

105 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、起迄交通量 (origin-destination flows) 為大範圍路網行車分流導引重要之依據，以往囿於調查技術，無法進行長期、大規模且可靠的資料蒐集。隨科技的進步與普遍應用，已逐漸能夠克服上述困難。例如透過行動通訊裝置的大數據蒐集與分析，可以獲得行車起迄及路徑資料。然而透過第三方進行資料蒐集，基於便利性、專業性及個人資料保護等因素，尚存在諸多疑慮，因此於路側 (roadside) 安裝偵測設備自行蒐集，仍為目前國內所普遍採用的模式。在純粹使用路側設備的情況下，目前有那幾種技術可用來長期蒐集所有公路的起迄交通量及行駛路徑資料？其蒐集方法為何？並由所蒐集資料品質的角度，分析其優缺點。(20 分)

【擬答】

(一)路側設備設備蒐集公路的起迄交通量及行駛路徑資料技術

1. 路段偵測器

利用所測得之流量資訊來反推起迄交通量，其演算法如卡門濾波法、數學規劃法、最大概似法，以及最小平方法等。惟由於以路段流量反推起迄交通量矩陣時，面臨求解變數數量 (即起迄流量) 遠超過路段流量關係式，所以無法聯立求解，故必須搭配用路人行為、統計貝氏理論或歷史起迄矩陣等假設資訊之輔助，方能加以求解。

2. 車輛自動辨識系統

基於車牌之獨一性，利用影像辨識技術，自動記錄通過之車牌，作為自動收費或自動執法之依據。而透過兩座以上 LRS 之儲存車牌資料之比對，更可提供某一車輛之行跡，作為旅行時間 (旅行速度) 估計之基礎。除此之外，更重要的是，這些車牌記錄資料也能提供較路段流量更有效之交通資訊，提高起迄交通量之關係式，有助於起迄流量之精準估計。車輛自動辨識系統依照辨識技術不同可分為直接式車輛自動辨識系統與電子式車輛自動辨識系統。

(1)直接式車輛自動辨識系統為透過影像處理技術直接對車輛之車牌進行辨識。整體系統架構為影像處理系統、路側電腦系統、錄影系統與主電腦系統等。而車牌辨識的流程為偵測到車輛進入系統的範圍時，即啟動 CCTV (Close Circuit Television) 監控攝影機擷取車輛影像直至離開，再根據 CCTV 監控攝影機所擷取之車輛畫面，由系統進行影像處理，以分離出影像中之車牌部分，此為車牌抽出；最後，根據前一步驟所鎖定之車牌畫面，針對車號逐一加以辨識，並將辨識出之車牌傳送至主電腦系統，以便進行後續作業，即完成車輛辨識作業。

(2)電子式車輛自動辨識系統依擷取資料技術不同，分為雷射光、紅外線及無線電 (微波) 等三類。雷射光系統之技術原理是利用道路側邊的雷射掃瞄器發出雷射光，並掃瞄貼於擋風玻璃或車旁之條碼以取得車輛資料。

(二)優缺點分析

1. 路段偵測器

演算法均有其假設前提與限制條件，無法適用於所有狀況，也難以保證其求解精確度。

2. 車牌辨識系統

(1)直接式車輛自動辨識系統

影像辨識易受干擾，如車牌被其他車輛遮蔽、車牌模糊、刻意覆蓋車牌或車輛行駛位置超出攝影範圍，故無法將全數通過車輛辨認出且容易受光線強度影響其正確性。

(2)電子式車輛自動辨識系統

①雷射光系統

雷射光系統之條碼易於偽造、系統受天候與揚塵影響、再加上掃描器須與車輛較為靠近等缺點。

②無線電 (微波) / 紅外線

無線電(微波)系統及紅外線系統的優點是通訊距離較長,且讀取速度較快,但無線電(微波)系統設計較為複雜,而紅外線系統須主動偵測車輛,且當車輛密度較高時,會造成訊號相互干擾的現象。

【參考文獻】

邱裕鈞、艾嘉銘、范智超「用於起迄交通量預估之車牌辨識系統區位規劃問題」,九十四年道路交通安全與執法研討會,中華民國94年9月。

網路資料:http://www.mem.com.tw/article_content.asp?sn=0701020883

二、目前國內高速公路電子收費系統(ETC)係採用 eTag 進行車輛的辨識與里程計費,近來各政府部門則進一步將 eTag 應用到其他公路,作為蒐集交通資料的重要工具,儼然有取代車輛偵測器的趨勢。然而,車輛偵測器不僅可用於交通資料的蒐集,尚可應用於交通的控制,此項功能 eTag 暫時無法取代。試以感應線圈式車輛偵測器(inductive loop detector,或稱環路線圈式車輛偵測器)為例,列舉其在獨立路口實施交通感應式號誌控制(traffic-responsive signal control)可能之應用,並說明其佈設方式及作用原理。(20分)

