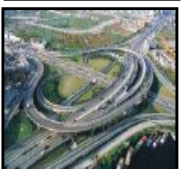


提升各級公路最低設計速率 之可行性評估



交通部公路總局

中華民國 103 年 12 月



提升各級公路最低設計速率之可行性評估

1.工項對應

過去文獻指出決定設計速率值，包含人、路、環境等相關因素，但由於近年不僅道路鋪面及工法的進步，車輛性能的大幅提升，以及國外相關規範的更新，在相同的道路幾何設計下，設計速率是否有提升空間，目前已值得廣泛深入討論。

期中工項 1、蒐集整理國內外文獻

本計畫已蒐集整理設計速率相關文獻，歸納影響設計速率之因子，包含人：駕駛人特性、車：車輛特性；路：交通量、道路幾何特性；環境：氣候、土地使用類型等，並且歸納整理人、車、路、環境過去與現今的改變，期盼透過人、車、路、環境的改變，進行提升設計速率之可行性評估(請見報告書中第二章，pg.2-1)。

期中工項 2、探討設計速率中道路幾何條件與汽車行駛性能的關係

本計畫已回顧並探討車輛之六大性能，包括動力性、燃油經濟性、制動性、操縱穩定性、通過性和平順性(請見報告書中第二章，pg.2-57)，並於探討中發現與道路設計要素關聯性較密切的汽車性能主要為車輛制動能力，即為煞車減速度。根據探討國內外規範對於車輛煞車性能之規定發現，目前汽車之減速性能已經比以往更佳。綜觀道路各項設計要素中與車輛減速性能具有關聯性的要素為最短視距，以汽車減速度推算設計要素之視距部分發現，汽車性能之提升讓視距距離有明顯的減少，反觀設計速率亦有提升之空間(請見報告書中第四章，pg.4-14)。

期中工項 3、研究提升既有公路路段設計速率之原則

本計畫於文獻回顧探討中歸納出設計速率選定的各項影響因素及其考量原則(請見報告書中第七章，pg.7-1)，設計速率選定係考量車輛因素、道路之曲率、視距、縱坡度、超高、漸變率等各項不同道路條件之安全係數而訂定，而車輛性能之提升，係為其中一項重要之項目。本計畫建議設計速率研擬流程，流程內容並包含國內外文獻資料蒐集、道路條件檢視、影響因素實驗及審查決議等階段(請見報告書中第七章，pg.7-3)。

期中工項、研擬提升既有公路路段設計速率評估方法及作業流程

本計畫針對進行人、車、路、環境以及國內外規範等客觀相關因素，來進行提升設計速率之可行性評估，並研擬出設計速率提升可行性評估步驟(請見報告書中第六章，pg.6-1)及整體評估架構(請見報告書中第六章，pg.6-3)。

本計畫之研究中以汽車減速度利用公式計算推估最短視距，再以推算之新最短視距反推設計速率，其數值亦有大幅提升之趨勢(請見報告書中第四章，pg.4-22)。本計畫亦參考 AASHTO Green Book 2011 規範之設計要素公式計算各設計規範數值(請見報告書中第四章，pg.4-1)。

本研究以 AASHTO Green Book 2011 規範輔助修正原「公路路線設計規範明細表」，並於成果部分呈現各項數據推算之建議表(請見報告書中第六章，pg.6-23)。

期末工項、實例操作及驗證

本計畫於期末階段選定 5 處操作路段執行調查，長度各 5 公里以上為原則，透過蒐集道路設計要素來推估實驗路段的設計速率，並調查相關參數值來了解設計速率在人、車、路、環境的影響，包括人員感受、鋪面橫向摩擦係數數據、行車速度等，並進行必要的測量，以提供該路段設計速率提升的佐證資料(請見報告書中第五章，pg.5-1)。

2.摘要

過去文獻指出決定設計速率值，包含人、路、環境等相關因素，但由於近年不僅道路鋪面及工法的進步，車輛性能的大幅提升，以及國外相關規範的更新，在相同的道路幾何設計下，設計速率是否有提升空間，目前已值得廣泛深入討論。因此本計畫針對進行人、車、路、環境以及國內外規範等客觀相關因素，來進行提升設計速率之可行性評估。

本計畫研擬之設計速率提升可行性評估步驟如下圖 1：

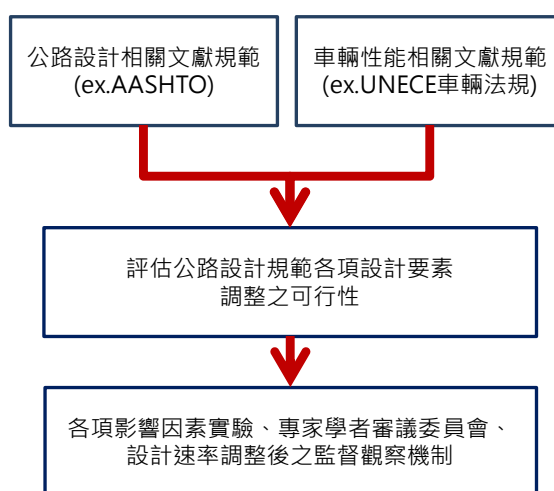


圖 1 設計速率提升之可行性評估步驟

1. 利用國外相關公路設計及車輛性能等文獻、規範探討設計速率中各項設計元素。
2. 本研究於各項設計要素探討階段，利用 AASHTO Green Book 2011 年版中各項新的規範標準、公式及歐盟 UNECE 對於車輛減速性能相關規定，進而建議調整設計要素各項標準。包括(1)新規範標準引用、(2)參考 AASHTO Green Book 2011 之標準提升設計速率及(3)車輛減速度計算相關設計要素。
3. 針對各項設計要素調整建議進行影響因素實驗驗證，以驗證其可行性。後續並召開專家學者審議委員會進行設計速率調整決議，提送主關機關審查執行。最後再利用各項監督機制(ex.CCTV 監視；事故、違規統計等)

● 評估架構內容

隨著車輛性能的提升，行駛速率得以越來越高，但由 Donald D. Vernon (2004) 等多位學者以及研究報告中顯示，提高速限後事故死亡率增加，因此車輛性能開始著重在安全設施上，車輛系統功能從早期的被動式駕駛人保護系統到目前的主動式防撞系統，而道路設計有許多的層面，包括道路幾何、道路線形、標誌、標線及號誌等許多因素，其中道路線型及道路幾何是影響設計速率能否提升改善的因素。

就道路線型與幾何而言，在不以工程改善方法改變現況道路的條件之下，利用探討設計規範中與設計速率相關的各項設計要素，來評估設計速率提升的可行性。將車輛的性能要素納入與設計規範中各項要素進行探討，可以發現幾項與車輛性能提升較有相關性的項目。

因此針對上述，本研究探討結果發現公路設計要素中能以車輛性能探討之要素為最短視距與豎曲線，以汽車減速度推算出新最短視距，且豎曲線計算公式必須代入最短停車視距，所以最短視距及豎曲線為可調整之設計要素。其他設計要素則為 AASHTO Green Book 2011 規範之引用或其公式計算結果並無改變，如圖 2 所示。

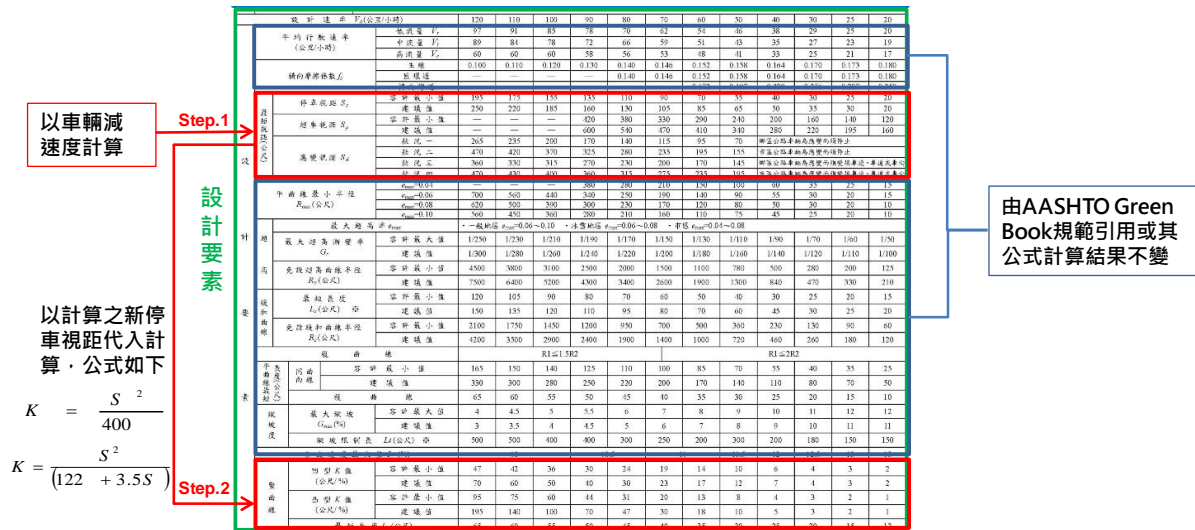


圖 2 設計要素關聯示意圖

以汽車減速度利用公式計算推估最短視距，再以推算出視距反推設計速率，其數值有大幅提升之趨勢(ex.原設計速率 120km/hr 時推算結果可達約 160km/hr)。本計畫亦參考 AASHTO Green Book 2011 規範之設計要素公式計算各設計規範數值，並以該規範修正原「公路路線設計規範明細表」部分建議值，整體評估架構，如圖 3、圖 4 所示。：

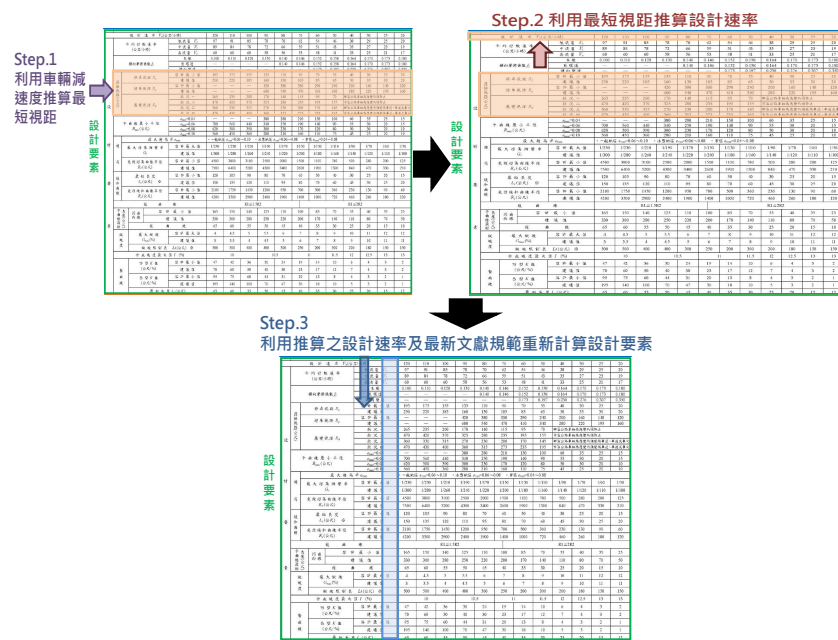


圖 3 設計速率提升推算步驟示意圖

1. 利用歐盟 ECE 車輛法規及國內車輛安全審驗法規中所規定之小汽車最小減速度為 5.76m/s^2 ，來推算公路路線設計規範明細表中原設計速率情況下之最短視距。
2. 依照上述推算之最短視距再行推算出設計速率，並再利用推算結果向下推算各項設計要素對應數值。
3. 利用推算之設計速率，根據公式推算設計要素規範數值，其中橫向摩擦係數、最大超高漸變率及縱坡限制長無法使用公式計算，則參考 AASHTO Green Book 2011 規範中之建議值所設定。

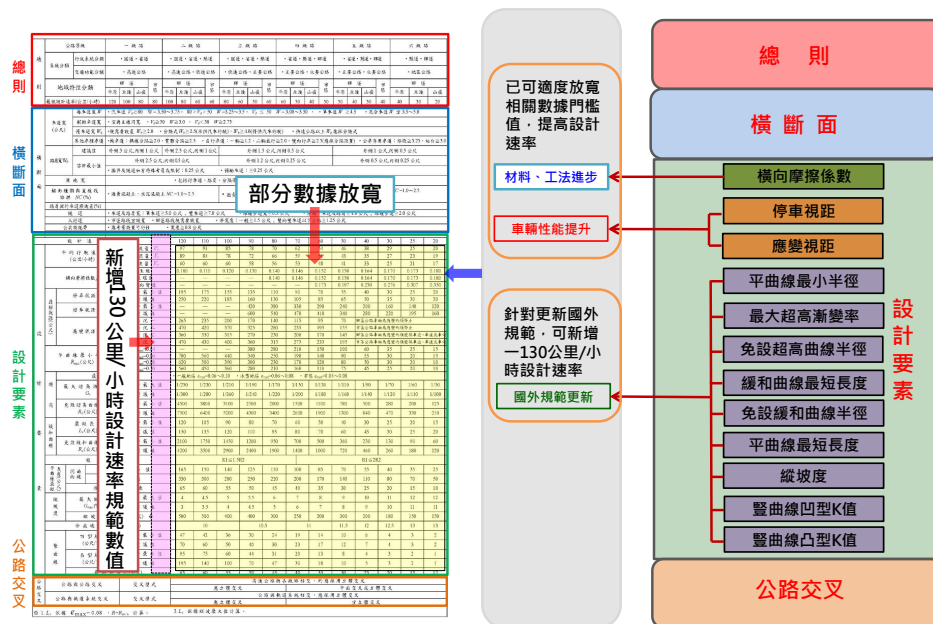


圖 4 設計速率提升評估架構圖

● 各項數據推算之建議值

以圖 3 及圖 4 進行各項數據推算，並與原「公路路線設計規範明細表」之設計要素之數值比較呈現，如表 1 至表 3。

本建議表參照 AASHTO Green Book 2011 設計速率各規範數值及要素規範值放寬部分，原則如下：

1. 橫向摩擦係數：主要參照 AASHTO Green Book 2011 之規範數值作為修改之依據。
2. 最短視距：最短停車視距係利用目前車輛減速度規定進而計算，最短其數值於各設計速率下皆較原規範值短；應變視距於狀況一、二時之計算結果亦較原規範數值短，狀況三、四則為 AASHTO Green Book 2011 規範之引用；超車視距則參照 AASHTO Green Book 2011 規範之規定值。
3. 平曲線最小半徑：平曲線最小半徑利用 AASHTO Green Book 2011 規範中之橫向摩擦係數進行計算，設計速率 70 公里/小時以下時規定有較放寬之情況。
4. 最大超高漸變率：主要參照 AASHTO Green Book 2011 之規範數值

作為修改之依據，國內現行規範之建議值較美國規範保守。

5. 免設超高曲線半徑：利用公式計算結果並無改善之空間，其值與 AASHTO Green Book 2011 之規範數值亦相當接近，故僅新增設速率 130 公里/小時的部分。
6. 緩和曲線最短長度：利用公式計算，僅有部分設計速率條件下有較放寬之數值，但某些微差距並不會造成影響，故僅新增設速率 130 公里/小時的部分。
7. 免設超高曲線半徑：利用公式計算結果與規範之值已相當接近，並無改善之空間，故僅新增設速率 130 公里/小時的部分。
8. 平曲線最短長度：利用公式計算，其結果與目前規範值一致，故僅新增設速率 130 公里/小時的部分。
9. 複曲線最短長度：利用公式計算，其結果與目前規範值一致，故僅新增設速率 130 公里/小時的部分。
10. 最大縱波及縱坡限制長：主要參照 AASHTO Green Book 2011 之規範數值作為修改之依據。
11. 豎曲線凹形 K 值與凸形 K 值：利用公式計算，因其計算過程需應用到最短停車數據，最短停車視距減少，K 值亦相對降低。

表 1 設計要素各項參數值推算結果與原參數值比較表(1)

設計速率 V_d (公里/小時)			130	120	120	110	110	100	100	90	90	
設計要素	平均行駛速率 (公里/小時)	低流量 V_r	-	97	97	91	91	85	85	78	78	
		中流量 V_i	-	89	89	84	84	78	78	72	72	
		高流量 V_c	-	60	60	60	60	60	60	58	58	
	橫向摩擦係數 f_s	主線	0.08	0.100	0.090	0.110	0.110	0.120	0.120	0.130	0.130	
		匝環道	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		轉向彎道	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	最短視距 (公尺)	停車視距 S_s	容許最小值	205	195	180	175	160	155	140	135	120
			建議值	255	250	225	220	195	185	170	160	145
		超車視距 S_p	容許最小值	440	-	395	-	355	-	320	420	280
			建議值		-		-		-		600	
	應變視距 S_d	狀況一	275	265	240	235	210	200	180	170	155	
		狀況二	495	470	445	420	400	370	350	325	310	
		狀況三	390	360	360	330	330	315	315	270	270	
		狀況四	510	470	470	430	430	400	400	360	360	
	平曲線最小半徑 R_{min} (公尺)	$e_{max}=0.04$	-	-	-	-	-	-	495	380	375	
		$e_{max}=0.06$	950	700	755	560	560	440	440	340	335	
$e_{max}=0.08$		830	620	670	500	500	390	395	300	305		
$e_{max}=0.10$		740	560	600	450	455	360	360	280	280		
最高	最大超高率 e_{max}		• 一般地區 $e_{max}=0.06-0.10$ • 冰雪地區 $e_{max}=0.06-0.08$ • 市區 $e_{max}=0.04-0.08$									
	最大超高漸變率 G_r	容許最大值	1/240	1/250	1/220	1/230	1/200	1/210	1/180	1/190	1/170	
		建議值	1/290	1/300	1/270	1/280	1/250	1/260	1/230	1/240	1/220	
	免設超高取線半徑 R_n (公尺)	容許最小值	5300	4500	4500	3800	3800	3100	3100	2500	2500	
建議值		8800	7500	7500	6400	6400	5200	5200	4300	4300		
緩和曲線	最短長度 L_s (公尺) ※	容許最小值	130	120	120	105	105	90	90	80	80	
		建議值	155	150	150	135	135	120	120	110	110	
	免設緩和曲線半徑 R_s (公尺)	容許最小值	2450	2100	2100	1750	1750	1450	1450	1200	1200	
		建議值	4800	4200	4200	3500	3500	2900	2900	2400	2400	
要素	複曲線		$R1 \leq 1.5R2$									
	長度 (公尺) 最短	同向曲線	容許最小值	180	165	165	150	150	140	140	125	125
			建議值	360	330	330	300	300	280	280	250	250
	複曲線		70	65	65	60	60	55	55	50	50	
	縱坡度	最大縱坡 G_{max} (%)	容許最小值	4	4	4	4.5	4.5	5	5	5.5	5.5
			建議值	3	3	3	3.5	3.5	4	4	4.5	4.5
		縱坡限制長 L_i (公尺) ※	650	500	650	500	650	400	450	400	500	
	合成坡度最大值 I (%)		10						10.5			
	豎曲線	凹型K值 (公尺/%)	容許最小值	50	47	43	42	37	36	31	30	26
			建議值	64	70	55	60	47	50	39	40	32
凸型K值 (公尺/%)		容許最小值	105	95	81	75	63	60	47	44	34	
		建議值	163	195	125	140	94	100	70	70	50	
最短長度 L_v (公尺)		70	65	65	60	60	55	55	50	50		

註:藍色底為本計畫所推算數值

表 2 設計要素各項參數值推算結果與原參數值比較表(2)

設計速率 V_d (公里/小時)			80	80	70	70	60	60	50	50		
設	平均行駛速率 (公里/小時)	低流量 V_f	70	70	62	62	54	54	46	46		
		中流量 V_i	66	66	59	59	51	51	43	43		
		高流量 V_c	56	56	53	53	48	48	41	41		
	橫向摩擦係數 f_s	主線	0.140	0.140	0.146	0.150	0.152	0.170	0.158	0.190		
		匝環道	0.140	0.140	0.146	0.146	0.152	0.152	0.158	0.158		
		轉向彎道	-	-	-	-	0.173	0.173	0.197	0.197		
	計	最短視距 (公尺)	停車視距 S_s	容許最小值	110	100	90	85	70	70	55	55
				建議值	130	120	105	100	85	80	65	60
		超車視距 S_p	容許最小值	380	245	330	210	290	180	240	160	
			建議值	540		470		410		340		
應變視距 S_d		狀況一	140	130	115	110	95	90	70	70		
		狀況二	280	265	235	225	195	190	155	150		
		狀況三	230	230	200	200	170	170	145	145		
		狀況四	315	315	275	275	235	235	195	195		
平曲線最小半徑 R_{min} (公尺)		$e_{max}=0.04$	280	280	210	200	150	135	100	85		
		$e_{max}=0.06$	250	250	190	185	140	125	90	80		
	$e_{max}=0.08$	230	230	170	170	120	115	80	75			
	$e_{max}=0.10$	210	210	160	155	110	105	75	70			
要	超高	最大超高率 e_{max}										
		最大超高漸變率 G_r	容許最大值	1/170	1/150	1/150	1/140	1/130	1/120	1/110	1/110	
			建議值	1/220	1/200	1/200	1/190	1/180	1/170	1/160	1/160	
		免設超高取線半徑 R_n (公尺)	容許最小值	2000	2000	1500	1500	1100	1100	780	780	
建議值	3400		3400	2600	2600	1900	1900	1300	1300			
素	緩和 和 曲 線	最短長度 L_s (公尺) ※	容許最小值	70	70	60	60	50	50	40	40	
			建議值	95	95	80	80	70	70	60	60	
		免設緩和曲線半徑 R_s (公尺)	容許最小值	950	950	700	700	500	500	360	360	
			建議值	1900	1900	1400	1400	1000	1000	720	720	
素	複曲線						$R1 \leq 2R2$					
	長度 (公尺) 最短	同向曲線	容許最小值	110	110	100	100	85	85	70	70	
			建議值	220	220	200	200	170	170	140	140	
	複曲線		45	45	40	40	35	35	30	30		
	縱坡度	最大縱坡 G_{max} (%)	容許最小值	6	6	7	7	8	8	9	9	
			建議值	5	5	6	6	7	7	8	8	
		縱坡限制長 L_i (公尺) ※	300	350	250	300	200	300	300	-		
	合成坡度最大值 I (%)						11		11.5	11.5		
	豎 曲 線	凹型K值 (公尺/%)	容許最小值	24	20	19	16	14	12	10	9	
			建議值	30	26	23	20	17	15	12	11	
凸型K值 (公尺/%)		容許最小值	31	24	20	17	13	11	8	7		
		建議值	47	35	30	23	18	15	10	9		
最短長度 L_v (公尺)		45	45	40	40	35	35	30	30			

註:藍色底為本計畫所推算數值

表 3 設計要素各項參數值推算結果與原參數值比較表(3)

		設計速率 V_d (公里/小時)	40	40	30	30	25	25	20	20	
設	平均行駛速率 (公里/小時)	低流量 V_f	38	38	29	29	25	25	20	20	
		中流量 V_i	35	35	27	27	23	23	19	19	
		高流量 V_c	33	33	25	25	21	21	17	17	
	橫向摩擦係數 f_s	主線	0.164	0.230	0.170	0.280	0.173	0.310	0.180	0.35	
		匝環道	0.164	0.164	0.170	0.170	0.173	0.173	0.180	0.180	
		轉向彎道	0.230	0.230	0.276	0.276	0.307	0.307	0.350	0.350	
	最短 視距 (公尺)	停車視距 S_s	容許最小值	40	40	30	30	25	25	20	20
			建議值	50	45	35	30	30	25	20	20
		超車視距 S_p	容許最小值	200	140	160	120	140	-	120	-
			建議值	280		220		195		160	
	應變 視距 (公尺)	狀況一	鄉區公路車輛為應變而須停止								
		狀況二	市區公路車輛為應變而須停止								
		狀況三	鄉區公路車輛為應變而須變換車速、車道或車向								
		狀況四	市區公路車輛為應變而須變換車速、車道或車向								
	平曲線 最小半徑 R_{min} (公尺)	$e_{max}=0.04$	60	50	35	25	25	15	15	10	
		$e_{max}=0.06$	55	45	30	20	20	15	15	10	
$e_{max}=0.08$		50	40	30	20	20	15	10	10		
$e_{max}=0.10$		45	40	25	20	20	15	10	10		
計	最大超高率 e_{max}										
	最大 超高 漸變率 G_r	容許最大值	1/90	1/100	1/70	1/90	1/60	1/80	1/50	1/80	
		建議值	1/140	1/150	1/120	1/140	1/110	1/130	1/100	1/130	
	免設 超高 取線 半徑 R_n (公尺)	容許最小值	500	500	280	280	200	200	125	125	
建議值		840	840	470	470	330	330	210	210		
要	緩和 和 曲 線	最短長度 L_s (公尺) ※	容許最小值	30	30	25	25	20	20	15	15
			建議值	45	45	30	30	25	25	20	20
	免設 緩和 和 曲 線 半徑 R_s (公尺)	容許最小值	230	230	130	130	90	90	60	60	
		建議值	460	460	260	260	180	180	120	120	
		複曲線									
素	長度 (公尺) 最短	同向 曲線	容許最小值	55	55	40	40	35	35	25	25
			建議值	110	110	80	80	70	70	50	50
		複曲線	25	25	20	20	15	15	10	10	
縱 坡 度	最大 縱坡 G_{max} (%)	容許最小值	10	10	11	11	12	12	12	12	
		建議值	9	9	10	10	11	11	11	11	
	縱坡 限制 長 L_1 (公尺) ※	200	-	180	-	150	-	150	-		
		合成 坡度 最大 值 I (%)	12	12	12.5	12.5	13	13	13	13	
豎 曲 線	凹型 K值 (公尺/%)	容許最小值	6	6	4	3	3	2	2	2	
		建議值	7	7	4	4	3	3	2	2	
	凸型 K值 (公尺/%)	容許最小值	4	4	3	2	2	1	1	1	
		建議值	5	5	3	2	2	1	1	1	
		最短 長度 L_v (公尺)	25	25	20	20	15	15	12	12	

註:藍色底為本計畫所推算數值

- **實驗設計與分析**

根據各路段之第 85 百分位運行速度量測調查結果探討其現況道路速限之適用性，各點位探討之結果其第 85 百分位運行速度大多數皆超過目前之速限，針對此結果對路段之行車速限提出調整之建議。

「提升各級公路最低設計速率之可行性評估」

103.6.12 期中報告審查會議

意見回覆表

單位	項目	意見	意見回覆
第二區 養護工 程處	1.	現有設計速率都是在道路規劃設計時就依公路不同等級之不同最低設計速率規劃設計，本案係僅就未來對於道路拓寬、改線等進行調整，或將既有公路均納入進行調整或僅就部分路段進行試辦？	本計畫目前針對各項設計要素進行研究，探討設計速率調整之可行性，建議未來由專業團隊針對各項實驗進行研究，例如：第 85 百分位運行速度量測等，本研究於期末階段由更詳細的示範性實驗後交由各工務段來執行。
	2	既有公路速限調整，是規劃單位進行實地路測調查後交由工程處配合修訂速限標誌牌面？還是規劃單位僅將原則訂定出來由各工程處逕行調查調整？	本研究於期末階段須執行 5 處路段之實驗，就實驗結果探討該 5 處路段未來速限有無調整空間，並以實驗之過程與發現建立未來之標準化作業程序。
	3.	既有公路速限修訂提及實地長期監控與量測，監控條件是經由專家學者審查會或由何單位(機關)來決定，報告書 7-2 頁流程圖(圖 7-1)建議於實地長期監控與量測後補列相關審查會流程。	本研究建議利用 CCTV 監視、第 85 百分位運行速度調查、一年的事故及肇事資料，監控條件可於專家學者委員會中針對不同道路條件擇定。
第三區 養護工 程處	1	報告書 P6-3 說明受限於環境天候路段應降低設計速率，以確保車輛安全通行，但 P7-42 說明實際量測第 85 百分位速度遠小於路段現行速限則目前速限不調整。考量實測速度遠小於速限應表示該路段狀況(線形、地形、天候)不佳，故是否應進行調降低設計速率之相關評估。	速限之調整可包含提升與降低速限：如交通部針對易肇事路段進行評估，若速度過高為肇事主因，調降速限為改善方案之一。
	2	報告書 P7-43 調整實施新速限之具體作法為何？請再詳細說明。若因速限調整試行路段有超過原	本研究主要觀察現有車輛行駛速率狀況，並非改變速限，進而檢討設計速率是否需要改變。

		有速限發生事故之情形，甚或引發國賠事件後，請考量說明應如何因應。	
第四區 養護工程處	1	提高設計速率於車輛因素，車輛性能國內的要求與國外相同？從車輛實際行駛速度去評估提高速率是否可行？	目前國內大部份車輛都是來自於國外成熟車廠的設計，少數自行研發的車輛也是採取與國外車廠安全設計相同的要求，基本上全世界所有的車輛製造標準都是以世界車的標準為標的，主要都是遵循歐盟的法規要求，而能夠在國內上市的車輛，其所有的標準都是能通過法規最低的門檻要求。
第五區 養護工程處	1	國外文獻回顧係由外國原文翻譯，翻譯後中文之語法文句請再檢視，避免不好理解閱讀。	遵照辦理，於期末報告修改，請見報告書 CH2。
	2	本委託案是要檢討道路「速限」還是要修正公路路線設計規範中的最低「設計速率」，相關字眼在報告書中似有混用。	本計畫主要針對設計速率進行探討，於期末報告中修改更正相關字眼。
	3	報告書 P2-1 側「項」淨距、p2-8 在這種速度「設率」的公路上…，請更正。	已修正，請詳見報告書 P2-1、P2-8。
	4	報告書 P2-39 表 2-7 中澳大利亞與瑞士之速限降低值沒有標示。	已修正，請詳見報告書表 2-7。
養路組	1	第一章計畫緣起請補充契約工作項目內容及預期研究成果說明。	已於報告書中第一章補充內容，請詳見報告書 P1-2~4。
	2	第二章文獻回顧其中表 2-4、2-5、2-6 請於文章內摘要說明，另國內相關研究部分論述較少，請補充。	已於期末報告 CH2 中補充相關研究文獻，其中表 2-4、2-5、2-6 為前述文獻之歸納整理。
	3	報告書 2.4 節車輛性能中一般性的介紹內容過多，建議精簡；且所引用車輛性能資料是否對於新、舊車都可以適用，請說明。	遵照辦理，請詳見報告書 P4-20。
	4	表 3.1 公路路線設計規範明細內容無法識別，請調整表格編排方式。	表 3-1 僅作為第三章後續說明之示意圖，詳細明細表內容請參考報告書附件二。
	5	第四章設計速率提昇評估，引用	不同的道路類型皆會組成不同的

	美國 AASHO 2011 版資料及財團法人車輛研究測試中心煞車性能要求，推算出停車視距等各項設計要素計算值，建請補充整合性評估分析內容（如國內交通特性、車種組合、道路條件、環境因素、都市計畫及使用安全等）。	環境型態，道路交通特性、車種組合、道路條件等都不盡相同，本計畫建議以道路設計速率調整流程中的檢核條件評估設計速率調整之適用性，後續研究以此來探討評估國內設計速率調整之道路特性，請見報告書 P7-3~6。
6	依前項所推算出各設計要素計算值，是否適合做為修改國內相關規範之參據，請周詳考量，並建議邀請相關單位及學者專家進一步研討。	本計畫依據各項文獻與資料推算設計要素參數值表，後續將建議相關單位仍需要更多的實驗及研討來進行更周詳的考量。
7	圖 5.1 設計速率提升可行性評估流程第(3)項，對於設計要素調整建議進行實驗驗證，請補充執行方式說明。	設計要素調整實驗驗證需要包含人、車、路各項更為嚴謹的實驗來執行，本計畫於期末報告中建議後續可能需要進行的實驗，實驗階段進行第 85 百分位運行速度調查亦為驗證本計畫設計速率推算之結果，請見報告書 P5-6~18。
8	於道路上進行實驗驗證，若路段設計速率調整後設計要素值與「公路路線設計規範」等相關規定不符合之處，程序上如何處理？請說明。	本研究於期末階段執行 5 處路段之實驗，如實驗結果可以發現未來速限有需要調整的空間，就可以進一步針對規範探討。
9	表 5.10 比較表(1)縱坡限制長度欄內各數據間合理性，請檢視。	已於報告中重新檢核修改，請見報告書 P6-25-27。
10	表 5.12 比較表(2)縱坡限制長度欄內未訂限制長度值，請說明。	已於報告中重新檢核修改，請見報告書 P6-25-27。
11	6.3 設計速率調整評估流程內如何制定「道路因素的檢核條件」，請完整分析說明，併請將檢核條件轉成「檢核表」型式，以利運用。	道路因素檢核條件包含交通量、道路線形、土地使用類型、道路幾何特徵、環境氣候型態及公路材料工法等因素，不同的道路類型亦有不同的設計速率調整情況，提升或降低必須視道路各項條件而定，請見報告書 P7-5。
12	依評估流程設計速率影響因素包括人為、車輛、道路及環境因素，需委託「專業實驗團隊」實驗執	後續研究可先依照本計畫之成果針對更多不同類型之道路進行實驗調查，歸納出適合進行設計速

		行，其執行方式、內容，請補充說明。	率調整之道路類型，後續再依據其道路特性進行實務上之實驗，例如:以實際車輛行駛該路段以探討駕駛人感受等研究。
	13	第七章速度提升評估，所提出「速度限制」評估流程項目詳細，請補充相關內容說明。	速度限制評估流程詳細內容說明請見報告書 CH8。
	14	<p>期中報告編輯建議事項：</p> <p>(1) 各章評估流程及流程圖內容，請進一步整合。</p> <p>(2) 一般性敘述說明請精簡，各章文獻摘要說明，請整併入第二章內。</p> <p>(3) 文字誤植、漏字，如 P2-17、2-47、7-4。</p> <p>(4) 圖表編號與文內敘述不一致或漏列：如圖 2-3、表 2-4、2-5、2-6。</p> <p>(5) 用詞不妥，如「公路總局建議值」、「台灣交通部」、「主關機關」。</p>	已於報告書中修改，請見報告書 P2-17、2-47、7-4 與圖 2-3、表 2-4~6
新工組	1	報告書 4.2(橫向摩擦係數與曲線最小半徑)P4-7~13，本研究計算曲線最小半徑所採用之摩擦係數及公式等皆與規範相同，而規範係取近似值，本研究則取計算值，請說明規範所取之數值與其計算式結果不同之緣由，且本研究以其計算結果與規範數值比較是否有調整空間，是否妥適，請一併說明。另 4.4.2(免設超高半徑)亦有相同之情形，亦請檢討。	計算結果不同係因 AASHTO 最新規範之摩擦係數不同之結果，請詳見報告書 P4-10、P4-48~P4-51。
	2	本報告引用公路路線設計規範所定各設計要素之建議值及容許	已於期末報告中修改，請見報告書 P4-24。

		值，多處皆以公路總局所定敘述，請檢討。如：P4-24 第 9 行停車視距皆小於”公路總局”建議值。	
	3	本報告引用 AASHTO 規定之設計要素數值，如 P4-45 之最大超高漸變率及 P4-47 之免設超高曲線半徑，其值應與規範之容許值或建議值比較或有其他比較方式請說明。	已於期末報告中說明探討是否有調整之空間，請詳見 P4-45、47。
	4	報告書 4.7(平曲線最短長度)P4-58~62，未提及規範所定同向曲線最短長度及複曲線最短長度是否有檢討空間。	本研究依據材料工法進步、車輛性能提升及國外文獻、規範更新進行探討，國內目前規範所定亦與國外相同，請並無因車輛性能提升等因素而有檢討之空間，請見報告書 P4-58~62。
	5	報告書 4.8(縱坡度)P4-63~75，未提及規範所定縱坡臨界長及縱坡限制長是否有檢討空間。	本研究依據材料工法進步、車輛性能提升及國外文獻、規範更新進行探討，國內目前規範所定亦與國外相同，請並無因車輛性能提升等因素而有檢討之空間，請見報告書 P4-63~75。
	6	本報告未見平曲線加寬之設計要素規範之討論章節，另公路路線設計規範第四章公路交叉之設計要素，部分亦影響主線設計速率，惟於本報告未討論。如：立體交叉處之縱坡度、超高率及曲線半徑規定；匝道分匯流區加減速車道長度。	本研究針對車輛性能提升對於設計速率之影響進行分析，結果尚需後續更嚴謹的實驗或研究來探討其適用性，包含設計速率提升是否影響平曲線加寬等設計。
	7	報告書 P7-41 調查方法及數據分析，採用 85 百分位行車速度調查方法，若調查路段設有速限，調查結果是否可能因駕駛人於車速限制下行駛致調查結果失真。	實驗地點係針對路段中無測速照相及警察執法之地點執行，並於駕駛人不察之地點進行，避免調查數據失真。
規劃組	1	報告書 P2-17 綜述國外設計速率流程圖係將設計速率界定為一個選擇速度，但是否有類似本研究	期末報告補充探討相關研究文獻，請詳見 CH2。

	案(車輛性能提升後影響設計速率的因素)之國內外相關文獻並未提及，請補充說明。	
2	報告書 P.4-20 文中提及有關車輛安全檢測基準 42-2 動態煞車之規定平均減速度 6.43m/s ² (空檔)及 5.76m/s ² (行駛檔)，請說明該數據之驗證過程，並檢討其試驗環境是否可於一般道路上應用。	請詳見報告書 P4-20。
3	依據車輛安全檢測基準 42-2 動態煞車之規定並無大小客車之分別，其適用車種僅排除 G 類及 L2、L5 車輛，請檢討表 4-7 是否適用。	遵照辦理，於期末報告修改，請見報告書 P4-20。
4	建議可針對免設超高曲線半徑 R_n 公式內之 $f_s=0.035$ 進行探討。	遵照辦理，嘗試於期末報告探討。
5	建議可針對公路路線設計規範 3.6.2 免設緩和曲線之條件；2.公路設計速率 $V_d \leq 40$ 公里/小時，其受地形或其他特殊限制者得免設緩和曲線，其 40 公里/小時得否向上提升。	遵照辦理，嘗試於期末報告探討。
6	現行規範內隱含了部分安全係數，建議其相關之計算值仍需考量安全係數之設置。	本研究回顧文獻與規範後並考量於安全的情況下進行較為保守之建議值，係亦考量相關安全問題。
7	「最大超高漸變率」據本計畫所推算數值，設計速率 40km/hr 以下之漸變率均降緩，致漸變長度增長，反而影響速率提升，請說明原因。	該要素於報告中係引用最新版 AASHTO 之規範，與國內目前規範並無太大差異及調整空間，請詳見 P4-47
8	豎曲線之凹、凸型 K 值，在實務設計上尚屬適宜，建議無須調降。	遵照辦理，於期末報告修改。
9	平曲線行車道加寬，建議納入評估。	本研究針對車輛性能提升對於設計速率之影響進行分析，結果尚

			需後續更嚴謹的實驗或研究來探討其適用性，包含設計速率提升是否影響平曲線加寬等設計。
	10	道路行駛速限有不合理之情形，其原因並非只有路線幾何設計的層面，另亦涉及交通管理操作層面。例如，針對不同車種設定行駛速限，亦有利小型車速限之提升。	遵照辦理，於期末報告納入探討。
	11	本研究報告引用 AASHTO 之各項數據，是否可直接套用至國內，是否因應國情不同而需調整各項參數之情形？建請補充說明。	本研究針對車輛性能提升對於設計速率之影響進行分析，結果尚需後續更嚴謹的實驗或研究來探討其適用性。
	12	報告內說明相關汽車性能提升及各項新式汽車安全系統，惟並非所有車輛均為新車且配備最新之安全設備，故建議以現行各車輛均具備之基本性能及設備為評估基準。	遵照辦理，於期末報告納入探討。
	13	相關規範未修訂前，若貿然將試辦計畫之行車速限提升至超過其設計速率，萬一發生事故時，則其肇事責任之釐清將有所疑慮，建請考量。	本研究目前針對設計速率是否能調整進行可行性評估，評估結果不會貿然執行修改，尚需後續更為嚴謹的研究進行驗證。
台灣大學土木系許教授添本	1	預測第 85 百分位行駛速率可參考德國之規範，其郊區公路部分之彎道或住家路段才有速限之問題。	遵照辦理，於期末報告納入探討。
	2	速限與設計速率有不同的考慮方向，建議本研究還是探討設計速率是如何制定？考慮因素為何？尤其設計速率之提升所需考量之人、車因素範圍甚廣，應保守評估以策安全並回歸運輸規劃之探討。	遵照辦理，於期末報告納入探討。
	3	建議將各級道路的設計速率規定表格加入研究報告中。	遵照辦理，於期末報告中修改
總工程	1	如果第 85 百分位行駛速率調查結	遵照辦理，於期末報告中探討。

司		果是低於設計速率者，則速限調整可以呼應地方需求；如果第 85 百分位行駛速率超過設計速率則必須再研議規範是否需要修改調整。	
	2	報告中的減速度等資料都是從國外規範之參考而來，對於國內規範是否需要再更新，請於後續再行探討。	遵照辦理，於期末報告中探討。
	3	報告中用詞及語意再請於期末階段修改完成。	遵照辦理，於期末報告修改。
規劃組 書面意見	1	期末階段實驗操作為何？實驗結果獲得後是否未來每條有速限調整考量之道路都需要重複此實驗？	實驗操作請詳見期末報告 CH5。
	2	報告書 2.1.2 國外設計速率規范文獻回顧，本章節部分文章語意不通暢，請檢視並標明出處。	遵照辦理，於期末報告修改。
	3	表 2-8 各地區速限評估要素表綜整比較表，表頭項目 1~14 請說明。	請詳見報告書 P2-41 A~N 項
	4	建議速限及車輛性能相關章節可再行摘要酌減。	遵照辦理，於期末報告修改。
	5	建議第三章、第四章、第五章可合併撰寫。	遵照辦理，於期末報告修改。
	6	建議將各級道路的設計速率規定表格加入研究報告中。	遵照辦理，於期末報告修改。
	7	圖 4-13、圖 4-14，圖表超出列印範圍請修正。	遵照辦理，於期末報告修改，請見報告書 P4-74。
	8	本計畫內文、格式請加強檢視。	遵照辦理，於期末報告修改。
	9	與研究項目、結論無直接相關之章節建議採附錄方式呈現，(如汽車性能之介紹)。	遵照辦理，於期末報告修改。
	10	報告書 P1-3 圖 1-1 研究流程圖各階段日曆天數請依契約內容更正。	遵照辦理，於期末報告修改。
	11	報告書 P2-20 美國其他州請更正為部份州，州交通部請更正為州交通廳。	遵照辦理，於期末報告修改，請見報告書 P2-20。

	12	報告書 P2-18~50 速限定義及規範乙節計 33 頁，請改以摘要敘述，細節則於附錄說明。P2-44 圖 2-4 行車速度累積曲線圖應先予說明，俾讀者瞭解後續所介紹之第 85 百分位速率涵義。	遵照辦理，於期末報告修改，請見報告書 P2-42~43。
	13	報告書 P2-57~97 車輛性能乙節計 41 頁，請改以摘要敘述，細節則於附錄說明。	遵照辦理，於期末報告修改。
	14	P4-1~6 縱向摩擦係數乙節，請補充說明部頒規範已無提及。	縱向摩擦係數係為最短是距推算之要素之一，故將其論述之，請詳見報告書 P4-4~P4-6。
	15	P4-76 凸型豎曲線 K 值計算公式請調整字體。	遵照辦理，於期末報告修改，請見報告書 P4-76。
	16	P4-80 廠牌名稱請勘誤。	遵照辦理，於期末報告修改，請見報告書 P4-80。
結論	1	速限與設計速率之調整有不同的考慮方向，後續請分別確認探討。	針對速限與設計速率分別探討其調整之流程。
	2	設計速率之調整難度甚高，需考量各設計要素之一致性，目前是否已具備調整之時機，請參考國內外文獻妥為研究。	設計速率之調整需要相當縝密的研究於實驗，後續仍需要過內外相關研究來探討。
	3	請研究單位與本局規劃組於 6 月底前召開工作會議，確認後續執行事項。	配合委託單位召開工作會議，確認後續執行方向。

「提升各級公路最低設計速率之可行性評估」

103.7.4 第一次工作會議意見回覆表

單位	項目	意見	意見回覆
規劃組 李忠璋 組長	1	如果後續研究要參考德國的設計速率調整方式，請逢甲大學對於文獻中德國設計速率的調整流程再作更深入的瞭解。	遵照辦理，於期末報告中探討德國設計速率相關文獻與作法，請見報告書 p2-18。
	2	實驗調查的樣本數大概需要多少筆數據？	實驗大致挑選較離峰的時段執行，並至少進行 3、4 小時以上的調查蒐集足夠的樣本數。
	3	安全的定義到底為何？是否與駕駛人的感覺有關係？	本計畫後續需要更多、更嚴謹的實驗來探討安全與駕駛人感覺之關係。
	4	實驗調查路段挑選務必包含彎道路段。	實驗路段全長 5 公里皆包含直線及彎道路段。
	5	路段實驗時利用道路現況條件反推設計速率進行研究。	請工程處提供路段當時的竣工圖以便進行研究。
	6	第 85 百分位運行速度調查中可能有許多因素，需要思考是否可以排除忽略或後續再進行考量。	第 85 百分位運行速度調查必須於各項條件都符合之情形下進行。
	7	如果實驗結果第 85 百分位運行速度高於目前設計速率，但並不代表就是設計速率，仍需要後續再進行研究。	設計速率之調整必須經過更多、更嚴謹的實驗與研究，並非以本計畫之結果就可以調整設計速率。
	8	eTag 及 AVI 並非是現點速率，量測數據是否可使用。	本團隊希望利用測速槍以及 eTag 或 AVI 針對路段進行實驗測量，並與第 85 百分位運行速度調查的現點速率進行比較。
	9	SSF 靜態穩定係數是否會因為車齡的關係而有下降的情況？	SSF 靜態穩定係數是利用車輛重心高度與軸距計算出的係數，車輛重心高度與軸距並不會因為車齡

			而有所變化。
	10	建議期末簡報可至車輛研究測試中心舉行，並藉此機會參訪國內目前相關車輛性能測試作業。	與車輛研究測試中心接洽相關參訪事宜。
規劃組 徐積圓 副組長	1	德國、瑞士、法國、英國等歐洲國家各國的法規是否都是一致的？	於期末報告探討歐洲更多國家對於設計速率的相關研究與規範。
	2	第 85 百分位運行速度調查應該是隱含了人、車等各種考量。	第 85 百分位運行速度是綜合考量人、車、路因素，國外實證是可行的，亦有國家於某些條件下利用 85 百分位運行速度來訂定設計速率。
	3	第 85 百分位運行速度實驗時應該是在自由流速度下進行，速限牌是否應該要先暫時拆除？	實驗挑選在離峰時段進行調查，並在各車輛時間間隔至少 3~5 秒下進行數據調查，實驗點位挑選於無測速照相機的地點。
	4	建議請工程處提供路段當時的竣工圖以便進行實驗調查。	請工程處提供路段當時的竣工圖以便進行研究。
規劃組 各科意見	1	第 85 百分位運行速度實驗要如何挑選路段？	實驗道路挑選較傾向於郊區路段進行。
	2	建議實驗路段挑選較經常有交通警察機動測速的路段進行。	路段挑選優先挑選有設計速率調整必要之路段。
結論	1	針對德國設計速率利用第 85 百分位運行速度設計的流程再深入探討。	遵照辦理，於期末報告中探討德國設計速率相關文獻與作法，請見報告書 p2-18。
	2	先挑選一路段進行實驗試行，以確認目前之實驗方向、程序為可行。	先挑選一路段進行實驗，後續再進行其他路段的調查。
	3	本次會議討論意見請逢甲大學研究團隊參考辦理，相關辦理情形於每月 5 日前提送工作月報說明。	於每月 5 號提送工作月報。

「提升各級公路最低設計速率之可行性評估」

103.11.3 第二次工作會議意見回覆表

單位	項目	意見	意見回覆
規劃組 李忠璋 組長	1	國外以第85百分位運行速度當作設計速率有哪些考量的因素及限制條件?	第85百分位運行速度可以反應了包括人、車、等各項因素，而歐洲部分國家以其來訂定設計速率，主要是在道路在規劃設計階段時，考量設計速率與85百分位運行速度的差距，若差距在20公里/小時，則表示設計速率與85百分位運行速度具一致性，日後再調整設計速率時，即可透過調查85百分位運行速度來調整設計速率。
	2	德國的設計速率調整流程中有說到第85百分位運行速度是如何預測?	德國的第85百分位運行速度預測方式是利用相同幾何線型路段的歷史資料來進行分析。
	3	簡報中並非所有實驗路段的第85百分位運行速度都超過速限，建議報告中再探討說明原因為何?	遵照辦理，再針對實驗結果探討其原因，請見報告書P9-2。
	4	報告中建議路段速限調整至與現況設計速率一樣的推論是否會使肇事數量提升的情況?	本研究目前針對設計速率是否能調整進行可行性評估，評估結果不會貿然執行修改，尚需後續更為嚴謹的研究進行驗證。
	5	建議於報告中論述後續可以執行更詳細的研究或實驗(例如:駕駛人反應時間、車種、車齡等)。	遵照辦理，於期末報告建議後續可以執行的研究或實驗，請見報告書P9-4。
	6	結果並不是說設計速率一定能提升，而是要有個科學的方法來說明設計速率到底能不能提升。	本計畫評估設計速率調整之可行性，後續尚需要更多科學的實驗與研究來探討。

規劃組 各科	1	請補充說明實驗路段是如何篩選出來?	實驗路段篩選請詳見期末報告 P5-5。
	2	未來依照實驗調查之結果調整設計速率，如發生事故責任該如何歸屬?	本計畫針對設計速率調整進行評估，未來還需要更多的研究來探討，才能訂定更明確的調整設計速率流程。
	3	建議補充說明路段周邊的土地使用說明。	本計畫於路段進行車輛運行速度調查，實際調查結果是該路段在周邊現況的土地使用情況下車輛行駛的安全模式，亦已將人、車、路等各項因素都隱含於內，建議後續之研究可以用更多的數據來歸納出周邊土地使用情形與設計速率之關聯性。
	4	請解釋說明第 85 百分位運行速度如何操作及執行。	第 85 百分位運行速度調查操作與執行方法請詳見期末報告請見報告書 P5-11。
	5	請說明位於山區之路段設計速率是否能有提升的空間。	本計畫之成果未來如經過更嚴謹的研究後，亦可以針對山區路段之設計速率進行研究。
	6	建議是否將實驗路段目前速限尚未提高到與設計速率相同之因素提出，探討其中是否有與實驗成果互相抵觸的地方。	路段速限制定時必須考慮許多因素，也因為某些因素的牽制往往導致速限沒有調整的空間，即使設計速率提升但速限仍無法調整，此種情況並非每個路段都是一樣的原因，後續必須有更多樣本來探討是否能進行改善。
	7	建議於報告中論述時仍需注意速限是否有降低的考量，並非一味的提升。	報告中提到設計速率之調整必須在許多條件下才能執行，本計畫研究成果發現並非所有路段都有提升速線的需求，部分路段甚至有降低速限的考量，這些都需要後續的研究再來探討其中的因素。
	8	建議將調查數據的標準差、中位數等資料一起呈現，並補充實驗調查數據於報告中附件。	遵照辦理，於期末報告補充修改，請見報告書附件一。
	9	建議於報告中引出目前	遵照辦理，期末報告納入探討，請

	車輛的性能提升與速限提升之間的關聯性。	見報告書 P4-14。
10	建議於報告中說明實驗路段的線型資料，補充說明於何種半徑下速限可以有如此的提升，並比較目前規範之間的差異性。	本計畫目前僅實際操作 5 個路段之設計速率調整流程，於統計分析上樣本數較為不足，藉由本研究對於設計速率調查方法流程的確立，建議後續研究針對更多的路段進行調查，才能確定於何種道路線形下是否適合進行設計速率調整。
11	建議結論建議中將可以提升的路段利用個案說明的方式呈現，說明並非所有路段都可以提升。	遵照辦理，於期末報告補充修改。請見報告書 P5-12~20。
12	第 85 百分位運行速度量測結果是針對小型車，是否需要考慮速限提升後大型車輛的安全性？	後續必須要有更多的樣本及觀察來進行不同車種的調查。
13	調查時車輛間的時間間隔小於 3-5 秒的車輛不列入數據是否會造成調查數據失真的情況？	設計速率是在沒有天候及其他車輛影響的最安全速度，在調查時的樣本已排除前車影響的車輛。
14	建議於報告中提出設計速率提升後是否有相關的因應配套措施以免造成事故等問題。	本計畫對於設計速率調整方法行初步探討，仍需後續更嚴謹的實驗與研究來評估出設計速率調整的相關措施與作法。
15	建議於後續報告中加入探討實驗條件的天候情況與設計速率之間的關係。	設計速率的定義為在天候條件良好、自由流情況下的最安全車輛行駛速度，如要探討不同天候條件下車輛行駛速度的關聯性，建議後續可請專業的研究團隊於實驗場地模擬不同天候下車輛的行駛情況。
16	建議於報告中將設計速率推算過程再清楚說明。	遵照辦理，設計率推算過程請見期末報告，請見報告書 P6-9。
17	期末簡報是否於車輛研究測試中心舉行再請逢甲大學安排聯絡相關事	經接洽車測中心，其表示可由本計畫顧問黃品誠安排 2-3 人進入參觀導覽，若是人數眾多在執行業務

		宜。	中，則較不易安排。
結論	1	針對今日討論的問題內容再請逢甲大學於期末報告中進行修改。	針對討論的問題在於期末報告中修改。

「提升各級公路最低設計速率之可行性評估」

103.12.3 期末報告審查會議

意見回覆表

單位	項目	意見	意見回覆
曾志煌 局長	1	相當肯定研究團隊利用車輛性能的減速度來反推規範的設計速率，並實際進行路上車輛速度量測，從這兩方面著手也確實得出路段有調升的空間，建議未來公路總局可以試看看研究單位的成果來調整設計速率。	感謝肯定。
	2	台灣目前以參考美、加、日的做法來訂定設計速率，若使用第 85 百分位做為設計速率，調查結果會因受到速限控制而偏保守，但實際調查數據卻有許多超過設計速率，顯示出速限多已不能滿足民眾偏好。	本計畫所進行五個實測路段，發現有些路段高於設計速率，部分少於設計速率。高於設計速率的路段確實現況無法滿足駕駛者需求，後續仍需更多實驗數據與探討，才能進一步探究原因跟後續執行方案。
張祐維 教授	1	做此研究案的目的是為了滿足民眾對於速限調整的需求，研究成果初步看出確實也反映出車輛實際行駛速率多高於速限甚至是設計速率，以親身開車駕駛經驗，目前確實有調整與檢討的必要性，建議後續可參考執行，並預先擬好相關因應策略。	感謝建議，將此意見納入本計畫建議內容，提供此建議方可使後續研究更加明確，請參閱報告書 P9-3~4。
規劃組	1	本研究的目的是因為民眾以及民意代表反映目前車輛性能提升，但路段速限卻未相對提升，因此期望透過該研究了解目前國外作法、規範及汽車性能對於設計速率的影響，但此報告僅為一個開端，也得出部分成果，還請研究團隊建議機關後續如何執行，以	本計畫僅為一探究設計速率提升的可能性與國外作法，並透過實地調查了解民眾實際需求。由本研究成果初步提出看法，未來執行仍需更多佐證數據與討論，因此於期末報告書建議內容後續推行方向供機關參考。

		讓此議題能延續，找出一個具體可行方向。	
2		利用車輛之減速度性能（歐盟法規小客車平均減速度 5.76m/s^2 ）進行設計要素推算停車視距及依視距決定之凸形 K 值，此部分美國（減速度常數 3.4m/s^2 ，已考量大型重車）及日本道路構造令之設計（較寬鬆）是否已引用更改為 5.76m/s^2 ？請妥為說明。	目前 AASHTO Green Book 2011 年版中對於停車視距的推算使用之減速度為 3.4m/s^2 並未更改，與國內設計規範亦相同，請見報告書 P4-22。但設計速率為道路之最低安全速度，本計畫目前以車輛最低標準之減速度來探討設計速率，其研究成果之設計速率亦為道路速度之上限，惟後續尚需要有實務上的實驗來進行佐證。
3		第 16 頁橫向摩擦係數的部分，約在 90-70kph 有稍調整，研究成果是否影響到設計規範的修正。	本計畫參考 AASHTO 2011 年版之橫向摩擦係數規範，其對於研究成果之平曲線最小半徑部分 50kph 以下有明顯改變，詳細內容請見報告書 P4-11~13。
4		由於規範的修訂有冗長程序，研究案的成果在規範未修訂前的應用面該如何處理，且在目前現階段有哪些應用面可以參考？	本計畫僅為一探究設計速率提升的可能性與國外作法，並透過實地調查了解民眾實際需求。由本研究成果初步提出看法，未來執行仍需更多佐證數據與討論，因此於期末報告書建議內容後續推行方向供機關參考。
5		第 68 頁設計速率評估流程，是短期內還是未來規範修訂後處理，是在何階段作流程的執行面？	由本研究成果初步提出研究成果，設計速率評估流程非現階段短期內可執行，後續仍需更多佐證數據與討論並於規範修訂後才可執行。
6		第 65 頁本研究推算設計速率，減速度常數的部分若還有問題或是後續還有相關研究，現在就推算出來加以運用，是否會有顧慮或爭議，建議以前面欄位去做判斷。	(1) 本研究現階段僅利用車輛性能、國外規範等與設計速率各項設計要素具關聯性之因素進行探討，探討現況設計速率提升之可行性，研究結果亦顯示出目前就國外的相關規範及汽車性能來說，設計速率有調整空間，但設計速率調整仍須更多實證與探討，才可確

			認。 (2) 已刪除欄位，請參閱 P5-16~18。
養路組	1	期中報告審查意見未修正完全部分： (1) 第 1 點「第一章計畫緣起請補充契約工作項目內容及、說明。」1 項，未補充。	已於報告書中第一章補充內容，請詳見報告書 P1-2~4。
		(2) 第 4 點「表 3.1 公路路線設計規範明細內容無法識別，請調整表格編排方式。」1 項，未修正。	表 3-1 僅作為第三章後續說明之示意圖，詳細明細表內容請參考報告書附件二。
		(3) 第 5 點「第四章設計速率提昇評估、，建請補充整合性評估分析內容。」1 項，未補充說明。	不同的道路類型皆會組成不同的環境型態，道路交通特性、車種組合、道路條件等都不盡相同，本計畫建議以道路設計速率調整流程中的檢核條件評估設計速率調整之適用性，後續研究以此來探討評估國內設計速率調整之道路特性，請見報告書 P4-113、P7-3~6。
		(4) 第 9 點「表 5.10 比較表(1) 縱坡限制長度欄內各數據間合理性，請檢視。」1 項，未檢核。	已於報告中重新檢核修改，請見報告書 P6-25~27。
		(5) 第 11 點「6.3 設計速率調整評估、請將檢核條件轉成檢核表型式，以利運用。」1 項，未補充。	道路因素檢核條件包含交通量、道路線形、土地使用類型、道路幾何特徵、環境氣候型態及公路材料工法等因素，不同的道路類型亦有不同的設計速率調整情況，提升或降低必須視道路各項條件而定，請見報告書 P7-5。
		(6) 第 14 點「期中報告編輯建議修訂、文字誤植、圖表編號與文內敘述不一致或漏列漏字、用詞不妥等事項。」1 項，未修正。	已於報告書中修改，請見報告書 P2-17、2-47、7-4 與圖 2-3、表 2-4~6
	2	期中報告審查會議意見回覆表內請明確說明辦理情形，不宜以「於期末報告補充」回應，請檢討修正。	已於報告書中修改，請見報告書期中審查意見回覆。

	3	p4-73 縱坡限制長度說明內以「設計速率在 50kph 以下之坡道因汽車爬坡能力增強、不再細分。」，而未訂縱坡限制長度值，是否符合規範精神?請補充說明。	經重新檢核後已於報告書中修改，請見報告書 P4-73。
	4	表 4-28 縱坡長度限制內，請補充研究計算數值欄位。	已於報告書修改補充，請見報告書 P4-76。
	5	表 4-42 乘用車之 SSF 平均值增長表內，輕型卡車和貨車之 SSF 值增長率僅百分之 1.87，如何考慮提升設計速率?請補充說明。	即使目前車輛穩定性(SSF)的提升，尚無法對於現況道路設計元素有直接相對應之影響，但車輛穩定性提升仍然是汽車性能提升的一項重要因素，請詳見報告書 P4-112。
	6	為了解實驗路段特性，建請補充交通情形、道路條件、環境因素、都市計畫及使用安全等內容說明。	本計畫僅為一探究設計速率提升的可能性與國外作法，並透過實地調查了解民眾實際需求。由本研究成果初步提出看法，未來執行仍需更多佐證數據與討論，針對更多不同類型之道路調查其各項道路特性，方可探討歸納出於何種道路類型適合進行設計速率之調整。
	7	表 5-9 台 9 線宜蘭段結果分析比較表內，B 試驗點位第 85 百分位運行速度為 58km/hr，較其他試驗點位之運行速度明顯降低，請補充原因說明。	台 9 線宜蘭段實驗點位 B 之調查速度較其他點位低，原因為該點位之平曲線半徑較小，並於該彎道具有號誌化路口，請見報告書 P5-14。
新工組	1	4.2(橫向摩擦係數與曲線最小半徑)P4-7~13，有關公路路線規範值之曲線最小半徑係依何理論、公式及取捨…等方式，可否敘明以為比較本研究計算結果之依據。另若規範與本研究採用相同方式計算，於 80、90 及 100kph 與本研究採用之 AASHTO 2011 橫向摩擦係數相同(分別為 0.12、0.13 及 0.14)，其計算所得數值應相同，惟本研究之計算數值卻與規	平曲線最小半徑之理論及公式請詳見報告書 P4-7~10。另規範與本計畫係採用相同方式計算、橫向摩擦係數亦相同，但其計算結果不同係因為規範採用計算結果之近似整數值，而本計畫於表 4-4~5 為完整採用計算結果之數值，故其數值與規範會有些許之不同，請見報告書 P4-11~13。

		範不相同，可否請說其緣由。	
2	4.3 最短視距(減速度)，有關最短視距(即本研究之停車視距)，依公路路線設計規範，規定容許最小值及建議值，可否敘明公路路線規範值係依何理論、公式及取捨…等方式，以為比較本研究計算結果之依據。又本研究說明 2011 版 AASHTO Green Book 採用之舒適減速為 3.4m/s^2 規範，而本研究則採用國內車輛安全檢測基準動態煞車規定 (與 ECE 同) 為計算依據，小客車之平均減速度 (空檔 6.43m/s^2 、行駛檔 5.76m/s^2)，大客車之平均減速度 (空檔 5m/s^2 、行駛檔 4m/s^2)，可否說明緣由。另公路路線設計規範之容許值應為規範所規定之容許最小值，本節研究結論則以與規範建議值之比較結果，表示可提升設計速率，是否妥適。	最短視距之理論及公式請詳見報告書 P4-21~22。車輛安全檢驗標準為車輛於上市前所作的最低門檻值，所有車輛必須符合該標準才可販售，國內之車輛安全檢測標準亦與歐盟 ECE 法規相同，故以其規範之減速度進行研究。本計畫之研究成果最短視距之比較結果以規範建議值為比較基準係因為考量到本計畫計算之大客車停車視距，保守建議規範值針對建議值進行修改。	
3	P4-33，倒數第 7 行內容「…交通部公路總局公路等級..」，有關公路等級係依公路路線設計規範規定，請檢討。P4-36~38 亦有類似情形，其他部分類似情形，亦請檢查。	已於報告修改，請見報告書 P4-33、36~38。	
4	P4-43，本研究表示超車視距因尚未取得汽車性能提升後之加速度之建議值，…等緣由，不列入此次視距之推算，可否說明未能取得汽車性能提升後之加速度建議值之緣由。	未能取得汽車性能提升後之加速度建議值係因為每個汽車製造商都有其對於本身產品的保密性，且不同車款其加速性能亦不相同，故目前並沒有一個標準的加速度規範，請見報告書 P4-44。	
5	4.4.2(免設超高曲線半徑 R_n)，有關免設超高曲線半徑 R_n ，依公路路線設計規範，規定容許最小值(正常路拱以 $e=-1\%$)及建議值(正常路拱以 $e=-2\%$)，可否敘明公路	免設超高曲線半徑之理論及公式請詳見報告書 P4-47~50。報告書中 AASHTO Green Book 2011 版 NC 誤植為 -1.5% ，經確認後更改為 -1% ，惟其計算之結果與公路路	

		<p>路線規範值係依何理論、公式及取捨…等方式，以為比較本研究計算結果之依據。另 AASHTO Green Book 2011 版 NC 時，e 取 -1.5%，與公路路線設計規範不相同，其計算結果與公路路線設計規範所定之最小容許值比較，是否妥適。</p>	<p>線設計規範不相同之原因為公式中運用到之橫向摩擦係數不同所致，詳見報告書 P4-47。</p>
6		<p>4.5.1(緩和曲線最短長度)，有關緩和曲線長度，依公路路線設計規範，規定容許最小值及建議值，可否敘明公路路線規範值係依何理論、公式及取捨…等方式，以為比較本研究計算結果之依據。另本研究所採用之公式與公路路線設計規範採用之公式相同，惟其計算結果卻不相同，可否說明。</p>	<p>緩和曲線最短長度之理論及公式請詳見報告書 P4-52~53。本計畫所採用之公式與規範相同，但因公式中需運用平曲線最小半徑進行計算，本研究推算之平曲線最小伴境與規範略有不同，故緩和曲線最短長度計算結果亦不盡相同，請詳見報告書 P4-54。</p>
7		<p>4.9(豎曲線)，可否較為詳細說明本研究凸型及凹型豎曲線 K 值之最小值及建議值之計算方式。另本研究說明其計算結果係依據本報告 4.3 節中計算之最短停車視距，惟該停車視距係小客車之平均減速度(空檔 6.43 m/s^2、行駛檔 5.76 m/s^2)，大客車之平均減速度(空檔 5 m/s^2、行駛檔 4 m/s^2)，以代表所有型式車輛之計算結果，是否妥適。</p>	<p>凸型及凹型豎曲線 K 值之理論及公式請詳見報告書 P4-77~79。本計畫計算凸型及凹型豎曲線 K 值係利用 4.3 節之最短停車視距代入公式計算，最短停車視距為現況車輛性能提升所計算之結果，本計畫目前利用小客車及大客車之減速度進行研究，建議後續可針對各種不同車輛更進一步進行研究，以更完整考量。</p>
8		<p>5.3.2 (資料彙整)，本研究案共調查 5 個路段之第 85 百分位行駛速度，且進行了 2 次調查，可否補充其各量測點之數據及計算方式，另台 17 線高雄段 C 點之 Test1 及 Test2 分別為 58 及 74km/hr，相差達 16km/hr，台 9 線宜蘭段 D 點之 Test1 及 Test2 分別為 75 及 80km/hr，相差達 15km/hr，可否分析其原因且該些資料是否適宜</p>	<p>道路實驗量測數據補充於報告附件中，請詳見附件一。車輛於道路上行駛狀況之影響因素相當多，交通量、道路線形、土地使用類型、道路幾何特徵、環境氣候型態等各項因素，需要更多實驗數據來探討其中影響因素，建議後續研究以更多之實驗深入探討其影響因素。</p>

		納入量測結果。	
	9	5.4(結果分析)，本研究針對所調查之 5 個路段之第 85 百分位行駛速度，推算設計速率及建議速限，可否補充其理論依據及分別說明各路段之設計速率及建議速限，如何決定。	各實驗路段之推算設計速率係利用工程處提供之路段設計資料以本計畫期中階段所推算出之設計要素建議值表進行推估，推估理論方式請詳見報告書 P6-6~9。建議速限係利用推算之設計速率及實際調查之第 85 百分位運行速度結果進行建議。
第一區 養護工 程處	1.	第二章文獻回顧：設計速率定義於 P2-2 第 1~6 點與 P2-4 重複，請再檢核。	於報告中修改，請詳見報告書 P2-2~4。
	2	表 2-10 各地區速限評估要素綜整比較表中，第 1~14 代表之意義為何，若與 P2-57 頁相同，建議使用 A~N 之代碼。	於報告中修改，請詳見報告書 P2-57。
	3.	P2-66 頁空白，請調整文字順序。	於報告中重新檢視排版順序，請見報告書 P2-66。
	4	圖 2-5，此類圖示模糊不清，是否有改善方式。(如重新畫一次)	於報告中修改，請詳見報告書 P2-74。
	5	表 2-16，VSA 系統應用之廠牌名稱與 P2-83 頁內容不符。	於報告中修改，請詳見報告書 P2-82。
	6	表 2-18，主動式安全系統彙整缺少前面文章敘述內提及之部分系統。	於報告中修改，請詳見報告書 P2-109~112。
	7	圖 4-13 及圖 4-14，馬力/公噸性能曲線圖部分圖面超出頁面。	於報告中重新檢視排版，請見報告書 P4-74~75。
	8	P5-3 頁與 5.2 節 P5-5 頁內容完全相同，建議調整文章敘述。可否將 5.1 節內容放入 5.2 節內。	於報告中修改，請詳見報告書 P5-2~4。
	9	5.3.2 節，另外若測得明顯超速之車輛速率以及行駛過慢之速率，是否須於統計內剔除。	第 85 百分位運行速度之調查其基於統計上亦已剔除了速度過快之前 15% 車輛，而行駛速度過慢之車輛基於不會影響道路安全之情況下仍保留其調查結果。
	10	P8-42 頁，設計速率訂定總則表，最低設計速率欄位不夠寬以至於正確速率數字顯示為兩行，建議	於報告中檢視排版，請詳見報告書 P8-42。

		調整。	
	11	實際路段是否有檢核僅滿足設計速率之規範值或已遠大於規範之建議值，以致於有些車可以開很快。	本計畫於實驗路段推算之設計速率係利用道路完工之各項設計要素推算，如目前道路設計各項要素皆已遠大於規範之建議值更可以明確顯示出該路段仍具有設計速率調整之空間。
	12	車的舒適性是否已考量，例如 ABS 啟動或有考量其他所有車輛之幫助車的性能，AASHTO 有無提及？	AASHTO Green Book 2011 年版中有提到其進行了一項稱之為 ball-bank 的實驗，主要用來確定駕駛人的舒適性，但並無將 ABS 等車輛輔助系統納入考量，請詳見報告書 P4-8。
	13	表 3-24 文字及欄位請調整。	於報告中檢視排版，請詳見報告書 P3-32。
	14	P3-12 頁，係數第 2 行請修正為「可視」之前方道路距離。	於報告中修改，請詳見報告書 P3-14。
	15	視野造成視距是否會減？	行車視距可能會因為道路周邊各項不同的因素所影響，故本計畫進行第 85 百分位運行速度調查通盤的考量車輛於道路上行駛的實際情況，再探討其道路是否具有設計速率調整之空間。
第二區 養護工程處	1	以第 85 百分位來決定設計速率，在國內是否適用？	本計畫經過探討國內外文獻、規範及探討車輛性能之提升並實際調查路段之 85 百分位運行速度，結果顯示出路段個案確實有提升的空間，但尚需要後續更多的實驗及研究來探討其適用性，請詳見報告書 P9-4。
第三區 養護工程處	1	本處所轄多有山區路段，建議是有可針對山區路段有一參考調降的佐證資料，以利後續執行操作。	本計畫後續可針對更大量之路段進行調查，包含山區路段等各種不同現形之道路，以利後續歸納出路段之設計速率調整細則。
第四區 養護工程處	1	研究團隊所進行調查的宜蘭路段，速限應為 70 公里/小時，請更正。	於報告中修改，請詳見報告書 P5-17。
第五區	1	研究團隊所進行調查的所轄的路	本計畫推算之路段設計速率係利

養護工程處		段，設計速率是參考竣工圖所載的設計速率或者是其他方式。	用竣工圖各項設計要素資料推算設計速率，請詳見報告書 P5-2~4。
夏副局長	1	新闢道路及現有道路如何利用德國的方式進行設計速率調整？	現有道路亦可利用德國設計速率調整流程進行設計速率調整，調查路段之第 85 百分位運行速度後，檢查第 85 百分位運行速度與現況設計速率之一致性，判斷路段是否須進行設計速率調整，請詳見報告書 P2-19~20。
	2	報告書中有提到『本研究推算的設計速率』，如何的得來？	本計畫推算之路段設計速率係利用竣工圖各項設計要素資料推算設計速率，請詳見報告書 P5-2~4。
結論	1	本日期末審查請研究團隊依委員及本局同仁意見辦理修正並製作回覆對照表。	遵照辦理，均依照期末審查會議委員及局內同仁意見進行修改，並已於修正報告中製作意見回覆表。
	2	請研究團隊於會後 10 日內提送修正報告書，由業務單位檢視修正內容已完成後即同意審查通過。	於會後 10 日內提送修正報告予業務單位進行審查。

目錄

1. 第一章 計畫緣起	1-1
1.1 研究背景	1-1
1.2 研究目的	1-1
1.3 工作項目及內容.....	1-2
1.4 研究流程	1-4
2. 第二章 文獻回顧	2-1
2.1 設計速率定義及規範	2-1
2.1.1 設計速率定義.....	2-1
2.1.2 國外設計速率規範文獻回顧.....	2-6
2.2 速限定義及規範.....	2-33
2.2.1 速限定義.....	2-33
2.2.2 速限規範文獻.....	2-34
2.3 駕駛因素	2-66
2.3.1 年齡特性.....	2-66
2.3.2 駕駛經驗與能力.....	2-68
2.4 車輛性能	2-72
2.4.1 汽車六大性能.....	2-72
2.4.2 汽車安全系統.....	2-85
2.4.3 小結.....	2-113
2.5 道路幾何條件	2-115
2.6 環境因素	2-118
2.7 文獻總結	2-120
2.7.1 人為因素.....	2-120
2.7.2 車輛因素.....	2-121
2.7.3 道路因素.....	2-122
2.7.4 環境因素.....	2-124
3. 第三章 我國設計速率規範內容	3-1
3.1 總則.....	3-3
3.2 橫斷面	3-7

3.3	設計速率相關之設計要素	3-12
3.4	公路交叉	3-31
3.5	設計速率現況問題	3-35
4.	第四章 設計速率提升評估.....	4-1
4.1	縱向摩擦係數	4-1
4.2	橫向摩擦係數與平曲線最小半徑	4-7
4.3	最短視距(減速度)	4-14
4.3.1	停車視距	4-21
4.3.2	應變視距	4-30
4.4	超高.....	4-45
4.4.1	最大超高漸變率 G_r	4-45
4.4.2	免設超高曲線半徑 R_n	4-47
4.5	緩和曲線	4-51
4.5.1	緩和曲線最短長度	4-51
4.5.2	免設緩和曲線半徑	4-55
4.6	複曲線	4-58
4.7	平曲線最短長度.....	4-61
4.7.1	同向曲線最短長度	4-62
4.7.2	複曲線最短長度.....	4-64
4.8	縱坡度	4-67
4.8.1	最大縱坡度	4-67
4.8.2	縱坡限制長	4-71
4.9	豎曲線	4-80
4.9.1	凸型豎曲線 K 值	4-80
4.9.2	凹型豎曲線 K 值	4-81
4.10	馬力重量比(Power-to-weight ratio).....	4-83
4.10.1	定義說明	4-83
4.10.2	設計速率影響討論	4-84
4.11	靜態穩定係數(Static Stability Factor, SSF)	4-86
4.11.1	定義說明	4-86
4.11.2	現行車輛 SSF 參考值	4-99
4.11.3	設計速率影響討論	4-116

4.12 小結	4-118
5. 第五章 實驗設計與分析	5-1
5.1 實驗架構	5-1
5.2 實驗路段篩選	5-4
5.2.1 實驗路段	5-6
5.3 量測方法與資料彙整	5-10
5.3.1 量測方法	5-10
5.3.2 資料彙整	5-10
5.4 結果分析	5-16
6. 第六章 設計速率提升可行性評估	6-1
6.1 評估架構內容	6-3
6.2 設計要素參數值應用推算說明	6-9
6.2.1 車輛性能提升及路面材料進步之相關數值應用推算說明	6-9
6.2.2 國外規範更新相關數值說明	6-15
6.3 各項數據推算之建議值	6-23
7. 第七章 設計速率評估原則、方法及流程	7-1
7.1 考量原則	7-1
7.2 評估方法	7-3
7.3 評估流程	7-4
8. 第八章 速限提升評估	8-1
8.1 評估流程	8-1
8.2 影響因素考量	8-5
8.2.1 資料蒐集階段	8-5
8.2.2 現場勘查階段	8-39
8.3 新闢道路速限制定	8-44
8.4 既有道路速限修正	8-46
8.4.1 第 85 百分位行車速度調查	8-46
8.4.2 速限調整建議	8-47
8.4.3 速限調整後實地長期監測	8-48
8.5 小結	8-50

9. 第九章 結論與建議	9-1
9.1 結論	9-1
9.2 建議	9-3
10. 參考文獻	10-1
附件一	

圖目錄

圖 1-1 研究流程圖.....	1-5
圖 2-1 郊區州際公路速度趨勢圖.....	2-6
圖 2-2 測試小客車速度曲線分佈圖 (郊區州際公路).....	2-7
圖 2-3 德國設計速率調整流程.....	2-20
圖 2-4 綜述國外設計速率流程圖.....	2-32
圖 2-5 行車速度累積曲線圖(資料來源:「速度區建置程序手冊」, TxDOT).....	2-59
圖 2-6 百公里油耗曲線圖.....	2-74
圖 2-7 安全帶的使用增加與車輛乘員的死亡率關係圖.....	2-76
圖 2-8 一般道路交通事故中危險識別車速的降低程度與事故死亡 率關係圖.....	2-76
圖 2-9 安全氣囊系統.....	2-87
圖 2-10 傳統煞車與 ABS 比較圖.....	2-88
圖 2-11 ESP 系統配備與否比較示意圖.....	2-89
圖 2-12 TPMS 壓力檢測模組與顯示器及警告訊號.....	2-91
圖 2-13 Driver Fatigue Monitor 與 S.A.M. 疲勞報警裝置.....	2-92
圖 2-14 ARTC 駕駛者狀態監控示意圖.....	2-93
圖 2-15 疲勞監測系統及紅外線攝影機.....	2-94
圖 2-16 車道偏移警示系統示意圖.....	2-96
圖 2-17 主動式轉向頭燈.....	2-97
圖 2-18 遠近光燈自動調節系統.....	2-98
圖 2-19 盲點偵測系統.....	2-99
圖 2-20 盲點偵測系統示意圖.....	2-99
圖 2-21 車後盲點偵測系統.....	2-100
圖 2-22 智慧型煞車輔助系統.....	2-101
圖 2-23 都會型煞車輔助系統.....	2-102
圖 2-24 倒車影像式障礙物偵測系統示意圖.....	2-103
圖 2-25 停車輔助系統示意圖.....	2-103
圖 2-26 先進停車導引系統發展沿革.....	2-104

圖 2-27 先進停車導引系統示意圖	2-105
圖 2-28 自適應巡航系統示意圖	2-106
圖 2-29 全自動停車系統示意圖	2-107
圖 2-30 行人安全防護系統	2-108
圖 2-31 汽車安全系統發展沿革	2-114
圖 2-32 設計速率可能影響因子	2-120
圖 4-1 摩擦係數與滑動比之關係圖	4-2
圖 4-2 AASHTO Green Book 2011 橫向摩擦係數	4-9
圖 4-3 以車輛性能提升後的煞車減速度推算之停車視距(設計速率 不改變情況下)之變化關係圖	4-26
圖 4-4 以車輛性能提升後的煞車減速度推算之設計速率(停車視距 不改變情況下)之變化關係圖	4-30
圖 4-5 狀況 A 以車輛性能提升後的煞車減速度推算之應變視距(設 計速率不改變情況下)之變化關係圖	4-38
圖 4-6 狀況 B 以車輛性能提升後的煞車減速度推算之應變視距(設 計速率不改變情況下)之變化關係圖	4-38
圖 4-7 狀況 A 以車輛性能提升後的煞車減速度推算之設計速率(應 變視距不改變情況下)之變化關係圖	4-42
圖 4-8 狀況 B 以車輛性能提升後的煞車減速度推算之設計速率(應 變視距不改變情況下)之變化關係圖	4-42
圖 4-9 複曲線型式	4-58
圖 4-10 縱坡臨界長度，假設重型卡車為 120kg/kw(200 lb/hp)，進 入速度 110km/h(70mph).....	4-73
圖 4-11 速度與距離關係曲線(載重 120kg/kw(200 lb/hp)之車輛在 下坡減速度).....	4-74
圖 4-12 速度與距離關係曲線(載重 120kg/kw(200 lb/hp)之車輛在 上、下坡加速度)	4-75
圖 4-13 10 馬力/公噸載重車輛減速性能曲線	4-77
圖 4-14 10 馬力/公噸載重車輛加速性能曲線	4-78
圖 4-15 公路凸型豎曲線與凹型豎曲線	4-80
圖 4-16 車輛翻覆測試傾斜台	4-89

圖 4-17 量測汽車的重心位置(圖例說明 1).....	4-92
圖 4-18 量測汽車的重心位置(圖例說明 2).....	4-92
圖 4-19 量測汽車的重心位置(圖例說明 3).....	4-93
圖 4-20 量測汽車的重心位置(圖例說明 4).....	4-93
圖 4-21 量測汽車的重心位置(圖例說明 5).....	4-93
圖 4-22 量測汽車的重心位置(圖例說明 6).....	4-94
圖 4-23 量測汽車的重心位置(圖例說明 7).....	4-94
圖 4-24 量測汽車的重心位置(圖例說明 8).....	4-94
圖 4-25 量測汽車的重心位置(圖例說明 9).....	4-95
圖 4-26 量測汽車的重心位置(圖例說明 10).....	4-95
圖 4-27 量測汽車的重心位置(圖例說明 11).....	4-96
圖 4-28 量測汽車的重心位置(圖例說明 12).....	4-96
圖 4-29 量測汽車的重心位置(圖例說明 13).....	4-97
圖 4-30 各類車型之翻覆機率	4-99
圖 4-31 不同類型轎車設計之 SSF 值變化圖	4-103
圖 4-32 不同類型轎車設計之 SSF 值隨時間變化分佈圖	4-104
圖 4-33 不同類型輕型卡車和貨車 (LTVs) 設計之 SSF 值變化圖	4-107
圖 4-34 不同類型輕型卡車和貨車 (LTVs) 設計之 SSF 值隨時間 變化分佈	4-107
圖 4-35 不同類型轎車設計之長期 SSF 值變化圖.....	4-111
圖 4-36 不同類型轎車設計之長期 SSF 值隨時間變化分佈圖.....	4-112
圖 4-37 不同類型輕型卡車和貨車 (LTVs) 設計之長期 SSF 值變 化圖.....	4-115
圖 4-38 不同類型輕型卡車和貨車 (LTVs) 設計之長期 SSF 值隨 時間變化分佈圖.....	4-116
圖 5-1 實例驗證調查作業流程圖	5-2
圖 5-2 台 15 線新竹段路段現況.....	5-7
圖 5-3 台 17 線台中段路段現況.....	5-7
圖 5-4 台 17 線高雄段路段現況.....	5-8
圖 5-5 台 9 線宜蘭段路段現況.....	5-9

圖 5-6 台 18 線嘉義段路段現況.....	5-10
圖 5-7 台 15 線新竹段實驗點位示意圖.....	5-11
圖 5-8 台 17 線台中段實驗點位示意圖.....	5-12
圖 5-9 台 17 線高雄段實驗點位示意圖.....	5-13
圖 5-10 台 9 線宜蘭段實驗點位示意圖.....	5-14
圖 5-11 台 18 線嘉義段實驗點位示意圖.....	5-15
圖 6-1 設計速率提升之可行性評估.....	6-2
圖 6-2 設計要素關聯示意圖	6-6
圖 6-3 設計速率提升推算步驟示意圖	6-7
圖 6-4 設計速率提升評估架構圖	6-8
圖 7-1 國內現階段設計速率訂定流程.....	7-2
圖 7-2 本研究研擬之設計速率調整評估流程圖.....	7-4
圖 8-1 本研究研擬之速限制訂流程圖.....	8-2
圖 8-2 平均行車速率與設計速率、交通量之關係曲線圖	8-6
圖 8-3 流量與速度之間的圖形關係(資料來源:德州 A&M 交通學院)	
.....	8-30
圖 8-4 速限調整演算流程	8-33
圖 8-5 斯諾誇爾米山口 VSL 和警告標誌	8-38

表目錄

表 2-1 設計速率的定義.....	2-3
表 2-2 不同類型的公路最小設計速率(單位:英里).....	2-14
表 2-3 不同公路功能分類的設計速率範圍(1 英里/小時=1.610 公里 /小時)	2-14
表 2-4 澳洲速率環境準則	2-21
表 2-5 瑞士不同曲線半徑之標準速率	2-27
表 2-6 速限調整影響之文獻彙整	2-48
表 2-7 調查方法之文獻彙整	2-51
表 2-8 文獻考量因素彙整	2-52
表 2-9 速限調整影響案例	2-54
表 2-10 各地區速限評估要素綜整比較表	2-57
表 2-11 設定行車速限的方法	2-60
表 2-12 速度量測設備的優勢和缺點.....	2-63
表 2-13 數據蒐集樣本數及時間	2-64
表 2-14 速度檢查站建議.....	2-65
表 2-15 人為因素與安全之文獻彙整.....	2-70
表 2-16 常見品牌車輛穩定系統	2-82
表 2-17 被動式安全系統彙整	2-90
表 2-18 主動式安全系統彙整	2-109
表 2-19 道路因素與安全之文獻彙整.....	2-117
表 2-20 車輛系統過去與現今的變化.....	2-121
表 2-21 歷年小客車登記數與通行輛次	2-123
表 2-22 台灣過去與現今環境氣候變化	2-125
表 3-1 公路路線設計規範明細表	3-2
表 3-2 公路等級與設計速率	3-6
表 3-3 設計速率與每車道寬	3-7
表 3-4 公路等級與路肩寬最小寬度.....	3-8
表 3-5 鋪面種類與路拱.....	3-9
表 3-6 平均行駛速率	3-12

表 3-7 橫向摩擦係數 f_s	3-13
表 3-8 最短停車視距(m).....	3-15
表 3-9 最短超車視距(m).....	3-16
表 3-10 最短應變視距(m).....	3-17
表 3-11 平曲線最小半徑.....	3-18
表 3-12 最大超高率 e_{max}	3-19
表 3-13 最大超高漸變率.....	3-19
表 3-14 免設超高曲線半徑	3-20
表 3-15 最短緩和曲線半徑	3-22
表 3-16 免設緩和曲線半徑	3-23
表 3-17 同向曲線最短長度	3-25
表 3-18 複曲線每一圓曲線段最短長度	3-25
表 3-19 最大縱坡度	3-27
表 3-20 縱坡長度限制	3-29
表 3-21 合成坡度	3-30
表 3-22 豎曲線最短長度.....	3-30
表 3-23 立體交叉之匝道分匯流區主線最大縱坡度	3-31
表 3-24 立體交叉之匝道分匯流區主線最大超高率與平曲線最小半 徑	3-32
表 4-1 在濕滑的路面之停車視距(Stopping Sight Distance)值.....	4-3
表 4-2 舒適的橫向摩擦係數	4-8
表 4-3 國內設計規範與 AASHTO Green Book 2011 之摩擦係數 f_s 比較.....	4-10
表 4-4 設計速率不變的情況下推算之平曲線最小半徑.....	4-11
表 4-5 平曲線最小半徑不變的情況下推算之設計速率.....	4-12
表 4-6 煞車系統測試之性能基準	4-17
表 4-7 以車輛性能提升後的煞車減速度推算之停車視距(設計速率 不改變情況下)	4-25
表 4-8 以車輛性能提升後的煞車減速度推算之設計速率(停車視距 不改變情況下).....	4-29
表 4-9 應變視距(Decision Sight Distance).....	4-31

表 4-10 以車輛性能提升後的煞車減速度推算之應變視距(設計速率不改變情況下)	4-36
表 4-11 以車輛性能提升後的煞車減速度推算之應變視距(設計速率不改變情況下) (續)	4-37
表 4-12 以車輛性能提升後的煞車減速度推算之設計速率(應變視距不改變情況下)	4-41
表 4-13 最大超高漸變率.....	4-46
表 4-14 以公式計算之免設超高曲線半徑(設計速率不變情況下)	4-48
表 4-15 以公式計算之設計速率 (免設超高曲線半徑不變情況下).....	4-49
表 4-16 以公式計算之緩和曲線最短長度(本研究計算平曲線最小半徑計算)	4-54
表 4-17 公式計算之免設超高曲線半徑	4-57
表 4-18 同向曲線最短長度	4-63
表 4-19 複曲線每一圓曲線段最短長度	4-66
表 4-20 AASHTO Green Book 規範之高速公路最大縱坡度(%).....	4-68
表 4-21 AASHTO Green Book 規範之郊區幹道最大縱坡度(%).....	4-68
表 4-22 AASHTO 規範之郊區地方道路最大縱坡度(%)	4-68
表 4-23AASHTO Green Book 規範之休閒景觀道路最大縱坡度(%)	4-69
表 4-24AASHTO Green Book 規範之郊區集散道路最大縱坡度(%)	4-69
表 4-25AASHTO Green Book 規範之市區集散道路最大縱坡度(%)	4-69
表 4-26AASHTO Green Book 規範之市區幹路最大縱坡度(%)	4-70
表 4-27 最大縱坡度	4-70
表 4-28 縱坡長度限制	4-79
表 4-29 本研究計算之凸型 K 值(%).....	4-81
表 4-30 本研究計算之凹型 K 值(%).....	4-82
表 4-31 各廠牌車輛馬力重量比	4-84
表 4-32 不同車輛類型翻覆評級	4-98
表 4-33 一般車輛之反轉臨界值	4-101

表 4-34 不同類型轎車在不同年份的 SSF 值一覽表	4-102
表 4-35 不同類型轎車設計之 SSF 值增量變化表	4-103
表 4-36 不同類型輕型卡車和貨車 (LTVs) 在不同年份的 SSF 值 一覽表	4-105
表 4-37 不同類型輕型卡車和貨車 (LTVs) 設計之 SSF 值增量變 化表	4-106
表 4-38 不同類型轎車在不同年份的長期 SSF 值一覽表	4-109
表 4-39 不同類型轎車設計之長期 SSF 值增量變化表	4-110
表 4-40 輕型卡車和貨車 (LTVs) 之 SSF 值長期提升	4-114
表 4-41 同類型輕型卡車和貨車 (LTVs) 設計之長期 SSF 值增量 變化表	4-115
表 4-42 乘用車之 SSF 平均值增長表	4-117
表 5-1 台 15 線新竹段各點位量測之第 85 百分位運行速度	5-11
表 5-2 台 17 線台中段各點位量測之第 85 百分位運行速度	5-12
表 5-3 台 17 線高雄段各點位量測之第 85 百分位運行速度	5-13
表 5-4 台 9 線宜蘭段各點位量測之第 85 百分位運行速度	5-14
表 5-5 台 18 線嘉義段各點位量測之第 85 百分位運行速度	5-15
表 5-6 台 15 線新竹段結果分析比較表	5-16
表 5-7 台 17 線台中段結果分析比較表	5-16
表 5-8 台 17 線高雄段結果分析比較表	5-17
表 5-9 台 9 線宜蘭段結果分析比較表	5-17
表 5-10 台 18 線嘉義段結果分析比較表	5-18
表 6-1 國內設計規範與 AASHTO 2011 之摩擦係數 f_s 比較	6-10
表 6-2 車輛性能提升後減速度推算之停車視距(設計速率不變下)	6-11
表 6-3 本研究計算之凸型 K 值(%)	6-13
表 6-4 本研究計算之凹型 K 值(%)	6-14
表 6-5 最大超高漸變率國內外比較表	6-15
表 6-6 以公式計算之免設超高曲線半徑	6-17
表 6-7 以公式計算之緩和曲線最短長度(本研究計算平曲線最小半 徑計算)	6-18
表 6-8 公式計算之免設超高曲線半徑	6-19

