

111 年公務人員普通考試試題

類科：交通技術
科目：交通工程概要

王瀚老師

一、車流特性 (characteristics) 用以描述路段車流的行為與特徵，並可作為服務水準評估與交通控制的重要依據。試分別由微觀 (microscopic) 與巨觀 (macroscopic) 兩種角度，說明路段車流特性之種類及其意義。(25 分)

《考題難易》★
《使用法條》or《使用學說》車流理論

【擬答】

(一)車流特性參數

車流的重要參數，計有流量、密度、速率、占有率、集中度、車頭距、車間程等，除後二者屬微觀量測值外，其餘均為巨觀量測值。

1. 流量：定義為「車流在單位時間內通過道路某定點的車數」，單位為「車/小時」。
2. 密度：定義為「車流某瞬間分布在道路單位長度內的車輛數」，單位為「車/公里」。
3. 速率分成微觀的現點速率，及巨觀的時間平均速率與空間平均速率，不論是微觀或巨觀的速率，單位均為「公里/小時」。現點速率定義為「個別車輛通過道路某定點的速率」，由於車輛行經道路任一點的速率可能均不同，因此必須指出觀測定點；時間平均速率定義為「車流在單位時間內通過道路某定點各車輛速率的平均值」，係針對一組微觀現點速率樣本取其算術平均的結果；空間平均速率定義為「車流分布在道路某段範圍內某瞬間各車輛速率的平均值」，係針對取樣範圍（某長度路段）內各車輛某瞬間的速率樣本取其算術平均的結果。
4. 占有率：定義為「車流在單位時間內占有道路某短距區段的時間比例」，不論觀測時間多長，其單位均為「百分比 (%)」。一般取得占有率資料，再經適當轉換可得密度值。
5. 車頭距：定義為「連續兩輛車之同一參考點通過道路某定點的時間差」，單位為「秒/車」。車輛參考點一般可取車輛的最前緣（前緩衝桿）或最後緣（後緩衝桿）；道路定點依用途而不同，如設於號誌交岔路口的停止線，則此一觀測值反映車輛連續起動間隔時間的分布，可用以估算綠燈疏解時的飽和流率 (saturation flow rate)。平均車頭距的倒數即為流量。
6. 車間程：定義為「連續兩輛車之同一參考點某瞬間在道路上的間隔距離」，單位為「公尺/車」。車間程包含前車的全長，及前車後緣與後車前緣的間隙，且可以是運動中或停止狀態。平均車間程的倒數即為密度。

(二)車流特性之種類及意義

1. 巨觀 (macroscopic) 車流特性

著重於描述車流三大特性參數：流量、密度及速率間的關係，係以某一段時間內或某一路段內之車流總量或平均的總體行為為觀測重點巨觀車流理論旨在建立流量、速率及密度三大參數間之函數關係。而此函數關係又稱為交通流模式 (traffic stream models)。

2. 微觀 (microscopic) 車流特性：

著重於描述在時間-空間下個別駕駛人因應前方車輛狀況之反應行為。微觀車流模式係利用期望速率、間程、相對速率，以及駕駛者反應時間等參、變數模化單一車輛的駕駛。

二、找尋路段容量 (capacity) 最直接的方法，即是至現場調查交通資料，再透過分析得知。一般常採用那些車流巨觀資料進行容量分析？又如何分析？試說明之。(25 分)

《考題難易》★
《使用法條》or《使用學說》車流理論

【擬答】

(一)計算容量時所需之巨觀車流車數

1. 流量 (q)：定義為「車流在單位時間內通過道路某定點的車數」，單位為「車/小時」。

公職王歷屆試題 (111 普考)

