

前瞻智慧運輸發展與安全評量 技術研究發展計畫

智慧交通安全管理之研究報告



委託單位：交通部

執行單位：財團法人中華顧問工程司

中華民國一〇八年五月

智慧交通安全管理之研究

目 錄

壹、	計畫背景與研究流程.....	1
1.1	計畫背景.....	1
1.2	研究流程.....	1
貳、	前期計畫與道路評估方法回顧.....	3
2.1	前期計畫回顧.....	3
2.2	道路評估方法回顧.....	5
參、	公路安全手冊本土化之研究.....	8
3.1	公路安全手冊之本土化說明.....	8
3.2	FMEA 失效模式與效應分析	8
肆、	預期成果.....	11

圖目錄

圖 1.1	智慧交通安全管理研究流程.....	1
圖 2.2	公路安全手冊架構圖.....	4
圖 2.3	iRap 道路安全評估方法流程圖	5
圖 3.1	FEMA 執行流程圖	9
圖 4.1	工作期程甘特圖.....	11

壹、計畫背景與研究流程

1.1 計畫背景

隨現代科技之快速發展，將科技結合周遭環境已成為趨勢。智慧運輸系統乃為前瞻智慧運輸之重要發展環節，以數據化、科學化之方式改善臺灣之交通環境。對於臺灣之交通問題，觸及廣泛，包含複雜的機動運具、道路狀態與人為因素等等。為解決上開問題，可先借鏡國外之研究或解決方法，將之內化並修改後嘗試使用於臺灣交通環境。如以美國公路安全手冊為例，該手冊提供一套完整之道路安全分析工具，可量化不同地點的事故發生頻率與其嚴重性。因此，以科技之進步為契機，解決臺灣之交通環境為目標，本計畫將針對美國公路安全手冊應用於臺灣之可行性進行評估，並思考後續持續與國際標準應用與接軌事宜。

在交通領域中，道路的規劃、設計營運與維護均需納入安全考量。國內多年來針對汽機車混合流路口進行安全研究，並持續改善易肇事路口，但仍缺少系統化之道路安全量化評估法則。目前國際上有關道路安全評估之制度以美國公路安全手冊為有完整且系統化之道路安全分析工具，以此為手段，並吸取臺灣過去針對道路安全評估之資料之成果，將其內化並評估其是否可為臺灣本土道路所用。並應保持與國際交通之同步與交流，廣續針對未來我國道路交通安全評估與國際進行接軌及提出建議。

1.2 研究流程

本計畫之工作項目分三階段，其執行項目流程圖如圖 1.1 所示，並分述如下：

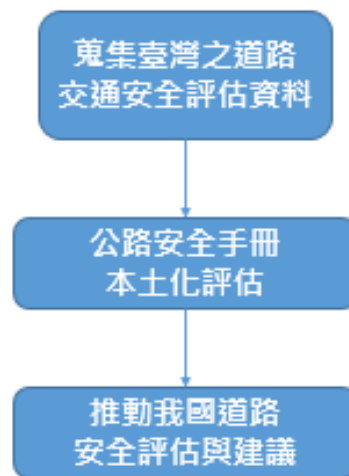


圖 1.1 智慧交通安全管理研究流程

一、 蒐集臺灣之道路交通安全評估資料

蒐集針對臺灣道路交通安全之評估資料，內容包含下列部分：

1. 人的因素：包含人的各種屬性，如性別、年齡等等。
2. 道路安全設計：針對道路之安全設計之評估，如路寬、設置之燈號等等。
3. 易肇事地點：針對易肇事地點之評估，如肇事多路口、肇事多山路等等。
4. 機動運具因素：考量機動運具之因素，如機車、汽車、大型車輛之影響等等。
5. 其他因素：考量除了人、車和路之因素外之其他影響。