表 6-9 縱坡長度限制	6-21
表 6-10 設計要素各項參數值推算結果與原參數值比較表(1).....	6-25
表 6-11 設計要素各項參數值推算結果與原參數值比較表(2).....	6-26
表 6-12 設計要素各項參數值推算結果與原參數值比較表(3).....	6-27
表 7-1 簡易檢核條件表.....	7-5
表 8-1 流量與平均行駛速率	8-8
表 8-2 市區道路服務水準等級劃分標準	8-9
表 8-3 印度各行政區不同車輛型態之速限規定.....	8-11
表 8-4 新加坡各車種之行車速限	8-12
表 8-5 英國法定各車輛型態之國家限速	8-13
表 8-6 加拿大土地使用及道路分類基本行車速限.....	8-15
表 8-7 明尼蘇達州不同土地使用速限.....	8-16
表 8-8 英國地區不同類型道路速限.....	8-18
表 8-9 澳大利亞不同類型土地使用之行車速度限制(公里/小時)	8-21
表 8-10 事故傷害最小化的行車速度限制表.....	8-23
表 8-11 各國小客車駕駛人行駛於各道路類型上超速比例	8-25
表 8-12 降雨量及路面積水情形與速度限制關係.....	8-33
表 8-13 使用可變速限的系統與速度限制	8-34
表 8-14 設計速率訂定總則	8-45

第一章 計畫緣起

1.1 研究背景

設計速率是假設路況、交通量、天候條件理想的狀況下，車輛能「安全地」行駛某一路段之最低速率標準，主要考慮各種車輛應付該路段最嚴苛的平面及縱面幾何線形而設定。

設計速率所對應之行駛速率，必須滿足絕大多數駕駛人之需求。隨著近年公路路線幾何條件不斷改善及汽車性能的提升等因素，行駛速率隨之提升，為配合交通需求及提高服務水準，針對省道各級路進行研究，研議在目前相同路況（幾何條件、橫斷面配置）下之設計速率是否有可再調升之可行性。

1.2 研究目的

本研究主要目的在於如何得知設計速率中道路幾何條件與汽車行駛性能的關係，是否有隨車輛性能的改變而能有調整空間？近年公路修建材料與工法的進步、汽車性能的提升及國外規範迭有更新，爰進行評估提升各級公路最低設計速率之可行性，以配合交通需求及提高服務水準，成果提供公路規劃設計從業人員作業依據及「公路路線設計規範」後續修訂時納入參考。

1.3 工作項目及內容

服務工作分為四階段，各階段工作期程以機關收發文日起結算，項目如下：

(1) 第一階段：

應於契約簽訂日起 20 日曆天內提出用人計畫供機關審查，該用人計畫應與參加評選所提服務建議書所列之計畫主持人、各項專業分工之主管或專業技師、各類顧問人員之名單及工作時間相符。但經訂約雙方在同等條件原則下協議變更者得調整之，該同等條件認定應以學經歷、證照、及人月數條件為綜合考量。並請提出後續工作規劃架構及方向，並明訂各工作項目預計執行及完成日期。

(2) 第二階段：

應於用人計畫經機關審定後 120 日曆天內，提送期中報告 20 份，並依機關通知進行簡報，期中報告書至少應包括之內容如下：

A. 蒐集整理國內外文獻

蒐集如何得知設計速率中道路幾何條件與汽車行駛性能的關係，包括設計速率及汽車行駛性能的定義及設計速率是否有隨車輛性能的改變而能有調整空間等研究文獻。

B. 探討設計速率中道路幾何條件與汽車行駛性能的關係

探討交通部頒公路路線設計規範設計速率所對應之各項設計要素，研究是否有隨車輛性能的改變而能有調整空間？

C. 研究提升既有公路路段設計速率之原則

不論設計速率是否有隨車輛性能的改變而能有調整空間，均應研究提升既有公路路段設計速率之原則。

D. 研擬提升既有公路路段設計速率評估方法及作業流程

考慮因素包括交通部頒公路路線設計規範各項設計要素及車輛性能等，研擬提升既有公路路段設計速率評估方法及作業流程。

(3) 第三階段：

應於期中報告經機關同意後 120 日曆天內，提送期末報告書 20 份，並依機關通知進行簡報，期末報告書至少應包括之內容如下：

A. 期中報告審定內容。

B. 實例操作及驗證

C. 選定 5 處操作路段

(原則由貴局各區養護工程處各提供 1 處)，長度各 5 公里以上為原則，現地調查最低設計速率所有設定參數，包括鋪面橫向摩擦係數數據，並進行必要的測量，以提供該路段設計速率提升的佐證資料。

D. 結論與建議

E. 成果提供公路規劃設計從業人員作業依據及「公路路線設計規範」

後續修訂時納入參考，並請建議後續研究方向及內容。

(4) 第四階段：

期末報告書經機關同意後，廠商應於 30 日曆天內提送定稿報告書 100 份(每份報告書應檢附資料光碟片)，經機關同意後，完成第四階段。

(5) 應配合機關視各階段實際評估需要，召開工作會議及辦理現場勘查。

1.4 研究流程

本計畫於期中階段將進行相關文獻整理，主要針對文獻深入探討國內外設計速率之相關研究，分析評估各研究方法之差異性，探討各項研究方法於國內其可行性為何。並利用設計速率之原則及與其他因素之關聯性，研擬提升既有路段設計速率之評估方式及作業流程。

期末階段利用研究之結果進行路段實例操作以及驗證，進行必要之量測以提供設計速率提升之佐證資料。研究流程如圖 1-1 所示：

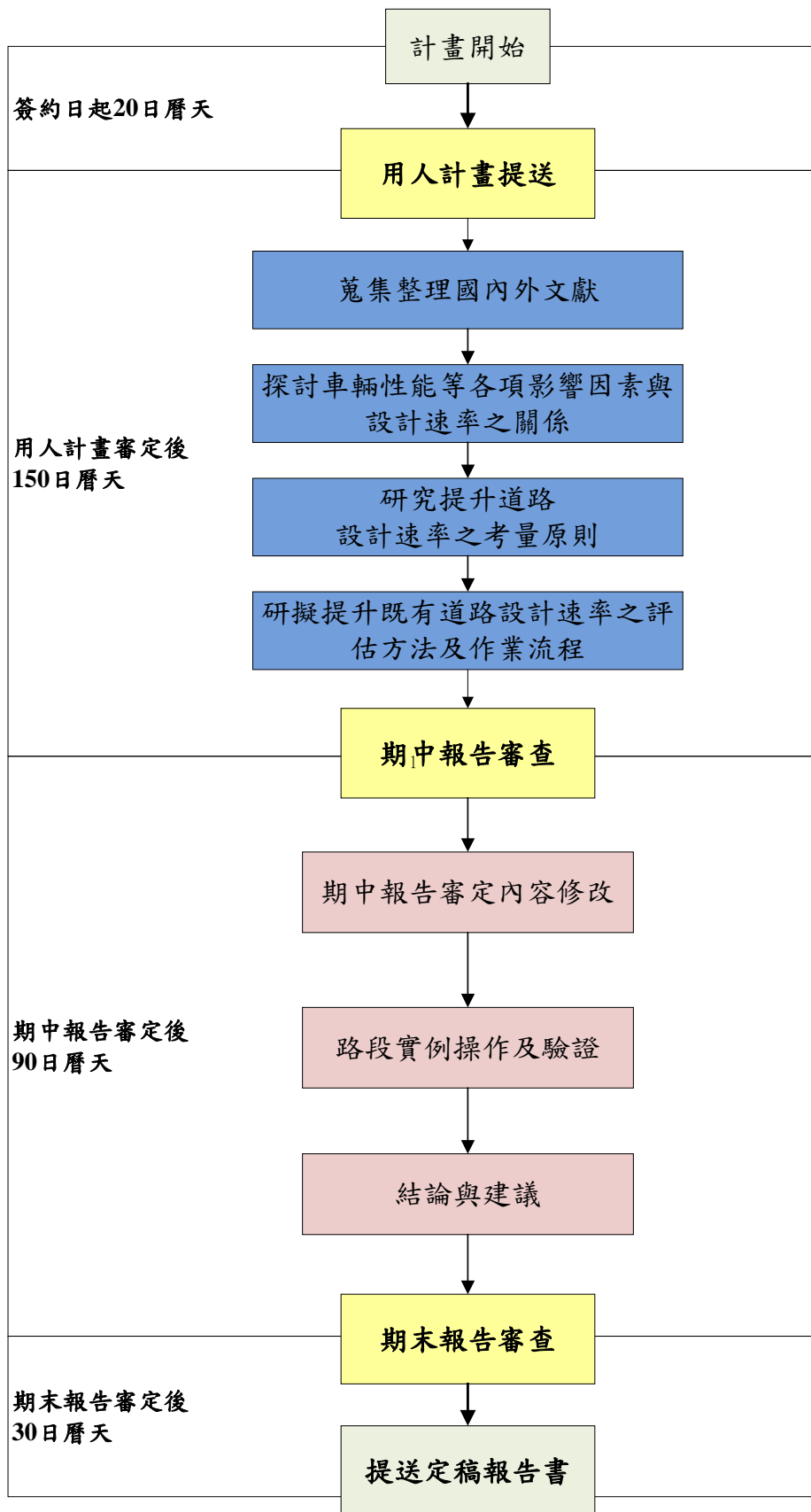


圖 1-1 研究流程圖

第二章 文獻回顧

藉由文獻回顧方式廣泛蒐集各項與設計速率、行車速限及行車安全相關之各項研究與報告，並於資料蒐集整理的過程中歸納後續研究的方向與考量重點。文獻回顧之範圍與內容分別為人為因素、車輛因素與道路因素對於行車速限與安全的相關性研究。

2.1 設計速率定義及規範

速率是一個旅客在選擇不同運具時最重要之考慮因素；當選擇使用公路時，在公路上的行駛速率，卻又往往受限於公路型式、路側干擾、氣候、其他車輛及速限等因素的影響。因此，在設計公路之初，必須審慎選擇設計速率，其相對應之行駛速率，必須滿足絕大多數駕駛人之需求。

2.1.1 設計速率定義

設計速率是用以決定公路幾何設計之依據，諸如曲率、超高及視距等，與設計速率有直接之關係；車道寬、路肩寬與側向淨距等，則與設計速率有間接之關係。設計速率愈高，相關要素之標準相對亦提高。

綜合國外學者、AASHTO、MUTCD 對於設計速率(Design speed)有關之定義如下，並整理如表 2-1。

表 2-1

1. Barnett (1936)：假定設計速率是最大的合理均勻速度，且為城市地區透過駕駛車輛操作的最快速度。
2. AASHTO (1938)：設計速率是可能採用行駛速度較快的一群駕駛人為最大近似均勻速度，但非絕對如此，因為會忽略最小的百分比。
3. A Policy on Highway Types (Geometric). AASHTO (1940)：公路的假定設計速率被認為是可能採用行駛速度較快的一群駕駛人為最大近似均勻速度，但會忽略最小的百分比。假設公路設計速率的選擇是透過地形、車流量、成本、交通特徵及其他相關因素，如美觀考慮等影響因素。
4. A Policy on Criteria for Marking and Signing No-Passing Zones on Two and Three Lane Roads. AASHTO (1940)：設計速率應註明在正常條件下具有合理安全幅度的車輛行駛速度。在現有道路或路段的設計速率，可能會發現此為這條路不擁擠的行駛速度，繪製曲線的有關數字或百分比的車輛的速度，此曲線是由大部份的駕駛人使用的速度大於選擇速度。
5. A Policy on Design Standards. AASHTO (1941):設計速率是採用行駛速度較快的一群駕駛人為最大近似均勻速度，但非絕對如此，因為會忽略最小的百分比。核准的速度分類是 30、40、50、60 和 70 英里。將根據主要的地形特徵，假設一段公路的設計速率，雖然道路交通密度更大但足以證明在同一地形中與密度較小的交通道路相比會選擇較高的設計速率。

6. A Policy on Design Standards. AASHTO (1945) : 如下表所示

農村的區域 設計速率	英里/每小時	
	最小限度	理想的
平坦地形	60	70
起伏不平的地形	50	60
山區地形	40	50
城市的區域	40	50

表 2-1 設計速率的定義

設計速率的定義		
來源	年	設計速率
Barnett	1936	假定設計速率是最大的合理均勻速度，且為城市地區透過駕駛車輛操作最快速度。
AASHTO	1938	設計速率是可能採用行駛速度較快的一群駕駛人為最大近似均勻速度，但非絕對如此，因為會忽略最小的百分比。
A Policy on Highway Types (Geometric). AASHTO	1940	公路的假定設計速率被認為是可能採用行駛速度較快的一群駕駛人為最大近似均勻速度，但會忽略最小的百分比。假設公路設計速率的選擇是透過地形、車流量、成本、交通特徵及其他相關因素，如美觀考慮等影響因素。
A Policy on Criteria	1940	設計速率應註明在正常條件下具有合理安全幅

設計速率的定義		
來源	年	設計速率
for Marking and Signing No-Passing Zones on Two and Three Lane Roads. AASHTO		度的車輛行駛速度...在現有道路或路段的設計速率，可能會發現此為這條路不擁擠的行駛速度，繪製曲線的有關數字或百分比的車輛的速度，此曲線是由大部份的駕駛人使用的速度大於選擇速度。
A Policy on Design Standards. AASHTO	1941	設計速率是採用行駛速度較快的一群駕駛人為最大近似均勻速度，但非絕對如此，因為會忽略最小的百分比。 核准的速度分類是 30、40、50、60 和 70 英里。將根據主要的地形特徵，假設一段公路的設計速率，雖然道路交通密度更大但足以證明在同一地形中與密度較小的交通道路相比會選擇較高的設計速率。
A Policy on Design Standards. AASHTO	1945	設計速率-- (英里/每小時) 農村的區域: 最小限度 理想的 平坦地形 60 70 起伏不平的地形 50 60 山區地形 40 50 城市的區域 40 50
A Policy on Geometric Design of Rural Highways. AASHTO	1954 1965	設計速率，速度的決定是以公路的設計和實際功能相關為考量，且會影響車輛的運行。它是在有利的公路規管設計特點的條件下，可以保持在某一指定路段的最大安全速度。
A Policy on Design	1973	設計速率是有利的公路規管設計特點的條件

設計速率的定義		
來源	年	設計速率
of Urban Highways and Arterial Streets. AASHTO		下，可以保持在某一指定路段的最大安全速度。平均公路速度是當各小節的區段內分別各有單獨的設計速率時，在公路的一個路段內設計速率的加權平均值，包括切線長的路段設計速率可達每小時70英里。
Leisch & Leisch	1977	設計速率是一個有代表性的潛在行駛速度，是藉由公路的設計和幾何特徵來決定的速度。它幾乎是最大或接近最大速度，駕駛人在天氣和低交通流量（自由車流）條件下，可以在高速公路上安全地保持理想的速度，也可作為一個指數或衡量的公路幾何特性指標。
AASHTO Green Book	1984, 1990, 1994	設計速率是有利的公路規管設計特點的條件下，可以保持在某一指定路段的最大安全速度。假設的設計速度應該是一個合乎邏輯的，需以地形、相鄰的土地使用和公路特徵分類為考量。
MUTCD, 1988	1988	設計速率，速度的決定是以公路的設計和實際功能相關為考量，且會影響車輛的運行。
Fambro et al. ; MUTCD, 2000 ; AASHTO Green Book, 2001	1997 . 2000 . 2001	設計速率是一個選擇速度來決定道路各種幾何設計特徵。

資料來源: NCHRP (2003)

2.1.2 國外設計速率規範文獻回顧

依據 AASHTO Green Book 的定義，設計速率是使用各種道路幾何設計特徵來選定的速率。設計速率的訂定與地形、預期的運行速度、相鄰土地的使用和公路功能分類有關。

1. 郊區、市區主要幹道(省道)「設計速率」之訂定 (AASHTO, 1984)

圖 2-1所記錄的的速度是在相對低交通量郊區州際公路的水平切線區段，也是大多數駕駛人能以自己想要的速度行駛之路段。實際速度如同預期的有上升的趨勢且隨著時間而趨於穩定。降低速度限制也會減低公車、小客車、卡車之間的平均速度差。

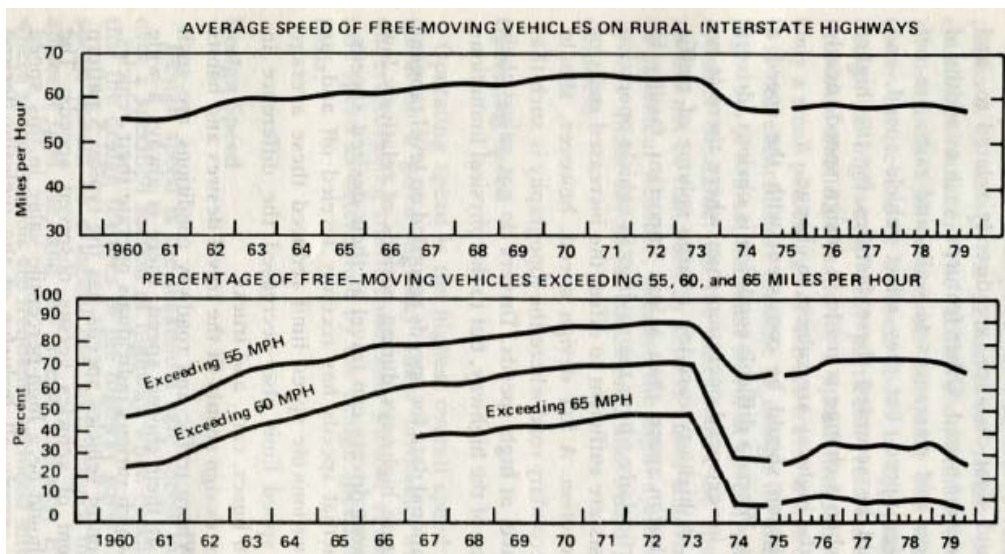


圖 2-1 郊區州際公路速度趨勢圖

資料來源: AASHTO, 1984

所有數據為郊區州際公路在筆直道路且非擁擠的自由車流下，道路速限為 55mph，資料為 1960 年至 1975 年之間幾個州公路部門所搜集提交的年度速度趨勢報告。這些數據也是每季報告給聯邦公路管理局的資料。

圖 2-2 為速度分佈曲線，在決定設計速率時應該先決定速度範圍。1974 年的曲線在速限 55mph 的公路上顯示的速度較低。雖然較低的設計速率可以滿足大多數低交通量的道路，但在高速公路、快速幹道和其它主要公路應保持設計速率為 70mph。此外，若有較大百分比的車輛以較快速度行駛時，應更加考量安全性。

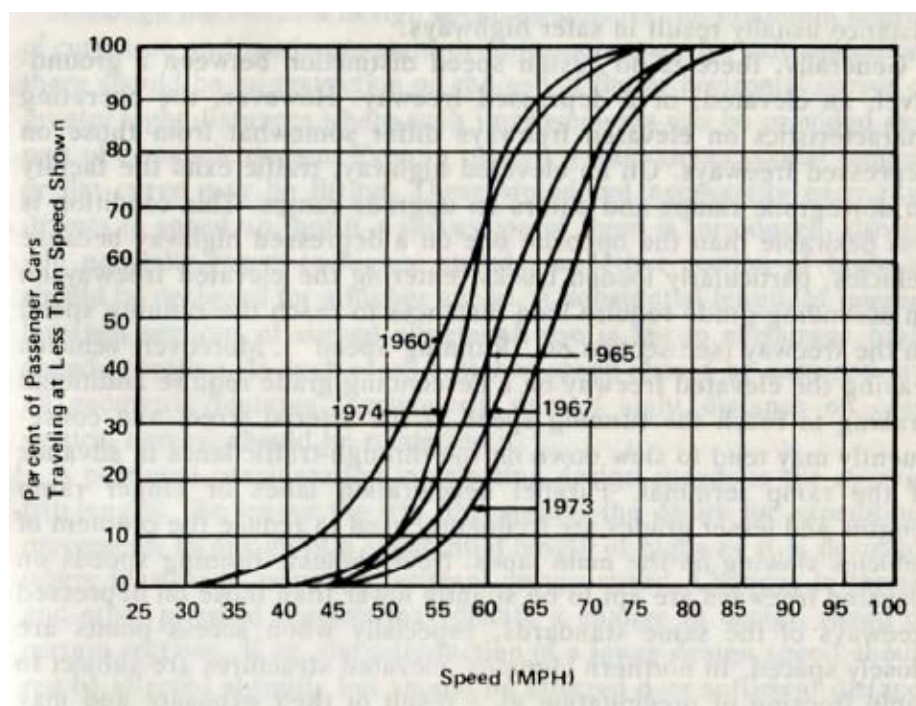


圖 2-2 測試小客車速度曲線分佈圖 (郊區州際公路)

資料來源: AASHTO, 1984

這些數據得出結論為，公路的物理特徵主要目的是速度控制和大多數駕駛人已習慣以接近速限的行駛速度行駛時，會以較高百分比速度為設計速率(70mph)。在這種設計速率的公路上，車流量低且其它道路環境良好的情況下，仍然有較小比例的駕駛人以較高的行駛速率行駛。

2. 郊區、市區主要幹道(省道) 「設計速率」之訂定 (AASHTO, 2001)

常見的道路速度控制包括在達到預期的安全程度下實施最高的設計速率; 流動性; 環境品質限制範圍內達到效率; 經濟性; 社會或政治的影響。一旦設計速率被選定, 所有的有關公路的功能應該與它來獲取一個平衡的設計。在實際情況下, 應使用道路特徵最小設計值為設計標準, 如曲率、超高和視距與設計速率有直接關係。其他功能, 如車道寬度、路肩寬及護欄和牆壁の間隙寬度, 設計速率沒有直接關係, 但會影響車速。因此, 更寬的車道、路肩、間隙應考慮更高的設計速率。當設計速率進行更改時, 公路設計要素將相應地更改。

在給定的公路設施中, 選定的設計速率應是一致的。在相似的地形上, 公路等級較高的道路會比低公路等級道路的設計速率高。尤其是可節省車輛運行成本及其它運行成本足以抵銷道路通行費和施工費用所增加的成本。然而, 在駕駛人很有可能以高速行駛的道路上, 不應該選擇低的設計速率。

所選定的設計速率應該要符合駕駛人使用一個特定道路設施的期望和習慣, 即是在交通和道路條件下, 駕駛人可以選擇各種的運具在道路上以自己想要的速度行駛。車輛在自由車流下, 所行駛的速度百分位繪製成累積分配圖。所選擇的設計速率應該是速度分配曲線上較高百分位的值。速度分佈曲線表示在選擇適當的設計速率應考慮的速度範圍。設計速率在 110 km/h (70 mph) 應被使用在高速公路、快速道路、主要幹道。

一個理想設計速率應是相當大比例的駕駛人行駛速度低於設計速率。從經驗中得知，在較急劇地水平曲線上從預期目標誤差上得知有明顯的問題。尤其是，在低的設計速率(相對於駕駛人期望的)曲線上，而且往往具有較差的安全記錄。因此，用於水平曲線設計的設計速率，保守的反應在建造設施上所預期的速度是很重要的。

當高速公路上設計速率為 120 km/h [75 mph]時，流量低且其他條件是有利的情況下，只有很小比例駕駛人行駛速度高於設計速率。然而，對於設計速率為 80 km/h [50 mph]時，僅在某些類型的公路上符合預期要求。

在很多公路上，特別是在郊區和農村地區設計速率為 100 km/h [60 mph]，在需增加提供額外成本的道路設計速率為 80 km/h [50 mph]。若公路線型設計是較為直線時，允許高速行駛，設計速率為 110 km/h [70 mph]。

使用在幾何設計中的設計速率整體範圍為 20 至 120 km/h [15 至 75 mph]，最好是選擇設計速率增量為 10 km/h [5 mph]。較小的設計速率增量範圍會影響一個設計速率和下一個較高設計速率之間設計要素值；較大增量的 20 至 30 km/h [15 至 20 mph]會導致在二個設計速率間的設計要素值存在太大差異。然而在某些情況下，這有可能是一個優點，因為在設計速率中可看出中間遞增的明顯變化。設計速率增量 10 km/h [5 mph]也可在彎道、坡道、低速道路的設計中使用。

雖然選定的設計速率建立曲線半徑，並應在設計中使用最小視距的限制值，不應該有限制使用的較平坦水平曲線或更大視距的地方，這樣的改進可以作為一部分較經濟的設計。即使在崎嶇不平的地形，偶爾有切線或平面曲線是可行的。在這種情況下，公路連續區段應可設計較高的速率。此外，在實體的曲線區段之間相切的距離長，可能會鼓勵駕駛人高速行駛。在這種情況下，應選擇較高的設計速率，尤其是在垂直曲線頂點的視距和通過水平曲線內側。

在選擇設計速率與此相關的考慮是平均旅行距離。旅行距離越長，駕駛人期望的速度就越高。在較長的道路，最好是選擇一個統一的設計速率。

對農村公路和高型態設施的城市，藉由幾何要素設計來調節車流量，使車輛能接近自由車流下的速度行駛。因此，適當設計速率的選擇就顯得尤為重要。然而，在許多都市幹道，較大流量的路段，一天有幾個小時是透過交通控制設備的限制或管制交通流量，而不是靠道路幾何設計控制。在這種情況下，設計速率的選擇就顯得不太重要。

至於正在規劃幹道改善等因素，像是未來速限、物理和經濟上的限制、非尖峰時段的運行速度應予以考慮，這些因素會影響一個適當設計速率的選擇。都市幹道的設計和控制設備規範，在可行情況下，允許運行速度 30 至 75 km/h [20 至 45 mph]。此範圍適用在通過住宅區的集散道路和通過較擁擠的商業區的主要道路，而較高速度適用於郊區主要道路。對於通過

較擁擠的商業區的主要道路及通過連續號誌路口時，需以較低的速度行駛。

在許多城市有號誌控制街道運行速度在 20 至 40 km/h [15 至 25 mph]。

城市主要幹道和公路一般運行速度為 30 至 70 km/h [20 至 45 mph]。由此可見，主要幹道適當設計速率範圍為 50 至 100 km/h [30 至 60 mph]。都市幹道的設計速率選擇取決於：號誌路口的間距、路段中間的橫截面的類型、路段車道外側邊緣及街溝的存在與否、路段出入口的型態與數量。另外，重建的城市幹道一般設計速率至少為 50 km/h [30 mph]。對於低速度的設計上限為 70 km/h [45 mph]，高速度的設計下限為 80 km/h [50 mph]。

3. 國外設計速率制定

(1) 美國(United States)

美國公路管理，依據道路所提供的交通服務特點(如短途或長途、城市道路或旅遊道路等)確定其功能等級。所有的道路按照功能分為三類公路：

- A. 幹線公路: 有一定程度的出入控制，提供最高服務水準，保證能以最高速度並不受干擾的長距離行駛。
- B. 集散道路: 聚集地方公路上的交通並連接到幹線公路，提供一般服務水準，能以較低速度於短距離的行駛。
- C. 地方道路: 包括幹線公路和集散道以外的所有公路;主要為居住區或地區經濟活動提供出入。

AASHTO (A Policy on Geometric Design of Highways and Streets) 「公路與城市道路幾何設計政策」的「綠皮書」(Green Book)中明確闡述公路功能分類與設計標準之間的關係。AASHTO「綠皮書」中指出:「設計過程的第一步便是確定該設施所要提供的服務功能。滿足該功能所需的預期交通量和交通組成的服務等級,為公路設計者提供了一個設計基礎,據此可以針對具體功能類型的公路去選擇合理、經濟的設計速率及幾何線形設計標準」。一旦具體的公路功能分類得以確定,就有相對應的設計速率範圍。但即使某段公路的功能分類得以確定,但是作為主要控制要素的設計速率的選定還是有一定的彈性。

AASHTO 中對「設計速率」的定義為「對於一條公路具體的路段而言,在理想條件下公路的設計要素起主導作用時,在該路段所能保持的最大安全速度」。公路所有的幾何線形設計指標都受到選定的設計速率的影響。一些公路設計指標與設計速率有直接聯繫,或不同程度的受其影響,包括平曲線、超高、視線距離、曲率、縱坡。這些要素的設計對車輛的行駛速度影響很大,因此,設計速率越高,對這些設計要素使用的標準就越嚴格。

設計速率是不同於其他控制標準,它是設計的控制項,而不是一個特定的設計項目。換句話說,選定的設計速率為很多公路的其他幾何元素建立設計值的範圍。選定的「設計速率」應夠高,才能讓法定的「速度限制」可以小於或等於它。美國 AASHTO 定義之設計速率與其設計項目之關係強弱如下:

- A. 水平断面曲線半徑(Horizontal curve radius): 非常重要
- B. 垂直断面坡度(Vertical grades): 非常重要
- C. 淨空區(Clear zone): 非常重要
- D. 中央分隔型態(Median type): 非常重要
- E. 道路進入口密度(Access density): 非常重要
- F. 停車視距(Stopping sight distance): 很重要
- G. 車道寬度(Lane widths): 重要

因此，選定設計速率包括下列重要因素：

- A. 道路功能分類
- B. 道路特徵的幾何設計 (水平断面曲線半徑、垂直断面坡度、淨空區、中央分隔型態、道路進入口密度、停車視距、車道寬度)
- C. 規劃的運行速度
- D. 法定速度限制
- E. 預計車流量
- F. 道路路段一致性
- G. 相鄰的土地使用密度和特性
- H. 道路開發成本
- I. 環境因素

美國大多數州政府和地方政府依據功能分類(如高速公路、幹線公路、集散道路及地方道路)對於設計速率規定一個取值範圍而不是一個固定值。

表 2-2 訂定位於平原地區、丘陵地區和山區各類公路的最低設計速率。

表 2-2 不同類型的公路最小設計速率(單位:英里)

地形	高速公路		幹線公路		集散和地方道路	
	公路	城市道路	公路	城市道路	公路	城市道路
平原	70-80	70	60-70	30-60	30-50	30-40
丘陵	60-70	60-70	40-60	30-50	20-40	20-40
山區	50-60	50-60	30-50	30-50	20-30	20-30

註:1 英里/每小時=1.613 公里/每小時

資料來源:1992 年美國華盛頓特區交通運輸工程學院交通工程手冊

(2) 維吉尼亞州

維吉尼亞州運輸廳「公路設計手冊」就說明了針對不同的公路功能分類的設計速率應有一定的彈性範圍，如下表 2-3 所示。

表 2-3 不同公路功能分類的設計速率範圍(1 英里/小時=1.610 公里/小時)

功能分類	20 英里 /小時	30 英里 /小時	40 英里 /小時	50 英里 /小時	60 英里 /小時	70 英里 /小時
公路主幹道				X	X	X
公路次幹道				X	X	X
公路集散道	X	X	X			
公路地方道路	X	X	X			

資料來源: 1995 年版維吉尼亞州運輸廳《公路設計手冊》。

(3) 加拿大(Canada)

加拿大在訂定設計速率時，先界定設計速率與公告速限之關係為，在設計道路時必須先確定道路的特定設計要素。例如車道數、車道寬度、中位數類型和寬度、上下坡道加速和減速的長度、卡車需要爬坡車道的坡度、車輛轉彎曲線半徑、道路線形要能夠提供足夠的停車視距(stopping sight distance)和超車視距(passing sight distance)。在許多情況下道路的幾何特性對設計速率是相當程度的關連性，例如:水平和垂直線形、視距、橫截面。

儘管加拿大各省有各自的設計準則，但是一般通用準則仍是依據加拿大運輸協會於 1986 年所頒布的「加拿大道路幾何設計標準手冊」實施。

加拿大大部分準則是參考美國(AASHTO)的準則。加拿大的線型設計準則是設計速率概念的經典應用。道路分類為型態(鄉縣道、省道、幹道、高速公路)、相鄰的用地(農村或城市)、以及是否分割(單車道或雙車道)。設計速率設置時建議依照每個類別進行，例如，農村的鄉間單車道其設計速率可能為 60、70、80、90、或 100 公里/小時，必須考量地形與當地的環境條件。

各地區的最大超高率可能不相同。在農村地區採用 6%或 8%，在都市地區較低(4%到 6%)。該手冊中提供了一個表格，顯示在給定的半徑、設計速率與最大超高率的情況下，最適當的超高率

緩和曲線(迴旋曲線)為準則中鼓勵使用，複合曲線應連結轉變曲線，除非長半徑與短半徑的比值小於 1.5。

準則中提供了最大等級(即道路分類、地形與設計速率的函數)、最小等級(考慮排水需求)、以及垂直曲線的長度。垂直曲線為拋物線型，凹型與凸型這兩種垂直曲線長度，通常由視距需求控制。準則中還提出了凸型垂直曲線長度為最小超車視距，但一般公認這並不切實際。

(4) 日本(Japan)

日本「道路構造令」對於「設計速率」對應之視距有相關規定，這些係針對新設或改建道路所適用，對於既有道路仍存在一些視距或交叉路口視線不良場所。為使這些地點通行車輛更安全順暢，在僅設置出入口之路段、交叉路口處前方，以及側方其他車輛、行人或落石等障礙物確認必要之地點設置道路反射鏡。

設計速率為可以處理的速度，需要根據道路坡度的種類不同，以便密切相關的交通道路。此外，從汽車運輸的安全性和便利的角度來說，速度和線性元素(曲線半徑，超高，距等視圖)有著密切的關係。因此，道路構造令，它定義了每一種類的設計速率與道路等級設計所需的基本條件。

(5) 德國

德國幾何設計準則是德國道路設計委員會與交通研究協會，由雙方的研究人員與執業工程師共同制定。德國線型設計準則強調速率一致性與流暢性。設計一致性的評估程序最早出現於 1973 年出版的德國線型設計準則，而 1984 年出版的線型設計準則則是最新發行的版本。在此引用 1984 年的英文翻譯版本。在 1995 年 6 月，該委員會負責修訂 1984 年的版本，但至今最新的版本尚未出版。

德國速度選擇是基於環境、經濟條件以及道路的功能。其用以決定水平與垂直線型之最小半徑以及最大坡度。第 85 百分位速率的計算是基於曲率變化率和道路寬度，且其用以決定超高率與控制視距。曲率變化率為道路各路段的角度變化方向之線段長度劃分總和。對一個無迴旋轉變的簡單圓曲線而言，曲率變化率相當於彎曲程度，除非是不同的單位。第 85 百分位速率不應與設計速率有太大的差異，如果差異大於 20km/h 時，設計速率應調升或調整線型特性以降低第 85 百分位速率。為確保一致性，任意兩連續路段之第 85 百分位速率差異不應該超過 10km/h。

德國的準則中，對農村道路線型設計使用設計速率與第 85 百分位速率兩種方法。在設計速率方面，大多數國家用以決定水平曲線的最小半徑、最大等級，以及垂直曲線的最小半徑。然而，第 85 百分位速率則用於評估和設計超高率與視距。

估計農村雙車道道路的第 85 百分位速率，是以過去的經驗使用曲率變化率與路面寬度之間的關係。曲率變化率是一段道路的角度變化除以路段長度。對於一個沒有迴旋變化的簡易圓曲線，曲率變化率相當於曲率等級，除非是不同的單位。

德國的準則指出，在雙車道公路的設計速率與預期第 85 百分位速率應該相當地平衡，預期的第 85 百分位速率不應超過設計速度 20 公里/小時，如果超過的話，依照準則要求，應該提高設計速率或是對該設計進行修正，以降低預期的第 85 百分位速率。

德國準則對線型設計的一致性提供了一些指示。第一，在長路段設計速率時期速率應維持不變，使得用路人對道路特性取得良好的平衡。例如，在一個長路段中，若地形改變則所對應的設計速率就必須調整，而轉變路段的設計元素必須小心且逐漸地改變。

第二，德國準則規定「第 85 百分位速率應與路段的持續時間一致」。可接受範圍是連續曲線的半徑，切線的最小半徑也應依此規定。例如，在農村的主要幹道，如果切線長度大於 600 公尺，而隨後的曲線半徑應至少為 600 公尺；如果切線長度小於 600 公尺，而半徑應大於切線長度。

第三，德國準則規定「在連續路段中，如果第 85 百分位速率相差超過 10 公里/小時，則這兩路段的速率應該進行調整，使得速率逐漸轉變」。如果不同路段的速率差異差過 10 公里/小時，則轉變區段應根據曲率變化率的中間值，如此，再估計第 85 百分位速率。

農村主要道路的最大超高率是 7%，對於郊區與都市地區道路，其最大超高率則較低(分別為 6%與 5%)。上述的最小半徑與曲線超高率，是依據超高率與半徑之間的線性關係。

在郊區與都市地區道路，都須使用農村道路與主幹道的過渡曲線(迴旋線)概念，且被公認為是適當的。一般而言，過渡曲線長度增加會降低半徑。

在垂直線型方面，準則中提供了最大等級(道路等級和設計速率的函數)、最小等級(縱向坡度是重要的排水用途)，以及垂直曲線的最小凸凹率。凸曲線的準則是基於視距需求，凹曲線的準則是基於整體外觀與產生最小半徑，其最小半徑近似於最小凸曲線半徑的一半。

德國設計速率調整流程如下圖 2-3 所示，道路新闢後首先決定其設計速率 V_d ，再利用與其線形相當之既有道路第 85 百分位運行速度為其預測 85 百分位速度 V_{85} 檢查其一致性，倘若 V_d 與 V_{85} 之差距超過 20km/h，必須探討其原因為是否為線形挑選時產生誤差，如是線形選擇錯誤則重新挑選其相似之路段線形；如現行挑選無誤，則考量是否為設計速率選擇錯誤，並重新選擇適當之設計速率。

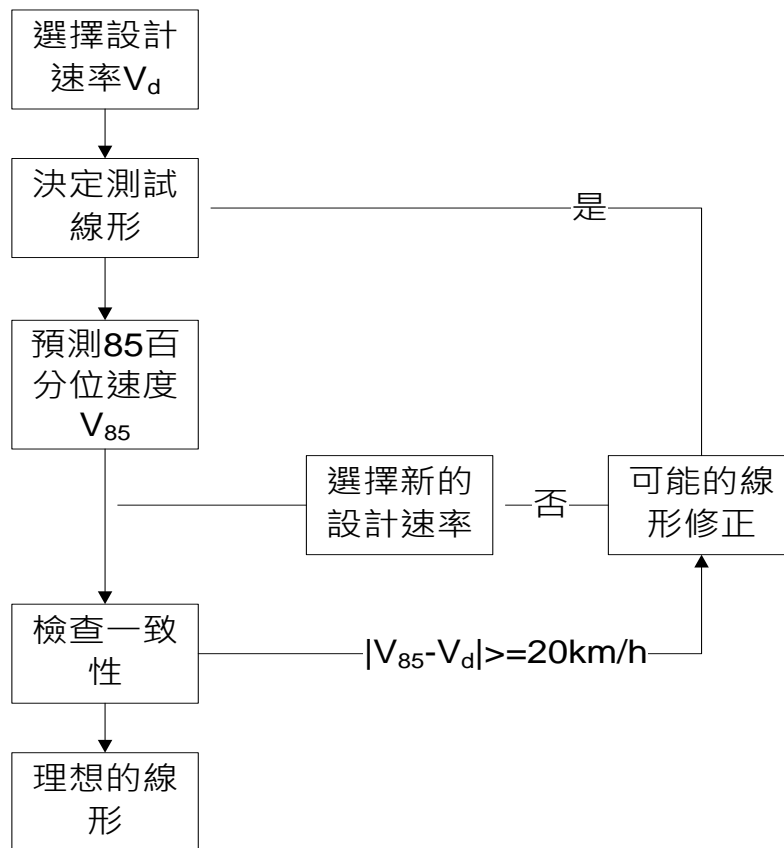


圖 2-3 德國設計速率調整流程

(6) 澳洲

以下是澳洲郊區道路設計手冊中的設計速率定義，「設計速率適用於個別幾何元素，且此速率用於協調視距、半徑、超高與摩擦需求等道路要素，使得駕駛人行駛在設計速率之下，能夠不暴露在非預期的危險之中。該速率必須為不被大多數駕駛人超速的速率限制」。在澳洲，設計速率不應小於速率分佈之第 85 百分位速率，這須從給定之速度環境中的某個特定幾何元素所決定。當預期駕駛人的速率不同時，設計速率之連續幾何元素應有所不同。速限曲線絕不低於設計速率。

A. 速率環境

「由於駕駛人的行車速率主要受道路環境影響，因此，速率環境被用來形容道路路段的特徵。速率環境被視為道路中的均勻區段，即地形與一般幾何標準之間的一致性」。下表 2-4 為澳洲速率環境準則，其乃是根據地形類型與水平曲線之大致範圍。

表 2-4 澳洲速率環境準則

水平曲線半徑之大致範圍 (m)	地形類型			
	平地	高低起伏	丘陵地	山區
小於 75			75km/h	70km/h
75-300		90km/h	85km/h	
150-500		100km/h	95km/h	
超過 300-500	115km/h	110km/h		
超過 600-700	120km/h			

B. 高速環境

在高速道路的一致性幾何標準中，於曲線和直線上的速率未有顯著差異。因此，由定義知速率環境與設計速率通常不超過 120km/h。然而，130km/h 的設計速率仍然使用，他被視為國家車輛的行駛速率。道路設計這些標準提升行車時的安全性，且對所有的駕駛人而言有較高的服務品

質。正常情況下設計速率高於 100km/h 時，其原因為以下兩者其中之一：幾何特性與地形高度兼容；道路的重要性被認為已合理實現附加的服務品質。

C. 中低速環境

「在低速與中速環境中，設計速率須依據道路長度以及第 85 百分位速率之預測值而有所改變。基於安全運行考量，設計速率之增加變化量必須加以限制」。「一般而言，基於連續幾何要素，設計速率之差異不應大於 10km/h。在某些地區的設計速率變化量需大於 10km/h 之限制，且變化的程度不足以定義一個新速度環境時，其改變可利用水平曲線的序列實施，且每一階段的第 85 百分位速率預測值不減少超過 10km/h。各元素的預測速度被當作速度環境值，來推導出適當的設計速率。於單一車道道路中，設計速率之 10km/h 變化量的限制並非用於提高設計速率」。

(7) 丹麥

城際間區域之設計速率為期望速率再加上 20km/h，雙車道道路之期望速率一般為 80km/h，於高速公路則為 110km/h。如果雙車道道路中無慢速車輛時，其設計速率可以為 90km/h，但考量死亡事故發生的可能性，此方法仍不建議採用，若速率為 50km/h 或有多個獨立車道時，則建議採用此方法。目前，已有在所有交叉路口之速率應降為 50km/h 以降低死亡事故風險這方面的討論。

(8) 英國

英國國家道路幾何設計標準，刊載於英國公路局所編定的道路和橋樑設計手冊，英國公路局為其國內交通管理機構。英國線型設計標準為 TD9/93，是依據 1981 年的制定原則。

農村道路設計速率是根據小汽車在雨天的第 85 百分位速率，且是由“ bendiness”、前方視線(只有單一車道)、車道與邊緣寬度，以及在特定且最小距離為 2 公里之道路上其連接點的數量來決定(bendiness 是距離移動 1 公里，其角度的變化)。應當注意的是，英國使用不同的設計參數(水平半徑、停車視距等)使道路速率一致。

在都市道路方面，設計速率是由適當的速限決定。

設計速率用以計算各種設計參數的「期望最小值」，例如水平曲線半徑與停車視距。這些數值將產生較高的安全標準，且設計者最初的目的應該也是追求這些期望最小值。

在英國第 50 百分位速率、第 85 百分位速率，以及第 99 百分位速率之間具有 $\sqrt{2}$ 的關係存在，由於設計速率的結構，以致於對某特定設計速率的第 85 百分位參數值，會比第 99 百分位速率更適合，而第 99 百分位速率則適合較低的設計速率，且第 50 百分位速率適合較高的設計速率。例如，如果實際的設計速率有 50%是 85 公里/小時，另外 50%是 120 公里/小時，則水平半徑的設計速率是 100 公里/小時，將會適合於 99%的交通狀況。

這種設計速率的結構系統，使英國接受靈活的設計方法，且提供使用低於期望最小值的機會，若這種方法實際運作時，將顯著節省成本與提升環境利益，且並沒有對安全性有顯著的影響。因此，該設計方法是一種反覆性的方式。

英國對前方視線(視距)有兩種不同的要求。在單車道或雙車道道路上，必須有足夠的視線，才能使駕駛人在雨天能夠安全的行駛和停車。在單車道道路上需要有足夠的車道寬，使得駕駛人能夠安全地超車。前方視線必須夠遠，才能使駕駛人完成超車動作(完全超車視距)。某些水平半徑所產生的環境中，前方視線不夠清楚，使駕駛人無法判斷是否能安全超車，這種半徑不建議使用。因此，在單車道的水平曲線設計中，須在前方視線夠遠以及確定能安全超車這兩者當中擇一，所以，視線是決定能否超車的因素。

超高率是由橫向加速度決定，且會影響駕駛人的舒適性。駕駛人在設計速率下行駛之橫向加速度，其期望最小值是最大舒適程度的一半。在低於期望最小值的半徑時，超高率會增加至無固定的最大值，且當半徑等於設計速率的期望最小值，以及駕駛於設計速率下之最大舒適加速度，這兩者皆低於實際設計速率。在理想最小半徑之超高率為 5%，在較小半徑時超高率會增加至 7%。

在接近水平曲線時，過渡(迴旋)曲線用以限制向心加速度的增加，超高率則應用在這個過渡曲線。

對於凸垂直曲線而言，理想最小值是由足夠的前方視線(停車視距)決定，即使該值小於理想最小值仍然採用，因為考量舒適性，特別是在較低的設計速率。

對於凹垂直曲線而言，該值是由 85 公里/小時之設計速率的舒適標準、上述條件、以及在 70 公里/小時以下速率的車頭燈可見度(車頭燈照射距離)來決定。

高速公路的理想最小坡度是 3%，其他雙車道道路為 4%，單車道道路則為 6%。較陡的坡可使用到 8%，此考慮到節省建造成本，而非增加旅行時間。

(9) 法國

法國新準則以設計速率概念為起點，並強調道路上駕駛人間對速率行為的交互影響。法國舊準則有五種道路類別，且每種類別的設計速率範圍為 40km/h 至 120km/h，而新準則將道路劃分為三種類別，且每種類別的設計速率範圍僅為 20km/h。在法國，設計速率僅決定水平與垂直線型之最小曲率半徑以及最大坡度。然而，手冊中並未明確提及設計速率的概念，因此，仍使用第 85 百分位速率且其決定線型中的每個點。法國交通部的運輸服務機構(SETRA)正在開發估計第 85 百分位速率的微電腦軟體，該軟體將被用於設計速率的程序，其輸入的資料包括：一般橫截面(車道數、車道寬)、水平線型與縱向剖面，輸出的資料為對該線型所建議的第 85 百分位速率。一致性在法國新準則中是非常重要的概念。

(10)瑞典

瑞典幾何設計準則是由瑞典國家公路局，以及瑞典道路與交通研究機構共同制定與維護。公路局提供了目前幾何設計準則的英文譯本，名為「農村道路幾何設計標準」，於 1986 年出版。Bergh 與 Carlsson 兩人於 1994 年發表了新準則，該準則詳細說明農村公路的線型與交叉區段之組合。

適當的設計速率是根據土地使用強度(都市或農村)和道路分類(國道、幹道、縣道或鄉道)。然而，在決定幾何最小元素時，已經考量到實際行車速率常會超過設計的速率，因此，在設計速率時可依據調查結果的第 85 百分位速率，這種考量方式是反映設計準則中的兩種標準：正常最小與異常最小，正常最小是依據第 85 百分位速率與設計速率的關係，而異常最小是根據行駛在速率限制。

關於水平曲線半徑，正常最小與異常最小值表明 50、70、90 與 110 公里/小時的設計速率。超高率是從三個數值中挑選(5.5%、4.0%與 2.5%)。若半徑夠長的話，則正常的橫斜率可維持不變也可以指定某一值。

瑞典的準則鼓勵使用過渡曲線(迴旋)，除非曲線超過特定的半徑，過渡曲線的長度增加，則半徑會減少。

在垂直線型方面，準則提供最大縱向等級(常見為 6%、8%則是例外)，以及水平曲線超高的傾斜等級，這反映了特殊的觀點，即在結冰的路面上緩慢移動或靜止的車輛。垂直曲線為拋物線型，且最小半徑說明了凸曲線(基於停車視距需求)與凹曲線(基於夜間車燈照明距離需求)。

新準則考量道路線型與交叉區段之間的平衡。以 90 與 110 公里/小時的速限為例，交叉區段可能會考慮一般的(9 公尺)或較寬的(13 公尺)。一般的交叉區段建議用於低交通量(每天小於 2500 輛車)，而較寬的交叉區段用於高交通量(每天大於 8000 輛車)。對於一般交通量而言，必須於能提高視距的一般交叉區段與較寬的交叉區段之間做經濟上的比較。

(11) 瑞士

在瑞士設計速率被定義為行駛在道路上之最大安全速率。設計速率用以決定道路元素之幾何線型，且與第 85 百分位速率相一致。為了檢驗一致性，需使用設計速率曲線圖，傳統估計速率曲線的方法是沿著線型，並且辨識出在連續的元素中之超速差異，此方法僅適用於郊區道路。研究發現等級高達 6-7%對小客車的行駛速率並無影響，因此，速率僅由水平線型來估計。表 2-5 顯示瑞士的不同曲線半徑之標準速率。

表 2-5 瑞士不同曲線半徑之標準速率

道路類型	速率(km/h)	半徑(m)
市區道路	40	45
	45	60
	50	75
郊區道路	55	95
	60	120
	65	145
	70	175
	75	205
	80	240

高速公路	85	280
	90	320
	95	370
	100	420
	105	470
	110	525
	115	580
	120	≤600

道路速率曲線應滿足三個條件：

- A. 如果前面元素相切或為大半徑曲線，例如：大於等於 420 公尺(1378ft)，則連續曲線之速率差不應超過 5km/h (3.1mi/h)。
- B. 在曲線的序列上，速率差應小於等於 10km/h (6.2mi/h)，差異超過 20km/h (12.4mi/h)者應禁止。
- C. 於連續曲線上，以 0.8m/s^2 的加速度時，現有的視距應等於或大於轉換所需的長度。

(12) 荷蘭

國家法律規定不同道路類型的一般速率限制，高速公路於低車流量時速限為 120km/h，若高速公路的設計標準較低(低服務水準)或高車流量時，其速限為 100km/h。郊區道路一般速限為 80km/h；市區道路一般速限為 50km/h；住宅區域速限則為 30km/h。

(13) 比利時

比利時瓦隆區的道路及高速公路設計標準陳列於 Circular No AIWA/205/91102685「道路與高速公路的特性」，在比利時的法律規範下，於 1985 年 3 月出版。

設計者使用日平均雙向交通量估計 10 年後的情形，以決定行車規定與道路類型。從這些因素中，適當的設計速率被用於道路的幾何特性。高速公路的設計速率有 120 公里/小時 與 90 公里/小時 兩種，一般道路則有 120 公里/小時、90 公里/小時 與 60 公里/小時 三種。設計速率必須考量當地的情形。設計速率即為車輛在水平與垂直曲線上的「安全速率」。

水平佈局和垂直輪廓的設計速率必須保證最小視距。在該範圍內需為安全的視野。每個設計速率的視距皆列於準則當中，但並沒有說明此距離是如何推導。

最小水平半徑用以說明設計速率的最大超高。最大超高率分別為：120 公里/小時是 5%，90 公里/小時是 6%，60 公里/小時是 7%。超高的設計是用來吸收三分之一的離心力，並且適用於螺旋長度。最小半徑被定義為曲線不需要超高，以及那些需要不修改的超高，例如：一般橫向坡為固定的，儘管這可能不利。

迴旋轉換需要曲線半徑改變的所有位置。選擇迴旋參數的準則是依據美學、舒適性與超高應用。迴旋參數的最小值建議依設計速率而訂定，小於該數值的迴旋參數將不採納。

垂直線型由拋物線的不同坡度部份組合而成。最大縱向坡度範圍從 4% 的 120 公里/小時之設計速率到 8% 的 60 公里/小時。垂直曲線的參數值取決於設計速度。對於單車道及雙車道而言，其半徑最小值(相當於垂直

曲率或某些國家所使用的 K 值)為曲線的峰值,其中雙車道是基於安全超車距離。已知凹曲線的理想值是根據美學觀點與絕對最小值而來。

若當地有特殊情況,依標準作業應經 Director Generale 核准。

(14)義大利

義大利準則是由國家研究委員會制定,1980 年出版的準則是目前最新版本。

設計速率是根據道路類型與其交叉路段決定。然而,設計速率並不是給定一個特定速率,而是給予一個速率範圍,其中路段變換(或元素)時,設計速率應該降低。速率上限是單一車輛能夠安全行駛的最高速率,因此,在同一條道路中,可對不同區段設計不同的速率,這允許設計者可依通過的地形來調整線型。速率範圍的限制是確保一條道路中不會有多種設計速率,設計者預測駕駛人的行為之後,而設計出一速率範圍,因此,駕駛人能夠以較一致的速率行駛。

雖然兩個連續元素可以具有不同的設計速率,但此差異不能太大,以免造成安全上的風險。例如,一路段某一點其速率的設計為最大值,而隨後立即轉換為速率最小值,這種情形是不允許發生的。

準則中提供直線最大長度,這是根據設計速率而建議,此是為了使駕駛人保持注意力,確保他們行車速率在設計速率範圍之內,並使得設計者對丘陵地與山區地形的線型設計能夠符合環境需求。如果線型存在顯著地

圓曲線與過渡曲線時，可能需要建立一個最小長度的直線，以確保足夠的超車視距。

水平曲線半徑是偏離角倒數平方的函數關係($R > 12/w^2$ ，偏離角 $w < 1/8$)。此外，半徑必須超過由相鄰直線長度所組成的最小值，最小水平半徑也是設計速率與超高率的函數關係，且這是基於安全的考量。

超高率是應用於小於某一規定的半徑，且此超高率是由水平半徑與設計速率決定。超高率之值是由隨著設計速率變化的側向摩擦力推導而得，最大超高率是 7%。

過渡(迴旋)曲線必須應用於固定半徑曲線之間，以及用於直線與固定半徑曲線之間。

視距是為了停車與超車之需求，停車視距是設計速率、縱向坡度與打滑阻力(本身就是速率的函數)的函數，這包含駕駛人的察覺與 1 秒的反應時間。使用兩個不同高度之目標，一個用於移動的物體，另一個用於固定的物體。超車視距理論上是由設計速率推導，而設計速率、超車速率與兩車的平均長度不會相同，但在此所給定的關係僅是設計速率的函數，也可使用減少距離，即超車距離的一半。在雙車道道路中，前方視線無論是停車視距或是減少超車距離都是可行的方法。在單車道道路中，前方視線是停車視距的兩倍，而且不允許超車。

凸曲線的設計是確保符合垂直曲線前方視線相關之需求。對凹垂直曲線而言，設計者建議使用與凸曲線相似的半徑，雖然這是特殊的情況，但使用最小半徑可確保車頭燈在夜間的可視性。

最大縱向坡度取決於道路的類型，範圍從 5% 到 12%。

(15) 綜述國外設計速率流程

國外設計速率作業流程如圖 2-4 所示。設計速率之訂定應調查路段的：
A. 道路功能分類、B. 交通量、C. 土地使用類型、D. 道路幾何特性、E. 車輛特性、F. 駕駛人特性、G. 氣候因素。接下來選擇不同方案設計速率，依路段縱斷面、橫斷面、平面線形等建立設計標準，並確定最終設計速率。

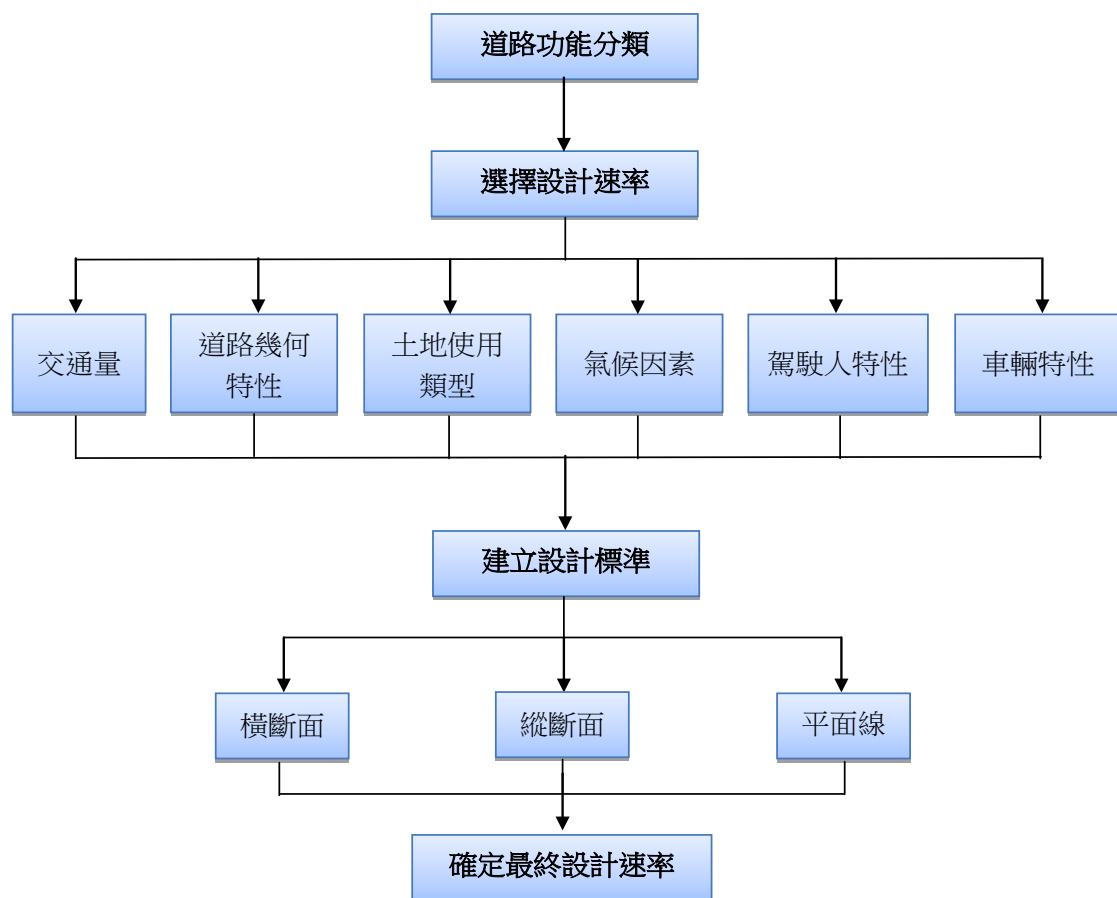


圖 2-4 綜述國外設計速率流程圖

2.2 速限定義及規範

影響速度的因素很多，是一個複雜的過程，涉及面向很廣，包括個人特質、道路類型、道路布局、周圍環境、車輛組成等等。歐洲運輸安全協會將影響速度因素分為人、車、路、交通與環境。

2.2.1 速限定義

道路限速是用來設定車輛於路段行駛的最大速度，讓車輛可以合法的在道路上綿延旅行。車速限制有可能是可變的，甚至於在某一些地區的速限是無限制的。車速限制通常是由國家的立法機構或地區的警察及司法單位所設置，車速限制通常顯示在道路旁的交通標誌。

車速限制的主要目的是要告知駕駛人在適當的交通狀況、道路條件及天候狀況下的合理且審慎的行車速度，以維護道路的行車安全。一個正確的行車速限設計應該在行車安全及效率間取得平衡。較低的行車速限會縮短煞車距離且減輕碰撞的程度；相對來說，較高的行車速限會降低特定條件之下的行車安全性。在一天的不同時間、不同類型的車輛和特定交通狀況下，可以訂出不同的速限。雖然設置速度限制為接近第 85 百分位速度，但在現實中，大多數設置都低於測量的第 85 百分位速度。採用較高設計速率可帶來較高車輛營運速度的效益，但如何在較高設計速率下訂出適當的速限是十分重要。

速限之訂定應考量行車安全因素，依據「速限不得高於設計速率」之原則訂定，並依「大區段速限統一」之原則，將可以提高速限之路段予以

一致。部分國道路段受限於線形及設計標準，無法符合較高時速之安全標準，因此無法全部統一單一速限。依據交通部「交通工程手冊」，速限訂定得考慮調查包括下列因素：

1. 道路幾何特性
2. 第 85 百分位速率
3. 彎道及危險路段安全速率
4. 路側發展及景物對車流影響
5. 過去一年肇事情形

速限不應大於公路之設計速率，以維護廣大駕駛人之安全原則，為交通工程與安全設計之重要指導原則。行車速限若超過設計速率，將使駕駛人在不安全的情況下行車，增加駕駛人之危險，因此行車速限無法提高超過設計速率。設計速率為公路上情況良好時，車輛所能維持之最大安全速率，此一速率應配合自然地形、兩旁土地使用、及公路型式而決定，因此「速限不得高於設計速率」，係速限設置之基本原則之一

2.2.2 速限規範文獻

許多駕駛者經常超速，有可能是因為趕時間、情緒的反應或交通適應的狀況，也有可能是無意間的反應或低估自己的速度，大部分的狀況，可以依人、車、路與環境進行探討。

1. 美國其他州及其他國家速限設計作業流程

本研究探討其它國家於速限評估時所考量影響速限之因素整理結果如下。

(1) 美國速限設計評估方法

在選定設計速率的重要因素中，法定速度限制的評估方法主要針對第 85 百分位速度之適合性來調整。依據美國聯邦交通控制設施規範手冊 (MUTCD)對速限設計之擬訂，是以在自由車流狀況下第 85 百分位速度的 5 英里/小時(8 公里/小時)上下範圍內的速度值。MUTCD 對速限訂定的考慮因素包括下列：

- A. 道路等級特性、路肩狀況、坡度、線形設計、視距
- B. 車輛行駛速率
- C. 路邊開發型態和環境
- D. 路邊停車及行人的活動
- E. 過去一年車禍事故資料

(2) 美國科羅拉多州(Colorado)

科羅拉多州在道路建立或評估法定速度限制時，交通工程師按照標準的工程程序以及 MUTCD 準則進行交通研究。道路上的公告速度限制通常為取在自由車流的交通下所測得第 85 百分位速度的上下差距每小時 5 英里的速度值。第 85 百分位速度是第 85 百分位的駕駛者在研究期間監測的行駛速度或低於該速度。在建立或評估的車速限制會考慮的其它因素，包括以下內容：

- A. 道路特徵
- B. 汽車平均行駛時速(差距在 10 英里範圍內)
- C. 路邊的開發和環境
- D. 路旁停車和行人的活動
- E. 至少 12 個月內車禍事故的歷史記錄

(3) 美國佛羅里達州(Florida)

佛羅里達州的研究顯示較高的行駛速度並非一定與交通事故的風險增加有相關聯。對速度限制設計採用第 85 百分位運行速度。若速度限制小於第 85 百分位運行速度 4 至 8 英里/小時則應進行調查，檢視確定下列內容：路段截面長度、線形設計、道路寬度、路面條件、視距、車流量、事故、曲線下行駛的最大合適速度、側摩擦力、路旁的開發、號誌時相的設計。

佛羅里達州交通廳持謹慎態度，同時參考碰撞資料來決定公告速限。並指出當車流速度彼此差異最大時，所發生的事故件數是最高的，因此在個別速度等於或接近第 85 百分位運行速度時被定義為最安全的行駛速度。

(4) 美國伊利諾伊州(Illinois)

伊利諾伊州除了以第 85 百分位運行速度來訂定速度限制之外，亦採用時速 10 英里速度上限值與測試車的平均運行速度。然後參考車禍事故率的結果、與其他道路銜接的進出控制、行人活動及其他因素來修改這三種方法所定的速限。伊利諾州法定車速限制，可能會基於下面的方法被改變：

- A. 確定當時的行車速度是否等於第 85 百分位運行速度的平均值，或是在每小時 10 英里的速度上限與測試車平均運行速度的四捨五入至最接近每小時 5 英里增加量。
- B. 根據以下條件來修改當時行車速度，例如增加的事故風險、與其他道路銜接的進出控制、行人活動、相鄰的停車設施和道路的幾何特性等，來決定一個初步的車速限制。
- C. 確定的車速限制，以初步的車速限制或第 50 百分位運行速度，選擇二者中較高者為準。

(5) 美國北達科他州(North Dakota)

北達科他州的速度限制是由州法律決定的。在速限設置或更改之前，經由北達科他州交通廳進行工程研究，以決定的道路速度限制。

北達科他州考慮可能會影響速度限制的其他因素包括：

- A. 道路特徵，例如：路肩、道路等級(如：陡峭度)、道路的線形(如：曲線的程度)以及駕駛人的視距。

- B. 平均速度為大部分車輛在道路上行駛速度在 10 英里/小時範圍內。
- C. 道路的相鄰地區開發的程度。
- D. 道路附近的停車位和行人活動。
- E. 至少一年期間的路段車輛事故資料。

車速限制是在任何時候皆執行的。然而，在惡劣天氣下，例如下雨、雪和冰雹，速限可能會以低於公告速度限制來執行。

(6) 美國德州(Texas)

德州公路上的速度限制設置原則採用第 85 百分位運行速度，它代表大多數駕駛人的行駛速度小於等於此速度。根據研究發現，公告速限值與第 85 百分位速度的差距在時速 5 公里以內時，其對交通安全的效益較小，但是它的主要效果可以改善駕駛人不遵守行車速限規定的習慣。此外，公告速度限制值低於第 85 百分位運行速度的差距超過時速 5 公里時，不但不會降低事故發生率，反而會對駕駛人遵守交通法規產生不良的影響。

德州堅持使用第 85 百分位運行速度法，並使用速度檢查站和雷達儀器來檢驗速限的合理性。只有在特殊情況下，公告速限值會與第 85 百分位運行速度差距超過每小時 5 英里，影響因素包括事故率、交通量、土地使用形態和道路的幾何條件。

(7) 美國華盛頓州(Washington)

華盛頓州交通廳參考 MUTCD 規範手冊，使用第 85 百分位運行速度作為行車速限，並且根據其影響因素來做修改，例如土地使用類型、事故的經驗、道路幾何因素。然而第 85 百分位速度通常會高於公告速度限制，造成駕駛人不容易遵守該速限規定。此外，華盛頓州亦使用顯示螢幕作為可變的速度限制，若地區出現下雪、濃霧等影響交通安全狀況的惡劣天氣時，會降低速度限制。這些速限的減少量是基於工程師的經驗判斷，而不是基於演算法或系統的方法。

華盛頓州使用第 85 百分位運行速度作為基礎，並根據下列因素來修改速限：

- A. 道路特性徵、路肩狀況、坡度、道路線形和視線距離
- B. 道路兩旁的開發程度和照明程度
- C. 路旁停車位的設置，例如斜角停車位，以及行人和自行車的活動
- D. 事故發生率和交通量變化的趨勢
- E. 高速公路最右側車道與匝道進入主線方向的交通衝突區

(8) 加拿大不列顛哥倫比亞省(British Columbia, Canada)

加拿大公告速度限制訂定的方法為使用道路風險評估方法，是根據道路工程特性、幾何條件、路邊發展、功能分類、土地使用狀況、與其他道路的銜接、十字路口密度和道路使用者。第 85 百分位運行速度則只是用來檢查速限合理性，但並不是作為一個決定性的因素。

不列顛哥倫比亞省交通廳則考慮了第 85 百分位運行速度、道路幾何、路邊的開發和事故的歷史資料，來決定適當的車速限制。

(9) 希臘(Greek)

希臘的速度限制訂定方法為使用第 85 百分位運行速度，並且考慮到合理和安全的交通參數特性。然而在任何情況下，決定車速限制的研究是一個複雜的過程，即使駕駛人提升注意力，也不一定能夠以某一特定速度安全的行駛在道路上。如何配合所有可能的交通工程解決方案，才能使公告速限發揮預期的功用。

(10) 紐西蘭(New Zealand)

紐西蘭使用的道路風險評估方法，來決定公告速度限制，並考慮以下幾點：

- A. 現有的車速限制
- B. 周圍的土地環境的性質(例如:農村、邊緣的城市、是否有充分開發)
- C. 道路的功能分類(例如:主要幹道、集散道路、地方道路)
- D. 詳細的路邊開發情形(例如:房屋數、商店、學校等)
- E. 輔助道路的數量和性質
- F. 行車道特性(例如: 道路中央分隔類型、車道寬度和車道數、道路幾何、街道照明、人行道、自行車道、停車區)
- G. 車流量、自行車和行人活動
- H. 事故發生的資料

I. 速度調查的資料

(11)日本(Japan)

日本速度限制設計方面，一般道路速度限制的原則是採取 60 公里/小時(高速公路為 100 公里/小時)，在碰到陡坡或狹路時適度調整速限，視當地交通量和環境來決定，例如若遇風雪狀況時會降低到 50 公里/小時，速限管制原則由當地執法單位來做決定。

(12)英國蘇格蘭(Scotland)

蘇格蘭訂定速度限制最基本的目標是達到「安全」的速度分佈。決定速度限制所考慮的因素如下：

- A. 事故發生的資料
- B. 道路幾何條件與道路工程
- C. 道路功能分類
- D. 道路使用者(包含現有的使用者及潛在易發生事故的使用者)
- E. 駕駛人目前的行車速度
- F. 道路周圍環境

在所有的道路類型中都需要考慮這些因素，而在城市地區和郊區各項的加權會有不同。此外，也應考慮到速度限制對社會和環境的影響和衝擊。為避免沿途速限有太多的變化，一個速限的最小區間應大於 600 公尺。

(13)歐洲(Europe)

速限必須反映道路的功能和質量，以確保是安全的車速限制。此外，車速限制為了讓道路使用者信任，可借由改變道路特徵及道路環境的特點予以支持。在設置速度限制方面，速度限制需要在特定的道路反映安全速度，涉及道路功能、交通組成和道路的設計特徵。此外，速限必須在道路特徵和道路環境下合乎邏輯。訂定速度限制有許多準則，通常適用於不同的國家。其中的一些準則如下：

- A. 公路/街道/環境的型態(類別)(例如:高速公路上速限為 110-130 公里/小時;鄉村道路為 70-90 公里/小時;市區道路為 50 公里/小時)。
- B. 運具類型或負載類型(例如: 對重型車輛、公共運輸車輛、農用運輸車、危險品運輸車輛等訂定特殊的車速限制)。
- C. 輪胎的類型 (用於鑲釘的輪胎有特定的速限)。
- D. 駕駛人的類型 (適用於年輕或新手駕駛特定的速限)。
- E. 氣象條件 (如遇雨天、霧天等特定的速限)。

(14)歐洲挪威(Norway)

挪威試圖在各類型道路評估適當的速度限制，以協助公共道路管理局在訂定設置在市區速限的政策。對不同類型的道路適當的速限進行了評估，以“成本”要素為基礎考量，如下幾點：

- A. 所有道路使用者的時間成本

- B. 車輛的運作成本
- C. 事故成本
- D. 涉及到危險感受的成本
- E. 因交通所產生的噪音相關成本
- F. 與當地和全球相關的污染成本

2. 速限調整影響

Donald D. Vernon 等人(2004)研究了 1995 年美國國家最高限速法 (National Maximum Speed Law, NMSL) 廢除後，猶他州和其他州的車速限制分別皆有所提高。這項研究分析了猶他州高速公路於限速增加後之事故總發生量、事故死亡率和事故受傷率。針對 1992 年至 1999 年都市州際公路段、農村州際公路段及高速非州際公路之事故總發生量、事故死亡率及事故傷害率。利用猶他州運輸部門的統計資料及警察單位所提供之各路段交通量、事故統計及第 85 百分位的速度資料，以時間序列方法之移動平均自我迴歸模型(Autoregressive Integrated Moving Average model, ARIMA) 進行分析。此研究結果顯示出，在速限增加後發現下列幾點變化：

都市州際公路段事故總發生率有顯著提高，但事故死亡率及事故受傷率並無顯著變化。

- A. 農村州際公路段任何類型的事務皆無顯著變化。
- B. 高速非州際公路事故死亡率有顯著增加，但事故總量及事故受傷

率皆無顯著變化。

綜觀上述之結果推論出事故之發生率並不一定直接與速限之提高有關係。

Lee S. Friedman 等人(2009)研究了美國 1995 年廢除聯邦速限後對於交通死亡和受傷事故的長期影響。研究中利用死亡率分析系統(Fatality Analysis Reporting System, FARS)蒐集交通事故死亡(發生交通事故 30 天內死亡者)人數的月度數據。文中利用混合卜瓦松迴歸模型評估州際公路 1995 年至 2005 年死亡及受傷事故數量的變化。結果顯示出對各州所有類型的道路而言，速限提升後平均每年增加約 5.6%的死亡人數，受傷人數每年也增加 4.5%。根據混合迴歸分析結果，在美國所有道路中因為速限提高而造成車禍死亡增加了 3.23%。並觀察出死亡人數增幅最高的是農村州際公路(9.1%)和城市州際公路(3.98%)。另外，車禍中受傷者於所有道路中是 3.93%、於農村州際公路是 11.88%。由此可得知廢除聯邦速限後對交通事故具有長期的影響，數據支持恢復農村及城市高速公路較低的速度限制。

Solomon, D.(1964)研究了駕駛人的速度、特性與車輛及事故的關連性。此研究是以大約 600 英哩的 2 和 4 線道農村高速公路為基礎，蒐集 10,000 筆事故記錄的資料，包含駕駛人年齡、性別及車輛馬力等，數據時間超過 2 年且包含白天、夜晚及週末之樣本，利用統計方法進行分析。研究結果清楚的強調必須降低公路上速度的變化，並列出了幾點結果：

- A. 事故發生率夜間較白天高。
- B. 無論是正向或負向的平均速度變化，都會增加事故發生的可能性。
- C. 農村高速公路速度提高，增加了事故的嚴重程度。

Cirillo, JA. (1968)針對州際公路速度變化是否與事故有關進行了研究，此研究被當成是對 Solomon, D.的一個擴展性研究。不同的是，Solomon, D.僅研究 2 和 4 車道的農村高速公路，而 Cirillo, JA.則是研究州際公路系統速度變化與事故的關係。Cirillo, JA.蒐集了 20 個州的公路部門數據進行分析，分析結果顯示，當道路的平均車速變化時(無論正向或負向)皆增加了事故發生的可能性。

Garber, S. 和 J.D. Graham. (1989)探討了 1987 年速限提高至 65 mph 之影響。研究中利用死亡率分析系統(Fatality Analysis Reporting System, FARS)蒐集了1976年1月至1988年11月的月度數據進行分析，利用這些數據他們建構了 40 個州中速限採用 65 mph 者的時間序列迴歸方程式，在模型中並試圖控制其他可能影響高速公路安全的變量，例如：使用安全帶的規定、季節變化等。整體結果發現因為速限提高農村高速公路的事故死亡率增加了 15% ，迴歸分析結果顯示 40 個州中有 28 個州的事務死亡率有增加，28 個州中有 10 個具有顯著性的增加。另外有 12 個州顯示出事故死亡率有減少，其中有 2 個有顯著性的減少。

Mats Haglund 和 Lars Aberg(2000)認為超速駕駛是在交通上相當普遍的問題，且探討駕駛人選擇速限的潛在因素相當重要，故本文中針對瑞典 90km/h 道路上的駕駛人，調查其對速度的態度及其他駕駛人的影響與速度選擇之關係。研究數據蒐集首先進行車輛速率的量測，於量測路段路外約 50-200 公尺處停放一輛車，並於車內架設具計時功能的攝影機拍攝設置了兩個白色端點約 200 公尺的路段，藉此計算出行經車輛的速率。第二點位將攝影機設置於路旁的汽車中，記錄行經車輛的車牌號碼以便資料比對。第三點位請警察協助進行攔車問卷調查，調查時需先告知這並非常規的警察臨檢，以使參與調查之駕駛人可以據實回答。問卷內容包含牌號碼等其他問項如下列：

- A. 剛剛停止前的行駛速度是多少？
- B. 通常行駛該路段時的事實速度是多少？
- C. 行駛速度超過速限 10km/h 的比例是多少？
- D. 與其他人相比你的速度有多快?(很慢=1~很快=5)。
- E. 對超速態度(超過速限 10km/h 是...錯的/不負責的/不可接受的(3) ; 對的/負責的/可接受的(15))。
- F. 下次開車是否打算保持速限(完全不同意=1~完全同意=5)。

將調查數據利用變異數分析 (Analysis of variance, ANOVA) 統計方法進行分析，並與先前其他研究者於 50km/h 之道路所進行之研究利用徑路分析法分析比較。根據結果顯示出駕駛人於問卷調查時自己說明的速度

比實際測量到的行駛速度還要低，但結果也顯示出駕駛人會因為家庭成員或家長、其他道路使用者及警察而影響了速度之選擇。徑路分析之結果證實了以前的研究報告，儘管駕駛人都覺得有些因素在控制速度的選擇，但駕駛人對速度的估計與實際車速的關係相當不準確。可能的原因是大多數的駕駛人通常只能看幾眼車輛的時速表，可能不知道準確的速度只能用猜測的。另一個解釋是說，不同的車輛之間時速表可能不太相同。

Mats Haglund 和 Lars Aberg(2002)此研究之目的是要觀察和比較不同時機、不同地點駕駛人速度的行為。觀察點必須要有三種選擇，

- A. 不同地點相同速限下的速度
- B. 不同地點不同速限下的速度
- C. 在同一個地點不同日期下的速度

數據之蒐集方式係利用路旁 200 公尺外停放之車輛中裝置具計時器之攝影機，利用錄影方式觀察目標道路裡的車流量，並可藉由車輛通過路旁放置約 200 公尺距離的兩個白色觀察點之時間推算車輛速度，此方式約可精確到誤差 0.5km/h。為了識別是相同車輛經過不同地點，方便後續比對，調查者必須於路旁以錄音方式記錄通過車輛之車牌號碼及顏色，駕駛人之性別及大約年齡。文中利用簡單統計分析及相關性分析來分析調查之數據，研究結果顯示出個別駕駛人的速度習性有相當高的一致性，在自由車流中相關性達 0.7，且此文中在自由車流情況下進行分析得到之相關性較考慮所有車輛時為高。

表 2-6 速限調整影響之文獻彙整

作者	研究主題	資料數據	研究方法	研究變數	結果
Donald D. Vernon 等 (2004)	速限提高後對事故率及死亡率之影響	猶他州運輸部門的統計資料及警察單位所提供之各路段交通量、事故統計及第 85 百分位的速度資料	ARIMA 分析	交通量、第 85 百分位速度	速限提高後對各級道路之事故影響並無明顯趨勢，推論出事故之發生率並不一定直接與速限之提高有關係
Lee S. Friedman 等 (2009)	速限提高後對事故率及死亡率之影響	死亡率分析系統蒐集交通事故死亡人數的月度數據	混合卜瓦松迴歸模型	總事故率、死亡事故率、受傷事故率	由數據分析結果可得知廢除聯邦速限後對交通事故具有長期的影響，數據支持恢復農村及城市高速公路較低的速度限制。
Solomon, D.(1964)	速度變化與肇致事故之關係及駕駛人特性	蒐集 10,000 筆 600 英哩的 2 和 4 線道農村高速公路之事故記錄	統計交叉分析	駕駛人年齡、性別等特性	研究結果清楚的強調必須降低公路上速度的變化，並列出了幾點結果:1.事故發生率夜間較白天高。2.無論是正向或負向的平均速度變化，都會增加事故發生的可能性。3.農村道路速度提高，增加了事故的嚴重程度。

作者	研究主題	資料數據	研究方法	研究變數	結果
Cirillo, JA.(1968)	速度變化與肇致事故之關係及駕駛人特性	蒐集了 20 個州的公路部門數據	統計交叉分析	駕駛人年齡、性別、車輛馬力、時間等	當道路的平均車速變化時(無論正向或負向)皆增加了事故發生的可能性。
Garber, S. 和 J.D.Graham.(1989)	速限提高後對事故率及死亡率之影響	利用死亡率分析系統蒐集了 1976 年 1 月至 1988 年 11 月的月度數據	時間序列迴歸方程(time series regression equations)	安全帶使用規定、季節變化、政策	整體結果發現農村高速公路事故死亡率增加 15% , 迴歸分析結果顯示 40 個州中有 28 個州事故死亡率有增加 , 28 個州中有 10 個具有顯著性增加。另有 12 個州顯示出事故死亡率有減少 , 其中 2 個有顯著性的減少。
Mats Haglund 和 Lars Aberg(2000)	速度選擇的潛在因素	利用實驗量測及問卷調查方式蒐集資料	ANOVA 統計分析及徑路分析	實際車速、駕駛人回答速度、超速比例、與其他	駕駛人會因為家庭成員或家長、其他道路使用者及警察而影響了速度之選擇。駕駛人對速度的估計與實際車速的關係相當不準確。可能的原因是大多數的

作者	研究主題	資料數據	研究方法	研究變數	結果
				駕駛人速度相比、超速態度	駕駛人通常只能看幾眼車輛的時速表，可能不知道準確的速度只能用猜測的。另一個解釋是說，不同的車輛之間時速表可能不太相同。
Mats Haglund 和 Lars Aberg(2002)	駕駛人穩定的速度選擇	利用設立觀察點所量測之數據資料	簡單統計分析及相關性分析	車輛行駛速度	研究結果顯示出個別駕駛人的速度習性有相當高的一致性，在自由車流中相關性達 0.7，且此文中在自由車流情況下進行分析得道之相關性較考慮所有車輛時為高。

資料來源:本研究整理

表 2-7 調查方法之文獻彙整

作者	研究主題	調查方法	結果
Mats Haglund 和 Lars Aberg(2000)	速度選擇的潛在 因素	攝影機記錄車輛通過之兩端 點推算速度、問卷調查	駕駛人會因為家庭成員或家長、其他道路使用者及警察而影響了速度之選擇。駕駛人對速度的估計與實際車速的關係相當不準確。可能的原因是大多數的駕駛人通常只能看幾眼車輛的時速表，可能不知道準確的速度只能用猜測的。另一個解釋是說，不同的車輛之間時速表可能不太相同。
Mats Haglund 和 Lars Aberg(2002)	駕駛人穩定的速 度選擇	攝影機記錄車輛通過之兩端 點推算速度	研究結果顯示出個別駕駛人的速度習性有相當高的一致性，在自由車流中相關性達 0.7，且此文中在自由車流情況下進行分析得道之相關性較考慮所有車輛時為高。

資料來源:本研究整理

表 2-8 文獻考量因素彙整

作者	人為因素					道路因素			環境因素		
	年齡	性別	職業	教育程度	超速態度	幾何設計	速限	交通量	氣候	天色	季節
林豐福等人(2005)	●	●							●		
林豐福等人(2004)	●	●	●	●							
曾平毅等人(2003)	●	●									●
徐耀賜等人(2008)						●	●				
陳海榮君(2012)						●	●				
Donald D. Vernon 等人(2004)							●	●			

作者	人為因素					道路因素			環境因素		
	年齡	性別	職業	教育程度	超速態度	幾何設計	速限	交通量	氣候	天色	季節
Lee S. Friedman 等人(2009)							●				
Solomon, D.(1964)	●	●					●			●	
Cirillo, JA. (1968)	●	●					●			●	
Garber, S. 和 J.D. Graham. (1989)							●				
Mats Haglund 和 Lars Aberg(2000)					●						
Mats Haglund 和 Lars Aberg(2002)					●						

資料來源:本研究整理

國外許多國家都對於行車速限進行調整，由結果可以發現速限調整影響事故的發生率及事故嚴重程度。將速限進行降低調整後結果可以發現大部分的事故發生率以及嚴重程度都是下降居多；相對來說，提高速限後事故率及嚴重程度都有顯著的增加，僅部分有減少或無影響，結果如下表 2-9 所示。

表 2-9 速限調整影響案例

地區	限速降低	影響結果
丹麥 (1990)	60km/ph 到 50km/ph	致命事故減少 24% 傷害事故下降 9%
瑞典 (1990)	110km/ph 到 90km/ph	致命事故下降 21%
英國 (1991)	60mph 到 40mph	事故下降 14%
美國 (22 個州) (1992)	8km/ph 到 24km/ph	無顯著變化
澳大利亞 (1992)	110km/ph 到 100km/ph	傷害事故下降 19%
德國 (1994)	60km/ph 到 50km/ph	事故下降 20%
瑞士 (1994)	130km/ph 到 120km/ph	致命事故下降 12%
澳大利亞 (1996)	下降 5-20km/ph	無顯著變化

地區	限速提高	影響結果
美國 (1989)	89km/ph 到 105km/ph	致命事故增加 21%
美國 (1990)	89km/ph 到 105km/ph	致命車禍增加 22% , 超速增長 48%
美國 (40 個州) (1990)	89km/ph 到 105km/ph	死亡人數增加 15% , 12 個州 事故減少或無影響
美國(密西根州) (1991)	89km/ph 到 105km/ph	農村高速公路致命和傷害事 故顯著增加
澳大利亞 (1992)	100km/ph 到 110km/ph	傷害事故增加 25%
美國(俄亥俄州) (1992)	89km/ph 到 105km/ph	傷害和財產損失增加 , 但不是 致命的事故。
美國 (40 個州) (1994)	89km/ph 到 105km/ph	死亡率下降 3-5%
美國(愛荷華州) (1996)	89km/ph 到 105km/ph	致命車禍增加 36%
澳大利亞 (維多利亞州) (1996)	增加 5-20km/ph	事故增加 8%
美國 (22 個州) (1997)	增加 8-24km/ph	無顯著變化

資料來源:美國聯邦公路管理局 (1998) , 「速度和速度限制相關的安全研究」

3. 速限訂定考量因素彙整

彙整國外速限訂定時所考量之各項要素，如下列幾點所示，各地區速限訂定要素比較表如表 2-10。由表可以歸納出研究中各地區於速限訂定時比較常考量的幾點設計要素為道路的幾何設計、路邊開發型態和環境、路邊停車及行人的活動、過去一年車禍事故資料及第 85 百分位速率。

- A. 道路功能分類
- B. 道路特徵的幾何設計 (水平断面曲線半徑、垂直断面坡度、淨空區、中央分隔型態、道路進入口密度、停車視距、車道寬度)
- C. 規劃的運行速度
- D. 法定速度限制
- E. 交通量
- F. 道路路段一致性
- G. 相鄰的土地使用密度和特性
- H. 道路開發成本
- I. 環境因素
- J. 路邊開發型態和環境
- K. 路邊停車及行人的活動
- L. 過去一年車禍事故資料
- M. 第 85 百分位速率
- N. 車輛行駛速率

表 2-10 各地區速限評估要素綜整比較表

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N
科羅拉多		●								●	●	●	●	●
佛羅里達		●			●					●		●	●	
伊利諾		●		●						●	●	●	●	
北達科他		●								●	●	●	●	
德克薩斯		●										●	●	
華盛頓	●	●			●					●	●	●	●	
加拿大	●	●					●			●		●	●	
希臘													●	
紐西蘭	●	●		●	●	●	●			●	●	●		●
日本					●				●					
蘇格蘭	●	●								●	●	●		●
歐洲	●				●				●					
台灣		●			●					●	●		●	●

資料來源:本研究整理

4. 速限設置方法

美國德州運輸部門(Texas Department of Transportation, TxDOT)的「速度區建置程序手冊(2012)」中以第 85 百分位運行速度來制定行車速限的相關理論及操作方式。手冊中說這種速限的檢查是相當快速的方式，並且沒有必要針對每一輛車都檢視，因為在過於繁忙的交通下觀察者無法檢視所有車輛的行車速度。使用第 85 百分位運行速度制定速限是基於下列兩個理論：

A. 絕大部分的駕駛人都希望可以在最短的時間到達目的地，且不希望發生任何的交通事故。

B. 而低於或等於第 85 百分位運行速度之速度被認為是天氣好、能見度較佳之條件下在任何地點都是安全性最佳之安全行車速度。

在許多事前、事後研究調查結果的統計資料中可以被證實第 85 百分位運行速度是最經常性且最具公信力的方式。

由統計方法可以發現出行車速度的量測資料式呈現常態分佈，且從行車速度的分佈曲線圖可以看出，有一定比例的駕駛人行車速度比較快，但也有一部份的駕駛人行車速度不合理的相當慢。這種不合理的現象出現在行車速度累積曲線圖的大約第 15%及 85%的時候，從下圖 2-5 可以發現。從圖中可以觀察到駕駛者的行駛速度在 15%及 85%之間式呈現穩定的成長趨勢。

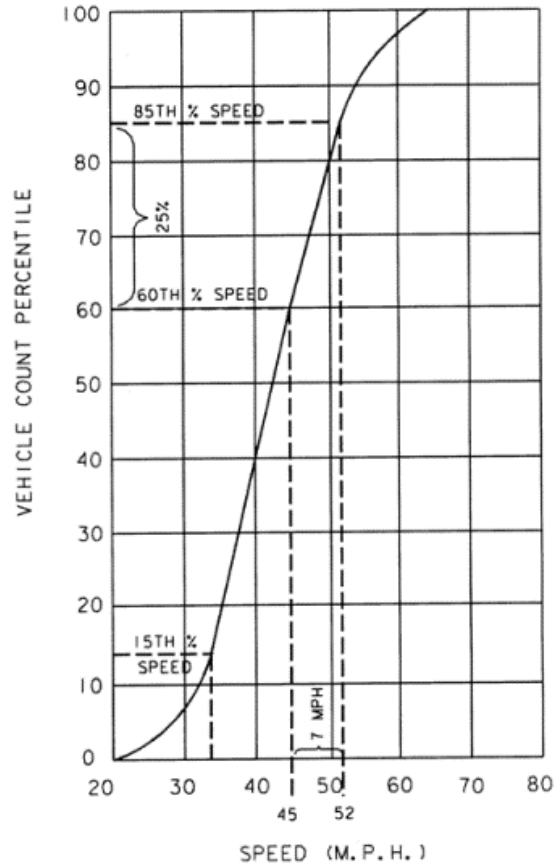


圖 2-5 行車速度累積曲線圖(資料來源:「速度區建置程序手冊」, TxDOT)

美國聯邦公路管理局(Federal Highway Administration, FHWA)「制訂速度限制的方法與操作報告,2012」彙整了不同國家不同速限設置方法的優缺點,如下表 2-11 所示:

