

運輸學

Transportation

二版

● 顏進儒 著

- 以提高學生學習興趣為導向，並配合國內外實例，深入淺出介紹運輸學的基本概念。
- 因應智慧型運輸系統與供應鏈管理的發展，特別新增第十二章「智慧型運輸系統」與第十三章「運輸與供應鏈管理」內容。
- 超過50張照片，閱讀性更佳。
- 本書為大專相關科系的教科書，與實務界先進瞭解最新運輸資訊的參考書。



目 錄

交通運輸
系統學
1.2

第一篇 認識運輸

第1章	現代運輸的意義與發展	3
1.1	運輸、運輸行為與旅次	5
1.2	運輸的構成要素	8
1.3	運輸的功能與對環境的衝擊	12
1.4	運輸業的特性	17
1.5	運輸系統的目標	22
1.6	現代運輸的發展趨勢	24
第2章	運輸系統簡介	29
2.1	運輸系統的範圍與分類	31
2.2	各種運輸系統分類的相互關係	37
2.3	各種運輸系統的特性	38
2.4	複合運輸系統	50
2.5	智慧型運輸系統	52
第3章	交通行政體系與組織	55
3.1	台灣省政府組織調整前我國交通行政體系	57
3.2	公路運輸	58
3.3	鐵路運輸(高速鐵路工程局)	64
3.4	航空運輸	64
3.5	運輸規劃與研究機構	67



3.6 台灣省政府組織調整後交通部組織架構 69

第二篇 客運與貨運的特性

第4章 旅客運輸 75

4.1 旅客運輸需求發生的原因 77

4.2 客運旅次特性 78

4.3 旅客運輸的衡量 82

4.4 運輸需求與運量 86

4.5 影響旅客運輸需求的因素 92

4.6 衡量旅客運輸服務的指標 93

第5章 貨物運輸 99

5.1 貨物運輸的衡量 101

5.2 貨物運輸需求發生的原因與影響因素 103

5.3 貨物運輸的時間與成本特性 107

5.4 衡量貨物運輸服務的指標 112

第三篇 運輸系統的內涵

第6章 公路運輸 119

6.1 公路運輸系統分類 121

6.2 公路修建養護 130

6.3 公路車輛 131



6.4 公路運輸場站	133
6.5 公路運輸業種類	136
6.6 公路監理	139

第7章

鐵路運輸

141

7.1 鐵路運輸系統基本要素	143
7.2 鐵路選線	150
7.3 鐵路行車管理	152
7.4 鐵路運輸業的經營	154

第8章

海洋運輸

163

8.1 我國海運相關法規	165
8.2 港埠與船舶	166
8.3 海運貨物種類	174
8.4 定期船運與不定期船運	178
8.5 貨櫃化運輸	179
8.6 海運同盟	186
8.7 我國定期航運發展	188

第9章

航空運輸

197

9.1 法規與組織	200
9.2 航路、航線與航權	200
9.3 航空站管理	207
9.4 航空站的營運特性	213
9.5 飛航管制	219
9.6 民用航空事業管理	222



9.7 航空公司組織	225
9.8 影響航空運輸業經營的因素	229
9.9 台灣地區航空站現況	231

第10章

都市運輸

237

10.1 運輸系統與都市發展	239
10.2 都市運輸旅次特性	244
10.3 都市運輸系統分類	246
10.4 都市大眾捷運系統特性簡介	261
10.5 都市運輸管理	265

第四篇 高科技與現代運輸系統

第11章

通訊應用與運輸需求

275

11.1 通訊應用簡介	277
11.2 通訊應用與環境的互動	289
11.3 通訊上班與環境的互動	300

第12章

智慧型運輸系統

307

12.1 智慧型運輸系統的定義	309
12.2 發展智慧型運輸系統的目的	310
12.3 智慧型運輸系統功能性分類	313
12.4 智慧型運輸基礎建設	316
12.5 智慧型運輸系統架構	317



第13章	運輸與供應鏈管理	321
13.1	供應鏈管理的發展	323
13.2	物流管理的內涵	330

第五篇 運輸法規與決策

第14章	運輸法規	337
14.1	法規的意義	339
14.2	公路法規	340
14.3	鐵路法規	360
14.4	民航法規	364
14.5	海運法規	370

第15章	運輸成本	381
15.1	成本的概念	383
15.2	運輸成本	385
15.3	影響運輸成本的因素	391
15.4	使用者成本	395

第16章	運輸定價與管制	397
16.1	影響定價的因素	399
16.2	定價理論	406
16.3	運輸管制	415



第17章 運輸規劃程序 419

- 17.1 運輸規劃的意義與目的 421
- 17.2 一般規劃要項 422
- 17.3 長程運輸規劃步驟 430

第18章 運輸政策與全球運籌發展計畫 439

- 18.1 運輸政策的意義 441
- 18.2 運輸政策的呈現 441
- 18.3 我國當前的運輸政策 443
- 18.4 發展台灣成為全球運籌管理中心計畫 453
- 18.5 全球運籌管理中心計畫成果摘要 456
- 18.6 現階段推動重點：自由貿易港區 459

第六篇 國際運輸發展

第19章 高速鐵路發展 465

- 19.1 高速鐵路發展歷史 467
- 19.2 高速鐵路運具特性 470
- 19.3 目前使用高速鐵路的國家與規模 474
- 19.4 我國高速鐵路的發展 479
- 19.5 概述其他國家發展高速鐵路的計畫 484
- 19.6 高速鐵路技術未來發展 488
- 19.7 台灣地區高速鐵路對其他運輸系統的衝擊 493
- 19.8 高速鐵路對其他產業的衝擊 494



19.9 各國高速鐵路事故 496

第20章 國際海洋運輸發展 499

20.1 全球貨櫃船隊成長趨勢 501
20.2 全球定期航運市場概況 502

第21章 國際航空運輸發展 519

21.1 全球主要航空公司營運現況 521
21.2 全球機場運量現況 541
21.3 台灣地區航空運輸發展 544
21.4 民用航空器現況 554

觀光運輸概論

現代運輸的意義與發展 運輸系統簡介

第

一

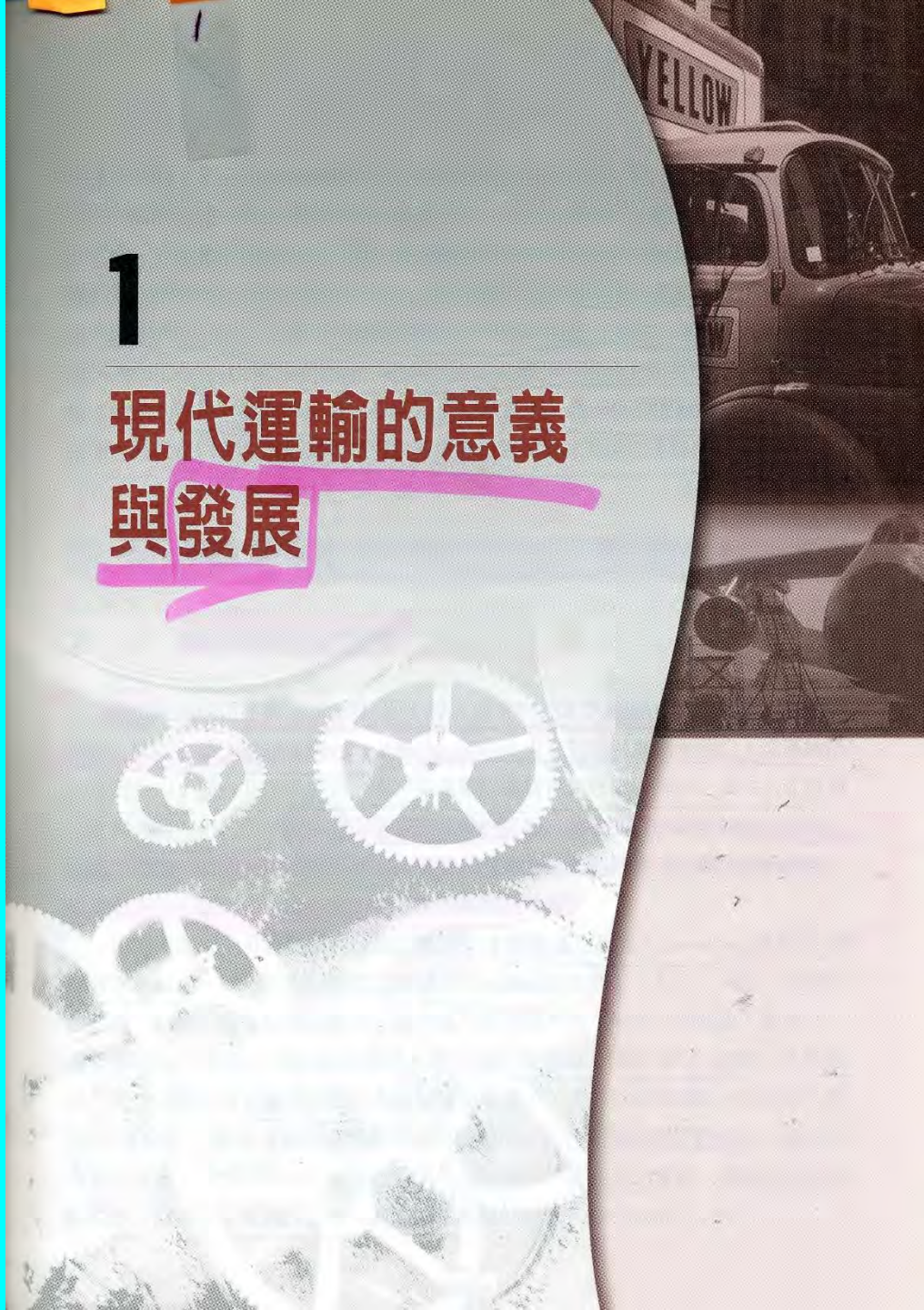
篇

認識運輸



1

現代運輸的意義 與發展



觀光運輸概論

現代運輸的意義與發展

第一章 現代運輸的意義與發展

- 1.1 運輸、運輸行為與旅次
- 1.2 運輸的構成要素
- 1.3 運輸的功能與對環境的衝擊
- 1.4 運輸業的特性
- 1.5 運輸系統的目標
- 1.6 現代運輸的發展趨勢

運輸、運輸行為與旅次

- 運輸與運輸學的定義
- 運輸與交通的關係
 - 廣義的交通
 - 狹義的交通
- 運輸行為的產生與運輸旅次的分類



本章的主要目的為介紹運輸的意義與運輸服務的特性，除了定義各種與運輸相關的名詞，做為閱讀本書的基礎之外，更分析運輸行為的意義、運輸對社會的貢獻，與運輸問題發生的原因，讓讀者對運輸學的領域有概略的認識，以利於往後的閱讀與學習。本章分為6個小節，首先在1.1節介紹運輸的意義、運輸行為產生與運輸旅次的分類，1.2節介紹構成運輸的6個要素(通路、場站、運具、通訊設備、組織與使用者)，1.3節說明運輸系統對社會的貢獻與可能產生的負面影響，1.4節討論運輸業的特性與運輸擁擠發生的原因，1.5節說明一個完善的運輸系統必須達成的目標，最後在1.6節中說明高科技發展與供應鏈管理概念對現代運輸系統的影響。



1.1 運輸、運輸行為與旅次



1.1.1 運輸與運輸學的定義

運輸是指使用各種運送工具(運具)將人或貨物從某地(起點)運至目的地(終點)的過程，譬如從淡水搭捷運到台北火車站，從台北火車站搭公車到陽明山，從基隆搭火車到台中，從台北搭飛機到台南，從高雄託運貨物到日本的神戶，或從台北快遞文件到美國的紐約市。運輸學則是研究運輸的科學，其目的在於探討如何以安全、迅速、準點、便利、舒適與經濟的方法將人或貨物從起點於特定時間內運抵終點，以克服空間的阻隔，創造人貨的空間效用與時間效用。

由前段的例子可發現運輸服務的範圍包含客運(運送旅客，passenger)與貨運(運送貨物，cargo)，所使用的運送工具(運具，mode)包含捷運、火車、公車、飛機與船舶等。另外，起迄點可以在同一都市或不同都市，甚至位於不同國家。換言之，運輸學研究的範圍以個別運具劃分，可分為公路運輸、鐵路(軌道)運輸、水路運輸、航空運輸與管道運輸五種次系統。以地域區分，可分為國際運輸、城際運輸與都市(都會區)運輸等。以軟硬體劃分，則硬體部分包含運輸路網實體建設、場站與運具的建造，軟體部分包含運輸政策與法令的擬訂、運輸業的管理、運輸服務路線的規劃、運具與人員的排班等。有關運輸系統的說明，詳見本書第二章。



1.1.2 運輸與交通的關係

由於我國中央主管運輸事務的最高機構為交通部，一般人易將「運輸」與「交通」的涵蓋範疇混淆。依1.1.1節所述，運輸是指使用各種運送工具將人或貨物從起點運至終點的過程，而交通的意義可分為廣義與狹義兩種。廣義的交通與英文的 communication 相當，泛指人與人之間訊息的傳達與因訊息傳達所需而衍生的各種人或貨物的流動。換言之，運輸系統中旅客與貨物的流動，與通信系統中電子與電磁波的傳遞，皆屬於廣義的交通。狹義的交通(traffic)則是指運具或行人在特定範圍(如公路或機場跑道等)的運動狀態(如交通量)及與此種運動有關的設施(如紅綠燈與標線等交通管制設施)而言。故廣義的交通包含運輸的範疇，而狹義的交通則為運輸的一部分。舉例而言，一般「交通管理」相關科系所開設的「交通工程」課程，即探討本節所定義之狹義的交通內容。而觀光與餐飲管理相關科系所開設的觀光與旅遊的課程，則屬於廣義交通的範圍。

我國交通部所管轄的業務包含通信、運輸、氣象與觀光等四大部門，可見其所採用者為廣義交通的意涵。民國80年8月1日交通部將其英文名稱由原來的Ministry of Communications更改為Ministry of Transportation and Communications即為了避免一般人對其管轄範疇的誤解，而明示其主管業務包含運輸與其他非運輸但屬於廣義交通的範疇。交通與運輸的關係如圖1-1所示。本書所介紹的內容以運輸的範圍為主，但是由於近年來通訊技術的發達與個人通訊設備的普及，通訊改變人類的日常

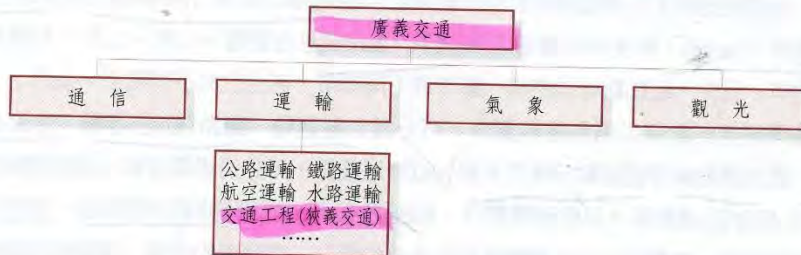
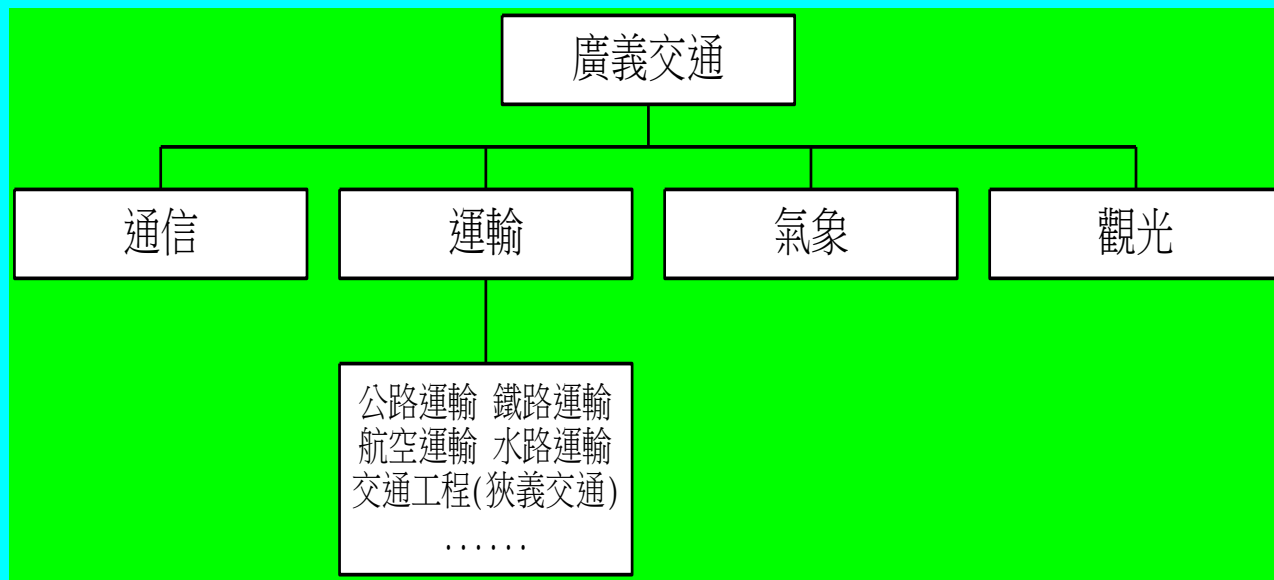


