

高雄市政府 104 年度研究發展成果報告

改善地下場站無線電通訊品質運用於防救災安全之研究—
以高雄市政府消防局為例

中華民國一〇四年九月三十日

高雄市政府 104 年度研究發展成果報告

改善地下場站無線電通訊品質運用於防救災安全之研究—
以高雄市政府消防局為例

服務機關：高雄市政府消防局

研究者姓名：黃世華、周佩儒

中華民國一〇四年九月三十日

摘要

無線電通訊係在一定的頻率下，透過發送、調製及接收等步驟，以電磁波的傳遞，來達到信息交換之目的，也一直是消防人員在火場等災變事故搶救作業中，彼此聯繫之重要管道，但無線電波容易受地形地物或建築物型態所影響，造成通訊死角，例如：地下場所、隧道或山岳地形等，消防機關為改善消防救災之無線電通訊品質，將無線電頻道區分為中繼頻道與直通頻道，仍無法完全解決通訊受阻之問題，如何有效提升無線電通訊品質，實在有深入研究與探討之必要。

本研究乃針對消防單位搶救捷運車站、購物中心及停車場等地下場站災害時之無線電通訊品質，所發現之部分既有現象及未來可能發展趨勢而產生研究動機及目的，再對國內外相關文獻做深入之探討，其中特別針對高雄捷運車站及夢時代購物中心停車場等地下場站目前所建置之無線電通訊或輔助設備等加以分析與研究，而後探討無線電通訊品質對於消防救災成敗之影響，以及實務上所面臨之問題，進而提出中期、長期改善方式與規劃。

在研究方法設計上區分為「專家訪談」與「實地測試」等兩個步驟，第一步驟乃先以較專業之問題設計「深度訪談問卷」，針對高雄市政府消防局股長、業務承辦人、大、中、分隊主官（管）及無線電通訊事業單位專員等專家作深度訪談，內容依據問卷中提列之議題區分為以下幾個面向：

- 一、分析高雄市政府消防局救災救護無線電通訊系統之運作模式與通訊障礙之原因。
- 二、研究建置無線電通信輔助設備場所(高雄捷運地下車站)之運作模式。
- 三、研究自設無線電通訊設備場所(夢時代購物中心)之運作模式與通訊障礙。
- 四、結合消防指揮車上之無線電轉播機，研究提升地下場站無線電通訊

品質之可行性。

五、 結合背負式無線電轉播機，研究提升地下場站無線電通訊品質之可行性與限制。

經由上述之研究設計、專家訪談及實地測試後，分別就高雄市政府消防局之救災救護無線電通訊系統與高雄市區具一定規模之地下場站所建置之無線電通訊（輔助）設備進行探討，並對於如何有效提升地下場站無線電通訊品質及其未來運作方式，歸納幾項重要結論與具體建議，作為消防機關未來改善救災無線電軟體與硬體設施之參考。

關鍵字：地下場站、無線電、消防救災

目 錄

摘要

目錄

表目錄

圖目錄

第一章 緒論

- 第一節 研究動機與目的..... 1
- 第二節 研究範圍..... 3
- 第三節 研究方法與流程..... 4

第二章 文獻回顧

- 第一節 地下空間建築結構對無線電波傳遞之影響..... 6
- 第二節 國內無線電通訊使用概況.....17
- 第三節 歷年國際間地下場站災害案例.....27

第三章 高雄市政府消防局救災無線電架構之檢討

- 第一節 高雄市政府消防局救災無線電之架構.....38
- 第二節 救災指揮通信平臺車功能之探討.....49
- 第三節 高雄市政府消防局無線電系統所面臨之困難.....65

第四章 常見地下場站救災無線電通訊架構之介紹

- 第一節 高雄捷運車站救災無線電通信輔助設備之介紹.....76
- 第二節 高雄夢時代購物中心自設無線電通訊設備之介紹.....85

第五章 研究方法

- 第一節 研究設計架構.....91
- 第二節 研究步驟.....92

第六章 提升地下場站無線電通訊品質對策與建議

- 第一節 移動式無線電轉播機改裝測試.....95

第二節	背負式無線電轉播機介紹與測試	109
第三節	專家深度訪談與紀錄	117
第四節	結論與建議	146
附錄一	改善救災無線電通訊品質訪談提案表	151
參考文獻		153

表 目 錄

表 2-1	高雄市政府 94 年至 98 年含地下層建築物申請棟數統計一覽表	8
表 2-2	高雄市政府 99 年至 103 年含地下層建築物申請棟數統計一覽表	9
表 2-3	建築材料影響電磁波傳遞距離一覽表	16
表 2-4	國際電信聯合會之無線電頻率劃分表	21
表 2-5	各波段電波傳播特性與用途一覽表	22
表 2-6	各類資通訊業務頻段使用情形一覽表	24
表 2-7	歷年國際地下場站災例一覽表	27
表 3-1	高雄市政府消防局無線電中繼台訊號涵蓋區域暨頻道機台對照表	41
表 3-2	防救災專用衛星通訊系統視訊會議 IP 配置表	56
表 3-3	高雄市政府消防局無線電備援中繼頻道一覽表	69
表 3-4	高雄市政府消防局救災救護指揮中心席位表	71
表 3-5	高雄市政府消防局鳳祥備援中心席位表	73
表 6-1	專家深度訪談資料表	117

圖 目 錄

圖 1-1	研究流程	5
圖 2-1	筏式基礎建置實景圖	9
圖 2-2	筏基頂版 RC 澆置實景圖	9
圖 2-3	數位訊號傳送模式	10
圖 2-4	報載警用無線電無法聯繫新聞	11
圖 2-5	無線電訊號傳遞衰減示意圖	12
圖 2-6	無線電多訊號途徑傳送示意圖	13
圖 2-7	自由空間無線電波路徑衰減圖	14
圖 2-8	都會區無線電波路徑衰減圖	14
圖 2-9	郊區無線電波路徑衰減圖	15
圖 2-10	開放空間無線電波路徑衰減圖	15
圖 2-11	南韓大邱地鐵火災損失概況圖	32
圖 2-12	大邱地鐵中央路車站火災死傷狀況圖	32
圖 3-1	高雄市政府消防局組織架構	39
圖 3-2	高雄市消防局救災無線電收發示意圖	40
圖 3-3	壽山基地台	43
圖 3-4	凱旋基地台	44
圖 3-5	林園基地台	45
圖 3-6	中寮基地台遠照	46
圖 3-7	中寮基地台近照	47
圖 3-8	藤枝基地台	48
圖 3-9	救災指揮通訊平臺車暨整合平台架構圖	49
圖 3-10	救災指揮通訊平臺車之設備概要圖	51
圖 3-11	衛星通訊系統架構示意圖	52
圖 3-12	海事衛星行動電話主機示意圖	53
圖 3-13	視訊會議系統架構示意圖	54

圖 3-14	視訊會議子母畫面示意圖	55
圖 3-15	現場影像傳送系統架構示意圖	60
圖 3-16	無線數位影像訊號傳輸系統路徑圖	61
圖 3-17	車外影像監控系統(CCTV)示意圖	61
圖 3-18	B-234 雙螺旋槳直升機攝影機空拍系統圖	62
圖 3-19	UH-1H 單螺旋槳直升機攝影機空拍系統圖	62
圖 3-20	車載式通信整合平臺系統示意圖	63
圖 3-21	警義消防災死亡統計一覽表	66
圖 3-22	美國消防員受傷統計一覽表	66
圖 3-23	消防員入室搜索示意圖	67
圖 3-24	地下樓層無線電訊號中繼示意圖	68
圖 3-25	高雄市政府消防局救災救護指揮中心移駐作業流程圖	74
圖 4-1	高雄捷運地下車站無線電通信輔助設備組態網路架構圖	78
圖 4-2	高雄捷運移動式無線電轉播機 (正面)	79
圖 4-3	高雄捷運移動式無線電轉播機 (背面)	79
圖 4-4	高雄捷運消防無線電界面箱 (一)	80
圖 4-5	高雄捷運消防無線電界面箱 (二)	80
圖 4-6	洩波同軸電纜結構圖	81
圖 4-7	隧道安全設施示意圖	82
圖 4-8	高雄捷運車站救災無線電訊號流程示意圖	82
圖 4-9	高雄捷運車站救災無線電直通模式示意圖	83
圖 4-10	高雄捷運車站救災無線電中繼模式示意圖	84
圖 4-11	高雄夢時代購物中心外貌圖	85
圖 4-12	高雄夢時代購物中心基地位置圖	86
圖 4-13	高雄夢時代購物中心無線電中繼台	87
圖 4-14	高雄夢時代購物中心無線電中繼台發話器與網路介面器	88
圖 4-15	高雄夢時代購物中心無線電手提台	88
圖 4-16	高雄夢時代購物中心無線電手提台發話器、耳機、電池等配件	

.....	89
圖 4-17 高雄夢時代購物中心無線電通訊系統昇位圖.....	90
圖 5-1 研究架構圖.....	91
圖 6-1 移動式無線電轉播機.....	95
圖 6-2 消防中隊指揮車.....	96
圖 6-3 電纜線.....	97
圖 6-4 天線.....	97
圖 6-5 無線電轉播機留置指揮車上測試實景.....	98
圖 6-6 模式一無線電轉播機與電纜線連接實景.....	99
圖 6-7 模式一電纜線延伸至地下場站實景.....	99
圖 6-8 模式一電纜線延伸至地下場站架設天線實景.....	100
圖 6-9 模式一地面層天線架設實景.....	100
圖 6-10 模式一地下場站無線電測試實景.....	101
圖 6-11 無線電轉播機模式一改裝測試示意圖.....	101
圖 6-12 模式二無線電轉播機移置地下場站測試實景.....	102
圖 6-13 模式二無線電轉播機連接緊急電源測試實景.....	102
圖 6-14 模式二無線電轉播機連接電壓轉換器測試實景.....	103
圖 6-15 模式二無線電轉播機與電纜線連接實景.....	103
圖 6-16 模式二纜線 A 架設天線測試實景.....	104
圖 6-17 模式二纜線 B 架設天線測試實景.....	104
圖 6-18 模式二地下場站無線電測試實景.....	105
圖 6-19 無線電轉播機模式二改裝測試示意圖.....	105
圖 6-20 電纜線分岔延伸各地下樓層測試實景（一）.....	106
圖 6-21 電纜線分岔延伸各地下樓層測試實景（二）.....	107
圖 6-22 無線電轉播機外接模式改裝測試示意圖.....	107
圖 6-23 主機.....	109
圖 6-24 電池盒與連接線.....	109
圖 6-25 雙肩式背包.....	109

圖 6-26	肩掛式麥克風	110
圖 6-27	電源線	110
圖 6-28	天線	110
圖 6-29	電源適配器	110
圖 6-30	電池支架	110
圖 6-31	雙工器	110
圖 6-32	背負式轉播機主機細部介紹 (一)	110
圖 6-33	背負式轉播機主機細部介紹 (二)	110
圖 6-34	背負式無線電轉播機測試實景 (一)	113
圖 6-35	背負式無線電轉播機測試實景 (二)	113
圖 6-36	背負式無線電轉播機測試實景 (三)	114
圖 6-37	背負式無線電轉播機測試實景 (四)	114
圖 6-38	背負式無線電轉播機測試示意圖	115
圖 6-39	背負式無線電轉播機中轉訊號示意圖	147
圖 6-40	數位型機台(Digital)與類比型機台(Analog)訊號強弱比較圖	148
圖 6-41	無線電廣域漫遊通訊示意圖	149
圖 6-42	輔助接收機操作示意圖	149
圖 6-43	無線電雙向放大器操作示意圖	150

第一章 緒論

第一節 研究動機與目的

由於國內建築科技的大幅進步與經濟高度發展，都會區之建築型態日益趨向複合式與複雜化，舉凡地下賣場、停車場、車站等場所逐漸成為民眾日常生活必經之地，然而，近年來國外陸續發生地下捷運、鐵路車站之火災案例，凸顯該等場所因本身結構及使用環境所產生獨特的消防救災問題，卻也成為國內外重要之課題，而面對地下樓層之火災，無線電通訊品質之良莠，更攸關救災單位入室搶救之成敗與安全，尤以消防人員，當地下場站發生災變事故時，往往必須背負空氣呼吸器，冒著高溫與濃煙，長時間深入地下樓層進行搶救作業，風險之高，常人難以想像，此期間無線電通訊是搶救人員對外發送訊息的唯一管道，如果無線電通訊設備無法發揮功能，不僅場內各搜救小組彼此無法聯繫，救災進度也無法向地面上的指揮站進行傳送，甚或影響人命救助時效，並危及救災人員之生命安全。

無線電(Radio)或稱「射頻波」，係指在自由空間（包括空氣及真空狀態下）傳播的電磁波，其頻率通常在 300GHz 以下（下限頻率較不統一，常見的射頻範圍如下：3KHz—300GHz、9KHz—300GHz、10KHz—300GHz），無線電通訊係透過無線電傳播信號的技術，其原理在於導體中電流強弱的改變會產生無線電，利用此一現象，透過調製可將信息加載於無線電中，當電波通過空間傳播到達收信端，電波引起的電磁場變化又會在導體中產生電流，此時再透過調解將信息從電流變化中提取出來，以達到信息傳遞之目的。雖然無線電的頻率從數 Hz 至 300GHz，不過實務上使用的無線電頻段卻僅佔其中的一小部分，其他頻率超過無線電的電磁波包括紅外線、可見光、紫外線、X 光及伽馬射線等，隨著無線電科技的進步，該技術已被廣泛應用在通信、電話、電視、數據傳送、導航及雷達等範疇。

消防單位無線電通訊之建置，早期應可歸類於警務無線電通訊系統下之一環，其後消、警分立，消防機關仍將無線電視為火場通訊的主要管道

，儘管無線電通訊技術已日益成熟，惟在消防實務上，通訊品質往往受地形地物及建築物型態所影響，有鑑於此，直轄市、縣市消防局莫不訂定相關無線電使用規章，並列入常年訓練，據以實行，期以降低無線電蓋台、佔頻發生之機率，以高雄市政府消防局為例，無線電計有 36 個頻道，區分為中繼頻道（第 10、17、21、23 頻道，供救災指揮系統使用）、直通頻道（第 7、8 頻道，供救災人員現場使用）、救護頻道（第 6、23 頻道，供救護人員執勤使用）等，並嚴格要求各外勤大、中、分隊遵守無線電使用紀律。