表 2-11 設定行車速限的方法

用途	地區	基本前提	所需數據	優點	缺點
工程 (操作效率)	美國	限速是根據第 85 百分位運行速度、交通情況和肇事資料，並可能會略有調整。	現有的速度曲線，以及對通過量、行人/自行車交通量、路邊停車及安全性能等數據。	用第 85 百分位運行速度保證了速限不在執法過度的負擔，並提供居民和企業實際行駛速度的一個有效指標。	確認程序可能不是由外部行為足夠判斷，且可能無法自行選擇最合適的行駛速度。車速限制往往比設定的第 85 百分位運行速度較低。
工程 (道路危險)	加拿大、紐西蘭	速限是根據道路或相鄰土地使用的功能，然後根據道路、交通情況和肇事資料作調整。	道路功能分類、設定(城市/農村)、周圍的土地用途、通過量等道路設計特點。	限制速度和道路的功能是一致的。路的功能也決定了許多道路的設計元素，所以這種方法對道路的設計車速限制是合理的。	道路危險方法可能會導致在遠低於第 85 百分位運行速度的車速限制，導致執法上增加負擔。
專家系統	美國、澳大利亞	車速限制由使用該模擬限速專家的判斷、行為的知識和推理過程的計算機程序設置。	數據需要依賴於系統，但一般專家系統需要如在工程化方法中使用的相同數據。	檢查和權衡因素，而不是確定一個適當的車速限制車輛運行速度等的系統化和一致的方法。它提供了轄區內一致性的一個設置限速。	可能需要依靠從專家系統的輸出而不應用嚴格審查的結果。

用途	地區	基本前提	所需數據	優點	缺點
最佳速度限制	--	所選擇的速限須考慮出行時間、車輛運行成本、道路交通事故、交通噪音、空氣污染等最大限度地減少運輸的社會總成本	成本模型、輸入數據、空氣污染、肇事資料及延滯等	提供了一個平衡的方式來設置，這個速限對社會影響的是合理的。允許行人和自行車的設置限速代價、在特殊的情況下特別有用。	數據收集和預測模型可能難以發展，並可能受到專業人士的爭議。導致車速限制可能不會立即呈現給用路者。
傷害最小化/安全系統	瑞典、荷蘭	車速限制是根據有可能發生，由此產生衝擊力的碰撞類型設置，與人體承受這些力量的能力。	碰撞類型和模式的不同道路類型，適應力不同的運行速度。	有時速限制和嚴重碰撞預防之間的良好科學聯繫、高度重視地方道路安全。	這種方法是完全基於道路安全的前提，不得在某些司法管轄區適用。

資料來源：「制訂速度限制的方法與操作報告」, FHWA

FHWA 的「制訂速度限制的方法與操作報告」手冊針對資料蒐集的規劃和配置提出了說明。為了評估安全性問題及設置適當的車速限制，除了需要考量實際的行駛速度外，其它可能與設置速限有相關的資料都需要一併考慮。因此，在執行速限數據蒐集時，需要確保所有適當的因素都被考慮，包括事故資料、近期鄰近地區土地使用、其它與安全相關的資訊。蒐集的數據將用於研究自由流的速度與道路幾何、事故特性及土地使用的關係。並提供了幾點細節：

- A. 年平均和每小時車輛、自行車及行人的交通量。
- B. 一整天每個方向的小時速度。
- C. 道路幾何設計，有可能是發生事故的因素。
- D. 交通控制設施(例如:交通號誌等)
- E. 鄰近地區未來發展

量測速度的方法有很多種，這些方法通常可以分為三類，基於設備安裝的位置不同如以下三種：

- A. 手動操作，可在大多數的地方使用(例如計時、測速槍等)
- B. 需要安裝在路面或道路上方的裝置(如車輛偵測設備)
- C. 安裝在道路外面或側面的設備(如雷達錄影機)

各種速度量測的方法優、缺點如下表 2-12 所示：

表 2-12 速度量測設備的優勢和缺點

方法	收集數據	勞動	設備成本*	優點	缺點
雷達記錄儀	瞬時速度、車流量、車輛類別、流量差距	低	高	收集匯總數據所需要的勞動力少，其他交通相關的數據可以同時被收集，可以收集很長一段時間數據也可以用在掃雪機時，可能會出現沒有損壞的風險，對用路者較不影響。	用戶不能隨機選擇設置車輛數據，有些設備可能無法準確地收集數據，多車道公路或確定觀察到的車輛方向性，設備密集的方法，需要維護/校正。
車輛偵測設備	瞬時速度、車流量、車輛類別、流量差距	低	中	可以收集很長一段時間數據，其他交通相關的數據也可以同時被收集，收集匯總數據所需要的勞動力少	用路者可能改變駕駛行為，用戶不能隨意選擇設置車輛數據，大多數設備密集的方法，需要維護/校正。
雷射測速槍	瞬時速度	中	高	設備是易於攜帶，採樣為一個聚焦的雷射光束可控制的車輛數較受限制。	可能有水平/垂直誤差，範圍和景點可能不人性化；且雷射光束較為敏感，恐影響用路者，需要維護/校正。
雷達測速槍	瞬時速度	中	中	設備易於攜帶，用戶可控制採樣的車輛，為準確的數據收集方法，廣泛的可用性設備亦降低其成本。	可能有水平/垂直誤差，緊密間隔大型車輛可能造成讀數非目標車輛，需要維護/校正。
馬錶	旅行時間、距離	高	低	小設備購買和維護，易於進行數據採集。	勞動密集，收集之數據需要被轉換為速度數據，且通常精確度較低。

*設備成本反映了設備的初期採購成本，而不是未來的維修、校準費用。

*收集額外數據量為每個設備不同而不同。

資料來源：「制訂速度限制的方法與操作報告」，FHWA

手冊中列舉了美國三個州的數據蒐集的方式，大多數資料樣本數都使用每個調查點 100 筆或更多的車輛數據。但是有些地區會因為交通量較少造成數據蒐集困難，所以基本上在交通流量較低的地方，任何一個調查點就算沒有蒐集到 100 筆資料仍然在兩個小時後停止調查。三個州的樣本數和數據蒐集時間如下表 2-13 所示：

表 2-13 數據蒐集樣本數及時間

洲	樣本大小	例外
馬薩諸塞州	在每個方向上 100 個或更多車輛。	在公路上交通量較低的任何一個調查點，調查將於在兩個小時後停止，儘管蒐集數據少於 100 輛。
俄亥俄州	每個方向記錄 100 車輛行駛的速度。	在公路上交通量較低的任何一個調查點，調查將於在一個小時後停止，儘管蒐集數據少於 100 輛。
德克薩斯州	在每個方向上、每個車站最少 125 輛。	在公路上交通量較低的任何一個調查點，調查將於在一個小時後停止，儘管蒐集數據少於 125 輛。

資料來源：「制訂速度限制的方法與操作報告」，FHWA

手冊也說明了調查點位置的重要，車輛速度數據的採集應該要再不會影響駕駛人的地方進行，針對上述三個州的調查點提出了建議，如下表 2-14：

表 2-14 速度檢查站建議

州		高速檢查站佈局信息
馬薩諸塞州	城市	<ul style="list-style-type: none"> ● 速度檢測站一般應設在間隔不超過 0.25 英里，取決於當地和物理和交通條件的一致性。比這更近的間隔可能是必要的，以獲得更準確的速度資料。
	農村	<ul style="list-style-type: none"> ● 在農村地區，速度檢查站的間距可能會提供他們正確地反映一般速度模式在更大的區間。應該有至少一個觀察中的一個不同的數值限制每個區域中每個行進方向。
俄亥俄州		<ul style="list-style-type: none"> ● 速度檢查可採取的任何設備，將顯示車速為 + / -10% 的準確度。 ● 檢查速度應在 1/3 點(共四個檢查)的區域 0.25-1.00 英里長，並在 0.5-0.75 英里的間隔區 1 英里多長。
德克薩斯州	城市	<ul style="list-style-type: none"> ● 一般應設在 0.25 英里或更少的時間間隔，如果必要，以確保的速度圖案準確的圖像。 ● 應該從任何信號，以較少者為準，信號或 0.2 英里之間的中間位置，以確保速度模式的精確表示。 ● 應當考慮到地區，以及物理和交通條件的均勻性可以通過試驗來確定通過區域運行，如果卷是過低或速度的複查是所有需要。 ● 應該對高速公路和高速公路的主車道交匯處之間的中間檢查。
	農村	<ul style="list-style-type: none"> ● 可以是時間間隔大於 0.25 英里，只要總體速度圖案之後並可能只需要在每一端部和中間點，如果道路的特性是一致的，在整個區段。 ● 可以通過試驗來確定通過區域運行，如果在巷道的特點是一致的貫穿在這一節整節和速度檢查表明，125 的車輛不能在兩小時內檢查，如果雷達使用，四個小時之後，如果一個通過車輛類型分類流量計數器使用。

資料來源：「制訂速度限制的方法與操作報告」，FHWA

2.3 駕駛因素

從駕駛人為因素與速限及安全的相關研究中可以個別區分出幾項考量因素，包括年齡特性、性別條件等相關因素，並考量人為因素是否可以加入研究架構流程中考量。

2.3.1 年齡特性

林豐福君等人(2005)於高齡者道路交通事故特性研究中希望能初步建立高齡者交通安全研究之基礎，由行政院衛生署近 10 年之生命統計資料中，針對機動車輛交通事故死亡人數之年齡統計資料，分兩個階段進行，先探討交通事故發生之風險特性，在研析所發生之交通事故中，肇致高齡者傷亡的風險因素，選擇一般線性模式(Generalized Liner Model, GLM)之邏吉特(Logit Model)方法進行相關交通事故分析。邏吉特模式是 GLM 的一種，模式中如其他 GLM 般包含三種組合。研究結果如下幾點：

1. 在相同條件下，女性發生交通事故之危險性均稍微較男性較高。
2. 在相同曝光程度下，發生事故之風險由高至低可能為：年輕女性 > 年輕男性 > 高齡女性 > 高齡男性。
3. 高齡者可能因為避險特質而較易涉入與良好環境(晴天、無障礙、無視距問題等)有關之通事故中。
4. 高齡者發生交通事故之機率雖較年輕者低，但發生事故後之死亡率卻明顯高出年輕者甚多。

林豐福君等(2004)分析國內九十年全年道路交通事故之情況，並藉此探討國內九十年全年之道路交通事故肇事因素，以作為日後推動道安防制

事故之重點工作。研究藉由內政部警政署之道路交通事故資料庫擷取數據進行道路交通事故當事人特性與相關因素之統計交叉分析，用來探討民國九十年道路交通事故之發生時間、地點與位置、肇事類型與型態、當事人之年齡、性別、職業、教育程度、駕駛車種與受傷部位等詳細情形及其比較分析。從研究分析結果中歸納出幾個要點：

1. A1 類第一當事人中男性當事人 2,835 人，為女性的 9.3 倍，A2 類第一當事人之男性與女性的比例為 3.48 倍；第二當事人男女比例 A1 類約為 A2 類之 1.7 倍。
2. A1 與 A2 類之第一當事人年齡分佈多以 21~25 歲間為多，其次為 26~30 歲，兩者總計約佔所有第一當事人之 30%。
3. A1 與 A2 類第一當事人之職業以工人所佔之比例為最高；A1 類第一當事人屬職業駕駛人之比例亦高，A1 類之第二當事人以無業最多；A2 類第二當事人以工人及無業最高；其他當事人皆以學生與無業佔最多數。
4. A1 類第一當事人之學歷以國中及高職為多；第二當事人以國中和國小最多；而 A2 類第一當事人與第二當事人之學歷皆以高職為多。
5. 各車種 A1 類與 A2 類間第一當事人與第二當事人男女比例之趨勢相差並不大；但大型之車種第一當事人屬男性佔較高之比例。

曾平毅等人(2003)於文中提到影響道路交通事故發生的因素主要包括駕駛人、車輛、道路及環境等四大方面之因素，藉由交通事故資料分析駕駛人之各項事故風險特性，將資料劃分不同年齡層，以探討不同季節、性別、車種及事故嚴重程度等因素的影響差異程度。蒐集民國 90 年 1 月到 12 月份發生於台北市內所有交通事故案件的駕駛人資料共 51,985 筆，針

對蒐集之駕駛人資料進行各項事故風險特性分析。資料分析利用各年齡層的事故參與人數與該年齡層之總人數比值，作為比較各年齡層差異程度之肇事指數。分析結果如下列說明：

1. 90 年台北市涉及事故人數的年齡層以 20-24 歲及 25-29 歲年齡層最高，不同性別在不同年齡層涉及事故案件人數有明顯差異，且不論男女駕駛人肇事指數均隨年齡增加而遞減。
2. 駕駛人涉及死亡、受傷、財損不同種類事故案件人數，在不同年齡層有所差異，18-20 歲年齡層駕駛人事故死亡指數與事故受傷指數最高，21-24 歲次之，而事故財損指數則以 25-29 歲年齡層最高，說明了未滿 20 歲之青少年是容易事故受傷之高危險群。

2.3.2 駕駛經驗與能力

Lajunen 和 Summala 應用駕駛技能量表調查 113 位駕駛者，探討駕駛經驗（里程/時間）對於駕駛技巧（操作車輛的流暢性）和安全感知的影響，研究結果發現經驗較多的駕駛，其操作車輛的流暢性都高於駕駛經驗較少的駕駛，並且男性操作車輛的流暢性都高於女性。但是駕駛經驗較少的女性駕駛，他們的安全感知最高，其次為駕駛經驗較少的男性駕駛，再來是駕駛經驗較多的男性駕駛，最後為駕駛經驗較多的女性駕駛。

Lajunen、Corry、Summala 與 Hartley 應用駕駛技能量表探討芬蘭對與澳洲感知肌能技能（perceptual-motor skills，以下簡稱感知肌能）與安全技能（safety skills）之差異。澳洲在感知肌能方面顯著高於芬蘭，而其中感知肌能與駕駛人自我欺騙（Driver Self-Deception）呈正向關係，也顯

示對自己車輛控制有信心的駕駛人通常高估自己的感知肌能。亦也指出過度自信駕駛能力之駕駛人，認為自己有較優良之駕駛技巧，以致於對於危險之風險感容易產生偏誤(自我評估之駕駛能力與真實駕駛行為不一致)，且對交通意外之感認較冷漠，會認為比一般駕駛人較不容易發生交通意外。

Evans 以人因工程之觀點，將重點放在駕駛行為與駕駛能力兩方面，瞭解駕駛者之行為與能力在對於派督考之公平性、區域性與代表性有實質意義。其根據美國之資料分析認為在駕駛行為有以下幾項特性：

1. 年紀愈大者愈不願意冒險，行車速度較慢，跟車距離較遠。
2. 結婚後之交通事故與違規率大幅下降，特別是女性駕駛人。
3. 根據資料顯示，在犯罪駕駛者的交通違規率與一般駕駛人違規率比較，犯罪駕駛者為一般駕駛人的 3.25 倍；財產損傷次數為一般人的 5.5 倍；死亡次數約為一般人的 19.5 倍。
4. 駕駛人個人生活態度愈小心、謹慎、有耐心、有遠見，顧慮他人駕駛時也採相同之態度，故違規次數較少。
5. 吸煙者較不吸煙之駕駛人易發生交通碰撞與違規。根據研究，吸煙易影響人體生理變化，例如視覺障礙等。
6. 在靠右行車的駕駛環境中，慣用左手者較右手之駕駛人事故率高；在靠左行車交通環境中，慣用右手者較左手之駕駛人事故率高。

表 2-15 人為因素與安全之文獻彙整

作者	研究主題	資料數據	研究方法	結果
年齡特性				
林豐福等人 (2005)	高齡者交通事故特性分析	行政院衛生署機 動車輛交通事故 死亡人數之年齡 統計	一般線性模式 (Generalized Liner Model, GLM)之邏吉特 (Logit Model)方法	1.相同曝光程度下，發生事故之風險 由高至低可能為:年輕女性>年輕男性 >高齡女性>高齡男性。 2.高齡者可能因為避險特質而較易涉 入與良好環境有關之通事故中。
林豐福等人 (2004)	交通事故當事人特性分 析	內政部警政署之 道路交通事故資 料庫	統計交叉分析	歸納事故中當事人的性別、年齡、職 業及教育程度之特性，結果說明事故 當事人男性比女性高，且以年齡 21~25 為最多。
曾平毅等人 (2003)	由交通事故資料初探駕 駛人風險特性	警政單位取得台 北市民國90年發 生於台北市境內 之完整事故資料	利用各年齡層之事故參 與人數與該年齡層之民 眾人數比值，作為肇事 指數(accident index)	駕駛人涉及死亡、受傷、財損不同種 類事故案件人數，在不同年齡層有所 差異。

作者	研究主題	資料數據	研究方法	結果
駕駛經驗與能力				
Lajunen, T 等人(1995)	探討駕駛經驗對於駕駛 技巧和安全感知的影響	--	統計次數分析	經驗較多的駕駛，其操作車輛的流暢 性都高於駕駛經驗較少的駕駛
Lajunen, T 等人(1997)	探討芬蘭對與澳洲感知 肌 能 技 能 (perceptual-motor skills) 與 安 全 技 能 (safety skills) 之差異	--	迴歸分析	過度自信駕駛能力之駕駛人，認為自 己有較優良之駕駛技巧，以致於對於 危險之風險感容易產生偏誤
Evans, L(1999)	以人因工程之觀點，將重 點放在駕駛行為與駕駛 能力兩方面探討	--	資料論述	1.年紀愈大者愈不願意冒險，行車速 度較慢，跟車距離較遠。 2. 駕駛人個人生活態度愈小心、謹 慎、有耐心、有遠見，顧慮他人駕駛 時也採相同之態度，故違規次數較少。

資料來源:本研究整理

2.4 車輛性能

在一定的道路條件下，行車速度的高低主要取決於運行車輛的性能狀況。如果在行車過程中所駕駛車輛的性能狀況始終保持在優良狀態，則駕駛人一方面會使其心目中的期望車速數值定位提高，另一方面也會使其所駕駛車輛的實際運行速度保持在比較高的位置。

2.4.1 汽車六大性能

因此，車輛性能的逐步完善會使車輛行駛車速的提高成為可能，避免因車速的限制，而造成的行駛車速與道路速限不相適應的矛盾。下面從車輛的六大性能（包括動力性、燃油經濟性、制動性、操縱穩定性、通過性和平順性）入手，逐一闡述有可能影響速限的相關性能。

1. 動力性

汽車動力性是指汽車在良好路面上直線行駛時由汽車受到的縱向外力決定的，所能達到的平均行駛速度。汽車動力性主要由三個方面指標來評定：

- A. 汽車的最高車速
- B. 汽車的加速時間
- C. 汽車能爬上的最大坡度

其中與限速相關的汽車動力性評價指標是最高車速，它指的是在水準良好的路面上汽車能達到的最高行駛速度。

隨著汽車工業技術的不斷發展，現代車輛的設計速度逐步提升，使得車輛可能到的最高車速越來越高，甚至可以高達 200+km/h，為速限的提高提供了良好的基礎技術保障。

2. 燃油經濟性

評價燃油經濟性的一個重要指標就是汽車行駛一定路程所消耗的燃料的多少。在一段路程內（通常以 100 公里為標準）消耗的燃油越多，說明燃油經濟性越差，消耗的燃油越少說明燃油經濟性越好。如果燃油經濟性越好，那麼車主在使用汽車時候的汽油的花費就少，反之費用就高。測定汽車燃油經濟性的其中一種方法是在平坦道路上和一定條件下進行等速油耗試驗。圖 2-6 是根據該種測定方法繪製出的車速與百公里油耗的曲線關係圖。由下圖不難看出，當車輛處於中低速（40km/h 左右）狀態時，百公里燃油消耗最低；當車輛處於怠速（<20km/h）或者高速行駛（>80km/h）狀態時，百公里燃油消耗會逐步增大。

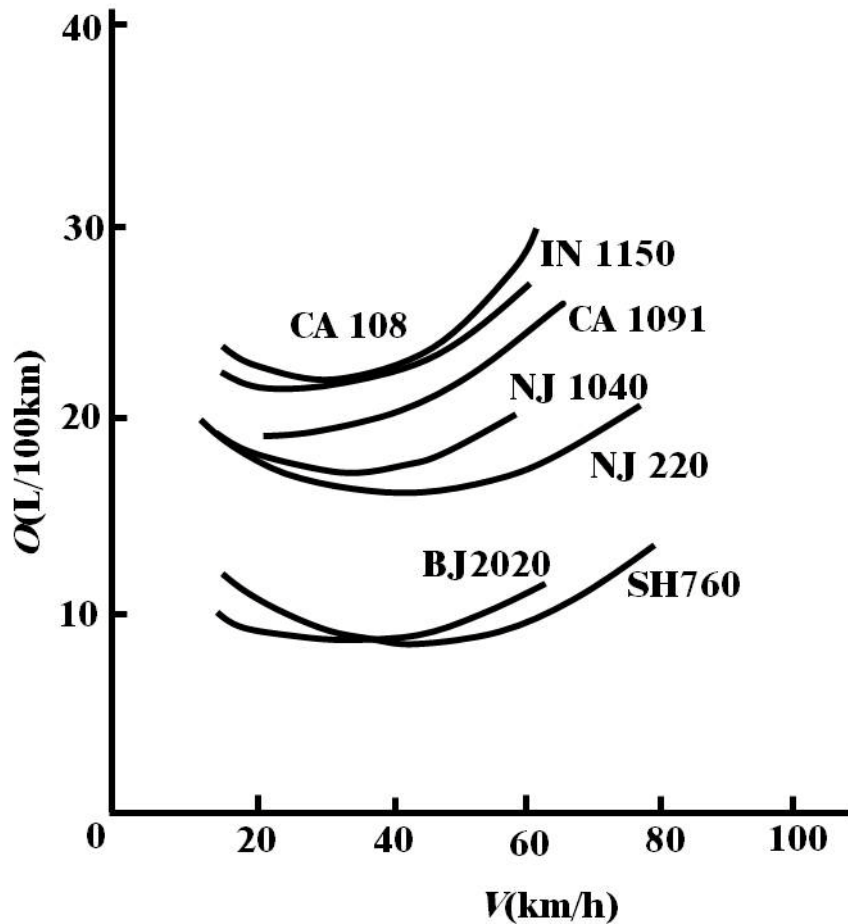


圖 2-6 百公里油耗曲線圖

雖然車輛的燃油消耗情況對安全行駛沒有直接關聯性，但是根據百公里油耗曲線圖的曲線走向可以發現，如果車輛從怠速或低速狀態緊急加速到高速狀態，或者從高速狀態緊急降速到怠速或低速狀態時，油耗將一直處於較高的狀態；反之，如果車輛從中低速緩慢逐漸加速至高速狀態，油耗變化則相對比較平穩。因此，車輛在行駛過程中應該儘量避免使用怠速狀態，並且為了適應車輛油耗的變化，車輛在不同路段行駛時，速限變化的設計應儘量有一定程度的過渡。

3. 制動性

汽車行駛時能在短時間內停車且維持行駛方向穩定性和在長下坡時能維持一定車速的能力，稱為汽車的制動性。自從汽車誕生之日起，汽車的制動性就顯得至關重要；並且隨著汽車技術的發展和汽車行駛車速的提高，其重要性也顯得越來越明顯。制動性直接關係到交通安全，重大交通事故往往與制動距離太長、緊急制動時發生側滑等情況有關。所以，汽車的制動性是汽車行駛的重要保障。

根據 2007 年日本交通白皮書可知，死亡人數的下降主要歸因於一整套基礎交通安全專案的全面開展，包括改善道路交通環境，加強交通安全訊息的傳播，確保安全駕駛實踐，推進車輛安全，維持道路秩序，並加強救援和緊急醫療系統方面的措施。某些可量化的因素也促成了死亡人數的下降，包括：（1）提高安全帶的使用率；（2）降低事故前速度；（3）加強酒後駕車的處罰和打擊危險駕駛以及其他措施。隨著飲酒駕車的打擊力度不斷加強，安全帶的使用率、事故前速度降低的多少與事故傷亡程度的相關則更為重要，其數量關係見圖 2-7。根據圖 2-8 一般道路交通事故中危險識別車速的降低程度與事故死亡率的關係圖可知，縱向比較危險識別車速的降低程度可以發現，當駕駛員預見到事故危險時，若車速減少量超過 80km/h 以上，則交通事故將急速減少；若車速減少量低於 50km/h，則交通事故會顯著上升。橫向比較不同年份的事故數可以發現，隨著時間的推移，不論危險識別車速降低多少，事故數量總呈現大致減少得趨勢。因此，良好的制動性能可以有效保障車輛在事故發生前速度的大幅降低，

避免釀成車禍。此外，汽車工業和汽車電子的迅猛發展使得車輛制動更為有效。下面則從保證車輛制動性能的汽車電子系統著手進行具體闡述。

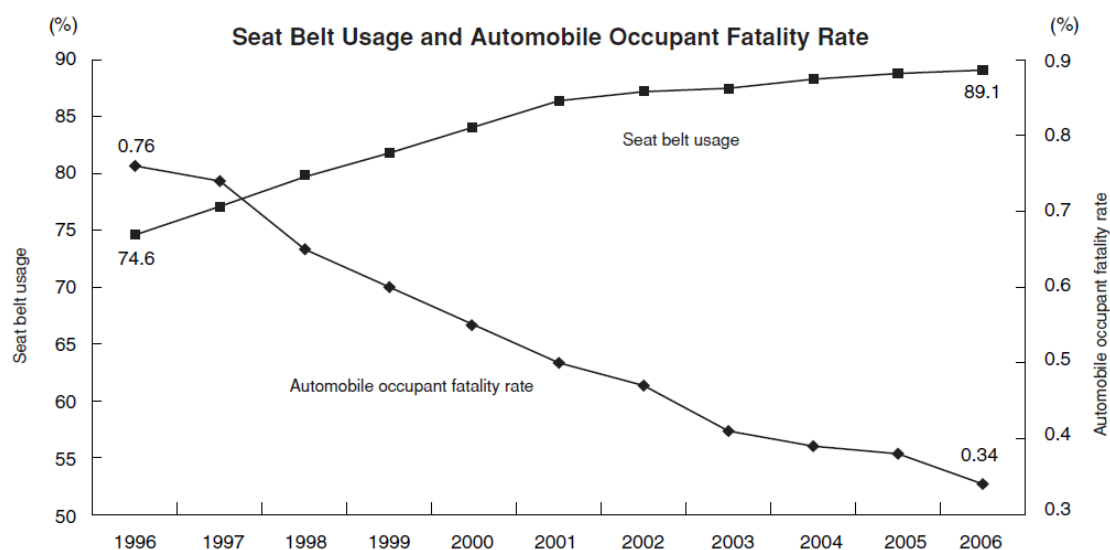


圖 2-7 安全帶的使用增加與車輛乘員的死亡率關係圖

資料來源:於日本員警廳

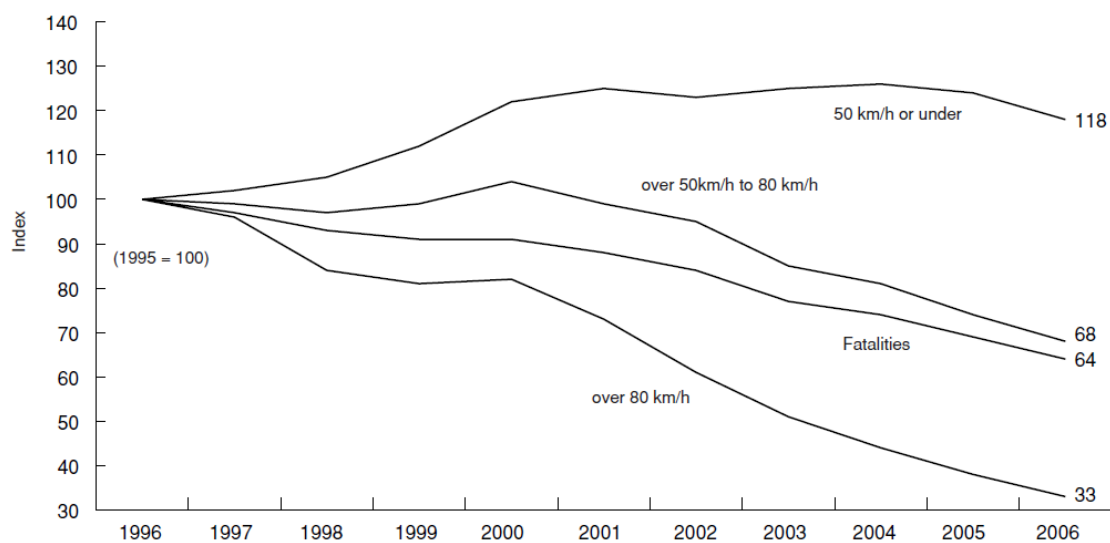


圖 2-8 一般道路交通事故中危險識別車速的降低程度與事故死亡率關係圖

資料來源:於日本員警廳

A. ABS 防鎖死制動系統

防鎖死制動系統 ABS 全稱是 Anti-lock Brake System，即 ABS，

可安裝在任何帶液壓煞車的汽車上。它是利用閥體內的一個橡膠氣

囊，在踩下煞車時，給予煞車油壓力，充斥到 ABS 的閥體中，此時氣囊利用中間的空氣隔層將壓力返回，使車輪避過鎖死點。當車輪即將到達下一個鎖死點時，煞車油的壓力使得氣囊重複作用，如此在一秒鐘內可作用 60~120 次，相當於不停地煞車、放鬆，即相似於機械的“點煞”。因此，ABS 防鎖死系統，能避免在緊急煞車時方向失控及車輪側滑，使車輪在煞車時不被鎖死，不讓輪胎在一個點上與地面摩擦，從而加大摩擦力，使煞車效率達到 90%以上，同時還能減少煞車消耗，延長煞車輪鼓、碟片和輪胎兩倍的使用壽命。裝有 ABS 的車輛在幹柏油路、雨天、雪天等路面防滑性能分別達到 80%-90%、30%-10%、15%-20%。

B. BAS/EBA 煞車輔助系統

制動力輔助系統 BAS 全稱是 Brake Assist System，即 BAS。據統計，在緊急情況下有 90%的汽車駕駛員踩煞車時缺乏果斷，制動輔助系統正是針對這一情況而設計。它可以從駕駛員踩制動踏板的速度中探測到車輛行駛中遇到的情況，當駕駛員在緊急情況下迅速踩制動踏板，但踩踏力又不足時，此系統便會在不到 1 秒的時間內把制動力增至最大，縮短緊急制動情況下的煞車距離。

緊急制動輔助系統 EBA 全稱是 Electronic Brake Assist，即 BAS。在正常情況下，大多數駕駛員開始制動時只施加很小的力，然後根據情況增加或調整對制動踏板施加的制動力。如果必須突

然施加大得多的制動力，或駕駛員反應過慢，這種方法會阻礙他們及時施加最大的制動力。

許多駕駛員也對需要施加比較大的制動力沒有準備，或者他們反應得太晚。EBA 通過駕駛員踩踏制動踏板的速率來理解它的制動行為，如果它察覺到制動踏板的制動壓力恐慌性增加，EBA 會在幾毫秒內啟動全部制動力，其速度要比大多數駕駛員移動腳的速度快得多。EBA 可顯著縮短緊急制動距離並有助於防止在停停走走的交通中發生追尾事故。EBA 系統靠時基監控制動踏板的運動。它一旦監測到踩踏制動踏板的速率陡增，而且駕駛員繼續大力踩踏制動踏板，它就會釋放出儲存的 180 巴的液壓施加最大的制動力。駕駛員一旦釋放制動踏板，EBA 系統就轉入待機模式。由於更早地施加了最大的制動力，緊急制動輔助裝置可顯著縮短制動距離。

C. EBD 電子制動力分配系統

電子制動力分配系統 EBD 全稱是 Electronic Brake force Distribution，即 EBD。汽車在煞車時，四隻輪胎附著的地面條件往往不一樣。比如，左側的輪胎在乾燥的水泥地面上，而右側輪胎卻處於涉水中，這種情況會導致在煞車時兩側的輪胎與地面的摩擦力不一樣，高速急煞時容易造成打滑、傾斜和車輛側翻事故。EBD 會在汽車煞車的瞬間，分別對四隻輪胎的煞車裝置根據不同的情況

用不同的方式和力量 制動，並不斷高速調整，從而盡可能保證車輛的平穩、安全。

D. CBC 制動力分配系統

制動力分配系統 **CBC** 全稱是 **Cornering Brake Control**，即 **CBC**，又稱彎道自動控制。在車輛轉彎制動時，**CBC** 與防鎖死系統(**ABS**) 配合工作，從而減小過度轉向和轉向不足的危險。即使在惡劣的駕駛條件下，亦能確保汽車的穩定性。有些高版本的 **ABS** 系統中包含 **CBC** 功能。

如果檢測到汽車可能正在滑行，**CBC** 系統降低發動機功率，必要時對特定的車輪施加額外的制動力，從而對汽車採取必要的糾正措施。因此，**CBC** 能在 1 秒鐘的時間內使汽車在所選道路上穩定下來。然而，即使如此先進的系統也不能違背自然規律，因此駕駛員應始終保持最佳的狀態，瞭解路況，用心駕駛。**CBC** 蘊涵複雜的電腦控制技術，即“穩定性演算法”，它能識別掛車負重，並對增加的汽車負重進行自動補償。

E. BOS 煞車優先系統

煞車優先系統 **BOS** 全稱是 **Brake Override System**，即 **BOS**，同樣也是縮短煞車距離的一個系統。這個系統在正常煞車時候能夠起到縮短煞車距離的作用。另外，在一些特殊情況，比如出現油門卡住無法彈起時，也就是在駕駛員想煞車卻沒有成功時，會自動將

發動機工作切換到怠速，起到驟然減速的效果，是一個可以救命的系統。

4. 操縱穩定性

A. TCS 牽引力控制系統

牽引力控制系統 TCS 全稱是 Traction Control System，即 TCS，也稱為 ASR (Acceleration Slip Regulation) 或 TRC (Traction Control System)。汽車在光滑路面煞車時，車輪會打滑，甚至使方向失控。同樣，汽車在起步或急加速時，驅動輪也 有可能打滑，在冰雪等光滑路面上還會出現方向失控等情況。TCS 就是針對此問題而設計的。它會通過感測器瞭解情況，調節汽車各功能的運作，從而使車輪不再 打滑。TCS 可以提高汽車行駛穩定性，提高加速性，提高爬坡能力。TCS 還可以配合 ABS 提高汽車的防滑能力。

B. ESP 電子車身穩定裝置

電子車身穩定裝置 ESP 全稱是 Electronic Stability Program，即 ESP，實際是一種牽引力控制系統，與其他牽引力控制系統比較，ESP 不但控制驅動輪，而且可控制從動輪。如後輪驅動汽車常出現的轉向過多情況，此時後輪失控而甩尾，ESP 便會煞慢外側的前輪來穩定車子；在轉向過少時，為了校正循跡方向，ESP 則會煞慢內後輪，從而校正行駛方向。

ESP 系統包含 ABS(防鎖死煞車系統)及 ASR(防側滑系統)，是這兩種系統功能上的延伸。因此，ESP 稱得上是當前汽車防滑裝置的最高級形式。ESP 系統由控制單元及轉向感測器 (監測方向盤的轉向角度)、車輪感測器 (監測各個車輪的速度轉動)、側滑感測器 (監測車體繞垂直軸線轉動的狀態)、橫向加速度感測器 (監測汽車轉彎時的離心力) 等組成。控制單元通過這些感測器的信號對車輛的運行狀態進行判斷，進而發出控制指令。有 ESP 與只有 ABS 及 ASR 的汽車，它們之間的差別在於 ABS 及 ASR 只能被動地作出反應，而 ESP 則能夠探測和分析車況並糾正駕駛的錯誤，防患於未然。ESP 對過度轉向或不足轉向特別敏感，例如汽車在路滑時左拐過度轉向 (轉彎太急) 時會產生向右側甩尾，感測器感覺到滑動就會迅速制動右前輪使其恢復附著力，產生一種相反的轉矩而使汽車保持在原來的車道上。當然，任何事物都有一個度的範圍，如果駕車者盲目開快車，現在的任何安全裝置都難以保全。另外，像寶馬的 DSC (Vehicle Stability Control)、豐田的 VSA (Vehicle Stability Assist) 也是同類的穩定系統。常見品牌車輛穩定系統如下表所示。因此，通常所說的 ESP 是博世公司的註冊商標，準確書寫應為 ESP®。在相關的 ECE R13H、FMVSS 126 甚至 GTR No.8 法規中，將電子穩定控制系統稱為 ESC (Electronic Stability Control)，所以嚴謹考量，廣義上的電子穩定控制系統應稱為 ESC。

表 2-16 常見品牌車輛穩定系統

名稱	應用品牌
ESP(Electronic Stability Program)	奧迪、大眾、鈴木、菲亞特、克萊斯勒、賓士、標緻、雪鐵龍、福特等
VSA(Vehicle Stability Assist)	本田、雅歌、豐田
VDC	日產、英菲尼迪、速霸陸
DSC(Vehicle Stability Control)	寶馬、捷豹、路虎、馬自達、MINI 等
VSC(Vehicle Stability Assist)	豐田銳志
VDIM	豐田 (皇冠)、凌志
ESC(Electronic Stability Control)	通用
ADVANceTrac	福特銳界
VSM	現代

資料來源:本研究整理

C. EDS 電子差速鎖

電子差速鎖 EDS 全稱是 Electronic Differential System，即 EDS，是 SUV 等具有四驅功能的車子上比較常見的電子系統。它是 ABS 的一種擴展功能，用於鑒別汽車的輪子是不是失去著地摩擦力，從而對汽車的打滑車輪進行控制。例如，車在開顛簸的山路

時，偶爾會出現單個輪子懸空的情況，這個時候如果沒有 EDS，懸空的輪子還會繼續轉動，浪費動力，有 EDS 的車子會則通過 ABS 系統的感測器會自動探測到左右車輪的轉動速度，把這部分動力全部傳輸到沒有懸空的輪子上，儘量保證動力不浪費，同時也保證車輛的正常行駛。當由於車輪打滑而產生兩側車輪的轉速不同時，EDS 系統就會通過 ABS 系統對打滑一側的車輪進行制動，從而使驅動力有效地作用到非打滑側的車輪，保證汽車平穩起步。還有一些同類功能的系統如大眾 XDS，與其功能類似。

5. 平順性

平順性指汽車在一般行駛速度範圍內行駛時，能保證乘員不會因車身振動而引起不舒服和疲勞的感覺，以及保持所運貨物完整無損的性能。由於行駛平順性主要是根據乘員的舒適程度來評價，又稱為乘坐舒適性。研究汽車平順性的主要目的就是控制汽車振動系統的動態特性，使振動的“輸出”在給定情況的“輸入”下不超過一定界限，以保持乘員的舒適性。

上世紀 30 年代以來在汽車平順性評價方法方面進行了許多實驗研究工作，但難以得到公認的評價方法和指標。直到 1974 年，國際標準組織在綜合大量有關人體全身振動的研究成果的基礎上，制定了國際標準 ISO2631：《人體承受全身振動評價指南》，新標準規定在評價振動時先計算各自由度上總的加權均方根值，再計算各輸入點的振動加速度均方根，

然後計算人體承受的總加速度均方根值,最後用總的振動加速度均方根值與人的主觀感覺來判斷乘員舒適性.新標準基本上克服了原標準的缺點,在試驗基礎上給出了極為詳細的頻率加權函數軸加權係數以及明確的舒適性界限,同時還保留了大家熟悉的加速度均方根值作為評價指標,使用起來方便直觀,是至今為止最為完善的評價方法。

6. 通過性

汽車通過性是指在一定載品質下,汽車能以足夠高的平均車速通過各種壞路及無路地帶和克服各種障礙的能力。壞路及無路地帶,是指鬆軟土壤、沙漠、雪地、沼澤等鬆軟地面及坎坷不平地段;各種障礙,是指陡坡、側坡、臺階、壕溝等。通過能力強的車子,可以輕鬆翻越坡度較大的坡道,可以放心的駛入一定深度的河流,也可以高速的行駛在崎嶇不平的山路上,在城市中也不用為停車上下馬路而擔心。總之它可以使你比其他車輛更可能去你想去的地方,讓你體驗到征服自然的感覺。

影響通過性的主要因素有:汽車的支承-牽引參數和幾何參數;也與汽車的其它使用性能(如動力性、平順性、機動性、穩定性、視野性)有關。

通常選取以下 15 個參數作為表徵汽車通過性能好壞的重要點:

- A. 前橋差速器鎖
- B. 中央差速器鎖
- C. 後橋差速器鎖
- D. 車體結構

- E. 底盤保護
- F. 分動器類型
- G. 接近角
- H. 離去角
- I. 最小離地間隙
- J. 前懸掛形式
- K. 後懸掛形式
- L. 最大爬坡度
- M. 水深度
- N. 車身高度可調
- O. 軸距

根據車輛的通過性要求，在設計道路速限的過程中，應該根據地形(山區、丘陵、沙漠等)考慮路面的平整度，從而按照路面等級進行分類。

2.4.2 汽車安全系統

包含車輛系統與車輛性能，車輛系統包含被動式與主動式安全系統，車輛性能則包括車輛規格(如車身結構、發動功率等)、車輛馬力及輪胎摩擦係數等。

車輛系統功能從早期的被動式駕駛人保護系統到目前的主動式防撞系統，各相關技術開始邁向整合階段，智慧車載配備開始與資通訊科技結合，朝向車輛與基礎設施間的通訊及車輛間通訊等方向發展，而它的各項

技術主要在輔助駕駛人針對路況，適時適地對駕駛人提出相應警告，以減輕可能之碰撞，提高行車安全。

其車上安全防護功能包括：縱向防撞、側向防撞、路口防撞、車間與車 - 路間通訊、自動車輛診斷、自動橫向 / 縱向控制、視覺改善、安全準備、碰撞前預警與自動車輛駕駛等，相對應之技術應用包括防撞雷達、先進照明系統、車載導航系統、導線控制系統、適應性定速巡航系統、駕駛人視覺輔助系統、安全氣囊、胎壓監測系統、倒車監視器與抬頭顯示器等，以下將車輛系統分為被動式與主動式安全系統作介紹。

1. 被動式安全系統:

A. 安全氣囊系統(Supplementary Restraint System,SRS)：

指安裝在汽車上的充氣軟囊，使用在車輛發生撞擊事故的瞬間彈出，藉以達到緩衝的作用，保護駕駛和乘客的安全。氣囊絕對要與安全帶兩者配合使用，才能得到防護效果。一般而言，遭遇到發生碰撞時，可以避免乘坐人員頭部和身體，直接撞擊到車輛內部，減少人員傷害程度。根據美國高速公路安全管理局調查，氣囊的使用得當下，令轎車的駕駛死亡率減少 11%，正面撞擊則降低 30%的力道。

1980 年，奔馳汽車 S 系列成為第一輛在歐洲正式銷售配有氣囊的汽車。1988 年克萊斯勒開始將旗下所有車款都裝上安全氣囊，並大作電視廣告示範安全氣囊的效用，才真正開啟汽車界安全配備的競爭。1984 年，美國高速公路安全管理局制訂《聯邦汽車安全標準》第 208 條中，增加安

裝氣囊的要求。1995 年，正式經由美國國會通過法案，提供明確的法則及指導方向，要求 1995 年起新車的標準配備需要有雙氣囊。1997 年起，貨車亦比照辦理。

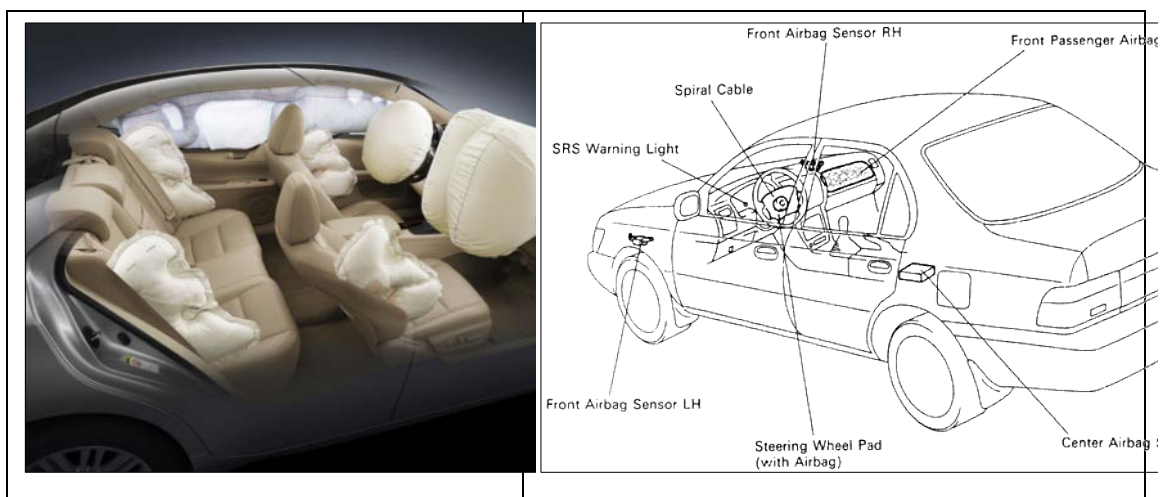


圖 2-9 安全氣囊系統

資料來源: ARTC 財團法人車輛研究測試中心

B. 防鎖死煞車系統(Antilock Brake System,ABS)：

在此系統輔助下，就能夠防止車輛在緊急煞車時發生失控打滑現象，進而提升車輛的操控性能，增加行車的安全。ABS 系統概念始出現在 1930 年代，之後在 1950 年到 1960 年代間，又陸續出現多種這類機械系統應用在部分賽車及少量利基市場車款上。Bosch 在 1978 年推出第一套現代化液壓 ABS 系統，即裝載在當時上市的 Mercedes-Benz S 級及 BMW 7 系列車款上。

儘管 ABS 在 1978 年就已經上市，然而直到 1988 年全球 ABS 的裝載率仍低於 1%，且幾乎全部在西歐市場。1989 年 Bosch 導入第二代 ABS，較前一代產品更輕、更簡化，且最重要的是成本有實質上的降低。受到價

格效應的影響，1990 年代初期 ABS 的裝載率開始飛快成長，到 2003 年全球新車裝載率已經達到 69%；其中，西歐市場在 2004 年更高達 100%，主要因為歐盟車廠自願同意安裝 ABS 系統到所有銷售至歐盟市場的新車上。

一般駕駛在遭遇緊急情況時，通常會因緊張使勁的踩死煞車，如果沒有 ABS 控制煞車動作，輪胎通常會因為煞車制動力道過大而鎖死、打滑。一般駕駛的反應能力通常來不及正確掌控煞車的力道或進行人工 ABS(點放煞車)，但 ABS 卻有能力調控每個車輪的煞車動作，使其接近理想化。ABS 不是僅僅為了縮短車輛的煞車距離，有些情況下煞車距離甚至會增加，它的主要目的在於使行駛中之車輛在煞車過程中完全處於受控制的狀態，而不至因為輪胎鎖死而使車輛失去控制。

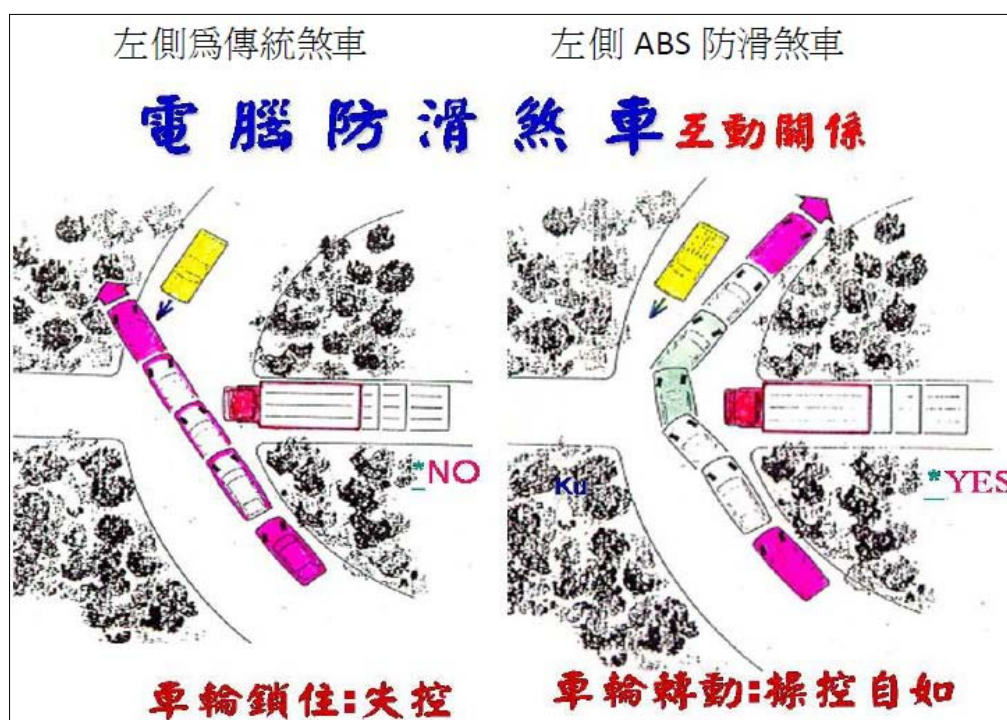


圖 2-10 傳統煞車與 ABS 比較圖

資料來源: ARTC 財團法人車輛研究測試中心

C. 電子式穩定控制(Electronic Stability Control,ESC)：

此技術能在感應到車輛出現失滑前，對輪胎進行制動動作，協助駕駛者對於車輛主體進行控制行為，在防止汽車翻覆方面作用尤其有效。ESC最早由德國 Bosch 公司開發製造，目前廣為各汽車製造廠所採用，但是在各車廠所使用名稱不盡相同，如 Bosch 採用名稱為 ESP(Electronic Stability Program，電子穩定程式)。

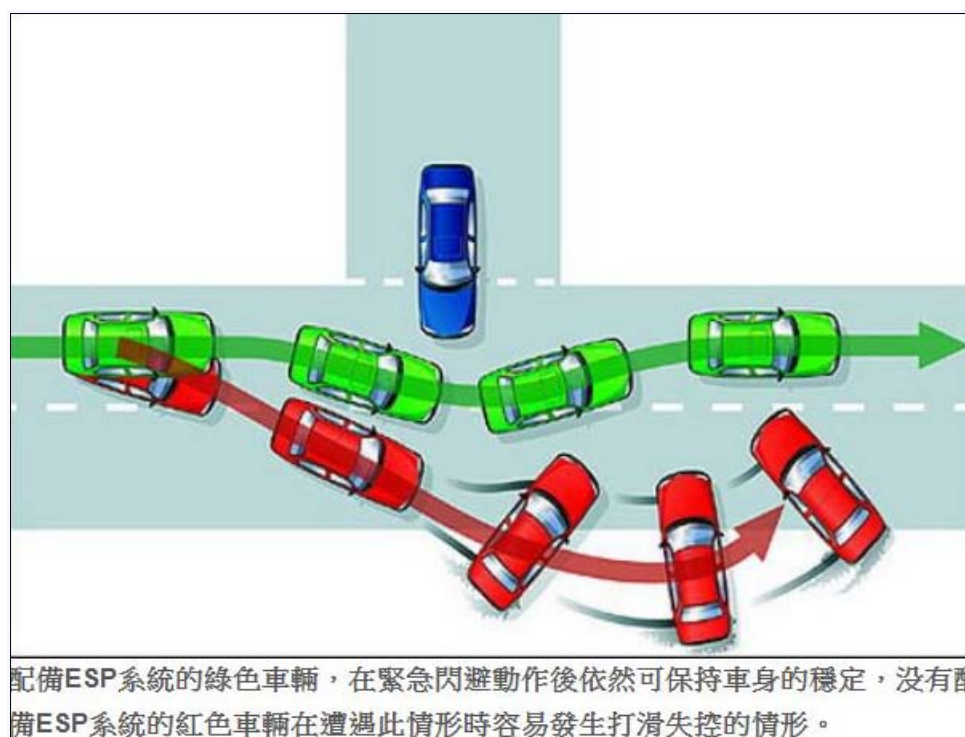


圖 2-11ESP 系統配備與否比較示意圖

資料來源: ARTC 財團法人車輛研究測試中心

表 2-17 被動式安全系統彙整

被動式安全系統	系統功能	備註
安全氣囊系統 (SRS)	指安裝在汽車上的充氣軟囊，使用在車輛發生撞擊事故的瞬間彈出，藉以達到緩衝的作用，保護駕駛和乘客的安全。	據美國高速公路安全管理局調查，氣囊的使用得當下，令轎車的駕駛死亡率減少 11%。
防鎖死煞車系統 (ABS)	能夠防止車輛在緊急煞車時發生失控打滑現象，進而提升車輛的操控性能，增加行車的安全。	Bosch 在 1978 年推出第一套現代化液壓 ABS 系統，即裝載在當時上市的 Mercedes-Benz S 級及 BMW 7 系列車款上。
電子式穩定控制 (ESC)	此技術能在感應到車輛出現失滑前，對輪胎進行制動動作，協助駕駛者對於車輛主體進行控制行為，防止汽車翻覆。	最早由德國 Bosch 公司開發製造，又稱 ESP(電子穩定程式 Electronic Stability Program)。

資料來源:本研究整理

2. 主動式安全系統:

A. 胎壓偵測系統(Tire Pressure Monitoring System ,TPMS) :

指安裝輛上可在車輛行駛時估算輪胎胎壓值或胎壓隨時間之變化情況，並能將相關資訊傳輸予使用者之系統。簡單的說，TPMS 可以讓汽車隨時取得輪胎內壓力、溫度資訊，並藉由標準 壓力、溫度數值設定，在偵測數值異常時發出警告，提醒駕駛人員注意。並能即時掌握輪胎是否有

異常的狀況，例如輪胎壓力過高、過低、快速漏氣或輪胎溫度過高...等，隨時保持標準胎壓，以增加駕駛汽車的安全性，降低爆胎意外發生的機會，並可降低油耗、節能減碳及延長輪胎使用壽。

TPMS 胎壓監測系統觀念起源於 1985 年，初期只有應用在保時捷 959 等高級車種上，廣泛關注則是從 2000 年開始，在美國因為輪胎的問題而出現一連串的交通事故，進而開始討論這一方面的防範措施，美國運輸部高速公路交通安全局 (NHTSA) 在 2005 年制定『聯邦機動車輛安全標準；胎壓監測系統』草案 (TPMS FMVSS No.138)，不僅規定了 TPMS 的檢測方法，並明定 2007 年之後，所有在美國銷售的汽車都必須安裝 TPMS。



圖 2-12TPMS 壓力檢測模組與顯示器及警告訊號

資料來源: ARTC 財團法人車輛研究測試中心

B. 疲勞監測系統 (The Fatigue Monitoring System, FMS) :

最早由美國 Attention Technologies 公司於 2010 年推出的 Driver Fatigue Monitor (DD850) 是一款基於駕駛人生理反應特徵的駕駛人疲勞監測預警產品，產品外形如圖 2-13 所示。該產品通過紅外攝像頭採集駕駛人眼部資訊，採用 PERCLOS 作為疲勞報警指標，可直接安裝在儀表盤

上，報警的敏感度和報警音量均可調節，目前已推廣應用，但只有晚上有效。



圖 2-13 Driver Fatigue Monitor 與 S.A.M.疲勞報警裝置

資料來源: ARTC 財團法人車輛研究測試中心

台灣稱為駕駛者狀態監控系統:由車輛研究測試中心(ARTC)所開發結合影像處理技術、訊號整合暨無線傳輸技術，偵測駕駛者臉部狀態(頭部偏擺、眼睛開闔)，並進行駕駛身份辨識，且透過微處理器整合駕駛者狀態、駕駛呼氣酒精濃度與車身訊號，偵測並判斷駕駛者是否有不專心駕駛、疲勞駕駛、酒醉駕駛與替代駕駛之情形發生，如圖 2-14。

I. 偵測區域：駕駛座前方駕駛視野或其範圍為 ± 60 度

II. 警示條件：

不專心駕駛警示：駕駛人偏離正常駕駛視野

疲勞駕駛：駕駛人眼睛呈現疲勞狀態

酒駕防偽警示：輪替駕駛

危險駕駛：蛇行、車道變換時沒有打方向燈



圖 2-14ARTC 駕駛者狀態監控示意圖

資料來源: ARTC 財團法人車輛研究測試中心

疲勞監測系統 (The Fatigue Monitoring System) 是由澳洲坎培拉 Seeing Machines 公司於 2013 年設計開發出眼球和臉部追蹤技術，希望能預防疲勞駕駛所造成的交通事故，如果 FMS 偵測到駕駛不專心，「看前面！別偷瞄！」 (eyes on road) 的訊息會馬上跑出來，當駕駛如果真的不小心打瞌睡，或眼睛閉起來的時間超過 1.6 秒，座椅將強烈的震動並伴隨刺耳的警報聲，一般人是不可能這樣吵雜的環境繼續昏睡下去。若打瞌睡的情況出現第二次，系統將通知調度管理者，讓他們透過無線電與司機連絡，確認是否須休息一下，當再出現一次時，就表示需要換人駕駛，其中包含一組紅外線攝影機，就算駕駛戴著太陽眼鏡開車，也能夠偵測到；另外還包括圖像處理器與功能性動作測試 (the Functional Movement Screen, FMS)，紀錄駕駛眨眼的頻率、速度和持續時間，以便評估是否有出現注意力不集中，或是非自主性的片段睡眠(微睡眠，Microsleeps)。

此外它還分析頭部位置，通常在眼睛閉上 6、7 秒後，會開始出現點頭狀態，如下圖 2-15。



圖 2-15 疲勞監測系統及紅外線攝影機

資料來源: ARTC 財團法人車輛研究測試中心

C. 車道偏離警示系統(Lane Departure Warning System,LDWS):

是一項汽車駕駛安全輔助系統。當感測元件偵測到車輛偏離車道時，若駕駛者因精神不濟或疏忽而未打下轉換車道的方向燈訊號，系統會發出警示訊號以提醒駕駛者返回車道。最早由歐洲 Iteris 車商 Mercedes Actros 商務車於 2000 年時開發使用車道偏離警示系統。後來在 2002 年，北美的 Freightliner 卡車才擁有此系統裝設。2007 年，日本 Mitsubishi Fuso 也隨之跟進運用這項系統。

2005 年，雪鐵龍 C4 和 C5 都裝設車道偏離警示系統，發生車輛偏離車道時，以振動座椅的方式提醒駕駛返回車道。BMW 車商在 2007 在 5 系列和 6 系列是使用振動方向盤方式，警示駕駛的車輛偏離車道。2008 年，Infiniti 車系將裝設預防車道偏離系統 (Lane Departure Prevention ，

LDP)，這系統是運用車身穩定控制系統 (ESP) 的煞車力控制，協助駕駛將車輛維持在車道內，車道偏離警示系統協同車身穩定控制系統作動時，是以輕柔的煞車力控制，不讓駕駛與乘客在乘車感到不適為原則。Volvo 車商在 2008 年的 S80 和 New V70 和 XC70 系列，則是配以影像感測器來感測車道標誌的車道偏離警示系統。

台灣之車輛研究測試中心(ARTC)於 2006 年開發，利用安裝在前擋風玻璃上之攝影機，測量車輛前方的道路標線，並即時計算車輛與車道線的相對距離、道路斜率與曲率等參數，當駕駛者不經意偏離車道時，適時給予警訊，讓駕駛者即時修正車輛行駛方向，降低車禍發生的機率，如圖 2-16。

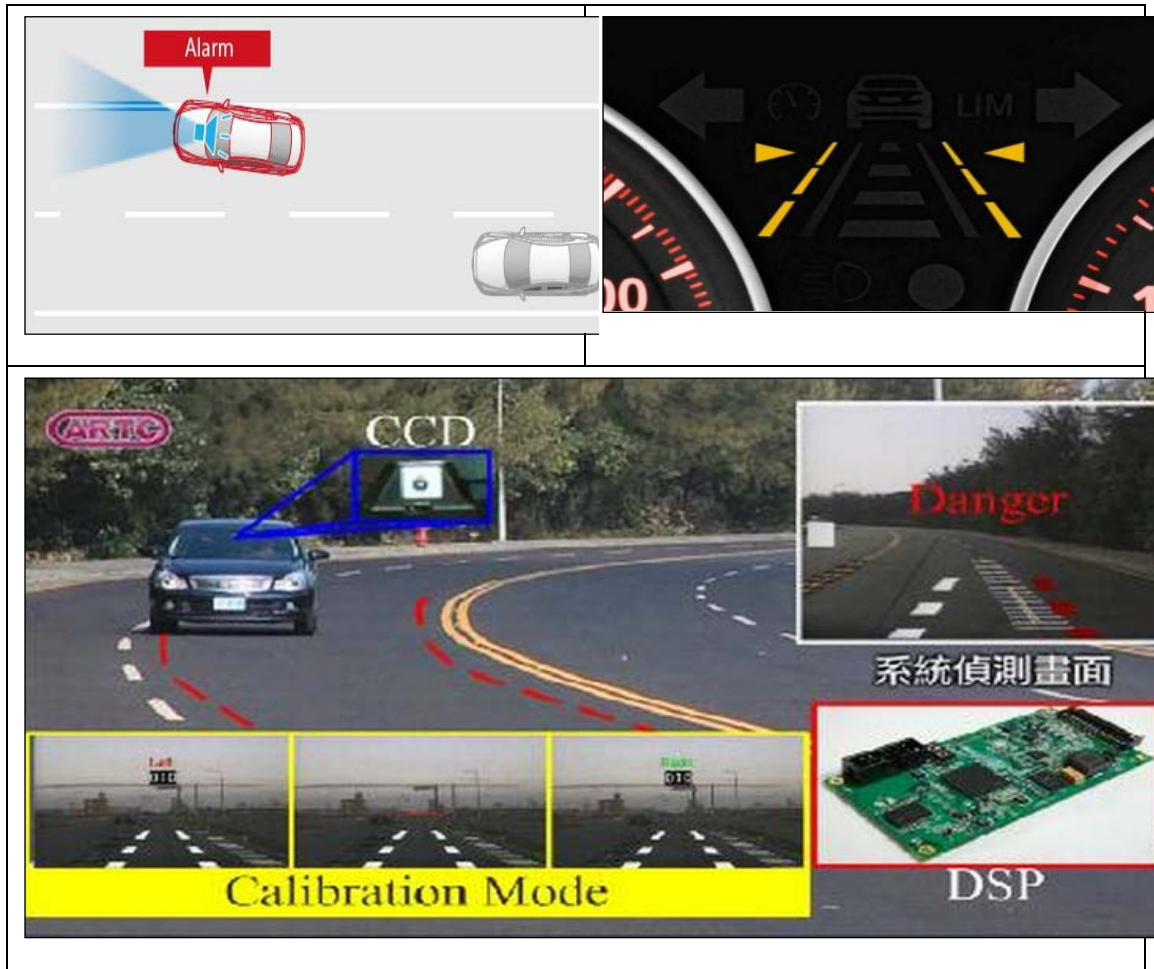


圖 2-16 車道偏移警示系統示意圖

資料來源: ARTC 財團法人車輛研究測試中心

D. 主動式轉向頭燈(Adaptive Front Lighting System, AFS):

在 1990 年代, BMW 工程師與其他汽車製造商的專家們合作開發出了主動式頭燈照明系統, 此系統也在 2003 年開始商品化, 在 AFS 開啟時, 頭燈會隨著方向盤轉動角度做出同向轉動, 使車輛由直行變為轉彎的過程中不存在照明空窗期, 提供更清晰的夜間視線。

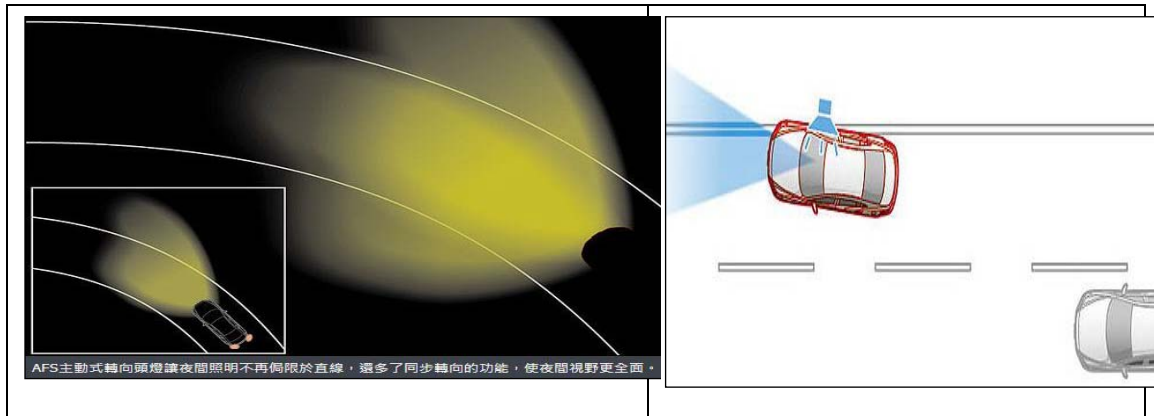


圖 2-17 主動式轉向頭燈

資料來源: ARTC 財團法人車輛研究測試中心

E. 遠近光燈自動調節系統(High Beam Control,HBC):

最早在 2005 年時推出，遠光燈輔助系統(High-Beam Assistant)，在發現對向出現來車時，如果此時道路照明充足，會自動關閉遠光燈以避免對向車輛駕駛受到眩光而影響視線。此為輔助 AFS 之系統，該系統在車輛開啟頭燈時會自動設定在遠光模式，一旦偵測到前車尾燈或有對向來車時，就會自動切回近光燈，讓對方駕駛者不致有因眩光產生短暫失明的現象，提升雙方安全。

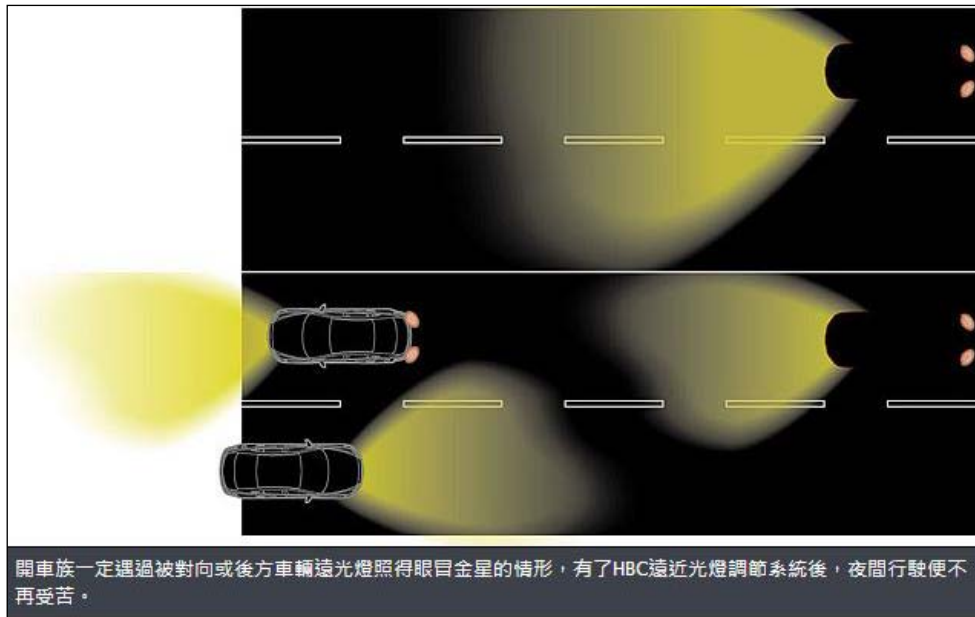


圖 2-18 遠近光燈自動調節系統

資料來源: ARTC 財團法人車輛研究測試中心

F. 盲點偵測系統(Blind Spot Detection System,BSDS):

第一個發明主動式盲點偵測系統的車廠為 VOLVO，在 2004 年時，VOLVO 首度發表了名為 BLIS 的駕駛盲點資訊系統，當時利用兩側的後視鏡上各安裝一具數位攝影機每秒拍攝多格畫面，透過畫面比對的先進技術，BLIS 會在車身四周形成長 9.5 公尺長，寬 3 公尺的警示區域中隨時做出反應。無論汽車或機車，白天或黑夜，BLIS 都能精準監控所有接近車身的物體，並對駕駛做出提醒。具備智慧辨識功能的 BLIS 也會自動過濾停靠在路旁的車子、路旁的護欄、防撞障礙物、路燈燈桿等無須回應的物體。只要行車速度超過每小時 10 公里，BLIS 就會自行啟動，若在警示區域內遭遇比自身時速慢 20 公里或是快 70 公里以內的移動物體，BLIS 便會向駕駛人發出警訊。

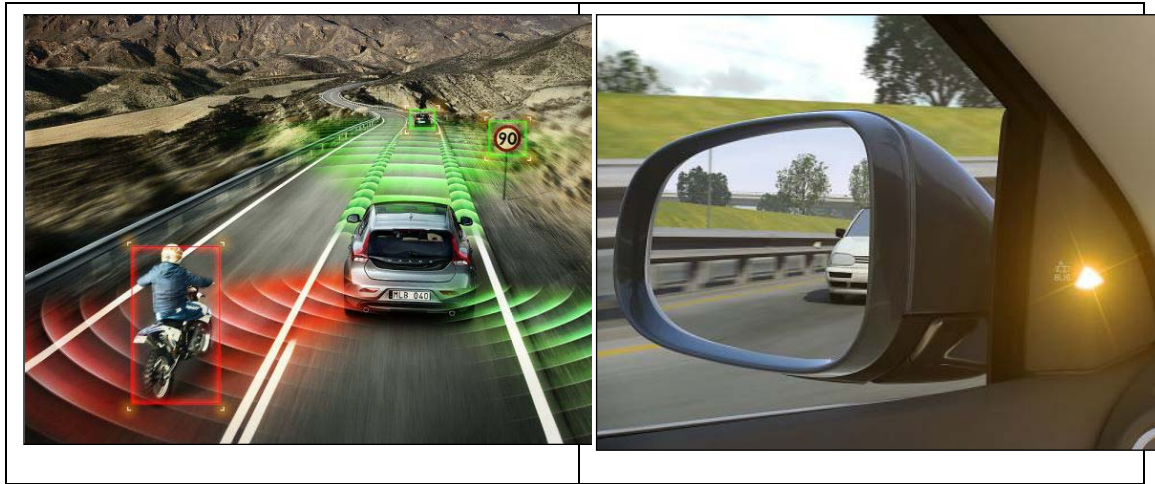


圖 2-19 盲點偵測系統

資料來源: ARTC 財團法人車輛研究測試中心

台灣車輛研究測試中心(ARTC)於 2007 年開發，系統於車道變換或停車開門時，利用影像處理手法，辨識左右側盲點區出現的逼近物體（各式車輛與行人），若有符合目標特徵之物體出現，則以"預警燈號"或"預警燈號加上警示聲響"之方式，對駕駛者提出警示。

- I. 偵測區域：後視鏡後方 8m，側方 3m
- II. 可偵測最小物體：各式車輛及行人

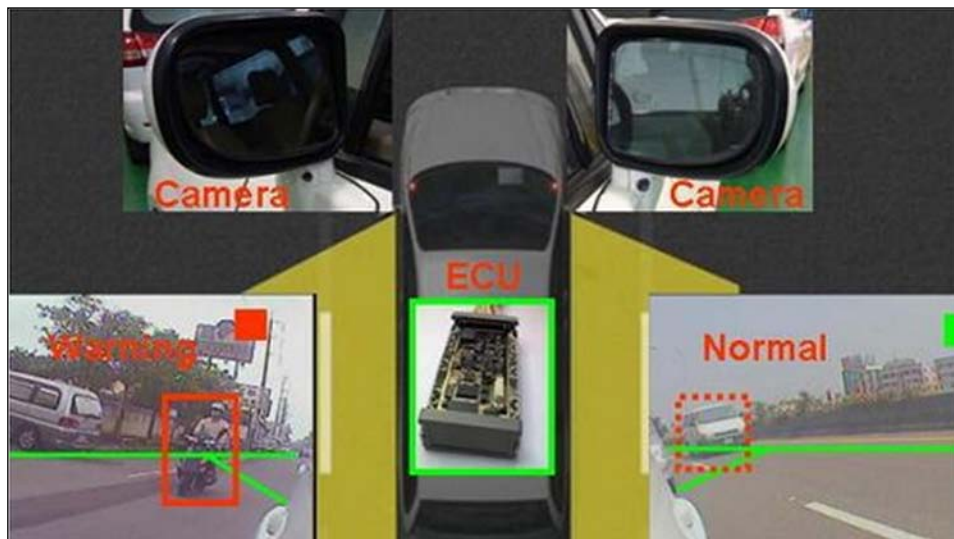


圖 2-20 盲點偵測系統示意圖

資料來源: ARTC 財團法人車輛研究測試中心

G. 車後盲點偵測系統(Rear Vehicle Monitoring System,RVM):

RVM 車後盲點偵測系統則可以彌補後視鏡存在的視線盲點問題，當兩側有車輛逼近時會出現警示圖案，此時若駕駛者打方向盤預備轉彎時，則會增加警示音提醒功能，大幅降低變換車道的危險性。



RVM車後盲點警示系統在時速30km/h以上啟動，其功能就像是駕駛者的第三隻眼，大幅降低後視鏡視線盲點所存在的風險，讓變換車道或轉彎時更加安心。

圖 2-21 車後盲點偵測系統

資料來源: ARTC 財團法人車輛研究測試中心

H. 前方障礙警示系統(Forward Obstruction Warning,FOW):

豐田的預碰撞安全系統(Pre-Crash System)最早出現在 2003 年，裝備在雷克薩斯 LX 和 RX 車型上。這套系統的感測器是裝在車頭的一個毫米波雷達。該雷達能自動探測前方障礙物，測算出發生碰撞的可能性，若系統判斷碰撞的可能性很大，則會發出警報聲，提示駕駛員規避。FOW 前方障礙警示系統，則是在時速 30km/h 以上自動進入警戒，當前方 70

米內有車輛出現且持續接近時，就會以燈光搭配警示符號來提醒駕駛者及早進行反應。

I. 智慧型煞車輔助系統(Smart Brake Support,SBS):

BAS 煞車輔助系統的全名為 Brake Assist System，是 Mercedes-Benz 於 1996 年首創，首度搭在 BAS 系統的則為 S-Class 與 SL-Class，1998 年 Mercedes-Benz 更成為首家將 BAS 全車系標配的車廠。SBS 智慧型煞車輔助系統，該毫米波雷達可偵測前方 200 公尺內的車輛，在行車速度 15km/h 至 145km/h 的範圍內，只要偵測到可能即將發生追撞時，就會自動進行兩段式煞車輔助，降低撞擊發生的可能性。

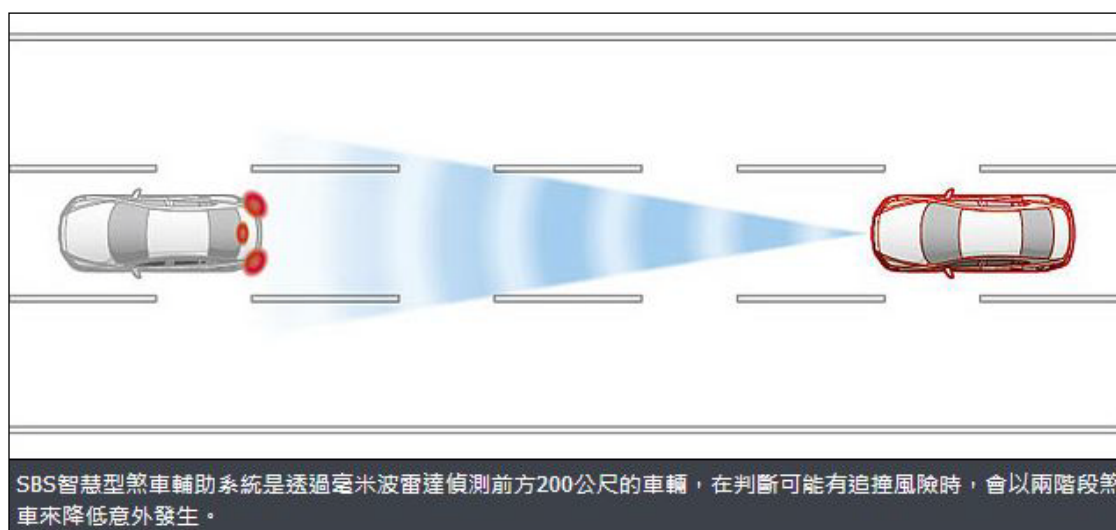


圖 2-22 智慧型煞車輔助系統

資料來源: ARTC 財團法人車輛研究測試中心

J. 都會型煞車輔助系統(Smart City Brake Support,SCBS):

SCBS 都會型煞車輔助系統，在 New Mazda 6 的擋風玻璃上方，設有一具近距離紅外線雷射感知器，在低速行駛狀態下(約 4km/h 至 30km/h)，系統會持續偵測前方車輛，在有潛在的碰撞危機時，煞車會預先加壓以縮

短反應時間，如果駕駛者仍未做出煞車反應，SCBC 將會自動釋出煞車將車輛停止，化解一場車禍或降低碰撞損傷程度，為人員與車輛提供更完善的防護功能。

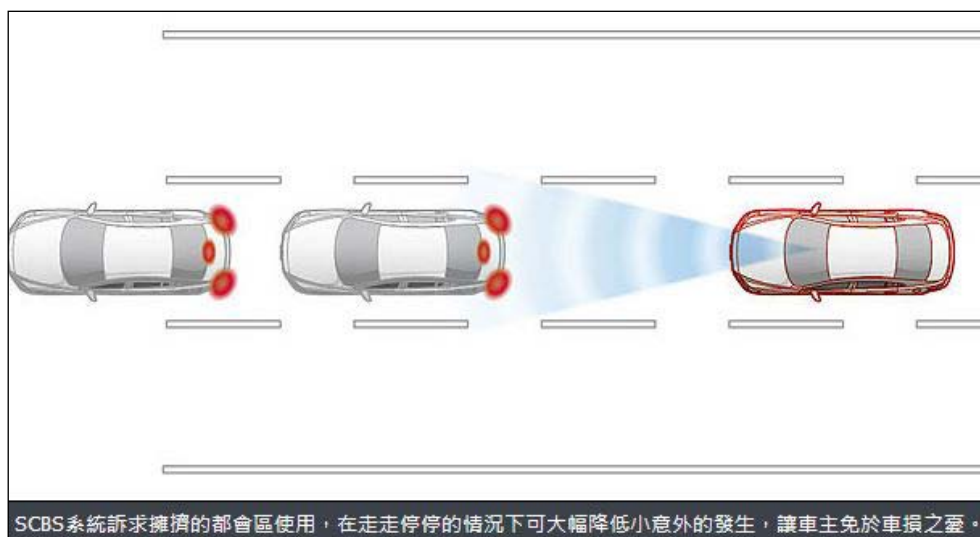


圖 2-23 都會型煞車輔助系統

資料來源: ARTC 財團法人車輛研究測試中心

K. 倒車影像式障礙物偵測系統:

由財團法人台灣車輛研究測試中心(ARTC)所開發，本系統以單一攝影機為感測器，應用影像處理技術偵測車輛後方之障礙物，提出警示並顯示障礙物與車身之距離。本技術可取代傳統超音波雷達障礙物偵測的功能，除主動偵測障礙物外，並可讓駕駛者監控車輛及周圍環境的相對位置關係，以增加行車時的便利性和安全性。本系統安裝設定容易、成本低，適合各式車輛使用，如圖 2-24。

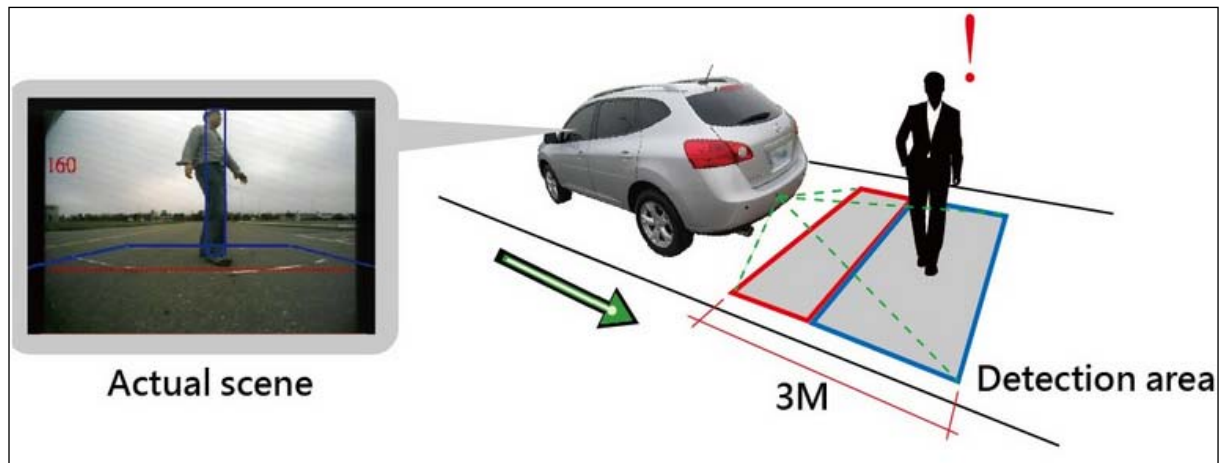


圖 2-24 倒車影像式障礙物偵測系統示意圖

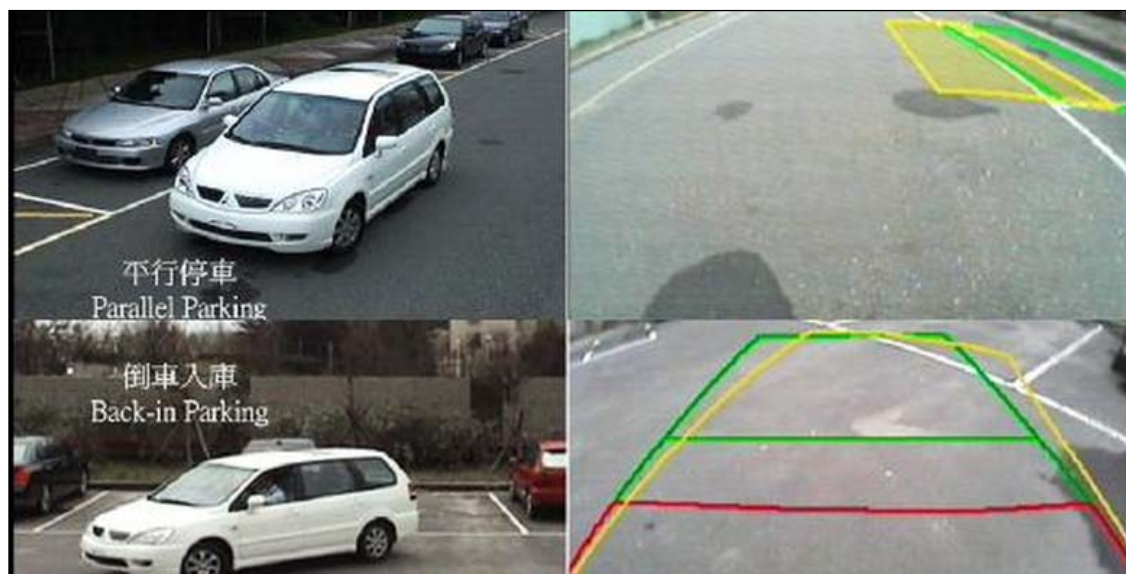


圖 2-25 停車輔助系統示意圖

資料來源: ARTC 財團法人車輛研究測試中心

L. 先進停車導引系統 (Advanced Parking Guidance System, APGS):

APGS 乃運用超音波與影像辨識之智慧型感測技術，可偵測車輛周遭鄰近的障礙物，引導駕駛者尋找適合該車之停車空間，確定後電腦便會計算停車路徑，配合電子輔助轉向控制技術即可將車停入停車格。最早由日

本豐田汽車於 2003 年推出商品化之停車導引系統，其他各汽車大廠也紛紛開發不同形式之停車系統。

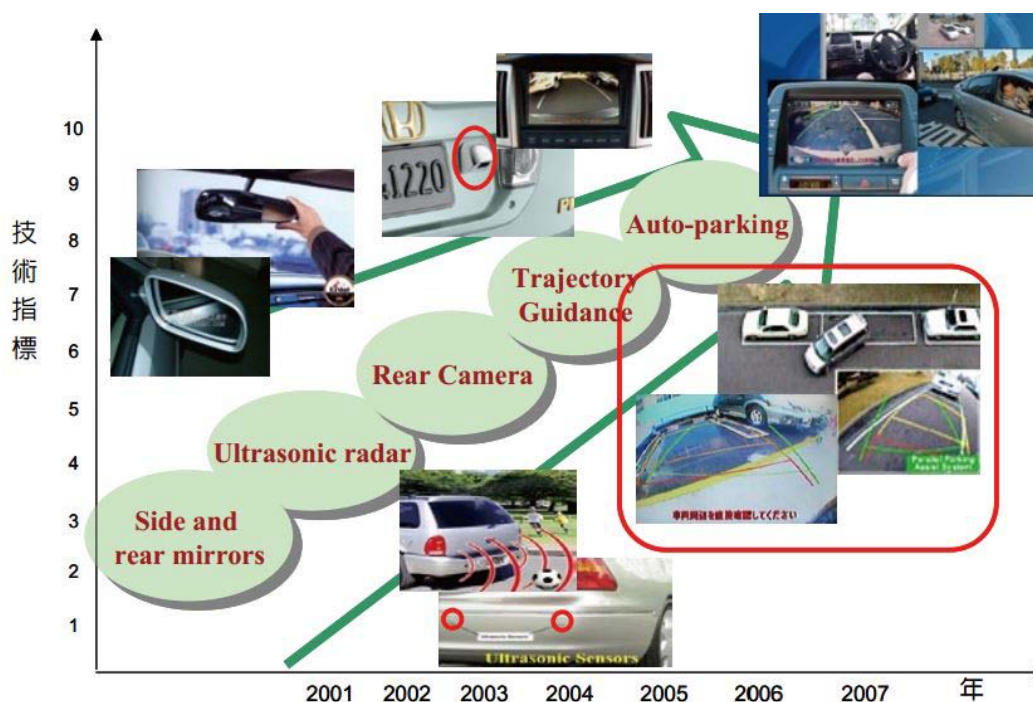


圖 2-26 先進停車導引系統發展沿革

資料來源: ARTC 財團法人車輛研究測試中心

台灣車輛研究測試中心(ARTC)2009 開發，本系統利用超音波停車空間掃描與倒車攝影機影像定位方式，以圖像式停車空間選擇介面設定停車位置並進行路徑規劃，並透過電動輔助轉向控制技術，自動控制方向盤轉向直至停妥目標停車位子，如圖 2-27。



圖 2-27 先進停車導引系統示意圖

資料來源: ARTC 財團法人車輛研究測試中心

M. 自適應巡航系統(Adaptive Cruise Control,ACC):

ACC 自適應巡航是 VOLVO 發起的又一高科技智能配置，是在早期的巡航系統上發展而來的。其意義就在於有一套探測系統能夠鎖定前車，讓巡航系統始終保持與前車相同的速度行駛。普通的巡航定速系統僅能人為設定車速並按照這個速度行駛，加減速完全由人為控制。如果前車煞車或者加速，駕駛員也需要相應的踩煞車或提速。而有了 ACC 後，駕駛員只需掌控車輛的方向，加減速完全由 ACC 系統自動控制。

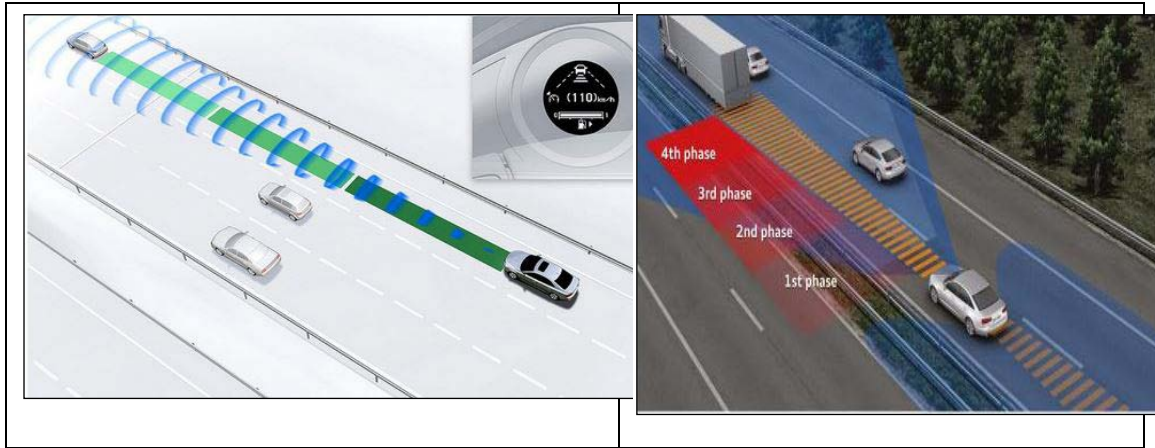


圖 2-28 自適應巡航系統示意圖

資料來源: ARTC 財團法人車輛研究測試中心

N. 全自動停車系統:

由財團法人台灣車輛研究測試中心(ARTC)所開發,本系統結合超音波與影像之智慧感測技術,可導引駕駛者尋找停車空間、偵測鄰近的障礙物,並進行多轉向路徑規劃與電動輔助轉向控制,只要 One Touch 遙控模組,車子就能自動的控制方向盤轉向、排檔、煞車直至停妥目標停車空間。停車模式支援平行停車、倒車入庫與斜角停車,可有效縮短所需之停車空間長度,並幫助駕駛者更安全、有效率地完成停車動作。

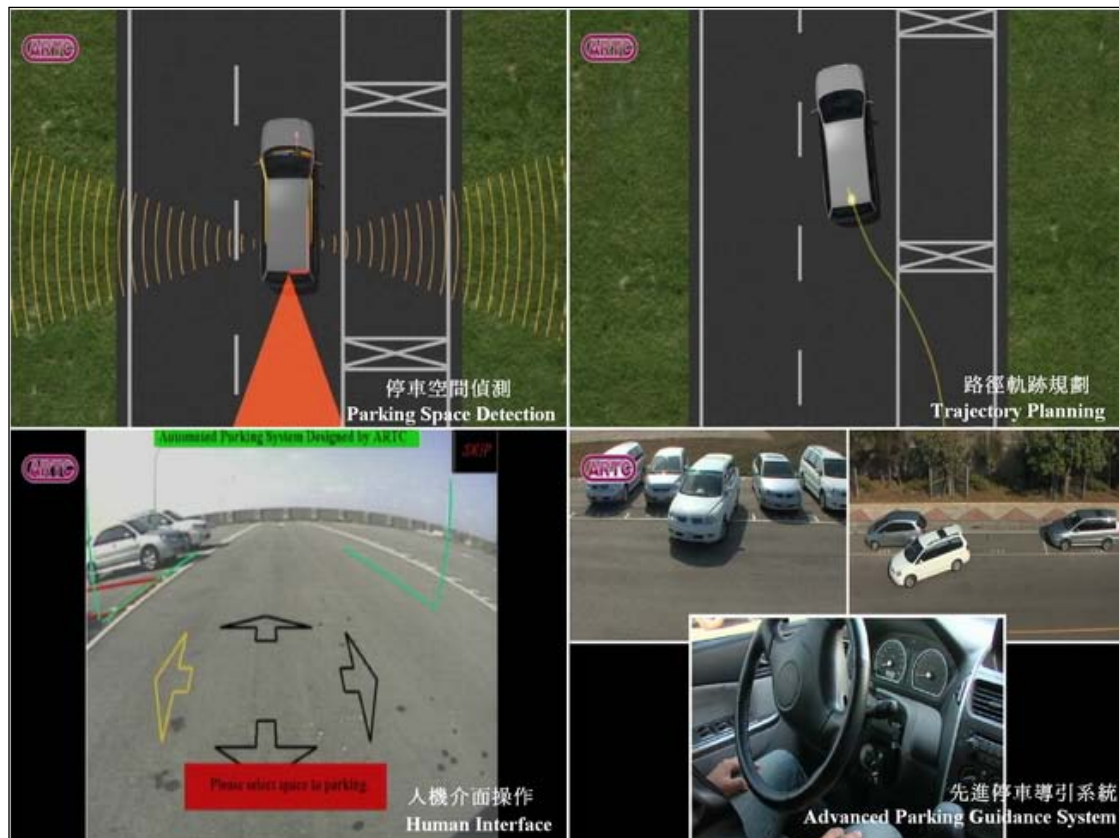


圖 2-29 全自動停車系統示意圖

資料來源: ARTC 財團法人車輛研究測試中心

O. 加入自動駕駛技術，Toyota 推新式主動安全系統:

Toyota 近日發表了新一代駕駛輔助系統，並定名為 AHDA (Automated Highway Driving Assist)，主要是運用 Toyota 在自動駕駛領域方面的技術，期望能提高車輛在高速公路行駛時的安全性。AHDA 這套系統主要連結了兩套自動駕駛科技，除了能讓高速行車更安全之外，還可以有效降低用路人開車時的負擔，減少疲勞駕駛的程度與機率。包含可透過無線裝置與前車溝通，並保持適當行車距離的 Cooperative-adaptive Cruise Control 系統，以及在行車路線稍微偏離正軌時，透過微幅的轉向輔助讓車輛保持在正確行車線的 Lane Trace Control 系統。Toyota 預計