【擬答】

(註:本題所指涉之交通感應式號誌控制(traffic-responsive signal control)按題意應為一般教科書內容中的觸控號誌控制(traffic-actuated signal control),個人以為本題之英文專有名詞誤植。)

道路交通標誌標線號誌設置規則第217條,有關交通感應控制方法,用於交通量變化顯著且無規律,或幹支道交通量懸殊之地點,由設於道路上之感應器偵測車輛到達狀況,以號誌控制器預設之程序,即時變換燈號。其應用方式分為半交通感應控制及全交通感應控制:

(一)半交通感應控制

1.佈設方式

使用於幹、支道交通量相差懸殊,且支道交通量變化甚大之地點。其感應器僅設於支道上。

2.作用原理

- (1)偵測器係裝設於次要道路上,使主要道路的綠燈經常開放,僅當次要道路上確有車輛通行需求時,才將主要道路上的綠燈時間關閉,而讓次要道路上的車輛通行。
- (2)主要道路有最短綠燈時段的規定,次要道路上則有最長綠燈時段的限制;亦即主要道路上每次綠燈時段至少可通過若干車輛後,再依需要讓給次要道路;而次要道路上通過若干車輛之後,即使尚有車輛未能通過,仍然必須停等下來,而讓主要道路上的車輛優先通行。
- (3)主要道路上沒有最長綠燈時段限制,且除非受到次要道路上車輛的到達感應,方將其綠燈轉移。
- (4)次要道路上綠燈始亮前有一最短時段的規定,亦即次要道路上的車輛於偵測器受到感應後,仍須經過一段最短時間,始能實現其綠燈。
- (5)次要道路上受車輛感應而顯現綠燈後,倘仍繼續受到車輛感應,則綠燈可持續至達最大綠燈之限制為止。如次要道路上的綠燈超過最長開放時間後,仍有車輛尚未通過,則仍須將綠燈開放給主要道路。另由控制器之「記憶設備」將尚未通過而在次要道路臨近路段上繼續停等的車輛數加以記憶,待主要道路之最短綠燈時段開放完畢後,再轉給次要道路開放綠燈,而使前次綠燈結束時停等的車輛完全通過。
- (6)各方向自綠燈轉變為紅燈時,均應經預先設定的清道時段,以供清理正在通過路口的車輛。

(二)全交通感應控制

1.佈設方式

使用於幹、支道交通量相近但變化甚大且不規律之地點。其感應器設於各幹、支道上。

2.作用原理

- (1)全觸動號誌係應用於交通量變動起伏甚大之獨立交叉路口,其偵測器應設置在連接交叉路口的各個臨近路段上。

公職王歷屆試題 (105 高考三級)

- (2)每一處臨近路段上之偵測器在感應到車輛後，該方向的綠燈並不能立即顯現，而均須經過一段預定的最短時間，以供該方向綠燈始亮前車輛等待通過之用。
- (3)每一處臨近路段上，綠燈時段皆有“最長”時間的限制，過了這最長時間限制之後即會自行關閉，以供競爭方向的車輛通行，但若競爭方向並無車輛觸動，則將繼續保持綠燈，直至競爭方向受到觸動，方始切換綠燈。
- (4)每一方向均有黃燈時間，以作為從綠燈轉換為紅燈前之緩衝時間。

三、速限可變標誌 (changeable speed limit sign) 為高速公路上經常使用的交通控制設備，並隨控制目的的不同，常設置於特定路段或地點，其中又以易壅塞路段較為常見。採用速限可變標誌於高速公路壅塞狀況下實施速率控制時，其控制策略的著眼點為何？並請詳述其理由。

(20 分)

【擬答】

- (一)高速公路壅塞狀況下速率控制策略
建議駕駛者以適當得速率行駛以穩定車流。
- (二)理由

高速公路主線上，不均質的車流往往造成車流造成壅塞或是壅塞擴大的主要原因。當流量接近公路容量時，車隊中的一些小擾動，就會影響到車流的平順運行，而造成衝擊波的效應，如此便使得後方車流的運行受到干擾，而造成車流壅塞之形成與擴大。因此如果採用適當的速率控制策略來建議駕駛者，使駕駛者趨向以適當的速度行駛，如此即可減少不穩定的情形發生和舒緩衝擊波效應，以達到順暢的交通流。因此，必須利用速限可變標誌去配合動態最佳化速限控制模式，使行車效率最大化。

【參考文獻】

盧彥聰，「高速公路速率漸變控制策略之研究」，台灣大學土木工程研究所碩士論文，中華民國 99 年 6 月

四、號誌連鎖 (signal coordination) 為幹道路口號誌控制所經常採用的方式之一，亦為近年來國內各縣市號誌時制重整 (re-timing) 的重點。號誌連鎖控制的主要目的為何？請詳述之。另實施號誌連鎖時，原則上群組內所有路口均具有相同的號誌週期時間，但有時某些次要路口的週期時間可視狀況酌予減半。然而就連鎖幹道上同一行車方向而言，群組內所有路口的綠燈時間是否亦須一致，亦即續進帶寬 (bandwidth) 是否亦須保持固定？其理由何在？試說明之。(20 分)

