

國立交通大學

交通運輸研究所

碩士論文

捷運車站異常狀況分級制度之研究

A Study on the Classification of Abnormal Conditions in MRT Station



研究生：李啟源

指導教授：黃台生 教授

中華民國九十七年六月

捷運車站異常狀況分級制度之研究

研究生：李啟源

指導教授：黃台生

國立交通大學交通運輸研究所碩士班

摘要

大眾捷運系統提供具有密集班次、高運量、高速度、高準時性、高安全性、高舒適性之運輸服務，乃是解決都市交通擁塞問題的方法之一，其中捷運車站扮演著旅客集散之重要節點，進出捷運車站的旅客特性有別於一般行人，不但流動性大、動線複雜，且具有時間性與方向性，尤其在大型車站及重要轉乘站更是人潮匯集之處，使得捷運車站內旅客流量變化大，因此捷運車站在興建與營運時會以旅客動線安全做為空間設施規劃以及營運策略研擬之重要前提。國內外相關文獻雖針對危害狀況之規劃設計及疏散程序著墨甚多，但是異常狀況發生時，由於對旅客尚未產生直接之危害，捷運公司仍須兼顧正常營運與旅客安全雙方面之考量，較危害狀況複雜，回顧國內外文獻可發現異常狀況相關文獻相當缺乏，因此本研究希望建立大眾捷運系統捷運車站之異常狀況分級制度。

本研究以臺北捷運公司高運量系統行車運轉程序做為基礎，選擇「影響範圍」與「影響時間」做為異常狀況分級向度，輔以專家學者之意見與評分，建立異常狀況分級制度之架構及其分級向度相對權重與各層級劃分之相對嚴重性，並導入模糊統計試驗法以計算異常狀況各嚴重性等級之門檻值，其門檻值為：A 級(門檻值 <0.2311)、B 級($0.2311 < \text{門檻值} < 0.2432$)、C 級($0.2432 < \text{門檻值} < 0.2499$)、D 級($0.2499 < \text{門檻值} < 0.2646$)、E 級(門檻值 >0.2646)。最後針對各嚴重性等級研擬概念性之捷運車站異常狀況管理機制與因應策略，以提供臺北捷運站務人員做為異常狀況發生時之作業準則。

關鍵字：捷運車站、異常狀況、分級制度、德菲法、模糊理論

A Study on the Classification of Abnormal Conditions in MRT Station

Student : Chi-Yuan Lee

Advisor : Tai-Sheng Huang

Institute of Traffic and Transportation
National Chiao Tung University

ABSTRACT

Mass Rapid Transit(MRT) provides effective transportation service with high number of runs, high capacity, high speed, high safety and comfort. It is one of the approaches to solve urban transportation problems of congestion. MRT stations play the part of important nodes to passenger collection and distribution. The characters of passengers in MRT stations are different from general pedestrians. They have characters of complex circulation, high fluctuation, trend of time and trend of direction . Especially the main station and the transfer station always crowded. Therefore, safety of passenger facilities and space planning are the essential considerations in planning, building and operating MRT stations. Lots of studies discuss planning and management of emergency conditions. However, studies about classification and management of abnormal conditions are not well developed until now. The primary objective of this study is to develop a classification of abnormal conditions in MRT station.

In this study, operating processes of heavy-capacity transit system in TRTC are chosen to be the base. Two dimensions “Range of Abnormal Condition” and “Time of Abnormal Condition” have been defined and weighted by related importance through Delphi Method and Multi-objective Programming to establish the framework of classification of abnormal conditions. Finally a standard for measuring seriousness of abnormal conditions in MRT stations is developed by Fuzzy Theory and defined through a grade from A to E. This study provides the classification of abnormal conditions, and conceptually draw up the operating processes of abnormal conditions for staffs in MRT station to follow.

Keywords : MRT Station, Abnormal Conditions, Classification, Delphi Method, Fuzzy Theory

誌謝

終於來到這個季節，這是個非常像樣的夏至，住處窗外響起蟬聲綿綿，山佳站外的鳳凰花也開得火紅了，而我也如願在這最炎熱的日子裡，開始撰寫這篇研究的最後一頁。一年來的喜怒哀樂，沒想到在此時，都化為甜蜜又不捨的回憶。

恩師黃台生老師對學生的諄諄教誨，恐怕不是僅僅以誌謝就能表達感激。老師是一位非常忙碌的學者，但每每往往學生到達研究室門口時，老師總是能以最溫暖的笑容迎接我，學生對論文的方向並非總是與老師同步，但在與老師不斷的討論激盪下，讓學生論文的思維與論證更為成熟。而修業期間諸位系所教授給予學生的大力指導，研究調查時台北捷運公司站務處相關先進給予的大力協助，亦或口試時陳椿亮教授與葉文健教授的撥冗細審，在此學生致上萬分感謝。

在交通大學的這六年，對於我的人生有著深遠的影響，同窗好友的互相勉勵使我在求學路上不曾孤單，系所助理的諸多協助讓我能夠順利求學，同班六年 Speed 與達賴更是缺一不可的遊山玩水必備良伴，而交大鐵道會與運管系足球隊則又是我在閒暇之餘最不能忘懷的兩個去處，我會記得那些宅在交大宿舍高速上網的日子、記得那些在 513 公車上睡掉的時間、記得那些一起在鐵路邊曬太陽的傻子、記得在颱風夜拼命把系車抬起來的同伴、記得奔馳在球場上磨破膝蓋喊破喉嚨的激情、記得那些在球場邊負責搬水擦藥的經理們，當然，也會記得我們三個在多良的那個夏天，還有大三時進入我人生中的小冰，那些甜甜卻又帶點酸澀的回憶，因為你們，我才能獲得這個豐富的人生，謝謝大家的陪伴，你們都是我的英雄。

最後也是最重要的，就是在背後默默支持我的家人與親友，因為我的選擇讓自己離家六年，這些日子來，無論是物質上或是精神上的支持，雖然我很少說出心中的感謝，但其實我都看在眼裡，這一生能夠成為你們的親人，真的是非常幸福的一件事，僅將此篇碩士論文獻給我的親人，以表達我無限的感激，願我在未來能夠帶給你們更多的榮耀。

李啟源 謹誌
中華民國九十七年六月

目錄

中文摘要.....	II
英文摘要.....	III
誌謝.....	IV
目錄.....	V
圖目錄.....	IX
表目錄.....	XI
第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究目的與課題.....	1
1.3 研究範圍.....	2
1.4 研究架構.....	2
1.5 研究方法.....	3
1.6 研究流程.....	4
第二章 文獻回顧與評析.....	7
2.1 行人流相關文獻.....	7
2.1.1 行人基本特性.....	7
2.1.2 行人設施服務水準.....	8
2.1.3 人流相關理論.....	11
2.2 危害與異常狀況相關文獻.....	13
2.2.1 危害狀況相關文獻.....	13
2.2.2 異常狀況相關文獻.....	16
2.3 緊急與異常狀況之案例.....	17

2.3.1	臺北大眾捷運系統營運現況	17
2.3.2	各國緊急與異常狀況案例整理	18
2.3.3	臺北捷運車站異常與緊急狀況處理程序	20
2.4	研究方法相關文獻.....	27
2.4.1	系統方法	28
2.4.2	德菲法	28
2.4.3	多準則評分法	29
2.4.4	模糊理論	29
2.5	小結.....	30
第三章 捷運車站異常狀況及其影響		31
3.1	捷運車站之作業.....	31
3.1.1	捷運車站之類別	31
3.1.2	捷運車站之機能	34
3.1.3	捷運車站之特性	38
3.2	異常狀況概述.....	41
3.2.1	異常狀況之發生原因	41
3.2.2	異常狀況之特性	45
3.2.3	異常狀況對於捷運車站作業之影響	45
3.3	異常狀況之因應措施.....	48
第四章 捷運車站異常狀況之分級		50
4.1	異常狀況之分級向度.....	50
4.1.1	異常狀況之分級向度	50
4.1.2	分級調查之實施步驟	51

4.2	第一階段問卷調查—異常狀況分級向度之架構.....	54
4.2.1	問卷設計	54
4.2.2	問卷調查	55
4.2.3	問卷回收與資料分析	55
4.3	第二階段問卷調查—異常狀況分級向度相對權重與嚴重性.....	60
4.3.1	問卷設計	60
4.3.2	問卷調查	61
4.3.3	問卷回收與資料分析	61
4.4	第三階段問卷調查—異常狀況嚴重性等級之門檻值.....	62
4.4.1	問卷設計	63
4.4.2	問卷調查與資料分析	64
第五章	捷運車站異常狀況之管理機制	72
5.1	捷運車站異常狀況管理機制之內涵.....	72
5.1.1	捷運車站異常狀況管理機制之目標	72
5.1.2	捷運車站異常狀況管理機制之流程	72
5.2	捷運車站各級異常狀況之管理機制.....	74
5.2.1	A 級異常狀況	74
5.2.2	B 級異常狀況.....	74
5.2.3	C 級異常狀況.....	74
5.2.4	D 級異常狀況	75
5.2.5	E 級異常狀況.....	75
5.3	捷運車站各類異常狀況不同等級之管理機制.....	77
5.3.1	列車運行失常事件	77

5.3.2	行控設備故障事件	78
5.3.3	車站設備故障事件	80
5.3.4	旅客掉落軌道事件	81
5.3.5	天然災害	82
5.3.6	旅客需求量過大	82
第六章 結論與建議		84
6.1	結論.....	84
6.2	建議.....	85
參考文獻.....		86
附錄 A：第一階段第一次專家問卷—異常狀況分級向度之架構.....		89
附錄 B：第一階段第二次專家問卷—異常狀況分級向度之架構.....		94
附錄 C：第二與第三階段專家問卷---異常狀況分級向度之等級劃分		98



圖目錄

圖 1-1	研究架構	3
圖 1-2	研究流程	6
圖 2-1	感受-回應模式乘客感受圖	11
圖 2-2	臺北捷運路網圖	18
圖 2-3	臺北捷運公司高運量捷運系統行車運轉程序之架構	23
圖 2-4	元宵燈節與與跨年活動運量比較圖	24
圖 2-5	移動式 IC 卡驗票設備	27
圖 2-6	吊掛式引導標誌	27
圖 3-1	危害狀況與異常狀況定義劃分示意圖	42
圖 4-1	異常狀況嚴重性考量因素之初擬架構	51
圖 4-2	捷運車站異常狀況分級向度相對權重與層級嚴重性架構圖	62
圖 4-3	各嚴重性等級隸屬函數與衡量值之關係圖	66
圖 4-4	嚴重性等級 A 之隸屬度與衡量值之關係圖	67
圖 4-5	嚴重性等級 B 之隸屬度與衡量值之關係圖	67
圖 4-6	嚴重性等級 C 之隸屬度與衡量值之關係圖	67
圖 4-7	嚴重性等級 D 之隸屬度與衡量值之關係圖	68
圖 4-8	嚴重性等級 E 之隸屬度與衡量值之關係圖	68
圖 5-1	捷運車站異常狀況管理機制之流程	73

表目錄

表 2-1	人與人空間距離特性	8
表 2-2	行人步道之服務水準	8
表 2-3	行人停留區之服務水準	9
表 2-4	捷運車站月臺服務水準	10
表 2-5	各國行人流速率調查概況	12
表 2-6	各國捷運系統緊急狀況設定比較表	13
表 2-7	臺北捷運行車運轉程序中列舉之緊急狀況	21
表 2-8	臺北捷運行車運轉程序中列舉之特殊狀況	21
表 2-9	2007 跨年活動與燈節活動人潮管制暨列車運行計畫比較表	26
表 3-1	建造型式與車站分類表	33
表 3-2	採用本研究定義之異常與危害狀況分類	42
表 3-3	供給下降之異常狀況分類	44
表 3-4	不同類型異常狀況產生之主要影響類型	47
表 4-1	第一部份問項-異常狀況分級向度之定義	54
表 4-2	第二部份問項-異常狀況分級向度之分級方式	54
表 4-3	參與第一階段專家問卷調查人員列表	55
表 4-4	第一階段第一次調查—專家評分統計數據	55
表 4-5	第一階段第一次調查—專家提供建議列表 A	56
表 4-6	第一階段第一次調查—專家提供建議列表 B	57
表 4-7	專家建議要點與本研究補充說明列表	57
表 4-8	第一部份問項-異常狀況分級向度之定義	58
表 4-9	第二部份問項-異常狀況分級向度之分級方式	58
表 4-10	第一階段第二次調查—專家評分統計數據	59
表 4-11	第一階段第二次調查—專家提供建議與本研究補充說明列表	59

表 4-12 異常狀況分級向度之定義	60
表 4-13 異常狀況分級向度之分級方式	60
表 4-14 參與第二階段專家問卷調查人員列表	61
表 4-15 第二階段調查一分級向度相對權重統計數據	61
表 4-16 第二階段調查一分級向度各層級嚴重性評分值統計數據	62
表 4-17 捷運車站異常狀況分級向度組合情境列表	64
表 4-18 參與第二階段專家問卷調查人員列表	64
表 4-19 專家主觀感受調查結果	65
表 4-20 專家主觀感受調查結果(續).....	65
表 4-21 各組合情境所對應之嚴重性等級隸屬度	65
表 4-22 各組合情境所對應之嚴重性等級隸屬度(續).....	65
表 4-23 各嚴重性等級之隸屬度與其 R2 值.....	66
表 4-24 各嚴重性等級所對應之衡量值 $Y(\alpha=0.5)$	69
表 4-25 各嚴重性等級劃分之門檻值($\alpha=0.5$)	69
表 4-26 各嚴重性等級所對應之衡量值 $Y(\alpha=0.6)$	69
表 4-27 各嚴重性等級劃分之門檻值($\alpha=0.6$)	69
表 4-28 各嚴重性等級所對應之衡量值 $Y(\alpha=0.7)$	70
表 4-29 各嚴重性等級劃分之門檻值($\alpha=0.7$)	70
表 4-30 各嚴重性等級所對應之衡量值 $Y(\alpha=0.8)$	70
表 4-31 各嚴重性等級劃分之門檻值($\alpha=0.8$)	70
表 4-32 本研究之捷運車站異常狀況嚴重性等級劃分門檻值	71
表 4-33 異常狀況嚴重性等級矩陣	71
表 4-34 各情境組合所對應之異常狀況嚴重性等級	71
表 5-1 各等級異常狀況通報層級與因應措施列表	76

第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

大眾捷運系統提供具有密集班次、高運量、高速度、高準時性、高安全性、高舒適性之運輸服務，乃是解決都市交通擁塞問題的方法之一。目前除臺北都會區擁有完整的雙十字型捷運路網外，其他都市亦積極規劃與興建捷運系統當中。臺北都會區大眾捷運系統自民國 85 年 3 月木柵線(棕線)通車營運以來，截至民國 96 年 10 月，全路網平均日運量為 112 萬人次，顯見大眾捷運系統已成為臺北都會區主要運具之一。

由於大眾捷運系統擔負著輸送大量旅客之任務，其中捷運車站扮演著旅客集散之重要節點，進出捷運車站的旅客特性有別於一般行人，不但流動性大、動線複雜，且具有時間性、方向性等特點，尤其在大型車站及重要轉乘站更是人潮匯集之處，使得捷運車站內旅客流量變化大，因此捷運車站在興建與營運時會以旅客動線安全做為空間設施規劃以及營運策略研擬之重要前提，以提供旅客迅速、便利且安全的乘車環境。

德國學者[1] 研究指出特殊事件可分為營運狀況與危害狀況，營運狀況對旅客並無直接之危害，例如列車故障、尖離峰時間等，而危害狀況則可能產生直接性的危害，造成旅客傷亡，例如火災、恐怖事件等。國內外相關文獻針對危害狀況之規劃設計及疏散程序著墨甚多，文獻中皆以旅客安全為考量因素進行研究，但是異常狀況發生時，由於對旅客尚未產生直接之危害，以捷運公司之立場而言，仍必須兼顧正常營運與旅客安全雙方面之考量，較危害狀況複雜，因此回顧國內外文獻可發現異常狀況之相關文獻相當缺乏，且異常狀況如未妥善控制則可能導致推擠傷亡，進而發生危害狀況，所以有效的監控異常狀況並及早因應可達預防危害狀況之效。

本研究希望建立臺北都會區大眾捷運系統捷運車站之異常狀況管理機制，以目前臺北捷運公司之行車運轉程序做為基礎，加以歷史資料中各種參數之考量進行調整，並輔以專家學者之意見評析，使管理機制能夠確實提供各捷運站務人員以及行控中心做為異常狀況發生時之作業準則。

1.2 研究目的與課題

針對上述動機，本研究之主要目的在於研擬捷運車站於營運時間遭遇異常狀況之管理機制。研究課題包含以下：

1. 探討捷運車站異常狀況發生之原因與特性。
2. 探討捷運車站異常狀況對營運造成之影響。
3. 探討捷運車站異常狀況之分級制度。
4. 研擬捷運車站異常狀況管理機制之目標與流程。
5. 建立不同等級狀況之管理機制。

1.3 研究範圍

本研究乃針對既有之捷運系統異常狀況因應策略機制做一綜合性調整，就臺北捷運公司高運量捷運系統行車運轉程序之分類而言，主要可分為正常狀況、特殊狀況以及緊急狀況，其中被歸類為緊急狀況之天災事件、火災事件、恐怖攻擊事件以及群眾運動事件等將對於旅客造成直接危害，此時應以旅客安全為唯一考量因素，緊急疏散站內旅客，其緊急疏散程序經過長久且廣泛的研究後，已有一套固定的因應機制。而緊急狀況中的人員傷亡事件、列車意外以及特殊狀況之影響範圍較小且對多數旅客無直接危害，站務人員能夠明確發覺事故之發生而採用作業程序，因此在異常狀況之控管上可迅速處理，且亦有一套標準作業程序。

然而，車站人潮之變化不確定性高，站務人員並無一套對於異常狀況之明確分級制度，且異常狀況除安全因素之考量外尚須維持正常營運，由過去文獻可發現，緊急狀況相關研究較多，規劃設計與因應策略機制亦較為完備，而異常狀況研究相對較少，因此本研究將焦點集中在異常狀況管理機制之研究，緊急狀況與可明確發覺及處理之異常狀況則未加以探討。

1.4 研究架構

本研究將分為三大部份，第一部份為文獻回顧與評析，整理異常人流相關文獻以了解捷運車站之各項作業並探討異常狀況發生之原因與特性，並選擇適合本研究之研究方法。第二部份將藉由異常狀況對捷運車站作業之影響程度大小，參酌相關文獻歸納出異常狀況管理應考量之分級向度與專家建議，對捷運車站異常狀況進行分級，以做為第三部份各級異常狀況管理機制研擬之參考。本研究架構如下圖 1-1 所示：

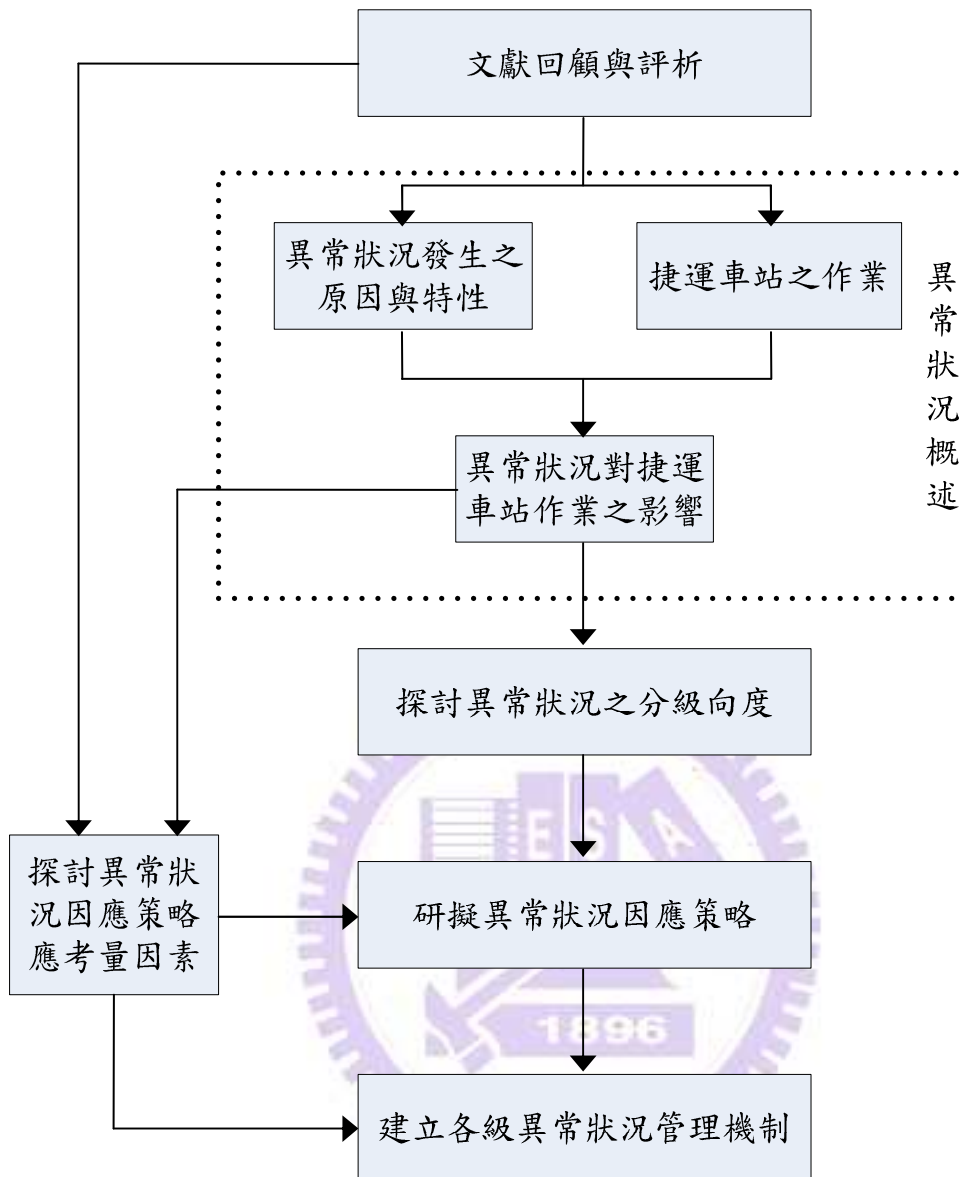


圖1-1 研究架構

1.5 研究方法

為能依照前述研究架構進行研究，本研究所採取之方法如下所述：

1. 系統方法

「系統」一詞係為混亂的反面，雖然並非意指系統與混亂為絕對的對立或互斥，但卻是代表兩種不同相容情況的形容詞彙。本研究採用系統方法做為主要架構，自文獻回顧、異常狀況特性整理、異常狀況分級以至於因應策略之研擬，皆以系統性之思維加以剖析。

2. 德菲法

捷運系統站務管理階層對於捷運車站異常狀況之嚴重性層級區分以及相關管理機制的認知最為強烈，因此本研究使用德菲法(Delphi)對捷運系統站務管理階層進行深度訪談，以獲知站務人員對於異常狀況分級應考量因素之感受與意見，並透過深度訪談的結果建立本研究之捷運車站異常狀況分級方式與收集各級異常狀況所應採用之管理機制。

3. 多準則評分法

由於異常狀況嚴重性所涉及之相關因素甚為複雜，且牽涉到現場站務人員的價值判斷，在分級制度上並非傳統單一準則評分法所能解決。多準則評分法(Multicriteria Scoring Methods)即考量多準則或多因素的特性，利用評分法或評點法的方式，進行投資計畫或方案評估[51]，用以解決帶有多種相關因素的問題。

4. 模糊理論

模糊理論(Fuzzy Theory)是一種定量化處理人類語言所包含意義之學問，由美國 L. A. Zadeh 教授於 1965 年所提出，其指出人類的思維、邏輯以及對週遭事物之認知都是相當模糊的，許多傳統精確的數量方法並不能完全解決以人為中心的問題，因此須以模糊數學分析方法取代傳統數量方法以處理模糊問題。

1.6 研究流程

確定本研究欲使用之研究方法後，接著逐一介紹本研究之流程：

1. 確立研究方向與目標

依問題確認與範圍界定，訂定研究方向與工作計劃。

2. 文獻回顧與資料收集

分別整理國內外行人流與捷運車站環境特性、緊急與異常狀況相關文獻以及目前臺北捷運營運概況，以瞭解理論並選擇研究方法，並收集臺北捷運路網相關技術數據以及營運資料，以供後續研究分析使用。

3. 異常狀況之原因、特性以及影響分析

自文獻中整理異常狀況之發生原因、異常狀況之特性以及異常狀況對於捷運系統營運所可能造成之影響因素，上述因素可供後續研究做為分級以及管理機制研擬使用。

4. 探討異常狀況分級制度

由於目前臺北捷運公司並未明確界定異常狀況之狀態，多為站務人員自行觀察狀況而後回報行控中心，因此本研究在研擬管理機制前，應參考場站服務水準相關文獻以及對站務人員進行專家深度訪談，構建分級之構面因素與評估值，進而構建異常狀況分級制度。

5. 探討異常狀況管理機制應考量之因素

整理異常狀況相關文獻以及使用深度訪談法收集專家學者對於異常狀況處理之建議，彙整各種管理機制應考量之因素。

6. 研擬異常狀況管理機制

整合各種異常狀況應考量因素，以系統方法構建異常狀況管理機制。透過異常狀況分級制度，將不同等級之異常狀況分類。各級與各類異常狀況具有不同之特性，例如擁擠程度、密度分佈等，因此各級與各類異常狀況之管理機制不盡相同，藉由上述異常狀況分級制度之架構，以臺北捷運公司行車運轉作業程序中所提及之因應方式做為基礎，針對各級異常狀況特性研擬適當之管理機制。

7. 結論與建議

完成相關研究目的後，歸納出具體結論並對後續研究提出建議。

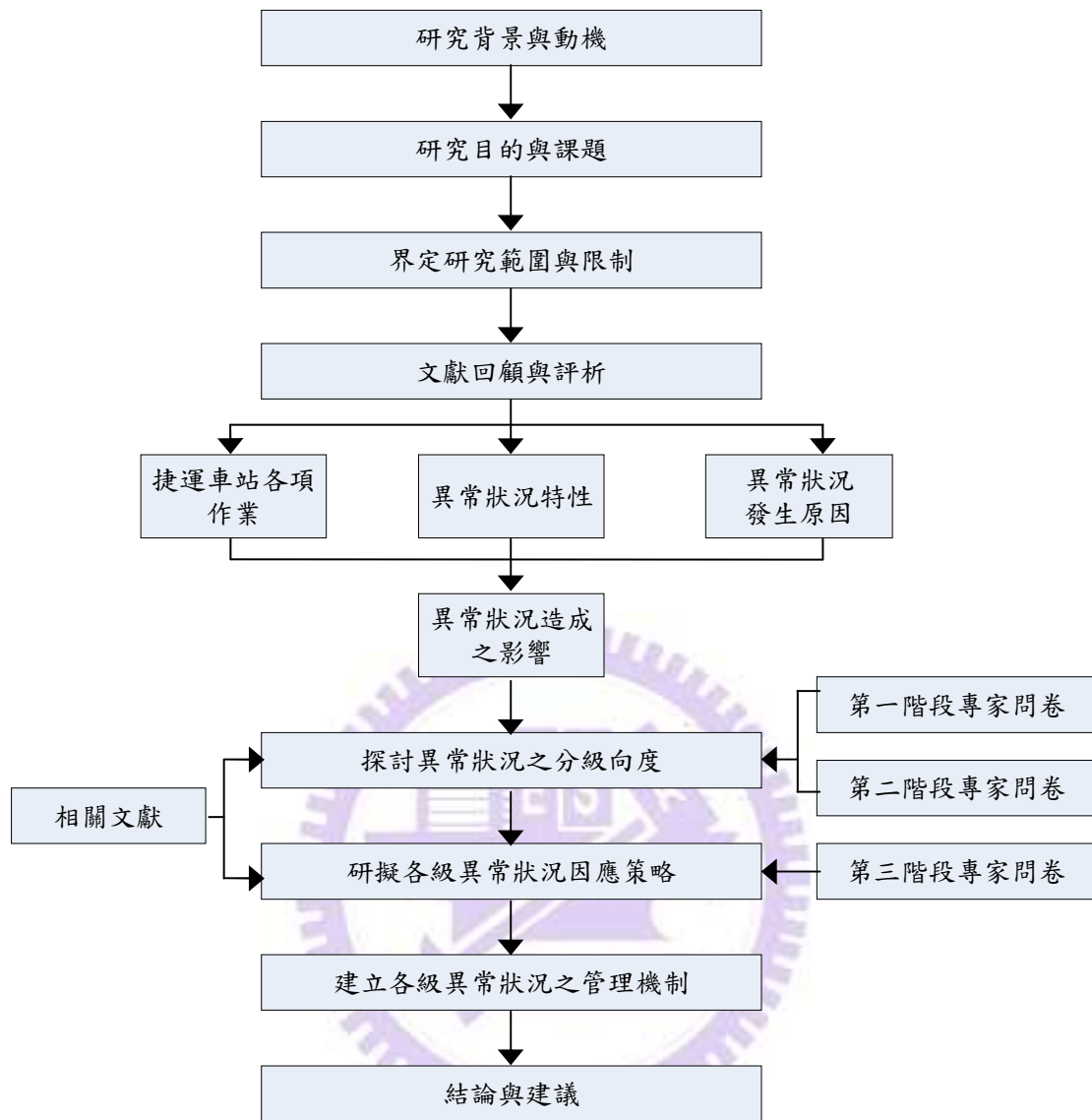


圖1-2 研究流程

第二章 文獻回顧與評析

2.1 行人流相關文獻

2.1.1 行人基本特性

Fruin J. J.於 1971 年所撰寫之「Pedestrian Planning and Design」[6]一書提出一個人站立所佔有的空間約為肩寬 60 公分、體厚 45 公分、呈橢圓形之身體尺寸。當人行身體接觸時，每人約佔 0.3 平方公尺；而身體不接觸時，每人則佔有 0.7 平方公尺；當行人欲從人行中穿越時，依其通行順利與否，分別為 1.0 平方公尺與 1.3 平方公尺。

在一般狀況下，行人移動產生速率，人潮通過一定介面時可計算其流率，並可依上述兩項變數計算密度，藉而建立類似車流理論之基本人流速率-流率-密度模式，但行人與車流之特性仍有所區別，不能夠完全將車流理論運用到人流上，因為行人具有下列獨有步行特性：

1. 行人係靠雙腳步行，其移動速度皆較其他運具為慢。
2. 肉體較為脆弱，故需有行人保護設施。
3. 人體受體力限制，步行距離較短，坡度變化也會造成體力消耗。
4. 行人特性複雜，行為難以預料。
5. 行人交通屬短程移動，活動地點集中在較小地區。
6. 行人年齡會影響交通安全，小孩行走漫不經心，老年者則行動緩慢。

除步行特性之外，林廉凱研究中[25]提及日本學者所提出的觀念，人類以自身的軀體、感官、知覺所發展出來的一種與外界和諧相處的衡量系統，亦是一種心靈的及實體感知的價值系統。其中實體感知方面，實際設計與評估屬於較容易量度的部分有四種尺度：

1. 以人軀體當作衡量的尺度，主要是人的坐、站立所佔有的空間，稱為軀體尺度 (body scale)。
2. 以人的步伐當作衡量的尺度，以東方人而言，大步伐約為 0.91 公尺，小步伐約為 0.61 公尺。
3. 以人的感官之知覺距離作為衡量尺度，及利用人體的眼、耳、鼻等感官所測得的資料。
4. 以人體的生存空間或生理時鐘當做衡量的尺度。

