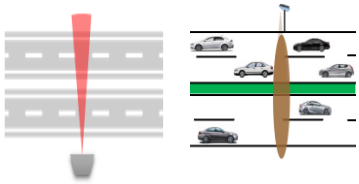
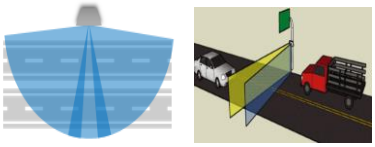
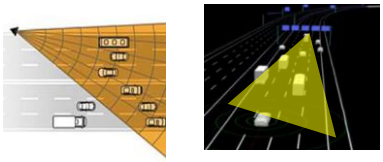
各型路側式車流量偵測器規範功能參考表

	均利科技 LFMCW（UMFR-TFK）	Wavetronix SS 126 / SmartSensor HD	Smartmicro UMRR11（TP 44/45）
產品比較說明			
雷達技術	單波束雷達 FMCW f：24.125(cf) ， BW：245M RS.：0.625m ， TX/RX：7度X50度	雙波束雷達 FMCW 一發兩收 TX：約150度X90度 2RX：7度X65度	多波束雷達 FMCW 一發多收 TX/RX：100度X24度
生產地	台灣製造	美國產品	德國製造
客製化	設計生產軟、硬體全機台灣製造。 交期無虞，介面性能提升容易滿足需求	台灣代理進口，塞機塞港交期難控制。 介面性能無法客製，性能提升困難。	台灣代理進口，塞機塞港交期難控制。 介面性能無法客製，性能提升困難。
後勤維修	7日內維修完畢，若無法即時修復，將提供新品替換。	送回原廠維修，維修時間長，缺乏即時對應彈性。	送回原廠維修，維修時間長，缺乏即時對應彈性。
安裝方式	路側：垂直道路方向。 正向：平行道路方向。	路側，垂直道路方向。	路側：斜打，水平道路方向。 正向：1.置於分隔島、號誌燈桿。 2.置於龍門架。
偵測車道數及優勢（參考附註）	側向垂直道路可同時偵測8~10車道。 1、產品在型錄定義情況下平均流量/速度能達到規範需求85%以上準確度。 2、波束窄側打多車道不易受路樹看板雜訊影響尤其在都會區，安裝簡單限制少。 3、占有率不受紅燈及車流壅塞影響導致成背景，占有率準度高對整體路網的壅塞程度具有實質意義，如放置雲端尚可供學者運用作為改善路段壅塞的相關演算法則研究。 4、國產自製設計，價格低 5、在成本及性能上考量CP值佳	側向垂直道路可同時偵測8~10車道。 1、產品在型錄定義情況下平均流量/速能達到規範需求85%以上準度。 2、Wavetronix雙雷達係側打多車道，演算上是利用兩個接收天線的時間差計算出速度。但雙雷達觸動往往受限環境與車種影響(大車不能超過15-20%)並非每部車車速都能獲得(10-15%miss)尤其SS-126發射的水平波束應該是大於>90度，因此準確度量測易受路樹、看板.分隔島影響尤其在都會區。雙雷達亦不適宜正向安裝 。 3、占有率易受紅燈及車流壅塞影響成背景，占有率準準度低整體路網壅塞程度無具有實質意義。 4. 美國製造成本高。 5、成本及性能考量，CP值不佳。	側打仍需水平道路，一般可偵測3~4車道。 1、產品在型錄定義情況下平均流量/速度能達到>85%準確度。 2、側裝量測多車道需盡量水平車道且量測道路要夠遠方能分辨各個車道由於有路樹、看板、號誌桿等影響，高度要高且適當安裝限制大，在都會區一般側打最多約3個車道，如超過需架設於號誌燈桿或龍門架中間，車流量測無法無法垂直側打。 3、占有率易受紅燈及車流壅塞影響導致成背景，占有率準準度低整體路網的壅塞程度無具有實質意義 4、德國製造價格貴。 5、從成本及性能的相關考量CP值不佳。

