

## 第二章 文獻回顧

在文獻回顧部分，將分成五部分陳述：首先闡述災害管理概念，並對民眾疏散行為加以分析；其次，對路網疏散決策支援系統中最核心部分之路網疏散模式進行介紹；第三，對國內外路網疏散決策支援系統發展狀況深入瞭解與探討；第四，民眾集結點之規劃選擇乃屬於集結—分派之問題，此類問題可以最簡單運輸問題來求解，在此則對運輸問題定義提出說明；最後，由於路網疏散模擬模式庫需對公用車輛之行駛路徑加以指派，因此亦對過去在交通指派問題方法約略簡述之。

### 2.1 災害管理與疏散行為

#### 2.1.1 災害管理概念

一般而言災害可分為天然災害與人為技術災害，其發生原因與性質各有不同，但對於民眾而言，此前後兩者在生命與國家經濟之威脅程度上並未有所不同，因此面對災害隨時可能發生的情況下，必須有一災害管理(Disaster Management)步驟，或稱災變管理(Emergency Management)步驟，以預防災害發生或災害擴大，同時也能將災害發生後對民眾生命財產的傷害減至最低。Petak[15]認為災變管理的基本架構分為平時預防、災害準備、事故回應與災後復健四個層面，即所謂整體災變管理(Comprehensive Emergency Management, CEM)，各層面內容如下：

1. 平時預防(Mitigation)：在一般日常生活中處處可見潛在危機，應時時加以留意，並減低或排除危機爆發之機會，以防患未然。
2. 災前準備(Preparedness)：在災變發生前研擬各項應變計畫、救災物資、訓練救災人員應變能力，以備不時之需，而核子事故緊急應變計畫即是屬於此層面。
3. 災害應變(Response)：在災害發生時採取適當之應變措施，並提供緊急救援以穩定災情，使其不再擴大，並為災後復健清除各項障礙。
4. 災後復健(Recovery)：於災害發生後持續提供支援，直至災區社會經濟回復至受災害以前的狀況。

#### 2.1.2 疏散行為分析

1979 年美國三哩島事件發生後，美國曾對該事故區域民眾進行事故反應行為問卷調查[1]。調查報告中顯示，此事故為美國第一次發生顯著的核子事故，在資訊傳遞速度不若今日發達以及當局決策措施與處置不純熟下，當局並未下令展開疏散作業，使得民眾有絕大多數前往旅館或親友家中躲避，當局所規劃之收容站反而無人前往進行掩蔽；還有一部份民眾是受鄰居疏散之影響而跟著疏散；另有一部份人因教育程度偏低，認為災害危險性不高，因此並未進行疏散之動作。

在民眾考慮疏散的當爾，首要牽涉之因素即為個人對暫時或長期生活的環境能否割捨，且不僅僅是外在的物理環境，內心情緒的切斷與割捨也使民眾在疏散前增添更多掙扎。Quarantelli[16]在 1980 年針對在有預警災害或有經過縝密規劃的疏散計畫狀態下，發現民眾的疏散行為約可分為下列幾項：

1. 民眾多以機動車輛做為疏散時之主要交通工具。
2. 因為是在有預警的狀態，民眾在撤離過程中，其行為是有秩序、理性且不易產生恐慌之心情。
3. 道路中車輛之間的肇事比率或故障率極低。
4. 由於具有預警，疏散過程裡許多人或親友團體多半不會在感受到危險時便即刻行動，通常會先評估災害是否具有急迫性、是否會對生命財產有所損失以及與外界親屬朋友有所聯絡後，才與周遭鄰居或同伴親友一同疏散。
5. 此外，除非是巨大災變，否則勢必有一部份民眾不願意離開他們的家園。

此外，1981 年 Perry 等[14]學者對人類在疏散時之行為描述也有許多著墨，針對上述幾種狀況，他認為如這種有預警或是有較長預警時間之災變，位於可能受影響災區之民眾認為並無立即生命危險，因而較不容易產生恐慌情緒，但相對地也容易輕忽災害所帶來的危險性。

