

屏東縣第 63 屆國中小學科學展覽會 作品說明書

科 別：數學科

組 別：國中組

作品名稱：

行車紀錄器辦不到的事

關 鍵 字：交流道、行車時間、車流量

編 號：B1013

製作說明：

1. 說明書封面僅寫科別、組別、作品名稱及關鍵詞。
2. 編號：由承辦學校統一編列。
3. 封面編排由參展作者自行設計。

行車紀錄器做不到的事

摘要

我們觀察並訪談實際用路人開車習慣，發現車子在行進時不會一直維持在同一車速。我們以高速公路為標的，含括交流道，將 20 公里分割出最小單位並予以重新組合，計算在 0.2 小時內車速分別以 90、95、100、105、110 (km/hr) 速限行駛所佔之不同時間比例對距離的結果，並列出 10606 種可能結果作為用路人評估行車時間參考。

壹、研究動機

最近跟著家人走高速公路南北往返，發現高速公路局跑馬燈提醒用路人「不要過度依賴定速功能」。好奇之下請教了開車的長輩親友，發現原來高速公路上因為車速很快，駕駛習慣跟前車保持適當距離，因此多半是彈性速度，但是我們也發現高公局跑馬燈卻明確顯示某個路段從 nK 至 mK 於特定時間內可到達，我們很好奇高公局是如何計算出來的，於是展開了這次的探究歷程。

貳、研究目的

- 一、探究台灣高速公路型態與實際路況。
- 二、提出估算「最適行車時間」的方法並預測在非定速行駛下，行車時間與距離的關係。

參、研究設備與器材

- 一、電腦、紙、筆。
- 二、實地觀察交通狀態與紀錄。

肆、名詞定義

- 一、時間區段，以 T 表示。從 T_0 到 T_{20} 共分 21 個時間段。每一時間段以 0.2 小時切分為 21 個時段，每 0.01 單位代表 0.6 分鐘。
- 二、 R = 速率、 N = 車子的數量、 D = 距離
- 三、 D_n = 第 n 項的總距離

伍、 研究歷程

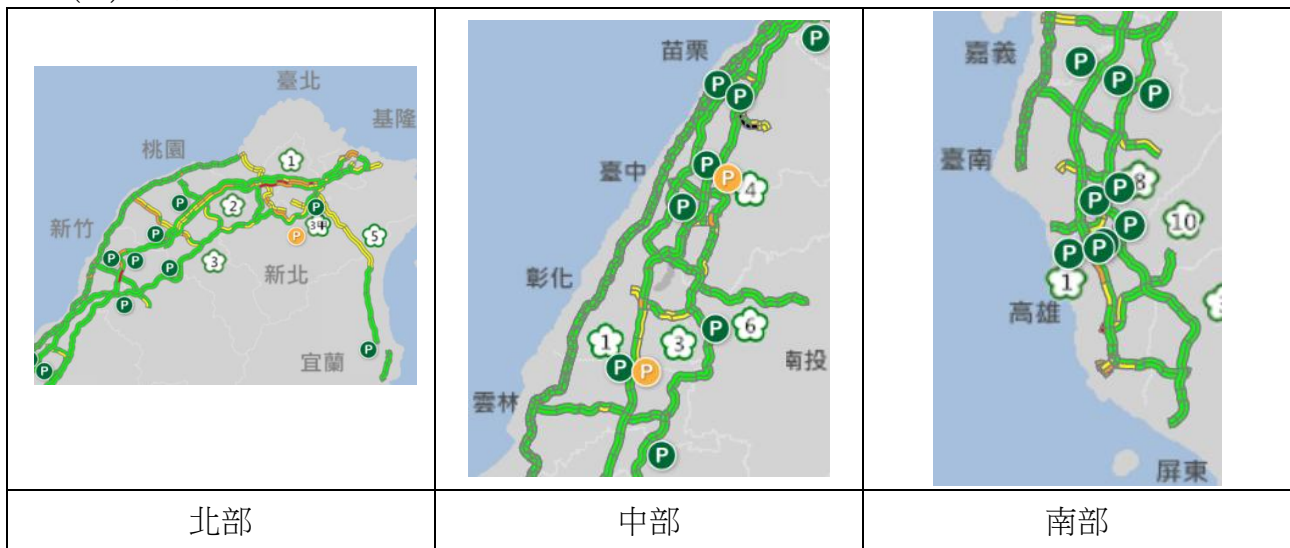
- 一、 文獻探討：我們分析並探討「我家交通有順了(蘇靚芸、王泓翔，2021)」中增加通行量的數據公式如下。

$$\frac{(V_4 \times T_4 - L_4 + V_2 \times T_2 - L_2 + V_2 \times T_2 - L_2 + V_1 \times T_1 - L_1 + V_1 \times T_1 - L_1)}{(T_4 + T_2 + T_1)}$$

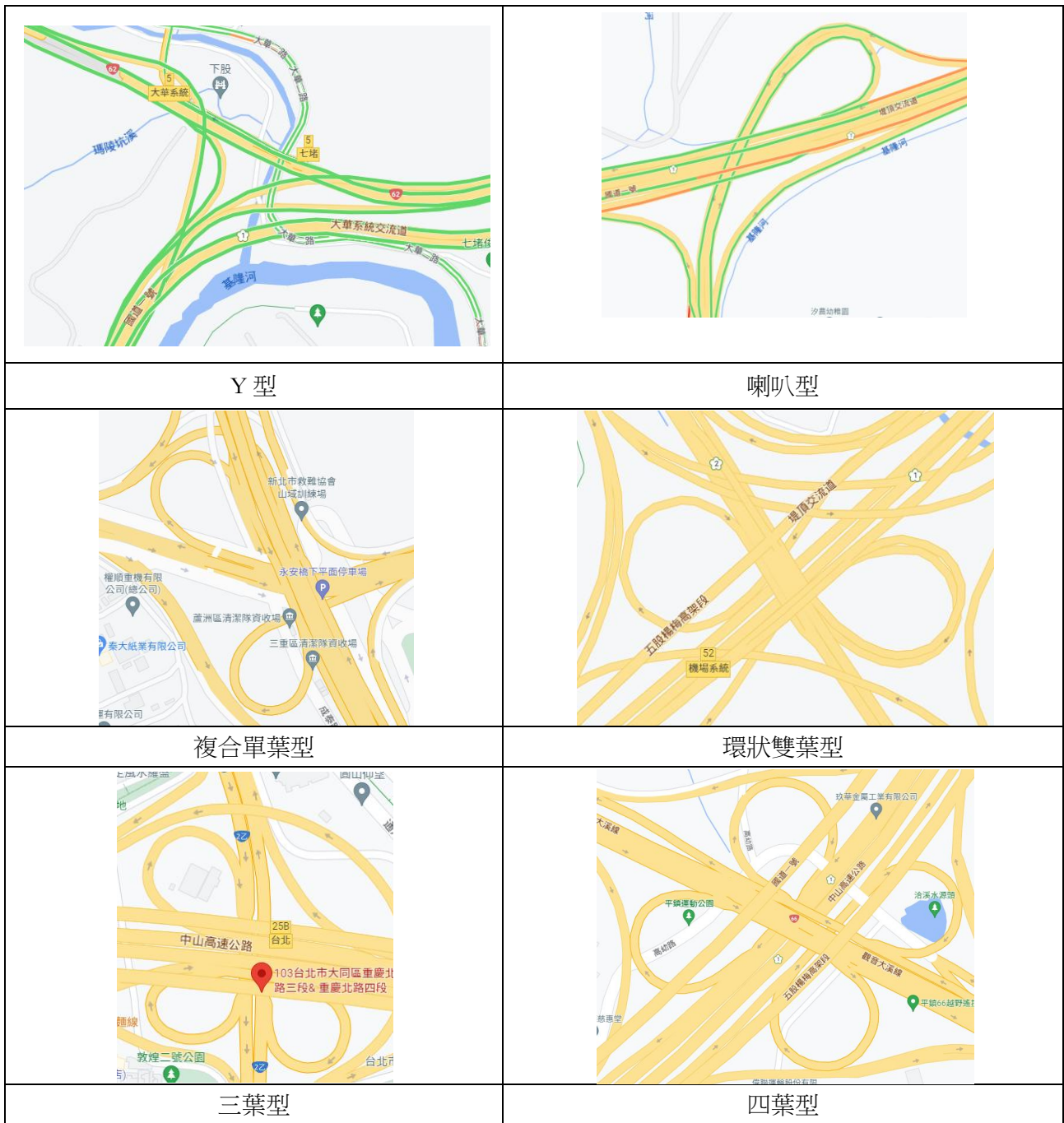
但由於交流道及高速公路上僅有高速限制，除了匝道有儀控管制之外，沒有紅綠燈，因此不適用於我們的研究。

- 二、 我們使用網路模擬工具分析台灣高速公路型態，包含幾條主要高速公路、交流道以及快速道路。由於交流道有紓解主要城市與工業區車潮的功能，我們特別注意到交流道的型態、距離與分布區域又多为環形彎道，大膽推測行駛於交流道時，駕駛使用彈性速率的機會更頻繁，因此多方蒐集相關數據如下。

(一)台灣主要高速公路



(二)高速公路交流道型態



(三)國道各主要路段速限

本研究將交流道納入研究範圍，有特殊彎道設計，根據高速公路局官方文獻，交流道時速可達 110，與一號、三號國道相當。

路線	路段	速限 (公里/小時)	備註
國道 1 號	大安溪橋(154K+450)以北	100	南向
	大安溪橋(154K+450)至楠梓交流道 (356K)	110	
	楠梓交流道(356K)至五甲交流道	100	0K+500 以北
		80	速限 60

	(371K) 五甲交流道(371K)至漁港路(373K) 漁港路(373K)以南	60	
國道 2 號	大園交流道(1K)以西	80	
	大園交流道(1K)以東	100	
國道 2 甲	全線	80	
國道 3 號	中和交流道(35K)以北	90	
	中和交流道(35K)至土城交流道 (43K)	100	
	土城交流道(43K)以南	110	
國道 3 甲	全線	80	西向 4K+200~3K+800 速限 70
國道 4 號	全線	100	
國道 5 號	坪林(15K)以北	80	
	坪林(15K)以南	90	
國道 6 號	全線	100	
國道 8 號	南 133 區道(4K)以西	80	
	南 133 區道(4K)以東	100	
國道 10 號	仁武交流道(6K)以西	80	
	仁武交流道(6K)以東	100	

(四)利用 1968 高速公路 freeway 觀察上下班時間車流量，計時計次取得車流量數據。

國 3 南鶯歌系統交流道	
2022-12-29 19 : 34 : 00~19 : 35 : 00	100 輛
2022-12-29 19 : 38 : 00~19 : 39 : 00	64 輛
2022-12-29 19 : 40 : 00~19 : 41 : 00	100 輛
2022-12-29 19 : 43 : 00~19 : 44 : 01	71 輛
國 1 南內湖交流道 17.35km(下交流道)	
2022-12-29 18 : 46 : 00~18 : 47 : 00	48 輛
國 1 南內湖交流道 16.03km(上交流道)	
2022-12-29 18 : 46 : 00~18 : 47 : 00	64 輛

國 1 北東湖交流道 16.37km(上交流道)

