交　通　學　報
第　八　卷　第　一　期
民國九十七年十二月
頁 107～頁 133

Journal of Traffic Science
Central Police University
Vol. 8 No. 1
December. 2008, pp. 107~133

感應式線圈測速儀檢驗之探討

The Study of Test for Inductive Loop Speedometers

盧勇誌　Yung-Chih Lu [1]

摘　要

國內警察機關使用於交通違規測速設備，主要有「雷達測速儀」、「雷射測速儀」及「感應式線圈測速儀」等三種。為保障器具之準確性及執法公信力，實務上均有生產國製造廠或其他檢驗單位之認證，近年來經濟部標準檢驗局已陸續訂定「雷達測速儀」與「雷射測速儀」之檢定檢查技術規範，方使警察機關得有檢定作業依據，以確保執法公信力。惟尚未將「感應式線圈測速儀」設備納入度量衡器管理。本研究將就「感應式線圈測速儀」國內檢驗之現況，及國外檢驗之規範要求作一介紹，並針對一縣市(台北市) 共 33 套「線圈感應式闖紅燈兼測速照相設備」(即「感應式線圈測速儀」)主機搭配 39 處之感應式線圈進行測速比對測試，將測試結果進行分析，以評估「感應式線圈測速儀」之測速性能。

關鍵詞：感應式線圈測速儀、計量型速度量測參考系統、測速比對測試、光阻斷式速度量測、型式認證、檢定

Abstract

Radar speedometers, laser speedometers and inductive loop speedometers are the three main equipments used by the police authorities for enforcing vehicle speed regulations in Republic of China. To ensure the accuracy of equipments and the confidence of law enforcement, the speedometers have been certified by the manufacturers or other testing organizations in practice. In recent years, the Bureau

[1] 內政部警政署專員

of Standards, Metrology and Inspection, Ministry of Economic Affairs has established the regulation of the technical specification for verification and inspection of "radar speedometers" and "laser speedometers". So that the radar and laser speedometers used by the police authorities could be verification to ensure the confidence of law enforcement. But the there is no regulation for "inductive loop speedometers". This study introduced the the current situation of testing the inductive loop speedometers in Republic of China, and the requirements of the other country about the inductive loop speedometers. To assess the performance for speed measurement of inductive-loop speedmeter used by the police in Taiwan area, this study also for a city (Taipei) 33 sets of inductive-loop red light and speed measurement camera equipment (that is, inductive-loop speedmeter) with 39 sets of inductive-loop installed locations was to carry out the speed measuring test.

Keywords : *Inductive loop speedometers, Metrological speed measurement reference system, Speed measuring test, Light barrier speed measurement, Type approval, Verification*

壹、前言

交通違規超速行為具有高度危險性，一旦肇事即傳重大傷亡，依據台灣地區發生交通事故而死亡之十大肇事原因統計分析，「超速失控」佔居歷年重大肇因之一。因此，加強交通執法取締違規超速行為，實為防制交通事故發生之不可或缺之手段。為加強取締超速行為，各警察機關大量運用測速設備，惟近來新聞媒體大肆報導測速設備有所問題，引起民眾對於警察機關使用之測速執法器材準確性及適法性有所質疑，雖屬個案不免造成民眾之誤解及疑慮。國內警察機關使用於交通違規測速設備，主要有「雷達測速儀」、「雷射測速儀」及「感應式線圈測速儀」等三種。其中「雷達測速儀」及「感應式線圈測速儀」設備取締車輛超速違規已二、三十年，使用「雷射測速儀」亦有十多年。為保障器具之準確性及執法公信力，實務上均有生產國製造廠或其他檢驗單位之認證；近年來經濟部標準檢驗局已陸續訂定「雷達測速儀」與「雷射測速儀」之檢定檢查技術規範，方使警察機關得有檢定作業依據，以確保執法公信力。惟尚未將「感應式線圈測速儀」設備納入度量衡器管理，復而衍生目前警察機關暫停使用之情形。本研究將就「感應式線圈測速儀」國內檢驗之現況，及國外檢驗之規範

要求作一介紹，並針對一縣市(台北市) 共 33 套「線圈感應式闖紅燈兼測速照相設備」(即「感應式線圈測速儀」)主機搭配 39 處之感應式線圈進行測速比對測試，將測試結果進行分析，以評估「感應式線圈測速儀」之測速性能，期望提供主管機關參考。

貳、國外感應式線圈測速儀檢驗之規範要求

國際標準機構(如國際法定度量衡組織（International Organization for Legal Metrology），簡稱 OIML)對於「感應式線圈測速儀」之檢校或驗證，並未有制定相關規範，但是歐盟國家機構如荷蘭量測研究院(Nederlands Meetinstituut，簡稱 NMi)、德國聯邦物理技術研究院(Physikalisch Technische Bundesanstalt，簡稱 PTB)、瑞士國家計量局 (Federal Office of Metrology，簡稱 METAS)及英國內政部科學發展部門 (Home Office Scientific Development Branch，簡稱 HOSDB)等不僅協助制定其國家型式認證與檢定之法規要求，並執行相關檢測。中國大陸也於 2007 年發佈「機動車測速儀(Motor vehicle speed detector)」國家標準。茲將上述國家機構制定之檢驗規範或草案說明如下：

2.1 荷蘭

荷蘭規範草案：Dutch (draft) Requirements for Police measuring instruments (VMP)[5]，係由荷蘭 NMi 制定，其將測速器材分為 4 類，分別是「區段式測速器」(Section speed meters)、「偵測式測速器」(Detector speed meters)、「雷達式測速器」(Radar speed meters)與「雷射式測速器」(Laser speed meters)。其中「雷達式測速器」是針對傳送未經調變連續波(CW)，都卜勒式(Doppler)雷達測速器，目前並未涵蓋調變連續波(FMCW)數位雷達測速器；「雷射式測速器」是針對光達式(Lidar)雷射測速器，而光阻斷式雷射測速器則歸類為「偵測式測速器」；感應式線圈測速儀也歸類為「偵測式測速器」。規範草案內容架構分三部份：共通部份(General part)、證明(Certification)與特定要求(Specific requirement)。共通部份章節主要說明定義及警用儀器共通要求(如分類、溫度、電磁干擾、軟體、操作手冊等)；

證明章節主要說明驗證機構、第三者檢驗結果、型式認證證明、初次與再次檢定證明；特定要求章節則是說明：依照警用儀器(如「區段式測速器」、「偵測式測速器」、「雷達式測速器」與「雷射式測速器」等)之特性而有不同的特殊要求。對測速器材而言，最大誤差要求如表 1：

表 1　測速器材最大誤差要求

速度	最大誤差	
	實驗室(模擬測試)	使用時
≦ 100 km/h	1 km/h	3 km/h
＞ 100 km/h	1 %	3 %

對「偵測式測速器」而言，因偵測器不正確位置(例如：感應式線圈埋設之位置及距離)所造成的最大誤差應不大於 0.5%的實際速度。此外針對「偵測式測速器」要求在一次速度量測過程能夠偵測至少 3 個車輛位置，用以決定至少 2 個速度(例如車頭或車尾速度)，比較量測速度是否一致，期望確保量測速度的準確度符合最大誤差的要求。「偵測式測速器」之偵測器可為感應式線圈、壓電(Piezoelectric)感測器、壓力感測器或光偵測器等。

2.2 德國

德國 PTB 針對道路交通量測裝置之速度監測儀器制定 PTB-A 18.11[6]符合認可要求。惟該要求並非僅限定於「感應式線圈測速儀」，而是包括其它速度監測儀器，如雷達測速器或雷射測速器等。除了速度監測儀器共通要求，與「感應式線圈測速儀」有關的項目還包括位移－時間的特別要求，例如第 6.5 條說明量測位置的要求：感應式線圈安裝的位置，必須排除道路鋪面不均勻與不平坦(如下水道蓋子，起伏地面)等影響量測的位置；埋設感應式線圈時，應使其在安裝誤差範圍內彼此平行。第 6.6 條說明感應式線圈的壽命：規定感應式線圈必須埋設在量測地點，其位置至少能耐久到校正的有效期間，且在實務上考量的條件(如天氣，重車負荷，車輛剎車或道路清洗等)下，保證量測技術特性方面的穩定性。例如第 6.9 條對作為量測基準之具感應式線圈的位移-時間量測器的特別要求提到，若僅以兩

個感應式線圈進行量測時，則需要智慧型的信號過程分析，來取代簡單的觸發。

2.3 瑞士

瑞士司法警政部在道路交通有關速度管制與紅燈監測量測設備規定內[7]，說明速度量測設備之規定草案。該草案適用範圍為道路交通公務用速度監測量測設備、道路交通公務用紅燈監測量測設備及公務用測速設備檢查用之量測設備等，前2項每年要校正，而末項為2年校正1次。上述量測設備的誤差要求如表2：