## 2.2 路網疏散模式相關研究

路網疏散方面的研究乃自 1970 年代起開始發展，而自 1979 年美國三哩島事件發生後，有關核能電廠緊急事故之疏散問題便更受到重視與關注。

### 2.2.1 疏散時間估算

#### 1. 消散率模式(Dissipation Rate Model)

1974 年 Hans[4]提出一個估算疏散時間的簡單總計(Aggregate)公式，稱為消散率模式(Dissipation Rate Model)，是最早應用於疏散分析上的模式。模式中結合疏散區域大小與區內之人口密度，以迴歸方式進行疏散時間估算。模式並假定每條疏散路徑有一固定的流出率，時間延滯的公式則是負指數函數。此模式有容易使用之優點，但因採總計性模式，故對於許多區域性的變數，如路網型式、路口容量、交叉路口管制型式等，解釋較為不足，且模式亦受到參數影響極大，不能幫助使用者進行路網規劃等分析。

#### 2. 人工容量分析(Manual Capacity Analysis)

人工容量分析法乃利用公路容量手冊(Highway Capacity Manual)中所提供的容量分析方法來計算某一疏散區域中每條道路的容量，並由使用者定義該區域中可能疏散的路徑與疏散人口數。而各區之疏散時間則由欲疏散的人口數與車輛數除以各路徑的容量求

得。1974 年 Wilbur Smith [22]以及 1980 年 Voorhees[21]便以此方法對 Hampshire 的 Seabrook 核能電廠以及 California 的 Diablo Canyon 電廠進行疏散分析與疏散時間估算。惟此法缺點在於不容易反應整體路網的實際疏散狀況，也不能解釋車流的關係，對於疏散過程中可能發生的混亂情況則完全忽略，最大的缺點是在疏散路徑抉擇上受使用者主觀意識判斷的影響頗大，可能會產生差異極大的結果。

## 2.2.2 Simulation

### 1. 微觀交通車流模擬模式

有些學者以現成的交通模擬模式(如：NETSIM)進行疏散分析，用以改善疏散時間估算方式不合理的現象。這類模式主要用在小區域路網上評估交通管制策略的績效，並以跟車(Car-following)理論等微觀車流為基礎，主要著眼在處理路網中每部車與每部車移動的情形。這種模式的缺點是在電腦執行時會受到電腦記憶體容量的限制，僅能處理較小型的路網。過去使用微觀模擬模式進行疏散分析的例子很少，僅知曾有學者以 NETSIM[2]進行核能電廠的疏散研究[18]。

### 2. 巨觀車流模擬模式

1981 年 Sheffi[19]等人於 MIT 發展出專為處理緊急事故之路網疏散巨觀車流模擬模式 NETVAC 1 (NETwork eVACuation Model 1)；此模式利用模擬法及巨觀車流模式來估算路網疏散時間，並將路網特性、號誌策略、轉向行為分析等因素納入考量，以車流模式來計算各路口車輛分配以及路段上的車流性質。NETVAC1 主要係適用於美國地區，在地理環境不同的情況下，使得 NETVAC1 較不適用於台灣，如該模式中即未考慮公用車輛之調派，對家戶車輛持有率較美國為低的台灣而言影響甚大。

1982 年 Louisiana Power & Light Company[11]為 Louisiana 的 Waterford 3 核能電廠發展一套路網疏散巨觀車流模擬模式。研究中以核能電廠為中心，在 10 哩半徑內區分成 0-2 哩、2-5 哩、5-10 哩與東北、東南、西南、西北四方向等十二個分區。利用車流性質，以巨觀模擬法估算出各分區與十哩內整個路網所需之疏散時間。其中，疏散時間包含動員時間(Mobilization Time)30 分鐘、發佈警報與民眾準備時間(Individual Preparation Time)15 分鐘，故路網疏散時間是在 45 分鐘之後才開始進行。

該模式對路網特性、路段容量與限速、路口管制措施等因素加以考慮，且假設車輛產生率為類似常態分配型態，同時亦考慮民眾疏散順序，疏散順序先後分別為學校教職員學生與醫院病患、工廠員工、最後則為當地居民，至於無私人車輛可搭乘的民眾則以公用車輛為運具來進行疏散。值得一提的是此模式會顯示各路段等候車輛大於 50 部車的路段名稱及車輛平均延滯時間，以供使用者參考。

