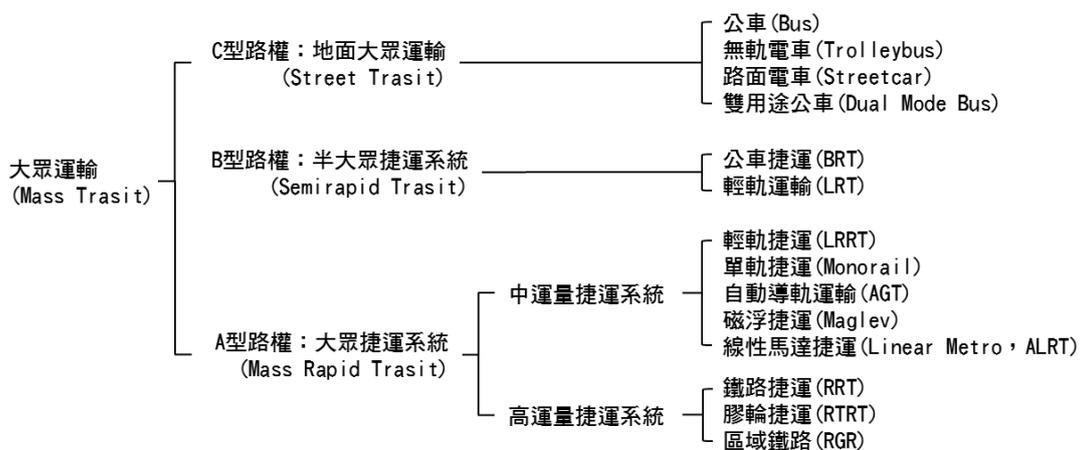


# 第七章 工程技術及營運可行性評估

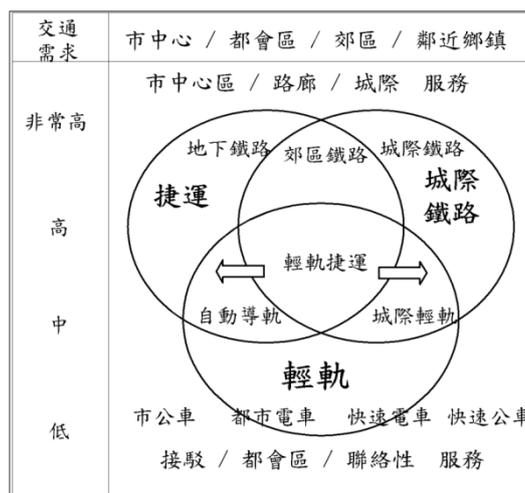
## 7.1 系統型式分析與評選

近年來，世界各國為解決都市交通問題，並達到環境永續發展之目標，對都會區大眾運輸系統(Urban Transit)越趨重視，各類型大眾運輸系統的發展也更多元化。一般而言，都會區大眾運輸系統依載運能力及服務功能之差異性，可概略區分如下(如圖 7-1 及圖 7-2)：



資料來源：1. 蘇昭旭，世界捷運與輕軌圖鑑，人人出版社，民國 98 年。  
2. 桃園都會區大眾捷運系統綠線(航空城捷運線)暨土地整合發展可行性研究，桃園市政府委託臺北市政府捷運工程局辦理，民國 100 年。

圖 7-1 大眾運輸系統分類示意圖



資料來源：桃園都會區大眾捷運系統綠線(航空城捷運線)暨土地整合發展可行性研究，桃園市政府委託臺北市政府捷運工程局辦理，民國 100 年。

圖 7-2 都會區大眾運輸系統功能示意圖

## 一、地面大眾運輸系統

地面大眾運輸系統行駛於 C 型路權，屬於低運量之公車或無軌電車 (Trolleybus) 系統，如一般的市區公車，主要作為都會區銜接捷運系統之次要大眾運輸路網，或中小型城市之主要運輸路網。

## 二、半大眾捷運系統

半大眾捷運系統行駛於 B 型路權，包括公車捷運 (Bus Rapid Transit, BRT)、導軌公車 (Guideway Bus)、輕軌運輸 (Light Rail Transit, LRT) 等，單向路線服務運能約為 2,000~10,000 人次/小時。

## 三、中運量捷運系統

中運量捷運服務運能介於高運量捷運系統與半大眾捷運系統之間，行駛於 A 型路權，其衍生之系統型式甚多，應用上也甚具彈性，包括輕軌捷運 (Light Rail Rapid Transit, LRRT)、單軌捷運 (Monorail Rapid Transit)、自動導軌運輸 (Automated Guideway Transit, AGT)、線性馬達捷運 (Linear Metro) 等。單向路線服務運能約為 5,000~25,000 人次/小時。

中運量捷運系統型式較多且具工程布設彈性，因此使用案例亦較多元，一般可應用於都會區運輸主線、提供主線集散接駁服務、市郊與市中心之聯絡路線、都市週邊外環線、鐵路及捷運系統之接駁線、特定區間聯絡線等，可因地制宜，充分服務不同的旅運需求，其運輸服務功能分述如下：

### 1. 中型都市主線運輸服務

在人口 50~100 萬人之中型都市市中心運輸需求量較大路廊，適合以中運量捷運系統提供主線專用路權、快捷、高容量之營運服務。

### 2. 市中心區與外圍市區接駁集散路線

人口在 100 萬人以上之大型都市，中運量捷運系統可搭配高運量捷運系統，作為主線之接駁性服務，將各地分散之旅客集中至主線車站，以提高轉乘可及性服務。

### 3. 市郊衛星城鎮與市中心區之接駁路線

都會區周邊常會分布許多 50 萬人以下之小型衛星市鎮，中運量捷運系統可提供衛星市鎮與都會區之間主要運輸走廊之旅運服務，再搭配市鎮內公車系統構成公共運輸路網。

### 4. 都市周邊地區外環路線

都會區捷運系統發展常由核心地區逐漸向外擴張，形成放射狀路網，再帶動都會區外圍地區發展，並衍生外圍地區之間之旅運需求，後常見在都市外圍建造環狀路線，以減少這類旅次穿越進入市中心。環狀路線旅運量相對較低，而又要求較高的可及性，即可採彈性較大的中運量捷運系統作為都市外環路線。

#### 5. 鐵路、高鐵、捷運系統接駁線

為提升都會區軌道運輸可及性，鐵路、高鐵等城際運輸系統及都會區高運量捷運系統常利用中運量捷運系統為接駁支線，提供轉乘運輸服務。

#### 6. 特定區間聯絡線

部分地區因旅次集中情形明顯，多興建中運量的聯外軌道系統以迅速紓解旅次量，如遊樂區、工商發展區、機場等，其中機場軌道系統包括往來不同航廈間，或往返市區及周邊交通轉運站，又稱機場 People Mover。

### 四、高運量捷運系統

高運量捷運系統一般使用名稱如 Metro、Subway、Underground、MRT 等，行駛於地下或高架的 A 型專用路權，車廂較寬，列車節數較多，多採用 1,435 mm 標準軌距，運輸量大，單向路線服務運能約為 25,000~80,000 人次/小時，主要作為大型都會區(中心都市人口高於百萬人)之主要運輸幹線。

三鶯線延伸至桃園八德段後，最大站間運量約為 9,893 人次/小時/單向，落於中運量捷運系統、輕軌運輸及公車捷運之服務範圍。路線行經三峽、鶯歌、八德地區生活圈，其中三鶯地區人口數約 20 萬人，八德地區約有 18 萬人，均為都會區周邊具成長潛力之衛星市鎮，同時可接續臺北、新北都會區及桃園都會區捷運系統，於土城端銜接高運量捷運土城線，八德端銜接桃園捷運綠線，服務功能符合中運量捷運系統的「市郊衛星城鎮與市中心區之接駁路線」。

以下就半大眾捷運系統中的公車捷運、輕軌運輸及中運量捷運系統進行說明。

## 7.1.1 系統技術型式介紹

### 一、公車捷運系統

傳統公車行駛於混合車流中，易受道路交通狀況影響，準點性與穩定性較差，許多城市藉由提高公車使用路權或通行權之優先性，如設置公車優先道、公車專用道、路口優先號誌等，從原來的 C 型路權提昇為 B 型路權，提高公車之營運效率與準點性。

配合車輛低底盤化或使用氣電共生等技術，提高公車舒適度、上下車便利性、降低污染等，使公車朝向更快捷、舒適與準點發展，此類新型態之公車系統稱為公車捷運系統(Bus Rapid Transit, 簡稱 BRT 系統)，單方向每小時運能約 2,000~10,000 人，在使用雙節公車且班次密集情況下，甚至可達 20,000 人/小時/向。

#### (一)公車捷運系統之定義

國內、外文獻常引用之定義相當多，本計畫摘錄整理如下：

### 1. 美國聯邦大眾運輸管理總署 (Federal Transit Administration, FTA) 之定義

「公車捷運系統」為結合軌道大眾運輸系統之品質及公車運輸彈性，運轉在專用之大眾運輸路權、高承載車道、快速道路或一般街道，搭配智慧型運輸系統技術、大眾運輸優先權、低污染與低噪音之車輛、及快速便利之收費系統，與大眾運輸導向土地使用發展政策相結合之運輸系統。

### 2. TCRP Report 90 Bus Rapid Transit Systems 之定義

「公車捷運系統」是一種彈性化、採用膠輪的快速交通工具，並結合車站、車輛、服務、車道與智慧型運輸系統等元素，成為一個具備鮮明識別意象整合的系統。公車捷運系統之設計可迎合所服務的市場與實體環境，並可在一個多變的環境中逐步施行。

簡而言之，公車捷運系統是一個整合設施、服務便利，及藉由改善速度、可靠度與公車捷運意象等更具親和力之整合系統。在許多層面，公車捷運系統如同膠輪式的輕軌系統，但具備更大的營運彈性與較低的投資及營運成本。

### 3. 交通部「公車捷運設計手冊之研究」建議之定義

「公車捷運系統」係以公車運轉，結合專用路權以及軌道系統營運方式，提供快速、彈性、低成本的公共運輸服務。

## (二) 公車捷運系統之特色

公車捷運系統是利用改良型的公車，營運在公車專用道上，具備普通公車營運靈活性，並擷取捷運快速上下客之特性，是一種快捷、舒適、便利、安全的大眾運輸工具。因此，公車捷運系統具備下列特性：

#### 1. 專有或部分專有路權

公車捷運化必須具有專有(公車專用道, Bus streets 或 Busways) 或部分專有路權 (B 型路權, 如 Bus Lanes)，以確保行車速率，提昇運輸服務品質。根據研究資料顯示，公車專用車道站間最高運量約在 5,000~5,500 人次/小時/單向，若以公車專用道，與其他交會道路立體分隔，最高服務可達 9,000~10,000 人次/小時/單向。

#### 2. 乘客快速上下車

透過收費系統、月台高度、車輛底盤、多車門之進出，加快乘客上下車速度。

##### (1) 收費系統改善

傳統上車收費方式使上、下車時間拖長，尤其是不同起迄點、

不同旅客的收費標準與計算方式，更拖延上、下車時間。為改善收費之延滯，目前替代方法有車外收費、預付卡自動扣款、或採自助式或付費證明方式（預先付費購買證明，待有查票員查核時再拿出即可）。

#### (2) 上下車間距減少

除了收費方式改善外，公車或月台設計之改變，如採低底盤公車，或提高月台高度，使月台與車輛上、下車齊高，可使旅客更方便、迅速地上、下車。

#### 3. 結合 ITS 技術

公車捷運系統藉由 ITS 技術如 AVI (自動車輛偵測系統)、AVL (自動車輛定位系統)、公車優先號誌、監視系統等，提供公車優先權，改善公車服務之可靠性、速率與安全，並提供即時車班資訊，提高旅客乘車之便利性與舒適性。

#### 4. 應用清潔能源技術

捷運車輛之動力均以第三軌供電，無須使用任何石化燃料，故無廢棄排放問題，然而傳統公車卻有嚴重的廢氣排放問題。因此，目前公車廠商紛紛研發清潔能源之替代性，包括清潔柴油、CNG、LPG、混合電動、電動或燃料電池等清潔能源技術，預期可大幅改善都市空氣品質。

#### 5. 大眾運輸與土地使用政策的整合

公車捷運系統與以行人為導向之土地使用政策可達相互支援之效，公車捷運系統帶來的聚集效果，可活絡周邊土地與都市經濟，對於實施土地管制或分區管制等地區，公車捷運系統亦能發揮最大效果。

#### 6. 提升設施舒適性與功能

公車捷運系統不僅利用專用路權方式提高營運效率、減少旅行時間，並且透過車站及候車亭，提供旅客庇護。同時，亦利用裝置展示路線圖與時刻，或利用電子設備傳達即時車班資訊，部分空間則可出租作為商業服務使用。

#### 7. 可與其他運輸工具整合

公車捷運系統具有高度靈活性，可依照地區特性、運輸需求、道路狀況、路網系統等狀況彈性調整行駛路線，同時可與其他運輸工具整合，形成綿密、便捷的都市運輸網路。

## 二、輕軌運輸系統

### (一) 輕軌運輸系統之定義

1978 年 3 月在比利時的布魯塞爾召開的第一次國際輕軌運輸委員

會上，對輕軌運輸的名稱取得了統一的命名，稱為 Light Rail Transit (LRT)，以區別傳統鐵路系統與高運量捷運系統施加在軌道上的荷載重量。

國際公共運輸聯合會 (Union International des Transports Publics, UITP) 對輕軌的定義為：輕軌運輸之車輛施加於軌道上的荷重，相對於傳統鐵路系統或高運量系統者為輕。依此定義輕軌之車輛及建築界限與路線軌道間距比較小，車輛的載運能力亦較輕。

國際間輕軌車輛常見規格大多為 3~5 節車以關節連結器串聯，車寬為 2.5~2.8m，長度以 28m~30m 為標準尺寸，重量約 35 公噸，轉彎半徑 25m，列車載客量約 200 人，最大速度可達 70 公里/小時以上，但平均營運速度約為每小時 30 公里。分散式動力輸出，加速度可達  $1.3\text{m/sec}^2$ 。每小時單方向運能約在 2,000~10,000 人次。

現階段愛爾蘭學者麥可·貝利 (Michael Barry) 舉出的七項特性，為普遍被接受的輕軌運輸定義：

1. 為一種「鐵軌支撐式」(rail-based) 的都市公共運輸系統。
2. 具彈性，能在較小轉彎半徑、較大的坡度以及街道上行駛。
3. 以架空線供應電力而運轉。
4. 它是一種簡單的系統，通常裝配著無閘門之收費系統、簡單的車站和一人駕駛的電聯車。
5. 它使用現代化高運量的車輛，但載重較重軌系統為輕。它可以連結車輛的形式在街道上行駛。
6. 當在街道行駛時，為保有公共運輸行駛優勢，它主要是以專有路權的型式運轉，即不與其他道路使用者分享路權之「準捷運」型式提供公共運輸服務。
7. 它也可以在郊區以隔離型態高速行駛，即以城郊通勤電聯車的型式運轉。

## (二) 完全隔離路權的輕軌捷運系統

輕軌捷運 (Light Rail Rapid Transit, LRRT) 乃是最高形式的輕軌運輸，係使用輕軌運輸的車輛，在有完全隔離的 A 型路權軌道上行駛，而輕軌運輸系統則以 B 型與 C 型路權為主。輕軌捷運鐵路運輸技術與鐵路捷運相同，但運量較鐵路捷運小，每小時單向為 5,000 人至 20,000 人之間，但較輕軌運輸系統為高。

