

第

六

篇

國際運輸 發展

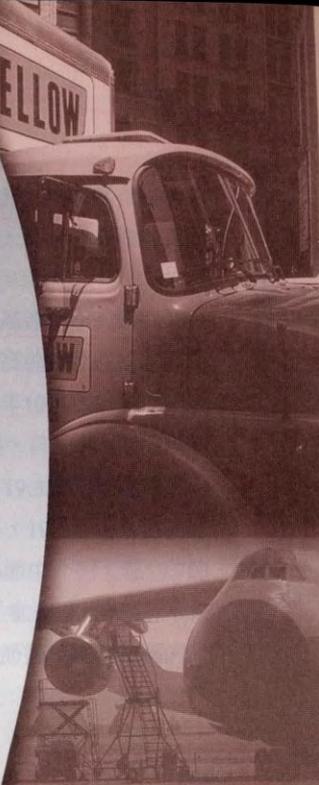


19

高速鐵路發展

在許多國家，鐵路系統的發展情形，與一般大眾對鐵路發展的印象，往往有相當大的落差。在許多國家，鐵路系統的發展情形，往往有相當大的落差。在許多國家，鐵路系統的發展情形，往往有相當大的落差。

自1950年代以前，傳統鐵路運輸仍為日本經濟發展的主要動力。然而，隨著經濟發展，傳統鐵路運輸的優勢逐漸消失，取而代之的是高速公路和航空運輸。為了克服傳統鐵路運輸的瓶頸，日本政府開始大力發展高速鐵路。高速鐵路的發展不僅縮短了城市間的旅行時間，也促進了區域經濟的均衡發展。



其中又以日本獨自研製的「新幹線」最為著名。新幹線的發展不僅縮短了城市間的旅行時間，也促進了區域經濟的均衡發展。新幹線的發展不僅縮短了城市間的旅行時間，也促進了區域經濟的均衡發展。

第十九章 高速鐵路發展

- 高速鐵路發展簡史
- 高速鐵路運具特性
- 目前使用高速鐵路的國家與規模
- 我國高速鐵路的發展
- 概述其他國家發展高速鐵路的計畫
- 高速鐵路技術未來發展
- 台灣地區高速鐵路對其他運輸系統的衝擊
- 高速鐵路對其他產業的衝擊



根據國際鐵路聯盟的定義，高速鐵路是指時速200公里以上，擁有專有路權，全線無平交道且行車絕對安全的鐵路系統。西元1903年，德國列車速度正式突破每小時200公里，各國高速鐵路的興建也隨之展開。

西元1964年日本的高速鐵路新幹線開始營運，各國遂重視高速鐵路的研究與發展，相關興建計畫亦持續進行。身處21世紀的今天，全球擁有高速鐵路的國家即將超過10個。我國在1999年也投入興建高速鐵路，原預計於2005年10月通車營運，後來延至2006年10月。本章特別介紹高速鐵路的發展與相關問題，首先19.1節敘述高速鐵路的發展過程，接著在19.2節介紹高速鐵路的運具特性，19.3節詳細說明目前各國高速鐵路系統的營運情形，19.4節介紹我國高速鐵路發展，19.5概述其他國家發展高速鐵路的計畫，有關高速鐵路未來的技術發展則於19.6節中介紹，在19.7節探討台灣地區興建高速鐵路可能對其他運輸系統產生的衝擊，並於19.8節以日本和法國為例，說明高速鐵路營運對其他產業的影響，最後在19.9節摘要說明各國的高鐵事故。



19.1 高速鐵路發展歷史

全球有關高速鐵路的研究與營運以日本、法國與德國為主，其中又以日本擁有30年以上的營運經驗，歷史最悠久。除此之外，西班牙、義大利與瑞典等國家亦有實際的營運經驗，以下分別介紹各國在高鐵的發展。

✈ 19.1.1 亞洲

西元1950年代以前，傳統鐵路運輸仍為日本城際運輸的主要運具，隨著二次大戰後日本經濟發展迅速，導致傳統窄軌鐵路運輸能力不足，加上其他運具的激烈競爭，軌道工業面臨沒落的威脅。為了振興鐵路運輸，當時日本政府提出三種方案進行評估，希望能解決鐵路運量不足的問題。第一方案為在原有線路上另增建一窄軌鐵路，第二方案建議選擇交通繁忙、載運量大的路段增建鐵路，第三方案則建議另

原台灣??高速鐵路



日本高速鐵路



法國高速鐵路



顏

德國高速鐵路



顏進儒。運輸學二版

西班牙高速鐵路



義大利高速鐵路





建一使用標準軌距的鐵路。評估之後，由於窄軌鐵路無法突破時速130公里的限制，故日本政府決定另外興建一條標準軌距鐵路，即為後來的高速鐵路。目前全世界營運中的高速鐵路皆使用寬1.435公尺的標準軌距。

日本國鐵於西元1959年開始建造高速鐵路，在1964年10月開始營運東京至大阪間的東海道新幹線(Tokaido Shinkansen)。東海道新幹線歷經36年營運，除了運輸需求最大外，也提供穩定的可靠性與高品質服務，成功實現高效率的高速鐵路營運。日本於1972至1985年間，又陸續興建完成山陽(Sanyo)、東北(Tohoku)、上越(Joetu)等新幹線，1997年再加上秋田(Akita)與北陸(Hokuriku)的新幹線，至今營運長度已達1953公里。日本計畫共建約7,000公里的高速新幹線，號稱日本的「萬里長城」。日本目前除了正在規劃東北、九州等路線的興建之外，亦積極研發更高科技的「磁浮式高速鐵路」(參考本章19.6節)。

近年來部分亞洲國家與地區，如韓國、我國與中國大陸等，亦致力於興建高速鐵路的計畫，以期改善各國內陸運輸效率，提高國家競爭力。

✈ 19.1.2 歐洲

雖然歐美為鐵路運輸的發明者，傳統鐵路在西元1960年代曾被歐美國家視為「夕陽工業」，直到1964年日本新幹線通車之後，才又引起各國的注意。其中法國是繼日本之後最先開始發展高速鐵路的國家，法國國鐵(SNCF)於1976年開始興建高速鐵路。

西元1981年9月30日法國TGV(Train a Grande Vitesse)系統高速鐵路首次通車，以時速270公里營運於巴黎與里昂之間，稱為東南線(簡稱TGV PSE)，為歐洲第一條高速鐵路。隨後法國又興建大西洋線(TGV Atlantique, TGV A)、北線(TGV Nord)與網路連接線(TMST與PBKA等)，其營運速度於1989年提升至300公里，最高時速515.3公里更創下世界紀錄，此一傳統輪軌列車的速度紀錄至今無人打破。目前法國TGV路網的總長度約為1,283公里，仍繼續規劃興建中的，包含有地中海線(長度295公里)以及已核定計畫的東歐線(長度406公里)。

德國高速鐵路列車ICE(Inter City Experimental)的發展比法國TGV大約晚10年，



開始於西元1988年，在路線規劃上亦不同於法國高鐵的TGV與日本的新幹線，其不採取「專用道」的設計，而是以和其他的車種共用車道的方式來行駛。在1991年漢諾威到烏茲伯格間全長327公里，與曼海姆到斯圖加特間全長107公里的高速運轉路線興建完成後，ICE高速列車配合開始進行商業運轉後，其最高營運速度每小時可達280公里。西元1998年總長264公里的漢諾威—柏林路線也開始營運，2002年8月1日，德國科隆火車站至法蘭克福機場的高速鐵路已經順利通車，總長度177公里的科隆—法蘭克福線使用ICE3車型，其最高時速可達300公里，並穿越法國與比利時。

西班牙的高速鐵路始於西元1986年10月，1988年由法國GEC-Alstom公司的Alta Velocidad Espanola(後來的西班牙高鐵AVE)標到此工程。AVE是法國TGV第一個向外輸出的高速鐵路系統，採用法國TGV車輛系統與德國ICE供電與號誌系統，AVE高速鐵路的速度超越西班牙傳統搖擺式車體(Talgo)技術的時速(200公里)，1992年初GEC-Alstom進行西班牙高鐵的速度測試，結果為每小時335公里。1992年4月AVE首次行駛於馬德里至塞維亞之間，最高營運時速為300公里，該路線全長471公里。截至目前為止，尚有馬德里—巴塞隆納路線正在興建中，混合採用法國TGV與德國ICE系統，長約605公里，預計營運時速為300公里。

此外，早期的瑞典與義大利以搖擺式(Tilting)車體技術(亦稱傾斜車體技術)，運轉時速即超過200公里以上，該技術不同於日、法、德所發展的高速鐵路，係以車體適當的傾斜，改善列車在曲線路段造成旅客的不舒適感與避免車廂傾覆，並且速度高於傳統鐵路，最高可達250公里。義大利早期以ETR-450營運全長約240公里的南北線(羅馬至佛羅倫斯)，西元1996年又以新型高速列車ETR-500行駛於米蘭與羅馬間。ETR-500列車與ETR-450不同，ETR-500較類似日、法、德的動力集中式高速鐵路，其最高營運速度可達每小時300公里。目前義大利正在興建中的線道，除了有羅馬—拿波里(總長約220公里)之外，佛羅倫斯—波羅那(總長約77公里)也開始建造。規劃中的高速鐵道路線則有全長約199公里的波羅那—米蘭，與262公里長的特里諾—威尼斯。

TGV (Train a Grande Vitesse)

法國TGV高[速]鐵[路]

ICE (inter City Experimental)

德國ICE高[速]鐵[路]

Tilting Train

搖擺式列車



✈ 19.1.3 美洲

美國在西元1997年以前最高速的鐵路系統，為其東北運輸走廊紐約市至華盛頓特區的鐵路，該系統是改良傳統鐵路所得，最高行駛速度為200公里，勉強可稱為「低速」的高鐵，但仍不像日本、德國與法國所發展的新式高鐵。美國的第一條高鐵在西元2000年12月11日正式營運，採用的是由Amtrak推出的Acela快車，服務於華盛頓與波士頓間線段，全長736公里，共停11站，橫跨7州。

高速鐵路的發展歷史可大略整理如圖19-1所示。由於高速鐵路成功的營運經驗，產生節省運輸時間、改善生活品質與促進經濟繁榮的效益，使高速鐵路成為世界各國的發展趨勢，美國、韓國、我國與中國大陸等，都陸續加入建設高速鐵路的行列。



圖19-1 世界各國高速鐵路發展沿革



19.2 高速鐵路運具特性

軌道運輸起源於西元19世紀中期，以其運量大、速度快、安全與節省能源等優勢，在19世紀末與20世紀初達到黃金時代，但隨著20世紀初汽車的普及與二次世界大戰後民用航空的發達，使鐵路運輸的影響力大減。結合軌道運輸與新興科技所研發的高速鐵路(High Speed Railroad)使軌道運輸再次受到重視。高速鐵路可定義為



「時速200公里以上，使用專屬路權，全線無平交道，行車絕對安全的鐵路系統。」與其他運具相比，高速鐵路具有運量大、速度快、安全性高、服務品質高、能源效益高、污染低與用地少的特性，分述如下：

✈ 19.2.1 運量大

高速鐵路的一列車可載運近千人，與傳統鐵路相同具有高運量的特性，更進步的是在電腦控制下能夠規劃密集之發車班距，每列車間隔可縮小到3分鐘，即每小時單向運輸可達20,000人，運能遠高於其他運具。以台灣地區為例，高速鐵路通車後，尖峰運量將可達每小時2萬人次，全天運量為航空運輸的10倍以上。日本最新式的新幹線700型列車(SKS 700)於西元1999年3月開始營運，其長度為400公尺，共有16節車廂，可搭載1,324名旅客，相當於8至10架空中巴士A320-200型飛機的容量。A320-200為我國復興航空公司服務台北—高雄與台北—台南航線的主要機型，載客容量為138-179人。

✈ 19.2.2 速度快

高速鐵路行車最低時速為200公里，比汽車高出一倍以上，最快速度甚至可超過每小時500公里，為飛機時速的一半，故有「在地上跑的飛機」之稱。目前世界上速度最快的高速鐵路是法國的第二代TGV列車，高達每小時515公里。

✈ 19.2.3 安全性高

高速鐵路通常有專用路權，行車制度為中央系統電腦控制，維修方式採預防性維修制度，即每一零件更換週期一到，無論零件完好與否，均予以撤除更換，與飛機的維修類似。高速鐵路的主要安全設施分為「列車運轉安全設施」與「行駛中車輛功能安全偵測」兩類，列車運轉安全設施包括專用路權、中央行車與自動列車控

世界各國高速鐵路發展



世界各國高速鐵路發展

- 日本

- 日本國鐵於1959年開始建造高速鐵路

- 1964年10月開始營運

- 東京—大阪

- 東海道新幹線(Tokaido Shinkasen, 210 km/hr)

- 至今高鐵營運總長度已達1953公里

世界各國高速鐵路發展

• 法國

-法國鐵(SNCF)於1976年開始建造高速鐵路

-1981年9月30日開始營運

巴黎—里昂

TGV(Train a Grande Vitesse, 270 km/hr)

-最高時速曾達515.3公里，目前路網總長度約為1283公里

世界各國高速鐵路發展

● 德國

-德國於1988年開始建造高速鐵路，與其他國家不同之處在於，其不採取「專用道」的設計，而是以和其他的車種共用車道的方式來行駛

-1991年10月開始營運

漢諾威—烏茲伯格

ICE (Inter City Experimental, 280km/hr)

-至今營運長度已達800公里

世界各國高速鐵路發展

- 歐洲其他國家

西班牙 AVE(Alta Velocidad Espanola)

-1992年4月開始營運

馬德里—塞維亞(471公里)

採用法國TGV車輛與德國ICE 供電與號誌系統(300km/hr)

瑞典與意大利

-採用搖擺式(Tilting)車體技術(亦稱傾斜車體技術)

世界各國高速鐵路發展

- 其他國家

- 美國

- 2000年12月11日正式營運

- 華盛頓-波士頓(736公里)

- 採用由Amtrak推出的Acela快車

世界各國高速鐵路營運

| 國家 | 日本 | 法國 | 德國 | 西班牙 | 義大利 |
|-----------------------|--|---|---------------------------------|---------------|------------|
| 路線 | a.東海道線 (東京-大阪) b.山陽線 (新大阪-博多) c.上越線 (大宮-新瀉) d.東北線 (盛岡-上野) | a.東南線 (巴黎-里昂) b.大西洋線 (巴黎-圖爾斯) c.北線 (巴黎-里耳) d.巴黎周邊路網 | a.漢諾威- 烏茲堡 b.曼海姆- 斯圖加特 | 馬德里- 塞維亞 | 米蘭-羅馬 |
| 開始 營運 年 (西元) | a.1964 b.1975 c.1984 d.1985 | a.1981 b.1990 c.1992 d.1994 | a.1991 b.1991 | 1992 | 1996 |
| 里程 (公里) | a.515 b.554 c.270 d.493 | a.427 b.282 c.333 d.102 | a.327 b.107 | 471 | 500 |
| 最高 營運 速度 | 300 km/hr | 350 km/hr | 280 km/hr | 300 km/hr | 300 km/hr |
| 運輸 性質 | 客運 | 客、貨運 | 客、貨運 | 客、貨運 | 客運 |
| 經營 型態 | 民營 | 國營 (SNCF) | 民營 (DB) | 國營 (RENFE) | 國營 (FS) |
| 平均 站距 | a與b平均 33公里 | a. 142公里 | 64公里 | | |

高速鐵路的意義

- 時速200公里以上
- 使用專屬路權 全線無平交道
- 行車絕對安全的鐵路系統

(目前全世界營運中的高速鐵路皆使用寬1.435公尺的標準軌距)

高速鐵路運具特性

- 運量大

- 日本新幹線 SKS700 長400公尺有16節車廂，可載1324名旅客(間距3分鐘)