二、 公路安全手冊本土化評估

1. 盤點與釐清公路安全手冊之計算模式
2. 針對公路安全手冊內之模式進行評估。
3. 針對臺灣之交通環境，對公路安全手冊之分析方式提出建議

三、 推動我國道路安全評估與建議

1. 蒐羅國際間現存之其他道路分析方法
2. 提出道路安全評估分析模式因子之建議

本案執行至今已略有進度及成果，包含道路交通安全評估之資料與公路安全手冊之本土化評估等等，詳細已完成及後續進行之計畫項目，請見後續章節。

貳、 前期計畫與道路評估方法回顧

2.1 前期計畫回顧

本期計畫－智慧交通安全管理之研究，為前期計畫之延續。前期計畫主要針對 iRap (International Road Assessment Programme) 之制度進行了解與剖析，及公路安全手冊之探討與比較，以下說明前期計畫之執行過程與成果。

iRap 是為註冊於英國，隸屬於聯合國之非營利慈善機構。該機構目前已有超過 80 個國家參與，子機構分佈於各大洲，包含 EuroRAP、USRAP 和 AusRAP，另有 KiwiRAP、ChinaRAP 和 IndiaRAP 等自治相關機構。目前已進行實作評估可取得相關報告之國家包含：安德拉邦、阿拉伯、巴西、智利、中國、埃及、烏克蘭、印度、印尼、坦桑尼亞、烏干達、越南、塞爾維亞、哥斯大黎加、肯亞、馬里埃爾、馬來西亞、斯洛伐克與摩爾多瓦等國。其設立宗旨在提升全球道路安全性，致力防止全球每日超過 3,500 人之死亡事故，目前已建立完善之國際道路評量機制，是減少全球事故死傷之重要工具。該機構提供道路安全評估方法和相關培訓課程，幫助各國的汽車協會、政府、資助機構、研究機構和其他非政府組織提升道路安全。iRAP 主要辦理事項包括以下三項：

- 1.道路安全評定：使用特別裝備車輛、人員、及軟體，提供現地調查服務。該機構亦在網站上提供評定程序與標準相關文件說明。使用現地調查所得之資料，該機構亦可協助研擬改善計畫，並提供風險評估之協助。
- 2.教育訓練：提供相關專長人員養成之技術支援。
- 3.道路安全改善績效評估：提供持續追蹤改善績效之協助。

iRap 網站內所提供之工具非常多樣，與公路安全評估相關者，有 ViDA 公路評定系統、RST 道路安全工具，以下分別說明。

ViDA 系統具備資料管理、計算分析、道路安全等級評定、報表產生等功能之軟體工具。使用者將數據資料彙整為要求之格式後，即可經線上運算即可產生所需要之安全性評定結果及各類報表，包括於地圖上標示各道路安全評等、事故傷亡預估圖以及路況統計表等。透過 ViDA 系統進行安全性分析及評定，可提供各路段安全等級之彙整資訊，作為評估改善道路優先順序之參考。

RST (Road Safety Toolkit 道路安全工具) 是 iRap 與、gTKP (global Transport Knowledge Practice) 及世界銀行合作之成果，彙整各類造成道路交通事故死傷的原因、並提供相關防範對策。該工具機於數十年的道路安全研究基礎，可針對不同使用者，如工程師、規劃單位或決策者制定各類用路人安全改善計畫。

以下將前期計畫所探討之公路安全手冊進行回顧。公路安全手冊由美國州公路及運輸協會(American Transportation Officials, AASHTO)制訂，該手冊以科學化

方法執行道路安全分析，其量化分析工具可搭配其他運輸系統的績效指標一併衡量評估，如交通設施運轉效率、環境衝擊、建置成本等。在道路規劃、設計和養護過程，可應用本分析方法量化安全成效；針對過去較少執行安全分析之研究專案，亦可產出相關的量化安全分析。

公路安全手冊提供之應用包含：

1. 辨識最有可能降低事故頻率或嚴重性的地點。
2. 確認導致事故發生的因素並提出相關可行對策。
3. 針對具有潛在改善的交通安全項目進行經濟評估。
4. 評估對策實施後，事故減少所帶來的效益。
5. 計算多種設計替代方案對於事故頻率與嚴重性的影響。
6. 對於公路路網，估算潛在事故頻率與嚴重性。
7. 面對規劃、設計、操作和決策時，估計事故頻率與嚴重性的潛在影響。