## (三) 輕軌運輸系統發展現況

輕軌運輸系統具備環保、經濟、彈性，與其他系統銜接轉運便利，易於升級之特性，故廣為各國所使用，目前約有三百多個 LRT 系統在

世界各都市中營運，其中歐洲約佔 60%，其他地區約佔 40%。依歐美經驗，LRT 在人口 20 萬至 30 萬的都市，便能很成功地營運，許多人口在 50 萬至 200 萬的都市，同時使用 LRT 與捷運互為輔助，如鹿特丹、維也納、布魯塞爾、克里夫蘭、米蘭、舊金山、多倫多、新加坡等地。

#### (四)我國「輕軌系統建設及車輛技術標準規範」

交通部於民國 100 年 12 月頒布了「輕軌系統建設及車輛技術標準規範」，適用於鋼軌鋼輪輕軌系統，其定義為「輕軌系統係指有人駕駛、使用導引、電力驅動之客運運輸系統，可因地制宜，同一路線可單獨或混合採用專用路權、隔離路權、共用路權；相較於高運量或中運量鋼軌鋼輪捷運，輕軌系統之車輛具軸重較輕、車輛界限較小、轉彎能力較強、爬坡能力較強、制動能力較高之特性。(有關共用路權之規定，視大眾捷運法第三條修正狀況調整之。)」

規範中訂定了輕軌運輸規劃的相關需求，包括：

1. 列車應能通過 25 公尺之最小水平曲率半徑為原則。
2. 推進系統應至少可滿足路線坡度 6% 之推進需求。
3. 車輛寬度以 2.40 公尺至 2.65 公尺為原則，車輛高度(集電弓降弓狀態)以小於 3.8 公尺為原則，惟特殊狀況得適當調整。
4. 牽引配電系統可以採用架空線供電系統、第三軌供電系統或地面供電。
5. 牽引供電電壓以 750 VDC 或 1,500 VDC 為原則，其變動範圍如下：
  - (1) 750 VDC : 500 VDC~900 VDC
  - (2) 1,500 VDC : 1000 VDC~1,800 VDC

### 三、中運量捷運系統

中運量捷運系統型式甚多，發展較早、一般常見者包括輕軌捷運(LRRT)、單軌捷運(Monorail)、自動導引捷運(AGT, Automatic Guided Transit)；其他最新型的線性馬達捷運(Linear-metro)，如加拿大的 ALRT(Advanced Light Rapid Transit)及日本東京的大江戶線地鐵 Mini-subway 小型地下鐵，則是中運量新科技發展之代表。

如以輪軌型式區分，中運量捷運系統則可區分為鋼軌鋼輪捷運及膠輪捷運，說明如下：

#### (一)鋼軌鋼輪捷運

鋼軌鋼輪捷運依推進驅動技術可分為旋轉式牽引馬達及線性馬達。傳統式的鋼軌鋼輪牽引馬達捷運(輕軌捷運)在市場供應廠商數較多、乘坐舒適性佳、維修及備品取得較易；線性馬達捷運可減少車廂斷面，增加爬坡能力並減小轉彎半徑，但因屬專利技術，後勤維修上須獨立

考量。

鋼軌鋼輪捷運軌距有國際標準，普遍多採標準軌距(1,435 公釐)，部分為窄軌距(1,067 公釐)。最小轉彎半徑通常可低於 100 公尺，目前全球營運中鋼軌鋼輪系統最小轉彎半徑則多可達 50 公尺，最大爬坡能力則可達 6%以上，最大營運速度可達 100 公里/小時。

以下分別說明輕軌捷運系統及線性馬達捷運系統。

#### 1. 輕軌捷運 (Light Rail Rapid Transit, LRRT)

輕軌捷運為輕軌運輸系統的進化與提升，但具完全隔離的 A 型專用路權，部分採用架空線系統，部分則採用第三軌供電。其與鐵路捷運系統同屬於傳統的鋼軌鋼輪技術，只不過輕軌系統其車廂尺寸、軌道構造、月台等設施均較鐵路捷運系統為小，相對其運量也較低，屬於一種中運量捷運系統，最大行駛速率可達 100 公里/小時，平均營運速率約 25~50 公里/小時，每小時單方向運量為 5,000~30,000 人次。

輕軌捷運的代表性案例為英國倫敦 DLR(Docklands Light Rail) 及馬來西亞吉隆坡 Star Line。

#### 2. 線性馬達捷運 (Linear Induction Motor Metro, LIM Metro)

線性馬達捷運係採用鋼輪鋼軌支撐技術，捨棄傳統的車下轉向架(Bogie)掛軸旋轉馬達，改採線性感應馬達 (Linear Induction Motor)，將線圈(電磁鐵)裝置於軌道中央，透過線圈產生的磁力「吸引」列車轉向架，使列車前進，車體只需負擔乘客及供電、行車安全系統的重量，可增加載客量，更可以減少爬坡時的下滑力，提升列車速度並提升行車安全。線性馬達捷運因捨棄掛軸馬達，車下空間及車輪輪徑可以縮小，降低車輛高度，減少車廂斷面，若應用在地下捷運系統，可減少隧道開挖面。此外，爬坡能力可提升至 6%以上，最小轉彎半徑約可達 35~70m，並可以自動駕駛 (ATO)。

列車一般由 2~8 車廂組成，最高時速可達 100 公里/小時，採自動駕駛 (ATO)，平均營運速度為 25~40 公里/小時，單向尖峰小時運量為 15,000~40,000 人次。

目前使用線性馬達的捷運系統有：加拿大溫哥華 Sky Train、多倫多 Scarborough RT、馬來西亞吉隆坡 Putra 線、美國紐約 JFK 機場 Air Train、中國北京捷運機場快線(以上為加拿大 Bombardier 建造，為線性馬達捷運技術創造者)。日本亦有多項案例，但主要應用於高運量捷運上，如東京都營地下鐵大江戶線、大阪市營地下鐵今里筋線等，主要廠商包括 Hitachi (日立)、Kawasaki (川崎)、Nippon Sharyo (日車)等。

## (二) 膠輪捷運 (Rubber-Tyred Metro System)

膠輪捷運多為自動導軌運輸 (AGT) 與單軌捷運 (Monorail) 系統，其優點為噪音較小、爬坡能力好且轉彎半徑較小，但多屬專利技術，備品可取來源少，整體維修成本較高。

與鋼軌鋼輪捷運系統相比，膠輪捷運系統的特性有：

- 膠輪載重能力較差，列車載客容量相對低於鋼輪系統。
- 營運速率較低，一般為 35 公里/小時，最高速率約 80 公里/小時。
- 膠輪行駛噪音較鋼軌鋼輪系統低。
- 膠輪摩擦力較大，因此加減速較高，利於較短站距營運。
- 膠輪摩擦力較大、咬地能力較強，列車爬坡能力較佳 (可達 10% 以上)，且可行駛較小之轉彎半徑 (一般可在 50 公尺以下)。
- 輪胎摩擦力較大，行駛動能浪費較多，輪胎損耗速度快，更換次數頻繁，致膠輪系統的維修保養費用較鋼軌鋼輪系統昂貴。
- 膠輪在嚴冬冰雪氣候下易喪失其高牽引力。
- 鋼軌鋼輪系統部分規格已具國際共識，如標準軌距等，膠輪系統的供應廠商則各有互不兼容的專利規格，一旦決定變更膠輪系統供應商時，等同要完全重置全線系統設備。如臺北捷運文湖線從 Matra 公司更換成 Bombardier 後，車輛及機電系統即須全面更換為 Bombardier CITYFLO650 控制系統，磨合期間易產生不適應性。

以下分別說明自動導軌運輸及單軌捷運系統。

### 1. 自動導軌運輸 (Automated Guideway Transit, AGT)

AGT 系統均為具有專利之列車自動駕駛系統 (ATO)，行駛於立體交叉之專用路權上，以橡膠輪胎支撐及導引輕型車廂行駛於混凝土路面的專用路權上，一般由 1~6 節車廂組成一列車，最高時速約 60~80 公里/小時，平均營運速度為 25~35 公里/小時，單向尖峰小時運量約為 5,000~30,000 人次，車廂大小一般比高運量鐵路捷運系統小，因此，車體較輕，可使建造成本減少。

自動導軌系統應用案例甚多，為現今中運量捷運系統主流型式之一，包括德國 Siemens VAL (Vehicule Automatique Leger) 系列 (原為法國 Matra 開發，後由 Siemens 併購)，以及日本 NTS 新交通系統 (New Transit System)，相關案例如法國里耳、巴黎、日本東京、橫濱、大阪、神戶等，臺北捷運木柵線原本亦是採用 Matra 公司的 VAL 系列。

### 2. 單軌捷運 (Monorail Rapid Transit)

單軌捷運為一利用單一的軌梁完成車廂的支承及導引作用，因

為軌路所佔之空間不大，可以減輕建造成本。早期的單軌捷運多應用於遊樂區，路線長度多僅在 5 公里以下，現今則已作為新市鎮、副都心、山丘地區、港口、機場等聯外接駁線的選項之一，路線營運長度可達 15 公里以上。單軌捷運一般分為跨座式與懸掛式兩種，其特色為占用道路空間小、採橡膠輪，爬坡能力佳，列車聯掛輛數多在 6 輛以內，單向尖峰小時運量約為 5,000~20,000 人次，部分新型的單軌捷運已升級為列車自動駕駛系統(ATO)，最高時速約 80 公里/小時，平均營運速率可達 30~40 公里/小時。

單軌捷運之應用案例包括澳洲雪梨及馬來西亞吉隆坡的市區捷運系統，以及日本東京羽田機場、多摩市、千葉、湘南江之島等。

### 7.1.2 系統技術型式選擇

依據第六章運量預測結果，三鶯線最大站間運量約為 8,816 人次/小時/單向，如延伸至八德段後，最大站間運量約為 9,893 人次/小時/單向。在系統運能上，中運量捷運系統及輕軌運輸、公車捷運可滿足需求。

捷運系統特性分析大致上可從路權、營運特性、系統能力、導軌方式、支撐系統與動力系統來說明。以下將中運量捷運系統區分為鋼軌鋼輪與膠輪系統，納入在運能服務上具重疊替代性的輕軌、公車捷運等半大眾捷運系統，彙整其主要技術型式、營運特性及工程需求如圖 7.1-1 及表 7.1-1 所示。

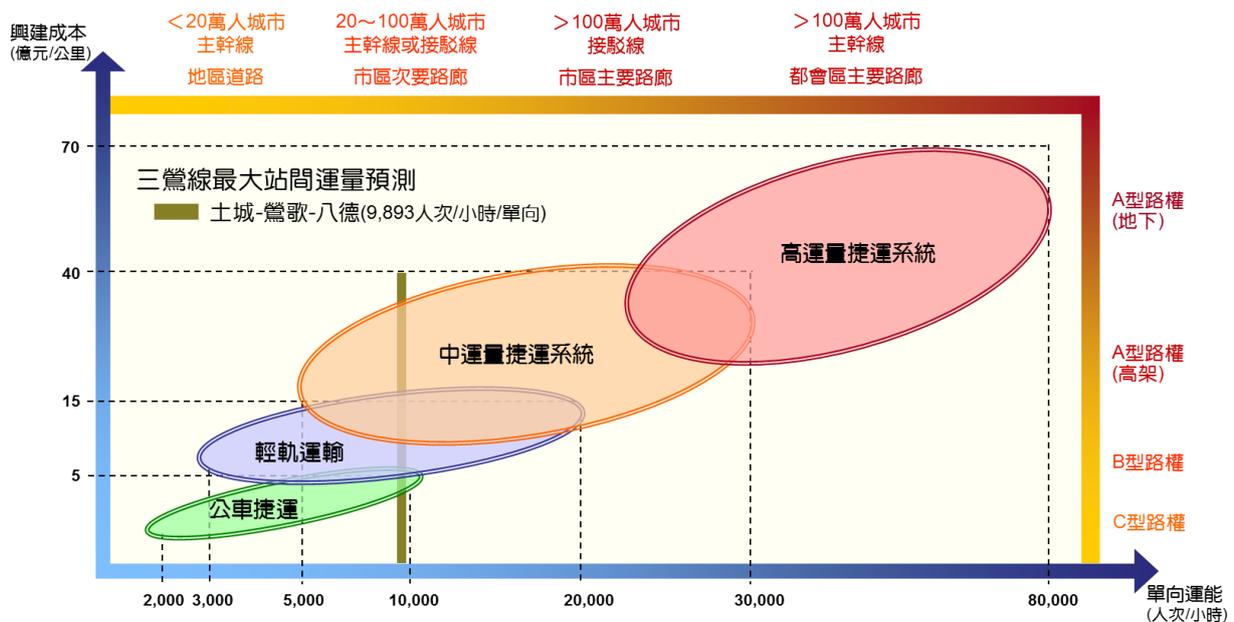


圖 7.1-1 三鶯線(含延伸桃園八德段)運量預測與系統型式選擇關係圖

表 7.1-1 中運量捷運與半大眾捷運系統型式、營運特性與工程需求

系統型式	中運量捷運系統				半大眾運輸系統	
	輕軌捷運 (LRRT)	線性馬達捷運 (LIM Metro)	自動導軌運輸 (AGT)	單軌捷運 (Monorail)	輕軌運輸 (LRT)	公車捷運 (BRT)
輪軌型式	鋼軌鋼輪		膠輪		鋼/膠輪	膠輪
路權型式	專有/隔離	專有/隔離	專有/隔離	專有/隔離	隔離/共用	隔離/共用
平均站距	市區 800~1,000m 市郊 <2,000m	市區 800~1,000m 市郊 <2,000m	市區 800~1,000m 市郊 <2,000m	市區 800~1,000m 市郊 <2,000m	市區 500~800m 市郊 <2,000m	市區 500~800m 市郊 <2,000m
尖峰最短班距	1.5 min	1.5 min	1.5 min	2 min	2 min	2 min
單向路線容量	5,000~25,000 人次/小時	5,000~25,000 人次/小時	5,000~25,000 人次/小時	5,000~20,000 人次/小時	2,000~10,000 人次/小時	2,000~10,000 人次/小時
列車編組	1~6 節	1~6 節	1~6 節	1~6 節	1~6 節	1~4 節
最小轉彎半徑	50m	50m	30m	50~60m	18~25m	12~13m
最大爬坡度 (考慮舒適度)	6%	6%	6%	6%	6%	6%
列車長度	50~70m (4 節)	50~70m (4 節)	30~50m (4 節)	40~60m (4 節)	30~42m (4 節)	10~12m (單節)
車廂寬度	2.5~2.8m	2.65~3.2m	2.4~3.2m	2.5~3.2m	2.3~2.65m	2.54m
列車容量 (6 人/m <sup>2</sup> )	450~650 人 (4 節)	500~700 人 (4 節)	250~600 人 (4 節)	300~600 人 (4 節)	200~360 人 (4 節)	60~80 人 (單節)
最大速度	80~100km/h	80~100km/h	60~80km/h	80km/h	70~100km/h	100km/h
營運速度	25~50km/h	30~40km/h	30~40km/h	30~40km/h	15~30km/h	15~30km/h
營運型態	手控, 半/全自動	手控, 全自動	手控, 全自動	手控, 半/全自動	手控, 半/全自動	手控, 半/全自動
土建型式	平面/高架/地下	高架/地下	高架/地下	高架	平面	平面/高架
車站空間	600~2,000m <sup>2</sup>	600~2,000m <sup>2</sup>	600~2,000m <sup>2</sup>	500~2,000m <sup>2</sup>	450~600m <sup>2</sup>	30~330m <sup>2</sup>
月臺長度	60~150m	60~150m	100~180m	80~150m	40~60m	10~55m
收費系統	封閉系統	封閉系統	封閉系統	封閉系統	開放/封閉系統	開放/封閉系統
導引技術	鋼軌鋼輪	鋼軌鋼輪	導軌導輪	導軌導輪	膠/鋼輪	--
支撐技術	直立鋼輪	直立鋼輪	膠(鋼)輪	跨座或懸掛膠輪	直立膠/鋼輪	膠輪
供電系統	架空線、第三軌	第三軌	第三軌	第三軌	架空線、第三軌	--
電壓	750/1,500VDC	750/1,500VDC	750/1,500VDC	1,500/25,000 DC/AC	600/780VDC	--
號誌系統	號誌燈, 閉塞 號誌, ATP/ATO	號誌燈, 閉塞 號誌, ATP/ATO	號誌燈, 閉塞 號誌, ATP/ATO	號誌燈, 閉塞 號誌, ATP/ATO	號誌燈/ 優先號誌	號誌燈/ 優先號誌

