

交通部台灣區國道高速公路局南區工程處 微波車輛偵測器替代環路線圈車輛偵測器 測試報告

微波雷達車輛偵測器：德國 Smartmicro UMRROA+0C



聯合提呈



台灣總代理：寰亞有限公司
Linkasia Marketing Co., Ltd.
TEL: 886-2-2653-3600
www.linkasia.com.tw



授權經銷商：
仁懋國際股份有限公司
台北市吉林路 245 號 3 樓
TEL: (02)2563-6060

目錄

2016-06-16 版

1. 前言	3
2. 測試標的位址.....	4
3. 安裝作業說明.....	8
4. 測試驗證方式.....	10
5. 測試驗證結果.....	11
6. 替代環路線圈偵測器可行性分析.....	17
7. 結論.....	20
8. 綜合建議.....	21

正本

發文方式：郵寄

檔 號：
保存年限：

交通部臺灣區國道高速公路局南區工程處交控中心
書函

10468
台北市中山區吉林路245號3樓

機關地址：70163臺南市裕農路991號
承辦人：施佑儒
電話：(06)2363201#3303
傳真：(06)2371645
電子信箱：syz557@freeway.gov.tw

受文者：仁懋國際股份有限公司

發文日期：中華民國105年6月28日
發文字號：南控字第1055060228號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：

主旨：有關貴公司檢送「微波車輛偵測器替代環路線圈偵測器」
測試報告，本中心准予備查，請查照。

說明：

- 一、依據貴公司105年6月17日仁(105)測字第1050002號函辦理。
- 二、本案承貴公司協助，測試成效良好，將予納入建置設備參考，測試報告准予備查。

正本：仁懋國際股份有限公司
副本：



裝

訂

線

1.前言

首先在此特予感謝國道高速公路局南區工程處，有關本測試計劃所有長官的指導與協助，得以讓本公司能夠有此一寶貴機會，在國道#1 號北上 364.5 公里處，進行本公司引進台灣之德國 Smartmicro 公司最先進技術之正向偵測泛用陣列交通雷達，於替代環路線圈車輛偵測器之資料收集應用測試，謹此致謝。

查德國 Smartmicro 乃以提供德國福斯汽車之車道變換協助、盲點偵測與及碰撞警告系統雷達偵測器起家，然後再以其早期協助微米波側向偵測交通雷達之主要製造廠家-加拿大 RTMS 公司設計雷達核心處理器及扮演支援超速與闖紅燈照相知名廠商 OEM 與 ODM 經驗，於 2011 年毅然決定以自創之 Smartmicro 品牌與及全新設計之陣列雷達投入交通雷達偵測器市場。



本公司自 2012 年引進此一以正向偵測、陣列目標追蹤雷達後，先後已參與；區域交通控制中心雲端化計畫：於國道#1 北上竹北及南下新竹段交通偵測器資料收集應用、高屏區域交控整合計畫；於台 88 快速道路/鳳頂交流道利用偵測停等長度提供動態適應性號誌應用、新北市號誌動態控制及交控系統擴充計畫：於國道#1 三重交流道以車輛停等長度偵測進行區域號誌協控應用。其他都會性區域號誌與資料集結應用尚有；高屏區台 1、台 17、台 25 路段，新竹地區竹北、市區、竹東等。其中與台灣世曦工程顧問合作之高屏區域交控整合計畫，因 Smartmicro 雷達提供準確停等偵測，大幅提升車輛於各車道停等長度與動態號誌演算方法，促成區域號誌改善成效顯著，更讓世曦贏得 ITS 智慧運輸應用 2015 年度最佳工程獎項。



眾所周知，現有道路使用之環路線圈車輛偵測器，具有技術成熟、偵測準確率高等之優點。然環路線圈於目前一般道路所採用之柔性鋪面，由於台灣氣候屬於亞熱帶溫暖多雨，加上道路使用量經常過載，因而使得柔性鋪面之使用年限，由一般的五到七年大幅縮短，進而也使得埋置於道路的環路線圈一向有妥善率偏低之情形。另環路線圈的施工切割成本，近年來也肇因於交通流量與安全維護要求，日益高漲，相對形成後續維護成本居高不下，因而便有尋求其他同樣保有高準確率之車流偵測，但沒有環路線圈須切割路面的替代方案技術需求。爰此，我們提出路側正向偵測的雷達微波車輛偵測器(Smartmicro)替代環路線圈的技術方案並進行實地測試，以實際量測的資料與交控中心提供現有環路線圈偵測資料進行準確性分析比對，以利提供 貴主管機關單位抉擇參考。

2. 測試標的位址

本次微波車輛偵測器替代環路線圈車輛偵測器測試位址，乃依本公司 1 月 20 日提呈並經核准之測試計劃，進行安裝所需相關零組件備料後，於 3 月 9 日上午 10 時由莊副主任召開測試前會報，並於會後隨即進行下列選定位址安裝；

2.1. 測試地點：國道#1 北上 364.5 公里 CMS 門架

2.2. 測試時間：2016-03-09 14:00 至 2016-03-28 11:00，共計 18 天 21 小時

2.3. 安裝座標：北緯 22°65'58.84" 東經 120°33'36.95"



2.4. 受測車輛偵測器：德國 Smartmicro 型號 Type 29(簡稱 T29)偵測雷達波涵蓋角度 36 度與型號 Type 42(簡稱 T42)偵測雷達波涵蓋角度 100 度之泛用中距交通雷達

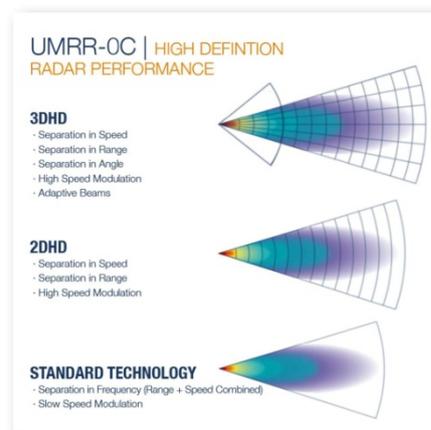
2.5. 偵測器安裝位置：偵測器安裝於與路肩距離 1.2 米位置，盡量趨近日後偵測器利用現有路側燈桿或自行建置立桿之實際安裝位置，另偵測器發射與車道方向依偵測器特性設定在 8 度夾角，中心傾斜角以水平視角與偵測道路平面設定為 5 度

2.6. 受測微波車輛偵測器特性功能及規格說明

本次受測之微波車輛偵測器；計有型號 T29 及 T42，兩者皆屬泛用中距交通雷達(Universal Medium Range Radar 簡稱 UMRR)它是一 24GHz 低消耗功率、寬幅雷達波、正向偵測雷達。它與目前出現於高速公路或一般道路之路側式以雷達波橫切車道、側向偵測雷達最大之區別，乃在於其可提供較寬幅之雷達波束，而寬幅雷達波最大之優點就是可提供車輛於檢測範圍內停留更長久之時間，也因此讓系統得以利用其追蹤演算法則，持續鎖定追蹤及修正，以讓其向量位元角度位置與速度向量皆可以被更準確的量取。

當然，所有正向偵測雷達都有其設計瓶頸，而其中最明顯的問題就是；距離區隔識別性不足，尤其在同一距離不同速度，與不同距離同一速度的兩輛車，通常都會被偵測辨識為一輛車，而德國 Smartmicro 以其全新設計系列目標追蹤雷達，其以突破性之 3DHD 三維、高解析度工作原理與演算法則，結合 LFM

線性調頻 Liner Frequency Modulated 與 FSK 波頻調變 Frequency Shift Keying 配合平面陣列天線，組成所謂 FMSK 雷達 Frequency Modulated Shift Keying Radar。其以於雷達波加上時間及向位標記、達成於極短時脈訊號量取時間完成多目標速度與距離同時解析目的，然後再以 3D 每秒 20 次以上的掃描偵測（T29 時脈訊號為 50 微秒，而 T42 則為 40 微秒）提供如右圖包含；距離、徑向角度及速度向量等準確偵測數據，同時也提供 UMRR 不同於其他微米波雷達，得以偵測行人、自行車或機車之特性功能。



此外UMRR泛用中距雷達；除其可提供每單一偵測車輛目標物件之車道位置(X,Y軸)座標、速度、車長與車種分類輸出清單，唯如是，無形中造成輸出給系統用戶的資料相當龐大，因此UMRR提供內建之統計分析模組選項，即是可同時輸出包含車流、車道佔用、平均速率、85分位速率、車身時距、車間時距、逆向行駛等，由使用者可直接利用的Excel試算表格式輸出，無須進一步解讀或轉換集結資料數據，因此可以大幅省略系統整合與實測數據分析時間成本。

