

公共運輸系統(概論)

第一章



本章大綱



- ✓ 1.1 定義
- ✓ 1.2 競爭對手
- ✓ 1.3 都市化
- ✓ 1.4 通勤者
- ✓ 1.5 軌道運輸系統的特性
- ✓ 1.6 規劃過程 (Planning process)

「大眾運輸」及「公共運輸」 名詞定義：



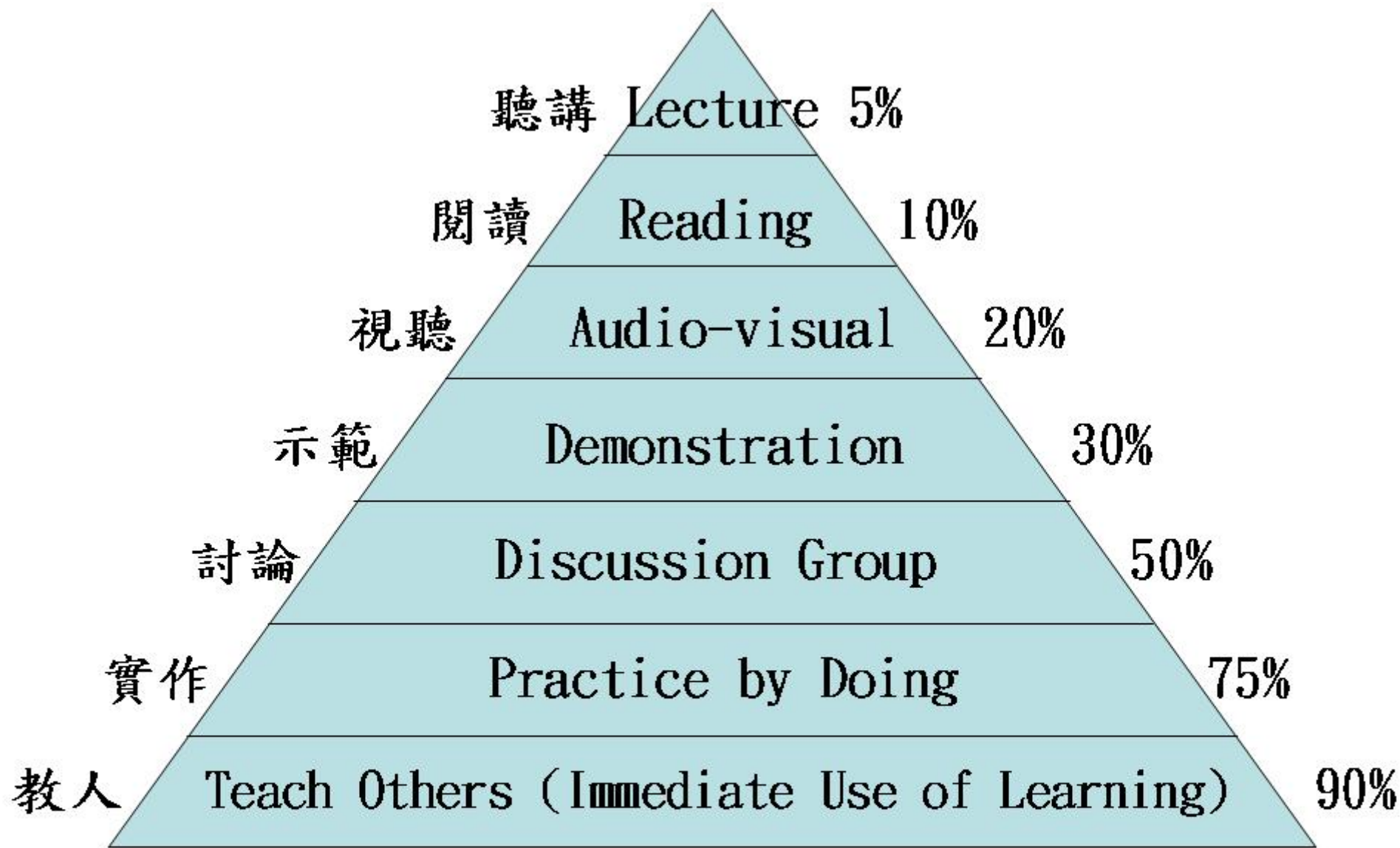
1. 大眾運輸

- 依據「發展大眾運輸條例」第二條第一項：「大眾運輸係指具有固定路（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。」第二條第二項：「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。」

2. 公共運輸

- 包括大眾運輸及副大眾運輸(Paratransit)，其中副大眾運輸包括：計程車、遊覽車、小客車租賃業、汽車共乘（包括：小汽車共乘、中型車共乘及計程車共乘）、撥召或需求反應式公車（Dial-A-Ride & Demand Respond Bus）等。

<http://www.iot.gov.tw/public/Data/87916205771.pdf>



Learning Pyramid

% of Average Retention Rate

Edgar Dale, The cone of experience, in "Audiovisual methods in teaching" (1969).
Hinsdale, IL: The Dryden Press. p.107.符碧真(2006)

1.1 定義(1/4)



- ✓ 大眾運輸或公共運輸系統是結合各種交通運輸工具以提供一般民眾使用，通常有收費。
- ✓ 最常見的大眾運輸系統包含輕軌、街車、捷運（地鐵、重運量）、通勤電車及公車。
- ✓ 廣義的定義則包含渡輪(Ferries)及其他軌道系統如單軌電車、自動化中運量捷運系統、纜車等。

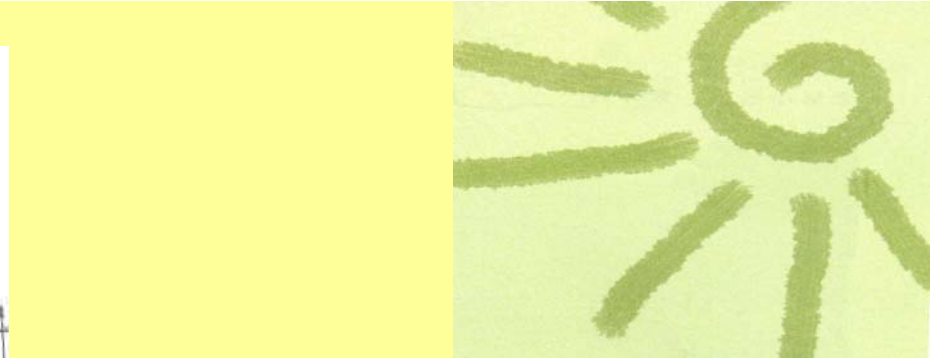




Bus Lane Signal for BRT System in Taipei.



