

科學圖書大庫

交 通 工 程

譯者 梁 懋

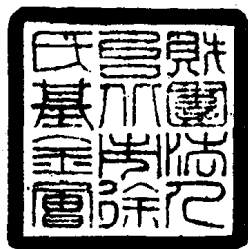
徐氏基金會出版

徐氏基金會科學圖書編譯委員會

監修人 徐銘信 發行人 王洪鎧

科學圖書大庫

版權所有



不許翻印

中華民國六十八年十二月二十四日 初版

交通工程

基本定價 3.20

譯者 梁 樾 中正理工學院講師

本書如發現裝訂錯誤或缺頁情形時，敬請「刷掛」寄回調換。謝謝惠顧。

(67)局版臺業字第1810號

出版者 臺北市徐氏基金會 臺北市郵政信箱53-2號 電話 7813686 號
7815250 號

發行者 臺北市徐氏基金會 郵政劃撥賬戶第 1 5 7 9 5 號

承印者 大興圖書印製有限公司 三重市三和路四段一五一號 電話9719739

譯 序

近年來，交通之發展日新月異，一日千里。在交通工程上舊有的法則與理論，不僅無法應付現代的需要，甚且成爲發展的阻礙。爲了應付新的需要，爲了未來的發展，有賴於新的理論及新式設備。

本書是以筆記的形態，將交通工程上之重要內容重新整理，分條列出，並附圖說明，條理簡潔分明，並對於新的理論及新式的設備與應用，作有系統的介紹。適合於大專教學用或實際從事交通工程之工程師參考用。

譯者才疏學淺，內容難免未能傳神，不週之處尙祈學者專家惠以指正。

目 錄

譯 序		
一、簡介	1	
二、運輸特性	5	
三、人及車輛的特性	15	
四、交通量及其特性	26	
五、定點速度調查	38	
六、行駛時間及延遲之研究	49	
七、道路及交通口之交通容量	58	
八、交通流動之特性	69	
九、意外事件及安全性	81	
十、停車研究及其特性	95	
十一、大眾運輸系統	103	
十二、運輸需求研究	115	
十三、廣泛的運輸策劃	131	
十四、交通法	141	
十五、交通控制裝置之介紹	151	
十六、交通標誌及標記	155	
十七、交通號誌	170	
十八、街道及公路之幾何設計	180	
十九、交叉路口之設計	189	
二十、交叉口控制	203	
二十一、行人控制	213	
二十二、限速區域及速度控制	223	
二十三、路邊停車及其控制	230	
二十四、單行道及不平衡作業	237	
二十五、交通控制系統	250	
二十六、離街停車及終站	262	
二十七、運輸環境之外貌	277	
二十八、公路照明	297	
二十九、在交通工程上之電腦應用	312	
三十、交通工程行政	317	
公制附錄	329	

一、簡 介

A、定 義

1. 交通工程學會：“交通工程是工程的一類，指處理交通的規劃、幾何設計、道路交通操作、街道和公路、及其交通網、終點站、地界、與其他類型達到安全運輸的相關性、人或貨物運輸的效率性，便利性等事項的工程”。
2. W. R. Blunden*：“交通工程是量計交通及旅行量之科學，其基本法規是與交通流量及數量有關的。並且可應用這知識在專門實際的規劃、設計及交通系統的操作中，使得人及貨物的運輸能達到有效率又安全。

B、範 圍

1. 交通特性之研討。
2. 交通的操作。
3. 運輸規劃。
4. 幾何設計。
5. 經營管理——為完成交通工程之任務，經管多少是需要的。

C、交通特性的研討

交通研究必須得到運輸數據及整個區域的交通趨勢，並在特別地點之交通狀況。研討的項目有：

1. 車輛及人的因素。
2. 交通容積量、速度、遲延。
3. 交通流量、街道及交叉路口的交通容量。
4. 旅行型式，旅次發生之因素、出發點及目的地。
5. 停車場，及終點站因素。
6. 貨物運輸路線之履行及應用。

* 澳大利亞，雪梨，新南威爾斯大學 (University of New South Wales) 交通工程教

2 交通工程

7. 意外事件之分析及防止。

D、交通操作 (Traffic Operations)

