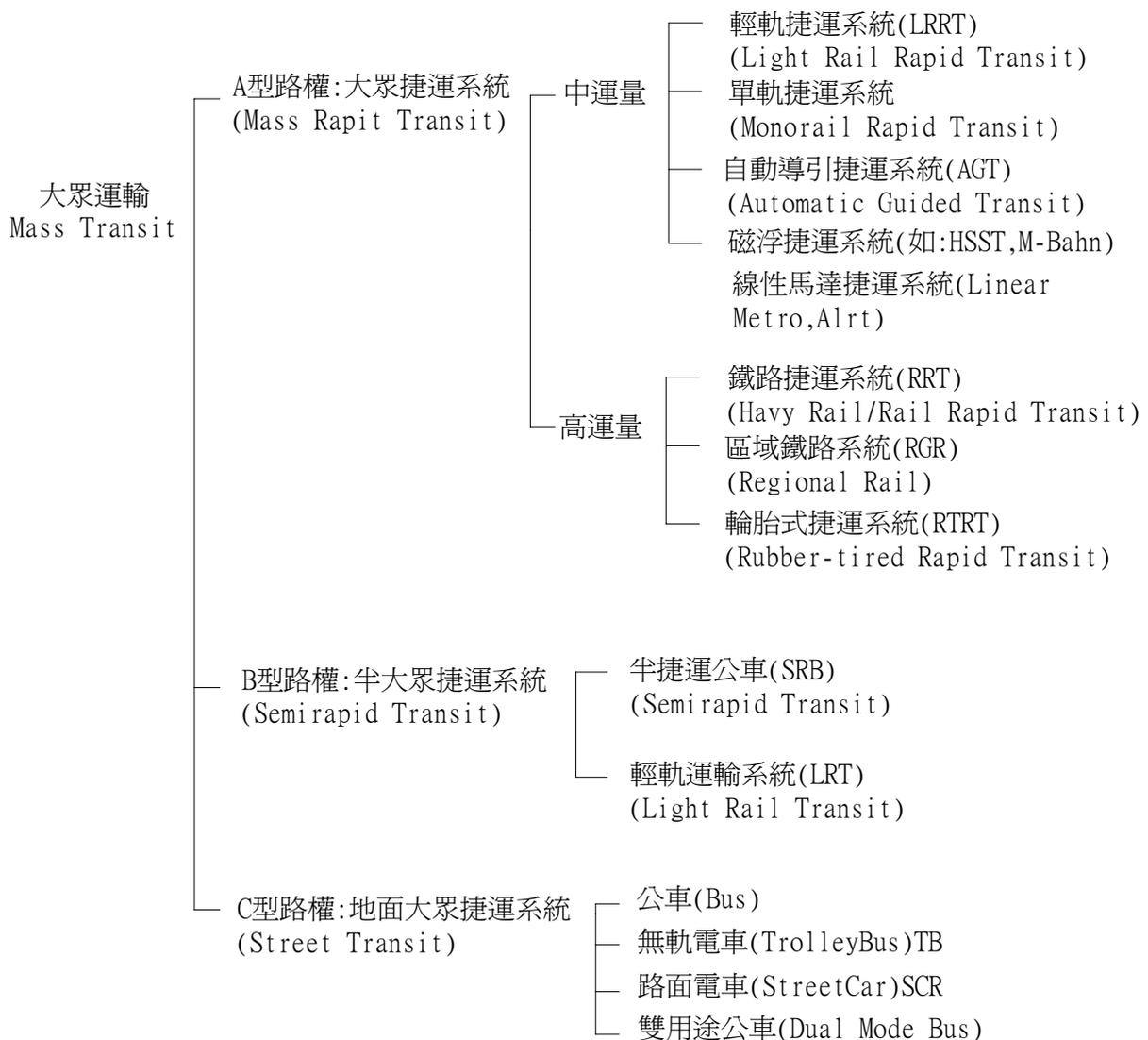


都市大眾捷運系統

前言

目前，全世界都在提倡「路權」運動，行人、巴士、自行車都希望能擁有一條屬於他們的道路，舉例而言，台北市就有公車專用道、捷運高架橋等等；目的當然是能減少肇事事故，而人口激增的這個世代中，道路使用面積逐較的縮小中，如何彈性的運用道路面積，適時的提高路權意識；是目前每個先進城市最關切的問題。