另統計模組的監測輸出時間間隔可選擇0.5秒至3600秒之間，其中「車輛目標現點測定」及「逆向行駛」兩種功能，則可配合於每一偵測迴圈，以50到80毫秒的迴圈饋入持續傳送偵測資料。另偵測器具備可選用提供偵測資料記錄至FLASH記憶體，與儲存設定參數於停電記憶可恢復之可複寫唯讀記憶體。

在此提供 T29 及 T42 硬體特性以供應用參考：

1、具備不同通訊傳輸介面選擇

- (1) CAN (Controller Area Network)
- (2) RS485
- (3) Ethernet (PoE)
- (4) 繼電器乾接點輸出 (Relay Contacts)

2、T29 及 T42 各自具有不同涵蓋角度以因應不同偵測環境與應用需求

- (1) T29 型車輛偵測器－適用於車流密度較低之偵測應用
 - －最大車輛偵測距離：115m (依 NCC 標準 12.7dbm)
 - －最大行人偵測距離：40m
 - －最大水平視角範圍：±18 度
 - －最大垂直視角範圍：±6 度

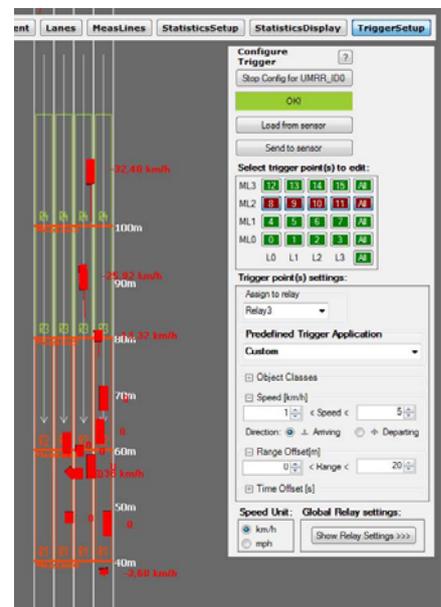
- 最小偵測範圍：1.5m
- 精準度範圍：+/- 0.25m
- 鎖定偵測物件：64 個
- 頻率：24.0 ~ 24.25 GHz
- 電源供應：7-32 V DC, 3.7 Watt
- 防水認證：IP 67
- 操作溫度：-40°C ~ 85°C

(2) 42 型車輛偵測器—適用於車流密度高之偵測應用

- 最大車輛偵測範圍：170m (NCC 標準 12.7dbm)
- 最大行人偵測範圍：75m
- 最大水平視角範圍：±50 度
- 最大垂直視角範圍：±8 度
- 最小偵測範圍：1.5m
- 精準度範圍：+/- 0.25m
- 鎖定偵測物件：256 個
- 頻率：24.0 ~ 24.25 GHz
- 電源供應：13-32 V DC, 12 Watt
- 防水認證：IP 67
- 操作溫度：-40°C ~ +74°C

UMRR 泛用交通雷達除在統計資料具備獨特的輸出功能外，偵測器尚能提供所謂智慧事件觸發功能；這是一能夠由使用者規劃最多8個車道、每車道自由規劃四個量測點，而這些量測點是以90度的角度，穿越併列車道的量測基準線之延伸應用於提供(虛擬或實體)繼電器之觸發輸出，諸如；車輛標的測定、預估到達時間、踰越速度觸發或其他客制等不同應用。使用者可以依應用需求選擇和改變參數設定，使用者可以依如右圖4車道停等應用選擇和改變如下參數：

- 最小/最大車道速度
- 最小/最大ETA時間
- 車流交通行進方向
- 最小/最大停等距離
- 使用車種類別與繼電器觸發時間、形式



UMRR 因具備單一車輛物件之車道識別、流量計數、車速（具如下圖-瑞士 METAS 認證）、車長與車種識別功能，與連續鎖定追蹤偵測，其他諸如上述多段可自由設定量取線再依速度、車種、方向等參數觸發之繼電器輸出，與其高解度可偵測行人及自行車/機車等等特性，加上雷達波不畏台灣多雨天候且沒有視頻影像偵測器之鏡頭擦拭等維護問題，因此其在交通管理可有如下列舉之多樣化應用，也因如是，而一向有泛用交通雷達之稱謂：

- 取代感應線圈(Loop Replacement) \
- 統計資料集結(Statistic Data Gathering) \
- 縱向移動偵測(Advance Detection) \
- 意外事件監控(Incidence Monitoring) \
- 停等長度量測(Queue Length measurement) \
- 逆向行駛警示(Wrong Way Warning Systems) \
- 車道擁塞監控(Congestion Monitoring) \
- 車道車種識別(Lane discrimination) \
- 車輛現點測定(Presence Detection) \
- 行人機車偵測(Pedestrian & Motorcycle Detection) \
- 匝道停止線偵測(Ramp and Stop Bar Metering) \
- 駕駛行為分析(Driving behavior Analysis) \
- 到達時間估算(Estimated Time of Arrival) \
- 智慧事件觸發模式(Intelligent Trigger Mode)等。

 Schweizerische Eidgenossenschaft Confederation suisse Confederazione Svizzera Confederaziun svizra	Swiss Federal Institute of Metrology METAS
Test report No. 258-19174	
<small>English translation</small>	
Subject	Radarsensor smartmicro UMRR-0A6903-1D0907-056002, Type 29
Order	Type testing (in accordance with OIML R91 and OIML D11)
Applicant	s.m.s smart microwave Sensors GmbH 38100 Braunschweig (D)
Application area	Official speed measurements by the police
Traceability	The reported measurement results are traceable to national standards and thus to internationally supported realizations of the SI units.
Test date	September und Oktober 2013
CH-3000 Bern-Wabern, 3. Oktober 2013	
For the Test	Sector Traffic, Acoustics and Vibration
	
Eric Chatagny	Walter Fasel, Head of sector

This document may only be passed on in its entirety.
 METAS
 Laboratory No. 3000 Bern-Wabern, Schweiz, Tel. +41 69 207 01 11, www.metas.ch

1/5

3. 安裝作業說明

首先於 CMS 門架前完成交通安全維護設置並開始進行國道#1 北上 364.5 公里處，該路段環路線圈車輛偵測器之環路線圈實際切割安裝位置確認，唯於確認時才發現現場之 TC 控制箱乃僅供 CMS 用途，並未有環路線圈偵測器之配置，實際埋設有環路線圈偵測器之位置乃 364.08 或 365.08 公里處。

肇因於環路線圈實際埋設位置，乃在距離已選定測試位址 500 公尺外，故須稍予修正原本擬以雷達偵測範圍內劃設之虛擬線圈，與道路實際感應線圈，以同步併行偵測車輛標的方式完成車流計數資料收集之測試計劃。隨即將之改變為；於偵測範圍內，以畫設跨車道之量取線，再以車輛現點觸發方式，進行相關交通流量計數資料收集。



同時決定於原計劃架設之 **0A** 系列雷達型號 **T 29** 外，並將原廠新近發佈之 **3DHD 0C** 系列 **T42** 其追蹤目標 4 倍高於 **T29** 之兩種不同系列雷達，併列架設並施以同步測試。主要想予以確認在此一交通量頻繁且常有車輛走走停停路段，兩個不同系列雷達之功能特性。因 **0A T29** 雷達雖然其鎖定追蹤處理車輛物件，已可達截至目前雷達業界最高之 **64** 只，然此新一代 **0C T42** 雷達處理容量則更高達 **4** 倍 **256** 只，因此擬藉此測試了解此一新一代雷達之需求性與必要性，暨於此一 **Stop & Go** 走走停停路段，其與環路線圈車輛偵測器於當車輛速度低於 **30** 公里就會流失其準確性之不同功能特性。



當然，也因為臨時起意額外架設 **0C T42** 雷達，因而原本預計一個小時即可完成之安裝設定工作，也因兩個雷達的重複設定而將原本預計之測試設備架設時間拉長為近接兩倍，到下午 **1:15** 方才完成測試系統架設，於此特予致歉。