表2　速度量測設備的誤差要求

項目	雷達測速設備	雷射測速設備	感應式線圈測速設備	測速設備檢查用量測設備
誤差平均值 m	-1.4%≦m≦+0.5%	-1.4%≦m≦+0.5%	-1.4%≦m≦+0.5%	-2%≦m≦+2%
標準差 s	≦1.2%	≦0.8%	≦0.8%	≦1.2%
m+3s	<+3 %	<+2 %	<+3 %	
個別速度最大誤差	1.≦ 100 km/h 最大誤差：+3 km/h 2.> 100 km/h 最大誤差：+3%	1.≦ 100 km/h 最大誤差：+2 km/h 2.> 100 km/h 最大誤差：+2%	1.≦ 100 km/h 最大誤差：+3 km/h 2.> 100 km/h 最大誤差：+3%	1.≦50 km/h 最大誤差：±2 km/h 2.50 km/h ～ 100 km/h 最大誤差：±3 km/h 3.>100 km/h 最大誤差：±3%
備註	誤差平均值與標準差係由道路實測或由模擬測試120次量測而求得	誤差平均值與標準差係由道路實測或由模擬測試120次量測而求得	誤差平均值與標準差係由道路實測或由模擬測試120次量測而求得	誤差平均值與標準差係由道路實測或由模擬測試60次量測而求得

瑞士METAS另公告W261.3要求，為道路交通有關速度量測用感應式線圈之校正指引，說明校正分為機械性能要求與電氣性能要求。在機械性能要求部份，必須維持每個感應式線圈的幾何尺寸與標稱值的偏差、線圈彼此間的要求、線圈與車道及測速桿相對位置、線圈導線所經處等。此外

，每個車道的實際線圈距離(頭端距離)必須記載在測速桿的控制箱內。而在電氣性能要求部份，則必須量測出下列參數；各個感應式線圈之電感與電阻，對地的絕緣電阻，無車輛輾過時之阻尼(此為選項)等。

2.4 英國

英國 HOSDB 的測速器材手冊(The Speedmeter Handbook)[8]為英國道路交通執法用測速器材之型式認證程序的指引，其適用於道路交通執法速度測量設備，包括都卜勒雷達、感應式線圈及壓電式感測、與光束式(雷射)等測速設備。這些設備可能設計成手動操作或是自動化操作，自動化操作可分為無人操作或監控操作，利用相機或攝影機記錄超速的車輛。該指引定義名詞，規定型式認證共通要求、操作要求、構造要求、性能要求、量測方法與型式認證程序。性能要求部份包括量測準確度規定，對測速器材(包括「感應式線圈測速儀」)型式認證之測速準確度的要求如表 3：

表 3　測速器材型式認證之測速準確度要求

速度	測速準確度	
	正誤差	負誤差
≦ 66 mph (約 105 km/h)	2 mph(約 3 km/h)	
＞ 66 mph(約 105 km/h)	3 %	
≦ 50 mph (約 80 km/h)		5 mph(約 8 km/h)
＞ 50 mph(約 80 km/h)		10 %

關於「感應式線圈測速儀」部份，例如第 5.5.2 條規定：使用的「感應式線圈測速儀」應設計為能產生 2 個以上速度量測值，這批的量測值彼此間的差異比較如果不超過 2 mph(約 3 km/h)的話，則應顯示最低的速度量測值。測速器應使用至少 2 個感應式線圈。如果只使用 2 個感應式線圈，則系統應設計能量測車輛駛入及駛出每個感應式線圈的時間。第 7.12 條規定：當運用感應式線圈在量測速度時，製造商應具體說明最小的線圈距離。每個感應式線圈的寬度應足以涵蓋單一車道。每個感應式線圈的尺寸應相

同，並且所有的線圈邊緣的平行度在 25 mm 以內。

2.5 中國大陸

中國大陸之「機動車測速儀」國家標準[1]，規定機動車測速儀的術語與定義、技術要求、試驗方法、檢驗規則、標誌、標籤與包裝。該標準定義機動車測速儀係用於測定在道路上行駛機動車速度的裝置，包括利用雷達、雷射測速原理由人工操作僅測定機動車速度單一功能測速儀和利用雷達、雷射、線圈感應、視頻分析等測速原理測定機動車速度，同時採集、處理圖像的複合功能測速儀。其適用於測定在道路上行駛機動車速度的裝置，但不適用於安裝在機動車上，測定自身速度的裝置。技術要求部份包括道路實測誤差規定如表 4：

表 4　道路實測誤差規定

機動車速度	道路實測誤差
≦ 100 km/h	-6 km/h ～ 0 km/h
＞ 100 km/h	-6 % ～ 0 %

「機動車測速儀」標準亦說明靜態、動態與道路實測的測試方法、型式檢驗與出廠檢驗(出廠檢驗為 100 %的檢驗)的檢驗項目等。

上述國家針對測速執法器材(包含「感應式線圈測速儀」)之規範要求，主要為型式認證要求，並內含檢定與檢查規定，旨在期望藉由嚴謹規範要求，確保測速執法器材之準確性及執法公信力。此外，皆制定單一規範涵蓋所有測速執法器材，並依測速執法器材特性制定特定規範要求，且盡可能不限制科技進步與其他測速技術的可能性。

參、國內感應式線圈測速儀檢驗之現況

為使測速執法器材皆能正常運作，並於執法過程中獲得準確資料，各項器材應先訂定完備的檢定檢查標準，並經驗證機構定期檢校，以確保執

NATIONAL CENTRAL LIBRARY 國家圖書館 ROC

法器材的有效性與可信度。執法員警使用具有公信力之檢校過的測速器材執法，方可避免民眾對於執法標準性與公正性的疑慮。

目前經濟部標準檢驗局已針對「雷達測速儀」及「雷射測速儀」制定檢定檢查技術規範(如「雷達測速儀檢定檢查技術規範」CNMV 91[2]及「雷射測速儀檢定檢查技術規範」CNMV 203[3])以茲依循，然對於「感應式線圈測速儀」尚未訂定檢定檢查技術規範。不過，經濟部標準檢驗局於今年(民國 97 年)委託台灣大學生物產業機電工程學系進行感應式線圈測速設備技術規範研擬，說明如表 5。

表 5　感應式線圈測速設備技術規範研擬說明

經濟部標準檢驗局 97 年度委託計畫		
計畫名稱	執行單位	計畫概要
感應式線圈測速設備技術規範研擬	台灣大學生物產業機電工程學系	1.研擬新安裝之感應式線圈測速設備的相關規範。 2.研擬使用中之感應式線圈測速設備的要求及限制。 3.規劃檢測程序及所需設備。

此外，內政部警政署於 95 年委託工業技術研究院執行「規劃建立感應式線圈測速儀檢校與管理機制工作」案[4]，執行期間為進行「感應式線圈測速儀」測速性能評期估研究，工業技術研究院量測技術發展中心已研發一套「計量型速度量測參考系統」，用以驗證「感應式線圈測速儀」之速度量測的準確性，茲就該系統之原理與應用說明如下。

「計量型速度量測參考系統」示意圖與實體圖如圖 1 與圖 2 所示，雷射光束發射端與雷射光束接收端分別放置於受測車輛所行使車道的左右兩側。在發射端，雷射光束經由分光鏡產生兩道雷射光束，此兩道雷射光束距離約為 500 mm(實際距離需經過校正)，當受測車輛通過第 1 道雷射光束時，光偵測器 1 因第 1 道雷射光束被受測車輛阻斷而產生一電子信號，接著受測車輛通過第 2 道雷射光束時，光偵測器 2 因第 2 道雷射光束被受測

車輛阻斷而產生另一電子信號，「計量型速度量測參考系統」量測兩個電子信號之間隔時間 Δt，將此間隔時間與兩道雷射光束間的距離相除即可計算得受測車輛的速度表示如下(如圖 3)：

