

第十一章 替代路線方案評估及建議

11.1 評估方法

本計畫於替代路線評選時，為兼顧評選之客觀性、周全性，採用多準則評估方法，將複雜之決策目標系統層級化，以進行方案評選。整體作業可區分成三階段進行，可分成決策問題構建、目標分析及方案評選三階段，評估流程如圖 11.1-1，並說明如下：

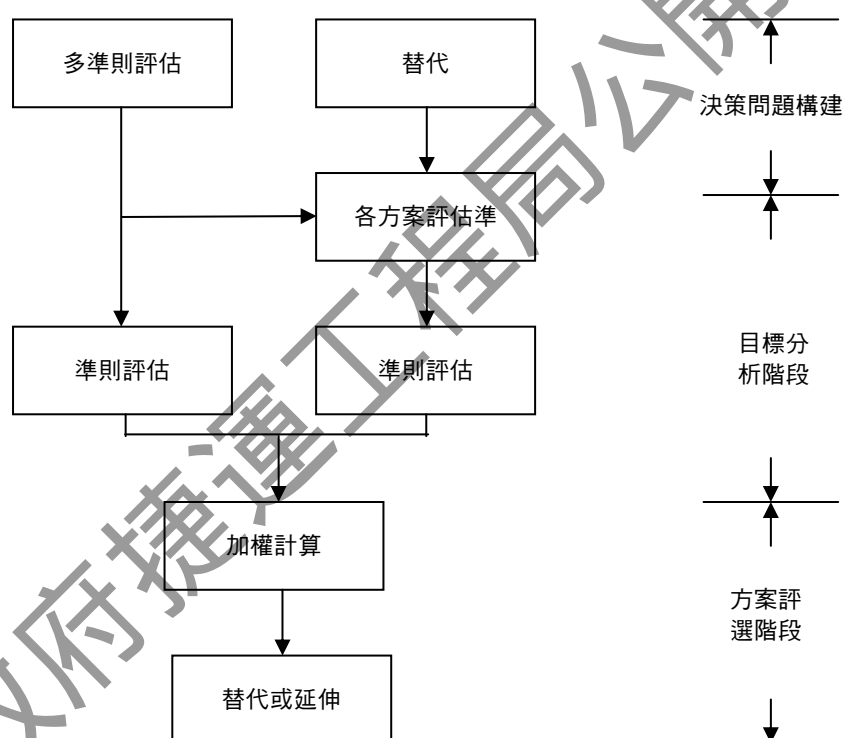


圖 11.1-1 替代或延伸路線方案評估流程圖

1. 決策問題構建

明確定義決策問題，構建多準則評估階層體系，定義優先路線方案在各階層欲達成之標的、評估準則與操作方式，以為綜合評估之基礎。

2. 目標分析

主要工作分成兩部分，一為評估準則權重分析，透過極大熵模式產生評估準則權重；另一為計算各路線方案於各評估準則中之衡量值，並進行標準化，以消除不同指標間單位之差異，並達成量化數值方向之一致性。

3. 方案評選

加權計算各替代或延伸路線方案於評估準則中之標準化衡量值及評估準則權重，以產生方案之總評點，並依據評點高低，以為路線方案評選優先順序之依據。

11.2 評估指標

由於路線評選項目範圍廣且複雜，因此不宜採用單一指標來作方案評選，以避免評估或失偏頗，造成決策上之疏漏。本計畫採用多準則評估方式，藉由層級分析方式，將各評估因子建構在目標、標的、評估準則之目標階層體系上。

1. 評估目標階層體系

目標階層體系應涵蓋決策問題特性，評估準則間應避免重複，操作指標意義要明確清晰，並具操作上之意義及考量資料蒐集之限制。經參考相關研究、計畫團隊之腦力激盪與討論修正，在「篩選最適路線方案」之目標下，建立完整之評估目標階層體系，訂定「運輸效益」、「都市發展」、「工程執行」共三個標的，並針對各個標的分別研擬評估準則及操作指標，詳見表 11.2-1，說明如下：