資料來源：1. Helmut Gerndt, 99 中德輕軌電車系統經驗論壇書面資料。  
 2. 新竹市輕軌運輸系統規劃及建設執行計畫, 鼎漢工程顧問股份有限公司, 民國 88 年 9 月 13 日。  
 3. 公車捷運化設計手冊之研究(1/2)BRT 發展探討。  
 4. 萬大-中和-樹林地區捷運系統走廊研究規劃, 臺北市捷運工程局, 民國 94 年。  
 5. 本計畫資料蒐集整理。

捷運系統技術型式評選主要考量系統運能、工程條件、成本經濟性、技術成熟性、自動化程度、環境相容性等面向，說明如下：

## 一、系統運能

### (一) 適合運能

為避免系統容量不足，無法負荷該走廊之旅次運輸需求，降低服務品質；或系統容量太大，形成投資浪費，營運虧損，對於該走廊之旅運需求應加以適當預測分析，以評選合適之系統技術。惟運量預測涉及都市發展、土地使用、交通運輸政策及相關重大工程等諸多影響因素，包括大眾運輸路網結構及票價、公路路網、橋梁之闢建、人口社經方面之推估等，都會影響運量預估結果之合理性。

依據相關上位計畫，採用最新人口社經資料，並考量目標年鐵路及捷運路網，以及計畫沿線規劃推動中的各項土地開發計畫，分析預測本計畫路線運量。根據運量預測結果，顯示三鶯線全線(土城-鶯歌-八德段)最大站間運量為 9,893 人次/小時/單向，落於中運量捷運系統或半大眾捷運系統的服務區間，詳圖 7.1-1。惟已接近平面輕軌運輸及公車捷運之運能上界，若捷運沿線土地開發致路線服務運量有所成長，其服務運能恐不敷需求。

### (二) 擴充彈性

系統擴充彈性考量列車容量的擴充及路線規模的擴充。

#### 1. 列車容量擴充

公車捷運、輕軌運輸及中運量捷運系統於營運階段皆可採彈性編組方式調整列車容量，故均具列車容量擴充可行性。

由於相關的土建設施及機電系統須於規劃、設計階段即先行確認興建規模，主要依據路線目標年運量預測結果進行列車容量之評估，後回饋至相關建設需求，但仍應考量路線運量成長的可能性，故列車服務容量應保留提升之餘裕。

於土建設施方面，預留路線運量提升，增加列車編組時將涉及月台長度、車站設施空間及車站土地取得範圍之預留，將可能大幅增加計畫經費，在運量成長不如預期時則有投資浪費之虞，其中又以 A 型專有路權中運量捷運系統的影響最明顯。

另就機電系統考量，在建設初期即預留額外之牽引供電容量，所有整流變壓器、開關、電纜等設備材料額定均需加大，初期投資無端增加，且對長期用電均處於低負載率使用狀況，變壓器效率差，相對耗能嚴重，成本效益不佳。此外，號誌系統針對列車偵測等，在不同列車編組下亦有所不同，將需增設與調整，未來營運期間如需進行機電系統擴充，車輛、供電、號誌、月台門等之測試與試運

轉均有其困難度，且對營運之衝擊恐目前難以評估。

因此，在合理目標年運量預測下，列車容量之提升宜透過營運策略的調整，增加列車服務容量，如調整立位密度、尖峰服務班距或採用區間營運計畫，利用採購較為充裕之列車數，取代固定設施成本及耗損。

## 2. 路線規模擴充

三鶯線延伸桃園八德段即為三鶯線(新北市段)之路線擴充，延伸長度約 3.8 公里，就三鶯線長度、三鶯與八德地區發展關係的緊密性、地方民眾的期待及系統選擇與後續維護管理之考量，三鶯線兩階段之系統擴充應朝一車到底的方向規劃，而三鶯線(新北市段)係建議採中運量捷運系統。

中運量捷運系統有其專利性，不同廠商之機電系統無法相容，如要求原系統機電廠商擴充後續路段，如無任何契約條款限制下，可能因其已具系統營運優勢而報價甚高，另行公開招標則可能導致需全面更新原機電系統，大幅增加成本。

三鶯線延伸至桃園八德地區時，因涉及跨縣市及推動時間差異，為避免後續採購及系統相容困擾，目前三鶯線所辦理之統包標發包，已訂定機電系統之契約擴充條款。

## 二、工程條件

選擇適合之系統型式時，應考量系統之工程特性能否符合當地實質地形狀況及地貌環境特性。其中最重要的路線幾何要素中乃是平面線形之最小轉彎半徑及縱面線形之最大爬坡度。

### (一) 最小轉彎半徑

各類型中運量捷運系統、輕軌運輸系統及公車捷運系統的最小轉彎半徑依序為公車捷運(12~13m) < 輕軌運輸(18~25m) < 膠輪中運量捷運系統(30~50m) < 鋼軌鋼輪中運量捷運系統(50m)。本計畫平面線形之最小轉彎半徑以 60 公尺為規劃參數值。

### (二) 爬坡能力

中運量捷運系統、輕軌運輸及公車捷運系統的爬坡能力在考慮旅客舒適度下均可達 6%。初步檢視三鶯線全線(新北市+延伸桃園八德段)之最大爬坡度應在鶯歌沿中山高架橋跨臺鐵段及八德高架轉地下段，可控制在 5.5% 以下，故各類型中運量捷運系統或半大眾捷運系統在應用上皆無困難。

## 三、成本經濟性

半大眾捷運系統主要布設型式為平面 B 型路權，輕軌運輸及公車捷運的土木建設成本低於採高架或地下 A 型路權的中運量捷運系統；

機電車輛方面，則因系統本身車輛大小、長度、使用材質等不同而異，但因中運量捷運系統採用自動化程度高之設備，通常其機電設備成本較高；用地拆遷補償成本方面，三鶯線(新北市段)除三峽市區外，其餘行經道路寬度多僅 20 公尺，建議採高架型式，延伸桃園八德段則銜接桃園捷運綠線時，介壽路二段亦僅寬 20 公尺，交通流量大、兩側建物密集，採平面的半大眾捷運系統時須調整為 C 型路權，另將另衍生交通壅塞問題，降低大眾運輸服務水準。

土建與機電成本以中運量捷運系統較高，但因系統容量高，若運量上能有較多使用者搭乘，平均運人成本降低，仍為可行之系統。捷運沿線道路多段僅寬 20 公尺，配置雙向 4 車道，如採平面 B 型路權的輕軌運輸或公車捷運系統，勢必面臨道路拓寬課題，以沿線兩側建物密集情形，用地取得難度甚高，所需成本過大。因此就整體成本經濟性考量，以中運量捷運系統較適宜。

#### 四、技術成熟性

##### (一) 可靠度

各類系統技術式中，以輕軌電車系統使用之歷史最久、公車系統使用最普遍，其技術之成熟已無庸置疑。

中運量捷運系統多為近年配合各都會發展型態所衍生，但因其具有發展優勢，於各大城市均有許多發展案例，如輕軌捷運系統雖為最近年開始推行之技術，惟基本上諸多機電設備仍採用傳統技術型式，亦無技術使用之顧慮。中運量自動導軌系統及線性馬達捷運發展較晚，但部分系統已有十數年之使用經驗，尤其是日本、法國及加拿大之系統逐漸推廣至其他地區，並企圖將其規格建立標準化，其技術已漸趨成熟。臺灣近年所推動建設的捷運系統，如臺北捷運文湖線、環狀線、臺中捷運系統等，亦均屬中運量捷運系統型式。故就技術可靠度而言，中運量捷運系統與輕軌運輸均具可行性。

##### (二) 安全性

一般而言，A 型專用路權的營運安全性要高於平面 B 型混合路權的公車捷運及輕軌運輸，目前中運量捷運系統多已可採用全自動無人駕駛，更可提升其安全性。

##### (三) 提供技術廠商數

公車捷運、輕軌運輸的技術供應廠商家數甚多，中運量捷運系統以傳統鋼軌鋼輪系統的發展最成熟，供應廠商數最多，其次為自動導軌運輸系統，線性馬達捷運及單軌捷運較少。

## 五、自動化程度

中運量捷運系統因均屬 A 型專用路權，自動化程度普遍優於輕軌運輸及公車捷運。

各類型中運量捷運系統可採無人駕駛，自動化程度最高，可減少人為操作疏失，並節省營運人力成本。一般來說，自動化程度高之設備，其折舊成本較高，因此，此項因素並無絕對之優劣性，須一併於成本項目及技術成熟性加以考量。

## 六、環境相容性

### (一) 空氣汙染

中運量捷運系統、輕軌運輸系統均採電力推動，無空氣汙染之虞。目前公車捷運完全採電力能源者尚不普及，購車成本高於其他汽柴油或油電混合車輛，空氣汙染程度相對而言高於捷運車輛。

### (二) 噪音汙染

公車捷運、輕軌運輸之噪音汙染最小，高架中運量捷運系統的鋼軌鋼輪捷運相對於膠輪捷運之噪音量較高。以本計畫沿線多段路寬僅 20 公尺，噪音衝擊為重要評估項目。目前高架捷運系統主要的噪音防制措施包括音源控制(車輛或軌道結構材料改善)、路徑控制(設置隔音牆)、受體控制(設置緩衝帶、建物退縮及隔音工程等)。

鋼軌鋼輪系統的主要噪音來源為輪軌接觸產生，尤其在轉彎段，目前相關供應商針對軌道與車輛之減噪設計包括彈性鋼軌、道旁潤滑器、浮動道床、減振環、彈性車輪(減振減噪車輪)、吸振器等，在日本、義大利等實際營運案例中已應用多年且有不錯成效。

### (三) 景觀衝擊

A 型路權、高架中運量捷運系統對於城市景觀影響較大，B 型路權、平面輕軌運輸系統的架高線次之，公車捷運對於景觀衝擊最小。

### (四) 交通衝擊

A 型路權、高架中運量捷運僅需佔用平面道路落墩空間，B 型路權的平面輕軌運輸、公車捷運則因需佔用道路雙向各一專用車道，對於平面交通的影響明顯。考量三鶯線沿線道路寬度及車道數，採平面 B 型路權的輕軌運輸或公車捷運系統佔用雙向各 1 車道的可行性甚低。

## 七、系統型式綜合評估

綜整中運量捷運系統及輕軌運輸、公車捷運，有關運輸功能、路線線形限制等工程條件、成本經濟性、技術成熟性、自動化程度、環境相容性等因素後，整理如表 7.1-2 所示，並說明如下。

- (一) 三鶯線延伸至桃園八德地區後，最大站間運量為 9,893 人次/小時/單向，已接近輕軌運輸與公車捷運一般可提供的服務運能上限(10,000 人次/小時/單向)，故以中運量捷運系統較佳。
- (二) 工程條件之平縱面線形配合三鶯線沿線環境條件，以最小轉彎半徑 60 公尺及最大爬坡度 5.5% 規劃，可適用中運量系統及半大眾捷運系統。
- (三) 成本經濟性以輕軌運輸及公車捷運較佳，但平面 B 型路權將大幅增加道路拓寬之用地成本，可行性低。
- (四) 技術成熟性在公車捷運、輕軌運輸及中運量捷運系統上，因發展已久且均有多國案例，均具一定程度的可靠度與安全性。
- (五) 自動化程度以中運量捷運系統較佳。
- (六) 環境相容性上，平面 B 型路權的公車捷運及輕軌運輸噪音、景觀衝擊較低，但因三鶯地區既有道路路寬 20 公尺限制且道路拓寬不易，布設之交通衝擊過大，可行性低；A 型路權中運量系統高架立墩所需空間較少，交通衝擊較小，噪音衝擊則可透過隔音牆、彈性鋼軌、道旁潤滑器、浮動道床及車輪減振設計(如減振環、彈性車輪、吸振器或其他減振技術)來降低輪軌噪音源。整體而言，環境相容性以中運量捷運系統較佳。
- (七) 經綜合評估，公車捷運、輕軌運輸雖在工程條件、成本經濟性、技術成熟性上表現較佳，但其運輸功能不敷三鶯線延伸桃園八德段之成長需求，且平面專用車道布設之交通衝擊大幅降低其系統選擇可行性，建議予以排除。

而中運量捷運系統之服務運能可滿足三鶯、八德地區長期發展，且較能克服地區道路條件限制，建議三鶯線延伸桃園八德段延續「三鶯線綜合規劃」評估結果，全線採用中運量捷運系統為後續推動之系統型式。

表 7.1-2 中運量捷運與輕軌運輸、公車捷運系統型式比較評估

系統 型式	中運量捷運系統		半大眾捷運系統	
	鋼軌鋼輪	膠輪	輕軌運輸 (LRT)	公車捷運 (BRT)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 輕軌捷運(LRRT)</li> <li>■ 線性馬達捷運(LIM Metro)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 自動導軌運輸(AGT)</li> <li>■ 單軌捷運(Monorail)</li> </ul>		
運輸功能	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 新市鎮聯外系統</li> <li>■ 與既有鐵路或高運量捷運之接駁系統</li> <li>■ 中型城市主要運輸走廊</li> <li>■ 大型都會區次要運輸走廊</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 新市鎮區內及聯外系統</li> <li>■ 與既有鐵路或捷運之接駁系統</li> <li>■ 中小型城市運輸路網</li> <li>■ 大型都會區次要運輸走廊</li> </ul>	
服務運能 (單向每小時)	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 5,000~25,000 人次</li> <li>■ 滿足三鶯線延伸至桃園八德地區運輸需求</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 2,000~10,000 人次</li> <li>■ 三鶯線延伸至桃園八德地區之運能較不足</li> </ul>	
最大爬坡度 (考慮舒適度)	6%	6%	6%	6%
最小轉彎半徑	50m	30~50m	18~25m	12~13m
工程條件	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 平縱面線形符合系統條件</li> <li>■ 地區道路寬度不足，較適於採高架 A 型路權</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 平縱面線形符合系統條件</li> <li>■ 地區道路寬度不足，不適宜採平面 B 型路權</li> </ul>	
成本經濟性	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 土建、機電成本較高，但可由較多旅客量分攤</li> <li>■ 營運維修成本較膠輪低</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 土建、機電成本較高，但可由較多旅客量分攤</li> <li>■ 營運維修成本較鋼輪高</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 土建、機電成本較低</li> <li>■ 考量維持平面交通之道路拓寬時，用地取得成本較高</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 土建、機電成本最低</li> <li>■ 考量維持平面交通之道路拓寬時，用地取得成本較高</li> </ul>
技術成熟性	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 發展成熟，輕軌捷運全球使用案例多</li> <li>■ 線性馬達具專利技術，營運後勤維修備品較特殊，相對使用案例較少</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 發展成熟，全球使用案例多</li> <li>■ AGT 具專利技術，營運後勤維修備品較特殊</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 發展成熟，全球使用案例多</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 發展成熟，全球使用案例多</li> </ul>
自動化程度	可採全自動無人駕駛， 自動化程度高	可採全自動無人駕駛， 自動化程度高	中	低
可靠度	高	高	中	低
安全性	高	高	中	中
容量擴充彈性	中	中	高	高
噪音影響 (車外)	中 (鋼輪約 88dBA)	低 (膠輪約 72dBA)	中	低
空氣污染	低	低	低	中
景觀相容	低	低	中	高
交通衝擊	低	低	地區道路寬度不足，B 型路權交通衝擊高	
綜合評估	建議方案		--	--