## 2.3 路網疏散決策支援系統

### 2.3.1 TEDSS

1985 年 Hobeika 與 Hwang[6][7][8]等人針對天然災害之疏散，發展出 TEDSS (Transportation Evacuation Decision Support System)運輸疏散決策支援系統，系統包括「系統控制」、「資料庫」、「模擬模式」和「圖形顯示」四個部分。此系統是以消散率模式為基礎，以其求得之疏散時間做更仔細的指派分析。該模擬模式可分為三個階段：

1. MACROVAC 模式：假設民眾是有秩序的自範圍區進行疏散撤離，其離開率是一常態分佈圖形，則疏散時間函數假設為一負指數函數。

$$CP = \frac{1}{1 + e^{(-\alpha \times (T - \beta))}}$$

$CP$ ：車輛產生的累積率       $\alpha$ ：負載因數(loading factor)

$T$ ：時間       $\beta$ ：疏散時間的二分之一

函數中  $\alpha$ 、 $\beta$  兩參數是用以估計當  $CP=100\%$  時的  $T$ ，並以流入、流出的觀念估計所需疏散時間。其中  $\alpha$  為與人口密度成反比的參數， $\beta$  為根據疏散時間修正的參數。

2. MASSVAC2 模式：利用 MACROVAC 模式所得之疏散時間進行增量指派。在指派過程中以最短路徑搜尋法與重力模式建立一起迄表，並以達爾(Dial)指派法進行指派。
3. HEUORAE 模式：以上述兩種模式為基礎，由路段指標與路線指標決定權重，然後進行啟發式路徑記錄(heuristic path recording)指派。

此模式之缺點在於使用路網指派模式計算每一條路徑的流量，對路網交叉路口混亂的情形亦無法反映出來，且所用之均衡指派觀念並不適用於疏散行為。

### 2.3.2 IDYNEV/PREDYN

1986 年 Goldblatt 等人[9][10]在 KLD 公司亦發展出一套 IDYNEV /PREDYN 模式。該模式整合交談式資料輸入與緊急災變路網疏散模擬及疏散時間估算模式，主要包含「交談式資料輸入」、「路網疏散模擬」以及「疏散時間估算」三種模式，而 IDYNEV 模式則包含「資料處理」、「模擬模式」、「容量限制」與「旅次交通量指派模式」四個部分。此系統利用 PREDYN 模式提供之「使用者螢幕操作」功能來輸入資料進行處理。模式之優點在於對疏散時所需考量之因素定義十分詳細，惟該模式在路口轉向處理上採用靜態的交通量指派，並無法代表車輛在實際狀況下路口轉向選擇的動態行為，且亦未對公用車輛調派之模式納入考量。



### 2.3.3 TEVACS

國內有關核能電廠路網疏散的研究，最早可追溯至民國 76 年，由韓復華教授與胡大瀛之路網疏散模式研究 TEVACS(Transportation EVACuation System)[27]開始，此後歷經蘇志哲[33]、顏應明[36]、石丸[24]與卓裕仁[26]，陸續在 NEC 個人電腦及 SUN 電腦工作站上發展完成一套 TEVACS (Transportation EVACuation System)路網疏散決策支援系統，並可協助分析在不同疏散作業方式下所需之疏散時間。此模式係以人機交談方式為介面，包含「資料處理」、「圖形輸入」、「模擬模式」及「圖形顯示」等四個部分。

TEVACS 系統在車流模擬模式的部分採巨觀車流模式為基礎，至於路網疏散車流模擬模式乃考慮混合車流，故以小客車為車流的單位 (PCU)。由於緊急計畫區內仍有民眾家中並無私人車輛可使用，故除了一般有私人車輛可使用之民眾外，對於這類民眾之疏散同樣必須加以考慮在內。這些民眾需仰賴政府所派遣之公用車輛，方能離開緊急計畫區。因此模擬時將車輛分成公用車輛和私人車輛兩種，公用車輛假定依事先指定的疏散路線移動，私人車輛以儘速離開緊急計畫區範圍為目的，並參考路口下游路段的車速來選擇轉向。至於模擬的執行則採「間斷時間推移」方式，每隔一模擬時距 (interval) 才計算並更新系統資料一次，由此可知模擬時距的選取影響模擬結果甚鉅，必須謹慎地選擇。根據經驗，模擬時距多選擇路網中最短節線的通過時間。