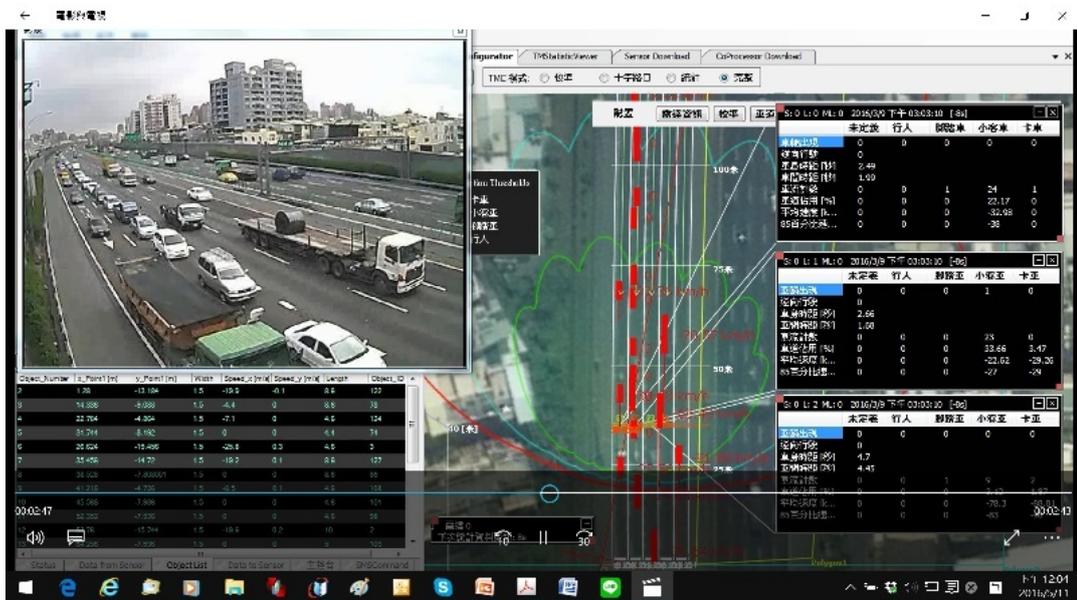
本次測試於 3 月 9 日裝機後，高雄地區雨天之天數於中央氣象台有雨量紀

錄的天數多達 10 天，台北更離譜多達 18 天。基於天雨戶外施工有安全顧慮，加上我們裝設之同步錄影 IP 攝影機，因同時須提供給 T29 及 T42 兩只雷達作為同步偵測錄影訊號，因而有實際車輛畫面與偵測車輛物件於原廠提供之 TMC 管理軟體畫面上所顯示紅色長方形物件，有因畫面數位壓縮造成延遲現象，同時也因須調校及選用較佳同步可方便檢視錄影畫面，因此原本計畫一個星期之測試計劃延長至 3 月 28 日方才施行拆機結束測試之行動。

4. 測試驗證方式

4.1 原計劃利用埋置於路面環路線圈車輛偵測器之 TC 控制箱及演算模組，再配合擴充之控制箱虛擬感應線圈輸入設置，以提供給雷達虛擬線圈之輸入，即是由雷達虛擬線圈所產生之偵測觸發信號，利用現有感應線圈演算邏輯，以重疊或併行設置方式進行測試，以方便本次虛擬感應線圈替代實體線圈之偵測結果與性能驗證，然此一原訂計劃因環路線圈位置過遠而取消。

4.2 驗證本次測試乃以德國 Smartmicro 原廠支援之如下圖，交通管理系統設置軟體 TMC；其軟體於執行偵測時，可在畫面右側顯示國道北上 364.5 公里處相關 Google 底圖及於對應車道所偵測之車輛標的，同時於車輛通過量取線將計數訊號輸出【詳 Google 底圖與對應車道上長方形紅色車輛標的】，及於現場同步錄影留存之車輛影像畫面，如畫面左側，以資提供偵測準確度驗證。



4.3 驗證由現有 365.08 環路線圈車輛偵測器所收集有關車種與車流量及車速報表資料，及由 T29 與 T42 微波偵測器通過量取線所輸出車種、車流計數及車速報表資料，再利用人工檢視與計數通過左側量取線位置車輛種類及數量。

4.4 因虛擬感應線圈偵測位置於 364.5 公里處，而環路線圈則位置於 365.08，故僅以封閉道路之各車道總流量作為車流量準確度比較依據。

註：有關車道編碼部份，因原廠支援之統計模組輸出 EXCEL 檔資料，乃以最靠近路肩之車道為 LANE#/車道#，這與國內以最靠近路中間分隔島為車道#1 之慣例不同，在此特予說明。

5. 測試驗證結果

名稱	廠牌	型號	廠牌國別
微波雷達車輛偵測器 暨統計輸出模組	Smartmicro	UMRR-0A Type29	德國
微波雷達車輛偵測器 暨統計輸出模組	Smartmicro	UMRR-0C Type42	德國

5.1 經由此一長達 18 天針對 T29 及 T42 於鼎金路段之實測與偵測錄影觀察驗證；幾乎已可確認 **0A T29** 於此一交通頻繁路段，當鎖定追蹤之車輛物件超過其處理容量極限時，難免有因偵測超載而出現偵測丟失 **drop detection** 之問題。反觀，追蹤處理 **object** 物件多達 **256** 只的 **0C T42** 雷達，於此一走走停停 **Stop & Go** 路段，除其準確率雖因第二車道貨櫃車及聯結車較多，形成雷達波於內側第一車道之偵測有遮蔽現象(但此一現象已向原廠求證，若將偵測器安裝位置往路中心挪移一個車道，則因角度改變，遮蔽現象應可免除)，唯其平均準確率仍可達 **95%** 以上，而其他車道則都有 **98%** 以上之準確率，請參考第 5.4 及第 5.5 章節偵測流量檢視統計分析報表。

5.2 本次 IP 攝影機之畫面，因同時提供 T29 及 T42 同步偵測錄影，是而於檢視錄影紀錄時有出現車輛錄影畫面因同步壓縮，產生遲滯不容易驗證比對問題，因而僅提呈較容易檢視驗證之兩個時段：3 月 11 日之 9:00 至 10:00 與 3 月 22 日 17:00 至 18:00 偵測統計結果，以供比對其與環路線圈偵測器之準確度驗證。

5.3 同時因 0A 雷達的偵測鎖定追蹤處理容量僅 64 只，雖然其演算法則有近距離車輛物件優先之處理功能，但在此一 5 個車道，同時靠路肩之兩個車道幾乎在以上兩個上下午時段都出現車輛排長龍，走走停停之現象，且車輛處理物件的鎖定 ID 代碼也都出現 3 位數、編碼超過 100 以上之情形，因此提呈統計分析將以高準確率之 T42 為主要參考資料。



5.4 第一時段測試驗證結果

經由人工檢視原廠提供之 TMC 管理軟體所產生同步錄影檔案之車輛計數，與由 T42 雷達偵測器以統計模組輸出之 Excel 檔案格式車輛計數得知；第一時

段:3月11日上午9:00至10:00之T42與365.08公里處車輛偵測器車流偵測統計資料為;T42總車流計數**7,007**輛次,而人工車流計數輛次為**7,306**,因此總流量準確率**95.9%**,而其各個獨立車道之計數,請詳第下頁之統計資料一覽表;計有第一車道之80.5%、第二車道之108.5%、第三車道之101.3%、第四車道之96.5%與及第五車道之97.7%,合計總平均值為95.9%。

而由控制中心取得365.08公里處環路線圈偵測器之車流計數為**6,231**輛次,雖其距離相差500公尺,然國道屬封閉道路故總車輛計數應同樣為**7,306**因此其準確度為**85.3%**,而其每各個獨立車道之統計資料則為;第一車道之94.5%、第二車道之87.2%、第三車道之97.3%、第四車道之77.1%與及第五車道之70.5%,合計總平均值為85.3%。

1) 有關車流量統計:請參考如下列統計圖表。

國道#1北上364.5公里SmartmicroT42微波型車輛偵測器 車流量+速度測試錄影檢視統計

2016/3/11 09:00-10:00	Lane #1/車道#1(最靠路肩)				Lane #2/車道#2				Lane #3/車道#3				Lane #4/車道#4				Lane #5/車道#5(最靠路中)			
UMRR-0C Type 42	SubT	小車	大車	其他	SubT	小車	大車	其他	SubT	小車	大車	其他	SubT	小車	大車	其他	SubT	小車	大車	其他
Vehicle count/車流計數	1,433	1242	159	32	1,398	1223	109	66	1,207	813	349	45	1,522	643	800	79	1,447	953	265	229
Average speed/平均速度		30.07	30.22	27.47		32.71	33.57	34.73		54.79	54.19	51.95		53.06	52.37	52.57		54.94	55.14	53.81
Manual count /人工計數	1,466	1190	276		1,448	1276	172		1,192	796	396		1,403	519	884		1,797	1667	130	
Per lane accuracy/車道準確	97.7%				96.5%				101.3%				108.5%				80.5%			
Sensor total count/T42總計	7,007																			
Manual count total/人工總計	7,306		95.91%																	

