

探討低碳新市鎮佈置之規劃問題

PLANNING ARRANGEMENT OF A LOW-CARBON NEW TOWN

黃志剛*

國立雲林科技大學工業工程與管理系教授

吳明蔓

國立雲林科技大學工業工程與管理系碩士班研究生

Chikong Huang

*Professor, Department of Industrial Engineering and Management,
National Yunlin University of Science and Technology*

Ming-Man Wu

*Graduate Student, Department of Industrial Engineering and Management,
National Yunlin University of Science and Technology*

摘要

氣候變遷是近年來社會關注的重要議題，其中影響最劇烈的即是溫室效應，因此全球各地都積極推行低碳活動，而有效的城市佈置將可減少總運輸距離，進一步減少二氧化碳排放量，達到低碳低污染的城市，此即為本研究之主要動機。本研究針對高雄市一新市鎮進行佈置與分析，以區塊分割的概念下，探討如何規劃新市鎮建築密度問題、土地使用類別的區位選擇與交通流量規劃，首先建構以污染成本為核心的數學模型。研究考量兩項都市規劃所造成碳排放之污染成本，而污染來源分別為：(1)建築物建材生產與營建、(2)交通行駛路徑，以總污染成本最小化為目標。經驗證數學模式後，再開發適合本研究之模擬退火演算法進行建築密度及區塊佈置改善，求解每一土地使用類型區塊內之建築數量，及各土地使用類型之最佳位置，後續再以敏感度分析探討包含：建築密度變化對於住宅人口數的影響及安全距離變化對於總污染成本的影響。實驗結果顯示，在建築密度臨界值（含）或以上，可確保可容納人口數高於計畫

*通訊作者，地址：雲林縣斗六市大學路3段123號，電話：(05)534-2601 轉 5336
E-mail：huangck@yuntech.edu.tw

人口數，在安全距離設定上，本研究假設距離確實較佳。最終達到幫助城市規劃者透過系統化分析，以提高規劃的工作效率並改善規劃品質。

關鍵字：建築密度、城市佈置、碳排放成本

ABSTRACT

In the recent years, climate change is one of the important issues, especially on the effects of greenhouse. Countries around the world are actively promoting a low-carbon urban layout by reducing the overall transportation distance and reducing carbon dioxide emissions. This research develops a mathematical model using block-category concept to solve a layout problem for the new town in Kaohsiung city area. The objective of the grid-type layout is to minimize the pollution cost which comes from traffic flow and building density. In addition, the pollution of traffic flow is considered by flow volume and moving distance between blocks. The pollution of building density is focused on production of building materials and construction of a building. A solution algorithm of the model is then developed by using the simulated annealing logic after a verification process. A near-optimal layout can be represented by a set of block arrangement for all categories and the building density for each block. A sensitivity analysis is conducted by considering the relationship between building density and population, the relationship between safety distance and pollution cost. Results of sensitivity analysis show that: (1) the pre-defined building density fits the population required, (2) a better safety distance can be found.

Keywords: Building Density, Urban Layout, Cost of Carbon Dioxide Emission

壹、前言

新市鎮規劃可以紓解都會區中心都市成長壓力，配合土地儲備制度，解決都會區住宅不足及房價飆漲問題，因此開發新市鎮是城市發展的必經過程之一。

過去在建構都市計畫草圖的過程一直被視為黑箱作業，都市計劃圖產生過程一直存在幾個問題：一是方案僅反應少數規劃者的主觀理念；二是以直覺的經驗判斷方式進行，使方案的數量及廣度不足；三是不同規劃部門間單獨進行或僅作有限的考量，

未予整合。為了解決此規劃問題並考量低碳城市，本研究將建構模式來幫助規劃者透過系統分析，快速產生許多都市規劃方案，以提高規劃的工作效率並改善規劃品質。而一個有效率的城市佈置可以減少民眾通勤的距離（Altshuler, 1979），降低因交通運輸產生碳排放之汙染成本，進而降低此種溫室效應對於整個生態環境的衝擊，減少對地球氣候、人類的經濟、社會等造成嚴重傷害。

貳、文獻探討

一、探討城市佈置相關文獻

本研究加入 James and Nilay (2011) 研究中之建築密度概念，再進行配置每一區塊之建築數量，計算建築因建材生產及營建所產生之碳排放量。建築密度規劃完後，再運用 Feng and Lin (1999) 的概念，將新市鎮切割成數個小區塊，進行全面市鎮規劃。新市鎮規劃範圍、土地使用類型及面積均已知（Barber, 1976），新市鎮依交通距離及流量計算出最小總移動距離（Koopmans, 1990），再將因交通運輸之總碳排放量轉為汙染成本，求得最低汙染成本的市鎮佈置。總體而言，本研究之目標為交通運輸及建築密度之汙染成本最小化，由於將此兩種汙染成本結合的概念，目前文獻中尚無此類研究，故本研究將以此為研究主軸。

二、針對溫室氣體與碳足跡

(一)建築物碳排放評估與計算方式

建築碳排定義，狹義是指僅考慮日常使用階段建築物耗能，減量成效有限。廣義則是指從規劃設計、建材生產、材料運輸、營建施工、日常使用、更新修繕、廢物處理等營運階段皆納入計算。而本研究在建築汙染成本上只考慮建材產輸與營建施工兩部分，使用張又升（2002）提出之公式來計算，計算公式如式(1)、式(2)、及式(3)所示。

1. 建材產輸：建材生產及運輸階段之單位樓地板面積的二氧化碳排放係數公式，再將係數（Y）乘以樓地板面積，得此階段二氧化碳排放量。

$$\text{住宅類: } Y=A(0.10X^2+4.39X+278.08) \quad (1)$$

$$\text{業用類: } Y=A(0.12X^2+4.45X+275.23) \quad (2)$$

其中：Y 單位面積建築所產生二氧化碳之排放量 (kg/m^2)

X 為建築物之樓層數

A 為建築構造推估系數：RC 構造為 1、S 構造為 0.8、SRC 構造為 1.05

2.營建施工：不同樓層規模營建階段之二氧化碳排放量係數公式，再將係數乘以樓地板面積，得此階段二氧化碳排放量。

$$Y=X+10.99 \quad (3)$$

其中：Y 為單位面積營建階段二氧化碳排放量(kg/m^2)

X 為建築物樓層數

(二)交通運輸流量碳排放評估與計算方式

本研究為簡化計算上的繁瑣，故分別定義汽、機車及大眾運輸工具之碳排放量，根據高雄市環保局所提供的台灣交通工具汽車、機車、及大眾運輸工具之碳足跡排放，碳排放量分別估計為：汽車每公里 0.24 公斤、機車每公里 0.06 公斤、及大眾運輸工具每公里 0.25 公斤。

參、模式建立與求解

一、問題描述

本研究整合探討如何規劃新市鎮土地使用類別的區位選擇、運輸路線規劃、與建築密度規劃問題，最終目標以總污染成本最小化為主。由於住宅建築類型（包括透天厝及公寓）與業用建築類型（包括商業用、工業用、及醫院等）使用建材不同，因而所排放之二氧化碳也有所不同。建築物之生命週期（LC）中大致可分成：(1)建材生產運輸、(2)營建施工、(3)日常使用、(4)更新修繕、(5)拆除廢棄處理、(6)建材回收利用等六個階段。所謂建築物生命週期之 CO_2 排放量，指此六階段的總 CO_2 排放量，稱之為 LCCO_2 (Life-Cycle CO_2)。雖然建築完工後的日常耗能之 CO_2 排放量占建築生命週期絕大比例，本研究因屬市鎮規劃階段，故只考慮(1)建築物建材生產運輸及(2)營建施工之碳排放量，排除因人為使用、修繕、及拆除廢棄屋等所造成的碳排放汙染。在建築密度方面，建築密度定義為建築物的基底面積總和除以規劃建設用地面積，建築密度一般不超過總規劃面積 50~65%，用地還需留出部分面積作為道路、廣場、停車場等。

研究考量兩項都市規劃造成碳排放之汙染成本，而汙染來源分別為：(1)建築物、及(2)交通流動量。將以上述兩項汙染之成本項先行定義與分析，以總和汙染成本最小化為目標。首先，第一階段建築密度規劃為規劃住宅、工業、及商業類型區塊內之建築物數量，其餘土地使用類型均不討論規劃建築，第一階段求解將得到各住宅、工業、及商業區塊內最佳建築數，然後依各住宅區塊建築數量，計算出各住宅區塊之人口數，亦即可容納之計劃人口數。

第二階段進行土地類型之佈置規劃，將第一階段求解之各住宅區塊人口數，依照本研究假設之各區塊流量比例乘以各住宅區塊人口數，轉換成兩區塊間之交通流量，求解各土地使用類型之最佳位置，必須滿足每一類型之土地使用需求，同時亦減少民眾平日通勤之距離。結合本階段之各土地使用類型之最佳佈置、及第一階段各土地類型（住宅與業用）之最佳建築數量配置，進而減少總體碳排放所產生之汙染成本。

二、研究假設與限制

在探討新市鎮佈置上，若考量因素過多，將使求解過程會耗費許多時間，故本研究將新市鎮佈置模型及求解之相關假設與限制條列如下。

1. 城市中用地類型分別有：住宅區、商業區、工業區、行政區、農業區、學校、公園、經貿園區、娛樂中心、汙水廠、自然景觀區、醫療專用區、變電所用地、中油油廠等，共十四種已知的類型。各類均以區塊數目表達規劃的要求。
2. 可將新市鎮土地先做均等面積的切割，形成可供配置的區塊，假設每個區塊只能規劃為單一用地類型，其中已包含規劃前已確定用途之固定區塊，例如因河流所造成的天然障礙，故該區塊僅供公園用地類型使用，研究中不再探討該區塊的較佳位置。規劃前。規劃前各類型之需求區塊總數為已知且固定。
3. 已知資訊彙整如後：(1)區塊大小；(2)城市規劃總區塊數目；(3)各類型區塊間汽、機車、及大眾運輸工具之總流量大小；(4)汽、機車、及大眾運輸流量比例；(5)汽、機車、及大眾運輸工具產生碳排放量；(6)各建築類型產生碳排放量；(7)新市鎮總人口數；(8)家庭平均人口數；(9)建築類型；(10)住宅建築類型可容納之人數。
4. 整體規劃佈置包括兩個部分：城市建築數量規劃、土地類型之佈置規劃。
5. 區塊間交通運輸採用單一路徑且雙向行駛，行徑距離以直線距離認定。
6. 各區塊人口數與交通流量成正比關係。

