

雷達測速儀檢定檢查簡介

105年10月20日

技術規範

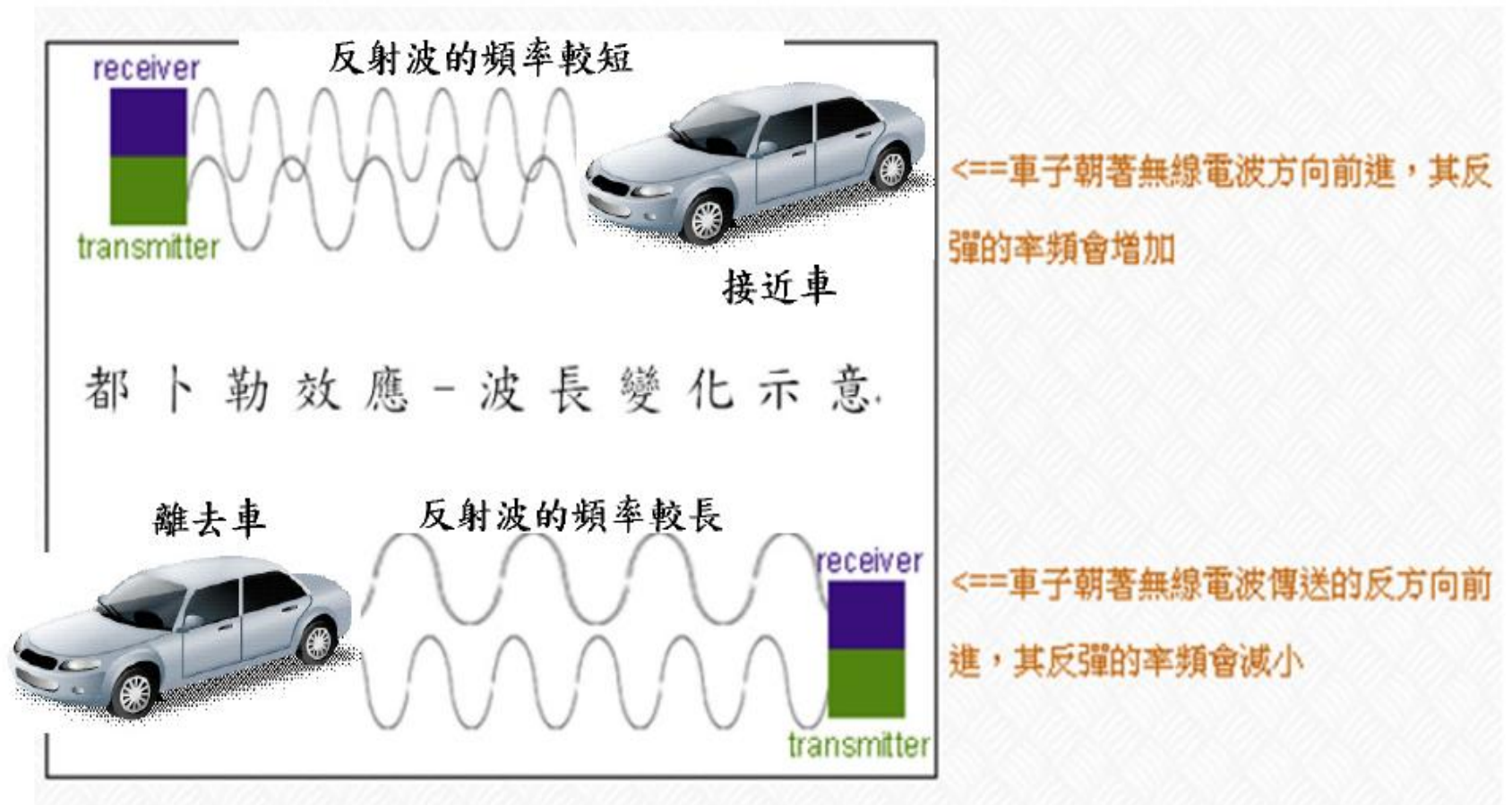
- 一、適用範圍
- 二、名詞定義
- 三、一般規定
- 四、檢定及檢查設備
- 五、構造
- 六、檢定及檢查程序
- 七、檢定及檢查公差
- 八、檢定合格印證
- 九、實施日期



