



軌道工程通訊系統淺析

中興工程顧問公司系統及電氣工程部計畫副理 / 曾堂坤
中興工程顧問公司系統及電氣工程部組長 / 胡達振
交通部鐵道局機電技術組號誌電訊科科長 / 簡憲章
國家通訊傳播委員會電台與內容事務處技正 / 周金賢

關鍵字：骨幹傳輸網路、自動交換機、閉路電視系統、陸地中繼式無線電、全球定位系統

一、前言

國內軌道運輸型態，包含輕軌、捷運、臺鐵、高鐵等，其軌道機電核心系統，則由車輛、通訊、號誌、供電、中央監控、月台門等系統組成，其中通訊系統負責所有訊息（包含語音、數據及影像）之傳輸，達成軌道運輸之車站、機廠、行車控制中心（OCC; Operation Control Centre）、機廠控制中心（DCC; Depot Control Centre）及各車站之間相互傳遞各種訊息的目的，讓車站站務、營運等人員獲得旅客上下車及列車運轉現況監視，以達安全且智慧化營運目標。

二、通訊系統介紹

通訊系統之組成包含骨幹傳輸系統、電話系統、閉路電視系統、無線電系統、廣播系統、子母鐘系統等，每個系統各有其功能。藉由各功能之發揮，以形成一個完整之通訊

系統，其整體系統架構如圖 1 所示，相關內容分述如下。

三、骨幹傳輸系統

就軌道通訊系統而言，最重要且與機電各系統有所介接的是骨幹傳輸系統，因骨幹傳輸系統為對軌道機電系統提供一套可長期穩定且即時傳輸的系統，以維持整體機電系統之正常運作，為屬軌道營運核心設施。

由於技術之演進及軌道營運需求特性，軌道營運之骨幹傳輸系統主要可分為兩大類，一種是同步數位階層（SDH; Synchronous Digital Hierarchy）傳輸網路，另一種為超高速乙太網路（10GE; 10 Gigabits Ethernet），兩者各有其優缺點。對 SDH 而言，其系統穩定性高，且頻寬保證，但相對的頻寬使用效率低，且設備昂貴。而超高速乙太網路具頻寬使用效率高，設備便宜，但頻寬無法保證是其缺點。

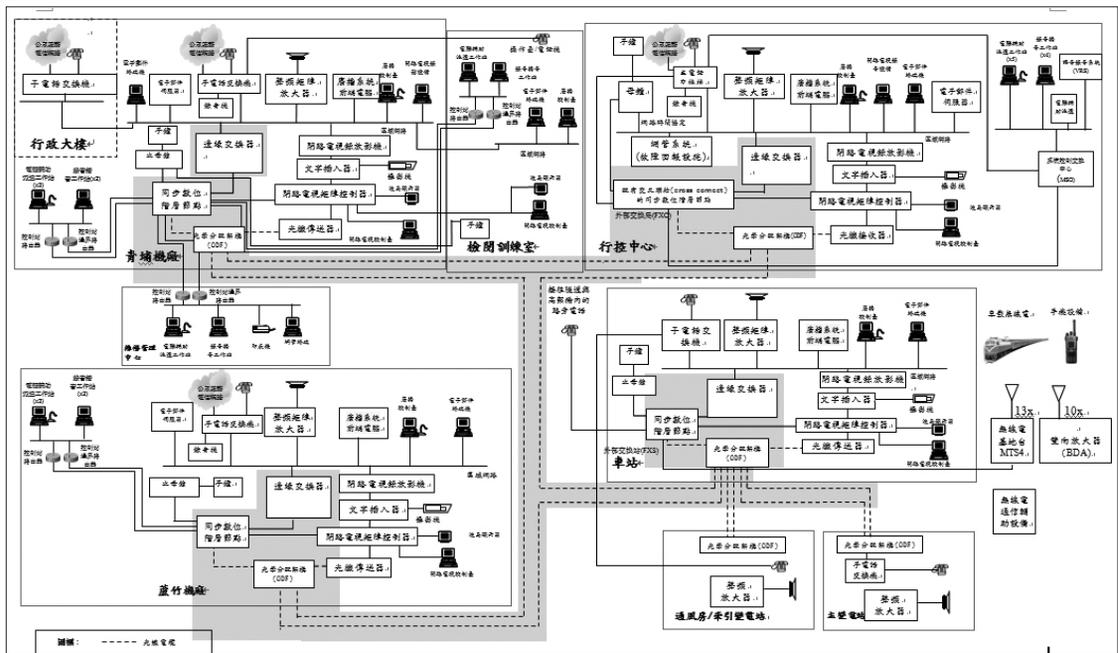


圖 1 整體通訊系統架構圖 (以桃園機場捷運通訊系統為例)

SDH 傳輸的基本單位稱為 STM-1(約 155 Mbps)，還包括 STM-4(約 622 Mbps)、STM-16(約 2.5 Gbps)、STM-64(約 10 Gbps)，它是歐洲國際電信聯盟 ITU 所制定的一種光纖傳輸標準。對於 SDH 傳輸網路而言，在接收端可能因不需太高速之傳輸需求，或配合使用者需要，提供 E1(2.048Mbps)、E3(34.368Mbps) 或乙太網路 (10/100 Mbps) 等接取介面，並將各式傳輸介面訊號轉換成 STM-# 之封包格式。

SDH 傳輸系統是採分時多工 (TDM; Time Division Multiplexer) 傳輸模式，所謂分時多工係指在一路傳輸頻道，同一時間只容許一個傳輸運作，如有其他傳輸需求產生，則以時間區隔來進行傳輸，不會發生因多個

訊息進行傳輸發生碰撞造成無法傳輸訊息。其優點是可保證頻寬，系統保護能力很強。但其缺點則是頻寬的使用彈性較差，造成頻寬之浪費，且較不適合於封包 (Packet) 傳送之應用。

同步數位階層網路架構，通常設計採用雙環狀架構，且分主環及副環，並提供雙迴路自動切換保護能力，如圖 2：同步數位階層 (SDH) 網路拓模架構 (雙環狀架構) 示意圖所示。其特點是，在傳輸網路某單一節點設備失效時，在很短的切換時間 (通常低於 500 毫秒) 內，另一節點設備會立即替代進行備援傳輸，以提昇備援及保護能力。在每個傳輸節點將提供 SDH 骨幹傳輸網路傳輸設備，其主要為塞取多工機 (ADM; Add Drop

