

# 現代運輸學

Contemporary  
Transportation

三版 張有恆 著



朱十通

Risk = 發生機率 × 嚴重程度

標示干預子

P137

若干同學上台分享:

11, 12月  
32

鳥人  
領豆

11/19  
下通

軍一 吳宛純

公路運輸

11/26  
下下通

應英 林聖瑋

台灣廉價航空 - 台灣虎航 Tiger Taiwan

11/26  
下下通

物流 江李洋

海上運輸系統

11/19  
下通

軍一 呂宥男

桃園機場捷運概況

11/19  
下通

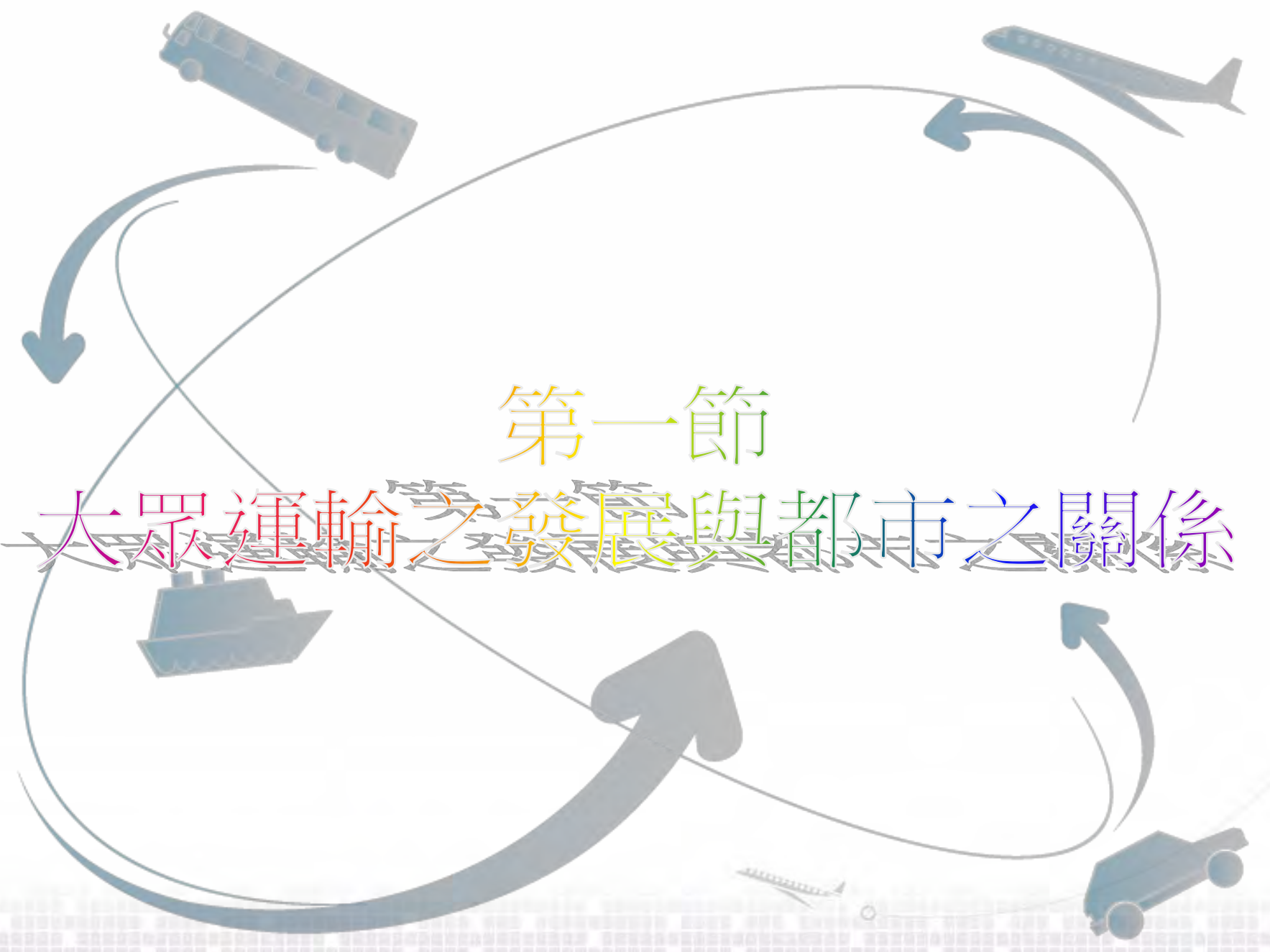
軍一 李國豪

飛機事故與演進

# 現代都市大眾運輸系統



- 大眾運輸之發展與都市之關係
- 發展大眾運輸的必要性
- 大眾運輸工具之分類
- 公共運輸依運量之定義及特性
- 都市大眾運輸新技術與綠色運輸
- 結論與建議



## 第一節

# 大眾運輸之發展與都市之關係

# 公共運輸系統之定義

- **公共運輸系統(public transportation system)**係指費率由政府管制，並供公眾乘用的一切運輸工具，如計程車、公車、捷運系統等。包括**大眾運輸及副大眾運輸**。
- **大眾運輸系統(mass transit system)**係指具有固定路(航)線、固定班(航)次、固定場站及固定費率，提供旅客運送服務之公共運輸。計程車客運業比照大眾運輸事業，免徵汽車燃料使用費及使用牌照稅。大眾運輸事業包括：**市區汽車客運業、公路汽車客運業、鐵路運輸業、大眾捷運系統運輸業、船舶運送業、載客小船經營業及民用航空運輸業**（「發展大眾運輸條例」第二條）。

# 「大眾捷運法」對大眾捷運之定義

- 大眾捷運系統係指利用**地面、地下或高架設施**，不受其他地面交通干擾，採**完全獨立專用路權**或於路口部分採**優先通行號誌處理之非完全獨立專用路權**，使用專用動力車輛行駛於專用道路，並以密集班次、大量快速輸送都市及鄰近地區旅客之公共運輸系統。

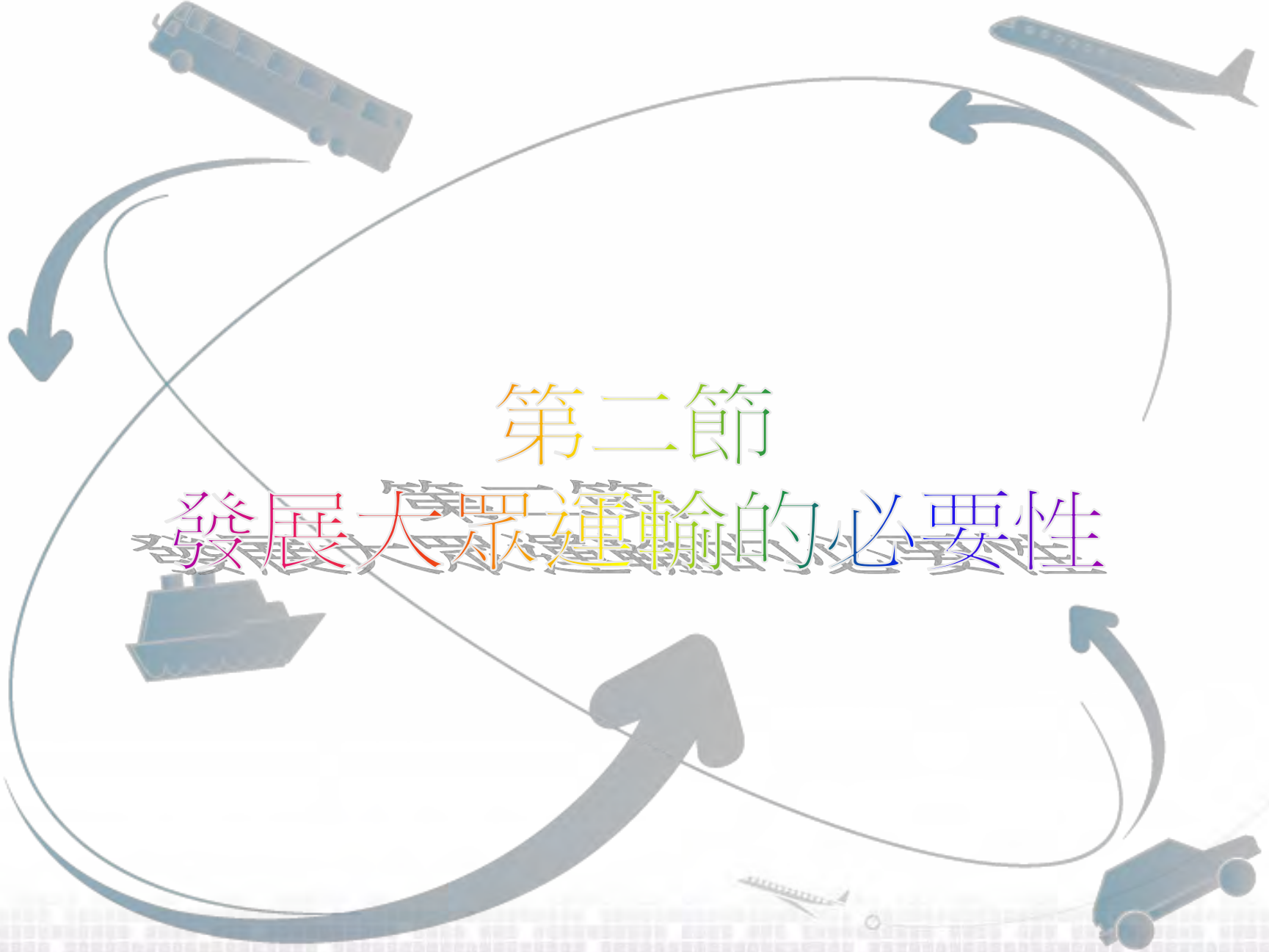
# 運輸技術與都市規模的關係

- 全世界各國都市的擴展，可以說全是由於**交通運輸之發展所促成的**。
- 近年來郊區公路的改善，快速道路與高速公路的興建，更使都市地區大大地擴展成為**都會區**，甚至成為**超大都會區**。
- 在都市發展的歷史上，決定都市人口多寡的主要因素，就是運輸技術；**運輸技術不僅左右都市的區位，同時也影響都市成長的規模**。

# 大眾運輸與都市發展之關係

- 由大眾運輸與都市的發展過程，可歸納二者的關係如下：
  - **互為因果效應**：良好「大眾運輸的服務」是因，「都市的繁榮與發展」是果；然而由於都市的成長，更需要提供良好的大眾運輸系統，兩者互為因果關係。
  - **催化效應**：都市成長和大眾運輸二者之間是互為催化劑。在都市中現有的人口及經濟活動會產生及吸引旅次，其中部分旅次會使用大眾運輸，因而產生大眾運輸的需求。當大眾運輸系統興建或引進時，人們就會預期車站附近將會快速發展而進入投資，致使都市迅速發展與擴張，形成一種催化作用。
  - **可及性效應**：大眾運輸是提供都市之民眾「行」的必要服務，以促進整個社區的可及性，提高市民的機動性。良好之都市大眾運輸系統，將可擴展都市的可及性，提升都市競爭力。





# 第二節 發展大眾運輸的必要性

# 發展大眾運輸的必要性

抑制私人  
運具成長

提昇能源  
使用效率

降低肇事  
率，提高  
行車安全

環境保護

善盡地球  
公民責任

## 抑制私人運具成長

- 隨著國民所得及生活水準提高，私人運具之持有與使用情形持續大幅成長，自民國84年至100年間，台灣地區之**汽車數量成長約1.54倍，機車成長約1.78倍**。
- 自民國84年8月交通部推動「促進大眾運輸發展方案」以來，已有顯著成效。實施前，小客車之年平均成長率為11.49%，在實施之後每年的年平均成長率大幅下降為3.30%。**由此可見，發展大眾運輸確能有效抑制私人運具之成長。**