<http://www.tealit.com/images/Kaohsiung-airport-bus.jpg>



<http://www.spraguephoto.com/stock/images/Taiwan/04tw011%20Taiwan%20Interior%20of%20inter-city%20bus%20with%20video%20game%20and%20movie%20screens%20ay%20each%20seat.jpg>



A Transit Bus in Taipei, Taiwan.



Bus Lane Markings for BRT System in Taipei.
Department of Transportation Technology and Management



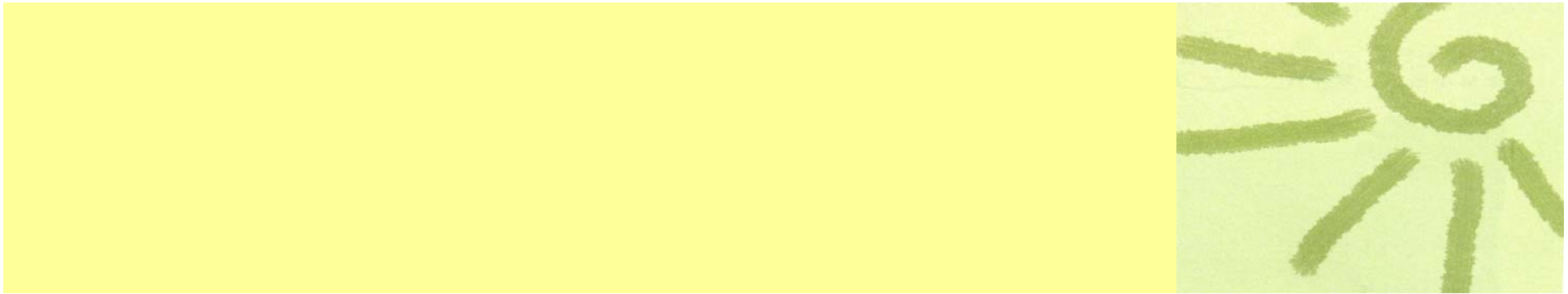
Typical Seating Arrangement for Transit Bus in Taipei, Taiwan.



Interior Layout of Typical Transit Bus in Taipei, Taiwan

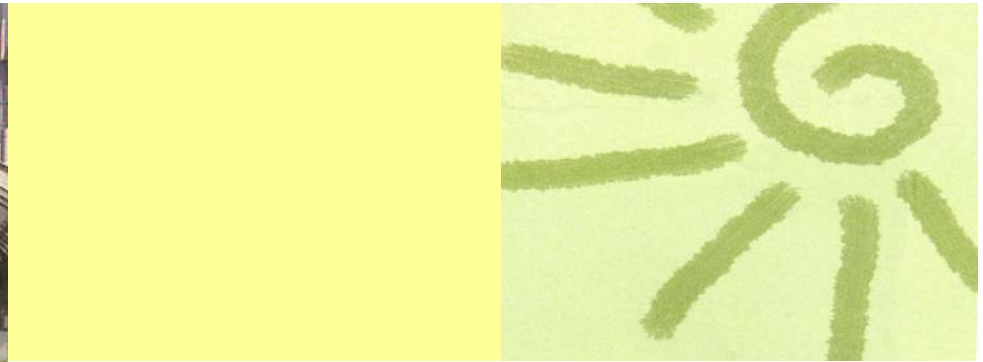


A Low-Floor Bus at Paris Charles de Gaulle International Airport, France.



Department of Transportation Technology and Management







A Light Rail Train Approaching in Baltimore, Maryland



A Heavy Rail Train Approaching in Miami, Florida



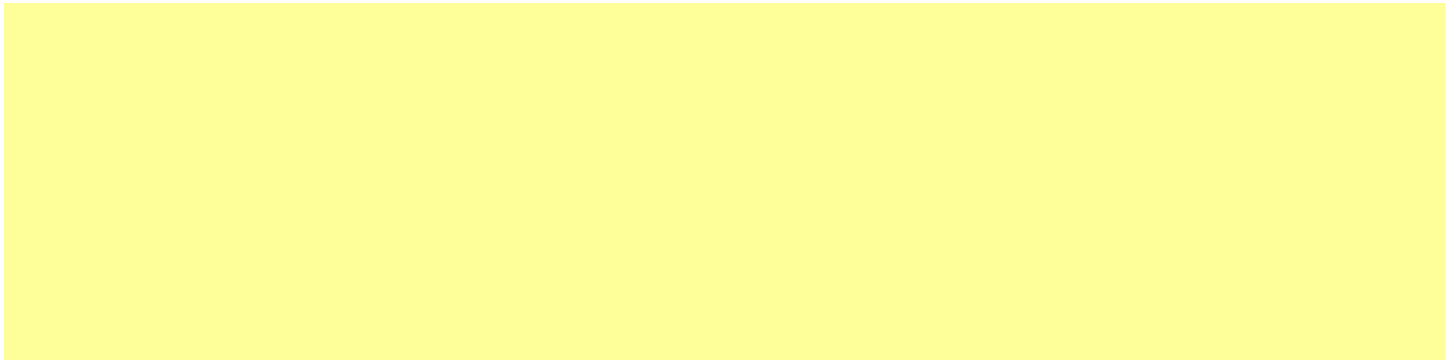




A Commuter Rail Train Approaching in Miami, Florida







2013普悠瑪系列

➤ 普悠瑪/太魯閣號





座椅頭枕較低，對身高較高的旅客
頭枕容易卡到肩膀和脖子。



附設固定式餐桌的四人對坐座椅，因
座椅椅距較小，乘客對坐時腳部易碰
觸到對方。



太魯閣號沒有腳踏板



普悠瑪腳踏板太高要採下來時要抬很高



Automated People Mover Train Approaching in Miami, Florida
Department of Transportation Technology and Management