圖1-1 交通與運輸的關係

交通與運輸的關係



運輸行為的產生與運輸旅次的分類

- 旅次
- 運輸行為
- 旅次的活動目的
- 旅次的分類

生活，亦影響實體的客貨運輸，故本書在第十一章與第十二章亦簡介目前我國與世界先進國家應用通訊技術對運輸系統的影響。

1.1.3 運輸行為的產生與運輸旅次的分類

1.1.1節中將運輸定義為使用運送工具將人或貨物從起點運至終點的過程，而此種過程的完成在運輸學上稱為「旅次」，由旅次的產生至完成則構成完整的運輸行為。運輸行為的研究是運輸需求分析(參考本書第三章)的主題，亦是運輸需求預測或運量預測的核心。

研究運輸行為的學者將運輸需求稱為引申需求(derived demand)或間接需求(indirect demand)，其原因在於運輸行為產生的動機(運輸需求的目的)並不是享受運輸服務本身，而是為了到達旅次終點後的活動，或將貨物運送到目的地所產生或附加的經濟價值。譬如搭捷運上班或上學(稱為通勤旅次)的目的在於工作或求學，開車到百貨商場(購物旅次)是為了逛街或購物，搭計程車到電影院(稱為遊憩或休閒旅次)是為了看電影，搭公車到親友家(訪友探親旅次)是為了探望親友，搭飛機到其他都市開會(稱為商務旅次)的目的是會議本身，騎機車到醫院或銀行(稱為個人事務旅次)

表1-1 運輸旅次分類與活動目的

	旅次種類	活動目的	實 例
客 運	通勤(工作)旅次	工作	搭捷運上下班
	通勤(求學)旅次	求學	搭公車(步行)上下學
	購物旅次	逛街或購物	開車到百貨公司或量販店
	遊憩休閒旅次	休閒娛樂或旅遊	搭計程車去看電影
	訪友探親旅次	探望家人、親戚或朋友	搭火車到外婆家
	商務旅次	處理與工作相關的事務	搭飛機到澳洲雪梨開會
貨 運	個人事務旅次	辦理個人事務	騎機車去看牙醫或到銀行領錢
	其他旅次		
	貨物運輸旅次	將貨物運送到目的地或受貨人手中	快遞一份文件到英國倫敦的大英博物館或託運一貨櫃鞋子經海運到美國洛杉磯

旅次的分類與活動目的

旅次種類		活動目的	實例
客	通勤(工作)旅次	工作	搭捷運上下班
	通勤(求學)旅次	求學	搭公車(步行)上下學
	購物旅次	逛街或購物	開車到百貨公司或量販店
	遊憩休閒旅次	休閒娛樂或旅遊	搭計程車去看電影
	訪友探親旅次	探望家人、親戚或朋友	搭火車到外婆家
運	商務旅次	處理與工作相關的事務	搭飛機到澳洲雪梨開會
	個人事務旅次	辦理個人事務	騎機車去看牙醫或到銀行領錢
	其他旅次		
貨運	貨物運輸旅次	將貨物運送到目的地或受貨人手中	快遞一份文件到英國倫敦的大英博物館或託運一貨櫃鞋子經海運到美國洛杉磯



次)是爲了看病或存提款。研究運輸行爲的學者即將運輸旅次依其活動目的分爲通勤旅次、購物旅次、遊憩休閒旅次、訪友探親旅次、商務旅次與個人事務旅次，或貨物運輸旅次。各種旅次的名稱與其活動目的如表1-1所示。

換言之，運輸行爲源於前述的工作、求學、購物、遊憩休閒、訪友探親、商務與個人事務等活動或貨物運送，這些活動可通稱爲社會經濟活動(socio-economic activity)。且由於社會經濟活動與都市發展、土地使用型態(land use patterns)等息息相關，因此運輸行爲的研究與運量預測皆與地區的經濟、文化與都市發展關係密切，須應用經濟學、社會學、心理學與都市計畫學等學門的知識，對研究運輸問題有興趣的讀者應多方面充實相關社會科學的知識。近年來由於國人出國旅遊日增，且由週休二日所帶動的國內旅遊(國民旅遊)風氣日盛，使得結合旅遊、運輸與餐飲管理的新興課題亦逐漸受到重視。近年來各縣市政府紛紛成立交通旅遊局或觀光局即爲明顯的例子。在貨物運輸部分，由於近年來運籌管理與供應鏈管理概念的應用，更突顯運輸在達成企業獲利目標過程中所扮演角色之重要性。

此外，與前述引申需求相反，有少數「運輸活動」的目的在於其過程(如騎乘水上摩托車或騎腳踏車在公園中運動)，有些「運輸旅次」的起迄點相同(如高雄港或梧棲港的環港遊艇，遊艇出發繞港之後又回到原靠泊點)。這些比較特殊的活動雖然在過程中使用運輸工具，但是其主要目的在於運動或觀光，或從過程中得到某種經驗或滿足感，故一般將其視爲運動或遊憩活動，而不在運輸學中討論。本書所討論的範圍不包含這些特殊的「運動」或「遊憩活動」，有興趣的讀者可參考討論觀光或遊憩的相關書籍。值得注意的是，雖然在公園騎腳踏車或搭乘環港遊艇不屬於運輸旅次，但是由旅客的住處出發到達公園或港口從事休閒活動，中間的運輸過程則屬於本小節前段文章所定義的「遊憩休閒旅次」。



1.2 運輸的構成要素

運輸方法的演進與人類文明的發展息息相關，由史前人類的步行、利用獸力、水力與風力等自然力，到近日以電力或化學能爲動力的現代化運輸。由於各國國內

運輸的構成要素

- 通路與場站
 - 有形通路與無形通路
 - 人工通路與天然通路
- 運具
- 組織與通訊設備
- 使用者



與國際間社經活動頻繁，運輸需求日增，且運輸方法日新月異，因此現代運輸學的研究內容將更為複雜。以系統分析的角度，可將現代化運輸的構成要素分為通路、場站、運具、通訊設備、組織與使用者等6個次系統。其中通路、場站與運具為運輸系統的投入要素，運輸系統對使用者的客貨運服務則為系統的產出，組織與通訊設備則為控制要素。運輸目的的達成與完善運輸服務的提供，有賴各構成要素間相互配合，發揮其應有的功能，以達成提供安全、迅速、準點、便利、舒適與經濟運輸的系統目標。運輸構成要素的投入與產出關係如圖1-2所示。



圖1-2 運輸構成要素的投入產出關係

1.2.1 通路與場站

Route, Terminal, Vehicle, Operation

完整的運輸路網(network)由通路(way)與場站(terminal)所組成，通路為運具由起點到終點所經過的途徑，可以用「有形與無形」或「人工與天然」加以分類：有形通路具有固定設施以限制運具的運行，如公路、鐵路與管道等設施，通常有形通路大多以人工建造完成。無形通路並無固定設施，而僅在兩點間以人為方式劃設想像的運具運行途徑，如飛機與船舶的航路等，無形通路大多天然存在，而僅以人為方式加以規範。場站為運具停靠的地點，可提供旅客上下運具、貨物裝卸與運具維修保養等用途，如鐵路運輸的火車站、水路運輸的港口與航空運輸的機場等。

運輸路網中通路與場站的選擇為運輸系統分析最重要的一環，與運輸業者服務路線的規劃、運具與人員的排班息息相關。以圖形理論(Graphic Theory)的觀念分析，則通路為連線(link)所組成，而場站的位置相當於圖形中的節點(node)，對於運輸通路的規劃與設計有興趣的讀者可多涉獵圖形理論或作業研究(Operations Research)的知識。



✈ 1.2.2 運 具

在構成現代化運輸的要素中，由通路與場站所組成的運輸路網可稱為靜態設施。通路與場站提供運輸業者或使用者可選擇的路線或航線，間接規範旅客與貨物的最大可及性(accessibility)與移動性(movement)。可及性為運輸系統服務範圍的指標，可及性愈大，運輸系統的服務範圍愈廣。移動性代表運具在運輸通路中的移動速率，移動性愈大，代表該運具的速率愈高。運具則為動態設施，移動於運輸路網中，以達成運輸活動的主要目的，將乘客或貨物由起點運送到終點。現代運具除了必須具備傳統的裝載與保護人貨等功能之外，更須提供乘客安全與舒適的環境。且由於能源有限與環境保護意識的覺醒，現代運具亦必須擁有高能源使用效率，並將對環境的污染減至最低，以達成綠色運輸的目標。

✈ 1.2.3 組織與通訊設備

組織與通訊設備可視為運輸系統的控制要素，其功能在於有效地使用所投入的各種運輸相關設施(通路、場站與運具等)，以提供安全、迅速、準點、便利、舒適與經濟的運輸服務。與運輸有關的組織可分為兩大部分，第一部分為相關法令與政策的制訂者，通常屬於公共部門(public sector)。第二部分為提供運輸服務的業者，可包含公共部門或私人部門(private sector)，各部門所佔比例的多寡依各國國情而異，且同一國內亦可能隨時間而改變。例如美國運輸業以民營為主，而我國公營運輸業者扮演極重要的角色，但近年由於自由化的趨勢與政府加入世界貿易組織(World Trade Organization, WTO)的努力，運輸業民有民營、公有民營或甚至開放國際企業參與經營的方式將更為普遍。譬如近年規模龐大的台灣地區高速鐵路BOT(Build-Operate-Transfer，興建－營運－移轉)案與台北航空貨運站民營化專案等皆是民間取代政府成為運輸服務提供者的明顯例子。

運輸法令與政策的制訂影響業者進入或退出運輸市場的難易，而運輸費率與服務水準的管制亦與運輸業者的經營關係密切。運輸業者在現有的法令與政策之下，



以管理的手段有效運用其資源，一方面確保企業獲利的目標，一方面提供各項運輸服務，達成運輸系統的整體目標。近年來更由於通訊技術的發達，使運輸業者能準確掌握即時資訊，利於運具與服務人員的調配，對於排班的助益極大。例如現代的貨運業者透過精密的通訊系統，能告知貨物託運人目前該批貨物的位置與準確的抵達時間，提高運輸服務的準確性。智慧型公車系統可以提供在站牌等候者下一班公車到達的正確時間，減少等車的不確定性。開車族在未上路之前即可透過網際網路(如台北市交通局的網站)或行動通訊系統，看到即時傳來的道路動態車流畫面，以選擇對自己最有利的行車路線。

✕ 1.2.4 使用者

一般運輸學的教科書並未將使用者列為運輸的構成要素，但是運輸的過程不同於一般經濟活動的生產過程。若將運輸系統所提供的服務視為該系統的產出(或產品)，與一般的生產活動相比，可發現一般生產過程中，使用產品的消費者並未加入該產品的生產活動之中(如電視的使用者並沒有參與電視的製造過程)，但是為了接受運輸系統所提供的服務(由起點至終點)，旅客或受託運的貨物必須參與運輸系統的生產活動(即運具載運過程)，以享有該服務。此即企業管理學科中將運輸服務稱為高度接觸服務業(其他例子包含門診醫療與在飯店使用餐飲等)的主要原因。因此，在分析運輸的構成要素時，除了前述五項之外，亦須將使用者納入。旅客運輸的使用者即為旅客本身，而與貨物運輸有關的使用者則包含貨主(託運人)與收貨人等。譬如在分析運輸系統成本時，旅行者或貨物的時間價值常被視為重要項目之一，故在評估新建運輸系統方案的過程中，新系統可能節省的旅行時間價值亦被列為新系統所產生效益的一部分。有關時間價值的探討，有興趣的讀者可參考與運輸經濟有關的教科書。

運輸的功能與對環境的衝擊

運輸與經濟發展

運輸與社會文化

運輸與政治國防

運輸對環境的負面衝擊

運輸與經濟發展

地域效用

時間效用

地域分工與比較利益

大量生產與規模經濟

區域經濟成長



1.3 運輸的功能與對環境的衝擊

運輸系統的發展對於國家的經濟、社會文化、政治、國防與環境等皆會產生重大的影響。其影響可能是正面的，例如發達的運輸系統可促進經濟成長、社會文化交流、政治統一，並提高國防武力。此外，運輸系統亦可能對環境產生負面的衝擊，如都市交通擁擠造成嚴重的空氣污染等。以下分別說明各項正面的功能與負面的衝擊。



1.3.1 運輸與經濟發展

一般研究運輸的學者把運輸視為一種經濟活動，除了如1.2.4節所述，可將運輸活動視為經濟學中的生產過程加以分析之外，運輸與經濟的發展息息相關亦是將運輸視為經濟活動的主要原因之一。運輸的經濟功能可以從微觀與巨觀兩方面加以探討，微觀方面是指運輸創造了個別產品的地域效用(place utility)與時間效用(time utility)，巨觀方面則指運輸的發達提供大量生產的必要條件，並形成地域分工(geographic specification)的概念以獲得比較利益(comparative advantage)。最後，良好的運輸系統亦是促進區域經濟成長的主要因素。

1. 地域效用

地域效用的產生主要由於運輸系統的改善降低產品的運輸成本，使在甲地生產的貨品可以在乙地銷售。譬如某貨品在甲地生產，在甲地的售價為50元，若在乙地銷售，則該地消費者可接受的最高價為100元(因乙地並無廠商生產該貨品)。假設目前從甲地到乙地每單位貨品的運輸成本為70元，則貨品到達乙地之後的售價必須大於120元，廠商才有利潤，但是120元超過乙地消費者所願意購買的最高價格，故廠商無法在乙地銷售該產品。假設運輸系統改善之後，該貨品由甲地至乙地的單位運輸成本降為30元，則廠商可將貨品在乙地的價格訂於80元至100元之間，高於80元的部分可視為廠商在乙地銷售該貨品比在甲地銷售所增加的利潤，低於100元的



部分則可視為消費者所節省之費用。如此，生產者與消費者皆因運輸系統改善(運輸成本降低)而獲得地域效用。

運輸的地域效用如圖1-3所示。地域效用除可反應在產品的銷售之外，亦可發生於生產要素的取得上。同樣地，運輸系統對旅客運輸而言亦會產生地域效用。讀者可依前例類推運輸對生產要素取得與對旅客產生的地域效用。

2. 時間效用

時間效用的產生主要在於良好的運輸系統能將貨品適時地由產地運至需求地，提高產品的經濟價值。由於部分貨品在特定地點的需求具有時效性，生產者必須在一定時間內將該貨品送達，否則即失去價值。例如中秋節食用月餅是華人的習俗，月餅在節前價值極高，部分品牌常有供不應求的情形，但是中秋節過後，需求大降，月餅的價值即不如前。此外，部分農產與畜產品具有保存時間短的特性(易腐性商品，perishable products)，必須仰賴便捷的運輸系統以增廣其銷售市場。譬如

