

12
DECEMBER 2012

Railway

DECEMBER 2012

12

軌道

Operations & Management

經營與管理

軌道經營與管理
Railway Operations & Management

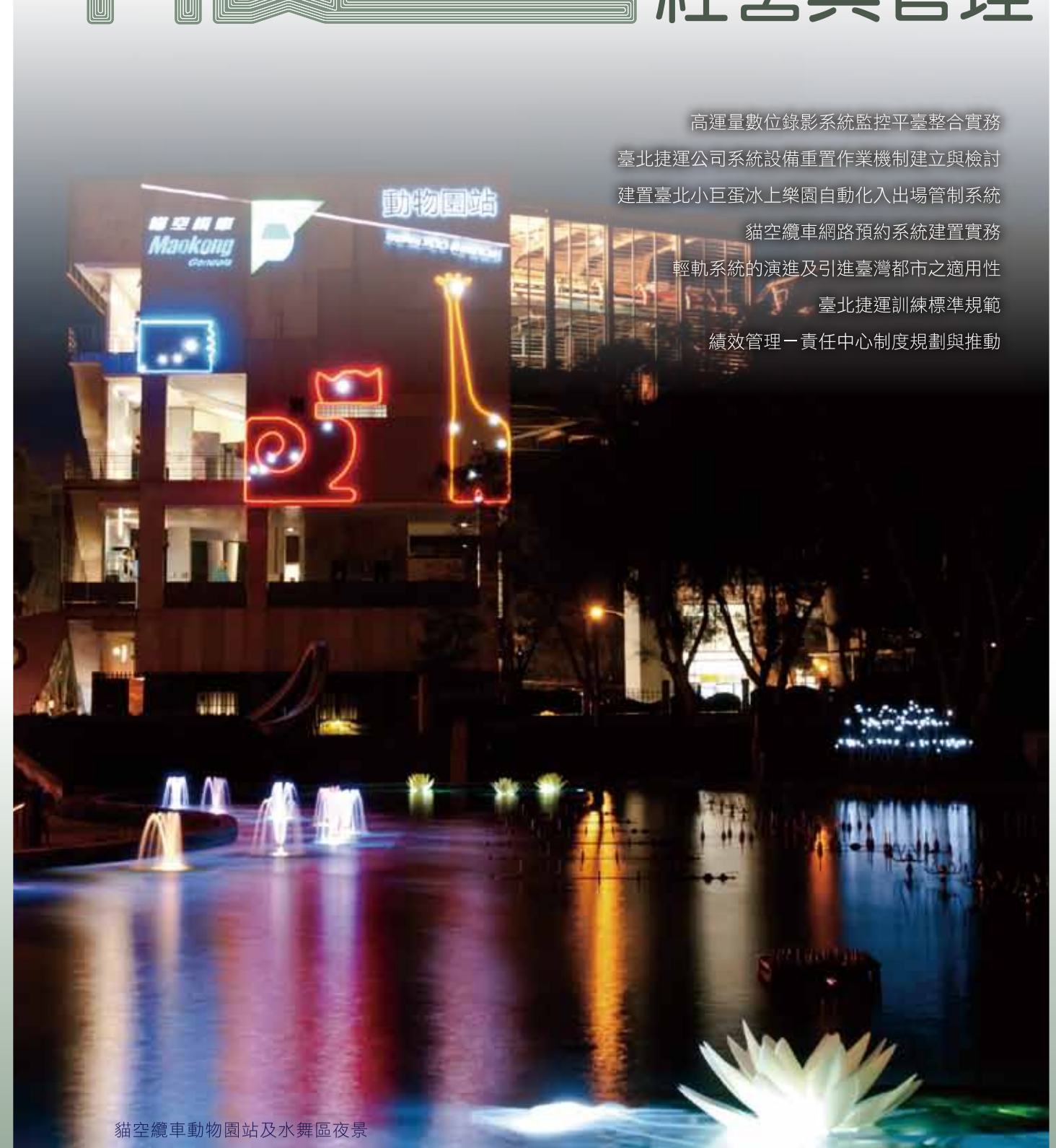
台北大眾捷運股份有限公司
TAIPEI RAPID TRANSIT CORPORATION

 台北大眾捷運股份有限公司
TAIPEI RAPID TRANSIT CORPORATION

10448 台北市中山北路2段48巷7號2樓
2F, 7, Lane 48, Sec. 2, Zhongshan N. Rd., Taipei, Taiwan, R.O.C.
<http://www.trtc.com.tw>



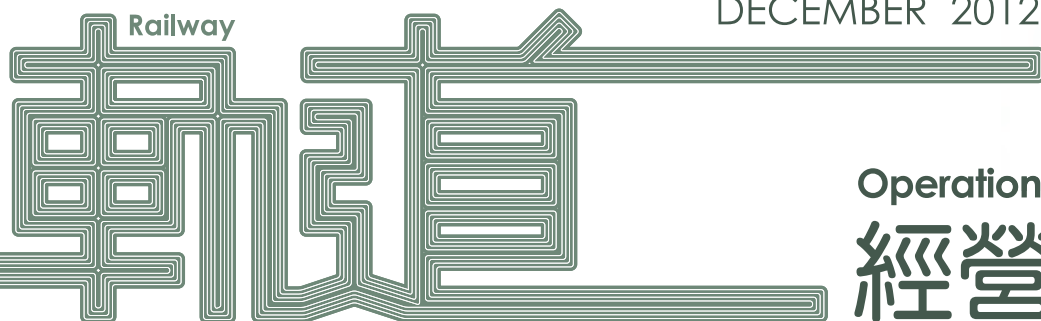
GPN : 2009602351
定價 : NT\$450



貓空纜車動物園站及水舞區夜景

台北大眾捷運股份有限公司

高運量數位錄影系統監控平臺整合實務
臺北捷運公司系統設備重置作業機制建立與檢討
建置臺北小巨蛋冰上樂園自動化入出場管制系統
貓空纜車網路預約系統建置實務
輕軌系統的演進及引進臺灣都市之適用性
臺北捷運訓練標準規範
績效管理－責任中心制度規劃與推動

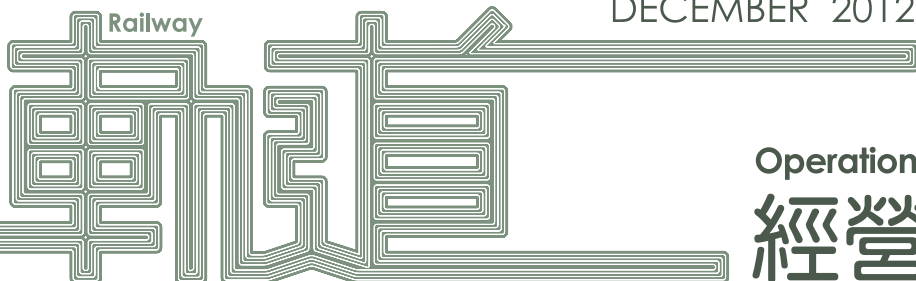


DECEMBER 2012

12

Operations & Management

經營與管理



DECEMBER 2012

12

Operations & Management

經營與管理

004 編輯室報告
Editor's Words

006 高運量數位錄影系統監控平臺整合實務
The Practice of High-Capacity CCTV System
Monitoring Platform Integration

徐起山、吳宗明

Chi-shan Hsu
Tsung-ming Wu

024 臺北捷運公司系統設備重置作業機制建立與檢討
Establishment and Review of Taipei Metro System
Equipment Replacement Operating Mechanism

黃來福、洪志偉、吳念修

Lai-fu Huang, Jhih-wei Hong
Nien-hsiu Wu

042 建置臺北小巨蛋冰上樂園自動化入出場管制系統
The Deployment of Automatic Access Control System
for Taipei Arena Ice Land

沈遠蓉、黃永智、陳碩彥、闕鑫榮、余楊弘

Yuan-rong Shen, Yung-chih Huang
Shuo-yen Chen, Hsin-jung Chueh, Yang-hung Yu

066 貓空纜車網路預約系統建置實務
The Development of Maokong Gondola
Online Booking System

趙孟成、時善樂、方鍵

Meng-cheng Chao, Solomon Shih
Chien Fang

080 輕軌系統的演進及引進臺灣都市之適用性
The Development of Light Rail System and Its
Applicability in Taiwan

林鑑秀

Yie-shiow Lin

CONTENTS 目錄



- | | | |
|------------|--|--|
| 104 | 臺北捷運訓練標準規範
Taipei Metro Training Curriculum Specification
Requirements | 蔣蔚聖、邱顯明、翁儷文
Wei-shen Chiang, Jeremy Chiu
Li-wen Weng |
| 112 | 績效管理－責任中心制度規劃與推動
Implementation of Responsibility Center System | 陳佳琳、陳彥君
Chia-lin Chen, Yen-chun Chen |
| 124 | 軌道停看聽・徵稿須知
Notice about Contributions | |

Editor's Words

編輯室報告

軌道運輸是完善公共運輸的骨幹，以臺灣而言，城際間係以長途之高鐵、臺鐵連接，都會區則以捷運為主軸，未來亦規劃以輕軌系統延伸載運，透過逐漸擴展之軌道網絡，已大為提升大眾運輸之可及性，期望因此降低對小汽車、機車等私人運具之依賴，達成綠色交通與環境永續之理想。是以，軌道運輸系統在公共運輸之推動發展上扮演重要角色，各業者無不以提供旅客安全舒適之搭乘品質自我要求，並秉持精益求精之精神，推展各項創新措施及作法，以達成更精緻化、人性化之服務目標。《軌道經營與管理》半年刊發行目的，即是提供軌道同業在累積重要經營管理經驗之同時，得以有交流傳承之平臺，即時紀錄軌道營運各項豐碩成果，讓同業間相互學習，追求進步，共同為提升優質服務而努力。

《軌道經營與管理》半年刊自2007年創刊以來，已發行11期，在產、官、學界之支持下，刊登超過80篇珍貴文稿，領域涵蓋硬體方面之工程技術探討、軟體方面之貼心服務分享，亦有經營管理面向之政策或制度相關議題，滿足讀者多元化之閱讀及參考需求。檢視本期文章，內容屬性多樣豐富，「高運量數位錄影系統監控平臺整合實務」以實例闡述軟體整合錄影系統，於監控平臺新增管理機制與便捷影像搜尋功能之方式，並考量擴充性，建構可擴充不同錄影系統、攝影機監控平臺之過程；「臺北捷運公司系統設備重置作業機制建立與檢討」介紹系統重置作業機制，透過持續檢討與改進，修訂捷運系統財產登錄作業方式及建立重置預算審核作業機制，提升系統設備之運轉安全及服務品質。

「建置臺北小巨蛋冰上樂園自動化入出場管制系統」分享小巨蛋冰上樂園導入自動化入出場館之管理方式，自行撰寫操作軟體，改裝汰換之閘門及電腦等硬體，開發符合小巨蛋需求之「自動化入出場管制系統」，將臺北捷運既有經驗成功移植至小巨蛋；而「貓空纜車網路預約系統建置實務」則講述為加強服務民眾，方便其行程規劃、減少排隊候車時間，建置貓空纜車網路預約系統之過程，克服各項使用面、軟體面以及網路面問題，提供民眾更優質之服務。

「輕軌系統的演進及引進臺灣都市之適用性」簡介輕軌系統演進歷程，並以國外經驗及軌道之可靠度、可用率、維修度及安全性等面向，探討其引進臺灣之適用性；而「臺北捷運訓練標準規範」係就訓練標準規範之內涵、管理與發展進行介紹，期與各界分享人力培訓相關營運經驗；另「績效管理-責任中心制度規劃與推動」則敘述企業績效管理方式，將組織使命、價值、願景及策略轉化為績效目標，使員工認知組織之期待與要求，進而結合個人目標與組織目標，達成公司目標，並按責任績效落實激勵制度之作法。

感謝各位讀者及先進對本刊之肯定，未來仍請繼續支持並踴躍投稿，如對本刊有任何建議亦請不吝指教，俾利本刊納入參考辦理，提升刊物價值，讓本刊讀者能藉由本刊獲取更多新知，進而激發軌道運輸更旺盛之生命力。

編輯室 謹識

2012年12月



高運量數位 錄影系統監控 平臺整合實務

The Practice of High-Capacity
CCTV System Monitoring
Platform Integration

徐起山 Chi-shan Hsu¹、吳宗明 Tsung-ming Wu²

¹ 臺北捷運公司系統處場長 sam@trtc.com.tw

² 臺北捷運公司系統處工程員 e23664@trtc.com.tw

摘要

臺北捷運路網中，淡水、新店、中和線原錄影系統，因已逾使用年限，故障率高且設備停產無法取得備品，故需進行系統重置更新，另由於行控中心為即時監看列車狀況與乘客安全，需要監看不同路線錄影系統，惟各路線分別為不同廠牌錄影系統，而各廠商影像監控平臺軟體皆不相容，故要執行影像功能整合非常困難。本文係以淡水、新店、中和線案例說明，將以軟體整合方式進行新莊、蘆洲線錄影系統整合，另於錄影系統監控平臺新增管理機制與便捷影像搜尋功能；為避免後續因不同錄影系統的整合問題，難以進行系統建置，故本案建立一個可擴充不同錄影系統、攝影機的監控平臺，以增加監控平臺擴充能力。

關鍵字：行控中心、監控平臺

Abstract

The Tamsui, Xindian, Zhonghe Lines' CCTV systems have high failure rates, and are end-of-life (EOL) . Therefore we need to replace the CCTV systems. In the Operation Control Center (OCC) , we need to monitor the train status and passenger safety in real time, so we monitor different CCTV systems on the different lines. Because each vendor provides incompatible monitor software, the integration of the different CCTV systems is difficult. This article discusses the case of Tamsui, Xindian, Zhonghe Lines' CCTV systems and the integration with the Xinzhuang, Luzhou Lines' CCTV systems by using the application program interface (API) , and a newly-added management mechanism and the improvement of video search function for users to search the video record. This study introduces a monitor platform that can expand different CCTV systems to solve the problem that might occur when integrating different CCTV systems.

Keywords : Control Center, Monitor Platform

緣起

淡水、新店、中和線錄影系統自2005年啟用至2011年，已達設備重置年限，因該設備故障頻繁，且既有錄影系統產品已停產無法取得備品，故進行系統設備重置更新。

錄影系統為管理車站影像資訊，故需新增管理機制進行系統管理，另因近幾年捷運系統持續擴增路網範圍，新舊路網上之不同廠牌錄影系統，其影像必須於高運量行控中心有效整合，以便即時監看車站及列車狀況確認乘客安全，另為使後續不同系統易於整合，故應先建置具容易擴充或增加不同錄影系統之影像監控平臺。

工作目標

本案施作範圍如圖1所示，主要工作項目係更換淡水、新店、中和線車站錄影系統硬體設備、監控軟體與傳輸網路設備。為提升整體錄影系統影像傳輸品質，從車站現場旅客詢問處（Passenger Agent Office, PAO）、高運量行控中心，皆可由遠端快速的調閱影像畫面，故將傳輸網路骨幹規劃為環型超高速乙太網路（Gigabit Ethernet, GE）；另因影像須有效管理及快速調閱，故新增各使用者操作權限區分、影像操作紀錄及快速影像搜尋標的等功能，有關影像監控平臺規劃功能，說明如下：

一、基本功能

即時監看、影像回放、影像下載、影像樣板輪播及電子地圖等功能。

二、新增快速影像搜尋功能

影像同步回放、智慧型搜尋回放、回放快速縮圖預覽、攝影機快速搜尋等功能。

三、管理功能

操作者權限設定、操作者影像操作紀錄及影像浮水印等功能。

四、整合新莊、蘆洲線錄影系統，於本案影像監控平臺內，使高運量交九行控中心可便於即時監看列車狀況及乘客安全，以確實掌握車站動態。

五、以開放式網路影像介面論壇（Open Network Video Interface Forum, 後續簡稱ONVIF）來建立其擴充功能，增加影像監控平臺後續擴充性，減少後續不同錄影系統無法整合問題。

工作內容

工作範圍



圖1 施作路線



工作期程

本案自2011年6月起至2012年4月，分5階段逐步完成36個捷運車站錄影系統與網路設備更新，以及高運量行控中心之影像監控平臺架設，並完成2,160小時錄影系統動態可靠度驗證測試。各期程詳細說明如下：

- 第1階段：2011年8月完成淡水線石牌站之軟、硬體與交九行控硬體功能驗證與影像監控平臺規劃與審查。
- 第2階段：2011年10月完成淡水線車站錄影系統軟、硬體安裝及功能驗證，與板南土線DVR單機之即時影像監控功能驗證。
- 第3階段：2011年11月完成新店、中和線車站錄影系統軟、硬體安裝及功能驗證，與新蘆線DVR單機之即時影像監控功能驗證。
- 第4階段：2012年1月完成淡新中線、板南線各站移機與車站監控系統設定與影像監控平臺之歷史回放、資料下載及資訊安全控管功能驗證。
- 第5階段：完成2,160小時全系統動態可靠度驗證測試及教育訓練等事項。

系統功能說明

一、整體系統架構

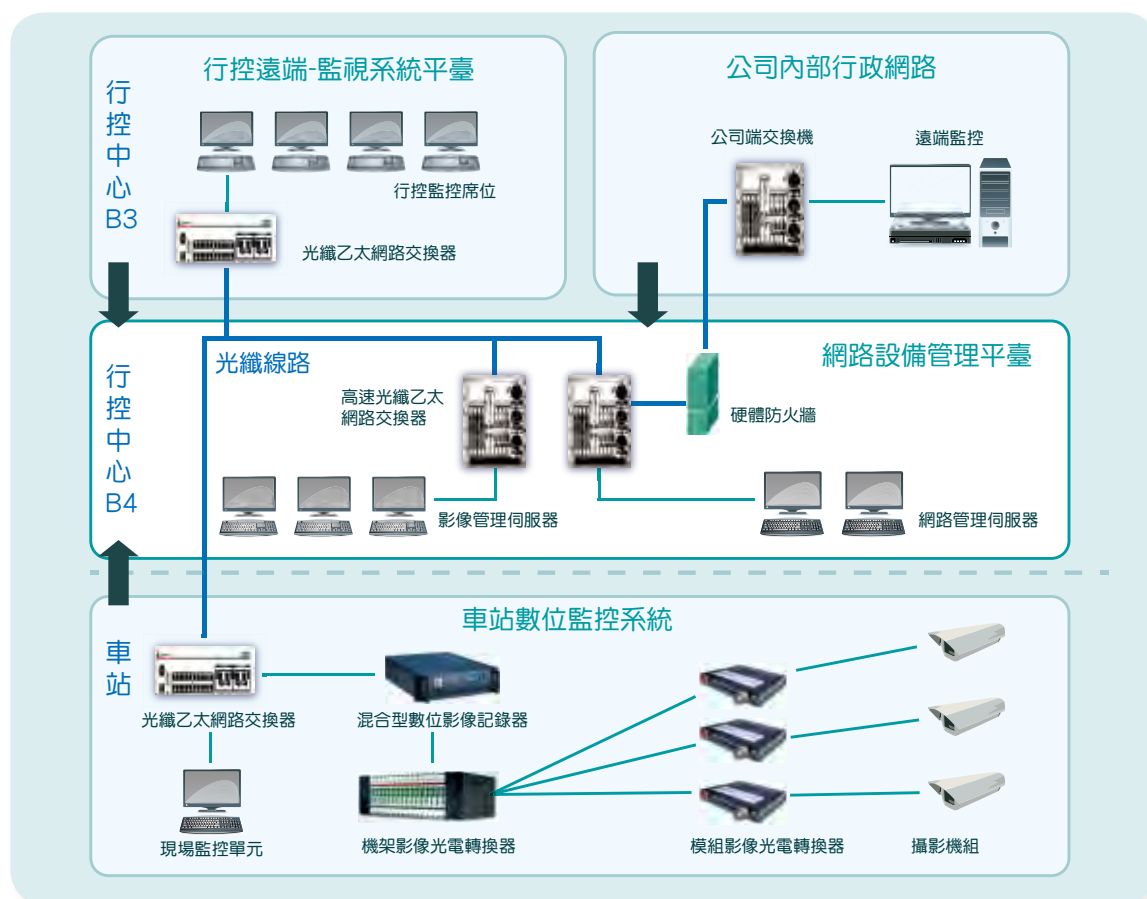


圖2 整體系統架構圖

二、錄影系統硬體建置說明

(一) 錄影系統

本案錄影系統架構圖如圖2所示，在各車站的攝影機影像資料，由末端影像光電轉換器傳輸到機房影像光電轉換器收集並轉換回影像資料，儲存至混合型數位影像紀錄器（Hybrid Digital Video Recorder, HDVR），另一影像資料流可藉由光纖以太網路傳送到車站、遠端行控中心或其他指定位置，進行影像即時監看，供車站現場操作人員與遠端操控者，可立即回放前一秒歷史影像資料，且不影響設備房錄影設備資料儲存，使錄影系統具有即時遠端調閱影像功能，以符合交九行控中心可即時監看列車狀況、乘客動態，以確認乘客安全。

(二) 傳輸網路

錄影系統要具有遠端即時監看功能，須藉由高速網路頻寬，才能將影像資料即時送到遠端進行影像監看；本案即採用Gigabit光纖乙太網路骨幹架構圖如圖3所示，以IEEE802系列標準作為網路協定，主要傳送即時大量影像資料，將各車站以環型概念連接在一起，使各車站間具有備援機制，且相鄰車站分屬不同迴路，避免造成網路風暴效應，影響系統正常運作；於主要影像匯集之交九行控中心建置兩套高速網路交換器（Switch），使其互作備援機制，確保主要交九行控中心可正常運作無虞，並於交九行控中心附近車站，設立主要網路中繼站，使整體網路架構具有階層式的網路佈署，由末端車站傳送影像資料至中繼車站，再由中繼車站傳送至交九行控中心，如此可減輕交九行控中心網路局端壓力，使錄影系統可正常傳送影像資料。

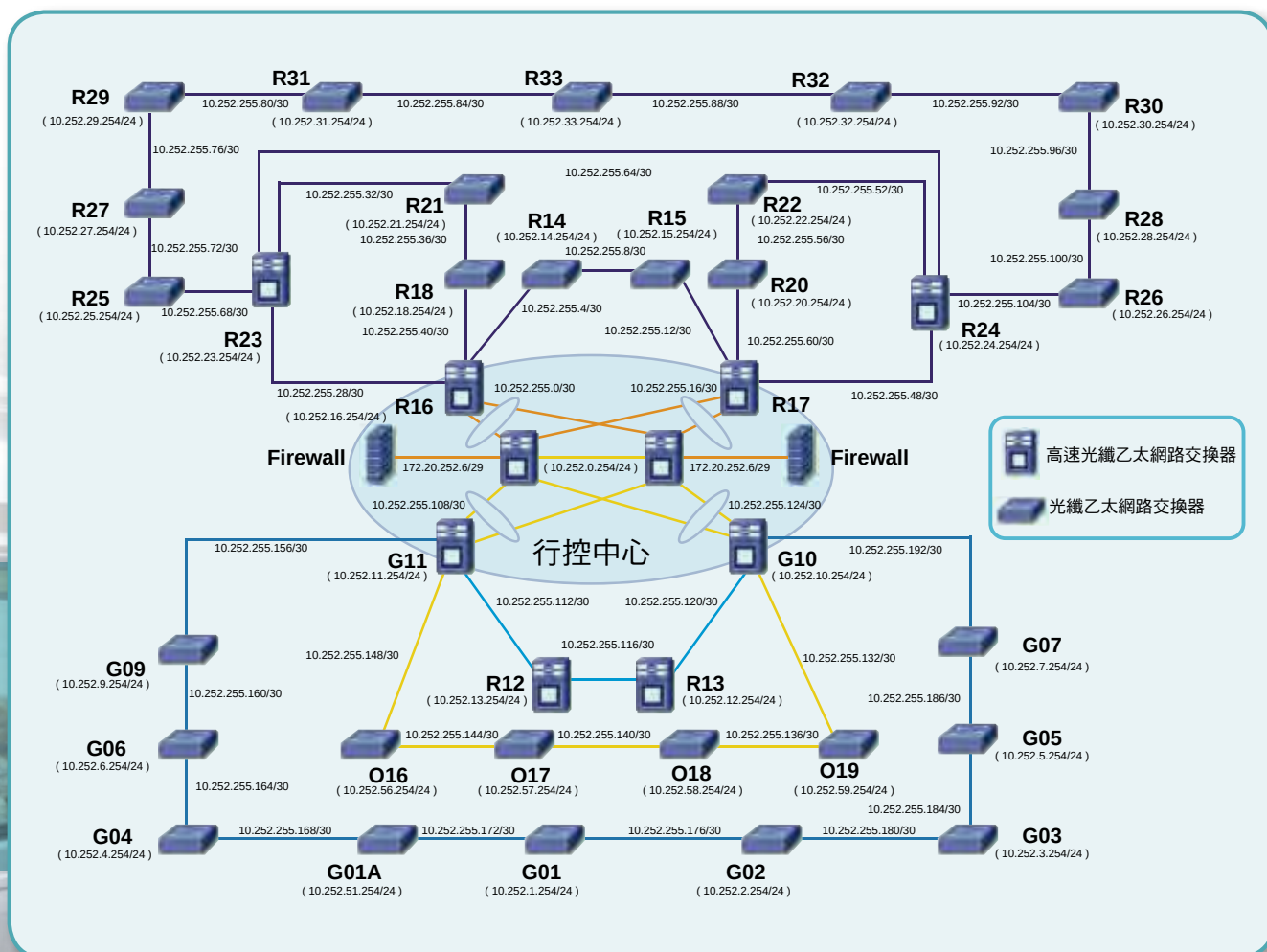


圖3 光纖網路架構圖

(三) 行控中心

於行控中心建立影像監控平臺如圖4所示，3套影像管理伺服器及2套網路管理伺服器，分別對錄影系統中錄影設備與網路設備進行管理，其中影像管理伺服器主要管理各車站攝影機資料、錄影系統資料更新、使用者帳號、使用者權限、錄影系統認證、操作紀錄儲存及網路簡易版影像監控平臺等主要功能，並與公司既有帳號伺服器連接，將使用者帳號與公司帳號整合，且3套設備互作備援機制，以確保系統正常運作；另2套網路管理伺服器主要管理其錄影傳輸網路骨幹之網路交換器設備，其設備使用狀況、故障訊息顯示、網路連線速率、使用者帳號、使用者權限、操作紀錄儲存；網路管理伺服器僅為監控，不影響車站設備與相關傳輸速率等問題，避免造成網路頻寬的負擔。



圖4 行控中心錄影系統伺服器設備



錄影系統軟體功能說明

一、影像搜尋軟體功能

本案錄影系統的影像相關操作功能，除一般影像功能外，如：即時監看、歷史資料回放、影像資料下載、攝影機樹狀結構、攝影機地圖資料、即時影像分割、影像群組輪跳等基本影像功能外；為讓使用單位更加方便進行影像搜尋，經與使用單位人員進行多次討論後，增加了特殊影像搜尋功能，使錄影系統原本擁有即時監控外，並增加其影像搜尋標的快捷便利性，與軟體操作功能多元化，相關增加功能如下所列：

影像同步回放



圖5 影像同步回放

影像同步回放功能如圖5所示，不同於一般歷史影像回放，以單一時間軸控制歷史影像回放時間，以便進行連續影像畫面調閱。

智慧型搜尋回放

智慧型搜尋回放如圖6所示，設定智慧型搜尋區域，呈現黃色框框內，當人員經過該區域時，影像將自動停格，以便操作者確認是否為搜尋標的物。



圖6 智慧型搜尋回放

回放快速縮圖預覽

回放快速縮圖預覽如圖7所示，將同一攝影機畫面分不同時間區段進行顯示，顯示時間可由月、日、小時、分鐘進行細分，以便操作者快速找尋標的物。



圖7 回放快速縮圖預覽

攝影機快速搜尋

攝影機快速搜尋如圖8所示，因本案相關路線攝影機數量較多，所以在眾多攝影機中，要快速找尋攝影機，除一般樹狀結構、地圖搜尋，另再增加攝影機名稱搜尋，以便使用者方便找尋攝影機。

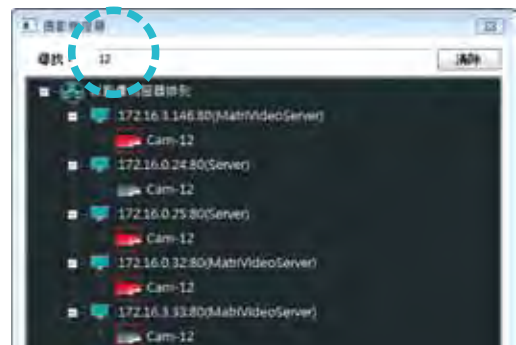


圖8 攝影機快速搜尋

下載影像浮水印功能



圖9 影像浮水印

影像浮水印如圖9所示，主要在下載影像資料時，會自動產生相關字樣，以便使用單位控管下載影像資料，防止影像資料被不當使用。

二、錄影系統帳號管理機制

本案建置錄影系統為有效使用其錄影監控的資源，與影像資訊安全管理，於行控中心影像管理伺服器中，建立使用者帳號管理及認證、使用者權限及影像操作紀錄等功能，俾利錄影系統資源有效的被使用，相關功能如下所示：

使用者帳號管理如圖10所示，使用者帳號、密碼設定，與使用監看範圍、監看功能設定、帳號有效時間，讓操作錄影系統使用者，能夠正確、快速、簡易使用該系統。

影像操作紀錄如圖11所示，主要紀錄使用者執行即時監看、歷史回放、資料下載時，進行紀錄相關資料，其餘一般系統設定，並不予進行紀錄。



圖10 使用者帳號管理

紀錄編號	使用者帳號	使用者IP	操作行為	操作時間	開始時間	結束時間	攝影機名稱	Server IP 位址
1	admin	192.168.1.100	登入系統	2020/12/01 10:00:00	2020/12/01 10:00:00	2020/12/01 10:00:00	攝影機1	192.168.1.100
2	admin	192.168.1.100	登入系統	2020/12/01 10:05:00	2020/12/01 10:05:00	2020/12/01 10:05:00	攝影機1	192.168.1.100
3	admin	192.168.1.100	登入系統	2020/12/01 10:10:00	2020/12/01 10:10:00	2020/12/01 10:10:00	攝影機1	192.168.1.100
4	admin	192.168.1.100	登入系統	2020/12/01 10:15:00	2020/12/01 10:15:00	2020/12/01 10:15:00	攝影機1	192.168.1.100
5	admin	192.168.1.100	登入系統	2020/12/01 10:20:00	2020/12/01 10:20:00	2020/12/01 10:20:00	攝影機1	192.168.1.100
6	admin	192.168.1.100	登入系統	2020/12/01 10:25:00	2020/12/01 10:25:00	2020/12/01 10:25:00	攝影機1	192.168.1.100
7	admin	192.168.1.100	登入系統	2020/12/01 10:30:00	2020/12/01 10:30:00	2020/12/01 10:30:00	攝影機1	192.168.1.100
8	admin	192.168.1.100	登入系統	2020/12/01 10:35:00	2020/12/01 10:35:00	2020/12/01 10:35:00	攝影機1	192.168.1.100
9	admin	192.168.1.100	登入系統	2020/12/01 10:40:00	2020/12/01 10:40:00	2020/12/01 10:40:00	攝影機1	192.168.1.100
10	admin	192.168.1.100	登入系統	2020/12/01 10:45:00	2020/12/01 10:45:00	2020/12/01 10:45:00	攝影機1	192.168.1.100

圖11 影像操作紀錄

三、Web 版監視系統

有關Web版監視系統是透過網頁，可遠端進行簡易影像監看操作，可操作功能有影像即時監看、影像歷史資料回放、影像資料下載、影像照像功能，如圖12、13所示，Web版監視系統對於基本影像調閱功能皆已具備，雖然無專業監控軟體，具備特殊影像搜尋功能，但已足夠供一般使用者進行基本影像調閱，讓一般使用者免於學習專業監控軟體複雜操作流程與軟體設定步驟。

該Web版監視系統也可有效降低網路資源使用，因使用專業監控軟體，需要硬體電腦設備較高階，且因影像搜尋功能較多，占用較多網路資源；錄影系統所傳輸的影像資料，皆屬於大資料量應用在網路上，例如：以每一組攝影機的影像資料量為1M bytes/sec，1,000組攝影機的資料就有1G bytes/sec；在實際情況下，很少同時調閱1,000組攝影機資料，但在錄影系統中影像資料量必須有效進行管控，才可讓整個錄影系統正常運作，否則再多的高速網路資源，也無法支應過多的影像資料量傳輸。所以將使用者區分為兩大類，為一般基本使用者與專業影像使用者，讓系統資源有效被利用，並且降低使用者學習困擾，為建置Web版監視系統主要目的與功用。



圖12 Web版監視系統地圖



圖13 Web版監視系統操作介面

錄影系統整合說明

一、新莊、蘆洲線錄影系統整合說明

新莊區段、蘆洲線捷運路網於2010年11月通車後，即增加新莊、蘆洲線的錄影系統如圖14所示，不同於現行路網的錄影系統如圖15所示；另本案於2012年4月完成中和線錄影系統重置更新，為考量2012年新莊線東門站通車後與既有中和線路網銜接，新莊線區段與中和線分別擁有不同錄影系統，於高運量行控中心監看東門站與古亭站之間影像資料，將要透過不同錄影系統進行監看；為避免不同系統差異，影響高運量行控中心即時影像監看，本案對新莊、蘆洲線的錄影系統進行影像功能整合，使本案的錄影系統亦可監看新莊、蘆洲線錄影資料畫面。