對路網上的車輛而言，車流的組成可分為：車輛產生、負載，路段行進、移動，路口停等、轉向，離開路網等動作。雖然這些動作是同時進行的，但對個別的車輛而言，則依上述動作的先後順序在運作。因此，路網車流模擬模式即可分成：產生源處理、路段處理、路口處理及吸引端處理等四個程式，並依「產生源→路段→路口→吸收端」的順序逐步推演。路網疏散車流模擬模式的架構如圖 2.1 所示，路網車流組成示意圖則如圖 2.2。各處理程式的細節步驟說明如下：

#### 1. 產生源處理程式

- (1) 車輛產生：假設私人車輛之累積產生率為羅吉斯特 (Logistic) 函數，公用車輛則為固定產生率，並有一段反應時間讓民眾集結 (如圖 2.3 所示)。由圖 2.3 得知，私人車輛累積產生率函數的形式可由  $t^*$  (從私車產生至疏散開始之時間) 及  $\lambda$  (疏散開始時尚未產生之私車比率) 求出。
- (2) 車輛負載：假設車輛自產生源以一虛擬連線 (Connector) 負載到鄰近節線的起點上；一個產生源可連接到多條節線，一條節線亦可被多個產生源負載。在此並不考慮路邊停車的影響，自路邊起動進入路段的車輛即視為車輛產生與負載。

#### 2. 路段處理程式

- (1) 車輛移動：以巨觀車流模式為基礎，由移動車輛數計算路段車流密度(K)，然後代入速率－密度車流關係式中求得車流速率(V)，再以流量公式( $Q=K \times V$ )

計算車流流率。本研究選擇 Drew 巨觀車流模式，其速率－密度車流關係式為  $V = V_f [1 - (K / K_j)^{0.5}]$ ，其中  $V_f$  為自由速率、 $K_j$  為擁擠密度。

- (2) 車輛到達：將車流速率乘以模擬時距，即可求得該時距內到達下游路口的車輛數與停等車隊長度。

### 3. 路口處理程式

疏散時為避免路口運作失控，常由管制人員（如交通警察）來指揮、疏導交通，因此本研究假設實際疏散時各路口之運作皆由管制人員來控制。

- (1) 路口使用時間分配：以模擬時距為一週期，再根據各臨近路段之停等車隊長度計算其等效綠燈時間。
- (2) 路口轉向比率分配：假設疏散時私車駕駛人係選擇行駛時間最短的吸收端為其目的地，因此各路口臨近路段會有一轉向偏好係數；然而當駕駛人到達路口時，仍會參考當時各臨近路段的車流狀況（如速率）來決定最後的轉向。
- (3) 公用車輛轉向比率：由於公用車輛有一定的疏散路線，因此其路口轉向比率視疏散的路線而定；疏散路線經過的下游路段，轉向比率為 1，否則為 0。

### 4. 吸收端處理程式

所謂吸收端係指自緊急計畫區外圍離開緊急計畫區之路段，因緊急計畫區外的路段可延伸任意長度，故 TEVACS 係以半徑五至六公里的範圍來限制吸收端長度。

- (1) 吸收路段：假設吸收路段之車流僅受路段容量的限制，流量計算比照一般路段的方式處理。
- (2) 吸收端點：假設容量無限大，車輛自吸收路段到達吸收端點後即視為離開，因此並無停等車隊產生。

路網車流模擬模式係同時產生私人車輛與公用車輛至路網上，然後依照巨觀車流理論來模擬車輛在道路上的行止，並藉以推估其行駛時間。根據圖 2.3 可知，在正式下達疏散命令之前即有少數民眾自行駕車離開，因此通常對整個模擬疏散時間之定義為：自私人車輛產生開始計時，至離開 EPZ 車輛達到目標疏散率的時間為止。

TEVACS 系統除了對各步驟之車輛行進過程與狀態進行模擬之外，也將電腦模擬結果與圖形顯示系統相互結合，用以輔助緊急應變決策單位進在各種不同車輛調派與交通管制措施下進行模擬與分析，以瞭解道路的擁擠情形和疏散時間。

TEVACS 系統最大之貢獻在於模式中將機車與公用車輛納入模式處理，其主要用意乃考慮國內混合車流特性與小汽車持有率較歐美地區國家為低，期望藉由增加機車與公用車輛模式處理使 TEVACS 模擬結果能更符合台灣現今環境狀況。又，該模式亦偵測出路段因道路容量不足而對疏散所產生之延誤情況，並可預測路網改善後之疏散效果。

