

## 6.4 互援路網

### 6.4.1 演算概念

區間互援路網之目標，在降低區內單一供給單位失靈所造成之風險；首先走路者於區內系統繞路路網中，找出某一界面節點至所有潛在需求節點的集合成本，再透過命名為救援者（helper）之Java物件，從該點向區外供給單位求取其與橋接的組合成本，進而持續向互援管理者予以確認其組合成本是否為最佳組合，進行直至所有界面點皆測試結束；找出對內潛在需求點之聚集成本、對外橋接成本組合為最小的節點與路徑，以作為區間最適互援路徑。

### 6.4.2 演算流程

首先，先取得整體路網與區域路網之介面節點，以做為互援路網之初始起點，救援者將採取區內聚集成本、區間橋接成本最小的尋優方式，循環比較，直至連結至區外供給單位的成本最小為止，則獲得原供給單位失靈時，區間互援之最佳路徑，其演算流程架構如圖6.12所示。

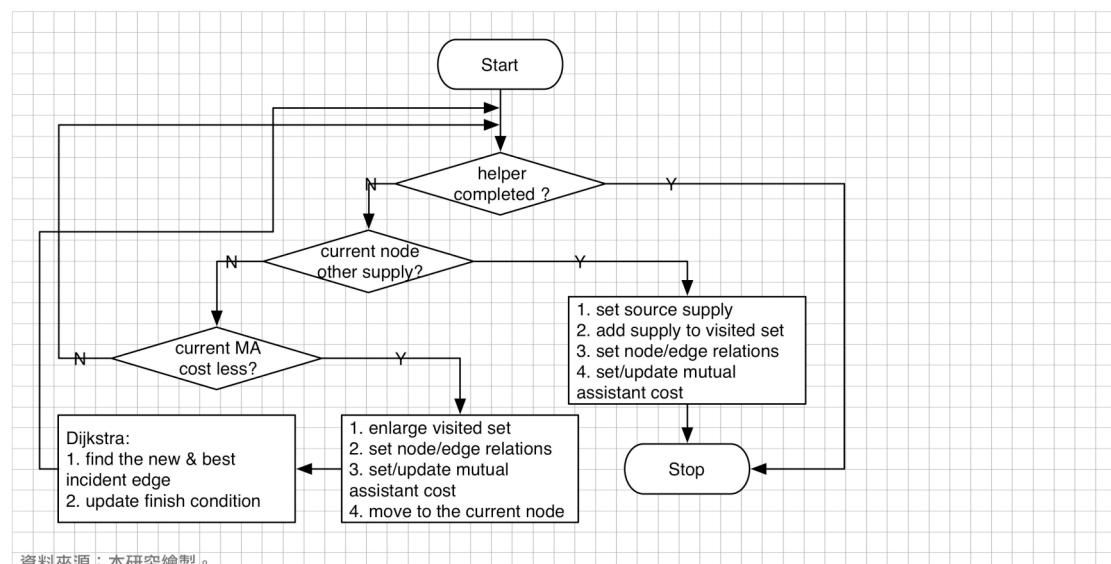
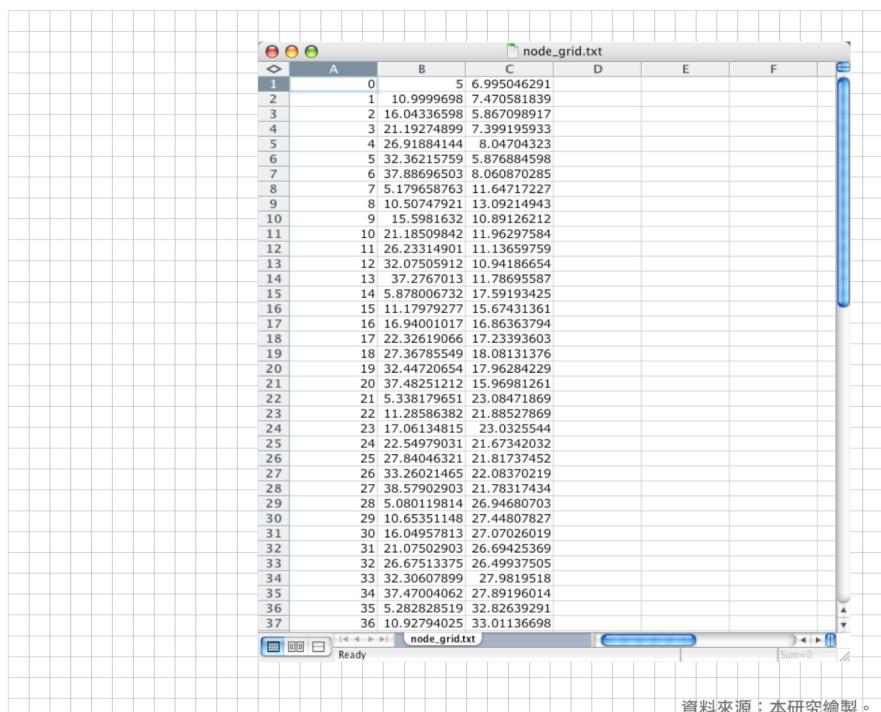


