

都市停車場區位選擇之研究

衛萬明* 廖晉廷**

* 朝陽科技大學建築及都市設計研究所
e-mail:wmwey@mail.cyut.edu.tw

** 朝陽科技大學建築及都市設計研究所
e-mail:b631120@seed.net.tw

(收件日期:90年10月12日;接受日期:92年10月20日)

摘要

都市規劃中停車場設置區位的選擇，古傳統上皆以停車需求與供給的預測量做為興建停車場的依據，另並以既定規劃好的預留空地，以做為未來停車場用地之預選用地。然而，上述之規劃步驟較少考慮到時間（time）與需求（demand）之各別及相關的變化所造成供給不足的問題。而古國內也罕將動態需求的考慮因素納入區位理論的研究中。因此，本研究希望建立一合理且有效的停車場區位選擇動態模式，以求能及時提供停車場區位設置選擇的決策依據，並解決因動態停車需求量所產生供給不足的問題。本文之研究方法將結合區位理論之先進 P-中位數法（progressive P-median）與時間相依（time-dependent）之停車需求多元迴歸模式，以建構出一停車場動態區位選擇模式，並發展出一啟發式（heuristic）解法，利用數學規劃程式 AMPL（A Modeling Language for Mathematical Programming）以建構出本研究之模式。本研究將具有時間性之動態變數輸入此模式中，以求解出最適當的停車場設置區位位置，並進一步提供予政策決策時的輔助及規劃工具。

關鍵詞：動態區位選擇、先進 P-中位數、區位理論、時間相依停車需求模式、數學規劃、多元迴歸模式

一、前言

近年來台灣經濟蓬勃發展，人民所得提高，家家戶戶漸成為有車階級，汽車持有率亦每年向上成長。然都市可利用之交通用地卻十分有限，更且因規劃不當，造成日趨嚴重的交通問題，而其中以停車問題為甚。因此，如何積極且有效率地規劃停車之空間，乃成為目前國內解決停車問題的主要手段之一。

一般而言，古選擇停車場設置區位的規劃方法上，大都以靜態（static）規劃方式取得較為固定之區位用地。亦即，其規劃及預測方法多以傳統之預測年期、預測人口、預測持有率及預測未來發展等作為預測未來停車數量之依據，再依以當時可用之公有用地加以劃設之。此種規劃方式一般而言較適應用於穩定發展中之都市；然台灣都市目前多已朝向多元化發展，停車需求量亦會隨時間的改變而有所不同，因此傳統的固定式需求預測方式，無法解決及時性（in time）及動態性（dynamic）的停車需求問題

[16]。也因此，實有必要發展出一套可依時間 (time) 及需求 (demand) 不斷演變而可隨時提供最新且符合所需的停車場區位設置選擇之動態設施區位 (dynamic facility location) 的解決方法 (algorithm)，藉以尋求並解決目前都市中需求多變的停車供給問題。

目前停車場區位選擇上，多以考量成本、服務量，及距離三方面來做為停車場設置的重要依據。然而隨著時間的不斷改變，往往初期所規劃的停車場早已不敷日後所需，但舊規劃中期中卻又無法隨即提供適合興建停車場區位選擇的依據，以致造成停車供需巨大差距，交通問題隨即而生。因此，以動態 (dynamic) 為考量之區位選擇方式應為目前停車場設施選擇較為適切之規劃方式 [16]。

本研究將先對設施區位理論中之先進 P-中位數 (progressive P-median) 法、停車需求預測方法，以及停車供需之相關理論做一詳盡之回顧，並分析及探討目前不同之需求預測方法所作之停車場設施區位規劃的問題，以進一步提出停車場設置區位選擇時有關於時間相依 (time-dependent) 的規劃及預測模式。同時，本研究將以總體停車需求預測模式，並結合因時間性變化所產生的需求預測方法而推導出一具時間動態之多元迴歸模式。另外本研究除對動態性之停車場設置區位選擇問題加以分析，同時並可求出可行的區位設施方案及其與時間相依之優先設置次序，藉以動態性地提供都市規劃者與政策決策者研擬停車場設施區位選定時的參考。

使用動態停車區位選擇方式進行相關規劃，已成為目前規劃趨勢之一，同時也是目前確能解決停車問題方式之一。然而目前國內對停車場區位位置選擇及設置仍停留於靜態規劃的方式，對於以動態停車場區位選擇方式之研究尚少見有相關研究被提出過。本研究基於此動機，希望能藉此研究作為提供決策者在規劃上更為確切且真實之依據，達到及時性地選擇適當區位以真正解決因時間及需求的不同而造成的停車問題。

二、文獻回顧

目前國內對停車場設置區位的相關研究已有不少 (較近之著作如黃進明 [8] 及徐慶堃 [4] 等)，然主要仍以靜態停車需求、成本價值、土地使用及決策分析等考量為主，較缺乏針對動態停車需求之區位選擇問題有進一步之相關研究。以下將先就與本研究議題相關之部分國內外參考文獻整理如下。

在國內研究方面，停車場區位評選及有關其興建次序方面多以階層分析法 (AHP) 來求得之，然未將真正之區位理論 (location theory) 納入方法。但在 1991 年黃進明首先將設施區位理論應用於路外停車場之區位選擇問題上，以區位分派模式為基礎，配合公共設施多目標使用，解決用地取得問題；另再以交通流量過濾土地，以 Location III 完成區位決策支援系統。徐慶堃在 1994 年以設施區位理論及靜態停車需求，配合多目標決策以停車需求最大、總社會成本最小為目標以建構出停車區位選擇模式，再輔以數學規劃軟體 LINDO 以解出最適當區位之位置。

另外國外研究方面，Kanafani 於 1972 以候選區位是否合乎經濟效益為衡量標準，先求出停車場規模與每一車位成本關係，由設施區位土地價值推估出車位數，再評估停車需求小於或大於車位數，以決定是否適合興建停車場。Dirickx 與 Jennergren 於 1975 利用設施區位理論方法，在現有停車設施上，對不同停車延時分類之下的停車需求，重新做指派以使其社會成本最小；不過其對新設施興建次序研究，然此論文以區位理論方法求解停車場設置問題，仍具參考價值。

在區位理論中 P-中位數的應用，國內研究曾有陳元彬 [6] 於路外停車場興建順序決策模式之研究，柯引璋 [3] 於公共設施設置區位研究，黃淑姿 [7] 都市鄰里公園區位研究，池三寶 [1] 大眾運輸場站設置區位研究，以及張璠 [5] 捷運車站區位選擇等之研究，但對於都市中所必需的停車場設施區位，國內似並未採此方法以行之。

設施區位理論最早源自於 1909 年時，Weber 以總旅行距離最小化來選擇倉儲設施的區位，隨後由 1929 年 Hotelling 所提出區位競爭理論，其主要議題在於運輸成本、固定成本與變動成本間的轉換，並未真正提出理論應用之實用性。直到 1964 年 Hakimi 提出 P-中位數理論，以線性規劃的方式來求解最適區位後，設施區位理論之實用性才真正被提出，此後之相關性研究，則針對不同的目標決策，以傳統 P-中位理論為配合各種不同目標以得到適當區位位置。

就區位理論之發展而言，有關區位理論因設施區位問題，因而產生許多設施區位模式，早期國外學者 Current 等[14]將設施區位理論依決策目標來區分，而 Moon 及 Chaudhry[20]研究中則以目標函數來加以分類之：(1) 決策目標函數。此乃以設施性質差異與效率化觀點不同，區位決策目標與準則也不一致而分。依 Current 等[14]研究將一般區位設施決策目標分為成本目標、需求導向目標、利潤目標及環境目標為四大項，其中以成本目標為最被常使用，需求導向目標以滿足需求服務為直接目標，通常以設施可及性為服務品質指標，而以覆蓋度、最小服務半徑等問題為代表，利潤目標一般則以私部門設施區位選擇較能適用，環境目標適用於設施對居民生活品質或安全性有負面影響時使用。另一則為：(2) 設施區位目標函數。由國外學者 Moon 及 Chaudhry[20]的研究中，此類之區位理論乃以 P-中位數法為基礎，所發展出來的設施區位目標函數分類，分為極小化或極大化、極小化或極大化總合、極小化最大值或極小化最小值、多準則四類，其準則都以總加權距離或設施數量極大化與極小化的演變，或藉由限制式來增加可信度，但整體決策模式仍以 Hakimi[17]的 P-中位數法的模式為計，其適用性以表 1 所示。

表 1 區位準則適用性分析表

準則	適用性
覆蓋問題	設置成本較高，且服務距離有限制
反覆蓋問題	屬於次要設施，且服務距離有限制
傳統中位數問題	需求性較為固定的設施
中心問題	適用於緊急性服務設施
中心-中位問題	需求性固定且具有緊急性之設施
極大化中位數	
反中心問題	適用於不受欢迎、吵雜性或污染性設施
反中心-極大化中位數問題	
防衛問題	
分散問題	適用於負分散配置的單向設施
分散-防衛問題	