$$S = \frac{d}{\Delta t} \tag{1}$$

其中，d為兩道雷射光束間的距離。

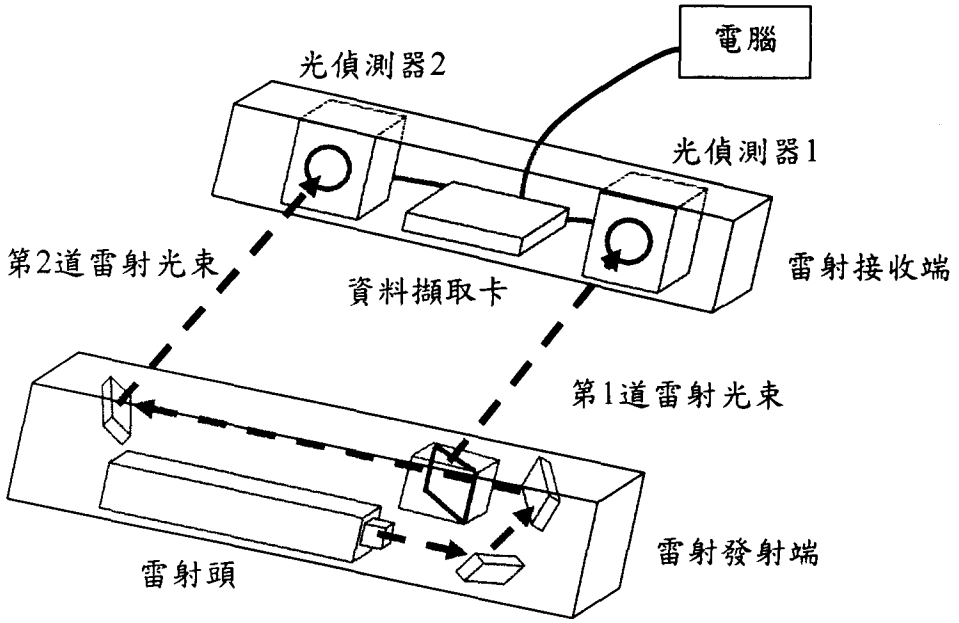


圖 1　計量型速度量測參考系統示意圖

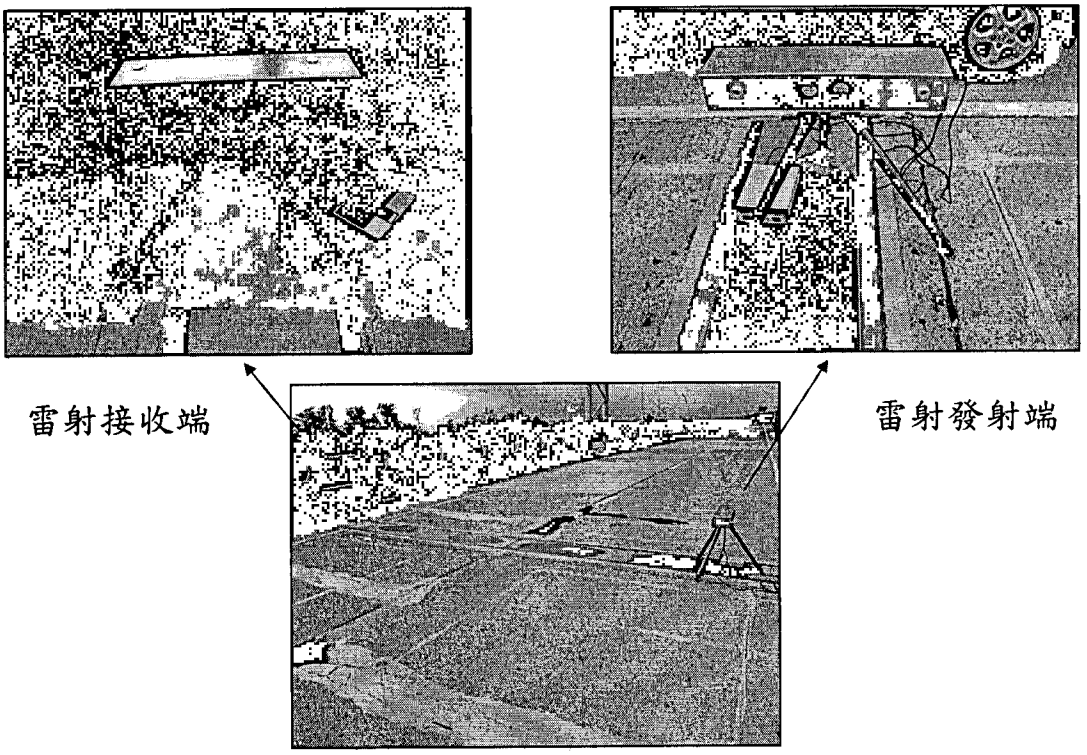


圖 2　計量型速度量測參考系統實體圖

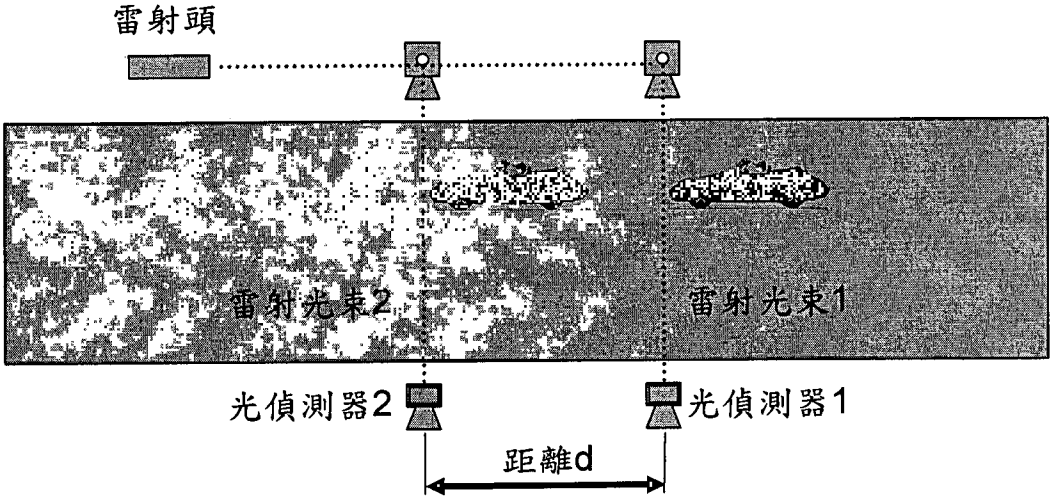


圖 3　光阻斷式測速原理示意圖

「計量型速度量測參考系統」藉由距離與時間的校正及系統不確定度評估，其評估結果如下：在95%的信心水準下，在速度≦110(km/h)區間，其擴充不確定度為 1 km/h。與其它型式之測速儀相較，「計量型速度量測參考系統」更適用於感應式線圈測速儀之檢測，相關比較如表 6：

表 6 「計量型速度量測參考系統」特性比較

項目	雷達測速儀	雷射測速儀 (光達式)	計量型速度量測 參考系統
速率偵測準確度誤差	速率 150 km/h 以下時，不大於 1 km/h。 速率 150 km/h 以上時，不大於 2 km/h。	+2 至－3 km/h。	速度 ≦ 110(km/h)區間，為 1 km/h
差異性說明	1.會產生餘弦誤差。 2.無法確認速度量測點是否與感應式線圈測速儀之量測點相同。	1.會產生餘弦誤差。 2.無法確認速度量測點是否與感應式線圈測速儀之量測點相同。	1.不確定度評估結果已包含相關幾何誤差。 2.速度量測點與感應式線圈測速儀之量測點相同。
備註	參考 CNMV 91「雷達測速裝備檢定檢查技術規範」	參考 CNMV 203「雷射測速儀檢定檢查技術規範」	

肆、感應式線圈測速儀之測速比測試

4.1 測速比對測試方法

測速比對測試係使用工業技術研究院量測技術發展中心研發之「計量型速度量測參考系統」與「感應式線圈測速儀」進行現場實車(小客車)測速比對。測試分兩個階段，第一階段將「感應式線圈測速儀」主機搭配新建置標準型感應線圈(埋設於新竹安全駕駛教育中心)進行主機測試與調校，該標準型感應線圈係由受測「感應式線圈測速儀」之廠商依其規格埋設

並測試合格。因場地限制，主機實測之最高標稱速度為 90 km/h，選擇 5 個標稱速度，分別是 50 km/h、60 km/h、70 km/h、80 km/h 與 90 km/h，每個標稱速度測試五次。第二階段將「感應式線圈測速儀」主機安裝於道路實測地點之測速桿，搭配路口道路的感應線圈進行道路實測。基於安全與交通考慮，道路實測之最高標稱速度為 70 km/h，選擇 3 個標稱速度，分別是 50 km/h、60 km/h 與 70 km/h，每個標稱速度測試三次。

4.2 受測感應式線圈測速儀

受測「感應式線圈測速儀」設置於一縣市(台北市)道路之受測「線圈感應式闖紅燈兼測速照相設備」主要有兩家廠牌，其購置年份及設置路口名稱如表 7 與表 8 所示，以及主機設定如表 9 所示。

表 7　A 廠牌購置年份與設置路口

項次	主機序號	購置年份	路口名稱	路口代號
1	49096	85 年	羅斯福路/育英街口(87 年建置)	a
			忠孝東路/林森北路口(93 年建置)	b
			民生東路/遼寧街口(東向西) (94 年建置)	c
			新生南路/金華街口(85 年建置)	d
			中山南路/愛國西路口(93 年建置)	e
			永吉路/松信路口(94 年建置)	f
2	49097	85 年	中山南路/濟南路口(92 年建置)	g
3	49098	85 年	民生東路/遼寧街口(西向東) (92 年建置)	h
4	49099	85 年	敦化南路/和平東路口(85 年建置)	i
5	49100	85 年	金山南路/濟南路口(92 年建置)	j
6	49101	85 年	中正路/士商路口(94 年建置)	k

