建各種應用程式。 4. 跨平台支援：C#具有.NET Core 和.NET 5 的跨平台支援，使開發者能夠編寫一次程式碼，於多個平臺上執行。 5. 自動記憶體管理：C#支援自動垃圾回收機制，減少手動管理記憶體的負擔，並助於防止記憶體洩漏問題。 6. 語言整合查詢：可使用統一的語法對各種數據源進行查詢，包括資料庫、XML、JSON 等。	1. 依賴於微軟：C#主要依賴於微軟的技術和生態系統。 2. 資源消耗：相較於一些輕量級語言如(Python)，資源消耗較多，導致需要較高的記憶體或 CPU 使用。 3. 相較 C++執行速度慢：C#相比 C++的執行速度可能略慢，對於效能要求非常高的系統如(遊戲開發)等為是一項考慮因素。 4. 依賴於.NET 平台：C#依賴於.NET 平台，對於應用程式可能會對.NET 產生依賴性。

資料來源：本計畫彙整

二、導入物件導向開發模式

本計畫將朝向物件導向開發發展，物件導向程式設計（Object-Oriented Programming, OOP）是一種程式設計範式，它以「物件」為中心，將資料和相關操作（方法）封裝在一起。透過物件導向進行系統開發具有許多優點，並且可以提高系統的擴充性。其優點包括：

(一) 模組化：物件導向允許將系統分解為多個獨立的模組或類別。每個類別都負責特定功能，從而提高程式碼的可讀性和可維護性。這使得在開發過程中可以更容易地定位問題並進行修改。

(二) 封裝性：物件導向允許封裝資料和相關操作在一個單一的單元中。這意味著外

部程式碼只能透過特定的介面來訪問和操作資料，從而保護資料的完整性和安全性。

(三) 繼承性：繼承是物件導向的重要特性之一，它允許新的類別（子類別）可以基於現有的類別（父類別）來擴展功能。這種機制提高了程式碼的重用性，同時也有助於降低程式碼的重複性。

(四) 多型性：多型性允許相同的方法在不同的物件上具有不同的行為。這使得程式碼更加靈活，同時也增強了程式的可擴展性和彈性。

(五) 抽象性：物件導向允許通過抽象類別和介面來描述系統的結構和行為，所以在系統開發上可以專注於系統的高層次結構和設計，而不需要關注細節。

此外，考量第一年期計畫中之回饋意見有提及後續資料／模組提供方式之考量，以及本計畫專家學者座談會中亦提及未來發展使用者可調整參數設定，以提高靈活性和應用性，甚至仿 SUMO 的方式將程式進行開源或申請專利。除開源及專利申請俟後續專案執行狀況再行研議，尚無納入考量外，本計畫為達到高靈活性和應用性，規劃以 API 的方式提供擴充使用，故後續在採用物件導向的同時，也同樣可在未來系統擴充性方面提供了以下優勢：

(一) 彈性和擴展性：物件導向設計使系統能夠較容易地擴展和修改。新功能可以通過增加新的類別或修改現有類別來實現，而不會對現有程式碼造成過大影響。

(二) 低耦合性：物件導向程式設計通常具有低耦合性，即模組間的相依性較低。這使得系統的各個部分能夠獨立地進行修改和擴展，而不會對其他部分造成影響。

(三) 易於維護：物件導向程式設計使系統的結構更清晰，程式碼更易於理解和維護。這使得在系統擴展和修改時能夠更快速地進行測試和調整。

綜整來說，物件導向程式設計提供了一個強大的框架，能夠支援系統的持續擴展和修改。通過遵循物件導向的設計原則和最佳實踐，可以建立出靈活、可維護且具有高度擴展性的系統，故於本計畫系統開發朝此方向發展。

4.2 核心功能模式架構

前述 3.2 節中已對本計畫所需建置之核心功能模組進行定義，其內容包括：輸入/輸出、道路設定、車輛推進、跟車、車道變換等，主要係因本計畫為公路容量之研究與分析工具，需著重在與模擬系統的可結合性，故考量在模擬過程中所需之各項必要性模組，包括路網建立、車輛產生、車流模擬、模擬資料蒐集及整合等四大核心模組等。

另就「2021 年版公路交通系統模擬(HTSS)模式使用手冊」[12]所列出之各項檔型，對應本計畫所需使用之參數，彙整如表 4.2-1 所示。

表 4.2-1 各核心模組所需要使用到之參數彙整

目的	檔型	參數	說明
節線設置	Type 1	Link	一節線之代號
		Nup	節線 Link 上游節點的代號
		Ndn	節線 Link 下游節點的代號
		In	單向在 2 節點之間可能有 2 節線
		Cont	Link 下游端點之主要交通控制類型
		N	全長車道數
		Wid	車道寬公尺
		W2	寬度與 Wid 不同之特定車道之寬度（公尺）
		ID	車道寬為 W2 之特定車道代號
		SHR	右側路肩寬 （公尺）
		SHL	左側路肩寬 （公尺）
		Alen	節線長度 （公里）
		Geo	節線性質之代號
車輛行進方向	Type 2	Kturn	從 Link 離開之後的行車方向代號
		Next	從 Link 以行車方向 Kturn 進入之節線的代號
		L1	行車方向 Kturn 之路徑上，基準串連之上游車道（在 Link 上）代號
		L2	行車方向 Kturn 之路徑上，基準串連之下游車道（在 Next 上）代號
節線相對位置	Type3	Node	一節線之代號，代號 600 或超過 600 之節點可以不必有此檔型資料；
		L1	進入節點 Node 之所有節線中，任意選擇做為基準節線之節線代號
		L2	基準節線急左方，進入節點 Node 之外側節線（或唯一節線）的節線代號
		L3	基準節線左方，進入節點 Node 之外側節線（或唯一節線）的節線代號
		L4	基準節線斜左方，進入節點 Node 之外側節線（或唯一節線）的節線代號
		L5	基準節線正前方，進入節點 Node 之外側節線（或唯一節線）的節線代號

目的	檔型	參數	說明
		L6	基準節線斜右方，進入節點 Node 之外側節線（或唯一節線）的節線代號
		L7	基準節線右方，進入節點 Node 之外側節線（或唯一節線）的節線代號
		L8	基準節線急右方，進入節點 Node 之外側節線（或唯一節線）的節線代號
車輛行進情況	Type 20	Itu	從節線端點離開時之一行車方向之代號
		L（i）	以行車方向 Itu 離開節線時能使用之一車道的代號（i=1,2,…,）
	Type 21 需配合 Type 20 檔型	X（i）	行車方向 L（i）之百分比（%）
	Type 30	Iget	進入之節線為內側節線時，Iget=2，否則 1
		IP	模擬時段之代號，熱機時段為第 1 時段（IP=1），
		IQ	時段 IP 之流率（輛/小時）
路段的基本資料	Type 45	Post	一速限區起點離節線起點之距離（公里），每一節線之第 1 速限區從節線的起點（0 公里）開始
		L（1）	速限區內小車之速限（公里/小時）
		L（2）	速限區內機車之速限（公里/小時）
		L（3）	速限區內大車之速限（公里/小時）
	Type 46	Zone	速限區之代號（從上游到下游依序訂為 1,2,3,4,5）
		V1	速限區 Zone 內小車之平均自由速率（公里/小時）
		V2	速限區 Zone 內機車之平均自由速率（公里/小時）
		V3	速限區 Zone 內大車之平均自由速率（公里/小時）
	Type 47	V1	從 Node 進入路網時小車之平均自由速率（公里/小時）
		V2	從 Node 進入路網時機車之平均自由速率（公里/小時）
		V3	從 Node 進入路網時大車之平均自由速率（公里/小時）

本期於建置系統時以車輛產生、車輛運動模式、及變換車道三大架構進行開發構建，構建之邏輯步驟如下所述：

一、車輛產生

(一) 參照 Gen 1 之步驟，檢查各節點中車輛產生內容

1. 檢查所有節點，須從 600 開始
2. 該點車輛在內外節線 F-30

   if 內側 Iget -2

   else Iget = 1
3. 判斷流率 <0.1 → F-30
4. 判斷目前 SI 是否為該 IP 的第一個 SI

   if yes
5. 計算該 IP 應該產生車輛數

註：SI = simulation interval、IP = simulation period

(二) 計算產生車輛- Desire 2

1. 功能說明
   (1) 訂定可用車道數(包括專用道、慢車道、HOV)
   (2) 各車道需求
   (3) 大車、機車分配至車道
   (4) 小車分配至車道
   (5) 目前 IP、車種、方向應進入各車道之數量
2. 計算步驟
   (1) 車種 1~6 ITY
   (2) 方向 1~16 ITU
   (3) (ITY, ITU) 組合
   (4) Kmain(ITY, ITU) = 0
   (5) Idmain(ITY, ITU, N) = 0 ,N =1~6 #*此為車道*
   (6) QTO(Lane, ITY, ITU) = 0
   (7) 判斷 Vehp(Node, Iget, IP,ITY) = 0

      if 公式 no
   (8) 判斷 pturn(Lkout(Node, Iget), ITY, TIU)<0.01

      if no

(9) Kgroup(Lkout(Node, Iget) += 1

(10) 設定 ITY, ITU 編號

(11) Kuse(Lkout(Node,Iget,Lane)) = 1or 3

if yes #非專用車道

(12) Iuse(Lkout(Node, Iget, Lane, ITY)) =1

if yes #該 ITY 可用之車道

(13) Do ITU = 1~16

(14) Qto(Lane,ITY, ITU) += Flow(Node, Iget, IT) * 0.01 *

(15) Vehp(Node, Iget, IP, ITY) *pturn(Lkout(Node, Iget, ITY, ITU))

(16) Qtotal += QTO(Lane,ITY, ITU)

(17) 計算 kmain(ITY, ITU)

(18) 計算 Demand += Flow(Node, Iget, IP)* Vehp (Node, Iget, IP, ITY) * PCE(ITY)

(三) 計算車輛進入狀況-Arrival

1. NTOGen (Node, Iget, Lane) 2. *#應產生車輛數* 3. 判斷 Ngen(Node, Iget, lane) = NTOGen 4. 計算 TLast 5. 計算 Ahead 6. 計算 Head, Thold 7. 計算 Ragg *#車輛屬性* 8. 計算 Allow 9. 設定車輛進入時間	Ahead = 1*(ITB *#IP 的 SI 數* * Delta *#SI 長度* – Tlast(Node, Iget, Lane)) / 1* NToGo(Node, Iget, Lane) *#尚未產生之平均車距* Tlast(Node, Iget, Lane) = ITB * Delta *#已全部產生完畢* Head = Ahead *(0.97951 – 0.22926 * Alog(1.33045 / (R +0.14605)-1)) *#R 隨機變數(0~1)* Thold = Tlast + Head *#進入時間* Ragg(Node, Iget, La) = 1-R Allow = ITB * Delta – 1.5 – (NToGo(Node, Iget, Lane)-1) * Tmin ***if*** Allow < Tlast(Node, Iget, Lane) +1 Allow = Tlast(Node, Iget, Lane) +1 ***else*** Allow = ITB *Delta – 0.2

(四) 車輛進入值計算-Enter

1. ITY = Min (kind 2 (Node, Iget, ID), 3) 車種 1(小車)、2(機車) 、3(所有大車，包括單體、半聯結車、全聯結車、公車)
2. HHD = THold – TLast
3. 判斷 THold ＞ Delta(0.5 秒) × IT
4. 判斷 THold ≥ Delta × (IT – 1)

   if Yes

   DTT = THold – Delta × (IT – 1)

   if No

   DTT =0

5. x_1 = 最後一車位置、car_1 = 最後一車車長、v_1 = 最後一車車速
6. x_1 < 70 ft & v_1 < 20 ft/s

   if yes → Nogood = 1

7. $x_1 - car_1$ – DS + DTT × v_1 < –2 × vstar (Node, ITY) 自由流速

   or Nogood = 1

   if yes 換車道(X)

8. vvfree = vstar + (Node, ITY) #F-46 #不塞, 原車道
9. 判斷 Nveh (Lkout (Node, Iget), ID) = 0

   if yes → khold = 0, Ifree = 1, v_{max} = vvfree, xposit = 0 → Part C

   if no

此時若走向 Part C，則進入以下流程邏輯

(五) Part C

1. ITY = IVTPE (Lkout, ID, Nveh(ID))

   讓車道最後一車車種進入

   Fuel (Lkout (Node, Iget)), Nveh(ID) = 0

   Kaim = Nveh(Lkout( ), ID)

   if kaim = 0

   else DS = 6 ft *#非機車*

   $x_p = x_1 - car_1$ – DS

   if x_p < – 1500, khold = 1, v_{max} = –10 *#等候*

   else xposit = x_1 – 0.8 × v_1 – 2

2. 此時則需進行到達時間(進入)參數設定 Enter 2，包括

停等延滯 = 0

靠站時間 = - 999

最接近平原區 = 1

非變換車道 = 0

耗油量 = 0

…等內容，設定完成後以此循環回到 step1 中。

假設上述流程中走向 ***if*** no，則從 Kaim = Nveh(Lkout( ), ID)開始進入流程邏輯。以此設定完成後以此循環回到 step1 中，直到所有車輛均進入路網中並完成各車種相關設定。

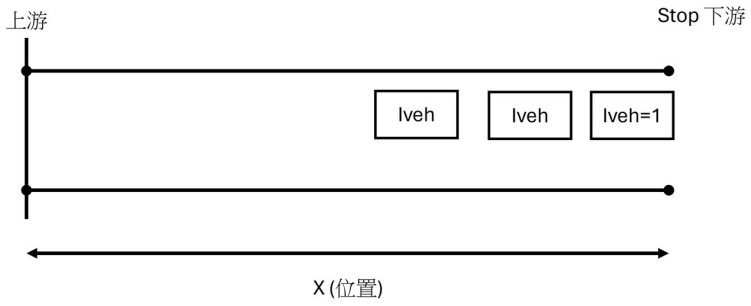
二、車輛運動模式

(一) 參照 Regu(set.16 p11)_0

1. 第一IT^{th} $SI \rightarrow (IT-1)*Delta \sim IT*Delta$

exp. 第 5 $SI \rightarrow 4*0.5 = 2$ 秒 $\sim 5*0.5 = 2.5$ 秒

2. 節線 Link 車道 Lane, 車輛 Iveh



3. if Ipro(Link, Lane) =1, 代表已被分析

(二) 參照 Motion(set.11, p.10)Part. A

Part.A-1

1. If Icont(Link, Lane) =5 → 匝道儀控

then if lane >Nlane(link)

→lane 為附屬車道

if Icont(link, lane) = 1 無控制 (Part 3)

then if

IDount(link) = 1, 離開路網的路段

if Iveh ≤ Ifront, 如果車在前排 (Ifront 根據 Row1()計算該車道有多少車)

then 自由流

else 須跟車

call Ahead(尋找前車)

else 路網中路段

IDout(link) ≠ 1

if Xlen(link) - X(link, lane, Iveh)≤ 8* Vfree(link, lane, Iveh)

Icase=2 (接近路口停止線，改為轉向速率(暫不考慮轉向))

D = Xlen(link) -X(link, lane, Iveh)+DLILL2(link, lane)

D→Turning 用(根據轉向調整加速率)

Block = -1

KREDON = 0

Call Ahead9() (找前車)

Part.A-2 (Ahead9 內容)

2. Bagg = Agg(link, lane, Iveh) //該車冒險性指數

Istop = 0, Jahead = 0

if Ivtype(….)≠2(非機車，目前不處理機車)

if Iveh = 1, if Icase = 2 → yes →call aheaddux2

↓ No

else if vehL(….) >10

Jahead = Iveh -1 //跟著前一部車

else (因為是機車就先不管)

call ahead du*2

if Jahead = 0 , 免跟車，return

else Jhead > 0, 跟車同車道

else Jhead < 0, 跟車在下游節線

ID = Jhead // 前車編號

Lkto = Link

Lato = Lane

Call oldxv(Lkto, Lato, ID, Icase) //找出該車在該時間起始時的狀態

Dis = oldx1 = vehl(link, lane, ID) – gappx – x(link, lane, Iveh) //找出該車與前車之間距

Call Movecut(ID, Dis, Iflow) //當車輛在停等車隊中，若前車移動，則後車依照與前車距離判斷是否啟動

// Movecut

If (Ivtype() /= 2) //非機車

If (x(link, lane, iveh) <= xlen(link)) then

DD = XLEN(LINK)-X(LINK,LANE,IVEH) //車輛距離停止線的距離

If DD > 150 XCUT=(2.5-AGG(LINK,LANE,IVEH))

If DD > 800 XCUT=(2.5-AGG(LINK,LANE,IVEH)+0.001*(DD-150))*1.25

Else XCUT=(2.5-AGG(LINK,LANE,IVEH)+0.001*(800-150))*1.25

Else XCUT=(2.5-1.5*AGG(LINK,LANE,IVEH))

If Dis >= XCUT then Iyes = 1

Else A(link, lane, iveh) = 0, V(link, lane, iveh) = 0

(三) 參照 Motion(set.11, p.10)Part. B

1. Lane = 1~Mall(link), Ipro(Link, lane) = 1(沒有車就換下個車道)
2. If Nveh(link, lane) = 0
3. I = 1~Nveh(link, lane) , for 全車輛在車道

   OV = v(link, lane, I) - A(link, lane, I) * Delta(該 SI 之速度變化)

   OX = x(link, lane,) - (OV * Delta + 0.5 * A(link, lane, I) * $Delta^2$
4. (Basic set.3, P.26)

   Amaxc, 曲率半徑下的最大加速率

   Amax1, 坡度、坡長、阻力(Air)、摩擦、車輛 Att 之最高加速率

   Amax9, 平值路段之最高加速率（速率，車種，路型）

   Oldx x

   Oldv (link, lane, Iveh) =v (link, lane, Iveh)

   OldA A

   判斷是否自由流（Call dasify）(暫放)
5. (Accmax)

   vv = v(link, lane, Iveh)/ 3.28*3.6

   kk = Min(Ivtype, 3) 1：小車 2：機車 3：大車

   Ry = Agg(link, lane, Iveh) 該車冒險性 index

   if kk = 1

   if vv ≤ 8

Ajax = 1.2606 + 0.6822/(ItEXP(-(vv-1.5905)/ 2.5868))

else

Amax = 3.3722- 3.09568/ (ItEXP(-(vv - 9.5425)/18.278))

Amax = 0.8* Amax

BM = 1.001 - 0.16067 *Alog(1.08944/0.0824 + Ry)-1)

Amax = 3.28 + BM * Amax

6. A(link, lane, Iveh) = Amax
7. min(Amax1, Amax, Amax9)
8. vv = v(link, lane, Iveh) + Amax*Delta
9. xx = x + (vv - v) * Delta / 2

For all Nodes(1~Nodes)

For all legs(1~8)

win(N, LG, 1) =0

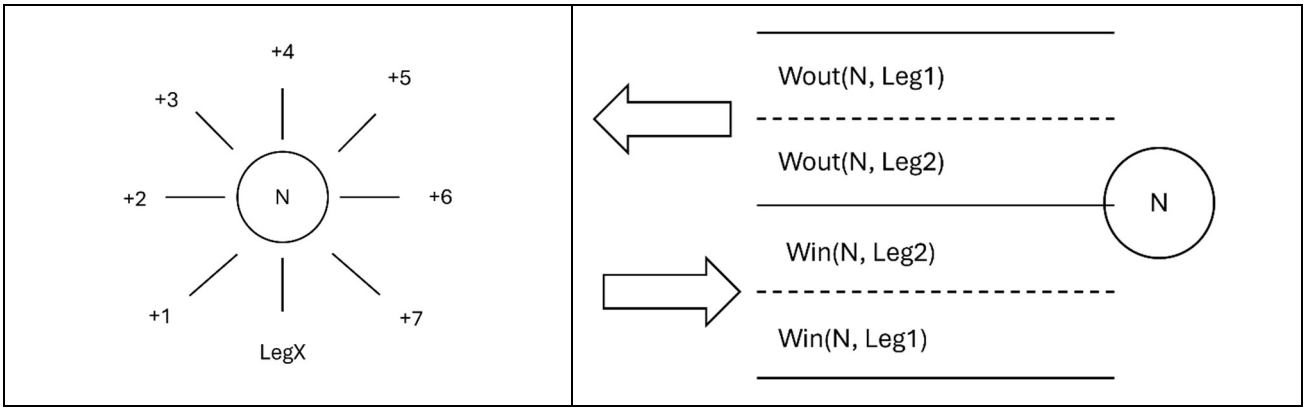
win(N, LG, 2) =0

wout(N, LG, 1) = 0

wout(N, LG, 2) = 0

If LegLk(N, LG, 1)>0

win(N, LG, 1) = win(N, LG, 1) + RNLane(LegLk, LG, I)



(四) Output 以流率、平均旅行速率為主，包括以下內容

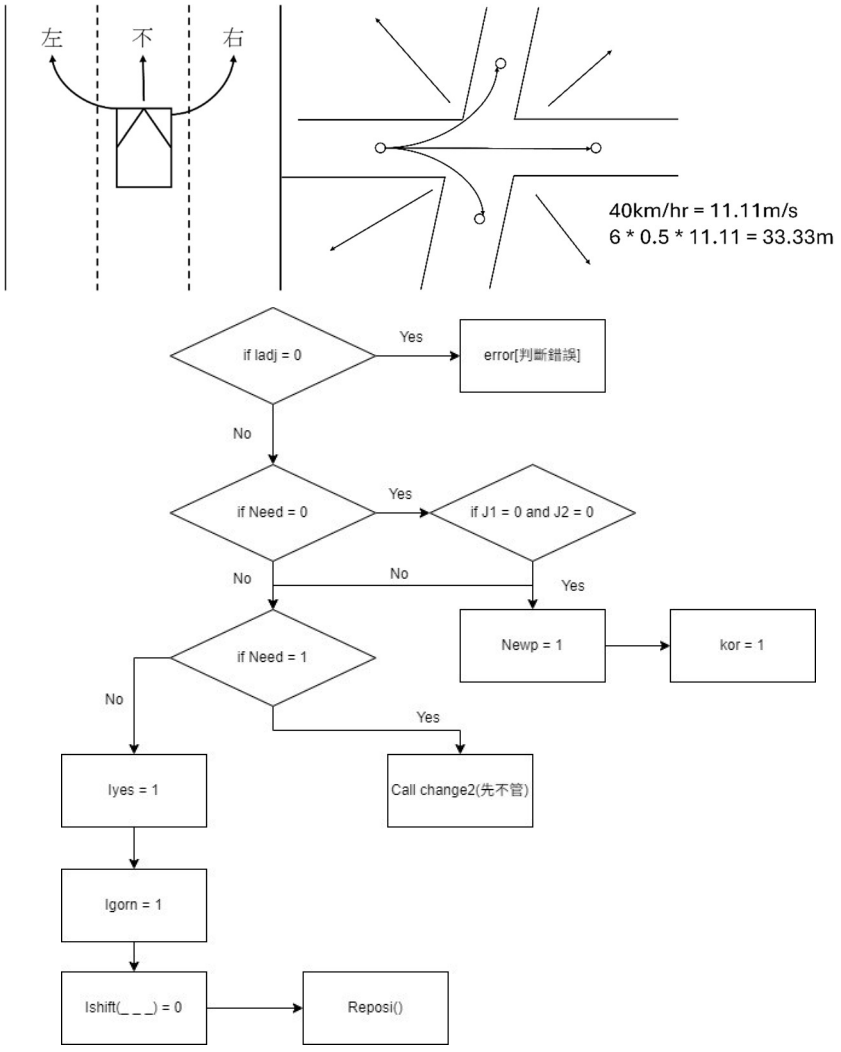
Link	Lane	流率 (vph)	平均旅行速率 (km/hr)
1			
	1	300	25
	2	200	35
	3	500	32

1. 流率(Flow)、離開 Link, Lane 車輛數(vph)→(分車種)

2. 速率(sus)、長度(link, lane) /平均旅行時間(km/hr)→(分車種)

三、變換車道

(一) 參照 Lshift 1 (Set. 10)



(二) 概念

Idir	參數值	變換車道時，需進行車輛所處行駛車道的判定				
	0		不			移
	1	須			右	移
	2	須	左			移
	12	須	左		右	移
	-1	可			右	移
	-2	可	左			移
	-12	可	左	不	右	移

(三) 判斷過程

1. 如果未進入路段，離開 fun

   if (x(link, lane, Iveh)) <0 and

   LK(Origin) ≠ 1

   then Idir =0, return；

2. if ((x(_ _) <6 * *vfree*(_ _)) and

   LK(Origin) = 1)

   then Idir =0, return；

3. if (Lkturn(Link) = 1 and Kout(link)= 1 無號誌)

   then Idir = 0, return；

4. ITY = Ivtype(_ _ _)車種

   ITu = Iturn(_ _ _)行車方向

   Slopx = abs(slop) 絕對值

   Must =0, 非強迫變換

   Idir = -12, 假設左，不，右皆可

   Mexclu = 0, 不使用保留車道

   MHOV= 0, 不使用 HOV 車道

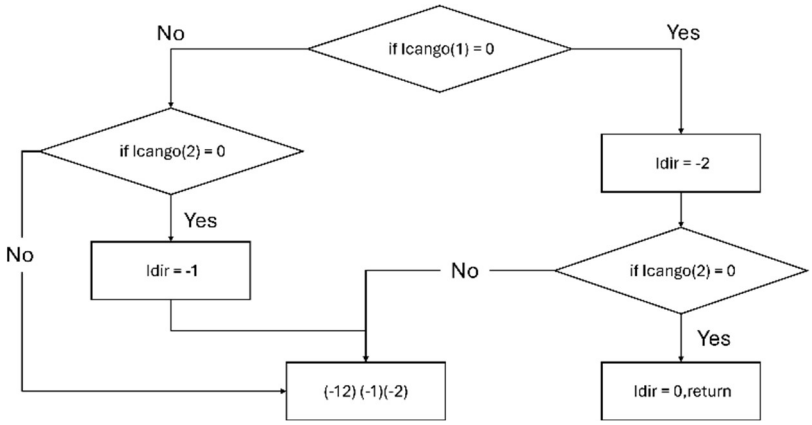
   xlimit = xlen(link) + 300ft

   Igoin = 0, 未進入任一車道

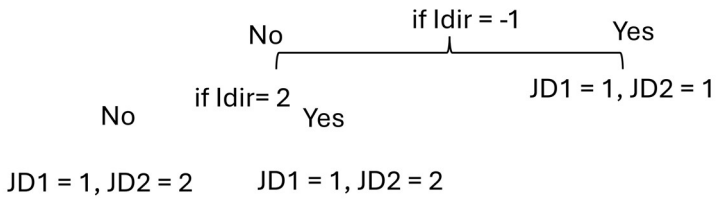
5. call Adjacent(1)找右側 車道

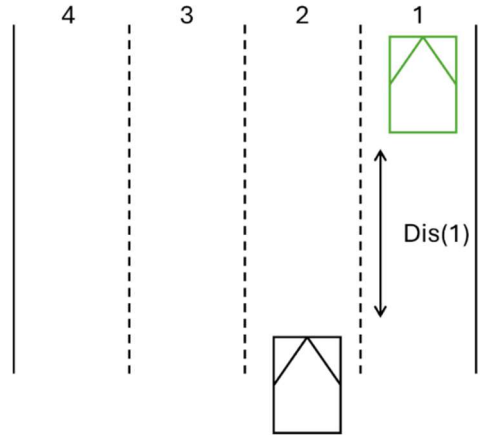
   call Adjacent(2)找左側 車道

6.



7. 參照 Lshift1, p. 31



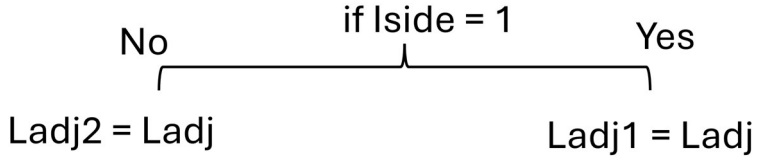


8.

右 LaneID	Tx 秒後右側前車與 Iveh 距離	假設右 lane 非自由車流
Ladj1 = 0	Dis(1) = -99999	kfree1 = 0
Ladj2 = 0	Dis(2) = -99999	kfree2 = 0

9. side = JD1~JD2

Ladj = Icango(Iside) 左(右)LaneID

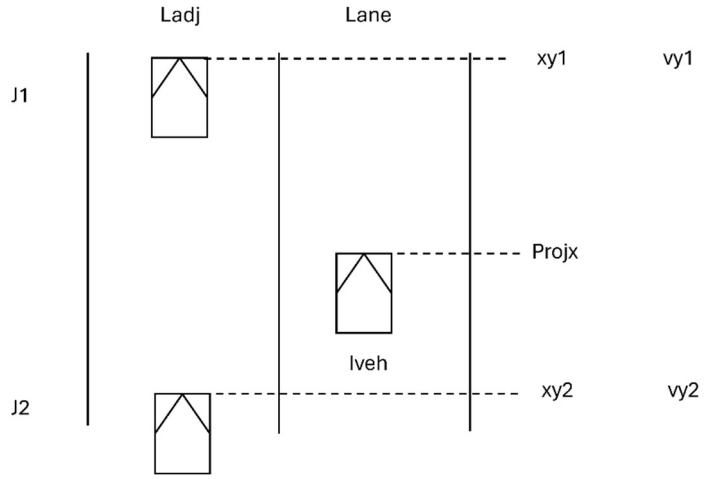


call change2(xy1, vy1, xy2, vy2)

(1) x(_ _ _)SI 起始位置

(2) projx, prov 與 J1,J2 相同時間的{位置, 速率}

(3) 如果 NO J2, xy2 = x(_ _ _)-5000ft, vy2 = 0ft/s

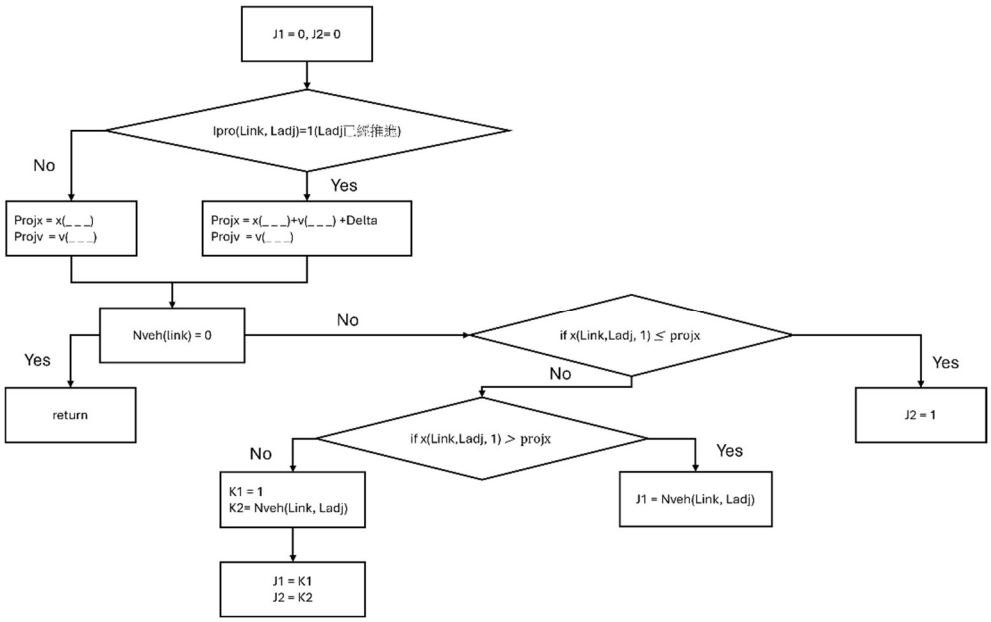


(4) if　Ladj 無車

xy1 = x(_ _ _)+ 5000ft、vy1 = 999ft

x1 = xy1, v1 = vy1、can1= 16

x2 = xy2, v2 = vy2



(5) if J1>0

xy1 = x(link, ladj, J1)、vy1 = v(_, _, J1)

x1 = xy1、v1 = vy1

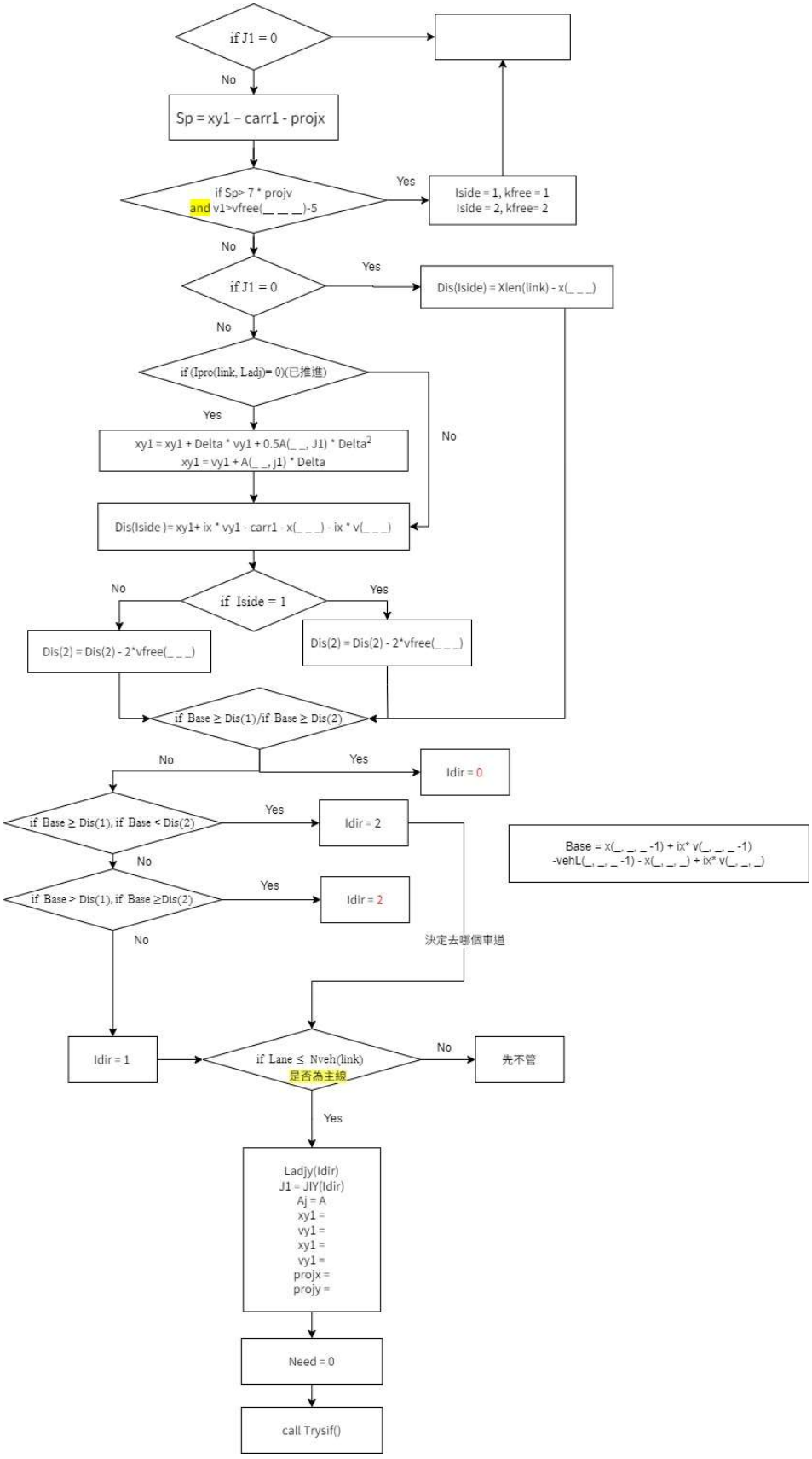
carr1 = vehL(link, ladj, J1)

(6) else

x1 = xy1、v1 = vy1、carr1 = 16

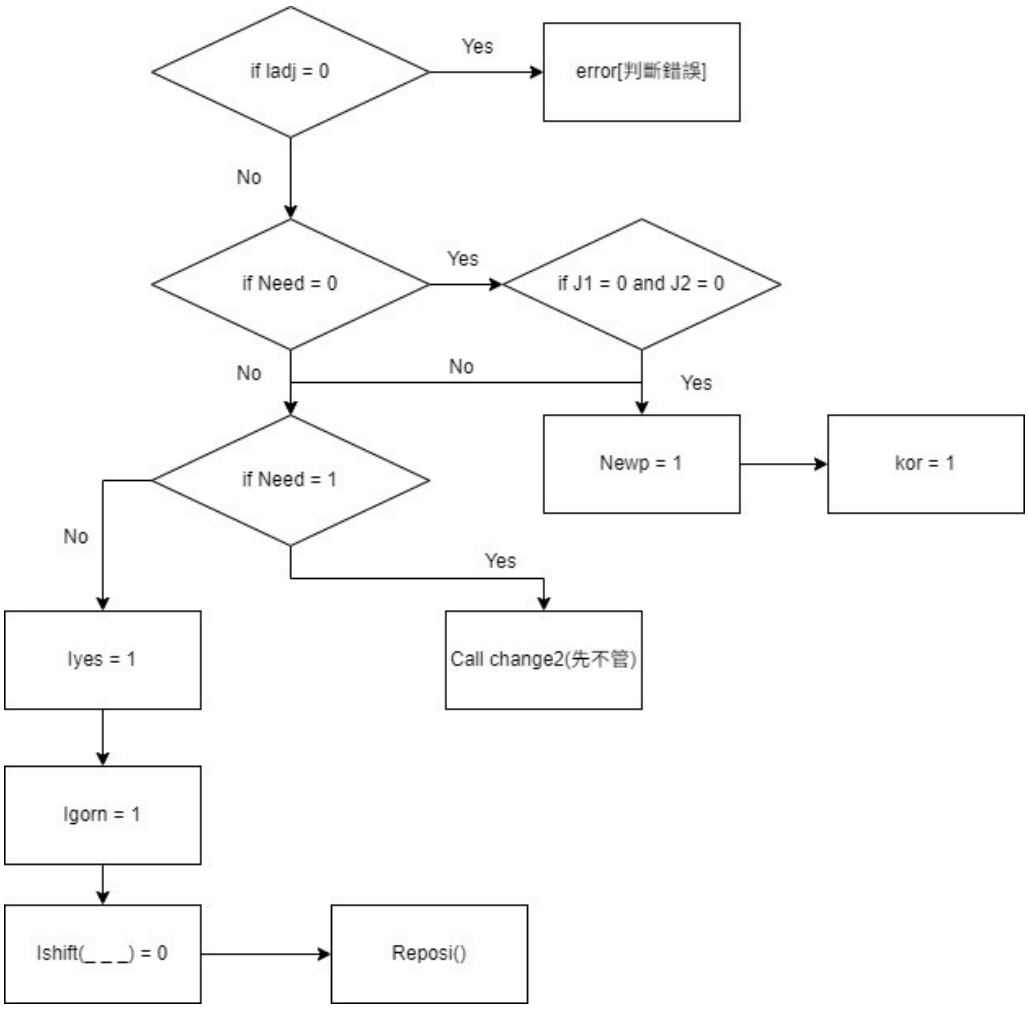
(7) if J2>0 1→2

10.


if J1 = 0
No
Sp = xy1 – carr1 - projx
if Sp> 7 * projv
and v1>vfree(_ _ _)-5
Yes
Iside = 1, kfree = 1
Iside = 2, kfree= 2
No
if J1 = 0
Yes
Dis(Iside) = Xlen(link) - x(_ _ _)
No
if (Ipro(link, Ladj)= 0)(已推進)
Yes
xy1 = xy1 + Delta * vy1 + 0.5A(_ _, J1) * Delta2
xy1 = vy1 + A(_ _, j1) * Delta
No
Dis(Iside)= xy1+ ix * vy1 - carr1 - x(_ _ _) - ix * v(_ _ _)
No
if Iside = 1
Yes
Dis(2) = Dis(2) - 2*vfree(_ _ _)
Dis(2) = Dis(2) - 2*vfree(_ _ _)
if Base ≥ Dis(1)/if Base ≥ Dis(2)
No
Yes
Idir = 0
if Base ≥ Dis(1), if Base < Dis(2)
Yes
Idir = 2
Base = x(_, _, _ -1) + ix* v(_, _, _ -1)
-vehL(_, _, _ -1) - x(_, _, _) + ix* v(_, _, _)
No
if Base > Dis(1), if Base ≥Dis(2)
Yes
Idir = 2
No
決定去哪個車道
Idir = 1
if Lane ≤ Nveh(link)
是否為主線
No
先不管
Yes
Ladjy(Idir)
J1 = JIY(Idir)
Aj = A
xy1 =
vy1 =
xy1 =
vy1 =
projx =
projy =
Need = 0
call Trysif()

(1) Ichan = 0, Kor = 0, Igoin = 0, Idone = 1

(2)



4.3 使用者介面功能規劃及操作說明

在進行系統介面設計前，需先就使用者需求和期望進行了解，進一步確認目標使用者的需求、偏好和期望，以確保介面設計能夠有效地滿足他們的需求。故收攏第一年期計畫中各方專家意見進行探討並將其納入設計中，以下針對整體介面設計前之雛型呈現、設計原則及檢視現有 HTSS 架構下進行重新規劃等內容進行說明。

一、系統介面設計

過去 HTSS 主要以命令提示字元版為主，或者作為 THCS 系統裡的功能模組呈現現今大家常接受的視窗化形式，故本計畫在系統開發中，為了讓使用者容易建構道路模擬環境，先透過 Figma 向量圖形編輯器和原型設計工具，設計系統介面雛型，並確認每一個功能畫面所將使用之子功能項目及操作方式，後續再針對系統介面雛型進行系統開發。

本計畫選擇 Figma 作為系統介面雛型開發工具，因 Figma 為一款視覺化的線上設計工具，同時具備跨平台支援，集結各種常用的設計功能，包括具備豐富的圖標和素材庫，可編輯元素、建立向量圖形及交互原型等，提供一個協同創作的平台。主要特點說明如下。

(一) 即時協作編輯：Figma 的最大特性之一是即時協作功能，讓使用者可以同時在同一個設計畫面上編輯，實現即時的編輯更新功能，使得協作變得更加靈活和高效。

(二) 具備豐富的線上設計工具：Figma 提供了豐富的線上設計工具，包括可繪製向量圖形、編輯文字、圖層管理等功能，讓使用者能夠在同一個平台上完成所有的設計任務，無需切換到其他應用程式。

(三) 跨平台使用：Figma 支援 Windows、Mac、Linux 等不同操作系統，使得不同使用者可以使用最熟悉的系統進行設計。

(四) 自動保存和版本控制：Figma 具備自動保存及版本控制功能，可查看並還原之前的設計版本，提供優良的管理及追踪變更能力，有助於設計的一致性和完整性。

(五) 原型和交互設計：Figma 內建具備原型設計工具，可以在同一平台上完成整個設計和原型的過程，有助於設計者和工程師開發系統間的橋梁，藉此展示設計流程和互動效果。

(六) 安全性和隱私：Figma 強調安全性和隱私保護，通過 SSL 加密保護數據，並提供高級權限控制，確保設計數據得到有效的保護。

綜合上述 Figma 使用特點提供使用者一個整合協作和共享的平台，使得系統於介面設計工作方面更加流暢、協以及靈活，促進系統開發間可達無縫合作之特性。因此針對系統介面，本計畫以 Figma 工具進行雛型設計，其設計過程如圖 4.3.1 所示。

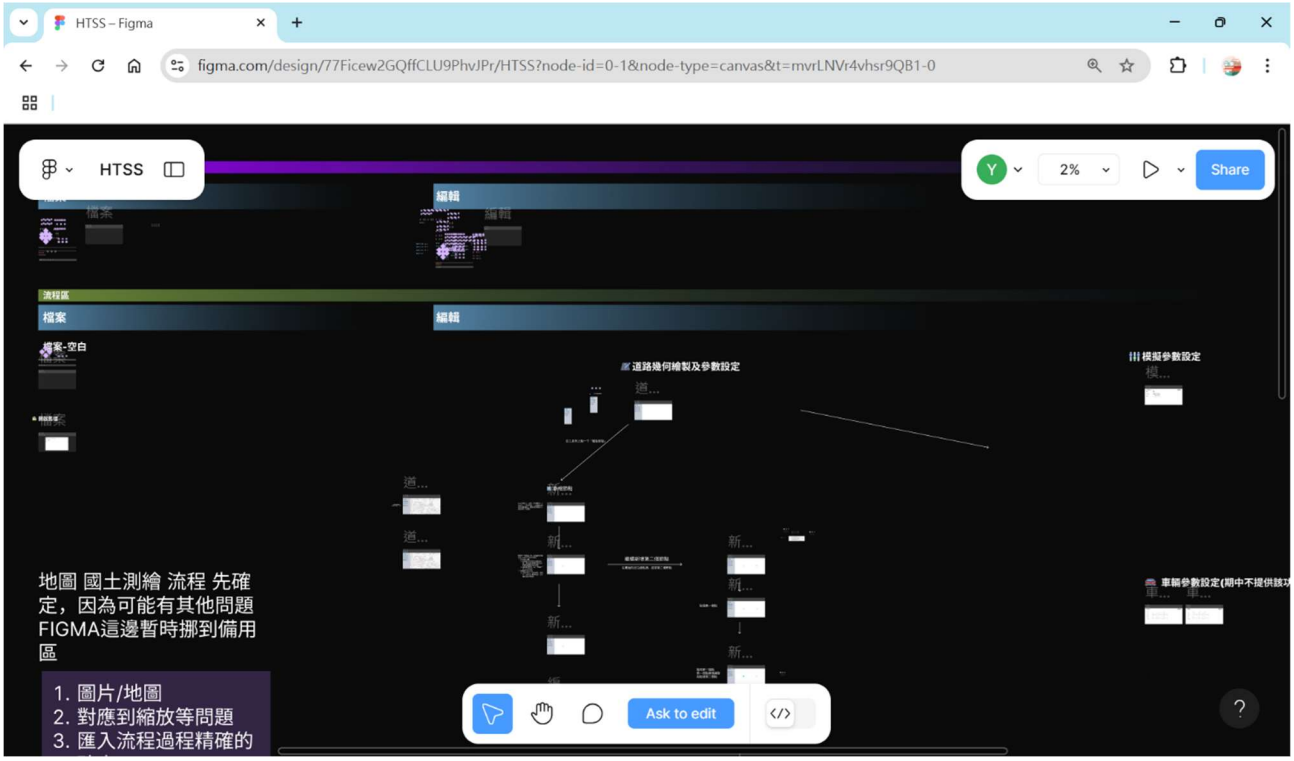


圖 4.3.1 以 Figma 工具進行雛型設計

二、介面設計原則

本計畫系統中將以單機版系統進行開發，而其介面設計除了透過前述所提之 Figma 工具進行雛型設計，另外需要考量它直接影響使用者的體驗和系統的易用性。後續設計規劃與開發時即照此原則進行，亦同時呼應前期需求調查結果，以及需求座談會等實務上之經驗，利用一個直觀、易用、一致且美觀的使用者體驗，以最大程度地滿足使用者的需求和期望，以下就單機版系統介面設計的原則進行說明：

(一) 簡潔性：保持介面簡潔，避免過多的元素和資訊，以免使使用者感到混亂和不知所措。僅顯示使用者所需的基本功能和資訊。

(二) 一致性：確保介面的元素和操作在整個系統中保持一致，包括按鈕樣式、導航結構、色彩選擇等。這有助於降低使用者學習新功能的成本。

(三) 易學性：設計介面時考慮到新用戶的學習曲線，使介面操作直觀且易於理解。提供清晰的標籤、指示和提示，幫助使用者快速上手。

(四) 可導航性：確保使用者能夠輕鬆地導航和切換介面中的不同區域和功能。提供直觀的導航結構，例如清晰的菜單、頁籤或按鈕。

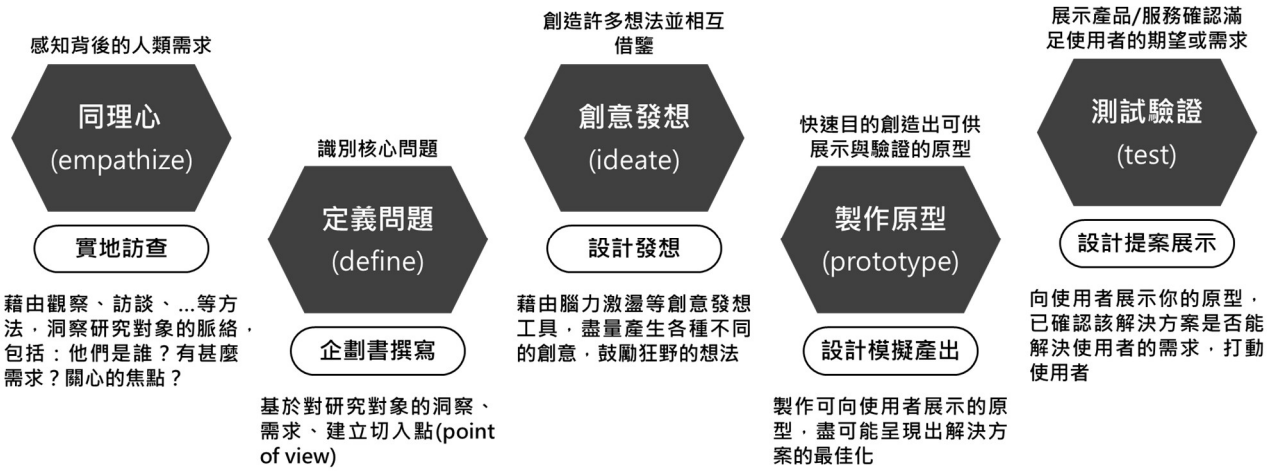
(五) 可用性：確保介面對於所有用戶都可使用，包括生理或知覺上有障礙的用戶。遵循無障礙設計原則，例如提供鍵盤快捷鍵、適當的對比度、清晰的字體等。

(六) 反饋機制：提供即時的反饋，以幫助使用者理解其操作的結果。例如，在提交表單後顯示成功或失敗的消息，或者在進行長時間操作時顯示進度指示器。

(七) 安全性：確保介面設計符合安全要求，例如避免使用明文密碼輸入框、保護用戶的個人資訊等。

(八) 測試和改善：透過不斷測試和介面改善，以確保其符合使用者的需求和期望。收集使用者建議，並根據建議進行調整和改進。

在介面設計上，則參考美國知名設計公司 IDEO 創辦人—David Kelley 所提及之「設計思考」，包括同理(Emphathize)→定義(Define)→發想(Ideate)→原型(Prototype)→測試(Test)等 5 個步驟，如圖 4.3.2 所示，不斷的反覆測試與回頭修改後，可以更有效率的設計出更貼近使用者需求的產品。



資料來源：[11]

圖 4.3.2 設計思考的步驟

三、系統架構規劃

HTSS（Highway Traffic Systems Simulation）是一款針對交通模擬設計的離線單機軟體，主要應用於道路交通系統的模擬與路網管理。HTSS 的主要目標是通過圖形化的介面和多樣化的功能模組，讓使用者能夠輕鬆進行交通流量的設計、模擬和分析。系統的核心設計理念是簡化操作流程、提升使用體驗，並提供多格式的模擬結果輸出，以便於數據分析和報告。

故在設計 HTSS 系統時考量交通模擬的專業需求和操作的便捷性，並採用一系列技術手段來確保模擬結果的可靠性與準確性。以下是系統的幾個關鍵設計原則：

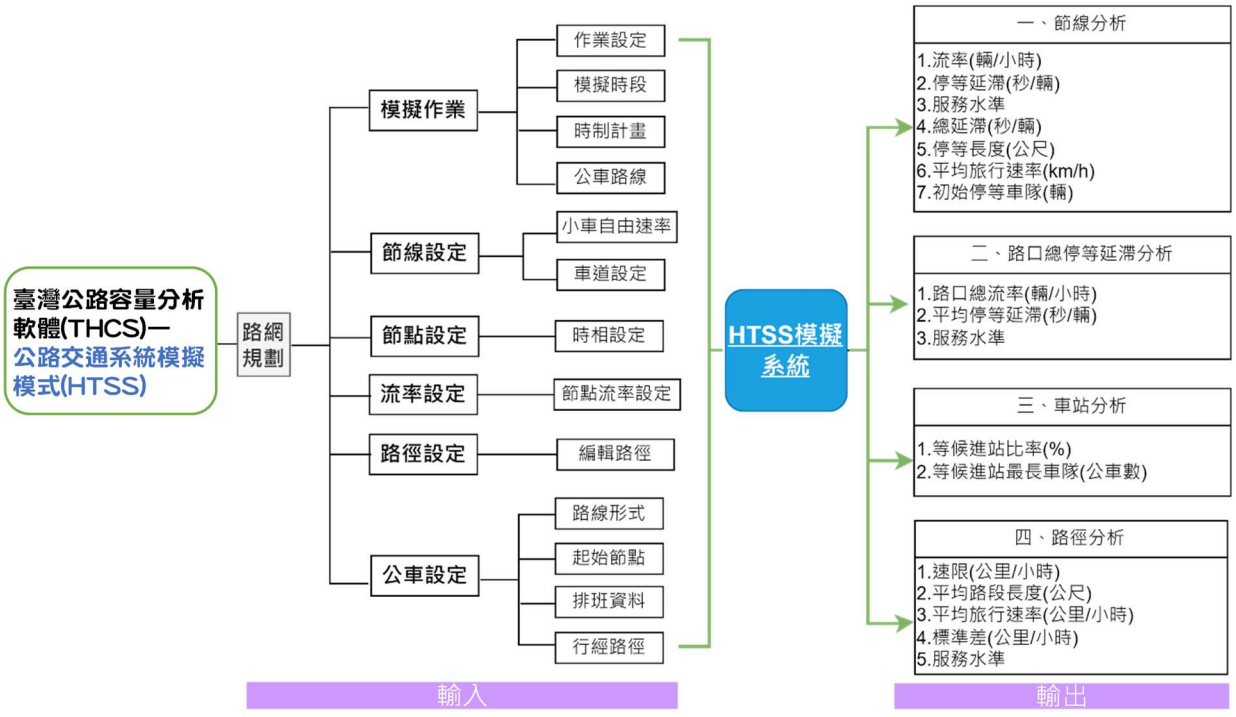
(一) 高效易用的操作介面：HTSS 透過視窗化的頁籤切換和圖形化的操作介面，減少了複雜的操作步驟，使得即便是非專業使用者也能快速上手。