資料來源：Moon & Chaudhry, 1984

三、動態停車場區位選擇模式

本研究方法首先藉由 Drezner[16]提出之先進 P-中位數法作為動態停車場區位選擇模式之架構，其中並結合停車需求預測模式以完成整個模式之建構；之後再應用 AMPL 數學規劃工具以求解此動態規劃模式之解答。其解答步驟分述如下：

3-1 設施區位選擇模式

設施區位根據其理論，發展出各種不同區位選定模式，國內外針對傳統 P-中位數，加以修正成許多

適合各種區位選定的模式。

3-1.1 P-中位數模式

P-中位數法是用來解決非緊急設施區位選擇的問題，早期的研究多以單一設施及單一目標為計算考量，其計算乃考慮以成本目標最小化為計，如徐慶文於 1994 年所提的停車場設施區位研究中指出，隨著社會變動，社會成本、環保等相關因素亦列入考量。另外由於近年來多目標決策方法的蓬勃發展，設施區位問題也開始應用多目標規劃方式來求解之，如此亦使構建出之模式亦較符合實際問題所需[12]。上述研究指出，有關停車場設施的區位選擇問題若以單一目標為考量，其乃屬於一個區位與分派的數學規劃模式問題；然實際上此類問題亦同時兼具各種需求因素與限制，並應隨時間之變動而不斷加以考量較為正確。

區位理論中的 P-中位數，是以距離為衡量指標因素，最早是由 Hakimi 於 1964 提出，至 1970 年由 Revell 等人將其轉變成整數線性規劃問題後，P-中位數已被廣泛使用在尋找固定之最佳區位問題上。此模式乃欲使其需求點之需求數總和乘以其各別最短距離最小化作為其目標函數。此模式一般皆使用在求取公共設施、市場、運輸場站等非緊急設施區位問題上。其整數數學規劃模式如下所示：

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n A_i \times C_{ij} \times X_{ij} \quad (1)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{j=1}^n X_{ij} = 1 \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (2)$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} \leq m \times Y_j \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} \times A_i \leq CAP_j \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (4)$$

$$\sum_{j=1}^n Y_j = p \quad (5)$$

$$X_{ij} = 1 \text{ or } 0$$

$$Y_j = 1 \text{ or } 0$$

其中 m : 需求節點數 (服務需求之分區數)

n : 潛可能設置設施的基地數

p : 欲配置之設施數目，為一外生變數

A_i : 需求點 (或分區) i 之總需求量

C_{ij} : 需求點 i 與候選設施區位點 j 間之最短距離 (成本)

X_{ij} : 二元決策變數；如果需求點 i 被潛可能設施基地 j 服務，則 X_{ij} 為 1；否則為 0

CAP_j : 新設之設施基地 j 之容量

Y_j : 如果新設施被設置候選設施區位點 j ，則為 1；否則為 0

上述模式之式(1)可定義為其目標函數 (objective function)，其需求至設施之加權旅運距離總和極小化；由 n^2 項的 A_i, C_{ij}, X_{ij} 組成，因 A_i, C_{ij} 是需求加權之最短距離，且 X_{ij} 為 0 或 1 (依需求點 i 被潛可能設

施基地 j 服務與否而定)，故將有 $n^2 - n$ 項是 0，留下 n 項 $A_i C_{ij}$ 值加總。式 (2) 則保證每一節點之需求均能被某一設施所服務，且只能被此一設施服務。式 (3) 以 X_{ij} 與 Y_j 兩 0-1 整數變數間之限制條件。式 (4) 以任一設施之總服務需求量不可大過其設施基地 j 之容量。式 (5) 則為限制開放的設施基地數目只能有 p 個。 X_{ij} 與 Y_j 兩整數限定為 0 與 1，其具有不可分割性。

然自 Hakimi 提出 P-中位數以後，受到許多研究之應用及修訂。其中主要修訂在於目標函數的修改、增加需求函數變數、改變距離參數值及增加限制式條件等；近年來對於及時提供區位選擇決策的動態區位選擇模式，則是由 Drezner 於 1995 年將時間 (time) 特性加入 P-中位數 (P-median) 法而提出之先進 P-中位數問題 (progressive P-median problem)，並將其應用於一般動態設施區位設置 (dynamic facility location) 的問題研究上。

3-1.2 先進 P-中位數模式

上述傳統 P-中位數模式中所提供之需求量是靜態的，在現實環境中，需求量可能會隨時間之變動而有所改變，甚而造成供給不足的情況出現。區位理論中，P-中位數 (P-median) 法適用於各種非緊急公共設施的區位選擇 [11]，並因不同之需求性來選擇適當的區位，此種方式是以靜態需求來解決問題。然此問題自 Wesolowsky [24] 和 Wesolowsky & Truscott [23] 提出後，即藉由及時性需求 (in-time demand) 以在特定時間內找到適合之設施點。而後者研究中加入時間的考量，由 Drezner 於 1995 年將時間特性加入上述之 P-中位數法，並提出先進的 P-中位數，如此則解決了需求因時間改變所須考慮之問題，並將之應用於一般之動態區位設施設置問題上。此種方式頗符合目前都市中隨時間及需求不斷變化的停車場設施之設置的動態設施區位問題。而此及時性 (in time) 之意乃在強調需求量 (demand) 之預測上；而動態性 (dynamic) 則指區位之選擇係將時間 (time) 之因素考量在內之意而言。其基本之數學規劃模式如下所示：

$$F_j(x, y) = \int_{t_j}^{t_{j+1}} \sum_{i=1}^n w_i(t) \min_{1 \leq k \leq j} \{d_{ik}(x, y)\} dt.$$

其中定義：
$$w_{ij} = \int_{t_j}^{t_{j+1}} w_i(t) dt.$$

經整合後，得出：

$$F_j(x, y) = \sum_{i=1}^n w_{ij} \min_{1 \leq k \leq j} \{d_{ik}(x, y)\}.$$

其中：

- $F(x, y)$: 目標函數值
- $w_i(t)$: 需求點 i 在時間為 t 時的需求量
- w_{ij} : 需求點 i 到設施 j 的需求量
- $d_{ij}(x, y)$: 需求點 i 到設施 j 的距離
- i : 需求點數 ($i = 1, \dots, n$)
- j : 設施點數 ($j = 1, \dots, p$)

在加入 p 設施點考量之後，得到一個適合多設施點與多需求點的動態區位選擇數學模式如下：

$$F(x, y) = \sum_{j=1}^p \sum_{i=1}^n w_{ij} \min_{1 \leq k \leq j} \{d_{ik}(x, y)\}.$$

此模式之主要特性為可隨時根據需求量的變動，以提供不斷更新（update）的區位位置決定來滿足相對之需求。此法之優點適用於非緊急設施區位上，如醫院、學校、及餐館等，要在不同時間依次構築新設備，並能隨時提供適當區位位置所給決策者，當作決策時之參考依據。但此方法之適用性在於，其較適合應用於新社區或新市鎮之規劃上，對於舊都市或已開發完成之市鎮規劃上，因已有入為與政策方面的既定束縛，故較不適合採用之。

本研究以主要停車需求為導向，並假設新規劃區欲設置停車場或剛開發地區供給不能滿足需求且急須及時設置停車場設施時，可提供一停車場設施區位之設置規劃，並以 Drezner 提出之先進 P-中位數之區位選擇模式理論基礎，結合停車需求之多元迴歸模式，以建構出都市規劃中停車場動態區位選擇之模式及應用。

3-2 時間相依停車需求模式

停車問題是目前都市發展中首要課題之一，國內各級政府透過各種手段來解決停車問題，使其供需能達到平衡。停車需求預測通常主要考慮因素有人口、商業活動、小汽車持有率、旅次產生與吸引、運輸系統、土地使用與建築面積、停車政策七項[4]。而國內一般常用的停車需求預測模式主要有九種，林大燦等於 1986 年對此做過詳細的比較分析，九種模式為小汽車成長模式、旅次吸引模式、產生率模式、多元迴歸模式、交通需求流量模式、土地使用停車需求模式、多元成長率幾何均數模式、分配模式、員工數導出模式。梁祖宏於 1988 將九種停車需求預測模式整理分類，分為交通量、社經變數、土地使用、旅次吸引四類停車需求模式。此外趙郁廉於 1985 提到適合動態停車需求量推估模式有產生率模式、多元迴歸模式、旅次吸引模式、交通流量模式四大模式；而四大模式中分為線性與非線性兩類，多元迴歸模式與交通流量模式屬於線性式，旅次吸引模式與產生率模式為非線性模式。

