

出國報告（出國類別：進修 線上訓練課程）

參加美國警察科技及管理研究所（Institute of Police Technology and Management，IPTM）「交通事故與車禍致死現場調查- 線上（At-Scene Traffic Crash/Traffic Homicide Investigation- Online）」課程出國報告

服務機關：國家運輸安全調查委員會

姓名職務：呂昀諶/公路調查組副調查官

派赴國家/地區：臺灣，中華民國（線上訓練課程）

出國期間：民國 112 年 04 月 03 日至 06 月 11 日

報告日期：民國 112 年 08 月 11 日

# 摘要

本次「交通事故與車禍致死現場調查- 線上 (At-Scene Traffic Crash/Traffic Homicide Investigation - Online)」課程由美國警察科技及管理研究所 (Institute of Police Technology and Management, IPTM) 辦理，受訓日期為民國 112 年 04 月 03 日至 06 月 11 日，共計 10 周，每周 8 小時，內容包含交通事故調查之基本要素、調查結果記錄及現場速記 (含攝影技巧、現場量測及現場圖繪製等)、針對事故調查及現場重建時可能應用到之數學、物理與工程學基礎知識進行系統化學習及實例演練等共 10 個模組，其中，測驗題占比為 40%，模組課程占比 30%，期末考試占比 30%，且期末考試成績達 80 分以上才能取得證書。針對完成課程後之建議事項共兩項，包含未來可在內部訓練時著重相關課程的複習，以及建議購置 RTK base 的手持式點雲設備方便調查人員精準記錄事故現場樣態。

# 目次

壹、目的	3
貳、過程	4
(一) 交通事故調查簡介	8
(二) 道路及車輛上的物理跡證	20
(三) 事故人為因素、訪談與審訊	25
(四) 交通製圖模板使用	28
(五) 數學計算、現場量測與現場圖繪製作業	29
參、心得與建議	35

# 壹、目的

我國於108年-111年因涉及運輸業事故造成人員死亡超過800人，平均一年造成超過200人失去生命，運安會公路調查組成立主要目的即為調查公路運輸業之重大事故，有鑑於此，運安會公路調查組皆會針對新進同仁辦理國內及國外之相關課程，以提升公路運輸安全調查能量，本次共選派1名新進同仁完成此訓練課程。

因應課程當下政府方鬆綁防疫規範，故相關外訓課程仍以線上方式辦理，本次「交通事故與車禍致死現場調查- 線上 (At-Scene Traffic Crash/ Traffic Homicide Investigation - Online)」課程由美國警察科技及管理研究所 (Institute of Police Technology and Management, IPTM) 辦理，訓練內容包含交通事故調查之基本要素、調查結果記錄及現場速記 (含攝影技巧、現場量測及現場圖繪製等)、針對事故調查及現場重建時可能應用到之數學、物理與工程學基礎知識進行系統化學習及實例演等，本訓練課程之學習主題如下：

- 道路上的跡證 (Physical evidence from the roadway)。
- 車輛上的跡證 (Physical evidence from the vehicle)。
- 人為因素和乘員運動學 (The human element and occupant kinematics)。
- 數學原理和方程式 (Mathematical principles and equations)。
- 打滑痕跡和車速計算 (Skid marks and vehicle speeds)。
- 車禍現場攝影 (Crash scene photography)。
- 交通製圖模板工具 (Traffic templates)。
- 測量和現場圖繪製 (Measuring and scale diagramming)。
- 駕駛員和目擊者訪談 (Driver and witness interviews)。
- 資訊分析與案例準備 (Information analysis and case preparation)。

## 貳、過程

### 一、課程規劃

本次線上課程交通事故與車禍致死現場調查（At-Scene Traffic Crash/ Traffic Homicide Investigation）由美國警察科技及管理研究所（Institute of Police Technology and Management, IPTM）辦理，受訓日期為民國 112 年 04 月 03 日至 06 月 11 日，共計 10 周，每周 8 小時，參訓學員須線上觀看各個課程模組（Module）、完成模組作業和討論、參加各模組線上測驗和期末考試方能取得結業證書。其中，測驗題占比為 40%，模組課程占比 30%，期末考試占比 30%，且期末考試成績達 80 分以上才能取得證書。

本課程為系列課程中的第 1 堂課程，本課程架構如表 2-1 所示。IPTM 系列課程共計 3 堂課程，另外 2 堂課程分別為：進階交通事故調查（Advanced Traffic Crash Investigation）以及交通事故重建（Traffic Crash Reconstruction）。

表 2-1 課程架構

模組	課程內容
Module One	<ul style="list-style-type: none"><li>● Introduction to Traffic Crash Investigation</li><li>● Classifications of Traffic Crashes</li><li>● Crash Photography</li><li>● Series of Events</li><li>● Mathematical Principles Review</li></ul>
Module Two	<ul style="list-style-type: none"><li>● Physical Evidence from the Roadway</li><li>● Estimating Vehicle Speed- Conversions and Constant Equations</li></ul>
Module Three	<ul style="list-style-type: none"><li>● Physical Evidence from the Vehicle</li><li>● Estimating Vehicle Speed - Friction</li></ul>
Module Four	<ul style="list-style-type: none"><li>● Human Factors</li><li>● Interview and Interrogations</li><li>● Estimating Speeds- Minimum Speeds and Combined Speeds</li></ul>
Module Five	<ul style="list-style-type: none"><li>● Case Preparation</li><li>● Estimating Vehicle Speed- Time and Distance (To or from a stop)</li><li>● Estimating Vehicle Speed</li></ul>
Module Six	<ul style="list-style-type: none"><li>● Use of the Traffic Template</li><li>● Introduction to measuring and diagramming-Introduction</li></ul>
Module Seven	<ul style="list-style-type: none"><li>● Measuring and diagramming-Drawing Projects</li><li>● Linear Perimeter Measuring</li></ul>

Module Eight	● Outdoor Measuring and Diagramming Project
Module Nine	● Hit and Run ● Outdoor Testing
Module Ten	● Course Closing

## 二、課程導師

課程導師設置目的為解答學員上課產生的疑問、批改學員作業和提供額外的協助等。本次線上課程導師 Carlos DeJesus 自 2015 年以來一直擔任 IPTM 的導師，曾任職於佛羅里達州布勞沃德縣公共安全研究所的兼職主持人，主要教授酒、毒駕（Driving Under Influence, DUI）和交通事故調查相關課程。講師曾任職於布勞沃德警長辦公室的副警長以及執法部門，曾待過道路巡邏隊、酒、毒駕特別工作組、交通致死案調查，目前分配到培訓部，擁有豐富的實務與培訓相關經驗，講師專業背景介紹如圖2-1 所示。

### Carlos DeJesus



Carlos De Jesus has been serving as a member of the adjunct faculty of the Institute of Police Technology and Management since 2015. He has served as an adjunct facilitator for the Institute of Public Safety in Broward County, Florida where he instructs courses concerning DUI and Traffic Crash investigations, since 2012.

Carlos is a Deputy Sheriff with the Broward Sheriff's Office, where he began his career in Law Enforcement in 2002. During this time he has worked in the capacity of Road Patrol, the DUI Task Force, and Traffic Homicide Investigations and is currently assigned to the Training Division.

Carlos maintains certifications as a CMS Firearms Instructor, DUI Instructor, CMS Vehicle Operations Instructor, Law Enforcement Fitness Specialist, and Peacekeeper Basic Instructor.

Mr. De Jesus' training and experience have provided him the opportunity to be recognized and provide testimony as an Expert Witness in civil and criminal proceedings concerning Crash Investigation and Reconstruction.

圖2-1 線上課程導師簡介（英文）

## 三、授課方式

課程開始前約一星期，學員將會收到下列 4 項教材：課本、計算機、圓規以及交通製圖模板（Traffic Template），學校提供公制及英制模板，供學員繪製時自行選擇，如圖 2-2、圖 2-3 所示。