該研究[25]亦提到 Hall 將人與人的距離可以分為密接距離、個人距離、社會

距離、公眾距離。當行人行走時會與他人及周圍障礙物保持 30-45 公分的自衛距離，因此步道寬度設計上必須滿足人體空間與人與人保持的距離之基本條件。

表2-1 人與人空間距離特性

人與人距離	長度 (公尺)	特性
密接距離	0.2 以下	人與人接觸，感觸對方熱氣
個人距離	0.7 ~ 1.2	伸手可處及對方
社會距離	1.2 ~ 3.7	伸手無法觸及對方
公眾距離	3.7 以上	行人危急，預防或避難所需空間

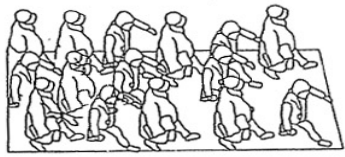
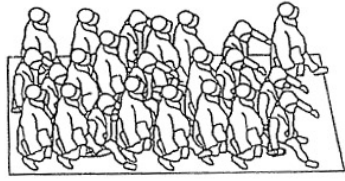
資料來源：林廉凱，民 91[25]

2.1.2 行人設施服務水準

美國公路容量手冊參考 Fruin J. J. 之研究[6]，訂出人行步道六等級的服務水準，每級服務水準各代表了不同的空間及流動特性，在不受干擾的純行人流中，服務水準之等級劃分可分為步道與停留區兩種，如下表 2-2。

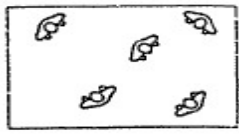
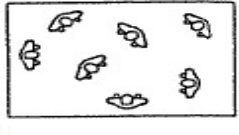
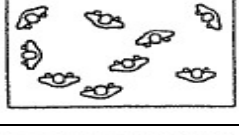


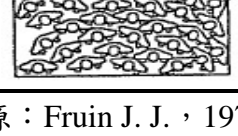
表2-2 行人步道之服務水準

服務水準	行人空間 (平方公尺/人)	流率 (人/分/公尺)	狀況概述	圖例
A	>5.6	≤ 16	自由速率，不受其他行人干擾	
B	3.7 - 5.6	16 - 23	自由速率，但其他行人在附近，但可輕鬆超越	
C	2.2 - 3.7	23 - 33	允許以正常速率前進，開始有各種方向之行人流	
D	1.4 - 2.2	33 - 49	速率與超越行為逐漸受其他行人影響，開始有碰撞行為	

服務水準	行人空間 (平方公尺/人)	流率 (人/分/公尺)	狀況概述	圖例
E	0.75 - 2.2	49 - 75	速率受他人牽制，很難產生超越或逆向之行為	
F	≤ 0.75	Varies	速率下降，擁擠感上升，無法產生超越或逆向之行為	

資料來源：Fruin J. J.，1971[6]

表2-3 行人停留區之服務水準

服務水準	行人空間 (平方公尺/人)	狀況概述	圖例
A	>1.2	等候者不受他人影響	
B	0.9 - 1.2	等候者漸多，但稍微調整一下位子便可不受他人影響	
C	0.6 - 0.9	調整位子仍然有可能受其他人影響，但等候者密度尚在舒適的範圍內	
D	0.3 - 0.6	長時間的等候可能會產生不舒適感，但還不至於與其他等候者產生身體接觸	
E	0.2 - 0.3	無法避免與其他等候者產生身體接觸，行人無法在此區域自由移動	
F	≤ 0.2	該區域中已無法移動，等候者間之身體接觸相當明顯，產生強烈的不舒適感	

資料來源：Fruin J. J.，1971[6]

William H. K. Lam[11]以香港之高運量捷運系統(Mass Rapid Transit)以及輕軌系統(Light Rail Transit)月臺作為研究對象，透過攝影之方式判讀上下車之旅客數與駐車時間(Dwelling Time)，並對旅客發放問卷，調查旅客對於月臺及車內擁擠程度之感知，以二元羅吉特模式建立列車舒適模式，因此研究範圍主要以車上以及月臺上旅客為主，主要研究成果如下：

1. 月臺乘客密度越高與上下車乘客數與列車駐車時間呈現正相關，上下車乘客數越多，列車駐車時間越長。
2. 月臺的不同區域的旅客密度並不相同，接近入口處以及設有自動售票機之區域旅客密度較高，其他區域較低，此種特性也使得高密度區域的駐車時間延長。
3. 問卷統計結果顯示，搭乘區間越長的旅客，對於車內擁擠程度的變化較為敏感，如列車內較為擁擠，長區間旅客很可能會選搭下班列車，但短區間旅客則較不在意車內擁擠程度。

最後該研究整理了香港輕軌捷運車站之服務水準，如下表 2-4。

表2-4 捷運車站月臺服務水準

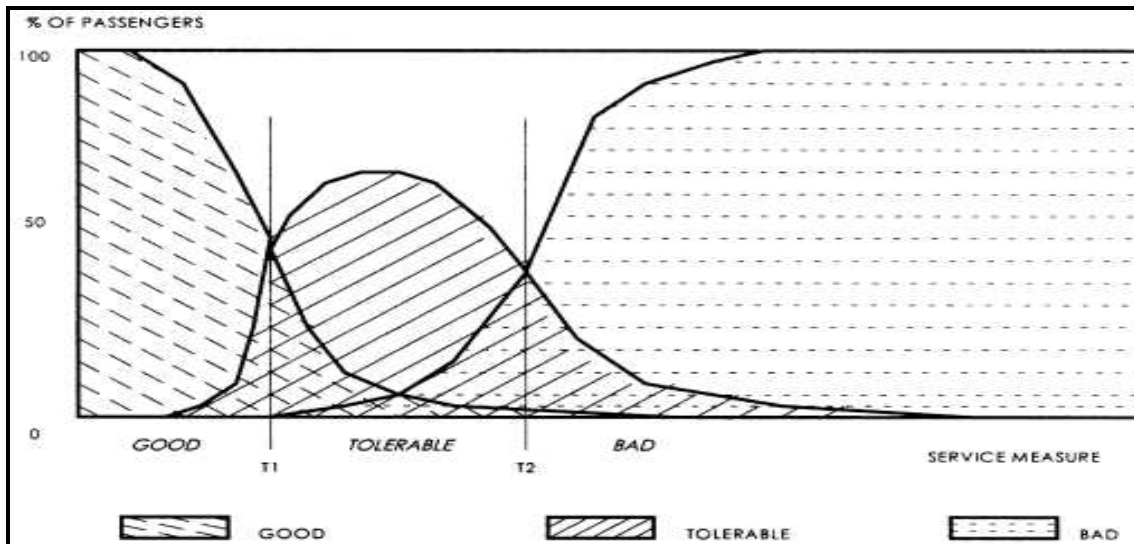
服務水準	情況描述	乘客佔有面積(平方公尺/人)
A	很大候車空間，可自由走動	>1.2
B	乘客在月臺上仍可自由選擇站立地點，但身旁開始有其他乘客	1.20.93
C	月臺開始變擁擠，但站立仍可不必與他人接觸	0.930.65
D	月臺變擁擠，開始與其他乘客接觸	0.650.28
E	乘客非常擁擠，活動空間幾乎沒有	<0.28

資料來源：William H. K. Lam，1999[11]

陳文彬[30]針對地下車站乘客行走特性以及硬體方面之分析，以灰色理論搭配產生的質化與量化績效指標，進而以「節點（公共設施）、節線（通道、路徑標示）」的網路概念，探討乘客於地下車站一連串動線服務績效，試著構建整體動線服務績效模式找出影響乘客動線的關鍵節點或節線。該研究最主要研究方法為實地調查與績效評估模式的建立，共選出通道、停等區、垂直移動設施等 12 個重點評估地點，並以舒適性、便利性、人流特性以及環境特性做為問卷評估指標，並未加入安全性之考量，經過 AHP 層級分析法並加入灰色理論的概念做構建，得出各點之績效指標，最後於捷運臺北車站以及公館站發放問卷以得到實地調查資料，研究結果發現，公館站乘客以密度為績效指標之主要影響因素，臺北火車站則以走道寬度及空氣品質佔主要影響因素。

Yonghwa Park[13]以感受-回應模式建立機場場站乘客設施的服務水準，由調

查者在觀察特定乘客行為後，以問卷立即訪談，達到使用後評估之效果，當乘客通過機場走道，訪問者以不同的通過時間來訪問乘客，將各通過時間與選擇好、可容忍、壞的乘客比例各自做成三條曲線，由這三條曲線就可構建好、容忍、壞的通過時間範圍，如下圖 2-1 所示。



資料來源：Yonghwa Park, 1999[13]

圖2-1 感受-回應模式乘客感受圖

2.1.3 人流相關理論

以上為人流特性及服務水準的基本概念，近年來人流相關理論及模式方面之發展日新月異，許多更為深入的人流研究逐漸被發表，以下將介紹人流相關之理論與研究，以充實與加強本研究之理論基礎。

林廉凱[25]嘗試針對捷運車站之走道進行調查，主要利用現場觀測與錄影觀察以取得單向以及雙向之人流資料，藉以瞭解人流特性變數與干擾之間的關係，以構建捷運車站動線人流模式與干擾量度，研究結果發現，當乘客受到干擾後所採取的趨避方式主要有二：改變行走方向及調整步伐速率，而當走道上密度較高時，「跟人行為」較為明顯，而可適用於 $Q(\text{流率})=K(\text{密度}) * V(\text{速率})$ 之公式；但當密度未達一定的水準時，由於行人的操縱自由度遠大於車輛，跟人行為並不明顯，而常可見類似超車或鑽人群空隙的行走行為，如此將造成同向與對向間的干擾。此外該研究並提出捷運車站人流動線改善措施方案，列舉如下：

1. 設置行人分向設施

於通道設置可移動式或可升降式欄杆，以及於地面劃設分道線，其中地面分道線由於調整彈性差以及執行效力較低，不推薦使用。

2. 調整列車排點

考慮列車排點與人流干擾之關係，基本想法是盡量將走道上乘客抵達的時刻彼此錯開，其中乘客到達本研究觀測走道的時刻必須考量

各車班的到達月臺時刻、以及從月臺到此走道的時間，再從而對列車排點做調整。

許添本[28]以錄影方式分析捷運車站內之行人流特性，該研究有別於傳統觀察速率與流量再利用公式推導密度之方法，其藉由錄影帶的判讀可得到行人速率以及受測者周邊密度，進而以 Greenshield 模式推導行人流量。錄影調查法之優點是可反覆觀察現場畫面，並且可將畫面定格分析每一時間點之行人特性；而缺點是攝影機必須放置於適當位置，並且觀測物體會因攝影機之俯仰角度、高度而有觀測的誤差。此外該研究並收集了各國行人速率相關文獻，整理如下表 2-5。

表2-5 各國行人流速率調查概況

國別	調查者	行人平均速率 (公尺/秒)	備註
德國	Oeding	1.5	自由流
美國	Fruin	1.35	
	Surti, Burke	1.31	
	Narin, Wheeler	1.63	學生族群
	MacDoman	1.27	
英國	Older	1.5	自由流
加拿大	Senevratne, Morral	1.4	
香港	Lam, etc	0.83	室內
		1.19	室外
日本	藤田大二等	1.5	通勤者
		1.2	遊客
臺灣	蔡輝昇	1.13	
	陳昭華	1.25	
	許添本	1.41	行人
		1.21	捷運站內

資料來源：許添本，民 89[28]

Dirk Helbing[5]對於人流的自我組織特性進行研究，利用實驗觀察人流在各種狀況下之流動情形，實驗結果顯示人流在緊急狀況時會有大量集中的行為，在屏頸點(Bottleneck)會造成擁塞，例如交織區、閘門與逃生門、對向的人流，因此需要透過整流的方式讓人流在到達屏頸點之前便先自我組織，而後以較為順暢的方式通過屏頸點，如此一來可增加容量，且可減少推擠等危險情況之發生。文中並提出幾項針對屏頸點的改善建議，例如可在交織區中央加設障礙物，使人流以類似圓環車流的方式運行，可減少交織區的人流衝突，或於緊急逃生門入口處加設導流護欄，讓人潮不至於在逃生門處推擠。

除了基本行人流特性以外，Serge P. Hoogendoorn 與 W. Daamen[11]建構一屏頸點之情境，並以實驗方式將實際人流加入該情境中並輔以錄影器材觀察過飽和人流於屏頸點產生之行為，該研究發現過飽和人流在通過屏頸點時會發生自我組織行為，以 1 公尺寬之屏頸為例，過飽和人流在經過一段時間的調整後會自動分為兩排依序前進，此一情況最能有效利用屏頸點的容量。此外觀察結果顯示，過飽和人流在通過屏頸點時之前後最小間距為 45 公分，且前後最小時距為 1.3 秒，換算成流率為 46 公尺/秒；最小寬度為 55 公分，與臺北市政府捷運工程局對於垂直移動設施單位寬度之參數設定相同。

2.2 危害與異常狀況相關文獻

2.2.1 危害狀況相關文獻

臺北市政府捷運工程局於臺北捷運路網興建之初，曾委託英商莫特麥克唐納工程顧問股份有限公司臺灣分公司[26]檢討月臺層與大廳層旅客逃生之規劃原則。該報告中針對各主要擁有捷運系統之城市進行緊急運轉程序之比較，如下表 2-6，可發現各捷運系統大致遵守美國消防安全協會(National Fire Protection Association)於 1997 年所訂定之車站安全逃生規範 NFPA130，該規範明定發生緊急狀況時，旅客需於四分鐘內全數離開月臺層，六分鐘內全數離開地下車站，但其中並未要求加設防煙垂壁以及以列車滿載容量計算。

表2-6 各國捷運系統緊急狀況設定比較表

需求	系統						NFPA130
	臺北捷運	倫敦	多倫多	曼谷	香港	新加坡	
月臺緊急逃生-4分	O	O	O(1)	O	4.5分(2)	O	O
由最遠點至安全點-6分	O(4)	O(1)	X	O(4)	X	O(3)(4)	O(4)
發生於尖峰時間	O	O(5)	O	O	O	O	O
以列車滿載容量計算	O	X	X(5)	X(5)	O	O	X(5)
誤點因素	6分	7分	2分	N/A	2分	6分	O(6)
班距間隔	3分	2分	2分	N/A	X	2分	N/A
電扶梯用於逃生	O	O	O	O	O	O	O

- (1)針對被保護的路徑
 (2)經由任何自然或機械方法協助到達安全通道
 (3)需要煙霧控制系統；六分鐘到達加了正壓的大廳(若有需要)
 (4)如 NFPA130-1997 所定義
 (5)所計算之列車負載或滿載量者，取其小者
 (6)根據二倍班距

資料來源：臺北市政府捷運工程局，民 86[26]

相較於 NFPA130 之規定，倫敦地鐵則採取較為寬鬆的「安全路徑」策略；亦即在車站規劃之初，利用防火屏門、防火區劃以及防煙垂壁等消防設施之運用，設計一條可供旅客安全逃生之絕對保護路徑，如此一來旅可僅需於 6 分鐘內全數疏散至保護路徑即可，不需全數離開地下車站。

德國學者[1]曾研究地下車站內的各項細部設計參數對於緊急狀況逃生時之影響，並擬定營運時期發生緊急狀況時之疏散程序，以供德國新建地下鐵路系統做為參考。研究指出異常狀況可分為營運事件(Operational Breakdown)與緊急事件(Emergency)，營運事件對旅客並無直接之危害，例如列車故障、閘門故障等，而緊急事件則可能產生直接性的危害，造成旅客傷亡，例如火災、恐怖事件等，為確保旅客可於緊急事件發生時安全疏散，因此地下車站在設計時必須以緊急狀況下之參數做為設計依據。該研究中以列車火災做為研究案例，指出疏散時最重要的是疏散時間以及煙溢時間，分述如下：

1. 疏散時間(Evacuation Time)：疏散時間為失火列車自抵達車站後起算，到最後一位乘客離開地下車站之時間，疏散時間與逃生乘客數、垂直移動設施容量(寬度、步行速率)以及疏散策略有關，下節將會詳述各部份參數之設定，疏散時間應儘可能短，不能較煙溢時間長。
2. 煙溢時間(Smoke Time)：煙溢時間為火災產生之濃煙自列車擴散自垂直移動設施，以致旅客無法穿越濃煙逃生之時間，煙溢時間應儘可能長，近年防煙垂壁(Smoke Curtain)、通風井(Smoke Removal Shaft)等消防技術之發展，使煙溢時間延長。

疏散時間之計算公式則與下列參數有關：

1. 步行速率：可分為一般步行速率以及垂直步行速率，一般步行速率約為 1 到 1.6 公尺/秒，NFPA 建議值為 1 公尺/秒，垂直步行速率則為 0.25 公尺/秒。
2. 垂直移動設施寬度：該研究以 60 公分做為單位寬度，在寬度為 60 公分以及垂直步行速率為 0.25 公尺/秒之狀況下，樓梯容量約為 19 到 46 人/分，NFPA 建議值則為 37 人/分。
3. 逃生人數：該研究使用以下公式，計算最壞情況下之逃生人數：

$$P_{\max} = n \times (P_1 + P_2) + P_3$$

n 可供列車停靠月臺數

P₁ 列車達最大長度下所能提供之座位數

P₂ 列車達最大長度下所能提供之站位數

P₃ 月臺候車人數(設定為 P₁ + P₂ 總人數的 30%)

臺北捷運路網之設計參數為臺北市政府捷運工程局所擬訂，主要以 NFPA130 做為基礎，下列準則為共通之設計條件：

1. 最壞緊急狀況之假設情境為某一方向列車延誤至前班列車離開車站六分鐘後進站，而另一方向正常行車之列車必須過站不停，同時穿堂層已關閉驗票閘門防止旅客繼續進入付費區，因此月臺上之乘載量(Occupant)為誤點列車上所有乘客(以尖峰站間運量計算，最多為 1900 人)及月臺上候車六分鐘所聚集之乘客總合(島式月臺需計入另一側候車乘客)。
2. 月臺層以外之公共區域應有足夠之逃生路徑，以滿足月臺層之旅客疏散完畢後，能在兩分鐘內全數離開地下車站，穿堂層出口容量必須大於月臺層出口容量。
3. 車站公共區域內任一處至出入口及樓梯、電扶梯之最大步行距離不得超過 60 公尺，如為單方向逃生則不得超過 40 公尺。
4. 月臺層緊急狀況可容納乘客之密度為每人 0.25 公尺/秒。垂直移動設施必須依據月臺層在緊急狀況時所累積之最大乘客數，提供足夠之疏散寬度(Lane，以 0.55 公尺肩寬為標準)，另不得使用電梯，所有電扶梯停止運轉視為樓梯使用，並假設一部電扶梯正整修維護中或損壞無法作樓梯使用，上樓梯速度設為 0.25 公尺/秒，水平移動則為 1 公尺/秒。驗票閘門在緊急狀況時必須開放乘客免票通過，每分鐘應可通過 25 人。

除基本設計外，楊冠雄等[33]受臺北市政府捷運工程局委託，以設計分析與實驗印證方式，進行捷運系統地下車站之火災煙控策略與緊急運轉程序分析，其中避難計劃實驗動員了 500 名實驗者，於捷運淡水線正式營運前，在中山站進行地下車站避難實驗以觀察人群避難狀況以及可能發生之現象，該實驗結果顯示，捷運中山站之最長避難時間(最後一名實驗者抵達地面層之時間)為 6 分 54 秒，符合 NFPA130 之規定，另外殘障實驗者在避難時由於速度較慢，如無人協助逃生，將被其他避難者遠遠拋在人群後面，並且可能於瓶頸點影響其他人的避難行為，造成速度及容量的下降，因此殘障在無他人協助時並不適合進行垂直避難。

簡賢文[10]曾對上述臺北捷運系統之基本設計參數進行檢討並提出建議，由於臺北捷運系統緊急情況時停靠疏散列車數設定為單方向一滿載列車，而對向列車不停靠，相較於 NFPA 設定為同時抵達之雙向滿載列車，臺北捷運系統之設計顯然較為寬鬆，因此該研究中建議臺北捷運公司應制定一套緊急情況之標準作業程序、車站於規劃時加入臨時棲避處供行動力較差的老弱婦孺使用，並提供充足的緊急照明，其中臨時棲避處與緊急照明即類似英國倫敦地下鐵安全路徑(Protected Route)之觀念，主要是在站區內規劃一條安全路徑，為免妨礙逃生速度以及減少辨識混淆，該路徑不設安全門，但與非公共區間需設防火區隔，加上使

用不燃材料之嚴格限制及利用車站排煙系統，使路徑維持正壓，如此旅客只需於六分鐘內進入該路徑即可確保安全。

吳晉光[20]從安全管理角度出發，透過焦點團體討論以及研擬專家問卷進行初步危害分析，探討臺北捷運系統各層面在事故預防與安全管理上所面臨之課題及所應積極推動之工作。而郭承璋[32]則是以臺鐵作為研究對象，同樣以焦點團體討論以及專家問卷進行初步危害分析，以建立臺鐵安全查核機制，該研究中並指出，國內許多大型運輸建設如臺鐵、捷運以及高快速公路等，在設計發展階段中並沒有徹底執行初步危害分析之研究步驟，且在興建完成開始營運後，後續的安全管理研究，也多半著重於被動式的調查事故鑑定與硬體改善措施，直至近年才有專家學者將此一方法引進營運中的臺北捷運以及高速鐵路。

王隆昌[16]針對鐵路捷運系統災害進行研究，藉助先進國家的大眾捷運系統在營運期間的災害經驗資料，利用統計的方法予以整理、分類後歸納出大眾捷運系統的各類型災害。並對各類型災害的原因進行分析，進而研擬各項因應對策，提供決策者作事前的防範，以提高未來大眾捷運系統營運安全。

2.2.2 異常狀況相關文獻

李綱[21]以營運者角度探討捷運地下車站安全特性，包括發生火災、毒化物、特殊事件、人潮管制等情況時軟硬體之安全措施之探討。文中提及人潮管制計畫之目的是為車站發生擁擠情形時可快速提升車站旅客疏散速度，以避免過度的人潮擁擠加上人群慌張而導致推擠傷亡，使用車站人潮管制的時機有：

1. 尖峰時刻造成之擁擠人潮
2. 特殊節慶或大型聚會活動
3. 車站發生緊急事件
4. 列車延誤導致車站過度擁擠
5. 其他經行控中心決定之臨時管制時機

而捷運車站進行人潮管制時，管制原則包括：

1. 引導、限制旅客進入、通過管制區，使旅客流順暢，提高車站疏散速率。
2. 快速、安全疏散旅客離開管制區。
3. 利用告示牌、廣播等，隨時告知管制區相關資訊，避免引起旅客驚慌。
4. 儘量利用隔離繩索等隔離正確路徑，避免旅客動線衝突。
5. 隨時報告行控中心車站狀況，並保持聯繫。

管制的範圍可分為：

1. 車站部分分區管制

只針對站內某區域進行管制，例如月臺層、大廳層、車站出入口進行管制。

2. 車站全區管制

包含站內月臺、大廳、出入口及站外行人徒步區之全區管制。

3. 整合車站管制

以車站為單位將過份擁擠車站之旅客引到至鄰近車站搭車；下車旅客則透過車內廣播，避免在該站下車以減輕擁擠車站負擔。

4. 列車管制

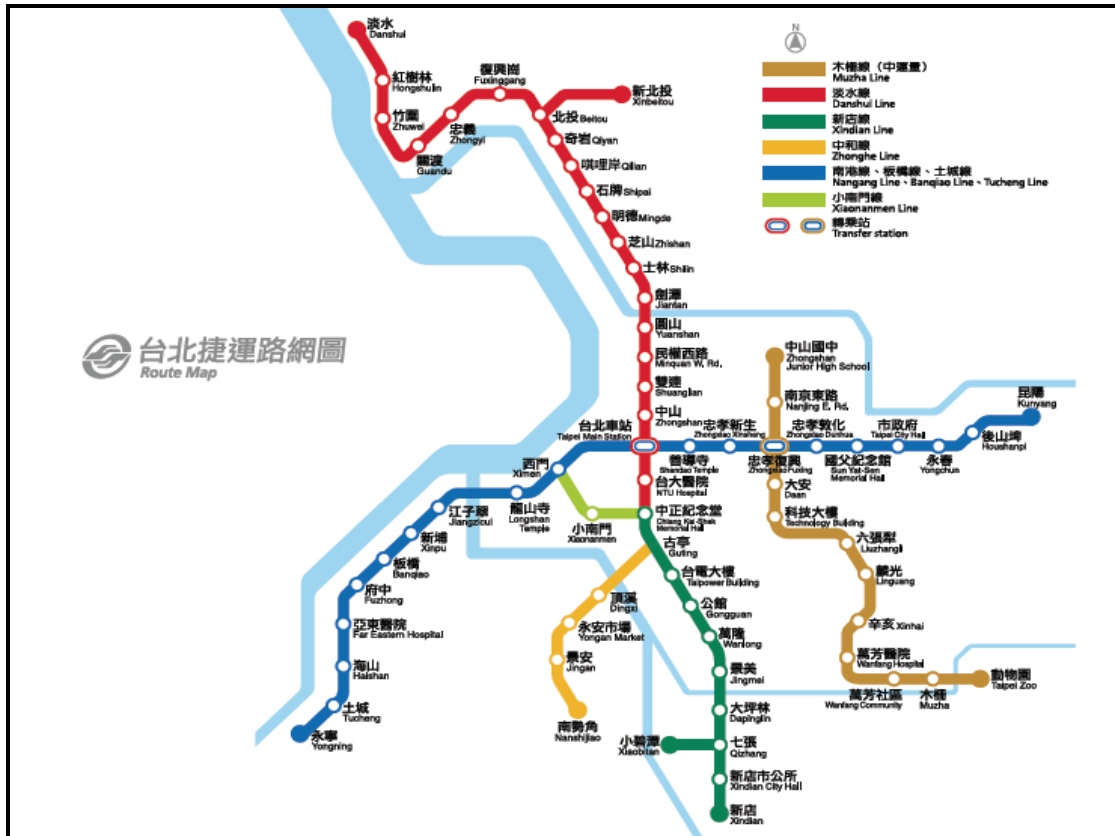
包括列車到站管制及列車疏散管制兩種。列車到站管制是以過站不停方式避免將乘客置於擁擠或發生事故之車站；列車疏散管制是以列車運送方式疏散車站旅客，其適用時間為無法由正常引導程序疏散旅客時。

2.3 緊急與異常狀況之案例

2.3.1 臺北大眾捷運系統營運現況

臺北捷運為臺灣第一個都會區大眾捷運系統，服務範圍包含臺北縣市，自1996年3月木柵線(棕線)通車營運以來，營運路線共計有8條，分別為木柵線、淡水線、板南線、新店線、中和線、小南門線、新北投支線以及小碧潭支線，路網總長77.2公里，其中木柵線全線、新北投支線全線、小碧潭支線全線以及淡水線圓山站至北投站間為高架路段，淡水線復興崗站至淡水站間為平面路段以外，其餘路段為地下路段，共設有69個車站，其中臺北車站以及忠孝復興站為主要轉乘車站，路網分佈如下圖2-2所示。

目前臺北捷運全路網平均日運量為112萬人次，中運量系統約為9萬人次/日，高運量系統約為103萬人次/日，另外在新購高運量電聯車加入營運後，尖峰班距已可達到2分30秒(板南線)。另外，臺北捷運自94年11月28日開始在臺北車站(淡水線及南港線)及忠孝復興站(南港線)3個車站6側月臺施作增設月臺門，並同時修改64列電聯車車載號誌系統，以增進旅客候車安全。



資料來源：臺北捷運公司，民國 95 年[43]

圖2-2 臺北捷運路網圖

2.3.2 各國緊急與異常狀況案例整理

1. 日本東京地鐵沙林毒氣事件

1995 年 3 月 20 日上午，屬於奧姆真理教組織，以麻原彰晃 (Shoko Asahara) 為首的 10 名成員，以兩人為一組，在日本東京都營團地下鐵 (現為東京地下鐵) 五列車上施放沙林毒氣，由於沙林毒氣為神經毒氣，可經由皮膚、眼睛接觸、呼吸道的吸入或由口食入等途徑危害身體，且可快速產生影響，單單吸入微量的沙林氣體就足以致命，這是因為此毒性反應極快，在短時間較難有效的控制，且由於東京地下鐵為高運量系統，為大多數上班族所仰賴之主要大眾運輸工具，而其地下車站從未對此等緊急災害之發生事先擬定因應策略，另外，列車上並無地鐵人員服務，因此毒氣開始擴散造成乘客倒地後，只能靠乘客自行按緊急按鈕求救或是待列車進站後通知站務人員，通報時間較長，因此在一小時十分內造成 12 死 3700 餘人重傷，產生重大社會衝擊。

2. 韓國大邱地鐵縱火事件[48]

2003 年 2 月 18 日上午 9 時 53 分，南韓大邱市地鐵發生一起縱火事件，一名精神異常男子於 1079 列車停靠地鐵中央路站時點燃隨身塑膠容器內之汽油，該列車隨即發生火災，1079 車列車員獲知後立即採

取疏散以及滅火作業，但無法控制火勢的擴張，行控中心接獲訊息後，通知各列車小心駕駛進入該車站。

四分鐘後第一班對向列車 1080 車駛入中央路站，司機員於進站時發現大片濃霧，待列車停妥開啟車廂門後發現大量濃煙湧入車廂，旋即關閉車廂門並回報行控中心，行控中心原預計以原列車載運旅客離開該車站，但因供電系統(架空線)因大火造成短路跳電，致使該列車無法離開。在火勢愈發嚴重之情況下，1080 車司機員取下列車主控制鑰匙(Master Key)後自行離開現場，並未對受困於列車內之旅客進行疏散，且主控制鑰匙取出後列車車門無法自動開啟，車內旅客無法打開車門及時逃生。

本事件共造成 198 人死亡，168 人受傷，死亡人數 90% 以上為 1080 車旅客，該事件發生後之原因檢討包括以下各點：

- (1) 電聯車內裝材料之地板為 PVC 塑膠，座椅為絨布包覆泡綿材，皆屬易燃物且產生大量濃煙，係本次火災擴大之主因。
- (2) 行控中心錯估情勢，未遵守營運規章有關前方車站發生火災時應採取過站不停或不進站之規定，反而讓後續之 1080 車進站。
- (3) 1080 車(後續列車)司機員進入車站後無法依現場狀況當機立斷採取疏散作業，當無法駕駛該列車離開之情況下，竟然將列車主控制鑰匙取走自行離開，以致 1080 車內旅客無法及時逃生。

3. 英國倫敦地鐵恐怖攻擊事件

2005 年 7 月 7 日上午尖峰時間，英國倫敦地下鐵數個車站及巴士發生連環爆炸案件，8 時 51 分於利物浦大街站發生第一起爆炸，倫敦地下鐵誤判為設施故障而產生爆炸，因此僅當做一般火災案件處理，而後連續的車站及巴士爆炸事故才引起站方的注意，並採取停駛列車以及疏散乘客作業，此次爆炸事件造成 52 人死亡，700 餘人受傷之慘劇。事件發生後，英國政府臨時關閉了倫敦地下鐵系統並向市民發出警告，要求市民儘量不要上街，同時間醫院系統也進入緊急狀態。

4. 臺北捷運納莉颱風淹水事故[39]

2001 年 9 月 17 日，中度颱風納莉(Nari)登陸臺灣本島帶來豪雨，造成捷運系統淹水，主要路徑共有四處，其中淡水線之積水來自臺灣鐵路管理局(以下簡稱臺鐵)松山車站附近之隧道出土段，灌入臺鐵南隧道後流入臺鐵臺北車站，水位超過其月臺面後，經由與捷運相連通之四座樓梯，電扶梯向下灌入下方地下三、四層之捷運淡水線臺北車站，並向南漫流至古亭站以北隧道。向北漫流至行控中心、中山站以及雙連站；至於板南線進水之主要進水來自於南港機廠出土段；另外昆陽站以及市政府站則因洪水超過設計防洪保護標準而自車站出入口溢

入，次要的進水處則有忠孝復興站以及臺北車站站前廣場地下街二處。

此次事故造成臺北捷運板南線營運中斷 89 天，淡水線、新店線以及中和線營運中斷 73 天，小南門線營運中斷 30 天，財務損失約為新臺幣十三億元，營運中斷期間臺北捷運公司向客運公司請求增闢替代公車，並在行控中心失去功能下恢復未受影響路段之運轉。