3-2.1 停車預測模式

停車需求預測方式，目前仍以採用多元迴歸模式為主要停車需求預測方法，此法適合應用於多元性都市，多元迴歸模式適合用於多元性都市，可以依據各種都市都市特性，如社經活動、土地使用等特性之關係，具有全方位性的需求預測式，而交通流量需求預測模式，則是以交通流量來推估，與交通特性有關，適合於小範圍區域，且為路網結構單純、土地使用均勻分配的都市。本研究參酌上述各相關文獻所採用之停車需求影響變數，並針對停車需求預測方法加以分析以對需求影響變數加以提出，運用統計軟體 SAS 為工具，建構出時間相依的停車需求迴歸方程式。藉由統計檢定方式來增加模式可信度，適合於目前台灣多元化都市，其模式如下。

$$D_i(t) = f(EP_i(t), PO_i(t), FA_i(t), DU_i(t), RS_i(t), AO_i(t))$$

其中定義：

$D_i(t)$: 第 t 年 i 區之尖峰時間停車需求量

$EP_i(t)$: 第 t 年 i 區之就業人口

$PO_i(t)$: 第 t 年 i 區之人口數

$FA_i(t)$: 第 t 年 i 區之樓地板面積

- $DU_i(t)$: 第 t 年 i 區之家計單位數
- $RS_i(t)$: 第 t 年 i 區之零售服務業樓地板面積
- $AO_i(t)$: 第 t 年 i 區之小汽車持有數

3-2.2 停車需求影響變數

停車需求量的產生與土地使用有密不可分之關係，土地使用種類不同所產生之活動也不同，相對的停車需求影響變數也跟著變化，由圖 1 所示停車需求的產生是由土地使用中「使用種類、使用強度、使用區位」方面所引起的活動需求，本研究針對土地使用種類、土地使用強度、土地使用區位、社會經濟、地區性停車設施三大方面做探討，藉而提出不同的土地使用影響停車需求變數。

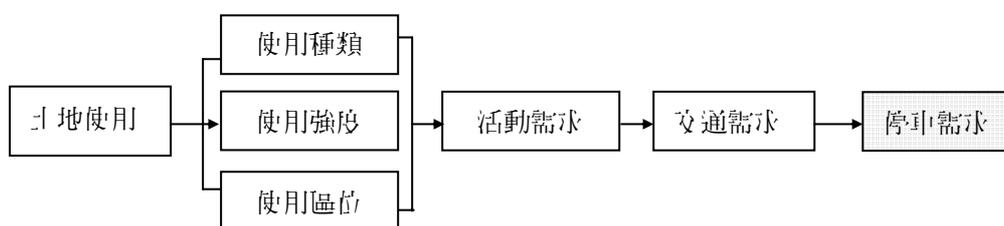


圖 1 土地使用與停車需求之關係圖

經由以上方面分析，住宅區中大部分的停車需求為產生性需求，住戶數與所得為住宅區停車需求主要影響變數；商業區的停車需求中，所引發的停車多為洽公、個人商務、上班、購物等旅次，由於土地使用的特性，導致來此停車旅次多為吸引性的停車需求量，其中以商業樓地板面積與土地價格為商業區停車需求主要影響變數；工業區的停車需求中，所引發的停車需求大多為到工業區的工作旅次，其中以廠家數與員工數最具有直接關係；行政區中所產生的停車需求，主要以行政機關員工工作旅次與民眾洽公的吸引性旅次為主，以行政機關的員工數、樓地板面積最具有直接性關係；文教區則以教職人員上下班與學生上下學的吸引性旅次為主，以教職員工數最具有直接性關係，本研究將藉以上之不同土地使用類別分別提出其一般性停車需求所產生之各別變數。

3-3 時間相依需求下之動態停車場區位選擇模式

本停車場設施區位選擇問題之研究，主要仍以停車需求為導向，並假設計畫年限內若停車場之供給不能滿足需求且急須設置停車場設施時，可及時並動態性地提供新設停車場所占之位置，並對目前及未來停車設施種類及停車需求做整體性之考量及分析，以求解出如何滿足與時間相關之停車需求及區位選擇。另外本研究將以多元迴歸模式以推估出動態停車需求預測模式並與 Drezner 提出之先進 P-中位數法區位選擇模式相結合，以建構出停車場動態區位選擇模式。模式求解方法將採用數學規劃程式 AMPL 以建構本規劃模式，並以啓發式解法，運用變數方式輸入，求解出最適當停車場設置區位所占之位置。

3-3.1 模式與系統程式構建

經由區位理論中先進 P-中位數與多元迴歸停車需求預測兩模式提出之後，因住宅、商業、工業、行政與文教三種土地使用不同，產生不同停車需求預測，將兩模式建構成一動態停車場區位選擇模式，模式建構如下：

$$f_j(x, y) = \int_{t_j}^{t_{j+1}} \sum_{i=1}^n \{Dp_i(t), Dn_i(t), Do_i(t), Ds_i(t), Dst_i(t)\} \times \min \{d_{ij}(x, y)\} dt$$

上述模式中 Dp_i 為住宅區需求量, Dn_i 為商業區需求量, Do_i 為工業區需求量, Ds_i 為行政區需求量, Dst_i 為文教區需求量, 因有各種土地使用細分, 故模式亦可詳列如下:

$$f_j(x, y) = \int_{t_j}^{t_{j+1}} \sum_{i=1}^n \left\{ \begin{array}{l} Dp_1(t), Dp_2(t), Dp_3(t), Dp_4(t), \\ Dn_1(t), Dn_2(t), Dn_3(t), Dn_4(t), \\ Do_1(t), Do_2(t), Do_3(t), \\ Ds(t), \\ Dst(t), \end{array} \right\} \times \min \{d_{ij}(x, y)\} dt$$

其中,

$$Dp1(t) = f(Ahp1(t), Bhp1(t), Chp1(t), Dhp1(t), Ehp1(t))$$

$$Dp2(t) = f(Ahp2(t), Bhp2(t), Chp2(t), Dhp2(t), Ehp2(t), Fhp2(t))$$

$$Dp3(t) = f(Ahp3(t), Bhp3(t), Chp3(t), Dhp3(t), Ehp3(t), Fhp3(t), Ghp3(t))$$

$$Dp4(t) = f(Ahp4(t), Bhp4(t), Chp4(t), Dhp4(t), Ehp4(t), Fhp4(t), Ghp4(t))$$

$$Dn1(t) = f(Ahn1(t), Bhn1(t), Chn1(t), Dhn1(t), Ehn1(t))$$

$$Dn2(t) = f(Ahn2(t), Bhn2(t), Chn2(t), Dhn2(t), Ehn2(t))$$

$$Dn3(t) = f(Ahn3(t), Bhn3(t), Chn3(t), Dhn3(t), Ehn3(t), Fhn3(t))$$

$$Dn4(t) = f(Ahn4(t), Bhn4(t), Chn4(t), Dhn4(t), Ehn4(t), Fhn4(t), Ghn4(t))$$

$$Do1(t) = f(Aho1(t), Bho1(t), Cho1(t), Dho1(t), Eho1(t))$$

$$Do2(t) = f(Aho2(t), Bho2(t), Cho2(t), Dho2(t), Eho2(t))$$

$$Do3(t) = f(Aho3(t), Bho3(t), Cho3(t), Dho3(t), Eho3(t), Fho3(t))$$

$$Ds(t) = f(AI(t), BI(t), CI(t), DI(t), EI(t))$$

$$Dst(t) = f(Ag(t), Bg(t), Cg(t), Dg(t), Eg(t))$$

各變數代號之意義如表 2 所示。

3-3.2 動態區位選擇模式求解

本研究將區位理論模式與停車需求推估模式加以結合, 建立動態區位選擇模式。同時本研究構建的模式在求解方法上, 以 AMPL 建構出編碼與參數程式, 配合模式解答器 (Solver) 得到最適當設置區位點, 此求解步驟如圖 2 所示。分別為需求分區、實地勘測、收集影響因子資料、迴歸統計檢定與建立迴歸方程式、取得需求點重心座標、設定推估預測日期、推算出各分區需求數、檢討停車場設施數、建構編碼程式與參數檔、載入 AMPL 系統程式求解, 其步驟說明如下:

先將以都市計劃圖做初步分區, 由不同土地類別加以區分為住宅、工業、商業、行政及文教五大分區, 根據初步需求分區之後, 為了準確推估出停車需求預測, 採用實地勘測方式, 細分出住宅、工業、商業的土地使用類別, 另再加以實地調查目前規劃區內現有停車位, 作為未來推算便利指標時的依據, 將土地類別使用分類細分之後, 配合停車需求模式取得影響變數相關歷史資料, 運用統計軟體 SAS 程式建立資料檔, 由統計軟體 SAS 程式加以運作, 配合統計檢定方式, 相關性係數、逐步迴歸分析、t 檢定、F 檢定與簡單係數判定三種方法, 得出各分區停車需求迴歸方程式係數。