資料來源：本計畫整理。

### 7.1.3 與三鶯線系統整合策略

捷運三鶯線規劃目標之一即為藉由捷運路網的整合，串連北桃都會區、促進大漢溪南側廊帶之城鎮發展。三鶯線(新北市段)於土城端銜接臺北捷運土城線，三鶯線延伸桃園八德段於八德端銜接桃園捷運綠線，就運輸功能層面，應以同一系統型式興建；而三鶯線(新北市段)長 14.29 公里，共設 12 座車站、1 座機廠，三鶯線延伸桃園八德段長約 3.8 公里，設置 2 座車站，在計畫規模上，三鶯線延伸桃園八德段系統型式選擇應與三鶯線(新北市段)相同，並採一車到底的方向規劃，避免因選擇不同型式須於兩階段分段點(LB12 站)採轉乘策略，而另外考量延伸段之維修基地用地、列車營運計畫、行車控制策略及轉乘設施、緊急疏散空間等。

後續考量三鶯線全線(新北市段+延伸桃園八德段)一車到底之原則辦理相關研析作業，主要之規劃整合包括車輛規格及土建、機電工程。

#### 一、車輛規格整合

三鶯線延伸桃園八德段之車輛基本規格延續「三鶯線綜合規劃」之評估與建議，以做為續辦理路線線形、土建設施、車站月台之規劃及工程經費估算之參考依據，詳表 7.1-3。

#### 二、土建工程整合

三鶯線延伸桃園八德段之土建工程標準延續「三鶯線綜合規劃」之設定。軌道路線設計標準研擬係考量安全行控、舒適行車，最低噪音與振動、最低生命週期成本與車輛特性等因素，進而維持旅客的行車安全及舒適。本計畫定線標準除參考國外相關資料外，並參考臺北捷運環狀線、萬大線及臺中捷運捷運系統資料，再考量本規劃路線之道路實質條件，研訂定線標準建議臚列如表 7.1-4。

#### 三、機電系統整合

三鶯線(新北市段)設計、施工將採統包方式辦理，目前統包契約已訂定業主保留未來向廠商後續擴充三鶯線延伸桃園八德段機電系統之權利，擴充項目包含機電系統，包括但不限於車輛、號誌系統、供電系統、通訊系統、自動收費系統、軌道工程設計及施工。後續採購之期間為三鶯線(新北市段)統包契約簽約日起 8 年內完成，依「三鶯線綜合規劃」成果，機電工程項目摘要如表 7.1-5。

#### 四、營運計畫整合

三鶯線延伸桃園八德段之營運計畫依據「三鶯線綜合規劃」(104 年 6 月核定)之設定，LB01~LB08 段站間運量較高，採用 LB01~LB08、LB01~LB14 發車之區間營運模式，加密 LB01~LB08 段班距。

另「三鶯線綜合規劃」考量線形條件，沿線地區道路寬度較小，兩側建物多無退縮，地形環境起伏較大，有多處小轉彎半徑( $R < 100m$ )

共 10 處)及跨越國道、鐵路、台地等升降坡，加減速較頻繁，經初步模擬後，採用 30km/h 為「三鶯線綜合規劃」營運速率之設定值。本計畫畫三鶯線延伸桃園八德段為三鶯線(新北市段)之延伸，相關線形參數、系統型式及營運基本參數沿用三鶯線(新北市段)之設定。由於目前三鶯線(新北市段)進入統包設計興建階段，平縱面線形較為確定，可降低部分不確定性風險，但仍需保留後續延伸桃園八德段之設計、施工及營運彈性，本計畫營運速率提升至 31km/h。

**表 7.1-3 三鶯線延伸桃園八德段車輛規格參數規劃**

規格項目	三鶯線規劃參數值	備註
輪軌型式	初步建議為鋼軌鋼輪	依系統型式評估結果
最小轉彎半徑(主線)	60m	「三鶯線綜合規劃」檢討平面線形
最大爬坡度(主線)	5.5%	「三鶯線綜合規劃」檢討縱面線形
尖峰班距	2~4 分鐘	參考臺北大眾捷運公司之服務指標： 1. 尖峰平均班距為 2~4 分鐘 2. 離峰平均班距為 4~7 分鐘
列車容量	330 人/列 (列車長 40m，立位 6 人/m <sup>2</sup> )	「三鶯線綜合規劃」建議值
最大服務運能	≥9,900pphd	目標年尖峰最大站間運量為 9,893 人次/小時/單向，尖峰班次 30 班(9,893/330=30.0)，尖峰班距 2 分鐘(60/30=2)
列車長	≤40m	依「三鶯線綜合規劃」評估，考量最大站間運量，在車寬 2.65m、尖峰班距 2 分鐘、列車容量 330 人之情境設定
列車寬	2.5~2.8m (規劃採 2.65m)	參考國內外案例及鋼軌鋼輪中運量捷運車輛主要供應商之產品型式
列車高	3.3~3.8m	參考國內外案例及鋼軌鋼輪中運量捷運車輛主要供應商之產品型式
車廂內淨高	2.0~2.1m	參考國內外案例及鋼軌鋼輪中運量捷運車輛主要供應商之產品型式
列車編組	2~3 車廂/列 (視車輛規格調整)	參考國內外案例列車長 40m 之編組設定
設計速度	80km/h	依一般中運量捷運系統設計速度
最大營運速度	70km/h	依一般中運量捷運系統最大營運速度
平均營運速度	31km/h	參考「三鶯線綜合規劃」設定 30km/h，本計畫延伸段調整為 31km/h
最大營運加速度	1.0~1.3m/s <sup>2</sup>	依一般中運量捷運系統特性
最大營運減速度	1.0~1.3m/s <sup>2</sup>	依一般中運量捷運系統特性
緊急煞車率	≥1.3m/s <sup>2</sup>	依一般中運量捷運系統特性
最大軸重	12 噸	「三鶯線綜合規劃」建議值

資料來源：本計畫整理。

表 7.1-4 三鶯線延伸桃園八德段路線軌道線形及設計準則建議

項目	參考數據	備註
設計速率	80km/h	延續「三鶯線綜合規劃」
直線段軌距	1,435mm	延續「三鶯線綜合規劃」
軌道中心距		
直線段(m)	4.15m	
袋式軌區(m)	4.15m	
剪式交叉橫渡線區(m)	5.50m	6.00m，採用可動岔心道岔時
超高		
最大超高度 (Cmax)(mm)	130mm	
最大超高不足量 (Cd max)	90mm	
坡度及豎曲線		
直線段最大坡度(%)	5.50%	延續「三鶯線綜合規劃」
道岔最大坡度(%)	0.03%	
袋式軌建議最大坡度(%)	0.00%	
車站最大縱坡度(%)	0.30%	
直線段最小垂直曲線半徑(m)	1,000m	
曲線段最小垂直曲線半徑(m)	1,500m	
最短螺旋曲線長度(m)	15m	
不必設螺旋曲線半徑(m)	≥ 5,000m	
最小曲線半徑(Rmin)(m)	主線 60m 機廠 50m	延續「三鶯線綜合規劃」
反向曲線間最短直線(m)	15m	
圓曲線最短長度(m)	13.9m	

註：表列數據為本階段執行時所必要使用之參數，設計階段應依所採用之車輛系統，依其特性需求及實際狀況訂定線形與相關設計準則。

表 7.1-5 三鶯線綜合規劃機電工程摘要

機電工程項目	說明
行車監控系統	採新一代號誌通訊式列車控制系統(CBTC)。
供電系統	考量操作安全性、維修安全性、供電調度性、可靠度及經濟性、各營運路線上電氣之獨立性、適用於一般環境條件、設備標準化。
通訊系統	1. 維持列車操作所需的語音及資訊交換，包含：電話系統、無線電系統、傳輸系統、其他設施。 2. 提供旅客行車及相關訊息，包含：公共廣播系統、電話系統、其他設施。 3. 提供於緊急時聯絡及確認之工具，包含：電話系統、無線電系統、閉路電視系統、旅客緊急呼叫器、旅客緊急對講機。 4. 提供平常行政和養護連絡工具，包含：電話系統、無線電系統。 5. 重要路由或設備應採雙套相互備援的原則、系統或設備容量應考量未來的擴充性、朝向使用模組化及標準化產品的原則。
電梯及電扶梯系統	配合車站之空間配置，提供良好之動線環境，車站各出入口以同時設置上下行電扶梯為原則。
自動收費系統	包括車票、自動售票機、自動閘門、捷運車票處理設備、現金處理設備、捷運電腦處理設備，建議採用封閉式、非接觸式電子自動收費系統，配合閘門控制車站付費區進出之旅客量。

## 7.2 工程技術可行性分析

### 7.2.1 地形與地質現況分析

#### 一、地形

本計畫(延伸桃園八德段)位於桃園市八德區轄境，東起八德區大發里與大湳里交界、縣道 110 乙線與鄉道桃 46 線交會處，西迄八德區(大湳地區)都市計畫區與桃園捷運綠線相接，位處桃園台地群之東南隅，地形上屬桃園台地地形區之桃園台地。

桃園台地地形區位於台灣西北部麓山帶丘陵之西側，北起林口台地南緣之南崁溪，南至新竹北部之鳳山溪，東以大漢溪與中新世地層相鄰，西達桃園、新竹間之海岸，與主要分布於桃園市境內之桃園台地、中壢台地、平鎮台地、伯公崗台地、湖口台地及林口台地合稱為「桃園台地群」(詳圖 7.2-1 所示)。

桃園台地為古石門合成沖積扇之一部份，其沖積扇原面被南崁溪、新街溪等扇面上之放射河系切割成為一河成台地。台地以 100 公尺左右之台地崖與較高之林口台地相接，並以 20~40 公尺之台地崖(標高約 250 公尺)與西南側較高之中壢台地相接，桃園即座落於此台地之上。此台地南由石門之北北西約 1 公里處起，大致向北北西呈弧形之帶狀分布，地形面亦向北緩緩傾斜，東西寬約 6 公里，南北長約 31 公里。而在台地西緣、近河流出海口區域則以河川搬運之泥砂及礫石堆積而成之沖積平原為主。

計畫所在區域之地勢除於桃園、中壢台地相接處因河成台地崖而有明顯西高東低之陡坡起伏外，於桃園台地區域內坡度甚小，整體呈現由東南向西北緩傾之勢。

#### 二、地層

依據經濟部中央地質調查所之區域地質資料，計畫路段所在地區之地質主要由更新世之桃園層、中壢層、及全新世沖積層所組成(地調所，民 89 年)。桃園層與中壢層皆係由紅土、礫石、砂及黏土所構成，紅土呈紅色或黃棕色；礫石主要為矽質砂岩其中混有矽質黑色頁岩，膠結物為泥沙有時被鐵質溶液所浸染。於本區礫石直徑通常在 10 至 30 公分之間，其上覆蓋之紅土層厚度可達兩米各處不等。根據塗明寬與陳文政(1990)所著的中壢圖幅說明書，礫石層與上蓋之紅土層間大致為漸移關係。全新世沖積層則主要為砂、礫石及泥，分布在茄冬溪、社子溪、新街溪週邊區域。

由蒐集所得既有鑽探資料顯示，此類地層於地表下約 2~3 公尺內以疏鬆至中等緊密之粉土質砂、或中等堅實之粉土質黏土為主，標準

貫入試驗 N 值於砂層部份約 3~29 下、黏土層部份約 5~8 下；其下則為夾有砂或黏土之礫石層，厚度大於 20 公尺，標準貫入試驗 N 值大於 100 下。其地下水位平均位於地表下 1~2 公尺以下，部份地區則深達地表下 3~5 公尺間。

### 三、地質構造

本路線鄰近較重要之斷層構造為穿越八德區西南之新莊逆移斷層，以及平鎮南方之湖口逆移斷層。其中新莊逆移斷層為金山 - 新莊斷層之南段，呈東北走向（市川雄一，1931），黃鑑水等（1991）調查認為六十萬年以來本斷層似未再活動過，目前劃屬存疑性活動斷層。湖口斷層依 2010 年最新公佈之活動斷層分類，係劃列為「第二類活動斷層」，推測於六、七萬年前曾活動過，為一深度 2000 公尺以下的盲斷層，在近地表處以向斜軸的急折面向上延伸，於本計畫與路線之最南端相鄰。

計畫所在區域之相關地形及地質分布詳如圖 7.2-1 區域地形圖及圖 7.2-2 區域地質圖。

### 四、工程地質

依據蒐集所得既有鑽探資料顯示，計畫路段所在地區於地表下約 2~3 公尺內以疏鬆至中等緊密之粉土質砂、或中等堅實之粉土質黏土為主，標準貫入試驗 N 值於砂層部份約 3~29 下、黏土層部份約 5~8 下；其下則為夾有砂或黏土之礫石層，厚度大於 20 公尺，標準貫入試驗 N 值大於 100 下。其地下水位平均位於地表下 1~2 公尺以下，部份地區則深達地表下 3~5 公尺間。是以，有關計畫工址之地盤沉陷、受震液化及地質災害潛勢等工程地質課題分述如下：

#### (一) 地盤沉陷

由鄰近之既有鑽探調查成果可知，於計畫路線所在區域內除局部表層約 2~3 公尺以內有砂、粉土或黏土少量分布外，主要皆屬卵礫石質之地層，並無軟弱土層存在，初步研判應無地盤沉陷問題。惟仍建議於設計階段辦理更詳盡之鑽探調查與壓密沉陷分析以為確認。

#### (二) 受震液化

由於工址多屬堆積緊密、深厚之卵礫石層，且地下水位均位於卵礫石層內（即覆土層部份均無地下水存在），因此，本工程基址之地層應無發生液化現象之虞，惟仍建議於設計階段辦理更詳盡之鑽探調查與液化潛能分析以為確認。

#### (三) 地質災害潛勢

本計畫桃園八德段所在位置皆位於台地地形區，由路線鄰近範圍之潛在地質災害分佈概況可知（如圖 7.2-3 所示），本區段沿線皆無遭

遇順向坡、土石流、岩體滑動或岩屑崩滑等地質災害潛勢區，後續設計階段建議辦理更詳盡之地表地質調查以為確認。

依據交通部頒訂之「鐵路橋梁耐震設計規範」，計畫路線所在區域按震區劃分屬一般震區。是以，沿線之工址短週期之設計水平譜加速度係數( $S_{0.5}$ )為 0.6。

