

第五章 實例分析：地域連攜規劃

本章進行實例分析的第二階段，即科學園區與周圍地區之地域連攜規劃，首先介紹模式求解過程，並以一簡單的例子進行模式測試，接著分別以五個運輸系統建設方案代入模式求解，進行求解之結果分析，最後探討既有開發計畫對連攜結果之影響。

5.1 求解方法

本研究之連攜規劃模式屬於多目標規劃問題，特性為兩個追求目標之間互相衝突，且事先無法得知決策者對各目標之偏好程度，目的為求得園區計畫之最適區位，因此使用「模糊多目標規劃 (Fuzzy multi-objective programming)」方法求解。以下分別說明求解步驟與簡例測試。

5.1.1 求解步驟

模糊多目標規劃方法結合了模糊集合觀念與多目標決策兩種概念，本節將考慮規劃目標之模糊性，以線性歸屬函數表達目標集合，利用數學規劃方式求取組合最佳解。參考 Zimmermann (1978) 所提出當目標互相衝突時的模糊規劃方法，一般式可表示為：

$$\begin{aligned} \max_x & \left[\tilde{f}_1(x), \tilde{f}_2(x), \dots, \tilde{f}_k(x), \dots, \tilde{f}_K(x) \right] \\ \text{s.t.} & \quad x \in X \end{aligned} \quad (5-1)$$

其中， x 為決策變數矩陣， X 為可行解區集合， $\tilde{f}_k(x)$ 為模糊目標，共有 K 個目標，而模糊目標之歸屬函數如下：

$$\mu_k(x) = \begin{cases} 1, & f_k(x) > f_k^*(x) \\ 1 - \frac{f_k^*(x) - f_k(x)}{f_k^*(x) - f_k^-(x)}, & f_k^-(x) \leq f_k(x) \leq f_k^*(x) \\ 0, & f_k^*(x) < f_k^-(x) \end{cases} \quad (5-2)$$

$f_k^*(x)$ 與 $f_k^-(x)$ 則分別代表正理想解與負理想解，以下以兩個目標為例，依圖 5-1 之程序逐步說明求解步驟：

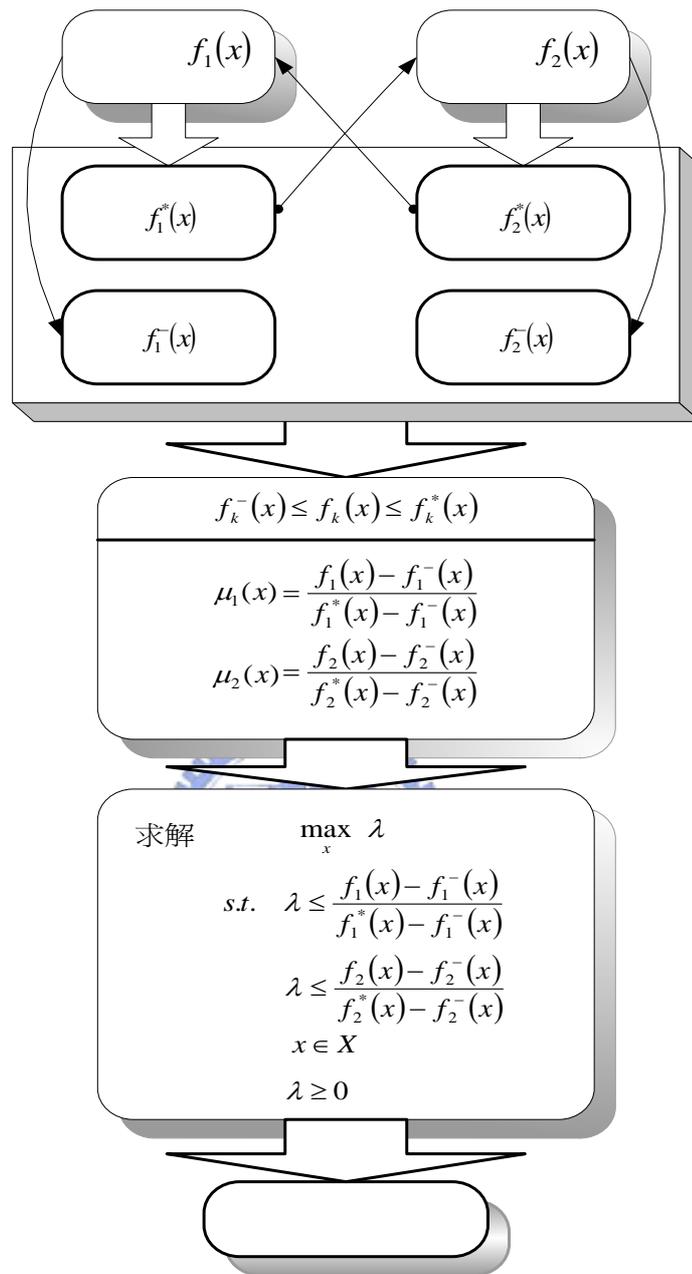


圖 5-1 模糊多目標規劃求解流程圖（以兩個目標為例）

1、分別解出兩目標之最適解即 $f_k^*(x)$ ， $k=1,2$ ；並將其解分別代入其他目標函數而得到 $f_k^-(x)$ ， $k=1,2$ 。

2、將正理想解與負理想解代入式（5-2）可得知模糊目標之歸屬函數，如圖 5-2 所示。

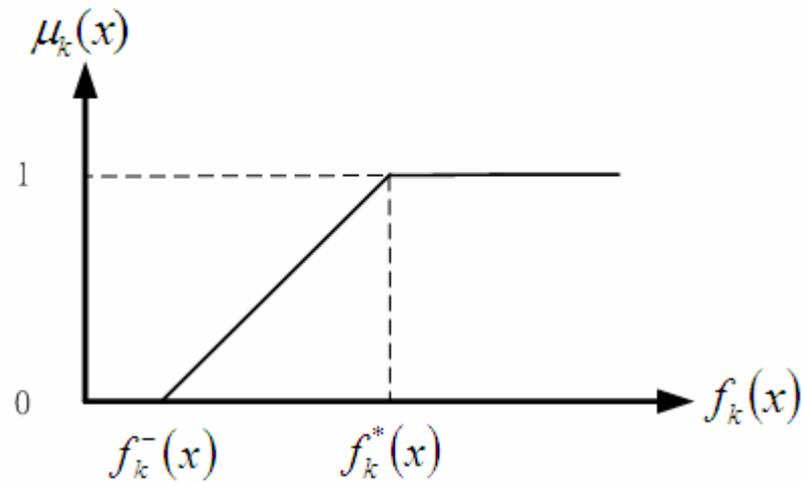
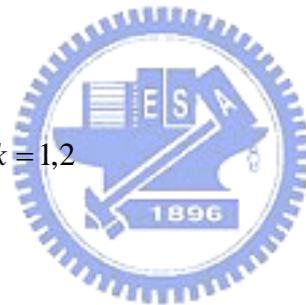


圖 5-2 模糊目標之歸屬函數

3、轉換成 λ 達成值的問題，求解使最小的模糊目標歸屬函數值最大化之問題，其表示方法如式 (5-3) 所示：

$$\begin{aligned}
 & \max_x \lambda \\
 & \text{s.t. } \lambda \leq \frac{f_k(x) - f_k^-(x)}{f_k^*(x) - f_k^-(x)}, \quad k=1,2 \\
 & \quad x \in X \\
 & \quad \lambda \geq 0
 \end{aligned}
 \tag{5-3}$$



經由圖 5-1 之程序，藉由求解最大達成值 λ ，達到使兩目標中較小之歸屬程度最大化之目的，而求得最適解。

5.1.2 簡例測試

為確認模糊多目標規劃方法運用於本研究所構建連攜規劃模式之可行性，以一假設簡例進行測試，其過程如下：

- 1、模式參考 3.4.3 小節之 [P2] 問題，並假設有 3 個科學園區計畫與 5 個需求分區，模式所需其他參數假設如表 5-1，其中科學園區建設成本與政府預算限制已經包含土地徵收成本之計算。

表 5-1 簡例輸入參數

參數	說明	數值	單位
N	科學園區非劣計畫集合	$N = \{X_j \mid j = 1, 2, 3\}$ 。	—
M	需求分區集合	$M = \{Y_i \mid i = 1, 2, 3, 4, 5\}$ 。	—
CI_j	計畫 j 之科學園區建設成本	$CI_1 = 148.90$; $CI_2 = 109.89$; $CI_3 = 179.67$ 。	億元
$C2$	運輸系統改善成本	$C2 = 0$ 。	億元
a_i	需求分區 i 之人口數	$a_1 = 10$; $a_2 = 20$; $a_3 = 15$; $a_4 = 35$; $a_5 = 20$ 。	萬人
B	政府預算限制	$B = 350$ 。	億元
L_j	計畫 j 之計畫規模	$L_1 = 271$; $L_2 = 200$; $L_3 = 327$ 。	公頃
D	計畫總規模需求上限	$D = 600$ 。	公頃
T_{ij}	i 區與 j 區間目前的平均旅行時間， $i \in M$, $j \in N$	$T_{11} = 50$; $T_{12} = 30$; $T_{13} = 90$; $T_{21} = 60$; $T_{22} = 40$; $T_{23} = 60$; $T_{31} = 40$; $T_{32} = 70$; $T_{33} = 70$; $T_{41} = 65$; $T_{42} = 80$; $T_{43} = 45$; $T_{51} = 45$; $T_{52} = 45$; $T_{53} = 90$ 。	分鐘
S	最大可接受的服務範圍（旅行時間）	$S = 45$ 。	分鐘

2、此為未作任何運輸建設之零方案，故運輸系統改善成本為 0，並假設政府預期開發兩處科學園區，則兩目標之正理想解與負理想解如表 5-2 所示。

表 5-2 兩目標函數之正理想解與負理想解

目標函數 \ 決策變數 (X_1, X_2, X_3) $= (1, 1, 0)$	(X_1, X_2, X_3) $= (0, 1, 1)$
$f_1(x)$	$f_1^*(x) = 258.79$
$f_2(x)$	$f_2^-(x) = 65$

3、將上述兩目標之正理想解與負理想解代入式 (5-2)，求得模糊目標之歸屬函數 $\mu_k(x)$ 與 λ 達成值之限制式，其值如表 5-3 所示。

表 5-3 歸屬函數 $\mu_k(x)$ 與 λ 達成值

求解項目 第 k 個目標	$\mu_k(x)$	λ 達成值之限制式
$k=1$	$\mu_1(x) = \frac{289.56 - f_1(x)}{30.77}$	$\lambda \leq \frac{289.56 - f_1(x)}{30.77}$
$k=2$	$\mu_2(x) = \frac{f_2(x) - 65}{20}$	$\lambda \leq \frac{f_2(x) - 65}{20}$

4、最後求得 $X_2=1, X_3=1$ 為最適解，即應優先開發第 2 與第 3 科學園區，而被涵蓋之需求分區有 Y_1 、 Y_2 、 Y_4 與 Y_5 ，其 λ 最大達成值為 0.92。

由上述簡例測試得知，追求最大化 λ 達成值是為求得達到兩目標函數歸屬程度中之最小值最高者之最適解，故得到之最適解對某個目標來說並不一定是最適解，但是此解為同時考慮兩個目標時所產生之最佳解。