大眾運輸



(表一 大眾運輸結構圖)

一般來說我們所可以見到的大眾運輸系統陳列如(表一);接下來將針對各點去進行探討

A 型路權

A 型的路權對人們來說都是最安全的。因為只有列車才能行駛這條路，其它的車子和人都不能行駛這條路。而這種專用路權，普遍我們看到的台北捷運和未來即將通車的高雄捷運；還有在地下行駛或在高架橋上行駛的火車及高鐵皆屬於這類路權；不受交通號誌的限制。因此，他們的速度會比較快。



B 型路權

在歐洲的城市看來，輕軌大都行駛在普遍的馬路上，會和自用車做區隔，類似台北的公車專用道；需遵循道路上的交通號誌，其它車不得行駛他們的路。這稱之為 B 型路權

公車專用道屬於專用路權的一種，在普通道路隔出專用線道，僅提供公共汽車行駛。公車專用道的名稱在各地均有不同，台灣稱為公車專用道，中國大陸稱作公交專用道，香港稱為巴士專線。有些城市（例如台北市）另加設柵欄隔絕公車及其他車輛，以防止意外事故



C 型路權

歐洲的城市大多都是擁有一百年歷史的古城，道路普遍來說都是非常狹小；因此，在許多時候，輕軌會直接和人車共用一條路。而這樣的情形也多發生在城市的市中心，和商業區。

一般而言，都市大眾運輸系統可依不同方式



來分類。但最為重要且普遍的是以「路權型態」來分類。

- **地面大眾運輸系統(Street Transit , Surface Transit)**
主要採取 C 型路權的運輸工具，其服務可靠性及營運速度較低，
如：公車、無軌電車及路面電車。
- **半大眾捷運系統(Semirapid Transit)**
主要採取 B 型路權，但一有些採取 C 型或 A 型路權。
通常在市中心及擁擠地區才使用 A 型路權。
- **大眾捷運系統(Mass Rapid Transit , MRT)**
指完全採取 A 型路權之運輸工具。
如：輕軌捷運系統 LRRT 和單軌捷運系統

地面大眾運輸系統

主要採取 C 型路權的運輸工具，其服務可靠性及營運速度較低，但都市大眾運輸系統中，以地面大眾運輸系統最為普遍與經濟。而地面大眾運輸系統主要包括：

- 一般公車(Regular Bus , RB)
- 無軌電車(Trolleybus , TB)
- 路面電車及或有軌電車(TramStreetcar)
- 雙用途公車(Dual Mode bus)

一般公車(Regular Bus , RB)

公車在固定路線及固定時刻來營運是最為普遍被採用的都市大眾運輸工具。

一般公車分類成小型、中型、大型(雙層及雙節)四種，容量從小型公車(可載運 20~30 名乘客)到雙節公車(最高可在 125 名乘客)。



倫敦一雙層公車

雙節公車



無軌電車(Trolleybus , TB)

使用一般公車車輛，但使用電力馬達推動，其電力來自車頂架空線。無軌電車可提供一般公車的服務方式但投資成本較高，且操作複雜，路線亦受電車線所限制。



無軌電車採 C 型路權，雖然環保但速率和績效不佳

路面電車及或有軌電車(Tram, Streetcar)

使用軌道運輸的小段面車廂，以電力推動，行駛於一般道路上。由於路面電車採 C 型路權因此再尖峰時段營運時，若無良好道路設計與交通管制，亦受車流干擾，造成延誤。



採 C 型路權的路面電車

澳洲特別保存的懷舊路面電車



雙用途公車(Dual Mode bus)

雙用途公車是路面電車與公車合併的車



輛。行駛在市區是以固定的電車軌道行駛，車子動力也來自車頂架空線以馬達驅動輪胎行駛。不過一但行駛至郊區便脫離軌道及架空線，用車體自備的柴油引擎驅動，兼顧環保及郊區行動自主的優點。

半大眾捷運系統

1. 半大眾捷運公車(Semirapid Bus, SRB)

半大眾捷運公車是使用一般公車或高績效之公車，在 B 型路權之車道上營運。其運輸績效主要由下述的因素來決定：

- B 型路權的路段：
- B 型路權的型態：
- 營運的方式：

2. 輕軌運輸系統(Light Rail Transit, LRT)