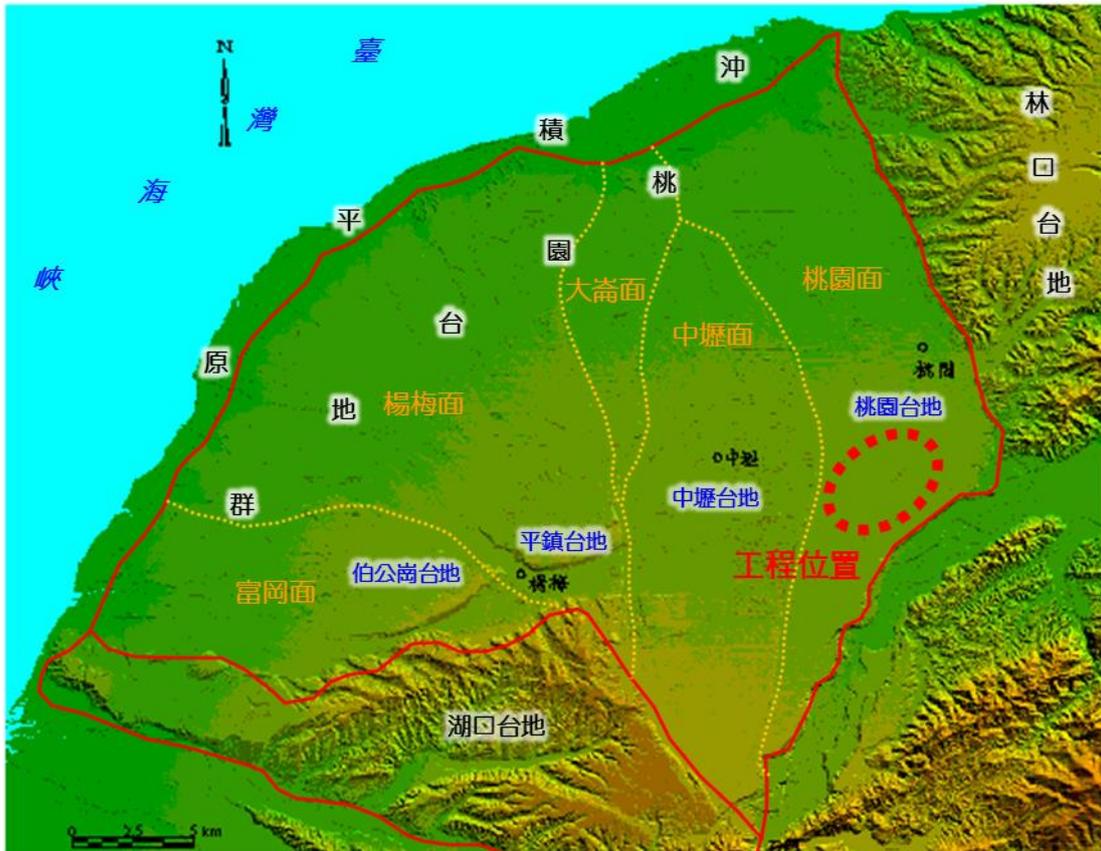
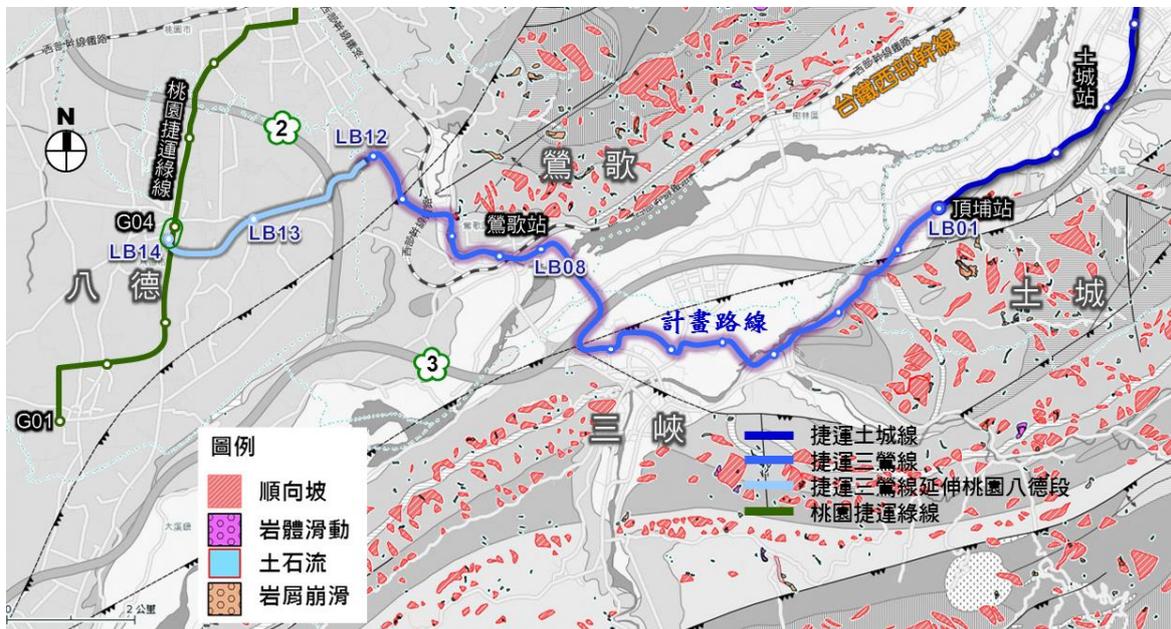


圖 7.2-1 區域地形圖



## 7.2.2 防洪排水工程

### 一、水文

本計畫(延伸桃園八德段)位於大漢溪集水區範圍，大漢溪屬中央管河川，主流長度 135 公里，流域面積 1,163 平方公里，鄰近本計畫之石門都市計畫後池至三峽河匯流點河段範圍係採 100 年重現期治理保護標準。主流流經本計畫範圍多為台地及平原地形，目前河道治理方式係依河川管理辦法，限制土地高度利用，減少洪水災害，並配合河道整治以期達到治理之目的，計畫道路鄰近相關水系詳如圖 7.2-4。



圖 7.2-4 計畫路廊鄰近水系圖

### 二、防洪排水工程

參照相關法規規定、都市雨水下水道及區域排水規劃報告，本計畫(延伸桃園八德段)各項排水設施設計保護標準詳如表 7.2-1 所示。

計畫路廊主要採高架橋梁方式行經桃園市八德區，並通過非都市計畫區、都市計畫區等不同型態之土地分區，延伸桃園八德段路廊並無通過重要區域排水路，但通過由桃園農田水利會轄管之桃園大圳、大南分渠及小大南分渠等灌溉水圳，受現況水文及地文條件等因素影響，後續設計階段針對跨越上述灌溉水路，須依桃園農田水利會渠寬及渠頂高程等規定，設計各排水路之構造型式並檢送審查。

表 7.2-1 各項排水設施設計保護標準

設施類別	重現期(年)	備註
路面排水設施 邊溝 幹支線系統	5 10	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 參照八德雨水下水道規劃報告</li> <li>■ 參照內政部營建署 98 年 11 月「下水道工程設施標準」</li> <li>■ 參照交通部 98 年 12 月「公路排水設計規範」</li> </ul>
跨越灌溉水圳設施 桃園大圳 大涵分渠 小大涵分渠	—	<ul style="list-style-type: none"> <li>■ 設計階段依桃園農田水利會規定設計各排水路之構造型式</li> <li>■ 設計成果檢送桃園農田水利會審議備查</li> </ul>

### 7.2.3 重要工程節點分析

#### 一、跨越國道 2 號大涵交流道

捷運建設之用地取得成本，往往佔建設經費相當大之比例，使得規劃路線方案之成本相對提高，故規劃路線大都選擇既有道路，配合現況道路路型布設，為避免路線於道路轉彎段侵入鄰房造成拆遷，多依據系統之特性，選擇以最小轉彎半徑布設曲線。本計畫(延伸桃園八德段)路線方案經檢討後，最小曲線半徑以 60 公尺、最大縱坡度以 5.5 % 為原則規劃。

延伸八德段之路線自 LB12 站沿福德一路跨越國道 2 號大涵交流道後接續往八德地區。由於國道 2 號拓寬及大涵交流道改善工程已完工，所增設匝道使用福德一路中央分隔島，捷運已無法落墩，交流道線形交錯複雜，現況環境與拓寬前差異甚大。



本計畫(延伸桃園八德段)針對捷運三鶯線跨越國道 2 號大涵交流道之線形規劃進行研析，以確保後續路線延伸八德地區之可行性。依據大涵交流道細部設計資料，共研擬四個方案(圖 7.2-5)分述如下，各方案綜合比較如表 7.2-2 所示。

##### (一)方案一：北側跨越一

路線經 C4 站沿福德一路行進至匝道 R4 入口前轉至福德一路北側，並沿匝道 L2 邊坡行進至匝道 L2 出口前，跨越國道 2 號至匝道 R1 後續沿匝道 R1 邊坡行至福德一路北側，至匝道 R1 出口處後再轉至福德一路中央分隔島行進。

路線縱面高程以國道 2 號主線為控制點，路線兩端以 2.39% 及 1.66% 坡度跨越國道 2 號，最高點約距地面約 20.0 公尺(圖 7.2-6)。

## (二) 方案二：北側跨越二

路線經 C4 站沿福德一路行進至匝道 R4 入口前轉至福德一路北側，並沿匝道 L2 邊坡行進後依續跨越匝道 L2、L4、國道 2 號、R3、R3T 及 R1，跨越匝道 R1 後續沿匝道 R1 邊坡行至福德一路北側，至匝道 R1 出口處後再轉至福德一路中央分隔島行進。

路線縱面以交流道匝道 R3 為控制點，路線兩端以 2.66% 及 1.66% 坡度跨越 R3，最高點約距地面 20.5 公尺(圖 7.2-6)。

## (三) 方案三：中央跨越

路線經 C4 站沿福德一路行進至匝道 R4 入口前轉至福德一路北側，並沿匝道 L2 邊坡行進至匝道 L2 及 R4 分流處後，依續跨越匝道 L2、R4、L4、環道 L3、國道 2 號、匝道 R3、R4、R3T 及 R1，跨越匝道 R1 後續沿匝道 R1 西側行至福德一路北側，至匝道 R1 出口處後再轉至福德一路中央分隔島行進。

路線縱面以交流道匝道 R4 為控制點，路線兩端以 4.35% 及 3.71% 坡度跨越 R4，最高點約距地面 27 公尺(圖 7.2-6)。

## (四) 方案四：南側跨越

路線經 C4 站沿福德一路行進至匝道 R4 入口前轉至福德一路南側，並沿福德一路南側行進後依續跨越匝道 L1、環道 L3、國道 2 號、匝道 R4、R2，跨越匝道 R2 後續沿匝道 R2 南側行至福德一路南側，至匝道 R2 入口處後再轉至福德一路中央分隔島行進。

路線縱面以交流道匝道 R4 高程為控制點，路線兩端以 3.12% 及 3.59% 坡度跨越 R4，最高點約距地面 25 公尺(圖 7.2-6)。

## (五) 綜合評估

綜合以上，整理如表 7.2-2，方案四高架橋高度為次高、景觀衝擊亦大，且用地取得困難度最高，故不建議。方案一、二、三在道路配合改善、施工期間交通維持及用地拆遷之影響差異有限，彼此差異為高架橋之高度及長度，方案一路線長度最長，曲線變化較多，較不利於營運且工程費亦高，但其縱坡較緩、跨交流道高程最低，景觀衝擊較小之優點，且路線沿既有匝道邊坡布設，施工器材及施工車輛之進出動線及施工性較佳；方案三路線位於福德一路路側，平面線形較為平順，施工動線良好且長度最短，惟跨越高度最高、景觀衝擊最大；方案二之優缺點則介於方案一與方案三間，因其橋梁高度適中，線形平順，故以方案二行經國道 2 號大湳交流道北緣作為建議方案。

建議方案(方案二)橋跨配置如圖 7.2-7，跨越匝道處設置三跨連續樑橋 2 座，跨徑分為 35m+70m+35m 及 60m+120m+60m，跨越國道主線則以 70m 鋼橋單跨跨越。

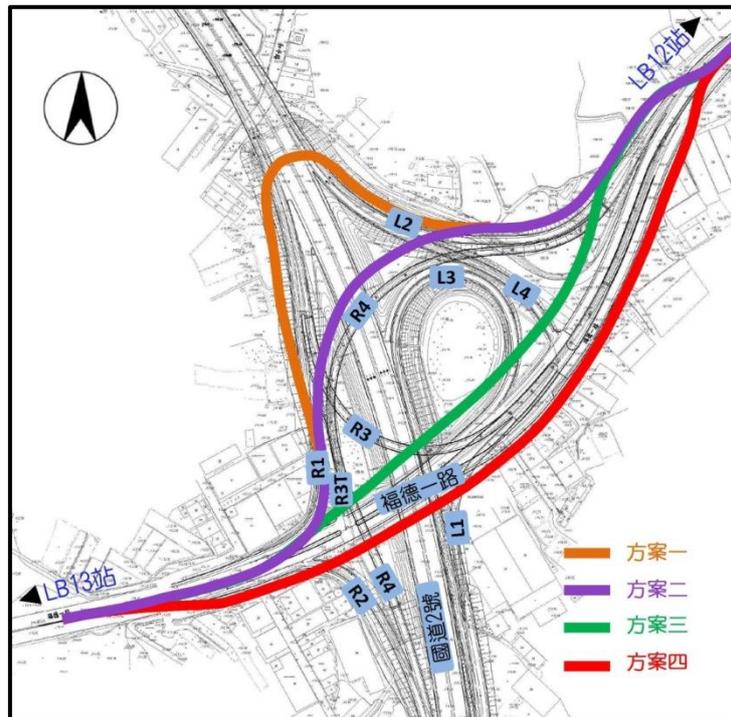
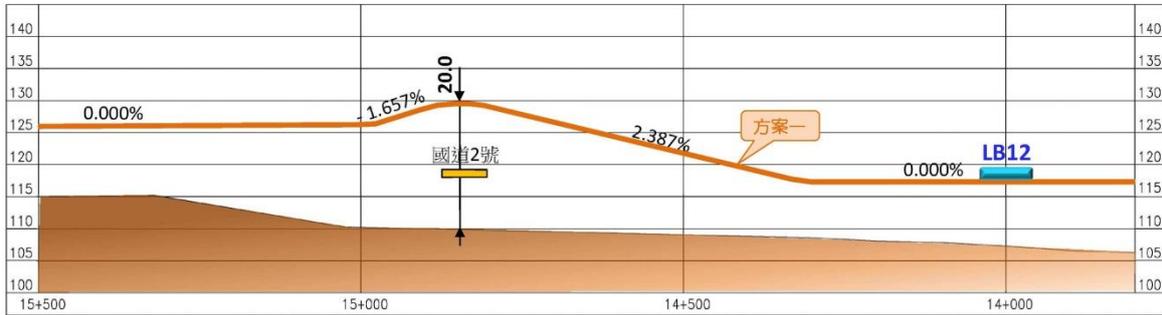


圖 7.2-5 跨越國道 2 號大湳交流道路線方案平面圖

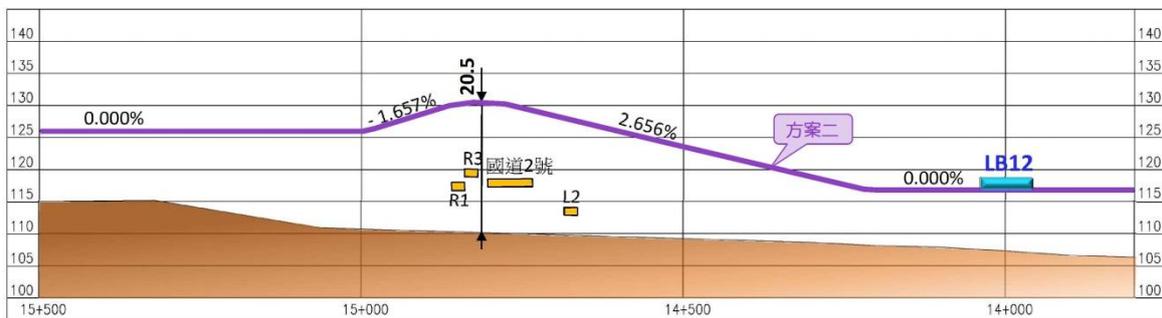
表 7.2-2 跨越國道 2 號大湳交流道方案比較表

評估項目		方案一 北緣跨越(1)	方案二 北緣跨越(2)	方案三 中央跨越	方案四 南緣跨越
路線幾何條件	長度	1,150m	975m	915m	940m
	平面線形	<ul style="list-style-type: none"> <li>6次曲線轉折</li> <li>正交跨越國2主線</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>3次曲線轉折</li> <li>多次斜交跨越國2主線及匝道</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>4次曲線轉折</li> <li>多次跨越國2主線及匝道</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>4次曲線轉折</li> <li>多次跨越國2主線及匝道</li> </ul>
	最大縱坡	2.39%	2.66%	4.35%	3.59%
	距地面高	20.0m	20.5m	27.0m	25.0m
	線形評估	<ul style="list-style-type: none"> <li>路線最長</li> <li>平面線形不佳</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>路線次長</li> <li>平縱面線形較適中</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>路線最短、最高</li> <li>縱坡度最大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>路線次短、次高</li> <li>縱坡度次大</li> </ul>
結構型式	<ul style="list-style-type: none"> <li>上部：多跨連續單室雙箱型鋼梁，並為保留養護防蝕塗裝空間，橋下淨高需大於6.1m</li> <li>下部：混凝土單柱型式，為避免影響交流道運轉，建議採井桶式基礎</li> </ul>				
施工性	路線沿既有匝道邊坡布設，僅跨越國2主線，施工性較佳	路線跨越國2及多處匝道，且施工空間受較多匝道路堤段阻隔，施工性較差		路線跨越國2及多處匝道，但匝道路堤段阻隔少，施工性次佳	
配套措施	交流道兩端之福德一路需配合捷運中央分隔島落墩加寬				
施工交維	跨越國道2號及既有匝道採夜間吊裝施作，以降低交通衝擊				
用地拆遷	無			新增用地約6,800m <sup>2</sup> 建物拆遷約2,100m <sup>2</sup>	
綜合評估	--	考量線形及用地，建議採方案二		--	--