圖14 新莊、蘆洲線錄影系統



圖15 淡水、新店、中和線錄影系統

因不同錄影系統其硬體設備、軟體功能是截然不同，要進行新莊、蘆洲線錄影系統整合，僅能對新莊、蘆洲線的錄影系統，已擁有的影像功能進行整合，且該影像功能必須有應用介面程式（Application Program Interface；API），才能藉由API程式整合在本案的監控軟體，對於沒有影像API程式的影像功能，將無法整合在本案監控軟體。影像API程式主要是用來供不同錄影系統進行整合的介面程式，因為各家廠商的監控軟體影像控制協定都不同，若無影像API程式，將難以達成不同錄影系統進行影像整合，且該程式皆須由原錄影系統廠商提供，取得影像API程式後，並無法直接使用，因不同錄影系統架構不同，必須將新莊、蘆洲線使用介面改成類似本案監控軟體的使用介面，避免使用者造成使用習慣混淆，綜合上述說明，將新莊、蘆洲線錄影系統進行整合困難原因如下所列：

- (一) 錄影影像壓縮格式需相同，本案錄影系統僅整合新莊、蘆洲線錄影系統中h.264的影像資料，其他不同影像資料格式，無法進行整合。
- (二) 錄影系統硬體設備、軟體功能是截然不同，影像功能整合限制非常多。
- (三) 對於被整合的錄影系統僅能整合既有錄影功能，無法新增其他影像功能。
- (四) 需有正確可使用的影像API程式，才可進行影像功能整合。
- (五) 影像API程式在執行時，不可造成記憶體堆疊損耗，避免影響軟體穩定度。
- (六) 須更改監控軟體使用介面，使兩套系統可並存在同一個使用介面下。
- (七) 整合新莊、蘆洲的錄影系統於本案監控軟體中，等同於使用兩套錄影系統進行監看影像，需使用電腦設備，應採用較高等級，如：CPU為4核心、4G以上記憶體等。

本案整合影像畫面如圖16所示，本案將淡水、新店、中和線與新莊、蘆洲線的攝影機樹狀圖分開，以便使用者容易辨認不同系統，監看方式與現行錄影系統相同。



圖16 整合影像畫面



二、建立開放式影像監控平臺

錄影系統若採用數位影像紀錄器（Digital Video Recorder, DVR）紀錄影像資料，常會受廠商影像控制通訊協定限制，因廠商影像控制通訊協定皆不相同，所以需要影像API程式才容易進行影像功能整合，但並不是各家廠商都有完整、正確的影像API程式，且廠商也不一定提供，因為錄影系統軟體技術皆屬於各廠商核心技術；故本案依開放式網路影像介面論壇（ONVIF）來訂定影像控制協定，使本案監控軟體，可接收依ONVIF通訊協定的影像資料，進行基本影像功能的操作，為後續路網再擴充或是系統重置更新時，減少因不同錄影系統，無法進行影像監看的問題。

開放式網路影像介面論壇（ONVIF）是近年來積極訂定相關影像控制通訊協定的機構之一，相關的影像控制通訊協定定期皆公佈在網路上，供廠商進行查詢與確認；尚有其他與ONVIF相同的機構，但本案僅能選擇廠商參與會員數最多，且多是國際廠牌的廠商皆支持共通影像控制通訊協定，如此本案所建立的影像監控平臺，對錄影系統廠商都是公平公開，廠商亦可以保有自有技術，廠商只要將自有影像通訊協定轉換為ONVIF影像通訊協定，即可連進本案影像監控平臺，期望減少後續影像整合的困難。

本案影像監控平臺具有依ONVIF影像控制通訊協定之影像功能，可對ONVIF設備進行影像解析度設定、影像錄影幅數設定、影像品質設定、影像即時監看。於本案影像監控平臺加入ONVIF設備後，即可由本案監控軟體進行基本影像畫質設定與影像通訊協定設定如圖17所示，以及搜尋ONVIF的攝影機相關資訊如圖18所示，進行不同錄影系統設備的影像即時監看如圖19所示。

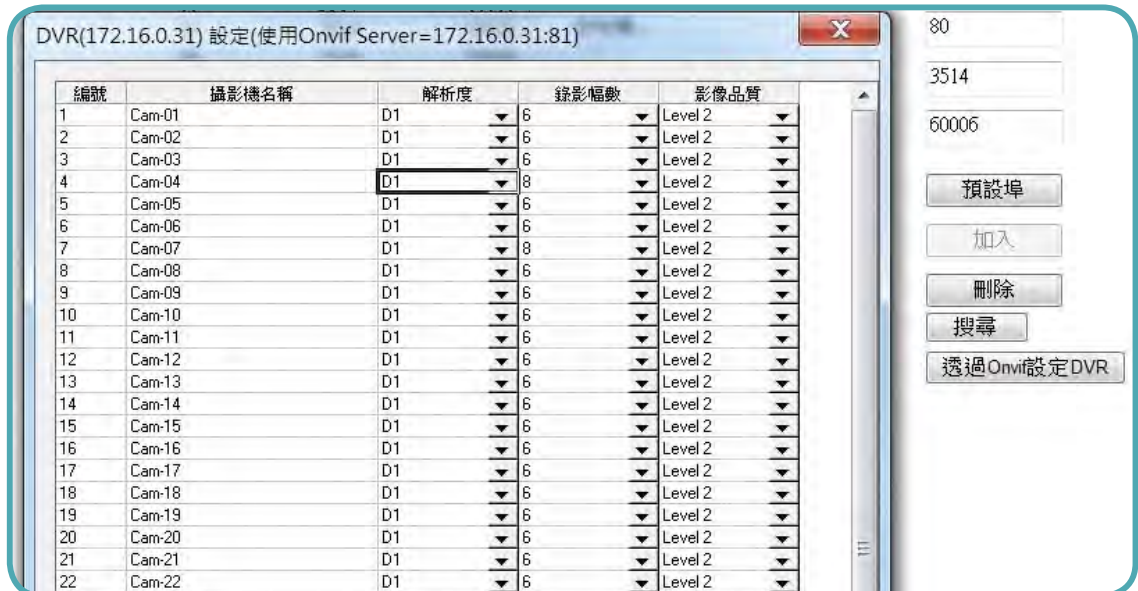


圖17 ONVIF設備影像畫質設定

可用的攝影機

序	攝影機名稱	IP 位址	廠牌	攝影機類別	C
1	ONVIF ca...	169.254.132	AXIS42	ONVIF	1
2	ONVIF ca...	172.16.1.125	SHD-5080	ONVIF	1
3	ONVIF ca...	172.16.1.169	IP-Came...	ONVIF	1
4	ONVIF ca...	172.16.1.25	1.3M	ONVIF	1
5	ONVIF ca...	172.16.1.26	3M	ONVIF	1
6	ONVIF ca...	172.16.1.34	Bosch	ONVIF	1
7	ONVIF ca...	172.16.1.54	HIKVISI	ONVIF	1
8	ONVIF ca...	172.16.1.56	HIKVISI	ONVIF	1
9	ONVIF ca...	172.16.2.126	SNV-5010	ONVIF	1
10	ONVIF ca...	172.16.3.11	vivo_1ro...	ONVIF	1
11	ONVIF ca...	172.16.3.17	vivo_1ro...	ONVIF	1
12		172.16.3.181	MatriCom	NATIVE	1
13		172.16.3.21	MatriCom	NATIVE	1
14		172.16.3.28	MatriCom	RTSP	1
15	ONVIF ca...	172.16.3.47	NCK	ONVIF	1

圖18 ONVIF攝影機資訊



圖19 ONVIF設備即時影像畫面



辦理成果

- 一、影像搜尋功能：本案影像監控軟體已完成快速影像搜尋功能，如：影像同步回放、智慧型搜尋回放、回放快速縮圖預覽、攝影機快速搜尋、影像浮水印等功能，以增加錄影系統功能性。
- 二、權限管控功能：於交九行控中心之影像監控平臺，可管控登錄錄影系統使用者相關權限，以有效利用錄影系統資源，另紀錄所有使用者相關影像操作之紀錄。
- 三、錄影系統整合：於影像監控平臺整合新莊、蘆洲線錄影系統，使高運量行控中心可便於即時監看列車及乘客狀況，以確實掌握車站動態。
- 四、監控平臺建置：完成ONVIF影像控制通訊協定擴充功能於本案影像監控平臺中，使後續錄影系統廠商可有效擴充於本平臺中，期望減少後續不同錄影系統無法整合問題。





未來辦理方向

本案係使用混合型數位影像紀錄器搭配類比攝影機，同時亦可接受網路攝影機（IP-Camera），但仍以類比攝影機為主，受限在38萬畫素影像畫面問題；因應目前錄影系統產業，廠商皆推廣百萬畫素的攝影機，達到更加清晰畫面、監控視野更大，不侷限在類比攝影機38萬畫素的主要問題。

於網路攝影機架構中，仍有其他待改善問題如：網路頻寬與備援機制、影像資料備援、以及攝影機整合問題；待後續錄影系統將發展更加成熟，可藉由硬體效能增加，軟體功能提升，以及完善的規劃都可以有效解決上述相關問題，惟獨攝影機整合問題，是由原本數位影像紀錄器影像解碼技術，轉換到廠商攝影機影像解碼技術不同，造成整合廠商網路攝影機問題。

由本案建立ONVIF擴充功能，可有效解決基本影像擴充功能，惟ONVIF屬於共通的影像控制通訊協定，僅侷限在基本影像功能；所謂的基本影像功能如：即時影像監控、影像資料下載、基本影像畫質設定，其他特殊功能，如搜尋、帳號管理、影像群組輪播等功能都不具有，特殊功能將因需求功能不同，故整合後使用者之操作性仍有不便利之情形；故建議後續建構網路攝影機時，應考量到網路頻寬擴充、影像備援機制建立、以及共通性影像控制通訊協定制定，即可有效解決網路攝影機架構主要問題。



2

臺北捷運公司 系統設備重置 作業機制建立 與檢討

Establishment and Review
of Taipei Metro System
Equipment Replacement
Operating Mechanism

黃來福 Lai-fu Huang¹、洪志偉 Jhih-wei Hong²
吳念修 Nien-hsiu Wu³

¹ 臺北捷運公司財務處處長 david@trtc.com.tw

² 臺北捷運公司財務處課長 e01084@trtc.com.tw

³ 臺北捷運公司財務處專員 e23360@trtc.com.tw

摘要

隨捷運系統營運範圍持續擴張，系統設備之重置需求日益增加，完善之設備重置作業機制相形重要，臺北捷運公司持續檢討改進設備重置作業機制，以確保捷運系統設備之運轉安全及服務品質，檢討重點包括修訂捷運系統財產登錄作業方式及建立重置預算審核作業機制等。

現行捷運系統設備重置作業機制，已明訂重置需求檢討、重置會勘、重置預算編列與審查之作業規定及作業時程，以提升重置作業效率及管控作業時效，另訂有捷運系統設備重要零組件重置機制，以節省重置經費及延長系統設備壽年。

關鍵字：重置預算、重要零組件

Abstract

With the continued expansion of rapid transit system, greater demands are placed on the system of equipment replacement and improving the equipment replacement operating mechanism has become more important. Taipei Rapid Transit Corporation continues to review and improve the equipment replacement operating mechanism to ensure the rapid transit system equipment operation safety and service quality. The review focuses on amending the rapid transit system property registry operation mode and the establishment of a replacement budget inspection mechanism.

The existing rapid transit system equipment replacement operating mechanism already includes replacement needs review, replacement survey, replacement budget operating requirements and operating schedule, to enhance the replacement operating and management efficiency. In addition, there is the mechanism for the replacement of important spare parts to save the replacement funds and extend the system equipment life.

Keywords : Replacement Fund, Important Spare Parts

前言

臺北捷運系統財產屬政府所有，以出租之方式供臺北捷運公司經營使用，1996年3月28日第一條路線木柵線（現更名為文湖線文山段）通車營運，當時考量捷運系統初期路網尚未成形，運量偏低且營運收支尚未穩定等因素，臺北市政府與臺北捷運公司雙方即依法令約定於開始營運5年內，每條路線每年收取新臺幣1元之象徵性租金。

隨後淡水線、中和線、新店線、南港線、板橋線等陸續通車，至2001年初期路網大致成形，臺北市政府與臺北捷運公司雙方重新議定租金，並於2001年簽訂「臺北都會區大眾捷運系統財產租賃契約書」，另為籌措捷運系統設備重置經費及管理重置相關作業，以維持捷運系統之永續經營，臺北市政府依大眾捷運系統運價率計算公式運用準則第11點規定：「為確保捷運固定資產汰舊換新之財源，並避免票價中設算之政府固定資產折舊費用移作他用，地方主管機關宜會同其他出資之政府機關共同成立『捷運固定資產重置基金』，負責審議資產重置計畫」，於2001年成立臺北市臺北都會區捷運固定資產重置基金。前述租賃契約約定，臺北捷運公司每年需繳交之租金，包含機電系統設備之重置經費，以及營業收入一定比例計收之租金，應全數繳入重置基金，以作為捷運機電系統設備汰舊換新及設施設備增置改善之財源。

依公營大眾捷運股份有限公司設置管理條例第15條第2項規定：「捷運公司負責捷運系統財產與設備之維護，及系統設備之重置」，重置基金成立後，臺北捷運公司自2002年開始編列及執行重置預算，透過系統設備之汰舊換新及增置改善措施，以維持設備之正常運作，並視營運需要提升系統設備之功能。隨時序演進，捷運土城線、文湖線內湖段及後續路網之蘆洲線、新莊線等陸續通車，捷運系統營運範圍持續擴張，初期路網如文湖線文山段、淡水線等已通車營運達15年以上，捷運系統設備之重置需求日益增加，完善之設備重置作業機制相形重要，臺北捷運公司亦本著精益求精之精神，持續檢討改進設備重置作業機制，以確保捷運系統設備之運轉安全及服務品質。



重置作業機制說明

臺北捷運公司依法須負責捷運系統財產之管理維護及系統設備之重置，公司內部主要由捷運設施設備維護單位負責提出重置需求及執行重置預算，設備維護單位每年依規定之作業時程，先針對經管設施設備檢視其使用及維護狀況，視需要提出預計重置項目及預估重置經費，並與臺北市政府捷運工程局辦理重置會勘後，再由重置預算專責單位負責每年系統設備重置需求之彙編及審查作業。

重置預算之財源來自重置基金，因重置基金之主管機關為臺北市政府，管理機關為市府捷運工程局，臺北捷運公司每年須將年度重置預算提送捷運工程局審查，再由捷運工程局依序提送重置基金管理委員會、臺北市政府、臺北市議會審議通過後，方可由捷運公司執行重置作業。

臺北捷運公司自2002年以來由督導副總經理指導重置預算專責單位，針對執行重置相關業務遇到之困難及實際作業之不合理處，積極尋求解決方案，逐步建立捷運系統設備重置審查機制、擬定重置基金預算編製及審核作業流程與作業時程，及建立系統設備重要零組件重置項目申請及審查作業流程等，已針對重置預算編列及審查等作業訂有完整之作業機制。該重置作業機制之主要目的，係透過設備維護單位逐一檢視已屆耐用年限之系統設備使用狀況，並考量設施設備辦理增置改善以提升使用功能之需要，於規定之時限內提出年度重置需求，並依審查程序通過審議後，適時執行系統設備重置作業，以兼顧經費掙節與維持捷運系統服務品質及運轉安全。

有關重置預算之執行，臺北捷運公司亦設有管控機制，主要係由公司高階主管主持預算執行管控會議，每月定期召開會議管控重置預算案之發包採購、履約執行、驗收付款等作業辦理進度，並管控各部門及全公司整體重置預算執行率等。



重置作業機制檢討重點

修訂捷運系統財產登錄作業方式

一、檢討緣由

原捷運系統財產登錄之作業方式，係依照「臺北市市有財產管理作業手冊」之規定辦理，當財產或工程驗收後，再填具財產增加單，辦理財產登帳作業。惟依捷運機電系統設備採購工程契約特性，財產係於通車前先辦理點交作業（由捷運工程局點交予捷運公司管理），通車後再經系統設備營運可靠度/可維修度驗證測試通過（一般約1年或1年半），才辦理正式驗收及財產登帳作業（以正驗日為財產入帳日期），並開始計算財產使用年限。

以CU307標非接觸式IC卡自動收費系統為例，整體工程契約範圍包括當時尚未通車之新莊、蘆洲線與文湖線內湖段自動收費系統建置，以及營運中路線（文湖線文山段、淡水、中和、新店、南港、板橋、土城線等）磁卡自動收費系統重置兩部分。營運中設備已於2006年至2007年分階段辦理重置更新，但全部工程須俟新莊、蘆洲線工程完成方能竣工，再經營運可靠度/可維修度驗證測試通過後，才辦理正驗及財產入帳。如此一來將形成部分設備早已營運使用，但卻未正式列帳並計算使用年限之狀況，因而造成財產管理與重置、報廢作業有關財產使用年限認定之困擾。

因設備重置及報廢等作業皆與財產是否已逾最低使用年限之認定有關，合理之入帳日方能反映財產實際使用年限，為因應新路線系統設備陸續加入營運，設備重置及報廢需求與日俱增，調整財產登錄作業方式確有其必要性。

二、檢討修訂後之財產登錄作業方式

臺北捷運公司兩度於重置基金管理委員會提案，並多次主動與臺北市政府相關管理機關討論，在與捷運工程局共同研商後，建議以設備實際開始營運日期作為財產入帳日，以計算及認定設備實際使用年限。因所建議設備開始使用加入營運後即可先行入帳之作法，確符合設備實際使用與重置、報廢年限認定之合理性，經重置基金管理委員會決議同意前述建議方案，並由捷運工程局修訂「大眾捷運系統財產列計注意事項」後開始施行，據以辦理捷運系統財產重置及報廢等相關作業。

修正後具體作法為工程完工後之各項設備，於點交臺北捷運公司管理後，依各設備開始營運日期暫列財產，俟整體工程完成驗收後，另填具正式財產增加單，依工程決算金額調整其財產價值，但設備開始使用日期仍應以開始營運之日期為準。

三、修訂效益

(一) 使用年限核實認定：

財產報廢作業可依設備實際使用年限來認定，避免發生實際已達使用年限，卻因入帳日不合理反須認定未達年限之怪異現象。

(二) 重置需求正確評估：

設備重置作業以設備實際使用年限來認定，有助設備維護單位依實際使用狀況提出重置需求，也有利於臺北捷運公司、捷運工程局、重置基金管理委員會、臺北市政府及臺北市議會審查重置預算之作業，避免因不合理的入帳日期，造成系統設備是否已屆年限進行重置之認定困擾。

(三) 加強財管作業執行，確保營運安全：

有效解決原財產登錄機制不合理之處，財產入帳日調整為符合實際使用狀況，有助設備重置、報廢及一般財產管理作業之執行，可進一步確保捷運系統營運安全。

建立重置預算審核作業機制

一、檢討緣由

為管控年度重置基金預算案提報及審查作業之辦理進度，避免因各方認知不一、單位間協調溝通費時、作業時程管控基礎不一致等情形，致重置作業延宕而影響捷運系統設備

運轉安全，臺北捷運公司特與捷運工程局共同討論並研議訂定重置預算審核作業機制，以提升相關作業效率。

雙方就年度重置需求相關提報流程、審查作業時程及預算編列原則等事項進行討論，並訂定「捷運系統設備重置預算審核機制」，明訂年度重置基金預算案提送及審查之作業時程，及訂定完備之重置會勘作業程序與作業規定。

二、重置預算審核作業機制內容

臺北捷運公司與捷運工程局就「訂定捷運系統設備重置預算審核機制」事宜討論研議後，獲得相關結論如下：

(一) 重置預算審查流程及作業時程部分，由雙方自行衡酌擬訂並管控年度重置預算案提送之作業時程，關鍵作業時程由雙方共同議定並遵守，包括：

1. 雙方會同辦理重置需求會勘之作業期間。
2. 捷運公司將年度重置預算需求提送捷運工程局審查之時間。
3. 捷運工程局將年度重置預算案提報重置基金管理委員會審議之時間。
4. 捷運工程局將年度重置預算案提報臺北市政府審議之時間。

(二) 重置會勘作業程序及相關規定部分：

- 1.由捷運公司就擬重置項目先行審核是否符合捷運系統設備重置原則，若屬重置原則所列之不重置項目、一般維護保養或修繕項目及未經核定為重要零組件之附屬設備項目，應予以剔除。
- 2.符合重置原則之捷運系統機電設備不論已達或未達耐用年限，捷運公司須先自行檢核確認設備是否堪用，並提報設備故障紀錄、填報重置項目基本資料。
- 3.重置項目基本資料至少應包含但不限於下列內容：財產編號、重置項目名稱、數量、開始使用日期、使用年限、重置方式（全部或部分重置）、新舊設備功能或規格說明、成本效益分析、設備位置、預定發包及完工時程、重置原因、符合重置原則之條文、佐證資料或照片等。
- 4.捷運公司完成前述內部審查作業並成案後，將重置項目相關完整資料於重置會勘前7至10日提送捷運工程局，以利審查。
- 5.捷運公司就各重置項目排定重置會勘日程表（依系統別分次召開），捷運工程局各相關技術單位先行審查捷運公司提送資料並參與重置會勘，捷運公司於會勘時應提供最近1年內之設備維修資料（含故障次數及紀錄），會勘結論作為年度重置基金預算審查之參考。
- 6.辦理重置會勘或文件檢核時如資料不完備，捷運公司應於限期內提送相關補充說明資料予捷運工程局，以利進一步判定與確認重置需求。

三、建立重置預算審核作業機制之效益

(一) 提升作業效率：

年度重置需求預算編列及審查依前述機制進行相關作業，作業進度獲得良好管控，臺北捷運公司並以此作業機制為基礎，訂定「捷運系統設備重置預算編列作業說明書」，公司內相關業務單位皆依該作業說明書辦理系統設備重置作業，大幅提升作業效率。

(二) 強化橫向聯繫：

後續依實務作業需要及納入捷運工程局之意見，每年持續檢討修訂「捷運系統設備重置預算編列作業說明書」，使相關作業機制更趨完善。修訂內容如雙方須分別提供技術部門窗口名單予對方，以利辦理重置會勘及後續交流聯繫、規定重置會勘應由一定層級以上主管出席、相同性質之重置項目可考量併案辦理重置會勘以節省人力等。

(三) 齊一作業標準，如期提出重置需求：

依此作業機制執行後，每年皆能如期提出重置預算需求，並經捷運公司內部、捷運工程局、重置基金管理委員會、臺北市政府層層把關嚴格審查，在不浪費重置經費之原則下，確實編列及執行重置預算。

(四) 落實預算執行，確保營運安全：

藉由重置預算執行，辦理捷運系統設施設備之汰舊換新及增置改善，以維持系統設備正常運轉或提升功能，並確保營運安全。

捷運系統設備重置計畫檢討

一、檢討緣由

依公營大眾捷運股份有限公司設置管理條例第15條規定，捷運公司負責捷運系統財產與設備之維護及系統設備之重置，為籌措龐大之系統重置經費，於臺北捷運系統財產租賃契約中，設計將臺北捷運公司每年繳交之租金，全數繳入捷運固定資產重置基金之機制，以使重置基金之資金有穩定的來源，租金中之重置經費提撥金額，係依重置基金管理委員會審議通過之捷運系統設備重置計畫內容進行提撥。每年重置經費提撥金額，係依捷運系統30年間機電系統設備所需重置準備總金額，由臺北捷運公司以分年提撥方式繳納。

重置基金管理委員會於2001年7月審議通過「2002年度捷運系統設備重置計畫」，期間因捷運系統營運狀況未有大幅改變，持續沿用數年。隨初期路網新路線通車及預估後續路網各路線將陸續加入營運，臺北捷運系統營運狀況已有所改變，故須重新檢討修訂捷運系統設備重置計畫。

二、檢討修訂後之捷運系統設備重置計畫

臺北捷運公司經檢討後提出「2009年度捷運系統設備重置計畫」，該新版重置計畫於2009年4月經重置基金管理委員會審議通過，重置計畫主要內容如下：

(一) 重置經費設算基本原則

1. 設算期間：考量捷運系統設備重置經費之提撥，應以30年期為捷運系統設備重置計畫之週期，以確保重置經費不虞匱乏，故採滾動式設算期間，即由計畫起始年起設算遞延30年之重置經費總額，例如2009年度捷運系統設備重置計畫設算期間為2009年至2038年。

2. 設算範圍：因捷運系統設備重置計畫係設算30年內預計提撥重置經費總額，故設算範圍應涵蓋捷運系統初期路網及後續路網，其中未營運路線之設算範圍則以捷運工程局已辦理發包之路線為主，並以捷運工程局預估之通車日期，設定各路線重置經費開始設算提撥的年度。

3. 設算標的：重置經費設算標的，係依「臺北市臺北都會區捷運固定資產重置基金之捷運系統設備及土建設施重置原則」排除不重置項目後之需重置系統設備，及使用重置基金支出之增置、改善等項目（如隔音牆及月臺門等）。

4. 設算方式：

(1) 30年預計提撥重置經費總額：所有需重置項目每年重置分攤金額，等於各項目每年重置分攤金額（各項目設備金額÷耐用年限）之加總。所有需重置項目30年預計提撥重置經費總額，等於30年設算期間內所有需重置項目每年重置分攤金額之加總。

(2) 每年預估重置支出：所有需重置項目於設算期間內每年預估重置支出，等於當年度到達耐用年限之各項設備其設備重置金額之加總。

(3) 未營運路線因無財產清冊，係以各路線工程採購金額為基礎，參考已營運路線需重置設備總金額、重置經費總額及預估重置支出，推估未營運路線於設算期間預計提撥重置經費總額及預估重置支出。



（二）重置經費設算內容

1. 設算期間：2009年至2038年，共計30年。

2. 設算範圍：已營運路線包含木柵、淡水、中和、新店、南港、板橋、小南門及土城線，設算當時之未營運路線包含內湖、新莊、蘆洲、信義、松山線及南港線東延段。

3. 設算方式：

(1) 已營運路線：以財產清冊為基礎，依捷運系統設備及土建設施重置原則評估需重置項目，另依實際採購及營運經驗評估需重置項目之設備金額及耐用年限，以設算重置經費。電聯車重置經費部分，其中高運量電聯車設備金額係參考新蘆線等列車採購金額，中運量電聯車係參考內湖線電聯車採購金額設算。

- (2) 未營運路線中運量系統（內湖線）：電聯車係以捷運工程局提供之內湖線電聯車採購金額為基礎，設算30年預計提撥重置經費。電聯車以外系統設備係以捷運工程局提供之內湖線機電系統採購金額為基礎，參考木柵線機電設備設算結果以推估重置經費。
- (3) 未營運路線高運量系統：電聯車係以新蘆線等電聯車採購金額為基礎，依各路線設算年期計算預計提撥重置經費。電聯車以外系統設備係以捷運局提供未營運路線高運量機電系統採購金額為基礎，參考已營運路線機電設備設算結果推估重置經費。
- (4) 設備耐用年限評估原則：依實際使用經驗，訂定耐用年限評估標準，即財產實際使用年數超過行政院訂頒之財物標準分類之耐用年限者，以實際使用年數計；未達財物標準分類耐用年限者，以財物標準分類耐用年限計。電聯車耐用年限則比照2002年度捷運系統設備重置計畫，以耐用年限30年估算電聯車重置經費。

（三）重置經費分年提撥原則

1. 依重置經費總額分30年逐年提撥。
2. 逐年之累計提撥金額須大於累計重置支出。
3. 分年提撥金額採階梯式逐年成長。
4. 分年提撥金額之規劃，須考量未營運路線之預估通車時間，及各路線通車營運後臺北捷運公司之財務狀況。

三、修訂效益

（一）延續性計畫，有利永續經營

重置計畫以30年為週期，改採滾動式設算期間，以前年度已提撥之重置經費則須併入計算，使捷運系統設備重置計畫成為一延續性計畫，且設算範圍除原初期路網外，另將後續網路納入設算，有利於捷運系統之永續經營。

（二）設算方式制度化，有利計算合理重置經費

透過各種制度化評估及設算方式，如未營運路線以工程採購金額為基礎推估所需重置經費、參考新路線列車採購金額設算電聯車所需重置經費、依實際使用經驗訂定耐用年限評估標準等，有助於設算出合理及符合實際所需之重置經費總額。

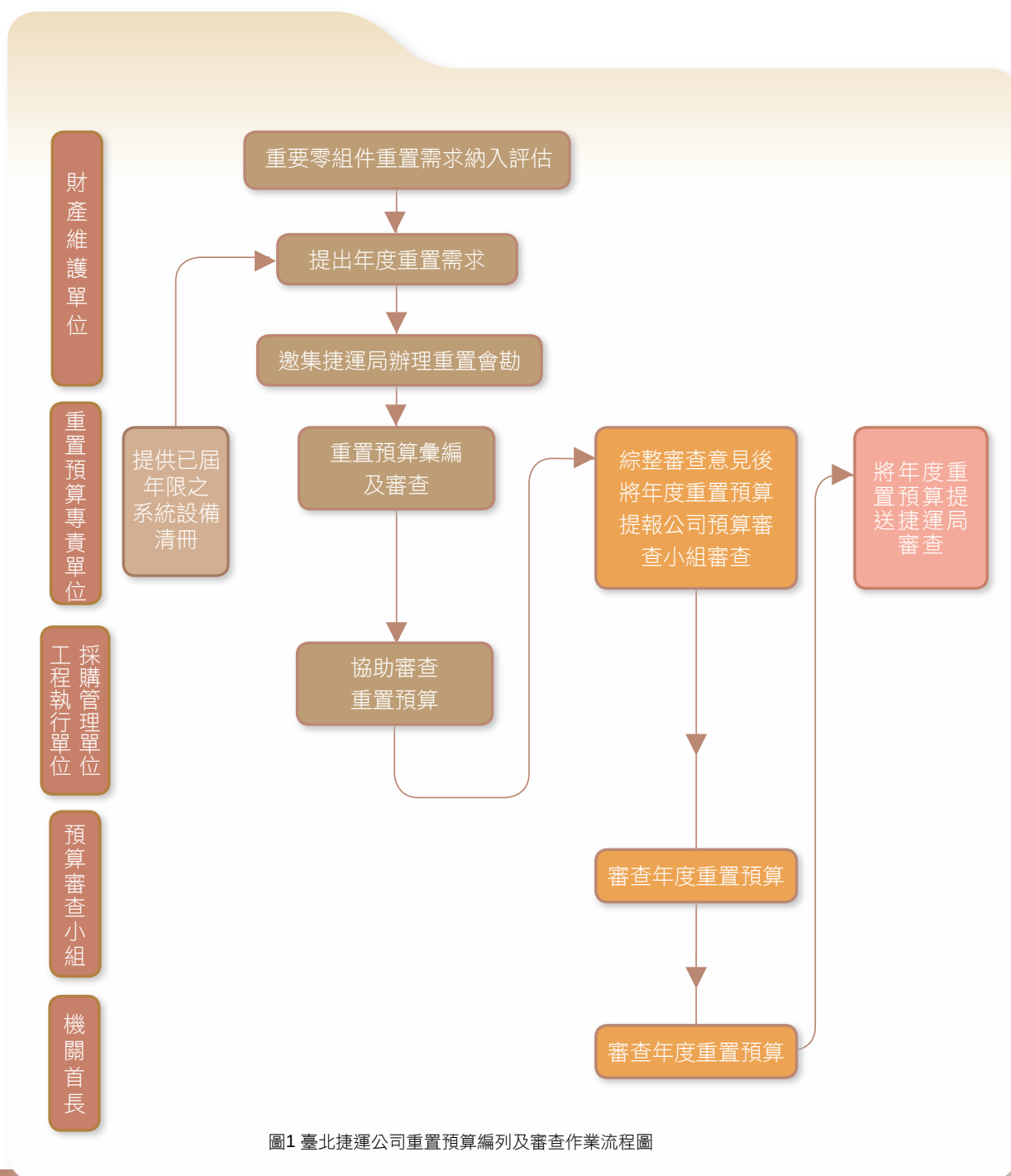
（三）明定分年提撥原則，有利營運機構經營條件

重置計畫中明定重置經費總額應分30年逐年提撥，且分年提撥金額須考量未營運路線之通車時間及通車營運後捷運公司之財務狀況，使每年重置經費提撥金額控制於捷運公司合理負擔範圍內，有利捷運公司之經營條件。

現行捷運系統設備重置作業機制說明

作業流程

經持續檢討修訂後，目前臺北捷運公司之捷運系統設備重置預算編列及審查作業流程如圖1所示。



定期召開重置預算編列作業說明會

重置預算專責單位於每年9月上旬邀集各財產維護單位召開會議，說明重置預算編列作業時程及年度重置預算相關表單填寫之作業規範，並說明重置需求評估與預算編列作業之相關規定及注意事項等，以利年度重置預算編列作業順利進行並能提升作業效率。

重置需求檢討

捷運系統設備是否符合重置條件，主要係依重置基金管理委員會核定之「捷運系統設備及土建設施重置原則」來認定，重置原則除定義捷運系統設備重置範圍及認定重置執行之時機與條件，與捷運系統營運無直接關聯、或以例行性維護手段即可維持運作之設備等，則定義為不重置項目。臺北捷運公司每年需定期針對系統設備使用狀況進行全面檢視，並依「捷運系統設備及土建設施重置原則」提出年度重置預算需求及計畫。

一、重置需求檢討作業流程

臺北捷運公司已自行建置財產管理資訊系統，重置預算專責單位於每年7月下旬將已屆耐用年限之捷運系統設備財產清冊相關資料匯入財產管理資訊系統，設備維護單位針對已屆耐用年限之捷運系統設備評估其重置需求，於財產管理資訊系統上完成重置需求評估作業後，於每年10月上旬將「已屆耐用年限之捷運系統設備重置需求評估表」送交重置預算專責單位彙整，以利統計已屆耐用年限設備之重置需求及暫時不需重置項目數量。另設備維護單位亦須針對系統設備之重要零組件，一併評估其重置需求。

