

# 運用訊息熵理論驗證區域環境中 城鎮系統之人口發展與變化 —以桃園地區為例

徐天佑\*

## 摘 要

人口為環境中甚為重要的影響因子之一，而城市規模大小與人口的增減，關係城市環境未來的發展，一地區中各城市的人口變化，可視為有元素或能量由內部或外部注入或離開該城市系統，對城市的興衰有甚大關聯，如何以定量的方式量度，並展現人口流量對城市發展的變化，是本研究的重點。熵在物理中代表系統作功的能力，系統分布越有秩序時亂度越小，其熵值越小，系統對外界作功能力越強。當系統的熵值變小時，必定有能量進入系統，使得系統變為有秩序或是朝某特定方向發展。當系統的熵值增加時，則系統對外界釋放能量，使得系統變為無秩序開始混合或是朝均勻方向發展。城市的功能及變化有其特定的規律，因此可將城市視為一種系統，如能測量區域內的城市熵值變化，便可瞭解城市發展是朝某特定方向發展即物理中的有秩，或是均勻發展即物理中的無秩。因城市人口訊息變化的計算方式，為藉用訊息理論中之訊息熵計算式，與統計熱力學中平衡狀態統計熵的計算式相類同，故命名為城市人口訊息熵。以區域中城市人口變化而言，在各城市中人口之增減變化是否朝某特定城鎮發展或是均勻發展，可以從城市人口訊息熵變化加以檢視驗證，且可視為另一種較客觀的衡量指標。本文利用訊息熵探討桃園地區城鎮人口的流動變化，並驗證訊息熵在城鎮人口變化的實用性。

**關鍵詞：**訊息熵 城市系統 人口變遷

---

\* 中國文化大學地學所博士生。

## 壹、前言

環境中有關人口的變化為一相當重要的影響因子，人口發展變化由馬爾薩斯（Malthus, 1798）提出人口論後，不斷有新理論提出修訂，從 Logistic 模式可知族群增長有其極限（中國文化大學 1999），亦即物種的最大承載量。另物種受外力影響之動力模式，可預知外力作用對物種的影響，如 Volterraru 競爭共存動力模式可解釋物種循環發展過程（林振山、袁林旺、吳得安 2003）。後 Nebel 及 Wright (1993) 提出人口演化模式，人口由早期高出生、高死亡演變至低出生、低死亡之過程，解釋了現代高度發展國家的人口演變發展，而王恩勇、趙榮、張小林、劉繼生、李貴才、韓茂莉（2002）則將人口的增長的動力歸功於三方面：(1) 自然環境與人口成長，(2) 人口的構成與成長，(3) 人口政策與成長，探討人口成長的各種機制。

通常城市中的人口變化非一層不變，主要因為城市是一個有機體系，是人口、資源、環境和社會經濟要素的地理綜合體，是人文與自然的高度複雜體（陳述彭 1999），因此城市中的人口可能會隨城市機能的變化而增加，也可能減少，相當有元素或能量進入該系統，或離開該系統，對城市環境的影響非常重要，而且許多重要社會問題皆與人口遷移變化有關係（廖正宏 1985）。物理中熵的變化代表熱量流入系統或流出系統，統計熱力學則將系統的熱量分布與變化用或然率表示，而區域中各城鎮的人口變化會有增加或減少，也可視同以熱力系統之能量增減方式加以考量，即將城市中的人口流動用統計熱力中熵的形式處理，因此可以藉以了解整個區域人口變化的趨勢。本研究