適用範圍

- 1.1 本規範適用於應受檢定、檢查之公務檢測用照相式或非照相式雷達測速儀(簡稱雷達測速儀)。雷達測速儀係指利用都卜勒效應(Doppler effect)之頻率檢測行車速度之裝置。
- 1.2 雷達測速儀於固定(定點)方式下，對道路上行進車輛傳送未經調變之連續微波波束(CW)，並檢測其所反射的都卜勒訊號，以顯示行車速度；當行車速度超過預設速度值時，可持續顯示該行車速度值或自動記錄車輛影像。

都卜勒效應測速原理



圖片取自逢甲大學論文-雷達量測不確定度對數位化雷達測速照相設備影響之探討



適用範圍

1.3 本技術規範不適用於：

- (1) 發射天線輻射主波束軸與車輛移動方向平行之照相式雷達測速儀。
- (2) 調變式雷達測速儀。
- (3) 移動測速功能檢測。



名詞定義

- 2.1 天線輻射主波束：天線之遠場輻射場型具有最大功率值的波束。
- 2.2 天線水平波束寬度：天線在水平面上之遠場輻射場型中，主波束之半功率點間形成之寬度。
- 2.3 **都卜勒訊號**：當雷達測速儀與行進間車輛有相對運動之訊號時，其反射訊號所產生頻率變化量與行車速度成正比相對應關係。



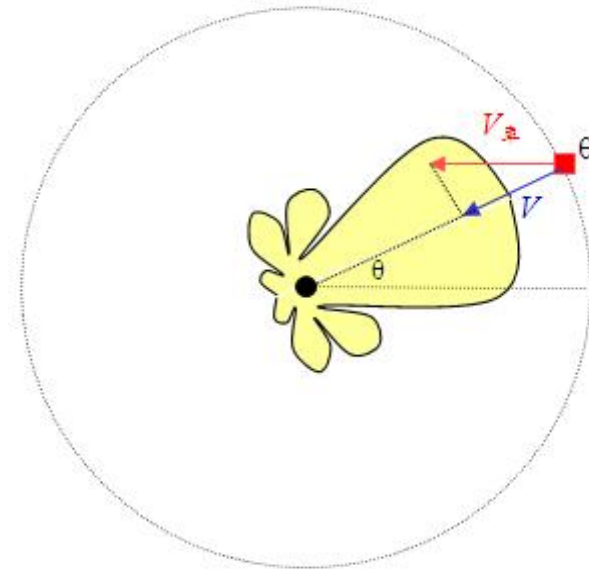
二 名詞解釋

- 2.4 **餘弦效應**：當車輛之行進方向與雷達測速儀之訊號，並非平行靠近或遠離雷達測速儀時，兩者之間所形成一夾角的效應。
- 2.5 **功率密度**：通過於垂直電磁波傳輸方向之平面，所量測的空間單位面積的微波功率量。
- 2.6 **旁波束**：天線之遠場輻射場型主波束以外的其他波束。
- 2.7 **不規則訊號辨識功能**：當兩部車以不同速度同時通過微波波束時，該測試結果應無效。

餘弦效應

$$V = V_{\text{車}} \times \cos \theta$$

$$\Rightarrow V_{\text{車}} = \frac{V}{\cos \theta}$$



圖片取自工研院簡報-測速儀種類及工作原理



一般規定

- 3.2 每型式於第一次送初次檢定時，應提供以下證明文件：
- 3.1.1 申請人應檢附該雷達測速儀供特定用途之證明文件。
 - 3.1.2 檢具國內第三者公正機構出具之溫度試驗報告，其測試方式如下：關機狀態下將雷達測速儀置於恆溫箱內，以不超過 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 速度升溫至 70°C 恆溫2小時，再以不超過 $1^{\circ}\text{C}/\text{min}$ 速度降溫至 60°C 後取出，立即執行第6.5節速度偵測準確度檢測。其檢測準確度結果同檢定公差。



一般規定

3.1.3 出具使用手冊及產品規格書(含操作使用說明書，其應記載包含雷達測速儀之電氣規格、儀器的類別、測量方法、誤差範圍、完整產品組裝結構圖、軟體版本及相關技術資料等)。