2016/3/11	UMRR-0C T42	Total count	準確率
Vehicle count	09:00-10:00	7,007	95.9%
Time period	10:00-11:00	6,774	
Average speed	0900-1000	46.07	
Time period	1000-1100	66.61	

2016/3/11	365.08車偵器	Total count	準確率
Vehicle count	09:00-10:00	6,231	85.3%
Time period	10:00-11:00	5,917	
Average speed	09:00-10:00	65.05	
Time period	10:00-11:00	85.66	

2016/3/11 09:00-10:00	Lane #5/車道#5(最靠路肩)				Lane #4/車道#4				Lane #3/車道#3				Lane #2/車道#2				Lane #1/車道#1(最靠路中)			
365.08 線圈車輛偵測器	SubT	小車	大車	連結	SubT	小車	大車	連結	SubT	小車	大車	連結	SubT	小車	大車	連結	SubT	小車	大車	連結
Vehicle count/車流計數	1,033	840	114	79	1,117	736	194	187	1,160	1044	88	28	1,223	346	365	512	1,698	1618	80	0
Average speed/平均速度	57	58	53	56	64	66	64	63	61	61	60	65	67	69	70	65	72	72	77	0
Manual count total/人工總計	1,466	1190	276		1,448	1276	172		1,192	796	396		1,403	519	884		1,797	1667	130	
Per lane accuracy/車道準確	70.5%				77.1%				97.3%				87.2%				94.5%			
VD total count/線圈VD總計	6,231																			

2) 有關5分鐘平均速度統計

由檢視同步偵測錄影存檔資料明顯得知,靠路肩之兩個車道的確有走走停停現象,因此由微米波車輛偵測器T42之內建統計模組,輸出之Excel平均速度統計分析一覽表,以檢視其每個5分鐘時段之車速,請參考下表,另當平均車輛速度小於30公里部份,則以紅色數字予以區別。

國道#1北上364.5公里-五分鐘平均速度統計分析一覽表 (單位:Km/Hr)

2016/3/11 時間	車道#1 (最靠路肩)			車道#2			車道#3			車道#4			車道#5 (最靠路中)		
	小車	大車	其他	小車	大車	其他	小車	大車	其他	小車	大車	其他	小車	大車	其他
09:00-09:05	25.95	25.83	24.48	23.95	28.76	N/A	53.24	52.01	53.27	52.56	51.19	49.15	54.17	53.27	55.77
09:05-09:10	28.68	24.23	N/A	25.93	29.69	N/A	52.09	52.36	46.51	51.41	50.34	52.02	54.49	53.27	55.48
09:10-09:15	36.62	37.04	35.22	35.34	29.39	37.06	58.60	57.84	55.33	54.92	54.80	53.50	56.59	57.78	59.17
09:15-09:20	34.77	33.02	N/A	25.92	28.06	N/A	54.44	53.70	48.21	56.82	55.36	61.63	58.77	60.80	58.45
09:20-09:25	34.45	34.57	22.51	34.12	34.11	8.06	57.96	56.36	N/A	54.78	53.66	53.76	56.71	55.65	54.81
09:25-09:30	24.85	23.74	N/A	31.43	32.37	34.16	54.33	52.94	N/A	51.91	51.50	52.59	53.92	55.69	49.90
09:30-09:35	29.18	31.44	N/A	44.52	46.57	N/A	55.33	55.58	57.67	53.13	53.12	55.13	52.88	52.43	50.78
09:35-09:40	21.92	20.47	15.59	32.01	36.87	42.01	54.73	53.11	N/A	54.47	53.31	48.37	55.79	56.42	57.06
09:40-09:45	28.82	30.06	18.83	43.25	43.11	48.29	55.32	53.40	N/A	52.58	51.88	53.43	54.27	54.27	52.07
09:45-09:50	35.41	32.96	49.25	43.23	41.98	54.35	56.51	56.48	N/A	53.38	52.31	55.92	55.77	56.14	56.29
09:50-09:55	33.89	33.85	39.16	28.99	25.70	31.71	53.44	54.08	N/A	52.12	51.98	54.20	54.04	54.27	47.46
09:55-10:00	26.26	28.24	N/A	23.92	23.48	19.90	51.48	52.44	59.61	48.68	49.02	45.32	51.83	50.98	52.05

3) 有關 1 分鐘平均速度統計

因由檢視同步偵測錄影存檔資料時，發現靠路肩之兩個車道明顯有短暫定點不動之情形，因此再由微米波車輛偵測器 T42 之內建統計模組，輸出之 Excel 平均速度統計分析一覽表，以檢視其每間隔 1 分鐘時段之車速，請參考下表，另平均車輛速度小於 30 公里部份以紅色數字表示，而小於 20 公里則再予以加粗以資識別。

國道#1北上364.5公里-一分鐘平均速度統計分析一覽表 (單位:Km/Hr)