消防人員於災害事故現場以無線電進行通訊之模式已行之有年，惟迄今仍無法完全排除無線電訊號受阻的情況，尤其在從事地下樓層之災害搶救時，無線電幾乎是呈現斷訊的情況，為此內政部消防署特於 85 年 3 月 13 日修訂「各類場所消防安全設備設置標準」（以下簡稱設置標準），明定樓高 100 公尺以上建築物之地下層或總樓地板在 1000 平方公尺以上之地下建築物，應設置無線電通信輔助設備，該設備應使用適合傳送、輻射 150 百萬赫(MHz)或中央主管機關指定周波數之洩波同軸電纜，而該設備之建置的確有助於提升地下樓層無線電之通訊品質（例如：高雄捷運地下車站），惟考量設備建置之成本昂貴，且法令之規定亦常有但書，造成建商爭相鑽營免設之規定，也逐漸形成日後市區具有地下樓層之大樓林立，設置洩波同軸電纜之地下場所卻屈指可數的局面。回顧歷年國際上地下場站所發生之災變案例，從民國 84 年日本東京地鐵沙林毒氣事件，造成 13 人死亡、數百人受傷；民國 92 年南韓大邱市地鐵火災，造成 198 人死亡、147 人受傷；到民國 103 年 5 月南韓京畿道高陽市公車車站地下美食街火災，造成 7 人死亡、30 多人受傷等；在在凸顯地下場站發生災變時，容易發生重大人命傷亡之特性，如此亦值得身為消防人員之我輩審思，工欲善其事，必先利其器，面對建築科技日新月異，地下場站之格局勢必推陳出新，是以，如何運用有限資源提升救災無線電通訊品質，實具有關鍵性的研究意義。

第一章 緒論

第二節 研究範圍

本研究範圍首先探討高雄市政府消防局目前建置之救災救護無線電通訊架構，並就高雄市區具指標性場所（例如：高雄捷運車站、夢時代購物中心等）地下樓層設置之無線電通訊設備或輔助設備加以比較，以分析地下場站影響無線電通訊品質之原因，進而提出改善方法，作為消防機關未來運作方式之參考，有關研究之議題，分述如下：

- 一、分析高雄市政府消防局救災救護無線電通訊系統之運作模式與通訊障礙之原因。
- 二、研究建置無線電通信輔助設備場所(高雄捷運地下車站)之運作模式。
- 三、研究自設無線電通訊設備場所(夢時代購物中心)之運作模式與通訊障礙。
- 四、結合消防指揮車上之無線電轉播機，研究提升地下場站無線電通訊品質之可行性。
- 五、結合背負式無線電轉播機，研究提升地下場站無線電通訊品質之可行性與限制。

第一章 緒論

第三節 研究方法與流程

有關地下場站消防無線電通訊之研究，係以高雄市政府消防局建置之救災救護無線電通訊系統為研究主軸，基本架構首先界定無線電頻道之數量與種類，高雄市目前救災專用頻道計有 36 個，包含救災、救護、直通及中繼頻道等，供各外勤大、中、分隊使用；而實務上使用無線電之限制，包括受地形地物遮蔽或建築物型態影響所造成之蓋台、佔頻、訊號不清等形況，希能藉由本研究予以釐清，另就相關文獻作探討，以加深研究議題之理念。本研究方法區分為下列 2 種：

- 一、 專家訪談。
- 二、 實地測試。

實地測試部分先選定高雄市區具指標性之地下場站（例如：高雄捷運地下車站、夢時代購物中心地下停車場等）作為測試地點，測試對象先以高雄市政府消防局原建置之救災救護無線電通訊系統為對照組進行通訊測試，以證明現階段消防救災無線電設備確無法於地下場站進行通訊；另以消防指揮車上之無線電轉播機為第 1 組實驗組進行通訊測試；以背負式無線電轉播機為第 2 組實驗組進行通訊測試，再將各組測試結果進行相關性之比較與分析，以探討無線電訊號容易於地下場站受阻之原因，並提出改善方法。

鑒於無線電通訊係一門專業科學，欲對如何提升無線電通訊品質之議題進行研究，非對相關之專業人士進行諮詢，無法完成研究之目的。是以，本研究特別設計「改善救災無線電通訊品質訪談提案表」，諮詢對象包含高雄市政府消防局救災救護指揮中心（以下簡稱指揮中心）負責無線電業務之通訊股股長、承辦人及外勤實際執行救災救護之大、中、分隊主官（管）及無線電通訊廠商代表及其他專業人士，諮詢方式以深度訪談為主，完成後再進行分析，期經由分析結果，探討地下場站消防無線電通訊所

面臨的問題，並提出欲提升無線電通訊品質在現階段應加強的原則及方式，最後提出本研究獲致的結論與建議，以作為消防機關未來需要的改善作為與精進措施，其研究流程如圖 1-1：

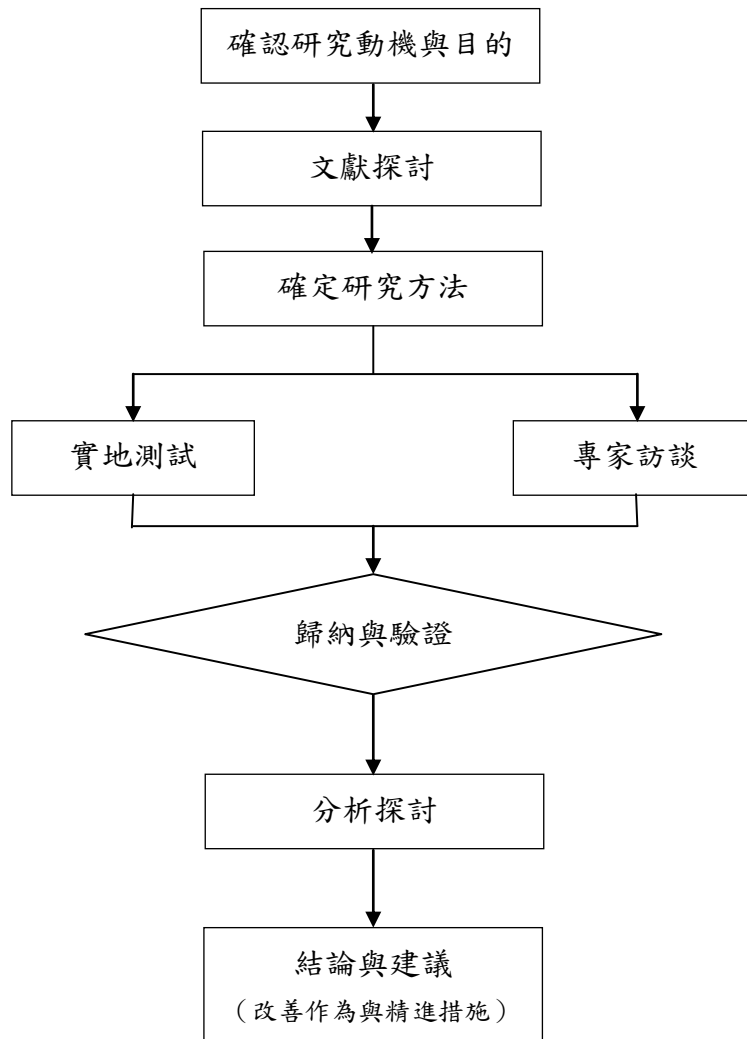


圖 1-1 研究流程

第二章 文獻回顧

第一節 地下空間建築結構對無線電波傳遞之影響

無線電傳輸之原理在於藉由變動的電場及磁場交互感應而產生的電磁波傳遞至遠端。電磁波無需介質，真空中也可以傳送，惟無線電波之傳遞可能會暫時受障礙物（例如：地形地物或建築結構體等）的屏蔽，而導致通訊品質不良；是以，本節將蒐集高雄市區地下空間建築結構及其建築工法等相關資訊進行分析，期能瞭解地下空間建築結構對於無線電波傳遞之影響。

壹、高雄市區地下建築空間現況分析：

一、高雄市區地下空間用途概述

自民國 68 年 7 月 1 日起，高雄市正式升格為中華民國的第二個直轄市，本著過去的工業發展基礎，又鄰近高雄港，原料進口便利，設立了許多工業區，例如鳳山汽車工業區、林園石化工業區、大寮大發工業區、仁武工業區、大社石化工業區及路竹科學園區等等，奠定了高雄人口及就業之基礎，發達的鋼鐵技術，利用鋼筋混凝土讓建築極高的大樓成為可能，廣大的市中心用地被用來發展商業，綜合商辦大樓數量快速增加，這些大樓多數具有地下樓層，其用途以貨倉、酒庫、機房、停車場等類型為主；在寸土寸金的都會區，地下樓層亦可作為出租套房、百貨公司、酒吧或商場等用途，惟依據前台灣省政府建設廳(68)建四字第 55862 號函示：「建築物附建 2 層以上之地下室，起造人於申請建照時，如係按照建築物結構、出入口、通風量等自行決定以每層地下室之部份面積，合計作為法定應附建之防空避難設備面積」，表示地下室需作為防空及避難之用。（李博閔，2013）。

建築技術規則建築設計施工編第 1 條：「地板面在基地地面以下之樓層為地下層；但天花板高度有 3 分之 2 以上在基地地面上者，視為地面層」，另第 179 條：「地下建築物指主要構造物定著於地面下之建築

物，包括地下使用單元、地下通道、地下通道之直通樓梯、專用直通樓梯、地下公共設施等，及附設於地面上出入口、通風採光口、機電房等類似必要之構造物。」綜上，地下建築物與地下層，兩者之差別在於前者主要之活動空間均在地下層，後者為建築物本體在基地地面以下之樓層。

二、地下空間建築材料與施工工法

我國從民國 88 年 921 及 91 年 331 地震之經驗獲得教訓，得知地震震央不同，地震強震軸之方向也隨之不同，921 震央在南投縣集集鎮，屬南北向；331 震央在宜蘭外海，屬東西向，倘建築物弱軸與強震軸相同則破壞力大，相異者則破壞力小；建築物之震害均是由基礎所引起，從震害補強修復實際施工之經驗中，發現諸如霧峰地區低層建築物之基礎與鄰房互相撞擊，造成位移、地梁挫屈折斷、傾斜等災況，而在台中、南投、彰化、新北新莊等地區高層建築物筏式基礎因地盤液化產生沉陷、傾斜、倒壞等災況；抑或地質條件更差之建築物，卻因為有連續壁圍束與筏式基礎構成井筒式筏基，因此未因地震而受到大損壞。建築物基礎並非僅有靜態地心引力之重力支持問題，在遭遇地震垂直波（P 波）與水平波（S 波）之交互作用下，基礎會往上挺升或往下沉降，地震時 P 波先到（上下垂直震動），建築物係以基礎型式及地盤支持力抗震；S 波後到（前後左右水平搖晃），此時則以基礎深度及地盤軟硬之被動反力抗震；地震時不但地盤會位移（越軟弱位移越大），地下層基礎也會跟隨著位移，高層建築物產生搖晃即地下層基礎位移與地上層建築物之慣性所形成之，建築物基地地盤構造、地質、地區、地域、地形不同，其影響程度亦隨之不同。

建築物基礎型式不同，地震所造成之破壞力也不同，因此各式工法例如淺基礎、深基礎、基腳版基礎、筏式版基礎、浮筏式箱形基礎、井筒式浮筏式基礎、井筒式格子版圍束筏式基礎、圓形摩擦樁基礎、版式摩擦樁基礎、圓形點承樁基礎、版式點承樁基礎、圓形摩擦群樁基礎、版式摩擦群樁基礎、筏式版圓形點承群樁混合基礎、剛體基礎等

工法常用於建築業。其中「筏式基礎」按內政部 90 年 10 月 2 日以台內營字第 9085629 號函頒訂之「建築物基礎構造設計規範」，係用大型基礎版或結合地梁及地下室牆體，將建築物所有柱或牆之各種載重傳佈於基礎底面之地層；而「井筒式筏基」，係圍束於周邊構成倒栽水桶似之工法，當地震力產生表層地盤漂移時，由於其貫入地盤較深，可抵抗地震水平震波，減少基礎漂移量，同時亦可減少地上層之搖晃情形，降低建築物受損程度，另外該工法對地震垂直波之上挺力有抗拔作用，對地震垂直波之下沉力有支持作用。(陳宗禮，2008)

筏基是筏式基礎之簡稱，將類似柱子的地基像木筏一般結合起來，由於所有柱子地基結合在一起，地震房子晃動時，整棟房子會像船遇到風浪一樣搖擺晃動，藉此降低房子地基倒塌之風險，筏基之基本作用為支撐穩定建物，其中許多空間會被填實，其餘空間則被拿來利用，通常會作為自來水儲槽、消防水儲槽、化糞池、廢水處理槽、機房等，依據建築師計算平均筏式基礎工程每坪約需 0.53 噸的鐵，另大量使用混凝土澆置，而該 2 種材料皆會影響無線電傳訊品質。

依據高雄市政府工務局建築管理處提供高雄市民國 94 年至 103 年底申請含有地下層建築物數量如表 2-1 及表 2-2，未來地下空間使用頻率提升必定大幅影響無線電使用品質。

年 份	94	95	96	97	98
申請棟數	179	229	140	136	121

資料來源：高雄市政府工務局

年 份	99	100	101	102	103
申請棟數	128	124	122	107	137

資料來源：高雄市政府工務局



圖 2-1 筏式基礎建置實景圖

資料來源：高雄市海山國小(2010)



圖 2-2 筏基頂版 RC 澆置實景圖

資料來源：高雄市海山國小(2010)

貳、建築物建材結構對無線電通訊之影響：

一、類比與數位訊號(Analog and Digital Signal)