統計軟體 SAS 程式建構上主要分為六大部分, 對於其迴歸方程式之建構說明, 可參考如附錄一及附錄二所示。其中附錄一之各程式說明如下: (1) 將影響變數資料, 轉變成資料檔, 載入 SAS 程式中, (2) 宣告輸入影響變數排列, (3) 給予影響變數名稱, (4) 採用皮爾森 (Person) 相關係數檢定, 顯示出停車需

表 2 各變數說明表

Dp1 (t) 自一地區第 t 年之停車需求量	Chn2 (t) 商二地區第 t 年的土地價格
Dp2 (t) 自二地區第 t 年之停車需求量	Dhn2 (t) 商二地區第 t 年的便利指標
Dp3 (t) 自三地區第 t 年之停車需求量	Ehn2 (t) 商二地區第 t 年商業樓地板面積
Dp4 (t) 自四地區第 t 年之停車需求量	Ahn3 (t) 商三地區第 t 年的自戶數
Dn1 (t) 商一地區第 t 年之停車需求量	Bhn3 (t) 商三地區第 t 年的土地使用程度
Dn2 (t) 商二地區第 t 年之停車需求量	Chn3 (t) 商三地區第 t 年的土地價格
Dn3 (t) 商三地區第 t 年之停車需求量	Dhn3 (t) 商三地區第 t 年的便利指標
Dn4 (t) 商四地區第 t 年之停車需求量	Ehn3 (t) 商三地區第 t 年商業樓地板面積
Do1 (t) 自一地區第 t 年之停車需求量	Fhn3 (t) 商三地區第 t 年自戶數
Do2 (t) 自二地區第 t 年之停車需求量	Ahn4 (t) 商四地區第 t 年的自戶數
Do3 (t) 自三地區第 t 年之停車需求量	Bhn4 (t) 商四地區第 t 年的土地使用程度
Ds (t) 行政區第 t 年之停車需求量	Chn4 (t) 商四地區第 t 年的土地價格
Dst (t) 文教區第 t 年之停車需求量	Dhn4 (t) 商四地區第 t 年的便利指標
Ahp1 (t) 自一地區第 t 年的自戶數	Ehn4 (t) 商四地區第 t 年商業樓地板面積
Bhp1 (t) 自一地區第 t 年的土地使用程度	Fhn4 (t) 商四地區第 t 年自戶數
Chp1 (t) 自一地區第 t 年的土地價格	Ghn4 (t) 商四地區第 t 年停車費率
Dhp1 (t) 自一地區第 t 年的便利指標	Aho1 (t) 自一地區第 t 年的廠家數
Ehp1 (t) 自一地區第 t 年人民所得	Bho1 (t) 自一地區第 t 年的自戶數
Ahp2 (t) 自二地區第 t 年的自戶數	Cho1 (t) 自一地區第 t 年的土地價格
Bhp2 (t) 自二地區第 t 年的土地使用程度	Dho1 (t) 自一地區第 t 年的便利指標
Chp2 (t) 自二地區第 t 年的土地價格	Eho1 (t) 自一地區第 t 年的土地使用程度
Dhp2 (t) 自二地區第 t 年的便利指標	Aho2 (t) 自二地區第 t 年的廠家數
Fhp2 (t) 自二地區第 t 年商業樓地板面積	Bho2 (t) 自二地區第 t 年的自戶數
Ehp2 (t) 自二地區第 t 年人民所得	Cho2 (t) 自二地區第 t 年的土地價格
Ahp3 (t) 自三地區第 t 年的自戶數	Dho2 (t) 自二地區第 t 年的便利指標
Bhp3 (t) 自三地區第 t 年的土地使用程度	Eho2 (t) 自二地區第 t 年的土地使用程度
Chp3 (t) 自三地區第 t 年的土地價格	Aho3 (t) 自三地區第 t 年的廠家數
Dhp3 (t) 自三地區第 t 年的便利指標	Bho3 (t) 自三地區第 t 年的自戶數
Ehp3 (t) 自三地區第 t 年商業樓地板面積	Cho3 (t) 自三地區第 t 年的土地價格
Fhp3 (t) 自三地區第 t 年廠家數	Dho3 (t) 自三地區第 t 年的便利指標
Ghp3 (t) 自三地區第 t 年人民所得	Eho3 (t) 自三地區第 t 年的自戶數
Ahp4 (t) 自四地區第 t 年的自戶數	Fho3 (t) 自三地區第 t 年的土地使用程度
Bhp4 (t) 自四地區第 t 年的土地使用程度	Al (t) 行政區第 t 年行政機關自戶數
Chp4 (t) 自四地區第 t 年的土地價格	Bl (t) 行政區第 t 年行政機關樓地板面積
Dhp4 (t) 自四地區第 t 年的便利指標	Cl (t) 行政區第 t 年的便利指標
Ehp4 (t) 自四地區第 t 年商業樓地板面積	Dl (t) 行政區第 t 年的土地價格
Fhp4 (t) 自四地區第 t 年廠家數	El (t) 行政區第 t 年的停車費率
Ghp4 (t) 自四地區第 t 年人民所得	Ag (t) 文教區第 t 年教職員自戶數
Ahn1 (t) 商一地區第 t 年的自戶數	Bg (t) 文教區第 t 年的自戶數
Bhn1 (t) 商一地區第 t 年的土地使用程度	Cg (t) 文教區第 t 年的土地價格
Chn1 (t) 商一地區第 t 年的土地價格	Dg (t) 文教區第 t 年的便利指標
Dhn1 (t) 商一地區第 t 年的便利指標	Eg (t) 文教區第 t 年的文教機關自戶數
Ehn1 (t) 商一地區第 t 年商業樓地板面積	Bhn2 (t) 商二地區第 t 年的土地使用程度
Ahn2 (t) 商二地區第 t 年的自戶數	Fhp1 (t) 自一地區第 t 年的持有率
Ghp2 (t) 自二地區第 t 年的持有率	Hhp3 (t) 自三地區第 t 年的持有率
Hhp4 (t) 自四地區第 t 年的持有率	Fhn1 (t) 商一地區第 t 年的持有率
Fhn2 (t) 商二地區第 t 年的持有率	Ghn3 (t) 商三地區第 t 年的持有率
Hhn4 (t) 商四地區第 t 年的持有率	Fho1 (t) 自一地區第 t 年的持有率
Fho2 (t) 自二地區第 t 年的持有率	Gho3 (t) 自三地區第 t 年的持有率
Fl (t) 行政區第 t 年的持有率	Fg (t) 文教區第 t 年的持有率

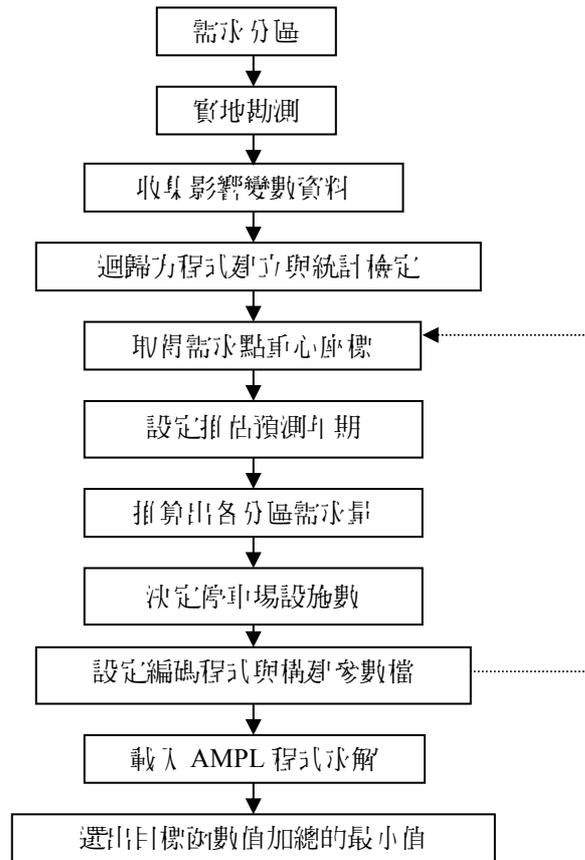


圖 2 動態區位選擇模式求解步驟

求與各變數之間相關係數值，(5)採用逐步迴歸分析法，選出最佳預測變數，建構出停車需求與各變數之迴歸方程式，(6)建立各變數與時間之迴歸方程式；經由此程式建構出停車需求與停車影響變數之迴歸方程式，和停車影響變數與時間性迴歸方程式，再由時間相依之迴歸方程式代入停車需求與停車影響變數迴歸方程式中，即得與時間相依的停車需求迴歸方程式。

座標點方面，應用繪圖軟體 AUTOCAD 將數位化圖形輸入，取得各分區需求的重心座標點；採用規劃區預測推估年限，設定預測推估年期，以積分方法求取各分區的停車需求車量，並決定欲建立停車場的設施數，將以上資料建立之後，需古程式運作之前，構建 AMPL 編碼程式(code)與參數檔，程式與參數檔之形式如附錄三及附錄四所示，有興趣之讀者可參閱之。