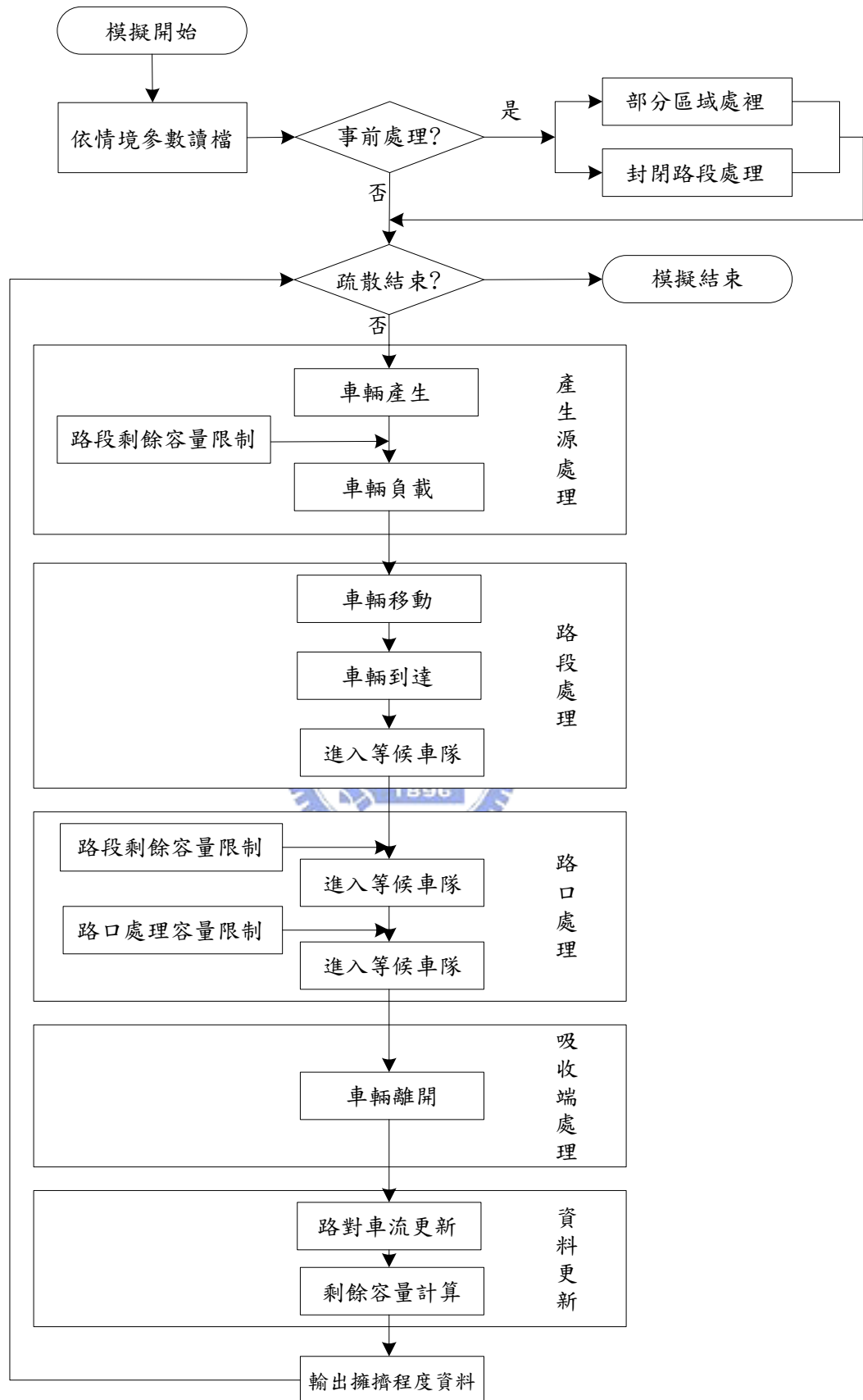


圖 2.1 路網疏散車流模擬模式架構圖

資料來源：[30]