1. 規則

(a) 法規及秩序。

(b) 由適當的立法來支持，應用控制設備以達成控制速度，交叉路口、停車、轉彎、單行道等。

2. 控制設備：

(a) 標誌：用以控制速度、交叉路口、停車、單行道等。

(b) 號誌：用為主要交叉路口的控制。在整個交通系統亦適用做速度的控制及計量高速公路入口車輛。

(c) 路面標誌：用以導引街道上之車輛，並為輔助道路號誌及標誌的不足。

(d) 槽化交叉 (Channelization)：用來引導及控制車輛在複雜之交叉通行。

E、交通規劃的功能

1. 擴大運輸範圍的研究，使得運輸設備之發展能達到公眾的標準及目標。

2. 公路網之長期發展計劃是基於綜合區域之研究。

3. 貨物運輸系統之長期發展計劃也是從區域性之研究得來的。

4. 路邊停車及終點站 (Terminals) 之長期發展設計。

5. 運輸系統之構成因素及這些系統使用人行為之深入研究。

F、幾何設計功能

1. 設計新公路能達到在適當速度下之預訂交通量。同時幾何地貌之定線、坡度、斷面、出入口控制、交叉口及道路轉彎等必須基於交通工程的分析。

2. 重新設計已存在之公路及交叉口，以增加交通容量及安全性。

3. 設計路邊停車及終點站。
4. 建立分段設計、車路 (Driveway) 標準、出入口控制之標準。

G 管 理

1. 由一般之政府組織指定一專門之部門負責交通工程各事項。
2. 執行交通責任之組織。
3. 每天職務之操作。
4. 經常與公共官員、一般民衆以及其他有興趣之經營人員、學會及團體多接觸。
5. 更進一步之經營計劃。像預算、個人需要及整個管理部門或組織變換之提議等。

H、交通工程專業

雖然第一個交通標誌是在早期的西元 1912 年設立的，但這已經比美國各城建立交通工程師職位晚了十年之多。像西雅圖 (Seattle)，芝加哥 (Chicago)，坡茲堡 (Pittsburgh) 及費城 (Philadelphia) 這些城市就是第一批設立交通工程師的。

在西元 1920 年代之交通工程功能範圍要比現代限制的多了多。過去交通標誌的管理是交通工程之主要項目。而現代大部分能使交通規律或規劃道路、公路的最新技術在那時仍是未知，同時現代全美國標準設計及標準控制交通設備在那時仍未發展出來，因此在那時交通標誌一般是依當地的情況而設計。

交通工程師學會 (I. T. E.) 在西元 1930 年創立的，它是交通工程師之專業機構，在世界 50 個國家中到 1972 年元月 1 日已達到 4246 位會員。其目標包含有改進交通工程，對會員再教育或專業之改進，並鼓勵會員作研究工作，彼此交換心得、資料等。同時這技術部門有很多的委員會，它們發展技術資料、研究方針及政策，與其他組織合作預備交通工程規範。該學會並出版交通工程手冊及其他參考資料。從該學會會員在全美從事專業的調查，有趣的發現 62.5 % 之會員是在政府部門服務。20.4 % 是工程顧問方面人員，6.8 % 是在大學中，2.8 % 在協學工作，3.9 % 在工業組織工作，剩下之 3.6 % 是屬混雜的職業人員。在 I. T. E. 中，有 97 % 之會員有學位。差不多有一半實際會員畢業後在從事交通工程，大部分之會員均為註冊過之工程師。加州專業工程

4 交通工程

師註冊委員會已經申請保護這“交通工程師”名銜成爲專業化。

I、法令 (Enforcement)

用法令來支持交通工程會使交通流通有效率及達到安全目的。主要的法令行動是安排一些限制在什麼人可駕駛、那一種車輛可在公路系統上操作、交通系統操作之監督、違規者之逮捕、懲罰、及恢復被判違規者地位的可能等。