並以桃園地區人口變化為例計算城市人口訊息熵的變化，以驗證其實用性。

## 貳、熵之有關文獻探討

熵在物理中代表系統的亂度，系統混合越均勻越無秩（disorder），代表亂度越大，其相對熵值越大，系統對外作功能力越小。系統分布越有秩（order），代表亂度越小，其相對之熵值越小，系統對外作功能力越大。當系統的熵值減小時，必定有外力對系統作功，使得系統變為有秩序或是朝某方向發展，當系統的熵值增加時，則系統對外作功，使得系統變為無秩序或是系統內部混合朝均勻方向發展。系統之有秩、無秩及熵變化，可以圖書館為例加以說明，以物理觀點而言，圖書館是系統的一種，館中之書籍在剛購入時，各種書籍並無歸類及按編號排列，顯得雜亂無秩序，或者相同的書籍不規律散佈，很難利用。經過人工處理也就是外界對其作功，即有能量加入，將書籍整理編號，並找出相同的書籍有多少本，有秩序的排列放在書架上，因為有秩序可以發揮圖書館的功能，而「圖書館的功能」即相當物理系統中作功的能力。而不同的圖書館因功能不同，每本相同的書籍各圖書館有幾冊並不一樣，各種書籍在各圖書館所佔的機率（百分比）可能不相同，因此相同的書籍在各圖書館出現的機率可能不一致，所以書籍的機率分布情況，可代表各圖書館的狀態，圖書館系統中書籍的所出現的機率分布，可視為另外一種物理狀態表示法，類似物理學中系統的某種狀態。而歸類排列越明顯越有秩序的圖書館，所發揮圖書的系統「功能」越強，功能即相當物理系

統中作功的能力，也就是物理系統中的熵值。物理中的統計熱力學在探討系統中的微觀狀態，即各分子單獨運動的方式，因此用分子出現的機率代表系統的狀態，亦即系統的熱力統計熵，代表能量的大小，首先由 Boltzmann 建立，因此又稱為 Boltzmann 定律，其表述形式如下：

$$S = k \ln(W)$$

上式中 S 為系統的熵，k 為 Boltzmann 常數，Ln 為自然對數，W 為系統的宏觀機率。而根據物理中之熱力熵定律，可將其擴張為廣義的熵定律，研究物質或能量進出所定義的系統，而發展出「類熱力熵」之研究，如地貌熵、河流系統熵、生態系統熵、土壤系統熵等有關類熱力熵之多項探討研究，另外資源開發、經濟發展和環境污染等也有利用廣義熵的定義進行相關研究（馬建華、管華 2003），主要用熵流之概念探討是否有物質或能量流入或流出系統，使得系統產生變化。而 Amorocho 和 Espildora（1973）則利用信息熵，將降雨資訊轉換作為選取或建立降雨測站之標準。葉惠中（2003）更利用修正信息熵理論研究不同降雨強度與災害事件的相關，可以較有效描述降雨強度與其產生災害的影響。物理中信息熵隨時間的變化，可視為信息熵之熵流，本研究利用城市信息熵之熵流，探討城鎮中訊息熵隨時間之變化。物理系統中熵(S)隨時間(t)變化用數學式表示為  $dS/dt$  (儀垂祥 1995)，當熵隨時間之變化大於零時  $dS/dt > 0$ ，即系統隨時間變為較無序，代表系統之變化較為均勻發展。當熵隨時間之變化等於零時  $dS/dt = 0$ ，即系統無變化，代表系統發展在平衡狀態。當熵隨時間之變化小於零時  $dS/dt < 0$ ，即系統隨時間變為較為有序，代表系統之發展較不均勻，或可能有

系統外之能量移入系統。其中數學微分式之數值計算，通常用有限差分法 (Finite difference) 計算，係將全微分形式以  $dS/dt \sim \Delta S/\Delta t$  方式近似，可借此數值方式探討不同時間的熵流變化。

## 參、城市人口訊息熵之計算與探討

信息熵流入或流出系統，對系統影響甚大。而城市有其特定功能與發展變化，係一有機系統（劉南威 1997），在區域內的城市會進行人口、物質、訊息等的交換，因此如何客觀且合理的量化城市發展及其變化，關係評估的正確性。熵值對系統發展是否增強或減弱係一甚為確定的估量，因此如能將城市系統的熵值加以量化，則其發展是朝某特定城市發展或是均勻發展，便可以量化計算。本研究將城市系統之人口變化，藉由城市人口訊息熵變化加以檢視，作為另一種客觀的衡量指標。訊息熵之觀念 1948 年首先由 Shannon 提出，其主要目的在研究訊號源中平均訊息量的大小，也就是訊息熵值 H 的大小，因其計算方式與統計熱力學中平衡狀態中統計熱力熵的計算公式相類似，故命名為訊息熵，其訊息熵計算公式如下（秦耀辰、錢東祥、千懷遂、馬建華 2004）：