2022-12-29 18 : 39 : 30~18 : 40 : 30

55 輛

陸、研究結果與討論

- 一、計算在考慮安全距離的情況下，交流道最多能容納多少車輛
以台南系統交流道為例，其屬於苜蓿葉型。



(一) 安全距離 = 速率 × 0.5

(二) 計算平均車長：我們以台灣常見車款來計算，所得平均車長為 $4395.2\text{mm} \doteq 4395\text{mm}$

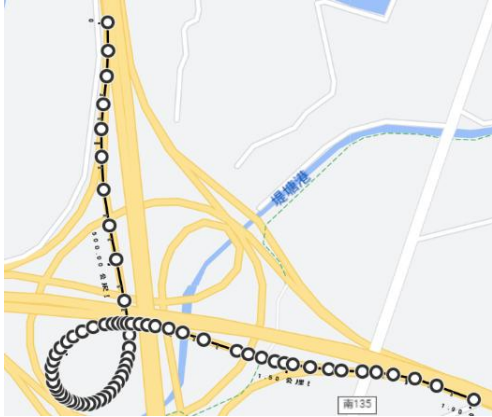
2022 年全台汽車銷售量前 10 名車款

排名	車款	車長(mm)
第 1 名	Toyota Corolla Cross	4460
第 2 名	Toyota RAV4	4600
第 3 名	Toyota Corolla Altis	4630
第 4 名	CMC Veryca	4155
第 5 名	Honda CR-V	4625
第 6 名	Nissan Kicks	4295
第 7 名	Toyota Yaris	4150
第 8 名	Ford Focus	4378
第 9 名	Ford Kuga	4614
第 10 名	Toyota Town Ace	4045

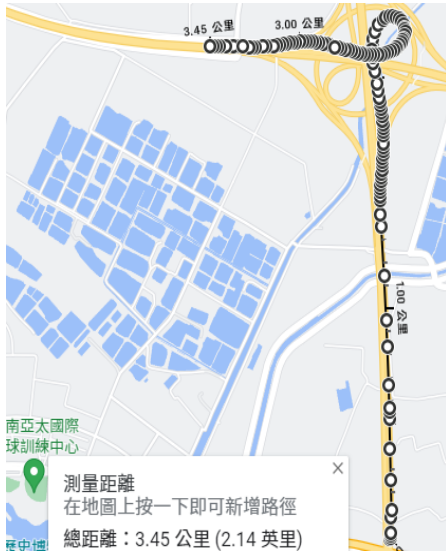
我們利用已知平均車長可得以下結果:

$$4.395N + 0.5RN = D \rightarrow 4395N + 500RN = 1000D$$

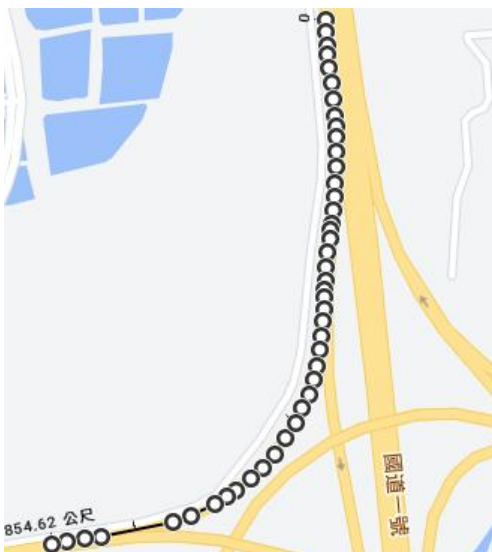
$$\rightarrow 879N + 100RN = 200D \rightarrow N(879 + 100R) = 200D$$



1. 路線 A
 1.90 公里(1.18 英里)
 $R = 40 \text{ km/hr}$
 $4879N = 380000$
 $N = 77 \frac{4817}{4879} \rightarrow 77 \text{ 輛}$



2. 路線 B
 3.45 公里(2.14 英里)
 $R = 40 \text{ km/hr}$
 $4879N = 690000$
 $N = 141 \frac{2061}{4879} \rightarrow 141 \text{ 輛}$



3. 路線 C
 854.62 公尺(2803.86 英尺)
 $R = 40 \text{ km/hr}$
 $4879N = 170924$
 $N = 35 \frac{159}{4879} \rightarrow 35 \text{ 輛}$



4. 路線 D

1.16 公里(3797.07 英尺)

$$R = 40 \text{ km/hr}$$

$$4879N = 232000$$

$$N = 47 \frac{2687}{4879} \rightarrow 47 \text{ 輛}$$



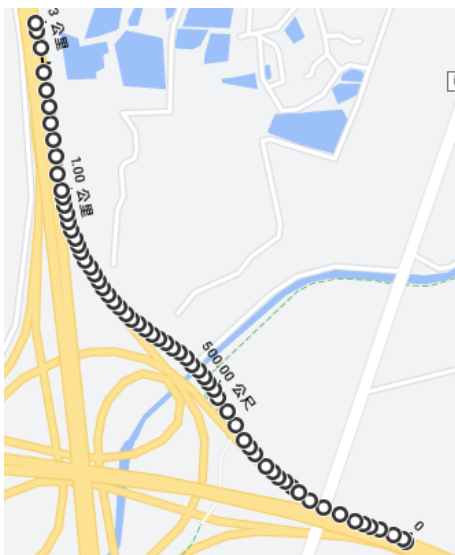
5. 路線 E

2.29 公里(1.42 英里)

$$R = 40 \text{ km/hr}$$

$$4879N = 458000$$

$$N = 93 \frac{4253}{4879} \rightarrow 93 \text{ 輛}$$



6. 路線 F

1.33 公里(4373.10 英尺)

$$R = 40 \text{ km/hr}$$

$$4879N = 266000$$

$$N = 54 \frac{2534}{4879} \rightarrow 54 \text{ 輛}$$



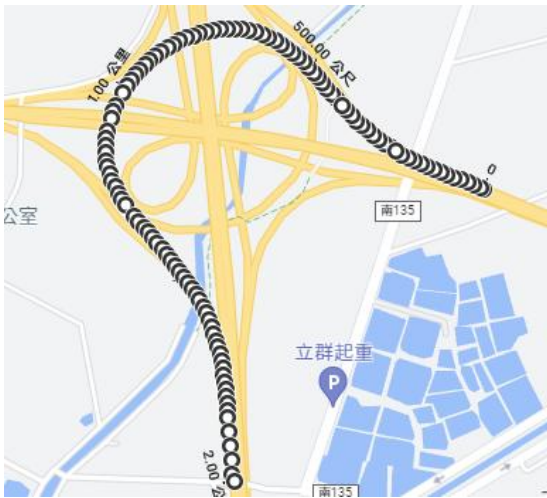
7. 路線 G

2.11 公里(1.31 英里)

$$R = 40 \text{ km/hr}$$

$$4879N = 422000$$

$$N = 86 \frac{2406}{4879} \rightarrow 86 \text{ 輛}$$



8. 路線 H

2.00 公里(1.25 英里)

$$R = 40 \text{ km/hr}$$

$$4879N = 400000$$

$$N = 81 \frac{4801}{4879} \rightarrow 81 \text{ 輛}$$

二、根據高速公路局官方資料顯示 2 號高速公路「從燕巢路段到九如交流道出口處尚有 12 分鐘」我們以此換算速率，從 372K 到 390K 只需要行駛 12 分鐘就會到達目的地。我們將 12 分鐘換算為 0.2 小時，以 0.2 小時切分為 21 個時段，每 0.01 單位代表 0.6 分鐘，並將 20 整數分割及排列組合，再將其除以 100，以計算在 0.2 小時內車速分別為 90、95、100、105、110 (km/hr) 所佔之不同時間比例對距離的影響，並列出所有可能。

(一)全部資料可以七種組合表示如下：

I	$T_a * 110$	$T_a * 105$	$T_a * 100$	$T_a * 95$	$T_a * 90$	T_a	T_a	T_a	T_a	T_a
II	$T_a * 110$	$T_a * 105$	$T_a * 100$	$T_a * 95$	$T_b * 90$	T_a	T_a	T_a	T_a	T_b
III	$T_a * 110$	$T_a * 105$	$T_a * 100$	$T_b * 95$	$T_b * 90$	T_a	T_a	T_a	T_b	T_b
IV	$T_a * 110$	$T_a * 105$	$T_a * 100$	$T_b * 95$	$T_c * 90$	T_a	T_a	T_a	T_b	T_c
V	$T_a * 110$	$T_a * 105$	$T_b * 100$	$T_b * 95$	$T_c * 90$	T_a	T_a	T_b	T_b	T_c
VI	$T_a * 110$	$T_a * 105$	$T_b * 100$	$T_c * 95$	$T_d * 90$	T_a	T_a	T_b	T_c	T_d
VII	$T_a * 110$	$T_b * 105$	$T_c * 100$	$T_d * 95$	$T_e * 90$	T_a	T_b	T_c	T_d	T_e

(二)根據資料得到五型時間差：

共有 A、B、C、E、F 型五種 (順序不同算同一類型且 a,b,c,d,e 可能相同或不相同)

A型	A_1	$T_a \ T_a \ T_a \ T_a \ T_a$	B型	B_1	$T_a \ T_b \ T_c \ T_d \ T_e$	F型	F_1	$T_b \ T_a \ T_a \ T_a \ T_a$
				B_2	$T_a \ T_b \ T_c \ T_e \ T_d$		F_2	$T_a \ T_b \ T_a \ T_a \ T_a$
C型	C_1	$T_a \ T_b \ T_c \ T_d \ T_d$	E型	E_1	$T_a \ T_b \ T_c \ T_c \ T_c$		F_3	$T_a \ T_a \ T_b \ T_a \ T_a$
	C_2	$T_a \ T_b \ T_d \ T_c \ T_d$		E_2	$T_a \ T_c \ T_b \ T_c \ T_c$		F_4	$T_a \ T_a \ T_a \ T_b \ T_a$
	C_3	$T_a \ T_b \ T_d \ T_d \ T_c$		E_3	$T_a \ T_c \ T_c \ T_b \ T_c$		F_5	$T_a \ T_a \ T_a \ T_a \ T_b$
				E_4	$T_a \ T_c \ T_c \ T_c \ T_b$			

以下為七種組合各舉例一組：

單位時間對應的距離 D						總距 D_n	110	105	100	95	90
							T_a	T_a	T_a	T_a	T_a
4.4	4.2	4	3.8	3.6	20		0.04	0.04	0.04	0.04	0.04

I 只有一組，一組只有一筆資料，每一組都是 A 型，五個速率分配之時間相同。

單位時間對應的距離 D						總距 D_n	T_a	T_a	T_a	T_a	T_b
0	0	0	0	18	18	0	0	0	0	0	0.2
0	0	0	19	0	19	0	0	0	0.2	0	0
0	0	20	0	0	20	0	0	0.2	0	0	0
0	21	0	0	0	21	0	0.2	0	0	0	0
22	0	0	0	0	22	0.2	0	0	0	0	0