表 11.2-1 評估目標階層體系

目標	標的	評估準則	操作指標
最適 路線 方案 篩選	運輸效益	旅客承載量	路線方案旅客承載量(千人/日)
		轉移私人運具使用人數	路線方案可轉移私人運具使用者人數(千人/日)
		總旅行時間節省	路線方案旅運者總旅行時間節省(千小時/日)
	都市發展	車站步行範圍人口數	路線方案車站步行範圍內人口數(千人)
		車站步行範圍及業人口數	路線方案車站步行範圍二、三級及業人口總數(千人)
	工程執行	土木直接工程成本	路線方案直接工程費(百萬元)
		興建阻力	路線居民意見及增征收土地及環境與交通衝擊研判
		工程施工難易度	路線方案施工佔用道路加權長度(公尺)

(1) 運輸效益

捷運路線之建設，可改善運輸服務水準，提升整體運輸效能，本計畫依據整體運輸系統服務特性，分別訂定三項操作指標做為衡量「運輸效益」標的。

A. 旅客承載量

以各路線方案全日承載量表示，承載量越高之方案代表對運輸效益增加之達成度越大，本指標顯示路線營運之服務強度。

B. 轉移私人運具使用人數

引進捷運系統後，會因其較高品質之服務水準而轉移私人運具使用，本計畫以引進捷運系統後規劃範圍每日可轉移之私人運具使用者人數表示，越大者方案較佳，本指標顯示路線轉移私人運具之能力。

C. 總旅行時間節省

總旅行時間係包括私人運具車上旅行時間與停車之尋找車位、步行時間，與大眾運輸旅運者之步行、等車與車上時間。捷運系統實施後，可移轉部份私人運具使道路交通量降低，提升道路行駛速率，節省私人運具使用者之旅行時間，而由私人運具轉移使用捷運系統者，可能增加車上時間，但節省停車時間，而公車旅客轉移至捷運系統者，因享專用路權較公車旅行速率快，可節省由公車轉移至捷運系統者之旅行時間。總旅行時間之節省，係指捷運系統實施後較實施前，各運具總旅行時間之差值，分析結果總旅行時間節省越多者越佳，本指標顯示路線對路網交通之改善強度。

(2) 配合都市發展

A. 車站步行範圍服務人口數

以各方案沿線車站步行範圍內服務總人口數表示，越大者方案越佳，本指標顯示路線對住宅用地使用之影響強度。

B. 路段步行範圍及業人口數

以各方案沿線車站步行範圍內總及業人口數表示，越大者方案越佳，本指標顯示路線對產業用地使用之影響強度。

(3) 工程執行

考量捷運系統建設經費大，在執行上有一定之困難性，為順利執行，可考量優先執行困難度較低之路線，本計畫訂定三項操作指標以衡量「工程執行」標的。

A. 土木直接工程成本

以各方案所需之土木直接工程成本(中和高中至迴龍段)表示，越小者方案較佳，本指標顯示工程施工之資金需求強度。

B. 興建阻力

以各路線方案經過路線(20 米以下道路段)民眾意見、需征收土地及環境與交通衝擊綜合研判，越小者方案越佳，本指標顯示興建時可能引起之非工程阻力之嚴重程度。

C. 工程施工難易度

以各路線方案施工佔用道路長度表示，並以佔用道路寬度比率為權重加權，越小者方案較佳，本指標隱含施工困難、噪音震動與景觀衝擊之影響程度。

$$L_i = \left(\sum_{j=1}^n D_{ij} \times \frac{WD_{ij}}{RD_{ij}} \right)$$

其中， L_i ：i 方案工程施工難易度(公尺)

D_{ij} ：i 方案第 j 個道路施工佔用長度

WD_{ij} ：i 方案第 j 個道路施工佔用寬度

RD_{ij} ：i 方案第 j 個道路寬度

2. 評估準則權重產生

(1) 方法說明

本計畫採用「分析階層程序法」(Analytic Hierarchy Process Method, AHP)做為評估準則權重產生依據。分析階層程序法是由美國 T. L. Saaty，於 1971 年運用系統分析與歸納之理念發展而成。此法可應用於預測、分析、規劃及解決複雜疑難之問題，於系統的決策過程中，亦可應用於方案評估、衝突事件之協調或資源分配優先順序之選擇。