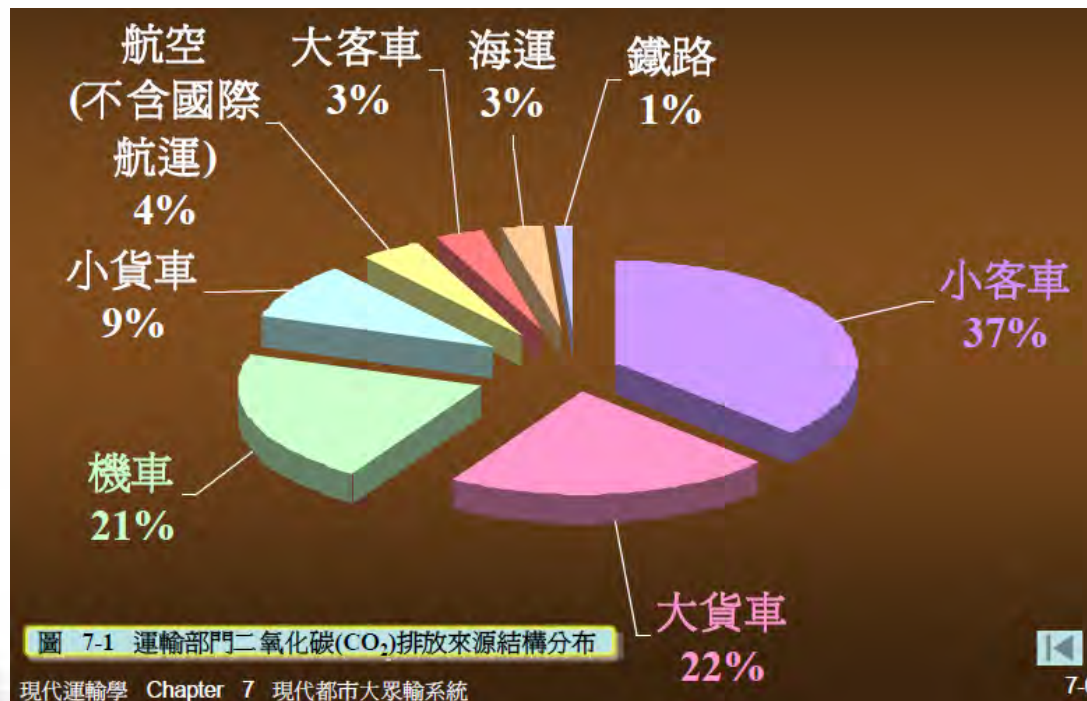
## 提昇能源使用效率

- 大眾運輸之每人車公里耗油量約為自用小客車的四分之一，與機車的五分之二。因此，就能源使用效率而言，使用大眾運輸工具確實優於私人運輸工具。

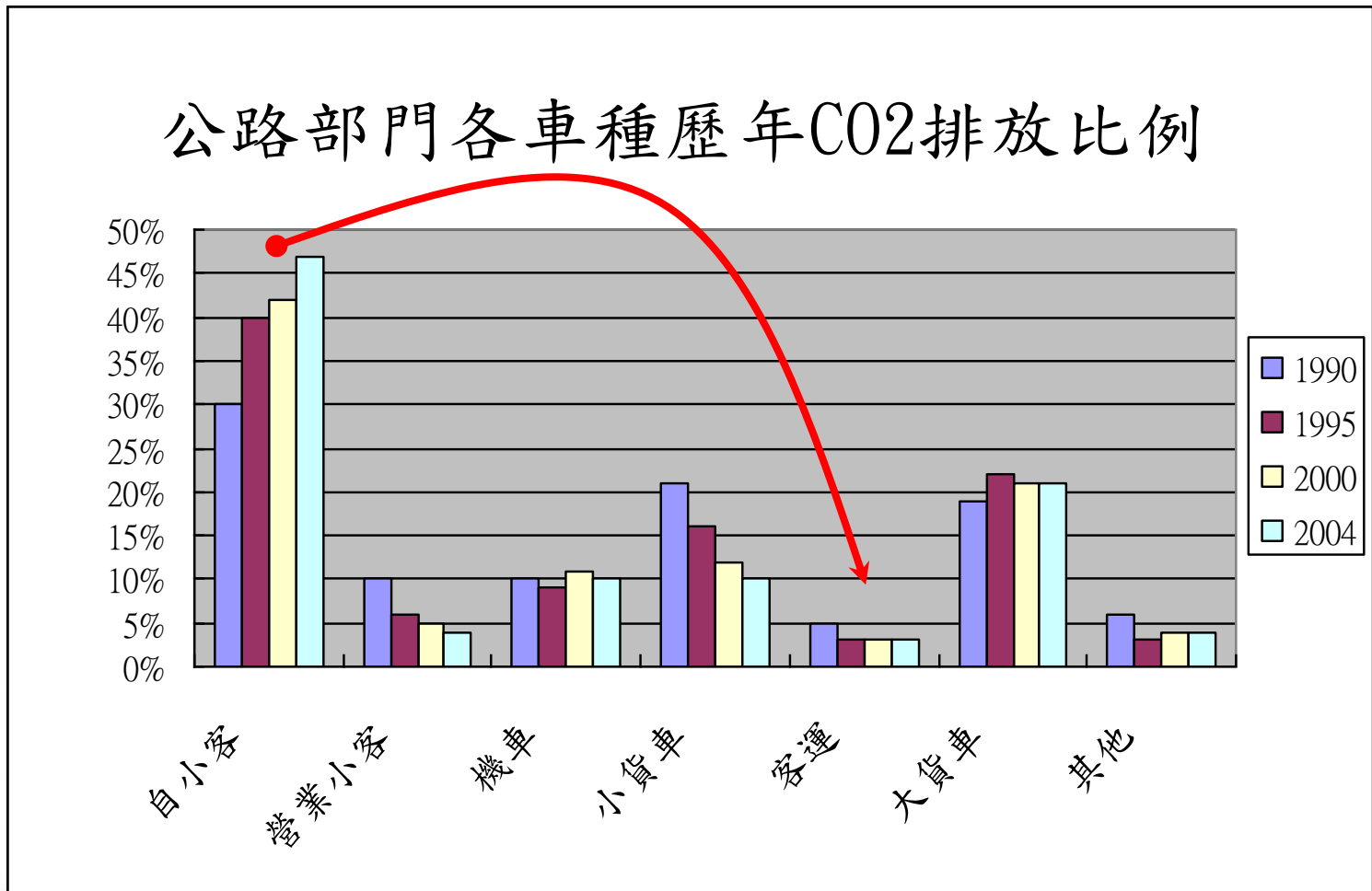
運具	車種	耗油率 (公里/公升)	承載率 (人/車)	平均每延 人公里耗 油(公升)	大眾運輸 耗油/私人 運輸耗油
大眾運輸	大客車	3.3	22.89	0.0132	-
私人運輸	自用小客 車	10.4	1.62	0.0594	1/4
	機車	27.3	1.15	0.0319	2/5

# 環境保護

- 運輸部門所造成之二氧化碳排放量有一半以上(58%)係來自於小汽車及機車，其中地面機動運輸工具的二氧化碳排放量約達90%。



# 各種運具CO2排放量比較



Source: 交通部運輸研究所95.04

# 善盡地球公民責任

- 自工業革命以來，由於大量石化能源的使用，已造成大氣中溫室氣體濃度大幅提高，而使全球氣候與生態環境產生變化。
- 依據我國召開「全國能源會議」決議，我國整體能源節約至2010年累積節約能源16%，至2020年累積節約能源28%。
- 運輸部門唯有更積極發展大眾運輸，才能有效達成節約能源使用及減少溫室氣體排放的預定目標，善盡地球公民之責任。

## 降低肇事率，提高行車安全

- 依據美國地區營運的經驗顯示，小汽車、公車、捷運系統在一億車英哩的死亡人數比例5.3 : 0.19 : 0.07。由此可知，大眾運輸的安全性的確較小汽車高出許多。足以證明發展大眾運輸確實有其必要及優越性。
- 我國各主要都市大眾運輸市場之占有率，除台北市以及新北市外均不及10%，遠低於國外主要都市大眾運輸之市場規模，且與我國鄰近的亞洲主要都市之大眾運輸市場占有率均高達60%以上相比，可知發展大眾運輸確實是我國現階段應積極推動的重要施政目標。





## 第三節

### 大眾運輸工具之分類

- 以使用型態分類
- 以大眾運輸系統特性分類
- 以都市大眾運輸工具之一般性分類

# 大眾運輸工具之分類

- 依美國賓夕尼亞大學教授摩屈克(Vuchic, 1981)之研究，都市內之各種交通運輸工具主要可依「**使用型態**」(Type of usage) 及「**特性**」(Characteristics)來分類。
  -
- 以**使用型態**來分類
- 大眾運輸系統之**特性**分類
- 都市大眾運輸**工具**之**一般性**分類