II 有五組，一組有五筆資料，每一組都是一個 F 型。

單位時間對應的距離 D						總距 D_n	T_a	T_a	T_a	T_b	T_b
0	0	0	9.5	9	18.5	0	0	0	0.1	0.1	
0	0	10	0	9	19	0	0	0.1	0	0.1	
0	0	10	9.5	0	19.5	0	0	0.1	0.1	0	
0	10.5	0	0	9	19.5	0	0.1	0	0	0.1	
0	10.5	0	9.5	0	20	0	0.1	0	0.1	0	
0	10.5	10	0	0	20.5	0	0.1	0.1	0	0	
11	0	0	0	9	20	0.1	0	0	0	0.1	
11	0	0	9.5	0	20.5	0.1	0	0	0.1	0	
11	0	10	0	0	21	0.1	0	0.1	0	0	
11	10.5	0	0	0	21.5	0.1	0.1	0	0	0	

III 每一組有 10 筆資料，有兩個 C 型及一個 E 型。

單位時間對應的距離 D				總距 D_n		T_a	T_a	T_a	T_b	T_c
0	0	0	0.95	17.1	18.05	0	0	0	0.01	0.19
0	0	0	18.05	0.9	18.95	0	0	0	0.19	0.01
0	0	1	0	17.1	18.1	0	0	0.01	0	0.19
0	0	1	18.05	0	19.05	0	0	0.01	0.19	0
0	0	19	0	0.9	19.9	0	0	0.19	0	0.01
0	0	19	0.95	0	19.95	0	0	0.19	0.01	0
0	1.05	0	0	17.1	18.15	0	0.01	0	0	0.19
0	1.05	0	18.05	0	19.1	0	0.01	0	0.19	0
0	1.05	19	0	0	20.05	0	0.01	0.19	0	0
0	19.95	0	0	0.9	20.85	0	0.19	0	0	0.01
0	19.95	0	0.95	0	20.9	0	0.19	0	0.01	0
0	19.95	1	0	0	20.95	0	0.19	0.01	0	0
1.1	0	0	0	17.1	18.2	0.01	0	0	0	0.19
1.1	0	0	18.05	0	19.15	0.01	0	0	0.19	0
1.1	0	19	0	0	20.1	0.01	0	0.19	0	0
1.1	19.95	0	0	0	21.05	0.01	0.19	0	0	0
20.9	0	0	0	0.9	21.8	0.19	0	0	0	0.01
20.9	0	0	0.95	0	21.85	0.19	0	0	0.01	0
20.9	0	1	0	0	21.9	0.19	0	0.01	0	0
20.9	1.05	0	0	0	21.95	0.19	0.01	0	0	0

IV每一組有 20 筆資料，有一個 B 型、兩個 C 型及兩個 E 型。

單位時間對應的距離 D				總距 D_n		T_a	T_a	T_b	T_b	T_c
0	0	1	0.95	16.2	18.15	0	0	0.01	0.01	0.18
0	0	1	17.1	0.9	19	0	0	0.01	0.18	0.01
0	0	18	0.95	0.9	19.85	0	0	0.18	0.01	0.01
0	1.05	0	0.95	16.2	18.2	0	0.01	0	0.01	0.18
0	1.05	0	17.1	0.9	19.05	0	0.01	0	0.18	0.01
0	1.05	1	0	16.2	18.25	0	0.01	0.01	0	0.18
0	1.05	1	17.1	0	19.15	0	0.01	0.01	0.18	0
0	1.05	18	0	0.9	19.95	0	0.01	0.18	0	0.01
0	1.05	18	0.95	0	20	0	0.01	0.18	0.01	0
0	18.9	0	0.95	0.9	20.75	0	0.18	0	0.01	0.01
0	18.9	1	0	0.9	20.8	0	0.18	0.01	0	0.01
0	18.9	1	0.95	0	20.85	0	0.18	0.01	0.01	0
1.1	0	0	0.95	16.2	18.25	0.01	0	0	0.01	0.18

1.1	0	0	17.1	0.9	19.1	0.01	0	0	0.18	0.01
1.1	0	1	0	16.2	18.3	0.01	0	0.01	0	0.18
1.1	0	1	17.1	0	19.2	0.01	0	0.01	0.18	0
1.1	0	18	0	0.9	20	0.01	0	0.18	0	0.01
1.1	0	18	0.95	0	20.05	0.01	0	0.18	0.01	0
1.1	1.05	0	0	16.2	18.35	0.01	0.01	0	0	0.18
1.1	1.05	18	0	0	20.15	0.01	0.01	0	0.18	0
1.1	18.9	0	0	0.9	20.9	0.01	0.01	0.18	0	0
1.1	18.9	0	0	0.9	20.9	0.01	0.18	0	0	0.01
1.1	18.9	0	0.95	0	20.95	0.01	0.18	0	0.01	0
1.1	18.9	1	0	0	21	0.01	0.18	0.01	0	0
19.8	0	0	0.95	0.9	21.65	0.18	0	0	0.01	0.01
19.8	0	1	0	0.9	21.7	0.18	0	0.01	0	0.01
19.8	0	1	0.95	0	21.75	0.18	0	0.01	0.01	0
19.8	1.05	0	0	0.9	21.75	0.18	0.01	0	0	0.01
19.8	1.05	0	0.95	0	21.8	0.18	0.01	0	0.01	0
19.8	1.05	1	0	0	21.85	0.18	0.01	0.01	0	0

V每一組有 30 筆資料，有兩個 B 型、六個 C 型。

單位時間對應的距離 D						總距 D_n	T_a	T_a	T_b	T_c	T_d
0	1.05	1	1.9	14.4	18.35	0	0.01	0.01	0.02	0.16	
0	1.05	1	15.2	1.8	19.05	0	0.01	0.01	0.16	0.02	
0	1.05	2	0.95	14.4	18.4	0	0.01	0.02	0.01	0.16	
0	1.05	2	15.2	0.9	19.15	0	0.01	0.02	0.16	0.01	
0	1.05	16	0.95	1.8	19.8	0	0.01	0.16	0.01	0.02	
0	1.05	16	1.9	0.9	19.85	0	0.01	0.16	0.02	0.01	
0	2.1	1	0.95	14.4	18.45	0	0.02	0.01	0.01	0.16	
0	2.1	1	15.2	0.9	19.2	0	0.02	0.01	0.16	0.01	
0	2.1	16	0.95	0.9	19.95	0	0.02	0.16	0.01	0.01	
0	16.8	1	0.95	1.8	20.55	0	0.16	0.01	0.01	0.02	
0	16.8	1	1.9	0.9	20.6	0	0.16	0.01	0.02	0.01	
0	16.8	2	0.95	0.9	20.65	0	0.16	0.02	0.01	0.01	
1.1	0	1	1.9	14.4	18.4	0.01	0	0.01	0.02	0.16	
1.1	0	1	15.2	1.8	19.1	0.01	0	0.01	0.16	0.02	
1.1	0	2	0.95	14.4	18.45	0.01	0	0.02	0.01	0.16	
1.1	0	2	15.2	0.9	19.2	0.01	0	0.02	0.16	0.01	
1.1	0	16	0.95	1.8	19.85	0.01	0	0.16	0.01	0.02	

單位時間對應的距離 D					總距 D _n	T _a	T _a	T _b	T _c	T _d
1.1	0	16	1.9	0.9	19.9	0.01	0	0.16	0.02	0.01
1.1	1.05	0	1.9	14.4	18.45	0.01	0.01	0	0.02	0.16
1.1	1.05	0	15.2	1.8	19.15	0.01	0.01	0	0.16	0.02
1.1	1.05	2	0	14.4	18.55	0.01	0.01	0.02	0	0.16
1.1	1.05	2	15.2	0	19.35	0.01	0.01	0.02	0.16	0
1.1	1.05	16	0	1.8	19.95	0.01	0.01	0.16	0	0.02
1.1	1.05	16	1.9	0	20.05	0.01	0.01	0.16	0.02	0
1.1	2.1	0	0.95	14.4	18.55	0.01	0.02	0	0.01	0.16
1.1	2.1	0	15.2	0.9	19.3	0.01	0.02	0	0.16	0.01
1.1	2.1	1	0	14.4	18.6	0.01	0.02	0.01	0	0.16
1.1	2.1	1	15.2	0	19.4	0.01	0.02	0.01	0.16	0
1.1	2.1	16	0	0.9	20.1	0.01	0.02	0.16	0	0.01
1.1	2.1	16	0.95	0	20.15	0.01	0.02	0.16	0.01	0
1.1	16.8	0	0.95	1.8	20.65	0.01	0.16	0	0.01	0.02
1.1	16.8	0	1.9	0.9	20.7	0.01	0.16	0	0.02	0.01
1.1	16.8	1	0	1.8	20.7	0.01	0.16	0.01	0	0.02
1.1	16.8	1	1.9	0	20.8	0.01	0.16	0.01	0.02	0
1.1	16.8	2	0	0.9	20.8	0.01	0.16	0.02	0	0.01
1.1	16.8	2	0.95	0	20.85	0.01	0.16	0.02	0.01	0
2.2	0	1	0.95	14.4	18.55	0.02	0	0.01	0.01	0.16
2.2	0	1	15.2	0.9	19.3	0.02	0	0.01	0.16	0.01
2.2	0	16	0.95	0.9	20.05	0.02	0	0.16	0.01	0.01
2.2	1.05	0	0.95	14.4	18.6	0.02	0.01	0	0.01	0.16
2.2	1.05	0	15.2	0.9	19.35	0.02	0.01	0	0.16	0.01
2.2	1.05	1	0	14.4	18.65	0.02	0.01	0.01	0	0.16
2.2	1.05	1	15.2	0	19.45	0.02	0.01	0.01	0.16	0
2.2	1.05	16	0	0.9	20.15	0.02	0.01	0.16	0	0.01
2.2	1.05	16	0.95	0	20.2	0.02	0.01	0.16	0.01	0
2.2	16.8	0	0.95	0.9	20.85	0.02	0.16	0	0.01	0.01
2.2	16.8	1	0	0.9	20.9	0.02	0.16	0.01	0	0.01
2.2	16.8	1	0.95	0	20.95	0.02	0.16	0.01	0.01	0
17.6	0	1	0.95	1.8	21.35	0.16	0	0.01	0.01	0.02
17.6	0	1	1.9	0.9	21.4	0.16	0	0.01	0.02	0.01
17.6	0	2	0.95	0.9	21.45	0.16	0	0.02	0.01	0.01
17.6	1.05	0	0.95	1.8	21.4	0.16	0.01	0	0.01	0.02
17.6	1.05	0	1.9	0.9	21.45	0.16	0.01	0	0.02	0.01

單位時間對應的距離 D					總距 D_n	T_a	T_a	T_b	T_c	T_d
17.6	1.05	1	0	1.8	21.45	0.16	0.01	0.01	0	0.02
17.6	1.05	1	1.9	0	21.55	0.16	0.01	0.01	0.02	0
17.6	1.05	2	0	0.9	21.55	0.16	0.01	0.02	0	0.01
17.6	1.05	2	0.95	0	21.6	0.16	0.01	0.02	0.01	0
17.6	2.1	0	0.95	0.9	21.55	0.16	0.02	0	0.01	0.01
17.6	2.1	1	0	0.9	21.6	0.16	0.02	0.01	0	0.01
17.6	2.1	1	0.95	0	21.65	0.16	0.02	0.01	0.01	0

