

第四章 模式構建

4.1 課題分析

課題一：國道客運站之定義

國道客運站係以行駛高速公路的城際公路客運路線為對象，提供國道客運班車停靠上下旅客之場站。目前台北地區國道客運站建設以 BOT 為主，由民間興建、營運，待特許營運期滿再交由政府營運管理。

客運站之設置必須同時能夠減少使用者與營運者成本，藉由合併重複路線，增加路線載客率，提高客運業者營運之績效，並同時可增加部分路線之營運班次，減少等候時間，提升服務水準，增加旅客搭乘意願。亦可對國道客運集中管理，有效監控其營運品質與服務，進而針對各營運路線之變化情形有效掌握。

課題二：供給面與需求面為何，兩者間如何進行比較？

1. 供給面是為台北都會區客運站內客運公司所提供往各縣市路線之班次數，與國道客運站所設可停靠月台數進行考量。
2. 需求面是為台北都會區各行政分區內，往其他縣市國道客運每日搭乘人旅次需求班次數，與各客運站班次停靠所需之停靠月台數為考量。
3. 供需之比較方式將透過以需求面之人旅次數轉換為往各縣市之路線班次數後，與供給面中客運所提供之路線班次數進行比較。進而將所需之班次轉換為所需之停靠月台數，以了解月台數是否足夠。

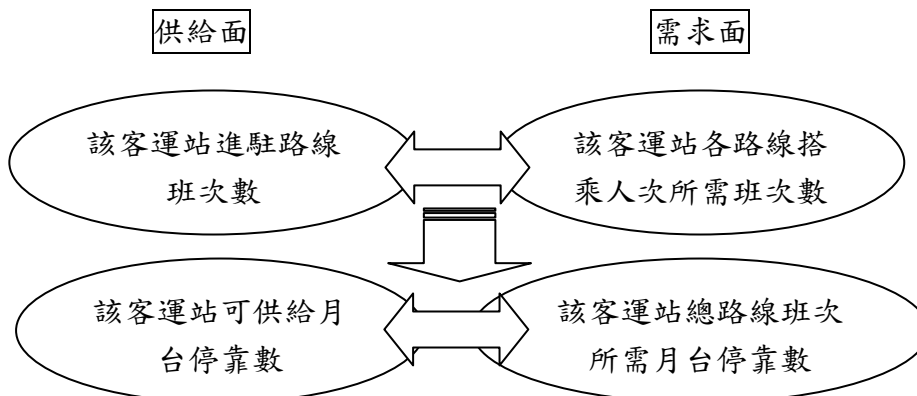


圖 4.1.1 供需問題探討示意圖

課題三：各客運站服務範圍之界定方式

研究中客運站之服務範圍可分為兩種不同之界定方式，第一種是為依據距離進行選擇，第二種是為依據旅行時間做選擇，其方式分述如下：

1. 選擇距離最近客運站搭乘

旅客選擇客運站之因子受到所在地區與客運站間距離影響，故旅客將以最近距離之客運站選擇搭乘，各客運站之主要服務對象係以鄰近地區民眾為主。



圖 4.1.2 旅客選擇客運站受旅行距離影響示意圖

2. 選擇總旅行時間較短者搭乘

旅客選擇客運站之因子受到所在地區與客運站間總旅行時間之影響，總旅行時間包含到達該客運站之旅行時間、候車時間與班車搭乘時間。故旅客將以總旅行時間較短者為選擇所搭乘客運站之依據。



圖 4.1.3 旅客選擇客運站受旅行時間影響示意圖

課題四：供給與需求模式為何？

供給模式係包含客運路線班次數之供給量，與供給月台停靠數。其模式思考方式如後所述。

月台數計算：了解各客運站內供給月台數 X 研究營運時段→得營運時段內各客運站所提供月台停靠數

需求模式係探討現況客運站與路線配置下，各分區客運需求人旅次數與客運路線需求班次、客運站所需月台停靠數間之關係。其模式思考方式如圖 4.1.4 所示。原取得之資料型態為台北都會區內各分區旅客藉由搭乘客運至外縣市之數