3.1.3.1 天線輻射主波束軸與車輛移動方向平行之非照相式雷達測速儀，應詳述：若使用直流電源時需有低電壓指示之功能。



一般規定

3.1.3.2 天線輻射主波束軸與車輛移動方向不平行之照相式雷達測速儀，應詳述：

- (1) 感度設定、餘弦效應及速度量測與安裝位置等相關說明。
- (2) 具有方向鑑別功能、不規則訊號辨識功能。
- (3) 若使用直流電源時需有低電壓指示之功能。
- (4) 天線輻射主波束軸與道路形成之夾角(入射角)介於15度至30度之間。



一般規定

3.1.3.2

(5) 須確保天線輻射方向和相機光軸之間的正確關聯性，以適當的機械連接方式或手冊內照片所顯示的方法確認。

(6) 提供實測照片1張，其攝得之照片上須能明確顯示測速儀器號、受測車輛方向、牌照號碼、拍攝年月日時分、測得車速及量測地點等資訊。



一般規定

- 3.2 每雷達測速儀之型式及入射角等應依原廠使用手冊正確安裝使用，不得任意置換、調整或改造該裝置。
- 3.3 天線輻射主波束軸與車輛移動方向平行之雷達測速儀，不得任意改裝為天線輻射主波束軸與車輛移動方向不平行之照相式雷達測速儀。
- 3.4 雷達測速儀於檢定合格後，不得以任何軟體及硬體修改檢測模式而影響其準確度。

四

檢定及檢查設備

- 4.1 檢定、檢查設備須提出驗證設備之系統具追溯性及不確定度評估報告。檢定、檢查設備應包括：
- (1) 天線、頻譜分析儀及電磁場強度計：其頻段範圍應涵蓋X、Ku、K、Ka 頻帶。。
 - (2) 低頻訊號產生器：頻率範圍至少涵蓋100 Hz 至100 kHz。

四

檢定及檢查設備



圖片取自台灣電子檢驗中心

五

構造

5.1 雷達測速儀應於主機上標示以下資訊：

- (1) 製造廠商之名稱或標記。
- (2) 產品型號及出廠器號。

若天線與主機為分離式者，則應於天線與主機上分別標示上述資料。

5.2 雷達測速儀應於主機上標示所使用之電源規格。

5.3 雷達測速儀於初次檢定時，應符合操作使用說明書之內容，整套系統送檢。重新檢定時，主機、天線及檢測所需附件含電源線、訊號連接線等應齊全。

五

構造

- 5.4 雷達測速儀主機上之所有開關、按鍵及旋鈕應操作靈活可靠，不得有接觸不良、鬆動和卡滯等影響操作之現象。
- 5.5 雷達測速儀之速度顯示方式應以數字顯示。
- 5.6 雷達測速儀顯示之速度值應清晰而可立即辨識。
- 5.7 雷達測速儀之速度顯示值應以公里/小時 (km/h) 為單位。
- 5.8 雷達測速儀速度顯示值解析度應 ≤ 1 km/h。
- 5.9 雷達測速儀所能測量之速度範圍至少應涵蓋 25 km/h 到 199 km/h。