VI每一組有 60 筆資料，有七個 B 型、六個 C 型。

單位時間對應的距離 D					總距 D_n	T_a	T_b	T_c	T_d	T_e
0	1.05	2	2.85	12.6	18.5	0	0.01	0.02	0.03	0.14
0	1.05	2	13.3	2.7	19.05	0	0.01	0.02	0.14	0.03
0	1.05	3	1.9	12.6	18.55	0	0.01	0.03	0.02	0.14
0	1.05	3	13.3	1.8	19.15	0	0.01	0.03	0.14	0.02
0	1.05	14	1.9	2.7	19.65	0	0.01	0.14	0.02	0.03
0	1.05	14	2.85	1.8	19.7	0	0.01	0.14	0.03	0.02
0	2.1	1	2.85	12.6	18.55	0	0.02	0.01	0.03	0.14
0	2.1	1	13.3	2.7	19.1	0	0.02	0.01	0.14	0.03
0	2.1	3	0.95	12.6	18.65	0	0.02	0.03	0.01	0.14
0	2.1	3	13.3	0.9	19.3	0	0.02	0.03	0.14	0.01
0	2.1	14	0.95	2.7	19.75	0	0.02	0.14	0.01	0.03
0	2.1	14	2.85	0.9	19.85	0	0.02	0.14	0.03	0.01
0	3.15	1	1.9	12.6	18.65	0	0.03	0.01	0.02	0.14
0	3.15	1	13.3	1.8	19.25	0	0.03	0.01	0.14	0.02
0	3.15	2	0.95	12.6	18.7	0	0.03	0.02	0.01	0.14
0	3.15	2	13.3	0.9	19.35	0	0.03	0.02	0.14	0.01
0	3.15	14	0.95	1.8	19.9	0	0.03	0.14	0.01	0.02
0	3.15	14	1.9	0.9	19.95	0	0.03	0.14	0.02	0.01
0	14.7	1	1.9	2.7	20.3	0	0.14	0.01	0.02	0.03
0	14.7	1	2.85	1.8	20.35	0	0.14	0.01	0.03	0.02
0	14.7	2	0.95	2.7	20.35	0	0.14	0.02	0.01	0.03
0	14.7	2	2.85	0.9	20.45	0	0.14	0.02	0.03	0.01
0	14.7	3	0.95	1.8	20.45	0	0.14	0.03	0.01	0.02
0	14.7	3	1.9	0.9	20.5	0	0.14	0.03	0.02	0.01
1.1	0	2	2.85	12.6	18.55	0.01	0	0.02	0.03	0.14
1.1	0	2	13.3	2.7	19.1	0.01	0	0.02	0.14	0.03

單位時間對應的距離 D				總距 D_n		T_a	T_b	T_c	T_d	T_e
1.1	0	3	1.9	12.6	18.6	0.01	0	0.03	0.02	0.14
1.1	0	3	13.3	1.8	19.2	0.01	0	0.03	0.14	0.02
1.1	0	14	1.9	2.7	19.7	0.01	0	0.14	0.02	0.03
1.1	0	14	2.85	1.8	19.75	0.01	0	0.14	0.03	0.02
1.1	2.1	0	2.85	12.6	18.65	0.01	0.02	0	0.03	0.14
1.1	2.1	0	13.3	2.7	19.2	0.01	0.02	0	0.14	0.03
1.1	2.1	3	0	12.6	18.8	0.01	0.02	0.03	0	0.14
1.1	2.1	3	13.3	0	19.5	0.01	0.02	0.03	0.14	0
1.1	2.1	14	0	2.7	19.9	0.01	0.02	0.14	0	0.03
1.1	2.1	14	2.85	0	20.05	0.01	0.02	0.14	0.03	0
1.1	3.15	0	1.9	12.6	18.75	0.01	0.03	0	0.02	0.14
1.1	3.15	0	13.3	1.8	19.35	0.01	0.03	0	0.14	0.02
1.1	3.15	2	0	12.6	18.85	0.01	0.03	0.02	0	0.14
1.1	3.15	2	13.3	0	19.55	0.01	0.03	0.02	0.14	0
1.1	3.15	14	0	1.8	20.05	0.01	0.03	0.14	0	0.02
1.1	3.15	14	1.9	0	20.15	0.01	0.03	0.14	0.02	0
1.1	14.7	0	1.9	2.7	20.4	0.01	0.14	0	0.02	0.03
1.1	14.7	0	2.85	1.8	20.45	0.01	0.14	0	0.03	0.02
1.1	14.7	2	0	2.7	20.5	0.01	0.14	0.02	0	0.03
1.1	14.7	2	2.85	0	20.65	0.01	0.14	0.02	0.03	0
1.1	14.7	3	0	1.8	20.6	0.01	0.14	0.03	0	0.02
1.1	14.7	3	1.9	0	20.7	0.01	0.14	0.03	0.02	0
2.2	0	1	2.85	12.6	18.65	0.02	0	0.01	0.03	0.14
2.2	0	1	13.3	2.7	19.2	0.02	0	0.01	0.14	0.03
2.2	0	3	0.95	12.6	18.75	0.02	0	0.03	0.01	0.14
2.2	0	3	13.3	0.9	19.4	0.02	0	0.03	0.14	0.01
2.2	0	14	0.95	2.7	19.85	0.02	0	0.14	0.01	0.03
2.2	0	14	2.85	0.9	19.95	0.02	0	0.14	0.03	0.01
2.2	1.05	0	2.85	12.6	18.7	0.02	0.01	0	0.03	0.14
2.2	1.05	0	13.3	2.7	19.25	0.02	0.01	0	0.14	0.03
2.2	1.05	3	0	12.6	18.85	0.02	0.01	0.03	0	0.14
2.2	1.05	3	13.3	0	19.55	0.02	0.01	0.03	0.14	0
2.2	1.05	14	0	2.7	19.95	0.02	0.01	0.14	0	0.03
2.2	1.05	14	2.85	0	20.1	0.02	0.01	0.14	0.03	0
2.2	3.15	0	0.95	12.6	18.9	0.02	0.03	0	0.01	0.14
2.2	3.15	0	13.3	0.9	19.55	0.02	0.03	0	0.14	0.01

單位時間對應的距離 D				總距 D_n		T_a	T_b	T_c	T_d	T_e
2.2	3.15	1	0	12.6	18.95	0.02	0.03	0.01	0	0.14
2.2	3.15	1	13.3	0	19.65	0.02	0.03	0.01	0.14	0
2.2	3.15	14	0	0.9	20.25	0.02	0.03	0.14	0	0.01
2.2	3.15	14	0.95	0	20.3	0.02	0.03	0.14	0.01	0
2.2	14.7	0	0.95	2.7	20.55	0.02	0.14	0	0.01	0.03
2.2	14.7	0	2.85	0.9	20.65	0.02	0.14	0	0.03	0.01
2.2	14.7	1	0	2.7	20.6	0.02	0.14	0.01	0	0.03
2.2	14.7	1	2.85	0	20.75	0.02	0.14	0.01	0.03	0
2.2	14.7	3	0	0.9	20.8	0.02	0.14	0.03	0	0.01
2.2	14.7	3	0.95	0	20.85	0.02	0.14	0.03	0.01	0
3.3	0	1	1.9	12.6	18.8	0.03	0	0.01	0.02	0.14
3.3	0	1	13.3	1.8	19.4	0.03	0	0.01	0.14	0.02
3.3	0	2	0.95	12.6	18.85	0.03	0	0.02	0.01	0.14
3.3	0	2	13.3	0.9	19.5	0.03	0	0.02	0.14	0.01
3.3	0	14	0.95	1.8	20.05	0.03	0	0.14	0.01	0.02
3.3	0	14	1.9	0.9	20.1	0.03	0	0.14	0.02	0.01
3.3	1.05	0	1.9	12.6	18.85	0.03	0.01	0	0.02	0.14
3.3	1.05	0	13.3	1.8	19.45	0.03	0.01	0	0.14	0.02
3.3	1.05	2	0	12.6	18.95	0.03	0.01	0.02	0	0.14
3.3	1.05	2	13.3	0	19.65	0.03	0.01	0.02	0.14	0
3.3	1.05	14	0	1.8	20.15	0.03	0.01	0.14	0	0.02
3.3	1.05	14	1.9	0	20.25	0.03	0.01	0.14	0.02	0
3.3	2.1	0	0.95	12.6	18.95	0.03	0.02	0	0.01	0.14
3.3	2.1	0	13.3	0.9	19.6	0.03	0.02	0	0.14	0.01
3.3	2.1	1	0	12.6	19	0.03	0.02	0.01	0	0.14
3.3	2.1	1	13.3	0	19.7	0.03	0.02	0.01	0.14	0
3.3	2.1	14	0	0.9	20.3	0.03	0.02	0.14	0	0.01
3.3	2.1	14	0.95	0	20.35	0.03	0.02	0.14	0.01	0
3.3	14.7	0	0.95	1.8	20.75	0.03	0.14	0	0.01	0.02
3.3	14.7	0	1.9	0.9	20.8	0.03	0.14	0	0.02	0.01
3.3	14.7	1	0	1.8	20.8	0.03	0.14	0.01	0	0.02
3.3	14.7	1	1.9	0	20.9	0.03	0.14	0.01	0.02	0
3.3	14.7	2	0	0.9	20.9	0.03	0.14	0.02	0	0.01
3.3	14.7	2	0.95	0	20.95	0.03	0.14	0.02	0.01	0
15.4	0	1	1.9	2.7	21	0.14	0	0.01	0.02	0.03
15.4	0	1	2.85	1.8	21.05	0.14	0	0.01	0.03	0.02

單位時間對應的距離 D					總距 D_n	T_a	T_b	T_c	T_d	T_e
15.4	0	2	0.95	2.7	21.05	0.14	0	0.02	0.01	0.03
15.4	0	2	2.85	0.9	21.15	0.14	0	0.02	0.03	0.01
15.4	0	3	0.95	1.8	21.15	0.14	0	0.03	0.01	0.02
15.4	0	3	1.9	0.9	21.2	0.14	0	0.03	0.02	0.01
15.4	1.05	0	1.9	2.7	21.05	0.14	0.01	0	0.02	0.03
15.4	1.05	0	2.85	1.8	21.1	0.14	0.01	0	0.03	0.02
15.4	1.05	2	0	2.7	21.15	0.14	0.01	0.02	0	0.03
15.4	1.05	2	2.85	0	21.3	0.14	0.01	0.02	0.03	0
15.4	1.05	3	0	1.8	21.25	0.14	0.01	0.03	0	0.02
15.4	1.05	3	1.9	0	21.35	0.14	0.01	0.03	0.02	0
15.4	2.1	0	0.95	2.7	21.15	0.14	0.02	0	0.01	0.03
15.4	2.1	0	2.85	0.9	21.25	0.14	0.02	0	0.03	0.01
15.4	2.1	1	0	2.7	21.2	0.14	0.02	0.01	0	0.03
15.4	2.1	1	2.85	0	21.35	0.14	0.02	0.01	0.03	0
15.4	2.1	3	0	0.9	21.4	0.14	0.02	0.03	0	0.01
15.4	2.1	3	0.95	0	21.45	0.14	0.02	0.03	0.01	0
15.4	3.15	0	0.95	1.8	21.3	0.14	0.03	0	0.01	0.02
15.4	3.15	0	1.9	0.9	21.35	0.14	0.03	0	0.02	0.01
15.4	3.15	1	0	1.8	21.35	0.14	0.03	0.01	0	0.02
15.4	3.15	1	1.9	0	21.45	0.14	0.03	0.01	0.02	0
15.4	3.15	2	0	0.9	21.45	0.14	0.03	0.02	0	0.01
15.4	3.15	2	0.95	0	21.5	0.14	0.03	0.02	0.01	0

