

高速公路主線篩選式動態地磅系統之推動

呂文玉 Wen-Yu Lu¹
林炳松 Pin-Song Lin²
陳怡先 Yi-Hsien Chen³
蔡鎮宇 Chen-Yu Tsai⁴
李 柏 Po Li⁵

摘要

車輛載重管理為公路管理中相當重要之環節，國內高速公路目前仍然以傳統式靜態地磅作為管理之工具。然目前高速公路已經實施全電子計程收費，所有車輛均可以不停等、免開窗、不減速完成繳交通行費，突顯了靜態地磅站運作效率較差之問題。因此國內亟須導入動態地磅(Weigh-in-Motion)技術，以更進一步提昇車輛載重管理之效率。本研究乃配合計程收費之實施，針對國內高速公路動態地磅技術之導入，進行應用規劃。

於技術型式方面，本研究蒐集國外相關資料與使用經驗，從量測誤差、使用壽年、建置成本、開挖範圍及施工時間等考量下，建議優先採用壓電石英晶體式動態地磅技術。於運作模式上，經比較側線篩選式、主線篩選式及主線執法式之優缺點及應用於我國國道實施計程收費後之交通運作環境後，考量目前不同形式動態地磅系統所能達到之精準度程度，均仍無法滿足國內法規對執法用設備之精準度要求，故本研究建議以主線篩選式為動態地磅之應用模式。

主線篩選式運作邏輯為藉由主線上所配置之動態地磅搭配資訊可變標誌(CMS)以及其他可行之訊息告知機制，將疑似超載車輛引導至靜態地磅站複磅以確認是否超載，而無超載可能之車輛則可逕行直接高速公路主線通過。由於高速公路未超載之車輛仍屬較多，故採用主線篩選式動態地磅可令多數車輛得以免入磅，而疑似超載車則得以採用符合度量衡要求之靜態地磅複磅並做為取締依據，亦不會因此而造成爭議。本研究並針對國內導入主線篩選式動態地磅之應用細節，包含動態地磅設置地點條件要求(如坡度、平坦度與曲率半徑)、資訊可變標誌顯示車號之數量、車號顯示之機制、大客車與貨櫃車之處理機制、違規逃磅車輛之偵測取締機制、除了 CMS 以外之第二套入磅訊息告知機制可行性，以及與公路警察之配合機制等課題進行研究，以作為國內未來推動之參考。

關鍵字：動態地磅、主線篩選、重車管理、交通執法、計程收費

¹ 交通部臺灣區國道高速公路局交通管理組組長。

² 交通部臺灣區國道高速公路局南區工程處處長。

³ 乾瑞工程顧問股份有限公司執行副總經理暨儀衡工程科技股份有限公司董事長。

⁴ 儀衡工程科技股份有限公司專案經理。

⁵ 儀衡工程科技股份有限公司工程師。(聯絡地址：11492 台北市內湖區基湖路 35 巷 51 號 2 樓，電話：02-77208989 轉 18，E-mail：polee0926@pavement.com.tw)。

一、前言

車輛載重資料之偵測與蒐集為公路工程與管理中相當重要之工作，其主要用途包括：(1)道路鋪面設計、養護、管理、及研究；(2)橋梁結構設計、養護、管理、及研究；(3)載重法令執行、立法、及研究以及(4)交通運輸規劃之用。有鑑於 102 年實施計程收費後，計次收費站將全面拆除，行駛於高速公路之車輛完全不再需要停車繳費。惟原配合收費站建置之靜態地磅站，於實施計程收費後，則將使得重車之行車效率，無法隨著計程電子收費之實施而提昇。因此有以動態地磅技術改善此一問題之必要。

國內早期雖已有動態地磅使用經驗，但因建置與維護管理採購模式、日常營運與維護作業，以及系統校正與精準度等問題，致使動態地磅未能長期使用。為配合未來計程收費之實施理念並加強重車管理，本研究基於早期實施經驗之檢討提出包含技術型式、運作模式、與採購方式之動態地磅應用規劃，針對高速公路實施計程電子收費後，導入動態地磅之應用方式進行評估與研究。

二、動態地磅之技術與應用

動態地磅系統又稱「行進間測重」或「動態載重偵測儀器」，為一種利用儀器測量移動中車輛的動態輪胎壓力(dynamic tire forces)，並根據量測結果估計車輛靜態載重的方法，而其產生之資料項目包括軸重、總重、軸組重、軸重當量、車型、軸距、車速、過磅日期、及時間等。自 1950 年代發展至今，動態地磅系統技術目前已日趨成熟。國內亦自民國 80 年起進行一系列與動態地磅相關之研究，包括針對 WIM 進行比較及評估、罰款制度及執法取締之研擬及研究、實地安裝及測試、交通載重資料調查之研究、公路路網之佈設規劃、逕行取締系統之績效評估、提升商車營運績效之研究、對國道地磅站運作績效之影響、以及與高速公路電子收費結合之規劃與測試等。

2.1 動態地磅應用方式

依照動態地磅系統使用目的之差異可概分為資料蒐集、篩選可疑超載車輛以及逕行執法三種，而從道路主管機關執行車輛載重管理的角度來看，應用動態地磅系統最主要的目的即為篩選與執法。以逕行執法而言，動態地磅量測結果直接應用於判斷車輛是否超載，並逕行取締。由於與用路人的權利相關，精度要求相對於其他二類使用目的為高，且過磅速率較慢；相較於逕行執法，篩選式係以篩選可疑車輛為目的搭配執法靜態地磅進行復磅，其動態地磅之精度要求則略低，應用於高速公路具有較佳的實用性。以下章節將針對篩選式與執法式之應用進行說明。

