

106 年公務人員普通考試試題

類科：交通技術

科目：交通控制概要

一、請說明交通號誌時制中黃燈時間的設置目的為何？及說明其計算公式為何？並說明黃燈計算公式是如何推導出來的？（25 分）

【擬答】

各國對清道時間的規定，因國情而有所不同，其基本組成有四種，即黃燈、黃燈＋全紅（我國）、閃光綠燈＋黃燈，與黃燈＋全紅-橫向黃燈並亮。我國目前所使用推導清道時間的公式，係 Gazis、Herman 與 Maradudin（1960）考量猶豫區間推導而來，當時所指清道時間為黃燈。

(一)清道時間（此指黃燈，非我國規定之黃燈＋全紅）設置目的

當綠燈結束時，為讓已進入交叉路口內之車流繼續通過以淨空路口，供下一時相綠燈方向車流使用之時間，稱為清道時間。

(二)清道時間前項計算公式：

$$A = \delta + \frac{v_o}{2a^*} + \frac{w + L}{v_o}$$

其中：

v_o ：車輛接近路口速率（假設為等速）

δ ：駕駛者反應時間

a^* ：可使車輛安全而舒適煞停之減速度

A ：燈號轉換時間

w ：路口有效寬度

L ：車輛長度

(三)公式推導過程

當 $x_c > x_0$ 即產生猶豫區間， x_c 為駕駛者從黃燈始亮決定開始剎車，而安全且舒適地煞停於停止線前所需之最短距離，稱為煞停距離（Stopping Distance），公式如下：

$$x_c = v_o \delta + \frac{v_o^2}{2a^*}$$

x_0 為安全且不加速通過路口條件下，黃燈始亮時車輛與停止線之最長距離，計算方式如式，稱為黃燈清道距離，公式如下：

$$x_0 = v_o A - (w + L)$$

使 $x_0 = x_c$ ，即屬於最佳設計結果，此時可推算出所需之最小燈號轉換時間 A 如式：

$$\text{令 } x_c = x_0$$

$$\rightarrow v_o \delta + \frac{v_o^2}{2a^*} = v_o A - (w + L)$$

$$\rightarrow \delta + \frac{v_o}{2a^*} = A - \frac{(w + L)}{v_o}$$

$$\rightarrow A = \delta + \frac{v_o}{2a^*} + \frac{w + L}{v_o}$$

二、請說明何謂有效綠燈時間？並請列出公式來說明有效綠燈與號誌燈實際顯示的綠燈時間的關係？並說明在已知週期時，如何使用流率比（Flow ratio）分配各時相之有效綠燈時間？（25 分）

【擬答】

(一)有效綠燈時間（Effective Green Time）：

一時相中車流可有效使用之通行時間，一般為綠燈加清道時間減損失時間。

(二)有效綠燈時間公式：

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

其中，

g_{ei} ：時相 i 有效綠燈時間。

g_i ：時相 i 實際顯示的綠燈時間。

A_i ：時相 i 清道時間。

$L_{t,i}$ ：時相 i 總損失（啟動損失加清道損失）

(三)使用流率比 (Flow ratio) 分配各時相之有效綠燈時間，分配的原則乃是令各時相中臨界車道群飽和度相同，如此一來各時相中臨界車道群之壅塞程度相同，不會有一時相產生過大的延滯。公式如下：

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

其中，

g_e ：號誌週期之總有效綠燈，為週期時間減去所有時相之總損失時間。

y_i ：時相 i 支流率比，為時相 i 之臨界車道群交通量 (v_i) 除以臨界車道群之飽和流率 (s_i)

三、目前我國普遍採用 TOD (Time of Day) 的時制選取或動態查表方式來決定號誌時制，但不能一直只用一套號誌時制，請說明什麼原因會造成需要使用不同的號誌時制，以致必須要設計時制轉換邏輯？(25 分)

【擬答】

(一)定時式控制

定時式控制 (Pretimed Signal Control) 主要係依據既定的時制轉換時程，來變動號誌時制計畫，所變動的時制計畫順序與時制計畫執行時間長短，乃是依據過去的交通量變化型態預先加以設定。其特色為將每日劃分為不同的時段，每一時段依其已知之交通型態來設計特殊的時制 (TOD)，而每天亦可排定不同的時程 (DOW)，如此週而復始地循環運作。此種控制策略較適合於每日 (週) 各時段之交通流量十分穩定或經常處於飽和狀態之道路群組來實施。定時控制之號誌時制的主要構成因素包括週期長度、各時相長度、時相數目與順序三項。