- 速度快

- >200km/hr

- 目前全球最快速為法國第2代TGV，可達515km/hr

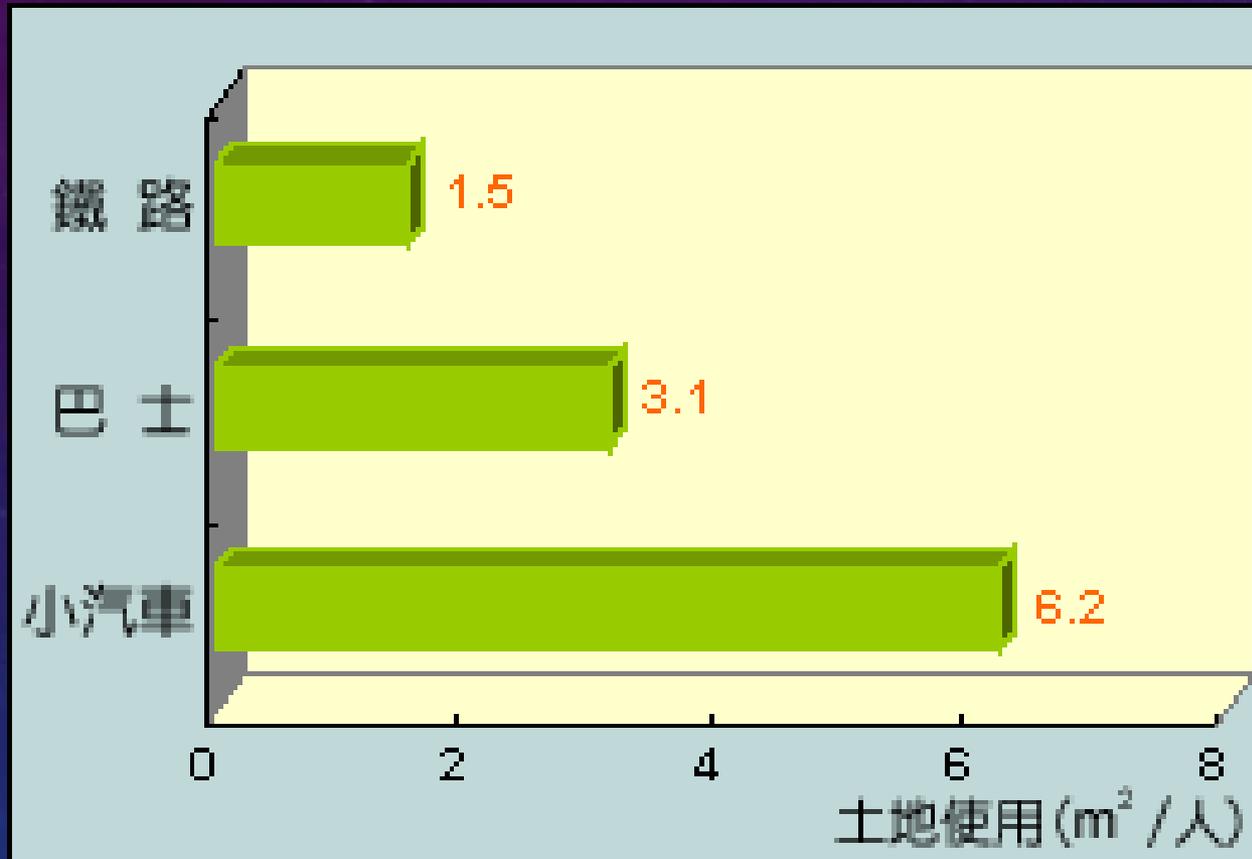
- 安全性高

- 1998年6月4日德國意外為唯一肇事

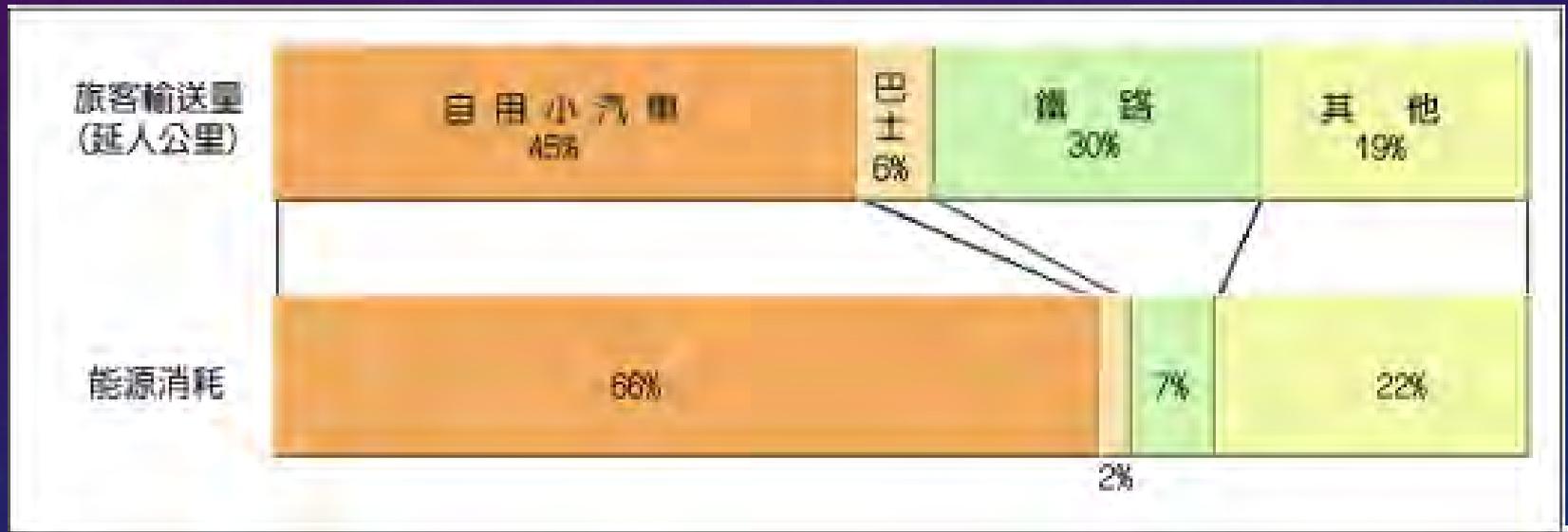
高速鐵路運具特性

- 服務品質高
 - 電腦化行控、行駛具穩定性、車廂舒適多樣化
- 污染少(綠色高速鐵路)
 - 使用電力牽引，而不直接使用燃油作為動力
- 用地少
 - 四車道高速公路的1/4，土地利用效率高
- 能源效益高
 - 高速鐵路具備高運能低耗能之經濟優勢

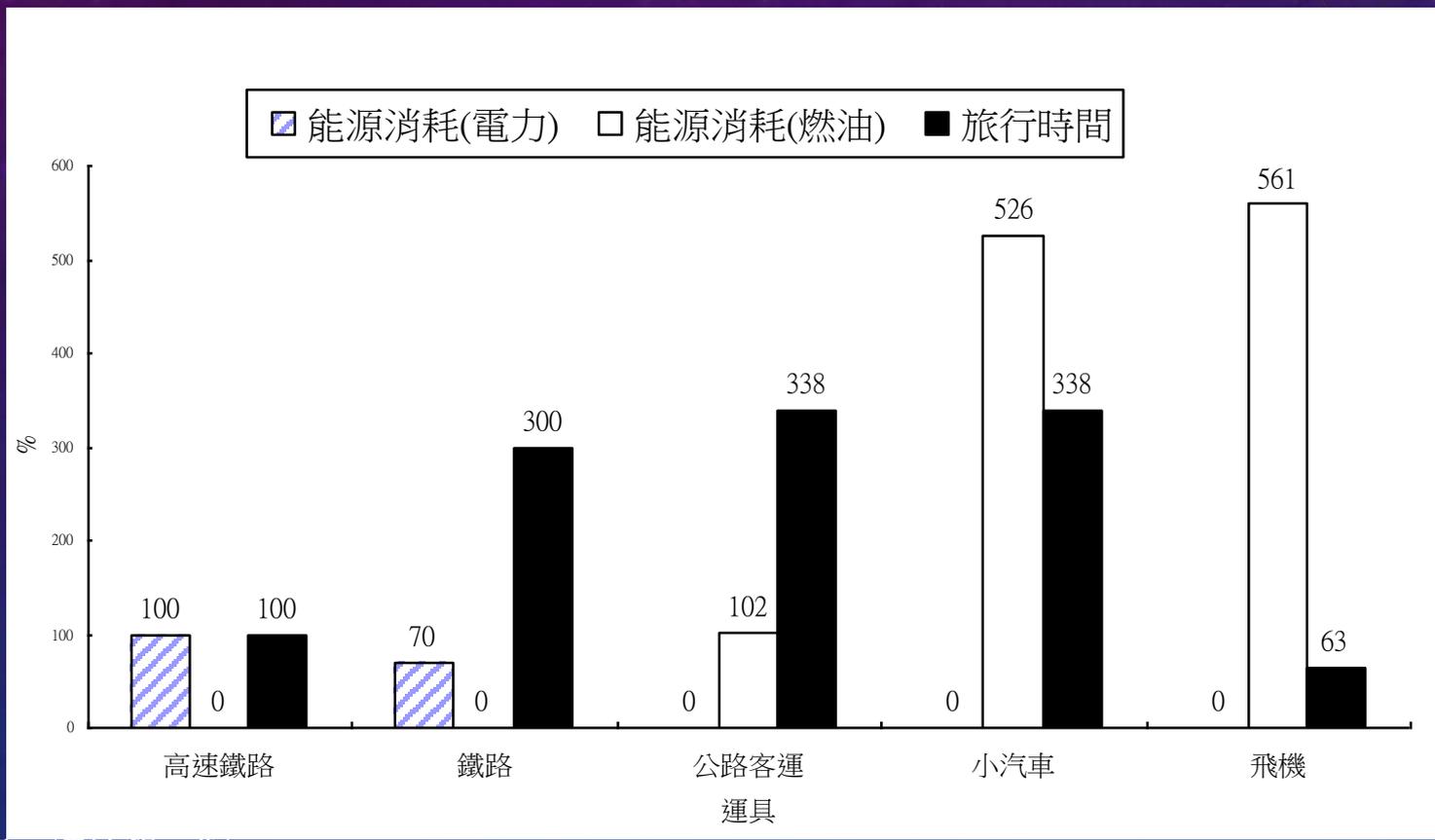
陸上各種運具的土地使用概況



日本各種運具的能源效率比較



各運具能源效率與旅行時間比較



High Speed Railroad

高速鐵路



制系統與無線電等。行駛中車輛功能安全偵測包括車輪滑走偵測、煞車監控與故障診斷等。因此，法國20多年與日本近40年的高速鐵路行駛均維持良好的安全紀錄。高速鐵路史上唯一的重大事故為西元1998年6月4日發生於德國的意外，當天一輛由慕尼黑駛往漢堡，載運約300人的高速鐵路列車發生嚴重的出軌，導致98人喪生。但相較而言，高速鐵路的安全性仍較其他運具高出許多。

✈ 19.2.4 能源效益高

高速鐵路的動力由列車上的集電裝置與變電站的電車線接觸所產生，即高速鐵路以電力為動力的來源，且車廂材質輕量化與列車兩端呈流線形設計，這些措施可減少空氣阻力，進而節省能源的消耗。若以普通鐵路每人每公里消耗之能源為一單位，則高速鐵路為1.3單位，公共汽車為1.5單位，小汽車為8.8單位，飛機為9.8單位。上述各項數據均顯示鐵路具備高運能低耗能之經濟優勢。如圖19-2所示。



圖19-2 日本各種運具的能源效率比較

資料來源：「高鐵計畫背景」，台灣高鐵網站(<http://www.thsrc.com.tw>)-計畫總覽，2003年10月14日。

✈ 19.2.5 服務品質高

高速鐵路車廂內設有高水準的裝潢與服務設施，如無線資訊傳輸、高畫質資訊顯示、娛樂器材與殘障設施等，不僅美觀，亦可提升服務水準。且全列車具有氣密



性功能，可減輕車廂外因高速而產生的壓力，使車內噪音不超過68分貝，並使列車行駛具高度的穩定性，以提升乘客的舒適程度。隨著電腦與高速鐵路的結合，電腦化的行控系統，使高速鐵路更能達到準點的要求。一般高鐵列車皆有頭等車廂與普通車廂供旅客選擇，甚至部分列車上亦設有餐車，提供多樣化的服務。

✈ 19.2.6 用地少

以相同的運量，就國外陸上運具的使用經驗而言，小汽車的土地使用效率為鐵路的4倍，巴士的土地使用效率為鐵路的2倍，相較之下，鐵路的土地使用效率較高。拿法國為例，法國巴黎到里昂429公里高速鐵路之土地使用面積相當於巴黎機場；就台灣高速鐵路來說，用地為中山高速公路之1/3，為第二高速公路之1/5。如圖19-3所示。

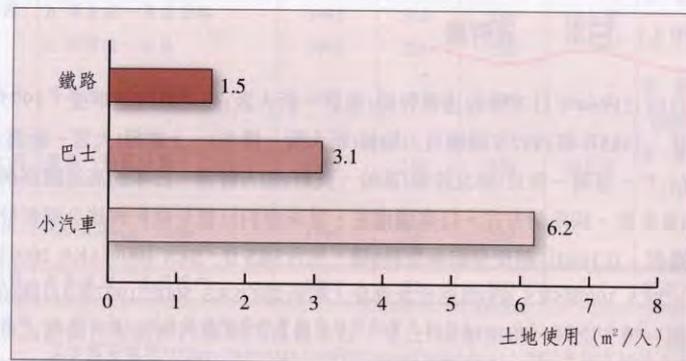


圖19-3 陸上各種運具的土地使用概況

資料來源：「高鐵計畫背景」，台灣高鐵網站(<http://www.thsrc.com.tw>)-計畫總覽，2003年10月14日。



✈ 19.2.7 污染少

高速鐵路以電力牽引，而不直接使用燃油做為動力，因此不產生廢氣、不製造空氣污染，且噪音較汽車或飛機小。另有研究發現，高鐵與公路、航空運輸的污染比為1:3:4，高速鐵路所造成的污染相對為最小，故高速鐵路又有「綠色高速鐵路」之稱。



19.3 目前使用高速鐵路的國家與規模

目前已有高速鐵路商業營運的國家有日本、法國、德國、西班牙、義大利、瑞典、比利時、美國等，皆為傳統的鋼軌鋼輪式高速鐵路。本節將對各國的新式高速鐵路進行介紹，其整體之比較規模如下(參考表19-1)：

✈ 19.3.1 日本——新幹線

自西元1964年日本東海道新幹線(東京—新大阪)高速鐵路通車後，1975年、1984年、1985年與1997年陸續有山陽線(新大阪—博多)、上越線(大宮—新潟)、東北線(八戶—盛岡—東京)與北陸線(高崎—長野)加入營運。日本的高速鐵路網長達1,900多公里，採民營方式，以客運為主，其未來的目標是能夠興建全國新幹線高速鐵路網。在1999年前使用的車型有6種，包含SKS 0、SKS 100與SKS 200為鋼製車身，SKS 300與SKS 400為鋁合金車身，較新型的SKS 500於1997年3月開始行駛於大阪—博多之間，時速達300公里。日本最新的高鐵列車為使用鴨嘴式車頭的SKS 700，該列車於西元1999年3月13日開始營運，將逐漸取代現有日本新幹線的車種。SKS 700在東海道線營運時速為270公里，進入山陽線後提升至285公里。鴨嘴式車頭讓空氣從嘴角部分往後流動，以抑制噪音的產生，並在車廂下設計了一套半搖動控制裝置，讓列車行駛更平穩。



表19-1 世界各地高速鐵路營運比較

| 國家 | 路線 | 開始營運 (西元) | 里程 (Km) | 最高營運 時速 | 平均站距 | 運輸性質/ 經營型態 |
|-----|---------------------|--------------|------------|------------|-------|-------------------|
| 日本 | a. 東海道線(東京—新大阪) | 1964 | 515 | 270 | 34公里 | 客運/民營 |
| | b. 山陽線(新大阪—博多) | 1972 | 554 | 300 | 31公里 | |
| | c. 東北線(東京—盛岡) | 1991 | 497 | 270 | | |
| | d. 上越線(大宮—新潟) | 1982 | 270 | 275 | | |
| | e. 北陸線(高崎—長野) | 1997 | 117 | 270 | | |
| | f. 秋田線(盛岡—秋田) | 1997 | 127 | 275 | | |
| 法國 | a. 東南線(巴黎—里昂) | 1981 | 410 | 270 | 142公里 | 客運/國營 (SNCF) |
| | b. 大西洋線(巴黎—圖爾斯) | 1989 | 280 | 300 | | |
| | c. 北歐洲線(巴黎—里昂) | 1993 | 333 | 300 | | |
| | d. 周邊路網(巴黎近郊) | 1994 | 102 | 270 | | |
| | e. 里昂—瓦朗斯 | 1994 | 122 | 300 | | |
| 德國 | a. 曼海姆—斯圖加特 | 1991 | 99 | 280 | 64公里 | 客、貨/民營 (DB) |
| | b. 漢諾威—烏茲伯格 | 1991 | 326 | 280 | 70公里 | |
| | c. 漢諾威—柏林 | 1998 | 264 | 250 | | |
| 西班牙 | 馬德里—塞維利亞 | 1992 | 471 | 300 | 76公里 | 客、貨/國營 (RENFE) |
| 義大利 | 羅馬—佛羅倫斯 | 1992 | 236 | 250 | 70公里 | 客、貨/國營 (FS) |
| 瑞典 | Flemlingsberg—Jarna | 1995 | 31 | 250 | | 客運/國營 (SJ) |
| 比利時 | 布魯塞爾—法國境內 | 1998 | 71 | 300 | | 客運/國營 |

- 參考資料：1. 林全聖，《高速鐵路最適費率與艙等配置之研究》，pp.9-31，2001年6月。
 2. 法國高鐵網站(<http://www.tgv.com/homepage/index.htm>)，2003年10月14日。
 3. 「高鐵深度報導」，交通部高速鐵路工程局(<http://www.hsr.gov.tw>)，1998年9月。
 4. 溫沙高鐵網站(<http://tacocity.com.tw/wunsa/>)，2003年10月19日。
 5. 本書整理。



✈ 19.3.2 法國——TGV

TGV是法文中Train à Grande Vitesse的縮寫，翻譯成英文是高速列車的意思。目前法國高速鐵路TGV通車營運的路線有巴黎到里昂的東南線、巴黎通往大西洋岸圖爾斯(Tours)的大西洋線、巴黎至里昂並穿越英吉利海峽海底隧道到英國倫敦的北線、巴黎的周邊路網與里昂—瓦朗斯，由巴黎至城堡地區只需一小時，同屬TGV高鐵系統的歐洲之星 EUROSTAR高速鐵路，從巴黎出發，穿越英吉利海峽海底隧道，全程只要3小時便可抵達與歐洲大陸隔海對岸的英國倫敦。

TGV由法國國鐵(SNCF)經營，提供客運服務，路網全長達1,283多公里。法國郵局在巴黎東南線高速鐵路通車後，亦開辦TGV郵件列車，其構造類似TGV高速鐵路客車，但是車廂中間有較寬的車門，且沒有窗戶。目前全世界的高速鐵路系統中以TGV的速度最快，可歸功於法國的地形平坦。第一代TGV列車最高時速即達270公里，第二代的營運速度有280公里，而最快速度高達515公里，為全球之冠。

