

# 高雄環狀輕軌捷運建設(第一階段)對 都市發展的影響分析

撰寫單位：捷運工程局

撰寫人：陳翰平

日期：中華民國 105 年 7 月

# 高雄環狀輕軌捷運建設(第一階段)

## 對都市發展的影響分析

### 一、前言：

大眾運輸發展導向 TOD (Transit-Oriented Development) 調整土地使用模式，將都市發展型態與大眾運輸緊密結合，引導民眾的居住、商業與購物活動空間轉往捷運場站緊鄰地區集中，都市有效率的規劃，避免蔓延發展，同時達到緊密都市發展之目的。其中軌道運輸系統為都市發展動脈，掌控都市生命與活力，在高雄市追求向上提升，迎接全球競爭與國際佈局同時，軌道運輸系統發展須與都市脈動接軌，融入都市發展願景。

高雄環狀輕軌捷運建設(第一階段)範圍為環狀輕軌路線 C1~C14 車站(含機廠)，全長 8.7 公里，從機廠沿舊臨港線廊道，經過愛河至捷運橘線西子灣站旁，沿途行經高雄展覽館、高雄市立圖書館總館、高雄港埠旅運中心、海洋文化及流行音樂中心等新灣區重大建設。輕軌系統具有活潑、輕巧、親和性及因地制宜並可融入周邊交通及環境之特性，不僅增加公共運輸的便利，對整體都市發展也有連動的影響。