5.2 輸入資料

本節以第四章篩選後之非劣計畫作為地域連攜規劃替選方案，分布如圖 5-3。根據交通部運輸研究所（1999）有關台灣地區鄉鎮市之間在民國 84 年的平均旅行時間資料，並參考交通部高速鐵路工程局（1999）擬定之高速鐵路站區聯外道路系統改善計畫，推估桃竹苗地區在各種運輸系統建設情境下，未來目標年（民國 104 年）鄉鎮市間之平均旅行時間。



圖 5-3 地域連攜規劃替選方案分佈示意圖

推估方法則以路網分析中 Floyd 方法的概念進行，Floyd 方法之功能在分析所有起訖點間的最短路徑，其概念以一簡例示意如圖 5-4 所示。A 點到 B 點原本最短路徑為 A 點—D 點—B 點，當某些路徑經過改善（A 點—C 點），則會造成原本之路徑非最短（A

點—D點—B點)，故最後將會選取經過改善之路徑作為起訖點間之最短路徑（A點—C點—B點），而本研究將針對改善路段推估其改善後旅行時間，若經過改善路段之起訖點平均旅行時間縮短，則以其作為此兩點間之平均旅行時間；而過程中得使用 Floyd 法，分析所有起訖點間的最短路徑。

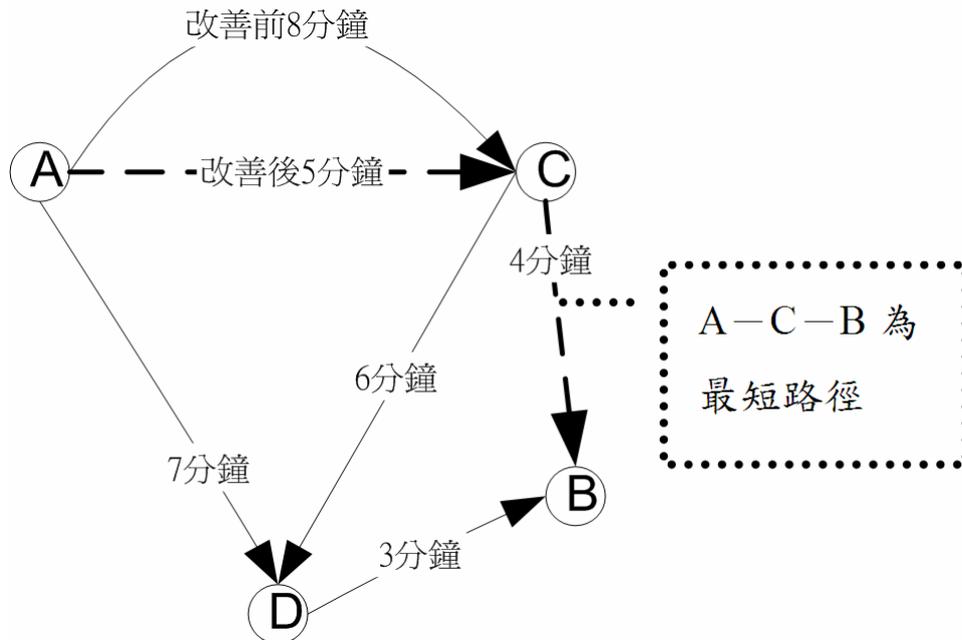


圖 5-4 以 Floyd 方法決定最短路徑示意圖

5.2.1 民國 104 年五種運輸方案內容

本研究根據交通部運輸研究所(1999)為進行第三期整體運輸規劃所研擬之民國 104 年台灣地區運輸發展情境，推估民國 104 年桃竹苗地區鄉鎮市間城際旅行時間。為了比較有無高鐵對於科學園區配置之影響，在不作任何運輸系統改善規劃的情形下產生兩種方案，第一為不考慮高鐵所帶來之旅行時間變化，第二為加入高鐵後所帶來的旅行時間變化；並將第二種方案加上高速鐵路站區之聯外道路規劃視為第三種改善方案，第二種方案加上桃園與新竹大眾捷運系統規劃為第四種改善方案，而第五種改善方案為第二種方案同時加上高速鐵路站區之聯外道路規劃及桃園與新竹大眾捷運系統規劃。

各方案內容整理如表 5-4 所示，並詳細敘述如後。

表 5-4 五種運輸方案內容

	第一種方案	第二種方案	第三種方案(以第二種方案之旅行時間為主)	第四種方案(以第二種方案之旅行時間為主)	第五種方案
各方案內容	北部區域第二高速公路計畫及後續計畫	以第一種方案為主加入高速鐵路通車後旅行時間的變化	桃園青埔站聯外道路改善計畫	桃園都會區大眾捷運系統規劃	第二種方案加上第三與第四種方案之旅行時間變化
	東西向快速公路建設計畫－觀音大溪線、南寮竹東線與後龍汶水線		新竹六家站聯外道路改善計畫	新竹都會區大眾捷運系統規劃	
	西部濱海快速公路建設計畫		苗栗站聯外道路改善計畫		

1、無高鐵之運輸方案

在民國 84 年至民國 104 年間將建設完成之運輸建設中，對桃竹苗地區有影響的包括：

- (1) 北部區域第二高速公路計畫及後續計畫：全長 117 公里，北自中山高與北二高相交之汐止系統交流道分出，經南港、木柵、新店、中和、土城、鶯歌、大溪、龍潭、關西、竹東，在新竹科學園區以南接回中山高速公路。其後續計畫主線自基隆至汐止及自竹南、後龍、大甲、清水、和美銜接彰濱台中線東西向快速道路。
- (2) 東西向快速公路建設計畫—觀音大溪線、南寮竹東線與後龍汶水線：觀音大溪線長 27.205 公里，第一優先路段為中山高至北二高，第二優先路段為西濱快速公路至中山高；南寮竹東線長 19.493 公里，連絡道長 4.5 公里，第一優先路段為台 15 線至竹東，第二先路段為竹東至台三線之竹東連絡道，第三優先路段為西濱起點至台 15 線；後龍汶水線長 30.790 公里，第一優先路段為台一線至上河排，第二優先路段為西濱快速公路至後龍及河排至汶水。
- (3) 西部濱海快速公路建設計畫：全長 358.3 公里，沿現西部濱海縱貫公路原定路線，北起關渡橋淡水端南迄高雄縣市交界之北埤橋，並包含中正機場、香山兩聯絡道及高雄縣境內路段，除連絡道路外，其餘將以原路拓寬、新闢外環線或高架方式按快速公路標準拓寬改善。

以上運輸建設將對桃竹苗地區之以下路段有直接改善效果：鶯歌—大溪，大溪—龍潭，龍潭—關西，關西—竹東，觀音—大溪，南寮—竹東，後龍—汶水，觀音—新豐，新豐—南寮，南寮—香山，香山—後龍，後龍—通宵與通霄—苑裡等路段。然後計算各鄉鎮市經過各改善路段乘上運具分配比例後，到達各園區計畫之平均旅行時間的變化，比較經過改善路段之平均旅行時間與原本的平均旅行時間，並取兩者中平均旅行時間較短者，作為各鄉鎮市到達各園區計畫之平均旅行時間。此方案下科學園區與各需求分區之交通聯繫示意如圖 5-5，有虛線連結者表示其城際旅行時間小於 45 分鐘。

經過比較，民國 104 年桃竹苗地區各鄉鎮市至各園區計畫之平均旅行時間見附錄二所示。

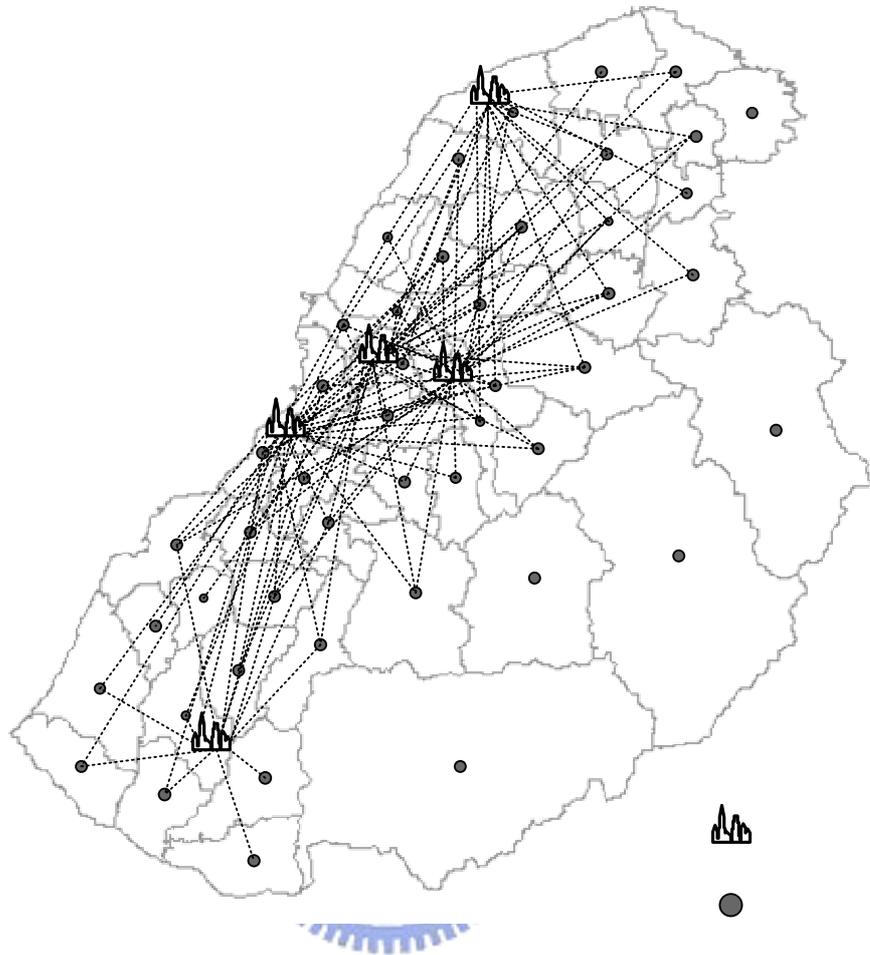


圖 5-5 方案一之科學園區與各需求分區交通聯繫示意圖

2、有高鐵之運輸方案

本方案將加入高速鐵路興建完成後帶來之旅行時間的變化，並與方案一之規劃結果比較後探討高速鐵路對於設置園區計畫之影響。

高速鐵路北起台北車站南迄高雄左營站，全長 304.2 公里，沿途設置台北、桃園、新竹、苗栗、台中、彰化、嘉義、雲林、台南及高雄站等十個車站，其經桃竹苗地區之路線大概為，經樹林及林口台地並跨中山高速公路後，經南崁到達桃園青埔站；出桃園青埔站後，跨 114 與 115 線道及縱貫鐵路進入新竹縣湖口鄉，再跨台 1 線、中山高速公路經湖口台地、鳳山溪、犁頭山而抵達新竹六家站，與桃園青埔站相距約 29.9 公里；之後進入寶山鄉丘陵區再穿越北部第二高速公路，經頭份東側跨越中港溪、造橋而抵達苗栗站，與新竹六家站相距約 32.7 公里。（交通部高速鐵路工程局，1999）