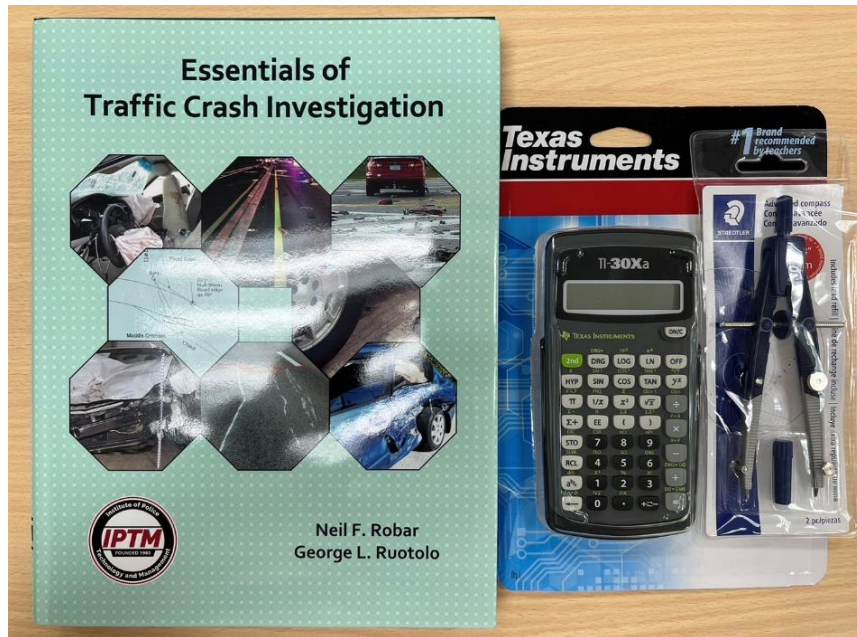


圖2-2 教材（課本、工程計算機、圓規）

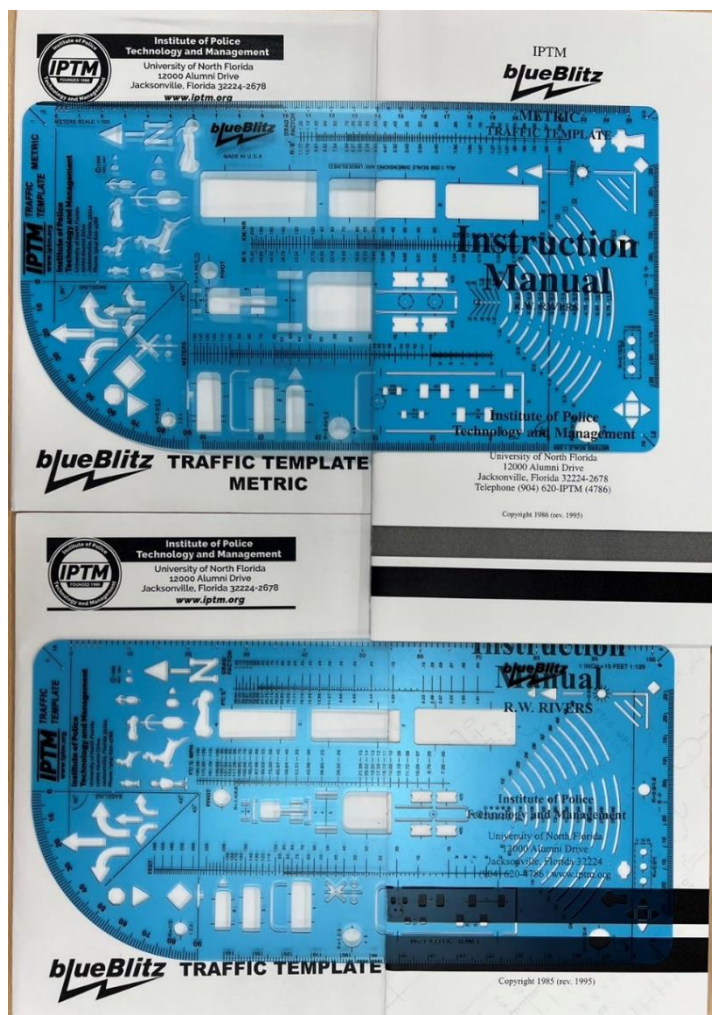


圖2-3 教材（交通製圖模板，由上至下為公制及英制設計）

本次課程採線上方式進行，學員需於上課前至 IPTM 的線上課程平台進行註冊（如

圖2-4) ，獲得登入帳號授權後，始得開始上課，上課畫面如圖2-5。

課程共分為10個模組，每周僅開放1個模組，學員每周須先逐步完成模組需求，如閱讀作業（課本）、觀看影片教學及全面了解當周模組知識後，提交作業並完成模組測驗，且成績須達 80 分以上方能進入下一個模組，另課程導師會不時注意學員學習狀況，並給予進度落後學員幫助；針對成績未達標的學員，導師亦會透過留言給予教學與建議。



圖2-4 課程平台畫面



圖2-5 上課畫面



## 四、課程摘要

以下使用本次課程五大重點加以總結，分別為（一）交通事故調查簡介、（二）道路及車輛上的物理跡證、（三）事故人為因素、訪談與審訊、（四）交通製圖模板使用、（五）數學計算、現場量測與現場圖繪製作業。

### （一）交通事故調查簡介

#### 交通事故調查簡介

##### 1. 交通事故定義

依據美國國家安全委員會將事故定義為：「於一連串事件中，產生非預期傷害、死亡或財產損失。」

##### 2. 交通事故調查目的

定義如下：「徹底檢查所有導致交通事故的因素，根據事實資料對所發生的一系列事件做出有理有據的解釋。」

##### 3. 事故現場調查

###### (1) 現場證據

- 確保易流失證據的保存，並於移動或勘察證據之前拍照。
- 用粉筆或其他適當的方式標記出證據準確的位置，以便日後進行測量。
- 紀錄車輛、直接碰撞區域。
- 紀錄周圍場景，標記特徵物，如路燈、電線桿、消防栓等。

###### (2) 訪談

- 事故駕駛員、其他目擊者之口頭或書面陳述，並留意不要引導受訪者的回答。
- 事故發生時受訪者的位置。
- 受訪者看到或聽到甚麼，如煞車聲、引擎聲、尖叫聲等。

###### (3) 車輛檢查及測試。

- 留意車輛原本的故障，不要和事故造成的損壞混淆。

- 車輛上是否存有違規或故障的證據。
- 可能導致事故發生的物品，如深色隔熱紙。

#### (4) 執法

- 預防交通事故首先要消除不安全的駕駛行為，如超速駕駛、不安全的超車、未保持安全車距、未打方向燈。
- 有效的執法有助於駕駛員遵守交通規則、減少不安全駕駛行為，提升交通安全。
- 調查員應找尋導致車禍的違規行為，以取得相關事證：如利用監視錄影裝置、駕駛員自述或目擊者陳述等。

#### (5) 進行滑行測試（Skids test）以確定車輛車速。

- 滑行痕跡（Skids marks）位置、長度。

#### (6) 火災和危險物品

- 留意是否有火災或危險物品洩漏的可能性。
- 調查員應具備辨識危險物品種類的能力。

#### (7) 調查員心態

- 做出合理的判斷。
- 保持開放的心態，並隨著調查的進展對案件進行滾動式檢討。
- 蒐集證據及記錄事實。
- 不僅只依賴自身推論。
- 避免調查前或調查中對特定事件形成偏見。

## 交通事故類型

### 1. 一般術語

- (1) 事故（Crash）是一種不穩定的情況（unstabilized situation），包含至少一個不直接由災害（Cataclysm）造成的有害事件（Harmful event）。
- (2) 有害事件（Harmful event）係指有傷害或是受損的發生。

- (3) 災害 (cataclysm) 係指龍捲風、地震、洪水等。
- (4) 不穩定的情況 (Unstabilized situation) 係指不受人類控制的一系列事件，從控制權的喪失到重新獲得控制權的這一段時間 (如駕駛員睡著到清醒)，或終止於人員和財產處於靜止狀態 (如駕駛員睡著到發生車禍後靜止)。
- (5) 穩定的情況 (Stabilized situation) 係指碰撞發生後，一切歸於靜止的情況。
- (6) 最終靜止位置 (Final rest position) 係指車輛發生碰撞後，最終停止的地點。

## 2. 涉入人員 (Persons)

- (1) 駕駛員 (driver)：實際駕駛車輛的人員。
- (2) 乘員 (occupant)：任何屬於運輸工具內的人員，包含駕駛員及乘客。
- (3) 乘客 (passenger)：非駕駛員的車內人員。
- (4) 行人 (pedestrian)：任何使用步行的人員。
- (5) 交通單位 (traffic unit)：道路車輛或行人。

## 3. 車輛 (Vehicles)

- (1) 機動車輛 (Motor vehicle)：任何不在鐵軌運作上的 (機械或電動) 車輛。
- (2) 摩托車 (Motorcycle)：專為載人而設計的兩輪或三輪機動車輛。
- (3) 道路車輛 (Road vehicle)：係指除鐵路車輛之外任何的陸地車輛。
- (4) 陸地車輛 (Land vehicle)：係指非屬飛機也非水上交通工具的運輸車輛。
- (5) 其他車輛道路 (Other road vehicle)：除機動車輛以外的任何道路車輛，如有軌電車、獸力行駛車輛等。

## 4. 交通道路 (Traffic way)

- (1) 自行車道 (Bicycle lane)：被指定為優先或專門供自行車使用之道路，通常相鄰或平行於車道。
- (2) 縣級公路 (County road)：縣級道路系統內的道路不屬於州際公路、其他擁有美國公路編號的公路或其他州公路編號的公路，類似台灣的縣道或鄉道。
- (3) 行人穿越道 (Crosswalk)：在道路上，用線條或使用道路表面其他標記明確表示供

