

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
（IPTM）「交通事故與車禍致死現場
調查（At-Scene Traffic Crash/Traffic
Homicide Investigation）」線上課程
報告**

服務機關：國家運輸安全調查委員會

姓名職務：陳昌顯/公路調查組調查官

曾婕茵/公路調查組副調查官

徐瑀彤/公路調查組副調查官

潘垣壽/公路調查組副調查官

派赴國家：臺灣，中華民國（線上訓練課程）

線上訓練期間：民國 111 年 09 月 26 日至 12 月 04 日

報告日期：民國 112 年 2 月 22 日

目次

壹、	目的.....	1
貳、	過程.....	2
參、	課程摘要與心得.....	7
肆、	建議.....	45

壹、 目的

我國於 107 年 10 月 21 日發生臺鐵第 6432 次車新馬站重大鐵道事故，造成 18 人死亡、291 人輕重傷，政府因而決定由飛航安全調查委員會改制成立國家運輸安全調查委員會（以下簡稱本會），調查業務從航空擴充至水路、鐵道及公路重大事故。本會為提升公路運輸安全調查能量，特派公路調查組 4 名新進人員參與本訓練課程。

本次線上「交通事故與車禍致死現場調查（At-Scene Traffic Crash/Traffic Homicide Investigation - Online）」訓練課程由美國警察科技及管理研究所(Institute of Police Technology and Management, IPTM)辦理，內容包含學習如何進行交通事故調查、紀錄調查結果，學習測量、使用比例圖、繪製事故現場、拍照方式，學習和事故調查相關的數學、物理及工程學基礎知識，學習分析現場事證以求得碰撞之前、期間及之後發生的情況等，本訓練課程之學習主題如下：

- 道路上的物證(Physical evidence from the roadway)
- 車輛物證(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(Skid marks and vehicle speeds)
- 車禍現場攝影(Crash scene photography)
- 交通模板工具(Traffic templates)
- 測量和比例圖(Measuring and scale diagramming)
- 駕駛員和目擊者面談(Driver and witness interviews)
- 資訊分析與案例準備(Information analysis and case preparation)

貳、 過程

一、課程

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 111 年 9 月 26 日至 12 月 4 日，共計 10 周，每周 8 小時，參訓學員須完成各個課程模組(modules)、完成作業和討論、並參加在線測驗和期末考試，這些活動將計入最終成績，其中，各週之測驗題占比為 40%，模組項目占比 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。

相關課程資訊可參考網站：

<https://www.campusce.net/iptm/course/course.aspx?C=124>，本課程為系列課程中的第一堂課程。系列課程共計 3 堂課，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)。

本次課程架構如表 2-1 所示。

表 2-1 課程架構圖

模組	課程內容
Module One	<ul style="list-style-type: none">● Introduction to Traffic Crash Investigation● Classifications of Traffic Crashes● Crash Photography● Series of Events● Mathematical Principles Review
Module Two	<ul style="list-style-type: none">● Physical Evidence from the Roadway● Estimating Vehicle Speed - Conversions and Constant Equations
Module Three	<ul style="list-style-type: none">● Physical Evidence from the Vehicle● Estimating Vehicle Speed - Friction
Module Four	<ul style="list-style-type: none">● Human Factors● Interview and Interrogations

	<ul style="list-style-type: none"> ● Estimating Speeds-Minimum Speeds and Combined Speeds
Module Five	<ul style="list-style-type: none"> ● Case Preparation ● Estimating Vehicle Speed-Time and Distance (To or from a stop) ● Estimating Vehicle Speed
Module Six	<ul style="list-style-type: none"> ● Use of the Traffic Template ● Introduction to measuring and diagramming-Introduction
Module Seven	<ul style="list-style-type: none"> ● Measuring and diagramming-Drawing Projects ● Linear Perimeter Measuring
Module Eight	<ul style="list-style-type: none"> ● Outdoor Measuring and Diagramming Project
Module Nine	<ul style="list-style-type: none"> ● Hit and Run ● Outdoor Testing
Module Ten	<ul style="list-style-type: none"> ● Course Closing

二、課程導師

課程導師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，主要教授酒駕 Driving Under Influence (DUI)和交通的課程車禍調查，曾任職布勞沃德警長辦公室的副警長以及執法部門工作，曾待過道路巡邏隊、酒後駕車特別工作組、交通兇殺案調查和目前分配到培訓部，擁有豐富的培訓和實務經驗。講師專業背景介紹如圖 2-1 所示。

	<p>Carlos DeJesus</p>
<p>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</p>	

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 課程導師專業背景

三、授課方式

課程開始前會收到下列 4 項教材，分別為課本、計算機、圓規以及交通尺規工具(Traffic Template)，如圖 2-2、圖 2-3 所示。

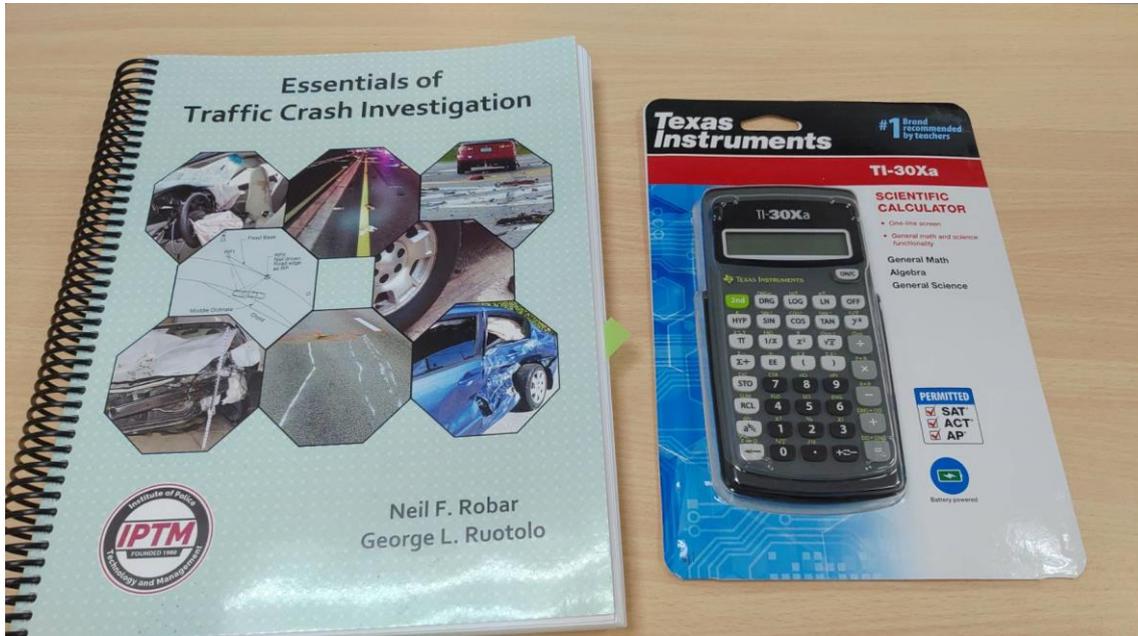


圖 2-2 教材-1



圖 2-3 教材-2

本次課程分為 10 個模組，每周僅開放 1 個模組，每周皆須完成閱讀作業（課本）、觀看影片講座、了解本周模組知識後，提交本周作業並完成測驗，且成績須達 80 分以上才能進入下一個模組。

本次課程採線上方式進行，學員需於上課前至 IPTM 的課程網站註冊（如圖 2-4），登入帳號授權後，即可開始上課，上課畫面如圖 2-5 所示。

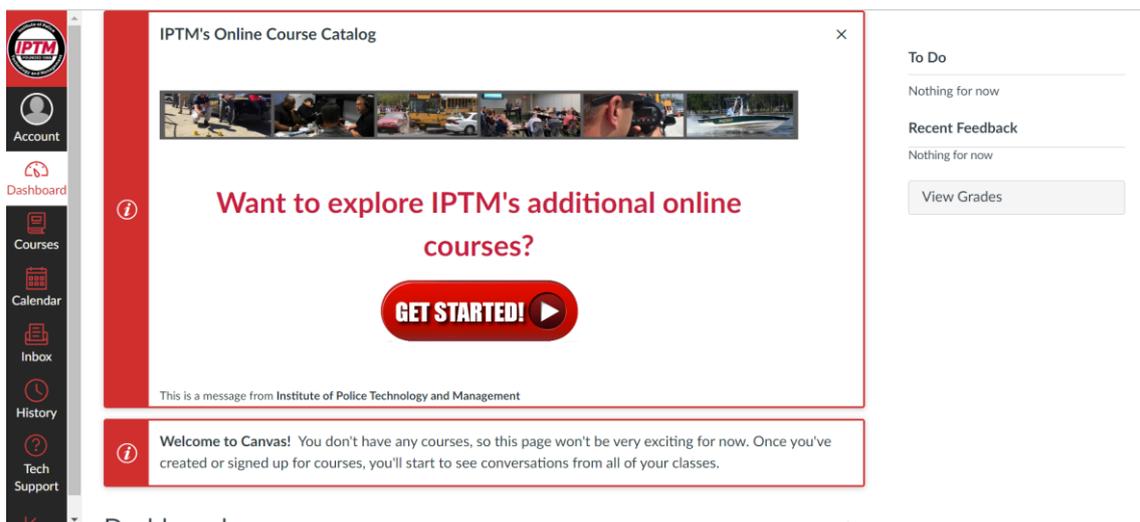


圖 2-4 課程平台



圖 2-5 課程上課畫面

參、課程摘要與心得

以下分為五大類總結本次課程，分別為交通事故調查、道路與環境因素、車輛因素、人為因素及計算題題解。首先了解交通事故的基本定義，掌握現場調查的基本程序後，針對環境與道路、車輛、人等四大面向逐一進行探討，最後則是統整本次課程中所有計算題的題解。

一、交通事故調查

交通事故調查介紹

課程目標：介紹交通事故現場進行調查的程序，解釋基本概念、原則。

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

● 現場證據

- 確保易流失證據的保存，並於標記證據之前拍照。
- 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（路燈、電線桿、消防栓...）。

● 訪談

- 事故駕駛員、其他目擊者之口頭或書面陳述，並留意不要引導證人的回答。
 - ◆ 事故發生時他們在哪裡？
 - ◆ 他們看到或聽到甚麼？（輪胎剎車聲、引擎作動聲、尖叫聲...）