輕軌運輸系統通常使用 B 型路權，但在某些路段也可用 C 或 A 型路權。在國外，由於其每小時運輸量較低，故名輕軌系統。他以電力推動軌道車輛，可以單節或編組方式來營運。故其具有各種路權營運能力和鐵路導引技術的優點，具有較高容量以及舒適程度。



採取 B 型路權的 LRT

路面電車與 LRT 的比較

由於輕軌電車是由路面電車演進而來，在許多古老都市通常可見到懷舊電車與 LRV 混和出現，造成民眾的混淆。其主要分別如下：

- 集電系統不同

- 車輛配備不同
- 路權不同

集電系統不同

路面電車以傳統架空單線式，配合”集電輪”以電流 600V 供電行駛，由於集電桿的構造不耐高速，只能以 40km 以下速度行駛，以確定集電輪不會跳脫。

但 LRT 是採用新的雙臂式或單臂式集電弓，車速可高達 80KM 左右。



採用集電桿的日本古典路面電車



墨爾本的 LRT，使用單臂式集電

弓

車輛配備不同

路面電車傳統設計上以單節居多，但 LRV 爲了提高運量，多半有裝設聯結車體裝置，車體內部可前後相通中間有彈性連接，但遇都市道路口 90 度轉彎，通常以 2 節及 3 節式居多。

單節 Single Unit



澳洲墨爾本



日本東京

LRV 之車輛型式：雙節—One Pair Articulate Units

聯結車體裝置



奧地利維也納



澳洲墨爾本

LRV 之車輛型式：三節—Three Car Linked Units



彈性連接



荷蘭---阿姆斯特丹



瑞士伯恩

路權不同

路面電車依定義為 C 型路權，輕軌則以 B 型路權為主。



英國的 LRT 系統——
在市區路段採完全隔離的專用道，鋪地可允許行人穿越成為行人徒步區和 LRT 專用道。

澳洲 LRT 系統---



在市區道路採部分隔離的 B 型路權

大眾捷運系統

所謂大眾捷運系統是指採用電力牽引，行使在 A 型專用路權上，具有固定路線、固定班次、固定車站及固定費率，服務於都會區和衛星市鎮，具下列特性:

- 專用軌道： 不受地面交通干擾，可串聯列車行駛。
- 運輸量大： 每小時單位方向運量可達 2~6 萬人次。
- 行車速度快：平均 30~40km，最高時速可達 80km 以上。
- 行車自動化：多半具有 ATP 列車自動防護甚至 AUTO 列車自動駕駛裝置。
- 服務水準高：班次密集、最高可一分鐘 1~2 班可提共舒適、安全、便捷及準點的服務

各類型高運量與中運量捷運系統

在都市大眾捷運系統中，由於各種旅次需求及都市環境不同，因而造就出各式各樣的捷運系統。若以運量作區分，可以分成高運量運輸與中運量運輸兩大類；

若以技術車輛技術作區分，亦可分鋼輪式及輪胎式系統兩種。而鋼輪式也就是民眾最為熟悉的「鐵路捷運系統」。

中運量捷運系統

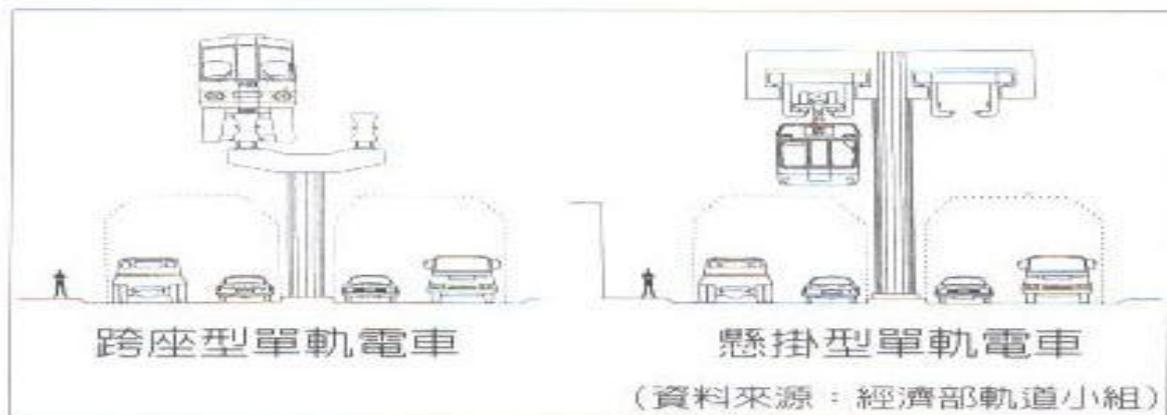
中運量捷運系統，是指具有 A 型路權，單方向每小時運送 5000~20000 人次。中運量捷運系統大都採用高架方式建造，不少系統使用橡皮輪胎作為支撐與導引的工具。其系統種類包含以下幾種：