行人穿越的地方；或在可供行人通行的道路兩側之連接路面，同樣可視為行人穿越道，如圖 2-6 所示。

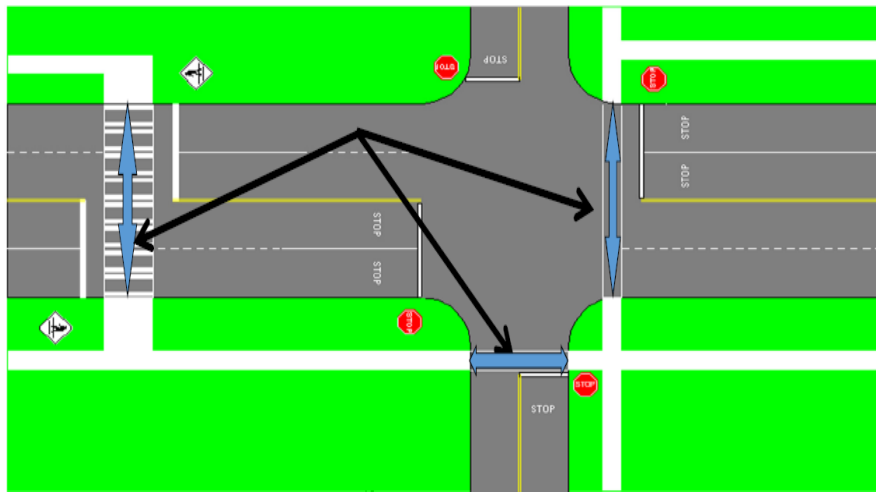


圖2-6 行人穿越道

(4) 車道連接段 (Driveway access)：係指連接一般道路與毗鄰的建築物的車道，如圖 2-7 所示。

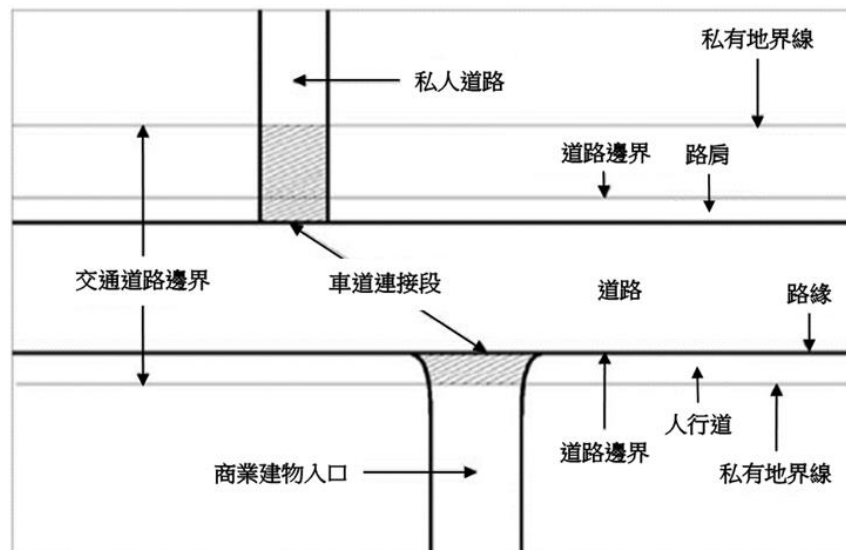


圖2-7 私人車道

## 事故攝影

### 1. 事故攝影

攝影是蒐集和保存證據的方式之一，其被視為現場證據的補充資料。此外，調查員應注意照片可能無法準確的反應所拍攝的內容，並且存在光線等差異，另外，在攝影時，避免使用廣角鏡頭，拍攝多張的場景照片取代使用廣角鏡頭的照片，以避免

場景或物體變形；照片也應準確地描述調查員在現場看到的內容，對場景進行標記、移動、勘查之前後皆應拍攝照片，以了解前後對比，以下是建議拍攝的清單：

- (1) 白板（如圖2-8），其中包含地點、時間、案件編號、調查員、嚴重程度等資訊。
- (2) 所有與事故相關的車輛或交通單位（Traffic units）
- (3) 所有車輛的最終靜止位置，以及人員在道路中的照片
- (4) 所有在路面或草皮上的記號
- (5) 雙方車輛於交叉路口的接近視角（Approach views），如圖2-9
- (6) 辨別事故地點的道路標誌等
- (7) 駕駛員、目擊者及他們的車輛
- (8) 任何障礙物
- (9) 樹籬或柵欄
- (10) 懸垂的樹木和灌木
- (11) 太陽眩光
- (12) 缺失或倒下的交通標誌、號誌
- (13) 帶有標記或證據和影響區域的整體場景

<b>案件編號</b> _____	<b>日期</b> _____
<b>發生地點</b> _____	
<b>時間</b> _____	<b>事故類別</b> _____
<b>攝影人員</b> _____	<b>記錄人員</b> _____
<b>天氣狀況</b> _____	

圖2-8 白板示意圖



圖2-9 交叉路口區域

## 2. 夜景拍攝

夜景拍攝大多非常難以拍攝，須倚靠調整相機參數及具相關知識人員以拍攝出可使用之相片。值得注意的是，調整過後的照片可能並非駕駛員當下所看見的場景，範例如圖2-10所示。



圖2-10 夜間相片調整前後比對圖

## 3. 其他相關照片

拍攝一系列照片通常比單張照片更能提供完整的現場狀況。

- (1) 基本八方位圖 (The basic eight)：對於事故車輛可以拍攝一系列的相片，分別為車輛的正前方、正後方、左方、右方、左後方、右後方、左前方及右前方，稱為基本八方位圖 (The basic eight)，如下圖2-11所示。

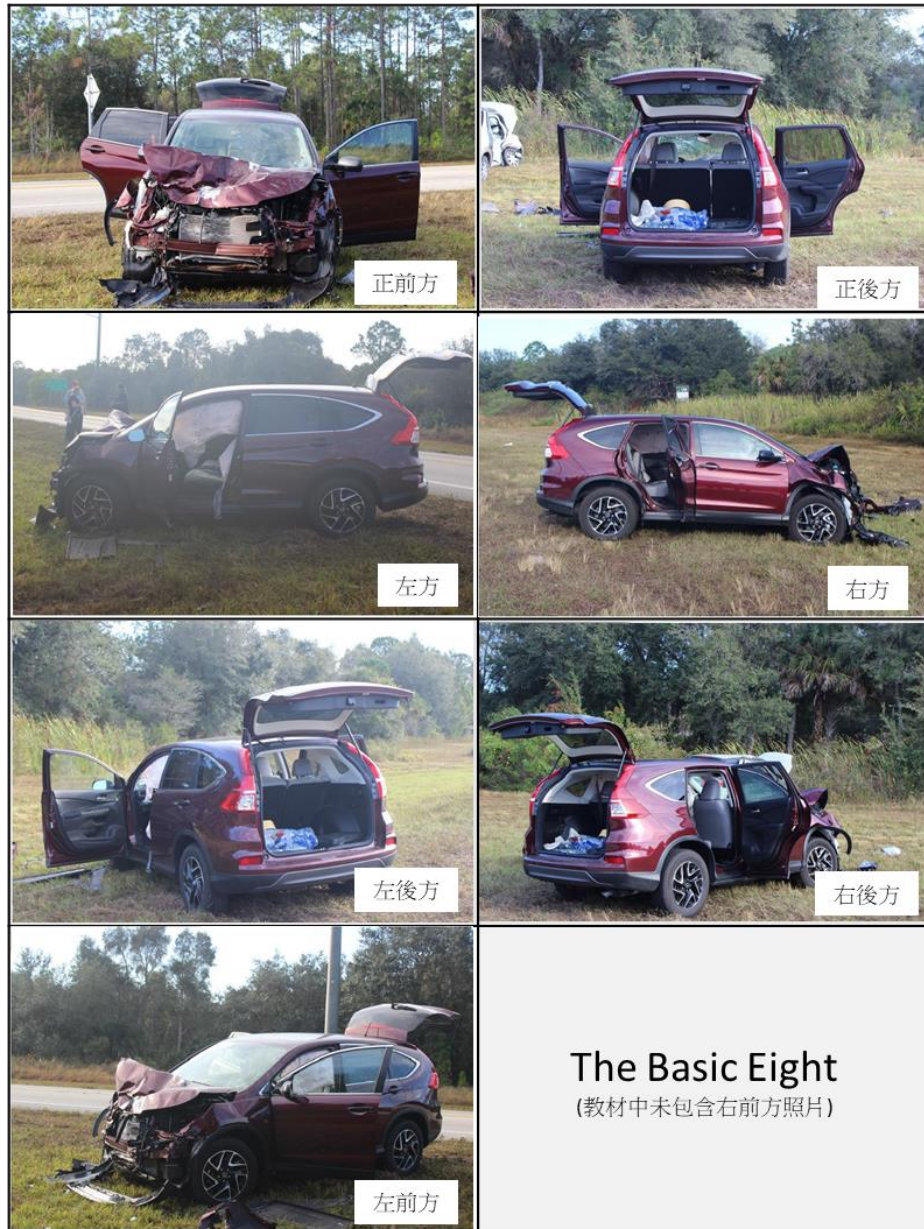


圖2-11 基本八方位圖 (The basic eight)

(2) 局部照片 (Showing Small Areas)：對於局部的照片可以採用3張系列照片呈現，第1張照片顯示了整個一般區域；第2張照片顯示的是同一區域，但距離更近；第3張照片盡可能靠近物體，如圖2-12所示。

