

112 年特種考試地方政府公務人員考試試題

等 別：三等考試

類 科：交通行政、交通技術

科 目：運輸規劃學

劉奇老師

一、過往軌道運輸系統規劃的案例中，經常發生運量高估的預測結果。試說明造成運量高估的可能原因，又這樣運量高估的預測結果對於規劃和後續可能的系統營運有何影響？（25 分）

1. 《考題難易》：

★★：簡單

2. 《破題關鍵》：

本題考點係「預測運量高估之可能原因、對於規劃及後續系統營運之影響」，屬「運輸規劃學」之重要基本觀念，一般考生只要具基本概念即可申論作答，但如要求論述清楚及條理分明，仍有些許難度。

【擬答】

(一)前言：

按「發展大眾運輸」係中央與地方之既定政策，然大眾運輸系統型式眾多，從最昂貴之重運量捷運系統（MRT）、中運量捷運系統（MCT）、輕軌運輸系統（LRT）、公車捷運系統（BRT）、公車專用道（幹線公車）至傳統公車等均屬之。而興建重運量或中運量捷運系統、輕軌運輸系統等都市軌道系統動輒以千、百億元計，勢將對其他施政計畫產生排擠效應，且營運期之營收不確定風險高。因此，建議推動「都市軌道運輸建設」前，應審慎評估其可行性及必要性，尤以目標年「運量」之預測格外關鍵。

(二)軌道運輸系統規劃常造成運量高估的可能原因：

1. 對當地社經條件因素之預估過於樂觀：

所謂「社經條件因素」包括都會區人口、人口密度、家戶平均國民所得等項，由於現行少子化現象已造成人口有負成長的趨勢，但仍有地方政府依據過去預測模式預測人口成長情形會不斷成長，顯然過於樂觀。

2. 對旅運需求因素之預估過於樂觀：

在預估目標年的區域通勤旅次數時，未充分考量當地可能受社會經濟等變動情形（如經濟成長、該地區人口遷出或遷入等）之影響，彷彿假設全區域的人口絕大部分人均會出門產生旅次，顯然過於樂觀。

3. 對土地使用發展之預估過於樂觀：

除既有都市運輸走廊發展計畫外，對於尚未發展之都市土地重劃區或新市鎮開發等計畫之開發時程過於樂觀，使得上述未開發地區如未能即時引進人口數，則勢必將使實際運量大打折扣。

4. 對經濟特性因素之預估過於樂觀：

常直接從沿線的工商業土地使用分區之樓地板面積換算成及業人數或購物人數，未充分考量未來工商業發展及就業數的不確定情形，使得若地區經濟特性發展之預估有落差時，則勢必將使實際運量大打折扣。

5. 對民眾選擇運具之理解有所偏差：

軌道運輸系統運量預測數常超過當地原有公車系統運量的數倍以上，例如沿線原有公車路線總運量僅 20 萬人次左右，卻一味認為捷運系統較公車系統對民眾的吸引力超出一大

截，故保證目標年捷運運量可達 70 萬人次以上，真的頗為離譜。

6. 地方首長的政治決策力過於武斷：

地方首長常有「捷運建設是解決都市道路塞車問題的萬靈丹」之迷思，抑或以爭取「捷運建設」為其主要政治籌碼，竟要求規劃單位盡量提高預測運量及計畫自償率，以爭取捷運建設計畫之順利核定。

(三)運量高估的預測結果對於規劃及後續可能的系統營運之影響：

1. 高估預測運量有助於提高軌道運輸建設計畫之自償率：

交通部訂定之捷運及鐵路建設計畫之審查作業要點規定，相關計畫中央補助門檻原則上以「自償率」為衡量基準，財力較弱（第 1 級財力最佳，第 2 級次之，依此類推）之地方政府，自償率補助門檻較低，則中央補助比率較高；若同財力級次之地方政府，計畫自償率愈高則補助比率愈高，且自償率較高之計畫較易通過審查。而預估運量為計算「自償率」之重要參數，為順利爭取計畫核定及中央補助，常採較樂觀之預測運量以提高自償率。