1. 執照及檢驗——駕駛執照及車輛檢驗是企圖從公路上將日常交通違規者及不安全之車輛移去，以保障駕駛人及參與交通系統車輛的至少安全標準。這些業務是由政府官員指定的。
2. 違警法——交通安全法令及交通操作之監督是由市、郡、州之警察負責，這基本的前提是應使各種交通法、秩序，及控制交通措施有助於交通及效率，並應加強社區的安全及健康。不嚴的交通控制往往比沒有交通控制更差，因爲這樣會使得駕駛人輕視他們開車的習性而危及他人。同時警察執行的勤務有公路巡邏，幫助拋錨的車輛、調查意外事件之發生，及指揮緊急交通狀況。
3. 法庭處理——交通違規之案件經常是由當地政府之法庭處理。對各種類型之罪犯來言，法庭之職物就是裁定適當之懲罰使能維護交通法規，及控制交通措施之尊嚴。有時爲了使犯人改過，甚至可判定強迫犯入上交通安全之課程。

J、教育

大部分的交通專家們同意如果使用街道、公路的人要有完全的安全意識，這樣街道及公路之安全性就會大大的提高。駕駛人可以在高中或駕駛學校接受更進一步的駕駛訓練，但步行者却沒有這同樣的機會去學習，除了在小學教育得來的一些，因此，步行者亦可由當地交通工程組織及警察部門提供交通安全講座訓練。最有效的辦法是加強將交通事故統計數字、安全口號、安全運動宣傳散佈給大部分的大衆。但這並沒有證據可以顯示這方法收益會很大。

參考資料

1. Institute of Traffic Engineers. 1972 Yearbook, Wash. D. C.: 1972.
2. Institute of Traffic Engineers. A Career in Traffic Engineering. Wash. D. C.: 1969. 25 p.
3. Institute of Traffic Engineers. Traffic Engineering Handbook. Wash. D. C.: 1965. 770 p.

二、運輸特性

A、歷史性

運輸技術在對美國經濟及科技發展的成長已有很深遠的影響。鐵路的建造是在1830年初，使得未加工的製造貨能大量的交換並造成大城市的成長。在十九世紀末期馬車路線介入城市中的同時市街鐵道系統的擴展已顯示出了。市街鐵道系統的發展主要是集中在商業區中心及住宅區。再由市中心將路線擴張而能刺激郊區的成長。在街道上的鐵架一般可用以使土地再分割容易及使得接近產物。街道並非是企圖或期望能聚積很大數目的車輛。在廿世紀初，1910年左右，約90%的市區旅遊是坐街車的。

自從1910年後，都市的發展受到運輸及工業的改變而發生很大的影響。由於工業革命的擴展使得農業機械化及農村土地的集中。這一系列的原因造成生產糧食及織布佔全人口的百分比減少，而居住在城市的人佔全人口的百分比增加。（視表2-1）我們可以預示如果不發生大變動的話，這種趨勢一定會繼續下去的。

表 2-1 美國人口分佈表（以4計）

年 代	總 人 口	鄉 村	都 市
1850	23,192	19,648 (85%)	3,544 (15%)
1950	150,698	54,230 (36%)	96,468 (64%)
1960	179,323	54,054 (30%)	125,269 (70%)
1970	205,000	53,700 (27%)	149,300 (73%)
Est. 1995-2015	300,000	45,000 (15%)	255,000 (85%)

汽車運輸使得居民居住的型式及位置發生急速的變化，主要是由市中心人口集中地遷移到人口較少的郊區。人口的成長同時需要居住地大幅度的增加。（像1940~1952年間紐約大都市人口增加28%但居

