

出國報告（出國類別：研習）

赴美國研習交通事故重建暨刑事鑑識
技術報告書

服務機關：臺北市政府警察局

姓名職稱：警務員 陳躍翔

派赴國家：美國

出國期間：96年3月23日至96年6月22日

報告日期：96年9月19日

摘要

現代生活中，汽車、摩托車、腳踏車等交通工具使用的頻率相當的高，甚至已經成為生活的必需品，這些交通工具有其便利性，但更有其危險性，稍不注意即可能造成生命、身體或財產嚴重的傷亡或損失，因此除積極地宣導交通安全的概念之外，也需妥善地處理不幸發生的交通事故，並預防事故再次發生。

本次出國研習以交通事故重建為主題，以美國北佛羅里達大學警察科技及管理協會為主要研習地點，參加交通事故/交通事故命案現場調查、行人/腳踏車事故調查、摩托車事故調查、進階交通事故調查及交通事故重建等課程，學習交通事故現場處理與調查、道路面上各種跡證的辨識與闡述、肇事車輛車速計算以及交通事故動量分析等專業技術與觀念。另因本人實際從事刑案現場勘察工作需求，前往美國紐海芬大學李昌鈺博士鑑識機構觀摩實習，並參加血跡型態辨識與闡述課程

綜合本次交通事故重建研習所得，提出三點具體建議：一、提升交通事故中各項跡證辨識、處理與分析技術。二、檢討及落實交通事故處理與重建相關訓練。三、建構本土交通事故重建技術與模式。期對本局轄內交通事故處理與重建技術有所助益。

目次

本文.....	- 2 -
壹、目的.....	- 2 -
貳、過程.....	- 2 -
參、心得.....	- 3 -
一、 美國北佛羅里達大學 (University of North Florida) 警察科技及管理協會 (Institute of Police Technology and Management)	- 3 -
二、 美國紐海芬大學 (University of New Haven) 李昌鈺博士鑑識機構 (The Henry C. Lee Institute of Forensic Science)	- 62 -
肆、建議事項.....	- 71 -
一、 提升交通事故中各項跡證辨識、處理與分析技術。	- 71 -
二、 檢討及落實交通事故處理與重建相關訓練。	- 72 -
三、 建構本土交通事故重建技術與模式。	- 72 -
參考書目.....	- 73 -
附錄.....	- 74 -

本文

壹、目的

根據本市交通局統計，95 年度本市列管之死亡或重傷之重大交通事故發生件數為 88 件，死亡人數 81 人，重傷人數 7 人，相較於本市 94 年度重大交通事故發生件數 92 件，死亡人數 84 人，重傷人數 13 人，雖然發生件數有減少之趨勢，但每當發生重大交通事故時，則會造成民眾對於行的安全產生恐慌，因而產生對政府的不信賴感，再者，對於受害民眾之心理、生理以及經濟更造成嚴重的打擊與傷害，有違本市達成世界衛生組織所揭諸的「全民皆健康」的政策及目標。

然本局竭盡所能地宣導交通安全的理念，落實各項疏導交通具體作為，但仍無法完全避免交通事故的發生，因此除竭力降低重大交通事故的同時，另一方面更需發展交通事故現場之專業勘察採證能力，導入物理運動學理論及數學向量分析方法，利用科學方法進行車禍現場處理及重建，祈能更接近真實地了解車禍發生之過程與肇因，以維護受害人及其家屬之權益，並提升本局重大交通事故處理能力與信賴度。

貳、過程

本次出國研習主要機構為美國北佛羅里達大學 (University of North Florida) 之警察科技及管理協會 (Institute of Police Technology and Management)，參加各項交通事故調查與重建等相關課程與訓練，並經測驗合格取得結訓證書，另因實務工作需求，前往康乃狄克州紐海芬大學 (University of New Haven) 李昌鈺博士鑑識機構 (The Henry C. Lee Institute of Forensic Science) 觀摩實習，並參加血

跡型態辨識與闡述課程，研習內容分別說明如下：

一、參加美國佛羅里達州北佛羅里達大學 (University of North Florida) 之警察科技及管理協會 (Institute of Police Technology and Management) 課程與訓練項目：

(一) 交通事故/交通事故命案現場調查 (At-Scene Traffic Crash/Traffic Homicide Investigation)，總計 80 小時，經測驗合格取得結訓證書。

(二) 行人/腳踏車事故調查 (Pedestrian/Bicycle Crash Investigation)，總計 40 小時，經測驗合格取得結訓證書。

(三) 摩托車事故調查 (Investigation of Motorcycle Crashes)，總計 40 小時，經測驗合格取得結訓證書。

(四) 進階交通事故調查 (Advanced Traffic Crash Investigation)，總計 80 小時，經測驗合格取得結訓證書。

(五) 交通事故重建 (Traffic Crash Reconstruction)，總計 80 小時，經測驗合格取得結訓證書。

二、參加美國康乃狄克州紐海芬大學 (University of New Haven) 李昌鈺博士鑑識機構 (The Henry C. Lee Institute of Forensic Science) 血跡型態辨識與闡述課程，總計 40 小時，經測驗合格取得結訓證書。

叁、心得

一、美國北佛羅里達大學 (University of North Florida) 警察科技及管理協會

(Institute of Police Technology and Management)

美國北佛羅里達大學 (University of North Florida) 警察科技及管理協會 (Institute of Police Technology and Management)，成立於 1980 年，目前為美國最大的執法訓練組織，每年舉辦大約 100 場次的訓練課程，參訓人數約 14,000 人次，其成立宗旨為各城市、各州、中央聯邦執法機關以及世界各國警政單位，提供警察管理以及交通事故相關議題等訓練課程。過去 27 年以來，警察科技及管理協會舉辦的訓練課程，已拓展至電腦犯罪調查、犯罪偵查、刑案現場處理、警察戰技、毒品與非法賭博調查等其他警察科學相關領域，所有訓練課程內容的設計，都是以警察執法為出發點，以最容易理解的方式，讓每個受訓的警察皆能有效的學習與吸收，進而運用於實際勤務之中。

警察科技及管理協會所舉辦一系列交通事故相關課程，由最基礎的交通事故現場處理課程，至綜合交通事故各面向之重建課程，以及各專題講習班，皆具有高水準與品質，且訓練課程結束後需再經測驗及格，始能獲得結訓證書，因而深受國際與美國各州的信賴。

警察科技及管理協會交通事故相關課程包含：交通事故/交通事故命案現場調查 (At-Scene Traffic Crash/Traffic Homicide Investigation) 80 小時、進階交通事故調查 (Advanced Traffic Crash Investigation) 80 小時、交通事故重建 (Traffic Crash Reconstruction) 80 小時等常態性課程，以及商用車輛事故調查與檢驗 (Inspection and Investigation of Commercial Vehicle

Crashes)40 小時、進階商用車輛事故調查(Advanced Commerical Vehicle Crash Investigation) 40 小時、摩托車事故調查 (Investigation of Motorcycle Crashes) 40 小時、行人/腳踏車事故調查 (Pedestrian/Bicycle Crash Investigation) 40 小時、交通事故調查人員偵訊技巧 (Interviewing Techniques for the Traffic Crash Investigator) 40 小時、交通事故調查照相 (Photography in Traffic Crash Investigation) 40 小時、交通事故調查應用物理學 (Applied Physics for the Traffic Crash Investigator) 40 小時、交通事故重建中人體因子 (Human Factors in Traffic Crash Reconstruction) 40 小時、交通事故重建能量與車損分析法 (Energy Methods and Damage Analysis in Traffic Crash Reconstruction) 40 小時、電腦化交通事故調查 (Crash Investigations Using Computers and Technology) 等專題講習班。

本次赴美研習課程以交通事故處理與重建為研習主題，再依國內實際狀況，參加摩托車事故、行人事故以及腳踏車事故等專題班，茲將訓練講習課程內容與心得說明如下：

(一) 交通事故現場調查與處理

1. 事故與交通事故調查的定義

美國安全協會 (The U.S. National Safety Council) 將事故

(Accident) 定義為「一連串非故意造成傷害、死亡或財產損失的事

件」，另外，國際警長組織高速道路安全分部，於提供給美國運輸部的一份報告中說明，交通事故調查 (Traffic Accident Investigation) 的定義為「經由檢驗所有造成事故的因子後，獲得因實際狀況發生的一連串事件之合理解釋 (through examination of all elements contributing to the accident, resulting in a well-founded explanation of the series of events which occurred based upon the factual data)」

2. 交通事故調查的目的

- 了解發生了什麼事，哪一類型的事故
- 了解哪裡發生了事故
- 了解何時發生了事故
- 了解事故為何發生
- 了解何人與此事故有關

3. 交通事故現場處理

第一個抵達交通事故現場的員警，保全事故現場的能力，將決定整個事故調查的成敗與否，因為只有在保全良好的事故現場，才能完整地蒐集各項跡證。第一個抵達交通事故員警須注意事項及應立即執行的任務如下：

- 救護傷患或通知消防救護人員到場協助

- 將車輛停放於明顯處所並能協助保全保護現場。
- 避免將車輛停放於阻礙其他車輛或行人安全移動的地方。
- 考量停車處所的方便性，車輛有可能還有機會使用得到，車上攜帶之安全或緊急設備必須以經準備好，在可以立即使用的狀態。
- 避免將車輛停放於阻礙或阻擋其他交通。
- 確保車輛安全不會遭竊、物品損失或車輛損傷
- 視情況使用警示燈光來保護現場。
- 晚間或氣候陰暗時，將車輛停放在可以車頭燈照亮現場的地方，如此有助於其他來往的駕駛了解狀況，並可幫助調查人員看清楚細節。
- 將有效且適合的警示裝置，例如：標示、反光器、閃光器、紅色警示燈或交通錐等警示標誌，放置於現場前方如適合的指引標誌，以提供駕駛人適當的警示。
- 檢視受損掉落的電線或散落毒性貨品
- 找尋現場可能的目擊者

當調查人員抵達事故現場後，需擔負起整個交通事故現場管理的責任，調查人員應該在已妥善保全的事故範圍內，擬定調查策略及各工作之優先順序，一般來說，以留存時間最短的物證為第一優先，包含：現場的帽子、鞋子、碎片、散落物或傷者等，這些類型的物證雖

然可能由救護人員、員警或民眾所蒐集，但仍可能有助於事故調查，但是，除非能夠了解這些物證撞擊後最終所在的正確位置，以及其原始狀況，否則這些物證的價值性較低。這些留存時間短的證物需要照相、測繪而後採取，並以正確的方式包裝與封緘，即成為證物，並進入證物監管鍊，爾後對證物採取任何檢視、分析與鑑驗，皆須符合標準作業程序所訂定的要求，以維持證物於法庭中的完整性、科學性以適法性。

留存時間短的證物記錄與採證完畢以後，調查人員可以將勘察工作轉向其他證物，包含仍在事故現場的屍體以及道路面上的跡證。若行人是當場死亡且屍體尚停留在事故現場時，調查人員檢視衣物、身體受傷的部位及屍體最後的姿勢是相當重要，需要利用相機記錄調查人員發現的跡證，可助於後續事故調查整體作為。

調查人員應該在移動屍體前或移動屍體時，使用乾淨的白布或全新的屍袋包裹屍體，這是確保屍體上任何調查人員尚未發現的交互轉移的跡證。若現場有任何的屍體殘骸，調查人員應該也要對這些屍塊進行檢視，也應如同證物一般以乾淨的白布或屍袋包裹，若屍體已從現場移置他處，調查人員應該由救護人員或目擊者處，查明屍體最後所停留的位置。

隨後，調查人員需要開始搜尋事故撞擊區域內，車輛或行人掉落

於路面的跡證，以及道路面上的各種痕跡，遺落在現場的物證以及路面上的痕跡，將有助於調查人員判斷撞擊點與撞擊區域。當車輛或行人遭腳踏剎車至鎖死滑行的車輛撞擊後，肇事車輛在路面上會機會有留下因撞擊而產生之偏位煞車滑痕，可協助判斷發生撞擊所在的位置。行人遭撞擊而在路面上產生的各項跡證，如衣物摩擦轉移痕、鞋底擦痕、組織及體液等證物，也能用來幫助決定發生撞擊的區域。記錄這些類型跡證與痕跡，對調查人員分析發生撞擊區域而言是非常重要的，路面上發現的衣物、人體組織、轉移痕跡、車輛碎片與各類的胎痕與胎印，將有助判斷事故中車輛或行人分離的途徑，亦可計算車輛肇事時的速度與方向，以利進行交通事故肇因分析與重建。

（二）行人/腳踏車事故調查

1. 行人事故調查

行人遭車輛撞擊後，共有六種不同的動態軌跡，分別說明如下：

（1）彎折拋出（Warp Projection）

通常發生於行人遭持續減速的小客車撞擊，行人之上半身及頭部與車輛的引擎蓋接觸，行人上半身與頭部持續與車輛引擎蓋接觸，直到行人移動的速度與車輛移動的速度相同，隨後因車輛減速，而使行人與車輛引擎蓋分離，此時遭撞擊的行人為空中飛行的狀態（Airborne），最後行人落於地面上，持續翻滾至最終停止的位置。

(2) 前方拋出 (Forward projection trajectory)