VII每一組有 120 筆資料，有 20 個 B 型。

(三) B、C、E、F 型規律

《B 型》 $(D_{B2} - D_{B1}) + (D_{B6} - D_{B5}) = (D_{B4} - D_{B3})$

《C 型》 $(D_{C2} - D_{C1}) = (D_{C3} - D_{C2})$

《E 型》 $(D_{E2} - D_{E1}) = (D_{E3} - D_{E2}) = (D_{E4} - D_{E3})$

《F 型》 $(D_{F2} - D_{F1}) = (D_{F3} - D_{F2}) = (D_{F4} - D_{F3}) = (D_{F5} - D_{F4})$

以下表為例：

單位時間對應的距離 D					總距 D_n	T_a	T_b	T_c	T_d	T_e		
B ₁	0	1.05	2	2.85	12.6	18.5	0.55	0	0.01	0.02	0.03	0.14
B ₂	0	1.05	2	13.3	2.7	19.05		0	0.01	0.02	0.14	0.03
B ₃	0	1.05	3	1.9	12.6	18.55	0.6	0	0.01	0.03	0.02	0.14
B ₄	0	1.05	3	13.3	1.8	19.15		0	0.01	0.03	0.14	0.02

B ₅	0	1.05	14	1.9	2.7	19.65	0.05	0	0.01	0.14	0.02	0.03
B ₆	0	1.05	14	2.85	1.8	19.7		0	0.01	0.14	0.03	0.02

B 型: $(D_{B_2} - D_{B_1}) = 0.55$ 、 $(D_{B_4} - D_{B_3}) = 0.6$ 、 $(D_{B_6} - D_{B_5}) = 0.05$
 $0.55 + 0.05 = 0.6$ 符合上述規律

單位時間對應的距離 D		總距 D _n					T _a	T _b	T _c	T _d	T _e	
B ₁	0	2.1	1	2.85	12.6	18.55	0.55	0	0.02	0.01	0.03	0.14
B ₂	0	2.1	1	13.3	2.7	19.1		0	0.02	0.01	0.14	0.03
B ₃	0	2.1	3	0.95	12.6	18.65	0.65	0	0.02	0.03	0.01	0.14
B ₄	0	2.1	3	13.3	0.9	19.3		0	0.02	0.03	0.14	0.01
B ₅	0	2.1	14	0.95	2.7	19.75	0.1	0	0.02	0.14	0.01	0.03
B ₆	0	2.1	14	2.85	0.9	19.85		0	0.02	0.14	0.03	0.01

B 型: $(D_{B_2} - D_{B_1}) = 0.55$ 、 $(D_{B_4} - D_{B_3}) = 0.65$ 、 $(D_{B_6} - D_{B_5}) = 0.1$
 $0.55 + 0.1 = 0.65$ 符合上述規律

單位時間對應的距離 D		總距 D _n					T _a	T _b	T _c	T _d	T _e	
C ₁	2.2	16.8	0	0.95	0.9	20.85	0.05	0.02	0.16	0	0.01	0.01
C ₂	2.2	16.8	1	0	0.9	20.9		0.02	0.16	0.01	0	0.01
C ₃	2.2	16.8	1	0.95	0	20.95	0.05	0.02	0.16	0.01	0.01	0

C 型: $(D_{C_2} - D_{C_1}) = 0.05$ 、 $(D_{C_3} - D_{C_2}) = 0.05$
 $0.05 = 0.05$ 符合上述規律

單位時間對應的距離 D		總距 D _n					T _a	T _b	T _c	T _d	T _e	
E ₁	20.9	0	0	0	0.9	21.8	0.05	0.19	0	0	0	0.01
E ₂	20.9	0	0	0.95	0	21.85		0.19	0	0	0.01	0
E ₃	20.9	0	1	0	0	21.9	0.05	0.19	0	0.01	0	0
E ₄	20.9	1.05	0	0	0	21.95		0.19	0.01	0	0	0

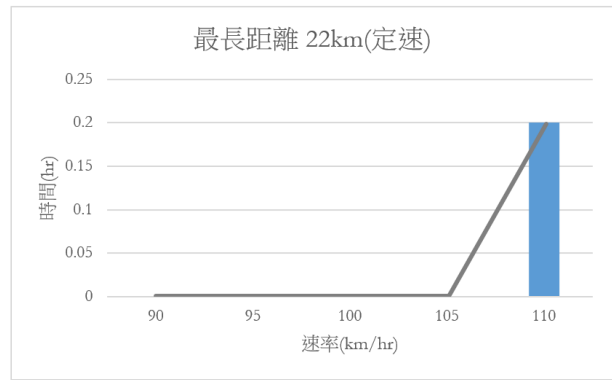
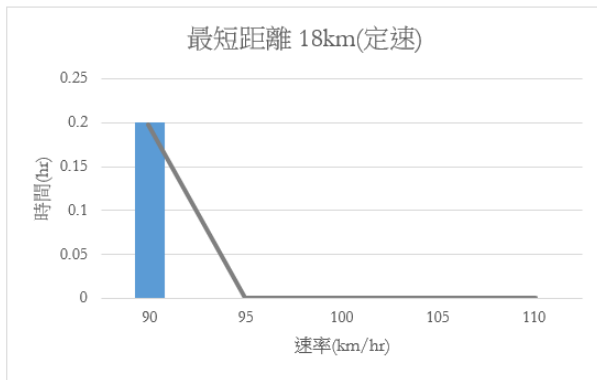
E 型: $(D_{E_2} - D_{E_1}) = 0.05$ 、 $(D_{E_3} - D_{E_2}) = 0.05$ 、 $(D_{E_4} - D_{E_3}) = 0.05$
 $0.05 = 0.05 = 0.05$ 符合上述規律

單位時間對應的距離 D		總距 D _n					T _a	T _b	T _c	T _d	T _e	
F ₁	0	0	0	0	18	18	1	0	0	0	0	0.2
F ₂	0	0	0	19	0	19		0	0	0	0.2	0
F ₃	0	0	20	0	0	20	1	0	0	0.2	0	0
F ₄	0	21	0	0	0	21		0	0.2	0	0	0
F ₅	22	0	0	0	0	22	1	0.2	0	0	0	0

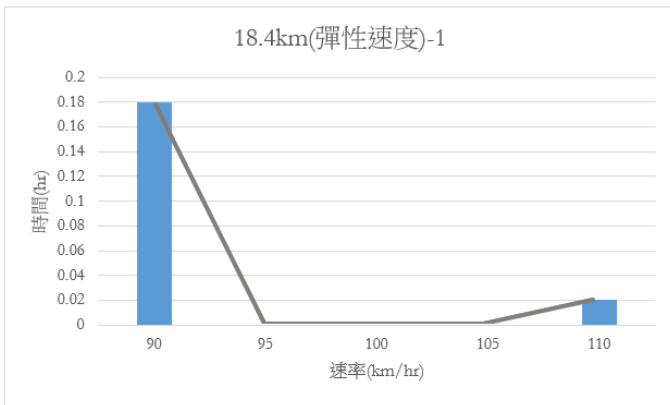
F 型: $(D_{F_2} - D_{F_1}) = 1$ 、 $(D_{F_3} - D_{F_2}) = 1$ 、 $(D_{F_4} - D_{F_3}) = 1$ 、 $(D_{F_5} - D_{F_4}) = 1$
 $1 = 1 = 1 = 1$ 符合上述規律

(四) 在固定總距的狀態下，時間分配比例關係圖：

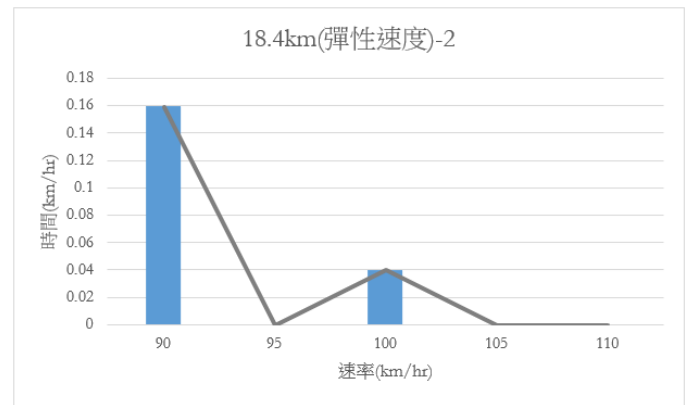
最短距離和最長距離時，皆為定速狀態下的結果，且 $18 \text{ km} \leq D \leq 22 \text{ km}$ 。