● 車輛檢查及測試。

- 留意車輛原本的故障，不要和事故造成的故障相混淆。
- 車輛上是否存有違規或缺陷的證據。
- 可能導致事故發生的物品（如防窺視隔熱紙...）
- 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，可透過來取得相關事證：
 - ◆ 監視錄影裝置。
 - ◆ 駕駛員自述、目擊者陳述。
 - ◆ 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。
- 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。

4. 調查員心態

- 做出合理的判斷。
- 保持開放的心態，並隨著調查的進展重新評估事實。
- 蒐集證據及記錄事實。
- 不依賴推論及可能性。
- 避免調查前或調查中形成偏見。

交通事故類型

課程目標：了解事故類型的類型、定義及相關術語。

一般術語

1. 交通事故(crash)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. 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)。

3. 有害事件(harmful event)係指有傷害或是受損的發生。
4. 災害(cataclysm)係指龍捲風、地震、洪水等。
5. 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）。
6. 穩定的情況(stabilized situation)係指碰撞發生後，一切歸於靜止的情況。
7. 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。

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。
3. 乘客(passenger)：非駕駛員的車內人員。
4. 行人(pedestrian)：任何非乘員，步行的人員。
5. 交通單位(traffic unit)：道路車輛或行人。

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，包含
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。

交通道路(Trafficway)

1. 自行車道(bicycle lane)：被指定為優先或專門供自行車道使用之道路，通常相鄰或平行於車道。
2. 縣級公路(county road)：縣級交通道路系統內的交通道路，不屬於洲際公路、其他美國公路編號的公路或其他州公路編號的公路。
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，同樣視為行人穿越道，如圖 3-1 所示。

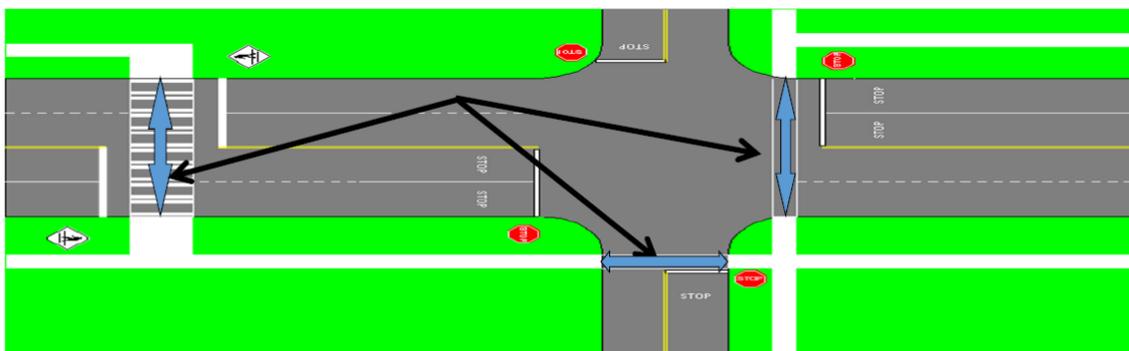


圖 3-1 行人穿越道

4. 私人車道(driveway access)：係指連接一般道路與毗鄰的建築物（如）的車道，如圖 3-2 所示。

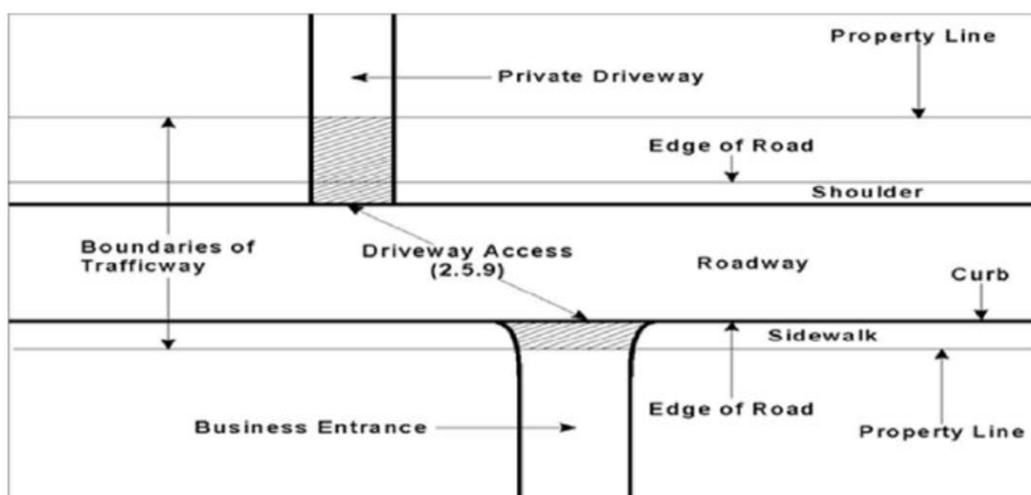


圖 3-2 私人車道

5. 交叉路口(intersection)：連接 2 個或以上的道路之區域，道路路緣延伸線

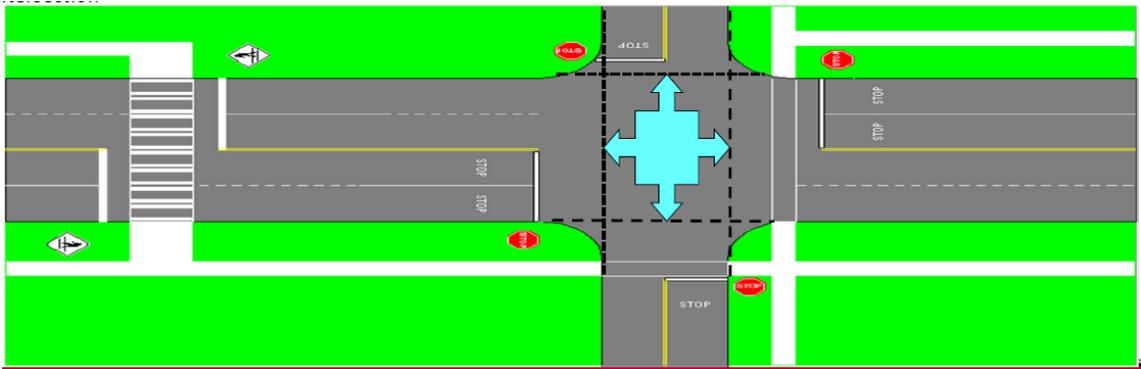


圖 3-3 交叉路口區域

事故拍攝

課程目標：了解照片和相機擺放位置，以重建事故樣態，拍攝是交通事故調查中重要的一環，調查員應該了解可能需要哪些照片，以及討論影片在於交通事故調查中的使用。

攝影是蒐集和保存證據的方式之一，應被視為蒐集證據的補充資料。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。在攝影時，避免使用廣角鏡頭，拍攝多張的場景照片代替使用 1 張的廣角鏡頭照片，以避免場景或物體變形。照片應準確地描述調查員在現場看到的內容。對場景進行標記前後皆應拍攝照片，以了解前後對比。



圖 3-4 交叉路口區域

夜景拍攝

夜景拍攝大多非常難以拍攝，須調整相機參數及專業的人士進行拍攝。請留意，調整過後的照片並非當下駕駛員所看見的場景。



圖 3-5 夜間拍攝

以下是應被拍攝的清單：

1. 白板，其中包含地點、時間、案件編號、調查員、嚴重程度等資訊。

Case # _____	Date _____
Location _____	
Time _____	Crash Type _____
Photos by _____	Incest. By _____
Weather Conditions _____	

圖 3-6 交通事故白板

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)
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
 - 樹籬或柵欄
 - 懸垂的樹木和灌木
 - 太陽眩光
 - 缺失或倒下的交通號誌
9. 帶有標記或證據和影響區域的整體場景
10. 其他相關照片