二、暫不重置項目評估標準

為確保已屆耐用年限系統設備確可繼續使用而不影響營運安全，設備維護單位於評估重置需求時，針對已屆耐用年限設備評估為暫不重置項目，應說明其暫不重置理由及原因，臺北捷運公司已於財產管理資訊系統內建立暫不重置理由選項供設備維護單位填列，以利統計及分析之用。重置預算專責單位每年皆針對已屆耐用年限設備之暫不重置理由進行檢討及作必要之修訂，目前已建立之暫不重置或不需重置理由如下：

- (一) 非關營運安全及系統運作之財產項目。
- (二) 零件來源無中斷之虞，符合妥善率標準，運轉狀況良好。
- (三) 設備功能仍可符合使用需求且維護費用低。
- (四) 已更換重要零組件，主設備可延長耐用年限。
- (五) 已由新系統設備取代，舊系統設備無重置需求。
- (六) 已無使用效能或待報廢之財產項目。
- (七) 維修、檢測用設備及一般事務性設備。
- (八) 已編列重置或公司預算購置。
- (九) 其他。

重置會勘

一、重置會勘作業規定

臺北捷運公司針對評估後欲提出重置之項目，須邀集捷運工程局相關單位辦理重置會勘，以確認重置需求之必要性。每年重置會勘作業開始前，臺北捷運公司與捷運工程局須分別提供各自技術部門窗口名單予對方，以利雙方辦理重置會勘及後續審查時直接進行交流聯繫。所有重置項目須逐案辦理重置會勘，設備維護單位應將欲重置項目之完整說明資料於重置會勘前提送捷運工程局進行審查，相同性質之重置項目，可考量併案辦理重置會勘，以節省人力及作業時間。

二、重置會勘作業方式

設備維護單位於重置會勘時，須提供1年內之維修資料（含故障次數及檢修紀錄）或相關佐證資料（證明損壞無法修復等）供與會單位參考，以利判斷設備是否符合重置條件。會勘時經與會人員討論應補送之資料，應於約定期限內提送捷運工程局審查。臺北捷運公司規定參與重置會勘人員，應由一定層級以上之主管出席，以利重置需求之溝通討論及會勘結論之判斷，設備維護單位應於每年11月上旬完成重置會勘作業。

重置預算編列

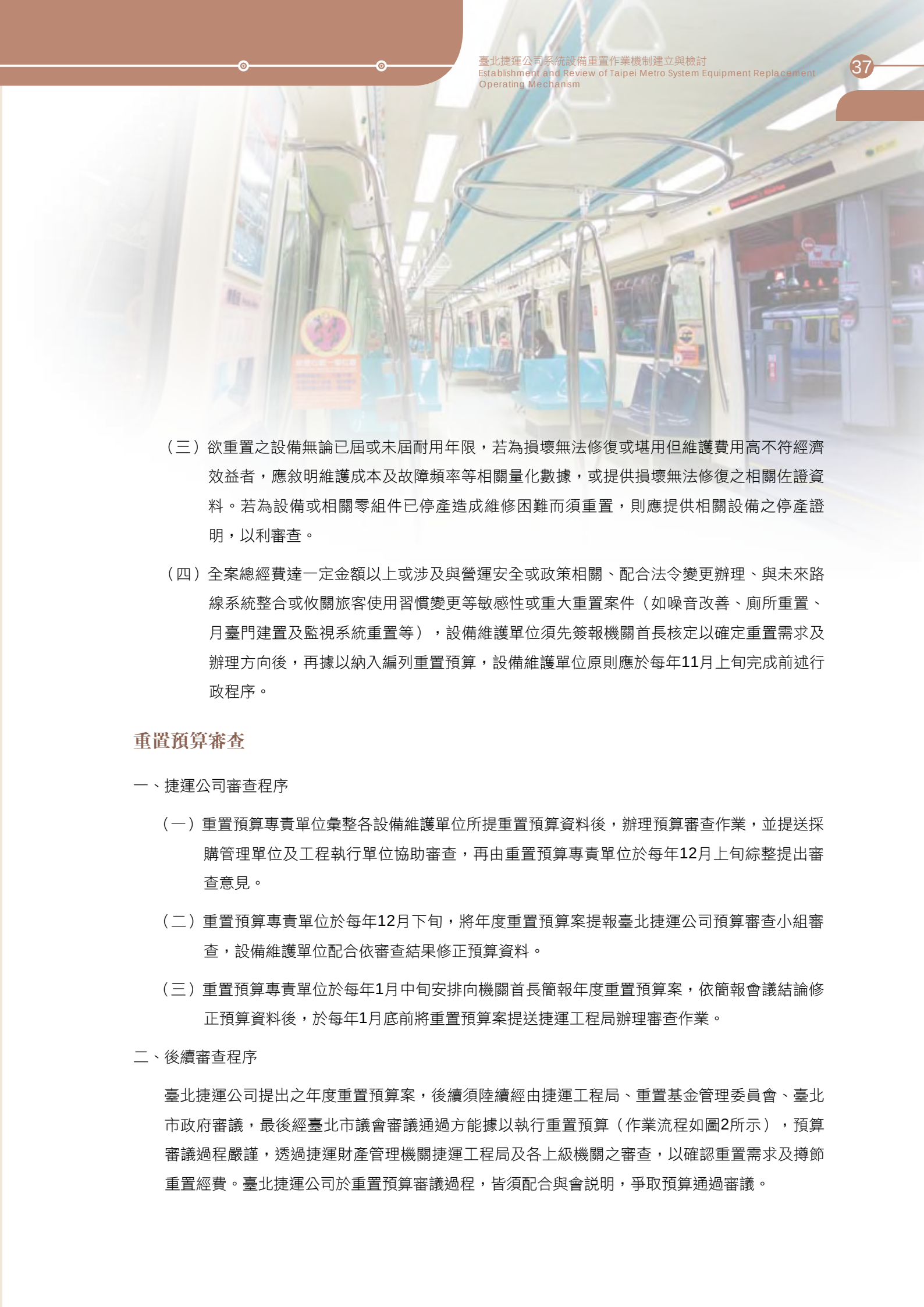
一、預算編列作業流程

設備維護單位針對經管捷運系統設備評估其使用維護狀況，初步確認欲重置設備項目，並依訪價結果預估重置預算編列金額，在與捷運工程局相關單位辦理重置會勘後，確認須重置設備項目。

設備維護單位確認須重置設備項目後，於重置預算編列工作表內填報重置依據及理由、重置計畫期程、預算金額、設備使用年限等相關資料，於每年11月中旬將年度重置預算編列資料提送重置預算專責單位彙辦。

二、預算編列作業規定

- （一）各重置項目之重置依據部分，須註明符合捷運系統設備及土建設施重置原則之條文內容。
- （二）有關設備使用年限之認定，原則應以該系統設備營運通車日期為開始使用日期，以計算設備使用時間及判斷是否已屆耐用年限，設備未達耐用年限欲辦理重置，將有更嚴格之重置條件及審查標準。

- 
- (三) 欲重置之設備無論已屆或未屆耐用年限，若為損壞無法修復或堪用但維護費用高不符經濟效益者，應敘明維護成本及故障頻率等相關量化數據，或提供損壞無法修復之相關佐證資料。若為設備或相關零組件已停產造成維修困難而須重置，則應提供相關設備之停產證明，以利審查。
- (四) 全案總經費達一定金額以上或涉及與營運安全或政策相關、配合法令變更辦理、與未來路線系統整合或攸關旅客使用習慣變更等敏感性或重大重置案件（如噪音改善、廁所重置、月臺門建置及監視系統重置等），設備維護單位須先簽報機關首長核定以確定重置需求及辦理方向後，再據以納入編列重置預算，設備維護單位原則應於每年11月上旬完成前述行政程序。

重置預算審查

一、捷運公司審查程序

- (一) 重置預算專責單位彙整各設備維護單位所提重置預算資料後，辦理預算審查作業，並提送採購管理單位及工程執行單位協助審查，再由重置預算專責單位於每年12月上旬綜整提出審查意見。
- (二) 重置預算專責單位於每年12月下旬，將年度重置預算案提報臺北捷運公司預算審查小組審查，設備維護單位配合依審查結果修正預算資料。
- (三) 重置預算專責單位於每年1月中旬安排向機關首長簡報年度重置預算案，依簡報會議結論修正預算資料後，於每年1月底前將重置預算案提送捷運工程局辦理審查作業。

二、後續審查程序

臺北捷運公司提出之年度重置預算案，後續須陸續經由捷運工程局、重置基金管理委員會、臺北市政府審議，最後經臺北市議會審議通過方能據以執行重置預算（作業流程如圖2所示），預算審議過程嚴謹，透過捷運財產管理機關捷運工程局及各上級機關之審查，以確認重置需求及撙節重置經費。臺北捷運公司於重置預算審議過程，皆須配合與會說明，爭取預算通過審議。

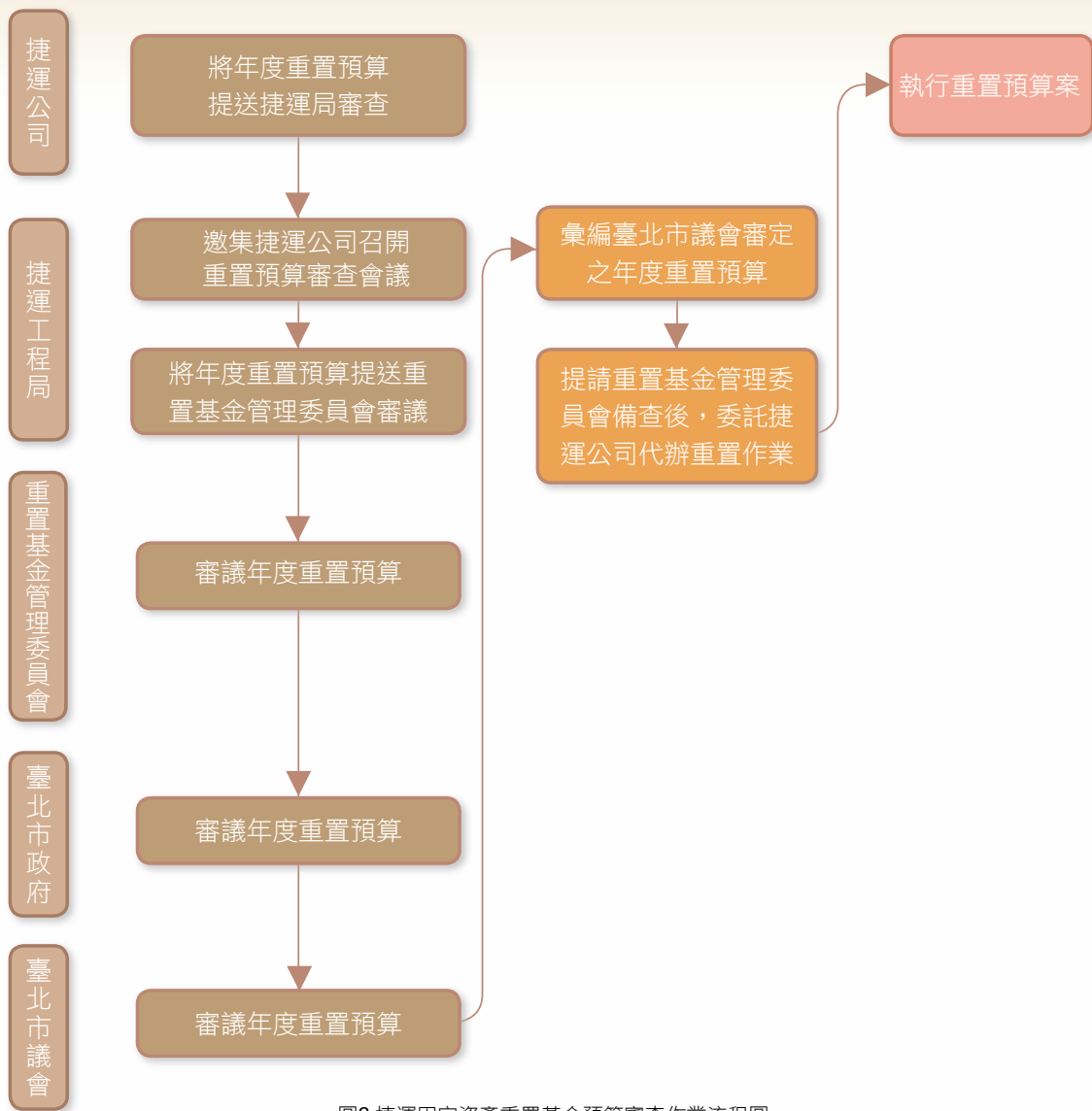


圖2 捷運固定資產重置基金預算審查作業流程圖

新增重要零組件重置項目

重置原則相關規定

捷運系統設備及土建設施重置原則中，針對重置範圍定義如下：「捷運系統設備不以財產登錄項目為重置基準，是以個別獨立功能、可單獨汰換之設備及其重要零組件作為重置的基準。系統設備重置是指系統設備及其重要設備零組件汰舊換新，或為提高功能應附加之必要設備，屬重置範圍」，例行性的預防檢修、故障檢修屬營運機構之維修責任，不屬重置範圍。

另重置原則中針對未達耐用年限設備之重置條件其中一項為：「更換重要零組件，使該系統設備能延長其使用年限，提升經濟效益或增進服務效能、提升營運品質」，故系統設備之重要零組件係屬重置原則規範之重置範圍，惟重置原則所指重要零組件，須經重置基金管理委員會核定項目方可列為重要零組件重置項目，故重置原則中另訂有「系統設備重要零組件重置項目一覽表」，以作為重要零組件重置之依據。

新增重要零組件重置項目效益及作業流程

一、新增重要零組件重置項目之效益：

（一）延長主設備使用年限，節省重置經費

前述相關規定之主要用意，係為藉由重要零組件之重置，達到延長主設備使用年限及節省重置經費之目的。

（二）舉例說明

例如主設備之某項重要零組件停產，而其他組件皆還堪用時，透過重要零組件重置可使該主設備能繼續使用延長其壽年，並避免只因重要零組件停產而須提前重置主設備造成重置經費之浪費。

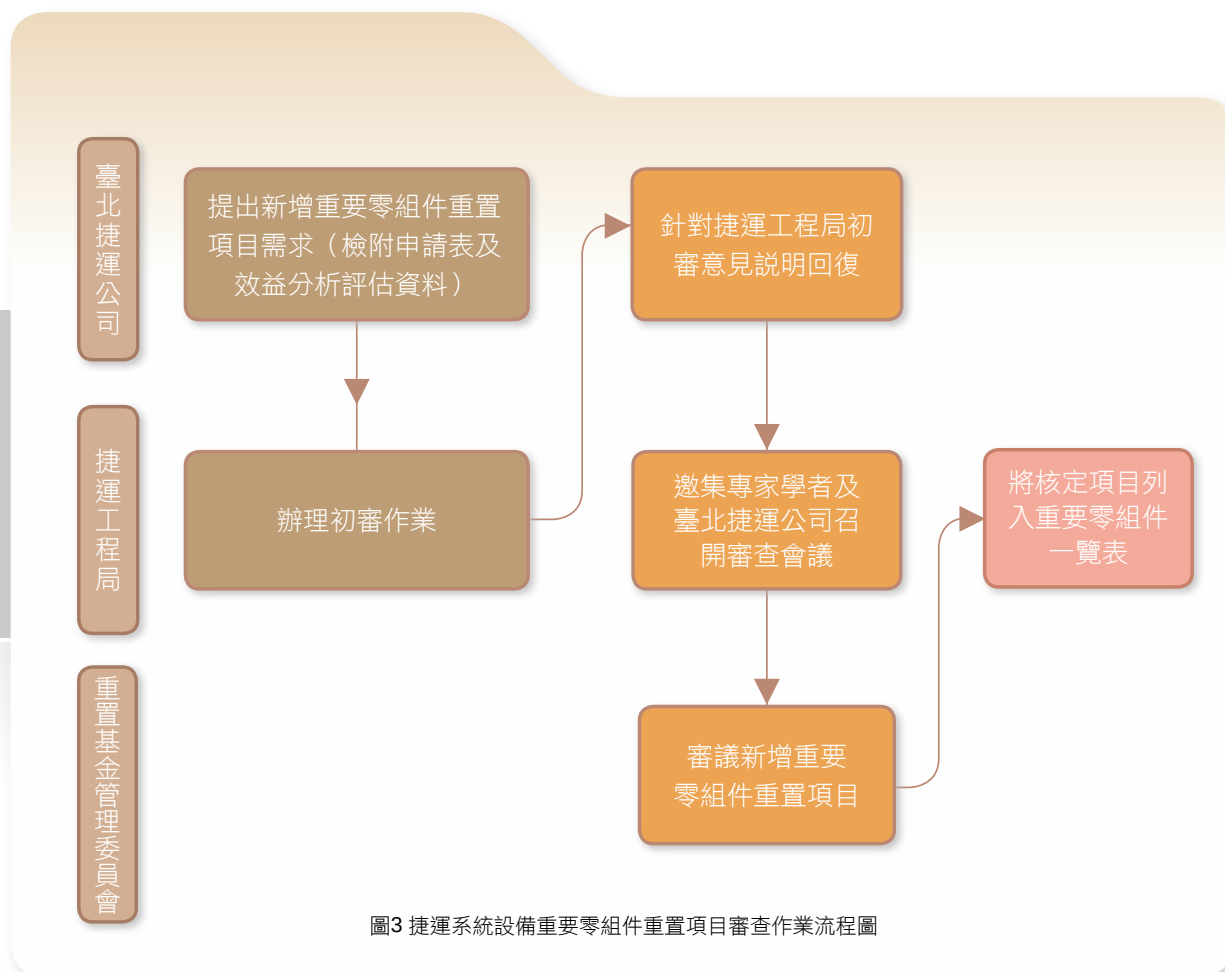
二、新增重要零組件重置項目作業流程：

因重置基金管理委員會核定之重要零組件重置項目，方可據以編列重置預算進行汰舊換新，故捷運工程局及臺北捷運公司針對新增重要零組件重置項目之審查作業訂有一定作業流程（如圖3所示），相關作業程序如下：

- （一）由臺北捷運公司提出新增重要零組件重置項目之需求，檢附相關申請表及效益分析評估資料，送請捷運工程局辦理審查。
- （二）捷運工程局提供書面初審意見請臺北捷運公司回復說明。
- （三）捷運工程局邀集專家學者及臺北捷運公司召開審查會議，以確定捷運公司所提項目是否符合重要零組件要件。
- （四）捷運工程局依專家學者審查意見，將新增重要零組件重置項目提請重置基金管理委員會審議，審議通過項目即納入「系統設備重要零組件重置項目一覽表」，後續由捷運公司依設備實際使用狀況，適時編列年度重置預算以汰換重要零組件重置項目。

三、執行概況：

經統計自2001年捷運固定資產重置基金成立以來，截至2011年經重置基金管理委員會核定之重要零組件重置項目計有143項，如電聯車之空調系統、轉轍器之驅動單元、電扶梯之變頻器等。



重要零組件要件及提列原則

重要零組件應符合個別獨立功能、可單獨汰換及符合財產基本定義（設備金額1萬元以上）等基本條件，且經評估重置後應具有提升原有設備效能、延長主設備使用年限之效益，或藉由重要零組件重置可降低重置支出、節省重置經費。

臺北捷運公司特經研商訂定提列重要零組件重置項目之原則，以利捷運系統設備維護單位作為檢討及提列重要零組件重置項目之辦理依據，相關原則如下：

- 一、重要零組件耐用年限應達5年以上。
- 二、重要零組件重置後具有延長主財產耐用年限之效益。
- 三、重要零組件重置成本應達主財產設備金額10%以上。
- 四、該重要零組件已停產或有停產之虞而須更新汰換者。
- 五、重要零組件重置後可提升原有設備效能，並足以替代原有零組件功能。
- 六、該重要零組件故障時有影響營運安全者。
- 七、為符合法令規定而須部分更換者。



結語

為提升捷運系統營運之服務品質，提供旅客舒適便捷、安全可靠之乘車環境，及達成捷運系統永續經營之目標，捷運系統設施設備之重置作業實扮演重要關鍵之角色，完善的系統重置機制則可協助達成前述目標。

隨經營環境、設施設備養護狀況的改變，唯有不斷檢討改進捷運系統重置機制，並落實重置作業之執行，方能維持捷運系統設備正常運轉，並配合科技之進步，透過系統重置持續提升設備功能，確保捷運系統營運安全，實現「臺北捷運、世界一流」之願景。臺北捷運公司將不斷虛心檢討重置之機制，並透過嚴謹之管控及積極之作為，確實執行捷運系統設施設備重置作業，以帶來更穩定、安全、可靠且優質的捷運系統。

參考文獻

1. 臺北市政府捷運工程局（2007），「臺北市臺北都會區捷運固定資產重置基金之捷運系統設備及土建設施重置原則」。
2. 臺北大眾捷運股份有限公司（2011），「捷運系統設備重置預算編列作業說明書」。



3

建置臺北小巨蛋 冰上樂園自動化 入出場管制系統

The Deployment of
Automatic Access
Control System for
Taipei Arena Ice Land



沈遠蓉 Yuan-rong Shen¹、黃永智 Yung-chih Huang²
陳碩彥 Shuo-yen Chen³、闕鑫榮 Hsin-jung Chueh⁴
余楊弘 Yang-hung Yu⁵

¹ 臺北捷運公司站務處票務中心副工程師 rong@trtc.com.tw

² 臺北捷運公司站務處票務中心副工程師 e21498@trtc.com.tw

³ 臺北捷運公司站務處票務中心副工程師 e01219@trtc.com.tw

⁴ 臺北捷運公司站務處票務中心副工程師 e20290@trtc.com.tw

⁵ 臺北捷運公司站務處票務中心股長 nelson@trtc.com.tw

摘要

臺北小巨蛋副館（冰上樂園）常年結冰，為國際標準滑冰場。原冰上樂園之入出場管制係採用人工管制方式，無法自動收集入出場資訊，亦無法自動彙整營運相關資料進行統計、分析及相關稽核作業。臺北捷運公司接管小巨蛋後，開始規劃於冰上樂園導入自動化入出場館之管理方式，建置「自動化入出場管制系統」，硬體設備由臺北捷運自動收費系統重置後汰換之閘門改裝，以及帳務整合系統汰換下之電腦組成，操作軟體由臺北捷運公司自行撰寫，並依實務需求設計模組，以期達到防弊、防錯並藉以提升工作效率，另可藉此系統進行資料收集統計以利後續尖離峰進出場人數等相關營運資料之分析。系統建置作業歷時1年，已於2009年12月完成。

關鍵字：冰上樂園、入出場管制、自動收費系統

Abstract

The Ice Land at Taipei Arena is an international standard ice rink with an all year round ice surface. The access control was initially done with a manual system that had no capability to collect entry and exit information, and could not automatically compile operation related information for statistics, analysis, and related audition work. Since taking over the management of Taipei Arena, the Taipei Rapid Transit Corporation (TRTC) had started planning to introduce and deploy an "Automatic Access Control System" for Ice Land. The hardware includes retired gates from the TRTC Automatic Fare Collection System and retired computers from the Integrated Accounting System, and the software is programmed by TRTC with modules that are designed for practical demands. The system is expected to prevent fare evasions and errors, increase operation efficiency, and facilitate the analysis of operation information, such as the number of people entering and exiting in peak/off peak hours, by collecting and analyzing information. It took one year to deploy the system, which was completed in December 2009.

Keywords : Ice Land, Access Control, Automatic Fare Collection System

前言

臺北小巨蛋座落於松山區敦化北路和南京東路四段交叉口，前身為臺北市立棒球場。2000年底，臺北市政府拆除老舊棒球場，於原址興建1萬5,000席多功能體育館（Arena）。自2001年11月12日動工，於2005年8月底竣工，同年12月1日正式開館啟用，命名為「臺北小巨蛋（Taipei Arena）」。

臺北小巨蛋是臺北市運動設施整體規劃興建計畫中，重要的室內場館設施。主場館球場面積大小為76M×41.5M，伸縮席位完全伸展時，仍達60M×29.5M；周邊賽會行政空間一應俱全，符合5人制足球賽場地需求大小以下之運動項目使用要求，且主館球場中央61M×30M範圍亦可凍冰，成為標準室內冰上競賽運動場館，使臺北市得以爭辦國際間大部分單項運動總會一級賽事活動。

小巨蛋冰上樂園（以下簡稱冰上樂園）是臺灣唯一符合國際標準的冰場，場地大小為61M×30M，滑冰總人數可達400人，看臺可容納800個席位，擁有冬季奧運級標準冰面品質，場地曾榮獲「國際滑冰總會ISU」以及「亞洲滑冰總會ASU」執行委員、會長等專家認可，平時除提供遊客休閒的場所外，也肩負訓練國家選手及培育滑冰人才之重任，開館至今舉辦多項國際大型冰上運動賽會。

系統建置緣由

冰上樂園入出場管理作業，除「購票入出場」外，尚包含出場之「時限管制」（一般遊客入場一次以2小時為限）及「租賃之冰鞋護具歸還管制」。

臺北捷運公司（以下簡稱本公司）接管時，冰上樂園係採開立紙票並以人工驗票方式進行入出場之管理，於入場時以人工方式查驗票面之日期及時間，票券截角後入場，冰鞋及護具之歸還亦以人工方式註記於票面，若遇大量人潮同時出場時，出場驗票人員於人工判斷出場時限及冰鞋護具是否已歸還完畢時可能誤判或未仔細驗票，且可能產生人為之弊端。

本公司接管小巨蛋後，開始規劃於冰上樂園導入自動化入出場館之管理方式，建置「自動化入出場管制系統」，以期達到防弊、防錯並藉以提升工作效率，另可藉此系統進行資料收集統計以利後續尖離峰進出場人數等相關營運資料之分析。

系統建置過程

本次建置包含「櫃臺空間重新規劃（含各區配置售票機及付費區與非付費區之空間區隔）」、「架設自動驗票閘門及公務門」等，預定之空間規劃、設備配置及設備需求詳如圖1及表1所示，預計架設之設備計有後臺控制電腦1臺、售票機4臺、自動驗票閘門3臺、移動式驗票閘門2臺，另裝設公務門2臺及採購POS機2臺。

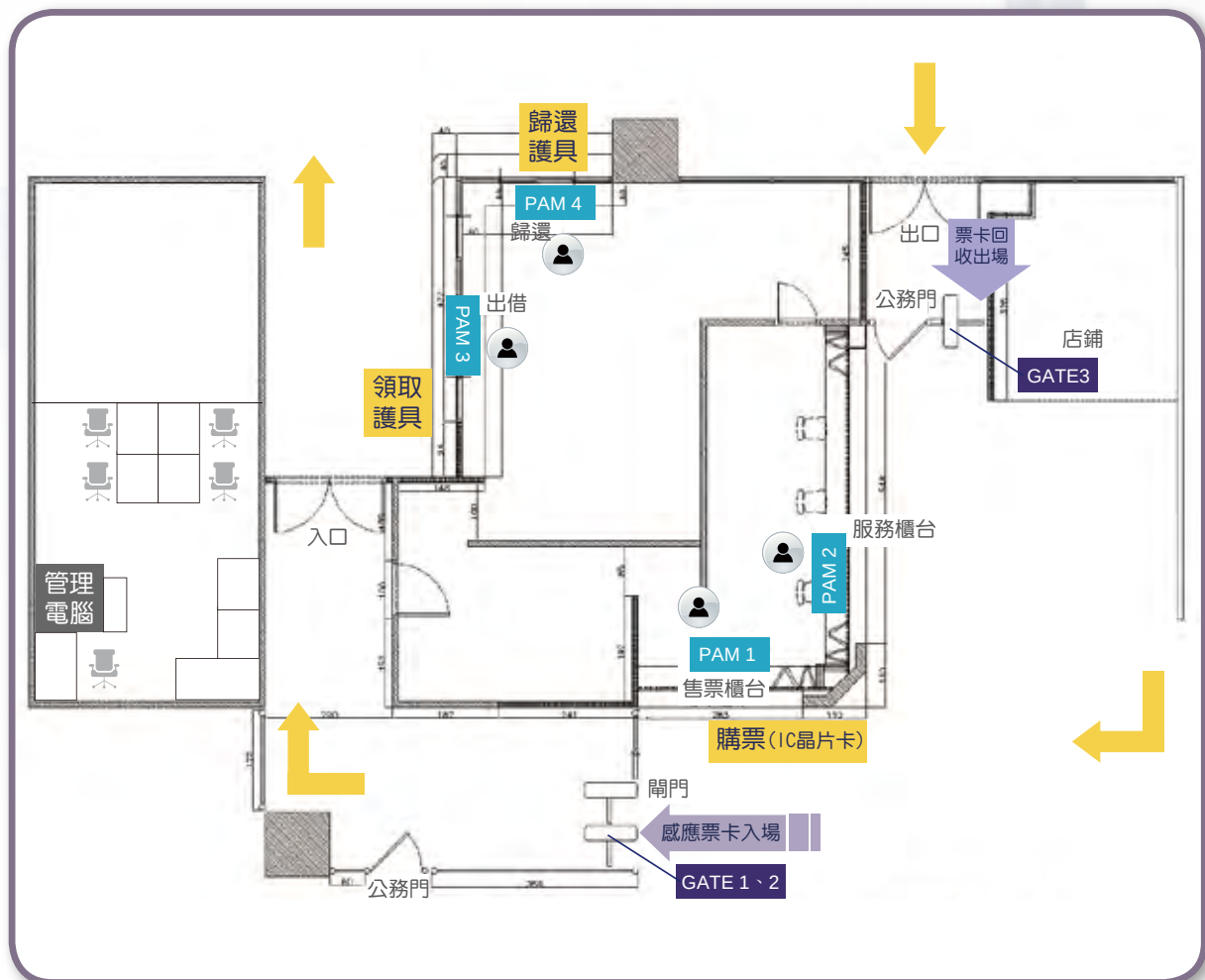


圖1 設備配置圖



表1 設備需求說明

項次	設備名稱	設備數量	說明	備註
1	後臺電腦主機	1		
2	售票機	4	1.一般購票1臺 2.會員服務1臺 3.租賃區1臺 4.歸還區1臺	購票區2臺：1臺處理一般購票，1臺處理會員及學員卡；必要時互為支援。
3	自動驗票閘門	3	1.入場2個通道 2.出場1個通道 3.員工通行燈號	
4	公務門	2	1.入場區1座 2.出場區1座	
5	移動式自動驗票機	2	1.入場區1座 2.出場區1座	固定式閘門故障時架設於公務門，可疏散人群並可確保入出場資料之完整性。
6	IC票卡	首批1,500張	由出口閘門回收重複使用	單日最大來客人數約1,100人。

本案自2008年12月開始進行系統規劃，依序進行功能需求確認、設備數量及空間配置規劃、系統功能設計、系統軟體開發、硬體設備模組改良、設備安裝及測試等建置工程，並於2009年12月16日正式啟用。



表2 系統建置時程

項次	年月	2008年	2009年												2010年
		12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月
1	需求分析														
2	細部設計暨軟體撰寫														
3	閘門票卡回收模組設計														
4	閘門箱體改造														
5	確認所有功能設計														
6	進行軟體程式開發以及模擬測試														
7	IC薄型票卡採購														
8	設備現場安裝														
9	系統測試驗證														
10	人員訓練														
11	壓力測試														
12	正式啟用														
13	啟用後追蹤及細部修正														

冰上樂園自動化入出場管制系統，係使用臺北捷運汰換之站務員售票機（PAM）、自動驗票閘門（GATE）、移動式驗票閘門、場站管理電腦（SPS）等設備，依冰上樂園營運之需求，由本公司自行設計開發系統軟體，並依現場空間配置之需求，研究改良自動閘門箱體之規格，縮小閘門之尺寸，以符合營業現場整體景觀之需求，另考量滑冰選手及會員與學員會自行攜帶滑冰裝備入場使用，故加寬原設計之閘門通道，加長三轉柱之長度。