納莉颱風登陸當天，臺北捷運路網並未停止營運，於上午六時開始淡水、新店、中和線以及板南線新埔至市政府站間之營運，但當日由於臺北縣市停止上班上課，因此晨峰時段並未出現大量通勤人潮，上午七時許洪水突破昆陽站以及臺鐵松山車站防線，行控中心接獲站務員通報後，於上午八時宣布捷運全線停止運轉，避免洪水湧入捷運臺北車站以及行控中心後所造成的影響。

5. 臺北捷運五級以上地震事故[39]

2001 年 6 月 14 日 10 點 35 分，行控中心獲知有強烈地震，立即下令全線列車暫停於車站，並與中央氣象局確認臺北發生五級地震後，進行列車清車以及疏散旅客作業，並通知段辦請全線車站站長檢視車站設備，並回報異常狀況。行控中心並進行以下作業：

- (1) 依緊急通報程序通知公司各級長官、市府以及交通部。
- (2) 各列車進站後，於車站及列車播音預估營運中斷一小時，行控中心並以旅客資訊顯示器告知旅客，請旅客改搭其他交通工具。
- (3) 通知公關聯繫各媒體預估營運中斷一小時。
- (4) 通知各運務中心進行公車接駁(以臺北車站為軸心至各終端站)。
- (5) 動員維修人員進行檢視。

全線於當日十二時三十分完成檢視作業，全線恢復營運。此次事件並未造成人員傷亡，但由於暫停營運之影響，財務損失約新臺幣二十四萬元。

2.3.3 臺北捷運車站異常與緊急狀況處理程序

除規劃方面之緊急逃生設計，由於營運階段中地下捷運車站站務人員負有預防各種災害事故的責任，例如掌握現場狀況、引導旅客疏散及通報相關單位等。臺北捷運公司於初期路網通車之前編寫了捷運系統行車運轉程序手冊[37]做為運務人員於各種營運狀況下之標準作業程序，其中除例行運轉程序以外，更於第三、四章中明列各種足以影響正常營運狀況之情境並加以規範情境中之因應原則，第三章為特殊狀況處理程序，第四章則為緊急狀況處理程序，但臺北捷運公司並未對於特殊狀況以及緊急狀況之定義多做說明，僅於緊急狀況以及特殊狀況中列舉各類情境，表列如下。

表2-7 臺北捷運行車運轉程序中列舉之緊急狀況

	情境	定義	處理原則
緊急狀況	車站人潮管制	旅客異常增加時之措施	增加供給、限制需求
	群眾運動事件	車站為群眾聚集之地點	通知警方與安撫民眾
	威脅恐嚇事件	受人恐嚇影響行車安全	通知警方與行控中心
	可疑行李包裹	發現站車有可疑包裹	通知警方與車站疏散
	人員傷亡事件	事故或疾病致旅客傷亡	分四處理原則
	車上犯罪事件	列車發生搶劫..等事件	通知警方並廣播
	人員掉落軌道	人員不慎掉落軌道	通知行控斷電並處理
	人員捲入車下	掉落人員遭列車撞擊	同上
	電擊事件	掉落人員遭第三軌電擊	同上
	火災事件	車站或列車發生火災	通知消防並疏散旅客
	爆炸事件	車站或列車發生爆炸	同上
	毒化物侵襲	系統內受毒化物侵襲	通知警方並疏散旅客
	正線上列車出軌或碰撞	正線上列車出軌或碰撞	通知消防並暫停營運
	機廠內列車出軌或碰撞	機廠內列車出軌或碰撞	通知消防
	正線列車意外分離	非操作失誤之列車分離	暫停營運與排除狀況
	颱風	捷運系統受颱風侵襲	做好防颱準備
	地震	捷運系統受地震侵襲	暫停營運與疏散旅客
	積水	大雨影響旅客進出站	與行控中心保持連繫
空襲	空襲警報發布	暫停營運與疏散旅客	

表2-8 臺北捷運行車運轉程序中列舉之特殊狀況

	情境	定義	處理原則
特殊狀況	列車誤點	到站與表定時間不符	由行控與司機員處理
	列車靠站位置不當	到站後未停於正確位置	經授權後移動車輛
	列車過站不停	因故不停靠車站	車站及車輛廣播
	車站緊急停車按鈕被啟動	按鈕使列車無法進站	確認狀況與廣播
	列車旅客緊急通話被啟動	按鈕與司機員連繫	確認狀況與廣播
	列車故障	列車設備故障影響運作	確認、排除狀況與廣播
	列車意外停滯	無故停於站間一分以上	以無線電確認狀況
	轉轍器故障	故障後無法由遠端控制	現場維修與廣播
	號誌故障	因故沒有收到速度碼	確認、排除狀況與廣播
	號誌系統控制移轉	號誌管理權之移轉	通知有關單位
	無線電故障	因故使無線電無法傳輸	以替代方式處理
	電力故障	車站或路線失去電力	確認、排除狀況與廣播
	行控中心電腦當機	行控中心電腦故障	移轉管理權至車站

上述特殊狀況列出捷運車站營運時所可能遭遇之特殊狀況與緊急狀況，然而本研究並非探討所有營運狀況，而是針對異常人流之狀況進行探討，因此有必要將所有狀況進行分類。除捷運系統行車運轉程序外，由於站務人員、車務人員以及行控中心於各種營運狀況下各司其職，因此行車運轉程序之下再分為站務工作手冊、車務工作手冊以及行控中心工作手冊，分別做為站務人員、駕駛員以及行控中心之作業細則。其中站務工作手冊即為站務人員對於正常狀況、特殊狀況與緊急狀況發生時之處理程序，列舉如下：

1. 車站人潮管制

管制時機為捷運系統車站進出旅客量異常增加以及列車發生延誤時，為維持車站服務水準，確保旅客安全，必須實施人潮管制作業。其中第一線站務人員以及司機員必須隨時注意，當發現車站或月臺過度擁擠時應立即通知行控中心，並以閉路電視持續監看人潮，必要時停止電扶梯以及改變驗票閘門之運作，輔以廣播、疏散作業減少站內旅客堆積。

2. 人員傷亡事件

人員傷亡事件定義為在捷運系統內，因系統發生重大事故或意外事故而致旅客傷亡，或因旅客本身突發性疾病、自殺或因不小心而致受傷等狀況而言。人員傷亡事件之處理原則包括通知消防救護單位及行控中心、採取必要急救措施以及保持現場完整。

3. 火災事件

火災事件發生時，濃煙及高溫會對旅客造成直接性的危害，且對於地下車站而言相對嚴重，因此該手冊中明定了火災事件之處理重點，以縮短處理時間，處理重點包括確認火災地點、通知行控中心、封鎖現場以及疏散旅客等。

4. 天災(以地震及颱風為例)

捷運系統遭遇天災侵襲時，為維護行車安全，確保旅客平安，應嚴密監控天災所帶來之可能影響，與中央氣象局保持聯繫，並擬定因應策略，其中地震由於無法準確預測，因此當震度超過四級時，全線應停止運轉並疏散旅客，於運務人員巡視全線無虞後方可恢復營運。

5. 旅客疏散

旅客疏散分為站內疏散以及站間疏散，除非情況不允許列車續駛至車站時方可採用站間疏散，否則以站內疏散為優先，各車站應具備符合其特性之車站旅客疏散計畫，且站務人員必須熟悉旅客疏散計畫之內容，當捷運系統內發生上述緊急狀況如火災、水災、地震及其他重大事故需要疏散旅客時，應依該站旅客疏散計畫執行疏散作業。

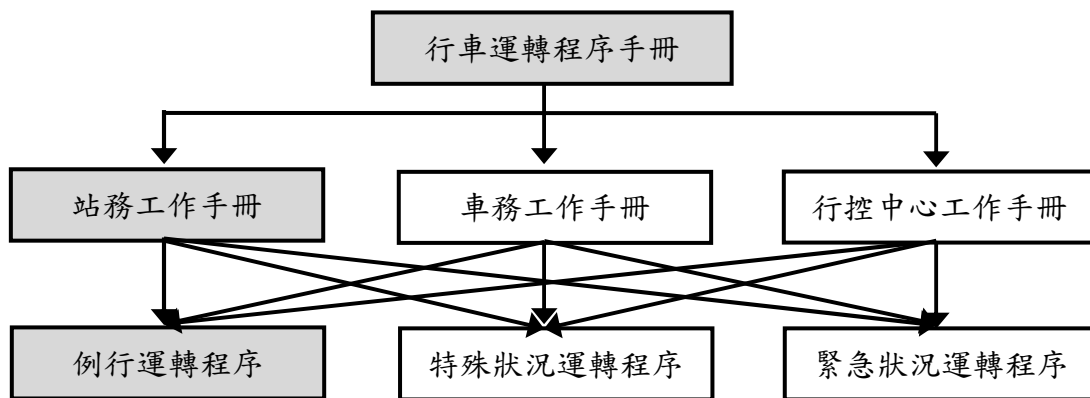


圖2-3 臺北捷運公司高運量捷運系統行車運轉程序之架構

簡賢文[17]針對臺北捷運營運階段捷運車站疏散作業程序以及各車站旅客疏散計畫之詳細內容進行研究，編寫臺北捷運路網避難逃生作業準則與手冊，本手冊詳列站務人員於緊急狀況發生初期之應變運作原則，茲整理如下：

1. 確定重大事故災害範圍

站務人員必須有效掌握緊急事故之現場狀況，如事故種類(火災、水災、地震、電力中斷、恐怖攻擊等等)、發生地點、是否有人員傷亡等等資訊，才能將完整的資訊回報給行控中心進行是否疏散之決策。直中 NFPA 所規定的六分鐘疏散時間為站方確定發生問題後起算，因此站方確認現場狀況的時間應儘可能短。

2. 重大災害事故之通報程序

站務人員於確認事故範圍後需通報行控中心以及直屬主管，行控中心主任控制員再依現場狀況判斷嚴重程度，決定處理程序以及通報上級單位，有必要時再通知勤務指揮中心或市府防災指揮中心，若影響正常旅客列車服務，應請公關課轉通知警察廣播電臺及臺北電臺。

3. 緊急作業斷電時機

斷電會造成列車無法運轉以及失去照明等影響，因此僅在部份狀況下才可緊急斷電，如列車人員即將處於危險狀況下、列車冒煙或失火、人員掉入軌道或捲入車下、列車出軌或碰撞、軌道內短時間大量積水，或是因電力故障而導致斷路器跳脫，而發生電力之緊急斷電。許力仁等於新加坡及日本考察報告書中[47]提及如消防人員因搶救作業需要斷電時，站方亦可配合斷電。

4. 列車及站內旅客疏散

通報行控中心後並得到指示後，站務人員須先隔離火場，並在事故列車抵站前關閉入口驗票閘門、廣播疏散站內旅客，行控中心將排煙方向改為與逃生方向相反以及防止其他列車進入事故區，並安排人員至約定出口處引導消防人員進入火場。

異常狀況與緊急狀況在定義上有所不同，異常狀況發生時對旅客尚未有明顯以及直接的危害，例如尖離峰時段、重大節日活動等等，因此捷運系統對異常狀況之處理策略亦有別於緊急狀況。近年來由於民眾逐漸熟悉捷運系統之使用方式，加以快速便利的服務、大眾運輸票證之整合，使臺北都會區大眾捷運系統運量逐漸提升，至 2005 年為止平均日運量已達 98 萬 8300 人次[43]。

在運量不斷上升的情況下，每逢重大節日及活動便容易湧現大量人潮，如元旦跨年晚會、元宵節燈會等，以 2003 年 2 月 15 日元宵節當天捷運中正紀念堂站運量以及 2004 年 12 月 31 日跨年活動時捷運市政府站運量為例，如下圖 2-4，可發現運量皆於部份時段大幅增加，其中跨年活動人潮分佈時間較為集中，具有明顯的峰態，除此之外，不同節日以及不同車站所產生之運量型態變化亦不盡相同，此種大量人流的產生使得捷運站變得更加擁擠，降低車站的服務水準，且提升潛在的危險性。

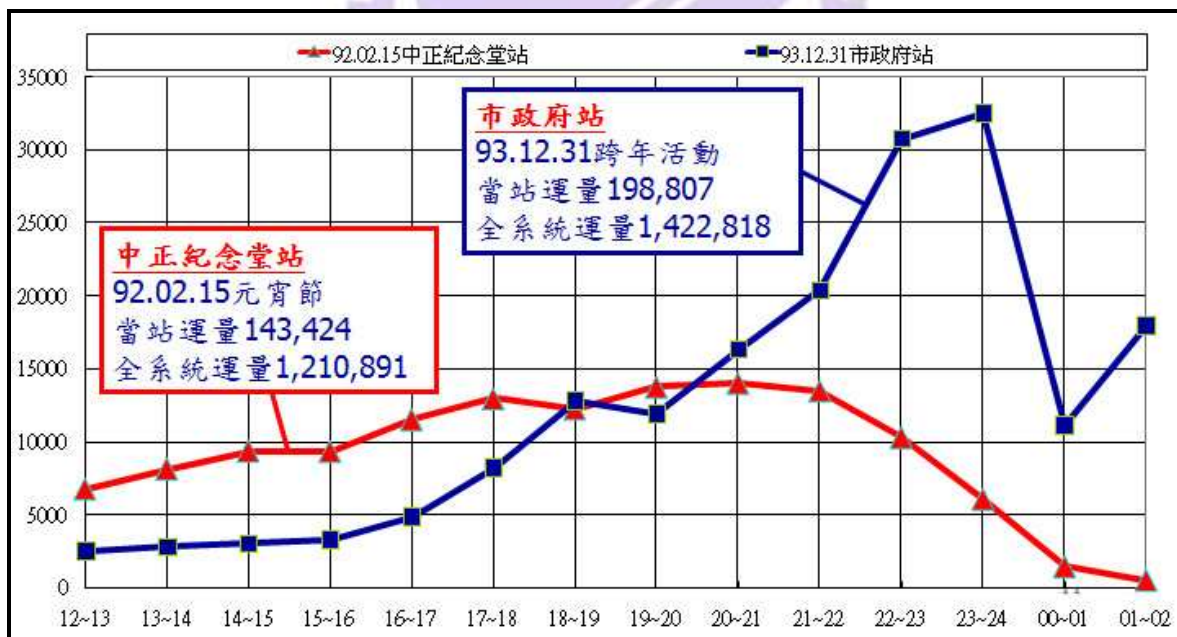


圖2-4 元宵燈節與與跨年活動運量比較圖

有鑑於此種於重大節日產生之異常人流，臺北捷運公司自 2005 年起，於重大節日及活動前提出專案報告[41]，針對活動特性、歷年重大節日運量特性以及周邊捷運車站特性進行分析，藉以預測活動時可能發生之情況、研擬人潮管制措施以及加強安全防護，主要可分為下列幾項措施：

1. 列車營運模式變更

由於重大節日運量型態變化與平常日不同，因此臺北捷運公司於尖峰時段加派列車營運以及額外預備列車機動待命，另外跨年活動由於活動尖峰時間為深夜，因此營運時間亦調整為凌晨三點收班，並配合隔日之總統府升旗活動，發車時間調整為清晨四點半；元宵節期間，為配合平溪天燈活動接駁公車時間，視狀況機動延長。

2. 發售紙票

若有大量人潮時，機動增派人力於站區發售紙票，以疏解購票區人潮擁塞，並配合人工驗票閘門之實施。發售紙票地點為避免購票人潮蓄積於大廳而影響旅客動線，因此由車站大廳移至出口附近空地，引導旅客先行購票再進站乘車。

3. 限制進站措施

臺北捷運公司於重大節日時採取三段式管制進站措施，分別為出入口、驗票閘門以及月臺層，各點指派專人引導旅客並觀察狀況，視情況限制旅客進站以避免站內人潮過於擁擠。

4. 垂直移動設施管制

於重大活動前於重點電扶梯之上下乘場繪製黃色網狀線、強化相關安全標示以警告旅客，並搭配專人維持該處淨空。

5. 屏頸點加派人力

月臺、電扶梯上、下乘場處、大廳驗票閘門以及出入口處為旅客動線之屏頸點，易發生危險，因此指派專人進行旅客疏導及安全防護作業。維修人員則於重點車站待命，維持電扶梯、電梯及驗票閘門等設備之正常運作。

表2-9 2007 跨年活動與燈節活動人潮管制暨列車運行計畫比較表

		跨年系列活動	燈節系列活動
活動時間		2007/12/31 14:00~02:00	2007/2/24~3/11
管制時間		2007/12/31 16:00~03:00	2007/3/3~3/11
管制範圍	臨近活動地點管制車站	市政府站、國父紀念館站、板橋站	臺北車站、中正紀念堂站、西門站
	重要轉乘管制車站	臺北車站、忠孝復興站	
	一般管制車站	淡水線：淡水站、劍潭站 板橋線：新埔站、龍山寺站、亞東醫院站 南港線：西門站、善導寺站、忠孝新生站、忠孝敦化站、永春站	古亭站、臺大醫院站、板橋站
管制措施	加派支援人力	*由各部室調派人力支援 *負責月臺警戒、出口管制導引、電扶梯管制、單程票販售、閘門服務管制與秩序安全維護等工作 *重點車站加派維修駐點人力	*由各部室調派人力支援 *負責項目同跨年活動，同部室盡量分配於同組 *執行勤前訓練 *重點車站加派維修駐點人力
	列車運行模式變更	*營運時間延長 *採平日尖峰模式運行 *開行加班車 *人潮眾多時過站不停	*營運時間視情況機動調整 *採平日尖峰模式運行 *開行加班車 *人潮眾多時過站不停
	加速售票措施	*事先購票宣導 *增設人工售票處發售紙票	*事先購票宣導 *增設人工售票處發售紙票 *增設移動式 IC 卡驗票設備 *加設隔離欄杆與加強吊掛式導引標誌
	全系統管制	*四級管制，並設現場指揮官 *如遇異常狀況與緊急狀況則依行車運轉程序及站務工作手冊執行	*三級管制，分別為月臺、驗票閘門及出入口管制 *宣導替代下車站措施 *增設緊急救難路線

資料來源：臺北捷運公司，民國 96 年[41]，[42]



圖2-5 移動式 IC 卡驗票設備



圖2-6 吊掛式引導標誌

2.4 研究方法相關文獻

本研究之研究流程包括整理異常狀況之特性、進行分級以及研擬各級異常狀況因應策略，以下將回顧各流程中可使用之研究方法相關文獻，並篩選出適合本研究使用之方法，

2.4.1 系統方法

系統方法是結合系統理論與控制理論之方法論，在不確定性之下運用系統方法研究問題，自系統描述(System Description)、問題定義(Problem Definition)、答案研擬(Solution Formulation)、各種替代方案分析(Alternative Analysis)以至於解決方案的選擇與決定(Decision-making)，將系統由上而下做不同抽象與解析的一套程序化工作方法和策略，有組織、有系統地，把複雜的問題分解成相互關聯的要素，來幫助決策制定者面臨複雜的選擇性方案，並事前評價問題的不確定性，然後做成決策[14]。系統方法由相互作用與相互聯繫的若干組成部分(要素)結合而成、具有特定功能的有機體，其包含三層意義：

1. 系統必須是由兩個以上的要素所組成
2. 要素間存著有機聯繫和相互作用之機制，而形成一定結構或秩序
3. 系統都具有一定的功能或特性。

2.4.2 德菲法

德菲法 (Delphi Method) 之技巧乃由美國蘭德公司(Rand Corporation)研究發展而成，其性質屬於直覺性預測方法(Intuitive Forecasting Method)的一種，命名取自古希臘阿波羅神廟遺址「德菲」(Delphi)，用其權威與信望之意義。德菲法是匯集專家之意見，對一些問題模糊的認識和分歧意見，透過問卷調查而明確化的方式，藉由專家經驗、直覺以及價值判斷，針對某專業議題進行之研究方法。在進行德菲法的研究之前，必須先行確認研究範圍，並選定 10 到 15 人左右的專家學者群體，對某一特定問題進行研究。德菲法具有以下幾項特點[51]：

1. 可容納不同專業的觀點以及利益群體之意見。
2. 經由匿名意見之表達，可真實的表達專業的意見，避免公開會議中心理因素的影響，例如說服別人或是依多數人意見(The Bandwagon Effect)等。
3. 專家不同之意見，經由有系統之分析，可將不同之看法逐漸縮小範圍而產生共識。
4. 專家有足夠的時間可以思考，使決策問題的判斷更為縝密。
5. 在反覆徵詢專家意見的過程中，每位專家均可瞭解其他專家不同之意見，在回饋與交互影響下，不斷學習並修正研究者的意見，以達到專家群體有共識性(Consensus)。

除上述特點以外，德菲法仍具有部份缺點，簡述如下：

1. 研究時間拖延過長，尤其當問卷反覆調查次數增加時，時間更不易掌握。
2. 雖然問卷的敘述力求明確，但難免有個人主觀意見之產生。
3. 參加問卷調查的專家學者對於不明確的提示，容易產生誤解。
4. 調查問卷題目過多時，將使得專家學者的評論太少。

本研究主題為捷運車站異常狀況之因應策略，此一主題具有高度專業性質，因此採用德菲法對臺北捷運公司主管進行問卷調查，經由專家問卷之方式可了解並整理臺北捷運公司主管之想法並應用於異常狀況之分級與因應策略之研擬上，讓研究更為完整。

2.4.3 多準則評分法

多準則評分法係利用評分法或評點法於多準則決策問題中，有時又稱為多因素評分法，其目的在於考量多項衝突的目標或準則下，進行方案的評選。多準則評分法首先應考量多準則或多因素的特性，利用評分法或評點法的方式，進行計畫或方案的評估[51]。

一般的多準則評估方法，係在方案已知情況下，研擬評估準則、分析方案表現、決定準則權重，並據以進行方案的優劣排序。多準則評估方法若根據其所能處理的資料型態加以區分，可分為四大類，一是質化準則評估法，用以處理質化資訊的問題；二是質量中介評估法，其性質介於質化與量化準則評估法之間，特點在於考量方案特性後，以打分數的方式進行評估；三是量化準則評估法，此法適用於評估準則可數量化的情況；四是質化與量化多準則評估法，其特性為可考慮質化準則又能兼顧量化準則[51]。本研究將使用質化多準則評分法與德菲法結合，透過專家問卷調查以建立異常狀況分級制度。

2.4.4 模糊理論

人類活動所遇到的現象大致分為三類，分別為確定現象、隨機現象以及模糊現象。用以解決確定現象之數學工具有幾何、代數、數學分析以及古典數學；機率與數理統計則是研究隨機現象之工具，而模糊現象之研究方法，是以模糊理論(Fuzzy Theory)為主角。目前模糊理論之研究領域相當廣闊，在基礎理論面包含了模糊統計、模糊集合、模糊關係、模糊邏輯、模糊辨識等等。傳統的明確集合是以一判別函數來判斷某一元素是否屬於該集合，而模糊理論中的模糊集合(Fuzzy Set)則是以隸屬函數(Membership Function)來判斷某一集合屬於該集合之程度，再以 α 截集由模糊集合中決定一明確集合。

由於模糊理論帶有濃厚的主觀色彩，為其使用上之一大限制，趙晉緯[36]整理出以下的隸屬函數建立方式與注意事項：

1. 隸屬函數的確定過程，本質上是客觀的，容許人為技巧，但其須合乎情理，不能悖於客觀事實。
2. 隸屬函數可通過模糊統計試驗加以確定，但因模糊統計試驗須以大樣本進行調查，成本較高。
3. 可用概率統計的處理結果予以推理而建立隸屬函數。
4. 可用二元對比排序法確定隸屬函數大致形狀，再根據形狀選用適當隸屬函數。

5. 一定條件下，隸屬函數可以為推理之產物。
6. 若已知其他隸屬函數，可利用模糊集合之運算求得所需之隸屬函數。

曾朝顯[34]藉由模糊分析層級程序法(FAHP)建立反應地下捷運車站避難安全程度之評估模式，據以評估地下捷運車站避難安全程度及分析危險因子，並從實證結果中顯示此模式具可操作性及實用性。杜鈺錚[18]使用層級分析法與模糊理論，建立捷運車站人行系統衡量標準，其透過層級分析法分析並制定各構面因素相對權重，利用各因素權重值與其不同等級之劃分衡量捷運車站內人行系統服務水準，並配合乘客主觀感受問卷調查，利用統計分析並引入模糊理論之概念，制定捷運車站內人行系統服務水準之臨界值。

2.5 小結

由過去文獻可得知，緊急與異常狀況相關研究多以最壞狀況做為情境假設，探討緊急狀況下乘客疏散之績效與檢討基本設計參數，而異常狀況則相當少見，探究其原因，不外乎緊急狀況時以旅客安全為唯一考量因素，因此在參數的設定上可忽略營運因素，僅針對安全因素進行研究。但異常狀況多為產生大量人流但未有直接危害旅客生命安全之情境，因此除安全因素之考量外尚須維持正常營運，所須考慮之變數較緊急狀況時複雜許多。

目前國內外文獻提及之異常狀況管理策略多為文字性的觀念概述，並未將管制策略量化以及具體化，因此臺北捷運公司目前對於人潮管制遵循公司內部所擬訂之行車運轉作業程序以及累積經驗進行決策，並無一明確之參考值供運務人員判斷，且缺乏外部因素之考量，諸如異常狀況影響時間，後續研究可針對此一方向進行探討。

第三章 捷運車站異常狀況及其影響

本章將介紹臺北捷運車站相關設施、設備與站務作業，並針對捷運系統中可能發生之異常狀況探討其發生原因、特性，最後整理異常狀況對於捷運車站作業之影響與因應措施，以做為後續異常狀況分級與管理機制研擬之研究基礎。

3.1 捷運車站之作業

捷運車站係旅客進出捷運系統之介面，其規劃設計之立體型式、各種設施設備以及站務作業對於旅客購票乘車、站務人員管理車站運作以及捷運車站整體服務績效影響甚巨，為使捷運車站運作順利，各車站皆配置站務人員以負責旅客服務以及系統設備操作等任務，以下將介紹捷運車站之類別型式、機能、特性以及相關站務作業。

3.1.1 捷運車站之類別

捷運車站之建造型式可由構造型式、機能型式以及月臺型式三種構面因素加以分類，不同的建造型式對於捷運車站營運時之旅客動線以及站務作業有不同影響，說明如下：

1. 構造型式

構造型式為車站主體之構造，通常須與路線佈設、工程預算等因素互相配合，區分之依據是指軌道或月臺位於地下、地面或高架。以臺北捷運現有路網為例，高運量系統車站原則上採用地下化方式佈設，但淡水線則具有高架、地面與地下車站三種型式；中運量系統車站原則上則是採用高架方式佈設，以下將簡述各類型建造型式之特性：

(1) 地下車站

地下車站是指軌道及月臺佈設於地下之車站，通常佈設於交通繁忙、土地使用密度高的市中心區域，造價最高。

地下車站因月臺及穿堂佈設方式及考量軌道高程定線等因素，可再區分為一般地下車站以及淺挖式地下車站。一般式地下車站之月臺及穿堂均佈設於地下，臺北捷運多數地下車站均屬於此種型式，淺挖式車站係軌道及月臺佈設於地下，而為配合軌道定線高程、地質或為節省建造成本，穿堂層佈設於地面或月臺層側方，如新店線七張站、淡水線民權西路站以及南港線昆陽站等。

(2) 地面車站

地面車站是指軌道與月臺佈設於地面之車站，通常佈設於郊區或與平面道路交叉極少之地區，臺北捷運目前僅有淡水線復興崗站到紅樹林站間為地面車站。

(3) 高架車站

高架車站是指軌道與月臺佈設於高架樑上之車站，通常佈設於市中心區外圍，或用於中運量以及地下開挖施工較困難之地區。目前臺北捷運除木柵線全線為高架車站以外，淡水線圓山站到北投站間、淡水線淡水站、小碧潭支線小碧潭站以及新北投支線新北投站等皆為高架車站。

2. 機能型式

捷運車站依機能型式，可區分為中間站、交會站以及終端站，說明如下：

(1) 中間站

中間站是指位於路線兩終端站間未與其他路線交會之車站，僅服務單一捷運線，捷運路網中大部份的車站均屬此類車站。

(2) 交會站

交會站是指車站有兩條或兩條以上之路線經過，旅客可經由其中一條路線轉至其他路線。交會站月臺及穿堂之佈設可提供旅客轉乘功能。交會站之佈設較一般車站複雜，且轉乘旅客將大量的於站內流動，因此需就路線方向及不同月臺型式間的選擇特別考量，以增加轉乘便利性與縮短轉乘動線長度。

因捷運路線交會的方向不同，又可分為非平行交會站以及平行交會站，簡述如下：

A. 非平行交會站

若二條路線軌道方向不同，則該交會站為非平行交會站，例如臺北車站、忠孝復興站，此類車站內轉乘旅客之動線必須透過垂直動線等不同高程之月臺進行交會轉乘，移動距離較長且複雜。

B. 平行交會站

若二條路線軌道平面方向相同，則該交會站為平行交會站，例如古亭站、七張站等，其轉乘動線較非平行交會站單純。

(3) 終端站

終端站是指車站位於路線主線、支線或區間營運之兩端，通常為列車服務之起迄點，此類車站通常基於營運調度的需要，其軌道數目及佈設可能較一般車站多且複雜，由於終端站可能需佈設超過二條以上之軌道，且班車能夠從任一軌道進出車站，由營運觀點而言，為增加旅客搭乘之便利性，一般終端站採用島式月臺對旅客較為方便，臺北捷運現有之終端站包括淡水線淡水站、南港線昆陽站、土城線永寧站等等。

此外，當部份捷運路線因車站完工時程不一，部份路線需先行通車營運時，中間站將擔任臨時終端站角色，此時旅客吸引模式及服務圈域將與中間站之設計不同，因此必須針對旅客之緊急逃生與運量需求進行特別考量，例如土城線通車前的南港線新埔站與木柵線中山國中站等。

3. 月臺型式

月臺為旅客候車及上下列車之主要設施，主要可分為島式月臺、側式月臺，此外尚有島式與側式月臺共存之混合月臺設計，例如北投站。不同之月臺及軌道佈設方式將影響旅客上下車之便利性，說明如下：

(1) 島式月臺

島式月臺是指進入車站之上下行軌道分別佈設於月臺的兩側，月臺於上下行軌道間呈島狀，故稱島式月臺。此種月臺上下行旅客共用一組垂直移動設施通往穿堂層，可減低旅客跑錯月臺的機率，並減少轉乘時間，但用地較多，臺北捷運目前多數地下車站皆為島式月臺設計。

(2) 側式月臺

側式月臺是指進入車站的上下行軌道集中佈設於兩月臺中間，上下行月臺各自獨立，各有垂直移動設施通往穿堂層，此種設計對於旅客轉換月臺較為不便，臺北捷運之地面車站皆以此一形式設計。此外側式月臺中尚有軌道上下相疊佈設之疊式車站，如中和線的永安市場站。

以上各種建造型式互相組合即可定義捷運車站之類別，目前臺北捷運車站中的主要建造型式為地下島式之中間車站，茲將各種建造型式與車站統整如下。

表3-1 建造型式與車站分類表

		高架站	地面站	地下站
中間站	島式月臺	奇岩、唶哩岸、石牌、明德、芝山、士林、劍潭、圓山		民權西路、雙連、中山、臺大醫院、臺電大樓-大坪林、小南門、後山埤-忠孝敦化、忠孝新生、善導寺、龍山寺-板橋、亞東醫院-土城、頂溪
	側式月臺	南京東路、大安-木柵	紅樹林-復興崗	新店市公所、府中、永安市場、景安
交會站	島式月臺	北投(混合式)、忠孝復興(板南線)		臺北車站、中正紀念堂、古亭、西門
	側式月臺	小碧潭、忠孝復興(木柵線)		七張
終端站	島式月臺	淡水、新北投		昆陽、永寧、南勢角
	側式月臺	小碧潭、中山國中、動物園		新店