Department of Transportation Technology and Management



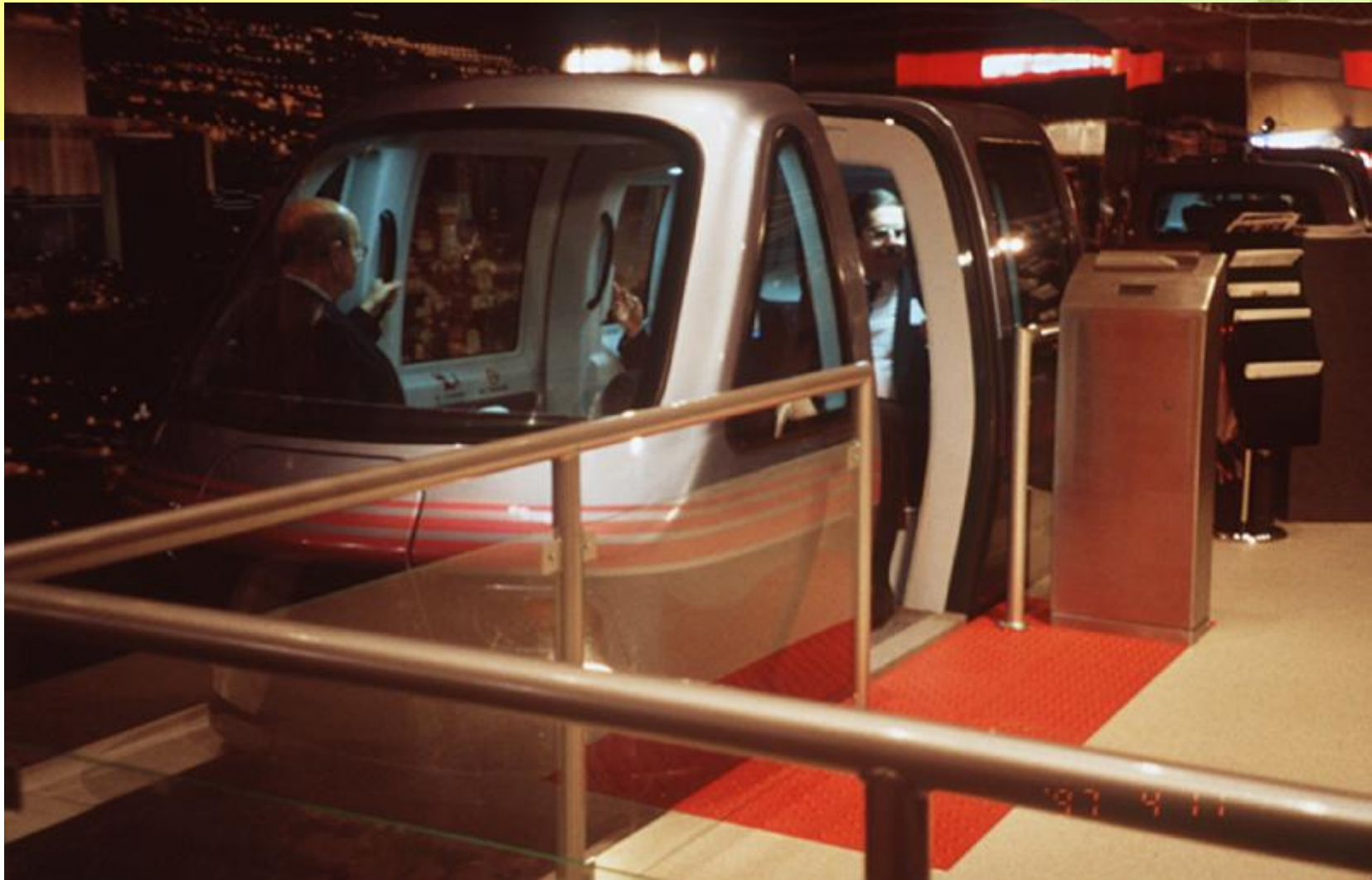


Department of Transportation Technology and Management









Personal Rapid Transit Vehicle on Display in Las Vegas, Nevada



A Ferry at Terminal in Hong Kong



A Cable Car About to Climb Uphill in San Francisco, California



**Cable Car
Track
with Steel
Cable at
Peak
Tram
Station in
Hong
Kong**



Roosevelt Island Cable Tram Approaching Station in New York City

1.1 大眾運輸系統之特性



| 形式 | 應用 | 路權 | 運量 (每小時每方向 運送人次) | 平均速度 (每小時 英里) | 平均每英里 造價 (2007 百萬美元) |
|--------|------|----------------|------------------------|---------------------|----------------------------|
| 公車 | 都市間 | 混合車流 | 1,000 ~ 3,000 | 5 | 非常低 |
| 公車捷運 | 都市間 | 保留式路權 | 2,000 ~ 10,000 | 10 ~ 45 | 2 ~ 30 |
| 有軌電車 | 都市間 | 混合車流 | 1,000 ~ 10,000 | 10 | 6 ~ 20 |
| 輕軌 | 都市間 | 混合車流或 保留式路權 | 2,000 ~ 20,000 | 10 ~ 35 | 40 ~ 80 |
| 捷運 | 都市區域 | 完全獨佔式路權 | 30,000 ~ 90,000 | 40 | 200 ~ 400 |
| 通勤列車 | 都市區域 | 保留式路權 | 2,000 ~ 60,000 | 35 ~ 45 | 6 ~ 20 |
| 高速鐵路 | 都市區域 | 完全獨佔式路權 | 2,000 ~ 20,000 | 125 | 150 ~ 300 |
| 自動導軌運輸 | 都市間 | 完全獨佔式路權 | 2,000 ~ 30,000 | 25 ~ 35 | 100 ~ 200 |
| 單軌捷運 | 都市間 | 完全獨佔式路權 | 2,000 ~ 20,000 | 15 ~ 30 | 50 ~ 100 |
| 個人捷運系統 | 都市間 | 完全獨佔式路權 | 1,000 ~ 6,000 | 15 ~ 30 | 40 ~ 80 |
| 磁浮列車 | 都市區域 | 完全獨佔式路權 | 1,000 ~ 10,000 | 125 | 150 ~ 300 |
| 纜車 | 都市間 | 保留式路權 | 1,000 ~ 3,000 | 5 | 6 ~ 12 |