2. 高估預測運量可能造成系統型式選擇錯誤而總造價暴增：

當地方政府進行捷運系統規劃作業時，若將目標年的運量預測高估，將造成系統型式選擇錯誤，可能明明僅須採用輕軌系統型式之運能即可滿足該路線目標年之運量，變成跳級至中運量捷運系統（甚至更貴的高運量捷運系統），導致總造價增加 3~7 倍以上，不僅使得地方政府負擔經費增加可觀，連中央補助經費亦暴增，而系統選擇較高容量的捷運系統後，幾已確定未來營運維修費用大幅增加是可預期的，恐將造成政府龐大的財政負擔。

3. 高估預測運量會造成營運收入不如預期致產生財務缺口：

運輸方案之運量預測對於未來營收及財務平衡影響極大。以「都會區大眾捷運系統建設計畫」為例，地方政府為爭取中央優先補助該地區興建捷運系統建設，不惜提高其可行性研究或綜合規劃報告書內之運量預測數據部分；惟如採過度樂觀之運量高估數值，而俟完工通車後卻發生運量不如預期、甚至落差甚大時，將造成營運虧損或週轉不靈之窘境，甚至將影響到軌道系統重置或更新需求。恐對其系統營運安全造成衝擊。

4. 高估預測運量可能造成中央對於計畫審查及監督之困擾：

「自償率」為各計畫財源配置(含中央與地方政府經費負擔)及引進民間參與可行性等之重要參考，而高估預測運量將提高了自償率，不僅將造成中央對於計畫審查之誤判、中央補助財源分配不公平等情形，甚至將造成其他公共支出預算的排擠效果。為利後續計畫監督追縱之執行，建議中央應要求地方在規劃報告書敘明通車後短、中、長期之運量等，並於未來通車後建立實際運量公開資料庫，以供中央適時監督或對其他規劃案審查之參考。

二、土地使用與運輸系統的發展息息相關，試論兩者之間的互動關係為何？以軌道運輸系統之規劃為例，如何評估此一互動關係的影響，並將其納入規劃程序中？（25 分）

1. 《考題難易》：

★★★：普通

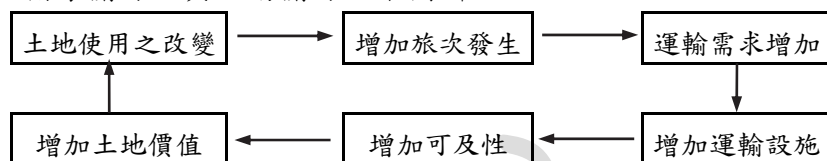
2. 《破題關鍵》：

本題考點係「土地使用與運輸系統之互動關係」及「將土地使用等外部效益納入自償率計算之運輸建設創新財源籌措作法」，前者屬「運輸規劃學」之超重要基本觀念，前者為近期國家考試重要軌道運輸實務考題，一般考生只要有充分準備考古題即不難作答，但如要求論述清楚及條理分明，仍有一定難度。