$$H = -\sum_{i=1}^n p_i \log p_i$$

上式中 H 為平均訊息熵， $p_i$  為各訊息事件發生的機率。

系統中之熵流為訊息熵隨時間之變化，而人口訊息熵的熵流可用  $dH/dt \sim \Delta H/\Delta t$  方式近似，而  $\Delta H$  以  $H_f - H_i$  方式計算（ $H_f$ ：系統變化後之訊息熵， $H_i$ ：系統變化前之訊息熵。），

$\Delta t$  以  $t_f - t_i$  方式計算 ( $t_f$  : 系統變化後之時間,  $t_i$  : 系統變化前的時間), 本研究藉用訊息熵之熵流變化, 驗證桃園地區人口訊息熵隨時間的變化, 而由訊息熵理論可判斷有關人口訊息熵值變化的意義, 有下列三種可能情形: (1)當  $(H_f - H_i) / (t_f - t_i) > 0$  時, 系統隨時間變為較無序, 代表區域中城市人口之變化較均勻發展, (2)當  $(H_f - H_i) / (t_f - t_i) = 0$  時, 系統無變化, 代表區域中城市人口之發展無變化, (3)當  $(H_f - H_i) / (t_f - t_i) < 0$  時, 系統隨時間變為較有序, 代表區域中城市人口之發展對某城市較有利, 某些特殊城鎮人口增加, 或可能有系統外之人口對某些城市移入比較多。城市系統人口訊息熵隨時間之變化, 可將區域中各城市之人口所佔機率(百分比)計算人口訊息熵, 並比較訊息熵隨時間的變化, 而由熵值的增減, 判斷城市朝有序或無序方向發展, 亦即城市系統之人口有朝特定城市發展或均勻發展之傾向。

## 肆、桃園地區有關城市訊息熵之資料分析與探討

桃園地區早年以農業發展為主(周黛君 2003), 石門水庫之建立的目的也以農業灌溉為主, 目前由於工商發展快速, 區域內各城鎮人口變遷各有特性, 本研究根據以下資料進行有關:(一)人口訊息熵分析,(二)人口變遷主要因素探討。

### 一、人口訊息熵分析

從桃園地區 2000 年及 2003 年各城鎮人口、密度、面積等資料(見表 1、表 2), 顯

示桃園地區人口屬性以客家城鎮較多, 閩南城鎮較次。施添福(1987)研究早年滿清政府時期臺灣北部地區之移民分布, 其中福建省章、泉二州之閩南人及客家人進入桃園地區之人口分布地與現今相比較, 大致相同, 當時閩南人以貿易為主, 客家人以農耕為主, 但因工商發展及地理環境改變, 導致發展有所差異。

表 1 桃園地區 2000 年各項統計資料

城鎮	人口數	密度	面積	居民屬性
桃園市	328754	9446.95	34.8	客家
中壢市	324931	4247.46	76.5	客家
平鎮市	191948	4015.65	47.8	客家
八德市	164933	4894.15	33.7	客家
楊梅鎮	129419	1452.51	89.1	客家
龜山鄉	114391	1588.76	72	閩南
龍潭鄉	105723	1405.89	75.2	客家
蘆竹鄉	96039	1272.04	75.5	閩南
大溪鎮	83348	793.04	105.1	閩南
大園鄉	77186	883.14	87.4	閩南
觀音鄉	53486	608	88	客家
新屋鄉	49100	577.65	85	客家
復興鄉	11359	32.38	350.8	閩南

註: 密度: 人/平方公里 面積: 平方公里

表 2 桃園地區 2003 年各項統計資料

城鎮	人口數	密度	面積	居民屬性
桃園市	357647	10275.85	34.8	客家
中壢市	339586	4437.87	76.5	客家
平鎮市	198273	4152.04	47.8	客家
八德市	168910	5010.52	33.7	客家
楊梅鎮	134937	1514.06	89.1	客家
龜山鄉	119843	1664.08	72	閩南
龍潭鄉	109554	1456.17	75.2	客家