法國為提升運輸量，於西元1996年推出第三代TGV雙層列車，行駛於東南線與北線上，營運速度提高為每小時350公里。現在，總共有三條主幹線由巴黎發出，其中最新的是Nord-Europe線，在1993年開通，連接巴黎和比利時、德國等地，通過海底隧道和英國相連，它的延長線至今還在建造。

雖然法國對TGV的投資已逐漸減少，但法國在高速列車上的成就，如今已為歐洲各國公認。西元1996年，歐盟各國的國有鐵路公司經聯合協商後發出一個共同實施的指令——採用法國技術做為全歐高速火車的技術標準，TGV技術儼然已成為法國對外出口的一項技術。

西班牙的AVE高速列車是TGV系列，韓國有以TGV變化而來的KTX列車，目前已部分路線通車。另外，法國國鐵還積極向其他要發展高速鐵路的國家和地區推薦TGV，比如美國佛羅里達高速鐵路即引進TGV技術，台灣高鐵引進的亦為TGV。法國預計，高速鐵路TGV路網全長將達4,700公里，形成遍布歐洲各國的高速鐵路網。



✈ 19.3.3 德國——ICE

歐洲的高速鐵路當然不止法國一家。向來以技術見長的德國也在西元1991年正式開始高速列車ICE的商業運營，時速為250公里。ICE還曾經在1988年創下了時速400公里的當時世界紀錄。ICE的全名是Inter city Express，即城際快車。其實在它剛發展的時候，名字叫做Inter city Experimental train。德國的高速鐵路利用了原有線路，所以火車平均速度不是很快(相對於法、日而言)，但德國傳統鐵路營運時速原來就有200公里。德國高速鐵路ICE列車由14節車廂與兩部高性能的機車頭所構成，機車頭分別掛於車首與車尾，其與日本新幹線、法國TGV最大的不同在於ICE可依旅客量的增加而隨時加掛車廂，不須再到調車場加掛。

德國於西元1991年完成由漢諾威至烏茲伯格全長327公里的高速鐵路，其營運時速為250~280公里，並於1997年初推出行駛於柏林到科隆與柏林至不萊梅的ICE 2新型列車。

目前最新式的高鐵列車為ICE 3，於西元1999年底開始營運，該列車有8節車廂，長度為200公尺，可搭載380或391名旅客。亦可將兩組ICE 3列車聯掛，成為總長400公尺的列車組。

✈ 19.3.4 西班牙——AVE

西班牙的高速鐵路以AVE最為聞名，而AVE是法國第一個向外國輸出的高速鐵路系統，可稱為西班牙式的TGV。西班牙AVE列車是由兩個動力車頭與8節車廂所構成，目前營運通行於馬德里至巴塞隆納與馬德里至里斯本之間，最高營運時速達300公里，在AVE開通的第一個月，一共運送了10萬名乘客，到同年11月，有100萬的人次乘坐過AVE。AVE在西班牙不僅經營客運，亦兼營貨物運輸。

西班牙高鐵在西元1999年夏季的列車時刻表上出現了一列擺式列車，營運在西班牙首都馬德里和塞維利亞之間，這是西班牙最繁忙的鐵路線段。這條關鍵的路線對西班牙國家財政甚為重要，於此線間來往的商人占了全國超過53%以上的稅額，所以自然而然的，把最新最好的科技用在這條鐵路的改造和更新上，也就是Alaris

Eurostar

歐洲之星高速鐵路



列車。Alaris與西班牙境內其他的高速鐵路不一樣的是，Alaris採用歐洲標準的1.435公尺軌距，而其他鐵路基本上都是用1.668公尺的軌距。

✈ 19.3.5 義大利——ETR 500

義大利高鐵於西元1988年以採用「傾斜」(Tilting)車體技術之ETR 450列車，在不妨礙因高速行駛於既有半徑較小之曲線路段所導致乘客不適之感覺下，來達成提升運轉速度之目的，其最高營運時速可達250公里。目前義大利的ETR 500高速鐵路路網，自西元1996年開始營運，ETR系列是飛雅特(FIAT)製造的，從米蘭到羅馬全長約500公里，最高營運時速可達300公里，由羅馬到翡冷翠(佛羅倫斯)316公里，ETR 500只花1小時30分，路程在空曠地區可以完整感受到它時速兩百多的高速加速感。目前ETR系列的營運，以提供客運為主，為義大利的國營機構所經營。

✈ 19.3.6 瑞典——X2000

在眾多高速鐵路當中，瑞典的X2000列車是一顆閃耀的明星，它是振子式搖擺列車。早在西元1975年，鐘擺式列車X15投入試運之時，就以每小時高達238公里的速度，驚為天人。1980年，瑞典做了第二次高速鐵路可行性研究，1990年，瑞典成為全球第八個擁有時速超過200公里的高鐵國家。X2000的出現，刺激了這種由英國首創的擺式列車技術發展。首輛X2000列車於1990年出廠，由瑞典艾波比(ABB)公司製造，歐洲最著名的公司之一。最初的X2000路線是斯德哥爾摩到哥本哈根，瑞典積極改進現有鐵道，目的是為了使更多的鐵路能運行X2000。目前X2000承攬了瑞典兩大城市客流量的一半以上，成本也降低了許多。

✈ 19.3.7 比利時——TGV-thalys

比利時境內，有著目前最新的高速火車TGV-thalys，同屬法國TGV系統，路線



為法國巴黎—比利時布魯塞爾—德國科隆—荷蘭阿姆斯特丹，行經四個主要城市，非屬比利時專有。營運以時速300公里服務歐洲的旅客及商務人員。這條新線特別的是一共經過了四種不同的變電區間，也就是TGV-thalys的電動機必須能適應四種不同電壓、不同頻率的交流電，是西元2003年為止最複雜的國際列車。



19.4 我國高速鐵路的發展

我國興建高速鐵路的構想始於西元1974年，由台灣省政府台灣鐵路管理局所提出，正式可行性的研究於1989年開始進行，1992年由規劃階段進入設計階段，2000年3月27日正式施工。原本預計於西元2005年10月完工並正式營運，後來延至2006年10月。路線規劃由台北到高雄，速度設計為每小時300~350公里，全線採「專用路權」，營運列車分為直達車與非直達車，共設計5種營運班車，如表19-2所示。

台灣高速鐵路原計畫由政府投資興建，但因政府財政負擔沉重，且為順應民營化的趨勢，改採BOT(興建、營運、移轉)方式。台灣南北高速鐵路興建計畫，係目前國內最大獎勵民間參與交通建設之BOT案；工程完工後，將成為台灣西部發展的高速動脈，以台灣南北最大時間距離為1.5小時之內，將台灣整合成一個經濟生活圈。其服務主要為針對通勤、商務、旅行等三大目標，全長345公里，共設12站，沿途經過14縣市、77市鄉鎮區，透過站區規劃與開發，未來將為交通轉運中心，並規劃建立新商業與生活中心。

表19-2 台灣高鐵停站方式與行車時間

| | 停站方式 | 行車時間 |
|----|------------------------------------|-------|
| A線 | 台北—高雄左營 | 80分鐘 |
| B線 | 台北—板橋—台中—高雄左營 | 91分鐘 |
| C線 | 台北—板橋—台中—彰化—雲林—嘉義—台南—高雄左營 | 117分鐘 |
| D線 | 台北—板橋—桃園—新竹—苗栗—台中—彰化—雲林—嘉義—台南—高雄左營 | 136分鐘 |
| E線 | 台北—板橋—桃園—新竹—苗栗—台中 | 65分鐘 |

資料來源：台灣高鐵網站(<http://www.thsrc.com.tw>)—營運管理，2003年10月14日。

Skip stop

跳蛙式停車方式

直達式停車方式

每站停停車方式



✈ 19.2.7 污染少

高速鐵路以電力牽引，而不直接使用燃油做為動力，因此不產生廢氣、不製造空氣污染，且噪音較汽車或飛機小。另有研究發現，高鐵與公路、航空運輸的污染比為1:3:4，高速鐵路所造成的污染相對為最小，故高速鐵路又有「綠色高速鐵路」之稱。



19.3 目前使用高速鐵路的國家與規模

目前已有高速鐵路商業營運的國家有日本、法國、德國、西班牙、義大利、瑞典、比利時、美國等，皆為傳統的鋼軌鋼輪式高速鐵路。本節將對各國的新式高速鐵路進行介紹，其整體之比較規模如下(參考表19-1)：

✈ 19.3.1 日本——新幹線

自西元1964年日本東海道新幹線(東京—新大阪)高速鐵路通車後，1975年、1984年、1985年與1997年陸續有山陽線(新大阪—博多)、上越線(大宮—新潟)、東北線(八戶—盛岡—東京)與北陸線(高崎—長野)加入營運。日本的高速鐵路網長達1,900多公里，採民營方式，以客運為主，其未來的目標是能夠興建全國新幹線高速鐵路網。在1999年前使用的車型有6種，包含SKS 0、SKS 100與SKS 200為鋼製車身，SKS 300與SKS 400為鋁合金車身，較新型的SKS 500於1997年3月開始行駛於大阪—博多之間，時速達300公里。日本最新的高鐵列車為使用鴨嘴式車頭的SKS 700，該列車於西元1999年3月13日開始營運，將逐漸取代現有日本新幹線的車種。SKS 700在東海道線營運時速為270公里，進入山陽線後提升至285公里。鴨嘴式車頭讓空氣從嘴角部分往後流動，以抑制噪音的產生，並在車廂下設計了一套半搖動控制裝置，讓列車行駛更平穩。



表19-1 世界各地高速鐵路營運比較

| 國家 | 路線 | 開始營運 (西元) | 里程 (Km) | 最高營運 時速 | 平均站距 | 運輸性質/ 經營型態 |
|-----|---------------------|--------------|------------|------------|-------|-------------------|
| 日本 | a. 東海道線(東京—新大阪) | 1964 | 515 | 270 | 34公里 | 客運/民營 |
| | b. 山陽線(新大阪—博多) | 1972 | 554 | 300 | 31公里 | |
| | c. 東北線(東京—盛岡) | 1991 | 497 | 270 | | |
| | d. 上越線(大宮—新潟) | 1982 | 270 | 275 | | |
| | e. 北陸線(高崎—長野) | 1997 | 117 | 270 | | |
| | f. 秋田線(盛岡—秋田) | 1997 | 127 | 275 | | |
| 法國 | a. 東南線(巴黎—里昂) | 1981 | 410 | 270 | 142公里 | 客運/國營 (SNCF) |
| | b. 大西洋線(巴黎—圖爾斯) | 1989 | 280 | 300 | | |
| | c. 北歐洲線(巴黎—里昂) | 1993 | 333 | 300 | | |
| | d. 周邊路網(巴黎近郊) | 1994 | 102 | 270 | | |
| | e. 里昂—瓦朗斯 | 1994 | 122 | 300 | | |
| 德國 | a. 曼海姆—斯圖加特 | 1991 | 99 | 280 | 64公里 | 客、貨/民營 (DB) |
| | b. 漢諾威—烏茲伯格 | 1991 | 326 | 280 | 70公里 | |
| | c. 漢諾威—柏林 | 1998 | 264 | 250 | | |
| 西班牙 | 馬德里—塞維利亞 | 1992 | 471 | 300 | 76公里 | 客、貨/國營 (RENFE) |
| 義大利 | 羅馬—佛羅倫斯 | 1992 | 236 | 250 | 70公里 | 客、貨/國營 (FS) |
| 瑞典 | Flemlingsberg—Jarna | 1995 | 31 | 250 | | 客運/國營 (SJ) |
| 比利時 | 布魯塞爾—法國境內 | 1998 | 71 | 300 | | 客運/國營 |

- 參考資料：1. 林全聖，《高速鐵路最適費率與艙等配置之研究》，pp.9-31，2001年6月。
2. 法國高鐵網站(<http://www.tgv.com/homepage/index.htm>)，2003年10月14日。
3. 「高鐵深度報導」，交通部高速鐵路工程局(<http://www.hsr.gov.tw>)，1998年9月。
4. 溫沙高鐵網站(<http://tacocity.com.tw/wunsa/>)，2003年10月19日。
5. 本書整理。



✈ 19.3.2 法國——TGV

TGV是法文中Train à Grande Vitesse的縮寫，翻譯成英文是高速列車的意思。目前法國高速鐵路TGV通車營運的路線有巴黎到里昂的東南線、巴黎通往大西洋岸圖爾斯(Tours)的大西洋線、巴黎至里昂並穿越英吉利海峽海底隧道到英國倫敦的北線、巴黎的周邊路網與里昂—瓦朗斯，由巴黎至城堡地區只需一小時，同屬TGV高鐵系統的歐洲之星 EUROSTAR高速鐵路，從巴黎出發，穿越英吉利海峽海底隧道，全程只要3小時便可抵達與歐洲大陸隔海對岸的英國倫敦。

TGV由法國國鐵(SNCF)經營，提供客運服務，路網全長達1,283多公里。法國郵局在巴黎東南線高速鐵路通車後，亦開辦TGV郵件列車，其構造類似TGV高速鐵路客車，但是車廂中間有較寬的車門，且沒有窗戶。目前全世界的高速鐵路系統中以TGV的速度最快，可歸功於法國的地形平坦。第一代TGV列車最高時速即達270公里，第二代的營運速度有280公里，而最快速度高達515公里，為全球之冠。

法國為提升運輸量，於西元1996年推出第三代TGV雙層列車，行駛於東南線與北線上，營運速度提高為每小時350公里。現在，總共有三條主幹線由巴黎發出，其中最新的是Nord-Europe線，在1993年開通，連接巴黎和比利時、德國等地，通過海底隧道和英國相連，它的延長線至今還在建造。

雖然法國對TGV的投資已逐漸減少，但法國在高速列車上的成就，如今已為歐洲各國公認。西元1996年，歐盟各國的國有鐵路公司經聯合協商後發出一個共同實施的指令——採用法國技術做為全歐高速火車的技術標準，TGV技術儼然已成為法國對外出口的一項技術。

西班牙的AVE高速列車是TGV系列，韓國有以TGV變化而來的KTX列車，目前已部分路線通車。另外，法國國鐵還積極向其他要發展高速鐵路的國家和地區推薦TGV，比如美國佛羅里達高速鐵路即引進TGV技術，台灣高鐵引進的亦為TGV。法國預計，高速鐵路TGV路網全長將達4,700公里，形成遍布歐洲各國的高速鐵路網。



✈ 19.3.3 德國——ICE

歐洲的高速鐵路當然不止法國一家。向來以技術見長的德國也在西元1991年正式開始高速列車ICE的商業運營，時速為250公里。ICE還曾經在1988年創下了時速400公里的當時世界紀錄。ICE的全名是Inter city Express，即城际快車。其實在它剛發展的時候，名字叫做Inter city Experimental train。德國的高速鐵路利用了原有線路，所以火車平均速度不是很快(相對於法、日而言)，但德國傳統鐵路營運時速原來就有200公里。德國高速鐵路ICE列車由14節車廂與兩部高性能的機車頭所構成，機車頭分別掛於車首與車尾，其與日本新幹線、法國TGV最大的不同在於ICE可依旅客量的增加而隨時加掛車廂，不須再到調車場加掛。

德國於西元1991年完成由漢諾威至烏茲伯格全長327公里的高速鐵路，其營運時速為250~280公里，並於1997年初推出行駛於柏林到科隆與柏林至不萊梅的ICE 2新型列車。

目前最新式的高鐵列車為ICE 3，於西元1999年底開始營運，該列車有8節車廂，長度為200公尺，可搭載380或391名旅客。亦可將兩組ICE 3列車聯掛，成為總長400公尺的列車組。

✈ 19.3.4 西班牙——AVE

西班牙的高速鐵路以AVE最為聞名，而AVE是法國第一個向外國輸出的高速鐵路系統，可稱為西班牙式的TGV。西班牙AVE列車是由兩個動力車頭與8節車廂所構成，目前營運通行於馬德里至巴塞隆納與馬德里至里斯本之間，最高營運時速達300公里，在AVE開通的第一個月，一共運送了10萬名乘客，到同年11月，有100萬的人次乘坐過AVE。AVE在西班牙不僅經營客運，亦兼營貨物運輸。

西班牙高鐵在西元1999年夏季的列車時刻表上出現了一列擺式列車，營運在西班牙首都馬德里和塞維利亞之間，這是西班牙最繁忙的鐵路線段。這條關鍵的路線對西班牙國家財政甚為重要，於此線間來往的商人占了全國超過53%以上的稅額，所以自然而然的，把最新最好的科技用在這條鐵路的改造和更新上，也就是Alaris



列車。Alaris與西班牙境內其他的高速鐵路不一樣的是，Alaris採用歐洲標準的1.435公尺軌距，而其他鐵路基本上都是用1.668公尺的軌距。

✈ 19.3.5 義大利——ETR 500

義大利高鐵於西元1988年以採用「傾斜」(Tilting)車體技術之ETR 450列車，在不妨礙因高速行駛於既有半徑較小之曲線路段所導致乘客不適之感覺下，來達成提升運轉速度之目的，其最高營運時速可達250公里。目前義大利的ETR 500高速鐵路路網，自西元1996年開始營運，ETR系列是飛雅特(FIAT)製造的，從米蘭到羅馬全長約500公里，最高營運時速可達300公里，由羅馬到翡冷翠(佛羅倫斯)316公里，ETR 500只花1小時30分，路程在空曠地區可以完整感受到它時速兩百多的高速加速感。目前ETR系列的營運，以提供客運為主，為義大利的國營機構所經營。