圖6.12 互援路網之演算流程

## 6.5 路網範例與操作

### 6.5.1 路網構建

由前述6.1節之點、線邊集和結構特性，首先須建立出點的獨立屬性，再透過邊的關係，將整個路網串連。為了易於直觀，應用程式將採用圖形化的方式呈現；點的外顯屬性，即為其座標。採用電腦螢幕第四象限為正的座標系統，點的輸入值包括點的標籤名稱、X座標、Y座標等三項；輸入方式可採用各類工程統計領域之商業軟體（本研究採用Microsoft Excel），以欄為屬性單位、列為資料單位，最後輸出成以「tab」為間隔之純文字檔；或可於任何文字編輯器中，以tab間隔屬性、換行區分單筆資料的方式，直接存成純文字檔案，以作為本分析軟體之輸入資料。



The screenshot shows a Microsoft Excel spreadsheet titled "node\_grid.txt". The data is organized into columns A through F. Column A contains point identifiers from 1 to 37. Columns B and C contain X and Y coordinates respectively, separated by a tab character. The data spans rows 1 through 37. The status bar at the bottom indicates "Ready" and "Sum=0".

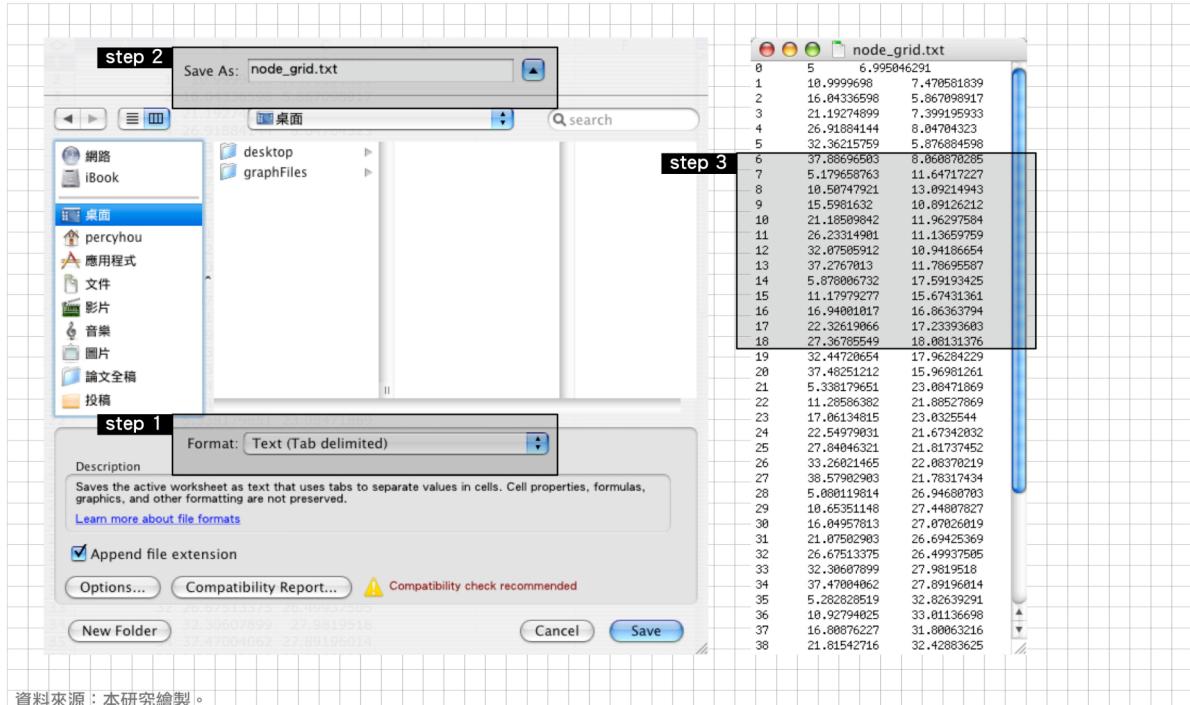
	A	B	C	D	E	F
1	0	5	6.995046291			
2	1	10.9999698	7.470581839			
3	2	16.04336598	5.867098917			
4	3	21.19274899	7.399195933			
5	4	26.91884144	8.04704323			
6	5	32.36215759	5.876884598			
7	6	37.88696503	8.060870285			
8	7	5.179658763	11.64717227			
9	8	10.50747921	13.09214943			
10	9	15.5981632	10.89126212			
11	10	21.18509842	11.96297584			
12	11	26.23314901	11.13659759			
13	12	32.07505912	10.94186654			
14	13	37.2767013	11.78695587			
15	14	5.878006732	17.59193425			