2015 年左右將 ADHA 系統推行至市場，同時還有許多與行車安全息息相關的輔助系統也將在近期間世，盡可能提供安全、可靠的運輸方式。



圖 2-30 行人安全防護系統

資料來源: ARTC 財團法人車輛研究測試中心

Toyota 近期也開發了一套名為 Pedestrian safety system 的行人安全防護系統，這套 Pre-Collision System (PCS) 系統除了運用自動轉向功能之外，還有自動煞車的能力，來避免因駕駛一時不察而碰撞到行人的機率。但若系統認為煞車無法有效避免碰撞行人、且判斷周遭有閃避空間的情況下，系統內含的 Pedestrian-avoidance Steer Assist 閃避行人轉向輔助功

能，會先發出緊告音提醒駕駛者，若駕駛者當下並無反應，系統就會啟動自動轉向機制，主動控制車輛進行閃避。

表 2-18 主動式安全系統彙整

主動式安全系統	系統功能	備註
胎壓偵測系統 (TPMS)	可在車輛行駛時估算輪胎胎壓值或胎壓隨時間之變化情況，並能將相關資訊傳輸予使用者之系統，在偵測數值異常時發出警告，提醒駕駛人員注意。	TPMS 胎壓監測系統觀念起源於 1985 年，美國運輸部高速公路交通安全局 (NHTSA) 明定 2007 年之後，所有在美國銷售的汽車都必須安裝 TPMS。
疲勞監測系統 (FMS)	透過紅外攝像頭採集駕駛人眼部資訊，預防疲勞駕駛所造成之交通事故。	最早由美國 Attention Technologies 公司於 2010 年推出的 Driver Fatigue Monitor (DD850)。
車道偏離警示系統(LDWS)	當感測元件偵測到車輛偏離車道時，若駕駛者因精神不濟或疏忽而未打下轉換車道的方向燈訊號，系統會發出警示訊號以提醒駕駛者返回車道。	最早由歐洲 Iteris 車商 Mercedes Actros 商務車於 2000 年時開發使用車道偏離警示系統。
主動式轉向頭燈 (AFS)	頭燈會隨著方向盤轉動角度做出同向轉動，使車輛由直行變為轉彎的過程中不存在照明空窗期，提供更清晰的夜間視線。	1990 年代，BMW 工程師與其他汽車製造商的專家合作開發出主動式頭燈照明系統，此系統在 2003 年開始商品化。
遠近光燈自動調	車輛開啟頭燈時會自動設定	最早在 2005 年時推

主動式安全系統	系統功能	備註
節系統(HBC)	在遠光模式，一旦偵測到前車尾燈或有對向來車時，就會自動切回近光燈，讓對方駕駛者不致有因眩光產生短暫失明的現象，提升雙方安全。	出，遠光燈輔助系統(High-Beam Assistant)。
盲點偵測系統(BSDS)	系統於車道變換或停車開門時，利用影像處理手法，辨識左右側盲點區出現的逼近物體，以"預警燈號"或"預警燈號加上警示聲響"之方式，對駕駛者提出警示。	第一個發明主動式盲點偵測系統在 2004 年時，VOLVO 首度發表名為 BLIS 駕駛盲點資訊系統。
車後盲點偵測系統(RVM)	彌補後視鏡存在的視線盲點問題，以增加警示音提醒功能，大幅降低變換車道的危險性。	由盲點偵測系統(BSDS)延伸發展。
前方障礙警示系統(FOW)	前方障礙警示系統，則是在時速 30km/h 以上自動進入警戒，當前方 70 米內有車輛出現且持續接近時，就會以燈光搭配警示符號來提醒駕駛者及早進行反應。	預碰撞安全系統(Pre-Crash System)最早出現在 2003 年，裝備在雷克薩斯 LX 和 RX 車型上。
智慧型煞車輔助系統(SBS)	SBS 智慧型煞車輔助系統，該毫米波雷達可偵測前方 200 公尺內的車輛，在行車速度 15km/h 至 145km/h 的範圍內，只要偵測到可能即	煞車輔助系統的全名為 Brake Assist System(BAS)，是 Mercedes-Benz 於 1996 年首創。

主動式安全系統	系統功能	備註
	將發生追撞時，就會自動進行兩段式煞車輔助，降低撞擊發生的可能性。	
都會型煞車輔助系統(SCBS)	擋風玻璃上方，設有一具近距離紅外線雷射感知器，在低速行駛狀態下(約 4km/h 至 30km/h)，系統會持續偵測前方車輛，在有潛在的碰撞危機時，煞車會預先加壓以縮短反應時間，如果駕駛者仍未做出煞車反應，SCBC 將會自動釋出煞車將車輛停止。	化解一場車禍或降低碰撞損傷程度，為人員與車輛提供更完善的防護功能。
倒車影像式障礙物偵測系統	以單一攝影機為感測器，應用影像處理技術偵測車輛後方之障礙物，提出警示並顯示障礙物與車身之距離。	由財團法人台灣車輛研究測試中心(ARTC)所開發，本技術可取代傳統超音波雷達障礙物偵測的功能，除主動偵測障礙物外，並可讓駕駛者監控車輛及周圍環境的相對位置關係，以增加行車時的便利性和安全性
先進停車導引系統(APGS)	運用超音波與影像辨識之智慧型感測技術，可偵測車輛周遭鄰近的障礙物，引導駕駛者尋找適合該車之停車空間，確定後電腦便會計算停	最早由日本豐田汽車於 2003 年推出商品化之停車導引系統，其他各汽車大廠也紛紛開發不同形式之停車系統。

主動式安全系統	系統功能	備註
	車路徑，配合電子輔助轉向控制技術即可將車停入停車格。	
自適應巡航系統 (ACC)	意義就在於有一套探測系統能夠鎖定前車，讓巡航系統始終保持與前車相同的速度行駛。	普通的巡航定速系統僅能人為設定車速並按照這個速度行駛，加減速完全由人為控制。而有了 ACC 後，駕駛員只需掌控車輛的方向，加減速完全由 ACC 系統自動控制。
全自動停車系統	系統結合超音波與影像之智慧感測技術，可導引駕駛者尋找停車空間、偵測鄰近的障礙物，並進行多轉向路徑規劃與電動輔助轉向控制，只要 One Touch 遙控模組，車子就能自動的控制方向盤轉向、排檔、煞車直至停妥目標停車空間。	由財團法人台灣車輛研究測試中心 (ARTC) 所開發，停車模式支援平行停車、倒車入庫與斜角停車，可有效縮短所需之停車空間長度，並幫助駕駛者更安全、有效率地完成停車動作。
自動駕駛技術 (AHDA)	透過無線裝置與前車溝通，並保持適當行車距離，以及在行車路線稍微偏離正軌時，透過微幅的轉向輔助讓車輛保持在正確行車線	主要是運用 Toyota 在自動駕駛領域方面的技術，期望能提高車輛在高速公路行駛時的安全性。

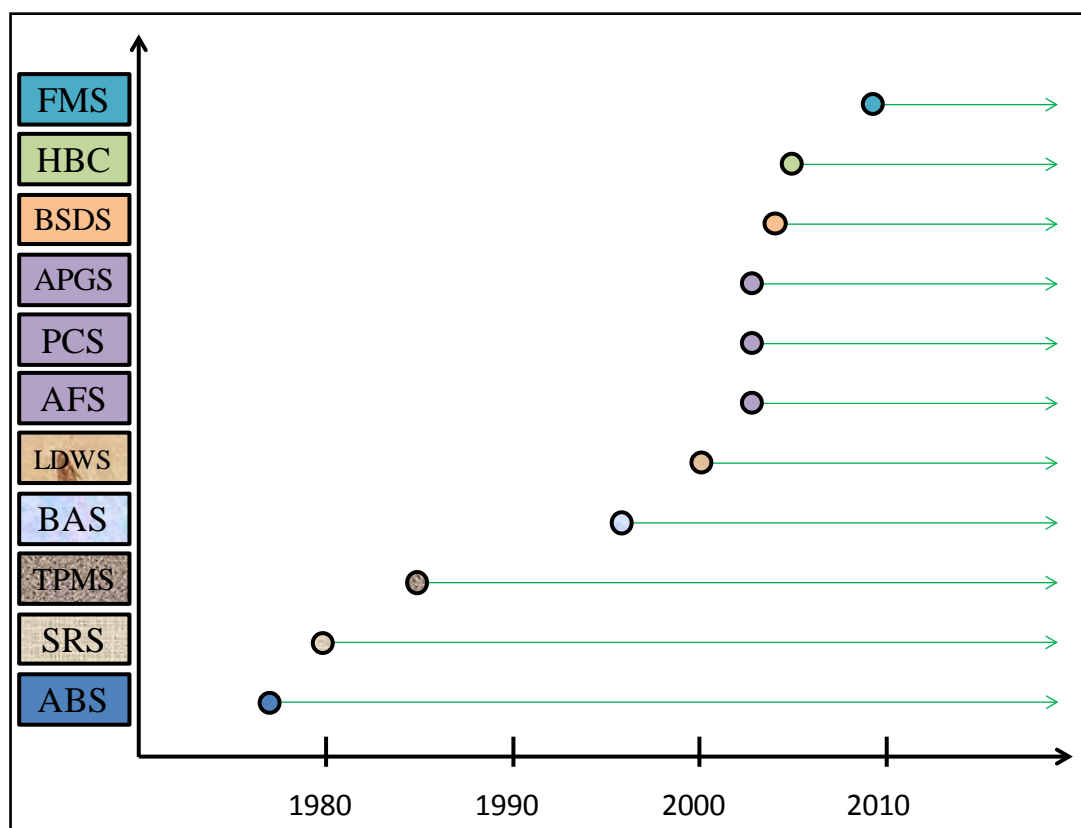
資料來源:本研究整理

2.4.3 小結

綜上所述，各車輛系統相關研發年代如圖 2.2.1.2-20 所示，而車輛在高速行駛時失控，往往釀成非死即傷之重大意外，而能主動事前介入，避免車輛失控的 ESP 系統，自 1995 年問世迄今十餘年來，隨著功能日益改進且成本有效降低而日漸普及，也漸漸受到消費大眾與各國政府的重視。例如美國聯邦機動車輛安全標準 (FMVSS) 即要求，自 2012 年式開始，所有在美國銷售的乘用車必須配備 ESP 系統。美國國家高速公路交通安全局 (NHTSA) 預估，ESP 列為標準配備後，將讓單一房車的撞擊意外發生率降低 34%，單一 SUV 運動休旅車撞擊意外發生率不僅可降低 59%，翻車機率亦將大幅降低。NHTSA 同時預估，在全美車輛配備 ESP 後，每年將可拯救 5,300 至 9,600 條人命，同時避免高達 16.8 萬至 23.8 萬件的意外傷害。歐盟 ECE 亦規定，2011 年 11 月起新形式小型車以及 2014 年 11 月起各形式小型車，應強制配備 ESP 系統。歐洲新車評鑑計劃 (Euro-NCAP) 並已在 2010 年修改評鑑標準，車輛必須配置 ESP 才能獲得最高等級 5 星級評價。

而使用空氣囊系統，1984 年美國高速公路安全管理局制訂《聯邦汽車安全標準》第 208 條中，增加安裝氣囊的要求。根據美國國家公路交通安全管理局研究，可使駕駛死亡率降低 14%，前乘客死亡率降低 11%，1987~2003 年，前座空氣囊系統拯救了 13,967 條性命。美國公路安全保險協會研究發現，安裝「防側撞簾式空氣囊系統」的車輛致死率減少高達 37%，SUV 車款致死率更減少了 52%。

下圖 2-31 為本計畫整理之汽車安全系統發展之歷程圖，由圖中可以看出各項安全系統開發之年代。



資料來源:本研究整理

圖 2-31 汽車安全系統發展沿革

2.5 道路幾何條件

道路幾何條件之設計是道路設計速率相當重要之因素，徐耀賜等(2008)「幾何設計對行車安全之影響之研究」為確保駕駛人行車安全、改善道路品質，然而公路工程涵蓋工程面與設計面，其範圍相當廣泛。此研究藉由公路幾何設計來改善肇事之發生，提高用路者之安全性，在幾何設計方面，需考量搭配地形、視距，來符合工程經濟、環境生態及駕駛人之舒適感，利用公路幾何設計改善方案，達成降低肇事率之發生，以探討公路之安全性。公路幾何設計可以分成平面線形、縱斷線形、橫斷面、公路交岔口等，在設計時需要考量駕駛人時道路上行駛的舒適性，過於單調無變化的景色容易使駕駛人產生疲勞，曲率半徑不足的彎道也容易使駕駛人失去操控性，速限過快未符合設計速率也容易發生事故。在幾何設計時需考量包括視距、超高、縱坡、速率、平曲線最小半徑等設計要素，並搭配地形、人文社會環境、交通量等其他因素。研究中針對行車用路人以問卷方式進行資料蒐集，探討一般民眾對於研究中所提出之幾何設計因子是否影響行車安全之重視程度，並採用因子分析之技術進行分析，共提出十六項幾何設計變數，包括公路等級、車道寬度、車道數目、有無號誌設立、標誌設立明顯程度、引導標誌、速限、彎曲度、縱坡度、天候狀況、路況清楚、路口面積、行車視距、該路段曾有肇事發生、公路景觀及道路擁擠。分析前並先進行取樣適當性檢驗 (Kaiser-Meyer-Olkin, KMO) 及巴氏球形檢定 (Bartlett Test of Sphericity)，確保資料分析結果之合適性。其主要成份分析之結果可歸納出五項因子如下：

1. 行車視距
2. 道路擁擠與號誌相關
3. 道路狀況
4. 坡道
5. 標誌設立

研究結果在道路設計因子分析上，為了增進行車安全，可知一般社會大眾認為視距、道路擁擠與號誌相關、道路狀況、坡道、標誌設立等與行車安全相關，大多數民眾皆認為於道路行走時如有諸多變因，將會影響駕駛者造成意外之產生。

陳海榮(2012)於「公路線形設計對交通安全影響分析」中說到公路交通安全不僅僅是個人問題，更是一個社會性的問題。公路的線形設計對交通安全的影響是不可忽略的，注重公路的人性設計，提高交通安全的理念，保護人們的人身財產安全，是當前公路設計所重點關注的問題，文中從車速、幾何設計和行車視距等三方面分析道路線形設計對交通安全的影響。結論說到安全是一多因素的動態系統工程，大量交通事故表明在整個交通系統中，公路屬於基礎設施，是交通安全的一項重要因素。良好的公路線形設計將為駕駛員提供安全可靠的行車條件為了提高整個交通系統的交通安全水平，必須在公路的線形規劃設計階段重視安全因素，從而避免出現因道路線形因素而導致的交通安全狀況惡化現象。

表 2-19 道路因素與安全之文獻彙整

作者	研究主題	資料數據	研究方法	結果
徐耀賜等人 (2008)	幾何設計對行車安全之影響	問卷調查方式進行資料蒐集	採用因子分析之技術進行分析	一般社會大眾認為視距、道路擁擠與號誌相關、道路狀況、坡道、標誌設立等與行車安全相關，大多數民眾皆認為於道路行走時如有諸多變因，將會影響駕駛者造成意外之產生。
陳海榮君 (2012)	公路線形設計對交通安全影響分析	--	從車速、幾何設計和行車視距等三方面分析道路線形對交通安全影響	良好的公路線形設計將為駕駛員提供安全可靠之行車條件，為了提高整個交通系統的交通安全水平，必須在公路的線形規劃設計階段重視安全因素，從而避免出現因道路線形因素而導致的交通安全狀況惡化現象。

資料來源:本研究整理

2.6 環境因素

氣候型態可能對行車安全造成影響，例如下雨天比例較高的地區容易因為路面積水或與天視線不良等因素發生事故；易起霧的地區也可能因為視線不良影響駕駛安全。

德州 A&M 交通學院的研究中，交通管理單位使用的專家系統，以監測數據從巷道傳感器來自動調節速度的限制，當擁塞超過設定值，則降低速限以維持交通量一致和均勻交通流量。這將可延緩車輛停走的發生，並減少在車隊後端碰撞的事故。可變速限也被稱為統一速度和動態速限。兩種常見用途用於可變速限為與天氣有關的條件和擁塞管理：

1. 與天氣有關的可變速限通常發生在道路上出現霧、冰或雨，其他因素亦可能會影響行車安全性。當天氣情況惡化到如此地步，危險的狀況即將發生時，管理單位降低車速限制為有助於減少衝突的可能性。
2. 當交通量正在增加和擁塞有可能發生時的可變限速使用。當交通量或速度超過預定值時，決策單位降低速度目的是為了處理更多的交通量，但速度不能低到車輛發生停走狀況。

在這兩種情況下，下降速度限制的目的是向下游發出警報的情況而驅動的程序。在理想情況下，速限和信息提示是自動的，不需要任何操作員干預。在車速限制為每小時 5 或 10 英里的增量變化逐步減少的交通量。

速度可以是強制或探討，這取決於該交通管理單位的目標。可變速限通常用於自動排隊檢測和預警機制，以及車道控制標誌，它也經常用於開放路肩臨時使用。

芬蘭及瑞典在冬季時有不同的速度限制，高速公路的速度限制從 120 公里/小時改變為 100 公里/小時；農村的主要道路從 100 公里/小時下降至 80 公里/小時。同樣的在瑞典的車速限制，分別為從 110 公里/小時改變為 90 公里/小時及從 90 公里/小時改變為 70 公里/小時。芬蘭交通部在 1994 年實驗利用 VSL 系統依照天氣訊息來定推薦的速限，該系統使用 67 VSL 標誌和 13 VMS 標誌沿著鄉村公路段大約有 15 英里。當中考慮到的氣象因素包括風速、風向、氣溫、相對濕度、降雨強度、累積降水和路面狀況(乾、濕)。這些信息被用來建立以下的車速限制：

1. 路況很好：每小時 74 英里(120 公里/小時)
2. 中度條件：每小時 62 英里(100 公里/小時)
3. 條件差：每小時 49 英里(80 公里/小時)

2.7 文獻總結

總合前述文獻，歸納影響設計速率之因子，包含人：駕駛人特性、車：車輛特性、路：交通量、道路幾何特性、環境：氣候、土地使用類型等，因此以下歸納整理人、車、路、環境過去與現今的改變，期盼透過人、車、路、環境的改變，例如人的安全意識觀念、車輛性能、道路幾何設計等提升，進行提升設計速率之可行性評估。

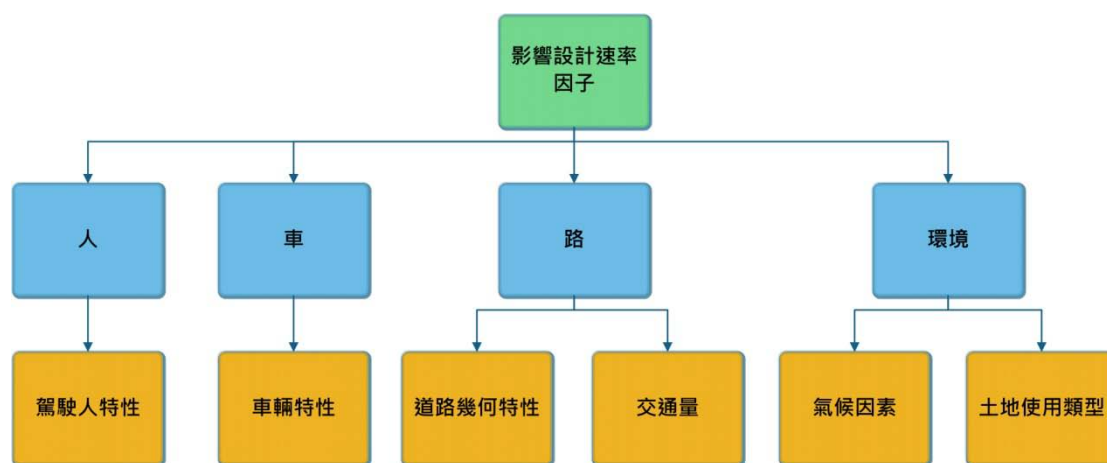


圖 2-32 設計速率可能影響因子

2.7.1 人為因素

科技的日新月異下，汽車變得更容易駕駛，性能也更為強勁，駕駛汽車已成為現代人生活的必備技能，從過去街上寥寥無幾的汽車，到現今的普及程度，根據統計顯示：百分之九十之交通事故導因於人為因素，因此人們對於行車安全的意識也逐漸提升，了解駕駛人的特性，如生理狀態、個性、駕駛能力、習慣等，皆會反應出不同之駕駛行為，且對於安全均有

一定程度之影響，進而演變出交通法規、考照制度、以及駕駛教育等，目的為透過駕駛人知識及技術提升，進行自我評估，能夠掌握交通狀況以期能夠降低駕駛風險。綜合上述，人的特性是因為周遭事物的變化，經由學習、適應後而改變，因此人的改變對於設計速率的改變並不是直接影響，而是間接影響。

2.7.2 車輛因素

早期隨著車輛性能的提升，行駛速率得以越來越高，因此開始提高速限，但由 Donald D. Vernon (2004) 等多位學者以及研究報告中顯示，提高速限後事故死亡率增加，但對於事故發生率卻無顯著影響，從事故死亡率的提升，車輛性能開始著重在安全設施上，車輛系統功能從早期的被動式駕駛人保護系統到目前的主動式防撞系統，各相關技術開始邁向整合階段，智慧車載配備開始與資通訊科技結合，朝向車輛與基礎設施間的通訊及車輛間通訊等方向發展，而它的各項技術主要在輔助駕駛人針對路況，適時適地對駕駛人提出相應警告，以減輕可能之碰撞，提高行車安全。

以上車輛系統的變化彙整如表 2-20 所示。

表 2-20 車輛系統過去與現今的變化

時間	保護機制	安全系統
過去	被動式安全系統	(1)安全氣囊系統 (SRS) (2)防鎖死煞車系統 (ABS) (3)電子式穩定控制 (ESC)

時間	保護機制	安全系統
現今	主動式安全系統	(1)胎壓偵測系統 (TPMS) (2)疲勞監測系統 (FMS) (3)車道偏離警示系統 (LDWS) (4)主動式轉向頭燈 (AFS) (5)遠近光燈自動調節系統 (HBC) (6)盲點偵測系統 (BSDS) (7)車後盲點偵測系統 (RVM) (9)智慧型煞車輔助系統 (SBS) (8)前方障礙警示系統 (FOW) (10)都會型煞車輔助系統 (SCBS) (11)倒車影像式障礙物偵測系統 (12)先進停車導引系統 (APGS) (13)自適應巡航系統 (ACC) (14)全自動停車系統

2.7.3 道路因素

隨著汽車的普及，1998 年至 2013 年小客車登記數共增加 1,673,056 輛，隨之而來的即是交通量逐年的提升，高速公路通行輛次自 1998 年至 2013 年共增加 175,528,000 輛次 (如

表 2-21)，而一方面為因應交通量逐年的上升，AASHTO 也逐年修正道路幾何設計規範之內容，主要是要藉由道路幾何要素設計來調節車流量，使車輛能接近自由車流下的速度行駛，再者為因應速率提升而產生之安全問題，路側的設施，諸如標誌、牌面對於清晰度、反光等視覺感日趨著重。

表 2-21 歷年小客車登記數與通行輛次

年度	小客車登記數	高速公路通行輛次 (千輛次)
1998	4,536,605	414,250
1999	4,499,781	433,982
2000	4,705,895	453,811
2001	4,814,956	464,702
2002	4,977,552	485,897
2003	5,156,760	524,724
2004	5,376,886	563,168
2005	5,618,948	-
2006	5,681,981	574,713
2007	5,695,431	569,643
2008	5,656,177	543,548
2009	5,684,549	539,568
2010	5,782,308	555,060
2011	5,937,337	571,229
2012	6,066,450	573,512
2013	6,209,661	589,778

2.7.4 環境因素

氣候型態，諸如氣溫、降雨、日照、濃霧等，均可能對行車安全造成影響，例如下雨天比例較高的地區容易因為路面積水或與天視線不良等因素發生事故；降雨強度、濃霧以及日照等也可能造成視線不良影響駕駛安全。因此隨著台灣環境氣候的變遷，種種氣候變數的改變皆可能是影響設計速率能否改變的關鍵因素。

過去 100 年來降水變化主要的特徵是全年降水東部、北部增加，中部、南部減少(東部、北部增加 3.34mm/year，中部、南部減少 2.63mm/year)，雖然台灣各地降雨總量沒有一致性的長期趨勢，但是降雨的日數卻是一致地減少，由 1940 年起至 2004 年，降雨日數已減少 98 天，連續不下雨的天數逐漸變長。降雨量無顯著變化，再加上降雨日數明顯減少，尤其是小雨（每小時累積雨量低於五毫米）次數大幅減少，導致平均降雨強度增加 20%（降雨強度=降雨量/降雨日數）。

日照時數的部分，台灣年平均日照時數自 1975 年至今，從 2000 小時減少到 1700 小時、約減少 15%，研判與台灣及東亞地區消耗石化能源快速增加，雲量因懸浮微粒排放遽升而明顯增加，影響日照有關。

近四十年來，台灣夜間空氣相對濕度也有下降趨勢，全年相對濕度超過 90%的發生時數，從 500 小時降到 200 小時，尤其都會區高濕度發生

機率更明顯減少，近年來各主要城市幾乎已看不到起霧。非都會區也很明顯，過去四十年出現濃霧的天數減少一半，從 200 天以上減少到 100 天。

以上台灣環境氣候的變化彙整如表 2-22 所示。

表 2-22 台灣過去與現今環境氣候變化

氣候變數 \ 時間	過去	現今
氣溫 ¹	1901 年	2007 年 +1.4 度
降雨量 ²	1901 年	2004 年 全台灣平均無明顯變化 北部、東部 +3.34mm 中部、南部 -2.63mm
降雨日數 ³	1901 年	2004 年 -98 天
降雨強度 ²	1940 年	2004 年 +20%
日照 ⁴	1975 年	2007 年 -300 小時
濃霧 ⁴	1970 年	2007 年 -100 天

資料來源¹：中央氣象預報中心，陳雲蘭，2008 年。

資料來源²：中央研究院生物多樣性研究中心，楊棋明，2004 年。

資料來源⁴：中央研究院環境變遷研究中心，許晃雄，2007 年。

資料來源⁴：中央研究院環境變遷研究中心，劉紹臣，2007 年。

第三章 我國設計速率規範內容

速率是一個旅客在選擇不同運具時最重要的考慮因素，當選擇公路時，在公路上的行駛速率，卻又往往受限於公路型式、路側干擾、氣候、其他車輛及速限等因素。因此，在設計公路之初，必須審慎選擇設計速率，其相對應之行駛速率，必須要滿足大多數駕駛人的需求。

設計速率是用以決定公路幾何設計之依據，諸如曲率、超高與視距等，與設計速率有直接之關係；車道寬、路肩寬與側向淨距等，則與設計速率有間接之關係。設計速率愈高，相關要素之標準相對亦提高，公路等級因而得以提升。

國內公路路線設計規範於修訂時參照國內外設計速率資料，綜合美日規定，我國規範係採類似日本之分級規定，並按公路分級與地形分區將設計速率分類為六級路，進而訂定都市區與郊區的設計速率。設計速率選定時將依照公路路線設計規範明細表公路等級、系統功能分類及地域特性分類選定最低設計速率，設計速率選定後再針對視距、平曲線最小半徑等各項設計要素規定進行路線選定。

根據國內現行公路路線設計規範，分為總則、橫斷面、設計要素及公路交叉等四部份，以下章節將針對表 3-1 公路路線設計規範明細作說明，

明細表內容可參考附件一。

表 3-1 公路路線設計規範明細表

總則	公路等級	一級路	二級路	三級路	四級路	五級路	六級路							
	行政系統分類	• 國道、省道	• 國道、省道、縣道	• 國道、省道、縣道	• 省道、縣道、鄉道	• 省道、縣道、鄉道	• 縣道、鄉道							
	交通功能分類	• 高速公路	• 高速公路、快速公路	• 快速公路、主要公路	• 主要公路、次要公路	• 主要公路、次要公路	• 地區公路							
	地域特性分類	平原 丘陵 山區	平原 丘陵 山區	平原 丘陵 山區	平原 丘陵 山區	平原 丘陵 山區	平原 丘陵 山區							
最低設計速率(公里/小時)	120 100 80 80	100 80 60 60	80 60 50 60	60 50 40 50	50 40 30 40	40 30 20								
橫斷面	車道寬	每車道寬度 輔助車道寬 視高量設置 $H_0 \geq 2.0$ ，分擔式 $H_0 \geq 2.5$ (不供汽車行駛)， $H_0 \geq 4.0$ (供供汽車行駛)，快速公路以上 H_0 應採分擔式 其他車道寬度 建議值：機車道：機線分隔 ≥ 2.0 ，實體分隔 ≥ 2.5 ，自行車道：一輛 ≥ 1.2 ，二輛並行 ≥ 2.0 ，雙向行車 ≥ 2.5 (應採分隔設置)，公車專用車道：路肩 ≥ 3.25 ，站台 ≥ 3.0 建議值：外側 3 公尺，內側 1 公尺，外側 2.5 公尺，內側 1 公尺，外側 1.5 公尺，內側 0.5 公尺，外側 1 公尺，內側 0.5 公尺												
	路肩寬 W_0	建議值：外側 2.5 公尺，內側 0.5 公尺，外側 1.5 公尺，內側 0.25 公尺，外側 1.2 公尺，內側 0.25 公尺 容許最小值：橋梁及隧道如有特殊考量或限制：0.25 公尺，輔助車道： ≥ 0.25 公尺												
	用地寬	包括行車道、路肩、分隔帶、邊溝，以及交通工程、停車、排水、橋上或其他附屬設施等寬度												
	鋪面種類與直線段路拱 $MC(\%)$	• 瀝青混凝土，水泥混凝土 $MC=1.0 \sim 2.5$ ，• 瀝青混凝土，水泥混凝土 $MC=1.0 \sim 2.5$ ，• 瀝青混凝土，水泥混凝土 $MC=1.0 \sim 2.5$ • 碎石 $MC=2.0 \sim 4.0$												
	路肩鋪設率(%)	≥ 8												
	隧道	• 車道及路肩寬：單車道 ≥ 5.0 公尺，雙車道 ≥ 7.0 公尺，• 避讓步進寬 ≥ 0.5 公尺，• 淨高：車道及路肩 ≥ 4.6 公尺，避讓步進 ≥ 2.0 公尺 • 市區路段宜設置，• 鄰近路拱視高量設置，• 淨寬度：一般 ≥ 1.5 公尺，雙向雙車道以下公路 ≥ 1.25 公尺												
	公共設施帶	應考量設置可行性，• 寬度 ≥ 0.8 公尺												
	設計速率 V_d (公里/小時)	120	110	100	90	80	70	60	50	40	30	25	20	
	平均行駛速率(公里/小時)	低流量 V_L	97	91	85	78	70	62	54	46	38	29	25	20
		中流量 V_M	89	84	78	72	66	59	51	43	35	27	23	19
高流量 V_H		60	60	60	58	56	53	48	41	33	25	21	17	
橫向摩擦係數 f_x	干燥	0.100	0.110	0.120	0.130	0.140	0.146	0.152	0.158	0.164	0.170	0.173	0.180	
	濕潤	—	—	—	—	0.140	0.146	0.152	0.158	0.164	0.170	0.173	0.180	
停車距離 S_p	容許最小值	195	175	155	135	110	90	70	55	40	30	25	20	
	建議值	250	220	185	160	130	105	85	65	50	35	30	20	
超車距離 S_o	容許最小值	—	—	—	420	380	330	290	240	200	160	140	120	
	建議值	—	—	—	600	540	470	410	340	280	220	195	160	
應變距離 S_a	狀況一	265	235	200	170	140	115	95	70	50	35	30	20	
	狀況二	470	420	370	325	280	235	195	155	115	80	70	50	
	狀況三	360	330	315	270	230	200	170	145	115	85	75	55	
	狀況四	470	430	400	360	315	275	235	195	155	115	100	75	
平曲線最小半徑 R_{min} (公尺)	$e_{max}=0.04$	—	—	—	380	280	210	150	100	60	35	25	15	
	$e_{max}=0.06$	700	560	440	340	250	190	140	90	55	30	20	15	
	$e_{max}=0.08$	620	500	390	300	230	170	120	80	50	30	20	10	
	$e_{max}=0.10$	560	450	360	280	210	160	110	75	45	25	20	10	
最大超高 e_{max}	一般地區 $e_{max}=0.06 \sim 0.10$ ，冰雪地區 $e_{max}=0.06 \sim 0.08$ ，市區 $e_{max}=0.04 \sim 0.08$													
	最大超高率 G	容許最小值	1/250	1/230	1/210	1/190	1/170	1/150	1/130	1/110	1/90	1/70	1/60	1/50
高	建議值	1/300	1/280	1/260	1/240	1/220	1/200	1/180	1/160	1/140	1/120	1/110	1/100	
	容許最小值	4500	3800	3100	2500	2000	1500	1100	780	500	280	200	125	
線和曲線	容許最小值	7500	6400	5200	4300	3400	2600	1900	1300	840	470	330	210	
	建議值	120	105	90	80	70	60	50	40	30	25	20	15	
縱	容許最小值	150	135	120	110	95	80	70	60	45	30	25	20	
	建議值	2100	1750	1450	1200	950	700	500	360	230	130	90	60	
平曲線	容許最小值	4200	3500	2900	2400	1900	1400	1000	720	460	260	180	120	
	建議值													
縱	容許最小值	165	150	140	125	110	100	85	70	55	40	35	25	
	建議值	330	300	280	250	220	200	170	140	110	80	70	50	
縱	容許最小值	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10	
	建議值													
縱	容許最大縱坡 $G_{max}(\%)$	4	4.5	5	5.5	6	7	8	9	10	11	12	12	
	建議值	3	3.5	4	4.5	5	6	7	8	9	10	11	11	
縱	縱坡限制表 L_i (公尺) 容	500	500	400	400	300	250	200	300	200	180	150	150	
	建議值													
縱	合成坡度最大 I (%)	10												
	建議值	10.5												
縱	容許最小值	47	42	36	30	24	19	14	10	6	4	3	2	
	建議值	70	60	50	40	30	23	17	12	7	4	3	2	
縱	容許最小值	95	75	60	44	31	20	13	8	4	3	2	1	
	建議值	195	140	100	70	47	30	18	10	5	3	2	1	
縱	容許最小值	65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	12	
	建議值													
公路交叉	公路與公路交叉	交叉型式	高速公路與各級路交叉，均應採用立體交叉 平面交叉或立體交叉											
	公路與軌道系統交叉	交叉型式	公路與軌道系統交叉，應採用立體交叉 平面交叉											
公路交叉			應採用立體交叉 應採用立體交叉											

1. L_i 依據 $e_{max}=0.08$ ， $R=R_{min}$ 計算。 2. L_i 依據縱坡最大値計算。

3.1 總則

公路設計速率總則主要依據道路等級及地域特性分類作設計，市區部分依據道路等級最低速設計速率在 40~80 公里/小時，而鄉區部分分為平原(40~120 公里/小時)、丘陵(30~100 公里/小時)及山嶺(20~80 公里/小時)，其相關分類定義及規範明細如下：

一、行政系統分類

公路依行政系統分為國道、省道、縣道、鄉道及專用公路五類。

二、交通功能分類

公路依交通功能分為下列五類。其易行性依序遞減，可及性依序遞增。

1. 高速公路

(1)為公路之最高級型式，屬於完全出入管制之公路，除起迄點外，出入口均設有交流道。

(2)為雙向分隔行車與單方向為雙車道以上之公路。

2. 快速公路

(1)為公路之次高級型式，屬於完全或部分出入管制之公路，出入口原則應設交流道；但必要時，其與主、次要公(道)路相交之出入口可為號誌管制路口。

(2)為雙向分隔行車與單方向為雙車道以上之公路。

3. 主要公路

(1)以服務通過性交通為主之公路，或為連接區域內中心商業區與周圍住宅區、市郊中心區與市內主要社區間之交通幹線。得設有行人與機、慢車使用之交通設施。

(2)為部分或無出入管制之公路。

(3)為雙向雙車道以上之公路。

4. 次要公路

(1)為連接主要公路系統間之公路，具有汽車、機慢車與行人混合之多種交通服務功能。

(2)為無出入管制；必要時得部分出入管制之公路。

(3)為雙向雙車道以上之公路。

5. 地區公路

(1)為提供地區性出入連接次要公路之公路，具有汽車、機慢車與行人混合之多種交通服務功能。

(2)為無出入管制之公路。

(3)為雙向雙車道或可供雙向行車之單車道公路。

三、地域特性分類

1. 地形分區

公路依所經地域之地形，分為下列三區：

(1)平原區—地形平坦。

(2)丘陵區—地形起伏。

(3)山嶺區—地形複雜。

2. 地區分區

公路依所經地域之發展程度，分為鄉區與市區。

(1)市區—都市計畫區以內；或直轄市及市行政區以內；及其他經中央
主管機關核定人口集居之地區。

(2)鄉區—市區以外之地區。

公路等級依地域特性分類、最低設計速率、交通功能分類及行政系統
分類，分為下列六級，如表 3-2 所示。

表 3-2 公路等級與設計速率

公路等級	地域特性分類		最低設計速率 V_d (公里/小時)	交通功能分類	行政系統分類
一級路	鄉區	平原區	120	高速公路	國道 省道
		丘陵區	100		
		山嶺區	80		
	市區	80			
二級路	鄉區	平原區	100	高速公路 快速公路	國道 省道 縣道
		丘陵區	80		
		山嶺區	60		
	市區	60			
三級路	鄉區	平原區	80	快速公路 主要公路	國道 省道 縣道
		丘陵區	60		
		山嶺區	50		
	市區	60			
四級路	鄉區	平原區	60	主要公路 次要公路	省道 縣道 鄉道
		丘陵區	50		
		山嶺區	40		
	市區	50			
五級路	鄉區	平原區	50	主要公路 次要公路	省道 縣道 鄉道
		丘陵區	40		
		山嶺區	30		
	市區	40			
六級路	鄉區	平原區	40	地區公路	縣道 鄉道
		丘陵區	30		
		山嶺區	20		

註 1：按 30 公里/小時設計將對環境造成劇烈衝擊或經費劇增時，其最低設計速率得採用 20 公里/小時。

註 2：專用公路之等級，由興建機構視需要擬定，並報請主管機關核定。

3.2 橫斷面

由車道寬、路肩寬、用地寬、鋪面種類與直線段路拱、路肩與行車道橫坡差、隧道、人行道以及公共設施帶所組成，其相關設計規範如下：

一、車道寬

車道寬區分為各種車道類型作設計，不僅影響行車安全及駕駛之舒適性，亦影響公路之服務水準，此規範依設計速率高低可選用之車道寬度範圍，如表 3-3 所示。

表 3-3 設計速率與每車道寬

車道類型	設計速率 V_d (公里/小時)	每車道寬 W (公尺)
快車道	$V_d \geq 80$	$W = 3.50 \sim 3.75$
	$80 > V_d > 50$	$W = 3.25 \sim 3.50$
	$V_d \leq 50$	$W = 3.00 \sim 3.50$
	<ul style="list-style-type: none"> ● 單車道 $W \geq 4.5$ ● 混合車道 W宜 3.5~5.0 	
輔助車道	$V_d \geq 50$	$W \geq 3.0$
	$V_d < 50$	$W \geq 2.75$
	● 宜與主線同寬	
慢車道 W_b	<ul style="list-style-type: none"> ● 視需要設置 $W_b \geq 50$ ● 分隔式 $W_b \geq 2.5$(禁行汽車) · $W_b \geq 4.0$(供汽車行駛) ● 快速公路以上 W_b應採分隔式 	
機車道	<ul style="list-style-type: none"> ● 標線分隔 ≥ 2.0 ● 實體分隔 ≥ 2.5 	

車道類型	設計速率 V_d (公里/小時)	每車道寬 W (公尺)
自行車道	<ul style="list-style-type: none"> ● 一輛 ≥ 1.2 ● 二輛並行 ≥ 2.0 ● 雙向行車 ≥ 2.5(應採分隔設置) 	
公車專用道	<ul style="list-style-type: none"> ● 路段 ≥ 3.25 ● 站台 ≥ 3.0 	

二、路肩寬

路肩係指路幅(roadway)中鄰接行車道(travel way)以外之部分，除可供車輛暫停、救急、維護使用、支撐並保護鋪面以外，兼可提供側向淨空、增加視距、提升公路容量，並可供郊區公路之人行及自行車使用。相關路肩寬設計規範，如表 3-4 所示。

表 3-4 公路等級與路肩寬最小寬度

路肩寬 W_s (公尺)			
內側		外側	
建議值	容許最小值	建議值	容許最小值
1.0	0.5	3.0	2.5
1.0	0.5	2.5	2.5
0.5	0.25	1.5	1.2
0.5	0.25	1.0	0.5
<ul style="list-style-type: none"> ● 橋梁及隧道如有特殊考量或限制:0.25 公尺 ● 輔助車道: ≥ 0.25 公尺 			

三、用地寬

用地寬應考量行車道、路肩、分隔帶、邊溝，以及交通工程、停車、排水、擋土或其他附屬設施所需之總寬度，用地寬應能涵蓋公路所有橫斷面構成元素之設計、施工及適當養護所需，屬於區域性之用地如排水因素應納入。

四、鋪面種類與直線段路拱 $NC(\%)$

公路鋪面種類之選擇，取決於交通量及其組成、土壤性質、氣候、料源、建設及養護成本。鋪面好壞，影響及車輛駕駛之操作、車道形狀及排水功能等，鋪面的平滑度與適當之橫坡，有助於車輛操作，從而達到預期之行駛速率，故鋪面之選擇，宜與設計速率匹配。直線段路拱依鋪面種類設置，其原則如表 3-5，曲線段路拱應依超高規定設置。

表 3-5 鋪面種類與路拱

公路等級	鋪面種類	路拱 $NC(\%)$
一~四級路	瀝青混凝土、水泥混凝土	1.0~2.5
五、六級路	碎石	2.0~4.0

五、路肩與行車道橫坡差(%)

擬定路肩橫坡時，必須考量能迅速排除車道之雨水，且又能提供車輛使用(即需考量施工性)，二者必須兼顧。一般瀝青混凝土或水泥路肩，其

橫坡為 2%~6%，草地路肩為 6%~8%。超高路段路肩與車道之坡差 (Roll-Over) 最大值 8%。

六、隧道

行駛於公路隧道中，會令駕駛人產生侷限感，噪音亦會增大，而且隧道之建造費所有公路結構物中最昂貴，因此必須盡量縮短其長度。隧道設計需考量之因素極多，就本規範而言，主要係針對隧道與行車道間之垂直與水平淨空予以規範，如下：

1. 隧道內車道寬應儘量與前後路段一致。
2. 雙車道隧道，車道含路肩寬最小 7 公尺；單車道隧道，車道含路肩寬最小 5.0 公尺。
3. 隧道內車道及路肩淨高宜 4.6 公尺以上。
4. 隧道內得視需要設置維護步道，維護步道寬度宜維持 0.5 公尺以上，淨高宜 2.0 公尺以上。
5. 公路設計宜避免在隧道內發生車輛匯入、岔出及交織等情形。

七、人行道

市區路段宜設置人行道，鄉區路段視需要設置人行道，其淨寬度一般至少大於 1.5 公尺，雙向雙車道以下公路至少 1.25 公尺。

八、公共設施帶

- 1.公共設施帶係指供設置與交通、公用事業或公路附屬工程有關之路旁設施使用之帶狀空間。
- 2.公路設計宜衡酌機能需求與用地限制，考量公共設施帶設置之可行性。
- 3.公共設施帶宜設於公路路肩外或道路路邊緣石與人行道間，設計時宜以該路段所有公共設施最寬者為設計寬度之依據。其最小寬度不宜小於 0.8 公尺，必要時得將部分公共設施採立體方式設計，以減少公共設施帶寬度。

3.3 設計速率相關之設計要素

道路設計初期於選定設計速率後，即利用公路路線設計規範明細中各項道路設計要素標準值進行路線選線作業，考量之設計要素有許多項目如下所示。

一、 平均行駛速率(公里/小時)

行駛速率係指行駛距離除以行駛時間(不包括停車、延滯及休息的時間)所得之速率。平均行駛速率係指全部或部分車輛行駛距離的總和除以行駛時間的總和所得之速率。正常情況下，設計速率 > 可運行速率 ≥ 平均行駛速率。平均行駛速率與設計速率關係，如表 3-6 所示。

表 3-6 平均行駛速率

設計速率 V_d (公里/小時)	平均行駛速率 (公里/小時)		
	低流量 V_r	中流量 V_i	高流量 V_c
120	97	89	60
110	91	84	60
100	85	78	60
90	78	72	58
80	70	66	56
70	62	59	53
60	54	51	48
50	46	43	41
40	38	35	33
30	29	27	25
25	25	23	21
20	20	19	17

二、 橫向摩擦係數 f_s

一般橫向摩擦係數考量新輪胎、濕路面之狀態，最大橫向摩擦係數由 0.5(30km/h)變化至 0.35(100km/h)。平滑輪台行駛於普通潮濕路面的最大橫向摩擦係數約為 0.35(70km/h)，研究表明，速度增加則橫向摩擦係數下降。輪胎與行車道鋪面間最大橫向摩擦係數與設計速率關係，如表 3-7 所示。

表 3-7 橫向摩擦係數 f_s

設計速率 v_d (公里/小時)	主線	匝環道	轉向彎道
120	0.100	—	—
110	0.110	—	—
100	0.120	—	—
90	0.130	—	—
80	0.140	0.140	—
70	0.146	0.146	—
60	0.152	0.152	0.173
50	0.158	0.158	0.197
40	0.164	0.164	0.230
30	0.170	0.170	0.276
25	0.173	0.173	0.307
20	0.180	0.180	0.350

[註]轉向彎道：係指槽化路口供轉向且與主線分離之車道。

三、 最短視距(公尺)

視距是指駕駛人可視之前方道路的距離。駕駛人以設計速率行駛車輛時，須有充足的視距讓駕駛人在看到前方物體後能將車子及時停止。視距的長短會隨駕駛者視點高低不同而異。一般來說是距越長越好，但遇到長度有所限制時，仍然需滿足視點較低之駕駛者之停車視距。

1. 停車視距 S_s

包括駕駛人發現前方車道上有障礙物的反應距離，以及煞車至完全停止車輛所需的距離。各設計速率下之最短停車視距規定如表 3-8 所示。

表 3-8 最短停車視距(m)

設計速率 V_d (公里/小時)	停車視距 s_s (公尺)		坡度修正值 Δs_s (公尺)		
	容許最小值	建議值	縱坡度 G +3%/-3%	縱坡度 G +6%/-6%	縱坡度 G +9%/-9%
120	195	250	-14/14	—	—
110	175	220	-12/12	—	—
100	155	185	-10/10	—	—
90	135	160	-8/8	—	—
80	110	130	-6/6	-11/15	—
70	90	105	-5/5	-9/11	—
60	70	85	-3/3	-6/8	—
50	55	65	-2/2	-4/6	-6/10
40	40	50	-2/2	-3/4	-4/6
30	30	35	-1/1	-2/2	-2/3
25	25	30	-1/1	-1/1	-2/2
20	20	20	0/0	0/0	0/0

註：縱坡度 $> \pm 3\%$ 範圍時，宜考量其縱坡之影響

2. 超車視距 S_p

駕駛人判斷對方車道無來車的情況下超越前方來車所需要的距離。在雙向雙車道之公路，駕駛人得以不影響前方車輛行駛，行駛對向車道於對向來車會車前完成安全超越前車所需之距離。雙向雙車道公路應符合最短超車視距之規定；視距不足路段，應劃設禁止超車標線。各設計速率下之最短超車視距規定如表 3-9 所示：

表 3-9 最短超車視距(m)

設計速率 V_d (公里/小時)	超車視距 s_p (公尺)	
	容許最小值	建議值
120	—	—
110	—	—
100	—	—
90	420	600
80	380	540
70	330	470
60	290	410
50	240	340
40	200	280
30	160	220
25	140	195
20	120	160

3. 應變視距 S_d

是指在車輛行進中遇到非預期或較複雜的資訊、路況，可能影響駕駛人辨識或認知其潛在危險性，駕駛人仍得以充分、有效地變換適當車道、車速、車向或停止，完成安全駕駛所需距離。相對於停車視距，應變視距會提供駕駛人較長的距離做判斷，因此其長度會大於停車視距。最短應變視距規定如表 3-10。

表 3-10 最短應變視距(m)

設計速率 V_d (公里/小時)	應變視距 S_d (公尺)			
	狀況一	狀況二	狀況三	狀況四
120	265	470	360	470
110	235	420	330	430
100	200	370	315	400
90	170	325	270	360
80	140	280	230	315
70	115	235	200	275
60	95	195	170	235
50	70	155	145	195

- 應變狀況一：鄉區公路車輛為應變而須停止。
- 應變狀況二：市區公路車輛為應變而須停止。
- 應變狀況三：鄉區公路車輛為應變而須變換車速、車道或車向。
- 應變狀況四：市區公路車輛為應變而須變換車速、車道或車向。

四、平曲線最小半徑 R_{min} (公尺)

是指保證車輛以設計速率安全行駛時圓曲線之最小半徑，主要取決於道路的設計速率，與之成正比。平曲線最小半徑的確定，必須綜合考慮車輛在平曲線上行駛的穩定性、乘客的舒適程度、車輛燃料消耗和輪胎磨損等各方面的因素。平曲線最小半徑依設計速率及最大超高率(e_{max})規定如表 3-11 所示。

表 3-11 平曲線最小半徑

設計速率 V_d (公里/小時)	平 曲 線 最 小 半 徑 R_{min} (公 尺)			
	$e_{max}=0.04$	$e_{max}=0.06$	$e_{max}=0.08$	$e_{max}=0.10$
120	—	700	620	560
110	—	560	500	450
100	—	440	390	360
90	380	340	300	280
80	280	250	230	210
70	210	190	170	160
60	150	140	120	110
50	100	90	80	75
40	60	55	50	45
30	35	30	30	25
25	25	20	20	20
20	15	15	10	10

五、 超高

超高之訂定主要考量因素包括:氣候(冰雪量及頻率較大地區，最大超高不宜超過 8%，以防停(慢)車產生向內側滑現象)、地形狀況(平原或丘陵山區)、區位(都市或郊區)、車流是否連續(有無橫交道路)及慢車數量之多寡而有所不同。因此，一條公路之設計得依照路段之特性，分別研訂不同之超高。

1. 最大超高率 e_{max}

最小超高率依正常路拱規定。最大超高率依區位及氣候規定如表 3-12 所示。

表 3-12 最大超高率 e_{\max}

區位及氣候		最大超高率 e_{\max}
鄉區	一般地區	0.06 ~ 0.10
	冰雪地區	0.06 ~ 0.08
市區		0.04 ~ 0.08

- 一般地區：無積雪結冰地區。
- 冰雪地區：有積雪結冰地區。

2. 最大超高漸變率

最大超高漸變率(G_r)：以雙向雙車道為基準計算，且以行車道中心縱坡基線(PGL：Profile Grade Line)為轉軸佈設超高。最大超高漸變率之規定如表 3-13 所示。在正常路拱與反向路拱間超高漸變率絕對值 $G_r \geq 0.3\%$ 。

表 3-13 最大超高漸變率

設計速率 V_d (公里/小時)	最大超高漸變率 G_r	
	容許最大值	建議值
120	1/250	1/300
110	1/230	1/280
100	1/210	1/260
90	1/190	1/240
80	1/170	1/220
70	1/150	1/200
60	1/130	1/180
50	1/110	1/160
40	1/90	1/140
30	1/70	1/120
25	1/60	1/110
20	1/50	1/100

3. 免設超高曲線半徑

免設超高之平曲線最小半徑規定如表 3-14 所示，一般情況宜採用建議值。

表 3-14 免設超高曲線半徑

設計速率 V_d (公里/小時)	免設超高曲線半徑 R_n (公尺)	
	容許最小值 (正常路拱以-1%計算)	建議值 (正常路拱以-2%計算)
120	4500	7500
110	3800	6400
100	3100	5200
90	2500	4300
80	2000	3400
70	1500	2600
60	1100	1900
50	780	1300
40	500	840
30	280	470
25	200	330
20	125	210

六、 緩和曲線

緩和曲線設置於道路直線與曲線路段間，或不同曲率或不同方向之兩相鄰曲線路段，緩和曲線之主要功能如下：

- A. 提供駕駛人一自然且易於操控行駛緩和漸變路徑，以因應行經曲

線路段轉向所產生的離心變化。

- B. 提供合理的轉向漸變軌跡，有利於駕駛人在原有車道內舒適的逐漸轉動方向盤，而不侵入相鄰車道。
 - C. 提供佈設超高漸變所需長度空間。
 - D. 當曲線車道寬度須予加寬時，可利用緩和曲線佈設車道加寬漸變。
 - E. 可提供一自然良好及具優美視覺效果之路線線形。
1. 最短緩和曲線

公路於曲線路段，需設置緩和曲線時，其最短長度如表 3-15 所示。

表 3-15 最短緩和曲線半徑

設計速率 V_d (公里/小時)	最短緩和曲線半徑 L_s (公尺)	
	容許最小值	建議值
120	120	150
110	105	135
100	90	120
90	80	110
80	70	95
70	60	80
60	50	70
50	40	60
40	30	45
30	25	30
25	20	25
20	15	20

2. 免設緩和曲線半徑

公路合於以下條件之一者，得免設緩和曲線：

- (1) 平曲線半徑大於表 3-16 規定者，一般情況宜採用建議值。
- (2) 公路設計速率 $V_d \leq 40$ 公里/小時，且受地形或其他特殊限制者。

表 3-16 免設緩和曲線半徑

設計速率 V_d (公里/小時)	免設緩和曲線半徑 R_s (公尺)	
	容許最小值	建議值
120	2100	4200
110	1750	3500
100	1450	2900
90	1200	2400
80	950	1900
70	700	1400
60	500	1000
50	360	720
40	230	460
30	130	260
25	90	180
20	60	120

七、 複曲線

1. 設計速率 $V_d \geq 80$ 公里/小時者，其複曲線相鄰兩圓半徑比值應小於 1.5。
2. 設計速率 $40 \leq V_d < 80$ 公里/小時者，其複曲線相鄰兩圓半徑比值應小於 2.0。
3. 一、二級路以不設複曲線為原則。設計速率 $V_d > 40$ 公里/小時各級公路之複曲線不合上述規定，需於兩圓曲線間加設緩和曲線。

八、 平曲線最短長度(公尺)

單曲線或單曲線加緩和曲線之最短長度依設計速率規定如表 3-17。由兩個以上單曲線組成之複曲線，其總長應符合表 3-17 規定，且每一圓曲線段最短長度依設計速率規定如表 3-18。

表 3-17 同向曲線最短長度

設計速率 V_d (公里/小時)	同向曲線最短長度(公尺)	
	容許最小值	建議值
120	165	330
110	150	300
100	140	280
90	125	250
80	110	220
70	100	200
60	85	170
50	70	140
40	55	110
30	40	80
25	35	70
20	25	50

表 3-18 複曲線每一圓曲線段最短長度

設計速率 V_d (公里/小時)	圓曲線段最短長度 L_c (公尺)
120	65
110	60
100	55
90	50
80	45
70	40
60	35
50	30
40	25
30	20
25	15
20	10

九、 縱坡度

以車輛行駛而言，縱坡度越平緩越佳，但橫向路拱排除路面雨水至路側邊溝後，仍需要縱坡度以利邊溝排水，因此坡度有「最小縱坡度」之規定，其中挖方及隧道路段應優先予以設置。主要挖方路段之邊溝需視當坡度以順利排水，須藉由公路坡度輔助達到最小排水坡度(0.3%~0.5%)；隧道內多陰濕，須有充分之排水設施以迅速排水，避免路面造成損壞。最大縱坡度則視路面種類、車輛類別、速率、載重及動力之大小等而異。

1. 最大縱坡度

最大縱坡度，按設計速率規定如表 3-19 所示，一般情況宜採用建議值。但冰雪地區不得大於 8%。需要機械通風設施之隧道，其縱坡度以小於 2%為宜；無需機械通風之隧道，縱坡度以小於 3%為宜。

表 3-19 最大縱坡度

設計速率 V_d (公里/小時)	最大縱坡度 G_{max} (%)	
	容許最大值	建議值
120	4	3
110	4.5	3.5
100	5	4
90	5.5	4.5
80	6	5
70	7	6
60	8	7
50	9	8
40	10	9
30	11	10
25	12	11
20	12	11

2. 縱坡長度限制

(1)設計載重車輛上坡速差(低流量平均行駛速率減設計載重車輛速率)。

以小於 15 公里/小時為宜，最大不宜超過 25 公里/小時。

(2)設計載重車輛產生速差達 15 公里/小時之上坡長度稱為縱坡臨界長

(L_o)，產生速差達 25 公里/小時之上坡長度稱為縱坡限制長(L_i)。

(3)連續坡應按爬坡性能曲線決定其坡長。馬力載重比為 10 馬力/公噸

(P_s/t)之載重車輛，進坡為水平時之縱坡臨界長與縱坡限制長規定

如表 3-20 所示。(1 馬力=75 公斤•公尺/秒)。

(4)設計速率 $V_d \leq 50$ 公里/小時之公路，其連續坡各不同坡度之坡長 L_j ，

得以 $\sum_j \frac{L_j}{L_j} \leq 1$ 設計之。(L_j為連續各坡段之L_o或L_i)

表 3-20 縱坡長度限制

設計速率 V_d (公里/小時)	低流量平均 行駛速率 V_r (公里/小時)	縱坡度 G (%)	縱坡臨界長 L_o (公尺)	縱坡限制長 L_i (公尺)
120 110	97 91	2	800	-
		3	450	800
		4	300	500
100	85	3	450	900
		4	300	550
		5	250	400
90	78	3	550	-
		4	350	600
		5	250	400
80	70	4	350	850
		5	250	450
		6	200	300
70	62	4	500	-
		5	300	-
		6	200	350
		7	150	250
60	54	5	400	-
		6	200	500
		7	150	300
		8	120	200
≤50	≤46	7	180	500
		8	120	400
		9	100	300
		10	80	200
		11	70	180
		12	60	150

十、 合成坡度最大值 I (%)

公路於平曲線縱坡路段，其超高率 e (%)與縱坡度 G (%)所構成之合成坡度 I (%)以 $I = \sqrt{G^2 + e^2}$ 計算之，合成坡度最大值規定如表 3-21 所示，但冰雪地區不得大於 10%。

表 3-21 合成坡度

設計速率 V_d (公里/小時)	120~100	90~80	70~60	50	40	30	25	20
合成坡度最大值 $I(\%)$	10	10.5	11	11.5	12	12.5	13	13

十一、豎曲線

公路縱坡度變化處，除設計速率 $V_d \leq 40$ 公里/小時且相鄰縱坡度差絕對值小於 0.5% 時得不設置豎曲線外，應以豎曲線連接之，豎曲線最短長度規定如表 3-22 所示。

表 3-22 豎曲線最短長度

設計速率 V_d (公里/小時)	豎曲線最短長度 $L_v = K \times \Delta G$ (公尺)				最短長度 規定值 (公尺)
	凸型		凹型		
	建議值	容許最小值	建議值	容許最小值	
120	$195\Delta G$	$95\Delta G$	$70\Delta G$	$47\Delta G$	65
110	$140\Delta G$	$75\Delta G$	$60\Delta G$	$42\Delta G$	60
100	$100\Delta G$	$60\Delta G$	$50\Delta G$	$36\Delta G$	55
90	$70\Delta G$	$44\Delta G$	$40\Delta G$	$30\Delta G$	50
80	$47\Delta G$	$31\Delta G$	$30\Delta G$	$24\Delta G$	45
70	$30\Delta G$	$20\Delta G$	$23\Delta G$	$19\Delta G$	40
60	$18\Delta G$	$13\Delta G$	$17\Delta G$	$14\Delta G$	35
50	$10\Delta G$	$8\Delta G$	$12\Delta G$	$10\Delta G$	30
40	$5\Delta G$	$4\Delta G$	$7\Delta G$	$6\Delta G$	25
30	$3\Delta G$	$3\Delta G$	$4\Delta G$	$4\Delta G$	20
25	$2\Delta G$	$2\Delta G$	$3\Delta G$	$3\Delta G$	15
20	$1\Delta G$	$1\Delta G$	$2\Delta G$	$2\Delta G$	12

● K ：豎曲線參數(公尺/%)

- ΔG ：相鄰縱坡度差絕對值(%)
- 採用依公式 $L_v=K \times \Delta G$ 計算之值不得小於豎曲線最短長度規定

3.4 公路交叉

一、立體交叉

立體交叉可分為無匝道立體交叉及有匝道立體交叉。

1. 立體交叉處之視距

公路在立體交叉處之視距不得小於停車視距之規定。在出口處宜採用更長之視距，以應變視距為理想長度。

2. 立體交叉處之縱坡度、超高率與曲線半徑

(1)無匝道立體交叉之縱坡度、超高率與平曲線最小半徑同第三章之規定。

(2)立體交叉之匝道分匯流區主線之最大縱坡度規定如表 3-23，地形受限制或其他特殊情況得增加 1%。

表 3-23 立體交叉之匝道分匯流區主線最大縱坡度

主線設計速	120	110	100	90	80	70	60	50
最大縱坡度(%)	2	2	2	3	3	4	5	6

(3)立體交叉之匝道分匯流區主線之最大超高率與平曲線最小半徑規定如表 3-24 所示，一般情況宜採用建議值。

表 3-24 立體交叉之匝道分匯流區主線最大超高率與平曲線最小半徑

主線設計速率 (公里/小時)		120	110	100	90	80	70	60	50
最大超高率(%)		3	3	3	3	3	3	4	5
最小半徑 (公尺)	建議值	2300	2000	1700	1450	1150	900	500	250
	容許最小值	1500	1250	1000	800	600	450	300	180

3. 立體交叉之淨空

- (1)除非特殊情況，立體交叉處跨越橋及穿越道之橫斷面宜維持和前後接續公路一致。行車道外之側向淨寬在立體交叉結構前若有縮減，跨越橋應以 $V_d/5$ 比 1 以上，穿越道應以 $V_d/2$ 比 1 以上之漸變率達成。
- (2)立體交叉處之行車道及路肩淨高宜大於 4.6 公尺。限制車種通行之橋梁淨高應大於最大可通行設計車種高度加 0.5 公尺。
- (3)專用慢車道之淨高宜大於 2.5 公尺。

二、 平面交叉

1. 平面交叉型式

(1)平面交叉型式包括三支交叉、四支交叉、多支交叉、環形交叉及分隔帶開口。

(2)多支交叉係指大於四支情況，宜避免使用或採改道、槽化方式處理。

(3)路口交通量較小且有景觀或交通安全考量時，得採環形交叉。

(4)分隔帶開口包括供車輛迴轉、車輛及行人穿越之中央分隔帶開口或快慢車道間分隔帶之開口。

2. 平面交叉之交角

平面交叉之交角以直角為佳，斜交時其相交銳角宜大於 75 度，不宜小於 60 度。交角較小時宜局部調整路線或採用槽化處理。

3. 平面交叉之設計速率

(1)平面交叉處之直行設計速率宜與一般路段之設計速率相同。

(2)轉向設計速率低於直行設計速率達 25 公里/小時者，應按本規範規定辦理。

4. 平面交叉之交通管制與視界

(1)平面交叉之管制可分為「讓」標誌、「停」標誌、號誌及無管制四種管制方式。

(2)平面交叉處需具有充分視界，以看清叉路上左右來車。各種管制方式之視界距離依「交通工程手冊」規定辦理。

5. 平面交叉處之縱坡度與超高

(1)平面交叉處之線形宜平直，須設置超高時宜小於 3%。

(2)平面交叉處之縱坡宜平緩，交叉口之縱坡度宜小於 3%，惟如地形特殊及情況受限者，不得大於 5%。車輛停等區範圍內，縱坡最大不得大於 6%。

6. 平面交叉轉角設計

平面交叉之轉角行車道邊線，宜與設計車種之轉向軌跡邊線保持 0.25 公尺以上之側向淨距。

3.5 設計速率現況問題

國內目前道路設計皆遵照交通部頒之「公路路線設計規範」進行設計速率選定及道路幾何設計，其中考量許多設計要素包括路面摩擦係數、視距及坡度等等。

設計速率是在路況、交通量、天候條件理想的情況下，車輛能「安全地」行駛於某一段路之最低速率標準，主要考量了各種車輛能應付於該路段的最嚴苛平面及縱面幾何線形而設定。

近年來隨著汽車工業的發展，車輛的性能不斷的提升，包含安全性及其他性能，以及公路修建材料與工法的進步，導致目前用路人對於現行道路的速限感到有所不足，期望有提升行車速限之可能。但因為目前許多道路之行車速限皆已經等於或接近於設計速率，礙於行車速限不得大於設計速率的原則，行車速限目前並無法做有效的提升改善。

為了克服速限因為設計速率而無法改善的問題，必須針對設計速率是否可以提升進行研議。車輛性能因素是目前道路設計速率制定時並未列入考量的因素，考量車輛性能提升改進後，對於設計速率的影響因素進行探討。

車輛性能提升後影響設計速率的因素可能有許多，但是最直接也最需要考量的因素為汽車的制動性能，利用汽車制動性能探討設計速率的各項設計要素。汽車制動能力與輪胎及路面狀況皆有關聯性，包含車輛減速性

能及摩擦係數等因素，與設計速率直接關聯性較大的設計要素主要有幾項，視距與汽車減速性能、橫向摩擦係數與平曲線最小半徑，另外包含汽車馬力性能及行駛穩定性能之探討。

第四章 設計速率提升評估

4.1 縱向摩擦係數

縱向摩擦係數主要為車輛在路上沿行車方向制動時的路面抗力，與公路的制動距離關係密切。縱向摩擦係數並非固定值，而是與速率成反比關係。亦即車速愈快，其摩擦係數愈小。而影響摩擦係數之因素有輪胎壓力、輪胎溫度、空氣溫度、輪胎與路面之接觸面積、路面之種類及狀況（有無水分、冰雪、爛泥）等。

- 法規及規範要求

在國際上，通行的路面摩擦係數測試車可分兩大類，一類為測定橫向摩擦係數；另一類測定縱向摩擦係數。其中縱向摩擦測試車主要工作原理是，承受恆定垂直荷載的測試輪與路面緊密接觸，並以恆定速度沿著與車輛前進平行方向前進，在測試輪上產生一個縱向滾滑摩擦力。縱向摩擦力由力矩傳感器測得，與路面輪胎之間的摩擦係數成正比。縱向摩擦力與由垂直負載感應器測得的測試輪豎向荷載的比值即為縱向摩擦係數值。

財團法人車輛研究測試中心在「防禦駕駛教戰手冊」中提到，車輛在緊急煞車時，因煞車踏板踩得重又急，若車輛無配置防鎖死 ABS，則輪胎會鎖死不轉動而與地面產生滑動，並在地面留下黑色胎痕。一般而言，輪

胎摩擦係數會隨滑動比增加而下降，尤其是橫向（用來轉彎的力）的輪胎抓地力下降的幅度很大，當滑動比 100%時幾乎橫向抓地力接近 0，亦即隨著滑動比的增加，輪胎的側向摩擦係數會顯著地減少，甚至接近 0（如圖 4-1 所示），因此煞車時若前輪鎖死而滑動，因橫向抓地力接近 0，所以駕駛人雖轉動方向盤迴避前方障礙物，但車輛仍無法轉彎而成直線滑動且無法迴避前方障礙物。

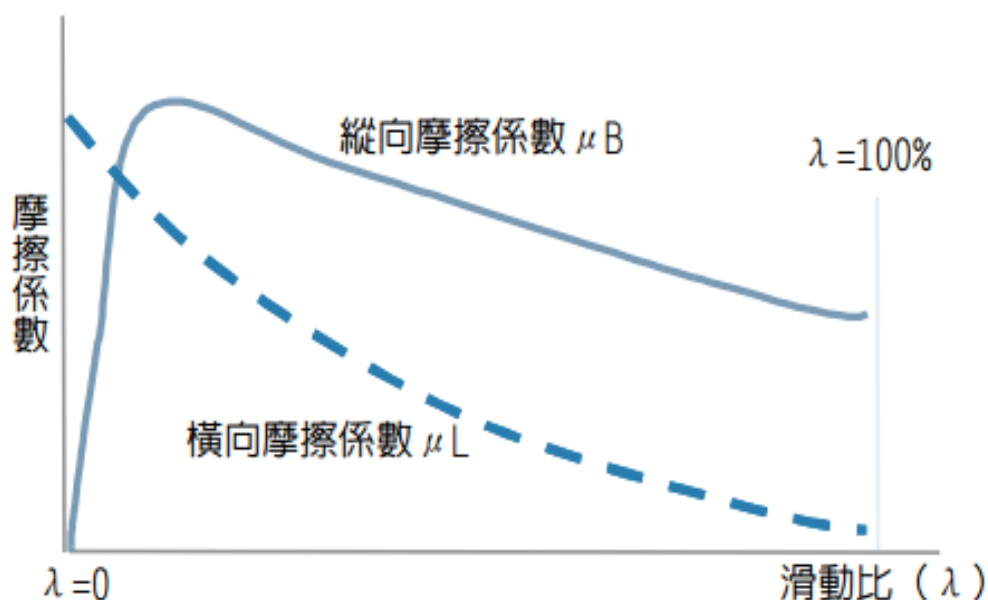


圖 4-1 摩擦係數與滑動比之關係圖

資料來源：財團法人車輛研究測試中心，防禦駕駛教戰手冊。

在美國 AASHTO Green Book 1984 年版本中，有關濕滑的路面之停車視距值如下表 4-1，從表中可看出，摩擦係數與設計速率成反比關係，亦即設計速率愈高時，其摩擦係數愈小。而摩擦係數與停車視距亦成反比關係，即摩擦係數愈小時，其停車視距會愈長。

此外，在美國 AASHTO Green Book 2001 年版與 AASHTO Green Book 2011 年版中計算停車視距時，皆改以煞車減速度取代縱向摩擦係數的公式，請參考 4.3.2 節。

表 4-1 在濕滑的路面之停車視距(Stopping Sight Distance)值

設計速率 (mph)	假定之速率 (mph)	煞車反應		摩擦係數 (f)	煞車距離	停車視距	
		時間 (sec)	距離 (ft)			計算值 (ft)	進位值 (ft)
20	20-20	2.5	73.3-73.3	0.40	33.3-33.3	106.7-106.7	125-125
25	24-25	2.5	88.0-91.7	0.38	50.5-54.8	138.5-146.5	150-150
30	28-30	2.5	102.7-110.0	0.35	74.7-85.7	177.3-195.7	200-200
35	32-35	2.5	117.3-128.3	0.34	100.4-120.1	217.7-248.4	225-250
40	36-40	2.5	132.0-146.7	0.32	135.0-166.7	267.0-313.3	275-325
45	40-45	2.5	146.7-165.0	0.31	172.0-217.7	318.7-382.7	325-400
50	44-50	2.5	161.3-183.3	0.30	215.1-277.8	376.4-461.1	400-475
55	48-55	2.5	176.0-201.7	0.30	256.0-336.1	432.0-537.8	450-550
60	52-60	2.5	190.7-220.0	0.29	310.8-413.8	501.5-633.8	525-650
65	55-65	2.5	201.7-238.3	0.29	347.7-485.6	549.4-724.0	550-725
70	58-70	2.5	212.7-256.7	0.28	400.5-583.3	613.1-840.0	625-850

相同速率下不同摩擦係數有不同的數值

資料來源:AASHTO Green Book，1984 年

- 設計速率影響範圍

1. 以縱向摩擦係數計算煞車距離：行駛中之車輛煞車後至完全靜止所需之距離。煞車距離雖不直接應用於公路幾何設計中，但可應用於交控設施之設計及肇事分析之參考。公式如下：

$$d = \frac{V^2}{254(f \pm G\%)}$$

其中:

【註:上坡時+G%，下坡時-G%】

d: 水平煞車距離，m

v: 車輛開始煞車時之初速度，kph

f: 車輪與路面間之縱向摩擦係數

G%: 坡度百分比

- (1) 煞停距離與車速之平方成正比，亦即車速愈大其所需之煞停距離愈長。
- (2) 煞停距離與坡度成反比關係。+G%表示上坡坡度，-G%表示下坡坡度。由上式得知，上坡坡度愈大，車輛之煞停距離愈小；反之，下坡坡度愈大，車輛之煞停距離愈大。
- (3) 煞停距離與摩擦係數成反比，亦即摩擦係數愈大，煞停距離愈小。
- (4) 摩擦係數並非固定值，而是與速率成反比關係。亦即車速愈快，其摩擦係數愈小。
- (5) 影響摩擦係數之其他因子：輪胎壓力、輪胎溫度、空氣溫度、輪胎與路面之接觸面積、路面之種類及狀況（有無水分、冰雪、爛泥）等。

2. 無縱坡度公路之停車視距(Stopping Sight Distance, SSD): 為自望見障礙物、判斷應煞車、採取行動、至煞車器生效所行駛之距離(dp)+自煞車器生效至車輛完全停止之距離(db)。即是反應時間(假設 2.5 秒)加煞車至完全停止之距離。

$$SSD = dp + db = vt + \frac{v^2}{2gf} = 0.278Vt + \frac{V^2}{254f}$$

其中：

SSD: 停車視距，m

v: 設計速率，km/h

t: 煞車反應時間，2.5秒

g: 重力加速度(9.81公尺/秒)

f: 車輪與路面間之縱向摩擦係數

3. 有縱坡度公路之停車視距(Stopping Sight Distance, SSD)若公路有縱坡度時，設縱坡度為 G，停車視距為下式：

$$SSD = 0.278Vt + \frac{V^2}{254(f \pm G)}$$

其中：

SSD: 停車視距，m

v: 設計速率，km/h

t: 煞車反應時間，2.5 秒

f: 車輪與路面間之縱向摩擦係數

G%: 坡度百分比

4. 縱坡度<3%時，影響停車視距差異不大，可不考慮量縱坡影響因素，但縱坡≥3%時，則應考慮縱坡影響因素。縱向摩擦係數等於減速度除以重力加速度(9.81 公尺/秒)，如下式所示：

$$f = \frac{a}{g}$$

其中：

f: 車輪與路面間之縱向摩擦係數

a: 減速度，m/s²

g:重力加速度(9.81公尺/秒)

因縱向摩擦係數會隨著道路鋪面不同而有所不同，而鋪面類型可分成瀝青路面及水泥混凝土路面。一般而言，車輛行駛於水泥混凝土路面之縱向摩擦係數會較大；車輛行駛於瀝青路面之縱向摩擦係數會較小。

因此，以縱向摩擦係數推算停車視距不易。故設計速率(Design speed)影響範圍與停車視距(Stopping Sight Distance)之間變動關係之分析，將在 4.3.2 節運用減速度取代縱向摩擦係數詳述其推算過程。

4.2 橫向摩擦係數與平曲線最小半徑

輪胎與路面間的摩擦視道路設計的重要元素，例如，摩擦係數被用於視距及水平轉彎半徑的計算。摩擦主要有兩種型式，沿著道路路線(或彎道的切線)的縱向摩擦力；以及與車輛運動方向呈直角的橫向摩擦力。前節所討論的即為縱向摩擦，本節將討論橫向摩擦係數。

- 法規及規範要求

橫向摩擦係數通常被用在轉彎半徑的計算上面，其標準的計算公式如下：

$$R = \frac{V^2}{127(e_{\max} + f_s)}$$

其中，

R：轉彎半徑

V：速度值

e_{\max} ：超高率

f_s ：橫向摩擦係數

這個係數可以被稱為橫向比、過彎比及不平衡離心力比，此係數的最大限制是在輪胎打滑或即將打滑的程度。橫向摩擦係數決定於許多因素，其中最重要的是車輛速度、道路表面類型和條件以及輪胎類型和條件。

AASHTO Green Book 2011 年版有提到在一般情況下，橫向摩擦係數是考量新輪胎行駛於濕滑路面上的狀況，最大橫向摩擦由 0.5(30km/h) 變化至 0.35(100km/h)。平滑輪胎行駛於普通潮濕路面的最大橫向摩擦係數約為 0.35(70km/h)。研究皆表明，速度增加則橫向摩擦係數下降。

超高的比率讓車輛通過時僅需要較少的摩擦力，並可以使車輛過彎時車內人員感覺較為舒適，橫向摩擦力除了影響車輛行駛安全，也會與駕駛人的舒適性有關係，AASHTO Green Book 2011 年版亦有提到有一些主要是在確定駕駛人舒適性的實驗，稱之為 ball-bank 實驗。該實驗是將一顆鋼球放進畫有刻度之塑膠管中，再將此管安裝於汽車內並在道路上行駛，藉由車內人員對於行駛舒適性之感覺，記錄鋼球於管內之移動度數。表 4-2 為駕駛人感覺較為舒適的橫向摩擦係數。

表 4-2 舒適的橫向摩擦係數

速度 (公里/小時)	感覺舒適的橫向摩擦係數
≤ 30	0.21
40 50	0.18
55-80	0.15
> 110	0.10

資料來源: AASHTO Green Book 2011 年版

- 設計速率影響範圍

橫向摩擦係數主要用來計算轉彎半徑，必須要與車輛速度以及路面超高一同考慮，參考了新版 AASHTO Green Book 2011 年版平曲線最小轉彎半徑的橫向摩擦係數。AASHTO Green Book 2011 規範進行多項實驗，將實驗之結果繪製成圖表來表達不同設計速率下之橫向摩擦係數，如圖

4-2 所示

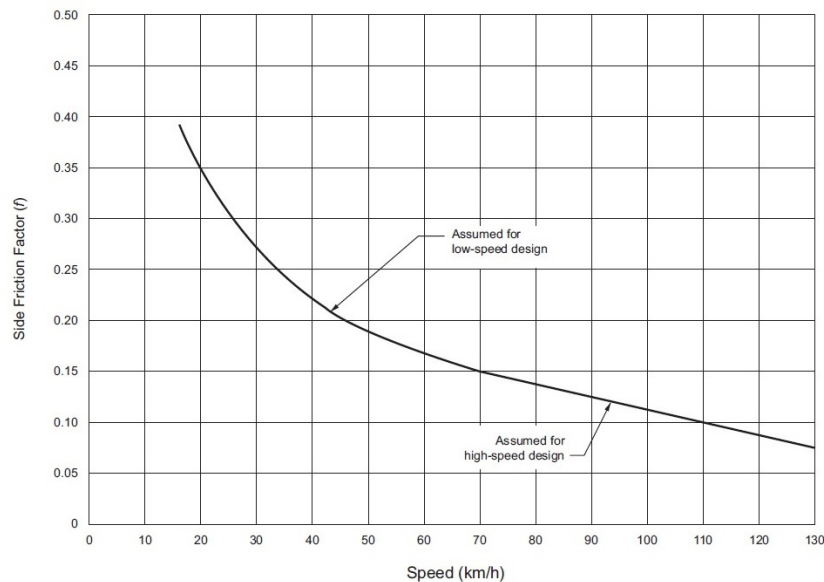


圖 4-2 AASHTO Green Book 2011 橫向摩擦係數

新版 AASHTO Green Book 規範之橫向摩擦係數與國內設計規範已經有些許不同，國內規範與 AASHTO Green Book 2011 年版之橫向摩擦係數比較如下。

表 4-3 國內設計規範與AASHTO Green Book 2011 之摩擦係數 f_s 比較

設計速率(kph)	目前國內規範之 橫向摩擦係數 f_s	AASHTO 2011 之 橫向摩擦係數 f_s
130	-	0.08
120	0.100	0.09
110	0.110	0.11
100	0.120	0.12
90	0.130	0.13
80	0.140	0.14
70	0.146	0.15
60	0.152	0.17
50	0.158	0.19
40	0.164	0.23
30	0.170	0.28
25	0.173	0.31
20	0.180	0.35

資料來源:本研究整理

在現況道路不改變其轉彎半徑的情況下，利用 4.2.1 節的公式計算平
 曲線最小半徑，其結果如表 4-4 所示。

表 4-4 設計速率不變的情況下推算之平曲線最小半徑

設計速率 (kph)	公路路設計規範之 橫向摩擦 係數 f_s	AASHTO 2011 橫向摩擦 係數 f_s	$e_{max}=0.04$		$e_{max}=0.06$		$e_{max}=0.08$		$e_{max}=0.10$	
			R_{min} (m) 「規範表」	本研究計算 之 R_{min} (m)	R_{min} (m) 「規範表」	本研究計算 之 R_{min} (m)	R_{min} (m) 「規範表」	本研究計算 之 R_{min} (m)	R_{min} (m) 「規範表」	本研究計算 之 R_{min} (m)
130	-	0.08	-	-	-	950.51	-	831.69	-	739.28
120	0.100	0.09	-	-	700	755.91	620	666.98	560	596.77
110	0.110	0.11	-	-	560	560.44	500	501.45	450	453.69
100	0.120	0.12	-	492.13	440	437.45	390	393.70	360	357.91
90	0.130	0.13	380	375.17	340	335.68	300	303.71	280	277.30
80	0.140	0.14	280	279.97	250	251.97	230	229.06	210	209.97
70	0.146	0.15	210	203.07	190	183.73	170	167.75	160	154.33
60	0.152	0.17	150	134.98	140	123.25	120	113.39	110	104.99
50	0.158	0.19	100	85.59	90	78.74	80	72.91	75	67.88
40	0.164	0.23	60	46.66	55	43.44	50	40.64	45	38.18
30	0.170	0.28	35	22.15	30	20.84	30	19.69	25	18.65
25	0.173	0.31	25	14.06	20	13.30	20	12.62	20	12.00
20	0.180	0.35	15	8.08	15	7.68	10	7.32	10	7.00

資料來源:本研究整理

平曲線最小半徑不變的情況下以 AASHTO 2011 橫向摩擦係數推算之設計速率如表 4-5。

表 4-5 平曲線最小半徑不變的情況下推算之設計速率

設計速率 (kph)	公路路設 計規範之 橫向摩擦 係數 f_s	AASHTO 2011 橫向摩擦 係數 f_s	$e_{max}=0.04$		$e_{max}=0.06$		$e_{max}=0.08$		$e_{max}=0.10$	
			R_{min} (m) 「規範表」	本研究計算 之設計速率	R_{min} (m) 「規範表」	本研究計算 之設計速率	R_{min} (m) 「規範表」	本研究計算之 設計速率)	R_{min} (m) 「規範表」	本研究計算 之設計速率
130	-	0.08	-	-	-	-	-	-	-	-
120	0.100	0.09	-	-	700	115.48	620	115.70	560	116.24
110	0.110	0.11	-	-	560	109.96	500	109.84	450	109.55
100	0.120	0.12	-	-	440	100.29	390	99.53	360	100.29
90	0.130	0.13	380	90.58	340	90.58	300	89.45	280	90.44
80	0.140	0.14	280	80.00	250	79.69	230	80.16	210	80.00
70	0.146	0.15	210	71.18	190	71.18	170	70.47	160	71.27
60	0.152	0.17	150	63.25	140	63.95	120	61.73	110	61.42
50	0.158	0.19	100	54.05	90	53.46	80	52.38	75	52.56
40	0.164	0.23	60	45.36	55	45.01	50	44.37	45	43.43
30	0.170	0.28	35	37.71	30	35.99	30	37.04	25	34.73
25	0.173	0.31	25	33.34	20	30.66	20	31.47	20	32.27
20	0.180	0.35	15	27.26	15	27.95	10	23.37	10	23.91

資料來源:本研究整理

由推算結果可以發現，計算出的設計速率僅在 20kph 至 70kph 有些許的提升，其他設計速率部分不但沒有提高反而有些微的降低。

考量橫向摩擦係數對於設計速率的影響，現階段的橫向摩擦係數規範並沒有辦法全面提高所有道路的設計速率，原因為 AASHTO Green Book 2011 年版中的橫向摩擦係數與目前國內設計規範的數值並沒有太大的改變，僅在速度較低時的係數值有較佳的規定。

目前國內如要提升道路設計速率以最小轉彎半徑的推算結果，僅能於設計速率 20kph 至 70kph 時有提升之空間，最大提升幅度為超高率 0.04 且設計速率 20kph 時提升了 40%。但是在設計速率 120kph 卻降低了 4%。

4.3 最短視距(減速度)

目前國內對於車輛安全的檢驗規定共有 69 項檢測項目，最早期國內檢驗標準制定時是引進聯合國歐洲經濟委員會(United Nations Economic Commission for Europe, UNECE)對於車輛所制定的法規，再經由國內各部會及專家學者對於各項法規於國內執行的可行性進行評估制定。聯合國歐洲經濟委員會對於車輛法規現行已有 131 項條文規定，包含車輛的各項性能、零件及設備等。

- 聯合國歐洲經濟委員會(United Nations Economic Commission for Europe, UNECE)

聯合國歐洲經濟委員會的車輛法規是於聯合國歐洲經濟委員會內陸運輸委員會中一個世界性統一的的規範。ECE 法規之制定由聯合國各會員國推派專家於會議中針對各項車輛相關法規條例進行協調與商定，並於多次討論過後所制定執行。當中有三個聯合國協議分別是在 1958 年、1997 年及 1998 年所通過，其提供了相關的法律框架讓締約國家(成員國)建立有關機動車和機動車輛設備的監管措施。三個聯合國協議分別為：

1. 聯合國條例:於 1958 年的協議中附件，適用於車輛、車輛系統、零件及設備與安全和環境方面。其中包括以性能為導向的測試要求以及行政程序，甚至於對各項型式的批准(汽車系統、零件部及設備)，生產的一致性要求(主要要證明製造商有能力生產符合規範認可的一系列

產品)和締約國家互相認可的批准類型。

2. 聯合國全球技術法規:與 1998 年協議有關，主要包含全球一致性與性能相關的要求和試驗方法。提供了全球的汽車製造商、消費者及各項協會一個監管的框架，但不包含對於型式的認可及互相承認允許的行政規定。
3. 聯合國規章:於 1997 年的協議中附件，涉及車輛在使用中的定期技術檢查，以及締約國家根據聯合國規章於某些條件下互相認可授予的國際檢驗證書。

總體而言，於歐洲經濟委員會的世界車輛法規的框架下，允許市場推出創新的汽車技術，並於同時不斷改善全球汽車的安全性，該框架並規範了對於環境污染的減少及能源的消耗，以及提高車輛的防盜能力。另外，該框架同樣也有助於促進和推動跨國貿易，由 1958 年協議下建立的條約規定締約國互相接受車輛系統、零件部及設備。

- 法規及規範要求

ECE 法規 Addendum 12: Regulation No. 13-H 即為對於乘用車輛之制動統一規定。此規章適用於 M1 和 N1 類型的車輛制動，但不包括車輛設計速度不超過 25 公里每小時及沒有驅動器配備的車輛。

“制動裝置”的定義是指某些零件的組合，其主要功能是逐步的減少行駛中車輛的速度或是將其停止，或者是保持其平穩的停止。煞車，是指反對車輛運動發展的力量，它可以是摩擦制動、電磁制動、流體制動或引擎制動，煞車力的可以被精密且輕易的調節。「行車制動系統」應當是在任何的上坡或下坡都能夠快速且有效的控制車輛的移動或更安全的完成制止，無論車輛的速度及負載為何，且駕駛人必須有能力在不移動控制車輛雙手的情況下於駕駛座位上執行制動動作。制動系統也包含了停車制動系統，停車制動系統應該要可以保持車輛固定於上坡或下坡，即使是在沒有駕駛人的情況下，該工作零件透過純機械式的方式將設備鎖定，駕駛人應該要能在座位上完成此制動動作。行車制動系統應該與停車制動系統獨立控制。

制動系統的性能主要是基於停車距離及充分的平均減速度。制動系統性能的確是藉由量測與停車距離有關的車輛初始速度及量測充分的平均減速度測試。制動系統性能測試應於下表所列之條件下進行：

表 4-6 煞車系統測試之性能基準

(A) Type-0 test with engine disconnected	v s ≤ d _m ≥	100 km/h 0.1 v+0.0060 v ² (m) 6.43 m/s ²
(B) Type-0 test with engine connected	v s ≤ d _m ≥	80% v _{max} ≤ 160 km/h 0.1 v+0.0067 v ² (m) 5.76 m/s ²
	f	6.5 - 50 daN

Where:

- v = test speed, in km/h
- s = stopping distance, in metres
- d_m = mean fully developed deceleration, in m/s²
- f = force applied to foot control, in daN
- v_{max} = maximum speed of the vehicle, in km/h

資料來源: ECE 法規 Addendum 12: Regulation No. 13-H

停車距離主要涵蓋從駕駛人開始作動制動系統直到車輛完全停止的距離。充分的平均減速度(d_m)應是由V_b到V_e的區間平均距離，根據下列公式進行計算:

$$d_m = \frac{V_b^2 - V_e^2}{25.92(S_e - S_b)}$$

其中:

V_o = 初始車速，km/hr

V_b = 初始速度的 0.8 · km/hr

V_e = 初始速度的 0.1 · km/hr

S_b = V_o及V_b間的距離，公尺

S_e = V_o及V_e間的距離，公尺

速度與距離是在規定的速度測試精度下，利用精密度 $\pm 1\%$ 的儀器來進行量測， d_m 則可能是透過與速度及距離量測方式不同的方法進行量測，在這種情況下， d_m 的精確度應該是在 $\pm 3\%$ 。

在煞車試驗裏，特別是在高速的情況，務必要檢查煞車中的一般車輛行為。當在抓地力降低的道路上煞車時之車輛行為，須符合此法規相關要求。針對沒有足夠自主權執行煞車熱循環的車輛，這些試驗的進行必須在首次使用煞車以前就達到規定的速度，而之後是使用所能提供的最大加速度來重新達到速度，並接著在四五秒循環的時間週期期間結束時所達到的速度，做連續煞車。