公路安全手冊內容包含四大部分，如圖 2.2 所示，A 部分為該手冊的基礎知識，其餘三個部分按工程項目或分析目的之不同，可在 A 部分後應用而無須按照順序。例如：C 部分透過點線與路網審查和經濟評價相連，表示 C 部分的 SPFs 可應用於路網審查和經濟評價中；而 D 部分透過虛線與選擇對策與經濟評價相連，表示 D 部分的事務調整因子可應用於選擇對策與經濟評價中；四大部份內容分別簡單說明如後。

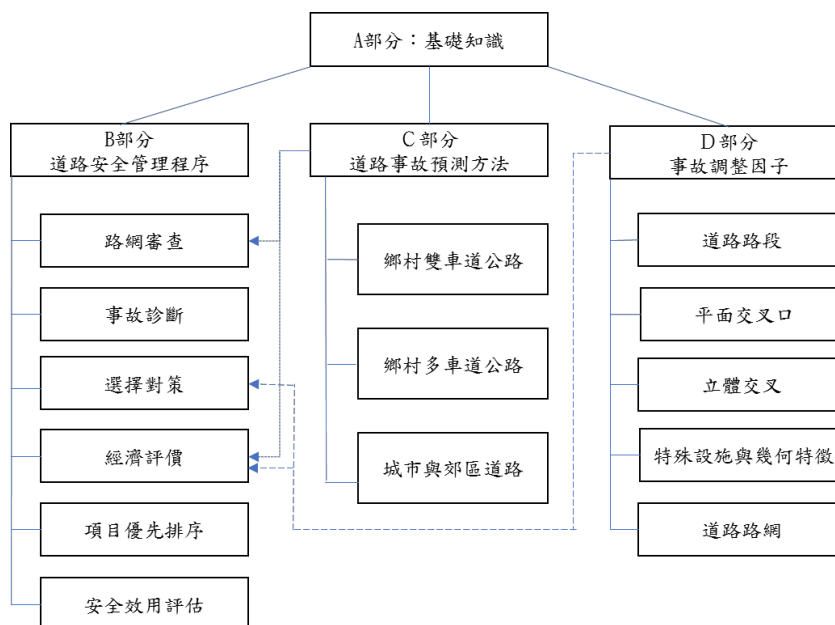


圖 2.2 公路安全手冊架構圖

以下針對 A、B、C 及 D 部分進行說明：

- A. 基礎知識：說明 HSM 目的與範圍，以及如何在規劃、設計、營運和維護決策階段使用。此外，概述與事故相關的人為、道路與環境因素等，以及所需的定義與相關基礎知識。
- B. 道路安全管理程序：評估降低既有道路路網事故與嚴重性之步驟，分別包含路網審查、事故診斷、選擇對策、經濟評估、優先項目排序、以及安全效用評估的方法。
- C. 道路事故預測方法：用於預測路網、設施、或者某一地點的期望平均事故數，可應用於道路現狀、替代方案、或尚未修建的新道路設計，能針對有多重選項之工程，評估每一方案的期望平均事故數，也可以作為安全績效函數 (Safety Performance Function, SPF) 之來源。道路安全預測方法有三種主要類型，分別為鄉村雙車道雙向公路、鄉村多車道公路以及城市與郊區的道路。
- D. 事故調整因子：彙整各種安全對策的效果，並量化特定地點實施對策後期望平均事故數的變化。考慮道路路段、平面交叉口、立體交叉、特殊設施與幾何特徵、道路路網等五種地點類型，建立新的事故調整因子 (Crash Modification Factors, CMFs)，推算出適合區域或道路特性的交通事故預測模式。

2.2 道路評估方法回顧

本小節透過文獻回顧及前期計畫之成果，將臺灣過去執行過之道路評估方法及 iRap 平臺提供之道路評估方法進行簡易說明，此一部分將可成為計畫未來公路安全手冊因子本土化之借鑒與參考。