(二) 多重參數設置選項：系統支持豐富的參數設置，包括時間段、車流類型、車道數量等，以滿足不同的模擬需求。此設置靈活且具有高度擴展性，能應對多樣的交通情境。

(三) 模擬真實性與隨機性平衡：HTSS 通過亂數種子生成，確保模擬結果在多次運行中保持穩定，同時維持適度隨機性，使模擬更接近真實場景。

(四) 數據可視化輸出：HTSS 的 Excel 格式導出和未來的視覺化功能，使得模擬結果更具分析價值，並易於整合至其他分析報告中。

另本計畫在進行新介面開發時，先依據現行 HTSS 中所提供之功能進行逐一檢視與彙整確認整體資訊架構，瞭解各項功能中所包含的模擬內容及各項參數，藉以進行後續整體功能架構規劃，每一個功能是一個節點，事先預想有什麼運行的功能要建立，需要得到什麼資訊才能讓功能運轉，方便事先告知後端工程師準備適當的API。現行於臺灣公路容量分析軟體(THCS)中之公路交通系統模擬模式(HTSS)子軟體架構彙整如圖 4.3.3 所示。



資料來源：本計畫彙整

圖 4.3.3 現行 THCS 之 HTSS 子軟體整體架構

此外，對使用者而言，新版 HTSS 模擬系統應具備友善操作的介面設計，且具有視覺一致性之感受。本計畫則是將既有架構整體打破，考量透過一站式的操作快

速完成各項設定後即可進行模擬，一套模擬核心適用於所有模擬所需，另透過工作會議及專家學者會議後研擬新的架構，故在系統功能設計 HTSS 系統包含四個核心功能模組，檔案管理「檔案(T)」、編輯功能「編輯(E)」、模擬執行「執行(A)」與結果輸出「輸出(P)」。且採用視窗式的離線單機架構，提供全面的模擬參數設定、路網編輯、模擬執行和結果輸出功能，並支援 Excel 格式的數據導出，以便使用者後續可進一步的數據分析與共享。以下為各模組的詳細功能說明：

(一) 檔案管理模組

檔案管理模組是 HTSS 系統的起始介面，主要負責模擬檔案的創建、開啟和初始參數設定，功能包括：

1. 新建檔案與開啟檔案：系統預設顯示「空白頁面」，使用者可選擇創建新檔或開啟舊檔以繼續先前的模擬。開啟後，系統直接引導至參數設置頁面。
2. 模擬參數設定：進入系統後，使用者需進行一系列初始模擬設定，以確保模擬過程的精確性和一致性。包括：
   (1) 模擬作業次數：設置模擬運行的重複次數，有助於得到不同模擬結果的平均值，進行更穩定的分析。
   (2) 單位時間設定：設定模擬單位時間，根據交通需求調整模擬時間間隔，以便精確計算交通流量。
   (3) 亂數種子生成：通過設定隨機數種子，確保模擬結果在不同運行次數下的隨機變量穩定，增加模擬的真實性。
   (4) 模擬時段設定：針對特定交通高峰或低谷期設置模擬時段，便於針對性分析。

(二) 編輯功能模組

編輯功能模組是 HTSS 系統的核心組件，主要用於設置並優化交通路網配置。編輯模組結合圖形化的路網繪製和參數設置，提升使用者的操作體驗和編輯效率。具體功能如下：

1. 路網繪製與設置：系統提供視覺化編輯介面，允許使用者構建交通網路模型，並添加、刪除、編輯各種節點與節線。
   (1) 節點設定：系統支持設置節點的座標位置和類型（例如交叉路口、號誌化路口等），並可以定義每個節點的交通行為（如等待時間、車流方向）。
   (2) 節線設定：使用者可對節線進行參數化設定，包括車道數、道路長度、

限速等，以模擬不同道路條件對交通流量的影響。

(3) 顏色標記與狀態追蹤：在編輯過程中，系統會自動以顏色標記節點和節線的狀態，未完成的編輯會顯示特定顏色，已完成的則會更新顏色，方便使用者追蹤進度，並確保編輯的準確性。

2. 車輛與駕駛行為參數設置：為了模擬真實交通情況，HTSS 支援車輛參數（例如車輛類型、速度範圍）和駕駛行為（例如加速/減速規則、車道變換行為）設定。這些參數暫置於後端處理，未開放於前端直接設置。
3. 模擬時段內車種分配：系統可分配不同比例的車種在特定模擬時段出現，以反映不同行駛需求和交通狀況，例如尖峰時段的小客車流量比例等。

(三) 模擬執行模組

編輯完成後，使用者可進入模擬執行模組，系統將根據設定的路網和參數進行模擬，並提供運行時的控制和監控功能。此模組具備的功能包括：

1. 模擬啟動與運行：使用者完成所有設置後可點選【執行模擬】啟動模擬過程。系統將記錄模擬過程中的各種數據，包括交通流量、平均等待時間、車輛運作情況等。
2. 模擬中止與調整：如果在模擬過程中發現設定需調整，使用者可隨時點選【停止模擬】暫停模擬，進行設定修正，然後重新執行模擬。
3. 模擬結果即時反饋：系統會提供模擬的即時反饋數據，讓使用者在模擬後查看數據結果，以便快速調整和優化。

(四) 結果輸出模組

模擬完成後，系統將引導使用者進入結果輸出模組，提供多樣化的模擬數據輸出方式，以便於後續的數據分析與報告製作。此模組的主要功能包括：

1. Excel 格式導出：相比以往僅提供純文字文件的格式，新一代 HTSS 支援 Excel 格式的數據導出。Excel 文件中包含完整的模擬數據和地圖內容，以便於進一步數據處理、篩選。
2. 圖形化數據展示：未來版本可能增強數據視覺化功能，包括提供壅塞熱圖、車流趨勢圖等，以幫助使用者深入分析交通數據和做出視覺化之報告。
3. 模擬參數報告：輸出文件包含所有模擬過程中所使用的參數和設置，方便使用者進行記錄和未來比較分析。

資料來源：本計畫彙整

圖 4.3.4 新一代 HTSS 整體架構

四、使用者介面功能規劃及操作步驟

主要提供視窗式的離線版單機軟體，包含檔案、編輯、執行、輸出等功能，並依序依照不同的功能對應產出相關介面；其設計原則依照原有 HTSS 軟體功能進行各項表單建置，提供 Excel 檔案格式的輸出報表，主要簡化操作步驟，以頁籤方式切換功能為目標，另可開啟地圖提供路網編輯時參考之定位點，相關畫面說明如下。

(一) 主畫面（初始畫面）

分成功能工具列、參數設定區、編輯區等三大塊，「功能工具列」包含檔案、編輯、執行、輸出等功能；「參數設定區」則依照使用者編輯完虛擬路網後針對選取的節線輸入道路名稱，後則針對該節線進行各項設定等內容，以頁籤的方式進行切換；「編輯區」則提供使用者進行欲模擬之路網進行節線、節點之操作。而當使用者一進入系統時，則隨即開啟「檔案」功能畫面，供使用者做下一步動作選擇，此時預設「空白頁面」，使用者可選擇開新檔案或開啟舊檔。系統初始畫面如圖 4.3.5 畫面所示。

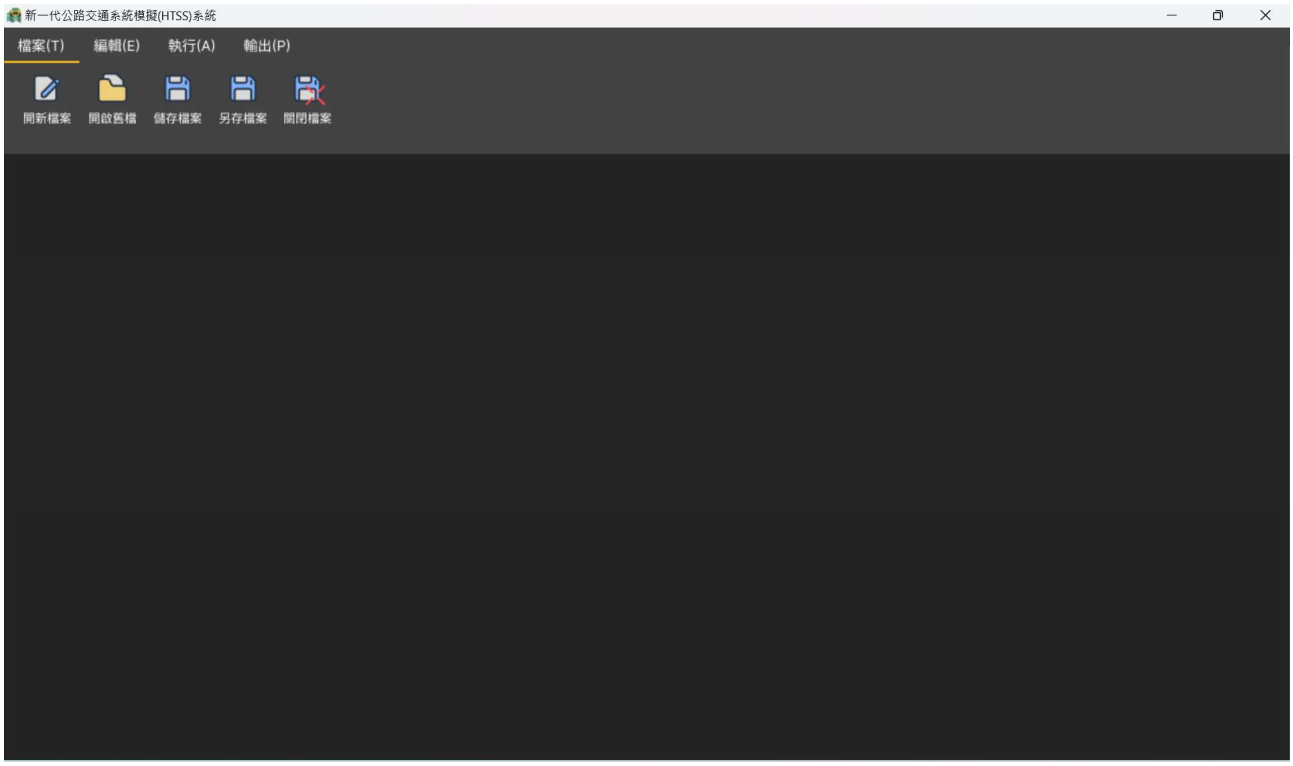


圖 4.3.5 新一代 HTSS - 系統初始畫面

(二) 檔案(T)

使用者選擇開啟舊檔時可從電腦指定位置中開啟(如圖 4.3.6)，開啟檔案後則直接進入編輯下之模擬參數設定功能，上方功能則顯示於「編輯」位置(如圖 4.3.7)，主要提供使用者先完成各項模擬之設定，設定完成後至路網編輯時即將所需之模擬參數設定資料一併帶入，使用者則無需來回往返回頭進行設定，此動作可加速操作。

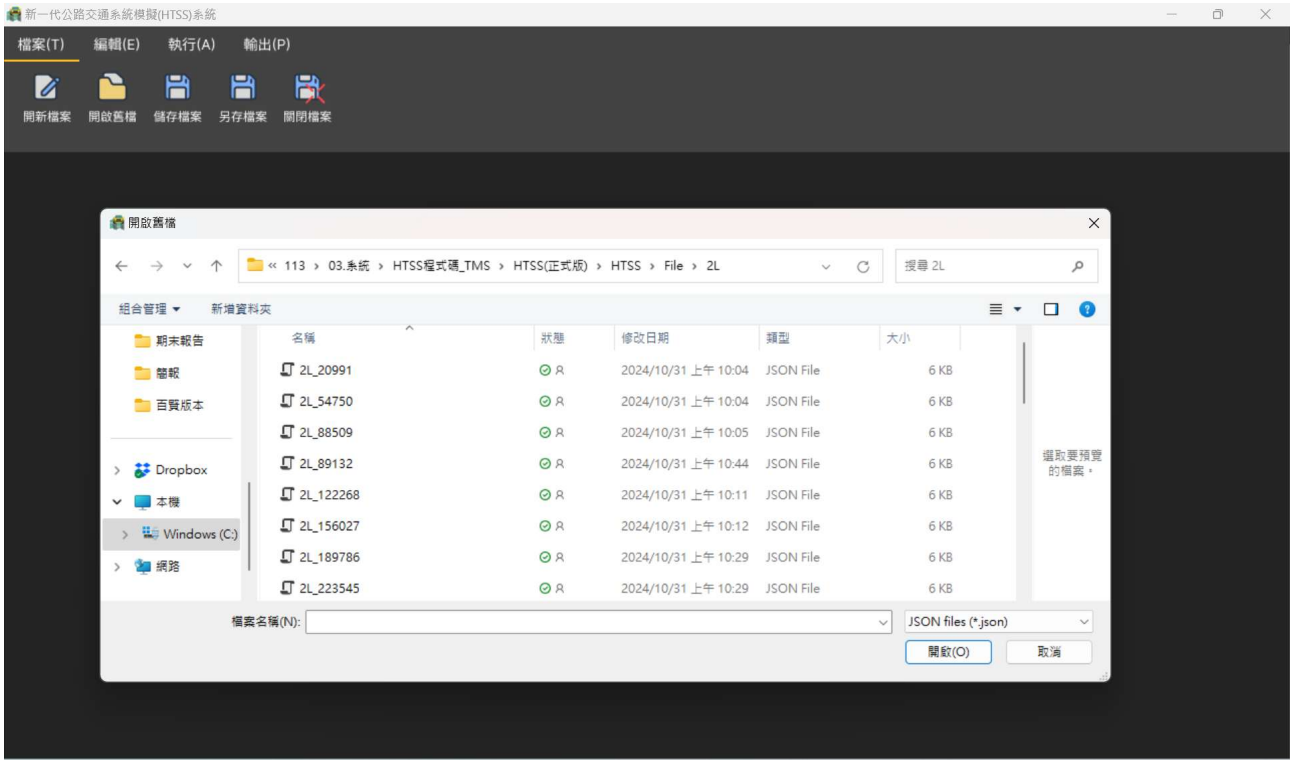


圖 4.3.6 新一代 HTSS - 開啟檔案

圖 4.3.7 新一代 HTSS - 進入編輯頁面下模擬參數設定功能

(三) 編輯(E)

1. 使用者完成模擬參數設定後，即可進入編輯畫面下的路網繪製及設定功能，預設右邊為繪圖區，左邊為繪圖工具列，提供使用者編輯路網使用(如圖 4.3.8)。
2. 繪圖工具列中，包含放大、縮小、新增/複製/刪除節線、新增/複製/刪除節點、開啟/關閉/鎖定地圖等功能，使用者可利用這些工具進行路網建置。
3. 其中【開啟地圖】之功能使用內政部國土測繪中心底圖，作為路網建置時之相對位置參照（如圖 4.3.9），若不需要參閱地圖，點選【關閉地圖】即可，另【鎖定地圖】(如圖 4.3.10)，則可將現有的地圖鎖定在位置上，使用者在編輯路網時不會因為做其他新增/複製/刪除動作時，連帶影響到地圖位置。

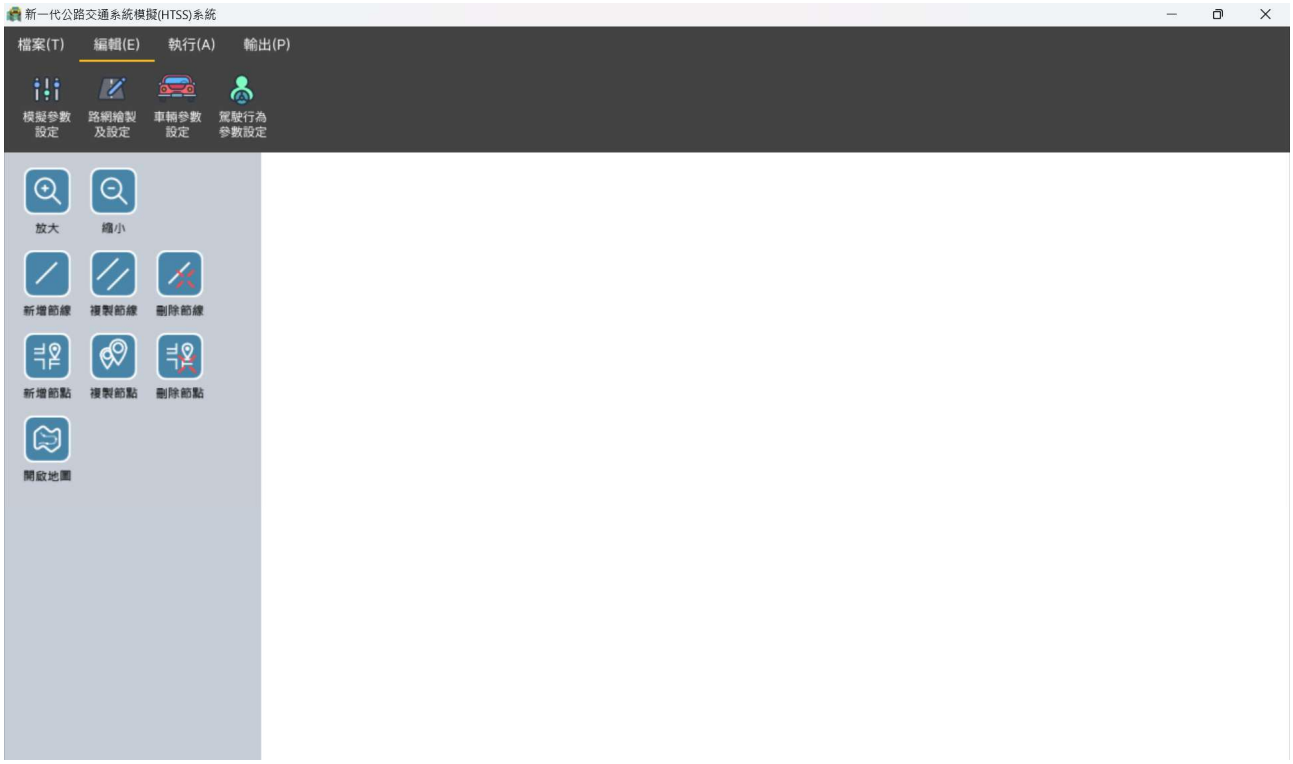


圖 4.3.8 新一代 HTSS - 路網繪製及設定預設

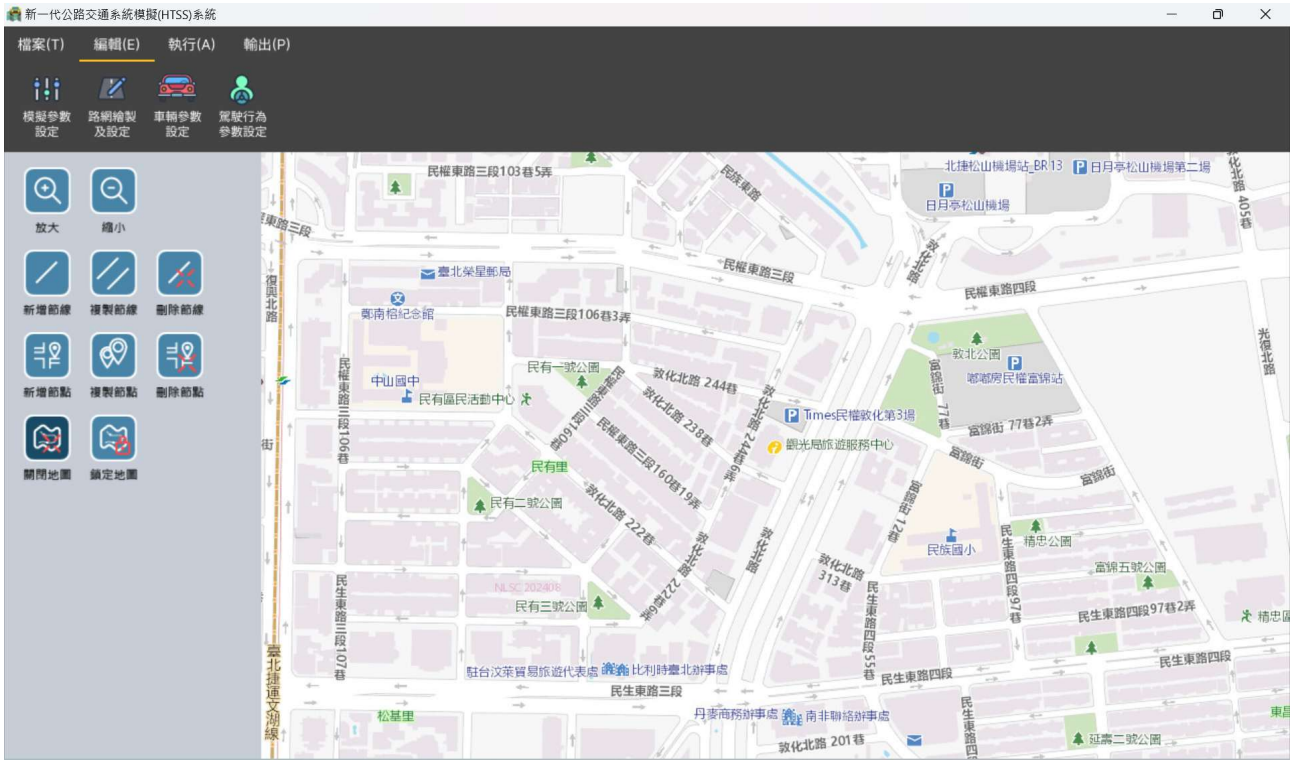


圖 4.3.9 新一代 HTSS - 開啟地圖

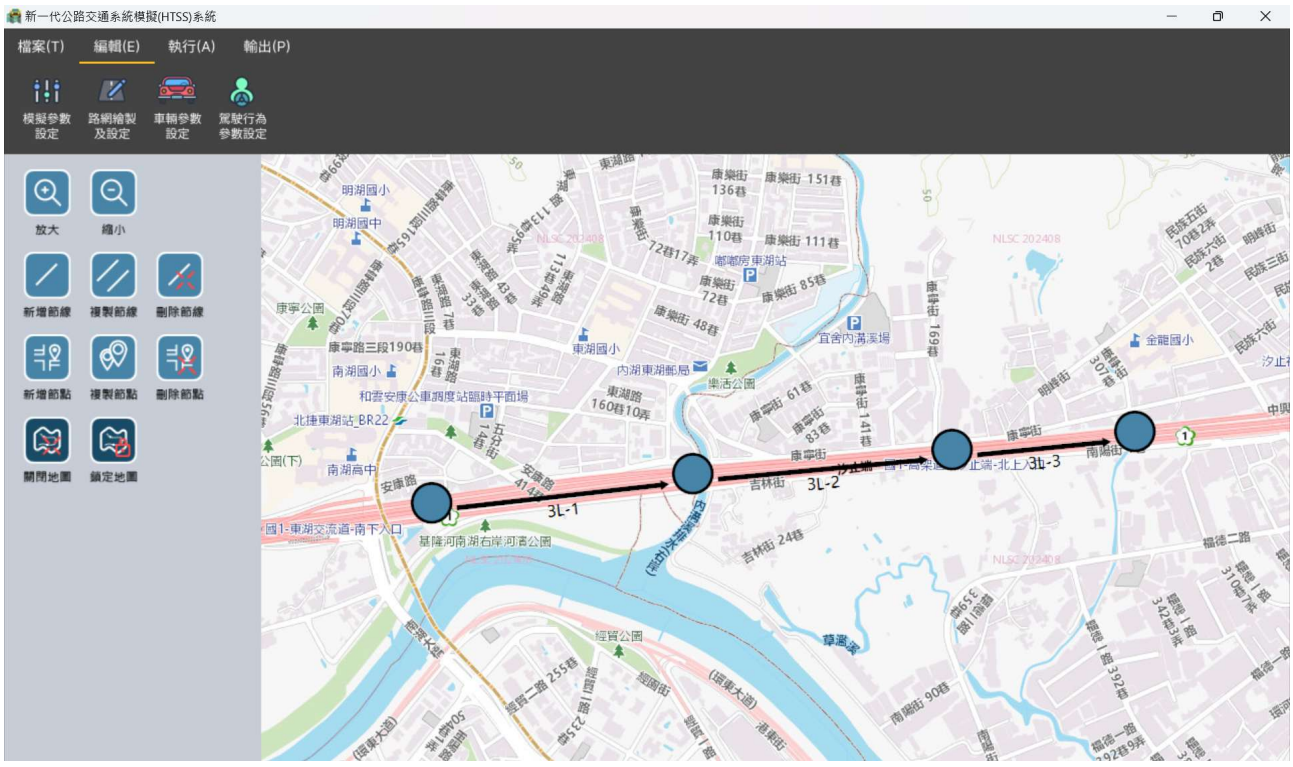


圖 4.3.10 新一代 HTSS - 鎖定地圖

4. 路網繪製及設定-新增節點

(1) 使用者於路網繪製前點選左圖繪圖工具中【新增節點】按鈕，即可準備在畫布上繪製路網，於畫布上繪製道路後，畫面顯示已畫完的節點，而此時節點尚未設定參數(如圖 4.3.11)，若想要一次新增多個節點，除了可利用【新增節點】功能外，亦可以使用【複製節點】的功能，點選欲複製的節點，該節點顯示為被選取狀態（變色）後即可至欲新增的位置直接點選即可，若該節點已經有相關參數之設定，原有之設定也會一併被複製，使用者無需再輸入（如圖 4.3.12）。

(2) 使用者若需要編輯節點，則取消左邊所有動作後，點選該節點即可進一步針對節點進行各項參數之設定，此時節點顯示為被選取狀態(變色）進入參數設定頁面（如圖 4.3.13)，編輯節點參數完成後，需按下「完成」後該參數才會被設定。

(3) 使用者編輯後點選【完成】，立即結束節點參數編輯，該節點變色即完成設定，可繼續設定第二個節點（如圖 4.3.14)，直到所有節點完成設定與編輯動作。

(4) 若該節點已完成設定過，則設定完成之參數資料會顯示在內，使用者則不需再進行設定。

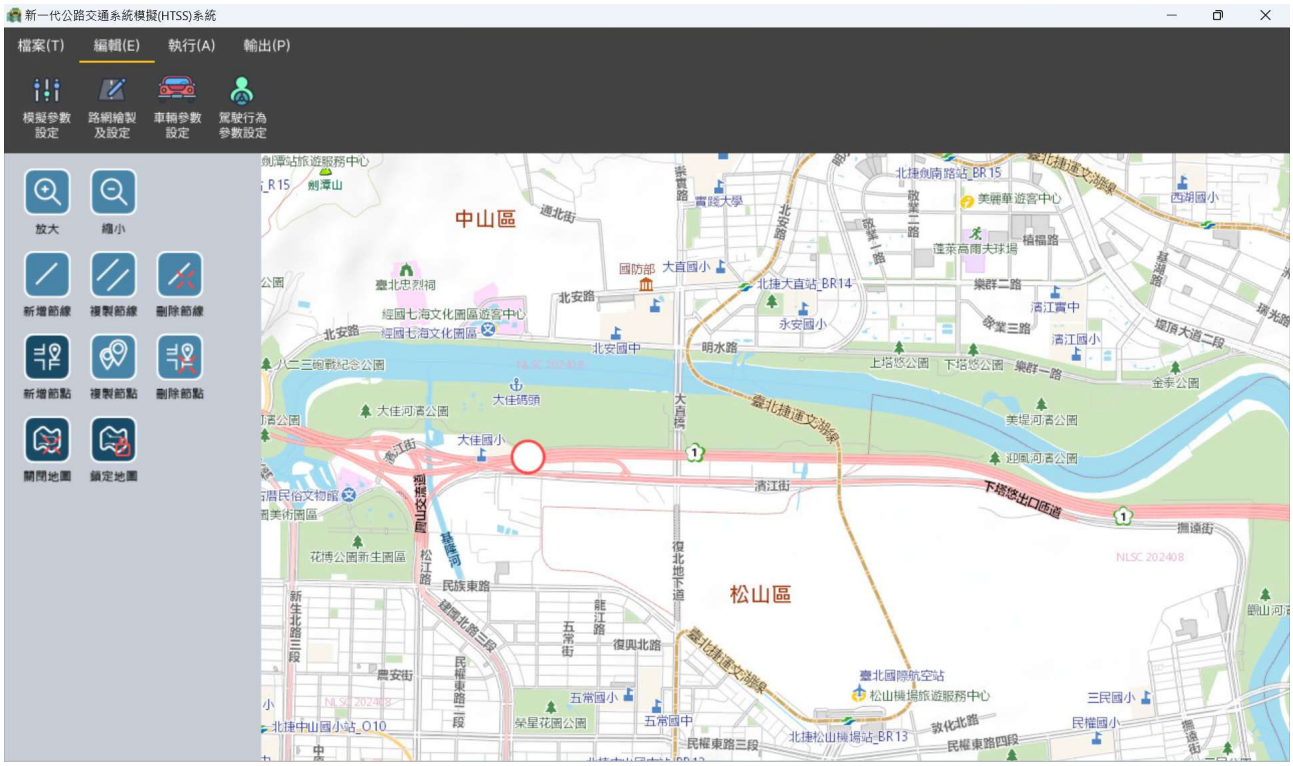


圖 4.3.11 新一代 HTSS - 新增節點

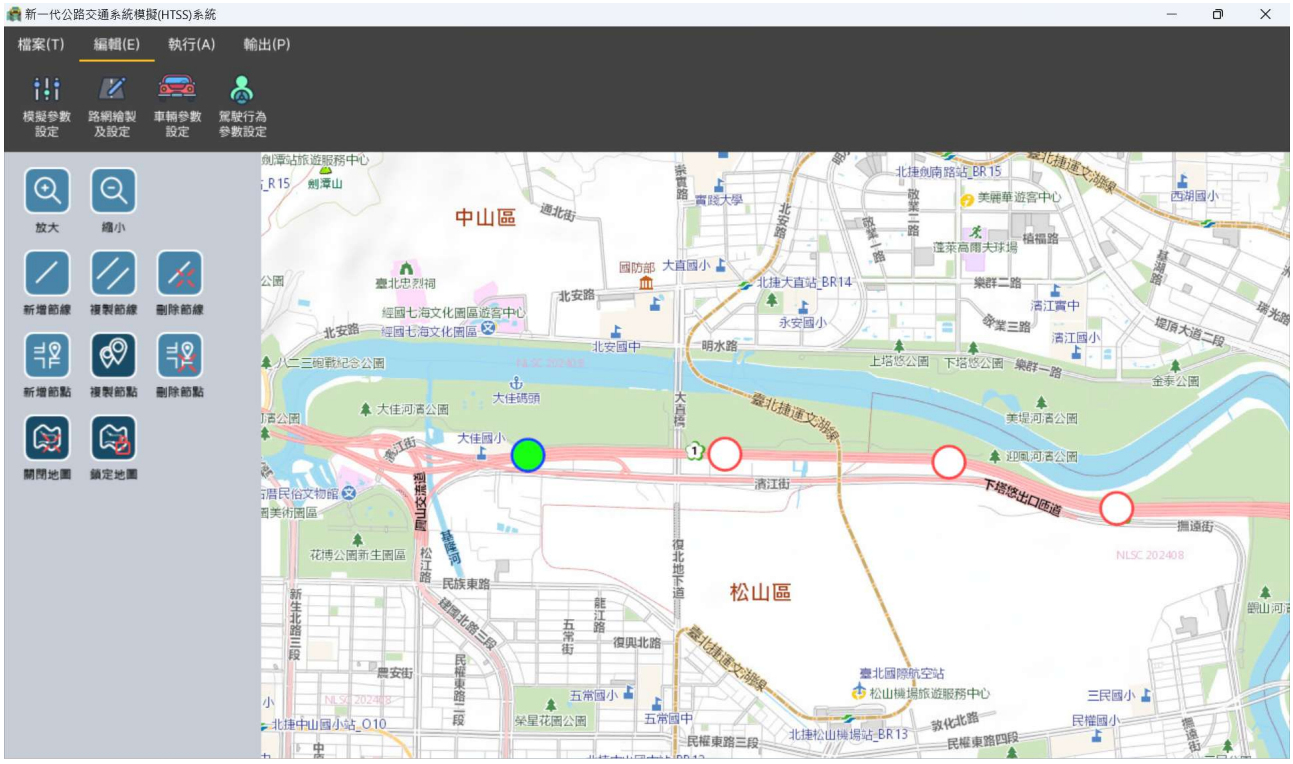


圖 4.3.12 新一代 HTSS - 複製節點

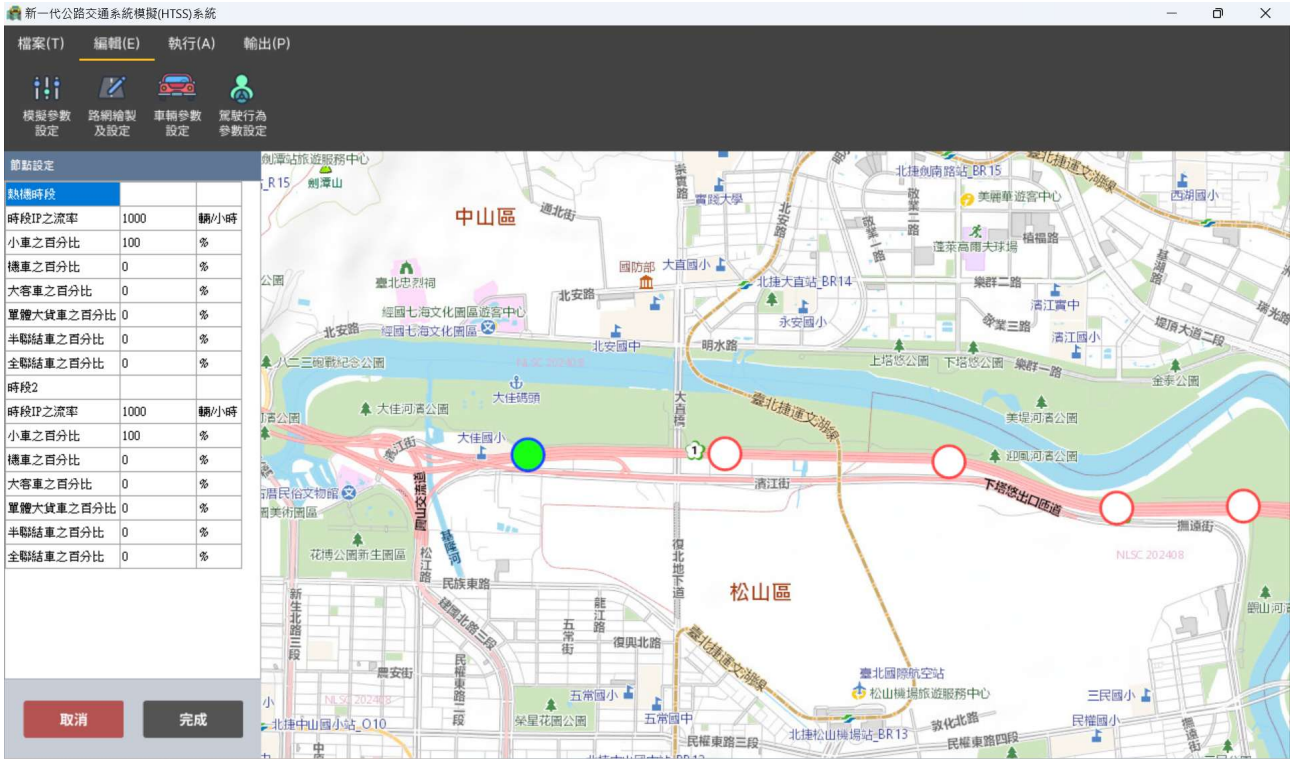


圖 4.3.13 新一代 HTSS - 編輯「節點」參數

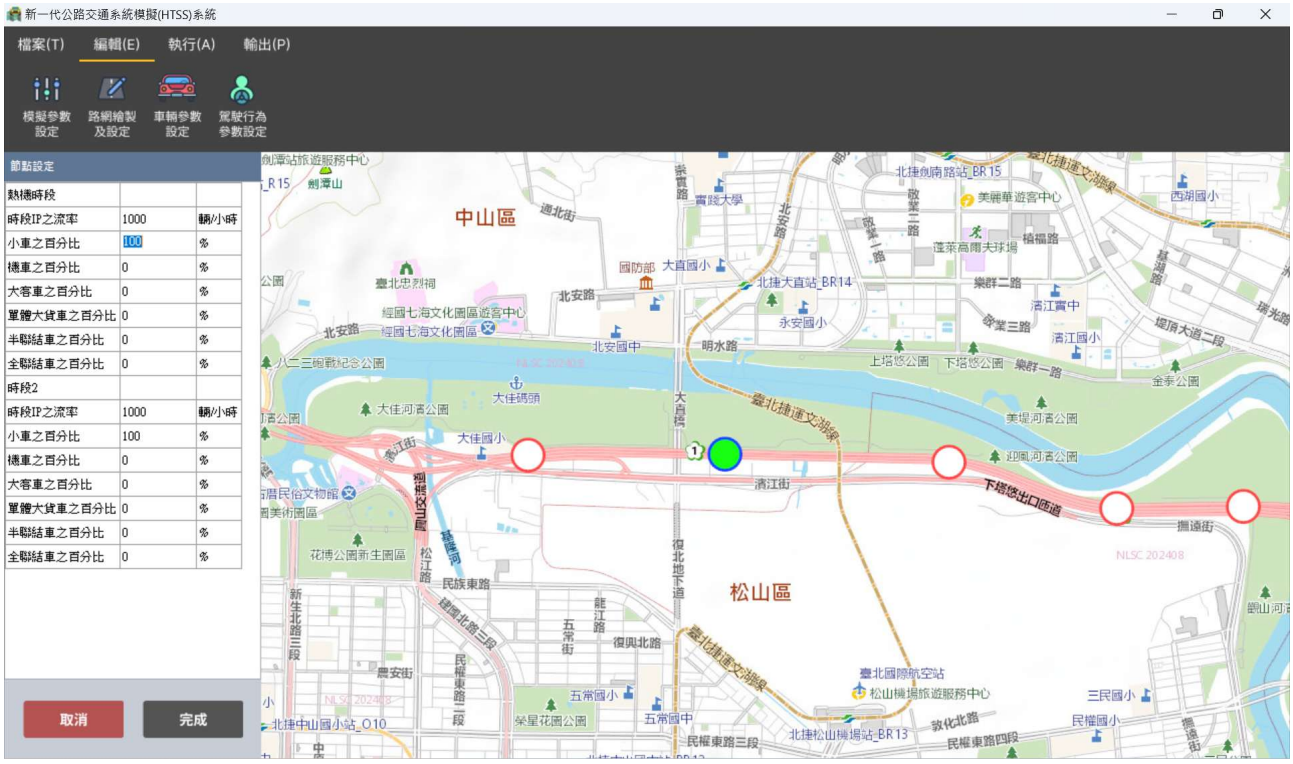


圖 4.3.14 新一代 HTSS - 連續編輯「節點」參數

5. 路網繪製及設定-新增節線

(1) 當上述節點全數設定完成後，需決定連接點，此時新增節線的按鈕，只會對節點有動作，若使用者點選【新增節線】，但是啟動之後不是點在「節點上」，就沒有動作。若該節線已完成設定過，則設定完成之參數資料會顯示在內，使用者不需再設定一次。

(2) 當使用者點選【新增節線】後，再點選節點，就可以設定連接的節點，在節點之間補上節線，點第一下的節點為起點，此時參照原有設定，使用者點選節點（起點）後變綠色再點選下一個節點（迄點），此時線段上出現方向性，且線段連接成功後自動結束選取的節點變成藍色，完成該節線方向設定（如圖 4.3.15），以此類推到同樣的顯示方式及步驟均與設定第一個節點相同，以此類推後即可完成一個路段的設定（如圖 4.3.16、圖 4.3.17）。

(3) 使用者若需要編輯節線，則取消左邊所有動作後，點選該節線即可進一步針對節線進行各項參數之設定，此時節線顯示為被選取狀態（變色）進入參數設定頁面（如圖 4.3.18），編輯節線參數完成後，需按下「完成」後該參數才會被設定。

(4) 使用者編輯後點選【完成】，立即結束節線參數編輯，該節線變色即完成設定，可繼續設定第二個節線（如圖 4.3.19），直到所有節線完成設定與編輯動作。

(5) 若該節線已完成設定過，則設定完成之參數資料會顯示在內，使用者則不需再進行設定。

(6) 若要新增另一方向之節線，反向再操作一次步驟(2)即可，亦可複製第一條節線將資料全數帶到第二條節線上，節省輸入的時間（如圖 4.3.20）。

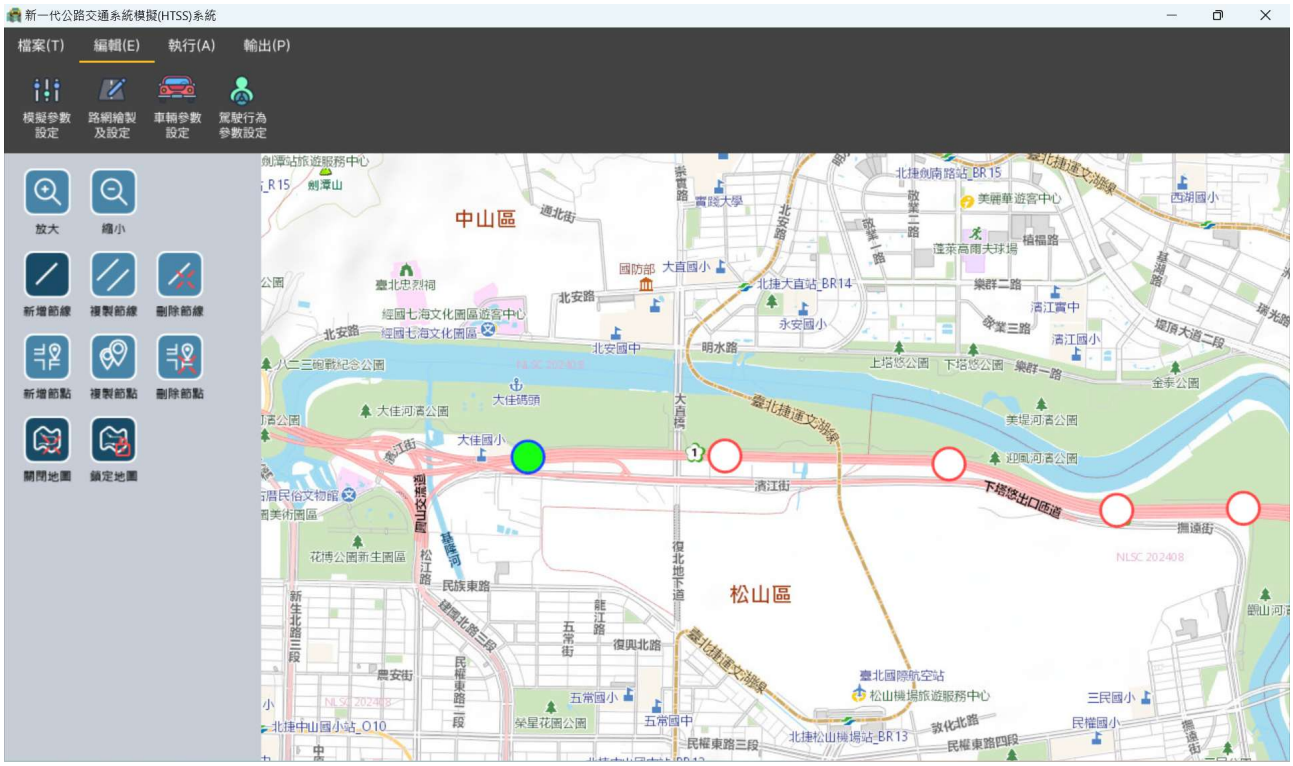


圖 4.3.15 新一代 HTSS - 新增節線（起點設定）

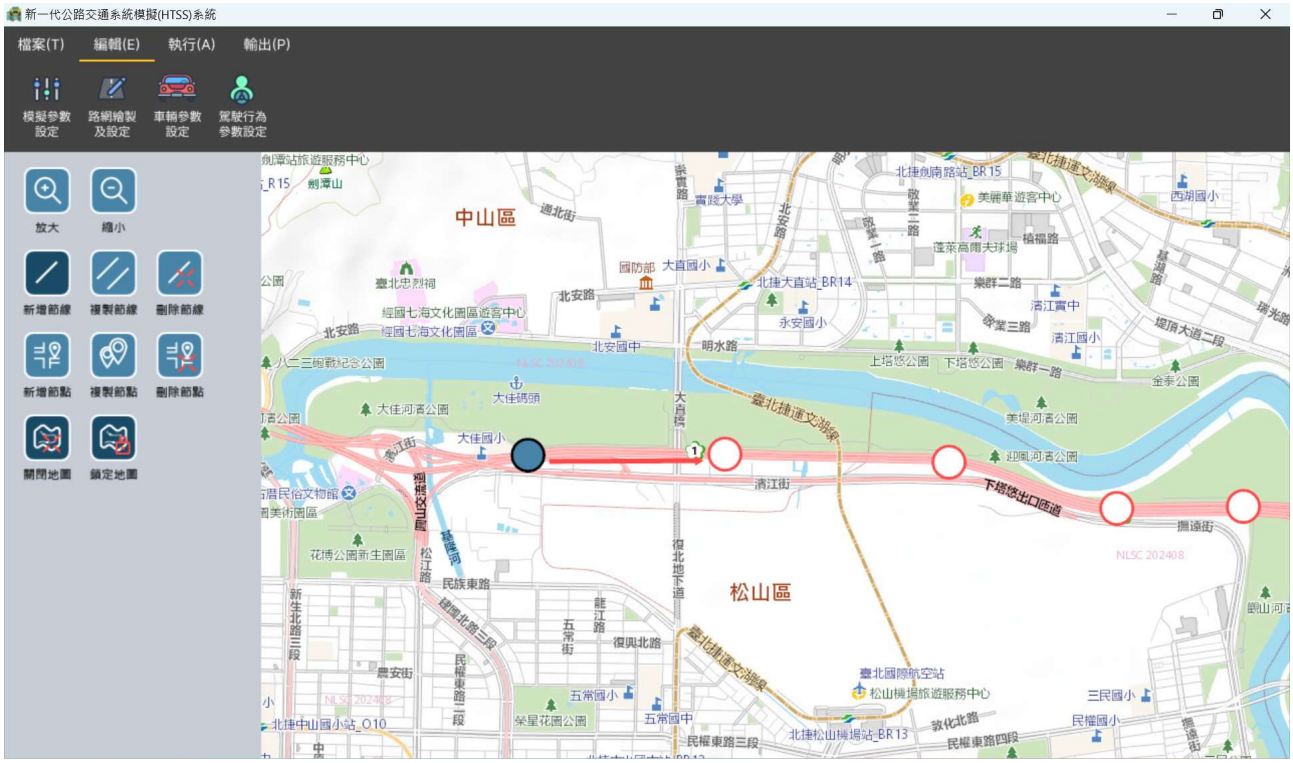


圖 4.3.16 新一代 HTSS - 完成該節線方向設定

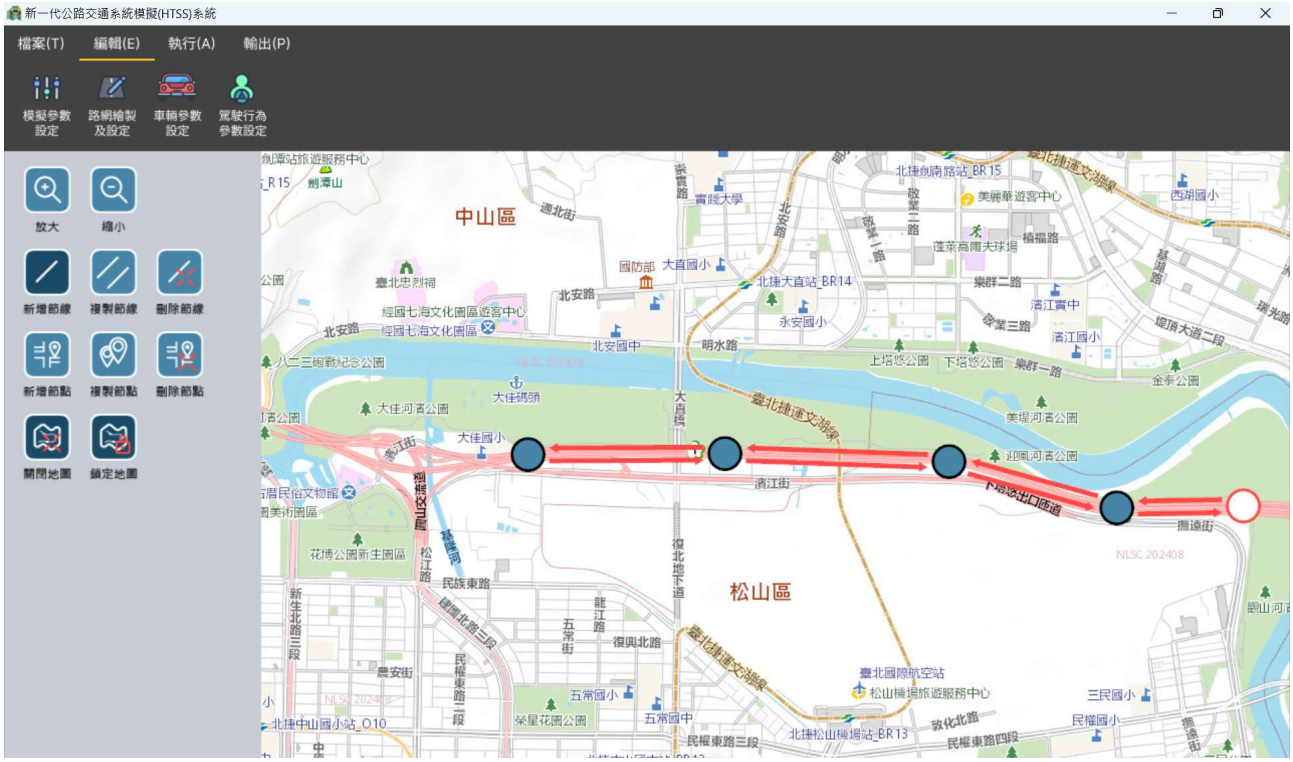


圖 4.3.17 新一代 HTSS - 完成整條路段各節線方向設定

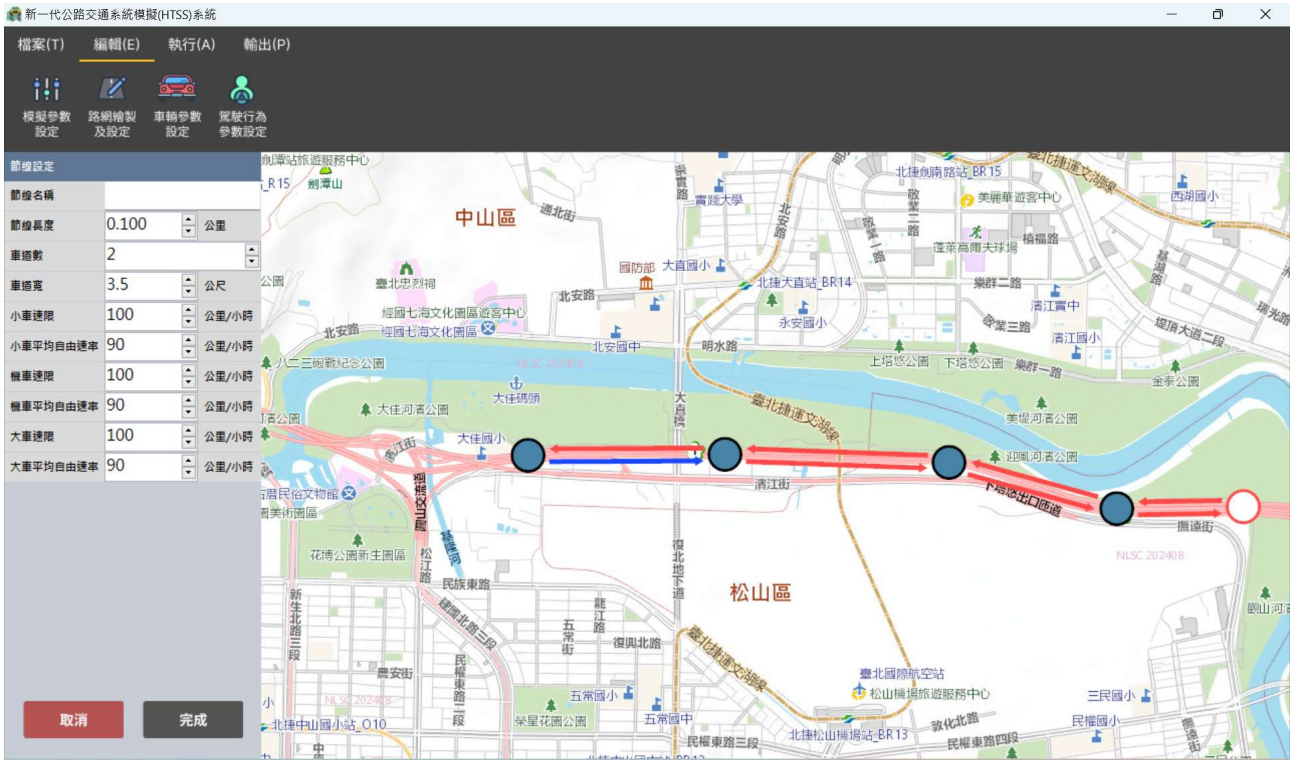


圖 4.3.18 新一代 HTSS - 編輯「節線」參數

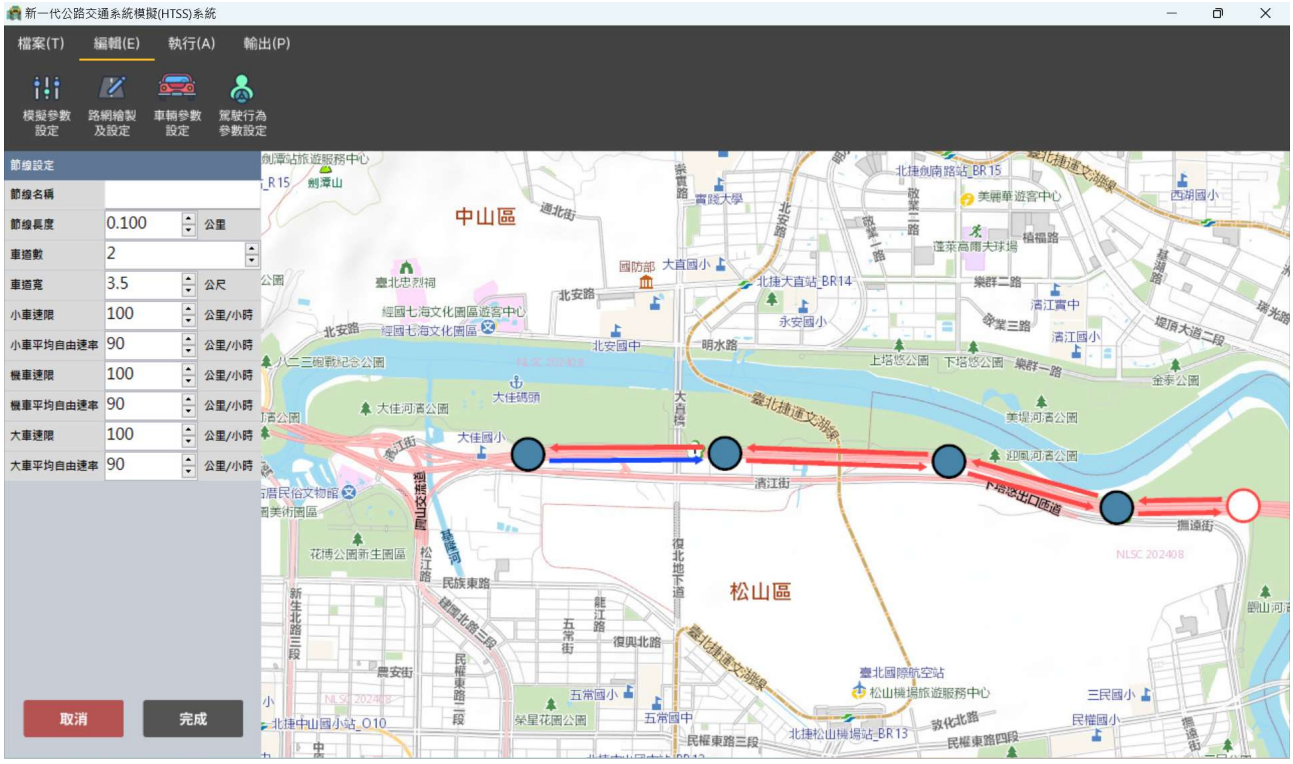


圖 4.3.19 新一代 HTSS - 連續編輯「節線」參數

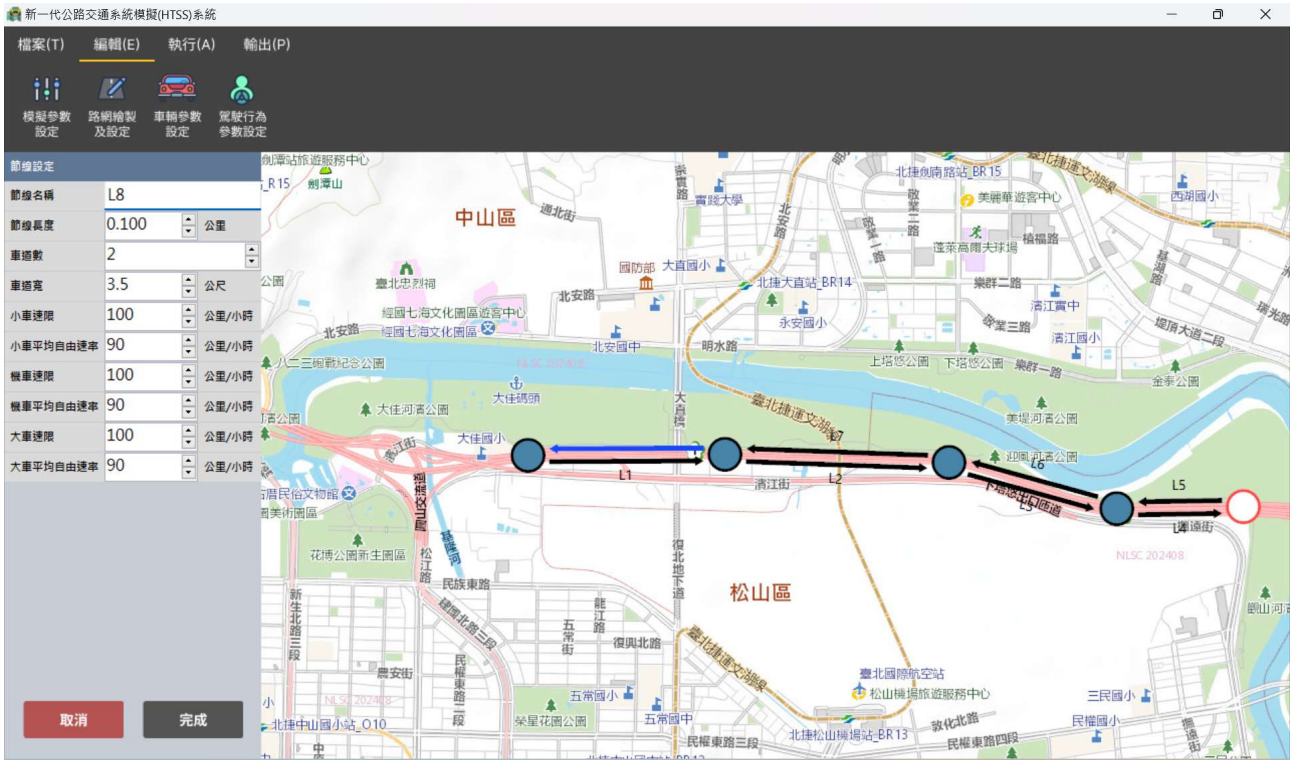


圖 4.3.20 新一代 HTSS - 反向新增節線

6. 模擬參數設定

(1) 使用者開啟檔案後進入模擬參數設定頁面（預設），可先行決定該次模擬預定需要設定的參數後再進行編輯。

(2) 本處之設定主要提供使用者可通過調整各種參數來觀察不同條件下模擬結果，提供【次數設定】、【模擬時段設定】這兩項設定，【次數設定】中包括模擬作業次數（建議最低 2 次、最高 30 次）、模擬單位時間（建議預設時間 0.5 秒）及產生亂數種子共三項；【熱機時段設定】下則包括模擬時段（建議最低 2 次、最高 30 次）、熱機時間（秒數）、熱機後每一個模擬時段之時間（秒數）等（如圖 4.3.21）。