當行人遭車輛撞擊的部位高於其身體質量中心，如遭貨車撞擊時，此時遭撞擊的行人，其上半身會迅速的獲得撞擊力量，因而往遭撞擊的方向加速，使得行人往車前拋出，最後行人落於地面，翻滾至最終停止的位置。因車輛撞擊所產生的傷勢，以及因撞擊地面所產生的傷勢，通常此兩傷勢發生在相對的兩側。此類行人遭撞擊後的運動軌跡，可在兒童遭小客車撞擊，或成年人遭平頭貨卡車撞擊時發生。

在某些案件中，雖然遭車輛撞擊的行人之質量中心高於遭撞擊的部位，但因撞擊而產生的力量，尚不足以使得行人腳部離開路面，而無法隨車輛往前加速，造成行人往前方彎折而非往車輛引擎蓋彎折，且隨後往車輛的前方拋出。

(3) 葉子板躍落 (fender vault trajectory)

通常發生在小客車撞擊成年人時所產生的運動軌跡。此類的運動軌跡可發生在煞車或沒有煞車的車輛事故中。

當行人遭有煞車的車輛撞擊的案件中，若行人遭車輛的前方角落撞擊時，行人可能於車輛葉子板上發生彎折 (Warp)。因為此類的撞擊方式與撞擊角度，行人身體因撞擊而產生車前方向的速度，使得身體能繼續與葉子板產生接觸，且使得行人落跌於地

面上，最後行人停止的位置可能在肇事車輛的後方或側邊，通常遭撞擊的行人最後會停止在與車輛撞擊部位相同的一側，及若車輛的右前方角落撞擊到行人，最後行人會停止在車輛的右側。

當行人遭沒有煞車的車輛撞擊案件中，則發生很類似發生車頂躍落（Roof vault）的狀況，最明顯的不同在於當行人遭車輛的角落撞擊時，行人身體會沿著引擎蓋或葉子板滑動，亦有可能與車輛的擋風玻璃、A 柱等部位接觸，然後落下地面。在這類遭沒有煞車的車輛撞擊案件中，行人最後停止的位置經常在車輛撞擊部位的同側後方。

（4）車頂躍落（Roof vault）

當行人身體質量中心高於撞擊車輛之前緣時，行人將被騰空擊起，此時行人將越過車輛擋風玻璃及車頂，亦有可能與後車廂蓋接觸，最後落於地面上，且在這個過程中行人將受到嚴重的外傷。若出現這類的運動軌跡，及代表車輛於碰撞過程中並沒有煞車，此類的事故經常發生在車輛保險桿前緣小於 25 英吋或介於 25 英吋至 40 英吋的車輛中。事故車輛必須再撞擊後加速，或以高速度行駛始能生車頂躍落的運動軌跡。

（5）翻落（Somersault）

翻落（Somersault）是彎折（Warp）運動軌跡的延伸，但事

發生在車輛以更高的速度撞擊，或撞擊行人身體更低的部位而產生。

(6) 車底拖曳 (Dragging)

行人與車輛的事故中，也可能發生行人遭撞擊後，捲入車輛底盤而遭拖行，但這類的案件較為少見。車底拖曳的狀況發生在，行人遭撞倒於路面上，或者是行人於傾斜的狀況而遭受撞擊，後者的狀況有可能是遭其他車輛撞擊所致。若行人遭車底拖曳，則行人會有大面積身體組織的損傷，調查人員可由檢驗傷勢以及受傷面積的大小，來協助判斷被害人於車底底盤下方經歷了多久的時間。

2. 腳踏車事故調查

腳踏車事故通常可分成三類。第一類的腳踏車事故，係因道路面的損傷或路面上的其他物品，亦可能是腳踏車騎士一時的疏忽，造成腳踏車失控，使得腳踏車騎士摔落地面。第二類的腳踏車事故，係因腳踏車撞擊路邊的固定物，如路邊停放的車輛、樹木、柵欄或消防栓等。第三類的腳踏車事故，係因腳踏車與移動中的車輛發生碰撞，此類的事務極有可能造成腳踏車騎士受傷或死亡。

當車輛與腳踏車發生事故時，最容易發生撞擊的部位為腳踏車的車輪。當車輛與成年人騎乘之腳踏車發生碰撞時，腳踏車騎士會接受

來自撞擊力量之加速度，亦會造成腳踏車改變速度與方向。若小客車由腳踏車後方撞擊時，因成年人騎乘腳踏車時，身體重心高於小客車前緣，故腳踏車騎士將往後彎折，與撞擊車輛之引擎蓋接觸，若小客車撞擊的速度在 15 英哩/小時至 20 英哩/小時的範圍之內，將可觀察到小客車前擋風玻璃因撞擊而破裂。

若車輛以更快的速度行駛，與腳踏車發生事故撞擊時，腳踏車騎士能由與車輛接觸獲得更高的速度，進而使得腳踏車騎士落於引擎蓋上，腳踏車騎士亦也有可能撞擊車頂。車輛引擎蓋的長度與腳踏車騎士與車體接觸的部位有關，當檢驗車輛引擎蓋時，即使腳踏車騎士與車輛引擎蓋只有極短的接觸時間，但仍需特別注意來自腳踏車騎士身上，因接觸轉移而來的跡證。雖然腳踏車騎士頭部撞擊車輛引擎蓋的位置，與腳踏車騎士的身材、腳踏車騎士騎乘時的距地高度，以及腳踏車與車輛移動的相對狀態等都有關連性，但通常腳踏車騎士的頭部，經常撞擊引擎蓋板的前中段。一般來說小客車與腳踏車的事故中，小客車車頂邊緣的凹損，同常是由腳踏車騎士的身軀撞擊而造成，而非來自腳踏車騎士頭部的碰撞。

事故發生前腳踏車行駛的速度如其他車輛一般，可由路面上的輪胎滑動痕（Skidmark）來計算。當以煞車實驗法來獲得煞車減速因子時，必須選擇與事故現場儘可能相似的道路來進行測試。下表為不同

年齡與性別騎乘腳踏車的平均速度：

表格 1 警察科技及管理協會測得不同年齡與性別，騎乘腳踏車之平均速度

年齡	男性	女性
10 歲以上	10.85 英呎/秒	9.91 英呎/秒
20 歲以上	12.87 英呎/秒	12.72 英呎/秒
30 歲以上	12.33 英呎/秒	14.45 英呎/秒
40 歲以上	11.51 英呎/秒	11.30 英呎/秒

行人事故與腳踏車事故最大的不同在於，腳踏車事故中通常會在路面上留下與腳踏車輪胎有關之跡證，如事故撞擊點處之輪胎滑動痕及輪胎擦損痕。通常腳踏車遭撞擊時，腳踏車本體與騎士因撞擊而由撞擊點拋出後落地的距離並不相同，其原因為腳踏車本體與騎士，遭撞擊後轉移的速度不同而有所差異，因此腳踏車本體與騎士受到撞擊後，兩者很容易的分離，腳踏車本體的質心會順著撞擊的車輛繼續往前移動，並且可持續一段時間，同時，腳踏車本體會獲得較多因撞擊而轉移的速度，即使肇事車輛煞車，腳踏車本體仍會移動至較遠的距離。

腳踏車本體與騎士遭撞擊後，移動的距離並不相同，可由兩者減速因子不同而有所差異來說明解釋，根據實驗測定腳踏車本體的減速因子

大約為 0.32 至 0.41g，同時人體約 0.6 至 1g，因腳踏車本體有較小的減速因子，故可移動一段較長的距離。但是需注意，某些情況下，事故中腳踏車騎士移動的距離，亦有可能超過腳踏車本體所移動的距離。

（三）摩托車事故調查

摩托車事故調查與其他類型的車輛事故調查相似，但因摩托車是屬於雙輪單軌的交通工具，具有其特殊的操控方式，因此進行事故現場調查時須特別注意。

1. 視線

摩托車騎士以及汽車駕駛人的視野一併都需要進行調查，摩托車的體積相較於汽車來得小，因此在道路上不易被察覺，也因為這個原因，汽車駕駛人判斷摩托車接近速度時，經常發生錯誤。必須注意路邊停放的車輛（尤其是大型車輛）、路邊的樹木、照明情況、陽光照射的方向，以及其他會影響汽車駕駛人判斷臨近摩托車等干擾狀況，或其它會影響摩托車查覺其他車輛等的因素。在十字路口發生的事故中，一輛與摩托車同向行駛但即將左轉的車輛，會擋住對向同樣準備左轉車輛的視線，使得對向左轉車輛無法查覺摩托車的存在，逕而切入摩托車預計行駛的路線，此外因摩托車的寬度較窄，在某些狀況下汽車駕駛人的視線會受到 A 柱的干擾，使得無法察覺摩托車的存在。事故調查中，若有需要應該使用同型或類似的車輛，同時騎乘同型或類似

的摩托車，來確認駕駛人的視線，如此能夠凸顯以及確認是否因視線而造成事故，且相較於進行任何測量來的有效。

2. 輪胎痕

搖擺胎痕 (Wobble)

搖擺胎痕發生在高速騎乘摩托車時，是由於摩托車前輪發生強烈的前後扭動，這個現象受騎乘速度(高於 70 英哩/小時)、摩托車重量、摩托車騎士體重、輪胎種類、胎壓以及摩托車上的部品所影響。因輪胎搖擺而在路面上所形成的輪胎痕，通常較為淺淡且較短，每個胎痕因摩托車車速的不同，相距大約 20 英尺至 30 英尺，這類的輪胎痕具有扇形的外觀而且可能產生偏位。除非摩托車騎士能夠穩定前輪搖擺的情況，否則摩托車將很快的翻覆發生事故。當摩托車騎士雙手放開龍頭把手，前輪可能發生低速的搖擺，因摩托車為單軌設計以及特殊的騎乘方式，前輪及前叉會產生自然的擺動，當摩托車騎士抓握龍頭把手時，雙手可以類似油壓桿動作的方式，使得前輪擺動的力量很小，甚至無法查覺，若兩手離開龍頭把手時，前輪經過路面上一個小的凸起如減速條，除非摩托車騎士立即抓回摩托車龍頭把手，否則前輪將會開始產生擺動。若摩托車於高速行駛時發生前輪擺動，摩托車則失控發生事故。

3. 道路面上的痕跡

(1) 前輪煞車與前輪煞車鎖死

當前輪用力煞車達到鎖死時，在路面上留下的輪胎煞車滑痕非常的短，同時因為摩托車的構造，當前輪鎖死時摩托車會立即的翻覆。前輪煞車痕的末端會轉向到摩托車傾倒的一側，產生類似聯結車拖車頭與斗篷彎折的現象，同時前輪轉向發生的速度，比騎士能夠反應的速度還來得快，因而造成摩托車翻覆失控。

(2) 後輪煞車與後輪煞車鎖死

若摩托車只有後輪煞車鎖死，遺留在路面上的煞車痕會呈現較長的 S 型的曲線，並且順路面的傾斜度而改變行進的方向。

(3) 前後輪煞車時後輪發生鎖死

因重量的轉移會限制前輪發生鎖死，當前後輪同時煞車時，在路面上所留下的煞車滑痕是來自後輪，而且會較單獨由後輪煞車所遺留的煞車滑痕來的短。在前後輪同時煞車時所遺留下來的煞車滑痕呈現直線狀，只要在煞車滑痕的末端，才會順著路面傾斜的方向而改變摩托車行進的方向。

(4) 加速輪胎痕

某些摩托車具有很高的馬力重量比(Power to weight ratio)，同時可以在地面上留下單條黑色的加速輪胎痕。這種加速輪胎痕

起始處非常的黑，同時沒有明顯的胎紋，隨後隨著摩托車移動的方向而逐漸消失。若在路面遠處發現摩托車傾倒，則可能是因為摩托車失控。當摩托車猛烈加速時，摩托車前輪可能會抬離地面，這種動作通常稱為「Wheelie」，同時摩托車失去轉向性，若龍頭把手或前輪轉向，在前輪再次接觸到地面時，摩托車將會立即的翻覆傾倒。

(5) 刮地痕及挖地痕

一但摩托車傾倒與地面接觸時，將會沿著摩托車在地面移動的方向留下明顯的痕跡。摩托車中較軟的部分，會在路面上留下較輕微的擦痕，挖地痕則是由較堅硬的部分，如車輪軸心、摩托車車體的硬桿等，與地面接觸而造成，若情況允許，可測量這些痕跡的長度與深度。若在地面上發現刮擦痕非平行，而有改變方向或寬度，即代表摩托車在地面滑行時，亦沿著質量中心發生旋轉，若在地面上的刮擦痕發現有間隔，及代表摩托車在滑行時，摩托車曾由地面上反彈起來，或騎士被壓在摩托車底下一同滑行。不平整的道路表面亦會使得摩托車在滑行的過程中，由道路表面反彈起來。摩托車龍頭把手或腳踏桿處的橡膠會與地面摩擦、車身油漆與騎士衣服的顏料會轉移至地面上。尋找摩托車或其他車輛所產生的輪胎滑動痕中，是否有改變方向，若發現某一輪有較

深的輪胎痕，代表摩托車撞擊到其他物體。

若在路面上發現有長且深的挖地痕時，代表摩托車曾經拖曳過其表面。可經由摩托車的檢查，來確定是摩托車上哪一個部位在路面上留下痕跡，此外，摩托車首次與地面接觸的地方會留下較深的挖地痕，也說明摩托車滑動到最後終止位置前，可能由一側翻至另外一側，或發生翻滾。