✈ 19.3.6 瑞典——X2000

在眾多高速鐵路當中，瑞典的X2000列車是一顆閃耀的明星，它是振子式搖擺列車。早在西元1975年，鐘擺式列車X15投入試運之時，就以每小時高達238公里的速度，驚為天人。1980年，瑞典做了第二次高速鐵路可行性研究，1990年，瑞典成為全球第八個擁有時速超過200公里的高鐵國家。X2000的出現，刺激了這種由英國首創的擺式列車技術發展。首輛X2000列車於1990年出廠，由瑞典艾波比(ABB)公司製造，歐洲最著名的公司之一。最初的X2000路線是斯德哥爾摩到哥本哈根，瑞典積極改進現有鐵道，目的是為了使更多的鐵路能運行X2000。目前X2000承攬了瑞典兩大城市客流量的一半以上，成本也降低了許多。

✈ 19.3.7 比利時——TGV-thalys

比利時境內，有著目前最新的高速火車TGV-thalys，同屬法國TGV系統，路線



為法國巴黎—比利時布魯塞爾—德國科隆—荷蘭阿姆斯特丹，行經四個主要城市，非屬比利時專有。營運以時速300公里服務歐洲的旅客及商務人員。這條新線特別的是一共經過了四種不同的變電區間，也就是TGV-thalys的電動機必須能適應四種不同電壓、不同頻率的交流電，是西元2003年為止最複雜的國際列車。



19.4 我國高速鐵路的發展

我國興建高速鐵路的構想始於西元1974年，由台灣省政府台灣鐵路管理局所提出，正式可行性的研究於1989年開始進行，1992年由規劃階段進入設計階段，2000年3月27日正式施工。原本預計於西元2005年10月完工並正式營運，後來延至2006年10月。路線規劃由台北到高雄，速度設計為每小時300~350公里，全線採「專用路權」，營運列車分為直達車與非直達車，共設計5種營運班車，如表19-2所示。

台灣高速鐵路原計畫由政府投資興建，但因政府財政負擔沉重，且為順應民營化的趨勢，改採BOT(興建、營運、移轉)方式。台灣南北高速鐵路興建計畫，係目前國內最大獎勵民間參與交通建設之BOT案；工程完工後，將成為台灣西部發展的高速動脈，以台灣南北最大時間距離為1.5小時之內，將台灣整合成一個經濟生活圈。其服務主要為針對通勤、商務、旅行等三大目標，全長345公里，共設12站，沿途經過14縣市、77市鄉鎮區，透過站區規劃與開發，未來將為交通轉運中心，並規劃建立新商業與生活中心。

表19-2 台灣高鐵停站方式與行車時間

| | 停站方式 | 行車時間 |
|----|------------------------------------|-------|
| A線 | 台北—高雄左營 | 80分鐘 |
| B線 | 台北—板橋—台中—高雄左營 | 91分鐘 |
| C線 | 台北—板橋—台中—彰化—雲林—嘉義—台南—高雄左營 | 117分鐘 |
| D線 | 台北—板橋—桃園—新竹—苗栗—台中—彰化—雲林—嘉義—台南—高雄左營 | 136分鐘 |
| E線 | 台北—板橋—桃園—新竹—苗栗—台中 | 65分鐘 |

資料來源：台灣高鐵網站(<http://www.thsrc.com.tw>)-營運管理，2003年10月14日。

我國高速鐵路計畫簡介

- 構想始於1974年(台灣鐵路管理局所提)
- 1989年完成可行性研究，1992年進入設計階段，2000年開始施工，預計2005年通車，現已在2006年底正式投入營運
- 原設計5種營運班車，最快一種由台北直達高雄(80分鐘內)今90分鐘

停站方式與行車時間

| 停 站 方 式 | | 行車時間 |
|---------|------------------------------------|-------|
| A線 | 台北-高雄左營 | 80 分鐘 |
| B線 | 台北-板橋-台中-高雄左營 | 91 分鐘 |
| C線 | 台北-板橋-台中-彰化-雲林-嘉義-台南-高雄左營 | 117分鐘 |
| D線 | 台北-板橋-桃園-新竹-苗栗-台中-彰化-雲林-嘉義-台南-高雄左營 | 136分鐘 |
| E線 | 台北-板橋-桃園-新竹-苗栗-台中 | 65 分鐘 |

我國高速鐵路計畫簡介

- 後改以興建、營運、移轉(Build-Operate-Transfer, BOT)方式由民間經營
- 1997年9月25日由台灣高鐵聯盟得標
- 1998年5月台灣高速鐵路股份有限公司(台灣高鐵)成立
- 1998年7月23日交通部與台灣高鐵簽約
- 1999年7月正式確定台灣高鐵興建，通車延至2006年

高速鐵路特許權範圍

| 特許項目 | 特許期間 |
|---|----------------|
| (1) 高速鐵路的興建與營運 | 35年 70年 |
| (2) 站區的開發使用 a. 車站用地的開發 b. 事業發展用地的開發 | 35年 ? 50年 ? |
| (3) 高速鐵路附屬事業經營 | 35年 ? |

我國高速鐵路計畫簡介

- 設有南港、台北、板橋、桃園青埔、新竹六家、苗栗豐富、台中烏日、彰化田中、雲林虎尾、嘉義太保、台南沙崙及高雄左營等十二個車站，初期有8個車站投入營運
- 全長350公里，使用1.435公尺軌距
- 每列車800客座以上，平均間距4分鐘
- 高鐵預計使用新700 T型列車，配合高速鐵路營運的直達式或跳蛙式(Skip stop)停車方式提供服務
- 票價為通車營運時飛機票價的7至8成

高鐵車站區位資料表

| 站名 | 站體方式 | 區位現況 |
|------|------|---------------------|
| 南港 | 地下 | 台北盆地東陲，設有南港軟體工業園區 |
| 台北 | 地下 | 台灣政治中心、經濟中心 |
| 板橋 | 地下 | 台北縣政治中心，台北市衛星都市 |
| 桃園青埔 | 地下 | 桃園郊區，鄰近中正機場 |
| 新竹六家 | 高架 | 新竹市市郊，鄰近竹科園區及大學教育機構 |
| 苗栗豐富 | 高架 | 尚未開發地區，農業為主 |
| 台中烏日 | 高架 | 與台中市相鄰，距市區遠 |
| 彰化田中 | 高架 | 農業為主地區，距市區遠 |
| 雲林虎尾 | 高架 | 農業及水產業為主地區，距市區遠 |
| 嘉義太保 | 高架 | 尚未開發地段 |
| 台南沙崙 | 高架 | 距台南市市區近，鄰近南科園區及工業區 |
| 高雄左營 | 平面 | 位高雄市區北方，西側傍山 |

高鐵700 T型列車特性

| | |
|-----------|---|
| 1. 車型 | 台灣高鐵700T型 |
| 2. 列車動力 | E.M.U 動力分散式電車組（9節動力車廂、3節無動力車廂） |
| 3. 車體材質 | 一體成型雙層鋁合金材質 |
| 4. 編成車廂數 | 12節車廂編成（1節商務車廂，11節標準車廂） |
| 5. 最高營運速度 | 300 km/hr |
| 6. 列車長度 | 304 M |
| 7. 車體規格 | 長：25 M（車頭：27 M） 寬：3.38 M 高：3.65 M |
| 8. 車廂座椅配置 | 商務艙：2+2（每排四個座椅） 標準艙：2+3（每排五個座椅） |



我國高鐵之興建與營運，是由中華高鐵聯盟與台灣高鐵聯盟競標，於西元1997年9月25日開標，由採低價策略的台灣高鐵聯盟獲得優先議約權。台灣高速鐵路股份有限公司(簡稱台灣高鐵)在1998年5月正式成立，交通部於1998年7月23日與台灣高鐵簽訂「台灣南北高速鐵路興建營運合約」與「台灣南北高速鐵路站區開發合約」，將我國高鐵興建與營運的權利正式授與台灣高鐵公司，為政府將重大交通建設交由民間特許公司執行的首例。

台灣高鐵公司於甄審階段的投資計畫書預估高鐵工程經費為4,316億元，其中要求政府投資額度為1,057億元，台灣高鐵公司投資3,259億元，使用在辦理機電、軌道、土建、車站、維修基地及其他工程。其開發效益為取得30年經營期，台灣高鐵的特許權有以下3部分(參考表19-3)：

1. 高鐵興建與營運特許權

期間為自合約簽約之日起35年。

2. 站區開發經營權

台灣高鐵應辦理桃園、新竹、台中、嘉義與台南等5個站區用地的開發經營。

3. 高鐵營運附屬事業經營權

台灣高鐵得依相關法令以其名義在高速鐵路的路線用地、車站用地與維修基地範圍內經營高鐵營運附屬事業。

表19-3 台灣高鐵特許權範圍

| 特許項目 | 特許期間 |
|---------------|------|
| 1. 高速鐵路的興建與營運 | 35年 |
| 2. 站區的開發使用 | |
| a. 車站用地的開發 | 35年 |
| b. 事業發展用地的開發 | 50年 |
| 3. 高速鐵路附屬事業經營 | 35年 |



台灣南北高速鐵路路線北起台北，南迄高雄左營，設有南港、台北、板橋、桃園青埔、新竹六家、苗栗豐富、台中烏日、彰化田中、雲林虎尾、嘉義太保、台南沙崙及高雄左營等十二個車站，高速鐵路營運車站之相關資料，如下表19-4所列。其軌道系統為鋼軌鋼輪式，使用1.435公尺的標準軌距，高鐵運能為每列車800客座位以上，營運時間每日至少18小時(6:00~24:00)，單向發車容量尖峰時段可於2小時內連續發車，平均間隔在4分鐘以內。各高鐵車站簡介如下：

1. 台北(南港、台北、板橋)車站

台北(南港、台北、板橋)車站為地下三層(U-3至U-1)地上七層(G+1至G+6及設備層)之建築物，亦是台北都會區大眾運輸之核心運轉中心，計有高鐵、台鐵與兩條台北都會區捷運網路於此處匯集設站。未來高鐵之營運將使用原台鐵台北車站U-2層之第一、二月台的第一至第四股道，做為列車旅客上下車服務及轉運調度之

表19-4 台灣高鐵車站區位資料表

| 站名 | 站體方式 | 區位現況 |
|------|------|---------------------|
| 南港 | 地下 | 台北盆地東陸，設有南港軟體工業園區 |
| 台北 | 地下 | 台灣政治中心、經濟中心 |
| 板橋 | 地下 | 台北縣政治中心，台北市衛星都市 |
| 桃園青埔 | 地下 | 桃園郊區，鄰近中正機場 |
| 新竹六家 | 高架 | 新竹市市郊，鄰近竹科園區及大學教育機構 |
| 苗栗豐富 | 高架 | 尚未開發地區，農業為主 |
| 台中烏日 | 高架 | 與台中市相鄰，距市區遠 |
| 彰化田中 | 高架 | 農業為主地區，距市區遠 |
| 雲林虎尾 | 高架 | 農業及水產業為主地區，距市區遠 |
| 嘉義太保 | 高架 | 尚未開發地段 |
| 台南沙崙 | 高架 | 距台南市市區近，鄰近南科園區及工業區 |
| 高雄左營 | 平面 | 位高雄市區北方，西側傍山 |

資料來源：1. 台灣高鐵網站(<http://www.thsrc.com.tw>)，2003年10月14日。
2. 本書整理。



需，另U-1層與G+1層則為共同使用，旅客資訊系統須配合作充分整合。

2. 桃園(青埔)車站

高鐵桃園(青埔)車站於高鐵路線里程42.2公里處設站，並將與「桃園都會區捷運路網」中之「中壢—機場」線共站設計。本站將採地下路軌形式的車站設計，設置高鐵行車控制中心及行政管理中心。

3. 新竹(六家)車站

高鐵新竹(六家)車站於高鐵路線里程72.1公里處設站，採高架車站型式，並與「新竹都會區捷運路網」中之「六家—牛埔」線共站設計。

4. 苗栗車站

高鐵苗栗車站將於高鐵里程104.8公里處設站。採高架路軌與站體分離的型式設計，期能降低高鐵營運對周遭環境的衝擊與影響。

5. 台中(烏日)車站

高鐵台中(烏日)車站於高鐵里程165.7公里處設站，並與「台中都會區捷運路網」中之「大坑—烏日」線及台鐵共站，採高架車站型式設計。

6. 彰化車站

高鐵彰化車站將於高鐵里程193.8公里處設站。採高架路軌與站體分離的型式設計，期能降低高鐵營運對周遭環境的衝擊與影響。

7. 雲林車站

高鐵雲林車站將於高鐵里程218.4公里處設站。採高架路軌與站體分離的型式設計，期能降低高鐵營運對周遭環境的衝擊與影響。



8. 嘉義(太保)車站

高鐵嘉義(太保)車站於高鐵里程251.5公里處設站。採高架路軌與站體分離的型式設計，期能降低高鐵營運對周遭環境的衝擊與影響。

9. 台南(沙崙)車站

高鐵台南(沙崙)車站於高鐵里程313.8公里處設站，採高架路軌與站體分離的型式設計，並與「台南都會區捷運路網」中之「安南—沙崙」線共站設計。

10. 高雄(左營)車站

高鐵高雄(左營)車站於高鐵里程345.2公里處設站，並與「高雄都會區捷運路網」中之「橋頭—大坪頂」線及台鐵共站設計。本站將設置三島式月台與六股道，並採平面路軌型式(台鐵為地面式二島式月台，四股道)，未來將延伸至現在的台鐵高雄火車站。

我國高鐵預計使用的新700 T型列車，是為符合當初設計之高速運轉以及高運量的載客需求，特引進結合日本新幹線500型列車之動力系統，及700型列車之車廂，設計出「700 T改良型」列車，一列車包括有11個經濟艙(約900座，每排五個座椅)與1個頭等艙(約64座，每排4個座椅)；配合高速鐵路營運的直達式或跳蛙式(Skip stop)停車方式，為全省各地區旅客提供快速、安全、便捷之交通服務。我國700 T型列車的相關基本特性，如表19-5所示。

目前預定高速鐵路票價為通車營運時飛機票價的7至8成，台灣高鐵並計畫在高速鐵路沿線設立光纖網路，將交通與通訊結合為一，用戶即使在高速行駛的列車上也不會發生通訊中斷或漏接的情況，通訊業者也會因服務品質的提升、通話量成長而增加收入，且通訊收入亦將成為高速鐵路的主要收入之一。除此之外，高速鐵路工程局希望高速鐵路透過都會區捷運系統的接駁，構成高效率的高速鐵路聯外運輸系統，節省轉運時間。



表19-5 台灣高鐵700 T型列車特性

| | |
|-----------|-------------------------------|
| 1. 車型 | 台灣高鐵700 T型 |
| 2. 列車動力 | E.M.U動力分散式電車組(9節動力車廂、3節無動力車廂) |
| 3. 車體材質 | 一體成型雙層鋁合金材質 |
| 4. 編成車廂數 | 12節車廂編成(1節商務車廂，11節標準車廂) |
| 5. 最高營運速度 | 300 km/hr |
| 6. 列車長度 | 304 M |
| 7. 車體規格 | 長：25 M(車頭：27 M) |
| | 寬：3.38 M |
| | 高：3.65 M |
| 8. 車廂座椅配置 | 商務艙：2+2(每排四個座椅) |
| | 標準艙：2+3(每排五個座椅) |



19.5 概述其他國家發展高速鐵路的計畫

在日本、法國、德國、西班牙與義大利等國家的高速鐵路營運成功之後，其快速、準點、安全與舒適的服務，令世界各國印象深刻，興建高速鐵路成爲世界趨勢，目前正計畫興建或籌建中的國家，除了上一節介紹的我國，還有韓國、中國大陸、荷蘭、英國、俄羅斯與美國等，將一一分述如下：

✈ 19.5.1 韓國

韓國政府早在西元1978年即決定興建由首爾至釜山的「京釜高速鐵路」，但因財政考量而擱置；直到1989年再提出預算，1992年始動工興建，無奈開工之前缺乏詳細的事先規劃，使得土木系統與機電系統難以整合，以致工程費用陸續追加。1998年爲縮減經費，原訂路線改由首爾經大邱直抵釜山，排除由大邱迂迴慶州轉進釜山的路線。

西元2002年韓國鐵道技術研究院宣布，已經研製出最高時速爲350公里的高速



列車，2003年9月17日試運結果，時速成功突破300公里。這一高速列車韓國號稱「完全是依靠韓國自己的技術研製」，乃由法國ROTEM公司和韓國現代重工業公司聯合製造，列車國產化率達到92%。從驅動控制裝置、牽引電動機，到變壓器等核心技術都實現了「國產化」，韓國成爲繼日本、法國和德國之後，世界上第四個研製出高速列車的國家。

首爾至釜山(京釜線)高速鐵路全長410公里，是韓國政府高速鐵路計畫的第一階段，與之同時進行建設工程的，還有首爾至木浦(湖南線)線路，韓國政府計畫利用興建京釜高速鐵路的技術移轉，由其國人自行興建由首爾到東海岸與西海岸的兩條路線。目前首爾至釜山路段已有部分線路開通，韓國預定可於西元2015年全部完工。

✈ 19.5.2 中國大陸

中國大陸於西元1994年建造完成第一條準高速鐵路「廣深準高速鐵路」，該路線由大陸自行設計，從廣州至深圳全長147公里。該工程改良原有的廣深線，將營運時速提升至160公里，但仍未達到高速鐵路的標準200公里以上，且其與日本、法國、德國等新式高速鐵路系統不同，仍不能視爲所謂的「高速鐵路」。