2.1.1 側線篩選式

側線篩選式動態地磅多裝設於公路靜態地磅站前，用於過濾、篩選可能違規車輛，其佈設型式多採用如圖 1 之配置方式。應用側線篩選式動態地磅進行車輛載重取締時，所有通過車輛皆須進入側線，經動態地磅測得其車輛總重並判斷其車型，依據車型比較其核可總重與測得之車輛總重。若過磅重車無超載可能車輛將依引導於圖 1 中之①位置離開地磅站回到主線上；若具有超載嫌疑，則由路側交通號誌指示車輛續行至靜態地磅站過磅，經秤重後決定是否超載，再經由②回到主線上。

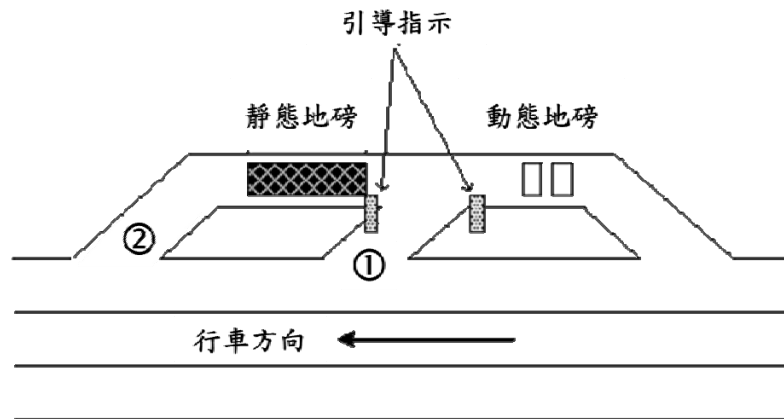


圖 1 側線篩選式佈設示意圖

而依照 ASTM 之規範，此類動態地磅系統適用於單或多車道之超載取締測站，以偵測時速於 16-130 公里範圍內通過之車輛，系統可偵測輪重、軸重、軸群重、總重、車速、車長等項目，但必須具有可事先輸入各種標準限制之功能，並可即時偵測、判別車輛違規狀況。若可配合設置自動導引號誌系統，則可利於引導違規車輛再行通過靜態地磅或進行他項測量以確定是否違規，無違規嫌疑車輛則可於通過動態地磅系統後放行。

2.1.2 主線篩選式

主線篩選式動態地磅則裝設於公路主線上，其功能同樣用於過濾及篩選可能違規超載之車輛，佈設型式如圖 2 所示。與側線篩選式最大不同處，在於並非所有車輛均須進入側線，而是藉由主線上所配置之動態地磅搭配引導指示，將可疑車輛引導入圖 2 中①之方向續行至靜態地磅站過磅，以確認是否超載；而無超載可能之車輛，則依循②之方向逕行通過。

此類主線篩選式動磅系統之引導指示有兩種做法，除可用傳統之資訊可變標誌(CMS)以外，國外亦有利用專屬短距通訊(DSRC)技術，於車上安裝車內設備單元(transponder)，透過車內設備單元告知是否需入磅之作法，而近年亦有一種搭配警車攔檢之作法。

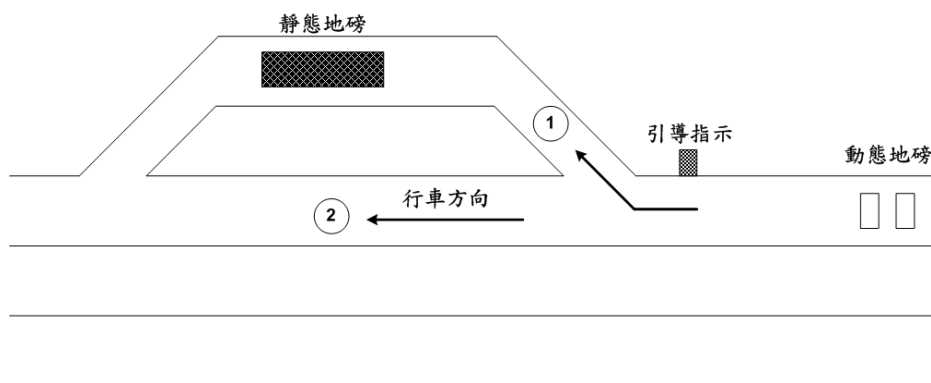


圖 2 主線篩選式佈設示意圖

2.1.3 主線執法式

主線執法式動態地磅係依據動態地磅所量測結果直接取締超載車輛之系統，動態地磅裝設於公路主線道或特殊設計路段，配合攝影舉證設備或車輛自動辨識系統以取得車輛資料。由於此型系統直接用於取締超載違規車輛，故系統需為高精準度之固定式動態地磅系統，且在高精準度之要求下，其過磅速度較其它功能之系統為低，於 ASTM 標準中規定適用車速為時速 0~10 英哩（0~16 公里）範圍內。