高速鐵路之設計速度為每小時 350 公里，但是其實際行駛速率以台北至高雄約 90 分鐘計算，約為每小時 230 公里，其直接影響路段為：中壢－竹北，中壢－後龍，竹北－後龍，方案二增加之連結如圖 5-6 所示，有實線連結者表示因運輸系統改善後增加之連結，其城際旅行時間小於 45 分鐘。加入高速鐵路之平均旅行時間見附錄三所示。



圖 5-6 方案二增加之連結示意圖

3、有高鐵並配合站區聯外道路路網規劃方案

包含桃園青埔站、新竹六家站與苗栗站三項聯外道路改善計畫，目的為配合高速鐵路營運後連絡各高快速公路構成站區服務範圍內完整之運輸路網，各改善計畫如下：

(1) 桃園青埔站聯外道路改善計畫

根據交通部高速鐵路工程局（1999）桃園青埔站聯外道路之改善計畫，直接改善路段如下：

- a. 桃園走廊：由桃園青埔站經過高鐵橋下道路接 110 縣道到達桃園市；

- b. 中壢走廊：經新關之青埔—中壢間計畫道路，直接由中壢地區能直接到達青埔站區；
- c. 觀音工業區走廊：由桃園青埔站經由高鐵橋下道路接東西快觀音大溪線，即可直達觀音工業區。

(2) 新竹六家站聯外道路改善計畫

根據交通部高速鐵路工程局（1999）新竹六家站聯外道路之改善計畫，直接改善路段如下：

- a. 新竹走廊：由新竹六家站利用斗崙 3-6 號路接斗崙 2-3 號路，經經國橋交流道接東西快南寮竹東線至新竹市；
- b. 竹北走廊：由新竹六家站利用斗崙 1-1 號路與 2-3 號路，經 117 縣道接 118 縣道可到竹北與湖口地區；
- c. 竹東走廊：由新竹六家站經由斗崙 3-6 號路接斗崙 2-3 號路，接東西快南寮竹東線即可直達竹東地區；
- d. 關西走廊：由新竹六家站利用斗崙 1-1 號路與 2-3 號路，經 117 縣道接 118 縣道至關西地區。



(3) 苗栗站聯外道路改善計畫

根據交通部高速鐵路工程局（2003）苗栗站聯外道路之改善計畫，直接改善路段如下：

- a. 苗栗走廊：由高鐵苗栗站利用特定區內道路，經新關後龍溪橋再銜接新關連絡道路至苗栗市；
- b. 竹南與頭份走廊：由高鐵苗栗站利用新關道路銜接台 1 線，經大山交流道後連接北二高至竹南與頭份走廊；
- c. 通霄與苑裡走廊：由高鐵苗栗站利用新關道路至大山交流道，銜接北二高至通霄與苑裡走廊。

方案二民國 104 年之平均旅行時間，經過上述改善構想後，方案三之平均旅行時間調整如附錄四所示，其增加之連結如圖 5-7 所示，有實線連結者表示因運輸系統改善後

增加之連結，其城際旅行時間小於 45 分鐘。

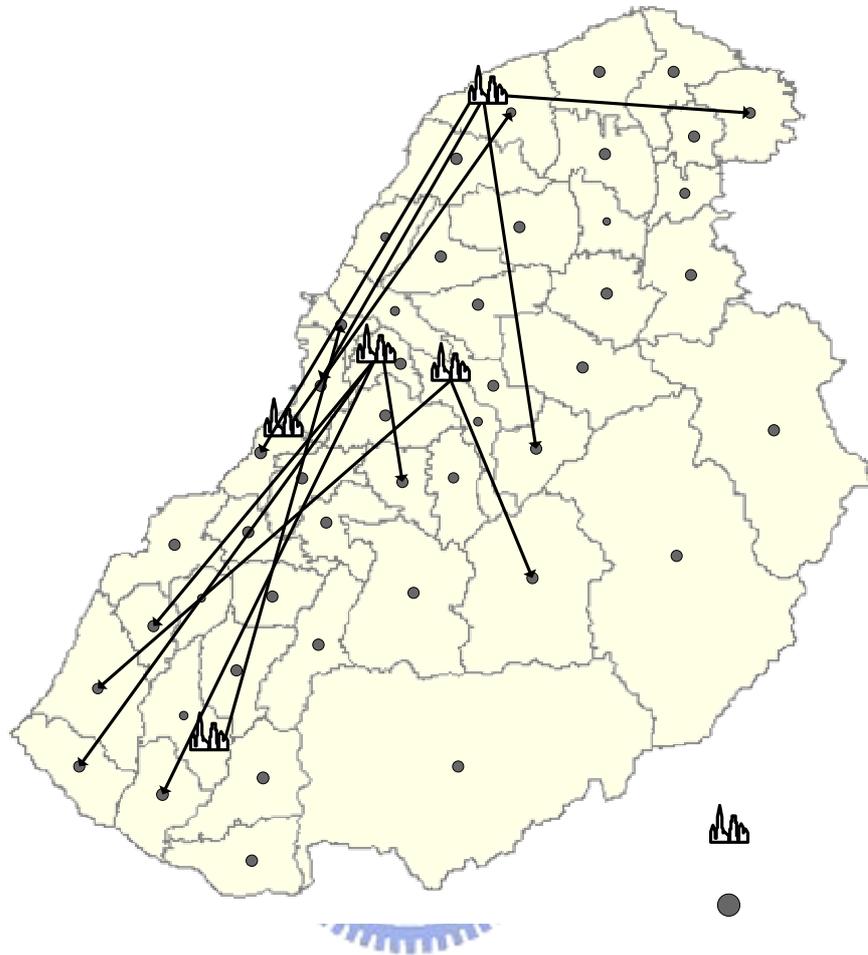


圖 5-7 方案三增加之連結示意圖

4、有高鐵並配合大眾捷運系統規劃方案

包含桃園及新竹都會區大眾捷運系統，其大概行經路線如下：

(1) 桃園都會區大眾捷運系統規劃

藍線由中正國際機場繞經國 2 大園交流道旁，沿 113 與 110 甲縣道，經高鐵青埔站區至中壢市區的中豐路、中央西路、中央東路、和平街，穿越新溪街沿健行路、112 縣道至平鎮市（交通部高速鐵路工程局，1999），而紅線則由中壢市區至桃園火車站（台灣省政府住宅及都市發展局，1994），兩路線共長約 19.97 公里，其直接影響路段為蘆竹—大園、大園—中壢、中壢—平鎮、中壢—桃園市。

(2) 新竹都會區大眾捷運系統規劃

新竹都會區大眾捷運系統包括藍線及紅線，均以新竹六家站為起點，其中藍線向西經竹北交流道、新竹縣政府，至馬麟厝機廠向南過頭前溪，至省立新竹醫院後，再沿經國路至牛埔全長 12.5 公里；而紅線則由新竹六家站沿高鐵路線往南至 122 縣道經科學園區至新竹市區之光復路、博愛街、過新竹火車站後沿東大路至台鐵新竹機場支線止，全長 12.8 公里（交通部高速鐵路工程局，1999）。

其直接影響路段為高鐵六家站竹北市、高鐵六家站—新竹市、竹北市—新竹市、新竹車站—新竹市。方案四之平均旅行時間見附錄五所示，其增加之連結如圖 5-8 所示，有實線連結者表示因運輸系統改善後增加之連結，其城際旅行時間小於 45 分鐘。

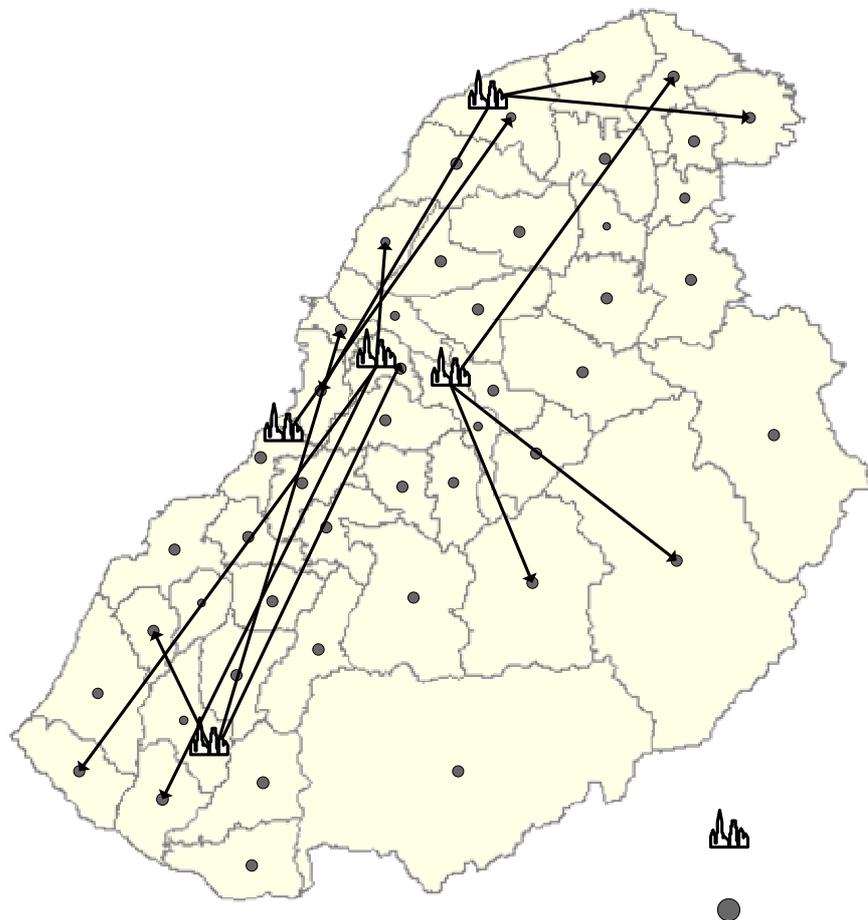


圖 5-8 方案四增加之連結示意圖

5、有高鐵並配合站區聯外道路路網規劃與大眾捷運系統規劃方案

第五種方案將整合第二、第三與第四種方案，其平均旅行時間見附錄 5-5 所示，其增加之連結如圖 5-9 所示，有實線連結者表示因運輸系統改善後增加之連結，其城際旅行時間小於 45 分鐘。