7. 本研究以二氧化碳氣體排放量作為汙染成本估算的基準，藉由區位規劃求出最低汙染成本的新市鎮區塊佈置，以降低碳排放量、減少增溫效應。
8. 在城市規劃佈置中，採用以非緊急性設施之 P-中位問題為基準，求解出交通流量之總移動距離最小化，再轉換為汙染成本。
9. 本研究之建築密度規劃中，只考慮建築物建材生產運輸及營建施工之碳排放量，排除因人為及拆除廢棄屋所造成的碳排放汙染。建築總面積不超過總規劃面積 50~65%，在不超過規定建築密度下，總住宅區塊需容納新市鎮總人口數之需求下，規劃合適之建築數量。
10. 建築密度為在每一區塊內的建築總面積比率，假設建築密度程度為 65%，依此去分配住宅、工業、及商業區塊之建築密度。
11. 汙染成本考慮兩種：(1)各區塊間交通流量所產生的碳排放汙染之成本，及(2)各區塊內住宅建築與業用建築密度所產生的碳排放汙染之成本。假設區塊間的汙染成本與交通流量、移動距離呈線性正比關係。
12. 相鄰兩區塊需考量兩區塊的類型是否具有鄰避的性質。若具有鄰避性質，則需考量安全距離。例如變電所與住宅區、汙水廠與住宅區均具有鄰避設施性質，故均須與住宅區維持安全距離以上。
13. 本研究以量化汙染成本為考量，不考量其餘政治因素及經濟因素。

三、模式建構

本節將針對研究之問題建立數學模式，模型 1 為第一階段，探討城市建築密度，模型 2 為第二階段，探討土地使用規劃及交通運輸。以下各小節將針對兩模型分別依序定義各符號、定義決策變數、建構目標式與限制式，最後進行模式說明。

(一)符號定義

1.第一階段：建築密度部分

Area	為區塊空間大小，已知且為常數
TP	為新市鎮總人口數，已知且為常數
HS	為每單位建築面積之平均人口數，已知且為常數（人數／單位建築面積）
B	為各建築類型之集合，已知條件
r	為住宅建築類型， $r \in B$ ，包括公寓及透天厝，已知條件

- b 為工業建築類型， $b \in B$ ，包括大廠房、中廠房、小廠房，已知條件
- t 為商業建築類型， $t \in B$ ，包括大、中、小面積之辦公建築，已知條件
- $TOT_Z_q^{\min}$ 為每一區塊容納建築類型 q 之最小總面積（ q 可為 r ，或 b ，或 t ），已知且為常數
- $TOT_Z_q^{\max}$ 為每一區塊容納建築類型 q 之最大總面積（ q 可為 r ，或 b ，或 t ），已知且為常數
- TOT_Z_q 為決策變數。被建築 q 所覆蓋之總面積（ q 可為 r ，或 b ，或 t ）
- c_r 為建造建築類型 r 之建築物所產生碳排放量，已知且為常數（公斤／單位面積）
- c_b 為建造建築類型 b 之建築物所產生碳排放量，已知且為常數（公斤／單位面積）
- c_t 為建造建築類型 t 之建築物所產生碳排放量，已知且為常數（公斤／單位面積）
- W 為每公斤碳排放量之污染成本，已知且為常數（元／公斤）
- Den 為每一區塊內之建築密度，已知條件（建築面積／區塊面積）
- E^r 為住宅區塊類型之集合，已知條件
- E^b 為工業區塊類型之集合，已知條件
- E^t 為商業區塊類型之集合，已知條件
- XB_{ri} 為決策變數。 $XB_{ri} \in \{1, 0\}$ 。若建築類型 r 指派到土地使用類型 i ，則 $XB_{ri}=1$ ，反之為 0
- XA_{bi} 為決策變數。 $XA_{bi} \in \{1, 0\}$ 。若建築類型 b 指派到土地使用類型 i ，則 $XA_{bi}=1$ ，反之為 0
- XC_{ti} 為決策變數。 $XC_{ti} \in \{1, 0\}$ 。若建築類型 t 指派到土地使用類型 i ，則 $XC_{ti}=1$ ，反之為 0

2.第二階段：土地使用規劃及交通運輸部分

- N 為城市佈置規劃中所有可用的區塊數目，已知且固定
- i, j 為土地類型區塊編號。已知條件。 $i, j = 1, 2, \dots, n$ ， n 為所有類型所需之區塊總數， $n < N$ ， $n = \sum_{p=1}^q X^p = X^1 + X^2 + \dots + X^q$
- 其中
- P 為類型編號， $P \neq n$ ，已知條件。 $P=1, 2, \dots, q$ ， q 為類型總數， q 為已知條件。 X^P 為土地類型 P 所需的區塊數目， P 為已知條件
- k, l 為區塊佈置位址編號，已知條件。 $k, l = 1, 2, \dots, N$ $k \neq l$ ， N 為位址編號最大值
- F 各類型所需區塊數之集合， $F = E^1 \cup E^2 \dots \cup E^q$
- 其中
- $E^1 = \{1, 2, \dots, X^1\}$
- $E^2 = \{X^1 + 1, X^2 + 2, \dots, X^1 + X^2\}$ ，
- $E^3 = \{X^1 + X^2 + 1, X^1 + X^2 + 2, \dots, X^1 + X^2 + X^3\}$ ，.....

- d_{kl} 為直線路徑距離從區塊位址 k 到區塊位址 l 。 $d_{kl} = \sqrt{(k_x - l_x)^2 + (k_y - l_y)^2}$ ， $\forall k, l, k \neq l$
 其中，區塊 k 之中心點座標 (k_x, k_y) ，區塊 l 之中心點座標 (l_x, l_y) ，單位均為公里
- C 為每單位距離汽、機車及大眾運輸碳排放量（公斤／公里），已知條件。 C 為加權平均值，計算式為：
 $C = \alpha \times C_1 + \beta \times C_2 + \gamma \times C_3$
 其中
 C_1 為機車碳排放量（公斤／公里）、 C_2 為汽車碳排放量（公斤／公里）、 C_3 大眾運輸碳排放量（公斤／公里）。 α 、 β 、 γ 依序分別為機車、汽車、及大眾運輸占總流量之比例，實例值依序分別為 0.4, 0.3, 0.3
- f_{ij} 為類型區塊編號 i 與 j 之流量（含汽、機車及大眾運輸），已知條件
- E^o 為原（規畫前）已配置於區塊類型之集合，已知條件
- E^s 為鄰避設施類型之集合，已知條件
- SD 為距離鄰避設施之安全距離，已知且為常數
- M 為極大值且為正值
- x_{ik} 為決策變數。 $x_{ik} \in \{1, 0\}$ 。 $i=1, 2, \dots, n$ ， $k=1, 2, \dots, N$ ， $i \in F$ 。若土地使用類型 i 指派到區塊位址編號 k ，則 $x_{ik}=1$ ，反之為 0

(二)數學模式

1.城市建築密度模型

Objective Function

$$\text{Min. } Z = Z1 + Z2 + Z3 \quad (4)$$

$$Z1 = \sum_{r \in B} \sum_{i \in E^r} c_r \text{ Area Den } XB_{ri} W \quad (5)$$

$$Z2 = \sum_{b \in B} \sum_{i \in E^b} c_b \text{ Area Den } XA_{bi} W \quad (6)$$

$$Z3 = \sum_{t \in B} \sum_{i \in E^t} c_t \text{ Area Den } XC_{ti} W \quad (7)$$

Subject to

$$\text{TOT_}Z_b = \sum_{i=1}^N \sum_{b \in B} XA_{bi} \text{ Area Den} \quad (8)$$

$$\text{TOT_}Z_b \geq \text{TOT}Z_b^{\min} \quad (9)$$

$$TOT_Z_b \leq TOTZ_b^{\max} \quad (10)$$

$$TOT_Z_r = \sum_{i=1}^N \sum_{r \in B} XB_{ri} \text{ Area Den} \quad (11)$$

$$TOT_Z_r \geq TOTZ_r^{\min} \quad (12)$$

$$TOT_Z_r \leq TOTZ_r^{\max} \quad (13)$$

$$TOT_Z_t = \sum_{i=1}^N \sum_{t \in B} XC_{ti} \text{ Area Den} \quad (14)$$

$$TOT_Z_t \geq TOTZ_t^{\min} \quad (15)$$

$$TOT_Z_t \leq TOTZ_t^{\max} \quad (16)$$

$$\sum_{i \in E^r} \sum_{r \in B} XB_{ri} \text{ Area Den HS} \geq TP \quad (17)$$

$$XA_{bi} = \{1,0\}, b \in B, i \in E \quad (18)$$

$$XB_{ri} = \{1,0\}, r \in B, i \in E^r \quad (19)$$

$$XC_{ti} = \{1,0\}, r \in B, i \in E^t \quad (20)$$

式子（4）為總目標式，包含三項成本分別為住宅建築、工業建築、及商業建築所產生之碳排放污染成本。式子（5）為住宅建築所產生之碳排放污染成本，其計算方式為該類型建築面積、該建築類型所產生碳排放量、單位污染成本三者相乘積。式子（6）為工業建築所產生之碳排放污染成本。式子（7）為商業建築所產生之碳排放污染成本。限制式（8）至（10）限制工業建築類型之總面積必須在允許的範圍之內。限制式（11）至（13）限制住宅建築類型之總面積必須在允許的範圍之內。限制式（14）至（16）限制商業建築類型之總面積必須在允許的範圍之內。限制式（17）確保有足夠住宅建築以容納總人口數。限制式（18）至（20）為設定決策變數為0或1。