【擬答】

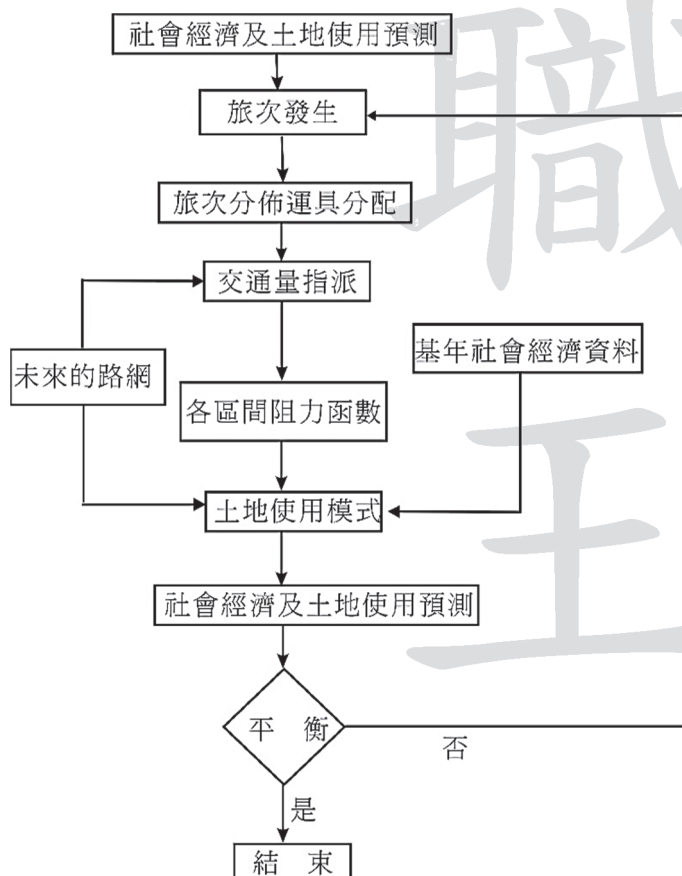
(一)運輸系統與土地使用與之互動關係：

運輸與土地使用間具有一種循環關係，即土地使用之改變導致增加旅次之發生，旅次增加造成運輸需求增加，其結果勢必須增加運輸設施以疏導運輸需求，以增加可及性，而人潮擁向之處其土地價值日益增加，土地價值提高後其土地使用情形又因時而起變化，如此形成之循環關係，其互動關係如下圖所示：



(二)建立以「運輸規劃」為基礎與土地使用之整合模式：

傳統的運輸規劃研究，假定未來的土地使用型態為固定，再以此土地使用型態預測旅運需求；反之，傳統的土地使用規劃研究，如加林勞利模式則都是假定路網已確定，再估計未來人口、產業及土地使用在空間上的分佈。事實上，土地使用與運輸間每一種變遷均彼此交互影響，運輸系統的變遷將刺激土地使用的改變，土地使用的改變又會引起道路交通量的變化，轉而影響地價，再導出不同的交通量，最後使交通運輸系統改變。故有必要把交通運輸規劃與土地使用規劃加以整合，並將路網上的旅行時間成本視為隨著土地使用狀態變動的函數（各分區間阻力函數），其整合模式之架構及流程圖如下：



(三)以軌道運輸系統之規劃為例，評估兩者互動關係的影響並納入規劃程序中，茲說明如下：

1. 以「周邊地區土地開發效益」(TOD)挹注軌道運輸建設計畫財源：

過去軌道運輸系統建設完成後，常帶動周邊地區之發展，但進行檢討都市計畫調高容積率、沿線土地開發成果等，其受益者常是私地主或建商，而政府投入大量資源推動交通建設，但卻得不到這些外部效益，亦使得計畫自償率偏低。有鑑於此，內政部已檢討修正都市計畫相關程序及規定，未來任何交通（或公共）建設計畫之推動，周邊一定範圍

內之區域(如車站方圓 1 公里內及路線兩側 500 公尺內之區域)所謂高容積率之處分收益將歸於地方推動該計畫之財源,另將該區域內所有尚未開發之公有土地處分收益亦一併納入計畫財源。

2. 引進國外「稅收增額融資」(TIF)挹注軌道運輸建設計畫財源:

鑒於現行面臨中央財政日益困窘、地方財源不足及財政自主性偏低狀況,為將有限資源作最有效的配置,財政部已研議國內重大公共建設引進「稅收增額融資」(Tax Increment Financing, TIF)制度之作法,提出「租稅增額融資機制作業流程及分工」草案,重點在於地方政府配合建設計畫,劃定特定範圍,決定實施期間及基年,估算實施期間內地價稅、房屋稅、土地增值稅及契稅因建設引發之稅額增長,逐年將稅收增額撥入基金支應計畫需求。倘地方政府另針對此建設計畫所需經費進行融資,並就基金累積的稅收增額作為償債財源,則計畫期間屆滿或 TIF 負債償還完畢, TIF 計畫即告結束。所有稅基仍回歸原稽徵機關所有。

3. 將土地開發淨效益(TOD)及租稅增額效益(TIF)納入計畫自償率計算:

由於過去傳統之自償率偏低,為有效提高計畫自償率,並落實地方政府所提高自償性收入之財源籌措制度,交通部業訂頒「大眾捷運系統建設及周邊土地開發計畫申請與審查作業要點」已將「自償率計算公式」重新修正,在「分子項」除包含大眾捷運系統建設經費及營運成本、票價收入、附屬事業成本及收入等「內部效益」外,另加入周邊土地開發淨效益(TOD)、可挹注本計畫之租稅增額(TIF)或其他可貨幣化等「外部效益」金額,期能確實做到「外部效益內部化」及「未來預期收益提早實現」之目標。