2016/3/11	車道#1(最靠路肩)			車道#2			車道#3			車道#4			車道#5(最靠路中心)		
	時間	小車	大車	其他	小車	大車									
09:00-09:01	18.86	N/A	N/A	20.52	26.17	N/A	51.44	49.27	N/A	49.41	50.02	49.15	51.89	53.03	52.80
09:01-09:02	24.97	23.19	N/A	21.73	17.62	N/A	47.93	45.42	N/A	45.92	47.10	N/A	52.70	48.66	55.38
09:02-09:03	32.33	N/A	N/A	25.45	N/A	N/A	57.07	52.29	53.27	53.56	49.22	N/A	50.68	49.28	N/A
09:03-09:04	29.58	29.81	24.48	27.40	N/A	N/A	58.05	57.75	N/A	55.47	52.85	N/A	54.83	54.83	55.35
09:04-09:05	24.02	24.48	N/A	24.66	42.49	N/A	51.70	55.33	N/A	58.42	56.76	N/A	60.75	60.56	59.56
09:05-09:06	24.12	20.37	N/A	22.89	N/A	N/A	56.22	57.32	N/A	54.64	56.77	N/A	54.34	55.58	53.93
09:06-09:07	26.90	23.17	N/A	19.54	N/A	N/A	49.65	46.39	45.72	51.44	49.80	N/A	56.14	55.61	50.08
09:07-09:08	36.54	N/A	N/A	31.48	29.56	N/A	48.82	48.65	49.21	50.18	48.54	51.97	52.79	54.35	N/A
09:08-09:09	25.37	24.28	N/A	25.48	N/A	N/A	49.28	49.25	44.61	50.99	47.68	N/A	53.37	50.43	55.35
09:09-09:10	30.45	29.09	N/A	30.25	29.82	N/A	56.49	60.17	N/A	49.80	48.93	52.08	55.83	50.36	62.67
09:10-09:11	31.88	32.10	N/A	35.67	30.90	28.97	54.40	56.27	N/A	50.91	48.64	N/A	54.47	54.24	55.64
09:11-09:12	37.27	38.32	N/A	44.66	39.77	N/A	63.05	57.79	N/A	51.99	54.05	N/A	50.56	52.85	N/A
09:12-09:13	41.07	43.23	50.26	46.89	42.49	45.15	59.90	54.28	N/A	57.47	55.33	N/A	60.06	63.19	58.15
09:13-09:14	30.19	29.33	20.17	26.37	8.90	N/A	58.47	59.26	55.33	55.25	56.99	53.50	57.13	58.27	64.27
09:14-09:15	42.67	42.22	N/A	23.12	24.90	N/A	57.18	61.38	N/A	59.00	58.99	N/A	60.71	60.33	59.41
09:15-09:16	36.69	34.20	N/A	23.21	25.37	N/A	56.24	50.07	N/A	58.27	57.51	N/A	63.19	63.46	68.41
09:16-09:17	35.36	39.23	N/A	23.99	30.60	N/A	55.41	49.84	N/A	57.73	53.49	61.33	61.88	62.08	45.53
09:17-09:18	33.22	30.36	N/A	31.03	30.93	N/A	59.10	59.96	55.42	55.74	53.22	N/A	55.16	N/A	55.16
09:18-09:19	37.76	39.47	N/A	31.50	N/A	N/A	54.22	57.37	N/A	56.21	58.48	61.92	55.98	62.22	N/A
09:19-09:20	30.83	21.85	N/A	19.85	25.32	N/A	47.21	51.24	40.99	56.16	54.11	N/A	57.62	55.42	64.68
09:20-09:21	21.88	22.74	N/A	26.16	N/A	N/A	59.43	55.23	N/A	55.67	53.16	N/A	52.23	50.04	50.28
09:21-09:22	28.71	28.20	22.51	24.10	N/A	8.06	56.08	52.79	N/A	52.29	50.68	N/A	52.78	54.31	55.39
09:22-09:23	39.91	40.84	N/A	40.99	38.57	N/A	60.86	58.75	N/A	54.22	54.83	53.76	58.96	57.43	57.05
09:23-09:24	44.37	45.21	N/A	47.34	44.13	N/A	60.65	60.99	N/A	57.76	56.71	N/A	64.34	61.38	N/A
09:24-09:25	37.37	35.86	N/A	32.00	19.62	N/A	52.80	54.03	N/A	53.96	52.90	N/A	55.22	55.08	61.06
09:25-09:26	32.27	25.79	N/A	33.87	35.90	N/A	53.93	52.28	N/A	51.66	51.17	N/A	51.73	50.32	45.93
09:26-09:27	23.75	25.92	N/A	29.62	35.77	N/A	54.77	53.47	N/A	48.54	50.20	N/A	54.22	59.81	53.84
09:27-09:28	29.34	N/A	N/A	34.76	33.47	N/A	52.39	50.85	N/A	51.92	50.74	N/A	55.90	53.11	44.38
09:28-09:29	16.80	19.51	N/A	29.12	24.63	34.16	56.61	55.93	N/A	54.21	52.33	N/A	53.94	58.23	55.45
09:29-09:30	22.07	N/A	N/A	29.77	32.09	N/A	53.96	52.17	N/A	53.22	53.07	52.59	53.82	56.98	N/A
09:30-09:31	23.57	31.41	N/A	44.81	52.91	N/A	54.67	53.65	56.41	56.93	55.82	N/A	56.94	55.34	59.18
09:31-09:32	37.01	39.90	N/A	48.90	49.48	N/A	52.30	54.64	N/A	51.84	51.44	55.13	54.37	51.38	45.20
09:32-09:33	28.43	25.24	N/A	47.67	46.76	N/A	56.92	54.61	N/A	50.14	49.99	N/A	49.19	50.81	50.93
09:33-09:34	24.37	27.32	N/A	38.35	39.11	N/A	53.21	52.80	58.93	50.13	52.24	N/A	50.58	50.08	42.00
09:34-09:35	32.51	33.35	N/A	42.88	44.57	N/A	59.57	62.19	N/A	56.59	56.12	N/A	53.34	54.54	56.58
09:35-09:36	24.67	N/A	N/A	26.52	29.73	N/A	53.21	51.37	N/A	52.71	52.91	N/A	57.59	55.82	N/A
09:36-09:37	17.18	21.67	N/A	26.39	N/A	N/A	52.67	52.22	N/A	54.70	52.66	N/A	57.27	58.04	54.20
09:37-09:38	18.69	13.83	12.15	32.25	32.72	N/A	52.63	52.03	N/A	51.34	51.15	48.37	55.61	54.66	N/A
09:38-09:39	22.13	19.74	19.02	32.39	33.29	N/A	53.92	51.13	N/A	52.95	52.33	N/A	53.15	55.37	N/A
09:39-09:40	26.92	26.64	N/A	42.49	51.74	42.01	61.23	58.82	N/A	60.66	57.48	N/A	55.35	58.19	59.91
09:40-09:41	21.65	27.50	16.85	43.67	36.56	48.29	58.46	56.30	N/A	57.11	58.72	N/A	59.89	59.38	60.34
09:41-09:42	31.48	32.13	N/A	41.46	39.58	N/A	56.02	52.93	N/A	59.32	54.84	N/A	57.14	58.67	N/A
09:42-09:43	29.39	29.90	N/A	40.76	40.47	N/A	55.93	55.91	N/A	50.41	51.90	53.61	56.95	N/A	55.08
09:43-09:44	34.47	35.32	N/A	48.46	49.78	N/A	53.95	50.45	N/A	46.15	45.75	N/A	49.08	44.84	43.42
09:44-09:45	27.12	25.46	20.80	41.90	49.14	N/A	52.26	51.42	N/A	49.90	48.20	53.24	48.29	54.18	46.42
09:45-09:46	43.50	41.93	N/A	47.53	44.70	54.35	59.62	58.79	N/A	51.98	49.41	N/A	55.08	56.22	55.05
09:46-09:47	37.56	37.44	49.25	49.65	51.61	N/A	52.45	52.31	N/A	51.33	51.82	52.50	53.64	53.20	57.21
09:47-09:48	34.99	40.04	N/A	41.61	48.26	N/A	59.59	58.18	N/A	53.00	49.87	N/A	53.83	55.36	54.44
09:48-09:49	39.51	34.29	N/A	53.18	N/A	N/A	57.87	58.33	N/A	57.59	56.97	64.58	58.94	61.68	61.50
09:49-09:50	21.51	11.10	N/A	24.61	23.36	N/A	53.03	54.80	N/A	53.00	53.49	50.68	57.35	54.23	53.24
09:50-09:51	29.63	26.52	N/A	31.42	27.60	N/A	50.10	53.19	N/A	53.78	54.09	60.09	53.80	52.90	51.11
09:51-09:52	27.24	N/A	N/A	25.10	23.17	N/A	57.31	63.49	N/A	48.99	47.56	49.09	47.11	48.53	44.99
09:52-09:53	40.27	39.56	39.16	36.42	28.68	N/A	54.32	49.75	N/A	54.62	54.00	53.32	58.22	54.31	57.91
09:53-09:54	37.84	36.11	N/A	26.68	23.97	N/A	51.22	49.77	N/A	50.99	50.76	N/A	57.91	57.15	53.04
09:54-09:55	34.45	33.22	N/A	25.34	25.08	31.71	54.25	54.20	N/A	52.22	53.50	54.30	53.16	58.46	58.90
09:55-09:56	25.22	28.27	N/A	22.03	14.00	N/A	48.03	53.51	N/A	51.35	51.35	N/A	53.37	N/A	N/A
09:56-09:57	27.89	27.93	N/A	27.88	31.01	N/A	52.52	53.93	N/A	48.13	48.06	48.71	52.20	51.50	50.64
09:57-09:58	27.01	32.16	N/A	21.76	19.01	N/A	50.23	52.58	N/A	45.84	48.32	39.15	49.49	N/A	53.03
09:58-09:59	25.77	24.61	N/A	19.90	20.32	19.90	55.25	51.93	59.61	48.13	47.36	49.51	50.66	48.54	49.64
09:59-10:00	25.42	N/A	N/A	27.55	33.05	N/A	51.36	50.23	N/A	49.96	50.01	43.92	53.44	52.91	54.90

5.5 第二時段測試驗證結果

依上述同一驗證方法取得第二時段：3月22日下午17:00至18:00由T42雷達偵測器以統計模組輸出之Excel檔案格式車輛計數與控制中心提供365.08公里處車輛偵測器車流偵測統計資料比對則；T42總車流計數**6605**輛次，而人工車流計數輛次為**6892**，因此總流量準確率**95.8%**，而其每一獨立車道之計數請詳如下之統計資料一覽表。而365.08公里處環路線圈偵測器之車流計數為**5444**輛次，因此其準確度為**79.0%**。

1) 有關車流量統計：請參考如下列統計圖表。

國道#1北上364.5公里SmartmicroT42微波型車輛偵測器 車流量+速度測試錄影檢視統計

2016/3/22 17:00-18:00	Lane #1/車道#1(最靠路肩)				Lane #2/車道#2				Lane #3/車道#3				Lane #4/車道#4				Lane #5/車道#5(最靠路中)			
UMRR-0C Type 42	SubT	小車	大車	其他	SubT	小車	大車	其他	SubT	小車	大車	其他	SubT	小車	大車	其他	SubT	小車	大車	其他
Vehicle count/車流計數	1,466	1283	179	4	1,198	1110	88	0	733	555	174	4	1,456	847	606	3	1,752	1502	186	64
Average speed/平均速度		54.72	54.71	17.02		53.13	55.52	0		82.48	77.27	88.32			84.03	79.02	76.69	89.34	85.54	88.22
Manual count/人工計數	1,493	1,256	237		1,212	1,137	75		732	577	155		1,465	874	591		1,990	1,910	80	
Per lane accuracy/車道準確	98%				98.8%				100.1%				99.4%				88.0%			
Sensor total count/T42總計	6,605																			
Manual count total/人工總計	6,892																			
	95.84%																			

2016/3/22	UMRR-0C T42	Total count	準確率
Vehicle count	17:00-18:00	6,605	95.84%
Time period		6,892	
Average speed	17:00-18:00	72.45	
Time period			

2016/3/22	365.08 Loop VD	Toatal count	準確率
Vehicle count	17:00-18:00	5,444	79.0%
Time period		6,892	
Average speed	17:00-18:00	87.09	
Time period			