冰上樂園入出場使用之票卡，係採用薄型IC票卡重複循環再使用，於入口閘門持票卡感應完成後入場，出場時票卡由出口閘門回收重複使用。

軟體修改

先分析冰上樂園營運及票務現況，依各項作業功能列出設備需求清單。針對入/出場管制功能，其封閉式票種之處理以及確認軟體功能設計方式，如圖2說明。

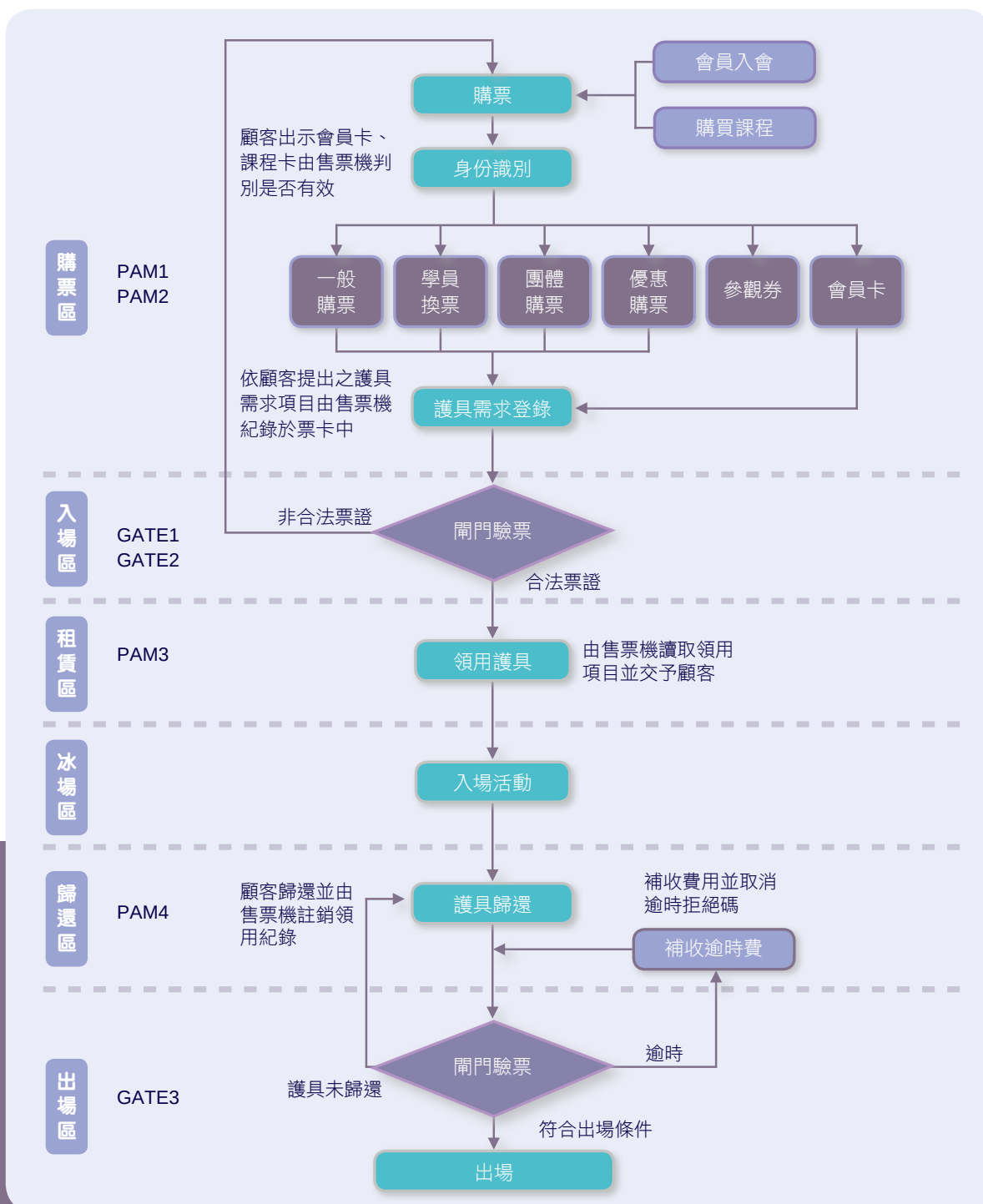


圖2 冰上樂園購票入出場作業流程

針對冰上樂園作業需求分析，設計其系統架構及票卡生命週期，如表3、圖3及圖4說明。

表 3 冰上樂園自動化入出場管制系統之系統架構表

階層	功能描述
Level 1 終端驗票設備	包含出、入口閘門，移動式閘門，售票機（PAM1~PAM4），負責處理票卡驗證與設備租借等交易行為
Level 2 場站電腦	負責蒐集終端驗票設備之交易資料

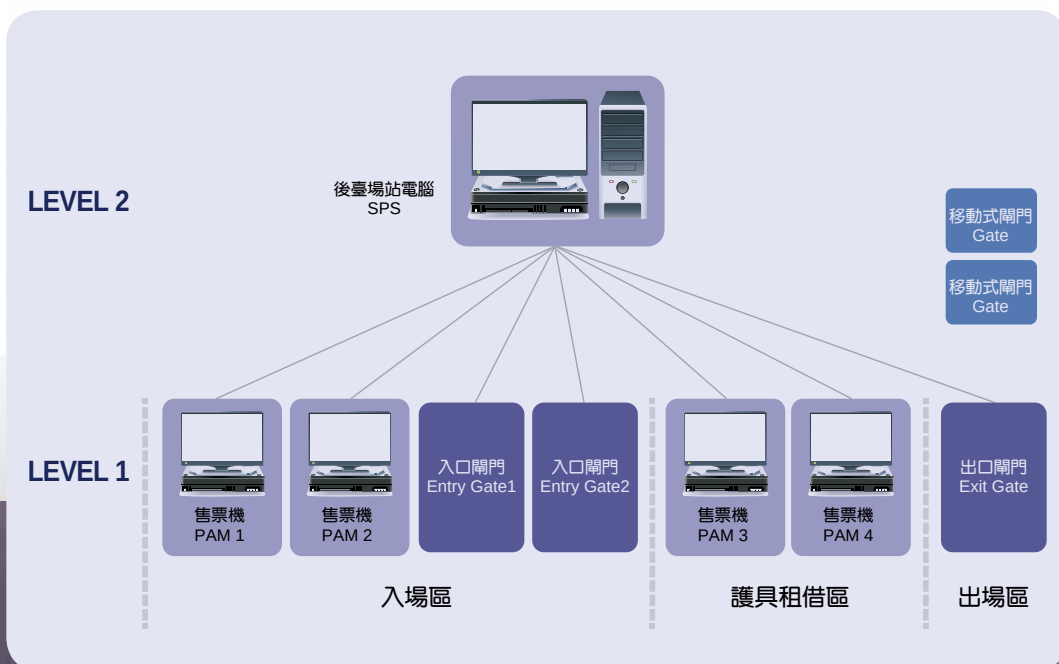


圖3 冰上樂園自動化入出場管制系統之系統架構圖

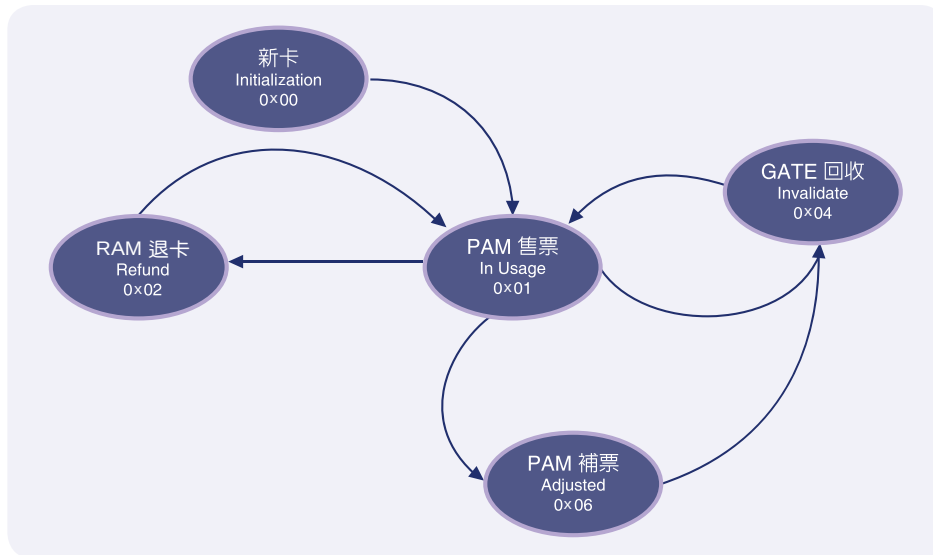


圖4 票卡生命週期控管

依據冰上樂園營運規則及功能需求，設計規劃設備程式修正方向，整理如下：

一、票卡使用時間限制係以PAM出票時間起算。

設計及規劃：

(一) 售票時PAM寫入「售出日期時間」至票卡固定資料區（STD）中。

(二) 出場GATE判定為逾時之條件：

出場時間－STD（售出日期時間）>= EOP（票卡使用時間限制）

二、會員卡及課程卡限本人使用（紙卡或IC票卡），必需進行身份驗證，無法逕行入/出場，入場前必須換票（會員入場券、學員入場券）後，再以會員入場券、學員入場券刷入場。

設計及規劃：

(一) 會員卡及課程卡仍為紙卡，由人工方式進行驗證。

(二) 驗證通過後，由PAM發出「會員票」或「學員票」。

三、所有票種售出後當日有效（跨日無效）。

設計及規劃：

(一) 入場GATE檢查票卡固定資料區之「售票日期」欄位，若與系統日期不符則拒絕交易。

(二) 服務人員收回拒絕之票卡，回收之票卡可再由PAM重新販售。

四、退票條件：售出後10分鐘內，全額退費，超過10分鐘不可退票。

設計及規劃：

(一) Case1：尚未入場之票卡，售出後10分鐘內由PAM退票。

(二) Case2：未借護具且已入場之票卡，由出場GATE回收後，再憑發票，在POS系統上進行退費。

(三) Case3：有借護具且已入場之票卡，於歸還區PAM4退費後，由公務門出場。

五、逾時處理：每逾半小時加收45元，未滿半小時以半小時計。

設計及規劃：出場閘門寫入逾時之拒絕碼，至PAM更正拒絕碼時，PAM自動計算逾時罰款，扣款後由出場GATE出場。

六、緩衝時間：15分鐘（例如：一般票之時限為2小時，加上緩衝時間後，實際入場後可停留2小時又15分）。

設計及規劃：緩衝時間為一設備參數，所有票種共用。



一般票卡 — 98年系統啟用版



一般票卡 — 101年新版



參觀票卡 — 101年啟用

七、遇洗冰（冰面整理）時間（依2009年所定時間），週一至週五14：00、18：00，週六與週日12：00、15：00、18：00，出場時間（含緩衝時間）延長30分鐘。寒暑假及例假日比照週六、日。

設計及規劃：

（一）日期（假日或非假日）判斷由設備參數（Calendar）控制，每一學年需更新參數一次。（註記寒、暑假及週六/日，但補上班之週六不註記）

（二）各冰面整理時段紀錄於參數（Time slice）中。

（三）於冰面整理時段入場，「入場時間」係以該時段之「結束時間」計算。

（四）「入場時間」即為「PAM售票時間」，故PAM售票時須判斷是否為冰面整理時間，若為冰面整理時間，票卡中「入場時間」係以該時段之「結束時間」寫入。

（五）PAM售票交易必須帶票卡中「入場時間」，以便區分。

八、團體票種由PAM售出，1人1張票。

設計及規劃：PAM可預先進行販售，操作人員可於MMI輸入「入場日期」及「入場時間」。

九、為因應冰場突發狀況，由PAM提供更改時限碼之功能，並提供註記更改原因之空間，逾出場時限之來客票卡於PAM完成更改後，可順利出站且票卡正常回收。

設計及規劃：由SPS端下STMO方式處理，出場GATE忽略時限檢查。

十、租賃冰鞋必須註記鞋號。

設計及規劃：租借時，由PAM寫入票卡租借紀錄。

十一、來客可能補租賃護具。

設計及規劃：依據票卡中「租借紀錄」，尚未租借之護具，方可進行補租。

十二、來客可能更換護具項目。

設計及規劃：使用「PAM護具租借」功能先進行「退租」交易，再進行「租借」交易。

十三、來客可能更換不同鞋號之冰鞋。

設計及規劃：使用「PAM護具租借」功能先進行「退租」交易，再進行「租借」交易。

十四、遇緊急事件可設定閘門自由通行以利疏散群眾。

設計及規劃：關閉GATE電源或開放公務門。

十五、每日即時統計場內活動人數並可供查詢（入場人數-出場人數=滯留場內人數）

設計及規劃：

（一）SPS須能即時處理設備上傳之封閉式票種交易。

（二）於SPS上提供簡易之查詢程式。

十六、會/學員票使用紀錄連結會/學員證號

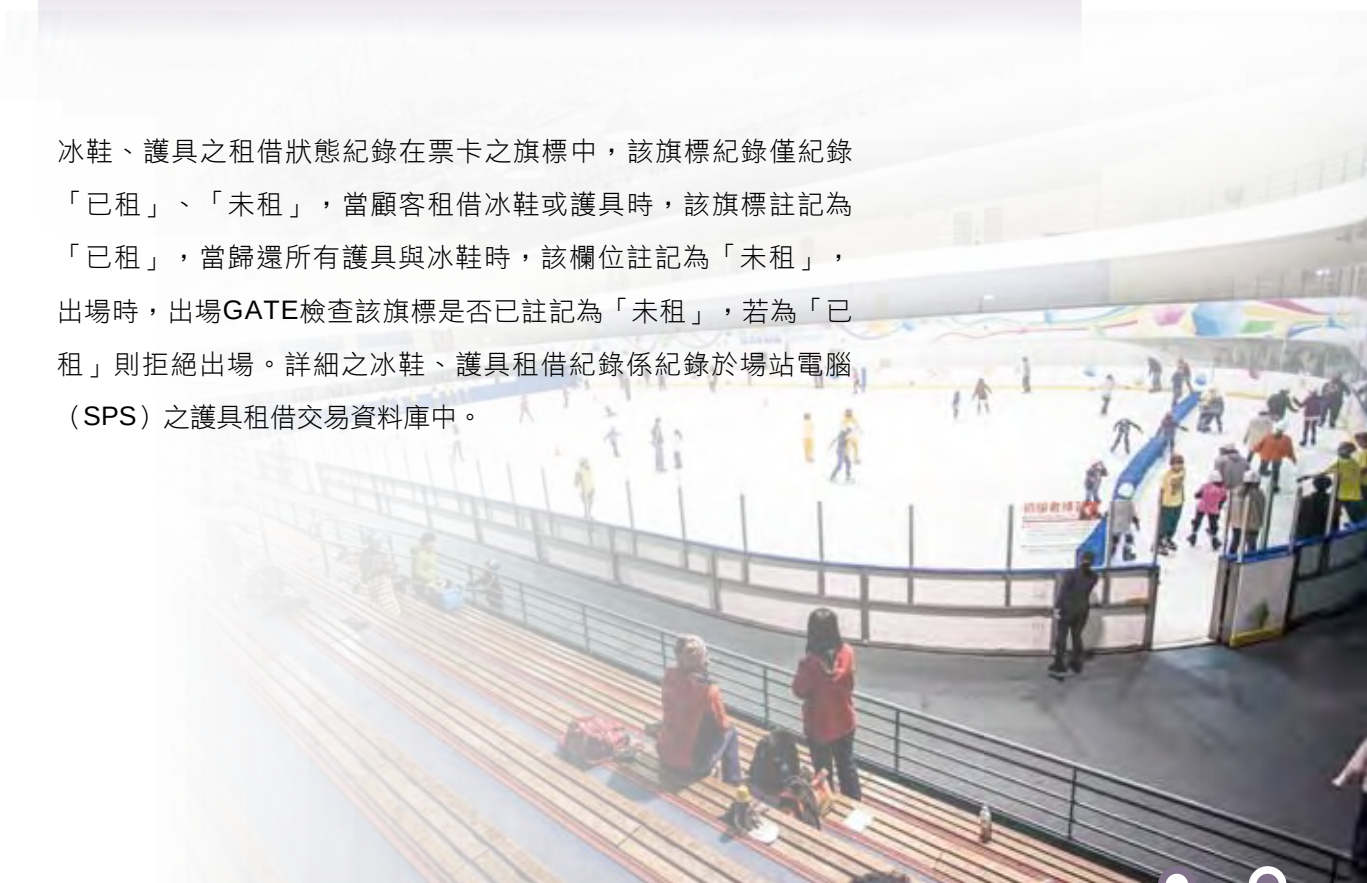
設計及規劃：PAM發售會/學員票時，由操作人員於MMI輸入「會/學員證號」，PAM售票交易包含「會/學員證號」，查詢後臺交易紀錄時，可由PAM之售票交易得知晶片號碼。

另針對冰上樂園獨有之「冰鞋、護具租借系統」，將提供護具租借、歸還及退租3種交易功能，交易流程如表4：

表 4 冰鞋護具租借交易流程

	交易地點/設備	交易	操作功能
STEP 1	售票區PAM1/PAM2	買、換票	PAM售票功能
STEP 2	售票區PAM1/PAM2	註記租賃項目	PAM護具租借功能
STEP 3	入場區GATE	入場	
STEP 4	租賃區PAM3	領取護具	PAM票卡分析
STEP 5	歸還區PAM4	歸還護具	PAM護具租借功能
STEP 6	出場區GATE	出場	

冰鞋、護具之租借狀態紀錄在票卡之旗標中，該旗標紀錄僅紀錄「已租」、「未租」，當顧客租借冰鞋或護具時，該旗標註記為「已租」，當歸還所有護具與冰鞋時，該欄位註記為「未租」，出場時，出場GATE檢查該旗標是否已註記為「未租」，若為「已租」則拒絕出場。詳細之冰鞋、護具租借紀錄係紀錄於場站電腦（SPS）之護具租借交易資料庫中。



硬體改良

冰上樂園自動收費系統係以捷運板南線重置汰換之磁卡自動驗票閘門作為驗票進出管制設備，因應小巨蛋冰上樂園之動線規劃及配置特性，閘門均為單向使用，且為利民眾攜帶滑冰器具而加寬通道，故裁切閘門箱體之對向箱體及加長轉柱長度。箱體由178cm縮短為130cm，轉柱則由42.5cm加長至48.5cm。另設置移動式閘門，以利設備異常時可彈性運用。



圖5 閘門箱體修改前



圖6 閘門箱體修改後

冰上樂園以循環使用之薄型IC卡作為入場票證，故閘門將由原處理磁卡接觸式讀寫之設備，變更為處理薄型IC票卡非接觸式讀寫設備。磁卡自動驗票閘門與非接觸式票卡感應交易，係利用側邊附掛驗票模組方式，使其達成非接觸式票卡進出車站交易管制功能，由於本身並未具備非接觸式IC票卡回收功能，故未能滿足冰上樂園自動收費系統之IC票卡閘門回收需求。本公司以自有悠遊卡驗票模組與車票傳送器整合，以符合冰上樂園使用IC票卡，且票卡經由閘門回收之營運需求。



圖7 磁卡車票傳送器



圖8 閘門上附掛之悠遊卡驗票模組

另考量冰上樂園自動收費系統所使用之出場閘門，磁卡驗票功能將停用，改採回收IC式票卡，故重新評估相關控制模組留用之必要性，以精簡內部控制線路，並期降低日後維護成本，經評估以驗票模組取代原主控制模組作為整個閘門控制中樞單元應為可行方向，惟因驗票模組之外部控制介面，原廠提供之介面電路板僅具備3個輸入點及5個輸出點（如圖9），雖可利用其串列傳輸架構以串接方式增加輸出入介面點數，但就專案需求而言，輸入判斷信號12點/輸出驅動14點（如表5之外部介面信號表），再行檢視電路架構，較不具經濟效益且電路相對複雜，基於精簡內部控制線路之目標，故針對前述信號介面需求，重新開發介面電路板擴充輸出入點數，並依介面控制晶片規格，將輸入輸出點數各增加為8點（如圖10），除滿足專案需求，亦提升電路板使用效益。



圖9 原廠介面電路板（3in/5out）



圖10 自行開發介面電路板（8in/8out）

表5 外部介面信號表

模組單元	信號名稱	功能	屬性
車票傳送器	T_SL1	入口電磁閥驅動	ACT_OUT
	T_SL2	車票回收電磁閥驅動	ACT_OUT
	T_SS	服務狀態切換驅動	ACT_OUT
	T_Busy	忙碌旗標	ACT_OUT
	T_Msta	傳送馬達啟動	ACT_OUT
	T_Mbr	傳送馬達煞車	ACT_OUT
	T_Mcha	傳送方向切換	ACT_OUT
	T_Trel	三轉柱釋放	ACT_OUT
	T_Allow	通行顯示器驅動	ACT_OUT
	T_Rej	請洽詢問處顯示器驅動	ACT_OUT
	T_Dir	方向顯示器驅動	ACT_OUT
	T_S1	入口感測器	Trigger_IN
	T_S2	感應天線定位感測器	Trigger_IN
	T_S1	頂端出票口感測器	Trigger_IN
車票回收部	T_S1	車票回收感測器	Trigger_IN
	R_SL1	車票分向電磁閥驅動	ACT_OUT
	R_M1	主馬達驅動	ACT_OUT
	R_M2	票匣壓輪驅動	ACT_OUT
	R_S1	票匣1車票感測器	Trigger_IN
	R_S2	票匣2車票感測器	Trigger_IN
	R_S3	票匣1置入感測器	Trigger_IN
	R_S4	票匣2置入感測器	Trigger_IN
	R_S5	票匣1車票壓板感測器	Trigger_IN
	R_S6	票匣2車票壓板感測器	Trigger_IN
	R_S7	票匣1車票已滿感測器	Trigger_IN
	R_S8	票匣2車票已滿感測器	Trigger_IN

磁卡自動驗票閘門之車票傳送器係採用步進馬達（stepping motor）作為車票傳送動力來源，因驅動步進馬達需產生控制脈衝信號，若以驗票模組作為驅動信號來源，則其軟體控制架構及介面電路將須大幅變動，考量專案執行時程限制，先於驗票模組外部增加頻率震盪脈衝電路，並搭配驗票模組控制信號，藉以驅動步進馬達，惟於車票傳送器連續大量測試時，因車票傳送過程中，步進馬達需多次啟動及停止，於啟動及停止瞬間，偶有出現失步（loss step）現象，造成車票傳送器功能異常，經分析該現象係因脈衝電路積分脈衝信號與步進馬達加、減速時序不匹配所導致（如圖11），故針對此問題重新思考後，改以直流無刷馬達（DC brushless motor；如圖12）替代步進馬達，俾克服車票傳送至天線感應定位點時瞬間啟動、瞬間煞車之短程高速定位要求。

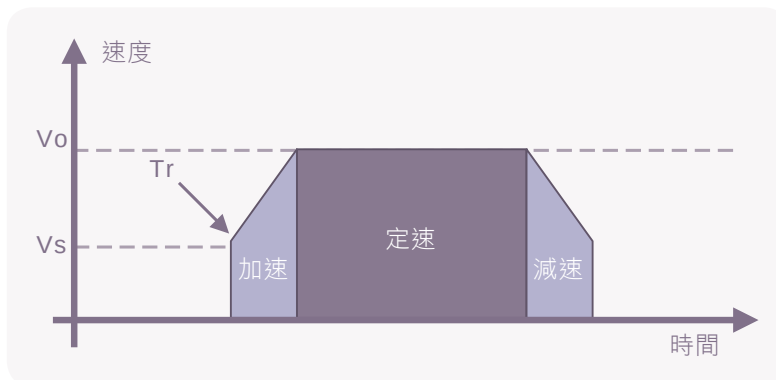


圖11 步進馬達自起動速度（Vs）、加減速斜率（Tr）、轉速（Vo）三者的關係圖



圖12 直流無刷馬達安裝圖



因驗票閘門由磁卡改為IC卡介面，內部讀寫相關組件及線路需重新設計，故將閘門內部原有之線路移除後，依自行設計之線路裝配圖（如圖13）進行閘門各部模組間之線路裝配。

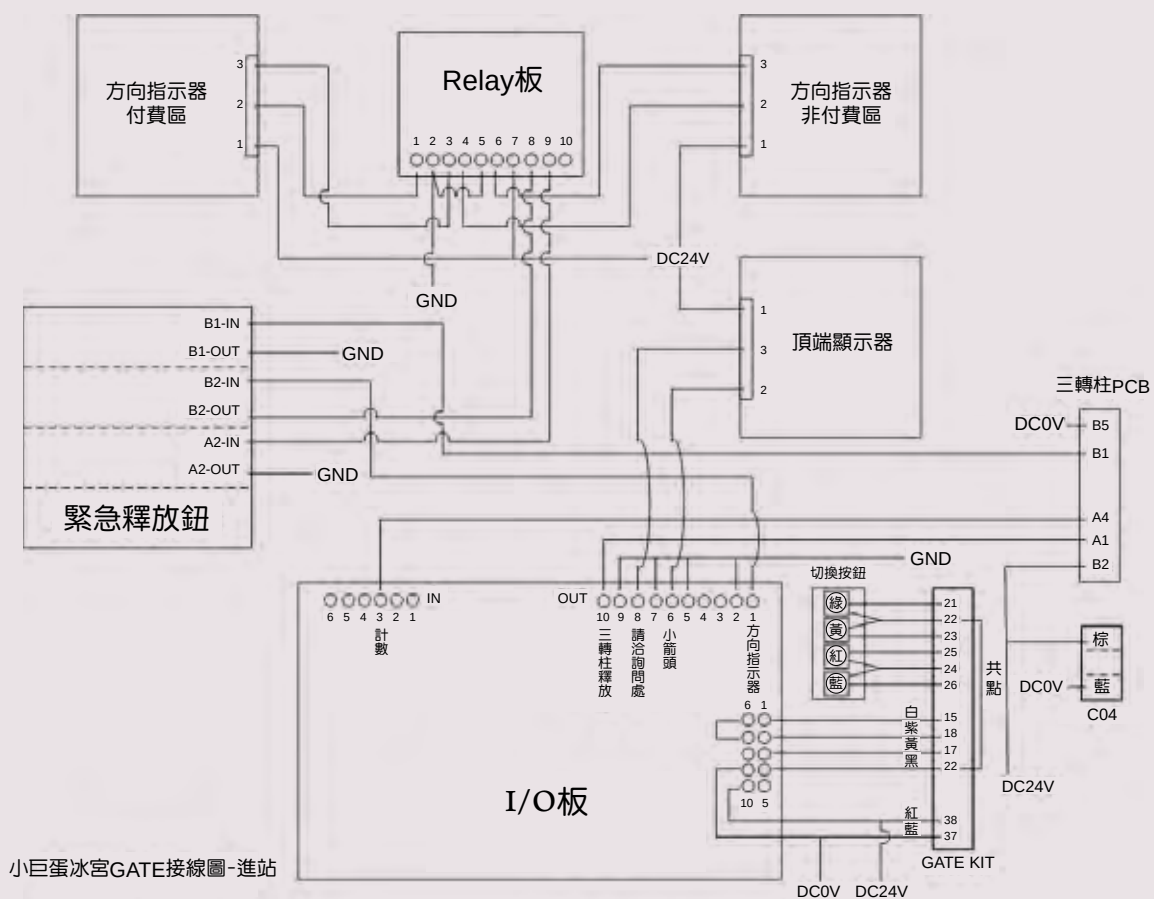


圖13 線路裝配圖

現場安裝

閘門箱體改裝完妥後，即進行現場安裝作業。針對現場環境週邊設施及設備裝設，包含：電源線及訊號線佈設、設備搬運及安裝、圍籬及移動式閘門支架設置等作業。



圖14 系統裝設前



圖15 管線佈設



圖16 安裝完成之進站閘門



圖17 安裝完成之出站閘門



圖18 安裝完成之售票機

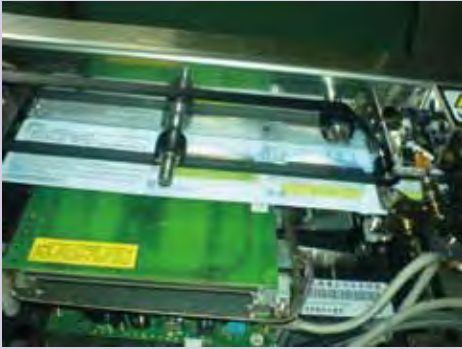


圖19 車票傳送器卡票



圖20 票卡未定位至回收票匣

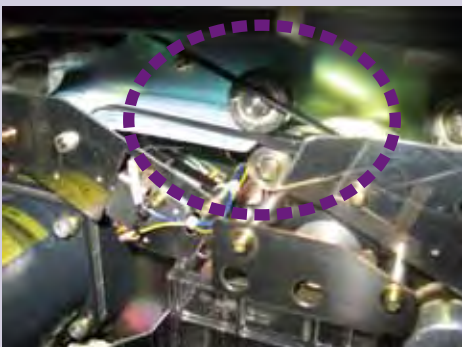


圖21 卡票-皮帶脫落

測試及改善

於2009年10月15日至2009年11月30日進行系統壓力測試，測試內容係將票卡自售票機發售後，以入場閘門感應入場，再由出場閘門將票卡回收。測試期間發生閘門轉柱可多次轉動或無法轉動、出場閘門卡票及票卡未定位至回收票匣、售票機之結班報表無交易資料或結算金額報表錯誤等問題。

11/03/09 19:12:22		
站務售票機編號	2502	
操作員	23605	
值班編號	14	
16:37:07~19:12:22		
售卡-普通	0/	0
售卡-學生	0/	0
售卡-優待	0/	0
售卡	0/	0
售卡取消-普通	0/	0
售卡取消-學生	0/	0
售卡取消-優待	0/	0
售卡取消	0/	0
售卡小計	0/	0
加值	0/	0
加值取消	0/	0
加值小計	0/	0
退卡	0/	0
調整	0/	0
封閉式票種交易		
更正扣賬碼	00/	5490
售票	0/	0
退票	0/	0
租--護具/冰鞋	0/	0
退--護具/冰鞋	0/	0
現金收入合計		10980
報表結束		
報表結束		

圖22 結算金額報表錯誤

測試期間亦發現強化系統功能之議題，如：售票機操作介面調整、補印值班報表功能、場站電腦結帳時間調整、進場人數控制等，經確認功能需求及評估可行性後，於正式營運前陸續完成所需功能，使系統更臻完善。

針對觀察期之各項測試所得缺失進行改善，改善面向包括設備之軟體控制、硬體結構設計等，研擬各項改善方案並進行測試，經成效評估後選擇最佳改善方法。例如：針對票卡未定位至回收票匣的問題，經維修人員腦力激盪，提出各項方案後反覆測試，發現將導軌過長部分切割後，可達到良好之改善效果，如圖23至圖24所示。



圖23 票卡導軌導片過長部份切割



圖24 改善後票卡可正確回收定位

營運準備及維修制度建立

以設備建置及系統測試所得經驗，評估各設備所需備品，建立備品項目及數量清單，統一送至冰上樂園自動收費系統備品室存放，以供後續設備維修所需使用。各項備品清單詳列表6。

表 6 備品清單一覽表

項次	模組名稱	數量
1	車票傳送器（含GATE KIT一組）	2
2	GATE KIT	2
3	TOP DISPLAY（進站）	2
4	TOP DISPLAY（出站）	1
5	三轉柱（337 GATE 三轉柱組）	1
6	電路板（337-GATE轉軸PCB）	2
7	AG-三柱轉軸角度感測器 OPTICAL SENSOR	1
8	POWER SUPPLY（出站）Q-250D	3
9	I/O 板（小）	4
10	PAM主機	2
11	KEYBOARD	2
12	MOUSE	2
13	QVP-P12電路板	1



關於人員訓練方面，針對場站人員及維修人員不同屬性分別編撰訓練教材，並於正式營運前分批完成訓練，使人員得以瞭解系統特性、操作方式、維修方法及相關注意事項，以利本系統正式營運後得以正常運作。

系統於2009年12月正式啟用後，自2010年1月起，製作小巨蛋冰上樂園自動收費系統維修月報，內容包含維修摘要報告、設備故障件數統計、故障及預防檢修工時統計、故障原因分析等項目，以利同仁瞭解系統現況並檢討改善空間。並藉由以往設備維護所得經驗，彙整歷來維修資料，編撰本系統所屬各項設備之故障及預防檢修工作說明書，並於2010年7月發行，以供維修人員執行維護作業有所依循。

系統建置面臨之挑戰

克服模組整合問題

如前文所述，冰上樂園自動驗票閘門係以原臺北捷運磁卡閘門，整合IC卡驗票模組而成。為降低系統整合時間，經評估以公司自有悠遊卡驗票模組（圖26），將可縮短系統軟體開發時間，同時亦可降低設備開發成本，並發揮最大效益。但悠遊卡驗票模組固定機構並無法直接置放於閘門車票傳送器上（圖25），故如何將悠遊卡驗票模組與車票傳送器整合，並兼顧後續維修作業，此為硬體整合須面對的技術挑戰。



圖25 磁卡車票傳送器



圖26 悠遊卡驗票模組

就閘門內部空間及車票傳送器機構作細部分析及機構空間配置檢討，並移除車票傳送器磁頭及壓輪，及調整傳送皮帶滾輪位置（圖27），再將悠遊卡驗票模組各板件分解重新配置，此機構配置可令車票傳送器具備IC式票卡驗票功能（圖28、29），同時兩者整合成單一模組後，若故障時僅需將該模組卸除更換新備品，無需於現場各別檢修，此設計方式亦與驗票閘門原廠模組化設計之維修理念相符。

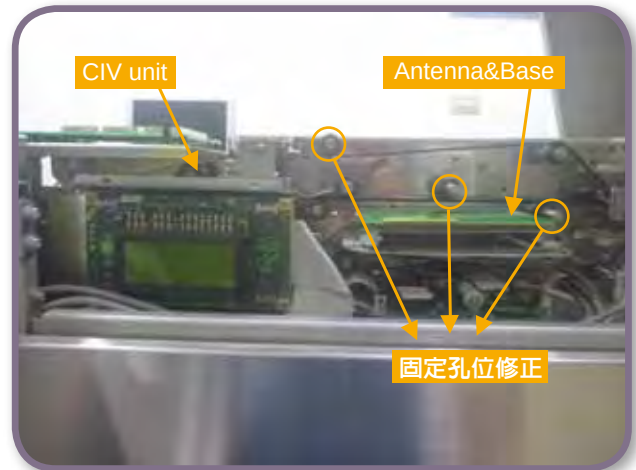


圖27 車票傳送器機構調整圖



圖28 整合後車票傳送器（正面）



圖29 整合後車票傳送器（側面）

工作型態變更，增加現場人員工作衝擊

導入自動化入出場管制系統，入出場管理由人工作業模式變更為設備自動化管理，並改以薄型IC票卡作為門票，回收循環使用。現場工作人員對新設備的操作及票卡的盤點管控，心生畏懼並產生排斥感，因應此一問題，制定標準作業流程並加強人員之教育訓練，增強工作人員對系統的熟悉度，並確保人員熟知各項作業流程及各項應變作為，以減少人員的心理不安。

入出場方式及時限嚴格管控，改變遊客使用習慣

原驗票及管制係以人工方式進行，門禁管制人員於判斷時限時，可能會有彈性判斷之情形，且門禁管制亦較為鬆散。系統建置完成後，入出場時限由系統自動判斷，依規定嚴格執行入場時限管理，門禁管制亦依規定執行，遊客因不習慣而有不滿之情形。因此要求工作人員針對遊客疑慮加強說明，且系統啟用之後，遊客逐漸了解，自動化入出場管制系統係提供一有秩序且自動化之入出場管理方式，不再需要等候驗票人員逐一確認票面資訊後方可進出場，只要票卡資訊無誤，均可由閘門依序迅速進出場。

系統建置效益

節省人力資源

未導入系統之前，門禁管理作業，需於冰場入口及冰場出口處，各配備1名專職之門禁管理人員，人力使用無效率。導入系統自動化系統進行門禁管制後，即無需再配置2名專責門禁管理人員，有效節省人力資源。

提升服務品質，避免人為誤判或舞弊

未導入系統之前，係以人工驗票截角後入場，出場時並以人工判別是否逾時及確認冰鞋護具歸還的資訊無誤後，方可放行離場。若遇人潮擁擠時，人為判讀可能不確實，且遊客等候出場可能對冰場管理產生不良之觀感，過程既耗時且無效率，並可能產生人為之舞弊。

導入自動化管理系統後，由系統依設定之參數，自動判別入出場時限，並自動判讀冰鞋及護具歸還資訊，除有效提升服務品質外，並可避免人為誤判或舞弊行為，同時給予遊客系統自動化管理之良好印象及信賴感。系統自動收集之營運資訊，亦可進行內部稽核作業，強化現場管理機制。

有效管理場內人數

為確保遊客滑冰品質及維持服務水準，冰場會實施場內滯留人數管制作業，系統導入之前，場內人數係由人工目測判斷擁擠情形，較不客觀。導入系統之後，入出場訊息均可透過設備傳輸至場站電腦進行彙整及統計，透過系統資訊，櫃檯工作人員可得知現在場內滯留人數。

透過系統提供一客觀之參考數據，俾利值班人員判斷是否可開始進行入場管制，以確保遊客之滑冰品質及冰場之服務水準。

入出場資料統計分析

系統導入之前，遊客購票資訊及進出場之資訊不易統計，導入系統後，遊客購票資訊及進出場之資訊，均可透過站務員售票機及自動閘門等設備，由系統自動收集匯整儲存於場站管理電腦。各項營運資訊可運用於後續進行各種統計及分析作業，例如可進行進出場的尖離峰時段分析等，資料分析結果可作為制定營運管理決策之重要參考。

結語

本次建置冰上樂園自動化入出場管制系統，係以本公司自動收費系統技術為基礎，由本公司票務中心依照冰上樂園場地限制及營運需求，自行設計撰寫軟體及設備模組，以及改裝硬體設備，開發符合小巨蛋冰上樂園營運需求之自動化系統。本次系統建置，成功的將臺北捷運公司自動收費技術移植應用至不同於捷運之其他業別。



4

貓空纜車 網路預約系統 建置實務

The Development of
Maokong Gondola
Online Booking System



趙孟成 Meng-cheng Chao¹、時善樂 Solomon Shih²
方鍵 Chien Fang³

¹ 臺北捷運公司資訊處處長 e00069@trtc.com.tw

² 臺北捷運公司資訊處課長 solomon@trtc.com.tw

³ 臺北捷運公司資訊處助理工程師 e23441@trtc.com.tw

摘要

貓空纜車系統於2007年7月4日正式通車營運，並於2011年8月20日旅運量累計突破1,000萬人次。但由於搭乘旅客較多，常於貓空纜車動物園站見到旅客排隊搭乘之情況。因此，臺北大眾捷運股份有限公司為提供旅客有效規劃行程，並減少排隊候車時間，規劃建置貓空纜車網路預約系統，以提供旅客透過網際網路預約搭乘貓空纜車系統之服務。

本系統建置過程中曾遭遇如個人隱私、預約者身分確認、預約報到控管以及使用者浮濫預約等問題；除此之外因旅客係透過網頁瀏覽器預約，各種不同瀏覽器之間之相容性以及系統效能問題亦需納入考量。儘管建置過程中曾遭遇許多的困難，但在同仁協力下完成貓空纜車預約系統之建置工作。截至2012年8月為止，貓空纜車網路預約系統共完成3萬600次預約，預約搭乘人數總計12萬5,530人。

本文將說明貓空纜車網路預約系統之功能規劃、建置過程、遭遇之問題以及解決方法，以期作為日後從事類似系統開發經驗。

關鍵字：貓空纜車、網路預約、網際網路

Abstract

Maokong Gondola began to operate on July 4th, 2007 and the accumulated ridership reached 10 million passengers on Aug. 20th, 2011. However, due to the large number of passengers, many travelers need to spend a lot of time waiting in line to take the Gondola. To solve this problem, Taipei Rapid Transit Corporation developed the Maokong Gondola Online Booking System so that travelers can make reservation in advance and save time.