iRap 之道路安全評估方法透過四大程序，分別為風險地圖、星級評等、績效追蹤及道路投資計畫進行，評估方法如圖 2.3 所示，並分別說明如下。

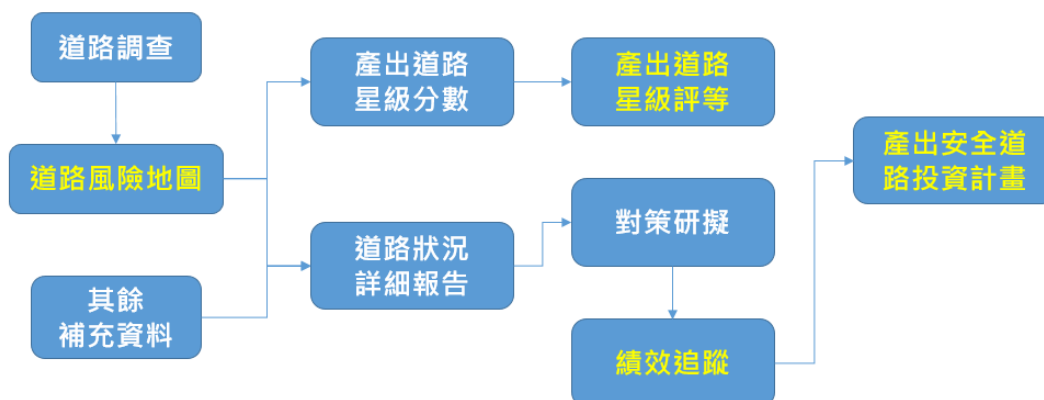


圖 2.3 iRap 道路安全評估方法流程圖

- 一、風險地圖：適用於可取得歷史事故資料之路網，以詳細肇事數據說明路網中各路段之傷亡人數，風險地圖呈現各類用路人、車輛和環境相互影響之綜合風險，利用路段之延車公里與歷年交通事故數計算，以圖形化客觀提供容易造成事故死傷的地點以及碰撞風險較高的地點。製作風險地圖所需資料包括：
 1. 路段切分。
 2. 路段特性：長度、車速、道路特性與交叉路口型式等。
 3. 分年事故資料：風險地圖需要至少三年期的相關資料，包含年度死亡事故數、年度嚴重事故數、年度重大死傷事故數、以及年度平均每日交通量 (AADT) 等。
 4. 事故類型數量：行人與自行車騎士的重大死傷事故數、交叉路口重大 C-22 死傷事故數量、車輛駛離車道的重大死傷事故數、對撞類型重大死傷事故數、其他意外事故數等，以上均以三年累積數量計算。製作風險地圖所需事故之分類如圖 17 所示，以 2 種事故嚴重程度、4 種事故參與者以及 5 種事故類型交叉區分為 30 大類
- 二、星級評等：星級評等是衡量交通事故發生機率與嚴重性的客觀方法。藉由逐段紀錄道路各項屬性，根據最常造成交通事故的道路特徵，依循 iRAP 研究之轉換方式，可定義路網上各路段的用路人風險。星級評等不需要詳細的事故資料，在許多無事故資料的開發中國家均適用。星級制度利用道路安全檢查數據呈現道路屬性與事故率之關係，客觀測量事故發生的可能性及其嚴重程度。根據 iRAP 定義，將道路等級分為一至五顆星，死亡或嚴重傷害的風險在黑色之一星級道路上最高、綠色之五星級則表示該路段安全程度最佳。
- 三、績效追蹤：藉上述產出之星級評等和風險地圖追蹤逐年道路安全績效變化。藉由逐年資料比較，政府及出資機構可以衡量其投資於道路安全措施之效益
- 四、道路投資計畫：為避交通事故、提升交通安全並保障世界人民權利。平台提供約 70 個經實證的道路改善方案、超過 90 個經驗證的道路改善選項，以利提升道路星級評等，提升使用國之交通安全。

以下針對臺灣過去使用之道路評估方法進行回顧。許添本、李明聰於 2000 年之地區性道路交通安全風險評估模式之建立，該研究以建立人車衝突風險指標為評估基準，該風險指標包含曝光量及嚴重性等二大部份。曝光量指標的建立，以行人步行於地區性道路之中，可能面臨的人車交會次數，反應行人步行過程中可能的人車衝突次數；嚴重性指標的建立，則以行人遭遇車輛碰撞時，車輛傳遞