2.1.4 小結

綜合考量高速公路全面採計程電子收費後，對於重型車輛管理須同時符合「維持車輛營運效率」與「維護公路設施績效」之雙重目標，因此於比較項目中特別著重「交通干擾程度」與「取締效果」二項，由表 1 中比較內容可知，三種型式之優缺點存在互補關係（即取締效果愈佳者其交通干擾程度亦較大）。然基於側線篩選式動態地磅省時績效不彰，且未來採計程電子收費後硬體設置空間不足；以及現階段國內法律面、技術面與環境面亦不適合採用主線執法式動態地磅，本研究建議以「主線篩選式動態地磅系統」作為我國高速公路實施電子收費後之車輛重量管理設施較為適當。

表 1 動態地磅佈設方式優缺點比較

佈設方式	優點	缺點
側線篩選式	<ul style="list-style-type: none"> 篩選效果佳 	<ul style="list-style-type: none"> 車輛仍須減速進入地磅站，對省時較無貢獻 仍有明顯交織 若系統設計不良駕駛人無法辨別而皆過磅，則集中取締之績效無法發揮 土地面積需求較大
主線篩選式	<ul style="list-style-type: none"> 未超載車輛無須減速，省時省能績效較佳 	<ul style="list-style-type: none"> 須有較佳方式通知駕駛人入磅，若否會造成非故意逃磅行為

佈設方式	優點	缺點
主線執法式	<ul style="list-style-type: none"> 對車流運行干擾最小 採逕行取締對警力需求較低 	<ul style="list-style-type: none"> 地磅精度將影響取締誤判機率，較易生爭議 無法當場立即取締，對於保護公路不受超載車輛破壞之能力較低 非立即取締，對超載者之警惕作用較低

三、主線篩選式動態地磅系統運作邏輯與應用細節

主線篩選式動態地磅系統之組成包含在靜態地磅上游一定距離之動態地磅系統、介於動態地磅與靜態地磅間之超載告警機制，以及靜態地磅系統等三大部分，本章說明其整體運作邏輯與應用細節。

3.1 主線篩選式動態地磅運作邏輯

主線篩選式動態地磅之整體系統運作邏輯，係透過靜態地磅上游一定距離之動態地磅系統，偵測通過重車之總重並判定其是否屬疑似超載車輛；倘經判定非屬疑似超載車輛，則告知其可免入靜態地磅進行複磅；未受告知為免入磅之重車，依法令仍須進入靜態地磅站過站，且其車輛與過磅資料將即時傳送至靜態地磅站內以為比對基礎，倘複磅結果違規超載屬實，則需依法取締，如圖 3。

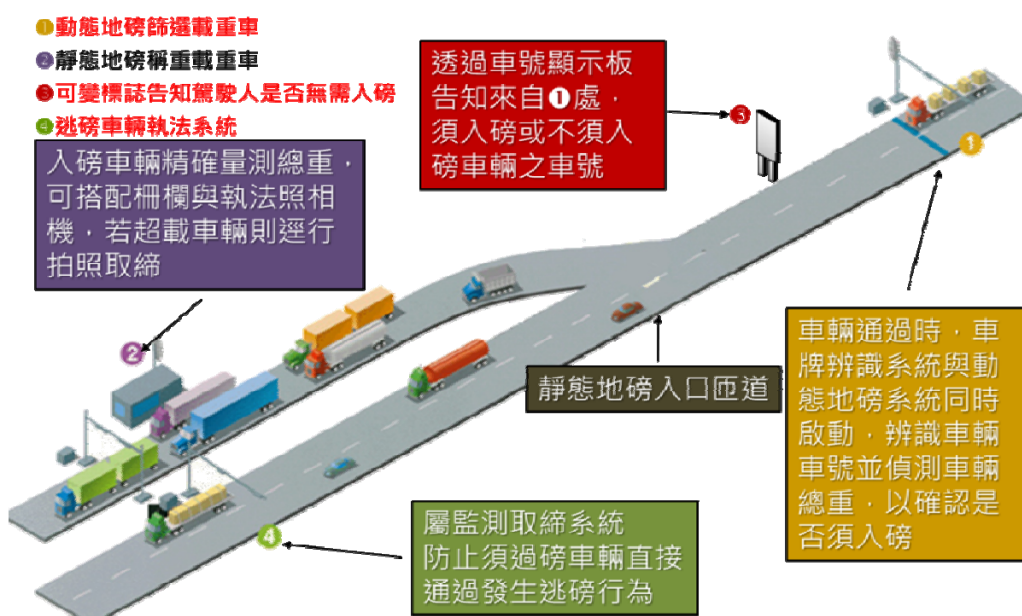


圖 3 主線式動態地磅系統運作邏輯

車輛首先接收到提醒過磅訊息，當車輛通過動態地磅系統時，車輛提供識別資訊（車號）予動態地磅系統之車輛自動辨識系統，動態地磅系統將識

別資訊、影像資料與過磅重量傳輸至地磅站主機，判斷車輛是否須進入靜態地磅站複磅，並透過超載告警系統將訊息告知車輛駕駛人。當須進入靜態地磅系統車輛接收資訊後，若未依號誌指示進入靜態地磅，亦由地磅站主機依通過超載告警系統之影像資料與動態地磅記錄逕行舉發逃磅；進入靜態地磅系統複磅時，靜態地磅系統由地磅站主機取得核定總重以判定車輛是否超載，若有超載情況則依目前地磅站運作方式直接於靜態地磅站進行超載車舉發。