目前中國大陸計畫中之準高速鐵路及高速鐵路共有四條，分別爲：

1. 京滬高速鐵路

由北京至上海，路線全長達1,310公里，其中南京上海段長約296公里，全線預計西元2010年完工通車，初期運行速度250 km/hr，後期運行速度350 km/hr。

2. 京廣高速鐵路

由北京至廣州，目前正在規劃中。

3. 廣深準高速鐵路

由廣州至深圳，路線全長約147公里，已於西元1995年完工通車，運行速度爲160 km/hr。

未來計畫興建高速鐵路的國家與規模

| 國家 | 路線 | 預定營運年 (西元) | 最高營運時速 (km/hr) | 長度 (公里) | 平均站距 (公里) |
|------|--------------|---------------|-------------------|------------|--------------|
| 我國 | 台北-高雄 | 2005年 | 300 | 345 | 29 |
| 韓國 | 漢城-釜山 | 2015年 | 300 | 410 | 82 |
| 中國大陸 | 北京-上海 | 2010年 | 300 | 1300 | 96 |
| 中國大陸 | 北京-廣州 | a | 300 | a. | a. |
| 荷蘭 | 阿姆斯特丹-布魯塞爾 | 2005年 | 300 | 100 | 45 |
| 英國 | 倫敦 - Shelton | 2007年 | 290 | 108 | a. |
| 美國 | 達拉斯-奧斯汀-休士頓 | a | 320 | 750~800 | a. |
| 美國 | 波士頓 - 華盛頓特區 | 2000年 | 736 | 240 | a. |



4. 秦瀋準高速鐵路

由秦皇島至瀋陽，路線全長約423公里，已於西元2003年10月12日年正式營運，設計速度達200 km/hr(預留提高到250 km/hr的條件)。在速度試驗中，中國自行設計的「中華之星」電力機車組在專線上創造時速321.5公里紀錄。

「京滬高速鐵路」行經天津、河北、山東、安徽、江蘇共3市4省，最高營運時速為350公里，完工通車後，從北京到上海原本需17小時的交通時間可縮減為6小時。該路線在西元2004年動工，並趕在2008年北京奧運之前進行商業營運，2010年全部完工，總經費預計達1,300億人民幣。

✕ 19.5.3 荷蘭

荷蘭政府已將荷蘭的第一條高速鐵路興建工程，委託給公司總部設在荷蘭的Infraspeed公司，其工程經費預計為12億美元。該條高速鐵路由阿姆斯特丹至布魯塞爾，全長約100公里，最高車速設計可達每小時300公里，將成為歐洲高速鐵路網的一部分。此計畫由Infraspeed公司自籌經費、設計、建造及維護運轉(design/build/finance/maintain)30年，且於通車後，將視營運狀況，每年給荷蘭政府達1億美元的年費。

✕ 19.5.4 英國

APT(Advanced Passenger Train)是英國1970年代的傾斜式高速列車計畫，其中APT-E曾在西元1975年於英國的傳統幹線鐵路上(西海岸幹線)創下時速245.1公里的紀錄。該紀錄維持至2003年，連接英法之間的高速火車歐洲之星在英國一段新的路線進行試車時，以每小時334.7公里的速度，打破了英國火車最高時速的紀錄。

英國境內目前第一條連接倫敦—Shelton(連接英法海峽隧道)的高速鐵路正在興建，軌道總長約為108公里，設計速度在290 km/hr，預計可於西元2007年完工通車，該鐵路的營運可以讓倫敦到巴黎的行程時間，縮短到2小時15分鐘。



✕ 19.5.5 俄羅斯

西元2000年12月俄羅斯交通部宣布，在莫斯科與聖彼得堡之間啓用新型高速鐵路，兩個城市之間650公里的距離只需4.5小時就可跑完。坐火車反而比坐飛機快。這是自古以來在聖彼得堡與莫斯科之間運行最快的列車，用的是以前的P-200型列車(它在各城市之間的運行時間為5.5小時)。列車一共有10節車廂，俄羅斯的火車票是由國家補貼的，平均補貼約45%，但對這趟車票的補貼更多。莫斯科與聖彼得堡之間的高速鐵路是俄交通部加快鐵路運行速度的第一步。2005年至2007年，計畫再開通一條以莫斯科至索契的線路，2010年計畫把特快列車開到下諾夫哥蒙德和咕卡捷琳堡。

✕ 19.5.6 澳大利亞

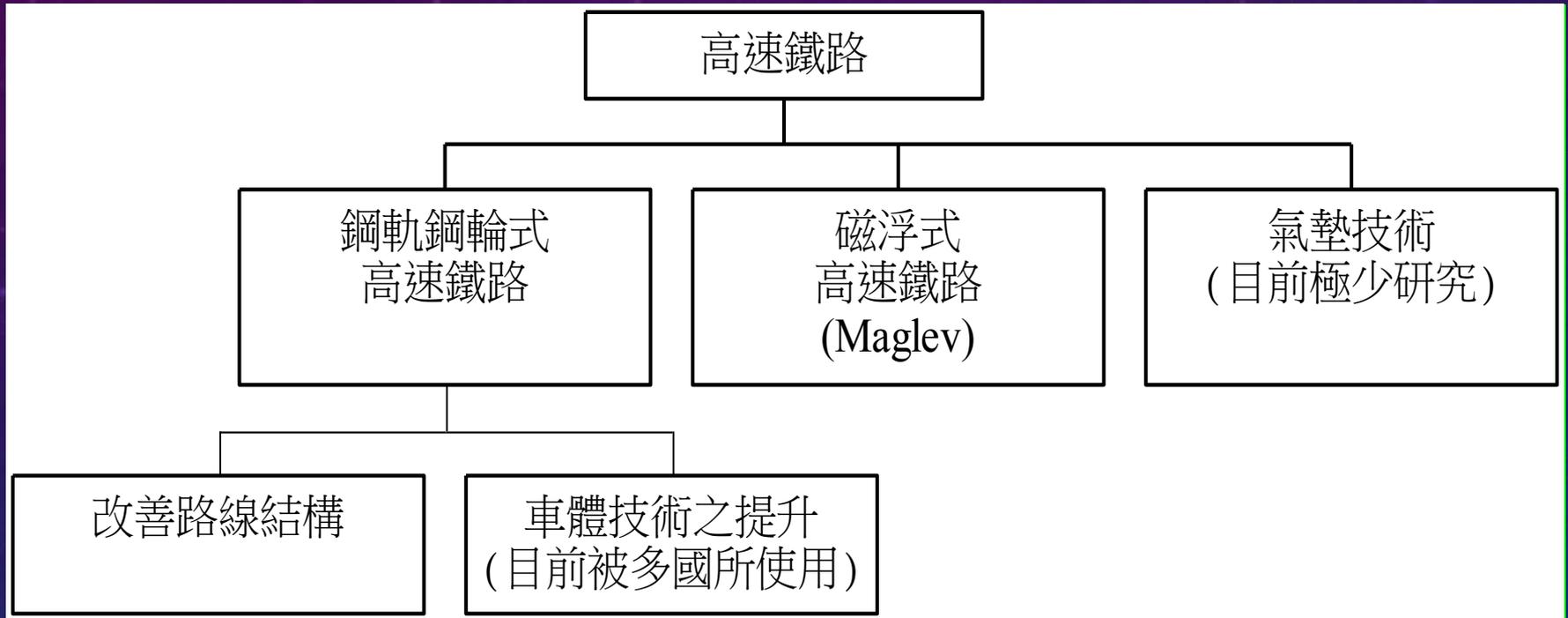
鋼軌高速技術建設的雪梨—坎培拉高速鐵路已於西元2000年12月由澳洲政府宣布撤銷。利用並升級現有電氣化鐵路系統，採用擺式列車實現高速(時速約250公里)，努力研發、實驗下一代的磁浮超高速鐵路，待其成熟後再考慮建設新一代鐵路。現在運行良好的各國擺式列車繁忙路段有：義大利羅馬—米蘭；美國華盛頓—紐約—波士頓；英國倫敦—格拉斯哥西海岸大幹線；中國廣州—深圳等。

✕ 19.5.7 美國——Acela

美國幅員廣闊，尤其汽車業蓬勃發展，素有「汽車王國」之稱，並擁有全球最高密度的航空運輸路網，在汽車與航空運輸的雙重競爭之下，使鐵路事業成為美國的夕陽工業。近年來由於高速公路與機場漸呈飽和，美國運輸部的鐵路局(Federal Railroad Administration, FRA)提出興建高速鐵路的計畫，希望能藉由興建高速鐵路滿足乘客的需求，並解決陸空交通擁擠的問題。

Amtrak鐵路公司是美國國營的載客鐵路公司，西元1999年底，Amtrak推出Flyer列車(後來更名為Acela)，在Flyer投入運行之前，美國地下快鐵——Metroliner

高速鐵路技術發展



高速鐵路技術未來發展

- 高速鐵路的研發可分為二大類，第一類為傳統式的高速鐵路—「鋼軌鋼輪式高速鐵路」，如法國、德國、日本、台灣；另一類為磁浮式高速鐵路
- 在大陸方面，上海磁懸浮是全球第一條集交通、觀光和旅遊於一體的磁浮商業列車，20秒達到430公里，車廂行駛時與軌道間距離地10公分

磁浮高速鐵路的優點

- 速度更快
 - 最大速度可達500以上適合中長程運輸
- 更加舒適
 - 利用無接觸式的支撐與驅動系統乘坐更加舒適
- 污染更少
 - 空氣污染與噪音問題更輕微
- 保養費用更少
 - 無接觸行駛，可減少設施的磨損，降低保養費用
- 更易維修
 - 車輛組成標準化與模組化
- 更自動化
 - 電腦化行控

Maglev , magnetic Levitation

磁浮式高速鐵路

Magnetic Levitation 簡稱Maglev

全名為 直線馬達驅動的磁力
浮上系統高速鐵路



4. 秦瀋準高速鐵路

由秦皇島至瀋陽，路線全長約423公里，已於西元2003年10月12日年正式營運，設計速度達200 km/hr(預留提高到250 km/hr的條件)。在速度試驗中，中國自行設計的「中華之星」電力機車組在專線上創造時速321.5公里紀錄。

「京滬高速鐵路」行經天津、河北、山東、安徽、江蘇共3市4省，最高營運時速為350公里，完工通車後，從北京到上海原本需17小時的交通時間可縮減為6小時。該路線在西元2004年動工，並趕在2008年北京奧運之前進行商業營運，2010年全部完工，總經費預計達1,300億人民幣。

✕ 19.5.3 荷蘭

荷蘭政府已將荷蘭的第一條高速鐵路興建工程，委託給公司總部設在荷蘭的Infraspeed公司，其工程經費預計為12億美元。該條高速鐵路由阿姆斯特丹至布魯塞爾，全長約100公里，最高車速設計可達每小時300公里，將成為歐洲高速鐵路網的一部分。此計畫由Infraspeed公司自籌經費、設計、建造及維護運轉(design/build/finance/maintain)30年，且於通車後，將視營運狀況，每年給荷蘭政府達1億美元的年費。

✕ 19.5.4 英國

APT(Advanced Passenger Train)是英國1970年代的傾斜式高速列車計畫，其中APT-E曾在西元1975年於英國的傳統幹線鐵路上(西海岸幹線)創下時速245.1公里的紀錄。該紀錄維持至2003年，連接英法之間的高速火車歐洲之星在英國一段新的路線進行試車時，以每小時334.7公里的速度，打破了英國火車最高時速的紀錄。

英國境內目前第一條連接倫敦—Shelton(連接英法海峽隧道)的高速鐵路正在興建，軌道總長約為108公里，設計速度在290 km/hr，預計可於西元2007年完工通車，該鐵路的營運可以讓倫敦到巴黎的行程時間，縮短到2小時15分鐘。



✕ 19.5.5 俄羅斯

西元2000年12月俄羅斯交通部宣布，在莫斯科與聖彼得堡之間啓用新型高速鐵路，兩個城市之間650公里的距離只需4.5小時就可跑完。坐火車反而比坐飛機快。這是自古以來在聖彼得堡與莫斯科之間運行最快的列車，用的是以前的P-200型列車(它在各城市之間的運行時間為5.5小時)。列車一共有10節車廂，俄羅斯的火車票是由國家補貼的，平均補貼約45%，但對這趟車票的補貼更多。莫斯科與聖彼得堡之間的高速鐵路是俄交通部加快鐵路運行速度的第一步。2005年至2007年，計畫再開通一條以莫斯科至索契的線路，2010年計畫把特快列車開到下諾夫哥蒙德和咕卡捷琳堡。

✕ 19.5.6 澳大利亞

鋼軌高速技術建設的雪梨—坎培拉高速鐵路已於西元2000年12月由澳洲政府宣布撤銷。利用並升級現有電氣化鐵路系統，採用擺式列車實現高速(時速約250公里)，努力研發、實驗下一代的磁浮超高速鐵路，待其成熟後再考慮建設新一代鐵路。現在運行良好的各國擺式列車繁忙路段有：義大利羅馬—米蘭；美國華盛頓—紐約—波士頓；英國倫敦—格拉斯哥西海岸大幹線；中國廣州—深圳等。

✕ 19.5.7 美國——Acela

美國幅員廣闊，尤其汽車業蓬勃發展，素有「汽車王國」之稱，並擁有全球最高密度的航空運輸路網，在汽車與航空運輸的雙重競爭之下，使鐵路事業成為美國的夕陽工業。近年來由於高速公路與機場漸呈飽和，美國運輸部的鐵路局(Federal Railroad Administration, FRA)提出興建高速鐵路的計畫，希望能藉由興建高速鐵路滿足乘客的需求，並解決陸空交通擁擠的問題。

Amtrak鐵路公司是美國國營的載客鐵路公司，西元1999年底，Amtrak推出Flyer列車(後來更名為Acela)，在Flyer投入運行之前，美國地下快鐵——Metroliner



一直是北美最快的火車，其最高紀錄速度是每小時200公里，最高平均速度每小時為151公里。雖然這樣的速在全世界看來並不快，但Metroliner運行在美國為數不多的電氣化鐵路上，具體說來是在紐約和華盛頓之間，美國最繁忙的客運幹線，其運量之高自然不言而喻。其最初設計是為時速260公里，不過美國的鐵路系統承受不了這麼快的速度，鐵路最高時速200公里就是這樣被限制出來的。

西元1999年，Amtrak的Acela投入營運後，運行在美國東北部，連接著美國東北的兩大都會區，沿途串接起好幾個大型城市，如費城等。Acela當時的投標商有Bombardier的Flyer，法國的TGV，德國的ICE和瑞典的X2000。美國最後選擇了Flyer，列車是由Bombardier和ALSTOM兩家公司共同參與設計及製造的，而列車的車體部分分別是在美國的佛蒙特州、紐約和加拿大的魁北克這三地建造。其後，Amtrak重新將它命名為Acela，是combination of acceleration and excellence的縮寫。從名稱中就可以看出美國鐵道對Acela的看重。

美國的其他高速鐵路計畫係分布在22個州，其中加州考慮興建高速鐵路廊道，其車速可達每小時320公里以上。中西部的9個州則考慮以芝加哥為中心興建高速鐵路，以放射狀通達底特律、聖路易、Madison、Wisconsin等城市。佛羅里達州則於西元2000年11月經投票通過該州5個最大城市間之高速鐵路系統(Florida Overland Express，縮寫為FOX，又稱「狐狸計畫」)。



19.6 高速鐵路技術未來發展

高速鐵路的研發可分為二大類，第一類為傳統式的高速鐵路——「鋼軌鋼輪式高速鐵路」，鋼軌鋼輪式高速鐵路又有二種發展方向，一種是改善路線結構，將現有路線截彎取直或加大曲率半徑，以符合高速行駛的要求，如西班牙的TALOG、義大利的ETR 450與美國東北運輸走廊的系統。另一種則為車輛技術的提升，包括馬達驅動系統、號誌系統、車輛資訊處理等，有別於過去的鐵路系統，目前世界各國所營運的高速鐵路大多屬此鋼軌鋼輪式系統，如日本新幹線、法國TGV、德國



表19-6 未來計畫興建高速鐵路的國家與規模

| 國家 | 路線 | 預定營運年(西元) | 最高營運時速(km/hr) | 長度(公里) | 平均站距(公里) |
|------|-------------|-----------|---------------|---------|----------|
| 我國 | 台北—高雄 | 2005年 | 300 | 345 | 29 |
| 韓國 | 漢城—釜山 | 2015年 | 300 | 410 | 82 |
| 中國大陸 | 北京—上海 | 2010年 | 300 | 1,300 | 96 |
| 中國大陸 | 北京—廣州 | * | 300 | * | * |
| 荷蘭 | 阿姆斯特丹—布魯塞爾 | 2005年 | 300 | 100 | 45 |
| 英國 | 倫敦—Shelton | 2007年 | 290 | 108 | * |
| 美國 | 達拉斯—奧斯汀—休士頓 | * | 320 | 750~800 | * |
| 美國 | 波士頓—華盛頓特區 | 2000年 | 736 | 240 | * |

* 尚在規劃中。

ICE與我國未來的台灣高鐵等。

另一類為高速鐵路先進國家(如日本與德國)早已著手進行研發，但尚未商業運轉的磁浮式高速鐵路(Maglev, magnetic levitation)，其全名為「直線馬達驅動的磁力浮上系統高速鐵路」。自西元1970年先進國家(如加拿大、法國、英國、美國、蘇聯、德國與日本)開始進行氣墊與磁浮技術的實驗，迄今僅磁浮技術仍繼續被研究，其中又以德國與日本最為積極。高速鐵路的技術可區分如圖19-4所示。