- 單軌捷運系統 Monorail
- 軌道捷運系統 LRRT
- 自動導引捷運系統 AGT

單軌捷運系統

俗稱單軌電車，所謂單軌電車是指跨座或懸掛在一條軌道樑上的膠輪車輛。

而跨在軌道梁上運行的方式(車體重心在軌道梁上部)，稱為跨座型單軌電車。若是在軌道梁下方懸掛車體的方式(車體重心在軌道下方)，稱為懸掛型單軌電車。



Monorail分類圖

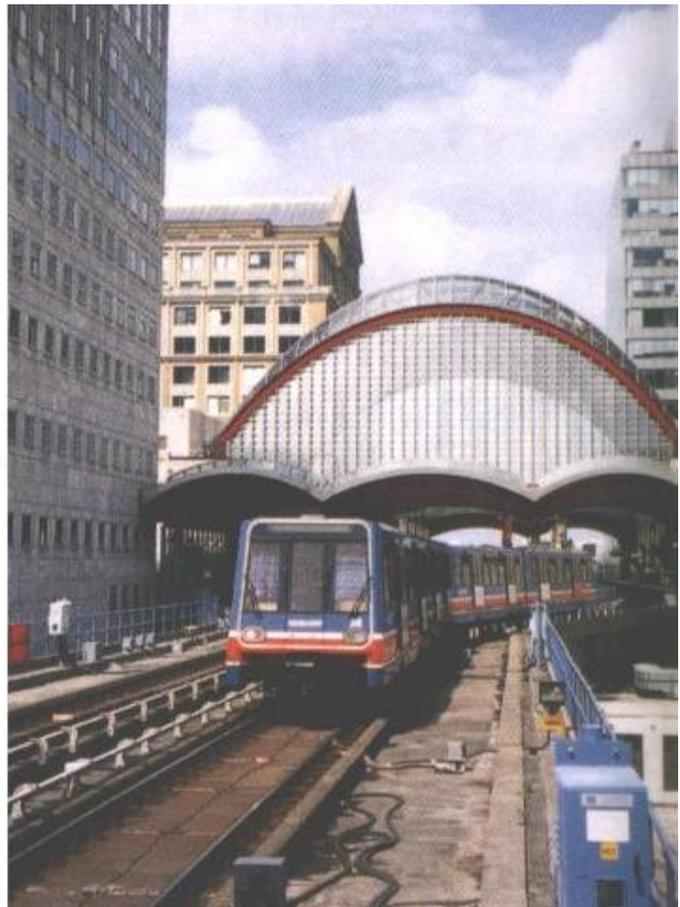
單軌捷運優點：

單軌電車由於佔用道路空間很小，又具有極佳地形適應性，A 型路權不受車流干擾，所以在人口稠密或山丘地形的都市頗受歡迎。其每小時單位方向運量約為 2 萬人次左右。



輕軌捷運系統 LRRT

輕軌捷運是輕軌運輸比較高級的一種。但由於其車廂較小且組成列車較少，因此其運量比捷運系統低但比 LRT 高，故屬於中運量的捷運系統。過去 LRT 具有 B 型路權在街道上與一般車流混合行駛，可以用高架或地下化得方式，與車流分開，並將 LRT 升級改善，變成具有 A 型路權的捷運系統，便成為輕軌捷運系統 LRRT。



英國 Docklands 的 LRT，是全球知名的 LRRT 系統

自動導引捷運系統 AGT

自動導引捷運系統是一種完全自動化，運量可大可小，路線可長可短的新型運輸系統。AGT 可說是高科技時代的最新產物，以無人的”自動駕駛”為其特色，且大部分採高架方式建造，具有專用路權，並使用橡皮輪胎行駛於軌道上，此系統都採用自動列車控制 ATC (Automatic Train Control)。