3.1.2 捷運車站之機能

捷運車站對外(旅客)做為交易平臺、旅客服務等功能，而對內(公司)則為系統設備操作之一環，其主要機能包含票證交易、旅客輸送、設備操作、事故排除以及行政管理等五大機能。介紹如下：

1. 票證交易

票證交易包含單程票以及悠遊卡儲值等票證購買行為，安全性以及便利性為票證交易之原則，捷運車站多設有自動售票機以及加值機，而旅客詢問處(Passenger Agent's Office, PAO)亦提供加值功能，此外，站務人員應隨時注意購票等候人潮以免妨礙旅客動線。

2. 旅客輸送

捷運系統提供便捷、快速、大量的都市運輸服務，捷運車站做為捷運系統之使用介面，每日旅客進出流動量相當大，因為站務人員須隨時監控旅客量之變化，並依站務工作手冊採取適當之因應措施，當列車服務出現問題時，應聽從行控中心之指示採取行動，以維持旅客進出站動線之順暢，使車站之容量利用率、系統運能最佳化。此外，安全性亦為旅客輸送面需注意之環節，各種產生速度之設施諸如垂直移動設施、月臺邊緣等位置，皆須加強安全防護，以確保旅客安全。

3. 設備操作

捷運車站內設有各式設備，包括供旅客使用之一般設備如自動售票機、驗票閘門、電扶梯等等，此外尚有供員工使用之設備，如號誌設備室、環控設備室、配電室、閉路電視設備等等，上述設備除了提供旅客舒適的乘車環境以外，尚可供站務人員監控車站狀況使用，此外，當捷運系統營運發生異常狀況時，行控中心亦可指示站長至號誌設備室以就地控制之方式排除。

4. 事件排除

捷運車站營運時面臨許多外部以及內部不確定因素，外部因素諸如天氣、旅客特性等，而內部因素則為機械設備故障等等，上述因素皆會產生營運事件，對於捷運車站之營運造成影響；因此，臺北捷運公司對於站務作業訂有站務工作手冊，其中除正常營運規範以外，另列舉各種可能於營運時期所產生之特殊事件與緊急事件處理規範，以供站務人員遭遇各種事件時做為應變之用，以期對系統營運與旅客服務之衝擊降至最低。

5. 行政管理

捷運車站除上述四大機能之外，身為捷運公司組織中之一環，站務人員必須如其他公司機關執行一般行政工作，諸如文件檔案管理、鑰匙及門禁安

全管理、備品文具管理以及人員訓練考核等，以維持組織運作順暢。

為使上述機能充分發揮，相關設施設備須針對捷運車站功能考量進行設計以符合設計容量以及緊急逃生需求，並針對各種可能發生之營運狀況擬定站務作業程序，以維持捷運車站之正常營運以及整體服務績效。

捷運車站相關設施設備之定義與分類中，杜鈺錚[18]將捷運車站內各項人行相關設施依使用方式之不同分為操作設施與通行設施兩類，操作設施提供乘客直接以肢體操作，例如自動售票機、驗票閘門等票務設施，通行設施則為提供乘客通過站內空間之主要系統。此外，捷運車站設施又可依開放使用類型分為公共區以及非公共區，公共區開放供一般旅客使用，諸如出入口、月臺層等，為使旅客能夠有效率的出入捷運車站，以臺北市政府捷運工程局對臺北捷運路網車站之規劃為例，在捷運車站動線規劃時所採用之原則為直接、簡單、連續、合理以及考慮國人右行的習慣，才能使動線流暢[45]。

本研究以系統定義區分捷運車站相關設施設備，其中包含公共區之通道系統、票證系統與月臺介面，以及非公共區之環控系統、票證系統、資訊系統以及號誌通訊系統等，以下將簡述捷運車站內由外而內之各種捷運車站設施之特性與設計準則[45]：

1. 公共區

公共區係開放供旅客使用之區域，區內相關設施設備包含通道系統、票證系統與月臺介面，捷運車站之服務水準主要視公共區相關設施設備之服務績效而定，以下將簡述公共區相關設施設備系統。

(1) 通道系統

通道系統包含水平通道、垂直移動設施以及穿堂層，為構成捷運車站旅客動線之主要設施，因此在旅客動線服務水準的評估上，常以通道系統之服務績效做為指標，以下將簡述各類通道系統設施之特性。

A. 水平通道

水平通道通常介於出入口與旅客大廳間或車站大廳內非收費區和收費區間。臺北市政府捷運工程局所規劃之設計原則為直接、簡單，避免監視死角的產生，增加旅客方便性、舒適性及安全性，此外，通道之寬度必須大於其所連結之垂直移動設施以避免擁塞情形之發生。

B. 垂直移動設施

垂直移動設施為輸送旅客來往各樓層之通道，由於捷運系統多為立體化設計，因此垂直移動設施也被大量使用於捷運車站建築當中，一般而言，垂直移動設施主要可以分為樓梯、電扶梯以及電梯。

樓梯為捷運地下車站內最基本的垂直移動設施，主要可分為一般樓梯以及緊急逃生梯，緊急逃生梯僅在緊急情況時開放給旅客逃生疏散用。

電扶梯與電梯為近代建築物最常使用之垂直移動設施，其中電扶梯的輸送能力遠大於電梯，以臺北捷運系統為例，車站內所使用之電扶梯額定速度為 0.55 公尺/秒，上行理論容量為 110 人/小時，相較於電梯 10 人/分、樓梯 54 人/分的容量高出許多，因此更加普遍地被採用。但當旅客過多時，由於人潮的推擠加上電扶梯的移動速度，容易產生危險，因此在設定電扶梯的營運模式時，需要同時考量容量以及安全兩方面的因素，且於緊急狀況時，電扶梯須停止運轉，視為樓梯使用。李為忠與譚國光於出國考察報告書[47]中建議電扶梯應禁止一側站立另一側通行以維持安全；另外配合車站動線與尖峰流量，應考慮於踏階四邊劃設黃色框線，以及於電扶梯出入口處增設出入口分隔欄杆，以引導旅客通行。

捷運系統車站之電梯主要用途係服務殘障同胞及老弱婦孺，亦可兼作運送現金或機具之運輸工具，但因容量較小，不適合做為主要以及緊急狀況時之垂直運輸工具。

C. 穿堂層

穿堂層又稱旅客大廳，在車站中為乘客活動最主要地點，其主要功用為提供乘客旅次資訊、購票和收費系統操作的空間，乘客必須經由此空間完成到達月臺或離開車站的活動，並設置有詢問處、站務室及號誌設備室等以利站務人員操作。依穿堂相對於月臺之關係而言，車站型式可分乘標準穿堂車站及側式穿堂車站。標準穿堂車站之穿堂位於月臺之上下層，乘客動線最為直接，地下車站多採用此種穿堂形式。側式穿堂車站之穿堂位於月臺之一側，如地面站或位於道路上方之高架站。

穿堂層以驗票閘門區分為付費區以及非付費區，在非付費區內乘客可獲取搭乘資料以及購買車票，通過驗票閘門後，乘客則進入包括通往月臺之通道及月臺之付費區，交會站之付費區內更包含旅客動線交織區，因此在規劃設計以及營運上皆較一般車站更為複雜。

(2) 票證系統

臺北捷運公司之票證系統使用之票種主要為非接觸式票證，包括單程票代幣以及悠遊卡二種，此外於重大節日時為加速售票速率，另發售人工紙票。捷運車站內與票證系統相關之設備為自動售票機、加值機以及驗票閘門，詢問處內亦設有人工收費設備。以上設備皆有最大服務流率，且驗票閘門亦為旅客動線一環，人潮過大時可能產生擁塞，站務人員須藉由監視器觀察票證系統之服務水準採取適當措施因應。

(3) 月臺介面

月臺層係提供旅客候車及上下電聯車之空間，故包含供列車運行之

軌道區及相關設施，包括號誌、通訊、垂直移動設施與環境控制系統等。月臺型式對於車站構造以及旅客動線具有相當之影響，一般分為島式月臺以及側式月臺，此部份已於 3.1.1 節討論，此外月臺層須視旅客量及班距決定適當月臺寬度，並一併考慮是否設置月臺門以增加安全性。

2. 非公共區

非公共區僅供站務人員使用，包括職員區、作業區以及機房空間，不對外開放，異常與緊急狀況發生時，非公共區設施具備相關管理功能且可能被使用，區內相關設施設備包括環控系統、票證系統、資訊系統以及號誌通訊系統，以下將簡述公共區相關設施設備系統。

(1) 環控系統

環控系統包括空調系統、消防系統以及緊急通報系統等與車站環境相關之設施設備，多設置於車站機房當中，另於詢問處、站務室以及號誌設備控制室設置遠端控制盤以便操作，當感應器偵測到異常事件發生，如火警、設備故障或緊急按鈕被觸動時，遠端控制盤會立即顯示資訊告知站務人員前往處理。

(2) 票證系統

票證系統除供旅客購票使用以外，站務人員亦可透過票證系統之監控電腦觀察交易情形以及進出站情形，藉以了解站內旅客量之變化，當旅客量過大時，站務人員可由詢問處或站務室直接控制驗票閘門之進出方向，當票證系統故障時，站務人員亦可透過監控電腦得知即時訊息。

(3) 資訊系統

資訊系統提供站務人員及旅客相關之營運資訊，行控中心可透過資訊系統告知站務人員捷運系統營運現況以及須協助處理事項，行控中心資訊助理亦可透過遠端操作控制捷運車站之資訊系統。站務人員接收到事件資訊後，則可利用公共廣播系統、旅客資訊顯示系統控制鍵盤向旅客傳達營運資訊，例如列車誤點、列車事故、人潮管制等，藉以控制捷運車站之旅客量。

(4) 號誌通訊系統

號誌通訊系統主要配置於捷運車站內之通訊號誌設備室，站長可於此設備室接手軌道號誌設備之操作，當列車發生異常狀況時，通訊號誌設備室即擔任重要角色。通訊號誌設備室包含下列設備供站務人員使用：

A. 號誌系統

包括電驛聯鎖、不斷電系統、遙控設備、自動列車保護、自動列車操作、及自動列車監視設備、現場控制面板。

B. 通訊系統

包括自動、行車控制及維修用電話、現場無線電控制面板、閉

路電視、無線電、用戶自動交換機、廣播設備及喇叭系統、點矩陣及博碼調變設備。

除捷運車站相關設施設備外，站務作業亦為維持捷運車站營運之重要因子，為發揮捷運車站之機能，站務作業必須具備正常營運與特殊事件排除之能力。臺北捷運公司站務工作手冊中規定，站務作業依危害程度之不同，分為例行運轉程序、特殊狀況處理程序以及緊急狀況處理程序，各等級狀況之處理方式與人員職掌皆有所不同，說明如下。

1. 例行運轉程序

例行運轉程序即包括票證交易、旅客輸送、設備操作以及行政管理等四大機能之站務作業規範，站務人員須負責人工售票與增值處理等票證交易事項，旅客動線通道、票證、環控等系統之監控。例行運轉程序並非本研究之重點，至於事故排除則規定於特殊與緊急狀況處理程序之中。

2. 特殊狀況處理程序

臺北捷運公司所擬定之特殊狀況處理程序共有 13 種，其中包含列車誤點、號誌故障等對於旅客並無直接危害之狀況，詳述於本研究 1.3 節，此外加以本研究對於異常狀況之定義，大抵可分為供給下降以及需求上升二種類別。供給下降為捷運系統或捷運車站本身運送能量之下降，諸如路線容量下降(列車誤點、號誌故障)或是車站容量下降(電扶梯故障、電力故障)，需求上升則包含尖峰時段或是重大節日與活動所產生之大量人潮。臺北捷運公司站務工作手冊中針對各種異常狀況擬定有標準作業程序，以防特殊狀況產生時能夠在最短時間內因應並解決問題。

3. 緊急狀況處理程序

臺北捷運公司所擬定之特殊狀況處理程序共有 19 種，亦詳述於本研究 1.3 節，其中大多情境對於旅客造成直接危害而採取逃生疏散以及封鎖車站措施，而車站人潮管制雖被列為緊急狀況，但由於車站人潮屬於需求增加之狀況，且影響因素眾多，應列為異常狀況探討。

特殊狀況與緊急狀況處理程序係針對捷運系統內所有車站之標準化作業程序，因此並未配合車站型式或其他足以影響特殊狀況嚴重程度之因素合併探討，且各種異常狀況具有不同之影響因素時，其嚴重程度亦有可能改變，因此臺北捷運公司特殊狀況與緊急狀況處理程序應增加其他考量因素。

3.1.3 捷運車站之特性

上節所述捷運車站之機能、相關設施設備以及站務作業程序需透過服務績效指標之評量維持一定之服務水準。藉由過去文獻之回顧可發現，捷運車站服務績效之評量，主要分為旅客通道指標以及場站設施指標，分述如下。

1. 旅客通道指標

旅客通道指標係指捷運車站旅客動線服務水準之評量，包括水平通道、垂直移動設施、交織區等發生步行行為之區域，此一指標除做為捷運車站服務績效之評量以外，進行緊急疏散設計時亦需計算旅客通道容量以維持緊急疏散時一定之服務水準。

最常見之旅客通道指標參考自美國公路容量手冊[7]中所訂定之六等級服務水準指標，該指標分為行人步行區以及行人等候區二部份，行人步行區以行人空間密度與流率做為分級指標，而行人等候區則以行人空間密度做為分級指標。除美國公路容量手冊以外，亦有針對各種行人步道以及捷運車站通道系統量化指標之研究，諸如月臺密度、通道密度、流率及速率、垂直移動設施流率等。

然而，林文雄[24]研究指出，多數旅客通道指標之研究著重於量化指標之建立，而環境因素及其他質化指標(如舒適度、美觀、平整度等)在過去常被忽略，因此其研究重點係利用環境因素評估方法，將人行道設施服務等級劃分成 A 到 F 六個等級，以問卷及使用照片情境模擬方法，透過層級分析法(AHP)及設施滿意度調查，以綜合得點評定臺北市各具代表性的人行道設施之服務等級。此外，近年來以層級分析法以及模擬理論等質化研究方法對旅客通道所進行之研究漸漸增加，諸如 C.Jotin Khisty[2]加入環境因子之考量以評估校園的人行道系統。William H.K. Lam[11]對捷運旅客發放問卷，調查旅客對於月臺及車內擁擠程度之感知。

陳文彬[30]利用灰色理論搭配產生的質化與量化績效指標，針對與乘客關係最為密切的行走動線進行綜合評估。藉由乘客在地下車站接受一連串動線服務設施的績效，構建整體動線服務績效模式找出影響乘客動線的關鍵節點或節線。

何成章[19]針對營運前的臺北捷運公司訂定評估指標及評估方法，認為傳統之評估方法是以絕對二值化邏輯評估，對於接近各等級臨界值時，會有服務表現相差無幾而結果大異之不公平現象，為改善此項缺失，該研究擬以模糊理論(Fuzzy theory)與模糊積分(Fuzzy Integral)來進行此研究，得到結論：模糊識別可有效的尋找不同群體，對捷運系統服務水準各指標隸屬函數看法的差異，並有助於建立綜合各觀點之隸屬函數。

2. 場站設施指標

場站設施指標主要包含票證系統以及次要設施設備服務水準之評量，包括自動售票機與加值機、詢問處、洗手間、商店等設施，上述場站設施之服務績效下降時，可能產生排隊人潮以至於迴堵，影響主要旅客動線，捷運車站站務作業中亦必須監控場站設施之運行。場站設施指標相關研究中，杜鈺錚[18]利用層級分析法與模糊理論分析問卷資料，以得到臺北捷運旅客對於場站設施服務水準之感受，而其他研究則多與旅客通道指標一併探討。

無論是旅客通道指標或是場站設施指標，其服務績效評量之目的多為服務導向，因此非公共區之相關設施設備則少有服務績效指標相關研究。除捷運車站服務績效指標外，由於捷運車站屬於捷運系統之一環，因此捷運系統整體服務水準對於捷運車站之營運具有一定影響。臺北市政府捷運工程局[45]於臺北都會區大眾捷運系統規劃手冊中訂定用以衡量捷運系統服務水準之指標，包括系統事故率、列車承載率、加減速、通風、噪音、行駛速率、行駛間距、準點率以及開放營運時間長短等，其中主要針對列車運轉計畫有密切關聯之部分進行分析與說明，包括列車承載量、列車班距、營運速率以及營運時間四大項目，以做為捷運系統服務水準以及緊急狀況下估算月臺寬度之用。

經由捷運車站類別、相關設施設備、站務作業以及服務績效評量相關文獻與設計準則之整理，本研究歸納出捷運車站於營運時所具有之服務特性及需求，列舉如下：

1. 時間性

捷運車站之正常營運時間為早上六點至下午十二點，在該時段當中人潮會產生變化，尤其以尖離峰時間最足以說明時間性的存在，尖峰時間通常人潮都會比較多，離峰反之，且上午尖峰(晨峰)由於必要性旅次的關係，流量較下午尖峰(昏峰)來得大，且方向性亦有所不同。而重大節日與活動也有可能為某時段帶來異常大量的人潮。因此捷運車站之營運作業需依時間不同而進行調整，例如加派人力、調整設施設備之操作以及系統服務水準。

2. 方向性

進出站以及轉乘皆會影響到旅次的方向性，一般車站主要分為進站人潮以及出站人潮，其中出站人潮由於關係到列車到站之時間，其集中度較進站人潮大，易產生瞬間大量人潮而致擁塞，不同時間所產生之方向性亦有所不同，例如郊區車站於晨峰時多為進站旅客，而中心商業區車站於晨峰時則多為出站旅客，轉乘車站之方向性則更為複雜。由於不同方向之人潮將互相產生干擾，因此應於旅客動線上對雙向人潮進行管制，例如分向欄杆、垂直移動設施服務方向變更等以符合需求。

3. 地區性

位於不同社經環境之捷運車站，其旅次分佈以及旅客特性有所不同，諸如郊區車站旅客量較低，中心商業區車站旅客量較大，且重大節日與活動舉辦地點亦將影響鄰近捷運車站之運量。

4. 安全性

安全是捷運車站以及捷運系統之基本要素之一，由於捷運車站旅客動線涉及許多機電設備之操作，旅客須與相關設施設備互動，部份設施設備具有動力，例如電扶梯、捷運列車等等，此外旅客過度擁擠時易產生推擠，因而

產生潛在危險，所以捷運車站之營運須特別加強上述瓶頸點以及特殊情況之安全維護。

3.2 異常狀況概述

異常狀況之定義係指捷運系統因事件之發生影響捷運車站正常營運，但對多數旅客未造成直接危害，不須採取緊急疏散作業之情境，詳細之定義原則本研究已於第一章整理。以下將介紹異常狀況之發生原因、特性以及對於捷運車站作業之影響。

3.2.1 異常狀況之發生原因

本研究乃針對臺北都會區大眾捷運系統異常狀況因應策略機制做一綜合性調整，因此應切割危害狀況、異常狀況與正常狀況之差異。本研究於第二章已提及臺北捷運公司捷運系統行車運轉程序對於特殊狀況以及緊急狀況之情境分類，然而部份情境分類尚需檢討，因此本節將重新定義異常狀況，並探討異常狀況之發生原因。首先應將正常狀況與異常狀況及危害狀況做區分，臺北捷運公司捷運系統行車運轉程序中對於事故災害之定義為「人員傷亡、系統設備損壞或故障、人為造成列車延誤、犯罪行為或以上任何合併事件之非預期事件」。所以正常狀況與異常及危害狀況之最大差異在於事故災害之產生，假設正常狀況下為正常營運模式，則異常狀況與危害狀況由於事故災害之產生影響到例行運轉程序，如列車運行、旅客進出站等等，而異常狀況則是由於特定事件之發生，包括列車故障、車站設施設備故障、旅容量過大、人員侵入軌道等，而使得捷運車站之需求量超過容量，呈現過飽和狀態，由於例行運轉程序以及捷運車站相關設施設備是針對車站容量進行設計，在過飽和狀態下捷運車站站務人員便無法遵循例行運轉程序處理，但也不能立即疏散所有旅客，此亦為異常狀況與正常狀況之分界，捷運系統之營運必須針對異常狀況研擬不同的因應策略。

再者應切割異常狀況與危害狀況。A. Haack[1]研究中對於營運狀況(Operation Breakdown)與緊急狀況(Emergency)之定義，是以對於旅客有無直接危害做為區分標準。危害程度雖然可以做為異常狀況與危害狀況之區分標準，但危害程度之大小與門檻值由誰訂定，界限仍然模糊。此外該研究中所提及之營運狀況僅包括列車故障、車站設施故障等供給面下降，但尖峰時間與重大節日造成之旅容量異常增加等需求面上升亦可能對捷運車站營運造成影響，因此僅以該研究中之營運狀況做為本研究異常人流之定義仍然不夠完整。

本研究所探討之異常狀況與危害狀況，其中尚可歸納出一個重要之區分標準，就是捷運車站營運中斷之有無，危害狀況如火災、地震發生時，由於對乘客之安全產生直接危害，因此必須立即中斷營運並進行旅客疏散作業，而異常狀況下，例如列車故障、旅容量增加，對多數旅客之安全尚未產生直接危害，中斷營

運不但會影響旅客使用捷運系統之便利性，捷運公司亦將承擔中斷營運之票務損失，所以不可任意中斷營運，而是以其他之替代方案解決之。此標準與危害程度之相關性高，且由於依營運中斷指令即可區分異常狀況與緊急狀況，區分界限較為明確，因此本研究採用此標準做為區分。最後整理上述資訊繪製成下圖 3-1。

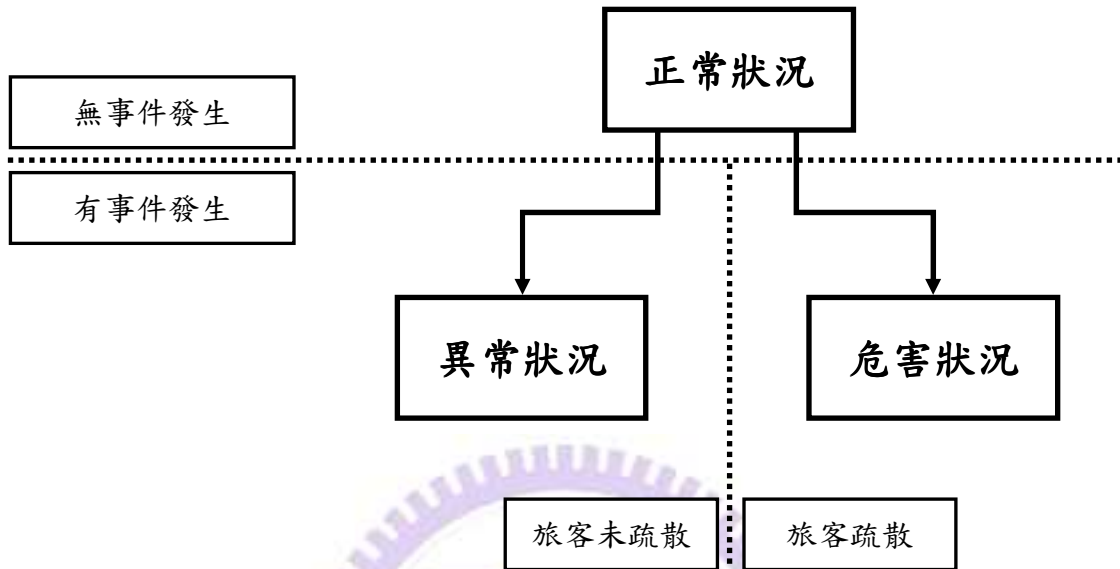


圖3-1 危害狀況與異常狀況定義劃分示意圖

將上述定義應用於臺北捷運公司行車運轉程序中各種特殊狀況與緊急狀況之分類上，整理如下表，由於本研究將針對異常狀況之管理機制進行探討，因此屬於危害狀況之情境則不在本研究之範圍中。此外涉及刑事責任之異常狀況如恐嚇威脅、恐怖攻擊等以及非主線事件之異常狀況，因其影響因素與層面複雜，亦不列入本研究之研究範圍。

表3-2 採用本研究定義之異常與危害狀況分類

異常狀況(研究範圍)		異常狀況(涉及刑事)	危害狀況
車站人潮過大	車站緊急停車按鈕啟動	群眾運動事件	火災事件
人員傷亡事件	列車旅客緊急通話啟動	威脅恐嚇事件	爆炸事件
人員掉落軌道	列車故障	車上犯罪事件	正線上列車出軌或碰撞
人員捲入車下	列車意外停滯	可疑行李包裹	正線列車意外分離
電擊事件	轉轍器故障	毒化物侵襲	地震
颱風	號誌故障	機廠內列車出軌或碰撞	空襲
積水	無線電故障		
列車誤點	號誌系統控制移轉		
列車靠站位置不當	電力故障		
列車過站不停	行控中心電腦當機		

捷運系統在規劃階段與營運階段時必須考量供需間之平衡，供給面為捷運系統之輸送能量，如列車班次密度、列車最大載客數以及車站可容納人數等等，而需求面則為旅客量之變化。捷運系統於規劃階段必須於供給大於需求之假設為前提進行設計，因此車站月臺面積、垂直移動設施數量皆必須以最大旅客預測量做為假設，而營運時亦須考量旅客量變化排定適當之運轉計畫。

然而除了尖離峰時間旅客量變化較為固定以外，重大節日與活動、列車故障等事件亦可能在短時間內造成輸送能量減少(供給量下降)或是旅客量過高(需求量過大)，而產生需求大於供給的狀況，亦即異常狀況之產生。因此異常狀況之發生原因主要可歸納為供給下降與需求上升二方面進行探討。

1. 供給下降

供給下降最主要之發生原因來自於營運者自身之內部因素，諸如列車設備、行控設備以及捷運車站設施設備所發生之異常狀況，連帶影響輸送能量，部份則為外部因素，為捷運公司不可控之範圍，例如旅客侵入軌道、天災事件等。除將供給下降之異常狀況區分為內外部因素外，並可將其細分為幾類主要之事故類型，整理如下：

(1) 列車運行失常事件

列車運行異常事件屬於內部因素，包括列車誤點、靠站位置不當、過站不停以及列車意外停滯。

(2) 行控設備故障事件

行控設備故障事件屬於內部因素，包括轉轍器故障、號誌故障、無線電故障、電力故障、號誌系統控制移轉以及行控中心電腦當機。

(3) 車站設備故障事件

車站設備故障事件屬於內部因素，包括通道系統、票證系統以及月臺介面功能之故障，車站設施設備之故障將影響車站五大機能之運作，例如電扶梯故障、售票機故障等等。臺北捷運公司捷運系統行車運轉程序中，並未將車站設施設備故障事件列入特殊狀況與緊急狀況之處理程序當中，但由於車站設施設備故障對於捷運車站營運作業有其影響性，因此本研究將其列入探討。

(4) 旅客掉落軌道事件

人員事件屬於外部因素，包括人員掉落軌道、人員捲入車下以及電擊事件。

(5) 天然災害

天災事件屬於外部因素，包括颱風與積水事件。

(6) 其他

包括車站緊急停車按鈕被啟動以及列車旅客緊急通話鈕被啟動兩項，按鈕被觸動後，站務人員須立即確認事件狀況後再行處理。

茲將上述分類之事件整理如下表：

表3-3 供給下降之異常狀況分類

事件因素	事件類別	事件項目
內部因素	列車運行失常事件	列車誤點
		列車靠站位置不當
		列車過站不停
		列車故障
		列車意外停滯
	行控設備故障事件	轉轍器故障
		號誌故障
		號誌系統控制移轉
		無線電故障
		電力故障
		行控中心電腦當機
	車站設備故障事件	車站設施設備故障
	旅客掉落軌道事件	人員掉落軌道
		人員捲入車下
		電擊事件
	天然災害	颱風
		積水
	其他	車站緊急停車按鈕啟動
		列車旅客緊急通話啟動

2. 需求過大

需求過大意指在捷運系統正常營運狀況下，旅客量於短時間內由於特定因素激增，特定因素可能包括尖峰時間以及重大節日與大型活動等，此一時間帶中由於大量旅客欲使用捷運系統而於短時間內湧入捷運車站，造成站內之擁擠。

尖峰時間所產生之旅客需求量上升屬於週期性之循環，以臺北捷運之經驗而言，平常日之尖峰時間可分為上午7時到9時以及下午5時到下午7時兩大尖峰，以及下午9時左右的小尖峰，此三個時段中旅客量較大，臺北捷運公司主要以加開列車疏運以及加派人力管制人潮之方式因應。而重大節日與大型活動之時間不具週期性，易於短時間內蓄積大量人潮，因此臺北捷運公司根據過去經驗，逐步建立重大節日與活動之捷運系統管制原則，以跨年活動為例，臺北捷運公司於跨年活動開始前即已擬定活動期間之管制策略，除採用尖峰模式以提升系統容量以外，並動員全公司之人力進行車站管制與疏運作業。

3.2.2 異常狀況之特性

1. 非預期性

異常狀況通常於無法預期的時間及地點發生，難以預期，對於尖離峰時間或是重大節日時，臺北捷運公司雖針對上述時段事前擬訂管制策略，但由於進站旅客量過於隨機，因此仍有可能發生超出預期之異常狀況，如旅客量過多、列車故障等，因此異常狀況事後之因應策略顯得重要。

2. 潛在危險性

異常狀況對旅客所產生之影響，主要在於時間上的損失，時間損失包括由於誤點或是設施故障所造成之列車延誤，以及車站管制對旅客所造成之不便，並未造成直接危害。但異常狀況如於第一時間未進行管制，所造成之影響則有可能持續擴大，甚至轉變為危害狀況。

3. 過飽和性

捷運系統於規劃設計階段是以正常營運狀況所應提供之容量需求進行設計，並加入緊急疏散之考量，但是規劃設計階段並無法考量到營運階段時由於社經因素所產生之需求變動，例如新建案之產生、重大活動之進行等等，這些需求的變動往往使得需求超過容量，產生過飽和之現象。

而在供給變動方面，以列車故障、設備故障等狀況而言，營運者亦無法完全事前偵測，僅能以事後之因應策略進行補救，因此在事後反應時間內所造成之供需失衡即有可能產生過飽和，因此過飽和性亦為異常狀況發生時極易發生之現象。

4. 可排除性

異常狀況對於旅客所造成之影響多在營運者可控制之範圍內，營運者可以事後甚至於即時之因應策略進行補救，因此異常狀況具有可排除性之特點。反之，如營運者無法排除異常狀況，則可能惡化成緊急狀況，對旅客產生直接危害，而使營運中斷、旅客必須緊急疏散，造成較為嚴重之後果。

3.2.3 異常狀況對於捷運車站作業之影響

異常狀況對於捷運車站作業將產生負面之影響，當供給下降或需求過大時，設施設備故障造成捷運系統輸送能量降低，過飽和狀況亦使得服務水準下降，並且產生安全上的顧慮，不同之異常狀況對於捷運車站作業造成之影響亦不相同，以下將探討異常狀況對於捷運車站作業所可能產生之影響類型。

1. 捷運車站營運作業之影響

異常狀況對於捷運車站營運作業之影響，可分為二種，第一種為車站設施設備事件所造成之影響，由於部份車站設施設備故障使其服務容量降低，

例如自動售票機或電扶梯之故障，造成旅客之等候時間拉長，形成排隊人潮，上述問題如未於一定時間內解決，排隊人潮將持續擴張，進而影響旅客動線；第二種為其他種類之異常狀況發生時，由於車站過飽和現象使人潮回堵至各項設施設備，影響使用設施設備之旅客。異常狀況對於捷運車站營運作業雖為局部性之影響，但處理時間過慢將使其影響擴大，且部份設施設備之異常狀況發生時，例如具有移動速度之電扶梯，可能對於旅客安全產生危害，所以站務人員必須隨時注意，確保設施設備運作正常。