六

檢定及檢查程序

6.1 雷達測速儀之構造及規格特性，依下列項目順序進行檢定、檢查之：

- (1) 構造。
- (2) 微波發射頻率。
- (3) 發射天線輻射場型。
- (4) 微波輻射功率密度。
- (5) 速度偵測準確度。

六

檢定及檢查程序

6.2 微波發射頻率之檢測方式規定如下：

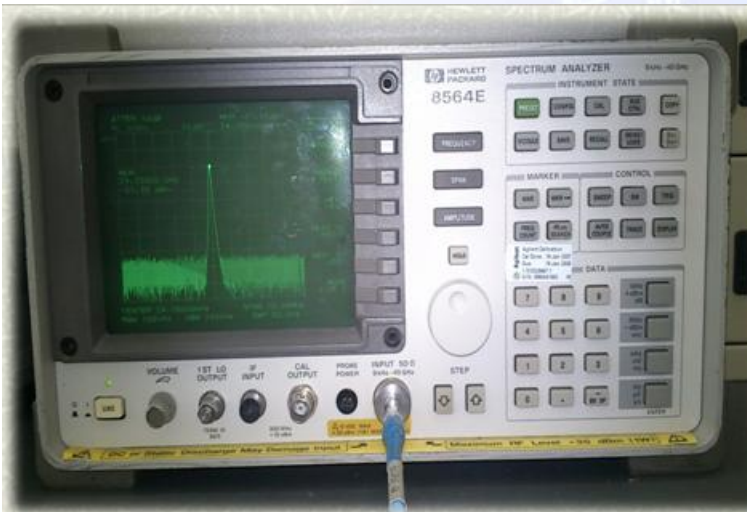
- (1) 將受檢雷達測速儀置於接收天線前約2 m處，如圖1表示將兩者在同一軸線上相對架設。
- (2) 接收號角型天線之輸出端接至頻譜分析儀。
- (3) 受檢雷達測速儀及頻譜分析儀，經暖機30分鐘後，由頻譜分析儀讀取受檢雷達測速儀之發射訊號頻率。



圖1 發射檢測設備架構圖

六

檢定及檢查程序



6.2、微波發射頻率 測試

標準天線接收待測雷達天線所發射之微波頻率信號。
以頻譜分析儀接收標準天線所接收之微波信號。



圖片取自台灣電子檢驗中心簡報-公務檢測用雷達測速儀委託代施檢定計畫

六

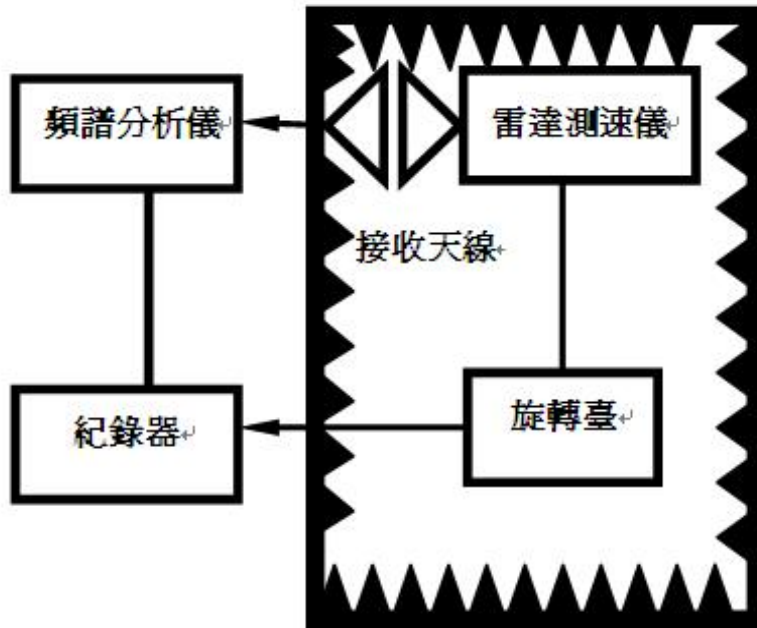
檢定及檢查程序

6.3 發射天線輻射場型之檢測，主要在於檢測雷達測速儀輻射電磁場之主波束半功率寬度及旁波束與主波束之相對大小關係。其檢測方式規定如下：

- (1) 此項檢測應在全電波暗室進行 如圖2所示。
- (2) 在全電波暗室中，將受檢雷達測速儀置於旋轉檯上，接收天線架設於暗室另一端距測速儀約2 m處。
- (3) 接收天線之輸出端接至暗室外之頻譜分析儀及紀錄器。