表 8　B 廠牌購置年份與設置路口

項次	主機序號	購置年份	路口名稱	路口代號
1	398	77 年	民權東路六段 136 巷口(東向西)	a
2	433	78 年	中山北路五段 378 巷口	b
			敦化南路/八德路口	c
3	434	78 年	忠孝東路六段 159 巷口	d
4	571	80 年	中山北路/民生東路口	e
5	572	80 年	長安東路/建國北路口	f
6	573	80 年	松仁路/松壽路口	g
7	750	84 年	承德路/昌吉路口	h
8	751	84 年	重慶南路/和平西路口	i
9	752	84 年	辛亥路/復興南路口	j
10	753	84 年	文林北路與明德路口	k
11	754	84 年	八德路四段/東興路口	l
12	756	84 年	西園路二段 111 巷口	m
13	979	87 年	民權東路/建國北路口	n
14	980	87 年	大度路/立德街口	o
15	981	87 年	艋舺大道/雙園街口	p
16	983	87 年	復興北路/興安街口	q
17	984	87 年	承德路/錦西街口	r
18	985	87 年	光復南路 456 巷口	s
19	988	87 年	忠孝東路六段 188 巷口	t
20	989	87 年	民生東路/復興北路口	u
21	990	87 年	重慶北路四段 49 巷口	v
22	1012	87 年	南港路三段 149 巷口	w
23	1013	87 年	環山路一段 136 號	x
24	1014	87 年	成功路二段 250 巷口	y
25	1015	87 年	木柵路/和興路口	z
26	1016	87 年	木柵路/萬福橋頭(新光路)	aa
27	1017	87 年	和平西路/寧波西街口	ab

NATIONAL CENTRAL LIBRARY 國家圖書館 ROC

表 9　主機設定值

廠牌	線圈距離		靈敏度	
	主機實測	道路實測	主機實測	道路實測
A 廠牌	250 cm	200 cm	7	7
B 廠牌	200 cm	200 cm	L	L

4.3 感應式線圈測速儀之主機測試結果

主機實測地點位於新竹安全駕駛教育中心，該中心內有受測「感應式線圈測速儀」之廠商所建置的感應線圈及其相關設施，感應線圈均依製造商規格要求埋設，並測試合格。埋設於感應線圈新竹安全駕駛教育中心有兩種規格，兩感應線圈間距離分別為 250 cm(A 廠牌)與 200 cm(B 廠牌)。

A 廠牌主機實測時，因搭配線圈距離 250 cm 的感應線圈組，故主機設定值預設為 250 cm，且在實測過程中，該廠牌所有受測主機設定值均未再作調整。A 廠牌主機之測速比對結果如圖 4 至圖 8 所示，其中測試速度為標稱速度 ±5 km/h；主機-年份為主機項次與購置年份(如表 7 所示)；器差表示「感應式線圈測速儀」之測速值減去「計量型速度量測參考系統」所測之速度值；數列表示次數(例如數列 1 表示次數 1)。

B 廠牌主機實測時，因搭配線圈距離 200 cm 的感應線圈組，故主機設定值預設為 200 cm，不過在實測過程中，該廠牌之受測主機設定值會依實車試跑結果進行調校，調校後再進行正式測試。B 廠牌主機之測速比對結果如圖 9 至圖 13 所示，其中測試速度為標稱速度 ±5 km/h；主機-年份為主機項次與購置年份(如表 8 所示)；器差表示「感應式線圈測速儀」之測速值減去「計量型速度量測參考系統」所測之速度值；數列表示次數(例如數列 1 表示次數 1)。