# 以使用型態來分類

- 私人運輸
- 私營公共運輸或副大眾運輸
- 大眾運輸



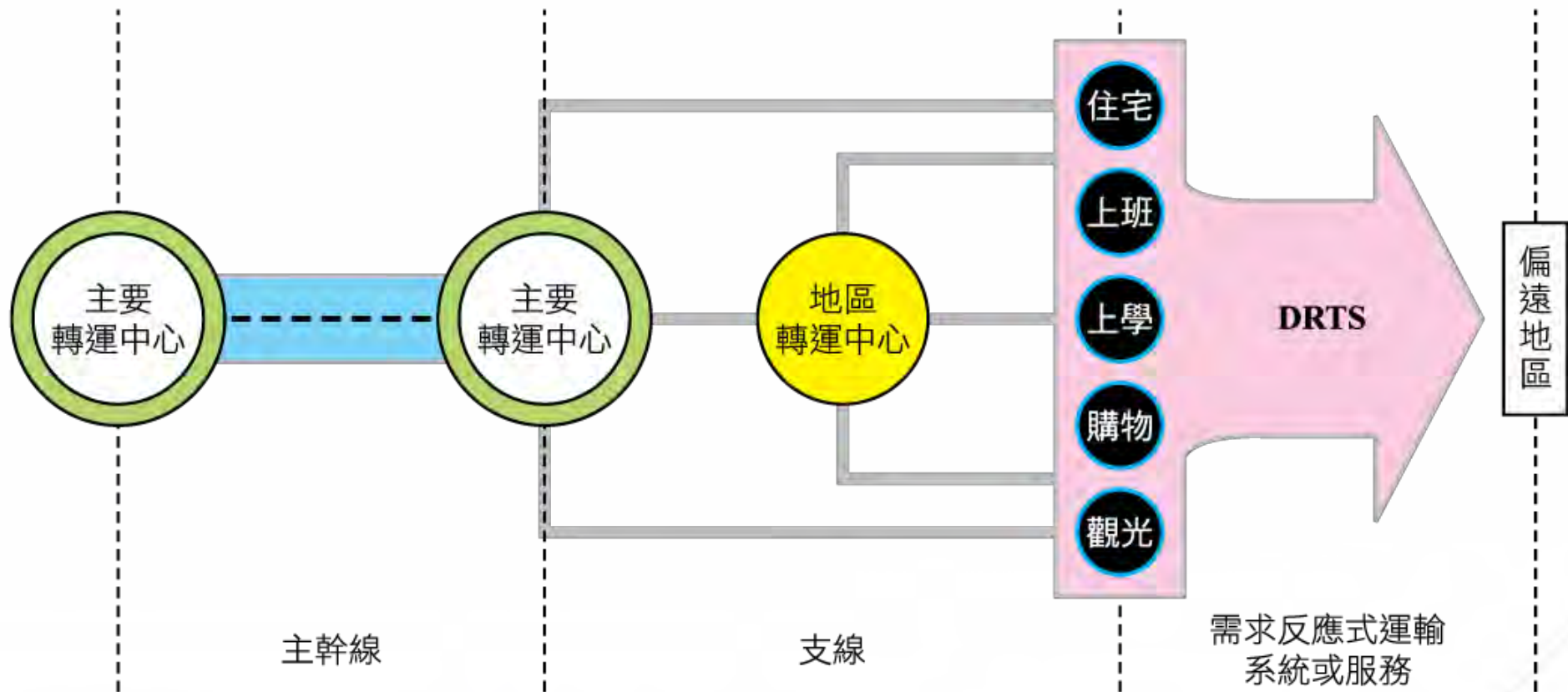
## 以使用型態來分類

- **私人運輸**：在都市道路上行駛之車輛(即僅供私人所有使用者使用之交通工具)皆屬之。如**自用車、機車、腳踏車**等，同時**步行**也可包括在此一範圍。
- **私營公共運輸或副大眾運輸**：公共運輸係指費率由政府管制，乘客只要遵照其運載契約(如依規定付費、不攜帶危險物品等)，一般大眾皆可搭乘的交通工具。在公共運輸系統中，若**乘客具有某種程度之自主權(如乘客可隨時要求上車、下車或指定行駛路線等)**的運輸服務，便是所謂的**副大眾運輸(paratransit)**，又稱**私營公共運輸(for-hire public transport)**。
- **大眾運輸**：服務於都市內及其附屬衛星城市，具有**固定路線、固定班次、固定車站及固定費率**，乘客為一般大眾。

# 需求反應式運輸系統(DRTS)

- 需求反應式系統為具有彈性設計之運具模式，介於一般「傳統公車」與「計程車」兩種運具之間，各種固定或非固定路線與班表的副大眾運輸服務。
- DRTS有別於傳統以供給導向為主之運輸模式，能提供乘客量身打造彈性之運輸服務，以有效解決偏遠地區大眾運輸使用率偏低之問題，期達成「最後一哩」的服務，並維護民眾使用公共運輸系統之權利。

# DRTS路線架構圖



# DRTS標準化推動流程

**第一步驟**：針對評估區域內的發展潛力進行初步篩選，擬定之評估指標可分為三個面向：

- 1) **人口特性**：人口密度、人口年齡組成、產業人口組成
- 2) **社會經濟**：車輛持有數
- 3) **公共運輸服務**：是否有公共運輸服務、公共資源投入

**第二步驟**：利用運輸供給及需求的指標進行探討，以了解該地區服務狀況及民眾旅運特性，藉此判斷**發展DRTS可行性**。

**第三步驟**：透過問卷調查之結果，**規劃營運模式及設計適用之DRTS系統**，再向中央申請補助。

**第四步驟**：進入DRTS計畫實務**推動流程**，並利用多項配套措施，讓民眾更能接受**DRTS系統**並進行行銷宣傳。

# 大眾運輸系統之特性分類<sup>1/13</sup>

大眾運輸工具可依下述之特性來分析：

- 路權(right-of-way, **R**)
- 技術(technique, **T**)
- 服務方式(Service, **S**)

基本上，任何運具皆可依上述**RTS**三種特性加以定義。



# 大眾運輸系統之特性分類 2/13

- 路權：大眾運輸系統之路權依運輸工具使用車道的狀況及其與他種交通工具隔離的程度，可以分成三種型態的路權。
  - A型路權：此種路權採用與外界交通完全隔離的車道或鐵軌，無平交道且不與其他車輛混合行駛，其型式可以高架、地下或甚至地面。



圖 7-3 台灣高鐵之A型路權

## 大眾運輸系統之特性分類 3/13

- **B型路權**：此種路權是採用部分與外界隔離之軌道及部分與外界交通混合行駛的車道，如國外一般的輕軌系統便是屬於此種型式的路權。



圖 7-4 B型路權之輕軌運輸  
(a) 法國史特拉斯堡之低底板輕軌運輸車輛



(b) 澳洲雪梨之低底板輕軌運輸車輛 (B型路權)

## 大眾運輸系統之特性分類 4/13

- C型路權：此種路權係指以一般之交通混合行駛之車道或軌道。例如，一般在國外的地面電車(streetcar)或有軌電車(trolley)等，在街道之交叉路口遇到紅燈時仍需依規定停車。



圖 7-5 香港C型路權之地面（雙層）電車

# 大眾運輸系統之特性分類 5/13

- 技術：都市大眾運輸系統的技術，一般是指車輛及軌道之機械特性，其中四種比較重要的特性如下：
  - 支撐
  - 導引
  - 推進
  - 控制

# 大眾運輸系統之特性分類 6/13

- **支撐**：係指車輛與承載面垂直接觸的承載方法，最普遍的是車輛輪胎行駛於瀝青路面或水泥路面；鋼輪行駛於鐵軌上，此外尚有磁浮式等支撐方式。另有特殊的**車輛懸掛或跨坐在支撐體上**。



(a) 跨坐式單軌捷



(b) 懸掛式單軌捷運

## 大眾運輸系統之特性分類 7/13

- 導引：係指車輛側面的導引方式，如公路車輛的導引是由司機來操作；而鐵路車輛是由鋼輪之輪緣來導引。鐵路之主要技術特性乃是車輛之支撐與導引係由鋼輪與鐵軌所聯合組成。



## 大眾運輸系統之特性分類 8/13

- 推進：乃是指車輛動力來源之方式。如一般之公車及區域鐵路之機車頭所使用之**柴油內燃機**；而大部分的鐵路車輛及有軌電車則使用**電動馬達**來推動。

## 大眾運輸系統之特性分類 9/13

- 控制：控制是管制一部或所有車輛之行駛，其最重要的控制方法，即是**控制車輛之間距**，如一般公車以人的**視覺來控制**；有些**鐵路則以號誌或人力來控制**。近年來各國都在努力發展**全自動控制系統**，以確保行車安全。



# 大眾運輸系統之特性分類 10/13

## ● 服務型態

- 服務路線及旅次型態來區分
- 由車輛停靠班次之型態來區分
- 由營運時間來分



## 服務路線及旅次型態來區分<sup>11/13</sup>

- **短程大眾運輸**，在高旅次密度的小地區提供服務，如機場、遊樂場所，校園，以及市中心等地區作短途的運輸服務。
- **都市大眾運輸**：為服務全市的大眾運輸系統，其路權型式可包括A、B、C三種。
- **區域大眾運輸**：為服務整個都會區的大眾運輸系統。例如，區域鐵路及長途直達巴士等。

## 由車輛停靠班次之型態來區分<sup>12/13</sup>

- 慢車服務：所有車輛每站必停。
- 快車服務：如越站停車或區間停車之方式。
- 直達車服務：所有車輛只停主要之車站。

## 由營運時間來分<sup>13/13</sup>

- 全天候服務，在24小時之內皆提供運輸服務。
- 通勤服務：只在早晚兩個尖峰時段才營運。
- 特殊或不規則的服務：只在特殊事件時才營運，如球賽、會議、展覽會及節日等。

# 都市大眾運輸工具之一般性分類

都市大眾運輸工具可依不同之方式來分類。但最重要或最普遍的是以「路權型態」來劃分，如下所示：

- **地面大眾運輸系統**：採用C型路權的運輸工具，其服務可靠性及營運速度較低，如公車及無軌電動公車及地面電車等。
- **半大眾捷運系統**：主要採用B型路權，但也有些路段仍採用C型或A型路權，如在專用路權上行駛之公車及輕軌運輸系統。通常半捷運系統只在市中心及擁擠地區才使用A型路權，以提高運輸系統之服務績效。
- **大眾捷運系統**：係指完全採用A型路權之運輸工具，因之有較高的速度、容量、服務可靠性及安全性。

# 半大眾捷運系統



資料來源：[infinick.500px.com](http://infinick.500px.com)

# 都市運輸工具路權型態之分類

運輸技術/ 路權型態	公路—司機駕駛	輪胎式—部份導引或 全自動導引	鐵路	特殊運具
C型路權	一般公車 短程來回公車 直達公車 副大眾運輸	無軌電動公車 (Trolleybus)	地面電車 有軌纜車 (Cable Car)	輪渡 水翼船 (Hydrofoil )
B型路權	公車捷運(BRT)	雙用途運輸系統(Dual Mode)	輕軌運輸(LRT)	齒輪鐵路
A型路權	公車捷運道路 (Busway)	輪胎式捷運系統 (RRT) 輪胎式單軌運輸系統 自動導引運輸系統 (AGT) 國體式捷運系統(GRT) 個人式捷運系統 (PRT)	鐵路捷運系統 (RRT) 輕軌捷運系統 (LRRT) 區域鐵路系統 (RGR) 懸掛式單軌運輸 系統 (Schwebeahn)	鐵索火車 空中纜車 齒輪鐵路

表 7-3 都市運輸工具路權型態之分類

運輸技術 / 路權型態	公路 - 司機駕駛	輪胎式 - 部分導引 或全自動導引	鐵路	特殊運具
C型路權	一般公車 短程來回公車 直達公車 副大眾運輸	無軌電動公車 (trolleybus)	地面電車 有軌纜車 (cable car)	渡輪 (ferryboat) 水翼船 (hydrofoil)
B型路權	公車捷運 (BRT)	雙用途運輸系統 (dual mode)	輕軌運輸 (LRT)	齒輪鐵路 (cog railway)
A型路權	公車捷運道路 (busway)	輪胎式捷運系統 (RTRT) 輪胎式單軌運輸系統 (rubber-tired monorail) 自動導引運輸系統 (AGT) 團體捷運系統 (GRT) 個人捷運系統 (PRT)	輕軌捷運系統 (LRRT) 鐵路捷運系統 (RRT) 區域鐵路系統 (RGR) 懸掛式單軌運輸系統 (monorail Schwebbahn)	齒輪鐵路 空中纜車 鐵索火車 (funicular)

資料來源：Vuchic (2007).