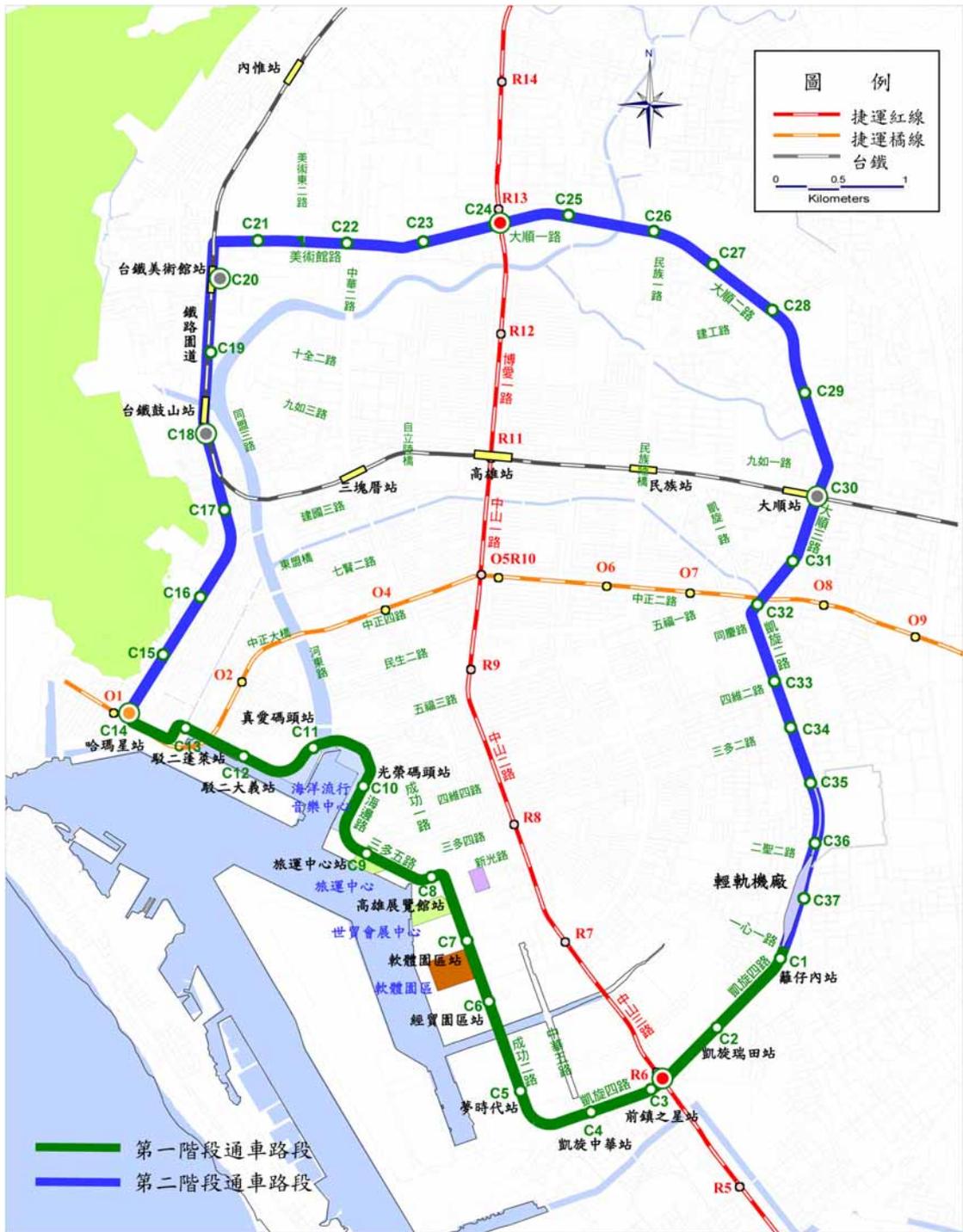


圖 1 高雄環狀輕軌捷運建設路線圖

## 二、運輸型態改變：

### (一)私人運具轉移

因捷運系統的引進，加上政府鼓勵大眾運輸以抑減自用運

具政策的實施，逐漸轉換成以捷運列車為主的「軌道導向」人員集中運輸方式。

高雄市政府委託世新大學於民國 97 年調查之「高雄都會區家戶旅次訪問調查與旅次特性分析報告書」指出，高雄市運具使用情形，以機車 63.8% 比例最高、其次為小型車 17.4%，大眾運輸僅為 8.2%，但自民國 97 年捷運紅、橘線通車後，加上公車與公共自行車組成的高雄公共運輸路網，開啟高雄都會區進入大眾運輸年代，依據 104 年高雄市政府市政統計通報，高雄市公共運具市占率為 8.24%，加上使用自行車市占率 4.89%，合計已達 13.13%，私人機動運具則略減至 81.58%，另步行者占 5.29%。同時該統計分析也說明高市民眾外出未搭乘大眾運輸的原因，其中開(騎)車較方便占 47.67%，距離車站太遠占 37.19%，兩者合計高達 84.86%，可見大眾運輸的整體路網是否綿密及各運具的相互配合接駁，才是讓民眾感到搭乘大眾運輸相對便利的最大誘因。

高雄環狀輕軌正是邁向軌道路網形成的一大步，未來捷運路線陸續完成形成路網，再整合公車系統及公共自行車，將能有效轉移私人運具的使用率。

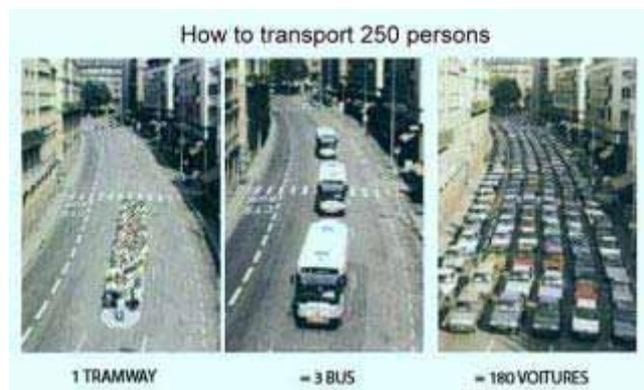


圖 2 輕軌、公車、汽車運能示意圖

以各運具安全性而言，軌道運具最佳；以與高雄環狀輕軌同為軌道運具的高雄捷運通車後三年觀察高雄市交通事故，捷運的傷亡率遠低於道路交通事故的傷亡(如表 1)。高雄輕軌雖為平面行駛，但其 B 型路權為輕軌系統於一般路段設有隔離設施，僅與平面道路相交處得有平面交叉口且採輕軌系統優先通行號誌處理，仍遠比一般汽機車於馬路上相互爭道行駛安全許多，相信日後使用私人運具人口逐漸移轉至公共運輸系統後，則交通事故比率應能有效下降。

表 1 高雄捷運與高雄市道路交通事故比較表

年度	捷運系統事故		道路交通事故	
	輕傷(人次)	傷亡(人次)	輕傷(人次)	傷亡(人次)
97	5	0	17808	50142
98	1	0	19022	27233
99	0	0	23060	31217

## (二)高齡友善運輸環境

未來的社會將有越來越多的高齡者在社會上活動，而其外出需仰賴大眾運輸系統，因此引進合適且貼心的公共運輸工具，以面對社會高齡化的趨勢，而輕軌系統正是符合高齡者的旅運需求。

### 1. 候車站與車輛進出空間平緩

為避免高程差造成高齡者進出候車站的不便，除在候車站路緣設置斜坡，周邊配置無障礙坡道外，月台與車輛高低差符合高齡者跨越能力的 $\pm 2.5$ 公分內，以將高程差的影響降至最低。