2. 土地使用規劃及交通運輸模型

Objective Function

$$\text{Min. } \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^N \sum_{l=1}^N C_{ij} d_{kl} x_{ik} x_{jl} W \quad (21)$$

Subject to

$$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^N x_{ik} = n \quad (22)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{ik} \leq 1, \quad \forall k \quad (23)$$

$$\sum_{k=1}^N x_{ik} = 1, \quad i \in E^o \quad (24)$$

$$d_{kl} = d_{lk}, \quad \forall k, l \quad k \neq l \quad (25)$$

$$d_{kl} x_{ik} x_{jl} + (1 - x_{ik} x_{jl}) M > SD, \quad i \in E^r, \quad j \in E^s \quad (26)$$

$$x_{ik} \in \{0, 1\}, \quad i = 1, 2, \dots, n, \quad k = 1, 2, \dots, N \quad (27)$$

此模型目標式(21)為最小化由交通運輸產生碳排放所導致的污染成本，其計算方式為：單位污染成本、流量、距離三者相乘積。限制式(22)在確保所有待配置土地使用類型均須配置完畢。限制式(23)為限制每一區塊最多僅接受一單位土地使用類型。限制式(24)則對已存在某區塊且無法變動的土地使用類型先設定為1。限制式(25)交通道路為雙向行駛。限制式(26)限制鄰避設施須遠離住宅區之安全距離。限制式(27)為設定決策變數為0或1。

四、模式求解

由於現今城市佈置類型多樣且數量眾多，一般認為當設施數目大於15時，其求解最佳解將十分耗時，而求解難度皆屬NP-hard問題，故本研究將以啟發式演算法進行求解，同時研究中針對建築密度規劃問題及土地使用類別區位選擇問題，均分別開發啟發式演算法(陳百傑, 2001)分別進行求解，藉此提升求解效率。

本研究求解演算法主要可分為四部分：第一階段(1)區塊內建築密度初始規劃、(2)區塊內建築密度改善；第二階段(3)初始佈置組合、(4)佈置組合改善。其中兩階段之改善解，皆採用模擬退火法的邏輯搜尋近似最佳解(李健銘, 2010; 洪啓偉, 2012; 張鄧旺, 2007; 黃鈺芳, 2007; 雷英傑, 2014)，各部分之詳細求解流程及步驟皆詳載

於吳明蔓(2015)。由於模擬退火法進行之前，必須先設定四種參數，包含起始溫度、終止溫度、降溫率、及馬可夫鏈長度，本研究採用田口實驗設計方法選擇四種參數的較佳組合。由於建築密度規劃與區塊佈置規劃在求解概念上皆不同，故針對建築密度規劃問題及區塊佈置規劃問題之參數設定，將分開進行參數優化。

關於驗證求解演算法成效及確認模擬退火參數設定的有效性，本研究以小規模例題資料共執行 3 次試驗，演算法求解結果與 LINGO11.0 求解結果均相同，說明本研究之求解演算法在小規模例題測試下，亦可以搜尋方式找出最佳解。

肆、範例測試與結果分析

一、測試例題說明

本節對研究測試例題依據問題環境、建築密度、及交通運輸過程共三部分，進行相關參數的詳細說明。

(一)問題環境相關參數

本研究範例為高雄市新市鎮位處高雄市北側，介於中山高速公路岡山交流道與楠梓交流道之間，跨越高雄市岡山區、橋頭區、燕巢區及楠梓區，計畫面積 2,240 公頃，計畫人口 26 萬人。研究中將該新市鎮切割為大小一致的正方型區塊總共 35 塊如圖 1 所示，每一塊面積之長寬為 800 公尺×800 公尺，每個區塊均有區塊位址編號，且有 6 個已規劃之固定區塊（編號：18, 23, 24, 29, 33, 34），這些區塊在本研究中將固定不動、用地類型亦不變。待配置之用地類型、數量及類型編號，如表 1 所示。

(二)建築密度相關參數

1. 各建築類型因建材產輸及營建施工所產生之二氧化碳，如表 2 所示。
2. 建築密度比率上限為佔該區塊總面積之 65%。
3. 每戶家庭之平均人口數為 3 人。
4. 住宅建築類型：公寓建築可容納 50 戶、獨棟建築可容納 1 戶。
5. 每公斤碳排放量之污染成本 W 為 0.6 元／公斤。
6. 每一住宅建築類型基本需求數量：獨棟 450 棟、公寓 400 棟。



圖 1 切割後新市鎮示意圖

表 1 待配置之用地類型、數量、及編號

土地類型	代號	數量	類型編號
住宅	R	7	1~7
工業	I	2	8,9
商業	C	2	10,11
行政區	A	2	12,13
農業	F	2	14,15
學校	S	1	16
經貿園區	T	2	17,18
公園	P	1	19
娛樂中心	E	1	20
醫療專用	H	1	21
變電所	TS	1	22
汙水廠	W	1	23
空地	SP	6	24~29
中油廠（已規劃）	OX	1	30
學校（已規劃）	SX	2	31,32
都會公園（已規劃）	PX	2	33,34
自然景觀區（已規劃）	NX	1	35

表 2 各建築類型因建材產輸及營建施工所產生之二氧化碳

建築類型	每單位面積 (平方公尺)	建材產輸及營建所產生之二氧化碳 (公斤/平方公尺)
住宅獨棟	132.2	41,276.8
住宅公寓	661.0	288,771.1
工業(大)	3,305.0	1,068,308.0
工業(中)	2,314.0	717,201.2
工業(小)	1,322.0	393,427.2
商業(大)	661.0	233,147.9
商業(中)	396.6	139,888.8
商業(小)	231.4	81,601.8

7. 每一工業建築類型基本需求數量：廠房(大) 40 棟、廠房(中) 50 棟、廠房(小) 55 棟。
8. 每一商業建築類型基本需求數量：辦公室(大) 270 棟、辦公室(中) 280 棟、辦公室(小) 300 棟。

(三)交通運輸過程相關參數

1. 每公斤碳排放量之汙染成本 W 為 0.6 元/公斤(設定為碳交易之價格)。
2. 每單位距離汽、機車及大眾運輸碳排放量 C 為 0.116 (公斤/公里)。
3. 任一住宅區塊須遠離鄰避設施之安全距離 SD 為 1.13 (公里)。鄰避定義為：汙水廠、變電廠、及中油油廠等類型具鄰避性質。
4. 各區塊間之距離矩陣，如表 3 所示。表中的距離單位為公里。
5. 各類型間之流量比例，如表 4 所示，每一橫軸之流量比例相加需等於 100%。根據第一階段運算出各住宅區人口數，依每一住宅類型區塊的人口數乘以至另一類型的流量比例(雙向流量)可得此兩類型間流量。若是非住宅類型至另一類型，則是將全部住宅類型至該類型的流量加總後，乘以至另一類型的流量比例，將得到此兩類型間的流量。計算結果小數點皆四捨五入。人口流量估計之目的在於計算各區塊間的交通流量，依照本研究假設之流量比例矩陣乘以各區塊的人口數，即可得知兩區塊間之交通流量。