1.1 定義(2/4)

- ✓ 公車捷運是一種擁有專有或保留路權並有經常或連續的運輸服務系統。專有路權並不一定是完全獨佔式路權和立體化路權。
- ✓ 在美國大眾運輸約佔總旅程的百分之六，而在香港其大眾運輸幾乎約佔總旅程的百分之九十，香港和美國是大眾運輸系統使用的兩個極端。

1.1 定義(3/4)



- ✓ 美國2006年的資料顯示，美國東北部的城市如紐約、波士頓、舊金山及華府特區，其搭程大眾運輸工具往返工作的旅程均超過百分之三十(根據表1.2)。
- ✓ 住在紐約市及紐約市的郊區的人約有1/3使用大眾運輸工具及2/3使用軌道運輸。
- ✓ 紐約地鐵有468個車站為全世界最大的捷運系統。

1.1 定義(4/4)



- ✓ 在2008年每一工作天約有520萬人搭乘紐約地鐵。此外，每一工作天約有240萬人搭乘紐約市公車。
- ✓ 紐約市是全美使用大眾運輸工具最多的一個城市，將近百分之55的旅程都是由地鐵、通勤電車及公車所完成。

表1.2 美國部份城市上下班的大眾運輸使用量



| 城市 | 上班人數 | 大眾運輸使用量% | 獨自開車% | 平均開車時間 (分鐘) |
|-------|-----------|----------|--------|-------------|
| 紐約市 | 3,597,547 | 54.24% | 23.58% | 39.0 |
| 芝加哥 | 1,209,122 | 25.38% | 52.57% | 33.4 |
| 費城 | 550,988 | 26.43% | 50.75% | 31.4 |
| 洛杉磯 | 1,721,778 | 10.97% | 67.28% | 29.2 |
| 華盛頓特區 | 284,007 | 38.97% | 35.43% | 29.2 |
| 舊金山 | 394,646 | 30.29% | 40.47% | 29.0 |
| 巴爾的摩 | 258,373 | 19.55% | 57.94% | 28.2 |
| 波士頓 | 286,969 | 31.60% | 39.39% | 27.7 |
| 休士頓 | 953,116 | 5.22% | 72.32% | 26.4 |
| 達拉斯 | 556,494 | 4.39% | 73.68% | 25.3 |
| 西雅圖 | 318,402 | 17.79% | 55.15% | 25.2 |
| 丹佛 | 272,493 | 7.44% | 69.95% | 23.8 |
| 波特蘭 | 276,465 | 12.64% | 60.61% | 23.2 |
| 聖地牙哥 | 623,801 | 4.10% | 74.67% | 22.4 |
| 奧斯丁 | 379,540 | 4.20% | 72.95% | 21.9 |

資料來源: U.S. Census Bureau, American Community Survey 2006.

Data shown is for the central city itself, not the metropolitan area.

1.2 競爭對手(1/2)



- ✓ 美國總駕駛里程數超過4.5兆英哩，交通運輸的耗油量約占全國的百分之七十(如圖1.1)汽車的耗油量約占進口油量的一半，大約占全美四分之一的二氧化碳排放量。
- ✓ 美國的運輸系統約有96% 使用石化燃料。全世界的石化燃料約有1/4在過去的十年消耗殆盡。

1.2 競爭對手(2/2)



- ✓ 汽車大量增加會造成道路壅塞，也帶來大量的二氧化碳廢氣排放，因此投資更環保的綠色運輸便可減少溫室氣體的排放，大眾運輸系統將符合21世紀的需求。
- ✓ 公車是較環保及減少溫室氣體的大眾運輸工具之一，而軌道運輸系統更由於使用電力是一種綠色運輸工具能減少都市地區溫室氣體的排放及交通的雍塞。