當在路面上只有發現一處挖地痕且沒有其他車輛發生事故，此時可以仔細檢驗摩托車的側架，亦有需要了解摩托車倒地前騎士的行為與動作。例如：若摩托車只是由前幾個街口起步出發，而且事故發生在第一個左轉時，在這個狀況下，摩托車騎士騎乘時未注意側架是呈放下的狀態，因此當騎士開始讓車身傾斜左轉時，側架可能插入道路表面，使得摩托車傾倒，當與地面接觸後，側架可能彈回至收起的狀態，若側架與地面接觸的力量更為明顯時，側架可能於車身連接處發生彎折，在此類的狀況下，須仔細地度量摩托車側架，以及挖地痕的深度與寬度。

(6) 雜物與碎片

路面上不會影響四輪車輛操作的雜物，有可能對摩托車的行駛造成極大的影響。路面上的碎石頭、沙土、濕樹葉等可能造成摩托車失控，尤其是在彎道或是十字路口的路口的轉彎處。尋找

路面上由碎石頭造成的刮擦痕，或泥沙中的痕跡。因路邊不良的排水系統使得碎石頭與泥土出現在道路面上，當水由道路邊坡流下，當排水系統無法正常運作時，使得水聚積於道路邊緣，而使水中的雜物沉降於道路面上。

(7) 液體

交通流量大的道路中央部分，經常含有大量來自往來車輛的油脂，當下雨的前幾分鐘，雨水尚無法將這些油脂沖刷乾淨，使得這些油脂非常的危險，即使在乾燥的氣候下，來自車輛的油脂經常聚集在車輛停止的處所，如收費站等處，亦是非常危險的。

路面上油脂的另一個來源是摩托車，摩托車經常是以倒下的方式終止於最後後停留的位置，若摩托車引擎發生破損，造成油料溢出，且在路面上形成痕跡，若油桶或油箱蓋發生損傷，汽油可能流出，並在路面上形成斑跡，若事故後引發燃燒，油料斑跡處會形成黑色圓形的外觀，並且路面會因燃燒的溫度而裂開，這種燃燒後的型態稱為燃燒點（Burn Spot）。

4. 撞擊點

若在道路面上發現擦滑痕以及改變方向的煞車滑痕，是用來判斷遭受撞擊的一個極佳的指標，以及深層的挖地痕（gouge）且有接續的刮地痕（scrape or scratch mark），也是用來判斷遭受撞擊的指標。

必須了解摩托車與其他車輛發生事故時，摩托車一般為正常騎乘直立而非倒下的狀態，摩托車需大約需要 1 秒的時間才會完全傾倒於地面上，因摩托車行駛的速度不同，發生碰撞之後需大約 10 英尺至 15 英尺的距離，才會在路面上產生深層挖地痕（gouge）。

5. 事故後停留位置

路面上潤滑油或汽油的溢流痕，是判斷摩托車最後停留位置的一個很好指標，若摩托車撞擊後起火燃燒，則路面上的燃燒痕將會顯示摩托車最後停留的位置。但發生事故後，摩托車騎士及乘客，可能分別位在完全不同的位置，因此血點、急救使用的繃帶或裹材等用品，以及衣物等等，皆能夠作為判斷騎士與乘客最後所在位置的參考

（四）交通路面上跡證與鑑識

當車輛與其他車輛、路面上其他固定物、行人發生撞擊，或失控翻覆時，將會於車輛上、路面上或撞擊的物體上留下各種形態的損傷與痕跡。對現場事故調查人員、檢辯雙方以及事故後續處理人員而言，能夠辨識與闡述路面上所有的跡證，並能使用正確使用各項跡證之術語與定義，都是非常重要的。

進行事故調查時，需針對撞擊前、撞擊點以及撞擊後之路面進行勘察。可由正確的辨認與分析證物，來可判斷車輛行進的途徑、事故可能之肇因，以及事故中可能發生之狀況。檢驗事故車輛車底的破損及擦痕，

來與路面上或撞擊物體上之痕跡進行比對，皆有其特別的重要性。相同地，路面上的痕跡應與車輛上造成此痕跡的部位進行比對。如此，使能可判斷車輛於事故前、事故中、及事故後於路面上的運行狀況、分佈情形以及相關位置。

事故調查人員可由下列幾點，來確認事故發生序列中所有可能經歷的事件，皆能完整的調查與紀錄：

- 道路面上的痕跡（包含輪胎煞車滑痕、側向煞車滑痕、側滑胎痕、偏航胎痕、表淺挖地痕、深層挖地痕、刮地痕、溝痕、車轍痕或其他道路面上類似的痕跡）
- 比對損傷痕跡，來判斷撞擊穿刺的方向、車損以及車底下的證物。
- 車輛與碎片的最終位置。

下列將可能導致交通事故的狀況，以及事故中道路面上的跡證說明如下：

1. 車輛行駛時超出路面邊界（Pavement-Edge Drop-Off）

當駕駛人無法維持車輛行駛於正確的道路上，造成車輛某一輪胎超出路面的邊緣，駕駛人可能無法將車輛駛回正確的道路面上，若駕駛人轉向過度，可能造成車輛失控或翻覆。車輛行駛超出路面邊界，最常發生在能見度不佳狀況下，如下雨、夜間，也有可能因駕駛者視覺受到干擾、打瞌睡，或車輛過彎時速度太快而造成。

2. 路面損傷 (Roadway Damage)

路面損傷及缺陷，有可造成車輛失控。同時，當駕駛人看到路面上有損傷、缺陷或障礙物等，駕駛人以轉向來閃避路面上缺損，而造成追撞、翻覆或車輛駛出路面。

3. 路面直向性 (Roadway Alignment)

不好的路面直向性也有可能造成車輛失控。當進行路面平整度勘察時，需考量車速、路面超高或堤防、道路突然縮減、警告標誌缺失等許多因子。道路彎道的頂點，也可造成駕駛人無法了解彎道前方之道路的狀況。

4. 眩光 (Glare)

在白天的某些時候，太陽眩光或來自其他物體的反光，如：建築物玻璃反光、人造光源等，有可能阻擾駕駛人與交通號誌的視線，使得駕駛人無法察覺標誌與標號。

5. 碎片殘骸 (Debris)

事故現場可以發現各類的碎片與殘骸，包含車輛碎片、落土、物品、破裂水箱流出之冷卻水、引擎機油或變速箱油等。當車輛撞擊使得冷卻器破裂時，因撞擊產生的內力，使得冷卻器內的冷卻水馬上噴出，起初在路面上形成噴灑的痕跡，隨後擠壓的力量逐漸下降，冷卻水則以滴流的方式洩出，若車輛持續移動，將在路面上形成一條液體

拖曳痕跡；若車輛於停止的狀況，冷卻液流出形成水灘的，若水灘沒有很快地吸收進入道路表面內，水灘會以類似小河流的方式逐漸地逸失。這類的證物有助於判斷可能撞擊發生所在的位置，以及車輛撞擊後到最終停留位置所及經歷的途徑。

6. 刮痕與擦痕 (Scrapes and Scratches)

刮痕是由銳角或有角度的邊緣刮過表面，而產生大面積的表層損傷或痕跡，如車體鈑件與有鋪設柏油的路面刮擦所生成的痕跡。擦痕是車體表面上表層損傷，通常由車體鈑件之間滑動摩擦而生成，擦痕通常呈現大面積粗糙、平行條紋狀的形態。此外，刮痕經常伴隨著擦痕出現。

7. 溝痕 (Groove)

當車體某個零件，例如插栓或其他類似的突出物，在車輛撞擊的過程中與路面接觸，而在路面上產生長窄狀的凹陷或切割痕跡，稱為溝痕。溝痕的外觀形態可為直線狀或圓圈狀，直線狀的溝痕代表車輛撞擊後為直線的移動，若呈現圓圈狀的溝痕代表車輛轉動或旋轉。溝痕可能於起始點較深，往終點的方向漸漸地變淺。

8. 表淺挖地痕、深層挖地痕或削切痕 (Chip, Gouge, and Chop)

當尖銳或有端點的物體，如車輛撞擊時產生的金屬突出物，施加某壓力於道路面上時，將路面上的材質切挖脫落，形成小且淺的坑洞，

其深度大約為 2.5 公分，稱為表淺挖地痕。若以相同的形成機制所形成的挖地痕，但深度大於 2.5 公分，則稱為深層挖地痕或稱削切痕。因不同尖銳物體所形成的挖地痕，於挖地痕邊緣有可能會發現有橫條狀的痕跡。在實際的案例中，表淺挖地痕、深層挖地痕以及削切痕可視為同質的痕跡。

9. 鑿洞 (Hole)

因突出物、斷裂的硬桿或類似圓柱狀的物體，於路面上所產生的圓形凹痕稱為鑿洞。當突出物插入道路面後，再以相反方向縮回後產生的鑿洞，通常有較平順的邊緣，若突出物插入道路面後，無法縮回而繼續移動，造成路面上的損傷，則形成溝痕。

10. 車損與道路旁撞擊的物體比對 (Matching Vehicle Damage to Roadside objects)

當車輛與道路上路標、電線桿或其他類似固定的物體發生碰撞時，可能在物體上留下車輛撞擊部位之可供比對的印痕，同時，反之亦然。這類的證物可能呈鑿洞痕或刮擦痕、輪胎框邊緣印痕、車門門把印痕，以及其他直接與車輛相關的痕跡。

11. 車輛底盤的比對 (Matching Vehicle Damage to Roadside Objects)

碰撞的過程中，車輛上許多的零件，如斷裂的橫桿、插栓或斷裂脫落的傳動軸，都有可能造成路面上的損傷與痕跡，於檢查的過程中，

需與車輛上有可能造成路面上損傷或痕跡的零件進行連結（兩者可能都有相互對應的損傷），並測量車輛零件上以及路面上相對的損傷，再並經由分析作出一個正確的判斷。

12. 車輛底盤上的證物 (Undercarriage Evidence)

當行人遭車輛撞擊碾壓的案件中，需經由檢驗車輛底盤來發現與被害人相關的跡證。

13. 輪胎痕 (Tire Mark)

(1) 輪胎外觀與輪廓 (Tire Shapes and Contours)

調查人員必須了解一般正常行駛、車輛轉向閃避、煞車滑停、急遽加速或失控等，不同狀況下輪胎的各種形態，始能正確地辨識、闡述以及分析輪胎痕。在這些狀況下，因胎壓、輪胎所受到的向下壓力、外力，以及路面擠壓的力量等，輪胎會產生不同的外觀與輪廓，因而在路面上留下不同的輪胎痕。

胎壓正常的輪胎，胎紋面與路面可完全的接觸。壓不足（超載）的輪胎，並於胎紋面產生杯狀效應 (cupping effect)，造成輪胎邊緣承擔較大的車體重量。胎壓過大，在這個狀況下輪胎面邊緣升起，車體的重量主要由胎紋面的中央所承擔，產生反杯狀效應。當輪胎轉向時，因斜交輪胎 (Bias-Ply) 的特殊結構，使內側的輪胎壁提起離開地面，若為輻射輪胎，輪紋面仍完整地

與地面接觸。

於調查過程中，可利用各種方式，將每一個輪胎痕連結到產生該痕跡的輪胎，如計算輪胎痕中黑色線的數量，再與可疑輪胎的輪胎肋痕（tire rib）數量比較，若輪胎痕不清，黑色線的數量不易計算，此時可思考此輪胎痕可能由磨損嚴重的輪胎，或沒有輪胎紋的輪胎所生成。當進行車輛與輪胎檢驗時，於事故現場產生煞車痕或輪胎印的車輛，有可能停止在離輪胎痕較遠處，故需將車輛與煞車痕相互連結，協助判斷的方式有很多種，例如：比對輪胎印、輪胎肋痕，目擊者證詞、駕駛人證詞、刮擦痕、挖地痕等。

（2）無胎壓輪胎痕（Flat Tire Marks）

無胎壓或破裂輪胎的痕跡，不應與胎壓不足的輪胎痕搞混。無胎壓輪胎痕是由完全沒有氣的輪胎所形成，使得輪胎脫落翻動於輪胎框的邊緣，因輪胎承受的重量不同以及輪軸與路面的角度的差異，而產生不同的外觀狀態，如：左右翻動或上下翻動的形態。

（3）附載過重或胎壓不足的輪胎痕（Overloaded or Underinflated Tire Marks）

轉動的附載過重或胎壓不足之輪胎，會在輪胎痕邊緣產生窄

的黑線。在這種狀況下，輪胎產生的杯狀效應。附載過重的輪胎，可由輪胎胎壓不足，無法乘載重量的角度來思考。這些痕跡通常會遺留一段相當長的距離。

(4) 陰影 (Shadow Evidence)

白天的時候，路面上可能有因太陽照射產生的電線桿電線陰影，看起來很像煞車痕，因此當檢視事故現場照片時，須非常注意勿錯誤解讀。

(5) 輪胎發生側滑的跡證 (Evidence of Tire Sideslipping)

當輪胎在粗糙或有砂礫的路面上發生側滑時，會在輪胎胎紋面上發現有側滑所形成的橫條狀紋，尤其在行進前方輪外側的胎肋紋上。橫條狀紋的方向與角度，可以協助判斷車輛發生側滑時輪胎移動的方向。

(6) 輪胎發生自轉的跡證 (Evidence of a Spinning Tire)

當驅動輪於粗糙路面上加速旋轉，使得輪胎與路面發生摩擦，有可能沿著胎紋面產生有刮擦痕或橫條狀紋。

(7) 橫條狀紋 (Striation Marks)