(3) 使用者可以自行輸入數字，或透過上下箭頭設定數值。

圖 4.3.21 新一代 HTSS - 模擬參數設定

7. 車輛參數設定

本處之設定於原 HTSS 中，屬後端程式設定，依照不同需求之交通模擬模式，本期先以高速公路代表性之各種車輛參數提供使用者進行參考(如圖 4.3.22)，後續待完整 HTSS 開發完成後，若有其他需求再行研議是否開放給使用者進行編輯使用，原則上係提供使用者可對各車種進行設定，使用者可依循不同的模擬需求選擇適合的車種，可設定之參數包括總重、馬力、總重/馬力比等，使用者可全選或單選所需設定的車種，並提供預設參數，勾選後則可依據該次模擬需求進行調整，使用者針對該次模擬進行相關資訊之設定，設定完成後儲存即可運作；若有設定錯誤部分則可選擇清空重新設定。此處先以預設值寫入，故僅需勾選所需車種即可(如圖 4.3.23)。

圖 4.3.22 新一代 HTSS - 車輛參數設定（提供前端介面參考）

圖 4.3.23 新一代 HTSS - 車輛參數設定（後續可擴充呈現之參數）

8. 駕駛行為設定

本處之設定於原 HTSS 中，屬後端程式設定，依照不同需求之交通模擬模式，針對各駕駛行為進行設定，使用者可依循不同的模擬需求選擇適合的駕駛行為，本期先行提供之參考參數為「車輛推進（加/減速）」下之「彎道安全車輛加/減速率」(如圖 4.3.24)，其餘「一般道路的加減速」、「車輛在平面道路上自由流率下的最大加減速率」、「跟車行為」、「超車行為」、「變換車道」、「冒險性指數」，本計畫保留於後端系統設定定值，不提供使用者於介面上修改，故先於後端程式預留欄位空間處理，前端介面則先行提供參考（如圖 4.3.25)，保留未來進一步探討是否開放給使用者進行編輯使用之彈性。

圖 4.3.24 新一代 HTSS - 駕駛行為設定（提供前端介面參考）

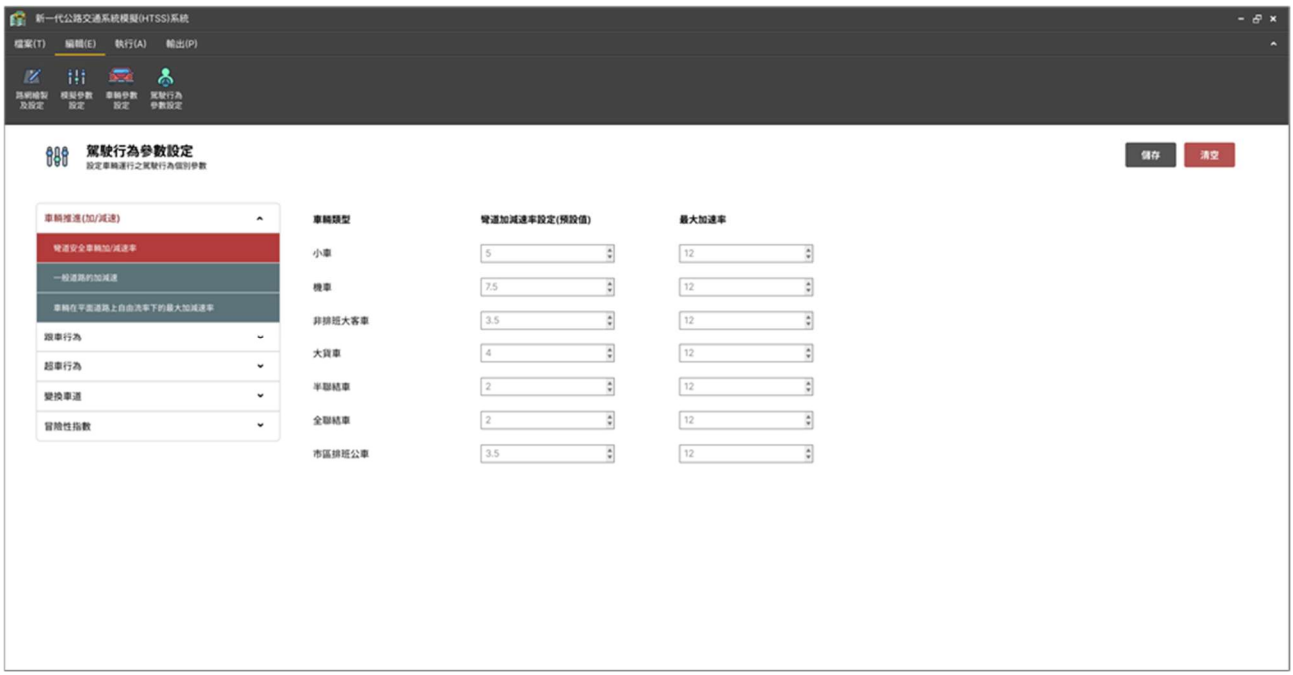


圖 4.3.25 新一代 HTSS - 駕駛行為設定（後續可擴充呈現之參數）

(四) 執行(A)

1. 當使用者完成前述所有編輯與相關設定後，所有的節點或是節線均會變色，點選【執行模擬】即進行運作。若未完成設定，則會跳出警示視窗提醒使用者資訊尚未填寫完成。使用者也可以透過圖面上的顏色標示看出哪一個節點或是節線尚未完成設定（如圖 4.3.26）。
2. 若執行到一半，使用者發現有資料需要調整修正，則可點選【停止模擬】即停止運作，再至前端「編輯」功能處重新進行相關設定後，重新點選【執行模擬】後始再進行模擬動作（如圖 4.3.27）。
3. 當模擬過程完成後，HTSS 系統會自動跳轉至**【輸出】**頁面，允許使用者將模擬結果保存為 Excel 格式的文件（如圖 4.3.28）。

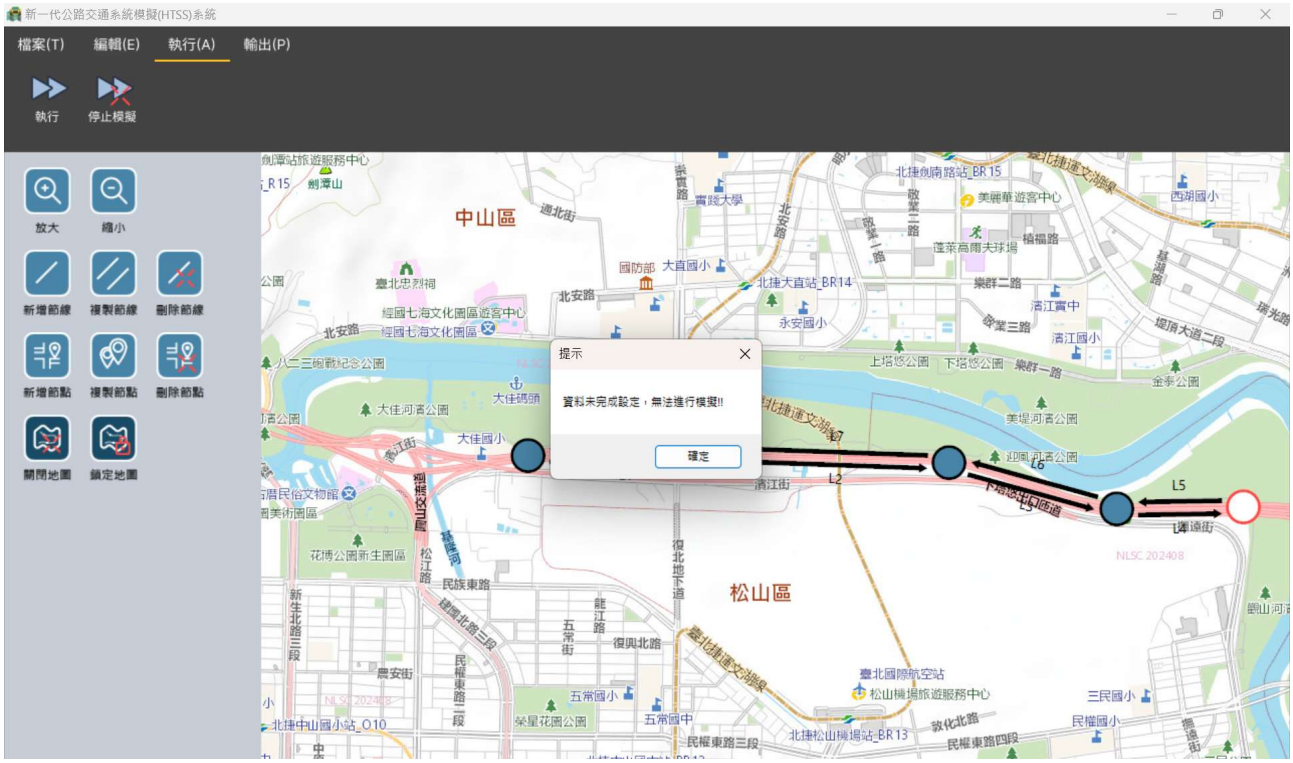


圖 4.3.26 新一代 HTSS - 未完成節點或節線設定提醒

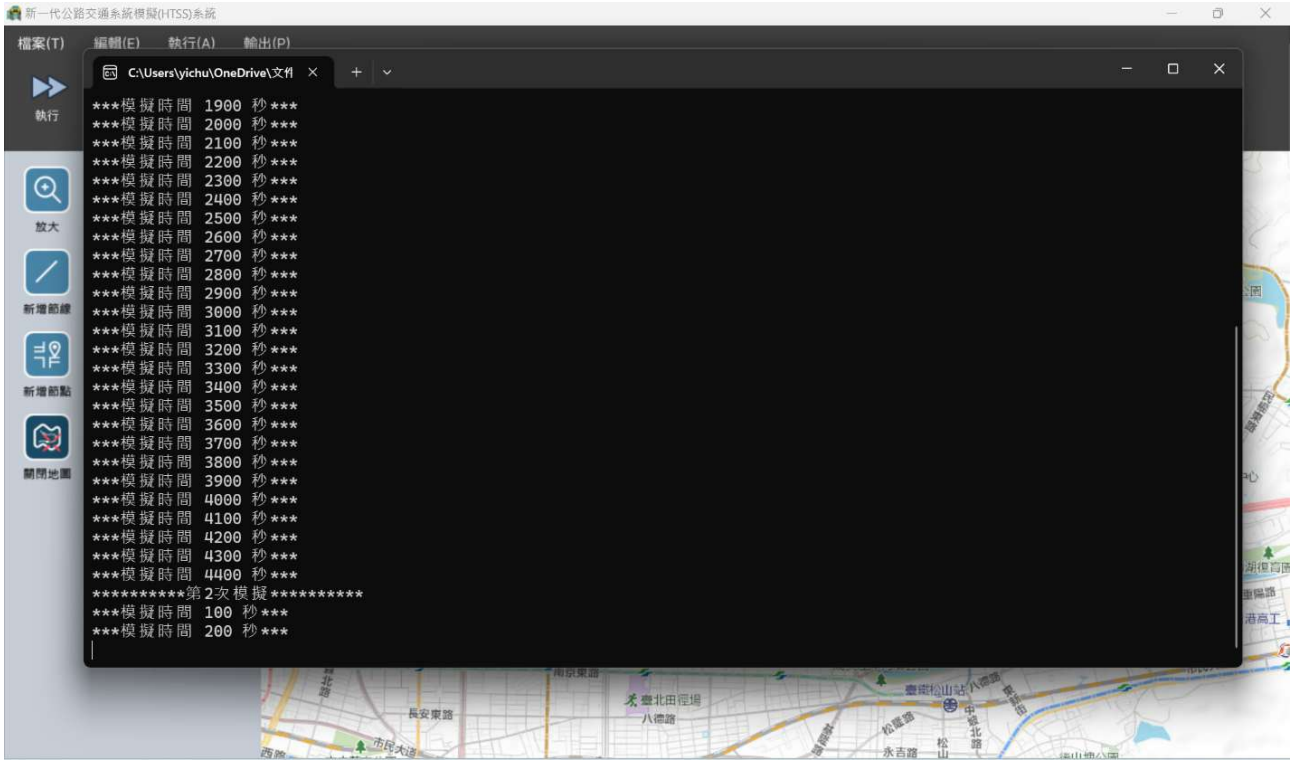


圖 4.3.27 新一代 HTSS - 執行模擬

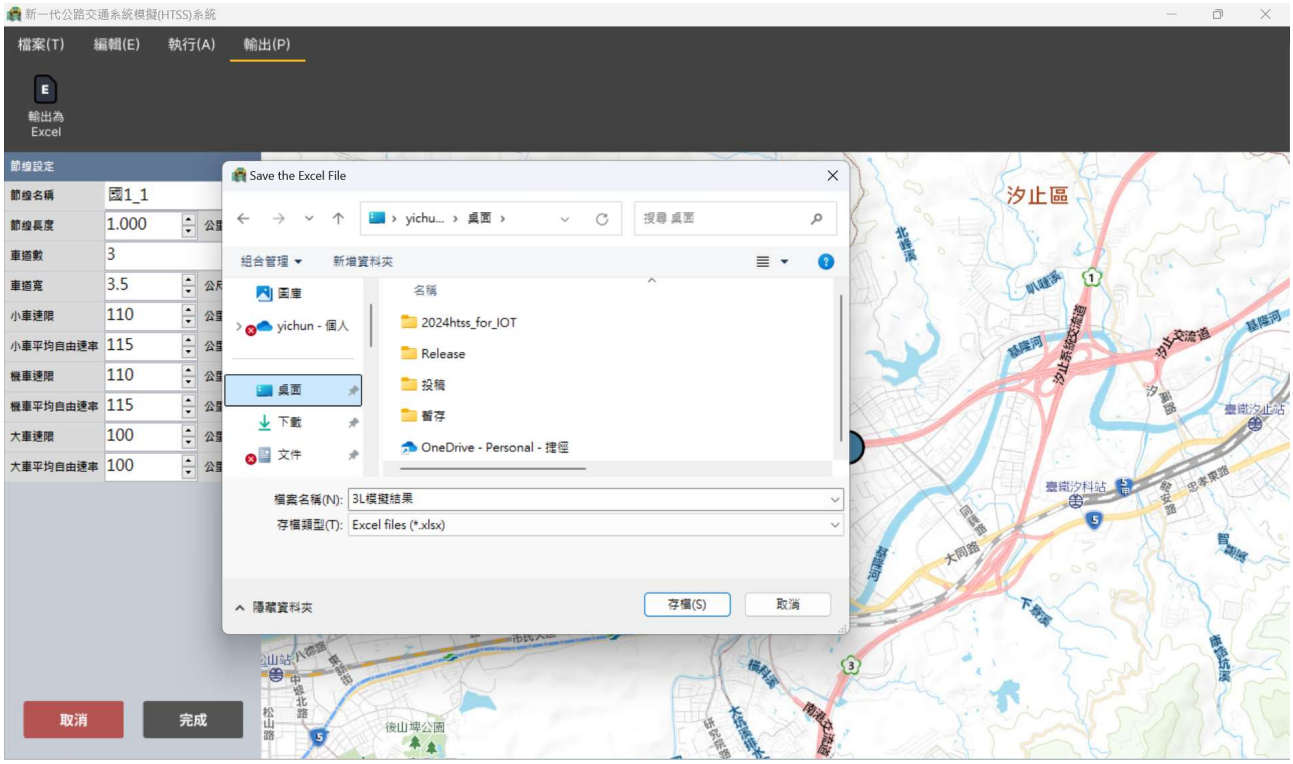


圖 4.3.28 新一代 HTSS - 模擬完成後儲存檔案

(五) 輸出(P)

在新一代 HTSS 系統中，結果輸出功能得到顯著強化，透過引入 Excel 格式的數據輸出，取代過去單一的文字檔格式，提升了模擬結果的實用性和可讀性。以下為兩項功能的詳細說明。

1. 提供 Excel 格式的模擬結果輸出（如圖 4.3.29）

過去的 HTSS 系統僅支持以純文字檔案形式導出模擬結果，雖然能夠展示基本數據，但在處理和分析上具有局限性。文字檔案難以組織結構化數據，尤其在多層級數據分析、視覺化呈現方面，存在操作不便的問題。為提升使用者在數據分析和操作上的靈活性，新一代 HTSS 系統改進輸出功能，提供 Excel 格式的數據，並在此格式中提供視覺化的地圖顯示。透過 Excel 文件輸出，未來 HTSS 系統的模擬結果可進行以下增值操作：

(1) 數據結構化與篩選：Excel 支援分欄與分頁組織模擬結果數據，使用者可以根據需求進行篩選、排序和範圍選擇，從而快速聚焦於關鍵數據。

(2) 計算與分析功能：Excel 內建的公式功能讓使用者可以進行進一步的計算、匯總和比較，便於深層次數據挖掘。

(3) 自訂視覺化圖表：Excel 支援即時生成圖表，使用者可依需求製作趨勢圖、壅塞熱圖或車流量分佈圖，以圖形化形式展示模擬結果，增強報告的可讀性與專業性。

(4) 跨部門共享與集成：Excel 格式可方便地導入至其他數據分析工具和軟體中，提升模擬結果在不同部門和應用環境中的適用性。

2. 模擬結果檔案內容

新一代 HTSS 系統生成的 Excel 檔案不僅包含模擬數據本身，同時整合所繪製的地圖內容，將數據與圖形資料整合，主要包括以下兩方面內容：

(1) 模擬數據：Excel 檔案會詳細記錄每次模擬的運行結果數據，包括節點的交通流量、空間平均速率、車種比例等。各交通流率數據則按照節線、節點、車道等資訊劃分。

(2) 路網地圖內容：模擬數據中繪製的地圖以可視化方式嵌入至 Excel 檔案中，提供詳細的路網佈局資訊，幫助使用者在檢視模擬結果時能直接對照實際的路網配置。

(3) 模擬車輛移動：以 json 格式進行紀錄，並以另開網頁的方式呈現，驗證過程中使用者可自行選擇已存之檔案，選擇每一次模擬下的檔案觀察車輛移動行為，也可自行決定整體動畫速度呈現，觀察過程中若有發現問題則可隨時停止（如圖 4.3.30）。

本計畫驗證過程中，將模擬過程中車輛移動過程均記錄下來，可提供團隊全面掌握模擬結果。結合數據和地圖資訊，更直觀地檢視各節點和節線在模擬中的交通情況，進一步觀察車輛移動狀況，是否有不合理之處，再回頭檢視邏輯，透過 Excel 檔案中模擬結果、地圖內容的整合以及模擬車輛移動等作法，可標誌著 HTSS 系統在數據輸出上向專業化、視覺化和易操作化方向的重大進步，亦可於未來發展中將此呈現方式再次進行優化後與離線版本進行整合。

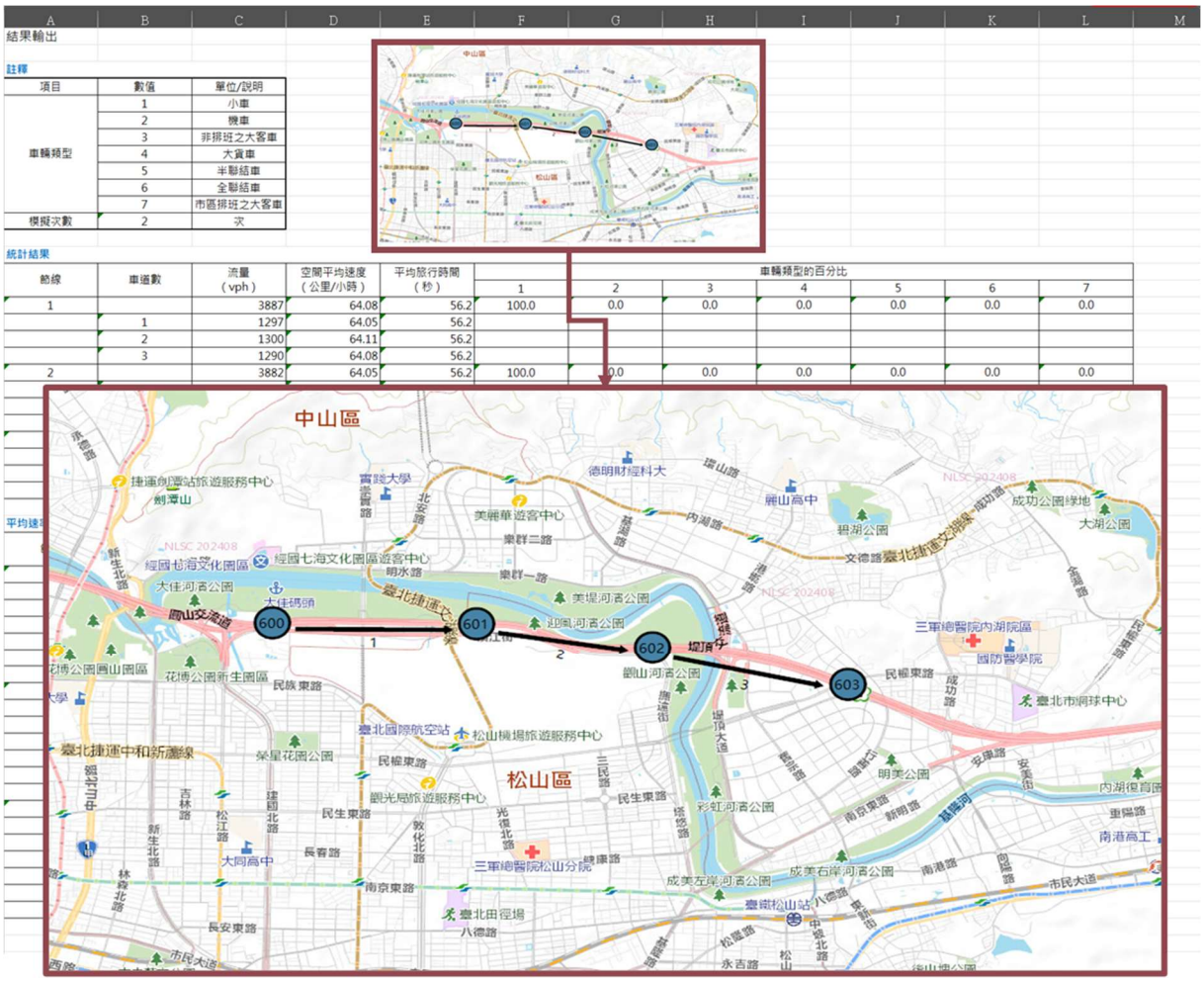


圖 4.3.29 新一代 HTSS - 模擬報表輸出（地圖視覺化呈現）

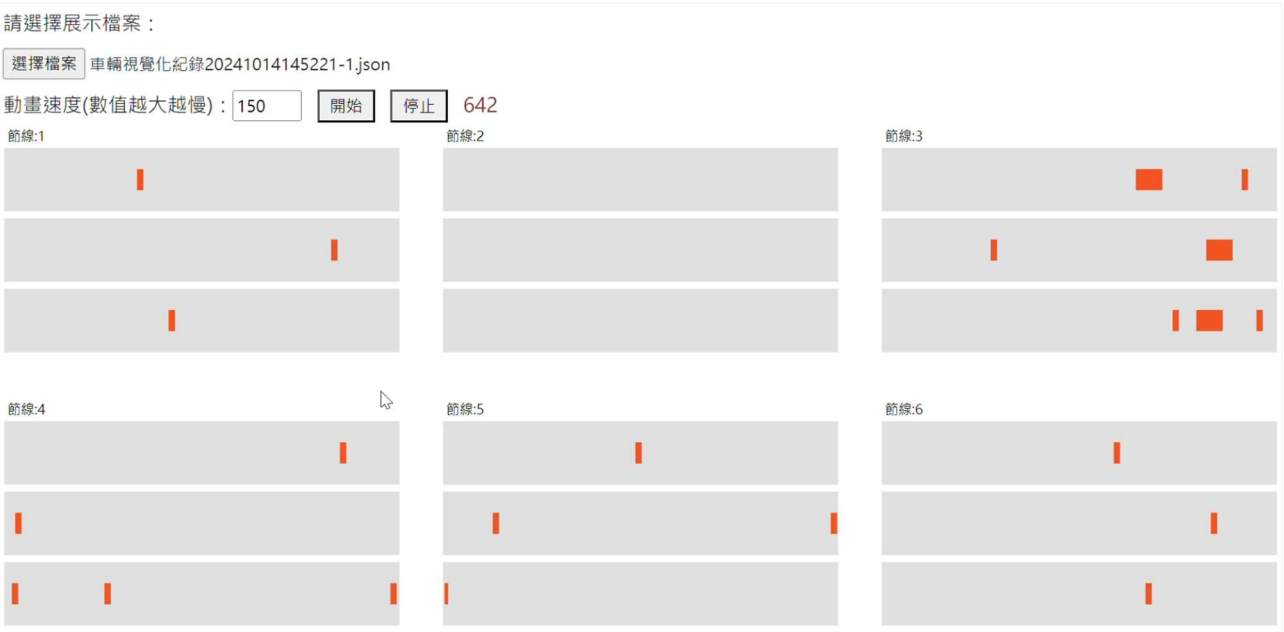


圖 4.3.30 新一代 HTSS - 模擬車輛移動（提供後端驗證，未開放至正式版本）

4.4 測試計畫與結果分析

4.4.1測試計畫

在當今快節奏的軟體開發環境中，情境模擬測試計畫的重要性日益凸顯。隨著軟體系統日益複雜，用戶的需求和期望也在不斷提升，傳統的測試方法已經難以應對。情境模擬測試計畫通過模擬真實的使用情境和操作流程，能夠全面覆蓋系統的各個方面，發現潛在的問題和缺陷，提高系統的品質和穩定性。

本期計畫採用單機版的方式開發新一代的 HTSS 模擬系統，而情境模擬測試計畫對於單機版的模擬系統而言，是非常重要的。這類系統往往具有豐富的功能和複雜的操作流程，而情境模擬測試能夠幫助團隊模擬各種可能的使用情境，從而全面覆蓋系統的各個功能和模組。透過情境模擬測試，能夠發現並解決各種潛在的問題和缺陷，及時進行優化和改進，用以確保系統的穩定性和可靠性。

其次，單機版的模擬系統通常需要考慮到各種不同的使用情境，包括正常使用、極端情況以及異常操作等。情境模擬測試計畫能夠幫助團隊全面地評估系統在各種情況下的表現，從而發現可能存在的問題並提前進行改進。因此，本計畫利用 2021HTSS 高速公路基本路段之範例進行模擬，以進一步判斷比較與 HTSS 原模組之結果，確認模擬邏輯之一致性。

基本上，本計畫重視情境模擬測試計畫的建立和執行，於確保系統能夠成功上線並獲得用戶的廣泛認可下，研擬情境模擬測試計畫注意之原則或項目，並參照前期計畫中所載之測試內容為基準，搭配本期開發之模組進行調整後執行，相關注意原則及項目，說明如下：

一、明確定義測試目標

情境模擬測試計畫的第一個注意事項是確保測試目標的明確定義，測試目標應該涵蓋系統的功能、特性、性能等各個方面，並且需要明確規劃測試的範圍和涵蓋的情境，用以確保測試的執行是有針對性的，從而提高測試的有效性和效率。

在定義測試目標時，團隊首先與本所進行充分的溝通和協商，確保雙方對測試目標的理解和期望保持一致。同時，還需要考慮到系統的使用情境和預期的使用方式，從而確保測試的目標是真實、實用的，能夠真正反映系統的使用需求和期望。本計畫經由兩次專家學者意見蒐集座談會及數次工作會議，並透過與林豐博教授之越洋線上會議，確認本年度之系統開發以 C#為程式開發語言，在維持原 2021HTSS 之模式邏輯與程式架構下，進行新一代 HTSS 模式開發，並強化輸入、輸出介面，

而本期計畫以高速公路基本路段為對象，針對其輸出流率部分進行績效指標之測試確認，目標在於確保同樣的輸入參數下，新一代 HTSS 模式之輸出流率與 2021HTSS 之輸出流率具有一致性。

二、情境設計的全面性和真實性

情境模擬測試計畫的第二個注意事項是情境設計的全面性和真實性。根據系統的使用情境和預期的使用方式，設計相應的測試情境。這些情境應該包括各種可能的使用案例和操作流程，既包括正常使用情境，也包括邊界情境和異常情境，以確保系統在各種情況下都能夠正常運作。

由於情境設計的全面性和真實性是確保測試的全面性和有效性的關鍵，故需要考慮到不同用戶的不同需求和操作習慣，從而設計出多樣化的測試情境，涵蓋系統的各個方面。同時，情境設計也需要保持真實性，透過實際上的案例（如現有的高速公路基本路段之範例檔）模擬真實的使用情境和操作流程，從而確保測試結果的可靠性和準確性。

三、測試案例的詳盡規劃和設計

測試的具體執行單元必須描述測試的步驟和預期結果，並且需要與測試目標和情境設計相關聯，確保測試的全面覆蓋性和準確性，因此，在規劃和設計測試案例時，必須考慮到系統的各個功能和模組，確保每個功能和模組都得到充分的測試。同時，還需要考慮到不同的使用情境和操作流程，從而設計出多樣化的測試案例，涵蓋系統的各個功能面向，測試案例的詳盡規劃和設計能夠幫助測試團隊全面地評估系統的穩定性和可靠性，並及時發現和解決問題。

四、測試資料的準備和充分性

本計畫採用 2021HTSS 之 Free2L 及 Free3L 之高速公路基本路段範例檔來進行測試，由於範例檔已詳盡地說明各檔型的輸入資料，且具有操作完成之輸出檔可供比對，故具有充分之測試用數據、文件，以及相關參數設定等，同時基於 2021HTSS 為一已經過驗證之模擬模式，故採用 2021HTSS 所提供之高速公路基本路段範例檔，可符合前述所構建之測試情境，且有代表性，對於測試結果之說明，具有準確性和可信度。

另為進一步確認新版 HTSS 實作系統分析結果之合理性，本期計畫除參考前期之核心模組概念性驗證之結果，及原先 Fortran 版之模擬軟體結果，均以 Free2L 及 Free3L 作為示範檔，選擇以流率績效指標作為比較之基準，探討新版 HTSS 實作系統與既有系統之差異。該比較範例檔均為 2022 年臺灣公路容量手冊中，高速公

路基本路段的案例檔，所模擬的路段均為無上、下坡之平坦路段，除以原先系統環境設定檔中「Iseed」參數為亂數種子，並以系統抽樣方法設計額外的 30 個亂數種子，在其餘輸入參數值均一致條件下，執行兩套程式兩組範例檔型，各產製 31 個輸出檔案，共產製 124 個輸出檔案，進行比較分析。

五、測試環境的準備

本計畫利用電腦設備建構測試環境以執行模擬測試工作，包括確保測試所需的硬體設備、軟體配置、網路環境等得以準備就緒，並盡可能與實際使用環境接近，使本計畫針對高速公路基本路段所進行之新版 HTSS 模式實作開發，能夠順利將 Fortran 程式進行不同語言之轉換。

4.4.2測試結果分析

綜上所述，本計畫以 2021HTSS 模式之 Free2L.txt（高速公路單向 2 車道）及 Free3L.txt（高速公路單向 3 車道）兩個輸入檔型為測試範例，進行新開發系統的測試，有關測試的輸入內容、輸出結果、差異性檢定分析，分別說明如後。

一、Free2L 之測試

(一) 輸入內容

Free2L.txt 為單向 2 車道之高速公路輸入檔範例，其所模擬之路網如圖 4.4.1 所示，假設所有節線為平坦路段，車流中只有小車，其餘輸入檔型資料如表 4.4-1 所示。至於新系統之輸入介面，則如前述 4.3 節所示。

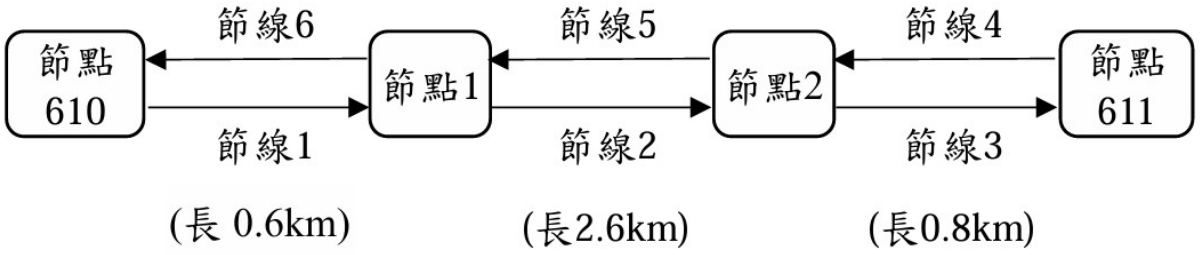


圖 4.4.1 Free2L 測試範例之高速公路路網圖

表 4.4-1 Free2L 之輸入檔型資料表

5555 0　　simulation controls, number of runs, # periods, data collection period, seed,
10　2　400　1800 0.5　**891321**
5555 1　　read type 1 data, upstream node, down stream node, ids of 6 continuous lanes
1　610　1　1　NO　2　3.5　0.0　0 1.2　0.0　0.6　FREE

```
2    1    2    1    NO   2    3.5  0.0  0 1.2  0.0  2.6  FREE
3    2    611  1    NO   2    3.5  0.0  0 1.2  0.0  0.8  FREE
4    611  2    1    NO   2    3.5  0.0  0 1.2  0.0  0.8  FREE
5    2    1    1    NO   2    3.5  0.0  0 1.2  0.0  2.6  FREE
6    1    610  1    NO   2    3.5  0.0  0 1.2  0.0  0.6  FREE
5555 2    Read Type 2 Link, turn, receiving link, matching lanes, distance
1    5    2    1    1    0.
2    5    3    1    1    0.
4    5    5    1    1    0.
5    5    6    1    1    0.
5555 3    Read Type 3 Node, Base link, and other Links
610  6    0  0 0 0 0 0 0
1    1    0  0 0 5 0 0 0
2    2    0  0 0 4 0 0 0
611  3    0  0 0 0 0 0 0
5555 20   Type 20 data,    Link, turn type, 6 usable lanes
1    5    1  2  0  0  0  0
2    5    1  2  0  0  0  0
3    5    1  2  0  0  0  0
4    5    1  2  0  0  0  0
5    5    1  2  0  0  0  0
6    5    1  2  0  0  0  0
5555 21   Type 21 data, veh type, turning movements at end of link for veh type
1    9    5  100.0  0  00.0  0  0.0  0  0.0  0  0.0  0  0.0
2    9    5  100.0  0  00.0  0  0.0  0  0.0  0  0.0  0  0.0
3    9    5  100.0  0  00.0  0  0.0  0  0.0  0  0.0  0  0.0
4    9    5  100.0  0  00.0  0  0.0  0  0.0  0  0.0  0  0.0
5    9    5  100.0  0  00.0  0  0.0  0  0.0  0  0.0  0  0.0
6    9    5  100.0  0  00.0  0  0.0  0  0.0  0  0.0  0  0.0
5555 30   Type 30 data, flow rates at source nodes, to in/out, period
610  1    1  3600  100.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
```

```
610   1      2     3600         100.0   0.0   0.0   0.0   0.0   0.0
611   1      1      000.       100.0   0.0   0.0   0.0   0.0   0.0
611   1      2      000.       100.0   0.0   0.0   0.0   0.0   0.0
5555 45   Type 45 data, Speed Zones
1     0.0      90   90.     90.
2     0.0      90   90.     90.
3     0.0      90.  90.     90.
4     0.0      90.  90.     90.
5     0.0      90.  90.     90.
6     0.0      90.  90.     90.
5555 46   TYPE 46 data, change free-flow speed for each zone
1     1   90   90.   90.
2     1   90   90.   90.
3     1   90. 90.   90.
4     1   90. 90.   90.
5     1   90. 90.   90.
6     1   90. 90.   90.
5555 47   TYPE 47 data, free-flow speed at entry point(Small veh, motorcycle, heavy)
610   90     90     90
611   90     90     90
5555 50   Type 50 data, Link, Speed Zone ID, Capacity,    critical speed,
1   1       1800   75
2   1       1800   75
3   1       1800   75.0
4   1       1800     75.0
5   1       1800     75.0
6   1       1800     75.0
5555 60 Type 60 data, Link, ID, Start, End, % slope    San-Yi northbound
2     1       0.0     2.60       0.0
5     1       0         2.60     -0.0
5555 86   vehicle weight, horsepower, and engine efficiency
```

```
1     2000.     36     0.92
2     180        5.5   0.92
3     15000     215 0.85
4     10500     124 0.85
5     32000     260 0.85
5555 95    Type 95 data, detector for flow data
1    0.010 0.02 0.04 0.06 0.08 0.09 0.0 0.0 0.0 0.0
2    0.010 0.3    0.6    0.9    1.2    1.5    1.8 2.0 2.3 2.5
5    0.010 0.3    0.5    0.7    0.0    0.0    0.0 0.0 0.0 0.0
99999 99999
```

(二) 輸出結果

依據系統化的亂數種子設定，2021HTSS 與新系統之輸出流率比較如表 4.4-2 所示，表中新系統流率/2021HTSS 流率百分比之平均值為 92.84%，新系統之流率輸出值略低於 2021HTSS 流率輸出值，而平均絕對誤差百分比（Mean Absolute Percentage Error, MAPE）為 7.17%，低於 10%，屬於高準確性。

由於新系統輸出流率普遍低於2021HTSS輸出流率，呈現高精度(Precision)但有一定的準度(Accuracy)落差現象，除了再進一步檢視新系統之高速公路平直路段程式簡化邏輯與相關參數值之設定外，應用上亦可透過調整因子的導入，將新系統輸出結果除以調整因子值(例如：0.9284)，可取得與 2021HTSS 接近之數值。

表 4.4-2 Free2L 之流率輸出結果比較表

序號	亂數種子	節線	車道數	新系統流率 (VPH)	2021HTSS 流率 (VPH)	新系統流率 /2021HTSS 流率百分比
1	20991	1		3463	3597	96.27%
			1	1746	1773	98.48%
			2	1717	1823	94.19%
		2		3102	3588	86.45%
			1	1567	1799	87.10%
			2	1535	1788	85.85%
		3		3426	3584	95.59%
			1	1722	1805	95.40%

序號	亂數種子	節線	車道數	新系統流率 (VPH)	2021HTSS 流率 (VPH)	新系統流率 /2021HTSS 流率百分比
			2	1704	1779	95.78%
2	54750	1		3458	3596	96.16%
			1	1736	1772	97.97%
			2	1722	1824	94.41%
		2		3097	3584	86.41%
			1	1555	1792	86.77%
			2	1542	1792	86.05%
		3		3425	3580	95.67%
			1	1717	1797	95.55%
			2	1708	1783	95.79%
3	88509	1		3463	3595	96.33%
			1	1733	1772	97.80%
			2	1730	1823	94.90%
		2		3100	3584	86.50%
			1	1561	1797	86.87%
			2	1539	1787	86.12%
		3		3430	3582	95.76%
			1	1720	1803	95.40%
			2	1710	1779	96.12%
4	122268	1		3458	3595	96.19%
			1	1734	1777	97.58%
			2	1724	1818	94.83%
		2		3097	3590	86.27%
			1	1556	1799	86.49%
			2	1541	1791	86.04%
		3		3428	3588	95.54%
			1	1721	1804	95.40%
			2	1707	1784	95.68%
5	156027	1		3456	3600	96.00%
			1	1735	1778	97.58%
			2	1721	1821	94.51%

序號	亂數種子	節線	車道數	新系統流率 (VPH)	2021HTSS 流率 (VPH)	新系統流率 /2021HTSS 流率百分比
		2		3099	3593	86.25%
			1	1560	1800	86.67%
			2	1539	1793	85.83%
		3		3418	3592	95.16%
			1	1710	1805	94.74%
			2	1708	1787	95.58%
6	189786	1		3456	3595	96.13%
			1	1740	1776	97.97%
			2	1716	1819	94.34%
		2		3102	3586	86.50%
			1	1556	1798	86.54%
			2	1546	1788	86.47%
		3		3420	3585	95.40%
			1	1718	1804	95.23%
			2	1702	1781	95.56%
7	223545	1		3460	3592	96.33%
			1	1737	1772	98.02%
			2	1723	1821	94.62%
		2		3104	3587	86.53%
			1	1557	1794	86.79%
			2	1547	1793	86.28%
		3		3426	3585	95.56%
			1	1718	1799	95.50%
			2	1708	1786	95.63%
8	257304	1		3458	3578	96.65%
			1	1733	1774	97.69%
			2	1725	1804	95.62%
		2		3101	3581	86.60%
			1	1561	1801	86.67%
			2	1540	1780	86.52%
		3		3424	3581	95.62%

序號	亂數種子	節線	車道數	新系統流率 (VPH)	2021HTSS 流率 (VPH)	新系統流率 /2021HTSS 流率百分比
			1	1725	1807	95.46%
			2	1699	1775	95.72%
9	291063	1		3460	3597	96.19%
			1	1733	1775	97.63%
			2	1727	1822	94.79%
		2		3098	3590	86.30%
			1	1557	1798	86.60%
			2	1541	1792	85.99%
		3		3429	3586	95.62%
			1	1726	1803	95.73%
			2	1703	1783	95.51%
10	324822	1		3460	3596	96.22%
			1	1737	1774	97.91%
			2	1723	1821	94.62%
		2		3099	3588	86.37%
			1	1559	1797	86.76%
			2	1540	1791	85.99%
		3		3423	3585	95.48%
			1	1716	1803	95.17%
			2	1707	1782	95.79%
11	358581	1		3450	3599	95.86%
			1	1735	1776	97.69%
			2	1715	1823	94.08%
		2		3100	3593	86.28%
			1	1558	1796	86.75%
			2	1542	1797	85.81%
		3		3426	3591	95.41%
			1	1724	1801	95.72%
			2	1702	1789	95.14%
12	392340	1		3453	3596	96.02%
			1	1728	1773	97.46%

序號	亂數種子	節線	車道數	新系統流率 (VPH)	2021HTSS 流率 (VPH)	新系統流率 /2021HTSS 流率百分比
			2	1725	1823	94.62%
		2		3096	3587	86.31%
			1	1553	1800	86.28%
			2	1543	1787	86.35%
		3		3422	3585	95.45%
			1	1710	1803	94.84%
			2	1712	1782	96.07%
13	426099	1		3454	3595	96.08%
			1	1740	1774	98.08%
			2	1714	1821	94.12%
		2		3107	3589	86.57%
			1	1556	1799	86.49%
			2	1551	1790	86.65%
		3		3422	3583	95.51%
			1	1720	1804	95.34%
			2	1702	1779	95.67%
14	459858	1		3455	3598	96.03%
			1	1738	1773	98.03%
			2	1717	1825	94.08%
		2		3100	3592	86.30%
			1	1558	1796	86.75%
			2	1542	1796	85.86%
		3		3420	3590	95.26%
			1	1717	1802	95.28%
			2	1703	1788	95.25%
15	493617	1		3457	3588	96.35%
			1	1736	1774	97.86%
			2	1721	1814	94.87%
		2		3096	3587	86.31%
			1	1553	1797	86.42%
			2	1543	1790	86.20%

序號	亂數種子	節線	車道數	新系統流率 (VPH)	2021HTSS 流率 (VPH)	新系統流率 /2021HTSS 流率百分比
		3		3419	3584	95.40%
			1	1715	1803	95.12%
			2	1704	1781	95.68%
16	527376	1		3457	3599	96.05%
			1	1744	1775	98.25%
			2	1713	1824	93.91%
		2		3096	3592	86.19%
			1	1558	1798	86.65%
			2	1538	1794	85.73%
		3		3427	3591	95.43%
			1	1718	1804	95.23%
			2	1709	1787	95.64%
17	561135	1		3464	3598	96.28%
			1	1745	1774	98.37%
			2	1719	1824	94.24%
		2		3097	3588	86.32%
			1	1556	1796	86.64%
			2	1541	1793	85.95%
		3		3429	3591	95.49%
			1	1729	1801	96.00%
			2	1700	1789	95.03%
18	594894	1		3455	3600	95.97%
			1	1736	1774	97.86%
			2	1719	1826	94.14%
		2		3098	3590	86.30%
			1	1553	1799	86.33%
			2	1545	1791	86.26%
		3		3427	3587	95.54%
			1	1719	1802	95.39%
			2	1708	1785	95.69%
19	628653	1		3455	3529	97.90%

序號	亂數種子	節線	車道數	新系統流率 (VPH)	2021HTSS 流率 (VPH)	新系統流率 /2021HTSS 流率百分比
			1	1730	1745	99.14%
			2	1725	1784	96.69%
		2		3099	3534	87.69%
			1	1560	1772	88.04%
			2	1539	1762	87.34%
		3		3422	3539	96.69%
			1	1718	1778	96.63%
			2	1704	1761	96.76%
20	662412	1		3459	3597	96.16%
			1	1738	1771	98.14%
			2	1721	1826	94.25%
		2		3100	3587	86.42%
			1	1555	1793	86.73%
			2	1545	1794	86.12%
		3		3427	3585	95.59%
			1	1725	1799	95.89%
			2	1702	1786	95.30%
21	696171	1		3456	3597	96.08%
			1	1736	1776	97.75%
			2	1720	1821	94.45%
		2		3105	3590	86.49%
			1	1562	1808	86.39%
			2	1543	1782	86.59%
		3		3424	3585	95.51%
			1	1721	1808	95.19%
			2	1703	1777	95.84%
22	729930	1		3457	3593	96.21%
			1	1738	1771	98.14%
			2	1719	1822	94.35%
		2		3102	3580	86.65%
			1	1550	1794	86.40%

序號	亂數種子	節線	車道數	新系統流率 (VPH)	2021HTSS 流率 (VPH)	新系統流率 /2021HTSS 流率百分比
			2	1552	1787	86.85%
		3		3420	3582	95.48%
			1	1714	1800	95.22%
			2	1706	1782	95.74%
23	763689	1		3454	3597	96.02%
			1	1729	1777	97.30%
			2	1725	1820	94.78%
		2		3103	3583	86.60%
			1	1557	1794	86.79%
			2	1546	1789	86.42%
		3		3428	3581	95.73%
			1	1722	1800	95.67%
			2	1706	1782	95.74%
24	797448	1		3456	3597	96.08%
			1	1732	1779	97.36%
			2	1724	1819	94.78%
		2		3104	3592	86.41%
			1	1555	1800	86.39%
			2	1549	1792	86.44%
		3		3425	3590	95.40%
			1	1730	1803	95.95%
			2	1695	1787	94.85%
25	831207	1		3452	3599	95.92%
			1	1740	1777	97.92%
			2	1712	1822	93.96%
		2		3092	3593	86.06%
			1	1555	1804	86.20%
			2	1537	1789	85.91%
		3		3425	3591	95.38%
			1	1718	1812	94.81%
			2	1707	1779	95.95%

序號	亂數種子	節線	車道數	新系統流率 (VPH)	2021HTSS 流率 (VPH)	新系統流率 /2021HTSS 流率百分比
26	864966	1		3454	3598	96.00%
			1	1733	1774	97.69%
			2	1721	1824	94.35%
		2		3094	3582	86.38%
			1	1553	1798	86.37%
			2	1541	1785	86.33%
		3		3430	3580	95.81%
			1	1719	1803	95.34%
			2	1711	1777	96.29%
27	898725	1		3462	3595	96.30%
			1	1733	1774	97.69%
			2	1729	1821	94.95%
		2		3108	3583	86.74%
			1	1562	1801	86.73%
			2	1546	1782	86.76%
		3		3428	3581	95.73%
			1	1716	1808	94.91%
			2	1712	1773	96.56%
28	932484	1		3460	3458	100.06%
			1	1745	1714	101.81%
			2	1715	1744	98.34%
		2		3096	3475	89.09%
			1	1556	1745	89.17%
			2	1540	1730	89.02%
		3		3424	3480	98.39%
			1	1723	1751	98.40%
			2	1701	1729	98.38%
29	966243	1		3454	3595	96.08%
			1	1724	1775	97.13%
			2	1730	1821	95.00%
		2		3089	3589	86.07%

序號	亂數種子	節線	車道數	新系統流率 (VPH)	2021HTSS 流率 (VPH)	新系統流率 /2021HTSS 流率百分比
			1	1550	1799	86.16%
			2	1539	1790	85.98%
		3		3424	3588	95.43%
			1	1720	1806	95.24%
			2	1704	1782	95.62%
30	999999	1		3460	3597	96.19%
			1	1741	1778	97.92%
			2	1719	1819	94.50%
		2		3103	3586	86.53%
			1	1561	1800	86.72%
			2	1542	1786	86.34%
		3		3427	3585	95.59%
			1	1719	1807	95.13%
			2	1708	1778	96.06%
31	89132	1		3455	3594	96.13%
			1	1740	1772	98.19%
			2	1715	1822	94.13%
		2		3096	3590	86.24%
			1	1557	1798	86.60%
			2	1539	1791	85.93%
		3		3429	3587	95.60%
			1	1727	1803	95.78%
			2	1702	1784	95.40%
平均						92.84%