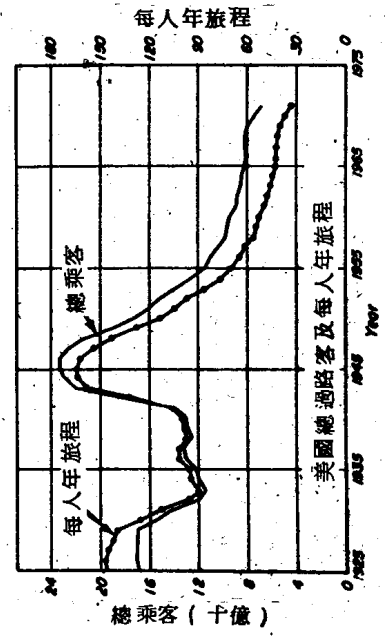
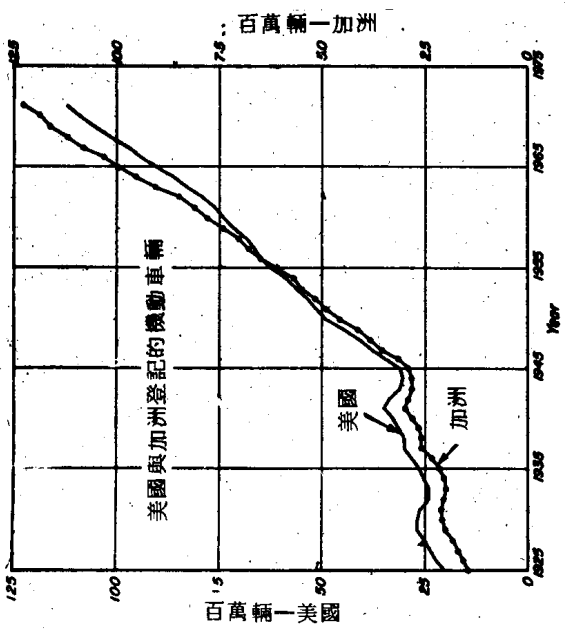
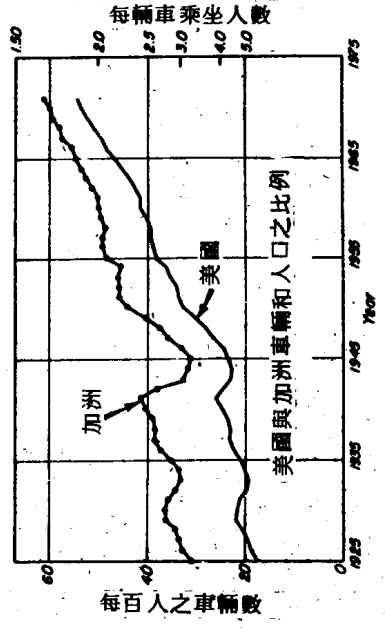
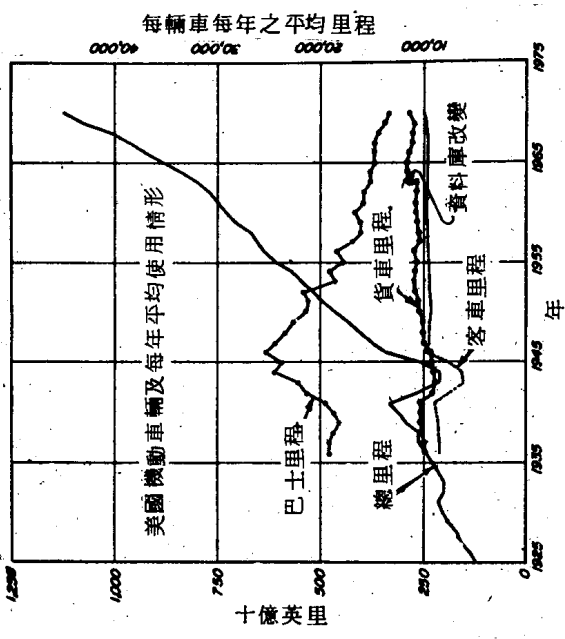


圖 2-1 汽車車輛統計及乘客運輸之趨勢

地却增加了 60%) 各類型的工廠及商店差不多在城市到處都有。要有足夠的土地可用為員工停車用地是比鐵路服務要重要得多了。購物中心所在地或郊區預定成長所供給之服務先前只是在商業中心區才有。自從二次大戰後，都市成長完全視汽車運輸及可高度應用大片土地的條件，但是商業中心區仍保持為每天大部分人口活動的重心，因這兒供給各種型式的服務是別地找不到的，同時亦有最大的服務熱忱。

表 2-2 在美國汽車旅行車輛估計，1970⁽¹⁾

車輛型式	汽車公里數 (單位：百萬)			都市旅行佔總旅行之 %	註冊過之車輛 (單位：千)	每輛年平均旅行哩
	鄉間旅行	都市旅行	總旅行			
客車 ⁽²⁾	406,449	494,543	900,992	54.9	92,095	9,783
巴士	2,819	2,224	5,043	44.1	379	13,306
貨車	134,064	80,606	214,670	37.5	18,748	11,450
全部車輛	543,332	577,373	1,120,705	51.5	111,222	10,176