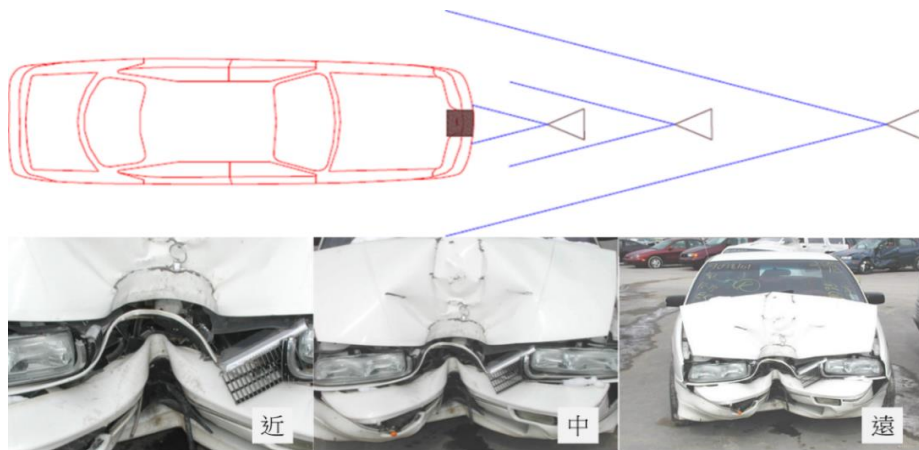


圖2-12 三段式拍法示意圖及實例

(3) 其他類型照片：如俯視照、航空照、外部損壞、內部損壞等車輛照片，如下圖2-13所示。

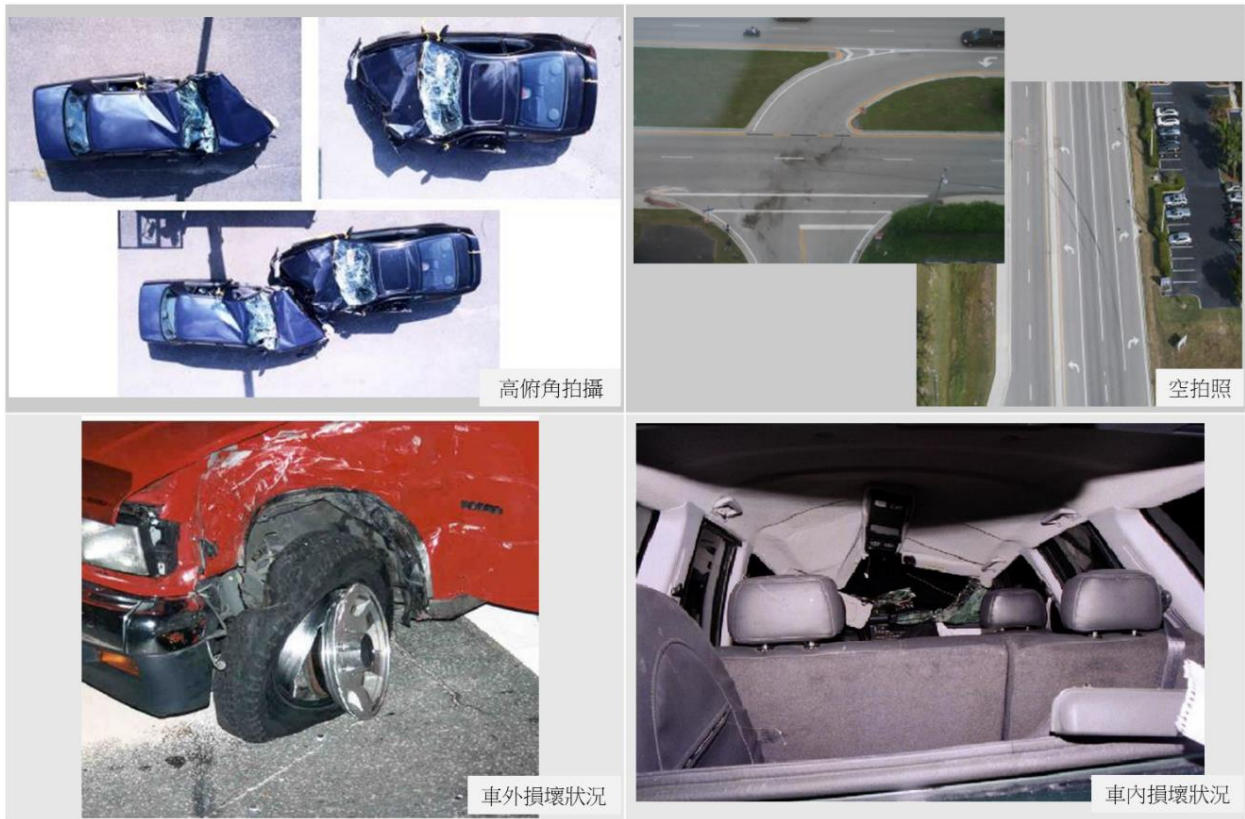


圖2-13 拍攝不同類型照片

#### 4. 使用輔助設備

(1) 閃光燈：可以補強車輛位於背光、陰暗處的細節，如下圖2-14所示。





圖2-14 閃光燈使用比較

(2) 偏光鏡：其原理是可以改變或控制光線進入相機的方向及強度，以便更清楚呈現事故現場中的細節，如煞車痕、刮地痕等，對照圖如圖2-15所示。



圖2-15 偏光鏡使用比較

### 事件序 (Series of Events)

#### 1. 事件序的定義：

構成交通事故的各種事件，這些事件被稱為系列事件。出於交通事故調查的目的，不僅包括發生的行為，還包括已經發生或可能發生的情況。

## 2. 事件 (Event)

構成交通事故的事件可以分為以下兩種類型：

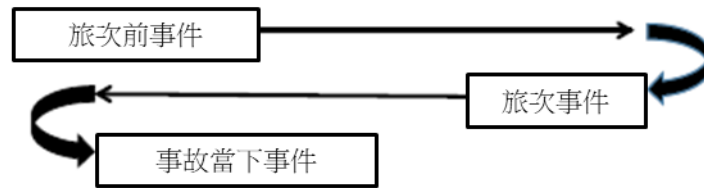


圖2-16 與事故相關事件序

(1) 事故前事件 (Pre-scene series of events)：可能對駕駛員產生影響的潛在危險事件，其中又可以分為旅次前事件及旅次中事件：

- 旅次前事件 (Pre-trip events)：在旅次開始之前發生的事件或存在的條件。如超載車輛、車輛缺陷、酒精藥物影響或駕駛員缺乏經驗。
- 旅次事件 (Trip events)：發生於旅次開始後，係指可能導致發生事故的事件。如疾病、駕駛員疲勞駕駛、停車加油、不穩定駕駛、機械故障、視野障礙物、天氣環境。

(2) 事故當下事件序 (On-scene series of events)：發生在現場區域內的事件，包括可能的感知點 (Point of possible perception)。

- 事故中的每個交通單位都有自己的事件序，應對每台車輛單獨進行調查。
- 在一系列的事件中，每台車輛都有自己的速度、重量、方向、慣性和行駛距離。
- 駕駛員和目擊者通常會描述事件及其導致的結果，而調查員必須從結果開始，盡可能的透過事件序進行回溯調查，以確定事故發生的地點、時間、方式和原因。

## 3. 感知過程 (The perception process)

- (1) 感知神經元 (Perceptual Processor)。
- (2) 視覺圖像儲存 (Visual Image Store)。
- (3) 認知神經元 (Cognitive Processor)。

- (4) 長期記憶區 (Long-Term Memory) 。
- (5) 工作記憶區 (Working Memory) 。
- (6) 運動神經元 (Motor Processor)：接受大腦指令以產生回應--反應 (Reaction) 。