本研究建構之 AMPL 程式運算模式說明如圖 3 所示：

```

    ampl: model p.txt ; ..... 載入編碼程式
    ampl: data data11.txt ; ..... 載入參數檔
    ampl: solve; ..... 載入模式解答器
    MINOS 5.5: optimal solution found.
    ampl: display x, y, L; ..... 顯示座標點與目標函數值
    :           x           y           L:=
    1   0.124189       0.980347
    2   0.189873       0.957156
    L = 2841280000
  
```

圖 3 AMPL 程式運算模式說明圖

四、實證研究

經濟部擬在台中縣大雅鄉執行亞太航太工業製造中心[13]，為我國航太工業製造中心，帶動航太工業發展；此案例為一新規劃工業區，符合模式適用時機，特以此案例作為實證研究操作對象。

4-1 地區位置

工業區位置在大雅鄉東北方以中清路為界，東南方以天然現有河道為界，西方以鄉界為界線，西南方以鄉道為其界線，範圍總面積為 183 公頃，土地使用狀況如圖 4 所示。

4-2 實證研究分區

本研究根據都市計画法，對航太工業區產業類別加以區分為三類，分類結果如表 3 所示，規劃目標為十年並採分期分區，分期為六年與四年兩期，分區範圍如圖 5 所示。

表 3 實證研究中引進產業類別分類與資料收集項目表

分類	產業類別	資料收集項目
一	鋼鐵鑄造業、鋼鐵鍛造業、鋼材表面處理業、廢車船解體及廢鋼鐵業、鋼材二次加工業、鋁鑄造業、金屬模具製造業、金屬製成品表面處理業、粉末冶金業、化學材料專業區	廠家數、員工數、土地價格、便利指標、使用程度、持有率
二	金屬翅片結構及組件製造業、螺釘、螺帽、螺絲釘及鉚釘業、鐵皮、金屬皮製品製造業	廠家數、員工數、土地價格、便利指標、使用程度、持有率
行政區	行政機關員工數、行政機關樓地板面積、便利指標、土地價格、停車費率、持有率	

4-3 模式運用與資料收集

實證研究區根據引進產業性質分類之後，土地使用類別為一、二與行政機關用地三種，其停車需求預測方程式所需資料如表 3 所示；在工業專用區方面，根據台中縣大雅鄉航太工業區規劃報告書[13]中取得 89 年到 98 年的分期分區預測發展資料；在員工數資料方面，經由規劃報告書中取得各年度就業人口資料，並經由土地比例取得各街廓中的就業人口數量；在持有率方面，經由規劃報告書中取得各年度預測千人持有率，將持有率乘上街廓內就業人口數，得到各年度街廓內汽車數量；在廠家數方面，由街廓內員工數乘上規劃報告書中工業局規定每人 50 平方公尺樓地板面積，經由規劃報告書中取得各廠家總樓地板面積與規定土地強度，得知各廠家總樓地板面積，再由先前街廓內員工總樓地板面積值除上各廠家總樓地板面積，便取得各年度街廓內廠家數；在土地使用程度方面，由廠家數乘上各廠家總樓面積，除上整個街廓總面積，便得知各年度土地使用程度；在地價方面資料，由內政部地政統計資料得知台中縣大雅鄉工業區過去十年土地價格，根據土地價格成長程度，得到未來十年內台中縣大雅鄉工業區的土地價格；在便利指標方面；由規劃報告書中得知每個廠家需自備 28 個停車位，加上每個街廓路邊停車數量（30M 次要道路，不准停車），街廓內各年度總停車位除上各年度就業人口資料，得到各年度使

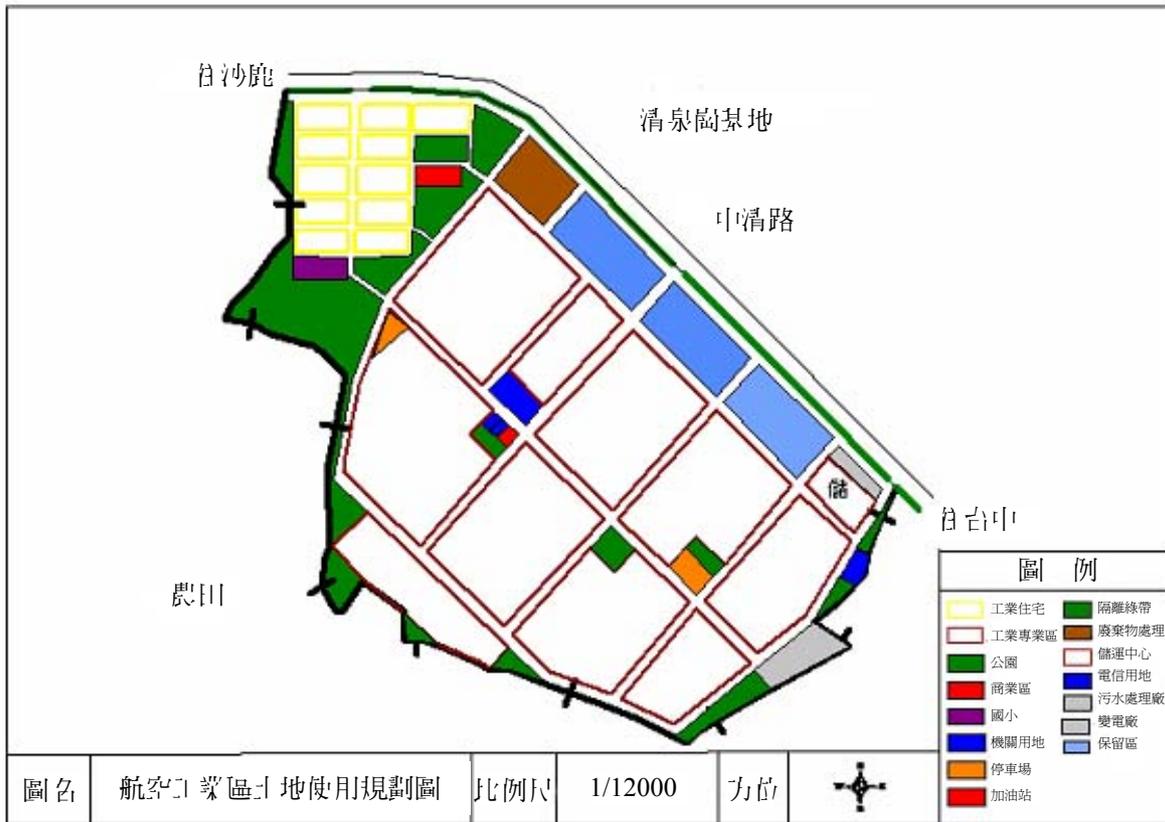


圖4 實證地區土地使用圖



圖5 實證地區分期分區圖

利指標值。古行政區方面，經由報告書中取得各年度就業人口資料，經由土地比例取得街廓內的行政機關就業人口數量；古持有數方面，經由報告書中取得各年度預測千人持有率乘上街廓內行政就業人口數，得到各年度街廓內汽車數量；古地價方面資料，此地區為工業區行政機關用地，土地用途上仍為工業用地為計，經由內政部地政統計資料得知台中縣大雅鄉工業區過去十年土地價格，根據土地價格成長程度，得到未來十年內台中縣大雅鄉工業區的土地價格；古樓地板面積方面，根據分期分區資料，行政區於第一期 94 年建設完成，於將 94 年建設完成後總樓地板面積除上員工數，得到每名員工擁有樓地板面積為 650.3 平方公尺，乘上各年度行政機關員工數，得到各年度樓地板面積資料；古便利指標方面，經由規劃報告書中得知，行政區機關停車皆停置地下停車場，可提供 155 個停車位，除以各年度行政機關樓地板面積，得到便利指標值；古停車費率方面，依據規劃報告書中規定停車費率為每小時 20 元計算之。

4-4 停車需求迴歸方程式建立及需求量與需求點計算

4-4.1 迴歸方程式建立

經由資料收集後，運用統計軟體 SAS 程式求出各分區迴歸方程式。此部份之程式建立係先經由各變數相關性檢定，以剔除相關性較高之變數，並運用統計檢定方法，以確定各分區迴歸方程式的可信度。各分區時間性停車需求迴歸方程式如表 4 所示。

4-4.2 分區停車需求推算

經由時間相依之停車需求迴歸方程式建立之後，可進一步透過積分方式將其轉變為 AMPL 所需之動態停車需求迴歸方程式。同時配合分期分區之發展規劃，於第一期為六年（89-94 年）內設立第一座停車場，第二期為經過四年後（95-98 年）再加設另一座停車場。古需求量計算上第一期設立以六年之需求量計算，第二期設立則以後四年之需求量計算之。依此類推可推估出第 10 年、第 15 年、第 20 年及第 25 年之需求量。另古需求點之需求量的計算方面，本研究以電腦輔助繪圖軟體 AUTOCAD 求取每個街廓重心點之座標，此結果經整理後如表 4 所示。