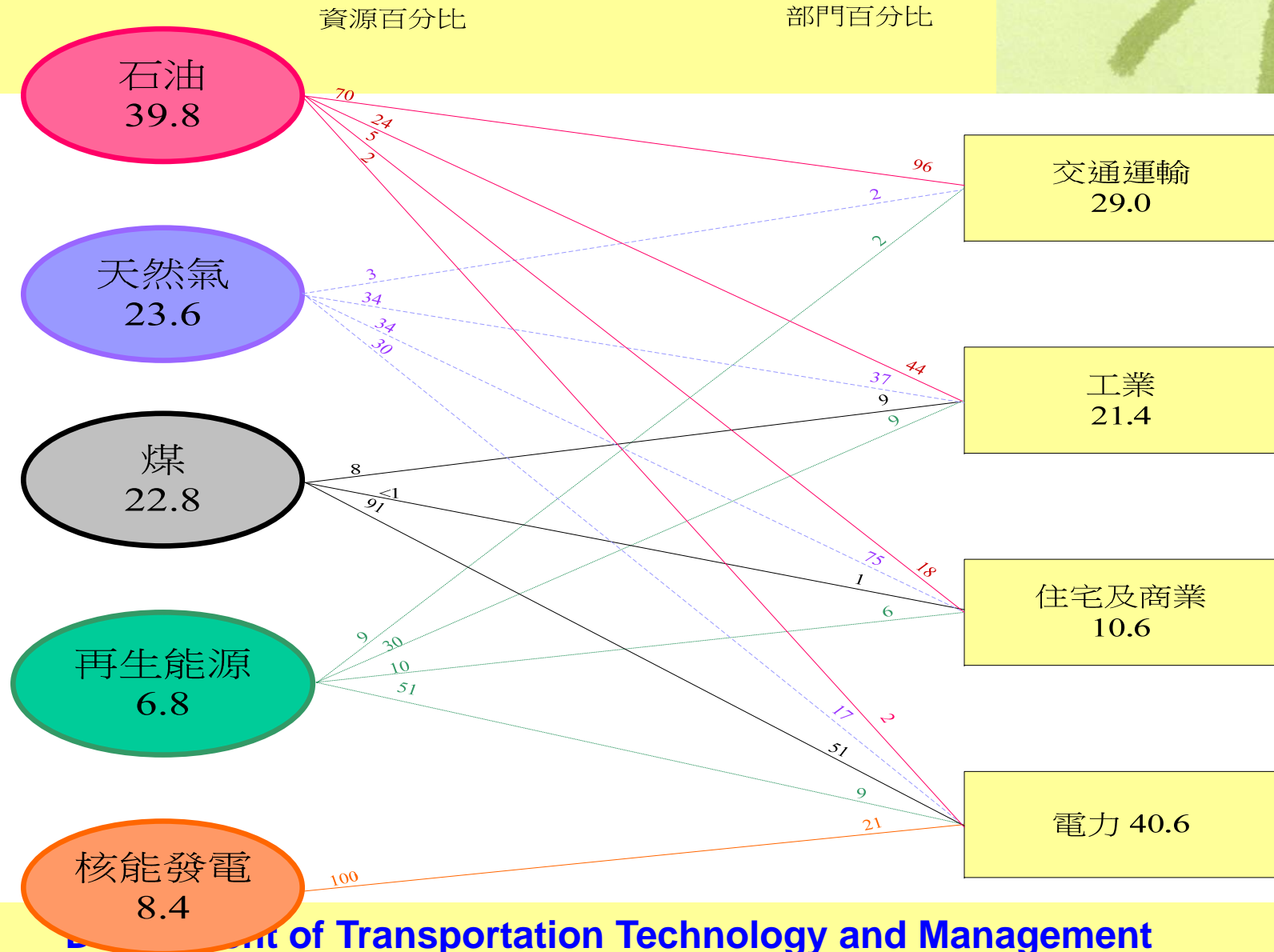
- 全球人口2011.10達到70億，這歷史時刻於2011.10.31到來。
- 從60億到70億，人類用12年時間豎起一座新的人口里程碑。而從第一個10億人到第二個10億人，世界花了大概122年。
- 聯合國：2023年後世界人口增至80億 7年後印度人口超中國



- 2018年，全球60歲以上的人口會首次超過10億。
- 2050年，全球60歲以上的人口就達20億，15歲以下人口約只佔全球人口四分之一。
- 預計2095年至2100年時，全球人口的平均壽命將從2015年至2020年時的71.9歲上升至82.6歲。

2017/06/22 (<https://hk.thenewslens.com/article/71464>)

圖1.1 美國能源的供應與需求



1880年以來全球年平均氣溫



資料來源：Earth Policy Institute

圖形繪製：國研院科技政策研究與資訊中心 PRIDE 授權資料庫

大眾運輸零汙染 北美零碳排公車2015年上路



- 摘譯自2014年10月14日ENS美國，加州，帕薩迪納報導；姜唯編譯；蔡麗伶審校
- 2015年中，第一台氫燃料電池混和動力的60英尺雙節公車，將在北美首度上路。
- 60英尺巴士在人口最稠密的地區服務，而人口最稠密的地區空氣品質也最重要。只有透過技術進步才能實現大型巴士零排放。
- 使用特殊混和燃料電池 已計畫量產

Source: <http://e-info.org.tw/node/102783>



Department of Transportation Technology and Management

1.3 都市化



- ✓ 大眾運輸系統可以有效且快速的解決都會區的交通問題，平均都市地區汽車的耗油量公車的兩倍，是輕軌捷運的3.7倍，約是地鐵(捷運)的 6.6倍。
- ✓ 大眾運輸，尤其是電力的軌道型運輸工具，是解決現今的交通問題方案的一部分。

1.4 通勤者(1/2)