二、Free3L 之測試

(一) 輸入內容

Free3L.txt 為單向 3 車道之高速公路輸入檔範例，其輸入檔型資料如表 4.4-3 所示。至於新系統之輸入介面，則如前述 5.1 及 5.2 節所示。

表 4.4-3 Free3L 之輸入檔型資料表

```
5555 0      simulation controls,# runs, # periods, Warmup/next period, scan, seed,
2    2    800   2100 0.5    491321
5555 1      read type 1 data, upstream node, down stream node, etc.
1    610  1     1     NO    3     3.5   0.0   0 1.2   0.0   1.0    FREE
2    1    2     1     NO    3     3.5   0.0   0 1.2   0.0   1.0    FREE
3    2    611   1     NO    3     3.5   0.0   0 1.2   0.0   1.0    FREE
4    611  2     1     NO    3     3.5   0.0   0 1.2   0.0   1.0    FREE
5    2    1     1     NO    3     3.5   0.0   0 1.2   0.0   1.0    FREE
6    1    610   1     NO    3     3.5   0.0   0 1.2   0.0   1.0    FREE
5555 2    Read Type 2 Link, turn, receiving link, matching lanes, distance
1    5    2     1     1     0.
2    5    3     1     1     0.
4    5    5     1     1     0.
5    5    6     1     1     0.
5555 3    Read Type 3 Node, Base link, and other Links
610  6    0   0 0 0 0 0 0
1    1    0   0 0 5 0 0 0
2    2    0   0 0 4 0 0 0
611  3    0   0 0 0 0 0 0
5555 20   Type 20 data,    Link, turn type, 6 usable lanes
1    5    1   2   3   0   0   0
2    5    1   2   3   0   0   0
3    5    1   2   3   0   0   0
4    5    1   2   3   0   0   0
5    5    1   2   3   0   0   0
6    5    1   2   3   0   0   0
5555 21   Type 21 data, veh type, turning movements at end of link for veh type
1    9     5   100.0  0   00.0  0   0.0   0   0.0   0   0.0   0   0.0
2    9     5   100.0  0   00.0  0   0.0   0   0.0   0   0.0   0   0.0
3    9     5   100.0  0   00.0  0   0.0   0   0.0   0   0.0   0   0.0
```

```
4      9      5     100.0   0     00.0   0   0.0     0   0.0   0   0.0   0   0.0
5      9      5     100.0   0     00.0   0   0.0     0   0.0   0   0.0   0   0.0
6      9      5     100.0   0     00.0   0   0.0     0   0.0   0   0.0   0   0.0
5555 30    Type 30 data, flow rates at source nodes, to in/out, period
610    1      1    4000 100.   00.0   000.0   000.00   00.0   0.0
610    1      2    4000 100.   00.0   000.0   000.00   00.0   0.0
611    1      1      00.       000.0   00.0   000.0   000.0   100.0   0.0
611    1      2      00.       000.0   00.0   000.0   000.0   100.0   0.0
5555 45    Type 45 data, Speed Zones
1     0.0      110   100.     100.
2     0.0      110   100.     100.
3     0.0      100.  100.     100.
4     0.0      100.  100.     100.
5     0.0      100.  100.     100.
6     0.0      100.  100.     100.
5555 46    TYPE 46 data, change free-flow speed for each zone
1     1   115   100.   100.
2     1   115   100.   100.
3     1   115. 100.   100.
4     1   100. 100.   100.
5     1   100. 100.   100.
6     1   100. 100.   100.
5555 47    TYPE 47 data, free-flow speed at entry point(Small veh, motorcycle, heavy)
610 115 100 100
611    115     100     100
5555 50    Type 50 data, Link, Speed Zone ID, Capacity,    critical speed, adj
1   1       2000    100
2   1       2000    100
3   1       2000    100.0
4   1       1850     85.0
5   1       1800     85.0
```

```
6   1       1850      85.0
5555 60 Type 60 data, Link, ID, Start, End, % slope    San-Yi northbound
2     1       0.0      1.000      0.0
5     1       0         1.000     -0.0
5555 86    vehicle weight, horsepower, and engine efficiency
1     2000.      36    0.92
2     180         5.5    0.92
3     15000      215 0.85
4     10500      124 0.85
5     32000      260 0.85 taiwan 31320      261 0.85 AASHTO       3          31320      261
0.85 AASHTO      32000      260 0.85 taiwan
5555 95    Type 95 data, detector for flow data
1    0.010 0.02 0.04 0.06 0.08 0.09 0.0 0.0 0.0 0.0
2    0.010 0.3    0.6    0.9    1.2    1.5    1.8 2.0 2.3 2.5
5    0.010 0.3    0.5    0.7    0.0    0.0    0.0 0.0 0.0 0.0
99999 99999
```

(二) 輸出結果

依據系統化的亂數種子設定，2021HTSS 與新系統之輸出流率比較如表 4.4-4 所示，表中新系統流率/2021HTSS 流率百分比之具有低估或高估之隨機狀況，符合微觀車流模擬之隨機特性，而其平均絕對誤差百分比（Mean Absolute Percentage Error, MAPE）為 4.39%，低於 10%，屬於高準確性。

表 4.4-4 Free3L 之流率輸出結果比較表

序號	亂數種子	節線	車道數	新系統流率 (VPH)	2021HTSS 流率 (VPH)	新系統流率 /2021HTSS 流率 百分比
1	20991	1		3887	3998	97.22%
			1	1297	1216	106.66%
			2	1300	1419	91.61%
			3	1290	1363	94.64%
		2		3882	3999	97.07%
			1	1295	1287	100.62%
			2	1294	1404	92.17%

序號	亂數種子	節線	車道數	新系統流率 (VPH)	2021HTSS 流率 (VPH)	新系統流率 /2021HTSS 流率 百分比
			3	1293	1308	98.85%
		3		3889	3994	97.37%
			1	1296	1296	100.00%
			2	1300	1430	90.91%
			3	1293	1269	101.89%
2	54750	1		3888	3998	97.25%
			1	1298	1217	106.66%
			2	1294	1414	91.51%
			3	1296	1366	94.88%
		2		3882	3999	97.07%
			1	1296	1285	100.86%
			2	1294	1416	91.38%
			3	1292	1298	99.54%
		3		3890	4001	97.23%
			1	1298	1277	101.64%
			2	1296	1420	91.27%
			3	1296	1304	99.39%
3	88509	1		3895	3996	97.47%
			1	1295	1201	107.83%
			2	1298	1429	90.83%
			3	1302	1366	95.31%
		2		3880	4006	96.85%
			1	1294	1260	102.70%
			2	1294	1429	90.55%
			3	1292	1317	98.10%
		3		3890	4002	97.20%
			1	1292	1260	102.54%
			2	1300	1427	91.10%
			3	1298	1315	98.71%
4	122268	1		3886	3991	97.37%
			1	1292	1208	106.95%

序號	亂數種子	節線	車道數	新系統流率 (VPH)	2021HTSS 流率 (VPH)	新系統流率 /2021HTSS 流率 百分比
			2	1296	1411	91.85%
			3	1298	1372	94.61%
		2		3897	3987	97.74%
			1	1302	1272	102.36%
			2	1296	1397	92.77%
			3	1299	1317	98.63%
		3		3889	3981	97.69%
			1	1292	1278	101.10%
			2	1296	1409	91.98%
			3	1301	1294	100.54%
5	156027	1		3888	4001	97.18%
			1	1298	1206	107.63%
			2	1296	1434	90.38%
			3	1294	1361	95.08%
		2		3881	3998	97.07%
			1	1294	1284	100.78%
			2	1294	1395	92.76%
			3	1293	1319	98.03%
		3		3884	3997	97.17%
			1	1294	1276	101.41%
			2	1296	1425	90.95%
			3	1294	1295	99.92%
6	189786	1		3894	3999	97.37%
			1	1298	1211	107.18%
			2	1299	1421	91.41%
			3	1297	1367	94.88%
		2		3885	4003	97.05%
			1	1294	1282	100.94%
			2	1296	1407	92.11%
			3	1295	1313	98.63%
		3		3888	3999	97.22%

序號	亂數種子	節線	車道數	新系統流率 (VPH)	2021HTSS 流率 (VPH)	新系統流率 /2021HTSS 流率 百分比
			1	1296	1281	101.17%
			2	1300	1429	90.97%
			3	1292	1288	100.31%
7	223545	1		3884	3994	97.25%
			1	1296	1197	108.27%
			2	1294	1424	90.87%
			3	1294	1374	94.18%
		2		3894	3993	97.52%
			1	1300	1251	103.92%
			2	1299	1421	91.41%
			3	1295	1320	98.11%
		3		3886	3990	97.39%
			1	1290	1256	102.71%
			2	1295	1435	90.24%
			3	1301	1299	100.15%
8	257304	1		3882	3996	97.15%
			1	1294	1211	106.85%
			2	1296	1423	91.08%
			3	1292	1362	94.86%
		2		3894	3996	97.45%
			1	1299	1264	102.77%
			2	1296	1420	91.27%
			3	1299	1311	99.08%
		3		3891	4001	97.25%
			1	1294	1273	101.65%
			2	1300	1410	92.20%
			3	1297	1318	98.41%
9	291063	1		3885	3993	97.30%
			1	1298	1190	109.08%
			2	1298	1432	90.64%
			3	1289	1371	94.02%

序號	亂數種子	節線	車道數	新系統流率 (VPH)	2021HTSS 流率 (VPH)	新系統流率 /2021HTSS 流率 百分比
		2		3884	3991	97.32%
			1	1296	1250	103.68%
			2	1290	1417	91.04%
			3	1298	1324	98.04%
		3		3894	3995	97.47%
			1	1298	1253	103.59%
			2	1296	1422	91.14%
			3	1300	1320	98.48%
10	324822	1		3888	3996	97.30%
			1	1296	1206	107.46%
			2	1297	1424	91.08%
			3	1295	1366	94.80%
		2		3880	3994	97.15%
			1	1296	1263	102.61%
			2	1289	1422	90.65%
			3	1295	1310	98.85%
		3		3891	3996	97.37%
			1	1295	1252	103.43%
			2	1296	1434	90.38%
			3	1300	1310	99.24%
11	358581	1		3880	4000	97.00%
			1	1294	1209	107.03%
			2	1294	1431	90.43%
			3	1292	1361	94.93%
		2		3889	3999	97.25%
			1	1294	1281	101.01%
			2	1298	1415	91.73%
			3	1297	1303	99.54%
		3		3892	3998	97.35%
			1	1296	1281	101.17%
			2	1300	1423	91.36%

序號	亂數種子	節線	車道數	新系統流率 (VPH)	2021HTSS 流率 (VPH)	新系統流率 /2021HTSS 流率 百分比
			3	1296	1294	100.15%
12	392340	1		3894	4001	97.33%
			1	1297	1211	107.10%
			2	1299	1422	91.35%
			3	1298	1368	94.88%
		2		3885	3993	97.30%
			1	1298	1275	101.80%
			2	1295	1420	91.20%
			3	1292	1299	99.46%
		3		3882	4001	97.03%
			1	1294	1281	101.01%
			2	1294	1420	91.13%
			3	1294	1299	99.62%
13	426099	1		3888	3999	97.22%
			1	1295	1204	107.56%
			2	1297	1428	90.83%
			3	1296	1366	94.88%
		2		3881	3993	97.20%
			1	1295	1269	102.05%
			2	1296	1420	91.27%
			3	1290	1304	98.93%
		3		3888	3989	97.47%
			1	1296	1281	101.17%
			2	1297	1412	91.86%
			3	1295	1296	99.92%
14	459858	1		3878	4008	96.76%
			1	1291	1198	107.76%
			2	1294	1441	89.80%
			3	1293	1369	94.45%
		2		3890	4009	97.03%
			1	1296	1263	102.61%

序號	亂數種子	節線	車道數	新系統流率 (VPH)	2021HTSS 流率 (VPH)	新系統流率 /2021HTSS 流率 百分比
			2	1294	1416	91.38%
			3	1300	1330	97.74%
		3		3889	4008	97.03%
			1	1294	1274	101.57%
			2	1300	1426	91.16%
			3	1295	1308	99.01%
15	493617	1		3883	3999	97.10%
			1	1296	1209	107.20%
			2	1292	1424	90.73%
			3	1295	1367	94.73%
		2		3886	4006	97.00%
			1	1297	1294	100.23%
			2	1293	1407	91.90%
			3	1296	1305	99.31%
		3		3891	4014	96.94%
			1	1296	1297	99.92%
			2	1294	1424	90.87%
			3	1301	1293	100.62%
16	527376	1		3899	3997	97.55%
			1	1294	1217	106.33%
			2	1306	1431	91.26%
			3	1299	1349	96.29%
		2		3890	3987	97.57%
			1	1296	1267	102.29%
			2	1296	1403	92.37%
			3	1298	1317	98.56%
		3		3886	3989	97.42%
			1	1290	1274	101.26%
			2	1296	1434	90.38%
			3	1300	1281	101.48%
17	561135	1		3892	3990	97.54%

序號	亂數種子	節線	車道數	新系統流率 (VPH)	2021HTSS 流率 (VPH)	新系統流率 /2021HTSS 流率 百分比
			1	1294	1215	106.50%
			2	1297	1415	91.66%
			3	1301	1360	95.66%
		2		3890	3984	97.64%
			1	1296	1280	101.25%
			2	1298	1390	93.38%
			3	1296	1314	98.63%
		3		3897	3987	97.74%
			1	1298	1296	100.15%
			2	1300	1407	92.40%
			3	1299	1284	101.17%
18	594894	1		3893	3995	97.45%
			1	1298	1205	107.72%
			2	1298	1421	91.34%
			3	1297	1369	94.74%
		2		3888	3993	97.37%
			1	1294	1274	101.57%
			2	1294	1419	91.19%
			3	1300	1300	100.00%
		3		3896	3993	97.57%
			1	1298	1274	101.88%
			2	1300	1430	90.91%
			3	1298	1290	100.62%
19	628653	1		3895	3997	97.45%
			1	1298	1200	108.17%
			2	1303	1421	91.70%
			3	1294	1376	94.04%
		2		3886	3993	97.32%
			1	1294	1266	102.21%
			2	1300	1404	92.59%
			3	1292	1323	97.66%

序號	亂數種子	節線	車道數	新系統流率 (VPH)	2021HTSS 流率 (VPH)	新系統流率 /2021HTSS 流率 百分比
		3		3884	4000	97.10%
			1	1295	1273	101.73%
			2	1292	1429	90.41%
			3	1297	1299	99.85%
20	662412	1		3889	3999	97.25%
			1	1294	1212	106.77%
			2	1294	1422	91.00%
			3	1301	1365	95.31%
		2		3880	3999	97.02%
			1	1300	1281	101.48%
			2	1291	1418	91.04%
			3	1289	1300	99.15%
		3		3887	4000	97.18%
			1	1298	1293	100.39%
			2	1296	1419	91.33%
			3	1293	1289	100.31%
21	696171	1		3885	3999	97.15%
			1	1298	1191	108.98%
			2	1294	1437	90.05%
			3	1293	1371	94.31%
		2		3893	4006	97.18%
			1	1298	1269	102.29%
			2	1296	1428	90.76%
			3	1299	1309	99.24%
		3		3902	3998	97.60%
			1	1298	1269	102.29%
			2	1300	1436	90.53%
			3	1304	1293	100.85%
22	729930	1		3887	3994	97.32%
			1	1294	1197	108.10%
			2	1298	1436	90.39%

序號	亂數種子	節線	車道數	新系統流率 (VPH)	2021HTSS 流率 (VPH)	新系統流率 /2021HTSS 流率 百分比
			3	1295	1361	95.15%
		2		3880	3992	97.19%
			1	1289	1269	101.58%
			2	1297	1407	92.18%
			3	1294	1315	98.40%
		3		3884	3988	97.39%
			1	1298	1272	102.04%
			2	1290	1407	91.68%
			3	1296	1309	99.01%
23	763689	1		3882	4002	97.00%
			1	1292	1204	107.31%
			2	1293	1428	90.55%
			3	1297	1370	94.67%
		2		3892	4002	97.25%
			1	1300	1274	102.04%
			2	1292	1408	91.76%
			3	1300	1320	98.48%
		3		3893	4005	97.20%
			1	1298	1282	101.25%
			2	1297	1433	90.51%
			3	1298	1290	100.62%
24	797448	1		3882	3999	97.07%
			1	1292	1209	106.87%
			2	1294	1420	91.13%
			3	1296	1371	94.53%
		2		3884	3999	97.12%
			1	1296	1281	101.17%
			2	1296	1389	93.30%
			3	1292	1329	97.22%
		3		3888	4007	97.03%
			1	1298	1295	100.23%

序號	亂數種子	節線	車道數	新系統流率 (VPH)	2021HTSS 流率 (VPH)	新系統流率 /2021HTSS 流率 百分比
			2	1295	1412	91.71%
			3	1295	1300	99.62%
25	831207	1		3889	4002	97.18%
			1	1297	1209	107.28%
			2	1298	1444	89.89%
			3	1294	1349	95.92%
		2		3879	4005	96.85%
			1	1298	1271	102.12%
			2	1291	1425	90.60%
			3	1290	1309	98.55%
		3		3885	4005	97.00%
			1	1296	1274	101.73%
			2	1294	1429	90.55%
			3	1295	1302	99.46%
26	864966	1		3888	3999	97.22%
			1	1296	1209	107.20%
			2	1296	1426	90.88%
			3	1296	1364	95.01%
		2		3885	3997	97.20%
			1	1292	1267	101.97%
			2	1298	1417	91.60%
			3	1295	1313	98.63%
		3		3894	3995	97.47%
			1	1298	1254	103.51%
			2	1298	1417	91.60%
			3	1298	1324	98.04%
27	898725	1		3894	3997	97.42%
			1	1297	1202	107.90%
			2	1298	1414	91.80%
			3	1299	1381	94.06%
		2		3882	4005	96.93%

序號	亂數種子	節線	車道數	新系統流率 (VPH)	2021HTSS 流率 (VPH)	新系統流率 /2021HTSS 流率 百分比
			1	1296	1288	100.62%
			2	1296	1402	92.44%
			3	1290	1314	98.17%
		3		3886	4002	97.10%
			1	1292	1296	99.69%
			2	1299	1420	91.48%
			3	1295	1286	100.70%
28	932484	1		3893	3999	97.35%
			1	1298	1203	107.90%
			2	1296	1432	90.50%
			3	1299	1365	95.16%
		2		3892	3995	97.42%
			1	1296	1269	102.13%
			2	1298	1422	91.28%
			3	1298	1305	99.46%
		3		3890	3993	97.42%
			1	1294	1269	101.97%
			2	1296	1410	91.91%
			3	1300	1313	99.01%
29	966243	1		3892	4000	97.30%
			1	1296	1193	108.63%
			2	1298	1449	89.58%
			3	1298	1358	95.58%
		2		3888	3999	97.22%
			1	1292	1277	101.17%
			2	1299	1426	91.09%
			3	1297	1296	100.08%
		3		3889	4000	97.23%
			1	1294	1279	101.17%
			2	1300	1438	90.40%
			3	1295	1283	100.94%

序號	亂數種子	節線	車道數	新系統流率 (VPH)	2021HTSS 流率 (VPH)	新系統流率 /2021HTSS 流率 百分比
30	999999	1		3884	4001	97.08%
			1	1296	1201	107.91%
			2	1293	1428	90.55%
			3	1295	1372	94.39%
		2		3896	4000	97.40%
			1	1298	1266	102.53%
			2	1302	1419	91.75%
			3	1296	1315	98.56%
		3		3885	4010	96.88%
			1	1297	1278	101.49%
			2	1294	1428	90.62%
			3	1294	1304	99.23%
31	491321	1		3887	3999	97.20%
			1	1301	1203	108.15%
			2	1296	1417	91.46%
			3	1290	1378	93.61%
		2		3886	3991	97.37%
			1	1296	1266	102.37%
			2	1294	1401	92.36%
			3	1296	1323	97.96%
		3		3886	3984	97.54%
			1	1297	1269	102.21%
			2	1294	1413	91.58%
			3	1295	1302	99.46%
平均						97.49%

第五章 其他工作項目

本章主要述明召開意見蒐集會透過不同面向及經驗汲取需要各方面的專業知識和技術支持，提供寶貴的專業建議和意見，確保開發方向的正確性和合理性，並根據座談會之成果規劃後續主要車流模式開發期程與規劃內容。

5.1 意見蒐集座談會

本計畫在民國 113 年 10 月 21 日上午 10 點於本所召開「意見蒐集座談會」，該座談會出席者包括：國立陽明交通大學黃家耀教授、中央警察大學曾平毅教授、臺北市政府交通局劉嘉祐主任秘書、臺灣世曦工程顧問股份有限公司、易緯工程顧問股份有限公司、中華民國交通工程技師公會等專業交通工程領域之學者專家參與討論，該座談會之會議剪影如圖 5.1.1。

圖 5.1.1 意見蒐集座談會之會議剪影

本次座談會經由研究團隊先行針對本計畫研究之成果進行說明，並於簡報後拋出三個議題進行討論。

一、輸出入介面適宜性

(一) 系統現有的輸出入介面是否具親和力，是否需要進一步簡化？

(二) 對於結果的呈現，是否能夠滿足各類使用者的需求，特別是在數據視覺化與多樣化輸出格式方面？

二、後續規劃構想適宜性

(一) 系統如何逐年規劃發展，應優先考慮哪些模組或功能的更新？

(二) 如何確保 HTSS 系統能夠靈活應對未來的交通需求，並保持技術的前瞻性？

(三) 在技術發展的同時，如何平衡資源與時間投入，以確保系統的永續發展？

三、HTSS 的行銷推廣

(一) 如何確保 HTSS 系統能夠被目標使用者廣泛接受，並建立起對系統的信任？

(二) 推廣活動應優先針對哪一類型的使用者？

(三) 如何整合資源與技術，確保 HTSS 系統的推廣能夠達成商業化與長期應用目標？

而在本次會議提出的建議中涵蓋 HTSS 系統的操作改善、推廣策略、技術發展以及數據管理等各層面，並指導後續的系統開發方向，這些建議也有助於提升 HTSS 的應用價值和市場競爭力，確保該系統在交通模擬領域的廣泛應用與穩定發展，完整之會議紀錄與出席人員名單請參閱附錄五。

茲就此次座談會之重點摘要彙整說明如下，用以作為本團隊規劃後續車流模式開發方向之重要參考依據。

一、HTSS 系統操作和數據呈現

(一) 使用者介面改進：HTSS 系統的操作介面相較過去已經顯著簡化，降低了使用門檻，使得操作更為直觀。然而，由於當前系統的輸出格式仍以 TXT 文件為主，不僅難以進行後續數據處理，也增加了閱讀負擔。新一代 HTSS 建議採用 Excel 或 HTML 格式，以便提升數據可讀性及編輯靈活性。

(二) 數據安全性措施：考量到數據的準確性和安全性，建議在 Excel 報表中加入浮水印，確保報告內容在傳遞過程中不被篡改。這不僅能提升報表的專業性與可信度，亦可保護數據知識產權，符合交通研究領域對精準數據的高標準要求。

二、參數透明度及模組開發

(一) 關鍵參數的透明度：HTSS 系統在模擬過程中涉及多項參數設定，然而目前使用者無法檢視或調整部分核心參數，導致模擬結果與預期出現偏差時難以確定原因。為提高系統調整靈活性，建議在下一階段開發中提升關鍵參數的可見性，使使用者可隨需求進行微調，並有效檢查模擬過程。

(二) 模組開發的優先順序：考量交通模擬需求頻率，應優先針對路口模擬模式等高使用頻率模組進行開發，以提升整體系統實務應用效率。此外，為應對未來多樣化交通模式，需採用模組化設計，使系統功能具有高度靈活性，便於後續根據不同場景進行增強或調整。

三、推廣策略與教育

(一) 政策推動與強制使用：為加速 HTSS 的推廣，建議由中央發文強制規範地方政府在進行交通影響評估時須採用 HTSS 系統模擬結果，藉此統一審查標準與流程，並增進系統的廣泛應用。此舉將能夠確保地方政府審查報告的一致性與精確性。

(二) 地方政府人員培訓：由於多數地方政府承辦人員非交通專業出身，對 HTSS 系統的操作和理解有限。建議本所加強培訓，包含系統的基礎操作、參數設定及報告結果解讀，進一步提升其在交通影響評估過程中的專業能力。這將有助於提升交通模擬報告的審查效能，並增強地方政府對 HTSS 系統的信任與依賴。

四、新興技術整合

(一) 自動駕駛與車聯網技術融合：HTSS 應順應全球交通技術的發展趨勢，積極考量自動駕駛及車聯網技術的整合。建議研究團隊在後續規劃中加入此類技術模擬的專案管理計畫，使 HTSS 能夠有效應對未來智慧交通系統需求，進而增加系統在前瞻技術應用中的參考價值。

(二) 提升系統穩定性及可擴充性：在技術實踐方面，建議透過系統化的架構設計來提升模擬工具的穩定性，並結合既有數據和使用經驗，逐步完善系統框架，增強模擬結果的現實性與應用效果。

五、技術傳承與可持續發展

(一) 技術傳承與系統易用性：HTSS 系統的長期可持續性取決於技術傳承和易用性，若未來技術知識無法有效傳承，系統將難以持續發展。建議在技術發展過程中構建穩定的基礎框架，並提供直觀的操作介面，以降低學習曲線並確保後續開發者能快速上手，避免系統因複雜性而被忽略或替代。

(二) 市場競爭與技術更新：交通系統模擬市場競爭激烈，若 HTSS 系統無法持續改善易用性與功能性，未來可能遭遇其他工具的取代風險。建議根據市場技術動態與需求，進行定期的系統更新，確保 HTSS 系統的競爭優勢和長期發展潛力。

六、多元績效指標與系統穩定性

(一) 多元績效指標：目前 HTSS 系統的績效評估指標尚待完善，會議建議增加涵蓋交通流量、平均通行時間、事故率等的多元指標，以便更加全面地分析交通模擬結果。這些指標將有助於更準確地反映真實交通情境，並提供可靠的交通改善依據。

(二) 系統穩定性與使用者信任：在未來的開發中，需持續提升系統穩定性，確保模擬結果的可預測性及一致性。為增強使用者對系統的信任，建議提供透明的數據處理過程和明確的結果解釋，讓使用者理解模擬結果的計算原理及其準確性。

5.2 後續年期主要車流模式開發期程與預算規劃

5.2.1後續年期規劃方向評估

隨著交通需求多元化以及智慧交通技術的快速演進，不同的開發模式在資源投入、效能優化、系統擴展性等方面均有不同的影響。透過開發模式的優缺點分析，可以更精準地判斷在有限的資源下如何達成最高效的開發策略，同時評估各策略的技術風險與潛在瓶頸，避免在後期投入過多成本於架構調整。故為了有效規劃後續車流模式的開發期程與預算，透過本期計畫已完成之開發內容及從專家學者座談會、意見蒐集座談會中所彙整之重點，以下針對兩個發展方向：一、依照既有規劃，以模組（功能）作為開發順序的依據；二、僅針對原 HTSS 模擬模式程式邏輯進行系統改寫，深入探討不同開發方式的利弊，為後續的期程安排與預算分配提供明確依據，並將分析之重點，彙整如表 5.2-1 所示。

一、方案一：依照既有規劃進行模組（功能）之開發

(一) 優點

1. 降低開發人力需求

按照模組順序逐步開發，能有效分散不同時期的人力需求，避免單一時期投入過多資源於整體系統的建置。這種循序漸進的方法可以更有效地控制開發進度，使每階段的開發專注於特定模組，達到聚焦開發的效果。此外，逐步開發單一模組也能兼顧模組間獨立性與相依性設計的彈性，提升人力配置的靈活度，增加系統管理的效率。

2. 模組檢查更具可行性

單一模組開發能夠將系統的正確性檢查集中在個別模組範疇內，使得測試和問題排查的範圍更為集中，減少系統整體測試的工作量。這樣的開發方式降低了出錯的風險，有助於更精準地掌握模組運作的正確性。透過聚焦檢查，能更迅速地發現與修正模組中的錯誤，提升系統的穩定性，確保每一模組的可靠性。

3. 基礎架構負荷較輕

開發過程中若需調整基礎架構，針對單一模組的調整相較於整體系統開發的影響範圍較小，讓架構變更的影響更為可控。此開發方式不僅降低了架構變更的成本損失，還使架構能根據新的技術需求進行靈活更新，有助於系統長期的維護和彈性應對未來需求。

(二) 缺點

1. 模組間相互關聯性高，重複性檢查工作量大

由於模組之間的高度相依性，不同時期開發的模組在整合時須進行多次的相容性驗證與正確性檢查。特別是在後期模組開發時，需反覆確認新模組與已開發模組的兼容性和穩定性，增加系統整體的邏輯檢查工作量，容易出現跨模組錯誤，進一步提高測試和修正的負擔，導致系統整體驗證的挑戰性提高。

2. 初期成本投入較高

為確保基礎架構的穩定性及兼容性，初期開發階段需投入較高成本來建置和完善核心模組。這種基礎架構設計需考量到未來多樣化模組的需求，避免在後期擴展時架構紊亂。因此，初期設計需要謹慎規劃，以在資源配置與時間上達到最佳的平衡，避免在後續階段進行大規模的改動。

(三) 方案綜合研析

以模組化作為系統開發的核心基礎，能明顯提升系統在模組修改、調整和新增方面的彈性，這對於滿足未來多變的應用需求具有高度發展潛力。模組化設計能讓各功能單元在不影響其他模組運行的情況下進行獨立開發和更新，從而大幅提升系統的擴展性和維護便捷性。

然而，確保系統整體結構的穩定性與一致性，在基礎架構設計時，需對模組間的關聯性、數據接口以及交互邏輯進行嚴謹設計，確立清晰的模組邊界和規範，以避免未來隨著系統拓展而產生架構紊亂的風險。這種嚴謹的設計理念將為系統的長期穩定運行奠定基礎，並確保其在後續擴展時依然具備靈活性和高效性。

另外，倘若必須在不影響既有分析邏輯與模式功能的前提下，確保相關模擬功能的正常運作與後續維護，則必須先深入了解 2021HTSS 程式架構，進行車流模型、模擬邏輯及程式結構之研析，並確立其主程式與子程式之關聯架構，以及核心模擬子程式，才能避免所設計開發之模組與原程式落差太大。

二、方案二：僅針對原 HTSS 模擬模式程式邏輯進行系統改寫

(一) 優點

1. 保留既有的成熟模型與邏輯

原有的 HTSS 系統模組經過多年驗證，能夠針對臺灣本地交通特性提供可靠的模擬結果。在進行系統改寫時，保留這些成熟的模組邏輯可降低

模擬結果出現偏差的風險，並確保模擬結果在新的系統中仍具一致性，有助於維持過去研究成果的連續性。

2. 減少開發成本與風險

完全重新設計模組可能需要耗費大量資源和時間，並增加開發風險。如果僅對既有模組進行技術性改寫，則無需重建整個系統架構，開發時間和技術風險得以減少，並可避免由於新模組不成熟而導致的系統錯誤或不穩定現象。

3. 加強現有模組的性能與擴展性

將現有模組從舊有語言（如 FORTRAN）改寫為現代化語言（如 Python 或 C#）後，能夠顯著提升系統效能、執行速度與使用者體驗。現代化語言的運用將有助於增強系統擴展性，讓未來添加新功能模組更加便利，支援持續的技術更新。

4. 保證系統使用者的熟悉度

現有的 HTSS 系統使用者已熟悉模組的邏輯和操作方式，僅改寫技術底層而不更動操作介面，能確保使用者在使用新系統時不需重新學習，減少系統遷移的時間成本和適應成本，增強系統改寫的順暢性。

(二) 缺點

1. 無法根本解決系統架構的限制

對模組進行改寫雖能提升系統效能，但若原系統的架構過時，僅進行模組改寫可能無法解決架構瓶頸。例如，系統在擴展性或多任務處理能力方面的限制，無法透過簡單改寫模組來克服，需從根本設計上進行改進。

2. 無法應對新技術需求

隨著交通技術的迅速發展，單純改寫原有模組可能難以滿足新興技術需求，如智慧號誌、車聯網(V2X)和自動駕駛模擬等。這些需求需要針對新技術場景設計的模組支持，而僅改寫現有模組可能難以覆蓋未來的交通管理需求。

3. 技術債務積累問題

如果僅對原有模組進行技術性改寫，未對系統架構進行重新設計，可能會導致技術債務的累積。未來若需要增加功能或進行大型升級，技術限制可能更為顯著，增加系統長期維護和升級的難度，對系統的持續性發展構成潛在阻礙。

4. 功能創新有限

原有模組是基於既往需求和技術設計的，改寫後雖能提升效能，但在功能創新上受限。未來若需滿足更複雜的需求或處理新型交通狀況，僅對原有模組進行改寫難以支持新功能開發，限制了系統的應用場景拓展性。

(三) 方案綜合研析

對 HTSS 系統進行現有模組的技術改寫，能夠在保留系統原有的可靠性和穩定性基礎上，提升其運行效能與使用者體驗。此方法充分利用了既有模組的成熟邏輯，降低了系統出現偏差的風險，同時縮短了開發周期並減少了技術風險。然而，僅進行技術性改寫可能難以全面應對未來不斷變化的技術需求，特別是在智慧交通、智慧號誌及車聯網技術的整合方面，該方式在擴展性和功能創新上仍存在一定的侷限。因此，應根據項目需求和預期發展方向，審慎權衡此方式在短期效率和系統長期發展潛力之間的平衡，以確保系統既能滿足當前需求，又具備未來持續優化的能力。

表 5.2-1 後續規劃構想方案優缺點分析綜合比較表

方案	優點	缺點
一、依照既有規劃，以模組（功能）作為開發順序的依據	1. 按照模組順序開發可降低單一時期開發人力 2. 單一模組正確性檢查相對較易 3. 若有修改基礎架構之需求，相對負荷較輕	1. 模組之間的相關性較高，不同時期開發的模組必須重複檢查正確性，邏輯檢查的工作量較大 2. 初期核心模組建置需要較高成本，基礎架構（如物件設計）必須先納入其他模組需求
	1. 以模組為系統開發基礎可提升模組修改與新增的彈性，對於後續應用的拓展較具發展性 2. 對於基礎架構的設計與模組之間的關聯性必須有嚴謹的設計概念，以避免架構紊亂	
二、僅針對原 HTSS 模擬模式程式邏輯進行系統改寫	1. 保留既有的成熟模型與邏輯 2. 減少開發成本與風險 3. 加強現有模組的性能與擴展性 4. 保證系統使用者的熟悉度	1. 無法根本解決系統架構的限制 2. 無法應對新技術需求 3. 技術債務積累問題 4. 功能創新有限
	1. 對於 HTSS 系統進行原有模組的技術改寫，能保留現有的可靠性並提升效能 2. 但在應對未來需求和技術發展方面仍存在一定局限性；應視項目需求權衡此方式的效率和系統長期發展的潛力	

綜合上述兩個方案之深入比較分析，本計畫建議短期先以方案二進行推動，除了深入解析原 2021HTSS 之邏輯與程式架構外，並盡量保留原模擬功能，嘗試將核心模組轉換為新程式語言，作為理解及重構模式的基礎；而考量未來開發靈活性、系統穩定性、長期成本效益及發展潛力，長期可朝方案一的方向進行規劃，主要原因如下：

一、方案一的逐步開發策略能有效降低開發人力需求。透過依照模組的順序進行開發，該方案能夠合理分散各階段的人力資源，避免在某一時期過度集中投入資源，從而提高開發的靈活性與可控性。

二、方案一在系統穩定性方面表現優異。每個模組的獨立開發和集中測試不僅提升了錯誤排查的效率，還降低了整體系統出錯的風險。

三、方案一展現出較強的未來發展潛力。模組化的設計理念使系統能夠在不影響其他模組運行的情況下進行獨立開發與更新，這不僅提高系統的擴展性，還能更好地應對未來多樣化的技術需求，支持持續的技術創新和功能拓展。

依據「短期複寫、長期改寫」之大原則下，本計畫於 5.2.2 節中提出後續 3 年的工作規劃。

5.2.2 114 年-116 年主要車流模式開發內容與經費規劃

基於公路交通設施容量及服務水準分析工具發展之需要性，本所於 1990 年代初期開發公路交通系統模擬模式(Highway Traffic Systems Simulation Model)，簡稱 HTSS 模式，期能以此為基礎，建立符合國內車流特性之模擬模式。發展迄今，HTSS 已確立其功能定位包括：(1)發展符合臺灣本土化車流特性之微觀車流模擬模式，作為公路交通設施設計與評估、交通衝擊評估、交通維持計畫、車輛能源消耗評估等之分析工具；(2)協助臺灣地區公路容量手冊分析性模式之發展與應用，包括受限制區域交通參數資料之蒐集、特定公路交通設施容量分析、整合個別交通設施成完整的公路交通路網進行分析等，作為 THCM 或 THCS 之支援輔助工具；(3)應用與展現國內車流行為創新性研究的具體成果，並作為車流理論、模擬技術、程式撰寫的研究發展平台。

另外，早期 HTSS 因為電腦功能受限的關係，致使其資料結構缺乏效率，其後雖於 2013 年發展新版的 HTSS，並於 2022 年配合最新版的「2022 年臺灣公路容量手冊」發布 2021HTSS 模式，但因模式採用 Compaq Visual Fortran 開發，目前市場上已難以找到熟悉 Fortran 的交通研究及技術人員，HTSS 程式碼也無法直接轉換至其他開發環境，因此，在更新作業上遇到障礙，為使 HTSS 模式能與時俱進，本所希望保留 HTSS 之模擬邏輯，將開發平台轉換至目前較常使用之程式語言環境，並優化輸入及輸出介面及功

能，使其更具使用者親和性、滿足分析人員的需求，以確保未來可持續進行維護、調校與擴充，故於 2023 年開始進行新一代 HTSS 模式之開發規劃，透過操作介面與模擬模式核心功能規劃、專家學者座談會意見蒐集、以及開發語言之選用與程式改寫，已初步完成相關子程式的功能解析，同時也研擬了其他 HTSS 程式重新撰寫與操作介面建置之相關建議。

為確保模擬模式能隨技術發展與實務需求調整，後續年度將持續就 2021HTSS 核心程式架構進行深入檢視，並基於 112-113 年計畫成果進行全面性研析與優化，先就車輛運動模擬模型進行開發，在設計上採用模組化架構與功能疊加策略，從基礎模擬功能(如車輛產生、推進、變換車道)著手，並考量系統的可維護性與未來擴展性，同步建立完整的設計文件，詳細記錄核心模擬邏輯、模組架構及操作流程，作為後續相關人員進行探究與優化的依據，以期未來逐步擴展至更複雜的交通場景與情境，針對不同類型的交通設施進行細緻化功能開發。

另如第一年期所提，在規劃開發期程與內容之前，首要工作是設定開發目標。從本計畫的需求說明書內容中，主要目標是將原有的 Fortran 程式內容改以目前常用且易於後續開發維護的程式語言改寫；在兩年期計畫之專家學者座談會及意見蒐集座談會中，與會的先進共同對於軟體的使用者介面友善性提出殷切的期待，也對於後續發展、推動等方向提出寶貴之建議，最終目標仍以系統的廣度與深度進行發展。而本期計畫中已先行針對部分功能進行試作，保留 HTSS 之模擬邏輯，將開發平台轉換至目前較常使用之程式語言環境，並優化輸入及輸出介面及功能，使其更具使用者親和性、滿足分析人員的需求，並確保未來可持續進行維護、調校與擴充，亦有不錯之成效，也確保系統的持續穩定運行與未來的可持續發展，故後續三年建議持續進行原程式研析與改寫，並在不影響其既有分析邏輯與模式功能的前提下，確保相關車輛運動模型的正常運作與後續維護。除了包括 HTSS 操作介面與模擬功能宣導規劃外，預期完成重點工作項目規劃如下：

一、第 1 年期（114 年）：新一代公路交通系統模擬(HTSS)模式開發設計(1/3)-車輛運動模型建立

(一) 2021HTSS 模擬邏輯與程式解析

依據 2021 HTSS 程式架構，進行車流模型、模擬邏輯及程式結構之研析，並確立其主程式與子程式之關聯架構，以及核心模擬子程式。

(二) 研提新一代 HTSS 車輛運動模型

以 2021 HTSS 模式為基礎，分析車輛運動模型以進行新一代 HTSS 之設

計與優化，其內容包括：

1. 聚焦車輛運動邏輯，包括車輛產生、車輛運動行為(跟車、變換車道、加減速)等模擬邏輯。
2. 綜合分析車輛運動特性，研擬及優化微觀車流模擬邏輯。

(三) 測試模組建置與介面優化規劃

1. 依據前期已完成之基礎並結合上述(一)、(二)2 項之邏輯研析結果，建立車輛運動模型與測試模組。
2. 規劃模型建立後的相關介面與操作方式，包括輸出格式與內容等，以提升實務應用效能。

(四) 測試資料蒐集與模型確認

1. 車輛運動模型與相關模擬參數(包括交通特性參數及系統調教參數等)之測試案例資料蒐集分析。
2. 建立測試模組輸出與數據對比機制。
3. 確立輸出結果比對標準(如誤差範圍、收斂條件等)。
4. 設計錯誤紀錄與異常偵測機制，收集不合理的模擬結果以利修正。

二、第 2 年期（115 年）：新一代公路交通系統模擬(HTSS)模式開發設計(2/3)-車輛運動模擬模式開發

(一) 於 114 年計畫之模型基礎上，優化車輛運動模擬模型，如考量不同車種、交通設施等對運動行為特性之影響。

(二) 優化模型測試與驗證機制

透過擴展測試案例、誤差分析、模型改進及結果驗證等內容進行車輛運動模擬模式開發，確保模擬模型的準確性、穩定性與效能優化。

(三) 針對模型與相關介面建置成果辦理培訓研討會及試用計畫

辦理試用計畫，收集使用者於操作過程中的回饋意見。並辦理培訓研討會，針對系統功能與操作技巧提供實務指導，確保使用者熟練掌握操作並能有效應用於實際工作場景。

三、第 3 年期（116 年）：新一代公路交通系統模擬(HTSS)模式開發設計(3/3)-非阻斷車流公路交通模擬系統開發

(一) 非阻斷車流公路交通車流特性分析

進行非阻斷車流公路交通車流特性資料蒐集與分析，回顧整理 2021HTSS 之相關子程式參數，作為模擬架構與參數建立之依據。

(二) 非阻斷車流公路交通模擬架構與參數建立

在保留原有程式核心模擬邏輯之原則下，重整非阻斷車流相關公路設施之子程式功能模組，建立模擬架構與相關參數。

(三) 非阻斷車流公路交通模擬邏輯建立

針對非阻斷車流公路設施，進行微觀車流模擬邏輯之分析，並參考2021HTSS 之相關子程式邏輯，建立新一代 HTSS 之公路設施模擬邏輯。

(四) 非阻斷車流公路交通模擬模組開發

開發新一代 HTSS 之非阻斷車流公路設施模擬模組，進行測試與驗證，作為相關公路設施服務水準分析之應用工具。

(五) 針對模型與相關介面建置成果辦理培訓研討會及試用計畫

辦理試用計畫，收集使用者於操作過程中的回饋意見。並辦理培訓研討會，針對系統功能與操作技巧提供實務指導，確保使用者熟練掌握操作並能有效應用於實際工作場景。

各項主題開發原則仍以第一年期所提出之模擬核心與使用者介面發展之重點為主，如表 5.2-2 所示，但因涉及之難易度有所不同，經過兩年的研究中發現現有 HTSS 中仍有許多待解之邏輯，故將對應產生經費需求，如表 5.2-3 所示。

本計畫就兩年研究及需求座談會的結論中所設定的目標進行滾動式調整，估算 115、116 年所需經費。該費用以程式開發經費預算 130 萬元，每個人月 10 萬元粗估，各開發項目如表 5.2-3 所示，其他尚有計畫管理、交通專業人力等衍生之相關費用未包含在表中。114-116 年總經費約 1,005 萬元，115、116 年每年約 400 萬元不等，但該年度實際費用仍需視當年度工作項目進行動態調整。

另因在計畫實施過程中，市場價格波動、資源成本上升或其他外部因素可能導致預算不足。因此，需考量經費需有適度性的調整，確保有足夠的資金支持項目的持續運行，在關鍵階段，也能夠及時調整資源配置，以應對突發情況或新出現的需求，暫定每年經費調整幅度為 10%，屆時再依據市場動態而進行滾動式調整。

表 5.2-2 HTSS 模式分期開發目標與功能對應

目標		開發項目	預期成果	檢核方式
模擬核心	C1. Fortran 程式改寫	C1-1. 閱讀與了解原程式 C1-2. 新語言的模擬程式試作 C1-3. 模擬效能測試	新語言建立之 HTSS 模式	1. 比較最簡單路網下的執行結果 2. 檢核不同規模路網與模擬參數的執行時間
	C2. 確保車輛運動模式功能	C2-1. 車輛運動模式核心 路段基本屬性 C2-2. 附屬設施(車道、公車、停車、機車等) C2-3. 號誌控制 C2-4. 車輛偵測器	具有完整車輛運動模式的模擬核心	1. 追蹤檢核特定車輛的依時性屬性變化 2. 追蹤檢核依時性時制變化 3. 檢核車輛偵測數據正確性 4. 比較不同規模路網的執行結果
	C3. 擴充可能性	C3-1. 彈性物件設計 C3-2. 彈性函式設計	物件與函式設計	物件與函式之功能執行
使用者介面	S1. 輸入輸出完整性	S1-1. 輸入：模擬參數 S1-2. 輸入：路網結構 S1-3. 輸入：車流參數 S1-4. 輸出：模擬結果	可完整輸入資料與輸出報表的使用者介面	檢核輸入資料、輸出報表的正確性
	S2. 介面友善性	S2-1. 資料輸入 S2-2. 路網編輯 S2-3. GIS 底圖導入 S2-4. 報表輸出	友善操作的使用者介面	比較路網編輯的時間與使用者回饋
	S3. 協作功能	S3-1. 專案管理 S3-2. 檔案共享 S3-3. 軟體封裝 S3-4. 手冊建立	1. 多人協作的專案管理功能 2. 簡易安裝軟體	透過兩人協作同一路網與單一人編輯同一路網，比較成果正確性

表 5.2-3 HTSS 模式 114-116 年開發所需總人力與經費估算

分類	開發項目	技術需求	人力（人月）	經費（千元）
模擬核心	路段基本屬性	交通：車流理論、交通工程 資訊：程式設計	4	400
	車輛運動模式核心（一）	交通：車流理論 資訊：程式設計	10	1000
	車輛運動模式核心（二）	交通：車流理論 資訊：程式設計	8	800
	彈性物件設計	交通：車流理論、交通工程 資訊：物件導向設計	6	600
	彈性函式設計	交通：車流理論、交通工程 資訊：物件導向設計	6	600
	API 介面設計	交通：車流理論、交通工程 資訊：API 介面程式開發	6	600
	附屬設施（車道）	交通：車流理論、交通工程 資訊：程式設計	3	300
	附屬設施（公車、停車、機車等）	交通：車流理論、大眾運輸系統、交通工程 資訊：程式設計	7	700
	號誌控制	交通：車流理論、交通工程 資訊：程式設計	5	500
	車流偵測站	交通：車流理論、交通工程 資訊：程式設計	1	100
	模擬效能測試	交通：路網績效評估 資訊：軟體測試規劃	6	600
使用者介面	資料輸入	交通：車流理論、交通工程 資訊：UI/UX 設計	2	200
	輸入：路網結構	交通：車流理論、交通工程 資訊：UI/UX 設計	5	500
	輸入：模擬參數	交通：路網績效評估 資訊：UI/UX 設計	3	300
	輸入：車流參數	交通：車流理論、交通工程 資訊：UI/UX 設計	3	300

分類	開發項目	技術需求	人力（人月）	經費（千元）
使用者介面	輸出：模擬結果	交通：車流理論、交通工程 資訊：UI/UX 設計	3	300
	路網編輯（一）	交通：車流理論、交通工程 資訊：UI/UX 設計	4	400
	路網編輯（二）	交通：車流理論、交通工程 資訊：UI/UX 設計	2.5	250
	GIS 底圖導入	交通：車流理論、交通工程 資訊：UI/UX 設計、GIS	4	400
	檔案共享	交通：路網績效評估 資訊：UI/UX 設計、檔案管理	2	200
	報表輸出	交通：路網績效評估 資訊:UI/UX 設計、EXCEL 與 PDF 檔案	4	400
	專案管理	交通：路網績效評估 資訊：UI/UX 設計、檔案管理	4	400
	手冊建立	交通：車流理論、交通工程、大眾運輸系統、路網績效評估	2	200
合計			100.5	10,050

5.3 其他配合項目

配合本所卓越 40 計畫成果創意競賽（AI 生成海報），茲將本計畫內容以 AI 繪圖的方式產出海報，如圖 5.3.1 所示。

圖 5.3.1 本計畫 AI 生成海報

第六章 結論與建議

本計畫提出新一代公路交通系統模擬（HTSS）模式的開發規劃，並針對核心功能進行了深入的規劃與建置。研究結果顯示，現有 HTSS 系統在使用過程中存在資料輸入項目繁雜、操作介面不友善等問題，新一代 HTSS 的開發不僅僅是對現有系統的升級，更是一次技術和功能的全面革新。計畫中從系統功能需求的確認、核心功能和判斷邏輯的正確性確認，以及未來發展性和其他應用建議等方向著手。新系統的核心功能包括輸入/輸出、道路設定、車輛推進、跟車、車道變換等，這些功能旨在模擬車輛移動、評估交通管理策略與道路設計效能，以滿足日益增長的交通需求，提高道路安全性和效率，為新一代 HTSS 模式的開發奠定了堅實的基礎，期望未來能夠持續進行維護、調校與擴充，進而發展屬於國內的臺灣公路容量之研究與分析工具，為交通模擬技術的進一步發展提供有力支持。本章就 112-113 年之研究提出結論與建議。

6.1 結論

本計畫針對 HTSS 模式的歷程回顧和需求分析，決定將原 Fortran 版本改用 C#進行開發，以解決維護困難和專業人力不足問題。新系統基於單機模式設計，並重點改善操作介面友好性，強化地圖背景資料的整合，提供直觀的路網設置與車流模擬功能。在模擬功能上，新版系統涵蓋檔案存取、道路設置、車輛自由行駛、跟車、換道和超車等模組，全面提升模擬精度和靈活性，並確保結果輸出與原系統保持高準確性，平均誤差低於 10%。

為更符合臺灣本土交通特性，已舉辦需求座談會及專家訪談，蒐集使用者對路網編輯、協作、GIS 底圖等需求，並以分期改進方案進行優化。在高速公路基本路段模擬測試中，系統驗證其準確性與穩定性，為後續更複雜的交通場景模擬奠定基礎。後續將依模組開發順序進行主要車流模式的擴展，計畫涵蓋高速公路坡度路段、郊區多車道及雙車道公路，並建議每年預留 10%預算應對市場價格波動。

綜合來看，HTSS 系統已具備本土交通模擬的精確性和實用性，未來在持續擴展功能和優化介面的基礎上，將為交通管理和規劃提供可靠的支持。以下針對 2 年期計畫中之結論進行說明。

一、112 年階段性研究結論

(一) 模擬模式開發構想

本計畫回顧 HTSS 模式自 2000 年開始的發展歷程，目前已進入 2021 年版，涵蓋高速公路、郊區公路及號誌化路口等公路設施模擬。由於原系統使用 Fortran 語言維護困難，112 年計畫選用 Python 進行新系統開發，以確保有充足的專業人力維護。同時，為滿足不同需求，計畫採用專案管理方式包裹路網編輯資料，並增加協作功能。基於使用者需求修正，最終決定以單機程式為主，提升操作友善性，該方向也獲專家認同。

(二) 模擬模式功能需求蒐集

為更了解使用者需求，舉辦需求座談會，邀請產官學界代表提供建議。會議討論了 HTSS 在臺灣本土車流特性上的優勢，以及商用軟體的高成本問題，若 HTSS 能被廣泛採用，將提升模擬效益。然而，使用者反映目前的 HTSS 介面不夠友善，尤其在路網編輯和多人協作上缺乏功能。因此，提出多年分期改進方案，並考慮導入 GIS 底圖，以減少路網編輯時間。

(三) 模擬模式軟體架構與操作平台設計

根據 Fortran 程式碼和設計手稿，使程式設計人員理解 HTSS 的核心運作流程。透過多次討論，採用物件導向架構來增加未來的擴展性，如自駕車模擬。未來在運作流程也可考慮增加了 API 接口，讓使用者可自訂車輛運動模式。

(四) 專家學者座談會

透過座談會舉行，聽取專家對使用者需求的建議，深入了解問題與需求，確保 HTSS 模式符合國內車流行為。在成果座談會上，根據需求座談會建議進行修正，包括開發單機模式、導入 GIS 底圖和協作功能，規劃成果均獲得專家支持。

二、113 年研究結論

(一) 操作介面與模擬模式核心功能建置

由於新一代 HTSS 需要大量控制不同元件之間的邏輯演算，以產出模擬結果，而經 112 年計畫採 Python 試做開發，發現其執行效率不適用於處理密集型計算等議題，爰 113 年改採 C#作為新版操作介面與模擬核心的開發語言，相關成果說明如下：

1. 操作介面設計改進

新版 HTSS 系統的操作介面經過重新設計，強調提升使用友好性，簡

化數據輸入和參數設定的過程，同時改善資料格式的相容性，以更好地滿足用戶需求。此外，將地圖呈現與交通環境背景資料的整合列為優先改進項目，使使用者能以更直觀的方式進行路網設置和車流模擬。

2. 核心功能模組建置

新版系統核心功能包括檔案存取、道路與車輛設置、車輛自由流行為、跟車、變換車道和超車行為模組等內容，這些模組涵蓋交通模擬過程中的重要運作，確保模擬的靈活性與精度。

3. 完成高速公路基本路段之使用者介面開發

將既有架構整體打破，考量透過一站式的操作快速完成各項設定後即可進行模擬，包含四個核心功能模組，檔案管理「檔案(T)」、編輯功能「編輯(E)」、模擬執行「執行(A)」與結果輸出「輸出(P)」，且採用視窗式的離線單機架構，提供全面的模擬參數設定、路網編輯、模擬執行和結果輸出功能，以 Excel 格式輸出模擬報表。

(二) 高速公路基本路段情境模擬測試

1. 模擬場景設定與測試

參考前期核心模組的概念驗證結果及原先Fortran版模擬軟體的測試，選擇流率績效指標作為比較基準，以探討新版 HTSS 實作系統與既有系統的差異。且採用 2021 HTSS 的 Free2L 及 Free3L 高速公路基本路段範例檔進行測試，能充分符合構建的測試情境且具代表性，對測試結果的說明具有準確性和可信度。

2. 測試成果評估

模擬測試結果顯示系統能夠精確地反映不同車流密度下的車輛行駛行為，也驗證 HTSS 在應對高速公路車流變化的穩定性與適用性，為後續更複雜的交通場景模擬奠定基礎。

(1) Free 3L：新系統流率/2021HTSS 流率百分比之平均值為 92.84%，新系統之流率輸出值略低於 2021HTSS 流率輸出值，平均絕對誤差百分比（Mean Absolute Percentage Error, MAPE）為 7.17%，低於 10%，屬於高準確性。

(2) Free 2L：新系統流率/2021HTSS 流率百分比之平均值為 97.49%，新系統之流率輸出值略低於 2021HTSS 流率輸出值，平均絕對誤差百分比（Mean Absolute Percentage Error, MAPE）為 4.39%，低於 10%，

屬於高準確性。

(三) 操作介面與高速公路基本路段模擬功能展示

本計畫於 113 年 10 月 21 日辦理意見蒐集座談會，於會中展示本計畫開發之系統及各項功能操作說明，並透過意見回饋蒐集後續模擬模式之規劃調整建議。

(四) 後續主要車流模式開發期程與預算規劃

1. 提出兩方案作為後續主要車流模式開發方式之探討，包括(1)依照既有規劃，以模組（功能）作為開發順序的依據；(2)僅針對原 HTSS 模擬模式程式邏輯進行系統改寫，並深入探討不同開發方式的利弊。在「短期複寫、長期改寫」之大原則下，建議短期發展先以方案二進行推動，除了深入解析原 2021HTSS 之邏輯與程式架構外，並盡量保留原模擬功能，嘗試將核心模組轉換為新程式語言，作為理解及重構模式的基礎；而為了考量未來開發靈活性、系統穩定性、長期成本效益及發展潛力，長期可朝方案一的方向進行規劃。本計畫並提出後續 3 年工作規劃。
2. 建議後續三年進行新一代公路交通系統模擬(HTSS)模式開發設計，包括 HTSS 操作介面與模擬功能宣導規劃，車輛運動模型建立與開發，以及非阻斷車流公路交通模擬系統開發等主題。
3. 依據研究內容估算 114-116 年總經費約 1,005 萬元，115-116 年兩年平均每年約 400 萬元不等，實際費用將依當年度工作項目與市場情況進行滾動調整。

6.2 建議

針對 HTSS 系統的未來發展，建議從功能擴展、技術升級、使用者支持與市場推廣等五個方向進行優化，以提升其在臺灣交通模擬領域的適用性和競爭力。

一、邏輯精進與檢討

本期計畫中於二車道及三車道情境進行測試時發現輸出結果不合理的流量分布現象。須持續探討其邏輯正確性可能的原因包括：(1)模擬初期車輛分布方式存在問題（如初始條件設置不合理）；(2)暖機階段設置或車道使用率的參數調整不足，影響模擬結果的合理性。流量分布的異常可能與模擬工具初始條件設定、本身的邏輯或參數設置有關，需要進一步檢討，並在後續研究中調整模擬模型的參數。另亦可研議導入多階段測試與驗證。開發過程中檢查每個模組的輸出結果是否符合預期，

參考已驗證的模型與邏輯減少偏誤。

二、功能擴展

未來應繼續完善和擴展 HTSS 系統的模擬功能，特別是在多元化道路場景的應用上，如高速公路坡度路段、郊區多車道和雙車道公路等。並陸續可考慮引入不同的交通場景、公共運輸系統模擬、行人模擬和事故處理模組，以滿足複雜的交通場景需求。這些擴展功能將進一步強化 HTSS 系統的靈活性，使其能夠應對不同的交通需求情境，支持更全面的交通管理和規劃應用。

三、技術升級

隨著科技的進步，HTSS 系統在技術上也應持續升級。例如，為提升模擬效率，可考慮利用分布式計算或雲端技術，以加快處理大量模擬數據的速度，並降低硬體成本。同時，應持續優化系統的物件導向架構，使其具備更高的擴展性，能夠靈活支持自駕車模擬等新興技術。此外，增加 API 接口的功能，讓使用者能夠根據需求自訂車輛運動模式和交通管理策略，以提升系統的應用範圍。

四、使用者支持

加強 HTSS 系統的使用者支持是提升其應用普及度的關鍵。未來可持續改善操作介面，增強路網編輯、資料輸入和結果呈現的易用性，並整合 GIS 底圖以加快路網配置。針對使用者的不同需求，提供詳細的教學資源，如線上課程、操作手冊及專業支援服務，讓使用者能夠迅速掌握系統操作。此外，可定期舉辦交流會或工作坊，蒐集用戶反饋，並根據實際需求進行系統更新，確保 HTSS 系統的實務應用效果。

五、市場推廣

為增加 HTSS 在臺灣交通模擬領域的認知度和使用率，建議積極進行市場推廣。可與交通相關的政府部門、研究機構及大學建立合作，將 HTSS 系統納入交通工程課程或研究項目，擴展學界和業界的使用基礎。此外，透過提供免費試用版或特定功能開源的方式，降低新使用者的試用門檻，吸引更多潛在使用者。定期發布應用案例和研究報告，展示 HTSS 在解決臺灣交通問題上的實際應用效果，以樹立良好的市場口碑。

參考文獻

[1] 國立陽明交通大學，(2022 年 11 月 16 日)，公路交通系統模擬（HTSS）模式初探: 期末報告書，交通部運輸研究所。

[2] Nikula, U., Sajaniemi, J., Tedre, M., & Wray, S. (2007). Python and roles of variables in introductory programming: experiences from three educational institutions. Journal of Information Technology Education: Research, 6(1), 199-214.