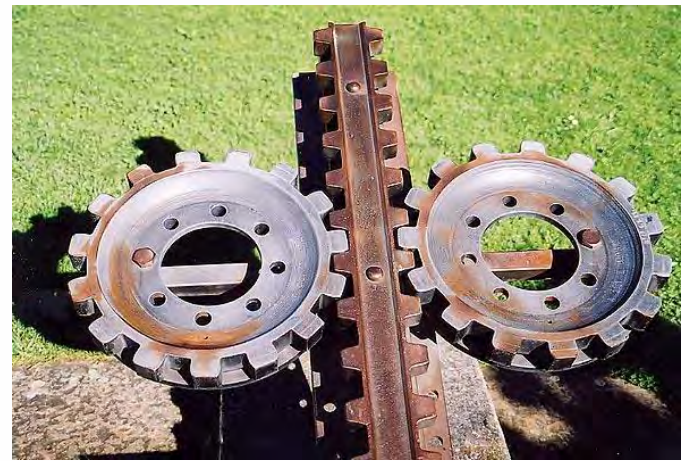
# 鐵索火車



資料來源：[www.dailymail.co.uk](http://www.dailymail.co.uk)

# 齒軌鐵路

- 世界最陡的皮拉特斯山(Mt. Pilatus)鐵路，最大坡度千分之480 (48%)。在瑞士。
- 採雙咬合齒軌
- 平均坡度千分之350 (35%)。
- 該線從琉森湖畔(Luzern Lake)的阿爾卑納赫施塔德(Alpnachstad)，到達海拔2132公尺的皮拉圖斯峰山頂附近的終點站。該線長4.5公里，攀登垂直距離1629公尺。



## 第四節

### 公共運輸依運量之定義及特性

- 副大眾運輸
- 地面大眾運輸
- 中運量之運具：半大眾捷運及自動導引捷運
- 高績效之運具：大眾運輸系統

## 副大眾運輸

- 副大眾運輸這一名詞早在1915年到1920年就出現在美國的字彙裡，然而一直到1972年美國運輸部才首次採用。
- 依照美國著名學者(Vuchie，2007)對副大眾運輸之定義為：「副大眾運輸通常指在都市內使用中小型車輛，行駛於公路或街道上，運輸旅客之服務方式；它是由私人或公眾經營者所提供，其乘客為特定的團體或一般大眾，同時乘客在某一程度範圍內，可以依其意願來決定路線及行駛時刻。」

# 副大眾運輸

- 計程車
- 撥召公車(dial-a-ride, DAR)
- 隨停公車(jitney)
- 小汽車共乘
- 中型車共乘或合租共乘
- 計程車共乘
- 交通車共乘



## 一 副大眾運輸

副大眾運輸這一個名詞早在 1915 年到 1920 年就出現在美國的字彙裏 然而直到 1972 年美國運輸部才首次採用。依照美國摩屈克 (Vuchic, 2007) 對副大眾運輸之定義為 「副大眾運輸通常指在都市內使用中小型車輛 行駛於公路或街道上 運輸旅客之服務方式 它是由私人或公眾經營者所提供 其乘客為特定的團體或一般大眾 同時乘客在某一程度範圍內 可以依其意願來決定路線及行駛時刻。」

依此定義 副大眾運輸系統主要包括下述七種運輸工具

1. 計程車 (taxi)。
2. 撥召公車 dial-a-ride 或 dial-a-bus, DAR。
3. 隨停公車 (jitney)。
4. 小汽車共乘 (carpool)。
5. 中型車共乘 (vanpool)。
6. 計程車共乘 (taxipool)。
7. 交通車共乘 (buspool)。

茲分別說明如下

# 撥召公車

- 撥召公車系統為一種使用者具有部份程度自主權的副大眾運輸系統(Paratransit)，其服務方式為**使用者(乘客)主動打電話到控制中心告知其起訖點後**，由控制中心之調度員妥善規劃路線，並指派車輛接送乘客，期以最佳調配之方式，在一趟旅次當中接運最多的乘客。
- **撥召公車系統**於國內並不普遍，而在系統功能相近的運輸方式中則有**無線電計程車與交通車兩種服務型態**，撥召公車之服務特性與無線電計程車甚為接近，皆是乘客打電話至控制中心叫車，但其主要差異在於**無線電計程車是以小型客車服務一個使用者**，而撥召公車則同交通車般可服務多個使用者，例如復康巴士。

# 撥召公車之營運方式




旅次型態	示意圖	實例
一點至多點 (One-to-many)		分散之旅次型態 (Scattering traffic) 下午尖峰 (工作地點至家之旅次)
多點至一點 (Many-to-one)		匯集之旅次型態 (Gathering traffic) 早上尖峰 (家至工作地點之旅次)
多點至多點 (Many-to-many)		分散之旅次型態 (Scattering traffic) 清晨、中午、晚上 (購物之旅次)

圖 7-2 撥召公車之營運方式



## 隨停公車 jitney

- 隨停公車(jitney)，以中小型車輛行駛於固定路線上，一般為主要街道，惟有時可以略駛離固定路線以方便乘客上下車，無固定時刻表，無固定站牌，且乘客可隨時招呼上車即下車。通常隨停公車之安全與舒適程度都較一般之公車為低，因此在許多國家隨停公車都只在沒有適當公車服務之地區，才提供服務。
- *Jitney* is a North American English term that originally referred to a **vehicle for hire** intermediate between a taxi and a bus. They are generally small-capacity vehicles that follow a rough service route, but can go slightly out of their way to pick up and drop off passengers.

# Jitney 隨停公車



# 小汽車共乘 carpool

- 小汽車共乘指在一部小汽車內共乘兩人或兩人以上，以提高小汽車乘載率。主要的特性有：
  - 需有兩人或兩人以上在同一部車內，私自雇用駕駛的司機不計在內。
  - 小汽車一定屬於**共乘者中一位所有**。
  - **小汽車擁有者除向共乘者收取所需分攤車輛使用成本外**，並無獲得額外補償，駕駛者也無額外補償。

## 中型車共乘 vanpool

- 乃指在同一車輛內共乘許多人(一般是8~15人)的中型車。
- 一般車輛是屬於共有或租來的，不屬於駕駛者或任何乘客私人持有，而完全用於共乘之用途，故又稱為「**合租共乘**」。
- **駕駛者是由乘車者輪流或專人駕駛，並不支付其薪資。**
- **車輛之資本(如由政府或工作機關提供)及行駛所需之運行成本均由共乘者共同負擔。**

# 計程車共乘 taxipool

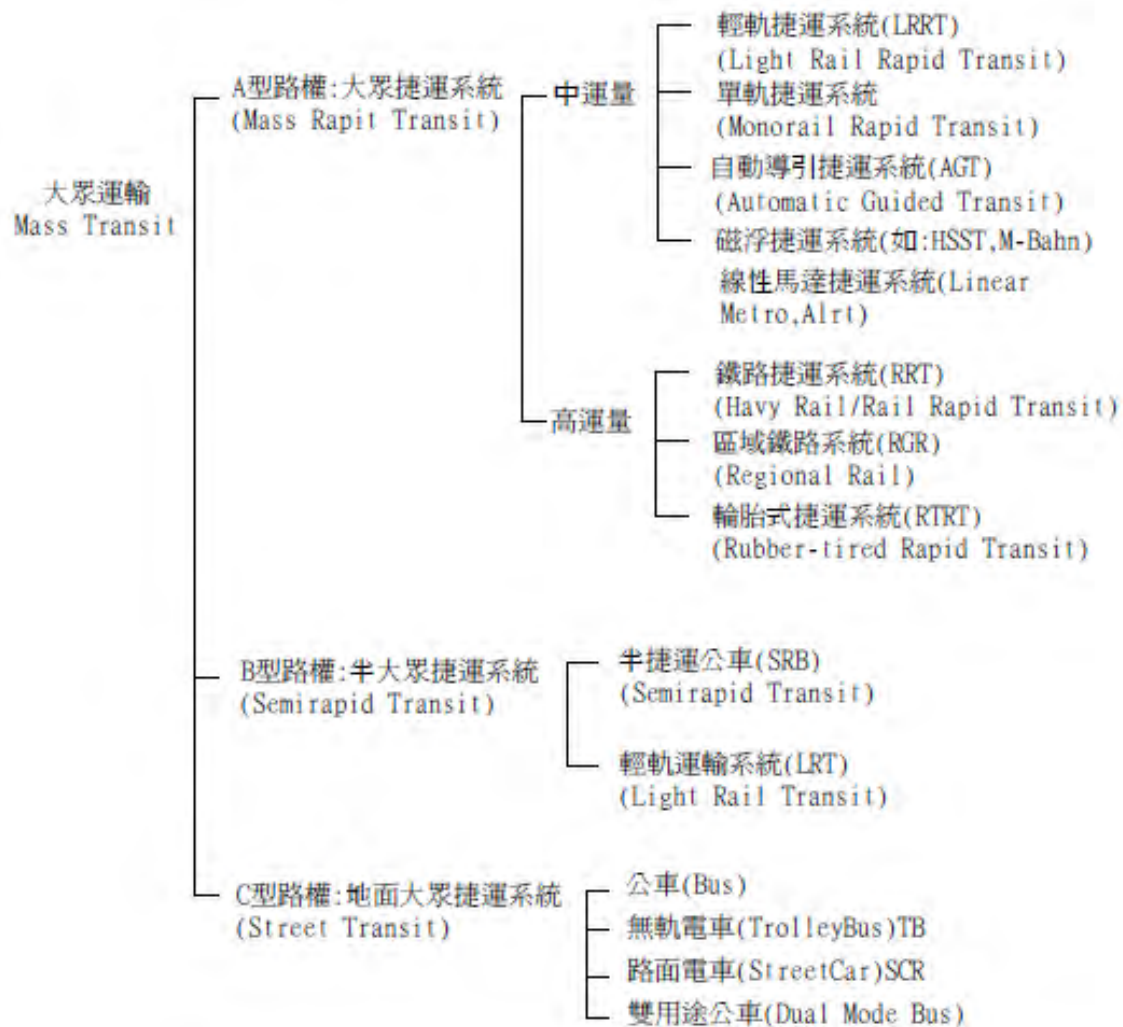
計程車之共乘特性有：

- 輔助大眾運輸之不足
- 有固定的定點招呼站
- 營運及收費必須接受有關單位及法令限制
- 提供乘客較低廉之運價等功能

## 交通車共乘 buspool

- 交通車共乘是指同一輛交通車中共乘許多人之服務方式，其與中型車共乘相當類似，但有兩點不同：
  - 交通車的司機具駕駛人身分，必須支付駕駛費用。
  - 交通車多僅在員工上、下班之通勤時間提供服務，而中型車共乘車輛是屬共有或租來的，可全時間用於共乘或其他用途，不僅限於上、下班使用。

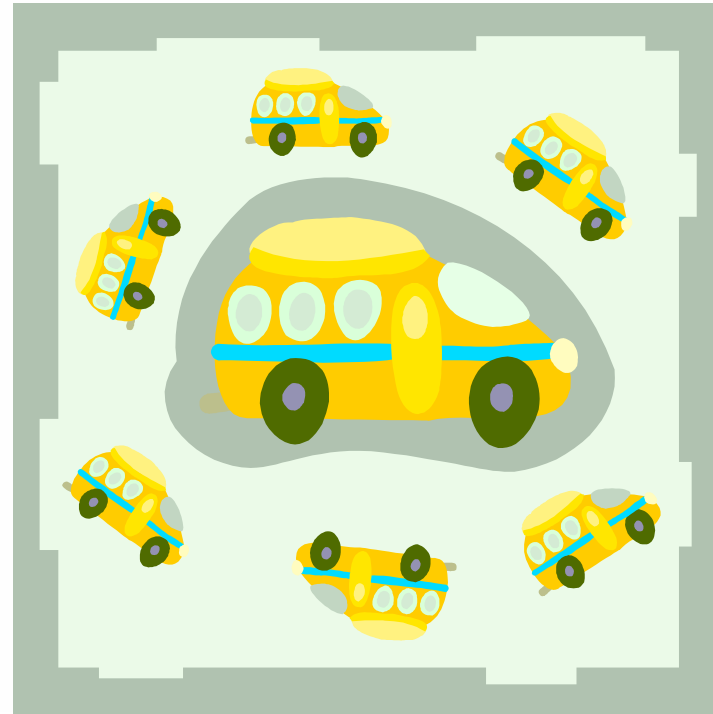
# 大眾運輸系統結構圖



# 地面大眾運輸

地面大眾運輸主要包括下列三種主要運輸工具。

- 一般公車
- 無軌電車
- 有軌電車





# 一般公車

- 一般公車是由公車在固定路線以固定時刻表來營運，它是最普遍被採用之都市大眾運輸工具。
- 一般公車之容量從小型公車(可運載20名到30名乘客)到雙節公車(最高可載125名乘客)不等，皆可在街道、幹道及高速公路上營運。

