

雷射與雷達測速之比較

吳宗修*

摘要

國內取締違規超速一向以雷達測速槍當工具，逕行舉發案件則輔以照相設備；唯近年來，雷達偵測器盛行，價格普及化之後，即使法規明令禁止使用，一般民眾仍趨之若鶩，蓋以其價格只需逃避一至兩次取締的機會即可完全回收成本。以交通工程觀點來看，駕駛人若裝有雷達偵測器，則路邊定點所測得之車速即會因駕駛人感知受測速，誤以為警察人員執行取締而有普遍減速現象；除造成資料失真外，並因而有引起事故之可能。本文即針對新近引進之雷射測速及傳統雷達測速設備，從其功能加以分析比較，以提供交通工程與執法人員選擇車速取樣及測速工具時作為參考。

壹、前言

在交通工程上，速度是計量與評估道路績效和交通狀況的基本重要數據之一。速度資料之蒐集方法有許多種，包括人工測量固定距離行駛時間、壓力皮管法、線圈法、影像處理法、雷達測速法與雷射測速法等。其中後兩者屬於攜帶容易而且精確度高的方法，因此廣受採用。

超速行車在交通違規中佔有極大比例，此一現象可從高速公路過去三年間違規告發項目中，超速比例均在三分之二左右看出端倪（參見表一），而超速行車一直被認為是肇事之重要因素之一；因此從交通執法觀點而言，取締超速係比較具體的維護交通安全之手段。本文即嘗試針對雷射測速及傳統雷達測速設備，從其功能加以分析比較，以提供交通工程與執法人員選擇車速取樣及測速工具時作為參考。

貳、基本原理

雷達為利用無線電回波以探測目標方向和距離的一種裝置。雷達為英文 Radar 一字之譯音，該字係由 Radio Detection And Ranging 一語中諸字字首縮寫而成

*交通大學運輸工程與管理學系副教授（電話：03-573-1998）

表一：高速公路違規取締統計

| 年度 | 總件數 | 超速件數 | 比率 |
|----|-----------|-----------|-------|
| 81 | 1,783,741 | 978,843 | 54.9% |
| 82 | 1,683,880 | 1,111,635 | 66.0% |
| 83 | 1,879,917 | 1,249,685 | 66.5% |
| 84 | 1,621,220 | 1,062,129 | 65.5% |

，為無線電探向與測距之意。全世界開始熟悉雷達是在一九四〇年的不列顛空戰中，七百架載有雷達的英國戰鬥機，擊敗兩千架來襲的德國轟炸機，因而改寫了歷史〔1〕。二次大戰後，雷達開始有許多和平用途。在天氣預測方面，它能用來偵測暴風雨；在飛機輪船航行安全方面，它可幫助領港人員及機場航管人員更有效地完成他們的任務。

雷達工作原理與聲波之反射情形極類似，差別只在於其所使用之波為一頻率極高之無線電波，而非聲波。雷達之發射機相當於喊叫者之聲帶，發出類似喊叫聲之電脈衝（pulse），雷達之指向天線猶如喊話筒，使電脈衝之能量，能集中某一方向發收。接收機之作用則與人耳相仿，用以接收雷達發射機所發出電脈衝之回波。

測速雷達主要係利用都卜勒效應（Doppler Effect）原理：當目標向雷達天線靠近時，反射信號頻率將高於發射機頻率；反之，當目標遠離天線而去時，反射信號頻率將低於發射機頻率。如此即可借由頻率的改變數值，計算出目標與雷達的相對速度。

雷射的英文為 Laser，這個字是由 Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation 的第一個字母縮寫而成，意思是指，經由激發放射來達到光的放大作用。雷射所激發出來的光，其光子大小與運動方向皆相同，因此每個波束的頻率都相等，再加上它們一束束緊密地排列著，彼此間分毫不差地互相平行，使整個光束發射至極遠處也不會散開來。在一九六二年的實驗中發現，從地球發射的雷射光在經過近四十萬公里的太空之旅後，只在月球表面上投射出一片約三公里直徑大小的圓而已〔3〕！此特性使得雷射在焊接、切割、雕刻、穿洞等加工與醫學（眼科、牙科、腫瘤）之應用更為廣泛。