(1) 包括全美 50 州及哥倫比亞特區。

(2) 包括機器腳踏車。

B、在美國運輸的一般特性及趨勢

1. 運輸的意義：

- (a) 在 1967 年美國人口調查局國際旅行調查顯示出用汽車旅行佔全部旅行 (Trips) 的 79%，同時用汽車旅行的旅客佔全部旅客 (Travelers) 的 86%。(所謂一個旅行 (Trips) 是說一個家庭分子外出至離開家鄉 100 哩或更遠的地方去旅行至少要過夜或繼續一整天的戶外旅行，一個旅客是指任何在旅行的家庭份子)。
- (b) 美國人口調查局對由家至工作的交通調查顯示出有 82% 的通勤工作者是用汽車為交通工具的。14% 之通勤工作者是用公共交通工具及 4% 是走路或其他的。

2. 汽車車輛之註冊及擁有

- (a) 從二次大戰後汽車車輛數每年很穩定的增加。現在差不多 100 個人中有 53 輛汽車。(視圖 2-1)。

- (b) 美國在1970年每家至少有一輛車，其中 25 % 有兩輛，5 % 的家庭有 3 輛或更多輛。在市區中心的人中最低佔 66 % 家庭擁有汽車，最高是住在市中心外大都會區佔 88 % 有車。第二高是 88 % 的農村家庭擁有汽車。
- 行駛的車輛數及哩數：每個人每年開車平均在 10,000 哩以下。這數字從二次大戰後就沒有改變多少，除了在汽油配給時間。這車輛旅行總哩數的增加變化率與註冊車輛增加率幾乎是平行變化。車輛旅行總數分配在鄉村及城市的情況在表 2-2 中。
 - 行駛的長度：在美國半數以上的汽車旅程是在 5 哩以下的，分佈情況如表 2-3。

表 2-3 汽車旅程長度之分佈及車輛旅行哩數

旅程長度 (哩)	旅行 (%)	車輛哩數 (%)	旅程長度 (哩)	旅行 (%)	車輛哩數 (%)
Under 5	54.1	11.1	21-30	4.0	11.8
5-9	19.6	13.8	31-40	1.6	6.6
10-15	13.8	18.7	Over 40	2.6	28.9
16-20	4.3	9.1	Totals	100.0	100.0

C、都市旅行之特性

- 都市內總旅行數是直接與都市總人口數成正比的，在大都市內平均每每人每天外出旅行二次，在小都市內每人每天要 2½ 次或更多。
- 在大都會 (Metropolitan) 區域內之旅行數趨於較少。一本刊物編出 29 城市的工作旅行距離長度中 (參考資料 2) 的範圍從長度 2 哩 (6.1 分鐘) 的赫欽斯城 (Hutchison)，堪薩斯城 (Kansas) 到長度 8.8 哩 (16 分鐘) 的洛杉磯 (Los Angeles)。同時這些城市的人口範圍在 33,000 至 6,500,000。一般來說，工作旅行距離長度是與都市大小而增減的，但這其中仍有很多不一致的變化。同時工作旅行通常要比其他目的的旅行平均距離長度要長 1 哩。
- 每天所有的交通移動起點是家或住宅區。大約 80 % 的旅行是從家出發或是回家的過程。每天每戶所作之旅行數目是與每戶的人數、每戶車數、家庭收入及住戶離市中心的位置等的變化而變的。在 49 個城市中由各種模式造成之旅行數表示在表 2-5 中。
- 在平均日之每日旅行次的 20 % 是去工作；佔 18 % 的旅行數是