(一) 類比訊號

自然界之訊號，均以類比的型態存在，類比訊號之特色係訊號在時間軸上連續，即任何時間點上，均有其對應之訊號值。若在傳遞過程中訊號衰減或受到環境干擾，導致波形改變，稱為「失真」；因此，傳送類比訊號，必須小心保持其原有波形，因為波形一旦失真，將不易回復成原始的形狀。

(二) 數位訊號

數位化(Digitalize)即將自然界存在之類比訊號，轉換成一群 0 與 1 的序列訊號。當通訊系統傳送 0 與 1 的數位訊號時，由於 0 與 1 傳送時之波形係固定且有規則的，如遇雜訊干擾即產生變形，可用先進的通訊技術將其回復成原來形狀(如圖 2-3)，或能偵測出錯誤而要求重新傳送，藉以進化到更好之音訊品質、更佳之隱私性與更遠之通訊範圍，是以，利用數位技術傳送訊號已漸漸成為電信業之主流，惟多數類比訊號與數位訊號尚未能相容。

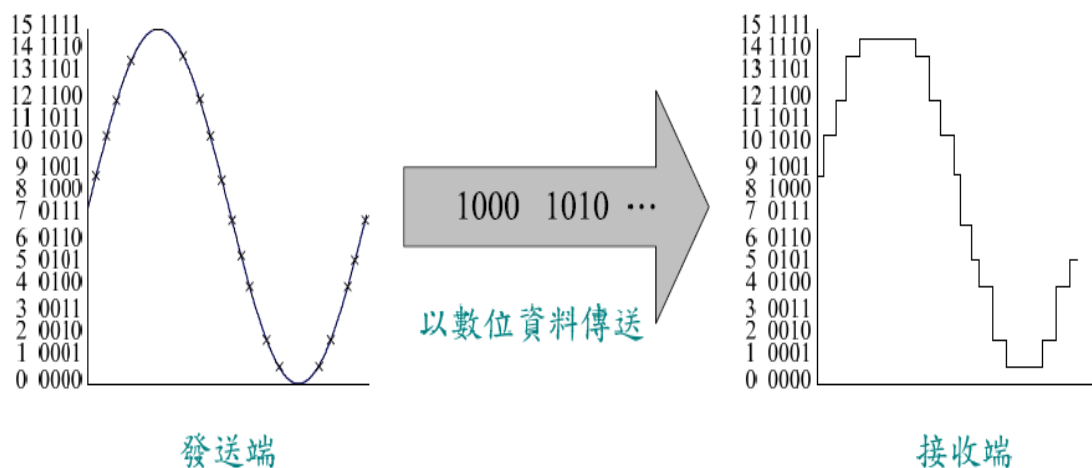


圖 2-3 數位訊號傳送模式

資料來源：維基百科

承上，分屬數位與類比系統之無線電機台，因彼此間無法聯繫，常造成通信上之盲點，警界就曾經發生跨區追捕嫌犯或圍捕飆車族時，因無線電訊號受阻，無法在第一時間掌握目標流竄地點，致圍捕行動無功而返之情形。

警用無線電 跨區擒匪不通

類比數位未整合 警窘撥110求援

2012年07月01日

8+1 0



高雄縣市已合併，但警方無線電迄今仍沒整合，圖為警方示範以無線電查核資料。侯昌騰攝

【林錫淵／高雄報導】高雄縣市合併逾1年半，但市警局無線電卻未整合，拿類比式無線電的原高縣警方，聽不到拿數位式無線電的原高市警局呼叫，產生聯繫漏洞，上月中緝兇逮4匪的勇警蔡豐行就因無線電不通，只好拿手機打110求援。市警局表示，整合經費高達8億元，已先拿部分數位式無線電給原高縣7個分局使用，解決通信盲點。

按 看蘋果

看新聞不加蘋果粉絲團對嗎?!

圖 2-4 報載警用無線電無法聯繫新聞

資料來源：蘋果日報

二、訊號之傳遞與損失

理想的無線電傳遞通道係接收端只接收單一來向(path)之無線電訊號，並完整無瑕的還原發射端資訊，但實際上無線電通道上傳輸的資訊波形，常會因衰減(Attenuation)、反射(Reflection)、折射(Refraction)與繞射(Diffraction)等因素影響而充滿雜訊，如果發射端處於行動狀態，更深受「都卜勒效應」(Doppler effect)影響而導致頻率漂移。以下為各項影響無線電波傳遞之因素：

(一) 衰減(Attenuation)

點對點間通訊會因建築物、樹林與地形地貌等障礙物影響而造成通訊盲區，如圖 2-5 所示。無線電訊號會因障礙物阻擋而造成訊號衰減，

建築物愈密集，影響愈大（約衰減 20dB）。為避免此現象，最好將接收或發射天線設於可視區(line of sight)。

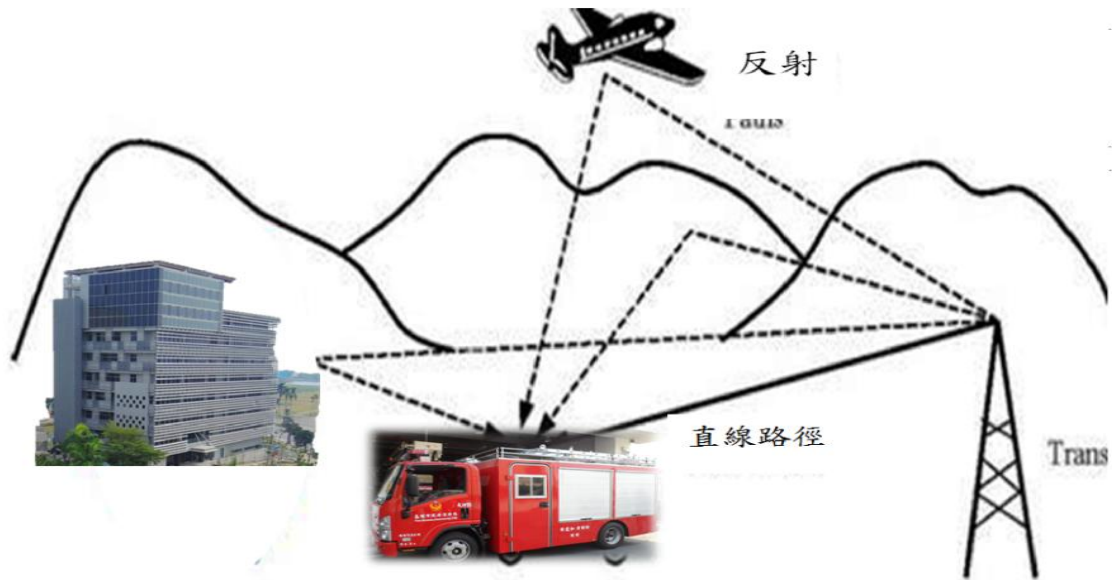


圖 2-5 無線電訊號傳遞衰減示意圖

(二) 反射(Reflection)與折射(Refraction)

如圖 2-6 無線電波傳遞過程，常因障礙物阻擋而造成電波反射與折射，導致接收端形成「多路徑信號」，由於各傳遞路徑之相位(phase)不同，形成接收端訊號不穩定，稱為「多路徑衰落」(Multipath Fading)，另各路徑訊號因相位不同，造成接收端訊號起伏達 10~30dB，尤其因近端阻擋物（樹木、建築物等）所引起之反射作用，常會導致訊號完全消失，此稱為 frequency selective fading，對傳統窄頻通信影響更大。無線電波遭遇障礙物時會產生各種傳導現象，因而使許多不同路徑之無線電波被機台所接收，這種現象即所謂「多重路徑效應」(multi-path fading)。

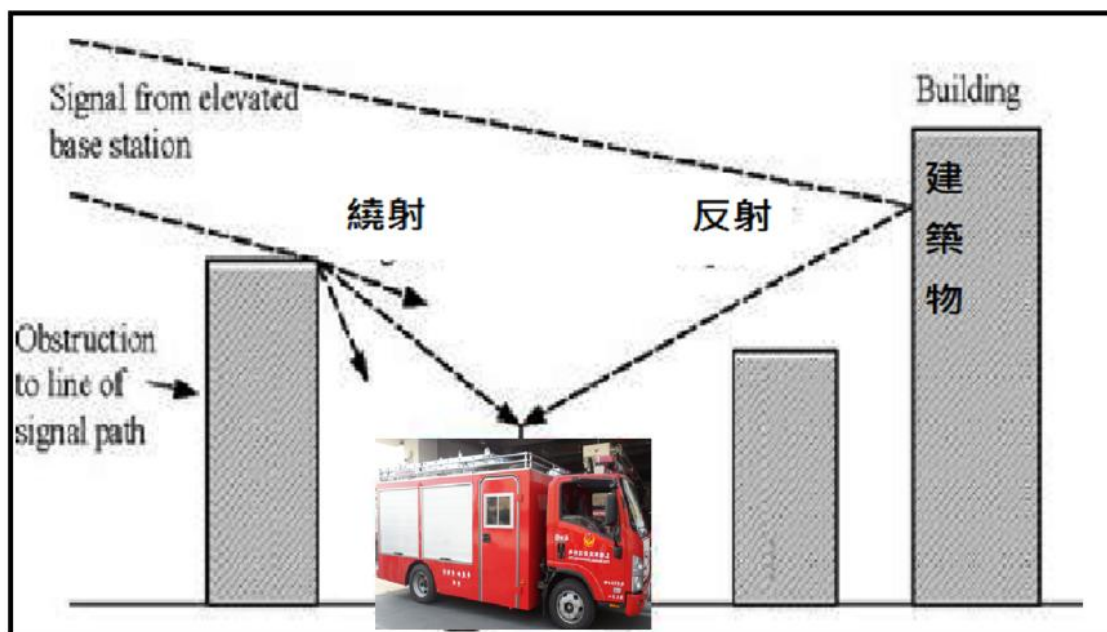


圖 2-6 無線電多訊號途徑傳送示意圖

(三) 繞射(Diffraction)

若無線電波的波長遠小於障礙物尺寸時，電波會越過障礙物繼續傳播，稱之為繞射(Diffraction)。造成此現象常見的障礙物有山丘或建築物等，相關波段主要是超短波或微波波段，此現象容易造成通訊盲區擴大。

三、材料影響

影響通訊傳遞距離之最大因素通常是「環境」；一般而言，在空曠的地方無線電波的傳遞是可以暢行無阻的，國內學者曾恕銘教授曾說：「自由空間是理想的傳播媒介」。考慮一個功率為 P_t 之等向性發送端，距離始點為一任意長距離 d ，其發射功率是以球體狀均勻分佈於表面，在距離 d 位置所接收的訊號功率 P_r 為：

$$P_r = \frac{A_e G_t P_t}{4\pi d^2}$$

其中 A_e 為發送端所覆蓋之有效面積，而 G_t 為發送天線增益(antenna gain)。空間中功率衰減的量於各城市間彼此不相同，概略如圖 2-7 至圖 2-10 所示。

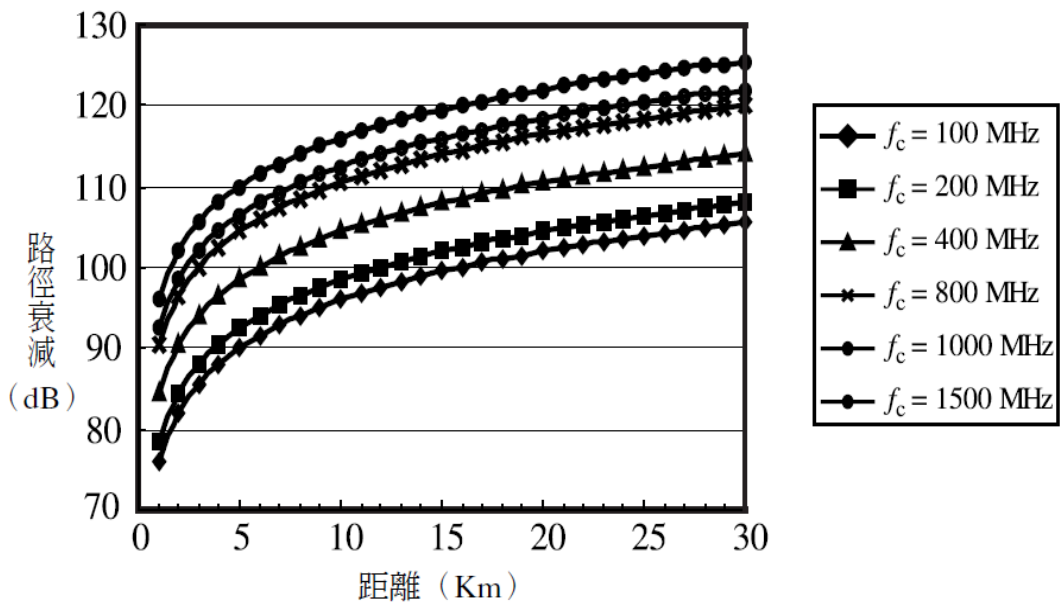


圖 2-7 自由空間無線電波路徑衰減圖

資料來源：Introduction to Wireless and Mobile Systems, 3rd Ed(2011)