(2) 問卷內容設計

依據標的、評估準則研擬 A.H.P 問卷，供受訪者勾選（採用偏好相對比較方式），以計算標的、評估準則權重。

(3) 權重計算

AHP 法是以名目尺度執行各元素間之對偶比較矩陣，求出特徵向量(eigen vector)，以該向量代表階層中某層次各元素間之優先率(priority)，再求出特徵值(eigen value)，作為評定每個對偶比較矩陣之一致性強弱程度之依據，若符合一致性，則特徵向量所代表之優

先率，便足以作為決策或評選之依據，而求出之優先率即為各標的、評估準則之權重。

(4) 訪問方式

受訪對象涵蓋交通運輸、都計、財經、工程以及系統機電等領域專業人員，每領域挑選 4 位專家訪問，共計 20 位，並檢核各標的評估準則權重計算結果，若有疑議則馬上進行修正，直至受訪者同意。

(5) 個別受訪者權重處理

將個別受訪者權重值以幾何平均方式求得目標體系中各標的、評估準則之平均權重以為方案評分計算所用。

3. 方案評選

(1) 評估準則權重

本計畫依據上述計算所得之標的、評估準則權重值，與各方案評估準則衡量指標值標準化後之數值，加權計算各方案評點，作為方案評選依據。

(2) 評估準則操作指標衡量值標準化

各替代或延伸方案評估準則操作指標衡量值標準化之處理，主要使每一衡量值能在同一基礎上相比較及處理，以消除不同單位之差異，各評估準則衡量值也須經過一標準化過程，以轉換成同一數值方向與基準。標準化公式如下：

$$S_{ij} = X_{ij} / (\sum_{i=1}^m X_{ij}^2)^{1/2}$$

其中， S_{ij} ：i 方案第 j 個評估準則標準值

X_{ij} ：i 方案第 j 個評估準則衡量值

上式適用於效益性質之評估準則標準化，若為成本項目，其標準化依上式計算後再以 1 減之即可，如此可使各評估準則之基礎及方向一致。

(3) 方案評點計算

將各項評估準則標準值(介於 0 至 1 之間)乘以 100 單位尺度之評點後，再乘上相對應之權重值，應過加權計算，可得各評選方案之總評點，計算方式如下：

$$P_{ij} = S_{ij} * 100 \qquad C_i = \sum_{j=1}^n P_{ij} \times W_{ij}$$

其中， C_i ：i 方案之總評點

P_{ij} ：i 方案第 j 個評估準則之評點

W_{ij} ：第 j 個評估準則權重

4. 綜合評估

受訪專家以本計畫團隊成員為主，受訪共 20 名，其中交通運輸領域 4 名、都計領域 4 名、財經領域 4 名、工程領域 4 名、系統機電領域 4 名，結果說明如下。

(1) 標的權重

計算結果，「運輸效益」權重值為 0.4331、「都市發展」權重值為 0.2079、「工程執行」權重值為 0.3590，詳見表 11.2-2。

(2) 評估準則權重

A. 運輸效益標的

各評估準則權重分別為：「捷運旅客承載量」權重為 0.3184、「轉移私人運具使用人數」權重為 0.3824、「總旅行時間節省」權重為 0.2992。

B. 都市發展標的

各評估準則權重分別為：「路段步行範圍人口數」權重為 0.5200、「路段步行範圍及業人口數」權重為 0.4800。

C. 工程執行標的

各評估準則權重分別為：「土木直接工程成本」權重為 0.3402、「興建阻力」權重為 0.3196、「工程施工難易度」權重為 0.3402。

進一步將各評估準則權重乘以所屬標的之權重即可得出各評估準則之相對重要性，詳見表 11.2-2。

表 11.2-2 目標體系標的、評估準則權重計算結果

標的 (權重)	評估準則(權重)	標的權重乘以 評估準則權重	評估準 則排序
運輸效益 (0.4331)	a.旅客承載量(0.3184)	0.1379	3
	b.轉移私人運具使用人數(0.3824)	0.1656	1
	c.總旅行時間節省(0.2992)	0.1296	2
都市發展 (0.2079)	a.路段步行範圍人口數(0.5200)	0.1081	6
	b.路段步行範圍及業人口數(0.4800)	0.0998	7
工程執行 (0.3590)	a.土木直接工程成本(0.3402)	0.1221	4
	b.興建阻力(0.3196)	0.1148	5
	c.工程施工難易度(0.3402)	0.1221	4

