

102年公務人員高等考試三級考試試題

類 科：交通技術

科 目：交通控制

一、試解釋下列名詞：

(一)衝擊波 (shock wave)

(二)車道控制號誌 (lane control signal)

(三)高乘載收費車道 (High Occupancy Toll Lane, HOT lane)

(四)早開左轉時相 (leading left turn phase)

【擬答】：

(一)衝擊波 (shock wave)

兩種穩定車流互相衝擊，即出現不連續現象，此一不連續的交界面的時間空間運動，即為衝擊波。

(二)車道控制號誌 (lane control signal)

設置於隧道入口前及隧道內，用以指示隧道內某些車道通行、調撥、警示或封閉，以利事故處理及限制隧道內之車流量。

(三)高乘載收費車道 (High Occupancy Toll Lane, HOT lane)

高乘載車輛免付擁擠費或享折扣費率使用車道、非高乘載車輛則付全額費率的車道。

(四)早開左轉時相 (leading left turn phase)

設置於左轉車輛較多，且兩向交通流量懸殊之交岔路口者，可使用之時相設計。在該時相綠燈時段開始前，先開放左轉車先行一段時間，再開始綠燈時段。

二、在交通控制中，資料的蒐集與運用，是非常重要的一環。請說明市區交通控制 (street control) 的控制變數，如何透過偵測器資料來推估 (estimate) 這些控制變數。

【擬答】：

市區交通控制變數包含流量、速率、佔有率、等候線長度等。一般市區常以環路線圈偵測器蒐集推估交通控制變數。

(一)流量

車輛經過環路線圈偵測器，由電感量之變化可測得車輛之存在，登記單位時間內通過偵測器的車輛數得到流量。

(二)速率

1. 以單線圈偵測器收集速率資料時，需先設定「平均車長」，利用距離 (平均車長與偵測器長度之和)，除以車輛到達與離開偵測區域的時間差，求得車輛之現點速率：

$$V = \frac{L + d}{t}$$

V：車輛現點速率 (秒/公尺)

L：假設之平均車長 (公尺)

d：環路線圈長度 (公尺)

t：單線圈偵測器起始感應到結束感應之時間 (秒)。

2. 利用雙線圈偵測器收集速率資料，是以第一個線圈長度與第二個線圈間的距離，及車輛到達二個線圈之先後時間差，求算車輛現點速率：

$$V = \frac{d_{12} + d_1}{t_3 - t_1}$$

d_1 ：雙線圈偵測器中第一個線圈的長度 (公尺)；

d_{12} ：雙線圈偵測器中第一個線圈與第二個線圈間的距離 (公尺)；

t_1 ：車輛進入第一個線圈之起始時間 (秒)

t_3 ：車輛進入第二個線圈之起始時間 (秒)。

(三)佔有率

公職王歷屆試題 (102 高普考)

觀察時間內，偵測器被車輛佔有的時間比例，透過環路線圈偵測器可直接測量。

(四) 等後線長度

透過偵測器蒐集紅燈時停等紅燈的車輛數，做為時制設計的參考

以上交通控制變數的推估會受到偵測器位置的影響，例如偵測器位置不當，等候線長度超過偵測器時，將無法確實蒐集路口停等紅燈的車輛數。偵測器位置太接近上游路口，可能造成速率推估過高，而偵測器太過接近路口，可能造成速率推估過低。

三、在高快速公路交通控制中，匝道儀控為一項重要的控制手段，請回答下列問題：

(一) 匝道儀控可分成那些型式，優缺點為何？

(二) 交通感應式匝道儀控 (traffic-responsive ramp metering) 儀控率 (metering rate) 如何決定？

【擬答】：

(一) 匝道儀控型式

1. 定時儀控

儀控率係指利用匝道號誌調節進入高速公路車輛的流率。定時儀控所使用的號誌週期，參考事前歷史交通資料按不同日期與時間事先予以設定，依固定時制定時開放車輛進入高速公路，屬於疏解重現性交通壅塞所實施之預防性交通控制。