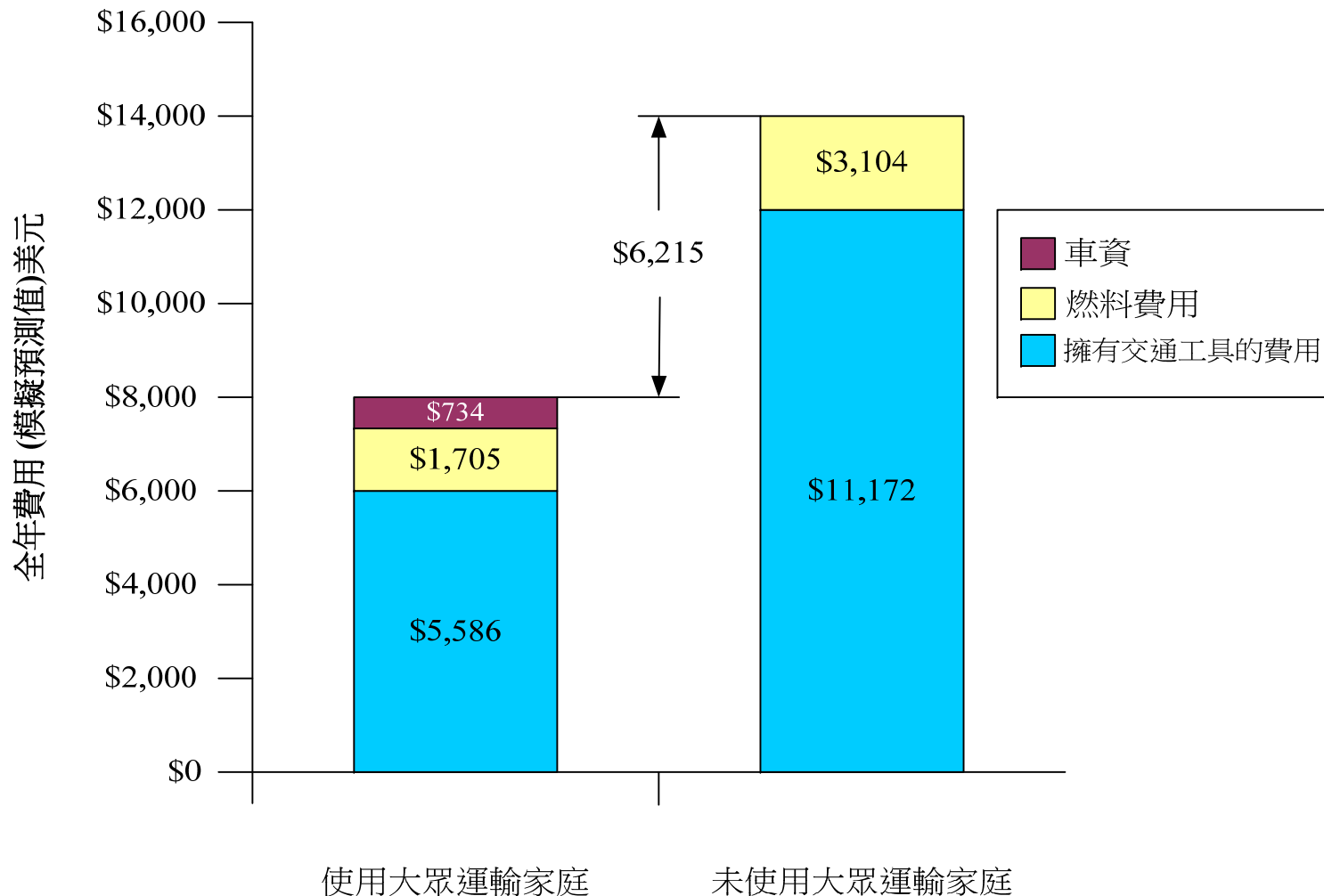


- ✓ 一項對於美國的大眾運輸及石化燃料節約的研究中(Bailey, 2007)指出，使用大眾運輸系統對一個雙薪家庭的差異每年約可省下\$6215美元，其結果如圖1.4。
- ✓ 另一個重要的因素需考量的是美國的人口密度很低，低人口密度是對大眾運輸系統的一大挑戰。

1.4 通勤者(2/2)

- ✓ 美國約有5%的工作通勤者使用大眾運輸工具，因為人口密度低，不到20%的家庭能方便進出公車站或是捷運站，要將大眾運輸工具的搭乘率提昇到2位數將是非常困難的。

圖1.4 預估大眾運輸服務對雙薪家庭的影響



美國高速公路(Freeway)及各式大眾運輸工具的運量比較



| 項目 | 運量 (每小時每方向運輸人次) |
|--------------|-----------------------|
| 一線高速公路(一個車道) | 3000 (以每輛車 1.25人計算) |
| 一條輕軌 | 15,000 (相當於 5 線高速公路) |
| 一條自動化運輸系統 | 25,000 (相當於 8 線高速公路) |
| 一條通勤電車 | 30,000 (相當於 10 線高速公路) |
| 一條地鐵(捷運) | 40,000 (相當於 13 線高速公路) |

1.5 軌道運輸系統的特性

表 1.7 軌道運輸系統之特性

| 型態 | 應用 | 特殊限制 | 車尺寸及容量 | 最大速度 (英里小時) | 相對價格 |
|--------|------------------|----------------------|----------|-------------|------|
| 輕軌 | 都市 都市間 | 電氣化路權可共用/高架 | 大 中運量 | 65 | 低-中 |
| 重運量 | 都市 都市間 區域間 | 路權一定要分離通常使用 第三軌電力 | 大 高運量 | 75 | 高 |
| 街車(軌道) | 都市 | 電氣化，與道路共用 | 中 低運量 | 35 | 低 |
| 纜車 | 都市 | 攔繩拉力，與道路共用 | 中 低運量 | 20 | 低 |
| 通勤電車 | 都市間 區域間 | 平交道須有保護設施動力 車頭 | 大 高運量 | 80 | 低-中 |

附註

- 1- 輕軌由1到3節車廂組成，人工駕駛。車廂底盤有高有低。列車駕駛時可能與使用部分街道。
- 2- 重運量系統約由3到8節車廂組成，可人工駕駛或自動控制。
- 3- 通勤電車系統約由3到6節車廂組成，人工駕駛。由柴油，柴油電力或汽油渦輪機為動力。一般行駛於既有之鐵道路權。

高速軌道運輸系統



| 型態 | 應用 | 特殊限制 | 車尺寸及容量 | 最大速度 (英里小時) | 相對價格 |
|------|------------|-------|------------|----------------|------|
| 高速鐵路 | 區域間 | 高品質鋼軌 | 大 高運量 | 200 | 高 |
| 磁浮列車 | 城市間 區域間 | 特製軌道 | 大 中、高運量 | 200-300 | 非常昂貴 |

附註

高速鐵路在升級的車廂及軌道的情況下可在傳統的鐵道上行駛其時速可達每小時 200 英里。為達到時速每小時 200 英里車廂需要特殊的設計，軌道及懸吊系統。列車可為自動控制或車上的人工駕駛。

軌道運輸系統的特性(1/5)

- ✓ 所有的交通運輸系統都遵守”供給與需求”(Supply & Demand)的問題。
- ✓ 大眾運輸或公共運輸也不例外，運量的需求估算可藉由已有執行多年的城市交通規劃的程序，這也就是四步驟規劃過程：
 - (一) trip generation (旅次產生)
 - (二) trip distribution (旅次分布)
 - (三) modal split (運具選擇)
 - (四) traffic assignment (旅次分配)

1.5

軌道運輸系統的特性(2/5)



- ✓ 供給(運量)的需求會依照各國之風俗民情有所不同，因為每個國家或地區可接受的服務水準 (Level of service--LOS) 不盡相同，當運量 capacity 是以每人每軌每方向每小時來做計量 (person per track (line) per hour) 其中對”每人(person)” 的尺寸每個國家或地區也不相同。
- ✓ 在美國及加拿大，最大人數運量(Person Capacity) 在不同的運輸系統如表1.6。



- <https://www.youtube.com/watch?v=DagFu3lWoY8>
- LOS J
- <https://www.youtube.com/watch?v=xG-meaGqg-M>
- LOS C

1.5

軌道運輸系統的特性(3/5)



- ✓ 軌道運量以每人每小時每軌為單位 (person per hour per track) 。
- ✓ 共乘專線 (HOV) 則假設共同搭乘的汽車 (car pool) 在此表所顯示的運量上限是北美洲可接受的最高上限，表1.7展示各運輸系統典型的駕駛速度及運量。