磁浮高速鐵路被視為21世紀高速鐵路的發展新方向，磁浮列車的行駛是採用磁力懸浮(Magnetic Levitation，簡稱 Maglev)原理，亦即利用磁力的相吸或相斥，使車輛浮離地面1~10公分，以減少摩擦、提高行車速度，然後運用線型馬達(linear motor)的推動力前進，將一種稱為「超電導磁鐵」的設備裝於車上，超電導磁鐵利用超電導物質製造線圈並通電，因為其電阻為零，不會產生能源損失而流通大量電流，成為「永久性磁鐵」。利用磁力相吸原理的列車，最高行車速度可達每小時307公里，如日本航空公司的地面高速運輸系統(HSST)列車；利用磁力相斥原理的列車，最高行車速度可達每小時517公里，如日本國鐵的ML-500列車。

日本於西元1962年開始研究常導磁浮鐵路。此後因超導技術的迅速發展，從70年代初開始轉而研究超導磁浮鐵路。1972年首次成功地進行了2.2噸重的超導磁浮



圖19-4 高速鐵路按技術分類

列車實驗，其速度達到每小時50公里。1977年12月在宮崎磁浮鐵路試驗線上，最高速度達到了每小時204公里，到1979年12月又進一步提高到517公里。1982年11月，磁浮列車的載人試驗獲得成功。1995年，載人磁浮列車試驗時的最高時速達到411公里。為了進行東京至大阪間修建磁浮鐵路的可行性研究，於1990年又著手建設山梨磁浮鐵路試驗線，首期18.4公里長的試驗線已在1996年全部建設完成。

磁浮列車速度的紀錄目前由日本的MLX01型列車創造。西元1998年，這種列車的運行時速達到了550公里。1999年4月的試駛，其時速高達552公里(新幹線的子彈列車1964年在東京啓用最高時速是350公里)，是目前世界上最快火車的金氏紀錄。目前日本是唯一研究超導性能科技的國家，此列車可以在90秒內達到時速450公里，如同飛機起飛。時速達160公里時，磁浮技術開始發揮作用，車輪內縮，超導線圈形成一個磁場，與鐵軌側面的磁鐵一起推進，列車的空氣動力煞車板能讓列車在五公里內完全停止。

磁浮列車耗費的能源只有飛機的一半，價格會比搭飛機低廉不少，磁浮列車的二氧化碳排放量也比飛機低很多。但是鐵軌造價非常昂貴，平均每公里約5,400萬美元。第一階段商業試駛於西元2006年3月結束，其間未曾發生任何問題，現已展開第二階段試駛，不久的將來即能正式載運服務。

德國對磁浮鐵路的研究始於西元1968年(當時為聯邦德國，即西德)，常導和超



導並重，到1977年，先後研製出常導電磁鐵吸引式和超導電磁鐵相斥式試驗車輛，試驗時最高時速達到400公里。而後經分析比較認為，超導磁浮鐵路所需的技術水平太高，短期內難以取得較大進展，遂決定集中發展常導磁浮鐵路。1978年，在埃姆斯蘭(Emsland)修建全長31.5公里的試驗線，西元1979年於西德漢堡舉行的國際運輸博覽會中，正式展現磁浮技術；1980年開工興建，1982年進行不載人試驗。列車的最低試驗速度在1983年底達到每小時300公里，1984年進一步增至400公里。1994年德國政府核准興建柏林至漢堡的雙線高速磁浮運輸系統，預計於2005年完工通車，最高時速可達650公里。

與日本和德國相比，英國對磁浮鐵路的研究起步較晚，從西元1973年才開始。但是，英國是最早將磁浮鐵路投入商業運營的國家之一。1984年4月，伯明罕機場至國際車站(International Station)之間一條600公尺長的磁浮鐵路正式通車營業。旅客乘坐磁浮列車從伯明罕機場到國際火車站僅需90秒鐘。令人遺憾的是，在1995年，這趟一度是世界上唯一從事商業營運的磁浮列車在運行了11年之後被宣布停止營業，其運送旅客的任務由機場班車所取代。

在大陸方面，上海磁浮列車是全球第一條集交通、觀光和旅遊於一體的磁浮商業列車，曾在20秒達到430公里，車廂行駛時與軌道間距為離地10公分。於西元2000年簽訂協議，2001年開始施工，上海磁浮列車總投資約89億元人民幣，其運行要求時速450公里。上海高速磁浮列車單列為三節車廂，一共有座位200個左右，每隔10分鐘就可發一班車。

韓國除了在西元1993年的博覽會上，有由現代公司建造的磁浮車展示之外，其韓國金屬機械研究所(KIMM)，也已投入從事實體的研發。目前在韓國已由KIMM完成了一條長約一公里的測試線之建造。

磁浮式高速鐵路之所以受到重視，主要原因在於與鋼軌鋼輪式高速鐵路相比，磁浮高鐵具有以下的優點：

✈ 19.6.1 速度更快

磁浮列車的最大的營運時速可達500公里以上，適合提供400至800公里的中長距



離運輸服務，具有與航空運輸競爭的潛力，尤其是用於運輸需求極高的大規模運輸走廊。

✈ 19.6.2 更加舒適

磁浮高鐵利用無接觸式的支撐與驅動系統，乘坐起來將比傳統鋼軌鋼輪式高速鐵路更加舒適。

✈ 19.6.3 污染更少

磁浮高鐵由電力驅動行駛，且使用無接觸式支撐，故震動較小，僅產生空氣動力噪音，使空氣污染與噪音問題更輕微。

✈ 19.6.4 保養費用更少

磁浮高鐵採用浮上方式行駛，沒有鋼軌鋼輪式的接觸摩擦，可減少路線設施的磨損，降低保養費用。

✈ 19.6.5 更易維修

列車各部位選用輕質材料，降低車重，並將車輛組成標準化與模組化，使維修工作更易完成。

✈ 19.6.6 更自動化

磁浮列車結合最新電腦科技，大量採用電腦處理系統運轉、資料計算傳輸與列車控制的工作，提升列車營運精準度與行車安全。



19.7 台灣地區高速鐵路對其他運輸系統的衝擊

高速鐵路具有運量大、速度快、安全、舒適、準點、能源使用效率高、污染少與土地需求少等優點，可提高其競爭力，因而將對台灣地區傳統鐵路、高速公路與航空運輸等其他系統造成衝擊。傳統鐵路受限於原有路線的彎曲程度與平交道的設置，無法進一步提升行車速度與運量，在中長程運輸中將無法與高速鐵路競爭。

就高速公路運輸來探討，因為有以下缺點，亦將受到高速鐵路的影響。

1. 公路車輛以石油為動力來源，能源使用率低且易造成嚴重的噪音與空氣污染，不符合環保的觀念。
2. 小汽車的使用人口增加，導致高速公路在尖峰時段極為擁擠，浪費乘客寶貴的時間，部分乘客可能選擇高速鐵路而不願忍受高速公路塞車之苦。
3. 高速公路用地為高速鐵路的4至6倍，由於用地取得的問題，未來興建高速公路將更為困難。

航空運輸可分為國際航線與國內航線兩種，由於台灣地區4面環海，國際航線不受高鐵影響，國內航線以短程航線受到高速鐵路的影響最大，依據民航局的評估，以高雄小港機場為例，其民國89年國內航線的運輸量將達1,256萬人次，但台灣南北高速鐵路通車之後，將會減少到971萬人次。

此外，高鐵通車後影響最大的將是台北—台中航線，主要是因為台中清泉崗機場遠離市區且聯外交通不便。另外台北—嘉義航線與台北—台南航線亦會受到一定程度的影響。台灣地區西部走廊航空運輸將明顯受到高速鐵路通車的影響，其主要原因可歸納如下：

1. 雖然飛機營運速度最快，但因機場的設置遠離市中心，且須增加通關、候機與登機等程序，就中短程運輸而言，航空運輸所需總旅行時間與高速鐵路差別不大，但票價卻比高速鐵路貴。



2. 航空運輸經常受天候的影響，天氣不佳時，機場關閉與飛機停飛造成延誤，高速鐵路列車營運受天候的影響極輕微。
3. 航空受空域與機場的限制，已逐漸趨於飽和，以松山機場為例，平均每1分53秒就有一班飛機起降，距離上限1分30秒不遠，無法再提高班次，尖峰小時運能無法提高，不若高速鐵路系統可以加掛列車的方式提高運能。
4. 由於國籍航空公司中影響飛安事件頻傳，可能加深旅客以高鐵替代西部運輸走廊城際運輸的意願。

以國外的研究為例，Cavagnaro等人於西元1989年所進行的研究分析發現，高速鐵路、航空運輸與高速公路的市場佔有率受旅行距離的影響，且高速鐵路在中長距離約300至600公里旅次中，市場佔有率相對其他運具為較高，所造成的衝擊力量也最大。

台灣地區台北—台南與台北—高雄的距離近300公里，在此範圍內。惟台灣地區公路運輸擁擠，故高鐵效益可能在200公里以上即可顯現。因此台北—台中、台北—嘉義與台中—高雄的旅次，亦將受到高鐵通車的影響。

同樣地，將各式運輸工具在行駛不同距離的總旅行時間相比之下，可發現距離約150至800公里的城際運輸中，高速鐵路是總旅行時間最短的運具，此結果與Cavagnaro等人的分析結果相近(如圖19-5所示)。



19.8 高速鐵路對其他產業的衝擊

高速鐵路興建期間將帶動營建、鋼鐵、機電與通訊等製造業與土地開發及金融等服務業的發展，高速鐵路開始營運後大幅縮短旅行時間，對於沿線的產業亦有一定程度的影響。下述以日本與法國的經驗為例，說明高鐵營運對其他產業的影響。

日本的東北線與上越線通車營運後，高速鐵路對所服務地區最顯著的影響為商業的改變，其中以對仰賴溝通以獲取資訊與技術，及從事開發的資訊業最有助益。高速鐵路對於以生產製造為主的農、工業的影響則不如商業顯著。法國TGV的商業

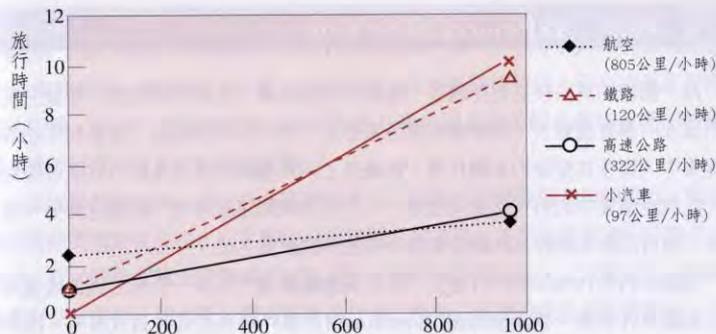


圖19-5 各運具旅行距離與旅行時間關係比較

資料來源：Papacostas & Prevedouros, "Transportation Engineering and Planning," 1993, p.35.

旅次中，服務交易比產品交易旅次多，在西元1981年到1982年所做的調查顯示，72%的第三級產業業者常使用TGV往來於里昂與巴黎間，而第二級產業只有49%。可知高速鐵路對於第三級產業(商業與服務業)的影響最大，其次為第二級產業，再其次為第一級產業。此外，日本新幹線通車後，在地方機構與新幹線公司的努力之下，觀光人數明顯增加，同時因通車時間縮短，使遊客可以從點的觀光改為面的觀光，產生多目的旅遊型態，並促使當天返回的隨興型觀光旅客增加，進而影響觀光業與旅館住宿業的經營型態。

法國TGV的服務亦使得各企業資訊與員工的管理產生明顯的改變，例如巴黎一向是各大公司與財團的決策中心，所有大公司的重要部門都集中在一起，聯繫較為方便，但高速鐵路營運後，公司間聯繫更為方便，使公司組織可分散於不同地區，形成跨地區公司(Multi-Location Companies)，不僅使公司資源更有效利用，達成降低生產成本的目的，亦促使銷售區域或服務對象擴大，提高廠商的競爭優勢。根據法國西元1985年在TGV車上的調查顯示，有85%的商業旅次乘客服務於此類公司。



19.9 各國高速鐵路事故

每一種新的高科技必定伴隨著一種新的災難風險，愈集中的能源，當發生災難時所造成的傷害就愈大，飛機與核能發電都是一例。而高速鐵路，就是利用能源的高度集中，與極其堅硬的車體材質，將鐵道上列車運輸的速度及動力效能發揮到極至。此種能源集中的另一個面向就是——它可以瞬間將旅客從一地運送到另一地，當然，也可以在失誤發生時瞬間奪取所有旅客的寶貴生命。

德國於西元1998年6月3日發生一起自高速鐵路運行以來，全球首例造成重大傷亡之高鐵意外事故。德國聯邦鐵路局(EBA)對此事件發表的官方調查報告，指稱輪箍破裂為造成此次肇禍主因。6月3日上午德國高鐵由漢諾威開往漢堡的ICE 884高速列車，行經漢諾威北方的艾謝德小鎮附近，在每小時200公里的車速下突然出軌，衝撞上跨越高鐵路線的公路高架橋橋墩，造成高架橋崩塌，並壓垮部分車廂，出軌翻覆的車廂亦互相推撞堆疊。此次鐵路意外事故是德國半世紀以來最嚴重的一次，奪走近百條人命，並約有300人輕重傷。

此事故列車的機車頭後第一節客車裝配有隔音減振橡膠之輪箍式車輪，其輪箍於跨越橋前六公里處不知何故破裂，稍後即從車輪鬆脫而卡在輪對上，此時並無偵測設施以察覺異狀，故列車仍繼續運行，於通過跨越橋前300公尺一處轉轍器時，列車終於出軌，釀成本次不幸事故。

鐵路車輛之車輪一般分為輪箍式車輪與一體式車輪兩大類。輪箍式車輪由輪箍與輪心，採熱套法緊配組裝而成；輪箍是車輪外圍直接在鋼軌上滾動的部分，外形上由輪緣和踏面組成。輪心是車輪主體，其外周裝輪箍，中心孔套裝車軸；另為求隔音或減振之效，亦發展出在輪箍與輪心間安裝橡膠層之輪箍式車輪。而一體式車輪則為一體製造成型之車輪，為目前使用的主要趨勢。

出事的德國高鐵列車，為西元1991年啓用的第一代ICE-I列車，事故發生後，德鐵立即將其餘五十九組ICE-I召回接受包括超音波檢測的安全檢查，並未發現有瑕疵。

台灣未來將引進的歐洲高鐵系統是由德國ICE的推拉式機車頭和法國TGV的雙



層客車廂所組合，相對於這次出事的ICE-I列車，有兩項不同的設計：其一是TGV車輪為一體式車輪，沒有輪箍，不致有輪箍鬆脫之虞。其二是TGV車廂採關節式聯結(兩車廂共用一轉向架)，即使一車廂出軌，因列車結構特性，仍可盡量維持定向避免翻覆。此外，若能再加強裝設專用的車輪監視系統並配合嚴格確實的檢修作業，將對行車安全性有更高的保障。

德國事故發生後，由於許多訓練有素且有組織的民間救難工作隊協助，縣境內醫療資源的機動性亦高，在災難中發揮了極大的效果，甚至還有專業的神職或心理醫療人員，對於家屬或受驚嚇的旅客提供必要的安慰與協助，尤其顯示出災難處理的重要性及必要。這也是台灣目前所有公共工程與公共建設完全忽略的部分；我們應當瞭解，採用愈先進的科技，就必須發展出相對應的災難處理能力，才不致使該工程所帶來的利益愈低。

西元1998年還有一起意外事故，法國TGV高速列車行經荷蘭南部荷耶文(Hoeven)附近平面無柵欄路段時，發生與一輛卡車相撞，造成卡車司機死亡、兩名乘客輕傷的事故，雖然這是發生在平面道路共構的路段，但這意外是否含有來自列車人員操作錯誤，或是系統在當時未能即時偵測異物闖入等因素，則不能不做預防。

另在法國亦曾傳出高鐵路意外事故——TGV(高速火車)於行走新落成之巴黎—瓦朗射納，至法國北部幹線時出軌。原因是路面下第一次世界大戰時挖的戰壕，在修路期間沒有被及時發現，造成下陷，當時一列TGV高速列車以300公里的時速行駛，結果在下陷路段脫軌，滑出兩公里後整列火車筆直地停在地上，沒有任何人員傷亡。

巴黎《世紀日報》報導，由於TGV車軌下面一個地下室(當局最初探測不到)突然下陷，以至造成這宗意外。事發現場其實是西元1914至1918年間最血腥戰爭——索姆河戰役(The Battle of the Somme)之一的地址。整個地區下面盡是第一次世界大戰時塹壕戰遺留下來的東西：地道、戰壕、彈坑，但從地面根本就無法將它們辨認出來。當局事後派遣技術人員在鐵路的路基上進行有系統的探測行動，以求找出其有潛在危險的地區，以便加固這些地方。

各國高速鐵路事故

- 德國在1998年6月3日由漢諾威開往漢堡的高速列車在每小時200公里的車速下突然出軌，衝撞上跨越高鐵路線的公路高架橋橋墩為高速鐵路史上最嚴重的一次出軌事故
- 1998年法國 TGV 高速列車也曾在與平面道路共構的路段 發生擦撞事故
- 由於世界大戰時挖的戰壕，在修路期間沒有被及時發現，當高速鐵路經過時下陷，因此發生法國TGV脫軌意外