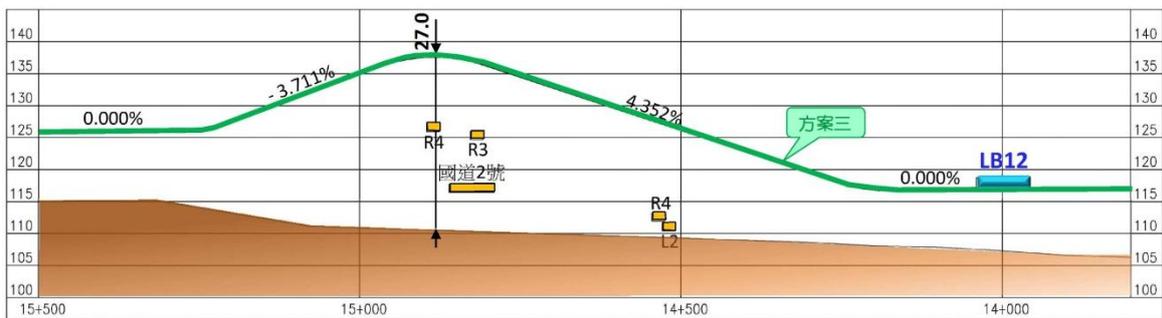
方案一



方案二



方案三



方案四

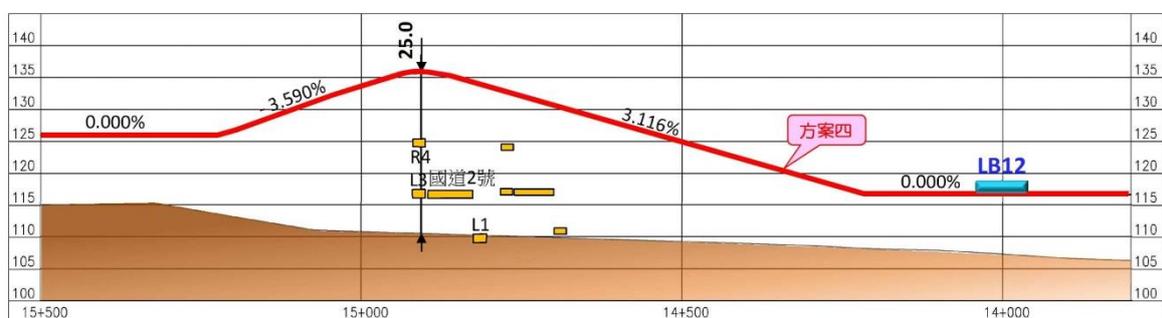


圖 7.2-6 跨越國道 2 號大湳交流道路線方案縱面圖

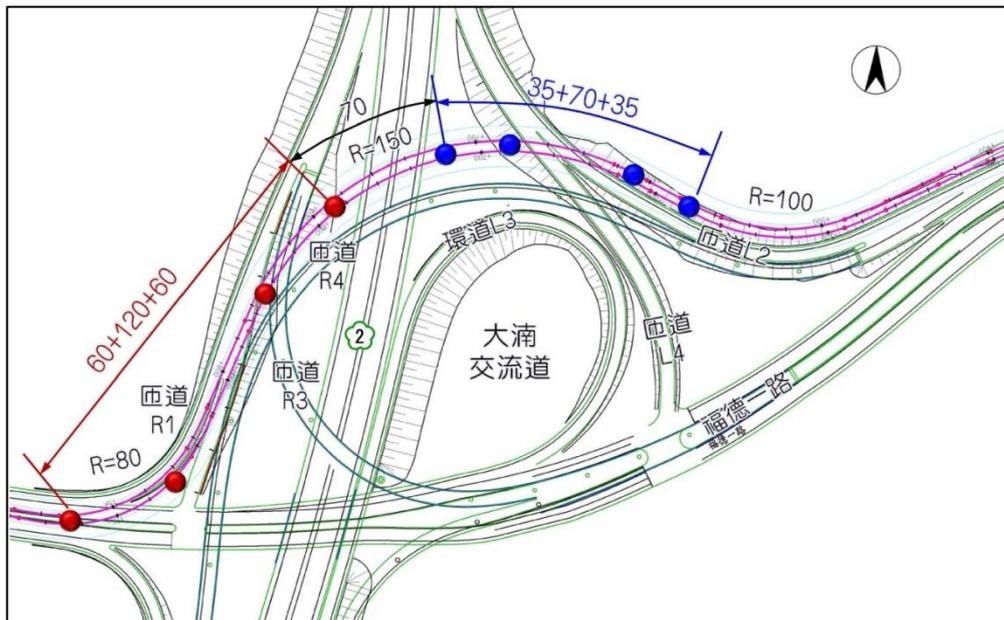


圖 7.2-7 跨越國道 2 號大浦交流道建議方案配置示意圖

## 二、捷運跨越豎腳埤段

捷運三鶯線延伸桃園八德段於和平路南側考量閃避工業區廠房、既有社區聚落等大量用地拆遷，規劃跨越豎腳埤北緣，如圖 7.2-8 所示。由於豎腳埤劃入內政部公告之「桃園埤圳重要溼地」範圍，屬於國家級濕地，後續將依「溼地保育法」相關規定辦理。

豎腳埤土地權屬為公私共有，公有地管理者為石門農田水利會八德工作站，主要功能為農田灌溉，後由八德區公所建置大浦水上樂園，現已荒廢。目前埤塘畔有一餐廳營業，也有利用水塘置網養殖魚類，部分民眾在此釣魚。

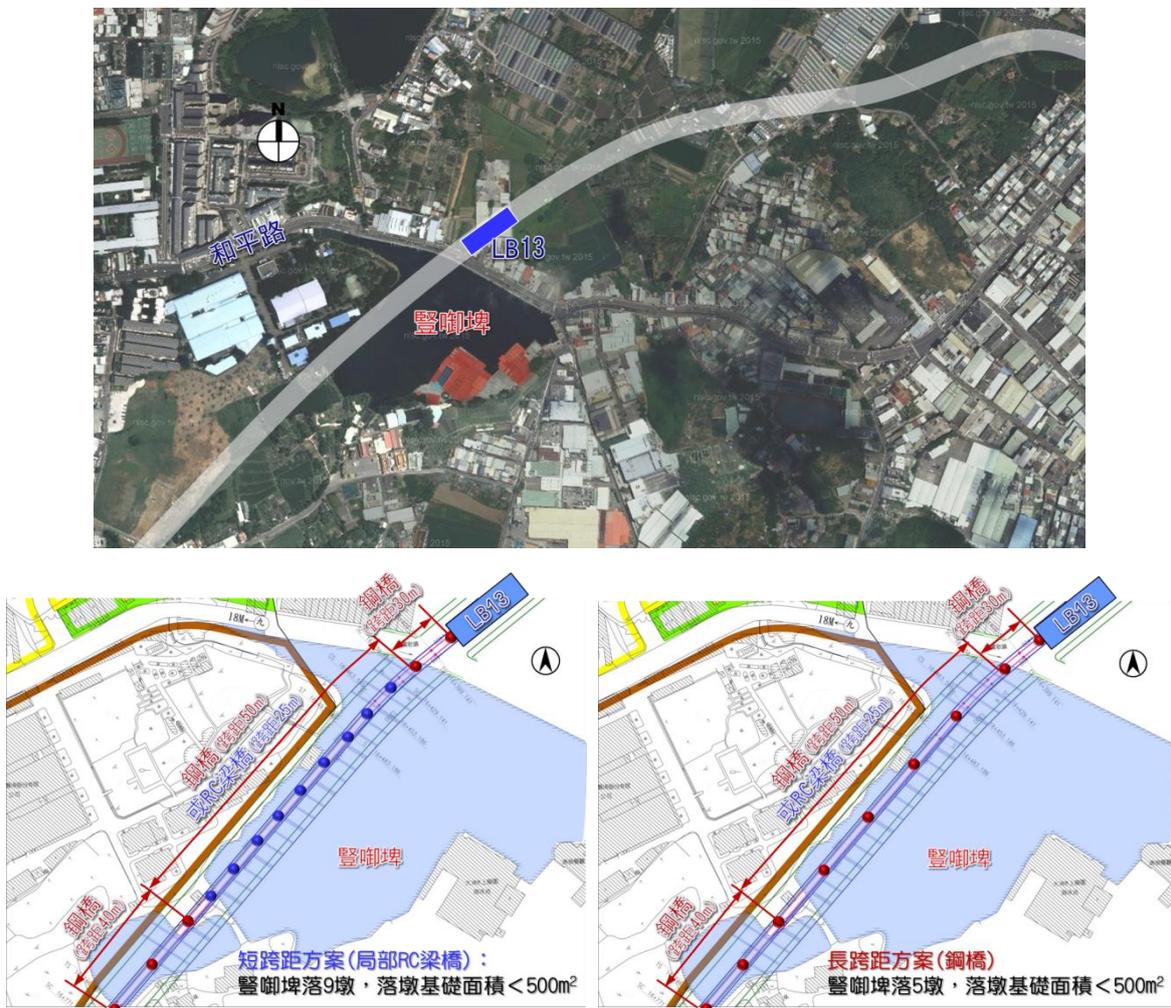
經民國 105 年 7 月初步蒐集豎腳埤水域生態資料，未發現保育類物種，均為一般種類。由於豎腳埤曾做為養殖使用，魚類以外來種居多(佔 62.5%)，包括吳郭魚、線鱧、鯉、豹紋翼甲鯰及短蓋肥脂鯉等；底棲生物以石田螺為優勢種，福壽螺(外來種)居次。整體而言，豎腳埤水域生態物種不豐，外來種入侵嚴重。

依本計畫規劃，捷運路線於和平路、豎腳埤北側設置 LB13 站，可服務八德大浦市區西南側及非都市計畫區大草厝聚落的民眾，同時鄰近和平路，提供聯外轉乘交通需求；路線再往南行避開豎腳埤中央水域，於埤塘北側緊鄰工業區高架跨越。初步規劃跨越豎腳埤以減少落墩數為原則，儘量減小佔用埤塘面積，並維持水流順暢。如比照一般路段採 RC 梁橋型式、跨距 25m 之短跨距方案，於豎腳埤水域約落 9 墩，或可採鋼橋型式、跨距 50m 之長跨距方案，於豎腳埤約落 5 墩，

不論採何方案，預估落墩基礎面積合計均小於 500m<sup>2</sup>，可減輕豎腳埤灌溉及防洪滯洪功能的影響。

捷運於豎腳埤施工期間，由於埤塘水深未逾 2 公尺，施工可於墩柱基礎位置打設鋼板樁，施做圍堰進行降水及開挖，並輔以鋼棧橋逐跨進行基礎及墩柱施作，橋梁上構則可採鋼橋吊裝、預鑄工法或懸臂工法，以減少對埤塘之影響。

本計畫「可行性研究」執行期間，於 105 年依「溼地保育法」提報濕地徵詢資料至內政部營建署審議，內政部重要濕地審議小組分別於 105 年 9 月 2 日、106 年 1 月 24 日召開 2 次專案小組會議。後續將依會議結論，俟行政院核定「可行性研究」後，「綜合規劃」階段再報內政部重要濕地審議小組審查。



## 7.2.4 路廊景觀及生態環境

八德區位於桃園市境東北側，屬台地地形，地勢平坦，為銜接桃園台地與臺北盆地之門戶。境內包括埤塘水圳及自然河川整合之水綠藍帶系統，以及都市綠地、農田和林地整合之生態綠資源網路，交織孕育了豐富的生態資源，並造就獨特之地景紋理。計畫區內多樣而豐富的遊憩據點，除可彰顯地區之觀光型態，亦可結合人文活動而形成地方特色據點。

### 一、景觀同質性與視域分析

藉由景觀元素所歸納而成之景觀同質性分析，可瞭解全區之景觀空間型態分布狀況，並以視域分析瞭解全路段之視覺品質。

本路線東起於鶯歌福德一路，跨國道 2 號大湳交流道至八德(大湳地區)都市計畫南緣。沿線景觀特色可區分為兩種景觀空間型態：



依據上述空間型態，可歸納出四種不同之景觀同質區：

- (一) 聚落景觀同質區：住宅、街道、學校、公園、農舍等，自然與人為交織穿插，景觀元素較為複雜。
- (二) 溪流水域同質區：河岸、溝渠、草澤地等，多為自然景觀元素，惟部分護岸較為人工，形成視覺衝擊，整體而言景觀同性高。
- (三) 農田埤塘同質區：農地、草荒地、雜林、魚塢及水塘等，皆為大面積自然景觀元素，視覺衝擊低，屬同質性最高之區域。
- (四) 工業區：大型廠房、高樓、廣場等，以人為景觀元素為主，建物量體大易成為視覺干擾元素，色彩多且量體多，景觀同質性相對較低。

過去八德區因地形平坦，以農業起家，至今仍存有大片農田與埤塘開放景觀，因此路廊範圍內整體視域開闊，僅部分雜林及零星聚落建物遮擋，形成較封閉之視域，全線視域之開闊程度詳圖 7.2-9。

## 二、景觀遊憩點分析

桃園市具有豐富的地形環境及自然開闊的視野，因此極具發展戶外遊憩的潛力，其中八德區位居桃園市中央位置，形成結合周邊觀光遊憩資源之樞紐，如五酒桶山、和平路老街、龍潭大池、大溪遊憩區…等，可發展完整之自然觀光休憩帶，目前基地周邊遊憩點尚有自行車道連結，除為當地居民帶來便捷的生活，更成為實踐綠色交通發展之契機。



圖 7.2-9 全線視域分析圖

## 三、整體生態環境分析

八德地區河流主要包含茄苳溪分支的連城溪以及霄裡分渠，近水邊形成濱溪植物構成之草澤環境，多為低矮灌叢或地被植物，故大面積天然樹林或次生林等環境稀少，以埤塘、農地、草生荒地為生態環境的主要結構，與街道路樹形成主要之生態棲地。



路線範圍內田野埤塘路段之植生為普遍常見之鄉土植物，而遍布全區之埤圳系統及低海拔半荒廢地的環境，亦成為桃園草、臺灣萍蓬草及長葉毛膏菜等稀特有植物的生長區域，可知在自然環境逐漸被開發為工業用地、住宅區域等人為環境的情形下，埤圳系統扮演本區植物生態上的重要庇護所之角色。既有植物種類詳圖 7.2-10。

本區水圳農田提供了動物重要的水域生活環境，如兩棲類、較依賴水域之爬蟲類、蜻蛉目類等棲所外，亦可見渡冬候鳥棲息。此外，桃園市埤圳系統亦被評選為國家重要濕地，因其具有蓄水、灌溉、防洪、養殖、生物棲息等價值，成為計畫區域中重要的動物棲地，造就許多不同種類的豐富物種，簡列本區域常見動植物種如圖 7.2-11：