2. 交通感應式匝道儀控

交通感應儀控的觀念與定時儀控相似，差別在於交通感應儀控能夠即時偵測反應交通量情形，其儀控率並非預先設定，而是按照車輛偵測器的即時測定值，利用交通工程中車流行為理論，反應匝道上、下游路段之需求與容量關係，隨時加以調整，故事先必須先對控制範圍內的交通流量特性（或變數）有所了解。

(二) 交通感應式匝道儀控儀控率決定

1. 需求-容量控制法

此法之特色在於比較上游流量及下游容量之差距（即容許進入高速公路的流量），然後再依據此容許流入量計算出下一個控制時段（通常是 1 分鐘或 5 分鐘）的儀控率，如果上游流量超過下游之容量，則使用最小的儀控率（例如每分鐘 3 部車）。

2. 占量（密度）控制法

此種方法乃即時偵測入口匝道上游路段的占量，並利用此項資料來決定下一個控制時段（通常是 1 分鐘或 5 分鐘）的儀控率，對一固定的入口匝道而言，儀控率的大小可由流量及占量之關係圖來獲得，從關係圖中可知在一已知的容量下，只要測得占量即可求出相對應之流量，並可依據此流量推算出儀控率，且可應用此類方法，建立占量與儀控率之對照表。如此當實施匝道儀控時，只要測得即時之占量，便可立即由對照表中選定適當的儀控率。

四、許多交通控制軟體可以協助交通工程師設計交通號誌相關設定，如PASSER、Synchro、TRANSYT-7F、SIDRA、MAXBAND等，請以任何一種軟體為例，說明該交通控制軟體所需要的輸入資料、演算流程、輸出內容、實務應用上可能的問題。

【擬答】：

MAXBAND (MAXimal BANDwidth Optimization)

(一) 輸入資料

路口間距、流量、飽和流量、週期上下限、平均速率、最小綠燈時比。

(二) 演算流程

MAXBAND 屬於定性之最適化模式，適用幹道或迴路型網路，此模式係根據 Little 的連鎖號誌混和整數線性規劃理論，將各變數之間的關係，加以整合成一系列的限式，以雙向帶寬和作為目標函數，形成一整體最適化號誌設計程式。

(三) 輸出內容

最佳時制、幹道綠燈續進帶寬、等候線消散時間、時空圖等。

公職王歷屆試題 (102 高普考)

(四)實務應用上可能的問題

實務上有無法產生綠燈續進帶寬的情形。

五、兩個緊鄰路口距離為75 公尺，請根據附圖與資料設計一定時號誌 (Pre-timed Signal)，不限設計方法，假設資料中沒有大車，小汽車與機車的比例為1：1，請自行假設不足資料，詳細列出演算流程與計算步驟。