橫條狀紋為細緻、平行的橫紋、溝紋或線條，在交通事故的狀況下，通常由下列狀況所產生，(A) 因輪胎發生側滑，而在路面上留下胎肩部分的胎紋；(B) 當輪胎發生旋轉、剎車滑動或側

滑時，夾雜在輪胎與路面間碎石狀的顆粒，刮擦路面而形成；(C) 車身的損傷。在所有的案件中，路面上或其他物體上的橫條紋狀痕的方向與角度，皆可幫助判斷事故發生時，物體移動的方向。

(8) 偏航痕中的橫條狀紋痕 (Yaw Marks Striations)

偏航是指車輛於轉彎時，車輛以質量中心為軸發生旋轉。橫條狀紋痕通常出現在輪胎旋轉時亦發生側滑，如車輛轉彎時發生偏航。

(9) 遭異物插入的輪胎之條紋狀痕 (Studded Tire Striation Marks)

當遭異物插入的輪胎，發生剎車滑動、側滑或旋轉時，會在堅硬的路面上留下薄淺、平行的刮擦痕或條紋狀痕。

(10) 遭來往車輛重複碾壓的胎痕 (Pass-Over Tire Marks)

事故後所留下的輪胎痕，可能遭來往的車輛抹去、破壞或留下不相關的輪胎印痕而干擾。這些不相關的輪胎痕，有時與事故中的輪胎印痕很相似，有時差異很大，因此能夠辨識事故現場的輪胎痕，排除與事故無關的輪胎痕，是非常重要的。

(11) 輪胎印紋 (Tire Print)

輪胎印是由旋轉中的輪胎，於路面上留下胎紋面的印紋。輪胎印紋是由旋轉中的輪胎，因與油、水等液體接觸而使輪胎紋面潮濕，隨後將液體壓印在乾燥的表面上所形成。同時，若道路面

柔軟潮濕或路面上有雪、沙、泥濘等較為柔軟的物質時，因胎面紋型、柔軟物質的厚度等因素，當輪胎壓過時，會在路面上留下輪胎紋邊緣線或輪胎肋痕形態。

(12) 擦損痕 (Scuff Mark)

擦損痕是由輪胎旋轉時亦發生側滑所產生，最常見的擦損痕包含：洩氣輪胎痕、偏航痕以及加速痕。

(13) 加速痕 (Acceleration Marks)

當引擎產生強大的牽引力，經由引擎傳遞到輪胎，使得輪胎發生空轉，因而產生加速痕。有各種形態的加速痕，且都具有不同的外觀。當加速時，車體重量轉移轉移至驅動輪上，產生有如附載過重的輪胎所生成的輪胎痕。加速痕的起始處通常非常黑，漸漸的往加速痕的末端變淺。在加速痕起點，空轉的輪胎會將路面上的物質往車後拋，如碎片般掉落於路面上。某些直線形的加速痕中的輪胎溝痕會發現有波動的狀況，且加速痕的邊緣上會有窄黑的線條。若空轉的輪胎負載較輕，輪胎可能彈離路面，在路面上留下的加速痕中，可以發現有明顯的反彈痕。若胎壓不足，輪胎痕的中間會產生類似清除的動作，但是輪胎痕的邊緣仍呈現黑線的狀況。

(14) 犁痕與溝痕 (Furrows and Ruts)

當輪胎於柔軟的物質上發生滑動或滾動，產生之溝狀或較深印痕，最常出現在道路面外的路肩或樹林間沒有鋪設柏油的道路上。通常犁溝痕上的物質會被輪胎推到最末端，並堆積隆起形成小堆。當凹陷的深度超過 10 公分稱為犁痕，溝痕也是輪胎在軟質的地面上滾動或滑動所形成的印痕，相較於犁痕，溝痕屬於表面的印痕，凹陷深度大約 10 公分以內。不論形成犁痕或溝痕的輪胎是滑動或滾動，在凹陷的痕跡內都可以觀察到輪胎溝槽所形成的痕跡，若由滾動的輪胎產生犁痕或溝痕，也很容易在凹陷的痕跡中觀察到輪胎紋印痕。

14. 輪胎滑動痕 (Skid Marks)

當鎖死的輪胎在堅硬的地面上滑動，所形成的輪胎痕稱為輪胎滑動痕。輪胎滑動痕通常是由輪胎因煞車鎖死或因撞擊損傷等原因，或比較少見地因車輛機械設計缺陷或故障造成輪胎卡死，使得輪胎無法轉動而產生輪胎滑動痕。在某些情況下，因輪胎鎖死無法滾動而所產生的輪胎滑動痕，亦可參考輪胎擦痕 (scrub mark)。

(1) 輪胎滑動痕中的重量轉移 (Weight Shift in Skid Marks)

當車輛煞車輪胎鎖死後，輪胎開始發生滑動時，有由後輪往前輪之重量轉移，此重量的轉移，使前輪產生有如負載過重或胎

壓不足時的輪胎杯狀效應，故車體重量由前輪的外緣所承擔，於路面上產生黑色平行的線條，同時，後輪提起，形成類似胎壓過大的狀況，只有後輪輪胎的中央與地面接觸。於直線的輪胎滑動痕中，可以發現重疊的輪胎痕，即後輪的滑動痕夾於前輪的滑動痕兩條黑線之中。

(2) 即將形成的輪胎滑動痕 (Impending Skid Mark)

當踏下煞車踏板後，剎車力道會產生延遲，無法立即達到鎖死，一但輪胎開始在柏油路面上開始滑動時，因輪胎與路面摩擦，逐漸產生熱量，因此輪胎需滑動某一距離後，摩擦所生的溫度才足已將柏油路面上的瀝青融化，而在路面上留下明顯可見的輪胎滑動痕，在未達瀝青融化溫度之前滑動所留下的輪胎滑痕，稱為 Lead-in、impending、shadow 或 incipient 輪胎滑痕。這類的輪胎滑痕通常發生水泥或混凝土等堅硬的路面上。

(3) 重疊之輪胎滑動痕 (Overlapping Skid Marks)

在直線的輪胎滑動痕中，當後輪滑動痕重疊於前輪滑動痕中或稍為超出前輪滑動痕時，後輪滑動痕呈現類似胎壓過大的輪胎痕之形態。當測量輪胎滑動痕長度時，確認輪胎滑動痕的起始點與結束點是非常重要的，因煞車時重量轉移至前輪，故前輪滑動痕邊緣呈深黑色的窄線。

(4) 偏位輪胎痕 (Offset Tire Mark)

當車輛滑動或行進中與其他車輛發生碰撞時，經常在撞擊點處改變其原本行進方向，尤其當有其他車輛穿越通過其路徑時，車輛受力改變其方向。偏位輪胎痕大部分呈現輪胎擦痕的形態，可作為判斷車輛發生碰撞之撞擊點、撞擊時間以及輪胎所在的位置。

(5) 煞車鎖死輪上的跡證 (Braked Wheel Tire Evidence)

當輪胎在路面上發生滑動或斜向滑動時，與地面接觸之輪胎面上會呈有現抹除乾淨或摩擦的狀況，若路面堅硬且有小碎石時，會造成輪胎面產生粗糙的擦挫磨損的痕跡。經由檢驗輪胎上的橫條紋痕，可判斷輪胎發生滑動時，輪胎的移動方向。

(6) 輪胎-路面間留存的殘跡 (Tire-Roadway Debris Deposit)

當輪胎於路面上滑動時，路面上的物質可能聚積在輪胎溝槽之間。若車輛停止移動，輪胎溝槽間聚積的物質可能掉落留存於路面上，並容易經觀察而發現，尤其是在堅硬的路面上更容易出現此種狀況。在某些堅硬的表面上，輪胎可能將路面上的一些顆粒帶走，或者將聚集路面上的泥沙往滑動的方向推，直到滑動停止之後，將這些顆粒泥沙堆積在輪胎滑動痕的末端。但是，這些屬於短暫留存的證物，容易受來往的車輛而抹去，或遭下雨等天

氣狀況而破壞。在所有的案件中，這些堆積在路面上的殘跡是判斷車輛最後停止位置之最佳證據。

(7) 間斷的輪胎滑動痕 (Intermittent Skid Mark)

間斷的輪胎滑動痕是由重複踩踏煞車踏板，即完全踏下煞車造成輪胎鎖死，然後釋放煞車使輪胎繼續自由轉動，所形成的輪胎痕。這類的輪胎滑動痕之間的空白，因煞車時車速的不同，間隔大約 4 至 6 公尺。

(8) 商用車輛的輪胎滑動痕 (Commercial Vehicle Skid Marks)

商用車輛的輪胎滑動痕通常可分為兩種類型：雙輪滑動痕、跳躍式輪胎滑動痕。

(9) 反彈狀的輪胎痕 (Bounce Tire Marks)

當輪胎碾壓到不平整的路面時，如：路面上的坑洞，可能造成輪胎離開路面，或原本輪胎所負載的重量轉移至它處，例如：某一車輛與其他車輛發生撞擊後，繼續沿著路面移動。以上的狀況下，有可能在路面上遺留下反彈狀的輪胎痕。若產生反彈狀的輪胎滑動痕時，輪胎為鎖死的狀況，將會產生一般形態的輪胎滑動痕，若是輪胎能轉動，則在路面上會形成摩擦痕 (Scuff mark)。當產生反彈狀的輪胎痕時，輪胎離開地面會產生類似胎壓過大的狀況，因此只有輪胎中央的部分有可能留下輪胎痕。反彈狀的輪

胎痕是非常短的輪胎滑動痕，長度大約 0.3 公尺，需注意不要與跳躍式的輪胎滑痕搞混。

(10) 輪胎擦滑痕 (Scrub Mark)

輪胎擦滑痕是因輪胎在撞擊的過程中鎖死或卡住，以至於輪胎沿著道路發生側滑，較常發生於當車輛斜向行進時。產生輪胎擦滑痕時，遺留在路面上的橫條紋狀痕，是由輪胎面上的胎肋紋所產生，而非由胎肋紋間的胎溝紋所留下，由胎紋邊緣(胎肩部)所留下的橫條紋狀痕可判斷輪胎滑動的方向。發生輪胎擦滑痕的起始處，可用來協助判斷兩車發生撞擊所在的位置。

(11) 聯結車脫鉤時形成的輪胎滑痕 (Detached Utility-Trailer Skid Mark)

當聯結車的拖斗與車頭脫離後，只剩下安全鎖鍊連結時，若車頭繼續沿道路前進，拖斗會發生自由的擺動。若拖斗配有自動煞車系統，此時拖斗所留下的輪胎滑痕呈現無規律性的左右擺。

(12) 車輛拖離時所留下的輪胎滑痕 (Towed Vehicle Skid Mark)

當事故車輛由實際發生事故的位置拖離或移動至其他地方時，若該車輛的輪卡死無法滾動，造成輪胎與路面摩擦因而留下輪胎滑痕。調查人員必須能夠解釋或說明事故現場中或照片中所發現

的其他痕跡，且必須特別注意需確認，是否為因車輛拖離時所留下的輪胎痕，而非與案件相關的碰撞前或碰撞後所產生的煞車滑痕。

（五）事故車輛損傷分析

正確分析車輛上因撞擊造成的損傷，是車禍事故重建的關鍵，更可由正確的車損分析技術來建立車輛與路面、車輛與車輛之間彼此的關係，但很可惜，大部份的車禍事故調查人員遺漏了車損這項跡證，造成研判撞擊過程時發生錯誤。當著手檢視與辨識車損時，必須學習如何來「閱讀」車損，其中包含了仔細地研究遭撞擊的區域，這是確定所看到的狀況無誤之唯一方法。正確的車損分析可以解釋：

- 事故中主要撞擊力量的方向來源(The Principle Direction of Force, PDOF)
- 車輛間彼此之間的關係，包含移動狀況、前後順序等。
- 車輛與道路之間的關係
- 車輛與道路上固定物之間的關係
- 事故中車輛的運動狀態
- 車輛的接近速度與相對速度
- 車輛中乘客可能的位置（經由分析乘客動態學與車輛動態學）

以下分別由車身損傷、玻璃破損、輪胎及車燈等三方面來說明車輛損傷：

1. 車身損傷

(1) 接觸車損 (Contact Damage)

接觸車損，就如字面上的意義，因受到外力作用時，力量直接施加在車體上的某一部分或車體上其他物件。換句話說，接觸車損即是於車輛接觸區域中，兩相對的力量相互作用而產生的損害，可發生在車內或車外、電線桿、橋墩或其他物體。例如：若車輛往前直線移動撞擊燈桿時，燈桿上及車輛上都有因撞擊而產生的跡證。汽車上可能有因撞擊燈桿產生之反作用力而形成之半圓形的凹陷，電線桿上承受車輛撞擊力道的地方也會有損傷。在兩車的碰撞事故中，兩車之間碰撞的力量相等，來自兩車之間的接觸所形成的損傷區域，即代表在碰撞發生時兩車各自所接受的力量。車輛上接觸車損部位處的大部分鈹金呈現塌陷、變形、撕裂、穿孔或沾附有由其他物體轉移過來磨混狀態的物質。

(2) 誘發車損 (Induced Damage)

誘發車損通常指接觸車損周圍的區域，主要是傳遞釋放因車輛接觸時產生之力量而形成。誘發車損所在的區域通常沒有接觸任何物體，但其損傷仍是由碰撞力量而造成。例如：有一車輛左前葉子板及保險桿處遭受撞擊，撞擊力道與遭撞擊之車輛向前行進的方向垂直，因力量的方向以及與左前葉子板接觸，車頂蓋以