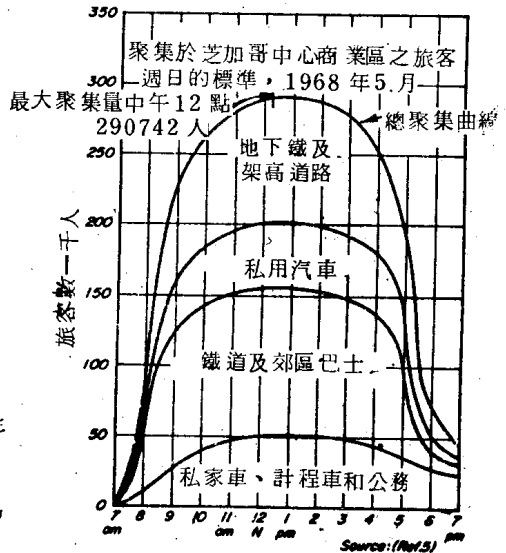
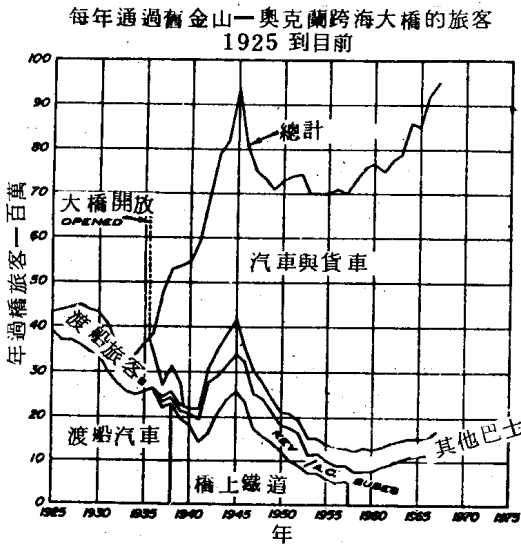
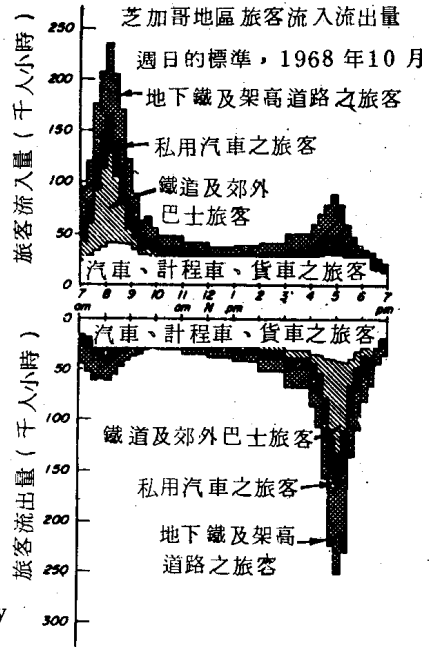
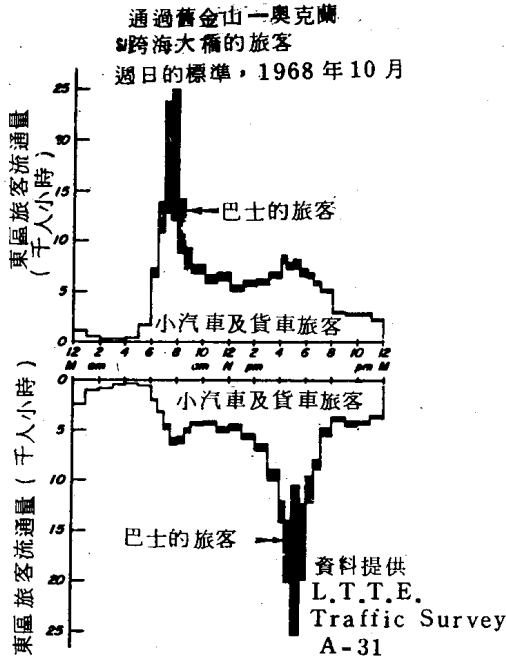


圖 2-2 依旅行之型式選擇旅客容量之特性

表 2-4 開汽車旅行及乘運輸車旅行百分比

城 市	人 口	開汽車旅行	乘運輸車旅行
(Stockton, Calif.)	140,000	90.7%	94.1%
山加緬度, 加州	201,000		
(Sacramento, Calif)	201,000	73.8%	84.7%
華盛頓特區	1,400,000	70.0%	72.6%
(Washington, D.C.)			
彼茲堡	1,415,000	75.9%	74.1%
(Pitts Burgh)			
底特律	2,970,000	64.8%	47.1%
(Detroit)			
芝加哥	5,169,000	65.7%	49.5%
(Chicago)			