三、智慧卡(smart card)的票證資料(如悠遊卡)在交通、運輸系統的管理日益受到重視,試論智慧卡票證資料在運輸規劃可能的應用,相較於傳統調查方法,此類資料的應用有何優點、限制和挑戰?(25 分)

1. 《考題難易》:

★★: 簡單

2. 《破題關鍵》:

本題考點係「智慧卡票證資料在運輸規劃可能的應用,以及相較於傳統調查方法之優點、限制及挑戰」,屬近年來國家考試「運輸規劃學」之「資料蒐集與調查」章節之重要常考題,一般考生只要有充分準備考古題即不難作答,但如要求論述清楚及條理分明,仍有些許難度。

【擬答】

(一)智慧卡(smart card)的票證資料之蒐集技術:

1. 智慧卡(smart card)的票證資料之蒐集技術,係屬「智慧型運輸系統」(ITS)之「電子付(收)費系統(EPS/ETC)」,EPS 技術係使用者之電子票證與驗票設備藉由通訊技術作檢核扣款,藉由紅外線或微波等短距通訊感應技術,經傳輸連接之控制中心進行資料儲存及處理,亦可連線金融或監理單位作其他應用。
2. 智慧卡(smart card)等電子票證大多屬於「無線射頻辨識系統」(RFID)之被動式標籤(Tag),利用感應器(Reader,如公車或捷運的讀卡機)發送特定頻率的電磁訊號,當訊號夠強時,就會觸發感應範圍內的 RFID 標籤,RFID 標籤內部為電路板及天線的組合,標籤接收電磁波後會藉由電磁感應產生電流,供應 RFID 標籤上的晶片運作並發出電磁波將特定編碼回應給感應器。感應器若成功解碼,則回傳主機(Host)請求驗證資料再給予回應。RFID 系統以「辨識」為主要功能,接收到「有效回應」才算驗證(扣