(二)控制時段的切分方法

在定時式號誌控制系統中，控制時段的切分主要可分為兩種方法。第一種方法係基於一天中的最大控制時段數量，因此其時段切分，亦應以此數量為其上限；此時最佳的時段切分方式，乃是求使切分後各控制時段內流量變化之變異值為最小。而所求得之最佳時段數量，既不得超過其上限，又應使各控制時段內之流量變異值儘量相等。第二種方法係基於各控制時段內的最大流量變異值為已知，因此，可自每一天的凌晨時分開始，每當連續時段的交通流量變異值超過此最大值時，即應切分至另一個新的控制時段，如此繼續進行，直至將一整天的時間都切分完畢為止。

四、請說明何謂交叉口觸動號誌 (actuated signal，或稱交通感應號誌)？其中何謂半觸動與全觸動號誌？在以間距 (headway) 為準則的觸動號誌，如何決定此一間距門檻值？並說明何謂 Volume-Density-Control (交通量—密度控制) 方法？(25 分)

【擬答】

(一)觸動號誌

用於交通量變化顯著且無規律之地點，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

(二)半觸與全觸動號誌

1. 半觸控

此項控制策略係在流量相差懸殊且交通量不穩定的支道上安裝車輛偵測器，而幹道上則給予長綠的路權，直到支道被偵測出有車輛通過時，幹道路燈才會中斷；此項控制策略即稱為「半觸動控制」(Semi-actuated Control)。

2. 全觸控

全觸動交通號誌控制，其各臨近路段上綠燈號誌的開關係由控制器根據各臨近路段上的實際交通需求，來控制綠燈的顯示時間。在獨立路口中，若從各方向駛向路口的交通量大致相同，惟分配情形變化不定者，即適合以全觸動號誌來管制路口車流的行進。

(三) 何決定間距（單位延長時間）門檻值

係允許車輛在通過偵測器之後，能夠順利通過路口所需的時間，此時偵測器的設置位置須與路口停止線間隔一段距離。

1. 欲使號誌控制之效率達到最大，單位延長時間應儘可能地縮短，而無需考慮尚未形成車隊之零散車輛。
2. 單位延長時段可視為一個間距（Gap）來加以設計，此時只要車輛連續通過偵測器之間距，小於所設定的單位延長時段，就可延長其路權之使用，但仍以最長綠燈為其上限。
3. 單位延長時段與可允許的間距值（Allowable Gap）相等；可允許的間距值乃根據“跟車特性觀察”（Car-following Observations）與停等於紅燈之駕駛人反應而得。所謂“跟車特性觀察”係指車輛在車隊中，以平均車頭間距（Headways）2~3 秒行進。而考量紅燈停等中的駕駛人感受：在綠燈行進中的車輛車頭間距若訂為 5 秒，將顯得缺乏效率。此數值顯示出駕駛人從停止狀態到通過路口，對於車隊紓解間距的容忍程度；較適當的可允許間距應訂為 3~5 秒，若欲使系統的運作快些，則可將允許之間距值縮短至 3~4 秒。國內出版之號誌規劃手冊係將單位延長時段之範圍訂為 3~5 秒，一般之設計值為 4 秒。

(四) 交通量-密度控制方法

（參考交通部運輸研究所出國報告「號誌化路口車輛觸動控制方法」，孔垂昌副研究員著。）

流量-密度式控制本質上與全觸動式控制系統相同，但卻具有附設的需求回應結構（Demand Responsive Features）。流量-密度式控制在應用上，可分為遞減單位延長時間（Gap Reduction）、與可變起始綠燈時間（Variable Initial）2 類，提供觸動控制更大的變化彈性，目的是使觸動控制的車輛延滯更小，運作更有效率，說明如下：

1. 遞減單位延長時間

(1) 參數：

在觸動號誌控制器內建有單位延長時間遞減的功能，其需設定遞減開始時間、遞減時段長度、與最小單位延長時間等參數。

(2) 適用：

適用於高流量的路口高流量時，可能停等車隊尚未紓解完畢，上游到達車輛群已抵達車隊尾端，因此偵測器無法以車間距分辨通過偵測器的車輛，是屬於初始停等車隊或是後來到達車輛群。使用者可先使用較大的單位延長時間，並依設定逐漸調降單位延長時間，讓系統易截斷綠燈時間。

2. 可變起始綠燈時間

(1) 參數：

單位增加起始時間、最大起始時間與最小起始時間。

(2) 適用：

適用於低流量時，由於起始綠燈時間設定了時相最小綠燈時間，即使只有極少的車輛需求，競爭時相仍需等待最小綠燈時間結束才能獲得綠燈時相，低流量時相當浪費，因此發展出可變起始綠燈時間的運作邏輯，讓偵測器記住在紅燈時段通過的車輛數，並據以調整起始綠燈時間，