表 4 實證分區停車需求方程式及其需求量與需求點位置

分區	停車需求迴歸方程式	動態停車需求迴歸方程式	t _y	總需求量	x 座標	y 座標				
			89-94 年度	95-98 年度	99-103 年度	104-108 年度	109-114 年度			
1-1	-1817.29+21.5t	-1817.29t+10.75t ²	750	1180	1417	1847	2900	7707	892.0	1481.4
1-2	-615.996+7.2t	-615.996t+3.6t ²	214	358	445	589	934	2425	1114.7	1328.7
1-3	-1381.22+16.25t	-1381.22t+16.25t ²	528	853	1040	1365	2153	5664	1269.2	1125.7
2-4	-1143.01+13.987t	-1143.01t+6.99t ²	681	960	1076	1355	2079	5823	1500.9	897.6
2-5	-65.79+2.5t	-65.79t+1.25t ²	815	865	747	797	1065	3952	1694.9	683.8
2-6	-755.44+9.04t	-755.44t+4.52t ²	359	539	630	811	1263	3423	1434.4	403.6
2-7	-1322.4+15.64t	-1322.4t+7.82t ²	543	856	1029	1342	2107	5598	1235.0	581.4
1-8	-1164.72+13.8t	-1164.72t+6.9t ²	490	766	916	1192	1870	4983	976.4	805.9
1-9	-955.891+11.321t	-955.891t+5.66t ²	399	626	750	976	1531	4078	719.5	646.2
1-10	-2346.51+27.72t	-2346.51t+13.86t ²	949	1504	1813	2367	3721	9864	696.2	1091.6
1-11	-41.95+0.49t	-41.95t+0.245t ²	14	24	30	40	63	164	917.6	1108.8
1-12	-254.86+3.03t	-254.86t+1.515t ²	112	173	205	265	415	1112	980.3	1181.2

4-5 程式運算求解停車場位置

經由 AMPL 程式運算過後，表 5 顯示出，在所有 132 種組合中（12×(12-1)），選出第一、第二座停車場目標函數加總的最小值，為最適當設置區位，第一期最適當設立停車場位置為（770.547，1093.04），服務全部規劃區十二個需求點，第二期最適當設立停車場位置為（1323.67，555.302），服務 5、6、7、8 四個需求點，如圖 6 所示。

表 5 目標函數計算表

第一座停車場服務需求點	第二座停車場服務需求點	目標函數值		目標函數值加總
		第一座停車場	第二座停車場	
1	2,3,4-----,12	3233948.479	2875052.898	6109001.377
1,2	3,4,5-----,12	3406177.327	2675831.024	6082008.351
1,2,3	4,5,6-----,12	4054040.537	1925471.993	5979512.530
1,2---,4	5,6,7-----,12	4155340.066	1756810.19	5912150.256
1,2---,5	6,7,8-----,12	4398073.952	1545741.806	5943815.758
1,2---,6	7,8,9-----,12	4565826.057	1326327.203	5892153.260
1,2---,7	8,9,10-----,12	4669054.298	1083882.727	5752937.025
1,2---,8	9,10,11-----,12	4696719.583	996660.9897	5693380.573
1,2---,9	10,11,12	4749132.231	893536.59	5642668.821
...
1,2,3,4,9,10,11,12	5,6,7,8	5020540.203	524490.326	5545030.529
...
2,3,4-----,12	1	5449116.716	296791.2522	5745907.968
3,4,5-----,12	1,2	5581821.385	255806.9035	5837628.289
4,5,6-----,12	1,2,3	5779430.797	156915.0019	5936345.799
5,6,7-----,12	1,2---,4	5926462.805	146038.3323	6072501.137
6,7,8-----,12	1,2---,5	6026559.19	66328.06145	6092887.251
7,8,9-----,12	1,2---,6	6052685.901	34689.38211	6087375.283
8,9,10-----,12	1,2---,7	6072856.785	2394.401022	6075251.186
9,10,11-----,12	1,2---,8	6110235.995	2.50E-07	6110235.995

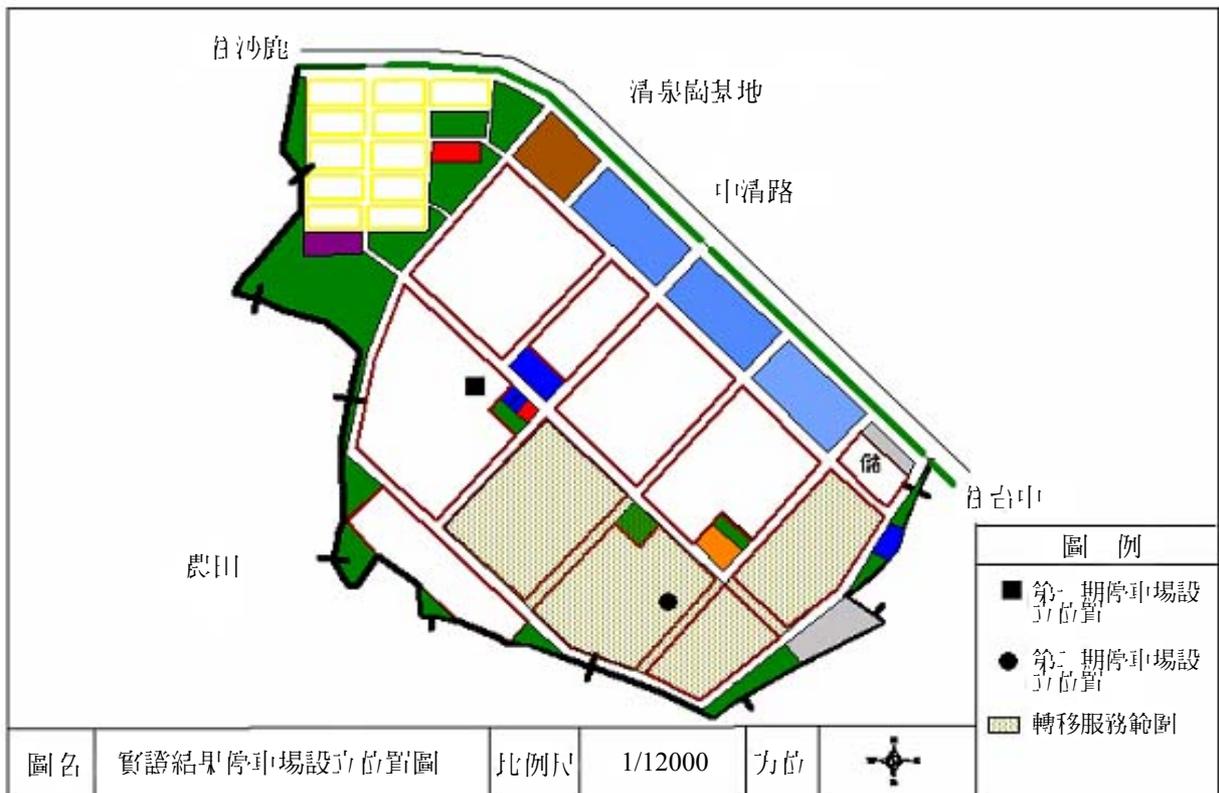


圖 6 實證結果位置圖

4-6 新停車場設施加入

實證結果是以規劃區 25 年的總停車需求作為考量，在第 6 年設立第一座停車場，本研究則考量各個需求點的需求變化與模式使用之特性，定期在第 10 年、第 15 年、第 20 年三個年期加入新的停車場設施，並能及時提供新停車場設施區位點，給予規劃者在規劃新規劃區時最大的彈性；如第 6 年設立第一座停車場，由程式輔助建構參數檔，可以產生 1320 種組合 $(12*(12-1)*(12-2))$ ，則需建構出 3960 個參數檔 $(12*(12-1)*(12-2)*3)$ ，經由電腦連續運算後，如圖 7 所示，則設立第一座停車場區位座標點為(1433.6, 813.871)，可以服務整個規劃區，6 年後因需求增加設立第二座停車場區位座標點為(696.2, 1091.6)，服務 8、9、10、11、12、1、2 七個需求點所產生的需求量，10 年後因需求增加設立第三座停車場區位座標點為(892, 1481.4)，服務 1、2 兩個需求點所產生的需求量，如第 15 年設立第四停車場，由程式輔助建構參數檔，可以產生 11880 種組合 $(12*(12-1)*(12-2)*(12-3))$ ，則需建構出 47520 個參數檔 $(12*(12-1)*(12-2)*(12-3)*4)$ ，經由電腦程式連續運算後，如圖 8 所示，則設立第一座停車場區位座標點為(1422.58, 701.529)，可以服務整個規劃區，6 年後因需求增加設立第二座停車場區位座標點為(696.2, 1091.6)，服務 8、9、10、11、12、1、2、3 八個需求點所產生的需求量，10 年後因需求增加設立第三座停車場區位座標點為(892, 1481.4)，服務 1、2、3 三個需求點所產生的需求量，15 年後因需求增加設立第四座停車場區位座標點為(1269.2, 1125.7)，服務 2、3 兩個需求點所產生的需求量，如第 20 年設立第五座停車場，由程式輔助建構參數檔，可以產生 95040 種組合 $(12*(12-1)*(12-2)*(12-3)*(12-4))$ ，則需建構出 475200 個參數檔 $(12*(12-1)*(12-2)*(12-3)*(12-4)*5)$ ，經由電腦連續運算後，如圖 9 所示，則設立第一座停車場區位座標點為(1422.58, 701.529)，可以服務整個規劃區，6 年後因需求增加設立第二座