六

檢定及檢查程序



全電波暗室

圖 2 天線場型檢測設備架構圖



圖片取自台灣電子檢驗中心簡報-
公務檢測用雷達測速儀委託代施
檢定計畫

六

檢定及檢查程序

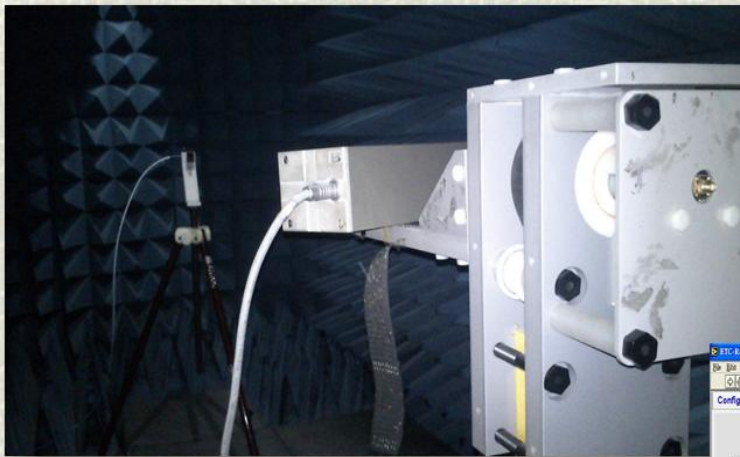
6.3

- (4) 受檢雷達測速儀及頻譜分析儀，經暖機30分鐘後，使受檢雷達測速儀做360度之旋轉並發射訊號。
- (5) 以頻譜分析儀在各種不同角度量測受檢雷達測速儀天線所發射出之微波訊號強度，並由紀錄器繪出受檢測速儀天線之輻射場型。
- (6) 由所繪出之輻射場型得出受檢雷達測速儀天線之天線水平波束寬度、以及旁波束與主波束之相對大小。

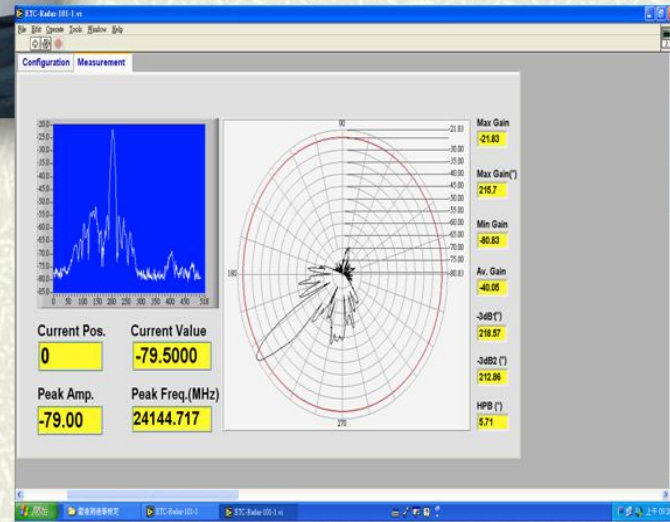
六

檢定及檢查程序

6.3、發射天線之輻射場型測試



- 以標準天線接收來自雷達天線旋轉360度之微波信號位準。
- 以頻譜分析儀記錄所有微波信號位準，再由電腦自動計算並記錄主波束寬度、旁波束與主波束之差。



圖片取自台灣電子檢驗中心簡報-公務檢測用雷達測速儀委託代施檢定計畫

六

檢定及檢查程序

6.4 微波輻射功率密度之檢測方式規定如下：

- (1) 將受檢雷達測速儀置於全電波暗室內並發射訊號，如圖3所示。
- (2) 以電磁場強度計於受檢雷達測速儀天線前端及四周距機身5 cm處進行檢測，記錄最大之電磁場強度值。