While developing this system, we encountered many problems such as user identity verification, user privacy protection, check-in control and indiscriminate reservation. In addition, we had to take into account the compatibility between various browsers because users may use different browsers to make reservations online. Despite so many difficulties, by the efforts of our team, the Maokong Gondola Online Booking System was completed successfully. As of Aug. 31th, 2012, 30,600 reservations had been made for all, estimated 125,530 passengers through the Maokong Gondola Online Booking System.

This article elaborates the planning process, the problems encountered and the solutions while developing the Maokong Gondola Online Booking System. It aims to provide experience for similar system development in the future.

Keywords : Maokong Gondola, Online Booking System, Internet



前言

貓空纜車系統於2007年7月4日正式啟用，路線由動物園站途經動物園內站、指南宮站至終點站貓空站，全長4.03公里，起訖站垂直高度差達275.2公尺。

貓空纜車系統通車一年運量突破500萬人次，當時於動物園站外常可見到各地旅客排隊等待搭乘纜車。後於2008年9月因薔蜜颱風侵臺，導致貓空纜車第16號塔柱下方發生土石滑落情況，臺北市政府於2008年10月1日宣佈貓空纜車暫停營運。在經過18個月之檢修後，貓空纜車於2011年3月30日正式恢復營運，並於恢復營運後舉辦為期6天之免費試乘活動，期間搭乘人數達10萬2,000人次。

鑑於民眾搭乘貓空纜車常需花費額外時間排隊，因此規劃建置貓空纜車網路預約系統，希望能夠藉由提供網路預約服務，讓民眾不需為排隊等候搭乘花費額外時間，以期提高民眾對於貓空纜車系統的滿意度及再次搭乘的意願。

系統規劃

貓空纜車網路預約系統（以下簡稱貓纜預約系統）係為提供民眾能夠透過網際網路預約搭乘貓空纜車。而一般民眾使用系統時多希望能夠在最短時間內熟悉並操作系統。因此系統之親和性及介面順暢便顯得十分重要。貓空纜車預約系統規劃之初即定下「提供民眾清晰易懂的畫面說明及使用介面、相關操作步驟應符合直覺、不讓民眾花費過多時間學習如何操作」之建置目標。並於規劃及建置過程中反覆檢討修正相關功能，以期達成規劃目標；以下簡略說明貓纜預約系統之功能、規劃建置以及上線情況。

系統簡介

在未建置貓纜預約系統前，民眾搭乘貓空纜車常須排隊等待超過20分鐘以上時間方可搭乘；而搭乘水晶車廂，因車廂數較少，常需花費更多時間等候。建置貓纜預約系統便是希望提供網路預約功能，方便民眾預約搭乘貓空纜車，並減少排隊所需的時間，同時希望透過民眾自行預約搭乘時間，方便民眾安排其他周邊景點旅遊行程，不致因為排隊耗費過多時間，以致耽誤或排擠其他行程。

貓纜預約系統提供民眾於未來30天公告時段內預約搭乘貓空纜車。除一般車廂外，亦提供預約水晶車廂。民眾僅需在搭乘前一日，上網選取搭乘時段後登錄身分證及手機號碼等資訊即可完成預約，為便利國外旅客預約搭乘，亦可輸入護照號碼預約。貓纜預約系統於預約完成後會自動顯示預約單，方便民眾自行列印或另存檔案。若民眾於預約時輸入電子郵件地址，貓纜預約系統便會自動發送通知信至指定信箱提醒民眾。

於預約搭乘當日，民眾僅需於搭乘時間前15分鐘攜帶預約單至貓空纜車動物園站報到後即可於預約時間搭乘貓空纜車。因預約時亦請民眾提供聯絡電話，如遇貓空纜車臨時暫停營運，可由服務人員通知預約民眾暫停營運訊息，避免民眾白跑一趟。

請點選搭乘日期
(限機車動物園站進站)

上個月
2012年9月
下個月

週一	週二	週三	週四	週五	週六	週日
27	28	29	30	31	1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21 11:10 11:58	22 11:01 11:10	23 11:11 11:09
24	25 11:12 11:11	26 11:12 11:11	27 11:13 11:09	28 11:10 11:11	29 11:11 11:09	30 11:12 11:11
1	2	3	4	5	6	7

申請人資料請填載詳實。

預約時間: 2012/09/23 08:30

車廂種類: 水晶車廂

申請人身分證或護照號碼: * 本國籍 / 外國籍

☒ 我已詳閱 貓空纜車動物園站 並同意遵守搭乘相關規定

申請人手機或市話 (擇一填寫): (手機號碼如: 0922123456)

(市話號碼如: 02-12345678)

搭乘人數: 1 人 (最多可乘 5 人)

驗證碼: 6276 (不分大小寫)

E-Mail: (輸入電子郵件者可收取預約資訊郵件。)

* 訂票價目之變動以公告為準。
 ** 預約成功後請注意前往搭乘，請於前一日報到，以利其他旅客搭乘。

下一步
返回月曆
返回時段表

圖1 選擇日期及輸入預約資料

除預約功能外，為避免已預約之民眾因故無法前往搭乘貓空纜車，需要取消預約，貓纜預約系統提供民眾取消搭乘或修改搭乘人數功能，民眾僅需於預約前一天輸入身分證或護照號碼及電話號碼即可修改。另後臺部分亦提供報到及報表功能，除能夠提供站務人員進行報到作業外，並可提供行控人員檢視各時段預約情況，以作為營運之參考。

建置規劃及重要功能

貓纜預約系統進行功能規劃時，因無類似預約系統規劃建置經驗，因此相關畫面功能及流程係參考如「臺灣高鐵網路訂位系統」、「臺鐵網路訂票」、「臺大醫院網路預約掛號系統」及「桃園縣後慈湖入園申請系統」等預約系統訂定；但經過深入了解其他系統作業流程發現，上述預約系統之功能與纜車預約之特性有所出入，此外相關報到確認機制亦與貓纜系統之需求有所差異。因此為能更符合需求，在參考貓空纜車管理單位實務經驗與需求另行規劃功能。規劃之功能包括前臺旅客預約、後臺預約管理以及統計報表功能。以下針對貓纜預約系統之重要功能特性進行說明：

一、不同瀏覽器之相容性

因貓纜預約系統係採網頁方式提供民眾瀏覽預約，但民眾可能使用各種不同的網頁瀏覽器瀏覽網頁。為盡可能便利民眾使用並增加使用便利性，預約系統不應限定民眾使用特定瀏覽器方可進行預約。因此規劃系統功能時便將瀏覽器相容性納入考量。貓纜預約系統建置完成後，除IE瀏覽器使用者可正常使用外，其他常見瀏覽器如Firefox、Chrome以及Opera等瀏覽器亦可正常瀏覽及預約。

除一般個人電腦瀏覽器外，因智慧手機日漸普及，雖預約系統原規劃時僅針對個人電腦瀏覽器進行最佳化。但為服務更多使用者，亦配合智慧手機瀏覽器進行功能調整，以期使用iOS或Android系統智慧手機之民眾亦能使用智慧手機進行預約。

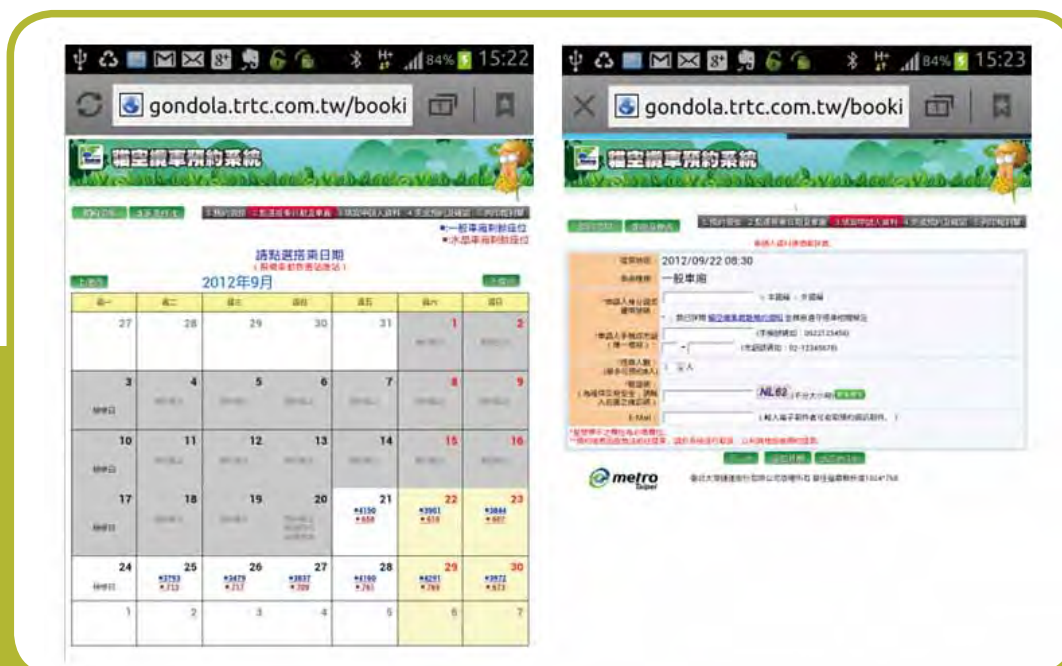


圖2 使用智慧手機預約搭乘貓空纜車

二、水晶車廂預約功能

貓纜預約系統規劃時，貓空纜車系統尚未提供水晶車廂供民眾搭乘，但後續建置過程中已正式開放。水晶車廂開放初期，常有民眾為搭乘水晶車廂願意等待超過30分鐘以上，由此可知水晶車廂受歡迎程度。此時雖已完成預約系統雛形建置工作，但為提供民眾更佳的服務並便利民眾搭乘水晶車廂，因此納入水晶車廂預約功能。

貓空纜車提供系統一半運量供民眾預約搭乘，水晶車廂與一般車廂提供預約之座位比率約為1：5左右，而實際預約搭乘之比率卻高達3：4，亦即約有42%之預約民眾選擇搭乘水晶車廂，比照實際運量比率可知，提供水晶車廂預約服務的確能夠提高民眾預約意願並提供更佳之服務品質。

三、提供站務人員相關統計及管理報表

為了減少站務人員之工作量，並能夠將民眾報到工作自動化，貓纜預約系統亦提供站務人員預約報到功能。藉由預約單上的單號條碼，站務人員能夠使用條碼掃描器掃描條碼後立即完成報到作業。另配合提供相關預約報到統計報表，讓站務及行控人員能夠即時掌握民眾預約搭乘情況，並能夠配合民眾數量調整動線或系統運量。

系統建置

纜車預約系統原規劃配合貓空纜車恢復營運進行建置。初期雛形係以委外方式進行開發，後於2010年3月29日完成雛形建置。惟雛形完成後因「個人資料保護法」通過，考量保護預約民眾個人資料問題以及避免惡意浮濫預約，因此暫未開放民眾使用。於此期間著手配合個人資料保護法規定進行功能調整。在經過多次調整功能及架構並解決前述問題後，於2011年12月28日零點正式上線提供民眾預約搭乘貓空纜車。



系統上線

貓纜預約系統於正式上線後，上線首日湧入近8,000人次預約搭乘貓空纜車。之後的2012年年假期間亦有超過7,500人次預約搭乘。截至2012年8月為止，貓空纜車網路預約系統一共提供了3萬600次預約，共12萬5,530人次搭乘貓空纜車系統。

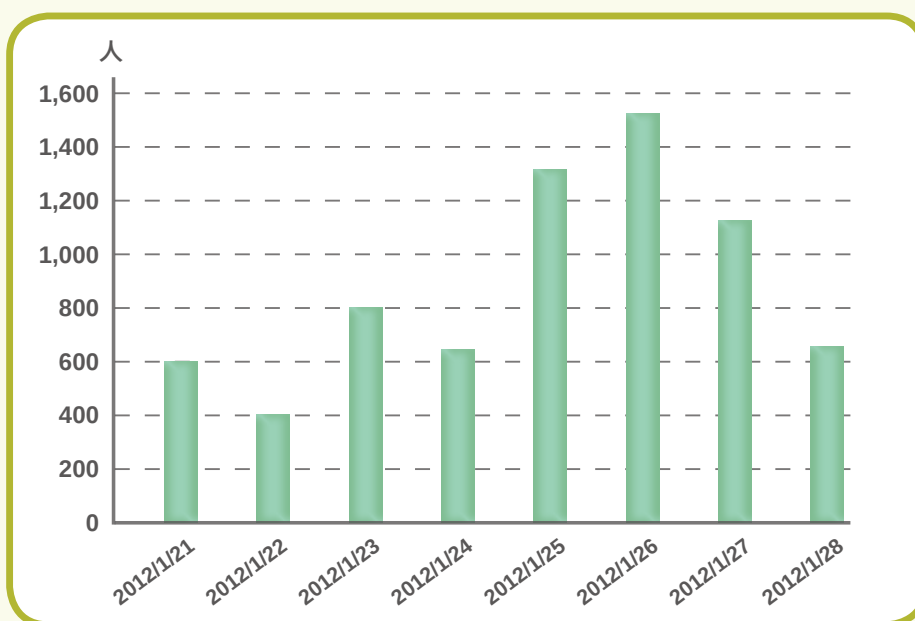


圖3 2012年年假期間預約搭乘人數

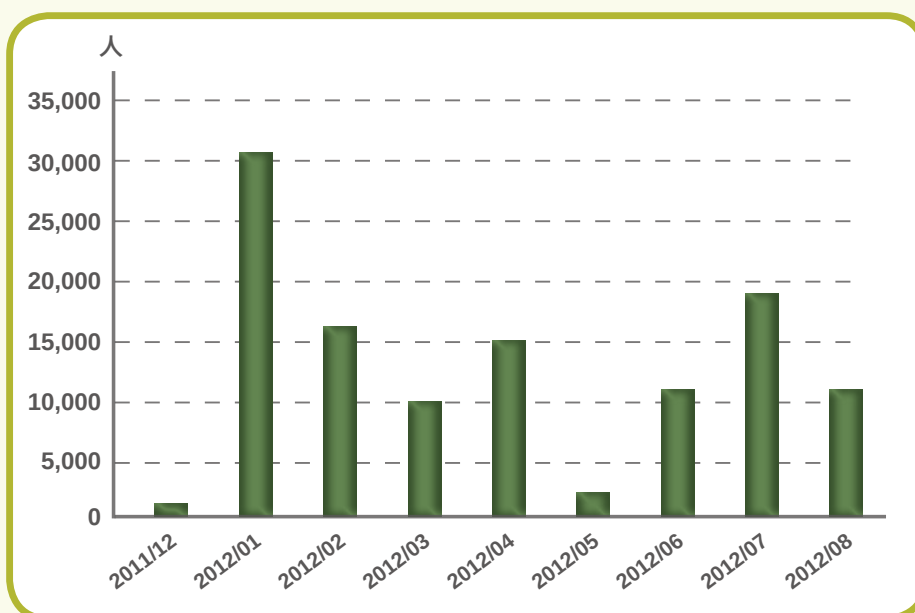


圖4 每月預約搭乘人數



遭遇之困難與解決方法

儘管貓纜預約系統在上線後確能便利旅客預約搭乘貓空纜車，但在建置過程中仍遭遇許多困難。有賴需求單位人員持續試用並回饋意見以及開發人員配合意見進行調整，才得以一一克服問題，使貓纜預約系統順利上線，以下彙整說明建置過程中曾遭遇之重要問題以及處理方式：

預約者身份確認及個人資料保護

如前述，貓纜預約系統雛形建置完成後，便因「個人資料保護法」通過，考量避免侵害民眾個人資料，因此暫未上線。因此可知，民眾個人資料保護對於貓纜預約系統是十分重要的議題。參考其他預約系統運作時，為避免浮濫預約通常希望取得民眾真實資料以確認民眾身分減少無效預約。但取得民眾個人資料的同時卻也可能影響民眾權益，因此避免浮濫及保護民眾個人資料間如同天平的兩端。在貓纜預約系統開發過程中，我們盡可能在此兩方面取得平衡以便在保障民眾權益之前提下，能夠提供最方便易用的預約功能供民眾使用。

以下便說明建置過程中對於個人資料保護之議題：

一、民眾個人資料保護

貓空纜車營運時有運轉速度及車廂數量限制，因此固定時間內能夠運載的旅客數量有其上限。貓纜預約系統規劃以貓纜系統總運量之一半名額提供民眾透過網路預約，因此各時段僅能開放固定數量名額供民眾預約搭乘。惟其他預約系統曾發生民眾浮濫預約導致佔據有限額度，以致真正有意願使用的民眾無法使用以致資源閒置浪費。

為解決此類問題，其他預約系統通常需要預約民眾輸入相關個人資料或輸入信用卡號碼作為實際報到時身份確認的依據。但近來，由於民眾對於個人資料保護愈來愈重視，同時在「個人資料保護法」通過之後，對於相關個人資料的蒐集及洩漏有更嚴格的規定，為此本系統在設計時便規劃將民眾需要輸入的個人資料盡可能減少。

系統於雛形階段，民眾需要提供姓名、地址、電話以及身分證號等資料方可預約，但經討論研議，上線後民眾預約時，僅需要輸入身分證或護照號碼即可；另個人電話資料係因貓空纜車臨時暫停營運時可通知民眾。除此之外民眾可自行選擇是否輸入電子郵件信箱作為預約完成之後寄送通知確認之用，但若民眾不提供亦不影響相關預約權益。



二、避免民眾惡意浮濫預約

除減少民眾輸入個人資料外，由於過去曾發生民眾自行撰寫電腦程式以自動方式進入其他預約系統浮濫預約或佔據預約名額之情況。因此為了避免發生類似問題，影響其他民眾之預約權益，貓纜預約系統規劃納入認證碼的機制。進行預約時，系統會自動產生一組認證碼圖片，民眾在輸入預約資料時需一併輸入認證碼。因認證碼係以電腦自動產生，並於產生後自動加入雜訊。因此若欲使用電腦程式自動預約，便會因電腦程式不易自動辨識驗證碼圖片內容而無法完成預約，進而達到防止使用電腦程式浮濫預約之目的。



圖5 認證碼範例

三、資料傳輸與儲存加密

為了加強資料傳輸之安全性，相關預約資料於伺服器與使用者瀏覽器間傳輸時，亦採用SSL（Secure Sockets Layer）通道加密，以避免因有心人士從旁側錄資料以致民眾個人資料外洩，同時民眾提供的個人資料在存入系統資料庫時亦會進行加密，以保障民眾權益並杜絕可能之資料外洩之情形。



不同瀏覽器相容

貓纜預約系統之建置目的為提供民眾透過網頁介面預約搭乘貓空纜車，但民眾因使用習慣差異，可能選擇使用不同的瀏覽器瀏覽網頁。目前一般民眾的瀏覽器除常見的微軟Internet Explore（IE）以外，尚有Chorme、Firefox、Safari以及Opera等瀏覽器。因此預約系統為便利民眾使用，無法如企業內部應用系統僅供特定瀏覽器瀏覽使用。為此貓纜預約系統於建置時便將瀏覽器相容性納入考量。

一、個人電腦瀏覽器相容

為了能夠在不同瀏覽器中顯示相同的內容並提供相同服務，貓纜預約系統所有功能及畫面內容都需於不同瀏覽器測試驗證相容性，但考量開發成本限制，貓纜預約系統先將市場佔有率最高之IE、Firefox以及Chrome等3種瀏覽器定位為必須相容之瀏覽器進行開發。

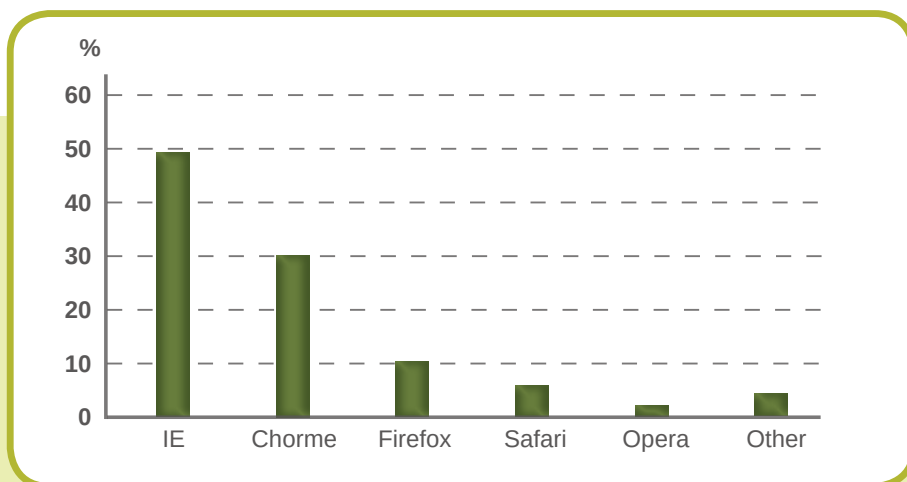


圖6 瀏覽器市佔率 (<http://gs.statcounter.com/#browser-TW-monthly-201108-201208>)

因瀏覽器種類及版本眾多，且因市面上多數瀏覽器如Firefox、Chrome等，皆相容W3C規範。為降低建置成本並加速開發時間，我們採取的建置方式為先以W3C規範做為首要相容目標，並使用W3C相容性檢測進行測試確認主要程式之相容性後，再於各W3C相容瀏覽器進行實際功能測試確認。而IE6、IE7等W3C相容性較不佳之瀏覽器，則是以手動方式進行調整以確保功能正確運作。經實際於各瀏覽器測試後，此建置方式的確可以減少建置時間並提高瀏覽器相容性。

二、智慧手機瀏覽器相容

考量智慧手機的普及，我們亦於市佔率較高的iOS以及Android平臺進行系統測試，以求預約系統亦能在多數之行動裝置上正確執行，以服務最多的旅客。

因建置之程式已相容於W3C規範，而智慧手機之瀏覽器多相容於W3C規範，因此在測試後預約系統功能皆可於智慧手機瀏覽器正確運作；但測試時發現，因網站圖檔較多，因此使用3G網路預約時，常出現因頻寬不足導致回應速度較慢之情況。為解決此情形，採取最佳化系統圖片之方式，在不致降低圖片品質之前提下，減少圖片大小，降低系統使用時所需的頻寬以提高系統回應速度。



系統效能問題

貓纜預約系統的使用對象為一般民眾，而民眾對於系統反應速度通常十分敏感，超過3秒的等待時間對於使用者來說便可能會大幅降低使用滿意度，且可能因反應速度不佳而引來抱怨。在貓纜預約系統建置過程中，亦遭遇了相關效能問題，以下針對此類問題進行說明：



一、資料庫效能

因貓纜預約系統與其他預約系統提供之服務有所差異，因此在上線前無法參考其他預約系統用量評估上線後使用者數量。在缺乏數據之情況下，貓纜預約系統初步規劃同時需能服務200人同時上線預約之目標，並於建置完成後依預定標準進行壓力測試，以確認前端網頁瀏覽器、應用程式伺服器及後端資料庫系統能夠負荷可能湧入的預約民眾。在測試過程中發現，當同時預約人數超過120人時，系統反應速度便會逐漸下降之情況。因此為釐清效能下降之原因，我們著手檢測系統效能瓶頸所在。

效能檢測係以進行壓力測試時，同時分段檢視測量各子系統效能方式進行。由資料庫、應用程式伺服器、前臺瀏覽器之次序依序驗證子系統效能，希望能夠找出效能瓶頸所在。但在過程中並未發現效能異常之癥結。因此估計可能為程式架構導致，經檢視原始碼後發現，效能瓶頸可能來自於每次進行查詢或寫入資料時，貓纜預約系統需要重複開啟及關閉資料庫連結，而相關動作所需時間遠超過實際查詢作業所需時間。為此採取設定後端資料庫Connection Pool的方式，以預先開啟一定數量之資料庫連結，當每次存取資料庫時可直接使用既有連結，不需花費額外時間開啟及關閉連結。

在完成修改後再次進行測試驗證系統回應速度，測試結果的確將同時上線人數由120人增加到200人而不致大幅降低回應時間，達到預定效能目標。





二、網頁元件效能

貓纜預約系統上線時，為確保服務品質，採取監控系統回應速度方式，確保系統效能可達成預定之目標。貓纜預約系統上線首日，每小時湧入的預約民眾最多達1,000人次，雖此數字低於壓力測試之水準，但仍發現系統回應速度大幅降低之情況。因系統業已上線提供民眾使用，若無法於短時間內解決問題，將可能影響民眾使用系統之意願，因此在發現異常情況後我們便著手分析可能之發生原因並進行調整。

系統上線後，系統環境與壓力測試環境唯一差異在於網路架構。壓力測試時，使用之伺服器與資料庫皆與線上環境相同，惟網路架構因壓力測試係由內部網路進行，相關資料封包並未通過路由器及外部網路。因此研判可能因網路相關因素影響系統效能，為此針對網路環境進行分析，試圖釐清可能之問題。

在逐步測試網路相關架構後發現，若關閉網頁防護機制，便能夠提升系統回應速度。因此研判，可能問題與網頁防護系統相關。網頁防護系統的運作機制為過濾所有使用者及伺服器端之網路封包內容並檢查是否可能存在惡意程式碼，並透過攔截惡意程式碼達到維護資安之目的。

在瞭解網頁防護系統運作方式後，參考貓纜預約系統運作情況研判，因資料傳輸並非遭到攔截無法傳輸，而是回應速度大幅降低，因此可能源於貓纜預約系統中存在特殊程式碼，造成網頁防護機制過濾效能降低。在進一步檢視預約系統產出之HTML碼發現，貓纜預約系統產出之原始HTML檔案大小約為20kb左右，但由系統產生之viewstate元件碼之大小可超過1,000kb。因此初步推測可能是viewstate造成網頁防護系統異常。

網頁傳輸使用之HTTP協定是以無狀態（stateless）之方式運作，亦即在兩次網頁傳輸間，伺服器或瀏覽器端並不會記得上次傳輸的內容。而viewstate元件便是asp.net架構針對解決此種無狀態傳輸方式的網頁技術。透過傳輸網頁內容時同時將內容以viewstate之方式傳輸至瀏覽器端，並於瀏覽器端送出需求（request）時，一併將viewstate內容送回。伺服器端便可藉由瀏覽器傳回的viewstate元件取得上次傳輸內容之資料以達成有狀態（stateful）傳輸方式。此種方式雖可解決HTTP無狀態之缺點，但相對亦需更多的頻寬方能完成傳輸。以貓纜預約系統為例，viewstate產生的資料量為原始html碼的50倍左右。為確認網頁防護效能下降是否是因viewstate元件而導致，在嘗試以session方式改寫程式以避免產生viewstate碼後，測試結果的確能夠提升網頁防護系統之回應速度，因此確認相關異常係由viewstate元件所導致。

在確認問題及驗證解決方案後，方以驗證通過後之程式更新正式機提供民眾使用。在完成修正後，預約系統可達到同時200人使用時，仍能維持回應時間不致大幅下降之規劃目標。



結語

一個資訊系統的運作必須由使用者、程式開發人員、程式維護人員、系統管理人員以及網路管理人員充分溝通合作方能順利完成建置。貓空纜車網路預約系統建置過程中，雖曾遭遇到許多使用面、軟體面以及網路面的問題，但有賴同仁齊心協力完成系統之開發以及調整，終能提供民眾快速便利的預約系統。

參考文獻

1. Top 5 Browsers in Taiwan from Aug 2011 to Aug 2012. StatCounter Global Stats. Retrieved Sep 15, 2012, from <http://gs.statcounter.com/#browser-TW-monthly-201108-201208>
2. 貓空纜車系統專業詞彙（2008），臺北大眾捷運股份有限公司。



5

輕軌系統的 演進及引進 臺灣都市 之適用性

The Development of
Light Rail System and
Its Applicability
in Taiwan



林鎰秀 Yie-shiow Lin¹

¹ 臺北市政府捷運工程局綜合規劃處工程員 esther@trts.dorts.gov.tw

摘要

2012年4月26日交通部審核通過「淡水捷運延伸線」及「高雄環狀線輕軌」，經由各主管單位修正後報告書提送行政院審議，「淡水捷運延伸線」規劃路線有綠山線（路線長約7.34公里）、藍海線（路線長約7.86公里），其中與綠山線共軌約為1.21公里，最快2013年動工，可望在2018年通車。總長度22.1公里的「高雄環狀線輕軌建設案」未來將採2階段興建，「水岸輕軌」預定2014年通車，繞經美術館特區的環狀線則配合鐵路地下化時程2019年通車。臺灣南北二條輕軌系統建設即將展開新的交通運輸風貌，由此來探討輕軌系統的演進與引進臺灣都市之適用性，綜觀國外輕軌系統建設的可塑性與優化都會區的特質可為臺灣輕軌系統規劃興建的參考。都市經濟成長的生產總值GDP（Gross Domestic Product）是都市擁有捷運系統的條件，經由經濟分析，不同廊帶、旅次成本分析、環境永續性等多元的探討及技術性的規劃，並以軌道的RAMS（Reliability, Availability, Maintainability, Safety）的評估分析法，規劃建造安全、便捷、舒適、美觀、優質的輕軌系統。但更亟需考量地球暖化、少子化、高齡化、石油採量減少、大地震、軌道整合的意識抬頭、人類價值觀的多樣化等未來社會趨勢的影響因子，配合地球人類的未來潮流，來思量輕軌系統發展的方向。

關鍵字：輕軌系統、國內生產總值（GDP）、軌道的RAMS、大眾運輸發展導向（TOD）

Abstract

On April 26, 2012, the Ministry of Transportation and Communications verified the cases of "Tamsui MRT Extension Line" and "Kaohsiung Circular LRT" hence delivered these two cases to the Executive Yuan for further investigation.

The "Tamsui MRT Extension Line" comprises a 7.34km Green Mountain Line and a 7.86km Blue Seaside Line with up to 1.21km of common rail, which will begin construction soon and is expected to finish in 2018.