(接上表)

城鎮	人口數	密度	面積	居民屬性
蘆竹鄉	113535	1503.73	75.5	閩南
大溪鎮	84497	803.81	105.1	閩南
大園鄉	78967	903.59	87.4	閩南
觀音鄉	55473	630.51	88	客家
新屋鄉	49578	583.16	85	客家
復興鄉	11275	32.14	350.8	閩南

註：密度：人/平方公里 面積：平方公里

2000 年及 2003 年桃園地區各城鎮人口所佔機率（百分比）隨時間變化而有所變更（見表 3），而兩不同年份訊息熵之計算，係利用各城鎮不同年份人口所佔機率（如表 3），分別代入上述訊息熵 H 的公式中，則可計算出桃園地區 2000 年及 2003 年人口訊息熵，其結果分別為 2000 年之人口訊息熵  $H=1.0106$ ，2003 年之人口訊息熵  $H=1.0083$ ，而桃園地區 2000 年至 2003 年人口訊息熵隨時間的變化，其計算值如下：

$$\left( H_f(2003) - H_i(2000) \right) / \left( t_f(2003) - t_i(2000) \right) = -0.00077$$

其值隨時間變化小於零，代表桃園地區人

表 3 桃園地區 2000 年及 2003 年各城鎮人口所佔機率（百分比）

城鎮	2000 年人口所佔機率(百分比)	2003 年人口所佔機率(百分比)
桃園市	0.1962	0.1889
中壢市	0.1887	0.1864
平鎮市	0.1108	0.1088
八德市	0.0952	0.0927
楊梅鎮	0.0747	0.0741
龜山鄉	0.066	0.0658
龍潭鄉	0.061	0.0601
蘆竹鄉	0.0554	0.0623
大溪鎮	0.0481	0.0464

口遷移發展對某些城鎮較有利，如桃園、中壢、蘆竹等地區。2000 年至 2003 年桃園地區人口增加量、人口密度增加量及增加量之百分比（見表 4）各城鎮不相同。蘆竹鄉人口、人口密度增加量雖排序第二，但增加比例卻排序第一。由 2003 年人口密度增加的百分比中前七位為蘆竹鄉、桃園市、龜山鄉、中壢市、楊梅鎮、觀音鄉、龍潭鄉，其中蘆竹鄉、龜山鄉、楊梅鎮、觀音鄉、龍潭鄉之人口或人口密度大致在全縣序位之中間，但增加百分比卻排列在前面順位。檢視 2000 年至 2003 年之訊息熵隨時間變化，反而因隨時間增加導致熵流成減少的現象，應該是人口密度趨勢朝向發展比較快的特定城鎮遷移，而非依照人口數量多寡均勻成長。由以上人口訊息熵值及其隨時間變化，證實人口訊息熵理論與實際相吻合，即桃園地區人口訊息熵與人口成長有偏向工商業成長較快速的城鎮遷移。而從上述人口訊息熵值及其隨時間變化，證實理論與實際相一致，因此人口訊息熵也可以作為計算一地區城市人口變遷及城鎮發展隨時間變化的指標。

(接上表)

城 鎮	2000 年人口所佔機率(百分比)	2003 年人口所佔機率(百分比)
大園鄉	0.0445	0.0434
觀音鄉	0.0309	0.0304
新屋鄉	0.0283	0.0272
復興鄉	0.0065	0.0061

表 4 2000 年至 2003 年之人口與人口密度變化量。

城鎮	人口增加量	密度增加量	增加百分比
	(2003 年—2000 年)	(2003 年—2000 年)	(2003 年—2000 年)
桃園	28893(1)	828.9(1)	0.088(2)
中壢	14655(3)	190.41(3)	0.045(4)
平鎮	6325(4)	136.39(4)	0.034(8)
八德	3977(7)	116.37(5)	0.024(9)
楊梅	5518(5)	61.55(7)	0.042(5)
龜山	5452(6)	758.32(6)	0.047(3)
龍潭	3831(8)	50.28(8)	0.036(7)
蘆竹	17490(2)	231.69(2)	0.182(1)
大溪	1149(11)	10.77(11)	0.014(11)
大園	1781(10)	20.45(10)	0.023(10)
觀音	1987(9)	22.51(9)	0.037(6)
新屋	478(12)	5.51(12)	0.01(12)
復興	-84(13)	-0.24(13)	-0.007(13)