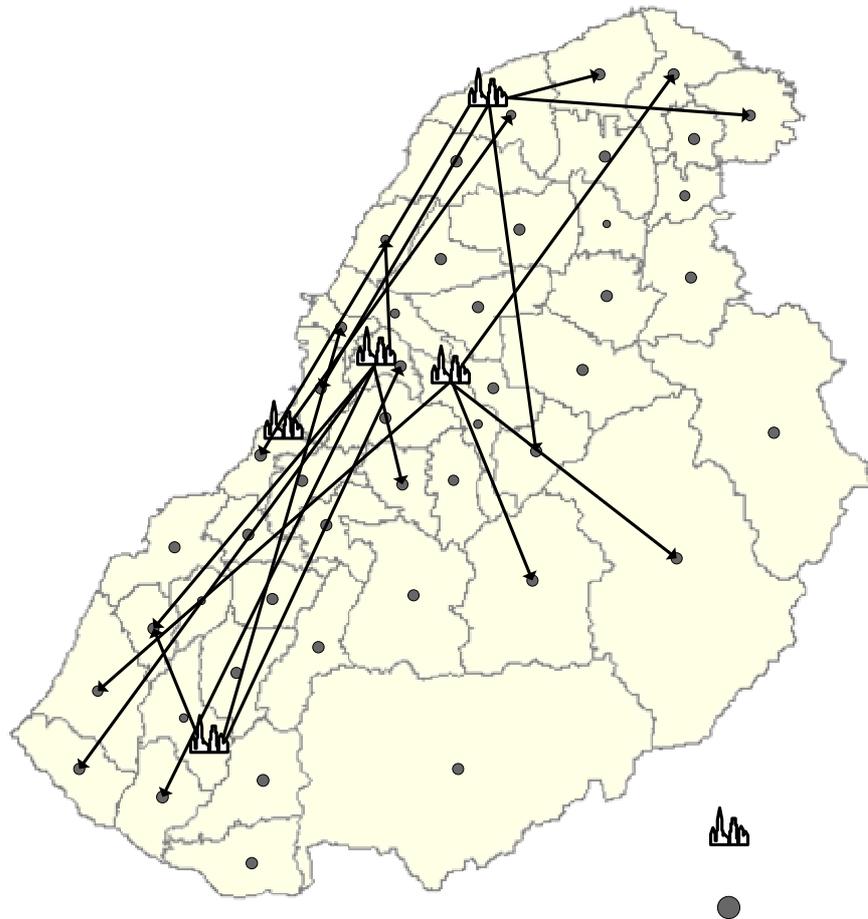


圖 5-9 方案五增加之連結示意圖

5.2.2 各方案輸入資料

在前述五種運輸方案下，各參數之輸入資料如表 5-5 所示。以第四章篩選後 5 項園區計畫包括桃園科技工業園區、璞玉計畫、竹二科、竹南科學園區與銅鑼科學園區作為連攜規劃之替選方案，並以桃竹苗地區共 47 個鄉鎮市及其人口為需求分區與分區之人口數；而科學園區之建設成本除第四章第一節所提園區開發每公頃約 0.55 億元外，尚須加上園區之土地徵收成本，在此以 6 處園區之平均土地成本約每公頃 1.3 億元估算，故科學園區之建設成本約每公頃 1.85 億元，各園區之建設成本如表 5-5 參數 CI_j 所示。

運輸系統改善成本 (C2) 在第一及第二種方案下為零，是因為第一種方案為不作任何運輸建設之零方案，故其運輸系統改善成本為零，而第二種方案雖加入高速鐵路通車後旅行時間的變化，但是在民國 104 年時高速鐵路應該已經通車，此兩種方案主要是為了比較有無高速鐵路對園區設置之影響，故第二種方案為有高速鐵路下之零方案，其運輸建設系統改善成本也為零；第三、四、五種方案則依台灣省政府住宅及都市發展局 (1994、1997) 以及交通部高速鐵路工程局 (1999) 所估計之運輸系統建設成本估算，其中捷運系統之建設費用以地方政府負擔總建設費用的百分之二十作為第四種方案之運輸改善成本。

政府之預算限制 (B) 除第四章第一節所提之高科技產業預算約 502 億元 (可開發約 914 公頃的園區土地)，還須加上園區之土地徵收成本 1188.2 億元 (以每公頃 1.3 億元乘上可開發之園區計畫面積)，則政府之預算限制為 1690.2 億元，但政府經費無法同時開發五處園區計畫，故將依序討論開發 1 到 4 處園區計畫 ($P=1 ; P=2 ; P=3 ; P=4$) 之區位配置結果；並依據第四章第一節所推算之廠商需求為計畫總規模上限。

園區與需求分區之旅行時間可參考附錄 5-1、5-2、5-3、5-4 與 5-5，而最大可接受之服務範圍則以 3.4.1 小節所定義之科學園區之效益影響範圍 (45 分鐘) 作為已知參數。

表 5-5 五種運輸方案下各參數之輸入資料

參數	說明	數值	單位	資料來源
N	科學園區非劣計畫集合	$N = \{X_j j = 1, 2, 3, 4, 5\}$ 。	—	第四章篩選後五處非劣計畫
M	需求分區集合	$M = \{Y_i i = 1, 2, \dots, 47\}$ 。	—	—
CI_j	計畫 j 之科學園區建設成本	$CI_1 = 501.35 ; CI_2 = 370 ;$ $CI_3 = 604.95 ; CI_4 = 255.3 ;$ $CI_5 = 653.05$ 。	億元	—

C2	運輸系統改善 成本	第一種方案 $C2=0$; 第二種方案 $C2=0$; 第三種方案 $C2=149.26$; 第四種方案 $C2=285.28$; 第五種方案 $C2=434.54$ 。	億元	台灣省政府住宅及都市發展局 (1994 、 1997)、交通部高速鐵路工程局 (1999)
a_i	需求分區 i 之 人口數	$a_1=339888$; $a_2=358563$; $a_3=84599$; $a_4=135037$; $a_5=113861$; $a_6=78991$; $a_7=119994$; $a_8=168840$; $a_9=109609$; $a_{10}=198427$; $a_{11}=49587$; $a_{12}=55588$; $a_{13}=11263$; $a_{14}=180958$; $a_{15}=130809$; $a_{16}=13030$; $a_{17}=32460$; $a_{18}=36669$; $a_{19}=88062$; $a_{20}=90145$; $a_{21}=67511$; $a_{22}=15007$; $a_{23}=46293$; $a_{24}=20744$; $a_{25}=12951$; $a_{26}=10577$; $a_{27}=6392$; $a_{28}=8162$; $a_{29}=4740$; $a_{30}=90977$; $a_{31}=49474$; $a_{32}=41046$; $a_{33}=71135$; $a_{34}=90168$; $a_{35}=42074$; $a_{36}=19451$; $a_{37}=17039$; $a_{38}=34884$; $a_{39}=20603$; $a_{40}=12102$;	人	各縣市統計要覽 (2001)

		$a_{41}=12294 ; a_{42}=18092 ; a_{43}=8476 ;$ $a_{44}=14200 ; a_{45}=7738 ; a_{46}=5420 ;$ $a_{47}=5593 。$		
B	政府預算限制	$B=1,690.2 。$	億元	—
L_j	計畫 j 之計畫規模	$L_1=271 ; L_2=200 ; L_3=327 ; L_4=138 ;$ $L_5=353 。$	公頃	表 4-1
D	計畫總規模需求上限	$D=828 。$	公頃	—
T_{ij}	i 區與 j 區間目前的平均旅行時間， $i \in M$ ， $j \in N$	方案一：見附錄二。 方案二：見附錄三。 方案三：見附錄四。 方案四：見附錄五。 方案五：見附錄六。	分鐘	—
S	最大可接受的服務範圍	$S=45 。$	分鐘	—

5.3 結果分析

地域連攜規劃模式之輸出結果可整理如表 5-6 所示，其中，由於政府經費無法同時開發 5 處園區計畫，故將討論五種運輸方案下開發 1 到 4 處園區計畫之 λ 達成值、總建設成本、總涵蓋人口數以及園區區位配置等輸出結果的變化，並就不同的園區開發計畫數 (P)，對五種運輸方案輸出結果的影響加以比較分析如下。

表 5-6 地域連攜規劃配置結果

園區開發個數	輸出項目	方案一	方案二	方案三	方案四	方案五
P=1	λ 達成值	0	0	0.98	0	0
	總建設成本 (億)	370	370	519.26	655.28	689.84
	總涵蓋人口數 (人)	2,501,457	2,671,425	2,717,211	2,798,188	1,808,875
	園區區位配置	X_2	X_2	X_2	X_2	X_4
P=2	λ 達成值	0.44	1	0	0.17	0.17
	總建設成本 (億)	756.65	625.3	774.56	1308.33	1457.59
	總涵蓋人口數 (人)	2,743,726	2,980,320	2,985,060	3,012,673	3,012,673
	園區區位配置	X_1, X_4	X_2, X_4	X_2, X_4	X_2, X_5	X_2, X_5
P=3	λ 達成值	0.79	0	0.29	— (唯一解)	— (唯一解)
	總建設成本 (億)	1230.25	1126.65	1673.66	1411.93	1561.19
	總涵蓋人口數 (人)	2,963,281	2,980,320	3,116,029	3,113,216	3,113,216
	園區區位配置	X_2, X_3 $, X_4$	X_1, X_2 $, X_4$	X_1, X_2 $, X_5$	X_1, X_2 $, X_4$	X_1, X_2 $, X_4$
P=4	λ 達成值	— (無解)				
	總建設成本 (億)	—	—	—	—	—

	總涵蓋人口數(人)	-	-	-	-	-
	園區區位配置	-	-	-	-	-

如前所述方案二為有高鐵建設後之零方案，在此情境下若五個園區全部設置其總建設成本為 2384.65 億元，總涵蓋人口數為 2999771 人，然而加入運輸系統建設之其他方案，如表 5-6 所示各方案總涵蓋人口數最多者皆發生於 $P=3$ 時，各方案之總涵蓋人口數皆多於不作任何運輸系統建設且五個園區全部設置的情境，各方案之總建設成本也遠低於此情境下之總建設成本，由此得知，經由地域連攜後確實能達到原本欲追求之目標，即總建設成本最小化與涵蓋範圍最大化兩目標。將分析各方案下設置數目不同以及各方案間之連攜效果如下：

- 1、在第一種運輸方案之下，當 $P=1$ 時 λ 達成值為 0，是由於其園區最佳配置區位位於 X_2 ，而 X_2 總涵蓋人口數恰巧為 5 個園區中最多者（ X_2 之涵蓋範圍如圖 5-10 所示），故選擇配置於 X_2 之總建設成本會成為第一個目標歸屬函數的負理想解；又因為配置於其他園區之總建設成本皆大於第一個目標歸屬函數的正與負理想解，便使得園區最佳配置區位為 X_2 ，其總建設成本只比正理想解多而總涵蓋人口數卻是最多者，這同時影響其他 λ 達成值為 0 或呈現偏低的結果。