給行人的動能大小，反應行人遭遇事故時的傷害程度。人車衝突風險則定義為曝光量指標與嚴重性指標之乘積。透過該風險指標之建立，可衡量地區道路之交通安全程度。

鄧振源、沈永信於 2002 年之道路交通安全評估之研究-以位處山區的大學為例，該研究之道路評估方法為首先擬出一份專家問卷，對相關專業人士進行深度訪談，內容包含人、車、路、環境四大因素及行人量、近一年的肇事資料、交通量、重型車輛、車速變化、連續彎道、急轉彎道、交叉路口、鋪面狀況、坡度、路寬變化、狹橋、隧道、懸崖、道路照明、視距、眩光、護欄設施、土石流、號誌、標線標誌、路邊障礙物等 22 個評估準則，藉由專家學者的專業見解，求取每個因素、評估準則之間的優劣順序。最後運用簡單多屬性評點法進行各路段綜合評估，同時利用重心法改良權重分配。

由交通部運輸研究所於 2016 年之道路交通安全改善方案之發展與評估方法之研究，透過文獻資料與實際案例之蒐集與回顧，以系統性的方法，掌握國際上近年在道路交通安全改善方案之發展與評估方法的趨勢。藉由國際間知名的道路評估方法進行實作，如高齡者駕照管理案例實作，該案例實作是將高齡者駕照之有效性進行績效評估。該績效評估之績效指標分為核心指標、行為指標及行動指標。核心指標所指為事故件數或傷亡人數之減少；行為指標是為間接指標，用以替代核心指標，該指標於高齡駕照管理的行為指標可以為 (1) 針對仍有駕駛行為的高齡駕駛進行交通安全教育，並評估受訓完後所提升的安全認知分數。(2) 高齡駕駛在路上駕駛的曝光量的減少。(3) 道路上已不適合繼續駕駛但仍繼續駕駛的高齡駕駛比例；行動指標是為衡量主管機關對減少交通事故或事故嚴重程度所做的努力。

參、 公路安全手冊本土化之研究

3.1 公路安全手冊之本土化說明

前述所提公路安全手冊分為四大部分，其中有會隨地區而產生質變之項目，以道路事故預測方法及事故修正因子為例，此二項目可能因地區性不同而產生不同結果，因此須針對地區性進行因子修正。

以道路事故預測方法為例，其為提供預測事故發生頻次的方法，可估計某一地點的期望平均事故頻次。該預測方法以安全績效函數(Safety Performance Functions, SPFs) 為基礎計算。SPFs 為數個方程式，以交通量與道路特徵(例如車道數、中央分隔形式、號誌化路口控制等) 為輸入值，估算出平均事故頻次之預測值。例如： $NP = NSPF_1 \times (CMF_{x1} \times CMF_{x2} \times \dots \times CMP_{xy}) \times C_x$

其中，NP 為預測模型所估計對一特定年在地點類型 x 的事故數(事故/年)； $NSPF_x$ 為 SPF 基本條件代表地點類型 x 的預測平均事故數(事故/年)； CMF_{xy} 為對地點類型 x 的事故修正係數； C_x 為根據地點類型 x 的地區條件校正係數。

公式中所提之各項代數，如 C_x 會根據地點不同而有變化，而本計畫主要宗旨即在此。針對公路安全手冊中之道路安全評估方法之因子進行本土化，將該手冊內之評估方法吸收並內化成為適合我國且有效之道路評估方法。

3.2 FMEA 失效模式與效應分析

FMEA(Failure Modes And Effects Analysis)失效模式及效應分析，是一套可於各領域廣泛使用的評估方法。FMEA 以有系統的預測，找出可能引起失敗及故障等情況，對這些現象可能造成的影響來進行分析，並事先研擬出解決對策。加上後續追蹤措施的執行，以便對所預測可能出現的失效及故障做好防範措施。

FMEA 之 F 所指為 Failure，定義為該項目或產品，在規定的條件與範圍下，無法達到預期的功能或目的。E 所指為 Effect，定義為在各種情形或變因下，對該項目或產品造成之影響，並評估其嚴重程度。A 所指為 Analysis，定義為在前述各種情形下，進行之各種樣態之分析。