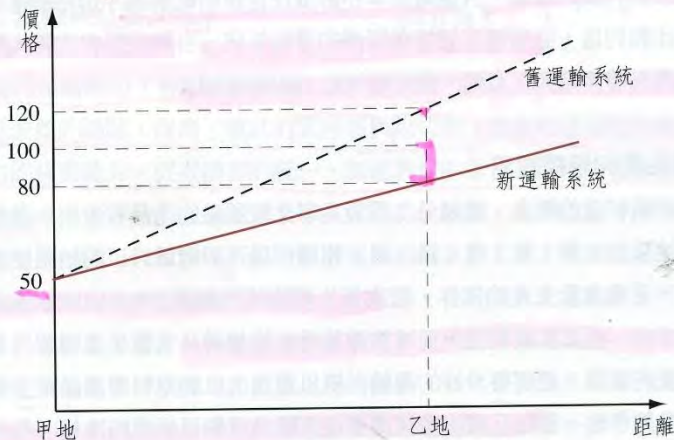
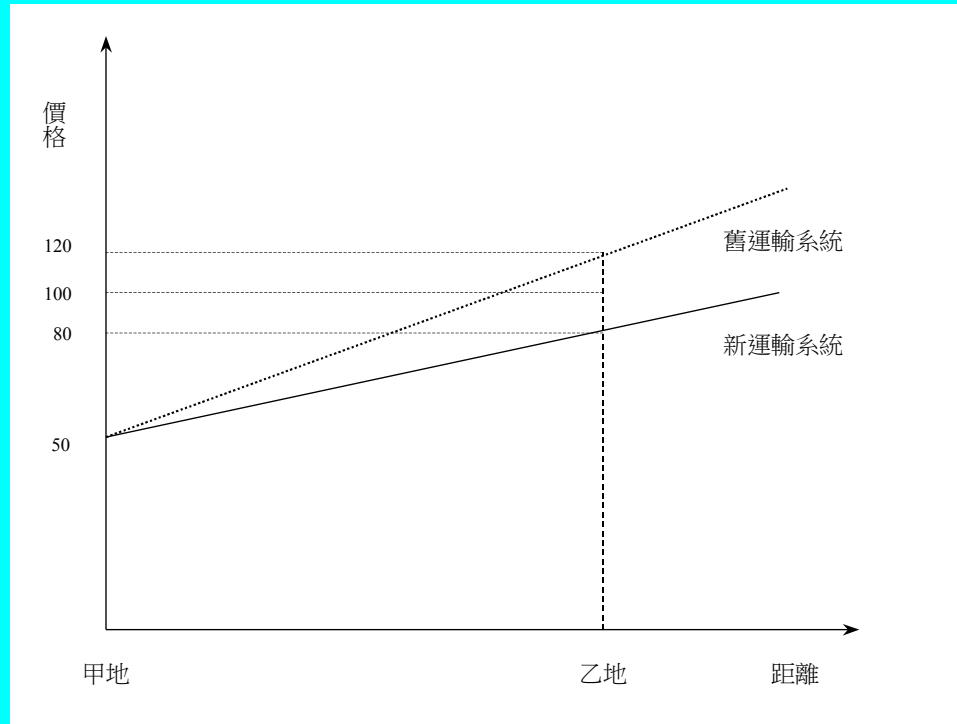


圖1-3 運輸的地域效用

運輸的地域效用





快速的國際航空運輸可將台灣地區在前日或當日清晨採收的鮮花運送至日本花市，而於同日銷售。台灣地區各超市在每年中國與西洋兩個情人節前亦可買到原產於荷蘭，空運來台的鬱金香。便捷的航空貨物運輸與機邊貨物通關流程，亦讓東南亞地區的養殖魚類在捕獲後可以不經過冷凍，在同一天深夜抵達台灣，隔天清晨即可在市場售予國人。近年興起的快遞業務，亦是運輸創造貨品時間價值的最佳範例，美國國內的隔夜快遞與國際的隔日快遞皆賴便捷的運輸系統。國內新興的宅配服務亦開拓了新的企業經營模式，如各地名產的網路銷售，與每年多達10萬份以上的年夜茶宅配到府服務等。

3. 地域分工與比較利益

地域分工的概念假設沒有任何地區或國家可以生產本身所需的全部用品，因此每個地區或國家會選擇最適合其生產，或可以用最有效方法生產的貨品，而造成所謂的**地域分工**。由於地域分工的結果，各地區或國家生產其認為可獲得最大利益或面對最少競爭的貨品，以得到其**比較利益**。但是要實施地域分工，各地必須將其所生產具有比較利益的產品運送至其他各地，也必須從其他地區購買本身所需但未生產的不具比較利益的貨品，且運輸成本亦必須在合理的範圍內。足見欲達成地域分工以獲得比較利益，必須擁有便捷與經濟的運輸系統。台灣地區與中國大陸為全球最重要的高科技產品代工產地，即為地域分工的明顯例子。

4. 大量生產與規模經濟

基於比較利益的概念，地域分工假設具有比較利益的產品需求來自產地以外的地區，且地域分工與大量生產互為因果，相輔相成，即地域分工的結果使產品的需求量增加，更具大量生產的條件，而大量生產造成規模經濟(scale of economies)，降低生產成本，提高比較利益，更增強地域分工的趨勢。大量生產需要大量的原料並製造大量的產品，更需要良好的運輸系統以運送大批的原料與產品至生產設施所在地與產品銷售地。譬如我國的資訊產業在全球具有舉足輕重的地位，有超過20種的資訊產品(如筆記型電腦、滑鼠與網路卡等)的市場佔有率高居世界第一(有部分在大陸地區生產)，能支持此大量生產與規模經濟特色的主要原因，除了質優與價格



適中的人力資源外，便捷的國內運輸與快速的國際運輸亦是主要關鍵。

5. 區域經濟成長

運輸的功能不僅在創造個別產品的地域效用與時間效用，促進地域分工與大量生產以獲取比較利益與規模經濟的效果，更可因而促進整體經濟的成長。由於運輸系統的投資提高土地的可及性與人貨的機動性(mobility)，除了降低運輸成本之外，對於原受限於運輸設施落後，無法開發使用的土地，亦可加以利用，提高土地的使用價值。由於人貨的機動性提高，對於人力資源的運用與物料、產品運送有極大的助益。我國在西元1970年代由於十大建設(其中有6項與運輸建設有關)提高運輸系統效率而促進經濟成長，造成所謂的「台灣奇蹟」，即是運輸促進區域經濟成長最明顯的例子。近年台北捷運淡水線沿線住宅大樓快速成長，與高速鐵路站區附近土地使用的改變與地價提升，亦是運輸系統對區域經濟影響的實例。此外，世界銀行對於未開發或開發中國家的貸款亦以交通運輸等基礎建設為優先，顯示運輸對區域經濟的貢獻。

1. 交通減少隔離，提高認同感與親切感
2. 增加人口移動能力，促進語言統一，加速教育的普及與促進文化事業的擴展等正面的功能
3. 增加人口移動能力，促進語言統一，加速教育的普及與促進文化事業的擴展等正面的功能

1.3.2 運輸與社會文化

便捷的運輸縮短了各地區的距離，使「天涯若比鄰」，讓各地區人們的接觸增加，減低彼此的隔閡，提高了彼此的認同感與親切感，便捷的運輸對社會文化亦有增加人口的移動能力、促進語言的統一、加速教育的普及與促進文化事業的擴展等正面的功能。由於運輸的發達促進全球文化的交流頻繁，幾乎沒有時間與空間的差別，譬如亞洲地區可以看到原版紐約百老匯舞台劇「貓」與「歌舞線上」的演出，歐美地區可看到我國雲門舞集「廖添丁」的表演，都是現代化運輸對世界文化交流的貢獻。民國88年美國費城管弦樂團與英國皇家愛樂交響樂團來台，94年11月德國柏林愛樂交響樂團來台演奏，亦是文化界的盛事。95年1月至3月期間台北國家歌劇院連演55場的歌劇魅影，更滿足台灣地區多數百老匯舞台劇愛好者一生夢寐以求的願望。除了對文化融合的增進之外，便捷與經濟的運輸亦促進旅遊與觀光產業的發展，讓國際旅遊成爲一般家庭的正常支出之一。



1.3.3 運輸與政治國防

政治

運輸對政治最大的貢獻是促進國家統一。運輸對國家而言，猶如人身的血脈，脈絡貫通，身體才能健全。有了便捷的運輸，不但可促進全國統一，步調相似，使政府當局能迅速抵達領土各地與人民溝通。此外，良好的運輸系統在平時可促進經濟發展，增進社會文化交流與族群的融合，戰時則提高後勤動員能力，增強國防武力。以我國為例，古代秦始皇「車同軌」之後，造成漢朝的盛世。二次世界大戰期間滇印公路與滇緬公路的開闢有助於國民政府戰事與民生物資的補給。以美國為例，其擁有先進的國際海空運輸系統，平時做為經貿發展的動力。西元1990年波斯灣危機中，美國則以其優越的運輸能力迅速增兵科威特，使1991年1月以美國為首的聯合國部隊能在100個小時之內擊敗伊拉克。2004年的伊拉克戰爭中，亦同樣顯示運輸對提升國防戰力的重要性。

國防

災害

此外，便捷的運輸系統亦是救助突發性災變不可缺少的要件，民國88年9月21日集集大地震之後，由於南投縣與台中縣山區道路中斷，延誤緊急救援的行動即是明顯的例子。相對而言，位於台北市松山附近東興大樓的救援行動可以迅速展開，主要原因之一為台北市的公路系統在此次地震中並無任何損毀，各種救援人員與機具可依需要隨時抵達災害現場。

1.3.4 運輸對環境的負面衝擊

雖然運輸的發展可促進經濟成長、社會文化交流與政治統一，並提升國防武力，但是運輸系統亦會對其外部環境產生負面的衝擊，其中最主要的有空氣與噪音的污染、消耗大量天然資源與對都市發展的影響等。空氣與噪音的污染是運輸系統使用者與非使用者最能直接感受的負面影響，尤其都會區中車輛所排放的廢氣已成為最主要的空氣污染源，飛機與行駛高架道路車輛所產生的噪音亦是機場與道路附近居民所無法忍受的。這兩項污染即成為新建機場與道路的阻力，譬如美國近30年來僅有科羅拉多州(Colorado State)的丹佛(Denver)機場是完全新建的機場，其餘很



多新機場提案都在未評估前即因民衆反對聲浪太大而擱置。台灣地區在中正機場於民國68年2月26日完工使用後，25年來除了馬祖南竿之外沒有完全新建的機場，中正機場北跑道外移的計畫亦因民衆的反對而取消。在環境意識提高之後，西元1994年9月4日啓用的日本關西機場以填海方式興建，1998年7月6日啓用的香港國際機場則建築在人口稀少的島上(赤鱘角)，這些做法都是爲了減低機場營運對環境的負面衝擊。

運輸系統除了對環境造成污染之外，亦是自然資源的大量消耗者。不僅製造運具使用大量的金屬與塑膠器材，運具的使用更需大量的燃料。譬如以美國而言，經過提煉的油料中，有52%是用於人與貨物的運輸(45%用於公路運輸、5%用於航空運輸、2%用於鐵路運輸與水路運輸)。最後，運輸系統的改善雖然可增加土地的可及性，提高其使用價值，但是亦可能對都市發展有不良的影響。其中最顯著的如鐵路與高速公路的興建會阻隔路線兩邊社區的聯絡，破壞原有社區發展的完整性。隨著環境保護意識的普及，愈來愈多的民衆瞭解新建道路對都市發展或環境(自然環境或文化遺跡)的負面影響，故新建運輸系統都面臨用地取得困難或民意機構反對的問題。譬如台灣地區南部橫貫公路遲遲無法定案，即因原規劃路線將破壞一重要的文化古蹟，遭到民意反對。北宜高速公路坪林交流道的設置亦因可能影響生態環境，而受到廣泛討論，甚至在完工之後限制使用人數。



1.4 運輸業的特性

運輸業的特性可以從需求、供給與管制三方面加以探討。運輸需求最大的特性爲尖峰明顯，運輸供給則有公共使用、產銷單位不一致、不可儲存、資本密集與沉沒成本以及規模經濟等特性。而由於前述的特性，各國政府對於運輸業者的進入或退出市場、定價與服務水準皆有一定程度的管制。以下分別介紹運輸業的需求與供給特性，政府對於運輸產業的管制將於本書第十六章中說明。

運輸現代化

運輸業的特性

需求尖峰明顯

運輸服務不可儲存

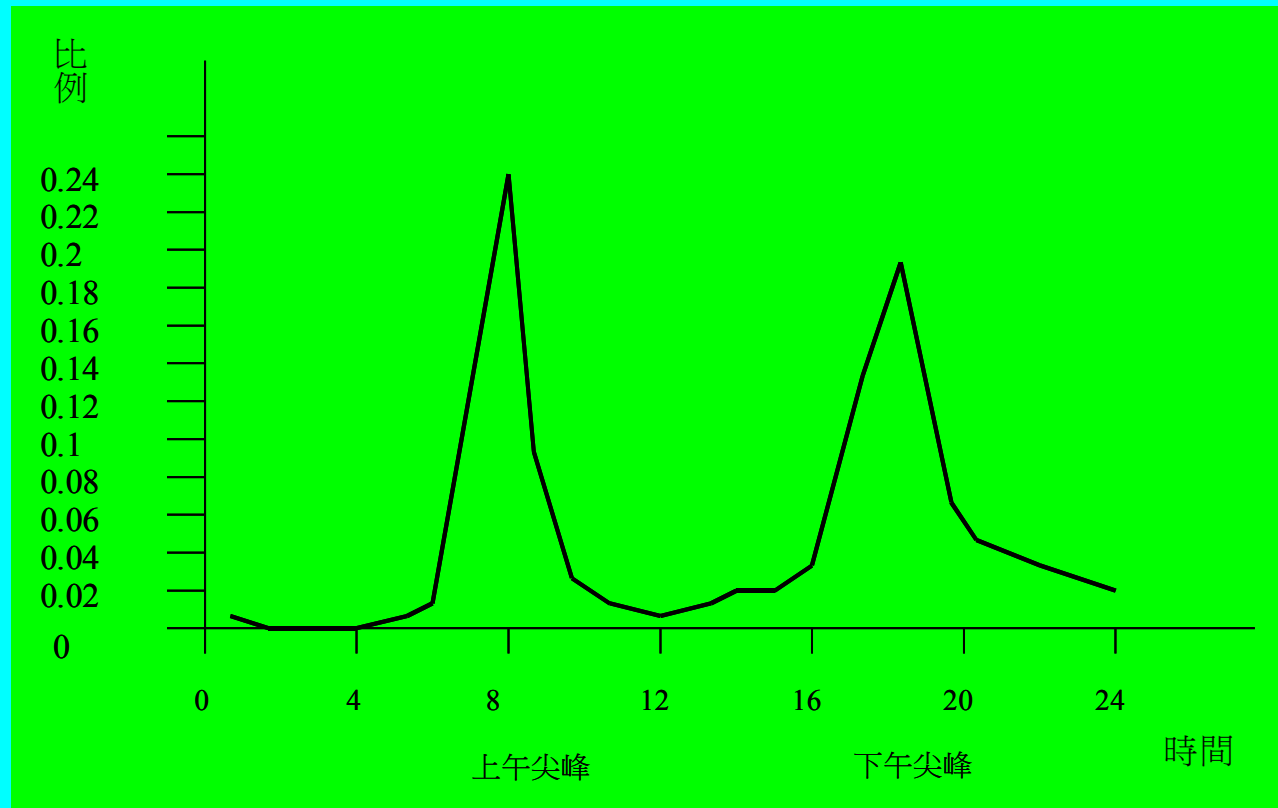
產銷單位不一致

運輸服務公共使用

資本密集與沉沒成本

規模經濟與高度管制性

運輸需求尖峰明顯





✈ 1.4.1 需求尖峰明顯

運輸服務的需求與其他產業相比，最大的特點在於運輸的需求尖峰極為明顯，尖峰的時段則因運輸系統與地點而異。通常都市運輸由於受通勤旅次的影響，每日有上午和下午兩個尖峰(如圖1-4所示)，部分地區亦出現中午尖峰，但其需求量不如上午尖峰時段。台灣地區由於社會文化的影響，在連續假日探親訪友的旅次量大增，加上旅遊人潮，亦經常在連續假日的第一天和最後一天產生需求尖峰。週休二日假期中週五晚上與週日下午以後台北松山機場、高雄小港機場與各主要火車站的壅塞現象，即為最明顯的例子。其他如觀光旅遊地點或國際航線的客貨運尖峰則有季節性(如圖1-5所示)，例如以航空客運而言，跨越北太平洋航線受旅遊的影響，夏季期間客運需求大增，而往美國的貨運則在聖誕節之前達到高峰。