系列照片拍攝

拍攝一系列照片通常比單張照片更能提供信息。

1. the basic eight

對於事故車輛可以拍攝一系列的照片，分別為車輛的右方、右後方、後方、左後方、左方、左前方、前方、右前方，稱為”the basic eight”，如下系列圖所示。



圖 3-7 the basic eight-右方



圖 3-8 the basic eight-右後方



圖 3-9 the basic eight-後方



圖 3-10 the basic eight-左後方



圖 3-11 the basic eight-左方

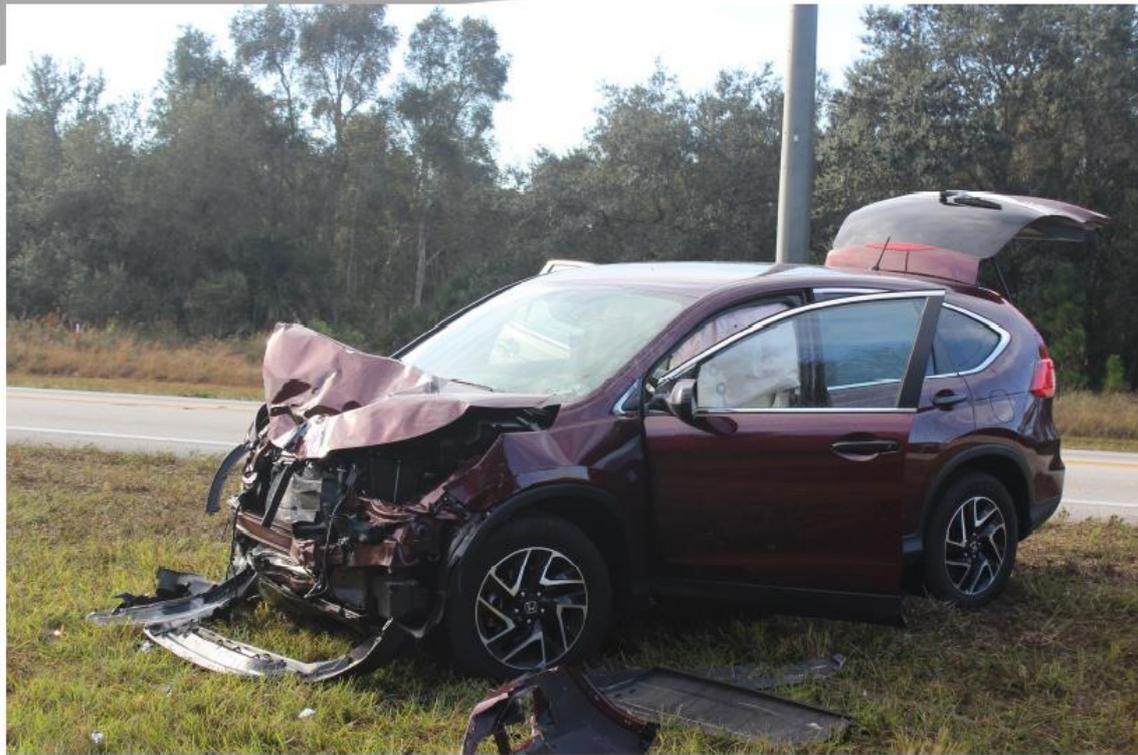


圖 3-12 the basic eight-左前方

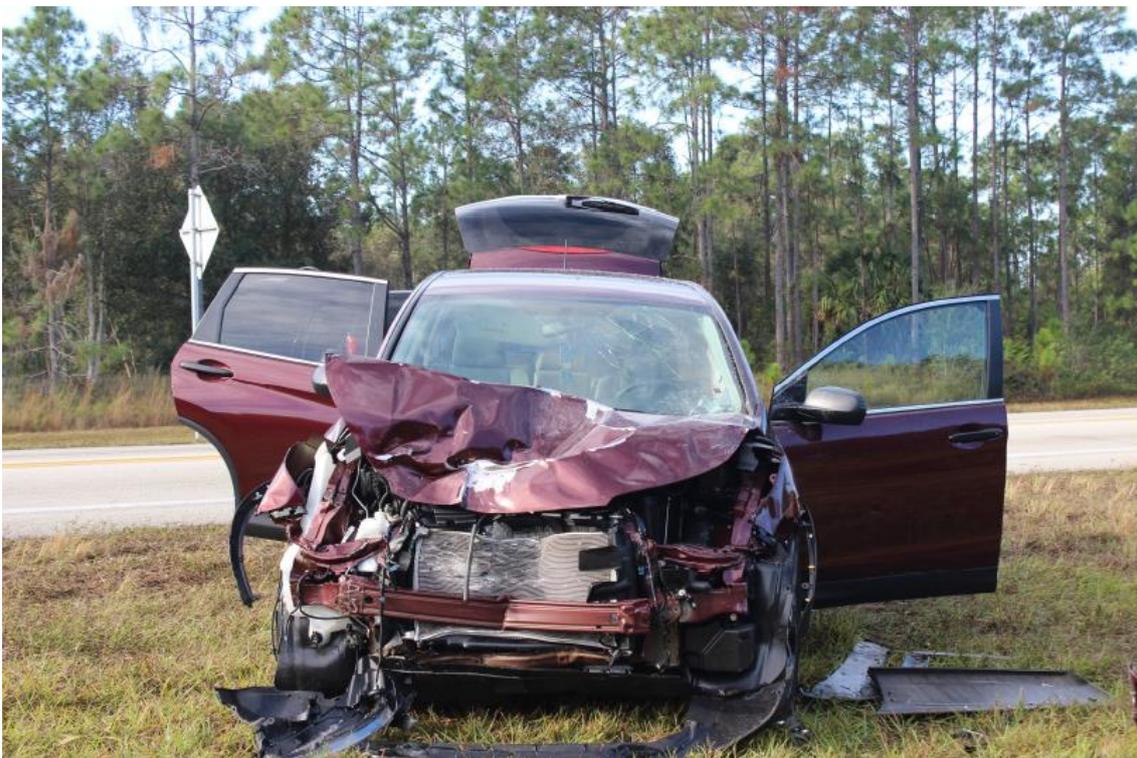


圖 3-13 the basic eight-前方

2. 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，示意圖如下。

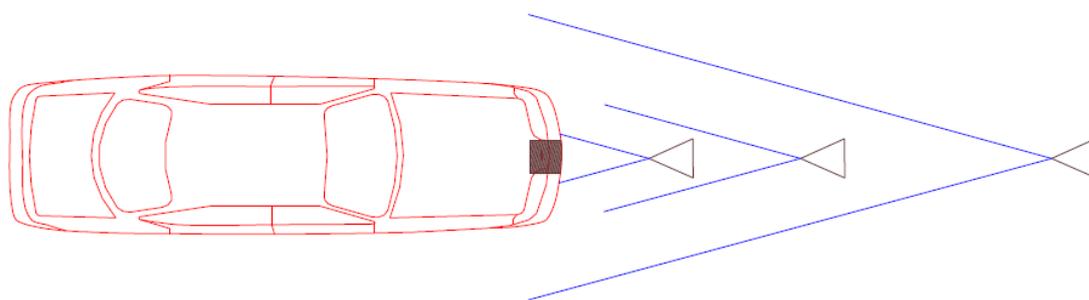


圖 3-14 三段式拍法



遠景



中景



近景

圖 3-15 三段式拍法-實車

調查員也可拍攝不同種類的照片，如俯視照、航空照、外部損壞、內部損壞等車輛照片，如下圖所示。



俯視照



航空照



外部損壞



內部損壞

圖 3-16 拍攝不同類型照片

閃光燈使用

閃光燈可以補強車輛位於背光、陰暗處的細節，如下圖所示。





未使用閃光燈



使用閃光燈

圖 3-17 閃光燈的使用與否

設備-偏光鏡

偏光鏡的原理是可以改變或控制光線，以便更好的呈現事故現場中的細節，如煞車痕等。



無使用偏光鏡



使用偏光鏡

圖 3-18 偏光鏡使用與否

事件序(Series of Events)

課程目標：透過識別事故中一系列的事件來調查和重建交通事故，進行背景資訊調查的正確方法，以及確定可能提供資訊的各種資源。

事件序的定義：調查人員應熟悉構成交通事故的各種事件，並應確保調查涵蓋所有此類事件。這些事件被稱為系列事件，並且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。

事件(Event)可以分為兩種類型：

1. 事故前事件(Pre-scene series of events)：影響駕駛員潛在危險事件。其中事故前事件又可以分為兩類：
 - (1) 旅行前事件(Pre-trip events)：在行程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。
 - (2) 旅行中事件(Trip events)：於旅行開始後發生，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(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，應為每個交通單位單獨進行調查。在一系列的事件中，每個交通單位都有自己的速度、重量、方向、慣性和行駛距離。調查員須注意，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，盡可能的通過事件進行回溯調查，以確定事故發生的地點、時間、方式和原因。

以下介紹事件序中會使用到的相關名詞定義：

感知過程(the perception process)

1. 感知處理器(Perceptual Processor)
2. 視覺圖像存儲(Visual Image Store)
3. 認知處理器(Cognitive Processor)
4. 長期記憶(Long-Term Memory)
5. 工作記憶(Working Memory)
6. 電機處理器(Motor Processor)

運動處理器(The motor processor)啟動命令以產生物理反應——或者我們所說的反應。

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。根據研究所定義，白天的感知反應時間為 1.6 秒，夜間的感知反應時間為 2.5 秒。

可能的感知點(Point of possible perception)

正常人可以並且應該看到情況的點，一旦我們看到情況，感知過程(the perception process)就會啟動。

實際感知點(Point of actual perception)

操作員實際看到情況的點(這可能與可能的感知點相同，或者更深入到現場一系列事件中)

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。

行動點(Reaction Time)

一個人根據他對危險的感知將他的決定付諸行動的地方，例如剎車或轉向。

反應時間(Reaction Time)

從一個人感知特定情況，識別危險到做出反應的時間長度。

反應距離(Reaction distance)

反應時間內行駛的距離。

規避行動(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，例如轉向或製動。

規避行動距離(Evasive action distance)

從行動點到 (1) 交通單位自行停止或通過某種外部方式停止並避免碰撞的點或 (2) 影響區域的距離。

避碰點(Point of no escape)

特定交通單位無法阻止碰撞發生的地點和時間。

路徑偏移(Encroachment)

進入或侵入另一個交通單位的合法路徑或區域。

影響區域(Area of Impact)

一個交通單位撞擊另一個交通單位或其他物體或翻車的地方。

主要接觸(Primary contact)

兩個交通單位或交通單位與另一個物體之間的第一次接觸，或車輛在翻車過程中與公路表面的第一次接觸。

撞擊凹陷(Engagement)

在主要、次要接觸期間，一個交通單位初步侵入到另一個交通單位或物體中。

最大凹陷(Maximum engagement)

交通單元在碰撞過程中最大程度地侵入到另一個交通單元或物體中的點。



圖 3-19 最大凹陷

分離(Separation)

交通單位脫離接觸或交通單位與另一個物體在最大凹陷後脫離接觸。

二次接觸(Secondary contact)

當交通單位脫離主要接觸並第二次撞擊對方交通單位或撞擊另一個交通單位或物體時發生的接觸。

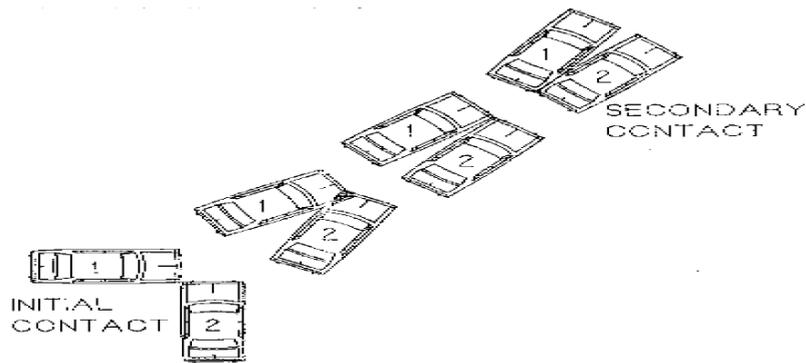


圖 3-20 最初接觸點、撞擊凹陷及二次接觸點

二次接觸後(Post-secondary contact)

當交通單位在二次接觸後脫離並再次撞擊同一交通單位或物體，或者與第三個交通單位或其他物體有第一次或主要接觸時發生的接觸。

最終靜止位置(Final rest position)

交通單元在碰撞後靜止的位置。(必須不受控制地停下來，最終靜止位置可能是車輛在最大接合後移動的地方)

人身傷害(Personal injury)

出於調查目的，在現場一系列事件中對人造成的身體傷害。

致命傷害(Fatal injury)

在現場一系列事件中導致死亡的傷害，或在現場一系列事件中遭受的人身傷害，隨後直接導致受傷人員死亡。

二、道路與環境因素

課程目標：介紹識別及記錄道路上的物理標記，以定位事故車輛在碰撞之前、期間和之後的位置。

安全運輸需要：

1. 功能正常的車輛和操作員。(人、車)
2. 一條允許駕駛員和車輛通過它而不會發生事故的通行道路。(路)
3. 這要求環境提供信息組合以保持所需路徑，以及與駕駛員和車輛組合兼容的

路面。(環境)

環境因素(Environmental Factors)

1. 道路本身的物理元素以及道路和路邊影響車輛行駛安全的所有其他物理實體，如標線、速限標誌。
2. 向車輛操作員提供有關其在道路上的位置和繼續行駛的說明的信息因素，如出口標誌。
3. 一組與交通控制有關的特殊信息因素，如號誌。

