



中國鐵路系統與都市通達度之研究

Urban Accessibility and the Railroad Network of China

國立台灣師範大學地理學研究報告第五期 (1979)

張弘毅 *

羅伯·漢南 **

Hong-yih Chang

Robert Q. Hanham

ABSTRACT

This study is concerned with the importance of railroad network impact on urban and regional development in China. Specially, it examines the structure of railway transportation and nodal accessibility for 39 major cities. The object of this paper, then, is to describe and critique a technique which has been used for computing a nodal accessibility index. The results show that the choice of a scalar value will influence the results of a model of nodal accessibility, and the composition of the variables and their estimated coefficients will reflect this influence.

緒 論

在整個交通網中，任何一個中心點 (Node) 之通達度 (Accessibility) 可以由一個次方連接矩陣 (Powered Connectivity Matrix) 中求得，其方法乃是把該矩陣中之行或列總和起來，最基本之連接矩陣代表交通網之連接結構 (亦即若兩點之間直接通達為 1 ，不直接通達為 0) 。此次方矩陣之倍率 (Diameter) 乃是根據交

** Assistant professor, Department of Geography, University of Oklahoma, Norman, U.S.A.

* Research assistant and doctoral student, Department of Geography, University of Oklahoma, Norman, U.S.A.

作者分別為美國奧克拉荷馬大學地理系助理教授及研究助理，博士研究生。

通網中兩個相離最遠之中心點所必須經過之步驟求得的，比方說，甲城與丁城是兩個在交通網中相離最遠，而且不直接通達之城市，從甲城到丁城最短的途徑須要經過三個其他中心點。因此，在計算通達度時，其矩陣之倍率應該是 3，這種計算方法之缺點是把直接與間接線視為同等重要。為改正這個缺點，新近改良之模式是把數量值 (Scalar Weight) 加入計算過程中，此數量值最主要之功用乃是衡量間接線對整個交通網之影響性，其公式如下：

$$T = s C + s^2 C^2 + \dots + s^n C^n = \sum_{i=1}^n s^i C^i \quad (1)$$

在公式中，C 代表連接矩陣；T 代表次方矩陣；n 代表交通網中之倍率；s 代表數量值，其值介於 0 與 1 之間 ($0 < S < 1$)。

在連接矩陣中加入數量值，使得間接線對整個交通網之影響性因而減少。這是因為距離差距 (Friction of Distance) 之因素被加入模式中 [4, P.131]，史特滋 (Stutz) 曾建議，當距離差距大時，用較小之數量值較為合適，他的理由是當兩個中心點之間的距離大時，其所必經之間接線並不十分重要 [6]。史特滋又指出，在交通網中任何一個中心點的絕對通達值 (Absolute Accessibility) 將隨著數量值之增大而增加。至於任何一個中心點的相對通達值 (Relative Accessibility)，在某些例子中將會趨近於零。史特滋之研究證實：在交通系統中，位於偏遠的中心點其相對通達值均有偏小的趨勢。

相對通達值可由下列公式計算出：

$$R_i = \frac{A_i - A'}{A^* - A'} \times 100 \quad (2)$$

在公式(2)， R_i 代表中心點 i 之相對通達值其值介於 0 與 100 之間 ($0 \leq R_i \leq 100$)； A_i 代表中心點 i 之絕對通達值； A^* 代表整個交通網中最大的絕對通達值； A' 代表整個交通網中最小的絕對通達值。

史特滋發現，在 0.1 到 0.9 範圍內，當數量值每增加 0.1 時，位於偏遠或較不通達的中心點，其相對通達值隨著數量值之增大而減小，相反的，位於通達地區之中心點，其相對通達值是隨著數量值之增大而增大。總而言之，使用較大的數量值會使交通網中各中心點之間的通達值差距增大。

在史特滋之研究中特別指出，當數量值介於 0.6 與 0.9 之間時，交通網中所有中心點的相對通達值皆呈平穩之現象 (亦即其值之變動性減少)，為了比較的緣故，我們必須指出，加理遜 (Garrison) 在研究州際高速公路系統一文中所使用之粗略

值 (Arbitrary Value) 爲 0.3 [3]。他並沒有說明爲何使用此值。最近，當卡滋 (Cates) 研究美國航空網時，他所使用的中間值 (Intermediate Value) 爲 0.5。其理由乃是因爲 0.5 係介於 0.1 與 0.9 之間，所以是個合理的數值用來計算交通網中中心點之通達度 [1]。我們認爲加理遜和卡滋之研究均未能提出有力的理論基礎作爲選擇數量值之根據。