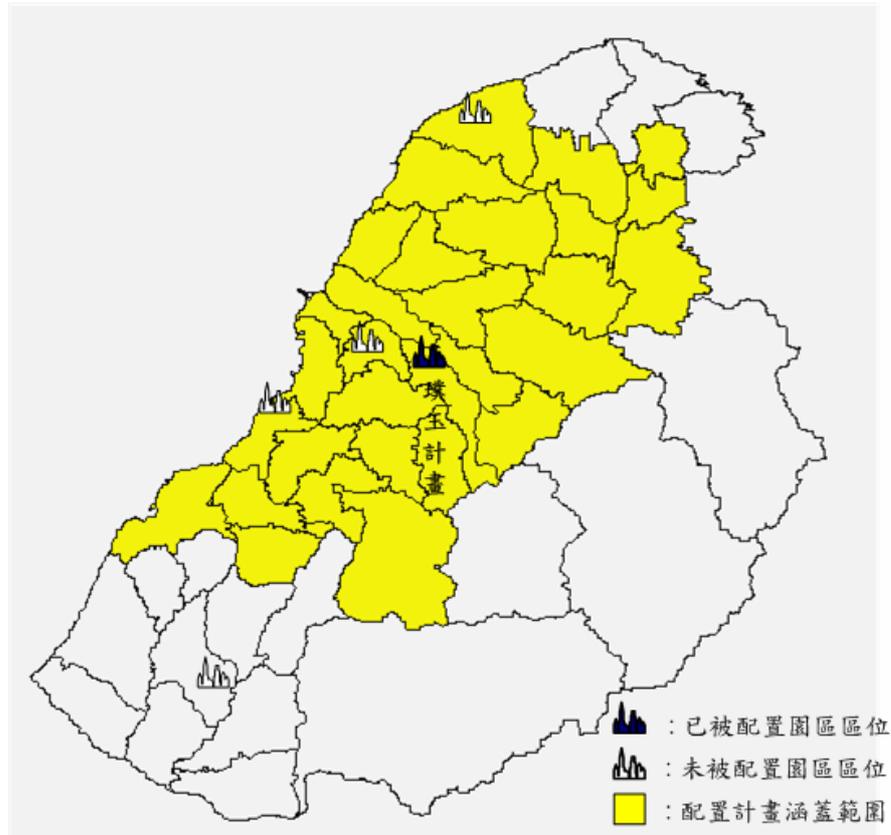


圖 5-10 方案一：當 $P=1$ 時配置計畫涵蓋範圍示意圖

當 $P=2$ 時 λ 達成值為 0.44，其總建設成本見表 5-6 所示，總涵蓋範圍則如圖 5-11 所示；而當 $P=3$ 時， λ 達成值 0.79 為此方案下最大者，表示在此方案下政府開發三個園區計畫於 X_2, X_3, X_4 時，可以滿足其他限制條件並使兩目標之歸屬程度都達到最大，其總涵蓋範圍如圖 5-12 所示。又由於政府經費限制使得無法同時投資開發任四個園區計畫，故此五種運輸方案下 $P=4$ 時皆無法求得最適解。

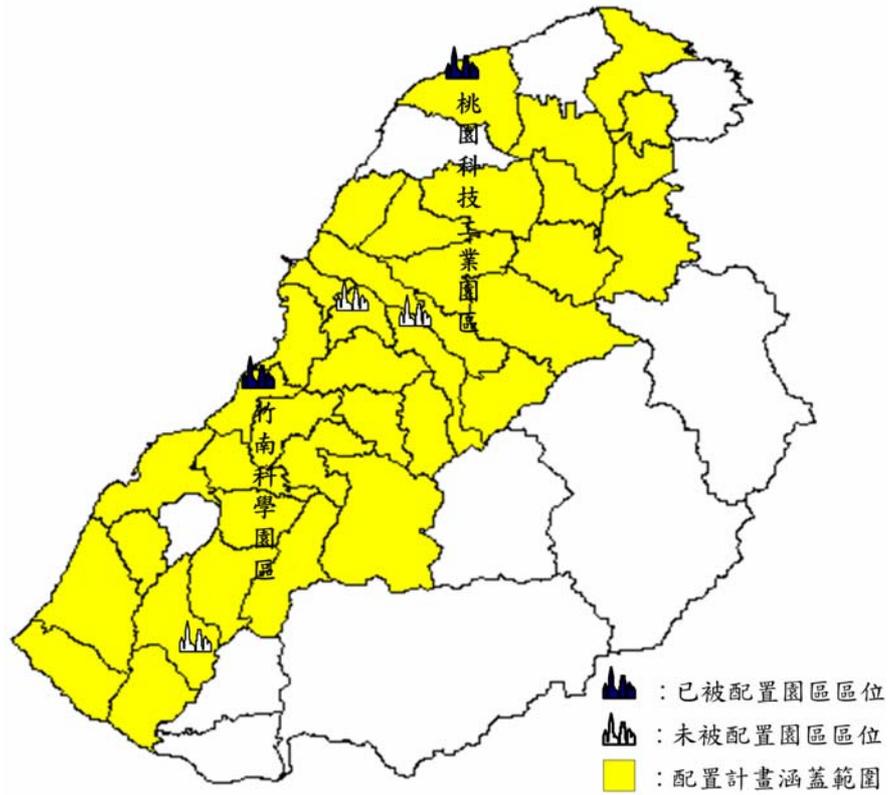


圖 5-11 方案一：當 $P=2$ 時配置計畫涵蓋範圍示意圖

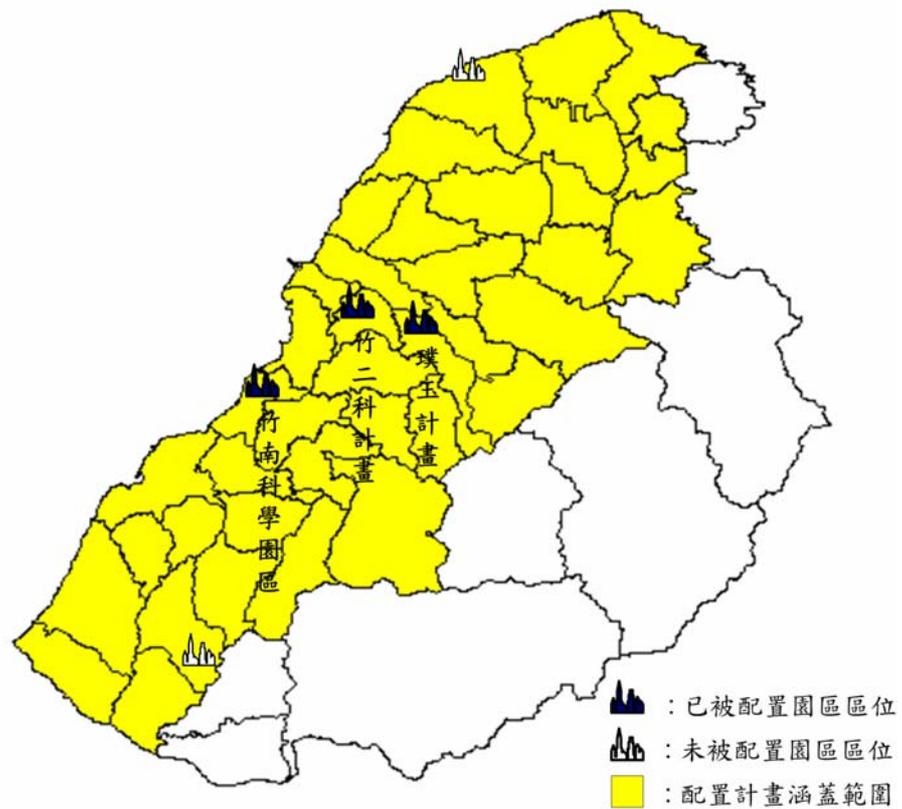


圖 5-12 方案一：當 $P=3$ 時配置計畫涵蓋範圍示意圖

2、在第二種運輸方案下，當 $P=1$ 時 λ 達成值為 0，與第一種運輸方案之理由相同，其總涵蓋範圍如圖 5-13 所示。

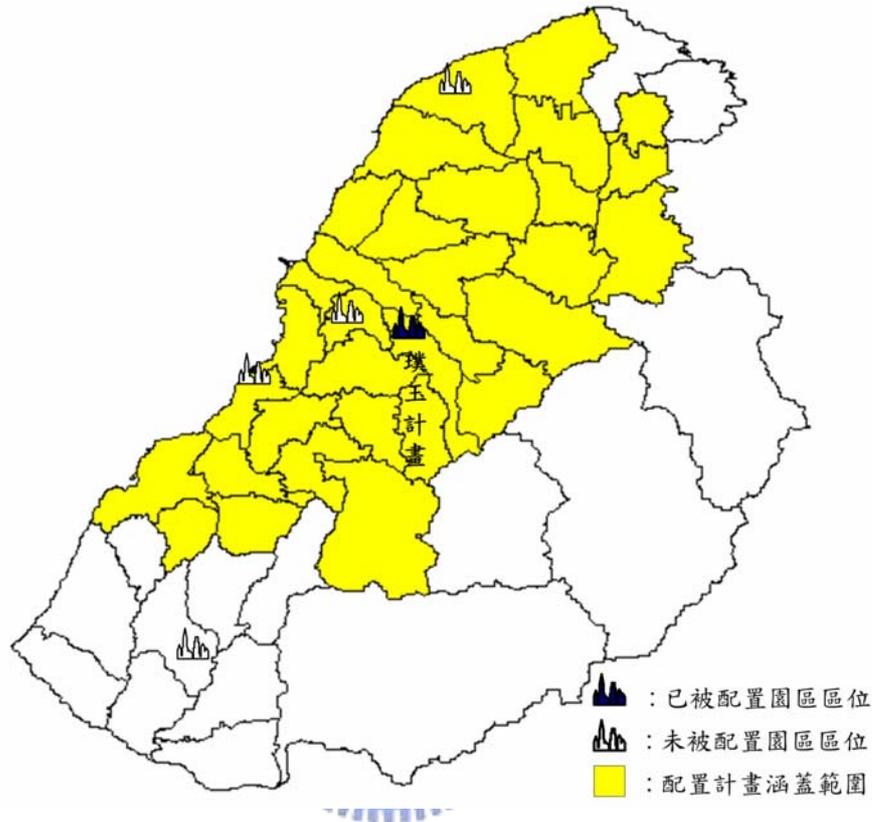


圖 5-13 方案二：當 $P=1$ 時配置計畫涵蓋範圍示意圖

而 $P=2$ 時 λ 達成值 1 為此方案下最高者，其總涵蓋範圍如圖 5-14 所示，由於園區區位配置於 X_2 與 X_4 時，其總建設成本與總涵蓋人口數恰為兩目標函數之正與負理想解，能夠完全符合兩目標之要求，所以若政府欲多開發一個園區計畫（即 $P=3$ 時，其總涵蓋範圍如圖 5-15 所示），便導致其 λ 達成值為 0，此時其總建設成本增加而總涵蓋的人口數未增加造成投資浪費，故在此方案下政府開發兩個園區計畫於 X_2 與 X_4 應為最適。