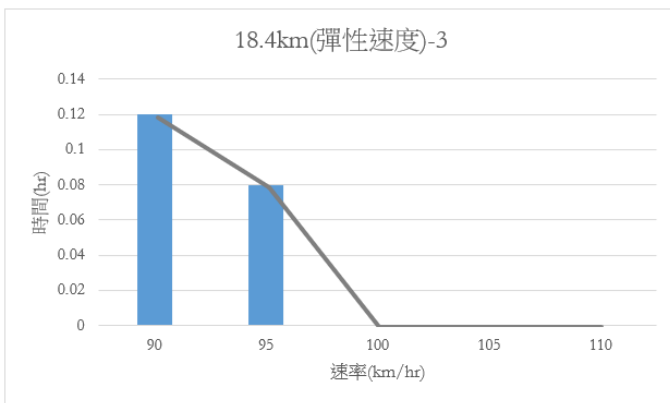
彈性速度以 18.4km 為例，共析出 15 筆資料作為參考。



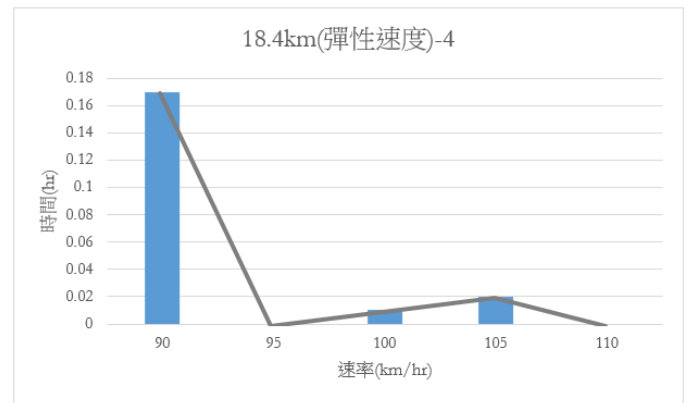
有兩種速率 90、110km/hr，分別佔 0.18 和 0.02 小時。



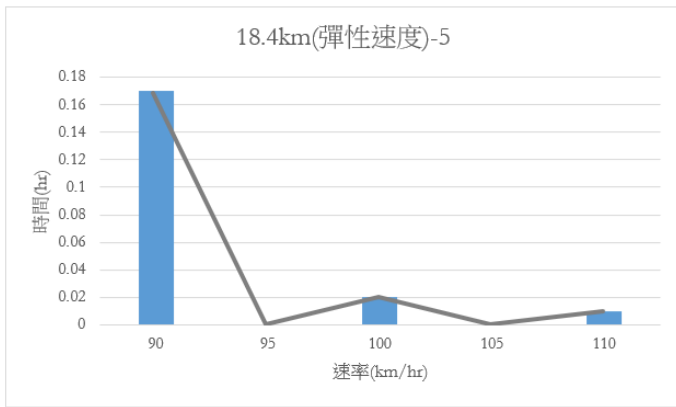
有兩種速率 90、100km/hr，分別佔 0.16 和 0.04 小時。



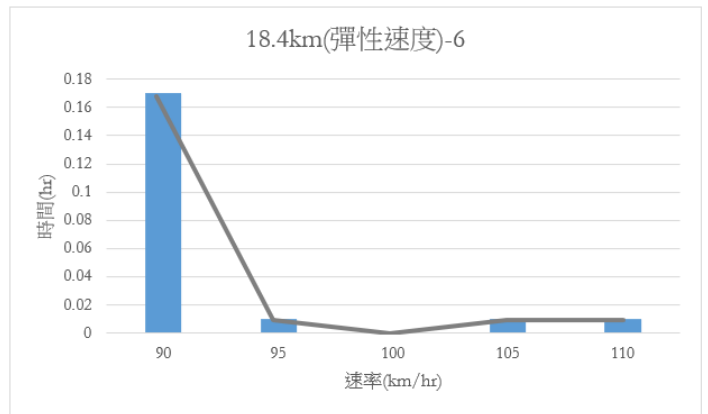
有兩種速率 90、95km/hr，分別佔 0.12 和 0.08 小時。



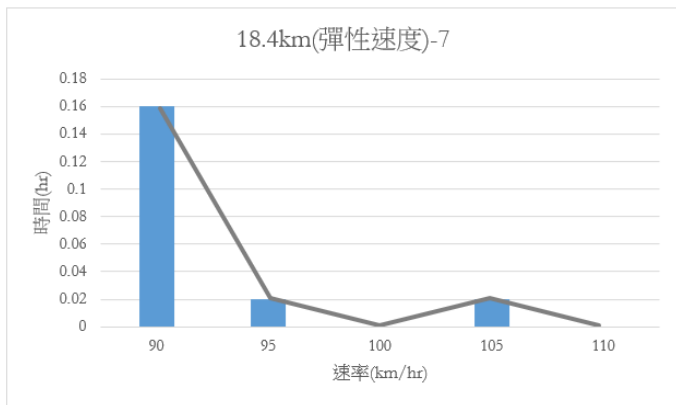
有三種速率 90、100、105km/hr，分別佔 0.17、0.01 和 0.02 小時。



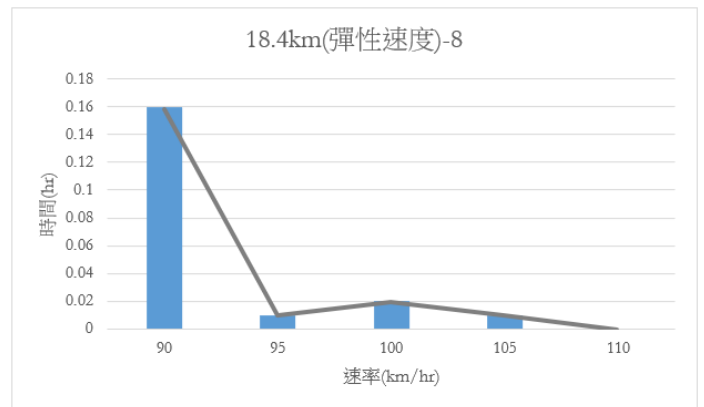
有三種速率 90、100、110km/hr，分別佔 0.17、0.02 和 0.01 小時。



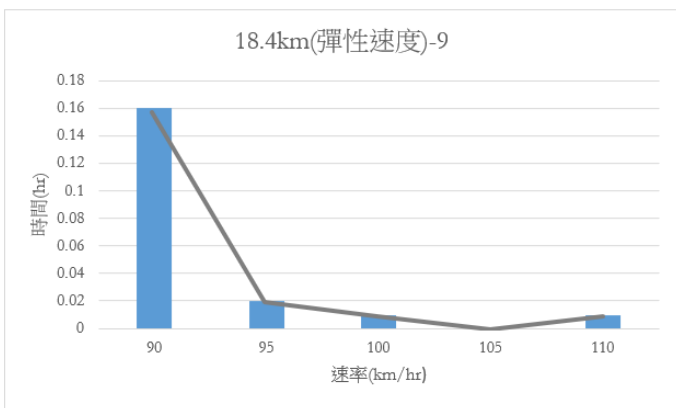
有四種速率 90、95、105、110km/hr，分別佔 0.17、0.01、0.01 和 0.01 小時。



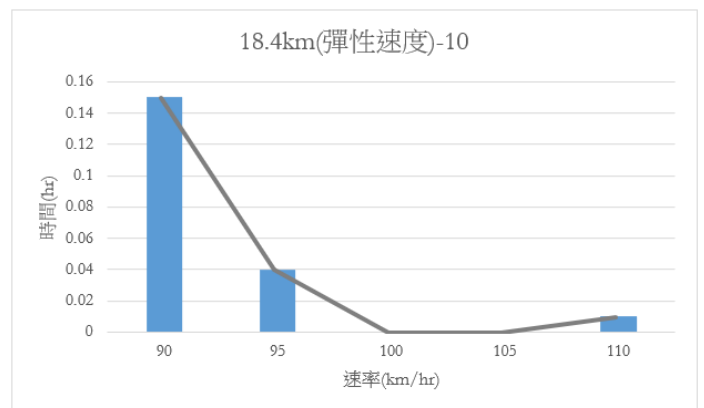
有三種速率 90、95、105km/hr，分別佔 0.16、0.02 和 0.02 小時。



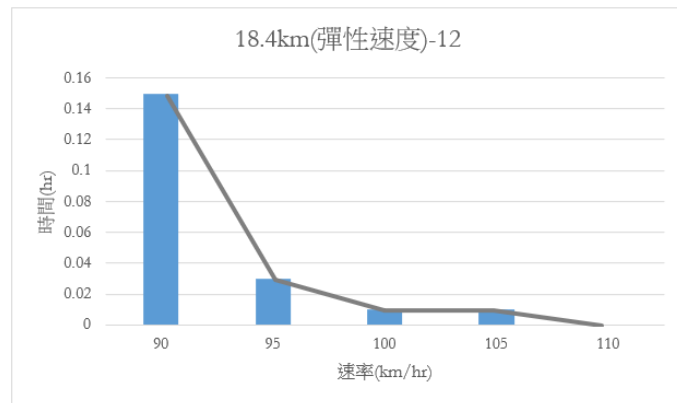
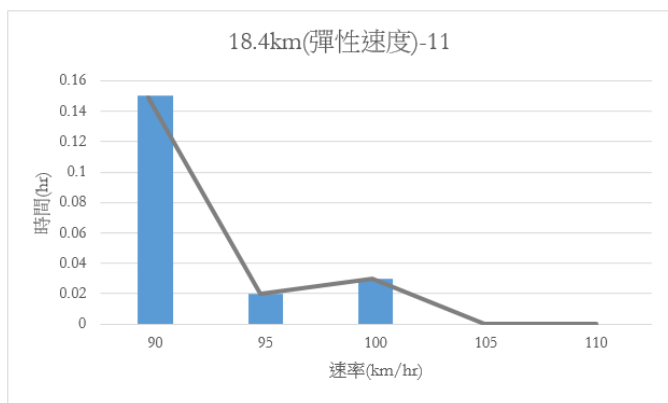
有四種速率 90、95、100、105km/hr，分別佔 0.16、0.01、0.02 和 0.01 小時。



有四種速率 90、95、100、110km/hr，分別佔 0.16、0.02、0.01 和 0.01 小時。

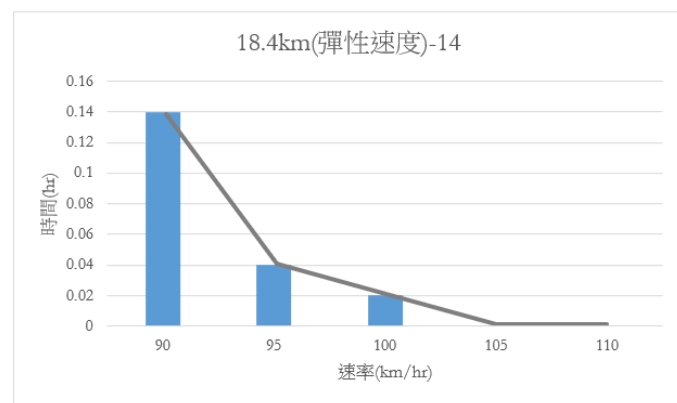
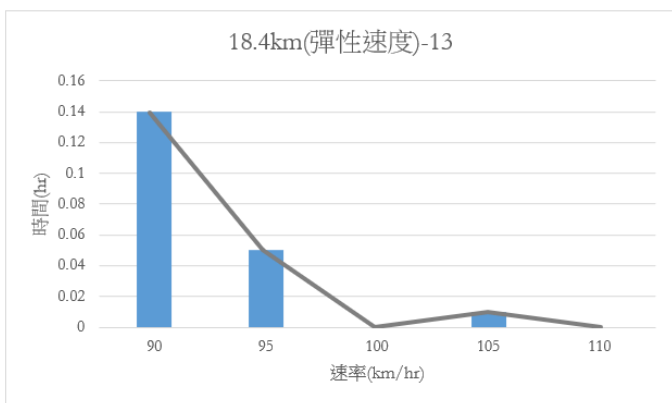


有三種速率 90、95、110km/hr，分別佔 0.15、0.04 和 0.01 小時。



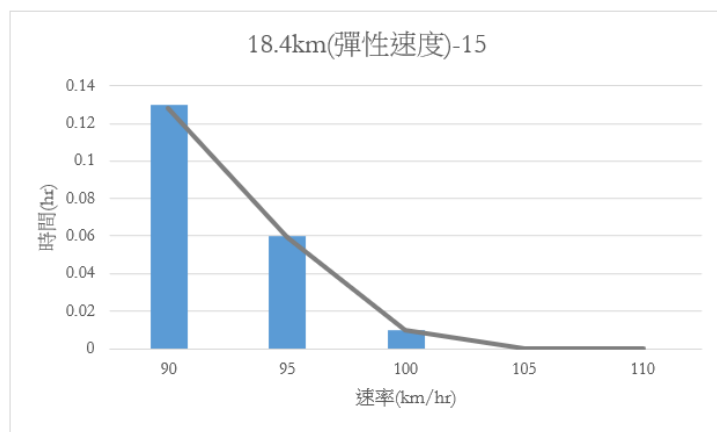
有三種速率 90、95、100km/hr，分別佔 0.15、0.02 和 0.03 小時。