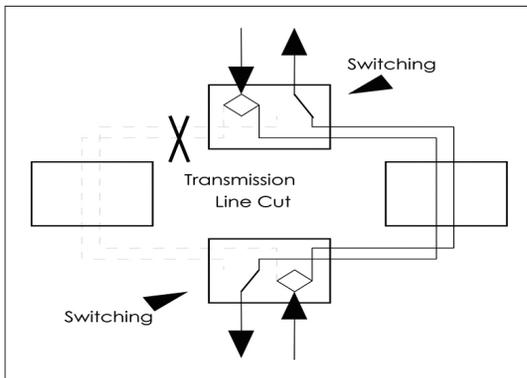
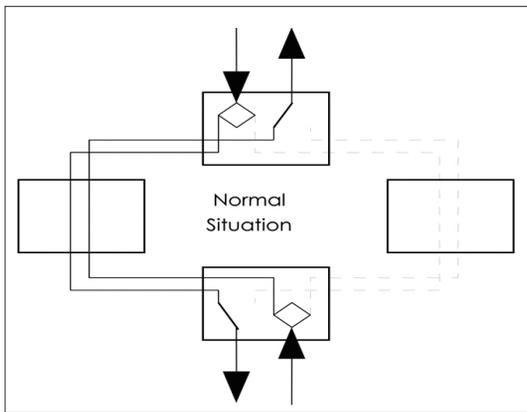
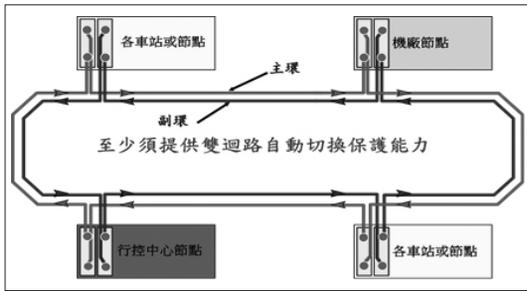


圖 2 同步數位階層 (SDH) 網路拓樸架構 (雙環狀架構) 示意圖

Multiplexer), 此設備係讓 STM-4 或 STM-16 或 STM-64 之骨幹傳輸訊號, 可塞 (Add)/ 取 (Drop) 至低速之 E3 或 E1 或乙太網路訊號, 即在各車站之低速傳輸訊號, 藉由 ADM 等

傳輸設備之作用, 塞入至高速骨幹傳輸訊號封包內, 再經傳輸設備及光纖之連結, 將訊號傳送各目的節點。而目的節點之骨幹傳輸設備, 將高速骨幹傳輸訊號封包解出至低速訊號, 獲取所要之訊號, 而完成訊號之傳送。

10GE 骨幹傳輸網路主要為星狀網狀拓樸 (Star-Mesh Topology) 架構, 藉由核心交換器 (Core Switch) 及邊緣交換器 (Edge Switch) 等設備組合而成。核心交換器骨幹傳輸率為 10Gps 或 100Gbps, 其接取端傳輸介面則以 100/1000Mbps 速率為主。而邊緣交換器輸出速率通常可至 1Gbps, 而其每個接取埠則為具 10M/100Mbps 速率。由於此兩種交換器所提供交換器接取埠為乙太網路埠 (Ethernet Port), 且支援 TCP/IP (Transmission Control Protocol / Internet Protocol) 通訊協定, 故使用者需將其欲傳輸之訊號, 轉為符合 TCP/IP 通訊協定之訊號, 再由邊緣交換器而連上核心交換器所組成之 10GE 骨幹傳輸網路。

骨幹傳輸系統架構圖 (以桃園機場捷運傳輸系統為例) 如圖 3 所示, 傳輸系統主要設備一覽表如表 1 所示; 台北捷運普遍採用 SDH 網路, 而高雄捷運則採用 SDH+GE 網路之方式, 可看出其演進趨勢。但各電信公司之長途傳輸網路仍是以 SDH 傳輸網路為主, 其原因是 SDH 網路可提供穩定之傳輸能力。至於 SDH 網路或 GE 網路何者較優並無一定答案, 端視使用者之需求來決定。

四、電話系統

電話系統主要由自動交換機及各式話機組成, 並藉由骨幹傳輸系統 (SDH) 完成各站

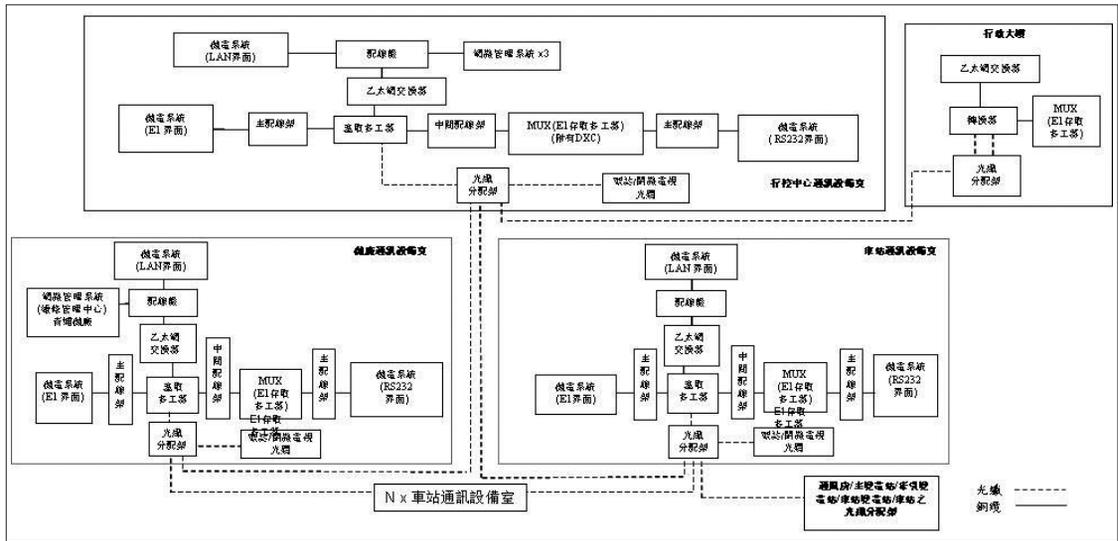


圖 3 骨幹傳輸系統架構圖 (以桃園機場捷運傳輸系統為例)