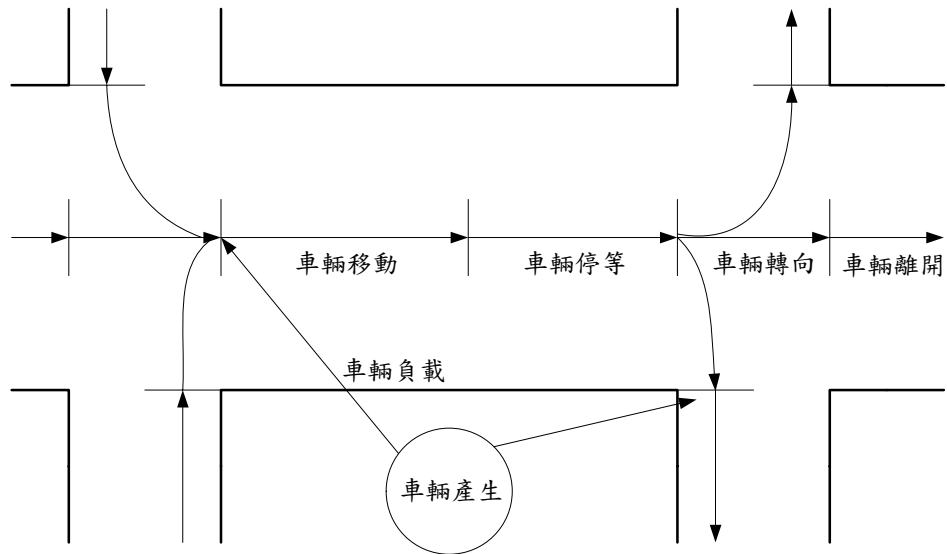


圖 2.2 路網車流組成示意圖

資料來源：[30]

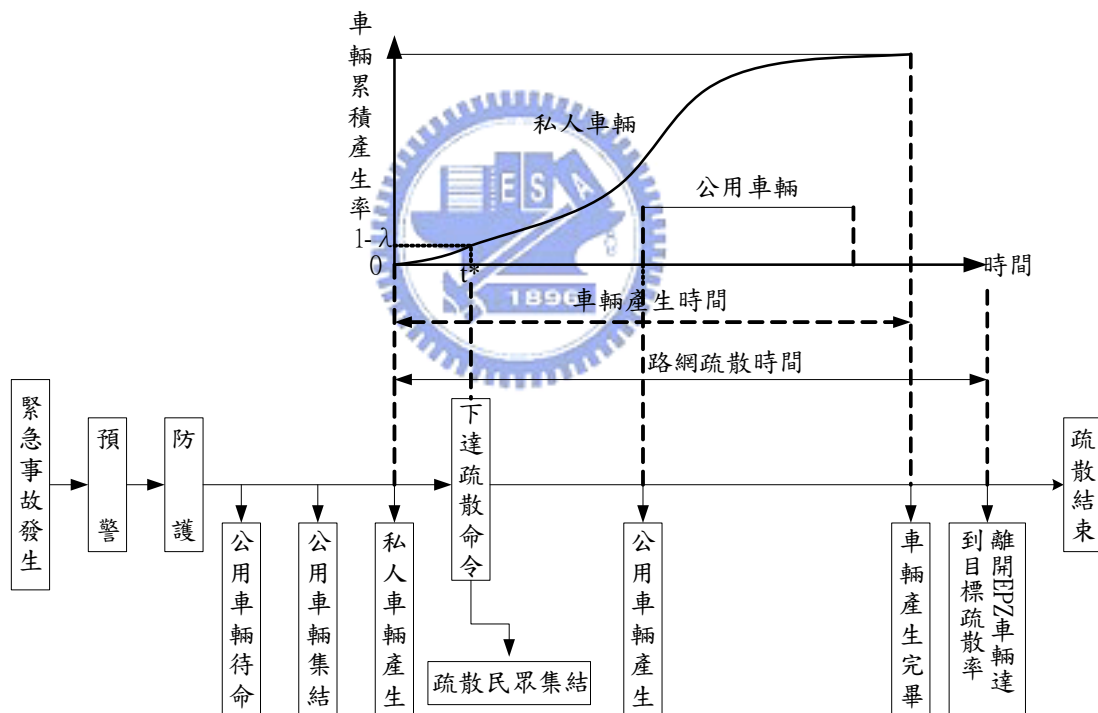


圖 2.3 車輛產生行為分析圖

資料來源：[30]