NATIONAL CENTRAL LIBRARY 國家圖書館 ROC

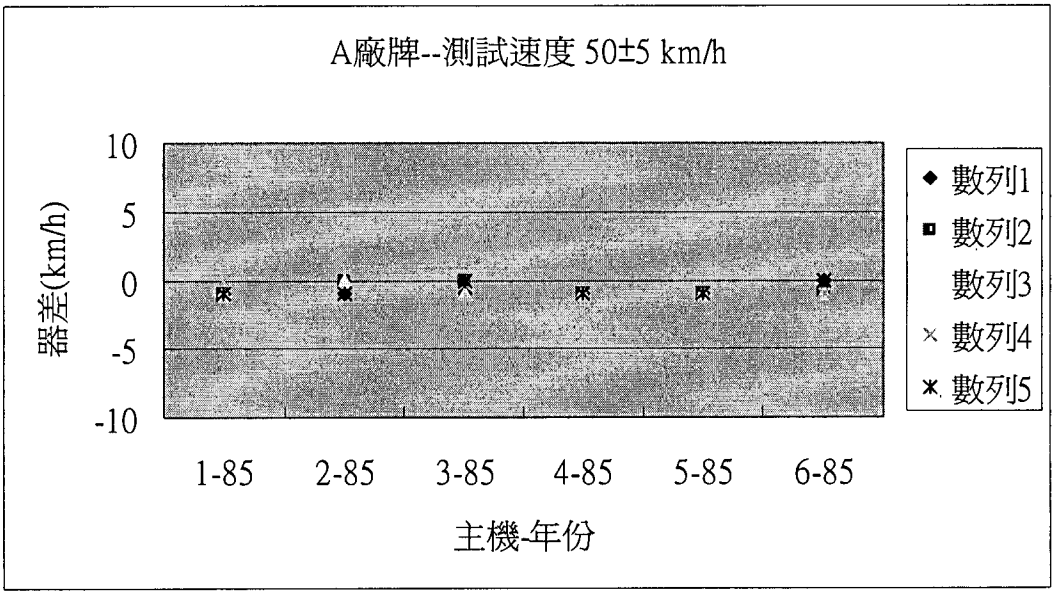


圖 4　A 廠牌主機測速比較-50　5 km/h

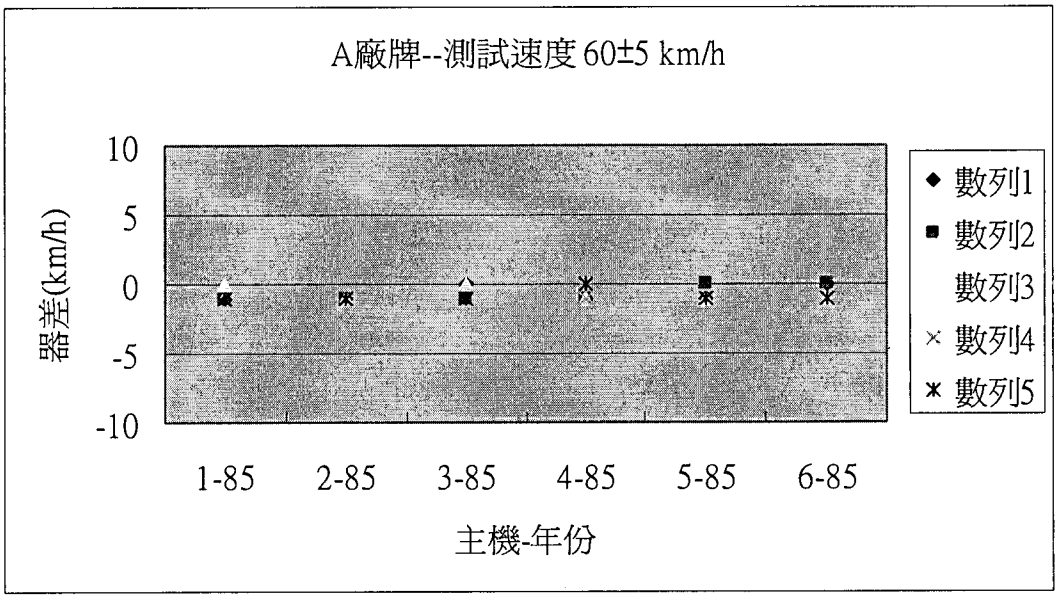


圖 5　A 廠牌主機測速比較-60　5 km/h

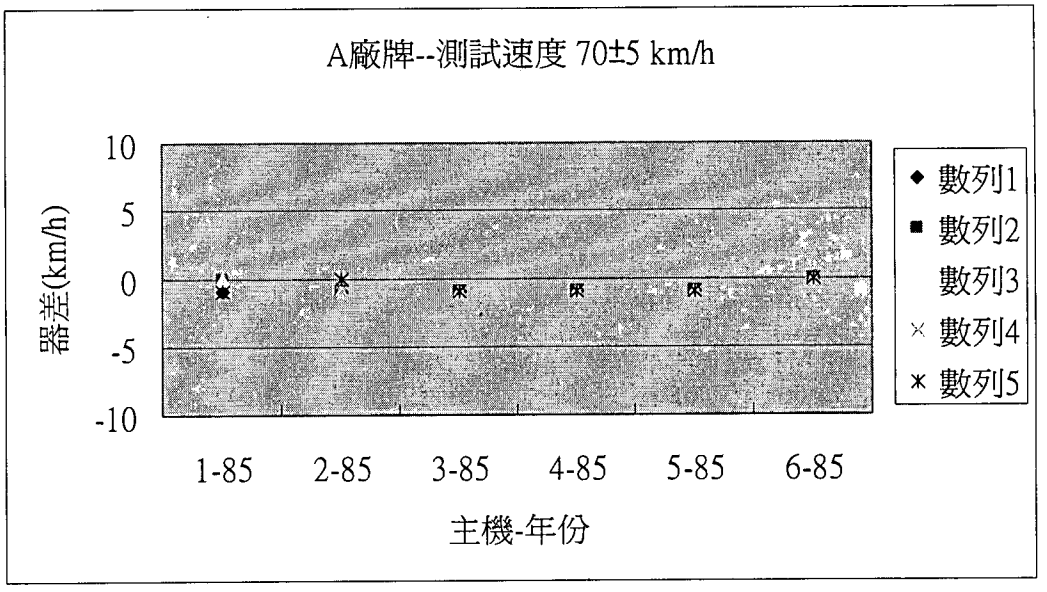


圖 6 A 廠牌主機測速比較-70　5 km/h

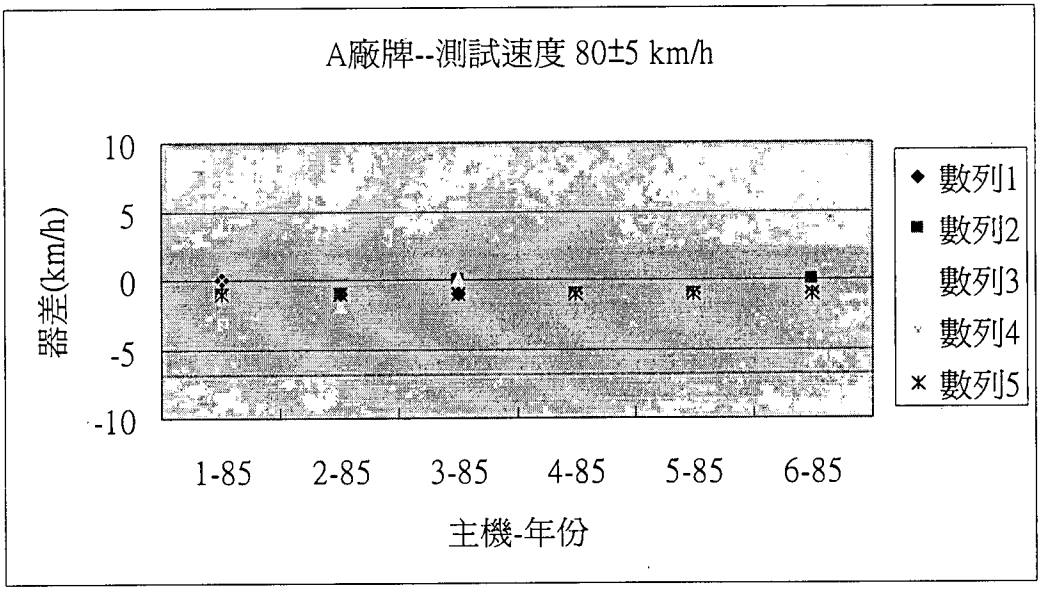


圖 7　A 廠牌主機測速比較-80　5 km/h

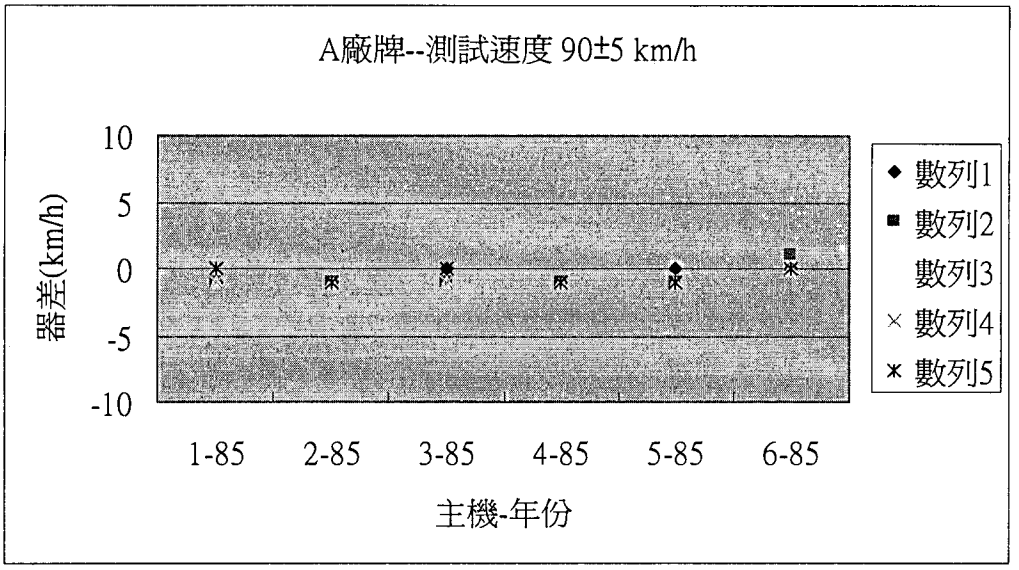


圖 8　A 廠牌主機測速比較-90　5 km/h

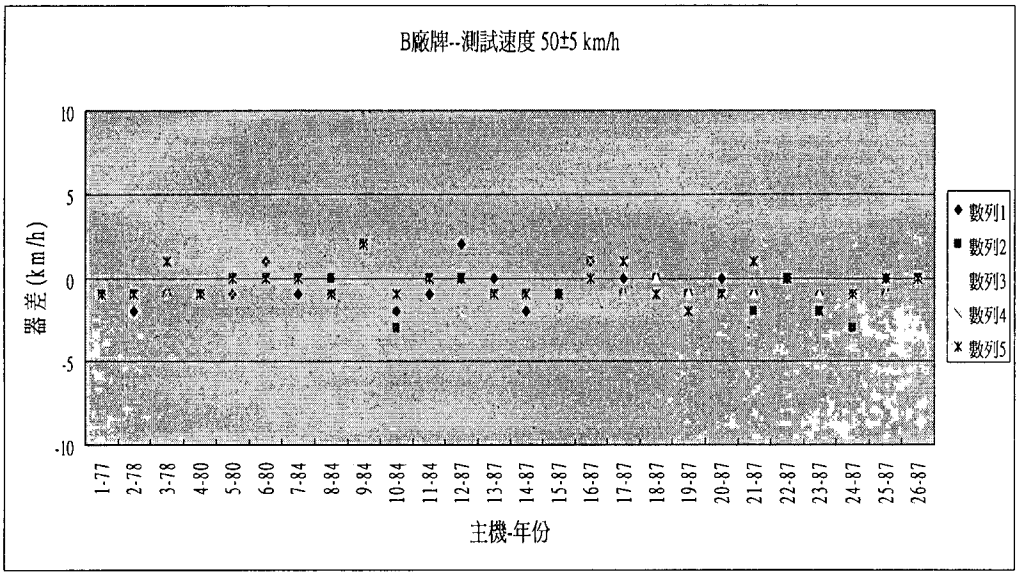


圖 9　B 廠牌主機測速比較-50　5 km/h

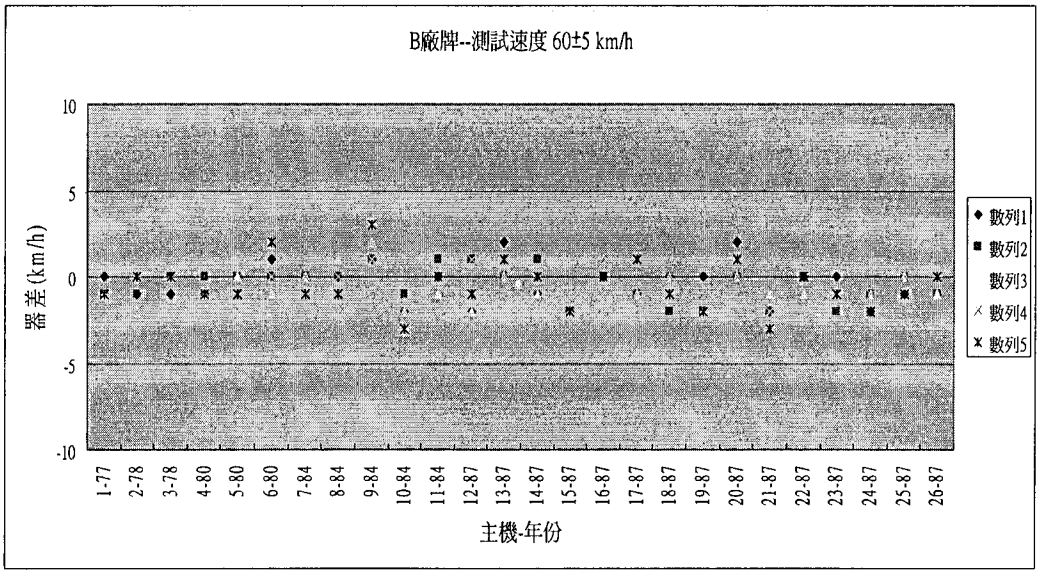


圖 10　B 廠牌主機測速比較-60　5 km/h

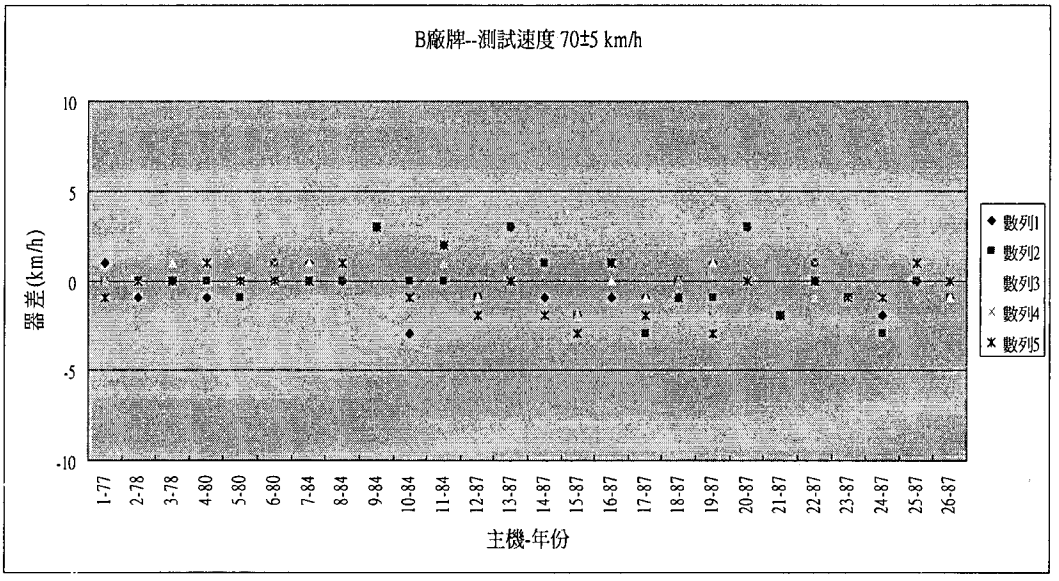


圖 11　B 廠牌主機測速比較-70　5 km/h

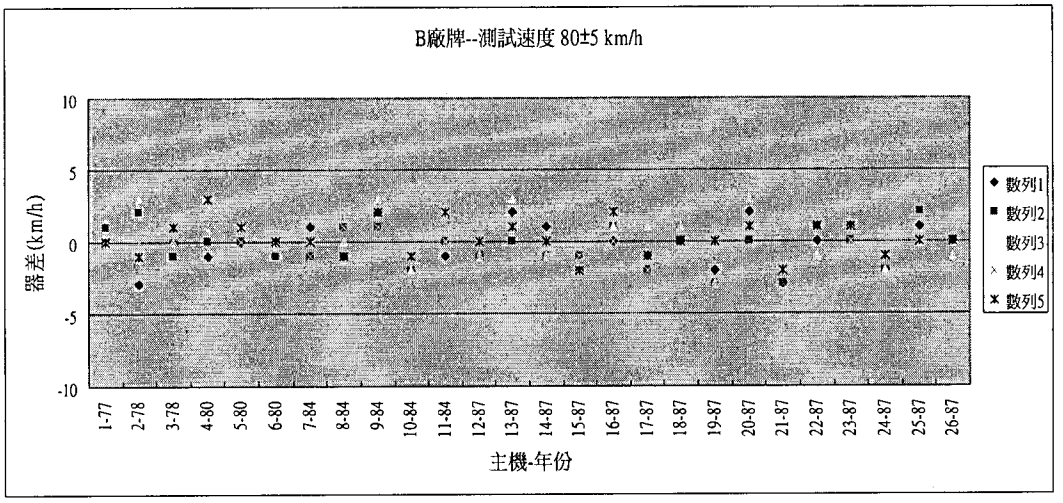


圖 12　B 廠牌主機測速比較-80　5 km/h