表 1 傳輸系統主要設備一覽表

設備名稱	邊緣交換器及核心交換器	光纖配線架及 SDH 傳輸設備
實體照片		

間語音訊息傳送。而各式話機包含直線電話、緊急電話、一般電話等。電話系統架構如圖 4 所示，其主要設備一覽表如表 2 所示。

對直線電話而言，它提供站務人員或特定地點之使用者，只要一拿起電話即可直接與車站控制室 (SOR; Station Operation Room, 或稱旅客查詢處 (PAO)) 或行控中心通話之功能。直線電話常用於路線控制員與車站控制室間、月台終端門與車站控制室間、旅客查詢站與車站控制室等之通訊使用。此外，在各車站之月臺亦會設置直線電話，使用者一拿起電話可與車站控制室人員通話，此電話通常僅提供由月臺處打電話至車站控制室使用。

緊急電話設置原則，係於月台、隧道口設置，供乘客或維運人員使用，或軌道沿線兩側設置 (通常一公里一具，視路段而定)。

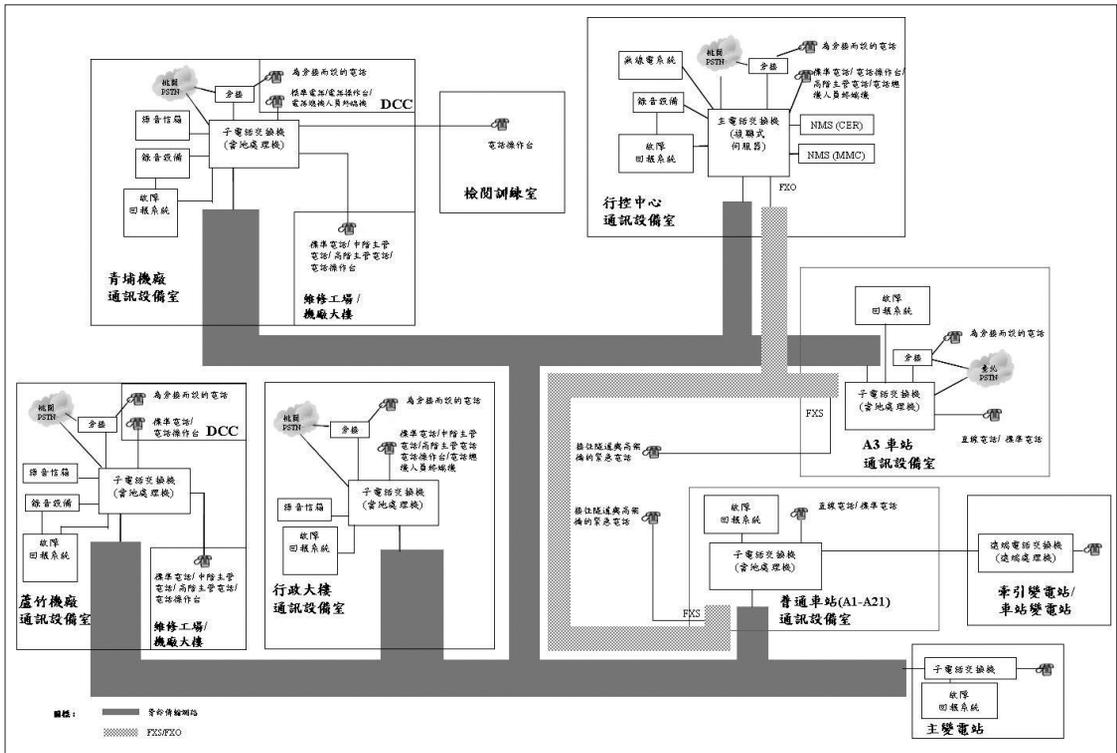


圖 4 電話系統架構圖 (以桃園機場捷運電話系統為例)

表 2 電話系統設備一覽表

設備名稱	各式話機	電話操控台	電子交換機 (機架式)
實體照片			



緊急電話提供使用者只要一拿起話機，即可與車站站務室或行控中心人員通話，其功能與直線電話相同。

一般電話則是供營運人員一般通話之使用，如車站控制室、售票室、現金房、通訊及號誌機房、不斷電設備室等處所。

各式話機會連接至自動交換機 (PABX; Private Automatic Branch Exchange)，藉由自動交換機進行語音交換之作用，而達到電話通訊之目的。而自動交換機需提供話機介面卡供話機連接，且其話機介面依話機型式而提供不同介面，一般話機是類比話機介面，多功能話機則為數位話機介面。自動交換機通常採模組式設計，以使後續交換機容量之擴充可輕易達成。至於話機之型式，對於一般使用者，如售票室或車站控制室之維運人員等，通常使用標準型話機，而其話機將提供數字按鍵、來話號碼顯示、LCD(液晶顯示幕)等性能。對於特別之使用者，如營運主管或重要站務人員等，則提供多功能話機，其話機除提供數字按鍵、來話號碼顯示功能、LCD 顯示幕外，另提供來話及去話記錄儲存與查詢功能、數據傳輸功能、電話會議功能等。至於緊急電話機，因配合安裝於開放性空間或環境位置需求，話機則採具耐候型式。此外，自動交換機通常會提供總機台或控制台(Console)，而其話機型式，通常為頭戴耳機之型式並附上麥克風。

五、閉路電視系統

閉路電視 (CCTV) 系統可讓營運人員於車站控制室內監視車站之月臺上等車與上下

車旅客狀況、以及車站內各處 (如電扶梯附近、現金房之人員進出、自動收費柵欄之進出、車站出入口等) 狀況，對於維運人員相當重要且實用。而在機廠區內之洗車場、道岔區等，亦會設置 CCTV 系統以進行監視。此外，在行控中心之中央控制室 (CCR; Central Control Room)、機廠控制中心、檢閱訓練室 (PTR; Playback Training Room) 之出入口設置閉路電視系統設備，以監視進出人員，進而提供門禁安全之管理。