[3] Van Rossum, G., & Drake, F. L. (2009). Python 3 Reference Manual. Scotts Valley, CA: CreateSpace.

[4] Albahari, J., & Albahari, B. (2017). C# 7.0 in a Nutshell: The Definitive Reference. O'Reilly Media.

[5] Ritonga, A., & Yahfizham, Y. (2023). Studi Literatur Perbandingan Bahasa Pemrograman C++ dan Bahasa Pemrograman Python pada Algoritma Pemrograman. Jurnal Teknik Informatika dan Teknologi Informasi, 3(3), 56-63.

[6] Stroustrup, B. (2013). The C++ Programming Language (4th ed.). Addison-Wesley.

[7] Simulation of Urban MObility.(n.d.).維基百科. 取自 https://en.wikipedia.org/wiki/Simulation_of_Urban_MObility (訪問日期: 2023-10-31).

[8] Simulation of Urban MObility Documentation.(n.d.). 德國航空航天中心. 取自 https://sumo.dlr.de/docs/index.html （訪問日期: 2023-10-31）

[9] Nance, D., Tomov, S., & Wong, K. (2022, October). A Python Library for Matrix Algebra on GPU and Multicore Architectures. In 2022 IEEE 19th International Conference on Mobile Ad Hoc and Smart Systems (MASS) (pp. 770-775). IEEE.

[10] Kernighan, B. W., & Ritchie, D. M. (1988). The C Programming Language (2nd ed.). Prentice Hall.

[11] http://jinjin.mepopedia.com/~jinjin/ui/ui-01.html#sec2-1（訪問日期: 2024-2-20）

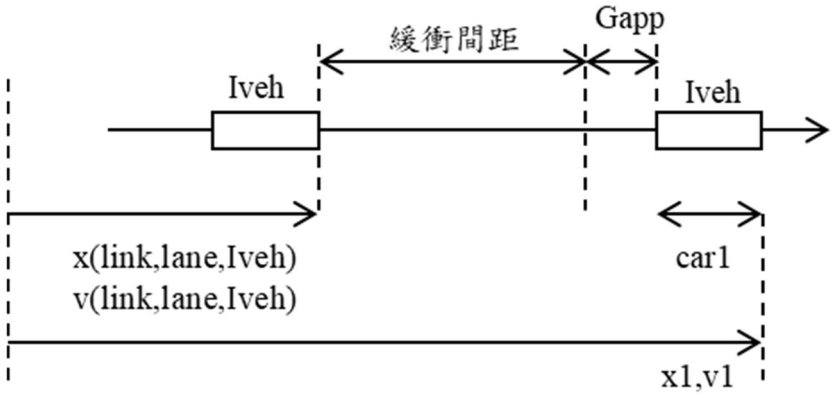
[12] 交通部運輸研究所，2021 年版公路交通系統模擬(HTSS)模式使用手冊。

附錄一 2021HTSS 跟車邏輯之程式流程說明

HTSS 跟車模式中之車輛可分成自由旅行車輛及有互動關係的車輛。自由旅行行為及有互動關係之跟車行為必須參考實際道路交通之流率與速率關係，方能正確地進行模擬分析，取得容量分析所須的相關績效指標。基本上，自由旅行車輛之駕駛人不必隨時根據前、後車之運動狀況調整速率或位置，通常以在高速、低流率之車流中運行為主；至於有互動關係的車輛，乃是指在一特定間隔距離內同時行進的前、後兩車具有互動影響的關係，其中，後車駕駛人會依據前車之運動狀況，進行加速或減速以調整車輛之速率和位置。因此，判斷前、後兩車的運動狀況是屬於自由旅行車輛或有互動關係車輛之間隔距離門檻，乃是建立跟車模式的首要邏輯。2021HTSS 模式透過公式(1)將自由旅行車輛及有互動關係的車輛加以分類，如一車輛車頭與前車車頭距離大於該車駕駛人不必減速繼續行走 6 秒，加上 80 英呎，加上前車車長(car1)，再加上前車緊急煞車而後車以一舒適減速率減速並停在離前車車尾之靜止車間距離(Gapp)，則 2021HTSS 模式將後車視為自由旅行車輛，否則兩車即有互動關係。

X1 - car1 - Gapp - X(link,lane,Iveh) > 6*V(link,lane,Iveh) + 80ft (1)

當車流密度增加時，車輛有互動關係之機會增加，一車輛可能被前車阻擋或阻擋後車，跟車的行為影響流率與速率關係，2021HTSS 跟車模式以高速公路車流之流率與速率關係進行微調。2021HTSS 跟車邏輯是根據緩衝距離的觀念(如圖 1 所示)，當車輛停在一車道時，前車車尾與後車車頭需有一適當距離 Gapp，此距離代表兩車間之最小間距，車輛開始行進之後，間距會隨車速的增加而加大，超出 Gapp 之間距稱為緩衝距離，前、後車速率相同時，後車駕駛人欲維持之緩衝距離稱為平衡緩衝距離，若緩衝距離過長，則駕駛人會加速，反之則減速。



附圖 1 2021HTSS 跟車邏輯示意圖

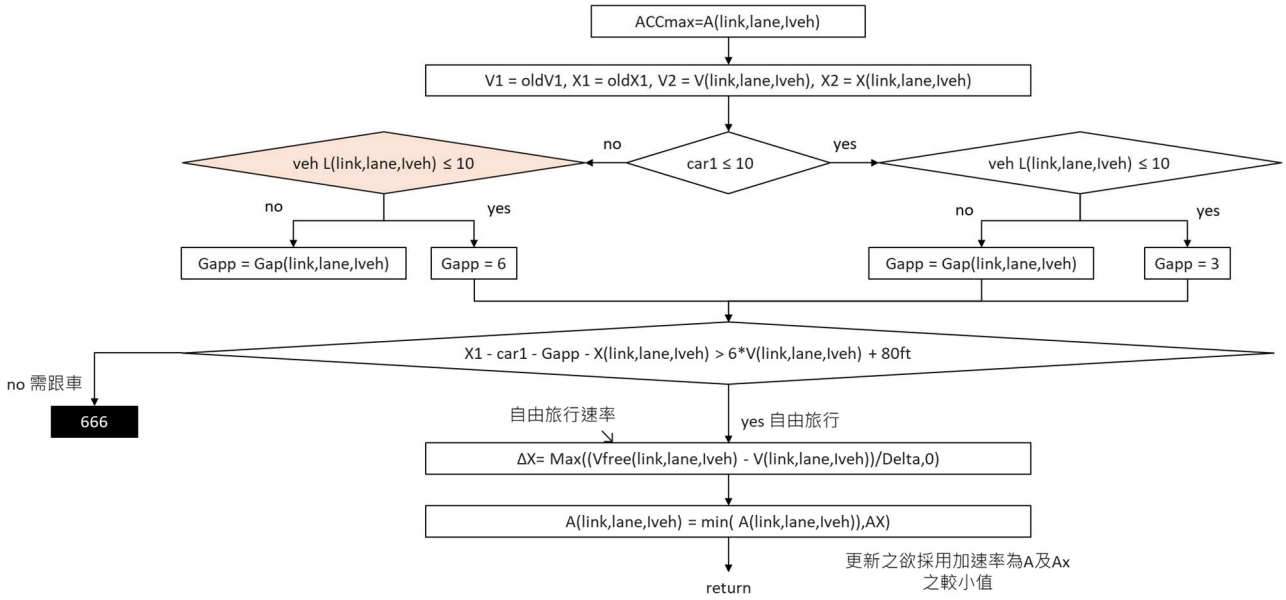
2021HTSS 有關高速公路之主要跟車模擬邏輯，可透過子程式 Carfc2(Bagg)、Stopat2(Goal)及 Sped2sy(LKK,Qmax,Ufree,Ucrit,Izone,Sy,Sped,Beta)來加以了解，其子程式功能說明、流程圖、流程圖變數說明、流程圖步驟說明，分別整理如下：

一、子程式：Carfc2(Bagg)

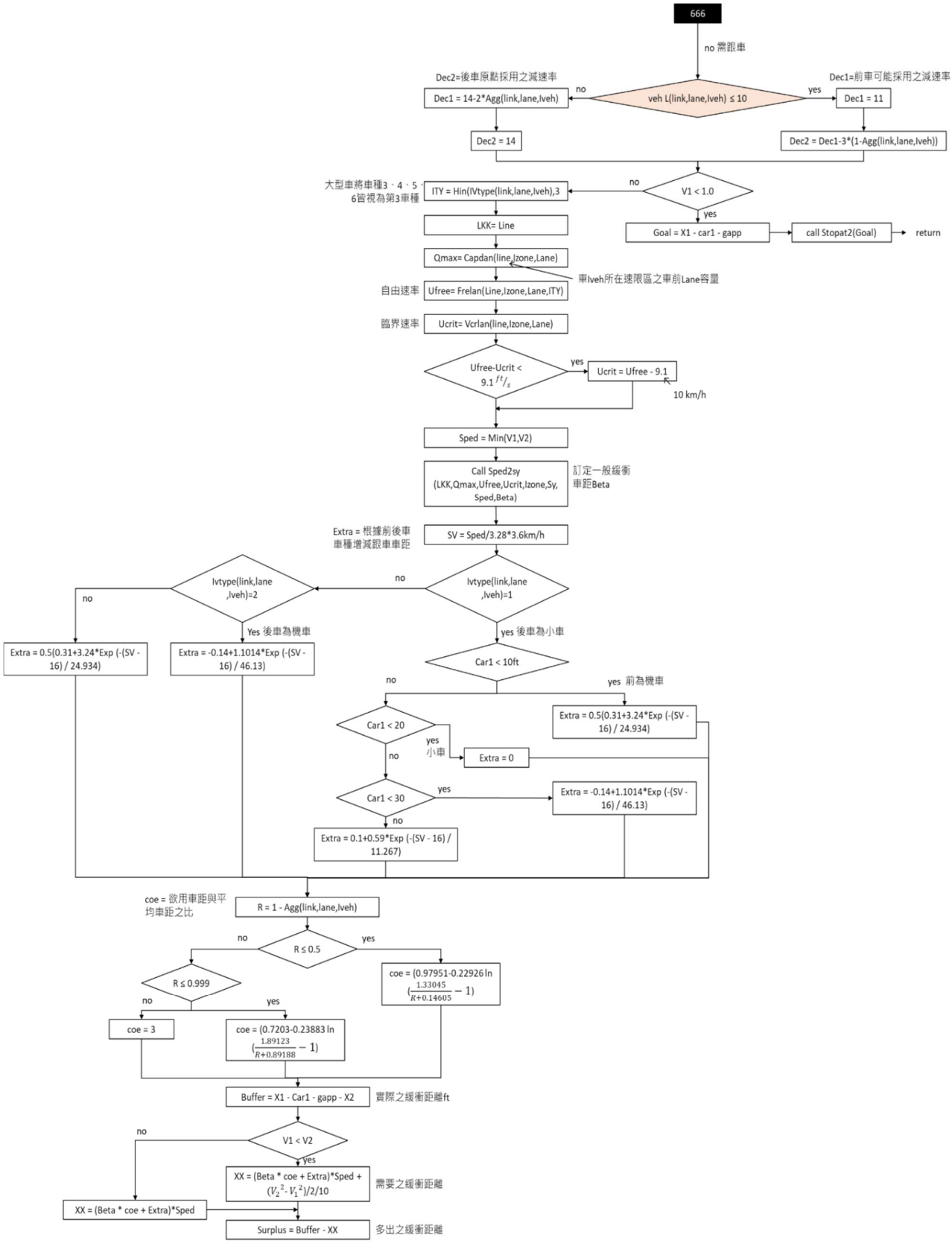
(一) 功能說明

本子程式訂定不受路口停讓、號誌控制影響時，車輛 Iveh 跟隨前車之加速率，然後更新在目前模擬時階中，可能須採用之加速率 A(link, lane, Iveh)。X(link, lane, Iveh)及 V(link, lane, Iveh)各代表在目前模擬時階 IT 開始瞬間(亦即模擬開始之後(I – 1) * Delta 秒)，車輛 Iveh 之位置及速率。V1，X1 及 Car1 則代表前車在同一瞬間之速率、位置及車長。此外，停車時，Iveh 與前車須保持的間距為 Gapp，此間距為最小間距，至於最高減速率則設定為 14ft/s2(4.27m/s^2)。

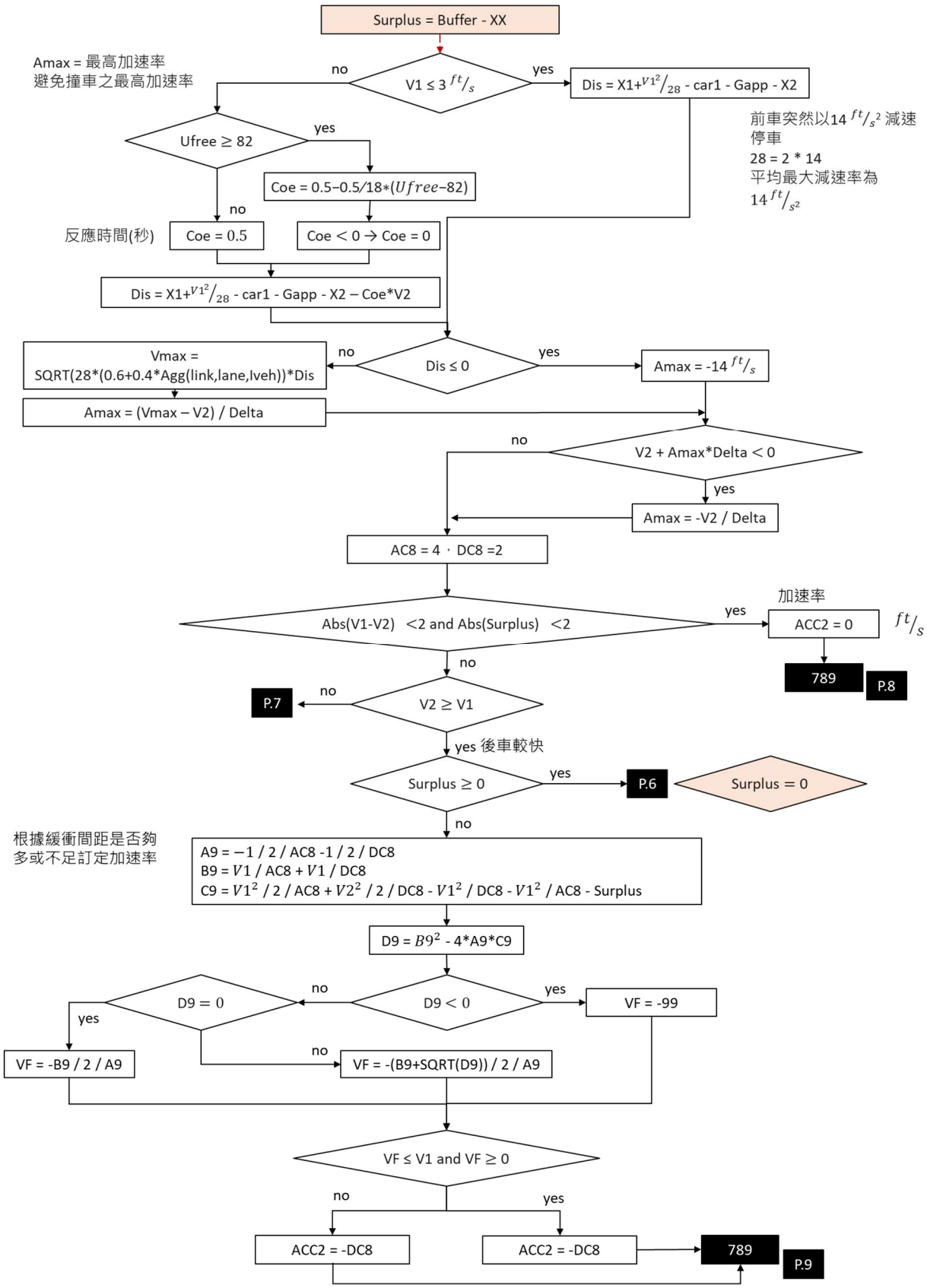
(二) 流程圖



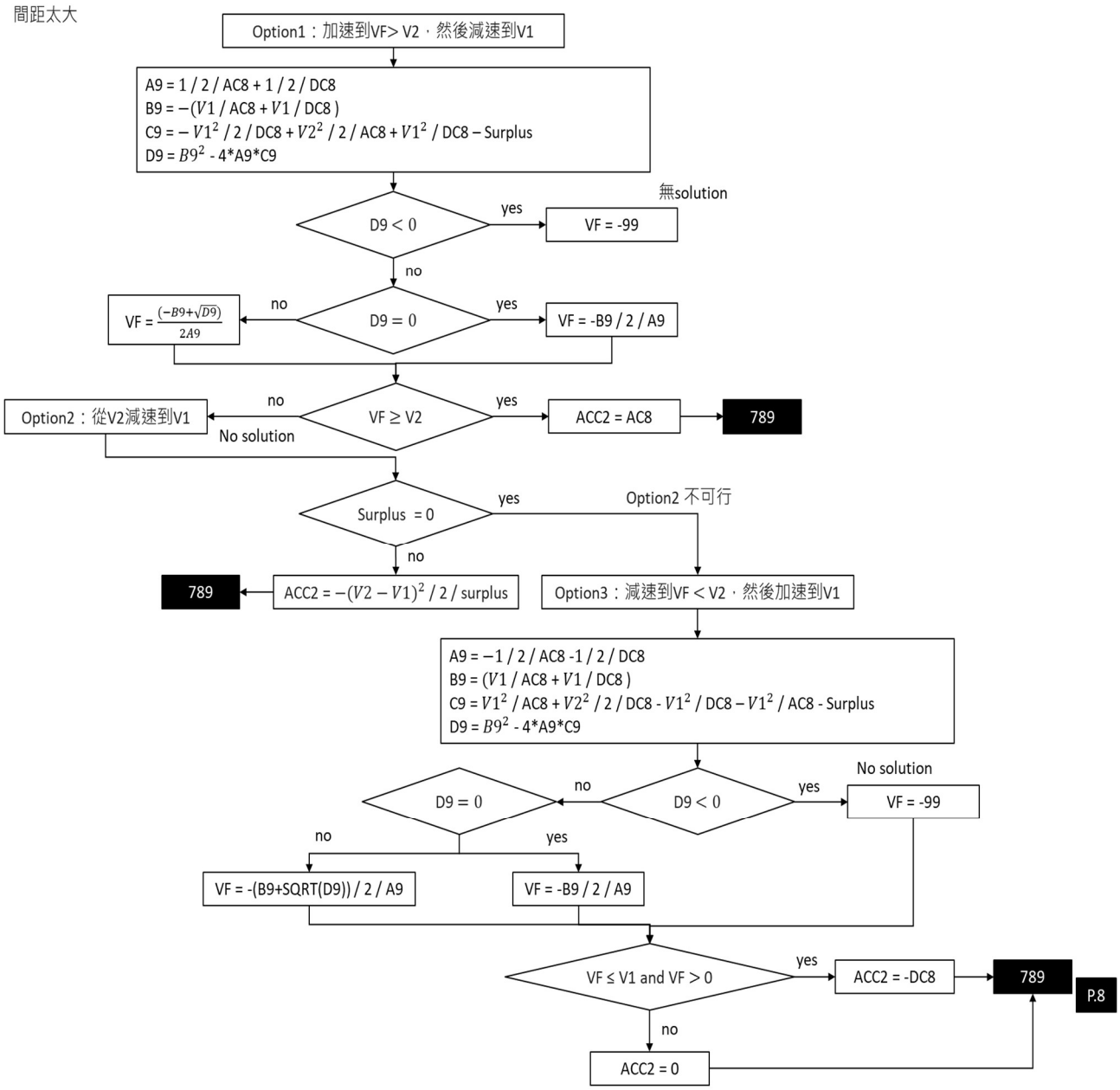
註：流程圖中標記的編號為原手稿中編號標記，尚須與其他邏輯流程進行串聯



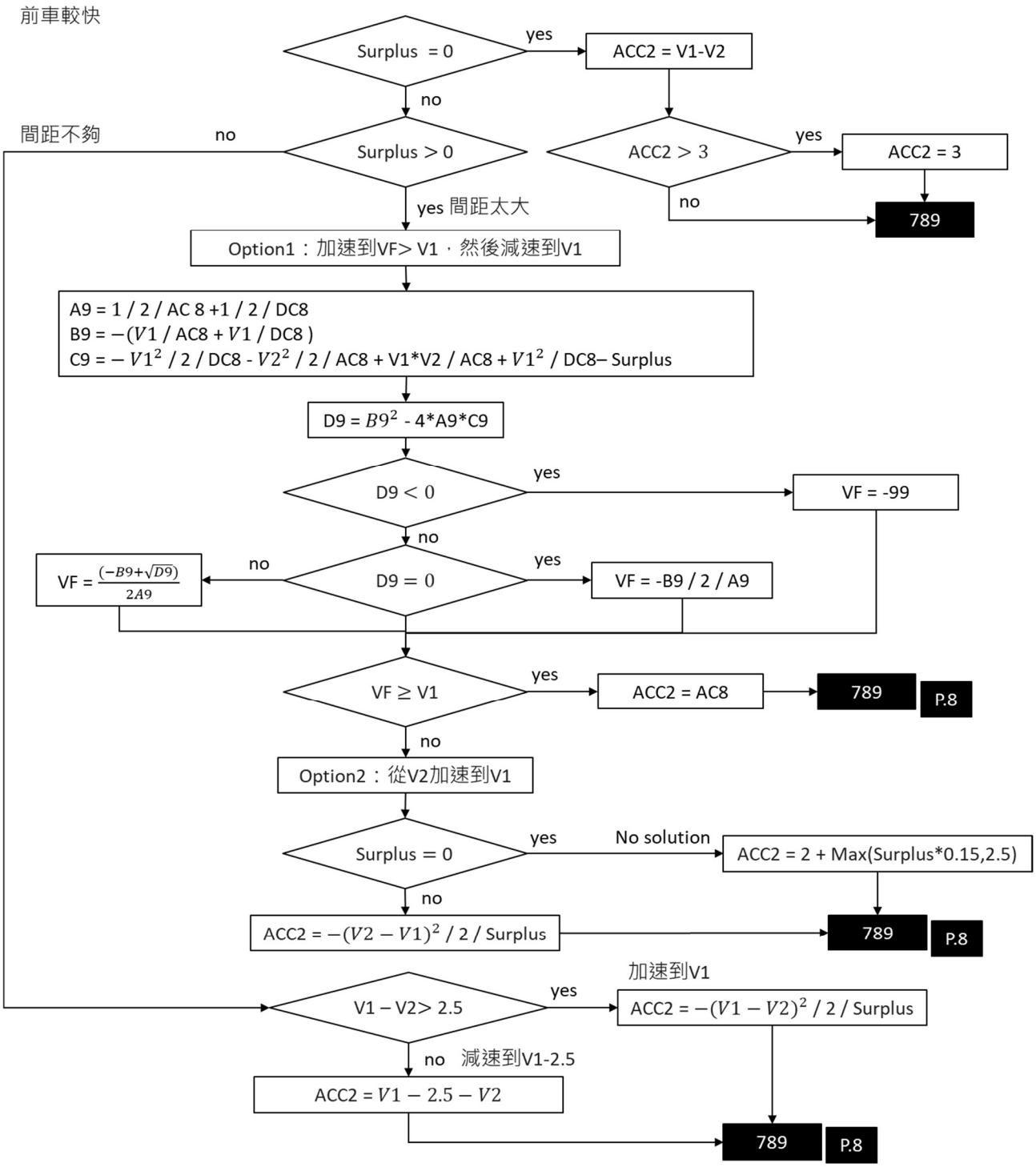
註：流程圖中標記的編號為原手稿中編號標記，尚須與其他邏輯流程進行串聯



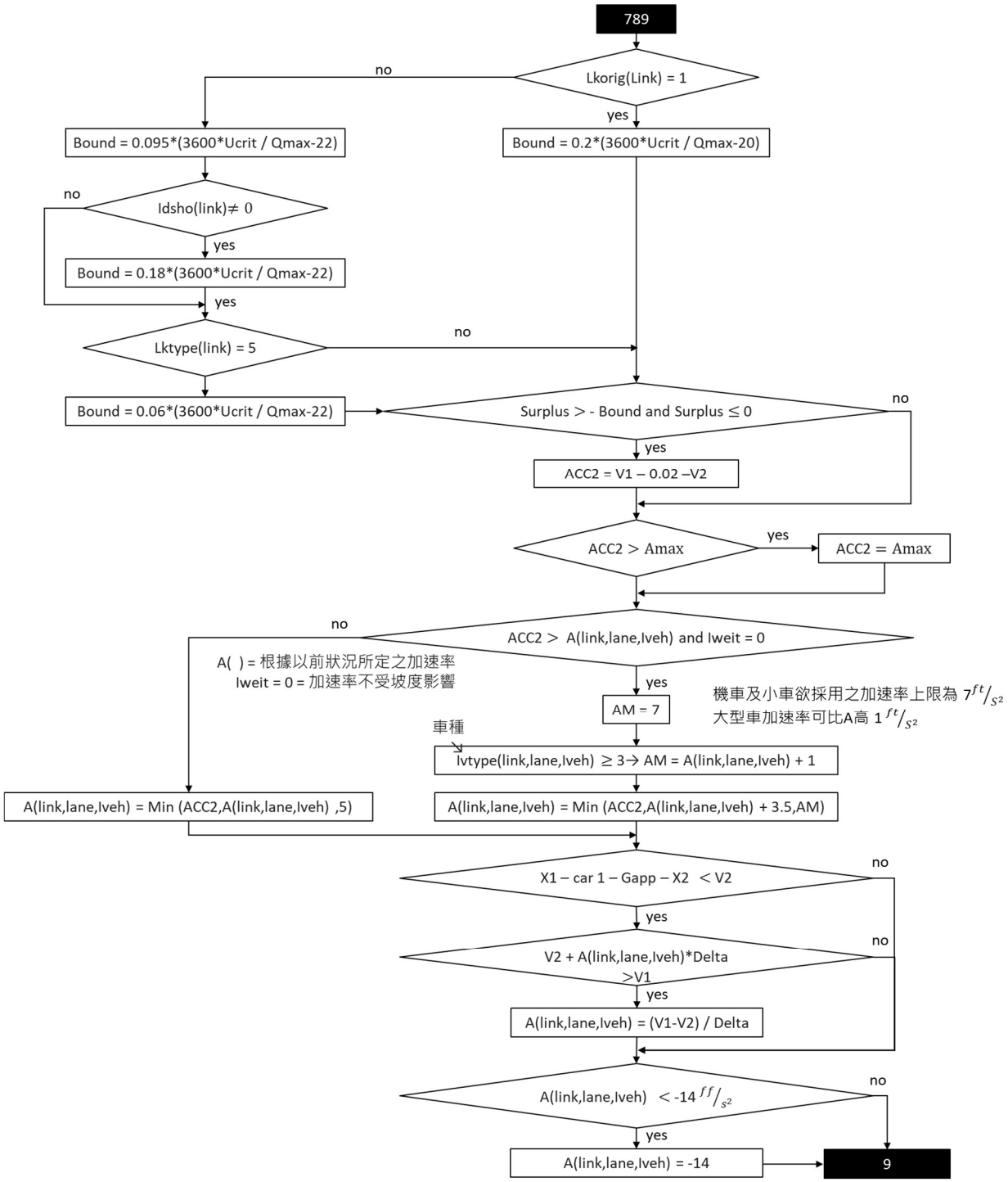
註：流程圖中標記的編號為原手稿中編號標記，尚須與其他邏輯流程進行串聯；有 P.X 標記的部分則為原手稿中頁碼註記



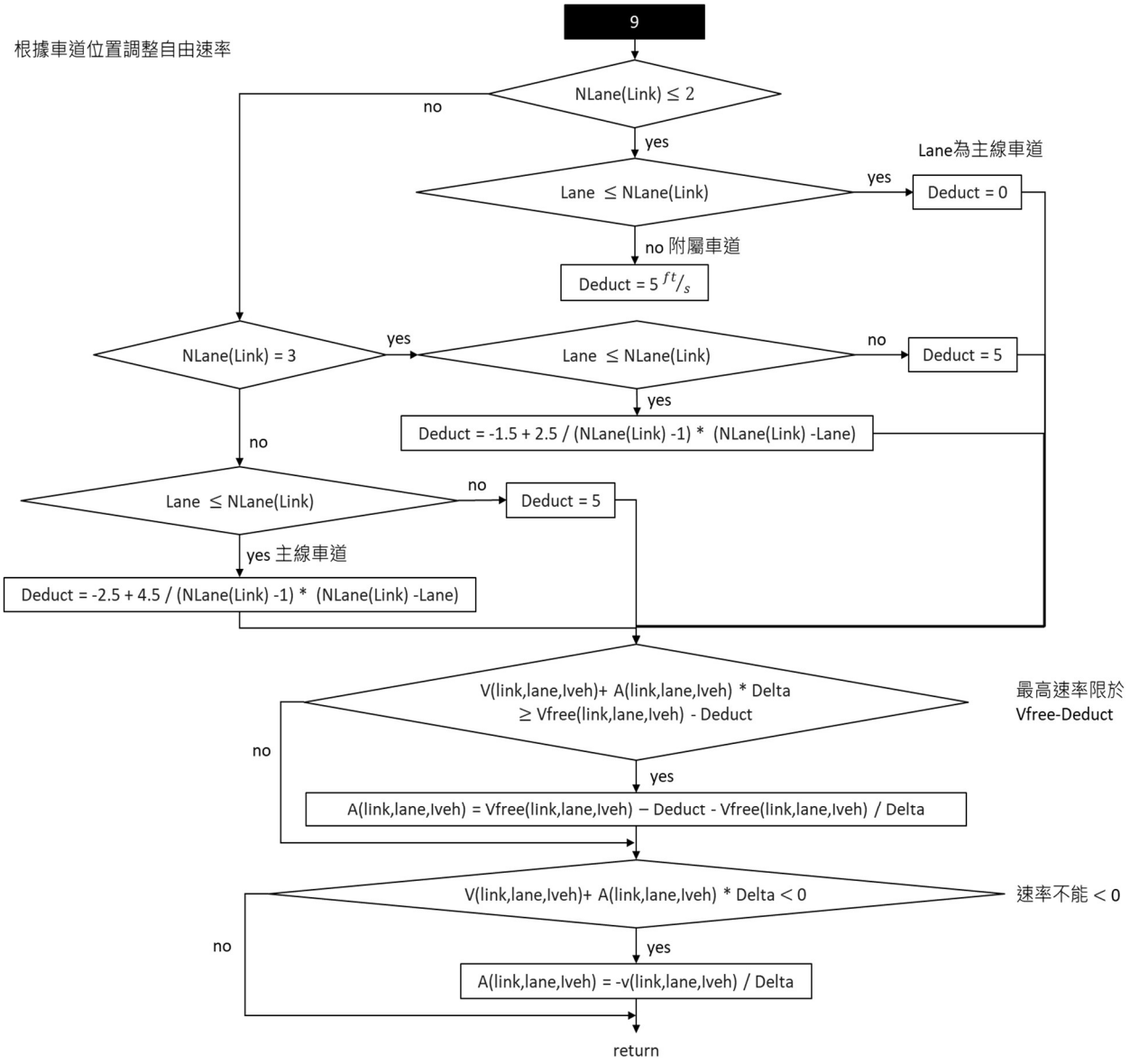
註：流程圖中標記的編號為原手稿中編號標記，尚須與其他邏輯流程進行串聯；有 P.X 標記的部分則為原手稿中頁碼註記



註：流程圖中標記的編號為原手稿中編號標記，尚須與其他邏輯流程進行串聯；有 P.X 標記的部分則為原手稿中頁碼註記



註：流程圖中標記的編號為原手稿中編號標記，尚須與其他邏輯流程進行串聯



註：流程圖中標記的編號為原手稿中編號標記

(三) 流程圖變數說明

1. ACCmax：後車最大加速率
2. A(link,lane,Iveh)：還未考慮跟車時欲採用之加速率
3. V1、oldV1：前車目前車速
4. X1、oldX1：前車目前空間位置
5. V2、V(link,lane,Iveh)：後車目前車速
6. X2、X(link,lane,Iveh)：後車目前空間位置
7. car1：前車車長(參數：10)
8. veh L(link,lane,Iveh)：後車車長(參數：10)
9. Gapp：兩車靜止車間距離(參數：小車跟小車為 3；小車跟大車為 6)

10. Gap(link,lane,Iveh)：兩車目前間距
11. AX：後車在單位模擬時間 Delta 之加速率
12. Vfree(link,lane,Iveh)：後車自由旅行速率
13. Delta：單位模擬時間
14. Dec1：前車減速率(參數：11)
15. Dec2：後車減速率
16. Agg(link,lane,Iveh)：駕駛人之冒險性係數
17. Goal：停車位置
18. ITY：車種類型(1、2、3，其中將大型車 3、4、5、6 的車種類型設為 3)
19. IVtype(link,lane,Iveh)：原後車車種類型
20. LKK、Link：節線編號
21. Qmax：容量
22. Capdan(link,Izone,Lane)：後車 Iveh 所在速限區之車前車道容量
23. Ufree、Frelan(link,Izone,Lane,ITY)：自由速率
24. Ucrit、Vcrlan(link,Izone,Lane)：臨界速率
25. Sped：前車、後車車速 V1、V2 之較小值
26. Sy：緩衝距離
27. Beta：緩衝車距
28. SV：Sped(ft/s)的單位轉換為(公里/小時)(SV=Sped/3.28*3.6)
29. Extra：依據前後車種所增減的跟車車距
30. R：風險性係數
31. coe：採用車距與平均車距比
32. Buffer：實際緩衝距離
33. XX：所需的緩衝距離
34. Surplus：Buffer-XX
35. Coe：感知反應時間(秒)
36. Amax：最大加速率(ft/s^2)
37. Vmax：計算最大加速率之速率
38. AC8：加速率(參數：4)
39. DC8：減速率(參數：2)
40. A9、B9、C9、D9、VF：實際緩衝距離不夠(Surplus<0)而後車車速大於前

車車速時，計算後車加速率之參數。

41. ACC2：後車加速率
42. Iweit：判斷加速率是否受坡度影響之參數，若等於 0 則不受坡度影響。
43. AM：加速率上限值
44. NLane(Link)：節線車道數
45. Lkorig(Link)、Idsho(link)、Lktype(link)：節線相關參數
46. Bound：緩衝距離邊界
47. Ucrit：臨界速率(最大流率時之平均速率)
48. Qmax：最大流率，即容量。
49. Deduct：依後車所在車道之自由速率折減值
50. Lane：後車所在車道編號
51. Delta：單位模擬時間。

(四) 流程圖步驟說明

1. 設定還未考慮跟車時欲採用之最大加速率
2. 設定前車及後車目前之車速、空間位置
3. 判斷前車車種(小於等於 10ft 為機車；大於 10 為汽車)
4. 若前車為機車，判斷後車車種(小於等於 10 為機車；大於 10 為汽車)
5. 若後車為機車，則設定兩車靜止車間距離為 3；否則兩車靜止車間距離為兩車間距。
6. 若前車為汽車，判斷後車車種(小於等於 10 為機車；大於 10 為汽車)
7. 若後車為機車，則設定兩車靜止車間距離為 6；否則兩車靜止車間距離為兩車間距。
8. 判斷前後車是否有互動關係，若 X1 - car1 - Gapp - X(link,lane,Iveh) > 6*V(link,lane,Iveh)＋80ft，則後車為自由旅行車輛狀態，否則後車與前車有互動關係。(參數：6、80)
9. 若後車為自由旅行車輛狀態，後車在單位模擬時間的加速率 AX 為 Max((Vfree(link,lane,Iveh) - V(link,lane,Iveh))/Delta,0)；加速率為 min(A(link,lane,Iveh)),AX)，更新欲採用加速率為 A 及 Ax 之較小值後，返回主程式。
10. 若後車與前車有互動關係，先判斷後車是否為小車，若是小車，則設定前車減速率 Dec1 為 11，後車減速率 Dec2 為 Dec1-3*(1-Agg(link,lane,Iveh))；

否則，設定前車減速率 Dec1 為 14-2*Agg(link,lane,Iveh)，後車減速率為 14。(參數：11、3、14、2)

11. 判斷前車車速是否小於 1.0，若是，則設定停車位置 Goal 為 X1-car1-Gapp，呼叫子程 Stopat2(Goal)執行後，返回主程式。若前車車速大於等於 1，則將車種 3、4、5、6 之大型車皆視為第 3 車種(ITY = Min(IVtype(link,lane,Iveh),3))，進行節線編號設定(LKK=link)，設定車 Iveh 所在速限區之車前車道容量 Qmax 為 Capdan(link,Izone,Lane)，設定車種之自由速率 Ufree 為 Frelan(link,Izone,Lane,ITY)、臨界速率 Ucrit 為 Vcrlan(link,Izone,Lane)。
12. 判斷自由速率減臨界速率是否小於 9.1(ft/s，約等於 10KPH)，若是，則臨界速率等於自由速率減 9.1，然後取前車、後車車速 V1、V2 之較小值為 Sped；若否，則取前車、後車車速 V1、V2 之較小值為 Sped。
13. 呼叫子程式 Sped2sy(LKK,Qmax,Ufree,Ucrit,Izone,Sy,Sped,Beta)執行。
14. 將 Sped(ft/s)單位轉換為 SV(公里/小時)(SV=Sped/3.28*3.6)
15. 根據前、後車車種增減跟車車距，首先判斷後車車種是否為小車(Ivtype(link,lane,Iveh)=1)，若是，則判斷前車車長(car1)是否小於 10ft，若是，則前車為機車，增減車距 Extra 為 0.5(0.31+3.24*Exp (-(SV - 16) / 24.934)，若否，判斷前車車長(car1)是否小於 20ft，若是，則判斷前車為小車，增減車距 Extra 為 0，若否，再判斷前車車長(car1)是否小於 30ft，若是，則增減車距 Extra 為-0.14+1.1014*Exp (-(SV - 16) / 46.13)，若否，則增減車距 Extra 為 0.1+0.59*Exp (-(SV - 16) / 11.267)；若後車車種為機車(Ivtype(link,lane,Iveh)=2)，增減車距 Extra 為-0.14+1.1014*Exp (-(SV - 16) / 46.13)；若後車為其他車種，增減車距 Extra 為 0.5(0.31+3.24*Exp (-(SV - 16) / 24.934)。
16. 設定風險性係數 R 為 1-Agg(link,lane,Iveh)
17. 判斷 R 是否小於等於 0.5，若是，則將採用車距與平均車距比 coe 以公式 (0.97951-0.22926 ln (1.33045/(*R*+0.14605) -1))加以計算；若否，則再判斷 R 是否小於等於 0.999，若是，則 coe 以公式 (0.7203-0.23883 ln (1.89123/(*R*+0.89188)-1))加以計算；否則，設定 coe 等於 3。
18. 計算實際緩衝距離 Buffer(Buffer = X1 - car1 - Gapp - X2)
19. 判斷後車車速是否高於前車車速(V1<V2)，若是，則計算所需的緩衝距離

XX 為(Beta * coe + Extra)*Sped + ((*V*2)^2 - (*V*1)^2))/2/10)；否則，XX 為(Beta * coe + Extra)*Sped。

20. 計算實際緩衝距離與所需緩衝距離之差距 Surplus(即 Buffer - XX)。
21. 判斷前車車速是否小於等於 3ft/s，若是，則計算前車突然以 14 $ft/s2$ 最大減速率減速停車之緩衝距離 Dis，Dis = X1+(*V*1)^2/28 - car1 - Gapp - X2；若否，再判斷車輛之自由速率 Ufree 是否大於等於 82，若是，設定感知反應時間 Coe 為 Coe = 0.5 - 0.5/18*($Ufree$−82)，若 Coe 小於 0，則設定為 0，否則 Ufree 若小於 82，則 Coe 設定為 0.5，最後再計算 Dis = X1+(*V*1)^2/28 - car1 - Gapp - X2 - Coe*V2。
22. 判斷 Dis 是否小於等於 0，若是，則設定最大加速率 Amax 為-14 $ft/s2$；若否，則計算 Vmax = SQRT(28*(0.6+0.4*Agg(link,lane,Iveh))*Dis，Amax = (Vmax - V2) / Delta。
23. 判斷後車在單位模擬時間後是否會小於 0，即 V2 + Amax*Delta < 0，若是，則 Amax 設定為-V2 / Delta，若大於等於 0，則執行下一步驟。
24. 設定加速率 AC8 等於 4，減速率 DC8 等於 2。
25. 判斷前後車速差的絕對值是否小於 2 且實際緩衝距離與所需緩衝距離之差距是否小於 2，即 Abs(V1-V2) <2 and Abs(Surplus) <2，若是，則設定加速率 ACC2 等於 0；否則，判斷後車車速是否大於等於前車車速，即 V2≥V1，若是，則表示後車車速較快，再判斷 Surplus 是否大於等於 0，若否，則表示間距不夠，則計算下列參數 A9 = -1 / 2 / AC8 -1 / 2 / DC8、B9 = *V*1 / AC8 + *V*1 / DC8、C9 = (*V*1)^2 / 2 / AC8 + (*V*2)^2 / 2 / DC8 – (*V*1)^2 / DC8 - (*V*1)^2 / AC8 - Surplus，再計算參數 D9 = (*B*9)^2 - 4*A9*C9，判斷 D9 是否小於 0，若是，則設定 VF 為-99，若否，則判斷 D9 是否等於 0，若否，則計算 VF = -(B9+SQRT(D9)) / 2 / A9，若是，則計算 VF = -B9 / 2 / A9，最後判斷 VF 是否小於等於 V1 且大於等於 0，即 VF ≤ V1 and VF ≥ 0，若是，則加速率 ACC2 為-DC8，若否，則加速率 ACC2 為-DC8。
26. 若前述 Abs(V1-V2) <2 and Abs(Surplus) <2 為否，且 V2>V1 為否，且 Surplus 大於等於 0 為是，則代表間距夠大，可透過下列方式處理，選項 1：加速到 VF> V2，然後減速到 V1，流程如下：計算參數 A9 = 1 / 2 / AC8 + 1 / 2 / DC8、B9 = -(*V*1 / AC8 + *V*1 / DC8)、C9 = - (*V*1)^2 / 2 / DC8 + (*V*2)^2 / 2 / AC8 + (*V*1)^2 / DC8 - Surplus、D9 = (*B*9)^2 - 4*A9*C9，判斷 D9 是否小於

0，若是，則 VF＝-99，代表無解，若否，再判斷 D9 是否等於 0，若是，則 VF = -B9 / 2 / A9，若否，表示 D9 大於 0，則 VF = ((-*B*9+√*D*9))/2*A*9。然後，判斷 VF 是否大於等於 V2，若是，則加速率 ACC2 等於 AC8，若否，則無解，故要用第 2 選項：直接從 V2 減速到 V1，流程如下：首先判斷 Surplus 是否等於 0，若否，則 ACC2＝(-(*V*2-*V*1)^2 / 2 / surplus，若是，則選項 2 不可行，必須採用選項 3：減速到 VF＜V2，然後加速到 V1，流程如下：計算參數 A9 = -1 / 2 / AC8 -1 / 2 / DC8、B9 = (*V*1 / AC8 + *V*1 / DC8)、C9 = (*V*1)^2 / AC8 + (*V*2)^2 / 2 / DC8 – (*V*1)^2 / DC8 - (*V*1)^2 / AC8 - Surplus、D9＝(*B*9)^2 - 4*A9*C9，判斷 D9 是否小於 0，若是，則無解，設定 VF = -99，若否，判斷 D9 是否等於 0，若是，VF = -B9 / 2 / A9，若否，代表 D9 大於 0，則 VF＝-(B9+SQRT(D9)) / 2 / A9，D9 判斷完畢且設定計算 VF 後，判斷 VF ≤ V1 and VF > 0，若是，則 ACC2 等於-DC8，否則，ACC2 等於 0。

27. 若前述 y 之判斷前後車速差的絕對值是否小於 2 且實際緩衝距離與所需緩衝距離之差距是否小於 2，即 Abs(V1-V2) <2 and Abs(Surplus) <2 為否，且判斷後車車速是否大於前車車速，即 V2≥V1 為否，代表前車車速大於後車車速，前車較快，則判斷 Surplus 是否為 0，若是，則 ACC2=V1-V2，並判斷 ACC2 是否大於 3，若是，則 ACC2=3；若 Surplus>0，代表間距較大，則進行選項 1：加速到 VF> V1，然後減速到 V1，流程如下：計算參數 A9 = 1 / 2 / AC 8 +1 / 2 / DC8、B9 = -(*V*1 / AC8 + *V*1 / DC8)、C9 = -(*V*1)^2 / 2 / DC8 - (*V*2)^2 / 2 / AC8 + V1*V2 / AC8 + (*V*1)^2 / DC8- Surplus、D9＝(*B*9)^2 - 4*A9*C9，判斷 D9 是否小於 0，若是，VF＝-99，若否，判斷 D9 是否等於 0，若是，VF＝-B9 / 2 / A9，若否，VF＝((-*B*9+√*D*9))/2*A*9。接下來，判斷 VF 是否大於等於 V1，若是，ACC2＝AC8，若否，採用選項 2：直接從 V2 加速到 V1，流程如下：判斷 Surplus 是否等於 0，若是，則無解，ACC2 = 2 + Max(surplus*0.15,2.5)，若否，ACC2 = (-(*V*2 - *V*1))^2 / 2 / Surplus。前面前車較快而若 Surplus<0，則代表間距不夠，若 V1 - V2> 2.5，則 ACC2＝(-(*V*1 - *V*2))^2 / 2 / Surplus，加速到 V1，否則，ACC2＝*V*1-2.5 - *V*2，即減速至 V1-2.5。

---

28. 判斷節線編號的相關矩陣是否為 1，即 Lkorig(Link)＝1，若是，計算緩衝

距離邊界為 Bound = 0.2*(3600*Ucrit / Qmax-20)，若 Lkorig(Link)不等於 1，則 Bound = 0.095*(3600*Ucrit / Qmax-22)，判斷 Idsho(link)是否不等於 0，若是則 Bound = 0.18*(3600*Ucrit / Qmax-22)，若否，則判斷是否 Lktype(link) = 5，若是，則 Bound = 0.06*(3600*Ucrit / Qmax-22)。其中，3600*Ucrit / Qmax-22 為臨界緩衝間距。然後，判斷是否 Surplus > - Bound and Surplus ≤ 0，若是，則 ACC2 = V1 – 0.02 –V2，若否，則判斷是否 ACC2 >Amax，若是，則 ACC2 = Amax，若否，則判斷是否 ACC2 > A(link,lane,Iveh) and Iweit = 0，A(link,lane,Iveh)為根據先前未跟車狀況所定之加速率，Iweit = 0 表示加速率不受坡度影響，若是，則設定機車與小型車之加速率上限為 7 $ft/s2$，大型車加速率上限可比原 A(link,lane,Iveh)高 1 $ft/s2$，故 A(link,lane,Iveh) = Min (ACC2,A(link,lane,Iveh) + 3.5,AM)，決定其加速率值，若否，則設定 A(link,lane,Iveh) = Min (ACC2,A(link,lane,Iveh),5)。判斷是否 X1 - car 1 - Gapp - X2 < V2，若是，則判斷是否 V2 + A(link,lane,Iveh)*Delta >V1，若是，則 A(link,lane,Iveh) = (V1-V2) / Delta，最後判斷是否 A(link,lane,Iveh) < -14 $ft/s2$，若是，則 A(link,lane,Iveh) = -14。