對於配備 A 類電力再生煞車系統之車輛，在使用煞車時應位於最高速檔，另若有單獨之電力再生煞車系統則不可使用。對於配備有 B 類電力再生煞車系統之車輛，則熱性能試驗必須是在車輛於煞車熱循環結束時所能達到的最大速度下進行，除非其可達到所規定的速度。為了比較，使用冷煞車的 Type-0 試驗必須從相同速度和相似的電力再生煞車貢獻來重覆試驗；此貢獻是以適當的電池充電狀態來設定，而且是熱性能試驗時所能提供的。執行後續之恢復程序及測試前可重新調整來令片，以使這由熱性能試驗所獲得的第二次冷性能的標準相比較。

恢復性能: 在恢復程序終了時，常用煞車的恢復性能必須在與 Type-0 試驗(空檔)時相同條件，且注意平均控制力不大於實際使用平均力量的情

況下進行量測(即使此時溫度條件可能不同)。此恢復性能不得小於在空檔之 Type-0 試驗所紀錄數據的 70%或是超過 150%。對於配備有 B 類電力再生煞車系統之車輛，則恢復測試應在煞車零件未調整之情況下執行。在煞車來令片重新調整後，應在引擎/馬達無嚙合且與恢復測試有相同速度且無電力再生煞車貢獻之情況下，重覆執行 Type-0 試驗，並應比較其結果。此恢復性能不得小於最後重覆試驗之 Type-0 試驗所紀錄數據的 70%或是超過 150%。

電子穩定控制系統和制動輔助系統，系統應要能於車輛的所有速度區間內作動，包含所有階段加速、滑行及減速(包括制動)，除了幾種狀況系統不會執行以外，當車輛禁用 ESC 系統、車速低於 20km/hr 及車輛在反向驅動時。當系統產生任何故障或電子穩定性控制或信號傳輸出現問題時，必須直接且明確的告知駕駛人。故障識別標誌當駕駛坐於駕駛座上並將安全帶扣上時，應顯示於駕駛視野直接可見或清晰處，應能在駕駛開車時直接感知顯示。

配備有防鎖死煞車系統車輛之測試規範，防鎖死煞車系統失效時(單一電子功能失效所致且應亮黃色警告燈的狀況)，其常用煞車效能應不低於 Type-0 空檔性能要求的 80%，即其煞停距離應不超過 $0.1v+0.0075v^2$ 公尺，且平均最佳減速度應不小於 5.15m/s^2 。此外，當車速低於一五公里/小時之時，允許車輪鎖定。同狀況下，非直接控制輪在任何速度下的鎖定都可被

允許，不過穩定性與方向駕馭性則不可受到影響且車輛偏向不得超過一五度或偏離三.五公尺寬之車道。

交通部車輛安全檢測基準 42-2 動態煞車的規定，其中煞車系統試驗中所規定之最小減速度小客車平均減速度分為空檔(6.43m/s^2)及行駛檔(5.76m/s^2)。歐盟ECE法規Regulation No. 13-H規定亦如此。

- 設計速率影響範圍

本研究進一步檢討「公路路線設計規範明細表」，並依據 AASHTO Green Book 2011 版最新規範第三章設計要素(Elements of Design)之 3.2 節:視距(Sight Distance)，針對現今汽車性能提升之後，依交通部之車輛安全檢測基準及歐盟 ECE 法規(Regulation No.13-H)建議之煞車系統減速度增加的情況下，其影響設計速率(Design speed)與停車視距(Stopping Sight Distance)及應變視距(Decision Sight Distance)之間關係的變化，以下主要分成二部份探討:

- (1) 維持現有設計速率不變情況下，分別推算小客車、大客車從原本單一減速度值 3.4m/s^2 提升至小客車空檔(減速度 6.43 m/s^2)、行駛檔(減速度 5.76 m/s^2)，以及大客車空檔(減速度 5.00m/s^2)、行駛檔(減速度 4.00 m/s^2)之停車視距及應變視距所需調整的程度。
- (2) 維持現有停車視距及應變視距不變之情況下，分別推算小客車、大客車從原本單一減速度值 3.4m/s^2 提升至小客車空檔(減速度 6.43

m/s²)、行駛檔(減速度 5.76 m/s²)、以及大客車空檔(減速度 5.00m/s²)、行駛檔(減速度 4.00 m/s²)之設計速率所需調整的程度。

4.3.1 停車視距

1. 停車視距(Stopping Sight Distance)之推算與設計速率(Design speed)之檢討

停車視距為安全停止車輛之視距。駕駛人發現車道中有障礙物，自反應、煞車至完全停止車輛所需之距離。停車視距應使用於各級公路。

停車視距是兩段距離之總和，即 (1) 駕駛人發現前方有障礙物，至迫使開始踩煞車之前，車輛所行駛之距離。(2) 車輛從緊急的開始踩煞車至完全停止時，車輛所行駛之距離。亦即分別為煞車反應距離(brake reaction distance)及煞車距離(braking distance)。

停車視距為到車輛停止所經過的距離之煞車反應時間和煞車距離的總和。計算公式如下：

Metric	U.S. Customary
$SSD = 0.278Vt + 0.039 \frac{V^2}{a}$	$SSD = 1.47Vt + 1.075 \frac{V^2}{a}$

其中：

SSD = 停車視距，m

V = 設計速率，km/h

其中：

SSD = 停車視距，ft

V = 設計速率，mph

t = 煞車反應時間，2.5s

t = 煞車反應時間，2.5s

a = 減速度，m/s²

a = 減速度，ft/s²

駕駛人若想要對某一設施或狀況作適當的反應，則必須提供足夠的預警時間或距離；在設計上，道路提供駕駛人的視距至少須等於安全停車視距(SSD)。

- (1) 在設計速率不變情況下，依原「公路路線設計規範明細表」建議值推算小客車、大客車在空檔及行駛檔下之停車視距(如下表 4-7 及圖 4-3)，說明分別如下：

A. 2011 版 AASHTO Green Book：

過去的文獻中，當在陌生的道路中需要停止時，有大多數駕駛人減速度會大於 4.5 m/s² (14.8 ft/ s²)。接近 90%的駕駛人減速度大於 3.4 m/s² (11.2 ft/ s²)。因此，3.4 m/s² (11.2 ft/ s²) (對於大多數駕駛人而言，是一個舒適的減速) 被推薦作為決定停車視距減速度的起增點。隱含在這個減速度起增點的選擇是評估大多數車輛煞車系統和輪胎對道路路面摩擦水準能夠提供至少 3.4 m/s² (11.2 ft/s²)一個減速。然而，在濕滑的路面停車視距會增加其誤差也會較大。

B. 小客車:

在國內車輛安全檢測基準動態煞車規定中，煞車系統試驗中所規定小客車之平均減速度分為空檔 (6.43 m/s²) 及行駛檔(5.76 m/s²)，與歐盟

ECE法規相同。空檔、行駛檔情況，本研究在各設計速率下，所推算出來的停車視距皆小於設計規範建議值。以公路等級三級路平原區最低設計速率為每小時 80 公里為例，「公路路線設計規範明細表」停車視距建議值為 130 公尺，而本研究推算小客車之停車視距在空檔下為 99.42 公尺、行駛檔下為 98.93 公尺，至少皆小於建議值 30 公尺以上(減少 23%)。

C. 大客車

於財團法人車輛研究測試中心ARTC實驗中，針對大客車煞車性能要求中，平均減速度分別為空檔 (5 m/s^2) 及行駛檔(4 m/s^2)，在空檔、行駛檔情況，本研究在各設計速率下，所推算出來的停車視距皆小於設計規範建議值。大型車雖需較長的停車距離，但因座位點較高，故能及早發現障礙物，並採制動措施，因此與小客車停車視距數值差距不大。以公路等級三級路平原區最低設計速率為每小時 80 公里為例，「公路路線設計規範明細表」停車視距建議值為 130 公尺，而本研究推算大客車之停車視距在空檔下為 105.52 公尺、行駛檔下為 118.00 公尺，至少皆小於建議值 12 公尺以上(減少 9%)。

綜合上述分析，依現今汽車性能(減速度提升)條件下，在正常情況下(例如:天氣晴朗、路面乾燥)所需之停車視距皆比建議值小，且大客車所需停車視距比小客車長。如圖 4-3 所示，可看出所推算出的小客車行駛檔下及大客車行駛檔下之停車視距皆比設計規範建議值小，小客車在行駛檔下

推算出的停車視距和設計規範建議值差距較大，且隨著設計速率的增加，其小客車和大客車推算出的停車視距對設計規範建議停車視距的差距也會變大。也顯示了小客車行駛檔下停車視距的減少幅度比大客車減少幅度大。以上推論顯示目前車輛性能提升，車輛所提供的煞車系統功能日漸完善，進而可以縮短煞車距離，故能減少停車視距。

假設在非正常情況下(例如不良天氣狀況下，包括陰天、雨、大霧、沙塵暴及路面濕滑) 駕駛人在煞車反應時間會變長，進而增長煞車距離，因此相對於正常情況下停車視距增長。

表 4-7 以車輛性能提升後的煞車減速度推算之停車視距(設計速率不改變情況下)

設計速率 (kph)	停車視距(m) 「公路路線設計規範明細表」		停車視距(m) (2011 版 AASHTO)		本研究計算之停車視距(m) (小客車)		本研究計算之停車視距(m) (大客車)	
	最小值	建議值	計算值	設計值	空檔	行駛檔	空檔	行駛檔
			減速度 3.4 m/s ²		減速度 6.43 m/s ²	減速度 5.76 m/s ²	減速度 5.00 m/s ²	減速度 4.00 m/s ²
130	-	-	284.2	285	192.85	204.78	222.17	255.13
120	195	250	248.6	250	170.74	180.90	195.72	223.80
110	175	220	215.2	220	149.84	158.38	170.83	194.43
100	155	185	184.2	185	130.15	137.21	147.50	167.00
90	135	160	155.5	160	111.68	117.39	125.73	141.53
80	110	130	129.0	130	94.42	98.93	105.52	118.00
70	90	105	104.9	105	78.37	81.83	86.87	96.43
60	70	85	83.0	85	63.54	66.08	69.78	76.80
50	55	65	63.4	65	49.91	51.68	54.25	59.13
40	40	50	46.2	50	37.50	38.63	40.28	43.40
30	30	35	31.2	35	26.31	26.94	27.87	29.63
25	25	30	24.5	-	21.17	21.61	22.25	23.47
20	20	20	18.5	20	16.33	16.61	17.02	17.80

註:

- 1.國內交通部之車輛安全檢測基準 42-2 動態煞車的規定，小客車平均減速度分為空檔(6.43m/s²)及行駛檔(5.76m/s²)。
- 2.大客車煞車性能要求平均減速度分為空檔(5m/s²)及行駛檔(4m/s²)。

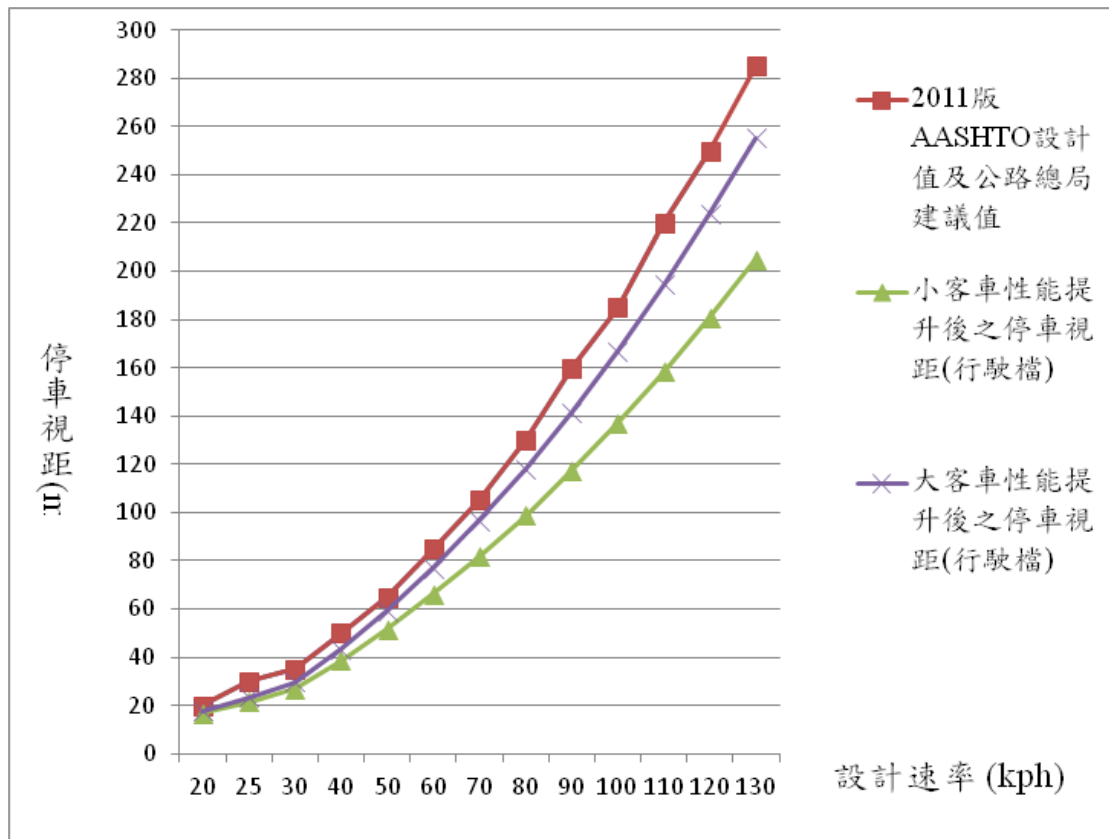


圖 4-3 以車輛性能提升後的煞車減速度推算之停車視距(設計速率不改變情況下)之變化關係圖

(2) 在停車視距建議值「公路路線設計規範明細表」不變情況下，依原規範建議值推算小客車、大客車在空檔及行駛檔下之設計速率(如表 4-8)，說明分別如下：

A. 小客車：

在國內車輛安全檢測基準動態煞車規定中，煞車系統試驗中所規定小客車之平均減速度分為空檔 (6.43 m/s^2) 及行駛檔(5.76 m/s^2)，與歐盟 ECE法規相同。空檔、行駛檔情況，本研究在各停車視距建議值下，所推算出來的設計速率皆大於設計規範的設計速率。以公路等級五級路平原區

最低設計速率為每小時 50 公里為例，本研究推算小客車之設計速率在空檔下為 61.03kph、行駛檔下為 59.28kph，至少皆大於設計規範之設計速率 9kph以上(高出 18%)。

B. 大客車

於財團法人車輛研究測試中心ARTC實驗中，針對大客車煞車性能要求中，平均減速度分別為空檔 (5 m/s^2) 及行駛檔(4 m/s^2)，空檔、行駛檔情況，本研所在各停車視距建議值下，所推算出來的設計速率皆大於設計規範的設計速率。以公路等級五級路平原區最低設計速率為每小時 50 公里為例，本研究推算大客車之設計速率在空檔下為 57.03kph、行駛檔下為 53.45kph，至少皆大於設計規範之設計速率 3kph以上(高出 6%)。

綜合上述分析，依現今汽車性能(減速度提升)條件下，在正常情況下(例如:天氣晴朗、路面乾燥)所需之設計速率皆比設計規範之設計速率值大。如下圖 4-4 所示，推算出的小客車行駛檔下及大客車行駛檔下之設計速率皆比設計規範建議值大，且小客車在行駛檔下設計速率上升的幅度較大客車行駛檔下上升的幅度大。顯示車輛性能的提升，使目前的設計速率已不能滿足當前道路駕駛行駛速度，故有必要在安全且合理情況下提升道路設計速率。

假設在非正常情況下(例如不良天氣狀況下，包括陰天、雨、大霧、沙塵暴及路面濕滑) 駕駛人在煞車反應時間會較長，進而增長煞車距離，要

在停車視距不變的情況下，為了駕駛人行車的安全，相對於正常情況下降
低設計速率。

表 4-8 以車輛性能提升後的煞車減速度推算之設計速率(停車視距不改變情況下)

設計速率(kph)	停車視距 「公路路線設計規範明細表」		本研究計算之設計速率(kph) (小客車)		本研究計算之設計速率(kph) (大客車)	
	最小值	建議值	空檔	行駛檔	空檔	行駛檔
			減速度 6.43 m/s ²	減速度 5.76 m/s ²	減速度 5.00 m/s ²	減速度 4.00 m/s ²
130	-	285	166.92	160.16	151.72	139.00
120	195	250	153.66	147.57	140.00	128.40
110	175	220	141.59	136.10	129.20	118.74
100	155	185	126.51	121.76	115.77	106.64
90	135	160	114.93	110.74	105.44	97.33
80	110	130	99.92	96.44	92.02	85.20
70	90	105	86.21	83.37	79.73	74.08
60	70	85	74.22	71.92	68.95	64.30
50	55	65	61.03	59.28	57.03	53.45
40	40	50	50.07	48.77	47.07	44.35
30	30	35	37.85	37.01	35.90	34.07
25	25	30	33.42	32.73	31.81	30.29
20	20	20	23.82	23.43	22.89	21.99

註:

1. 國內交通部之車輛安全檢測基準 42-2 動態煞車的規定，小客車平均減速度分為空檔(6.43m/s²)及行駛檔(5.76m/s²)。
2. 大客車煞車性能要求平均減速度分為空檔(5m/s²)及行駛檔(4m/s²)。

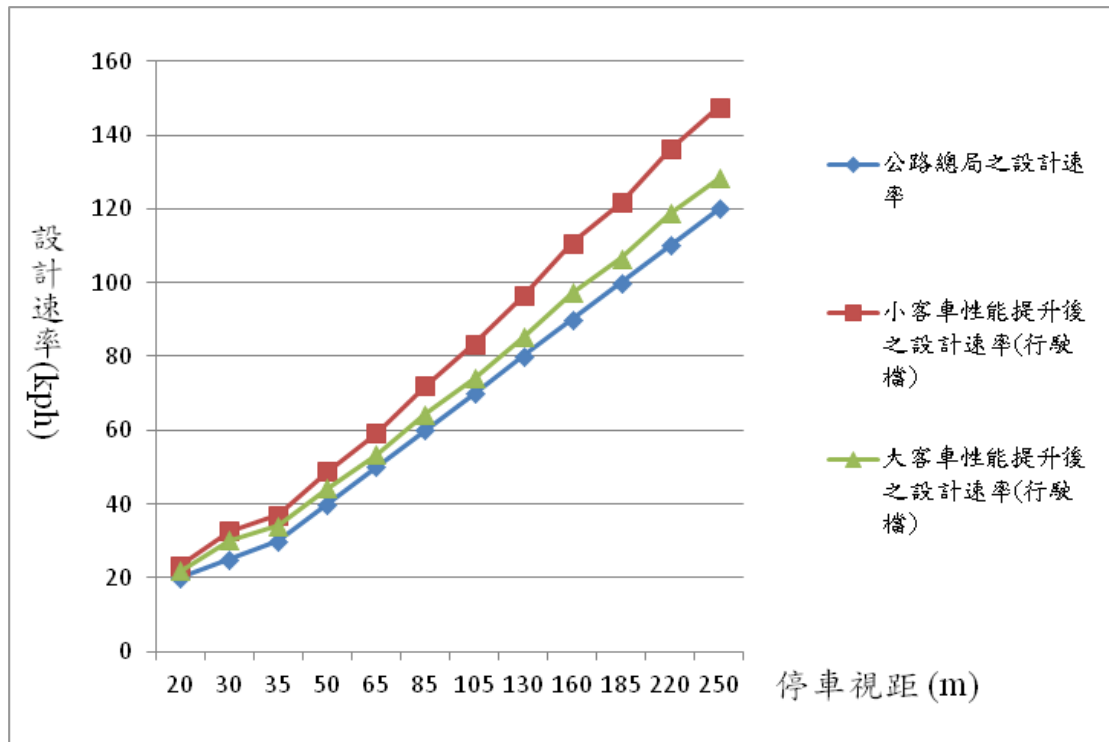


圖 4-4 以車輛性能提升後的煞車減速度推算之設計速率(停車視距不改變情況下)之變化關係圖

4.3.2 應變視距

1. 應變視距(Decision Sight Distance)之推算與設計速率(Design speed)之檢討

應變視距係指車輛行進中，遇到非預期或較複雜之資訊、路況，可能影響駕駛人辨識或認知其潛在危險性，駕駛人仍得以充份、有效變換適當車道、車速、車向或停止，完成安全駕駛所需之距離。應變視距在駕駛行進中為駕駛者必須經常面對之實際狀況，諸如車輛行經交叉路口、需停車

付費之收費或管制站，需辨識後始能安全停車，故與前述停車視距相比，應變視距所需之停車距離較長。

在美國 AASHTO Green Book 2011 版規範中，應變視距分為五種狀況(A、B、C、D、E)，如表 4-9。

表 4-9 應變視距(Decision Sight Distance)

Metric						U.S. Customary					
Design Speed (km/h)	Decision Sight Distance (m)					Design Speed (mph)	Decision Sight Distance (ft)				
	Avoidance Maneuver						Avoidance Maneuver				
	A	B	C	D	E		A	B	C	D	E
50	70	155	145	170	195	30	220	490	450	535	620
60	95	195	170	205	235	35	275	590	525	625	720
70	115	235	200	235	275	40	330	690	600	715	825
80	140	280	230	270	315	45	395	800	675	800	930
90	170	325	270	315	360	50	465	910	750	890	1030
100	200	370	315	355	400	55	535	1030	865	980	1135
110	235	420	330	380	430	60	610	1150	990	1125	1280
120	265	470	360	415	470	65	695	1275	1050	1220	1365
130	305	525	390	450	510	70	780	1410	1105	1275	1445
						75	875	1545	1180	1365	1545
						80	970	1685	1260	1455	1650

狀況A: 鄉區公路車輛為應變而需停止。(t=3.0 sec)

狀況B: 市區道路車輛為應變而需停止。(t=9.1 sec)

狀況C: 鄉區公路車輛為應變而需變換車速、車道或車向。(10.2 sec < t < 11.2 sec)

狀況D: 郊區公路車輛為應變而需變換車速、車道或車向。(12.1 sec < t < 12.9 sec)

狀況E: 市區公路車輛為應變而需變換車速、車道或車向。(14 sec < t < 14.5 sec)

資料來源: AASHTO Green Book, 2011 年。

i. 在狀況A、B情況下，應變視距決定如下公式：

Metric	U.S Customary
$DSD = 0.278Vt + 0.039\frac{V^2}{a}$	$DSD = 1.47Vt + 1.075\frac{V^2}{a}$

其中：

DSD= 應變視距，m

t = 應變操作時間(如表 4-9)

V= 設計速率，km/h

a= 行車減速度，m/s²

其中：

DSD= 應變視距，ft

t = 應變操作時間(如表 4-9)

V= 設計速率，mph

a= 行車減速度，ft/s²

ii. 在狀況 C、D、E 情況下，應變視距決定如下公式：

Metric	U.S Customary
$DSD = 0.278Vt$	$DSD = 1.47Vt$

其中：

DSD= 應變視距，m

t = 應變操作時間(如表 4-9)

V= 設計速率，km/h

其中：

DSD= 應變視距，ft

t = 應變操作時間(如表 4-9)

V= 設計速率，mph

(1) 在設計速率不變情況下，依原「公路路線設計規範明細表」建議值推算小客車、大客車在空檔及行駛檔下之應變視距(如表 4-10 及圖 4-5,圖 4-6)，說明分別如下

A. 2011 版 AASHTO:

應變視距在狀況 A(鄉區公路車輛為應變而需停止)及狀況 B(市區道路車輛為應變而需停止)，其中應變操作時間 t 值分別為 3 秒和 9.1 秒，且設

計值為取計算值之近似值。狀況 C(鄉區公路車輛為應變而需變換車速、車道或車向) 其中應變操作時間 t 值介於 10.2 秒至 11.2 秒之間。狀況 D(郊區公路車輛為應變而需變換車速、車道或車向) 其中應變操作時間 t 值介於 12.1 秒至 12.9 秒之間。狀況 E(市區公路車輛為應變而需變換車速、車道或車向) 其中應變操作時間 t 值介於 14 秒至 14.5 秒之間。然而，狀況 A、B 之應變視距計算式即為停車視距之計算式，但應變操作時間 t ，皆較停車視距中的 2.5 秒大。

B. 小客車:

在國內車輛安全檢測基準動態煞車規定中，煞車系統試驗中所規定小客車之平均減速度分為空檔 (6.43 m/s^2) 及行駛檔 (5.76 m/s^2)，與歐盟 ECE 法規相同。空檔、行駛檔情況，本研究在各設計速率下，所推算出來的應變視距皆小於設計規範建議值。以公路等級三級路平原區最低設計速率為每小時 80 公里為例，狀況 A 建議值為 140 公尺，而本研究推算小客車之應變視距在空檔下為 105.54 公尺、行駛檔下為 110.05 公尺，至少皆小於設計規範建議值 30 公尺以上(至少減少 21%); 狀況 B 建議值為 280 公尺，而本研究推算出小客車之應變視距在空檔下為 241.20 公尺、行駛檔下為 245.72 公尺，至少皆小於設計規範建議值 34 公尺以上(減少 12%)。

C. 大客車

於財團法人車輛研究測試中心ARTC實驗中，針對大客車煞車性能要求中，平均減速度分別為空檔 (5 m/s^2) 及行駛檔(4 m/s^2)，在空檔、行駛檔情況，本研究在各設計速率下，所推算出來的應變視距皆小於設計規範建議值。以公路等級三級路平原區最低設計速率為每小時 80 公里為例，狀況A建議值為 140 公尺，而本研究推算大客車之應變視距在空檔下為 116.64 公尺、行駛檔下為 252.30 公尺，至少皆小於設計規範建議值 11 公尺以上(至少減少 7%); 狀況B建議值為 280 公尺，而本研究推算出大客車之應變視距在空檔下為 252.30 公尺、行駛檔下為 264.78 公尺，至少皆小於設計規範建議值 15 公尺以上(減少 5%)。

綜合上述分析，依現今汽車性能(減速度提升)條件下，在正常情況下(例如:天氣晴朗、路面乾燥)，狀況 A(鄉區公路車輛為應變而需停止)及狀況 B(市區道路車輛為應變而需停止)，所需之應變視距皆比建議值小，且大客車所需應變視距比小客車長。如下圖 4-5、圖 4-6 所示，在狀況 A、狀況 B 下，所推算出的小客車行駛檔下及大客車行駛檔下之應變視距皆比規範建議值小，小客車在行駛檔下推算出的應變視距和規範建議值差距較大，且隨著設計速率的增加，其小客車和大客車推算出的應變視距對規範建議應變視距的差距也會變大。顯示目前車輛性能提升，車輛所提供的煞車系統功能日漸完善，故能減少應變視距。

假設在非正常情況下(例如不良天氣狀況下，包括陰天、雨、大霧、沙塵暴及路面濕滑) 駕駛人在煞車反應時間會變長，進而增長煞車距離，因此相對於正常情況下應變視距增長。

表 4-10 以車輛性能提升後的煞車減速度推算之應變視距(設計速率不改變情況下)

設計速率 (kph)	應變視距(m) (原設計規範表)				應變視距(m) (2011 版 AASHTO)											
	狀況一	狀況二	狀況三	狀況四	狀況 A (t=3.0s)		狀況 B (t=9.1s)		狀況 C (t=10.2~11.2s)		狀況 D (t=12.1~12.9s)		狀況 E (t=14.0~14.5s)			
					計算值	設計值	計算值	設計值	計算值	設計值	計算值	設計值	計算值	設計值		
					減速度m/s ² ---3.4											
130	-	-	-	-	302.27	305	522.73	525	368.63	390	437.29	450	505.96	510		
120	265	470	360	470	265.26	265	468.75	470	340.27	360	403.66	415	467.04	470		
110	235	420	330	430	230.53	235	417.07	420	311.92	330	370.02	380	428.12	430		
100	200	370	315	400	198.11	200	367.69	370	283.56	315	336.38	355	389.20	400		
90	170	325	270	360	167.97	170	320.59	325	255.20	270	302.74	315	350.28	360		
80	140	280	230	315	140.13	140	275.80	280	226.85	230	269.10	270	311.36	315		
70	115	235	200	275	114.59	115	233.29	235	198.49	200	235.47	235	272.44	275		
60	95	195	170	235	91.33	95	193.08	195	170.14	170	201.83	205	233.52	235		
50	70	155	145	195	70.38	70	155.17	155	141.78	145	168.19	170	194.60	195		
40	鄉區公路車輛為應變而須停止	市區公路車輛為應變而須停止	鄉區公路車輛為應變而須變換車速、車道或車向	市區公路車輛為應變而須變換車速、車道或車向												
30																
25																
20																

註:

1. 國內財團法人車輛研究測試中心ARTC之車輛安全檢測基準 42-2 動態煞車的規定，小客車平均減速度分為空檔(6.43m/s²)及行駛檔(5.76m/s²)。
2. 財團法人車輛研究測試中心，對大客車煞車性能要求平均減速度分為空檔(5m/s²)及行駛檔(4m/s²)。
3. 原設計規範表中應變視距狀況一、狀況二、狀況三、狀況四，分別與 2011 版 AASHTO 中應變視距狀況 A、狀況 B、狀況 C、狀況 E 相同

表 4-11 以車輛性能提升後的煞車減速度推算之應變視距(設計速率不改變情況下) (續)

設計速率(kph)	本研究計算之 應變視距 (m) (小客車)				本研究計算之 應變視距(m) (大客車)			
	狀況 A (t=3.0s)	狀況 B (t=9.1s)	狀況 A (t=3.0s)	狀況 B (t=9.1s)	狀況 A (t=3.0s)	狀況 B (t=9.1s)	狀況 A (t=3.0s)	狀況 B (t=9.1s)
	空檔		行駛檔		空檔		行駛檔	
	減速度 m/s^2 --6.43		減速度 m/s^2 --5.76		減速度 m/s^2 --5.00		減速度 m/s^2 --4.00	
130	210.92	431.38	222.85	443.30	240.24	460.69	273.20	493.65
120	187.42	390.92	197.58	401.08	212.40	415.90	240.48	443.98
110	165.13	351.67	173.67	360.21	186.12	372.66	209.72	396.25
100	144.05	313.63	151.11	320.69	161.40	330.98	180.90	350.48
90	124.19	276.81	129.90	282.53	138.24	290.86	154.04	306.66
80	105.54	241.20	110.05	245.72	116.64	252.30	129.12	264.78
70	88.10	206.81	91.56	210.26	96.60	215.31	106.16	224.86
60	71.88	173.62	74.42	176.16	78.12	179.87	85.14	186.89
50	56.86	141.65	58.63	143.42	61.20	145.99	66.08	150.87
40~20								

註:

1. 國內財團法人車輛研究測試中心ARTC之車輛安全檢測基準 42-2 動態煞車的規定，小客車平均減速度分為空檔($6.43m/s^2$)及行駛檔($5.76m/s^2$)。
2. 財團法人車輛研究測試中心，對大客車煞車性能要求平均減速度分為空檔($5m/s^2$)及行駛檔($4m/s^2$)。
3. 原計規範表中應變視距狀況一、狀況二、狀況三、狀況四，分別與 2011 版 AASHTO 中應變視距狀況 A、狀況 B、狀況 C、狀況 E 相同。

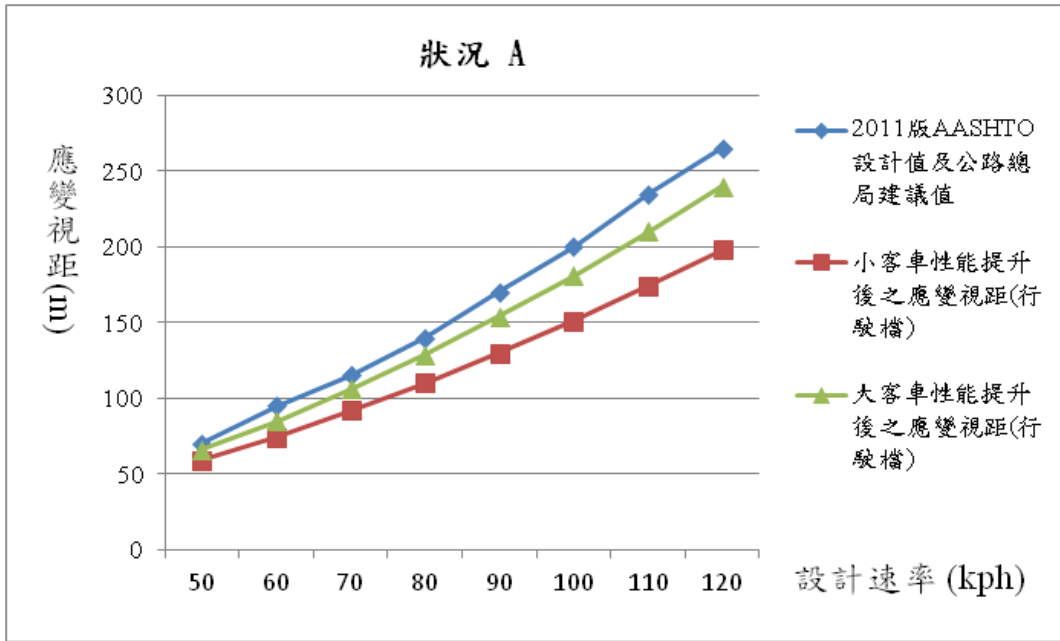


圖 4-5 狀況 A 以車輛性能提升後的煞車減速度推算之應變視距(設計速率不改變情況下)之變化關係圖

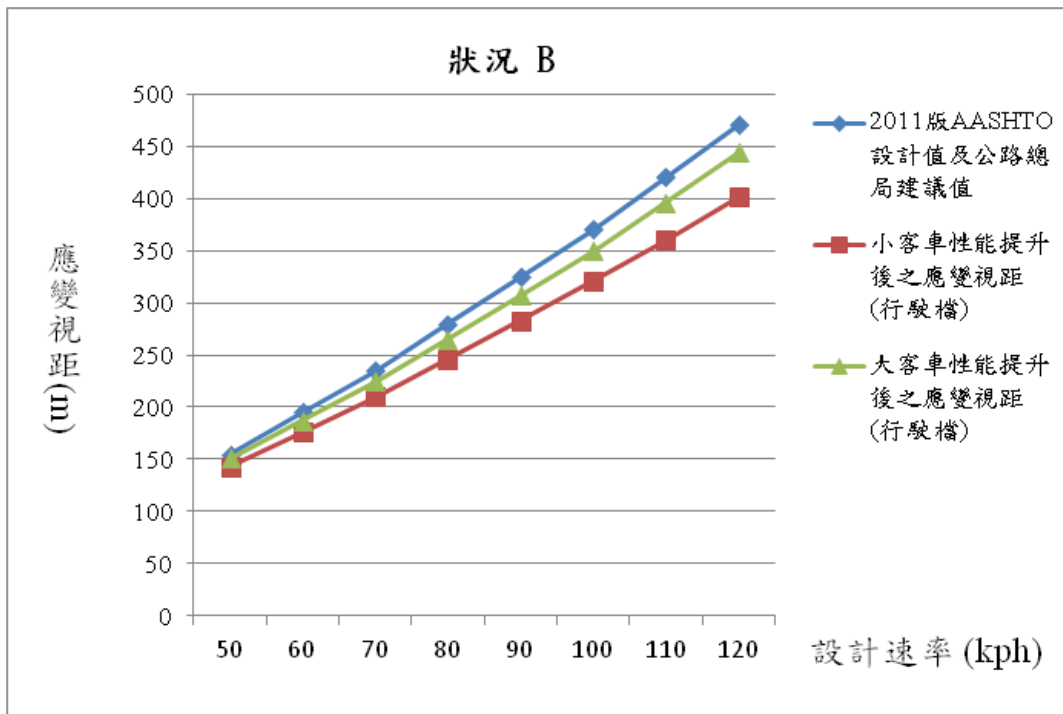


圖 4-6 狀況 B 以車輛性能提升後的煞車減速度推算之應變視距(設計速率不改變情況下)之變化關係圖

(2) 在停車視距建議值「公路路線設計規範明細表」不變情況下，依原規範建議值推算小客車、大客車在空檔及行駛檔下之設計速率(如表 4-12 及圖 4-7、圖 4-8)，說明分別如下：

A. 小客車：

在國內車輛安全檢測基準動態煞車規定中，煞車系統試驗中所規定小客車之平均減速度分為空檔 (6.43 m/s^2) 及行駛檔(5.76 m/s^2)，與歐盟 ECE法規相同。空檔、行駛檔情況，本研究所各應變視距建議值下，所推算出來的設計速率皆大於規範的設計速率。以公路等級五級路平原區最低設計速率為每小時 50 公里為例，本研究推算小客車之設計速率狀況A在空檔下為 58.79kph、行駛檔下為 57.29kph，至少皆大於規範之設計速率 7.29kph以上(至少高出 14%);狀況B在空檔下為 54.22kph、行駛檔下為 53.58kph，至少皆大於規範之設計速率 3.58 kph以上(高出 7%)。

B. 大客車

於財團法人車輛研究測試中心ARTC實驗中，針對大客車煞車性能要求中，平均減速度分別為空檔 (5 m/s^2) 及行駛檔(4 m/s^2)，空檔、行駛檔情況，本研究在各應變視距建議值下，所推算出來的設計速率皆大於規範的設計速率。以公路等級五級路平原區最低設計速率為每小時 50 公里為例，本研究推算大客車之設計速率，狀況A在空檔下為 55.32kph、行駛檔下為 52.14kph，至少皆大於規範之設計速率 2.14kph以上(至少高出 4%);

狀況B在空檔下為 52.7kph、行駛檔下為 51.18kph，至少皆大於規範之設計速率 1.18 kph以上(高出 2%)。

綜合上述分析，依現今汽車性能(減速度提升)條件下，在正常情況下(例如:天氣晴朗、路面乾燥)所需之設計速率皆比規範設計速率值大。本研究推算之設計速率相對於規範之設計速率平均僅大於約 3.55kph，且小客車設計速率提升幅度比大客車提升幅度大。如下圖 4-7、圖 4-8 所示，狀況 A、狀況 B 推算出的小客車行駛檔下及大客車行駛檔下之設計速率皆比規範建議值大，且小客車在行駛檔下設計速率上升的幅度較大客車行駛檔下提升的幅度大。顯示車輛性能的提升，使目前的設計速率已不能滿足當前道路駕駛行駛速度，故有必要提升道路設計速率。

假設在非正常情況下(例如不良天氣狀況下，包括陰天、雨、大霧、沙塵暴及路面濕滑) 駕駛人在煞車反應時間會較長，進而增長煞車距離，要在應變視距不變的情況下，為了駕駛人行車的安全，相對於正常情況下降低設計速率。

表 4-12 以車輛性能提升後的煞車減速度推算之設計速率(應變視距不改變情況下)

設計速率 (kph)	應變視距(m)「公路路線設計規範明細表」				本研究計算之設計速率(kph) (小客車)				本研究計算之設計速率(kph) (大客車)			
	狀況一	狀況二	狀況三	狀況四	狀況 A	狀況 B	狀況 A	狀況 B	狀況 A	狀況 B	狀況 A	狀況 B
					(t=3.0s)	(t=9.1s)	(t=3.0s)	(t=9.1s)	(t=3.0s)	(t=9.1s)	(t=3.0s)	(t=9.1s)
					空檔		行駛檔		空檔		行駛檔	
				減速度—6.43 m/s ²		減速度—5.76 m/s ²		減速度—5.00 m/s ²		減速度—4.00 m/s ²		
120	265	470	360	470	151.29	139.28	145.61	136.16	138.46	132.03	127.55	125.29
110	235	420	330	430	139.75	127.22	134.63	124.52	128.16	120.93	118.26	115.03
100	200	370	315	400	125.42	114.71	120.98	112.43	115.36	109.37	106.70	104.32
90	170	325	270	360	112.23	103.02	108.41	101.11	103.55	98.53	96.03	94.24
80	140	280	230	315	98.01	90.88	94.84	89.33	90.78	87.22	84.46	83.69
70	115	235	200	275	85.15	78.22	82.56	77.02	79.21	75.38	73.95	72.59
60	95	195	170	235	74.04	66.48	71.92	65.57	69.17	64.32	64.81	62.18
50	70	155	145	195	58.79	54.22	57.29	53.58	55.32	52.70	52.14	51.18
40	鄉區公路車輛	市區公路	鄉區公路車輛	市區公路車輛								
30	為應變而須停	車輛為應	為應變而須變	為應變而須變								
25	止	變而須停	換車速、車道	換車速、車道								
20		止	或車向	或車向								

- 國內財團法人車輛研究測試中心ARTC之車輛安全檢測基準 42-2 動態煞車的規定，小客車平均減速度分為空檔(6.43m/s²)及行駛檔(5.76m/s²)。
- 財團法人車輛研究測試中心，對大客車煞車性能要求平均減速度分為空檔(5m/s²)及行駛檔(4m/s²)。

原設計規範表中應變視距狀況一、狀況二、狀況三、狀況四，分別與 2011 版 AASHTO 中應變視距狀況 A、狀況 B、狀況 C、狀況 E 相同。

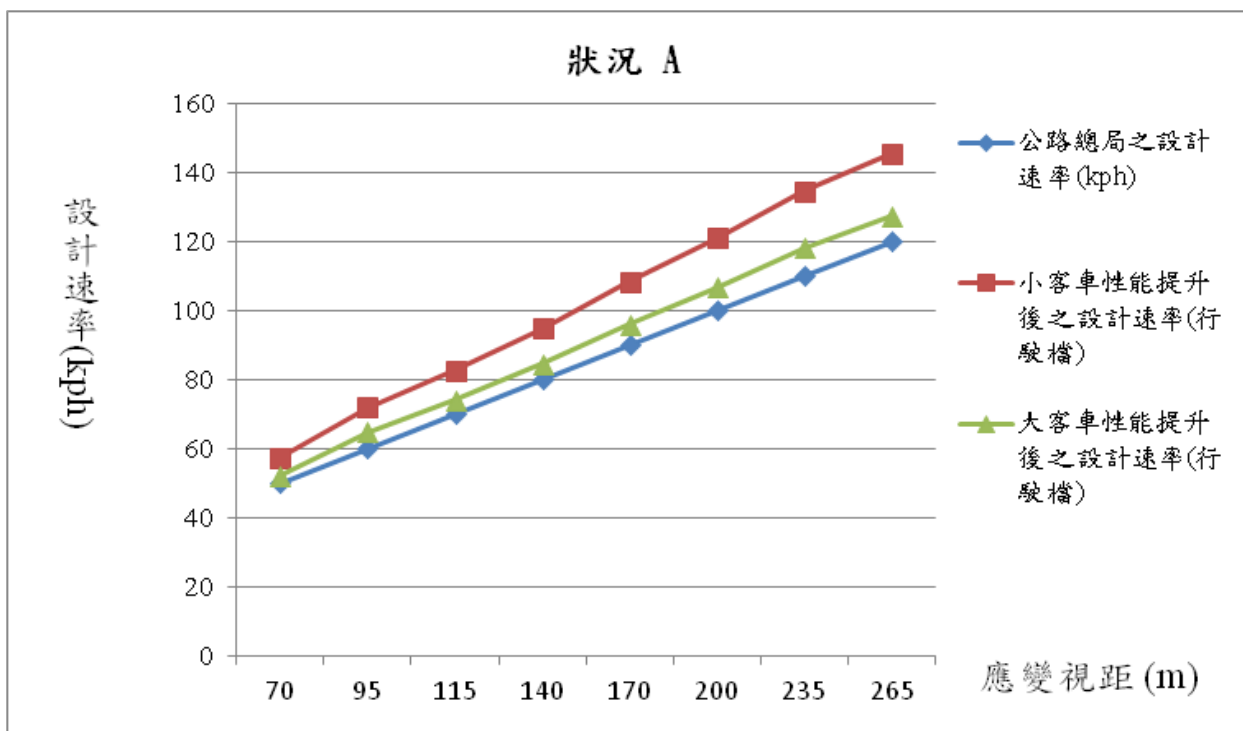


圖 4-7 狀況 A 以車輛性能提升後的煞車減速度推算之設計速率(應變視距不改變情況下)之變化關係圖

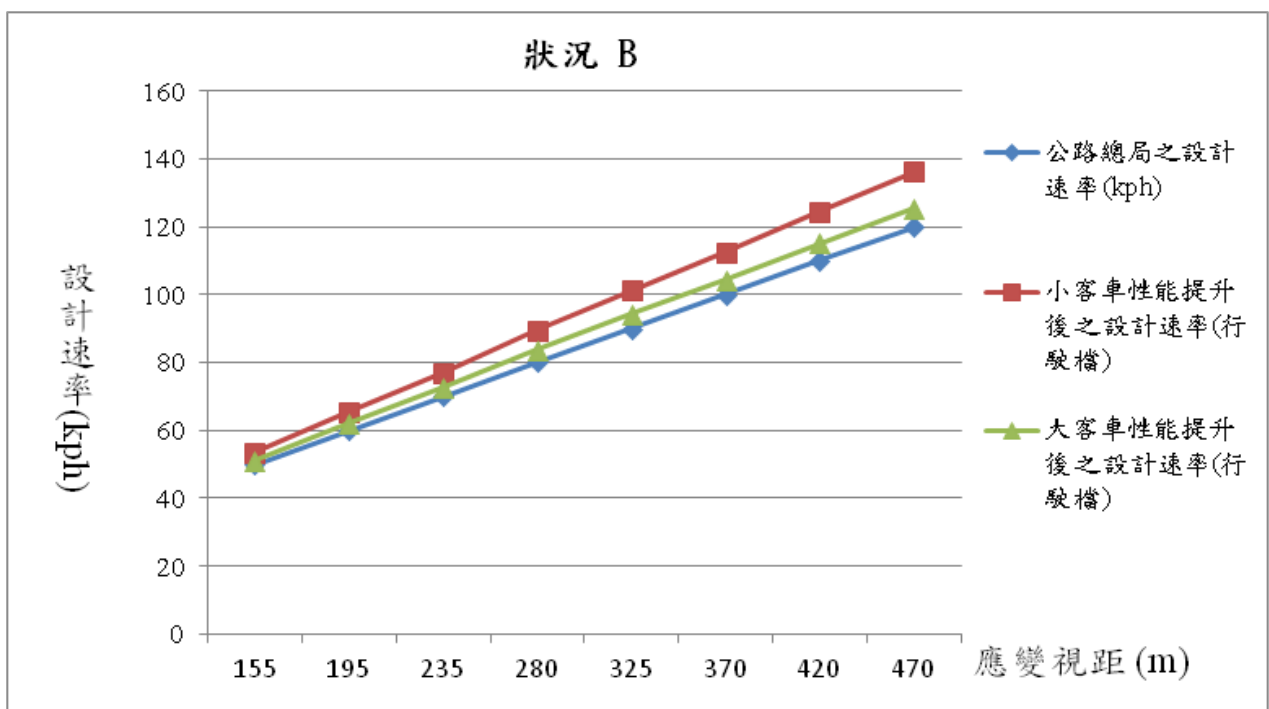


圖 4-8 狀況 B 以車輛性能提升後的煞車減速度推算之設計速率(應變視距不改變情況下)之變化關係圖

- 小結

伴隨著現今車輛性能的提升，車輛所提供的煞車系統功能日漸完善，其中減速度的提升，可以縮短煞車距離，故能減少停車視距及應變視距。在設計速率不變情況下，本研究分別在空檔與行駛檔下，推算小客車及大客車之停車視距與超車視距，並且皆較「公路路線設計規範明細表」中的建議值小。大型車雖需較長的停車距離，但因座位點較高，故能及早發現障礙物，並採制動措施，因此與小客車停車視距數值差距不大。

在停車視距及應變視距不改變情況下，本研究分別在空檔與行駛檔下，推算小客車及大客車之設計速率，並且皆較「公路路線設計規範明細表」中的建議值大。顯示車輛性能的提升，使目前的設計速率已不能滿足當前道路駕駛速度，故有必要提升道路設計速度。

假設在非正常情況下(例如不良天氣狀況下，包括陰天、雨、大霧、沙塵暴及路面濕滑) 駕駛人在煞車反應時間會變長，進而增長煞車距離，因此相對於正常情況下停車視距與應變視距皆需增長；若在停車視距及應變視距不變的情況下，為了駕駛人行車的安全，相對於正常情況下降低設計速率。

「公路路線設計規範明細表」中，視距有三項分別為停車視距、超車視距及應變視距，本研究已完成停車視距及應變視距二項目之試算，其中超車視距(Passing Sight Distance)因尚未取得汽車性能提升後加速度之建

議值，且雙車道超車視距設計值在 AASHTO Green Book 2001 版本 (Exhibit 3-7)與 2011 版本(Table 3-3)中，二版本數值差距甚大，因此不列入此次視距之推算中。未能取得汽車性能提升後之加速度建議值係因為每個汽車製造商都有其對於本身產品的保密性，且不同車款其加速性能亦不相同，故目前並沒有一個標準的加速度規範。

4.4 超高

超高之訂定主要考量因素包括:氣候(冰雪量及頻率較大地區, 最大超高不宜超過 8%, 以防停(慢)車產生向內側滑現象)、地形狀況(平原或丘陵山區)、區位(都市或郊區)、車流是否連續(有無橫交道路)及慢車數量之多寡而有所不同。

4.4.1 最大超高漸變率 G_r

超高漸變率(G_r)係指路面由正常路拱(中間高, 兩側低)漸變至全超高之橫斷面。訂定超高漸變率之主要目的在於考量行車舒適、安全及路線線形美觀, 故超高漸變率不宜過大。

超高漸變率, 係以雙車道為基準計算, 且以行車道中心縱坡基線(PG LINE)為轉軸佈設超高。

「在正常路拱與反向路拱間, 超高漸變率絕對值 $G_r \geq 0.3\%$ 」係針對排水考量。標準較高之高速公路採用之緩和曲線較長, 由直線與曲線相接處(TS 或 ST), 正常路拱漸變至反向路拱間, 若漸變路段過長, 則超高漸變率過於緩和時, 路面水不易排出, 高速行駛而過之車輛所濺出之水霧, 嚴重影響接踵行駛車輛之視線, 對於交通安全堪慮。為了確保行車之安全性, 正常路拱與反向路拱間之路面邊緣的超高漸變, 須考慮路面排水所需坡度, 以利路面之排水。但公路設計不宜過度重視橫向排水而擅用過大之超高漸變率, 故世界各國之設計規範均對超高漸變率有所限制。

下表為交通部頒「公路路線設計規範明細表」與美國 AASHTO Green Book 2011 年版之最大超高漸變率比較表，由表 4-13 中可以得知，國內現行規範之建議值較美國規範保守，但僅有些微之調整空間。

表 4-13 最大超高漸變率

設計速率 (kph)	最大超高漸變率 G_r		
	「公路路線設計規範明細表」之 最大超高漸變率		2011 版 AASHTO 之 最大超高漸變率
	容許最大值	建議值	
130	-	-	1/286
120	1/250	1/300	1/263
110	1/230	1/280	1/244
100	1/210	1/260	1/227
90	1/190	1/240	1/213
80	1/170	1/220	1/200
70	1/150	1/200	1/182
60	1/130	1/180	1/167
50	1/110	1/160	1/154
40	1/90	1/140	1/143
30	1/70	1/120	1/133
25	1/60	1/110	-
20	1/50	1/100	1/125

資料來源:本研究整理

4.4.2 免設超高曲線半徑 R_n

曲線半徑值愈大，則路線愈平緩，直至曲線半徑值為無限大時，則變成直線型道路。故當曲線半徑值大於某一數值時(R_n)時，其路面橫向排水只須依正常路拱(Normal Crown, NC)處理即可，不必佈設超高。免設超高曲線半徑 R_n 計算公式如下：

$$R_n = \frac{V_d^2}{127(e + f_s)}$$

R_n ：免設超高曲線半徑(m)

V_d ：設計速率(kph)

e ：超高率

f_s ：橫向摩擦係數

交通部頒「公路路線設計規範」之免設超高曲線半徑，係假設橫向摩擦係數 $f_s = 0.035$ ，以及超高率 $e = -1\%$ 與 $e = -2\%$ ，亦即 $e + f_s = 0.025$ 及 $e + f_s = 0.015$ 分別計算容許最小值即建議值。

考慮車輛行駛正常路拱變化至超高間之安全性、舒適性，因此免設超高之橫向摩擦係數 f_s 值比平面曲線半徑之值為低。

美國AASHTO Green Book 2011 版規範之免設超高曲線半徑，其 Normal Crown(NC)時， $e = -1\%$ 。另外加註設計速率之對應橫向摩擦係數 f_s 應在 0.033 ~ 0.048 之間。

表 4-14 為本研究利用公式計算及 AASHTO Green Book 2011 年版之免設超高曲線半徑。

表 4-14 以公式計算之免設超高曲線半徑(設計速率不變情況下)

設計速率 (kph)	「公路路線設計規範明細表」之免設超高曲線半徑(m)		本研究計算之免設超高曲線半徑(m)		2011 版 AASHTO 之免設超高曲線半徑(m)
	容許最小值 (正常路拱:-1%)	建議值 (正常路拱:-2%)	容許最小值	建議值	
130	-	-	5322.83	8871.39	5410
120	4500	7500	4535.43	7559.06	4960
110	3800	6400	3811.02	6351.71	4250
100	3100	5200	3149.61	5249.34	3690
90	2500	4300	2551.18	4251.97	3010
80	2000	3400	2015.75	3359.58	2480
70	1500	2600	1543.31	2572.18	2000
60	1100	1900	1133.86	1889.76	1520
50	780	1300	787.40	1312.34	1110
40	500	840	503.94	839.90	790
30	280	470	283.46	472.44	454
25	200	330	196.85	328.08	-
20	125	210	125.98	209.97	197

資料來源:本研究整理

以公式計算免設超高曲線半徑，結果可以看出來目前「公路路線設計規範明細表」所規範之值與計算值已相當接近，並沒有可以再提升調整的空間。AASHTO Green Book 2011 年版所規範之免設超高曲線半徑值亦與「公路路線設計規範明細表」中相當接近。另外利用上述結果計算設計速率如表 4-15 所示。

表 4-15 以公式計算之設計速率 (免設超高曲線半徑不變情況下)

設計速率 (kph)	「公路路線設計規範明細表」之免設超高曲線半徑(m)		本研究計算之設計速率(kph)		以 2011 版 AASHTO 之免設超高曲線半徑為容許最小值計算之設計速率(kph)
	容許最小值	建議值	容許最小值	建議值	
130	-	-	130	130	131.06
120	4500	7500	120	120	125.49
110	3800	6400	110	110	116.16
100	3100	5200	100	100	108.24
90	2500	4300	90	90	97.76
80	2000	3400	80	80	88.74
70	1500	2600	70	70	79.69
60	1100	1900	60	60	69.47
50	780	1300	50	50	59.37
40	500	840	40	40	50.08
30	280	470	30	30	37.97
25	200	330	25	25	-
20	125	210	20	20	25.01

資料來源:本研究整理

利用前述計算出之免設超高曲線半徑重新計算設計速率，其結果設計速率並沒有任何改變；但以 2011 版 AASHTO Green Book 之免設超高曲線半徑為容許最小值計算設計速率，結果發現設計速率有提升之趨勢，提升幅度最大為設計速率 30kph 時，提升比率為 27%。

4.5 緩和曲線

當車輛以高速行駛於半徑小之曲線時，易發生車輛擁擠或占用鄰近車道等危險現象。故設計安全性高之公路，必須使車輛以設計速率行駛於曲線上時，能很自然保持駕駛人之行車安全，舒適行駛。

4.5.1 緩和曲線最短長度

緩和曲線雖然可調和直線與圓曲線之過渡區間，為緩和曲線長度不得過短，否則駕駛人易有方向變化過激，操作不自然或不舒適之感覺，對行車安全亦有危害。

從實務之觀點，決定所需緩和曲線最短長度之準則有下列四項：

1. 控制離心加速度變化率求得緩和曲線最小長度。
2. 按駕駛人操作方向盤所需時間求緩和曲線最小長度。
3. 以控制超高漸變率適中而確定緩和曲線最小長度。
4. 從視覺應有之平順感確定緩和曲線最小長度。

交通部頒「公路路線設計規範」並未硬性規定緩和曲線一定要採用克羅梭曲線。設計時如採用克羅梭曲線，除行車安全考量外，亦應注意線形之美觀、平順。計算最短緩和曲線長度之公式如下所示，類似美國 AASHTO 規範。

$$L_s \geq \frac{V_d^3}{47 \cdot J \cdot R}$$

L_s : 緩和曲線長度(m)

V_d : 設計速率(kph)

R : 平曲線半徑(m)($e_{\max} = 0.8$ 時 · $R = R_{\min}$)

J : 向心加速度變化率(m/s^3)

*容許最大值 $J = 1.1 - V_d/200$

*建議值 $J = 0.7 - V_d/400$

表 4-16 為本研究利用公式計算及 AASHTO Green Book 2011 年版之
緩和曲線最短長度。

表 4-16 以公式計算之緩和曲線最短長度(本研究計算平曲線最小半徑計算)

設計速率 (kph)	「公路路線設計規範明細表」之 緩和曲線最短長度(m)		本研究計算之 緩和曲線最短長度(m)	
	容許最小值	建議值	容許最小值	建議值
130	-	-	124.90	149.88
120	120	150	110.25	137.81
110	105	135	102.68	132.88
100	90	120.0	90.07	120.09
90	80	110.0	78.57	107.52
80	70	95.0	67.94	95.11
70	60	80.0	58.01	82.87
60	50	70.0	50.66	73.69
50	40	60.0	42.92	63.44
40	30	45.0	37.23	55.84
30	25	30.0	30.72	46.69
25	20	25.0	27.02	41.33
20	15	20.0	23.24	35.75

資料來源:本研究整理

以公式計算緩和曲線最短長度，其中R為本研究參照AASHTO Green Book 2011 版所計算出 $e_{max} = 0.8$ 時之 R_{min} ，從計算結果可以發現無論是容許最小值或建議值其計算值皆有部分比原「公路路線設計規範明細表」中所規範之數值來的小，但並非在所有設計速率時都是如此。

4.5.2 免設緩和曲線半徑

公路直線與半徑小於某值之曲線段之間，為顧及行車安全及舒適性可考量設置緩和曲線，以緩和行車之急遽轉彎，惟曲線半徑較大(大於規範規定之值)或道路等級太低時，則可免設緩和曲線。因曲線半徑甚大時，加設緩和曲線之效果不彰。另一方面，如道路等級太低，加設緩和曲線實無效益可言。免設緩和曲線半徑其計算公式如下。

$$R_s = \frac{\left(\frac{V_d}{3.6} t\right)^2}{24 \cdot \Delta R}$$

R_s ：免設緩和曲線半徑

V_d ：設計速率(kph)

t ：車輛行經緩和曲線之時間(s)

ΔR ：移距(m)

*容許最小值：當 $t = 3s$ ， $\Delta R = 0.2m$ ， $R_s \doteq 0.145 V_d^2$

*建議值：當 $t = 3s$ ， $\Delta R = 0.1m$ ， $R_s \doteq 0.290 V_d^2$

計算結果如

表 4-17 所示：

表 4-17 公式計算之免設超高曲線半徑

設計速率	「公路路線設計規範明細表」之 免設超高曲線半徑(m)		本研究計算之 免設超高曲線半徑(m)	
	容許最小值	建議值	容許最小值	建議值
130	-	-	2445.02	4890.05
120	2100	4200	2083.33	4166.67
110	1750	3500	1750.58	3501.16
100	1450	2900	1446.76	2893.52
90	1200	2400	1171.88	2343.75
80	950	1900	925.93	1851.85
70	700	1400	708.91	1417.82
60	500	1000	520.83	1041.67
50	360	720	361.69	723.38
40	230	460	231.48	462.96
30	130	260	130.21	260.42
25	90	180	90.42	180.84
20	60	120	57.87	115.74

資料來源:本研究整理

以公式計算免設超高曲線半徑，結果可以看出來目前「公路路線設計規範明細表」所規範之值與計算值已相當接近，並沒有可以再提升調整的空間。

4.6 複曲線

複曲線(Compound Circular Curves)指的是兩個或兩個以上半徑不同，轉向相同的圓曲線徑相連接或插入緩和曲線相連接而成的平曲線。複曲線一般使用於立體交叉處之公路轉彎或交流道之匝環道；其連接之圓弧持續變化，故應考量行車路徑對駕駛人之影響。典型之複曲線佈設如圖 4-9。

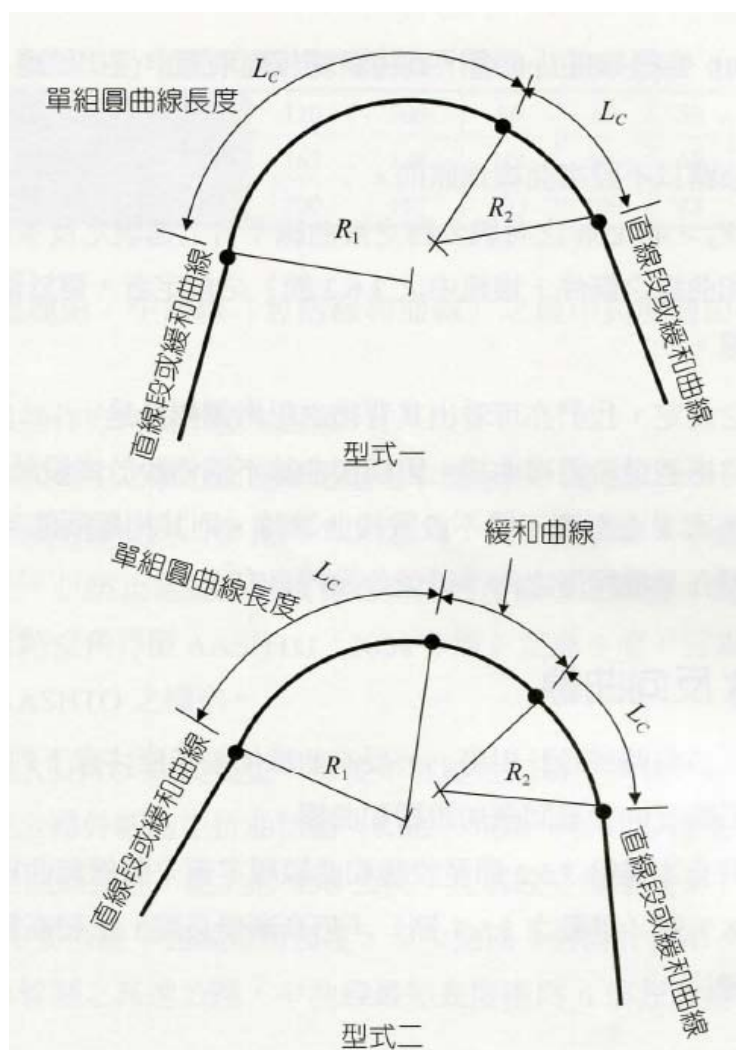


圖 4-9 複曲線型式

依美國AASHTO Green Book 2011 年版本規範規定，兩不同曲線之曲線半徑分別 R_1 、 R_2 ，一般公路 $R_1 \leq 1.5R_2$ 。車輛行駛於複合曲線上需維持平均駛速率之速差在 10km/hr以內，依照此原則，交叉路口(或匝道) 曲率半徑比可放寬 $R_1 \leq 2.0R_2$ (惟其建議值為 $R_1 \leq 1.75R_2$)。複合曲線不合上述規定者，需於兩圓曲線間加設適當長度之緩和曲線或圓曲線，惟於若干彎度甚大且較受限(如用地)之轉向路口，可考量採用符合行車轉向軌跡之複曲線替代。

交通部頒「公路路線設計規範」，設置複曲線之規定如下：

1. 設計速率 $V_d \geq 80$ 公里/小時者，其複曲線相鄰兩圓半徑比值應小於 1.5。即 $R_1 / R_2 \leq 1.5$ 。
2. 設計速率 $40 \leq V_d < 80$ 公里/小時者，其複曲線相鄰兩圓半徑比值應小於 2.0，即 $R_1 / R_2 \leq 2.0$ 。
3. 一、二級路以不設複曲線為原則。設計速率 $V_d > 40$ 公里/小時各級公路之複曲線不合上述規定及免設緩曲線之條件之規定者，需於兩圓曲線間加設緩和曲線。

公路設計時應避免設置突然反向之反向曲線。反向曲線間宜增設足夠長度之緩和曲線或直線，供設置超高漸變路段。綜觀規中之規定，亦可看出其背後所思考邏輯如下：

1. 一、二級公路反向曲線間應加設緩和曲線。
2. 各級公路符合免設緩和曲線疊定而未設緩和曲線者，宜考慮「超高漸變長度」之超高變化需求，加設直線漸變段。

4.7 平曲線最短長度

平曲線(horizontal curve)指的是在平面線形中路線轉向處曲線的總稱，包括圓曲線和緩和曲線。連接兩直線間的線，使車輛能夠從一條直線通過到另一條直線。車輛沿曲線行駛時，若曲線長度太短，駕駛人即需將剛轉彎不久之方向盤立刻轉回，除離心力變化太大，乘客感覺不舒服外，駕駛人操作方向盤之困難度亦較高，故平曲線之長度，亦有其最小限制之必要。

當曲線半徑相當大時，理論上就離心力之考量而言，曲線之長度不必太長，但在此場合，若公路之交角太小，駕駛員會產生曲線長度比實際長度較短之錯覺，同時易誤認曲線長度較短，而降低行車速率，若不減低速率即易採大行車軌道，以保持曲線之相當長度，因而侵入其他車道，而易發生事故。

交通部頒「公路路線設計規範」，平曲線所須最短長度與美國 AASHTO 規範相同，採用 5 秒之行車距離。今假設車輛以 V (kph) 車速行駛於平曲線上，其時間(t)為 5 秒，因 $1 \text{ kph} = 0.278 \text{ m/sec}$ 則曲線之最短長度(L)為下式：

$$\begin{aligned} L(\text{m}) &= V(\text{m/sec}) \times t(\text{sec}) = 0.278 \times V(\text{kph}) \times 5(\text{sec}) \\ &= 1.39V(\text{kph}) \quad (1) \end{aligned}$$

若平曲線之切線交角若小於 6 度時，駕駛人易產生曲線長度較實際長度為短之錯覺，誤認曲線半徑較短而降低車速，否則將侵入鄰接車道，故為行車安全及舒適計，交角較小時，曲線長度應按設計速率保持足夠之長度。一般交角減少一度，曲線長度應增加 30 公尺。

4.7.1 同向曲線最短長度

同向曲線間若插以短直線，容易產生把直線和兩端的曲線看成為反向曲線的錯覺，當直線過短時甚至把兩個曲線看成是一個曲線，這種線形破壞了線形的連續性，且容易造成駕駛操作的失誤，設計中應儘量避免。由於這種線形組合所產生的缺陷是來自駕駛的錯覺，所以若將兩曲線拉開，也就是限制中間直線的最短長度，使對向曲線在駕駛的視覺以外，則可以避免上述缺點。

依美國AASHTO Green Book 2011 年版規範規定，即使平曲線之切線交角很小，亦應有足夠之曲線長度，切線交角 5 度之曲線長度，應大於 150 公尺且切線交角每減少 1 度，曲線長度應增加 30 公尺。主要公路平曲線最短長度，至少應為 3 倍設計速率(V)，即 $L_{\min} = 3V$ (公尺)。進出口管制之高速公路，平曲線最短長度應為 6 倍設計速率(V)，即 $L_{\min} = 6V$ (公尺)

交通部頒「公路路線設計規範J」即以式(1)規定同向曲線最短長度(設有緩和曲線者，含緩和曲線長度)之容許最小值，建議值則取容許最小

值之兩倍，另加曲線之切線交角小於 6 度時之規定如表一 所示。一般宜取建議值。切線交角 θ 以度計， L_c 為圓曲線長度， L_s 則為緩和曲線長度。

- (1) 單曲線或單曲線加緩和曲線之最短長度依設計速率規定如表一。
- (2) 由兩個以上單曲線組成之複曲線，其總長應符合表一規定，且每一圓曲線段最短長度依設計速率規定如表一。

表 4-18 同向曲線最短長度

設計速率 V_d (公里/小時)	同向曲線最短長度 (公尺)		
	容許最小值	建議值	
		$\theta \geq 6^\circ$	$\theta < 6^\circ$
120	165	330	$4000/(\theta+6)$
110	150	300	$3600/(\theta+6)$
100	140	280	$3300/(\theta+6)$
90	125	250	$3000/(\theta+6)$
80	110	220	$2700/(\theta+6)$
70	100	200	$2400/(\theta+6)$
60	85	170	$2000/(\theta+6)$
50	70	140	$1700/(\theta+6)$
40	55	110	$1300/(\theta+6)$
30	40	80	$1000/(\theta+6)$
25	35	70	$800/(\theta+6)$
20	25	50	$600/(\theta+6)$

註：切線交角 θ 以度計， L_c 為圓曲線長度， L_s 則為緩和曲線長度。

資料來源：交通部，公路路線設計規範，2011 年

4.7.2 複曲線最短長度

與前述同向曲線長度類似，採用複曲線時亦應注意其所需之最短長度。平曲線中每一圓曲線最短長度，美國 AASHTO Green Book 規範係採 2 秒之行車時間之距離，日本「道路構造令」則採 3 秒之行車時間之距離，交通部頒「公路路線設計規範」則同美國 AASHTO Green Book 規範規定(2 秒之行車時間之距離)。

交通部頒「公路路線設計規範」複曲線每一圓曲線最短長度，即以 L (公尺) = V (公尺/秒) \times t (秒) = $0.278 \times V$ (公里/小時) \times 2 (秒) = $0.556 \times V$ (公里/小時)，依設計速率規定如表二 所示，而總長度仍應符合前述表一之規定。

複曲線中每一圓曲線段最短長度依設計速率規定如表 4-19 所示。

表 4-19 複曲線每一圓曲線段最短長度

設計速率 V_d (公里/小時)	圓曲線段最短長度 L_c (公尺)
120	65
110	60
100	55
90	50
80	45
70	40
60	35
50	30
40	25
30	20
25	15
20	10

資料來源: 交通部·公路路線設計規範·2011年

4.8 縱坡度

最大縱坡度係指坡道上之車輛能安全上坡或下坡之極限坡度，上坡為正值，下坡則為負值。公路設計時，如考量重車之行駛，理論上應採用較平緩之縱坡度，惟實務上，礙於地形限制，於山嶺區或丘陵區，為使土石之挖填方平衡(即挖方量填方量)，或縮短公路路線長度，以期降低工程費用，故公路工程實務上，採用較陡之縱坡亦在所難免。當然，不同等級之公路所容許之縱坡度亦不同。採用較陡之縱坡度，雖可因土方量之減少而降低建造成本，惟公路設計時仍應考量最大縱坡度之限制。

設計實務上最大縱坡度應視路面、設計車輛類別、行車速率、車輛載重及車輛動力等而異。縱坡對重車運轉之影響遠大於對小客車之影響。一般而言，上坡度大於 3%時，重車之速率便會隨著上坡度之增加而明顯減小，而小汽車則在上坡度大於 5% 時方有此現象。最大縱坡度(G_{max})依設計速率之規定(最大值、標準值)而異，但冰雪地區 $\leq 8\%$ 、多雨地區 $\leq 10\%$ 。另隧道縱坡度，長隧道需機械通風 $< 2\%$ 、短隧道無機械通風 $< 3\%$ 。

4.8.1 最大縱坡度

美國 AASHTO Green Book 規範所定之最大縱坡度係依設計速率、公路等級及公路所在位於平原區、丘陵區或山嶺區而訂定容許最大縱坡度，隨著公路等級的不同，AASHTO Green Book 對最大縱坡度作不同之考量，如表 4-20 至

表 4-26 所示。惟公路工程實務上，決定公路縱坡度時，一般均不會使用最大縱坡度，而是採用比最大縱坡度小之縱坡度。

表 4-20 AASHTO Green Book 規範之高速公路最大縱坡度(%)

Type of Terrain	Metric						U.S. Customary						
	Design Speeds (km/h)						Design Speeds (mph)						
	80	90	100	110	120	130	50	55	60	65	70	75	80
	Grades (%) ^a						Grades (%) ^a						
Level	4	4	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3
Rolling	5	5	4	4	4	4	5	5	4	4	4	4	4
Mountainous	6	6	6	5	—	—	6	6	6	5	5	—	—

^a Grades 1% steeper than the value shown may be provided in urban areas with right-of-way constraints or where needed in mountainous terrain.

資料來源: AASHTO Green Book 2011 版

表 4-21 AASHTO Green Book 規範之郊區幹道最大縱坡度(%)

Type of Terrain	Metric								U.S. Customary								
	Maximum Grade (%) for Specified Design Speed (km/h)								Maximum Grade (%) for Specified Design Speed (mph)								
	60	70	80	90	100	110	120	130	40	45	50	55	60	65	70	75	80
Level	5	5	4	4	3	3	3	3	5	5	4	4	3	3	3	3	3
Rolling	6	6	5	5	4	4	4	4	6	6	5	5	4	4	4	4	4
Mountainous	8	7	7	6	6	5	5	5	8	7	7	6	6	5	5	5	5

資料來源: AASHTO Green Book 2011 版

表 4-22 AASHTO 規範之郊區地方道路最大縱坡度(%)

Type of Terrain	Metric									U.S. Customary								
	Maximum Grade (%) for Specified Design Speed (km/h)									Maximum Grade (%) for Specified Design Speed (mph)								
	20	30	40	50	60	70	80	90	100	15	20	25	30	40	45	50	55	60
Level	9	8	7	7	7	7	6	6	5	9	8	7	7	7	7	6	6	5
Rolling	12	11	11	10	10	9	8	7	6	12	11	11	10	10	9	8	7	6
Mountainous	17	16	15	14	13	12	10	10	—	17	16	15	14	13	12	10	10	—

資料來源: AASHTO Green Book 2011 版

表 4-23 AASHTO Green Book 規範之休閒景觀道路最大縱坡度(%)

Type of Terrain	Metric					U.S. Customary				
	Maximum Grade (%) for a Specified Design Speed (km/h)					Maximum Grade (%) for a Specified Design Speed (mph)				
	20	30	40	50	60	10	20	25	30	40
Level	8	8	7	7	7	8	8	7	7	7
Rolling	12	11	10	10	9	12	11	10	10	9
Mountainous	18	16	15	14	12	18	16	15	14	12

資料來源: AASHTO Green Book 2011 版

表 4-24 AASHTO Green Book 規範之郊區集散道路最大縱坡度(%)

Type of Terrain	Metric								U.S. Customary								
	Maximum Grade (%) for Specified Design Speed (km/h)								Maximum Grade (%) for Specified Design Speed (mph)								
	30	40	50	60	70	80	90	100	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Level	7	7	7	7	7	6	6	5	7	7	7	7	7	7	6	6	5
Rolling	10	10	9	8	8	7	7	6	10	10	9	9	8	8	7	7	6
Mountainous	12	11	10	10	10	9	9	8	12	11	10	10	10	10	9	9	8

Note: Short lengths of grade in rural areas, such as grades less than 150 m [500 ft] in length, one-way down-grades, and grades on low-volume rural collectors may be up to 2 percent steeper than the grades shown above.

資料來源: AASHTO Green Book 2011 版

表 4-25 AASHTO Green Book 規範之市區集散道路最大縱坡度(%)

Type of Terrain	Metric								U.S. Customary								
	Maximum Grade (%) for Specified Design Speed (km/h)								Maximum Grade (%) for Specified Design Speed (mph)								
	30	40	50	60	70	80	90	100	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Level	9	9	9	9	8	7	7	6	9	9	9	9	9	8	7	7	6
Rolling	12	12	11	10	9	8	8	7	12	12	11	10	10	9	8	8	7
Mountainous	14	13	12	12	11	10	10	9	14	13	12	12	12	11	10	10	9

Note: Short lengths of grade in urban areas, such as grades less than 150 m [500 ft] in length, one-way down-grades, and grades on low-volume urban collectors may be up to 2% steeper than the grades shown above.

資料來源: AASHTO Green Book 2011 版

表 4-26 AASHTO Green Book 規範之市區幹路最大縱坡度(%)

Type of Terrain	Metric						U.S. Customary						
	Maximum Grade (%) for Specified Design Speed (km/h)						Maximum Grade (%) for Specified Design Speed (mph)						
	50	60	70	80	90	100	30	35	40	45	50	55	60
Level	8	7	6	6	5	5	8	7	7	6	6	5	5
Rolling	9	8	7	7	6	6	9	8	8	7	7	6	6
Mountainous	11	10	9	9	8	8	11	10	10	9	9	8	8

資料來源: AASHTO Green Book 2011 版

交通部頒「公路路線設計規範」最大縱坡度，按設計速率規定如

表 4-27 所示，一般情況宜採用建議值。但冰雪地區不得大於 8%。需要機械通風設施之隧道，其縱坡度以小於 2% 為宜；無需機械通風之隧道，縱坡度以小於 3% 為宜。

表 4-27 最大縱坡度

設計速率 V_d (公里/小時)	最大縱坡度 G_{max} (%)	
	容許最大值	建議值
120	4	3
110	4.5	3.5
100	5	4
90	5.5	4.5
80	6	5
70	7	6
60	8	7
50	9	8
40	10	9
30	11	10
25	12	11
20	12	11

資料來源: 交通部，公路路線設計規範，2011 年

4.8.2 縱坡限制長

平緩之坡度如因坡道過長，其影響對車速而言如同坡度較陡而坡道較短。故決定公路縱坡時，除了檢核其縱坡度之外亦須注意其坡道長。

決定縱坡長度時，有兩個數據非常重要，即：臨界坡長與限制坡長。縱坡臨界長 L_0 與縱坡限制長 L_i 乃指設計載重之車輛行駛於上坡道時，其速率分別下降 15 公里/小時與 25 公里/小時速差之最長坡道距離。故亦可清楚認知，在同一條件下，縱坡限制長度必大於縱坡臨界長度。

陡坡之坡長若小於縱坡臨界坡長，則車輛之行車速率尚可接受；反之，若陡坡之坡長大於縱坡臨界長度，為維持公路行車效益與車道容量，必須調減縱坡度，或增設重車專用之爬坡道。

AASHTO Green Book 2011 版規範中，敘述縱坡臨界長度(如圖 4-10)為載重貨車於坡度路段降低 15 公里/小時的長度，並須考慮如交通量與容量等因素以決定新增車道之位置。最大縱坡度之長度限制係依以下假定推算之：

- (1) 重量能量比(weight/power ratio)為 120kg/kW (200 lb/hp)。(車輛加、減速上、下坡性能曲線圖，如圖 4-11、圖 4-12。
- (2) 車輛未上坡前之速率為平均行駛速率。
- (3) 最低速率與設計速率有直接關係。

主要公路貨車最低速率為 40 公里/小時(設計速率為 60 至 100 公里/小時)·對後方車輛的干擾程度較低。

美國 AASHTO Green Book 規範係依下列條件·並規定依平均行車速率下降不超過 10 哩/小時(16 公里/小時)情況·制訂縱坡臨界長度：

- (1) 載重車之重能比為 300 (磅/馬力·約為 120 kg/kW) 。
- (2) 車輛上坡前之速率為平均行車速率。
- (3) 車輛在坡道上之容許降低速率(即容許速差)為 10 哩/小時。

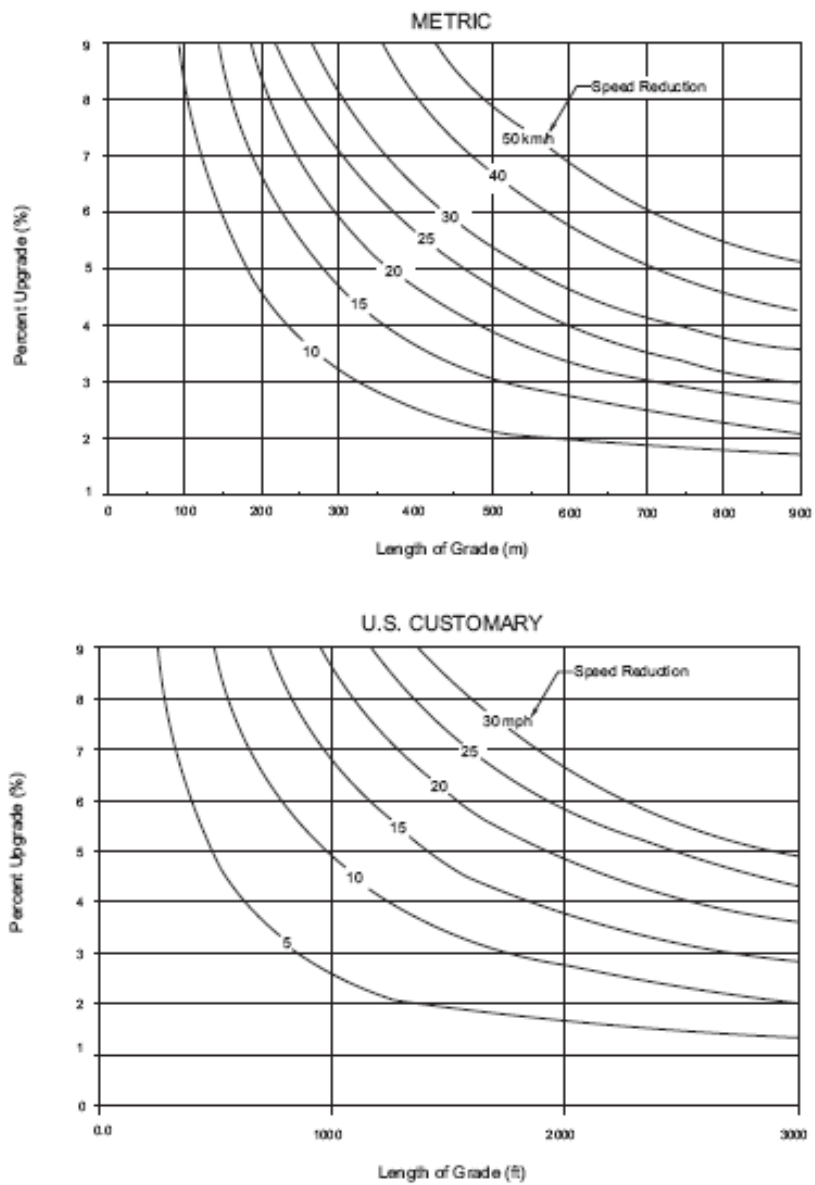


Figure 3-28. Critical Lengths of Grade for Design, Assumed Typical Heavy Truck of 120 kg/kw [200 lb/hp], Entering Speed = 110 km/h [70 mph]

資料來源:AASHTO Green Book 2011 版

圖 4-10 縱坡臨界長度，假設重型卡車為 120kg/kw(200 lb/hp)，進入速度 110km/h(70mph)

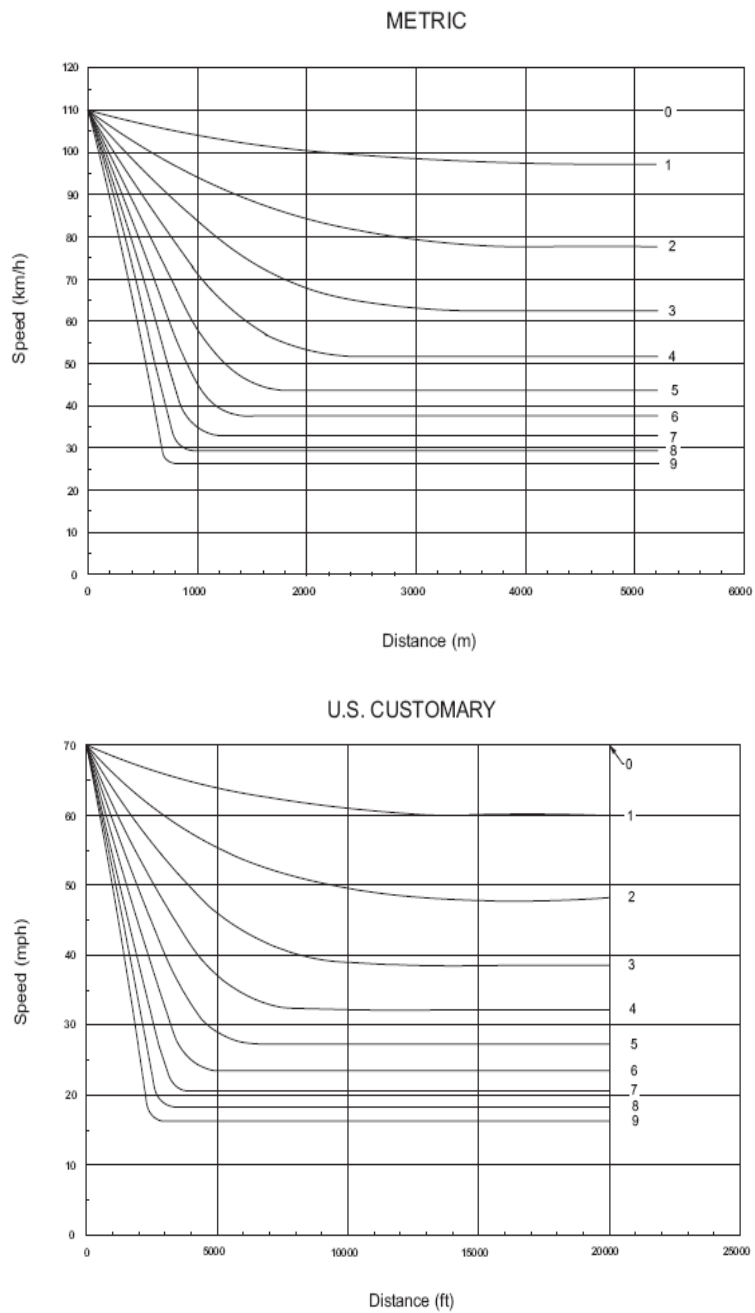


Figure 3-24. Speed-Distance Curves for a Typical Heavy Truck of 120 kg/kW [200 lb/hp] for Deceleration on Upgrades

資料來源:AASHTO Green Book 2011 版

圖 4-11 速度與距離關係曲線(載重 120kg/kw(200 lb/hp)之車輛在下坡減速度)

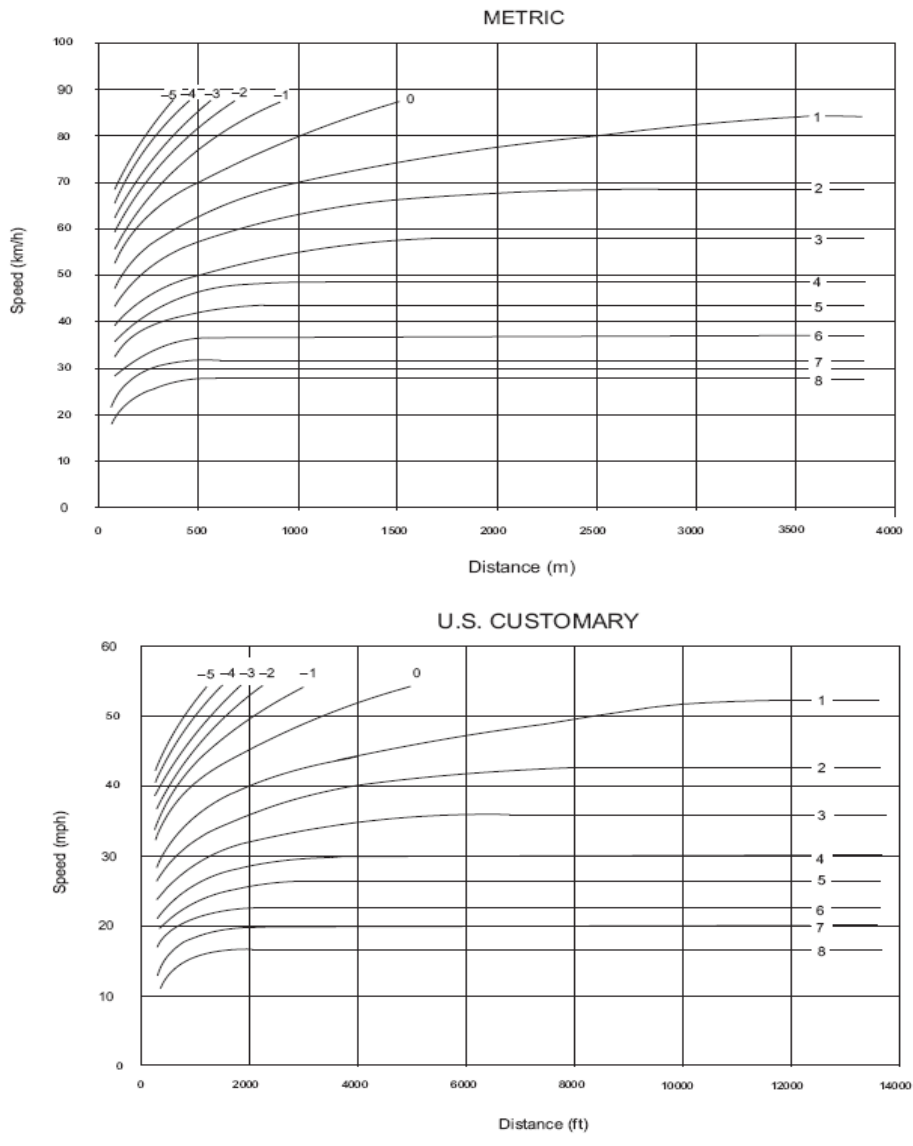


Figure 3-25. Speed-Distance Curves for Acceleration of a Typical Heavy Truck of 120 kg/kW [200 lb/hp] on Upgrades and Downgrades

資料來源:AASHTO Green Book 2011 版

圖 4-12 速度與距離關係曲線(載重 120kg/kw(200 lb/hp)之車輛在上、下坡
加速度)

交通部頒「公路路線設計規範」則是依下列條件，制訂縱坡臨界長及縱坡限制長，如下：

- (1) 設計載重車輛上坡速差(低流量平均行駛速率減設計載重車輛速率)，以小於 15 公里/小時為宜，最大不宜超過 25 公里/小時。
- (2) 設計載重車輛產生速差達 15 公里/小時之上坡長度稱為縱坡臨界長(L_o)，產生速差達 25 公里/小時之上坡長度稱為縱坡限制長(L_i)。
- (3) 連續坡應按爬坡性能曲線(圖 4-13 及圖 4-14)決定其坡長。馬力載重比為 10 馬力/公噸(P_s/t)之載重車輛，進坡為水平時之縱坡臨界長與縱坡限制長規定如表 4-28 所示。(1 馬力=75 公斤•公尺/秒)。
- (4) 設計速率 $V_d \leq 50$ 公里/小時之公路，其連續坡各不同坡度之坡長 L_j ，得以 $\sum_j \frac{L_j}{L_i} \leq 1$ 設計之。(L_j 為連續各坡段之 L_o 或 L_i)。

如表 4-28 所示為交通部頒「公路路線設計規範」縱坡長度限制表，每一設計速率有 3 至 6 種坡度可供選擇。車輛在最小縱坡度以下之坡道行駛時，其坡長可不受限制，亦即其行車速率減少必在容許速差範圍內。例如設計速率 60 kph，縱坡度為 5%，縱坡臨界長為 400 公尺，縱坡限制長度即不受限制。