此外，在同一時段內運輸需求的尖峰亦可能具有方向性，譬如海運的跨太平洋航線中由於亞洲國家大量的成品(如玩具、衣服與其他日常用品等)輸往美國，但是由美國輸入者以農產品居多，造成該航線西向東的貨櫃艙位難求，而東向西的貨櫃艙位極多，且回流者空櫃比率較高。以都市運輸而言，則在上午尖峰時段往市中心

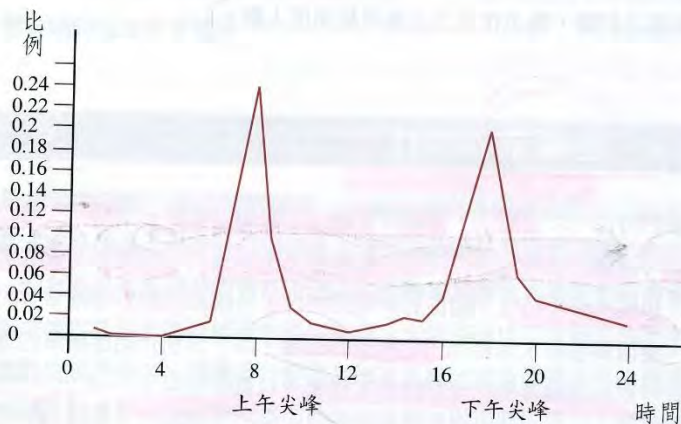


圖1-4 典型都會區運輸的每日尖峰

運輸需求尖峰明顯

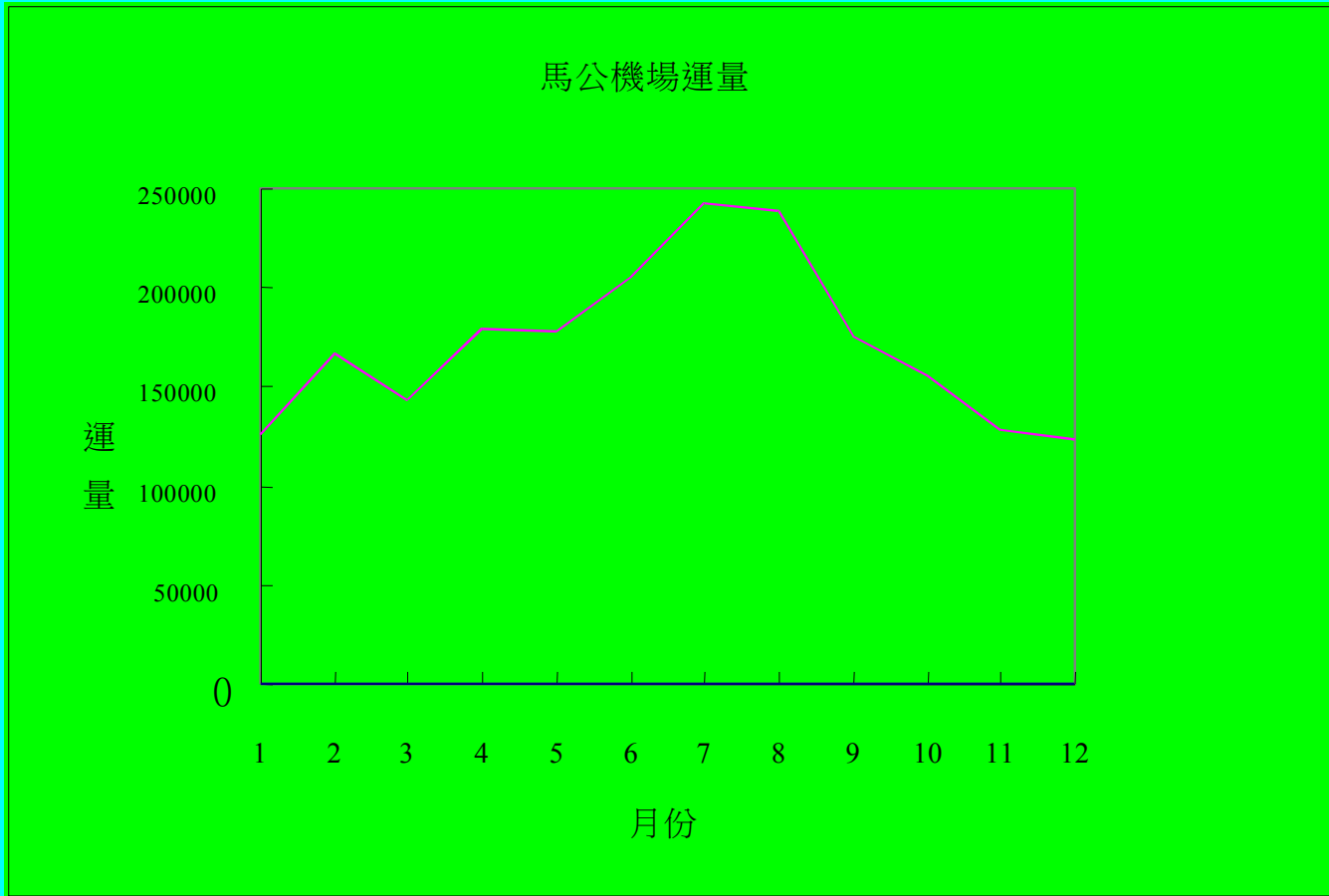




圖1-5 城際運輸的季節性尖峰

方向的道路擁擠較為明顯(台北近郊往市區的方向)，下午尖峰時段則往郊區(如台北市區往台北縣鄰近鄉鎮的方向)的交通較為擁擠。有趣的是，以都市交通而言，通常下午尖峰的持續時間較上午尖峰為長，但是上午的尖峰值較下午為高。讀者可以嘗試解釋產生此現象的原因。

✈ 1.4.2 運輸服務公共使用

運輸業所提供的服務具有公共使用的特性，即在運具內乘客或貨物未達運具容量，或運輸系統中運具未達系統容量之前，任何個人或貨物享有運輸服務時，皆不會影響他人或其他貨物享有相同的服務，即運輸服務的使用在容量許可下不具有排他性。一般產品則有排他性，如大雄食用某顆蘋果，則靜香即無法享有該蘋果。此外，由於運輸服務公共使用的特性，在固定排班的運輸業中，短期需求的降低僅減少極小部分的變動成本(如燃油)，對於固定成本與大部分的變動成本(如駕駛與運具維修)並無影響。譬如固定班次的運輸服務(如公路客運或定期班機)排班確定之後，



班次很少因為乘客多寡而改變。

此外，雖然在容量許可下運輸服務的享用不具有排他性，但對某一運具或運輸系統而言，使用者增加將使服務水準降低，其中又以客運服務最為明顯。譬如一輛公車座位25人、立位25人，共50人。在車上人數未超過25人前，每人都有座位，第26人至第50人雖然仍可搭乘該公車(不具排他性)，但並沒有座位，且隨著上車的人增加，公車會更為壅塞(crowd)。此種現象亦發生於運具對於運輸系統的使用，如車輛愈多，公路愈擁擠(congestion)，讀者可自行舉例。對於與私人運輸相近的公共運輸而言，則排他性較為明顯，譬如很多人都有在尖峰時間攔不到計程車的經驗，主要原因即為多數計程車皆已載有乘客，無法再提供他人服務。

✈ 1.4.3 產銷單位不一致

運輸業的成本與運具本身所提供的服務能量關係密切，成本的計算通常以運具所提供的容量為計算基準(如平均座位成本)，因此不論空車或滿載，成本幾乎是固定。運輸業的收入則根據運具乘載率而定，乘載率愈高收入愈多，在成本固定的情形下，承載率愈高亦代表獲利愈多。運輸業產出的單位一般以車公里或座位公里計算，而銷售的單位在客運部分為延人公里，貨運為延噸公里，顯示產出的計算單位和銷售單位並不相同。而一般產業產銷單位大多數一致，譬如電視生產廠商的產出與銷售皆以「台」為單位，生產成本的計算與銷售價格亦使用相同的單位。

✈ 1.4.4 運輸服務不可儲存

運輸供給的另一特性為產品(服務)不可儲存。一般有形商品的生產與銷售可以分開，淡季時產量高於需求量，則廠商可以存貨方式將商品儲存，以供應旺季時高於產量的需求。但運輸業則不同，運具營運時多餘的容量無法儲存以供需求量大時使用。由於運輸需求有明顯的尖峰與離峰(如前一節所述)，而運輸服務又無法儲存，造成離峰供給過多，尖峰供給不足，無法以存貨方式調節，這兩種特性同時存在是造成運輸系統壅塞或擁擠的主要原因。



1.4.5 資本密集與沉沒成本

在1.2節所說明的運輸六大要素(通路、場站、運具、組織、通訊設備與使用者)中，通路、場站與運具等投入要素屬於早期的資本(capital)投入，為運輸系統的基礎建設(infrastructure)，而屬於控制因素的組織與通訊設備則負責系統的營運與維護。基礎建設需要大量資本，譬如都市運輸中的重運量捷運系統(mass rapid transit, MRT)每公里造價在台灣地區已超過50億台幣(民國83年幣值)，台灣地區由台北到高雄長300多公里的高速鐵路造價超過4,000億台幣，大型客貨飛機的價格達1億美元以上，顯見運輸業是資本密集的產業。且由於多數生產要素投入運輸業之後其移轉性極低，例如高速公路興建之後，所投入的生產要素(如水泥、砂石、鋼筋與土地)即難改為供其他產業使用，因此運輸業基礎建設的剩餘價值極低，其成本屬於沉沒成本(sunk cost)。

一般而言，通路與場站由於生產要素無法移轉，故其沉沒成本的特性較為明顯，而運具則除了鐵路(軌道)運輸車輛的移轉性較差外，其餘公路、航空與海運運具的機會成本較高，較不具沉沒性。以資本密集程度而言，則以公路運輸業者所需的資本最低，譬如個人計程車業者只要租一部有牌照的計程車即可開始營運。有關運輸產業的成本，將於本書第十五章中詳細說明。

1.4.6 規模經濟與高度管制性

由於運輸業的初期資本投入極大，必須藉大量生產以降低其平均成本，故產業的規模必須大至一定程度才符合所謂規模經濟的特性。因此，一般政府對於運輸業者進入或退出市場、定價與所提供的服務水準等，皆有一定程度的管制。即使在高度資本主義的美國，其運輸業也不是完全競爭的產業。運輸事業由於經營環境形成自然的獨佔與寡佔，藉由某種程度的獨佔可以發揮規模經濟的效益，如早期長程公路客運的台灣汽車客運公司(民國90年7月1日成為民營的國光汽車客運公司，且面臨較多的競爭者，如統聯、建明、尊龍與阿囉哈等)與鐵路運輸的台灣鐵路管理局。

運輸系統的目標

安全

迅速準點

便利

舒適

經濟



1.5 運輸系統的目標

運輸系統最主要的目標為提供使用者客貨運輸服務，而由於經濟的高度成長，人類要求生活品質提高，因此基本的將人或物從起點運送至終點，已無法滿足使用者對運輸的要求。現代運輸系統所提供的服務，至少應達到安全、迅速準點、便利、舒適與經濟等目標。

1. 安全

安全是運輸業經營的首要目標，也是衡量運輸系統績效的主要因素，不安全的運輸系統可視為失敗的系統。運輸的安全包含對人員生命的保護與避免貨物在運送過程中受到損壞或遺失兩方面，其著眼點在於重視生命的可貴與減少貨物損壞所造成的經濟浪費。在保障人員與貨物安全上，運輸系統的設備應力求完善，且定期維修。對於負責營運的操作人員，更應嚴格訓練，以求營運安全。與運輸安全有關的課題是肇事與保險的研究，肇事率是衡量運輸系統安全性的主要指標，而保險與理賠則是旅客、貨主或經營業者對客貨安全風險的轉嫁與肇事之後的賠償。

2. 迅速準點

由於經濟的高度成長與生活品質提升，旅客與貨物的時間價值亦相對提高，且國際經貿與旅遊活動頻繁，更加深使用者對運輸服務品質的要求。迅速的運輸服務包含兩部分，第一為運具本身的運送速度，第二為人貨在場站或不同運具間的轉運速度。其中運送速度隨著科技的發達而提高，航空運輸早已超越音速，而高速鐵路的極速亦在每小時300公里以上。相對而言，現代運輸中「轉運」將成為運輸速度的瓶頸，尤其是國際貨物的通關時間與海陸或空陸的轉運速度將是一個國家運輸現代化的重要指標之一。對我國而言，亦是建設台灣成為全球運籌管理中心成敗的關鍵。

除了速度之外，準點亦是使用者衡量運輸系統服務水準的另一重要因素。準點即指系統的可靠度(reliability)，包含運具出發與抵達的準時等。一般研究皆發現，使用者在運具外等候的時間價值大於在運具內的時間價值，即旅客在等車時會比在

現代運輸的發展趨勢

- 高科技對運輸系統的影響運輸
- 運輸與供應鏈管理



些亦是提供良好的物流系統所必須具備的條件。

5. 經濟

運輸的發達與經濟成長息息相關，且運輸成本的高低直接影響運輸系統是否能創造地域效用(參考1.3.1節)。部分產業(如大型零售業)的運輸成本即佔總成本的30%以上，運輸實可視為其生產過程中的重要程序之一。此外，價廉的運輸服務亦可促進觀光旅遊，直接促進該地區的繁榮，充分發揮「無煙囪工業」的特色，間接提高人類的生活品質。譬如香港獨特的地理位置與其便捷的海空國際運輸，配合其財稅上的措施，使香港成為亞洲的購物天堂，亦使旅遊業成為香港地區的主要產業之一，對香港的經濟成長有極重要的貢獻。



1.6 現代運輸的發展趨勢



1.6.1 高科技對運輸系統的影響

高科技發展對於運輸系統的影響可分為兩方面說明。首先，從供給面而言，高科技的發展可以提升運輸系統的使用效率，並帶給使用者更為便利的使用環境。近年來各運輸業者提供的網路訂票服務，是科技帶給業者與使用者便利的最明顯例子。民國70年代，由於台灣地區連續假期期間城際運輸擁擠，造成旅行時間較可靠的軌道運輸受到旅客歡迎，台鐵車票一票難求，旅客經常為了排隊購買預售票而夜宿台北火車站；民國80年代後期台鐵實施網路預售票之後，雖然連續假日一票難求的情形依然存在(讀者可以解釋為什麼嗎?)，但是旅客已不用為了買預售票而夜宿火車站了。在貨運部分，應用通信與電腦科技所發展的自動貨物追蹤系統，使貨運業者與貨主皆可隨時掌握貨物的位置與收貨人簽收的時間，直接提升貨運系統的效率與方便性，間接可能提升貨主(企業)的生產力。