有四種速率 90、95、100、105km/hr，分別佔 0.15、0.03、0.01 和 0.01 小時。

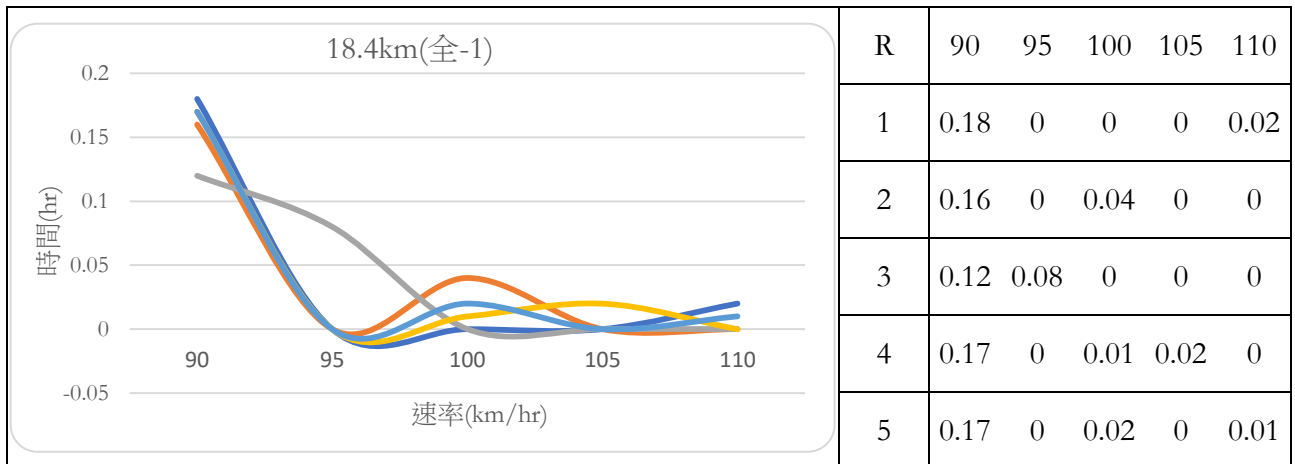


有三種速率 90、95、105km/hr，分別佔 0.14、0.05 和 0.01 小時。

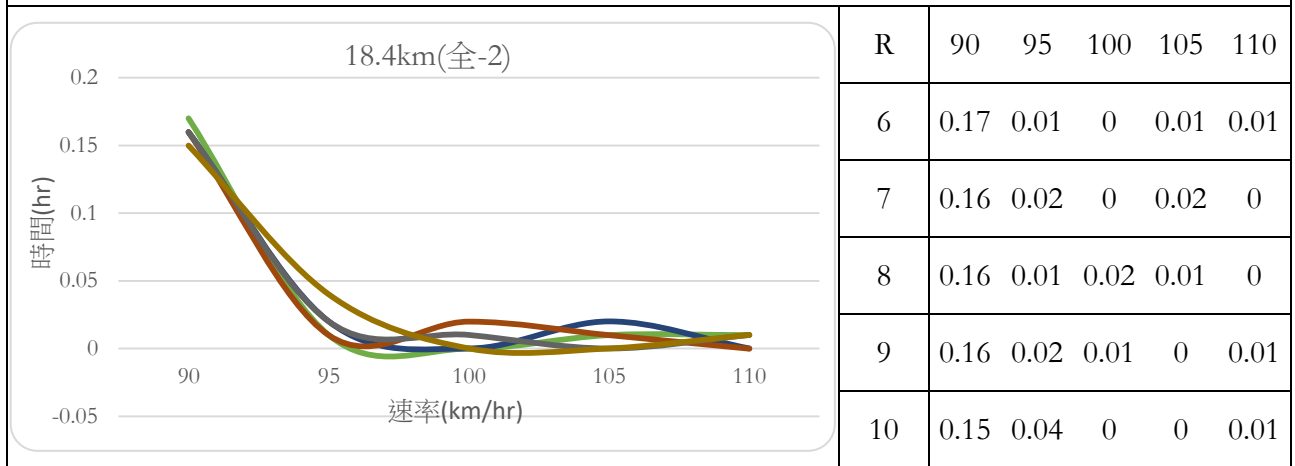
有三種速率 90、95、100km/hr，分別佔 0.14、0.04 和 0.02 小時。



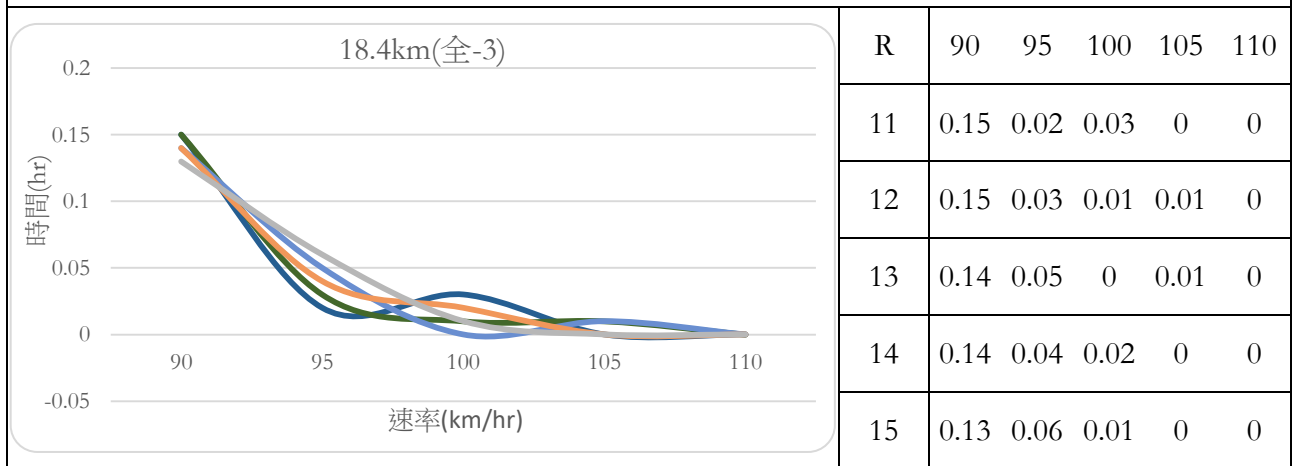
有三種速率 90、95、100km/hr，分別佔 0.13、0.06 和 0.01 小時。



18.4km 第 1~5 筆資料的時間比例關係圖



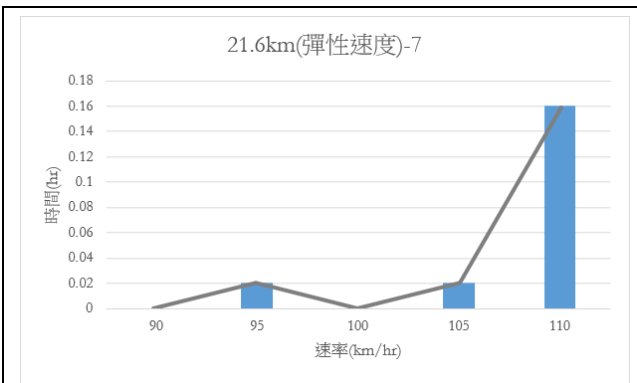
18.4km 第 6~10 筆資料的時間比例關係圖



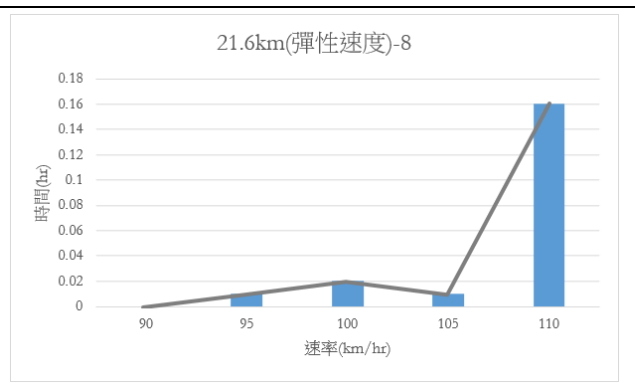
18.4km 第 11~15 筆資料的時間比例關係圖

我們又以 21.6km 為標的，析出 15 筆彈性速度資料。

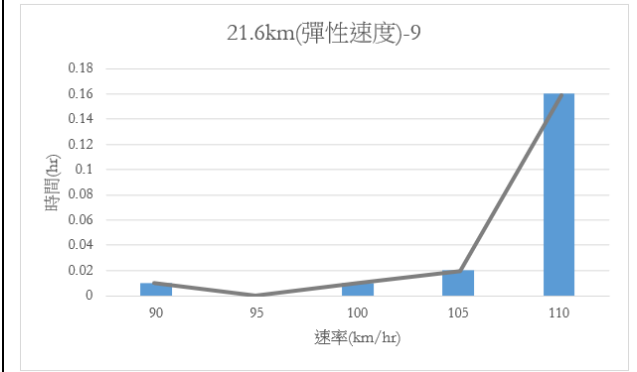
<p>21.6km(彈性速度)-1</p>	<p>21.6km(彈性速度)-2</p>
<p>有兩種速率 90、110km/hr，分別佔 0.02 和 0.18 小時。</p>	<p>有兩種速率 100、110km/hr，分別佔 0.04 和 0.16 小時。</p>
<p>21.6km(彈性速度)-3</p>	<p>21.6km(彈性速度)-4</p>
<p>有兩種速率 105、110km/hr，分別佔 0.08 和 0.12 小時。</p>	<p>有三種速率 95、100、110km/hr，分別佔 0.02、0.01 和 0.18 小時。</p>
<p>21.6km(彈性速度)-5</p>	<p>21.6km(彈性速度)-6</p>
<p>有三種速率 90、100、110km/hr，分別佔 0.01、0.02 和 0.17 小時。</p>	<p>有四種速率 90、95、105、110km/hr，分別佔 0.01、0.01、0.01 和 0.17 小時。</p>



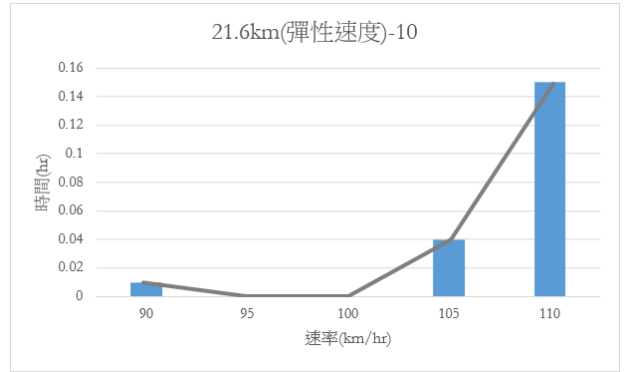
有三種速率 95、105、110km/hr，分別佔 0.02、0.02 和 0.16 小時。



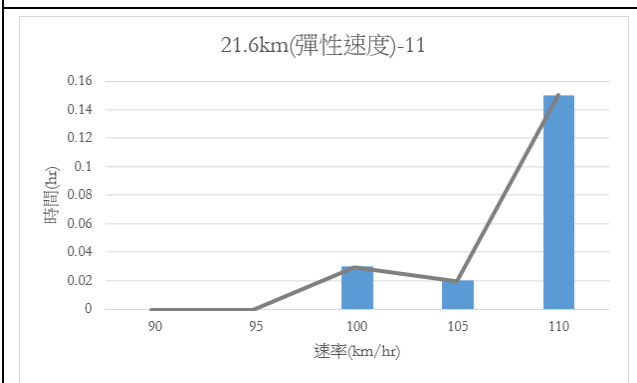
有四種速率 95、100、105、110km/hr，分別佔 0.01、0.02、0.01 和 0.16 小時。