附註：

均利單波束

1、 產品在型錄定義情況下平均流量/速度能達到規範需求 85%以上準確度。

2、 波束窄側打多車道不易受路樹看板雜訊影響尤其在都會區，安裝簡單限制少。

3、 速度低於 30km/hr 或壅塞時，流量與速度精度易受物理現象影響無法達成預期準度。

4、 占有率不受紅燈及車流壅塞影響導致成背景，占有率準度高對整體路網的壅塞程度具有實質意義，如放置雲端尚可供學者運用作為改善路段壅塞的相關演算法則研究。

5、 國產自製設計，價格低

6、 在成本及性能上考量 CP 值佳

雙波束

1、 產品在型錄定義情況下平均流量/速度能達到規範需求 85%以上準確度。

2、 Wavetronix 雙雷達係側打多車道，演算上是利用兩個接收天線的時間差計算出速度。但雙雷達觸動往往受限環境與車種影響(大車不能超過 15-20%)並非每部車車速都能獲得(10-15%miss)尤其 SS-126 發射的水平波束應該是大於> 90 度，因此準確度量測易受路樹、看板.分隔島影響尤其在都會區。雙雷達亦不適宜正向安裝。

3、 速度低於 30km/hr 或壅塞時，流量與速度精度一樣受物理現象影響無法達成預期精度。

4、 占有率易受紅燈及車流壅塞影響導致成背景，占有率準準度低。整體路網的壅塞程度無具有實質意義。

附註：

5. 美國製造成本高。

6、 從成本及性能的相關考量 CP 值不佳。

多波束

1、 產品在型錄定義情況下平均流量/速度能達到>85%準確度。

2 側裝量測多車道需盡量水平車道且量測道路要夠遠方能分辨各個車道由於有路樹、看板、號誌桿等影響，高度要高且適當安裝限制大，在都會區一般側打大約 3 個車道，如超過需架於號誌燈桿或龍門架中間，車流量測無法垂直側打。

5、 速度低於 30km/hr 或壅塞，流量與速度精度，一樣受物理現象影響無法達成預期精度。

6、 占有率易受紅燈及車流壅塞影響導致成背景，占有率準度低。整體路網的壅塞程度無具有實質意義

7、 德國製造價格貴

8、 從成本及性能的相關考量 CP 值不佳。

其他應用範圍

1.觸動警示、安防電子圍籬、水位高度、應用...等。

2.廣佈應用容易，較適合用於智慧都市建設使用。

1.穩定變化少的環境中使用，注重於交通分析資料蒐 集。價格因素，不易廣布於其他應用領域。

2.較適用於高速公路、快速道路環境應用。

1.著重於交通管理偵測目的，成本價格高，不易廣佈 於都會區應用領域。

2.較適用於空曠環境、空中、海邊大角度安防偵測

各型雷達都會區可能遇到的環境問題

- 單波束可利用距離限制去過濾背景強訊號，較不易干擾偵測區域
- 雙波束特定產品因發射波較廣，在此場景下較容易造成偵測數據異常
- 多波束發射角度區域廣，易於偵測區內接受到都會區內建物、看板、路樹反射波影響而誤判。
- 各類雷達若能將強訊號物體作區隔便可完成偵測，但仍有機會造成偵測區內之物體訊號異常

彙整

類型	品牌/型號	產地	規格	發射、接收角度	台灣場景適用	客製後勤
單波束	UMFR-TFK / TMS(24G)	台灣	模式：FMCW 頻率：24 GHz 解析度：0.6M	發射張角：7°x50° 接收張角：7°x50°	★★★★☆	✓
	Wavetronix / SS-105V	美國	模式：FMCW 頻率：10 GHz 解析度：3M	發射張角：11°x65° 接收張角：11°x65°	★★☆☆☆	✗
雙波束	Wavetronix / SS-125	美國	模式：FMCW 頻率：24 GHz 解析度：0.6M	發射張角：7°x65°(6db) 接收張角x2：11°x50°	★★☆☆☆	✗
	Wavetronix / SS-126	美國	模式：FMCW 頻率：24 GHz 解析度：0.6M	發射張角：大約150°x90° 接收張角x2 °(6db) RX1：7°x65°，RX1：7°x65°	★★★☆☆	✗
多波束	Smartmicro / UMRR-11 Type 44/45	德國	模式：FMCW 頻率：24 GHz 解析度：0.6M	發射張角：15°x100° 接收張角：100°x24° 檢測精度角：≦0.25°	★★★☆☆	✗