及右前葉子板移位，這種移位變化稱為誘發車損。因撞擊力道所產生的壓力施予車輛內其他部位，並使得車輛部分零組件脫落，此外，在許多碰撞事故中，接觸損傷可能出現在車輛的一側，而誘發損傷則出現再另車輛外一側，當在十字路口發生高速撞擊時，會使車輛產生有如彎弓的效應。

誘發損傷可發生在車體的外部，亦有可能發生於車輛的內部，例如：當方向機柱移位時，可能是因遭受未繫上安全帶之駕駛人撞擊所致。儀表板的變形有可能因車輛撞擊時所產生的力量，而非駕駛人直接碰撞所造成。因此必須仔細且小心的檢驗與分析車損的類型及其成因。

了解接觸損傷、誘發損傷等兩種不同車輛損傷的分類之後，可比較容易理解兩種損傷形成機制的不同。例如：摩擦痕是接觸損傷，其成因為車體鈹金遭受刮擦，但並未穿透。這些摩擦痕可以用來描述產生摩擦痕的力量方向來源，例如車底下發現有摩擦痕，代表車底與地面或地面上的物體接觸產生摩擦，也可能與路面上的刮擦痕有關。這些分析可清楚且明確的了解車輛與路面之間的關係，也可以連結兩車輛之間第一次接觸的區域。故此，能夠正確研判車損的類型，使能推斷及研判車損的成因，引導調查人員正確判斷車禍如何（How）發生，而非只有車禍為何（Why）發生。

2. 玻璃破損

除了車體上的接觸或誘發損傷之外，因車輛撞擊而產生的車窗玻璃損傷亦可提供許多有價值的資訊。玻璃的破損亦可分類成接觸損傷及誘發損傷，但當進行玻璃檢驗時，必須了解膠合安全玻璃以及回火玻璃，兩種不同類型玻璃的區別。

(1) 膠合安全玻璃 (Laminated Safe Glass)

玻璃的破損亦可分類成接觸損傷及誘發損傷，但當進行玻璃檢驗時，必須了解膠合安全玻璃以及回火玻璃，兩種不同類型玻璃的區別。膠合安全玻璃使用在前擋風玻璃，可以清楚的顯示接觸損傷以及誘導損傷兩種型態，但回火玻璃則無法明確地判斷。膠合安全玻璃為兩塊平板玻璃，以黏膠或塑膠將兩片玻璃黏合組成所組成，使得此類玻璃破裂時，不會產生大塊且尖銳玻璃碎片，也可防止遭穿透，因此可保護車內乘客同時可避免物體穿入車內。

當車輛遭受前方撞擊時，前座乘客頭部撞擊擋風玻璃而產生之蜘蛛網狀的破裂痕，這種破裂型態可提供調查人員某些線索及提示，第一，蜘蛛網狀的大小與分佈，可提供判斷車內乘客頭部撞及擋風玻璃的猛烈程度，以及車內乘客的乘坐的狀況。第二，蜘蛛網狀破裂型態也可說明乘客由座位往接觸區域間的移動狀況，

例如：某車輛僅有一名駕駛無其他乘客，當右前葉子板遭撞擊時，撞擊產生的力量使得駕駛與靠近擋風玻璃中央處接觸，靠近車內後視鏡的下方。車內乘客的數量、乘坐位置以及移動，可提供調查人員了解車內乘客的動態以及撞擊力量的來源，也可了解是否繫上安全帶，以及安全帶是否正常發揮作用。

但判斷擋風玻璃破損原因時，必須注意勿被安全氣囊造成的玻璃破損所誤導，在某些案件中，左前座安全氣囊爆炸時，安全氣囊安裝處的蓋子也會造成玻璃的損傷。因安全氣囊蓋所造成的玻璃破裂痕，與乘客與擋風玻璃接觸所造成的破裂型態相似，必須注意勿產生誤判。

膠合安全玻璃上的誘發損傷，為平行狀的破裂或呈現棋盤狀的破裂。在破裂嚴重的擋風玻璃，當沒有仔細檢驗擋風玻璃上的皮膚、毛髮、衣物纖維或其他跡證時，很難判斷是否為擋風玻璃上的破裂狀態為接觸損傷，抑或誘發損傷。

(2) 回火玻璃 (Tempered Glass)

當回火玻璃破裂時，不論力量的來源為接觸或誘發，其結果都是相同的，皆破碎形成許多的小碎片，此設計主要是避免乘客撞擊玻璃時，遭大片的玻璃邊緣割傷，但對調查人員而言，回火玻璃很難正確判斷破裂是由乘客或其他物體撞擊而成，或是因撞

擊時產生的力量而破裂。

但是在回火玻璃破裂的案件中，仍有許多特徵可供參考，可檢驗遭撞擊處玻璃的邊框，一般狀況下，若回火玻璃破裂時，玻璃周圍的邊框亦有可能遭撞擊，故可同時檢驗門框變形的狀況，當門框彎曲或扭曲時所產生的力量，會施加在玻璃上，且其力量足以使得玻璃破裂，若小心仔細的檢驗，可藉由邊框的狀態來判斷回火玻璃是受到接觸力或誘導力而造成破裂。

3. 輪胎損傷

當車輛發生事故時，除車輛上可發生接觸的部位，如車身鈹金、擋風玻璃及車窗玻璃等處，因撞擊力量而產生損傷可供分析與研判之外，車輛與路面接觸之輪胎，亦是車輛事故調查中相當重要的一環，因此必須了解哪些因素會造成輪胎發生損傷，而導致發生車禍事故，因此也必須對輪胎損傷有所了解。

因輪胎損傷而發生的交通事故案件數較少，所佔比例約 0.5%至 1%。

因輪胎上有許多重要的跡證，所以事故車輛的每一個輪胎皆需仔細的檢驗，以證明事故非因輪胎損傷而發生，或因輪胎發生損傷而導致事故。若發現輪胎漏氣，必須了解是否因輪胎漏氣而導致事故發生，或因為撞擊而使輪胎遭切割或穿孔。事故前輪胎的損傷，超過 82%為穿孔，漏氣、充氣嘴老化或故障，以及維護不當，最主要的損傷為輪胎

穿孔，大約佔 42%，其餘事故前輪胎損傷的種類以及比例如下：

42% 穿孔

16% 漏氣(快速漏氣)

12% 充氣嘴故障

12% 保養維護不當

8% 胎壓不足／胎壓過大

4% 補胎不當

2% 內胎縫線穿孔

2% 製造瑕疵

4. 車燈損傷與檢驗

交通事故調查人員須對車輛燈泡有基本的認識，在某些情況下須要對燈泡進行鑑驗。這些狀況通常是與車頭大燈點亮與否有關。車頭大燈是開啓或關閉？駕駛人開車時是否點亮車頭大燈？車頭大燈是在撞擊前是否發生損壞故障？車尾燈及剎車燈亦有可能遭遇同樣性質的問題。

某些種類的車禍事故亦與燈泡檢測有關，例如：為何當有對向來車時，駕駛人並未採取任何反應措施？於追撞事故時，為何駕駛人沒有對前車進行任何反應措施，是否因前車車尾燈故障？於車輛侵入聯結車下方的事故（underride）中，聯結車車側的反光標記是否已經脫

落？事故車輛車頭燈的角度是否能協助駕駛人來查覺前方是否有聯結車？以下將介紹與說明，如何判斷車輛燈泡於事故發生時是否點亮的，使得車禍事故調查能夠更徹底，提供更完整的資訊，以下由普通燈泡以及鹵素燈泡開始介紹，再討論燒毀的燈絲、冷燈絲碰撞(Cold Shock)、熱燈絲碰撞(Hot Shock)、熾熱燈泡破裂(Hot bulb break)，以及目前新式照明設備，如發光二極體、高壓氣體放電式燈泡所遭遇的問題。

(1) 普通燈泡

進行燈泡鑑驗前需對燈泡有基本的認識，燈泡有一個可隔絕空氣的透明玻璃封套，並於玻璃封套內灌入氬氣或氮氣等惰性氣體。

一般燈泡的玻璃封套下端連接燈泡基座，通常基座外觀為乾淨且光澤，調查人員可由基座上標示的商品編號、製造商、以及燈泡基座接點的形式等資訊，來了解燈泡的分類。

燈泡玻璃封套內有支撐燈絲的支架，支架通常由鋼質所製成，支架的下方由絕緣體所包裹，燈絲以纏繞或夾的方式與支架的上端相接。

燈泡中的燈絲由支架的一端橫跨到支架的另一端，於較小的燈泡中，可能會有其他的支架來穩定燈絲。燈泡燈絲由鎢所製成，鎢是一種堅硬的重金屬，可於其白熾溫度時，仍維持其形狀。鎢

絲纏繞成具有連續規則性且平均的圈環形，外觀乾淨且具有光澤，整條燈絲的每一個圈環都有相同的間隔，鎢絲於大約華式 4000 度左右可達白熾發光溫度，超過華式 6000 度時熔化。燈泡依設計與功能不同，可能會有一條以上的燈絲，例如多燈絲的燈泡中，較小的燈絲通常為倒車燈或尾燈，較大的燈絲為方向燈或剎車燈。車頭燈一般的情況下有兩條燈絲，一條為近燈燈絲、另一條為遠燈燈絲。當觀察車頭燈絲時，上方為近燈燈絲、下方為遠燈燈絲。於近燈燈絲的前方有一個金屬蓋或護蓋，其功能為減少光量的輸出，及減少空氣中水氣的反光。

(2) 鹵素燈泡

鹵素燈泡相較於傳統燈泡，具有耐久、高亮度、高效率等優點，而且只需傳統燈泡一半的電量即可發光，因此普遍使用於現今汽車照明中。因使用鹵素燈泡時會產生高溫，故鹵素燈泡須使用可抗高溫之玻璃，如石英等，作為燈泡的玻璃封套，且因鹵素燈泡封套玻璃承受壓力，若玻璃封套破裂時，燈泡會發生爆炸，故處理此類燈泡時須非常小心。

鹵素燈泡與普通燈泡的不同，主要是鹵素燈泡中會灌入碘氣或氟氣等鹵素氣體。當鎢絲熾熱發光時，鎢粒子由燈絲表面氣化，經由化學反應，與燈泡中鹵素氣體產生結合反應，使得鎢-鹵素結

合分子回到燈絲，而非沉降於燈泡玻璃的內面，且燈絲的高溫使得鎢-鹵分子斷裂，使得鎢重新沉降回燈絲，同時鹵素回到燈泡氣體中，可再次與氣化的鎢發生新的循環反應。

(3) 燒毀的燈絲

大部分的燈泡會因長期使用而損壞，燈絲由大部分鎢粒子氣化處開始凹陷，最終燈絲燒毀，當燈絲變細，凹陷處產生高溫，同時燈絲開時下垂及拉長，燈絲凹陷處因高溫而融化，燈絲分離並產生電弧，最後阻斷電流、同時燈泡熄滅。燈絲斷裂處則變成尖細狀，有些斷裂處也會附著熔化後再次凝結的鎢小顆粒。

(4) 冷燈絲碰撞 (Cold Shock)

當燈泡熄滅未發光時遭受撞擊，而使燈泡燈絲斷裂，這個情況稱為冷碰撞(cold shock)。於冷碰撞的情況下，因燈泡燈絲並未通電，斷裂的燈絲端點不會發現有如燈絲燒毀時產生尖細或小顆粒凝結的狀況。因沒有電流通過，燈絲斷裂的端點會呈現尖銳或鋸齒的形態，與燈絲因燒毀而斷裂的狀況不同。於某些狀況中，燈絲線圈會斷裂成許多小片段，且落到燈泡的底部。於冷碰撞中，燈絲仍然呈現明亮帶有銀色金屬光澤。產生冷碰撞時，須有大力的碰撞，通常需要靠近燈泡處產生撞擊。若燈泡玻璃封套破裂，斷裂成小片段的燈絲則不容易發現。若有冷碰撞所產生的各種形

態，可顯示發生碰撞時，燈泡燈絲並未發光。若燈泡含有兩個燈絲，可協助判斷是否確實為冷碰撞。

(5) 熱燈絲碰撞 (Hot Shock)

燈泡中若發現有熱碰撞的特徵，即可說明碰撞發生時，燈泡燈絲為發光的狀態。若燈泡的玻璃未破裂，燈絲仍呈現原有的金屬光澤。然而，燈絲的外觀形狀會與原本狀況不同，燈絲將順撞擊力量的方向產生延伸形成拱形，有時候燈絲會產生糾結的狀況，若於雙燈絲的燈泡中，兩燈絲可能相互纏繞，另因為燈絲在發熱的狀況下較為柔軟，故比較少斷裂分離。若燈泡延伸的程度較大，若與燈泡玻璃內面接觸時，則有可能侵蝕玻璃，若燈絲溫度高達某一程度，有可能於燈泡玻璃內面留下灰色的殘跡，甚至與玻璃相互融合。熾熱的燈絲較冷燈絲更容易維持原本因撞擊而產生的變形狀態，此種情況下的燈絲表示當受到外力時，是呈現發熱發光的狀態。

(6) 熾熱燈泡破裂 (Hot bulb break)

熾熱燈泡破裂 (Hot bulb break) 係發生在燈泡發熱發光時，因玻璃封套破裂使得燈絲接觸空氣所產生的狀況，當熱燈絲與空氣接觸，則在燈絲上發生氧化作用。若再燈絲上發現有熔融的玻璃碎片，則代表當燈泡玻璃封套破裂時，燈絲是成發光的狀態。