### 2. 採 100% 低地板的車廂

輕軌車輛可依車廂地板之高、低設計而有不同之分類。一般來說，車輛車廂地板至鋼軌面之高度在 400mm 以下者稱為低

地板車輛(low floor LRV)。採用 100%低地板車廂之主要考量為配合大眾運輸工具無障礙法規之要求且便於旅客進出車廂之通用設計，以縮短候車站之停駐時間，為友善高齡者的運輸環境，且高雄環狀輕軌全列車廂內部平順均未設置台階。



圖 3 車輛出入口無高差



圖 4 車廂內 100%平面無階梯

### (三)綠色運輸

綠色運輸是指以環境永續發展為基礎，使用低污染或零污染能源的運輸系統。綠色運輸運具是指利用人力、動物力或再生能源為趨動力者及使用再生能源為趨動之大眾運輸，包括了太陽能車輛、風力車輛、電動車輛、步行、自行車或其它以人力為主的運輸方式。但廣義來說，綠色運輸系統係基於環境永續之前提下，使用具有溫室氣體減量效果且能源密集度及污染密度低運具之運輸系統，例如：步行、腳踏車、公車、捷運、火車、高鐵等等。

捷運、輕軌等軌道運輸系統，具有快速、舒適、無污染、低噪音、壽命長、能源消耗較低等特性，因此又稱之為「綠色運具」，成為都市移動的地標，是城市進步的象徵，也是世界各城市改善都市交通擁擠及環境公害之主要利器，成為都市運輸中的主流。

在這項改變上，由於涉及都市空間結構的轉變，及民眾生活型態的改變。使得在交通的過程中，不只是不會遭到交通污染所帶來的危害，更可以透過交通過程，例如騎腳踏車，而帶來健康。故而，將「交通系統」在過去只是當成「生活工具」，進而演變成為「生活空間」的一部份，以便將交通系統融入一個美好的生活環境之中。

#### (四)新灣區的運輸需求契機

為配合高雄港區重大水岸建設的高強度土地開發後衍生出的新增交通旅次，市府團隊未雨綢繆，引進輕軌設施，冀以舒緩周邊道路交通負荷，讓來自四面八方的遊客都能快速又容易進出新灣區，進而提昇高雄觀光的可及性與城市整體之能見度。

亞洲新灣區內的大型規模之開發建設案，如海洋文化及流行音樂中心、高雄港埠旅運中心、高雄展覽館、台糖港埠商業區及高雄港站開發等計畫衍生大量的交通量亟需環狀輕軌改善亞洲新灣區高度發展後衍生的交通衝擊，以目標年 109 為例，每年預估將為新灣區內衍生約 400 萬的旅次量，以目前新灣區周邊的道路服務容量絕對無法負荷，因此引進環狀輕軌，不但能有效舒緩新灣區的交通衝擊，且此一廊帶狀的移動地標元素巧妙地串連各大旗艦建築地標，打造出具有國際視野的水岸新場域，創造出專屬於大高雄市的海洋城市風格。

表 2 亞洲新灣區內大型規模開發建設引進活動人口彙整表

水岸輕軌主要大型開發計畫預估旅次			
	109 年	119 年	129 年
海洋文化及流行音樂中心	795,000	1,033,500	1,272,000
高雄港埠旅運中心	267,000	299,000	331,000

高雄展覽館	1,536,000	1,920,000	2,112,000
台糖港埠商業區	746,500	895,900	985,500
高雄港站開發計畫	580,700	696,800	766,500
合計(人/年)	3,925,200	4,845,200	5,467,000
轉換旅次數(人次/年)	1,360,082	1,678,862	1,894,316
平均日旅次數(人次/日)	3,726	4,600	5,190

### 三、市容景觀改造

#### (一)綠色運輸廊道及特色車站

##### 1. 綠覆的軌道

高雄環狀輕軌(第一階段)沿著舊臺鐵臨港線路廊建造，逐步拆除台鐵線圍籬，使得輕軌配合高雄港區現代化發展意象的同時，環境也顯得更開放。沿線植栽計劃亦考量到高雄環境特色，以生長性佳、存活率高及低維護管理的植栽種類為主，所以選用符合高雄環境的本土原生種植物。

全線軌道採標準軌距 1,435mm 且為長焊鋼軌，除路口及特殊路段外，其餘路段均鋪設埋置式植草軌道，即沿線軌道區大部分皆種植草皮覆蓋，綠覆率高達 80% 以上，提供優美景觀的同時，更有助於減碳與降低都市熱島效應，展現高雄「水之都·綠之軌」城市新意象。