結論：

基於上述單波束雷達、雙雷達、多波束雷達各項指標比較，綜整如下三點結論。

1. 單雷達在台灣各地早已通過嚴謹且完整的驗證，在正常的情況下，單波束雷達即可達到一般業管規格要求，而目前許多標規中只提雙雷達、多波束雷達兩項產品而忽略單雷達的優勢，有失公允。
2. 單波束雷達產品效能既可達到需求規格，同時是台灣本土化生產設計製造的雷達產品具備有：第一，價格競爭力強，性價比高，第二，保固維修快速方便，第三，性能提升，更具實效性。
3. 政府積極培植國內本土化生產製造企業與產品，既然國內本土廠商所生產製造的雷達可以達到標規要求，單雷達產品應具備公平參與投標競爭的機會。
4. 另無論單雷達或雙雷達或多波束都可能發生在大車過多、車流壅塞、車外型特殊／大型拖拉、蛇行／跨車道等都有可能造成任何雷達天線遮擋、多重觸動或僅單次觸動造成偵測演算有顯著誤差，尤其在車速精度上甚至有很大誤差，因此只有在正常定義的環境下（或下述ss-126定義的Nominal Condition）雙波束或多波束精度或可較單波束雷達稍高。如以性價比來看單雷達仍然是最佳選擇。
5. 上述說明可提供給業主或驗收單位參考使用，另附上SS-126 Bid Specification 如附件一供參考，並擷取附件內容有關SS-126流量與速度精度驗測法則必需滿足Nominal Condition的定義綜整說明如下：

一、Nominal Condition: 有關流量精度驗測

- Nominal conditions exist when 1.average speeds are greater than 10 mph (16 kph) in every lane; when 2.there is less than 20% truck traffic per lane when 3. at least 50 cars per lane are counted in the interval.
- The percentage of missed detection and the percentage of false detections for each lane shall not exceed 15% during nominal conditions.

→所謂名目標準定義是1.平均速度大於16km/h, 2.大車每車道不能超過20% 3.每車道需大於50部車的通過.

滿足上述條件定義ss-126驗收才能達成斷面流量精度在95%以內。而每車道精度在90%內.每個車道丟車及錯誤的偵測不應大於15%,換句話說每車道的流量精度不能低於85%,這或許就是台灣驗收標準的由來可參考。

二、速度精度

Average speed data shall be accurate to within 3 mph (5 kph) for any direction of travel when there are more than five cars per lane in an interval. Average speed data for any individual lane shall be accurate to within 3 mph (5 kph) when there are more than five cars per lane in an interval.

平均速度精度在斷面是5KM/H,在每車道亦是5KM/H,同時每個車道必須超過五部車以上之平均

The RVSD shall provide per-vehicle speed measurements on 95% of vehicles that are not occluded by other vehicles or by barriers. The RVSD shall provide per-vehicle speed measurements in which 90% of the measurements are within 5 mph (8 kph).

對每個單車速度並未定義精度,僅說明在沒有阻擋或圍籬情況下有95%機率可提供量測資訊,在速度低於8KM/H會僅有90%能量測到速度資訊.