【擬答】

- (一)號誌連鎖控制的主要目的
市區相鄰之路口如距離甚近，彼此間之車流到達將互受其上游路口號誌時制之影響，而呈「車隊到達」現象，此時如不設法調整〈並維持〉彼此間之號誌時差關係，使車隊順利通過各路口，勢將導致各路口交控績效的起落不定。是故，如欲調整〈並維持〉一群相鄰路口之號誌間時差關係，即需實施該號誌群組之號誌連鎖。
- (二)號誌群組綠燈

號誌群組路口均具有相同的號誌週期時間，但其綠燈時間並不須一致，可視交通量而定。由於其共同週期長度是以臨界路口交通量做設計，有可能導致群組內其他路口週期時間過長。實務上，號誌連鎖群組路口常以共同週期的因數做為週期時間 (例如半週期)，惟此做法必須考慮實際路口狀況，包含道路幾何、行人流量、時制計畫等等因素。以半週期為例，實施半週期的路口需要兩個週期方能續進一次，其街廓長度必需要能容納上游路口到達的車輛，以免車隊延伸至上游路口導致回堵。另外也需考慮行人交通量，以確保綠燈時間足夠行人通行 (需大於最小綠燈時間)。

【參考文獻】

何志宏，「連鎖交控策略與動態查表時制設計」，鼎漢國際工程顧問公司交控專題演講投影片資料，中華民國 94 年 11 月

公職王歷屆試題 (105 高考三級)

五、高速公路某入口匝道其上、下游主線路段皆為 3 車道，且車流平均速率 (km/h) 與密度 k (veh/km) 間之關係皆符合 Greenshields 模式如下：

$$\bar{u} = 85 \left(1 - \frac{k}{348} \right)$$

今由上游路段之車輛偵測器測得車流量為 6,400 veh/h，此時上游路段之車流狀況為何？請詳述各種可能狀況及其理由。若依據所判斷之各種車流狀況進行匝道儀控 (ramp metering)，則其儀控率 (metering rate) 最大可分別為多少？(20 分)

【擬答】

(一) 上游路段之車流狀況

Greenshields 模式為：

$$\bar{u} = u_f \left(1 - \frac{k}{k_j} \right) = 85 \left(1 - \frac{k}{348} \right)$$

$$q = k \times \bar{u} = k \times u_f \left(1 - \frac{k}{k_j} \right)$$

$$\Leftrightarrow \frac{\partial q}{\partial k} = u_f - \frac{2k \times u_f}{k_j} = 0$$

$$\rightarrow k^* (\text{臨界密度}) = \frac{k_j}{2} = 174 \text{ (veh/km)}$$

$$\rightarrow u^* (\text{臨界速率}) = \frac{u_f}{2} = 42.5 \text{ (km/h)}$$

$$\rightarrow q^* (\text{容量}) = \frac{k_j u_f}{4} = 7395 \text{ (veh/h)}$$

$$q = k \times \bar{u}$$

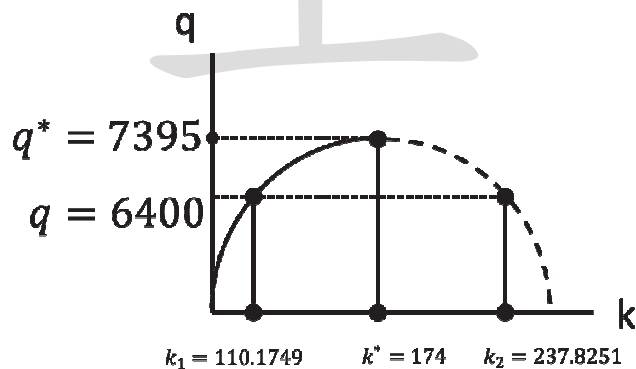
今由上游路段之車輛偵測器測得車流量為 6,400 veh/h：

$$q = k \times \bar{u}$$

$$\rightarrow 6400 = k \times u_f \left(1 - \frac{k}{k_j} \right)$$

$$= 85k - \frac{85k^2}{348}$$

求解密度(k)可知在流量(q)為 6400 的情況下，有兩種可能的車流狀況



1. $k_1 = 110.1749 \text{ (veh/km)} < k^* = 174 \text{ (veh/km)}$ ，穩定車流。

2. $k_1 = 110.1749 \text{ (veh/km)} < k^* = 237.8251 \text{ (veh/km)}$ ，強迫性車流。

(二) 儀控率

1. $k_1 = 110.1749$ ，此時為穩定車流，儀控率為：

$$7395 \text{ (veh/h)} - 6400 \text{ (veh/h)} = 995 \text{ (veh/h)}$$

2. $k_2 = 237.8251$ ，此時為強迫性車流，儀控率為 0(匝道封閉)或使用最低儀控率。

公
職
王