1.5

軌道運輸系統的特性(4/5)

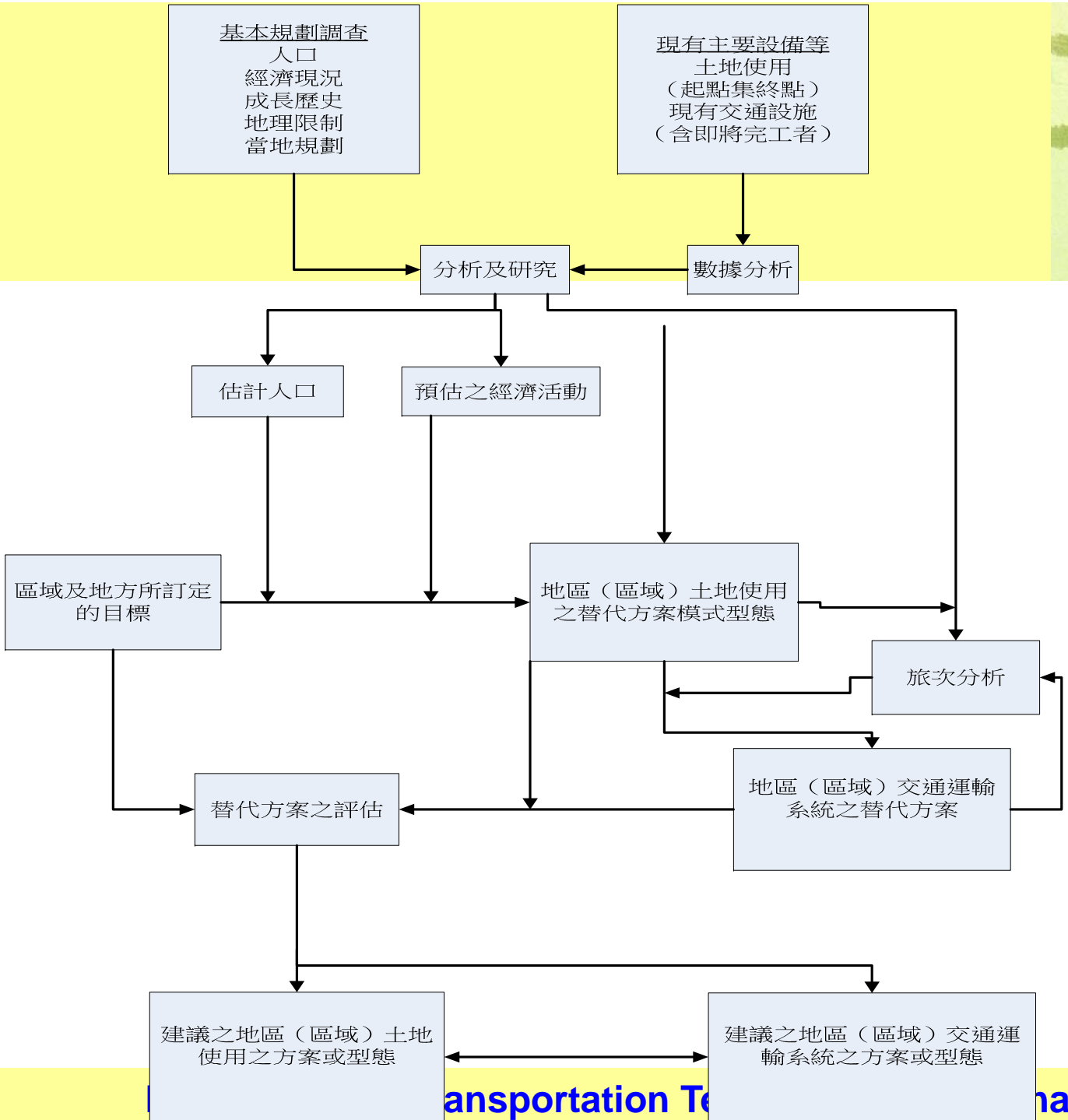


- ✓ 行駛速度 (travel speed) 包括：
 - (一) 停 (stop)
 - (二) 速度的範圍 (Speed range)
 - (三) 不同的平均停車距離 (average stop spacing)
 - (四) 停車時間 (dwell times)
 - (五) 路徑 (route geometry characteristics)
 - (六) 交通擁塞及其它因素等。

1.6 規劃過程 (Planning process)



- ✓ 一個有效率的大眾運輸系統，是要結合不同型態的運輸工具並且要將轉接時所造成之不便降低並增加其機動性(Mobility)以及減少轉運中的阻礙。
- ✓ 了解基本的供給與需求原則的重要性，將可使規劃設計者能設計出最符合當地政策的運具，以達成最有效及最效率的運輸系統。
- ✓ 表1.13為基本的交通運輸規劃程序，較新的大眾運輸技術，可能較傳統的技術不被運輸技術政策執行者，規劃者所熟悉。



台鐵旅客數 台北車站居首

2011
7.17
台鐵

〔記者郭顏慧／新北報導〕根據台灣鐵路管理局統計，全台旅客數最多的前三大車站除了台北站以外，排名第二、三名的並非傳統印象中的重點車站，而是通勤人口佔多數的桃園和中壢兩站；另外，樹林站近十年乘車人數也大幅增加，排名甚至遠超過板橋站，也令人甚感意外。

台鐵統計，去年全台乘車人數最多的前十大車站依序是台北、桃園、中壢、高雄、台中、台南、板橋、新竹、樹林和松山，這當中除了台北站一枝獨秀，每天平均乘車人數約六萬一千多人外，其餘各站日平均乘車人數大約在一萬多至兩萬多人次之間。

台鐵表示，近十年來，桃園和中壢車站乘車人數暴增，桃園日平均乘車人數約為兩萬八千多人次，其中以通勤台北人口居多，此一現象推估和大台北地區高房價連年高漲，民眾遷移至外地有關。