北
木柵捷運 AGT 系統

AGT 系統優點：

- 服務水準
- 營運彈性(加班)
- 管理較簡易
- 營運成本低

AGT 系統缺點：

- 維修費高昂
- 設備成本較高



日本東京灣海一百合歐號列車的最前端為無人駕駛

高運量捷運系統----膠輪捷運 RTRT

所謂高運量捷運系統是指每小時單位方向運量在 2 萬人次以上，具有 A 型路權的捷運系統，由於全球多半採取鋼輪式捷運系統，又稱重軌捷運，或鐵路捷運 (RRT) 在 RRT 之外也有另一種特殊的輪胎捷運系統(RTRT)所謂「輪胎式」捷運系統是以輪胎作為支撐及導引的捷運車廂，此外，輪胎式捷運 系統亦有鋼輪作為轉撤之用以及再輪胎失效時作為緊急支撐支用。



日本山手線

RTRT 的優點：

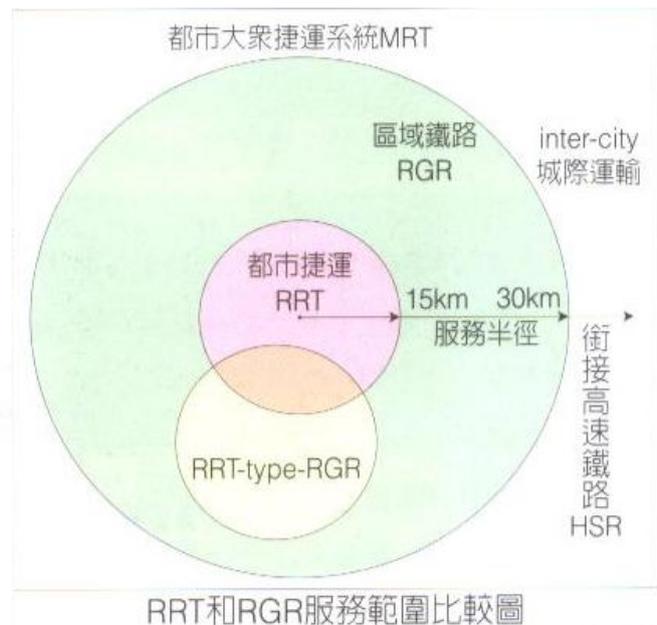
1. 在正常情況下(氣候乾燥)，其黏著性較佳，因此可用於較陡的斜坡。
2. 在急轉彎時，產生的噪音較小。

RTRT 的缺點：

1. 受雨天、冰、雪天候影響較大，只能在氣候溫和的城市或隧道中使用。
2. 受輪胎式車輛載重之限制，以致於車廂較小。
3. 其阻力較大，因而能源消耗較大。
4. 行駛時，會產生高溫高熱，需有良好通風設備。
5. 其發生火災危險性較大。
6. 由於技術的複雜性和能源消耗大，使其投資成本與營運成本偏高。

高運量捷運系統---鐵路捷運 RRT

由於大眾捷運系統爲了達到其運量大且迅速便捷的營運效率，其服務半徑通常不超過 15 公里左右，因此，服務半徑在 15 公里以內的捷運系統稱爲都市鐵路捷運系統。而服務半徑在 15~30 公里之間，則稱區域鐵路(RGR)。



總結:

我將都市大眾運輸系統整理如(表一 大眾運輸結構圖)，再依序以圖說的方式去大略做整理及介紹，因爲涉獵範圍較廣，故沒有進一步的去進行深入探討。

參考國內外的各種捷運系統，可以對我國目前規劃、即將興建的大眾運輸做爲參考。前陣子蘇花高的新建造成頗大爭議，發展鐵路、輕軌不外乎是一個可以參考的選擇，對環境衝擊也不會那麼大，高速公路並非發展觀光的唯一條件，應先改善其他運輸設施後，若蘇花高環境影響評估通過，但無論是否興建蘇花高，現階段都應先發展交通替代方案，協助發展觀光。

替代方案包括興建花蓮輕軌電車、花東縱谷小火車、增加太魯閣傾斜式列車的車次（車廂進入彎道時，會自動向內側傾斜，不需減速，民眾也不會有搖晃感）、公車路網規劃、開發藍色公路等措施，前三項選擇與我們鐵道工程相關性較高，經審慎評估後，也可以是不錯

的的參考方案。