測速雷射種類屬於固態雷射中的半導體雷射。雷射測速設備採用紅外線半導體雷射二極管。雷射二極管有幾個特點使它極適合用來量測速度〔7〕：

1. 雷射二極管自微小範圍中發射出極狹窄的光束，此一狹窄光束才能精確地瞄準目標。
2. 雷射二極管以小於十億分之一秒的瞬間切換開關，大大提高精確度。
3. 雷射二極管發射的頻率很窄，其偵測器極易接收到精確的波長；因此在日間有強烈陽光時，仍能正常操作。
4. 雷射二極管只發射電磁光譜中的紅外線部分；而紅外線係眼睛看不見的，不會影響駕駛人的注意力。

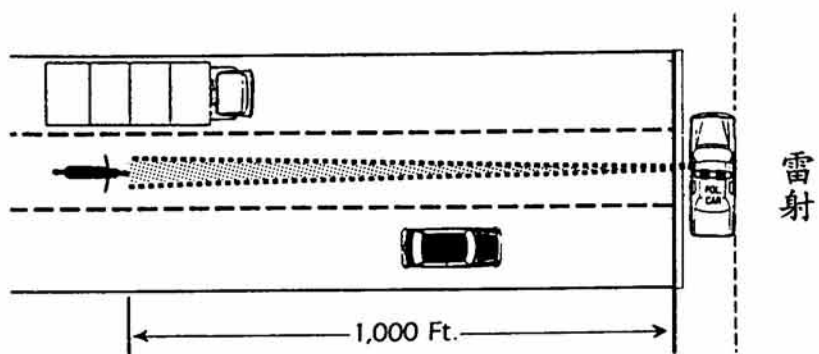
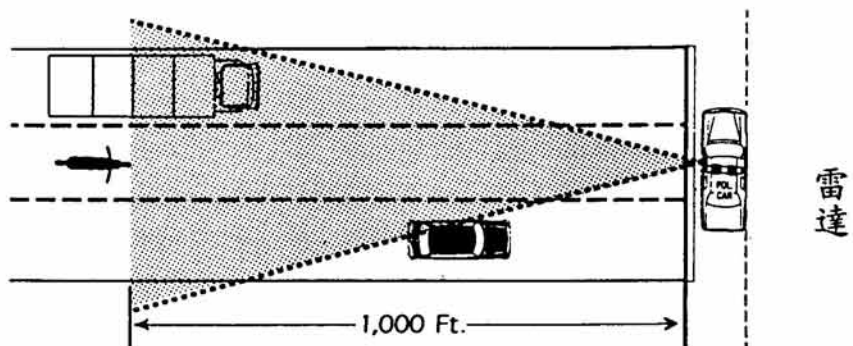
雷射測速槍以量測紅外線光波傳送時間來決定速度。由於光速是固定，雷射脈衝傳送到目標再折返的時間會與距離成正比。以固定間隔發射兩個脈衝，即可測得兩個距離；將此二距離之差除以發射時間間隔即可得到目標的速度。理論上，發射兩次脈衝即可量測速度；實務上，為避免錯誤，一般雷射測速器（槍）在瞬間發射高達七組的脈衝波，再以最小平方法求其平均值，去計算目標速度。

參、功能比較

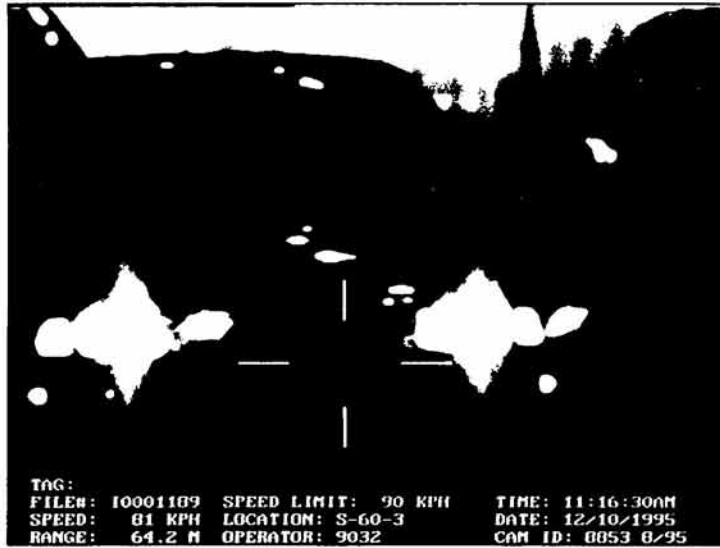
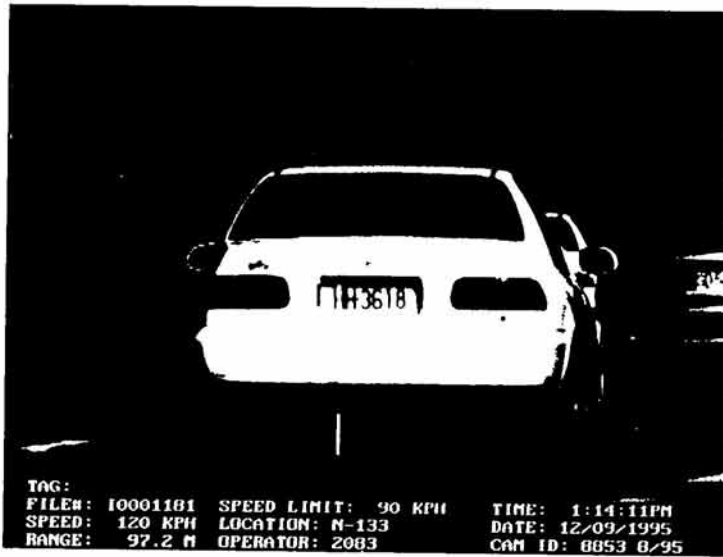
超速告發最易受到的挑戰即是如何確認違規車輛，例如在多車道公路上兩車以上併行時，警員以雷達測得超速現象卻無法明確認定那一部車輛違規（參見圖一）。原因在於雷達波發射錐角度約在十至二十度間，而雷射波發射錐角度只有不到十分之一度；因此以雷射測速可以明確認定受測目標據以告發。雷射狹窄光束同時使得它被偵測到的機會等於零；對於市面上普遍銷售之雷達偵測器（或稱超速偵測器）不啻一大剋星。