1996 年韓復華教授接受台電公司委託完成「依最新人口、道路及交通運輸狀況更新核一、二、三廠廠外民眾路網疏散模式及展示系統」[30]計畫，首度利用多媒體技術將 TEVACS 系統轉移至 WINDOWS 視窗環境下，並針對實際需求擴增系統模擬情境與地理資訊展示功能，開發完成 TEVACS'96 疏散決策支援系統。TEVACS'96 共包含：系統控制與使用者介面、路網疏散模擬模式、網路與疏散資料管理以及地理圖形資料展示等四個模組。



1999 年全國核子事故處理委員會委託交通大學運輸工程與管理學系進行「核一、二、三廠緊急計畫區民眾疏散模式及展示系統更新案」[31]，完成更新 TEVASC'96 系統為 TEVACS'99 系統，並重新模擬估算核一、核二、核三電廠的民眾疏散時間，根據模擬結果研擬各集結點公用車輛疏散路線建議方案，以及分析疏散瓶頸路段，提出交控改善措施方案。TEVACS'99 系統可提供六種時段情境、十七種風向情境、兩種範圍情境（全 EZP 疏散、下風向疏散），以及五種狀況情境（基本狀況、劑量狀況、調撥車道、單行道、封閉路段）等，共 1020 種情境組合模擬功能，比原 TEVACS'96 系統的 510 種情境多一倍。其中，劑量狀況係配合核安二號演習而增加之功能，可將風向與劑量的影響納入疏散模擬考量中。

2004 年韓復華教授再度接受台灣電力公司委託，完成「核能四廠疏散路網分析專案計畫調查工作」[32]，研究中除彙整 EPZ 區域人口、車輛資料，並探勘現場道路、車站等設施，同時規劃出共同使用公鐵路運輸系統下，公共疏散所需之列車與車輛及其進出場之路線與集結點。

此外，研究內容也包含核四廠 EPZ 範圍內 GIS 地理資訊系統資料庫之建立，並結合 TEVACS 路網疏散模擬系統，構建出 TEVACS'2004 系統。此系統可查詢展示核四廠 EPZ 範圍內之相關資料，並可動態顯示各種模擬情境之道路擁擠狀況。

研究中依據 TEVACS'2004 分析之擁擠瓶頸路段，研擬不同之改善疏散之路網方案，結果發現最佳的疏散方案可有效降低各種疏散情境至 2 小時內，以例假日白天東北風全區 EPZ 疏散的情境為例，改善前疏散時間為 4 小時 0 分，經綜合單行道與公鐵路最佳疏散方案改善後，可改善至 1 小時 12 分鐘。

## 2.4 運輸問題

運輸問題，顧名思義，它是將貨物由甲地送到乙地的問題。問題定義的陳述如下所示：有  $m$  個起點  $O_i (i=1, 2, \dots, m)$ ， $n$  個迄點  $D_j (j=1, 2, \dots, n)$ ；每一起點  $O_i$  有  $p_i$  個貨物運送到  $n$  個迄點  $D_j$ ，而每一迄點需求量为  $q_j$ 。 $c_{ij}$  表示由起點  $i$  運送一單位貨物到迄點  $j$  的運輸成本、運輸時間、利潤或收益等，統稱為懲罰值。傳統運輸問題之數學模式如下：

$$\begin{aligned}
 \text{Minimize } Z_k &= \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij}^k x_{ij} \\
 \text{s.t. } \sum_{j=1}^n x_{ij} &= p_i \quad i=1, 2, \dots, m \\
 \sum_{i=1}^m x_{ij} &= q_j \quad j=1, 2, \dots, n \\
 x_{ij} &\geq 0 \quad i=1, 2, \dots, m \quad j=1, 2, \dots, n
 \end{aligned}$$

$k = 1$  時為單目標運輸問題， $k \geq 2$  時為多目標運輸問題。 $p_i, q_j$  分別表示第  $i$  個起點及第  $j$  個迄點的供給量與需求量。 $c_{ij}^k$  表示由起點  $i$  運送一單位貨物到迄點  $j$  的懲罰值。 $x_{ij}$  表示由第  $i$  個起點運送至第  $j$  個迄點的物品數量。模式中限制條件有  $m + n$  個，變數則有  $m \times n$  個。運輸問題基本型態即是假設總供給量等於總需求量，即  $\sum_{i=1}^m p_i = \sum_{j=1}^n q_j$ ，亦稱為平衡運輸問題(Balanced Transportation problem)。由上式可知運輸問題是一標準線性規劃模式，具有下列幾項特性：