參考資料：

$$C_0 = \frac{[1.5 \times L + 5]}{1 - Y}$$

Webster 時制計算公式：

$$Y = \sum_{i=1}^n Y_i$$

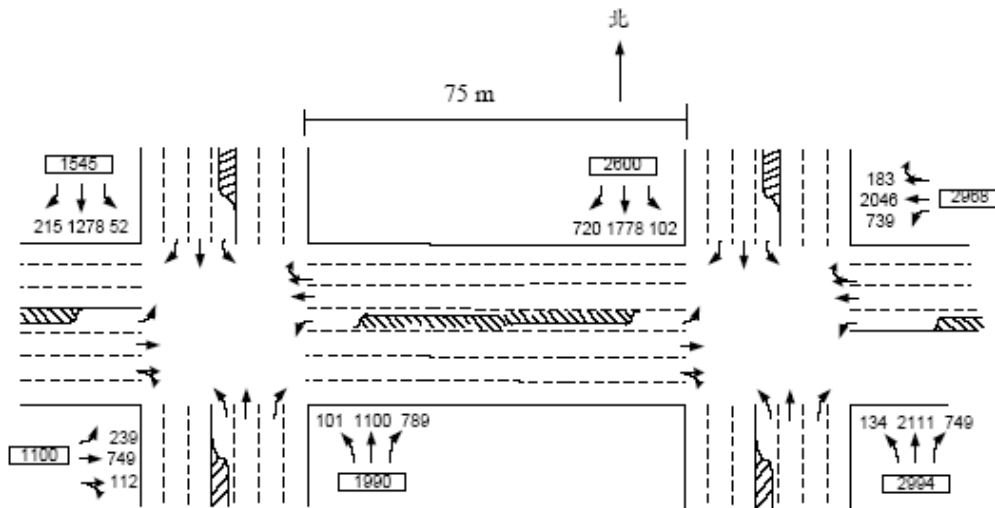
Y_i ：時相 i 中，最大流量對飽和流量的比值， $i = 1, 2, 3 \dots n$

Y ： Y_i 的總和

L ：每一週期的總損失時間 (秒)

C_0 ：最佳週期長度 (秒)

附圖：



【擬答】：

定義附圖左方的路口為 A 路口，右方的路口為 B 路口。為設計一個連鎖號誌，需先將兩路口的週期算出，取較大者做為共同週期，再利用兩路口的距離除以速率做為時差。

本題假設：

(一) AB 路口之間的車流，各方向流動比例並為提供，假設左直右各 1/3。

(二) 行車速限為 50KPH

(三) 小客車當量

轉向 \ 車種	小型車	機車
右轉	1.3	0.4
直行	1.0	0.3
左轉	1.5	0.5

(四) 假設兩路口的的外側車道均為直走右轉車道，飽合流率為 2300 (車輛/小時/車道)，其餘車道飽合流率為 1800 (車輛/小時/車道)。

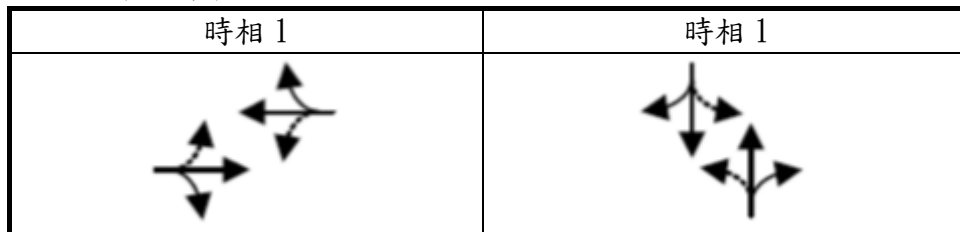
(五) 兩路口各時相的全紅時間為 2 秒，黃燈時間 3 秒，清道時間為 5 秒。

(六) 起動損失時間為 2 秒

步驟一：計算 A 路口週期

公職王歷屆試題 (102 高普考)

(一)時相設計，簡單二時相



(二)各車道群之交通量

時相	路口	方向	流量	飽和流率	流率比	臨界車道
1	東	左	682	1800	0.3789	●
		直	221.65	1800	0.1231	
		右	869.55	2300	0.3780	
	西	左	239	1800	0.1328	
		直	243.425	1800	0.1352	
		右	413.525	2300	0.1798	
2	南	左	101	1800	0.0561	
		直	357.5	1800	0.1986	
		右	1138.15	2300	0.4948	●
	北	左	52	1800	0.0289	
		直	415.35	1800	0.2308	
		右	587.35	2300	0.2554	