2016/3/22 17:00-18:00	Lane #5/車道#5(最靠路肩)				Lane #4/車道#4				Lane #3/車道#3				Lane #2/車道#2				Lane #1/車道#1(最靠路中)			
365.08 Loop detector 線圈VD	SubT	小車	大車	連結	SubT	小車	大車	連結	SubT	小車	大車	連結	SubT	小車	大車	連結	SubT	小車	大車	連結
Vehicle count/車流計數	1,073	948	70	55	754	639	52	63	1,014	958	37	19	1,085	516	358	211	1,518	1478	40	0
Average speed/平均速度	79	80	76	75	89	91	85	91	81	82	76	80	87	87	91	80	96	96	99	0
Manual count/人工計數	1,493	1,256	237		1,212	1,137	75		732	577	155		1,465	874	591		1,990	1,910	80	
Per lane accuracy/車道準確	71.9%				62.2%				138.5%				74.1%				76.3%			
VD total count/線圈VD總計	5,444																			

2) 有關5分鐘平均速度統計

肇因於由同步偵測錄影存檔資料得知，靠路肩之兩個車道有明顯之走走停停現象，因此由微波車輛偵測器T42之內建統計模組，輸出之Excel平均速度統計分析一覽表，以檢視其每一5分鐘時段之車速，請參考下表，另平均車輛速度小於30公里部份則以紅色數字區別之。

國道#1北上364.5公里-五分鐘平均速度統計分析一覽表(單位:Km/Hr)

2016/3/22	車道#1(最靠路肩)			車道#2			車道#3			車道#4			車道#5(最靠路中)		
時間區間	小車	大車	其他	小車	大車	其他	小車	大車	其他	小車	大車	其他	小車	大車	其他
17:00-17:05	33.56	31.59	20.95	25.64	23.14	N/A	76.34	75.27	N/A	79.90	78.21	N/A	87.68	82.91	80.50
17:05-17:10	37.39	42.19	N/A	30.72	27.75	N/A	76.39	56.82	N/A	85.53	80.68	N/A	92.98	90.12	93.15
17:10-17:15	34.30	32.07	13.09	28.05	34.35	N/A	73.75	75.11	N/A	77.81	75.11	N/A	83.70	83.11	83.68
17:15-17:20	34.26	35.79	N/A	27.07	37.70	N/A	79.25	72.85	N/A	79.65	76.28	N/A	87.48	83.42	89.10
17:20-17:25	40.08	42.22	N/A	35.59	20.59	N/A	79.71	78.78	N/A	83.70	78.23	63.50	88.69	86.75	89.49
17:25-17:30	52.40	56.34	N/A	41.62	40.69	N/A	72.54	69.56	89.43	79.35	74.32	72.14	82.61	77.66	80.93
17:30-17:35	59.14	59.13	N/A	65.65	67.84	N/A	88.84	83.33	64.91	87.62	83.56	94.43	93.40	89.51	N/A
17:35-17:40	74.61	71.78	N/A	78.56	75.58	N/A	87.38	84.42	N/A	85.72	83.06	N/A	94.08	91.23	99.16
17:40-17:45	80.04	82.29	N/A	81.40	81.89	N/A	88.65	78.24	N/A	88.02	79.27	N/A	90.18	91.14	90.13
17:45-17:50	83.08	78.58	N/A	83.54	49.30	N/A	87.91	81.62	N/A	85.62	81.97	N/A	87.83	85.65	93.89
17:50-17:55	46.81	44.81	N/A	55.67	31.40	N/A	85.97	81.04	N/A	87.41	81.21	N/A	92.12	88.39	93.76
17:55-18:00	81.05	76.91	N/A	83.70	76.19	N/A	93.01	65.37	110.62	87.99	79.36	N/A	91.29	92.08	80.64

3) 有關 1 分鐘平均速度統計

為觀察靠路肩兩個車道短暫定點不動，由 T42 輸出 1 分鐘平均速度統計分析一覽表，如下表，另車速小於 30 公里以紅色數字，小於 20 公里則加粗予以區別。

國道#1北上364.5公里-一分鐘平均速度統計分析一覽表(單位:Km/Hr)