# 無軌電車

- 無軌電車係使用相同之一般公車車輛，但它是使用電力馬達推動，其動力來源是由架空電線而來。
- 無軌電車可提供與一般公車相同的服務方式，但是投資成本較高，而且操作比較複雜。
- 其優點是乘客之舒適度較高，而且對環境的影響較小，但由於這些優點無法反映在營運收益上，使得有些經營困難的大眾運輸業紛紛以公車代替無軌電車。
- 然由於無軌電車具有省能源、低汙染的優點，目前又有逐漸復甦的趨勢。

# 北京無軌電車



# 雙用途公車 (Dual Mode bus)

- 此外，在德國等西歐國家，有所謂的**無軌電車與一般公車合併之雙用途公車 (Dual Mode bus)**。雙用途公車的外觀幾乎與無軌電車相同，這種雙用途公車在市區是沿著固定的架空線路網行駛，車輛的動力也來自車頂的架空線，以馬達驅動輪胎行駛。不過一旦行駛至架空線終點，便脫離架空線，使用車體自備的柴油引擎發電驅動馬達以輪胎行駛，既兼顧市區內環保及郊區行動自主的優點。最重要的是旅客從城市郊區至市區不必轉乘，是一種特殊的大眾運輸工具。雙用途公車與無軌電車在外觀上無太大差異，主要在於能否離開電車線自力行駛而已。

# 有軌電車 Tram

- 有軌電車或地面電車是使用鐵路運輸的車輛，以電力推動一至多節之車廂，行駛在一般道路上。
- 由於有軌電車使用的是C型路權，因此在尖峰時段營運時，若非採用良好之道路設計與交通管制措施則易受其他車流的干擾，形成延誤的現象。
- 因此，在國外有些都市漸漸以公車來取代電車，或者將有軌電車提昇為較高服務績效的輕軌運輸系統LRT。

# Tram at Downtown Sydney



資料來源：[www.flickrriver.com](http://www.flickrriver.com)

## 中運量之運具：半大眾捷運及自動導引捷運

在公共運輸中，中運量運具比地面大眾運輸有較高的績效與容量，其運具型式包括下列方式：

- 半大眾捷運
  - 半大眾捷運公車（Semirapid Bus，SRB）
  - 輕軌運輸系統（Light Rail Transit，簡稱LRT）
- 自動導引捷運



## 半大眾捷運

- 半大眾捷運公車(semirapid bus, SRB)：使用一般公車或高績效之公車在B型或A型路權之車道上營運。其運輸績效主要由下述之因素來決定：
  - 隔離路權之路段位置及其占全長之比例：若在擁擠地區使用專用路權，則效果較為顯著。
  - 路權之型態：公車專用道(**bus lanes**)、公車專用街道(**reserved streets**)、或公車捷運系統(**busways**)。
  - 營運之方式：路線安排、轉車方式、站間距離、速度、班次、安全及服務之可靠程度。



# 台中BRT快捷巴士



(圖/台中市政府)

# 輕軌運輸系統 light rail transit, LRT

- 輕軌運輸系統(light rail transit, LRT)，通常都是使用B型路權為主，但也可使用C型路權或A型路權。它是由電力推動的鐵路車輛，可以單節或列車的方式來營運。因之，LRT具有在各種路權型式營運之能力以及鐵路導引技術的優點：**如較高勞動生產力、高容量以及舒適程度等。**

# 淡海輕軌系統示意圖



資料來源：[www.ythouse.com.tw](http://www.ythouse.com.tw)

# 高績效之運具：大眾捷運系統

## mass rapid transit, MRT

- 所謂大眾捷運系統(mass rapid transit, MRT)指採用電力牽引，行駛在專用路權上，具有固定路線、固定班次、固定車站及固定費率，乘客為一般大眾，服務於都會區及其衛星市鎮，具有高速度、高容量，且可靠度及安全性等績效均較高之大眾運輸系統。

# Rapid Transit

**Rapid transit** is a type of high-capacity public transport generally found in urban areas. Unlike buses, trams or light rail, rapid transit systems operate on an exclusive right-of-way which is usually grade separated in tunnels or elevated railways. **Rapid Transit** is the predominant term in North America. In European cities the terms **Underground Railway** or **Metro** are more common. "**U-Bahn**" is used in German-speaking countries.

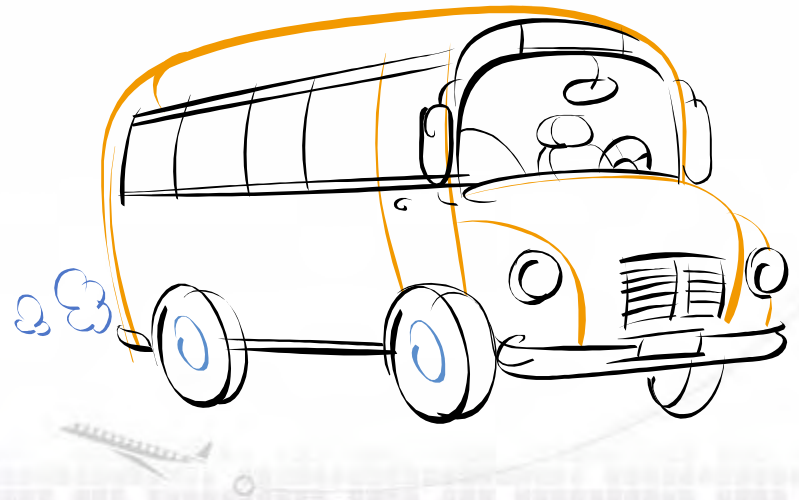
# 大眾捷運系統具有之特性

- 行駛於專用軌道：不受地面交通干擾，並可串連列車行駛。
- 運輸量大：每小時單方向運量約可達**2~6萬人次**。
- 速度快：平均約**30~40公里/小時**，最高時速可達80公里以上。
- 可採自動控制：班次密集，最高可**1~2分鐘發班一次**。
- 服務水準高：可提供舒適、準點、便捷，以及安全之服務。

# 高績效之運具：大眾捷運系統

大眾捷運系統通常包括下述五種運輸工具：

- 輕軌捷運系統
- 輪胎式捷運系統
- 鐵路捷運系統
- 區域鐵路系統
- 公車捷運系統



# 輕軌捷運系統

## light rail rapid transit, LRRT

- 輕軌捷運(light rail rapid transit, LRRT)系統是使用輕軌運輸的車輛在A型路權的軌道上行駛，與輕軌運輸(LRT) (light rail transit)系統有別。
- 有些人往往將「輕軌運輸系統」這一名詞和「輕軌捷運系統」混淆使用，其實嚴格來說這是錯誤的，因為輕軌運輸系統主要是使用B型路權(即A型路權和C型路權並用)，而輕軌捷運系統則完全使用有專用軌道的A型路權。



# 英國倫敦Docklands的輕軌捷運



資料來源：[www.railpictures.net](http://www.railpictures.net)

# 加拿大溫哥華Skytrain輕軌捷運系統



資料來源：[vancouver.24hrs.ca](http://vancouver.24hrs.ca)

# 輪胎式捷運系統

## rubber-tyred rapid transit, RTRT

- 輪胎式捷運系統(rubber-tyred rapid transit, RTRT)是以輪胎作為支撐及導引的捷運車廂，行駛在A型路權的專用車道上；此外，輪胎式捷運系統亦有鋼輪作為轉轍及在輪胎失效時作為緊急支撐之用，以法國巴黎捷運系統(Paris Metro)為代表，係屬於高運量捷運系統。

# Paris Metro



資料來源：[soundlandscapes.wordpress.com](http://soundlandscapes.wordpress.com)

# 鐵路捷運系統

## rail rapid transit, RRT

- 鐵路捷運系統(rail rapid transit, RRT)是使用4個車軸的鐵路車廂，行駛在A型路權的專用道上，它可以連掛4~10節車廂以上的列車來營運，以提供大量、迅速及可靠之運輸服務，大都屬於高運量捷運系統。在德國稱之為**U-Bahn**。台北重運量捷運系統即屬之。

# 德國U-Bahn



# Taipei Rail Rapid Transit



資料來源：[www.metroeasy.com](http://www.metroeasy.com)

# 區域鐵路系統

## regional rail, GRG

- 區域鐵路系統(regional rail, GRG)屬服務郊區與都市中心間之系統，即由**CBD(Central Business District)**輻射至**郊區市鎮中心之鐵路系統**，彼此相互聯結而成，與傳統上所謂之**通勤鐵路(commuter rail)**相類似，皆以輻射路線聚集在**CBD**以**通勤旅次**為主要服務對象。
- 區域鐵路系統在國外通常都由鐵路公司來經營，而非由都市之大眾捷運公司或大眾捷運局來營運。**RGR**在營運時比典型之**RRT**的路線長，車站少且速度快，旅客的平均旅次長度也較長。
- 台鐵原有的台北到淡水線的鐵路可以歸屬於區域鐵路



# 台鐵原有的台北淡水線



資料來源：[bieng-rawcolour.blogspot.com](http://bieng-rawcolour.blogspot.com)



資料來源：[news.ltn.com.tw](http://news.ltn.com.tw)

# 公車捷運系統 BRT

- 「公車捷運系統」主要在經由提供公車完全專用或部分專用路權(A型或B型路權皆可，如公車專用道)與交通管制措施(如公車優先通行號誌)之配合，藉以提高公車營運速率，達到快速、舒適、便利與低成本的目標。



# 第五節

## 都市大眾運輸

### 新技術與綠色運輸

# 都市大眾運輸新技術

- 現有都市大眾運輸工具受限於營運時間、服務班次和可及性，尤其對於低運輸需求的地區，大眾運輸便無法發揮其應有之功能；此外，大眾運輸系統常受限於高資金成本，高勞工成本，以及沒有彈性的營運方式和低的容量利用率，因此，發揮新技術來改善上述缺失是相當重要的工作。

# 自動導引捷運

自動導引捷運(automated guideway transit, AGT)具有**專用路權及無人駕駛**的自動行駛車輛。此系統與人工操作系統之優缺點如下：

## ● 優點

- **可增加服務之班次，而不需要額外之成本。**
- **減少運輸能源及車輛之損耗。**
- **能很容易地克服班次受干擾後之混亂現象。**
- **降低營運成本（因所節省的勞工成本超過因系統自動化後所需之成本）。**
- **降低人為操作錯誤的因素，提高行車安全。**