16	15	11.17979277	15.67431361			
17	16	16.94001017	16.86363794			
18	17	22.32619066	17.23393603			
19	18	27.36785549	18.08131376			
20	19	32.44720654	17.96284229			
21	20	37.48251212	15.96981261			
22	21	5.338179651	23.08471869			
23	22	11.28586382	21.88527869			
24	23	17.06134815	23.0325544			
25	24	22.54979031	21.67342032			
26	25	27.84046321	21.81737452			
27	26	33.26021465	22.08370219			
28	27	38.57902903	21.78317434			
29	28	5.080119814	26.94680703			
30	29	10.65351148	27.44807827			
31	30	16.04957813	27.07026019			
32	31	21.07502903	26.69425369			
33	32	26.67513375	26.49937505			
34	33	32.30607899	27.9819518			
35	34	37.47004062	27.89196014			
36	35	5.282828519	32.82639291			
37	36	10.92794025	33.01136698			

資料來源：本研究繪製。

圖6.13 點資料之輸入界面

首先，透過Excel之亂數函式功能，輸入一個約以5（無因次）為間隔的棋盤式佈設點資料。如圖6.13所示，欄位A為點的標籤名稱、欄位B為點的X座標、欄位C為點的Y座標，以一列為一筆資料，依序輸入直至所有的點資料輸入完畢，並建議將檔案儲存名為node\_grid.xls的格式；其中檔名前段node顯示該檔為點資料，檔名後段grid描述點資料之特性，副檔名.xls則表示該檔案在此階段是由何軟體製作、以及是否已可作為本研究分析軟體之資料輸入格式。

本研究採以Microsoft Excel軟體介面做為點、線資料的輸入工具，之後再轉存為以tab為間隔之純文字檔。操作流程如圖6.14所示：



資料來源：本研究繪製。

圖6.14 點資料轉檔方式

本分析軟體採用Java技術製作，輸入資料並採取純文字檔之通用格式，以便未來可應用於各種平台、各類作業系統環境之中。上圖之順序步驟，表示由Microsoft Excel製作之點資料，可透過格式轉換存成以tab分隔的純文字資料格式；也就是本分析軟體可輸入資料之格式。