值，故先求得在不同客運站服務範圍界定情況下(課題三)，旅客選擇至任一各客運站搭乘之各站集中人旅次數，將此人旅次數轉換為該站各行駛路線所需之班次數，再將總班次數轉換為該站內所需之停靠月台數，即為需求面之求算方式。

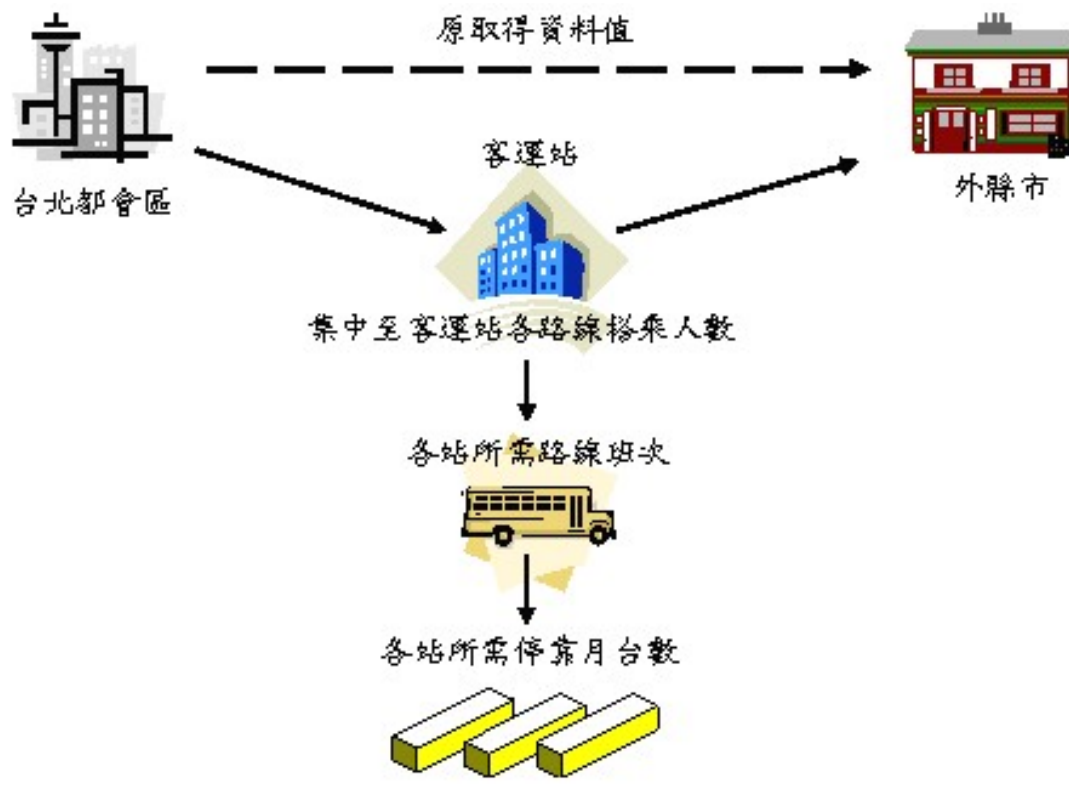


圖 4.1.4 需求模式計算流程

課題五：旅客搭乘客運之人數如何取得與校估？

1. 資料取得：目標年客運搭乘之人數自「台北都會區整體運輸規劃資料調查與校驗」一書中「台北都會區界外公路客運旅次分佈表」(89年)，可得各分區往外縣市之人旅次數，並依「第三期台灣地區整體運輸規劃—公路篇」所得之公路客運旅次成長情形加以計算得之。
2. 資料校估：由於過去調查之 O-D 資料表係於未有客運站建置情況下之資料，故需進一步瞭解旅客至不同客運站的搭乘人數。人旅次資料之計算校估(受旅行時間因素影響選擇)依羅吉特模式中選擇行為概念，計算行前車內旅行時間(接駁運具搭乘時間)+班車等候時間(1/2 班距)+車內旅行時間(搭車後車輛自客運站行駛上交流道之時間)=該區人次前往某客運站搭乘往其他縣市所費之總旅行時間，並將不同旅運時間乘以其旅運時間價值，顯現出