# 自動導引捷運

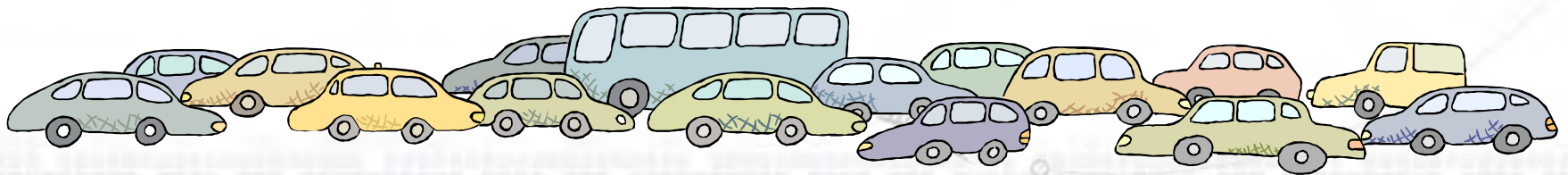
## ● 缺點

- 較高之投資成本。
- 較複雜之技術，可能造成可靠度之降低。
- 需要有緊急狀況的設備，如旅客通訊系統及軌道自動監視系統。

# 自動導引捷運

自動導引系統一般在使用上又分為三種：

- 穿梭大眾捷運
- 團體捷運系統
- 個人捷運



# 穿梭大眾捷運

## Shuttle-loop transit, SLT

- 穿梭大眾捷運(Shuttle-loop transit, SLT)是自動導引捷運系統中，使用**最普遍、最簡單且最有名的系統**。
- 此系統所具之特性乃是以捷運車輛在兩個或少數場站之間，例如機場之停機坪與旅客大廳之間作直線來回穿梭服務，或在一環線(loop)上不斷運轉服務。
- 此系統一般又稱為**自動化運人系統(automated people movers, APM)**、**運人系統(people mover system, PMS)**、**或使市區運人系統(downtown people movers, DPM)**和**中運量捷運系統**。



# 桃園國際機場運人系統Skytrain



[http://en.wikipedia.org/wiki/Taoyuan\\_International\\_Airport\\_Skytrain](http://en.wikipedia.org/wiki/Taoyuan_International_Airport_Skytrain)

# 新加坡樟宜機場運人系統Skytrain



[http://en.wikipedia.org/wiki/Changi\\_Airport\\_Skytrain](http://en.wikipedia.org/wiki/Changi_Airport_Skytrain)



# Dallas-Fort Worth International Airport

## Skylink



資料來源：dilemma-x.net

# 團體捷運系統

## group rapid transit, GRT

- 團體捷運(group rapid transit, GRT)系統是服務於一群具有相同起迄旅客之乘客，大多採用路線外車站 (**off-line station**)，具有下述之特性：
  - 車站月台是採用離線式，並有側線供車輛停靠，俾讓主線車輛快速通過。
  - 路線班距約3-60秒；若以3秒鐘為班距，其容量單方向約1萬~4萬人/小時。
  - 採用部分重疊之環線，路線較具彈性。
  - 車廂容量約為10~50人，非屬大眾捷運車輛。

# The West Virginia University campus in Morgantown



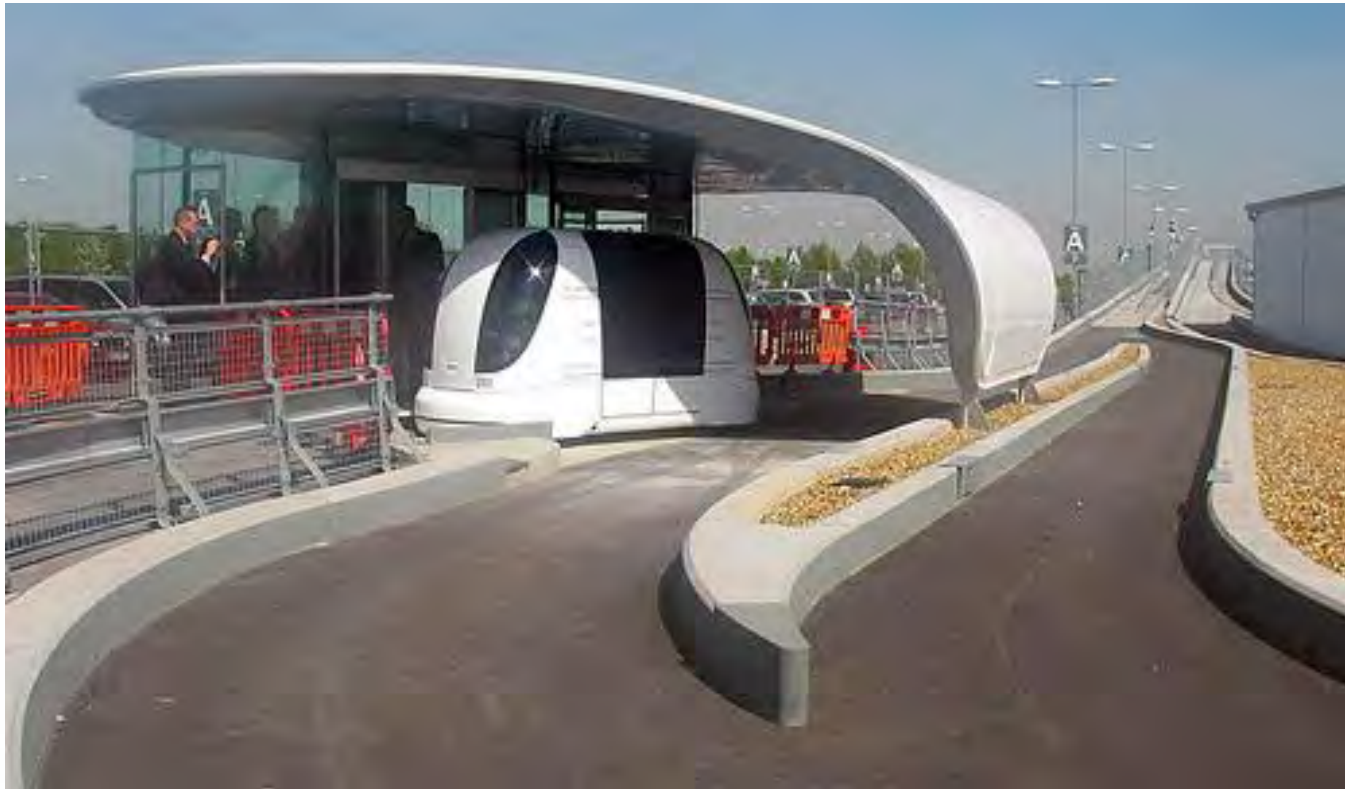
[www.npr.org](http://www.npr.org)

# 個人捷運

## personal rapid transit, PRT

- 個人捷運(personal rapid transit, PRT)乃是為了和小汽車競爭所發展出來的運具。其主要特性是必須具有專用路權及乘載2~6人的車輛，班次密集以縮短旅客的候車時間，同時必須設有路線外車站，以提高行車速率及運輸能力，同時須以電腦控制車輛。

# Personal Rapid Transit in London Heathrow Airport



<http://www.beyond.ca/heathrow-personal-rapid-transit-prt-system/2608.html>

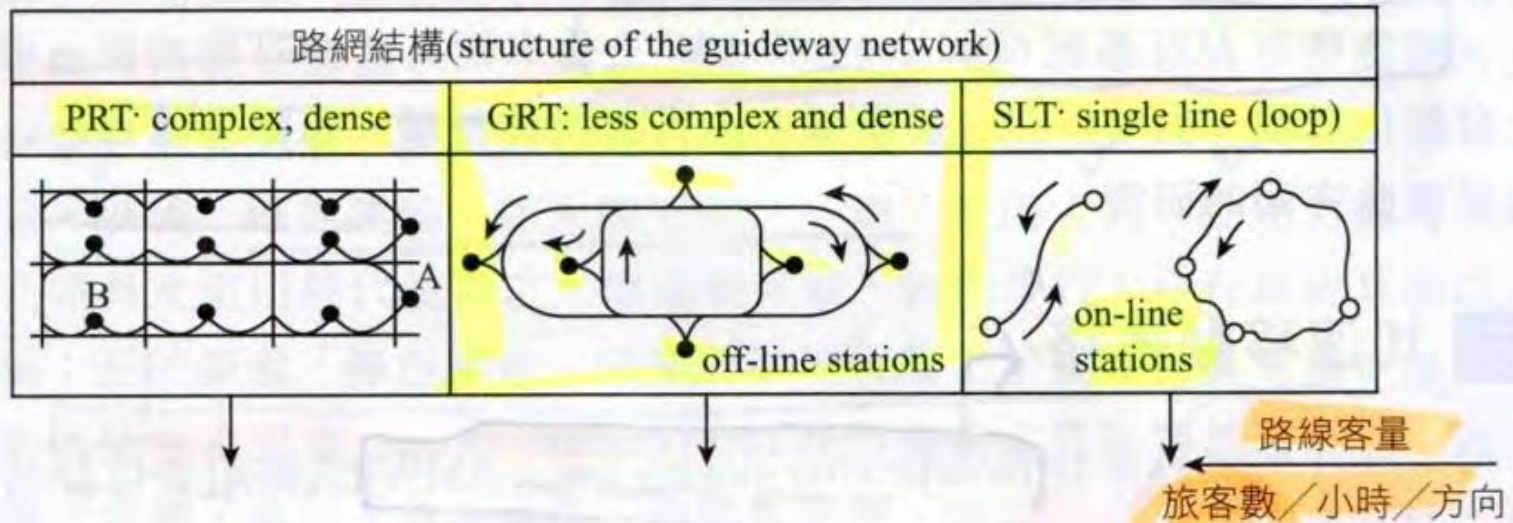
# Personal Rapid Transit in London Heathrow Airport

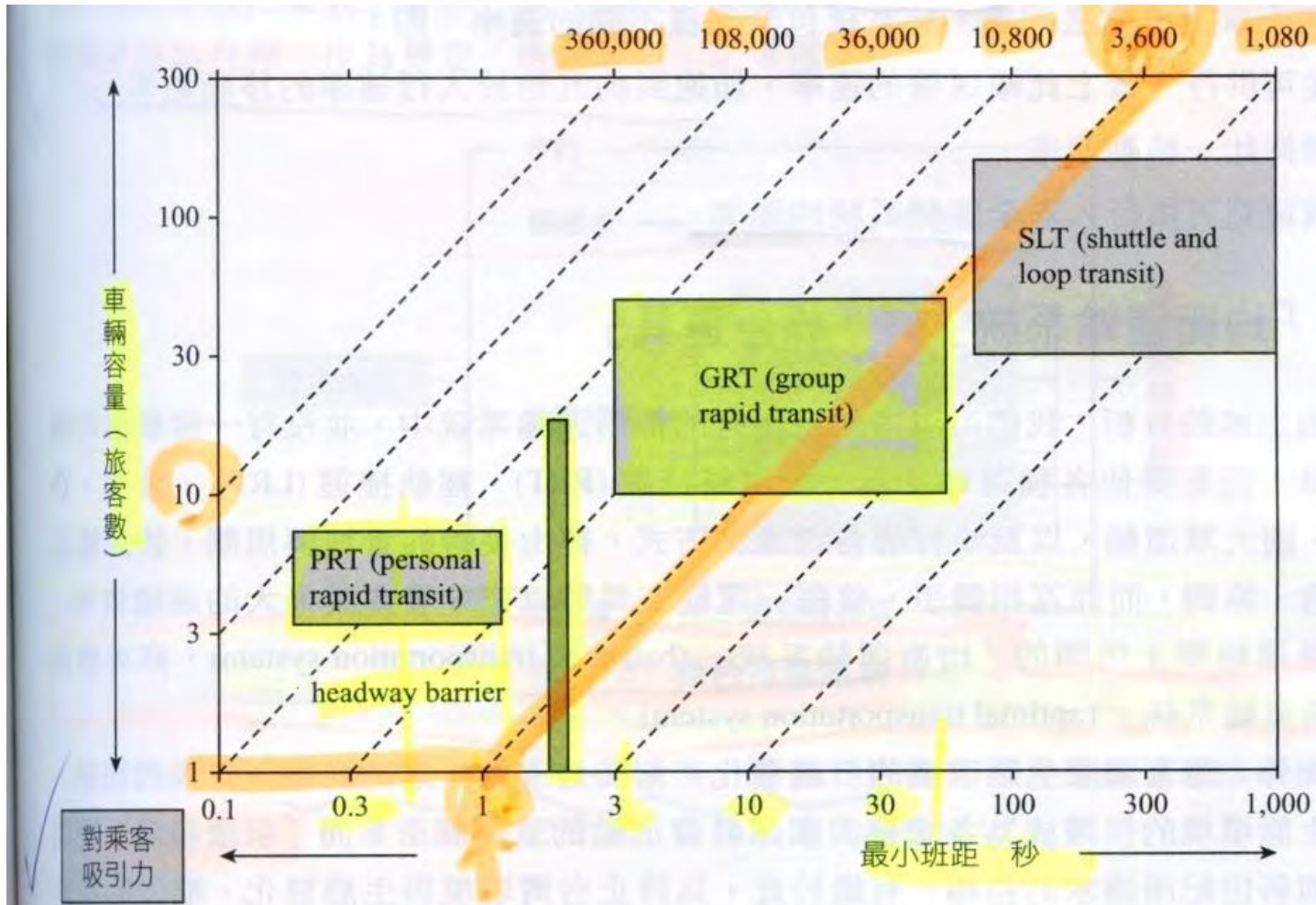


<http://www.ultraglobalprt.com>



有關 AGT 系統之二種運具的比較 如圖 7 12 所示。





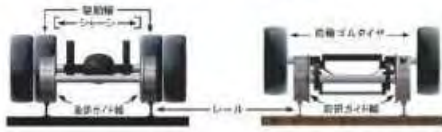
資料來源 Strobel, H., *Computer Controlled Urban Transportation*, John Wiley & Sons, 1982.