2. 旅客動線之影響

異常狀況發生時，對於捷運車站旅客動線所產生最明顯之影響為擁塞狀況，各種異常狀況皆可能對於旅客動線產生影響。當捷運系統輸送能量下降，如進站旅客量大於輸送能量而產生過飽和現象時，候車旅客將於月臺上累積，使得月臺旅客密度上升，服務水準下降，如無法於短時間內排除異常狀況，旅客累積將繼續擴散，連帶影響到垂直移動設施、穿堂層之主要旅客動線，再者影響票證系統與其他設施設備之使用空間，使設施設備服務績效下降，最後整個捷運車站充滿擁擠人潮，並具有潛在危險性。除捷運系統輸送能量下降之衍生影響外，車站設施設備發生故障時，將造成該種設施設備之服務容量降低，因而出現排隊人潮，進而影響到旅客動線；需求過大時則直接產生過飽和現象，影響行為約與其他異常狀況相同。

3. 捷運車站服務水準之影響

捷運車站服務水準係指捷運車站整體之服務績效，包括設施設備之運作、站務人員之服務以及旅客動線之順暢程度，在上述二點中，異常狀況、捷運車站站務作業以及旅客動線之關係，在影響程度不大時僅產生個別之影響，但當影響程度增加時，所造成之影響可能對於捷運車站整體服務水準造成影響，包括各項設施設備等候人數增加、旅客動線擁塞、旅客步行速率下降以及危及旅客安全，嚴重程度以及規模皆較大。

4. 捷運系統輸送作業之影響

部份異常狀況發生時，將對於捷運系統輸送作業產生影響，主要包含列車事件以及軌道機電系統事件，列車誤點時直接影響到班距，而其餘列車事件以及軌道機電系統事件發生時需要維修時間以恢復正常營運，當列車或軌道機電系統進行維修時，捷運系統輸送作業必然受到影響，輕則導致班距延長，重則使路線暫停營運。此時站內旅客候車時間延長，而車上旅客亦可能受困其中無法下車。

除列車事件以及軌道機電系統事件以外，在人員事件中，人員侵入軌道也會對於捷運系統輸送作業造成影響，萬一人員捲入車下因而導致傷亡，則必須通知消防救護單位，甚至當地檢警機關並儘可能於原地拍照存證，處理

時間較長，因此人員侵入軌道事件對於輸送能量造成之影響不可謂不大。天災事件則以無法預期之變化影響捷運系統輸送作業。

此外一旦進站旅客量持續增加而超越輸送能量時，便為過飽和現象，對於站內旅客動線、捷運車站營運作業以及旅客安全造成影響。而站務人員也必須因應列車事件與軌道機電系統事件調整站務作業程序，因此捷運系統輸送作業之影響程度關乎捷運車站作業之整體績效。

5. 旅客安全之影響

異常狀況除旅客掉落軌道事件會對當事人造成直接性的安全危害以外，其餘異常狀況於發生初期對於旅客所造成之影響多為使用上之不便，例如班距拉長、設施設備等候時間拉長、步行空間擁擠等現象。然而異常狀況發生一段時間後，過飽和現象所造成之擁擠人潮將對旅客安全產生影響，由於服務水準的下降，在具有潛在危險的旅客動線例如垂直移動設施、通道出入口以及月臺層發生推擠時，便可能導致旅客傷亡，以民國 93 年跨年活動為例，當日晚間臺北車站湧入大量人潮，使得通往臺北捷運板南線月臺的電扶梯十分擁擠，後來更由於電扶梯速度過快，導致乘客跌倒於梯內，造成 5 人受傷。因此異常狀況如未儘速處理，對於旅客安全仍有一定之潛在影響，並有發展成為危害狀況之可能性。

綜整上述異常狀況對於捷運車站作業之影響，不同類型之異常狀況產生之影響類型不同，例如列車事故對於捷運系統輸送作業影響較大，但對於旅客動線未有直接性之影響。茲將不同類型異常狀況所產生主要影響之關係整理如下表所示。

表3-4 不同類型異常狀況產生之主要影響類型

類型	捷運車站 營運作業	旅客動線	捷運車站 服務水準	捷運系統 輸送作業	旅客安全
列車運行失常事件	X	X	X	O	X
行控設備故障事件	X	X	X	O	X
車站設施設備事件	O	O	O	X	X
旅客掉落軌道事件	O	O	O	O	O
天然災害事件	O	O	O	O	O
需求過大	O	O	O	X	O

3.3 異常狀況之因應措施

捷運公司必須擬定一套異常狀況管理機制以處理上述異常狀況所帶來之影響，其中應包含異常狀況之監控、因應措施之啟動機制、因應措施之執行以及事後調查報告與檢討，形成一完整程序。異常狀況之監控可藉由站務人員、旅客或環控系統監控捷運車站之情況，而異常狀況因應措施之啟動機制與執行則因異常狀況之類型、當時捷運車站作業之營運特性而有所區分，所謂營運特性包含發生時間以及發生地點等等。整理臺北捷運公司捷運系統行車運轉程序以及重大節日與活動人潮管制計畫，可歸納出異常狀況之主要因應措施，共分為封鎖事故區域、列車運行模式變更、加派人力支援以及車站人潮管制等四項，然而現今所採行之異常狀況因應措施並未具體將各類型異常狀況與營運特性之嚴重性分級，此亦為第四章所欲探討之重點。

針對 3.2.3 節所整理之異常狀況影響類型，茲將各類型異常狀況所應採取之因應措施分述如下。

1. 捷運車站營運作業

當捷運車站營運作業之影響發生時，發生異常狀況之設施設備可能造成等候人潮，因此站務人員應封鎖故障區域並儘速維修，如為人員事故則應立即通知消防、救護以及警察等相關單位協助處理。同時站務人員應注意旅客動線之順暢性，一旦旅客動線因捷運車站營運作業之影響而發生擁擠，則須啟動車站人潮管制機制，以維持候車秩序並確保旅客動線之安全。

2. 旅客動線

如第一點所述，旅客動線之影響可能來自於捷運車站營運作業之影響，此外亦可能直接發生，因此站務人員在捷運車站營運時即應隨時監控車站旅客動線之狀況，當旅客動線受到影響時，則應立即啟動車站人潮管制機制，以限制進站、疏導出站為原則，防止捷運車站產生過度擁擠之過飽和現象。

3. 捷運車站服務水準

捷運車站服務水準之影響係為整體性之影響，此時必須同時進行封鎖事故區域、聯絡外部單位支援以及車站人潮管制等事項，如因異常狀況過於嚴重則應通知行控中心調派人力至現場支援，行控中心所能加派之人力應包括捷運警察、保全人員、公司內部人員(例如站務副段長)等等。

4. 捷運系統輸送作業

捷運系統輸送作業之影響包括輸送作業發生問題以及車站過飽和。輸送作業發生問題時，除儘速維修排除問題外，站務人員應監控旅客狀況，防止車站過飽和情況發生，行控中心則應變更列車運行模式，可採單線雙向運

轉、局部營運或是派遣接駁公車以維持部份輸送能量。當捷運系統輸送作業未降低，但車站旅客量過大時，除站務人員應於旅客動線上維持秩序外，行控中心亦應增派加班車支援。

5. 旅客安全

旅客安全為捷運系統之營運目標，因此當異常狀況危及旅客安全時，站務人員須以維持旅客安全為首要任務，包括旅客動線秩序之維持、車站人潮管制，必要時應暫停車站營運，以確保旅客安全，使異常狀況不致惡化為危害狀況。



第四章 捷運車站異常狀況之分級

本研究經由第二章之文獻回顧，以及第三章對於捷運車站作業以及異常狀況之整理，探討了異常狀況與捷運車站作業之相互關係。目前臺北捷運公司針對各種異常狀況訂有捷運系統行車運轉程序手冊，對於各種異常狀況之情境訂有作業程序。本研究欲加入異常狀況之分級向度，將捷運車站異常狀況依嚴重程度分為多個層級，以對各層級之異常狀況研擬管理機制。

4.1 異常狀況之分級向度

本研究所定義之異常狀況中包括多個情境，不同情境對捷運車站作業所產生之影響並不相同，且依當時環境因素而可能產生不同層級之嚴重程度，目前臺北捷運公司所訂定之捷運系統行車運轉程序手冊並未將不同環境因素所造成之影響考量在內，因此本研究將整理異常狀況之分級向度，並以專家問卷之研究方式建立異常狀況分級制度。

4.1.1 異常狀況之分級向度

本研究於第三章探討捷運車站作業與異常狀況之關係後，繼續以系統性之步驟，藉由文獻回顧及現場觀測方式，選取捷運車站作業中可能影響異常狀況之分級向度，包括影響範圍以及影響時間。茲將異常狀況發生時所應加入之分級向度簡述如下。

1. 影響範圍

異常狀況之影響範圍係指當異常狀況發生時，對於捷運車站甚至於捷運系統所產生之影響區域大小，部份異常狀況僅對車站設施設備周邊產生影響，使旅客排隊人潮延長，但部份異常狀況卻影響到捷運系統輸送作業，此一變數與發生時間相同，不同之異常狀況所具有之特性以及影響範圍不同，影響程度亦不同，因此本研究選取影響範圍做為異常狀況之考量因素之二。

在發生時間之分級中，臺北捷運公司於跨年系列活動人潮管制計畫中[41]設立了全系統分級管制計畫，主要以月臺人潮能否上車做為判別標準，本研究參考上述作法，影響範圍之定義為異常狀況於發生時間中最初所產生之影響範圍，共將「影響範圍」初擬為四個等級，分別說明如下：

等級 1：僅為車站設施設備排隊人潮之增加

等級 2：捷運車站旅客動線(月臺層、垂直移動設施或穿堂層)受阻

等級 3：輸送能量下降或停止，採取單線雙向運轉或局部營運

等級 4：捷運車站容量過飽和，發生過度擁擠現象。

2. 影響時間

異常狀況發生後，其影響時間之長短對捷運車站作業具有不同影響，影響時間應儘可能縮短，以減少旅客之不適並防止衍生其他問題。然而部份異常狀況由於發生時間較短，站務人員可於短時間內處理完畢，而部份異常狀況需要長時間的維修工作，例如機電設備故障等，不同之異常狀況所具有之特性以及發生時間不同，影響程度亦不同，因此本研究選取影響時間做為異常狀況嚴重程度之考量因素之二。

在影響時間之分級中，臺北捷運公司行車運轉程序[37]針對列車運行之事故災害進行區分，系統運行延誤 5 分鐘以上以及系統運行中斷 5 分鐘到 20 分鐘之事件歸類為其他延誤/中斷 5 分鐘(含)以上事件，20 分鐘以上到 1 小時以內之事故歸為一般行車事故，1 小時以上以及列車衝撞、傾覆及出軌則歸為重大行車事故。但上述定義僅針對列車運行之事故，並不包含車站設施設備故障之異常狀況。因此本研究參酌臺北捷運公司之分級方式，將所有異常狀況類型一併納入分類，影響時間定義為自站務人員感知異常狀況發生起，至異常狀況完全排除恢復正常營運止之時間長度，共將「影響時間」初擬為四個等級，分別說明如下：

等級 1：影響時間為 0 到 5 分鐘

等級 2：影響時間為 5 到 20 分鐘

等級 3：影響時間為 20 到 60 分鐘

等級 4：影響時間為 60 分鐘以上

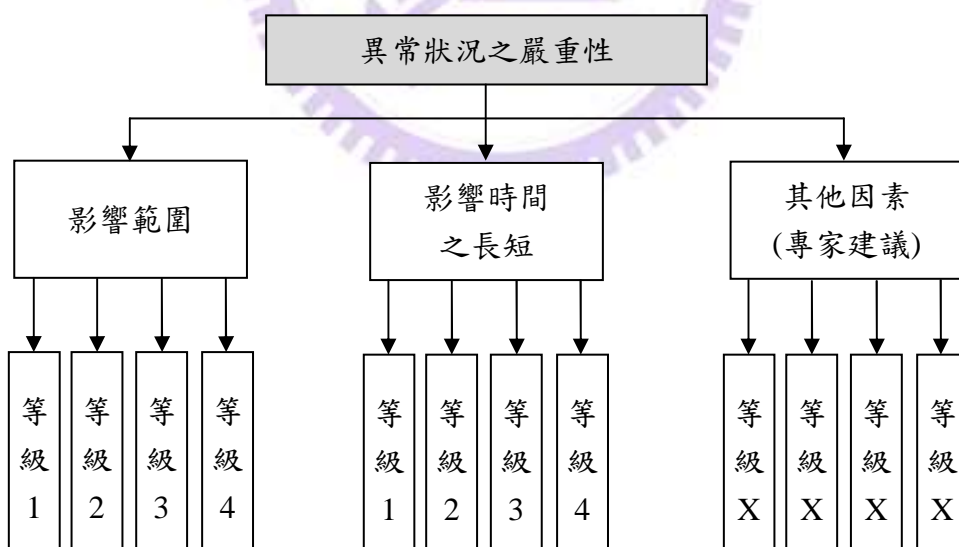


圖4-1 異常狀況嚴重性考量因素之初擬架構

4.1.2 分級調查之實施步驟

本研究將分為三大階段探討異常狀況之分級制度，以確立異常狀況分級制度之完整性。第一階段為異常狀況分級向度之建立，使用德菲法對臺北捷運公司站

務管理相關單位進行專家問卷調查，以篩選分級向度與文句修正。第二階段同樣透過德菲法進行調查，加入多準則評分法調查異常狀況分級向度之相對權重，並透過顯示性偏好問卷瞭解異常狀況分級向度中各層級之嚴重性程度評分值。第三階段則引入模糊理論的觀念，透過專家問卷調查建立異常狀況嚴重性等級之隸屬函數，並計算各級異常狀況評分之門檻值，以建立完整的異常狀況分級制度。茲將各階段所採用之研究方法與步驟整理如下：

第一階段：異常狀況分級向度架構之調查

第一階段應用德菲法研擬決策問題的評估準則，並確認異常狀況分級向度的完整性。本研究所擬定之德菲法實施步驟如下[51]：

1. 蒐集異常狀況相關文獻，分析異常狀況之內涵，並研擬異常狀況分級向度與各向度分級分式。
2. 根據異常狀況所涉及之領域，遴選相關領域的專家 10~15 人組成專家群體。
3. 將 4.1.1 節異常狀況分級向度相關資訊加以整理，寄發給專家群體的成員參考並評估適當性，同時請專家提供修正意見。
4. 回收第一階段調查問卷，將專家適當性評分加以統計，求取平均數與標準差。並加以整理專家提供之建議。
5. 簡檢核專家群體成員的共識性是否達成。此部份需計算共識性差異指標 (Consensus deviation index, CDI)，。設若第 t 回 Delphi 調查的結果，第 h 位專家對第 j 個項目的評分，以 X_{jht} 表示；則第 t 回調查 r 位專家對第 j 個項目評分的平均值與標準差，分別以 \bar{X}_{jt} 與 S_{jt} 表示如下：

$$\bar{X}_{jt} = \frac{1}{r} \sum_{h=1}^r X_{jht} \quad , \forall j, t \quad (4-1)$$

$$S_{jt} = \sqrt{\frac{1}{r-1} \sum_{h=1}^r (X_{jht} - \bar{X}_{jt})^2} \quad , \forall j, t \quad (4-2)$$

專家的判斷之共識性，可用變異係數 (coefficient of variance, CV) 作為評判標準。因此，第 t 回調查對第 j 項目的變異係數，以 CV_{jt} 表示如下：

$$CV_{jt} = \frac{S_{jt}}{\bar{X}_{jt}} \quad , \forall j, t \quad (4-3)$$

CV 值越小，表示平均每一評分的變異越小，也就是代表專家看法愈趨一致。由於衡量尺度為 [0, M]，在此一尺度間， \bar{X}_{jt} 越大 CV_{jt} 值越小， \bar{X}_{jt} 越小則 CV_{jt} 值越大；因此必須將尺度值大小的影響加以消除，本研究之 CDI 值計算公式定義如下：

$$CDI_{jt} = CV_{jt} \frac{\bar{X}_{jt}}{\max_j \{\bar{X}_{jt}\}} \quad , \forall j, t \quad (4-4)$$

根據(3-3)式的關係， CDI_{jt} 可用下式表示：

$$CDI_{jt} = \frac{s_{jt}}{\max_j(x_{jt})} \cdot V_{j,t} \quad (4-5)$$

共識性差異指標越小，表示專家的共識程度 (degree of consensus, DC) 越高。因此，共識程度可定義如下：

$$DC_{jt} = 1 - CDI_{jt} \cdot V_{j,t} \quad (4-6)$$

當 r 位專家的評分均相同時， $CDI_{jt} = 0$ ，即 $DC_{jt} = 1$ ，表示具有百分之百的共識。然而要達到百分之百的共識不易，因此可事先設定共識性差異的門檻值 ε ，例如 $\varepsilon = 0.3$ 或 $\varepsilon = 0.05$ 等，只要 CDI_{jt} 值均小於 ε 值，即表示第 t 回調查已達共識。在德菲法的研究實例中，也有利用變異數或四分位數 (Quartiles) 作為收斂與否的標準。

6. 如該問卷未達 CDI 值所設定之標準，則須將問卷進行調整後，並附上統計結果與修正理由，重新寄發給專家們再次填答，重覆此一步驟直至 CDI 值達到理想值為止。此外，過去研究指出在調查重覆四次後，再將問卷寄發專家判斷，對專家共識性已無明顯之幫助。因此重覆調查次數應小於四次。

第二階段：異常狀況分級向度相對權重與各嚴重性程度評分值之調查

於第一階段確認異常狀況分級向度之架構後，由於各分級向度間具有相對重要性，且分級向度中各層級之嚴重性亦不相同，如第一階段調查結果顯示僅採用二分級向度即可，本研究將採用多準則評分法加以設計，使分級向度間成對比較以求得相對權重。

各分級向度皆具有多個層級，在第二階段問卷裡將使用顯示性偏好法設計問卷，以瞭解專家對於本研究所建立之分級向度各層級嚴重性程度之看法。由於上述問卷設計皆採德菲法方式進行，因此檢定方法亦以共識性差異指標(CDI)為主，調查步驟則同於第一階段。

第三階段：異常狀況分級制度各等級門檻值之調查

第三階段將研擬異常狀況整體分級制度中，各等級門檻值之劃分。由於異常狀況分級制度為一整體性之探討，故該如何將各分級向度之權重與其層級相互整合，並解釋其代表之意義，為本階段調查之重點。本研究將使用專家問卷調查，瞭解不同分級向度與層級之組合情境，在專家角度的感受為何，進而利用統計分析與模糊理論之概念，建立異常狀況分級制度各等級之隸屬函數，劃分各等級門檻值，並將不同分級向度與層級之組合情境進行分級。

4.2 第一階段問卷調查—異常狀況分級向度之架構

第一階段問卷調查之目的包括確認分級向度是否具有完整代表性以及各向度層級之定義是否明確。以下將說明第一階段問卷調查之設計與調查方式。

4.2.1 問卷設計

本階段專家問卷(詳見附錄 A 及附錄 B)分為二部份，第一部份為異常狀況分級向度之定義，本研究目前選取影響範圍以及影響時間二種向度。第二部份為各向度之分級方式，影響範圍與影響時間各分為四級。藉由專家問卷以了解分級向度之定義與分級方式是否恰當，並透過專家意見的表達確認是否有遺漏的分級向度尚未考慮，使分級架構更為完整。

表4-1 第一部份問項-異常狀況分級向度之定義

分級向度	定義
影響範圍	係指當異常狀況發生時，對於捷運車站以及系統所產生之影響區域大小
影響時間	係指自站務人員感知異常狀況發生起，至異常狀況完全排除恢復正常營運止之時間長度

表4-2 第二部份問項-異常狀況分級向度之分級方式

分級向度	定義
影響範圍	等級1. 對於捷運車站局部站務作業產生影響(Ex.售票) 等級2. 影響捷運車站旅客動線，包括月臺層、垂直移動設施或穿堂層 等級3. 列車輸運能量降低或停止，採單線雙向運轉或局部營運 等級4. 捷運車站容量過飽和，站內旅客安全有顧慮
影響時間	等級I. 0 到 5 分鐘 等級II. 5 到 20 分鐘 等級III. 20 到 60 分鐘 等級IV. 60 分鐘以上

問卷答項包含適當性選項以及建議修正意見欄位，適當性選項採用李克特五尺度量表，包含非常適合、適合、普通、不適合以及非常不適合五個選項。如受訪者尚有其他建議，可書寫於建議修正意見欄位。

4.2.2 問卷調查

根據德菲法的操作原則，本階段問卷預定發放份數為 10~15 份，受訪對象為臺北捷運公司營運單位主管，由於臺北捷運公司組織架構分為多個處室，其中站務處掌理高運量捷運系統站務管理、票務處理等相關業務及規章制度之研（修）訂等事項，與本研究之內容最為相關，此外考量到受訪專家必須能代表其站務管理專業以及經驗，本研究選取服務年資超過五年之站務處主管階級以及重要車站站務人員進行問卷調查，由於採不記名方式進行，僅記錄填答者之職稱，統計如下表 4-3。

表4-3 參與第一階段專家問卷調查人員列表

職稱	人數	職稱	人數
站務處處長	1	站務段長	3
站務處助理管理師	1	站務副段長	3
運務中心主任	1	站長	2
運務中心副主任	1		

4.2.3 問卷回收與資料分析

第一階段第一次問卷共發放 15 份，回收 12 份，並進行初步統計分析，得出各分級向度與各分級向度分級方式適當性之統計數據以及共識性差異指標 CDI，本研究將 CDI 門檻值 ε 值設為 0.2，第一次問卷調查結果如下表所示。

表4-4 第一階段第一次調查—專家評分統計數據

分級向度	各專家評分值												平均數	標準差	CDI
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
影響範圍	3	4	4	4	2	5	5	4	4	4	5	4	4.000	0.853	0.209
影響時間	4	5	4	4	3	5	4	4	4	4	4	4	4.083	0.515	0.126
分級方式	各專家評分值												平均數	標準差	CDI
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
影響範圍	4	3	5	4	2	4	2	3	4	4	4	4	3.583	0.9	0.221
影響時間	4	3	4	4	4	5	2	4	4	2	4	4	3.667	0.888	0.217

除適當性統計數據外，專家亦透過問卷提供許多建議，包括對現有分級向度與分級方式之建議，以及應考慮新增之分級向度與分級方式，茲將專家所提供之建議整理如下。

表4-5 第一階段第一次調查—專家提供建議列表 A

現有分級向度及方式		職稱	建議
分級向度	影響範圍	站務段長	因涉及尖離峰及假日之人潮屬性，故不甚合理
	影響時間	助理管理師	時間是只有排除狀況所需時間，還是有其他考量？尖離峰單位時間內所產生之社會成本有所不同。
分級方式	影響範圍	運務中心主任	各等級應均能涵蓋車站及列車受影響程度，上述等級 1、2、4 為車站影響，3 則為列車影響
		助理管理師	等級 1 建議改為站務人員須暫停非必要性作業
		站務段長	等級 2,3,4 可能混合發生
		站務段長	建議考量單一或數個以上車站
		站務段長	各等級間是否有確定之關聯性？(等級 3 與車站人潮有無一定關係？為何列在等級 3?)
	影響時間	運務中心主任	5 分以下因不易察覺，建議刪除。建議跳脫現有的法規規範，建議如下：5-10 分、10-20 分、20-30 分、30 分以上
		運務中心副主任	建議分為 0-1.5 分、1.5-5 分、5-10 分、10-60 分、60 分以上，以吻合市府分級標準
		站務段長	可分三級：未造成延誤、2.5 分以下、3.5 分以上
		站務副段長	可分五級：0-5 分、5-15 分、15-30 分、30-60 分、60 分以上

表4-6 第一階段第一次調查—專家提供建議列表 B

職稱	應新增之分級向度	原因	分級方式
運務中心主任	受影響列車數	列車數可直接評估受影響的旅客數甚至是影響時間(由班距計算)	共分四級：1 列、2-5 列、6-9 列、10 列以上，等級須視班距而定
助理管理師	影響成本	如啟動公車接駁、退票費用	未提供
站務段長	影響人數	尖離峰影響人數可能有所不同	共分四級：0-500 人、500-1000 人、1000-5000 人、5000 人以上
站務段長	財務損失	需加以考量因異常狀況而造成設備故障、票證損失等	未提供
站務段長	公司形象	異常狀況影響公司營運組織之形象	未提供
站務副段長	管制作為	進行人潮管制或關閉電扶梯可控制人潮，有效控制影響範圍。	未提供
站長	影響時段	尖離峰影響層面不同	未提供

茲將專家所提供之建議要點與本研究之回覆整理如下：

表4-7 專家建議要點與本研究補充說明列表

建議要點	本研究補充說明
應加入影響時段考量，諸如尖離峰、平假日等因素考量	時段因素所造成之影響程度已反應在影響範圍與影響時間當中。
影響時間是指只有排除狀況所需時間，還是有其他考量？	影響時間係自異常狀況發生開始，終至異常狀況完全排除，諸如人潮恢復順暢或是列車恢復正常運轉時結束，並非只有排除狀況所需時間。
影響範圍之層級劃分定義尚未明確，部份層級可能混合發生	依建議修正影響範圍之層級劃分方式。
影響範圍建議考量單一或數個以上車站	本研究範圍僅針對單一車站異常狀況之管理機制，故不探討區域之管理機制，因此列入後續研究參考。
影響時間之層級劃分建議修正	因問卷中提出數套影響時間分級方式，準則不一，故仍採用法定之劃分準則，其餘建議列入後續研究參考。
建議加入「受影響列車數」此一分級向度	本研究範圍僅針對單一車站異常狀況之管理機制，故不探討區域之管理機制，因此列入後續研究參考。

建議要點	本研究補充說明
建議加入「影響成本」 此一分級向度	本研究範圍針對捷運車站面臨異常狀況時之管理機制，影響成本係為事後估計之結果，故不列入探討
建議加入「影響人數」 此一分級向度	影響人數不易估計，即使估計亦需耗費時間，無法即時反應異常狀況之特性，故應列入事後估計時之探討
建議加入「公司形象」 此一分級向度	本研究範圍針對捷運車站面臨異常狀況時之管理機制，公司形象係為事後估計之結果，故不列入探討
建議加入「管制作為」 此一分級向度	管制作為係為本研究後續研究目標，本研究將依異常狀況嚴重性等級研擬各類管制作為，故不列入分級向度之探討。

由上表 4-4 可知二分級向度與分級方式之適當性皆落於「適合」之範圍，但 CDI 值多大於 0.2，代表專家尚未具有一定的共識性，且專家對於分級方式所提出之建議較多，因此本研究匯整專家之建議並修改分級向度之架構，進行第二次專家問卷調查。修正後之各分級向度定義與分級方式整理如下表 4-8 與 4-9。

表4-8 第一部份問項-異常狀況分級向度之定義

分級向度	定義
影響範圍	係指當異常狀況發生時，對於單一捷運車站所產生之影響規模
影響時間	係指自站務人員感知異常狀況發生起，至異常狀況完全排除恢復正常營運，旅客可正常使用捷運系統止之時間長度

表4-9 第二部份問項-異常狀況分級向度之分級方式

分級向度	定義
影響範圍	等級1. 對於捷運車站局部站務作業產生影響 等級2. 影響捷運車站旅客動線，瓶頸點產生旅客堆積現象 等級3. 列車輸運能量降低或停止 等級4. 捷運車站整體容量過飽和，站內人滿為患，旅客安全有顧慮
影響時間	等級I. 0 到 30 分鐘 等級II. 30 到 60 分鐘 等級III. 60 到 180 分鐘 等級IV. 180 分鐘以上

第一階段第二次問卷依據第一次問卷之訪談對象逐一發放，共發放 12 份，回收 12 份，並進行初步統計分析，得出各分級向度與各分級向度分級方式適當性之統計數據以及共識性差異指標 CDI，如下表所示。

表4-10 第一階段第二次調查—專家評分統計數據

分級向度	各專家評分值												平均數	標準差	CDI
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
影響範圍	4	4	5	4	3	4	4	4	4	4	5	4	4.083	0.515	0.030
影響時間	4	4	5	4	4	4	4	5	4	4	5	4	4.250	0.452	0.025
分級方式	各專家評分值												平均數	標準差	CDI
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
影響範圍	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.000	0.000	0.000
影響時間	4	4	4	4	3	2	4	3	4	4	5	4	3.750	0.754	0.047

由上表 4-10 可知二分級向度與分級方式之適當性皆落於「適合」之範圍，且 CDI 值皆明顯下降而小於本研究所設立之門檻值 0.2，代表專家們對於此議題已具有一定的共識性，因此本研究第一階段第二次問卷調查所建立之分級向度與分級方式，做為後續研究之依據。除統計數據外，部份專家亦透過問卷提供建議，茲將其建議整理如下。

表4-11 第一階段第二次調查—專家提供建議與本研究補充說明列表

職稱	建議	本研究補充說明
助理管理師	等級 I 改為 0-20 分鐘、等級 2 改為 20-60 分鐘，嚴重度差別似乎更明顯	以 20 分鐘做為等級劃分可能使站務人員不易分辨，因此列入後續研究參考
站務段長	影響時間以現行規範之案例分類，等級 III,IV 較不易分類，因尚無此等案例，建議分為 60-120 分、120 分以上	180 分以上可能為重大活動與節日等異常狀況
站務段長	1.時間分級：依前各主管建議，等級 I(0-30 分)顯然範圍過大，目前捷運系統常見狀況，約有 90% 在 10 分內可解決 2.車站設備故障之嚴重性須依配置數量而定	1.以 10 分鐘做為等級劃分可能使站務人員不易分辨，因此列入後續研究參考 2.問卷提示情境用語可能不當，已依建議修改
站務副段長	時間可往下細分為 0-5、5-20、20-60、60-180、180 以上	以 5 與 20 分做為等級劃分可能使站務人員不易分辨，因此列入後續研究參考
站長	影響範圍等級 1 經常發生，是否納入等級？	等級 1 符合本研究異常狀況之定義，因此列入影響範圍之等級考量

4.3 第二階段問卷調查—異常狀況分級向度相對權重與嚴重性

第二階段問卷調查之目的為調查專家對於上階段調查所確立之二分級向度，其相對重要性以及不同層級間之嚴重性程度感知。以下將說明第二階段問卷調查之設計與調查方式。

4.3.1 問卷設計

第一階段專家問卷調查所確立之分級向度及層級劃分如下表 4-12 與 4-13：

表4-12 異常狀況分級向度之定義

分級向度	定義
影響範圍	係指當異常狀況發生時，對於單一捷運車站所產生之影響規模
影響時間	係指自站務人員感知異常狀況發生起，至異常狀況完全排除恢復正常營運，旅客可正常使用捷運系統止之時間長度

表4-13 異常狀況分級向度之分級方式

分級向度	層級劃分定義
影響範圍	等級1. 對於捷運車站局部站務作業產生影響 等級2. 影響捷運車站旅客動線，瓶頸點產生旅客堆積現象 等級3. 列車輸運能量降低或停止 等級4. 捷運車站整體容量過飽和，站內人滿為患，旅客安全有顧慮
影響時間	等級I. 0 到 30 分鐘 等級II. 30 到 60 分鐘 等級III. 60 到 180 分鐘 等級IV. 180 分鐘以上

本階段問卷(詳見附錄 C)分為二部份調查問項，第一部份為捷運車站異常狀況各分級向度的重要程度調查，此部份問卷的分析結果將建立捷運車站異常狀況各分級向度的相對權重。問卷評比尺度採 100 尺度，0 分為完全不重要，100 分為絕對重要，依此類推。

第二部份則為捷運車站異常狀況不同層級間之嚴重性程度調查，雖然第一階

段問卷調查對於各分級向度之層級劃分即具有嚴重性等級差異，然而並非呈線性相關，因此透過此部份問卷分析結果將各分級向度之層級嚴重性量化，此部份之問卷評比尺度亦採 100 尺度，0 分為完全不嚴重，100 分為絕對嚴重，依此類推。