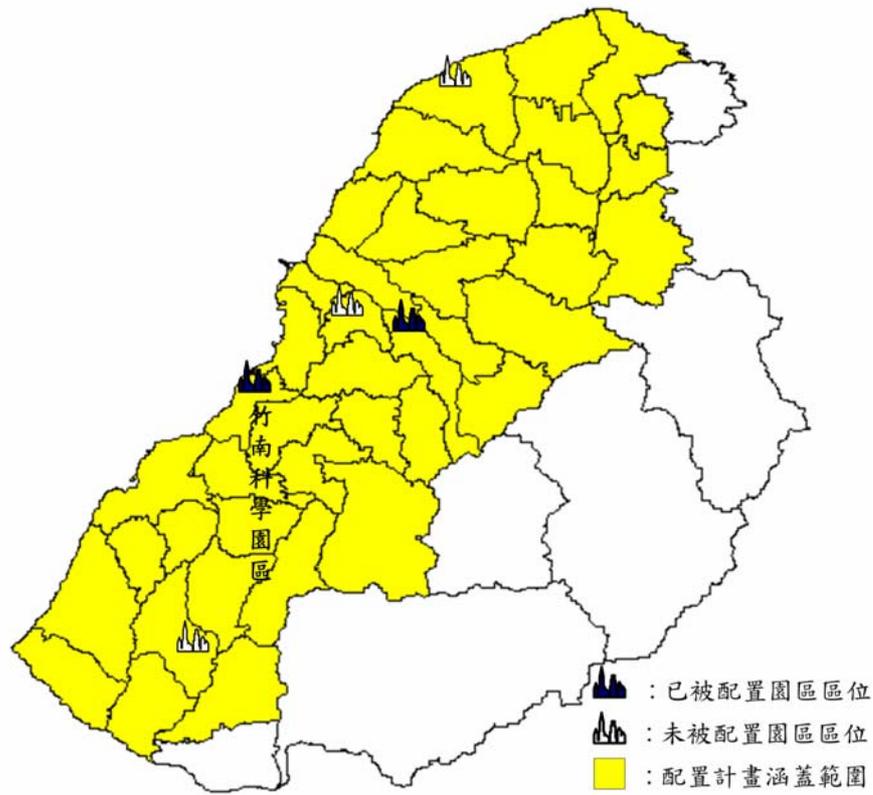


圖 5-14 方案二：當 $P=2$ 時配置計畫涵蓋範圍示意圖

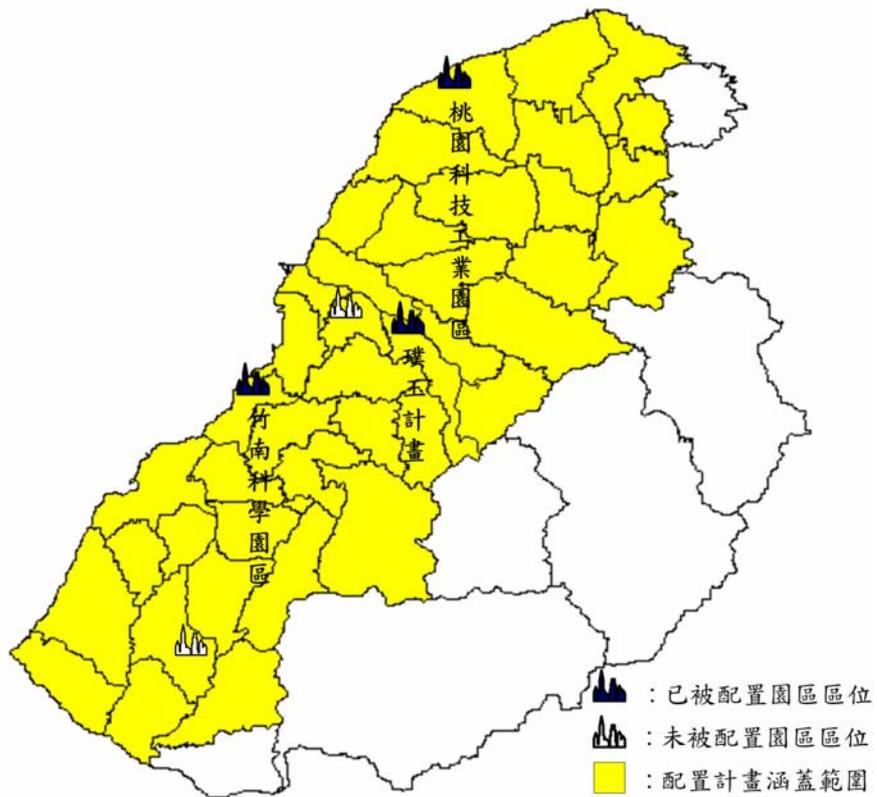


圖 5-15 方案二：當 $P=3$ 時配置計畫涵蓋範圍示意圖

3、在第三種運輸方案下，當 $P=1$ 時配置於 X_2 之 λ 達成值為 0.98，表示若政府只願意開發 1 個園區計畫時，開發 X_2 計畫為最適者，其總涵蓋範圍如圖 5-16 所示。

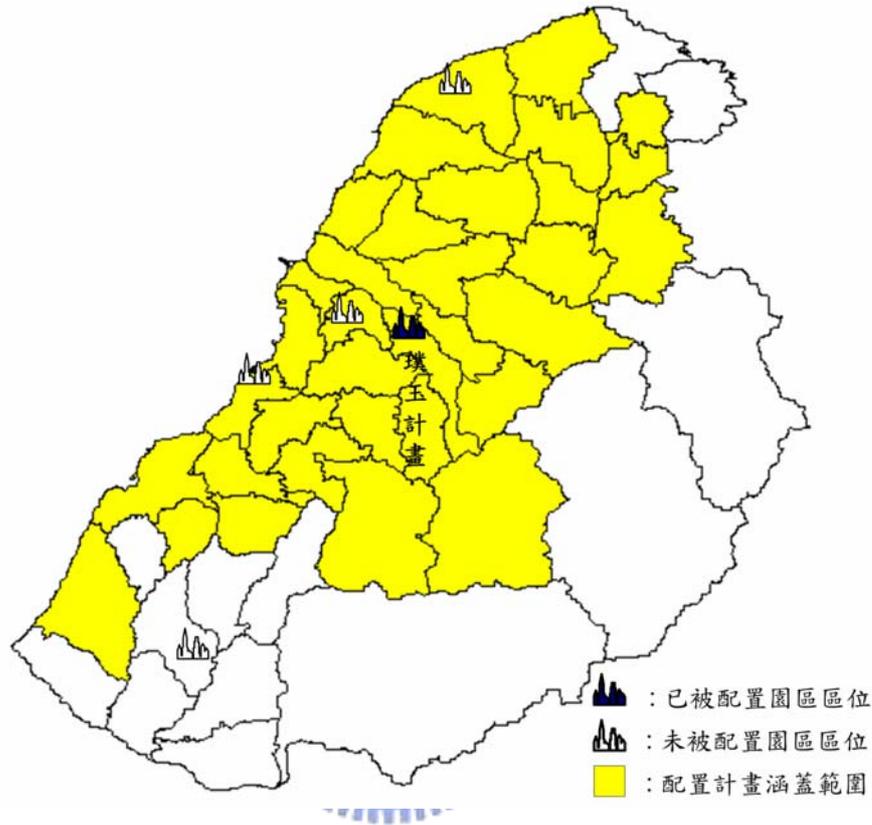


圖 5-16 方案三：當 $P=1$ 時配置計畫涵蓋範圍示意圖

當 $P=2$ 時 λ 達成值為 0，其原因與第一種運輸方案之理由相同，其總涵蓋範圍如圖 5-17 所示。而 $P=3$ 時雖然總涵蓋人口數增加（總涵蓋範圍如圖 5-18 所示），但其總建設成本卻遠大於 $P=2$ 時之總建設成本，不過因為 $P=3$ 總建設成本在政府的預算限制內，故應視政府之政策方向而決定園區之開發數。

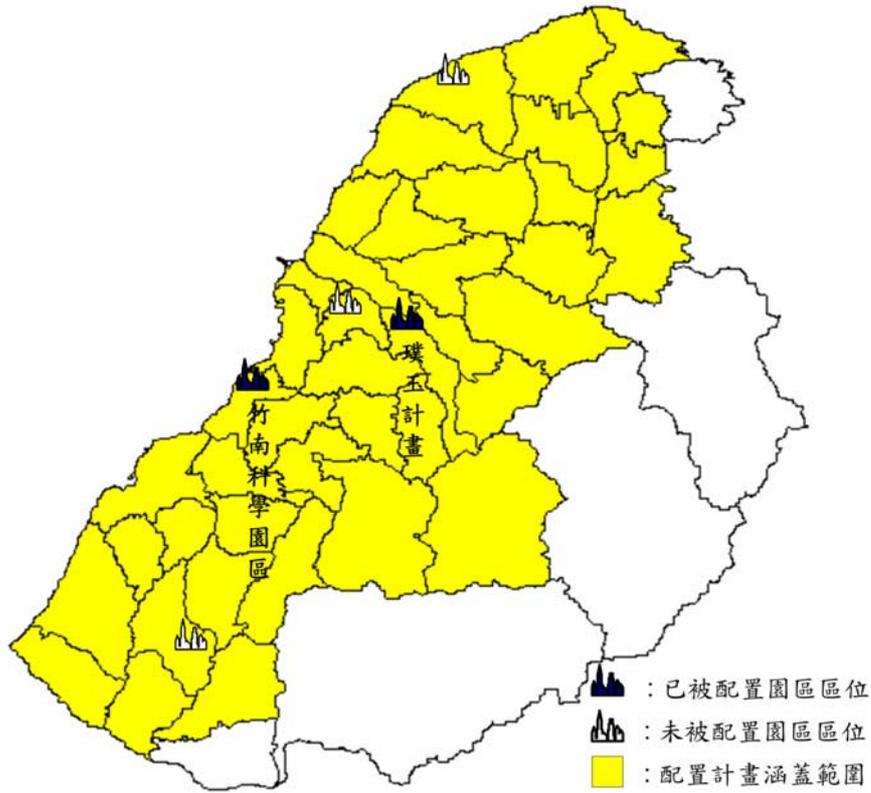


圖 5-17 方案三：當 $P=2$ 時配置計畫涵蓋範圍示意圖

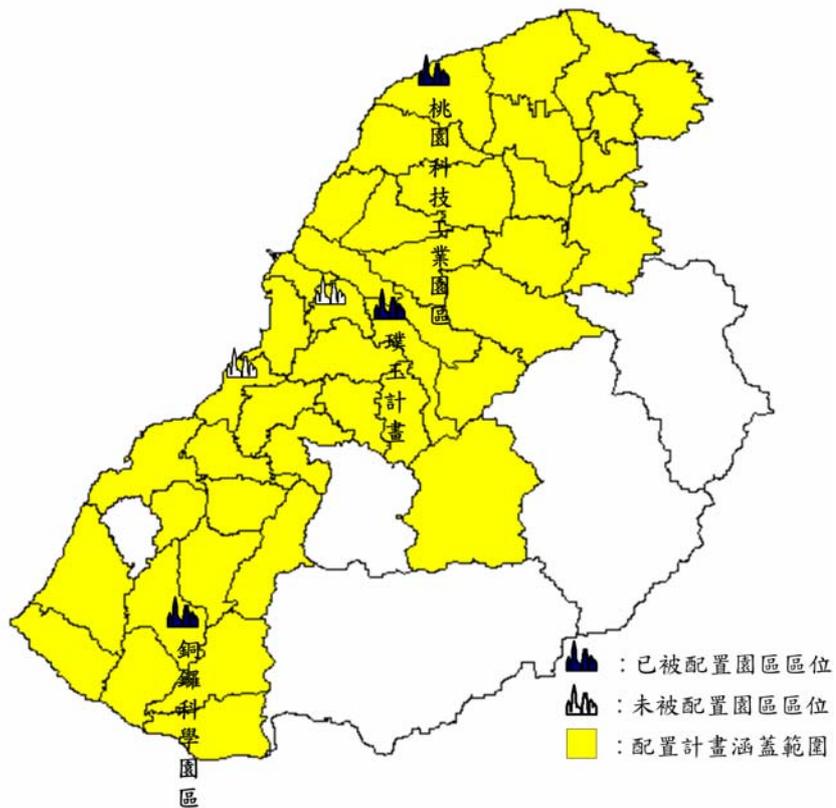


圖 5-18 方案三：當 $P=3$ 時配置計畫涵蓋範圍示意圖

4、在第四種運輸方案下，當 $P=1$ 時 λ 達成值為 0，與第一種運輸方案之理由相同，其總涵蓋範圍如圖 5-19 所示；當 $P=2$ 時 λ 達成值為 0.17，其總建設成本與總涵蓋人口數如表 5-6 所示，總涵蓋範圍則如圖 5-20 所示。