圖 7 設立三座停車場時的位置圖

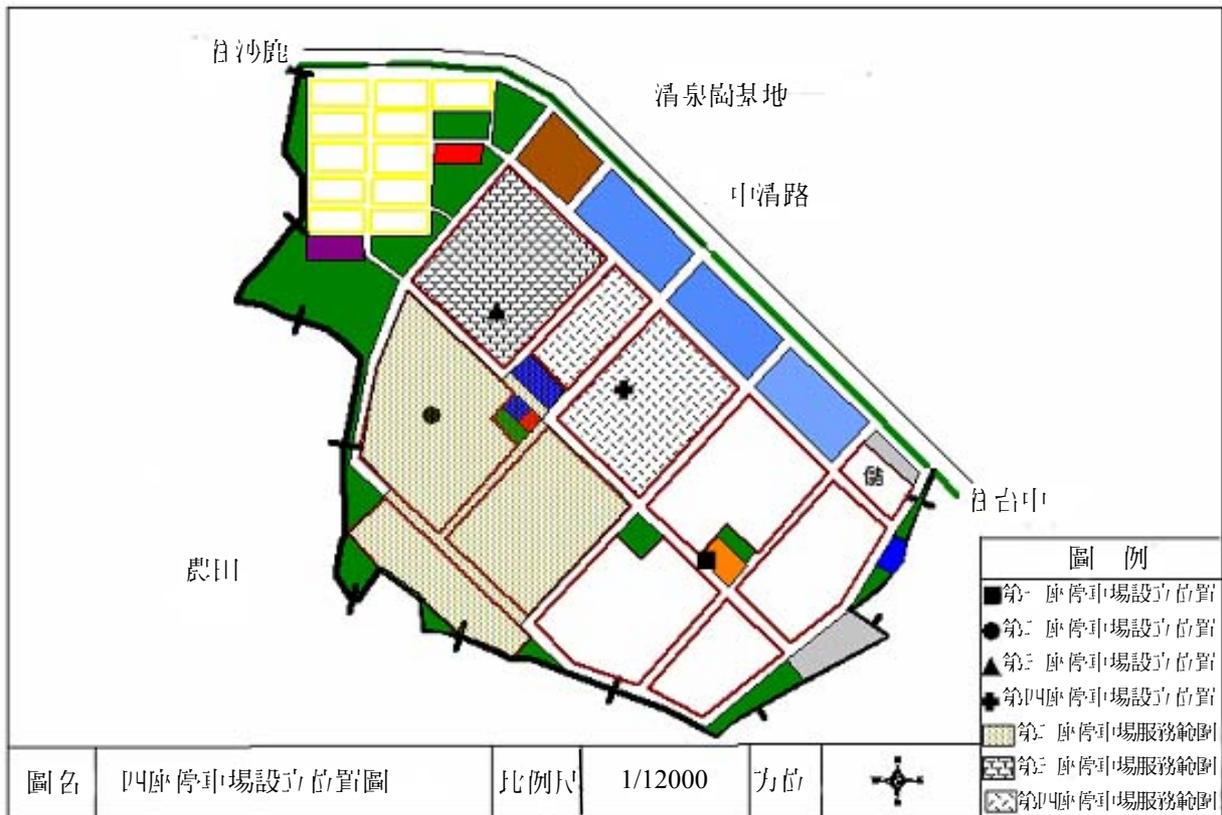


圖8 設立四座停車場時位置圖

停車場區位座標點為(892, 1481.4)，服務 10、11、3、1、2、12、4、5、6、7 十個需求點所產生的需求，10 年後因需求增加設立第三座停車場區位座標點為(696.2, 1091.6)，服務 3、1、2、12、4、5、6、7 八個需求點所產生的需求，15 年後因需求增加設立第四座停車場區位座標點為(976.4, 805.9)，服務 1、2、12、4、5、6、7 七個需求點所產生的需求，20 年後因需求增加設立第五座停車場區位座標點為(1269.2, 1125.7)，服務 4、5、6、7 四個需求點所產生的需求。

五、結論

本研究將區位理論中先進 P-中位數法和多元迴歸停車區位模式加以結合，建構出動態停車場區位選擇模式，並經由實證研究顯示模式的可行性。同時本研究採用數學規劃軟體 AMPL 建構系統模式，以求解出最佳設置停車場的區位點。此模式不僅解決了以往停車場設置之需求量變動性問題，並提供給規劃者決策規劃時的輔助工具。

本研究結果可得到以下幾點結論：

- 一、區位理論模式為了因應實際狀況，將區位理論加以極大化、極小化或增加其限制式來產生許多區位模式，不過在使用上皆以傳統 P-中位數法為主，先進 P-中位數法改進了傳統 P-中位數法中的靜態需求的部分，隨時能提供因時間性變化的需求量，並尋找出最適當的設置區位。
- 二、停車需求模式採用多元迴歸模式做為預測方法，為較符合目前多元化社會中使用的停車需求預測模式，並自由地使用種類、土地使用區位、土地使用強度與其他因素四方面，找出一般都市中影響停車需求的變數，配合統計軟體 SAS 建構出迴歸方程式，經由時間性變數方程式代入停車需求影響變數方程式中，即得一個時間相依的停車需求預測方程式。

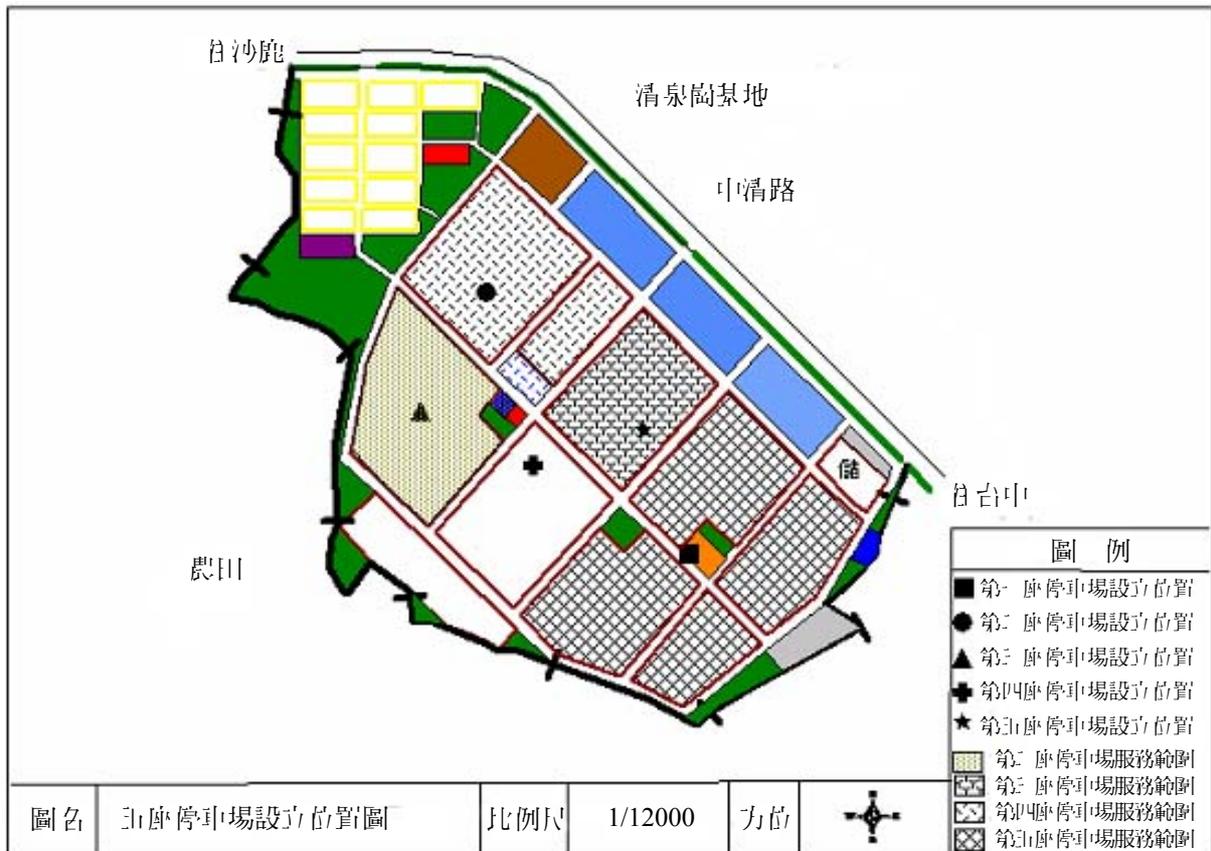


圖 9 設立五座停車場時位置圖

三、先進 P-中位數法與時間性停車需求預測模式兩模式之結合，即建構出一個動態停車場區位選擇模式。模式並以歐幾里得方式求取設施與需求點之距離，頗適合使用於新規劃區中。