研究之方法與模式

本研究的目的是在於探討數量值之選擇對交通網中心點之通達度的影響。我們選擇 1970 年代時的中國鐵路系統來作探討這個問題之對象，當時的中國鐵路系統包括 39 個主要城市。每個城市人口的總和均超過五百萬以上。這 39 個城市爲：上海、北平、天津、瀋陽、武漢、廣東、重慶、南京、哈爾濱、大連、西安、蘭州、太原、青島、成都、長春、昆明、濟南、撫順、鞍山、鄭州、杭州、唐山、包頭、淮南、長沙、齊齊哈爾、蘇州、吉林、淄博、福州、南昌、貴陽、無錫、合肥、洛陽、南寧、西寧、烏拉齊。此鐵路系統網是從謝覺民所著之中國地圖集中搜集而來 [5]。大約三分之二的鐵路系統在 1949 年內戰前即已存在，而且均集中在東部沿海地區。這些鐵路網均具有短距離交通線的特性。自中共竊據大陸以後，其發展之策略乃是利用鐵路系統來達成其經濟、政治、及社會的整體化。自 1949 年後，鐵路發展呈兩個趨勢：(1) 聯結已有之鐵路網，(2) 向陸及邊疆地區擴展。隨著這兩項發展策略，各城市之通達度因而產生急遽的改變。但各城市的受益程度不一，有些城市通達度增加，有些城市，特別是東北部及東部沿海地區之城市，卻呈現減少通達度的現象。

方程式(1)中的次方連接矩陣，T，是由 39 個城市構成的直接連接矩陣 (Connectivity Matrix) 求出。每相差 0.1 的數值——此值須介於 0.1 與 0.9 之間——被分別使用在計算過程中。因此，我們可分別求出 9 個不同的次方連接矩陣以及 9 個絕對通達值。每個城市之相對通達值亦可由方程式(2)求出，大致說來，我們的結果符合史特滋之結論：較大的數量值會增加各城市相對通達值之間的差距；較不通達的城市，其相對通達值隨著數量值之增大而減小，而較爲通達之城市，其相對通達值則隨著數量值之增大而增大，我們的結果顯示，每個城市之相對通達值在數量值介於 0.4 與 0.9 之間時相當穩定，這點發現與史特滋所發現的數量值介於 0.6 與 0.9 之間最爲穩定之現象稍有不同。

爲了要預測每個城市之相對通達值，包含有 10 個變數 (Variables) 的方程式 (3) 因而形成如下：

$$R_i = f(POP_i, POT_i, HIG_i, FAC_i, POR_i, MAN_i, REP_i, GRO_i, REG_i)。$$

R_i 代表城市 i 之相對通達值。

POP_i 代表 1970 年時 i 城市之人口。 [2]

POT_i 代表 i 城市之人口潛力 (Population Potential)，其計算過程係由

公式 $\sum \frac{P_i P_j}{d_{ij}^2}$ 求得， P_i 是 i 城市之人口， P_j 是 j 城市之人口， d_{ij} 是城市 i 與 j 之間的距離。

HIG_i 代表 i 城市高等教育設施之數目。 [5]

FAC_i 代表 i 城市機器製造工廠之數目。 [5]

我們假設各城市之相對通達值與上述四個變數成正比。

CAP_i 代表 i 城市是否為省會，是則其值為 1，否則其值為 0。 [5]

POR_i 代表 i 城市是否為沿海城市，是則其值為 1，否則其值為 0。 [5]

MAN_i 代表 i 城市是否為鐵路設備製造中心，是則其值為 1，否則其值為 0。
[5]

REP_i 代表 i 城市是否為鐵路修護中心，是則其值為 1，否則其值為 0。 [5]

我們假設沿海城市以及具有製造或修護鐵路設備之城市會有較大的相對通達值。但沿海城市由於地理位置之特性，將會使其通達值減小。

GRO_i 代表 i 城市在工業發展地區之位置 [5]。若位於東部沿海省份 (亦即原已發展之區域)，其值為 00；若位於中共規劃之第一個五年計劃區域內其值為 01；若位於中共規劃之第二個五年計劃區域內其值為 10。這些數值均為虛假變數 (Dummy Variables)。

REG_i 代表 i 城市是否位於下列 9 個中共規劃之經濟發展區域之一：東北區、北區、東區、中區、南區、西南區、西北區、內蒙古區、新疆區。

研究結果與分析

方程式(3)中的係數 (Coefficients) 是由迴歸分析 (Ordinary Least Square) 計算得出。根據不同數量值之使用，方程式(3)一共運算 9 次，運算的結果，每個變數的重要性在 5% 的可能誤差範圍內均列於表 1。每一個方程式中，只有四個變數其可能誤差在 5% 範圍內，每一個方程式的解釋值 (Explain Variance) 均為 59%。但當數量值為 0.2 及 0.3 時，其解釋變值分別為 55% 及 58%。

從表 1 中很明顯的可以看出，那些使用數量值介於 0.3 與 0.9 之間的方程式包含有同樣重要之變數，而且當數量值介於 0.4 與 0.9 之間時，雖然每個方程式使用不同的數量值，所求出每個變數之係數 (Coefficients) 幾乎完全相同，這個結果