資料來源：本計畫整理。

11.3 方案綜合評估

1. 評估準則操作指標衡量值

(1) 旅客承載量

目標年(民國 120 年)原方案客承載量為 347.05 千人/日、方案一旅客承載量為 341.51 千人/日、方案二旅客承載量為 411.70 千人/日、方案三旅客承載量為 396.75 千人/日。

(2) 轉移私人運具使用人數

目標年(民國 120 年)原方案轉移私人運具使用人數為 36.5 千人/日、方案一為 34.8 千人/日、方案二為 49.2 千人/日、方案三為 42.1 千人/日。

(3) 總旅行時間節省

目標年(民國 120 年)於原方案旅行時間節省為 87.99 千小時/日、方案一為 89.19 千小時/日、方案二為 127.03 千小時/日、方案三為 108.59 千小時/日。

(4) 車站步行範圍人口數

目標年(民國 120 年)原方案於車站步行範圍人口數為 321.74 千人、方案一為 321.74 千人、方案二為 412.78 千人、方案三為 379.90 千人。

(5) 車站步行範圍及業人口數

目標年(民國 120 年)原方案於車站步行範圍及業人口數為 130.01 千人，方案一為 130.01 千人、方案二為 158.27 千人、方案三為 146.10 千人。

(6) 土木直接工程成本

本計畫計算(94 年幣值)，原方案(中和高中至迴龍段)土木直接工程成本為 11,598 百萬元、方案一為 32,035 百萬元、方案二為 18,431 百萬元，方案三為 17,055 百萬元。

(7) 興建阻力

本計畫原方案經裕民路路段由於路寬僅約 15 公尺，採高架興建將貼近臨房在環境上就景觀與噪音而言衝擊甚大，同時施工與營運皆將使道路寬度縮減，對交通之影響亦大，說明會期間週邊居民表示強力之反對，因此研判其興建阻力嚴重程度為 9。

方案一雖全線採地下化但車站通風及出入口仍將在環境上之景觀與噪音造成衝擊，而施工期間車站雖採半半施工仍對裕民路產生較大之交通衝擊，且說明會期間週邊居民對採地下方案仍強力反對，研判其興建阻力嚴重程度為 7。

方案二行經中華路段路寬約 20 公尺，高架在環境景觀與噪音上之衝擊較大，影響長度為 675 公尺，其目前尖峰小時單向交通流量為 2226PCU，交通量相當大，服務水準為 E 級，施工期間交通影響將相當嚴重，捷運營運後尖峰小時單向交通流量為 1207PCU，服務水準提升為 D 級，本路線於樹林段約需徵收 140 平方公尺土地，研判其興建阻力嚴重程度為 4。

方案三行經篤行路路段路寬約 20 公尺，高架在環境景觀與噪音上之衝擊較大，影響長度為 1435 公尺，其目前尖峰小時單向交通流量為 1287PCU，交通量相對中華路較少，服務水準為 D 級，施工期間交通影響相較中華路為小，捷運營運後尖峰小時單向交通流量為 1113PCU，服務水準提升為 C 級，本路線於板橋段約需徵收 230 平方公尺土地，研判其興建阻力嚴重程度為 4。