The "Kaohsiung Circular LRT", 22.1km in total length, is a two-phase project with the riverbank segment completing in 2014 and the art museum circular segment completing in 2019.

The new features brought to us by these two light rail transportation systems, we may further discuss the evolution of LRT and explore the applicability of introducing LRT to Taiwan's cities.

The Gross Domestic Product (GDP) is a major criterion for a city to obtain light rail system. Secondary criteria such as economic analysis, travel-time-cost analysis, environmental sustainability and technical design are also relatively important for light rail system to prosper. Furthermore, influential factors, such as global warming, lowest fertility rate, aging society, petroleum crisis, nature disaster and diversity of social values should be added to the equation for future exploitation of light rail system. Finally, upon the foundation of RAMS (Reliability, Availability, Maintainability, and Safety) of light rail system, we hope it may provide safety, convenience, comfort and above all excellence.

Keywords : Light Rail System, Gross Domestic Product (GDP) , RAMS, Transit-Oriented Development (TOD)

輕軌系統的定義

19世紀的工業革命興起造就許多行業，人們為了就業由鄉村遷徙入城，到了20世紀科技革命使都會區的居民為尋求自然適宜的居住環境而遷往郊區居住。在都市與城際間來往奔波於工作、求學與生活，鉅量與集中的移動人口極需有規劃良好、安全、運輸頻繁的交通運輸系統來輸送大量乘客與物流，因此服務於城際與重運量軌道運輸系統間的輕軌系統應運而生。

輕軌系統是軌道運輸領域中最成熟的技術型式之一，「輕軌」這個名詞首度正式出現在公共交通國際聯會（International Association of Public Transport, UITP）1978年在布魯塞爾所召開的第一次「輕軌委員會」會議上說明：「輕軌（Light Rail, Stadtbahn, Metro Leger）屬於軌道運輸的一種型式，它可以傳統街車行駛於專用車道等不同階段中發展，每一個階段都可以是最終階段，但仍保留進化到下一個更高階段的可能性。」

美國運輸研究學會（Transportation Research Board, TRB）在1989年提出之定義，輕軌運輸係指「一種電力驅動之都會區軌道運輸系統。可以以單節車廂或短列車行駛於地面、地下、高架之隔離式專用車道，或偶爾行駛於街道上。其車輛設計可允許以低月臺在軌道平面上運送乘客，或高月臺在車輛底板平面上運送乘客。」

1989年，英國交通部（British Department of Transport）提出了一項範圍廣泛的定義：「任何載運旅客的軌道運輸系統，其車輛特徵與鐵路幹線系統並不一致。LRT1：全部或部分的輕軌運輸系統行駛於道路上，其中輕軌運輸車輛使用的路權與其它道路使用者（包括行人）分享。LRT2：全部或部分的輕軌運輸系統行駛於道路上，其中輕軌運輸系統軌道為專用，但仍保留在交通緊急時提供其他道路交通工具使用。LRT3：輕軌運輸系統軌道完全與道路交通（包括行人）隔離。」

有關輕軌運輸「重要」基本定義有一個共同的特徵：這些定義十分寬鬆，已適切反映輕軌運輸最重要的兩項特性：「因地制宜的彈性」與「不斷成長或變化的可能性」—我們在接受這兩項重要特性的前提之下，可以將愛爾蘭學者Michael Barry舉出的7項特性視為普遍被接受的輕軌運輸定義：

- 一、它是一種「鐵軌支撐式」（rail-based）的都市公共運輸系統。
- 二、它具彈性，能行駛於較小的轉彎半徑、較小的坡度上以及街道上。
- 三、它的運轉係以架空線來提供電力。
- 四、它是一種簡單的運輸系統，通常裝配著無閘門的收費系統、簡單的車站和一人駕駛的電聯車。
- 五、它使用現代化高運量的車輛，但乘載的重量較重軌系統為輕，同時以連結車輛的型式在街道上行駛。
- 六、於街道行駛時它主要是以專有路權的型式運轉，亦即不與其它道路使用者分享路權。
- 七、它也可以在郊區以隔離型態高速行駛。

以上為輕軌系統的源起、演進、特性與定義，它具有「因地制宜的彈性」能適應各種不同的環境，在街道、高速公路的中間行駛，路權可分享或獨佔，穿梭於行人徒步區、地下型式或高架型式，甚至可行駛於乾涸的河道渠底。可明確瞭解輕軌系統不同於其它軌道運輸，隨著科技的發展它的規劃設計「可不斷成長或變化」，而且輕軌系統的造價與營運成本遠低於其它軌道系統（臺灣地區引進輕軌運輸系統技術型式選擇之研究，1998）。



輕軌系統的特性

輕軌系統有3種不同類型的路權依照隔離程度區分為A、B、C三種型式，可於同一條路線不同路段使用不同的路權型式的彈性配置。輕軌系統車站設計依不同的路權型式，會有不同的車道與車站配合設置，但須特別考量不同路權銜接處的規劃設計（輕軌系統建設及車輛技術標準規範，2011）。

世界各國輕軌系統之路權型式有：

專有路權（A型路權）

此型路權為輕軌系統行駛之全線路段皆為專用用地，與平面道路交通完全隔離。

隔離路權（B型路權）

此型路權為輕軌系統於一般路段設有隔離設施，僅與平面道路相交處得有平面交叉口且採輕軌系統優先通行號誌處理。

共用路權（C型路權）

此型路權為輕軌系統列車與道路車輛可共用行駛之路徑，但以輕軌系統行駛優先。然輕軌系統因具有彈性且可因地制宜，故同一路線可單獨或混合採用專用路權、隔離路權、共用路權佈設。考慮國內旅客運具使用習慣，以有人駕駛為輕軌系統建議型式。

輕軌系統的列車模式

輕軌運輸系統（Light Rail Transit）的服務範圍介於捷運及城際鐵路之間，此交通運輸系統現今已發展出都市電車、快速電車、輕軌捷運、城際輕軌及自動導軌等不同類型輕軌系統。電車（Streetcar, Tramway, Trolley car）開始運行於距今百年前19世紀的30年代，當時所使用的名詞如下。（張有恆、蘇昭旭，2002；New York Transit Museum, 2012）

團體交通（Omnibus）：

源起於19世紀初，為一封閉車廂及木製車輪的旅行車，行駛在沒鋪石子的街道或石材鋪設的道路，因旅客無法在旅行的途中提供自己的馬車，以致團體交通車成為唯一的選擇。

馬拉車（Horse cars）：

隨著科技的發展用金屬製的軌道鋪設在道路上來提供平順的駕駛路面，且以金屬製的輪子較易行駛，漸漸地以機械動力代替馬匹，它可運載旅客到偏遠地區。

纜車、鋼索吊車（Cable cars）：

車子以鋼索控制推動力取代了馬匹的推動力，操控駕駛的方式是將鋼索放置於車輛下穿過一設置於軌道面上的鋼索室，但操作非常繁瑣。

有軌電車（Electric traction）包含以下四種電車：

- 一、街面電車（Streetcar）
- 二、高架鐵路系統（Elevated systems）
- 三、地下鐵（Subways）
- 四、觸輪式電車（Trolleys）逐步演變而來

街面電車（Streetcar）：

1880年電車運用電力（發動機）及架空線的牽引動力行駛在街道上，這種觸輪式電車的設計很快的席捲歐、美洲。它可較快速的運載乘客來往於都會區與郊區間而且可提供頻繁的旅次。



高架鐵路系統（Elevated systems）：

從1870年開始大都市的交通變得擁擠，鐵路系統都建造在平面道路，因此芝加哥和紐約開始建設高架鐵路系統，它們使用小蒸氣火車頭來推動在軌道上的火車。

地下鐵（Subways）：

20世紀初，紐約、波士頓開始將鐵路建設在地面下（underground），此時的車子是運用動物的力量及小蒸汽車的動力來推動車廂。

觸輪式電車（Trolleys）：

"Trolleys"「觸輪式電車」沒有固定的軌道但可行駛於道路的運具，電車動力係由車頂的架空線（overhead）供電。服務方式與一般公車相同，但投資成本較公車高，路線受架空線限制。但乘客的舒適度較高，車輛行駛平穩，對環境影響例如空氣污染及噪音較小，但營運收益不佳，以致部分交通運輸業以公車來代替觸輪式電車，但仍有少數國家可見如德國、瑞士仍可見。

由上述可知街面電車（Streetcar）是輕軌（Light Rail）之母，快速鐵路之父。

Trolley = Streetcar = Tram = Tramway = Light Rail

Trolley
(past)



Light Rail
(present)

輕軌系統之演進（What is light rail, 2008）

世界輕軌電車的演進與改革

世界上第一輛電車源起於西元1832年美國、紐約、哈林線（Harlem Line），它是全世界第一條最早建造的馬拉街車（horse-drawn wagon），此條路線至今仍在使用中。

電車溯源於plateways（鐵鑄鐵路）的運用，可以舒緩馬車通行時的壅塞，plateways是電車的根源起（The origin of the tramway）。

1832年

美國紐約哈林線（Harlem Line）的馬拉街車（horse-drawn wagon）是最原始的馬拉街車而且是全世界第一條建造的街車，至今仍在使用中。

1835年

美國紐奧良（New Orleans）的馬拉街車為全世界第二條建造的輕軌街車，現仍在營運中。



1853年

法國巴黎開始建造電車。

1860年

英國Birkenhead經過150年後現仍在營運的電車。

1861年

英國倫敦（London）開始建造電車。

1863年

丹麥哥本哈根（Copenhagen）開始建造電車。

1870年

馬拉街車（horse tram）、蒸氣街車（steam trams）蓬勃發展，有線電車（cable tramways）成功的在舊金山（San Francisco）服務至今。

圖1 羅東蒸氣電車

1879年

德國柏林（Berlin）開始第一輛使用電池電力電車。

1881年

德國柏林西門子（Siemens & Halske）開始以電力電車營運提供大眾運輸服務，使用180伏特電流傳輸給營運的軌道。

1883年

英國、愛爾蘭（Portrush and Bushmills）於建設Giant's Causeways之後建造第一條電車路線。英國Brighton海邊的Volks鐵路（Volks railway）營運至今。

1884年

德國法蘭克福（Frankfurt）開始建設電車路線。

1885年

英國、愛爾蘭Bessbrook and Newry line第一次使用架空線電車。

1887年

第一條電車網路營運於美國維吉尼亞州（Sprague, in Richmond），美國第一條電車路網成型。

1899年

英國Blackpool電車（Blackpool tramway）以架空線列車系統營運迄今，該系統為英國最古老的電車系統。



圖2 Apple tram德國法蘭克福（Frankfurt）古老電車至今仍營運中



1900年

直至1900年歐洲及美國的馬拉輕軌系統（horse tramways）已全部由電車輕軌系統（electric traction）代替。

1925年

世界各地很多地區普遍建設與營運輕軌系統（tram），輕軌系統提供便宜安全的運輸系統可以促進城市經濟與郊區的發展。

1939至1945年

英國與法國在第二次世界大戰時因為戰爭造成電車的急速衰退。

20世紀末

電力拉的街車已遍佈全世界，例如：日本、東京、泰國、曼谷、澳洲、墨爾本。



圖3 德國法蘭克福電車

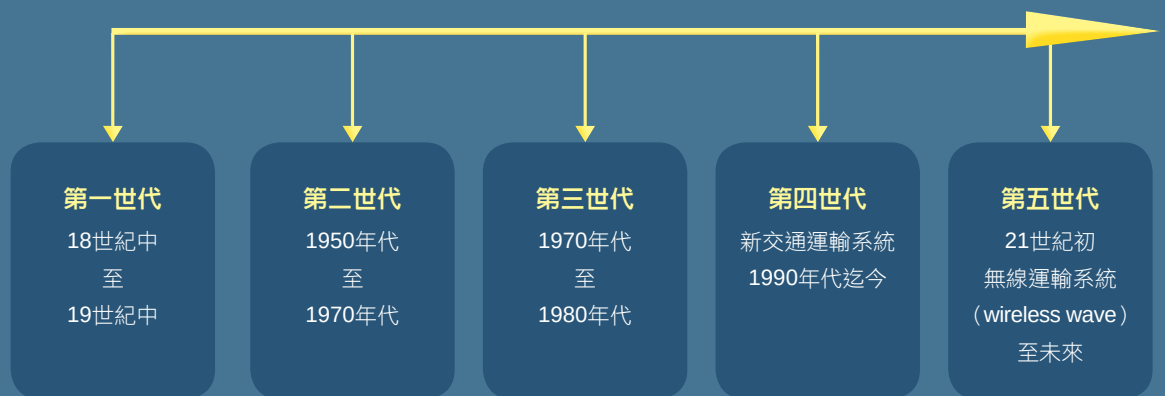


圖4 電車Tram（德國柏林InnoTrans博覽會）

從西元1832年起一百多年來輕軌系統可分為五個世代：

- 一、第一世代--18世紀中葉至19世紀中葉（包含近代運輸系統之延伸）。
- 二、第二世代--1950年代至1970年代。
- 三、第三世代--1970年代至1980年代。
- 四、第四世代--新交通運輸系統，1990年代迄今。
- 五、第五世代--21世紀初無線運輸系統（wireless wave）至未來。

表1 輕軌系統世代演進



從1930年代開始，有軌電車（Streetcar, Tramway, Trolley car）因全球「都市捷運化」的浪潮衝擊下迅速沒落，於1962年捷運系統的發源地英國幾乎完全淘汰電車路網，此傳統的運輸工具在城市公共運輸業的地位幾已喪失殆盡。到1970年代中期以後，有軌電車卻又以“Light Rail Transit”輕軌系統再度更新復甦，成為新一波的都市運輸系統的新潮流。根據統計，1995年全世界大約有350個都市輕軌系統路網，因此輕軌系統由「非主流」的地位翻轉成為都市公共運輸系統「新主流」，輕軌系統成為1990年代都市規劃與都市交通規劃專業裡最重要的議題之一（Michael Taplin, 1998）。

適用輕軌系統的都會區範圍

交通部運輸研究所於1998年提出之「臺灣地區引進輕軌運輸系統技術型式選擇之研究」中，論述都市社經特性與輕軌系統技術型式的規劃準則。

都市的特性因素對輕軌運輸系統路網規模影響甚深，從都市人口的數量可據以設計規劃輕軌系統在該都會區所擔當的運輸系統的職責。都市人口分級如下：

- 一、都市人口20-100萬人以上，輕軌系統適合為「主線運輸服務」的公共運輸工具。
- 二、都市人口100萬以上，輕軌系統可搭配隔離式專有路權的捷運系統，作為「接駁運輸」的角色提供公共運輸服務。
- 三、都市人口20萬以下，運輸需求有限，輕軌系統宜搭配公車系統共同構成路網而提供公共運輸服務。

都會區各有不同的特性，交通運輸是都會區的脈息，若交通運輸順暢、便利、舒適與安全必會帶來都會區的蓬勃發展。一個交通運輸計畫的產生，必然是考慮改良交通擁擠的狀況。一個都市的都市生產額（GDP）未達 15,000億新臺幣，則未達建設捷運系統門檻，不過都市總生產額（GDP）超過15,000億新臺幣則具有建設捷運系統潛力（研提推動大眾捷運系統建設與營運永續發展機制之研究，2010）。

隨都市規模擴大與旅運需求的增加而造成對輕軌系統運行的干擾，可經由路權設計及工程技術，例如：專用路權、月臺長度等，來維持服務品質，此反映了輕軌系統最重要的兩項特性：「因地制宜的彈性」與「不斷成長或變化的可能性」（臺灣地區引進輕軌運輸系統技術型式選擇之研究，1998）。

「LIGHT RAIL IN GERMANY」一書中，將德國現有的輕軌系統實際應用情形彙整與分析結果顯示，輕軌系統大致可依路權型式，配合各種服務人口範圍、大眾運輸需求或交通走廊人口密集區分為4級，如表2。輕軌系統宜建設於50萬人以下的小城市到500萬人的大都會皆可適用。

表 2 輕軌系統應用範圍分類表

		第1級	第2級	第3級	第4級
都市規模與旅運需求分類	都市規模大小	小都市	中型都市	大都市/ 集合都市	大都市/ 集合都市
同上	服務人口（百萬）	0.2~0.5	0.5~1.0	1.0~2.0	2.0~5.0
同上	交通走廊人口密度（人/平方公里）	2,000	3,000	5,000	8,000
同上	接駁系統附加之運輸需求（人/一般日）	5,000	15,000	25,000	>40,000

資料來源：「LIGHT RAIL IN GERMANY」（2000），Sponsored by Federal Ministry of Transport, Building and Housing（BMVBW），Association of German Transport Undertakings（VDV），VDV Promotional Group。

輕軌系統規劃設計評估系統RAMS

(Reliability, Availability, Maintainability, Safety)

臺北市政府捷運工程局的品質政策係展現顧客導向，精進風險管理，持續打造安全、便捷、舒適、美觀、世界一流的捷運系統。因此軌道系統安全之檢查制度、事故防範及預防處理等，都應有系統安全認證體系，才能確保系統對公眾及環境的安全性。

安全和效率是軌道運輸系統兩項基本目標與要求，軌道運輸系統係由土木、軌道及機電等子系統所組成，工程介面複雜同時須整合機械、電子、電機、資訊、材料等產業。其範圍、功能需求、系統大小、系統特性等不同因素，必須遵循邏輯化、系統化的程序來進行分析、規劃、建造與檢核。建造完成營運後亦應回饋（Feedback）檢討，才能確保運輸系統合乎品質保證，必須要能安全地啟用、運轉與汰除。故軌道系統安全的檢查制度、事故防範及預防處理等，都應有系統安全認證體系來因應，才能確保運輸系統的品質、營運、對公眾及環境的安全性。

「獨立驗證與確認（Independent Verification and Validation - IV&V）制度」可確保軌道運輸系統之安全及提升國內軌道工業水準的重要性及預期效益，在生命週期內以可靠度（Reliability）、可用率（Availability）、維修度（Maintainability）、安全（Safety），來定義與管理RAMS之相互關係。為符合RAMS的需求，須建立軌道車輛認證需求規劃書，來撰寫軌道車輛認證需求表。目前軌道工業系統均以生命週期成本（Life Cycle Cost, LCC）之觀念來分析成本，使規劃時的成本評估較具周延性及整體性。系統安全認證工作則可依生命週期程序將安全要求在系統規劃設計之初即融入，並且明確訂定在各階段使用。





圖5 RAMS工程的V-model (管孟忠, 2011)

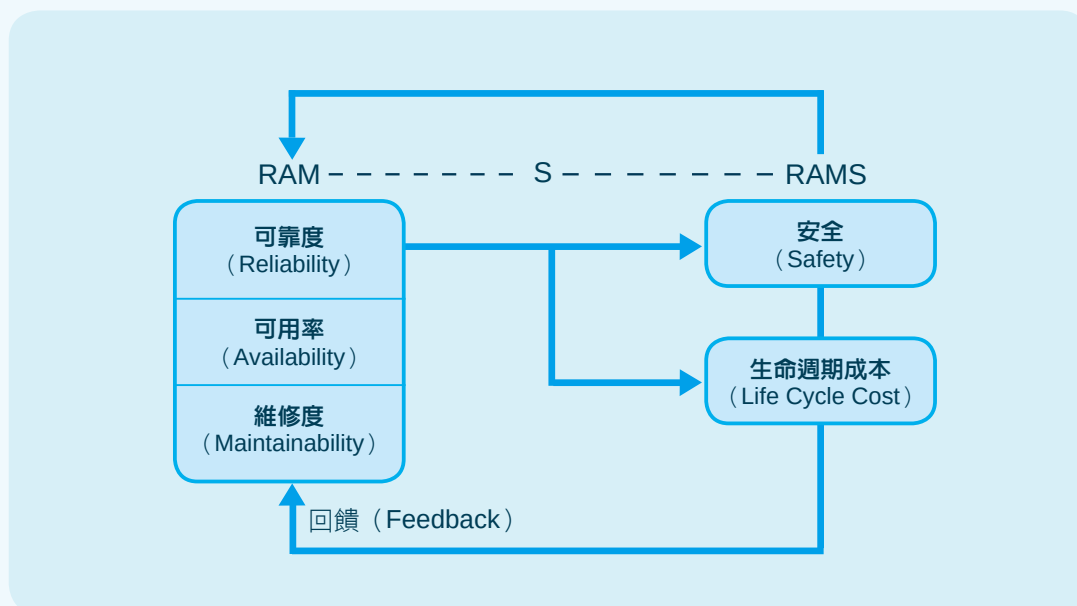


圖6 RAMS與生命周期成本彼此間之關聯 (實踐軌道RAMS, 2006)

應由專業機構來進行軌道工程之驗證與確認工作，就如同在造船界之驗船協會，由驗船師代表船東對船舶執行驗證與確認檢查；美國航空業之FAA代表美國政府對航空器執行驗證與確認的工作一般，方可確保軌道運輸系統的工程品質及營運安全。

藉由RAMS工程管理的14個階段的系統機制，配合軌道交通工程的生命周期：（1）可行性評估（2）制定路線規劃（3）設計、招標投標（4）施工建設（5）營運與維修，並由國內外已商業運轉的軌道營運路線之營運狀況、運量業績來回饋（feedback）檢視規劃、建設階段須改進檢討部分，作為臺灣軌道建設之借鏡與參考。進而以展現顧客導向，精進風險管理，持續打造安全、便捷、舒適、美觀、世界一流的軌道系統為目標。（吳翼貽、曾惠明，2011；管孟忠，2011）

國內輕軌系統的規劃與建設

淡水捷運延伸線

交通部2012年4月26日上午召會審查新北市「淡水捷運延伸線綜合規劃報告」案，出席委員對此計畫相當支持，等行政院審議通過後就可辦理後續工程設計及施作，最快2013年動工，2018年完工通車，屆時其將會成為臺北都會區第一條輕軌捷運系統。

該捷運線延伸線的願景以「綠山創新機」以綠山線為新市鎮發展主軸，落實大眾運輸導向發展（TOD），做為新市鎮發展為「環境友善」、「永續」、「生態綠化」生態城市之基礎；「藍海懷舊情」以藍海線引進輕軌系統，規劃綠色運輸、友善行人空間，營造低碳、優雅、自在、適意觀光環境，並以整體路網分期推動，帶動新鎮與舊市共榮發展。

整體路網包括綠山線與藍海線（如圖7），說明如下。

綠山線：

綠山線全長約7.34公里，從捷運淡水線紅樹林站起，沿中正東路往北行，轉至淡金路（臺2線）續往北，再轉淡海新市鎮之濱海路往西，至沙崙路轉往北至淡海新市鎮第一期第一開發區之北緣止。淡金公路路段採高架方式興建；進入淡海新市鎮區域由高架轉為地面方式（G4站以西）興建。高架路段長度約4.7公里，地面路段長度約2.64公里，共設置高架7座車站，平面4座車站。

藍海線：

藍海線路線長度約為7.86公里，共設置9個平面車站（1.21公里與綠山線共線，不含共線3站），預定自捷運淡水站起，沿省道臺2乙線往西布設，路線在紅毛城以東分為「臺2乙段」及「淡水老街段」，採平面單軌型式布設，於文化路與中正路交匯處合併為雙軌，往西經紅毛城、古蹟園區、漁人碼頭、沙崙文化創意園區，沿11號計畫道路至新市鎮沙崙路後往北至機廠與綠山線共線，維修機廠設於淡海新市鎮第一期第一開發區北側，約需6公頃面積。（淡水捷運延伸線公聽會，2011）

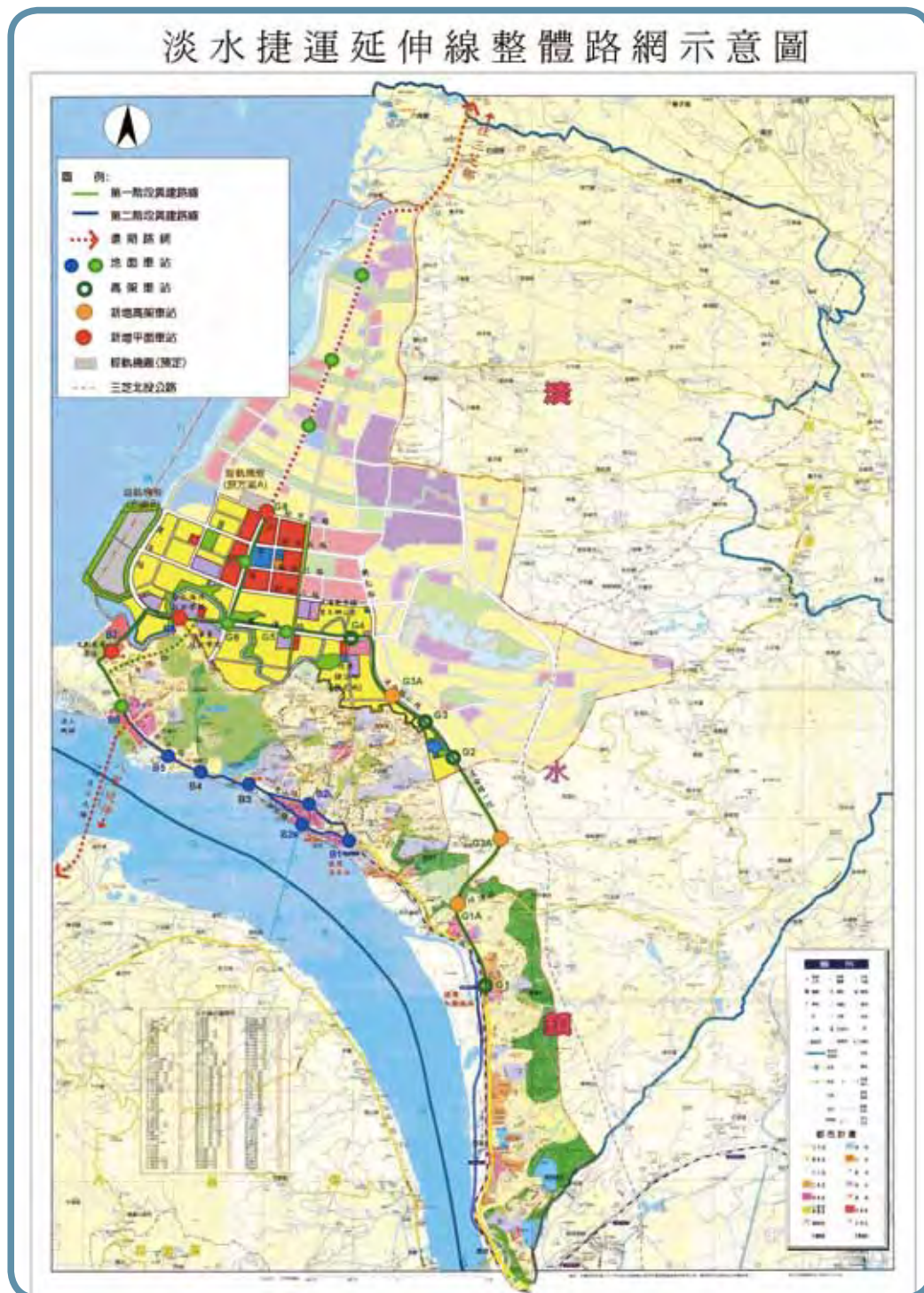


圖7 淡水捷運延伸線路線 (資料來源：<http://www.hsr.gov.tw/>，2012/10)

高雄環線路網

本路線行經凱旋二至四路－成功路－海邊路－第三船渠旁計畫道路－七賢三路－臨港自行車道－西臨港線鐵路景觀用地－鐵路園道－美術館路－大順一至三路，形成一連結南、北高雄的環狀路網（如圖8）。環線路網將分二階段興建，其中優先路段C1至C14「水岸線」將以2014年底通車為目標，繞經美術館特區的環狀線則配合鐵路地下化時程2019年通車，全線預計2019年完工。



圖8 高雄環線路網（資料來源：http://mtbu.kcg.gov.tw/cht/img/map_LRT_circle_big.gif，2012/10）



環狀輕軌系統建立，對於沿線之大型公共建設，包括多功能經貿園區特定區、臺鐵高雄機廠開發、高雄車站特定區等計畫，以及民間投資之統一集團高雄之鑽、臺糖高雄港埠等大型開發計畫等，具有正面效益。配合紅、橘線捷運，可形成大眾運輸路網，提升運量，帶動高雄產業發展，促進產業升級，提供就業機會，降低失業率，改善投資環境，有助於經濟永續發展，並可構建高雄地區整體運輸路網及接駁運輸，促使提高服務水準、運輸使用率，減少對都市空間及景觀品質的負面影響。

大眾運輸發展導向TOD (Transit-Oriented Development)

面對軌道建設計畫的自償率普遍偏低，為求軌道運輸業的永續發展與財源籌措「淡水捷運延伸線」以大眾運輸發展導向TOD (Transit-Oriented Development) 調整土地使用模式，將都市發展型態與大眾運輸緊密結合，引導民眾的居住、商業與購物活動空間轉往捷運場站緊鄰地區集中，都市有效率的規劃，避免蔓延發展，同時達到緊密都市發展之目的。

從都市發展的角度來看，沿線之土地開發亦是各地方政府的考量重點。地方政府藉由車站站區開發、車站及沿線周邊土地的都市更新，乃至變更都市計畫，將車站及其沿線的土地使用，轉變為更高價值的土地利用，不但可形塑都市新風貌，亦可從土地增值獲取相當經濟效益。



圖9 TOD建造軌道系統須考量永續經營

(Gloria Ohland, Sam Zimbabwe and Alia Anderson, 2011)

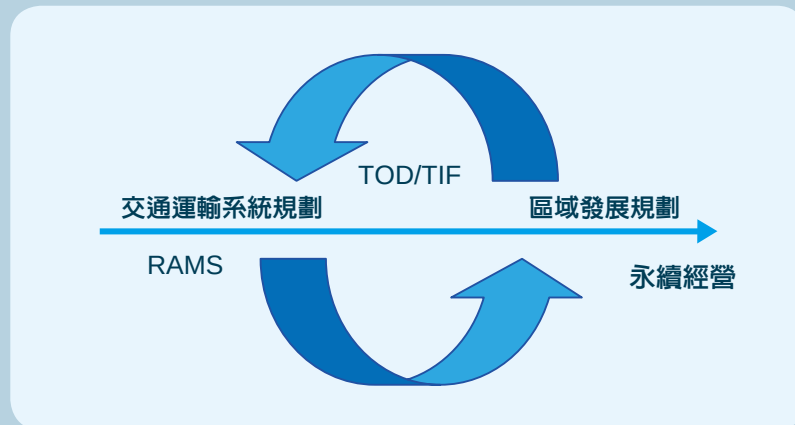


圖10 交通運輸系統達永續經營的策略

軌道建設財源籌措可採用周邊土地開發（Transit-Oriented Development, TOD）及税金增額融資（Tax Increment Financing, TIF）制度，將區內稅收予以挹注至區內各項公共建設當中，財務計畫（包含財源籌措、財務策略）應完善，並於規劃設計之初以RAMS來規劃設計與檢核，使軌道運輸系統達到安全和效率兩項基本目標以達輕軌系統的永續發展。

TOD的優點如下：

- 一、TOD提升公共建設的價值，更多的乘客代表更多的商業行為，交通建設的維護比興建或維護停車場更加便宜，不一定每個車站的周圍都要全新的發展，因此有許多舊有建築得以更新並重新使用，交通系統周遭的古蹟得以保存並增值。
- 二、TOD增加各行各業的工作機會，TOD須將「合理價位」的住宅沿著交通系統建設，使更多民眾得以負擔沿著交通系統的住宅，進而使民眾有更多的機會進駐伴隨交通系統發展的職場，達到交通系統帶動經濟的目的。因此既然期望交通建設能帶動經濟發展，必須盡可能將民眾集中於經濟中心才能達到振興經濟的目的。
- 三、TOD增進地區經濟，減少通勤時間，吸引優秀人才注入周遭的經濟開發。
- 四、TOD減少能源耗損，減少交通能源耗損，減少碳足跡。
- 五、臺灣城鄉發展型態不符合成長管理與永續發展的理念，由於不適當的土地開發與規劃供給，造成環境與財政資源浪費，解決上述問題可經由TOD及TIF的財源籌措策略來平衡未來輕軌系統的財務機制，以達交通運輸系統的永續經營。

六、對公共設施配置、交通運輸效率、地方財政、土地環境資源的正面效益影響，對都市發展策略提出具體建議，使有限資源走向永續發展的目標。從TOD理念的政策及土地使用規劃模式，及地方政府採用TIF或其他增值回饋方式增進財務平衡的機制有下述方式可採用：

- (一) 刺激疲弱或高風險市場，藉以發展重點區域或未發展之都市邊緣地區。
- (二) 推動大型建設或再發展計畫。
- (三) 地方條件無法吸引私人開發。
- (四) 於景氣活絡市場控制或引導開發行為。

檢視增值回饋方式是否為公共建設計畫籌措資金的最佳管道，由各種方式的比較分析，來確認該增值回饋方式符合公益，同時也確實達到最有效籌措財源的目的。



捷運系統於規劃期間會舉辦說明會、公聽會或進行相關公告將帶動民眾預期心態，使地價大幅上漲，由於增值回饋方式可能涉及民眾權益、地方財政收支運用之改變或地方預算分配等，因此，該部分內容需經議會同意，賦予TIF計畫在地方執行的合法性。須進行詳細審查，釐清中央與地方分擔責任，做為中央補助的依據，財務平衡機制愈加完善，則中央補助意願越高。可參考美國增值回饋作法，並考量臺灣實施可行性加以改良，提出TOD政策增值回饋的財務平衡的作法，以做為推動TOD政策財源之依據，使大眾運輸政策達到永續經營與發展。