環境中的特徵皆值得關注，如路面是否乾燥或濕滑、是否有積水、夜間或濃霧中的路標、是否有照明等。

道路因素(Roadway Factors)

1. 路面特性(Surface properties)：如路面凹凸不平、坑洞、裂縫等。
2. 路面材料/組成(Surface materials/Construction)：瀝青、水泥、土路、磚。
3. 路面狀況(Surface Condition)
4. 地表特徵(Surface Condition)：道路曲率(Curvature)、超高(Super Elevation)和坡度(Grade)。
5. 對齊和路寬(Alignment and width)：錯位的道路、狹窄的道路。
6. 障礙物(Obstructions)：樹葉遮蔽、故障車輛、行人、垃圾或碎片等。

調查案件中的道路跡證

道路中的痕跡可以說明大部分的事故狀況，可以以此證明或反駁在調查期間獲得的其他訊息。

滑痕(Skid Marks)

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，由以下原因引起：

1. 車輪因煞車而無法自由旋轉或因碰撞而被卡住。
2. 可以自由旋轉但被迫側向的車輪，當車輛的後輪胎在偏航時失去其在地面上的剩餘抓地力並脫離時會發生這種情況。

滑痕由兩個部分組成，分別為陰影(shadow mark)和拖尾(smear mark)。

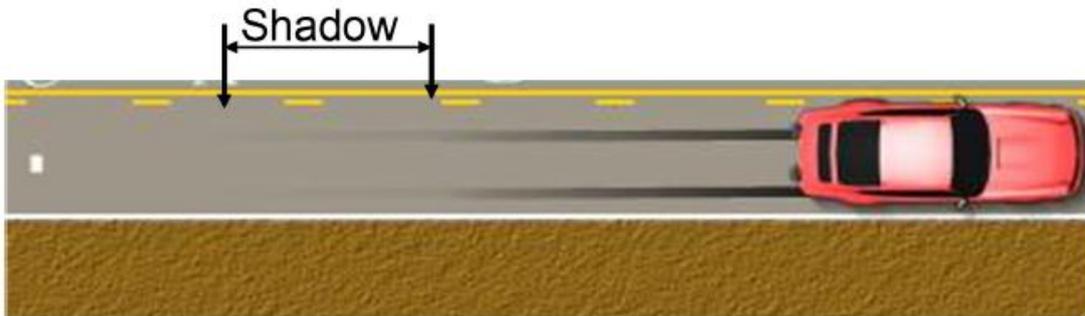


圖 3-21 滑痕的陰影和拖尾

滑痕可以用於確定：

- 打滑開始的最低速度
- 車輛位置
- 碰撞前和碰撞後的行徑路徑
- 車輛的動作，如旋轉、改變方向等
- 個別輪胎是否有煞車

三、車輛因素

課程目標

- 介紹事故現場蒐集證據的優先次序。
- 介紹有助於確定事故原因的車輛損壞狀況，包含車輛損壞和道路上的痕跡相匹配等。
- 學習接觸性損害(Contact Damage)和誘發性損害(Internal Damage)之區別，以判斷碰撞是如何發生的。

調查員需檢查所有涉及事故的車輛，以確定車輛的結構、設備、附件或負載是否有缺陷或危險，是否可能導致事故。

現場車輛檢查

- A. 觀察車輛的總體狀況，包括機械缺陷和明顯損壞。
- B. 車輛的最後靜止地點。
- C. 一組很好的照片。

檢查車輛八個方面：

- 1. 燈光：開或關、破損或未破損、燈的開關位置
- 2. 主要零件分離
- 3. 輪胎：破洞、未固定的鋼圈、輪胎卡住
- 4. 方向盤：鎖緊或自由旋轉
- 5. 貨艙：滿載、半載或空車
- 6. 酒精飲料：是否有酒精飲料、打開或密封、找到的位置
- 7. 車速表：表上顯示的位置
- 8. 安全帶使用

車輛檢查與測試

通常不能在現場進行徹底檢查或檢查。因此必要時，應在車輛離開現場後在適當的設施進行更徹底的檢查。請注意，現場調查員不必是合格的機械師，但他必須了解 (a) 車輛的構造和 (b) 車輛的主要部件及其用途和功能，並能夠將這些知識應用於現場和後續調查。

調查案件中的車輛跡證

接觸性損壞(Contact Damage)

接觸性損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損壞和外部接觸性損壞。

內部接觸性損壞(Internal Contact Damage)

與車內物體接觸造成的接觸損壞，如車內乘員的頭部與玻璃的碰撞。



圖 3-22 內部接觸性損壞-頭部撞擊

外部接觸性損壞(External Contact Damage)

與外部物體接觸造成的接觸損壞，如電線桿等。



圖 3-23 外部接觸性損壞

感應性損壞(Induced Damage)

由於車輛其他部位所施加的壓力（如撞擊或突然的加速或減速）引起的車輛部件損壞。這類的損壞通常表現為折疊、皺紋，而不是劃痕或碎裂。



Induced Damage

圖 3-24 感應性損壞

區分接觸性損壞和感應性損壞是非常重要的事情，若將其誤判可能會導致車輛在初始接觸時定位不當。

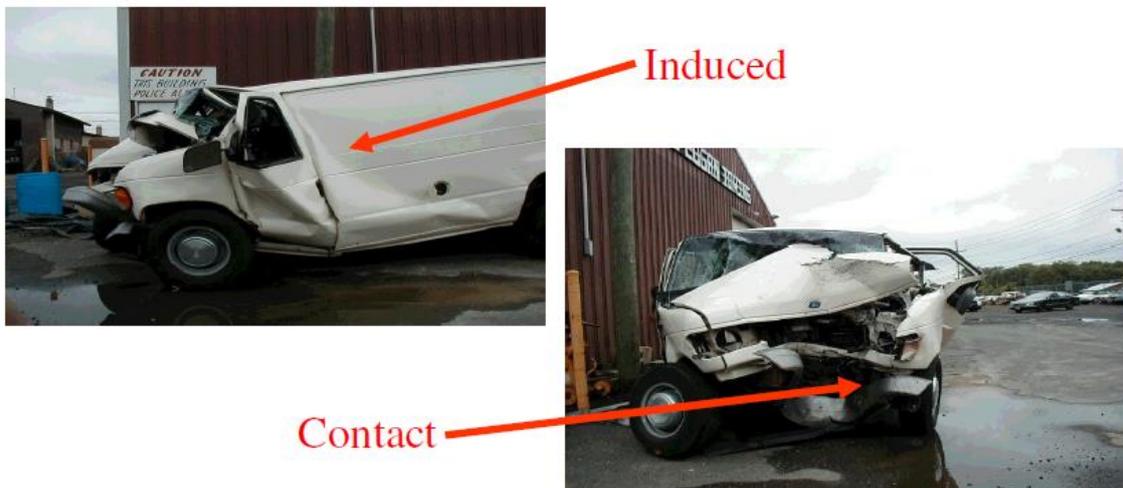


圖 3-25 感應性損壞和接觸性損壞

四、 人員

課程目標

- 了解駕駛員操作車輛的能力條件，包含行人對駕駛能力和車輛性能的錯誤認知。
- 介紹影響駕駛員的生理和心理因素，以及酒精和藥物對於駕駛的影響。

- 介紹乘員運動學，了解受傷害及傷害的關係。
- 介紹如何向駕駛員、目擊者或其他涉入者獲得事故資訊。

事故的主因可能是駕駛員、乘員或行人，調查員需思考：人的駕駛能力或行走能力（如新手駕駛、老人等）、人的生理和心理因素、受傷情況。以下是影響安全駕駛的駕駛員特徵：

1. 受傷
2. 疲勞
3. 酒精或藥物
4. 一氧化碳中毒
5. 總體健康：視力、聽力、疾病（駕駛員所患任何可能對其安全駕駛能力產生不利影響的疾病的類型和程度。）

影響駕駛員捲入車禍的可能性的人為因素包括：

1. 身體限制：大多只佔車禍的一小部分，因為有缺陷的駕駛員可能會通過更慢和/或更小心駕駛來彌補他們的缺陷。
2. 障礙：尋找可能對駕駛員安全駕駛能力產生不利影響的障礙的證據。
3. 視覺：在感知和識別以及理解感知對象和事件之間的關係以及接收交通控制消息所需的信息方面很重要。
4. 聽力：對於了解正在駕駛的區域內和周圍發生的事情非常重要，例如喇叭、輪胎尖叫和其他危險聲音。

暫時性損傷(Temporary impairment)

相較於損傷，駕駛員對於暫時性的損傷通常不會因此調整駕駛習慣，暫時性損傷包含：

1. 疲勞
2. 疾病和藥物
3. 酒精：導致車禍的一個主要因素，因為它的使用會影響判斷力和協調性。
4. 態度：是人類行為的主要因素，對駕駛責任態度不佳的駕駛員或因家庭或經濟問題而情緒低落的駕駛員可能會表現出糟糕的駕駛行為。包含駕駛員不願減速、煞車或繞道、違規等。
5. 知識和技能
6. 判斷
7. 注意力（例如，週日駕駛員）

8. 長途旅行

9. 天氣

駕駛員

駕駛員須具備使車輛運行的技能，如：操作車輛的技巧、識別路況的知識與能力、擁有共享道路的心態和保持專注執行駕駛任務，此外也須具備有關駕駛的知識：

- a. 了解車輛保養和維護的必要性
- b. 了解車輛在不同路況下的行為
- c. 避免不利交通條件的能力
- d. 能夠理解交通控制設備和警告？駕駛員會讀嗎？
- e. 防禦性駕駛練習

行人

車輛和行人的事故很常見，因此調查員也應了解行人的特徵。以下為幾個行人常見特徵：

1. 難以預測行人的行為。
2. 老年人和大學生有時覺得他們有權在任何地點過馬路。
3. 許多行人不理解駕駛員和車輛的限制。
4. 必須考慮人行道和坡道上的行人步行速度。
5. 行人的年齡可能是導致車輛與行人發生碰撞的一個因素。
6. 老年行人特別容易被車輛撞倒，因為許多人的聽覺、視覺或其他感知危險的能力受損。
7. 身體能力較弱的老年行人往往無法對感知到的危險做出足夠快的反應以避免被撞倒。
8. 許多涉及老年行人的事故是由於對自己和駕駛員的能力過度自信造成的。