表 3 各區塊距離矩陣

距離(公里)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	
1	0	0.8	1.6	2.4	3.2	4	0.8	1.13	1.79	2.53	3.3	4.08	2.26	2.88	3.58	4.3	2.88	3.39	4	4.66	3.58	4	4.53	5.12	4.3	4.66	4.87	5.06	5.37	5.66	5.82	6.09	6.45	6.6	6.84	
2	0.8	0	0.8	1.6	2.4	3.2	1.13	0.8	1.13	1.79	2.53	3.3	1.79	2.26	2.88	3.58	2.53	2.88	3.39	4	3.3	3.58	4	4.53	4.08	4.3	4.8	4.87	5.06	5.6	5.66	5.82	6.4	6.45	6.6	
3	1.6	0.8	0	0.8	1.6	2.4	1.79	1.13	0.8	1.13	1.79	2.53	1.6	1.79	2.26	2.88	2.4	2.53	2.88	3.39	3.2	3.3	3.58	4	4	4.08	4.87	4.8	4.87	5.66	5.6	5.66	6.45	6.4	6.45	
4	2.4	1.6	0.8	0	0.8	1.6	2.53	1.79	1.13	0.8	1.13	1.79	1.79	1.6	1.79	2.26	2.53	2.4	2.53	2.88	3.3	3.2	3.3	3.58	4.08	4	5.06	4.87	4.8	5.82	5.66	5.6	6.6	6.45	6.4	
5	3.2	2.4	1.6	0.8	0	0.8	3.3	2.53	1.79	1.13	0.8	1.13	2.26	1.79	1.6	1.79	2.88	2.53	2.4	2.53	3.58	3.3	3.2	3.3	4.3	4.08	5.37	5.06	4.87	6.09	5.82	5.66	6.84	6.6	6.45	
6	4	3.2	2.4	1.6	0.8	0	4.08	3.3	2.53	1.79	1.13	0.8	2.88	2.26	1.79	1.6	3.39	2.88	2.53	2.4	4	3.58	3.3	3.2	4.66	4.3	5.77	5.37	5.06	6.45	6.09	5.82	7.16	6.84	6.6	
7	0.8	1.13	1.79	2.53	3.3	4.08	0	0.8	1.6	2.4	3.2	4	1.79	2.53	3.3	4.08	2.26	2.88	3.58	4.3	2.88	3.39	4	4.66	3.58	4	4.08	4.3	4.66	4.87	5.06	5.37	5.66	5.82	6.09	
8	1.13	0.8	1.13	1.79	2.53	3.3	0.8	0	0.8	1.6	2.4	3.2	1.13	1.79	2.53	3.3	1.79	2.26	2.88	3.58	2.53	2.88	3.39	4	3.3	3.58	4	4.08	4.3	4.8	4.87	5.06	5.6	5.66	5.82	
9	1.79	1.13	0.8	1.13	1.79	2.53	1.6	0.8	0	0.8	1.6	2.4	0.8	1.13	1.79	2.53	1.6	1.79	2.26	2.88	2.4	2.53	2.88	3.39	3.2	3.3	4.08	4	4.08	4.87	4.8	4.87	5.66	5.6	5.66	
10	2.53	1.79	1.13	0.8	1.13	1.79	2.4	1.6	0.8	0	0.8	1.6	1.13	0.8	1.13	1.79	1.79	1.6	1.79	2.26	2.53	2.4	2.53	2.88	3.3	3.2	4.3	4.08	4	5.06	4.87	4.8	5.82	5.66	5.6	
11	3.3	2.53	1.79	1.13	0.8	1.13	3.2	2.4	1.6	0.8	0	0.8	1.79	1.13	0.8	1.13	2.26	1.79	1.6	1.79	2.88	2.53	2.4	2.53	3.58	3.3	4.66	4.3	4.08	5.37	5.06	4.87	6.09	5.82	5.66	
12	4.08	3.3	2.53	1.79	1.13	0.8	4	3.2	2.4	1.6	0.8	0	2.53	1.79	1.13	0.8	2.88	2.26	1.79	1.6	3.39	2.88	2.53	2.4	4	3.58	4.87	4.66	4.3	5.77	5.37	5.06	6.45	6.09	5.82	
13	2.26	1.79	1.6	1.79	2.26	2.88	1.79	1.13	0.8	1.13	1.79	2.53	0	0.8	1.6	2.4	0.8	1.13	1.79	2.53	1.6	1.79	2.26	2.88	2.4	2.53	3.3	3.2	3.3	4.08	4	4.08	4.87	4.8	4.87	
14	2.88	2.26	1.79	1.6	1.79	2.26	2.53	1.79	1.13	0.8	1.13	1.79	0.8	0	0.8	1.6	1.13	0.8	1.13	1.79	1.79	1.6	1.79	2.26	2.53	2.4	3.58	3.3	3.2	4.3	4.08	4	5.06	4.87	4.8	
15	3.58	2.88	2.26	1.79	1.6	1.79	3.3	2.53	1.79	1.13	0.8	1.13	1.6	0.8	0	0.8	1.79	1.13	0.8	1.13	2.26	1.79	1.6	1.79	2.88	2.53	4	3.58	3.3	4.66	4.3	4.08	5.37	5.06	4.87	
16	4.3	3.58	2.88	2.26	1.79	1.6	4.08	3.3	2.53	1.79	1.13	0.8	2.4	1.6	0.8	0	2.53	1.79	1.13	0.8	2.88	2.26	1.79	1.6	3.39	2.88	4.5	4	3.58	4.87	4.66	4.3	5.77	5.37	5.06	
17	2.88	2.53	2.4	2.53	2.88	3.39	2.26	1.79	1.6	1.79	2.26	2.88	0.8	1.13	1.79	2.53	0	0.8	1.6	2.4	0.8	1.13	1.79	2.53	1.6	1.79	2.53	2.4	2.53	3.3	3.2	3.3	4.08	4	4.08	
18	3.39	2.88	2.53	2.4	2.53	2.88	2.88	2.26	1.79	1.6	1.79	2.26	1.13	0.8	1.13	1.79	0.8	0	0.8	1.6	1.13	0.8	1.13	1.79	1.79	1.6	2.88	2.53	2.4	3.58	3.3	3.2	4.3	4.08	4	
19	4	3.39	2.88	2.53	2.4	2.53	3.58	2.88	2.26	1.79	1.6	1.79	1.79	1.13	0.8	1.13	1.6	0.8	0	0.8	1.79	1.13	0.8	1.13	2.26	1.79	3.39	2.88	2.53	4	3.58	3.3	4.66	4.3	4.08	
20	4.66	4	3.39	2.88	2.53	2.4	4.3	3.58	2.88	2.26	1.79	1.6	2.53	1.79	1.13	0.8	2.4	1.6	0.8	0	2.53	1.79	1.13	0.8	2.88	2.26	4	3.39	2.88	4.5	4	3.58	4.87	4.66	4.3	
21	3.58	3.3	3.2	3.3	3.58	4	2.88	2.53	2.4	2.53	2.88	3.39	1.6	1.79	2.26	2.88	0.8	1.13	1.79	2.53	0	0.8	1.6	2.4	0.8	1.13	1.79	1.6	1.79	2.53	2.4	2.53	3.3	3.2	3.3	
22	4	3.58	3.3	3.2	3.3	3.58	3.39	2.88	2.53	2.4	2.53	2.88	1.79	1.6	1.79	2.26	1.13	0.8	1.13	1.79	0.8	0	0.8	1.6	1.13	0.8	2.26	1.79	1.6	2.88	2.53	2.4	3.58	3.3	3.2	
23	4.53	4	3.58	3.3	3.2	3.3	4	3.39	2.88	2.53	2.4	2.53	2.26	1.79	1.6	1.79	1.79	1.13	0.8	1.13	1.6	0.8	0	0.8	1.79	1.13	2.88	2.26	1.79	3.39	2.88	2.53	4	3.58	3.3	
24	5.12	4.53	4	3.58	3.3	3.2	4.66	4	3.39	2.88	2.53	2.4	2.88	2.26	1.79	1.6	2.53	1.79	1.13	0.8	2.4	1.6	0.8	0	2.53	1.79	3.58	2.88	2.26	4	3.39	2.88	4.5	4	3.58	
25	4.3	4.08	4	4.08	4.3	4.66	3.58	3.3	3.2	3.3	3.58	4	2.4	2.53	2.88	3.39	1.6	1.79	2.26	2.88	0.8	1.13	1.79	2.53	0	0.8	1.13	0.8	1.13	1.79	1.6	1.79	2.53	2.4	2.53	
26	4.66	4.3	4.08	4	4.08	4.3	4	3.58	3.3	3.2	3.3	3.58	2.53	2.4	2.53	2.88	1.79	1.6	1.79	2.26	1.13	0.8	1.13	1.79	0.8	0	1.79	1.13	0.8	2.26	1.79	1.6	2.88	2.53	2.4	
27	4.87	4.8	4.87	5.06	5.37	5.77	4.08	4	4.08	4.3	4.66	4.87	3.3	3.58	4	4.5	2.53	2.88	3.39	4	1.79	2.26	2.88	3.58	1.13	1.79	0	0.8	1.6	0.8	1.13	1.79	1.6	1.79	2.26	
28	5.06	4.87	4.8	4.87	5.06	5.37	4.3	4.08	4	4.08	4.3	4.66	3.2	3.3	3.58	4	2.4	2.53	2.88	3.39	1.6	1.79	2.26	2.88	0.8	1.13	0.8	0	0.8	1.13	0.8	1.13	1.79	1.6	1.79	
29	5.37	5.06	4.87	4.8	4.87	5.06	4.66	4.3	4.08	4	4.08	4.3	3.3	3.2	3.3	3.58	2.53	2.4	2.53	2.88	1.79	1.6	1.79	2.26	1.13	0.8	1.6	0.8	0	1.79	1.13	0.8	1.13	1.79	1.6	
30	5.66	5.6	5.66	5.82	6.09	6.45	4.87	4.8	4.87	5.06	5.37	5.77	4.08	4.3	4.66	4.87	3.3	3.58	4	4.5	2.53	2.88	3.39	4	1.79	2.26	0.8	1.13	1.79	0	0.8	1.6	0.8	1.13	1.79	
31	5.82	5.66	5.6	5.66	5.82	6.09	5.06	4.87	4.8	4.87	5.06	5.37	4	4.08	4.3	4.66	3.2	3.3	3.58	4	2.4	2.53	2.88	3.39	1.6	1.79	1.13	0.8	1.13	0.8	0	0.8	1.13	0.8	1.13	
32	6.09	5.82	5.66	5.6	5.66	5.82	5.37	5.06	4.87	4.8	4.87	5.06	4.08	4	4.08	4.3	3.2	3.3	3.2	3.3	3.58	2.53	2.4	2.53	2.88	1.79	1.6	1.79	1.13	0.8	1.6	0.8	0	1.79	1.13	0.8
33	6.45	6.4	6.45	6.6	6.84	7.16	5.66	5.6	5.66	5.82	6.09	6.45	4.87	5.06	5.37	5.77	4.08	4.3	4.66	4.87	3.3	3.58	4	4.5	2.53	2.88	1.6	1.79	2.26	0.8	1.13	1.79	0	0.8	1.6	
34	6.6	6.45	6.4	6.45	6.6	6.84	5.82	5.66	5.6	5.66	5.82	6.09	4.8	4.87	5.06	5.37	4	4.08	4.3	4.66	3.2	3.3	3.58	4	2.4	2.53	1.79	1.6	1.79	1.13	0.8	1.13	0.8	0	0.8	
35	6.84	6.6	6.45	6.4	6.45	6.6	6.09	5.82	5.66	5.6	5.66	5.82	4.87	4.8	4.87	5.06	4.08	4	4.08	4.3	3.2	3.3	3.58	2.53	2.4	2.26	1.79	1.6	1.79	1.13	0.8	1.6	0.8	0		