該段時間特性所造成不同程度之影響，最後所得即為選擇前往各客運站搭乘人旅次與需求班次數。

課題六：路線調整之分配原則

路線調整係依往各地區路線班次數供給過多或需求不足的部分進行調整，當需求不足時，需增加班次數；當供給過剩時，則減少班次以提高該路線行駛效益，降低資源浪費。並依據研究情境中各方案之調整方式進行調整，所得之配置結果再探討各客運站月台數供需量之供需情形。調整過程中先以滿足各路線之需求，再觀察該客運站之月台供需情況，期能達到最適之配置結果。

4.2 模式構想與假設

4.2.1 模式構想

由於未來台北都會區內將建置數個客運站，成為多核心客運中心之型態，故本研究主要之目的即在於求得台北都會區內各分區旅客搭乘客運時，選擇至某一客運站搭乘後，客運站內路線吸引人旅次，進而瞭解該客運站內該路線之供給班次數是否滿足。並探討該客運站所規劃月台停靠數與未來將所需月台停靠數間之供需關係，期能求得各站內最佳客運路線、班次數與客運站最適功能定位。

4.2.2 模式假設

本研究中以管制性 (Regulated)、時間均質性 (Time Homogeneous) 與空間異質性 (Space Heterogeneous) 之營運環境下國道客運站為研究對象。

管制環境表政府機關可決定國道客運營運路線與客運站規模、營運型態、發車班距與車輛等相關規定，業者須配合政府之政策考量始可經營。而時間均質性表環境中國道客運之道路行駛速率等，不因時段之不同而有所變化。空間異質性表國道客運市場具有「因地制宜」之特性，如各生活圈的旅次分佈型態互異，各起迄旅次的需求強度不同。

研究中以台北都會區內之國道客運站與所有進出台北都會區之客運路線為研究對象，其研究假設如以下所列：

1. 台北都會區總客運需求人旅次數已知，若資料僅估算特定目標年資料時，則採內插法或外插法推估各年資料。並不考量調整過程中所誘發潛在客運需求

旅次。

2. 已預定客運站位置、所規劃停靠月台數、現年各家客運公司行駛客運路線、各路線每日行駛班次數，皆為已知。且各月台之使用可隨時調度，不受使用者不同而影響。
3. 不考量乘客在搭乘某一路線時，對於客運公司本身之選擇偏好。
4. 忽略交通狀態對旅行時間之影響，旅行時間與距離成正比。
5. 假設進與出台北都會區之國道客運旅客需求量，其發車班次數相同。
6. 假設民眾於尖峰時段皆於客運站內搭乘，如有保留座位數之情形亦視同於起始站已知需求量。
7. 計畫成本部份僅考慮興建實際支出之金額，並未考慮其餘社會成本，如施工期之空氣、噪音及道路擁塞等。
8. 對於客運站已規劃之人、車動線，或場站設施如售票窗口、停車格位等供需問題不予做進一步探討。
9. 研究中各客運站之功能定位，係以台北市政府交通局所訂定“台北市五大客運轉運站功能定位”為依據，並加以探討。
10. 由於研究中各客運站周邊接駁運具條件皆相同，故在研究中忽略不計。

4.3 模式構建

研究中以現有客運站分配狀況為依據，假設所有旅客皆至客運站內搭乘客運(含虛擬客運站)，首先針對主要變數進行定義：

N：台北都會區內總客運搭乘人旅次數(總需求人數)

i：第 i 個客運站(含實體與虛擬)

j：第 j 個行政分區

k：前往第 k 個縣市

已知台北縣市各分區 j 至各縣市 k 之人旅次數 N_{jk} ，依序求算：

「供給面」-客運站所能提供之月台停靠班次數。

「需求面」-台北都會區內客運人旅次數之分佈結果與需求班次數。

「供需比較」-比較供給與需求兩者間之關係，最後計算各客運站是否提供足夠月台數。

4.3.1 研究限制

1. 客運站停靠班次限制

各客運站所供給之月台數為已知，則其具有可停靠班次數之最大上限，即為客運站於營運時間內可提供停靠總班次數 B_i ，當所欲停靠之班次數，即客運站每日發車總班次數 RF_i 超過此一上限時，將無法負荷。但若遇調整原則下可接受者，則不適用。