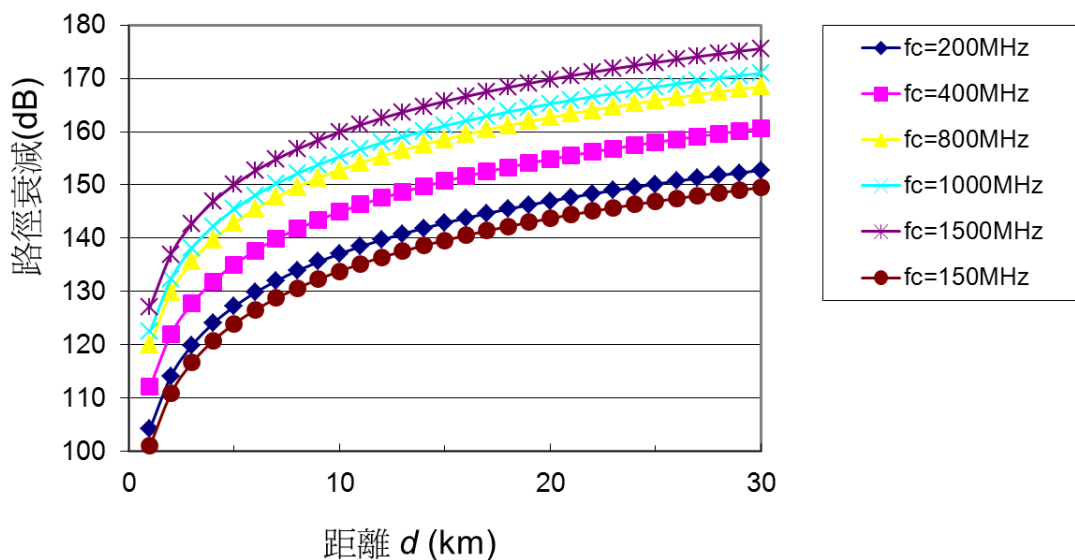


圖 2-8 都會區無線電波路徑衰減圖

資料來源：Introduction to Wireless and Mobile Systems, 3rd Ed(2011)

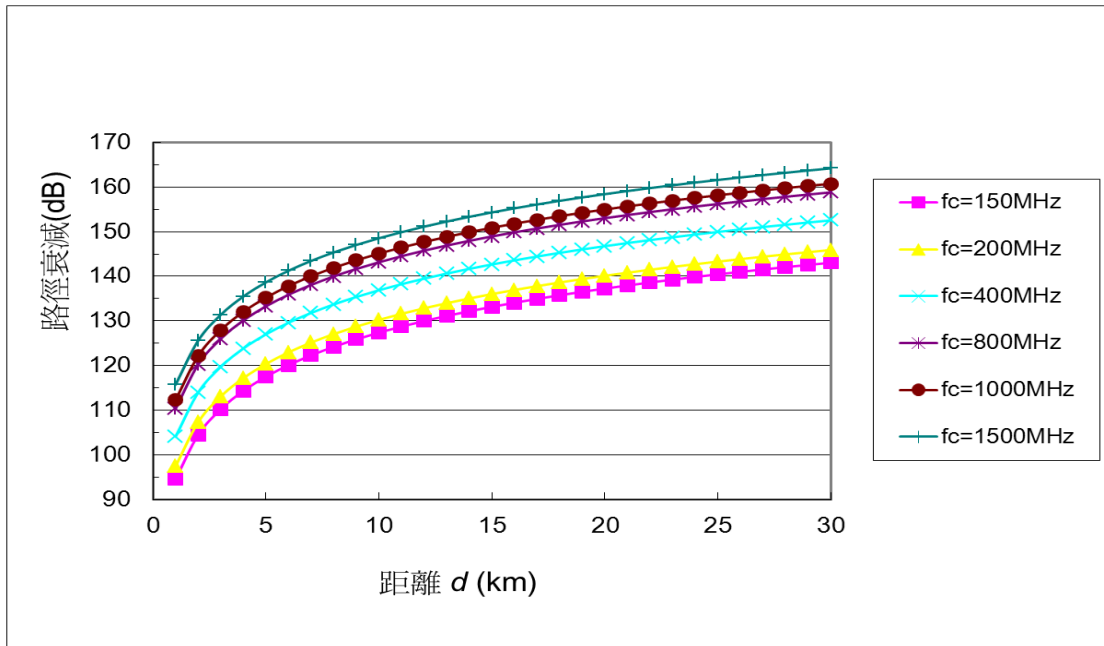


圖 2-9 郊區無線電波路徑衰減圖

資料來源：Introduction to Wireless and Mobile Systems, 3rd Ed(2011)

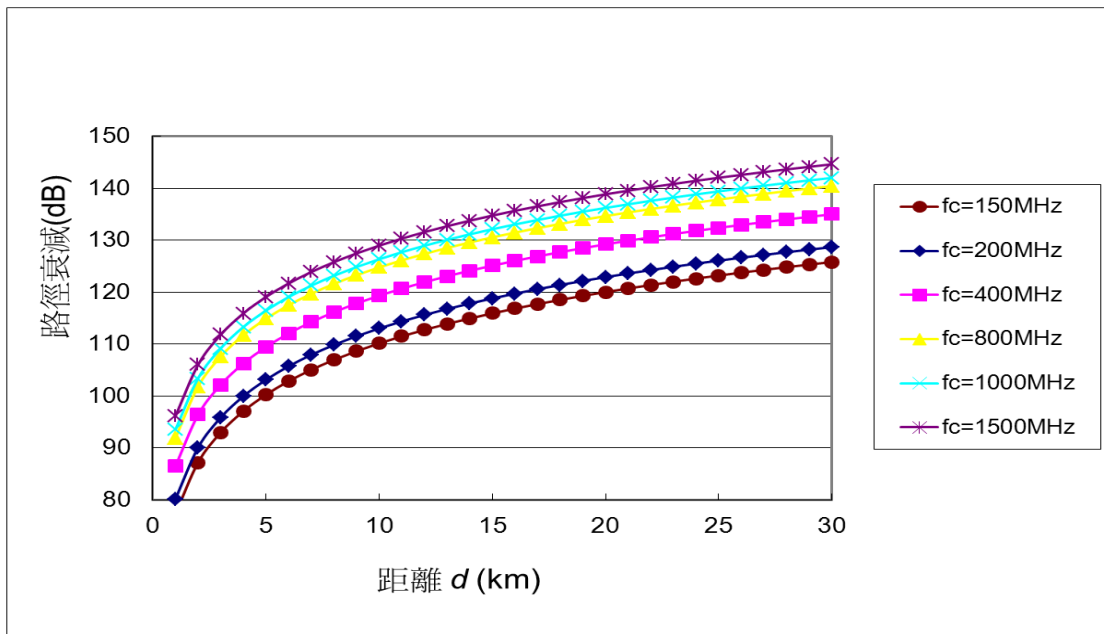


圖 2-10 開放空間無線電波路徑衰減圖

資料來源：Introduction to Wireless and Mobile Systems, 3rd Ed(2011)

另景文科技大學資訊中心研究發現，在空曠地方無線電波的傳遞可以暢行無阻，不同材質建築物對於電磁波會產生不同的阻礙，當建築物結構為金屬建材搭配水泥牆時，就必須選擇訊號較強的天線。(如表 2-3)。

表 2-3 建築材料影響電磁波傳遞距離一覽表

環境材質	影響傳遞距離的程度	類似環境
空氣	●	
木材	●●	隔間
石膏	●●	內牆
石綿	●●	天花板
一般玻璃	●●	窗戶
水	●●●	水族箱、水池
磚頭	●●●	內牆、外牆
大理石	●●●●	地板
水泥、混凝土	●●●●	地板、外牆
金屬	●●●●●	鐵皮隔間、加強的水泥牆

(以●表示，數目愈多表示影響程度愈大)

資料來源：鄭懿讚(2001)

以下彙整影響無線電波傳輸之因素：

- (一) 所在地區整體特性，是城市、郊區，或是空曠之開放地區。
- (二) 發送端傳送天線與接收端接收天線之高度。
- (三) 無線電發射機與接收機之間相對的距離（例：基地台與手機間的距離）。
- (四) 量測地區內建築物的平均高度、街道寬度、建築物之間疏密程度等。
- (五) 發送及接收端之間隔樓層（牆）數、樓層面積、隔間窗戶所佔比例、隔間材質（固定水泥牆或活動隔間板）、樓層功能（辦公室、教室或商店）等考慮因素。
- (六) 建築物建材（水泥、木造屋或鐵皮屋），例如在台灣有許多鐵皮屋，這是西方國家較少用到的建材。

第二章 文獻回顧

第二節 國內無線電通訊使用概況

壹、前言：

拜科技進步之賜，現今社會已可將聲音、影像、文字或數據等資訊，藉由無線、衛星或其他相關電子傳輸設備傳送至他處，而傳輸之必要媒介乃無線電頻率；為因應無線傳輸服務型態趨向多元化，以及無線電頻率需求日益殷切，應妥善規劃分配各種無線電業務之使用，以充分滿足國家整體資源需求，此即為頻譜規劃之目的；為此交通部依據「通訊傳播基本法」第 10 條規定：「通訊傳播稀有資源之分配及管理，應以公平、效率、便利、和諧及技術中立為原則。」，辦理頻譜分配作業，並積極防止無線電頻率使用浪費或不符效益之情事，以確保通訊傳輸之品質。

貳、管理機制：

國內頻譜管理行政體系，自民國 95 年 2 月 22 日國家通訊傳播委員會（以下簡稱 NCC）成立後，依據通訊傳播基本法第 3 條第 1 項規定：「為有效辦理通訊傳播之管理事項，政府應設通訊傳播委員會，依法獨立行使職權。」及第 2 項規定：「國家通訊傳播整體資源之規劃及產業之輔導、獎勵，由行政院所屬機關依法辦理之。」，有關電波監理及無線電頻率指配 (assignment) 係由 NCC 負責辦理，而無線電頻段規劃分配 (allocation) 則由交通部負責辦理。（資料來源：交通部）

參、頻譜規劃具體措施：

為與國際行動通訊技術接軌，並契合未來新興通訊傳播產業發展需要，交通部持續蒐集無線電頻率相關資訊，並適時修訂無線電頻率分配表，以利管理，其具體措施如下：

一、重新規劃無線電頻譜以符合產業及政策需求

因應國際行動通信頻譜漸往較低頻率使用之趨勢，以及美國執行收回類比電視頻道後，對 700MHz 頻段之數位紅利重新規劃利用之啟發

，行政院於民國 96 年指示交通部協調騰讓我國 700MHz 頻段，該頻段原為政府機關使用，於民國 98 年率先收回前段 704-730MHz 頻段，至民國 101 年依據行政院「101 台灣高畫質數位電視元年推動計畫」，收回 730-806MHz 頻段完成騰空，以為民國 102 年開放「行動寬頻業務」之用。

另交通部亦依據經濟部標準檢驗局建立我國標準時間信號之需求，於民國 99 年開放極低頻 40-70kHz 及 72-84kHz 作為標準時間及頻率業務使用；民國 101 年因應政府推動高速公路電子收費系統，開放同屬於 RFID 系統之 922-926MHz 供該系統使用；至於其他產業需求，主要為因應數位家庭、HD 電視普及化，以及傳送大量視聽資訊之寬頻網際網路，而使用高頻段、大頻寬之無線電頻率，包括 UWB(Ultra Wide Band，超寬頻)、HDFS(High Density Fixed Service，高密度固定業務)技術等，交通部業於民國 99 年 6 月開放 57-64GHz 供高密度固定業務作為室內低功率射頻電機應用於短距離多媒體寬頻網路之使用，民國 99 年 8 月再開放 4224-4752、6336-7920 及 7392-8976MHz 作為超寬頻技術於次要條件下使用。

二、 規劃數位無線電視頻率

交通部依據行政院民國 80 年 11 月 14 日「高畫質視訊工業發展方案」訂定電視傳輸規範，於民國 87 年 5 月 8 日公告施行，選取美規 ATSC 傳輸標準並規劃供國內電視業者各 2 頻道使用，民國 90 年應業界要求採取技術中立後，已改用歐規 DVB-T 傳輸標準，並於民國 92 年 4 月 18 日完成數位電視 DTV 開播，使我國電視邁入數位化紀元。

前述數位電視系統之標準由美規改為歐規後，1 頻道已足供每 1 業者以單頻全區播送 3 套 SDTV 節目使用，惟仍有部分業者使用複頻播送；因我國目前已開播之電視頻道，尚有普及率偏低及內容品質不足等問題，行政院另於民國 97 年指示交通部研訂整體數位電視頻率資源開放政策，並指示 NCC 辦理數位無線電視頻率資源整備，終於民國 98 年 7 月 2 日完成數位無線電視服務全區單頻網。

交通部經多次開會徵詢各方意見後，研擬「我國數位無線電視頻率資源開放政策規劃方案」陳報行政院，其主要內容為規劃開放至多 5 張執照供數位無線電視使用，頻道分別為 Ch25(536-542 MHz)、Ch27(548-554 MHz)、Ch29(560-566 MHz)、Ch31(572-578 MHz)、Ch33(584-590MHz)；另開放至多 2 張執照供行動電視使用，頻道分別為 Ch35(596-602 MHz)、Ch36(302-608 MHz)；行政院於民國 98 年 12 月核定該項方案，後續釋照事宜由 NCC 辦理。

三、 規劃行動寬頻業務使用頻譜

政府自民國 85 年開放行動通信業務以來，陸續發放第 2 代行動通信 (GSM)、1900 兆赫數位式低功率無線電話、第 3 代行動通信、無線寬頻接取等業務執照，提供民眾語音、數據等服務，使我國成為行動通信普及率領先之國家；因應網際網路服務與應用之蓬勃發展，及其終端產品（智慧型手機、平板電腦）之進步與普及，現有行動通信數據服務需求逐年倍增，是以，仍需持續開放各種不同行動上網之管道，以滿足社會大眾之需求。

在全球化之趨勢下，行動通信之頻譜使用須與國際接軌，參照目前國際行動通信使用頻譜，並考量我國現況，共有 700MHz、900MHz、1.8GHz、2.1GHz、2.6GHz 等頻段可作為下世代行動通信使用，而前揭頻段中，除 700MHz 頻段外，多與國內現有行動通信頻譜重疊，在目前頻譜執照與業務執照合併發行之政策下，需俟執照屆期，經 NCC 進行相關執照處分後，始能開放供新行動通信業務使用。

四、 建立協調窗口蒐集頻譜規劃意見

交通部為修訂頻率分配表，需瞭解現有頻譜資源規劃是否符合國內需要？現行無線電頻率使用效益如何？有無規劃不當或浪費之情事？爰於交通部郵電司網頁成立頻譜規劃協調窗口，公告頻譜規劃相關資訊，以資公開徵詢意見，並由專人負責受理；另藉由辦理相關委託研究案、參與相關頻譜使用與規劃研討會議以及邀請相關機構說明最新資訊等方式，以掌握國內通訊傳播新興產業發展及未來對