2. 密度 (k)：定義為「車流某瞬間分布在道路單位長度內的車輛數」，單位為「車/公里」。
3. 空間平均速率(SMS)：定義為「車流分布在道路某段範圍內某瞬間各車輛速率的平均值」，係針對取樣範圍（某長度路段）內各車輛某瞬間的速率樣本取其算術平均的結果。一般透過路點調查方式蒐集點速率，可透過以下兩種方式計算空間平均速率：
 - (1) 現點速率的調和平均數為空間平均速率

$$SMS = \frac{1}{\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \frac{1}{u_{ti}}}$$

u_{ti} ：現點速率

n ：觀察之車輛數

- (2) 車輛偵測器推估空間平均速率

$$SMS = \frac{nD}{\sum_{i=1}^n t_i}$$

D ：平均有效車長(平均車長 + 偵測器長度)

t_i ：偵測器感應時間長度

- (3) 近似公式

$$SMS \approx TMS - \frac{\sigma_{TMS}^2}{TMS}$$

TMS ：時間平均速率

σ_{TMS}^2 ：現點速率計算之變異數

密度 (k)：透過車流三大參數關係式得之

(二) 巨觀車流容量分析步驟

1. 透過路點調查蒐集流量及空間平均速率樣本，空間平均速率推估方式如前述。
2. 推估路段密度

$$k = q / SMS$$

3. 利用流量密度函數關係建立車流模式
4. 選取適合之模式，考慮因素如下

- (1) 模式支配數及解釋能力 (R^2)

- (2) 其他考慮條件，例如若採用 Greenberg 車流模式無法求取自由車流速率：採用 Underwood 無法求取擁擠密度

5. 透過車流模式求取流量及密度的函式，並藉此函式求取最大流量值，即容量。

$$q = k * SMS$$

三、駕駛人特性最能展現在跟車行為上，通用汽車 (General Motors, GM) 研究團隊根據人類刺激 (stimuli) - 反應 (response) 之基本行為，逐步建構出 5 代跟車模式。試問 GM 團隊所依據的基本行為模式為何？又如何將駕駛人特性轉換到跟車模式上。(25 分)

《考題難易》★

《使用法條》or 《使用學說》車流理論

【擬答】

GM 模式的基本概念為刺激反應方程式，主要觀念是駕駛者的反應與來自於外界的刺激變化有函數關係，外界刺激越大則駕駛反應也越大，其基本假設為不考量駕駛者超車和變換車道的行為。而 GM 模式即是利用刺激—反應函式的概念先後發展了五代的跟車模式。其認為後車的駕駛者會因前車的刺激，如：速度變化、相對間距或後車(自身)速度等因素而有所反應，如：後車的加、減速。

(一) GM 模式

1. 第一代 GM 模式

第一代 GM 模式為一線性函數模式，即所謂「刺激—反應方程式」

$$x_{n+1}''(t+T) = \lambda_0 [x_n'(t) - x_{n+1}'(t)]$$

$x_{n+1}(t)$ ：第 $n+1$ 輛車在 t 時的空間位置，即距離函數

$x_{n+1}(t)$ ：距離函數的一次微分，代表速率

$x_{n+1}''(t)$ ：距離函數的二次微分，正值代表加速率，負值代表減速率

T ：駕駛人之反應時間

$x_n(t) - x_{n+1}(t)$ ：前車與後車的相對速率

λ_0 ：敏感度

2. 第二代 GM 模式

大致沿用第一代 GM 模式的概念，為有鑑於後車非常接近前車時，駕駛行為會更謹慎，而敏感度會較大。但後車距離前車較遠時，其敏感度會大幅降低。因此設定兩種敏感度值。

$$x_{n+1}''(t+T) = \begin{bmatrix} \lambda_1 [x_n(t) - x_{n+1}(t)] \\ \lambda_2 [x_n(t) - x_{n+1}(t)] \end{bmatrix}$$

λ_1 ：用於間程較小時的敏感度

λ_2 ：用於間程較大時的敏感度， $\lambda_1 \geq \lambda_2$

3. 第三代 GM 模式

第三代將兩車間程納入模式中

$$x_{n+1}''(t+T) = \frac{\lambda_1}{[x_n(t) - x_{n+1}(t)]} [x_n(t) - x_{n+1}(t)]$$

$x_n(t) - x_{n+1}(t)$ ：兩車距離

$$\lambda_0 = \frac{\lambda_1}{[x_n(t) - x_{n+1}(t)]}$$

4. 第四代 GM 模式

第四代模式將後車速率納入模式。

$$x_{n+1}''(t+T) = \frac{\lambda_2 x_{n+1}'(t+T)}{[x_n(t) - x_{n+1}(t)]} [x_n(t) - x_{n+1}(t)]$$

$$x_{n+1}''(t+T) = \frac{\lambda_2 x_{n+1}'(t+T)}{[x_n(t) - x_{n+1}(t)]^2} [x_n(t) - x_{n+1}(t)]$$