其次，從運輸系統的需求面而言，某些科技的應用可能改變原來的運輸行為。譬如視訊會議是通信與電腦科技結合的應用，而國際或城際間組織與人員的視訊會



議可能取代部分商務旅次。民國92年間由於亞洲地區SARS的影響，使得很多跨國企業取消商務旅行，而以視訊會議取代，即是明顯的例子。又如歐美常見(國內較不普及)的在家上班或通訊上班做法，因為在家上班當天不用到公司，故可能取代部分的通勤旅次。而手機的便利使用可能讓運具上的使用者在途中收到訊息，改變原來預定的行程，而增加或改變所謂的旅次鏈。

物流管理
供應鏈管理

1.6.2 運輸與供應鏈管理

根據美國物流管理協會(Council of Logistics Management)的定義，物流管理是透過規劃(planning)、執行(implementing)與控制(controlling)的程序，以符合效率(efficiency)與效益(effectiveness)的方式處理貨物、服務與相關資訊從起點到迄點之間的流通與儲存，達到滿足顧客需求的目的。換言之，物流管理的重點在於與單一公司的貨物、資訊與相關流通活動的協調。供應鏈管理則指較廣泛的公司之間的貨物、資訊、財務與流通活動的協調。「運籌」的意義則與物流相同，都是英文logistics的翻譯名詞，兩者僅為中文譯名的不同。由前述的定義可看出供應鏈管理的範圍較物流管理廣泛，而兩者間的差異有以下兩點：

1. 物流管理較偏重於從單一公司的觀點來思考物流體系的規劃、執行與控制，供應鏈管理則從整個供應鏈的觀點出發。
2. 供應鏈管理比物流管理更注重資訊流與資金流的傳遞，許多物流系統處理單一公司的範圍，並無資金的流動。

為了滿足顧客的需求與組織的目標，物流管理系統整合了接受訂貨、運輸排程、倉儲配置、存貨控制與產品包裝等活動，其中又以運輸、倉儲與存貨三者為物流管理中最重要之決策。供應鏈管理則整合了供應鏈各相關組織間的貨物(包含原料、半成品與產品)、資訊與資金三種流動，以達到顧客滿意度最大與供應鏈成本最小的目標。

供應鏈管理整合了供應鏈各相關組織間的貨物、資訊與資金三種流動，以達到



運輸學

降低供應鏈總成本與及時回應的兩大目標。要達成這兩目標必須依賴完善且經濟的運輸系統與通訊系統，其中運輸系統影響貨物的運送，通訊系統影響現代資訊與資金的流動。因此運輸系統與通訊系統兩者可視為發展有效率供應鏈系統的基礎設施 (infrastructure)，即前兩個系統的健全為供應鏈系統成功的關鍵。而運輸產業與通訊 (電信) 產業管制的解除對運輸服務與通訊服務有兩個層面的影響，即服務的價格降低與服務品質的提升。這雙重效果可以從近年台灣地區蓬勃發展的宅配業者與持續降低的通訊費用得到驗證，而這兩個基礎服務的價格與品質正是供應鏈系統成功的關鍵。

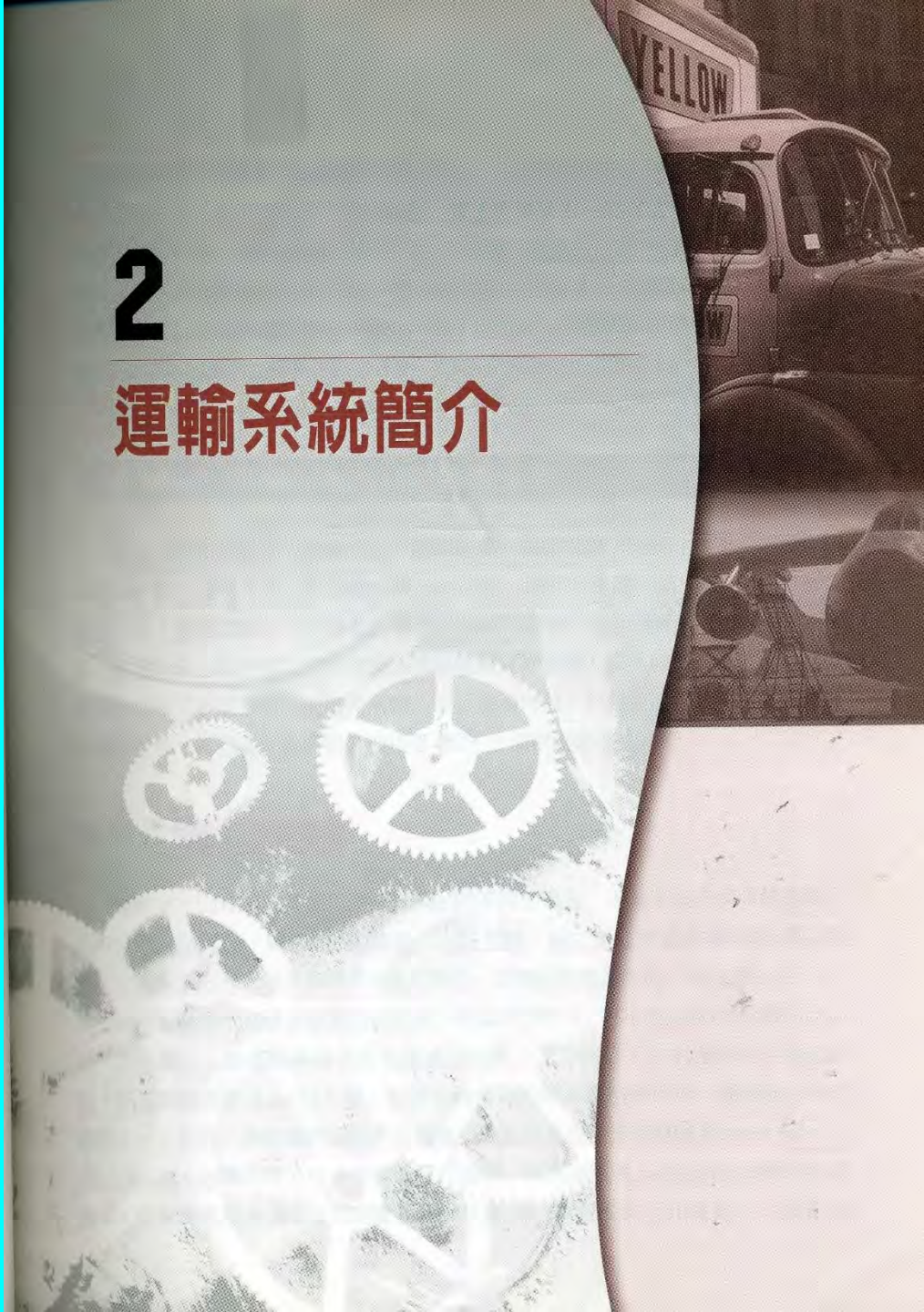


運輸學研究與練習

1. 請簡單說明運輸需求與其他經濟產品(如橘子)需求的不同點。
2. 請列舉兩個運輸業最重要的特性，這兩個特性是造成運輸系統尖峰時間擁擠的主要原因。
3. 請簡單說明為何我們可以將「使用者」列為運輸的要素之一。
4. 請解釋各類運輸旅次，並各舉一例。
5. 請說明都會區運輸尖峰發生的時間與產生的原因。
6. 運輸的構成要素可分哪5個次系統？
7. 請舉例說明運輸的地域與時間效用。
8. 請從運輸的觀點解釋小客車與水上摩托車的差異。
9. 請簡要說明為何運輸需求為間接需求。

2

運輸系統簡介



運輸系統簡介

第二章 運輸系統簡介

- 2.1 運輸系統的範圍與分類
- 2.2 各種運輸系統分類的相互關係
- 2.3 各種運輸系統的特性
- 2.4 複合運輸系統
- 2.5 智慧型運輸系統

運輸系統的範圍與分類

- 按運輸方式分類
- 按運輸地域分類
- 按載運對象分類
- 按服務性質分類
- 按扮演角色分類

運輸系統包含提供運輸服務以滿足使用者活動目的的有形硬體設施與無形組織或法規，及使用運輸服務的旅客、貨主或受貨人。換言之，運輸系統的範圍即為本書第一章所指的運輸的6個要素。本章簡介運輸系統的內容，首先在2.1節中介紹運輸系統的範圍與分類方法，接著在2.2節中探討各種分類間的相互關係，2.3節說明各種運輸次系統的特性。此外，為了反應近年來運輸系統發展的新趨勢，本章亦在2.4節介紹複合運輸系統的概念，2.5節介紹智慧型運輸系統。

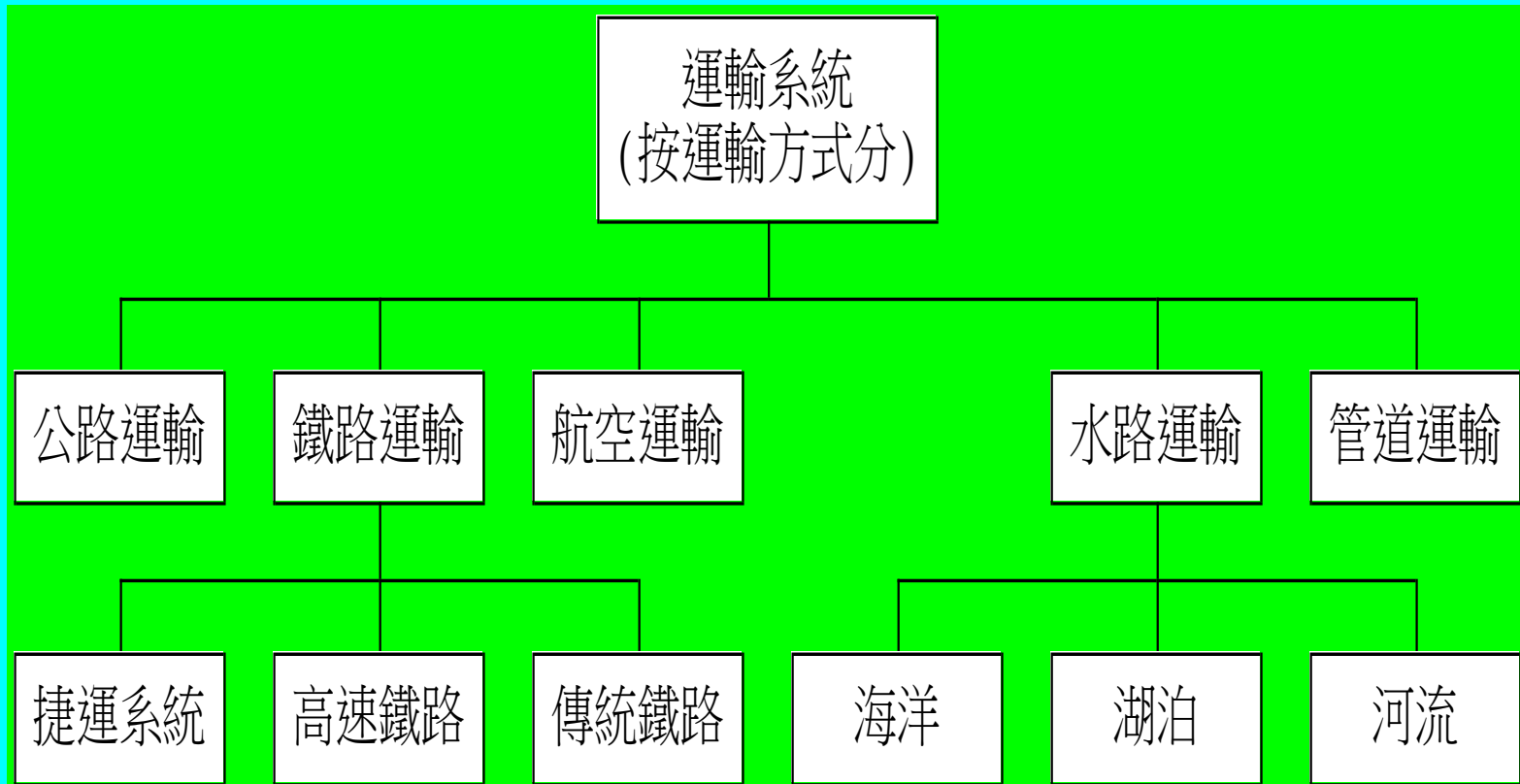
2.1 運輸系統的範圍與分類

運輸系統的分類可依運輸方式、運輸地域、載運對象、服務性質與扮演角色加以劃分。依「運輸方式」將運輸系統分為公路、鐵路、水路、航空與管道等5個次系統，依「運輸地域」可將運輸的範圍分為國際運輸、城際運輸與都市運輸3類，依「載運對象」將運輸的領域分為旅客運輸與貨物運輸，依「服務性質」可將運輸服務分為非受雇服務與受雇服務兩類，依「扮演角色」則將與運輸系統相關的族群分為使用者、經營者、政府與非使用者4類。分別敘述如下：

2.1.1 按運輸方式分類

運輸方式的分類按其使用運具(mode)的不同而區分，運輸系統的範圍依運輸方式可分為公路運輸、鐵路(軌道)運輸、水路運輸、航空運輸與管道運輸等5個次系統，一般所稱的五大運具即指此5個次系統。運輸系統按運具的分類如圖2-1所示。其中公路運輸為所有讀者最熟悉的系統，例如我們住家門口的巷道即為公路的一部分。其他屬於公路運輸系統者尚有高速公路與快速公路等。軌道運輸包含傳統鐵路、高速鐵路與捷運系統3大類。目前台鐵營運的環島鐵路網為國人較熟悉的傳統鐵路之一。此外，傳統鐵路系統亦包含盛行於歐洲與香港的有軌電車(street car)，如圖2-2與2-3)。台灣高鐵公司正積極興建我國第一條高速鐵路，原計畫於民國92年底通車，經兩次延期後通車日期定於民國95年底(第一次延至94年10月底)。台北都會

運輸系統按運輸方式分類



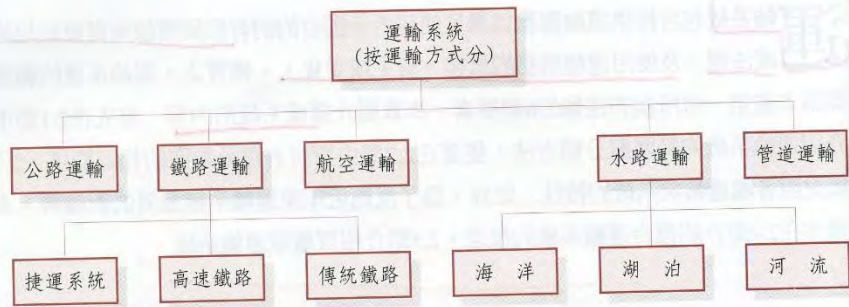


圖2-1 運輸系統按運輸方式分類



圖2-2 法國史特拉斯堡有軌電車(作者攝於當地)