針對公路安全手冊之本土化部分，本計畫將採前述介紹之 FMEA 進行。將公路安全手冊中之道路評估方法透過失效模式與效應分析，釐清該道路評估方法是否適用於臺灣？會在何種情形下失效？並該如何調整其中因子或流程？對該分析之初步規劃流程如圖 3.1 所示，並分別說明。

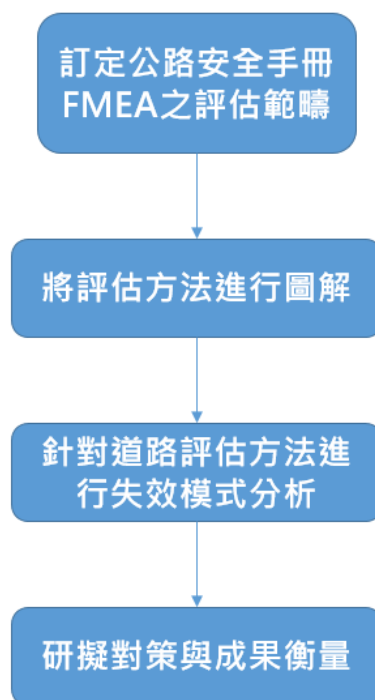


圖 3.1 FMEA 執行流程圖

- 一、 訂定公路安全手冊 FMEA 之執行範疇
- 二、 將公路安全手冊之道路評估方法進行圖解流程
- 三、 針對道路評估方法進行失效模式分析
 1. 將上述產出之圖解流程進行剖析，詳細列出所有可能及潛在之失效，包含道路評估方法失準、適用問題或其他問題。
 2. 列出可能及潛在之失效，其會帶來之所有可能及潛在之影響。
 3. 定義嚴重度評分，並將步驟 2 所提失效可能帶來之影響進行評分，清楚了解失效可能帶來之風險，此可得出發生率分數 (Probability Score)。
 4. 確認失效模式中之潛在因素，釐清該失效情形是由何種因素造成。
 5. 定義失效發生之機率，將步驟 2 可能發生之失效評定發生機率，此可得出嚴重度分數 (Severity Score)。
 6. 將發生率分數及嚴重度分數進行相乘，得出乘積為危害分數 (Hazard Score)
 7. 利用危害決策矩陣 (Hazard Decision Matrix) 決定該失效是否需要進一步行動，如該分數在 8 分以上，則強烈建議須制訂修正或行動策略。

四、研擬對策與成果衡量

1. 確保每個必要改善之失效模式都訂有對策，以本計畫範疇為例，即針對道路評估方法之中因子進行調整
2. 檢視改良後之成果是否確實有效

於本計畫範疇內，本團隊會將上述規劃之 FMEA 失效模式與效應分析研究方法，針對公路安全手冊之道路評估方法進行研究。首先思考國外道路評估方法之目標與手段，而後考量臺灣之交通環境、風土民情及交通政策等影響因素，將公路安全手冊之解決方案修正成為適合我國之道路評估方法，以達成公路安全手冊本土化之最終目標。

肆、 預期成果

本次報告主要為探討公路安全手冊之內容及其本土化之研究流程，於計畫後續期間，本團隊將完成下列項目：

一、 公路安全手冊之本土化研究與評估

1. 盤點與釐清公路安全手冊之計算模式
2. 針對公路安全手冊內之模式以 FMEA 失效模式與效應分析進行評估
3. 針對臺灣之交通環境，提出公路安全手冊適用之相關建議

二、 推動我國道路安全評估之建議

1. 提出道路安全評估分析模式因子之建議
2. 蒐集國際間現存之其他道路分析方法

三、 本計畫預計執行至 2019 年 12 月底，規劃期程如圖 4.1 所示。

重要時程 完成項目	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
	契約簽訂完成	▲				
108 年度期中報告	▲					
108 年度期末報告					▲	
定稿並辦理驗收						▲
蒐集臺灣之道路交通安全評估資料						
資料蒐集與統整						
盤點與釐清公路安全手冊之計算模式						
公路安全手冊模式之評估						
針對臺灣之交通環境，對分析方式提出建議						
推動我國道路安全評估與建議						
蒐羅國際間現存之其他道路分析方法						
提出道路安全評估分析模式因子之建議						

圖 4.1 工作期程甘特圖