傳統之閉路電視系統主要由攝影機、文字插入器、矩陣控制器、閉路電視控制台、監視器、影像儲存設備等所組成。閉路電視系統架構如圖 5 所示，其主要設備一覽表如表 3 所示。

各攝影機訊號進入矩陣控制器後，將由矩陣控制器配合閉路電視控制台之連接與操控，可對各影像訊號進行影像訊號選擇、切換與控制。而閉路電視控制台提供操控鍵盤及搖桿，以供使用人員操控。而影像訊號則於監視器顯示影像，並藉由矩陣控制器及閉路電視控制台之作用，可讓使用者選擇分割畫面 (通常為四分分割九分割或十六分割) 或全畫面。

由於攝影機所攝得之影像訊號未包含該攝影機之位置，故需要文字插入器對各影像加入攝影機地點之文字 (需可為中文)，以使操控人員清楚知道各攝影機實際安裝位置，故各攝影機訊號需先接至文字插入器並經加入文字後，再將其處理後之影像訊號，傳送至矩陣控制器。

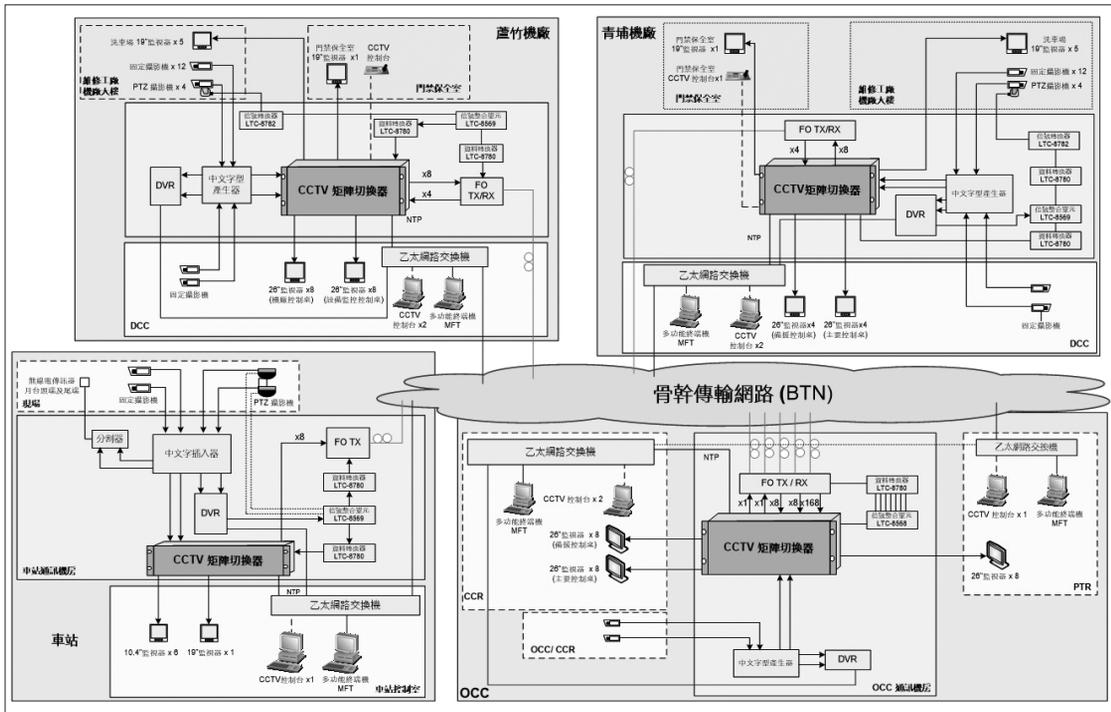


圖 5 閉路電視系統架構圖 (以桃園機場捷運閉路電視系統為例)

表 3 閉路電視系統主要設備一覽表

設備名稱	攝影機 (可動式鏡頭及固定式鏡頭)	錄影及儲存設備	CCTV 監控電視牆
實體照片			

攝影機之鏡頭主要分為固定型及可動鏡頭型 (PTZ) 兩種，其差異為攝影機鏡頭是否可接受控制命令作上、下、左、右、遠、近等之鏡頭移動。攝影機一般為具彩色型式 (除

非有特殊需求才使用黑白的)、高解析度及高靈敏度，且具自動增益控制能力。而對於戶外型攝影機，為配合現場環境光線可能不足之需求，則需採具有低照度夜視之能力。此

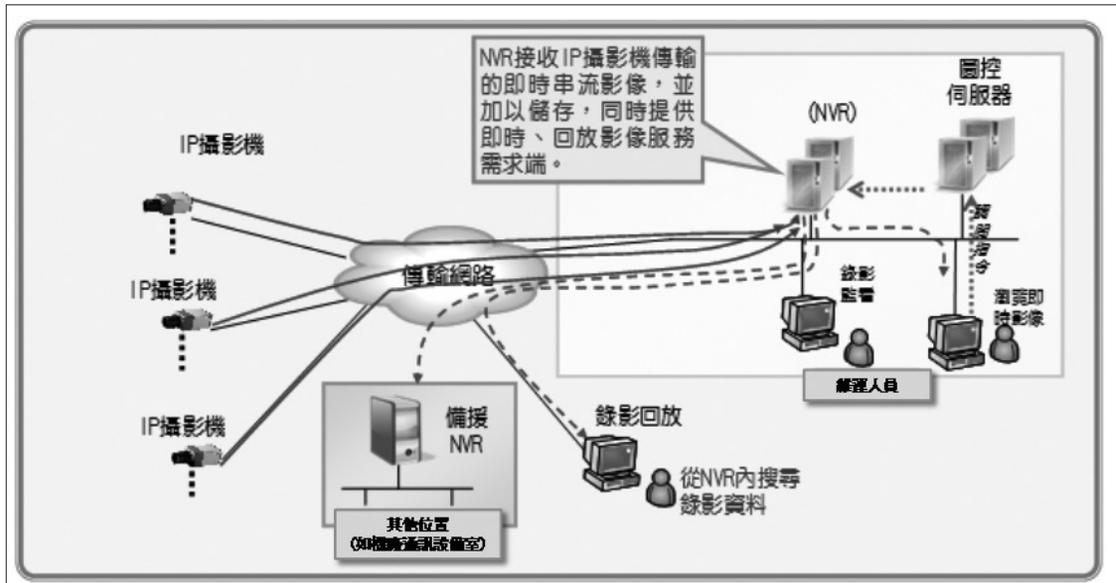


圖 6 全數位式閉路電視系統架構圖

外，戶外型攝影機應提供防護罩以保護攝影機，且該防護罩要求具自動雨刷與除霧之配件，並需具有防雷擊或突波之裝置。

藉由影像儲存設備達成影像訊號儲存之目的，而市面上主要儲存設備有數位影像記錄器 (DVR; Digital Video Recorder) 或影像伺服器 (Video Server) 等，兩者係將影像訊號先予數位化及壓縮編碼後，再儲存在硬碟上。