註：括號內數字為排序 負號(-)表示減少 密度：人/平方公里

城市規模及其發展，以人口數量之研究已有相當結果，目前本省人口出生率雖降低，但都市或鄉鎮人口密度變化卻各有不同，對都市的發展更據影響力，而適當的人口密度可增加人類適應自然環境的能力，使生活豐富多彩，節省空間和時間，從而提高社會效益（宋永昌、由文輝、王祥榮 2000），因此人口變遷也成爲世界各國重視的問題。本文則提出以人口訊息熵之量化方式進行區域人口變遷的探

討，並根據桃園地區人口資料作爲比較驗證。由於桃園地區各城鎮人口比例成不均勻發展甚爲明顯，並顯示偏向以工商爲主的特定城鎮，包括桃園市及中壢市等。由 2000 年至 2003 年之人口變化，可以發現人口增減以桃園市、中壢市、楊梅鎮及蘆竹鄉增加較大（見圖 1），且各城鎮之人口增減非均勻變化，由 2000 年至 2003 年人口密度增減百分比變化（見圖 2），則顯示蘆竹鄉人口密度增加之百分比最

大，主要蘆竹鄉因鄰近桃園機場地利之便，近年因發展新興物流工業，且離臺北都會區較近，吸引桃園地區以外地區人口移入該地較多，成爲人口發展有利的城鎮（戴安蕙 2003），其餘偏向人口密度較大之城鎮變遷，而復興鄉爲山區農業鄉鎮，人口呈減少趨勢，證實訊息熵之變化與實際城市人口或特定區域變化相吻合，即桃園地區人口發展確實有趨向密度較大之工商業城鎮或區域內較特殊城鎮發展，因此訊息熵可視爲另一種探討城市人口變化的量化計算方式。

比較桃園地區的人口分布百分比（見表 3），發現桃園地區人口分布的變化，更顯現傾向某些城鎮集中，而非均勻發展，如桃園市、中壢市、平鎮市的人口所佔的比例，較其他城鎮大甚多，因此本文中也利用人口分布作爲輔助的檢驗對象。並引用訊息熵理論驗證桃園地區城市發展中的人口變化情況，計算結果發現園地區城市中的人口變化，其訊息熵隨時間變化爲「負」值，顯示出桃園地區城鎮人口變化爲「有序」成不均勻發展，有趨向某特定城鎮發展較快的現象，與實際人口及人口密度變化相一致，因此人口訊息熵不僅可以作爲驗證城市人口遷移的過程中，隨時間變化的量化思維模式，而且可利用人口訊息熵的計算方式，作爲探討一地區內各城市在發展的過程中，其人口趨勢的一項客觀衡量指標。

## 二、人口變遷主要因素探討

從上述桃園地區訊息熵人口變遷分析，發現桃園地區人口發展確實成不均勻現象，增加最多的三個城鎮爲桃園、中壢及蘆竹等三市鎮（見圖 1），其他各城鎮人口除復興鄉外其餘

皆爲增加。根據內政部戶政司的資料，最近十年全臺 23 縣市中，人口淨流入、流出率的統計分析，桃園縣人口流入率爲 10.57% 佔第一位，臺中市人口流入率爲 9.22% 佔第二位，新竹縣人口流入率爲 8.11% 佔第三位，新竹市人口流入率爲 5.07% 佔第四位，臺北縣人口流入率爲 4.68% 佔第五位，而臺北市人口卻成負成長，近十年人口流出率爲 3.45%，顯示人在臺北市工作，住家卻移往鄰近的外縣市，更凸顯桃園地區人口流量應值得重視。