3.2 主線篩選式動態地磅應用細節

3.2.1 主線篩選式動態地磅設置地點條件

一、公路幾何條件要求

由於動態地磅系統設置區位特性將影響車輛動態行為，進而造成感測器量測值與車輛實際靜態載重值間之落差，因此應針對動態地磅系統設置區位之道路幾何條件與鋪面狀況需求予以規範，以期將前述落差控制在可容許範圍內。ASTM E1318-94 內針對各類動態地磅的設置位置有不同的規定，如表 2 所示。

表 2 ASTM E1318-94 動態地磅設置之幾何設計要求

幾何特徵 地磅型式	曲率半徑(m)	縱向坡度(%)	橫向坡度(%)	車道寬(m)
Type 1	≥ 1740	≤ 2	≤ 2	3~4.5
Type 2	≥ 1740	≤ 2	≤ 2	3~4.5
Type 3	≥ 1740	≤ 2	≤ 2	3~4.5
Type 4	≥ 1740	≤ 1	≤ 1	3~4.5

前述建議之主線篩選式動態地磅屬於表內 Type 3。除了以上幾何形式之規定外，為避免橋梁共振造成動態地磅系統量測之誤差，因此設置地點亦須避開橋梁路段。而為設置路側相關設施需求，亦須避開隧道路段。

而歐洲科技合作組織(Cooperation for Science and Technology, COST)323 歐洲動態地磅規範則建議，動態地磅系統設置區位上游 50 公尺及下游 25 公尺之道路區段，應符合下列幾何條件：

1. 縱向坡度應維持穩定，且須小於 2%
2. 橫向坡度須小於 3%
3. 曲率半徑應大於 1000 公尺（但以直線路段為佳）

除上述條件外，為避免車輛於行經動態地磅系統時，突然發生加減速或變換車道之行為，進而影響量測準確性，此規範另建議應避免將動態地磅系統設置於加減速區段、匝道及車道縮減或增加處。相較於 ASTM 之規範，COST323 之規定似較為寬鬆，本研究建議仍是以 ASTM 規範之幾何要求，為國內未來應用時之參考。

二、公路鋪面狀況需求

鋪面狀況之優劣對車輛垂直方向上之動態衝擊力有決定性的影響，而此動態衝擊力將決定動態地磅系統量測準確性及使用年限。因此除縱向平坦度外，鋪面破壞（如車轍及裂縫等）與撓度亦須予以規範。COST323 之中撓度值需求，係透過落重撓度儀(Falling Weight Deflectometer, FWD)，於參考溫度 20°C 及 5 噸荷重量測而得。另建議應於待測區位之左右輪軌跡處至少各量測 3 次，取其最大值後計算左右輪軌跡之撓度差值，各等級之需求如表 3 所示。

表 3 動態地磅系統設置區位鋪面狀況需求

鋪面績效	鋪面類型	最佳需求	良好需求	最低要求
車轍 (Rutting)	不限	≤ 4mm	≤ 7mm	≤ 10mm
平坦度(IRI)	不限	≤ 1.3m/km	1.3~2.6 m/km	2.6~4 m/km
撓度 (Deflection)	半剛性	≤ 0.10mm； 左右輪軌跡差 ≤ 0.02mm	≤ 0.15mm； 左右輪軌跡差 ≤ 0.04mm	≤ 0.20mm； 左右輪軌跡差 ≤ 0.07mm
	全厚度 瀝青混凝土	≤ 0.15mm； 左右輪軌跡差 ≤ 0.03mm	≤ 0.25mm； 左右輪軌跡差 ≤ 0.06mm	≤ 0.35mm； 左右輪軌跡差 ≤ 0.09mm
	柔性	≤ 0.20mm； 左右輪軌跡差 ≤ 0.05mm	≤ 0.35mm； 左右輪軌跡差 ≤ 0.07mm	≤ 0.55mm； 左右輪軌跡差 ≤ 0.10mm

此外 COST323 亦建議：

1. 鋪面內層不得有剛體結構物存在（如導坑）。
2. 黏結層厚度應大於 10cm
3. 鋪面各層應具有良好之聯結力，且應避開各層交界處，於均質層中妥善設置感測器。

3.2.2 超載告警機制

一、告知方式

參考國外之運作方式以及相關研究之成果，主線篩選式動態地磅之過磅結果，通常係透過路側資訊可變標誌(Changeable Message Sign, CMS)以燈號搭配文字告知；或是透過安裝於車內之專屬短距通訊(Dedicated Short Range Communication, DSRC)車上單元，於車上單元上以燈號方式告知。

DSRC 技術已廣泛應用於高速公路之電子收費(Electronic Toll Collection, ETC)，但目前國內電子收費系統所採用之 eTag 技術，係依循國際標準組織 ISO 18000-6C 標準，屬被動式之無線射頻技術(Radio Frequency Identification, RFID)，其 eTag 僅為一線圈與晶片組成之如貼紙狀設備，並未內建電池或蜂鳴器或是 LED 燈號，與一般 DSRC 技術常用之主動式車上單元仍有差異，故無法透過 eTag 告知重車之過磅結果。

因此短期之內，國內仍僅能應用路側資訊可變標誌，將動態地磅過磅結果告知重車。而參照道路交通管理處罰條例第 29-2 條第 3 項之規定：「汽車裝載貨物行經設有地磅處所一公里內路段，未依標誌、標線、號誌指示或不服從交通勤務警察或依法令執行交通稽查任務人員之指揮過磅者，處汽車駕駛人新臺幣一萬元罰鍰，並得強制其過磅。」採用路側資訊可變標誌之方式亦屬適法。惟未來長期而言，隨著國內其他 DSRC 技術之日漸普及，仍可思考導入其他 DSRC 技術，改以車上單元方式告知用路人過磅結果。