基於安全之考量，為使列車駕駛員能在車輛停靠月台後，能看清旅客之上下車情形，故於月臺上設置攝影機，並在其附近裝置無線傳訊設備，將月臺攝影機之影像傳送至列車上，供駕駛員觀看，以於旅客被電聯車車門或月台門夾住等意外情形之應變。

為提供監視影像後續之監看與追縱，閉路電視系統提供影像儲存設備以儲存影像訊

號，該儲存系統需可錄製每天 24 小時，且至少可達 30 天之影像容量。此外錄製之影像需加上日期及時間，及防竄改之浮水印影像，以滿足維運之所需。而對所儲存之任一支攝影機之影像，需可讓操作人員能根據日期及時間或攝影機名稱，進行影像之播放及列印等。

配合軌道營運安全防護提昇需求，現階段陸續建置的 CCTV 系統以全數位式為主，採數位式 IP(Internet Protocol) 攝影機、網路設備、資料儲存設備、傳輸網路等組成。IP 攝影機之影像經壓縮後回傳監控中心，並進行影像集中式儲存，且可讓各單位直接於網路上依權限調閱所需影像。全數位閉路電視系統架構如圖 6 所示。

對 IP 攝影機、網路設備需具支援乙太網路供電 PoE(Power of Ethernet)，且符合 IEEE



802.3at 標準通訊協定，傳輸線路主要採用 Cat5e 遮蔽網路線（設計距離建議應小於 90 公尺）及光纖電纜做為傳輸媒介。新增之攝錄影監視系統採網路全數位化，亦支援 TCP/IP 通訊協定，以進行影音及相關資料交換。於車站各樓層以半徑 70 公尺（直徑 140 公尺）為間距設置「L2-PoE 網路交換器」，以提供收容各攝影機訊號進行傳輸。而 PoE 功能將可提供各攝影機所需電源。另需設置 NVR、網管系統、儲存設備、圖控工作站、操作電腦等設備，儲存所收納各攝影機之影像訊號。

而對於 NVR(Network Video Recorder) 儲存而言，以目前的 NVR 產品來看，大致上一台 NVR 主機能處理的錄影數量約為 64 ~ 512 台攝影機，若以 128 路數量為基準計算，採用 H.264 壓縮模式、百萬畫質、每秒 15 張錄影時，且錄影容量須達 30 天時，則所需的儲存空間為： $1260\text{GB}(30\text{天容量}) \times 128(\text{支}) = 160,600\text{GB} \approx 160\text{TB}$ ，同理如果是 256 支則需約 320 TB。

六、無線電系統

因行動電話之普及，故一般人對於無線電系統大致有一基本概念，例如需有無線電手機及基地台與通訊頻道的使用，及電波有覆蓋之地區才能進行通話等。對於軌道機電無線電系統而言，其與商用行動通訊略有不同。由於軌道運輸在使用上，控制中心需對單一使用者及各使用群組進行通訊，為使有限的頻道資源得以充分發揮，故需要具有派遣之操作，而這些需求之達成，則需採用具派遣功能之中繼式無線電系統為宜。

TETRA(Terrestrial Trunked Radio) 是歐洲之電信標準協會所訂出之標準，中繼式無線電系統遵循之一種標準。而我國已建置之軌道無線電系統，以 TETRA 為主要，如台北捷運、高鐵、台鐵等無線電系統皆是，故基於系統整合的考量，後續系統以符合 TETRA 標準為主流。

無線電通訊系主要是提供廣域之語音及數據通訊，可提供捷運線工作人員，依授權等級與公眾服務電信網間之語音通訊，及正線及機廠所有地區內中央控制室操作人員、列車司機員、維修人員、機廠人員、車站人員的通訊。

TETRA 無線電系統架構如圖 7 所示，主要設備一覽表如表 4 所示，它由一個系統控制中心、若干個基地台、天線、雙向放大器與小型天線、行動之車上 / 手持無線電載具、漏波電纜等組成。

系統控制中心主要功能是追蹤車上無線電載具及手持無線電載具在無線電系統所涵蓋範圍內之位置移動、各無線電載具之無線電呼叫、無線電頻道之派遣與管理、無線電網路的監控與管理等，意即整個系統之無線電頻道之派遣控制及使用，皆在此進行調度與控制。一般系統控制中心設置於行控中心內，其有多項設備如無線電派遣控制台、電腦派遣軟體、網管設備、錄音設備等。在軌道捷運內之配置上則有主控派遣台、備用派遣台、設備監控派遣台、值班經理派遣台等，其規模與數量則需視整體無線電系統規模及營運之需求而定。對於基地台而言，其功能是将中繼式無線電之電波訊號，進行接收及再放大。因此，在基地台需設置接收天線及