4. 事件序：

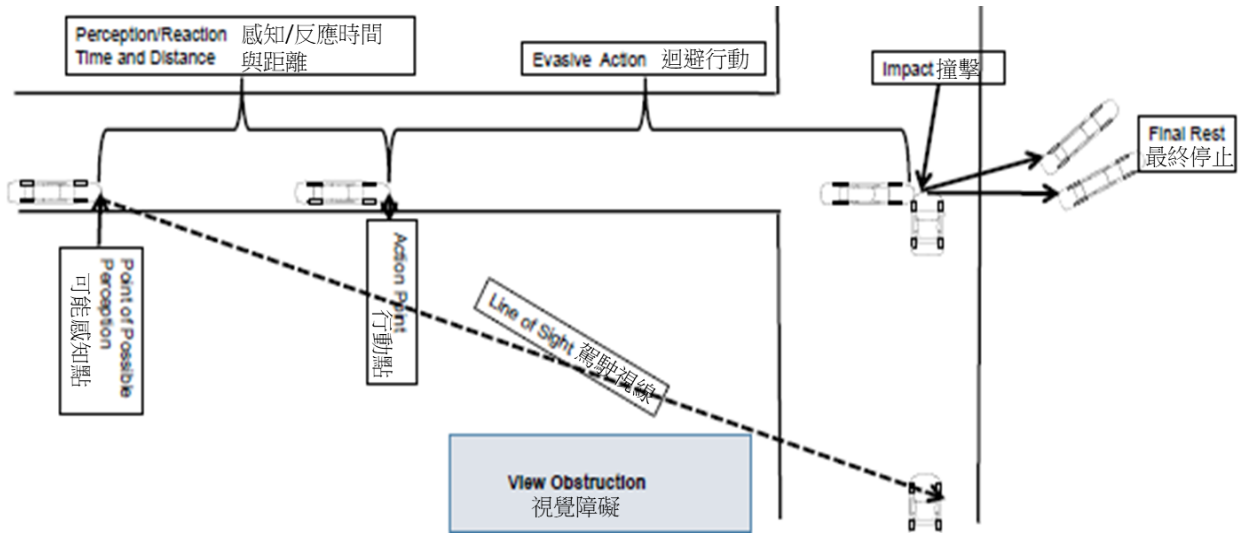


圖2-17 事件序示意圖

- (1) 感知/反應時間 (Perception/reaction time)：一個人感知 (看到)危險或刺激，並對其做出反應所需的時間。根據Dr. Paul Olson et al. (1984) 研究，一般人在白天的感知反應時間為 1.6 秒，夜間的感知反應時間則增長為 2.5 秒。
- (2) 可能感知點 (Point of possible perception)：正常人可以並且應該看到情況的點，此時感知過程 (The perception process) 便會啟動。
- (3) 實際感知點 (Point of actual perception)：駕駛員實際看到情況的點 (正常狀況下與可能感知點相同，實際需更深入調查方能得知是否有感知延遲)
- (4) 感知延遲 (Perception delay)：從可能感知點到實際感知點之間的時間和距離。
- (5) 行動點 (Reaction Time)：駕駛人根據他對危險的感知實際採取迴避行動的地點。
- (6) 反應時間 (Reaction Time)：駕駛人從感知特定情況、識別危險到實際做出反應的時間長度。
- (7) 反應距離 (Reaction distance)：反應時間下車輛行駛的距離。
- (8) 迴避行動 (Evasive Action)：為避免碰撞或其他危險情況而採取的行動或行動組合，

例如煞車或轉向。

- (9) 迴避行動距離 (Evasive action distance)：從行動點到車輛停止以避免碰撞的距離，或行動點至撞擊區域的距離。
- (10) 無法避免碰撞點 (Point of no escape)：指通過此地點和時間後，特定車輛便無法再次阻止其發生碰撞。
- (11) 路徑偏移 (Encroachment)：進入或侵入另一車輛的合法運行路徑或區域。
- (12) 撞擊區域 (Area of Impact)：指一車輛撞擊另一車輛、撞擊其他物體或翻車的地方。
- (13) 初次接觸 (Primary contact、Initial contact)：兩車輛或其中一車輛與另一個物體之間的第一次接觸，或車輛在翻車過程中與道路表面的第一次接觸。
- (14) 撞擊凹陷 (Engagement)：在初次、二次或後二次接觸期間，一車輛侵入到另一交通單位 (車輛、行人) 或物體中的過程。
- (15) 最大撞擊凹陷 (Maximum engagement)：車輛在碰撞過程中侵入到另一車輛或物體中的最大凹陷點，如圖2-18所示。



圖2-18 最大撞擊凹陷

- (16) 分離 (Separation)：車輛與另一車輛、車輛與物體在最大撞擊凹陷後脫離接觸的過程。
- (17) 二次接觸 (Secondary contact)：當車輛結束初次接觸並第二次接觸同一交通單位 (車輛、行人) 或物體，或結束初次接觸後與其他交通單位、物體接觸的過程，撞擊次序如圖2-19所示。

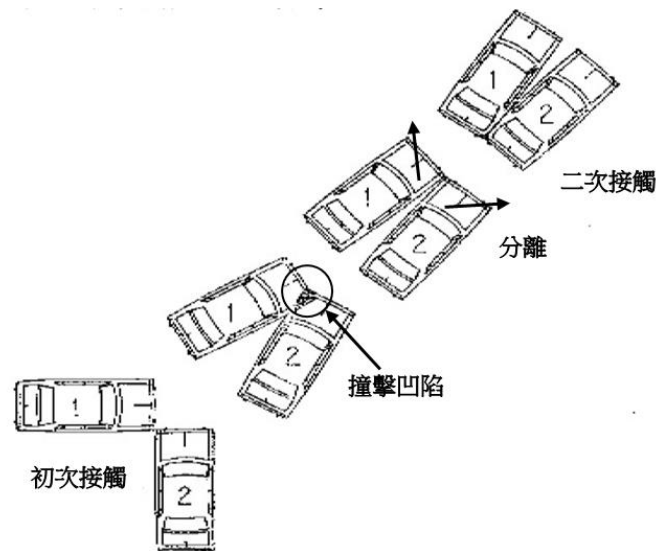


圖2-19 初次接觸、撞擊凹陷、分離及二次接觸

- (18) 後二次接觸 (Post-secondary contact)：當車輛在二次接觸後脫離並再次撞擊同一交通單位（車輛、行人）或物體，或者與其他交通單位（車輛、行人）、物體有新的初次接觸。
- (19) 最終停止位置 (Final rest position)：車輛在碰撞後完全停止的位置。（必須為非控制下的靜止，最終靜止位置可能是車輛在發生最大撞擊凹陷後產生移動的地方）
- (20) 人身傷害 (Personal injury)：在事故當下事件序中所造成的人體傷害。
- (21) 致命傷害 (Fatal injury)：因事故死亡的傷害，或因事故遭受之人身傷害並直接導致受傷人員死亡。
5. 由於人為的介入可能造成不同事故的事件序有所差異，因此每件事故的成因皆不盡相同，故涉及事故的駕駛員或行人皆須重新考慮事故的人為因素，視其為個案，據以釐清每一件事故的真相。

## (二) 道路及車輛上的物理跡證

### 環境因素 (Environmental factors)

1. 環境因素提供了許多公路安全的重要因子，同時，所謂安全運輸包含了：
  - (1) 運作正常的車輛及駕駛員。
  - (2) 可以合法容納駕駛及車輛分配的道路，並使其於無事故下營運。

- (3) 綜上所述，營運環境需提供足夠的訊息組合，以維持期望路徑及可容納駕駛員與車輛組合的道路表面。

## 2. 道路

- (1) 表面特性：凹凸不平、坑洞、裂縫及下陷等
- (2) 表面材質：瀝青、紅土、磚塊及水泥等。
- (3) 地形狀況：曲線、超高及斜坡等，其測量工具有水平儀、量角器等。
- (4) 常見障礙類型：植物、故障車輛、行人、垃圾及殘骸等。
- (5) 道路設計的目的就像軌道，為導引車流在劃定的範圍中行駛，部分設施與輔助車輛行駛有關，如：護欄、燈桿及告示牌。然而，所有的設施皆有可能最終導致事故的發生，如照明不足或過度照明（眩光），或告示牌阻擋駕駛視線，皆有可能使駕駛無法及時反應，導致意外事件發生。

### 道路跡證- 滑痕 (Skid Marks)

調查員可以透過此證據證明或排除證明部分於調查過程中獲得的訊息，尤其千萬不要全然相信目擊者提供的資訊。

1. 滑痕是由於輪胎在道路表面或其他表面上滑動而產生的輪胎痕跡，由兩個部分組成，分別為陰影（shadow mark）和拖尾（smear mark），如圖3-14所示。
2. 滑痕之主要成因為：
  - (1) 車輪因煞車而無法自由旋轉（車輪鎖死）或因碰撞而被卡住。
  - (2) 車輪可以自由旋轉但被迫側滑，當車輛的後輪在偏航（Yaw）時失去其在地面上的抓地力時便會發生。
3. 根據不同成因之滑痕類型又可再細分為：
  - (1) ABS 滑痕：因ABS作動而產生之虛線型滑痕，又稱為初期（Incipient）滑痕，其痕跡最淡而煞車力最大。
  - (2) 錯位（Offset）滑痕：因外部力量（撞擊）導致車輛方向改變而產生之滑痕。
  - (3) 跳動（Skip）滑痕：鎖死的輪胎在路面跳動產生，通常因路面坑洞、裂痕或撞擊導致車

輛離開地面又或者是未裝載（輕裝載）的半拖車導致。

- (4) 間隔（Gap）滑痕：煞車作動時，輪胎反覆鎖死再放開的動作導致，通常間隔在15-20英尺，測量時僅須測量深色的滑痕即可。

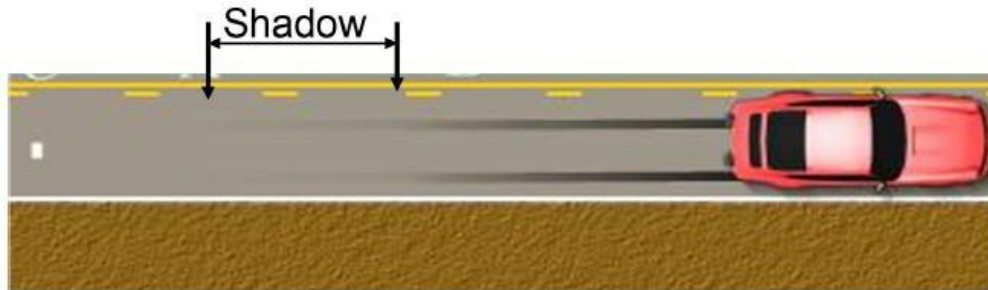


圖2-20 滑痕的陰影和拖尾

4. 調查人員根據現場滑痕可以用確定：
  - (1) 開始打滑的速度。
  - (2) 車輛位置。
  - (3) 碰撞前和碰撞後的行駛路徑。
  - (4) 車輛的動作，如是否旋轉或改變方向等。
  - (5) 個別輪胎煞車是否故障。