為了縮減點、邊關係矩陣的大小，以提高輸入操作之正確性，本研究採取邊集合表示法來建構路網；因此邊的輸入值有邊的標籤名稱、邊某一側端點的點標籤名稱、邊另一側端點的點標籤名稱等三項屬性。輸入方式同樣採用各類工程統計領域之商業軟體，以欄為屬性單位、列為資料單位，最後輸出成以tab為間隔之純文字檔；也可於任何文字編輯器中，以tab間隔屬性、換行區分單筆資料的方式，直接存成純文字檔案，以作為本分析軟體之輸入資料。圖6.15即透過邊集合表示法，來展現出棋盤式路網之特性。

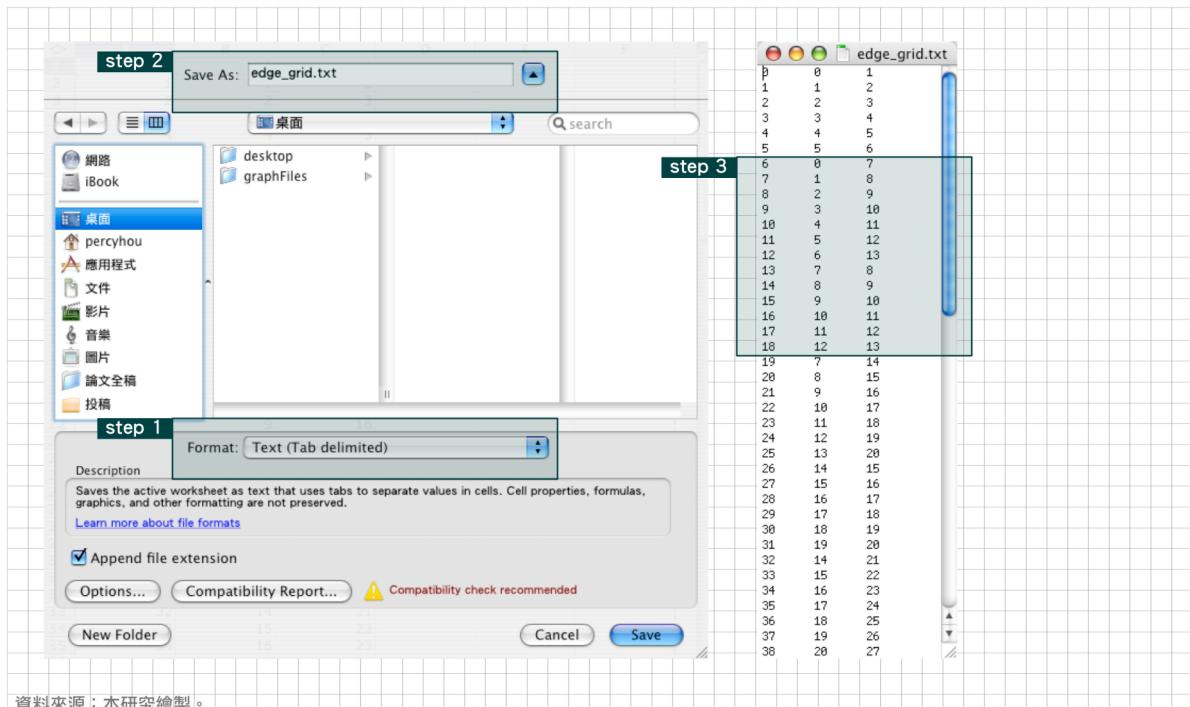
	A	B	C	D	E	F
1	0	0	1			
2	1	1	2			
3	2	2	3			
4	3	3	4			
5	4	4	5			
6	5	5	6			
7	6	0	7			
8	7	1	8			
9	8	2	9			
10	9	3	10			
11	10	4	11			
12	11	5	12			
13	12	6	13			
14	13	7	8			
15	14	8	9			
16	15	9	10			
17	16	10	11			
18	17	11	12			
19	18	12	13			
20	19	7	14			
21	20	8	15			
22	21	9	16			
23	22	10	17			
24	23	11	18			
25	24	12	19			
26	25	13	20			
27	26	14	15			
28	27	15	16			
29	28	16	17			
30	29	17	18			
31	30	18	19			
32	31	19	20			
33	32	14	21			
34	33	15	22			
35	34	16	23			
36	35	17	24			
37	36	18	25			