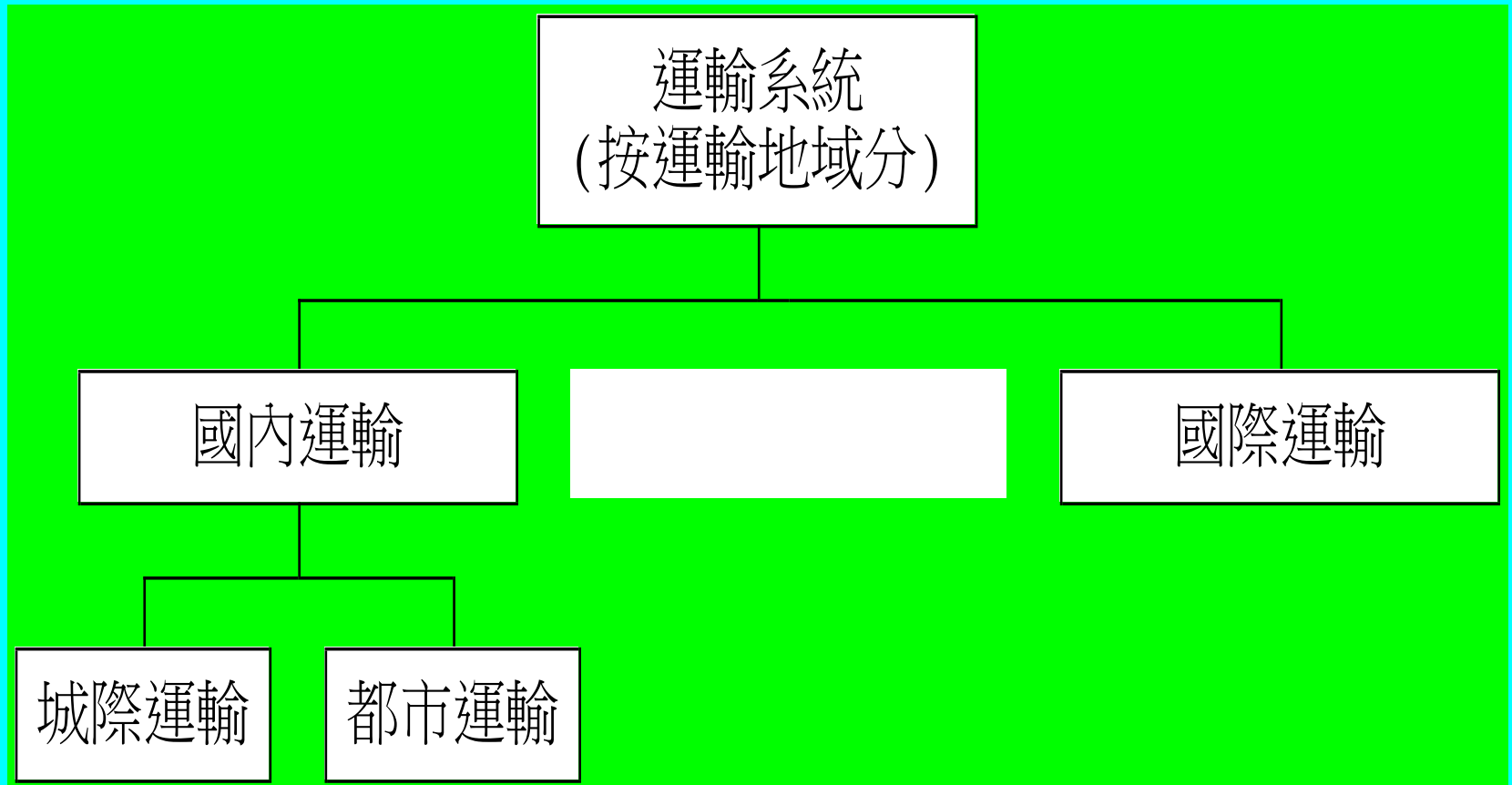
圖2-3 香港雙層有軌電車(作者攝於當地)

區捷運系統的初期路網已完成，目前正進行後續路網的建設，而高雄的捷運系統亦正在興建之中。水路運輸亦可細分為河流運輸、湖泊運輸與海洋運輸3類，台灣地區由於地形的關係，內河運輸與湖泊運輸極少，而以海運最為發達。管道運輸的範圍亦廣，大者如輸送原油或燃油的油管，小至家庭用的自來水管與瓦斯管等。五大運輸次系統各有其特性，將於2.3節中詳細說明。

✈ 2.1.2 按運輸地域分類

運輸地域是指運輸旅次起迄點所跨的範圍。依運輸地域可將運輸的範疇分為國際運輸與國內運輸，其中國內運輸又可分為城際運輸與都市(都會區)運輸兩類，如

運輸系統按運輸地域分類



運輸系統按運輸地域分類特性

運輸分類	尖峰發生時間	產生尖峰主要原因
國際運輸	季節性	遊憩休閒或商務旅次
國內城際運輸	季節性	訪友探親或遊憩休閒旅次
都會區運輸	工作日上下午	通勤(工作、上學)旅次



圖2-4 運輸系統按運輸地域分類

圖2-4所示。將運輸系統分為國際運輸、城際運輸與都市運輸的意義在於其運輸問題發生的時間與發生的原因皆不相同，且各有其特性。如表2-1所示，都市運輸的尖峰發生於每日上下午，且造成擁擠的旅次以通勤(工作、上學)旅次為主。國內城際運輸有季節性，且其旅次目的以訪友探親或遊憩休閒為主。國際運輸的尖峰亦有季節性，產生尖峰的主要原因為遊憩休閒或商務旅次。此外，國際運輸有簽證與通關的問題，較為特殊。

不同運輸地域的問題特性將影響運輸管理策略的內容。譬如許多國家或地區對於都會區中私人運具的使用管制較為嚴格，如新加坡、英國倫敦與韓國首爾皆對進入市中心區的小客車使用者收取額外的擁擠費用。但是各國對於城際運輸中私人運具的使用較少管制，僅能宣導旅客多使用公共運輸。主要的原因在於都會區的通勤

表2-1 各運輸次系統(按地域分)特性

運輸分類	尖峰發生時間	產生尖峰主要原因
國際運輸	季節性	遊憩休閒或商務旅次
國內城際運輸	季節性	訪友探親或遊憩休閒旅次
都會區運輸	工作日上下午	通勤(工作、上學)旅次

運輸系統按載運對象分類

- 客運
- 貨運



旅次目的以下班(學)為主，通常以個人為行動單位，且僅攜帶隨身物品，使用公共運具帶來的不方便程度較低。而城際運輸的訪友探親或遊憩休閒旅次通常以家庭或團體為行動單位，且攜帶的行李較多，使用公共運具較為不便。我國對於高速公路高承載的管制措施亦只有在每年少數的特定假日實施，即考慮到前述原因，以減少實施的阻力。

2.1.3 按載運對象分類

依運輸系統載運對象的不同，可將其分為旅客(passenger)運輸與貨物(cargo)運輸，旅客運輸簡稱客運，而貨物運輸簡稱貨運。旅客運輸與貨物運輸的特性將分別於本書的第四章與第五章中介紹。

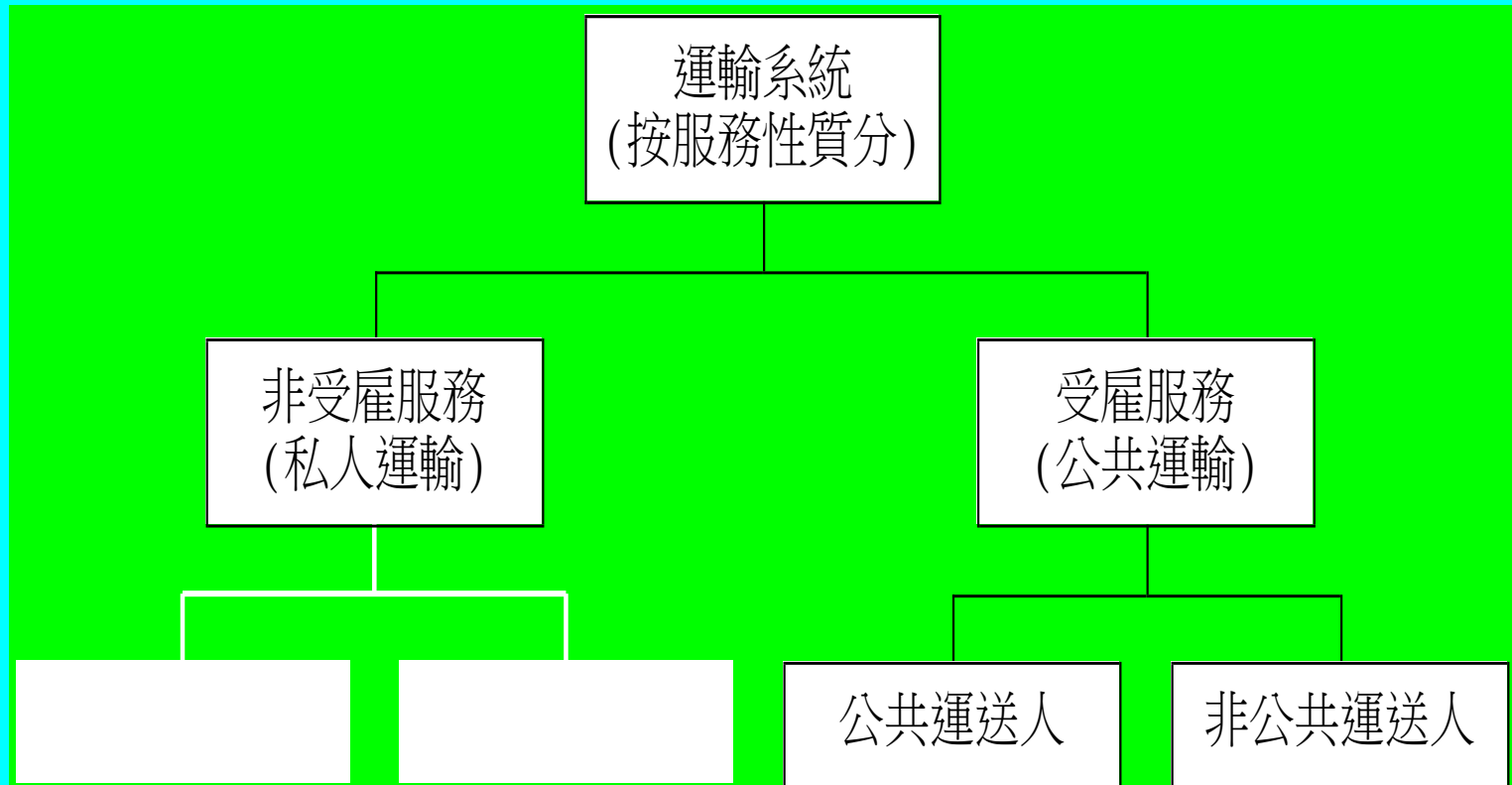
2.1.4 按服務性質分類

根據運輸服務的性質，可將其分為非受雇服務(not-for-hire service)與受雇服務(for-hire service)兩類，前者由私人運輸(private transportation)提供，後者由公共運輸(public transportation)提供。屬於私人運輸者如自用的小客車、機車、自用貨車與私



圖2-5 運輸系統按服務性質分類

運輸系統按服務性質分類





人飛機或遊艇等。公共運輸則如計程車、公車、捷運系統、公路客運、客輪與航空客貨運輸服務等。

公共運輸又可根據其特性分為公共運送人(common carrier)與非公共運送人(contract carrier)兩類，計程車、租賃小客車、遊覽車、空運包機與海運不定航服務屬於非公共運送人，通常沒有固定的路線與班次。公共運送人提供的服務一般而言皆有固定路線與班次，譬如市區公車、大眾捷運系統、公路客運、空運定期班機與海運定期航服務或客輪等。運輸系統按服務性質的分類如圖2-5所示。

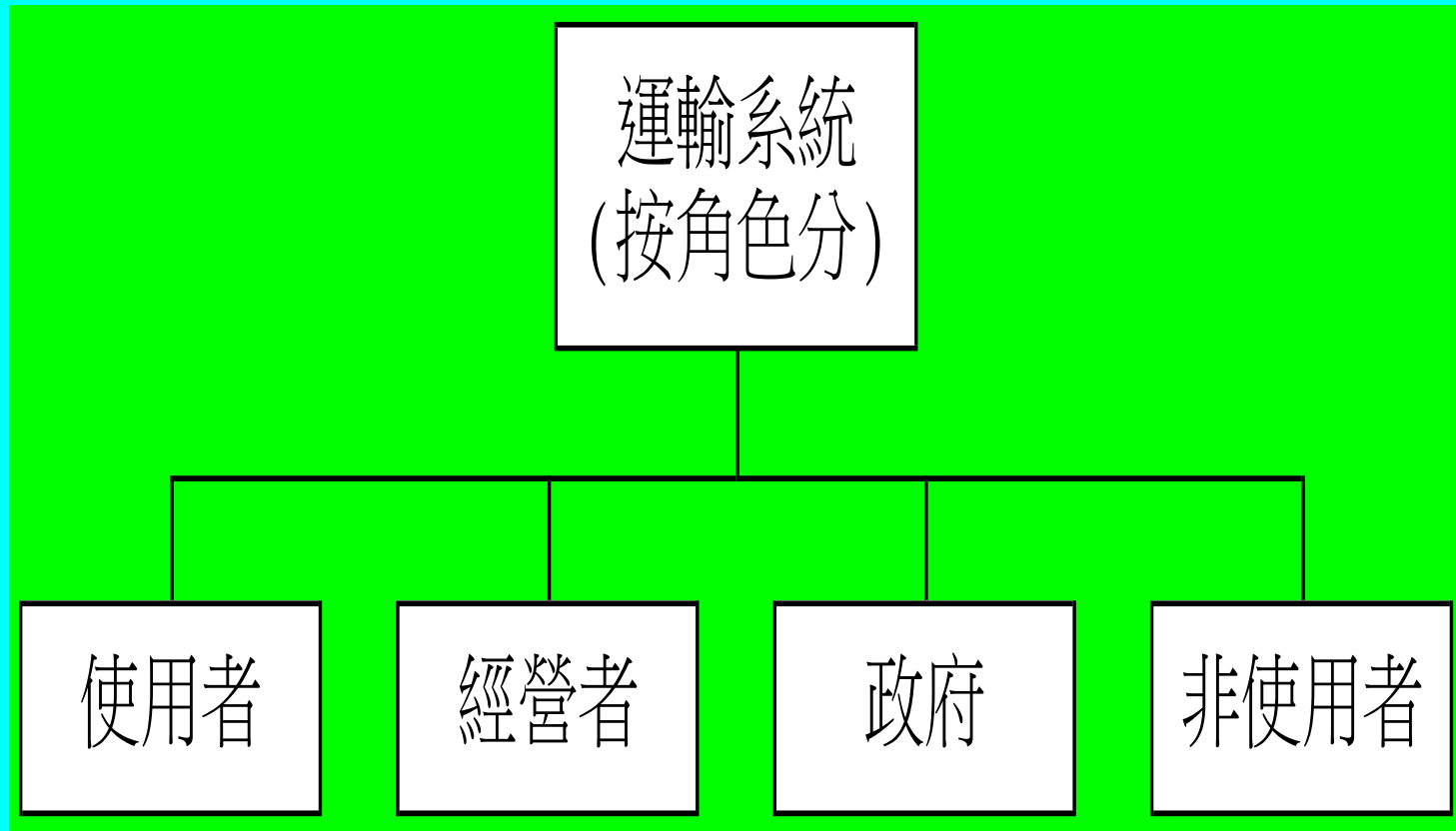
2.1.5 按角色分類

依扮演的角色不同，可將與運輸系統有關者分為使用者、經營者、政府與非使用者4個族群。使用者為運輸系統的服務對象，客運的使用者為旅客本身，與貨運相關的使用者則包含貨主(託運人)與收貨人。運輸系統的經營者則為各種運輸方式客貨運輸服務的提供者，如台灣省鐵路管理局、國光汽車客運公司、長榮海運與中華航空公司等。政府則為主要運輸系統基礎建設的提供者與法規的制訂者。非使用者泛指未使用運輸系統而受到運輸系統影響者，如機場附近居民受到噪音的負面影響或捷運車站附近的業者享受到土地增值與顧客增多的好處。運輸系統按角色的分類如圖2-6所示。