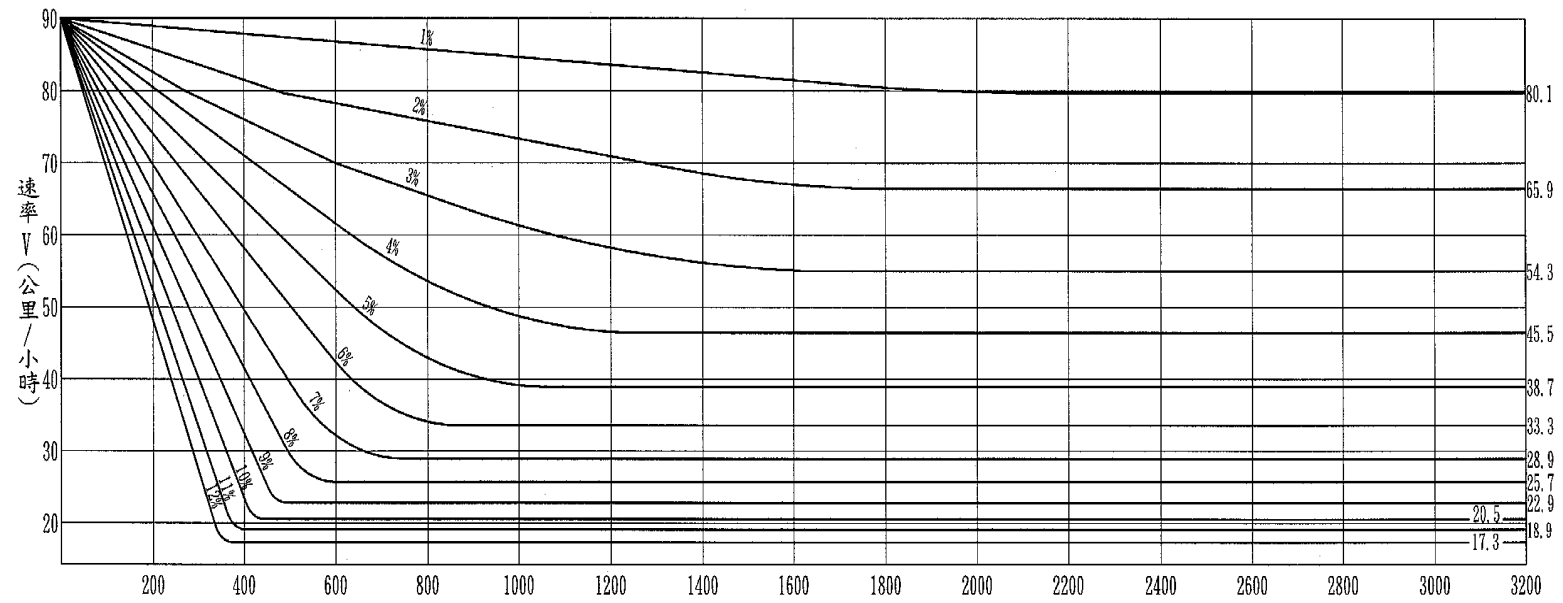


圖 4-13 10 馬力/公噸載重車輛減速性能曲線

資料來源:交通部, 公路路線設計規範, 2011

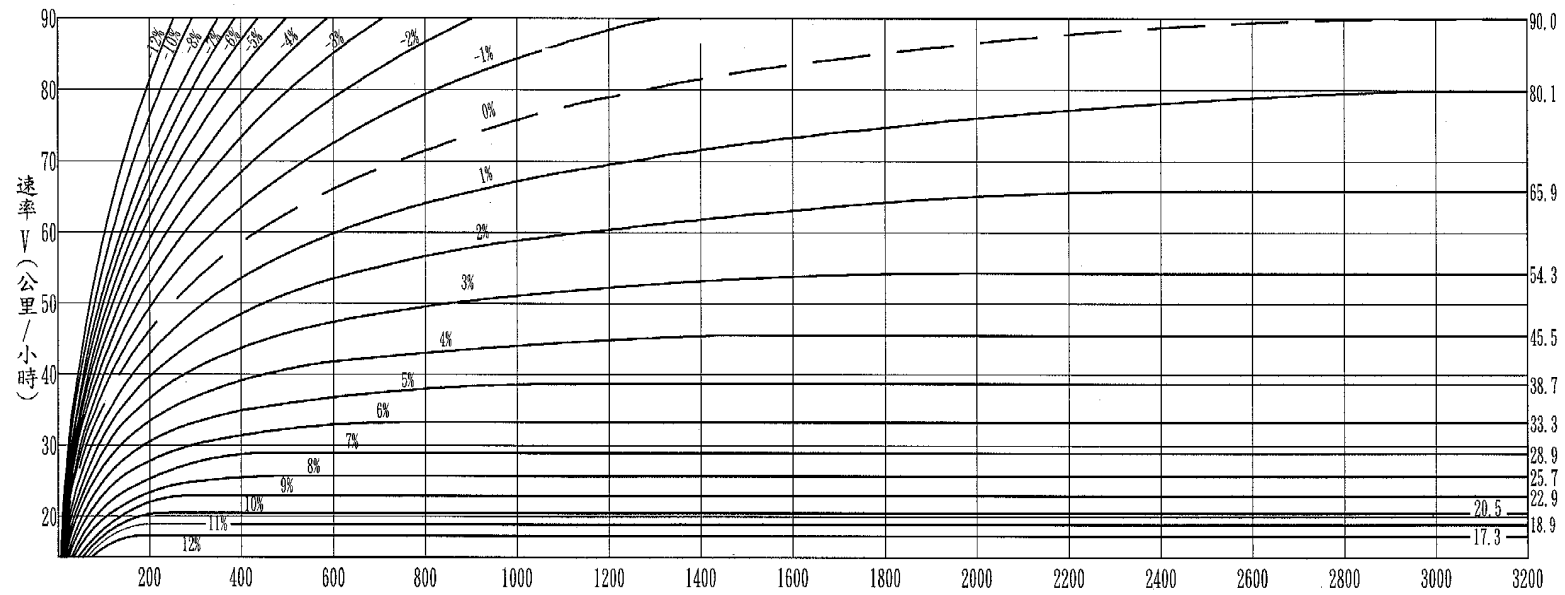


圖 4-14 10 馬力/公噸載重車輛加速性能曲線

資料來源:交通部·公路路線設計規範·2011

表 4-28 縱坡長度限制

設計速率 V_d (公里/小時)	低流量平均 行駛速率 V_r (公里/小時)	縱坡度 G (%)	縱坡臨界長 L_o (公尺)	縱坡限制長 L_i (公尺)	AASHTO 縱坡限制長 (公尺)
120 110	97 91	2	800	—	650 650
		3	450	800	
		4	300	500	
100	85	3	450	900	650
		4	300	550	
		5	250	400	
90	78	3	550	—	450
		4	350	600	
		5	250	400	
80	70	4	350	850	450
		5	250	450	
		6	200	300	
70	62	4	500	—	300
		5	300	—	
		6	200	350	
		7	150	250	
60	54	5	400	—	300
		6	200	500	
		7	150	300	
		8	120	200	
≤50	≤46	7	180	500	350
		8	120	400	
		9	100	300	
		10	80	200	
		11	70	180	
		12	60	150	

資料來源: 交通部，公路路線設計規範，2011 年

4.9 豎曲線

路線中心線縱坡度之設計，係依據縱斷面圖先行設計多條坡度線，各前後二坡度線之交點 V 處形成豎角，豎角以前後坡度線之坡度差百分數表之。為求行車之安全，此等坡度變換點處須使用圓滑之垂直曲線連接，則經由豎曲線而漸次轉變坡度使達次一坡度線，此種垂直曲線稱豎曲線。

公路豎曲線，主要分為凸型豎曲線及凹型豎曲線，並可再細分為對稱型與不對稱型兩種，如圖 4-15 所示。

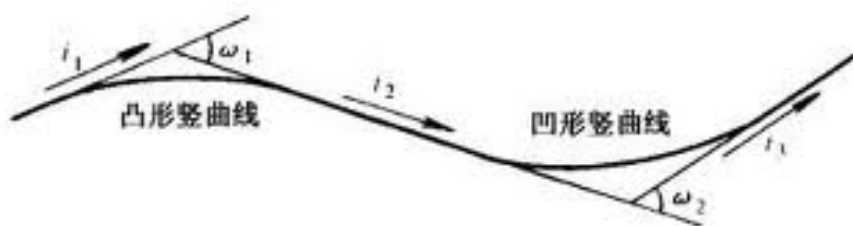


圖 4-15 公路凸型豎曲線與凹型豎曲線

4.9.1 凸型豎曲線K值

凸型豎曲線之設計，主要係依視距而定。為促進行車安全，應提供足夠之視距，在任何情況下，公路上任何一點之視距均應大於最小視距。凸型豎曲線 K 值計算公式如下：

$$K = \frac{S^2}{40}$$

K：凸型 K 值(%)

S：最短停車視距

利用本研究於 4.3 節中計算出之最短停車視距計算凸型豎曲線之 K 值，計算結果如下。

表 4-29 本研究計算之凸型 K 值(%)

設計速率 (kph)	「公路路線設計規範明細表」 凸型 K 值(%)		本研究計算之 凸型 K 值(%)	
	最小值	建議值	最小值	建議值
130	-	-	104.84	162.73
120	95	195	81.81	125.22
110	75	140	62.71	94.51
100	60	100	47.07	69.72
90	44	70	34.45	50.08
80	31	47	24.47	34.81
70	20	30	16.74	23.25
60	13	18	10.92	14.75
50	8	10	6.68	8.74
40	4	5	3.73	4.71
30	3	3	1.81	2.19
25	2	2	1.17	1.38
20	1	1	0.69	0.79

資料來源:本研究整理

4.9.2 凹型豎曲線K值

凹型豎曲線之設計，則依車燈照射距離而定。車燈照射距離應大於安全停車視距。另因凹型豎曲線之重力及離心力之垂直分力係在同方向，為行車舒適，亦應考慮使縱坡變化率在容忍範圍之內。此外，排水考量亦為凹型豎曲線之設計重點。凹型豎曲線 K 值計算公式如下：

$$K = \frac{S^2}{(122 + 3.5S)}$$

K：凹型 K 值(%)

S：最短停車視距

利用本研究於 4.3 節中計算出之最短停車視距計算凹型豎曲線之 K 值，計算結果如下。

表 4-30 本研究計算之凹型 K 值(%)

設計速率 (kph)	凹型 K 值(%)「公路路線設計 規範明細表」		本研究計算之凹型 K 值	
	最小值	建議值	最小值	建議值
130	-	-	50.00	64.13
120	47	70	43.34	55.33
110	42	60	37.09	47.11
100	36	50	31.26	39.47
90	30	40	25.86	32.45
80	24	30	20.90	26.03
70	19	23	16.40	20.24
60	14	17	12.36	15.09
50	10	12	8.82	10.63
40	6	7	5.80	6.88
30	4	4	3.36	3.89
25	3	3	2.36	2.70
20	2	2	1.53	1.72

資料來源:本研究整理

4.10 馬力重量比(Power-to-weight ratio)

馬力重量比泛指一個計算引擎和移動性能，以使一個單元或設計的另一比較。馬力重量比的任何發動機或動力源的實際性能進行測量。它也可以用來作為一個性能測量車輛作為一個整體，與所述發動機馬力輸出的車輛重量，得到獨立於車輛的大小的度量。

4.10.1 定義說明

如果引擎所能提供的動力越大，車輛的性能不一定越高，事實上，其實還要考量到所負荷的車重，也就是所謂的重量馬力比才行，最明顯的例子，則可從大型重型機車與汽車的差異間看出，因為 100hp 對於一般 1.5 噸左右之中小型房車來說，並不能稱為「動力十足」，但在大型重機上卻早已足夠風馳電掣，這就是重量馬力比的最大差異。

重量馬力比指得就是每單位馬力所負擔的車重之比，一般計算方式是以車重除以馬力(kg/hp)，如車重 1200kg 除以最大馬力 120hp，得 10kg/hp 之重量馬力比；另外一種在歐洲普遍使用的算法，則是計算馬力的重量比，也就是每公噸車重能有多少馬力驅動，這是以馬力數據除以車重（以公噸為單位），例如：一輛車的重量為 1.2 公噸(1200kg)，最大馬力為 120hp，以 120 除以 1.2，就會得到 100hp/ton 的數據。其計算公式如式子(1)；各廠牌車輛馬力重量比結果如下：馬力重量比 = 馬力(hp)/重量(kg)

表 4-31 各廠牌車輛馬力重量比

單位 廠牌	馬力 (HP)	重量(kg)	馬力重量比 (kg/hp)
三菱 Grunder sei	162	1590	9.81
福特 Metrostar	173	1590	9.19
BMW 532i	177	1565	8.84
Mercedes-benz clk240 elegance	170	1740	10.24
NISSAN Big Tiida	185	1321	7.14
HONDA CRZ	118	1195	10.13
HYUNDAI Elantra	146	1278	8.75
INFINITI Q70	218	1795	8.23
MAZDA 5	147	1560	10.61
MASERATI QUATTROPORTE S	410	1860	4.54
SUBARU LEGACY	150	1494	9.96
SUZUKI Kizashi	131	2000	15.27
TOYOTA ALTIS	140	1280	9.14
VOLVO B4164T	180	1543	8.57
VW new Polo Comfortline	105	1024	9.75

資料來源:本研究整理

4.10.2 設計速率影響討論

車輛之馬力為影響行駛速率及舜時速率因素之一，高馬力能使車輛增快速度，但需探討不同的車重，將每一車種馬力/車重轉換為相同單位，推算馬力重量比進行比較，基於爬坡道坡度為同一定值的情況下，行經爬坡

道時，相同車重且不同馬力之車輛，其相較之下馬力重量比值較大者在爬坡道的行駛速率較能有足夠的動力前進，反之，不同車重且相同馬力之車輛，在此情況下相同馬力且車輛較輕者，在於爬坡道較能適應並具有更大的動力使於前進。

隨著今日車輛科技日益精進，汽車的馬力與以往相比亦有相大程度的提升，即意謂著車輛也提升了其爬坡的性能，在探討了車輛的馬力重量比後，可以試著推論出，因為汽車馬力性能的進步使車輛在爬坡路段可以較為輕鬆的上坡，伴隨著車輛制動能力的改善，於爬坡路段其設計速率是否可以考慮有提升的可能性。

4.11 靜態穩定係數(Static Stability Factor, SSF)

現今乘用車輛已由單純代步工具漸漸兼具休閒旅遊等多樣化功能，因此增加乘坐空間和高底盤的車輛成為目前市場的發展趨勢，這都會使得車輛的重心加高，也就會增加翻覆的機率。

4.11.1 定義說明

ECE 法規 Addendum 12: Regulation No. 111 為對於車輛型式 N 型及 O 型的槽罐車側翻穩定性的統一規定。此規範適用於 N2、N3、O3 及 O4 類型的槽罐車側翻穩定性的術語、定義、限值要求、實驗法、計算法及合格判定。

側翻臨界點為車輛一側的所有輪子與傾斜台表面脫離接觸時的瞬時狀態。實車實驗法的限值，車輛的靜態側傾穩定性應滿足在對左右兩側進行的側傾試驗中，當傾斜台的角度達到 23 度時，車輛不應該發生側傾。如果車輛在左側或右側各三次的試驗中有一次超出限值，則可以允許進行一次重複試驗。如果重複試驗仍不達到要求，則車輛的靜態側傾穩定性及判定為不合格。測試實驗時，正常使用過程中不發生接觸的車輛部件在測試過程中不應發生接觸現象。

1. 實車測試法:

- (1) 傾斜台應具有足夠的剛度，在承受試驗最大負載條件下不應出現明顯的變形，為了防止車輛在試驗過程中發生滑動，應緊靠輪胎的位置設置防滑擋，但不應影響試驗結果。
- (2) 風力條件:在離地 10m 高度下，以試驗裝置中心為圓半徑 30m 範圍內，側風速度不應超過 3m/s，總風速不應超過 5m/s。
- (3) 輪胎:對於額定負載條件下的試驗車輛，應使輪胎內的氣壓達到車輛生產商規定的壓力，在冷態下，充氣壓力的誤差為 2%。
- (4) 車輛組件:可能影響測試結果的所有車輛組件(包括彈簧狀態與設置、其他懸架物件與懸架形狀等)應處於生產商規定的狀態。懸架高度的調整裝置應在側傾試驗過程中處於關閉狀態(保持為靜態值)，懸架兩側的交叉聯結應處於無效狀態。
- (5) 測試裝置精度:試驗裝置的測量精度應不低於 0.3 度

2. 試驗方法:

- (1) 傾斜台角度應緩慢增加(速度不大於 0.25 度/秒)，直到側翻臨界點。車輛縱向中心線應與傾斜台的縱向中心線平行，偏差不超過 25mm。

- (2) 車輛上所有可操縱軸應鎖住，防止軸的側向移動或車輛在操縱方向上的轉動，應在縱向方向上將車輛固定，以防止前後移動，但不應影響試驗結果。
- (3) 應對於車輛縱向中心限的左側和右側方向各試驗 3 次，每次試驗間隔應將車輛撤離傾斜台，併短時間開動車輛，已使其懸架系統和聯結組件恢復到第一次試驗前的狀態。

車輛翻轉是指在任何操控下，車輛相對於縱軸等於或大於 90 度之旋轉，以致於車體與地面相接觸。翻轉可能是由一個或數個因素之組合所促成的。當施於車輛的側向力達到一超過輪胎側向重量移轉可補償之程度時，即有可能發生翻轉事件。路面之橫向斜坡(cross-slope)，或越野物及干擾物亦有可能對於“絆倒”(trip)車輛之作用力有所貢獻。車輛翻覆可分為絆倒翻覆、掉落翻覆、跳動翻覆、轉彎翻覆、攀越翻覆和兩車撞擊翻覆共六種類型。臺灣 ARTC 財團法人車輛研究測試中心依據車輛安全檢測基準第八項，採用大型車靜態傾斜穩定裝置進行的大型車翻覆測試可參見圖 4-16。



圖 4-16 車輛翻覆測試傾斜台

對於車輛翻覆的可能性，美國國家公路交通安全局 (National Highway Traffic Safety Administration)，發展了一個評估系統，稱為 Rollover Resistance，用以評估車輛在單一車輛事故中發生翻覆的可能性。基本上它是量測車輛的輪距 T ，和重心高度 H 之後，計算靜態穩定係數 (static stability factor, $SSF=T/2H$)，來決定車輛穩定的程度。具備較高 SSF 值的車輛，有較低的翻覆機率。

車輛的轉向特性可分為轉向不足、中性轉向及轉向過度三類。將方向盤轉角保持固定，緩慢加速行駛時，若轉向半徑 R 逐漸增大稱為轉向不足 (understeer)；若轉向半徑 R 保持不變稱為中性轉向 (neutral steer)；若轉向半徑 R 隨車速增加而變小，則稱為轉向過度 (oversteer)，由於車輛轉向過度時，其轉向半徑 R 越來越小，而離心力越來越大，如果車速超過

車輛輪胎所能承受的最大側向抓地力，車輛將失控而側滑出去。因此，車輪的設計應有輕微的轉向不足的特性，這樣在過彎時會比較穩定。

汽車的輪胎是決定此部車轉向特性的重要因素，通常前輪驅動的車輛有轉向不足的特性；而後輪驅動的車則有轉向過度的趨勢，此時須藉著懸吊系統的設計，使後驅車變成轉向不足。車輛在過彎時如果車速超過某車速（臨界車速），那麼此車就會測滑或翻滾。

A. 側滑情形:當車輛的輪胎橫向摩擦係數較小時，或者車輛重心較低，車輛高速過彎時可能會產生測滑，此時之車速稱為側滑臨界車速。

B. 側翻的臨界車速:當車輛的重心較高並且車輪的側向抓地力夠大的話，車輛在高速過彎時有可能發生側翻，發生側翻的最低車速稱為側翻臨界車速。

車輛行經彎道的穩定性，可藉由對外輪求力矩而得（見王文麟·交通工程學理論與實用（修正版）·民 87·頁 46；林筱增·車輛運動力學·民 91·頁 303-304）。

$$\left(\frac{a}{g} - e\right) = \frac{T}{2H}$$

T：輪距（公尺）

H：車輛重心高度（公尺）

e：超高率（公尺/公尺）

a：加速度（公尺/秒²）

g ：重力加速度 (=9.8 公尺/秒²)

$\frac{T}{2H}$ 式稱為穩定因素，當車輛穩定因素小於路面和輪胎間所產生的摩擦係數時，車輛即發生翻覆。而摩擦係數的大小需視車輛的運動狀態、超高率和輪胎及路面特性而定。通常降低車輛重心高度遠比變更輪距對增加車輛之穩定性更具效益。

車輛在曲線路段的加速度 $a = u^2/R$ ，故加速度與穩定因素之間存有有以下三種關係 (見王文麟·交通工程學理論與實用 (修正版)，民 87·頁 46；林筱增·車輛運動力學·民 91·頁 302-318)。

$$\left(\frac{u^2}{gR} - e\right) > \frac{T}{2H}, \text{ 車輛發生滑動}$$

$$\left(\frac{u^2}{gR} - e\right) = \frac{T}{2H}, \text{ 車輛穩定行駛}$$

$$\left(\frac{u^2}{gR} - e\right) < \frac{T}{2H}, \text{ 車輛發生翻覆}$$

u ：車速 (公尺/秒)

R ：曲線半徑 (公尺)

3. 汽車重心之量測

秤重法常用於量測形狀複雜的機件或體積很大的複雜物體。因此，可用秤重法量測汽車的重心位置。

第一步：將一已知車重 W 、軸距 L 、輪距 S 之車輛之前輪開至磅秤上，得知前輪重 R_A ，參見圖 4-17與圖 4-18。

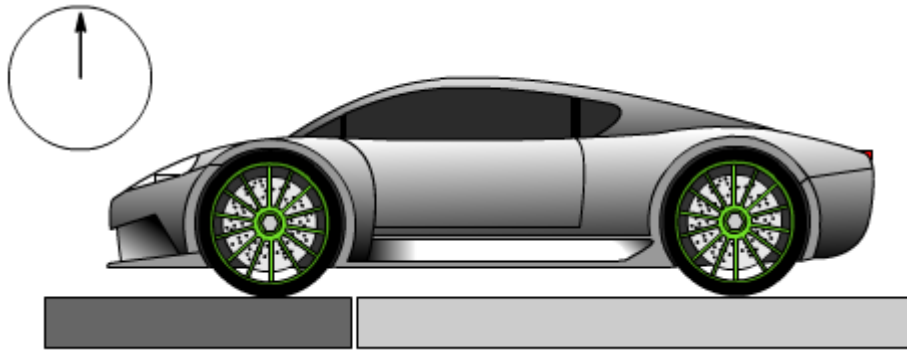


圖 4-17 量測汽車的重心位置(圖例說明 1)

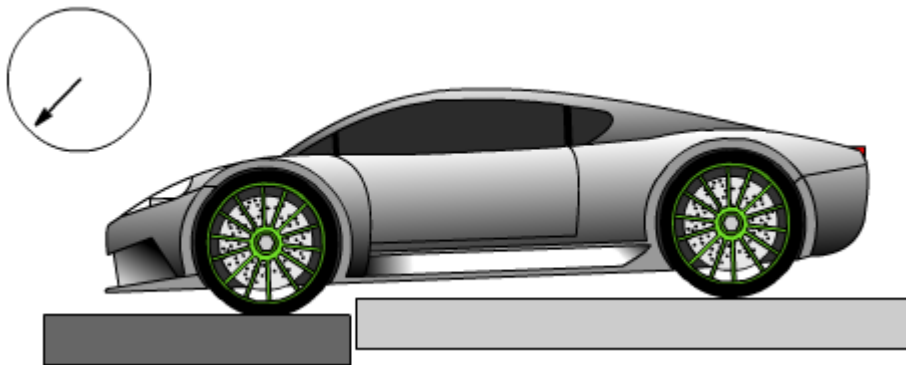


圖 4-18 量測汽車的重心位置(圖例說明 2)

第二步：利用公式 $R_A L = W L_r$ ，得到重心 G 距後輪之距離 $L_r = \frac{R_A L}{W}$ ，參

見圖 4-19與圖 4-20。

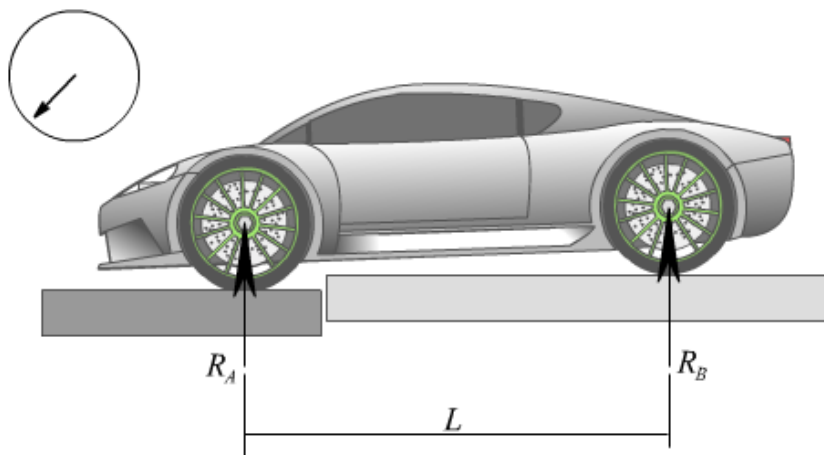


圖 4-19 量測汽車的重心位置(圖例說明 3)

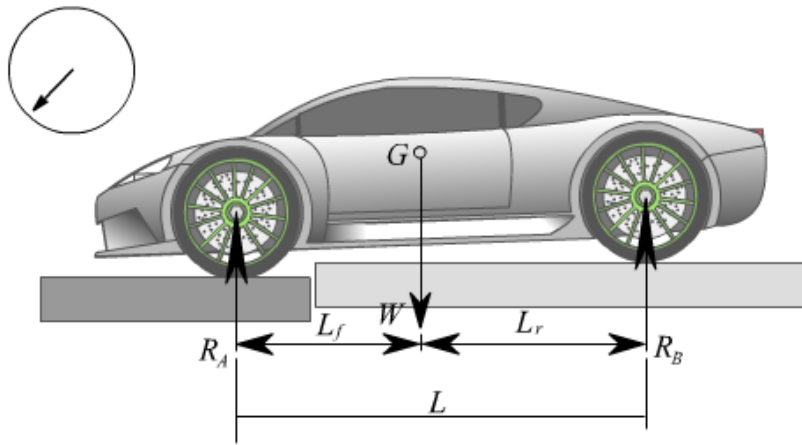


圖 4-20 量測汽車的重心位置(圖例說明 4)

第三步：將車之左前輪與左後輪至於磅秤上，測得秤重 R_1 ，參見圖

4-21

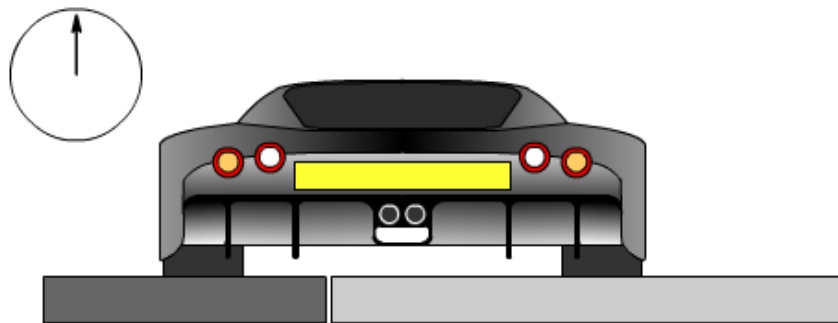


圖 4-21 量測汽車的重心位置(圖例說明 5)

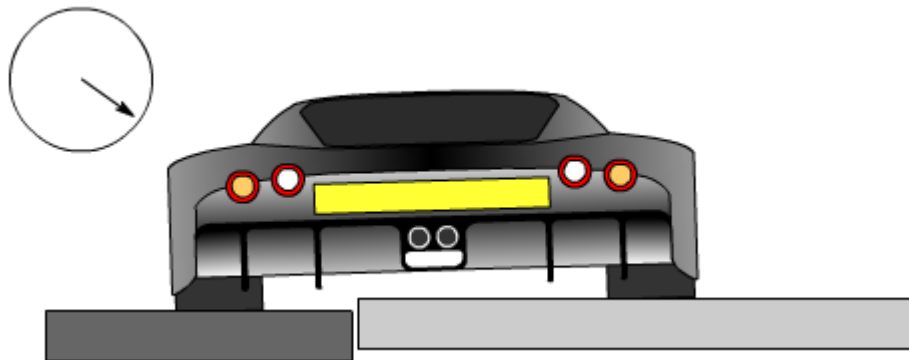


圖 4-22 量測汽車的重心位置(圖例說明 6)

第四步：對右前輪連線取矩 $R_1 S = W S_2$ ，可得重心 G 與右輪連線之距離

$$S_2 = \frac{R_1 S}{W} \text{，參見圖 4-23 與圖 4-24。}$$

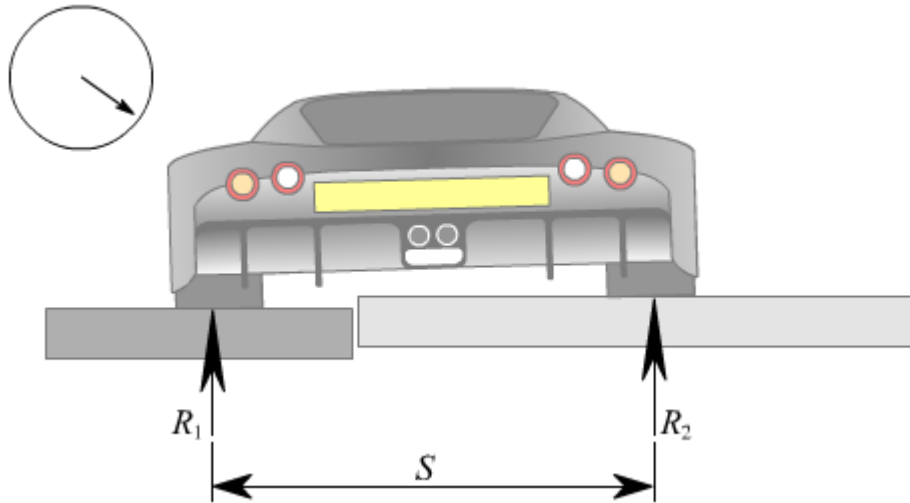


圖 4-23 量測汽車的重心位置(圖例說明 7)

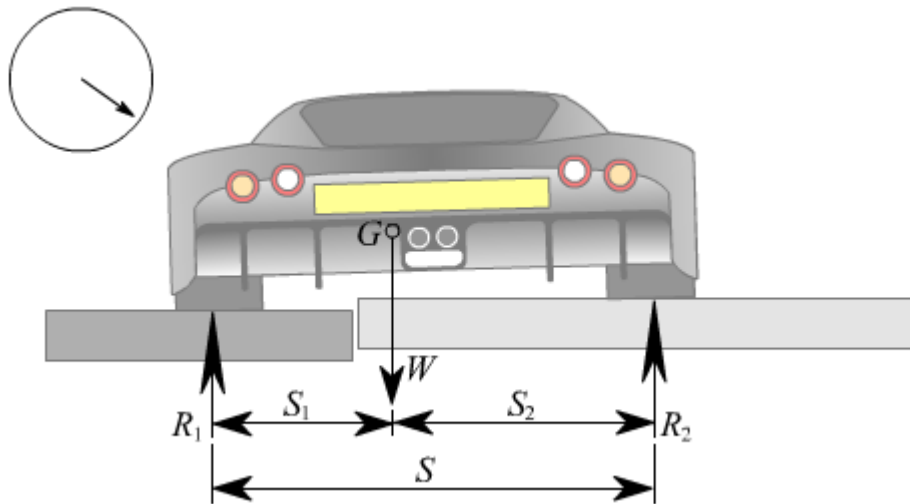


圖 4-24 量測汽車的重心位置(圖例說明 8)

第五步：欲求重心 G 之高度，必須將汽車之後半部升高，前輪至於磅秤上，參見圖4-25與圖4-26。

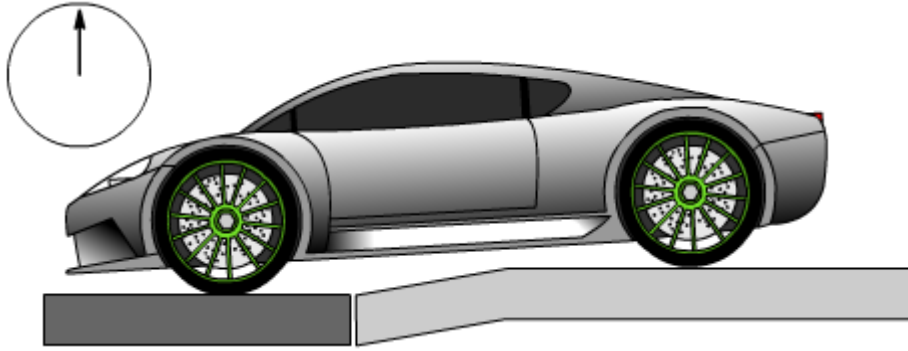


圖 4-25 量測汽車的重心位置(圖例說明 9)

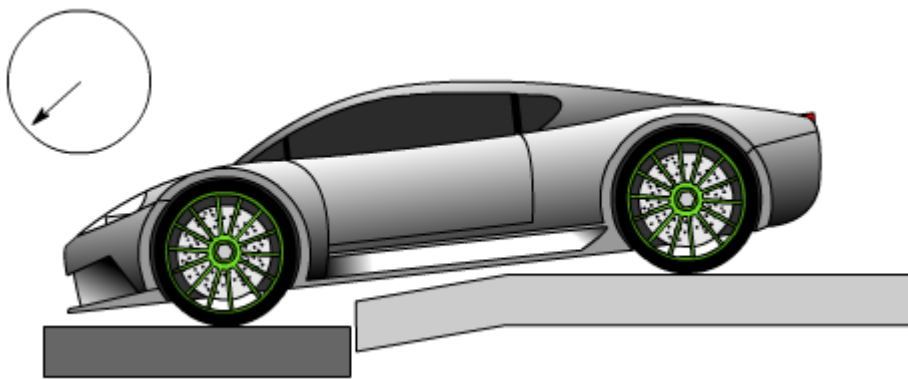


圖 4-26 量測汽車的重心位置(圖例說明 10)

第六步：設升高為 H ， E 點位於 B 輪中心之垂直上方，參見圖 4-27。設前輪所測得秤重 R_A' ，對輪 B 與平臺之接觸點 D 取矩，可得 $R_A' L' - WL_r' = 0$ ，參見圖 4-28。

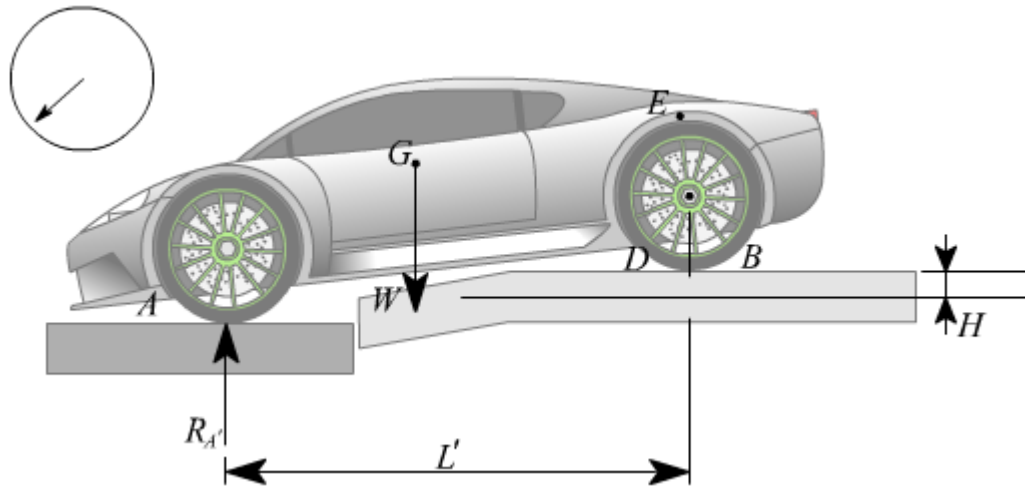


圖 4-27 量測汽車的重心位置(圖例說明 11)

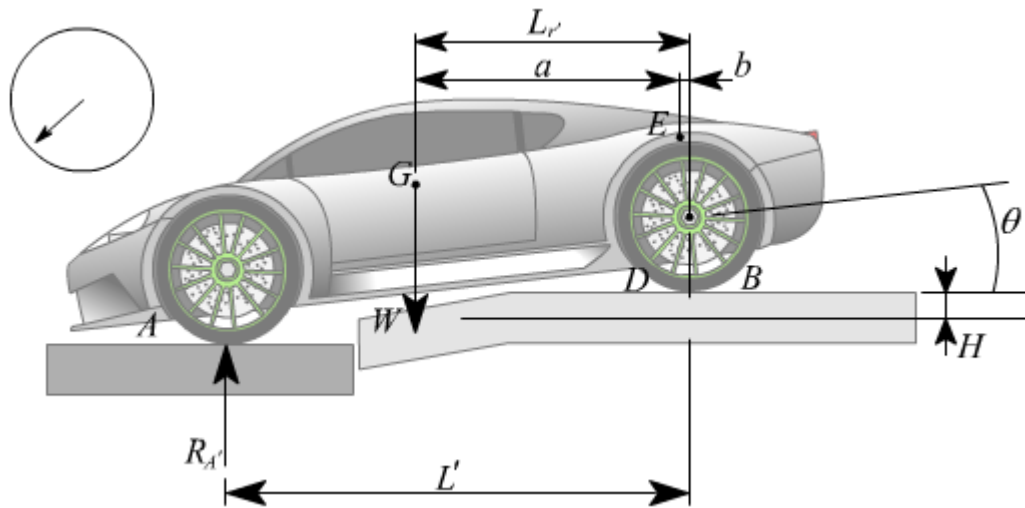


圖 4-28 量測汽車的重心位置(圖例說明 12)

第七步：參見圖 4-29，依據幾何關係可知：

$$L_r = a + b = L_r \cos \theta + h \sin \theta$$

$$L = L \cos \theta$$

將 L_r 及 L 代入第六步之等式 $R_A' L' - W L_r = 0$ 中可得：

$$R_A' L \cos \theta - W(L_r \cos \theta + h \sin \theta) = 0$$

$$h = \frac{(R'_A - R_A)L}{W} \cot \theta$$

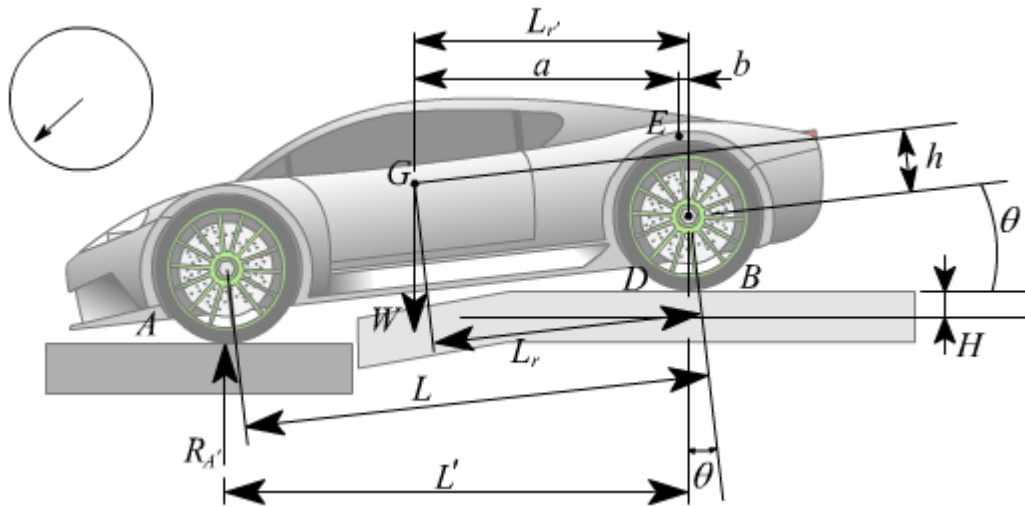


圖 4-29 量測汽車的重心位置(圖例說明 13)

第八步：參見圖 4-29，依據三角關係可知：

$$\cot \theta = \frac{L'}{H} = \frac{\sqrt{L^2 - H^2}}{H}$$

代入 $h = \frac{(R'_A - R_A)L}{W} \cot \theta$ 可得：

$$h = \frac{(R'_A - R_A)L\sqrt{L^2 - H^2}}{WH}$$

綜上所述，由 $L_r = \frac{R_A L}{W}$ ， $S_2 = \frac{R_1 S}{W}$ ， $h = \frac{(R'_A - R_A)L\sqrt{L^2 - H^2}}{WH}$ 三式可得知

重心 G 之位置。

4. NCAP 滾動阻力測試

2000 年 6 月 1 日，國家公路交通安全管理局(NHTSA)建議在 NCAP 程序中添加一項滾動阻力測試，並於 2001 年實施。相信轎車和 LTV 之翻

覆風險信息將引導消費者購買翻覆風險更低的車輛，並且激勵製造商生產翻覆風險更低的車輛，這因此也將減少翻車的受傷和死亡人數。

國家公路交通安全管理局 (NHTSA) 購買了一個可以提供特定車輛類型之滾動阻力的網站，並且可以通過訪問 www.safercar.gov 獲取不同車輛類型的翻覆評級，具體可參見下表。

表 4-32 不同車輛類型翻覆評級

	翻覆風險小於10%
	翻覆風險大於等於10%小於20%
	翻覆風險大於等於20%小於30%
	翻覆風險大於等於30%小於40%
	翻覆風險大於等於40%

基於 2001~2003 年國家公路安全管理局對所有車輛進行的翻覆測試之數據，所有轎車之靜態穩定係數 (SSF) 可評為四星級或五星級，其在單車事故中的翻轉風險平均為 12%，介於約 6%到 19%之間，各類車輛之翻覆機率可參見圖 4-30。

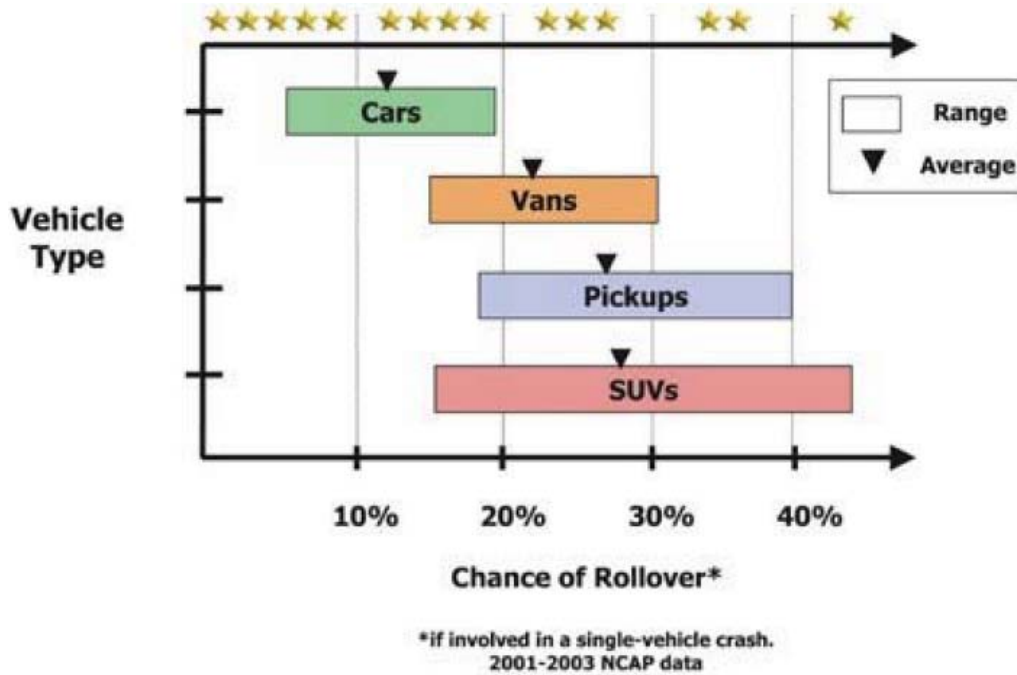


圖 4-30 各類車型之翻覆機率

4.11.2 現行車輛SSF參考值

由於翻覆碰撞在美國每年都會奪去 10000 多車輛乘員之性命，2005 年 6 月 NHTSA 技術報告中歸納分析了近幾年不同車型的平均 SSF 值。轎車擁有最高的平均 SSF，並且一直保持很高的狀態；越野車隨時間逐步改善了其 SSF 值，在 2001 年之後尤為明顯；然而皮卡的 SSF 值常年保持恒定；小型貨車自首次引入呈現相當大的改進；大型貨車呈現一個較小但穩定的改善。2003 年，轎車的平均 SSF 為 1.41，越野車的平均 SSF 為 1.17，皮卡的平均 SSF 為 1.18，小型貨車的平均 SSF 為 1.24，大型貨車的平均 SSF 為 1.12。

1. 不同車型之 SSF 值比較分析

車輛翻覆事故作為最嚴重的交通事故之一，其死亡率高於其他碰撞類型，需要特別關注的是輕型卡車和貨車 (Light trucks and vans , LTVs) ，包括皮卡、越野車、小型貨車和重達 10000 磅之大型貨車。然而，只有 3% 的乘用車 (轎車和 LTV) 碰撞涉及車輛翻覆，根據 2003 年死亡率分析報告系統 (Fatality Analysis Reporting System , FARS) ，翻車事故共導致 10376 名車輛乘員死亡。其中，轎車死亡 4433 人，越野車死亡 2639 人，皮卡死亡 2569 人，貨車死亡 724 人，剩餘 11 人未知。轎車死亡率最低(23%)，越野車死亡率最高(59%)。同樣，根據總體評估系統(General Estimates System , GES) ，因翻車而受傷的轎車乘員占 6% ，LTV 乘員則占更高，其中貨車占 9% ，皮卡占 13% ，越野車占 20% 。從每十萬車之乘員死亡率數據可以看出，轎車最低為 3.69 ，貨車也相對較低為 3.83 ，但皮卡 (7.18) 和越野車 (10.22) 則高很多。由此可見，翻車事故是所有輕型車輛的主要安全問題，尤其是 LTV 。2010 年，進 91 萬轎車、越野車、皮卡和貨車事故中，翻覆事故僅佔 2.1% 。然而，翻覆事故占所有乘用車死亡人數進 35% 。進在 2010 年，有超過 7600 人死於車輛翻覆事故，其中大部份 (69%) 未佩戴安全帶。一般車輛之反轉臨界值可參見下表。

表 4-33 一般車輛之反轉臨界值

車輛類型	重心高度 (cm)	輪距 (cm)	翻轉臨界值
跑車	45-50	126-153	1.2-1.7
小轎車	50-58	126-153	1.1-1.5
豪華轎車	50-61	153-166	1.2-1.6
小卡車	75-89	166-179	0.9-1.1
箱型車	75-102	166-179	0.8-1.1
中型卡車	114-141	166-192	0.6-0.8
重型卡車	152-217	179-184	0.4-0.6

2. 不同車型之 SSF 值提升狀況

提高 SSF 可以使車輛更加穩定，並且吸引更多消費者購買此類安全性能更高的車輛。這些新型車輛結合了轎車和運動型多用途車的特點，被歸類在越野車的範疇，其 SSF 值為 1.23。以上新型車輛的引入有助於提高越野車的 SSF 值。重新設計的車輛之 SSF 值與早期車輛相比，可以針對轎車和輕型卡車和貨車 (LTVs) 兩大類乘用車，從車輛類型和時間年份兩個層面進行分析。

(1) 轎車設計之 SSF 值提升 (Passenger Cars Redesigned with Increased SSF)

重新設計後的轎車在不同年份的 SSF 值整體上都有所提升，其中包括 Chevrolet Cavalier 2-DR 等在內的 9 種車型，其 SSF 值提升最具代表性，詳細可參見表 4-34。

表 4-34 不同類型轎車在不同年份的 SSF 值一覽表

製造商/車型	車型年份	SSF 值
Chevrolet Cavalier 2-DR	1982-1994	1.30
	1995-2003	1.40
Ford Escort Wagon	1987-1990	1.26
	1991-1996	1.38
Ford Crown Victoria	1982-2000	1.40
	2001-2003	1.51
Honda Civic Hatchback	1980-1983	1.30
	1984-1987	1.40
Nissan Maxima	1987-1988	1.34
	1989-1994	1.44
Nissan Sentra 4-DR	1982-1986	1.32
	1987-1994	1.46
Oldsmobile Delta 88 4-DR	1977-1985	1.30
	1986-1999	1.40
Oldsmobile 98 4-DR	1981-1984	1.31
	1985-1987	1.40
Toyota Camry 4-DR	1983-1991	1.34
	1992-1996	1.46

摘取上表中不同類型車輛之 SSF 值，並計算其 SSF 值增量，得到對應的 SSF 值增量變化表，具體可參見表 4-35。根據該表可繪製出不同類型轎車設計之 SSF 值變化圖，具體可參見圖 4-31。

表 4-35 不同類型轎車設計之 SSF 值增量變化表

製造商/車型	SSF 值	增加後的 SSF 值	SSF 值增量
Chevrolet Cavalier 2-DR	1.3	1.40	0.10
Ford Escort Wagon	1.26	1.38	0.12
Ford Crown Victoria	1.4	1.51	0.11
Honda Civic Hatchbac	1.3	1.40	0.10
Nissan Maxima	1.34	1.44	0.10
Nissan Sentra 4-DR	1.32	1.46	0.14
Oldsmobile Delta 88 4-DR	1.3	1.40	0.10
Oldsmobile 98 4-DR	1.31	1.40	0.09
Toyota Camry 4-DR	1.34	1.46	0.12

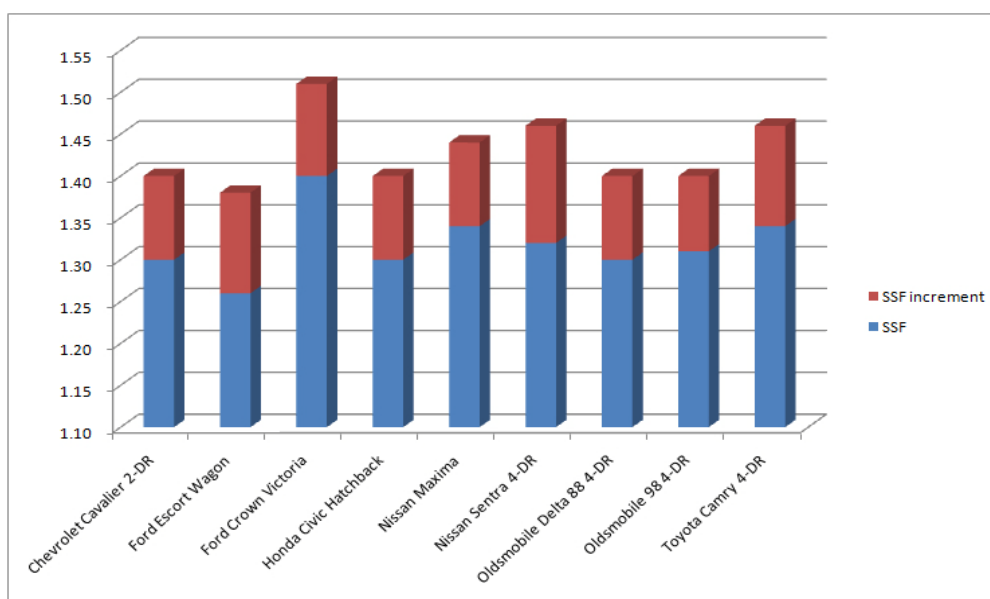


圖 4-31 不同類型轎車設計之 SSF 值變化圖

由圖 4-31 可知，從車輛種類層面分析，9 種轎車的 SSF 值均有不同程度的提升，但對於年份時間對 SSF 之影響沒有得到充分體現。因此，重新建立一個以時間軸為變量的座標系，並採用描點法將 9 種不同類型車輛的 SSF 值標註在圖中，參見圖 4-32 不難看出，9 種不同車輛的 SSF 值沿著時間軸均呈現上升之趨勢，即隨著年份靠近，轎車的 SSF 值會得到整體提升。

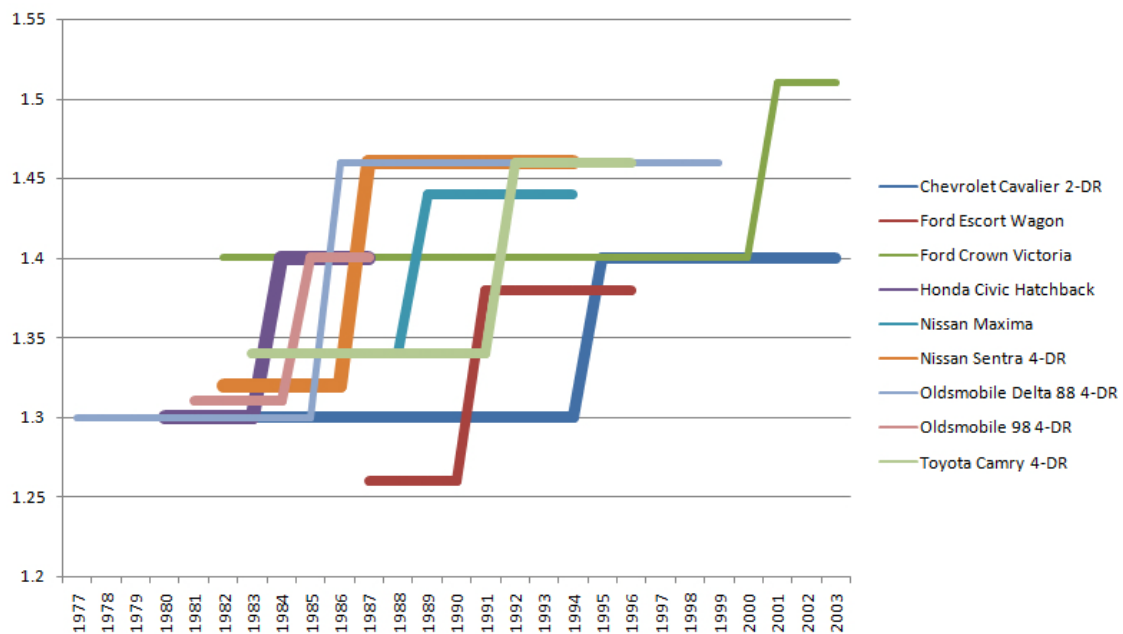


圖 4-32 不同類型轎車設計之 SSF 值隨時間變化分佈圖

(2) 輕型卡車和貨車 (LTVs) 之 SSF 值提升 (LTVs Redesigned with Increased SSF)

重新設計後的輕型卡車和貨車 (LTVs) 在不同年份的 SSF 值可參見表 4-36。

表 4-36 不同類型輕型卡車和貨車 (LTVs) 在不同年份的 SSF 值一覽表

製造商/車型	車型年份	SSF
Ford Bronco 4x4	1980-1984	1.04
	1985-1996	1.13
Ford Bronco II 4x4	1987-1990	0.99
Ford Explorer 2-DR 4x4	1991-1995	1.09
Chevrolet S10 4x4 Blazer 4-DR	1991-2003	1.09
Chevrolet Trailblazer 4x4 4-DR	2002-2003	1.18
Nissan Pathfinder 4x4 4-DR	1990-1995	1.07
	1996-2003	1.16
Ford Aerostar Wagon	1988-1997	1.11
Ford Windstar Wagon	1995-1998	1.24
Toyota Passenger Van	1985-1989	1.11
Toyota Previa Van	1991-1997	1.23

摘取上表中不同類型車輛之 SSF 值，並計算其 SSF 值增量，得到對應的 SSF 值增量變化表，具體可參見表 4-37。根據該表可繪製出不同類型輕型卡車和貨車 (LTVs) 設計之 SSF 值變化圖，具體可參見圖 4-33 不同類型輕型卡車和貨車 (LTVs) 設計之 SSF 值變化圖。

表 4-37 不同類型輕型卡車和貨車 (LTVs) 設計之 SSF 值增量變化表

製造商/車型	SSF 值	增加後的 SSF 值	SSF 值增量
Ford Bronco 4x4	1.04	1.13	0.09
Ford Bronco II 4x4	0.99	-	0.00
Ford Explorer 2-DR 4x4	1.09	-	0.00
Chevrolet S10 4x4 Blazer 4-DR	1.09	-	0.00
Chevrolet Trailblazer 4x4 4-DR	1.18	-	0.00
Nissan Pathfinder 4x4 4-DR	1.07	1.16	0.09
Ford Aerostar Wagon	1.11	-	0.00
Ford Windstar Wagon	1.24	-	0.00
Toyota Passenger Van	1.11	-	0.00
Toyota Previa Van	1.23	-	0.00

由圖 4-33 不同類型輕型卡車和貨車(LTVs)設計之 SSF 值變化圖 可知，從車輛種類層面分析，10 種輕型卡車和貨車 (LTVs) 中，雖然僅有兩種 LTV 的 SSF 值有微小的提升，但並沒有充分的理由否認 LTV 車輛在翻轉穩定性方面的變化，因為可能由於設計出新型、SSF 值更高的 LTV 車輛，淘汰了原有 LTV 車型，因此無法完全通過同類型 LTV 車的 SSF 變化作出結論。為解決以上問題，需要重新建立一個以時間軸為變量的座標系，並採用描點法將 10 種不同類型車輛的 SSF 值標註在圖中，參見圖 4-34 不同類型輕型卡車和貨車 (LTVs) 設計之 SSF 值隨時間變化分佈不難看

出，車輛的 SSF 值沿著時間軸均呈現上升之趨勢，即隨著年份靠近，輕型卡車和貨車 (LTVs) 的 SSF 值會得到不同程度的提升。

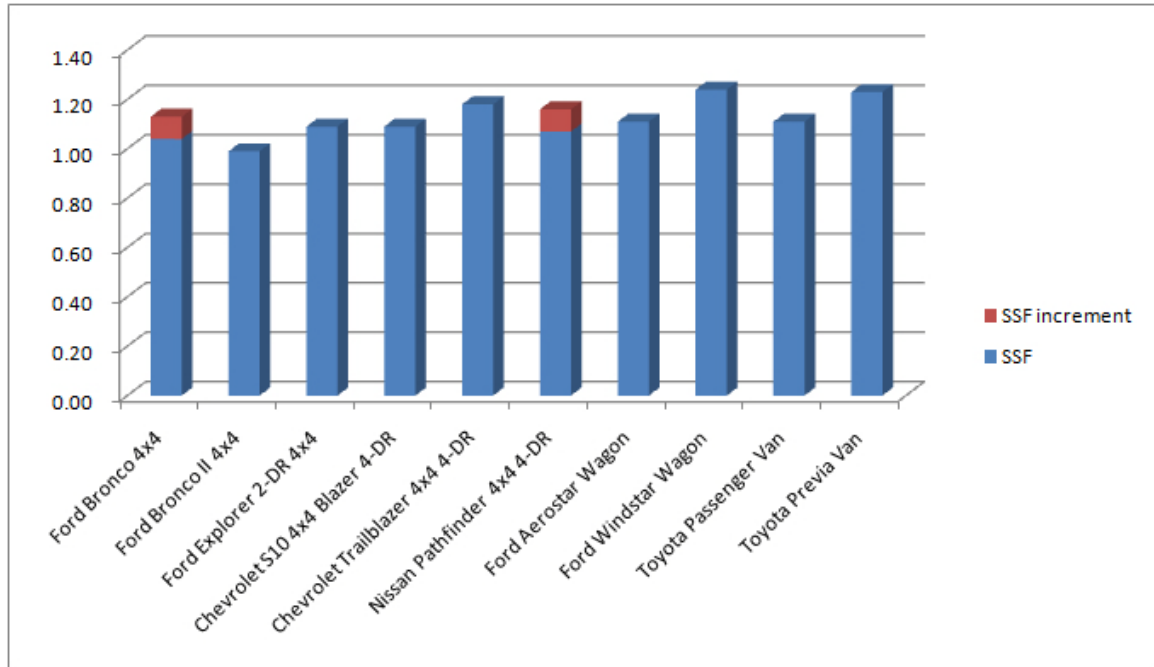


圖 4-33 不同類型輕型卡車和貨車 (LTVs) 設計之 SSF 值變化圖

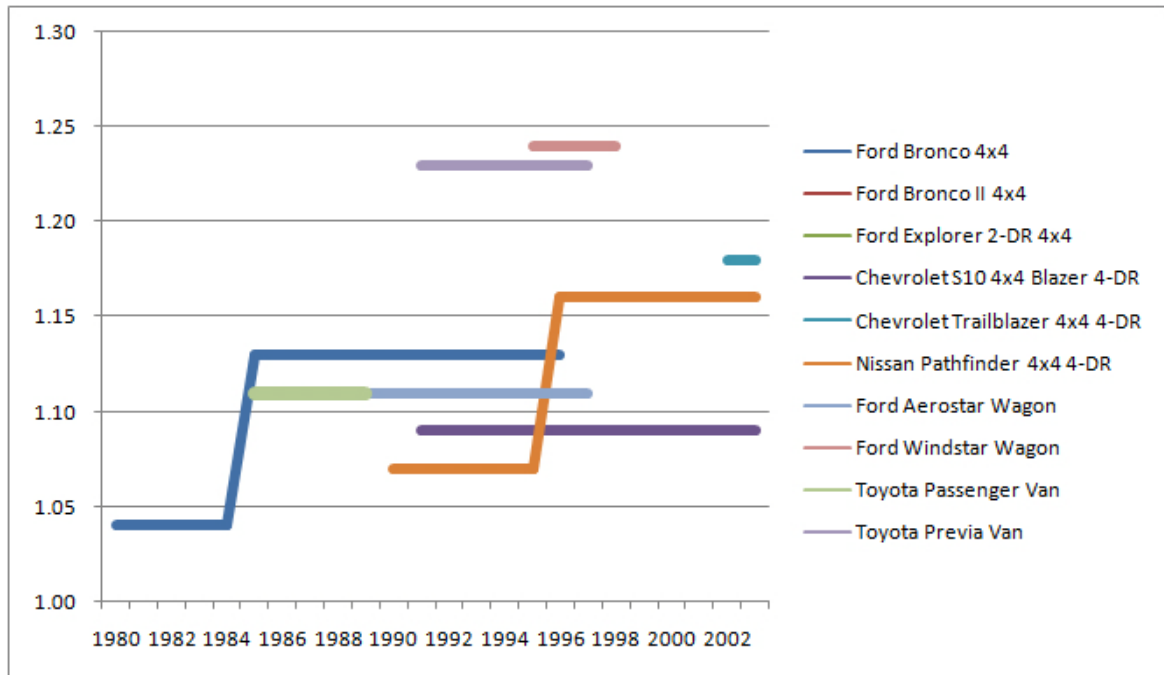


圖 4-34 不同類型輕型卡車和貨車 (LTVs) 設計之 SSF 值隨時間變化分佈

(3) 轎車設計之 SSF 值長期提升 (Passenger Cars Redesigned with Long-Term Increased SSF)

之前兩種情況下乘用車的 SSF 值變化是連續的，然而不是所有乘用車的 SSF 值都是可靠的，部份車輛的 SSF 值在某些過渡時期可能無法達到重新設計的 SSF 值，因而會以某一個或多個 SSF 值長時間保持在一個相對低於 SSF 設計值的狀態，其中包括 BMW 300 等在內的 13 種車型，詳細可參見表 4-38。

表 4-38 不同類型轎車在不同年份的長期 SSF 值一覽表

製造商/車型	車型年份	SSF
BMW 300	1985-1994	1.20
	1999-2003	1.41
Chevrolet Corvette	1968-1982	1.57
	1997-2003	1.75
Ford Thunderbird 2-DR	1983-1988	1.29
	2002-2003	1.51
Mazda GLC	1981-1983	1.25
Mazda Protégé	1999-2003	1.42
Toyota Corolla	1984-1988	1.30
	1993-2002	1.42
Toyota Cressida 4-DR	1978-1984	1.28
Toyota Avalon 4-DR	1995-2003	1.42
Toyota Starlet Hatchback	1981-1984	1.21
Toyota Tercel Hatchback	1987-1990	1.41
Volkswagen Jetta	1981-1984	1.21
	2000-2003	1.37
Volvo 240	1975-1993	1.23
Volvo S 60	2001-2003	1.49

摘取上表中不同類型車輛之長期 SSF 值，並計算其長期 SSF 值增量，得到對應的長期 SSF 值增量變化表，具體可參見表 4-39。根據該表可繪製出不同類型轎車設計之長期 SSF 值變化圖，具體可參見圖 4-35。

表 4-39 不同類型轎車設計之長期 SSF 值增量變化表

製造商/車型	長期 SSF 值	增加後的長期 SSF 值	長期 SSF 值增量
BMW 300	1.20	1.41	0.21
Chevrolet Corvette	1.57	1.75	0.18
Ford Thunderbird 2-DR	1.29	1.51	0.22
Mazda GLC	1.25	-	0.00
Mazda Protégé	1.42	-	0.00
Toyota Corolla	1.30	1.42	0.12
Toyota Cressida 4-DR	1.28	-	0.00
Toyota Avalon 4-DR	1.42	-	0.00
Toyota Starlet Hatchback	1.21	-	0.00
Toyota Tercel Hatchback	1.41	-	0.00
Volkswagen Jetta	1.21	1.37	0.16
Volvo 240	1.23	-	0.00
Volvo S 60	1.49	-	0.00

由圖 4-35 可知，從車輛種類層面分析，13 種轎車中有 5 種車輛的長期 SSF 值有不同程度的提升，然而對於年份時間對長期 SSF 之影響沒有得到充分體現。因此，重新建立一個以時間軸為變量的座標系，並採用描點法將 13 種不同類型車輛的長期 SSF 值標註在圖中，參見圖 4-36 不難看出，車輛的 SSF 值沿著時間軸均呈現上升之趨勢，即隨著年份靠近，轎車的 SSF 值會得到整體提升。

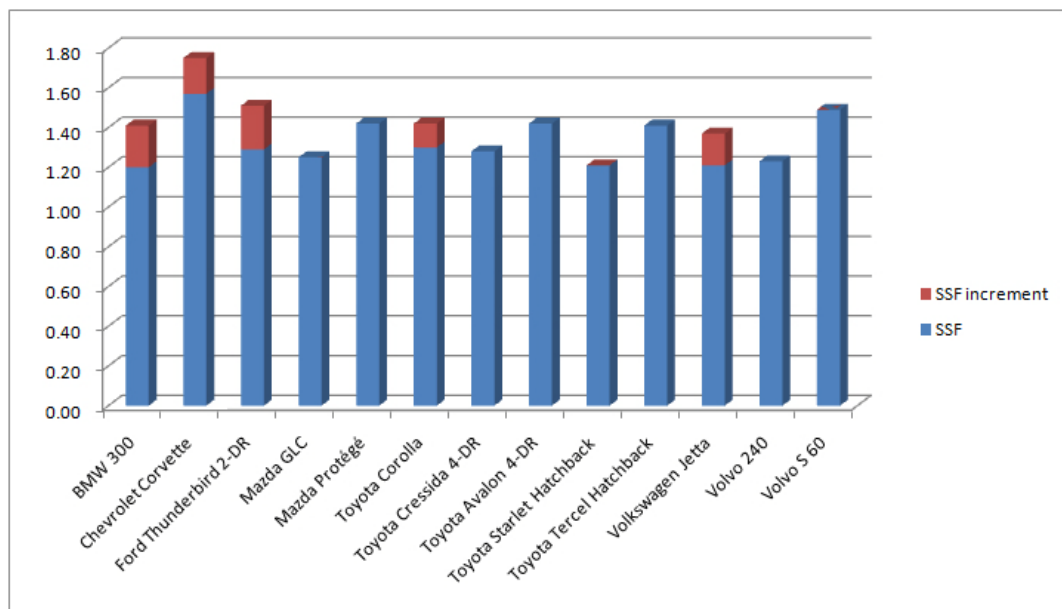


圖 4-35 不同類型轎車設計之長期 SSF 值變化圖

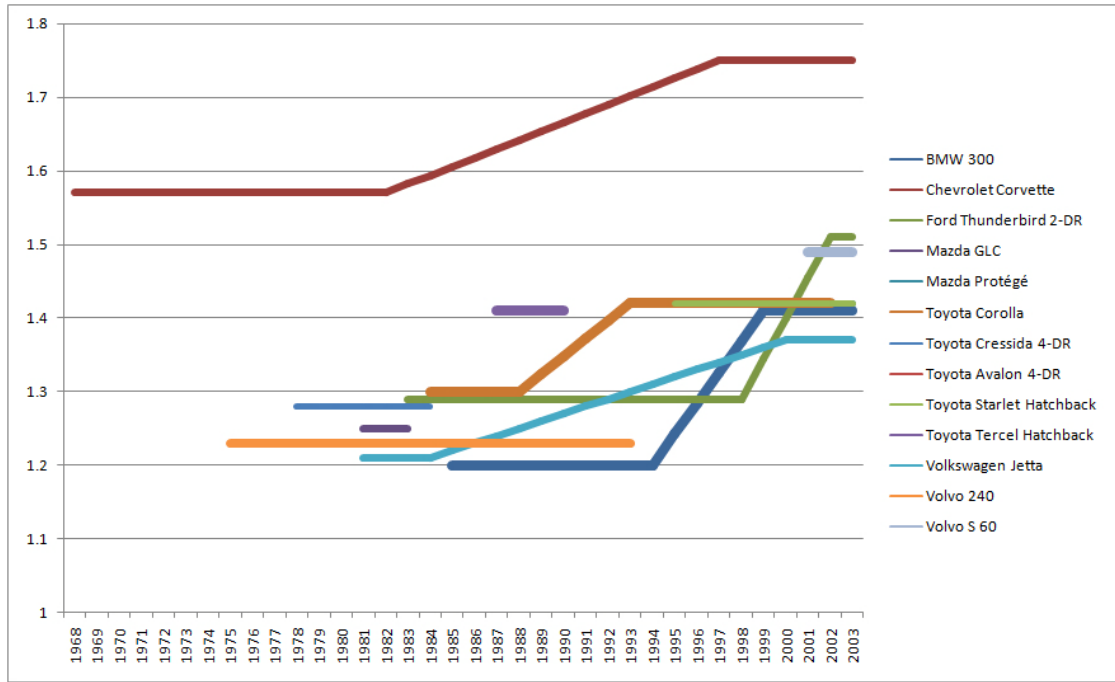


圖 4-36 不同類型轎車設計之長期 SSF 值隨時間變化分佈圖

(4) 輕型卡車和貨車(LTVs)之 SSF 值長期提升(LTVs Redesigned with Long-Term Increased SSF)

與上述第(3)點類似，對於輕型卡車和貨車(LTVs)，仍選擇包括 Chevrolet Suburban 在內的 7 種 LTV 車輛類型，分析其在不同年份的長期 SSF 值，詳細可參見表 4-40。

表 4-40 輕型卡車和貨車 (LTVs) 之 SSF 值長期提升

製造商/車型	車型年份	SSF
Chevrolet Suburban	1981-1991	1.02
	2000-2003	1.10
Isuzu Rodeo 4x4 4-DR	1992-1997	1.05
Isuzu Axiom 4x4	2002-2003	1.20
Toyota 4Runner 4x4	1984-1987	0.99
	2003	1.16
Jeep CJ-5	1972-1976	1.01
	1981-1983	1.03
Jeep CJ-7 4x4	1976-1981	1.03
	1982-1982	1.04
	1983-1984	1.05
Jeep Wrangler 4x4	1987	1.16
	1998-2003	1.13

摘取表 4-41 中不同類型車輛之長期 SSF 值，並計算其長期 SSF 值增量，得到對應的長期 SSF 值增量變化表，具體可參見表 4-41。根據表 4-41 可繪製出不同類型輕型卡車和貨車 (LTVs) 設計之長期 SSF 值變化圖，具體可參見圖 4-37。

表 4-41 同類型輕型卡車和貨車 (LTVs) 設計之長期 SSF 值增量變化表

製造商/車型	長期 SSF 值	增加後的長期 SSF 值	長期 SSF 值增量
Chevrolet Suburban	1.02	1.10	0.08
Isuzu Rodeo 4x4 4-DR	1.05	-	0.00
Isuzu Axiom 4x4	1.20	-	0.00
Toyota 4Runner 4x4	0.99	1.16	0.17
Jeep CJ-5	1.01	1.03	0.02
Jeep CJ-7 4x4	1.03	1.04-1.05	0.01-0.02
Jeep Wrangler 4x4	1.16	1.13	-0.03

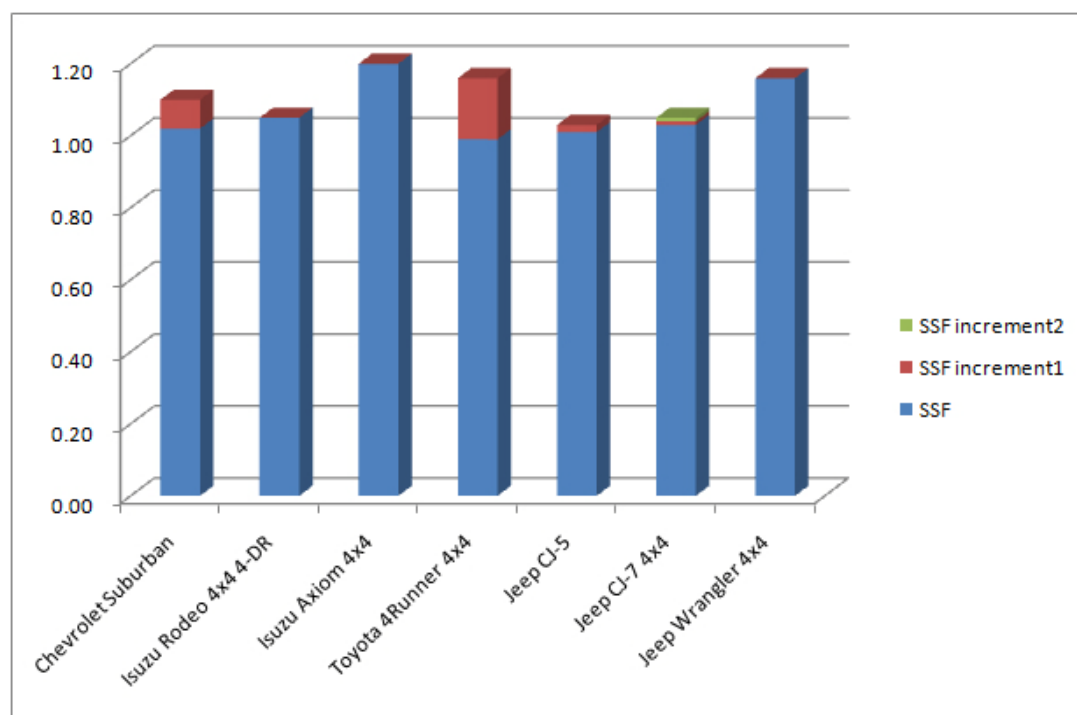


圖 4-37 不同類型輕型卡車和貨車 (LTVs) 設計之長期 SSF 值變化圖

從車輛種類層面分析，7 種轎車中有 5 種車輛的長期 SSF 值有不同程度的提升，其中車型為 Jeep CJ-7 4x4 的車輛之 SSF 值首次從 1976-1981 年的 1.03 增加至 1982-1982 年的 1.04，再增加至 1983-1984 年的 1.05。

然而並不是所有車型的長期 SSF 值均呈現上升趨勢，其中車型為 Jeep Wrangler 4x4 的車輛之 SSF 值從 1987 年的 1.16 降低至 1998-2003 年的 1.13。就圖 4-37 而言，對於年份時間對長期 SSF 之影響沒有得到充分體現。因此，重新建立一個以時間軸為變量的座標系，並採用描點法將 7 種不同類型車輛的長期 SSF 值標註在圖 4-38，參見圖 4-38 可以看到，除了車型為 Jeep Wrangler 4x4 的車輛之 SSF 值略微下降外，其他車輛的 SSF 值沿著時間軸均呈現上升之趨勢，即隨著年份靠近，輕型卡車和貨車(LTVs) 的 SSF 值會得到大致提升。

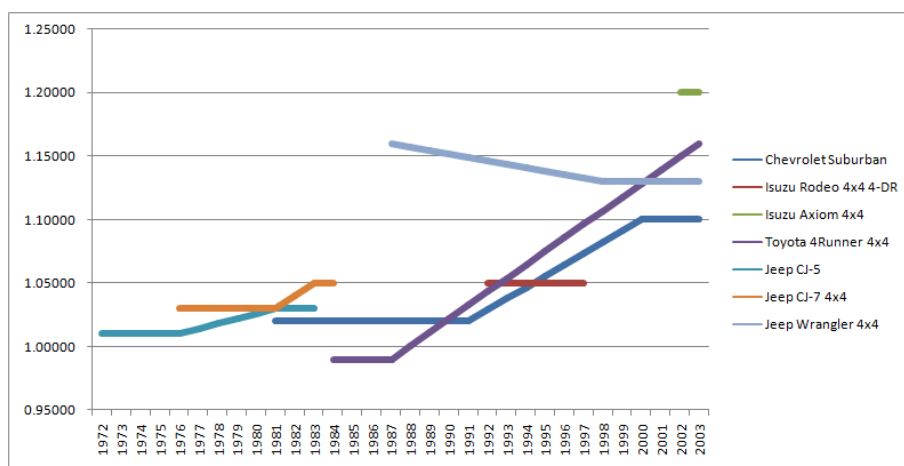


圖 4-38 不同類型輕型卡車和貨車 (LTVs) 設計之長期 SSF 值隨時間變化分佈圖

4.11.3 設計速率影響討論

根據前一小節探討不同車型之 SSF 值提升狀況，計算四種不同情況下乘用車的 SSF 平均值及其對應增長率，參見表 4-42 所示。由表 4-42 可知，

轎車的SSF提升幅度相較於輕型卡車和貨車(LTVs)更明顯,可達近10%。

然而輕型卡車和貨車(LTVs)的SSF值沒有呈現顯著的增加。

表 4-42 乘用車之SSF平均值增長表

乘用車類型	SSF 值	增加後的SSF 值	SSF 值增長率
轎車	1.32	1.43	8.26%
	1.33	1.49	12.03%
輕型卡車和貨車(LTVs)	1.12	1.15	2.68%
	1.07	1.09	1.87%

結合速限規定和要求,可以建議實施分段式提速。一方面,伴隨著轎車的穩定性提高(SSF平均值增長率=8.26%),可以在原有設計速率的基礎上同比增長8%,獲得提升後的速限值;另一方面,由於輕型卡車和貨車(LTVs)的SSF平均值增長率較小,不足以達到提升速限的要求,可以保持原有的設計速率。然而,需要著重考慮是,以上所闡述之車輛是SSF值提升過程中具有較典型代表性的車型,其分析結果偏於理想型,並不具有絕對的普適性,因此對於全面提升設計速率之可能性還需仔細斟酌。即使目前車輛穩定性(SSF)的提升,尚無法對於現況道路設計元素有直接相對應之影響,但車輛穩定性提升仍然是汽車性能提升的一項重要因素。

4.12 小結

本章探討汽車性能提升後對於道路各項設計要素是否有所影響，以及對於設計速率是否有提升之改變。綜觀上述各項論述發現，與設計要素有所關聯的汽車性能主要為車輛制動能力，即為煞車減速度，根據國內外規範對於車輛煞車性能之規定，汽車之減速度已經比以往更佳。以汽車減速度推算設計要素之視距部分發現，汽車性能之提升讓視距距離有明顯的減少，反觀設計速率亦有提升之空間。設計速率相關規範可能因為車輛性能提升而有所改變，但其改變並非全面性，可以針對部分與車輛性能較有相關之設計要素進行微調。

第五章 實驗設計與分析

本研究針對文獻回顧所獲得的資訊研擬實驗進行，主要從實驗路段篩選、設計要素資料蒐集、設計速率試算與比較分析，並提出後續可執行方。

5.1 實驗架構

本計畫於期末階段選定 5 處操作路段執行調查，長度各 5 公里以上為原則，透過蒐集道路設計要素來推估實驗路段的設計速率，並調查相關參數值來了解設計速率在人、車、路、環境的影響，包括人員感受、鋪面橫向摩擦係數數據、行車速度等，並進行必要的測量，以提供該路段設計速率提升的佐證資料。

本實驗的作業流程如下圖所示，可分為幾個階段執行，其內容分述如下：

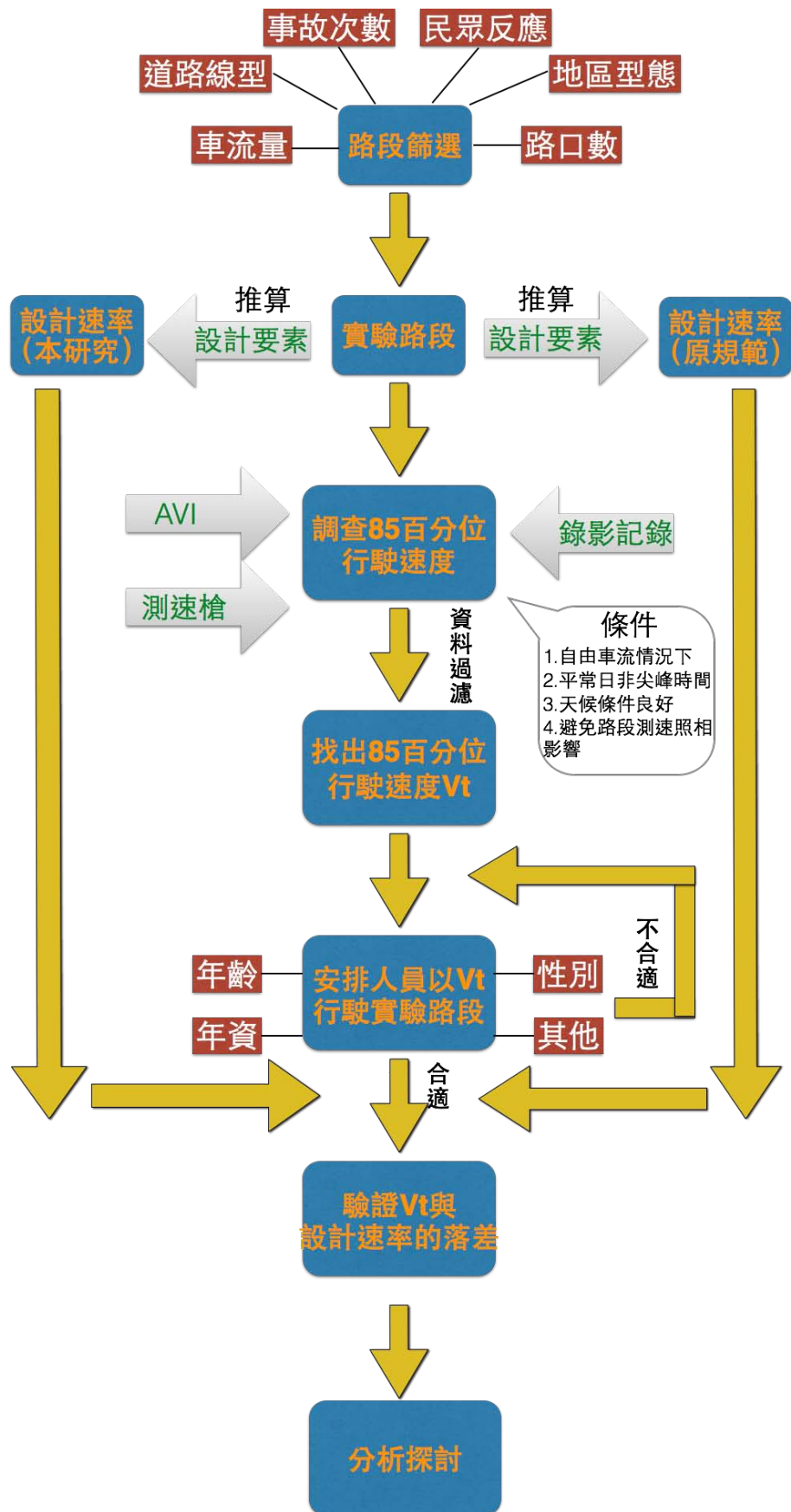


圖 5-1 實例驗證調查作業流程圖

主要針對目前既有道路中有調整設計速率考量之路段為挑選原則，並利用下列幾點考慮因素檢視該路段是否具有調整設計速率的條件。

1. 實驗路段設計要素資料蒐集:

利用路段設計之竣工圖或其他資料蒐集各項設計要素數值，以各項數值利用原部頒之「公路路線設計規範明細表」及本計畫之建議值表分別推算出設計速率，並於後續進行分析比較。

2. 調查第 85 百分位行駛速度:

第 85 百分位行駛速度調查利用測速槍施測，並需於幾項條件下進行：

- (1) 自由車流情況下
- (2) 平常日非尖峰時間
- (3) 天候條件良好
- (4) 避免路段有測速照相機影響

調查樣本蒐集數量至少為 100 筆以上，並於下午時段 13:00 至 16:00 間進行調查，將調查資料過濾分析後找出該路段之第 85 百分位行駛速度 V_t ，配合以 AVI 調查實驗路段車輛的平均速度，利用路段平均速度與測速槍調查之瞬點速度進行比較，並利用錄影記錄所有路段之調查過程。

3. 安排人員以 V_t 行駛實驗路段:

請不同年齡、性別、駕駛年資等人員以 V_t 於實驗路段行駛，並分別記錄其不同人員於該速度下行駛之駕駛感受，以其結果判斷該速度是否適合於後續進一步探討作為設計速率之研究。

4. 驗證 V_t 與設計速率之落差:

將上述結果之 V_t 分別與部頒之「公路路線設計規範明細表」及本計畫之建議值表所推算之設計速率比較分析，藉此驗證本計畫之建議值表之可行性。

5.2 實驗路段篩選

實驗路段篩選主要針對目前既有道路中有調整設計速率考量之路段為挑選原則，並利用下列幾點考慮因素檢視該路段是否具有調整設計速率的條件。實驗路段挑選應考慮幾點因素如下：

1. 車流量：第 85 百分位運行速度實驗條件需於自由車流情況下執行，才可使每輛車前後之間的時間間隔在 3~5 秒的情況下，才可測量出駕駛者自由行駛的速度。
2. 道路線型：實驗路段道路線型應包含直線段與彎道段進行實驗，主要原因在於彎道的設計速率比直線道來的低，在考量大區段速限統一情

況下，需同時針對直線與彎道段進行考量，才可獲得較完整資訊進行探討。

3. 事故次數：本計畫主要考量設計速率有提升需求的路段進行試驗，考量到設計速率調整後路段行車之安全性，故事故過多之路段對於設計速率調整較無必要性，因此在實驗路段挑選時，應考量路段所肇生之事故次數。
4. 民眾反應：實驗路段之挑選優先考量較常有民眾反應該地區速限過低的路段進行。往往因為駕駛人使用該路段後認為該速限於路段過低不符使用，進而建議相關單位針對該路段速限進行調整，優先考量該路段進行提升設計速率之實驗。
5. 地區型態：實驗路段必須考量該路段所在之地區型態為何，市區、郊區或山區等。因為不同的地區生活型態會有所差異，道路旁的建築開發程度、行人及車輛數量皆不相同，道路速限也必須因應不同的情況有不同的速度，路段挑選必須針對設計速率提升後對該地區交通安全不會造成影響之路段。
6. 路口數：進行設計速率調整之路段號誌化路口數較多，其改善成果可能不會有顯著的效益。一般而言，駕駛人通過號誌化路口前皆會降低行車速度以確保安全通過路口，號誌化路口數如過多相對的路口間兩兩

的距離將會較短，提升該路段之設計速率並無太大實質上的意義，駕駛人尚未行駛至該速度前就因為遇到路口而降低行車速度。

5.2.1 實驗路段

實驗路段分別依據公路總局五個養護工程處之轄區範圍進行挑選，挑選路段分別如下所列，

第一區養護工程處：台 15 線新竹段(72k+500~77k+500)

第二區養護工程處：台 17 線台中段(12K+000~17K+000)

第三區養護工程處：台 17 線高雄段(204k+000~209k+000)

第四區養護工程處：台 9 線宜蘭段(94k+500~99k+500)

第五區養護工程處：台 18 線嘉義段(11k+500~16k+500)

1. 台 15 線新竹段(72k+500~77k+500)

台 15 線該路段為雙向 4 線道，行車速限 50km/hr，實驗路段共 5 處彎道，調查點位共 5 個點，路段現況如下圖 5-2 所示。



圖 5-2 台 15 線新竹段路段現況

2. 台 17 線台中段(12K+000~17K+000)

台 17 線該路段為雙向 6 線道，行車速限 70km/hr，實驗路段共 1 處彎道，調查點位共 5 個點，路段現況如下圖 5-3 所示。



圖 5-3 台 17 線台中段路段現況

3. 台 17 線高雄段(204k+000~209k+000)

台 17 線該路段為雙向 4 線道，行車速限 70km/hr，實驗路段共 4 處彎道，調查點位共 5 個點，路段現況如下圖 5-4 所示。



圖 5-4 台 17 線高雄段路段現況

4. 台 9 線宜蘭段(94k+500~99k+500)

台 9 線該路段為雙向 4 線道，行車速限 60km/hr，實驗路段共 4 處彎道，調查點位共 5 個點，路段現況如下圖 5-5 所示。



圖 5-5 台 9 線宜蘭段路段現況

5. 台 18 線嘉義段(11k+500~16k+500)

台 18 線該路段為雙向 6 線道，行車速限 50km/hr，實驗路段共 4 處彎道，調查點位共 4 個點，路段現況如下圖 5-6 所示。



圖 5-6 台 18 線嘉義段路段現況

5.3 量測方法與資料彙整

於實驗點位進行第 85 百分位運行速度之調查，利用測速槍於路側進行量測，並記錄所量測到之通行車輛行駛速度，蒐集資料後分析其第 85 百分位運行速度。

5.3.1 量測方法

調查量測樣本蒐集數量為 100 筆，並於天候狀況良好之下午時段 13:00 至 16:00 間進行調查，調查路段全長 5 公里，區分為若干點位進行量測，資料蒐集分析後找出該路段之第 85 百分位運行速度。

以 2 人為一組進行，1 人執行測速槍操作，1 人記錄通過車輛之運行速度，調查時需於不易被駕駛人發現之位置進行，避免駕駛人因為發現施測人員而減速，造成調查數據與實際情況不符的情形。

5.3.2 資料彙整

本研究進行了 2 次調查，分別將 5 個路段之調查資料進行建檔及彙整，利用彙整後之資料分析其第 85 百分位運行速度，其資料分析之結果如下所示。

1. 台 15 線新竹段(72k+500~77k+500)

該路段目前行車速限為 50km/hr，調查資料如下：

Test1 最小運行速度為 29km/hr，最大運行速度為 103km/hr，Test2 最小運行速度為 32km/hr，最大運行速度為 90km/hr，各點位之第 85 百分位運行速度如下表 5-1，圖 5-7 為量測點位之示意圖。