資料來源：本研究繪製。

圖6.15 邊資料之輸入界面

同樣地，本研究透過Microsoft Excel之表格界面，輸入一個佈設為棋盤式關係的邊資料，欄位A為邊的標籤名稱、欄位B為該邊某一側端點的點標籤名稱、欄位C為該邊另一側端點的點標籤名稱，以一列為一筆資料，依序輸入直至所有的邊資料輸入完畢，並建議將檔案儲存名為edge\_grid.xls的格式；其中檔名前段edge顯示該檔為邊資料，檔名後段grid描述邊資料之特性，副檔名xls則表示該檔案在此階段是由何軟體製作、以及是否已可作為本研究分析軟體之資料輸入格式。

接著，同樣採取Microsoft Excel製作之邊資料、透過格式轉換存成以tab分隔的純文字資料格式，以作為本分析軟體輸入之純文字檔通用格式資料；如圖6.16之順序步驟。



資料來源：本研究繪製。

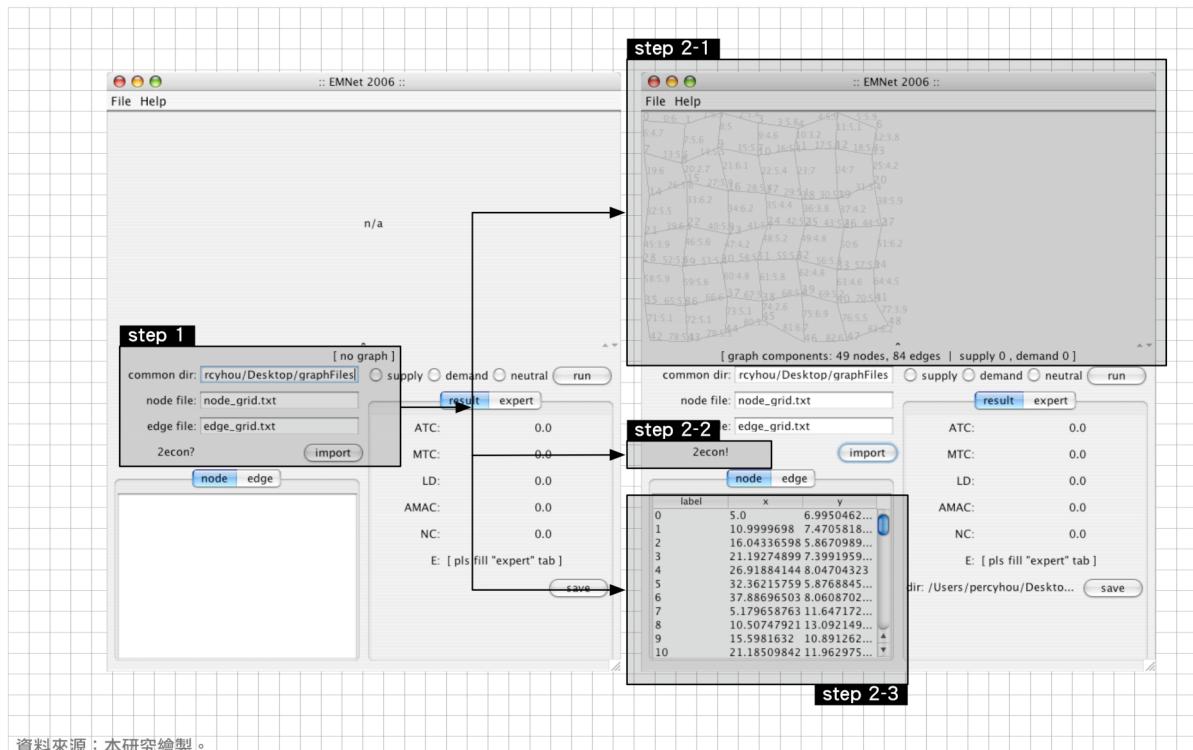
圖6.16 邊資料轉檔方式



## 6.5.2 應用操作

### 1. 檔案輸入

首先，將對應路網的點線檔案放置在同一資料夾之中，並於「common dir」欄位中輸入其位於電腦中之適當的位址；然後於「node file」欄位中輸入點的檔案名稱、「edge file」欄位中輸入邊的檔案名稱；最後鍵下輸入按鈕「import」；如圖6.17之左半部所示。此時，對應於路網結構的兩個檔案，將會以邊集合的圖形表示法架構出路網結構，並檢查該結構是否符合二邊連結（2ECON）條件，再透過點的座標屬性、以圖形的方式顯示於上方面板、以表格文字的方式顯示於左下面板；如圖6.17之右半部所示。



資料來源：本研究繪製。

圖6.17 點邊資料輸入

## 2. 供需點設定

透過界面板上供給（**supply**）、需求（**demand**）的選項設定後，以滑鼠直接於圖面之路網節點鍵入左鍵，便可設定供給點（紅色圓點）與需求點（藍色方點）；如圖6.18所示；此後再鍵下執行按鈕「run」，則責任分區、系統繞路、互援路網等三個路網模型演算法，便會依序執行。