5. 第五代 GM 模式

第五代 GM 模式不先設定敏感度與後車速率及兩車距離之關係

$$x_{n+1}''(t+T) = \frac{\lambda_2 x_{n+1}'(t+T)^m}{[x_n(t) - x_{n+1}(t)]^l} [x_n(t) - x_{n+1}(t)]$$

當 $l = 0$ 及 $m = 0$ 時為第一代 GM 模式

當 $l = 1$ 及 $m = 0$ 時為第三代 GM 模式

當 $l = 1$ 或 2 及 $m = 1$ 時為第四代 GM 模式

(二) 駕駛人特性是透過敏感度反應在模式上，以第 4 代為例，敏感度項同時考慮前後車間程及後車速率對於後車反應的影響。

四、左轉車在路口引起的潛在衝突 (potential conflicts) 最多，試以十字型路口為例，說明有那些號誌控制方法可用來消除或減少左轉車與他車的衝突。(25 分)

《考題難易》★
《使用法條》or 《使用學說》時相設計

【擬答】

左轉車的潛在車流衝突包含接近路口時的分流衝突以及路口中的交叉穿越衝突。交叉穿越衝突的對象為行人及對向直行來車。為減少左轉車與他車衝突，可以設置左轉時相之號誌控制方式。一般設置時需參考尖峰時段 (Peak-hour) 之左轉車流量，或是尖峰時段之左轉流量與對向車流 (直進車流量/每車道) 衝突量的乘積，或是左轉車輛肇事記錄。設置方式說明如下：

- (一)雙向左轉需求皆高，並且設有左轉專用道時，可以採專用左轉時相 (protected left-turn phase) 或稱左轉保護時相，在此種時相內只有左轉車能進入交叉路口。
- (二)單向需求高，單一左轉方向採取保護式時相
 1. 專用允許左轉時相 (protected/permitted left-turn phase)
亦即左轉早開時相。此種時相順序之安排讓左轉車先利用一專用時相再利用一允許時相以通過交叉。無專用道時可以設計成單向早開。
 2. 允許/專用左轉時相 (permitted/protected left-turn phase)
亦即左轉遲閉，此種時相順序之安排在讓左轉車先利用對方來車之間距通過，然後再讓左轉車利用一專用時相以通過交叉路口。

高普考 交通行政 交通技術 航運行政

眾多巨星齊聚 志光 | 保成 | 學儒

交通行政 前三新星	交通技術 前三新星	航運行政 全國雙狀元
高考狀元 黃○翔 普考狀元 葉○嘉 高考榜眼 蔡○庭 高考探花 莊○毅 普考探花 蔡○庭	高考狀元 林○嫻 普考狀元 范○全 高考榜眼 王○儒 普考榜眼 熊○慈 普考探花 陳○萱	高考狀元 劉○琦 普考狀元 劉○琦

錄取率連四年過半 印證本系列輔考佳績

普考交通行政	高考交通技術
110年錄取率 74% 108年錄取率 64% 109年錄取率 52% 107年錄取率 79%	110年錄取率 62% 108年錄取率 51% 109年錄取率 75% 107年錄取率 54%

因版面有限，完整榜單請上公職王查詢

想上榜嗎?其實你只需要做到這件事

加入 志光.保成.學儒

學費省很大	課程最完整	上榜賺獎金	學習最便利
全年課程不間斷，一次繳清學費輔導至考取。 <small>(每年僅需繳交換證教材費)</small>	完整課程循環，基礎班→正規班→專題課程→總複習等，全部擁有。	報名考取班第一年考取同職等考試，頒發獎學金。	輔導期間可依自己時間選擇面授或視訊學習，提高學習效率。
師資最多元	加選最超值	榜單最實在	公約有保障
重點科目安排多元師資，雙循環教學，可旁聽加強弱科，強化上榜實力。	輔導期間加選其它科目增加考試機會，另享專案優惠。	年年榜單見證，錄取人數最多，錄取率最高，奪榜實例全國第一。	考取班簽訂公約，保障您的權利與義務至考取為止。