TIF為地方政府將目標地區發展所增加的財產稅收，作為都市再發展改善建設支出之融資資金，以復甦地區經濟，促成都市再發展。TIF將地方政府未來之「稅收增額 (Tax Increment)」，作為建設經費借款融資的擔保，故稅收增額是一種未發生但可預期之收益，TIF係將因公共建設、環境改善等所造成之TIF區內財產增值部分，換算成稅收增額再「專款專用」投資於該區建設，國內利用軌道系統建設促進發展再透過TIF財務功能回收資金結合可以增值回饋方式增進財務平衡的機制。(賴宗裕、李妮臻、張伊芳，2009；陳彥伯，2011；Gloria Ohland, Sam Zimbabwe and Alia Anderson, 2011)

臺灣規劃中的輕軌系統及未來發展

臺灣規劃中的輕軌系統路線計有萬大線、民生汐止線、三鶯線、安坑線、社子線、淡水捷運延伸線、深坑輕軌系統，及其他縣市規劃中基隆輕軌、新竹輕軌、竹竹苗輕軌、彰化輕軌、嘉義輕軌、高雄環狀輕軌、高雄臨港輕軌等。綜觀上述多條軌道系統未來臺灣的輕軌系統建設宜汲取國外經驗，參考法國於1995至2000年大巴黎運輸委員會（Syndicat des Transports d'Île-de-France, STIF）通過8個區域運輸發展法案，有3項原則：

- 一、強化領土部門的角色。
- 二、依循永續發展的角度來規劃運輸管理組織。
- 三、加強都市規劃，都會區人口的數量須與都市的交通運輸規劃彼此間平衡發展，俾使都會區俱有社會公平性以及運輸的文化性，以臻都市的永續經營。

法國政府及城市領導人推行輕軌政策的執行力與決策會影響都市未來發展與全體市民的權益，法國各城市輕軌系統在上述3原則與政策的承諾，建設計畫執行力及準時完工的導向下發展成功。

因此，巴黎、里昂、波爾多市的輕軌系統屬於新型態都市運輸系統，著重於都市意象呈現與民眾需求滿足，透過創意與改革，將過去不可能成為可能（葉昭圓，2011；沈龍利、葉千榆、紀秉宏，2009）。

鑑於日本與臺灣皆是地理地形狹窄人口密集，根據內政部資料至2050年，預計臺灣老年人口將高達30%，僅次於日本居世界第二，45歲以上則高達52%，食之者眾，生之者寡，衝擊人口結構，影響社會經濟及生產總值，雖此段文章僅是論談日本的鐵路運輸狀況，但同為軌道系統應可借鏡作為臺灣輕軌系統建設參考。



借鏡日本經驗，2011年3月11日發生日本大地震芮氏9級為日本歷史上最大，世界排名第四強地震。由於強烈地震使岩手縣和宮城縣在內的日本東部地區發生大海嘯，瞬間將許多城鎮化為廢墟，包括東北新幹線在內的鐵道線路遭到了巨大破壞，東北新幹線的大宮至岩手沼宮區間內，有1,200處以上的架空線與高架橋受損。日本鐵路部門積極投入大量人力進行搶修，在2011年4月29日的旅遊黃金周前全線恢復通車。面臨震災日本不僅考慮如何恢復鐵路設施，同步檢討鐵路究竟應發揮什麼作用，未來應採取什麼措施等問題。

日本大地震特別是發生大海嘯的地方是日本東北部的三陸海岸一帶，老齡化和人口過疏化特別明顯的地區，新幹線、三田線、氣仙沼線等鐵路運輸系統為客運量不足而煩惱，營運的收益甚差。針對受災後支離破碎的鐵路線，除了要重新認識鐵路運輸的重要性之外，更應思考

是否有必要花費數億甚至數十億巨資來重新修復本來就經營極度不善的路線。

日本已進入了社會的成熟期，人口逐漸減少並日益老齡化，約每5個日本人當中就有1名超過65歲，到2050年老齡者將達到總人口的40%。隨著人口老齡化的社會結構改變，將對目前的運輸部門帶來很大的影響。面對本次罕見的大震災，他們以積極的態度應對今後社會結構可能發生的變化。同步反觀臺灣目前的鐵路運輸狀況，對今後輕軌系統的整體發展應進行檢討。

人口減少和老齡化趨勢不再侷限於日本，將成為全球經濟發展迅速人口大量湧入大都市的普遍現象。因此，如何維持和建設地方輕軌系統，有必要研究檢討輕軌系統可持續發展的相關方案，為臺灣城市的發展尋找答案（今津屋貴宏, 2011）。

臺灣輕軌系統之規劃原則：

輕軌系統具有活潑、輕巧、親和性及因地制宜並可融入周邊交通及環境之特性，輕軌列車可視為移動的綠色小城堡為都市意象元素之一。系統內容包括車輛、軌道、候車站及供電系統等之協調關係，路線規劃應關注於沿線土地發展與地面交通之協調，規劃應注重與相關運具的無縫轉乘功能以提升輕軌系統的運輸效益。在臺灣將引進輕軌建設之際，應思量適合臺灣規劃原則的輕軌系統，及臺灣輕軌系統特有課題為：（林建華、李正剛、許俊逸、許添本，2006）

- 一、行人與乘客安全。
- 二、輕軌系統交叉口與交通管制設施。
- 三、輕軌系統路線佈設時交叉口機車交通動線的衝突。
- 四、行人徒步區的適用性及可能產生的衝擊。



因此2011年12月交通部頒布「輕軌系統建設及車輛技術標準規範」，內容略述如下：

- 一、運量：經由都會區的運輸需求與運量評估制定輕軌系統規劃尖峰小時單向站間最大運量（ppdph）宜大於2,500人次，輕軌之建設非僅是著重於解決交通運輸問題，為了發展觀光、塑造地區特色，雖然預測運量不高，亦應給予建設輕軌系統的選擇彈性。
- 二、路網：城市軌道交通規劃可分為路網規劃及路線規劃兩部份，路網規劃著重於都市發展常見及最基本之路網有網格式、無環放射式及有環放射式三種。
- 三、輕軌系統服務水準涉及列車班距、旅客舒適度、月臺與候車站功能等：
 - （一）班距：列車班距（Headway）是系統服務水準的重要指標，班距可配合營運需求做適度調整，但市區內之班距不宜過長，建議輕軌班距以不大於15分鐘為原則規劃。
 - （二）乘坐舒適度：影響旅客舒適度的主要因素包括：每人平均占用面積、旅行時間、候車站環境、運行平穩度和客運服務水準。舒適度的改善將使旅客更加舒適愉快，也將進一步增強輕軌系統運輸的市場競爭力。
 - （三）月臺與候車站功能：由於月臺受限於既有道路寬度的影響，且須預留道路空間給其他車種，無法按照理論計算的結果辦理設計，惟各系統可依其特性需求及實際狀況訂定。

臺灣目前已經進入高齡化社會，老人的需求應予以滿足，同時考慮行動不便者、孕婦、推嬰兒車者的需求，月臺和輕軌車內底盤之高度應盡量一致，月臺邊緣和輕軌車輛車門邊緣的間距應盡量縮小，方符合人性化空間設計的概念，月臺坡度應該越小越好。

輕軌通過的路口或路段，行人需要橫越軌道，故軌道面和路面應盡量齊平，俾利行人平順通過。在路口、路段處，軌道面與路面需畫設枕木紋線、斑馬線，而枕木線、斑馬線包圍的軌道面與路面範圍亦應盡量平坦。

輕軌系統候車站是提供列車停靠、透過標誌指示其位置、標示站名、路線圖與時刻表，設置月臺、提供遮雨棚，並提供座椅。確保乘客進出站臺、購票、上下車之動線安全、舒適、快捷。在過程中涉及站臺、站廳、售驗票設施等幾個最基本要素。除了保證旅客在候車站內部的集散外，尚需確保列車以最有效、最安全的運行。此外，候車站宜以無人管理為設計目標，同時與週邊其它公私運具有效地連接，以方便旅客轉乘。

輕軌系統俱有因地制宜及融入週邊環境特性，候車站亦應透過站名及設計手法配合街景建立其識別系統。

輕軌系統候車站之月臺係供列車停靠、上下乘客及乘客候車之用，依佈設方式可分為以下三種型式：

- 一、島式月臺：採島式月臺規劃時，於月臺應配置明確之乘車指引系統，並應考量旅客搭乘時，橫越道路之穿越動線規劃。
- 二、側式月臺：採側式月臺（平行）時，應避免於與其他平面車道相交之路口配置，並應考量旅客上下行轉乘時橫越道路之穿越動線規劃。

三、島式/側式月臺混合配置：於不同路線的轉乘站，應配置明確之乘車指引系統，並應加強對旅客上、下行轉乘及橫越道路時之穿越動線規劃。

輕軌系統候車站應具有下列各項功能：

- 一、候車站應俱有高水準之服務與周遭環境連接。
- 二、候車站提供乘客方便及安全的通路。
- 三、候車站須有清晰的標識與優美的外型。
- 四、候車站要提供適當的天候防護，使旅客候車時有舒適感且安排座椅。
- 五、候車站應提供旅客必要的資訊。
- 六、候車站要能讓旅客很方便進出列車。
- 七、候車站能供不同年齡階層之旅客使用。
- 八、候車站與其他公私運具有效地連接，方便旅客轉乘。

候車站建築設計須俱有城市特點、文化特色為宜，建築外觀造型力求與城市景觀相協調，並以符合節能減碳之綠建築為原則，以創造豐富、簡潔的輕軌系統候車站。

結論

目前全臺灣有十多條輕軌系統在規劃或醞釀中，應效法美國制定輕軌系統規章，面對軌道系統自償率偏低政府部門資金短缺之際，以TOD和TIF的財務計畫（包含財源籌措、財務策略），並於規劃設計之初以RAMS來規劃設計與檢核軌道系統，使輕軌系統達到安全和效率兩項基本目標，邁向輕軌系統的永續發展。

此外，必須考量地球暖化、少子化、高齡化、石油採量減少、大地震、軌道整合的意識抬頭、人類價值觀的多樣化等未來社會趨勢的影響因子，配合地球人類的未來潮流，來思量輕軌系統發展的方向。而非為建設捷運而建捷運，要有強化國家領土的意念，有多元統整性的思維與都市街頭智慧（Street Smart）來規劃建設一個人口發展與運輸規劃之間的社會公平性、運輸文化性，以達輕軌系統的永續經營。

參考文獻

1. 今津屋貴宏、張冠增譯（2011），「日本大地震後的鐵路運輸及其對策」，城市軌道交通研究，第14卷第9期，頁18-21。
2. 賴宗裕、李妮臻、張伊芳（2009），「土地使用與交通運輸整合規劃政策之建構：效益衡量、政策評估、模型建立與財務平衡」，國立政治大學地政學系國科會研究計畫成果報告。
3. 吳翼貽、曾惠明（2011），「建置軌道車輛系統認證制度之研究」，第二屆兩岸四地城市軌道交通捷運發展論壇。
4. 陳彥伯（2011），「臺灣軌道運輸系統簡介」，第二屆兩岸四地城市軌道交通捷運發展論壇。
5. 葉昭圍（2011），「法國都會區軌道運輸發展前景從巴黎看臺北，從法國看臺灣」，臺北市政府捷運工程局。
6. 沈龍利、葉千榆、紀秉宏（2009），「從法國經驗展望臺灣輕軌發展之課題」，中華民國運輸學會2009年學術論文研討會。
7. 「淡水捷運延伸線」綜合規劃案公聽會規劃內容摘要（2011），交通部高速鐵路工程局網站。
8. 臺灣地區引進輕軌運輸系統技術型式選擇之研究（1998），交通部運輸研究所。
9. 日本鐵道車輛工業會RAMS懇話會編：實踐鐵道RAMS（2006），溝口正仁、佐藤芳彥監修。
10. 輕軌系統建設及車輛技術標準規範（2011），交通部頒布。
11. 管孟忠（2011），應用實獲值綜合管理於軌道行業工程專案之初討，開南大學專案管理研究所，<http://gipm.knu.edu.tw>。
12. 張有恆、蘇昭旭（2002），現代軌道運輸，臺北：人人出版社。
13. 林建華、李正剛、許俊逸、許添本（2006），「臺灣輕軌運輸系統及其規劃設計準則的構建」，現代城市軌道交通，第6期，<http://www.cnki.com.cn/Article/CJFDTotals-XDGD200606011.htm>。
14. 研提推動大眾捷運系統建設與營運永續發展機制之研究（2010），交通部運輸研究所。
15. 淡水捷運延伸線路線（2012），<http://www.hsr.gov.tw/>。
16. 高雄環線路網（2012），http://mtbu.kcg.gov.tw/cht/img/map_LRT_circle_big.gif。
17. What is light rail?（2008），<http://www.lightrail.com/definition.htm>。
18. Michael Taplin, Vice-President and Immediate Past Chairman of the Light Rail Transit Association© M. R. Taplin and LRTA（1998），"The History of Tramways and Evolution of Light Rail."
19. Gloria Ohland, Sam Zimbabwe and Alia Anderson（2011），"TOD 204：Planning for TOD at the Regional Scale," <http://ctod.org/pdfs/tod204.pdf>。
20. Association of German Transport Undertakings (VDV)，VDV Promotional Group，（2000），"LIGHT RAIL IN GERMANY."
21. New York Transit Museum（2012），"History of Public Transportation in New York City," <http://www.transitmuseumeducation.org/trc/background>。



6 臺北捷運 訓練標準規範

Taipei Metro
Training Curriculum
Specification
Requirements



蔣蔚聖 Wei-shen Chiang¹、邱顯明 Jeremy Chiu²
翁儷文 Li-wen Weng³

¹ 臺北捷運公司人力處訓練中心主任 wschiang@trtc.com.tw

² 臺北捷運公司人力處訓練中心副主任 e00213@trtc.com.tw

³ 臺北捷運公司人力處訓練中心規劃組專員 e01977@trtc.com.tw

摘要

臺北捷運系統運轉能力及品質一直受到國際同業的好評及大臺北旅客的信賴，最主要的因素就是臺北捷運公司擁有一批知識、技術與態度都良好且品質一致的從業服務人員，來執行捷運系統的運轉與維護。這雄厚的專業人力資本除了來自精挑細選的選用機制外，也是公司嚴格培訓下的成果。臺北捷運訓練流程係以PDCA循環連貫而成，為了各專業人員養成的職能品質能一致化，特制定「訓練標準規範」做為訓練規劃、執行與評估的實施依據。本文即為介紹臺北捷運能擁有良好人力品質的培訓利器-「訓練標準規範」的設計邏輯與應用實務經驗。

關鍵字：訓練標準規範

Abstract

The operating capability of the Taipei Metro system has always received positive feedback from international industry members and trust from passengers in the Greater Taipei Area. The most important reason is that Taipei Rapid Transit Corporation has a group of knowledgeable, skilled and qualified service staff with good attitudes to execute the operation and maintenance of the Metro system. This strong professional human capital not only comes from a highly selective mechanism, but is also the result of strict training by the company. The training process flow of Taipei Metro is composed of PDCA cycles. In order to achieve consistency of occupational quality for each professional staff member, the Taipei Metro Training Curriculum Specification Requirements were established to serve as the basis for implementing planning, execution and evaluation of training. This article will introduce the training tools of Taipei Rapid Transit that ensure good quality human resources – the design logic and practical application experience of the Training Curriculum Specification Requirements.

Keywords : Training Curriculum Specification Requirements

訓練標準規範的意義

緣由

臺北捷運公司為臺灣地區首家捷運公司，為籌備各路線營運，積極培養所需的人力，需要開辦各職務的基礎訓練，當時除了中運量木柵線直接使用原廠商教材外，其他高運量系統訓練皆由本公司人員自行撰寫或改編的教學方案與教材來支持。雖然發展教材的本公司種子講師都已接受捷運工程契約原廠訓練，且能有效地將各種捷運運轉與維護技術轉換成教案，但是在訓練經驗不足情況及訓練機制尚未系統化，初期產生許多訓練品質與效能上的缺失。這些缺失包括：

- 一、班期課程架構與內容未經統整，產生重複、遺漏、互相矛盾情形。
- 二、同一職務訓練在不同期別，產生不一致之訓練時數及內容。
- 三、同一訓練不同科目出現不同訓練教材格式。
- 四、教學內容與評量項目會因不同講師而有不同。

以上訓練缺失會造成人才養成品質的不一致，不一致的人才就會產生服務不一致的問題。這不一致問題需要靠唯一「標準」來解決，並且使其成為可遵循的「規範」，能讓每次訓練都能依據使用，這就是臺北捷運公司建立「訓練標準規範」的背景緣由。



建立

為了有效改善訓練品質不一致情形，1996年臺北捷運公司在訓練顧問協助之下，導入訓練系統化機制，並加入PDCA品質化的概念，針對核心性、長期性及重複性的訓練，逐一地將影響訓練成效的牽涉條件與因素予以標準化，建立起本公司獨具特色的「訓練標準規範」制度，並在公司推動ISO品質認證時，將其納入為人才品質管理的重要工作，此訓練標準機制也奠定臺北捷運公司日後追求「臺北捷運，世界一流」願景的重要基石。

「訓練標準規範」是訓練體系具體化的產出，上可連結臺北捷運公司使命、願景、經營目標所產生的訓練需求，下則連結技能合格證照管理。它在臺北捷運公司訓練發展價值鏈的地位如圖1所示：

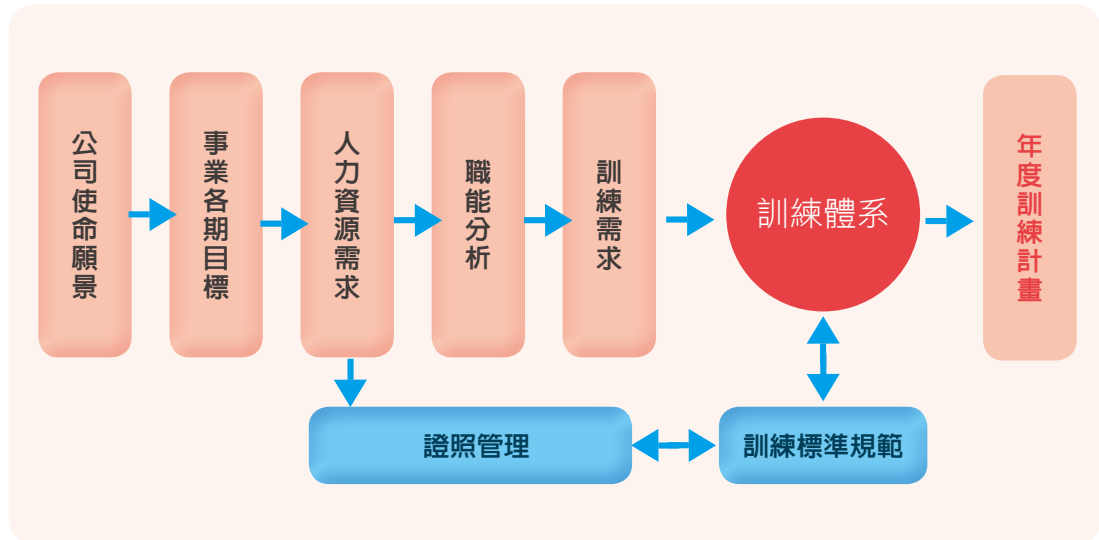


圖1 訓練發展價值鏈

影響

臺北捷運公司建立起「訓練標準規範」後，就直接應用在高運量各路線通車的人力養成訓練上，直接支持各路線營運所需人力。也因為一致性人才品質讓臺北捷運公司獲得國際上及國內評比上好成績。這些績效包括：

- 一、支持淡水、中和、南港、板橋、土城延伸、內湖、蘆洲、新莊線等路線通車。
- 二、支持2004至2008年系統可靠度連續5年在Nova及CoMET軌道運輸標竿聯盟會員中排名第一及2009年第三、2010年第二的佳績。
- 三、支持旅客對捷運服務整體滿意度正面評價（2010年94.7%，2011年95.8%）。

- 四、榮獲國際培訓總會（INTERNATIONAL FEDERATION OF TRAINING & DEVELOPMENT ORGANISATIONS簡稱IFTDO）2012年舉辦的「全球人力資源發展」競賽之「最佳人力資源發展類的績優獎（Certificate of Merit）」（如圖2）。



圖2 IFTDO最佳人力資源發展類的績優獎獎狀

訓練標準規範的內涵

「訓練標準規範」是捷運運轉與維護人才培訓的基礎，也是臺北捷運公司職務設計、工作分析、訓練設計與證照管理等工作下的產物。

「訓練標準規範」就是各職務工作人員的標準技能養成規範，依各職務人員其工作項目及特性，訂定各職務技能養成所需的資格條件，並以授予證照來控管。本公司共設計了6大類53項證照，其範疇包含：中、高運量運務及維修，以及市府委託本公司經營之貓空纜車、小巨蛋等，每項證照列明適用職務取得資格、學經歷需求及其須完成的訓練課程。

「訓練標準規範」主要規範成標準化的內容有3項：標準訓練課程、標準科目教材、標準技能檢定（如圖3）。

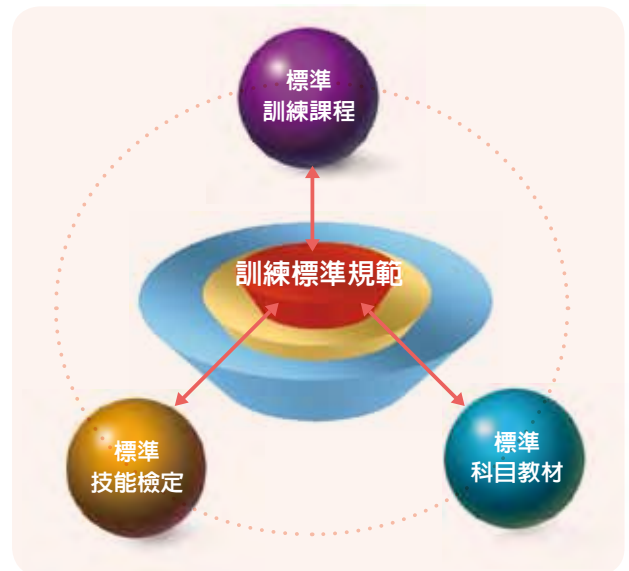


圖3 訓練標準規範

標準訓練課程

標準訓練課程來自於系統化的工作分析，精確地透過專業職能分析手法，分析出養成該工作職務所需的知能，依此規劃出標準的訓練科目、基本時數及訓練方式，此一標準提供各期的學員能接受此一職務訓練，都有一致性職務所需的知識、技能及態度。圖4範例為高運量電聯車司機員基礎訓練標準課程之一部分。

20.高運量電聯車司機員基礎訓練

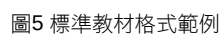
總訓練時數：334小時（課堂136小時+實作78小時+適應訓練120小時）

測驗次數：6次

科目編碼	科目名稱	時數	訓練方式			備註
			課堂	實作	適應	
行AB0111	臺北捷運系統簡介	2	2	0	0	
行AB0112	運務管理	1	1	0	0	
行AB0113	站務運作概述	1	1	0	0	
行AB0114	車務運作概述	1	1	0	0	
行AB0115	行控運作概述	1	1	0	0	
行AB0116	爆裂物及毒化物處理（外聘）	3	3	0	0	
行AB0211	軌道設備概述	3	3	0	0	
行AB0212	軌道設備（實作）	1	0	1	0	
行AB0213	機廠軌道介紹	1	1	0	0	
行AB0214	轉轍器操作與鎖定	2	2	0	0	
行AB0215	轉轍器操作與鎖定（實作）	3	0	3	0	
行AB0216	月臺門系統	2	2	0	0	
行AB0217	月臺門系統（實作）	2	0	2	0	

圖4 標準訓練課程範例

標準訓練課程是由科目組合而成，科目就是訓練課程的基本單元，它的內涵是由本公司合格講師依照個別科目的訓練需求設計出來，包含訓練目標、訓練導引及課程內容，並用統一的格式撰寫成標準教材，供講師及學員在課程中使用。



本公司評量學員學習技能的成果，係以檢定方式作業，而各職務的技能檢定模組定版學員手冊中，供講師及學員在檢定過程中使用。其特色為技能檢定設計能對應訓練目標，而訓練目標又能對應工作項目，所以技能檢定合格就能檢視出學員的訓練成效，及確保學員所學可移轉至工作上應用，符合訓用合一精神。



訓練標準規範管理與發展

管理

「訓練標準規範」既然是臺北捷運公司維持核心能力的主要利器，就應以適當機制加以管理，使它永遠保持可用性、完整性及正確性。1997年推動ISO品質認證時，就以「訓練規範作業說明書」加以詳訂其管理作業，定期因應所需，檢討修訂「訓練標準規範」內容，目前已有18次改版紀錄。

「訓練規範作業說明書」作業重點包括：

- 一、定期分析確定各個職務職能需求。
- 二、依照職能需求變化修訂標準的訓練架構、教材及檢定內容。
- 三、修訂內容必須提出訓練規範變更申請。
- 四、變更申請審核成功後，始可更新訓練架構、教材及檢定標準版本。
- 五、以標準版本作為訓練執行之憑藉。

所以舉凡新路線通車前，就需檢視各職務工作是否有新設備、新工作及新規定的產生，據以更新「訓練標準規範」。例如蘆洲線通車新設備-防水隔艙的設置，包括站務人員、控制人員、相關維修人員的基礎訓練都要新增防水隔艙設備介紹與操作之課程，整個連動就需更改科目教材、檢定項目等。另外中運量系統從木柵線更新為文湖線，不只設備變更、甚至作業、規定都有所變動，所以不止標準課程、教材與檢定項目的修訂變更，甚至證照與訓練名稱、適用條件也大幅整併修改。

除了新路線通車時需要修訂「訓練標準規範」外，平時只要業務所需或問題產生，只要是可透過訓練改善者，也可修訂「訓練標準規範」來增加各職務從業人員之職能要求。譬如各維修人員對於接觸手工具與儀器操作的要求，在本公司分析下確認是工作人員不可或缺的職能，亦全面修訂「訓練標準規範」以增加新的課程項目。

故「訓練標準規範」可以說是有生命的有機體，一直與時俱進，不斷地更新版本，讓它完全符合人力資本培養之所需，也讓它一直維持正確的唯一版本，使得訓練品質能一致化，獲得保證。





發展

「訓練標準規範」雖然已趨成熟，事實上也帶來好的訓練績效與成果，但是隨著科技的進步，「訓練標準規範」的管理與應用也應持續改善、精進。以下是未來「訓練標準規範」仍可以再發展的兩個方向：

- 一、隨著資訊系統的發達，「訓練標準規範」可以以資料庫方式管理，並結合訓練體系，連結出訓練地圖與資料系統。簡單地說，只要在系統點擊證照名稱就可連結出所有的訓練標準，另外修訂的紀錄也都能資訊化而易於搜尋。
- 二、「訓練標準規範」除標準教材外亦可進一步規範講師之標準教學方案，讓同一課程不同講師講課也有相同教學策略、方法與活動，以使訓練品質一致性能更趨精準。

結語

「訓練標準規範」的內容可說是臺北捷運公司最重要的智慧資本，擁有它就能將本公司營運累積出來的內隱知識外顯化，並能一代一代傳承下去，培訓出同樣品質的捷運系統之運轉與維修人員，甚至由於「訓練標準規範」是有機體管理機制，不斷改進更新，所以後期培訓人才在知識、技能與態度方面更優於前期培養人才；當然臺北捷運公司代管的小巨蛋與貓空纜車系統也比照辦理，進入「訓練標準規範」管理範疇，一起享有「訓練標準規範」帶來的管理好處。

本文此次揭露臺北捷運公司當初創建與歷來改革歷程之「訓練標準規範」，即是要與同業分享人才訓練的營運經驗，希冀本文能拋磚引玉、投石入池激起漣漪，大家有機會交流訓練工作之心得。





7

績效管理－ 責任中心制度 規劃與推動

Implementation of
Responsibility Center
System



陳佳琳 Chia-lin Chen¹、陳彥君 Yen-chun Chen²

¹ 臺北捷運公司企劃處課長 e01248@trtc.com.tw

² 臺北捷運公司企劃處助理管理師 e01982@trtc.com.tw

摘要

企業必須達成良好績效，方能永續成長與發展，如何設計、創造一個具激勵性的組織環境，讓所有成員朝既定目標共同努力，端賴有效的績效管理制度。

為客觀評核部門績效，激勵員工創造盈餘，臺北捷運公司於1998年擬定「責任中心作業要點」，1999年起正式開始實施「責任中心制度」作為績效管理工具。本制度的推行係以營運策略為導向，經由績效指標之評估，衡量各責任中心執行成效及落實績效考核責任。

實施責任中心制度後，建立更公平、公正之績效評核環境，且透過各級主管與成員不斷地溝通，績效管理及目標導向的觀念已日漸深植每位員工心中。本文將介紹臺北捷運公司實施責任中心制度的推動流程與重點工作。

關鍵字：責任中心、績效評估、績效指標、績效管理

Abstract

To be a sustainable enterprise, companies must achieve good performance. It depends on an effective performance management system to design and create a motivating organizational environment to allow all employees to strive toward the objectives.

To evaluate a department's performance objectively and encourage employees to create more profits, Taipei Rapid Transit Corporation (TRTC) has established "Operation Guidelines of Responsibility Center System" in 1998 and then put the system in practice as a performance management tool in 1999. Based on business strategies, the system measures the achievements of each unit which has implemented the system, through performance indexes, to accomplish its assessing duty.

The performance evaluation has become more fair and impartial after the Responsibility Center System is implemented. Through continuous communications by managers and staff within the whole organization, the concept of performance management and the concept of objectives-orientation are inculcated into the mind of each employee. This article introduces the process of implementation and key points about the system.