此外，醉酒或吸毒的行人是另一個弱勢群體，通常是因為：

- A. 通常反應時間較慢。
- B. 或多或少地失去協調。
- C. 感覺功能遲鈍。
- D. 降低對周圍環境的認知能力。

兒童也是交通事故常見的受害者，通常是由於：

- A. 興奮和普遍缺乏注意力，他們可能會跑到行駛中的車輛的路徑上。
- B. 經常發生在他們有錯誤安全感的社區。
- C. 年幼的孩子，因為他們的個頭小，可能不像個子高的人那樣容易被駕駛員看到。
- D. 一個孩子在停在街邊的汽車前玩耍，在他或她衝到駕駛員面前的道路上之前，路過的駕駛員可能不會看到他或她。

乘員運動學

乘員運動學是對車輛內乘員運動的檢查，透過檢查車輛內部否有身體與內部接觸的跡象，並且了解從第一次接觸到最大接觸到分離和最後靜止位置的車輛運動。

乘員運動學可用於確定：

- 誰在駕駛車輛
- 乘員在撞擊前就座的地方
- 乘員約束系統的影響
- 乘員受傷模式
- 可能存在保險欺詐的證據

在任何的車輛碰撞中，都有三個獨立的碰撞發生：

- 車輛碰撞(The vehicular crash)：車輛和其他車輛或物體發生碰撞
- 人員碰撞(The human crash)：乘員撞擊車輛內部
- 內部撞擊(The internal crash)：內部器官撞擊到肋骨等等。

車輛碰撞發生時，車輛會以幾種方式開始變化：形狀、方向或質量。

人員碰撞中可以分為無反應碰撞(un-reactive crash)和反應性碰撞(reactive crash)。在無反應碰撞中，乘員完全沒有意識到車輛碰撞即將發生，車輛不會俯衝（如側撞），乘員的身體放鬆，傾向於從座位上滑下；在反應性碰撞中，乘員意識到即將發生的撞擊，車輛成俯衝狀，導致車輛在撞擊時摺疊和彎曲。

最後則是內部撞擊，當人類崩潰開始消退後，人體內部器官繼續在身體內移動時發生的崩潰。這可能是更致命的撞擊，因為車輛旨在保護人體，而人體旨在保護內部器官，但是器官沒有自己的「自我保護系統」。

根據牛頓第一運動定律：慣性力，如果乘員沒有被固定在車內，他將沿著車輛在受力的行駛方向移動。因此發生碰撞後會有幾種狀況發生：

1. 在撞車事故中，由於碰撞力，車輛要麼加速或減速。

2. 車輛也可能在其質量中心旋轉。
3. 如果沒有將乘員固定在車輛內，他/她將繼續朝車輛引入部隊之前行駛的方向行駛。
4. 該運動將繼續進行，直到乘員被外力（車輛內部）停止。
5. 無論推力是中心推力還是非中心推力（偏心），將發生運動。

在集中的推力中，車輛乘員將朝外力移動，因為車輛朝相反的方向推開。

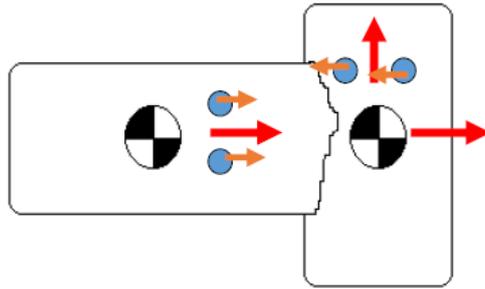


圖 3-26 直角相撞-車身

在一個偏心的推力中，車輛乘員將在周圍的車輛開始旋轉時向外力移動。

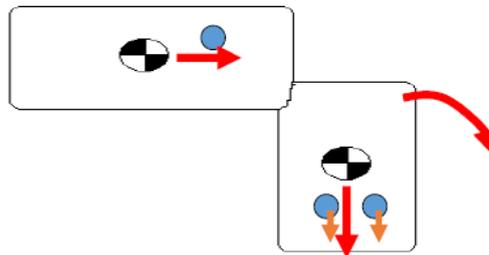


圖 3-27 直角相撞-尾部

調查員應調查：

- 確定力的主要方向（PDOF）
- 檢查內部是否有接觸點
- 找到文件和照片等所有物理證據

為每部車輛確定其主要方向，調查員可以檢查涉及設備的內部，這項檢查目的是找到任何和所有可能和乘員的關係，並比對乘員受到的傷害和車輛內部損害。

訪談及審訊

課程目標：

- 了解訪談及審訊之間的差異，以及如何根據訪談人員類型來處理每種情況。
- 了解如何提出問題。

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。

訪談(interview)

訪談的目的是獲得訊息，不要將訪談對象當成嫌疑犯審問；於密閉的房間內進行訪談，有助於鼓勵清晰的思考及保護當事人的秘密；創造融洽的對話及舒適的主題，有助於受訪者提供更多的資訊。控制訪談節奏而非主導訪談內容，讓受訪者自由的說話。

在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。

在訪談時：

1. 清晰簡潔的提出問題
2. 不要展露情緒
3. 應盡量避免假設性的問題
4. 不要質疑受訪者的答案
5. 保持對訪談的控制
6. 簡短筆記

五、計算題題解

M3 摩擦係數計算與應用

- 介紹摩擦係數，學習從打滑痕跡估計車速，從臨界速度中估計速度。
- 根據路面坡度和超高調整摩擦力，以及煞車問題。

- (1) 一個 40 磅 (18 公斤) 的拖曳阻力橇(drag sled)往打滑車道方向拉，記錄的平均拉力為 29 磅 (13 公斤)。事故現場道路坡度為水平。試問事故區域內道路的阻力係數(drag factor)是多少？

$$\text{解： } f = F/W = 29/40 = 13/18 = 0.725$$

f = 阻力係數、 F = 移動阻力橇的拉力 (磅/公斤)、 W = 阻力橇的重量 (磅/公斤)

- (2) 使用測試車輛以每小時 30 英里 (48 公里/小時) 的速度在碰撞打滑標記(crash skid marks)的方向進行打滑測試。兩次測試的最長滑移距離為 44 英尺 (13.4m)，測試是在平坦的道路上進行的。試問道路的水平減速係數(level deceleration factor)是多少？

$$\text{解： } f = S^2 / 30D = 30^2 / (30 * 44) = 0.68$$

$$f = S^2 / 254D = 50^2 / (48 * 254) = 0.68$$

f = 減速度/加速度係數、 S = 速度(mph 或 kph)、

30 、 254 = 數學常數、 D = 距離(英尺或公尺)

- (3) 一個重達 30 磅 (13.6 公斤) 的拖曳阻力橇(drag sled)往打滑車道方向拉，記錄的平均拉力為 22 磅 (10 公斤)。事故現場的坡度記錄為水平測量 4 英尺 (1.12 米) 長，上升幅度為 2 英寸 (5 厘米)。事故發生在上坡方向。對涉及交通事故的前輪驅動車輛進行了檢查，發現在應用時右後製動器不起作用。碰撞車輛調整後的減速係數是多少？ $W=30$ 、 $F=22$ 、 $m=0.04$ [$2/(4*12)$]、 $n=0.85$

$$\text{解： } f = F/W = 22/30 = 0.73$$

$$\mu = f \pm m = 0.73 - 0.04 = 0.69$$

$$f_{adj} = (\mu * n) \pm m = (0.69 * 0.85) + 0.04 = 0.62$$

f = 阻力係數、 F = 移動阻力橇的拉力 (磅/公斤)、 W = 阻力橇的重量 (磅/公斤)

μ = 坡度調整阻力係數、 m = 坡度、 n = 制動百分比、 f_{adj} = 調整減速係數

- (4) 在摩擦係數為 0.73 的平坦道路上移動 35 磅 (16 公斤) 阻力橇所需的拉力是多少？

$$\text{解： } F = f * W = 0.73 * 35 = 25.55 \text{ 磅}$$

- (5) 使用測試車輛以每小時 30 英里 (48.2 公里/小時) 的速度進行滑行測試，坡度為 -3%。在公差範圍內的兩次測試中，最長的滑痕為 44 英尺 (13.4m)。車禍發生時，事故車輛正在上坡行駛。如果碰撞車輛的所有製動器在駕駛員踩剎車時都在工作，那麼碰撞車輛的調整後減速係數是多少？

$$S=30、D=44、m=-0.03、n=1$$

$$\text{解：} f = S^2 / 30D = 30^2 / (30 * 44) = 0.68$$

$$\mu = f \pm m = 0.68 + 0.03 = 0.71$$

$$f_{adj} = (\mu * n) \pm m = (0.71 * 1.0) + 0.03 = 0.74$$

f = 阻力係數、 S = 速度(mph)、 D = 距離(英尺)

μ = 坡度調整阻力係數、 m =坡度、 n =制動百分比、 f_{adj} = 調整減速係數

- (6) 在水平表面上進行打滑測試，測試車輛以每小時 30 英里 (48.2 公里/小時) 行駛。在公差範圍內的兩次測試中，測量的最長滑痕是為 36 英尺 (11m)。在駕駛員踩剎車時，左前剎車不起作用。後輪驅動車輛在平坦道路上的調整減速係數是多少？

$$S=30、D=36、m=0.0、n=0.7$$

$$\text{解：} f = S^2 / 30D = 30^2 / (30 * 36) = 0.83$$

$$\mu = f \pm m = 0.83 + 0.00 = 0.83$$

$$f_{adj} = (\mu * n) \pm m = (0.83 * 0.70) + 0.00 = 0.58$$

f = 阻力係數、 S = 速度(mph)、 D = 距離(英尺)

μ = 坡度調整阻力係數、 m =坡度、 n =制動百分比、 f_{adj} = 調整減速係數

- (7) 測試車輛以每小時 30 英里 (48.2 公里/小時) 的速度，在坡度 -4% 的道路上進行打滑測試。在公差範圍內的兩次測試中，測量的最長滑痕為 48 英尺 (14.6m)。對事故的車輛進行了檢查，發現右前製動器失靈。如果事故車輛是後輪驅動，其調整後的減速係數是多少？

$$S=30、D=48、m=-0.04、n=0.7$$

$$\text{解：} f = S^2 / 30D = 30^2 / (30 * 48) = 0.625$$

$$\mu = f \pm m = 0.625 + 0.04 = 0.665$$

$$f_{adj} = (\mu * n) \pm m = (0.665 * 0.70) - 0.04 = 0.425$$

f = 阻力係數、 S = 速度(mph)、 D = 距離(英尺)