(三)計算每週期總損失時間

啟動損失給假設為 2 秒，清道損失以全紅 2 秒估計，總損失時間 $L=2(2+2)=8$ 秒

(四)計算總延滯最小週期

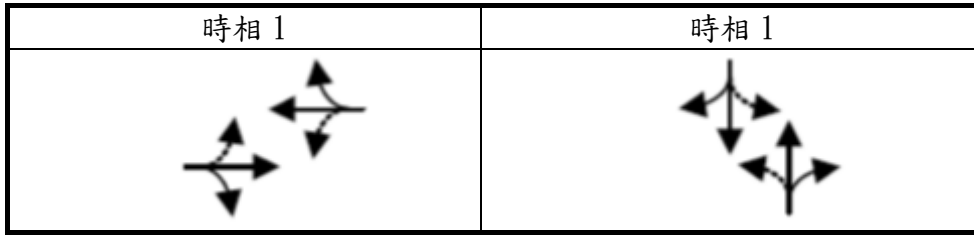
$$C_0 = \frac{(1.5 \times 8) + 5}{1 - (0.3789 + 0.4948)} = 134.6 \cong 135 \text{ 秒}$$

公職王

公職王歷屆試題 (102 高普考)

步驟二：計算 B 路口週期

(一)時相設計，簡單二時相



(二)各車道群之交通量

時相	路口	方向	流量	飽和流率	流率比	臨界車道
1	東	左	739	1800	0.4106	
		直	664.95	1800	0.3694	
		右	1025.1	2300	0.4457	●
	西	左	249.66	1800	0.1387	
		直	143.566	1800	0.0798	
		右	318.325	2300	0.1384	
2	南	左	134	1800	0.0744	
		直	686.075	1800	0.3812	
		右	1033.825	2300	0.4495	●
	北	左	102	1800	0.0567	
		直	577.85	1800	0.3210	
		右	1087.2	2300	0.4426	

(三)計算每週期總損失時間

啟動損失給假設為 2 秒，清道損失以全紅 2 秒估計，總損失時間 $L=2(2+2)=8$ 秒

(四)計算總延滯最小週期

$$C_0 = \frac{(1.5 \times 8) + 5}{1 - (0.4457 + 0.4495)} = 162.2137 \approx 165 \text{ 秒}$$

步驟三、決定共同週期

由於 B 路口週期較長 (165 秒)，訂為兩路口之共同週期。

步驟四、提出時制計畫

$$g_{ei} = g_e \frac{y_i}{\sum y}$$

(一) A 路口

總有效綠燈時間 = $165 - 8 = 157$ (秒)

時相 1 有效綠燈時間 $157 \times \frac{0.3789}{(0.3789+0.4948)} \approx 67$ 秒

時相 2 有效綠燈時間：90 秒

$$g_i = g_{ei} - A_i + L_{t,i}$$

時相 1 綠燈時間 $67 - 5 + 4 = 66$ 秒

時相 2 綠燈時間 $90 - 5 + 4 = 89$ 秒

A 路口時制計畫

週期 165 秒

時相 1：綠燈時間 66 秒，全紅 2 秒，黃燈 3 秒，紅燈 94 秒

時相 2：綠燈時間 89 秒，全紅 2 秒，黃燈 3 秒，紅燈 71 秒

(二) B 路口

公職王歷屆試題 (102 高普考)

總有效綠燈時間 = 165-8 = 157 (秒)

時相 1 有效綠燈時間 $157 \times \frac{0.4457}{(0.4457+0.4495)} \approx 78$ 秒

時相 2 有效綠燈時間：79 秒

$$g_i = g_{at} - A_i + L_{t,i}$$

時相 1 綠燈時間 78-5+4=77 秒

時相 2 綠燈時間 79-5+4=78 秒

B 路口時制計畫

週期 157 秒

時相 1：綠燈時間 77 秒，全紅 2 秒，黃燈 3 秒，紅燈 83 秒

時相 2：綠燈時間 78 秒，全紅 2 秒，黃燈 3 秒，紅燈 82 秒

(三)兩路口時差

50KPH=13.8889m/s

$$\frac{75m}{13.8889m/s} \approx 6s$$

時差訂 6 秒

公
職
王