圖 7.2-10 現況植物種類



圖 7.2-11 現況動物種類

#### 四、環境敏感分析

本計畫路廊範圍周邊多為農業耕地及草荒地，並有數條水系支流經過其中，而傳統農用埤塘所形成的水域環境也是許多水生動植物的棲息地，成為愛鳥者賞鳥的好去處，其所具備的生態功能與價值不容忽視，說明詳如表 7.2-3 所示，而所對應之計畫範圍內及周圍重要的潛在生態棲地分布，則詳圖 7.2-12 所示。

表 7.2-3 潛在棲地與生態價值說明表

棲地類型	位置型式	說明
埤塘	零星分布，多與草澤、廢耕地並存	作為灌溉池、釣魚池、養殖池或休閒池使用，少數家庭污水排入破壞水質，使埤塘功能退化，但仍為重要生物棲地。
雜林	少量分布，周邊為傳統農宅、聚落或廢農田	少人為破壞或其他產業造成的威脅，草地及林地環境優良而蘊含豐富的物種，形成穩定的棲地。
農田	大面積分布，多與草澤或溝渠並存	屬於低度開發區域，與埤塘和周邊聚落仍有平衡的共生關係。
水圳	零星分布，包括溪流分支及灌溉溝渠，多與道路、農田或雜林並存	護岸邊坡較人工，但與農田雜林之界面較少人為破壞或其他產業造成的威脅，水域環境能提供豐富的物種與穩定的棲地環境。

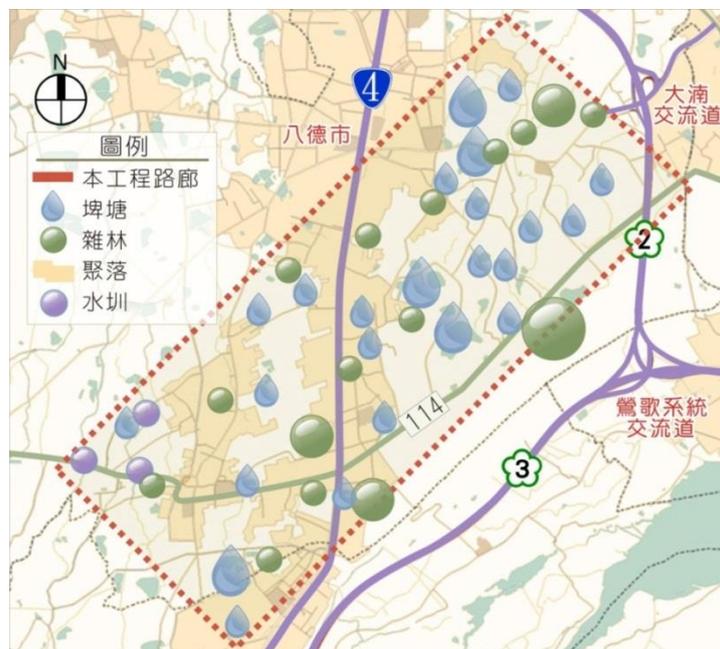


圖 7.2-12 潛在棲地分布圖

## 7.3 營運可行性評估

### 7.3.1 基本參數

依據運量預測結果顯示，三鶯線延伸至桃園八德地區後，目標年(民國130年)晨峰小時最大站間運量為9,893人次/小時/單向，依系統型式評估，建議採中運量捷運系統，並進行列車服務之營運需求可行性評估。

#### 一、營運班次及時段分析

##### (一) 營運班次計算

營運班次分析乃依據運量分析之站間運量結果，以及車輛型式與編組方式，推估目標年本計畫營運所需的列車營運班次數。營運班次數將以滿足尖峰站間最大乘載量為原則，其推估方式如下：

$$F = \text{MAXL} / (C \times a)$$

MAXL：站間最大乘載量

C：列車容量

a：乘載率

##### (二) 營運時段

三鶯線參考臺北捷運系統之營運時間。一般而言，大眾運輸之營運時間一天約18個小時，以目前臺北捷運一般日之營運時段為例，發出之首班車約為早上6:00，末班車為晚上12:00。

#### 二、列車組數推估

列車組數之推估主要依據目標年之營運需求、營運路線長度與列車行駛時間等，並考量維修與備用車輛後，推估足夠營運調度的車輛數。營運所需列車組數與列車行駛時間、列車整備調度時間及營運班距有關，估算方式如下(不含備用車組)：

$$N = 2 \times (T + t) / h, \text{ 其中}$$

N：列車組數

T：列車行駛時間(路線長度/平均營運速度)

t：列車迴車時間，約3~5分鐘，取4分鐘

h：尖峰班距

#### 三、相關基本假設參數

營運可行性評估所採用之參數，包括列車容量、營運速度、列車端點站迴車時間與系統備用列車數比例，以提供研擬列車服務計畫與營運計畫之基礎，詳述如下：

- (一) 列車容量：依據 7.2.1 節，三鶯線列車容量以 330 人/列為估算基礎。
- (二) 營運速度：全線均採 A 型路權型態，列車平均營運速率採 31 公里/小時，包括列車加減速及車站停站時間(平均 20~25 秒)。
- (三) 迴車時間：路線兩端點之列車迴車時間約 3~5 分，利用站前橫渡線 (cross over) 之迴車時間為 3 分鐘，站後或站前袋式儲車軌之迴車時間以 5 分鐘計算。
- (四) 列車備用率：系統所需備用列車數考量扣除定期維修車輛後，能夠隨時彈性支援營運狀況之備援列車數。目前列車備用率於中運量膠輪系統的捷運文湖線採 15%，高運量鋼軌鋼輪系統採 10%，建議採中運量鋼軌鋼輪系統的三鶯線比照高運量系統，採 10% 計算。

### 7.3.2 列車服務計畫

依據中間年及目標年運量預測結果，三鶯線延伸桃園八德段時，各站尖峰小時站間運量如表 7.3-1 所示，以路線區間(LB01~LB07)之站間運量較大，以下評估比較全線營運及區間營運等不同情境。其中，區間營運模式依照「三鶯線綜合規劃」之規劃，以 LB01~LB08 站為區間營運段。

表 7.3-1 三鶯線(含延伸桃園八德段)站間運量預測

三鶯線(含延伸桃園八德段)			
路線區間		站間最大運量(人次/小時/單向)	
		中間年 120 年	目標年 130 年
土城	LB01 - LB02	9,788	9,893
	LB02 - LB03	9,135	9,254
三峽	LB03 - LB04	8,696	8,828
	LB04 - LB05	8,365	8,503
	LB05 - LB06	6,881	6,921
	LB06 - LB07	5,183	5,219
	LB07 - LB08	3,990	4,118
鶯歌	LB08 - LB09	3,826	3,954
	LB09 - LB10	3,626	3,776
	LB10 - LB11	3,019	3,183
	LB11 - LB12	2,756	2,926
八德	LB12 - LB13	2,831	2,960
	LB13 - LB14	2,777	2,896

## 一、列車服務計畫(中間年 120 年)

### (一)全線營運模式(土城頂埔 LB01~鶯歌鳳鳴 LB12~八德大湳 LB14)

依運量預測,120年尖峰最大站間運量約為9,788人次/小時/單向,發生於LB01至LB02站間。若採容量330人之列車,發車班距2分鐘,尖峰小時發車30班之服務運能為9,900人次/小時/單向,可滿足站間最大運量需求。所需之列車組數為44組列車(含4組備用列車)。

### (二)區間營運模式(土城頂埔 LB01~鶯歌車站 LB08 區間營運)

考量站間運量較大之路段採區間營運模式時,列車服務分成行駛於LB01~LB08之區間營運與LB01~LB14全線營運兩種模式。

當設定尖峰發車班距為4分鐘時,區間營運段LB01~LB08路線長約10.03公里,需12組列車;全線營運段LB01~LB12~LB14路線長度於全線高架方案約為17.8公里,於局部地下方案為18.1公里,需20組列車,合計共需36組列車(含4組備用列車),皆能滿足站間最大運量需求,其中區間營運段之服務班距為2分鐘。

## 二、列車服務計畫(目標年 130 年)

### (一)全線營運模式(土城頂埔 LB01~鶯歌鳳鳴 LB12~八德大湳 LB14)

依運量預測,130年尖峰最大站間運量約為9,893人次/小時/單向,發生於LB01至LB02站間。若採容量330人之列車,發車班距2分鐘,尖峰小時發車30班之服務運能為9,900人次/小時/單向,可滿足站間最大運量需求。所需之列車組數為44組列車(含4組備用列車)。

### (二)區間營運模式(土城頂埔 LB01~鶯歌車站 LB08 區間營運)

考量站間運量較大之路段採區間營運模式時,列車服務分成行駛於LB01~LB08之區間營運與LB01~LB14全線營運兩種模式。

當設定尖峰發車班距為4分鐘時,區間營運段LB01~LB08路線長約10.03公里,需12組列車;全線營運段LB01~LB12~LB14路線長度於全線高架方案為17.8公里,於局部地下方案為18.1公里,需20組列車,合計共需36組列車(含4組備用列車),皆能滿足站間最大運量需求,其中區間營運段之服務班距為2分鐘。

由表7.3-2、表7.3-3之列車服務計畫可知,不論是中間年120年或目標年130年,在能夠滿足目標年尖峰小時最大站間運量之前提下,而運量較大區間同樣維持服務班距2分鐘時,採區間營運模式之列車需求數36列較全線營運、不採區間營運模式之列車需求數(44列)少8列。區間營運模式可減少車輛採購、維修成本,降低離峰空車率及營運成本,整體效能較高,在列車使用及營運財務上較具優勢,而運量較小區間之尖峰班距4分鐘則仍可維持一定之服務水準。

綜上,三鶯線(含延伸桃園八德段)規劃採區間營運模式,即尖峰時段

採 LB01~LB08 區間營運，LB01~LB14 全線營運，發車班距 4 分鐘，並依此估算目標年三鶯線(含延伸桃園八德段)列車需求共計 36 列(含 4 組備用列車)。而「三鶯線綜合規劃」評估列車需求 29 列，機廠儲車容量 33 列，故本計畫(延伸桃園八德段)應採購列車 7 列，規劃儲車空間 3 列。

表 7.3-2 民國 120 年各情境列車服務計畫

營運模式	營運區間	區間長度(公里)	發車班距(分)	列車容量(人)	列車需求(列)	備用列車數(列)	列車需求合計(列)	延伸段列車增購數(列)
全線營運	LB01-LB12-LB14	全線高架：17.8 局部地下：18.1	2.0	330	40	4	44	15
區間營運	LB01-LB08	10.03	4.0	330	12	4	36	7
	LB01-LB14	全線高架：17.8 局部地下：18.1	4.0	330	20			

表 7.3-3 民國 130 年各情境列車服務計畫

營運模式	營運區間	區間長度(公里)	發車班距(分)	列車容量(人)	列車需求(列)	備用列車數(列)	列車需求合計(列)	延伸段列車增購數(列)
全線營運	LB01-LB12-LB14	全線高架：17.8 局部地下：18.1	2.0	330	40	4	44	15
區間營運	LB01-LB08	10.03	4.0	330	12	4	36	7
	LB01-LB14	全線高架：17.8 局部地下：18.1	4.0	330	20			

### 7.3.3 營運計畫分析

#### 一、與本計畫相關捷運路線之連接

目前已營運通車提供運輸服務之捷運路網、遠期臺北都會區捷運路網及其他軌道運輸系統中，與本計畫路線相鄰或連結之車站為捷運板南線頂埔站及桃園捷運綠線 G04 站。

#### 二、列車運轉方式分析

依 7.3.2 節的營運情境，列車運轉方式探討如下：

##### (一)全線營運模式(土城頂埔 LB01~鶯歌鳳鳴 LB12~八德大湳 LB14)

所有營運班次均採全線營運模式，列車班次行駛區間為 LB01~LB12~LB14，考量可維持基本之服務水準，同時滿足站間最大運量之旅運需求下，目標年列車運轉方式，尖峰小時發 30 班車，服務班距為 2 分鐘，離峰時段服務班距 6 分鐘，整理如表 7.3-4、表 7.3-5。依此營運模式，尖峰小時可提供容量為 9,900 人次/小時/單向，可

滿足站間最大運量 9,893 人次/小時/單向之需求。

(二) 區間營運模式(土城頂埔 LB01~鶯歌車站 LB08 區間營運)

1. 區間營運：列車行駛範圍為 LB01~LB08，目標年列車運轉方式於尖峰小時發車班距 4 分鐘時，發 15 班車。
2. 全線營運：列車行駛範圍 LB01~LB08~LB14，目標年列車運轉方式於尖峰小時發車班距 4 分鐘時，發 15 班車。

採區間營運時，LB01~LB08 段平均服務班距 2 分鐘，尖峰小時提供容量 9,900 人次/小時/單向，滿足站間最大運量 9,893 人次/小時/單向之需求。LB08~LB14 段平均服務班距 4 分鐘，尖峰小時提供容量 4,950 人次/小時/單向，滿足該區間最大站間運量 3,954 人次/小時/單向之需求。整體營運計畫如表 7.3-4、表 7.3-5。

三、列車儲放

三鶯線三峽機廠規劃之儲車容量為 33 列車，依據本計畫(延伸桃園八德段)採 LB01~LB08 區間營運模式，於目標年(130 年)預測三鶯線(含延伸桃園八德段)之列車需求為 36 組列車，故須另行增加 3 列車之儲放空間。經檢討線上儲車空間，建議於端點站 LB01、LB14 站月台或尾軌各儲放 1~2 列車，足供延伸桃園八德段增加之列車儲放。

表 7.3-4 本計畫(含延伸桃園八德段)列車運轉方式

年期	營運模式	路線	尖峰小時		離峰小時	
			發車班距(分)	班次數	發車班距(分)	班次數
120 年 130 年	全線營運	LB01-LB12-LB14	2.0	30	6.0	10
	區間營運 (LB08 為 區間端點)	LB01-LB08	4.0	15	--	--
		LB01-LB12-LB14	4.0	15	--	--

註：離峰時不採區間營運模式。

表 7.3-5 本計畫(含延伸桃園八德段)列車營運計畫

年期	營運模式	區間	尖峰小時				
			最大站間運量 (人次/小時/單向)		服務 班距 (分)	班次數	服務容量 (人次/小時/單向)
			120 年	130 年			
120 年 130 年	全線營運	LB01-LB14	9,788	9,893	2.0	30	9,900
	區間營運 (LB08 為 區間端點)	LB01-LB08	9,788	9,893	2.0	30	9,900
		LB08-LB14	3,826	3,954	4.0	15	4,950

註：離峰時不採區間營運模式。

## 7.4 都會捷運系統容量分析軟體檢核分析

本節應用交通部運輸研究所「2013 年臺灣鐵道容量手冊」之「都會捷運系統篇」檢核營運計畫，其於捷運系統容量分析之模組，分別為「路線容量分析模組」與「運轉規劃分析模組」。

### 7.4.1 路線容量分析模組應用檢核

#### 一、基本概念與定義

依據「2013 年臺灣鐵道容量手冊」對於路線容量定義為：「單位時間內通過路線上任一固定點的最大客體單位數」，由於是以整條路線為分析對象，路線容量必須考慮路線經過的每一個路段、車站、折返站，乃至於銜接點的容量，最瓶頸之處將決定整條路線的容量。根據美國軌道容量手冊的統計，約有 79% 的捷運路線瓶頸是發生在最繁忙的車站，另外有 15% 發生在末端車站(折返點)，最後 5% 則是在銜接點。三鶯線無銜接點，因此本模式考量的空間參考點包含最繁忙的中間車站和折返點。