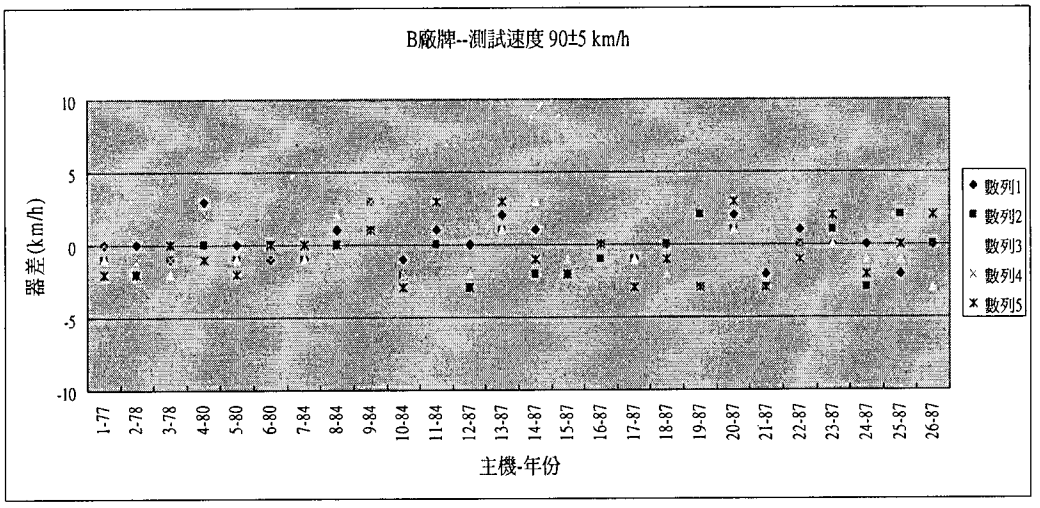


圖 13　B 廠牌主機測速比較-90　5 km/h

4.4 感應式線圈測速儀之道路測試結果

A 廠牌道路測試地點請參閱表 7，其道路埋設之線圈距離為 200 cm，故主機設定值均為 200 cm，且在實測過程中，該廠牌所有受測主機設定值均未再作調整。A 廠牌道路之測速比對結果如圖 14 至圖 16 所示，其中測

試速度為標稱速度 ± 5 km/h；主機路口-線圈年份-車道為主機項次、路口代號、感應線圈建置年份(如表 7 所示)與車道(1 表示內側車道，由內而外依序標示車道)；器差表示「感應式線圈測速儀」之測速值減去「計量型速度量測參考系統」所測之速度值；數列表示次數(例如數列 1 表示次數 1)。

B 廠牌道路測試地點請參閱表 8，其道路埋設之線圈距離為 200 cm，主機設定值則為於新竹安全駕駛教育中心進行測試時所調校的值，不過在道路實測過程中，該廠牌之受測主機設定值還是會依實車試跑結果再一次進行調校，調校後再進行正式測試。B 廠牌道路之測速比對結果如圖 17 至圖 19 所示，其中測試速度為標稱速度 ± 5 km/h；主機路口-主機年份-車道為主機項次、路口代號、主機購置年份 (如表 8 所示)與車道(1 表示內側車道，由內而外依序標示車道)；器差表示「感應式線圈測速儀」之測速值減去「計量型速度量測參考系統」所測之速度值；數列表示次數(例如數列 1 表示次數 1)。