爲了確定燈絲上的可疑物質爲熔融的玻璃碎片，故須使用顯微鏡鏡檢法進行檢視與確認，此外須需注意，燈絲的發光溫度大約在華式 4,000 度，但玻璃的熔點約在華式 2500 度，燈絲的熔點約在華氏 6100 度。

進行檢視時可觀察燈絲的顏色變化，燈絲顏色的變化由原本的銀色變成灰黃色、綠色、棕色或紫色，這些顏色變化會因燈泡破裂時，燈絲接觸到空氣時的溫度不同而異。若燈絲呈現深黑色，則代表燈絲於發光的情況下與空氣接觸，但於雙燈絲燈泡中需注意，燈絲顏色的改變亦有可能是受鄰近的燈絲所影響。另一情況，若燈絲與空氣接觸發生氧化，可在燈絲的表面發現白色或淡黃色的粉末，這也可說明當燈絲接觸到空氣時，燈絲是炙熱發光的狀態。若燈絲仍有電流通過時，燈絲會持續的氧化，直到燈絲斷裂或燒毀，較短的燈絲燒毀的速度，比較長的燈絲燒毀的速度來的快，於雙燈絲燈泡中，氧化則發生在沒有發光的燈絲上，發光的燈絲呈現黑色，同時於另一個燈絲上發現有氧化物。

於熾熱燈泡破裂中，因撞擊燈泡破裂時，燈絲爲發光的狀態與空氣接觸而產生氧化物，但也有可能於碰撞後再將車燈打開而產生氧化物，因此調查人員進行碰撞後調查時，註記燈泡是否發光或熄滅是非常重要的。某些案件中，車輛發生撞擊後，再將車

燈點亮，調查人員須注意燈絲，是否有熱碰撞而產生的燈絲延伸的狀況，若燈絲沒有發現延伸的狀況，調查人員須更仔細的檢視燈泡與燈絲。同時，目擊者的證詞，也能幫助判斷碰撞前燈光的狀況，也就是車燈於碰撞前是否開啓。

(7) 新式照明設備-發光二極體光源 (Light Emitting Diodes)

發光二極體光源 (Light Emitting Diodes) 是以能產生可見光線之二極體所組成，目前有越來越多新式車輛使用 LED 燈作為照明設備。數年前美國通用汽車公司 (General Motors, GM) 以及某些汽車製造商，開始於第三剎車燈上使用發光二極體光源，目前美國通用汽車公司 (GM) 所生產的某些車型中，發光二極體光源作為尾燈與剎車燈光源，且有其他小客車與卡車製造商開始嘗試使用發光二極體作為光源，因此這些使用非燈絲光源的汽車，數量有越來越多的趨勢。

發光二極體有點類似螢光燈泡，一樣都是沒有燈絲的光源。以光二極體作為光源的照明設備中，係由許多小的發光二極體以傳導電流的金屬相互並聯的方式相互連接，因此若發光二極體其中一個二極體損壞，該照明設備亦能發光。某些車輛使用長板狀的發光二極體燈，發光二極體燈板可分為兩半，若其中一部分失去電源，另一半仍可正常發光。發光二極體的光源視覺上看起來

比較明亮，但其紅色光源與我們平常所習慣的紅色有所不同，有點類似粉紅色的光芒。發光二極體發光時會產生高溫，但冷卻的速度非常快。

目前遭遇的問題，因發光二極體沒有燈絲，無法使用傳統的方式來判斷事故中燈光是否點亮或熄滅。

(8) 新式照明設備-高壓氣體放電式燈泡(High Intensity Discharge, HID)

數年前，發明一種稱為高強度氣體放電(High Intensity Discharge, HID)的新式光源，此類光源主要使用在車頭燈，可能供更好的照明效果，且相較鹵素燈泡更為耐久與省電。

此類高強度氣體放電燈(HID)，並非由燈絲通電而發光，主要是經由兩個電極通入高壓電，激發燈泡內的氙氣後，而產生高強度的光線。

高強度氣體放電頭燈，因具有更好的照明效果，因此使用者都喜愛者這種設備，但是對向來車的駕駛並非喜愛這種光源，因為高強度的光源會干擾其駕駛時的注意力，也可能使得視覺產生暫時性的模糊，因而無法看清路面以及車前狀況，經研究，年紀較大的駕駛，更容易遭受此光源的影響。

以高強度氣體放電燈泡如同發光二極體光源，亦非由燈絲通

電而發光，且尚未了解高強度氣體放電燈泡破裂空氣進入燈泡後，會產生什麼反應，因此對事故調查人而言，無法經由傳統方式來判斷事故中高強度氣體放電燈泡是否點亮或熄滅。

（六）交通事故車行速度分析

交通事故中碰撞時的車行速度計算與分析，是交通事故重建中相當重要的一環。美國本土的交通事故處理員警，皆具有基本的車行速度計算與研判的能力，能依實際道路面上的輪胎剎車滑痕、輪胎痕等跡證，以及事故現場道路的實際狀況，再配合公式計算獲得碰撞時車輛行駛的速度。

但反觀國內，目前仍將事故現場測量所得之煞車痕長度與交通部於民國 61 年 5 月 12 日交道字第 19902 號函頒之「汽車煞車距離、行車速度及道路摩擦係數對照表」進行對照與推算，而非事故現場實際狀況進行計算，無法將路面斜率、路面超高、路面摩擦係數等變因，一併列入考慮與修正，造成對照與推算的結果與實際速度差異極大，甚者，目前司法單位亦使用交通部函頒之對照表推算肇事車輛的車速，進而作為裁量的依據，影響極大，不可不慎。

北佛羅里達大學（University of North Florida）警察科技及管理協會（Institute of Police Technology and Management）訓練講習課程，相當注重如何正確使用不同的公式，並能針對不同道路狀況進行校

正，以獲得最正確的事故車輛之車行速度，再經實地實驗與測量，驗證

公式。以下將各個計算公式以及使用時機說明如下：

1. 符號及定義

a：加速度/減速度（英呎/秒/秒）

C：弦長（英呎）

Cir：圓周長（英呎）

D：距離（英呎）

D_L：橫向距離（英呎）

e：路面超高（superelevation）（%）

F：推力或拉力（磅）

f：加速/減速因子

f_{adj}：經修正斜率及煞車比例後之加速/減速因子

f_s：橫向加速度（%）

g：重力加速度（32.2 英呎/秒/秒）

H：高度（英呎）

K_e：動能（英呎-磅）

m_o：弦中距（英呎）

m：質量（slugs 或磅-秒²/英呎）

m：斜率（%）

n：煞車比例（%）

π ：圓周率 3.1415926

R：半徑（英呎）

n：煞車比率（%）

S：速度（英哩/小時）

t：時間（秒）

μ ：摩擦係數(水平且 100%煞車)

V：速率（英呎/秒）

W：重量

Wk：功（英呎-磅）

Δ ：變化量

2. 牛頓三大運動定律（Newton's Three Laws of Motion）

- 第一定律—慣性定律：靜者恆靜、動者恆動。動者除受外力作用以外，沿直線以等速度移動。

$$\sum F_n = 0$$

- 第二定律：若物體接受外力，物體的質量中心將沿著力的方向加速。質量中心的加速度與所受的外力成正比，與物體質量成反比。

$$F = Ma \quad a = \frac{F}{M}$$

- 每個施力皆有作用力與反作用力。這些相對的力量大小相等但方向

相反。

$$(F_1) = (-F_2)$$

3. 加速與減速因子 (Acceleration/Deceleration Factors)

- $f = \frac{F}{W}$

f - 使用拉橇測定法所得之減速因子

F - 拉動拉橇時所施的力量 (磅)

W - 拉橇的全部重量 (磅)

本公式計算以拉橇法或其他類似的測定方法所得之減速因子。

- $f = \frac{S^2}{30 \times D}$ 或 $f = \frac{V^2}{64.4 \times D}$

本公式由已知的速度 (率) 及距離, 計算加速或減速因子。此實際測試中車輛由完全停止開始加速, 或由某個速度開始煞車至完全停止。

- $f = \frac{V}{g \times t}$

本公式由已知的速率、重力加速度及所耗時間來計算加速/減速因子。此實際測試中車輛由完全停止開始加速, 或由某個速度開始煞車至完全停止。

- $f = \frac{D}{16.1 \times t^2}$

本公式由已知的距離及所耗時間來計算加速/減速因子。此實際測試中車輛由完全停止開始加速, 或由某個速度開始煞車至完全停

止。

- $f = \frac{V_1 - V_2}{g \times t}$

本公式由速率變化量以及所耗時間（秒）來計算加速／減速因子。

4. 摩擦係數修正量 (Coefficient of Friction Adjustments)

- $f_{adj} = \mu \times n \pm m$

本公式由水平路面之摩擦係數 μ ，修正車輛煞車比率 n 及路面斜率 m 後，獲得經修正之加速／減速因子。當路面為上坡時為 $+m$ 、下坡時為 $-m$ 。

- $f_{adj} = \mu \pm e$

本公式由水平路面之摩擦係數 μ ，修正路面超高 e 後，獲得經修正之加速／減速因子。

5. 加速度／減速度 (Acceleration/Deceleration Rate)

- $a = f_{adj} \times g$

本公式由已知經修正之加速／減速因子，計算加速度／減速度。

6. 速度與速率之單位換算 (Speed and Velocity)

- $V = S \times 1.466$

本公式可由速度（英哩／小時）換算得速率（英呎／秒）。

7. 動能與作功 (Kinetic Energy and Work)

- $K_e = \frac{W \times V^2}{64.4}$

- $K_e = \frac{W \times S^2}{30}$

- $K_e = \frac{1}{2} mV^2$

本公式可由物體重量、速度或速率計算該物體運動時之動能。

- $W_k = F \times D$ 或 $W_k = f \times W \times D$

本公式可以計算施力於某一重量之物體移動已知距離時所作的功，

或經由已知之加速或減速因子、物體重量及移動距離計算所作的

功。

- $V = \sqrt{\frac{64.4K_e}{W}}$ 或 $S = \sqrt{\frac{30K_e}{W}}$

本公式可由已知之動能、物體重量計算得速度或速率。

8. 質量中心 (Center of Mass)

- $X_f = \frac{W_r \times W_b}{W}$

X_f ：距前輪軸之距離（英吋）

W_r ：於後輪軸之重量（磅）

W_b ：車輛總重（磅）

本公式可以計算車輛之質量中心與前輪軸之距離。

- $X_r = \frac{W_f \times W_b}{W}$

X_r ：距後輪軸之距離（英吋）

W_f ：於前輪軸之重量（磅）

W_b ：車輛總重（磅）

本公式可以計算車輛之質量中心與後輪軸之距離。

9. 路面斜率與超高 (Grade and Superelevation)

- $e = \frac{\text{rise}}{\text{run}}$

e：超高，以兩位小數表示

rise：垂直上升或下降之距離（英呎、英吋）

run：水平距離（英呎、英吋）

本公式可以計算路面垂直車行方向傾斜的比率。計算時垂直距離及水平距離須使用相同的度量單位。

10. 以等效能量所得速度之減損或增加 (Equivalent Energy Velocity

Loss/Gain)

- $S = \sqrt{30 \times D \times f}$

本公式可由已知加速或減速移動距離，計算等效能量所得速度增加或減損。本公式必須知道加速或減速所移動之距離（英呎）及經修正之加速或減速因子。

11. 以等效能量所得速率之減損或增加 (Equivalent Energy Velocity

Loss/Gain)

- $V = \sqrt{64.4 \times f \times D}$

本公式可由已知加速或減速移動距離，計算等效能量所得速率增加或減損。本公式必須知道加速或減速所移動之距離（英呎）及經修

正之加速或減速因子。

12. 結合速度/速率 (Combined Speed/Velocity)

- $S_c = \sqrt{S_0^2 \pm 30 \times D \times f}$

S_c : 結合速度 (英哩/小時)

S_0 : 參考點之原始速度 (英哩/小時)

本公式可以計算行經多重表面之結合速度減損或增加

- $V_c = \sqrt{V_0^2 \pm 64.4 \times D \times f}$

V_c : 結合速率 (英呎/秒)

V_0 : 參考點之原始速率 (英呎/秒)

本公式可以計算行經多重表面之結合速率減損或增加

13. 時間、距離及移動時間 (Time, Distance and Motion Time)

- $t = 0.249 \sqrt{\frac{D}{f}}$ 或 $t = \sqrt{\frac{D}{16.1 \times f}}$

本公式可藉由車輛由某一速度減速至完全停止或完全停止加速至

某一速度車輛移動之距離，以及經修正之加速或減速因子，計算所

花費的時間。

- $t = \frac{V}{f \times g}$ 或 $t = \frac{V}{a}$

本公式可藉由車輛由某一速度減速至完全停止或完全停止加速至

某一速度，以及經修正之加速或減速因子或經修正之加速度或減速

度，計算所花費的時間。

- $t = \frac{V_1 - V_2}{a}$ 或 $\frac{\Delta V}{a}$

本公式可以由速率變化量及經修正之加速度或減速度計算所需的時間。

14. 時間、距離及移動距離 (Time, Distance and Motion Distance)