4.3.2 問卷調查

本階段問卷預定發放份數同第一階段問卷調查之樣本空間，為 10~15 份，受訪對象為第一階段接受訪談的臺北捷運公司站務處主管，由於採不記名方式進行，僅記錄填答者之職稱，統計如下表 4-14。

表4-14 參與第二階段專家問卷調查人員列表

職稱	人數	職稱	人數
站務處處長	1	站務段長	3
站務處助理管理師	1	站務副段長	3
運務中心主任	1	站長	2
運務中心副主任	1		

4.3.3 問卷回收與資料分析

第二階段問卷共發放 15 份，回收 12 份，並進行初步統計分析，得出各分級向度與各分級向度分級方式適當性之統計數據以及共識性差異指標 CDI。

第一部份為二分級向度之相對權重，調查結果如下表 4-15 所示。由統計結果可知，影響範圍與影響時間之權重值計算結果分別為 0.478 與 0.522，皆小於 CDI 門檻值 0.2，二分級向度之相對權重皆能通過檢定。

表4-15 第二階段調查—分級向度相對權重統計數據

分級向度	平均數 (百分尺度)	標準差	CDI	標準化權重
影響範圍	86.08	10.02	0.108	0.479
影響時間	93.58	4.62	0.049	0.521

第二部份則為捷運車站異常狀況不同層級間之嚴重性程度，調查結果如下表所示。由統計結果可知，影響範圍中各層級之嚴重性計算值分別為 0.214、0.229、0.265 及 0.292，而影響時間之嚴重性計算值則分別為 0.219、0.244、0.255 以及 0.282。在 CDI 值之檢定上，本研究將門檻值設定為 0.2，所有層級嚴重性之 CDI 值皆小於 0.2。此一結果代表專家們對於此階段問卷已具有一定的共識性，因此本研究第二階段問卷調查所得到之分級向度相對權重與各層級嚴重性之數據，足以做為第三階段問卷調查之依據。

表4-16 第二階段調查—分級向度各層級嚴重性評分值統計數據

分級向度		平均數 (百分尺度)	標準差	CDI	標準化嚴重性 評分值
影響範圍	1	69.55	18.23	0.19	0.214
	2	74.55	13.87	0.15	0.229
	3	86.36	7.78	0.08	0.265
	4	95.00	5.00	0.05	0.292
影響時間	I	69.55	16.50	0.19	0.219
	II	77.73	10.81	0.13	0.244
	III	81.27	17.80	0.20	0.255
	IV	86.82	19.78	0.19	0.282

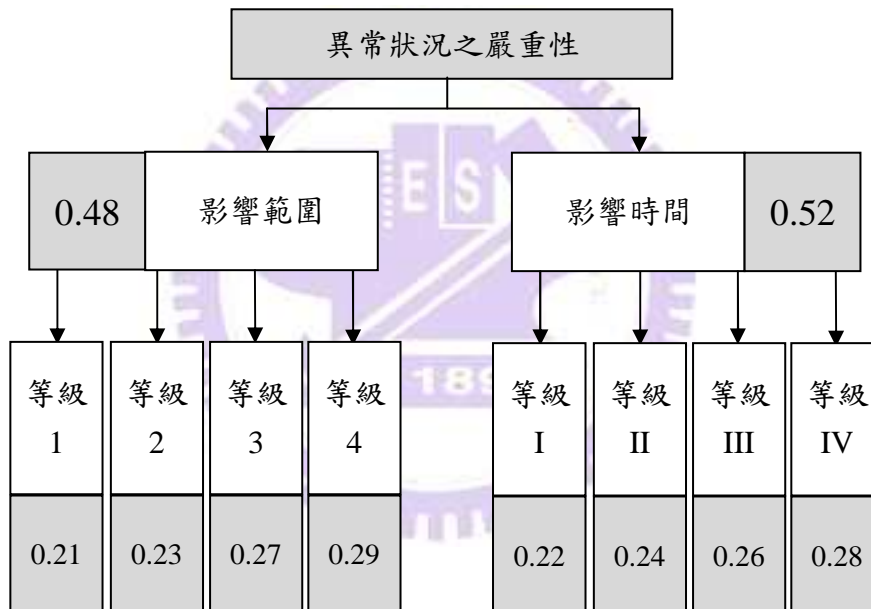


圖4-2 捷運車站異常狀況分級向度相對權重與層級嚴重性架構圖

4.4 第三階段問卷調查—異常狀況嚴重性等級之門檻值

由上階段問卷調查得到各分級向度等級劃分及權重值計算後，將於第三階段問卷調查中研擬捷運車站各等級異常狀況之門檻值劃分，調查中將使用問卷調查、統計分析與模糊理論之概念，決定捷運車站各等級異常狀況之門檻值，以下將說明第三階段問卷調查之設計與調查方式。

4.4.1 問卷設計

本研究於上階段專家問卷中獲取捷運車站異常狀況分級向度之分級向度相對權重以及各層級之嚴重性衡量值，由於捷運車站異常狀況為一整體性之探討，本階段問卷之重點即在於將二分級向度結合為個別情境，並解釋個別代表之意義。本研究所使用之分級方法為模糊統計試驗法，配合問卷調查，瞭解不同分級向度組合情境在捷運公司站務主管心中之主觀感受，進而利用分析結果建立各等級之隸屬函數，劃分整體嚴重性，並求得各等級之門檻值。

模糊統計試驗法係針對受訪時各樣本計算出之捷運車站異常狀況分級向度衡量值及對應之主觀感受嚴重性等級(A-E)進行問卷調查。將問卷調查結果按照資料特性整理出原始資料的統計次數分配圖。接著透過以下步驟，將統計次數分配圖轉換為模糊隸屬函數[51]：

1. 將捷運車站異常狀況分級向度之衡量值區間與其所對應之嚴重性等級評分依序列出，並利用眾數法找出各區間之眾數。該眾數所對應之嚴重性等級即代表該區間有最多人認同其屬於該嚴重性等級。
2. 以模糊統計分析之觀念，將該眾數之隸屬度設為 1，同一區間內其餘嚴重性等級之次數則除以該眾數，便可得到其餘次數與眾數的相對比例，亦即表示其餘次數與眾數的類似程度。
3. 將各區間同一嚴重性等級之節點連接，以便求得初步之原始隸屬函數圖形，上述原始隸屬函數圖形可能不規則，但應有明顯之趨勢傾向。
4. 藉由曲線配合(Curve Fitting)原則，以趨勢判斷、試誤法以及曲線配合之 R^2 值得到最適曲線，須注意五個嚴重性等級可能無法完全找出最適曲線，可能需分成多個段落，方能進行運算以及提高曲線配合原始隸屬函數圖形之可靠性，經由上述步驟所得到之最適曲線，即為模糊隸屬函數。
5. 利用模糊理論之分解理論作為劃分捷運車站異常狀況嚴重性等級之依據，以截集(α -cut)之概念，由模糊集合中決定一個明確集合，包括論域(Universal Discourse, U)中隸屬度大於或等於 α 的所有成員， α 為一介於 0 與 1 之數值，其明確集合可表示如下：

$$A_\alpha = \{x \in U: \mu_x(x) \geq \alpha\} \quad \alpha \in [0, 1] \quad (4-7)$$

6. 由上述關係式中，選取大於或等於 α 之隸屬度作為劃分各捷運車站異常狀況嚴重性等級之原則，進一步求算出嚴重性等級之門檻值。

本階段問卷(詳見附錄 C)列舉各種分級向度層級組合情境，共 16 種情境，如下表 4-17 所示，請專家依據個人主觀感受勾選該情境之嚴重性等級。嚴重性等級評比尺度採李克特 5 尺度量表，包含非常輕微(A)、輕微(B)、普通(C)、嚴重(D)、非常嚴重(E)等五個選項。

表4-17 捷運車站異常狀況分級向度組合情境列表

組合情境編號	影響範圍之等級	影響時間之等級	嚴重性衡量值
1	1	I	0.2131
2	2	I	0.2267
3	3	I	0.2443
4	4	I	0.2572
5	1	II	0.2267
6	2	II	0.2403
7	3	II	0.2579
8	4	II	0.2708
9	1	III	0.2326
10	2	III	0.2461
11	3	III	0.2638
12	4	III	0.2767
13	1	IV	0.2387
14	2	IV	0.2523
15	3	IV	0.2700
16	4	IV	0.2829

4.4.2 問卷調查與資料分析

本階段問卷與第二階段問卷同時發放，因此預定發放份數同第二階段問卷調查之樣本空間，為 10~15 份，受訪對象為第一階段接受訪談的臺北捷運公司營運單位主管，由於採不記名方式進行，僅記錄填答者之職稱，統計如下表。

表4-18 參與第二階段專家問卷調查人員列表

職稱	人數	職稱	人數
站務處處長	1	站務段長	3
站務處助理管理師	1	站務副段長	3
運務中心主任	1	站長	2

本研究針對各專家分別詢問其對於不同分級向度層級組合情境嚴重性等級之感受，其調查結果如下表 4-19 與表 4-20 所示(組合情境依其衡量值排列)。利用調查結果找出各嚴重性等級中人數最多者設定為其衡量值之眾數，並將同一嚴重性等級之各情境人數除以該眾數，即可得到各衡量值對應嚴重性等級之隸屬函數值，如下表 4-21 與表 4-22。由此可判斷各情境在專家主觀感受中屬於該嚴重性等級之程度為何。

表4-19 專家主觀感受調查結果

組合情境	1	2	5	9	13	6	3	10	
衡量值	0.2131	0.2267	0.2267	0.2326	0.2387	0.2403	0.2443	0.2461	
等級	A	6	4	5	0	2	1	0	1
	B	3	1	3	3	2	4	5	1
	C	2	4	3	2	6	5	3	8
	D	0	2	0	3	1	1	3	1
	E	0	0	0	3	0	0	0	0

表4-20 專家主觀感受調查結果(續)

組合情境	14	4	7	11	15	8	12	16	
衡量值	0.2523	0.2572	0.2579	0.2638	0.27	0.2708	0.2767	0.2829	
等級	A	0	0	0	0	0	1	0	0
	B	1	0	0	0	0	0	0	0
	C	3	4	2	1	1	6	0	1
	D	5	3	2	3	4	4	2	4
	E	2	4	7	7	6	0	9	6

表4-21 各組合情境所對應之嚴重性等級隸屬度

組合情境	1	2	5	9	13	6	3	10	
衡量值	0.2131	0.2267	0.2267	0.2326	0.2387	0.2403	0.2443	0.2461	
等級	A	1.00	0.67	0.83	0.00	0.33	0.17	0.00	0.17
	B	0.60	0.20	0.60	0.60	0.40	0.80	1.00	0.20
	C	0.25	0.50	0.38	0.25	0.75	0.63	0.38	1.00
	D	0.00	0.40	0.00	0.60	0.20	0.20	0.60	0.20
	E	0.00	0.00	0.00	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00

表4-22 各組合情境所對應之嚴重性等級隸屬度(續)

組合情境	14	4	7	11	15	8	12	16	
衡量值	0.2523	0.2572	0.2579	0.2638	0.27	0.2708	0.2767	0.2829	
等級	A	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00
	B	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
	C	0.38	0.50	0.25	0.13	0.13	0.75	0.00	0.13
	D	1.00	0.60	0.40	0.60	0.80	0.80	0.40	0.80
	E	0.22	0.44	0.78	0.78	0.67	0.00	1.00	0.67

本研究利用眾數法則之觀念，找出各情境中多數專家認為之嚴重性等級，上頁表 4-21 與 4-22 中灰色網底數值所對應之嚴重性等級即為所求。將同一嚴重性等級之各點連接，便可求得初步之原始隸屬函數圖形，各嚴重性等級隸屬函數與評分值之關係圖如下圖 4-3 所示。圖中各嚴重性等級之原始隸屬函數圖形為不規則狀，但有明顯之趨勢，可以使用趨勢判斷及試誤法，找出具備較佳解釋能力(R^2 值較高)之最適曲線，各嚴重性等級之隸屬函數與 R^2 值如下表 4-23 所示。

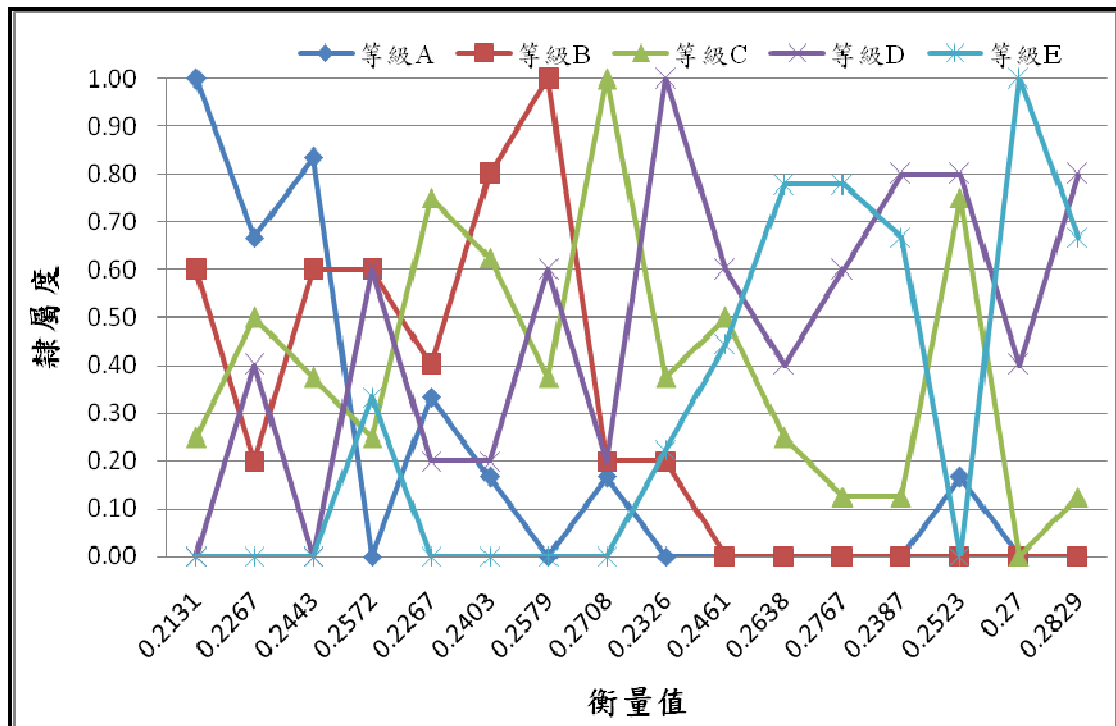


圖4-3 各嚴重性等級隸屬函數與衡量值之關係圖

表4-23 各嚴重性等級之隸屬度與其 R^2 值

等級	隸屬函數	R^2 值	衡值
A	$y = 401.4x^2 - 212.6x + 28.13$	0.803	0.2131~0.2708
B	$y = 1470x^2 - 662.2x + 74.97$	0.564	0.2131~0.2443
	$y = 1113.x^2 - 600.7x + 80.94$	0.670	0.2443~0.2523
C	$y = 414.4x^2 - 175.4x + 18.84$	0.458	0.2131~0.2461
	$y = 714.4x^2 - 395.2x + 54.81$	0.458	0.2461~0.2829
D	$y = 453.3x^2 - 194.0x + 20.84$	0.442	0.2267~0.2523
	$y = 810.2x^2 - 434.7x + 58.89$	0.131	0.2523~0.2829
E	$y = 226.0x^2 - 98.10x + 10.64$	0.514	0.2326~0.2829

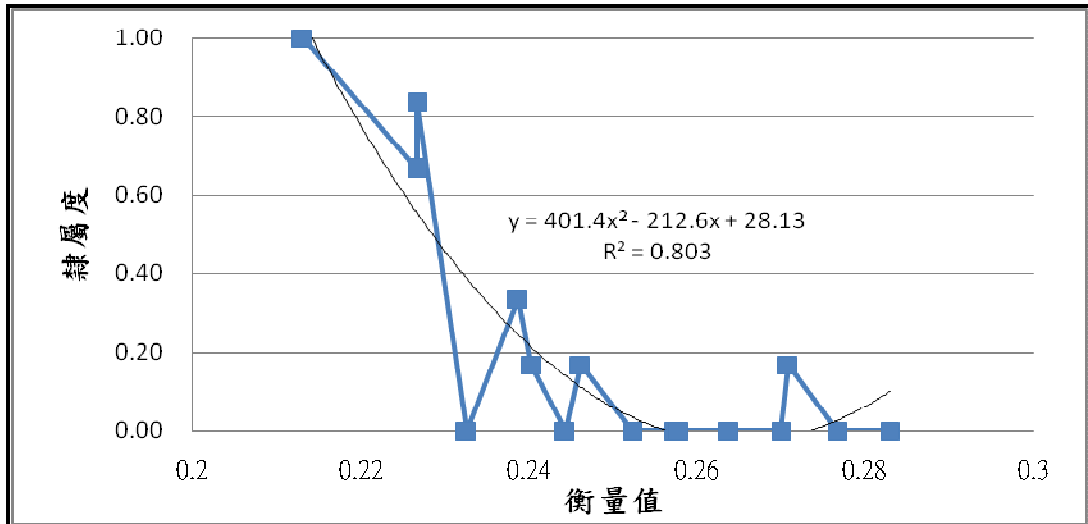


圖4-4 嚴重性等級 A 之隸屬度與衡量值之關係圖

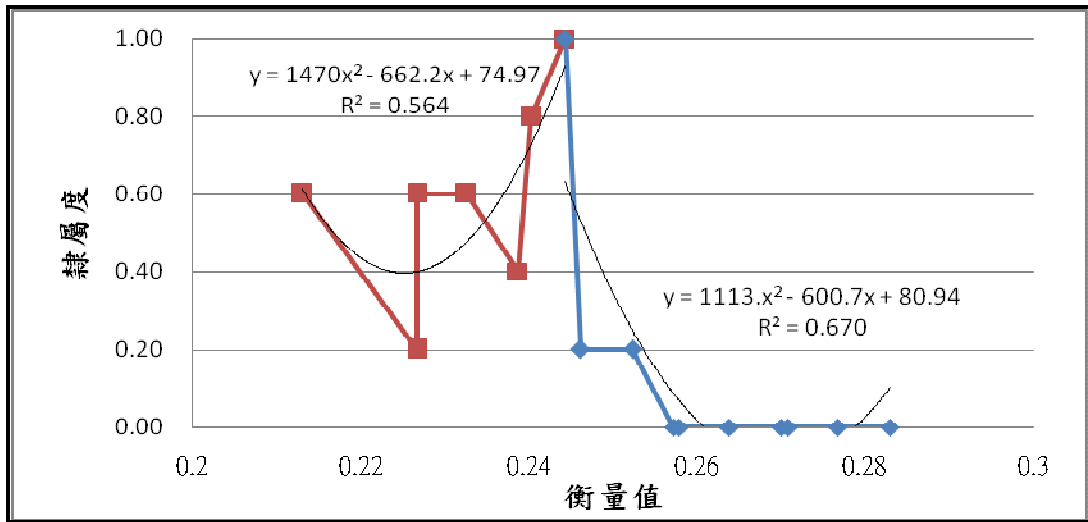


圖4-5 嚴重性等級 B 之隸屬度與衡量值之關係圖

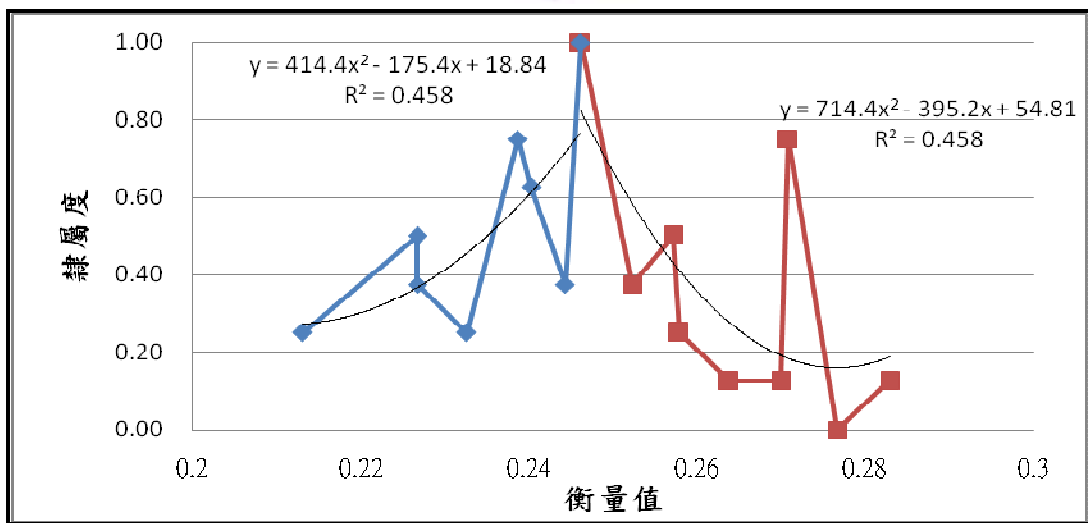


圖4-6 嚴重性等級 C 之隸屬度與衡量值之關係圖

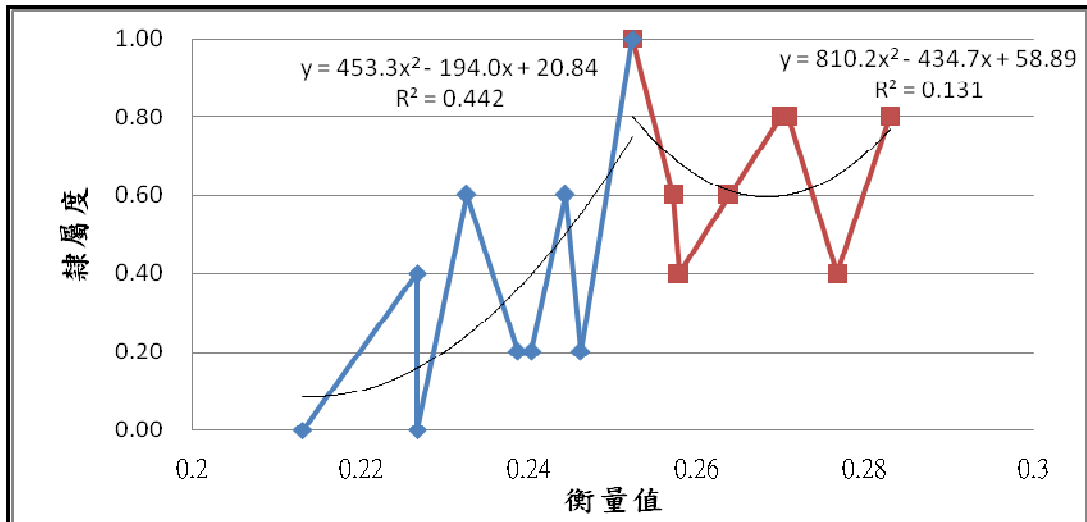


圖4-7 嚴重性等級 D 之隸屬度與衡量值之關係圖

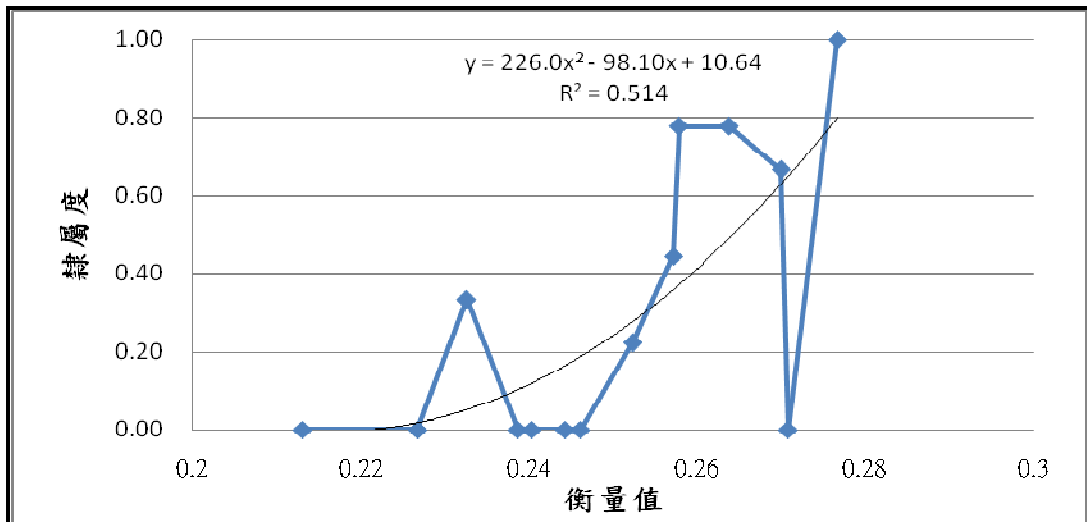


圖4-8 嚴重性等級 E 之隸屬度與衡量值之關係圖

圖 4-4 至圖 4-8 為嚴重性等級 A 到 E 之隸屬度與衡量值之關係圖，其中最適曲線皆為二次多項式曲線，其 R^2 值越高代表其解釋能力越佳。完成上述統計分析後，需進一步找出各服務水準之門檻值，本研究欲利用模糊集合的 α 截集 (α -cut) 來決定一明確集合，首先設定一個 α 水準值 (α -level) 作為切割點，大於或等於 α 水準值以上的元素稱為 A_α 集合，亦即符合我們所求之集合，根據 4.4.1 節之步驟，依序將 α 值設為 $\alpha=0.5$ 、 $\alpha=0.6$ 、 $\alpha=0.7$ 以及 $\alpha=0.8$ ，用以計算 α 截集，選取大於 α 值之隸屬度作為劃分嚴重性等級之依據，並求算其門檻值，分析結果如下列表格所示。

1. α 水準值=0.5

表4-24 各嚴重性等級所對應之衡量值 $Y(\alpha=0.5)$

等級	隸屬函數	Y 值範圍	Y
A	$y = 401.4x^2 - 212.6x + 28.13$	0.2131~0.2708	0.2288
B	$y = 1470x^2 - 662.2x + 74.97$	0.2131~0.2443	0.2337
	$y = 1113.x^2 - 600.7x + 80.94$	0.2443~0.2523	0.2464
C	$y = 414.4x^2 - 175.4x + 18.84$	0.2131~0.2461	0.2347
	$y = 714.4x^2 - 395.2x + 54.81$	0.2461~0.2829	0.2546
D	$y = 453.3x^2 - 194.0x + 20.84$	0.2267~0.2523	0.2443
	$y = 810.2x^2 - 434.7x + 58.89$	0.2523~0.2829	----
E	$y = 226.0x^2 - 98.10x + 10.64$	0.2326~0.2829	0.2643

表4-25 各嚴重性等級劃分之門檻值($\alpha=0.5$)

等級	A		B		C		D		E
上下界	上界	下界	上界	下界	上界	下界	上界	下界	
	門檻值	0.2288	0.2337	0.2464	0.2347	0.2546	0.2443	----	0.2643
	0.2313		0.2401		0.2495		0.2643		

2. α 水準值=0.6

表4-26 各嚴重性等級所對應之衡量值 $Y(\alpha=0.6)$

等級	隸屬函數	Y 值範圍	Y
A	$y = 401.4x^2 - 212.6x + 28.13$	0.2131~0.2708	0.2255
B	$y = 1470x^2 - 662.2x + 74.97$	0.2131~0.2443	0.2371
	$y = 1113.x^2 - 600.7x + 80.94$	0.2443~0.2523	0.2446
C	$y = 414.4x^2 - 175.4x + 18.84$	0.2131~0.2461	0.2394
	$y = 714.4x^2 - 395.2x + 54.81$	0.2461~0.2829	0.2516
D	$y = 453.3x^2 - 194.0x + 20.84$	0.2267~0.2523	0.2477
	$y = 810.2x^2 - 434.7x + 58.89$	0.2523~0.2829	0.2636
E	$y = 226.0x^2 - 98.10x + 10.64$	0.2326~0.2829	0.2688

表4-27 各嚴重性等級劃分之門檻值($\alpha=0.6$)

等級	A		B		C		D		E
上下界	上界	下界	上界	下界	上界	下界	上界	下界	
	門檻值	0.2255	0.2371	0.2446	0.2394	0.2516	0.2477	0.2636	0.2688
	0.2313		0.2420		0.2497		0.2662		

3. α 水準值=0.7

表4-28 各嚴重性等級所對應之衡量值 Y ($\alpha=0.7$)

等級	隸屬函數	Y 值範圍	Y
A	$y = 401.4x^2 - 212.6x + 28.13$	0.2131~0.2708	0.2225
B	$y = 1470x^2 - 662.2x + 74.97$	0.2131~0.2443	0.2397
	$y = 1113.x^2 - 600.7x + 80.94$	0.2443~0.2523	0.2429
C	$y = 414.4x^2 - 175.4x + 18.84$	0.2131~0.2461	0.2435
	$y = 714.4x^2 - 395.2x + 54.81$	0.2461~0.2829	0.2490
D	$y = 453.3x^2 - 194.0x + 20.84$	0.2267~0.2523	0.2509
	$y = 810.2x^2 - 434.7x + 58.89$	0.2523~0.2829	0.2562
E	$y = 226.0x^2 - 98.10x + 10.64$	0.2326~0.2829	0.2729

表4-29 各嚴重性等級劃分之門檻值($\alpha=0.7$)

等級	A		B		C		D		E
上下界	上界	下界	上界	下界	上界	下界	上界	下界	
	門檻值	0.2225	0.2397	0.2429	0.2435	0.2490	0.2509	0.2562	0.2729
門檻值	0.2311		0.2432		0.2499		0.2646		

4. α 水準值=0.8

表4-30 各嚴重性等級所對應之衡量值 Y ($\alpha=0.8$)

等級	隸屬函數	Y 值範圍	Y
A	$y = 401.4x^2 - 212.6x + 28.13$	0.2131~0.2708	0.2196
B	$y = 1470x^2 - 662.2x + 74.97$	0.2131~0.2443	0.2419
	$y = 1113.x^2 - 600.7x + 80.94$	0.2443~0.2523	0.2412
C	$y = 414.4x^2 - 175.4x + 18.84$	0.2131~0.2461	0.2471
	$y = 714.4x^2 - 395.2x + 54.81$	0.2461~0.2829	0.2465
D	$y = 453.3x^2 - 194.0x + 20.84$	0.2267~0.2523	0.2537
	$y = 810.2x^2 - 434.7x + 58.89$	0.2523~0.2829	0.2519
E	$y = 226.0x^2 - 98.10x + 10.64$	0.2326~0.2829	0.2767

表4-31 各嚴重性等級劃分之門檻值($\alpha=0.8$)

等級	A		B		C		D		E
上下界	上界	下界	上界	下界	上界	下界	上界	下界	
	門檻值	0.2196	0.2419	0.2412	0.2471	0.2465	0.2537	0.2519	0.2767
門檻值	0.2307		0.2441		0.2501		0.2643		

上表 4-25、4-27、4-29、4-31 分別為 $\alpha=0.5$ 、 $\alpha=0.6$ 、 $\alpha=0.7$ 以及 $\alpha=0.8$ 之各嚴重性等級門檻值計算結果，由表中可發現 α 水準值取越大，各嚴重性等級之上下界值越小，亦表示 α 水準值越大，所求得之各等級範圍越能代表該嚴重性等級。但 α 水準值越大，亦會造成各等級之隸屬函數圖形無法銜接，使部份等級間出現斷層，甚至有下列上界值大於上級下界值之狀況，本研究同時考量嚴重性等級代表性以及避免斷層現象出現，決定採用 $\alpha=0.7$ 時所求算出之數據，作為捷運車站異常狀況嚴重性等級之劃分門檻值，分級結果如下表 4-32、4-33 所示。最後本研究將第二階段各組合情境之衡量值與門檻值進行比較，如下表 4-34，可發現各等級門檻值依序皆落在預測之區間，且嚴重性等級依序遞增，與本研究之預期假設相符，因此本研究採用此系列門檻值作為異常狀況之分級制度。