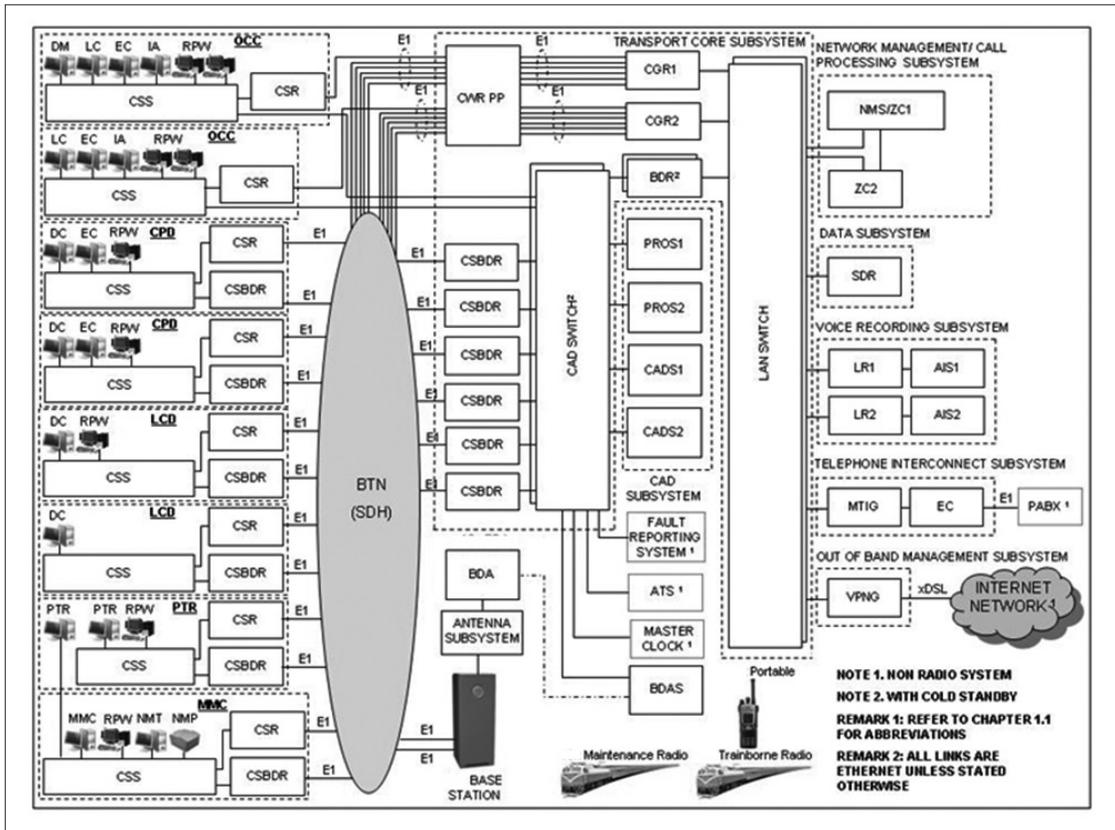


圖 7 無線電系統架構圖 (以桃園機場捷運無線電系統為例)

表 4 無線電系統主要設備一覽表

設備名稱	基地台設備	TETRA 無線電手機	車載無線電設備
實體照片			



發射天線，對接收天線係以接收電波訊號，而對發射天線則是將電波訊號發射出去，一般其天線型式為 Yagi 或 Panel 天線。基地台一般會架設一個很高的鐵塔以置放天線，其原因是藉由高功率之無線電發射設備、無線電天線，可將電波訊號發射至較遠的地方，天線愈高及功率愈大，則訊號傳遞愈遠，而行動載具（指無線電手機或車上無線電設備）在無線電波覆蓋範圍內，則可進行通訊。因軌道捷運無線電系統，其使用者為特定的少數人員或車輛，但其移動距離範圍可能較大，故高天線鐵塔及高無線電發射功率為其特性，惟為避免頻率使用者相互干擾，NCC（國家通訊傳播委員會）對無線電發射功率亦有所規範限制。

無線電雙向放大器置於路側或車站內，該設備搭配漏波電纜及小型天線使用，功用為將無線電之傳送與接收訊號進行放大後再送出，以補足基地台涵蓋不足處。雙向放大器放大倍數則依據漏波電纜之傳送損失、無線電載具之接收靈敏度、無線電所需覆蓋範圍來決定。

行動之車上或手持無線電載具，則是指電聯車上之車載無線電設備，或是列車駕駛員及其他維運人之手持無線電手機。車載無線電設備除可作為列車駕駛員與行控中心通訊之用外，亦提供行控中心對旅客廣播之用，列車上旅客於緊急情形無法與列車駕駛員通話時，皆可藉此車載無線電設備與行控中心操作人員通話。對於手持無線電手機，則需考量其體積大小、電池使用時間、發射功率、接收靈敏度、待機時間及通話時間等要求。

漏波電纜常被用於車站內部或隧道內做為無線電波傳遞之媒介，其阻抗以 50 歐姆，而其電纜直徑常用的有 7/8 英吋及 1.25 英吋，由於電纜直徑愈大雖然內阻愈小且纜線衰減愈小，但相對成本愈高重量亦愈重。由於漏波電纜在經一段長度（與電纜直徑有關，通常為 500 至 1000 公尺以內）後，其電波訊號在纜線衰減較大，尚需對電波訊號加以放大後，才可再利用。

無線電天線，基本上分為指向式與全向式天線兩種。指向式天線對某一方向之電波具有較大之增益，而其他方向較無法發揮其功用。全向式天線對所有方向皆可發揮其功用，但其增益較低。至於兩種天線之使用時機，則視整體無線電網路之設計而定。不論那一種無線電天線皆有其放大增益及方向性，故需視設計之要求，慎選所需之無線電天線。

對中繼式無線電之規劃，則需考量其所需之電波涵蓋範圍、無線電容量、無線電頻道規劃等需求，設計出符合需求之無線電系統。由於無線電頻道資源的稀少性，故可藉由無線電使用地點相距在某一距離時，其電波訊號將衰減至很微弱，故相同頻率之頻道將不會干擾而可再重覆使用（Frequency Reuse）之觀念，可將無線電頻道規劃獲得更高之使用效率。而由於無線電頻道規劃與各基地台間之距離、實際地形有很大關係，且其彼此間影響參數頗多，故現在多採用電腦軟體模擬方式為之，因係屬各無線電系統廠商之智慧財產權，於此不多加敘述。



對捷運操作營運之需求，於操作群組有列車服務群組、機廠服務群組、維修服務群組等之分類，且各群組下需再可分為多個小群組。因其可提供很多群組之設定與操作，故其亦適用軌道運輸無線電之使用。

七、廣播系統

廣播系統被使用在軌道運輸之各車站、機廠、行控中心、維修工場、通風房、主變電站等，為提供行控中心人員或站務室人員能藉由此系統可對車上、各月台、車站大廳、售票口、機房等地區之旅客或人員進行廣播。廣播依其使用區分，主要分為行政廣播及緊急廣播兩部份，行政廣播作為行政人員及操作人員對於一般訊息之播放。緊急廣播則是當有火警事件時，由火警受訊總機主動連動廣播系統，即時廣播播放預錄之緊急火警訊息。