## 車輛跡證

1. 現場車輛檢查
  - (1) 觀察車輛的總體狀況，包括機械故障和外顯破壞。
  - (2) 車輛的最後靜止地點。
  - (3) 一組可清楚顯示現場情況的照片。
2. 與重建事故現場相關的八項重要跡證
  - (1) 燈光：開或關、破損或未破損、燈的開關位置。
  - (2) 零件分離、散落狀況。
  - (3) 輪胎：輪胎本身是否洩氣、破洞或卡死無法轉動、輪圈是否扭曲。
  - (4) 方向盤：卡死或可以任意轉動。

- (5) 貨物空間：是否滿載、部分裝載或空車。
- (6) 是否有含酒精飲料包裝：找到的位置（駕駛座、乘客座）、是否已打開或密封。
- (7) 事故當下車速表讀數。
- (8) 車內乘員的安全帶使用狀況。

### 3. 車輛識別

- (1) 車輛最新車牌。
- (2) 車身號碼（Vehicle Identification Number, VIN）。
- (3) 車主姓名及住址。

### 4. 車輛破壞分析

- (1) 接觸性破壞（Contact Damage）。

接觸性破壞是由於車輛與某些不屬於車輛一部分的物體直接接觸造成的，又可分為內部接觸性破壞和外部接觸性破壞，包含轉印（Imprint）及擦痕（Rub-off）

- 內部接觸性破壞（Internal Contact Damage）：與車內物體接觸造成的接觸性破壞，如車內乘員頭部與玻璃的碰撞。



圖2-21 內部接觸性破壞-頭部撞擊

- 外部接觸性破壞（External Contact Damage）：與外部物體接觸造成的接觸性破壞，如電線桿、其他車輛等。





圖2-22 外部接觸性破壞

(2) 應力破壞 (Induced Damage)

車輛因撞擊而承受力或壓力所造成的破壞，這類的損壞通常表現為折疊、皺褶，而不是刮痕或碎裂，分辨接觸性破壞核應力破壞是非常重要的，以免錯誤定義車輛最初接觸地點。值得注意的是，緊急煞車的煞車力亦會導致應力破壞。



Induced Damage

圖2-23 應力破壞



圖2-24 應力破壞和接觸性破壞比較圖

### (三) 事故人為因素、訪談與審訊

#### 事故人為因素

1. 觀察駕駛員可能造成無法安全駕駛的傷害或狀況，且其傷害並非來自於事故本身，如：
  - (1) 受傷（事故前即有之）。
  - (2) 疲勞。
  - (3) 受酒精或藥物影響的狀態。
  - (4) 心理及健康狀況，如視覺、聽覺、疾病等。
  - (5) 駕駛知識及技巧，如星期天駕駛（Sunday driver）。
  - (6) 天候狀況。
  - (7) 駕駛員的當下情緒。
2. 行人特性（Pedestrian characteristics），常見行人特性如以下分述：
  - (1) 行人對車輛及駕駛人物理限制上的不理解。
  - (2) 人們經常直接穿越馬路，而不使用行穿線。
  - (3) 行人的年齡可能導致碰撞後的嚴重程度不同。
  - (4) 老年人特別容易被車輛撞倒，因為其步行速度較慢外，聽覺、視覺或其他感知危險的能力可能較年輕人差。
  - (5) 兒童可能因其受外物吸引、對環境的錯誤認知（誤以為安全），且其個子較為嬌小，可能不易被駕駛員察覺，進而導致事故發生。
3. 乘員運動學  

乘員運動學是一種對於車內乘員運動的檢驗機制，必須逐步觀察乘員自初次接觸、最大撞擊至分離與最後靜止位置時，與身體與車輛內裝的接觸狀態，乘員運動學通常可用於檢驗以下項目：

  - (1) 確定駕駛車輛的人是誰。
  - (2) 乘員在撞擊前就座的地方及是否有繫安全帶。

(3) 乘員受傷模式。

(4) 對於詐騙保險案件，可從中獲得證據。

4. 在任何的車輛碰撞中，都有三個獨立的碰撞發生：

(1) 車輛碰撞 (The vehicular crash)：車輛和其他車輛或物體發生碰撞，將造成形狀、車行方向或 (極少數的) 質量變化。

(2) 人員碰撞 (The human crash)：乘員撞擊車輛內部，其中又可以分為「無反應碰撞 (un-reactive crash)」和「反應性碰撞 (reactive crash)」：

- 無反應碰撞中，乘員完全沒有意識到車輛碰撞即將發生，此時車輛處於未俯衝 (如遭側撞)，乘員呈現放鬆狀態，通常傾向於從座位上滑下
- 反應性碰撞中，乘員意識到即將發生的撞擊，此時車輛成俯衝狀 (如緊急煞車、對撞等)，導致人體在撞擊時呈現摺疊和彎曲狀態。

(3) (身體) 內部撞擊 (The internal crash)：內部器官受力撞擊到肋骨等，起因為人員碰撞後內部器官繼續在身體內移動，通常為更致命的撞擊，因為器官沒有自己的「自我保護系統」。

5. 牛頓第一運動定律，又稱為慣性作用力，如果乘員沒有被固定在車內，將會沿著車輛在受力方向移動。因此發生碰撞後會有以下幾種狀況發生：

(1) 在碰撞事故中，因受撞擊力作用，車輛會呈現加速或減速狀態。

(2) 車輛也可能因撞擊力作用，而沿著其質心產生旋轉。

(3) 如果沒有將乘員固定 (使用安全帶)，其將繼續朝車輛撞擊前之方向行進，進而發生碰撞甚或飛出車外。

(4) 成員將隨著慣性作用持續行進，直到被外力 (車輛內裝或車外物體) 作用後停止。

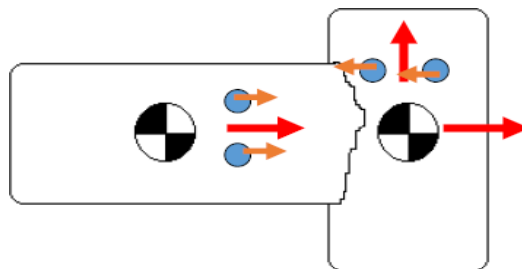


圖2-25 直角相撞-車身

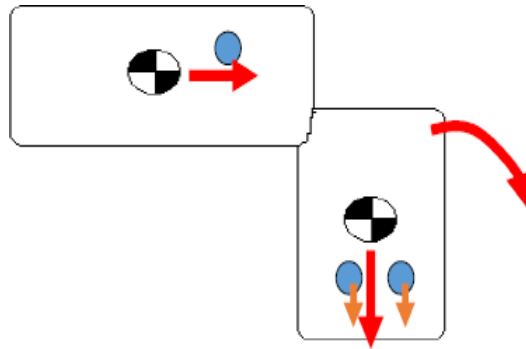


圖2-26 直角相撞-尾部

6. 調查員應調查以下項目：

- (1) 外力（撞擊力）的主要作用方向。
- (2) 檢查車輛內部是否有接觸點，以判別人員碰撞。
- (3) 蒐集文件和照片等所有物理證據。
- (4) 確定每部車輛的主要行進方向，藉以比對乘員受到的傷害和車輛內部損害是否一致。

### 訪談與審訊

在執行調查時，會需要與不同人進行交談，如駕駛、乘客、目擊者等等。其中談話可以區分為兩種，分別為訪談（interview）及審訊（interrogation）。訪談是為了獲得訊息而進行正式的對話；而審訊則是對涉嫌參與犯罪的人系統性的質疑，目的是獲得認罪，兩者具有非常大的差異。

(1) 訪談

- 訪談目的是獲得訊息，不要將受訪者當成嫌疑犯審問。
- 若能於密閉的房間進行訪談，將有助於受訪者回想事件經過並保護當事人的隱私。
- 訪談時的氣氛與節奏很重要，將有助於受訪者提供更多的資訊。
- 訪談前建立須釐清的問題列表，除了可以讓訪談過程中更有效率外，也可以避免偏離主題。
- 訪談時盡量不要展露情緒，同時應盡量避免詢問假設性的問題，同時針對受訪者回答簡短筆記，以適時深入提問。

(2) 審訊

- 審訊目的是獲得犯罪事實，以及了解其發生經過，最重要的是需要嫌犯的認罪。
- 審訊室內必須建立能與外面人員溝通的方法，如對講機、電話、麥克風等。
- 依照規定（美國）須有兩名調查員在場。
- 如有必要，調查人員可採取較激進的提問方式。