圖 7-12 AGT 系統之分類

# 雙重控制AGT dual-controlled AGT

- 雙重控制AGT系統(dual-controlled AGT)的車輛具有AGT的功能，可在專用路權上自動化行駛，也可以在一般街道上由人工操作行駛。在歐洲德國、日本和澳洲均有從事此方面的研究。

# Dual Mode Vehicle

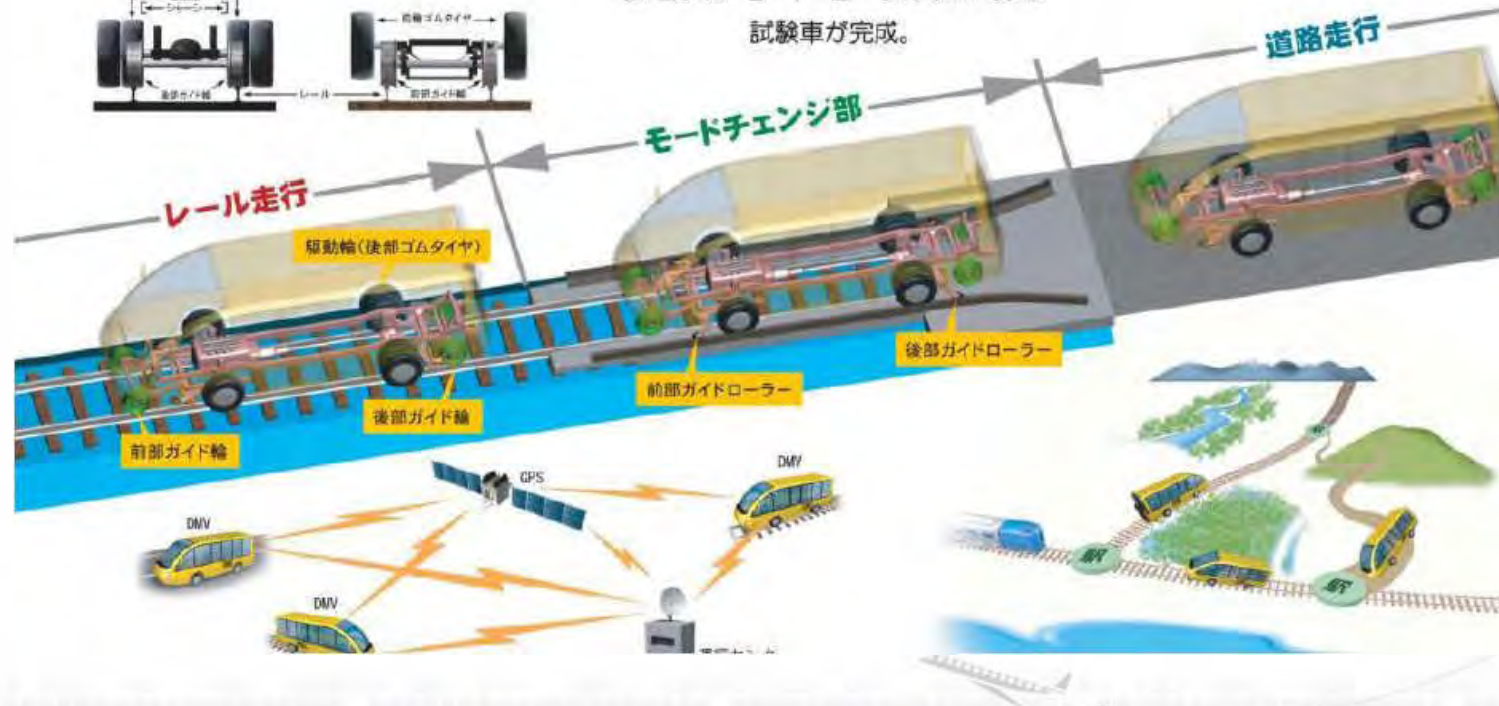


-道路とレールを自在に行き来できる-

**デュアル・モード・ビークル**

**Dual Mode Vehicle (DMV)**

「道路とレールの両方を走行できる新しい乗り物」  
 (デュアル・モード・ビークル(DMV))の  
 試験車が完成。



<http://faculty.washington.edu/jbs/itrans/dualmode.htm>

# 加速移動通路 accelerating moving ways, AMW)

加速移動通路系統(accelerating moving ways, AMW)以使用者自行站在輸送帶上或坐在小車上來運送乘客，此系統包含三種不同的速率，即：

- 從可供行人踏上此輸送帶的速率，加速到約五倍於人行速率的移動速率。
- 維持此一移動速率。
- 減速到可供行人安全離開系統的速率。



加拿大蒙特利爾地鐵  
波德利車站的自動人  
行道

資料來源：維基共享資源

# 均衡運輸系統

## balanced transportation system

- 在所有的都市運輸系統中，並沒有一個最佳的運輸工具，而是要使各種運輸工具，如鐵路捷運(RRT)、輕軌捷運(LRT)、公車、小汽車、副大眾運輸，以及步行等各種運輸方式，經由妥善的管理與規劃，彼此能互相配合、協調，而非互相競爭，使每一運輸工具得以充分發揮其最大的運輸效用，這便是運輸學上所謂的「均衡運輸系統」(balanced transportation system)，亦可稱為「最佳運輸系統」(optimal transportation system)。

# 永續運輸

- 隨著國際生態環境的日趨惡化，尤其是溫室效應的產生與資源的短缺，使得生態環境的保護成為各國參與國際社會活動的重要關卡，而「**永續運輸**」(**sustainable transportation**)更成為各國新世紀所追求的目標。
- 有鑑於此，為終止台灣環境與生態惡化，唯一的策略乃是推動「**永續發展**」為未來的方向，其中又以「**綠色運輸**」(**green transportation**)為其重要的發展環節之一。

## 紅色運輸

- 我國地面機動運輸工具，包括客、貨運機動車輛皆使用汽油或柴油作為動力，排放的溫室氣體例如CO<sub>2</sub>(二氧化碳)、CH<sub>4</sub>(甲烷)、N<sub>2</sub>O(氧化亞氮)、HFCs(氫氟碳化合物)、PFCs(全氟碳化合物)，以及SF<sub>6</sub>(六氟化硫)均嚴重污染地球生態，造成全球暖化的現象，故屬於「紅色運輸」。紅色運具占全國二氧化碳的排放量，約達運輸部門90%左右，並有逐年增加的趨勢。



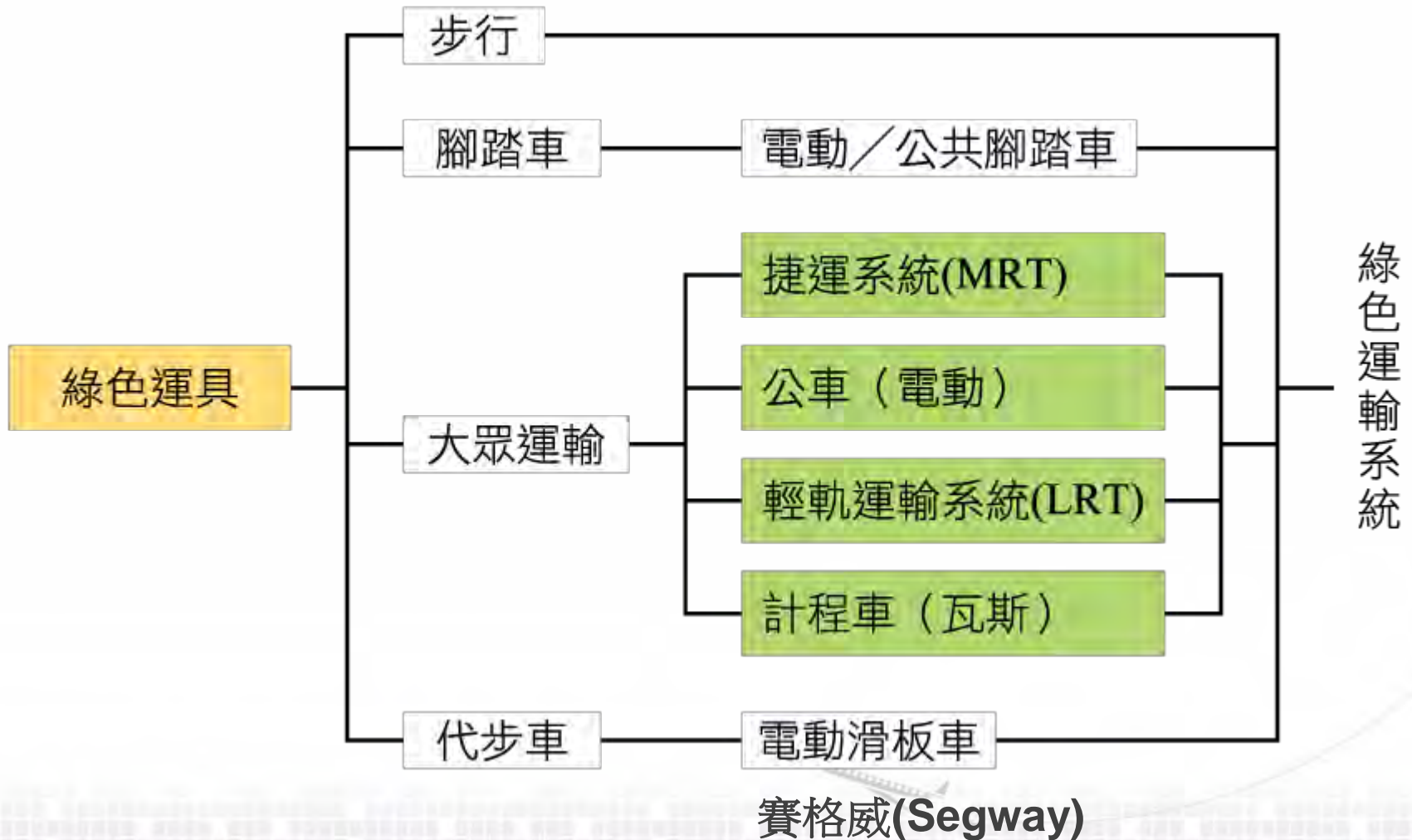
# 綠色運輸

- 綠色運輸的內涵，即基於「環境永續」與「人本關懷」之理念，透過發展「低碳運輸」系統加強「運輸需求管理」與「提昇運輸能源使用效率」等方針，以及「公共運輸發展導向規劃」、「先進資通訊科技」與「綠能科技」應用等方式以達成環境保護、節能減碳、便捷無縫等目標之運輸。