表 4 各類型間之流量比例矩陣

流量比例	住宅1	住宅2	住宅3	住宅4	住宅5	住宅6	住宅7	工業8	工業9	商業10	商業11	行政區12	行政區13	農業14	農業15	學校16	經貿區17	經貿區18	公園19	娛樂中心20	醫療專用21	變電所22	汗水廠23	空地24	空地25	空地26	空地27	空地28	空地29	中油廠(區)30	學校(區)31	學校(區)32	公園(區)33	公園(區)34	自然景觀(區)35	
住宅1	0	0.005	0.001	0.001	0.01	0.04	0.03	0.02	0.11	0.1	0.12	0.11	0.15	0.001	0.001	0.09	0.11	0.07	0.005	0.004	0.01	0.0004	0.0008	0	0	0	0	0	0	0.0002	0.0032	0.002	0.0023	0.002	0.0016	
住宅2	0.03	0	0.002	0.0023	0.003	0.005	0.004	0.1	0.06	0.09	0.1	0.12	0.09	0.003	0.004	0.03	0.17	0.14	0.002	0.009	0.013	0.0009	0.0009	0	0	0	0	0	0	0.0005	0.0048	0.003	0.0038	0.0034	0.0054	
住宅3	0.001	0.002	0	0.004	0.009	0.003	0.005	0.14	0.16	0.12	0.1	0.11	0.13	0.002	0.004	0.015	0.07	0.08	0.0068	0.01	0.007	0.0005	0.0007	0	0	0	0	0	0	0.0007	0.0033	0.005	0.0053	0.0041	0.0016	
住宅4	0.001	0.003	0.004	0	0.002	0.004	0.002	0.17	0.14	0.04	0.09	0.07	0.14	0.006	0.003	0.04	0.09	0.13	0.012	0.005	0.01	0.0006	0.0009	0	0	0	0	0	0	0.0005	0.009	0.009	0.007	0.008	0.003	
住宅5	0.01	0.003	0.009	0.02	0	0.002	0.007	0.2	0.13	0.06	0.08	0.12	0.13	0.005	0.009	0.028	0.08	0.06	0.015	0.003	0.01	0.0009	0.0009	0	0	0	0	0	0	0.0003	0.0029	0.002	0.004	0.003	0.005	
住宅6	0.004	0.005	0.003	0.004	0.002	0	0.003	0.12	0.1	0.11	0.14	0.1	0.13	0.004	0.005	0.04	0.1	0.07	0.008	0.006	0.012	0.0004	0.0005	0	0	0	0	0	0	0.0001	0.009	0.008	0.007	0.005	0.004	
住宅7	0.003	0.004	0.005	0.002	0.007	0.003	0	0.12	0.1	0.07	0.09	0.1	0.14	0.006	0.003	0.08	0.08	0.13	0.01	0.004	0.006	0.0007	0.0009	0	0	0	0	0	0	0.0004	0.007	0.006	0.006	0.008	0.008	
工業8	0.02	0.1	0.14	0.17	0.2	0.07	0.09	0	0.1	0.04	0.04	0.003	0.002	0	0	0.0006	0.0064	0.004	0.0005	0.0002	0.0007	0.002	0.006	0	0	0	0	0	0	0.003	0.0006	0.0005	0	0	0.0005	
工業9	0.11	0.06	0.16	0.14	0.13	0.05	0.1	0.1	0	0.06	0.03	0.002	0.002	0	0	0.0007	0.019	0.02	0.0003	0.0001	0.0006	0.004	0.004	0	0	0	0	0	0	0.003	0.0001	0.0003	0.002	0.0019	0	
商業10	0.1	0.09	0.093	0.031	0.06	0.11	0.08	0.04	0.06	0	0.1	0.06	0.07	0	0	0.0007	0.05	0.04	0.0008	0.0004	0.0005	0.0003	0.0002	0	0	0	0	0	0	0.0003	0.0004	0.0006	0.0053	0.0063	0.0002	
商業11	0.12	0.1	0.1	0.09	0.08	0.15	0.07	0.04	0.03	0.1	0	0.035	0.024	0.0001	0.0001	0.0006	0.02	0.03	0.0005	0.0004	0.0006	0.0002	0.0005	0	0	0	0	0	0	0.0002	0.0007	0.0004	0.0032	0.0029	0.0006	
行政區12	0.13	0.1	0.12	0.07	0.12	0.1	0.06	0.003	0.002	0.06	0.04	0	0.09	0.0001	0.0001	0.0008	0.05	0.05	0.0007	0.0001	0.0006	0.0002	0.0001	0	0	0	0	0	0	0.0001	0.0005	0.0004	0.0003	0.0008	0.0002	
行政區13	0.1	0.084	0.08	0.09	0.1	0.09	0.08	0.004	0.002	0.07	0.024	0.09	0	0.0001	0.0001	0.0009	0.02	0.04	0.0008	0.0002	0.0004	0.04	0.08	0	0	0	0	0	0	0.0002	0.0006	0.0005	0.0007	0.0007	0.0008	
農業14	0.1	0.08	0.19	0.06	0.1	0.07	0.06	0.01	0.01	0.01	0.005	0.005	0.03	0	0.15	0.016	0.004	0.005	0.02	0.04	0.02	0.0003	0.0005	0	0	0	0	0	0	0.0002	0.004	0.001	0.002	0.003	0.004	
農業15	0.03	0.004	0.13	0.12	0.009	0.15	0.12	0	0	0.001	0.001	0.01	0.3	0	0.002	0.0035	0.004	0.04	0.05	0.0012	0.0001	0.0001	0	0	0	0	0	0	0	0.0001	0.004	0.002	0.007	0.01	0.001	
學校16	0.09	0.12	0.1	0.13	0.15	0.05	0.08	0.006	0.006	0.007	0.006	0.009	0.009	0.006	0.006	0	0.003	0.002	0.07	0.04	0.0007	0.0001	0.0001	0	0	0	0	0	0	0.0001	0.04	0.05	0.005	0.008	0.006	
經貿區17	0.11	0.15	0.054	0.076	0.06	0.1	0.064	0.0034	0.016	0.05	0.02	0.05	0.02	0.0001	0.0005	0.003	0	0.2	0.0006	0.0004	0.0006	0.0001	0.0001	0	0	0	0	0	0.0001	0.005	0.007	0.006	0.003	0.0001		
經貿區18	0.03	0.12	0.05	0.12	0.05	0.07	0.13	0.004	0.02	0.04	0.03	0.05	0.07	0.0001	0.0003	0.002	0.2	0	0.0004	0.0003	0.0002	0.0001	0.0001	0	0	0	0	0	0	0.0001	0.004	0.003	0.002	0.003	0.0004	
公園19	0.17	0.26	0.18	0.004	0.008	0.14	0.01	0.0005	0.0003	0.0008	0.0005	0.0068	0.007	0.02	0.04	0.07	0.0006	0.0005	0	0.0005	0.0005	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0.003	0.005	0.03	0.04	0.002	
娛樂中心20	0.18	0.09	0.11	0.15	0.16	0.086	0.15	0.0002	0.0001	0.0006	0.0004	0.004	0.005	0.001	0.004	0.04	0.0004	0.0003	0.0005	0	0.0003	0.0001	0.0001	0	0	0	0	0	0	0	0.003	0.004	0.003	0.004	0.003	
醫療專用21	0.13	0.18	0.13	0.09	0.17	0.15	0.11	0.0037	0.0026	0.0025	0.0026	0.0006	0.006	0.0002	0.0002	0.0007	0.0006	0.0002	0.0005	0.0003	0	0.0002	0.0001	0	0	0	0	0	0	0	0.003	0.006	0.003	0.006	0.001	
變電所22	0.07	0.09	0.08	0.06	0.08	0.04	0.07	0.03	0.04	0.03	0.02	0.02	0.04	0	0	0.01	0.01	0	0.01	0.02	0	0.1	0	0	0	0	0	0	0	0.15	0.01	0.01	0	0	0.01	
汗水廠23	0.08	0.05	0.03	0.06	0.07	0.05	0.06	0.09	0.06	0.02	0.05	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.01	0	0.01	0.01	0.15	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.01	0.01	0	0	0		
空地24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
空地25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
空地26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
空地27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
空地28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
空地29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
中油廠(區)30	0.09	0.05	0.07	0.05	0.03	0.08	0.04	0.07	0.06	0.03	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0	0	0	0.15	0.18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
學校(區)31	0.006	0.005	0.006	0.004	0.009	0.008	0.007	0.0006	0.0001	0.0004	0.0007	0.0005	0.0006	0.004	0.004	0.056	0.005	0.004	0.003	0.003	0.003	0.01	0.0001	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0.22	0.2	0.14	0.01	
學校(區)32	0.022	0.023	0.025	0.024	0.028	0.026	0.021	0.0005	0.0003	0.0006	0.0004	0.0006	0.0005	0.001	0.002	0.05	0.007	0.003	0.005	0.004	0.006	0.01	0.0001	0	0	0	0	0	0	0	0.3	0.22	0.21	0.01	0.01	
公園(區)33	0.04	0.08	0.05	0.0027	0.06	0.07	0.006	0	0.002	0.0053	0.0032	0.0004	0.0004	0.002	0.002	0.012	0.006	0.002	0.03	0.003	0.003	0.04	0	0	0	0	0	0	0	0.04	0.04	0	0.4	0.1	0.1	
公園(區)34	0.036	0.034	0.04	0.024	0.03	0.05	0.08	0.0003	0.0019	0.0063	0.0029	0.0008	0.0008	0.003	0.006	0.008	0.003	0.003	0.04	0.004	0.006	0.02	0	0	0	0	0	0	0	0.1	0.1	0.3	0	0.1	0.1	
自然景觀(區)35	0.06	0.03	0.06	0.03	0.01	0.04	0.07	0	0	0.02	0.01	0.02	0.02	0.04	0.08	0.06	0.01	0.04	0.08	0.03	0.01	0.01	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.01	0.12	0.13	0	0	

(四)田口參數設計結果

第一階段：選取每一因子中 S/N 比之最大水準，各因子最大值依序為 A2、B1、C3、D2，表示所挑選出各因子水準分別為：起使溫度 10,000,000（水準 2）、終止溫度 84,000（水準 1）、降溫率 0.95（水準 3）、馬可夫鏈長度 100（水準 2）。第二階段：各因子最大值依序為 A1、B1、C2、D2，表示所挑選出各因子水準分別為：起使溫度 100,000（水準 1）、終止溫度 1（水準 1）、降溫率 0.9（水準 2）、馬可夫鏈長度為 350（水準 2）。