- $D = \frac{S^2}{30 \times f}$ 或 $D = \frac{V^2}{64.4 \times f}$

本公式可由車輛由某一速度減速至完全停止或完全停止加速至某一速度所需之時間，以及經修正之加速度或減速度或經修正之加速或減速因子，計算車行所需的距離。

- $D = \frac{1}{2} \times a \times t^2$ 或 $D = 16.1 \times f \times t^2$

本公式可以計算車輛由某一速度開始加速或減速某段時間後，車輛所移動的距離。

- $D = V_0 t + \frac{1}{2} a t^2$ 或 $D = V_0 t + 16.1 \times f \times t^2$

本公式可以計算車輛由某一速度開始加速或減速某段時間後，車輛所移動的距離。

- $V = V_0 \pm a \times t$ 或 $V = V_0 \pm 32.2 \times f \times t$

本公式可計算由某一初始速度於某一加速或減速度下，經歷某段時間後之車速。

- $V = \sqrt{V_0^2 \pm 2aD}$ 或 $V = \sqrt{V_0^2 \pm 64.4fD}$

15. 曲率半徑 (Radius)

- $R = \frac{C^2}{8 \times m_0} + \frac{m_0}{2}$

本公式可由弦長及弦中距計算曲率半徑。

16. 臨界速度 (Critical speed)

- $S = 3.86\sqrt{R \times f_{adj}}$ 或 $V = 5.67\sqrt{R \times f_{adj}}$

本公式可由曲率半徑及經修正之加速或減速因子計算臨界速度。

17. 空中移動 (Airborne)

- $S = \frac{2.73 \times D}{\cos \theta \sqrt{\pm H \pm (D \times m)}}$ 或 $V = \frac{4.01 \times D}{\cos \theta \sqrt{\pm H \pm (D \times m)}}$

(七) 交通事故車輛動量分析

交通事故重建可運用動量守恆原理 (Theorem of Conservation of Linear Momentum)，配合車輛總重、撞擊角度、剎車滑痕等資訊，運用公式或以圖解法，計算撞擊時車輛行駛速度。

動量守恆：

碰撞前動量 (Pre-impact momentum) = 碰撞後動量 (Post-impact momentum)

$$M_1 + M_2 = M_3 + M_4$$

即： $W_1 S_1 + W_2 S_2 = W_1 S_3 + W_2 S_4$

其中：

W_1 = 第一輛車車重、 S_1 = 第一輛車撞擊速度、 S_3 = 第一輛車撞擊後速度

W_2 = 第二輛車車重、 S_2 = 第二輛車撞擊速度、 S_4 = 第二輛車撞擊後速度

若兩車行進方向非平行，而是以某一角度發生碰撞時，運用動量守恆原理計算速度，則需考慮兩車撞擊角度，以及兩車撞擊後離去角度，計算公式修正如下：

$$W_1 S_1 \cos \alpha + W_1 S_1 \sin \alpha + W_2 S_2 \cos \phi + W_2 S_2 \sin \phi$$

$$= W_1 S_3 \cos \theta + W_1 S_3 \sin \theta + W_2 S_4 \cos \phi + W_2 S_4 \sin \phi$$

其中： α = 第一輛車撞擊角度、 ϕ = 第二輛車撞擊角度

θ = 第一輛車撞擊後離去角度、 ϕ = 第二輛車撞擊後離去角度

於實際案例中，經常將第一輛車撞擊角度定為 0 度，即 $\alpha = 0^0$ ，其他角度

則以左手笛卡兒座標系統 (Left-hand Cartesian coordinate system)

進行修正，動量守恆計算公式經整理後得：

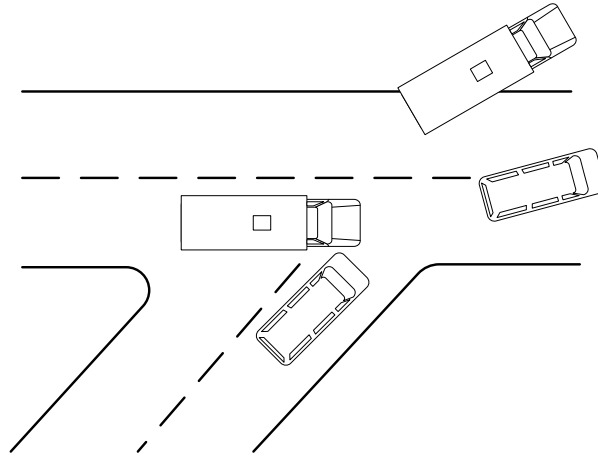
$$\text{第一輛車撞擊速度：} S_1 = \frac{S_3 \cos \theta}{\cos \alpha} + \frac{W_2 S_4 \cos \phi}{W_1 \cos \alpha} - \frac{W_2 S_2 \cos \psi}{W_1 \cos \alpha}$$

$$\text{第二輛車撞擊速度：} S_2 = \frac{W_1 S_3 \sin \theta}{W_2 \sin \psi} + \frac{S_4 \sin \phi}{\sin \psi}$$

案例：

貨車	廂型車
車重=5230 磅	重量=4540 磅
撞擊角度=0 度	撞擊角度=67 度
撞擊後離去角度=45 度	撞擊後離去角度=45 度
撞擊後移動距離=83 英尺	撞擊後移動距離=72 英尺
撞擊後路面摩擦係數=0.73	撞擊後路面摩擦係數=0.60

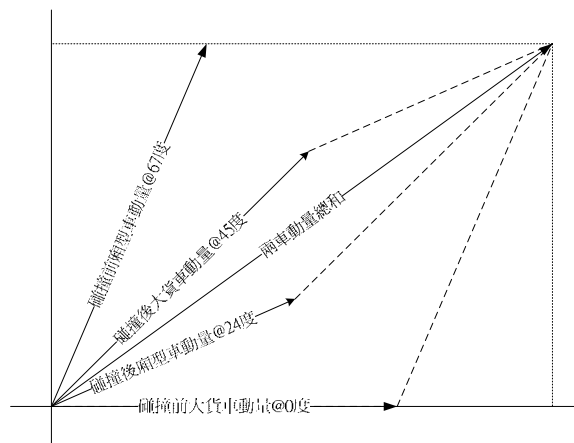
現場測繪圖如下：



請問貨車與廂型車發生撞擊時速度分別為何？

解：

1. 圖解法：



2. 公式計算法：

貨車總重： $W_1 = 5230$ 磅

貨車撞擊後速度：

$$S_3 = \sqrt{30 \times D \times f} = \sqrt{30 \times 83 \times 0.73} = 42.63 \text{ 英哩/小時}$$

貨車撞擊角度： $\alpha = 0$ 度

貨車撞擊後離去角度： $\theta = 45$ 度

廂型車總重： $W_2 = 4540$ 磅

廂型車車撞擊後速度：

$$S_4 = \sqrt{30 \times D \times f} = \sqrt{30 \times 72 \times 0.6} = 36 \text{ 英哩/小時}$$

廂型車撞擊角度： $\psi = 67$ 度

廂型車撞擊後離去角度： $\phi = 45$ 度

廂型車碰撞前速度：

$$S_2 = \frac{W_1 S_3 \sin \theta}{W_2 \sin \psi} + \frac{S_4 \sin \phi}{\sin \psi} = \frac{5230 \times 42.63 \times \sin 45^\circ}{4540 \times \sin 67^\circ} + \frac{36 \times \sin 45^\circ}{\sin 67^\circ}$$

$$S_2 = \underline{65.37 \text{ 英哩/小時}}$$

貨車碰撞前速度：

$$S_1 = \frac{S_3 \cos \theta}{\cos \alpha} + \frac{W_2 S_4 \cos \phi}{W_1 \cos \alpha} - \frac{W_2 S_2 \cos \psi}{W_1 \cos \alpha}$$

$$S_1 = \frac{42.63 \times \cos 45^\circ}{\cos 0^\circ} + \frac{4540 \times 36 \times \cos 45^\circ}{5230 \times \cos 0^\circ} - \frac{4540 \times 65.37 \times \cos 67^\circ}{5230 \times \cos 0^\circ}$$

$$S_1 = \underline{30.06 \text{ 英哩/小時}}$$

二、美國紐海芬大學（University of New Haven）李昌鈺博士鑑識機構（The Henry

C. Lee Institute of Forensic Science）

美國紐海芬大學（University of New Haven）李昌鈺博士鑑識機構（The Henry C. Lee Institute of Forensic Science）由李昌鈺博士於1998年秋天創辦。李昌鈺博士鑑識機構經由訓練、諮商、研究等方式，連結了世界各地之學者、學生、刑事鑑識專家以及刑事司法領域人員，以提升刑事司法效能為主

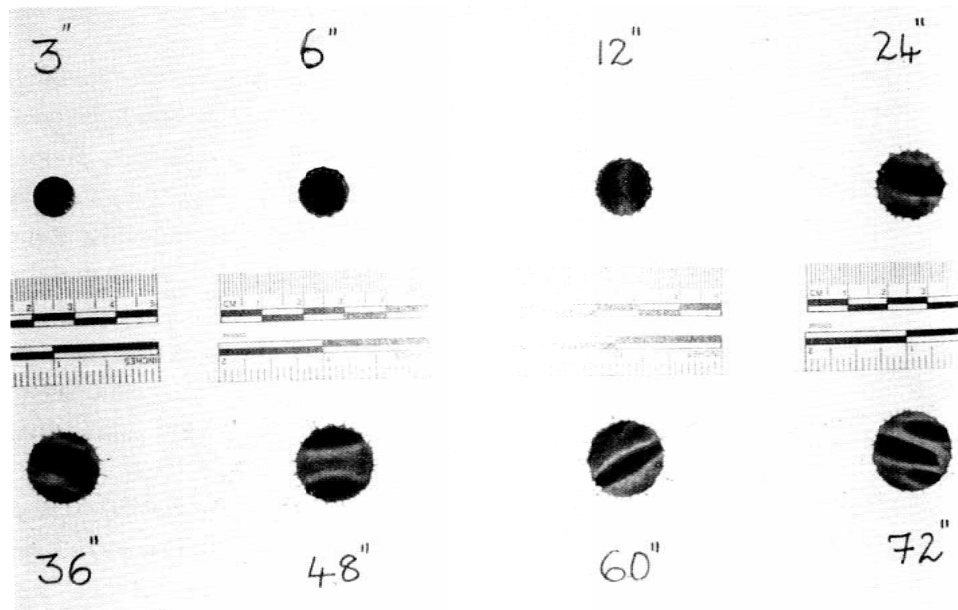
要宗旨。每年皆舉辦有刑事鑑識相關領域訓練課程、專題班以及研討會，深受國際刑事鑑識學術界的肯定與信賴。本次赴美研習以李昌鈺博士鑑識機構為觀摩實習地點，依從事刑事鑑識現場勘察實務工作需求，參加血跡型態辨識與闡述課程。

血跡型態辨識與闡述 40 小時的訓練課程中，主要以各式血跡型態實驗為主，再由分組討論的方式進行，最後再以案件模擬，每個小組分配到不同的血跡型態，依所學進行血跡型態重建與闡述，再由授課講師及學員擔任辯方律師，攻詰論述，茲將課程中主要的實驗及結果，以及課程最後血跡重建的結果說明如下：

(一) 血液由不同高度自由滴落，觀察血液滴落於表面上所形成之型態

1. 實驗方法：以塑膠滴管吸取血液，由 3 英吋、6 英吋、12 英吋、24 英吋、36 英吋、48 英吋、60 英吋、70 英吋等不同的高度滴落於磁磚上，觀察血液滴落於磁磚上所形成的血跡型態。

2. 實驗結果：

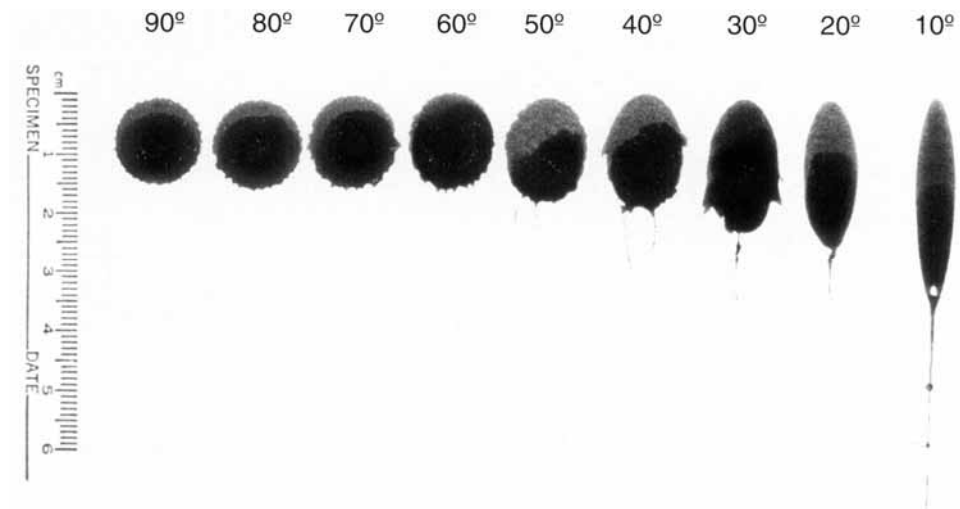


3. 實驗討論：自由滴落的血滴之終端速度範圍約為 20 至 25 英尺/秒，血滴滴到物體表面時，有許多因素會影響血跡形成的大小於形狀，通常自由滴落的血滴撞擊到表面時，除形成圓形型態外，血滴距離越高所形成的圓形型態直徑越大、直到血滴到達終端速度為止。在此高度之上，血滴所形成的圓形型態直徑均相同，因此，分析血跡的直徑即可判斷血跡滴落的高度。