本文利用訊息熵探討人口之流動，證實訊息熵之熵流與桃園地區之人流相當吻合，而其不均勻發展的重要關鍵，與桃園地區所處的地理環境有關係，主要因素應有下列三項：1. 便捷的高速公路：桃園市、中壢市及蘆竹鄉三市鎮正好有一高、二高兩條高速公路通過，而蘆竹鄉更加之國際機場地利之便，三市鎮因交通有利工商發展，同時也帶動人流、物流迅速變遷。2. 工業發展的連鎖效應：桃園地區介於臺北與新竹兩大工業區之間，而工業發展的結果，逐漸將次要的產品推向鄰近縣市生產，以降低生產成本，因此帶動兩大工業區之間的桃園地區隨之發展，造成連鎖性工業在桃園地區快速提昇。目前更由於電子、電訊業等高科技產業迅速進展，已促成臺北至新竹的資訊產業廊道（郭大玄 2007），而桃園位於走廊的通道上，對桃園地區的發展甚爲有利，自然對人口流入有幫助。3. 土地獲取利用的便利性：桃園地區發展較新竹、臺北兩工業區發展爲晚，土地取得較易，土地價格較經濟，使得部分工廠與居住用地移往桃園發展，致使桃園地區近十年來人口淨流入率爲全臺 23 縣市之冠。

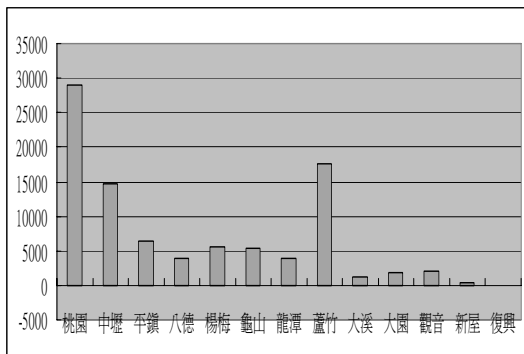


圖 1 桃園地區 2000 年至 2003 年人口變化圖，正號為人口增加量，負號為人口減少量，縱座標為人口數量，橫座標為城鎮名稱。

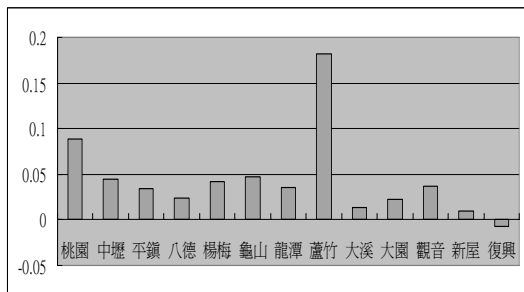


圖 2 桃園地區 2000 年至 2003 年人口密度百分比增減變化，正號為人口密度增加之百分比，負號為人口密度減少之百分比，縱座標為百分比，橫座標為城鎮名稱。

## 伍、結論與建議

利用數學模式探討系統變化的好處在於可以量化處理各種變化，但在假設或定義之初必須正確與合理，否則結果可能南轅北轍，也是模式建立時應特別注意之處。本文為首次藉用訊息熵概念，先探討城鎮人口訊息熵隨時間的變化可能情況，並以桃園地區為例，計算區域環境中有關城鎮人口訊息熵的變化，以驗證理論對實際情況的可用性。