於車站所需廣播的區域通常很大，故車站廣播系統對於廣播亦有“分區”之機制，且其分區可由各車站廣播系統控制台進行選擇及廣播。另由於整條捷運系統線將含有多個車站，基於行控中心可能需對單一車站、幾個車站、全部車站等廣播之情形，故廣播系統亦需具有由行控中心之廣播系統控制台對車站進行廣播及控制之功能（此需藉由通訊傳輸系統之協助），而此種功能是一般大樓內之廣播系統所沒有的。

廣播系統所播放之訊息，其可為直接口頭播放，或預錄之廣播訊息（可為中文、英文及其他等），或 FM 廣播訊息（需藉由 FM 接收機及天線）。此外當廣播系統接收到從車

站傳來之火警連動觸發訊號，則會停止其播音，改優先廣播車站火警警報訊息。

廣播系統系統架構如圖 8 所示，其主要設備一覽表如表 5 所示。系統主要包含廣播系統控制台、廣播現場控制設備、放大器、廣播喇叭等設備。廣播系統控制台設置於各車站之操作室內，作為車站操作人員操控廣播系統之用，其具有選擇分區、全車站播音等功能。對於播音之音源，亦提供口語廣播、預錄廣播訊息及 FM(調頻)電台節目播放之功能，對所廣播之語音訊息，並具音量控制及監聽之功能。

廣播現場控制設備將提供遠端及現場廣播功能，對欲廣播之訊息進行播放。有關遠端廣播，係指其可接受控制台所下達的指令進行廣播，而對於現場廣播則是可讓操作人員於現場進行廣播。有關遠端及現場廣播之優先權，通常是現場廣播之優先權大於遠端廣播。

放大器設備之主要功用，是將欲廣播之語音訊號作放大後，再送至廣播喇叭，以通知旅客及車站內相關人員，而其放大增益則視所連接之喇叭數目及需傳送之距離而定。

廣播喇叭之佈設原則，通常是依據我國消防法規之規定進行設置。喇叭型式是有壁掛式、崁頂式、號角式等廣播喇叭等。另若基於考慮喇叭可能因故損壞，將造成無法發揮其播放功能之情形，亦可考慮設置複聯的兩組喇叭，當有一組喇叭故障時，另一組喇叭可接替工作之機制。

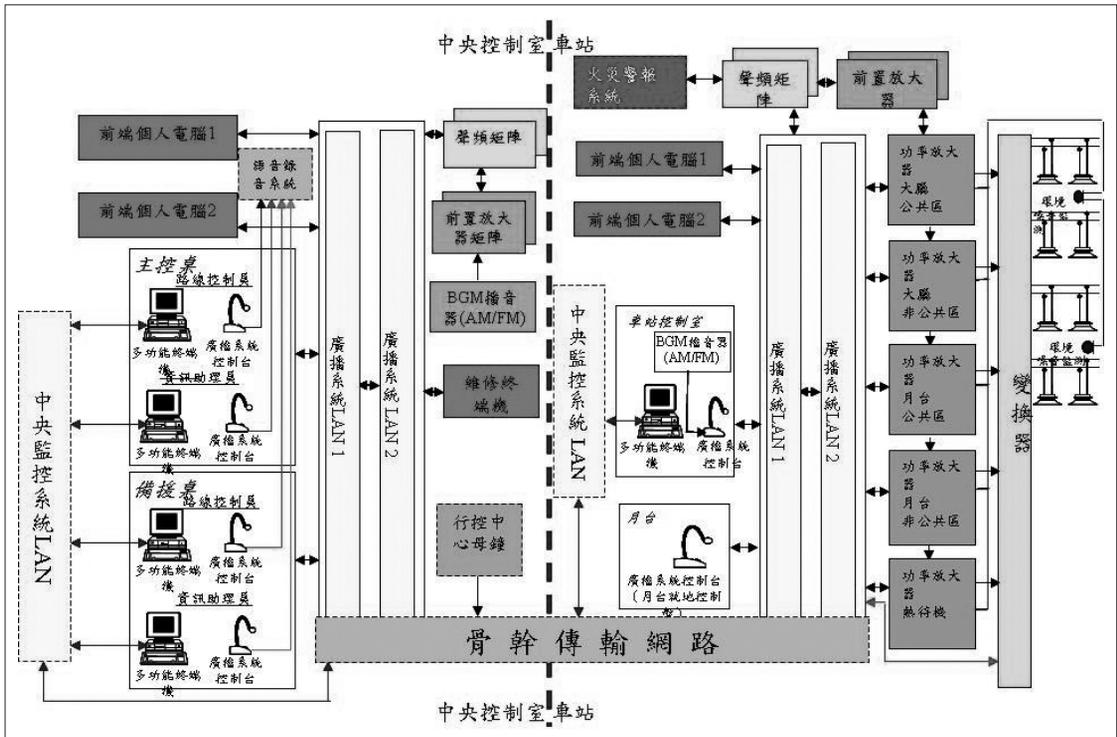


圖 8 廣播系統架構圖 (以桃園機場捷運廣播系統為例)

表 5 廣播系統主要設備一覽表

設備名稱	前置放大器	聲頻矩陣器	功率放大器
實體照片	 <p>前置放大器矩陣 Preamplifier</p>		 <p>功率放大器 Amplifiers</p>