二、路側資訊可變標誌告知形式

參照國外之經驗，係透過紅綠燈號與文字告知是否需進入靜態地磅，其告知形式又可分為正面表列或負面表列。正面表列係指路側資訊可變標誌僅呈現須入靜態地磅複磅之車號，故凡未列於路側資訊可變標誌上之重車則不需進入靜態地磅；負面表列係指路側資訊可變標誌僅呈現不須入磅之車輛車號，故車號凡未列於路側資訊可變標誌上之重車，依法仍須進入靜態地磅，表 4 從對靜態地磅負擔等 9 個項目評估二種不同之路側資訊可變標誌列舉車號方式差異。

表 4 路側資訊可變標誌列舉車號方式評估

比較項目	列舉應入磅車輛車號 (正面表列)	列舉不須入磅車輛車號 (負面表列)
對靜態地磅負擔	二者相同	二者相同
CMS 故障時之影響	因無法通知車輛入磅，全數不入靜態地磅，無超載取締效果	因無法通知車輛入磅，全數入靜態地磅，無篩選效果
AVI 辨識錯誤時之影響	因無法正確辨識應入磅車輛車號，將誤放行應入磅車	因未能放行不須入磅車輛，將無篩選效果
顯示數量	受(1)設置地點載重分布、(2)入磅門檻設定、(3)各時間點通過車輛載重情況而異，較無法一概而論。	
駕駛人因搜尋車號產生之駕車干擾	有(二者相同)	有(二者相同)
駕駛人感受	正面表列隱含「多數車輛不須入磅」，因此被篩選出「應入磅」車輛帶有指責、懲罰意味，若最後未遭取締較易造成駕駛人反感	負面表列隱含「多數車輛須入磅」，因此被篩選出「不須入磅」者有優越感，能感受動態地磅之助益；另一方面被篩選出「應入磅」者即使最後未遭取締亦較不起反感
逃磅舉證	應入磅(車號顯示)而未入磅，與現行舉證方式一致	應入磅(車號未顯示)而未入磅，與現行舉證方式不同
攝影、舉證設計	駕駛人可主張沒看到車號而未入磅，無法舉證駕駛人已看	駕駛人可主張看到而未入磅，但因可由攝影舉證並未顯

比較項目	列舉應入磅車輛車號 (正面表列)	列舉不須入磅車輛車號 (負面表列)
對靜態地磅負擔	二者相同	二者相同
(逃磅說詞)	到顯示，只能舉證有顯示	示其車號，得以取締
其他優點	較接近駕駛人之認知習慣 (因為超載所以應入磅)	可篩選部分未超載車輛入磅校估

整體評估結果顯示雖採用正面表列方式具有與現行駕駛人認知與習慣較為接近之優點，但採負面表列於整體上較易執行，對於設置動態地磅加強管理重車載重之目標較為接近，且對於駕駛人感受上而言，採用負面表列預期所遭遇之阻力較低，因此建議採取負面表列方式。惟因負面表列方式與用路人一般習慣不同，故須加強駕駛人之教育宣導；由於載重車輛駕駛人多為以駕車為業之職業駕駛人，屬於人數相對甚少之特定族群，其使用情況與一般自用車不同，其教育宣導之執行相對較為容易；且藉由動態地磅篩選可節省駕駛人時間與燃油成本支出，有助於令其盡快熟悉本系統之運作。

三、路側資訊可變標誌顯示數量

路側資訊可變標誌應顯示之車號數，應與駕駛視距、車速及尖峰時段車間距息息相關。一般而言，要能清楚辨識顯示文字之正常視距大約為 100 至 150 公尺。以所有車輛均無須入磅為假設前提，車輛通過目視範圍（保守起見以 150 公尺為代表）所需秒數，並以最短車間距 3.23 秒估算，資訊可變標誌應顯示之車號數如表 5 所示。

表 5 戶外車號顯示板應顯示車號數

車輛時速	通過目視範圍所需秒數	顯示範圍內可能通過車輛數	應顯示車號數
60 kph	9.0	2.79	3
70 kph	7.7	2.39	3
80 kph	6.8	2.09	3
90 kph	6.0	1.86	2
100 kph	5.4	1.67	2

分析結果顯示，在車輛時速大於 60kph 的情況下，即使所有車輛均無須入磅，只需顯示不超過 3 組車號。國內大型車與聯結車之車牌為 5 碼或 6 碼之英文字母與數字組合，若以國內高速公路常見之 2*8 中文字之資訊可變標誌(CMS)，則一次可顯示 4 組車號，故仍應符合動態地磅之車號顯示需求。本研究初步設計之高速公路入磅標誌與車號顯示板模擬圖如圖 4 所示。