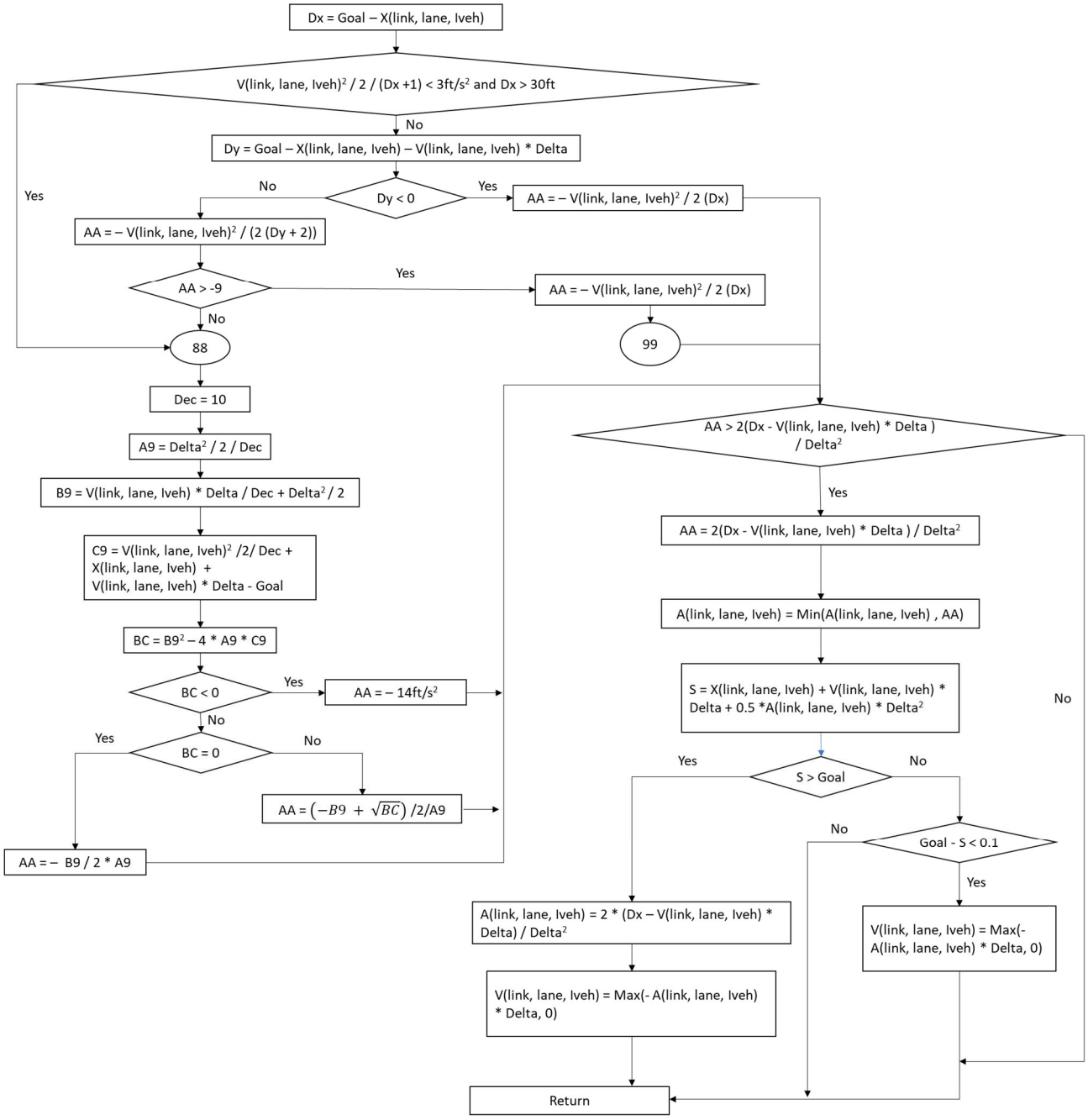
29. 最後，根據車道位置調整自由速率，首先判斷節線的車道數是否小於等於 2，即 NLane(Link) ≤2，若是，則判斷所在車道是否為主線車道，即 Lane ≤ NLane(Link)，若是，則為主線車道，令 Deduct = 0，否則為附屬車道，令 Deduct = 5 ft/s，若節線的車道數大於 2，即 NLane(Link) ≤2 為否，先判斷車道數是否等於 3，若是，則判斷所在車道是否為主線車道，若是則 Deduct = -1.5 + 2.5 / (NLane(Link) -1) * (NLane(Link) -Lane)，否則 Deduct=5，若車道數大於 3，則判斷所在車道是否為主線車道，若是，則 Deduct = -2.5 + 4.5 / (NLane(Link) -1) * (NLane(Link) -Lane)，否則 Deduct=5。
30. 判斷單位模擬時間加速後，車速是否大於自由速率減 Deduct，即 V(link,lane,Iveh)+ A(link,lane,Iveh) * Delta ≥ Vfree(link,lane,Iveh) – Deduct，若是，則加速率 A(link,lane,Iveh) = Vfree(link,lane,Iveh) – Deduct - Vfree(link,lane,Iveh) / Delta，否則，判斷是否 V(link,lane,Iveh)+ A(link,lane,Iveh) * Delta < 0，若是，則 A(link,lane,Iveh) = -v(link,lane,Iveh) / Delta，若否，返回主程式。
31. 返回主程式。

二、子程式：Stopat2(Goal)

(一) 功能說明

假設車輛 Iveh 之瞬間位置為 X(link, lane, Iveh)與速率 V(link, lane, Iveh)，此車須在 Goal 之位置停下，本子程式訂定 Iveh 宜採用之加減速率。最高加速率 AA(可能是負值)須滿足下列條件：$x + v * Delta + 0.5AA * Delta^2 + (v + Delta * AA)^2 / (2 * Dec) = goal$；Dec = 願意採用之最高減速率，$ft/s^2$；Delta = 模擬時階(掃瞄間隔)之長度，0.5s。

(二) 流程圖



(三) 流程圖變數說明

1. Dx、Dy：後車所須移動距離
2. Goal：後車所須停下之位置
3. X(link, lane, Iveh)：後車 Iveh 之瞬間位置
4. V(link, lane, Iveh)：後車 Iveh 之瞬間速率
5. A(link, lane, Iveh)：後車 Iveh 之加速率
6. Delta：單位模擬時間
7. AA：減速時之加速率(負值)
8. Dec：減速率參數
9. A9、B9、C9、BC：加速率計算之參數。
10. S：後車推進距離。

(四) 流程圖步驟說明

1. 設定後車所須移動之距離等於後車須停下之位置減後車瞬間位置
2. 判斷所須加速率是否小於 3ft/s^2 或所須距離大於 30ft，若是，則後車可進行加速或減速；否則，後車維持定速，所須移動之距離 Dy = Goal - X(link, lane, Iveh) - V(link, lane, Iveh) * Delta。
3. 判斷 Dy 是否小於 0，若是，則進行減速，減速率 AA = -V(link, lane, Iveh)^2 / 2 (Dx)；否則，減速率 AA = - V(link, lane, Iveh)2 / (2 (Py + 2))。
4. 判斷 AA 是否大於-9，若是，則減速率 AA =- V(link, lane, Iveh)^2 / 2 (Dx)；否則，後車進入可加速或減速之判斷邏輯。
5. 在 AA 小於等於-9 時，首先設定減速率參數 Dec=10，計算 A9 = Delta^2 / 2 / Dec，B9 = V(link, lane, Iveh) * Delta / Dec + Delta^2 / 2，C9 = V(link, lane, Iveh)^2 /2/ Dec + X(link, lane, Iveh) + V(link, lane, Iveh) * Delta - Goal，BC = B9^2 - 4 * A9 * C9。
6. 判斷 BC 是否小於 0，若是，則以 AA = - 14ft/s^2 進行緊急煞車；否則，判斷 BC 是否等於 0，若是，設定 AA = - B9 / 2 * A9，否則，設定 AA = (-B9 + $\sqrt{BC}$) /2/A9。
7. 判斷 AA 是否大於 2(Dx - V(link, lane, Iveh) * Delta) / Delta^2，若是，則 AA = 2(Dx - V(link, lane, Iveh) * Delta) / Delta^2；否則，返回主程式。
8. 計算推進距離 S = X(link, lane, Iveh) + V(link, lane, Iveh) * Delta + 0.5 *A(link, lane, Iveh) * Delta^2。

9. 判斷推進距離 S 是否大於所須停下之位置，若是，則加速率 A(link, lane, Iveh) = 2 * (Dx – V(link, lane, Iveh) * Delta) / Delta^2，速率 V(link, lane, Iveh) = Max(- A(link, lane, Iveh) * Delta, 0)；否則，判斷是否 Goal - S <0.1，若是，則速率 V(link, lane, Iveh) = Max(- A(link, lane, Iveh) * Delta, 0)，否則返回主程式。

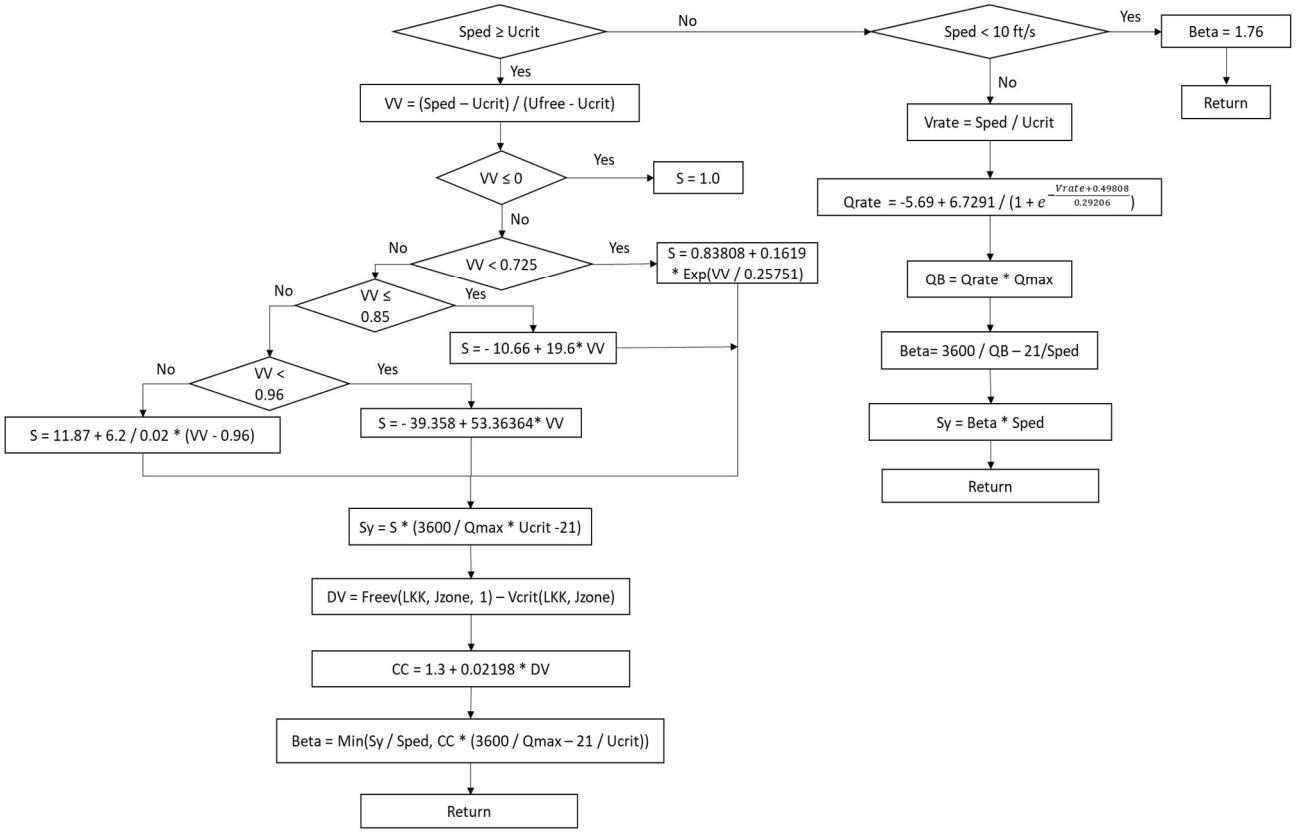
10. 返回主程式。

三、子程式：Sped2sy(LKK,Qmax,Ufree,Ucrit,Izone,Sy,Sped,Beta)

(一) 功能說明

本子程式根據自由速率 Ifree、容量 Qmax 及臨界速率 Ucrit 所構成之流率與速率的關係，估算當一車輛之速率為 Sped 時，該車與車前欲保持的緩衝距離(buffer distance)及車距(buffer headway)，緩衝車距為緩衝距離除以速率，而緩衝距離為前車車頭座標(X(I-1))減去(停車時前後車之車間距離(Dmin)+前車車長(L)+後車車頭座標(X(I)))。本子程式針對小車(車長+Dmin 設定為 21ft)估計緩衝距離 Sy (英呎)及緩衝車距 Beta (秒)。前、後車車種不同時，Sy 及 Beta 在應用時須依據車種之差異調整，車距則採用自由速率、臨界速率及容量所構成之流率-速率關係來加以估算。

(二) 流程圖



(三) 流程圖變數說明

1. Sped：車輛速率(ft/s)
2. Ucrit：臨界速率(ft/s)
3. VV：計算所需緩衝距離與臨界緩衝距離比值之參數
4. S：所需緩衝距離與臨界緩衝距離比值
5. Sy：所需緩衝距離(ft)
6. Qmax：容量
7. DV：自由速率與臨界速率之差值
8. Freev(LKK, Jzone, 1)：LKK 節現第 J 速限區之平均自由速率
9. Vcrit(LKK, Jzone)：LKK 節現第 J 速限區之臨界速率
10. LKK：節線編號
11. Jzone：第 J 速限區
12. CC：緩衝距離計算參數
13. Beta：緩衝車距(s)
14. Vrate：車速與臨界速率之比值
15. Qrate：流率比值
16. QB：流率

(四) 流程圖步驟說明

1. 判斷一車速率 Sped 是否大於等於臨界速率 Ucrit，若是，則計算車速調整參數為 VV = (Sped - Ucrit) / (Ufree - Ucrit)，接下來判斷 VV 是否小於等於 0，若是，則設定所需緩衝距離與臨界緩衝距離之比 S = 1.0，若否，判斷 VV 是否小於 0.725，若是，則計算 S = 0.83808 + 0.1619 * Exp(VV / 0.25751)，若否，則判斷 VV 是否小於等於 0.85，若是，則計算 S = - 10.66 + 19.6* VV，若否，則判斷 VV 是否小於 0.96，若是，則計算 S = - 39.358 + 53.36364* VV，若否，則計算 S = 11.87 + 6.2 / 0.02 * (VV - 0.96)。接下來，計算所須緩衝距離 Sy = S * (3600 / Qmax * Ucrit -21)、自由速率與臨界速率之差 DV = Freev(LKK, Jzone, 1) - Vcrit(LKK, Jzone)、緩衝距離計算參數 CC = 1.3 + 0.02198 * DV、緩衝車距 Beta = Min(Sy / Sped, CC * (3600 / Qmax - 21 / Ucrit))。
2. 若一車速率 Sped 小於臨界速率 Ucrit，則判斷速率是否小於 10 ft/s，若是，則設定緩衝車距 Beta = 1.76，否則，計算車速與臨界速率之比值 Vrate =

Sped / Ucrit、流率比值 Qrate = -5.69 + 6.7291 / (1 + e^(-(($Vrate$+0.49808) / 0.29206)))、流率 QB = Qrate * Qmax、緩衝車距 Beta= 3600 / QB - 21/Sped、所需緩衝距離 Sy = Beta * Sped。

3. 返回主程式。

附錄二 專家學者座談會會議紀錄

壹、會議地點：交通部運輸研究所10樓會議室

貳、會議時間：113年5月20日(一)下午2時

參、出列席人員：詳簽到表

肆、紀錄人員：陳怡君

伍、主席致詞：略

陸、研究團隊簡報：略

柒、綜合討論

一、 交通部運輸研究所運輸計畫及陸運組 呂怡青副組長

1. HTSS模式發展始於1990年已有30年歷史，由美國林豐博教授針對臺灣的公路車流情況使用Fortran語言編寫之模擬模式，本所為保留此模式精隨予以傳承，故展開為期兩年之規劃，本年度則為計畫第二年，將使用新的程式軟體，對模式進行重新開發，並優化使用者輸出輸入介面。
2. 去(112)年計畫執行時徵詢技師公會、高公局、公路局和相關顧問公司等使用需求，今(113)年則需完成高速公路基本路段的模擬和驗證，用以確保研究架構的可行性。

二、 國立成功大學交通管理科學系 胡大瀛教授

1. 肯定研究團隊的努力，而這個專案內包括整合林豐博教授提供的程式語言及相關內容，這是一個挑戰，但相信運研所和研究團隊都有能力承擔這一責任。
2. 建議研究團隊可以再思考使用的開發語言，例如C++、python等，並可朝向開源的方向發展，但礙於部分開發人員因保密因素，故對於開源的概念持保留態度，而C++似乎較於複雜難以掌握，故在開發軟體時，環境和語言的選擇是至關重要的。
3. 從硬體端來看，建議團隊可進一步考慮未來的發展，例如AWS的雲端服務，將可以減少硬體維護的負擔，同時也可確保軟體與硬體的兼容性和更新速度。
4. 而就開發語言的選擇來說，現行Python因其易學易用而受到青睞，甚至可能成為未來的主流，但在開發環境方面存在差異，需要考慮使用哪種程式

語言和開發環境，以確保順利的開發和使用。

5. 軟體開發的發展很難一步到位，需要在過程中不斷思考和改進，尤其是在使用者介面設計上更至關重要，例如與GIS介面(Google Map)進行整合，可更符合現代需求。
6. 交通模擬中車流模型有其重要性及複雜性，目前市場上多有人使用SUMO進行模擬，故在開發的過程中須考量應用性、發展的彈性，並分年逐步將整體交通模擬模型逐步完整。
7. 本計畫所開發的軟體可進一步考慮向open sourse發展，並將部分資訊申請專利，部分開放使用。
8. 因團隊目前的開發是基於Windows，但是否考慮過使用Linux或其他開源系統？比如MIT使用Linux的情況，因為Windows在長時間運行後可能出現的資源釋放問題，以及其後續的支援；第二，建議考慮程式碼的相容性問題，特別是對於使用Python和C#開發的模組。
9. 建議團隊可考慮中間模組的設計，如使用C語言去接收Fortran模組輸出的結果，且在未來可能會遇到相容性問題。
10. 建議團隊將開發過程中的想法和原因清楚地說明，並且將軟體的優缺點和備註記錄清楚，以便未來的開發和使用。

三、 國立陽明交通大學運輸與物流管理學系 邱裕鈞教授

1. 市場很少見到人們使用HTSS，這是因為不太熟悉它也不敢嘗試。通常會使用Vissim，但現在SUMO越來越受歡迎。然而，要在國際期刊中說明分析研究使用HTSS非常困難，因為無法清楚解釋它的車流模式和應用。
2. 使用HTSS做微觀交通流量模擬，特別是在最佳化方面，挑戰更大，就另一方面而言，對於做公路容量手冊的評估，HTSS可能是一個很好的工具，因為它可以自動計算各種評估指標。
3. 對於軟體選擇，使用Python是現代程式語言發展的趨勢，需要考慮未來的發展方向，在進行微觀模擬時，選擇一個高效能的軟體至關重要。
4. 對於路網的建構，則需要更好的工具，這也是用系統評估容量分析時最關鍵的地方，可以節省時間和提高效率，以現在研究團隊所提之規劃是直接匯入地圖就會知道車道配置？還是單純只是地圖呈現，其餘資訊還是要靠人工標記？
5. 建議團隊應確認HTSS定位和應用方向，並根據實際需求和目標來選擇適

合的軟體。

四、 國立陽明交通大學運輸與物流管理學系 黃家耀副教授

1. 林豐博教授當時是獨立開發程式，他花了很多時間，而程式的優劣有好有壞，優勢在於所有資訊都在他腦袋裡，但壞處是別人無法理解他的思維過程，而林教授退休後仍持續投入開發新模組，很佩服，所以現在目標應該是傳承林教授的程式。
2. 運研所於2年前委辦先期研究，重要目標是「傳承」林教授的研究成果，經測試，程式碼只能用Compaq Visual Fortran去編譯，而無法用GNU Fortran 去編譯，因此F2PY無法順利執行，故曾提出用SUMO去改寫。
3. HTSS是掛在THCS的UI下，不需要直接操作HTSS，然現在大多使用THCS軟體作為介面，且國內THCM部分章節之分析直接採用HTSS模擬，因變數多而未發展分析性模型，與美國不同。
4. 未來發展可朝向兩方向進行，第一、傳承，重寫現有的程式；第二，改寫，但將Open Source納入考慮。
5. 程式語言的選擇可能影響執行速度，Fortran在執行效能上較低，HTSS 採0.5 秒模擬時階，然本計畫到底使用Python還是C#？則尊重研究團隊的建議，也可參考目前國內運管科系教學或使用什麼程式語言？而若使用AI Copilot / ChatGPT，則需注意自動化的限制。此外，程式碼的個人化風格也會有一定程度的困難，需要對代碼進行規範，或許未來可能需要將程式開源，讓更多人參與並改進程式。
6. 本計畫核心功能定義部分，通用型是指什麼？建議補充說明。而如跟車模型的參數、行為面的參數可否讓使用者調整？
7. 基本路段的重點貢獻應為爬坡路段（重車）、路肩開放情況，建議團隊可評估納入本計畫範圍內。
8. 簡報中第21頁右下圖中是否應有速限欄位？第二個指標1.2（102/100 = 1.02）似乎有誤，另第27頁中應是FFS不是速限數值，建議團隊再行確認。

五、 淡江大學運輸管理學系 羅孝賢教授

1. 建議團隊應先釐清本計畫中的HTSS到底是要改寫？還是重寫？和舊有的HTSS之間的關係與差異性？甚至和其他模擬軟體之間的關係為何？
2. 應先釐清本計畫所產出的系統是否是要給一般模擬用的？如果是要做為公路容量手冊的分析工具，那需求又到底是什麼？若是做為廣泛使用的

模擬分析工具又可能是另一種作法。

3. 需要清楚理解原本系統中的內容才能進行改寫，特別是改寫或重寫原有程式碼的思考，以及對於改寫後效果的驗證，確保改寫後的程式碼能夠與原有程式碼產生相同的結果的重要性。
4. 需要對系統進行全面的分析和需求分析，確認核心到底為何？從輸入到輸出中間最困難的是中間的過程，而模擬結果之數值沒有人知道他是否與現實狀況絕對一致，但重點是對不同方案之模擬結果可進行綜合評估和比較，此為模擬之應用價值。
5. 未來的模型驗證與校估是困難的，應對模型和代碼的進行清晰理解，因現在連後面的模式到底是什麼，都沒有那麼清楚的掌握，仍建議應先確認團隊改寫之後的內容與原有的版本數據是相符，才有辦法再往後推進。

六、逢甲大學運輸與物流管理學系 蘇昭銘教授

1. 本計畫已於112年時即透過問卷調查、專家學者深度分析等面向進行需求分析探討，並預留未來發展之彈性。
2. 後續會於報告書中說明清楚本計畫所開發之HTSS定位，及與其他模擬軟體之差異性。
3. 今年度本計畫特與產業界（景翊科技）合作，未來軟體完成開發後亦可以作為一個諮詢對象，且以資訊工程師做為開發主軸，在開發過程中做各項資訊的紀錄，將所有備註進行保留，以利後續傳承。
4. HTSS本質上是容量手冊之分析及研究工具，目前先改寫為主，未來再調校發展，而若以長期發展考量下可適時將open Source的概念導入，或朝向雲端化的發展等，均需進行觀察。
5. 本計畫今年度以C#做為主要開發的程式語言，Python部分則會再行討論。
6. 在車流參數模型設定方面，目前先以固定值進行設定，後續則朝向彈性化應用為主，而本計畫中不做車流模型之校正。
7. 介面設計開發，今年度已將地圖之概念導入作為路網編輯參考，而詳細的道路路網資訊仍需要人工編輯。
8. 視覺化呈現如車輛移動之狀態，本計畫今年度僅能先做嘗試，先以改寫原有架構為主，明年度在呈現上可能較有機會。
9. 本年度改寫高速公路基本路段中平坦路段之內容，會用與原有版本的數據進行比對，確認是否正確，而坡度、路肩部分則納入後續年度考量。

七、逢甲大學智慧運輸與物流創新中心 張建彥副教授

1. 就THCS和HTSS之間的主要目的和功能定位而言，HTSS的應用屬於THCS的輔助工具，而不僅僅是一個模擬模式，尤其在交通設施模擬方面，可以提供評估服務水準的數據。
2. 目前已有林豐博教授的一個基本模擬核心，團隊從模擬程式中去解讀發現架構、車輛屬性(如馬力等)之各項設定均為固定值，但因應不同的時空背景應可將此設定進行參數化設定，其他模擬技術(如跟車限制式)等部分均參照處理，但因彼此間撰寫程式的思維不同，則會進一步跟林豐博教授請益加以確認。
3. 坡度路段對於HTSS而言確有其價值，運研所曾辦理3年針對高速公路坡度路段之研究，後續則可作為本計畫之解讀重點。
4. 驗證部分將以林豐博教授之結果作為基礎，並透過案例做比對，確認其模擬結果一致性。

捌、會議照片

玖、散會：下午4時

「新一代公路交通系統模擬(HTSS)模式開發規劃(2/2)－核心功能建置與後續開發規劃」

專家學者~~業~~者座談會出席人員簽到表

會議時間：113 年 5 月 20 日(星期一)下午 2:00 - 4:30

會議地點：交通部運輸研究所 10 樓會議室

主持人：逢甲大學運輸與物流學系 蘇昭銘 教授

單位	姓名	職稱	簽到
國立成功大學交通管理科學系	胡大瀛	教授	
國立陽明交通大學運輸與物流管理學系	邱裕鈞	教授	
國立陽明交通大學運輸與物流管理學系	黃家耀	副教授	
淡江大學運輸管理學系	羅孝賢	教授	
運研所運輸計畫及陸運組	張舜淵	組長	請假(公出)
運研所運輸計畫及陸運組	呂怡青	副組長	
運研所運輸計畫及陸運組	歐陽恬恬	副研究員	

單位	姓名	職稱	簽到
逢甲大學運輸與物流學系/智慧運輸與物流創新中心	蘇昭銘	教授 計畫主持人	蘇昭銘
逢甲大學運輸與物流學系/智慧運輸與物流創新中心	張建彥	副教授 協同主持人	張建彥
逢甲大學智慧運輸與物流創新中心	陳怡君	資深專案經理	陳怡君
景翊科技股份有限公司	王聖博	高級規劃師	王聖博
景翊科技股份有限公司	沈志弘	技術主任	沈志弘
景翊科技股份有限公司	賴詩雅	工程師	賴詩雅
			陳威諭
			賴筱珊

附錄三 意見蒐集座談會會議紀錄

壹、會議地點：交通部運輸研究所10樓會議室

貳、會議時間：113年10月21日(一)上午10時

參、出列席人員：詳簽到表

肆、紀錄人員：陳怡君

伍、主席致詞：略

陸、研究團隊簡報：略

柒、綜合討論

一、 臺灣世曦工程顧問股份有限公司

1. 高速公路基本路段相對簡單，較少出現建構節點和節線的問題。然而在路口部分，以目前THCS以HTSS_V3版本建構之公路交通系統模擬模式子軟體之經驗而言在建構整個路網後，可能會出現ERROR檔，且檔案中的錯誤提示對於使用者來說難以解讀。這使得使用者在遇到問題時無法獲得有效的反饋。
2. 未來軟體的發展方向是否會整合不同設施於同一系統中，還是會類似THCS不同設施於不同系統模擬的方式？而在使用推廣中發現，高速公路基本路段通常只需要分析性工具，這可能會影響到後續的推廣策略。
3. 目前使用Excel格式的報表對使用者彙整資料非常有幫助，但HTSS本身輸出的報表卻是TXT檔，這在解讀上並不方便。在THCS架構下的軟體中，目前輸出報表是HTML格式，這樣的選擇主要是考慮到數據驗證和代表性，避免數據被竄改。未來在Excel報表中，可以考慮加入浮水印以增強數據的可靠性。

二、 易緯工程顧問股份有限公司

1. 感謝研究團隊的努力，看到HTSS的使用介面已經比之前簡化了許多，操作起來的確比過去方便了不少。但在實際使用時，還是遇到了一些問題，特別是在系統參數的透明度方面。因HTSS在模擬過程中，一些關鍵參數無法見到，導致當模擬結果與預期不符時，無法確定是哪個參數或模擬設定出問題，沒有辦法進行有效的調整和驗證。
2. 建議未來系統能夠提供更高的參數透明度，讓使用者可以清楚地看到所

有的參數設定，並能進行必要的調整。這樣在模擬過程中，如果結果不符預期，可以及時調整參數、進行驗證，確保模擬結果的準確性。

3. 在模組開發的優先順序上，應該針對使用頻率較高的模組優先進行開發，例如路口模擬模式，這樣可以更好地滿足現階段實務操作中的需求，提升使用效率。
4. 需要持續關注自動駕駛和車聯網等新興技術，並為這些技術的整合制定相應的專案管理與更新計畫。同時，也應該思考如何在資源投入上獲得更大的回報。投入的資源越多，軟體可行性及發展潛力將會越好。
5. 從推廣的角度來說，最關心的是軟體的易用性和結果的合理性。如果未來有發文強制要求報告中必須包含HTSS的模擬分析結果，相信這會大大加快HTSS的推廣進程。當主管機關接受並要求這樣的分析結果時，各相關單位和顧問公司自然會積極使用這套系統。

三、 中華民國交通工程技師公會

1. 目前HTSS系統輸出的報表格式主要是以 Excel 為主，這對於使用者來說在進行數據彙整和分析時是非常方便的。Excel 格式可以輕鬆地進行資料比對和分析，這對於交通報告的編寫非常有幫助。
2. 但是，HTSS本身核心系統的報表格式目前仍然是以TXT格式為主，這對使用者來說閱讀和解讀非常不方便。TXT文件的呈現方式過於簡單，無法進行進一步的數據處理，因此建議將報表輸出的格式統一為 Excel，這樣不僅方便使用者使用，也能提高數據解讀的效率。
3. 考量到數據的安全性，目前使用HTML格式輸出，這是為了避免數據被篡改。未來建議可以將這個概念融入到Excel報表中，例如加入浮水印功能，確保報表數據的完整性和安全性。
4. 該軟體不易使用的原因在於審查單位可能將其視為黑盒子，難以理解其輸出結果的正確性。若能夠提供的明確數據，並且確保使用者能夠獲得必要的信任，這將有助於推廣和使用該軟體。
5. 建議在公務部門內部開發一個簡單易用的模擬工具，以滿足使用者的需求。這個工具應具備直觀的操作介面，使用者能夠輕鬆進行交通模擬，並提供即時的視覺反饋。
6. 目前已有的高速公路動態模擬功能應作為未來發展的參考，未來工具應該能夠實現類似的動態交通模擬，增強模擬結果的現實感和可靠性，後續

在發展新的功能時，需考慮如何增強使用者的信任感。例如，提供透明的數據處理過程，讓使用者能夠理解輸出結果的來源與計算方式。

7. 建議可針對使用者開展定期的培訓與教育活動，幫助使用者更好地理解系統的功能，並掌握使用技巧，以提高軟體的使用效率。並建立一個用戶回饋機制，讓使用者能夠隨時提供意見與建議，以便開發團隊能根據實際使用情況持續優化系統。
8. 針對小型案件的審查過程，建議開發簡化的工具或模塊，減少對舊版軟體的依賴，使小型項目能夠更容易地被審查與批准。

四、 臺北市政府交通局劉嘉祐主任秘書

1. 由於許多地方政府的承辦人員並非交通專業出身，因此在審查交通影響評估報告時，對於HTSS的使用和理解存在一定的難度。
2. 建議運研所能針對地方政府進行更多的培訓和推廣工作，特別是如何使用HTSS系統進行模擬和分析。這樣可以幫助地方政府的承辦人員更清楚地理解HTSS系統的操作和報告結果，進而提升他們在交通影響評估中的審查效率。
3. 應考慮發文要求地方政府在進行交通影響評估時，必須使用HTSS系統的模擬結果作為審查的標準。這樣一來，所有地方政府的審查流程和標準將會更加一致，有助於推動HTSS的廣泛應用。
4. 行銷推廣的策略應重新考量，特別是在與地方政府的溝通時，應強調使用新軟體的必要性。在發文中，建議附上明確表達希望在審查中呈現的重點，並提醒地方政府需提供相應的服務標準。若能發文下達相關要求，各單位應能依據指示執行。
5. 對於後續年期之工項規劃，需進一步了解期望軟體完成所需的時間。如果有十年的規劃，所需的經費與三年的規劃會有所不同。過去的一些案子在進行過程中，時間持續延長，但卻未見實際應用的成果。這個案子似乎有潛力在三年內解決目前顧問公司和交通工程師所面臨的問題。未來應集中精力處理顧問公司和地方政府所面臨的痛點，例如環評、交維和市區路口改善等問題，期望能解決約八九成的應用情境，剩餘的部分則可在有時間的情況下進一步開發。
6. 地方政府目前面臨的挑戰包括中央補助款不足以支撐地方政府的需求，使得交通案件經費也有限。在這樣的背景下，評估工具的需求逐漸浮現。

然而模擬工具需要花費大量時間，但又在時間有限的情況下，或許可以考慮使用簡單的方案評估報表來解決問題。建議在初期階段可以朝著這個方向發展。

7. 雖然模擬的重要性不容忽視，但在與民眾溝通時，動畫是一個有效的方式。若能以動畫介面或視覺化平面展示交通問題，將便於與公眾溝通。
8. 關於團隊提出的兩種後續規劃構想，建議優先選擇依循既有規劃，以模組（功能）作為開發順序。但考量到市區號誌化路口的模擬開發難度極高，且涉及多項技術挑戰，建議可從高速公路近端簡單的路段開始，先解決較簡單的模擬問題，逐步完善後再推展至更複雜的市區路口模擬。
9. 研究發展的重點應聚焦於技術傳承，以確保系統的可持續性，並避免因系統繁瑣而造成未來無人使用的情況。此外，鑒於現有資料已相當充足，若不提升系統的易用性，未來可能會被其他工具取代，進而面臨長期閒置的風險。

五、 中央警察大學曾平毅教授

1. 林教授的模擬模式在交通研究中被認為是有效的工具，能夠透過現場資料進行各種假設分析，並幫助研究者在不同階段和地點模擬交通狀況，這一模式不僅能夠滿足研究需求，還能幫助更好地理解臺灣特有的交通特性。
2. 當前交通研究面臨的一些挑戰，包括模擬模式的使用和實務訓練的不足。建議在交通工程領域進行更深入的訓練，特別是對交工人員的要求，以提高實務能力和相關技能。
3. 在進行長期的研究項目中，團隊合作是實現目標的關鍵因素。每位成員應該充分發揮其專業技能與知識，通過有效的溝通與協作，凝聚力量，形成合力，以便快速應對挑戰並推進研究進程。
4. 交通模擬模式的優化與發展必須建立在穩定的基礎上，在研究與實踐中，需不斷積累數據和經驗，形成一套完善的理論基礎和實踐框架。穩定性有助於提高系統的可靠性，進而減少未來實施過程中的不確定性。
5. 在進行交通模擬模式優化時，系統性思維至關重要，應當採用系統化的方法進行分析，全面考量各要素之間的相互關聯，確保資源的最佳配置。此外，提升效率不僅僅是為了節省時間和成本，更是為了提升服務品質和滿足需求。透過整合不同的研究成果和實踐經驗，可以持續改善交通系統的

整體性能，實現可持續發展。

六、 國立陽明交通大學黃家耀副教授

1. 輸出在系統運作中至關重要，使用Excel作為輸出工具能提高數據處理的靈活性，並簡化後續的模擬分析過程。需確認Excel是否取代現有HTSS的輸出格式，或作為額外輸出選項，特別是在系統不支持PDF檔案的情況下，Excel的使用可顯著提升效率。
2. 在輸出報表中增加浮水印可增強報告的專業性與可信度，並保護數據知識產權。因此，未來系統設計需考量浮水印與Excel輸出的整合，以確保最終輸出的質量和效果。
3. 目前核心問題在於研究團隊是否具備足夠能力進行有效規劃，以及所需的研究資源是否能充分投入，這些因素將直接影響系統開發和應用效率。
4. 現行模擬工具的使用門檻較高，許多使用者在操作過程中面臨挑戰，特別是在模擬與動畫方面。儘管工具提供直觀的視覺效果，學習曲線卻陡峭，需花費大量時間來掌握功能。對於如VISSIM的模擬工具，仍有優化空間，設計應更加貼近使用者需求，以促進更廣泛的應用。
5. 就方案比較與策略制定方面，方案一實施需時較長，預計3至5年後見效，而方案二則能迅速產生結果，短期內更具吸引力。建議綜合考量兩者優點，制定兼具長期發展和短期效益的策略，並在未來的規劃中增強研究資源和支持，確保方案的可行性和成功執行。
6. 目前相關課程未能充分涵蓋專業知識，外界對交通模擬模式的認識不足。加強課程設計與教師技能傳授是推廣的關鍵。雖有專家來校授課，但仍不足以滿足學生的需求。
7. 交通領域面臨人才流失，許多優秀學生選擇進入非交通產業，對學校研究和推廣造成挑戰。需探索吸引與留住人才的策略，幫助學生在學術與產業之間找到平衡。
8. 未來的商業化推動需謹慎看待，雖有成功案例，但獲利問題是最大挑戰。需在市場需求與專業知識之間找到平衡點，並在研究計劃中納入長期資金投入與支持，以確保持續發展與收益。

七、 交通部運輸研究所運輸計畫及陸運組 呂怡青副組長

1. 由於本案已接近期末階段，且本所長官對此案極為重視，將參與期末審查並關注後續的規劃方向，請研究團隊根據今日無論來自實務界或學界代

表所提出的建議，納入期末報告中，並歸納出一個完整的規劃方向。

八、逢甲大學智慧運輸與物流創新中心張建彥副教授

1. HTSS在發展過程中面臨的挑戰在於其定位。雖然HTSS的操作邏輯精準且參數輸入要求詳細，但其輸出結果卻相對較少，且缺乏豐富的績效指標。
2. 對於交通設施的模擬，完整的模擬軟體不應該僅針對個別設施，而應整合多種功能，而美國的TransModeler軟體，目前尚未完全涵蓋所有交通設施但是一個能夠結合HCM輸入進行模擬的工具。
3. 未來的開發應強調模組化設計，使各個模擬功能之間能夠更好地整合。這樣的設計不僅可以提高軟體的靈活性，還能根據不同需求進行快速調整和擴展。
4. 對於城市交通模擬，開發應以提高模擬結果的代表性為核心目標，確保模擬能夠準確反映實際交通流量、速度及行為，從而更好地支持交通政策和設施的規劃。
5. HTSS應當考慮如何與新興技術結合，這將為交通系統的運行提供更多的數據支持和參考依據。
6. 應該引導學生使用交通部的PASO等設計工具，讓他們能夠更有效地進行模擬與研究，並培養他們對交通系統模擬的興趣和理解。
7. 需要建立多元的績效指標，以評估模擬的有效性。這些指標可以包括交通流量、平均通行時間、事故率等，並有助於全面分析模擬結果並進行優化。
8. 應持續關注市場動態與技術進步，定期更新HTSS，確保其始終符合最新的交通需求和技術標準。這不僅能提升系統的可靠性，還能增強使用者的信任感。
9. 應重視用戶反饋，通過定期收集使用者的意見和建議來改進軟體功能，這將有助於提升使用者的體驗，並確保系統能夠滿足實際的需求。

九、逢甲大學智慧運輸與物流創新中心洪百賢助理教授

1. 在報表中新增浮水印的時候，需要考慮如何讓主管機關或實務單位能夠確定所產生的結果是合理的，並符合其原本的條件。例如，在進行交通評估時，如果結果不理想，為了通過審查，可能會進行一些修改。如果能將這一點納入HTSS的考量，將有助於解決合理成本與合理驗證的問題。
2. 在確定本案軟體的定位時，需要考慮是否僅服務於絕大多數的交通評估單位，或是專門針對特定類型的用戶（如大型交通工程公司或地方政府）。

如果定位為大眾化工具，則應簡化操作流程，降低使用門檻。目前該軟體是免費的，但必須重視使用過程中的操作成本，並考量使用單位的預算限制，以確保他們能在合理的成本下使用該工具。此外，所生成的結果必須經過主管機關的驗證，因為模擬結果可能因微小的數據調整而產生顯著的差異，因此需要建立合理的驗證機制，以確保結果的可信度。

3. 需思考如何平衡功能需求與實務單位的執行能力，並考慮能提供哪些便捷的軟體功能。這些考量應該在短期內納入計劃，以便為大家提供明確的方向，促進開發的順利進行。
4. 團隊目前有兩種主要的開發方式。一種是根據林豐博老師的建議，將程式碼先翻譯成C#，然後逐一進行修改；另一種則是從頭建立整體的C#基礎架構，再逐步修改各個模組。這兩種方式均可行，但前者能夠逐步顯現成果，後者則需要更多時間，但最終的成果將更為顯著。這將直接影響未來的發展，因此這兩個建議均有可行的方向可供選擇。

十、逢甲大學智慧運輸與物流創新中心蘇昭銘教授

1. 研究團隊將根據今天各位與會者提出的修正和調整建議，在期末報告中充分體現這些意見，確保報告中記錄和反映所有關鍵意見。
2. 在未來的HTSS發展規劃與行銷推廣方面，應考量HTSS的長期發展規劃（road map）以及如何更有效地推廣這套系統。在未來五年計畫或更長期的發展策略中，團隊期望能將這些建議納入考量，並反映在系統的進一步推廣和應用上。

捌、會議照片

玖、散會：中午12時

「新一代公路交通系統模擬(HTSS)模式開發規劃(2/2)－核心功能建置與後續開發規劃」

意見蒐集座談會出席人員簽到表

會議時間：113 年 10 月 21 日(星期一)上午 10:00 - 12:00

會議地點：交通部運輸研究所 10 樓會議室

主持人：逢甲大學運輸與物流學系 蘇昭銘 教授

單位	姓名	職稱	簽到
交通部高速公路局	陳宏仁	副局長	(請假)
臺北市政府交通局	劉嘉祐	主任秘書	劉嘉祐
中央警察大學	曾平毅	教授	曾平毅
國立陽明交通大學	黃家耀	副教授	黃家耀
運研所運輸計畫及陸運組	張舜淵	組長	(請假)
運研所運輸計畫及陸運組	呂怡青	副組長	呂怡青
運研所運輸計畫及陸運組	歐陽恬恬	副研究員	歐陽恬恬

單位	姓名	職稱	簽到
逢甲大學運輸與物流學系/智慧運輸與物流創新中心	蘇昭銘	教授 計畫主持人	蘇昭銘
逢甲大學運輸與物流學系/智慧運輸與物流創新中心	張建彥	副教授 協同主持人	張建彥
逢甲大學運輸與物流學系/智慧運輸與物流創新中心	洪百賢	助理教授 協同主持人	洪百賢
逢甲大學智慧運輸與物流創新中心	陳怡君	副研究員	陳怡君
景翊科技股份有限公司	王聖博	高級規劃師	王聖博
景翊科技股份有限公司	沈志弘	技術主任	沈志弘
台灣世曦工程顧問股份有限公司	吳宗堃	工程師	吳宗堃
易緯工程顧問股份有限公司	洪永佑	工程師	洪永佑
鼎漢國際工程顧問股份有限公司			
中華民國交通工程技師公會	簡書珊	副理事長	簡書珊

附錄四 期中審查意見與回覆表

參與審查人員 及所提意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
一、國立中央警察大學曾平毅教授		
1. 研究團隊對於表 3.3-1 及表 3.3-2 之盤點相當完整，有利後續工作之推展。	1. 感謝委員肯定。	同意
2. 報告第 10 頁，HTSS 之發展歷時 30 多年，係包含 HTSS 模式之前身 UTSS、TGS、TGS-2L 等模式，建議補充。	2. 遵照辦理，將補充於期末報告 2.3 節綜合探討中。	
3. 圖 3.4.1、圖 3.4.2 中車流核心模式討論部分，建議清楚論述推進與跟車模式的參數，將內容說明得更明確。且各流程圖需佐以更明確的文字使閱讀者可更易於理解。	3. 感謝委員指導。因林豐博教授之豐富經驗撰於手稿中，本計畫茲將重點內容理解後以流程方式繪製，期末報告時將輔以相關文字作說明。	
4. 建議考量與 THCS 介面之整合。	4. 感謝委員指導。本計畫以保留 HTSS 模擬邏輯以及進行介面優化為目標，後續若有延續計畫時再行評估與 THCS 介面整合之可行性。	
5. 圖 4.2.8 之後很多畫面底色為黑色，請調整呈現方式。	5. 遵照辦理。因本計畫系統係以黑色調為設計主色調，又於印刷時以黑白色印製，導致閱讀不易，已重新考量印製需求重新調整色調。	
6. 附錄二中專家學者座談會之各項意見不必完全考量，參考有共識部分即可。	6. 遵照辦理。	
二、國立陽明交通大學黃家耀教授		
1. 工作項目與進度符合要求，在核心功能建置與開發上將林豐博教授的架構整理清晰，可以感受到團隊的用心。	1. 感謝委員肯定。	同意

參與審查人員 及所提意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
2. 報告第 18 頁所提及變換車道的超車邏輯，與報告第 33 頁推進中的跟車邏輯等定義建議可以更明確說明。	2. 感謝委員指導。變換車道中的超車行為，主要包含兩次變換車道之行為，需考量是否有足夠空間可變換至另一車道；另推進中之跟車邏輯則是車輛在運動模式中，可能產生加減速度之變化，在速度變化過程中則需考量前方是否其他車輛，若有車輛則可能產生減速及跟車行為。	
3. 推進與跟車模型都是屬於共通性的模組，但高速公路與市區道路這兩部分是否有差異？如何區分？	3. 高速公路與市區道路的車輛推進是採用相同模式，差異在於市區道路有機車，以及公車停靠區等附屬設施的影響。	
4. 新一代 HTSS 中導入地圖功能的具體目的為何？是否用於整體路網規劃，請進一步說明。	4. 地圖功能主要是提供使用者於繪製節點、節線操作時之地理位置參考，不涉及整理路網規劃。	
5. 報告第 72 頁圖 4.3.5 中車輛物件識別碼是否會更換成車輛 ID？	5. 車輛物件識別碼即是車輛 ID。	
三、交通部高速公路局陳宏仁副局長		
1. 本計畫研究目的很單純，即保留 HTSS 模擬邏輯，將開發平台轉換至常用程式語言，並優化輸入輸出介面及功能，及確保未來維護、調校與擴充彈性，建議聚焦在契約規定預期完成工作項目。	1. 遵照辦理。	同意
2. 工作項目二規劃高速公路基本路段情境模擬測試計畫，期中階段是否已有構想。	2. 感謝委員指導。擬以 Free2L、Free3L 範例檔，其目的主要驗證新一代 HTSS 模擬結果是否與現行 HTSS 結果一致，而完整模擬測試計畫將於期末報告完整敘明，進而帶出測試結果。	
3. 契約如有預定進度表，建議納入報告，以利檢視成果是否符合進度。	3. 遵照辦理。	
4. 程式語言選擇考量因素、執行過程遭遇之困難等，建議詳實留下	4. 遵照辦理。	

參與審查人員 及所提意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
紀錄，以利經驗傳承。		
5. 文獻回顧章節似未針對相關文獻進行回顧，建議團隊評估是否要調整章節名稱。	5. 感謝委員指導。因本年度計畫為第二年期計畫，主在延續第一年期功能設計下，故已第二章章節名稱修正為「第一年期計畫執行成果檢討」。	
6. 報告第 23 頁「八、車輛同向超車行為*」，無“*”之相關說明，請檢視確認。	6. 感謝委員指導。該處為本計畫撰寫報告中未刪除之標記。	
7. 報告第 30 頁圖 3.4.1 與第 33 頁 ACC 加速度之單位及英制/公制不一致，建議統一。	7. 感謝委員指導。現行 HTSS 係為林豐博教授 30 年之成果，研發產製過程中陸續留下文字，惟因留下時間有所不同，導致 ACC 加速度之單位不同，將重新審視後統一呈現。	
8. 報告第 73 頁第一(二)點「…並回頭檢視…是否需要有所調整」；及第二點「….確認後續需加強之處」，建議補充檢視及確認結果。	8. 遵照辦理，擬將納入本案期末報告結論中述明本計畫完成之項目內容。	
9. 執行過程建議徵詢原開發專家之意見。	9. 感謝委員指導。已於 9 月將目前計畫執行中所遭遇之問題或待釐清之項目進行彙整，並就教於原開發林豐博教授。	
四、臺北市政府交通局劉嘉祐主任秘書		
1. 建議團隊在報告書第一章或考量其他適宜處將本計畫要做的項目說明清楚，包括改寫原有 HTSS、忠實呈現原有項目等，以避免閱讀者有過高的期待。	1. 遵照辦理。	同意
2. 報告書中所陳述的模組架構、流程圖等內容，屬於計畫執行中解讀後的寶貴經驗，建議可佐以一些較為易於閱讀、白話之文字將其留下。	2. 感謝委員指導。現行 HTSS 係為林豐博教授 30 年之成果，本計畫嘗試將此資產逐一解讀與轉換成易讀文字，並落諸於期末報告中。	
3. 本計畫對於後續學術單位未來若要自行開發模擬程式時是很重要	3. 感謝委員指導。計畫中所提出表 4.3-1 中各核心模組中所需要使用	

參與審查人員 及所提意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
的文獻，建議計畫中所提出的相對參數內容要做一些更完整的交代與說明。	到之參數已有文字說明該參數內容，惟因本計畫中以模組化、物件導向方式進行系統設計，故有進行各項參數名稱之微調，期末報告時則考量報告整體性，故改由4.2 節說明整個核心功能架構，並將個子程式流程彙整如附錄三中以跟車邏輯做一範例說明。	
4. 報告第 30 頁圖 3.4.1 與第 33 頁 ACC 加速度之單位有兩種包括英制/公制，也許原有 HTSS 中手稿中所用的是英制，建議可在報告書中加註說明清楚。	4. 感謝委員指導。現行 HTSS 係為林豐博教授 30 年之成果，研發產製過程中陸續留下文字，惟因留下時間有所不同，導致 ACC 加速度之單位不同，擬將重新審視後改以統一方式呈現，並佐以加註說明。	
5. 關於系統中有些參數先行設定預設值，未來是否可保留給使用者有更改的空間？或透過程式介面就可以做調整？	5. 感謝委員指導。本計畫仍先考量原有 HTSS 中部分參數係以寫入後端程式後，林豐博教授採邊模擬時邊進行程式修正為主，在計畫中逐一解析時先將該參數留下並設計於前端介面呈現上，暫不開放給使用者可更改，俟後續若有延續計畫時再行研議開放之可行性。	
6. 因目前有很多顧問公司已建立許多模擬用的舊檔案，是否可以保留舊檔案匯入的功能？或是未來可以透過什麼方式進行轉換？	6. 感謝委員指導。本計畫以保留 HTSS 模擬邏輯以及進行介面優化為目標，後續若有延續計畫時再行評估新舊檔案轉換之功能。	
7. 是否可提供使用者自行設定車種，以因應未來不同車種在模擬上的不同需求？	7. 感謝委員指導。目前 HTSS 中已有七種車種之設定，並於部分檔型中僅參用小車、機車、大車(即包含小車、機車外所有車種)，而不同車種有其相對應之參數設定，後續若有其他新車種須納入模擬，則須另行研議各項參數內容及運算方式。	

參與審查人員 及所提意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
五、臺灣世曦工程顧問股份有限公司(書面意見)		
1. 報告第 10 頁第一段之「精隨」應修正為「精髓」。	1. 遵照辦理。	同意
2. 報告第 10 頁第四點車輛生成和推進邏輯的簡化中，所指之 Desire 2 子程式為何？建議可先將 HTSS 內相關子程式名稱先定義清楚，或是移至後面模組敘述再描述。	2. 感謝委員指導。Desire 2 係為計算產生車輛之子程式，為原 HTSS 模擬模式之一，後續將重新檢視報告呈現前後順序內容，並將 HTSS 模擬模式之程式重新檢視並彙整如附錄一。	
3. 報告第 10 頁第五點之號誌化幹道是指市區/郊區號誌化路、市區/郊區幹道，抑或是統稱？建議使用名稱可與容量手冊一致。	3. 感謝委員指導。擬再與公路容量手冊中之各名詞說法進行比對後修正於期末報告。	
4. 報告第 21 頁建議可先針對編號較前面之共通性模組共有 10 組(描述一至十)進行敘述，再針對非共通性模組共有 5 組(描述十一至十五)。	4. 遵照辦理。	
5. 後續開發工具 Figma 是否須由運研所額外支付費用進行維護或更新？若需要，更新頻率或週期為何？	5. Figma 為一系統介面雛型開發之工具軟體，屬線上操作，使用者僅需要有帳號即可登入使用，也可提供協同作業，無須額外費用。	
6. 報告第 42 頁圖 4.2.3~圖 4.2.5 目前所繪製 HTSS 架構包含分析性模式與模擬模式，是否指後續新一代 HTSS 將納入一般分析性模式？以及新一代 HTSS 是與 THCS 結合或是獨立存在？	6. 感謝委員指導。圖 4.2.3、圖 4.2.4 係為原 THCS 中之架構內容，圖 4.2.5 始為 HTSS 之架構，兩者相互獨立存在，已重新調整，僅保留 HTSS 之架構。	
7. 報告第 45 頁，指出，「車輛參數設定」、「駕駛行為參數設定」過去 HTSS 均採後端寫入相關程式設定中，據使用經驗，有關車輛細部參數設定 HTSS 皆可供使用者在.txt 輸入檔中輸入，惟因大部分使用者不會有這麼細的資料，所以在 THCS 模擬模式中，不直接	7. 感謝委員指導。另車輛細部參數設定部分於本計畫中先行規劃一介面並納入預設值，暫不開放給使用者自己填寫，相關說明內容。	

參與審查人員 及所提意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
提供使用者在介面中調整參數；以及(四)論述輸出檔案格式保留過去 HTSS 可輸出的 PDF，指的應是 THCS 模擬模式輸出之格式，非為 HTSS 之格式，故建議 HTSS 與 THCS 之論述調整，以避免混淆。		
8. 由目前開發成果中，在幾何設計部分未包含行車車種限制及車道特性等選項(HTSS 檔型 11 等)，後續是否亦一併納入？	8. 本計畫先以高速公路基本路段為主，僅先考量小車、大車兩種車種類別，路肩、坡度路段、HOV 道路等不同類別之車道種類暫不考量，擬於後續若有延續案時始納入評估。	
9. 過去 THCS 在高速公路基本路段模擬模式開發時曾經向林豐博教授詢問有關開放路肩之節線設定問題，其設定方式需分為沒有開放路肩、開放路肩兩種節線，而為減少輸入複雜度，THCS 軟體中即以該路段若開放路肩，對應全段節線皆為開放路肩型態之方式處理。目前圖 4.2.20 中有提供是否開放路肩之選項，建議若有後續在開放路肩相關設定技巧或是限制可提供相關資訊讓使用者了解。	9. 圖 4.2.20 中有提供是否開放路肩之選項係屬後續可擴充之範圍，暫以規畫功能預存空間，細節部分則可納入後續若有延續案時進行研議。	
10. 期末階段若有較完整之軟體開發成果，建議可提供先行測試。	10. 遵照辦理。	
六、易緯工程顧問股份有限公司(書面意見)		
1. 報告第 36 頁內文說明，「C#相較於 C 及 C++更容易學習及編寫，學習難度中等適合初學者開發…」，是否為考量選擇該語言之因素，或該因素係為後續開源供使用者之考量。	1. 新一代 HTSS 採用 C#開發主要係考量其具有高彈性、嚴謹、快速建構，及可快速上手之優勢，系統架構則以獨立物件導向為開發。此外，各項功能若要對外提供使用，擬以 API 方式提供為主，尚未考量後續是以開源方式供使用者使	同意