#### 二、模組輸入參數

依照模組顯示所需輸入參數，包括全域參數、列車參數和空間參考點參數，軟體出現畫面如圖 7.4-1 所示，而輸入參數整理如表 7.4-1 至表 7.4-4 所示。

全域參數輸入值於本計畫規劃階段仍未確定，故參考模組中設定之起始值或建議值。列車車身長度、乘載水準和列車加減速度參考本計畫初步擬定之規格。空間參考點則設定 LB01、LB08、LB14 三個折返站與一個 LB07 中間站(最繁忙的車站)。

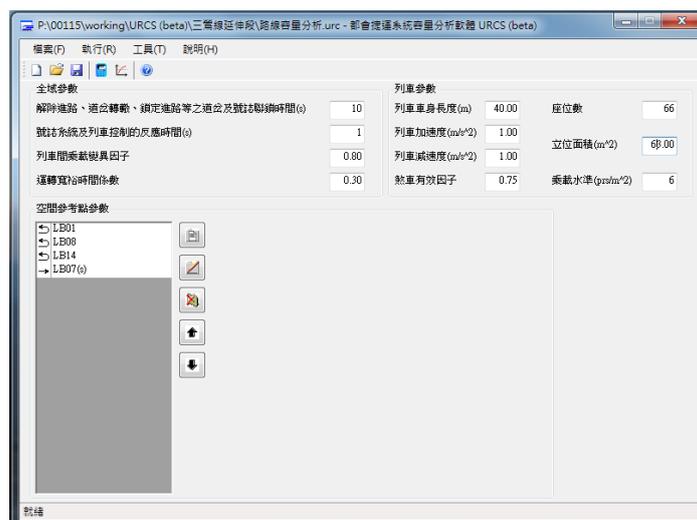


圖 7.4-1 路線容量分析模組輸入參數畫面

表 7.4-1 全域參數輸入值

全域參數	
解除進路、道岔轉轍、鎖定進路等之道岔及號誌聯鎖時間(s)	10.0
號誌系統及列車控制的反應時間(s)	1.0
列車間乘載變異因子	0.8
運轉寬裕時間係數	0.3

表 7.4-2 列車參數輸入值

列車參數			
列車車身長度	40 m	座位數	66 席
列車加速度	1.0 m/s <sup>2</sup>	立位面積	63 m <sup>2</sup>
列車減速度	1.0 m/s <sup>2</sup>	乘載水準	6 Prs/m <sup>2</sup>
煞車有效因子	0.75		

表 7.4-3 設定空間參考點(折返點)參數輸入值

空間參考點	LB01	LB08	LB14
空間參考點型式	折返點-站後折返	折返點-中央避車線折返	折返點-站前折返
從車站進中央避車線的坡度	0‰	0‰	0‰
列車於車站內停車位置至橫渡線區的距離	40.00	53.54	75.00
橫渡線區的長度	38.22	42.02	118.70
橫渡線區至中央避車線列車停車區的距離	44.60	20.00	--
列車於中央避車線的停靠時間	100	30	--
道岔限速	40	40	40

表 7.4-4 設定空間參考點(中間站)參數輸入值

參數	LB07	
	順行	逆行
進站坡度(‰)	0.00	0.00
離站坡度(‰)	0.00	0.00
停車位置與車站所在區間離開點之間距(m)	70.00	70.00
安全重疊區間長度(m)	200.00	200.00
停站時間(s)	25	25
先行列車離站後的巡航速度(km/h)	70.00	70.00
續行列車進站前的巡航速度(km/h)	70.00	70.00
連續列車在車站的間隔安全係數	1.20	1.20

### 三、模組輸出結果

模組輸出結果如表 7.4-5、圖 7.4-2、圖 7.4-3，而本計畫規劃與應用模組輸出結果檢核表如表 7.4-6 所示。

#### 1. 規劃班距檢核

LB01~LB12~LB14 營運區間之折返點及中間站最小路線容量發生在 LB07(中間站)、LB08(區間營運折返點)，設計班距分別為 107 秒、104 秒。

本計畫(含延伸桃園八德段)規劃尖峰班距為 2 分鐘(120 秒)，大於設計班距，顯示本計畫規劃結果符合模組檢核。

#### 2. 站間旅客容量檢核

三鶯線最大站間運量發生於 LB01~LB02 間，含延伸桃園八德段全線通車之最大站間運量為 9,893 人次/小時/單向，小於 LB01(折返點)之設計容量(最大供給容量) 15,984 乘位數/小時，以及可達成容量(最大使用容量) 12,787 旅客數/小時，顯示本計畫規劃結果符合模組檢核。

**表 7.4-5 路線容量模組輸出結果彙整表**

空間參考點		設計班距 (秒)	路線容量 (列車數/小時)	設計容量 (乘位數/小時)	可達成容量 (旅客數/小時)
LB01	折返點， 路線端點站	99	36	15,984	12,787
LB08	折返點， 區間營運端點站	104	34	15,096	12,076
LB14	折返點， 路線端點站	228	15	6,660	5,328
LB07	中間站， 最繁忙車站	107	33	14,652	11,721



圖 7.4-2 路線容量分析輸出圖

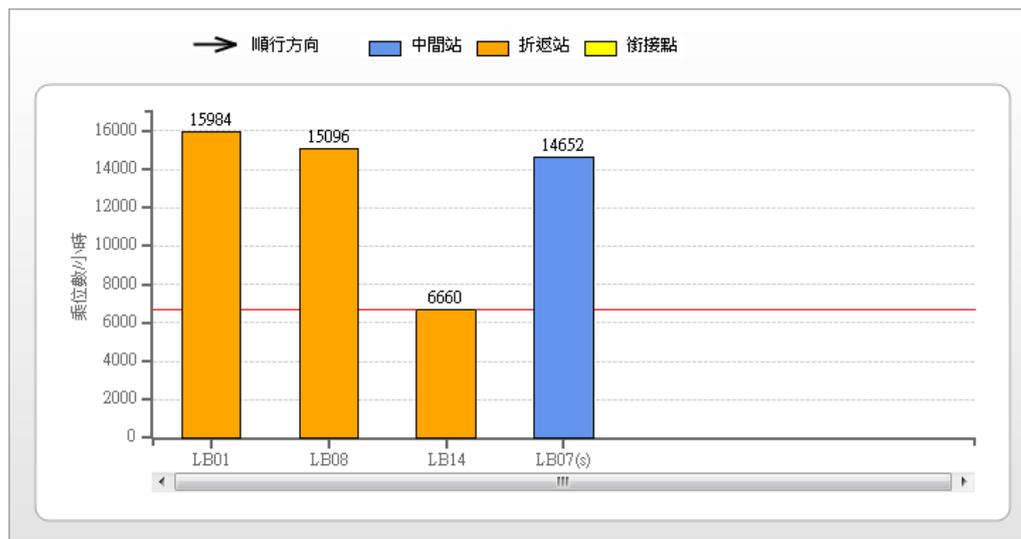


圖 7.4-3 設計容量分析輸出圖

表 7.4-6 本計畫與路線容量分析模組輸出結果檢核表

營運區間	規劃班距	比較	路線容量分析模組設計班距	檢核結果
LB01~LB08 ~LB14	2.0 分(120 秒)	>	LB07(中間站) 107 秒	符合
			LB08(區間營運折返點) 104 秒	符合
營運區間	規劃最大站間運量	比較	路線容量分析模組可達成容量	檢核結果
LB01~LB08 ~LB14	9,893 人次/小時/單向	<	12,787 旅客數/小時	符合

## 7.4.2 運轉規劃分析模組應用檢核

### 一、基本概念與定義

依據「2013年臺灣鐵道容量手冊」除了路線容量之外，對於捷運系統而言，更重要的是評估路線的載客能力，本模組即為以旅客為客體單位的容量分析。

### 二、模組輸入參數

#### (一) 計算最大營運班距

依照模組顯示輸入參數與相關資料，如圖 7.4-4 所示，

1. 步驟①，選擇計算項目，分為「計算最大營運班距」與「計算車隊規模」，選擇「計算最大營運班距」，如圖 7.4-4①。
2. 步驟②，輸入列車參數，如圖 7.4-4②。
3. 步驟③，輸入站間運量，如圖 7.4-4③。
4. 步驟④，計算結果，如圖 7.4-4④。

#### (二) 計算車隊規模

依照模組顯示輸入參數與相關資料，如圖 7.4-5 所示，

1. 步驟①，選擇計算項目「計算車隊規模」，如圖 7.4-5①。
2. 步驟②，輸入運行往返時間與班距、車輛備用率，如圖 7.4-5②，營運班距為 15 秒之倍數。
3. 步驟③，計算結果，如圖 7.4-5③。

### 三、模組輸出結果

模組輸出結果分為彙整表如表 7.4-7 所示。

運轉規劃分析模組計算最大營運班距的設定為 15 秒倍數，三鶯線延伸至桃園八德段在不同情境下，站間最大運量 LB01~LB02 乘載係數約為 74%。

運轉規劃分析模組計算車隊規模時，十倍數營運列車數之 10% 備用列車數會多計 1 列，另模組無計算區間營運之功能，全線段、區間段之備用列車數採分別計算，加總後亦產生差異。本計畫評估之備用列車數採全線、區間合併計算，在不同情境下，模組計算車隊規模的結果與本計畫評估結果相差 1 列。

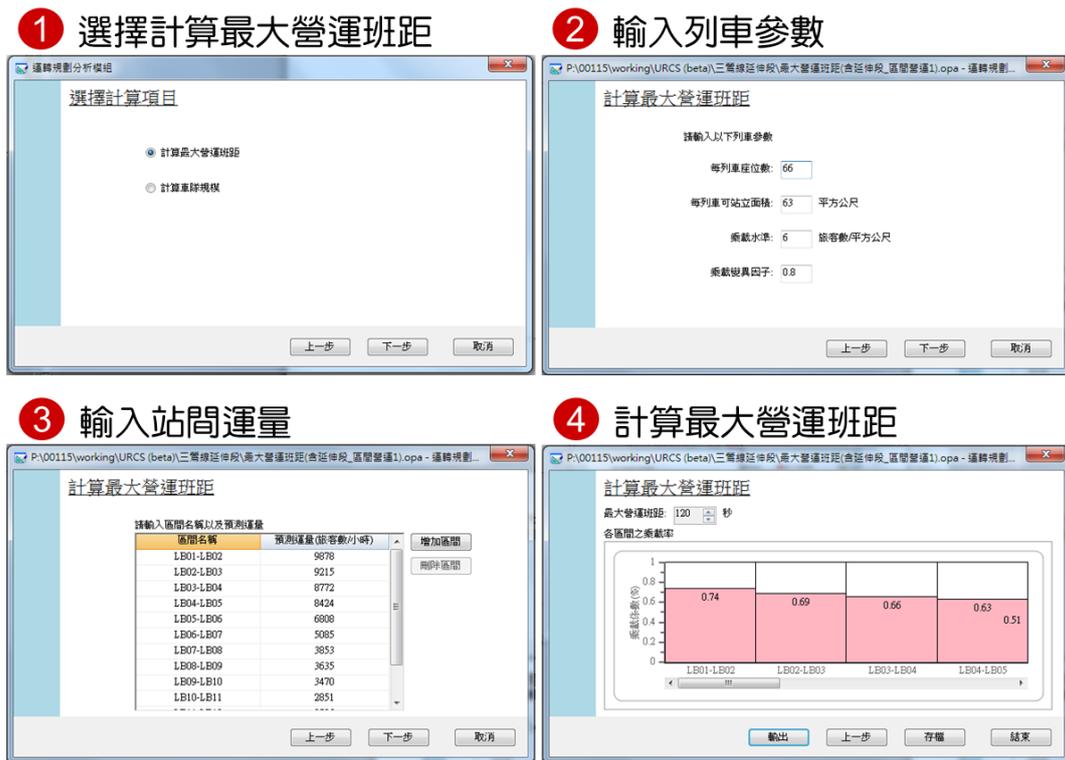


圖 7.4-4 運輸規劃分析模組(計算最大營運班距)輸入參數

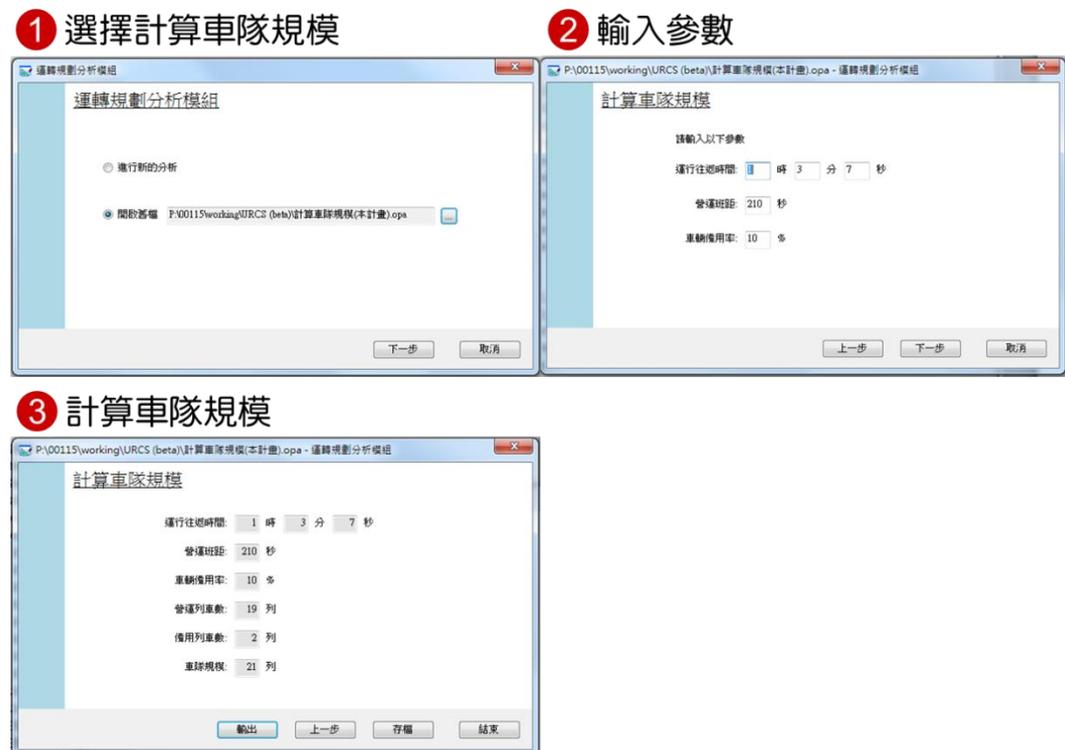


圖 7.4-5 運輸規劃分析模組(計算車隊規模)輸入參數

表 7.4-7 本計畫與運轉規劃分析模組輸出結果檢核表

項目		三鶯線(含延伸桃園八德段)			
本計畫規劃	營運模式	全線營運	區間營運		
	營運區間	LB01~LB12~LB14	LB01~LB08	LB01~LB08~LB14	
	尖峰站間運量 (人次/小時/單向)	9,893	9,893		
	最大營運班距	尖峰營運班距	2分鐘 (120秒)	4分鐘 (240秒)	4分鐘 (240秒)
		尖峰班次數	30	15	15
		路線運能 (人次/小時/單向)	9,900	9,900	4,950
	車隊規模	運行往返時間	01:18:04 (含迴車時間)	00:47:52 (含迴車時間)	01:18:04 (含迴車時間)
		車輛備用率	10%	10%	
		營運列車數(列)	40	12	20
		10%備用列車數(列)	4	4	
	車隊規模(列)	44	36		
運轉規劃分析模組輸出結果	營運模式	全線營運	區間營運		
	最大營運班距	尖峰營運班距	2分鐘 (120秒)	4分鐘 (240秒)	4分鐘 (240秒)
		尖峰班次數	30	15	15
		LB01~LB02 乘載係數	74%	74%	
	車隊規模	車輛備用率	10%	10%	
		營運列車數(列)	40	12	20
		10%備用列車數(列)	5	2	3
車隊規模(列)		45	37		