上述描述往往會誤導單車精度可達95%這是不對的,因此我認定即便SS-126也不可能達到95%精度,甚至有時量測不出資料的原因。

附件一：

Wavetronix SmartSensor HD SS-126 Bid Specification

1. General. This item shall govern the purchase of aboveground radar vehicle sensing devices (RVSD) equivalent to the Wavetronix SmartSensor™ HD.
   An RVSD detects vehicles by transmitting electromagnetic radar signals through the air. The signals bounce off vehicles in their paths and part of the signal is returned to the RVSD. The returned signals are then processed to determine traffic parameters. RVSDs are not affected by normal weather and environmental conditions such as rain, wind, snow, dust, etc. They also do not require cleaning and can maintain performance over a wide range of ambient temperatures. RVSDs provide a non-intrusive means of detecting traffic because they can be installed at the side of a roadway. This property not only makes them safer to install but also more cost effective than sensors that require roadway modifications or placement.
2. Measured Quantities.
   - The RVSD shall provide volume, average speed, occupancy, classification counts, 85th percentile speed, average headway, average gap, speed bin counts and direction counts for user-configurable time intervals for up to 22 lanes of traffic.
   - The RVSD shall provide up to eight length-based classification bins.
   - The RVSD shall provide up to 15 speed bins.
   - The RVSD shall provide speed, length, class, lane assignment, and range data for each vehicle detection.
   - The RVSD shall provide presence data for up to 22 lanes of traffic.
3. Detectable Area.
   3.1. Maximum Lanes. The RVSD shall be able to detect and report information from up to 22 lanes.
   3.2. Detection Range. The RVSD shall be able to detect and report information in lanes with boundaries as close

as 6 ft. (1.8 m) from the base of the pole on which the RVSD is mounted. The RVSD shall be able to detect and report information in lanes located with the far boundary at 250 ft. (76.2 m) from the base of the pole on which the RVSD is mounted. The RVSD shall be able to simultaneously detect and report information from a lane located at the minimum offset and from a lane located at the maximum range.

3.3. Lane Size and Spacing. The RVSD shall allow any spacing of traffic lanes positioned from the minimum offset to the maximum range. Gore and unequally sized or spaced lanes shall be handled so that detections from the lanes meet all performance specifications. Not all roadways have lanes that lie on evenly spaced intervals. Some roadways have gore, odd-sized medians and unequal lane sizes. An RVSD should be able to handle all these cases.

3.4. Barrier Performance. The RVSD shall detect vehicles with the specified accuracy in lanes that are adjacent to a barrier when 50% of a sedan is visible over the barrier from the point of view of the RVSD.

4. Performance.

4.1. Volume Accuracy. The volume data shall be within 5% of truth for a direction of travel during nominal conditions. Individual lane volume data shall be within 10% of truth during nominal conditions. The percentage of missed detection and the percentage of false detections for each lane shall not exceed 15% during nominal conditions. Nominal conditions exist when average speeds are greater than 10 mph (16 kph) in every lane; when there is less than 20% truck traffic per lane when at least 50 cars per lane are counted in the interval. The RVSD shall detect a minimum separation of 5.5 ft. (1.67 m) between two vehicles depending on vehicle speed and range.

4.2. Speed Accuracy. Average speed data shall be accurate to within 3 mph (5 kph) for any direction of travel when there are more than five cars per lane in an interval. Average speed data for any individual lane shall be accurate to within 3 mph (5 kph) when there are more than five cars per lane in an interval.

The RVSD shall provide per-vehicle speed

- measurements on 95% of vehicles that are not occluded
- by other vehicles or by barriers. The RVSD shall provide
- per-vehicle speed measurements in which 90% of the
- measurements are within 5 mph (8 kph).

The RVSD shall measure speed using a dual-radar speed trap that calculates the time delay between two different radar beams.

The dual-radar time delay method of calculating speed produces accurate per-vehicle speeds which enable accurate length measurements, classification, 85th percentile speed measurements and responsive average speed measurements. In contrast, algorithms that derive the speed from presence measurements or vehicle durations have been shown to produce significant biases in the speed measurements especially during congestion.

4.3. Occupancy Accuracy. Occupancy data shall be within 10% of truth for any direction of travel on a roadway during nominal conditions. For example, if the true occupancy in a lane is 20%, then the measured occupancy shall be between 18% and 22%. Individual lane occupancy shall be within 20% during nominal conditions. Nominal conditions exist when true occupancy is less than 30%, without merging traffic; when average speeds are greater then than 10 mph (16 kph) in every lane; and when there is less than 20% truck traffic per lane.

4.4 Classification Accuracy. The RVSD shall correctly determine classification for 80% of detected vehicles when the classification bins are at least 10 ft. (3 m) wide and occupancy of all lanes is below 30%.