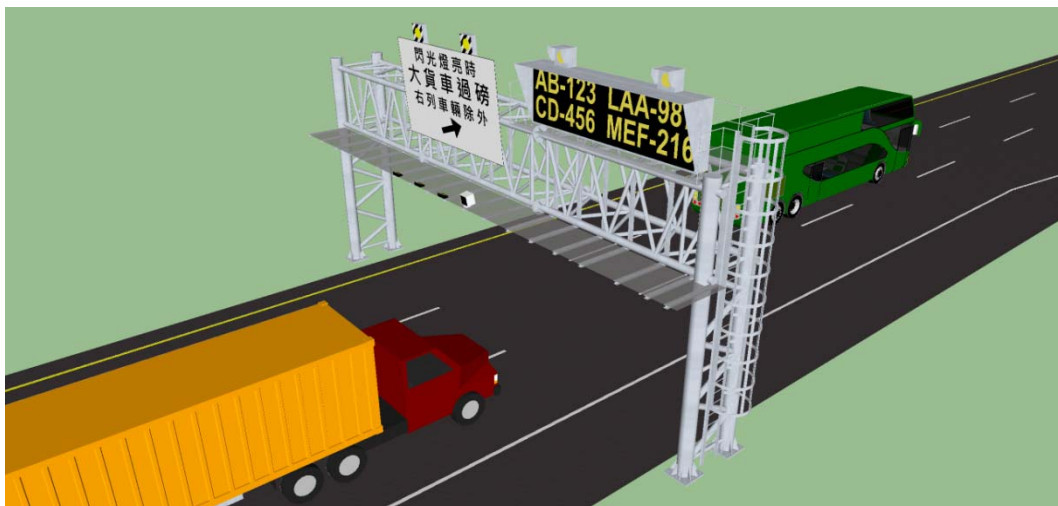


圖 4 高速公路入磅標誌與車號顯示板模擬圖

3.2.3 大客車與貨櫃車之處理機制

依照現行大型車輛過磅情形，一般而言大客車與貨櫃車行駛於國道高速公路上不需進入地磅站進行過磅。為能有效排除無須入磅之車輛提升系統運作效率與減少路側資訊可變標誌之顯示資訊量降低用路人負擔，本研究建議利用現有監理資料建立大客車與貨櫃車之車號-車型資料庫，藉由車牌辨識結果與資料庫進行比對，排除無須入磅之大型車輛。

3.2.4 違規逃磅車輛之偵測與取締機制

為避免應入磅之重車逃避過磅，而逕自從高速公路主線駛去，於靜態地磅站平行之高速公路主線路段，本研究建議應該設置執法攝影機，配合車牌辨識軟體，針對每輛通過車輛自動辨識其車號，並比對是否屬應入磅之重車。倘屬應入磅之重車，則由系統逕行開發舉發其逃磅，並依照道路交通管理處罰條例第 29-2 條第 4 項之規定，處汽車駕駛人新臺幣一萬元罰鍰。

依照現行道路交通管理處罰條例第 29-2 條第 3 項之規定，超載之重車之罰鍰最低為處以新臺幣 10,000 元罰鍰，再依超載重量多寡每公噸再額外處以 1000 元以上之罰鍰，但逃磅車輛罰鍰則為最高新臺幣 10,000 元。此一規定導致未被公警強制過磅之逃磅重車，其所受之逃磅罰鍰反較入磅被處以超載罰鍰為低，使得超載重車恐有寧可逃磅，而不願入磅之規避心態。為改善此一現象，建議未來應考慮修正道路交通管理處罰條例第 29-2 條第 4 項之規定，加重逃磅車輛應處以罰鍰金額，以避免用路人以逃磅規避超載罰鍰，且亦未能發揮遏止超載車輛損壞路面之目的。

3.2.5 其他入磅訊息告知機制之可行性

由路側可變標誌告知入磅訊息仍有其缺點存在，因此使用其他訊息告知機制作為第二項入磅訊息告知機制可提供用路人不同的選擇，彌補路側可變標誌之不足。

除路側資訊可變標誌外，DSRC 引導方式在國外已有諸多成功之運作案例。DSRC 之應用係透過路測裝置與車內單元進行溝通與資訊傳輸，以告知用路人過磅資訊。車內單元中註冊有車輛資料，動態地磅系統透過路側天線裝置讀取並比對相關資料，並傳輸是否需進入靜態地磅站複磅之訊息與車內單元達到告知的目的。

此外，近年來智慧型手機普及率大為提升，國外亦開發動態地磅 APP，利用 GPS 衛星定位偵測車輛是否位於動態地磅區位，並透過行動網路傳輸告知訊息告知用路人是否需進入靜態地磅站複磅。相較於 DSRC 相關技術之應用，使用手機 APP 可降低購買車內單元之費用，提高用路人之接受度；而建置上則不須路側天線設備作為資訊傳輸之媒介，亦為較經濟之選擇。因此短期內入磅訊息告知機制使用路側資訊可變標誌顯示車號，並搭配手機 APP 作為第二項機制為較可行之作法。

3.2.6 與公路警察之配合機制

過去針對逃磅車輛僅能以現行犯的方式進行取締，公路警察必須要於地磅站處待命，且必須成功攔下逃磅車輛後才可進行取締。主線篩選式動態地磅系統於靜態地磅平行主線處設有車牌辨識設備，可及時發現逃磅車輛並於系統中產生告警，公路警察可透過攜帶式設備與系統連線，即時取得逃磅車輛之車號、即時影像及其他相關資訊作為攔檢及取締之依據。

3.2.7 法令之配合

根據前述之運作流程，研判車輛於本系統中之違規項目有三，首先為車輛於通過動態地磅時行駛於未裝設動態地磅之內側車道，以至於無法經由動態地磅進行篩選；其次為經篩選需入靜態地磅車輛未依要求進入靜態地磅站而無法取締；第三為經靜態地磅複磅後認定為超載車輛。彙整車輛過磅流程與此三類違規情況如圖 5 所示。