款) 成功。

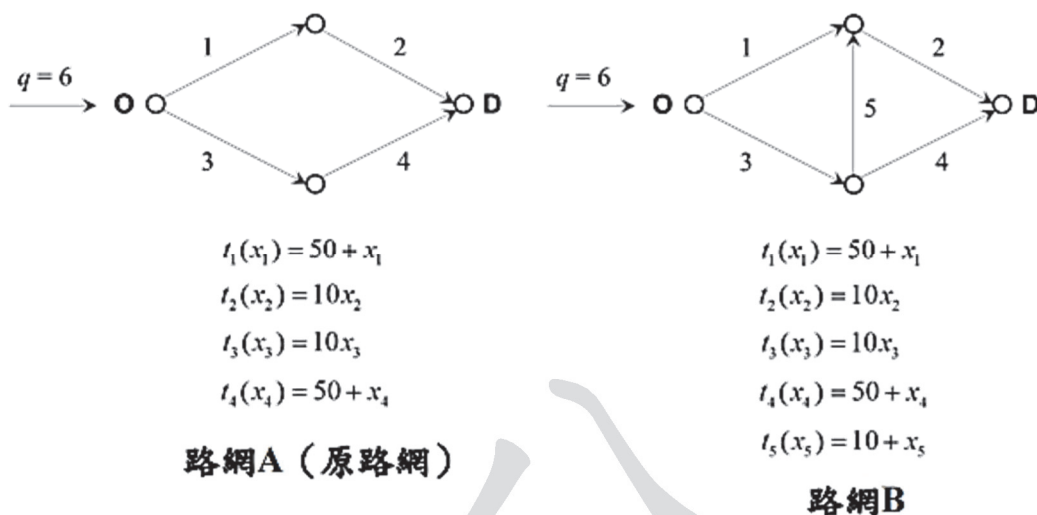
(二)智慧卡 (smart card) 的票證資料在運輸規劃方面之應用：

1. 電子票證之交易紀錄隱含著搭乘者之旅次特性，可藉此分析搭乘者之旅次起訖、搭乘者所搭乘之運具、搭乘之路線、上下車站點、旅次長度、轉乘資訊與上下車人數等資料，經過資料檢核、篩選、交叉比對後，即可蒐集實用之大數據資料，並藉由運輸旅次查詢系統，能簡易查詢上下車站點 (OD) 需求分佈、車上人數及旅次鏈等功能查詢，快速取得視覺化的分析結果。
2. 依據交通部運輸研究所之研究發現，智慧卡等票證資料可應用於「區域分析」、「路廊分析」、「路線分析」、「站點分析」及「使用者特性分析」等 5 大類，並供客運業者或主管機關應用於「公共運輸營運模式規劃」、「路線規劃或調整」、「平假日班次規劃或調整」、「公車車型配置」、「尖離峰班次規劃或調整」、「路線補貼檢核」、「運輸需求模式校估」、「站點設施規劃與改善」與「乘車動線規劃與調整」等領域，其對於公共運輸規劃及各運具營運管理具有極大參考價值。

(三)智慧卡 (smart card) 票證資料的應用相較於傳統調查方法之優點、限制和挑戰：

1. 傳統程序性運輸規劃包含旅次發生、旅次分布、運具選擇、交通量指派等四步驟，各步驟所需之投入變數眾多，而利用傳統調查方法建構模式，需透過大量且多元的資料，包含社經統計資料、家戶訪問調查、旅次特性調查、交通量調查、現場會勘等取得相關資訊，而採人工現場調查或採問卷方式、電訪方式執行。雖可獲較完整的旅次起迄點資料且資料可信度較高，但常須耗費大量時間與經費，而所作調查多是橫斷面(單一時間點)的資料，且資料回收後之後端編碼輸入時，可能發生有人為誤填或欄位內容不一致等問題。
2. 近年可利用新興科技如個人行動裝置 (如手機信令等)、車聯網技術 (如 GPS 定位)、電子付費或收費系統 (如悠遊卡、ETC 等) 等平台取得旅次相關資料。而目前透過新科技進行相關交通資料之蒐集，幾乎都能涵蓋位置訊息，亦能有效精準的提高調查位置之準確性，能反映人或物的時間與空間位置之關連性，且具有較細緻之空間分辨率與時間分辨率，並省去人工調查之時間與成本。
3. 在運輸規劃作業程序中，調查作業屬於一大重點工作項目，採新興科技方法確實可使資料調查與蒐集更加便利，惟現有部分資料來源並無法直接使用於運輸規劃作業上，大數據分析於運輸規劃作業上之發展並不如交通管制策略來得興盛，運輸規劃上需要新的方法以驗證由大數據所得到之資訊，且應用上難度亦較高，目前仍僅有部分研究成果以及實際案例針對調查與分析作業提供參考。
4. 另智慧卡 (smart card) 等電子票證採用 RFID 技術可更新電路板內儲存的資料，讓同樣一個標籤衍生出不同的編碼，拓展用途。當然這也代表有心人士可以串改標籤中的資料，因此大多數電子票卡會多加一層密鑰保護內部資料。又由於 RFID 標籤無須直接與感應器接觸，使用者亦有可能在不知情的情況下被他人讀取標籤內儲存的資訊，恐構成安全隱憂。

四、請說明何謂 Braess's Paradox，其對於運輸規劃的意涵為何？下圖中路網 A 為原路網，包含一起訖對 (O-D pair) 和四條節線 (link)，該起訖對上之需求 $q = 6000$ veh/hr，各節線上旅行時間與車流量之關係如下所示 (其中 t 的單位為分鐘， x 的單位為 1000 車輛/小時)。為提升路網效率，規劃單位考慮在原路網上新增一節線，新路網和新節線的旅行時間與車流量關係式如路網 B 所示。在新增節線前後，假設路網車流均可達使用者均衡，此一案例中是否可觀察到 Braess's Paradox 的現象？(25 分)



1. 《考題難易》：

★★：簡單

2. 《解題關鍵》：

本題考點係「Braess's Paradox 之意義及其應用之計算題」，屬運輸規劃學之「路網指派」章節之重要專有名詞及計算題型，近幾年國家考試已多次考過類似考題，一般程度考生只要針對考古題有所準備，應不難獲得分數。