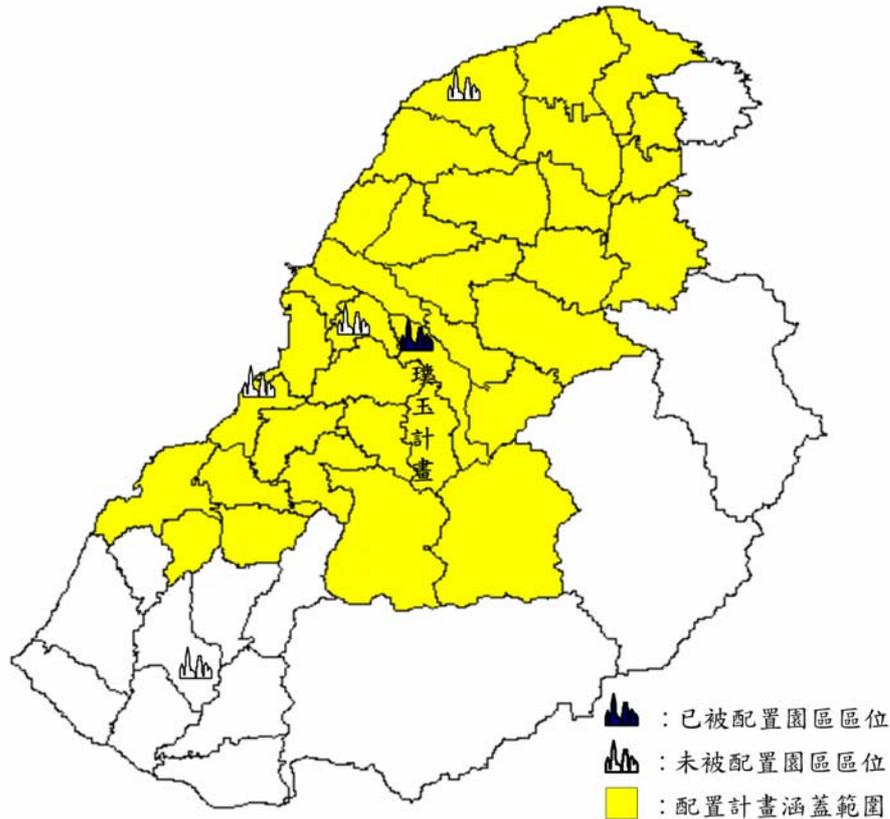


圖 5-19 方案四：當 $P=1$ 時配置計畫涵蓋範圍示意圖

又由於政府的預算限制，當 $P=3$ 時只能開發 X_1, X_2, X_4 三處園區計畫，屬於唯一解的情況，其總涵蓋範圍如圖 5-21 所示。此方案下之最適配置區位應視政府之政策方向決定園區之開發數而定。

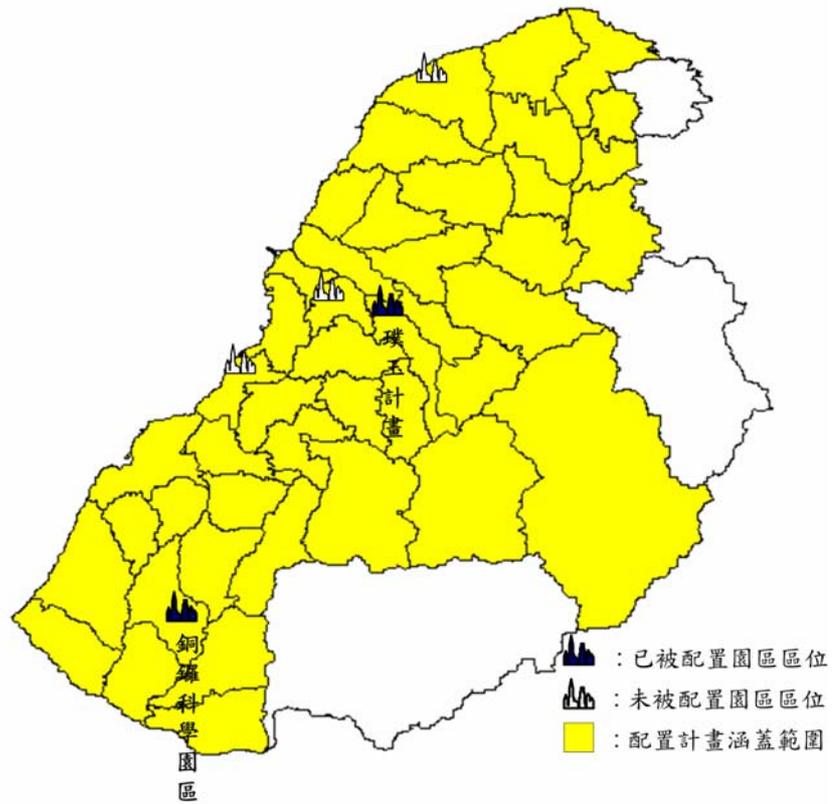


圖 5-20 方案四：當 $P=2$ 時配置計畫涵蓋範圍示意圖

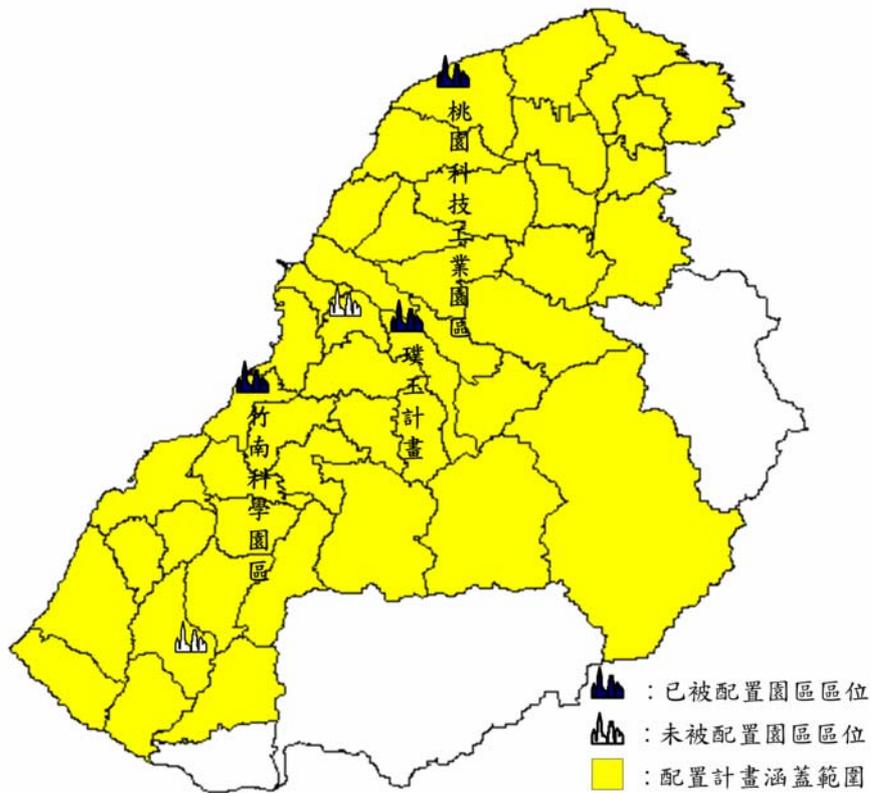


圖 5-21 方案四：當 $P=3$ 時配置計畫涵蓋範圍示意圖

5、在第五種運輸方案下，當 $P=1$ 時 λ 達成值為0，與第一種運輸方案之理由相同，但不同的是此方案下園區之最適配置區位為 X_4 ，原因為開發 X_2 之總建設成本較大，故在權衡兩目標的歸屬函數值後，將使最後之最適配置區位變成 X_4 ，其總涵蓋範圍如圖 5-22 所示。而當 $P=2$ 與 $P=3$ 時，其最適配置結果與總涵蓋範圍和第四種方案下之結果相同（如圖 5-20 與圖 5-21 所示）。

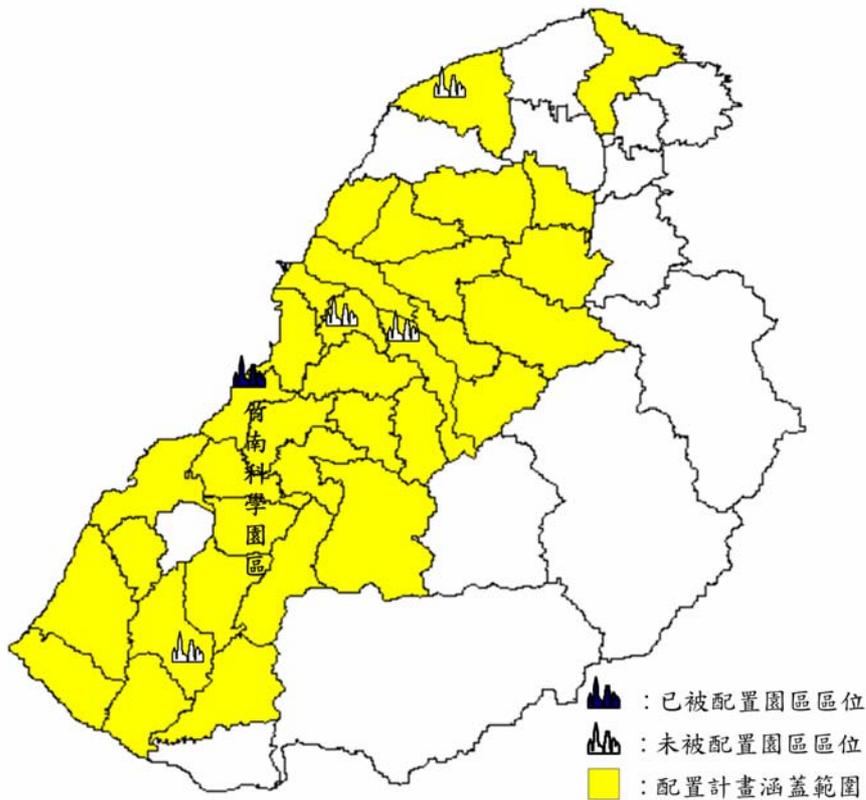


圖 5-22 方案五：當 $P=1$ 時配置計畫涵蓋範圍示意圖

6、由圖 5-23 可看出當 $P=1$ 時，方案二最適配置後總涵蓋人口數較方案一多，其總涵蓋人口數的差代表高速鐵路之影響；而方案三與方案四的總涵蓋人口數皆比方案二多，兩方案與方案二的差代表兩種運輸系統建設的影響，兩方案的總建設成本雖較方案二多但尚在政府預算限制內，符合地域連攜規劃欲達成目標；方案五之總涵蓋人口數不及前述各項方案，總建設成本卻為五種方案中最高者，其連攜結果較為不理想。