表4-32 本研究之捷運車站異常狀況嚴重性等級劃分門檻值

等級	A	B	C	D	E
門檻值	<0.2311	0.2311~ 0.2432	0.2432~ 0.2499	0.2499~ 0.2646	>0.2646
包含之情境組合	1,2,5	6,9,13	3,10	4,7,11,14	8,12,15,16

表4-33 異常狀況嚴重性等級矩陣

嚴重性等級 \		影響範圍			
		1	2	3	4
影 響 時 間	I	A	A	C	D
	II	A	B	D	E
	III	B	C	D	E
	IV	B	D	E	E

表4-34 各情境組合所對應之異常狀況嚴重性等級

情境組合	1	2	5	9	13	6	3	10
衡量值	0.2131	0.2267	0.2267	0.2326	0.2387	0.2403	0.2443	0.2461
等級	A	A	A	B	B	B	C	C
情境組合	14	4	7	11	15	8	12	16
衡量值	0.2523	0.2572	0.2579	0.2638	0.27	0.2708	0.2767	0.2829
等級	D	D	D	D	E	E	E	E

第五章 捷運車站異常狀況之管理機制

5.1 捷運車站異常狀況管理機制之內涵

捷運車站異常狀況管理機制包含感知、嚴重性等級研判、通報、因應措施之啟動、與異常狀況結束後之善後工作，係為一系統性之流程。本研究已於第三章與第四章探討異常狀況之特性、因應措施與分級制度，本章將結合上述方法，擬定捷運車站異常狀況之管理機制。

5.1.1 捷運車站異常狀況管理機制之目標

捷運車站異常狀況管理機制之目標，包含下列二項：

1. 維持異常狀況發生時，捷運車站機能之正常運作

捷運車站機能包括票證交易、旅客輸送、設備操作、事件排除以及行政管理。異常狀況發生時，捷運車站之供給或是需求量將產生波動，進而影響捷運車站之機能。因此，站務人員應於第一時間依照異常狀況因應措施更改站務工作程序，例如於瓶頸點維持秩序、廣播等。

2. 儘速排除異常狀況

當異常狀況發生時，其影響時間越短越好，以避免繼續惡化，因此站務人員應儘速排除異常狀況。較為輕微之異常狀況大多可由站務人員自行排除，但較嚴重之異常狀況則需藉其他部門甚至外界支援來排除。

5.1.2 捷運車站異常狀況管理機制之流程

捷運車站異常狀況管理機制之流程，包含異常狀況之感知、研判、通報、啟動與善後，為一線型之處理流程。以下將簡述管理機制中各步驟之內涵。

1. 異常狀況之感知

異常狀況之感知可來自於站務人員自身感知、其他部門人員告知以及由旅客告知，自站務人員感知異常狀況之存在起，即代表需開啟捷運車站異常狀況管理機制之處理流程。

2. 異常狀況之研判

無論由何方感知，站務人員自感知到異常狀況之存在起，便需立即研判異常狀況之嚴重性等級與事件類別，嚴重性等級係以本研究第四章之分級制度研判，而事件類別則依第三章之分類研判，並確定主辦單位、通報相關主

管並組成異常狀況處理單位。

3. 異常狀況因應措施之啟動

獲得主辦單位同意以及授權後，站務人員應就選定之因應措施開始啟動管理機制與聯絡相關單位，各等級與各種事件之異常狀況因應措施將於 5.2 與 5.3 中介紹。

4. 善後工作

一旦異常狀況順利排除，站務人員便應著手善後，使捷運車站恢復正常運作模式。善後工作包含通報狀況排除、廣播告知旅客最新訊息、清除臨時工具與設備以及撰寫站務日誌或報告等。

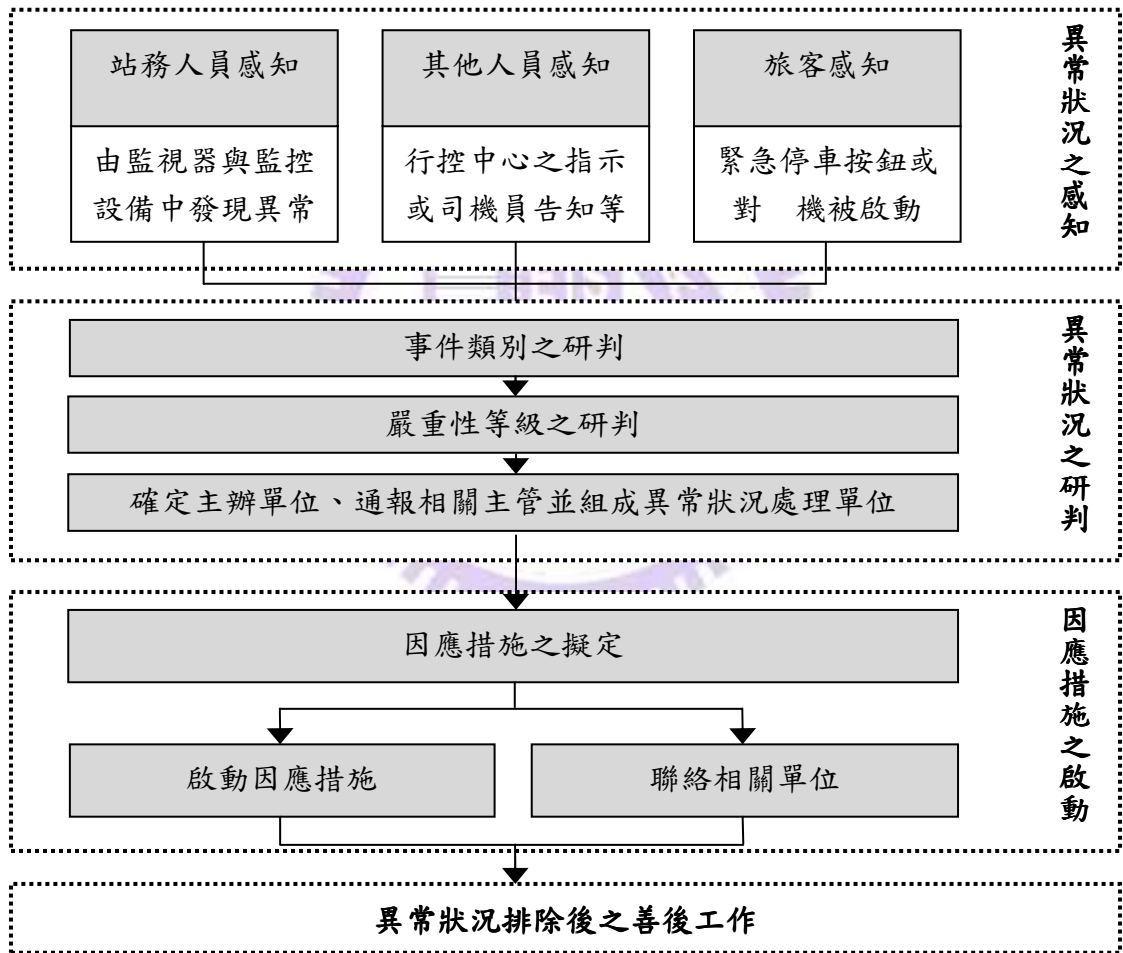


圖5-1 捷運車站異常狀況管理機制之流程

5.2 捷運車站各級異常狀況之管理機制

本研究於第四章中，將異常狀況之嚴重性等級，依影響範圍與影響時間之大小，利用模糊理論與統計之概念，區分為五個等級，A 級為最輕微之等級，而 E 級則為最嚴重之等級，依此類推。站務人員可依據不同的異常狀況嚴重性等級選擇通報層級與因應策略，減少判斷時間。以下將介紹各級異常狀況所應通報之層級與應具備之因應措施。

5.2.1 A 級異常狀況

A 級異常狀況包含三種情境，請參 表 4-33，此三種情境之影響範圍最大至影響站內旅客動線，影響時間最長至 60 分鐘，為最輕微之異常狀況情境，因此主辦單位可由各站站長擔任。由於此一等級並未涉及輸送作業之影響，無須加派接駁公車支援，主要之相關單位為維修部門。

A 級異常狀況發生時，應以維持車站秩序為目標，基本的訊息廣播、透過監視器持續監控站內狀況以及車站的秩序維持是 A 級異常狀況的主要因應措施，此外如遇列車或設備故障，除通知相關單位搶修外，站務人員應提供適當之協助。

5.2.2 B 級異常狀況

B 級異常狀況包含三種情境，請參 表 4-33，此三種情境之影響範圍最大至影響站內旅客動線，影響時間最長至 180 分鐘以上。此一等級亦未涉及輸送作業之影響，主要以設備故障與較輕微的列車事件為主，然而嚴重性等級較高，因此主辦單位應交由站務段負責。B 級異常狀況雖包含影響時間超過 180 分鐘之情境，然而該情境之影響範圍僅為局部站務作業，例如自動售票機故障、電扶梯故障等，因此除儘速報修外，並無加派接駁公車支援之必要，主要之相關單位為行控中心以及維修部門。

B 級異常狀況發生時之主要目標與 A 級異常狀況類似，因此基本的訊息廣播、透過監視器持續監控站內狀況以及車站的秩序維持亦為 B 級異常狀況之主要因應措施，唯 B 級異常狀況之嚴重性等級較高，如未妥善處理則可能惡化成 C 級異常狀況，因此站務人員於處理 B 級異常狀況時，無論是在監控與人力加派上應較 A 級異常狀況嚴密。此外如遇列車或設備故障，除通知相關單位加緊搶修外，站務人員亦須盡可能提供協助。

5.2.3 C 級異常狀況

C 級異常狀況包含二種情境，請參 表 4-33，此二種情境分別為列車輸運能量降低或停止而影響時間小於 30 分鐘，以及影響站內旅客動線而影響時間為 60 分鐘到 180 分鐘。C 級異常狀況與 A、B 二級異常狀況之最大差異在於出現列車輸運能量降低或停止之情境，但由於影響時間小於 30 分鐘，對於旅客輸送作業

的影響程度較不明顯，主辦單位可由運務中心負責統 指揮。C 級異常狀況之相關單位除了通報行控中心以及維修部門以外，將可能產生需外界支援之狀況，諸如警察或救護單位、接駁公車支援等。

C 級異常狀況發生時，應以維持車站秩序以及恢復正常營運為目標，由於 C 級異常狀況對於捷運車站造成整體性之影響，除了基本的訊息廣播、透過監視器持續監控站內狀況以及車站的秩序維持外，發生行控設備故障事件與旅客侵入軌道事件時，站長必須聽從行控中心指令就地操作設備，諸如第三軌斷電、重置無線電設備等，如現場人力不足，應立即向公司內部調請人力前往支援，主要支援人力應為鄰站站務人員以及站務副段長。

5.2.4 D 級異常狀況

D 級異常狀況包含四種情境，請參 表 4-33，此四種情境分別為捷運車站整體容量過飽和而影響時間小於 30 分鐘、列車輸運能量降低或停止而影響時間介於 30 分鐘到 180 分鐘間以及影響站內旅客動線而影響時間為 180 分鐘以上。D 級異常狀況之嚴重性相當高，最嚴重之影響範圍於此一等級出現，因此主辦單位可由站務處負責統 指揮，對內負責因應措施之啟動、支援人力之調度以及各站通報，對外則做為向外界求援的窗口。相關聯絡單位包含行控中心、運務中心，必要時應繼續向上通報至公司決策階層，並對外請求援助，包括加派接駁公車與聯絡救護單位與警察單位等。

D 級異常狀況發生時，應以維持車站秩序與恢復正常營運為首要目標，但 D 級異常狀況發生時，並無法立即排除異常狀況，且影響範圍亦較 A~C 級異常狀況來得嚴重，因此除了基本的訊息廣播、透過監視器持續監控站內狀況以及車站的秩序維持，站務人員必須向公司內部調請人力前往支援，主要支援人力應為鄰站站務人員、站務段長以及站務副段長等。由於站內人潮眾多，應朝限制進站、疏導出站之目標執行因應措施。

5.2.5 E 級異常狀況

E 級異常狀況包含四種情境，請參 表 4-33，此等級之異常狀況為最嚴重之等級。E 級異常狀況中由於涉及重大節日與活動，因此對於重大節日與活動可事先研擬因應計畫，包括人力支援、決策層級、列車運行模式變更以及相關單位協調等。E 級異常狀況亦有可能為非預期性的事件，然而如為短時間內達到如此嚴重的等級，必然為多種異常狀況接連發生，且發生時段可能為尖峰時間等原先容量即已接近飽和的時段。E 級異常狀況為五等級中最為嚴重，非常接近緊急狀況之情境，綜合上述之論點，主辦單位應由總經理負責，情況嚴重時則由公司決策階層接手，相關單位則包含行控中心、運務中心以及維修部等第一線營運單位，且站務處須繼續向上通報至公司決策階層，並對外請求援助，包括加派接駁公車與聯絡救護單位與警察單位等，以防 E 級異常狀況惡化為緊急狀況。

E 級異常狀況發生時並無法立即排除，且影響範圍亦較 A~D 級異常狀況來得嚴重，應以維持車站基本機能為主要目標，除了基本的訊息廣播、透過監視器持續監控站內狀況以及車站的秩序維持，站務人員必須向公司內部、甚至於外界調請人力前往支援，內部主要支援人力應為鄰站站務人員、站務段長以及站務副段長等，外部主要支援人力包括交通單位、警察單位以及公車公司等。由於 E 級異常狀況發生時必然為站內人潮眾多之情境，應朝限制進站、疏導出站之目標執行因應措施，必要時可關閉車站或採取列車過站不停模式等最終手段以控制車站旅客進出量、維護旅客安全等。

茲將上述所討論之各等級主辦單位、相關聯絡單位與主要因應措施整理如下表 5-1。各等級之通報層級與因應措施為配合其嚴重性等級之概念性條列法，主要敘述該等級異常狀況發生時之操作原則。然而當異常狀況發生時，站務人員除了異常狀況嚴重性等級之判斷外，亦須由異常狀況事件種類選擇更精確之通報層級與因應措施，本研究將於 5.3 節中，結合各種異常狀況事件與各嚴重性等級之關係，建立各種異常狀況事件之標準化因應措施。

表5-1 各等級異常狀況通報層級與因應措施列表

等級	主辦單位	相關聯絡單位	主要因應措施
A	站長	維修部門	*事件訊息公告 *透過監視器持續監控站內狀況 *車站秩序維持 *於維修時提供協助
B	站務段	行控中心 維修部門	*與 A 級因應措施類似 *監控與人力加派上應更嚴密
C	運務中心	行控中心 維修部門 救護及警察單位	*包含 B 級因應措施 *就地操作設備 *調請公司人力維持車站秩序 *調請接駁公車支援
D	站務處	行控中心 維修部門 救護警察單位	*包含 C 級因應措施 *採限制進站、疏導出站原則
E	總經理 公司決策階層	行控中心 運務中心 公司決策階層 救護及警察單位	*包含 D 級因應措施 *預期性活動應事先研擬整體計畫 *必要時可關閉車站或採取列車過站不停模式

5.3 捷運車站各類異常狀況不同等級之管理機制

本節將結合第三章所整理之捷運車站各類異常狀況與第四章中探討之分級制度，研擬各類異常狀況於不同等級之管理機制，由於異常狀況涉及許多類別，各類異常狀況均有其獨特之因應措施，分成五等級研擬各類事件之管理機制時，需要相當實的實務經驗與充足的歷史資料進行輔助，所涉及之研究範圍相當大。因此本研究在此僅進行異常狀況管理機制之分類，與概念性描述各類異常狀況不同等級之管理機制。

5.3.1 列車運行失常事件

1. 列車誤點

列車誤點係指列車到站時間與時刻表排定時間不符之狀況，站務人員可能自行控中心得知訊息，或由自身觀察感知。列車誤點事件發生時，誤點時間之長短以及捷運車站旅客量等因素皆為影響嚴重性等級之主要原因。

各等級之主辦單位與相關聯絡單位依 5.2 節所述。嚴重性為等級 A 與 B 之列車誤點發生時，站務人員應使用廣播告知旅客誤點資訊；嚴重性為等級 C 以上時，則站務人員應至月臺維持候車秩序並透過監視器持續監控狀況，並與行控中心保持聯繫。

2. 列車靠站位置不當

列車靠站位置不當係指列車未到達正確停車位置之狀況，站務人員可能自行控中心得知訊息，或由自身觀察感知。列車靠站位置不當事件發生時，影響時間之長短以及捷運車站旅客量等因素皆為影響嚴重性等級之主因。

各等級之主辦單位與相關聯絡單位依 5.2 節所述。嚴重性為等級 A 與 B 之列車靠站位置不當事件發生時，例如輕微的位置偏差，而車門皆在月臺內之狀況，此時站務人員應使用廣播告知旅客，透過監視器持續監控狀況，並至月臺維持候車秩序；嚴重性為等級 C 時，例如第一車門已不在月臺內，則除上述因應措施外，需提月臺旅客超出之車門無法上下車，站長視需要或依行控中心指令提供司機員必要之協助，例如手作號誌與協助列車退行等，通常列車靠站位置不當之嚴重性較低，不容易達到嚴重性等級 D 與 E，因此本研究不予探討。

3. 列車過站不停

列車過站不停係指列車因特殊原因不停靠車站、直接駛往下一站，致使旅客無法在本站上下車之狀況，站務人員由行控中心得知訊息。列車過站不停事件發生時，過站不停之班次數與捷運車站旅客量等因素皆為影響嚴重性等級之主要原因。

各等級之主辦單位與相關聯絡單位依 5.2 節所述。嚴重性為等級 A 與 B 之列車過站不停事件發生時，例如單一系列車過站不停，站務人員應使用廣播告知旅客，透過監視器持續監控狀況；嚴重性為等級 C 以上時，例如連續多班列車過站不停，則除上述因應措施外，需至月臺維持候車秩序，並架設警示標誌及警示燈。

4. 列車故障或意外停滯

列車故障或意外停滯係指營運時列車設備發生故障而停滯於正線上，影響列車正常運作之情境。站務人員主要由行控中心得知訊息，或由自身觀察感知。列車故障事件發生時，故障排除之時間與捷運車站旅客量等因素皆為影響嚴重性等級之主要原因。

各等級之主辦單位與相關聯絡單位依 5.2 節所述。嚴重性為等級 A 與 B 之列車故障事件發生時，站務人員應使用廣播告知旅客，透過監視器持續監控狀況，如行控中心安排單線雙向運轉或局部營運，則站務人員需至月臺維持候車秩序；嚴重性為等級 C 時，則除上述因應措施外，運務中心需加派支援人力至現場協助維持秩序，嚴重性超過等級 D 時，並應通知運務中心安排接駁公車疏運旅客，列車如於站間故障，站長則須於切斷第三軌電源後下軌道進行救援。

5.3.2 行控設備故障事件

1. 轉轍器故障

轉轍器故障係指正線上轉轍器故障而無法由行控中心及車站號誌控制盤以遙控方式控制時之情境。站務人員主要由行控中心得知訊息。轉轍器故障事件發生時，故障排除之時間與捷運車站旅客量等因素皆為影響嚴重性等級之主要原因。

各等級之主辦單位與相關聯絡單位依 5.2 節所述。嚴重性為等級 A 與 B 之轉轍器故障事件發生時，站務段相關人力應準備支援，站務人員應使用廣播告知旅客，透過監視器持續監控狀況，如行控中心安排單線雙向運轉或局部營運，則站務人員需至月臺維持候車秩序，站長則須於切斷第三軌電源後下軌道進行搶修；嚴重性超過等級 C 時，除上述因應措施外，站務段需加派支援人力至現場協助維持秩序，並通知運務中心安排接駁公車疏運旅客。

2. 號誌故障

號誌故障係指正線路徑無法設定或因故列車未接收到速度碼而停留在站間之情境。站務人員主要由行控中心得知訊息。號誌故障事件發生時，故障排除之時間與捷運車站旅客量等因素皆為影響嚴重性等級之主要原因。

各等級之主辦單位與相關聯絡單位依 5.2 節所述。嚴重性為等級 A 與 B 之號誌故障事件發生時，站務段相關人力應準備支援，站務人員應使用廣播

告知旅客，透過監視器持續監控狀況，如行控中心安排單線雙向運轉或局部營運，則站務人員需至月臺維持候車秩序，站長須至車站號誌設備室確認號誌控制盤狀況，如控制盤故障則採就地控制方式進行；嚴重性超過等級 C 時，則除上述因應措施外，站務段需加派支援人力至現場協助維持秩序，並通知運務中心安排接駁公車疏運旅客。

3. 號誌系統控制移轉

號誌系統控制移轉係指正線號誌設備及列車動態之監控管理權，於行控中心與聯鎖車站間移轉之情境。站務人員主要由行控中心得知訊息。號誌系統控制移轉事件發生時，監控管理權移轉之時間與捷運車站旅客量等因素皆為影響嚴重性等級之主要原因。

各等級之主辦單位與相關聯絡單位依 5.2 節所述。嚴重性為等級 A 與 B 之號誌故障事件發生時，站務人員應透過監視器持續監控狀況，一旦有列車誤點之情事發生，則應廣播告知旅客，站長須至車站號誌設備室採就地控制方式操作號誌控制盤；嚴重性超過等級 C 時，亦即移轉時間過長而影響正線列車營運時，則除上述因應措施外，站務段需加派支援人力至現場協助維持秩序。

4. 無線電故障

無線電故障係指正線無線電因操作電腦故障、傳輸線路中斷、列車無線電故障或博碼調變器故障之情境。站務人員主要由行控中心得知訊息。無線電故障事件發生時，故障排除之時間與捷運車站旅客量等因素皆為影響嚴重性等級之主要原因。

各等級之主辦單位與相關聯絡單位依 5.2 節所述。嚴重性為等級 A 與 B 之無線電故障事件發生時，站務人員應透過監視器持續監控狀況，一旦有列車誤點之情事發生，則應廣播告知旅客，站長須至車站號誌設備室監聽無線電，並作為行控中心與司機員間之聯絡人，如為列車無線電故障，則站長應至月臺向司機員查明原因；嚴重性超過等級 C 時，亦即移轉時間過長而影響正線列車營運時，則除上述因應措施外，站務段需加派支援人力至現場協助維持秩序。

5. 電力故障

電力故障係指正線第三軌發生無法供應正常營運所需用電而致影響營運之情境。站務人員主要由行控中心得知訊息。電力故障事件發生時，故障排除之時間與捷運車站旅客量等因素皆為影響嚴重性等級之主要原因。

各等級之主辦單位與相關聯絡單位依 5.2 節所述。嚴重性為等級 A 與 B 之電力故障事件發生時，站務人員應透過監視器持續監控狀況，廣播告知旅客，並維持月臺候車秩序，站長應提供維修人員適當之協助；嚴重性超過

等級 C 時，站務段需加派支援人力至現場協助維持秩序，如行控中心安排單線雙向運轉或局部營運，亦應以廣播告知旅客，並通知運務中心安排接駁公車疏運旅客。

6. 行控中心電腦當機

行控中心電腦當機係指當行控中心電腦發生故障，致行控中心無法利用號誌設備監控列車運行之情境。站務人員主要由行控中心得知訊息。行控中心電腦當機事件發生時，故障排除之時間與捷運車站旅客量等因素皆為影響嚴重性等級之主要原因。

各等級之主辦單位與相關聯絡單位依 5.2 節所述。嚴重性為等級 A 與 B 之行控中心電腦當機事件發生時，站務人員應透過監視器持續監控狀況，一旦有列車誤點之情事發生，則應廣播告知旅客，站長須至車站號誌設備室採就地控制方式進行，監聽無線電，並作為行控中心與司機員間之聯絡人；嚴重性超過等級 C 時，亦即移轉時間過長而影響正線列車營運時，則除上述因應措施外，站務段需加派支援人力至現場協助維持秩序，並通知運務中心安排接駁公車疏運旅客。

5.3.3 車站設備故障事件

1. 車站電力故障

車站電力故障事件係指車站發生無法供應正常營運所需之電力而致有影響營運可能之情境。站務人員主要由自身觀察感知。車站電力故障事件發生時，故障排除之時間與捷運車站旅客量等因素皆為影響嚴重性等級之主要原因。

各等級之主辦單位與相關聯絡單位依 5.2 節所述。嚴重性為等級 A 與 B 之車站電力故障事件發生時，站務人員應透過監視器持續監控狀況，確定電力故障範圍與原因，封鎖故障區域並向維修部報修；嚴重性為等級 C 時，例如重要用電故障，站務人員應廣播告知旅客，嚴重性超過等級 D 時，應視情況進行旅客疏散及關閉車站程序，並安排接駁公車疏運旅客。

2. 車站設施設備故障

車站電力故障事件係指車站設施設備於營運時發生無法正常運作之情境。站務人員主要由自身觀察感知，或由旅客告知。車站設施設備故障事件發生時，故障排除之時間與捷運車站旅客量等因素皆為影響嚴重性等級之主要原因。

各等級之主辦單位與相關聯絡單位依 5.2 節所述。嚴重性為等級 A 與 B 之車站設施設備故障事件發生時，站務人員應透過監視器持續監控狀況，確

定故障範圍與原因，向維修部報修，並封鎖故障區域與張貼公告；嚴重性為等級 C 時，站務人員應廣播告知旅客，嚴重性超過等級 D 時，應維持站內旅客秩序，站務處需加派支援人力至現場協助維持秩序。

5.3.4 旅客掉落軌道事件

1. 旅客掉落軌道

旅客掉落軌道係指當發生旅客掉落(誤入)軌道之情境。站務人員主要由自身觀察感知，或由旅客告知。旅客掉落軌道事件發生時，事件排除時間與捷運車站旅客量等因素皆為影響嚴重性等級之主要原因。

各等級之主辦單位與相關聯絡單位依 5.2 節所述。嚴重性為等級 A 與 B 之旅客掉落軌道事件發生時，站務人員應立即按下緊急停車按鈕，儘速協助旅客離開軌道區，並透過監視器持續監控狀況，廣播告知旅客，並通報行控中心與站務段；嚴重性超過等級 C 時，例如旅客傷勢過重而無法立即離開軌道區時，則除上述因應措施外，站務段需加派支援人力至現場協助維持秩序，並通知運務中心安排接駁公車疏運旅客。

2. 旅客捲入車下

旅客捲入車下係指發生旅客掉落軌道且遭列車撞擊捲入車下之情境。站務人員主要由自身觀察感知，或由旅客告知。旅客捲入車下事件發生時，事件排除時間與捷運車站旅客量等因素皆為影響嚴重性等級之主要原因。

各等級之主辦單位與相關聯絡單位依 5.2 節所述。旅客捲入車下事件發生時，站務人員應立即按下緊急停車按鈕，並通報行控中心與站務段。由於需聯絡警察與救護單位，且需行控中心及站務段確認安全並核 後方得下軌道救援，事件排除時間較長，通常需超過半小時，屬於嚴重性等級 B 以上之狀況，站務人員需透過監視器持續監控狀況，廣播告知旅客並維持月臺秩序；如捲入車下旅客傷勢過重或死亡而無法立即離開軌道區時，則除上述因應措施外，如行控中心安排單線雙向運轉或局部營運，則站務段需加派支援人力至現場協助維持秩序，並通知運務中心安排接駁公車疏運旅客，站務人員則依警察或救護單位之需要給予適當之協助。

3. 電擊事件

電擊事件係指旅客在車站月臺範圍內遭受第三軌電力電擊之情境。站務人員主要由自身觀察感知，或由旅客告知。電擊事件發生時，事件排除時間與捷運車站旅客量等因素皆為影響嚴重性等級之主要原因。

各等級之主辦單位與相關聯絡單位依 5.2 節所述。電擊事件發生時，站務人員應立即按下緊急停車按鈕與緊急斷電開關，並通報行控中心、站務段以及警察與救護單位，由於需行控中心及站務段確認安全並核 後方得下軌

道救援，事件排除時間較長，往往需超過半小時，屬於嚴重性等級 B 以上之狀況，站務人員需透過監視器持續監控狀況，廣播告知旅客並維持月臺秩序，視情況疏散旅客；如捲入車下旅客傷勢過重或死亡而無法立即離開軌道區時，則除上述因應措施外，如行控中心安排單線雙向運轉或局部營運，則站務段需加派支援人力至現場協助維持秩序，並通知運務中心安排接駁公車疏運旅客，站務人員則依警察或救護單位之需要給予適當之協助。

5.3.5 天然災害

1. 站外積水

站外積水事件係指車站周圍因大雨或其 原因造成積水，影響旅客進出車站之情境。站務人員主要由自身觀察感知，或由旅客告知。站外積水事件發生時，排除時間與捷運車站旅客量等因素皆為影響嚴重性等級之主因。

各等級之主辦單位與相關聯絡單位依 5.2 節所述。嚴重性為等級 A 與 B 之站外積水事件發生時，站務人員應透過監視器持續監控狀況，並以廣播告知旅客；嚴重性超過等級 C 時，應通報行控中心與站務段，等級超過 D 時如有需要應進行旅客疏散與停止車站營運之動作，並通知運務中心安排接駁公車疏運旅客。

2. 軌道積水

軌道積水事件係指正線軌道因故積水，影響列車正常運轉之情境。站務人員主要由自身觀察感知，或由旅客告知。軌道積水事件發生時，事件排除之時間與捷運車站旅客量等因素皆為影響嚴重性等級之主要原因。

各等級之主辦單位與相關聯絡單位依 5.2 節所述。嚴重性為等級 A 與 B 之站外積水事件發生時，站務人員應透過監視器持續監控狀況，並以廣播告知旅客；嚴重性超過等級 C 時，應通報行控中心與站務段，等級超過 D 時如有需要應進行旅客疏散與停止車站營運之動作，並通知運務中心安排接駁公車疏運旅客。

5.3.6 旅客需求量過大

旅客需求量過大事件係指因尖峰時間、重大活動與節日等足以引發大量人潮進出車站之情境。站務人員主要由自身觀察感知。旅客需求量過大事件發生時，事件持續之時間為影響嚴重性等級之主要原因。

各等級之主辦單位與相關聯絡單位依 5.2 節所述。嚴重性為等級 A 與 B 之旅客需求量過大事件發生時，站務人員應透過監視器持續監控狀況，等級 C 時應開始於適當位置 放標誌設備引導旅客行進方向，以廣播與資訊顯示器告知旅客目前狀況，並於月臺維持候車秩序；嚴重性等級超過 D 級時，應通報行控中心與站務段，採取限制進站、疏導出站之原則，運務中心需加

派支援人力至現場協助維持秩序，站務人員可利用閘門方向改變與瓶頸點管制措施控制站內人潮，如時間過長或嚴重性等級已達E級，必要時現場指揮官可下令關閉車站，但同時應通知運務中心安排接駁公車疏運旅客。



第六章 結論與建議

捷運車站於營運時，除了正常營運狀況外，尚可能面臨最嚴重之危害狀況，以及介於正常狀況與危害狀況間之「異常狀況」。回顧國內外相關文獻，捷運車站緊急與異常狀況相關研究多僅針對緊急狀況之逃生設計與人員疏散策略，對於異常狀況著墨甚少，因此本研究透過文獻回顧篩選適用於判別異常狀況嚴重性之分級向度，使用德菲法、多準則評分法與模糊統計試驗法，構建一套簡易之捷運車站異常狀況分級制度，並將各嚴重性等級與各類異常事件結合，研擬一套具有分級概念之捷運車站異常狀況管理機制。本章乃根據前述章節所得之分析結果予以歸納與彙整，並對於後續研究給予建議。