Keywords : Responsibility Center System, Performance Evaluation, Performance Indexes, Performance Management

前言

臺北捷運公司為大眾運輸業者，肩負大臺北地區運輸重任，如何提高收入、降低成本、創造盈餘、使公司永續經營，為管理上之重要課題。故善用管理工具做好績效管理，對於本公司後續經營發展將有長足之影響。

目前本公司採用責任中心制度作為績效管理之工具，此制度主要適用於分權化的組織型態，以責任的授與收來控制各責任中心，由各責任中心目標的達成及各責任中心利潤的最大化，來完成公司總目標及公司整體利潤的極大化。

責任中心制度自1998年以來，在本公司企劃部門督導副總經理率領相關處室一級主管研議推動下，採用公開、公正之審議機制，有效融合各方建議，建立客觀公平的評核及獎勵機制。後續另於2003年成立專責委員會，並由督導副總經理擔任召集人持續運作，透過經驗累積及集思廣益，更進一步發掘制度實施過程中經歷之難題或不合理現象，並研議有效解決方式，完成多項制度上之變革，終將績效評估由主觀的「人治」基礎轉變為客觀的「法治」基礎，型塑出新的管理文化。

自1998年試辦責任中心制度至今已邁入第14個年頭，雖然本公司體質為公營事業，尚有諸多法令限制與市政政策須配合，可能影響盈餘，但透過全面推廣本項制度，期望對於強化員工成本、效益與責任之觀念能有相當助益，達成公司永續經營、回饋社會之目標。

責任中心制度之管理意涵

要確保組織績效達成，必須透過良好的績效管理制度，完備的績效管理制度不但要有一套績效評估機制，也要是一套能夠將策略轉化為部門或員工日常業務的行動架構。

策略導向之績效管理制度，係在一個組織績效目標金字塔之下，將各層次績效目標間作有意義地轉化和連結，並以多元績效指標整合、評量單位績效，藉此使員工明確瞭解組織目標、部門目標及員工個人目標間的因果關係，使組織的使命、願景及策略得以轉化為部門及員工日常業務，使組織績效得以持續提升的過程（林文燦，2009）。

所謂「責任中心制度」，係將一企業組織依權責分割為各種不同單位個體，並以「單位個體」為對象，以「實施成果」為中心，透過主管與員工群策群力，完成其應負之「責任目標」，並以其目標達成度評估績效。責任中心制度的基本邏輯在於：先將整個組織依權責劃分為不同個體（先化整為零），透過個別的最佳化達成整體之最佳化（再化零為整），詳圖1。

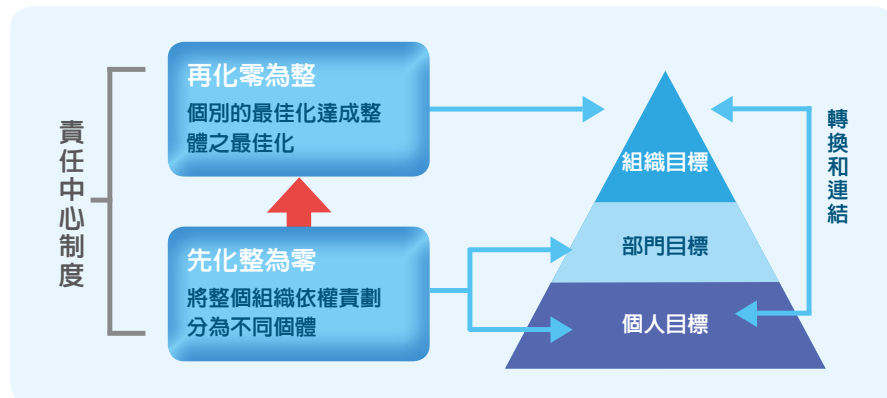


圖1 責任中心制度整合個人和組織目標說明圖

責任中心績效的評估指標應配合公司策略來訂定，作為單位努力方向，並輔以權重（配分率）引導各處室投入資源分配。公司策略除傳統的財務面向外，尚須從不同角度規劃提升公司整體表現，故績效指標設計宜參採平衡計分卡精神，除財務類指標外，再加入顧客、內部程序、學習與成長等更多面向指標，將組織使命和策略，轉換成具體的部門績效指標和目標值，部門員工再依循擬定個人目標來配合公司的長期發展（Robert S.K. & David P. N., 1999）。

最後，績效評估制度必須和公司提供的獎勵制度結合，依員工在績效指標上表現的優劣程度給予獎賞，賦予員工努力之動機及力量（詳圖2）。

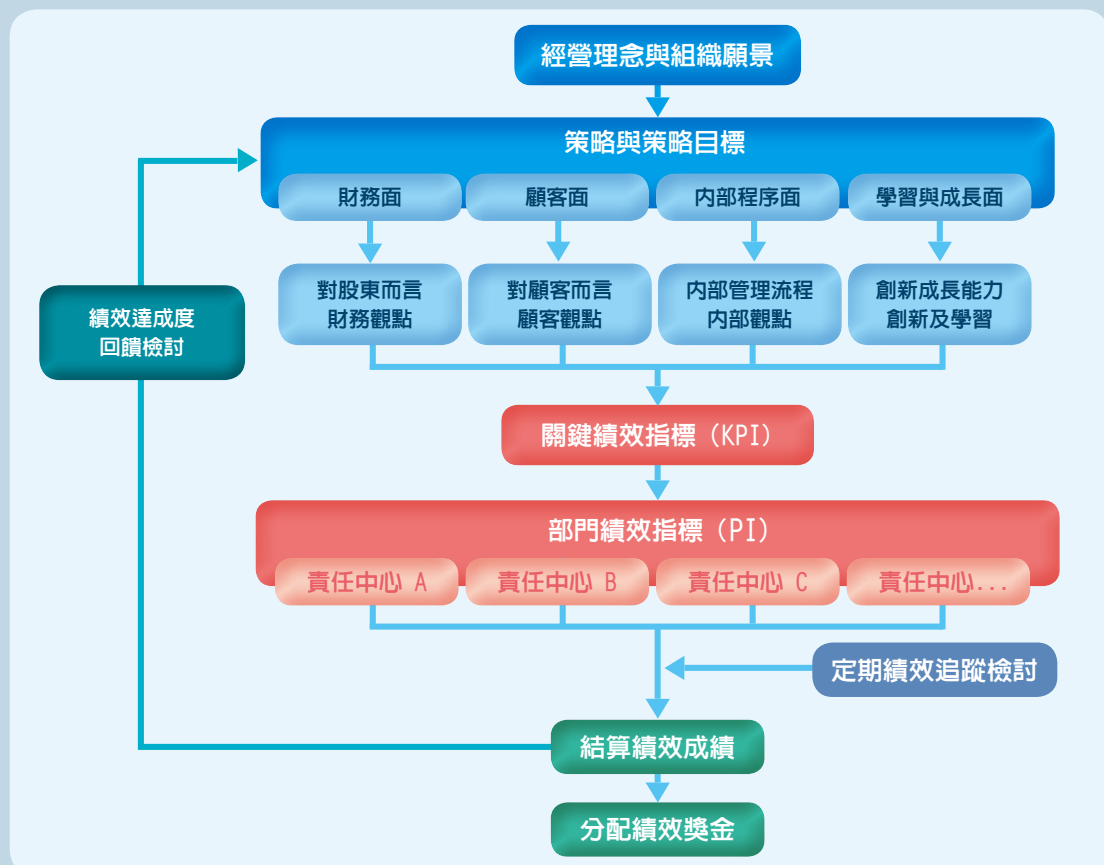


圖2 臺北捷運公司績效管理制度

臺北捷運實施責任中心制度之現況與流程

本公司自1994年成立至今，隨著營運路線擴充，營運規模日益擴大，為建立全員「控制成本、開創利潤」之共識與觀念，有效激發員工努力創造績效，於1996年起即開始構思責任中心制度，派員至已實施責任中心制度之企業如震旦行、臺塑、中油、臺電及臺糖等公司參訪，持續蒐集相關資料，後於1998年正式訂定「臺北捷運公司責任中心作業要點」，作為本公司實施責任中心制度之執行依據。

制度實施初期，各責任中心因不甚了解本項制度，不免有排斥之心態，但經過反覆溝通及逐年檢討修訂，並於2003年成立「責任中心審議委員會（委員會組織詳圖3）」，精進公開、公正之審議機制後，責任中心制度之公平性與合理性漸趨完備。

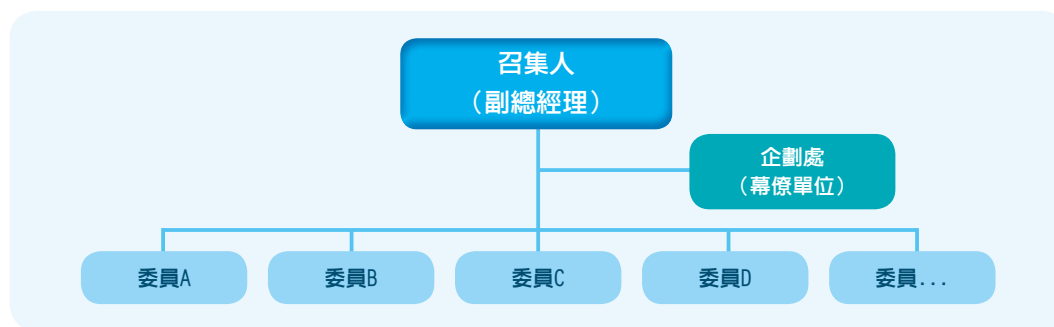


圖3 臺北捷運公司責任中心審議委員會組織圖

為與年度策略、事業計畫結合，責任中心制度係以年度為單位，進行推動及檢討改善之循環（詳圖4），下文將就其推動循環實施步驟及歷年重點工作說明如下：



圖4 責任中心制度之推動循環實施步驟及重點工作

定位責任中心組織架構－建立責任體制、明確劃分責任

本公司組織依性質可區分為高階主管系統、高運量系統、中運量系統、附業系統、行政管理系統等5大系統，除高階主管系統因屬綜合管理性質，不列入責任中心績效評比外，其餘4大系統再依業務性質區分為線上和幕僚單位，考量權責明確程度及作業效率起見，係以「一級部門」作為單元主體，納入責任中心制度管控（本公司責任中心組織架構詳圖5）。

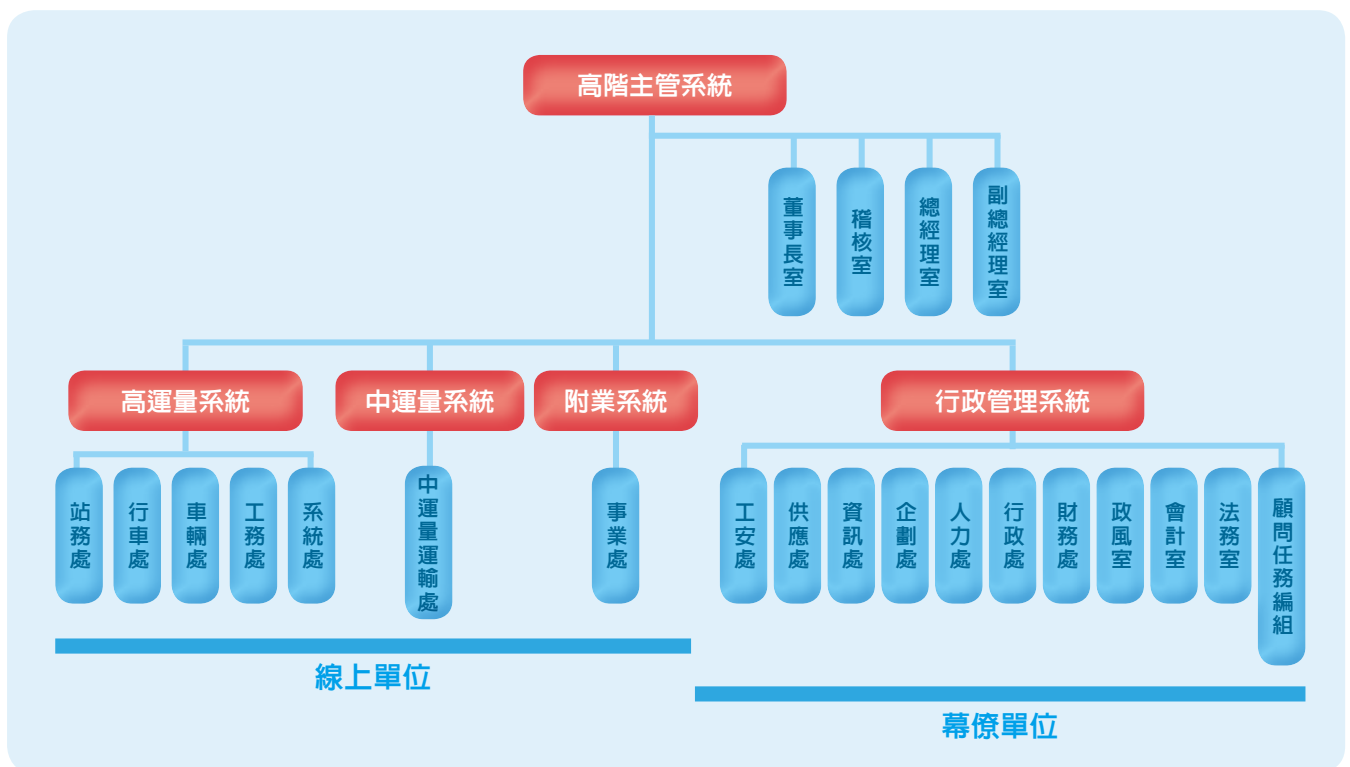


圖5 臺北捷運公司責任中心組織架構

訂定績效指標－導引努力方向、連結公司策略

責任中心制度施行初期，績效指標係依據公司之業務發展重點及各部門業務執掌功能設定，並區分為「財務性指標」及「非財務性指標（業務推動性指標）」二類。

自2003年起，為使公司體質更加均衡發展，並確保各部門績效與公司策略目標相結合，績效指標之設定改參採「平衡計分卡BSC（Balanced Scorecard）」之精神，以公司策略觀點出發擬定績效指標，除財務構面外，亦將顧客、內部流程及學習成長構面納入績效衡量範圍，整體作法簡述如下：



一、公司總目標設定

為使公司「策略」得以具體行動化，參酌「年度事業計畫」，設定公司年度總目標。責任中心總目標之設定，係將公司「策略內容」向下展開為「策略性目標」及「公司關鍵績效指標KPI（Key Performance Indicator）」，並區分為顧客、財務、內部流程與學習成長等四大構面。

二、展開為單位績效指標

為使公司經營策略在各部門中具體落實，確保各單位同仁追求的目標與公司一致，並完成公司策略，將「公司關鍵績效指標KPI」再向下延展成為「單位績效指標PI（Performance Indicator）」，並做為責任中心制度之「指定指標項目」，各單位為維持例行事務亦可另提「自選指標項目」。

績效指標依業務性質不同，分為業務型指標和關聯型指標2類：

（一）業務型指標

包含總經理指示或配合市府政策之年度重大案件、市府經營績效考核重點事項、市府經營維護與安全監督考核重點事項、市府重大列管案件、各部門年度事業計畫重點事項等，依各部門業務職掌而不同。

1. 量化型指標

可直接以數學式明述計分方式以衡量績效者，稱之「量化型指標」，此類指標採設定評分方式及目標值之方式控管達成績效。

2. 非量化型指標（委員評核給分指標）

部份指標因較無法客觀量化，可設定為「委員評核給分指標」，其成績於年終成績結算時，由受評單位就其相關作為與成效自行舉證後，由責任中心審議委員評核給分。

2004年起，為避免部門屬性不同造成案件得分容易產生差異，本類指標依屬性分為「技術類案件」、「行政類案件」二類分別評審；另為求委員評核給分標準一致，訂有評分標準供委員評分參考，評分重點偏重計畫之貢獻度及困難度。

為進一步細緻化評量面向，以更有效區分受評案件之績效差異，2012年度進行委員評核類指標評分標準修訂作業，將原有2項評分構面（貢獻度、困難度）增加為4項（整合性、創新性、效益性、時效性），並調整技術類、行政類案件不同構面之比重配分。

（二）關聯型指標

部分業務推動，須由主辦單位和相關配合單位共同辦理方能完成，為賦予「主辦單位」推動及控管權力，設立「關聯型指標」，由「主辦單位」對「配合單位」依其控管需求設計指標內涵及評分公式，使彼此間之成績互為影響，共同為提高公司績效而努力（詳圖6）。

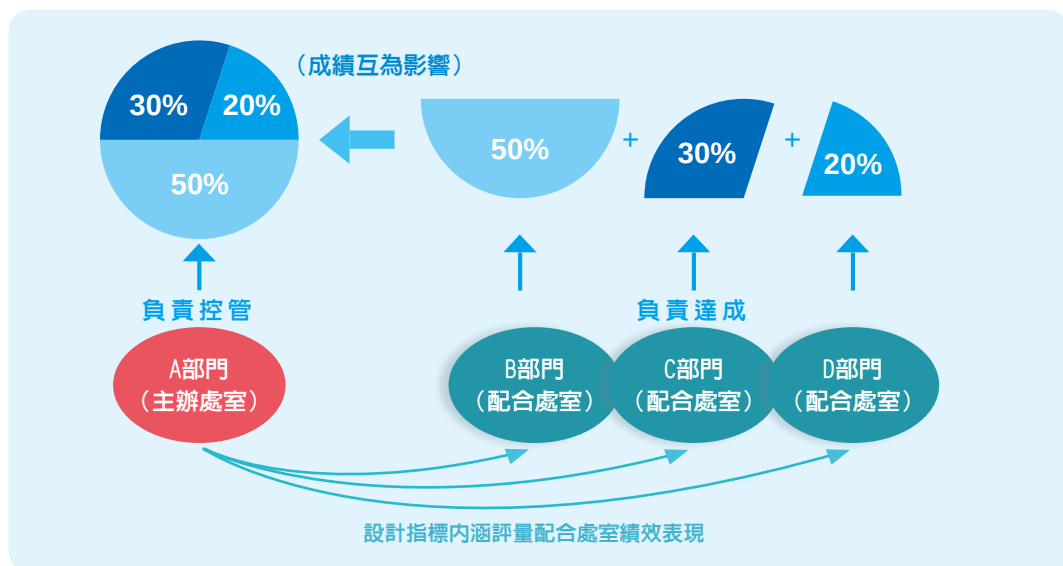


圖6 關聯型績效指標

另為避免單一部門績效指標過多，造成資源焦點無法集中之狀況，2004年起設有績效指標數量限制上限。

設定責任目標及配分率－揭示應完成之事項或欲達成之水準

一、目標值訂定

本公司量化型指標之目標值設定原則，係參考「過去實績」、「預算編列情形」、「未來發展狀況」等因素訂定，而績效成果評估係以實際值與目標值之差異來衡量。

為避免公司內部單一指標有多項目標值，造成權責處室無所適從，2005年責任中心制度進行公司內部目標值整合，將已於公司內其他考核制度中（如ISO品質目標、臺北市政府交通局經營維護與安全監督標準）控管之績效指標，其目標水準（取其嚴者）訂為責任中心目標值，以使目標趨於一致。其他量化型指標除與盈餘相關之收入支出類指標以「法定預算」為目標值外，其餘指標之目標值主要參考其過去表現訂定，並以超越（或未達）以往表現之幅度為依據進行加（或減）分；另有部分指標目標值訂定會參酌其未來發展性（如有新路線即將通車）給予調整。

上述目標值設定原則實施數年後，考量各單位因業務特性不同，指標組成差異較大，如適用不同目標值設定方式，可能造成寬鬆不一之不公平現象。故於2010年再修訂目標值設定原則，將各單位間類似性質指標項加以分類，並權衡公司內其他考核制度訂定標準後，力求以一致之水準設計目標訂定原則，以求制度更為公平、公正。

二、配分率訂定

績效指標主要在指導各責任中心努力之方向，配分率則進一步主導各項指標投入資源的程度，配分率越高的項目，因投資報酬率較高，將會使各責任中心花費較多的資源於此部分，故宜將重要性較高的項目設定較高的配分率（權重），以發揮加乘的效果。

本公司責任中心制度實施初期，因「非財務性指標（業務推動性指標）」項目選擇與評分方式尚未明確，較不具代表性，故「財務性指標」之配分權重較高。隨著制度推行，業務推動指標漸趨成熟，為避免某責任中心因爭取財務性績效而不注重業務推動，注重短期表現而忽略長期績效，故逐漸調整財務性與非財務性指標之權重差異，期許各責任中心能以「手段」與「結果」並重之方式兼顧長、短期績效。

此外，為集中資源於公司或政策之主要指標，使每項指標對各責任中心總得分具有影響力，各責任中心每項指標之配分率不宜過低，2004年起訂有單項配分率下限之規定，以有效集中考核焦點。

實施績效追蹤－定期就績效予以分析檢討，對異常項目追蹤改進

倘若各責任中心至年度結算方知績效不佳，則此制度僅具有績效衡量之效果，並不具備指導資源配置及績效導正之進階功能。為使各責任中心能即時修正不足之績效，每年訂定指標及目標值後，除由各責任中心自行進行日常控管外，每季由主辦單位企劃處發動，請各權管單位定期公告至上季季底各項指標暫結成績，以利各責任中心比對達成進度，提前針對異常項目檢討改進。

進行績效評估－辦理成績結算

計算各項指標得分及權重分配，以求得各責任中心總成績。為避免各責任中心因配合政府（公司）政策進行計畫外工作，或是遭逢天災、物價波動、外單位缺失……等不可控因素，致影響其績效表現之不合理現象，於結算成績過程中，同步進行績效排除申請及審議作業（流程詳圖7）。

各責任中心提出績效排除申請後，經有關單位提供初審意見，再由責任中心審議委員以書面表決方式審議該案績效排除申請是否成立。考量績效排除審議結果對各責任中心績效成績影響甚鉅，故為使審議作業更為公正嚴謹，於2005年首次擬定「績效排除作業流程及排除原則」，以建立制度化審議機制，並兼顧審議原則之一致性。

績效排除因素會隨內外環境動態變化，為與時俱進，於2007年、2008年、2009年及2011年多次檢討修訂績效排除原則條款，以持續維持其合理適用性。另為使績效排除審議過程更為嚴謹公正，於2009年將初審單位除原企劃處外，增列「會計室（財務處）」及「供應處」分別就帳務或採購面向提供初審意見，供責任中心審議委員決策參考。



圖7 績效排除審議流程

此外，因績效指標有限，有時可能無法充分反映各責任中心績效，經責任中心審議委員會審議通過之績效成績，設計賦予總經理修正總分3分幅度之權力，同時亦可作為總經理之領導統御工具（責任中心成績結算流程詳圖8）。



圖8 責任中心成績結算流程

辦理激勵措施－連結績效獎金作為獎勵

為落實責任中心制度之執行成效，強化其績效管理效果，並鼓勵同仁朝公司策略目標方向努力，故將各責任中心年度績效成績表現連結績效獎金分配（當年度經營績效有盈餘，並達可核發績效獎金之標準，方實施獎金獎勵），作為激勵措施。

1998年以前尚未實施責任中心制度時，公司內每位員工所領之績效獎金比例均無差異；1999年責任中心制度試辦之初，制度尚待討論修正，為避免打擊同仁士氣，故第一年獎金差距較小：各責任中心先保留績效獎金之95%，並提撥5%依「績效得分」及「薪金數」之乘積比例重新分配。隨著制度漸趨成熟，差距逐漸增大，2001年提撥重分配比例提升至10%、2002年提升至15%。

惟經實際檢討後，考量獎金重分配方式之計算過程較為複雜，同仁不易直接連結，且重分配後之獎金差異過小，激勵效果較不明顯（以2002年為例，成績最優及最差單位，重分配後之獎金差異約僅為3%）。2003年起，為擴大獎金差異化程度並簡化計算方式，績效獎金發放方式改以「績效得分」為獎勵基礎，以績效得分落點區間直接換算為可得獎金比例（同一區間內責任中心皆領取相同比例部門獎金），而如有未分配之剩餘獎金（即未達滿分之剩餘比例），則作為額外獎勵同仁之「績優個人獎金」（分配方式詳圖9），進一步營造公司內主動積極、勇於任事之組織氣氛。

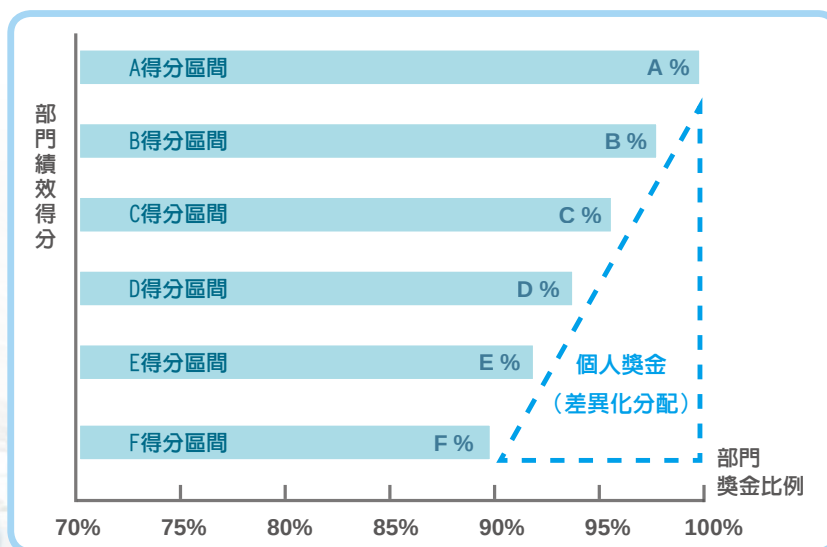


圖9 責任中心績效獎金分配原則示意

結語

責任中心制度的推行是企業績效管理的一種手段，透過將組織使命、價值、願景和策略轉化為績效目標的過程，使員工明確認知組織的期待與要求，透過結合個人目標與組織目標的做法，來達成公司總體目標，並按責任績效落實激勵制度。

欲成功實行責任中心制度，固有賴於各階層員工努力貫徹執行外，尚須領導階層的信任支持、相關部門的配合支援、完善的資訊系統，以及具激勵性、公平性、合理性之激勵制度及管理制度密切配合，方能趨於完善。故自施行責任中心制度以來，歷經無數次的溝通協調、變革改善，終於建立了現今尚稱穩定的執行架構及作業方式。

在責任中心制度推動運作下，有效指引公司全體員工朝向一致目標方向努力，近年來多項營運表現均繳出亮麗成績，不僅盈收逐年穩定成長，各項服務品質亦持續提升：例如系統可靠度指標「每發生一件行車延誤5分鐘以上事件之平均行駛車廂公里數（MKBF）」從1996年度9.7萬車廂公里提升至2011年度248.6萬車廂公里（自2004年度起迄今，本公司於Nova及CoMET軌道運輸標竿聯盟所有會員系統中運轉可靠度評比始終保持前3名佳績）、旅客滿意度調查自2003年起委託公正第三單位辦理以來，民眾滿意比例從調查首年86.2%提升至2011

年95.8%，上述各項服務品質及民眾肯定數據之提升，皆顯示本項制度之推動對於公司經營績效的提升有相當助益。

良好的經營績效及企業形象亦使本公司深獲外界肯定，致近年來獲獎不斷：包括行政院服務品質獎、經濟部全國團結圈活動競賽金塔獎、經濟部全國標準化獎、交通部金路獎及臺北市政府創意提案會報精進獎等，此外，尚有2011年最新獲得之中華民國品質學會「卓越經營品質獎」三星獎最高榮譽及2012年亞洲品質網絡組織「亞洲卓越品質實務獎」等國內外獎項之肯定。

隨著內外環境的變動，再好的制度都應隨時審視檢討，身為責任中心制度的主辦單位，我們持續傾聽來自各方不同的意見與聲音，並負責上下及橫向聯繫溝通的工作，務求保持本制度之合理、公平及有效性，透過制度實施，將整個公司凝聚一致，邁向績效卓著之境界。



參考文獻

1. 林文燦（2011），「行政機關團體績效評比機制之研究」，研考雙月刊，第35卷第3期，頁50，筆者引述自身於2009年發表之論述。
2. Robert S.K. & David P. N.（1999），平衡計分卡，臺北市：臉譜文化。

軌道停看聽

學術團體名稱	公共交通國際聯會 (UITP)
官方網站	http://www.uitp.org
介紹	總部位於比利時，擁有世界90多個國家、3,400多名會員，成員涵蓋亞太、非洲、歐洲、拉丁美洲、北美、中東與北非等地之大眾運輸業者、政府部門、供應商及學術研究單位。每年藉由舉辦會議、展覽與訓練課程等方式，討論最新大眾運輸之熱門話題與發展，形成重要資訊交換與共享的重要平臺。
重要活動 行事曆	● Training Program – Security risk assessment January 3 - February 1, 2013, Brussels, Belgium ● 5th UITP MENA Assembly & 2nd UITP MENA Youth Seminar February 5-6, 2013, Sohar, Oman ● 60th UITP World Congress and Exhibition May 26-30, 2013, Geneva, Switzerland
學術團體名稱	美國大眾運輸協會 (APTA)
官方網站	http://www.apta.com
介紹	1882年於美國華盛頓成立，其願景在於成為推動大眾運輸之領導者，致力發展各項多樣化、具創意性的政策。 該協會目前會員包括公車、捷運、通勤軌道系統、運輸組織、系統供應商、政府機構、學術組織及貿易商等，並以辦理會議、教育訓練、會員聯繫、資訊提供、頒獎及認證等方式，確保世界各地的大眾運輸均可獲得相關權益，持續朝向永續運輸邁進。
重要活動 行事曆	● Fare Collection Workshop & TransITech Conference March 18-30, 2013, Phoenix, AZ, USA ● Rail Conference June 2-5, 2013, Philadelphia, PA, USA

學術團體名稱	中華民國運輸學會
官方網站	http://www.cit.org.tw
介紹	結合從事有關運輸工作之個人及公私機構，透過專業知識與經驗之交換，致力於推動運輸系統之規劃、設計及經營管理等學術活動，並協助政府及運輸業者發展運輸系統，提高營運效率及服務水準。
重要活動 行事曆	● 東亞運輸學會第10屆研討會 September 9-12, 2013 財團法人張榮發基金會國際會議中心
學術團體名稱	中華智慧型運輸系統協會
官方網站	http://www.its-taiwan.org.tw
介紹	整合產、官、學、研各部門之資源，成功推廣以資訊、通信、自動化、運輸、車輛與環境等科技所結合陸、海、空完整之智慧型運輸系統，期能達到促進交通安全、減少擁擠、提高機動性、減少環境衝擊、增進能源使用效率及經濟生產力之目標。
重要活動 行事曆	● 第20屆ITS世界大會 (The 20th ITS World Congress, 2013) October 14-18, 2013 日本東京 Tokyo, Japan ● 第21屆ITS世界大會 (The 21th ITS World Congress, 2014) September 7-11, 2014 美國底特律 Detroit, USA

軌道經營與管理 稿約

- 一、為將營運上寶貴的實務經驗及心得紀錄保存，並提供經驗交換及心得交流的平臺，以使各項成果得以具體展現，特發行「軌道經營與管理」。
- 二、本刊僅刊載未曾在國內外其他刊物發表之實務性論著，並以中文或英文撰寫為主。著重軌道業界各單位於營運時或因應特殊事件之心路歷程及處理經驗，將寶貴的實務經驗或心得透過本刊物完整紀錄保存及分享。來稿若僅有部份內容曾在國內外研討會議發表亦可接受，內容如屬接受公私機關團體委託研究出版之報告書之全文或一部分或經重新編稿者，作者應提附該委託單位之同意書，並須於文章中加註說明。
- 三、來稿請力求精簡，全文以不超過1萬字為原則，另必須包括中文與英文摘要各一篇（300字為原則）。中、英文摘要除扼要說明主旨、因應作為與結果外，並應說明其主要貢獻。
- 四、本刊稿件將送請二位至三位專家評審，審查委員之評審建議，原則上依下表列方式處理。經審查通過後，即依序予以刊登。所有稿件評審意見之處理方式與程序如下：

處理方式		第二位委員評審意見			
		採納刊登	修改後刊登	修改後再審查	不採納刊登
第一位委員評審意見	採納刊登	刊登	修改後刊登	修改後再審查	送第三位委員評審
	修改後刊登	修改後刊登	修改後刊登	修改後再審查	送第三位委員評審
	修改後再審查	修改後再審查	修改後再審查	修改後再審查	退稿
	不採納刊登	送第三位委員評審	送第三位委員評審	退稿	退稿

- 五、來稿文責由作者自負，且不得侵害他人之著作權，如有涉及抄襲重製或任何侵權情形，悉由作者自負法律責任。
- 六、來稿凡經審查通過採納刊登，作者另須簽署「保證及授權書」一份，以保證無違反本稿約約定情事。本單位對來稿在不變更其論點之原則下有刪改權，如不願修改請特別註明。一經本刊加以刊登，版權即歸臺北捷運公司所有，本公司擁有無限次重製發行權及結集發行專刊之權利。
- 七、文章定稿刊登前，將請作者提送完整稿件及其電腦檔案乙份（請使用Microsoft Word 97以上中文版軟體），以利編輯作業；文章校對由作者自行負責。
- 八、經採納刊登者將致贈稿費，單篇稿費以1萬字為限，每千字新臺幣725元計，圖片製作每張新臺幣143元，字數以MS WORD工具字數統計為準。
- 九、所有來稿（函）請逕寄「臺北市10448中山北路2段48巷7號6樓，軌道經營與管理半年刊」收。電話：02-25363001轉8627；傳真：02-25117945；E-mail：hmwry@trtc.com.tw。

軌道經營與管理撰寫格式

- 一、來稿每篇以不超過1萬字為原則，來稿請附中、英文摘要，本刊對來稿有刪改權，如不同意，請先註明。如需轉載，應先徵得本刊同意。
- 二、文章格式：由作者自行打印至A4紙張（21.0公分×29.7公分），以使用Microsoft Word。邊界設定：上邊界2.54公分、下邊界2.54公分、左邊界3.1公分、右邊界3.1公分。頁首邊界1.5公分、頁尾邊界1.75公分。中文字體以標楷體，英文字體以Times New Roman為準。
- 三、首頁：
 - （一）中、英文章題目：標題字型大小為18點字粗體，與前、後段距離1列。置中對齊，單行間距。
 - （二）中、英作者姓名：字型大小為14點字，與前、後段距離0.5列，置中對齊，單行間距。
 - （三）摘要標題：字型大小為14點字粗體，與前、後段距離1列，置中對齊，單行間距。
 - （四）摘要：字型大小為12點字；第一行縮排2個字，摘要本身150字至300字左右對齊，與前、後段距離0.5列，單行間距。
 - （五）關鍵字：中、英文摘要後個別附上中、英關鍵字2至5組。關鍵字字型為12點字。關鍵字標題為粗體，與前、後段距離0.25列，單行間距。
 - （六）作者工作單位職稱：以註腳方式註於首頁頁尾，標楷體10點字，靠左對齊。
- 四、主文：主文自第2頁起開始撰寫。
 - （一）章標題：字型為18點字粗體，與前、後段距離1列，置中對齊，單行間距，以數字編號（1、2）。
 - （二）節標題：字型為16點字粗體，與前、後段距離0.5列，靠左對齊，單行間距，以數字編號（如1.1、1.2）。
 - （三）次標題：字型為14點字粗體，與前、後段距離0.5列，靠左對齊，單行間距，以數字編號（1.1.1、1.1.2）。
 - （四）內文：字型大小為12點字。第一行縮排2個字元，與前、後段距離為0.5列，左右對齊，單行間距。文中數學公式，請依序予以編號如：（1）、（2）。
 - （五）圖表說明：圖、表名字型大小為12點字，與前、後段距離為0.25列，圖之說明文字置於圖之下方，表之說明文字置於表之上方，並依序以阿拉伯數字編號（圖1、圖2、表1、表2），置中對齊，單行間距。
 - （六）頁碼：字型為Times New Roman 10點字，依序排列，頁尾置中。
 - （七）文獻引用：文中若有引用參考文獻部份，請以（ ）表之。（ ）內註明以作者姓氏與發表年份，如（Wardrop, 1952）。
- 五、數字：年份統一以西元紀元，日期及數字均以阿拉伯數字表示，超過4位時除西元紀元外，每3位數加一撇，如：1,653,799元，西元2006年12月29日。
- 六、參考文獻：參考文獻以文中引述者為限，並請以中文列於前、英文列於後，中文按姓氏筆劃，英文按姓氏字母先後排列。左右對齊，前、後段距離為0.5列，單行間距。如：
 1. 李治綱、何志宏、傅介棠、方仁鳳（1992），「可測試行車路徑導引效果之交通流模擬模式」，運輸計劃季刊，第二十一卷第二期，頁163-188。
 2. Babakus, E. and Boller, G. W.（1992），“An Empirical Assessment of the SERVQUAL Scale,” Journal of Business Research, Vol. 24, No. 3, p. 253-268.

刊名：軌道經營與管理

發行人：楊錫安

總編輯：譚國光

副總編輯：莊稚驊、郭財明、沈志藏、莊明聰、
高文祥

執行編輯：詹仕聰

編輯小組：黃雅芬、游進俊、楊欣穎

期刊頻率：每半年出版

出版機關：臺北大眾捷運股份有限公司

地址：10448臺北市中山北路2段48巷7號2樓

創刊：2007年8月

出版：2012年12月

電話：02-2536-3001轉8627

傳真：02-2511-7945

設計製作：唐潮文創設計事業有限公司

地址：10054臺北市杭州南路1段27號8樓

電話：02-2322-5882

GPN：2009602351

ISSN：1996319X

定價：新臺幣450元整

國家書店

臺北市松江路209號1樓

02-2518-0207

<http://www.govbooks.com.tw/>

展
售
處

五南文化廣場

臺中市北屯區軍福七路600號

04-2437-8010

<http://www.wunan.com.tw/index.asp>

臺北市政府出版品紀念品展售中心

臺北市市府路1號1樓

02-2720-8889轉3391

本刊同時登載於臺北大眾捷運股份有限公司網站，

網址：<http://www.trtc.com.tw>

著作財產權人保留對本書依法所享有之所有著作權利，欲重製、改作、
編輯或公開口述本刊全部或部分內容者，須先徵得臺北大眾捷運股份有
限公司之同意或授權（請洽臺北大眾捷運股份有限公司企劃處）