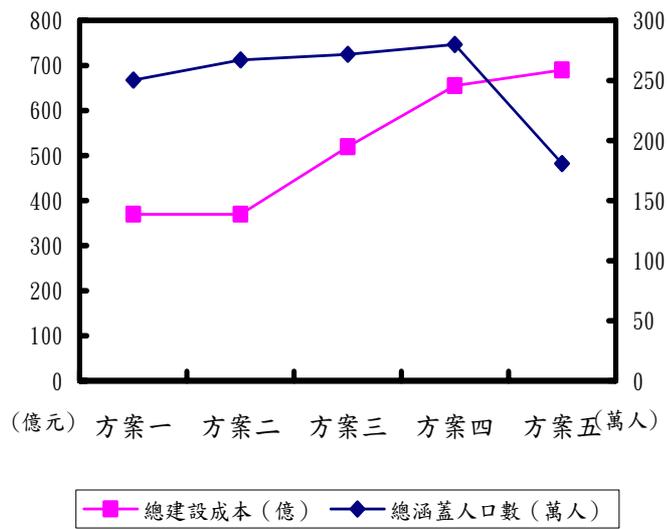


圖 5-23 當 $P=1$ 時各方案結果

由圖 5-24 可看出當 $P=2$ 時，方案二與方案一總涵蓋人口數之差較其他方案與方案二間的差距多，表示高速鐵路的影響較其他運輸系統建設大；而在高速鐵路既有的情況下所進行之運輸系統建設，以方案四之總涵蓋人口數為最多，但其總建設成本比方案三增加許多，故當 $P=2$ 時以第三種方案之連攜規劃結果為較佳者；而方案五之總涵蓋人口數與方案四相同，總建設成本卻較多，其連攜結果並不理想。

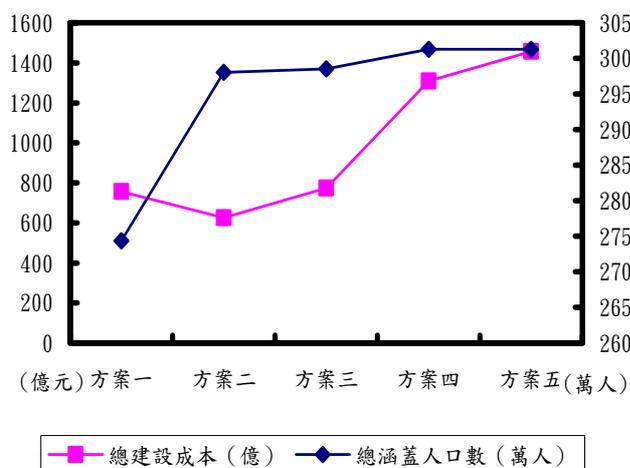


圖 5-24 當 $P=2$ 時各方案結果

如圖 5-25 所示當 $P=3$ 時，由於高速鐵路之影響使方案二之總涵蓋人口數較方案一多，各園區的服務範圍受到其影響而擴大，致使方案二之總建設成本降低，充分達成地域連攜規劃之目標；方案三、方案四與方案五在方案二之運輸情境下進行運輸系統建設，雖然使總建設成本增加，總涵蓋人口數卻大幅增加，同樣達成連攜規劃的目標，尤其方案四之總建設成本為三方案中最低者，表示在此情境下方案四為最佳的地域連攜規劃結果。

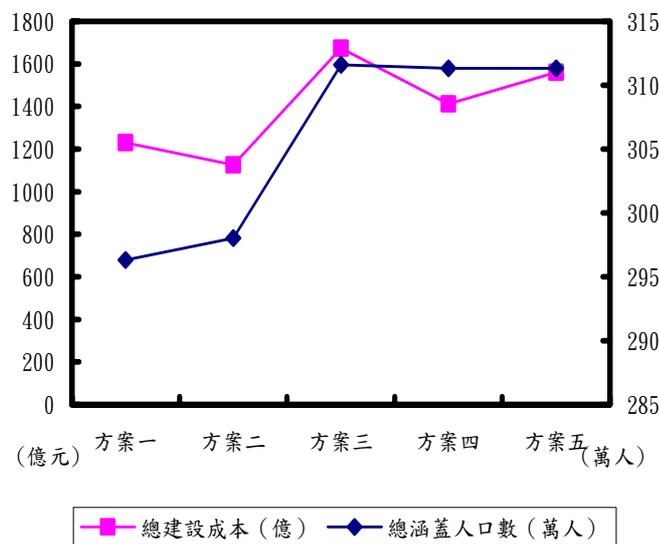


圖 5-25 當 $P=3$ 時各方案結果

由前述得知第五種運輸方案為整合第三與第四種運輸方案，不過由於第三與第四種方案運輸系統建設，皆為因應高速鐵路通車所作之聯外運輸系統，兩者之涵蓋範圍相似，致使第五種方案的連攜結果並不理想。由此可知，在高速鐵路通車後十年間，若要開發各項園區計畫並同時完成道路系統與捷運系統建設，恐怕其效果不彰，應審慎評估何項運輸系統的改善，適合於桃竹苗地區進行科學園區與周圍地區之地域連攜規劃，如此才能真正解決於同一時期投資過多園區計畫所造成之資源浪費情形。

5.4 既有園區對地域連攜結果之影響

由前節連攜規劃結果得知，在開發數量 $P=3$ 時，各方案之涵蓋總人口數較開發數量 $P=1$ 與 $P=2$ 時多，但由於 $P=3$ 時方案四與方案五之園區計畫配置結果為唯一解，故選擇在方案三之運輸情境下，當開發數量 $P=3$ 時，加入既有的新竹科學園區（ X_6 ）進行地域連攜規劃，探討既有園區對地域連攜結果之影響與比較分析，地域連攜規劃結果如表 5-7 所示。

表 5-7 加入既有園區之地域連攜規劃結果

園區開發個數	輸出項目	方案三	加入新竹科學園區	開發 X_1, X_4, X_5 三處 園區計畫
P=3	λ 達成值	0.286	0.288	—
	總建設成本（億）	1673.66	1558.96	1558.96
	總涵蓋人口數（人）	3,116,029	3,119,765	2,900,210
	園區區位配置	X_1, X_2, X_5	X_1, X_4, X_5, X_6	X_1, X_4, X_5

由表 5-7 可以得知，因為加上新竹科學園區原本之涵蓋範圍，故加入既有園區後之 λ 達成值與總涵蓋範圍比原配置結果為佳，且總建設成本減少 114.7 億元，除既有園區（ X_6 ）只須再開發 X_1, X_4, X_5 三處園區計畫之總涵蓋人口數為 2,900,210 人。由於璞玉計畫（ X_2 ）與新竹科學園區（ X_6 ）兩計畫之地理位置靠近且服務範圍相當，為追求服務範圍最大化的目標，加入新竹科學園區後之配置結果會排除璞玉計畫，而選擇地理位置離新竹科學園區較遠，但能使總服務範圍最大之竹南科學園區（ X_4 ）。

本研究科學園區服務範圍定義為就業者所能忍受的最大通勤旅行時間與知識外溢效果擴散範圍，故當新竹地區的就業發展潛力尚未飽和時，將可忽略既有的新竹科學園區與新開發計畫涵蓋範圍重疊的問題，並沿用原方案三之配置結果，如圖 5-18 所示桃園科技工業園區、璞玉計畫與銅鑼科學園區，除了為新竹地區增加就業機會外，更增加附近學術研究機構與新、舊園區之間的合作機會，達到政府設置園區計畫所欲達成之社會經濟效益目的。

如前述，本研究以科學園區所能帶來之社會經濟效益影響範圍代表科學園區服務範圍，當新竹地區就業發展潛力已達到飽和，若沿用原方案三配置結果之璞玉計畫，其與新竹科學園區之地理位置靠近且涵蓋範圍重疊過多，實際上將減少地域連攜規劃後園區所能增加之社會經濟效益；所以若新竹地區的就業發展潛力已趨飽和時，則以加入新竹科學園區計畫之配置結果，如圖 5-26 所示桃園科技工業園區、新竹科學園區、竹南科學園區與銅鑼科學園區為最後規劃配置結果，以達到最佳的地域連攜效果。

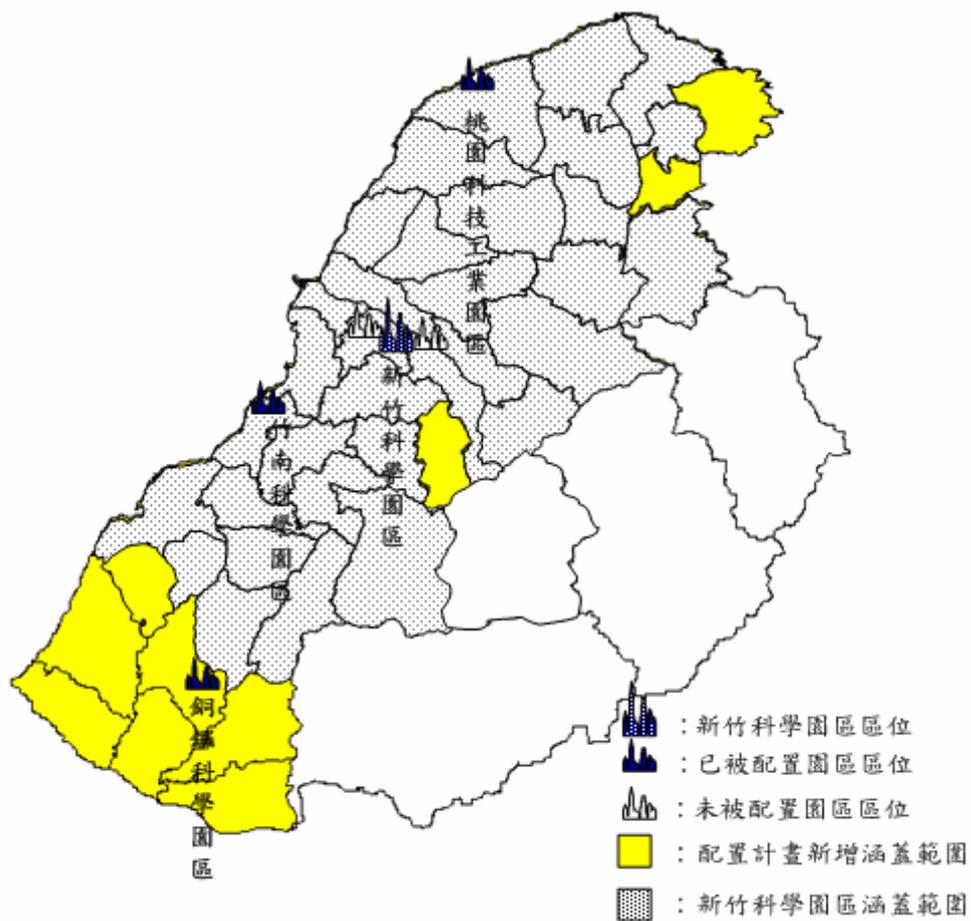


圖 5-26 當 $P=3$ 時加入新竹科學園區規劃結果示意圖