表 2-5 49 個城市之平均旅行數及所有人之比

各區人口	城 市 數	每 人 戶 口	每 人 車 數	每 戶 車 輛	旅 行 數		
					每 戶		每 人
Over 1,000,000	4	3.16	6.12	0.52	5.08	9.85	1.61
500,000-1,000,000	5	3.12	4.28	0.73	5.73	7.84	1.84
250,000-500,000	2	3.03	4.79	0.63	5.62	8.89	1.85
100,000-250,000	22	3.26	4.61	0.71	6.24	8.82	1.92
50,000-100,000	10	3.58	5.44	0.66	6.09	9.23	1.70
25,000-50,000	6	3.39	4.55	0.74	7.79	10.47	2.30
所 有 城 市	49	3.18	5.08	0.63	5.61	8.94	1.76

購物及營業的；佔 18 % 的旅行數是為社會工作或娛樂為目的的旅行；40%是回家；3%是上學；及 7 % 是為其他目的的旅行。差不多 44 % 之旅行數是由家中出發去工作的旅行。

5. 在一般上班日中的旅行由汽車及運輸車輛造成之尖峰時間是上午 7 時至 9 時，下午是 4 時至 6 時，運輸車輛的尖峰車輛數要比一般汽車高得多。(看圖 2-2)

(a) 汽車在尖峰期間的交通量特性在第四章有詳細說明。

(b) 對輸送車輛言，在尖峰小時所承載的旅客數目是其他日中每小

時旅客數目的 5 或 6 倍。這種情形可由在尖峰小時需要之車輛數作最佳分析之運輸型式來表示，並須注意其他任何不需要時間之比例。（表 2-6）。同時必須要知道更多車輛得須要更多的雇用人，這些運輸車增加的操作者雖只在尖峰小時需要，但依合約至少得付 8 小時的工資。

一般來說下午的尖峰時期交通量要比上午的尖峰時期高，因為下午這段時間包括有工作者及購物者的旅行。而上午尖峰時間是與由家到學校的旅行中各種可用之車輛裝備及行車表等專門問題相配合的。（從學校回家的旅行要比尖峰時期要早得多，而運輸車輛在尖峰時期只是為輸送有月票旅客的目的）。

6. 一個城市商業區中心的每日旅行數是依該中心之總人口、人口之分佈，工作者之人數、擁有私家車之水準，足夠之公共運輸工具，貨物及供給服務之型式，及與其他購物及商業中心之競爭能力等來決定。（Ref. 4）F.H. Wynn 在一篇研究中指出在 20 個人口在 600,000 以下的城市中，旅行量的多少直接隨城市的大小而變，同時在 1000 人中平均有 320 個人的旅行。

表 2-6

		電 纜 車	街 車	電動有軌車	巴 士	總 共
平 常 上 課 日 子	早上尖峰時	16	100	267	437	817
	中午段時間	20	67	184	251	522
	下午尖峰時	27	95	287	429	838
	晚 上	14	29	86	110	238
週六尖峰需要		22	42	116	159	339
週日尖峰需要		20	26	81	116	243
適 用 車 輛		37	105	333	504	979

7. 用公共運輸工具旅行至商業中心區的比例中大城市要比小城市高。同時這比例的高低不只是依據人口多少及在相同大小城市間旅行模式的變化來決定，其他尚有車輛所有權之模式，運輸服務的程度，城市的稠密度，及區域或地方性習慣等的影響。