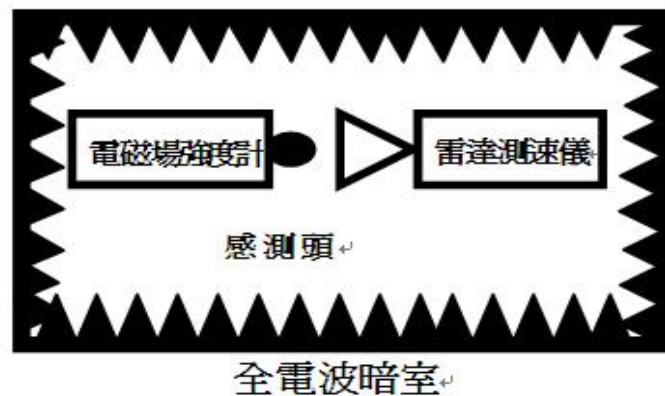
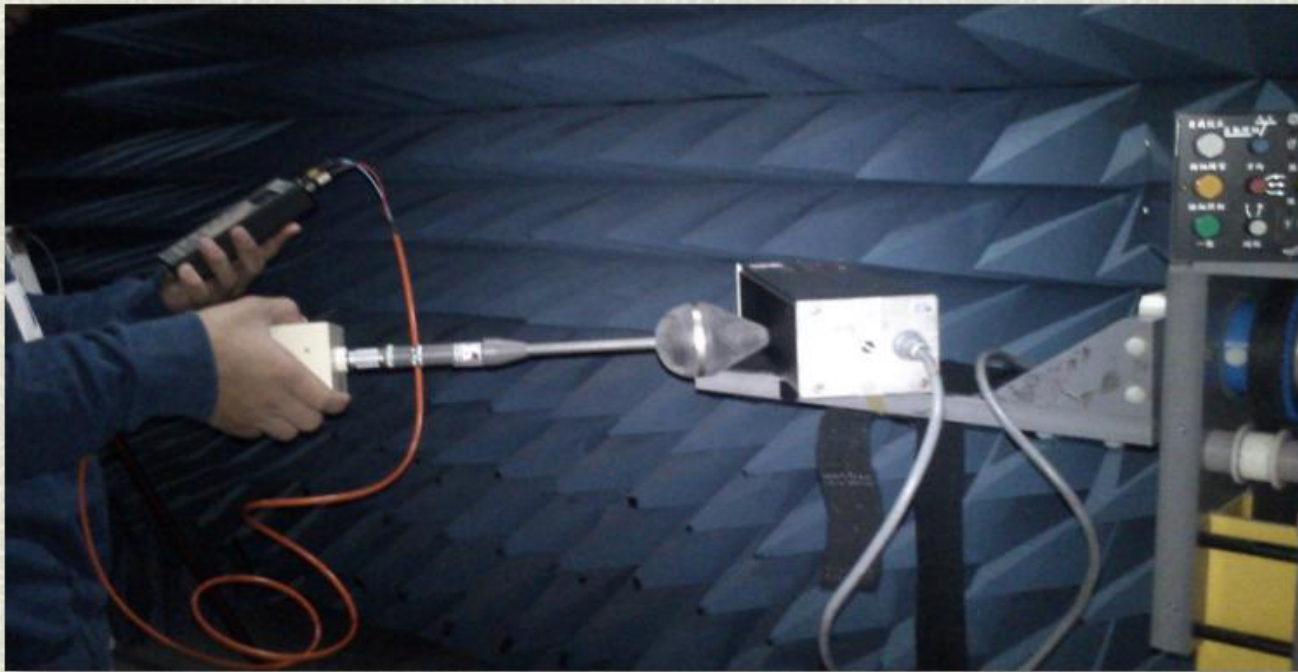


圖3 微波輻射功率密度檢測架構圖

六

檢定及檢查程序



6.4、微波輻射功率密度檢查

電磁場強度計於受檢雷達測速儀天線前端及四周距機身5 cm處進行檢測。

圖片取自台灣電子檢驗中心簡報-公務檢測用雷達測速儀委託代施檢定計畫

六

檢定及檢查程序

6.5 速度偵測準確度係利用低頻訊號產生器及混波器模擬都卜勒訊號之頻率，檢測方式規定如下：

- (1) 在全電波暗室中，將受檢雷達測速儀置於暗室之一端，於相距約2 m之另一端並行架設兩支號角型天線，一為接收天線、一為發射天線，如圖4所示。
- (2) 受檢雷達測速儀及低頻訊號產生器經暖機30分鐘後，使受檢雷達測速儀發射訊號。