2016/3/22 時間區間	車道#1(最靠路肩)			車道#2			車道#3			車道#4			車道#5(最靠路中)		
	小車	大車	其他	小車	大車	其他	小車	大車	其他	小車	大車	其他	小車	大車	其他
17:00-17:01	28.18	20.69	20.95	21.87	23.51	N/A	73.52	72.53	N/A	73.10	70.93	N/A	82.84	67.49	N/A
17:01-17:02	35.54	38.15	N/A	26.04	28.08	N/A	77.89	77.52	N/A	81.64	79.96	N/A	88.75	88.90	N/A
17:02-17:03	35.49	36.66	N/A	24.50	21.79	N/A	76.65	78.35	N/A	87.00	82.77	N/A	95.30	94.88	N/A
17:03-17:04	31.30	26.10	N/A	29.16	N/A	N/A	80.55	74.29	N/A	81.72	82.75	N/A	93.12	82.80	88.81
17:04-17:05	37.31	36.33	N/A	26.64	19.16	N/A	73.10	73.68	N/A	76.02	74.62	N/A	78.41	80.50	72.19
17:05-17:06	45.22	42.68	N/A	28.97	35.02	N/A	74.23	63.46	N/A	88.70	80.41	N/A	93.48	93.87	N/A
17:06-17:07	43.35	43.51	N/A	47.99	37.65	N/A	80.42	74.51	N/A	84.66	77.53	N/A	83.91	86.46	88.67
17:07-17:08	38.67	40.38	N/A	35.56	18.16	N/A	80.21	65.61	N/A	82.99	84.14	N/A	91.49	80.46	95.96
17:08-17:09	25.53	N/A	N/A	19.61	17.66	N/A	79.85	80.52	N/A	90.74	81.81	N/A	100.21	95.92	N/A
17:09-17:10	34.19	N/A	N/A	21.45	30.25	N/A	67.23	N/A	N/A	80.57	79.51	N/A	95.83	93.90	94.83
17:10-17:11	40.88	39.39	N/A	26.89	N/A	N/A	72.68	70.49	N/A	79.70	79.11	N/A	89.72	82.96	93.02
17:11-17:12	42.96	42.15	N/A	37.15	59.38	N/A	83.18	81.70	N/A	79.61	77.10	N/A	81.84	80.03	83.77
17:12-17:13	33.28	33.68	N/A	24.11	N/A	N/A	73.62	79.27	N/A	75.16	73.04	N/A	84.35	89.10	77.06
17:13-17:14	21.39	15.20	13.09	24.89	9.19	N/A	74.31	73.60	N/A	75.91	73.76	N/A	81.39	82.71	N/A
17:14-17:15	32.98	29.93	N/A	27.21	34.48	N/A	64.94	70.48	N/A	78.66	72.55	N/A	81.19	80.73	80.85
17:15-17:16	31.21	28.22	N/A	23.67	33.15	N/A	75.17	86.12	N/A	76.81	72.46	N/A	96.19	84.72	N/A
17:16-17:17	27.96	28.87	N/A	19.08	N/A	N/A	73.71	65.07	N/A	74.79	72.33	N/A	81.49	80.07	N/A
17:17-17:18	32.87	32.05	N/A	38.99	40.25	N/A	83.14	70.17	N/A	83.05	76.52	N/A	86.23	81.82	89.10
17:18-17:19	36.69	38.94	N/A	36.95	39.71	N/A	78.27	73.83	N/A	83.63	79.80	N/A	90.15	82.23	N/A
17:19-17:20	42.57	50.85	N/A	16.68	N/A	N/A	85.95	69.06	N/A	79.96	80.27	N/A	83.32	88.28	N/A
17:20-17:21	36.62	45.17	N/A	29.16	N/A	N/A	80.29	72.99	N/A	78.75	76.61	N/A	81.09	79.41	N/A
17:21-17:22	41.16	42.30	N/A	36.51	40.73	N/A	79.03	76.86	N/A	83.30	76.57	N/A	90.57	84.40	N/A
17:22-17:23	47.05	50.19	N/A	54.03	62.23	N/A	77.78	85.35	N/A	88.81	82.58	63.50	90.93	90.59	89.49
17:23-17:24	27.38	26.35	N/A	36.68	N/A	N/A	74.49	74.94	N/A	88.63	83.72	N/A	92.36	91.98	N/A
17:24-17:25	48.20	47.08	N/A	21.58	N/A	N/A	86.96	83.77	N/A	79.03	71.66	N/A	88.51	87.36	N/A
17:25-17:26	44.48	N/A	N/A	26.82	17.37	N/A	71.39	71.94	N/A	74.59	71.98	N/A	86.66	85.70	N/A
17:26-17:27	54.07	52.23	N/A	39.74	39.47	N/A	64.37	64.67	N/A	69.57	65.80	72.14	63.91	63.54	69.12
17:27-17:28	57.14	57.27	N/A	52.09	55.08	N/A	67.39	67.81	N/A	83.15	76.74	N/A	85.75	79.06	N/A
17:28-17:29	52.20	54.41	N/A	38.69	46.03	N/A	74.13	76.92	N/A	87.33	77.66	N/A	90.78	N/A	80.90
17:29-17:30	54.11	61.43	N/A	50.74	45.50	N/A	85.44	66.44	89.43	82.11	79.43	N/A	85.95	82.33	92.77
17:30-17:31	44.46	47.72	N/A	54.85	56.56	N/A	85.32	55.21	N/A	86.07	81.94	N/A	90.68	85.66	N/A
17:31-17:32	65.82	66.92	N/A	64.13	68.10	N/A	85.50	96.68	N/A	91.81	87.00	94.43	95.10	90.29	N/A
17:32-17:33	60.27	60.89	N/A	67.27	63.32	N/A	92.33	87.16	N/A	89.78	86.13	N/A	96.01	90.90	N/A
17:33-17:34	60.53	60.79	N/A	68.73	74.20	N/A	91.51	90.73	N/A	89.68	83.18	N/A	97.91	96.64	N/A
17:34-17:35	64.64	59.34	N/A	73.27	77.01	N/A	89.56	86.86	N/A	80.76	79.56	N/A	87.29	84.08	N/A
17:35-17:36	60.39	52.79	N/A	67.56	69.33	N/A	80.91	76.34	N/A	82.58	79.72	N/A	86.86	86.64	N/A
17:36-17:37	72.01	65.05	N/A	75.91	69.78	N/A	66.78	83.03	64.91	78.05	81.00	N/A	98.57	99.66	104.21
17:37-17:38	86.64	86.78	N/A	86.47	80.94	N/A	100.52	86.97	N/A	94.63	86.58	N/A	96.12	93.37	N/A
17:38-17:39	77.35	75.72	N/A	81.07	85.32	N/A	90.52	92.31	N/A	89.63	84.56	N/A	92.32	86.14	N/A
17:39-17:40	76.68	78.56	N/A	81.77	72.53	N/A	98.16	83.44	N/A	83.72	83.43	N/A	96.55	90.35	94.10
17:40-17:41	85.48	107.11	N/A	79.80	84.05	N/A	92.40	78.73	N/A	89.59	82.14	N/A	89.42	89.14	N/A
17:41-17:42	77.99	71.01	N/A	77.75	74.51	N/A	88.86	76.21	N/A	87.81	79.93	N/A	89.95	89.62	93.68
17:42-17:43	76.89	78.77	N/A	80.79	94.18	N/A	89.19	83.01	N/A	84.24	77.46	N/A	90.64	89.69	86.57
17:43-17:44	80.39	81.44	N/A	85.29	79.66	N/A	89.44	76.46	N/A	88.21	77.98	N/A	88.44	96.63	N/A
17:44-17:45	79.45	73.10	N/A	83.38	77.07	N/A	83.38	76.80	N/A	90.24	78.85	N/A	92.45	90.61	N/A
17:45-17:46	75.51	73.78	N/A	76.09	74.24	N/A	78.67	77.63	N/A	74.15	71.27	N/A	76.73	75.72	N/A
17:46-17:47	79.28	82.47	N/A	82.91	N/A	N/A	86.52	83.36	N/A	82.68	76.45	N/A	79.08	83.33	87.96
17:47-17:48	79.96	74.49	N/A	79.76	86.04	N/A	92.44	83.13	N/A	87.61	90.03	N/A	85.69	77.22	98.21
17:48-17:49	82.06	74.17	N/A	86.24	86.24	N/A	97.72	93.35	N/A	90.24	88.09	N/A	99.21	98.84	95.49
17:49-17:50	98.57	88.00	N/A	92.72	N/A	N/A	84.21	70.61	N/A	93.43	83.99	N/A	98.46	93.12	N/A
17:50-17:51	68.40	69.84	N/A	68.95	71.83	N/A	84.19	82.19	N/A	88.29	80.68	N/A	87.93	85.78	N/A
17:51-17:52	49.09	45.85	N/A	57.33	N/A	N/A	85.42	73.35	N/A	87.02	87.55	N/A	92.74	94.36	83.79
17:52-17:53	31.66	32.47	N/A	37.80	27.87	N/A	92.53	82.08	N/A	91.88	85.25	N/A	94.68	90.97	N/A
17:53-17:54	40.06	41.51	N/A	57.72	N/A	N/A	80.81	84.28	N/A	86.80	75.31	N/A	94.13	86.87	N/A
17:54-17:55	44.84	34.40	N/A	56.54	57.30	N/A	86.89	83.31	N/A	83.05	77.24	N/A	91.11	83.95	103.73
17:55-17:56	78.04	78.88	N/A	84.03	77.87	N/A	102.02	78.12	N/A	92.71	83.51	N/A	96.63	99.01	N/A
17:56-17:57	87.45	72.69	N/A	88.03	75.96	N/A	89.27	74.85	N/A	91.88	73.38	N/A	93.23	104.03	85.54
17:57-17:58	73.53	77.46	N/A	78.17	78.41	N/A	89.20	N/A	N/A	83.30	76.93	N/A	87.10	88.00	N/A
17:58-17:59	81.34	80.01	N/A	87.49	75.41	N/A	93.88	85.03	110.62	87.97	80.89	N/A	90.74	86.87	75.74
17:59-18:00	84.91	75.51	N/A	80.77	73.30	N/A	90.67	88.87	N/A	84.08	82.11	N/A	88.77	82.51	N/A

5.6 第一及第二測試時段影像記錄檔下載位址

檔案大小計各為 1.94 與 1.76 GB，放置於 Google 雲端硬碟

20160311_UMRROC_Test_0900_1000: <https://goo.gl/OqBkoU>

20160322_UMRROC_Test_1700_1800: <https://goo.gl/27dCjo>

6. 替代環路線圈偵測器可行性分析

6.1 有關偵測準確率之分析

依本次兩個不同時段之測試結果，應該可以確認最新之 3DHD T42 目標追蹤陣列交通雷達技術，已足以取代現有需切割路面的環路線圈偵測器功能，且其技術已突破現有環路線圈車輛偵測器，於車輛走走停停路段之偵測失準技術罩門，即是於交通壅塞時，仍可維持其車流與車速偵測之高準確率。

雖然此次之環路線圈所在位置與微波雷達偵測器測試位置距離相差 500 公尺，然因國道屬封閉性道路，故其總流量數據絕對具有參考性與可靠性。

依目前兩個時段微波雷達與環路線圈車輛偵測器車流偵測準確率大致如下：

3 月 11 日 09:00~10:00	第 5 車道 (靠路肩)	第 4 車道	第 3 車道	第 2 車道	第 1 車道 (靠路中心)	偵測車流 總數	人工計數 總數	準確率
環路線圈 車輛偵測器	70.5%	77.1%	97.3%	87.2%	94.5%	6,231	7,306	85.3%
微波雷達 車輛偵測器	97.7%	96.5%	101.3%	108.5%	80.5%	7,007	7,306	95.9%

3 月 22 日 17:00~18:00	第 5 車道 (靠路肩)	第 4 車道	第 3 車道	第 2 車道	第 1 車道 (靠路中心)	偵測車流 總數	人工計數 總數	準確率
環路線圈 車輛偵測器	71.9%	62.2%	138.5%	74.1%	76.3%	5,444	6,892	79.0%
微波雷達 車輛偵測器	98%	98.8%	100.1%	99.4%	88%	6,605	6,892	95.8%

經由以上兩個時段之比較證實；微波雷達偵測器，其準確率絲毫不受車輛速度小於 30 公里之一般環路線圈車輛偵測器之偵測失準困擾，且其準確率以平均 95.9%與 95.8%分別優於環路線圈偵測器之 85.3%及 79.0%。