無線電頻率之需求，作為頻率分配表賡續修訂之參考，確保頻譜規劃符合大眾利益。(資料來源：交通部)

肆、無線電頻率分配表之說明：

交通部於民國 83 年 5 月編撰第 1 版「中華民國無線電頻率分配表」，該表主要參照 ITU (國際電信聯盟，International Telecommunication Union) 西元 1992 年世界無線電會議(WARC-92)頻率分配之結論，並配合我國國情予以修正，內容羅列無線電頻率分配及各類業務使用情形，使我國無線電頻率之使用，自此邁入「管理透明化、分配制度化」之新紀元；為確實與國際接軌，該表嗣後亦遵照 ITU2007 及西元 2012 年 2 次召開世界無線電會議(WRC-2007、WRC-2012)之無線電頻率分配決議加以修訂。茲針對無線電頻率分配表內容說明如下：

一、無線電頻率與波段

無線電頻率之單位為赫芝 (簡稱赫，Hertz—Hz)，為表示更高頻率，國際間協議採用 kHz、MHz、GHz 及 THz 等千單位來表示，說明如下：

kilo，k=10³

Mega，M=10⁶

Giga，G=10⁹

Tera，T=10¹²

ITU 依無線電頻率之高低，將其劃分為 9 個頻帶如表 2-4

二、無線電波之特性與用途及各類業務使用情形彙總表

(一) 各波段電波之傳播特性及用途如表 2-5

(二) 各類資通訊業務頻段使用情形如表 2-6

表 2-4 國際電信聯合會之無線電頻率劃分表

頻帶號碼(N)	頻帶命名	頻率範圍	公制之波長劃分
4	特低頻 VLF	3 至 30 kHz	萬公尺波
5	低頻 LF	30 至 300 kHz	千公尺波
6	中頻 MF	300 至 3000 kHz	百公尺波
7	高頻 HF	3 至 30 MHz	十公尺波
8	特高頻 VHF	30 至 300 MHz	公尺波
9	超高頻 UHF	300 至 3000 MHz	十分之一公尺波
10	極高頻 SHF	3 至 30 GHz	百分之一公尺波
11	至高頻 EHF	30 至 300 GHz	千分之一公尺波
12	—	300 至 3000 GHz	萬分之一公尺波

註：頻帶號碼 (N) 表示頻帶在 0.3×10^N 的 N 次方至 3×10^N 的 N 次方範圍內

資料來源：交通部

表 2-5 各波段電波傳播特性與用途一覽表

頻率分類	頻率範圍	波長範圍	傳播特性	代表性用途
	3—30kHz	100,000—10,000 公尺	<ol style="list-style-type: none"> 1.電波沿地球表面行進，可達長距離通信。 2.終年衰減小，可靠性高。 3.利用電離層與地表面形成之導層傳至遠距離。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.極長距離點與點間之通信。 2.航海及助航。 3.感應式室內呼叫系統。
低頻 (LF)	30—300 kHz	10,000—1,000 公尺	<ol style="list-style-type: none"> 4.地波與天波並存。 5.使用垂直天線。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.長距離點與點間之通信。 2.航海及助航。 3.感應式室內呼叫系統。
中頻 (MF)	300—3000kHz	1000—100 公尺	<ol style="list-style-type: none"> 1.電波於日間沿地球表面行進達較短距離。 2.夜間若干電能靠 E 層反射達較長距離。 3.天波與地波並存。 4.日間及夏季衰減較夜間及冬季為大。 5.使用垂直天線。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.中波廣播。 2.航空及航海通信。 3.無線電定位。 4.固定行動業務。 5.海洋浮標。 6.業餘通信。
高頻 (HF)	3—30MHz	100—10 公尺	<ol style="list-style-type: none"> 1.電波利用電離層（特別是 F 層）反射（1 次或多次反射）以達遠距離。 2.傳播情況隨季節及每日時間變化頗大。 3.利用天線指向性，可收小功率達長距離之通信效果。 4.通達距離隨頻率及發射角之不同而異。 5.太陽黑子數越多，電離層密度越大，位置較高，最高可用頻率(MUF)亦加高，通信距離越長，反之相反。 6.地波距發射機不遠即消失。 7.使用水平天線。 	<ol style="list-style-type: none"> 1.長距離點與點間通信及廣播 2.業餘通信。 3.無線電天文。 4.標準頻時信號。 5.航空行動。 6.短波廣播。 7.民用無線電。
特高頻 (VHF)	30—300MHz	10—1 公尺	<ol style="list-style-type: none"> 1.穿越電離層，較不受其影響。 2.以空間波作視距(Line 	<ol style="list-style-type: none"> 1.中距離通信。 2.雷達。 3.調頻廣播。

表 2-5 各波段電波傳播特性與用途一覽表 (續一)

頻率分類	頻率範圍	波長範圍	傳播特性	代表性用途
			of sight)通信。 3.20—65MHz 間利用 E 層 散射達視距外通信。 4.使用垂直及水平天線 (水平天線較多)。 5.接近直線傳輸。	4.電視。 5.導航。 6.業餘無線電叫人。 7.各種陸地行動通信。
超高頻 (UHF)	300—3000MHz	100—10公分	1.視距通信。 2.以空間波接近直線傳輸。 3.1000MHz 以上微波： (1)使用定向反射面、反射網、喇叭型、拋物面反射式及平面天線等。 (2)恆向地面彎曲進行。 (3)使用線上保護、熱待接保護及分集式保護等鏈路保護方式。 (4)方向性極高，波束極狹。	1.短距離通信。 2.中繼系統。 3.電視。 4.衛星氣象。 5.天文。 6.業餘無線電定位。 7.助航太空研究。 8.地球探測。 9.公眾行動電話。 10.有線電話無線主副機。 11.計程車無線電話。
極高頻 (SHF) 至高頻 (EHF)	3—300GHz	10—0.1公分	(5)發射功率小。 (6)如光波性質，遇阻礙即被吸取。 (7)10GHz 以上頻率愈高，受雨點、霧、雪、雹及空氣中氣體之吸收愈大。 (8)利用對流層散射可達遠距離。	1.微波中繼。 2.各種雷達。 3.衛星通信。 4.衛星廣播。 5.無線電天文。

資料來源：交通部

表 2-6 各類資通訊業務頻段使用情形一覽表

項目	用途	使用單位	使用狀況	主要使用頻段
1	廣播電視業務	電台經營者	1.廣播電視頻道。 2.廣播電視中繼電路。 3.衛星新聞收集。	526.5-1606.5[AM](kHz) 2-26[AM],76-88[TV] 88-108[FM] 174-216[TV] 200,400,500,700,900 (MHz) 2,3.5,4,7,12,14(GHz)
2	公眾通信中繼網路	電信事業	1.局間中繼電路。 2.長途幹線及支線電路。 3.用戶迴線電路。	150,200,450,900(MHz) 2,4,6,7,11,15,18,23,26,38 (GHz)
3	公眾行動電話業務	電信事業	行動電話系統	800,900,1800(MHz)
4	公眾無線電叫人業務	電信事業	無線電叫人系統	160,280(MHz)
5	公眾衛星通信業務	電信事業	國內及國際衛星通信系統	1.6,2.5,4,6,12,14,19,29 (GHz)
6	公眾船舶通信業務	電信事業	船岸通信系統	4,6,8,12,16,22,25,160 (MHz)
7	有線電話無線主副機	開放供民眾使用	用戶自備設備	1.6,46,49,1900(MHz)
8	民用無線電對講機	開放供民眾使用	行動通信	27(MHz)
9	鐵公路運輸	鐵路局、捷運局、鐵工局、高鐵局、公路局、高公局	1.行動通信。 2.定點通信。	5,6,7,9,10,11,30,150,400, 450(MHz)
10	船舶通信	客、貨、漁船、農委會	水上行動通信	2-26,156-174,450(MHz)
11	港口導航、港埠管制	港務局	水上行動通信	140,150(MHz)
12	航管、飛航業務	民航局	1.陸對空通信。 2.導航陸上通信。 3.航管雷達。	300(kHz) 3-23,36,118-136,150,250, 300,400,950(MHz) 1,6,7,10(GHz)
13	氣象測報	氣象局	1.一點對多點通信。 2.定點通信。	5,6,7,8,9,13,40,400(MHz) 1.5,2(GHz)

表 2-6 各類資通訊業務頻段使用情形一覽表 (續一)

項目	用途	使用單位	使用狀況	主要使用頻段
			3.氣象雷達。	
14	森林、礦區通信	林務局	1.行動通信。 2.定點通信。	175(kHz) 40,150,160(MHz)
15	業餘無線	業餘無線電信人員	業餘通信	1.8-1.9,3.5-3.5125, 3.55-3.5625,7-7.1,10.13-10.15, 14-14.35,18.068-18.1080.5 18.11-18.1225 21-21.45,24.89-24.99, 28-29.7,50-50.15, 50.11-50.1225,135.7-137.8, 144-146,430-432,1260-1265, 2440-2450(MHz)
16	學術試驗	各級職業學校及大專院校	1.廣播。 2.船舶通信實習。 3.電波傳播。 4.遙控實驗研究。	526.5-1606.5(kHz) 2-26,88-108,150,200,400,900(MHz) 1-3,8-15,24(GHz)
17	警察及維持治安	警政、司法機關、保全公司	1.行動通信。 2.定點通信。 3.無線中繼系統。	4,5,140,150,160,170,410,480,490,500,900(MHz) 2,7(GHz)
18	電力、石油	臺電公司、中油公司	1.行動通信。 2.定點通信。	1.6,1.8,4,6,8.5,8.6,45,150,400(MHz) 1.5,7,12,21,23(GHz)
19	無線電遙控、監視、定位、測震	研究機構、水利局、水庫管理局	1.一點對多點通信。 2.定點通信。 3.數據傳輸。	35,40,50,210,410(MHz) 3.2(GHz)
20	新聞接收	通信社	1.衛星新聞。 2.廣播接收。	9-16,19-22,24,900(MHz)
21	緊急醫療網	各縣、市政府	各縣、市醫療網系統	150,160(MHz)
22	工業、科學及醫療用途	工業、科學及醫療業界使用	工業、科學及醫療設備	13,27,40,400,480(MHz) 2.4,5.8,24(GHz)
23	計程車無線電通信	計程車業者	計程車無線電系統	140,500(MHz)

表 2-6 各類資通訊業務頻段使用情形一覽表 (續二)

項目	用途	使用單位	使用狀況	主要使用頻段
24	一般用途無線遙控及低功率射頻電能器具	民眾使用	須依低功率電波輻射性電機管理辦法辦理型式認可	13,27,40,72,75,400,480 (MHz) 2.4,5.8,24(GHz)
25	山難救助	山難協會	行動通信	148、150(MHz)
26	空中救災、救難救護等任務及連接公共通信系統	空中勤務總隊、消防、警政、海巡、衛生、環保、林務等機關及各縣、市政府	1.行動通信。 2.定點通信。 3.無線中繼系統。	150,160,450,460(MHz)

註：本表係表示各類業務主要使用頻段，且所列頻段實際由數項業務共用，確實使用頻率應依電聯會所屬業務分類，參照我國頻率分配表申請指配。

資料來源：交通部

第二章 文獻回顧

第三節 歷年國際間地下場站災害案例

自西元 1863 年當世界第一個大眾捷運系統—倫敦地鐵誕生以來已有 152 年的歷史，雖然大眾捷運系統基本上由於擁有相當程度之專用路權與列車自動行車控制系統、列車自動防護系統等，且大多由電腦作嚴密之集中管理，其安全性應遠高於其他運輸系統，但不容否認，人類發展大眾捷運系統迄今，卻仍是災害事故不斷，顯示了這些災變事故仍是無法完全避免；本節將針對類似捷運等地下場站之主要災害作探討，並蒐集歷年來國外重大捷運、地鐵事故較具代表性之災例作分析，以提出預防與策進作為。

表 2-7 歷年國際地下場站災例一覽表

發生時間	災害種類	發生場所	概要
1964 年 3 月	火災	美國、紐約	地下鐵車輛火災造成相鄰 2 車站設備延燒及 3 人受傷。
1968 年 1 月 27 日	火災	東京、日比谷	列車之抵抗器摩擦發熱起火，共 11 人受傷。
1970 年 9 月 28 日	火災	東京、新宿	大樓地下餐廳火災，濃煙擴散至地下道。
1970 年 11 月 27 日	火災	東京、新宿	地下鐵吸氣口被丟入煙蒂，造成附近之地下道充滿煙氣，20 分鐘後發現火源。
1972 年 2 月 19 日	其他	東京、荒川	地下鐵町屋車站地下電纜遭老鼠咬斷，造成停電 3 小時，5 萬人受影響。
1974 年 4 月 12 日	火災	大阪	谷町 2 號線 RC 造臨時垃圾場(13m ²)，燒損 5 個竹簍及 1 面玻璃。
1975 年 2 月	火災	東京、中央	銀座線新橋站之空氣壓縮機室火災。
1976 年 2 月 6 日	火災	英國、倫敦	月台間配電室火災，斷電造成 9 輛列車停駛及 25 人受傷。
1979 年 9 月	火災	美國	變壓器短路起火，178 人受傷。
1979 年 1 月 17 日	火災	美國、舊金山	列車受損組件產生電弧，接觸車廂儲氣槽起火，1 人死亡，44 人受傷。