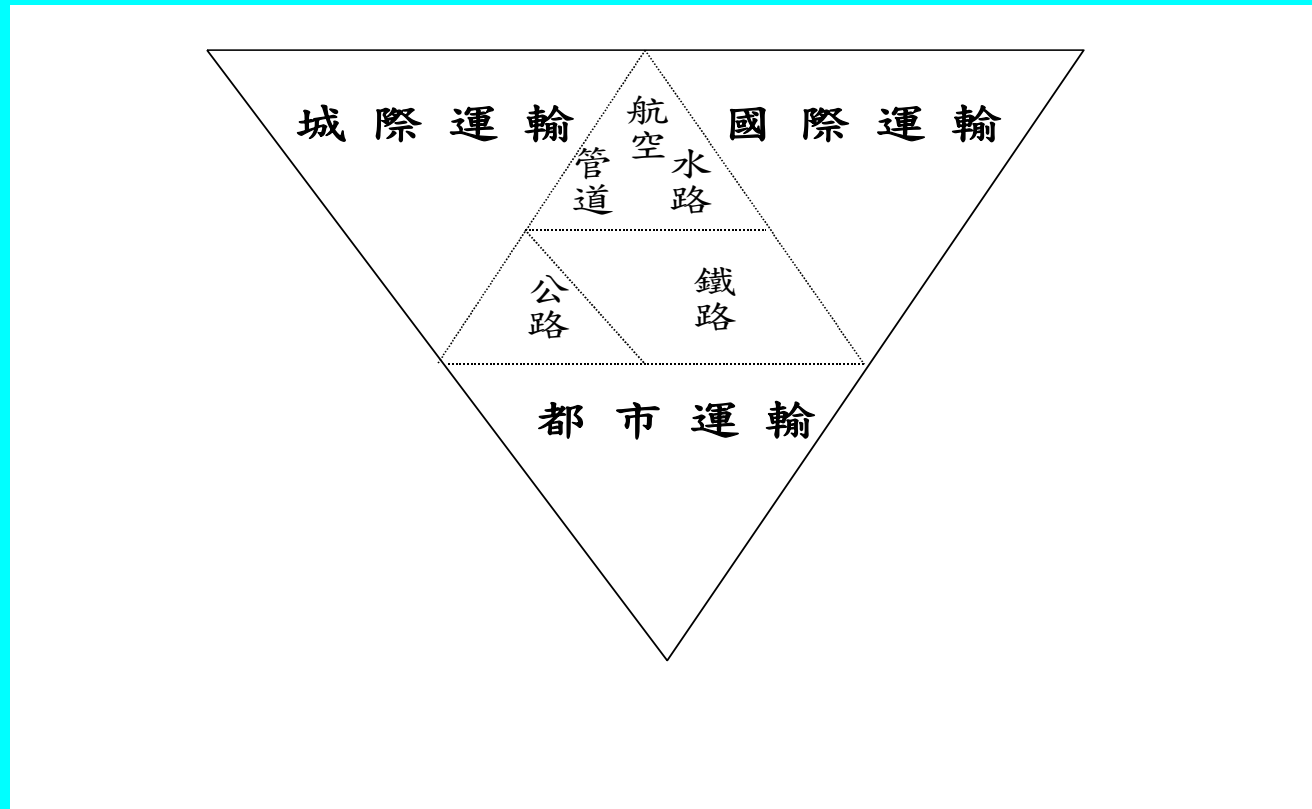


圖2-6 運輸系統按角色分類

運輸系統按扮演角色分類



各種運輸系統分類的相互關係





2.2 各種運輸系統分類的相互關係

圖2-7表示各運輸系統間的相互關係。如圖所示，運輸服務由三個互相重疊的次系統(以平行四邊形表示)所組成，即國際運輸、城際運輸與都市運輸。三個平行四邊形重疊的三角形代表三個次系統間的聯結與五大運具間的轉運，即通稱的複合運輸(intermodal transportation)。

一般而言，按運輸地域區分的3個系統(國際、城際與都市)皆可使用公路、鐵路、水路、航空與管道等5種運輸方式，但是各運輸方式所佔的比重不同。都市運輸以公路與鐵路(傳統鐵路或捷運系統)為主，但亦以其他方式提供少量的運輸服務，例如台灣地區的家庭用瓦斯已漸由「管道」輸送取代傳統使用公路的「瓦斯筒」運送方式。在日趨擁擠的都會區中，直昇機則提供救難與醫療等公共服務或極少部分的私人運輸服務。城際運輸在美國以公路或航空運輸為主，在歐洲或我國則鐵路運輸仍佔一定的比重。此外，管道與水路運輸亦提供部分的城際貨運服務。國際間



圖2-7 各運輸系統分類的相互關係



的客貨運一般以航空與水路運輸為主，在歐洲大陸則公路與鐵路仍佔一定的比重。以5種運輸方式與3個運輸地域次系統間的關係而言，則公路以服務城際運輸與都市運輸為主，航空運輸以服務城際或國際間的客貨運為主，水路運輸則以承攬國際貨運為主，管道運輸主要為提供城際或國際間的貨物運輸，鐵路運輸(含捷運系統與高速鐵路)則在都市運輸、城際運輸與國際運輸中皆佔一定的比重。



2.3 各種運輸系統的特性

本章2.1節中說明整體運輸系統所涵蓋的範圍，2.2節藉由對運輸地域與運輸方式兩種不同分類的介紹，探討不同分類間的關聯。討論中顯示各運輸方式皆有特別適用的運輸地域，原因在於各運輸系統皆有其獨特性，彼此無法完全取代。以下各小節即針對五大運輸方式的特性加以說明，藉由瞭解各運輸方式的優缺點，運輸規劃或管理者可整合各運具的特性，規劃與設計更完善的運輸系統。

✈ 2.3.1 公路運輸

1. 公路運輸的特性

公路運輸有以下的特性：

(1) 車路分離

公路運輸系統中公路的建造單位通常與運輸業經營者不同，一般皆以公共部門的預算興建與維護公路，僅有部分國家(如美國)的少數公路由私人企業建設與營運，即所謂的民營化(privatization)而公路運輸業者則公營與民營皆有。譬如台灣地區的長途汽車客運目前皆為民營，市區公車正逐漸由公營轉為民營，美國的灰狗(greyhound)巴士公司則具公營的色彩。此外，汽車行駛不受軌道的限制，只要一般道路可及的地方皆可到達，故公路運輸的服務範圍最廣，可提供「面」的服務。



(2) 運輸業者進出市場容易

由於公路運輸「車路分離」的特性，且公路的興建與維修多數由公共部門負責，一般客貨運輸業者只要具備運具、場站與組織等運輸要素，即可進入運輸產業市場，若不願意繼續經營，亦可退出，所投入資源的移轉並不困難。台灣地區甚至有個人計程車將其營業車當作私人自用小客車使用，足見其資源移轉的容易性。又如部分固定班次的長途客運或市區公車業者，以公路旁的簡易候車亭或站牌做為其上下乘客的「場站」，目前台北市很多快遞業者或物流業者亦使用人行空間與巷道做為其理貨與調車場，顯示業者進入市場的門檻極低。由此可見，1.4.5節所討論的沉沒成本的特性對我國的公路運輸業者而言並不明顯。

對業者進出市場影響最大的除了業者的意願之外，即為各國的法規，由於部分以定期班次營運的運輸業者所提供的運輸服務具有公共使用的特性，一般政府除了管制業者進入市場之外，亦管制其退出市場，即必須透過申請，在主管單位核准之後業者才能結束原有的服務。與其他運輸系統相比，公路運輸業者的管制較少。有關運輸業的管制，本書將於第十六章中詳細說明。

2. 公路運輸的優點

公路運輸具有以下優點：

(1) 可及性高

現代公路運輸以汽車為主，汽車大多以單一車輛為單位行駛，不像火車以加掛列車方式，故汽車使用較為方便，有公路的地方即可行駛，且由於單一車輛行駛，停車極為便利。公路的鋪設以服務「面」的範圍為目標，配合使用簡易的汽車，使公路運輸成為各種運輸系統中可及性最高者。尤其台灣地區的機車數已超過1,000萬部，小客車數亦超過400萬部，除部分高山地區外，幾乎隨處可見汽機車的使用。

(2) 短程運輸速度快

公路運輸可提供戶對戶的服務，且汽機車的停靠起動極為便利，上下乘客或裝卸貨物皆非常迅速，故與其他運輸系統相較，公路運輸可節省轉運次



數與時間，對短程客貨運而言，佔極大優勢。有趣的是，在土地使用密度高與交通擁擠的都會區，機車與腳踏車常被用來做為最後將貨物送達家戶的運具；譬如美國紐約市街頭常可看到奔馳而過的腳踏車在傳送快遞文件，機車為台灣地區最便利的被薩宅配運具。

(3)受地形限制小

汽車的使用以單一車輛為主，故公路的定線除高速公路外，受坡度或曲率半徑的限制較小。即以高速公路的設計規範而言，其標準皆較鐵路為低。因此，與鐵路相較，公路的線型設計受地形的限制較小。

3. 公路運輸的缺點

公路運輸具有以下缺點：

(1)運量小

汽車的載運量較其他運具小，以客運而言，大型客車的載客數多在50人以下，遠小於整列火車或大型飛機。以貨運而言，大型全聯結車的總重亦不過數十噸，無法與輪船或火車相提並論，故較不適合以汽車載運大宗貨物或大量旅客。

(2)能源使用效率低

由於公路運具的運量小，載運單位重量貨物或每位乘客行駛單位距離所使用的燃油較多。換言之，公路運輸的能源使用效率較低。

(3)肇事率較高

公路運輸的車種繁多，各種車輛的操作性能皆不相同。公路系統車路分離，不循一定軌道，且除高速公路外，無專用路權，平面道路交織，僅以各項交通管制設施控制(如紅綠燈)，極易產生衝突點。此外，部分公路路段無法做到人車分離，車輛行人混雜，亦容易肇事。因此以肇事比例而言，各種運輸系統中以公路運輸最高。由於我國機車普及率極高，而機車又是公路運輸中對駕駛與乘客保護最少的運具之一，肇事發生死亡或重傷的比率較高，值得國人特別研究。近年受到社會重視的砂石車與機車肇事的死亡率極高，即為明顯的例子。

2.3.2 鐵路運輸

1. 鐵路運輸的特性

鐵路運輸具有以下特性：

(1) 車軌一體

鐵路運輸與其他運輸系統相比，最大的特點為車軌一體。鐵路車輛必須行駛於固定的軌道上，故屬於軌道運輸的一種。此外，我國鐵路路線設施的維修、車輛的購買與維護與客貨運的經營等皆由同一單位負責(即台灣鐵路管理局)，即運輸要素中的通道與運具屬同一組織，亦為一大特性。本文所指的車軌一體為鐵路運輸的機械特性，而鐵路運輸業的經營則並不限於目前台灣地區車軌同由台灣鐵路管理局負責的方式。未來亦有可能鐵路路權為某單位(政府部門或私人企業)所有，而將路線的經營權開放給數家不同的公司。

(2) 列車編組

由於鐵路運輸車軌一體的特性，且其牽引動力極大，因此鐵路列車一般皆以編組的方式營運。例如我國台鐵的列車編組在10節車廂以上，台北都會區捷運系統中木柵線以4節車廂編組，淡水線以6節車廂編組。台灣高鐵公司的列車為12節車廂所編成，其中1節為商務車廂，其餘11節為標準車廂。

(3) 運輸業者進出市場困難

由於目前台灣地區的鐵路運輸業者必須負責路線設施的維護與車輛的購買與維修，甚至必須負擔部分或全部的路權的取得成本與鐵路建造費用，投入金額龐大，故鐵路運輸業者進入市場不易。且鐵路運輸以服務「幹線或簡單路網」為主，其服務地區與選線有一定的範圍，又因鐵路運輸車軌一體的特性，單一路權不易有多個經營者。目前台灣地區的環島鐵路系統由台灣鐵路管理局獨佔，未來可能開放其他業者以租用路權的方式經營，但家數可能極為有限。又如台灣地區高速鐵路的興建計畫僅有兩個集團參與投標，而政府允許得標的台灣高鐵公司獨佔經營，且其總建設費用超過4,000億台幣，亦可見其進入市場的門檻極高。



除了進入市場門檻高外，鐵路運輸業者所持有的固定設施(如路線上的設備與場站)與運具，移轉不易，其投入資金多屬於沉沒成本(即機會成本極低)，故業者不易退出市場。

2. 鐵路運輸的優點

鐵路運輸具有以下優點：

(1) 運量大

由於鐵路運輸車軌一體與機車動力大的特性，客貨運量遠大於公路運輸。譬如我國台鐵客運每列車最多可掛15節車廂(受月台長度的限制)，每車廂座位數以50人計，即可提供750人以上的載運量。以貨運而言，美國鐵路貨運列車可達100節以上，且每節可放置2個貨櫃(double stack)，運量亦為公路運輸所不及。

(2) 長程運輸成本低

鐵路運輸的轉運與可及性皆不如公路運輸，短程運輸的時間與運費成本較大。但是由於鐵路的客貨運量大，且固定成本極高，符合平均成本遞減原則，故旅次愈長單位運量的平均成本愈低。

(3) 肇事率較低

鐵路運輸的路權專有，且車種單純，行車一般有自動號誌加以控制，故肇事率較公路運輸為低。尤其台灣地區地狹人稠，台鐵在台北都會區已實施地下化，且未來在各大都會區亦將完成地下化工程，其他重要平交道亦以立體化處理，更可減少肇事，增進行車安全。以高速鐵路而言，日本高鐵路營運30多年，至今仍維持零肇事的紀錄。法國高鐵路營運超過20年，亦僅有輕微的事故紀錄，尚未有人員死亡的肇事。德國高鐵路從西元1991年開始商業運轉至今，僅有一次造成人員死亡的肇事紀錄(發生於1998年6月3日，造成102人死亡)，皆顯示軌道運輸的高安全性。

(4) 行車速度均勻

鐵路運輸一般以列車編組營運，且車軌一體，因此鐵路對於路基的修築與枕木的鋪設所訂的標準極高。此外，由於鐵路運輸擁有專用軌道，車輛行



駛速度可依計畫事先決定，不易受干擾，故行車速度較公路運輸均勻，可提供較舒適的客運環境，並減少貨運過程中貨物的損壞。

3. 鐵路運輸的缺點

鐵路運輸具有以下缺點：

(1) 可及性低

由於鐵路運輸以軌道為基礎，且具有前述車軌一體與列車編組營運的特性，路網無法過於密集，故其以「線」的服務為主，無法如公路運輸提供「面」的服務，可及性較低。此外，鐵路運輸的轉運較公路運輸花費時間，亦為其缺點。因此鐵路運輸必須與其他系統(通常為公路運輸)結合，才能提高服務的範圍，台鐵各主要車站附近都是公車或客運的總站，即是明顯的例子。近年台北都會區捷運系統通車後，亦積極尋求與公車整合，以加大服務地區。

(2) 受地形限制大

由於鐵路運輸編組營運與車軌一體的特性，鐵路選線所受地形的限制較大，其坡度與曲率半徑的設計標準皆比公路高。以台灣地區為例，台鐵傳統鐵路選線的坡度上限僅為1.2%，即以高速鐵路的爬坡上限2.5%而言，仍較公路容許6%以上的坡度為低。

(3) 保養不易

鐵路運輸對於路線的路基、枕木與軌道等的標準要求極高，且由於車軌一體的特性，只要路線任何點的設施稍有瑕疵，極易影響行車安全。鐵路運輸業者平時必須有完善的保養與維修計畫，對於編組列車、控制號誌與軌道平穩等要項詳細檢查，故保養不易。民國93年底到95年3月間，南迴鐵路軌道被人為破壞達6次，即為鐵路設備維護不易的明顯案例。



2.3.3 水路運輸

1. 水路運輸的特性

水路運輸具有以下特性：

(1) 無固定通道

水路運輸以河流、湖泊或海洋為通道，船舶僅須依照特定人為虛擬的航道航行，不像公路運輸或鐵路運輸必須特別興建公路或鐵路以做為運具的通道。水路運輸所需最基本的建設為港埠、碼頭與船舶，即為六大運輸要素中的場站與運具。惟船舶多航行於汪洋大海，所需的通訊設備將較公路運輸與鐵路運輸涵蓋的範圍為大。