對於第一種違規項目可依道路交通管理處罰條例第 33 條第 1 項第 3 款「未依規定行駛車道」予以處罰，而通過動態地磅後，車輛雖未經動態地磅進行篩選，但仍有可能進入靜態地磅，故此違規項目係得以單獨計罰，但若車輛既未通過動態地磅亦未進入靜態地磅，則另須依第二種違規情況開立逃磅罰單。第二種違規情況可依道路交通管理處罰條例第 29-2 條第 4 項「行經設有收費站、地磅之道路，不依規定停車繳費或過磅」予以處罰。第三種違規情況與目前靜態地磅之運作情況相同，經靜態地磅複磅後依據其載重與核定總重判定是否超載，並依據道路交通管理處罰條例第 29-2 條「汽車裝載貨物超過核定之總重量、總聯結重量者」之相關處罰方式予以開罰。

雖此三類違規情況皆有相對應之法源得以進行處罰，然檢討其裁罰額度發現，對於第一類與第二類違規情況而言，可分別處汽車駕駛人新臺幣 3,000~6,000 元及 10,000 元罰鍰。但對於第三種情況—超載之罰鍰則至少為新臺幣 10,000 元，並須再依超載重量多寡累進加罰。於此情況下，可能導致逃磅重車其所受之逃磅罰鍰反較入磅被處以超載罰鍰為低，使得超載重車恐有

寧可逃磅而不願入磅之規避心態。為改善此一現象，建議未來應考慮修正道路交通管理處罰條例第 29-2 條第 4 項之規定，加重逃磅車輛應處以罰鍰金額，以避免用路人逃磅以規避超載之高額罰鍰。

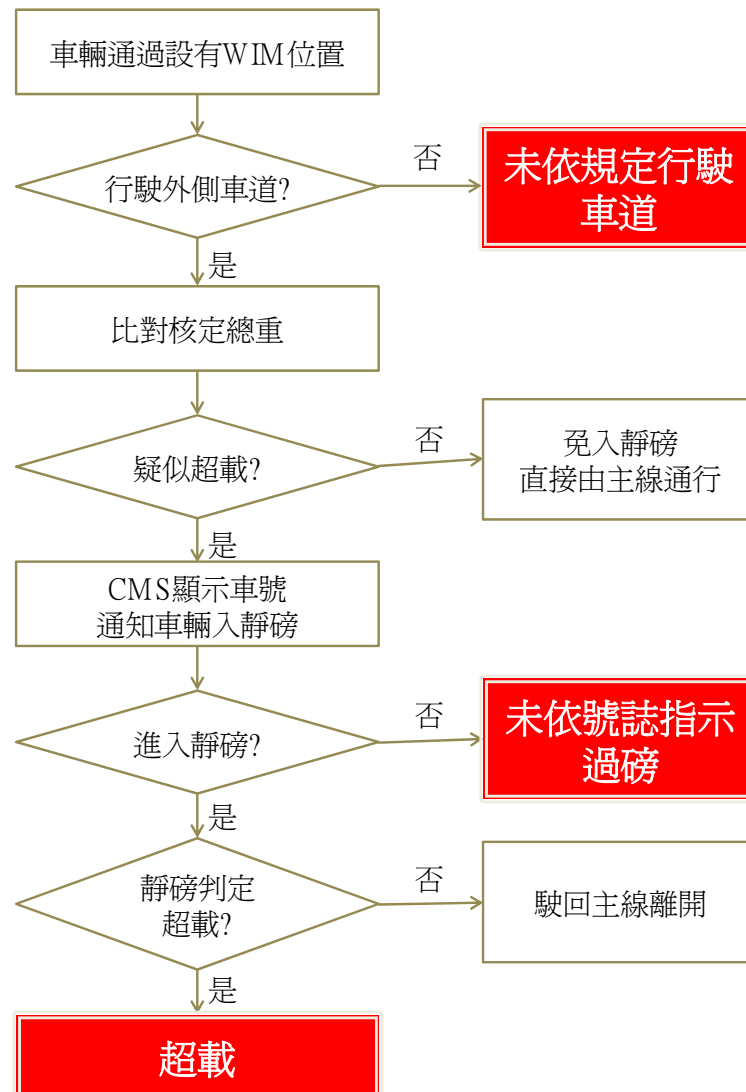


圖 5 車輛通過地磅系統時之流程與可能違規情況

四、結論

本研究獲致具體結論說明如下：

1. 動態地磅應用方式

綜合考量未來高速公路全面採計程電子收費後，對於重型車輛管理須同時符合「維持車輛營運效率」與「維護公路設施績效」之雙重目標，本研究建議以「主線篩選式動態地磅系統」為我國高速公路實施電子收費後之車輛重量管理設施，此一應用方式並可有效改善目前動態地磅日常營運與維護作業上之問題。

2. 主線篩選式動態地磅設置地點條件

根據 ASTM E1318-94 及歐洲科技合作組織(Cooperation for Science and Technology, COST)323 歐洲動態地磅規範之規定，本研究建議動態地磅安裝地點必須選擇安裝於縱向坡度小於 1%，且橫向坡度小於 3%之路面。該路段之曲率半徑必須小於 1,000 公尺。且路面平坦度國際糙度指標(IRI)值應小於 2m/km。根據民國 100 年對國道重創鋪經驗路段之 IRI 實測結果顯示，有 88% 路段於創鋪後之平坦度可達 IRI<1.75m/km 水準，且全數路段平坦度應已符合 IRI 值小於 2.0m/km 之要求。