(二) 血液由相同高度滴落，觀察血液滴落於不同水平仰角的表面上所形成之型態

1. 實驗方法：以塑膠滴管吸取血液，由距滴落表面 24 英寸處滴下，但分別以 90 度、80 度、70 度、60 度、50 度、40 度、30 度、20 度及 10 度等不同的撞擊角度，觀察血液滴落於不同角度表面上所形成的血跡形態。

2. 實驗結果：



3. 實驗討論；血跡的形狀隨著撞擊角度不同而異，撞擊角度愈小，血跡也愈長、橢圓形愈狹長，同時，血跡拖尾的方向通常即是血滴移動的方向。可藉由測量橢圓形血跡之長軸與短軸研判血滴撞擊的角度。

$$\text{Impact Angle} = \sin^{-1} \frac{\text{Width of Bloodstain}}{\text{Length of B}}$$

(三) 血液由相同高度滴落，但血源以不同速度與表面平行移動，觀察血液滴落於表面上所形成之型態。

1. 實驗方法：以塑膠滴管吸取血液，持續且等速的按壓滴管，使血滴連續滴下，同時以同一高度但不同的速度，沿水平同一方向移動，觀察血液滴落於表面上所形成之型態。
2. 實驗討論：經觀察連續滴落的血跡，可於血滴邊緣發現有針刺狀的型態，其針刺所指的方向，及血源移動的方向，且每一個個別的血跡都會有明顯的間隔，若血源在水平方向移動速度越快，各別血跡間隔愈大。

(四) 拋甩血跡型態 (Cast-Off)

1. 實驗方法：以棒球棒尖端沾取血液，於一空間內揮甩，並記錄揮甩的過

程，觀察於空間內血跡分佈狀況及其型態。

2. 實驗討論：可經由血跡判斷沾血物體揮甩的方向，以及揮甩的次數。

(五) 拍擊血跡型態 (Impact Pattern)

1. 實驗方法：將大量的血液倒於木板上，再以手拍擊木板上的血液，觀察形成之血跡型態

2. 實驗討論：經觀察血跡由血源位置呈放射狀噴出，形成狹長狀的血跡形態，並可看到噴濺血點、衛星血點 (satellites) 以及針刺狀血點，可由血跡型態判斷血源遭拍擊的位置。

(六) 接觸轉移血跡型態 (Contact-Transfer Pattern)

1. 實驗方法：以不同的物件，如剪刀、水果刀、手指、手掌、鋁罐、老虎鉗等，沾取血液後，以不同的角度與方向與其他物體接觸，觀察形成之血跡型態。

2. 實驗討論：沾血的不同物件，依其沾附血液的狀況，以及接觸物體的表面性質，有機會形成沾血物件的輪廓之鏡像，可協助判斷沾血的物件為何。

(七) 案件模擬與血源重建

June 19, 2007

Assistant United States Attorney

Dr. Marilyn Miller

RE: Station 5 / Henry Lee Institute

Dear Dr. Miller

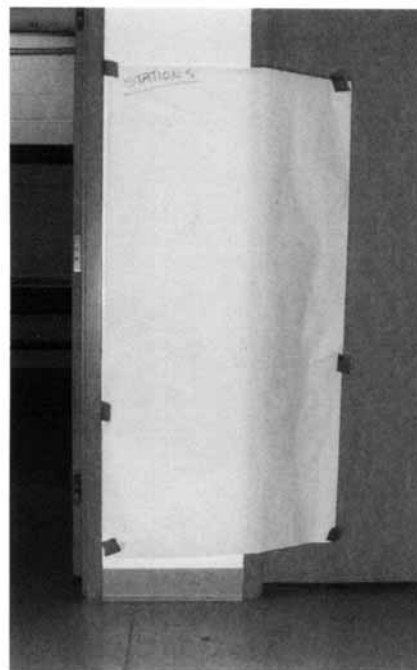
On Tuesday, June 19, 2007, we responded to the scene located on the fourth floor of the Dobbs Building located on the campus of New Haven University. The scene was located within a sub room of Room 414B.

Upon the initial arrival we were advised that based on the preliminary results of the DNA studies, the stains described as follows were determined to be blood and that the blood is from a single source provider.

The scene was located on the east wall of the room. The wall was observed to be

situated between two doors. One door provides access to and from room 414B and a closet door accessed from within the sub room

We observed what appeared to be a stain consistent with an impact type bloodstain on the east wall. Suspect blood was observed on the

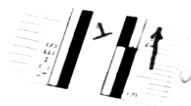


concrete floor located directly below the stained wall. Upon the floor several droplets of suspect blood was observed.

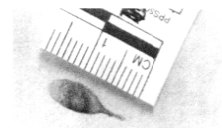
The stains were observed on the wall from the floor extending upward to a maximum height of 78” . The width between the two doors was 21” . The stain was observed to be consistent with a medium impact. (See Figure 1)

Selecting various stains within the pattern, measurements were obtained for the purposes of reconstruction. The stains were enumerated one through seven. The stains were the measured and following mathematical calculation, the angles of impact were determined as follows:

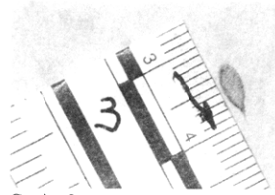
Stain 1	W/ 2mm	L/ 3mm	Angle 42 degrees
Stain 2	W/ 4mm	L/ 9mm	Angle 26 degrees
Stain 3	W/ 2mm	L/ 4.5mm	Angle 26 degrees
Stain 4	W/ 4mm	L/ 14mm	Angle 16 degrees
Stain 5	W/ 2mm	L/ 4mm	Angle 30 degrees
Stain 6	W/ 3mm	L/ 10mm	Angle 17 degrees
Stain 7	W/ 1mm	L/ 8mm	Angle 7 degrees



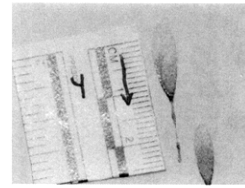
Stain 1



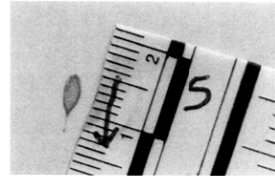
Stain 2



Stain 3



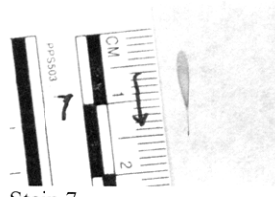
Stain 4



Stain 5

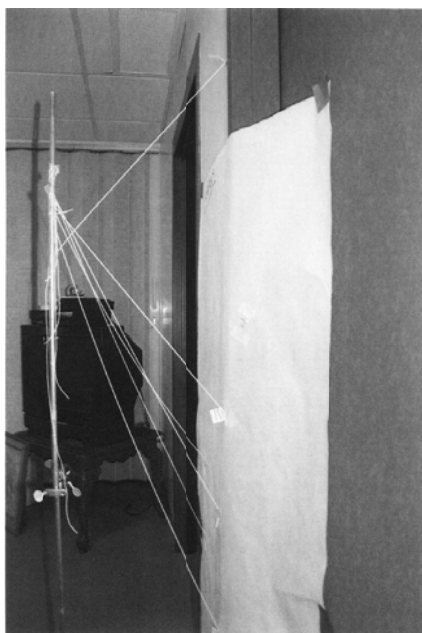


Stain 6



Stain 7

Using the aforementioned information as well as the use of a protractor, strings and laboratory stands, a three dimensional reconstruction was performed. Upon the completion of the reconstruction, it is opinion of theses analyst that the blood source that created the pattern was located at a height of 55-57 inches from the floor and 13.5 inches outward from the ease wall. (See Figure 2 and 3)



(Figure 2)



(Figure 3)

It should be noted that the source height to be slightly higher, six to eight inches, than the initial identification of stains that appear 90 degrees, this can be equated to the gravitational issues dealing with a vertical surface.

These investigators all concur with the findings realizing that further analysis could be necessary at a later point which could result in a deviation of the findings should more additional

information be obtained.

Yueh-Hsiang Chen

肆、建議事項

交通事故處理與重建，係結合力學、材料學、運動學、車輛工程學、道路工程學、鑑識科學以及人因科學之綜合性的應用科學，所需運用的專業領域甚為廣泛與深入，甚難完整通曉相關所有學門，因此前往先進國家研習，學習先進國家制度、運作方式及相關技術，汲取其經驗，對於整體專業認知及觀念的提升，實有極大幫助，更對於未來工作發展、效率及解決問題能力，甚有助益，繼而提升政府形象與民眾觀感。

國內交通事故處理權責單位為各縣市警察局交通隊，而交通事故肇因研判主要以各縣市車輛行車事故鑑定委員會負責，更有中央警察大學、交通大學、逢甲大學等專業學術單位作為知識與技術的後盾，雖較過去已有長足的成長，也獲得具體的成效，惟因國內鑑定資源未能有效整合、專業人才不足等限制，導致與國外先進國家相比，尚有繼續努力與進步的空間。茲將本次出國研習所得，值得國內參考與檢討改進建議事項摘述如下，盼對國內交通事故處理與重建有所助益。

一、提升交通事故中各項跡證辨識、處理與分析技術。

交通事故道路面上的各項跡證，可以協助了解整個事故發生的經過，以及後續的重建。但最基本的要必須能了解，如：輪胎痕、輪胎印、挖地痕、刮地痕、車損等各項跡證是如何產生，以及其代表之意義。本次赴美研習道路面上的跡證辨識與分析，即為重點之一，使道路面上各項跡證皆有正確的解讀，讓

交通事故重建的過程有憑有據，而非單純臆測、信口開河，且更能與實際狀況相符，事故中的責任歸屬更為明確。

二、檢討及落實交通事故處理與重建相關訓練。

美國北佛羅里達大學警察科技及管理協會，係由美國佛羅里達州州政府贊助及編列預算所成立，其開辦的課程皆是聘請極具專業能力與實務經驗之專家擔任主講，就交通事故處理與重建學術界而言，若能進入該協會擔任講師，是為崇高的榮譽，以及對其學識的肯定，相對地，課程規劃與內容甚為與實用，同時佛羅里達州新進的交通員警或事故處理人員，皆須接受該協會訓練且通過測驗取得證書後，始能實際從事交通事故處理與重建，對於現職的交通員警則不定期招辦專題訓練班，使現職人員可以不斷精進與提升，因此當地交通事故處理品質、公信力及效力極佳。

但反觀國內，現職交通員警雖經警察教育及特考合格任用，但相當缺乏在職訓練或專題班講習，然每月均舉辦有學科講習與術科訓練，但流於形式，無法真正提升交通事故處理專業知識與技能，因此建請權責單位，再次評估考量交通員警的訓練模式，依實際需求規劃專業訓練，以整體提升專業能力。

三、建構本土交通事故重建技術與模式。

本次赴美研習交通事故處理與重建相關課程與訓練期間，以及於美國本土內駕車的經驗，深覺美國交通道路狀況與國內狀況大相逕庭，美國幅員遼闊、人口密度較低，因此交通道路主要以快速道路或高速公路為主，但反觀國內，

因地狹人稠、人口及車輛密度極高，交通道路多半以四線車道甚者兩線車道為主，經常出現大客車、貨車、小客車、機車、腳踏車甚至行人相互爭道的狀況，且道路兩側尚有停放車輛、出入口或通道，因此一旦發生事故，交通事故處理人員須同時考慮非常多的面向與變因，其複雜度與困難度之高，非美國當地之交通事故可以比擬。因此學習美國交通事故處理與重建之基本觀念與技術後，應依本國道路交通的實際狀況，研究發展本土化之交通事故處理與重建技術與模式，始能符合本國之需求。

參考書目

- 一、Neil F. Robar(2006),《Advanced Traffic Crash Analysis》, Jacksonville, Florida, USA : Institute of Police Technology and Management.
- 二、Albert T. Baxter (1997),《Motorcycle Accident Investigation》(2nd Edition), Jacksonville, Florida, USA : Institute of Police Technology and Management.
- 三、R.W. Rivers (1995),《Traffic Accident Investigation》(2nd Edition), Jacksonville, Florida, USA : Institute of Police Technology and Management.
- 四、Tony L. Becker(2003),《Vehicle-Pedestrian-Bicycle Collision Investigation Manual》(2nd Edition), Jacksonville, Florida, USA : Institute of Police Technology and Management.

附錄

行程規劃：

一、參加美國佛羅里達州北佛羅里達大學 (University of North Florida) 之警察科技及管理協會 (Institute of Police Technology and Management) 課程與訓練項目：

目：

(一) 交通事故/交通事故命案現場調查 (At-Scene Traffic Crash/Traffic Homicide Investigation)，總計 80 小時，經測驗合格取得結訓證書。

(二) 行人/腳踏車事故調查 (Pedestrian/Bicycle Crash Investigation)，總計 40 小時，經測驗合格取得結訓證書。

(三) 摩托車事故調查 (Investigation of Motorcycle Crashes)，總計 40 小時，經測驗合格取得結訓證書。

(四) 進階交通事故調查 (Advanced Traffic Crash Investigation)，總計 80 小時，經測驗合格取得結訓證書。

(五) 交通事故重建 (Traffic Crash Reconstruction)，總計 80 小時，經測驗合格取得結訓證書。

二、參加美國康乃狄克州紐海芬大學 (University of New Haven) 李昌鈺博士鑑識機構 (The Henry C. Lee Institute of Forensic Science) 血跡型態辨識與闡述課程，總計 40 小時，經測驗合格取得結訓證書。