圖 5、圖 6 埋置式植草軌道

## 2. 特色車站

候車站猶如輕軌捷運系統的樞紐，它的位置與建築造型設計反映都市環境特色，及民眾對整個輕軌的觀感，其建築造型設計原則為充份表達其機能性，並採用透空、簡約之建築設計及結構造型，從而降低候車站站體的量體感，在設計主題方面，將候車站和當地的環境特色整合，融合地域元素，才能具有城市特點、文化特色，並與都市景觀相協調。

高雄環狀輕軌(第一階段)包含 C1~C14 等 14 個候車站，除真愛碼頭站(C11)為高架候車站外，其餘 13 個候車站均採平面方式興建。其中前鎮之星站(C3)、旅運中心站(C9)、真愛碼頭站(C11)及哈瑪星站(C14)為特色車站，在綠色廊道上成為特色地標建築，呈現都市美學樣貌。



圖 7 前鎮之星站(C3)



圖 8 旅運中心站(C9)



圖 9 真愛碼頭站(C11)



圖 10 哈瑪星站(C14)

## (二)全線無架空線

平面行駛輕軌系統電力輸送方式，一般採用傳統架空線傳輸方式，但是在市區內，架空線往往在安全上或景觀上造成疑慮，而近年來輕軌技術發展日新月異，目前已有發展採用無架空線方式供電設計，如地面軌供電方式或車載儲能設備超級電容於車站充電方式。

目前全球各地已發展至少 555 條輕軌，許多城市都有輕軌電車，但多數採用傳統式的架空線來傳輸電力，為維護都市景觀，高雄輕軌捷運系統以無架空線方式提供電力予車輛行駛。高雄輕軌捷運的車輛是由西班牙廠商 CAF 公司承造，屬 CAF 所發展 URBOS 3 系列低地板車輛，目前使用於全球各大都市。其採用車載儲能設備超級電容+電池無架空線供電技術，已在西班牙數个城市有成功營運案例。所以高雄環狀輕軌全線均採用最新的無架空線供電技術，不架設電纜，保留城市的藍天白雲與完整天際線。



圖 11 全線無架空線



圖 12 列車進站快速充電

## (三)沿線景觀蛻變

透過輕軌的興建把臺鐵臨港線的圍籬拆除，予以綠化植栽，周遭的景觀環境也藉機一併配合進行改造整理，由輕軌所

串連的各大建築地標，亦同時規劃介面環境整合，輕軌的線形建造直接影響沿線周遭面的景觀改變，宛如一個浩大的都市景觀再造工程，綠地及人行道的增加、天際線的淨空、擁擠交通的紓解、空污及噪音的減少，種種改變把城市風貌重新塑造。

## 四、環保效益

### (一)減碳及降低噪音危害

運輸部門在運具規劃上，應選擇碳排放低的運具方向著手來因應，以都會區汽車耗油量是公車的 2 倍，是輕軌的 3.7 倍，是捷運的 6.6 倍的比例來看，就減碳而言，選擇以電力驅動的軌道運輸工具將是首選，所以輕軌、捷運成為都市內私人機動運具轉移至大眾運輸系統並落實減碳目標的重要建設。

根據交通部公路總局統計資料，2012 年 12 月底高雄市小客車及機車登記數，分別為 70 萬輛和 228.3 萬輛，合計近 300 萬輛。交通部 2011 年「民眾日常使用運具狀況調查」統計資料，高雄市綠運輸(公共及非機動運具)使用率 17.5%，其中公共運輸使用率 6.6%，而私人運具使用率 82.5%，其中機車所占比率 61.9%，自用小客車 19.4%，其他 1.2%。推估高雄市每天將近有上百萬輛機車在街頭奔馳，排碳量非常驚人。以每輛機車每日行駛約 20 公里計算，月排碳量就超過 160 公斤。若少一輛機車上路，就等於每年為地球多種了 20 棵樹(張瑞剛，2012)。

為配合低碳城市政策，在運輸部門方面，改善高雄大眾運輸環境成為首要任務。以美國 2008 年研究報告顯示，運輸系統約有 96% 使用石化燃料。全球石化燃料約有 1/4 在過去 10 年內被消耗，汽車使用內燃機所消耗的能源及其所產生的溫室氣體