3. 主線篩選式入磅告知

短期內仍建議採用路側可變標誌版之方式，將動態地磅過磅結果告知重車。惟未來長期而言，隨著國內其他 DSRC 技術之日漸普及，仍可思考導入其他 DSRC 技術，改以車上單元方式告知用路人過磅結果。路側可變標誌車號顯示數量則受到車流速度及行車間距等影響。一般而言，要能清楚辨識顯示文字之正常視距大約為 100 至 150 公尺，以最短車間距 3.23 秒估算，在車流時速大於 60kph 的情況下，路側可變標誌只需顯示不超過 3 組車號。

4. 大客車與貨櫃車之處理機制

考量現行大型車輛過磅情形，大客車與貨櫃車不需進入地磅站進行過磅。為提升系統運作效率與減少路側資訊可變標誌之顯示資訊量降低用路人負擔，本研究建議利用現有監理資料建立大客車與貨櫃車之車號-車型資料庫，藉由車牌辨識結果與資料庫進行比對，排除無須入磅之大型車輛。

5. 違規逃磅車輛之偵測與取締機制

本研究建議於靜態地磅站平行之高速公路主線路段設置執法攝影機，以避免應入磅之重車逃避過磅，逕自從高速公路主線駛去。配合車牌辨識軟體，針對每輛通過車輛自動辨識其車號，並比對是否屬應入磅之重車，相關逃磅資訊可利用網路傳送至公路警察攜帶式設備做為佐證資料以及逃磅告警。

6. 其他入磅訊息告知機制

由路側可變標誌告知入磅訊息仍有其缺點存在，因此使用其他訊息告知機制作為第二項入磅訊息告知機制可提供用路人不同的選擇，彌補路側可變標誌之不足。近年來智慧型手機普及率大為提升，國外亦開發動態地磅 APP，利用 GPS 衛星定位偵測車輛是否位於動態地磅區位，並透過行動網路傳輸告知訊息告知用路人是否需進入靜態地磅站複磅。相較於 DSRC 相關技術之應用，為較經濟且較易推廣之機制。因此短期內入磅訊息告知機制使用路側資訊可變標誌顯示車號，並搭配手機 APP 作為第二套輔助機制則應為較可行之作法。

7. 與公路警察之配合機制

主線篩選式動態地磅系統於靜態地磅平行主線處設有車牌辨識設備，可及時發現逃磅車輛並於系統中產生告警，公路警察可透過攜帶式設備與系統連線，即時取得逃磅車輛之車號、即時影像及其他相關資訊作為攔檢及取締之依據。

8. 法令之配合

本研究研判車輛於動態地磅系統中之違規項目有三，首先為車輛於通過動態地磅時行駛於未裝設動態地磅之內側車道，以至於無法經由動態地磅進行篩選；其次為經篩選需入靜態地磅車輛未依要求進入靜態地磅站而無法取締；第三為經靜態地磅複磅後認定為超載車輛，且皆有相對應之法源得以進行處罰。但對於第三種情況—超載之罰鍰則至少為新臺幣 10,000 元，並須再依超載重量多寡累進加罰。於此情況下，可能導致逃磅重車其所受之逃磅罰鍰反較入磅被處以超載罰鍰為低，使得超載重車恐有寧可逃磅而不願入磅之規避心態。為改善此一現象，建議未來應考慮修正道路交通管理處罰條例第 29-2 條第 4 項之規定，加重逃磅車輛應處以罰鍰金額，以避免用路人逃磅以規避超載之高額罰鍰。

參考文獻

- 周家蓓(1994)，動態載重交通量偵測系統於公路路網之規劃研究，財團法人中興工程顧問社。
- 周家蓓(1997)，動態載重交通量偵測系統-安裝培訓說明，交通部臺灣區國道高速公路局委託，中華民國運輸年會執行。
- 周家蓓、曹壽民(1992)，車輛超載偵測系統及罰款制度之研究，交通部運輸研究所。
- 蔡蕙伊(1996)，動態載重偵測系統於執法取締之應用，國立臺灣大學土木工程學研究所碩士論文。
- 曹壽民、周家蓓(1992)，動態載重交通量偵測系統施工及校估技術之研究，交通部運輸研究所。
- 周家蓓(1998)，應用動態地磅於高速公路交通載重資料之調查研究，交通部國道高速公路局。
- 周家蓓(1995)，動態載重偵測系統逕行取締之績效評估，行政院國家科學委員會暑期研究計畫成果報告。
- 周家蓓(1999)，以行進間測重 (WIM) 逕行取締超載規範與提升商車營運績效之研究，交通部運輸研究所。
- 何信毅(2001)，動態地磅對國道地磅站運作績效影響之研究」，國立臺灣大學土木工程學研究所碩士論文。
- 鄭建勳(1999)，動態地磅結合自動車輛辨識系統於國內收費道路應用之可行性研究，國立臺灣大學土木工程學研究所碩士論文。
- 王瑞民、周家蓓(2000)，電子收費系統應用於匝道及結合動態地磅之研究，中華電信研究所。

周家蓓(2002)，高速公路電子收費與動態地磅結合應用機制之規劃與測試，交通部運輸研究所。

ASTM E1318-09 (2009), “ Standard Specification for Highway Weight-In-Motion (WIM) Systems with User Requirements and Test Methods,” American Society for Testing and Materials.

COST (1999), “ European Specification on Weigh-In-Motion of Road Vehicles,” Working Group ‘Specification’ of the COST 323 Management Committee.