表 2-7 歷年國際地下場站災例一覽表（續一）

發生時間	災害種類	發生場所	概要
1981 年 1 月 17 日	火災	大阪	天王寺站月台清理人員收集垃圾後煙蒂起火。
1981 年 6 月 21 日	火災	英國、倫敦	車站北邊之隧道橫坑起火，1 部列車停駛。
1981 年 7 月	風水災	東京、千代田	千代田線內幸町站濁流流入。
1982 年 2 月 25 日	火災	東京、杉並	丸內線荻窪站列車於月台發生火災。
1982 年 11 月 1 日	火災	東京、港	新橋站內空調機過濾器過熱導致地下 5 層月台充滿煙氣。
1983 年 8 月 16 日	火災	愛知、名古屋	榮車站變電室起火，700 人於線路上避難並造成消防人員 1 人死亡。
1983 年 12 月 12 日	火災	英國、倫敦	電梯火災，煙擴散至月台，旅客下車時跌倒。
1984 年 4 月 26 日	火災	東京、中央	中央大廳通風口因惡作劇丟入香煙，引燃內部垃圾冒白煙。
1984 年 10 月	火災	美國、紐約	地下鐵火災 569 件，大多係垃圾屑因電車之火花起火。
1984 年 11 月 23 日	火災	英國、倫敦	月台之倉庫起火擴大，致使月台天花板及隧道牆壁破損，18 人受傷。
1984 年 12 月 7 日	其他	東京、新宿	飯田橋站兒童於手扶梯中跌成一團，致 28 人受傷。
1985 年 1 月	火災	英國、倫敦	電扶梯火災。
1985 年 6 月	火災	東京	地下 1 樓電氣室變壓器短路引起火災。
1985 年 7 月	火災	英國、倫敦	火災，造成 1 人死亡 47 人受傷。
1985 年 10 月 22 日	火災	東京、文京	千代田線千駄木站列車冒煙停駛。
1985 年 12 月 23 日	火災	英國、倫敦	手扶梯火災，200 人避難。
1986 年 3 月 20 日	犯罪（爆破）	法國、巴黎	炸彈恐怖活動，站內發現爆裂物。
1986 年 5 月 6 日	犯罪（爆破）	東京、豐島	站內賣店投幣式置物櫃發現爆裂物，造成尖峰時間旅客混亂。
1986 年 5 月 6 日	犯罪（爆破）	東京	電車內發現 20 個定時裝置，其中 18 個起火，引起混亂。

表 2-7 歷年國際地下場站災例一覽表（續二）

發生時間	災害種類	發生場所	概要
1986 年 6 月 6 日	火災	東京、中央	日本橋站垃圾收集場火災。
1986 年 7 月	火災	英國、倫敦	電扶梯火災。
1986 年 7 月 12 日	火災	東京	地下鐵出入口附近遊樂場火災，濃煙進入造成 4 個防火閘門關閉。
1986 年 9 月 3 日	火災	東京	半藏門線青山一丁目站列車底部馬達冒煙。
1986 年 10 月 19 日	其他（浸水）	東京、千代田	自來水管破損造成新御茶之水站浸水。
1987 年 5 月 13 日	犯罪（脅迫）	東京、涉谷	涉谷站遭放置爆裂物及電話恐嚇。
1987 年 7 月 15 日	風水災	京都	豪雨造成河川暴漲，水由換氣口流入車站，電車全面停駛。
1987 年 10 月 28 日	火災	東京、中央	站內變電所火災造成停電，電車全部停駛。業務用電梯內 1 名從業人員受困，90 分鐘後救出。
1987 年 11 月 18 日	火災	英國、倫敦	King's Cross 站木製手扶梯機械室附近起火，造成 84 人嚴重死傷。
1987 年 11 月 28 日	火災	東京、涉谷	半藏門線涉谷站電扶梯遭惡作劇堆置綿球著火、冒煙。
1988 年 5 月 17 日	火災	英國、倫敦	電纜火災，2 車站禁止進入。
1988 年 5 月 21 日	犯罪（爆破）	大阪	千林大宮站月台圓錐形塑膠容器爆炸，1 人受傷。
1988 年 6 月 27 日	交通災害	法國、巴黎	停出滿載列車之制動器故障突然衝撞，造成 22 人死亡、30 人受傷。
1988 年 8 月	其他	東京、江東	電扶梯驅動部馬達過熱造成制動器橡膠部分燒焦。
1988 年 10 月 3 日	犯罪	東京、千代田	大手町站放置於月台之紙袋內發火物起火。
1988 年 10 月 13 日	火災	東京、江東	東陽町站普通電車車廂下方冒煙，停止運作。
1988 年 11 月 27 日	火災	東京、新宿	丸內線新宿站機械室過濾器燒焦，地下通道充滿煙氣及臭味。
1989 年 4 月 20 日	犯罪（爆破）	蘇聯、莫斯科	站內發現炸彈。
1990 年 2 月 13 日	其他	東京、足立	千代田線綾瀨站電車車掌失誤，造成延誤。

表 2-7 歷年國際地下場站災例一覽表（續三）

發生時間	災害種類	發生場所	概要
1990 年 6 月 5 日	火災	東京、千代田	丸內線大手町站停車中之電車冒煙，停止運作。
1990 年 7 月 9 日	火災	東京、江東	東西線木場站西出口垃圾桶起火，全線停運 9 分鐘。
1990 年 10 月 18 日	其他	東京、江東	辰巳站小學生於電扶梯跌倒，12 人受傷。
1990 年 11 月 11 日	火災	東京、千代田	淡路町站車輛馬達過熱冒煙。
1990 年 11 月 12 日	犯罪	東京、千代田	千代田線日比谷站車輛火災。
1993 年 9 月 2 日	爆炸	美國、阿拉巴馬州	火車出軌、火車頭發生爆炸。
1994 年 5 月 26 日	火災	台灣，台北車站	地下 2 樓繼電室電線走火，造成警消 10 人受傷，燒毀面積 15 平方公尺。
1995 年 10 月 29 日	火災	蘇聯、亞塞拜然	車廂機械故障發火燃燒，337 人死亡，227 人受傷。
1996 年 3 月	其他	美國、伊斯諾州	載運甲烷、酒精及硫酸之火車出軌，扯斷高壓電線，引起車廂爆炸。
1996 年 3 月	火災	美國、威斯康新州	貨運火車出軌，其中一節油槽爆炸，引發大火。
1998 年 6 月 3 日	其他	西德	高速鐵路列車出軌與火車相撞。
2000 年 3 月 24 日	火災	法國、白朗峰	重型貨櫃車車禍引發公路隧道火災，造成 39 人罹難。
2000 年 4 月 20 日	火災	美國、華盛頓	提供第三軌電力之電纜引電氣火災，273 名乘客完成避難疏散。
2000 年 6 月 20 日	火災	美國、華盛頓	列車撞擊金屬門引起列車火災，無人傷亡。
2000 年 11 月 11 日	火災	奧地利、基茨斯坦峰	纜車於隧道發生火災，造成 155 人罹難。

資料來源：1.王隆昌，1988，「鐵路捷運系統災害之研究」，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文。

2.黃弟勝，1999，「我國捷運系統地下車站避難安全性評估之研究」，中央警察大學消防科學研究所碩士論文。

3.日本損害保險協會安全技術委員會，1991 年 10 月，地下空間に係る安全、防災對策に關する調査、研究報告書，「地下空間事故、災害事例集」。

4.簡賢文，2000 年 11 月，「捷運系統場站地震災變管理之研究」，行政院公共工程委員會。

壹、韓國大邱地鐵火災

西元 2003 年 2 月 18 日漢城時間上午 9 時 53 分，距離韓國首都漢城市東南方 200 公里的韓國第三大城市-大邱市，最繁華的鬧區—中央路地鐵站內，被一名患有憂鬱症的 57 歲男子金大漢在駛進車站之 1079 號列車車廂內投擲點燃的塑膠質汽油桶縱火，造成 192 人死亡、148 人受傷、284 人失蹤，即震撼全世界之「大邱地鐵縱火慘案」。

一、事件經過

2 月 18 日上午 9 時 53 分，當隸屬於「大邱市地下鐵公社」一列 6 車廂編號 1079 號列車，駛進大邱市中央路地鐵車站時，一名身著深藍色運動套裝的男子金大漢，以打火機將手提行李袋中盛滿汽油之塑膠飲料桶點燃後，拋向正開啟車門的五號車廂，隨後逃逸，由於大邱地鐵車廂裝潢質料屬易燃性物質，火勢立即延燒整個車廂，並冒出嗆人濃煙，使乘客陷入極度恐慌的地步。

正當火勢蔓延之際，以 3 分鐘的差距，即上午 9 時 56 分，對向駛進車站的 1080 號列車，在一股猶如送風筒般之對流風勢下（活塞效應），短短 3 分鐘內，兩輛列車瞬間被火舌吞噬，此時整個中央路車站亦陷入了如人間煉獄般之淒慘情景。

這場地下鐵火災，由於火勢兇猛且劇毒性濃煙瀰漫，迫使救災人員難以接近現場，被大火灼傷及被濃煙嗆傷者，在消防人員搶救下，分別送往慶北大學附設醫院等 8 家醫療機構救治；位於地下 3 樓之月台車站與兩列延燒之列車，由於現場溫度高達攝氏 2 千度，消防人員根本無法展開救援工作，整體搶救時機延誤了近 3 個小時。

也由於這場大火，大邱地下鐵陷入了局部停頓之狀態，為了搶救隧道內之傷亡者，市區中央路曾一度處於癱瘓局面；警方根據目擊者陳述，於案發 2 小時後，將灼傷在醫院治療的縱火嫌犯金大漢逮捕，經調查其縱火動機，疑似為久病厭世，想找人陪葬。

◎ 被害狀況

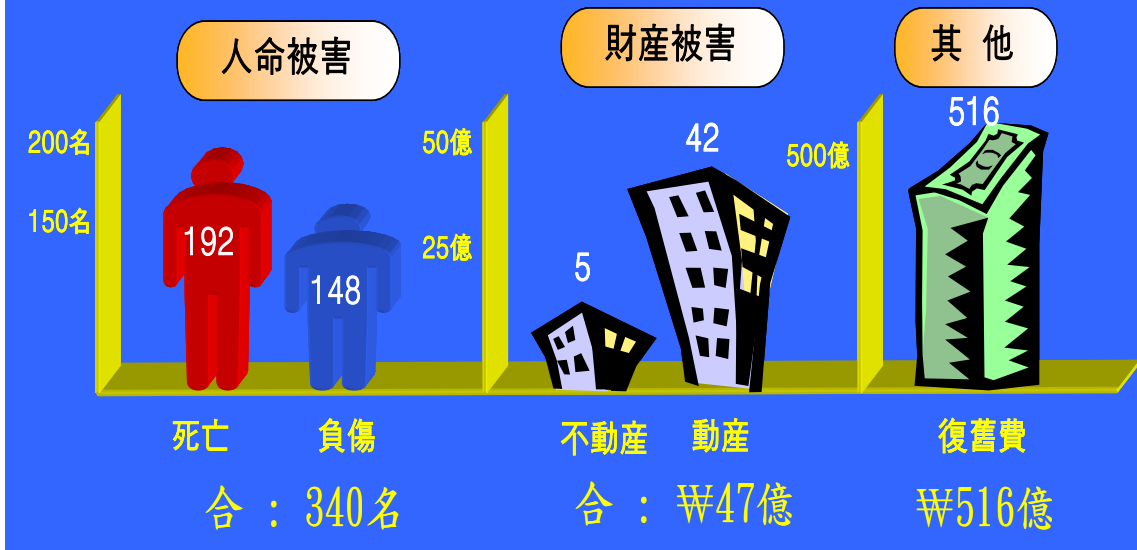


圖 2-11 南韓大邱地鐵火災損失概況圖

資料來源：夏冠群、陳俊壽、鄭震崇(2004)

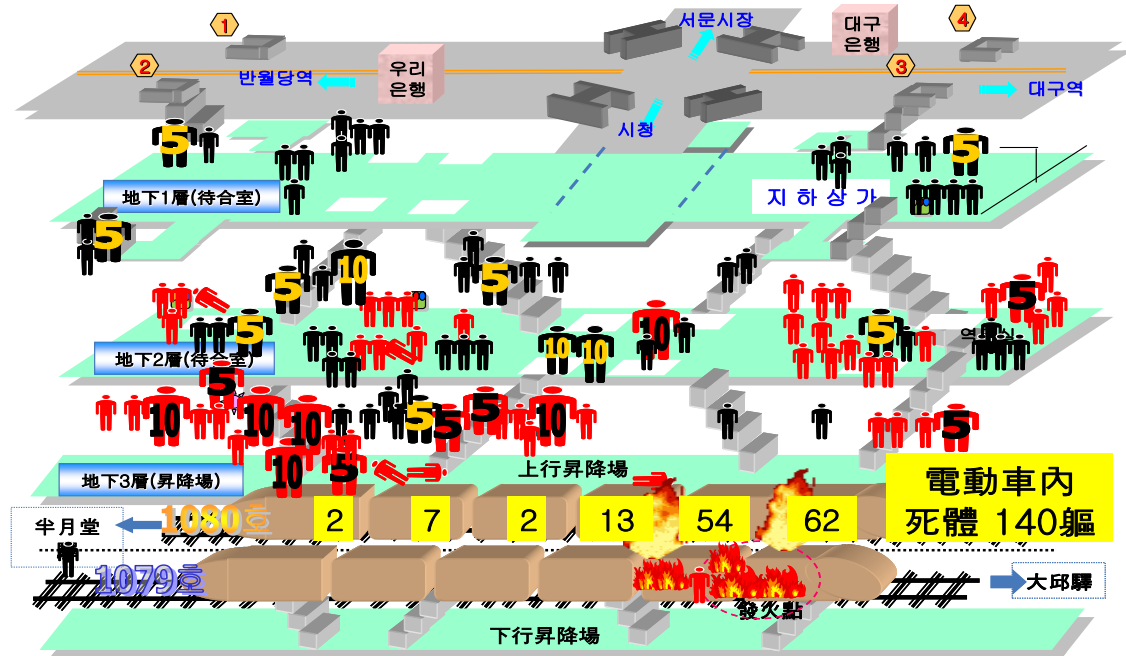


圖 2-12 大邱地鐵中央路車站火災死傷狀況圖

資料來源：夏冠群、陳俊壽、鄭震崇(2004)