雷達與雷射之最遠測速距離均在二千餘英尺，可以加強設備發射功率而增長，惟並不具實際效益。雷達測速器需經常以固定頻率之音叉加以校正，而雷射測速器則無此必要。另一重要差別在於測速的時間，以雷達測速約需要二至三秒鐘，而使用雷射則只需要約零點三秒。按此操作速度，廠商甚至開發出配合照相之雷射測速器以不到一秒的間隔連續記錄違規超速車輛。圖二顯示雷射測速器配合數位相機在日夜間所拍攝到之照片。

雷射測速槍之缺點係無法於移動狀態下使用；如裝於警車上或由坐在行進車輛上乘員持用，均無法正常操作。至於成本方面，K頻雷達測速槍每具時價約新台幣拾萬元，雷射測速槍每具約新台幣參拾萬元。



圖一：雷射與雷達光束錐



圖二：雷射測速配備數位相機之照片

綜合本節之功能比較，摘錄如表二。

表二：雷射與雷達功能比較

| 項目 | 雷射 | 雷達 |
|--------|-----------|-----------|
| 目標認定 | 正確無誤 | 有誤差 |
| 被偵測可能性 | 不可能 | 極有可能 |
| 測度範圍 | 2 0 0 0 呎 | 2 5 0 0 呎 |
| 測定時間 | 0 . 3 秒 | 2 - 3 秒 |
| 校正 | 不需要 | 需要 |
| 動態使用 | 困難 | 容易 |
| 價格 | 較昂貴 | 較便宜 |

肆、結語

由於雷射光束狹窄具有正確認定目標的特點，許多文獻指出其甚至可以用來測量行人的步行或跑步速度〔4,6〕；對國內為數眾多之機車速度量測更是變成可行而且簡易。作者曾利用 LTI 20-20 測速槍對行人、單車與機車目標進行量測，均能迅速獲得速度（公里／小時）與距離（十分之一公尺）之滿意數據。配備雷射測速槍的美國警方更利用其精確且快捷的測距功能，將其用在交通事故與刑案現場圖關鍵點之測繪〔5〕。

基於時間限制，本文完稿時，以雷達與雷射現場實測速度資料之比較分析尚未完成，暫無法提供兩種測速設備之結果差異性。

參考文獻

1. 朱耀衣譯，雷達基本原理，徐氏基金會，民 77 年
2. 潘家寅譯，雷射，徐氏基金會，民 81 年
3. 牛頓編譯中心譯，最新科學入門 4，牛頓出版社，民 75 年
4. W.A. Kennedy & G.L. Stephens, Test of Laser Speed Detection System, Accident Reconstruction Journal, Jan/Feb 1992.
5. M.A. Davis, Measuring With A Laser, Law and Order, Feb. 1994.
6. M.A. Davis, Laser: A New Tool for Accident Investigations, Law and Order, Jan. 1992.
7. Laser Technology Inc., Operator's Manual of Laser Speed Detection System, 4/E, April 1994.