表 2-7 比較芝加哥及舊金山車輛及人進入商業中心 (CBD) 之資料

	芝加哥 CBD		舊金山 CBD	
	1958	1968	1947	1959
人們進入 ⁽¹⁾ 上午 7 時~下午 7 時 在車輛內百分比	787,597 26.9	818,700 31.9	535,286 50.3	623,950 72.6
車輛進入 ⁽¹⁾ 上午 7 時~下午 7 時 車輛百分比	195,192 72.4	224,206 77.6	228,745 75.0	316,000 87.2
人們進入 ⁽¹⁾ 上午 7:30~8:30 在車輛內百分比	202,482 13.4	206,129 16.5	114,421 35.8	114,933 53.8
車輛進入 ⁽¹⁾ 上午 7:30~8:30 車輛百分比	22,918 79.0	27,039 83.7	31,738 84.0	41,660 91.6
下午 2 時, 人在 CBD 之數 由車輛到達之百分比	297,374 11.0	287,324 16.0	168,016 27.5	155,590 44.4
下午 2 時車輛在 CBD 之數	23,770	34,228	30,800	44,141

1. 包括行人。
2. 包括火車及捷運車輛。
3. 當周界計量開始, 在 7 點時之人及車輛。

表 2-8 各種旅行目的用車輛之比較

都市區域	旅行用車輛之百分比			
	工作	交際	辦公及購物	全部
芝加哥	67.4	86.5	81.5	75.7
底特魯	78.8	93.4	88.7	83.3
華盛頓	69.7	88.3	82.9	75.7
彼茲堡	76.8	93.0	89.0	79.7
聖路易	79.9	92.6	89.5	84.4
休斯頓	82.5	95.6	93.2	87.1
肯薩斯	92.6	96.8	94.6	90.1
鳳凰城	96.2	99.0	98.0	93.6
那士維	89.5	97.3	96.0	92.3
福物羅得底	96.5	99.0	99.3	98.6
沙羅特	89.5	97.5	95.8	92.7
雷諾	97.3	98.7	98.4	98.5

Source: Ref. 9

8. 在大城市中由公共運輸工具運輸人至商業中心區的規則在圖 2-2 右下方之圖形說明出，該圖用一天中之各小時及在芝加哥商業中心區人數的累積數表示。從圖中可看出在任何時間內用公共運輸工具到達的人數佔很高的百分比。
9. 在商業區中心人口聚集的數目及停留在商業中心的做日常活動的時間差不多是固定的。有關由公共運輸車輛轉移到自用汽車的特性尚未在很多的研究中提到。表 2-7 中是表示在 1947 與 1959 年時舊金山 (San Francisco) 及 1958 年、1968 年時芝加哥 (Chicago) 兩地劃定區域內進入及出去城市中心的車輛及人數目。
10. 由公共運輸工具轉移到自用運輸工具的一般研究從早期的 1920 年即已開始，但因二次世界大戰而暫停，戰後又再重新開始。(圖 2-1) 左下圖就是說明這一點。
11. 從 1920 年都市人口已開始疏散至鄉間，因此公共運輸公司爲了這種新形勢而試著用新的服務來配合，使得巴士完全替代了街車及電動有軌車。
12. 在美國很多城市的運輸交通網中的街道及公路均設有離街道以外之停車場。在表 2-8 中表示在美國 12 城市 (Off-Street Parking) 中以汽車作各種目的的旅行資料。
13. 雖然在較小的城市中運輸的人數完全依自用車輛數而變化，然隨城市增大而公共運輸工具顯然的需要量增加，尤其在尖峰小時中更是明顯。在特定區或大都會區內運輸設備所需要的型式及量的決定並不只在當地當時及預定的人口，同時亦在乎於現在或預計人口的依商業及工業區分佈的情形。

參考資料

1. Automobile Manufacturers Association. 1971 Automobile Facts and Figures.
2. Highway Research Board. "Factors and Trends in Trip Lengths, National Cooperative Highway Research Program Report 48. Washington: 1968. 70 pp.
3. Carroll, J. Douglas, Jr. "Trip Length Frequency Distribution and Its Effect on Highway Planning", C.A.T.S. Research News, v. 3, no. 4, November 13, 1959, pp. 3-8.
4. Curran, Frank B., and Joseph T. Stegmaier, "Travel Patterns in 50 Cities", Travel Characteristics in Urban Areas. Bulletin 203. Washington: Highway Research Board. 1958. pp. 99-130.
5. Schmidt, Robert E. and M. Earl Campbell. Highway Traffic Estimation. Eno Foundation for Highway Traffic Control, Saugatuck, Conn.: 1956. p. 26.