$$RF_i \leq B_i \quad \forall i \quad (\text{式 4.1})$$

2. 客運公司載客數限制

各客運公司每日各路線發車班次數為已知，研究中當旅客量超過原有提供之路線班次座位數時，將調整增加該路線之班次數，但新增班次後之總班次數不可超過客運站可容納之停靠班次上限 B_i 。(由式 4.1 可知) 但若遇調整原則下可接受者，則不適用。



$$\sum_k RF_{ik} = RF_i (\leq B_i) \quad (\text{式 4.2})$$

3. 乘客旅行時間限制

乘客旅行時間包含搭乘接駁運具之時間 T_{ji} 與客運站等候班車之時間 W_i^k ，旅行時間不為 0 或負值。 T_z 為旅客所能容忍最大旅行時間，即表示當旅客自所在分區直接前往某縣市之旅行距離，較至任一客運站搭乘客運之距離為短，則表示該區民眾將不會至任一客運站搭乘，視為市區道路客運需求，以避免產生不合理之旅次行為。當 $W_i^k=0$ 時，表該客運站無此路線之班車，乘客不可能於此搭車。

$$0 < T_{ji} + W_i^k < T_z \quad W_i^k \neq 0 \quad (\text{式 4.3})$$

4.3.2 供給面計算

供給面包含計算 i 客運站營運時段所能提供之月台停靠數 B_i 。另計算 i 客運站內往 k 縣市路線之行駛班次座位數 S_{ik} (同樣往 k 縣市之路線可能分為 n 個迄點，將之加總)，將各客運公司往 k 縣市 n 路線之班次數乘以各該客運公司該路線行駛班車之座位數，加總後可得往 k 縣市 n 路線總客運路線座位數，再除以客運站內往 k 縣市之總班次數，可得 i 客運站中往 k 縣市之班次平均座位數，如式 4.5 所示。

(1) B_i (i 客運站所提供之月台停靠數)

$$B_i = BF_i \times OT_i \quad (\text{式 4.4})$$

其中，

BF_i : i 客運站之月台數

OT_i : 每日營運時間

(2) \bar{S}_{ik} (i 客運站中至 k 縣市路線平均座位數)

$$\bar{S}_{ik} = \frac{\sum_a \sum_n S_{iakn}}{\sum_a RF_{iak}} \quad (\text{式 4.5})$$

其中，

$$S_{iakn} = RF_{iakn} \times S_{akn} \quad (\text{式 4.6})$$

S_{akn} : a 客運公司行駛至 k 縣市第 n 個路線之客運車輛座位數

RF_{iakn} : a 客運公司於 i 客運站至 k 縣市第 n 個路線之班次數

$$RF_{iak} = \sum_n RF_{iakn} \quad (\text{式 4.7})$$

RF_{iak} : a 客運公司於 i 客運站至 k 縣市之路線總班次數

4.3.3 需求面計算

1. 人旅次數估算

台北都會區各行政分區 j 至各縣市 k 之客運搭乘人旅次數為 N_{jk} ，假設民眾

皆至客運站搭車，為求得往其他縣市所選擇搭乘各客運站之比例，定義校估係數 T_{jik} ，調整校估係數 T_{jik} 之計算係考量由 j 分區至 i 客運站之旅行時間 T_{ji} (式 4.9)、班車等候時間 W_i^k (式 4.10) 及車輛旅行時間 T_{ik} (式 4.11)，如圖 4.3.1 所示，且由於各段旅行時間對民眾心理感受將有所不同，故給予其不同權重，如所式 4.8 所示。

$$T_{jik} = aT_{ji} + bW_i^k + cT_{ik} + \varepsilon_{jik} \quad (\text{式 4.8})$$