μ = 坡度調整阻力係數、 m =坡度、 n =制動百分比、 f_{adj} = 調整減速係數

- (8) 測試車輛以每小時 30 英里 (48.2 公里/小時) 的速度，在坡度 -4% 的道路上進行打滑測試。在公差範圍內的兩次測試中，測量的最長滑痕為 48 英尺 (14.6m)。對事故的車輛進行了檢查，發現右前製動器失靈。如果事故車輛是前輪驅動，其調整後的減速係數是多少？ $S=30、D=48、m=-0.04、n=0.65$

$$\text{解：} f = \frac{S^2}{30D} = \frac{30^2}{(30 \times 48)} = 0.625$$

$$\mu = f \pm m = 0.625 + 0.04 = 0.665$$

$$f_{adj} = (\mu * n) \pm m = (0.665 * 0.65) - 0.04 = 0.392$$

f = 阻力係數、 S = 速度(mph)、 D = 距離(英尺)

μ = 坡度調整阻力係數、 m =坡度、 n =制動百分比、 f_{adj} = 調整減速係數

- (9) 使用測試車輛以每小時 35 英里 (56.3 公里/小時) 的速度在道路上進行打滑測試。事故現場坡度為+3%。在公差範圍內的兩次測試中，測量的最長滑痕為 51 英尺 (15.4m)。事故車輛經過檢查，發現左後製動器失靈。如果事故車輛是前輪驅動，則車輛的調整減速係數是多少？ $S=35$ 、 $D=51$ 、 $m=0.03$ 、 $n=0.85$

$$\text{解：} f = \frac{S^2}{30 \times D} = \frac{35^2}{(30 \times 51)} = 0.80$$

$$\mu = f \pm m = 0.8 - 0.03 = 0.77$$

$$f_{adj} = (\mu * n) \pm m = (0.77 * 0.85) + 0.03 = 0.685$$

f = 阻力係數、 S = 速度(mph)、 D = 距離(英尺)

μ = 坡度調整阻力係數、 m =坡度、 n =制動百分比、 f_{adj} = 調整減速係數

- (10) 使用測試車輛以每小時 35 英里 (56.3 公里/小時) 的速度在道路上進行打滑測試。事故現場坡度為+3%。在公差範圍內的兩次測試中，測量的最長滑痕為 51 英尺 (15.4m)。事故車輛經過檢查，發現左後製動器失靈。如果事故車輛是後輪驅動，則車輛的調整減速係數是多少？

$$S=35 \text{、} D=51 \text{、} m=0.03 \text{、} n=0.8$$

$$\text{解：} f = \frac{S^2}{30 \times D} = \frac{35^2}{(30 \times 51)} = 0.80$$

$$\mu = f \pm m = 0.8 - 0.03 = 0.77$$

$$f_{adj} = (\mu * n) \pm m = (0.77 * 0.8) + 0.03 = 0.646$$

f = 阻力係數、 S = 速度(mph)、 D = 距離(英尺)

μ = 坡度調整阻力係數、 m =坡度、 n =制動百分比、 f_{adj} = 調整減速係數

M4 車速估計—最低速度及綜合速度

- 學習如何根據車輛在道路上留下的滑痕痕跡來估計最低車輛速度。
- 探討車輛滑行至停止，以及車輛在具有不同摩擦值的多個表面上的滑行。
- 學習車輛撞擊靜止物時之車速計算。

- (1) 一輛車輛在調整後的減速係數為 0.69 的道路上打滑到停止，由車輛中心質量測量打滑痕跡平均移動距離為 160 英尺 (48.7 米)，請問駕駛員踩煞車時車速是多少？ $f_{adj} = 0.69$ 、 $D=160$

$$\text{解：} S = \sqrt{30 \times D \times f} = (30 \times 160 \times 0.69)^{0.5} = 57.55$$

f_{adj} = 調整減速係數、 S = 速度(mph)、 D = 距離(英尺)

- (2) 車輛從停止處加速 210 英尺 (64m) 的距離。車輛經過測試，發現其加速係數為 0.24。車輛在加速距離結束時的速度是多少？ $f=0.24$ 、 $D=210$

$$\text{解：} S = \sqrt{30 \times D \times f} = (30 \times 210 \times 0.24)^{0.5} = 38.88$$

f = 加速係數、 S = 速度(mph)、 D = 距離(英尺)

- (3) 在交叉路口內發生碰撞事故，肇事駕駛員說，他在左轉進入直行路口之前完全停下來。另一駕駛員表示，他看到肇事車輛在左轉之前沒有完全停下來，進行撞擊速度分析時，發現肇事車輛的撞擊速度為每小時 23 英里 (37 公里/小時)，從撞擊點到停止線的距離為 38 英尺 (11.5 米)，肇事車輛的最大加速係數為 0.22。如果肇事車輛在進入交叉路口前完全停止，車輛是否可以加速達到碰撞速度？ $S_0=23$ 、 $D=38$ 、 $f=0.22$

$$\text{解：} S = \sqrt{S_0^2 - (30 \times D \times f)} = [23^2 - (30 \times 38 \times 0.22)]^{0.5} = 16.68 > 0 \text{ 所以該車左轉之前沒有完全停下來}$$

f = 加速係數、 S = 速度(mph)、 D = 距離(英尺)

- (4) 在交叉路口內發生碰撞事故，肇事駕駛員說，他在左轉進入直行路口之前完全停下來。另一車輛駕駛員表示，他看到肇事車輛在左轉之前沒有完全停下來，進行撞擊速度分析時，發現肇事車輛的撞擊速度為每小時 23 英里 (37 公里/小時)。從撞擊點到停止線的距離為 38 英尺 (11.5 米)。肇事車輛的最大加速係數為 0.22。肇事車輛需要多少距離才能達到每小時 23 英里 (37Kph) 的衝擊速度？ $S_0=23$ 、 $f=0.22$

$$\text{解：} D = \frac{S^2}{30 \times f} = 23^2 / (30 \times 0.22) = 80.15$$

f = 加速係數、 S = 速度(mph)、 D = 距離(英尺)

- (5) 呈(4)題如果車輛在停止線完全停止，需要什麼加速係數才能達到每小時 23 英里 (37 公里/小時) 的衝擊速度？ $S_0=23$ 、 $D=38$

$$\text{解：} f = \frac{S^2}{30 \times D} = 23^2 / (30 \times 38) = 0.46$$

f = 加速係數、 S = 速度(mph)

- (6) 一輛車輛在瀝青路面上打滑 91 英尺 (27.7m)，調整減速係數為 0.80，之後以 0.61 的調整減速係數進入路肩滑行 62 (18.9 米)英尺，再以 10 英里/小時 (16 公里/小時) 的速度與一棵樹相撞，試計算駕駛員踩煞車時車速是多少？ $S_0=10$ 、 $D_1=62$ 、 $f_1=0.61$ 、 $D_2=91$ 、 $f_2=0.8$

$$\text{解： } S_1 = \sqrt{S_0^2 + 30 \times D_1 \times f_1} = (10^2 + 30 \times 62 \times 0.61)^{0.5} = 35.13$$

$$S_2 = \sqrt{S_1^2 + 30 \times D_2 \times f_2} = (35.13^2 + 30 \times 91 \times 0.8)^{0.5} = 58.46$$

S_0 =撞樹時速度(mph)、 S_1 =進入路肩時速度(mph)、 S_2 =駕駛員踩煞車時速度(mph)

D_1 =路肩滑行距離(英尺)、 D_2 =瀝青路面打滑距離(英尺)、 f_1 =路肩調整減速係數
 f_2 =瀝青路面調整減速係數

- (7) 為了避免道路上的障礙物，駕駛員將他的車輛滑過 60 英尺 (18m) 的瀝青路面，調整減速係數為 0.74，之後車輛進入路肩並以 0.47 的調整減速係數滑動 72 英尺 (22m)後，車輛再以每小時 16 英里 (25 公里/小時) 的速度與一棵樹相撞，試計算駕駛員第一次踩煞車時車速是多少？

$$S_0=16、D_1=72、f_1=0.47、D_2=60、f_2=0.74$$

$$\text{解： } S_1 = \sqrt{S_0^2 + 30 \times D_1 \times f_1} = (16^2 + 30 \times 72 \times 0.47)^{0.5} = 35.65$$

$$S_2 = \sqrt{S_1^2 + 30 \times D_2 \times f_2} = (35.65^2 + 30 \times 60 \times 0.74)^{0.5} = 51.01$$

S_0 =撞樹時速度(mph)、 S_1 =進入路肩時速度(mph)、 S_2 =駕駛員踩煞車時速度(mph)

D_1 =路肩滑行距離(英尺)、 D_2 =瀝青路面打滑距離(英尺)、 f_1 =路肩調整減速係數
 f_2 =瀝青路面調整減速係數

- (8) 呈(7)題，如果行人沿著公路的路肩行走，在滑痕 100 英尺 (30m) 處被撞到，車輛在撞擊時的速度是多少，道路中的障礙物為一個空箱，在整個位移距離內對車輛的速度沒有顯著影響。 $S_0=16、D_1=72、f_1=0.47、D_3=100-60=40$

$$\text{解： } S_1 = \sqrt{S_0^2 + 30 \times D_1 \times f_1} = (16^2 + 30 \times 72 \times 0.47)^{0.5} = 35.65$$

$$S_3 = \sqrt{S_1^2 + 30 \times D_3 \times f_1} = (35.65^2 + 30 \times 40 \times 0.47)^{0.5} = 26.58$$

S_0 =撞樹時速度(mph)、 S_1 =進入路肩時速度(mph)、 S_3 =撞行人時速度(mph)

D_1 =路肩滑行距離(英尺)、 D_3 =行人在路肩滑痕距離(英尺)、 f_1 =路肩調整減速係數

- (9) 呈(8)題如果駕駛員無法避開道路障礙物，且最初的撞擊發生在滑痕 25 英尺 (7.6m) 處，那麼車輛撞擊道路障礙物時的速度是多少？道路中的障礙物被確定為一個空箱，在整個位移距離內對車輛的速度沒有顯著影響。 $S_0=16、D_1=72、f_1=0.47、f_2=0.74、D_4=25$

$$\text{解： } S_1 = \sqrt{S_0^2 + 30 \times D_1 \times f_1} = (16^2 + 30 \times 72 \times 0.47)^{0.5} = 35.65$$

$$S_4 = \sqrt{S_1^2 + 30 \times D_4 \times f_2} = (35.65^2 + 30 \times 25 \times 0.74)^{0.5} = 45.25$$