二、 事故原因判斷

- (一) 列車車廂內裝材料為易燃物質，造成火勢快速延燒。
- (二) 第二列車(1080)進站前未依規定於目視前方發生火災時，立即採取「不進站」或「過站不停」等緊急措施；而到站後又未第一時間疏散旅客，造成該車廂傷亡慘重。
- (三) 地鐵行控中心設置5位司令官各別作業，惟缺乏橫向聯繫，致無法快速有效反應，喪失黃金搶救時間。
- (四) CCTV（監控螢幕）設置雙螢幕監看月台，當日1台故障，致無法立即發現異狀，亦是原因之一。
- (五) 排煙系統與空調共用，致無法以最大功率進行排煙，使車站內濃煙密布，影響旅客逃生。
- (六) 乘客普遍缺乏災害應變能力，一家媒體公佈生還者拍攝之相片，顯示當時乘客面對濃煙，卻只是枯坐車廂內等待救援；另車內雖備有開門工具與滅火器，但因過於驚慌，無人使用過這些工具。

三、 高雄捷運對大邱地鐵火災案之策進作為

鑒於南韓大邱地鐵發生遭人縱火之意外事故，造成多人傷亡，高雄捷運深以為鑑，並針對類似事件擬訂下列策進作為：

- (一) 興建階段即採用高安全性之設計與建材
 - 1、 設置月台門，以有效阻隔煙塵由隧道竄至月台或大廳。
 - 2、 站體與車廂（車體為不銹鋼材質）裝修採用低煙、無毒、耐燃材料，避免火災發生時產生大量有毒氣體與濃煙。
 - 3、 列車靠站處車頂上方、隧道、月台及大廳均設置排煙系統，可迅速將濃煙排出。
 - 4、 月台層及大廳設置防煙垂幕，可延緩濃煙擴散速度，增加乘客逃生時間。
 - 5、 設置火警自動警報設備，能即早偵測火災發生，並自動廣播警告旅客逃生。
 - 6、 設置緊急照明設備（10%接不斷電系統，15%接緊急發電機）。

- 7、月台門設置緊急開關，緊急狀況發生時，可手動開啟月台門及車門。
- 8、車廂與駕駛室均配置手提滅火器。
- 9、車廂配置對講機供乘客與駕駛緊急通話；另司機亦可藉車載通訊與行控中心及車站站務室緊急通話。
- 10、緊急狀況下每一車門均可自車內手動開啟，列車兩端另設有緊急逃生門，能加速乘客逃生。
- 11、車廂設置廣播系統，緊急時可引導旅客逃生。
- 12、列車裝置備用電池，即使失去電力亦可開啟車門並維持緊急照明、通訊、通風等設備達 45 分鐘之久。
- 13、隧道照明連接不斷電系統，可提供乘客軌道逃生之照明需求。
- 14、消防滅火系統：包含室內消防栓、自動撒水系統及氣體自動滅火設備等。
- 15、設置行控中心整合號誌、通訊、環控及電力等系統，於緊急狀況可指揮、協調各項救援作業。

(二) 採取必要之管制與應變程序

- 1、嚴禁乘客攜帶危險或易燃物進入捷運場站或車廂內。
- 2、配置捷運警察及保全人員監控安全事項。
- 3、車站各角落廣設閉路電視進行監控，可避免治安死角。
- 4、當車站發生災變時，行控中心可於接獲通報後，立即通知其他列車禁止進站，避免傷亡人數增加。
- 5、建立緊急應變標準作業程序，定期實施演訓。
- 6、加強站務人員職前訓練，課程應包含緊急事故之疏散與應變處理。

貳、蘇聯亞塞拜然地鐵大火

一、事件經過

西元 1995 年 10 月 29 日 18 時 00 分，在亞塞拜然首都巴庫，一列 5

節車廂（每節載有 300 人）之地下鐵列車，往 Narimanov 進 Uldus 站，此時第 4 節車廂因底盤故障，集電器與主保險箱間發生火花，但保險絲卻未跳脫，旅客亦渾然未知並上下月台，金屬開始燒熔成鐵水滴落；18 時 02 分，列車重新啟動，出 Uldus 站，此時第 5 節車廂已聞到煙味（由空調引入），火勢已蔓延，進入隧道時列車停止加速，此時發生顛簸、照明閃爍，旅客開始聞到座椅下方竄出之濃煙，噓鼻且能見度逐漸降低。

18 時 04 分，車長已警覺並停車，列車距 Uldus 200 公尺，車長跳下軌道層以緊急電話向行控中心呼叫並通知將第三軌斷電；18 時 06 分，隧道內部濃煙密佈，而第 1 至第 3 車廂仍無煙，第 4 車廂內部並未全面燃燒，此時旅客開始疏散；18 時 08 分，緊急逃生門打不開，氣動失效，側向門亦因人員擁擠推不開，旅客只好打破窗戶試圖逃生，但濃煙隨即灌入。

18 時 10 分，車長將所有連接門打開，建構內部逃生路徑，旅客自第 5 車廂端部跳下至軌道層向 Uldus 方向逃生；18 時 12 分，第 4 車廂氣動門管線熔化，底部燒出一大洞；18 時 15 分，第 4 車廂內部被燒穿，第 1、2、3 車廂之旅客往 Uldus 方向逃生路徑被截斷，此時旅客開始驚慌並往反方向逃生，期間互相擁擠踐踏造成 337 人罹難、270 人受傷；當時濃煙密佈整個隧道內部空間，能見度=0，逃出車廂之旅客乃是在黑暗中沿著隧道壁、電纜線或接住前人衣角前進逃生。

二、檢討與策進作為

- （一） 車廂建材應為不燃化或難燃化。
- （二） 開啟逃生門，不必要之步驟過多，應予明確化或以圖表表示。
- （三） 火災發生時，監控中心下令改變風機運轉模式，致使濃煙擴散至整個隧道內部空間，蔓延 2 公里，造成乘客逃生過程中 40 人噓死，為此，隧道通風之緊急運轉模式需詳細規劃。
- （四） 車廂內空調機之啟停，亦需判斷適當時機，避免濃煙由空調引入車廂。

- (五) 隧道低層之緊急逃生方向指示燈，應具閃爍功能，俾引人注意。
- (六) 列車著火時，應試圖推進至下一車站，以利乘客逃生及進行火災搶救。
- (七) 平日應研擬列車事故、脫軌時（尤其於隧道內）之緊急應變計畫，並定期演訓。

參、英國 King's Cross 地下車站火災

英國晚間尖峰時段 16 時至 18 時 30 分間約有 10,000 位旅客經過 King's Cross 地下車站，以下為西元 1987 年 11 月 18 日該車站火災概要：

一、事件經過

19 時 29 分旅客 Squire 在 4 號電扶梯，發現上部右邊一踏板底下有微小火源，並將此情形告知售票員；19 時 30 分另 1 旅客 Karmoun 也看見 2-3 處煙霧從電扶梯底下冒出，即刻按下緊急停止鈕停止電扶梯，並呼喊疏散民眾，此時，多名車站員工獲知訊息，均前往察看；售票員 P.C.Bebbington 下降至 4 號電扶梯，見梯下濃煙及火焰大約有 3-4 英吋高；因位處地下室無線電無法發話，P.C.Bebbington 改至地面層發訊通知資訊室向消防隊報案。

19 時 36 分警察到場，並要求車站人員將旅客疏散上 Victoria 線電扶梯，同時，倫敦市鄰近消防隊陸續抵達現場；19 時 39 分車站大廳的警察決定全面疏散此區域旅客，封鎖 4 號電扶梯上部及指引旅客進入售票大廳往 Victoria 線電扶梯避難；此時，車站控制室以 999 緊急電話要求 Piccadilly 及 Victoria 線的列車，在 King's Cross 站過站不停；19 時 44 分消防隊長 Flanagan 通報火災規模並請求支援，而就在非常短的時間內，整個車站大廳溫度急遽升高並產生大量濃煙，消防員快速引導旅客逃生，不久閃燃發生。

19 時 46 分一列往北的 Victoria 線列車，收到指令停靠 King's Cross 站，約 150 至 200 位旅客搭此列車逃離，19 時 49 分倫敦消防隊助理分部主管 Shore 到場指揮；19 時 52 分 Metropolitan 線月台已完全無旅

客；19 時 53 分 King's Cross 已完全陷入火災中；20 時 45 分北線列車司機因未收到指令，而將列車靠站欲讓旅客下車，但隨即被警察趕上車；21 時 32 分現場已有 14 輛救護車，翌(19)日 01 時 46 分倫敦消防隊回報火已熄滅，並進行殘火處理與清理火場工作。

二、 災後檢討

- (一) 站內消防栓被臨時廣告看板遮住，使初期搶救人員未能加以利用，錯失良機。
- (二) 站內使用可燃性建材與塗料，使火勢燃燒猛烈並產生毒氣，造成多人傷亡。
- (三) King's Cross 是倫敦最繁忙之車站，所幸火災發生於離峰時段，否則將造成更多死傷。
- (四) 無線電通訊於地下車站效用甚差，延誤報警與初期滅火時效，對於地下空間之通訊應有加強措施，如裝設漏波電纜等。

第三章 高雄市政府消防局救災無線電架構之檢討

第一節 高雄市政府消防局救災無線電之架構

本研究探討主題為地下場站消防無線電之研究，並將研究範圍設定以高雄市政府消防局為主，是以，需對該被研究機關的背景及現況進行瞭解，以利後續研究設計之進行與分析。

壹、背景介紹：

高雄市現行的消防勤業務在民國 100 年以前，分別隸屬於高雄市政府消防局與高雄縣政府消防局，為因應地方改制，內政部於民國 98 年 6 月 23 日審查通過「高雄縣市合併改制直轄市」案，同年 7 月 2 日行政院正式通過高雄市、縣合併改制案，並於民國 99 年 12 月 25 日合併改制生效，嗣後消防事務由合併後之高雄市政府消防局統籌辦理。

貳、組織架構：

高雄市政府消防局組織架構（如圖 3-1）設有局長、副局長、主任秘書、專門委員及簡任技正，內勤單位設有會計室、人事室、政風室、秘書室、督察室、教育訓練中心、指揮中心、火災預防科、危險物品管理科、災害搶救科、災害管理科、火災調查科、緊急救護科等科室，另設外勤單位：

- 一、 第一救災救護大隊：下轄第 1 中隊：新興、前金、苓雅、第 2 中隊：成功、前鎮、瑞隆、旗津等 7 個分隊。
- 二、 第二救災救護大隊：下轄第 1 中隊：大昌、鼎金、十全、第 2 中隊：中華、新莊、左營、鼓山等 7 個分隊。
- 三、 第三救災救護大隊：下轄第 1 中隊：鳳山、五甲、鳳祥、第 2 中隊：大寮、中庄、林園、第 3 中隊：小港、高桂、大林等 9 個分隊。
- 四、 第四救災救護大隊：下轄第 1 中隊：燕巢、橋頭、梓官、第 2 中隊：大社、仁武、鳥松、大樹、第 3 中隊：楠梓、右昌等 9 個分隊。
- 五、 第五救災救護大隊：下轄第 1 中隊：路竹、阿蓮、茄萣、湖內、第 2

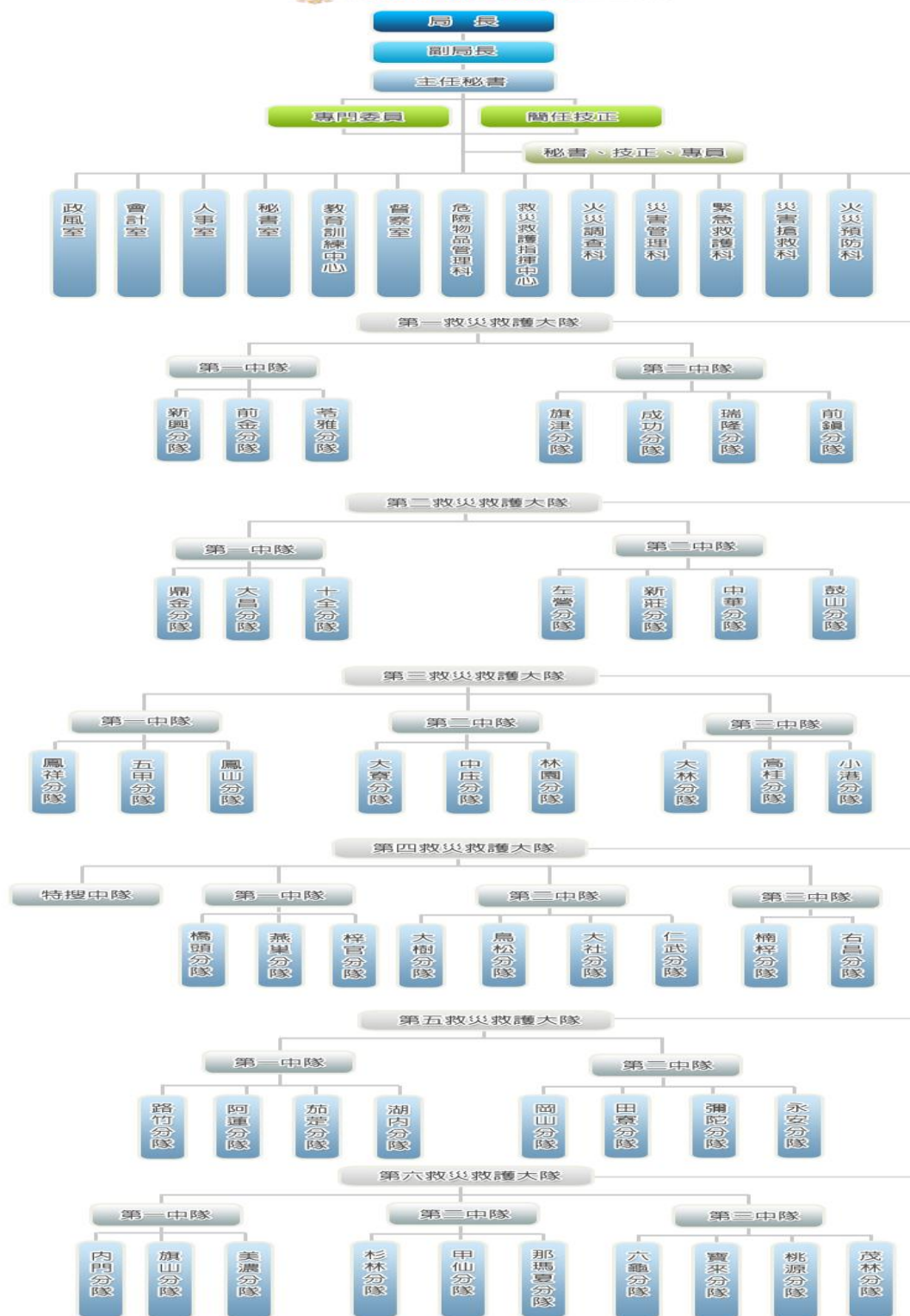


圖 3-1 高雄市政府消防局組織架構

資料來源：高雄市政府消防局

中隊：岡山、彌陀、永安、田寮等 8 個分隊。

六、第六救災救護大隊：下轄第 1 中隊：旗山、美濃、內門、第 2 中隊：杉林、甲仙、那瑪夏、第 3 中隊：寶來、六龜、茂林、桃源等 10 個分隊。

參、救災無線電通訊系統之架構：

高雄市政府消防局之無線電通訊頻道計有 36 個，主要區分為中繼頻道與直通頻道，中繼頻道係透過基地台的轉接，使訊息能在救災現場與指揮中心之間進行傳遞，適用於遠距離之通訊聯繫，一般用於指揮官與指揮官或指揮官與指揮中心間指令之下達與回報；直通頻道則係未經基地台轉接所進行之傳達模式，較適用於救災現場短距離訊息之傳遞，一般用於指揮官與救災人員間指令之下達與回報。（如圖 3-2）