#### (四) 交通製圖模板使用

1. 本次課程，為符合授課教師出題習慣及方便驗算，以英制交通製圖模板使用為主，使用模板如圖2-27。

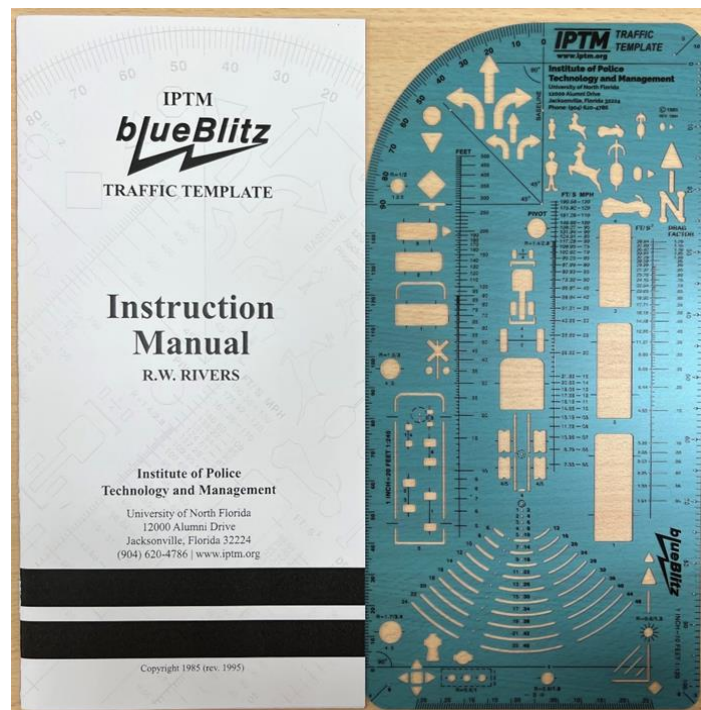


圖2-27 交通製圖模板（英制）

2. 為方便現場調查人員快速繪製現場圖，交通製圖模板設計有以下項目：
  - (1) 不同比例的繪圖尺。
  - (2) 不同比例及半徑的曲線及圓形模板。
  - (3) 不同比例的車輛（拖車、汽機車及輪胎等）、行人、動物等模板。
  - (4) 標誌、標線及號誌模板。
  - (5) 鏡頭方位及視覺障礙指示模板。

- (6) 結合路面超高（Super elevation）計算、量角器等功能。
3. 除以上方便製圖的模板外，交通製圖模板也設計有簡易計算煞車距離、車速、加速度及摩擦係數（Drag factor）的比例尺，如圖2-28所示。

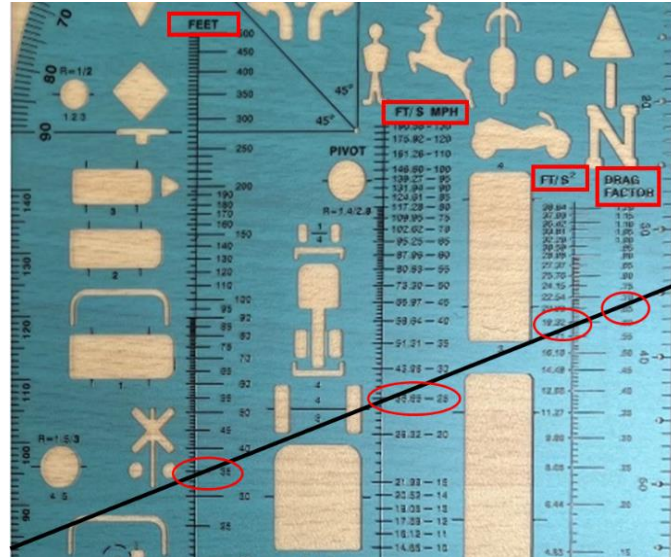


圖2-28 交通製圖模板計算尺使用示意圖

4. 交通製圖模板推薦使用0.5mm尺寸的鉛筆或原子筆進行繪製，針對部分較小的孔洞，可能需要使用更細的筆以便放入模板中。
5. 針對英制交通製圖模板，提供1:120及1:240兩種比例；公制設計則提供1:100及1:200兩種比例，模板以粗字及細字做為區分。

### （五）數學計算、現場量測與現場圖繪製作業

#### 測試滑痕（Test skids）

1. 公式： $f = \frac{S^2}{30 \times D}$ ，其中，f為加/減速係數；S為時速（英哩/小時）；D為距離（英呎）。
2. 若條件允許，利用事故車輛做為測試車輛，可得到最正確數據。
3. 通常測試時使用30-35英哩/小時。
4. 最少做兩次以上的測試，並紀錄最長的滑痕作為計算基礎，其中，最長的兩條滑痕建議誤差不超過5%。
5. 若在具超高、坡度或煞車故障情境下，需進行等效摩擦係數修正：

(1) 等效摩擦係數公式： $f_{adj} = (\mu \times n) \pm m_c$ ，其中， $f_{adj}$ 為調整（等效）摩擦係數；

$\mu$ 為水平、100%煞車時的摩擦係數； $n$ 煞車力分配係數； $m_c$ 為事故現場的坡度。

- (2) 上坡時因重力作用煞車距離縮短，等效係數變大，需「加上」坡度進行修正；下坡時煞車距離增加，等效係數變小，需「減掉」坡度進行修正。
- (3) 煞車力若有故障，首先判斷事故車輛為前驅或後驅車，利用煞車力分配係數進行等效摩擦係數修正，如下圖2-29所示。

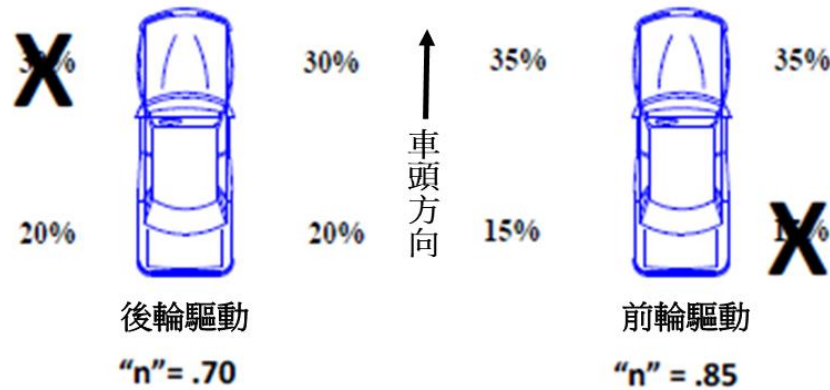


圖2-29 煞車力分配係數計算示意圖

### 車速評估 (Speed estimation)

1. 車速評估對於事故重建相當重要，且其結果可以做為刑事、民事法庭的呈堂證供。
2. 車速評估可利用以下項目的單獨或組合結果進行估算：
  - (1) 煞車滑痕 (Skid mark)。
  - (2) 輪胎側滑痕 (Yaw mark)。
  - (3) 車輛破壞分析。
  - (4) 目擊者的描述 (可信度最低)。
3. 公式： $S = \sqrt{30 \times D \times f}$ ，其中， $S$ 為車速 (英哩/小時)； $D$ 為距離 (英尺，通常為最長的煞車滑痕)； $f$ 為計算而得的摩擦係數。
4. 不同表面的合併車速
  - (1) 計算不同表面的摩擦係數。
  - (2) 利用計算出來的摩擦係數及事故資料，計算進入不同第二種表面時的車速。
  - (3) 利用上述進入車速反推駕駛員在第一種表面開始煞車的車速。

### 臨界速度 (Critical speed)

1. 道路曲線半徑計算公式： $R = \frac{C^2}{8 \times mo} + \frac{mo}{2}$ ，其中，R為曲線半徑（英尺）；C為弦長（英尺）；mo為弓形高（middle ordinate，英尺），詳細各部分如圖2-30所示。

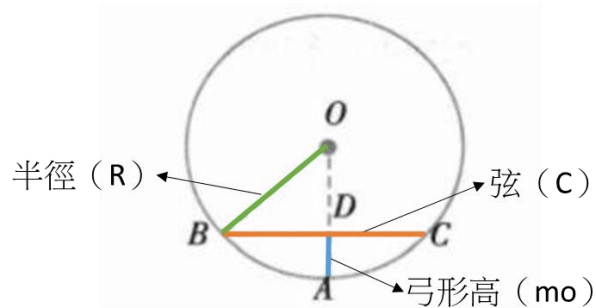


圖2-30 圓形各部位名稱示意圖

2. 若遇到事故路段為多車道公路時，可用以下公式推算特定車道之曲線半徑： $R_{adj} = R \pm \frac{TW}{2}$ ，其中，R為未調整前的曲線半徑（英尺）；TW為車轍寬（英尺），可從內圈線向外推算（+），或從外圈線向內推算（-）。
3. 臨界車速公式： $S_{critical} = 3.86 \sqrt{R_{adj} (f_{adj})}$ ，其中 $S_{critical}$ 為臨界速度（英里/小時）； $R_{adj}$ 為調整後的曲線半徑； $f_{adj}$ 為調整後的摩擦係數。
4. 臨界速度側滑：通常肇因於駕駛員使用方向盤不當，最明顯的是車輛滑痕隨彎道曲線呈現彎曲、胎紋痕跡線條呈水平狀態（如圖2-31），且前後輪滑痕有跨越（Cross over）現象（如圖2-32），且此滑痕一定發生於撞擊前。