表 5-1 台 15 線新竹段各點位量測之第 85 百分位運行速度

調查點位	A	B	C	D	E
Test1	63	73	70	61	65
Test2	61	64	63	64	70

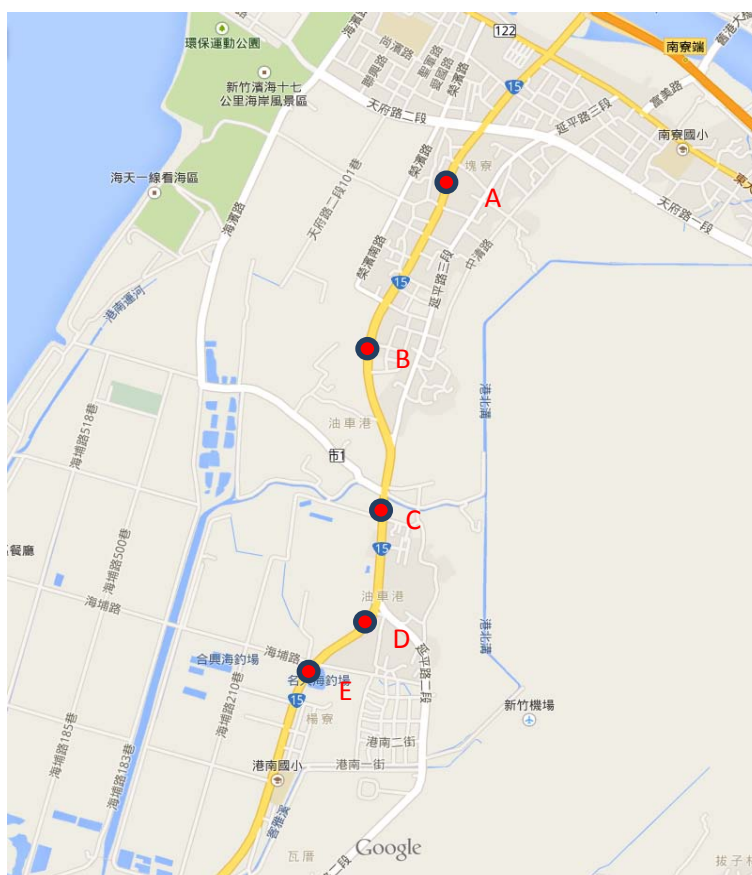


圖 5-7 台 15 線新竹段實驗點位示意圖

2. 台 17 線台中段(12K+000~17K+000)

該路段目前行車速限為 70km/hr，調查資料如下：

Test1 最小運行速度為 37km/hr，最大運行速度為 114km/hr，Test2 最小運行速度為 38km/hr，最大運行速度為 110km/hr，各點位之第 85 百分位運行速度如下表 5-2，圖 5-8 為量測點位之示意圖。

表 5-2 台 17 線台中段各點位量測之第 85 百分位運行速度

調查點位	A	B	C	D	E
Test1	71	74	78	82	79
Test2	71	78	72	76	77

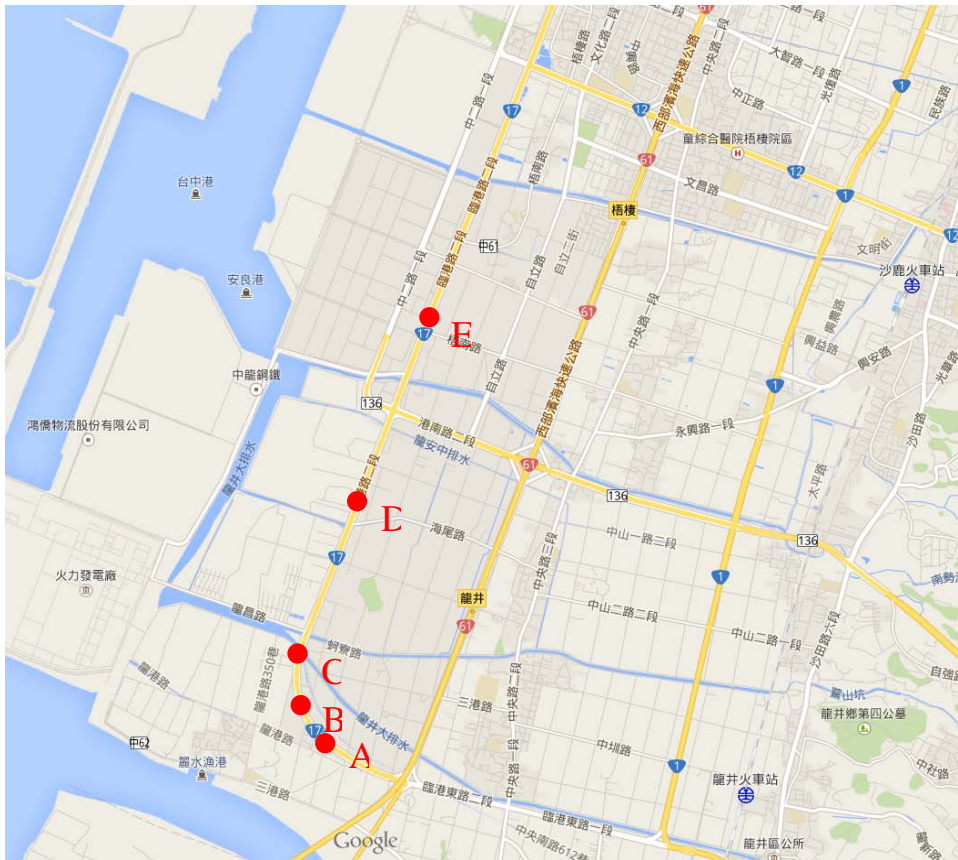


圖 5-8 台 17 線台中段實驗點位示意圖

3. 台 17 線高雄段(204k+000~209k+000)

該路段目前行車速限為 70km/hr，調查資料如下：

Test1 最小運行速度為 29km/hr，最大運行速度為 82km/hr，Test1 最小運行速度為 29km/hr，最大運行速度為 92km/hr，各點位之第 85 百分位運行速度如下表 5-3，圖 5-9 為量測點位之示意圖。

表 5-3 台 17 線高雄段各點位量測之第 85 百分位運行速度

調查點位	A	B	C	D	E
Test1	70	64	58	69	61
Test2	66	68	74	69	62



圖 5-9 台 17 線高雄段實驗點位示意圖

4. 台 9 線宜蘭段(94k+500~99k+500)

該路段目前行車速限為 70km/hr，調查資料如下：

Test1 最小運行速度為 35km/hr，最大運行速度為 119km/hr，Test2 最小運行速度為 33km/hr，最大運行速度為 110km/hr，各點位之第 85 百分位運行速度如下表 5-4，其中點 B 之速度較其他試驗點位較低之原因為該點位之平曲線半徑較小，並於該彎道具有號誌化路口。圖 5-10 為量測點位之示意圖。

表 5-4 台 9 線宜蘭段各點位量測之第 85 百分位運行速度

調查點位	A	B	C	D	E
Test1	78	58	64	75	64
Test2	72	58	65	80	69

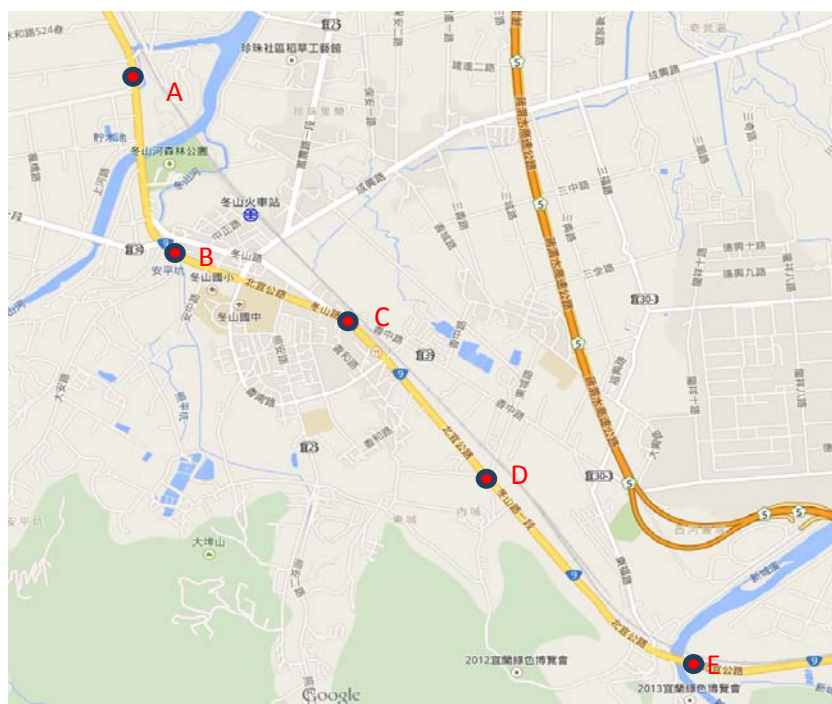


圖 5-10 台 9 線宜蘭段實驗點位示意圖

5. 台 18 線嘉義段(11k+500~16k+500)

該路段目前行車速限為 50km/hr，調查資料如下：

Test1 最小運行速度為 40km/hr，最大運行速度為 119km/hr，Test2 最小運行速度為 33km/hr，最大運行速度為 96km/hr，各點位之第 85 百分位運行速度如下表 5-5，圖 5-11 為量測點位之示意圖。

表 5-5 台 18 線嘉義段各點位量測之第 85 百分位運行速度

調查點位	A	B	C	D
Test1	68	65	67	64
Test2	68	64	67	61

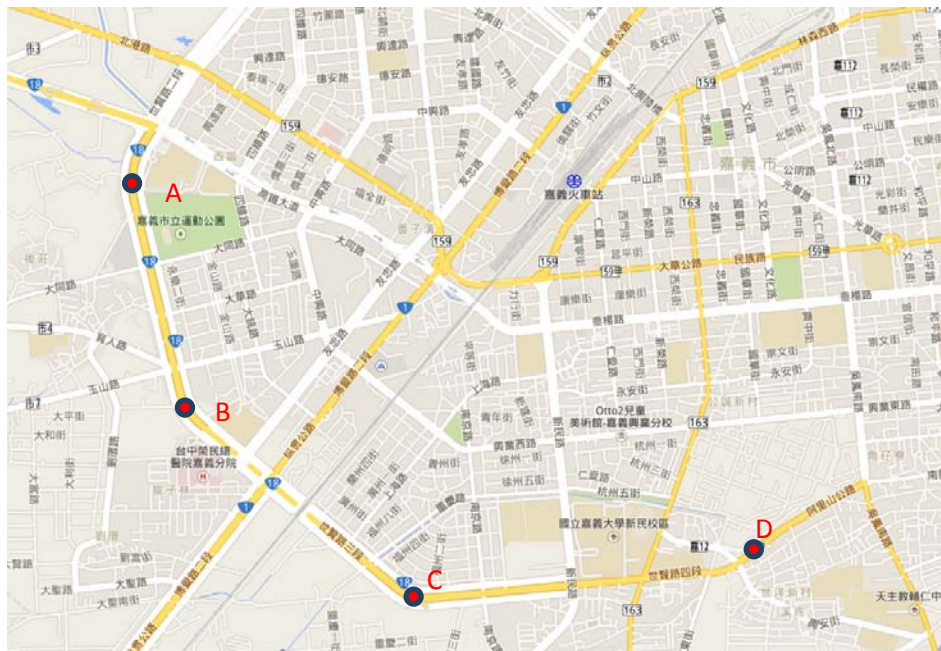


圖 5-11 台 18 線嘉義段實驗點位示意圖

5.4 結果分析

根據各路段之第 85 百分位運行速度量測調查結果探討其現況道路速限之適用性，各點位探討之結果其第 85 百分位運行速度大多數皆超過目前之速限，針對此結果對路段之行車速限提出調整之建議。

台 15 線新竹路段目前設計速率為 60km/hr，本研究以新的規範與文獻推算之設計速率可提高為 70km/hr，因此藉由第 85 百分位運行速度調查多超過現行設計速率，因此該路段的設計速率(速限)有調整的空間。

表 5-6 台 15 線新竹段結果分析比較表

	現況 設計速率	現況 速限	本研究調查 第85百分位運行速度				
			A	B	C	D	E
速度 (km/hr)	60	50	63	73	70	61	65
			61	64	63	64	70

台 17 線台中路段目前設計速率為 80km/hr，本研究以新的規範與文獻推算之設計速率可提高為 90km/hr，藉由第 85 百分位運行速度調查結果未超過現行設計速率，因此該路段的設計速率(速限)無調整的空間。

表 5-7 台 17 線台中段結果分析比較表

	現況 設計速率	現況 速限	本研究調查 第85百分位運行速度				
			A	B	C	D	E
速度 (km/hr)	80	70	71	74	78	82	79
			71	78	72	76	77

台 17 線高雄路段目前設計速率為 80km/hr，本研究以新的規範與文獻推算之設計速率可提高為 90km/hr，藉由第 85 百分位運行速度調查結果未超過現行設計速率，因此該路段的設計速率(速限)無調整的空間。

表 5-8 台 17 線高雄段結果分析比較表

	現況 設計速率	現況 速限	本研究調查 第85百分位運行速度				
			A	B	C	D	E
速度 (km/hr)	80	70	70	64	58	69	61
			66	68	74	69	62

台 9 線宜蘭路段目前設計速率為 80km/hr，本研究以新的規範與文獻推算之設計速率可提高為 90km/hr，藉由第 85 百分位運行速度調查結果未超過現行設計速率，因此該路段的設計速率(速限)無調整的空間。

表 5-9 台 9 線宜蘭段結果分析比較表

	現況 設計速率	現況 速限	本研究調查 第85百分位運行速度				
			A	B	C	D	E
速度 (km/hr)	80	70	78	58	64	75	64
			72	58	65	80	69

台 18 線嘉義路段目前設計速率為 60km/hr，本研究以新的規範與文獻推算之設計速率可提高為 70km/hr，因此藉由第 85 百分位運行速度調查多超過現行設計速率，因此該路段的設計速率(速限)有調整的空間。

表 5-10 台 18 線嘉義段結果分析比較表

	現況 設計速率	現況 速限	本研究調查 第85百分位運行速度			
			A	B	C	D
速度 (km/hr)	60	50	68	65	67	64
			68	64	67	61

第六章 設計速率提升可行性評估

過去文獻指出決定設計速率值，包含人、車、路、環境等相關因素，但由於近年不僅道路鋪面及工法的進步，車輛性能的大幅提升，以及國外相關規範的更新，在相同的道路幾何設計下，設計速率是否有提升空間，目前已值得廣泛深入討論。因此本計畫針對進行人、車、路、環境以及國內外規範等客觀相關因素，來進行提升設計速率之可行性評估。

圖 6-1 為設計速率提升之可行性評估流程，其評估步驟為：

- (1) 利用國外相關公路設計及車輛性能等文獻、規範探討設計速率中各項設計元素
- (2) 本研究於各項設計要素探討階段，利用 AASHTO Green Book 2011 年版中各項新的規範標準、公式及歐盟 UNECE 對於車輛減速性能相關規定，進而建議調整設計要素各項標準。包括(1)新規範標準引用、(2)參考 AASHTO Green Book 2011 之標準提升設計速率及(3)車輛減速度計算相關設計要素。
- (3) 針對各項設計要素調整建議進行影響因素實驗驗證，以驗證其可行性。後續並召開專家學者審議委員會進行設計速率調整決議，提送主管關審查執行。最後再利用各項監督機制(ex.CCTV 監視；事故、違規統計等)

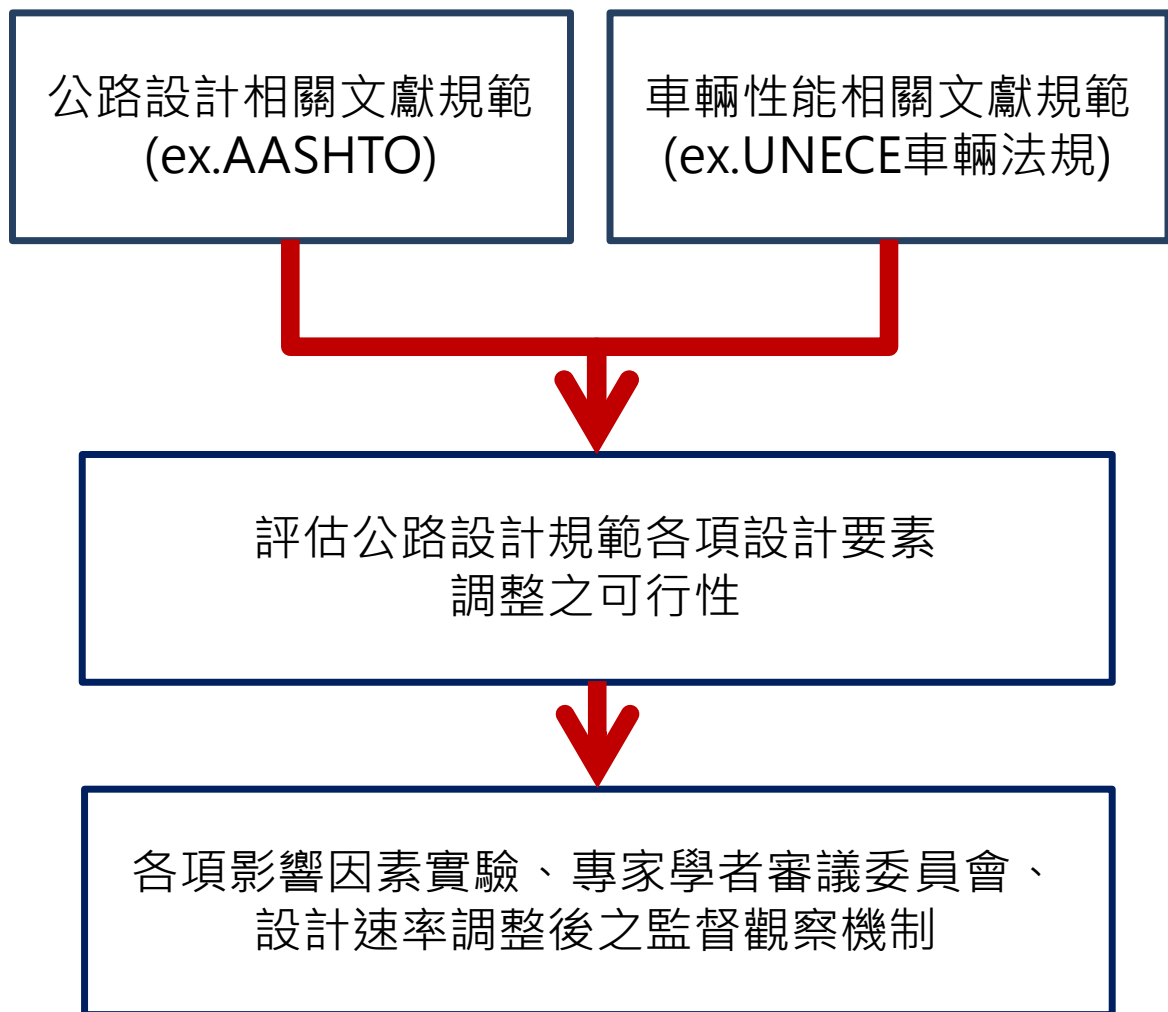


圖 6-1 設計速率提升之可行性評估

6.1 評估架構內容

隨著車輛性能的提升，行駛速率得以越來越高，因此開始提高速限，但由 Donald D. Vernon (2004) 等多位學者以及研究報告中顯示，提高速限後事故死亡率增加，但對於事故發生率卻無顯著影響，從事故死亡率的提升，車輛性能開始著重在安全設施上，車輛系統功能從早期的被動式駕駛人保護系統到目前的主動式防撞系統，各相關技術開始邁向整合階段，智慧車載配備開始與資通訊科技結合，朝向車輛與基礎設施間的通訊及車輛間通訊等方向發展，而它的各項技術主要在輔助駕駛人針對路況，適時適地對駕駛人提出相應警告，以減輕可能之碰撞，提高行車安全。

而道路設計有許多的層面，包括道路幾何、道路線形、標誌、標線及號誌等許多因素，其中道路線型及道路幾何是影響設計速率能否提升改善的因素。

就道路線型與幾何而言，在不以工程改善方法改變現況道路的條件之下，利用探討設計規範中與設計速率相關的各項設計要素，來評估設計速率提升的可行性。將車輛的性能要素納入與設計規範中各項要素進行探討，可以發現幾項與車輛性能提升較有相關性的項目。

道路環境對於駕駛人的影響包含天候狀況、天色光線等因素，從研究中指出，針對雨天而言，雨天會影響速度的主要因為能見度而非潮濕的鋪面，因此小雨對於速度亦或是容量的影響並不大，但豪大雨則會因為能見度的不足而影響行車速度。

環境因素的改變會導致行車安全產生無法預測的不安全性，所以設計速率在考量時必須考慮環境所造成的影響程度，但是設計速率是在路況、交通量、天候條件理想的情況下，車輛能「安全地」行駛於某一段路之最低速率標準。所以設計速率欲提升必須考慮環境狀況不佳的情況下，道路、車輛等各項性能條件降低時，所導致的危險性提高等情況。

因此針對上述，本研究探討結果發現公路設計要素中能以車輛性能探討之要素為最短視距與豎曲線，以汽車減速度推算出新最短視距，且豎曲線計算公式必須代入最短停車視距，所以最短視距及豎曲線為可調整之設計要素。其他設計要素則為 AASHTO Green Book 2011 規範之引用或其公式計算結果並無改變，如圖 6-2 所示。

以汽車減速度利用公式計算推估最短視距，再以推算出視距反推設計速率，其數值有大幅提升之趨勢(ex.原設計速率 120km/hr 時推算結果可達約 160km/hr)。本計畫亦參考 AASHTO Green Book 2011 規範之設計要素公式計算各設計規範數值，並以該規範修正原「公路路線設計規範明細表」部分建議值，其推估流程構想步驟為：

1. 利用歐盟 ECE 車輛法規及國內車輛安全審驗法規中所規定之小汽車最小減速度為 5.76m/s^2 ，來推算公路路線設計規範明細表中原設計速率情況下之最短視距。
2. 依照上述推算之最短視距再行推算出設計速率，並再利用推算結果向下推算各項設計要素對應數值。
3. 利用推算之設計速率，根據公式推算設計要素規範數值，其中橫向摩

擦係數、最大超高漸變率及縱坡限制長無法使用公式計算，則參考 AASHTO Green Book 2011 規範中之建議值所設定。

整體評估架構，如圖 6-3、圖 6-4 所示。

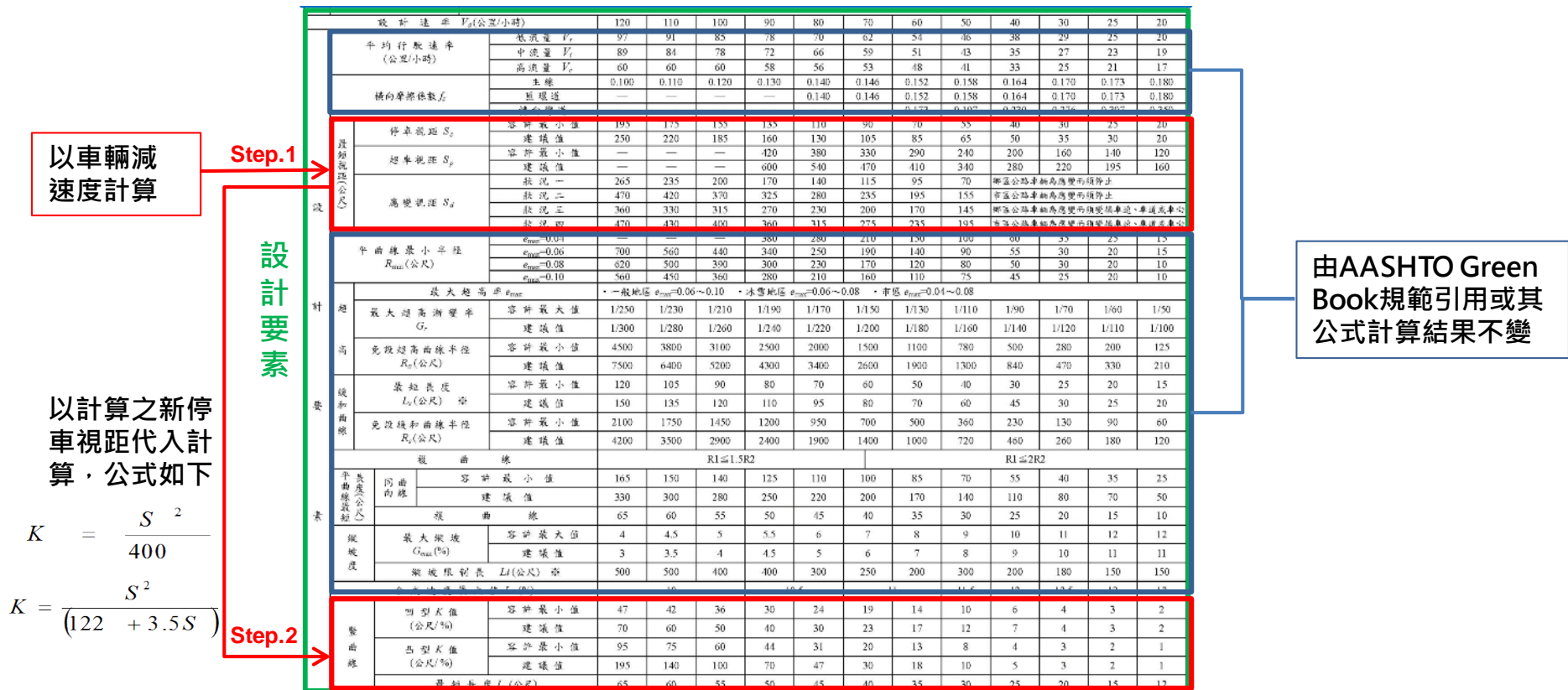


圖 6-2 設計要素關聯示意圖

Step.1
利用車輛減
速度推算最
短視距

Step.2 利用最短視距推算設計速率

Step.3
利用推算之設計速率及最新文獻規範重新計算設計要素

圖 6-3 設計速率提升推算步驟示意圖

6.2 設計要素參數值應用推算說明

車輛制動性能提升，現況汽車的減速度已經比以往的標準高出許多，相對的車輛於道路上作動煞車時之摩擦性能亦有所提高，利用現況汽車之減速度推算視距的距離，包含停車視距及應變視距。推算結果發現新的視距有減少的現象，並利用推算後之新視距反推設計速率，無論是停車視距或應變視距其推算之設計速率都有所提升。

6.2.1 車輛性能提升及路面材料進步之相關數值應用推算說明

1. 橫向摩擦係數應用推算

考量橫向摩擦係數對於設計速率的影響，現階段的橫向摩擦係數規範並沒有辦法全面提高所有道路的設計速率，原因為 AASHTO Green Book 2011 年版中的橫向摩擦係數與目前國內設計規範的數值並沒有太大的改變，僅在速度較低時的係數值有較高的值，如表 6-1。

表 6-1 國內設計規範與AASHTO 2011 之摩擦係數 f_s 比較

設計速率(kph)	目前國內規範之 橫向摩擦係數 f_s	AASHTO 2011之 橫向摩擦係數 f_s
130	-	0.08
120	0.100	0.09
110	0.110	0.11
100	0.120	0.12
90	0.130	0.13
80	0.140	0.14
70	0.146	0.15
60	0.152	0.17
50	0.158	0.19
40	0.164	0.23
30	0.170	0.28
25	0.173	0.31
20	0.180	0.35

速度高時係數
差異較小

速度低時係數
差異較大

資料來源:本研究整理

以美國 AASHTO 2011 版中所規定之橫向摩擦係數以及國內設計規範中平曲線最小半徑來推算設計速率，結果發現在設計速率 20km/h ~ 70km/h 的情況下，推算之設計速率有提升的現象。縱使部分設計速率有所提升，但是提升之幅度並不大，甚至於在其他設計速率下推算結果有降低的情形。

2. 停車視距(減速度)值應用推算

依現今汽車性能(減速度提升)條件下亦即過去減速度使用 3.4 m/s^2 ; 現今使用煞車系統試驗中所規定之平均減速度小客車平均減速度 5.76m/s^2 ，在正常情況下以設計速率不變，依原交通部頒「公路路線設計規範明細表」建議值推算所需之停車視距皆比建議值小，且大客車所需停

車視距比小客車長。所推算出的小客車行駛檔下及大客車行駛檔下之停車視距皆比規範明細表建議值小，小客車在行駛檔下推算出的停車視距和規範明細表建議值差距較大，且隨著設計速率的增加，其小客車和大客車推算出的停車視距對規範明細表建議停車視距的差距也會變大。也顯示了小客車行駛檔下停車視距的減少幅度比大客車減少幅度大。以上推論顯示目前車輛性能提升，車輛所提供的煞車系統功能日漸完善，進而可以縮短煞車距離，故能減少停車視距。同樣的，利用停車視距建議值「公路路線設計規範明細表」不變情況下，依原建議值推算，所需之設計速率皆比規範明細表設計速率值大，如下表 6-2，以設計速率 100km/hr 為例，小客車停車視距比規範最小值短，大客車停車視距也比規範建議值短。

表 6-2 車輛性能提升後減速度推算之停車視距(設計速率不變下)

設計速率(kph)	「公路路線設計規範明細表」之 停車視距(m)		本研究計算之 停車視距(m)(小客車)	本研究計算之 停車視距(m)(大客車)
	最小值	建議值	行駛檔	行駛檔
			減速度 5.76 m/s ²	減速度 4.00 m/s ²
130	-	-	204.78	255.13
120	195	250	180.90	223.80
110	175	220	158.38	194.43
100	155	185	137.21	167.00
90	135	160	117.39	141.53
80	110	130	98.93	118.00
70	90	105	81.83	96.43
60	70	85	66.08	76.80
50	55	65	51.68	59.13
40	40	50	38.63	43.40
30	30	35	26.94	29.63
25	25	30	21.61	23.47
20	20	20	16.61	17.80

資料來源:本研究整理

推算出的小客車行駛檔下及大客車行駛檔下之設計速率皆比規範明細表建議值大，且小客車在行駛檔下設計速率上升的幅度較大客車行駛檔下上升的幅度大。顯示車輛性能的提升，特別是車輛制動力(煞車性能)之提升，使駕駛人更安全及有信心以較以往更高的速度駕駛，使目前的設計速率已不能滿足當前道路駕駛行駛速度，故有空間在安全且合理情況下提升道路設計速率。

3. 應變視距值應用推算

依現今汽車性能(減速度提升)條件下，過去減速度使用 3.4 m/s^2 ；現今使用平均減速度 5.76m/s^2 ，在正常情況下以設計速率不變，依原交通部頒「公路路線設計規範明細表」建議值推算，狀況A(鄉區公路車輛為應變而需停止)及狀況B(市區道路車輛為應變而需停止)，所需之應變視距皆比建議值小，且大客車所需應變視距比小客車長。所推算出的小客車行駛檔下及大客車行駛檔下之應變視距皆比規範明細表建議值小，小客車在行駛檔下推算出的應變視距和規範明細表建議值差距較大，且隨著設計速率的增加，其小客車和大客車推算出的應變視距對規範明細表建議應變視距的差距也會變大。顯示目前車輛性能提升，車輛所提供的煞車系統功能日漸完善，故能減少應變視距。同樣的，利用應變視距建議值「公路路線設計規範明細表」不變情況下，依原規範明細表建議值推算，所需之設計速率皆比規範明細表設計速率值大。本研究推算之設計速率相對於規範明細表之設計速率平均僅大於約 3.55kph ，且小客車設計速率提升幅度比大客車

提升幅度大。狀況A、狀況B推算出的小客車行駛檔下及大客車行駛檔下之設計速率皆比規範明細表建議值大，且小客車在行駛檔下設計速率上升的幅度較大客車行駛檔下提升的幅度大。顯示車輛性能的提升，使目前的設計速率被當前駕駛人認為，有空間提升道路設計速率。

4. 豎曲線值應用推算

路線中心線縱坡度之設計，係依據縱斷面圖先行設計多條坡度線，各前後二坡度線之交點 V 處形成豎角，豎角以前後坡度線之坡度差百分數表之。為求行車之安全，此等坡度變換點處須使用圓滑之垂直曲線連接，則經由豎曲線而漸次轉變坡度使達次一坡度線，此種垂直曲線稱豎曲線。公路豎曲線，主要分為凸型豎曲線及凹型豎曲線，其計算結果皆小於原規範建議值，故更為符合最短長度之規定，計算結果如表 6-3 及表 6-4。

表 6-3 本研究計算之凸型 K 值(%)

設計速率 (kph)	「公路路線設計規範明細表」 凸型 K 值(%)		本研究計算之 凸型 K 值(%)	
	最小值	建議值	最小值	建議值
130	-	-	104.84	162.73
120	95	195	81.81	125.22
110	75	140	62.71	94.51
100	60	100	47.07	69.72
90	44	70	34.45	50.08
80	31	47	24.47	34.81
70	20	30	16.74	23.25

設計速率 (kph)	「公路路線設計規範明細表」 凸型 K 值(%)		本研究計算之 凸型 K 值(%)	
	最小值	建議值	最小值	建議值
60	13	18	10.92	14.75
50	8	10	6.68	8.74
40	4	5	3.73	4.71
30	3	3	1.81	2.19
25	2	2	1.17	1.38
20	1	1	0.69	0.79

資料來源:本研究整理

表 6-4 本研究計算之凹型 K 值(%)

設計速率 (kph)	凹型 K 值(%)「公路路線設計 規範明細表」		本研究計算之凹型 K 值	
	最小值	建議值	最小值	建議值
130	-	-	50.00	64.13
120	47	70	43.34	55.33
110	42	60	37.09	47.11
100	36	50	31.26	39.47
90	30	40	25.86	32.45
80	24	30	20.90	26.03
70	19	23	16.40	20.24
60	14	17	12.36	15.09
50	10	12	8.82	10.63
40	6	7	5.80	6.88
30	4	4	3.36	3.89
25	3	3	2.36	2.70
20	2	2	1.53	1.72

資料來源:本研究整理

6.2.2 國外規範更新相關數值說明

本研究進一步以國外相關規範之設計速率考量因素數值更新，來推算「公路路線設計規範明細表」之設計速率，其內容如下。

1. 最大超高漸變率值更新說明

下表為交通部頒「公路路線設計規範明細表」與美國 AASHTO Green Book 2011 年版之最大超高漸變率比較表，由表 6-5 中可以得知，國內現行規範之建議值較美國規範保守，但僅有些微之調整空間。

表 6-5 最大超高漸變率國內外比較表

設計速率 (kph)	最大超高漸變率 G_r		
	「公路路線設計規範明細表」之 最大超高漸變率		2011 版 AASHTO 之 最大超高漸變率
	容許最大值	建議值	
130	-	-	1/286
120	1/250	1/300	1/263
110	1/230	1/280	1/244
100	1/210	1/260	1/227
90	1/190	1/240	1/213
80	1/170	1/220	1/200
70	1/150	1/200	1/182
60	1/130	1/180	1/167
50	1/110	1/160	1/154
40	1/90	1/140	1/143
30	1/70	1/120	1/133
25	1/60	1/110	-
20	1/50	1/100	1/125

資料來源:本研究整理

2. 免設超高曲線半徑值更新說明

交通部頒「公路路線設計規範」之免設超高曲線半徑，係假設橫向摩擦係數 $f_s = 0.035$ ，以及超高率 $e = -1\%$ 與 $e = -2\%$ ，亦即 $e + f_s = 0.025$ 及 $e + f_s = 0.015$ 分別計算容許最小值即建議值。

考慮車輛行駛正常路拱變化至超高間之安全性、舒適性，因此免設超高之橫向摩擦係數 f_s 值比平面曲線半徑之值為低。

美國 AASHTO 2011 版規範之免設超高曲線半徑，其 Normal Crown(NC)時， $e = 1.5\%$ 。另外加註設計速率之對應橫向摩擦係數 f_s 應在 0.033 ~ 0.048 之間。

以公式計算免設超高曲線半徑，結果可以看出來目前「公路路線設計規範明細表」所規範之值與計算值已相當接近，並沒有可以再提升調整的空間。AASHTO Green Book 2011 年版所規範之免設超高曲線半徑值亦與「公路路線設計規範明細表」中相當接近。

表 6-6 以公式計算之免設超高曲線半徑

設計速率 (kph)	「公路路線設計規範明細表」之免設超高曲線半徑(m)		本研究計算之免設超高曲線半徑(m)		2011 版 AASHTO 之免設超高曲線半徑(m)
	容許最小值 (正常路拱以-1%計算)	建議值 (正常路拱以-2%計算)	容許最小值	建議值	
130	-	-	5322.83	8871.39	5410
120	4500	7500	4535.43	7559.06	4960
110	3800	6400	3811.02	6351.71	4250
100	3100	5200	3149.61	5249.34	3690
90	2500	4300	2551.18	4251.97	3010
80	2000	3400	2015.75	3359.58	2480
70	1500	2600	1543.31	2572.18	2000
60	1100	1900	1133.86	1889.76	1520
50	780	1300	787.40	1312.34	1110
40	500	840	503.94	839.90	790
30	280	470	283.46	472.44	454
25	200	330	196.85	328.08	-
20	125	210	125.98	209.97	197

3. 緩和曲線最短長度值更新說明

交通部頒「公路路線設計規範」並未硬性規定緩和曲線一定要採用克羅梭曲線。設計時如採用克羅梭曲線，除行車安全考量外，亦應注意線形之美觀、平順。計算最短緩和曲線長度之公式如下所示。

$$L_s \geq \frac{V_d^3}{47 \cdot J \cdot R}$$

L_s : 緩和曲線長度(m)

V_d : 設計速率(kph)

R : 平曲線半徑(m)($e_{max} = 0.8$ 時 · $R = R_{min}$)

J : 向心加速度變化率(m/s^3)

*容許最大值 $J = 1.1 - V_d/200$

*建議值 $J = 0.7 - V_d/400$

以公式計算緩和曲線最短長度，其中 R 為本研究參照AASHTO 2011版所計算出 $e_{max} = 0.8$ 時之 R_{min} ，從計算結果可以發現無論是容許最小值或建議值其計算值皆有部分比原「公路路線設計規範明細表」中所規範之數值來的小，如表 6-7 之結果，但並非在所有設計速率時都是如此。

表 6-7 以公式計算之緩和曲線最短長度(本研究計算平曲線最小半徑計算)

設計速率 (kph)	「公路路線設計規範明細表」之 緩和曲線最短長度(m)		本研究計算之 緩和曲線最短長度(m)	
	容許最小值	建議值	容許最小值	建議值
130	-	-	124.90	149.88
120	120	150	110.25	137.81
110	105	135	102.68	132.88
100	90	120.0	90.07	120.09
90	80	110.0	78.57	107.52
80	70	95.0	67.94	95.11
70	60	80.0	58.01	82.87
60	50	70.0	50.66	73.69
50	40	60.0	42.92	63.44
40	30	45.0	37.23	55.84
30	25	30.0	30.72	46.69
25	20	25.0	27.02	41.33
20	15	20.0	23.24	35.75

計算結果比
原規範小

計算結果比
原規範大

資料來源:本研究整理

4. 免設緩和曲線值更新說明

公路直線與半徑小於某值之曲線段之間，為顧及行車安全及舒適性可考量設置緩和曲線，以緩和行車之急遽轉彎，惟曲線半徑較大(大於規範規定之值)或道路等級太低時，則可免設緩和曲線。以 4.5.2 節之公式計算免設超高曲線半徑，結果可以看出來目前「公路路線設計規範明細表」所規範之值與計算值已相當接近，並沒有可以再提升調整的空間，如表 6-8 所示。

表 6-8 公式計算之免設超高曲線半徑

設計速率	「公路路線設計規範明細表」之 免設超高曲線半徑(m)		本研究計算之 免設超高曲線半徑(m)	
	容許最小值	建議值	容許最小值	建議值
130	-	-	2445.02	4890.05
120	2100	4200	2083.33	4166.67
110	1750	3500	1750.58	3501.16
100	1450	2900	1446.76	2893.52
90	1200	2400	1171.88	2343.75
80	950	1900	925.93	1851.85
70	700	1400	708.91	1417.82
60	500	1000	520.83	1041.67
50	360	720	361.69	723.38
40	230	460	231.48	462.96
30	130	260	130.21	260.42
25	90	180	90.42	180.84
20	60	120	57.87	115.74

資料來源:本研究整理

5. 平曲線最短長度值更新說明

依美國 AASHTO 2011 年版規範規定，即使平曲線之切線交角很小，亦應有足夠之曲線長度，切線交角 5 度之曲線長度，應大於 150 公尺且切線交角每減少 1 度，曲線長度應增加 30 公尺。主要公路平曲線最短長度，至少應為 3 倍設計速率(V)，即 $L_{\min} = 3V$ (公尺)。進出口管制之高速公路，平曲線最短長度應為 6 倍設計速率(V)，即 $L_{\min} = 6V$ (公尺)

交通部頒「公路路線設計規範」即以規定同向曲線最短長度(設有緩和曲線者，含緩和曲線長度)之容許最小值，建議值則取容許最小值之兩倍，另加曲線之切線交角小於 6 度時之規定，一般宜取建議值。

6. 縱坡度值更新說明

美國 AASHTO 規範所定之最大縱坡度係依設計速率、公路等級及公路所在位於平原區、丘陵區或山嶺區而訂定容許最大縱坡度，隨著公路等級的不同，AASHTO 對最大縱坡度作不同之考量。

AASHTO Green Book 2011 年版規範中，敘述縱坡臨界長度為載重貨車於坡度路段降低 15 公里/小時的長度，並須考慮如交通量與容量等因素以決定新增車道之位置。最大縱坡度之長度限制係依以下假定推算之：

- (1) 重量能量比(weight/power ratio)為 120kg/kW (200 lb/hp)。
- (2) 車輛未上坡前之速率為平均行駛速率。
- (3) 最低速率與設計速率有直接關係。

國內交通部頒「公路路線設計規範」則是依下列條件，制訂縱坡臨界長及縱坡限制長，如下：

- (1) 設計載重車輛上坡速差(低流量平均行駛速率減設計載重車輛速率) , 以小於 15 公里/小時為宜 , 最大不宜超過 25 公里/小時。
- (2) 設計載重車輛產生速差達 15 公里/小時之上坡長度稱為縱坡臨界長 (L_o) , 產生速差達 25 公里/小時之上坡長度稱為縱坡限制長(L_i)。
- (3) 連續坡應按爬坡性能曲線決定其坡長。馬力載重比為 10 馬力/公噸 (P_s/t)之載重車輛, 進坡為水平時之縱坡臨界長與縱坡限制長規定如表 6-9 所示。(1 馬力=75 公斤•公尺/秒)。
- (4) 設計速率 $V_d \leq 50$ 公里/小時之公路, 其連續坡各不同坡度之坡長 L_j , 得以 $\sum_j \frac{L_j}{L_i} \leq 1$ 設計之。(L_j 為連續各坡段之 L_o 或 L_i)。

表 6-9 縱坡長度限制

設計速率 V_d (公里/小時)	低流量平均 行駛速率 V_r (公里/小時)	縱坡度 G (%)	縱坡臨界長 L_o (公尺)	縱坡限制長 L_i (公尺)	AASHTO 縱坡限制長 (公尺)
120	97	2	800	-	650
110	91	3	450	800	
		4	300	500	
100	85	3	450	900	650
		4	300	550	
		5	250	400	
90	78	3	550	-	450
		4	350	600	
		5	250	400	
80	70	4	350	850	450
		5	250	450	
		6	200	300	
70	62	4	500	-	300
		5	300	-	

設計速率 V_d (公里/小時)	低流量平均 行駛速率 V_r (公里/小時)	縱坡度 G (%)	縱坡臨界長 L_o (公尺)	縱坡限制長 L_i (公尺)	AASHTO 縱坡限制長 (公尺)
		6	200	350	
		7	150	250	
60	54	5	400	-	300
		6	200	500	
		7	150	300	
		8	120	200	
≤50	≤46	7	180	500	350
		8	120	400	
		9	100	300	
		10	80	200	
		11	70	180	
		12	60	150	

資料來源: 交通部, 公路路線設計規範, 2011 年

交通部頒「公路路線設計規範」縱坡長度限制表, 每一設計速率有 3 至 6 種坡度可供選擇。車輛在最小縱坡度以下之坡道行駛時, 其坡長可不受限制, 亦即其行車速率減少必在容許速差範圍內。例如設計速率 60 kph, 縱坡度為 5%, 縱坡臨界長為 400 公尺, 縱坡限制長度即不受限制。

6.3 各項數據推算之建議值

以圖 6-4 設計速率提升評估架構圖進行各項數據推算結果與 5.2 節各參數推估說明，並與原「公路路線設計規範明細表」之設計要素之數值比較呈現，如表 6-10。

本建議表參照 AASHTO Green Book 2011 新增 130 公里/小時設計速率規範數值，要素規範值放寬部分，原則如下：

1. 橫向摩擦係數：主要參照 AASHTO Green Book 2011 之規範數值作為修改之依據。
2. 最短視距：最短停車視距係利用目前車輛減速度規定進而計算，最短其數值於各設計速率下皆較原規範值短；應變視距於狀況一、二時之計算結果亦較原規範數值短，狀況三、四則為 AASHTO Green Book 2011 規範之引用；超車視距則參照 AASHTO Green Book 2011 規範之規定值。
3. 平曲線最小半徑：平曲線最小半徑利用 AASHTO Green Book 2011 規範中之橫向摩擦係數進行計算，設計速率 70 公里/小時以下時規定有較放寬之情況。
4. 最大超高漸變率：主要參照 AASHTO Green Book 2011 之規範數值作為修改之依據，國內現行規範之建議值較美國規範保守。
5. 免設超高曲線半徑：利用公式計算結果並無改善之空間，其值與 AASHTO Green Book 2011 之規範數值亦相當接近，故僅新增設速率 130 公里/小時的部分。
6. 緩和曲線最短長度：利用公式計算，僅有部分設計速率條件下有較放寬之數值，但某些微差距並不會造成影響，故僅新增設速率 130 公里/小時的部分。

7. 免設超高曲線半徑：利用公式計算結果與規範之值已相當接近，並無改善之空間，故僅新增設速率 130 公里/小時的部分。
8. 平曲線最短長度：利用公式計算，其結果與目前規範值一致，故僅新增設速率 130 公里/小時的部分。
9. 複曲線最短長度：利用公式計算，其結果與目前規範值一致，故僅新增設速率 130 公里/小時的部分。
10. 最大縱坡及縱坡限制長：主要參照 AASHTO Green Book 2011 之規範數值作為修改之依據。
11. 豎曲線凹形 K 值與凸形 K 值：利用公式計算，因其計算過程需應用到最短停車數據，最短停車視距減少，K 值亦相對降低。

表 6-10 設計要素各項參數值推算結果與原參數值比較表(1)

設計速率 V_d (公里/小時)			130	120	120	110	110	100	100	90	90	
設計	平均行駛速率 (公里/小時)	低流量 V_f	-	97	97	91	91	85	85	78	78	
		中流量 V_i	-	89	89	84	84	78	78	72	72	
		高流量 V_c	-	60	60	60	60	60	60	58	58	
	橫向摩擦係數 f_s	主線	0.08	0.100	0.090	0.110	0.110	0.120	0.120	0.130	0.130	
		匝環道	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
		轉向彎道	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
	最短視距 (公尺)	停車視距 S_s	容許最小值	205	195	180	175	160	155	140	135	120
			建議值	255	250	225	220	195	185	170	160	145
		超車視距 S_p	容許最小值	440	-	395	-	355	-	320	420	280
			建議值	-	-	-	-	-	-	-	600	-
		應變視距 S_d	狀況一	275	265	240	235	210	200	180	170	155
			狀況二	495	470	445	420	400	370	350	325	310
狀況三			390	360	360	330	330	315	315	270	270	
狀況四			510	470	470	430	430	400	400	360	360	
平曲線最小半徑 R_{min} (公尺)	$e_{max}=0.04$	-	-	-	-	-	-	495	380	375		
	$e_{max}=0.06$	950	700	755	560	560	440	440	340	335		
	$e_{max}=0.08$	830	620	670	500	500	390	395	300	305		
	$e_{max}=0.10$	740	560	600	450	455	360	360	280	280		
計	最高	最大超高率 e_{max}	• 一般地區 $e_{max}=0.06\sim 0.10$ • 冰雪地區 $e_{max}=0.06\sim 0.08$ • 市區 $e_{max}=0.04\sim 0.08$									
		最大超高漸變率 G_r	容許最大值	1/240	1/250	1/220	1/230	1/200	1/210	1/180	1/190	1/170
	緩和曲線	免設超高取線半徑 R_n (公尺)	容許最小值	5300	4500	4500	3800	3800	3100	3100	2500	2500
		建議值	8800	7500	7500	6400	6400	5200	5200	4300	4300	
	緩和曲線	最短長度 L_s (公尺) ※	容許最小值	130	120	120	105	105	90	90	80	80
		建議值	155	150	150	135	135	120	120	110	110	
緩和曲線	免設緩和曲線半徑 R_s (公尺)	容許最小值	2450	2100	2100	1750	1750	1450	1450	1200	1200	
	建議值	4800	4200	4200	3500	3500	2900	2900	2400	2400		
要素	複曲線		$R1 \leq 1.5R2$									
	長度 (公尺) 平曲線最短	同向曲線	容許最小值	180	165	165	150	150	140	140	125	125
			建議值	360	330	330	300	300	280	280	250	250
	複曲線		容許最小值	70	65	65	60	60	55	55	50	50
	縱坡度	最大縱坡 G_{max} (%)	容許最小值	4	4	4	4.5	4.5	5	5	5.5	5.5
			建議值	3	3	3	3.5	3.5	4	4	4.5	4.5
		縱坡限制長 L_i (公尺) ※	容許最小值	650	500	650	500	650	400	450	400	450
	合成坡度最大值 I (%)					10					10.5	
	豎曲線	凹型K值 (公尺/%)	容許最小值	50	47	43	42	37	36	31	30	26
			建議值	64	70	55	60	47	50	39	40	32
		凸型K值 (公尺/%)	容許最小值	105	95	81	75	63	60	47	44	34
			建議值	163	195	125	140	94	100	70	70	50
最短長度 L_v (公尺)			70	65	65	60	60	55	55	50	50	

註:藍色底為本計畫所推算數值

表 6-11 設計要素各項參數值推算結果與原參數值比較表(2)

		設計速率 V_d (公里/小時)	80	80	70	70	60	60	50	50	
設	平均行駛速率 (公里/小時)	低流量 V_r	70	70	62	62	54	54	46	46	
		中流量 V_i	66	66	59	59	51	51	43	43	
		高流量 V_c	56	56	53	53	48	48	41	41	
	橫向摩擦係數 f_s	主線	0.140	0.140	0.146	0.150	0.152	0.170	0.158	0.190	
		匝環道	0.140	0.140	0.146	0.146	0.152	0.152	0.158	0.158	
		轉向彎道	-	-	-	-	0.173	0.173	0.197	0.197	
	最短 視距 (公尺)	停車視距 S_s	容許最小值	110	100	90	85	70	70	55	55
			建議值	130	120	105	100	85	80	65	60
		超車視距 S_p	容許最小值	380	245	330	210	290	180	240	160
			建議值	540		470		410		340	
		應變視距 S_d	狀況一	140	130	115	110	95	90	70	70
			狀況二	280	265	235	225	195	190	155	150
			狀況三	230	230	200	200	170	170	145	145
			狀況四	315	315	275	275	235	235	195	195
平曲線最小半徑 R_{min} (公尺)	$e_{max}=0.04$	280	280	210	200	150	135	100	85		
	$e_{max}=0.06$	250	250	190	185	140	125	90	80		
	$e_{max}=0.08$	230	230	170	170	120	115	80	75		
	$e_{max}=0.10$	210	210	160	155	110	105	75	70		
計	超高	最大超高率 e_{max}	• 一般地區 $e_{max}=0.06\sim 0.10$ • 冰雪地區 $e_{max}=0.06\sim 0.08$ • 市區 $e_{max}=0.04\sim 0.08$								
		最大超高漸變率 G_r	容許最大值	1/170	1/150	1/150	1/140	1/130	1/120	1/110	1/110
			建議值	1/220	1/200	1/200	1/190	1/180	1/170	1/160	1/160
	免設超高等線半徑 R_n (公尺)	容許最小值	2000	2000	1500	1500	1100	1100	780	780	
		建議值	3400	3400	2600	2600	1900	1900	1300	1300	
	緩和 曲線	最短長度 L_c (公尺) ※	容許最小值	70	70	60	60	50	50	40	40
			建議值	95	95	80	80	70	70	60	60
		免設緩和曲線半徑 R_s (公尺)	容許最小值	950	950	700	700	500	500	360	360
			建議值	1900	1900	1400	1400	1000	1000	720	720
	要 素	複曲線		$R1 \leq 1.5R2$				$R1 \leq 2R2$			
平 曲 線 最 短 長 度 (公尺)		同向曲線	容許最小值	110	110	100	100	85	85	70	70
			建議值	220	220	200	200	170	170	140	140
複曲線		45	45	40	40	35	35	30	30		
縱 坡 度		最大縱坡 G_{max} (%)	容許最小值	6	6	7	7	8	8	9	9
			建議值	5	5	6	6	7	7	8	8
		縱坡限制長 L_i (公尺) ※	300	350	250	300	200	300	300	350	
合成坡度最大值 I (%)		10.5			11			11.5	11.5		
豎 曲 線		凹型K值 (公尺/%)	容許最小值	24	20	19	16	14	12	10	9
			建議值	30	26	23	20	17	15	12	11
	凸型K值 (公尺/%)	容許最小值	31	24	20	17	13	11	8	7	
		建議值	47	35	30	23	18	15	10	9	
最短長度 L_v (公尺)		45	45	40	40	35	35	30	30		

註:藍色底為本計畫所推算數值

表 6-12 設計要素各項參數值推算結果與原參數值比較表(3)

		設計速率 V_d (公里/小時)	40	40	30	30	25	25	20	20	
設	平均行駛速率 (公里/小時)	低流量 V_r	38	38	29	29	25	25	20	20	
		中流量 V_i	35	35	27	27	23	23	19	19	
		高流量 V_c	33	33	25	25	21	21	17	17	
	橫向摩擦係數 f_s	主線	0.164	0.230	0.170	0.280	0.173	0.310	0.180	0.35	
		匝環道	0.164	0.164	0.170	0.170	0.173	0.173	0.180	0.180	
		轉向彎道	0.230	0.230	0.276	0.276	0.307	0.307	0.350	0.350	
	最短 視距 (公尺)	停車視距 S_s	容許最小值	40	40	30	30	25	25	20	20
			建議值	50	45	35	30	30	25	20	20
		超車視距 S_p	容許最小值	200	140	160	120	140	-	120	-
			建議值	280		220		195		160	
	應變視距 S_d	狀況一	鄉區公路車輛為應變而須停止								
		狀況二	市區公路車輛為應變而須停止								
		狀況三	鄉區公路車輛為應變而須變換車速、車道或車向								
		狀況四	市區公路車輛為應變而須變換車速、車道或車向								
	平曲線最小半徑 R_{min} (公尺)	$e_{max}=0.04$	60	50	35	25	25	15	15	10	
		$e_{max}=0.06$	55	45	30	20	20	15	15	10	
		$e_{max}=0.08$	50	40	30	20	20	15	10	10	
		$e_{max}=0.10$	45	40	25	20	20	15	10	10	
計	最高	最大超高率 e_{max}		• 一般地區 $e_{max}=0.06\sim 0.10$ • 冰雪地區 $e_{max}=0.06\sim 0.08$ • 市區 $e_{max}=0.04\sim 0.08$							
		最大超高漸變率 G_r	容許最大值	1/90	1/100	1/70	1/90	1/60	1/80	1/50	1/80
	緩和 和 曲 線	免設超高取線半徑 R_n (公尺)	容許最小值	500	500	280	280	200	200	125	125
			建議值	840	840	470	470	330	330	210	210
		最短長度 L_c (公尺) ※	容許最小值	30	30	25	25	20	20	15	15
			建議值	45	45	30	30	25	25	20	20
	免設緩和曲線半徑 R_s (公尺)	容許最小值	230	230	130	130	90	90	60	60	
		建議值	460	460	260	260	180	180	120	120	
要 素	複曲線		$R1 \leq 2R2$								
	長 度 (公尺) 最 短	同向曲線	容許最小值	55	55	40	40	35	35	25	25
			建議值	110	110	80	80	70	70	50	50
	複曲線		容許最小值	25	25	20	20	15	15	10	10
	縱 坡 度	最大縱坡 G_{max} (%)	容許最小值	10	10	11	11	12	12	12	12
			建議值	9	9	10	10	11	11	11	11
		縱坡限制長 L_i (公尺) ※		容許最小值	200	250	180	250	150	200	150
	合成坡度最大值 I (%)		容許最小值	12	12	12.5	12.5	13	13	13	13
	豎 曲 線	凹型K值 (公尺/%)	容許最小值	6	6	4	3	3	2	2	2
			建議值	7	7	4	4	3	3	2	2
凸型K值 (公尺/%)		容許最小值	4	4	3	2	2	1	1	1	
		建議值	5	5	3	2	2	1	1	1	
最短長度 L_v (公尺)		容許最小值	25	25	20	20	15	15	12	12	

註:藍色底為本計畫所推算數值

第七章 設計速率評估原則、方法及流程

設計速率之訂定標準，主要仍以道路的功能等級分類來訂定，然而相同功能等級之道路其各路段亦需依其不同線形與交通車流狀況而有不同的設計速率。因此，針對目前國內速限設計的擬定原則，除了依據選定的設計速率與道路的功能分類之外，如何納入其他影響因素，例如道路幾何條件參數、交通量、事故、實際車流行駛速度、駕駛人特性、汽車行駛性能等等，以因應不同路段特性

7.1 考量原則

設計速率(Design speed)乃在公路狀況良好時，車輛所能行駛之最大安全速率，需考慮曲線(曲率半徑)、超高、視距、坡度等在可能範圍內所採用的最大值。設計速率決定後，各項公路設施之設計依其擬定標準。

設計速率選定的影響因素包括:

1. 地形的影響:
 - (1) 平原、丘陵可選較高設計速率
 - (2) 郊區比市區高
2. 經濟的影響
 - (1) 設計速率高的公路，建設經費高
 - (2) 設計速率高的公路，維護費高

3. 設計速率無法全線一致時，須採漸變設計，且需設立警示。

目前我國訂定設計速率時，需要考量道路的功能分類等級與工程成本，例如設計速率越高，相對的成本會增加，例如必須減少彎道（或增加轉彎半徑）、或減少交叉路口、或增加車道寬度、或減少坡度。並依據道路通過地區的地理條件，例如彎道、坡度、與其他道路的銜接等，以及駕駛安全上的考量，進而決定可以採用的設計速率，國內現階段設計速率訂定流程如下圖 7-1 所示。

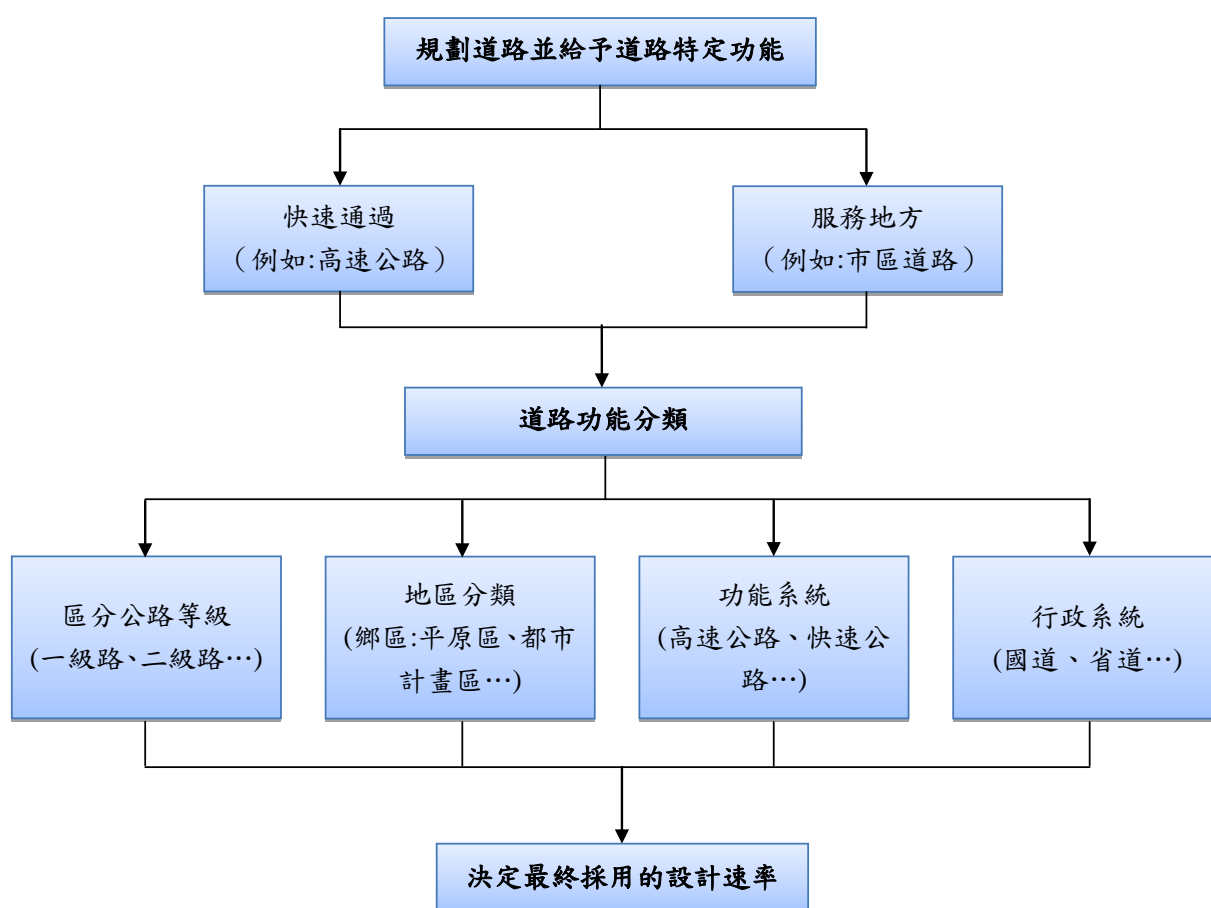


圖7-1 國內現階段設計速率訂定流程

國內公路分類依我國依公路法第二條所定公路之分類有四級，即國道、省道、縣道、鄉道。公路等級依地域特性分類、最低設計速率、交通功能分類及行政系統分類。

7.2 評估方法

道路「設計速率」，係考量車輛因素、道路之曲率、視距、縱坡度、超高、漸變率等各項不同道路條件之安全係數而訂定。而車輛性能之提升，係其中一項，基於對行車安全重視度之提高，對部分係數之要求應該更為嚴苛。

「設計速率」評估時，考慮層面包括下列：

1. 道路幾何設計層面：在評估道路設計速率時，常須考量道路車道數、交岔路口數、街廓間距、有無中央分隔島或快慢車分隔島、路肩寬度、道路坡度、路段線形（含是否行經狹路、狹橋、隧道）、公車站位置、路邊停車位之劃設等幾何設計因素，以提升行車效率。
2. 道路交通特性層面：在評估道路設計速率時，常須考量路段車流量、車種組合、大型車輛（含聯結車、大型貨車）、公車路線數、路口轉向車流量、行人穿越量等交通特性因素。
3. 土地使用特性層面：在評估道路設計速率時，常須考量市區道路沿線土地利用型態、道路兩側地區發展特性、有無重要商業中心、大型工廠出入口等土地使用特性因素；另路線若經學校、醫院等標誌之路段，均應要求車輛減速慢行，以維行車安全及環境安寧。
4. 環境及天候因素層面：環境及天候因素（包括該路段是否屬易發生行車肇事之路段、有無泥濘或積水之情事、是否通過無號誌之交岔路口或人車擁擠處所等項）亦會影響道路設計速率之評估結果，而若該道路常因雨/霧導致視線不清或常有路段發生臨時障礙，則均應降低設計速率，以確保車輛安全通行。

7.3 評估流程

設計速率研擬流程如下，並包含國內外文獻資料蒐集、道路條件檢視、影響因素實驗及審查決議等階段，本研究研擬之設計速率調整評估流程如下圖 7-2所示：

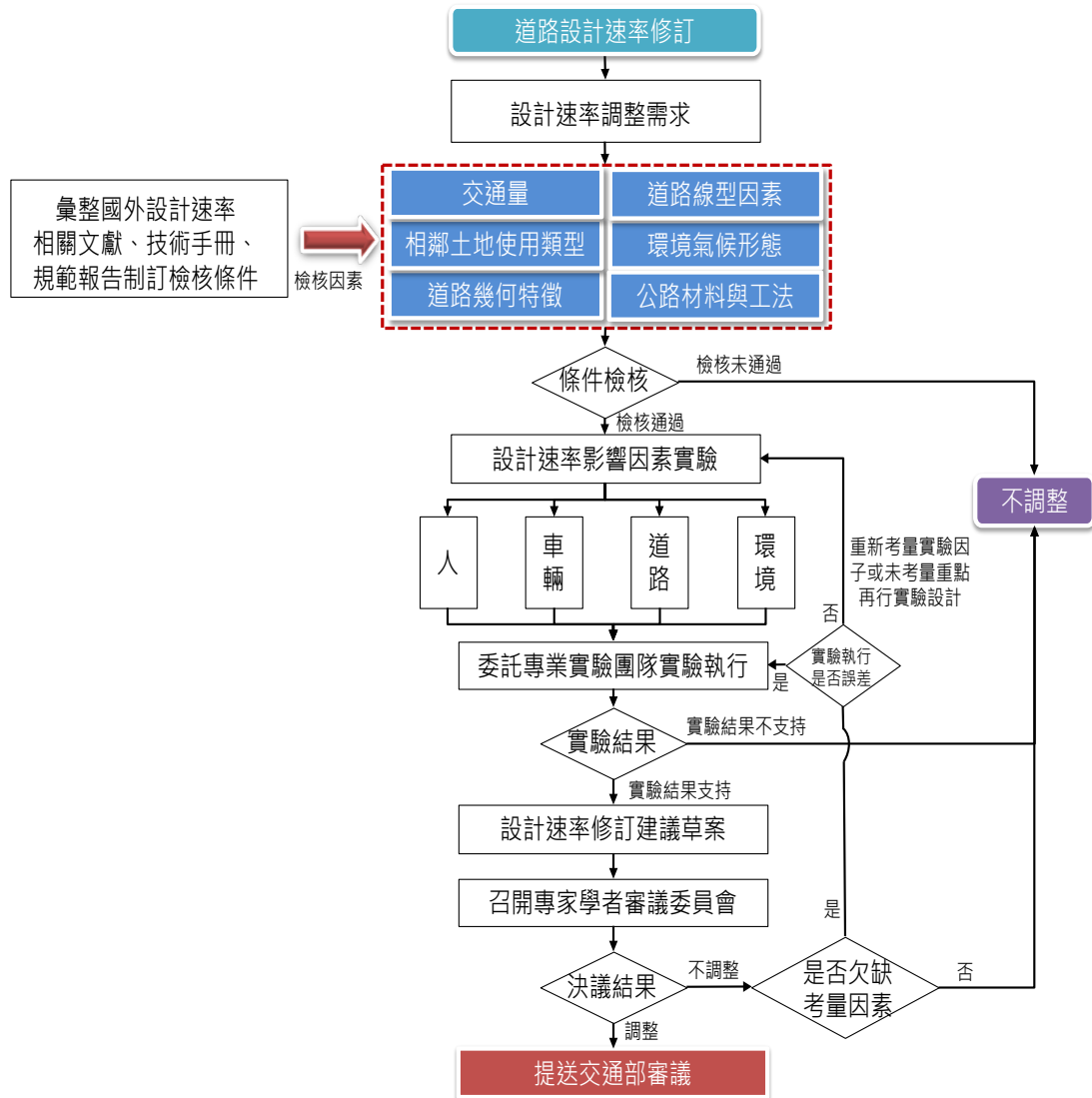


圖 7-2 本研究研擬之設計速率調整評估流程圖

1. 當道路之設計速率有調整之需求時執行設計速率調整評估流程，首先應先彙整參考國外設計速率相關文獻、技術手冊、規範報告等，制定出道路因素的檢核條件。
2. 檢核條件應包含交通量、道路線形、土地使用類型、道路幾何特徵、環境氣候型態及公路材料工法等因素。條件檢核後如結果符合設計速率調整之標準，則進行設計速率影響因素實驗；反之，未通過則不調整設計速率。表 7-1 為簡易檢核條件表，後續可再細分各項檢核因素以更完整檢核道路設計速率之調整。

表7-1簡易檢核條件表

檢核條件	檢核內容	綜合評估 (是否適合設計速率調整)
交通量	(道路服務水準)	(是/否)
道路類型	(地域特性分類)	(是/否)
土地使用類型	(商業、住宅)	(是/否)
道路幾何特徵	(直線、彎道、坡道)	(是/否)
環境氣候型態	(晴、雨、霧)	(是/否)
公路材料工法	(摩擦係數標準)	(是/否)

3. 設計速率影響因素實驗應該包含人為因素、車輛因素、道路因素及環境因素四大類別，分別委託相關專業實驗團隊執行實驗之操作，並提出實驗結果與報告作為後續執行之參考。
4. 設計速率影響因素實驗之結果如無法支持設計速率之調整，則建議不進行調整；如實驗結果支持設計速率之調整，則提出設計速率修訂建議草案，並將該草案送交審議。
5. 針對設計速率調整召開專家學者審議委員會，利用前述提送之設計速率修訂建議草案進行審議，審議內容亦包含設計速率影響因素之相關實驗報告。
6. 委員會審議之結果如決議進行調整則將設計速率調整報告提送交通部審議；決議結果為設計速率不調整，則探討該調整過程是否有欠缺相關考量因素，如審議委員會認為仍有因素尚須考量，則審視實驗階段是否執行過程產生誤差。如果實驗過程沒有誤差則建議是否重新考量實驗因子或者尚有重點因素未進行考量，由實驗階段重新進行道路設計速率調整評估流程。

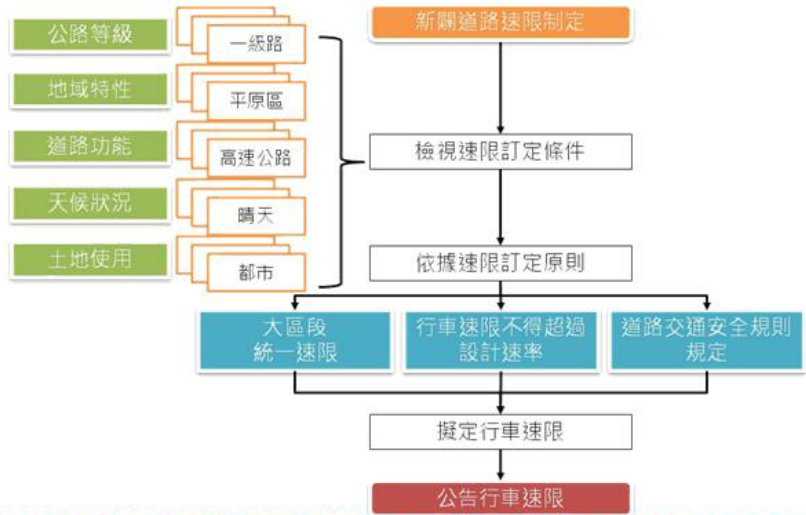
第八章 速限提升評估

本研究針對道路速度限制之制訂及修改研擬出一流程步驟，可針對新建道路之速限制定進行擬訂，亦可針對既有之道路所提出之速度限制修定進行條件篩選及調整建議。

8.1 評估流程

速度限制研擬流程如下，並包含新闢道路速限制訂及既有道路速限之修訂，速限訂定其流程如下表 8-1 所示：

新闢道路 速限制定



既有道路 速限修定

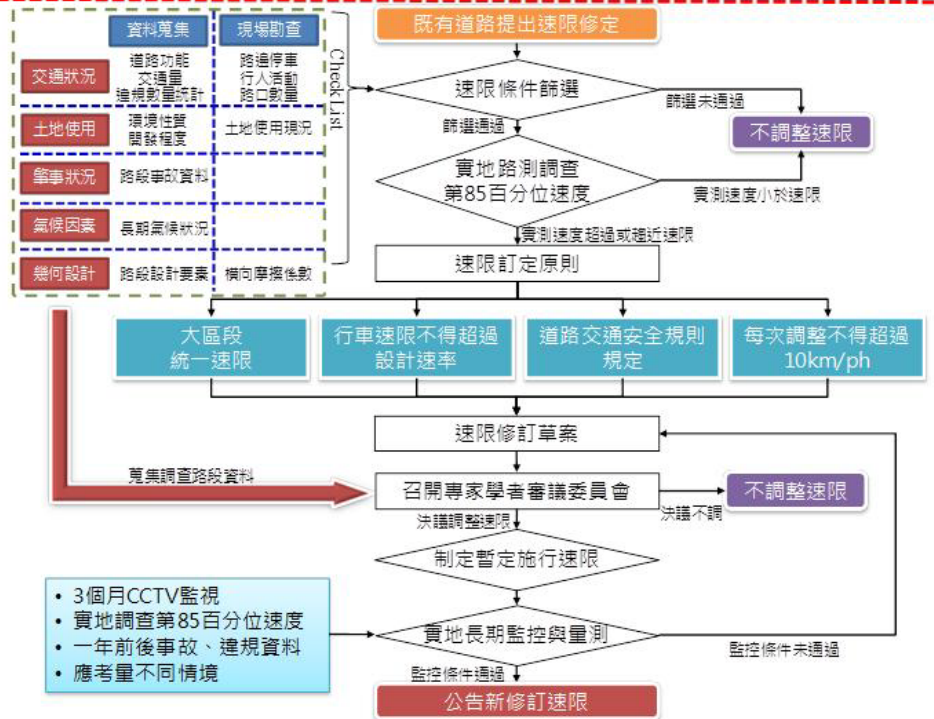


圖 8-1 本研究研擬之速限制訂流程圖

1. 新闢道路速限制訂依據部頒「公路路線設計規範」檢視道路之公路等級、道路功能、地域特性、設計速率等條件，並依據速限制訂原則「大區段統一速限」、「行車速限不得超過設計速率」、「道路交通安全規定」，擬訂行車速限後公告執行。
2. 針對既有道路提出速限之修訂，首先將對該路段進行修訂判斷，利用探討蒐集資料(交通量、人口數、肇事率等)及現場勘查(道路停車狀況、幾何設計等)的方式，判斷該路段修訂其道路速限是否合適，如篩選未通過則不建議調整速限。
3. 篩選通過之路段將進行實地之第八十五百分位行車速度調查，依據調查得知路段之第八十五百分位速度是否超過或趨近於原訂速限，如實測結果小於原速限值則建議不調整速限。
4. 依據速限訂定原則「大區段統一速限」、「行車速限不得超過設計速率」、「道路交通安全規定」及「每次調整不得超過 10km/hr」之條件下進行速限調整。
5. 召開專家學者審議委員會，利用研擬出之考量因素建議速限提升之幅度大小，請委員會進行決議。
6. 決議調整速限後將於路段試行，並進行長期監控與量測，各項監控條件通過後及公告新速限；監控結果無法通過各項監控標準要求，則分

析各項監控結果，例如繪製肇事資料斑點圖等方式，探討新速限之適用性，建議是否利用其他方式改善(ex:道路工程改善等)。如果新速限確實不適用於現行道路，則重新修訂速限草案，評估速限之調整。

8.2 影響因素考量

本研究研擬之速限皮昇評估考量因素分為資料蒐集及現場勘查兩個部分進行，兩個項目皆有其需要蒐集調查之資料，並利用資料篩選路段合適性。

8.2.1 資料蒐集階段

此階段首先針對路段各種現況統計資料於現場勘查前先進行蒐集彙整，利用各資料分別檢視路段是否速限能有所調整。

1. 交通量

流量為一段時間內通過一定點的車輛數或人數。交通流量為交通流速度和交通流密度的乘積。道路上車輛很少時，駕駛員可選擇較高速度，這時交通流速度較大，但因交通流密度小，所以交通流量也比較小。隨著路上的車輛增多，交通流密度增大，車輛的行駛速度雖受到前後車輛的約束而有所下降，流速降低，但交通流量還是增加，直到某一種條件下，流速和密度的乘積達到最大值，即交通流量為最大時為止。這時的流速稱為最佳速度，密度稱為最佳密度。如果路上車輛再增加，密度繼續增大，流速繼續下降，儘管密度較大，但因流速較小，所以流量反而下降，直到密度為最大值，造成道路阻塞，車輛無法行駛，流速等於零，交通流量也等於零。

在速率變化不明顯的短距離公路上，某一點之平均速率即可當作平均行車速率，在較長的鄉間公路則可以測量數點的速率，以平均值做為平均行車速率。根據美國在主要公路上的經驗，當設計速率越低時，平均行車速率與設計速率差值越小，在設計速率越高的公路，其差值越大，如圖 8-2 所示，在圖中亦可以看出當交通量增多時，平均行駛速率即因干擾頻繁而明顯下降。相對而言，如路段交通量增加而道路服務水準較低時，調整速度限制將可能使平均行車速率提高，進而提高道路服務水準。

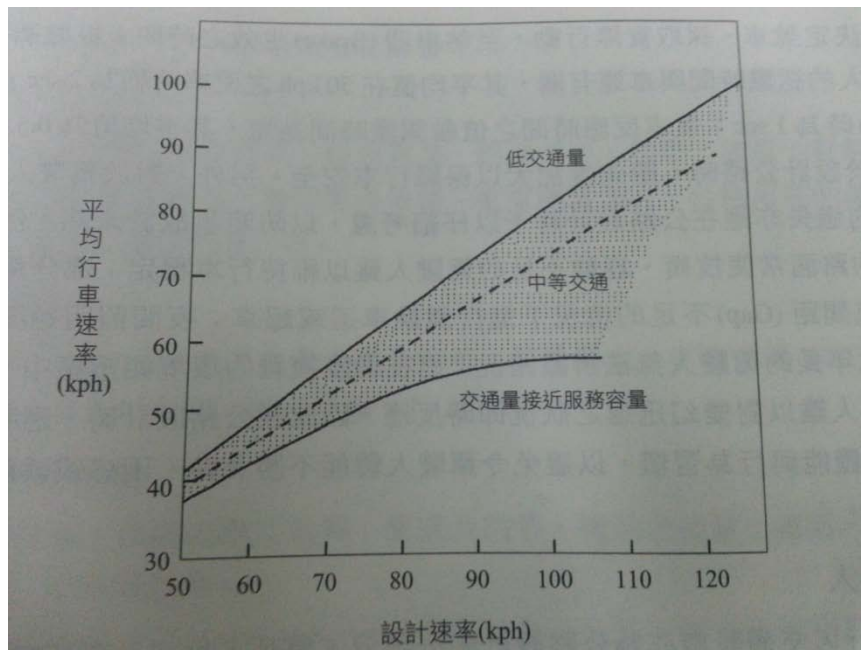


圖 8-2 平均行車速率與設計速率、交通量之關係曲線圖

(資料來源:運輸工程，周義華，2007)

下表 8-1 為交通部頒「公路路線設計規範」中流量與行駛速率之量化資料，表中將交通量區分為高流量、中流量與低流量，其非量化之描述如下：

- (1) 高流量:公路之交通量已接近公路之設計容量(Design Capacity)時，車輛間距減小，擁擠現象產生，行車速率亦將大為減低，此時交通流量稱為高流量。
- (2) 中流量:公路車流之流量已接近(未超過)公路當初之設計服務水準，行車速率因受車輛間之互相干擾而明顯減低，此時之交通量稱為中流量。
- (3) 低流量:車輛之行車速率只受公路幾何因素(例如平曲限、視距等)影響，不受其他行駛車輛(同向或對向)干擾，此時交通流量稱為低流量。

表 8-1 流量與平均行駛速率

設計速率 V_d (公里/小時)	平均行駛速率 (公里/小時)		
	低流量 V_r	中流量 V_i	高流量 V_c
120	97	89	60
110	91	84	60
100	85	78	60
90	78	72	58
80	70	66	56
70	62	59	53
60	54	51	48
50	46	43	41
40	38	35	33
30	29	27	25
25	25	23	21
20	20	19	17

資料來源：「公路路線設計規範」，交通部。

公路服務水準分成六等級：分別為 A、B、C、D、E 及 F 級。一般 A 級代表有充分行車自由之狀況，F 級代表不穩定之壅塞車流狀況。2011 年台灣地區公路容量手冊中將市區道路依據不同速限為 50km/hr、60km/hr、70km/hr 劃分出服務水準等級標準如下表 8-2。

表 8-2 市區道路服務水準等級劃分標準

服務水準	平均旅行速率 V(公里/小時)		
	50 公里/小時	60 公里/小時	70 公里/小時
A	$V \geq 35$	$V \geq 40$	$V \geq 45$
B	$30 \leq V < 35$	$35 \leq V < 40$	$40 \leq V < 45$
C	$25 \leq V < 30$	$30 \leq V < 35$	$35 \leq V < 40$
D	$20 \leq V < 25$	$25 \leq V < 30$	$30 \leq V < 35$
E	$15 \leq V < 20$	$20 \leq V < 25$	$25 \leq V < 30$
F	$V < 15$	$V < 20$	$V < 25$

資料來源：「2011 年台灣地區公路容量手冊」，交通部運研所，2011

2. 車輛組成

蒐集路段調查完成之交通量資料、車種組合等道路交通狀況資料，藉由交通量調查資料分析主、支線道的交通流量及行駛速率情況檢視該路段是否可由速限調整的方式改善道路使用績效，並與資料中的車種組合比例(大小車比例)一併考量。

利用路段蒐集交通量資料當中，小型車與大型車輛之比率分析該路段是否進行速度限制調整。該路段如為大型車輛(如砂石車)較經常行駛之路段，如肇生交通事故其嚴重程度相較於其他較少(或無)大型車輛行駛之地區將會產生比較嚴重之傷亡，該路段如欲研擬速度限制之提升，考量以上之情形，將不建議進行速度限制之調整。

愛爾蘭的行車速度制定對於某些車輛有不同需要遵守的車速限制，特別規定如下：

- (1) 單層及雙層巴士和旅遊巴士(運載乘客可以站立):速限 65 公里/小時
- (2) 單層及雙層巴士和旅遊巴士(運載乘客不可以站立):
 - 高速公路和雙車道:速限 100 公里/小時
 - 其他道路: 速限 80 公里/小時
 - 牽引車: 速限 80 公里/小時
- (3) 卡車(設計總重量超過 3500 公斤)
 - 高速公路:速限 90 公里/小時
 - 其他道路: 速限 80 公里/小時

在印度，行車速度限制會因為在不同的行政區而有所不同，也會因為不同的車輛型態有不一樣的行車速限，速度限制的訂定都是由當地的地方政府來執行，行車速限如下表 8-3 所示。

表 8-3 印度各行政區不同車輛型態之速限規定

地區	摩托車	輕型汽車	中型客車	中型貨車	重型車輛	牽引車	混合牽引車	其他車輛
安得拉邦	50	沒有限制	65	65	40/50	60 (拖車 >800 公斤為 50)	50	30
馬哈拉施特拉	50	沒有限制	65	65	65	50	50	50
德里	30-70	25-50	20-40	20-40	20-40	20-40	20-40	20-40
北方邦	40	40	40	40	20-40	20-40	20-40	
哈里亞納邦	30/50	50	40/65	40/65	30/40	35/60	40/60	20/30
卡納塔克邦	50	沒有限制	60	60	60	40/60	40/60	
旁遮普	35/50	50/70/80	45/50/65					30
泰米爾納德邦	50	65						
喀拉拉邦	25/40/50	25/40/70						

資料來源：印度交通運輸部門

新加坡的道路速度限制是陸路交通管理局(Land Transport Authority, LTA)所制定，道路交通法限制所有的車輛通行速度限制都為 50 公里/小時，除非另有其他說明，下表 8-4 為各車種的行車速度限制:

表 8-4 新加坡各車種之行車速限

車輛類型	道路	高速公路	隧道
汽車及摩托車	50 公里每小時	70-90 公里每小時	50-80 公里每小時
巴士及旅遊巴士	50 公里每小時	60 公里每小時	50-60 公里每小時
輕型商用車輛 (包括輕型貨車，小客車不超過 3.5 噸，多達 15 名乘客座位)	50 公里每小時	60-70 公里每小時	50-70 公里每小時
例外： 消防車、救護車、新加坡警察部隊或新加坡民防部隊政府車輛			

資料來源：新加坡陸路交通管理局(Land Transport Authority, LTA)

英國公路運輸部門針對各車輛類型制訂個別的行車速度限制，通常情況下速限為每小時 30 英里(或每小時 48 公里)。英國法定各車輛型態之國家限速如下表 8-5 所示。

表 8-5 英國法定各車輛型態之國家限速

車輛類型	建成區英里 (公里/小時)	單行車英里 (公里/小時)	雙車道英里 (公里/小時)	高速公路英里 (公里/小時)
汽車和車輛 (包括雙用途車輛及汽車衍生最高載重量 2 噸的貨車)	30 (48)	60 (96)	70 (112)	70 (112)
汽車牽引大篷車或掛車 (包括汽車衍生最高載重量 2 噸的貨車)	30 (48)	50 (80)	60 (96)	60 (96)
旅居車或旅遊車 (最大載重量不超過 3.05 噸)	30 (48)	60 (96)	70 (112)	70 (112)
旅居車或旅遊車 (最大載重量超過 3.05 噸)	30 (48)	50 (80)	60 (96)	70 (112)
巴士、旅遊巴士及小巴 (總長度不大於 12 公尺)	30 (48)	50 (80)	60 (96)	70 (112)
貨車 (最大載貨重量不超過 7.5 噸)	30 (48)	50 (80)	60 (96)	<ul style="list-style-type: none"> ● 70 (112) ● 60 (96) : 掛接或牽引拖車
貨車 (最大載貨重量超過 7.5 噸)	30 (48)	40 (64)	50 (80)	60 (96)

資料來源:英國公路運輸部門

3. 土地使用

都市土地使用之種類共可分為住宅用地、零售商業用地、運輸設施、工業及相關用地、批發及相關用地、公共建築與開放空間、機關建築用地、空地及非都市用地等八類。但都市土地之主要功能只劃分為工作地區、居住地區及其他地區(文教區及休閒地區)等三類。

土地使用之強度(Intensity)或稱密度(Density)，係指單位面積土地被利用之程度。一般是以住宅區之樓層或單位面積人口數、商業區之樓地板或零售量數、文教區之學生人數、工業區之就業人數等表示。若單位面積土地利用程度愈高，表示土地使用之強度愈大，其所產生或吸引之能力愈強，即交通量較大。

路段中周邊及附近土地使用情形與該路段是否適合提升道路速限具有相當程度的影響。蒐集沿線週邊土地使用情形，包含現況土地使用型態為住宅區或商業區、路線進出市區與否、道路兩側地區發展特性、有無重要商業中心或大型工廠出入口等，皆需考量可能會有車輛匯入、匯出主幹道對行車安全所帶來的影響，以及該路段未來土地使用開發規劃也應納入考量。路線若行經學校、醫院等地區，均應降低車輛行車速度，以維護行人之交通安全。

美國聯邦公路管理局(Federal Highway Administration, FHWA)「制訂速度限制的方法與操作報告」中，利用道路風險的方法來設置行車速限

主要決定因素是道路旁發展等級及道路的功能定位，雖然道路幾何也是決定行車速限的重要因素，但它仍然次於道路旁的發展情況。加拿大利用道路風險方法針對不同的土地利用和道路分類規定出了基礎的行車速度限制，如下表 8-6 所示，藉由土地使用和道路功能分類為行車速限的主要決定因素，道路管理當局企圖利用道路風險方法來決定各種功能之道路的法
定行車速限。

表 8-6 加拿大土地使用及道路分類基本行車速限

分類		土地使用							
		農村				都市			
		無中央分隔		有中央分隔		無中央分隔		有中央分隔	
		單向1線道	單向2線道以上	單向1線道	單向2線道以上	單向1線道	單向2線道以上	單向1線道	單向2線道以上
幹道	主要	55 mph (90 km/h)	60 mph (100 km/h)	60 mph (100 km/h)	70 mph (110 km/h)	50 mph (80 km/h)		55 mph (90 km/h)	
	次要	50 mph (80 km/h)	55 mph (90 km/h)	55 mph (90 km/h)	60 mph (100 km/h)	45 mph (70 km/h)		50 mph (80 km/h)	
集散道路	主要	45 mph (70 km/h)	50 mph (80 km/h)	50 mph (80 km/h)	55 mph (90 km/h)	45 mph (70 km/h)		50 mph (80 km/h)	
	次要	35 mph (60 km/h)	45 mph (70 km/h)	45 mph (70 km/h)	50 mph (80 km/h)	35 mph (60 km/h)		45 mph (70 km/h)	
地區道路		35 mph				30 mph			
		(60 km/h)				(50 km/h)			

資料來源：「制訂速度限制的方法與操作報告」，FHWA, 2012

明尼蘇達州是美國第 32 個州，在法律上規定了公路最高速限並訂定罰則，且亦授權給地方政府在某些情況下，可以調整公路速限。法定速度限制是市區道路或道路間距小於 100 英尺每小時 30 英里；州際公路為每小時 65 或 70 英里；有中央分隔島之道路或岔路缺口為每小時 65 英里；週邊有小巷弄、移動式露營車公園及露營地區等道路每小時為 10 英里；其餘道路皆訂為每小時 55 英里。根據統計當地政府調整速限，大概可以歸類為以下：

表 8-7 明尼蘇達州不同土地使用速限

道路類型	調整範圍
農村居住區	最高速限每小時 35 英里
住宅巷道	最高速限每小時 25 英里
學校區	速限每小時 15~30 英里
公園	速限每小時 15~20 英里
有自行車道	最高速限每小時 25 英里
有小巷弄、移動式露營車公園	速限每小時 10~30 英里

資料來源：「明尼蘇達速限規定」，明尼蘇達州運輸部門

加拿大安大略省金斯頓市“公告速限建立準則(Guidelines for Establishing Posted Speed Limits)”對於不同土地使用地區制定不同行車速限。

學校區：準則中的一部份指導方針，針對小學區域的原有 50 公里/小時公告速度限制調降為最大速度限制 40 公里/小時。降低速度限制區域的距離為包含學校兩側臨街 150 公尺的範圍，如果學校的出入口不只在一個街道上則必須再研究哪些地方是需要將低速度限制的。為了減少駕駛人產生混淆及簡化執法，40 公里/小時的最大速度限制在所有的上課時間都是有效力的。警察的執法對於公告速度限制的降低是至關重要的，特別是在學校上課時間。降低學校區域公告行車速度限制考量的個案基礎有以下之情況：

- (1) 低流量的街道(每天低於 1000 輛車)且運行速度已經是 45 公里/小時或更低
- (2) 鄰近中等學校
- (3) 在公告速度限制 50 公里/小時的幹道
- (4) 在任何公告速度限制超過 60 公里/小時的道路上

英國推廣速度限制以駕駛正確的速度為原則，駕駛者應該始終保持低於最高限速為所駕駛道路上的速度，雖然在法律上沒有義務推動以最快的速度作為限制，但如果是安全狀態的話，應該嘗試至少接近速度限制，例如，在一個每小時 40 英里速限，駕駛者速度應介於每小時 35~40 英里。開車太慢也可以像駕駛速度過快的危險，沿著每小時 60 英里道路上以每

小時 40 英里慢條斯理的行駛可能導致後方車隊壅擠，也可能會導致危險的超車和其他道路安全問題。英國對汽車的一般限速規則是：

- (1) 對於城市道路與街道限速為每小時 30 英里。
- (2) 對於單行車道限速為每小時 60 英里。
- (3) 對於雙行車道和高速公路的限速是每小時 70 英里。

這些限速適用於任何時候，無論是在上下班高峰期或夜深人靜的時候，且只有一個路標指示不同的車速限制，但也有例外，有路燈照明的道路車速限制為每小時 40 英里。下表顯示了不同車輛類型在不同道路類型的國家速限標準：