八、子母鐘系統

子母鐘系統是由母鐘、次母鐘、子鐘、標準時間來源等組成，子母鐘系統架構如圖 9 所示，其主要設備一覽表如表 6 所示。主

要功用是提供各系統一個標準時間訊號，及各系統進行訊號傳輸之同步訊號來源。對於通訊之骨幹傳輸網路，一個共同參考之標準時間訊號是很重要的。

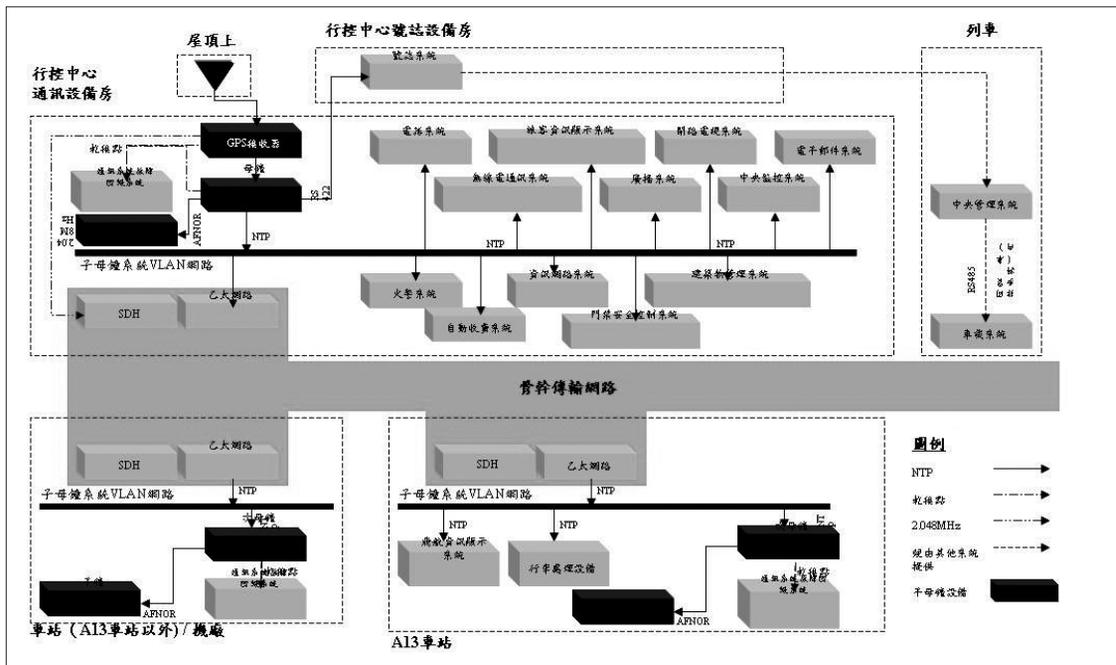


圖 9 子母系統架構圖 (以桃園機場捷運無線電系統為例)

表 6 子母鐘系統主要設備一覽表

設備名稱	母鐘設備	子鐘設備	GPS 接收器
實體照片			

母鐘可提供一個具有日期及時間之即時時間，且亦可接受外來之標準時間來源作定時校準。因此，母鐘通常具有兩個時間來源，以確保當某一時間源無法正常傳送標準時間時，仍可提供即時之時間訊號。而於捷運之應用上，母鐘設備通常設置於行控中心，以

作為通訊系統及其他各系統之標準時間訊號來源。

標準時間來源通常採用銨原子鐘或 GPS(全球定位系統)所提供之時間訊號作為來源。銨原子鐘其精度很高，惟建置費用昂



貴，而 GPS 則是接收衛星所傳來之時間訊號，其精度雖然不及銻原子鐘，但亦可符合捷運一般系統需求，且維修亦較方便。

次母鐘建置於車站，其將接收行控中心之母鐘所傳來之同步標準時間，並提供輸出為數個標準輸出時間脈衝訊號給車站內各子鐘。另次母鐘於行控中心內母鐘之同步標準時間訊號因故中斷時，次母鐘將啟動本身震盪計數器，輸出次母鐘本身的時間訊號以供此車站內各子鐘及其他系統使用，當母鐘之同步標準時間訊號恢復供應後，次母鐘將以母鐘所傳來之同步標準時間為標準。

子鐘通常置於捷運之公共區域，如大廳、出入口、收費區及非收費區等，以作為乘客參考時間之來源，子鐘之型式可分為數位子鐘與類比子鐘二種，通常子鐘型式為配合車站建築物或維運單位需求裝設。而子鐘之顯示解析度通常為至【秒】。

九、結論

對於捷運系統而言，如要發揮其運輸的效能，則軌道核心機電系統可說是具有關鍵性的地位，核心機電系統如無法正常運轉，則軌道運輸將無法維持其正常運轉。本文就軌道通訊系統之功能、技術特性等作一簡述，提供國內之相關業界瞭解軌道運輸核心機電通訊系統之基本概念與技術原理外，並可掌握未來通訊系統之發展趨勢。

軌道核心機電通訊系統對軌道運輸而言，有其需求性及重要性，缺少它則整體軌道運輸將無法提供便利且安全之服務。如何

將通訊各系統包含骨幹傳輸系統、電話系統、閉路電視系統、無線電系統、廣播系統、子母鐘系統等，完整整合，以達智慧且安全之效能，則是尚待後續通訊業界開發及努力之目標。 ◆

參考文獻

1. 桃園機場捷運機電系統統包工程通訊系統工程骨幹傳輸系統細設文件。
2. 桃園機場捷運機電系統統包工程通訊系統工程電話系統細設文件。
3. 桃園機場捷運機電系統統包工程通訊系統工程無線電系統細設文件。
4. 桃園機場捷運機電系統統包工程通訊系統工程閉路電視系統細設文件。
5. 桃園機場捷運機電系統統包工程通訊系統工程廣播系統細設文件。
6. 桃園機場捷運機電系統統包工程通訊系統工程子母鐘系統細設文件。
7. 曾堂坤、曾水田(民國92年) 第三代(3G)行動通訊系統簡介，中興工程，第79期，第49-61頁。
8. 曾堂坤、曾水田(民國92年) 寬頻接取技術之剖析，中興工程，第77期，第33-55頁。
9. 曾堂坤、洪啟邦、譚士敏(民國91年) 寬頻接取技術現況與趨勢，中興工程顧問社。
10. 陳克任(民國90年) 數位資料通訊—有線暨無線寬頻網路，儒林圖書公司。
11. 楊豐瑞等(民國88年) 多媒體網路通訊，松崗圖書公司。
12. Synchronous Transmission Systems (1999) Nortel Networks, July
13. ITU-T Recommendation H.323 (1998) Packet-based multimedia communications system ISO/IEC 802-3 (1993): ANSI/IEEE Std 802.3
14. ITU-T Recommendation H.263 (1996) Video coding for low bit rate communication Data Communication (19991) Technical Report IS-41.5-B, EIA/TIA。