參與審查人員 及所提意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
	用。	
2. 報告第 49-52 頁,功能設計應是參考原有 HTSS 之內容，建議是否可考量再予以優化，簡化相關輸入步驟(如節點、節線雙向都需設定一次等)，以提高使用效率。	2. 新一代 HTSS 確以現行 HTSS 之內容進 行主要參考標的,於操作過程中以簡化流程為主，而不去修改原有 HTSS 模擬邏輯，故計畫中考量基本模擬操作模式中各項參數之導入應用，及透過既有檔型進行各項設計，現行設計以當使用者完成節點、節線設定時可使用複製的方式將資料導入，或開啟原有檔案時則可帶入原先之設定無須再輸入一次等方式進行。	
3. 報告第五章，後續開發除與前期成果驗證外，是否考慮採用與現況資料(如：高速公路基本路段可參考高公局 ETC 開放資料)比對加以驗證。	3. 感謝委員指導。擬以 Free2L、Free3L 範例檔，其目的主要驗證新一代 HTSS 模擬結果是否與現行 HTSS 結果一致，暫不考量納入 ETC 開放資料進行驗證。	
七、中華民國交通工程技師公會(書面意見)		
1. 本案之目的在於傳承與改版 HTSS，首先需要先理解原來的 HTSS 四大核心模組內涵及 150 多個子程式的意義與作用。也就是說,全面性的了解原版 HTSS 會是第一步，然後再有系統地以現代的程式語言、符合使用者之輸入/輸出、接近 HTSS 目的之分析結果，以呈現出這個新版之 HTSS。並且將上述整個過程文件化，以利下次經驗傳承。	1. 敬悉。	同意
2. 為了確保轉譯原版 HTSS 至新版 HTSS 中間沒有錯誤,建議可能必須要有以情境為基礎之對照實驗，比對原版與新版 HTSS 之路網、參數、車流環境在一致的情況下，輸出值是否有所差異(如流	2. 感謝委員指導。擬以 Free2L、Free3L 範例檔，其目的主要驗證新一代 HTSS 模擬結果是否與現行 HTSS 結果一致。	

參與審查人員 及所提意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
量、密度、速度關係式，平均速率、停等長度、延滯等指標)，並將一系列的對照實驗結果列表呈現。		
3. 在新版的 HTSS 完成後，或許可以舉辦使用交流及訓練大會，除了推廣應用外，也可以讓使用者測試後反饋一些經驗給開發單位，確保輸入/輸出介面是容易上手，且讓新版的 HTSS 可以有機會再優化。	3. 本計畫擬於系統開發完成後已於 10 月 21 日召開意見蒐集座談會發表會，會中即會針對新一代 HTSS 進行情境式的操作說明，並透過意見回饋蒐集後續模擬模式之規劃調整建議。	
八、本所運計組(含書面意見)		
1. 報告第 21 頁表 3.3-1，請再檢視模擬模組對應之分析對象。如機車行為是否亦對應機車專用道、公車進出站行為是否亦對應公車設施、專用車道行為是否亦可對應公車設施及非阻斷性車流公路設施？	1. 遵照辦理。	同意
2. 報告第 22~24 及 27~28 頁說明新系統將改進原有模式部分功能，例如車輛加速和減速模型、不同車流密度下跟車行為變化、優化不同駕駛風格對超車行為的影響、細化路口轉向行為模型、引入交通流密度和道路條件對超車行為的影響…等等，此類優化或改進之模型援引依據為何？是否影響新系統與舊系統之驗證？	2. 感謝委員指導。報告第 22~24 及 27~28 頁主要在說明各項核心功能之定義，並重新調整核心功能定義說明。	
3. 承上，上述對於原有模式改良或細化模型之部分，建議可以小節彙整說明，以展現新系統較原有模式優化之處。	3. 遵照辦理。	
4. 報告第 23 頁「八、車輛同向超車行為」加註*號，有何意義？	4. 感謝委員指導。該處為本計畫撰寫報告中未刪除之標記。	
5. 報告第 30 頁文字說明非跟車狀態以自由速率前進，圖 3.4.1 之非跟	5. 感謝委員指導。車輛在非跟車模式下，預期將以自由速率行駛，惟	

參與審查人員 及所提意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
車狀態卻仍需決定最小加減速率，請檢視修正。	車輛所在的道路若非平面直線道路，如彎道或是坡道，其自由速率仍會受到線型影響，如坡道則會依照車輛屬性有加速或減速的情況產生。	
6. 報告第 31 頁跟車模式，有關「為了避免與跟車混淆，首先先判斷車輛前方是否有車輛，以及是否有特定控制狀態」之敘述以及對於圖 3.4.2 跟車判斷流程之說明，建請檢視及調整說明方式，以增加易讀性。	6. 感謝委員指導。此處說明為車輛受到影響而必須減速時，除了跟車外，尚有其他非車輛因素，例如前方號誌為紅燈、或是前方有車輛靜止，此時的車輛將與車輛跟車不同。	
7. 報告第 34 頁之示意圖為「對向」超車邏輯，而變換車道之行為是否應為「同向」超車，請檢視修正。	7. 感謝委員指導。變換車道確為同向行為，將修正示意圖於期末報告中。	
8. 報告第 42~44 頁並非 HTSS 之功能架構(係 THCS)，請調整修正。	8. 感謝委員指導。圖 4.2.3、圖 4.2.4 係為原 HTCS 中之架構內容，圖 4.2.5 始為 HTSS 之架構，兩者相互獨立存在，已重新調整，僅保留 HTSS 之架構。	
9. 報告第 51 頁，新增節線之功能，能否完成所有路網建置後(即節點、節線均繪設完成後)，產生節點、節線編號，再批次匯入節線參數？	9. 感謝委員指導。目前仍先以步驟式的方式建置節點、節線之功能，尚須使用者將所需參數逐一輸入，後續若有擴充時則再將其納入施作考量。	
10. 報告第 61~66 頁表 4.3-1，是否缺 Type0？Type11~13、60、86、及偵測站(Type95)是否為核心模組所需使用之檔型？請確認修正。	10. 感謝委員指導。將重新審視所有檔型表單後更新資料。	
11. 承上，「本計畫參數欄位」為空白，係留待後續期末階段工作建置嗎？	11. 感謝委員指導。因本計畫陸續邊解析既有模式與參數，並將 HTSS 模擬模式之程式重新檢視並彙整如附錄一。	
12. 報告書中未見期中簡報部分內容，建議補充。	12. 遵照辦理。並將簡報中陳述之內容寫入期末報告中如 3.4 節。	

參與審查人員 及所提意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
13. 章節架構請參酌以下意見調整： (1) 可大致依期中簡報說明順序調整。 (2) 第二章章名調整，可整併 2.1、2.3 及 3.1 節之內容。 (3) 2.2、4.1 節整併。 (4) 專家學者座談會內容排放位置請再卓。	13. 遵照辦理。已重新調整期末報告架構。	
14. 有關報告文字用語，請檢視修訂： (1) 報告第 19 頁倒數第 2 段，「車輛的瞬間加速率，加速率可能是負值下」。 (2) 報告第 23 頁「十、績效計算」之文字說明。	14. 遵照辦理。	
15. 請調整報告中底色為黑色的圖，以增加報告易讀性。	15. 遵照辦理。因本計畫系統係以黑色調為設計主色調，又於印刷時以黑白色印製，導致閱讀不易，已重新調整。	
九、主席結論		
1. 審查會議各委員及與會單位研提之口頭及書面意見，請逢甲大學整理「審查意見處理情形表」，且逐項說明回應辦理情形，並充分納入報告之修正。	1. 遵照辦理。	同意
2. 本計畫經徵詢審查委員意見，期中審查原則通過，請逢甲大學後續依本所出版品印製相關規定撰寫報告，並納入每月工作會議查核事項進行追蹤。	2. 遵照辦理。	

附錄五 期末審查意見與回覆表

參與審查人員 及所提意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
一、淡江大學羅孝賢教授		
1. 本計畫的困難在於改造現有系統，而非從零開發。過去曾經歷將德文軟體轉為英文並進行模組化的艱辛過程，顯示此類工作本身極具挑戰性。而目前 HTSS 模式採用 Fortran 語言進行開發，該語言發展已久，結構化、模組化不足也導致轉換上的困難，但團隊在核心模組設計和規劃上已取得重要進展，成果值得肯定。	1. 感謝委員肯定。	同意
2. 在模擬過程中，觀察到一些與簡報結果不一致的現象。例如，二車道模擬結果顯示一致偏低，而三車道的結果則具有較大的隨機性，部分結果甚至高於 100%，需進一步檢討模擬的參數設置及初始條件的合理性。	2. 感謝委員指導。將於後續研究階段中持續精進及檢視相關邏輯正確性。	
3. 軟體推廣先從優化輸出入介面努力，先從正確能用再求好用甚至再求未來的擴充，逐步精進。而強制使用新一代 HTSS 的策略可能難以實現，因為系統的易用性是推廣關鍵。建議從學校推廣，讓學生在學習階段熟悉系統，進而影響他們進入業界後的使用習慣。也可參考國外軟體的推廣模式，例如提供學生版優惠。此外，亦建議與大學合作，將軟體納入課程中進行教育推廣，提升市場接受度。	3. 感謝委員指導。新一代 HTSS 的推廣應以用戶需求為導向，優化輸出入介面，提升使用體驗。從「正確能用」開始，確保系統穩定性，然後逐步邁向「好用」與「未來可擴充性」，是符合實際的開發和推廣策略。而推廣新一代HTSS需要長期規劃和多層面的努力，後續可研議以教育端為突破口，配合優化用戶體驗和降低試用門檻，多方面促進市場接受與普及。	
4. 為何後續開發先進行多車道模擬，後進行雙車道模擬？建議進	4. 感謝委員指導。在實際的交通模擬中，多車道的場景往往比雙車	

參與審查人員 及所提意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
一步解釋其優先順序的考量邏輯，以幫助外界理解這樣的安排是否基於實務需求或技術挑戰。	道更具代表性，尤其是在高速公路系統中，絕大部分路段都是多車道設計。由於多車道系統涉及車道間的交互影響（如車道變換、交通流量車道分佈等），這些特性更接近實際交通流的複雜性，因此優先開發多車道模擬有助於應用於更廣泛的場景，滿足現有使用者對系統功能的期待。另外，就技術層面而言，郊區多車道公路相較於郊區雙車道公路，其公路與交通狀況更近似於高速公路基本路段，因此在車流模擬的邏輯建立與模式開發上，可以參考高速公路基本路段模擬模式的開發經驗，提升開發的效率，而郊區多車道模擬模式的開發，則可為後續雙車道模擬的開發提供穩定的基礎。	
二、國立陽明交通大學黃家耀教授		
1. 計畫的研究主題十分具有挑戰性，但對交通模擬的學術與應用意義重大，值得肯定。 2. 目前許多公司及非交通專業機構需要模擬工具，但商業軟體（如VISSIM）的價格過高，導致使用門檻高。如果此研究的成果成功推廣到學校，特別是學生版的推出，將有助於降低教學及學習成本。需考慮成果的推廣是否會影響商業軟體的市場，對業界可能帶來的影響需有評估。	1. 感謝委員肯定。 2. 感謝委員指導。目前許多公司和非交通專業機構因商業軟體價格過高而面臨使用門檻，若此研究成果能成功推廣到學校並推出學生版，將有效降低教學與學習成本，培養未來用戶。然而，推廣需考慮對商業軟體市場的影響，建議提供功能簡化的教育版，專業市場仍保留完整功能版本，避免市場衝突。同時，可與商業軟體供應商合作，促進教育學習與專業應用之互補發展，以實現成果的長期可持續性。	同意

參與審查人員 及所提意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
3. 計畫的核心功能和邏輯設計已相當完善，報告第 3 章對功能的整理非常詳細，具體內容值得肯定。而模擬過程中的黑色畫面（例如模擬時間顯示）可能會暫時占用電腦資源，影響用戶的其他操作。建議改善系統在執行模擬時的資源管理，確保用戶仍可同時操作電腦其他功能。	3. 感謝委員指導。本計畫執行模擬測試時不會影響到既有之電腦資源，後續系統功能逐漸擴展時，將會特別注重系統的資源管理機制，確保模擬執行時不影響用戶同時操作其他功能，提高使用便利性。	
4. 後續開發規劃，團隊提出兩種方案，方案一：效果優先，即以實現最佳模擬效果為主要目標；方案二：成本考量，以降低開發與運行成本為主。建議應優先選擇效果優先的方案（方案一），但報告中對這兩種方案的時程及資金規劃未清楚說明，建議進一步梳理三年期計畫的目標及經費安排，讓內容更加清晰。	4. 感謝委員指導。原報告中 5.2.2 節係以提出 114-116 年車流模式開發內容與經費之規劃內容為主，相關之工作項目及經費則述明於報告書第 185-190 頁內容，後續須持續與所方研議細部內容。	
5. 計畫的一個重要目標是與 2021HTSS 模式進行對比，目前的模擬效果達到約 7%~10%的差異，屬於合理範圍。不過在報告書第 154 頁的模擬測試中，針對二車道及三車道情境，觀察到 2021HTSS 輸出結果不合理的流量分布現象。例如：二車道模擬中，流量分布從車道二逐步轉為車道一較多；而三車道模擬中，車道二的流量較高，與一般情況下車道一流量較高的觀察結果不一致。可能的原因包括：(1)模擬初期車輛分布方式存在問題（如初始條件設置不合理）；(2)暖機階段設置或車道使用率的參數調整不足，影響模擬結果的合理性。流量	5. 感謝委員指導。將於後續研究階段中持續精進及檢視相關邏輯正確性。	

參與審查人員 及所提意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
分布的異常可能與模擬工具初始條件設定、本身的邏輯或參數設置有關，需要進一步檢討，並在後續研究中調整模擬模型的參數。		
三、交通部高速公路局陳宏仁副局長		
1. 報告書第 4 頁倒數第 3 行，選擇開發語言「Python」，是否應修正為「C#」。	1. 遵照辦理，已修正於報告書第 5 頁。	同意
2. 報告書第 6 頁敘及 2021HTSS 涵蓋 150 多個子程式，第 24 頁又說明盤點結果包含 126 個子程式，請釐清確認。	2. 感謝委員指導。原 2021HTSS 涵蓋 150 多個子程式係參考路交通系統模擬（HTSS）模式初探之期末報告書內容，後因需全面深入瞭解本計畫範圍及相關模擬程式邏輯據以提出核心模組之概念，故重新盤點檢視並整合林豐博教授之手稿內容，並刪除目前已停用之邏輯內容，共整理出 126 個子程式。	
3. 報告書第 11 頁敘及第 1 年期研究成果涵蓋三個主要部分，惟報告內容僅說明兩項，建議補充或修正。	3. 遵照辦理。經重新確認第 1 年期計畫確實涵蓋三部分，原有本文中之二項已修正為三大重點項目，詳見報告書第 12-13 頁之說明。	
4. 報告書 4.4 節，情境測試建議修正為測試計畫，並酌修內容架構，以符合採購需求說明書相關規定。	4. 遵照辦理。已將 4.4 節之章節名稱修正為「測試計畫與結果分析」，並將內容再細分為 4.4.1 測試計畫及 4.4.2 測試結果分析兩小節，用以明確區隔相關內容，俾利閱讀。	
5. 報告書 4.4 節，差異檢定結果說明新系統目前模擬輸出的流率並不穩定及顯著低於 2021HTSS 流率值，有必要再進一步檢核程式邏輯架構進行修正，惟結論與建議章節並無相關說明，請補充。	5. 感謝委員指導。擬於後續研究階段中持續精進及檢視相關邏輯正確性，並將其納入後續建議中，詳見報告書第 196 頁建議第一點之說明。	
6. 報告書第 184 頁，方案二可減少	6. 感謝委員指導。本計畫所提之兩	

參與審查人員 及所提意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
開發成本與風險，惟經綜合評估建議採方案一，建議補充兩方案之成本差異，及方案一之風險技術上是否可以克服。	方案，均需耗費大量的人力、經費與時間，以更細緻研究原有之邏輯內容，使原本之邏輯可保留甚至優化，故難以明確估算所需之時間，亦較無法完全衡量相關成本差異，而在技術研擬上僅能配合現有之發展，採滾動式調整與修正。	
7. 報告書第 192 頁，建議明確說明 114~116 年每年預定工作項目及經費需求，以利運研所編列預算。	7. 感謝委員指導。原報告中 5.2.2 節係以提出 114-116 年車流模式開發內容與經費之規劃內容為主，相關之工作項目及經費則述明於報告書第 185-190 頁內容，後續須持續與所方研議細部內容。	
8. 報告書第 209 頁，附錄二與報告內容關係為何？建議補充說明。另「附件」建議修正為「附錄」。	8. 感謝委員指導，期末報告初稿之附錄二調整為附錄一，主要係說明本團隊已逐步深入了解 2021HTSS 邏輯內容並以跟車邏輯進行舉例說明；另報告書已將所有「附件」之文字修正為「附錄」。	
四、高速公路局		
1. 建議在系統中加入大客車車道行駛設定的功能，因目前高速公路大客車大部分只能行駛外側車道，少部分才不限制行駛車道。未來開發市區道路模擬功能，也可再延伸應用至公車專用道之設定。	1. 感謝委員建議，此建議須取得相關資料後，持續與所方研議處理方式後，納入後續邏輯開發之工作內容中。	同意
2. 今年軟體開發是針對高速公路基本路段，建議後續增加更多路段類型（如隧道、上下坡路段、開放路肩等）的測試，以確認軟體的適用範圍，確保結果穩定可靠，進一步提升軟體的應用價值與使用者信任感。	2. 感謝委員建議。新一代 HTSS 未來將陸續納入不同公路設施模擬功能。	

參與審查人員 及所提意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
五、台灣世曦工程顧問股份有限公司		
1. 2021HTSS 模式非常複雜，團隊在過程中付出大量時間與精力進行模擬模式的改寫工作，成果值得肯定。	1. 感謝委員肯定。	同意
2. 報告書第 1 頁、第 6 頁，對於公路交通系統模擬模式之英文名稱不一致，建議確認後統一。	2. 遵照辦理。公路交通系統模擬模式之英文名稱為 Highway Traffic Systems Simulation Model，簡稱 HTSS 模式，已修正報告書第 7 頁 HTSS 之英文名稱。	
3. 報告書第 7 頁，文章中之容量研究 (Taiwan Highway Capacity Study, THCS)是否應為臺灣公路容量分析軟體，請釐清並修正中英文說明。	3. 遵照辦理。HTSS 模式之發展主要為支持臺灣公路容量手冊、臺灣公路容量分析軟體（Taiwan Highway Capacity Software, THCS）之研究分析工具，已修正於報告書第 8 頁。	
4. 報告書第 9 頁第 3 行，前期計畫在「視作」系統中…，應修正為「試作」。	4. 遵照辦理。已修正於報告書第 10 頁。	
5. 報告書第 121 頁，倒數第 2 行之「後續在再針對系統介面雛型進行系統開發」之「在」應刪除。	5. 遵照辦理。已修正於報告書第 119 頁。	
6. 報告書第 123 頁，建議可放大圖 4.3.1，以利閱讀。	6. 遵照辦理。原圖 4.3.1 係說明本計畫以 Figma 工具進行系統雛型設計，並佐以相關文字敘述，非主要系統畫面，詳細各項系統畫面請參照報告書第 4.3 節之內容。	
7. 報告書第 124 頁，三、系統架構規劃之內文第三行「界面」與其他章節之「介面」用字不同，請再確認。	7. 感謝委員指導。已重新檢視報告書定稿，並將文字統一為「介面」。	
8. 報告書第 126 頁，介面設計所提之「一站式」與非一站式之差異為	8. 感謝委員指導。一站式介面側重於整合與便捷，適合功能高度相	

參與審查人員 及所提意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
何？建議可再詳述與非一站式之差異及優點，以利了解其優勢。	關且需頻繁操作的系統；而非一站式介面則偏向模組化設計，強調靈活性與專業性，適合複雜度較高且功能間相對獨立的場景。	
9. 報告書第 126 頁，倒數第 2 行之「信號燈路口」建議修正為「號誌化路口」。	9. 遵照辦理。已修正於報告書第 124 頁。	
10. 報告書第 127 頁，Excel 輸出報表同座談會所建議，建請思考加入浮水印，以避免資料篡改。	10. 感謝委員指導。Excel 輸出報表中加入浮水印之優化調整將納入後續計畫中。	
11. 報告書第 127 頁倒數第 4 行與第 146 頁第 2 行之「擁堵熱圖…」，應修正為「壅堵」。	11. 遵照辦理。原報告書中所提之「擁堵」均調整成「壅塞」，已修正於報告書第 125 頁、144 頁。	
12. 報告書第 128 頁，四、(一)主畫面(初始畫面)敘述中，提及參數設定區及編輯區，所指是否為圖 4.3.5 之黑色區域？建議文字與圖可搭配，增加閱讀性。	12. 遵照辦理。已重新調整文字及圖名內容，如報告書第 126 頁及圖 4.3.5 所示。	
13. 報告書第 133 頁，內文描述使用者須於一節點完成編輯、點選【完成】方可完成設定，而後再繼續設定下一節點，與目前 THCS 公路交通系統模擬模式子軟體確認生成檔型之作法相似，惟使用者多因此反映 THCS 子軟體輸入動作繁瑣，因此建議後續軟體亦可提供範例供使用者參考或直接由例題調整情境。	13. 感謝委員指導。此建議將視系統介面開發進度納入考量。	
14. 承上，以非阻斷性車流之模擬模式而言，輸入檔之參數應較為單純，而後續開發號誌化路口模組於建立路口或路網時，建議能較目前 THCS 公路交通系統模擬	14. 感謝委員指導。因新一代 HTSS 與現有介面已有大幅度之調整，主張以簡化使用者操作模式為主，應能較為減少輸入複雜度及時間，實際狀況仍須視	

參與審查人員 及所提意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
模式子軟體節省時間。 15. 報告書第 134 頁，兩節點間之線形是否可建立無須輸入節點參數之中間轉折點？因以地圖作為底圖繪製節線時，可能會有路口與路口中間之線形包含小轉彎半徑之情境，若節線中無中間轉折點可逼近實際線形，代表節線僅限定為直線，可能失去套入地圖作為底圖之原意，建請補充說明。 16. 報告書第 142 頁，內文倒數第三行之「而本計畫仍餘後端系統設定定植為主…」，應修正為「而本計畫仍“於”後端系統設定定“值”為主…」。	後續介面調整開發為主。 15. 感謝委員指導。本計畫中以高速公路基本路段為主，並無納入轉折點編輯動作，而套入地圖作為底圖係提供使用者查閱目前編輯的相對位置而非絕對位置。 16. 遵照辦理。已修正於報告書第 140 頁。	
六、本所運管組		
建議團隊未來在車流模擬中，加入電動公車的專屬參數設定，包含加減速性能、能源效率等，有助於 2030 年全臺公車電動化政策的分析。	感謝委員指導。目前 2021HTSS 中針對車輛類型部分包括小車、機車、大客車、單體大貨車、半聯結車、全聯結車等共六種，尚未包括電動公車之車種及相關對應之專屬參數，後續將持續與所方研議納入電動公車專屬參數之可行性。	同意
七、臺北市政府交通局劉嘉祐主任秘書(書面意見)		
1. 報告書 3.3 節，團隊已分析 126 個子程式，完整了解模擬模式運作方式，建議將各子程式中限制條件（程式預設值）整理出來，以供未來參考。如：1-13 最多 2 車道讓 2 段式左轉機車通過停止線、1-18 假設禁行機車在路口 200ft(60M)之內時，機車不得進入、1-19 及 1-33-1 綠燈開始 0.4 秒後將左轉待轉機車分配到可用車道、1-33-3 速率在 4.6ft/s(5kph)	1. 感謝委員指導。擬於後續研究階段中持續精進相關內容及參數之理解。	同意

參與審查人員 及所提意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
定義為停等車輛、41 最高減速度設定為 14ft/s2(4.27M/s2)。		
2. 報告書第 81 頁倒數第 2 行，表 3.3-78 中的機車與公車屬於特定車種的移動，是不是指在機車專用道與公車設施上的機車與公車，請釐清。	2. 感謝委員指導。機車與公車屬特定車種的移動，有其相對應之專屬車道，非屬各類車種必要之條件設定，故不納入核心模組中。	
3. 報告書第 82-85 頁，所述 15 種模組中，提到很多新模組的功能及想像，請說明是否為本次計畫所做的內容或是未來的功能開發。（如機車行為模組-模擬在車流中穿梭行為、不同類型機車的行為差異、公車進出站行為模組-公車與其他車輛互動）。	3. 感謝委員指導。本期計畫中主要開發之核心模組包括車輛運動行為中之車輛產生、車輛推進、跟車、變換車道，範圍則以高速公路基本路段為主，尚未將市區道路中可能產生之車輛運動行為納入。	
4. 報告書 3.4 節核心車流模式解析，建議將模式中的參數整理出來，供未來是否開放給使用者自行定義的參考及檢視合理性。	4. 感謝委員指導。擬於後續研究階段中持續精進相關內容及參數理解後之呈現。另現行 2021HTSS 中各項參數大多寫於程式碼中，如附錄三中所提及之跟車邏輯下的 carfc2 子流程圖中所標記之參數內容。	
5. 報告書 4.4 節情境測試，以高速公路單向 2 車道及 3 車道作為情境測式，輸出流率低於 2021HTSS 有差異，建議再比對程式差異，找出原因。除了流率之外，應再納入其他車流特性，以完整了解是否有所差異。	5. 感謝委員指導。擬於後續研究階段中持續精進研議改寫後之邏輯。	
6. 報告書 5.2 節，114-116 年模式開發分別為高速公路坡度路段、郊區多車道、郊區雙車道，3 年後無法完成整個 HTSS。建議團隊應提出完整改寫的方案、時程及經費，以提供運研所作為決策參考。	6. 感謝委員指導。有關後續推動之方案與時程，將持續與所方研議與評估。	
7. 由衷希望儘早完成市區號誌化路	7. 敬悉。	

參與審查人員 及所提意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
口部分，解決目前顧問公司及地方政府所面臨的痛點。		
八、易緯工程顧問股份有限公司(書面意見)		
1. 報告書第 187 頁，有關後續規劃方案，贊成採用方案一以確保未來持續發展之可行性。 2. 報告書第 132 頁-135 頁，有關使用者介面部分，已有進一步納入圖資，惟有關節線、節點之呈現，建議後續能有較細部之內容(如設定 3 車道，畫面上節線即顯示 3 車道之寬度畫面)，以利即時檢視。 3. 報告書第 195 頁-199 頁，建議後續各階段可提供完成之軟體供測試，以利確認各項功能可符合實務需求。	1. 敬悉。 2. 感謝委員指導。擬於後續研究階段中持續精進介面之呈現。 3. 感謝委員指導。因目前尚屬分階段功能介面及邏輯建置中，其測試計畫及情境亦以現有 2021HTSS 輸入檔為主，並於開發過程中持續進行滾動式修正，尚未對外提供測試版本。	同意
九、本所運計組(含書面意見)		
1. 報告書第 103 頁，表 4.1-2 分析以 C# 開發雖然有資源消耗較多需要較高的記憶體或 CPU 使用、對於遊戲開發等效能要求非常高之系統執行速度可能較 C++ 略慢等限制，然而於現行之硬體設備及 HTSS 之執行效能要求，是否高度影響，請補充說明。 2. 檢視 4.4 節情境測試舊版輸出結	1. 感謝委員指導。對於 HTSS 系統而言，現行硬體設備的性能普遍已經能滿足 C#的需求，其影響可能並不明顯，另 HTSS 的核心目標是模擬交通流並進行分析，其運算特性更偏向批次處理和邏輯計算，而非需要極限運算能力的即時應用。因此，C#的效能完全可以滿足該需求。若遇到特定場景對運算速度有較高要求，還可以採用多執行功能或與底層 C++模組進行結合以進一步提升效能。對於 HTSS 的長期發展和可擴充性，C#是一個更具實用性和靈活性的選擇。 2. 感謝委員指導。擬於後續研究階	同意

參與審查人員 及所提意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
果，部分車道輸出流率高於容量或部分節線高於需求流率，以及 Free3L 輸出結果，各車道流率為 2 車道>3 車道>1 車道，且車道 2 流率均高於 1,400vph，建議可就「車輛產生」及「車道分布比例」邏輯檢視探討。	段中持續精進及檢視相關邏輯正確性。	
3. 市區道路、號誌化路口為車流模擬模式應用最頻繁之功能，而後續開發規劃從非阻斷性車流設施展開，其緣由請補充說明。	3. 非阻斷性車流（如高速公路基本路段）相對於號誌化路口和市區道路而言，交通流動規律更為簡單，僅涉及車流密度、速度和流率等基本參數的模擬。這些基礎模擬結果能為系統模型提供參考標準，有助於後續更複雜場景(如號誌化交叉路口)的開發和驗證；且高速公路等非阻斷性設施對模擬的性能要求相對低，可集中資源解決模型核心邏輯和系統性能問題，一旦突破技術瓶頸，可在後續更高複雜性的場景開發中使用，達到事半功倍的效果。	
4. 市區道路、號誌化路口等模擬功能之開發規劃是否於非阻斷性車流設施開發期間，滾動檢討提出，請補充說明。	4. 市區道路與號誌化路口模擬功能的開發規劃可以透過滾動檢討方式，隨著非阻斷性車流設施的開發進展動態調整。同時，利用非阻斷性車流設施開發成果作為技術基礎，整合資源、管理風險，並結合專家與用戶的建議，適時優化後續開發計畫，提升功能開發的實用性與效率。	
5. 後續開發規劃提出 114-116 年之工作項目，卻以 115-117 年估算經費，是否為筆誤？請予檢視修正。且目前僅估計程式開發費用，有關成果展示說明或計畫管理等衍	5. 感謝委員指導。原報告書內容誤植，已重新調整於報告書第 187 頁之說明。另成果展示說明或計畫管理等衍生費用，可能因實際需求有所變動，故於經費需求上	

參與審查人員 及所提意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
生費用，請一併估算整體經費需求。	研擬保留 10%的彈性空間作為因應。	
6. 本年度核心功能建置測試結果有高準確性，增加了新一代HTSS後續分階段開發之信心，惟單就報告呈現內容即可感受測試工作需花費大量時間，且採方案一開發邏輯檢查之工作量較大，除建議後續開發增加測試情境，作業時程或人力是否需再調整增加，請評估規劃。	6. 感謝委員指導。後續將持續根據系統功能的關鍵性和影響範圍，評估需新增的測試情境，並設定優先等級，必要時增加臨時人力或重新分配相關之工作內容，隨時進行滾動檢討，以及時根據實際情況調整資源分配和時程安排。	
7. 模擬結果之輸出，市場上商業軟體多能提供視覺化動態展示功能，亦為實務單位廣泛應用之政策說明工具，惟本所可投入資源遠不及私人企業，新一代HTSS之開發能否提供類似之展示功能，或於哪一階段可嘗試投入發展，建請補充說明。	7. 感謝委員指導。市場上商業軟體的視覺化功能確實是其吸引用戶的重要特點，但開發這類功能需要投入大量資源，如專業開發團隊、圖形處理技術支持等。由於本計畫資源有限，短期內可能難以達到商業軟體的展示效果，建議優先確保核心功能的穩定性與準確性，將視覺化功能作為長期發展目標。	
8. 有關報告編輯及文字意見如下，請檢視修訂： (1) P.100 圖 3.4.10 為同向超車，右上角的車行方向請調整。 (2) P.105 之 4.2 節第 1 段文字與 P.107 之文字幾乎一致，請釐清。 (3) P.114(四)表格最右側之標題欄，為「速率」或「旅行時間」？ (4) P.115之 2個表格呈現內容與最右側之標題欄為何？ (5) P.116(二)之表格呈現內容為何？ (6) 請調整報告中底色為黑色的	8. 遵照辦理。已全數修正於報告書定稿中，分別說明如下： (1) 已修正於報告書第 98 頁。 (2) 已刪除原 P.107 重複羅列之前三行文字，修正於報告書第 107 頁。 (3) 原 P.114(四)表格中之最右側之標題欄名稱為平均旅行速率(km/hr)，已修正於報告書第 113 頁。 (4) 原報告書中呈現之表格主要用於輸出後之報表內容，以需要呈現之產出資訊為主，如 TYPE1 指的是車種 1 之相關資訊，後經團隊內容	

參與審查人員 及所提意見	合作單位處理情形	主辦單位 審查意見
圖，以增加報告易讀性。	討論以現行 HTSS 輸出檔為主，故此處之內容則不予納入，為避免誤會已於報告書中予以刪除。 (5) 原報告書 P.116(二)之表格主要說明當車輛進行變換車道時，需進行車輛所處行駛車道的判定，已修訂於報告書第 114 頁。 (6) 報告書中黑色圖為原系統底圖，印製時將再行留意印製後之解析度。	
十、主席結論		
1. 審查會議各委員及與會單位研提之口頭及書面意見，請逢甲大學整理「審查意見處理情形表」，且逐項說明回應辦理情形，並充分納入報告之修正。 2. 本計畫經徵詢審查委員意見，期末報告審查原則通過，請逢甲大學於 113 年 12 月 5 日前提送期末報告修正定稿。 3. 有關後續推動之方案與時程，請運計組再行研議與評估。	1. 遵照辦理。 2. 遵照辦理。 3. 遵照辦理。	同意

附錄六 期末簡報

新一代公路交通系統模擬(HTSS)模式開發規劃(2/2) – 核心功能建置與後續開發規劃

期末簡報

蘇 昭 銘

逢甲大學

2024年11月19日

CONTENTS

00 進度檢視

01 HTSS 系統定位

02 第一年期計畫執行成果檢討

03 HTSS 核心功能規劃與建置
規劃構想、核心功能定義/規劃、核心功能確認、核心車流模式解析

04 系統建置成果
系統開發工具、功能架構、介面開發、情境測試

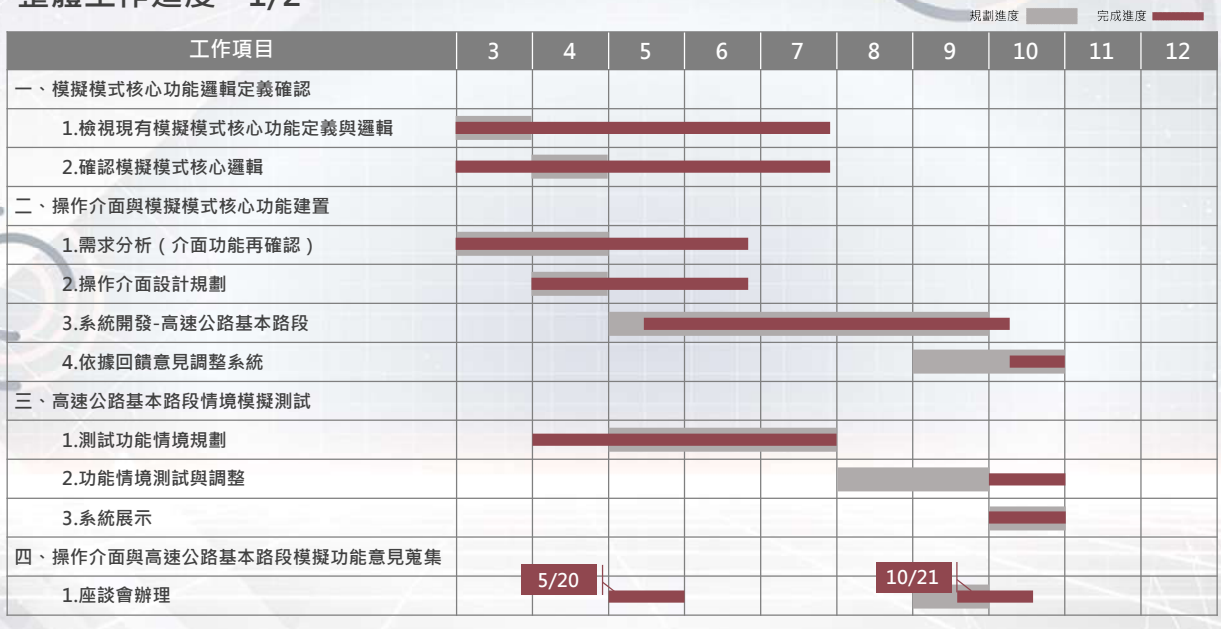
05 未來發展規劃
意見蒐集座談會、後續規劃構想、分期開發目標與功能對應

06 結論與建議

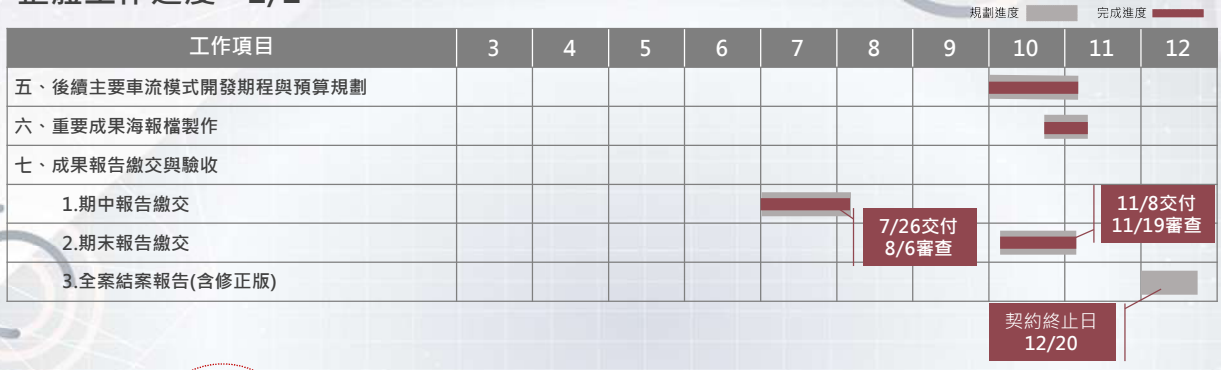
2

00 進度檢視

整體工作進度 - 1/2



整體工作進度 - 2/2



HTSS **7** 完成工作項目 / **7** 合約工作項目

【其他】因受凱米颱風影響7/24、7/25颱風假，故原7/25交付期中報告延至7/26早上交付

01 HTSS系統定位

HTSS模式的基本認知

- HTSS模式最早於1990年代初期開發
- 模擬架構適用於高速公路、快速道路、郊區雙車道公路、郊區多車道公路、號誌化路口、非號誌路口、市區幹道或路網等非阻斷性及阻斷性車流之公路設施，為臺灣公路容量之研究與分析工具
- 開發語言：FORTRAN
- 版本內容：
  - 最新版本（2021HTSS）約有150多個子程式共超過3萬行程式碼，並納入手稿流程圖共566頁
  - 包含路網建立、車輛產生、車流行為模擬、模擬資料蒐集及整合等四大核心模組

7

HTSS發展歷程

UTSS模式
都市地區獨立號誌化路口、主要幹道及路網

HTSS模式第三版
獨立號誌化路口、幹道、路網、市區公車、機車專用道

2021HTSS
高速公路、多/雙車道公路、獨立號誌化路口、幹道、路網、市區公車、機車專用道

註：HTSS所模擬之號誌控制僅限於定時號誌控制

9

開發新一代HTSS的背景和原因

- 促進國內車流行為研究成果的轉化和應用，滿足本土化需求、提升分析精度、促進研究創新及應對交通需求的變遷（發展符合臺灣本土化車流特性之微觀車流模擬模式）

- 長期由同一位資深專家協助開發與維運，應通過知識分享、文件化、團隊合作等方式將經驗傳承
- 需提升交通設施的設計與評估效率
- 需考量系統永續維運與應用層面
- 需考慮有效應對未來交通挑戰

10

02 第一年期計畫執行成果檢討

11

第一年期計畫執行成果 - 1/3

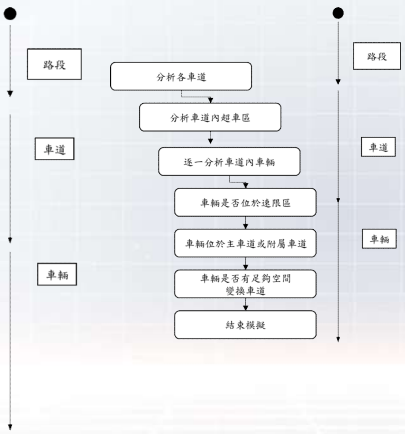
HTSS更新發展障礙	過去研究探討	新一代HTSS模式（第一年）功能設計
● 長期由同一位資深專家協助開發與維運 ● 非主流的電腦程式語言（FORTRAN 77），且少被採用 ● 版本過舊不適用新版之作業系統 Compaq Visual Fortran Compiler ● 僅有使用手冊，無內部模擬模式與邏輯電子化說明文件，模式邏輯流程圖則有手稿資料	● 嘗試以Python之F2PY轉換未成功 ● 僅可編譯2021HTSS程式碼 ● 有編譯器相容性問題 ● **建議以「新一代」車流模擬模式做功能開發與設計** ● **建議應執行「先期研究計畫」進行規劃** 　● 進行需求調查以釐清未來議題之急迫性及優先順序 　● 訂定逐年經費及時程規劃 　● 確認應採用的開發程式語言 ● 建議考量模擬模式開發計畫之延續性	● 以現有服務架構為原則，進行程式架構設計，並考量服務之廣度與深度，提出HTSS模擬模式涵蓋車輛運動模式等功能 ● 採用PostgreSQL做為模擬系統資料庫並以Python試做高速公路基本路段 ● 在實作旅行速率與既有旅行速率下之統計檢定無差異(α值=0.726)，與原始程式之模擬結果並無明顯差異 ● 透過問卷訪談及座談會舉辦，瞭解目前使用者與潛在使用者對於HTSS模式的使用回饋與期待 ● 提出3年6期之開發規劃，包括兩大區塊 　● 既有模擬核心轉換（深度） 　● 提升操作介面友善度（廣度） ● 考量未來資料共享之輸出入格式 ● 將手稿文件逐步轉換電子化文件

第一年期計畫執行成果 - 2/3

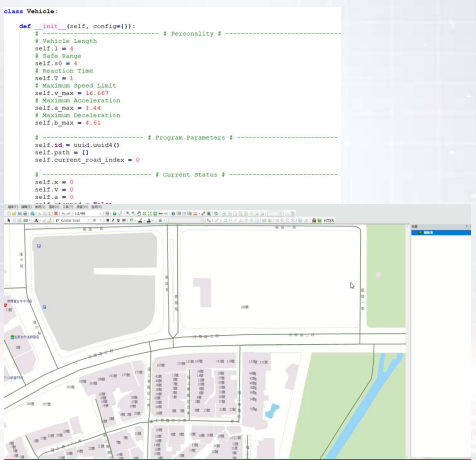
新一代HTSS模式（第一年）功能設計

核心模組與介面設計

HTSS車輛運動模式



高速公路基本路段運動模式



試作系統開發(物件設計與操作介面)

第一年期計畫執行成果 - 3/3

新一代HTSS模式（第一年）功能設計

核心模組與介面設計

1.提出模擬模式開發構想

① 原訂以Python改寫原始HTSS模式

② 使用者介面加強路網編輯與組織協作的介面設計

③ 以單機模式開發

2.模擬模式功能需求彙整

① 車流模式建議維持機車車種與台灣特有的道路環境(如兩段式左轉)，以提升HTSS模式之優勢

② 使用者介面建議導入GIS底圖功能

3.後續彈性發展之空間

① 採用物件導向架構設計，以符合未來彈性程式擴充需求

② 考量加入API介面供客製化模組使用，例如研究發展之需求

HTSS車輛運動模式 | 高速公路基本路段運動模式 | 試作系統開發(物件設計與操作介面)

14

新一代HTSS模式（第二年）計畫內容執行目標

新一代HTSS模式（第二年）核心功能建置與後續開發規劃

- 以現有服務架構為原則，進行程式架構設計，並考量服務之廣度與深度，提出HTSS模擬模式涵蓋車輛運動模式等功能
- 朝使用者操作步驟簡化、友善的錯誤提示和解決方案的提供、模組化設計、自動化備份等四大方向及七項原則（強調系統之廣度與深度）
- 第一年採用PostgreSQL做為模擬系統資料庫，並以Python試做高速公路基本路段；第二年改以C#持續調整
- 考量系統永續維運，納入資訊廠商（**資訊與交通領域跨域整合**）

保留原HTSS模式精隨予以傳承

1. **更新HTSS的程式語言與輸入/輸出系統**
2. **模擬模式核心功能建置**
   - 重新檢討適合之程式開發語法，導入物件導向開發模式
   - 需針對新一代HTSS交通模擬模式之核心功能進行彙整定義，與呼應原系統中四大核心模組，包括：輸入/輸出（模擬資料蒐集及整合）、道路設定（路網建立）、車輛推進、跟車、車道變換（車輛產生、車流模擬）
3. **車輛生成和推進邏輯的簡化**
4. **改進模擬測試和驗證**
   - 動態畫面的引入和IoT的應用
   - 確認核心演算法的邏輯正確性
   - 確保介面於輸入操作之親和性
   - 確保介面輸出報表之易讀性
   - 確認輸出資料之共享性
   - 確保系統後續功能的擴充性

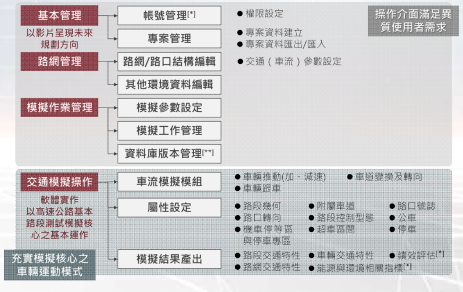
15

03 HTSS 核心功能規劃與建置

新一代HTSS模式（第一年）計畫 → 提出系統功能規劃

- 依據專家座談會、問卷調查結果、成果座談會等各方意見進行綜整

功能	現有HTSS系統功能	新一代HTSS模式（第一年）功能設計
應用範圍	模擬公路交通系統之獨立路口、幹道及路網而發展的一套微觀模擬模式	
適用時機	1. 模擬高速公路、多/雙車道公路、獨立號誌化路口、幹道、路網、市區公車、機車專用道 2. 無法採用分析性模式之衝突車流	
開發語言	FORTRAN	Python
軟體介面	單機版 命令提示字元版、視窗版	初　　期：單機版（視窗版） 長期發展：網頁版
功能摘要	● 模擬作業 ● 線形設定 ● 節線設定 ● 節點設定 ● 流率設定 ● 路徑設定 ● 公車設定 ● 基本資料（不影響模擬結果） ● 分析報表	● 基本管理 ● 路網管理 ● 模擬作業管理 ● 交通模擬操作



新一代HTSS模式（第二年）計畫 → 系統核心功能與發展規劃再確認

● 依據專家座談會、問卷調查結果、成果座談會等各方意見進行綜整

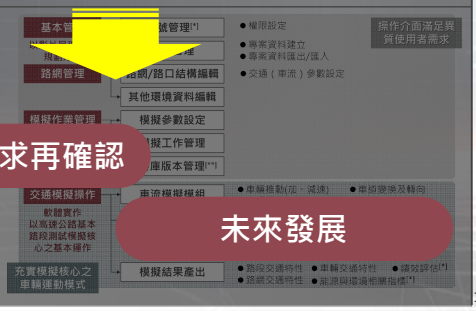
功能	現有HTSS系統功能	新一代HTSS模式（第一年）功能設計
應用範圍	模擬公路交通系統之獨立路口、幹道及路網而發展的一套微觀模擬模式	
適用時機	1. 模擬高速公路、多/雙車道公路、獨立號誌化 2. 無法採用分析性模式之衝突車流	車專用道
開發語言	FORTRAN	Python
軟體介面	單機版 命令提示字元版、視窗版	初　　期：單機版（視窗版） 長期發展：網頁版
功能摘要	● 模擬作業 ● 線形設定 ● 節線設定 ● 節點設定 ● 流率設定 ● 路徑設定 ● 公車設定 ● 基本資料（不影響模擬結果） ● 分析報表	● 基本管理 ● 交通模擬操作

HTSS使用問題

新版HTSS開發期待

核心功能需求再確認

未來發展



現有HTSS模擬模式之子程式盤點 - 1/3

編號	名稱	功能	編號	名稱	功能	編號	名稱	功能	編號	名稱	功能
1	MAIN	主程式	1-7	ALIGN3	車輛推進	1-18	MOTUSE	機車推進	1-27	WARMUP	熱機時間
1-1	ACCPARA	阻力所需係數	1-8	INSIDE	路網設定	1-19	MOTUSE2	機車待轉區	1-28	GEN1	車輛產生
1-2	INPUT	讀進輸入檔	1-9	SEARCH31	平曲線	1-20	OUTLK	車輛推進	1-28-1	DESIRE2	車輛產生
1-2-1	READIN	讀進輸入檔	1-10	TURNOK	車輛推進	1-20-1	CONFCK	搜尋節線	1-28-2	GEN3	車輛產生
1-2-2	ORDER	車輛模擬次序	1-11	SAFEV	安全速率	1-20-2	PATH	車輛推進	1-28-3	ENTER	車輛進入路網
1-2-3	FINDG	縱曲線	1-12	NOSHIFT	變換車道	1-20-3	PATH2	車輛推進	1-28-4	ENTER2	車輛進入路網
1-2-4	FINDC	平曲線	1-12-1	BARRIER	障礙物	1-20-4	CHAINLK	車輛推進	1-28-5	ENTERB	車輛進入路網
1-2-5	ELEVA	坡度	1-12-2	EDGE	變換車道	1-21	BUSTURN	公車推進	1-28-6	ENTERB2	車輛進入路網
1-2-6	ALLOW	車輛離開	1-13	STAGE2B	路口兩段式左轉	1-22	QMAXADJ	容量與臨界速率	1-28-7	FREESP	自由速率
1-3	NTOTAL	路網建置	1-14	REACHED	路網建置	1-23	MERGELK	併入衝突	1-29	FIX1	節點號誌控制
1-4	DZONE	偵測站	1-15	BOXGRAD	坡度	1-24	GATHER	資料蒐集	1-30	FIX2	節點號誌控制
1-5	EXITLK	車輛離開路網	1-16	ACCELID	加速車道	1-25	INITIA2	模擬參數設定	1-31	METER1	匝道儀控
1-6	NEARLAN	穿越路口	1-17	CUTMOT	機車推進	1-26	SEED(IRUN)	亂數種子	1-32	OVERTAKE	變換車道

現有HTSS模擬模式之子程式盤點 - 2/3

編號	名稱	功能	編號	名稱	功能	編號	名稱	功能	編號	名稱	功能
1-32-1	UPDATEP	變換車道	1-33-11	LSHIFT1	變換車道	5	VTURN	車輛推進	14-1	UPDATEP2	變換車道
1-33	REGU	車輛推進	1-33-12	LSHIFT2	公車靠站	6	ACCEL	坡度路段車輛加速率	15	QVPASS	模擬輸出
1-33-1	OUTBOX2	車輛推進	1-33-13	TOPASS	變換車道	7	LOSS	變換車道	16	QVPAS2	模擬輸出
1-33-2	ROW1	模擬設定	1-33-14	TOPASS2	變換車道	8	ACCMAX	自由旅行最高加速率	17	FUELCP	耗油量
1-33-3	JQUEUE	停等延滯時間	1-33-15	TOPASS3	變換車道	9	CLASIFY	自由旅行車輛	18	FUELCP2	耗油量
1-33-4	PASSXY	變換車道	1-33-16	MOTION	車輛推進	10	QV	模擬輸出	19	CHANGE2	變換車道
1-33-5	VCHANGE	車輛推進	1-33-17	FUELC	耗油量	11	DETDATA	偵測站車數與速率蒐集	19-1	CHANGE2B	變換車道
1-33-6	PUSH1	變換車道	1-33-18	STAYIN	車輛推進	12	XDEPT	模擬輸出	20	CHANGE3	變換車道
1-33-7	IMPEDNEW	變換車道	1-34	OUTPUT	模擬輸出	13	CHECKUP	變換車道	21	CKSHIF2	變換車道
1-33-8	FORBUS	公車出站左轉之後車減速	2	MAPNODE	路網建置	13-1	GETBACK2	變換車道	22	ADJACENT	相鄰可轉入之車道
1-33-9	PROBUS	公車靠站	3	ARRIVAL	車輛產生	13-2	GETBACK	變換車道	23	INTO2S	機車兩段式左轉
1-33-10	PROBUS2	公車靠站	3-1	VTYPE	車輛推進	13-3	KREAR	變換車道	24	INSERTB	號誌化路口機車行為
1-33-10-1	CARFBUS	公車跟車	4	CTURN	行車方向	14	MOVETO	變換車道	25	UPDATE3	蒐集資料

現有HTSS模擬模式之子程式盤點 - 3/3

編號	名稱	功能	編號	名稱	功能
26	TRYSIF TRYSIFT	變換車道	35	TOBOX3	車輛推進
26-1	REPOSI2	車輛推進	36	AHEAD9	尋找下游影響本車的第一輛車
27	NEWPO2	車隊位置	37	TOWAIT	機車停等
28	NEWTURN	車輛推進	38	SIGCF	路口衝突
29	TONEWLK	公車靠站	39	RTORNEW	紅燈右轉
30	OBTAIN	資料蒐集	40	BUSPACE	公車靠站
31	AHEADUX2	跟車行為	41	CARFC2	跟車行為
31-1	AHEAD10	跟車行為	41-1	SPED2SY	緩衝距離
32	CARFU2	市區道路跟車	42	TURNING	車輛推進
32-1	STOPAT2	瞬間位置與速率			
32-2	BETAY	跟車行為			
33	OLDXY	車輛推進			
34	MOVECUT	跟車行為			

共計 **126** 個子程式

現有HTSS模擬模式之子程式盤點（內容範例）

- 以**NOSHIFT變換車道**子程式為例
  - 該程式之功能說明及與林豐博教授手稿編號之對應，在該程式編碼下，尚有2個子程式

編號	名稱	功能	說明	手稿編號
1-12	NOSHIFT	變換車道	本子程式訂定造成不能變換車道之障礙物(如安全島)及左右側無車道(路邊)之地點。	htss set12
1-12-1	BARRIER	障礙物	本子程式訂定一車道Lane 左邊及右邊障礙物之位置及數量，障礙物造成車輛不能變換車道，可包括：(1)標線、實體分隔島等不能變換車道之區域；(2)左側或右側之路邊區域。輸入檔設定每一車道左側之障礙物(但不包括路邊)，本子程式採用此資料及車道的設置訂定障礙物位置及數量。	htss set3
1-12-2	EDGE	變換車道	如果一車道之左側或右側為路邊，則車輛不能變換車道進入路邊。本子程式訂定因路邊之存在而不能變換車道之地點。這些地點也納入防止變換車道的障礙物(如安全島)的總數Mbarr。	htss set6