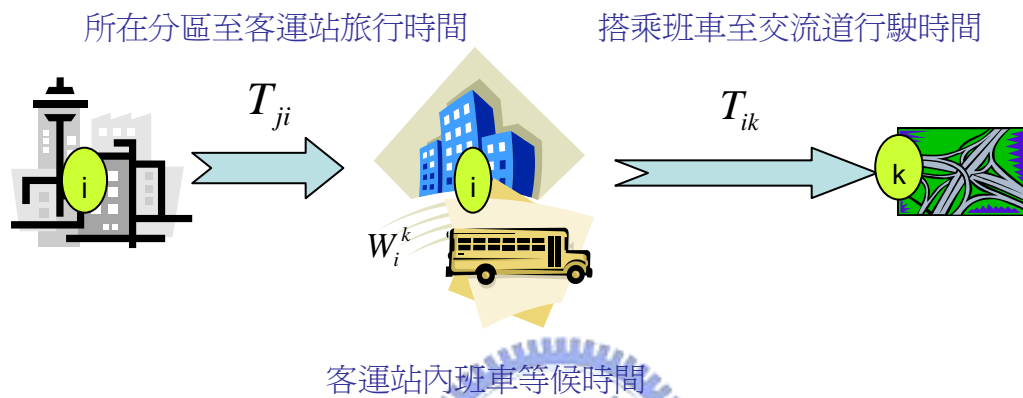


圖 4.3.1 T_{jik} 旅行時間表示圖

(1) 由所處該行政分區至欲搭乘客運站間之旅行時間 T_{ji}

量測研究範圍內各行政分區至每個客運站之直線距離，將其距離除以道路車輛平均行駛速度，即可得不同行政分區至客運站間之旅行時間。

$$T_{ji} = \frac{L_{ji}}{v_{ji}} \quad (\text{式 4.9})$$

L_{ji} ：由 j 行政分區到 i 客運站之距離，以兩區行政中心間之距離計算

v_{ji} ：j 分區至 i 客運站平均車行速度

(2) i 客運站至 k 縣市之班車等候時間 W_i^k

統計該客運站內往不同縣市之發車班次數，計算營運時間內之該路線之平均班距，而旅客之等候時間以 1/2 班距計算。

$$W_i^k = 1/2 H_i^k \quad (\text{式 4.10})$$

H_i^k : i 客運站往 k 縣市發車平均班距，不考量尖離峰之影響

$$H_i^k = \frac{OT_i}{RF_{ik}} \quad (式 4.11)$$

RF_{ik} : i 客運站服務 k 路線發車總班次數

OT_i : i 客運站營運時間

(3)由該客運站搭乘至交流道之旅行時間 T_{ik}

依據各客運站內不同路線所行經之交流道，計算各路線行駛至交流道所行經之距離，除以客運車輛之營運速率，可求得該客運站不同路線行駛至交流道所花費之時間。

$$T_{ik} = \frac{L_{ik}}{v_{ik}} \quad (式 4.12)$$

L_{ik} : 由 i 客運站行駛至交流道之距離

v_{ik} : i 客運站至交流道平均車行速度

經計算後可求得經由各客運站前往其他縣市之 T_{jik} ，再將各客運站之值標準化後，可得 j 分區至 k 縣市選擇經由各客運站之比例如式 4.13 所示：

$$P_{jik} = \frac{1/T_{jik}^\alpha}{\sum_i 1/T_{jik}^\alpha} \quad (式 4.13a)$$

$$\sum_i P_{jik} = 1 \quad (式 4.13b)$$

故欲求得 j 分區經由 i 客運站至 k 縣市 n 路線之旅客數 N_{jk} ，可將 j 區往 k 縣市之人旅次數 N_{jk} 乘以式 4.13 所得之各客運站搭乘比例得之，如式 4.14 所示。

$$N_{jik} = N_{jk} \times P_{jik} \quad (式 4.14)$$

簡單說明，假設現有兩個可選擇搭乘客運站，當求得至兩站搭乘所需花費之 T_{jik} 值，即可計算選擇兩客運站之比例值，最後即可求得該行政分區經由 i 客運站往 k 縣市之客運人旅次數 N_{ik} ，表示如圖 4.3.2 所示。