1. 運輸問題的限制條件僅有  $m + n - 1$  個。
2. 運輸問題並不會發生無限界解的情形。
3. 運輸問題必存在適合條件解。
4. 運輸問題必有最佳解存在。

運輸問題是標準線性規劃問題，但運輸問題模式存在特殊性，變數間存在特定關係，因此許多演算法便陸續被發明，使求解運輸問題時能將過程更為簡化。傳統運輸問題求解方法分兩階段：先求得初始解，再求最佳解。初始解求解方法有西北角法(Northwest Corner Method Rule)、最小成本法(Least Cost Rule)等；而最佳解求法則可以 Charnes and Cooper 發展之 Stepping Stone Method 以及修正分配法(Modified-Distribution Method)求得。現實生活中有許多決策問題，雖非屬於運輸問題，但因運輸問題擁有許多利於求解的特性，故仍可將決策問題模式轉為運輸問題求解，如生產排程問題(Production Scheduling Problem)、指派問題(Assignment Problem)與筵席承包商問題(Cater Problem)等。[23]

## 2.5 交通指派問題

### 2.5.1 交通量指派問題

一般而言，交通量指派可分為靜態指派與動態指派，傳統的交通指派是以靜態指派為主，但因傳統的靜態指派對時間因素未加以考慮，故並不適合應用在計算疏散時間上。後來學者為改善傳統指派方法的缺點，因而發展出動態指派法。在靜態指派法方面，如依是否有容量限制來分，有下列兩者：

1. 無容量限制指派法：忽略流量大小對旅行時間影響，路徑阻抗值維持一定。
2. 容量限制指派法：當流量逐漸增加時，阻抗值亦增加，即路徑混亂情形也跟著增加，相對於無容量限制指派法，此法較符合路徑實際狀況。

此外，若以指派方法的技術將傳統的靜態指派模式分類，則可分為：全有或全無指派法(All-or-nothing Assignment)、逐步增量指派法(Incremental Assignment)、均衡指派法(Equilibrium Assignment)、曲線轉換法(The Diversion Curve Method)、達爾指派法(The Dial Assignment)等。

在動態指派法方面，主要觀念是在 1978 年時由 Merchant 與 Nemhauser [12][13] 兩位學者所提出，此模式乃假設旅行時間為一依時函數，接著再以數學規劃型式求解均衡指派問題。此外，該模式亦假設：流出量函數為一非遞減、連續之凹函數；成本函數為非負、非遞減且連續之凸函數。

這些假設主要乃為了使車流運作情形更符合實際狀況。在上述假設之下，可將原數學規劃模式簡化為求解「非線性方程式」問題，並將問題化為「片斷(piecewise)連續函數」，即可以線性規劃方式求解。Ho[5]即在 1980 年應用連續性最佳化方法求解片斷線性函數之動態指派問題。

## 2.5.2 路段績效函數(Link Performance Function)

路段績效函數之推導源自於巨觀車流模式和交叉路口車輛延滯模式，是一種流量相關(Volume-dependent)函數，最常用的公式為 BPR 曲線函數。路段績效函數乃用以估算某一路段流量下的旅行時間或成本，並據以搜尋最短路徑，接著再進行交通量指派。Spiess[20]認為 BPR 公式有以下幾個缺點：

1. 當  $V/C \geq 1$  後，函數值會急驟上升。
2. 當  $V/C \leq 1$  時，可能產生退化情形，容易造成多重解。

因此，Spiess 考慮事實現象的限制，提出圓錐形(Conical)擁擠函數，使公式較符合實際道路狀況。

## 2.5.3 最短路徑問題(Shortest Path Problem)

最短路徑分為一點至多點、多點至多點以及多條最短路徑問題等[17]，其中，多條最短路徑問題可應用於道路遭到阻斷的情況。一點至多點最短路徑問題求解方法分為兩種：

1. 標記設定法(Label Setting)：如 Dijkstra 演算法。
2. 標記修正法(Label Correcting)：如 Moore 演算法。

多點至多點最短路徑求解法以 Floyd 矩陣演算法較具效率；多條最短路徑問題則以 Yen 演算法較為著名也較為廣泛使用。