各方案交通、環境與民意指標評點詳表 11.3-1 所示。

表 11.3-1 興建阻力各方案評估指標評點計算結果

指標	原方案	方案一	方案二	方案三
交通評點	裕民路寬 15 公尺，施工與營運皆將使道路寬度縮減，對交通影響相當大 (3)	裕民路寬 15 公尺，地下車站施工將使道路寬度縮減，局部影響交通 (2)	中華路寬度 20 公尺，現況服務水準為 E 級，營運後提升為 D 級，施工交通影響較大 (2)	篤行路寬度 20 公尺，現況服務水準為 D 級，營運後提升為 C 級，施工影響相對於中華路小 (1)
環境評點	裕民路段寬 15 公尺，採高架興建貼近民房景觀與噪音衝擊大 (3)	採地下化但車站通風及出入口仍對景觀與噪音造成衝擊 (2)	中華路段寬 20 公尺，高架對景觀與噪音衝擊大，影響長度為 675 公尺 (1)	篤行路段寬 20 公尺，高架對景觀與噪音衝擊大，影響長度為 1435 公尺 (2)
民意評點	說明會期間裕民路居民表示強力之反對 (3)	說明會期間裕民路週邊居民對採地下方案仍強力反對 (3)	於樹林段約需徵收 140 平方公尺土地，民意阻力較小 (1)	於板橋段約需徵收 230 平方公尺土地，民意阻力較小 (1)
合計	9	7	4	4

資料來源：本計畫整理。

(8) 工程施工難易度

原方案於施工影響加權長度為 4,298 公尺，方案一為 1420 公尺、方案二為 5,196 公尺、方案三為 5,148 公尺。

操作指標衡量值計算結果彙整於表 11.3-2。

表 11.3-2 各方案操作指標衡量值計算結果

評估準則	單位	性質	原方案	方案一	方案二	方案三
旅客承載量	千人/日	效益	347.05	341.51	411.70	396.75
轉移私人運具使用人數	千人/日	效益	36.5	34.8	49.2	42.1
總旅行時間節省	千小時/日	效益	87.99	89.19	127.03	108.59
車站步行範圍人口數	千人	效益	321.74	321.74	412.78	379.90
車站步行範圍及業人口數	千人	效益	130.01	130.01	158.27	146.10
土木直接工程成本	百萬元	成本	11598.59	32035.79	18431.15	17055.11
興建阻力	尺度	成本	9.00	7.00	4.00	4.00
工程施工難易度	公尺	成本	4298	1420	5196	5148

2. 操作指標衡量值標準化

各方案操作指標衡量值標準化計算結果彙整於表 11.3-3，於方案評點計算時即以此標準化後之數值為依據。

表 11.3-3 各方案操作指標衡量值標準化計算結果

評估準則	單位	性質	原方案	方案一	方案二	方案三
每公里旅客承載量	千人/日	效益	0.4621	0.4547	0.5482	0.5283
轉移私人運具使用人數	千人/日	效益	0.4447	0.4240	0.5995	0.5129
總旅行時間節省	千小時/日	效益	0.4213	0.4270	0.6082	0.5199
車站步行範圍人口數	千人	效益	0.4454	0.4454	0.5715	0.5259
車站步行範圍及業人口數	千人	效益	0.4591	0.4591	0.5589	0.5159
土木直接工程成本	百萬元	成本	0.7260	0.2431	0.5645	0.5970
興建阻力	尺度	成本	0.2929	0.4500	0.6857	0.6857
工程施工難易度	公尺	成本	0.5003	0.8349	0.3959	0.4015

資料來源：本計畫整理。

3. 方案評點

各評選方案評點計算結果彙整於表 11.3-4 所示。由上述之評估結果，方案二分數優於其他方案，其次為方案三。建採方案二做進一步場站規劃。

表 11.3-4 各方案綜合評估評點結果

標的	評估準則	方 案 評 點							
		原方案		方案一		方案二		方案三	
		評點	合計	評點	合計	評點	合計	評點	合計
運輸效益	旅客承載量	6.37	19.19	6.27	18.82	7.56	25.37	7.29	22.52
	轉移私人運具使用人數	7.36		7.02		9.93		8.49	
	總旅行時間節省	5.46		5.53		7.88		6.74	
都市發展	車站步行範圍人口數	4.82	9.40	4.82	9.40	6.18	11.76	5.69	10.84
	車站步行範圍及業人口數	4.58		4.58		5.58		5.15	
工程執行	土木直接工程成本	8.86	18.33	2.97	18.33	6.89	19.59	7.29	20.06
	興建阻力	3.36		5.17		7.87		7.87	
	工程施工難易度	6.11		10.19		4.83		4.90	
方案總評點		46.92		46.55		56.72		53.42	
方案排序		3		4		1		2	

資料來源：本計畫整理。