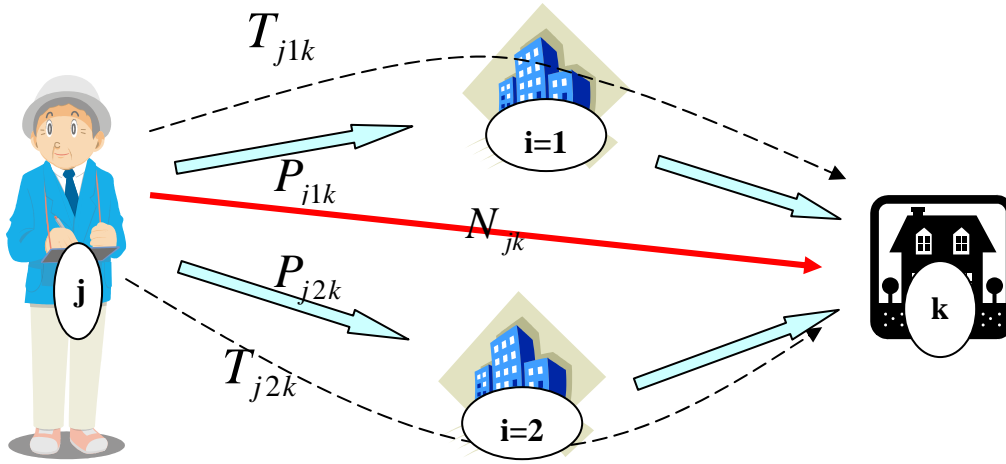


圖 4.3.2 N_{jk} 人旅次分派示意圖

若欲求得所有分區經由 i 客運站搭乘往 k 縣市 n 路線客運之總人旅次數，可將自各分區之人數加總得 N_{ik} ，如式 4.15 所示。

$$N_{ik} = \sum_n \sum_j N_{ijkn} \quad (\text{式 4.15})$$

2. 所需客運班次數計算

當求得 i 客運站內往 k 縣市之總人旅次數 N_{ik} 後，進一步計算所需班次數，將 N_{ik} 除以平均座位數 \bar{S}_{ik} 乘上 k 路線班車乘載率 β_{ik} ，即可算出 i 客運站內 k 縣市路線所需提供班次數 DF_{ik} 如式 4.16 所示。

$$DF_{ik} = \sum \frac{N_{ik}}{\bar{S}_{ik} \times \beta_{ik}} \quad (\text{式 4.16})$$

其中，

\bar{S}_{ik} ： k 路線班次平均座位數

β_{ik} ：班車乘載率

3. 所需停靠月台數計算

在供需滿足之情況下，客運站班次數須達到 $RF_{ik} \geq DF_{ik}$ 之結果，即為 i 客運站中 k 路線於滿足需求量下最終供給班次數。依此量計算所需停靠月台數 R_i ，本研究中假設客運量進=出，故先將 i 客運站中之班次數加總後得到 RF_i ，將 RF_i 分別除以 f_i 與 f_o ，即可得所需總停靠月台數 R_i 。

$$R_i = \frac{RF_i}{f_I} + \frac{RF_i}{f_O} \quad (\text{式4.17})$$

其中，

$$RF_i = \sum_k RF_{ik}$$

f_I ：每小時可停靠進站客運班次數

f_O ：每小時可停靠出站客運班次數

4.3.4 供需比較

在求得分析結果後，供需比較即為比較總供給月台數 B_i 與總需求月台數 R_i 間之關係，當：

$B_i \geq R_i$ 表 i 客運站之月台供給大於需求，可容納其他站之客運班次並檢討是否有空間過剩之問題

$B_i < R_i$ 表 i 客運站月台供給不足，需考量調配班次至其他站或新增站內月台

4.3.5 分析結果調整校估

在得到供需量計算值後，初始之供需班次間尚未達到平衡狀態，亦即供給班次皆滿足需求班次，故依據初始之供需結果開始進一步調整各站內各路線之班次，以了解在不同配置原則、供需班次滿足之狀態下，各客運站內所需供應之月台數與原供給月台數間關係。調整校估流程如圖 4.3.3 所示，其說明如後：

1. 檢視 k 路線之班次供給數是否滿足需求班次數

若當該路線之供給班次低於需求班次時，則需增加該站內該路線之發車班次數，但若其需求量大於供給時，則需進行減少。

班次數之調整係配合不同之方案需求進行調整，若未設定任何規則，則依原供給班次所吸引搭乘之需求班次數值進行調整。調整過程中將因班次數之改變造成吸引值亦產生變動，故需反覆檢視該路線於各站之供需情形。