# 綠色運輸

- 狹義「綠色運輸」係永續運輸之一環，利用人力、動物力或再生能源為驅動力之運具及使用替代能源之大眾運輸系統；至於廣義「綠色運輸」係基於環境永續之前提下，具有溫室氣體減量效果、使用低能源密集度(energy intensity)，以及污染密度低等特性之運具。無論狹義或廣義之定義，皆以「環境永續」發展為基礎，以低污染或零污染及低化石能源使用為目標，作為界定「綠色運輸」之準繩。

# 綠色運輸系統



# 電動滑板車



資料來源：[www.0737weal.com](http://www.0737weal.com)

# Segway



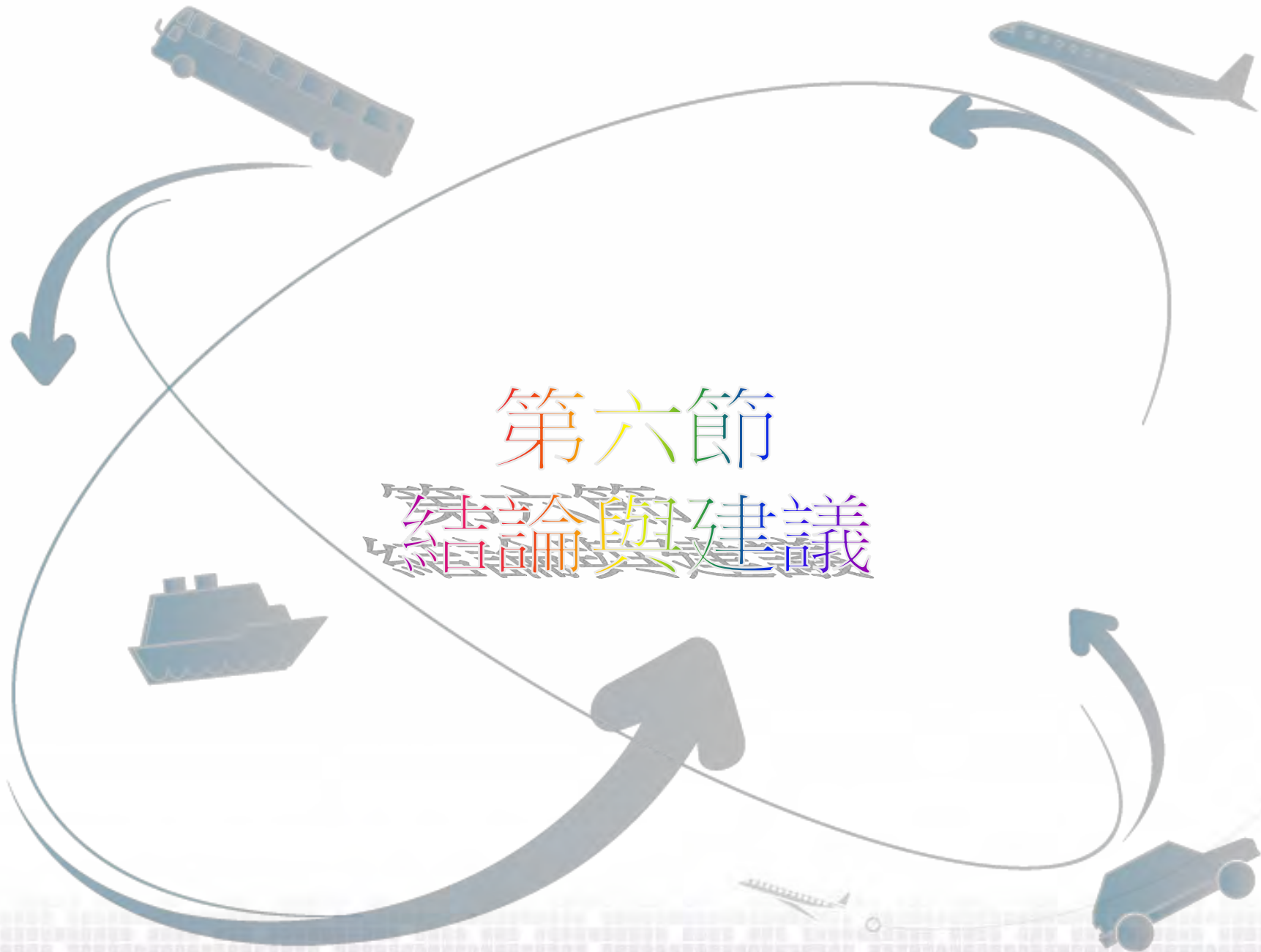
資料來源：維基共享資源

# 有利發展「綠色運具」之措施或策略

- 優先發展大眾運輸
- 提高小汽車、機車持有與使用之成本
- 鼓勵使用腳踏車及步行
- 推動使用省能源、低汙染之運輸工具與能源
- 研發及推動智慧型運輸系統(ITS)，並以電信科技替代的交通運輸方式

# 第六節

## 結論與建議



## 結論與建議

- 當國際社會正積極採取環境保護措施，鼓勵大眾「節能減碳」的同時，我國亦應積極推廣使用「綠色運具」，以鼓勵(encourage)、工程(engineering)、教育(education)、執行(enforcement)等"4E" 政策與各項有利綠色運具發展之策略，提昇綠色運輸的使用安全與效率，如此必能逐步達到「永續運輸」的目標。



均衡運輸

- 請說明何謂「綠色運輸」(green transportation)? 其所包含的綠色運輸工具有哪些? 政府可採用哪些措施來推行綠色運輸? 試說明之 (101年特考)。
- 何謂狹義與廣義的「綠色運輸」? 試分別舉例說明之。

解釋名詞

- balanced transportation system
- energy intensity *能源密度*
- DRTS
- vanpool
- AGT

demand-responsive transit system  
DRTS

參考文獻

- 張有恆 《都市公共運輸》(一版) 台北市 華泰文化 2009年4月。
- 交通部 「運輸政策白皮書」 2012年7月。
- 通運運輸研究所 「需求反應式公共運輸系統之整合研究(2/3)」 2011年4月。
- 交通部運輸研究所 「綠色運輸系統發展政策之探討」 2009年10月。
- De Old, A.R., Sheets, E., & Alexander, W., *Transportation. The Technology of Moving People and Products*, Davis Publications, Inc., 1986.
- Gray, G.E., & Hoel, L.A., *Public Transportation*, 2nd Edition., NJ: Prentice-Hall, 1992.
- Strobel, H., *Computer Controlled Urban Transportation*, John Wiley & Wiley, 1982.
- Vuchic, V.R., *Urban Transit System and Technology*, NJ: John Wiley & Sons, Inc., 2007.
- Vuchic, V.R., *Urban Transit: Operations, Planning and Economics*, NJ: John Wiley & Sons, Inc. 2005.

自動導引捷運  
Automated guideway transit

P201  
P202  
P203

P194 需求反應式運輸

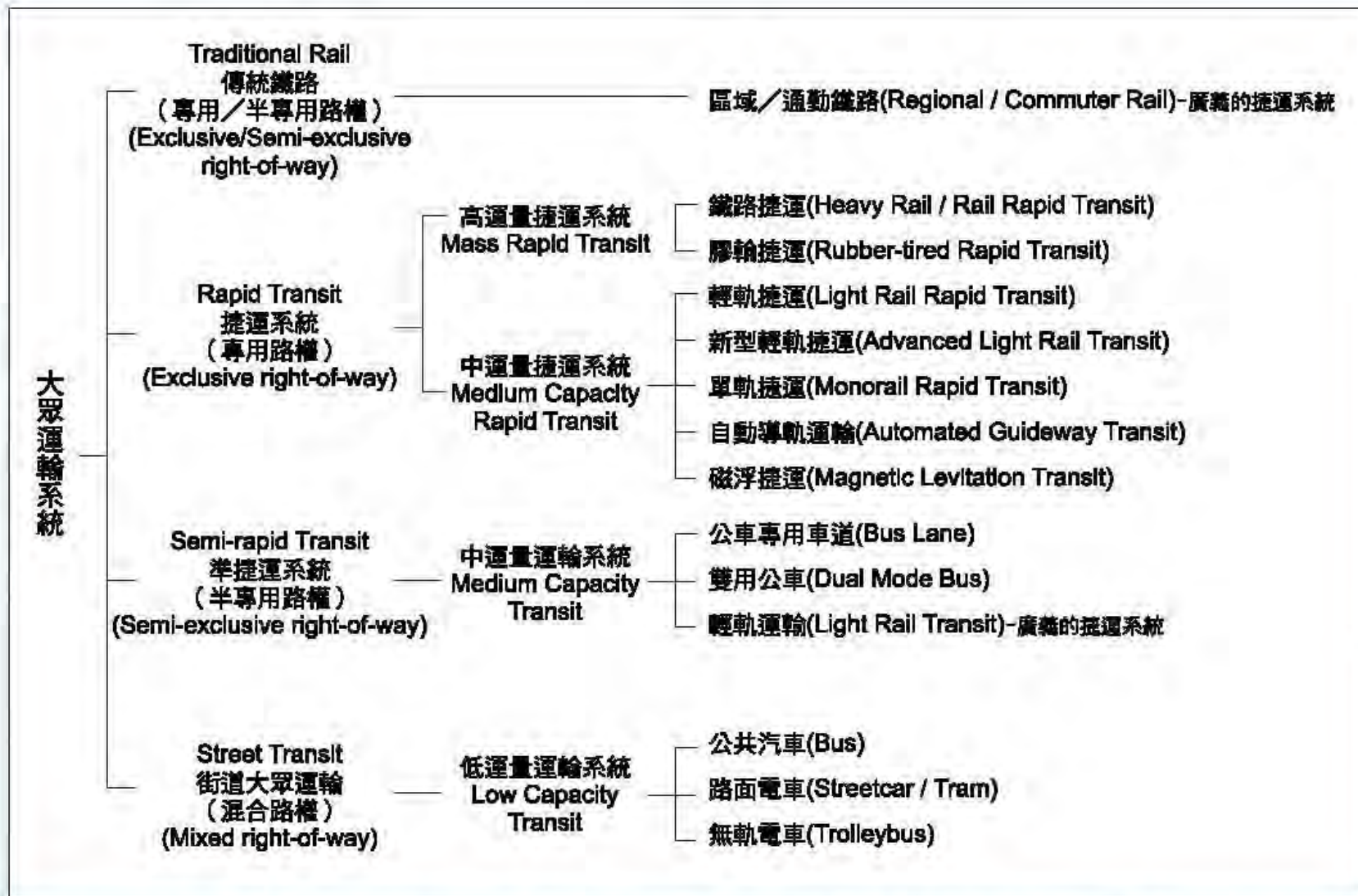


圖 10-1 大眾運輸系統的分類 (資料來源：博覽捷運 世界主要城市地鐵發展剪影 (Introduction to the Principal Rapid Transit Systems in the World)，台北國際捷運博覽會，台北捷運公司)