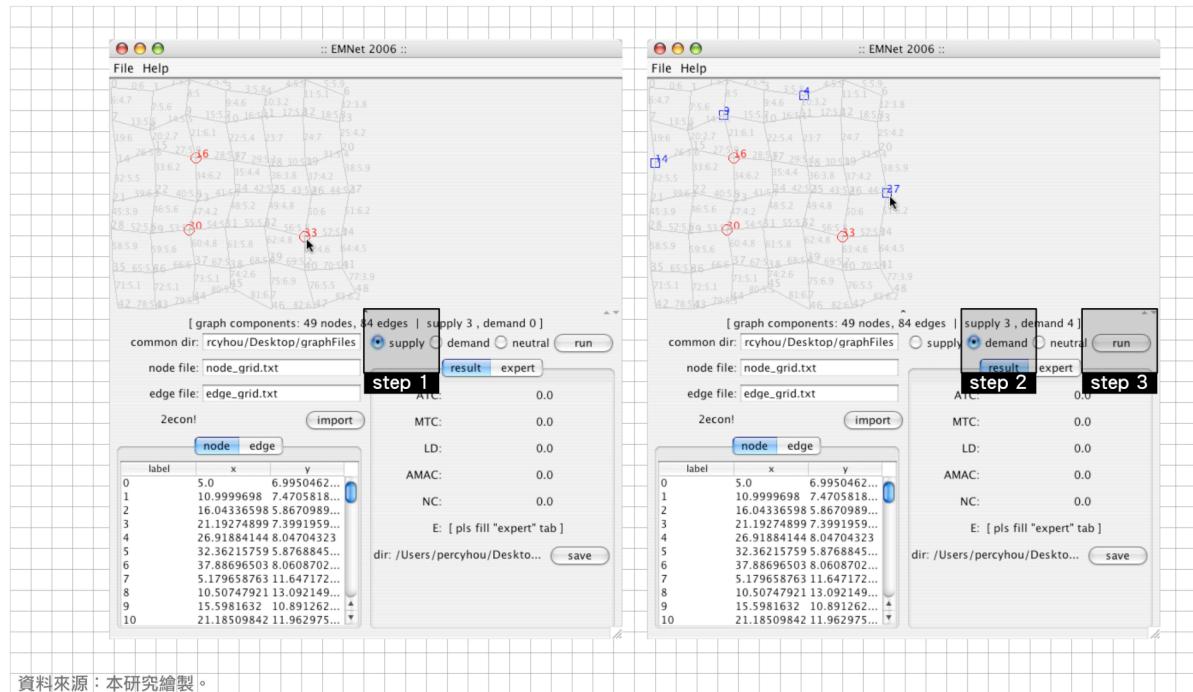


圖6.18 供需點設定方式

### 3. 路網演算與路網特性指標

透過第五章之防災路網模型與相關發展演算方法，根據所匯入之路網點線資料，則以黑色路網之責任分區路網、橙色路網之系統繞路路網，展開以救援單位為中心之各區域防災路網結構；最後不同供給單位所形成區域之間，則以綠色路網之互援路網結構連結；如圖6.19所示。

在演算結束時，同時計算獲致第五章所提出之路網相關特性指標值，如圖6.19左半部所示。

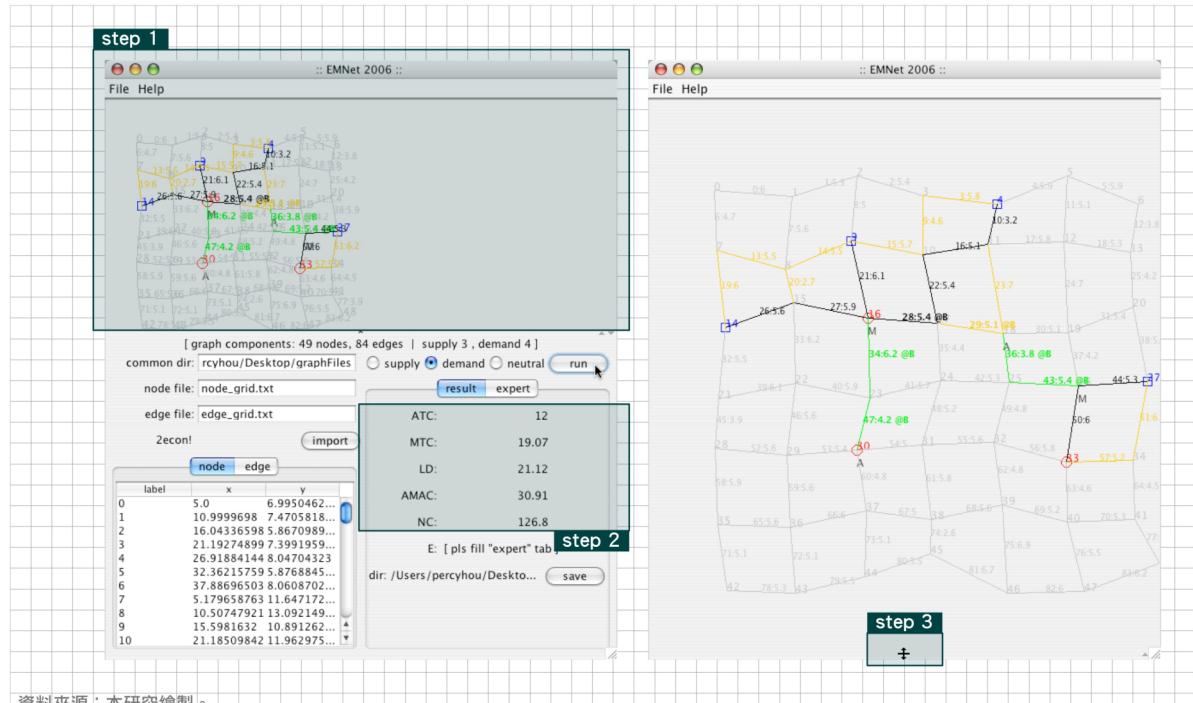


圖6.19 路網演算結果

#### 4. 專家意見與評估綜合指標

路網特性之綜合評估指標，係反應出可靠、全面效率、快捷三個構面，及其五個指標之特性；視各指標於其構面中具有相同權重，且各構面權重亦相同，並採用幾何平均之方法，加總平均以獲致綜合評估指標值。該指標值係採用：超過上界滿分、未足下界零分、上下界之間線性關係的方式來計算。而上下界限預設值為演算結果之120%與80%，因此在此預設上下界限範圍，路網綜合評估值為0.5；如圖6.20之左半部所示。然而，真正合適之上下界數值，應由專家綜合評估判斷後，分別取得並輸入適當欄位之中。