【擬答】

(一) 布雷斯矛盾 (Braess's Paradox) 的意義：

由於目前國內外所發展之都市交通控制系統，大多只著重於路口當時車輛平均等待延滯為最小，其功能更是以如何運用最快速有效的方式來疏解交岔路口等待線上的車輛為目標，對於路網上車輛之總旅行時間的增減並不加以探討。惟對於重視整體路網最佳指派的運輸規劃部門而言，則著重在路網總旅行成本最小的旅次均衡，亦即追求整體路網總旅行時間最小為目標。Braess 於 1968 年提出所謂的「布雷斯矛盾」(Braess's Paradox) 理論，其研究結果顯示：在相同的起訖點需求中，若在路網中增加一條路段 (link)，則其總旅行成本反而有可能會增加的現象。

(二) 本題 $q^{OD}=6$ ，試算若在路網中增加一條節線 (節線 5) 後，則此一案例中是否可觀察到 Braess's Paradox 的現象？(亦即其路網總旅行成本有無發生增加的現象？)

1. 原路網從起點 O 至迄點 D 有兩條路線，依題意本題符合 Wardrop 第一原則 (使用者均衡原則)，亦即「當路網均衡時，每一條路線的旅行時間均相等」。

志光×學儒×保成

五大學習方式 上課超便利

現場面授 名師現場面對面 即時互動解答疑惑	直播教學 即時登入直播跟課 掌握進度免等待
視訊課程 手機APP預約上課 輔導期間 無限重複看課	WIFI看課 專屬WIFI教室 讓你學習時間更彈性
在家學習 使用在家補課點數 即可在家複習上課 (以老師授權科目為主)	

公職王歷屆試題 (112 地方政府特考)

假設路線一：(節線 1)+(節線 2) 之均衡流量 $f_1 = a$

另路線二：(節線 3)+(節線 4) 之均衡流量 $f_2 = 6-a$

路線一均衡旅行時間： $C_1 = t_1(x_1) + t_2(x_2) = (50+x_1) + 10x_2 = 50+11a$

路線二均衡旅行時間： $C_2 = t_3(x_3) + t_4(x_4) = 10x_3 + (50+x_4) = 10(6-a) + (50+6-a) = 116-11a$

$\because C_1 = C_2 \rightarrow 50+11a = 116-11a \rightarrow 22a = 66 \therefore a = 3$

故原路網總旅行成本 $= C_1 \cdot f_1 + C_2 \cdot f_2 = 83 \cdot 3 + 83 \cdot 3 = 498$

2. 當原路網路網中增加一條節線 (節線 5) 後，本題符合 Wardrop 第一原則 (使用者均衡原則)，從起點 O 至迄點 D 假設有三條路線如下：

路線一：(節線 1)+(節線 2) 之均衡流量 $f_1 = a$

路線二：(節線 3)+(節線 4) 之均衡流量 $f_2 = b$

路線三：(節線 3)+(節線 5)+(節線 2) 之均衡流量 $f_3 = 6-a-b$

$C_1 = t_1(x_1) + t_2(x_2) = (50+x_1) + 10x_2 = (50+a) + 10[a + (6-a-b)] = 110+a-10b$

$C_2 = t_3(x_3) + t_4(x_4) = 10x_3 + (50+x_4) = 10[b + (6-a-b)] + (50+b) = 110-10a+b$

$C_3 = t_3(x_3) + t_5(x_5) + t_2(x_2) = 10[b + (6-a-b)] + [10 + (6-a-b)] + 10[a + (6-a-b)] = 136-11a-11b$

$\because C_1 = C_2 = C_3$ ，

當 $C_1 = C_2$ ，則 $110+a-10b = 110-10a+b \therefore a = b \dots\dots$ (甲式)

當 $C_2 = C_3$ ，則 $110-10a+b = 136-11a-11b \therefore a+12b = 26 \dots\dots$ (乙式)

(甲式)與(乙式)聯立求解，可求得 $a=2, b=2$

$\therefore f_1 = f_2 = f_3 = 2, C_1 = C_2 = C_3 = 92$

故新路網總旅行成本 $= C_1 \cdot f_1 + C_2 \cdot f_2 + C_3 \cdot f_3 = 92 \cdot 2 + 92 \cdot 2 + 92 \cdot 2 = 552$

因此，本題若在路網中增加一條節線 (節線 5) 後，則其路網總旅行成本將從 498 增為 552，故本題給定數據確有發生「布雷斯矛盾」(Braess's paradox) 的現象。