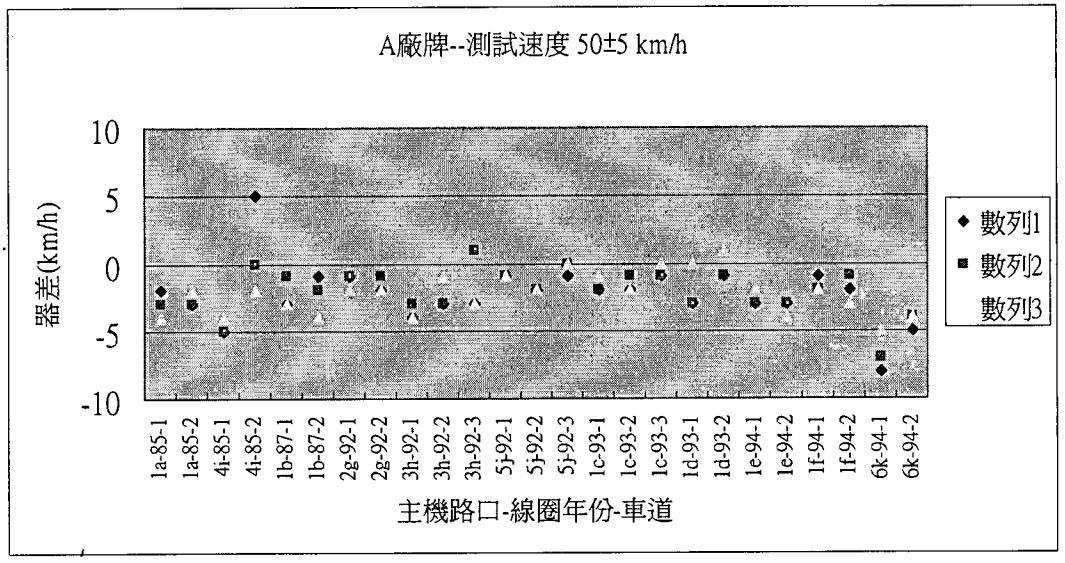


圖 14　A 廠牌道路測速比較-50　5 km/h

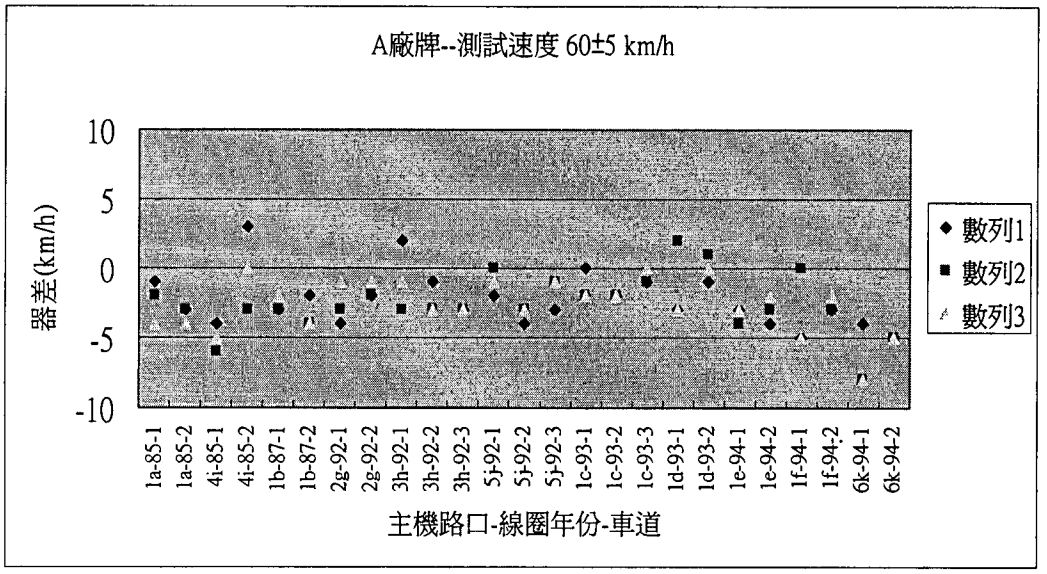


圖 15　A 廠牌道路測速比較-60　5 km/h

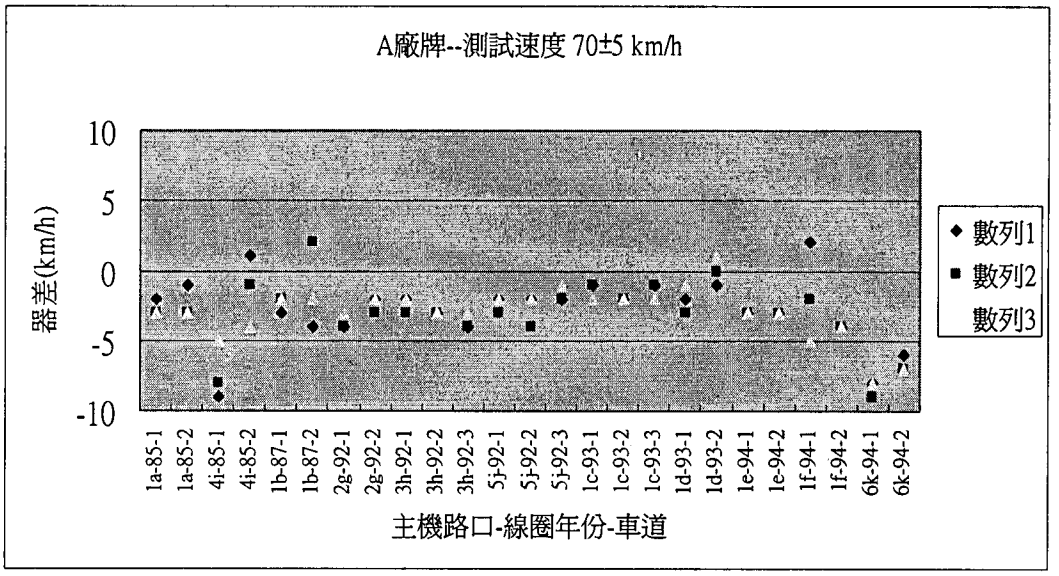


圖 16　A 廠牌道路測速比較-70　5 km/h

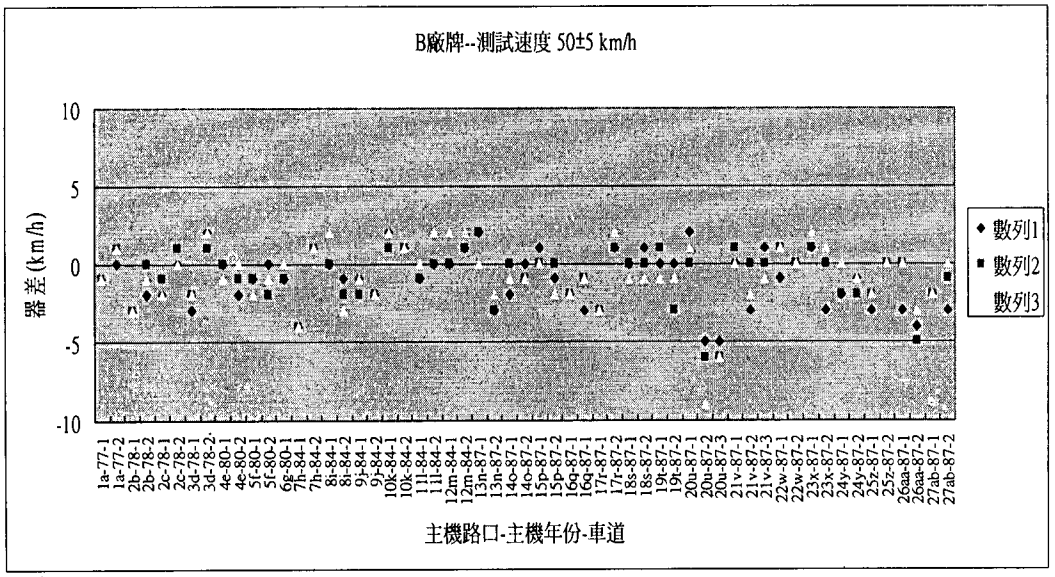


圖 17　B 廠牌道路測速比較-50　5 km/h

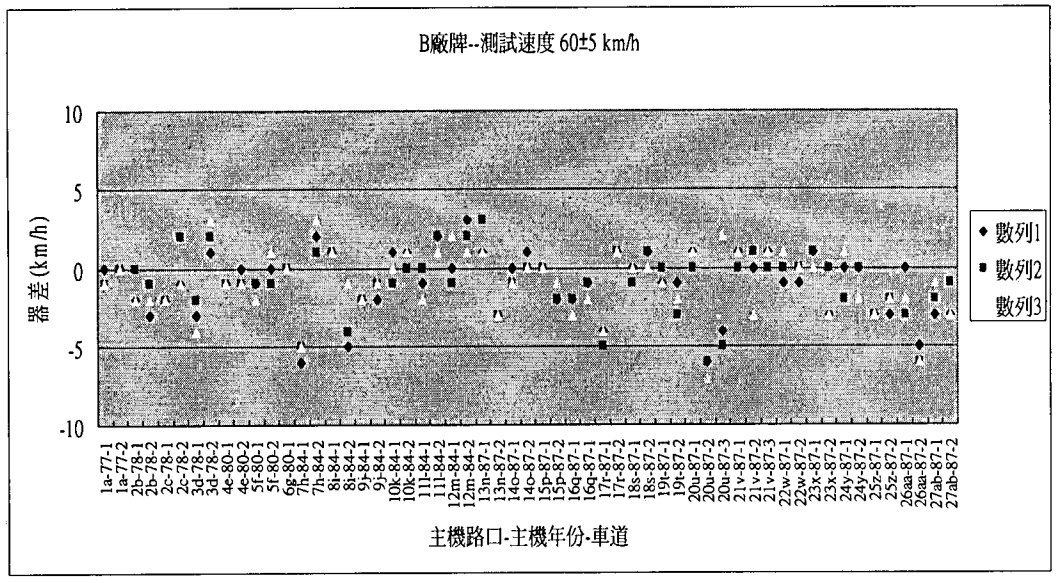


圖 18　B 廠牌道路測速比較-60　5 km/h

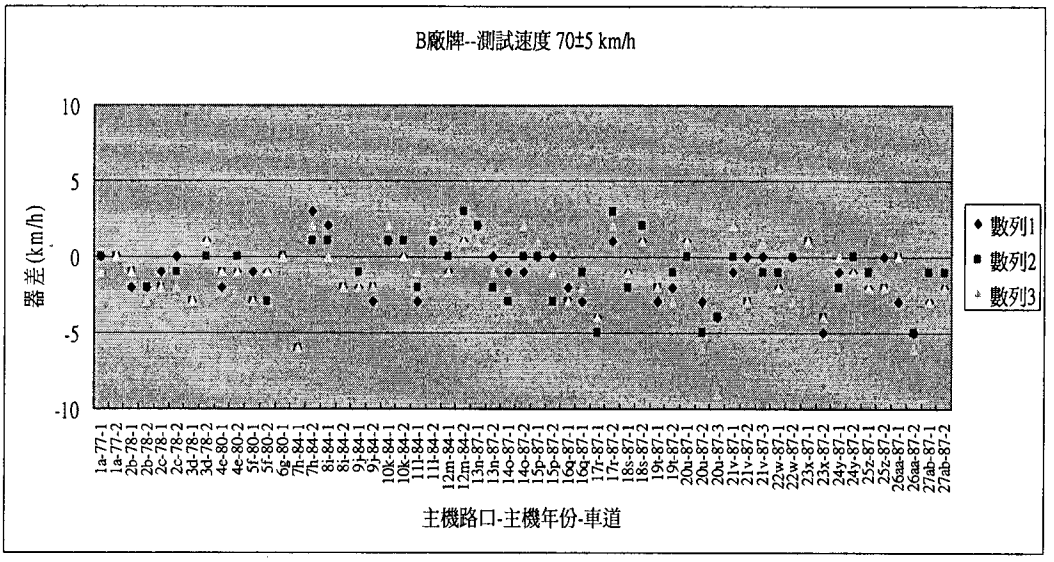


圖 19　B 廠牌道路測速比較

4.5 感應式線圈測速儀之測速性能評估

依據上述測速比對結果分析，「感應式線圈測速儀」之測速性能的評估說明如下：

1. 受測「感應式線圈測速儀」計有 33 套，其中 A.廠牌有 6 套搭配 11 處路口感應線圈；B 廠牌 27 套搭配 28 處路口感應線圈。
2. 實車測速使用車輛為小客車，受限於場地及安全考慮，故未使用大型車輛(如卡車、聯結車等)進行測試。
3. 受測「感應式線圈測速儀」之主機的線圈距離與零敏度設定值如表 9 所示。
   - A 廠牌埋設於新竹安全駕駛教育中心之感應線圈的距離為 250 cm，而埋設於道路上則為 200 cm，故主機與道路實測之線圈距離設定值不一致。另外，A 廠牌於主機與道路實測時均未再調整線圈距離設定值。
   - B 廠牌埋設於新竹安全駕駛教育中心與道路之感應線圈的距離均為 200 cm，故表 9 所列線圈距離設定值為預設值 200 cm。但 B 廠