6.1 結論

1. 本研究經由相關文獻回顧與實地觀測，以站務人員之角度為出發點，整理捷運車站異常狀況之發生原因、特性以及影響，並進一步擬定捷運車站異常狀況之分級向度與層級劃分。初擬之捷運車站異常狀況分級向度共包含二項，分別為「影響範圍」與「影響時間」，分級向度之層級劃分各為四等級。
2. 本研究初步擬定捷運車站異常狀況之分級向度與層級劃分後，利用德菲法(Delphi Method)進行專家問卷調查以瞭解其架構之適當性，以專家共識性指標(CDI)做為檢定依據，最終之分級向度與層級劃分如下：
 - (1) 影響範圍：係指當異常狀況發生時，對於單一捷運車站所產生之影響規模，共劃分為四個層級，等級 1 為對於捷運車站局部站務作業產生影響、等級 2 為影響捷運車站旅客動線，瓶頸點產生旅客堆積現象、等級 3 為列車輸運能量降低或停止、等級 4 為捷運車站整體容量過飽和，站內人滿為患，旅客安全有顧慮。
 - (2) 影響時間：係指自站務人員感知異常狀況發生起，至異常狀況完全排除恢復正常營運，旅客可正常使用捷運系統止之時間長度，共劃分為四個層級，等級 I 為 0 到 30 分鐘、等級 II 為 30 到 60 分鐘、等級 III 為 60 到 180 分鐘、等級 IV 為 180 分鐘以上。
3. 本研究使用多準則評分法與德菲法進行專家問卷調查，瞭解異常狀況分級向度之相對重要性與各等級之嚴重性評分，分析結果顯示「影響時間」之相對權重略高於「影響範圍」，而各層級之相對嚴重性亦與本研究之假設相符。然因問卷中各情境之敘述不盡完整，且樣本數較少，各等級之嚴重性評分相當接近，未來可藉由持續修正以及樣本數的增加補強其架構。

4. 接著配合專家問卷調查，利用模糊統計試驗法，將影響範圍與影響時間之等級兩兩組合並計算出衡量值，配合問卷調查結果找出該門檻值落於各嚴重性等級之程度大小，藉此求算出各嚴重性等級之隸屬函數，進一步利用 α 截集找出各嚴重性等級之門檻值。 α 水準值越大，所求得之各等級範圍越能代表該嚴重性等級，然亦會造成各等級之隸屬函數圖形無法銜接，使部份等級間出現斷層，甚至會有下級上界值大於上級下界值之狀況，本研究同時考量嚴重性等級代表性以及避免斷層現象出現，決定採用 $\alpha=0.7$ 時所求算出之數據，作為捷運車站異常狀況嚴重性等級之門檻值，其等級劃分之門檻值為：
A 級：衡量值 <0.2311
B 級： $0.2311<$ 衡量值 <0.2432
C 級： $0.2432<$ 衡量值 <0.2499
D 級： $0.2499<$ 衡量值 <0.2646
E 級： $0.2646<$ 衡量值
5. 本研究結合第三章所探討之異常狀況特性與因應措施，以及第四章所建立之捷運車站異常狀況分級制度，研擬捷運車站各類異常狀況不同等級之管理機制。此一管理機制所包含之分級概念可供站務人員於異常狀況發生時研判嚴重性等級，可縮短站務人員判斷時間，並提供更詳細的異常狀況處理程序。

6.2 建議

本研究受限於時間與成本之限制，並未就捷運車站各類異常狀況管理機制作更深入、更完整的探討，以下列出本研究之建議，期能提供後續研究思考之方向。

1. 本研究針對臺北捷運系統之站務規章進行異常狀況管理機制之研擬，調查對象亦以臺北捷運公司之站務主管為主，所構建之捷運車站異常狀況管理機制是否適用於其他地區捷運車站尚需進一步探討。
2. 本研究礙於時間上之限制，且具有豐富捷運營運經驗之站務主管人數較少，因此第三階段問卷調查之樣本數有稍少之虞。然而足夠之樣本數所分析出之結果與本研究之資料分析結果是否有顯著之差異仍需進一步討論。
3. 有關捷運車站異常狀況管理機制之擬定，由於異常狀況涉及許多類別，各類異常狀況均有其獨特之因應措施，分成五等級研擬各類事件之管理機制時，需要相當實的實務經驗與充足的歷史資料進行輔助，所涉及之研究範圍相當大。因此本研究在此僅進行異常狀況之分類，與概念性描述各類異常狀況不同等級之管理機制，如欲建立完整足以供實務應用之管理機制，尚需後續研究深入探討。

參考文獻

1. A. Haack, J. Schreyer , “Emergency Scenarios for Tunnels and Underground Stations in Public Transport” , Tunnelling and Underground Space Technology , Volume 21 , Issues 3-4 , pp. 285-294 , 2006.
2. C. Jotin Khisty , “Evaluation of Pedestrian Facilities: Beyond the Level-of-Service Concept” , Transportation Research Record , 1438 , pp.45-50 , 1995.
3. Cheung, C.Y., Lam, W.H.K. , “Pedestrian route choices between escalator and stairway in MTR stations” , Journal of Transportation Engineering , ASCE 124 (3) , pp. 277-285 , 1998.
4. Colin Henson , “Levels of Service for Pedestrians” , Institute of Transportation Engineers , 2000
5. Dirk Helbing, Lubos Buzna, Anders Johansson, Torsten Werner , “Self-Organized Pedestrian Crowd Dynamics: Experiments, Simulations, and Design Solutions” , Transportation Science , Vol. 39 , No. 1 , pp.1-24 , 2005.
6. Fruin J. J. , Pedestrian Planning and Design , Metropolitan Association of Urban Designers and Environmental Planners , New York , 1971.
7. Highway Capacity Manual , Transportation Research Board Special Report 209 , Washington D.C. , 1985.
8. National Fire Protection Association(NFPA) , “NFPA130 Standard for Fixed Guideway Transit System” , NFPA , U.S.A. , 1997.
9. Serge P. Hoogendoorn, W. Daamen , “Pedestrian Behavior at Bottlenecks” , Transportation Science , Vol. 39 , No. 2 , pp.147-159 , 2005.
10. Shen-Wen Chien , “A Research of Evacuation and Rescue Operation on Mass Rapid System” , Earthquake Engineering and Engineering Seismology , Vol. 3 , No. 1 , pp. 79–82 , 2001.
11. William H.K. Lam, Chung-Yu Cheung, C.F. Lam , “A study of crowding effects at the Hong Kong light rail transit stations” , Transportation Research Part A , 33 , pp.401-415 , 1999.
12. W. Daamen, S. P. Hoogendoorn , “Modeling pedestrians flows through transfer stations” , Transportation Research Board , Annual Meeting Pre-print CD-Rom , Mira Digital Publishing , Washington,D.C. , 2002.
13. Yonghwa Park , ”A methodology for establishing operational standards of airport passenger terminals” , Journal of Air Transport Management , 5 , pp.73-80 , 1999
14. Earl Babbie著 , 社會學研究方法(上) , 李美華等 , 時英出 , 臺北 , 民

國九十三年

15. Earl Babbie著，社會學研究方法(下)，李美華等，時英出，臺北，民國九十三年
16. 王隆昌，「鐵路捷運系統災害之研究」，國立交通大學，碩士論文，民國七十六年
17. 行政院公共工程委員會，「臺北捷運路網避難逃生作業準則與手冊」，民國八十九年
18. 杜鈺錚，「捷運車站內人行系統服務水準之研究」，國立交通大學，碩士論文，民國九十五年
19. 何成章，「應用模糊理論於捷運系統服務水準評估之研究」，國立成功大學，碩士論文，民國81年
20. 吳晉光，「軌道運輸系統安全管理檢核評估之研究—以臺北捷運公司為例」，國立交通大學，碩士論文，民國九十年
21. 李綱，「捷運地下車站安全特性之探討」，都市交通季，第95期，32~41頁，民國八十六年
22. 李元龍，「臺鐵營運安全風險標準之研究」，國立交通大學，碩士論文，民國九十二年
23. 李為忠、譚國光，「考察國外捷運系統電扶梯安全措施出國報告書」，臺北捷運公司，民國九十四年
24. 林文雄，「臺北市人行道設施服務等級之評估研究」，國立交通大學，碩士論文，民國八十年
25. 林廉凱，「捷運車站乘客動線人流模式與干擾量度之研究」，國立交通大學，碩士論文，民國九十一年
26. 英商莫特麥克唐納公司臺灣分公司，「捷運地下車站緊急狀況逃生疏散模式及疏散時間之分析」，臺北市政府捷運工程局，民國八十六年
27. 張，「捷運車站逃生安全之規劃理念概論」，臺北市政府捷運工程局，民國九十年
28. 許添本，田，賴以，「捷運車站行人流特性分析」，都市交通季，第十五卷，第一期，1~11頁，民國八十九年
29. 陳耀維，張，「捷運車站逃生安全之規劃與設計」，都市交通季，第十四卷，第一期，1~8頁，民國八十八年
30. 陳文彬，「地下車站乘客動線服務績效衡量之研究」，國立交通大學，碩士論文，民國九十二年
31. 陳，捷運系統之經營管理-系統安全與維護計劃 義，民國九十二年
32. 郭承璋，「以系統安全方法檢核我國軌道運輸之安全-以臺鐵站務系統為例」，國立交通大學，碩士論文，民國九十一年
33. 國立中山大學能源工程研究中心，「臺北都會區捷運系統火災煙控策略與緊急運轉程序分析」，期 報告，臺北市政府捷運工程局，民國八十七年

34. 曾朝顯，「地下捷運車站避難安全性評估模式之研究」，中央警察大學，碩士論文，民國八十九年
35. 正民、邱，研究分析方法，建都文化，新，民國九十三年
36. 趙晉緯，「人行空間綜合評估指標建立之研究」，國立臺灣大學，碩士論文，民國九十二年
37. 臺北捷運公司，高運量捷運系統行車運轉作業程序，第1，民國八十五年
38. 臺北捷運公司，89年臺北捷運公司事故調查報告彙編，民國八十九年
39. 臺北捷運公司，90年臺北捷運公司事故調查報告彙編，民國九十年
40. 臺北捷運公司，94年元宵燈節車站人潮管制疏導計畫報告，民國九十四年
41. 臺北捷運公司，96年跨年人潮管制疏導計畫報告，民國九十五年
42. 臺北捷運公司，96年元宵燈節人潮管制疏導計畫報告，民國九十六年
43. 臺北捷運公司，臺北捷運公司2006年年報，民國九十五年
44. 臺北市政府捷運工程局，機電人員訓練授證教材-捷運電扶梯，第0，民國九十年
45. 臺北市政府捷運工程局，臺北都會區大眾捷運系統規劃手冊，民國九十三年
46. 臺北市政府捷運工程局，站區動線規劃，民國七十九年
47. 臺北市政府消防局、臺北市政府捷運工程局，「新加坡及日本捷運系統、地下街消防安全及緊急應變體系考察報告」，臺北市政府，民國八十四年
48. 臺北市捷運防災專案小組，「韓國大邱地鐵縱火事件考察團出國報告書」，臺北捷運公司，民國九十二年
49. 曾國雄，「層級分析方法(AHP)的內涵特性與應用(上)」，中國統計學報，第27卷第6期，民國七十八年
50. 曾國雄，「層級分析方法(AHP)的內涵特性與應用(下)」，中國統計學報，第26卷第7期，民國七十八年
51. 源，計畫評估-方法與應用，大學運輸規劃與管理研究中心，民國九十一年
52. 蔡明、張新立，「軌道運輸安全管理技術之研究」，中華民國第六運輸與安全研討會，民國八十八年
53. 謝百，「以系統方法建立汽車業環境管理指標之研究」，國立中央大學，碩士在職專班論文，民國九十四年
54. 正新、李尚，「臺北捷運地下車站空間規劃之探討」，技術與工程，21，78~83頁，民國八十七年

附錄 A：第一階段第一次專家問卷—異常狀況分級向度之架構

好：

學生為交通大學交通運輸研究所碩士生，目前正進行捷運車站異常狀況管理機制之研究，其中一個研究課題為異常狀況之分級，素仰 臺端在捷運車站之管理工作經歷豐富，希望 助 的專業意見以使學生論文中對於異常狀況分級應考量之因素更加完整。

本問卷將採德菲法(Delphi)方式進行，調查對象為臺北捷運公司站務處專家各數人，以專家們之共識作為最終之結果，因此在取得共識的過程中可能會麻 二至三次。非常感謝 對本研究的協助和參與，在此向 致上十二萬分的謝意

身體健 萬事如意

國立交通大學 交通運輸研究所

指導教授 黃臺生教授
碩士班研究生 李啟源

聯絡電話：0910-006-109
02-2349-4968

E-Mail：kevinlee302@gmail.com

本問卷填答注意事項：

1. 本研究中所稱之捷運車站異常狀況，係因異常事件之發生影響捷運車站正常營運，但對乘客未造成直接危害，不須採取緊急疏散作業之情境
2. 本問卷分為二部份，第一部份為異常狀況分級向度之定義，本研究目前選取影響範圍以及影響時間二種向度；第二部份為各向度之分級方式，影響範圍與影響時間各分為四級。
3. 本問卷採李克特五尺度量表，請各位先進於 讀各部份敘述後，於五尺度選項問題(非常適合、適合、普通、不適合、非常不適合)中擇一勾選，若尚須納入其他向度之考量，亦請提供 的 意見，謝謝

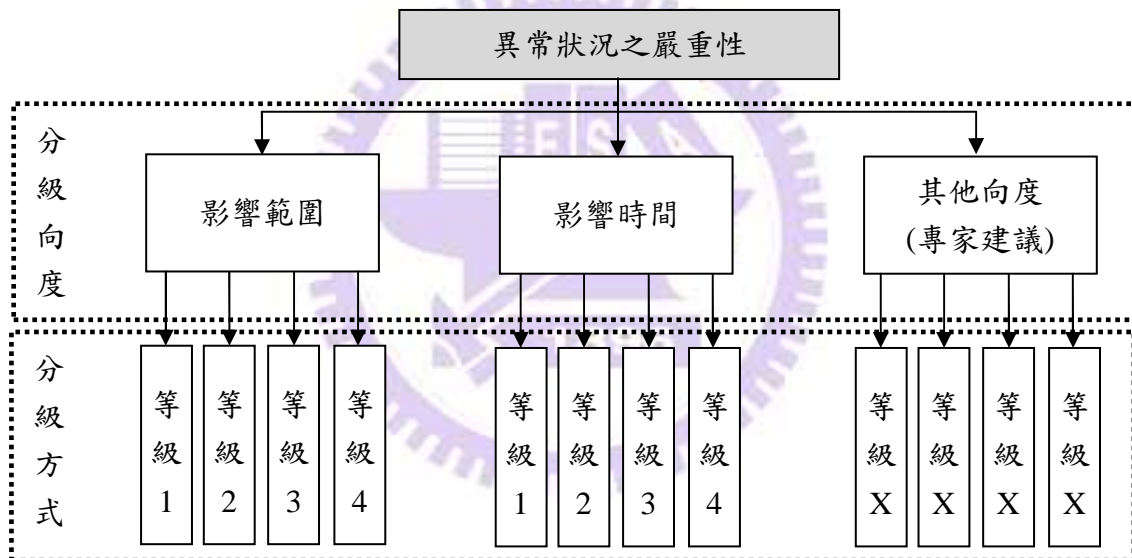
前言：研究概述

本節主要敘述異常狀況分級向度之構想，請各位先進 讀後 至下頁作答。

捷運車站營運作業上存有多種異常狀況，例如人員侵入軌道、列車故障、車站人潮過多等等，各種異常狀況發生時，將會受當時環境因素影響，而使嚴重性有所變化，因此本研究透過文獻回顧與現場調查，選定二種影響因素進行異常狀況嚴重性之分級，在此稱為分級向度。

為確保能考量到所有影響異常狀況之分級向度，因此以專家問卷向各位先進請教，希望 可以提供 的意見，如對於現有分級向度之定義與分級方式有任何指教，或是有其他應考量之分級向度，麻 在問卷當中提出，謝謝

圖 1 異常狀況分級向度層級圖



(讀完本段敘述後，請 頁開始作答，謝謝)

第一部份：異常狀況分級向度之定義

本研究選取影響範圍以及影響時間之長短做為異常狀況之分級向度，各向度之定義如下：

1. **影響範圍**：係指當異常狀況發生時，對於捷運車站以及系統所產生之影響區域大小。
2. **影響時間**：係指自站務人員感知異常狀況發生起，至異常狀況完全排除恢復正常營運止之時間長度。

問題 1-1：上述二分級向度之恰當性

分級向度	非常 恰當	恰 當	普 通	不 恰 當	非 常 不 恰 當	建議修正意見
認為以 影響範圍 做為異常狀況分級向度，是否恰當？						
認為以 影響時間之長短 做為異常狀況分級向度，是否恰當？						

問題 1-2：如果 認為尚須納入其他分級向度，請將建議填寫於下列表格中

其他向度編號	向度名稱	建議原因
向度 A		
向度 B		

第二部份：異常狀況向度之分級

本研究選取影響範圍以及影響時間之長短做為異常狀況之分級向度，各向度之分級如下：

1. 影響範圍共分為四級，分別為：

- 等級1. 對於捷運車站局部站務作業產生影響(Ex.售票)
- 等級2. 影響捷運車站旅客動線，包括月臺層、垂直移動設施或穿堂層
- 等級3. 列車輸運能量降低或停止，採單線雙向運轉或局部營運
- 等級4. 捷運車站容量過飽合，站內旅客安全有顧慮

2. 影響時間共分為四級，分別為：

- 等級I. 0 到 5 分鐘
- 等級II. 5 到 20 分鐘
- 等級III. 20 到 60 分鐘
- 等級IV. 60 分鐘以上

問題 2-1：上述二向度分級之恰當性

分級方式	非常 恰當	恰 當	普 通	不 恰 當	非 常 不 恰 當	建議修正意見
認為影響範圍分為 四級，是否恰當？						
認為影響時間分為 四級，是否恰當？						

問題 2-2：如 於問題 1-2 中(第一部份)認為應新增其他分級向度，請於下列表格中，填寫該向度分級之方式。

其他向度編號	向度名稱	分級方式
向度 A		
向度 B		

感謝 的填答，最後請 於下面 名以及寫下 的職稱，謝謝

名：_____ 職稱：_____



附錄 B：第一階段第二次專家問卷—異常狀況分級向度之架構

好：

學生為交通大學交通運輸研究所碩士生，目前正進行捷運車站異常狀況管理機制之研究，承 臺端於前日的專家問卷調查中提供關於異常狀況分級之專業意見，在此先向 致上十二萬分的謝意

本研究所採用之德菲法(Delphi)，必須透過多次專家問卷調查以使專家們之共識性達到最佳化，目前學生已將問卷調查結果進行統計並整理專家們之建議，然而統計結果並未達到足夠的共識性，因此學生將異常狀況分級向度架構重新修正後，再次進行專家問卷調查，希望 能對於新的分級架構再予不 指教，謝謝

身體健 萬事如意

國立交通大學 交通運輸研究所

指導教授 黃臺生教授
碩士班研究生 李啟源

聯絡電話：0910-006-109
02-2349-4968

E-Mail：kevinlee302@gmail.com

本問卷填答注意事項：

1. 本研究中所稱之**捷運車站異常狀況**，係因**異常事件之發生影響捷運車站正常營運**，但對乘客未造成直接危害，不須採取緊急疏散作業之情境
2. 本問卷分為二部份，第一部份為異常狀況分級向度之定義，本研究目前選取影響範圍以及影響時間二種向度；第二部份為各向度之分級方式，影響範圍與影響時間各分為四級。
3. 本問卷採李克特五尺度量表，請各位先進於 讀各部份敘述後，於五尺度選項問題(非常適合、適合、普通、不適合、非常不適合)中擇一勾選，謝謝

前言：第一次問卷調查結果

茲將第一次專家問卷調查評分值統計結果以及專家建議要點整理如下：

表 1 第一階段第一次調查—專家評分統計數據

分級向度 之定義	各專家評分值												平均數	標準差	CDI
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
影響範圍	3	4	4	4	2	5	5	4	4	4	5	4	4.000	0.853	0.209
影響時間	4	5	4	4	3	5	4	4	4	4	4	4	4.083	0.515	0.126
各向度分 級方式	各專家評分值												平均數	標準差	CDI
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12			
影響範圍	4	3	5	4	2	4	2	3	4	4	4	4	3.583	0.9	0.221
影響時間	4	3	4	4	4	5	2	4	4	2	4	4	3.667	0.888	0.217

註 1：共識性差異指標(CDI)須低於 0.1，方能代表專家意見已達一致性
 註 2：專家評分值中，1 代表非常不適當，5 代表非常適當，依此類推

表 2 專家建議事項

專家建議事項
應加入影響時段考量，諸如尖離峰、平假日等因素考量
影響時間是指只有排除狀況所需時間，還是有其他考量？
影響範圍之層級劃分定義尚未明確，部份層級可能混合發生
影響範圍建議考量單一或數個以上車站
影響時間之層級劃分建議修正(5-10 分、10-20 分、20-30 分、30 分以上)
影響時間之層級劃分建議修正(0-1.5 分、1.5-5 分、5-10 分、10-60 分、60 分以上)
影響時間之層級劃分建議修正(未造成延誤、2.5 分以下、3.5 分以上)
影響時間之層級劃分建議修正(0-5 分、5-15 分、15-30 分、30-60 分、60 分以上)
建議加入「受影響列車數」此一分級向度
建議加入「影響成本」與「公司形象」此二分級向度
建議加入「影響人數」此一分級向度
建議加入「管制作為」此一分級向度

感謝專家們對第一次問卷提供建議，本研究依建議事項作以下之說明與修正，並進行此第二次的問卷調查。

本研究之主要對象為捷運車站異常狀況，分級之目的係希望確定負責層級與動員能量，因此不以對公司影響之「影響成本」及「公司形象」作為考慮之向度，亦不另以「受影響列車數」作為分級之考量。另「管制作為」係作為分級之因應

措施，故不作為分級之向度。基於此，捷運車站異常狀況之分級衡量向度仍只有「影響範圍」與「影響時間」。

有專家提出「影響時間」之劃分方式不當，本研究思考後發覺原分級係捷運公司對列車事故嚴重程度之分級，非為車站異常狀況之分級，原分級方式確實不當，因此作一大幅修正，希望各位專家在此認知下協助填答第二次問卷，並提供建言，以達成共識，謝謝

第一部份：異常狀況分級向度之定義

參酌上述專家建議，本研究將二分級向度之定義修正(體部分)如下：

1. **影響範圍**：係指當異常狀況發生時，對於**單一捷運車站**所產生之**影響規模**
2. **影響時間**：係指自站務人員感知異常狀況發生起，至異常狀況完全排除恢復正常營運，**旅客可正常使用捷運系統止之時間長度**

問題 1-1：上述二分級向度之恰當性

分級向度	非常恰當	恰當	普通	不恰當	非常不恰當
認為以 影響範圍 做為分級向度，是否恰當？					
認為以 影響時間 做為分級向度，是否恰當？					

第二部份：異常狀況向度之分級

參酌上述專家建議，本研究將二分級向度之層級劃分修正(體部分)如下：

1. **影響範圍**共分為四級，分別為：
 - 等級1. 對於捷運車站局部站務作業產生影響**
(案例：自動售票機故障，產生排隊人潮，尚不影響主要旅客動線)
 - 等級2. 影響捷運車站旅客動線，瓶頸點產生旅客堆積現象**
(案例：車站內人潮眾多，通道發生擁塞，須分隔旅客動線或對動線重新安排)
 - 等級3. 列車輸運能量降低或停止**
(案例：發生旅客侵入軌道自殺，而使列車暫停運轉)
 - 等級4. 捷運車站整體容量過飽和，站內人滿為患，旅客安全有顧慮**
(案例：跨年活動時，除捷運公司需擬定整體因應計畫，亦須經由交通局動員其他單位支援)

2. 影響時間共分為四級，分別為：

等級1. 0 到 30 分鐘

(案例：車站設備故障，經通報可於 30 分鐘內修復者)

等級2. 30 到 60 分鐘

(案例：旅客量過大，車站擁塞，但可於一小時內疏解)

等級3. 60 到 180 分鐘

(案例：人員捲入車下而死亡，須通知救護與警察單位，處理時間超過一小時者)

等級4. 180 分鐘以上

(案例：跨年活動期間)

問題 2-1：上述二向度分級之恰當性

分級方式	非常恰當	恰當	普通	不恰當	非常不恰當
認為影響範圍分為上述四級，是否恰當？					
認為影響時間分為上述四級，是否恰當？					

感謝 的填答，如 尚有任何 建議，請書寫於此，最後請 於下面 名 以及寫下 的職稱，謝謝

名：_____

職稱：_____

附錄 C：第二與第三階段專家問卷---異常狀況分級向度之等級劃分

好：

學生為交通大學交通運輸研究所碩士生，目前正進行捷運車站異常狀況管理機制之研究，為建立異常狀況之分級制度以為研擬各級異常狀況之因應措施，本研究將結合德菲法、多評準評分法以及模糊理論等方法進行專家問卷調查。

本問卷為異常狀況分級之第二階段調查，透過專家問卷以取得分級向度相對權重與各層級之嚴重性，並以專家們之共識作為最終之結果，因此在取得共識的過程中可能會麻 二至三次。非常感謝 對本研究的協助和參與，在此向致上十二萬分的謝意

身體健 萬事如意



國立交通大學 交通運輸研究所

指導教授 黃臺生教授
碩士班研究生 李啟源

聯絡電話：0910-006-109
02-2349-4968

E-Mail：kevinlee302@gmail.com

本問卷填答注意事項：

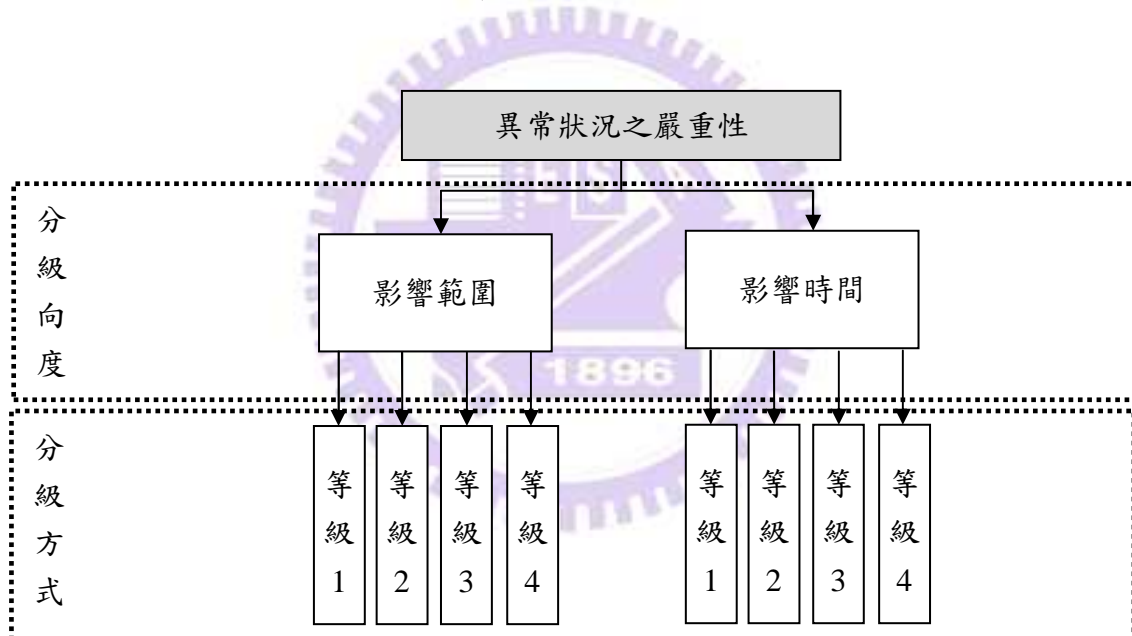
4. 本研究中所稱之捷運車站異常狀況，係因異常事件之發生影響捷運車站正常營運，但對乘客未造成直接危害，不須採取緊急疏散作業之情境
5. 本問卷分為二部份，第一部份為異常狀況分級向度之相對權重比較評分；第二部份為各向度之層級嚴重性評分，第三部份則為分級向度組合情境之嚴重性評分。

前言：問卷概述

捷運車站營運作業上存有多種異常狀況，例如人員侵入軌道、列車故障、車站人潮過多等等，各種異常狀況發生時，將會受當時環境因素影響，而使嚴重性有所變化，因此本研究透過文獻回顧與現場調查，選定二種影響因素進行異常狀況嚴重性之分級，在此稱為分級向度。

本研究所採用之分級向度包括影響範圍與影響時間，然而二分級向度間具有不同的重要性，此外，各分級向度之層級皆為四個層級，不同層級應具有不同嚴重性，因此本研究欲透過此問卷調查專家對於二分級向度相對重要性以及不同層級之嚴重性感知程度。如對於現有分級向度之相對權重與層級嚴重性調查方式有任何指教，亦麻 在問卷當中提出，謝謝

圖 1 異常狀況分級向度層級圖



(讀完本段敘述後，請 頁開始作答，謝謝)

第一部份：異常狀況分級向度之相對重要性

本研究選取影響範圍以及影響時間之長短做為異常狀況之分級向度，各向度之定義如下：

1. **影響範圍**：係指當異常狀況發生時，對於單一捷運車站所產生之影響規模
2. **影響時間**：係指自站務人員感知異常狀況發生起，至異常狀況完全排除恢復正常營運，旅客可正常使用捷運系統止之時間長度

問題 1-1：上述二分級向度之重要性評分(請以 0~100 尺度進行評分，0 分為完全不嚴重，100 分為絕對嚴重，依此類推)

分級向度	重要性評分
影響範圍	
影響時間	

第二部份：異常狀況向度之層級嚴重性評分

本研究雖已將各分級向度進行層級劃分，然而其層級關係尚未明確，為調查各層級之線性關係，本研究擬進行層級嚴重性評分調查，在題目中，請在嚴重性評分欄中，以 0~100 尺度進行評分，0 分為完全不嚴重，100 分為絕對嚴重，依此類推。

問題 2-1：「影響範圍」向度中，各層級之嚴重性為何？

層級	定義	嚴重性評分
1	對於捷運車站局部站務作業產生影響	
2	影響捷運車站旅客動線，瓶頸點產生旅客堆積現象	
3	列車輸運能量降低或停止	
4	捷運車站整體容量過飽和，站內人滿為患，旅客安全有顧慮	

問題 2-2：「影響時間」向度中，各層級之嚴重性為何？

層級	定義	嚴重性評分
1	0 到 30 分鐘	
2	30 到 60 分鐘	
3	60 到 180 分鐘	
4	180 分鐘以上	

第三部份：分級向度組合情境之嚴重性等級評分

本研究擬以模糊理論建立異常狀況之分級制度，其中必須調查各組合情境之等級，並與組合情境之衡量值交叉建立模糊隸屬函數，下列為各種不同層級之影響範圍與影響時間情境組合，請配合前一部份所提供之層級編號，填寫下列16種組合之整體嚴重性等級，本部份共分為5個等級，請依據所認為的嚴重程度勾選適當欄位，謝謝

問題 3-1：下列各組合情境之嚴重性為何？

組合編號	影響範圍	影響時間	案例說明	非常輕微	輕微	普通	嚴重	非常嚴重
1	1	1	自動售票機故障，於30分內修復					
2	2	1	有旅客於通道昏倒，現場急救5分後送醫					
3	3	1	單一系列車因故延誤7分鐘抵站					
4	4	1	旅客掉落軌道，於20分內被站務員送醫					
5	1	2	悠遊卡充值機故障，於60分內修復					
6	2	2	部份驗票閘門故障，於60分內修復					
7	3	2	列車意外停滯站間約50分鐘					
8	4	2	遇上陣雨的尖峰時間，人潮突然增加					
9	1	3	洗手間發生命案，必須封鎖一小時					
10	2	3	電扶梯電力故障，約一小時修復					
11	3	3	第三軌電力異常，經90分鐘搶修後恢復					
12	4	3	尖峰時間又遇旅客侵入軌道，須70分鐘排除					
13	1	4	跨年活動初期，人潮漸增但不影響旅客動線					
14	2	4	跨年活動中期，旅客動線漸漸回堵					
15	3	4	跨年活動晚期，發生列車故障					
16	4	4	跨年活動結束，家旅客大量集中湧入車站					

感謝 的填答，尚有任何 建議，請書寫於此，最後請 於下面 名以及寫下職稱，謝謝

名：_____

職稱：_____