2. 航空運輸經常受天候的影響，天氣不佳時，機場關閉與飛機停飛造成延誤，高速鐵路列車營運受天候的影響極輕微。
3. 航空受空域與機場的限制，已逐漸趨於飽和，以松山機場為例，平均每1分53秒就有一班飛機起降，距離上限1分30秒不遠，無法再提高班次，尖峰小時運能無法提高，不若高速鐵路系統可以加掛列車的方式提高運能。
4. 由於國籍航空公司中影響飛安事件頻傳，可能加深旅客以高鐵替代西部運輸走廊城際運輸的意願。

以國外的研究為例，Cavagnaro等人於西元1989年所進行的研究分析發現，高速鐵路、航空運輸與高速公路的市場佔有率受旅行距離的影響，且高速鐵路在中長距離約300至600公里旅次中，市場佔有率相對其他運具為較高，所造成的衝擊力量也最大。

台灣地區台北—台南與台北—高雄的距離近300公里，在此範圍內。惟台灣地區公路運輸擁擠，故高鐵效益可能在200公里以上即可顯現。因此台北—台中、台北—嘉義與台中—高雄的旅次，亦將受到高鐵通車的影響。

同樣地，將各式運輸工具在行駛不同距離的總旅行時間相比之下，可發現距離約150至800公里的城際運輸中，高速鐵路是總旅行時間最短的運具，此結果與Cavagnaro等人的分析結果相近(如圖19-5所示)。



19.8 高速鐵路對其他產業的衝擊

高速鐵路興建期間將帶動營建、鋼鐵、機電與通訊等製造業與土地開發及金融等服務業的發展，高速鐵路開始營運後大幅縮短旅行時間，對於沿線的產業亦有一定程度的影響。下述以日本與法國的經驗為例，說明高鐵營運對其他產業的影響。

日本的東北線與上越線通車營運後，高速鐵路對所服務地區最顯著的影響為商業的改變，其中以對仰賴溝通以獲取資訊與技術，及從事開發的資訊業最有助益。高速鐵路對於以生產製造為主的農、工業的影響則不如商業顯著。法國TGV的商業

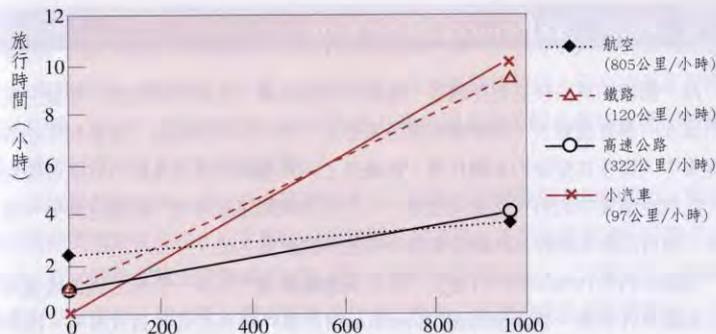


圖19-5 各運具旅行距離與旅行時間關係比較

資料來源：Papacostas & Prevedouros, "Transportation Engineering and Planning," 1993, p.35.

旅次中，服務交易比產品交易旅次多，在西元1981年到1982年所做的調查顯示，72%的第三級產業業者常使用TGV往來於里昂與巴黎間，而第二級產業只有49%。可知高速鐵路對於第三級產業(商業與服務業)的影響最大，其次為第二級產業，再其次為第一級產業。此外，日本新幹線通車後，在地方機構與新幹線公司的努力之下，觀光人數明顯增加，同時因通車時間縮短，使遊客可以從點的觀光改為面的觀光，產生多目的旅遊型態，並促使當天返回的隨興型觀光旅客增加，進而影響觀光業與旅館住宿業的經營型態。

法國TGV的服務亦使得各企業資訊與員工的管理產生明顯的改變，例如巴黎一向是各大公司與財團的決策中心，所有大公司的重要部門都集中在一起，聯繫較為方便，但高速鐵路營運後，公司間聯繫更為方便，使公司組織可分散於不同地區，形成跨地區公司(Multi-Location Companies)，不僅使公司資源更有效利用，達成降低生產成本的目的，亦促使銷售區域或服務對象擴大，提高廠商的競爭優勢。根據法國西元1985年在TGV車上的調查顯示，有85%的商業旅次乘客服務於此類公司。

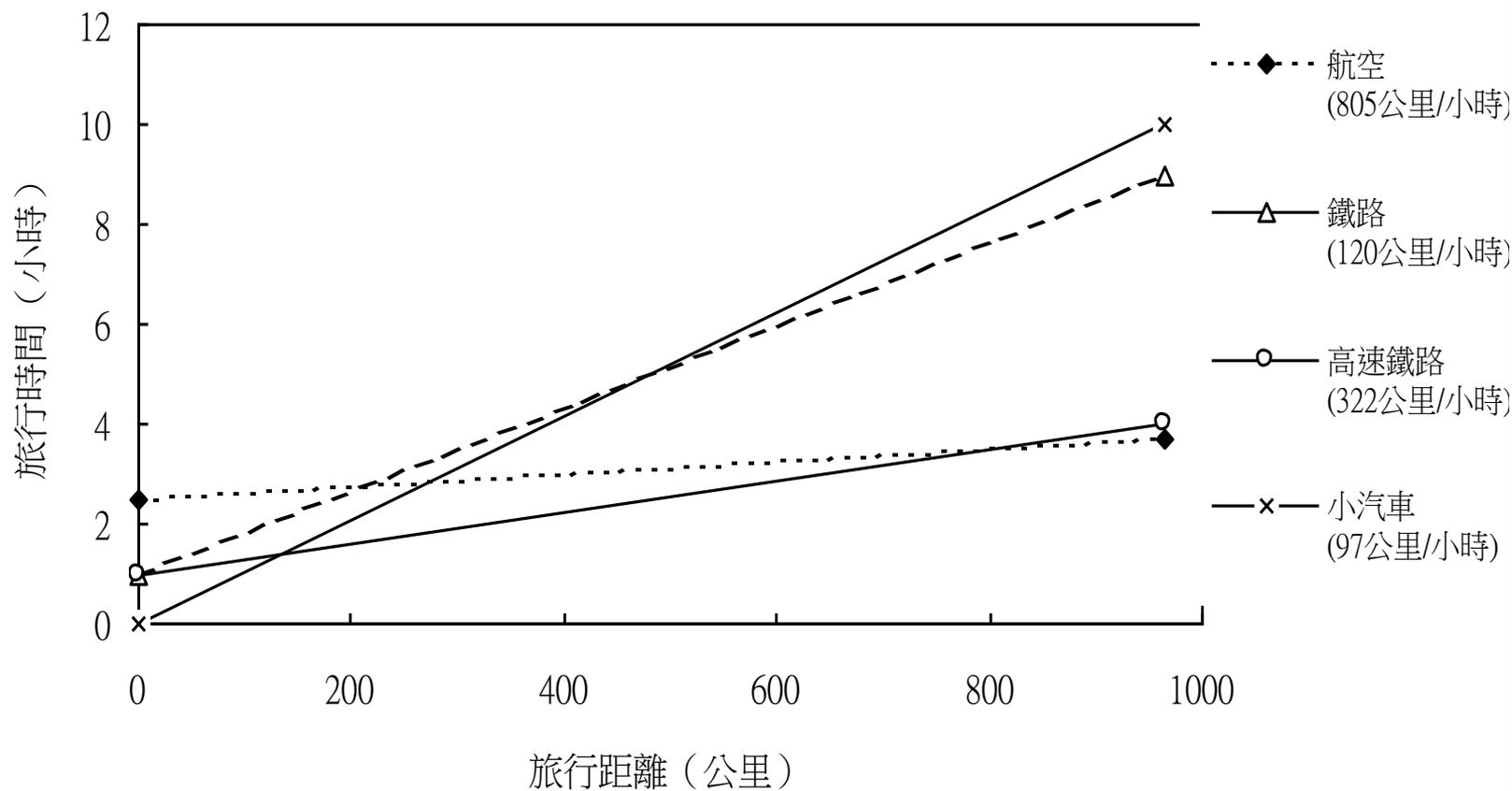
台灣地區高速鐵路對 其他運輸系統的衝擊

- 高速公路運輸受高鐵影響的原因：
 - 公路車輛以石油為動力來源，造成環境與噪音污染
 - 高速公路在尖峰時段極為擁擠
 - 高速公路用地為高速鐵路的4-6倍，未來土地取得不易

台灣地區高速鐵路對 其他運輸系統的衝擊

- 國內航線以短程航線受到高速鐵路的影響最大
- 航空運輸受高鐵影響的原因：
 - 中短程運輸而言，航空運輸所需總旅行時間與高速鐵路差別不大，但票價卻比高速鐵路貴
 - 易受天氣影響
 - 航空受空域與機場的限制，已逐漸趨於飽和，尖峰小時運能無法再提高
 - 飛安的考量

各運具旅行距離與旅行時間關係



高速鐵路對其他產業的衝擊

- 日本

- 對服務地區商業影響最顯著

- 點→面的觀光型態影響觀光業與旅館住宿業的經營型態

- 法國

- 使各企業資訊與員工的管理產生明顯的改變，形成跨地區公司，並有效降低生產成本



一直是北美最快的火車，其最高紀錄速度是每小時200公里，最高平均速度每小時為151公里。雖然這樣的速度的在全世界看來並不快，但Metroliner運行在美國為數不多的電氣化鐵路上，具體說來是在紐約和華盛頓之間，美國最繁忙的客運幹線，其運量之高自然不言而喻。其最初設計是為時速260公里，不過美國的鐵路系統承受不了這麼快的速度，鐵路最高時速200公里就是這樣被限制出來的。

西元1999年，Amtrak的Acela投入營運後，運行在美國東北部，連接著美國東北的兩大都會區，沿途串接起好幾個大型城市，如費城等。Acela當時的投標商有Bombardier的Flyer，法國的TGV，德國的ICE和瑞典的X2000。美國最後選擇了Flyer，列車是由Bombardier和ALSTOM兩家公司共同參與設計及製造的，而列車的車體部分分別是在美國的佛蒙特州、紐約和加拿大的魁北克這三地建造。其後，Amtrak重新將它命名為Acela，是combination of acceleration and excellence的縮寫。從名稱中就可以看出美國鐵道對Acela的看重。

美國的其他高速鐵路計畫係分布在22個州，其中加州考慮興建高速鐵路廊道，其車速可達每小時320公里以上。中西部的9個州則考慮以芝加哥為中心興建高速鐵路，以放射狀通達底特律、聖路易、Madison、Wisconsin等城市。佛羅里達州則於西元2000年11月經投票通過該州5個最大城市間之高速鐵路系統(Florida Overland Express，縮寫為FOX，又稱「狐狸計畫」)。



19.6 高速鐵路技術未來發展

高速鐵路的研發可分為二大類，第一類為傳統式的高速鐵路——「鋼軌鋼輪式高速鐵路」，鋼軌鋼輪式高速鐵路又有二種發展方向，一種是改善路線結構，將現有路線截彎取直或加大曲率半徑，以符合高速行駛的要求，如西班牙的TALOG、義大利的ETR 450與美國東北運輸走廊的系統。另一種則為車輛技術的提升，包括馬達驅動系統、號誌系統、車輛資訊處理等，有別於過去的鐵路系統，目前世界各國所營運的高速鐵路大多屬此鋼軌鋼輪式系統，如日本新幹線、法國TGV、德國



表19-6 未來計畫興建高速鐵路的國家與規模

| 國家 | 路線 | 預定營運年(西元) | 最高營運時速(km/hr) | 長度(公里) | 平均站距(公里) |
|------|-------------|-----------|---------------|---------|----------|
| 我國 | 台北—高雄 | 2005年 | 300 | 345 | 29 |
| 韓國 | 漢城—釜山 | 2015年 | 300 | 410 | 82 |
| 中國大陸 | 北京—上海 | 2010年 | 300 | 1,300 | 96 |
| 中國大陸 | 北京—廣州 | * | 300 | * | * |
| 荷蘭 | 阿姆斯特丹—布魯塞爾 | 2005年 | 300 | 100 | 45 |
| 英國 | 倫敦—Shelton | 2007年 | 290 | 108 | * |
| 美國 | 達拉斯—奧斯汀—休士頓 | * | 320 | 750~800 | * |
| 美國 | 波士頓—華盛頓特區 | 2000年 | 736 | 240 | * |

* 尚在規劃中。

ICE與我國未來的台灣高鐵等。

另一類為高速鐵路先進國家(如日本與德國)早已著手進行研發，但尚未商業運轉的磁浮式高速鐵路(Maglev, magnetic levitation)，其全名為「直線馬達驅動的磁力浮上系統高速鐵路」。自西元1970年先進國家(如加拿大、法國、英國、美國、蘇聯、德國與日本)開始進行氣墊與磁浮技術的實驗，迄今僅磁浮技術仍繼續被研究，其中又以德國與日本最為積極。高速鐵路的技術可區分如圖19-4所示。

磁浮高速鐵路被視為21世紀高速鐵路的發展新方向，磁浮列車的行駛是採用磁力懸浮(Magnetic Levitation，簡稱 Maglev)原理，亦即利用磁力的相吸或相斥，使車輛浮離地面1~10公分，以減少摩擦、提高行車速度，然後運用線型馬達(linear motor)的推動力前進，將一種稱為「超電導磁鐵」的設備裝於車上，超電導磁鐵利用超電導物質製造線圈並通電，因為其電阻為零，不會產生能源損失而流通大量電流，成為「永久性磁鐵」。利用磁力相吸原理的列車，最高行車速度可達每小時307公里，如日本航空公司的地面高速運輸系統(HSST)列車；利用磁力相斥原理的列車，最高行車速度可達每小時517公里，如日本國鐵的ML-500列車。

日本於西元1962年開始研究常導磁浮鐵路。此後因超導技術的迅速發展，從70年代初開始轉而研究超導磁浮鐵路。1972年首次成功地進行了2.2噸重的超導磁浮



圖19-4 高速鐵路按技術分類

列車實驗，其速度達到每小時50公里。1977年12月在宮崎磁浮鐵路試驗線上，最高速度達到了每小時204公里，到1979年12月又進一步提高到517公里。1982年11月，磁浮列車的載人試驗獲得成功。1995年，載人磁浮列車試驗時的最高時速達到411公里。為了進行東京至大阪間修建磁浮鐵路的可行性研究，於1990年又著手建設山梨磁浮鐵路試驗線，首期18.4公里長的試驗線已在1996年全部建設完成。

磁浮列車速度的紀錄目前由日本的MLX01型列車創造。西元1998年，這種列車的運行時速達到了550公里。1999年4月的試駛，其時速高達552公里(新幹線的子彈列車1964年在東京啓用最高時速是350公里)，是目前世界上最快火車的金氏紀錄。目前日本是唯一研究超導性能科技的國家，此列車可以在90秒內達到時速450公里，如同飛機起飛。時速達160公里時，磁浮技術開始發揮作用，車輪內縮，超導線圈形成一個磁場，與鐵軌側面的磁鐵一起推進，列車的空氣動力煞車板能讓列車在五公里內完全停止。

磁浮列車耗費的能源只有飛機的一半，價格會比搭飛機低廉不少，磁浮列車的二氧化碳排放量也比飛機低很多。但是鐵軌造價非常昂貴，平均每公里約5,400萬美元。第一階段商業試駛於西元2006年3月結束，其間未曾發生任何問題，現已展開第二階段試駛，不久的將來即能正式載運服務。

德國對磁浮鐵路的研究始於西元1968年(當時為聯邦德國，即西德)，常導和超



導並重，到1977年，先後研製出常導電磁鐵吸引式和超導電磁鐵相斥式試驗車輛，試驗時最高時速達到400公里。而後經分析比較認為，超導磁浮鐵路所需的技術水平太高，短期內難以取得較大進展，遂決定集中發展常導磁浮鐵路。1978年，在埃姆斯蘭(Emsland)修建全長31.5公里的試驗線，西元1979年於西德漢堡舉行的國際運輸博覽會中，正式展現磁浮技術；1980年開工興建，1982年進行不載人試驗。列車的最低試驗速度在1983年底達到每小時300公里，1984年進一步增至400公里。1994年德國政府核准興建柏林至漢堡的雙線高速磁浮運輸系統，預計於2005年完工通車，最高時速可達650公里。

與日本和德國相比，英國對磁浮鐵路的研究起步較晚，從西元1973年才開始。但是，英國是最早將磁浮鐵路投入商業運營的國家之一。1984年4月，伯明罕機場至國際車站(International Station)之間一條600公尺長的磁浮鐵路正式通車營業。旅客乘坐磁浮列車從伯明罕機場到國際火車站僅需90秒鐘。令人遺憾的是，在1995年，這趟一度是世界上唯一從事商業營運的磁浮列車在運行了11年之後被宣布停止營業，其運送旅客的任務由機場班車所取代。

在大陸方面，上海磁浮列車是全球第一條集交通、觀光和旅遊於一體的磁浮商業列車，曾在20秒達到430公里，車廂行駛時與軌道間距為離地10公分。於西元2000年簽訂協議，2001年開始施工，上海磁浮列車總投資約89億元人民幣，其運行要求時速450公里。上海高速磁浮列車單列為三節車廂，一共有座位200個左右，每隔10分鐘就可發一班車。

韓國除了在西元1993年的博覽會上，有由現代公司建造的磁浮車展示之外，其韓國金屬機械研究所(KIMM)，也已投入從事實體的研發。目前在韓國已由KIMM完成了一條長約一公里的測試線之建造。