此外，這幾年，樹林站日平均乘車人數也都比板橋站多，其原因應在於樹林聯外交通工具以火車較便利，板橋地區交通工具選擇多樣，因而分散搭乘火車的人口。

板橋火車站 跌至第7位

〔記者郭顏慧／新北報導〕板橋火車站原本是全台灣旅客數僅次於台北火車站的第二大站，隨著遷移新址，成為捷運和高鐵「三鐵共構」車站，旅客數大幅滑落，去年排名跌至第七，平均每天收入約一百四十多萬元，居全台第九。

建於民國四十三年年的板橋火車站（稱板橋舊站）原本位於現今捷運府中站一帶，由於位居交通樞紐，進出旅客眾多，人潮帶動經濟發展，當地逐漸形成「板橋後站商圈」，後因鐵路電氣化以及空間不敷使用，決定拆除板橋舊站，另於新板特區內興建「板橋新站」，新站體自民國八十八年啓用至今。

台鐵坦言，車站遷移和捷運板南線開通是兩項很重要的影響因素。

- 台鐵十大車站: 台北(6萬1千+人次)、桃園、中壢、高雄、台中、台南、板橋、新竹、樹林、松山等

102年台鐵十大冷熱站 每日上車量

| 十大熱站 | 人次 | 順序 | 十大冷站 | 人次 |
|------|--------|----|------|----|
| 台北 | 68,299 | 1 | 枋野 | 1 |
| 桃園 | 31,591 | 2 | 古莊 | 3 |
| 中壢 | 29,036 | 3 | 內獅 | 3 |
| 台中 | 25,671 | 4 | 枋山 | 3 |
| 台南 | 24,844 | 5 | 山里 | 4 |
| 新竹 | 21,473 | 6 | 三民 | 5 |
| 板橋 | 21,124 | 7 | 月美 | 6 |
| 高雄 | 20,915 | 8 | 溪口 | 9 |
| 樹林 | 16,470 | 9 | 望古 | 9 |
| 松山 | 16,185 | 10 | 大富 | 9 |

資料來源:台鐵

整理:記者黃立翔

淡海新市鎮規劃蓋捷運

淡水捷運預定路線



捷運綠山線平面段 ———— 綠山線高架段 ————

捷運藍海線 ————

為了解決台北市中心發展過度密集所衍生的房價高漲問題，交通部高鐵路擬規劃將現有捷運網路推進至新北市的「淡海新市鎮」，自紅樹林站以北往沙崙路則將規劃為「綠山線」，往南至終點淡水站則將規劃為「藍海線」。

下月辦公聽會

高鐵路第七組組長王祈財表示，本案目前尚在草案規劃階段，將於9月7、8、13、14日將舉辦4場公聽會與當地居民交流意見。

淡水區崁頂里里長盧春安說，目前居民需到淡水站或是紅樹林站才可搭乘捷運，期待通車後能改善交通壅塞狀況。

信義房屋淡水新市店店長翁韶珮表示，若綠山線、藍海線捷運真的定案，將吸引許多賣場進駐。 ■記者馮牧群

2011.08.24 Apple A14

2014年通車

2011.8.6. Apple A37.

機場捷運 高架段接通

橋墩最高46米 三重桃園僅35分鐘

【洪玲玲／新北報導】眾所矚目的桃園機場捷運線已動工5年，交通部昨在新北市新莊區青山路段舉行全線高架橋合龍典禮，總長40公里分段施工的高架路段宣告接通，本路段首度自日本引進竹削工法，減少開挖對山坡地的破壞。交通部昨表示，高架橋接通後機電施工階段將全面展開，「三重至中壢段可在後年6月通車，未來民眾從三重站搭直達車至桃園機場僅需35分鐘！」

昨舉行合龍典禮的地點是機場捷運青山路段，為連接新莊到林口、龜山的要道，山坡坡度達4.9%，最高橋墩高46公尺，是國內軌道捷運首見，工程難度相當高，所以特別自日本引進竹削工法，降低高架橋墩開挖對山坡地的破壞，以保護當地山林的環境。

通勤誤差僅1分

交通部長毛治國表示，對機場捷運未來通車相當有信心，「捷運的通勤誤差只有一至兩分鐘，若經由高速公路前往機場，遇上塞車，誤差時間可能從十分到一個

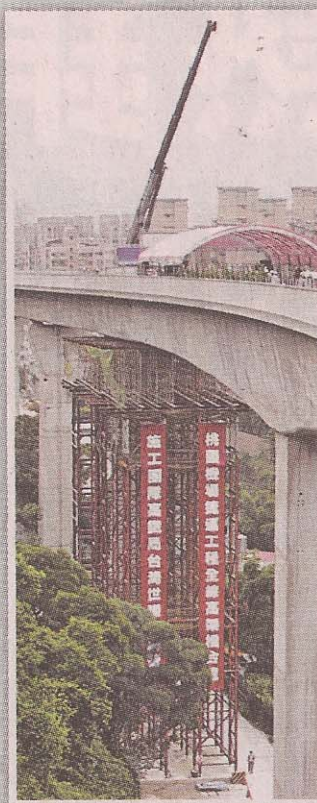
半小時，民眾當然會選擇準確度高的交通方式，方便行程安排。」

接3大交通樞紐

桃園機場捷運線全長總共約51公里，連結桃園國際機場與台北車站、高鐵桃園車站等重要交通轉運樞紐，工程包含約11公里的地下隧道及約40公里長的高架路段。

新莊泰山皆受惠

交通部指出，昨舉行合龍典禮，代表機場捷運全線主體結構已經完成，未來將



桃園機場捷運線 小檔案

總長

51.03公里

(地下段約10.92公里，高架段約40.11公里)

開工日期 2006年2月

通車日期

第一階段三重站—

桃園機場—中壢 102年6月

第二階段三重站—

台北車站 103年10月

車站

總共22個車站，

分為15座高架車站、7座地下車站

資料來源：交通部

◀工程最高橋墩高46公尺，是國內軌道捷運首見。 洪玲玲攝

進行機電系統施工。

後年6月三重站至中壢環北站可順利通車，屆時新北市三重、新莊、泰山、林口等行政區沿線的居民，皆可

使用機場捷運通勤或往返桃園機場進出國門。

另外分段的三重站至台北車站地下隧道路段，則於2014年10月通車。