是世界污染源，溫室氣體效應已對全球氣候造成負面影響及全人類關心的暖化問題。因此政府要提供低碳公共運輸工具，轉移私人機動車輛使用習慣。

另根據初步分析，環狀輕軌營運後，碳排放減少的效益約為每年 12,969 公噸，以目前國際間二氧化碳交易價格每公噸 20 歐元計算（約台幣 840 元），貨幣價值每年 10,634,492 元（約 0.10 億元）。另根據「捷運興建對高雄都會區及我國之經濟影響分析」（鄉惠珍，2004）指出，汽油的使用會產生硫化物與氮化物等有毒氣體，對社會大眾造成呼吸道與心血管疾病等危害，以每公升汽油所產生的污染而言，將帶來 0.61 元的社會成本（疾病防治與醫療費用等）。若以高雄環狀輕軌預估每年節省 5,894,952 公升的汽油耗用來，將可因減少空氣污染而產生效益每年達 3,595,920 元（約 0.035 億元）。此外「高速公路交通噪音特性及影響之研究」（黃傳先、徐淵靜，1996）指出，噪音對人體的危害，主要是聽力功能受損與對心理的不良影響，輕軌捷運系統營運後，所創造出降低噪音危害的效益（例如減少醫療資源使用等），約為減少空氣污染效益的 80.3%，故可推估高雄環狀輕軌每年創造出降低噪音危害的效益為 2,887,523 元（約 0.029 億元）。

## (二)環境永續

發展輕軌運輸結合高雄捷運紅、橘線基本路網，以及接駁公車系統，可擴大高雄市大眾運輸服務範圍，提高大眾運輸使用率，間接影響捷運紅、橘兩線之營運效益，同時降低民眾對汽、機車之依賴，空氣污染及噪音危害情形可望減輕，並減少對都市空間及景觀之負面影響，提升居民之生活品質。

高雄環狀輕軌第一階段水岸路線，更著重環境永續議題，從建築、系統選擇到軌道鋪面：

#### 1. 機廠建築取得黃金級證書

前鎮輕軌機廠已取得綠色建築黃金級的證書，應綠色建築黃金級標準之要求，不但增加機廠基地之綠覆率，活化都市景觀，並積極達成都市之肺之功效，以創造友善的居住空間。

#### 2. 自我供電系統回收電力

輕軌列車上裝置自我供電系統(ACR)，包括2組電力儲存模組。在煞車操作時回收並儲存列車之動能，如此可大幅提升車輛之能源效率，將煞車時動能轉換儲存之電力再重複使用，減輕電力耗損。系統的容量設計容許高度回收率約30%。

#### 3. 軌道80%綠覆

全線軌道除路口及特殊路段外，其餘軌道區大部分皆種植草皮覆蓋，綠覆率高達80%以上，使沿線景觀綠美化，搭乘輕軌一路前行，彷彿漫步於一條綠色長廊中。

## 五、結論

捷運系統是都市旅運體系大眾運輸系統中，服務績效層次最高者，具有「大量」與「快速」的運輸特性，很適合市中心與郊區走廊直捷運輸，或各地區性旅次間的聯絡，並可避免道路擁擠、環境公害等問題，已逐漸被肯定為改善都市交通問題的有效途徑，而成為都市運輸的主流。都市地區於引進捷運系統後，預期將加速「都會化」，發展重點將擴散至外圍地區的城鎮，形成蓬勃的郊區開發；而中心城市市區本身則因可及性的增加，以及因捷運車站興建而引發的都市更新與再發展，將使市區外貌改觀而更為繁榮，形成多核心式的都會發展。

為建構大高雄的宜居城市軌道運輸路網，高雄輕軌之興建，可逐漸改善高雄都會區以汽、機車為主要運輸工具之運輸環境，降低大量汽、機車運行所衍生之噪音、空氣污染、肇事等問題。以捷運、輕軌系統為主幹，公車作為輔助及接駁系統的大眾運輸搭配，是解決高雄都會區交通問題的主要方法；此外還有城市再造的功能，並對於優質生活及文化藝術的提昇、區域生活網的構築、商業經濟的發展，以及都市景觀的改造，均有莫大的助益。

## 六、參考文獻

1. 黃育仁(2012)，從亞洲新灣區啟動高雄綠色運輸走廊計畫，「城市發展」半年刊第 14 期。
2. 中華技術期刊第 94 期(2012)，訪高雄市政府捷運工程局陳存永局長談「高雄捷運路網規劃藍圖及對高雄環狀輕軌的期許」。
3. 林鎰秀(2012)，輕軌系統的演進及引進臺灣都市之適用性。
4. 張哲端(2013)，捷運運量及空污減量效益分析－以高雄市捷運補助政策為例。
5. 黃育仁(2014)，高雄環狀輕軌建設創造之公共效益分析。