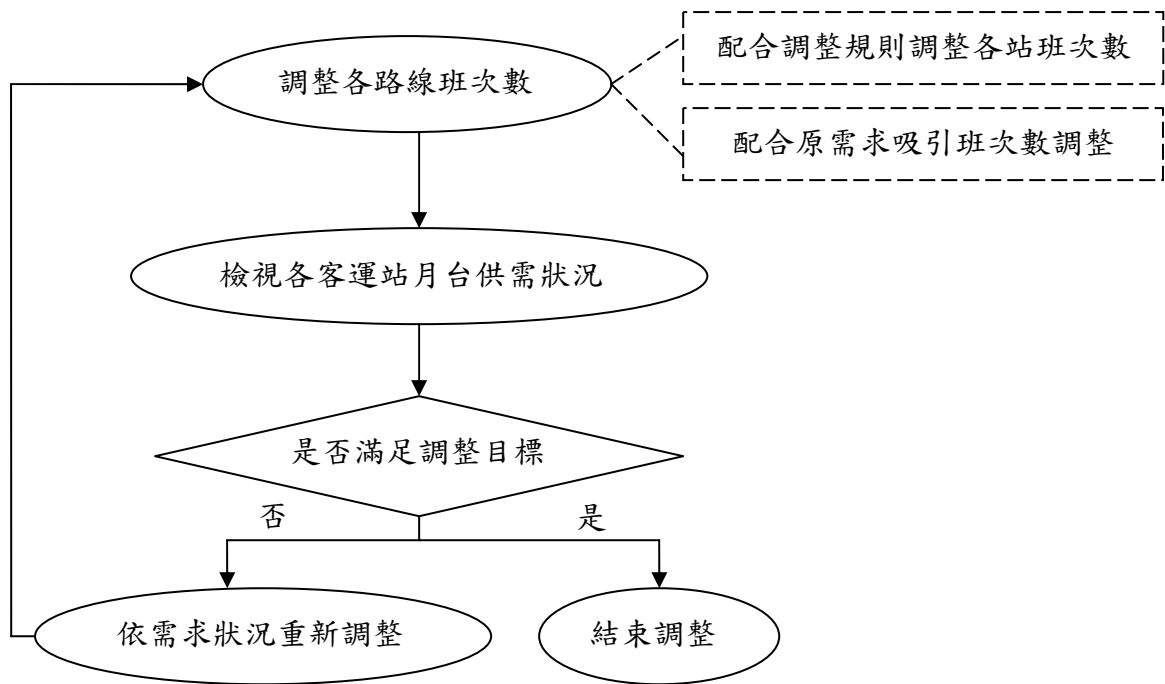


圖 4.3.3 營運班次數調整流程

其班次數之調整方式可分為下列兩種情形，一為當需求大於供給班次數時，則依據其間之班次數差異進行補足。另一情形為當供給大於需求班次數時，則減少多餘之班次以避免造成浪費。其調整方式如下所示。

- if $DF_{ik} > RF_{ik}$

$$DF_{ik} - RF_{ik} = m_{ik}$$

$$RF_{ik} = RF_{ik} + m_{ik}$$

- if $RF_{ik} > DF_{ik}$

$$RF_{ik} - DF_{ik} = n_{ik}$$

$$RF_{ik} = RF_{ik} - n_{ik}$$

當該路線達到每一客運站之供給皆滿足需求的狀況下，再針對下一路線進行探討。待所有路線皆調整至最適值後，即可結束該部分作業。

2. 檢視客運站月台之供需狀況

當各路線之班次數調整完後，依據各客運站所累積之總營運班次數轉換為進與出站所需之停靠月台數，即可知道該站於尖峰時段所需使用之月台數，對照該站原提供尖峰時段之月台停靠數，是否有不足之情況產生。並同時檢視是否滿足該次調整之調整目標。

當整體狀況滿足方案之目標，即可停止調整，進行下一步驟。若當整體狀況未滿足方案目標，例如需達到各路線班次總停靠數不超過各客運站可供停靠月台數上限時，則重新調整各站之路線班次數，直至滿足條件為止。