二、求解法驗證與測試例題求解結果分析

(一)第一階段建築密度規劃之求解結果

從表 5 中可得知在全部區塊設置建築之總面積，改善解比初始解增加 238 平方公尺，代表改善解的土地使用率變高，但又不超過規定的建築密度 65%（ $640,000 \times 0.65 \times 11 = 4,576,000$ ）。在全部住宅區塊可容納之總人口數方面，改善解比初始解減少 39,180 人，雖然可容納的人數減少但不低於計畫人口數 26 萬人。總汙染成本的部分，經過 3 次試驗後選出一筆總汙染成本最低為改善解，此改善解比初始解降低 4,496,592 元，改善百分比為 0.42%。後續，將第一階段求解結果再計算出各區塊之人口數，匯入第二階段進行規劃。

(二)第二階段區塊佈置之求解結果

建構本研究第二階段初始區塊佈置規劃，首先將第一階段求解出 7 個住宅區之人口數乘以各類型間的流量比例，若是非住宅類型至另一類型，則是將全部住宅類型至該類型的流量加總後，乘以至另一類型的流量比例，將得到此兩類型間的流量，計算結果彙整亦如表 6 所示，此表為每月之交通流量。且住宅類型與鄰避類型（例如汙水廠、垃圾場等）均不得相鄰。

由於第二階段佈置以兩種方法：方案一為原例題且為原區塊（ $800\text{m} \times 800\text{m}$ ）面積。方案二為將原例題之性質相同四個區塊合併成一個大正方形區塊。本研究會將面積放大四倍的原因是為了以不同基準的區塊大小來考量，也許本研究切割的面積無法滿足規劃者的需求，因此才會考量放大四倍的面積來觀察此兩種規劃何者較佳，因此本節中將兩種方法的初始佈置加以規劃，再將這兩種方法進行改善。

表 5 第一階段結果比較表

第一階段	全部區塊設置建築 之總面積	住宅區塊可容納 之總人口數	總汙染成本
初始解	4,573,131	564,351	1,060,162,686
改善解	4,573,369	525,171	1,055,666,094
差異*	-238	+39,180	+4,496,592
改善百分比(%)**	-0.005%	+6.9%	+0.42%

註：*差異=(初始解)-(改善解)。**改善百分比= $\frac{\text{初始解}-\text{改善解}}{\text{初始解}}$

1.方案一：原區塊（800m×800m）

由表 7 可知，五次試驗改善解的總成本之平均為 4,747,141 單位成本，而五組試驗中，最佳解為試驗編號 5，其改善總成本為 4,730,776 單位成本，改善率為 15.8%。表 7 中 (C) 欄：與最佳值差異百分比中，最佳解與最差解差異百分比為 0.7%，顯示在求解品質上具有一定的穩定性。

由圖 3 可得知，固定區塊 (NX35, SX31, SX32, OX30, PX33, PX34) 分別配置在區塊編號 18, 23, 24, 29, 33, 及 34，比較初始佈置圖 2 與最佳佈置圖 3，可以發現最佳佈置的住宅區 (R) 較分散，但都與民眾平日上班之工商業區相鄰，此外住宅區離汙水廠、變電廠、中油廠皆在安全距離的範圍以外，且醫院及娛樂中心皆鄰近住宅區，為合理之佈置規劃。

2.方案二：合併區塊（1,600m×1,600m）

由表 8 可知，五次試驗改善解的總成本之平均為 4,877,365 單位成本，而五組試驗中，最佳解為試驗編號 2、3、及 5，其改善總成本為 4,842,272 單位成本，改善率為 12.7%。在與最佳值差異百分比中，最佳解與最差解差異百分比為 0.94%，顯示在求解品質上具有一定的穩定性。

表 6 第二階段初始區塊－各類型間之流量矩陣

流量(種次)	住宅1	住宅2	住宅3	住宅4	住宅5	住宅6	住宅7	工業8	工業9	商業10	商業11	行政區12	行政區13	農業14	農業15	學校16	經貿園區17	經貿園區18	公園19	娛樂中心20	醫療專用21	變電所22	污水廠23	空地24	空地25	空地26	空地27	空地28	空地29	中油廠(園)30	學校(園)31	學校(園)32	公園(園)33	公園(園)34	自然景觀(園)35	
住宅1	0	1454.62	4848.84	4848.84	4848.84	193953.6	145456.2	96976.8	533372.4	4848.84	581860.8	533372.4	727326	4848.84	4848.84	436395.6	533372.4	339418.8	24244.2	19395.36	48488.4	1939.536	3879.072	0	0	0	0	0	0	969.768	15516.288	9697.68	11152.332	9697.68	15031.404	
住宅2	14418.27	0	9612.18	11054.01	14418.27	24030.45	19224.36	480609	288365.4	432548.1	480609	576730.8	432548.1	14418.27	19224.36	144182.7	817053.3	672852.6	9612.18	43254.81	62479.17	4325.481	4325.481	0	0	0	0	0	0	2403.045	23069.232	14418.27	18263.142	16340.706	25952.886	
住宅3	4797.54	9595.08	0	19190.16	43177.86	14392.62	23987.7	671655.6	767066.4	575704.8	47975.4	527279.4	623680.2	9595.08	19190.16	71963.1	335827.8	383803.2	32623.27	47975.4	33582.78	2398.77	3358.278	0	0	0	0	0	0	3358.278	15831.882	23987.7	25426.962	19669.914	7676.064	
住宅4	4771.89	14315.67	19087.56	0	9543.78	19087.56	9543.78	811221.3	668064.6	190875.6	429470.1	334032.3	668064.6	28631.34	14315.67	190875.6	429470.1	620345.7	57262.68	23859.45	47718.9	2863.134	4294.701	0	0	0	0	0	0	2385.945	42947.01	42947.01	33403.23	38172.15	14315.67	
住宅5	47462.4	14238.72	42716.16	94924.8	0	9492.48	33223.68	949248	617011.2	284774.4	379699.2	569548.8	617011.2	23731.2	42716.16	132894.7	379699.2	284774.4	71193.6	14238.72	47462.4	4271.616	4271.616	0	0	0	0	0	0	1423.872	13764.096	9492.48	18984.96	14238.72	23731.2	
住宅6	19292.4	24115.5	14469.3	19292.4	9646.2	0	14469.3	578772	482310	530541	675234	482310	627003	19292.4	24115.5	19292.4	482310	337617	38584.8	28938.6	57877.2	1929.24	2411.55	0	0	0	0	0	0	482.31	43407.9	38584.8	33761.7	24115.5	19292.4	
住宅7	14238.72	18984.96	23731.2	9492.48	33223.68	14238.72	0	569548.8	474624	332236.8	427161.6	474624	664473.6	28477.44	14238.72	379699.2	379699.2	617011.2	47462.4	18984.96	28477.44	3322.368	4271.616	0	0	0	0	0	0	1898.496	33222.68	28477.44	28477.44	37969.92	37969.92	
工業8	83160.6	415803	582124.2	706665.1	831606	291062.1	374222.7	0	415803	166321.2	166321.2	12474.09	83160.6	0	0	2494.818	26611.392	16632.12	2079.015	831.606	2910.621	8316.06	24948.18	0	0	0	0	0	0	12474.09	2494.818	2079.015	0	0	2079.015	
工業9	421449.6	229881.6	613017.6	536390.4	498076.8	191568	383136	383136	0	229881.6	114940.8	7662.72	7662.72	0	0	2681.952	72795.84	76627.2	1149.408	383.136	2298.816	15325.44	15325.44	0	0	0	0	0	0	11494.08	383.136	1149.408	7662.72	7279.584	0	
商業10	283155	254839.5	263334.2	87778.05	169893	311470.5	226524	113262	169893	0	283155	169893	198208.5	0	0	1982.085	141577.5	113262	2265.24	1132.62	1415.775	849.465	566.31	0	0	0	0	0	0	849.465	1132.62	1698.93	15007.215	17838.765	566.31	
商業11	414453.6	345378	345378	310840.2	276302.4	518067	241746.4	138151.2	103613.4	345378	0	120882.3	82890.72	345.378	345.378	2072.268	69075.6	103613.4	1726.89	1381.512	2072.268	690.756	1726.89	0	0	0	0	0	0	690.756	2417.646	1381.512	11052.096	10015.962	2072.268	
行政區12	454786.8	349836	419803.2	244885.2	419803.2	349836	209901.6	10495.08	6996.72	209901.6	139934.4	0	314852.4	349.836	349.836	2798.688	174918	174918	2448.852	349.836	2099.016	699.672	349.836	0	0	0	0	0	0	349.836	1749.18	1399.344	1049.508	2798.688	699.672	
行政區13	436011	366249.2	348808.8	392409.9	436011	392409.9	348808.8	17440.44	8720.22	305207.7	104642.6	392409.9	0	436.011	436.011	3924.099	87202.2	17440.44	3488.088	872.022	1744.044	17440.44	348808.8	0	0	0	0	0	0	872.022	2616.066	2180.055	3052.077	3052.077	3488.088	
農業14	1290	10320	24510	7740	12900	9030	7740	1290	1290	1290	645	645	3870	0	19350	2064	516	645	2580	5160	2580	38.7	64.5	0	0	0	0	0	0	25.8	516	129	258	387	516	
農業15	4159.8	554.64	18025.8	16639.2	1247.94	20799	16639.2	0	0	0	138.66	138.66	1386.6	41.598	0	277.32	485.31	554.64	554.64	6933	166.392	13.866	13.866	0	0	0	0	0	0	13.866	554.64	277.32	970.62	1386.6	138.66	
學校16	139403.7	185871.6	154893	201360.9	232339.5	77446.5	123914.4	9293.58	9293.58	10842.51	9293.58	139403.7	139403.7	9293.58	9293.58	0	4646.79	3097.86	10842.51	61957.2	1084.251	154.893	154.893	0	0	0	0	0	0	154.893	61957.2	77446.5	7744.65	12391.44	9293.58	
經貿園區17	369316.2	50361.3	181300.7	255163.9	201445.2	335742	214874.9	11415.23	53718.72	167871	67148.4	167871	67148.4	335.742	1678.71	10072.26	0	67148.4	2014.452	1342.968	2014.452	335.742	335.742	0	0	0	0	0	0	335.742	16787.1	23501.94	20144.52	10072.26	335.742	
經貿園區18	97674.3	390697.2	162790.5	390697.2	162790.5	227906.7	423253.3	13023.24	65116.2	130232.4	97674.3	162790.5	227906.7	325.581	976.743	6511.62	65116.2	0	1302.324	976.743	651.162	325.581	325.581	0	0	0	0	0	0	325.581	13023.24	9767.43	6511.62	9767.43	1302.324	
公園19	47766.6	73054.8	50576.4	1123.92	2247.84	39337.2	2809.8	140.49	84.294	224.784	140.49	1910.664	1966.86	5619.6	11239.2	19666.6	168.588	140.49	0	140.49	140.49	0	0	0	0	0	0	0	0	842.94	1404.9	8429.4	11239.2	561.96		
娛樂中心20	35397	17698.5	21631.5	29497.5	31464	16911.9	29497.5	39.33	19.665	117.99	78.66	78.66	983.25	196.65	78.66	78.66	58.995	98.325	0	58.995	19.665	19.665	0	0	0	0	0	0	0	58.995	78.66	589.95	78.66	589.95		
醫療專用21	42393	58698	42393	29349	55437	48915	35871	1206.57	847.86	815.25	847.86	195.66	195.66	65.22	65.22	228.27	195.66	65.22	163.05	97.83	65.22	32.61	0	0	0	0	0	0	0	97.83	195.66	97.83	195.66	32.61		
變電所22	1474.2	1895.4	1684.8	1263.6	1684.8	842.4	1474.2	631.8	842.4	631.8	421.2	421.2	842.4	0	0	0	210.6	210.6	0	210.6	421.2	0	210.6	0	0	0	0	0	0	3159	210.6	210.6	0	0	210.6	
污水廠23	2145.6	1341	804.6	1609.2	1877.4	1341	1609.2	2413.8	1609.2	536.4	1341	268.2	804.6	268.2	268.2	268.2	268.2	268.2	268.2	268.2	268.2	4023	0	0	0	0	0	0	0	268.2	268.2	268.2	0	0	0	
空地24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
空地25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
空地26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
空地27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
空地28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
空地29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
中油廠(園)30	1163.7	646.5	905.1	646.5	387.9	1034.4	517.2	905.1	775.8	387.9	258.6	129.3	258.6	129.3	129.3	129.3	129.3	129.3	129.3	129.3	1877.7	1877.7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
學校(園)31	1126.62	938.85	1126.62	751.08	1689.93	1502.16	1314.39	112.662	18777	75.108	1314.39	93.885	112.662	751.08	751.08	10515.12	938.85	751.08	563.31	563.31	563.31	1877.														