S_0 =撞樹時速度(mph)、 S_1 =進入路肩時速度(mph)、 S_4 =撞擊障礙物時速度(mph)
 D_1 =路肩滑行距離(英尺)、 D_4 =障礙物距滑痕距離(英尺)、 f_1 =路肩調整減速係數、
 f_2 =瀝青路面調整減速係數

- (10) 呈(7)~(9)題，如果駕駛員的感知反應時間為 1.6 秒，那麼當駕駛員第一次感知並做出反應時，在道路阻塞的情況下，汽車距離撞擊有多遠？ $S_2=50.01$ 、 $t=1.6$ 、 $D_4=25$ 。

解： $D_5 = S_2 * t * 1.466 + D_4 = 50.01 * 1.6 * 1.466 + 25 = 144.65$

S_2 =剎車時速度(mph)、 t =駕駛反應時間(秒)、 D_4 =障礙物距滑痕距離(英尺)、
 D_5 =車輛距障礙物距離(英尺)

- (11) 呈(7)~(10)題，當駕駛員第一次感知道路障礙物並對其做出反應時，汽車與行人的碰撞距離有多遠？ $S_2=50.01$ 、 $t=1.6$ 、 $D_6=100$

解： $D_7 = S_2 * t * 1.466 + D_6 = 50.01 * 1.6 * 1.466 + 100 = 219.65$

S_2 =剎車時速度(mph)、 t =駕駛反應時間(秒)、 D_6 =行人距滑痕距離(英尺)、
 D_7 =駕駛員第一次感知汽車道路障礙物時與行人的碰撞距離(英尺)。

- (12) 以每小時 30 英里 (50 Kph) 的速度在坡度+ 4% 的車道上進行滑行測試，在公差範圍內的兩次測試中，最長的滑痕測量為 46 英尺 (14m)，前輪驅動車輛的碰撞滑行測量使用以下數據定位和記錄，右前剎車失靈。

LF – 114ft 3 in (34.8m) RF – 0
 LR – 118ft 8 in (36.1m) RR – 121ft 7 in (37m)

測試車輛以 27 英里/小時 (43 公里/小時) 的速度與橋台末端相撞，駕駛員第一次踩煞車時車輛的速度是多少？ $S_t=30$ 、 $S_0=27$ 、 $d=46$ 、 $m=0.04$ 、 $n=0.65$
 $D_{AVG}=118.16$

解： $f = \frac{S_t^2}{30 \times d} = 30^2 / (30 * 46) = 0.65$

$\mu = f \pm m = 0.65 - 0.04 = 0.61$

$f_{adj} = (\mu * n) \pm m = (0.61 * 0.65) + 0.04 = 0.43$

$S_c = \sqrt{S_0^2 + 30 \times D_{AVG} \times f_{adj}} = (27^2 + 30 * 118.16 * 0.43)^{0.5} = 47.46 \text{mph}$
 $= 69.57 \text{fps} (47.46 * 1.466)$

S_t =測試車輛速度(mph)、 S_0 =測試車輛撞擊橋台時速度(mph)、 d =滑痕長度(英尺)、 m =車道坡度、 n =制動百分比、 f = 阻力係數、 μ = 坡度調整阻力係數、 f_{adj} = 調整減速係數、 D_{AVG} =平均煞車痕長度(英尺)、 S_c = 駕駛員第一次踩煞車時的速度(mph/fps)

- (13) 事故車輛駕駛員踩下煞車以避開道路障礙，在瀝青路面上滑行 37 英尺 (11.2m) 後，車輛繼續滑過混凝土橋面 86 英尺 (26.2m)，再進入公路的草地路肩滑行了 41 英尺 (12.4m) 後，以時速度 12 英里/小時 (20 公里/

小時)與樹相撞。另測試車輛以 30 英里/小時 (50 公里/小時)的速度在瀝青表面 (沿滑痕方向)進行打滑測試,兩次測試中最長的滑道記錄為 44 英尺 (13.4m)。在混凝土橋面上以 30 mph (50Kph) 的速度進行測試,兩次測試中最長的滑道標記為 40 英尺 (12.1m)。瀝青和混凝土路面上的道路坡度為-2%,一個重達 30 磅 (13.6 千克)的拖曳阻力橇沿著公路的路肩 (滑橇方向)拉動的平均拉力為 17 磅 (7.7 千克),路肩的坡度為-4%。對後輪驅動事故車輛進行檢查,發現在應用時左後製動器不起作用。試求駕駛員第一次踩剎車時車速是多少?

$$D_a=37/D_{at}=44、D_b=86/D_{bt}=40、D_c=41/W_c=30/F_c=17、S_t=30、S_0=12、m_a=m_b=-0.02m_c=-0.04、n=0.8$$

$$\text{解: } f_a = \frac{S_t^2}{30 \times D_{at}} = 30^2 / (30 \times 44) = 0.68 \quad \mu_a = f_a \pm m_a = 0.68 + 0.02 = 0.70$$

$$f_{adj-a} = (\mu_a * n_a) \pm m_a = (0.70 * 0.8) - 0.02 = 0.54$$

$$f_b = \frac{S_t^2}{30 \times D_{bt}} = 30^2 / (30 \times 40) = 0.75 \quad \mu_b = f_b \pm m_b = 0.75 + 0.02 = 0.77$$

$$f_{adj-b} = (\mu_b * n_b) \pm m_b = (0.77 * 0.8) - 0.02 = 0.59$$

$$f_c = \frac{F_c}{W_c} = 17/30 = 0.56 \quad \mu_c = f_c \pm m_c = 0.56 + 0.04 = 0.6$$

$$f_{adj-c} = (\mu_c * n_c) \pm m_c = (0.6 * 0.8) - 0.04 = 0.44$$

$$S_1 = \sqrt{S_0^2 + 30 \times D_c \times f_{adj-c}} = (12^2 + 30 \times 41 \times 0.44)^{0.5} = 26.17 \text{ mph}$$

$$S_2 = \sqrt{S_1^2 + 30 \times D_b \times f_{adj-b}} = (26.17^2 + 30 \times 86 \times 0.59)^{0.5} = 46.97 \text{ mph}$$

$$S_3 = \sqrt{S_2^2 + 30 \times D_a \times f_{adj-a}} = (46.97^2 + 30 \times 37 \times 0.54)^{0.5} = 52.96 \text{ mph}$$

S_t =測試車輛速度(mph)、 S_0 =事故車輛撞樹時速度(mph)、 D =滑痕長度(英尺)、 m =車道坡度、 n =制動百分比、 f = 阻力係數、 μ = 坡度調整阻力係數、 f_{adj} = 調整減速係數、 D =煞車痕長度(英尺)、 S_3 =駕駛員第一次踩煞車時的速度(mph)、 S_2 =事故車輛進入混凝土橋面時的速度(mph)、 S_1 =事故車輛進入草地路肩時的速度(mph)、 a =瀝青路面路段、 b =混凝土橋面路段、 c =草地路肩路段。

M5 時間和距離

- (1) 車輛從停止處加速 200 英尺 (61 米), 加速係數(f)為 0.21。車輛需要多長時間才能達到 200 英尺 (61m) 的距離(D)?

$$\text{解: } t = \frac{D}{\sqrt{16.1 \times f}} = 200 / (16.1 \times 0.21)^{0.5} = 7.69 \text{ sec}$$

- (2) 在調整後的減速係數(f)為 0.65 的道路上, 車輛在 112 英尺 (34.1 米) (D)處減速到停止需要多長時間?

$$\text{解: } t = \frac{D}{\sqrt{16.1 \times f}} = 112 / (16.1 \times 0.65)^{0.5} = 3.27 \text{ sec}$$

- (3) 一輛車輛在調整後的減速係數為 0.73 的道路上滑行 102 英尺 (31 米) 以停止。車輛滑到停止需要多長時間？

$$\text{解： } t = \frac{D}{\sqrt{16.1 \times f}} = 102 / (16.1 \times 0.73)^{0.5} = 2.94 \text{ sec}$$

- (4) 一輛以 S=55 英里/小時 (88.5 公里/小時) 行駛的車輛在調整後的減速係數為 f=0.77 的道路上減速到停止需要多少秒？

$$\text{解： } D = \frac{S^2}{30 \times f} = 55^2 / (30 \times 0.77) = 130.95 \quad t = \frac{D}{\sqrt{16.1 \times f}} = 130.95 / (16.1 \times 0.77)^{0.5} = 3.25 \text{ sec}$$

- (5) 車輛駕駛員以 S=55 英里/小時 (88.5 公里/小時) 的速度行駛，為了避開道路上緩慢行駛的車輛而打滑。調整後的道路減速係數確定為 f=0.77，車輛完全停止時滑行了多少英尺？

$$\text{解： } D = \frac{S^2}{30 \times f} = 55^2 / (30 \times 0.77) = 130.95 \text{ 英尺}$$

- (6) 在平均加速係數為 f=0.31 的情況下，車輛加速到 S=35 英里/小時 (56.3 公里/小時) 需要多長時間？

$$\text{解： } D = \frac{S^2}{30 \times f} = 35^2 / (30 \times 0.31) = 131.72 \quad t = \frac{D}{\sqrt{16.1 \times f}} = 131.72 / (16.1 \times 0.31)^{0.5} = 5.13 \text{ sec}$$

M5 臨界速度—時間和距離 (To or from a stop)