牌之線圈距離設定值於主機與道路實測時會因測速比對而調整，不一定固定為 200 cm。

- A 廠牌與 B 廠牌於主機與道路實測時，大多不調整靈敏度。

4. A 廠牌於主機實測時，器差範圍為 0～-2 km/h；而於道路測試時，器差範圍為+5～-9 km/h。
   - 主機與道路實測結果差異原因分析如下：
     - 新竹安全駕駛教育中心與道路埋設之感應線圈距離不同。理論上，線圈距離愈長，測速愈準確。
     - 道路線圈品質下降(例如路面變形、路面有裂縫、坑洞或線圈絕緣變差等)，而新竹安全駕駛教育中心的感應線圈為新埋設(96 年埋設)且路面狀況良好。
     - 道路實測時，部分路口狀況(如有人、車突然闖進測試車道，或當地交通流量大而有完成測試的時間壓力)對車輛駕駛造成心理壓力，常導致車輛無法以等速度行經感應線圈而造成較大誤差。
     - 道路實測時，部分路口現場不易架設「計量型速度量測參考系統」，增加測速的不確定性。
   - 主機與道路實測結果差異與道路之感應線圈的建置年份無一定關係。
   - 主機搭配多個路口之感應線圈不一定會影響測速結果，主要跟線圈品質(尺寸距離、電感、線圈電阻或對地絕緣電阻等特性)有關。
5. B 廠牌於主機實測時，器差範圍為+3～-3 km/h；而於道路測試時，器差範圍為+3 km/h～-9 km/h。
   - 主機與道路實測結果差異原因分析如下：
     - 主機品質下降。因為主機實測時，部份主機必須調校線圈距離設定值，而新竹安全駕駛教育中心的感應線圈為新埋設(96 年埋設)且路面狀況良好。
     - 道路線圈品質下降(例如路面變形、路面有裂縫、坑洞或線圈絕緣變差等等)。導致主機於道路實測時必須再度調校線圈距離，其與新竹安全駕駛教育中心所調校線圈距離差異變化範圍為

NATIONAL CENTRAL LIBRARY ROC 國家圖書館

-7~16.5 %。

- 道路實測時，部分路口狀況(如有人、車突然闖進測試車道，或當地交通流量大而有完成測試的時間壓力)對車輛駕駛造成心理壓力，常導致車輛無法以等速度行經感應線圈而造成較大誤差。
- 道路實測時，部分路口現場不易架設「計量型速度量測參考系統」，增加測速的不確定性。

● 主機與道路實測結果差異與主機購置年份無一定關係。

● 主機搭配多個路口之感應線圈不一定會影響測速結果，主要跟主機及線圈品質有關。

6. 感應線圈的圈數會影響其電感，圈數愈多，則電感愈大，其靈敏度也愈高。A 廠牌埋設之感應線圈的圈數為 4 圈；而 B 廠牌則為 2 圈(其原因是降低靈敏度以避免偵測到機車)。

伍、結論與建議

歐美國家早期將「感應式線圈」偵測系統使用於車輛偵測與交通流量等，應用於交通執法上則是在闖紅燈，闖越停止線等違規取締。隨著科技進步，歐美國家不僅開始使用「感應式線圈測速儀」取締超速違規，同時也制定相應之規範要求，荷蘭甚至將「感應式線圈測速儀」作為其速度量測參考系統，用於檢驗同型或其他類型測速執法器材。因此「感應式線圈測速儀」之測速準確性是被歐美國家所認同。但是影響「感應式線圈測速儀」測速結果的變數，涉及線圈施工方式(路面溝槽切割、線圈纏繞圈數、線圈距離、線圈電感、線圈電阻及線圈對地絕緣電阻等)及品質[9]、環境因素(溫度、濕度、電磁干擾、交通流量等)、受偵測車輛種類(例如機車、小客車、大貨車或聯結車等)、廠牌間設計技術不同[10,11]。依據歐美國家作法凡使用於測速執法的器材均應通過型式認證與出廠的初次檢定，且每年要定期檢定，確保其測速功能的品質。依據本研究之測速比對測試結果，「感應式線圈測速儀」若能定期進行測速比對，不僅可確保其測速功能的品質，也可適時發現器材失效並停用送修。如用於公務執法，也可避免民眾質疑申訴。對於國內感應式線圈測速儀之檢驗建議如下：

1. 短程規劃：現有「感應式線圈測速儀」應請國內公正第三者(如政府立案之非營利財團法人機構)定期執行測速比對檢驗，以確保測速品質。未來擬採購相關器材的規格要求及驗收，除應進行測速比對檢驗，也要對道路路面與感應線圈進行檢測。
2. 中程規劃：依據短程規劃結果，引進國外檢驗技術，並設計適宜國內之檢驗項目，作為型式檢驗的要求，期能建立國內相關檢測設備。
3. 長程規劃：依據中程規劃結果，提供經濟部標準檢驗局制定相關法規之意見，期能建立「型式認證」規範。

「感應式線圈測速儀」因國內缺乏可依循之相應檢定檢查技術規範，致使民眾對於其準確性及適法性有所質疑，復而衍生目前暫停使用。另經濟部標準檢驗局在警政署之建議及協助下，正在研擬感應式線圈測速設備技術規範草案，期望本研究結果可供研擬規範的參考，儘早制定符合國情之技術規範，俾使警察機關現有「感應式線圈測速儀」得有檢定作業依據，以確保執法公信力，並對未來相關設備採購驗收有所依循，確保設備使用之品質，建立執法公信力。

參考文獻

1. 中華人民共和國國家標準，「機動車測速儀(Motor vehicle speed detector)」，GB/T21255-2007。
2. 「雷達測速裝備檢定檢查技術規範」CNMV 91，經濟部標準檢驗局度量衡業務技術規範，民國 92 年 6 月 13 日。
3. 「雷射測速儀檢定檢查技術規範」CNMV 203，經濟部標準檢驗局度量衡業務技術規範，民國 95 年 9 月 19 日。
4. 盧勇誌、吳國真，感應式線圈測速儀之測速性能研究，第七屆海峽兩岸計量與質量研討會論文集，2008 年 9 月，p.195-210。
5. Dutch (Draft) Regulations for Police Measuring Insturments, Version 2007-12-10.
6. PTB-Anforderungen, Messgeräte im Straßenverkehr: Geschwindigkeitsüberwachungsgeräte, PTB-A18.11, Physikalisch- Technische Bundesanstalt,

2006.

7. Verornung des EJPD über Messmittel für Geschwindigkeitskontollen und Rotlichtüberwachungen im Strassenverkehr: Geschwindigkeitsmessmittel – Verornung [nochnicht in Krafttreten], METAS AS, Bundesamt für Metrologie und Akkreditierung, Switzerland, 2005.
8. Dr DR Lewis, The Speedmeter Handbook - 4th Edition Provisional 15-05, Home Office Scientific Development Branch, 2005.
9. ASTM E2561-07a Standard Practice for the Installation of Inductive Loop Detectors, 2007.
10. Klein, L. A., Mills, M. K., Gibson, D. R. P., Traffic Detector Handbook: Third Edition — Volume I, FHWA-HRT-06-108, Federal Highway Administration, 2006.
11. Klein, L. A., Mills, M. K., Gibson, D. R. P., Traffic Detector Handbook: Third Edition — Volume II, FHWA-HRT-06-139, Federal Highway Administration, 2006.
12. OIML R91 Radar equipment for the measurement of the speed of vehicles, 1990.
13. Weisungen über die Eichung von induktiven Schleifen zur Geschwindigkeitsmessung im Strassenverkehr, METAS W261.3., Bundesamt für Metrologie und Akkreditierung, Switzerland, 2002.

(97/10/30 收稿，97/12/18 第一次修改，97/12/22 定稿)

NATIONAL CENTRAL LIBRARY ROC 國家圖書館