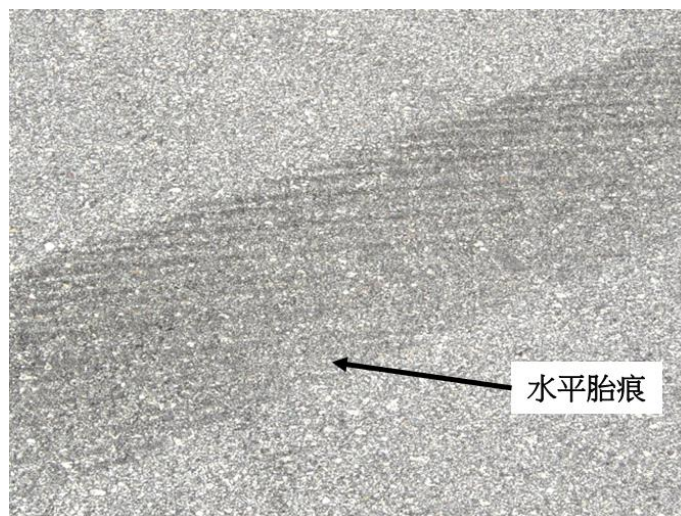


圖2-31 水平胎痕示意圖



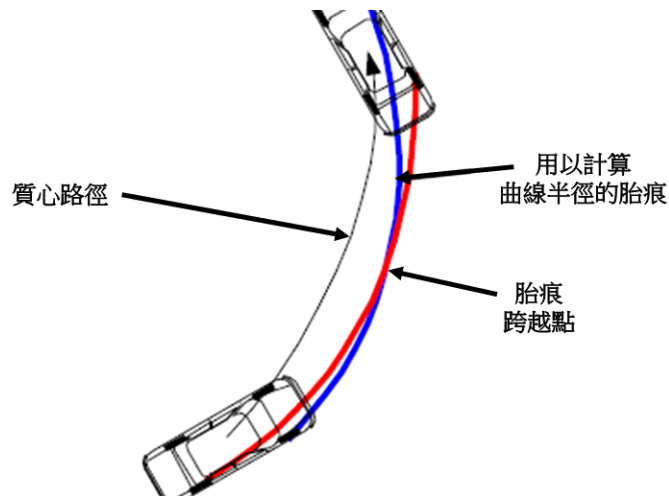


圖2-32 臨界速度側滑胎痕示意圖

### 時間與距離計算 (Time and distance)

1. 時間計算公式： $t = \sqrt{\frac{D}{16.1 \times f_{adj}}}$ ，其中， $t$ 為時間（秒）； $D$ 為距離（英尺）； $f_{adj}$ 為調整過後的加/減速係數。

2. 距離計算公式：

(1) 利用速度 (Speed) 計算： $D = \frac{S^2}{30 \times f_{adj}}$ ，其中， $S$ 為速度（英里/小時）， $f_{adj}$ 為調整過後的煞車係數。

(2) 利用速率 (Velocity) 計算： $D = \frac{V^2}{64.4 \times f_{adj}}$ ，其中， $V$ 為速率（英尺/秒）。

### 現場量測及現場圖繪製 (Field Measuring and Diagramming)

1. 目的及注意事項：

- (1) 清楚表示事故發生的3個W（Where, How及Why）。
- (2) 使調查員回想事故當天的狀態，並可根據測量結果進行測試。
- (3) 可利用測量結果，比對駕駛及目擊證人的說法是否為事實。
- (4) 現場圖目的為保存現場狀態，因公路事故通常短時間內便會排除。
- (5) 現場速寫（Field sketch）僅包含現場可見之物體及狀態。
- (6) 決定量測方式及參考點，包含三角形法、直角坐標法等等。

(7) 注意，現場測量及繪製現場圖的調查人員不能為同一位。

2. 調查人員於現場須量測項目如下：

- (1) 車輛於最後停止位置的狀態與相對位置。
- (2) 屍體位置。
- (3) 車輛散落物與殘骸位置。
- (4) 胎痕、刮地痕等各種可見刮痕。
- (5) 若時間狀況允許，可增加下列項目：
  - 周邊停車車輛、損壞車輛。
  - 駕駛及目擊者位置、視覺障礙物。
  - 實際或推測撞擊地點。

3. 現場速寫應包含項目：

- (1) 指北箭頭。
- (2) 道路及道路標線、標誌、號誌位置。
- (3) 基準線（Baseline）及參考點（Reference point）。
- (4) 若事故並非發生在路口處，須包含最近地標的距離及方向。
- (5) 道路名稱及路口角度、曲線半徑。
- (6) 其他項目與現場量測項目相同。

4. 以下項目通常被視為是良好的參考點：

- (1) 路旁設施桿（號誌桿、標誌桿或燈桿）
- (2) 消防栓
- (3) 道路里程碑
- (4) 橋梁護欄、分隔島的端點
- (5) 道路延伸線，如曲線端點、人行道、建築物等，如圖2-33所示。

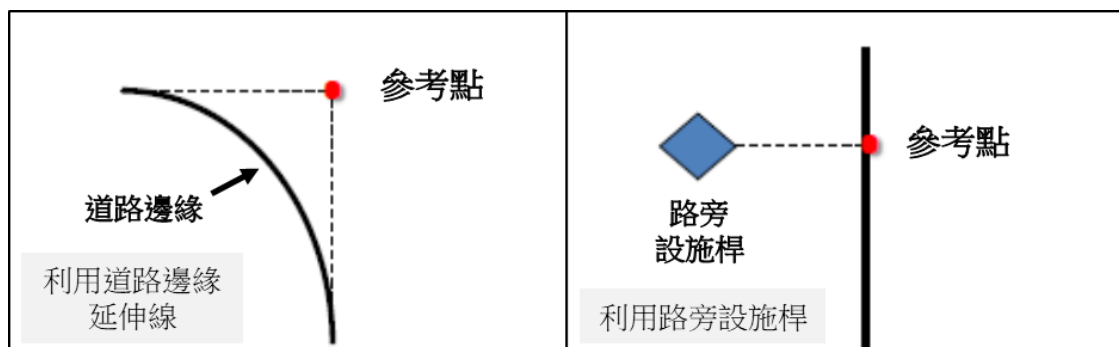


圖2-33 不同參考點繪製示意圖

## 參、心得與建議

本次獲派參加美國警察科技及管理研究辦理的交通事故與車禍致死現場調查線上課程（At- Scene Traffic Crash/ Traffic Homicide Investigation - Online）內容相當充實、豐富，原本擔心會因為線上授課且時差因素，可能導致疑問無法提出，然課程導師相當用心，即使是美國時間的假日時間，也能得到問題的解答。另外，課程規劃也是以學生能實際應用為主，故在作業、模組測驗乃至於期末考試，講師都相當清楚地說明實務中的應用方式，並利用其自身豐富的現場經驗，帶領學員進入狀況、想像在事故現場我們能做些甚麼。同時，對課堂重點一再說明與提醒學員多加注意，讓學員們即使是線上授課，也能對課程重點清楚記憶，使學員獲益良多。

針對完成課程後之建議事項如下：

1. IPTM系列課程的另外 2 堂分別為：進階交通事故調查（Advanced Traffic Crash Investigation）以及交通事故重建（Traffic Crash Reconstruction），目前本組已安排同仁參訓且已陸續完訓，建議未來可在內部訓練時著重相關課程的複習，以及相關術科的實際演練，以協助同仁再次熟悉課程。
2. 為完成事故現場之快速測繪並增進準確度，建議可購置RTK base的手持式點雲設備，其設備之輕量化及與個人行動裝置之結合設計，不僅能使同仁出勤時更加方便攜帶，軟體內建的相片記錄程式也能方便調查人員以相片記錄現場狀況，以免發生相片拍攝缺漏之情事。

參加美國警察科技及管理研究所（IPTM）「交通事故與車禍致死現場調查（At-Scene Traffic Crash/ Traffic Homicide Investigation - Online）」線上課程

服務機關：國家運輸安全調查委員會

出國人職稱：公路調查組副調查官

姓名：呂昀諶

出國地區：臺灣，中華民國（線上訓練課程）

出國期間：民國 112 年 04 月 03 日至 06 月 11 日

報告日期：民國 112 年 08 月 11 日

建議事項：

項次	建議項目	處理
1	建議未來可在內部訓練時著重相關課程的複習，以及相關術科的實際演練，以協助同仁再次熟悉課程。	<input type="checkbox"/> 已採行 <input checked="" type="checkbox"/> 研議中 <input type="checkbox"/> 未採行
2	建議可視需要編列預算，購置RTK base的手持式點雲設備，以完成事故現場之快速測繪、增進準確度，以及防止現場攝影之相片缺漏。	<input type="checkbox"/> 已採行 <input checked="" type="checkbox"/> 研議中 <input type="checkbox"/> 未採行