- 確定車輛在特定距離或特定時間的定位，包含確定停止距離和停止的時間，並結合課程早期學習到的技術。
 - 學習如何從臨界速度中確定速度估計值。
 - 了解擦痕，並學習如何安全、準確地找確定道路的曲線半徑，以便在道路和車輛的關鍵速度上展開工作。
- (1) 在確定在道路上發現的標記是臨界速度磨損後，取 C= 30 英尺 (14m) 的弦，中間縱坐標(middle ordinate)m=3.5 英寸=0.29 英尺(20cm)。如果車輛的履帶寬度為 TW=60 英寸=5 英尺 (152 厘米/1.52 米)，那麼車輛質心的路徑半徑是多少？

$$\text{解： } R = \frac{C^2}{8 \times m} + \frac{m}{2} = (30^2 / 8 \times 0.29) + (0.29 / 2) = 388.07$$

$$R_{\text{adj}} = R - \frac{TW}{2} = 388.07 - 5 / 2 = 385.77 \text{ ft}$$

- (2) 沿道路內側邊緣取 C=50 (15.2M) 英尺的弦，其中間縱坐標 m= 4.8 英寸=0.4 英尺 (12cm/1.2m)，該道路是一條四車道的未分隔公路，每個方向有兩條車道，每條車道的寬度 TW=12 英尺 (3.6 米)，在車道 1 中心行駛的車輛質心路徑半徑是多少？

$$\text{解： } R = \frac{C^2}{8 \times m} + \frac{m}{2} = (50^2 / 8 \times 0.4) + (0.4 / 2) = 781.45 \text{ ft}$$

$$R_{adj} = R - \frac{TW}{2} = 781.45 + 12/2 = 787.45 \text{ ft}$$

- (3) 沿車道內側邊緣量測其弦長 $C=50$ (15.2M) 英尺、中間縱坐標 $m=4.8$ 英寸=0.4 英尺(12cm/0.12m)，道路是一條 4 車道無分隔帶的公路，每個方向有兩條車道，每條車道的寬度 $TW=12$ 英尺 (3.6 米)，在車道 2 中心行駛的車輛質心路徑的半徑是多少？

$$\text{解：} R = \frac{C^2}{8 \times m} + \frac{m}{2} = (50^2/8 \times 0.4) + (0.4/2) = 781.45 \text{ ft}$$

$$R_{adj} = R - \frac{TW_2}{2} + TW_1 = 781.45 + 12/2 + 12 = 799.45 \text{ ft}$$

- (4) 沿車道內側邊緣量測其弦長 $C=50$ (15.2M) 英尺、中間縱坐標 $m=4.8$ 英寸=0.4 英尺(12cm/0.12m)，道路是一條 4 車道無分隔帶的公路，每個方向有兩條車道，每條車道的寬度 $TW=12$ 英尺 (3.6 米)，在車道 3 中心行駛的車輛質心路徑的半徑是多少？

$$\text{解：} R = \frac{C^2}{8 \times m} + \frac{m}{2} = (50^2/8 \times 0.4) + (0.4/2) = 781.45 \text{ ft}$$

$$R_{adj} = R - \frac{TW_3}{2} + TW_2 + TW_1 = 781.45 + 12/2 + 12 + 12 = 811.45 \text{ ft}$$

- (5) 沿車道內側邊緣量測其弦長 $C=50$ (15.2M) 英尺、中間縱坐標 $m=4.8$ 英寸=0.4 英尺(12cm/0.12m)，道路是一條 4 車道無分隔帶的公路，每個方向有兩條車道，每條車道的寬度 $TW=12$ 英尺 (3.6 米)，在車道 4 中心行駛的車輛質心路徑的半徑是多少？

$$\text{解：} R = \frac{C^2}{8 \times m} + \frac{m}{2} = (50^2/8 \times 0.4) + (0.4/2) = 781.45 \text{ ft}$$

$$R_{adj} = R - \frac{TW_4}{2} + TW_3 + TW_2 + TW_1 = 781.45 + 12/2 + 12 + 12 + 12 = 823.45 \text{ ft}$$

- (6) 沿車道內側邊緣量測其弦長 $C=50$ (15.2M) 英尺、中間縱坐標 $m=4.8$ 英寸=0.4 英尺(12cm/0.12m)，道路是一條 4 車道無分隔帶的公路，每個方向有兩條車道，每條車道的寬度 $TW=12$ 英尺 (3.6 米)，假設道路的水平減速係數確定為 0.63，並且道路從內路肩到外路肩有 +2% 的超高。車輛沿中心車道 1 行駛的臨界速度(S)是多少？

$$\text{解：} R = \frac{C^2}{8 \times m} + \frac{m}{2} = (50^2/8 \times 0.4) + (0.4/2) = 781.45 \text{ ft}$$

$$R_{adj} = R - \frac{TW}{2} = 781.45 + 12/2 = 787.45 \text{ ft}$$

$$f_{adj} = 0.63 + 0.02 = 0.65$$

$$S_1 = 3.86 \times \sqrt{R \times f_{adj}} = 3.86 \times (787.45 \times 0.65)^{0.5} = 87.32 \text{ mph}$$

- (7) 沿車道內側邊緣量測其弦長 $C=50$ (15.2M) 英尺、中間縱坐標 $m=4.8$ 英寸=0.4 英尺(12cm/0.12m)，道路是一條 4 車道無分隔帶的公路，每個方向有兩條車道，每條車道的寬度 $TW=12$ 英尺 (3.6 米)，假設道路的水平減速係數確定為 0.63，並且道路從內路肩到外路肩有 +2% 的超高。車輛沿中心車道 2 行駛的臨界速度(S)是多少？

$$\text{解： } R = \frac{c^2}{8 \times m} + \frac{m}{2} = (50^2/8 \times 0.4) + (0.4/2) = 781.45 \text{ ft}$$

$$R_{\text{adj}} = R - \frac{TW_2}{2} + TW_1 = 781.45 + 12/2 + 12 = 799.45 \text{ ft}$$

$$f_{\text{adj}} = 0.63 + 0.02 = 0.65$$

$$S_2 = 3.86 \times \sqrt{R \times f_{\text{adj}}} = 3.86 \times (799.45 \times 0.65)^{0.5} = 87.99 \text{ mph}$$

- (8) 沿車道內側邊緣量測其弦長 $C = 50$ (15.2M) 英尺、中間縱坐標 $m = 4.8$ 英寸 = 0.4 英尺 (12cm/0.12m)，道路是一條 4 車道無分隔帶的公路，每個方向有兩條車道，每條車道的寬度 $TW = 12$ 英尺 (3.6 米)，假設道路的水平減速係數確定為 0.63，並且道路從內路肩到外路肩有 +2% 的超高。車輛沿中心車道 3 行駛的臨界速度(S)是多少？

$$\text{解： } R = \frac{c^2}{8 \times m} + \frac{m}{2} = (50^2/8 \times 0.4) + (0.4/2) = 781.45 \text{ ft}$$

$$R_{\text{adj}} = R - \frac{TW_3}{2} + TW_2 + TW_1 = 781.45 + 12/2 + 12 + 12 = 811.45 \text{ ft}$$

$$f_{\text{adj}} = 0.63 + 0.02 = 0.65$$

$$S_3 = 3.86 \times \sqrt{R \times f_{\text{adj}}} = 3.86 \times (811.45 \times 0.65)^{0.5} = 88.64 \text{ mph}$$

- (9) 沿車道內側邊緣量測其弦長 $C = 50$ (15.2M) 英尺、中間縱坐標 $m = 4.8$ 英寸 = 0.4 英尺 (12cm/0.12m)，道路是一條 4 車道無分隔帶的公路，每個方向有兩條車道，每條車道的寬度 $TW = 12$ 英尺 (3.6 米)，假設道路的水平減速係數確定為 0.63，並且道路從內路肩到外路肩有 +2% 的超高。車輛沿中心車道 4 行駛的臨界速度(S)是多少？

$$\text{解： } R = \frac{c^2}{8 \times m} + \frac{m}{2} = (50^2/8 \times 0.4) + (0.4/2) = 781.45 \text{ ft}$$

$$R_{\text{adj}} = R - \frac{TW_4}{2} + TW_3 + TW_2 + TW_1 = 781.45 + 12/2 + 12 + 12 + 12 = 823.45 \text{ ft}$$

$$f_{\text{adj}} = 0.63 + 0.02 = 0.65$$

$$S_3 = 3.86 \times \sqrt{R \times f_{\text{adj}}} = 3.86 \times (823.45 \times 0.65)^{0.5} = 89.3 \text{ mph}$$

- (10) 到達車輛側翻現場後，您確定道路上的輪胎痕跡是臨界速度磨損，沿著前輪胎痕處測出 $C = 60$ (18m) 英尺的弦長及 $m = 10$ 英寸 = 0.83 英尺 (25cm) 的中間縱坐標。另使用一個重 $W = 30$ 磅 (13.6 千克) 的阻力橇在離事故現場不遠的水平面上測試，記錄平均拉力 $F = 21$ 磅 (9.5 千克)；使用水平儀測量橫向車道 4 英尺 (1.21m) 寬有 1 英寸 (2.5cm) 的高度差，車輛輪軸寬度 $TW = 58$ 英寸 = 4.83 英尺 (148 厘米)，車輛失去橫向穩定性並開始在道路上留下擦痕時的速度是多少？

$$\text{解： } R = \frac{c^2}{8 \times m} + \frac{m}{2} = (60^2/8 \times 0.83) + (0.83/2) = 542.58 \text{ ft}$$

$$R_{\text{adj}} = R - \frac{TW}{2} = 542.58 - 4.83/2 = 540.16 \text{ ft}$$

$$f = F/W = 21/30 = 0.7 \quad e = 1/(4 \times 12) = 0.02$$

$$f_{adj} = 0.7 + 0.02 = 0.72$$

$$S_c = 3.86 \times \sqrt{R \times f_{adj}} = 3.86 * (540.16 * 0.72)^{0.5} = 76.12 \text{ mph}$$

肆、 建議

本次參與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（At-Scene Traffic Crash/Traffic Homicide Investigation - Online）線上訓練課程內容相當充實，使學員獲益良多，課後建議事項如下：

- 本課程內容包含事故現場調查和現場跡證蒐集，為精進公路調查同仁在事故調查現場跡證蒐集技能及分析車輛速度等能力，建議完成另外 2 堂系列課程分別為：進階交通事故調查(Advanced Traffic Crash Investigation)以及交通事故重建(Traffic Crash Reconstruction)。
- 建議採購測量工具，如加速度儀等設備，提升調查員於事故現場蒐集資料的可靠度。

**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
上課程報告**

服 務 機 關：國家運輸安全調查委員會

出 國 人 職 稱：公路調查組調查官

姓 名：陳昌顯

出 國 人 職 稱：公路調查組副調查官

姓 名：曾婕茵

出 國 人 職 稱：公路調查組副調查官

姓 名：徐瑀彤

出 國 人 職 稱：公路調查組副調查官

姓 名：潘垣壽

出 國 地 區：臺灣，中華民國（線上訓練課程）

出 國 期 間：民國 111 年 09 月 26 日至 12 月 04 日

報 告 日 期：民國 112 年 02 月 22 日

建議事項：

	建議項目	處理
1	本課程內容包含事故現場調查和現場跡證蒐集，為精進公路調查同仁在事故調查現場跡證蒐集技能及分析車輛速度等能力，建議完成另外 2 堂系列課程分別為：進階交通事故調查(Advanced Traffic Crash Investigation)以及交通事故重建(Traffic Crash Reconstruction)。	<input type="checkbox"/> 已採行 <input checked="" type="checkbox"/> 研議中 <input type="checkbox"/> 未採行
2	建議採購測量工具，如加速度儀等設備，提升調查員於事故現場蒐集資料的可靠度。	<input type="checkbox"/> 已採行 <input checked="" type="checkbox"/> 研議中 <input type="checkbox"/> 未採行