表 8-8 英國地區不同類型道路速限

	Built-up area	Single carriageway	Dual carriageway	Motorway
Cars and Motorcycles	30	60	70	70
Cars towing caravans or trailers	30	50	60	60
Buses and coaches	30	50	60	70
Goods Vehicles * 60 if articulated or towing a trailer	30	50	60	70 *
Goods Vehicles exceeding 7.5 tonnes max laden weight	30	40	50	60

資料來源:英國公路運輸部門

愛爾蘭有 5 種不同的車速限制遍布在全國不同的類型道路上。行車速限是在各個地區透過獨特的標誌顯示，在國內的高速公路、主要道路及次要道路的行車速限標誌是圓形標誌，白色背景紅色邊框，速限顯示是以黑色符號。一共有 5 種不同類型的車速限制，如下：

(1) 城鎮和城市的車速限制

除了高速公路或特殊速限區以外的建築密集區行車速限是 50 公里/小時。

(2) 國道速限:

在愛爾蘭的所有國家道路中(包括雙車道)行車速限是 100 公里/小時。

(3) 區域和地方限速

地方上的所有區域和地方道路(也可稱為非國道)行車速限是 80 公里/小時。

(4) 高速公路限速

愛爾蘭高速公路行車速限為 120 公里/小時。

(5) 5.特殊限速

特殊限速通常適用於指定的道路和區域(例如建築區外的道路、學校週邊等)，特殊限速一般為 30 公里/小時與 60 公里/小時。

澳大利亞各行政區在不同土地使用型態的地區有不同的速度限制，在建築密集區行車速限為 50 公里/小時；在建築區外則為 100 公里/小時。

而在建築密集區有一些情況的速度限制是例外的，如下：

(1) 共享區域(行人與車輛共同使用空間)

速限為 10 公里/小時。

(2) 學校地區

在學校學期開始的日子，且當學童每天要出現的時間速度限制為 40 公里/小時。在南澳大利亞限制則為 25 公里/小時。通常在學校區域會有閃光燈來警告速度限制的變化。

(3) 40 公里/小時特定區

有些行政地區在某些特定的地區設置較低的速度限制，一般為 40 公里/小時，這些特別的地區例如：購物區等。

下表即為澳大利亞各行政區於不同類型土地使用地區之行車速度限制。

表 8-9 澳大利亞不同類型土地使用之行車速度限制(公里/小時)

國家/地區	學校區	建成區面積	農村	最高轉速區
澳大利亞道路規則	學校區標誌號	50	100	在限速標牌
澳大利亞首都直轄區	40	50	100	100
新南威爾士州	40	50	100	110 ¹
北領地	40	60	110	沒有限速(一年的試驗從 2014 年 2 月)
昆士蘭	<ul style="list-style-type: none"> • 40 (速限 70 地區) • 60 (速限 80 和某些 90 /100 地區) • 80 (速限 110 和某些 90 /100 地區) 	50	100	110
南澳大利亞	25 (速限 60 或更少地區)	50	100	110
塔斯馬尼亞	<ul style="list-style-type: none"> • 40(速限 70 以內) • 60(速限 80 以上) 	50	100	110

國家/地區	學校區	建成區面積	農村	最高轉速區
維多利亞	<ul style="list-style-type: none"> • 40(速限 70 以內) • 60(速限 80 以上) 	50	100	110
西澳大利亞	<ul style="list-style-type: none"> • 40(速限 70 以內) • 60(速限 80 或 90) 	50	110	110
外島領土				
聖誕島	40	40	90	90
科科斯(基林)群島	-	30	50	50
諾福克島	30	30 - 金士頓濱	30 - 諾福克島國家公園	50
		40 - 彭特派中央商務區	50 - 其他地區	
特殊情況				
豪勳爵島	-	-	-	25

資料來源:澳大利亞交通運輸部

4. 肇事情況

不論超速是否為肇事主因，一旦發生事故，高速行駛均會加重事故之嚴重性。根據經濟發展暨合作組織研究顯示，每增加 5%之平均速度會多增加 10%受傷事故和 20%死亡事故，故降低速度能有效降低事故之發生，

同樣的研究亦證實，每減少 5% 之平均速度則會減少 10% 受傷事故和 20% 死亡事故。

而在各縣市的交通肇事中，超速幾乎是居首位，國內常見改善超速的做法是增加警告設施，包括警告標誌、減速標線、特種閃光號誌、反光鏡、增設欄、自動超速照相等，雖然有幫助但仍無法有效改善。

針對路段於現行速度限制下車輛於道路上行車所發生的交通事故統計資料，考量其肇事發生次數、肇事發生原因及肇事嚴重程度，並至少蒐集過去 12 個月內的事務歷史資料。藉由資料結果檢視路段肇事發生率及肇因為超速之事故數量，判斷該路段是否需要調整速度限制。

美國聯邦公路管理局(Federal Highway Administration, FHWA)「制訂速度限制的方法與操作報告」中，提出了事故嚴重性最小化的概念，事故傷害最小化是設置速限最基本的要素，它完全是基於道路安全的立場來設置，利用此方式設置的公路類別行車速限如下表 8-10 所示：

表 8-10 事故傷害最小化的行車速度限制表

公路類別	速度限制 mph(km/h)
人車不分道(無保護的道路使用者，ex.行人和騎自行車者)	20mph(30km/h)
無號誌路段，可能導致側面碰撞事故	30mph(50km/h)
無中央分隔島道路，可能導致迎面碰撞	45mph(70km/h)
車輛專用道	>

公路類別	速度限制 mph(km/h)
	60mph(>100km/h)

資料來源: 「制訂速度限制的方法與操作報告」, FHWA, 2012

紐西蘭威靈頓「都市-農村速度門檻手冊·Guidelines for urban- rural speed thresholds RTS 15」中說明, 根據事故分析研究顯示出道路速度限制越大, 則造成致命傷害的可能性就越大。研究並指出車禍事故傷亡嚴重程度當速度為 80 公里/小時是 30 公里/小時的 20 倍。相同的, 行人的事故傷害如下列所示:

- (1) 車速 30 公里/小時的事故中行人死亡率為 8%
- (2) 車速 50 公里/小時的事故中行人死亡率為 45%
- (3) 車速 60 公里/小時的事故中行人死亡率為 90%

5. 違規超速

由於人為或道路幾何線形設計等因素, 會使駕駛人故意或不知不覺中超速行駛, 像高速公路雖然在不同路段有九十公里及一百公里速限規定, 但實際上對駕駛人行車時來說沒有很大差異, 常在不自覺中就違規了。而在一般道路也有四十公里到六十公里等不同速限規定, 不過, 因一般人都求快的心理, 駕駛人在速度選擇上基本上都低估造成自身死亡或危險的情況, 平均行駛速率都比規定超過十到十五公里, 尤其在過低速限下, 超

速比率會更高，幾乎規定速限在五十公里以下時，過半數車輛會超速行駛。

前國內超速行駛罰金每年都有數十億進帳國庫，也造成駕駛人常常覺得速限是否訂的不符現況，導致許多車輛於道路上超速行駛。故超速行駛的違規車輛統計資料對於路段是否調整速限將是一項相當重要的指標。

超速是在許多國家普遍存在的社會現象，國家或地方當局對大量道路使用者，在城市地區和郊區不同道路類型訂定車速限制，在表 8-11 中，可以看到許多國家的駕駛人在不同類型道路上超速的比例，超速比例平均為 40% ~ 50%，而最高達到 80% 的駕駛人超速行駛。雖然超速的情況在每個國家皆不同，但仍然顯示車速過快是影響所有國家整個道路網絡的問題之一。

表 8-11 各國小客車駕駛人行駛於各道路類型上超速比例

	高速公路 (Motorways)		郊區道路 (Rural roads)		市區道路 (Urban roads)	
	速限 (Speed limit)	超速比例 (% above the limit)	速限 (Speed Limit)	超速比例 (% above the limit)	速限 (Speed Limit)	超速比例 (% above the limit)
澳 洲 (Austria)	130 km/h	23 %	100 km/h	18 %	50 km/h	51 %
加 拿 大 (Canada)	110 km/h	15 to 53 %	80 km/h	15 to 45 %		
	100 km/h	15 to 81 %				
丹 麥 (Denmark)	110 km/h	72 %	80 km/h	61 %	50 km/h	60 %

	高速公路 (Motorways)		郊區道路 (Rural roads)		市區道路 (Urban roads)	
	速限 (Speed limit)	超速比例 (% above the limit)	速限 (Speed Limit)	超速比例 (% above the limit)	速限 (Speed Limit)	超速比例 (% above the limit)
冰 島 (Iceland)	90 km/h	80 %	90 km/h	77 %		
愛 爾 蘭 (Ireland)	113 km/h (70 mph)	23 %	96.78 km/h (60 mph)	8 %	64.52km/ h (40 mph) (主要道路)	75 %
					48.39 km/h (30mph) (主要道路)	86 %
					48.39 km/h (30mph) (次要道路)	36 %
韓國(Korea)	100-110 km/h	50 %	60 km/h			
荷 蘭 (Netherlan ds)	100 km/h	45 %	80 km/h	Approx.	50 km/h (主要道路)	73 %
	120 km/h	40 %		45 %	50 km/h (次要道路)	45 %
葡 萄 牙 (Portugal)	120 km/h	46 %		55 %	80 km/h (主要道路)	50 %
					50 km/h (次要道路)	70 %

	高速公路 (Motorways)		郊區道路 (Rural roads)		市區道路 (Urban roads)	
	速限 (Speed limit)	超速比例 (% above the limit)	速限 (Speed Limit)	超速比例 (% above the limit)	速限 (Speed Limit)	超速比例 (% above the limit)
瑞典 (Sweden)	110 km/h	68 %	30 to 110 km/h	58 %		
瑞士 (Switzerland)	120 km/h	38 %	80 km/h	24 %	50 km/h (主要道路)	21 %
英國(United Kingdom)	123 km/h (70 mph)	57 %	60 mph	9 %	64.52 km/h (40 mph) (主 要道路)	27 %
					48.39 km/h(30 mph) (次 要道路)	58 %
美國(United States)	89-105km /h(55-65 mph) 依各州規 定而異	40-70 %	89 km/h (55 mph)	47 %	64.52 km/h (40 mph) (主 要道路)	73 %
					48.39 km/h (30mph) (次要道路)	74 %

資料來源: OECD/ECMT (2004)

註: 1 英里/每小時=1.613 公里/每小時

6. 天氣型態

地區的長期氣候型態可能對行車安全造成影響，例如下雨天比例較高的地區容易因為路面積水或與天視線不良等因素發生事故；易起霧的地區也可能因為視線不良影響駕駛安全。地區如果容易出現惡劣天氣會影響交通安全的情況，不適合提高速度限制，甚至如果肇事率相當高將考慮降低道路速度限制。

例如法國道路為因應不同的天氣條件而具有可變化的速度限制。在天氣乾燥的 2 或 3 車道農村道路速限為 90km/h、4 車道的農村高速公路為 110km/h，而農村公路為 130km/h。當下雨時，速限值分別降低到 80、100 和 110km/h，除了市區限速為 50km/h 是不受天氣影響的。在所有能見度低於 50 公尺的大霧或視線不良的道路，最常見的速度限制為 50km/h。

下雨天車輛容易造成打滑的現象，當積水深度達 0.25 公分、小型車行車速度達時速 91 公里即有可能發生方向盤與煞車完全失去作用而無法控制車輛的水漂現象，在日本則稱為水膜現象。當車速較低時，車輛輪胎與路面能保持完全接觸，駕駛人尚能有效控制車輛；而高速行駛的車輛，水會成楔狀侵入輪胎接觸地面的前端，速度愈高、侵入的量愈多，最後輪胎將完全離開路面而漂浮在水面上滑行，以致於方向盤與煞車完全失去作用

而無法控制車輛，這種情況就叫做水漂現象。當駕車行駛於濕滑路面，如果不能從後視鏡分辨輪胎駛過路面之軌跡，那就表示已發生水漂。

德州 A&M 交通學院的研究中，交通管理單位使用的專家系統，以監測數據從巷道傳感器來自動調節速度的限制，當擁塞超過設定值，則降低速限以維持交通量一致和均勻交通流量。這將可延緩車輛停走的發生，並減少在車隊後端碰撞的事故。可變速限也被稱為統一速度和動態速限。兩種常見用途用於可變速限為與天氣有關的條件和擁塞管理：

- (1) 與天氣有關的可變速限通常發生在道路上出現霧、冰或雨，其他因素亦可能會影響行車安全性。當天氣情況惡化到如此地步，危險的狀況即將發生時，管理單位降低車速限制為有助於減少衝突的可能性。
- (2) 當交通量正在增加和擁塞有可能發生時的可變限速使用。當交通量或速度超過預定值時，決策單位降低速度目的是為了處理更多的交通量，但速度不能低到車輛發生停走狀況。

在這兩種情況下，下降速度限制的目的是向下游發出警報的情況而驅動的程序。在理想情況下，速限和信息提示是自動的，不需要任何操作員干預。在車速限制為每小時 5 或 10 英里的增量變化逐步減少的交通量。速度可以是強制或探討，這取決於該交通管理單位的目標。可變速限通常

用於自動排隊檢測和預警機制，以及車道控制標誌，它也經常用於開放路肩臨時使用。

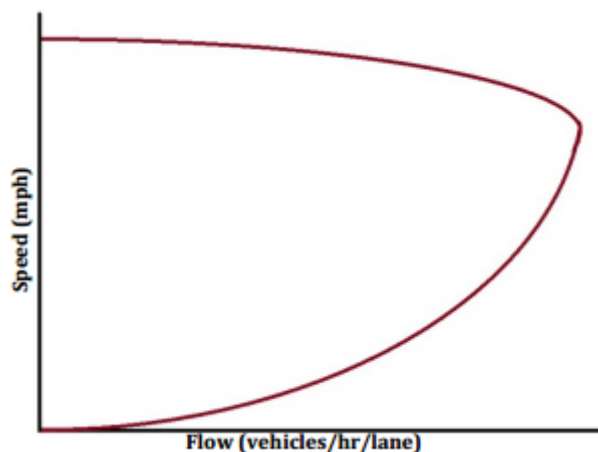


圖 8-3 流量與速度之間的圖形關係(資料來源:德州 A&M 交通學院)

可變速限幫助在惡劣的天氣條件和擁堵，減少一級和二級事故發生提高安全性。更能平衡駕駛行為和平衡行車速度。

可變速限可以幫助延緩擁堵的發生。具有更均勻的速度和降低車頭時距，交通流更加順暢和高效，且可以提高行程時間可靠性。當中，可變速限的環境效益包括減少排放、降低噪音、並降低燃油消耗。以下為可變速限標誌實施國家案例分析:

- (1) 澳大利亞-雪梨實施了大霧預警系統，包括諮詢的速度。在起霧狀況，諮詢速度限制被連續調整到前方車輛的速度(但不超過速度極限更高)。

- (2) 在丹麥，研究發現，路面濕滑、起霧和其他危險路況下，交通平均速度減少 0.6~1.2 英里/小時。當可變速限標誌顯示 50 英里，而不是 62 英里/小時的速度極限，平均速度降低了 2.1 英里/小時。而在惡劣的路況，如結冰，限速是從 75 英里/小時降低到 62 英里/小時，可變速限標誌降低了速度。
- (3) 荷蘭天氣條件的變速限制。能見度傳感器用於測量霧的水平，當能見度下降到 459 或 230 英尺(140 或 70 M)，速限分別下降到 50 或 37 英里/小時(80 或 60 公里/小時)。在大霧條件下實施的可變速限後，駕駛人減少了行車的速度約 5.0~6.2 英里(8~10 公里/小時)。

歐洲聯盟能源與運輸總局 (European Commission: Directorate-General Transport & Energy)對惡劣天氣型態下不同的車速限制說明。

在歐盟僅有法國適用在惡劣的天氣條件下使用較低的一般速限，如遇雨天或下雪時，高速公路的速度限制從 130 公里/小時改變為 110 公里/小時，農村道路從 90 公里/小時下降至 80 公里/小時。如果遇到大霧(能見度小於 50 公尺)則所有類型的道路車速限制都是 50 公里/小時。

芬蘭及瑞典在冬季時有不同的速度限制，高速公路的速度限制從 120 公里/小時改變為 100 公里/小時；農村的主要道路從 100 公里/小時下降

至 80 公里/小時。同樣的在瑞典的車速限制，分別為從 110 公里/小時改變為 90 公里/小時及從 90 公里/小時改變為 70 公里/小時。在法國，為因應臨時的情況速度限制下降 20 或 30 公里/小時是很常見的情況。

聯邦公路管理局(Federal Highway Administration, FHWA)「可變速限系統於潮濕及極端天氣條件評價報告」中對許多國家天氣條件對速度限制的影響分析，其中對於雨量及能見度的研究如下。

芬蘭交通部在 1994 年實驗利用 VSL 系統依照天氣訊息來定推薦的速限，該系統使用 67 VSL 標誌和 13 VMS 標誌沿著鄉村公路段大約有 15 英里。當中考慮到的氣象因素包括風速、風向、氣溫、相對濕度、降雨強度、累積降水和路面狀況(乾、濕)。這些信息被用來建立以下的車速限制：

- (1) 路況很好：每小時 74 英里(120 公里/小時)
- (2) 中度條件：每小時 62 英里(100 公里/小時)
- (3) 條件差：每小時 49 英里(80 公里/小時)

芬蘭交通部在沿兩條車道公路段，長約 8~41 公里不等，共八個地點。在確定車速限制使用的數據來自 RWIS、CCTV、天氣預報和現場維護操作，在良好的條件下，最高限速為 100 公里/小時；在溫和的條件下，最高限速為 80 公里/小時；而 60 公里/小時或 70 公里/小時的速度限制是在不利的條件下發布。根據不同的因素，該系統可被手動或自動地控制基於系統

數據的處理和分類。安全性評估結果發現，在冬季道路交通事故減少 13 %，而在暑假期間有 2% 的下降。下表為降雨強度的車速限制：

表 8-12 降雨量及路面積水情形與速度限制關係

Water on road surface	Rain intensity	Speed limit
0.0 mm	0.0 mm/hr	75 mph (No restriction)
0.2 to 0.6 mm	0.0 to 2.5 mm/hr	75 mph (No restriction)
0.6 to 2.0 mm	2.5 to 6.0 mm/hr	60 mph
0.6 to 2.0 mm	6.0 to 30.0 mm/hr	50 mph

資料來源：「可變速限系統於潮濕及極端天氣條件評價報告」，FHWA

研究人員開發設置和調整限速算法依賴於氣象雷達數據通過標誌位置的降雨強度分類，該算法的原理如圖 8-4 所示，這個過程是每五分鐘觀測一次及參考天氣歷史，在 2008 年所開發的算法和 VSL 系統尚未設置(以及它的設置結果尚未公佈)，因此對在惡劣天氣應對車輛的速度和碰撞的影響尚不清楚。

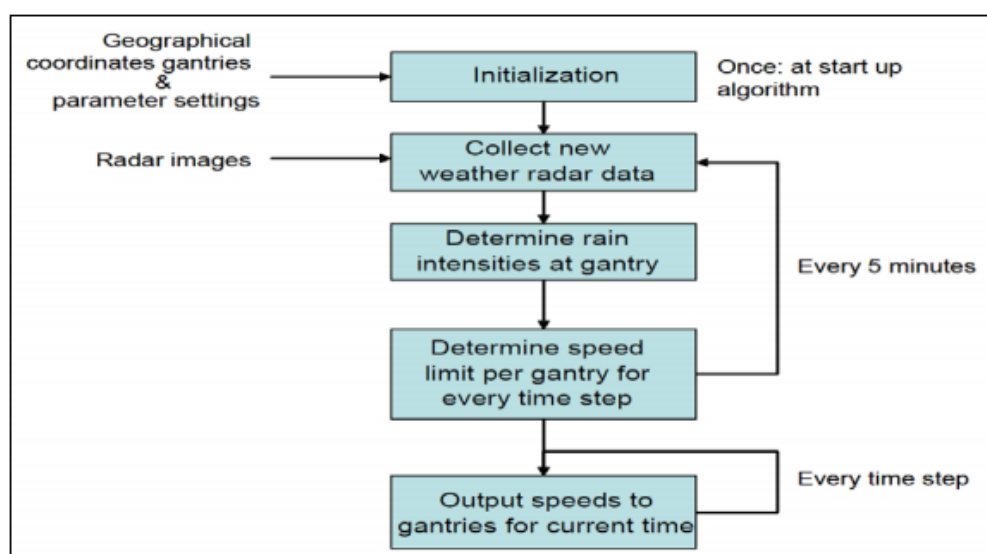


圖 8-4 速限調整演算流程

荷蘭交通局安裝在沿著城市道路約 7.4 英里(12 公里)·記錄能見度 20 公尺下每隔 0.4~0.5 英哩(700 至 800 公尺)。在正常能見度條件下·車速限制為每小時 62 英里(100 公里/小時)。當能見度降低·速度分別調整如下：

- (1) 456 英尺(140 公尺)能見度 - 速限降低到每小時 49 英里(80 公里/小時)
- (2) 228 英尺(70 公尺)能見度 - 速限降低到每小時 37 英里(60 公里/小時)
- (3) 事故偵測(透過 CCTV) - 速限降低到每小時 31 英里(60 公里/小時)

在美國最常見的天氣因素是起大霧、低能見度條件·無論是諮詢或監管在阿拉巴馬州、新澤西州、南卡羅來納州、田納西州和猶他州都有了檢測因霧和不同速度低能見度條件下的系統。表 8-13 列出了在每個州使用的可變速限系統及速度限制。

表 8-13 使用可變速限的系統與速度限制

State	Signage (No. Signs)	Road Type	Project Length	Speeds	Control
AL	Dynamic Message Signs (DMS) (5) VSL (24)	Interstate	6 miles	65mph to 35mph	Regulatory and Advisory
NJ	DMS (113) VSL (120+)	Freeway	148 miles	65mph to 30mph	Regulatory and Advisory
SC	DMS (8)	Interstate	7 miles	60mph to 25mph	Advisory
TN	Static w/beacon (6) DMS (10) VSL (10)	Interstate	19 miles	65mph to 35mph	Regulatory and Advisory
UT	DMS (2)	Interstate	2 miles	65mph to 25mph	Advisory

資料來源：「可變速限系統於潮濕及極端天氣條件評價報告」· FHWA

阿拉巴馬州 10 號州際公路，通過降低平均車速，盡量減少了在低能見度條件下事故風險的安全。新澤西收費公路項目也減少了車輛的速度，並減少與天氣有關的事故的頻率和嚴重程度。南卡羅來納州 526 號州際公路已經沒有與濃霧有關的交通事故發生至少維持 11 年，並可能更長。田納西州的 75 號州際公路已經顯著提高了安全性，9 年內只有一個因大霧產生的事故。

在 VSL 系統是由軟件將使用一種算法來確定推薦速度控制。該算法在不同的路面和天氣條件建議適當的車速限制。可能的氣候條件：乾燥的路面、沒有雨、小到中雨降水輕微減少路面的抓地力和強降水具有顯著減少路面的抓地力。在系統中採用的速度和 VSL 的控制軟件將遵守適用的標準和改變俄勒岡州高速公路限速步驟。該系統特性：

- (1) 無法改變限速超過每 5 分鐘一次
- (2) 不顯示低於 20 英里的時速限制
- (3) 限制在每小時 5 英里遞增速度
- (4) 每隔 60 秒會自動評估天氣條件

新南威爾斯州 VSL 系統在 2005 年應用在潮濕天氣條件下的雪梨和新英格蘭間高速公路，該系統採用氣象站的數據、兩組 VSL 標誌，其中一個是 VMS 和六個靜態標誌，依天氣情況調整限速。當檢測到潮濕的條件下，控管為每小時 90 公里速限。雖然沒有正式的安全報告或操作評估，依當

地居民的調查結果表示，該系統是被認同的。另一個新南威爾士州 VSL 系統是霧為主，並設置在藍山，用以解決快速霧起始點的發生，這個系統使用霧探測器，通知交通管理人員，而後再發起車速限制的變化，這個系統亦沒有進一步的信息或評估結果報告。

南澳大利亞州於 2005 年設置了 VSL 系統沿著阿德萊德克拉佛斯公路，成功減少因天氣發生的事故。該系統設置了 45 個 VSL 的標誌，利用動態方式交通管理人員從基於安全考量，並參考現有的氣象條件及位置做控制中心調整。運行的第一年透過 CCTV 影像觀察，車速限制設定為 60、80 或 100 公里/小時，並觀察到系統能改善行車安全，降低 20%~40% 的事故率。

德國慕尼黑在高速公路附近設置一個 VSL 標誌。該系統處理的因素包括速度和氣象數據，透過算法來確定基於三個控制策略適當的車速限制。這些控制策略包括事故檢測、速度協調和天氣的條件。由傳感器提供數據來確定車速限制訂定並非由管理人員討論，記錄系統的線圈檢測器速度數據進行了數據分析的結果顯示，車速限制下降後，觀測到車速明顯下降。

新澤西州的 VSL 系統調整速度的限制考量了事故、擁擠、建築、冰、雪和霧等因素，以每小時 5 英里的調整量，調整下降到低至 30 英里。天氣數據源沒有指定，但是該系統最初使用 120 個標誌和線圈檢測器在約

148 英里的巷道，以收集當前的速度和數量的數據。該標誌隨著時間的推移，交通管理人員認為是有效的提供駕駛者速度的信息。

瑞典 2003 年至 2007 年 VSL 試驗和初步成果中所示，採用天氣為主的 VSL 系統，使用的是用一個氣象模型計算表面摩擦和風速量當作處理氣象的數據。當得到滿足指定條件，交通管理人員收到資訊，系統是需要手動調整或停用。從系統的觀測表示，駕駛者開車速度與速限相比每小時少 10 公里。

猶他州 1995 年和 2000 年之間測試了系統，沿著 215 號州際公路在霧多發段安裝視線距離和相應的安全速度標誌。在使用系統後，根據能見度的可變標誌，發現在惡劣條件下，可調整 22% 的行車速度變化。而在中度霧的條件下，速度變異減少高達 35% 的。研究人員指出，肇事率的趨勢評估是今後研究的一個必要組成部分。

華盛頓州針對冬季敏感天氣設置 VSL 系統，於 1997 年在斯諾誇爾米山口設置近 40 英里長的道路。該系統使用從六個環境傳感器站量測之數據，包括空氣溫度、濕度、降水、風速、風向、路面狀況(乾、濕、冰等)和路面溫度，每個環境傳感器站使用一個在路面式傳感器來確定路面的條件。使用目前的天氣狀況和計算機邏輯產生建議的速度，由位於市中心交通管理人員提出速限的決定。交通管理人員可以選擇同意電腦的建議速限，並貼在 13 個動態信息標誌，這些設置都能夠同時顯示文字信息和可變限

速。車速限制可能為每小時 35~65 英里，利用每小時 10 英里增量取決於天氣傳感器數據和交通狀況。圖 8-5 顯示了這個項目的標誌。



圖 8-5 斯諾誇爾米山口 VSL 和警告標誌

對斯諾誇爾米山口 VSL 系統的駕駛行為影響進行深入研究是作為 TravelAid 項目的一部分。這項工作沒有檢查設置後意外和速度的趨勢，反之，他們的工作開發了一種能夠在將來被用來完成評價建模方法。負二項式模型的開發，研究事故頻率、幾何和天氣有關變量的函數。最終的模型表示，巷道部分有超過 2% 最大降雨和每年陰雨天數顯著增加事故發生的頻率。另外，還開發了負二項分佈模型，研究不同的事故嚴重程度幾何、天氣和人為因素的函數。最後，標準的多元回歸模型被開發出來，估計平均風速和速度偏差使用的數據，由環探測器研究一個路網的每個車道。車型結構和整個車道的交通分佈，發現這些模型是平均風速和速度偏差的顯

著因素。有趣的是，儘管在這個項目中完成了大量的建模工作，沒有文章為整個系統設置後的性能及影響提出評估結果。

懷俄明州設置高風 VSL 系統，在 80 號州際公路針對下雪和結冰的情況對車速的影響，研究結果表示，VSL 結果可減少每英里每小時 0.47~0.75 英里的時速。需要注意的是系統本身並不依賴於檢測設備或算式來關注天氣情況，反而，在懷俄明州巡邏時降低的車速限制的必要條件。由近期 2009 年 2 月設置結果，事故率和行車速度數據的長期評估仍在進行中。

8.2.2 現場勘查階段

路段基本資料蒐集完成後仍尚有其他需至現場調查的部分，以便可以更完善的考量與路段速限調整相關的其他因素。

1. 道路停車狀況

於路段現場調查道路目前使用情況，包括路旁兩側停車狀況及違規停車之現況。道路旁之停車設施對駕駛人行車速度之速度有所影響，路旁駕駛人匯出車道進入停車格位所造成之車輛速度驟減或匯入車道的行為將會與路段上通行車之車輛產生衝突，對行車安全將會產生極大的影響。

周邊商業現況將會造就周邊的停車需求甚至有違規停車的狀況產生，該情況會使車道被違規停車之車輛所佔據，在車道寬度減少之情況下容易使道路出現雍塞或事故等情形，將行車安全造成相當大的問題。故速度限

制調整前需先對道路旁之車輛停車狀況進行分析，藉此判定該路段如進行速度限制調整是否會對行車安全造成影響。

美國密西根州公路安全規劃廳「住宅區速度控制」手冊中，針對路邊停車與速度及事故的關係進行說明。

路邊停車格通常被允許設立在住宅區。通過該地區的车辆通常會因為與路邊停車的車輛或行人產生無法預期的衝突而降低行車速度。在一個 65,000 人的社區研究中發現，有 43% 的車禍事故與路邊停車有關聯。路邊停車格的角度對安全性有相當大的影響。雖然有角度的停車格可以比平行停車格多設停車位，但它需要更多的迴旋空間，增加汽車與迎面而來的車輛衝突時間，並且當車輛倒退進入車道時將產生不確定的安全因素。因此，有角度的停車格比平行停車格有較大的事故率。許多研究都發現，以平行停車格取代有角度的停車格，減少了 19% 到 63% 的事故率。在緬因州的研究中發現，平行停車格比有角度的停車格事故率低了 12%。在內布拉斯加州的一項研究得出的結論是停車場應該是要平行的，而不是角型，以提高安全性減少交通事故。有幾項針對路邊停車安全問題的研究主要有：

- (1) 路邊停放車輛使車道寬度變窄，顯著的影響交通流暢性。路邊停放車輛容易增加尾撞或側撞的事故，因為駕駛人進入或離開停車格所造成。

- (2) 停車後的駕駛人或後座乘客走出車輛將對車道造成影響，可產生追撞或輕微側撞。
- (3) 將會減少視距，當行人尤其是小孩子要從停放的車輛中間或路口穿越馬路時。

因此，最好的方式就是避免在住宅區的路邊停放車輛，因為這會增加事故的危險性，然而，通過利用車速的限制來降低視距。

2. 道路幾何設計

道路幾何設計與速限能修定與否有相當大的關聯性，道路幾何設計當中又有許多設計要素，包含橫向摩擦係數、視距、平曲線最小半徑、超高及縱坡度等，道路幾何設計必須符合公路路線設計規範之表定各項規定。在道路設計中，影響交通安全的因素雖然是多方面的，而道路幾何設計對行車的安全性則起到先決的作用。

(1) 橫向摩擦係數

橫向意指與行車方向垂直之方向，亦即沿道路橫斷面之方向。理論上，橫向摩擦係數與車速、輪胎及路面之表面狀況、材質接有關係。許多研究顯示，摩擦係數隨車速之增加而降低，一般在乾燥路面約為 0.4~0.8；在潮濕路面上約為 0.25~0.4；路面結冰或積雪時，降到 0.2 以下；在光滑的冰面上可降低至 0.06。

在公路設計時不可採用最大橫向摩擦係數值，因為其所計算出之曲線半徑過短，對駕駛人之安全與舒適皆不利，因此依照美國州公路及運輸官員協會(AASHTO)所設定之規範採用最大橫向摩擦係數，此一數值為駕駛人因曲線上之離心力而有不適感受時之速率為推求最大橫向摩擦係數之選擇標準。

(2) 視距

視距是駕駛人在行駛過程中的通視距離，為了保證行車安全，駕駛人應能看到前方一定距離的公路以及公路上的障礙物或迎面的來車以便及時煞車或閃避，汽車在這段時間裡沿公路路面行駛的必要安全距離即為行車視距。無論在道路的平面上還是縱斷面上，都應保證必要的行車視距。公路設計規範裡研究的視距均為氣候及行車條件正常情況下公路本身所提供的通視條件，而未考慮夜間或大霧、陰雨天等自然條件引起的視線障礙。美國事故率與行車視距的關係調查統計表明，事故率隨視距的增加而降低，行車視距根據通視的要求不同分為停車視距、應變視距和超車視距三種。

視距長短影響公路之行車安全甚大，公路須有足夠之視距，使駕駛人能夠從容控制其車速，完成所須之安全措施。視距設計不良之路段，易使用路人對無法預見之情況心生恐懼而放慢車速以控制行車安全，甚至因突如其來之狀況發生，增加急踩煞車的頻率。

(3) 平曲線最小半徑

公路之平曲線半徑愈小，則曲率愈大，亦即表示公路轉彎程度愈大，除產生較大離心力外，並因車輛轉彎時所佔道路面積較大，故有效路寬將相對減小，致降低視距，對行車安全及舒適性影響甚大，故曲線半徑之最小值應加以限制。

路線的半徑盡量不能小於最小半徑，盡可能的採用大半徑曲線。務必使所選用的曲線半徑與前後線形協調一致，避免突然出現小半徑曲線的情況，公路曲線段的危險性一般由公路連續路段的延伸條件和路線整體條件而定。因而，對於那些設置不合理的線路，尤其是那些包含有大量曲線段的路線，設計時可使用的平曲線半徑較小，設計過程中需要充分考慮彎道的個數與道路的視距，從而有效地保障公路路線的設計符合相關道路安全規定。

(4) 超高

超高之設置係公路橫斷面由標準之正常路拱漸變至設計所需之最大超高值之過程，故超高漸變係指公路路面自正常路拱漸變至設計全超高之斷面；亦即公路由直線路段進入緩和曲線，再進入圓曲線路段時，其超高由直線路段之最小值漸漸增加進入圓曲線路段。而由圓曲線之最大超高，漸漸減小進入緩和曲線，再進入直線路段而變成超高之最小值。此超高值依道路線形之變化而漸變，此稱為超高漸變。

在較小半徑彎道上應該設置超高，超高不能太小，也不能太大，應該根據彎道半徑以及道路等級、所在地區的地形狀況等綜合考慮。對超高的設置標準，必須嚴格且足夠，超高不足往往是引發交通事故的直接原因。

(5) 縱坡度

公路縱向之坡度，亦即沿公路中心線路面之傾斜度，以兩點間高程差與兩點間水平距離之比值表示之，正值表上坡道，負值表下坡道。

坡度之設計，無疑會影響行車速度與油耗率。車輛行駛於較陡之上坡道時，車輛受坡道阻力影響，導致車速下降，進而降低公路容量，尤其重車車速下降較大，將阻礙其後車速較快之小型車，增加超車次數。

8.3 新闢道路速限制定

道路新闢階段除了設計規劃時依據道路幾何設計及道路等級功能等考量所制訂之設計速率外，為確保行車之安全性，避免車輛行駛速度超過設計速率肇生交通事故，通車啟用前尚需針對道路制訂一速度限制，以避免駕駛人過快之行車速度。建立合理的車速限制可以提高車輛運行效率，是確保交通安全的重要管理措施之一，選擇適當的車速限制可促進有效的交通流量、減少違規行為、提升安全駕駛條件。

• 新闢道路速限訂定考量條件

道路行車速限之訂定，除考量用路人需求外，同時需考量行車安全因素，參照路線設計規劃標準、道路等級、道路功能、地域特性及設計速率，依「行車速限不得高於設計速率」、「大區段統一速限」及「道路交通安全規則規定」之原則訂定各路段速限，並應儘量簡化。路段訂定車速限制前，應依據各考量因素先訂定其設計速率，如下表 8-14 之各項準則。

表 8-14 設計速率訂定總則

公路等級		一級路				二級路				三級路				四級路				五級路				六級路		
系統分類	行政系統	國道、省道				國道、省道、縣道				國道、省道、縣道				省道、縣道、鄉道				省道、縣道、鄉道				縣道、鄉道		
	交通功能	高速公路				高速公路、快速道路				快速道路、主要公路				主要公路、次要公路				主要公路、次要公路				地區公路		
地域特性分類	鄉區				市區	鄉區				市區	鄉區				市區	鄉區				市區	鄉區			
	平原	丘陵	山嶺	平原		丘陵	山嶺	平原	丘陵		山嶺	平原	丘陵	山嶺		平原	丘陵	山嶺	平原		丘陵	山嶺		
最低設計速率 (km/hr)	120	100	80	80	100	80	60	60	80	60	50	60	60	50	40	50	50	40	30	40	40	30	20	

資料來源:「公路路線設計規範」，交通部

對大多數道路而言，一旦確定了道路的功能分類，與之相關的設計速率也就得以確定。速限訂定原則上是參考設計速率後略減的結果但仍要考慮當地狀況因地制宜，路段行車速限經過各方考量擬定後公告執行。

8.4 既有道路速限修正

為提升目前國內既有公路車流運行的流暢性及道路的使用效率，針對現行公告速限有調整修訂疑慮的路段檢視其各項道路條件，利用篩選各項與行車速度及安全相關之條件，判定該路段是否適合進行速限調整。

8.4.1 第 85 百分位行車速度調查

通過篩選階段後之路段需進一步針對行車速度進行實地調查，調查其第 85 百分位行車速度，並與目前現行之行車速限比較其差異。如果實際第 85 百分位行車速度仍未超過目前之行車速限，且與行車速限差距超過 10km/hr 以上，則建議不調整行車速限。第 85 百分位行車速度如果趨近於或超過目前之行車速限，則參考利用調查結果之第 85 百分位行車速限進行後續之速限調整。

• 調查方法及數據分析

本研究第 85 百分位行車速度調查方法使用測速槍進行現點速率的量測，並且搭配錄影法紀錄車輛通過時間進而計算車輛速度以及分析路側車輛偵測器資料之車輛速度等兩種方式以輔助測速槍所進行之調查，比較調查結果以分析測速槍調查之準確性。

測速槍量測時調查人員需於實驗路段旁尋找不容易被車輛駕駛人發現之位置進行測量，以免因為駕駛人發現量測人員後減慢行車速度，導致

其他車輛速度也產生降低的現象，此種現象將會影響調查結果。調查時測速槍量測 2 人一組，1 人施測另 1 人記錄，並盡量避免人為之實驗誤差。

調查路段以每 1 公里為實驗區間，調查路段區間內每個車流的行進方向，並於行車安全性最低之地點進行，調查樣本最少需 100 比樣本數，可視調查路段車流量狀況減少調查樣本數，但必需達到最少統計樣本數量。

將調查後的行車速度資料利用累積數量的方式進行統計分析，從分析結果可以判斷出調查路段車輛行車速度的第 85 百分位速度，以該第 85 百分位速度做為調整速限參考標準。

8.4.2 速限調整建議

當實際量測之第 85 百分位速度遠小於路段現行之速限則表示目前速限不需要進行調整；但如第 85 百分位速度趨近於速限或超過速限，則建議進行行車速限之調整。

• 專家學者審議委員會

藉由量測之第 85 百分位速度並透過速限訂定原則，分別為「大區段統一速限」、「速限不可大於設計速率」以及「道路交通安全規則規定」三大原則擬定速限，並參照美國聯邦交通控制設施規範手冊(MUTCD)對速限設計之擬訂之建議於速限調整時「每次調整不超過 10km/ph」，於召開專家學者審議委員會前擬定速限修訂草案，並與路段調查蒐集資料一併送交審議委員進行審查。

審議委員會主要成員為邀請各個不同領域之專家學者參加審議，成員組成建議包括交通工程專家、土木工程專家、警察執法單位、及公路相關主管機管等各專家學者。

專家學者審議委員會利用路段各項蒐集調資料及速限擬定草案進行審議，審議後結果如委員會建議該路段不適合執行行車速限之調整，則該路段評估速限調整結果為不進行調整；如與會專家學者最終決議為執行該路段的速限調整，則建議於路段制定暫時施行之速限。路段制定暫時施行速限可利用路面彩色速限標誌或利用臨時可變速限標誌系統清楚告知用路人目前之行車速限。

8.4.3 速限調整後實地長期監測

於調整實施新速限後之路段進行道路狀況長期監控與量測，觀察道路狀況是否因為速限調整而產生衝擊進而影響交通安全與道路使用效率。

裝設 CCTV 於速限調整之路段，長時段監看路段經速限調整後車流運行狀況是否通暢，及是否因為速限調整而產生駕駛人行為改變等情形，CCTV 監看時間建議為期 3 個月或更長時段。

速限經調整後需等待駕駛人適應該路段速限一段時間後，再進行實地路段的行車速度量測。實地調查路段第 85 百分位行車速度資料，利用速

度量測資料與調整後之速限關係，審視道路經速限調整後其行車速度是否有所提高，改善駕駛人認為行車速限不足的情況。

8.5 小結

從國外文獻中可以發現速限經調整後之結果對於事故及違規現象皆有影響，故蒐集速度調整後一年路段事故發生資料包含事故發生率、肇因、地點等資料，以及車輛違規超速統計資料，與速限調整前蒐集資料進行比較，分析速限調整前後之差異性。如發現調整後事故發生率有增加的情況，則將事故發生原因及地點進行統計，分析事故發生原因是否是因為速限提升所造成。將所有事故利用斑點圖的方式呈現於路段地圖，藉此找出路段較容易肇生事故的地點，檢視該地點發生事故原因是否與速限提升有關，如可以藉由工程改善方式進行改善，則向主管機關提出改善建議。監控條件應依照道路條件及情境不同適用不一樣的監控方式。

藉由多項的道路監控條件來檢視路段是否適用該調整後之速限，如果透過各項監控條件發現新速限可能不適用於該路段，即表示監控條件未通過，則針對各項監控條件之調查結果再次召開專家學者審議委員會進行審議，重新決議並進行速限再次進行速限調整及實地監控與量測。

第九章 結論與建議

本研究針對從文獻回顧相關設計速率及車輛性能之文獻、規範等，探討近年來車輛性能提升後對於設計速率之影響，以及進行路段實測的結果提供結論與建議。

9.1 結論

1. 藉由車輛性能相關文獻回顧及國內外道路設計相關規範探討發現，車輛在近年來於制動力、加速性及行駛穩定性等方面確實有性能提升之趨勢。美國 AASHTO Green Book 2011 年規範提到已經將部分車輛性能提升之因素納入考量，國內相關道路設計規範亦可將車輛性能做為後續規範修訂之考量。
2. 本計畫藉由探討國外設計速率相關文獻後發現，由於近年來國外道路設計規範的更新、車輛性能的提升及道路材料及工法的進步，在 AASHTO Green Book 2011 年版中有許多設計要素有所更新，歐盟 UNECE 的車輛法規中車輛的減速度亦提升，道路材料工法在 AASHTO 中亦進行了許多實驗佐證更新相關規範。
3. 本計畫探討結果發現公路設計要素中，以車輛性能探討之要素為最短視距與豎曲線，以汽車減速度推算出新最短視距進而計算豎曲線；

AASHTO Green Book 2011 規範更新及材料工法進步亦更新了其他設計要素，包含橫向摩擦係數、最大超高漸變率、免設超高曲線半徑、緩和曲線最短長度、免設緩和曲線半徑、平曲線最短長度及縱坡度。

4. 利用目前歐盟 ECE 車輛法規所規定之車輛減速度計算公路路線設計要素之最短視距，其計算結果停車視距及應變視距皆比原設計規範中之建議值短，亦即為設計速率不改變的情形下，因為車輛制動性能的提升，最短視距之設置可比以往更為縮短。
5. 本根據各路段之第 85 百分位運行速度量測調查結果探討其現況道路速限之適用性，各點位探討之結果其第 85 百分位運行速度多數超過目前之設計速率，參考德國及歐洲其他各國探討設計速率做法，針對此結果對路段設計速率，提出以下結論：
 - (1) 台 15 線新竹路段目前設計速率為 60km/hr，藉由第 85 百分位運行速度調查多超過現行設計速率，因此該路段的設計速率(速限)有調整的空間。
 - (2) 台 17 線台中路段目前設計速率為 80km/hr，藉由第 85 百分位運行速度調查結果未超過現行設計速率，因此該路段的設計速率(速限)無調整的空間。

- (3) 台 17 線高雄路段目前設計速率為 80km/hr，藉由第 85 百分位運行速度調查結果未超過現行設計速率，因此該路段的設計速率(速限)無調整的空間。
 - (4) 台 9 線宜蘭路段目前設計速率為 80km/hr，藉由第 85 百分位運行速度調查結果未超過現行設計速率，因此該路段的設計速率(速限)無調整的空間。
 - (5) 台 18 線嘉義路段目前設計速率為 60km/hr，藉由第 85 百分位運行速度調查多超過現行設計速率，因此該路段的設計速率(速限)有調整的空間。
6. 本計畫經過回顧探討國內外文獻、規範及探討車輛性能之提升並實際調查路段第 85 百分位運行速度之後，顯示出實驗路段個案的設計速率及速限確實有提升的空間，但基於本計畫對於國內目前設計規範建議之修改尚需要後續更多的實驗及研究來探討其適用性，並且需要大量的實驗數據來探討歸納設計速率調整之道路類型，以為往後設計速率之提升有更深入的依據。

9.2 建議

1. 本計畫於經過文獻回顧與實際測試，了解路段良好路況下車輛行駛速度多高於設計速率，依 85 百分位運行速度與設計速率關係，目前的

設計速率有調整的可能性。國內目前設計規範建議值之修改尚需要後續更多的實驗及研究來探討其適用性，以為往後設計速率之提升有更深入的依據。

2. 本計畫探討車輛性能之提升與設計速率間的關聯性，由國外文獻探討與實驗調查結果，初步成果發現設計速率有調整之空間，但是因為設計速率在設計時必須考量到許多方面的因素，包含人、車、路各種不同的因素，因此建議以本計畫之成果於後續再進行相關之駕駛人反應時間、不同車種之調查、車輛於實際道路上行駛情形等研究，更嚴謹的探討目前設計速率調整細則。
3. 可針對國外 85 百分位決定設計速率用於臺灣新闢道路及舊有道路的可行性進行評估研究，以因應車輛性能及鋪面及工法等因素不斷提升後，駕駛者對於行駛速度的需求。
4. 本計畫已初步研擬實驗流程與方式，後續應蒐集更多樣本數量之路段進行調查，藉由路段多重組合(道路型態、道路線型等因素)來探討歸納出適合調整之路段類型與依據。

參考文獻

1. 林豐福、張開國、賴靜慧，「高齡者交通事故特性分析」，交通部運輸研究所，2009。
2. 林豐福、張開國、張仲杰，「交通事故當事人特性分析之研究」，交通部運輸研究所，2004。
3. 曾平毅、黃益三、許卜仁，「由臺北市交通事故資料初探駕駛人風險特性之研究」，都市交通 vol18 p15-23，2003。
4. 徐耀賜、黃碧芬、黃繼賢，「改善幾何設計對行車安全影響之研究」，中華民國運輸學會，2008。
5. ARTC 財團法人車輛研究測試中心<http://www.artc.org.tw/index.aspx>。
6. 交通部，交通工程手冊，交通技術標準規範公路類公路工程部，2010。
7. 交通部，公路路線設計規範，交通技術標準規範公路類公路工程部，2011。
8. 交通部，臺灣公路容量手冊，交通部運輸研究所，2011。
9. 內政部營建署，市區道路工程規劃及設計規範，2009。
10. 交通部運輸研究所，第三期台灣地區整體運輸規劃-公路篇，2004。
11. 市區道路工程規劃及設計規範之研究，
http://roadweb.cpami.gov.tw/web/protocol/protoco2_3.htm
12. 市區道路交通島設計手冊，<http://w3.cpami.gov.tw/district6/d2.htm>
13. 日本道路構造令，日本道路協會出版，平成16年2月。
14. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), A Policy on Geometric Design of Highways and Streets,, 1984。

15. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 4th Edition, 2001 ◦
16. American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO), A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 6th Edition, 2011 ◦
17. Highway Capacity Manual (HCM), Transportation Research Board, 2010.
18. Manual on Uniform Traffic Control Devices (MUTCD), United States Department of Transportation - Federal Highway Administration, 2009 Edition.
19. Organization for Economic Co-operation and Development. Speed management report. Paris: OECD/ECMT Transport Research Centre, 2006.
20. Design Speed, Operating Speed, and Posted Speed Practices, NCHRP Report 504, Transportation Research Board, 2003.
21. Lajunen, T., Summala, H.(1995). Driving experience, personality, and skill and safety-motive dimensions in drivers' self-assessments, Personality and Individual Differences, 19 ,pp.307-318.
22. Lajunen, T., Corry, A., Summala, H., Hartley, L.(1997).Cross-cultural differences in drivers'self-assessments of their perceptual-motor and safety skills: Australians and Finns.24, 4, 239-550.
23. Evans, L. (1999). Traffic safety and the driver. Van Nostrand Reinhold. New York.
24. Solomon, D. (1964). Accidents on Main Rural Highways Related to Speed, Driver and Vehicle. Bureau of Public Roads, US Department of Commerce. Washington, D.C.
25. Cirillo, JA. (1968). Interstate System Accident Research Study II, Interim Report II. Public Roads, Vol. 35, No. 3.
26. Garber, S., and J.D. Graham. (1989). The Effects of the New 65 Mile-Per-Hour Speed Limit on Rural Highway Fatalities:

State-By-State Analysis. DOT-HS-807-452. National Highway Traffic Safety Administration, U.S. Department of Transportation, Washington, D.C., July, 34 pp.

27. Lave, C; Elias, P. (1992). Did the 65 mph Speed Limit Save Lives? Accident Analysis and Prevention, Vol. 26, No. 1, pp. 49-62.
28. Ossiander, EM; Cummings, P. (2002). Freeway Speed Limits and Traffic Fatalities in Washington State. Accident Analysis and Prevention. 156 (5), pp 483-487.
29. Garber, NJ; Gadiraju, R. (1989). Impact of Differential Speed Limits on Highway Speeds and Accidents. Transportation Research Record 1213. Transportation Research Board, National Research Council, Washington, D.C..
30. R. Elvik, T. Vaa. Traffic Safety Handbook. Oslo: Transport Konomisk Institute, 1989: 35~40
31. D.J. Finch, P. Kompfner, C.R. Lockwood and G. Maycock. Speed, Speed Limits and Accidents. Project Report 58. Crowthorne: Transport Research Laboratory. 1994:23
32. European Transport Safety Council (ETSC). Reducing Traffic Injuries Resulting from Excess and Inappropriate Speed. Brussels: ISBN 90-801935-9-0. 1995:35
33. S. Ranta, V.P. Kallberg. Analysis of Statistical Studies of the Effects of Speed on Safety. Research Report. Helsinki: Finnish National Road Administration. 1996: 12, 75
34. M. E. Ossiander, P. Cummings. Freeway Speed Limits and Traffic Fatalities in Washington. Accident Analysis and Prevention. 2002,34: 13~18
35. H.C. Joksch. Velocity Change and the Fatality Risk in a Crash - a Rule of Thumb. Accident Analysis and Prevention. 1993,25(1):103~104
36. Miguel Angel Recarte, Luis Nunes. Mental Load and Loss of Control over Speed in Real Driving Towards a Theory of Attentional Speed Control. Transportation Research Part F. 2002 , 5: 111~122

附件一

Test1

新竹(台15線)

	A	B	C	D	E				
1	30	35	31	29	30		85th	標準差	中位數
2	33	39	34	30	36				
3	34	42	41	31	36	A	63	10.15844	54.5
4	35	42	41	31	37	B	73	11.75508	61
5	36	43	42	32	37	C	70	11.39911	56
6	37	43	43	33	37	D	61	9.322911	51.5
7	37	44	43	34	38	E	65	9.716689	55.5
8	38	45	44	39	39				
9	39	45	44	40	39	速限	50km/hr		
10	40	46	44	41	40				
11	41	48	45	42	41				
12	41	48	45	42	41				
13	42	49	45	42	41				
14	42	49	46	42	44				
15	43	49	46	42	44				
16	43	49	46	43	45				
17	44	49	46	43	45				
18	44	49	46	43	48				
19	44	50	46	44	48				
20	44	50	46	44	48				
21	45	52	46	45	49				
22	45	52	47	45	49				
23	45	53	47	45	50				
24	46	53	47	45	51				
25	46	53	47	45	52				
26	46	54	48	46	52				
27	46	54	48	46	52				
28	46	54	49	47	52				
29	47	55	49	47	52				
30	47	55	49	47	53				
31	47	55	50	48	53				
32	48	56	50	48	53				
33	48	56	50	48	54				
34	48	57	51	49	54				
35	48	57	51	49	54				
36	49	58	52	49	54				
37	49	58	53	49	54				
38	49	59	53	49	54				
39	49	59	53	49	54				
40	50	59	54	50	54				
41	50	59	54	50	54				

42	50	60	54	50	55
43	51	60	54	50	55
44	52	60	54	50	55
45	52	60	54	50	55
46	53	60	55	51	55
47	53	61	55	51	55
48	53	61	55	51	55
49	53	61	55	51	55
50	54	61	56	51	55
51	55	61	56	52	56
52	55	62	56	52	56
53	55	62	56	52	56
54	56	62	57	52	56
55	56	63	58	52	57
56	56	63	58	52	57
57	56	63	58	53	57
58	56	63	59	53	57
59	57	63	59	53	57
60	57	64	59	53	57
61	57	64	59	54	57
62	58	64	59	54	57
63	58	65	60	54	58
64	58	65	60	54	58
65	58	65	61	54	58
66	58	65	61	54	58
67	59	66	62	54	58
68	59	66	62	55	59
69	59	67	62	55	59
70	59	68	62	55	60
71	59	68	62	56	60
72	59	68	63	56	61
73	60	68	63	57	61
74	60	69	63	57	61
75	60	69	63	57	61
76	61	69	63	58	62
77	61	70	64	58	62
78	61	70	64	59	62
79	61	70	65	59	63
80	61	71	65	59	63
81	62	71	66	60	64
82	62	71	67	61	64
83	63	71	67	61	65
84	63	72	70	61	65
85	63	73	70	61	65
86	64	73	71	62	65
87	64	74	71	62	66

(第85百分位運行速度)

88	64	74	71	64	66
89	65	74	71	64	66
90	65	75	72	64	69
91	66	77	74	64	69
92	67	77	75	65	69
93	67	78	76	66	70
94	69	78	77	66	70
95	69	78	77	67	70
96	70	78	78	68	70
97	72	84	81	69	71
98	73	90	84	69	74
99	74	90	84	70	77
100	82	103	89	70	79

台中(台17線)

	A	B	C	D	E				
1	37	37	38	46	38		85th	標準差	中位數
2	37	41	41	52	40				
3	39	41	43	54	41	A	71	10.81337	62
4	42	42	47	58	43	B	74	11.21721	62.5
5	43	43	50	60	44	C	78	11.01446	67
6	44	45	51	60	45	D	82	8.620296	72
7	44	45	52	60	46	E	79	14.15953	63
8	46	47	52	61	46				
9	46	47	53	61	48	速限	70km/hr		
10	48	47	53	62	48				
11	49	50	54	62	50				
12	49	50	54	62	50				
13	49	50	55	62	51				
14	50	51	58	63	51				
15	50	51	58	63	51				
16	51	53	58	64	51				
17	52	53	58	64	51				
18	52	53	58	64	52				
19	52	53	58	65	52				
20	52	53	59	65	53				
21	53	54	59	66	54				
22	55	55	59	66	54				
23	55	55	59	66	54				
24	56	56	60	67	54				
25	56	56	60	67	55				
26	56	56	60	67	55				
27	57	56	60	67	55				
28	57	56	60	67	55				
29	57	56	60	68	56				
30	58	56	60	68	57				
31	58	57	60	68	57				
32	58	57	60	68	57				
33	58	58	61	69	58				
34	59	58	61	69	58				
35	59	58	61	69	59				
36	59	60	61	69	59				
37	59	60	62	69	60				
38	59	60	62	69	60				
39	59	60	62	69	60				
40	59	60	63	69	60				
41	59	60	64	70	60				

42	60	61	64	70	61
43	60	61	64	70	61
44	60	61	64	70	61
45	60	61	65	71	61
46	60	62	65	71	62
47	60	62	65	71	62
48	60	62	65	72	62
49	61	62	66	72	62
50	62	62	67	72	63
51	62	63	67	72	63
52	62	63	68	72	64
53	62	63	68	73	64
54	63	63	68	73	64
55	63	64	68	73	64
56	63	64	68	73	65
57	63	65	68	74	65
58	64	65	69	74	65
59	65	65	69	75	65
60	66	65	69	75	65
61	66	66	69	75	65
62	66	66	69	75	65
63	66	67	70	76	66
64	66	67	70	76	66
65	67	67	70	76	68
66	67	67	70	76	70
67	67	67	71	76	70
68	67	67	71	76	70
69	67	68	71	77	70
70	67	68	72	77	71
71	68	68	72	78	71
72	68	68	72	78	71
73	68	69	72	78	72
74	68	70	72	78	74
75	68	70	73	79	74
76	68	70	73	79	74
77	69	70	73	80	75
78	69	71	73	80	75
79	69	71	73	80	75
80	69	72	74	80	75
81	70	72	74	80	75
82	70	73	75	81	77
83	70	73	76	81	77
84	71	74	76	81	78
85	71	74	78	82	79
86	72	74	78	82	79
87	72	74	78	82	79

88	73	75	79	83	82
89	73	75	79	84	82
90	76	75	79	84	83
91	77	77	80	84	83
92	78	77	80	85	85
93	79	78	81	85	85
94	79	79	82	86	86
95	80	84	82	87	88
96	81	84	83	87	88
97	83	85	84	87	95
98	84	88	88	87	98
99	88	90	91	88	108
100	91	95	113	90	114

高雄(台17線)

	A	B	C	D	E				
1	39	40	40	38	29		85th	標準差	中位數
2	40	42	40	40	30				
3	40	42	40	40	31	A	70	9.14005	59
4	40	42	40	40	31	B	64	7.290758	58
5	44	44	40	41	32	C	58	6.525506	52
6	45	46	40	41	33	D	69	9.883662	55.5
7	45	46	40	43	34	E	61	9.322911	51.5
8	45	48	40	43	39				
9	45	48	41	43	40	速限	70km/hr		
10	46	48	42	44	41				
11	46	49	42	45	42				
12	50	49	43	45	42				
13	50	50	43	46	42				
14	50	50	43	46	42				
15	50	51	44	46	42				
16	50	51	45	46	43				
17	50	52	46	47	43				
18	50	52	46	48	43				
19	52	52	46	48	44				
20	52	52	46	48	44				
21	52	52	47	48	45				
22	52	53	47	49	45				
23	53	53	47	50	45				
24	53	53	48	50	45				
25	53	53	48	50	45				
26	53	53	48	50	46				
27	54	53	48	50	46				
28	54	53	49	50	47				
29	54	53	49	50	47				
30	55	53	49	50	47				
31	55	53	50	50	48				
32	55	53	50	50	48				
33	55	54	50	50	48				
34	55	54	50	50	49				
35	55	54	50	50	49				
36	55	55	50	50	49				
37	56	55	50	51	49				
38	56	55	50	51	49				
39	57	55	50	51	49				
40	57	55	50	51	50				
41	57	55	51	52	50				

42	57	55	51	52	50
43	57	55	51	53	50
44	57	56	51	53	50
45	57	56	51	53	50
46	58	56	52	53	51
47	58	56	52	54	51
48	58	57	52	55	51
49	58	57	52	55	51
50	59	58	52	55	51
51	59	58	52	56	52
52	60	58	53	57	52
53	60	58	53	57	52
54	60	58	53	57	52
55	60	58	53	57	52
56	60	58	53	57	52
57	60	58	53	58	53
58	60	59	54	58	53
59	60	59	54	58	53
60	60	59	54	58	53
61	61	59	54	59	54
62	62	59	54	60	54
63	62	59	54	60	54
64	62	59	55	60	54
65	62	59	55	60	54
66	62	59	55	60	54
67	63	60	55	60	54
68	63	60	55	60	55
69	63	60	55	61	55
70	63	61	55	61	55
71	64	61	55	62	56
72	64	61	55	62	56
73	64	62	56	62	57
74	64	62	56	63	57
75	64	62	56	63	57
76	64	62	56	64	58
77	65	62	56	64	58
78	65	62	56	65	59
79	65	62	56	65	59
80	66	63	57	65	59
81	66	63	57	66	60
82	66	63	57	66	61
83	66	64	57	67	61
84	68	64	58	68	61
85	70	64	58	69	61
86	70	65	58	69	62
87	70	65	58	69	62

(第85百分位運行速度)

88	70	65	58	70	64
89	71	66	59	70	64
90	72	67	60	70	64
91	73	68	60	71	64
92	74	68	60	71	65
93	74	69	60	72	66
94	75	70	60	72	66
95	75	71	61	74	67
96	76	71	65	75	68
97	76	72	65	75	69
98	76	73	66	76	69
99	76	74	68	78	70
100	82	76	69	80	70

宜蘭(台9線)

	A	B	C	D	E				
1	55	35	43	53	40		85th	標準差	中位數
2	55	40	45	53	42				
3	57	40	47	55	42	A	78	9.635708	66
4	57	41	48	56	42	B	58	8.139218	51
5	57	42	48	56	44	C	64	6.028853	57
6	57	42	48	56	46	D	75	10.18597	66.5
7	57	42	49	57	46	E	64	8.089968	58
8	58	42	49	57	48				
9	58	42	49	57	48	速限	70km/hr		
10	58	42	49	57	48				
11	59	42	50	57	49				
12	60	43	50	58	49				
13	60	43	51	58	50				
14	60	43	51	58	50				
15	60	43	51	59	51				
16	60	44	51	59	51				
17	60	45	51	59	52				
18	61	45	52	59	52				
19	61	45	52	60	52				
20	61	45	52	60	52				
21	61	46	52	60	52				
22	61	46	53	60	53				
23	61	46	53	61	53				
24	61	47	54	61	53				
25	61	47	54	61	53				
26	61	47	54	61	53				
27	62	47	54	61	53				
28	62	47	54	61	53				
29	62	48	54	61	53				
30	63	48	54	61	53				
31	63	48	54	62	53				
32	63	49	54	62	53				
33	63	49	55	63	54				
34	63	49	55	63	54				
35	63	49	55	63	54				
36	64	49	55	63	55				
37	64	49	55	64	55				
38	64	49	56	64	55				
39	64	49	56	64	55				
40	64	49	56	64	55				
41	64	50	56	64	55				

42	64	50	56	64	55
43	65	50	56	65	55
44	65	50	56	65	56
45	65	50	56	65	56
46	65	51	56	65	56
47	65	51	56	65	56
48	66	51	57	66	57
49	66	51	57	66	57
50	66	51	57	66	58
51	66	51	57	67	58
52	66	51	57	67	58
53	66	51	57	67	58
54	66	51	57	67	58
55	66	52	57	67	58
56	66	52	58	67	58
57	66	52	58	68	58
58	66	52	58	68	59
59	67	52	58	68	59
60	67	52	59	68	59
61	67	52	59	68	59
62	67	52	59	69	59
63	67	53	59	69	59
64	68	53	59	69	59
65	68	53	59	69	59
66	69	53	60	69	59
67	69	53	60	70	60
68	70	53	60	70	60
69	70	54	60	70	60
70	71	54	60	71	61
71	71	54	60	71	61
72	71	55	60	72	61
73	71	55	61	72	62
74	72	55	61	72	62
75	72	55	61	72	62
76	72	55	61	73	62
77	73	55	61	73	62
78	74	55	61	73	62
79	74	56	61	73	62
80	74	57	62	73	63
81	75	57	62	74	63
82	76	57	62	74	63
83	77	57	63	74	64
84	77	57	63	74	64
85	78	58	64	75	64
86	78	59	64	76	65
87	78	59	64	76	65

(第85百分位運行速度)

88	79	59	64	77	65
89	79	60	65	78	66
90	79	60	65	80	67
91	79	61	66	81	68
92	80	61	67	81	68
93	80	61	68	83	69
94	81	62	68	85	70
95	86	62	69	86	71
96	87	63	69	89	71
97	89	63	69	90	72
98	90	65	70	103	73
99	93	83	70	104	74
100	119	95	74	107	97

嘉義(台18線)

	A	B	C	D
1	44	43	40	43
2	45	44	41	45
3	45	44	43	47
4	45	45	43	48
5	46	45	43	48
6	48	45	43	48
7	48	45	45	49
8	48	46	45	49
9	48	46	45	49
10	49	46	46	49
11	49	46	47	50
12	49	46	47	50
13	49	47	47	51
14	49	48	48	51
15	49	49	48	51
16	51	50	48	51
17	51	50	48	51
18	51	50	50	52
19	51	50	50	52
20	51	50	50	52
21	52	50	50	52
22	52	51	50	53
23	52	51	51	53
24	52	51	51	54
25	52	51	52	54
26	53	52	52	54
27	53	53	52	54
28	54	53	52	54
29	54	53	53	54
30	54	54	53	54
31	54	54	53	54
32	54	54	53	54
33	54	54	54	55
34	55	54	54	55
35	55	55	54	55
36	55	55	55	55
37	56	55	55	55
38	56	55	55	56
39	56	55	56	56
40	56	55	56	56
41	57	55	56	56

85th 標準差 中位數

A	68	8.336969	59
B	65	8.159341	56.5
C	67	9.350952	58.5
D	64	6.028853	57

速限 50km/hr

42	57	55	56	56
43	57	55	57	56
44	57	56	57	56
45	58	56	58	56
46	58	56	58	56
47	58	56	58	56
48	58	56	58	57
49	58	56	58	57
50	59	56	58	57
51	59	57	59	57
52	59	57	59	57
53	60	57	59	57
54	60	57	60	57
55	60	57	60	57
56	60	58	60	58
57	60	58	60	58
58	60	58	60	58
59	61	58	60	58
60	61	59	60	59
61	61	59	61	59
62	61	59	61	59
63	61	59	61	59
64	62	60	61	59
65	62	60	61	59
66	62	60	61	60
67	63	60	62	60
68	63	60	62	60
69	63	61	62	60
70	63	61	62	60
71	64	61	62	60
72	64	62	63	60
73	64	62	63	61
74	64	62	63	61
75	64	62	64	61
76	64	62	64	61
77	64	62	64	61
78	65	63	64	61
79	65	63	64	61
80	65	63	64	62
81	66	64	64	62
82	67	64	65	62
83	67	64	65	63
84	67	65	66	63
85	68	65	67	64 (第85百分位運行速度)
86	68	66	67	64
87	68	68	67	64

88	69	68	67	64
89	69	70	68	65
90	70	70	68	65
91	70	71	70	66
92	70	72	70	67
93	70	72	71	68
94	71	73	74	68
95	72	73	76	69
96	72	73	78	69
97	73	74	78	69
98	77	74	78	70
99	84	76	86	70
100	86	77	86	74

Test2

新竹(台15線)

	A	B	C	D	E				
1	32	40	41	40	45		85th	標準差	中位數
2	34	46	42	40	46				
3	36	47	45	45	48	A	61	9.962612	50
4	37	47	46	45	49	B	64	6.849021	57
5	38	48	49	47	50	C	63	6.280513	58
6	38	48	50	48	50	D	64	6.508239	57
7	38	49	50	48	50	E	70	8.274892	61
8	38	50	50	49	50				
9	39	50	50	50	50	速限	50km/hr		
10	40	50	51	50	50				
11	40	50	51	50	51				
12	40	50	52	50	51				
13	40	50	53	50	51				
14	41	50	53	50	51				
15	41	50	53	50	53				
16	41	50	53	50	53				
17	41	51	53	50	53				
18	41	51	54	50	53				
19	42	51	54	50	53				
20	42	52	54	51	54				
21	42	52	54	51	54				
22	42	52	54	51	54				
23	42	52	54	52	56				
24	43	52	54	52	57				
25	43	52	54	52	57				
26	43	53	54	52	57				
27	44	53	54	52	57				
28	44	54	55	53	57				
29	44	54	55	53	57				
30	44	54	55	53	57				
31	44	54	56	53	57				
32	45	54	56	53	58				
33	45	55	56	54	58				
34	45	55	57	54	58				
35	45	55	57	54	58				
36	45	55	57	54	58				
37	46	55	57	54	59				
38	46	55	57	54	59				
39	47	55	57	54	60				
40	47	56	57	55	60				
41	47	56	57	55	60				

42	48	56	57	55	60
43	48	56	57	55	60
44	49	56	57	55	60
45	49	56	58	56	60
46	49	56	58	56	61
47	49	57	58	57	61
48	49	57	58	57	61
49	50	57	58	57	61
50	50	57	58	57	61
51	50	57	58	57	61
52	50	58	58	58	61
53	50	58	58	58	61
54	51	58	59	58	62
55	52	58	59	58	62
56	52	58	59	59	62
57	52	59	59	59	62
58	52	59	59	59	62
59	52	59	59	59	62
60	53	59	60	60	62
61	53	60	60	60	63
62	54	60	60	60	63
63	54	60	60	60	63
64	54	60	60	60	64
65	54	60	60	60	64
66	55	60	60	60	64
67	56	60	60	61	64
68	56	60	60	61	65
69	57	60	60	61	65
70	57	60	60	61	65
71	57	60	60	61	65
72	58	60	61	61	65
73	59	61	61	61	65
74	59	61	61	62	66
75	59	62	61	62	66
76	59	62	61	62	66
77	60	62	62	62	66
78	60	63	62	62	66
79	60	63	62	63	67
80	60	63	62	63	67
81	61	63	62	63	67
82	61	64	63	63	68
83	61	64	63	63	68
84	61	64	63	64	68
85	61	64	63	64	70 (第85百分位運行速度)
86	62	65	63	64	70
87	62	66	64	65	71

88	63	66	64	65	71
89	63	67	65	65	71
90	63	68	65	65	72
91	63	68	68	65	72
92	64	68	68	65	73
93	64	68	68	66	74
94	64	69	69	66	75
95	65	69	71	68	75
96	66	70	71	68	76
97	67	70	71	68	76
98	75	71	72	69	81
99	81	75	74	70	85
100	82	80	78	71	90

台中(台17線)

	A	B	C	D	E				
1	38	41	40	40	40		85th	標準差	中位數
2	41	41	40	40	40				
3	44	42	41	40	40	A	71	9.132161	61
4	44	45	43	43	40	B	78	10.62509	66
5	44	49	44	43	42	C	72	10.9428	62
6	45	50	44	44	45	D	76	12.81011	60
7	45	50	44	45	45	E	77	12.66833	64
8	45	50	45	45	45				
9	47	51	45	45	46	速限	70km/hr		
10	49	51	46	45	47				
11	50	51	47	45	48				
12	51	51	48	45	50				
13	52	52	48	45	50				
14	52	52	49	45	50				
15	52	53	50	45	50				
16	52	53	50	46	51				
17	53	54	50	49	51				
18	53	56	51	50	52				
19	53	56	53	50	53				
20	54	57	53	50	54				
21	54	57	54	50	54				
22	54	57	54	50	54				
23	54	57	54	50	55				
24	54	58	54	50	55				
25	54	58	55	50	55				
26	55	59	55	51	57				
27	55	59	56	51	57				
28	55	60	56	52	57				
29	56	60	56	52	57				
30	56	60	56	52	58				
31	57	60	57	52	58				
32	57	61	57	53	58				
33	57	61	58	53	58				
34	57	61	58	53	58				
35	57	62	58	53	59				
36	57	62	58	54	59				
37	58	62	59	56	60				
38	58	62	59	56	60				
39	58	63	59	57	60				
40	59	63	59	57	60				
41	59	63	59	57	60				

42	60	64	59	57	61
43	60	64	60	57	61
44	60	65	60	58	62
45	61	65	60	58	62
46	61	65	61	58	63
47	61	65	61	59	63
48	61	65	62	59	63
49	61	65	62	59	64
50	61	66	62	60	64
51	61	66	62	60	64
52	62	66	62	61	65
53	62	66	63	61	65
54	63	66	63	61	65
55	63	67	63	61	65
56	63	67	63	62	65
57	63	67	64	64	65
58	64	67	64	64	65
59	64	67	64	64	66
60	65	67	64	64	66
61	65	67	64	64	67
62	65	68	65	64	67
63	65	68	66	65	67
64	65	68	66	65	68
65	66	69	66	65	68
66	66	69	66	65	68
67	66	70	67	66	70
68	66	70	67	66	71
69	67	70	67	66	71
70	67	70	68	66	73
71	67	70	68	67	73
72	67	70	68	67	73
73	67	71	69	68	73
74	67	71	69	68	74
75	67	72	70	69	74
76	67	73	70	70	74
77	68	74	70	70	75
78	68	74	71	71	75
79	69	74	71	71	76
80	69	74	71	71	76
81	70	74	71	72	76
82	70	74	71	72	76
83	70	75	72	72	76
84	71	77	72	74	77
85	71	78	72	76	77 (第85百分位運行速度)
86	71	78	73	76	78
87	71	78	73	77	78

88	72	79	73	77	78
89	72	80	75	78	78
90	72	80	75	79	80
91	72	80	75	81	81
92	73	81	76	81	81
93	74	82	76	82	81
94	74	83	78	84	83
95	75	83	79	84	83
96	76	84	79	85	83
97	76	85	80	86	83
98	78	85	81	91	84
99	80	85	81	91	90
100	81	89	103	93	110

高雄(台17線)

	A	B	C	D	E				
1	43	40	55	41	29		85th	標準差	中位數
2	43	42	55	43	30				
3	44	44	56	44	31	A	66	6.923828	59.5
4	44	45	56	44	31	B	68	7.543115	61
5	46	47	57	45	32	C	74	6.821712	66
6	46	48	58	45	33	D	69	9.427335	61
7	47	50	58	45	34	E	62	9.33368	54
8	48	50	58	46	39				
9	48	50	58	46	40	速限	70km/hr		
10	49	50	58	47	41				
11	50	51	58	48	42				
12	51	52	58	48	42				
13	51	53	59	49	42				
14	51	53	59	49	42				
15	53	54	59	49	42				
16	53	54	60	49	43				
17	53	54	60	50	43				
18	54	55	60	50	43				
19	54	55	60	50	44				
20	54	55	60	51	44				
21	55	55	60	51	45				
22	55	55	60	51	45				
23	55	55	61	51	45				
24	55	55	61	52	45				
25	55	56	61	52	45				
26	56	56	61	52	46				
27	56	56	61	53	46				
28	56	56	62	53	47				
29	56	56	62	53	47				
30	57	56	62	53	47				
31	57	56	62	54	48				
32	57	56	62	54	48				
33	57	57	63	54	48				
34	57	57	63	54	49				
35	57	58	63	55	49				
36	57	58	63	55	49				
37	58	58	63	55	49				
38	58	58	63	56	49				
39	58	59	64	56	49				
40	58	59	64	57	50				
41	58	60	64	57	50				

42	59	60	64	57	50
43	59	60	65	57	50
44	59	60	65	58	50
45	59	60	65	58	50
46	59	61	65	58	51
47	59	61	65	58	51
48	59	61	65	58	51
49	59	61	65	58	51
50	59	61	66	59	51
51	60	61	66	59	52
52	60	61	66	59	52
53	60	61	66	60	52
54	60	62	66	60	52
55	60	62	66	60	52
56	60	62	66	61	52
57	60	62	66	61	53
58	60	62	67	61	53
59	60	62	67	61	53
60	60	62	68	61	53
61	61	62	68	61	54
62	61	62	68	61	54
63	61	63	68	62	54
64	61	63	68	62	54
65	61	63	69	62	54
66	61	63	69	62	54
67	61	63	69	63	54
68	61	63	69	63	55
69	62	63	69	64	55
70	62	63	69	64	55
71	62	64	69	64	56
72	62	64	70	65	56
73	62	64	70	65	57
74	62	65	70	65	57
75	63	65	70	65	57
76	63	65	70	65	58
77	63	65	71	66	58
78	64	65	71	66	59
79	64	65	71	66	59
80	65	66	71	66	59
81	65	67	71	67	60
82	65	67	72	67	61
83	66	67	73	68	61
84	66	68	73	68	61
85	66	68	74	69	62 (第85百分位運行速度)
86	66	68	74	70	62
87	67	68	74	70	62

88	67	69	74	70	64
89	68	70	74	70	64
90	68	70	75	71	64
91	68	71	75	73	64
92	68	71	75	73	65
93	70	71	76	73	66
94	70	72	76	75	66
95	71	72	78	75	67
96	71	72	79	76	68
97	72	74	80	77	69
98	73	75	80	78	69
99	74	79	86	81	70
100	76	81	92	90	70

宜蘭(台9線)

	A	B	C	D	E				
1	42	34	40	48	33		85th	標準差	中位數
2	46	37	43	50	46				
3	47	40	45	50	47	A	72	10.12186	62
4	51	42	45	51	48	B	58	6.834043	50
5	51	42	45	51	48	C	65	7.884546	58
6	51	43	45	54	50	D	80	10.6027	69
7	51	43	45	54	50	E	69	7.674568	60.5
8	52	43	45	55	50				
9	52	44	46	55	50	速限	70km/hr		
10	52	44	46	56	50				
11	53	45	46	57	50				
12	53	45	48	57	51				
13	53	45	48	58	52				
14	54	45	48	58	52				
15	54	46	49	58	53				
16	55	46	50	58	53				
17	55	46	50	58	53				
18	55	46	50	58	55				
19	55	46	50	58	55				
20	55	46	50	59	55				
21	56	46	51	59	55				
22	56	46	51	59	55				
23	56	46	51	59	56				
24	56	46	52	59	56				
25	57	46	52	60	56				
26	57	46	52	61	56				
27	57	47	52	61	57				
28	58	47	53	62	57				
29	58	47	53	63	57				
30	58	47	54	63	58				
31	58	47	54	63	58				
32	58	47	54	63	58				
33	59	47	55	64	58				
34	59	47	55	64	58				
35	59	48	55	64	58				
36	60	48	56	65	58				
37	60	48	56	65	59				
38	60	48	56	66	59				
39	60	48	56	66	59				
40	60	48	56	66	59				
41	60	48	56	66	59				

42	60	48	56	66	60
43	60	48	57	66	60
44	60	49	57	67	60
45	61	49	57	67	60
46	61	49	57	67	60
47	61	49	57	67	60
48	62	50	58	68	60
49	62	50	58	68	60
50	62	50	58	69	60
51	62	50	58	69	61
52	63	50	58	69	61
53	63	50	58	69	61
54	63	50	58	70	61
55	63	50	58	70	61
56	64	51	59	70	62
57	64	51	59	70	62
58	64	51	59	70	62
59	64	52	59	70	62
60	65	52	60	71	62
61	65	52	60	71	62
62	65	52	60	71	62
63	65	52	60	71	62
64	66	52	60	72	62
65	66	52	60	72	63
66	66	52	60	72	63
67	66	52	61	72	63
68	66	53	61	72	63
69	67	54	61	73	63
70	67	55	61	74	64
71	67	55	62	74	64
72	67	55	62	74	64
73	68	56	62	75	64
74	68	56	62	76	65
75	68	56	62	76	65
76	69	57	62	76	65
77	69	57	63	77	65
78	69	57	63	77	65
79	70	57	63	77	66
80	70	57	63	78	66
81	70	57	63	78	67
82	70	57	64	79	67
83	71	57	64	79	68
84	71	58	65	79	68
85	72	58	65	80	69 (第85百分位運行速度)
86	72	58	65	80	69
87	73	59	65	80	70

88	73	59	66	80	70
89	73	59	66	81	70
90	74	60	66	82	71
91	75	60	66	82	71
92	77	60	67	82	72
93	78	61	67	83	72
94	80	62	70	83	73
95	84	64	73	87	73
96	85	65	74	88	73
97	85	65	75	88	75
98	87	67	76	89	76
99	88	71	76	99	76
100	110	72	80	104	82

嘉義(台18線)

	A	B	C	D				
1	42	33	44	38		85th	標準差	中位數
2	45	37	45	38				
3	46	41	45	38	A	68	8.780574	58
4	47	41	49	39	B	64	8.379213	55
5	47	44	50	40	C	67	7.471048	59
6	48	44	50	41	D	61	7.174386	51
7	48	45	50	41				
8	48	46	50	42				
9	48	46	51	42	速限	50km/hr		
10	49	47	51	43				
11	49	47	52	43				
12	50	47	52	43				
13	51	47	52	43				
14	51	47	52	45				
15	51	48	52	45				
16	52	48	53	45				
17	52	49	53	45				
18	52	49	53	45				
19	52	49	53	46				
20	53	49	53	46				
21	53	49	54	46				
22	53	50	54	46				
23	53	50	54	46				
24	53	50	54	46				
25	53	50	55	47				
26	53	50	55	47				
27	54	51	55	47				
28	55	51	55	47				
29	55	51	55	47				
30	55	51	56	47				
31	55	52	56	48				
32	56	52	56	48				
33	56	52	56	48				
34	56	52	56	48				
35	56	53	56	49				
36	56	53	56	49				
37	56	53	57	49				
38	56	53	57	49				
39	57	53	57	49				
40	57	53	57	49				
41	57	54	57	50				

42	57	54	57	50
43	57	54	57	50
44	57	55	58	50
45	57	55	58	50
46	57	55	58	50
47	57	55	58	50
48	57	55	58	50
49	58	55	59	50
50	58	55	59	51
51	58	55	59	51
52	59	56	60	51
53	59	56	60	52
54	60	56	60	52
55	60	56	60	52
56	60	56	61	52
57	60	57	61	52
58	60	57	61	53
59	61	57	61	53
60	61	57	61	53
61	61	57	61	53
62	61	58	62	53
63	61	58	62	53
64	61	58	62	53
65	61	58	63	54
66	62	58	63	54
67	62	59	64	54
68	62	60	64	55
69	62	60	64	55
70	62	60	64	55
71	63	60	65	55
72	63	60	65	55
73	63	60	65	55
74	64	60	65	56
75	64	61	65	56
76	64	61	65	57
77	65	62	65	57
78	65	62	66	57
79	66	62	66	57
80	66	62	66	58
81	67	63	66	58
82	67	64	66	59
83	68	64	67	60
84	68	64	67	60
85	68	64	67	61 (第85百分位運行速度)
86	68	65	68	62
87	69	65	68	62

88	70	65	68	62
89	70	65	68	62
90	70	65	70	62
91	71	66	71	63
92	72	67	72	63
93	72	68	73	63
94	73	71	73	63
95	74	72	73	63
96	76	72	73	64
97	78	72	74	64
98	80	73	75	65
99	81	78	76	65
100	96	81	83	72

附件二

附錄二 公路路線設計規範明細表

總則	公路等級		一級路				二級路				三級路				四級路				五級路				六級路												
	系統分類	行政系統分類	• 國道 • 省道				• 國道 • 省道 • 縣道				• 國道 • 省道 • 縣道				• 省道 • 縣道 • 鄉道				• 省道 • 縣道 • 鄉道				• 縣道 • 鄉道												
		交通功能分類	• 高速公路				• 高速公路 • 快速公路				• 快速公路 • 主要公路				• 主要公路 • 次要公路				• 主要公路 • 次要公路				• 地區公路												
	地域特性分類	鄉區		市區	鄉區		市區	鄉區		市區	鄉區		市區	鄉區		市區	鄉區		市區	鄉區		市區	鄉區		市區										
平原		丘陵	山嶺		平原	丘陵		山嶺	平原		丘陵	山嶺		平原	丘陵		山嶺	平原		丘陵	山嶺		平原	丘陵		山嶺	平原	丘陵	山嶺						
最低設計速率(公里/小時)			120	100	80	80	100	80	60	60	80	60	50	60	60	50	40	50	50	40	30	40	40	30	20										
橫斷面	車道寬(公尺)	每車道寬 W	• 汽車道 $V_d \geq 80$ $W = 3.50 \sim 3.75$, $80 > V_d > 50$ $W = 3.25 \sim 3.5$, $V_d \leq 50$ $W = 3.00 \sim 3.50$, • 單車道 $W \geq 4.5$ • 混合車道 W 宜 $3.5 \sim 5.0$																																
		輔助車道寬	• 宜與主線同寬 • $V_d \geq 50$ $W \geq 3.0$, $V_d < 50$ $W \geq 2.75$																																
		慢車道寬 W_b	• 視需要設置 $W_b \geq 2.0$ • 分隔式 $W_b \geq 2.5$ (不供汽車行駛), $W_b \geq 4.0$ (供供汽車行駛) • 快速公路以上 W_b 應採分隔式																																
		其他車種車道	• 機車道: 標線分隔 ≥ 2.0 , 實體分隔 ≥ 2.5 • 自行車道: 一輛 ≥ 1.2 , 二輛並行 ≥ 2.0 , 雙向行車 ≥ 2.5 (應採分隔設置) • 公車專用車道: 路段 ≥ 3.25 , 站台 ≥ 3.0																																
	路肩寬 W_s	建議值	外側 3 公尺, 內側 1 公尺				外側 2.5 公尺, 內側 1 公尺				外側 1.5 公尺, 內側 0.5 公尺				外側 1 公尺, 內側 0.5 公尺																				
		容許最小值	外側 2.5 公尺, 內側 0.5 公尺				外側 1.2 公尺, 內側 0.25 公尺				外側 0.5 公尺, 內側 0.25 公尺																								
	用地寬		• 包括行車道、路肩、分隔帶、邊溝, 以及交通工程、停車、排水、擋土或其他附屬設施等寬度																																
	鋪面種類與直線段路拱 NC (%)		• 瀝青混凝土, 水泥混凝土 $NC = 1.0 \sim 2.5$												• 瀝青混凝土, 水泥混凝土 $NC = 1.0 \sim 2.5$						• 瀝青混凝土, 水泥混凝土 $NC = 1.0 \sim 2.5$ • 碎石 $NC = 2.0 \sim 4.0$														
	路肩與行車道橫坡差 (%)		≤ 8																																
	隧道		• 車道及路肩寬: 單車道 ≥ 5.0 公尺, 雙車道 ≥ 7.0 公尺 • 維護步道寬 ≥ 0.5 公尺 • 淨高: 車道及路肩 ≥ 4.6 公尺, 維護步道 ≥ 2.0 公尺																																
人行道		• 市區路段宜設置 • 鄉區路段視需要設置 • 淨寬度: 一般 ≥ 1.5 公尺, 雙向雙車道以下公路 ≥ 1.25 公尺																																	
公共設施帶		• 應考量設置可行性 • 寬度 ≥ 0.8 公尺																																	
設計速率 V_d (公里/小時)			120	110	100	90	80	70	60	50	40	30	25	20																					
設計要素	平均行駛速率(公里/小時)		低流量 V_r	97	91	85	78	70	62	54	46	38	29	25	20																				
			中流量 V_i	89	84	78	72	66	59	51	43	35	27	23	19																				
			高流量 V_c	60	60	60	58	56	53	48	41	33	25	21	17																				
	橫向摩擦係數 f_s		主線	0.100	0.110	0.120	0.130	0.140	0.146	0.152	0.158	0.164	0.170	0.173	0.180																				
			匝環道	—	—	—	—	—	0.140	0.146	0.152	0.158	0.164	0.170	0.173	0.180																			
			轉向彎道	—	—	—	—	—	—	—	0.173	0.197	0.230	0.276	0.307	0.350																			
	最短視距(公尺)	停車視距 S_s		容許最小值	195	175	155	135	110	90	70	55	40	30	25	20																			
				建議值	250	220	185	160	130	105	85	65	50	35	30	20																			
		起車視距 S_p		容許最小值	—	—	—	420	380	330	290	240	200	160	140	120																			
				建議值	—	—	—	600	540	470	410	340	280	220	195	160																			
應變視距 S_d		狀況一	265	235	200	170	140	115	95	70	鄉區公路車輛為應變而須停止																								
		狀況二	470	420	370	325	280	235	195	155	市區公路車輛為應變而須停止																								
		狀況三	360	330	315	270	230	200	170	145	鄉區公路車輛為應變而須變換車速、車道或車向																								
		狀況四	470	430	400	360	315	275	235	195	市區公路車輛為應變而須變換車速、車道或車向																								
平曲線最小半徑 R_{min} (公尺)		$e_{max}=0.04$	—	—	—	380	280	210	150	100	60	35	25	15																					
		$e_{max}=0.06$	700	560	440	340	250	190	140	90	55	30	20	15																					
		$e_{max}=0.08$	620	500	390	300	230	170	120	80	50	30	20	10																					
		$e_{max}=0.10$	560	450	360	280	210	160	110	75	45	25	20	10																					
超	最大超高率 e_{max}		• 一般地區 $e_{max}=0.06 \sim 0.10$ • 冰雪地區 $e_{max}=0.06 \sim 0.08$ • 市區 $e_{max}=0.04 \sim 0.08$																																
	最大超高漸變率 G_r		容許最大值	1/250	1/230	1/210	1/190	1/170	1/150	1/130	1/110	1/90	1/70	1/60	1/50																				
			建議值	1/300	1/280	1/260	1/240	1/220	1/200	1/180	1/160	1/140	1/120	1/110	1/100																				
高	免設超高曲線半徑 R_n (公尺)		容許最小值	4500	3800	3100	2500	2000	1500	1100	780	500	280	200	125																				
			建議值	7500	6400	5200	4300	3400	2600	1900	1300	840	470	330	210																				
緩和曲線	最短長度 L_s (公尺) ※		容許最小值	120	105	90	80	70	60	50	40	30	25	20	15																				
			建議值	150	135	120	110	95	80	70	60	45	30	25	20																				
	免設緩和曲線半徑 R_s (公尺)		容許最小值	2100	1750	1450	1200	950	700	500	360	230	130	90	60																				
建議值			4200	3500	2900	2400	1900	1400	1000	720	460	260	180	120																					
要素	複曲線		$R1 \leq 1.5R2$												$R1 \leq 2R2$																				
			同向線		容許最小值		165	150	140	125	110	100	85	70	55	40	35	25																	
	建議值				330	300	280	250	220	200	170	140	110	80	70	50																			
	複曲線		容許最小值		65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	10																			
	縱坡度	最大縱坡 G_{max} (%)		容許最大值	4	4.5	5	5.5	6	7	8	9	10	11	12	12																			
				建議值	3	3.5	4	4.5	5	6	7	8	9	10	11	11																			
		縱坡限制長 L_i (公尺) ※		500	500	400	400	300	250	200	300	200	180	150	150																				
	合成坡度最大值 I (%)			10				10.5				11				11.5				12				12.5				13				13			
	豎曲線	凹型 K 值(公尺/%)		容許最小值	47	42	36	30	24	19	14	10	6	4	3	2																			
				建議值	70	60	50	40	30	23	17	12	7	4	3	2																			
凸型 K 值(公尺/%)		容許最小值	95	75	60	44	31	20	13	8	4	3	2	1																					
		建議值	195	140	100	70	47	30	18	10	5	3	2	1																					
最短長度 L_v (公尺)			65	60	55	50	45	40	35	30	25	20	15	12																					
公路交叉	公路與公路交叉		交叉型式		高速公路與各級路相交, 均應採用立體交叉																														
	公路與軌道系統交叉		交叉型式		應立體交叉												平面交叉或立體交叉																		
公路與軌道系統交叉		交叉型式		應立體交叉												宜立體交叉																			

※ 1. L_s 依據 $e_{max} = 0.08$, $R = R_{min}$ 計算。

2. L_i 依據縱坡最大值計算。