完整內容詳見期末報告書p.28-p.80

模擬功能與模擬交通設施對應

模擬模組 / 分析對象	檔案存取	路網及基本屬性建立	車輛產生	車輛自由車流移動行為	車輛相對關係搜尋	路口轉向行為	路段銜接行為	車輛跟車行為	車輛同向超車行為	車輛對向超車行為	機車行為	公車進出站行為	專用車道行為	偵測器記錄	績效記錄與計算
高速公路基本路段	V	V	V	V	V		V	V	V					V	V
高速公路隧道	V	V	V	V	V		V	V	V					V	V
郊區多車道公路	V	V	V	V	V		V	V	V		V			V	V
郊區雙車道公路	V	V	V	V	V		V	V		V	V			V	V
市區幹道[1]	V	V	V	V	V		V	V	V		V	V		V	V
號誌化路口	V	V	V	V	V	V	V	V	V		V			V	V
機車專用道[1]	V	V		V	V		V	V	V				V	V	V
公車設施[1]	V	V		V	V			V	V			V	V	V	V

註1：不是可獨立進行模擬之交通設施

核心功能與既有程式對應關係 - 1/2

- 原HTSS模擬模式可拆分為
  - **共通性**模組*10

模擬模組 / 分析對象	檔案存取	路網及基本屬性建立	車輛產生	車輛自由車流移動行為	車輛相對關係搜尋	車輛跟車行為	路段銜接行為	車輛同向超車行為	偵測器記錄	績效記錄與計算
原HTSS模擬模式程式邏輯	● Readin ● input ● Gather ● Output ● xdept	● Seed ● warmup ● mapnode ● order ● Ntotal ● Enter2 ● Qmaxadj ● Safev ● Eleva ● enterB ● Iside ● Path	● Desire2 ● gen1 ● gen3 ● Arrival ● Enter ● vtype	● Freesp ● sped2sy ● vchange ● Basic ● Desire2 ● findc ● Edge	● Adjacent ● Ahead9 ● Reposi2 ● Trysif/trysift ● Ahead10 ● Aheaddux2	● Clasify ● Carfc2 ● Motion ● Movecut ● stayin ● Betay	● MergeLK ● oldxv ● Align3 ● Meter1 ● Newturn ● outLK ● Sigcf ● turnok	● Change2, 3 ● CheckP ● CKshif2 ● Getbacn ● Getback2 ● Krean ● Lshift1 ● push1 ● Impednew ● Topass/2 ● lshift1 ● passxy ● Topass ● overtane	● dzone ● Jqueue ● update3	● Datdate ● Updatep/2 ● Reached ● fuelc

核心功能與既有程式對應關係 - 2/2

- 原HTSS模擬模式可拆分為
  - **非共通性**模組*5

模擬模組 / 分析對象	路口轉向行為	車輛對向超車行為	機車行為	公車進出站行為	專用車道行為
原HTSS模擬模式程式邏輯	● oldxv ● Confck ● Cutmot ● Cturn ● Path2 ● RTORNew ● Turning	● lshift1 ● passxy ● Topass ● Movefo ● topass3	● InsetB ● Motuse ● Outbox2 ● stage2B ● towait	● Buspace ● Forbus ● lJqueue ● Lshift2 ● Probus/2	● Desire2 ● Obtain ● tobox3

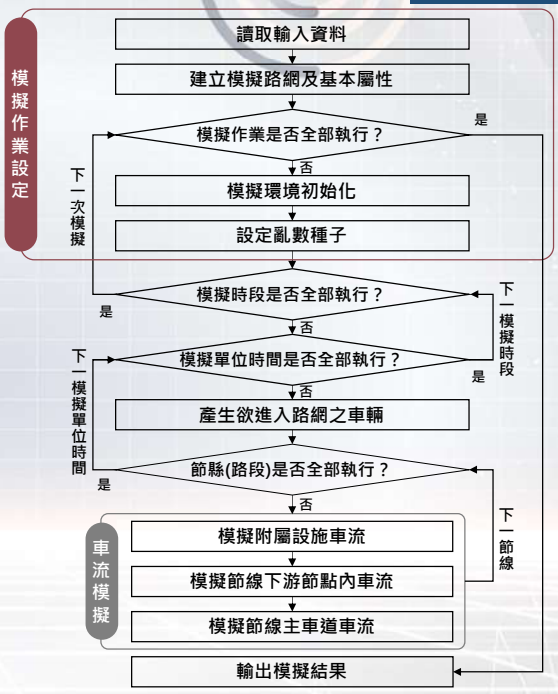
專家學者座談會綜整

- 於113年5月20日下午2時於所內10樓會議室，邀請4位專業交通工程領域之學者出席指導
- 座談四大重點面向回饋

1. **確認核心功能適宜性**
2. **釐清HTSS的目標，了解模擬應用的挑戰及應用場景**
3. **全面分析與需求確認，確保應用價值，並與現行HTSS有相同成果**
4. **未來發展，軟體與硬體之整合考量**

核心車流模式解析 - Main程式邏輯 - 1/2

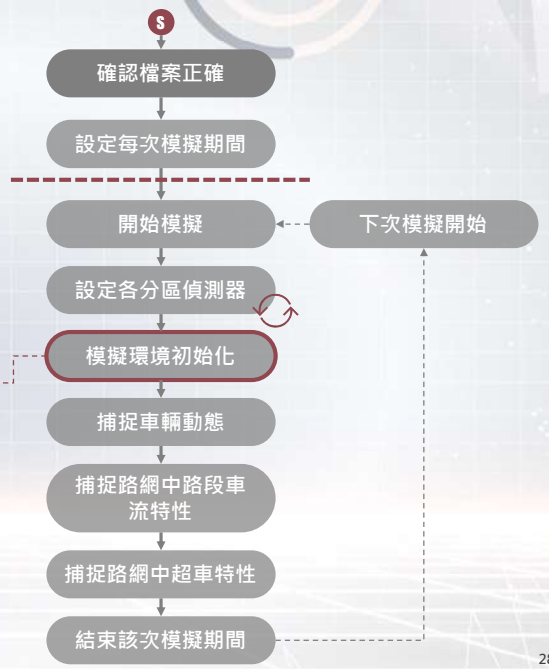
- 在微觀車流模擬邏輯中，主要核心模式包括**車輛產生**、**車輛推進**、**跟車**、**變換車道**等
- 基本邏輯
  - 訂定節線之模擬次序
  - 產生欲進入模擬網路之車輛
  - 訂定車輛之自由旅行速率及欲採用之加速率
  - 訂定跟車加、減速率
  - 模擬變換車道或超車行為
  - 訂定速限變化時之加、減速率
  - 估計耗油率及其他績效指標值



27

核心車流模式解析 - Main程式邏輯 - 2/2

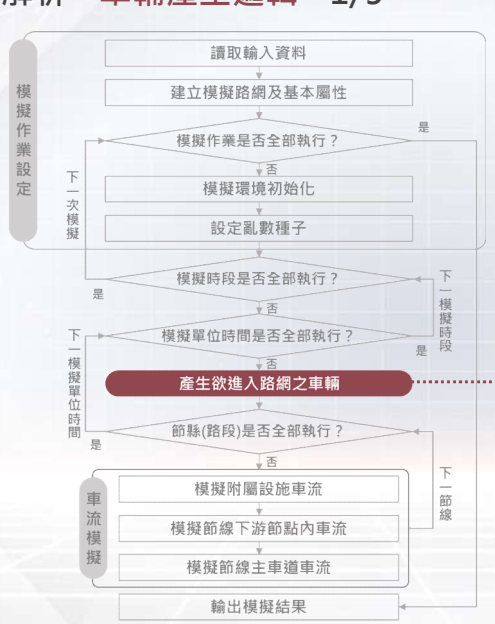
- 確認檔案正確（輸入、輸出、訊息）
  - 每個Period
  - 開始第一種流率模擬
  - 設定各分區偵測器（用於偵測主幹道車流狀態）
    - 每個Run
    - 模擬環境初始化
      - 每個Simulation Step
      - 產生車輛、進入車道（確認路網連結性）
      - 車輛推進（function regu）：車輛推進函數
  - 捕捉車輛動態（分區偵測器、自訂偵測器）
  - 捕捉路網中路段車流特性
  - 捕捉路網中超車特性
  - 進行下一種流率（下一個Period）模擬



核心車流模式解析 - 車輛產生邏輯 - 1/5

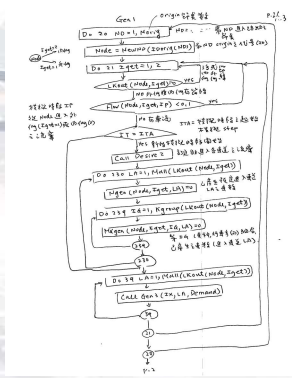
1 車輛產生

車輛產生流程



核心車流模式解析 - 車輛產生邏輯 - 2/5

車輛產生
找出下一個車輛產生節點(Gen1)
確認是從外側或內側車道進入路網(Gen1)
計算該時段進入車道之流率(Desire2)（分配各車種比率）
產生預定進入路網之車輛(Arrival)（帶入每一台車進入之車輛屬性）
依序排隊進入路網(Enter)
車輛自由車流移動行為



產生各模擬時期(IP)需產生之記憶體空間(Gen1)

計算各模擬時段(SI)需產生之車輛數(Desire2)

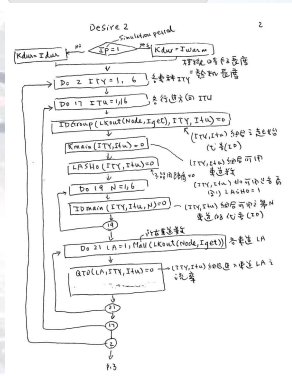
設定車輛進入時間(Arrival)

車輛進入路網(Enter)

檢查所有節點編號大於600的產生節點
檢查產生節點的車輛要進入外側或內側節線
檢查該產生節點在該IP的流率大於0.1
若是該IP的第一個SI
是 → 呼叫 Desire2
否
(N) 設定Mkgen(節點、節線、車種、方向、車道)的車輛數為0
檢查各車道
呼叫 Arrival
呼叫 Enter

核心車流模式解析 - 車輛產生邏輯 - 3/5

車輛產生
找出下一個車輛產生節點(Gen1)
確認是從外側或內側車道進入路網(Gen1)
計算該時段進入車道之流率(Desire2)（分配各車種比率）
產生預定進入路網之車輛(Arrival)（帶入每一台車進入之車輛屬性）
依序排隊進入路網(Enter)
車輛自由車流移動行為



產生各模擬時期(IP)需產生之記憶體空間(Gen1)

計算各模擬時段(SI)需產生之車輛數(Desire2)

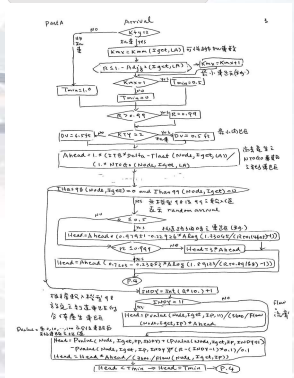
設定車輛進入時間(Arrival)

車輛進入路網(Enter)

檢查所有車種
檢查所有可能行車方向
設定IDGroup(節點、節線、車種、方向)代號
設定Kmain(車種、方向)車道數
設定IDmain(車種、方向、車道)代號
設定QTO(車道、車種、方向)流率記憶體
若Vehp(節點、節線、IP、車種)流率>0
且Pturn(節點、節線、車種、方向)比例>0.01
設定車種方向編號
QTO(車道、車種、方向) += Flow(節點、節線、IP) * Vehp(節點、節線、IP、車種) *Pturn(節點、節線、IP、車種)

核心車流模式解析 - 車輛產生邏輯 - 4/5

車輛產生
找出下一個車輛產生節點(Gen1)
確認是從外側或內側車道進入路網(Gen1)
計算該時段進入車道之流率(Desire2)（分配各車種比率）
產生預定進入路網之車輛(Arrival)（帶入每一台車進入之車輛屬性）
依序排隊進入路網(Enter)
車輛自由車流移動行為



產生各模擬時期(IP)需產生之記憶體空間(Gen1)

計算各模擬時段(SI)需產生之車輛數(Desire2)

設定車輛進入時間(Arrival)

車輛進入路網(Enter)

設定NTOGen(節點、節線、車道)之產生車輛數

確認是否該IP所有車輛產生完畢

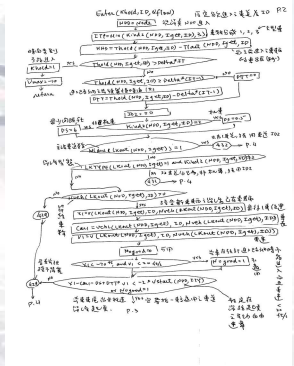
計算Ahead = 1*(該IP總時間長度 – Tlast(節點、節線、車道)) / 1* NToGo(節點、節線、車道) #尚未產生之平均車距

計算Thold(車輛進入時間) = Tlast(前一輛車進入時間) + Head = Ahead *(0.97951 – 0.22926 * Alog(1.33045 / (R +0.14605)-1))

計算駕駛者冒險性指數Ragg(節點、節線、車道) = 1-R

核心車流模式解析 - 車輛產生邏輯 - 5/5

車輛產生
找出下一個車輛產生節點(Gen1)
確認是從外側或內側車道進入路網(Gen1)
計算該時段進入車道之流率(Desire2)（分配各車種比率）
產生預定進入路網之車輛(Arrival)（帶入每一台車進入之車輛屬性）
依序排隊進入路網(Enter)
車輛自由車流移動行為



產生各模擬時期(IP)需產生之記憶體空間(Gen1)

計算各模擬時段(SI)需產生之車輛數(Desire2)

設定車輛進入時間(Arrival)

車輛進入路網(Enter)

判斷車輛進入時間是否為該SI內

取得車道最後一輛車位置(x)、最後一輛車車長(car)、及最後一輛車車速(v)

判斷前車無擁擠狀況，準備進入路網

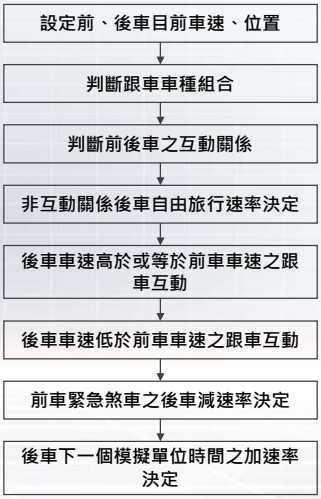
取得欲進入路網車輛之車種，設定油耗數值Fuel(節點、節線、車輛ID) = 0

計算欲進入路網車輛之位置
Xp = $x_1 - car_1 - DS$
若Xp < -1500，等候進入路網；
否則Xp = $x_1 - 0.8 \times v_1 - 2$

核心車流模式解析 - 車輛推進、跟車模式

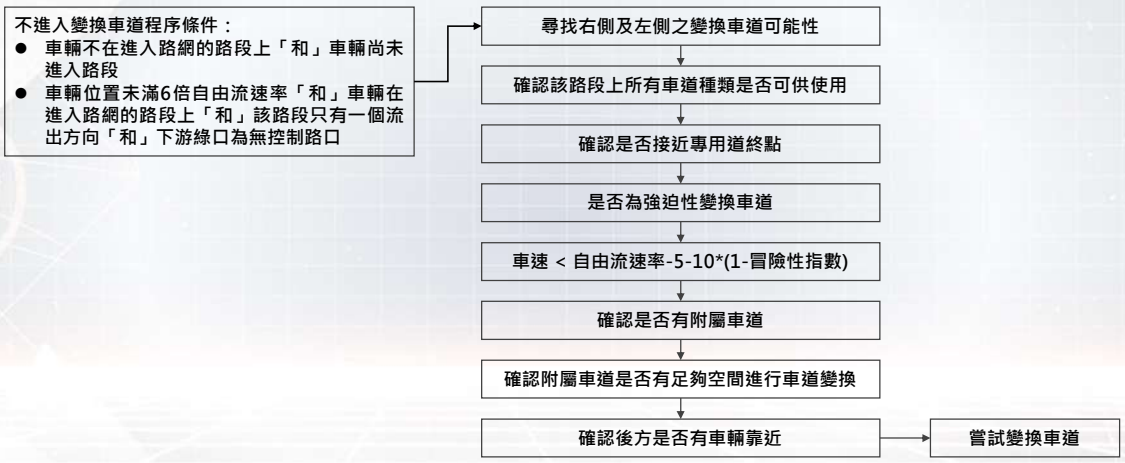
2 車輛推進模式
車輛推進加速度計算

3 跟車模式
跟車判斷流程



核心車流模式解析 - 變換車道模式 - 1/2

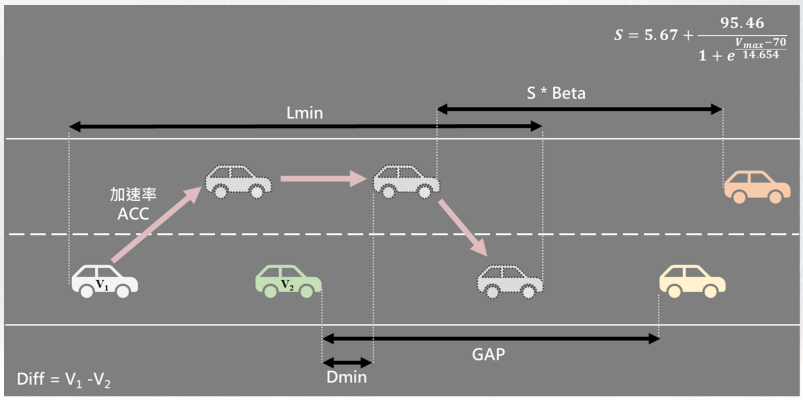
4 變換車道模式
變換車道判斷流程



核心車流模式解析 - 變換車道模式 - 2/2

4 變換車道模式
超車判斷流程

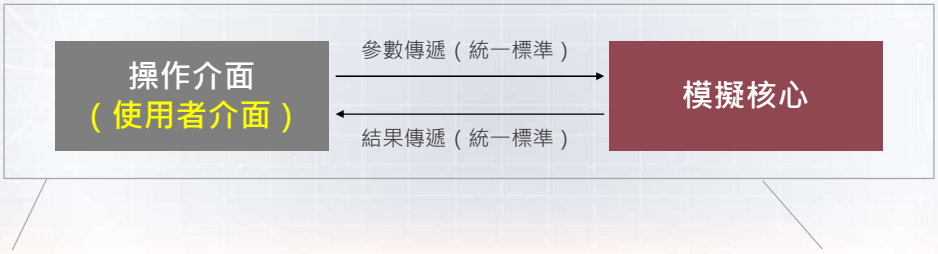
- 設定車種與駕駛冒險性指數
- 確認車輛是否位於附屬設置位置
- 確認所在位置是否有超車區 (雙車道公路)
- 確認車輛與前車距離
- 確認前方車輛是否有慢車
- 確認前方是否有正在超車之車輛
- 確認後方是否有正在超車之車輛
- 確認超車空間是否足夠



04 系統建置成果

系統程式端開發技術 - 1/2

- 系統開發架構
  - 以C#進行開發，並將其分為兩區塊程式，包含操作介面與核心演算兩部分
  - 使用者透過**操作介面**進行相關參數的建立，完成後傳遞參數至**模擬核心**進行模擬，再將計算後結果回傳至操作介面，使用者即可透過操作介面中取得結果



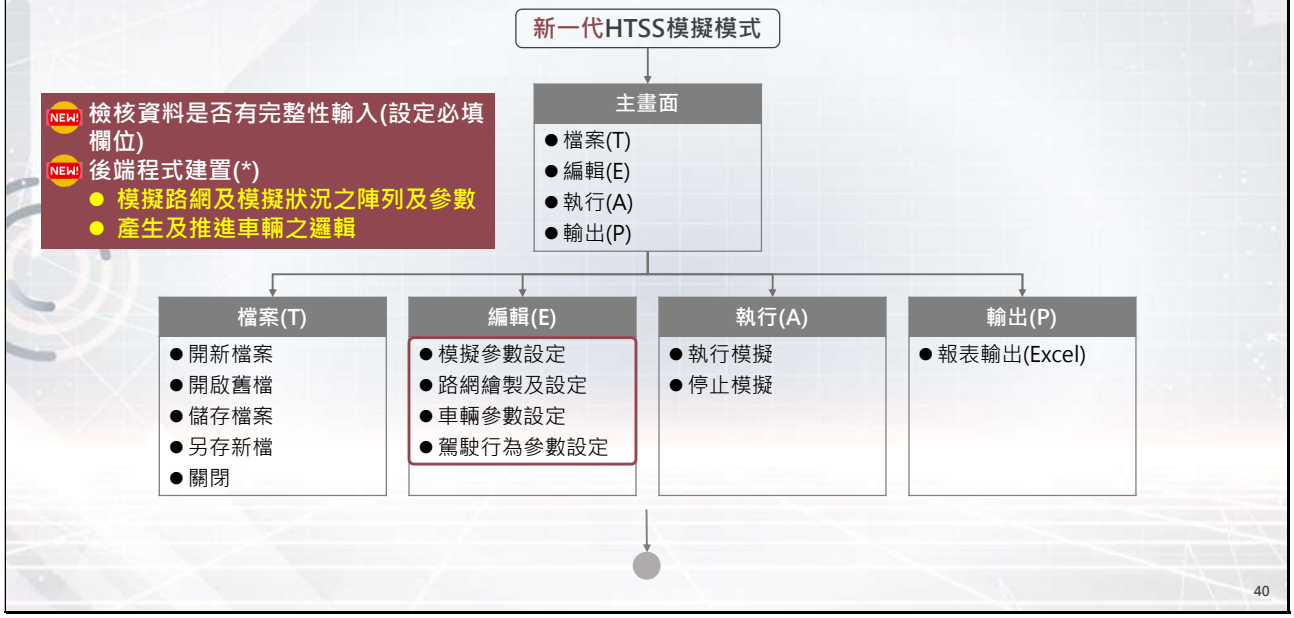
【HTSS操作介面】
- 適用於臺灣使用者習慣
- 提供使用者相關參數的建立與基礎操作

【模擬核心】
考量程式間相容性與模擬時資料處理穩定性

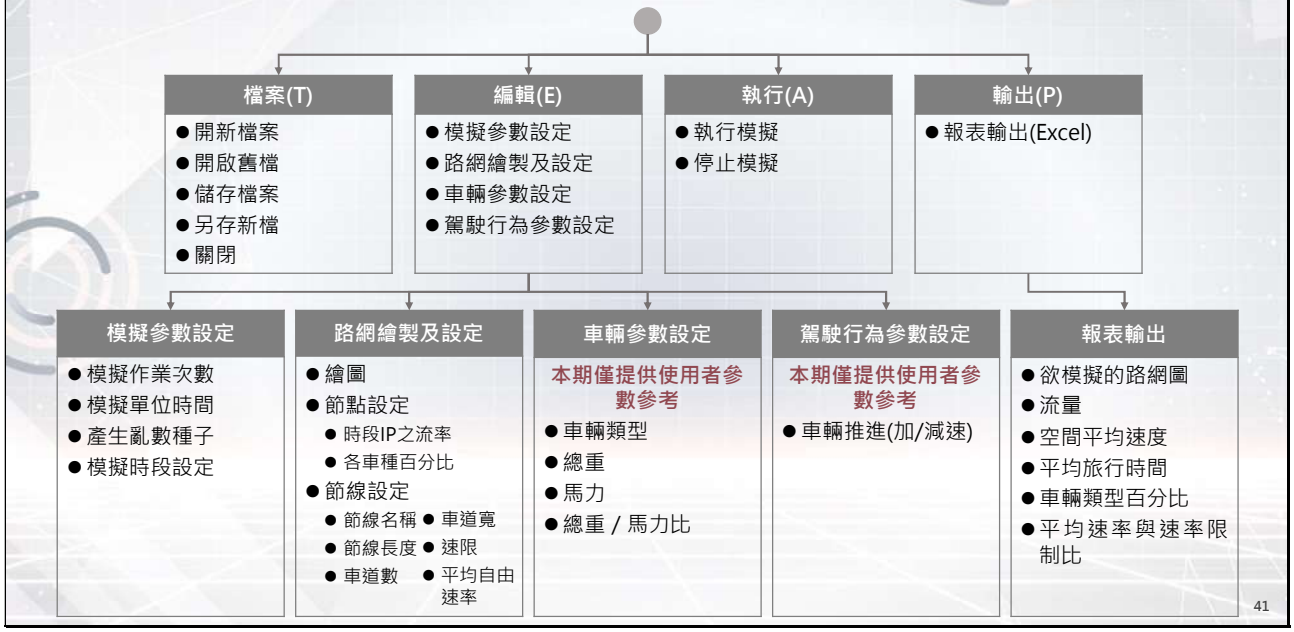
系統程式端開發技術 - 2/2

- **使用 C# 進行操作介面及模擬核心開發** 獨立物件 高彈性 嚴謹準確 快速建構
  - 開發速度快且便於跨平台
  - 均為各自獨立的程式（採物件導向處理）
  - 使用者可 **自行開發操作介面** 搭配 **模擬演算程式**
    或 **使用本案操作介面** 搭配 **自行開發的模擬演算程式**
  - 定義和使用變數時需指定明確資料型別且不可更改（確保陣列正確性）
  - 快速構建具吸引力和功能豐富的使用者介面
  - 無須利用網際網路，若後續有網站建立需求，可直接開發更換操作介面，減少開發時程

新一代HTSS模擬模式功能架構 - 1/2



新一代HTSS模擬模式功能架構 - 2/2



核心功能模式架構參數應用 - 1/2

- 導入「2021年版公路交通系統模擬(HTSS)模式使用手冊」所列出之各項檔型進行對應所需使用之參數

目的	檔型	參數	說明
節線設置	Type 1	Link	一節線之代號
		Nup	節線Link上游節點的代號
		Ndn	節線Link下游節點的代號
		In	單向在2節點之間可能有2節線
		Cont	Link下游端點之主要交通控制類型
		N	全長車道數
		Wid	車道寬公尺
		W2	寬度與Wid不同之特定車道之寬度（公尺）
		ID	車道寬為W2之特定車道代號
		SHR	右側路肩寬（公尺）
		SHL	左側路肩寬（公尺）
		Alen	節線長度（公里）
		Geo	節線性質之代號

目的	檔型	參數	說明
車輛行進方向	Type 2	Kturn	從Link離開之後的行車方向代號
		Next	從Link以行車方向Kturn進入之節線的代號
		L1	行車方向Kturn之路徑上，基準串連之上游車道（在Link上）代號
		L2	行車方向Kturn之路徑上，基準串連之下游車道（在Next上）代號

目的	檔型	參數	說明
車輛行進情況	Type 20	Itu	從節線端點離開時之一行車方向之代號
		L(i)	以行車方向Itu離開節線時能使用之一車道的代號（i=1,2,...,）
	Type 21需配合Type 20	X(i)	行車方向L(i)之百分比(%)
	Type 30	Iget	進入之節線為內側節線時，Iget=2否則1
		IP	模擬時段之代號，熱機時段為第1時段（IP=1），·
		IQ	時段IP之流率（輛/小時）

系統邏輯詳細說明參照報告p.107-p.119

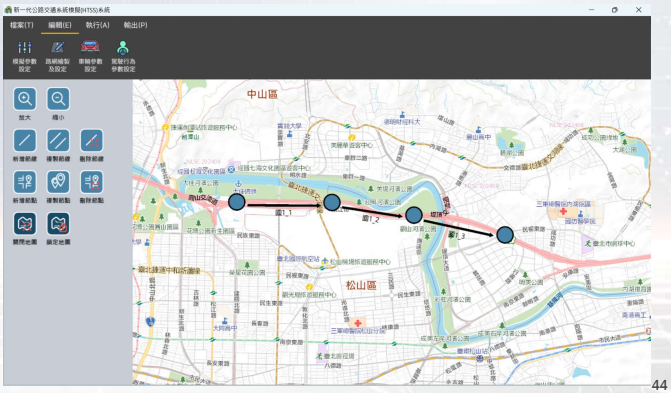
核心功能模式架構參數應用 - 2/2

目的	檔型	參數	說明
節線相對位置	Type3	Node	一節線之代號，代號600或超過600之節點可以不必有此檔型資料
		L1	進入節點Node之所有節線中，任意選擇做為基準節線之節線代號
		L2	基準節線急左方，進入節點Node之外側節線（或唯一節線）的節線代號
		L3	基準節線左方，進入節點Node之外側節線（或唯一節線）的節線代號
		L4	基準節線斜左方，進入節點Node之外側節線（或唯一節線）的節線代號
		L5	基準節線正前方，進入節點Node之外側節線（或唯一節線）的節線代號
		L6	基準節線斜右方，進入節點Node之外側節線（或唯一節線）的節線代號
		L7	基準節線右方，進入節點Node之外側節線（或唯一節線）的節線代號
		L8	基準節線急右方，進入節點Node之外側節線（或唯一節線）的節線代號

目的	檔型	參數	說明
路段的基本資料	Type 45	Post	一速限區起點離節線起點之距離（公里），每一節線之第1速限區從節線的起點（0公里）開始
		L(1)	速限區內小車之速限（公里/小時）
		L(2)	速限區內機車之速限（公里/小時）
		L(3)	速限區內大車之速限（公里/小時）
	Type 46	Zone	速限區之代號（從上游到下游依序訂為1,2,3,4,5）
		V1	速限區Zone內小車之平均自由速率（公里/小時）
		V2	速限區Zone內機車之平均自由速率（公里/小時）
		V3	速限區Zone內大車之平均自由速率（公里/小時）
	Type 47	V1	從Node進入路網時小車之平均自由速率（公里/小時）
		V2	從Node進入路網時機車之平均自由速率（公里/小時）
		V3	從Node進入路網時大車之平均自由速率（公里/小時）

介面版型

- **視窗式離線版單機軟體**
  - 包含檔案、編輯、執行、輸出等功能，並依序依照不同的功能對應產出相關介面
- **設計原則**
  - 依照原有HTSS軟體功能進行各項表單建置，提供不同格式的輸出報表
  - 簡化操作步驟，以頁籤方式切換功能
  - 可開啟地圖提供路網編輯時參考之定位點

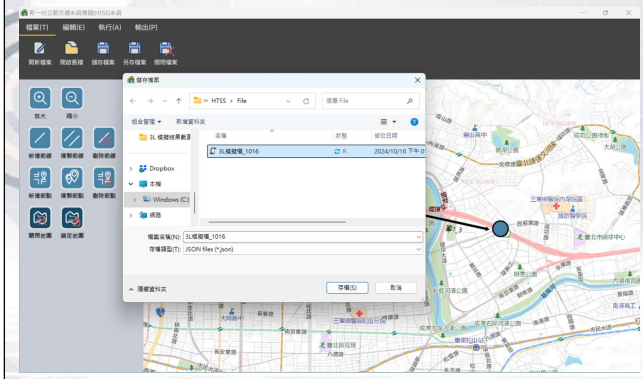


未來系統擴充時若有進階資訊則可以彈跳視窗的方式提供表格填寫相關內容

系統建置成果 - 檔案

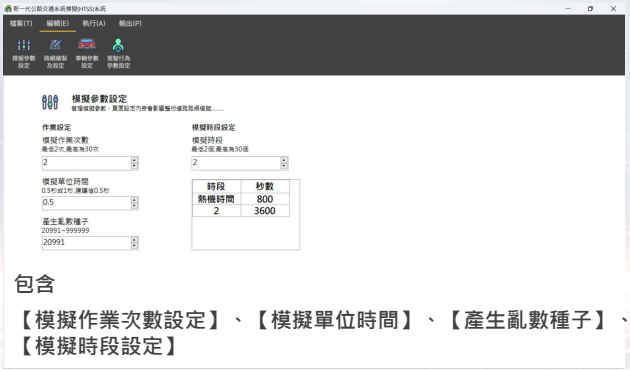
- 預設「空白頁面」，使用者可選擇開新檔案或開啟舊檔
- 使用者選擇開啟舊檔時可從電腦指定位置中開啟，開啟後則直接進入模擬參數設定頁面

開啟檔案



開啟檔案後進入模擬參數設定頁面(預設)

使用者可先行決定該次模擬預定需要設定的參數後再進行編輯



包含

【模擬作業次數設定】、【模擬單位時間】、【產生亂數種子】、【模擬時段設定】

等內容

系統建置成果 - 編輯 - 1/3

- 本期強調提供使用者透過「路網繪製及設定」之功能進行路網編輯（圖形化及參數）等各項設定，簡化原有之流程作業
- 編輯過程中會用顏色標記該節點或是節線是否已經編輯完成，也可隨時再點擊回頭確認參數及調整

路網繪製及設定-圖面編輯、節點、節線繪製及設定
使用者需要完成所有設定後才可進行模擬

系統建置成果 - 編輯 - 2/3

路網繪製及設定-圖面編輯、節點、節線繪製及設定
若有設定不完全時，則會跳出提醒視窗告知使用者

案例 - 參數設定不完全

不同的模擬時段下車種百分比必須百分百，此處僅輸入９０％

NEW! 檢核資料是否有完整性輸入(設定必填欄位)
NEW! 後端程式建置(*)
- 模擬路網及模擬狀況之陣列及參數
- 產生及推進車輛之邏輯

系統建置成果 - 編輯 - 3/3

- 「車輛參數設定」、「駕駛行為參數設定」兩項目，因過去HTSS之架構下均採後端寫入相關程式設定中，故此處僅先提供參數進行參考，未於前端提供使用者進行設定使用

車輛參數設定

車輛參數設定

車輛類型	總重(kg)	馬力(KW)	總重/馬力比
小車	2,000	36	56
機車	-	-	-
非排班大客車	15,000	215	70
大貨車	10,500	124	85
半聯結車	32,000	260	123
全聯結車	32,000	260	123
市區排班公車	15,000	215	70

註:本參考數據僅限於高速公路代表性車輛總重與馬力比

駕駛行為設定

駕駛行為參數設定

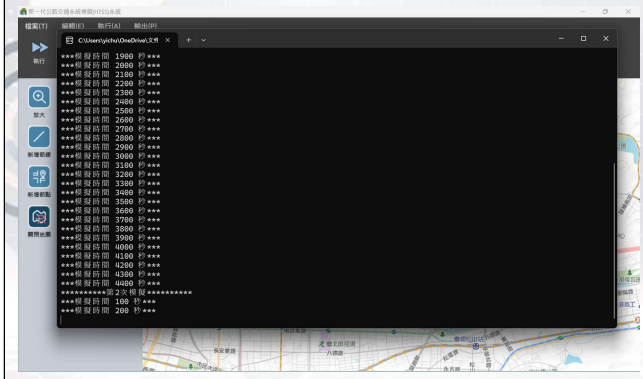
- 車輛推進(加/減速)
- 彎道安全車輛加/減速率

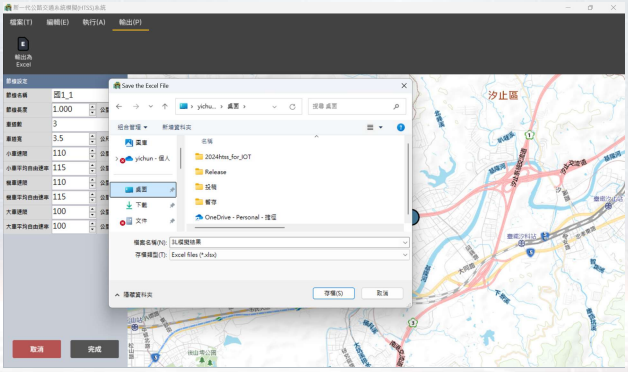
車種	總重(公斤)	馬力(KW)	牽引力傳輸效率	總重/馬力比
小車	2,000	30	0.9	66.7
機車	180	5.5	0.9	32.7
非排班之大客車	15,000	180	0.85	83.3
大貨車	10,700	135	0.85	79.3
半聯結車	30,000	190	0.85	157.9
全聯結車	30,000	190	0.85	157.9
市區排班之大客車	15,000	180	0.85	83.3

本處僅為車輛參數設定參考資料

系統建置成果 - 執行

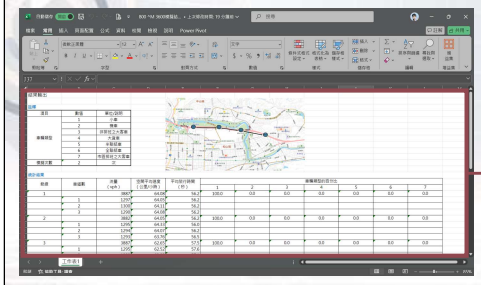
- 使用者完成前述所有編輯與相關設定後，點選【執行模擬】即進行運作
- 若執行到一半，使用者發現有資料需要調整修正處，則可點選【停止模擬】即停止運作
- 執行完成後則會跳至【輸出】，可直接儲存模擬結果（Excel）檔案

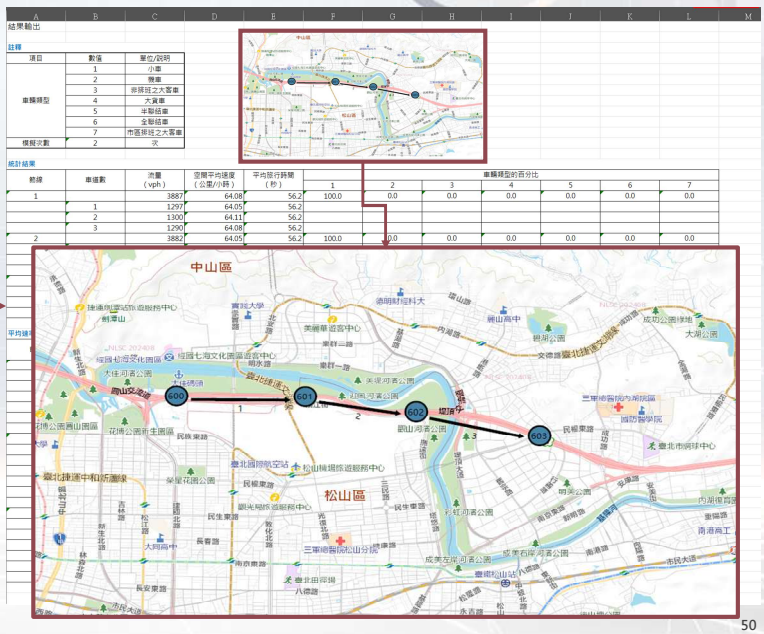




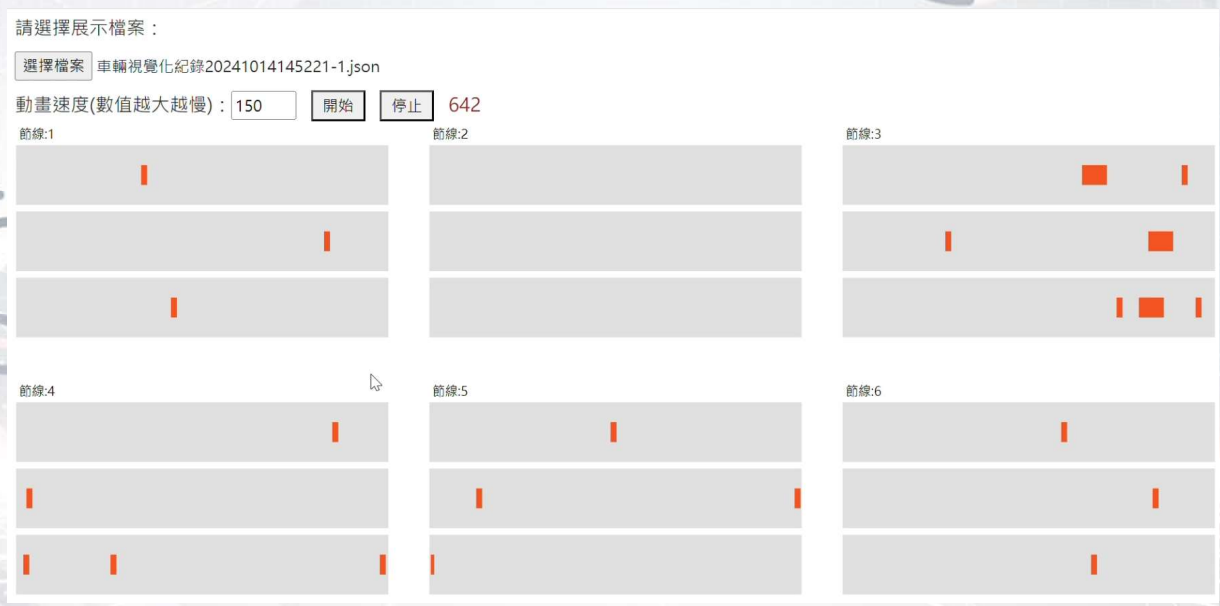
系統建置成果 - 輸出

- 提供模擬後的結果輸出，過去模擬結果以文字檔的方式呈現，新一代HTSS本期以提供Excel之檔案格式給使用者下載
- 該檔案中包含該次的模擬結果，以及所繪製的地圖內容





系統建置成果 - 模擬結果車輛移動展示



測試範例 - 高速公路單向2車道平坦路段

- 驗證結果參照：2021 HTSS執行結果
- 輸入檔案：Free2L.txt
- 範例說明：所有節線為平坦路段，車流中只有小車，速限及平均自由速率均為90公里/小時

- 績效指標：輸出流率（輛/小時）
- 測試樣本：以系統抽樣產製31組亂數種子之輸入檔型
- 輸入流率：3,600（輛/小時）

```
5555 30  Type 30 data, flow rates at source nodes, to in/out,period
610  1     1   3600     100.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
610  1     2   3600     100.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
611  1     1    000.    100.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
611  1     2    000.    100.0  0.0  0.0  0.0  0.0  0.0
5555 45  Type 45 data, Speed Zones
1    0.0     90  90.    90.
2    0.0     90  90.    90.
3    0.0     90.  90.    90.
4    0.0     90.  90.    90.
5    0.0     90.  90.    90.
6    0.0     90.  90.    90.
```


測試範例 - 高速公路單向3車道平坦路段

- 驗證結果參照：2021 HTSS執行結果
- 輸入檔案：Free3L.txt
- 範例說明：所有節線為平坦路段，車流中只有小車，限速110公里/小時，平均自由速率115公里/小時
- 績效指標：輸出流率（輛/小時）
- 測試樣本：以系統抽樣產製31組亂數種子之輸入檔型
- 輸入流率：4,000（輛/小時）

```
5555 30  Type 30 data, flow rates at source nodes, to in/out,period
610  1     1   4000 100.   00.0  000.0  000.00  00.0  0.0
610  1     2   4000 100.   00.0  000.0  000.00  00.0  0.0
611  1     1     00.    000.0  00.0  000.0  000.0  100.0  0.0
611  1     2     00.    000.0  00.0  000.0  000.0  100.0  0.0
5555 45  Type 45 data, Speed Zones
1    0.0     110  100.    100.
2    0.0     110  100.    100.
3    0.0     100.  100.    100.
4    0.0     100.  100.    100.
5    0.0     100.  100.    100.
6    0.0     100.  100.    100.
```

測試範例 - 測試結果

- 高速公路單向2車道(2L)平坦路段
  - 新系統流率/2021HTSS流率百分比平均值：92.84%（範圍：85.73%~101.81%）
  - 平均絕對誤差百分比（MAPE）：7.17%（低於10%，屬於**高準確性**）
- 高速公路單向3車道(3L)平坦路段
  - 新系統流率/2021HTSS流率百分比平均值：97.49%（範圍：89.58%~109.08%）
  - 平均絕對誤差百分比（MAPE）：4.39%（低於10%，屬於**高準確性**）

05 未來發展規劃

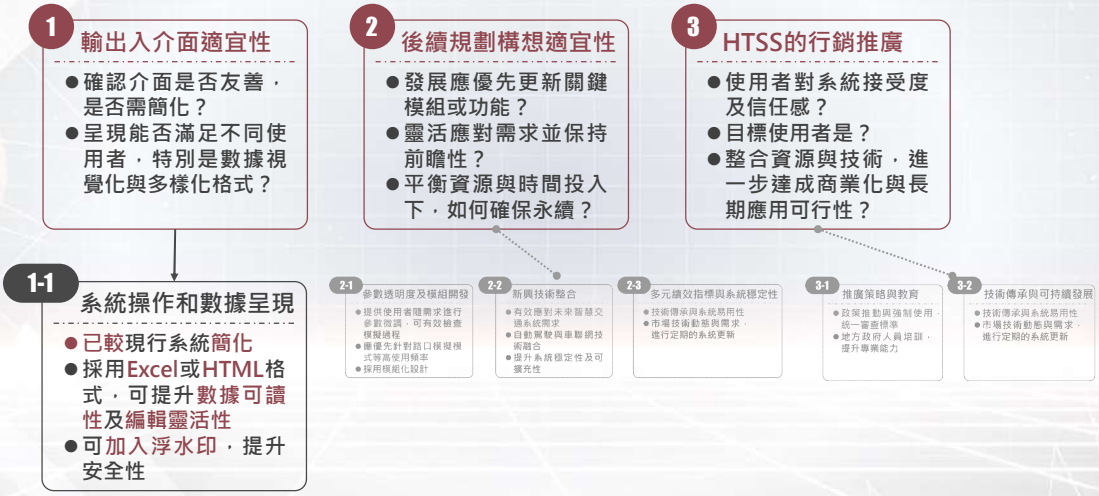
後續規劃構想

- 研擬兩方案後續規劃構想，並於意見蒐集座談會中進一步確認

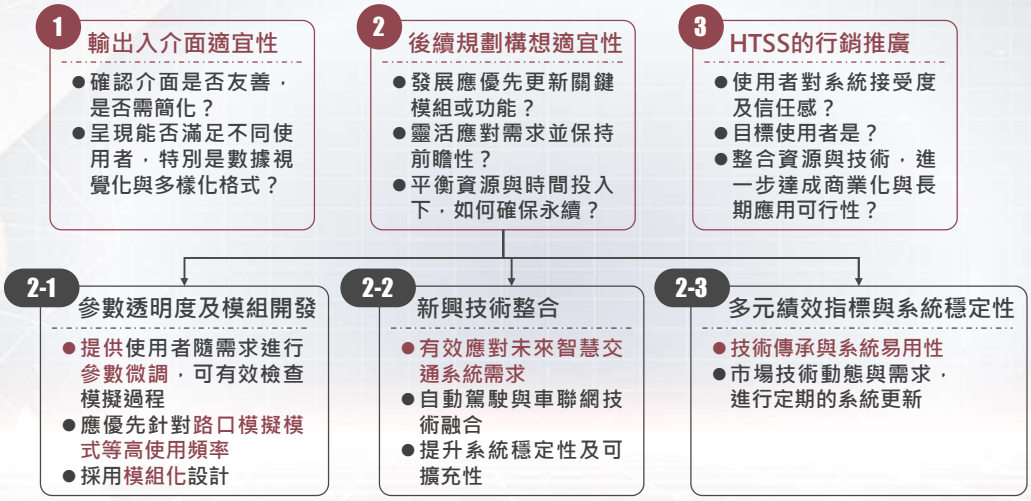
方案	優點	缺點
依照既有規劃，以模組（功能）作為開發順序的依據	✓ 按照模組順序開發可降低單一時期開發人力 ✓ 單一模組正確性檢查相對較易 ✓ 若有修改基礎架構之需求，相對負荷較輕	✓ 模組之間的相關性較高，不同時期開發的模組必須重複檢查正確性，邏輯檢查的工作量較大 ✓ 初期核心模組建置需要較高成本，基礎架構（如物件設計）必須先納入其他模組需求
	● **以模組為系統開發基礎可提升模組修改與新增的彈性，對於後續應用的拓展較具發展性** ● **對於基礎架構的設計與模組之間的關聯性必須有嚴謹的設計概念，以避免架構紊亂**	
僅針對原HTSS模擬模式程式邏輯進行系統改寫	✓ 保留既有的成熟模型與邏輯 ✓ 減少開發成本與風險 ✓ 加強現有模組的性能與擴展性 ✓ 保證系統使用者的熟悉度	✓ 無法根本解決系統架構的限制 ✓ 無法應對新技術需求 ✓ 技術債務積累問題 ✓ 功能創新有限
	● **對於HTSS模式進行原有模組的技術改寫，能保留現有的可靠性並提升效能** ● **但在應對未來需求和技術發展方面仍存在一定局限性；應視項目需求權衡此方式的效率和系統長期發展的潛力**	

意見蒐集座談會 - 1/4

- 於113年10月21日上午10時於所內10樓會議室，邀集產、官、學研等代表共14位
- 三大重點議題討論及建議摘要

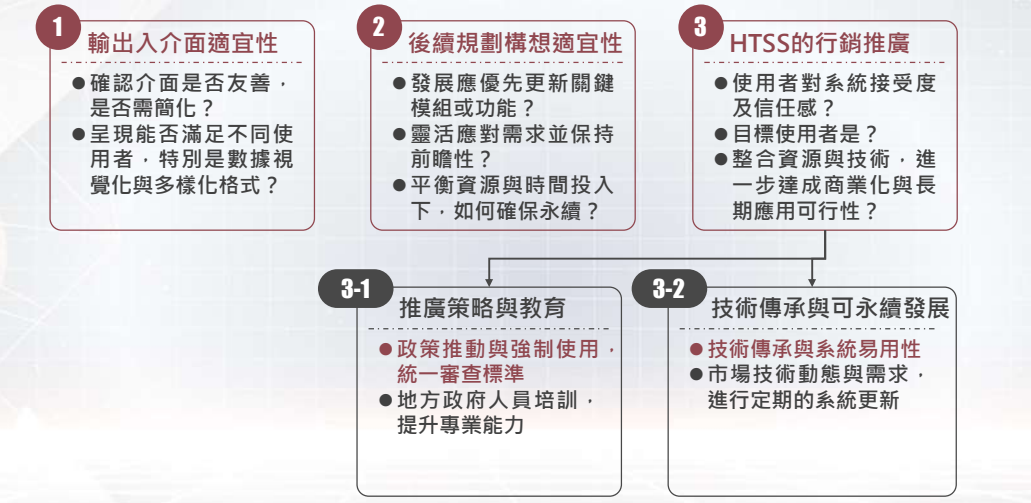


意見蒐集座談會 - 2/4



58

意見蒐集座談會 - 3/4



59

意見蒐集座談會 - 4/4

1 輸出入介面適宜性
- 確認介面是否友善，是否需簡化？
- 呈現能否滿足不同使用者，特別是數據視覺化與多樣化格式？

2 後續規劃構想適宜性
- 發展應優先更新關鍵模組或功能？
- 靈活應對需求並保持前瞻性？
- 平衡資源與時間投入下，如何確保永續？

3 HTSS的行銷推廣
- 使用者對系統接受度及信任感？
- 目標使用者是？
- 整合資源與技術，進一步達成商業化與長期應用可行性？

意見蒐集與專家學者兩場座談會上之意見大致相符

核心功能規劃無誤 | 確認HTSS定位 | 加強後續應用價值 | 納入技術整合發展

60

分期開發目標與功能對應 - 1/2

- 朝**依照既有規劃以模組（功能）**作為開發順序進行

操作介面（使用者介面） ⇄ 參數傳遞（統一標準）／結果傳遞（統一標準） ⇄ 模擬核心

操作介面（使用者介面）

A 輸入輸出完整性
- 輸入：模擬參數
- 輸入：路網結構
- 輸入：車流參數
- 輸出：模擬結果

B 介面友善性
- 資料輸入
- 路網編輯
- GIS底圖導入
- 報表輸出

C 協作功能
- 專案管理
- 軟體封裝
- 檔案共享
- 手冊建立

模擬核心

A Fortran程式改寫
- 閱讀與了解原程式
- 新語言的模擬程式試作
- 模擬效能測試

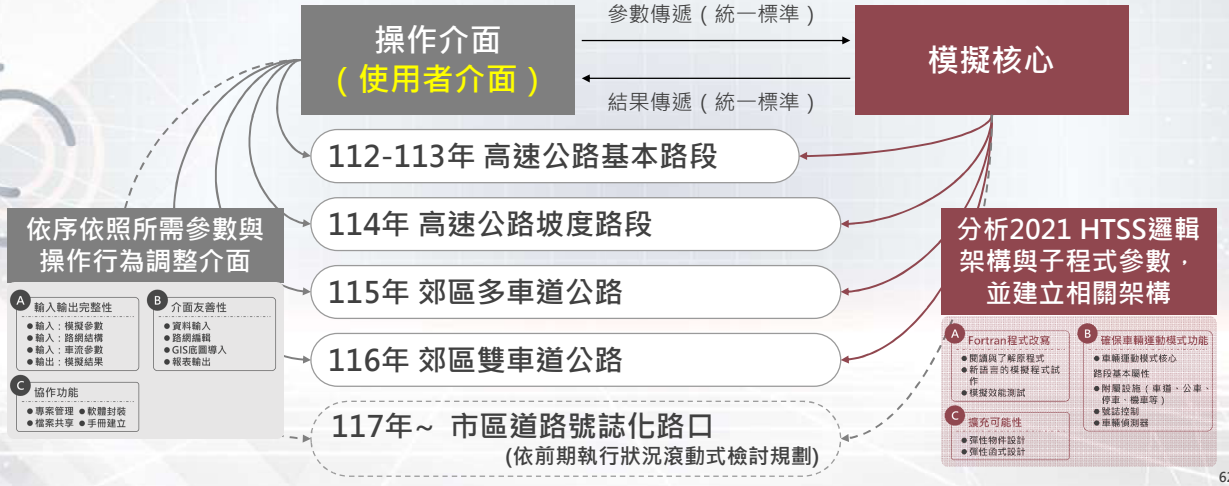
C 擴充可能性
- 彈性物件設計
- 彈性函式設計

B 確保車輛運動模式功能
- 車輛運動模式核心
- 路段基本屬性
- 附屬設施（車道、公車、停車、機車等）
- 號誌控制
- 車輛偵測器

61

分期開發目標與功能對應 - 2/2

- 114年已有固定預算200萬，預計在114至116年間約1005萬，因此115至116年間的預算平均每年約400萬，**功能開發仍需採滾動式調整，並建議費用每年調整幅度10%**



62

結論與建議

1. 提出模擬模式開發構想
2. 進行模擬模式功能需求蒐集（問卷、專家學者座談會）
3. 研提模擬模式軟體架構與設計操作平台
4. 試作HTSS模擬模式及高速公路基本路段邏輯，並針對結果進行檢定
5. 提出3年6年期開發規劃（強調廣度與深度）

1. 完成核心模組建置，包括檔案存取、道路與車輛設置、車輛自由車流行為、跟車、變換車道及超車行為
2. 完成高速公路基本路段之使用者介面開發
3. 進行2L、3L基本路段情境測試，流率輸出之MAPE值分別為7.17%、4.39%均小於10%，結果達高準確性
4. 辦理專家學者座談會、意見蒐集座談會廣納意見
5. 提出後續年度功能規劃

112年 → 113年

1. **功能擴展**：考量多元化道路場景之應用，持續完善和擴展HTSS相關功能
2. **技術提升**：提升模擬效率，進一步考量相關雲端技術之導入，並優化物件導向架構
3. **使用者支持**：增強路網編輯、資料輸入和結果呈現內容（介面調整）
4. **市場推廣**：納入交通工程課程或研究項目（學界、業界之整合），降低使用門檻

63

簡報完畢 恭請指導