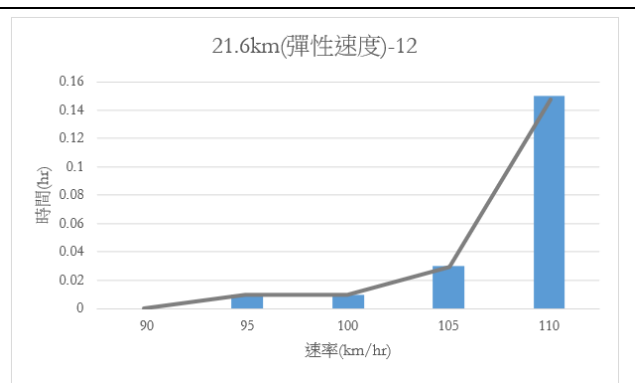
有四種速率 90、100、105、110km/hr，分別佔 0.01、0.01、0.02 和 0.16 小時。



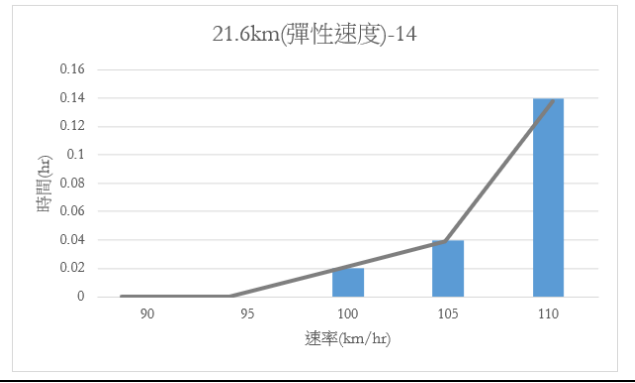
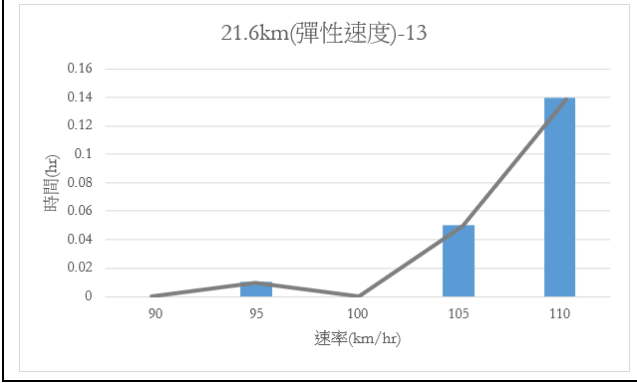
有三種速率 90、105、110km/hr，分別佔 0.01、0.04 和 0.15 小時。



有三種速率 100、105、110km/hr，分別佔 0.03、0.02 和 0.15 小時。

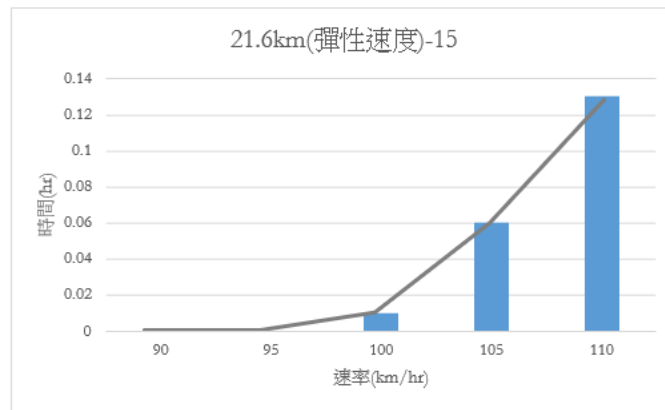


有四種速率 95、100、105、110km/hr，分別佔 0.01、0.01、0.03 和 0.15 小時。

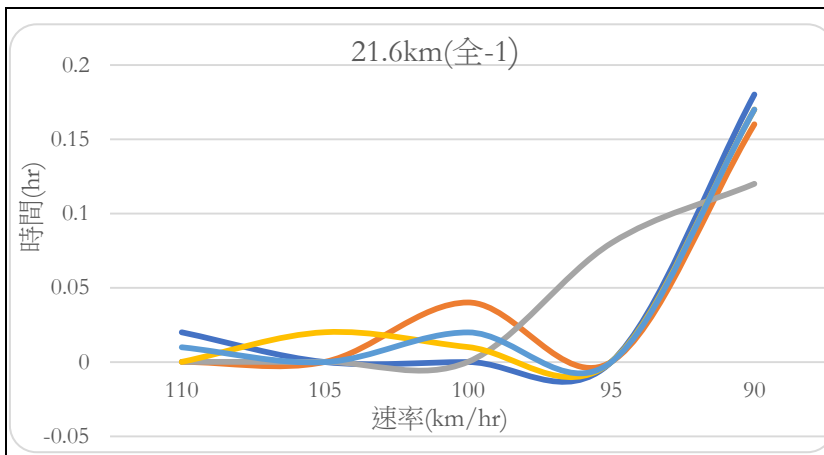


有三種速率 95、105、110km/hr，分別佔 0.01、0.05 和 0.14 小時。

有三種速率 100、105、110km/hr，分別佔 0.02、0.04 和 0.14 小時。

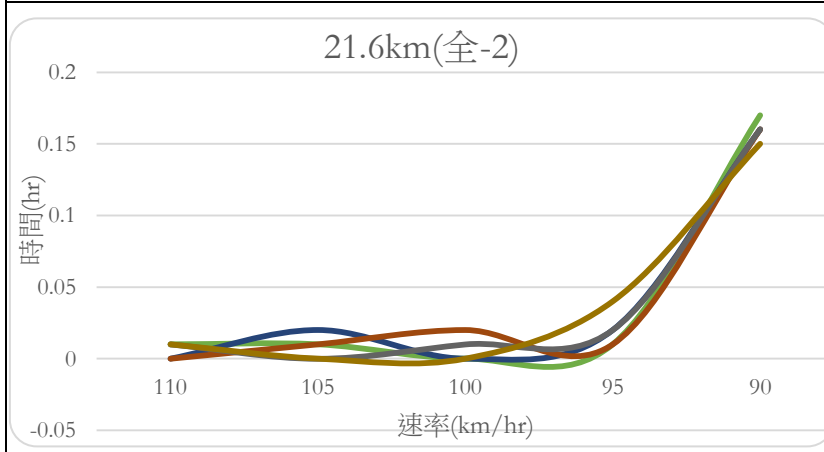


有三種速率 100、105、110km/hr，分別佔 0.01、0.06 和 0.13 小時。



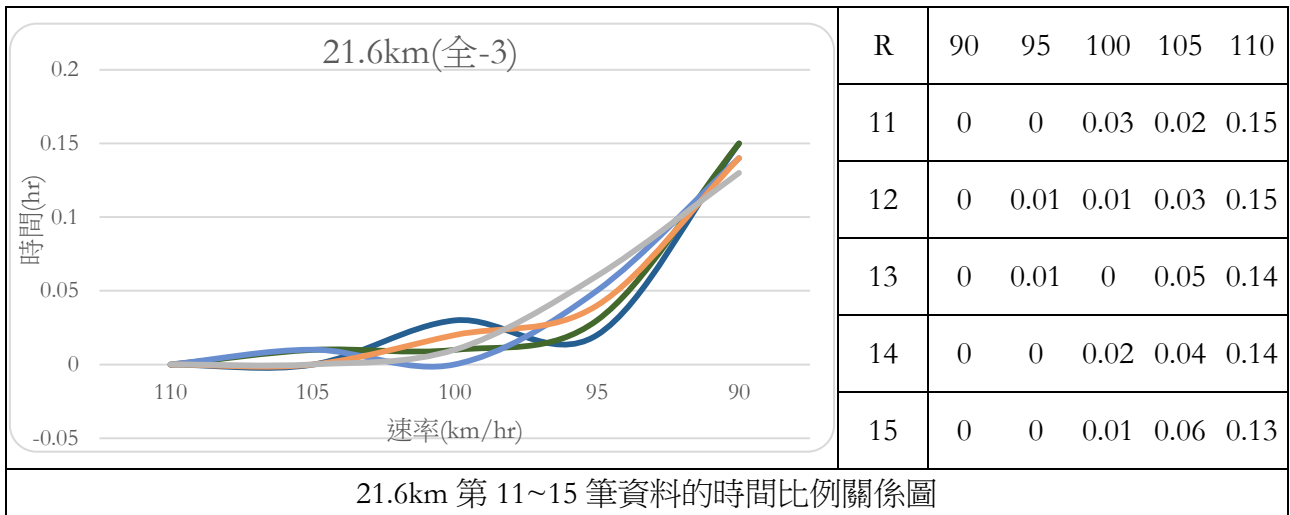
R	90	95	100	105	110
1	0.02	0	0	0	0.18
2	0	0	0.04	0	0.16
3	0	0	0	0.08	0.12
4	0	0.02	0.01	0	0.17
5	0.01	0	0.02	0	0.17

21.6km 第 1~5 筆資料的時間比例關係圖



R	90	95	100	105	110
6	0.01	0.01	0	0.01	0.17
7	0	0.02	0	0.02	0.16
8	0	0.01	0.02	0.01	0.16
9	0.01	0	0.01	0.02	0.16
10	0.01	0	0	0.04	0.15

21.6km 第 6~10 筆資料的時間比例關係圖



我們發現 18km、22km 以及 18.4km、22.6km 的時間分配比例圖皆呈現左右鏡像，因此我們推測不管是在定速或是彈性速度行駛下，距離相加為 40km 之兩數的時間分配比例圖，皆為鏡射。

柒、研究結論

- 一、交流道最多能容納車輛數根據平均車長可得 $N(879 + 100R) = 200D$ 。
- 二、本研究以高公局官方資料發展出彈性速率的最適結果，評估於 12 分鐘內行駛距離的 10606 種可能性。工具設置以 0.01 為分割單位，0.2 小時可以得到 21 個時間差。
- 三、以彈性速率行駛最適行車距離值為 D ， $18.05 \text{ km} \leq D \leq 21.95 \text{ km}$ ，以定速行駛的最適行車距離值為 D ： $18 \text{ km} \leq D \leq 22 \text{ km}$ 。

捌、參考文獻

維基百科。交流道。2023/02/13 引自

<https://zh.wikipedia.org/zh-w/%E4%BA%A4%E6%B5%81%E9%81%93>

1968 - 即時路況- 高速公路局網站。<https://1968.freeway.gov.tw/roadcctv>

國道地圖。高速公路局網站。<https://www.freeway.gov.tw/Publish.aspx?cnid=181>

運輸需求預測與分析。高速公路局。[https://www.freeway.gov.tw/Upload/200902/%E5%AE%9A%E7%A8%BF%E5%A0%B1%E5%91%8A%20\(9\).pdf](https://www.freeway.gov.tw/Upload/200902/%E5%AE%9A%E7%A8%BF%E5%A0%B1%E5%91%8A%20(9).pdf)