六

檢定及檢查程序

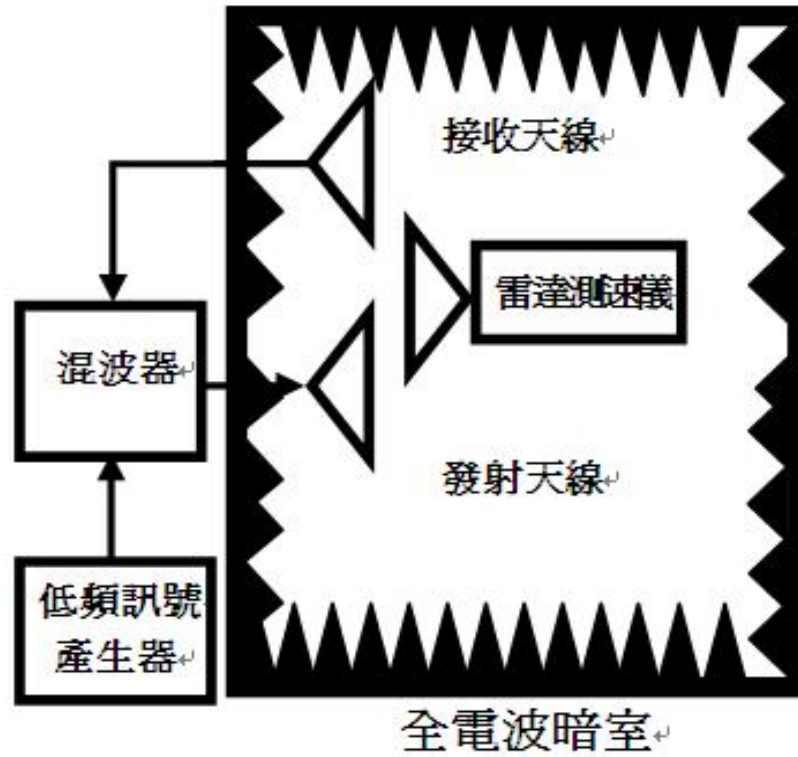


圖 4 速度偵測準確度檢測設備架構圖

六

檢定及檢查程序

6.5

- (3) 接收天線接收雷達測速儀所發射之訊號，並將之輸入至混波器。混波器之另一輸入端，則由低頻訊號產生器輸入都卜勒頻率。
- (4) 混波器之輸出端接至發射天線，由發射天線將混波完成之訊號發射回雷達測速儀，此時雷達測速儀應顯示該都卜勒頻率相對應之速度值。

六

檢定及檢查程序



6.5、速度偵測準確度 檢查

兩組天線一端為接收天線，接收雷達測速儀所發射之訊號，由低頻訊號產生器混波輸入都卜勒頻率。

將混波完成之訊號，由另一端發射天線發射回雷達測速儀，此時雷達測速儀應顯示該都卜勒頻率相對應之速度值。



圖片取自台灣電子檢驗中心簡報-公務檢測用雷達測速儀委託代施檢定計畫

六

檢定及檢查程序

6.5

(5) 天線輻射主波束軸與車輛移動方向平行時之

關係式： $V_d = 0.5 \times f_d \times \lambda$

V_d ：相對應之速度(m/s)

f_d ：都卜勒頻率(Hz)