6.2 有關建置成本之分析

6.2.1 依據目前環路線圈車輛偵測器與其終端控制器之設計配置，其系統設備標準組成須包含；環路線圈安裝及測試 x3 車道、車輛偵測器偵測卡 x3 片與交通維護費 x1 處。而此一基本 3 車道環路線圈車輛偵測器設備建置費用於南區工程處之工程執行費用大致約為每車道 NT\$53,000 元，另有關交通維護費則以每處為單位計 NT\$36,000 元，因此每一處 3 車道之環路線圈車輛偵測器之建置成本等於；

$$\text{NT\$ } 53,000 * 3 + 36,000 = \text{NT\$ } 195,000$$

6.2.2 雖然每一 T42 微波車輛偵測器其雷達波涵蓋角度可廣達 100 度，且其偵測涵蓋範圍至少可達雙向 8 車道，唯因國道目前普遍環路線圈車輛偵測器之

配置多數以 3 車道為主要配置方式，因此有關環路線圈車輛偵測器的替代建置成本分析，擬先以標準 3 車道與其建置費用 NT\$195,000 為分析依據。環路線圈的建置成本於建置時雖比微波雷達偵測器低，唯環路線圈須將台灣因夏季高溫多雨氣候、日夜溫差熱脹冷縮與大型車輛載重輾壓等因素，造成每年約有 6-10%埋置線圈之自然損壞比率納入考量，加上目前道路銑刨頻率，因用路品質要求日高，幾乎每 3 至 5 年就會有因路面重新銑刨，而產生須重新招標切割埋置環路線圈之額外維護成本。

6.2.3 依目前每一 T42 微波雷達車輛偵測器，其建議零售牌價為硬體之建置成本 NT\$298,000 元，與上述目前環路線圈車輛偵測器的硬體建置成本每 3 車道 NT\$195,000，則 T42 的建置成本分析大致如下：

$$298,000 + (0\% * 5) = \text{NT\$298,000.-} \quad \text{T42 微波 VD 硬體建置+5 年虛擬線圈維護成本}$$

$$195,000 + 195,000 * 1 + (6\% * 5) = \text{NT\$448,500.-} \quad \text{(1.51 倍) 環路線圈 VD 硬體建置+5 年線圈維護成本}$$

$$195,000 + 195,000 * 1 + (10\% * 5) = \text{NT\$487,500.-} \quad \text{(1.64 倍) 環路線圈 VD 硬體建置+5 年線圈維護成本}$$

由以上 5 年環路線圈維護成本分析即可明顯得知；環路線圈車輛偵測器雖然由其單純的環路線圈建置成本，看似較低，但若再加上每年 6%-10%自然損壞之維護成本，則微波雷達車輛偵測器雖其啟始造價略高，但因其虛擬線圈完全沒有線圈切割埋置之維護費用，因此其設備建置成本，若再加上平均每 5 年至少因道路銑刨，須重新再全面切割埋置環路線圈的費用，則即使僅以標準 3 個車道之處之環路線圈偵測器為替代成本分析，且以車輛鎖定追蹤處理容量 4 倍高於原報備 T29 型之 0C 系列 T42 微波雷達車輛偵測器做比較，T42 仍有其十足之替代經濟性。更遑論，T42 其涵蓋車道數量至少可達雙向 8 車道，且其耐用年限依原廠老化測試，則至少十年。

6.2.4 另提供目前高雄市交通局及新北市交通局試辦之利用微波雷達車輛偵測器將偵測資料直接傳回交控中心，再予以轉換回為 3.0 通訊協議之成功案例。此一作法除省略設立中間 TC 控制箱，同時免除由路側控制器所產生之因戶外高溫而導致須經常重置當機終端控制器之問題，如是，除簡化與省下路側終端控制器與 TC 控制箱之建置費用，最重要可提昇資料收集系統之妥善率暨系統全面之穩定性及可靠度。

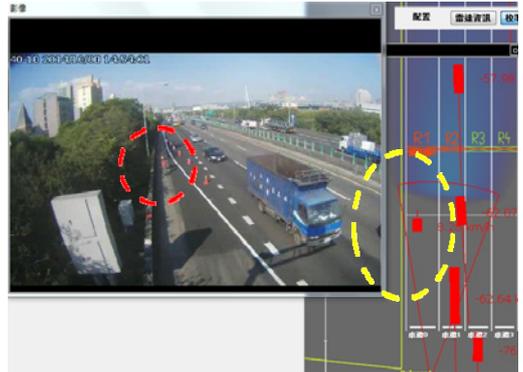
6.3 T42 附加功能說明

1) Smartmicro 微波雷達車輛偵測器，容許以自由劃設『量取線』或『虛擬線圈』方式，再加現點觸發功能，因此其替代線圈功能並不局限於車道數量或固定

位置，只要於雷達波涵蓋範圍內，皆可依需求劃設最多 4 處之量取線，再於線上搭配不同諸如車速、車型等觸發條件及彈性功能需求，因此相當適合例如匝道位置停等長度偵測；即依不同距離分別設置之環路線圈皆可統合納入微波雷達偵測器長距離涵蓋之虛擬線圈偵測範圍，或其他諸如併入車輛行駛路肩偵測與警示等不同附加功能及應用。

2)德國 Smartmicro OC 系列 T42 微米波交通雷達，因其偵測涵蓋距離範圍至少 180 米與 100 度夾角，(OC 系列另有一型號 Type 40 其因天線設計不同，而有偵測涵蓋角度 36 度，偵測距離則可達 230/350 米)是而，於其偵測範圍內除基本流量、車型、車長與停等長度偵測與統計模組 Excel 檔案輸出功能外，尚可利用其針對每單一車輛所提供之速度偵測資料(速度通過瑞士 METAS 認證)，提供諸如；大貨車違規行駛內車道、車輛佔據加速車道、加速車道之龜速行駛車輛等於車輛偵測器配置位置之即時警示或舉發功能。

3)結合其得以偵測『行人』與『機車』高解析度及 180 公尺以上長距離偵測功能特性，因此除基本偵測汽車功能外，尚可提供諸如機車、行人於匝道逆向行駛、或遊走於高速公路路肩等意外事件交控中心提前警示等附加功能。



6.4 有關原報備 T29 車流偵測準確率說明

在人工檢視原廠提供之 TMC 管理軟體所產生同步錄影檔案時，即明顯得知現場車流量產生之車輛鎖定追蹤處理 ID 出現 3 位數、百位以上編碼之情形，(請參考顯示車輛鎖定追蹤處理 ID 之 5 分鐘錄影資料，其雲端相關下載連結 <https://goo.gl/wO6zlg>)，而 T29 的車輛鎖定追蹤處理容量僅 2 位數 64 只，因此屬於偵測處理容量過載情形。雖然 T29 其演算法則有近距離車輛物件優先之 FIFO 處理功能，但長時間滿載自然其準確率就無法保持，且會有偵測物件丟失之問題。目前依 T29 內建統計模組輸出第一時段總車流數為 5,613.(OC 車流偵測計數為 7,007.準確率=80.1%)，第二時段總車流數 5434.(OC 車流偵測計數為 6,605.準確率=82.3%)，明顯其偵測準確率僅達 OC 之 8 成，不符所需，因此本測試報告仍以處理容量與準確率較高之 T42 3DHD 交通雷達為主。

7. 結論

雖然本次原計劃之 0A 系列 T29 微波雷達車輛偵測器，與環路線圈車輛偵測器之併行同步偵測，因選定之北上 364.5 公里處位址並沒有環路線圈之配置，因而改以 Smartmicro 原廠雷達內建之設置量取線模式，再以車輛現點觸發方式，所幸不辱使命，圓滿完成本次之替代環路線圈測試計畫。

另再次感謝國道高速公路局南區工程處提供本公司於測試時，同步架設追蹤鎖定車輛物件，可達原報備機型 T29 微波雷達車輛偵測器 4 倍之原廠最新機型 T42 雷達之便利。其乃因本公司於執行計劃場勘時，察覺已選定位址-鼎金路段；除車道數計有 5 車道，同時也是車流數量相當龐大之路段，因此車輛經常都有走走停停之現象，因而才有以追蹤鎖定處理容量更大之 T42 與 T29 同步進行測試構想。事實上，於實際路測也證明現場車流所產生之車輛物件鎖定處理 ID 出現 3 位數、車輛追蹤數量編碼超過 100 以上之情形。

當然，經由本次之測試也同時了解環路線圈車輛偵測器，確實有當車輛速度過低時，其車流與車速偵測準確率失真困擾，同時也證實；目前除環路線圈型車輛偵測器外，尚有以 3D 立體、高解析度最新技術之 T42 微波車輛偵測器：可以多段、彈性劃設之虛擬線圈方式及安裝架設，提供更高準確率之交通資料收集功能，與更靈活多變之附加回饋應用。

8. 綜合建議

根據本次路側式微波雷達車輛偵測器(Smartmicro)替代環路線圈車輛偵測器之測試結果分析顯示；前者之流量準確率明顯優於後者，且在整體建置成本分析與後續維護成本，前者亦較後者更具效益性。

爰此，建議 貴處可規劃適時於高速公路盡速進行實地建置之應用計畫。