支持前面所述，在研究中國鐵路交通網之通達度時，數量值等於0.4是最合適之選擇。本研究結果同時顯出城市之相對通達值與以下三個變數成正比：(1)城市的高等教育設施，(2)城市位於北部經濟發展區，(3)城市位於第一個五年計劃區，相反的，城市之相對通達值與具有鐵路設備工業的變數成高度反比，探討鐵路設備工業中心為何具有較小之相對通達值，乃是因大部份該類城市均位於東部沿海地區。而具有高等教育設施之城市顯示出較大之相對通達值乃是因為高等教育設施與人口及工業化有極大的關聯性。

當數量值0.2用在方程式(3)中時，其所得之結果與用數量值介於0.3與0.9之間所得之結果有一個主要的不同：當使用0.2時，沿海城市變成重要的變數，但卻使鐵路設備工業變成不重要的變數，當使用數量值0.1時，方程式(3)所得之結果與其他結果略不相同，北部經濟發展區及沿海城市兩個變數，仍保留其重要性。但高等教育設施與第一個五年計劃區兩個變數成為重要的解釋變數，一般說來，城市位於西部及內陸發展區域均具較低的通達性。

結 論

本文明顯的指出，數量值之選擇將會影響到中心點的通達度。再則，變數的組合與其係數將可以反映出這影響性。當數量值增大時，具有高度通達度的城市，其相對通達值將會隨之增加，相反的，具有較低通達度之城市，其相對通達值將逐漸減低。這個現象也可以很清楚的從北部經濟發展區及第二個五年計劃區兩個虛假變數中看出，當這兩個變數之係數值增加時，數量值亦隨之增加，位於這些區域之城市大都為中部地區，幾乎蓋括整個鐵路系統網。隨著數量值之增加，鐵路工業設備變數之負係數亦隨之增加，具有此特性之城市大都位於東部沿海地區。

本文研究結果反映出中國的幅員，歷史、經濟、及社會政策等因素對鐵路交通網發展之影響。本文仍係初步之研究，更深一層的研究應包括探討城市通達性的演變與區域經濟發展的關係，本文所用之模式，亦可用來預測台灣公路網之通達度，作者建議對此研究有興趣者，可運用此模式研究台灣南北高速公路全線通車前後，西部各城市通達度之演變及其對都市發展之影響。

附 言

本文原稿係以英文寫成，並在美國紐奧良城全美地理學家第74屆年會中發表，作者之一將原稿節略翻譯成中文，潘壽北女士協助整理中文手稿，在此一併致謝。

表一 都市通達度模式之係數

| 變數* | 數量值 (Scalar Weights) | | | | | | | | |
|----------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0.1 | 0.2 | 0.3 | 0.4 | 0.5 | 0.6 | 0.7 | 0.8 | 0.9 |
| HIG | | 1.4 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 | 1.6 |
| CAP | 24.3 | | | | | | | | |
| POR | -37.8 | -21.7 | | | | | | | |
| MAN | | | -22.1 | -23.4 | -23.6 | -23.7 | -23.7 | -23.8 | -23.8 |
| GRO2 | | 29.5 | 35.1 | 35.8 | 35.9 | 35.9 | 35.9 | 35.9 | 35.9 |
| GRO3 | -48.2 | | | | | | | | |
| NORTH | 19.6 | 22.4 | 22.6 | 23.3 | 23.4 | 23.4 | 23.4 | 23.4 | 23.4 |
| CONSTANT | 33.8 | 16.5 | 9.7 | 8.2 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 | 8.0 |
| R ² | 0.59 | 0.55 | 0.58 | 0.59 | 0.59 | 0.59 | 0.59 | 0.59 | 0.59 |

*表中之變數其重要性均在 .05 誤差範圍內，其他超過此範圍之變數均未列入。

參考文獻

1. Cates, D. B. "Short-Run Structural Change in an Airline Network of Declining Connectivity." The Professional Geographer, 30 (1978), 9-13.
2. Chen, C. "Population Growth and Urbanization in China, 1953-1970." The Geographical Review, 63(1973), 55-72.
3. Garrison, W. L. "Connectivity of the Interstate Highway System." Papers and Proceedings of the Regional Science Association, 6 (1960), 121-137.
4. Gauthier, H. L., and E. J. Taaffe. Geography of Transportation. Englewood Cliffs, N. J.: Prentice-Hall, 1973.
5. Hsieh, C., and C. L. Salter (ed.). Atlas of China. New York: McGraw-Hill, 1973.
6. Stutz, F. P. "Accessibility and the Effect of Scalar Variation on the Powered Transportation Connection Matrix." Geographical Analysis, 5 (1973), 61-66.