(2) 國際競爭激烈

國際貨運大多以海運為主，佔總運量的90%以上。隨著跨國貿易量的增加，各國間的貨運量亦急速上升，海運在全球經濟成長所扮演的角色益形重要。但是由於海洋運輸無需一定的通道，船舶航行於公海不受限制，且各國港口眾多，皆以成為世界性或區域性轉運中心為目標，故國際競爭非常激烈。在我國發展台灣為亞太營運中心(Regional Operations Center, ROC)的計畫中，亦包含「亞太海運轉運中心」一項。

2. 水路運輸的優點

水路運輸具有以下優點：

(1) 不受河川或海洋阻隔

水路運輸以水體為通道，不受河川或海洋所阻隔，不若公路運輸或鐵路運輸須築橋過河，且無法橫越海洋。

(2) 運量大

水路運輸的客貨運量是所有運輸系統中最大者，以客運而言，豪華郵輪(如鐵達尼號)的載運量可達數千人。以貨運而言，一般船舶為數萬噸，最大可達數十萬噸以上，載運的貨櫃可達8,000個標準貨櫃單位(TEU)以上，自為鐵路運輸所不及。即使是航空運輸的運量，亦較水路運輸的運具為小。



西元2006年4月正式投入使用的郵輪海洋自由號可搭載5,740名乘客、船員與服務人員(乘客4,300名)，為運量最大的客船。

(3) 續航力大

水路運輸的船舶可攜帶足夠的燃料與生活必需品，航行達數天甚至數月以上，無須靠港補給，續航力之大，為其他運具所不及。故其航程可達世界各港，進行貨物轉運。

(4) 運輸成本低廉

由於水路運輸的運量極大，且以水體為通道，在正常速度之下磨擦自較鐵路運具為小，故能源使用效率較高。此外，水路運輸的通道為天然水體，運輸業者無須投資建造，沒有通道的初期投入成本，故運費低廉。水路運輸單位運量的運輸成本為所有運輸系統中最低者。

3. 水路運輸的缺點

水路運輸具有以下缺點：

(1) 可及性低

水路運輸的船舶僅能停靠設有碼頭的港埠，其可及性受限於港口的區位，故水路運輸只能提供「點對點」的服務，可及性較低。

(2) 速度較慢

由於水路運輸所使用的船舶載運量多，體積龐大，為了節省燃料，皆以較低速的定速航行。在所有運輸系統中，屬速度較慢者。譬如以現代化的貨櫃船而言，其航行速度亦僅有每小時20哩(約等於40公里)，無法與鐵路運輸相提並論。故水路運輸較適於體積大但價值較低的貨物。用於客運的水翼船船速較快，可達每小時80公里，但是其載客運量較小，僅百餘人，通常用於較短程的運輸。日本神戶港至大阪關西機場的海空聯運服務，即由水翼船所提供(該服務於西元2002年2月7日停駛)。

(3) 受天候影響大

船舶於河川或海洋中航行，受天候的影響極大，颶風、颶風或其他暴風雨等皆可迫使航線改道或取消。此外，雖然現代的通信與定位技術極為發



達，水上的大霧仍然影響航行安全，目前大霧仍為船隻相撞肇事的主要原因之一。

(4) 裝卸轉運費時

水路運輸以港埠碼頭為起點與終點，所有客貨皆須轉運。由於可興建港口的地點有限，常造成港口船舶的擁擠。貨物的轉運必須加上船隻等候進港的時間，在擁擠的港口通常進港與轉運的時間可達數日以上。近年來由於各國港口競爭激烈，各港皆以提高作業效率爭取主要航商靠泊，對於縮短在港時間有極大的幫助，譬如新加坡港已可做到貨櫃船在港時間12小時以內的標準，且其到港船舶有90%以上不用等候進港，值得同為國際商港的基隆港與高雄港學習。

✈ 2.3.4 航空運輸

1. 航空運輸的特性

航空運輸具有以下特性：

(1) 機場與機隊分離

航空運輸以飛機為運具，機場為場站，並以人為的航路(airway)為通道，通常機場與航空公司的所有者並不相同。舉例而言，我國與美國機場的興建與所有權屬於政府部門，而機隊則屬航空運輸業者所有，可屬私人部門或公共部門，例如我國的中華航空具公營的色彩，而長榮航空則為私人公司。此情形與水路運輸相近，但與鐵路運輸不同。水路運輸的港埠(場站)與船隊(運具)一般亦分屬不同機構，而鐵路運輸的場站與車輛則大多同為運輸業者所有。

(2) 運輸業者進入市場門檻高

由於航空科技複雜，飛機的研發需大量資金，且非一日可成。因此飛機的造價昂貴，一架飛機可達一億美元以上。而航空運輸業的經營必須以機隊編組，且通常亦須擁有維修設備，故航空運輸業屬於資本與技術密集的服務業，市場門檻極高，不易進入。惟航空運輸業者的成本中以飛機的持有



成本與燃油等營運成本佔的比重較高，而飛機的移轉性頗高，其機會成本不低，不具沉沒成本的特性。從經濟的角度而言，業者退出市場的困難度並不高，唯一必須考量的是法規對公共運輸退出市場的限制。

2. 航空運輸的優點

航空運輸具有以下優點：

(1) 速度最快

航空運輸為所有運輸系統中速度最快者，現代飛機以噴射引擎為主，平常巡航速度接近音速，最快可超越音速。軍用飛機則速度更快，可達2倍(如我國的幻象戰機)至3倍音速(如美國的高空偵察機)以上。決定飛機巡航速度的主要因素為燃油的經濟性，由於航空公司的營運成本中燃油成本佔20%以上，故一般皆以經濟速度巡航，以降低燃油的消耗。

(2) 不受地形限制

航空運輸為唯一不受任何地形限制的運輸系統，飛機可飛越高山、橫越海洋，到達任何可供降落的地點。如以固定翼飛機與直昇機或水上飛機聯運，則航空運輸可達世界任何地點。

(3) 續航力大、航程遠

由於飛機的速度快，加上目前廣體客機的設計可攜帶油料多，使航空運輸具續航力大且航程遠的優點。目前世界各大洲間的主要都市皆有直飛班機，且在1日之內可達。譬如台北至洛杉磯或舊金山，東京至芝加哥等跨太平洋航線的航程皆在13小時之內。快速的航空運輸亦提供全球快遞業者極大的商機，藉由轉運概念的經營方式，快遞業者在北美或東南亞區域內皆可提供隔夜的文件或包裹快遞(over-night delivery)。譬如一般美國都市，只要在下午6:30之前將快遞文件或包裹投入郵筒(親送至機場則收件時間可延長至下午9:30)，即可保證在隔天上午10:30之前送達北美大陸各地。

3. 航空運輸的缺點

航空運輸具有以下缺點：



(1) 運量受限制

目前最大型的飛機為波音的B747與空中巴士的A380。使用歷史超過15年的波音B747 400型飛機(西元1989年開始服務)可載客400人至500人之間(因艙等的設計不同而異)，全貨機的載重量約為100公噸。空中巴士A380客機(西元2006年開始服務)的載客量介於550人至1,000人之間，全貨機的載重可達150公噸。雖然航空運輸的運量大於公路運輸，但仍較鐵路與水路運輸為小。未來飛機運量雖有可能增加，但由於航空運輸速度快的特性，考慮安全與經濟兩項因素，航空運輸的運量增加將受到限制。

(2) 運輸成本最高

飛機購置與維修成本極高，航空運輸業者投入資本大，且飛機長途高速飛行，用油量多。此外，由於飛機必須隨機攜帶大量燃油，故其所載客貨重量佔總重比例較低，因此運輸成本較高。由於航空運輸業者初期投入成本與營運成本皆高，造成航空運輸運費昂貴。西元2004年底開始的原油價格飆漲，讓航空運輸業者在調高票價之後，仍未達以前的獲利水準，即顯示燃油成本在航空運輸業的重要性。

(3) 受天候影響

飛機的飛行受天候影響極大，嚴重者如颱風或颶風皆影響飛航安全，其他如濃霧、暴風雨與暴風雪等亦會影響飛航，尤其是飛機的起飛與降落階段最易受不良天候的影響。故航空運輸常因天候而產生延滯，甚至修改或取消預先排訂的班次。每年暑假期間，香港國際機場常因颱風或大雨關閉，導致台北到香港的旅客滯留中正機場。台灣地區的北竿、南竿與金門機場因無儀降系統，亦常因濃霧而關閉，皆為天候影響航空運輸的實例。

(4) 噪音大

航空運輸對環境造成的最大衝擊為噪音，尤其是機場附近，機場噪音常是居民不同意興建機場的主因。為了降低噪音對機場附近居民的影響，一般機場皆有宵禁計畫，即在夜間的某時段禁止飛機起飛或降落。必須夜間營運的機場一般設於海邊或人口稀少的地區，如日本大阪的關西(Kansai)國際機場與香港新的國際機場等。此外，亦有將原機場附近可能受噪音影響的住戶遷移的做法。

2.3.5 管道運輸

1. 管道運輸的特性

管道運輸具有以下特性：

(1) 專用運輸

管道運輸屬專用運輸系統，乃使用者依其本身需求路線所布設，一般以單一用途為主。如家庭所使用的自來水管與瓦斯管為分開獨立的系統，不可混合使用。

(2) 貨運為主

管道運輸的發展以滿足貨物運輸為目的，目前的管道亦僅以貨物為運送對象。

(3) 單向運輸

由於管道運輸屬專用運輸系統，其路線又以滿足使用者需求為主，一般皆由運送物的產地或集散地輸送至需求地或另一集散地，故管道運輸多為單向運輸。譬如自來水管由水廠至家庭，污水管由家庭到污水處理廠，油管則由產油地到煉油廠，或由煉油廠到各個集散地。

2. 管道運輸的優點

管道運輸具有以下優點：

(1) 運量大

管道運輸所使用的管道以單一目的為主，且為單向運輸，故其輸送系統為專用，沒有時間限制，可以每日24小時持續運送。且運送速度可以壓力加以控制，達速度均勻的目標以增加運量，故管道運輸的運量極大。

(2) 運輸成本低

管道運輸系統中運具與通道合一，即為所設的管道，且運送過程中不需其他運輸系統必備的駕駛與服務人員，營運成本極低，且由於管道運輸運量大，更降低單位運量的費用。



(3)不受天候影響

管道設置之後即可開始輸送，且由於管道為固定設施，運送過程不需駕駛人員，故若管道未受破壞，即可持續輸送貨物，不受天候影響。

3. 管道運輸的缺點

管道運輸具有以下缺點：

(1)安全性較低

管道為固定設施，沿線一般無人看管，若管道路線經過人煙稀少地區，則易遭破壞或盜取運送物資。我國中油或軍方偶有輸油管被偷挖盜油的事件，即是實例。由於管道運輸人員配置以端點或轉運站為主，難以經常性地監視所有管道，故安全性較低。

(2)維修不易

由於管道的設置綿延流長，且多數埋於地下，平常的檢查修護或保養較困難。

(3)運送種類少

管道運輸為特定運送目的所設計，一般以運送石油、瀝青、水或瓦斯等流體為主，可運送貨物種類較少。且管道運輸為單向運輸，故使用受到限制。



2.4 複合運輸系統

所謂「複合運輸」(intermodal transportation)係指託運人將貨物交給運送人送達收貨人的運送過程透過兩種或兩種以上的運具，採用單一費率或聯合計費的方式，由所有運送人共同負擔全部運送責任，故亦稱為聯合運輸(coordinated transportation)或combined transportation)。複合運輸的特色為充分利用2.3節所述各種運具的優點，達成安全、迅速準點、舒適、便利與經濟的運輸目標。常見的複合運輸如下：

1. 鐵路與公路聯運(Rail-Track)

此種聯運方式又稱駝背運輸(piggyback)，其運送方式包括「平車載運貨櫃業務」(Container-on-Flat-Car, COFC)與「平車載運拖車業務」(Trail-on-Flat-Car, TOFC)兩種，透過鐵路與公路運輸聯合完成運送服務。

2. 鐵路與水路聯運(Rail-Water)

此種聯運方式已被使用多年，利用鐵路軌道延伸至港區內，將船上貨物直接卸至鐵路貨車上運送至目的地，由於貨櫃運輸縮短裝卸時間，相對增進鐵路與水路聯運的便利。譬如早期我國基隆港與高雄港皆有港區鐵路支線，利用支線將港區與台灣地區環島鐵路網相接，達到鐵路與水路聯運的目的。

3. 公路與水路聯運(Truck-Water)

這種聯運方式又稱為船背運輸(fishyback)，當船上無裝卸機具設備或港埠無適當裝卸機具時，常採用此種聯運方式，其運用方式為將貨櫃放置於拖車上，拖車駛入船艙固定停放，到達目的港後貨櫃連同拖車駛出船舶，故又稱為駛進駛出(Roll on/Roll off)，駛進駛出的運送方式為公路與水路聯運最明顯的例子。我國基隆港的東區碼頭(即中正路旁邊)常可看到駛進駛出型態船舶的停靠，即為明顯的例子，惟其常見車輛並非前述的貨櫃聯結車，而是一般的車輛或是特殊的車種。

4. 公路與空運聯運(Track-Air)

或稱為鳥背運輸(birdyback)，航空運輸為最快速的運輸方式，但是其可及性不如公路運輸，公路運輸應用於長程運輸則耗時甚長，因此藉由卡車駛入機艙，等飛機卸貨時再駛離的聯運方式可達成縮短運輸時間，且又提高可及性的效益，使貨物運送可達戶對戶的運輸目標。

5. 母船與駁船聯運(Ship-Barge)

為常見複合運輸中唯一使用相同運輸系統的聯運方式，可減少船舶滯港的時間並減少彎靠港口。子母船(Lighter Aboard Ship, LASH)為此種聯運的典型代表，其作



業方式以大型貨船為母船，駁船為子船，當母船抵達港口外時，以起重機將裝載貨物的駁船卸下，利用拖船拖入港口卸貨，裝載貨物時亦同，即在碼頭將貨物裝至駁船上，等駁船駛至母船旁邊，再用起重機將一批批裝貨的駁船吊至母船上。

6. 海運與空運聯運

為水路運輸與航空運輸的結合，客運部分如本章2.3.3節所介紹的日本神戶到關西機場的例子。旅客可在神戶港客運碼頭將行李掛運(check in)之後，搭乘水翼船抵達關西國際機場，轉搭飛機，而無須重新掛運行李。貨運部分最有名的海空聯運中心為阿拉伯聯合大公國的杜拜(Dubai)。



2.5 智慧型運輸系統

根據中華智慧型運輸系統協會的定義，智慧型運輸系統(Intelligent Transportation System, ITS)應用先進的電子、通信、資訊與感測等技術，以整合人、車、路的管理策略，提供即時的資訊以增進運輸系統的安全、效率與舒適性，同時也減少交通對環境的衝擊。換言之，ITS的目的為將先進科技應用於運輸系統，使有限的運輸資源作最有效的利用，以增進「行」的便利，提升人民生活品質。該協會並將發展ITS的目標分為安全、環保、效率與經濟等四項。此四項目標與本書第一章1.5節所提出的安全、迅速準點、便利、舒適與經濟等5個運輸系統目標相近。由此可見，發展智慧型運輸系統的目的與關鍵在於充分利用不斷改善的科技來達成運輸系統所欲完成的目標。

智慧型運輸系統所包含的內容極廣，本書將於第十二章中詳細說明。讀者日常生活中即可以感受到多項可歸類於智慧型運輸系統的應用，譬如上網查詢快遞郵件的狀況、使用手機查詢機車停車費的繳交情形，與公車站牌可以顯示下一班公車抵達的時間等。更廣義而言，台鐵的網路訂票、無線召呼計程車的服務與民國95年實施的高速公路電子收費亦可視為智慧型運輸系統的一環。



運輸學研究與練習

1. 一般而言，五大運輸系統中，單一運具運輸容量最大的是哪一種？
2. 按照運輸地域特性，可將運輸系統分為哪三類？
3. 請說明五大運輸系統中，任一種運輸系統之特性。
4. 請列舉三種常見的複合運輸。
5. 請解釋受雇服務與非受雇服務。