磁浮式高速鐵路之所以受到重視，主要原因在於與鋼軌鋼輪式高速鐵路相比，磁浮高鐵具有以下的優點：

✈ 19.6.1 速度更快

磁浮列車的最大的營運時速可達500公里以上，適合提供400至800公里的中長距



離運輸服務，具有與航空運輸競爭的潛力，尤其是用於運輸需求極高的大規模運輸走廊。

✈ 19.6.2 更加舒適

磁浮高鐵利用無接觸式的支撐與驅動系統，乘坐起來將比傳統鋼軌鋼輪式高速鐵路更加舒適。

✈ 19.6.3 污染更少

磁浮高鐵由電力驅動行駛，且使用無接觸式支撐，故震動較小，僅產生空氣動力噪音，使空氣污染與噪音問題更輕微。

✈ 19.6.4 保養費用更少

磁浮高鐵採用浮上方式行駛，沒有鋼軌鋼輪式的接觸摩擦，可減少路線設施的磨損，降低保養費用。

✈ 19.6.5 更易維修

列車各部位選用輕質材料，降低車重，並將車輛組成標準化與模組化，使維修工作更易完成。

✈ 19.6.6 更自動化

磁浮列車結合最新電腦科技，大量採用電腦處理系統運轉、資料計算傳輸與列車控制的工作，提升列車營運精準度與行車安全。



19.7 台灣地區高速鐵路對其他運輸系統的衝擊

高速鐵路具有運量大、速度快、安全、舒適、準點、能源使用效率高、污染少與土地需求少等優點，可提高其競爭力，因而將對台灣地區傳統鐵路、高速公路與航空運輸等其他系統造成衝擊。傳統鐵路受限於原有路線的彎曲程度與平交道的設置，無法進一步提升行車速度與運量，在中長程運輸中將無法與高速鐵路競爭。

就高速公路運輸來探討，因為有以下缺點，亦將受到高速鐵路的影響。

1. 公路車輛以石油為動力來源，能源使用率低且易造成嚴重的噪音與空氣污染，不符合環保的觀念。
2. 小汽車的使用人口增加，導致高速公路在尖峰時段極為擁擠，浪費乘客寶貴的時間，部分乘客可能選擇高速鐵路而不願忍受高速公路塞車之苦。
3. 高速公路用地為高速鐵路的4至6倍，由於用地取得的問題，未來興建高速公路將更為困難。

航空運輸可分為國際航線與國內航線兩種，由於台灣地區4面環海，國際航線不受高鐵影響，國內航線以短程航線受到高速鐵路的影響最大，依據民航局的評估，以高雄小港機場為例，其民國89年國內航線的運輸量將達1,256萬人次，但台灣南北高速鐵路通車之後，將會減少到971萬人次。

此外，高鐵通車後影響最大的將是台北—台中航線，主要是因為台中清泉崗機場遠離市區且聯外交通不便。另外台北—嘉義航線與台北—台南航線亦會受到一定程度的影響。台灣地區西部走廊航空運輸將明顯受到高速鐵路通車的影響，其主要原因可歸納如下：

1. 雖然飛機營運速度最快，但因機場的設置遠離市中心，且須增加通關、候機與登機等程序，就中短程運輸而言，航空運輸所需總旅行時間與高速鐵路差別不大，但票價卻比高速鐵路貴。



2. 航空運輸經常受天候的影響，天氣不佳時，機場關閉與飛機停飛造成延誤，高速鐵路列車營運受天候的影響極輕微。
3. 航空受空域與機場的限制，已逐漸趨於飽和，以松山機場為例，平均每1分53秒就有一班飛機起降，距離上限1分30秒不遠，無法再提高班次，尖峰小時運能無法提高，不若高速鐵路系統可以加掛列車的方式提高運能。
4. 由於國籍航空公司中影響飛安事件頻傳，可能加深旅客以高鐵替代西部運輸走廊城際運輸的意願。

以國外的研究為例，Cavagnaro等人於西元1989年所進行的研究分析發現，高速鐵路、航空運輸與高速公路的市場佔有率受旅行距離的影響，且高速鐵路在中長距離約300至600公里旅次中，市場佔有率相對其他運具為較高，所造成的衝擊力量也最大。

台灣地區台北—台南與台北—高雄的距離近300公里，在此範圍內。惟台灣地區公路運輸擁擠，故高鐵效益可能在200公里以上即可顯現。因此台北—台中、台北—嘉義與台中—高雄的旅次，亦將受到高鐵通車的影響。

同樣地，將各式運輸工具在行駛不同距離的總旅行時間相比之下，可發現距離約150至800公里的城際運輸中，高速鐵路是總旅行時間最短的運具，此結果與Cavagnaro等人的分析結果相近(如圖19-5所示)。



19.8 高速鐵路對其他產業的衝擊

高速鐵路興建期間將帶動營建、鋼鐵、機電與通訊等製造業與土地開發及金融等服務業的發展，高速鐵路開始營運後大幅縮短旅行時間，對於沿線的產業亦有一定程度的影響。下述以日本與法國的經驗為例，說明高鐵營運對其他產業的影響。

日本的東北線與上越線通車營運後，高速鐵路對所服務地區最顯著的影響為商業的改變，其中以對仰賴溝通以獲取資訊與技術，及從事開發的資訊業最有助益。高速鐵路對於以生產製造為主的農、工業的影響則不如商業顯著。法國TGV的商業

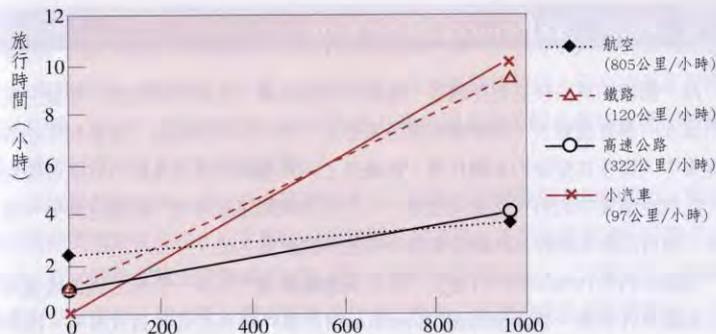


圖19-5 各運具旅行距離與旅行時間關係比較

資料來源：Papacostas & Prevedouros, "Transportation Engineering and Planning," 1993, p.35.

旅次中，服務交易比產品交易旅次多，在西元1981年到1982年所做的調查顯示，72%的第三級產業業者常使用TGV往來於里昂與巴黎間，而第二級產業只有49%。可知高速鐵路對於第三級產業(商業與服務業)的影響最大，其次為第二級產業，再其次為第一級產業。此外，日本新幹線通車後，在地方機構與新幹線公司的努力之下，觀光人數明顯增加，同時因通車時間縮短，使遊客可以從點的觀光改為面的觀光，產生多目的旅遊型態，並促使當天返回的隨興型觀光旅客增加，進而影響觀光業與旅館住宿業的經營型態。

法國TGV的服務亦使得各企業資訊與員工的管理產生明顯的改變，例如巴黎一向是各大公司與財團的決策中心，所有大公司的重要部門都集中在一起，聯繫較為方便，但高速鐵路營運後，公司間聯繫更為方便，使公司組織可分散於不同地區，形成跨地區公司(Multi-Location Companies)，不僅使公司資源更有效利用，達成降低生產成本的目的，亦促使銷售區域或服務對象擴大，提高廠商的競爭優勢。根據法國西元1985年在TGV車上的調查顯示，有85%的商業旅次乘客服務於此類公司。



19.9 各國高速鐵路事故

每一種新的高科技必定伴隨著一種新的災難風險，愈集中的能源，當發生災難時所造成的傷害就愈大，飛機與核能發電都是一例。而高速鐵路，就是利用能源的高度集中，與極其堅硬的車體材質，將鐵道上列車運輸的速度及動力效能發揮到極至。此種能源集中的另一個面向就是——它可以瞬間將旅客從一地運送到另一地，當然，也可以在失誤發生時瞬間奪取所有旅客的寶貴生命。

德國於西元1998年6月3日發生一起自高速鐵路運行以來，全球首例造成重大傷亡之高鐵意外事故。德國聯邦鐵路局(EBA)對此事件發表的官方調查報告，指稱輪箍破裂為造成此次肇禍主因。6月3日上午德國高鐵由漢諾威開往漢堡的ICE 884高速列車，行經漢諾威北方的艾謝德小鎮附近，在每小時200公里的車速下突然出軌，衝撞上跨越高鐵路線的公路高架橋橋墩，造成高架橋崩塌，並壓垮部分車廂，出軌翻覆的車廂亦互相推撞堆疊。此次鐵路意外事故是德國半世紀以來最嚴重的一次，奪走近百條人命，並約有300人輕重傷。

此事故列車的機車頭後第一節客車裝配有隔音減振橡膠之輪箍式車輪，其輪箍於跨越橋前六公里處不知何故破裂，稍後即從車輪鬆脫而卡在輪對上，此時並無偵測設施以察覺異狀，故列車仍繼續運行，於通過跨越橋前300公尺一處轉轍器時，列車終於出軌，釀成本次不幸事故。

鐵路車輛之車輪一般分為輪箍式車輪與一體式車輪兩大類。輪箍式車輪由輪箍與輪心，採熱套法緊配組裝而成；輪箍是車輪外圍直接在鋼軌上滾動的部分，外形上由輪緣和踏面組成。輪心是車輪主體，其外周裝輪箍，中心孔套裝車軸；另為求隔音或減振之效，亦發展出在輪箍與輪心間安裝橡膠層之輪箍式車輪。而一體式車輪則為一體製造成型之車輪，為目前使用的主要趨勢。

出事的德國高鐵列車，為西元1991年啓用的第一代ICE-I列車，事故發生後，德鐵立即將其餘五十九組ICE-I召回接受包括超音波檢測的安全檢查，並未發現有瑕疵。

台灣未來將引進的歐洲高鐵系統是由德國ICE的推拉式機車頭和法國TGV的雙



層客車廂所組合，相對於這次出事的ICE-I列車，有兩項不同的設計：其一是TGV車輪為一體式車輪，沒有輪箍，不致有輪箍鬆脫之虞。其二是TGV車廂採關節式聯結(兩車廂共用一轉向架)，即使一車廂出軌，因列車結構特性，仍可盡量維持定向避免翻覆。此外，若能再加強裝設專用的車輪監視系統並配合嚴格確實的檢修作業，將對行車安全性有更高的保障。

德國事故發生後，由於許多訓練有素且有組織的民間救難工作隊協助，縣境內醫療資源的機動性亦高，在災難中發揮了極大的效果，甚至還有專業的神職或心理醫療人員，對於家屬或受驚嚇的旅客提供必要的安慰與協助，尤其顯示出災難處理的重要性及必要。這也是台灣目前所有公共工程與公共建設完全忽略的部分；我們應當瞭解，採用愈先進的科技，就必須發展出相對應的災難處理能力，才不致使該工程所帶來的利益愈低。

西元1998年還有一起意外事故，法國TGV高速列車行經荷蘭南部荷耶文(Hoeven)附近平面無柵欄路段時，發生與一輛卡車相撞，造成卡車司機死亡、兩名乘客輕傷的事故，雖然這是發生在平面道路共構的路段，但這意外是否含有來自列車人員操作錯誤，或是系統在當時未能即時偵測異物闖入等因素，則不能不做預防。

另在法國亦曾傳出高鐵路意外事故——TGV(高速火車)於行走新落成之巴黎—瓦朗射納，至法國北部幹線時出軌。原因是路面下第一次世界大戰時挖的戰壕，在修路期間沒有被及時發現，造成下陷，當時一列TGV高速列車以300公里的時速行駛，結果在下陷路段脫軌，滑出兩公里後整列火車筆直地停在地上，沒有任何人員傷亡。

巴黎《世紀日報》報導，由於TGV車軌下面一個地下室(當局最初探測不到)突然下陷，以至造成這宗意外。事發現場其實是西元1914至1918年間最血腥戰爭——索姆河戰役(The Battle of the Somme)之一的地址。整個地區下面盡是第一次世界大戰時塹壕戰遺留下來的東西：地道、戰壕、彈坑，但從地面根本就無法將它們辨認出來。當局事後派遣技術人員在鐵路的路基上進行有系統的探測行動，以求找出其有潛在危險的地區，以便加固這些地方。



運輸學研究與練習

1. 請問砂土與礦砂在海運貨物的分類是分為哪類貨物？
2. 水路運輸系統依其特性，可分為哪三類？
3. 請列舉最重要的三點，分別簡要說明定期船運與不定期船運的特性。
4. 請分別簡要說明吊上吊下(lift on-lift off)與駁進駁出(float on-float off)兩種貨櫃裝卸方式。
5. 請簡要說明國輪與權宜船。
6. 請簡要將海運貨物分類，並說明適合各類貨物的航運服務類別。

圖 11-7 1961年至2002年各主要運輸模式運量比較

表 11-1 1961年至2002年各主要運輸模式運量比較

| 年份 | 海運運量(噸) | 航空運量(噸) |
|------|------------|---------|
| 1961 | 32,260,577 | 29.2 |
| 1962 | 30,029,204 | 31.0 |
| 1963 | 35,242,537 | 37.2 |
| 1964 | 36,511,599 | 39 |
| 1965 | 33,956,287 | 34.0 |
| 1966 | 44,987,571 | 30.3 |
| 1967 | 43,405,267 | 29.4 |
| 1968 | 45,626,090 | 28.2 |
| 1969 | 50,236,546 | 36.7 |
| 2000 | 32,719,689 | 28.1 |
| 2001 | 37,030,419 | 25.9 |
| 2002 | 44,355,901 | 31.3 |

資料來源：世界運輸發展，第2卷(1961-2002年)

9

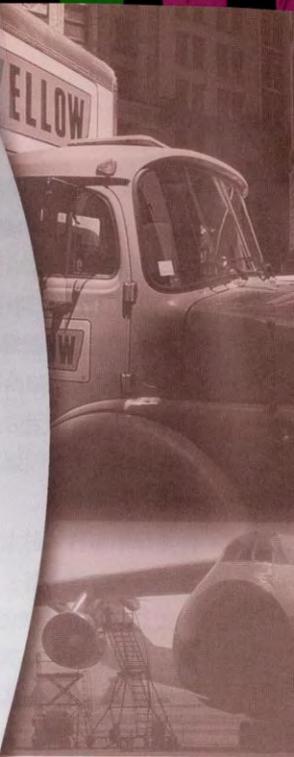
航空運輸

航空運輸是現代運輸業中發展最迅速、增長最迅速的運輸方式。航空運輸具有快捷、安全、舒適、準確等優點，是現代化大生產和現代化大流通的必然要求。航空運輸的發展，不僅縮短了運輸時間，而且擴大了運輸範圍，為世界各國、各洲之間的經濟、文化、科學、技術交流提供了便利條件。航空運輸的發展，也促進了國際貿易和國際旅遊的發展。目前，航空運輸已成為世界各國、各洲之間最主要的運輸方式之一。

航空運輸的發展，與航空技術的進步密切相關。隨著航空技術的不斷進步，飛機的載重能力、航程、速度、舒適性、準確性等方面都得到了顯著的提高。目前，大型客機已能實現跨洲、跨洋、跨極的長途飛行，為全球範圍內的航空運輸提供了堅實的技術支撐。此外，航空運輸的基礎設施，如機場、航路、航管、航油等，也得到了不斷完善和發展，為航空運輸的規模化、專業化經營提供了必要的保障。

航空運輸的發展，也面臨著一些挑戰。首先是環境污染問題。飛機在飛行過程中會排放大量的二氧化碳、氮氧化物等溫室氣體，對全球氣候變化和環境污染產生了嚴重的影響。其次，航空運輸的運行成本較高，這在一定程度上限制了其在某些低密度、低價值貨物運輸市場上的競爭力。最後，航空運輸的安全問題始終是社會各界關注的焦點。雖然航空運輸的安全記錄一直非常優異，但任何一起重大航空事故都會對公眾的信心產生巨大的打擊。

未來，航空運輸將繼續保持高速發展態勢。隨著全球經濟的復甦和國際貿易的增長，航空運輸的需求將進一步擴大。同時，隨著航空技術的持續突破和基礎設施的進一步完善，航空運輸的運行效率、安全性和舒適性將得到進一步提升。此外，面對環境污染和運行成本等挑戰，航空運輸業也將積極採取措施，推動綠色航空的發展，實現可持續發展。



航空運輸的發展，與航空技術的進步密切相關。隨著航空技術的不斷進步，飛機的載重能力、航程、速度、舒適性、準確性等方面都得到了顯著的提高。目前，大型客機已能實現跨洲、跨洋、跨極的長途飛行，為全球範圍內的航空運輸提供了堅實的技術支撐。此外，航空運輸的基礎設施，如機場、航路、航管、航油等，也得到了不斷完善和發展，為航空運輸的規模化、專業化經營提供了必要的保障。

航空運輸的發展，也面臨著一些挑戰。首先是環境污染問題。飛機在飛行過程中會排放大量的二氧化碳、氮氧化物等溫室氣體，對全球氣候變化和環境污染產生了嚴重的影響。其次，航空運輸的運行成本較高，這在一定程度上限制了其在某些低密度、低價值貨物運輸市場上的競爭力。最後，航空運輸的安全問題始終是社會各界關注的焦點。雖然航空運輸的安全記錄一直非常優異，但任何一起重大航空事故都會對公眾的信心產生巨大的打擊。

未來，航空運輸將繼續保持高速發展態勢。隨著全球經濟的復甦和國際貿易的增長，航空運輸的需求將進一步擴大。同時，隨著航空技術的持續突破和基礎設施的進一步完善，航空運輸的運行效率、安全性和舒適性將得到進一步提升。此外，面對環境污染和運行成本等挑戰，航空運輸業也將積極採取措施，推動綠色航空的發展，實現可持續發展。