1	2	3	4	5	6	住宅區 (R)
SP29	TS22	SP27	SP26	F14	F15	工業區 (I)
7	8	9	10	11	12	商業區 (C)
W23	SP24	SP25	S16	R4	R1	行政區 (A)
		13	14	15	16	農業區 (F)
		R5	R2	R6	I8	學校 (S)
		17	18	19	20	經貿園區 (T)
		I9	NX35	C10	R7	公園 (P)
		21	22	23	24	娛樂中心 (E)
		A12	T17	SX31	SX32	醫療專用區 (H)
		25	26			變電所用地 (TS)
		R3	T18			污水廠 (W)
	27	28	29			空地 (SP)
	P19	C11	OX30			中油油廠 (固定) (OX)
	30	31	32			學校 (固定) (SX)
	E20	H21	A13			公園 (固定) (PX)
	33	34	35			自然景觀區 (固定) (NX)
	PX33	PX34	SP28			

1	2	3	4	5	6	住宅區 (R)
TS22	W23	SP27	F14	F15	SP26	工業區 (I)
7	8	9	10	11	12	商業區 (C)
SP29	SP24	R6	R2	I8	SP25	行政區 (A)
		13	14	15	16	農業區 (F)
		H21	S16	R5	I9	學校 (S)
		17	18	19	20	經貿園區 (T)
		R4	NX35	C10	R7	公園 (P)
		21	22	23	24	娛樂中心 (E)
		E20	A12	SX31	SX32	醫療專用區 (H)
		25	26			變電所用地 (TS)
		R3	P19			污水廠 (W)
	27	28	29			空地 (SP)
	T18	C11	OX30			中油油廠 (固定) (OX)
	30	31	32			學校 (固定) (SX)
	R1	T17	A13			公園 (固定) (PX)
	33	34	35			自然景觀區 (固定) (NX)
	PX33	PX34	SP28			

圖 2 初始區塊佈置規劃—方案一

圖 3 改善區塊佈置規劃圖—方案一

表 7 五次試驗求解結果—方案一原區塊

次數	(A) 目標值	(B) 與最佳目標值差異	(C)** 與最佳值差異百分比	(D)** 總成本改善率
初始解	5,617,987	887,211	18.7%	-
試驗1：改善解	4,735,367	4,591	0.1%	15.7%
試驗2：改善解	4,745,285	14,509	0.3%	15.5%
試驗3：改善解	4,760,192	29,416	0.6%	15.3%
試驗4：改善解	4,764,083	33,307	0.7%	15.2%
試驗5：改善解*	*4,730,776	-	-	15.8%
改善解平均	4,747,141	-	-	-

註：*為最佳結果，** (C) = $\frac{(B)}{\text{最佳目標值}}$ ，*** (D) = $\frac{(\text{初始解總成本} - \text{改善後總成本})}{\text{初始解總成本}}$

表 8 五次試驗求解結果－方案二合併區塊

次數	(A)	(B)	(C)**	(D)***
	目標值	與最佳目標值差異	與最佳值差異百分比	總成本改善率
初始解	5,547,908	705,636	14.6%	-
試驗1：改善解	4,866,822	24,550	0.51%	12.3%
試驗2：改善解	4,842,272*	-	-	12.7%
試驗3：改善解	4,842,272*	-	-	12.7%
試驗4：改善解	4,887,908	45,636	0.94%	11.9%
試驗5：改善解*	4,842,272*	-	-	12.7%
改善解平均	4,877,365	-	-	-

註：*為最佳結果，** $(C) = \frac{(B)}{\text{最佳目標值}} \times 100\%$ ，*** $(D) = \frac{(\text{初始解總成本} - \text{改善後總成本})}{\text{初始解總成本}}$

由圖 5 可得知，固定區塊 (NX35, SX31, SX32, OX30, PX33, PX34) 分別配置在區塊編號 4, 7, 9, 及 10，比較合併區塊之初始佈置圖 4 與最佳佈置圖 5，可以發現初始佈置之類型 D (行政區及經貿園區) 距離住宅區過遠，經由改善後之最佳佈置，將類型 D 鄰近住宅區之外，也可看出合併相似類型區塊可將鄰避類型群聚一起，故可遠離住宅區，也可增加程式執行效率，因此為一合理之佈置規劃。

3. 方案一與方案二求解結果之分析比較

針對方案一原區塊與方案二合併區塊改善佈置的求解結果進行比較，由表 9 可看出在總汙染成本方面，方案一原區塊優於方案二合併區塊，以差異百分比 2.4% 來看，並無太大差異。若以程式執行時間來看，合併區塊明顯優於原區塊，差異幅度可達 89.4%，由此現象亦可顯示：適當的合併區塊（即採用較大的區塊單位），可以有效的減少程式的執行時間，對於大型的都市規畫案進行時值得留意。

在觀察兩種方法之佈置方面，如圖 3 原例題最佳佈置可看出，雖然住宅區比較分散，但各自都鄰近工、商業區，亦可減少每日上班交通距離，再觀察合併區塊最佳佈置如圖 5 可看出，因為將相似類型聚集為一個區塊，故在土地規劃上較容易且執行效率上較佳，也能確保住宅類型遠離鄰避類型，但卻容易使住宅區距離工、商業區較遠，反而增加上班交通距離。以整體而言，本研究原例題在總汙染成本上確實優於合併區塊，也達到本研究之目的，但最終還需依照決策者的經驗來判斷該執行何種方案。



圖 4 初始區塊佈置規劃－方案二

圖 5 改善區塊佈置規劃－方案二

表 9 改善後佈置比較表－原區塊與合併區塊

比較項目	(A)方案一 (原區塊)	(B)方案二 (合併區塊)	(C)差異*	(D)差異百分比**
總汙染成本	4,730,776	4,842,272	-111,496	-2.4%
執行時間 (s)	301	32	269	89.4%

註：*(C)=(A)-(B)，**(D)=(C)/(A)×100%

三、敏感度分析

由前述各節例題求解結果分析中可知，建築密度配置 (Den) 對於市鎮居民的生活及工作品質影響甚鉅，較低密度的建築配置雖可以提供較高的生活品質，但亦可能造成無法達到規畫案居住人口數的要求，因此本節將探討：在可容納的居住人口的要求下，較低且適合的建築密度配置為何？期望對規畫者有參考價值。

另一安全層面的議題是：鄰避設施的類型認定、與鄰避設施遠離之安全距離的認定。前項「鄰避設施的認定」會隨著時代進步而逐漸改變，但須較長的演化時間。而後項「安全距離的認定」則是市鎮規畫者在規劃前必須確定的資料，雖然較長的安全距離雖可提供較為安全的環境，但亦可能造成交通流量與交通距離的增加，進而增加汙染成本，因此本節亦將探討：安全距離變動對於總汙染成本的影響。