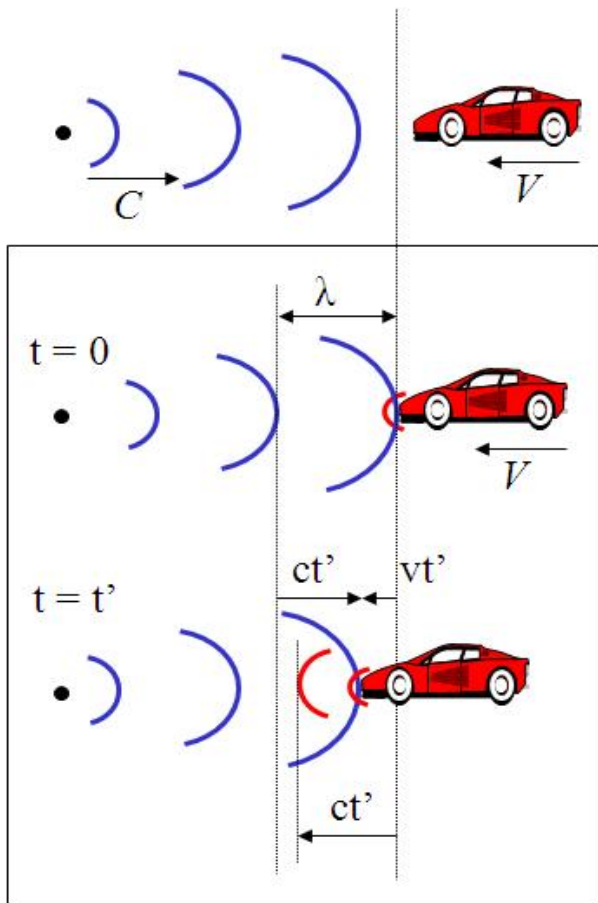
λ ：受檢雷達測速儀發射訊號之波長(m)。

(6) 天線輻射主波束軸與車輛移動方向不平行時

之關係式： $V_d = 0.5 \times f_d \times \lambda / \cos \alpha$

α ：平均有效入射角。

計算公式推導



$$\lambda = V \cdot t' + C \cdot t' \Rightarrow \boxed{t' = \frac{\lambda}{C+V}}$$

$$\Rightarrow f' = \frac{1}{t'} = \frac{C+V}{\lambda} = f + \frac{V}{\lambda} \quad \sim \text{都卜勒效應}$$

$$\lambda_{\text{反}} = C \cdot t' - V \cdot t' = (C - V)t'$$

$$\Rightarrow \lambda_{\text{反}} = (C - V) \cdot \frac{\lambda}{(C + V)}$$

$$\Rightarrow \boxed{f_{\text{反}} = \frac{(C+V)}{(C-V)} \cdot f}$$

$$\Delta f = f_{\text{反}} - f = f \left(\frac{C+V}{C-V} - 1 \right) = \frac{C}{\lambda} \left(\frac{2V}{C-V} \right)$$

$$\approx \frac{2V}{\lambda} \Rightarrow \boxed{V = \frac{\Delta f \cdot \lambda}{2}}$$

圖片取自工研院簡報-測速儀種類及工作原理

六

檢定及檢查程序

6.5

- (7) 速度準確性之檢定至少應包含25、50、60、70、90、100、110、150、199 km/h等各點。
- (8) 照相式雷達測速儀之每型式於第一次送初次檢定時，應測量50 km/h、110 km/h兩點，以確認主機與影像紀錄裝置之速度值一致。

七

檢定及檢查公差

7.1 雷達測速儀之檢定公差如下：

- (1) 微波發射頻率：工作頻率之 $\pm 0.2\%$ 以內。
- (2) 發射天線輻射主波束軸與車輛移動方向不平行時，其發射天線水平波束寬度： -3 dB (半功率點)處不大於6度或 -10 dB 處不大於12度。
- (3) 發射天線輻射主波束軸與車輛移動方向平行時，其發射天線水平波束寬度： -3 dB (半功率點)處不大於24度。

七

檢定及檢查公差

7.1

- (4) 發射天線旁波束與主波束之差：大於15 dB。
- (5) 微波輻射功率密度：在距離5 cm處，不大於5 mW/cm²。
- (6) 速度偵測之準確度：當速度小於150 km/h時，不大於1 km/h及當速度在150 km/h以上時，不大於2 km/h。

七

檢定及檢查公差

- 7.2 雷達測速儀之檢定報告中應載明受檢雷達測速儀之器號；若天線與主機為分離式者，則須同時載明天線與主機各部之器號。
- 7.3 雷達測速儀之各項檢查公差與檢定公差相同。
- 7.4 雷達測速儀之檢定合格有效期間，自附加檢定合格印證之日起至附加檢定合格印證月份之次月始日起算1年止。



檢定合格印證

- 8.1 雷達測速儀之檢定合格印證位置在主機上蓋明顯處黏貼檢定合格單；若天線與主機為分離式者，則須於天線與主機上分別貼上檢定合格單。。
- 8.2 檢定合格後應發給檢定合格證書。



九

實施日期

9.1 本版次自中華民國100年1月1日施行，但於本版次修正施行前已申請初次檢定之雷達測速儀，於101年12月31日前，仍得適用修正施行前之規定。

度量衡 · 驗 證
Metrology · Certification

簡報完畢 感謝聆聽

標準 · 檢 驗 · 度量衡 · 驗 證
Standards · Inspection · Metrology · Certification