當專家完成所有指標上下界的輸入之後，最後再鍵下設定按鈕「set」；則路網的綜合評估就會依照各指標之上下界，透過線性關係計算出0~1的評估綜合指標值，而三構面中的各指標採以同比重之加權平均計算，三構面間亦採以等比重之加權平均計算。最後，回復到「result」的標籤頁面，便可得到專家對路網整體的綜合評價值「E」；數值愈高者，代表專家評價愈高，如圖6.20之右半部所示。

相關不同供給點情境之路網範例，請詳見附錄二。

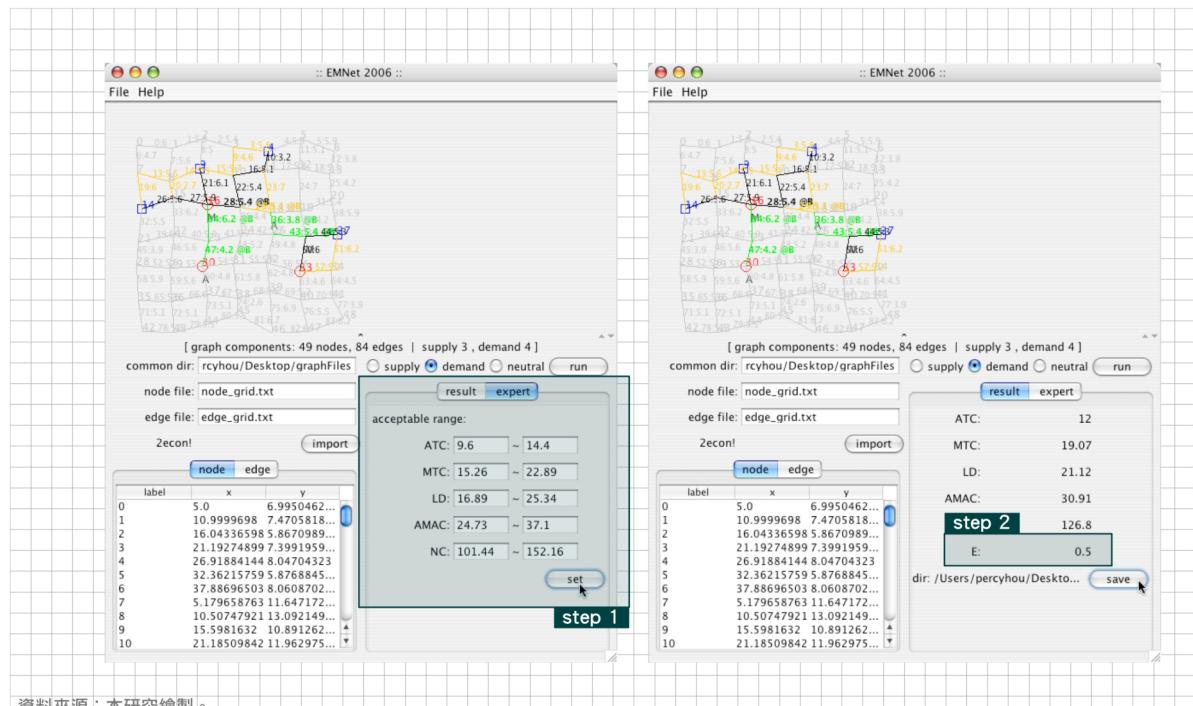


圖6.20 專家意見之輸入介面