四、本研究提出的動態性區位選擇模式，因其乃以時間積分（ $\int_{t_j}^{t_{j+1}}$ ）做為任一時段之停車需求量預

測（此觀念乃以統計學上之時間序列(time series) 需求量預測方法及理論導出）而來。因此，在理論

上，藉由函式 $w_{ij} = \int_{t_j}^{t_{j+1}} w_i(t) dt$ 的計算，各需求點在任一 隨意時段之需求量可被計算而得；而亦因如

此，若各需求點之需求量因決策者在不同時段而有不同之要求（如因需求量、政策因素、或預算因素等），則區位位置之決策亦可因此而及時有不同之決定矣。

五、在模式求解上，以統計軟體 SAS 得出停車需求迴歸方程式，而在數學規劃軟體方面，則將 P-中位數方法寫成數學軟體 AMPL 系統程式，以順利得其解答。在輔助程式方面，運用 C 語言撰寫輔助程式，解決數學軟體 AMPL 系統程式在本研究操作中無法連續運算的缺點，使其能快速正確的解答，減少人力方面的計算。

附錄一 統計軟體 SAS 建構迴歸方程式說明圖

```

DATA DP1;
  INFILE 'c:\data\Dp1.dat'; (1)
  INPUT Ahp1 at Bhp1 bt Chp1 ct Dhp1 dt Ehp1 et ; (2)
  LABEL Dp1='LIVE 1 PARKING D'
        Ahp1='live people'
        at=' live people time '
        Bhp1='live land use'
        bt=' live land use time'
        Chp1=' live land money'
        ct=' live land money time'
        Dhp1='convenient'
        dt='convenient time'
        Ehp1='person money'
        et='person money time'; (3)
  PROC CORR DATA=PEARSON; (4)
    VAR Dp1 Ahp1 Bhp1 Chp1 Dhp1 Ehp1;
M1:  MODEL Dp1= Ahp1 Bhp1 Chp1 Dhp1 Ehp1 /selection=stepwise; (5)
PROC REG DATA=DP1;
M2 :  MODEL Ahp1 = at ;
M3 :  MODEL Bhp1 = bt ;
M4 :  MODEL Chp1 = ct ;
M5 :  MODEL Dhp1 = dt ;
M6 :  MODEL Ehp1 = et ;
RUN; (6)
    
```

附錄二 統計軟體 SAS 建構時間性資料檔 (Dp1.dat) 說明圖

年度	停車需求量	年度	樓地板面積	年度	住戶數	年度	便利指標
89	1596	89	1587	89	52	89	0.45
90	1352	90	1359	90	36	90	0.65
91	1369	91	1256	91	57	91	0.58
92	1389	92	1369	92	58	92	0.52
93	1869	93	1598	93	55	93	0.58

附錄三 AMPL 編碼程式構建說明圖

```

param n ; (1)
param p ; (2)
set I := 1..n;
set P := 1..p;
param xx {i in I}; (3)
param yy {i in I}; (4)
param w {i in I, j in P}; (5)
var x {j in P} := Uniform(0, 1); (6)
var y {j in P} := Uniform(0, 1); (7)
var L = sum {i in I} (sum {j in P} (w[i, j]*
min {k in P: k <= j}
(sqrt((x[k]-xx[i])^2+(y[k]-yy[i])^2+1.e-16))))); (8)
minimize objective: L; (9)
    
```

附錄四 AMPL 參數檔構建說明圖

```

param n ; (1)
param p ; (2)
param: xx yy := (3)
  1 x y
  2 x y
  ...
param: w := (4)
  1 1 w
  2 1 w
  ...
    
```

參考文獻

1. 池三寶，1986，大眾運輸場站區位研究，交通大學交通運輸研究所碩士論文，新竹。
2. 林大燦、魏心輝，1986，運輸系統管理規劃手冊，交通部運輸研究所，臺北市。
3. 柯可璋，1991，公共設施設置區位之研究—以台北市有線電視經營分區之劃設為例，中興大學公共政策研究所碩士論文，台北。
4. 徐慶心，1994，路外停車場區位之研究，淡江大學土木工程研究所碩士論文，台北。
5. 張璠，1983，捷運車站位置選擇研究，交通大學交通運輸研究所碩士論文，新竹。
6. 陳元彬，1994，公路路外停車場興建順序決策模式之研究，交通大學交通運輸研究所碩士論文，新竹。
7. 黃淑姿，1982，都市鄰里公園區位研究—以台北市大安區為例，中興大學都市計畫研究所碩士論文，台北。
8. 黃進明，1991，路外停車場區位之研究—以台中市中心區為例，逢甲大學都市計畫學系學士論文，台中。
9. 蔡祖強，1988，陳述性偏好法在個體停車選擇行為之研究，國立交通大學土木工程研究所碩士論文，新竹。
10. 趙紹康，1985，都市停車系統規劃模式之研究—以臺北市舊市區為個案，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文，臺北市。
11. 蔡輝昇，1987，網路系統中解單一中心場站位置方法之研究，運輸計劃季刊，Vol.15, No.2, pp.117-128。
12. 蕭利安，1992，設施區位問題多目標決策之研究，交通大學交通運輸研究所博士論文，新竹。
13. 賴致密、呂允中、劉曜華等，1998，航空口聚區區規劃報告，逢甲大學都市計畫學系，臺中。
14. Current, J., Min H., Schilling, D. 1990. "Multiobjective Analysis of Facility Location Decisions", *European Journal of Operational Research*, No.49, pp.295-307.
15. Dirickx, M. I., Jennergren, L. P. 1975. "An Analysis of the Parking Situation in The Downtown Area of West Berlin", *Transportation Science*, No.19, pp.1-11.
16. Drezner, Zvi., 1995. "Dynamic Facility Location : The Progressive P-Median Problem", *Location Science*, 3/1 pp.1-7
17. Hakimi, S. L., 1964, "Optimum Locations of Switching Centers and the Absolute Centers and Medians of A Graph", *Operations Research*, Vol.12, pp.450-459.
18. Hotelling, H., 1929, "Stability in Competition", *Economic Journal*, No.39, pp.41-57.
19. Kanafani, A. K., 1972. "Location Model for Parking Facilities", *Transportation Engineering Journal*, No.98, pp.117-129.
20. Moon, I. D. & Chaudhry, S. S., 1984. "An Analysis of Network Location Problems with Distance Constraints", *Management Science*, 30/3 pp.290-307.
21. Revelle, C., Swain, D. and Lieman J. C., 1970, "An Analysis of Private and Public Sector Location Model", *Management Science*, Vol.16, No.11, pp.692-705.
22. Weber, Alfred, 1909, "Uber den Standort der Industrien", Tubingen.
23. Wesolowasky, G. O. & Truscott, W. G., 1975, "The multiperiod location-allocation problem with relocation of facilities", *Management Science*, No.22, pp.57-65.
24. Wesolowasky, G. O., 1973. "Dynamic Facility Location", *Management Science*, No.19, pp.1241-1247.

A Study of Urban Parking Facility Location

Wann-Ming Wey* Ching-Ting Liao**

* Graduate School of Architecture and Urban Design, Chaoyang University of Technology
e-mail:wmwey@mail.cyut.edu.tw

** Graduate School of Architecture and Urban Design, Chaoyang University of Technology
e-mail:b631120@seed.net.tw

(Date Received : October 12,2001 ; Date Accepted : October 20,2003)

Abstract

A model of dynamic parking facility location choice is proposed in this paper. A dynamic P-median problem of parking facility is considered. One important characteristic of this study is that the parking demand predicted in our model is changing over a given time horizon, i.e., the demand is time dependent. Besides, the parking facilities are built one at a time at given times. Once a new facility is built, some of the drivers (customers) will use its services and some of them will patronize an existing facility. At any given time, drivers patronize the closest parking facility under enough capacity. The problem is to find the best parking facility location for the new facilities. The problem is formulated and the potential algorithm is proposed for this present time. However, a standard mathematical programming code AMPL (A Modeling Language for Mathematical Programming) is adopted here to solving our formulated problem.

Keywords: Dynamic location choice, Progressive P-median, Location theory, Time-dependent parking demand model, Mathematical programming, Multiple regression model