(一)建築密度變動對於住宅人口數的影響

由於本例題假設建築密度為 65%，結果顯示可容納人數為 525,171，遠遠高於高雄市政府計劃之人口數 26 萬人，因此若能了解當建築密度降低為多少時，將會導致無法容納計畫人口數，藉此得知建築密度之臨界值，以確保做出正確的決策。

調整單位建築密度分別為：0.65、0.55、0.45、0.32、及 0.3，變動的每個項目共進行三次試驗，並選出三次試驗中總成本最低者，做為該項目之最佳解，其試驗結果彙整如表 10 所示，當建築密度逐漸降低時，因建築數逐漸減少，總汙染成本會降低，住宅區可容納之總人數亦會降低。若要符合總汙染成本最低且又可容納計畫人口數，則以本例而言：建築密度設為 0.32 較為合適。

(二)安全距離變動對於總汙染成本的影響

原例題中安全距離 SD 為 1.13（公里），而本節探討的調整比例共包含四種，其中情境(A)調整比例縮減為 0（即無安全距離考量）、情境(B)為原例題、情境(C)及情境(D)調整比例增加為 141.6%及 212.4%。四種情境安全距離調整比例介於 0%至 212.4%、安全距離介於 0 至 2.4 公里。變動的每個項目共進行三次試驗，並選出三次試驗中總汙染成本最低者，做為該項目之最佳解，其調整安全距離之試驗結果表如表 11 所示。

當安全距離增加時，總汙染成本呈現上升的趨勢，情境(A)無安全距離總汙染成本最低，情境(D)安全距離為 2.4 總汙染成本最高。觀察四種情境的區塊佈置（如圖 6），無安全距離之佈置圖 6(A)雖然總成本較低，但從圖中可以發現住宅 6（R6）相鄰汙水廠（W23），此佈置不宜採用。以原例題(B)佈置觀察情境(C)及情境(D)變化，發現安全距離越遠，使住宅區越集中在新市鎮的區塊中間，但卻造成工業區與住宅區不相鄰，導致民眾上班交通距離變長，這是使總汙染成本增高的原因之一。故以本例題而言，當拿掉安全距離會造成住宅與鄰避類型相鄰，但增加安全距離則會造成總汙染成本增加，故須在安全性與汙染成本之間做一抉擇。

表 10 調整建築密度之試驗結果

情境編號	原例題	(A)	(B)	(C)	(D)
調整比例	100%	85%	69%	49%	46%
建築密度	0.65	0.55	0.45	0.32*	0.3
住宅區可容納之 總人數	525,171	472,650	389,478	262,724	256,347
計畫人口數	260,000	260,000	260,000	260,000	260,000
總汙染成本	1,055,666,094	912,397,649	727,054,094	622,647,138	589,474,425

表 11 調整安全距離之試驗結果

情境編號	(A)	(B)原例題	(C)	(D)
調整比例	0%	100%	141.6%	212.4%
安全距離（公里）	0	1.13	1.6	2.4
總汙染成本	4,722,839	4,730,776	4,741,295	4,771,692

伍、結論

由本研究的例題求解結果分析與敏感度分析，可歸納以下結論：

1. 針對第一階段建築密度規劃，由求解結果顯示，改善解比初始解之總汙染成本降低約達 0.42%，可發現住宅區塊可容納人口數比初始解減少 39,180 人，但在土地使用率上卻高出 238 平方公尺，雖然可容納人口數減少但不低於計畫人口數 26 萬人，因此符合本研究之假設要求，依此最佳建築數及住宅人口數建構新市鎮可有效降低總汙染成本。
2. 針對第二階段區塊佈置規劃，本研究共提出了兩種方案進行佈置規劃，分別為：方法一原區塊及方法二合併區塊，由求解結果顯示，原區塊最佳佈置雖然住宅區比較分散，但各自鄰近工業及商業區，亦可減少每日上班交通距離，總汙染成本較低。合併區塊可將相似類型區塊群聚在一起，故在土地規劃上較容易且程式執行效率較佳，但卻容易使住宅區距離工業及商業區較遠，反而增加上班交通距離，總汙染成本較高。以整體而言，原區塊在總汙染成本上確實優於合併區塊，也達到本研究之目的。
3. 由於本研究例題的基礎資料引用自實例，然而亦有甚多資料不足之處，或由文獻資料中補足、抑或是自行假設而得，未來將逐一修正補足。期待本研究的問題建構、求解概念、及敏感度討論等，對都市規劃實務工作者或有助益。

1	2	3	4	5	6
TS22	W23	SP27	F14	F15	T18
7	8	9	10	11	12
T17	R6	E20	A12	R2	R3
		13	14	15	16
		I9	C11	A13	IS
		17	18	19	20
		R4	NX35	R1	R5
		21	22	23	24
		S16	R7	SX31	SX32
		25	26		
		H21	C10		
	27	28	29		
	SP24	P19	OX30		
	30	31	32		
	SP29	SP25	SP26		
	33	34	35		
	PX33	PX34	SP28		

(A)無安全距離

1	2	3	4	5	6
TS22	W23	SP27	F14	F15	SP26
7	8	9	10	11	12
SP29	SP24	R6	R2	I8	SP25
		13	14	15	16
		H21	S16	R5	I9
		17	18	19	20
		R4	NX35	C10	R7
		21	22	23	24
		E20	A12	SX31	SX32
		25	26		
		R3	P19		
	27	28	29		
	T18	C11	OX30		
	30	31	32		
	R1	T17	A13		
	33	34	35		
	PX33	PX34	SP28		

(B)原例題佈置

1	2	3	4	5	6
F14	F15	A13	TS22	W23	SP26
7	8	9	10	11	12
T17	R6	C11	I9	I8	C10
		13	14	15	16
		T18	S16	R3	R2
		17	18	19	20
		E20	NX35	R1	R5
		21	22	23	24
		R4	R7	SX31	SX32
		25	26		
		H21	A12		
	27	28	29		
	P19	SP24	OX30		
	30	31	32		
	SP29	SP27	SP25		
	33	34	35		
	PX33	PX34	SP28		

(C)安全距離為 1.6

1	2	3	4	5	6
TS22	W23	SP26	T17	R6	A12
7	8	9	10	11	12
F14	F15	C11	S16	H21	C10
		13	14	15	16
		E20	R7	R3	R2
		17	18	19	20
		R4	NX35	R1	R5
		21	22	23	24
		A13	T18	SX31	SX32
		25	26		
		I8	I9		
	27	28	29		
	P19	SP24	OX30		
	30	31	32		
	SP29	SP25	SP27		
	33	34	35		
	PX33	PX34	SP28		

(D)安全距離為 2.4

圖 6 調整安全距離之區塊佈置變化圖

參考文獻

一、中文部分

1. 李健銘(2010)，多趟次車輛途程問題與物流中心區位選擇之探討，國立雲林科技大學工程與管理研究所碩士論文。
2. 吳明蔓(2015)，探討低碳新市鎮佈置之規劃問題，國立雲林科技大學工業工程與管理研究所碩士論文。
3. 洪啓偉(2012)，運用模擬退火法探討醫院佈置問題—以中區某區域教學醫院未來發展為例，國立雲林科技大學工業工程與管理研究所碩士論文。
4. 陳百傑(2001)，以啟發式演算法求解時窗限制車輛途程問題，中原大學工業工程研究所碩士論文。
5. 張鄧旺(2007)，以社會成本觀點決定雙鄰避設施之區位選擇及車輛途程規劃，國立雲林科技大學工業工程與管理研究所碩士論文。
6. 張又升(2002)，建築物生命週期二氧化碳減量評估，國立成功大學建築學系博士論文。
7. 黃鈺芳(2007)，模擬退火法在營建工程設施規劃之應用，朝陽科技大學營建工程研究所碩士論文。
8. 雷英傑(2014)，以空氣汙染因素與災害成本考量鄰避設施之區位選擇與廢棄物車輛途程規劃，國立雲林科技大學工業工程與管理研究所碩士論文。

二、英文部分

1. Altshuler, A. (1979). The Urban Transportation System. Cambridge, MA, USA: MIT Press.
2. Barber, G. M. (1976). Land-use plan design via interactive multiple-objective programming. Environment and Planning, 8, 625-636.
3. Feng, C. M., & Lin, J. J. (1999). Using a genetic algorithm to generate alternative sketch maps for urban planning. Computers, Environment and Urban Systems, 23, 91-108.

4. James, K., & Nilay, S. (2011). Calculating minimum energy urban layouts with mathematical programming and Monte Carlo analysis techniques. Computers, Environment and Urban System, 35, 368-377.
5. Koopmans, B. (1990). A Modeling Framework for Integrating Layout Design and Flow Network Design. Proceedings of the Material Handling Research Colloquium, Hebron, Kentucky, 43-58.

104年12月09日收稿

104年12月23日初審

105年04月25日複審

105年04月27日接受

作者介紹

Author's Introduction

姓名 黃志剛
Name Chikong Huang
服務單位 國立雲林科技大學工業工程與管理系教授
Department Professor, Department of Industrial Engineering and Management, National Yunlin University of Science and Technology
聯絡地址 雲林縣斗六市大學路 3 段 123 號
Address No.123, Sec.3, University Road, Douliu City, Yunlin County, Taiwan
E-mail huangck@yuntech.edu.tw
專長 設施規劃，生產管理，物流分析
Speciality Facilities Planning, Production Management, Logistics Analysis

姓名 吳明蔓
Name Ming-Man Wu
服務單位 國立雲林科技大學工業工程與管理系碩士班研究生
Department Graduate Student, Department of Industrial Engineering and Management, National Yunlin University of Science and Technology
聯絡地址 雲林縣斗六市大學路 3 段 123 號
Address No.123, Sec.3, University Road, Douliu City, Yunlin County, Taiwan
E-mail M10221211@yuntech.edu.tw