運用訊息熵理論探討城市的人口變化時，當訊息熵隨時間之變化大於零，則系統隨時間變為較無序，代表區域中城市人口之變化較為均勻發展。當訊息熵隨時間之變化等於零，則系統則無變化，代表區域中城市人口之發展無變化。當訊息熵隨時間之變化小於零，則系統隨時間變為較為有序，代表區域中城市人口之發展對某些城市較有利，或可能有系統外之人口對某些城市移入比較多。本文研究結果顯示可運用訊息熵驗證地區城鎮之人口變化，即計算之桃園地區人口訊息熵隨時間之變化小於零，而比較訊息熵之理論與實際情形相一致，符合實際人口傾向工商較大城鎮發展。再由本文之研判分析，發現桃園地區的人口變遷，其主要原因為桃園地區介於臺北與新竹兩大工業區之間，而區域內各城鎮因地利之關係，如桃園市、中壢市因高速公路通過，蘆竹鄉近國際機場，龜山鄉鄰近臺北地區，因此易有物質及資源之流入、流出，並伴隨人口之移動，而復興鄉雖然土地面積最大，但因係山區農業鄉鎮發展較緩，人口反而移出。因區域內所處環境不同，各城鎮發展均有其特性，導致人口不均勻變化甚為明顯，本研究特將定性研究轉化定量描述，藉由計算人口隨時間變化的人口訊息熵值，驗證訊息熵之熵流可定量描述桃園地區各城鎮人口的變化，其結果吻合桃園地區城鎮不均勻的傾向。雖然人口變遷的因素除本文所述之外，仍有甚大的探討空間，而以訊息熵探討區域內城鎮人口隨時間的變化，應可視為一項甚有利的量化指標，並可據此藉以輔助探討區域中各城市人口發展的傾向。



## 陸、參考文獻

- 中國文化大學（1999）。環境與生態，中國文化大學環境與生態編輯委員會，臺北，中國文化大學出版部。
- 王恩勇、趙榮、張小林、劉繼生、李貴才、韓茂莉（2002）。人文地理，北京，高等教育出版社。
- 宋永昌、由文輝、王祥榮（2000）。城市生態學，上海，華東師範大學出版社。
- 林振山、袁林旺、吳得安（2003）。地學建模，北京，氣象出版社。
- 周黛君（2003）。埤塘變遷驅動力之研究—以桃園縣蘆竹鄉為例，中國文化大學地學研究所碩士論文。
- 施添福（1987）。清代在臺漢人的祖籍分布和原鄉生活方式，臺北，國立臺灣師範大學地理系。
- 馬建華、管華（2003）。系統科學及其在地理學中的運用，北京，科學出版社。
- 秦耀辰、錢東祥、千懷遂、馬建華（2004）。地球信息科學引論，北京，科學出版社。
- 郭大玄（2007）。臺灣區域空間結構的發展與變遷：全球化與資訊產業的作用，華岡地理學報，第二十期，PP.39—58。
- 葉惠中（2003）。修正信息熵應用於降雨現象與特性之研究，第六屆海峽兩岸三地水土資源與生態環境學術研討會，PP.400—408。
- 陳述彭（1999）。城市化與城市地理信息系統，北京，科學出版社。
- 劉南威（1997）。地理景觀，臺北，臺灣珠海出版有限公司。
- 廖正宏（1985）。人口遷移，臺北，三民書局。
- 儀垂祥（1995）。非線性科學及其在地學中的應用，北京，氣象出版社。
- 戴安蕙（2003）。桃園縣製造業之結構與空間分佈的變遷，華岡地理學報，第十六期，PP.169—196。
- Amorocho, J., B. Espildora (1973). Entropy in the Assessment of Uncertainty in Hydrologic System and Models, Water Resource Research, Vol.9, No.6. 1511 — 1522.
- Malthus, T. R., (1798). An Essay on the Principle of Population.
- Nebel, B. J., R. T. Wright (1993). Environment Science, Prentice Hall, Inc.

# A Study of City Information Entropy in Local Region

Tian-Yow Shyu\*

## Abstract

The population is a very important factor that could influent the environment. The urban scale and population increase or decrease is relation to the environment of city development. The changes of population in a city represent some energy or materials enter the city system. In physics the entropy represent the random of a system. The more mixed of a system, the more random of its distribution. And its entropy is also large, may be some energy flow out the system. The more ordered of a system, the less random of its distribution. If its entropy becomes negative, may be some energy flow in the system. In generally the function of a city is divergent. But it has some regularity. The development of a city system is sometime toward a special direction or in average range which could measure from the information of entropy. In this paper we figure out the information of entropy in Taoyuan area to estimate the practice of city information entropy theorem. The result shows that the information of entropy is match with the development of Taoyuan area. So the the information of entropy may be a good measure for the estimation of urban development.

**Key words :** Information Entropy City System Popularity Change

---

\* Department of Geography Chinese Cultural University