高雄市政府消防局因轄管幅員遼闊，設有 6 個大隊執行救災救護之工作，為避免救災時無線電相互干擾，影響通訊品質，特規劃不同之無線電頻道予各大隊使用，例如中繼頻道：第 1、2 大隊為 10 號頻道、第 3 大隊及第 4 大隊仁武、大社、烏松等區及大樹區大樹消防分隊以南地區為 17 號頻道、第 5 大隊及第 4 大隊燕巢、橋頭、梓官等區及大樹區大樹消防分隊以北地區為 19 號頻道、第 6 大隊為 21 號頻道；直通頻道：第 1、3、5 大隊為 7 號頻道、第 2、4、6 大隊為 8 號頻道。（如表 3-1 所示）

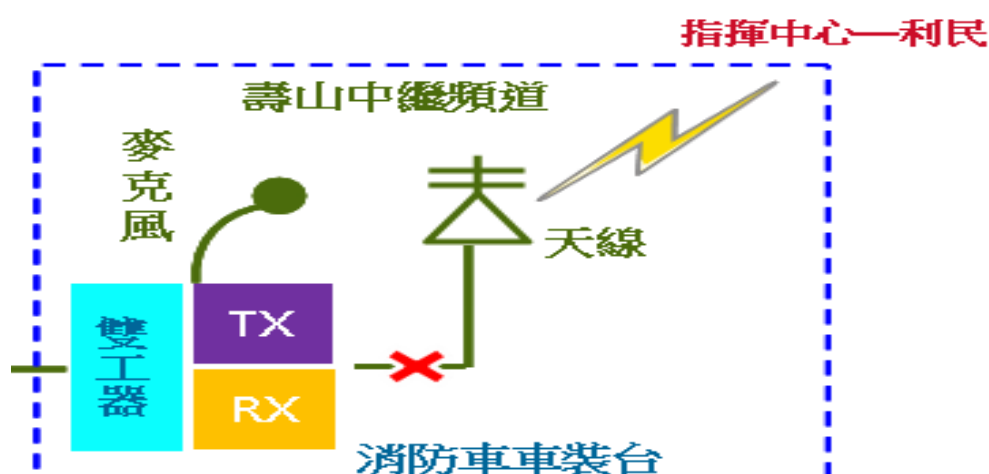


圖 3-2 高雄市消防局救災無線電收發示意圖

表 3-1 高雄市政府消防局無線電中繼台訊號涵蓋區域暨頻道機台對照表

頻道別	用途性質	發射頻率	TONE	接收頻率	TONE	使用區域、單位(車台、手台)
1	全國救災頻道	149.2500	C103.5	149.2500	C103.5	全國救災頻道、空勤直升機頻道
2	全國救護頻道	157.6625	C103.5	157.6625	C103.5	
3	救護直通頻道	151.7625	D343	151.7625	D343	藤枝
4	救護中繼頻道	157.5750	D343	157.5750	D343	第 3、4、5、6 大隊(藤枝)
5	壽山救護現場頻道	151.5625	D261	151.5625	D261	
6	壽山救護中繼頻道	157.7500	D261	151.5625	D261	第 1、2 大隊轄區(含急救責任醫院)
7	救災現場頻道	151.7500	D612	151.7500	D612	第 1、3、5 大隊
8	救災現場頻道	151.7000	D612	151.7000	D612	第 2、4、6 大隊
9	壽山救災現場頻道	151.7875	D074	151.7875	D074	
10	壽山救災中繼頻道	157.7750	D074	151.7875	D074	第 1、2 大隊轄區
11	救災直通頻道	151.7375	D445	151.7375	D445	楠梓
12	救災中繼頻道	157.8000	D445	151.7375	D445	楠梓
13	內政部空勤總隊支援救災	149.2500	CSQ	149.2500	CSQ	
14	內政部空勤總隊支援救護	157.6625	CSQ	157.6625	CSQ	
15	捷運救災中繼頻道	151.7375	D445	149.2500	D445	第 1、2 大隊轄區捷運站
16	指揮車移動中繼頻道	151.7375	D371	151.7875	D074	依任務指派
17	凱旋救災中繼頻道	157.6625	D432	164.3625	D432	鳳山、大寮、鳥松、大社、仁武區、捷運(鳳山轄區)、大樹區消防分隊以南(含)
18	凱旋救災現場頻道	164.3625	D432	164.3625	D432	
19	中寮救災中繼頻道	151.2125	D343	161.2750	D343	茄萣、湖內、永安、彌陀、梓官、路竹、岡山、橋頭、阿蓮、田寮、燕巢、旗山、美濃、內門、杉林區、大樹區消防分隊以北、六龜~大津段

表 3-1 高雄市政府消防局無線電中繼台訊號涵蓋區域暨頻道機台對照表 (續一)

頻道別	用途性質	發射頻率	TONE	接收頻率	TONE	使用區域、單位 (車台、手台)
20	中寮救災現場頻道	161.2750	D343	161.2750	D343	
21	藤枝救災中繼頻道	153.7100	D731	159.2400	D731	六龜、那瑪夏區、桃源區復興里以南
22	藤枝救災現場頻道	159.2400	D731	159.2400	D731	
23	藤枝救護中繼頻道	157.5750	D343	151.7625	D343	第 3、4、5、6 大隊轄區 (含急救責任醫院)
24	救護中繼頻道	157.7500	D261	151.5625	D261	第 1、2 大隊 (壽山)
25	內政部空勤總隊直升機 (保留)	149.2500	CSQ	149.2500	CSQ	
26	仁大轉播直通頻道	159.2400	D565	159.2400	D565	仁武、大社工業區
27	林園轉播直通頻道	151.2125	D664	151.2125	D664	林園區
28	甲仙轉播直通頻道	164.3625	D532	164.3625	D532	甲仙區
29	桃源轉播直通頻道	164.3625	D445	164.3625	D445	桃源區復興里以北 (含)、連接梅山轉播站可與 145.0、431.0MHZ 通聯
30	茂林轉播直通頻道	164.3625	D251	164.3625	D251	茂林區
31	全國業餘救難頻率	145.0000	CSQ	145.0000	CSQ	
32	業餘救難頻率	144.4200	CSQ	144.4200	CSQ	甲仙區
33	業餘救難頻率	144.4400	CSQ	144.4400	CSQ	桃源區
34	業餘救難頻率	144.4600	CSQ	144.4600	CSQ	那瑪夏
35	業餘救難頻率	144.4800	CSQ	144.4800	CSQ	茂林區
36	業餘救難頻率	145.2600	CSQ	145.2600	CSQ	六龜區

註：救災、救護無線電呼號：「利民」(請依區域切換頻道)。

資料來源：高雄市政府消防局

消防局另設有壽山、凱旋、林園、中寮、藤枝等無線電基地台，壽山基地台主要在中繼收發第 1、2 大隊所轄區域各分隊基地台、消防、救護車車裝台及手提台與指揮中心間之無線電通信訊息，頻道別為 10 號，而其他大隊所屬人車進入本區域支援救災，亦必須將指揮頻道調整為 10 號，始能融入指揮體系。(如圖 3-3 所示)

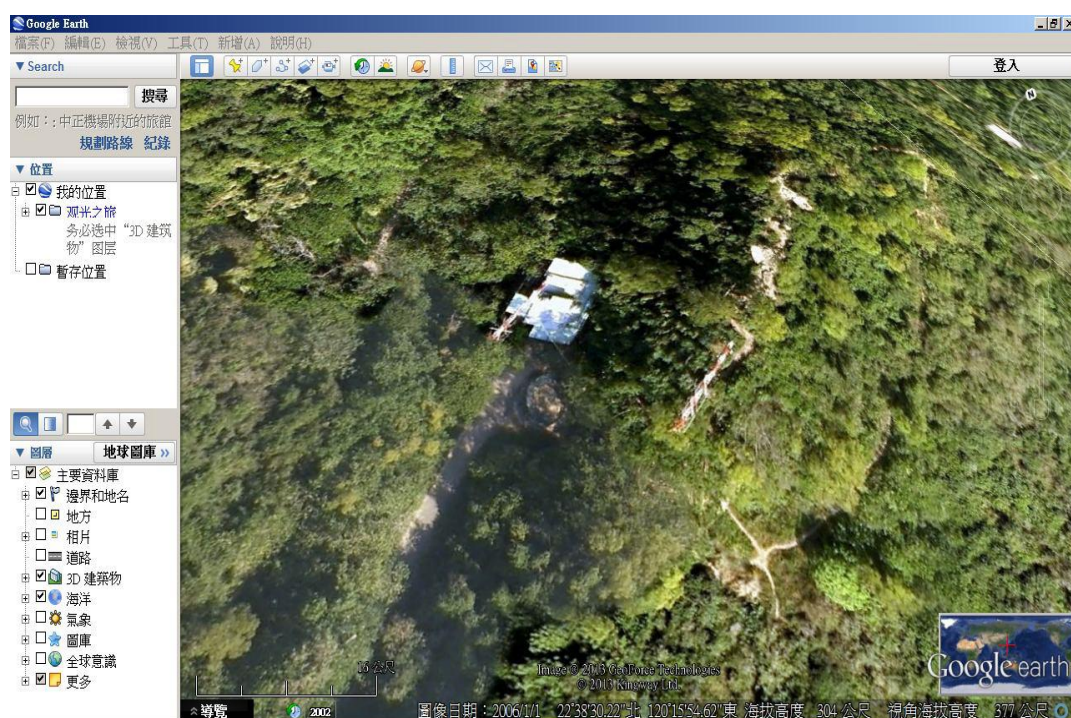


圖 3-3 壽山基地台

資料來源：高雄市政府消防局

凱旋基地台主要在中繼收發第 3 大隊所轄鳳山、大寮區、第 4 大隊所轄仁武、大社、鳥松等區及大樹區消防分隊以南區域各分隊基地台、消防、救護車車裝台及手提台與指揮中心間之無線電通信訊息，頻道別為 17 號，而其他大隊所屬人車進入本區域支援救災，亦必須將指揮頻道調整為 17 號，始能融入指揮體系。(如圖 3-4 所示)

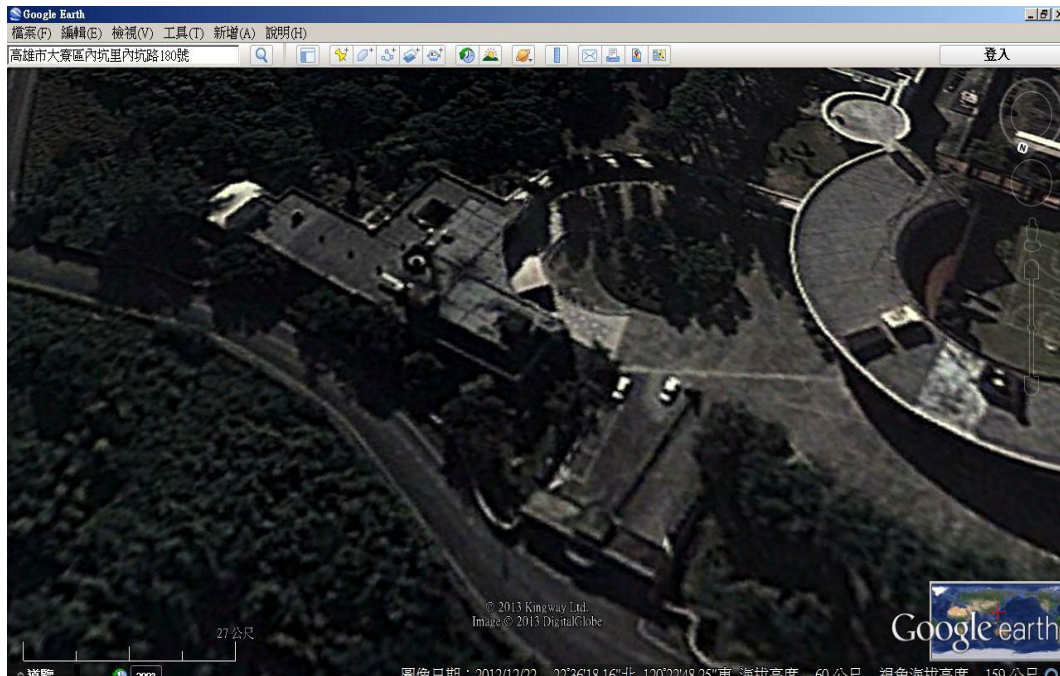


圖 3-4 凱旋基地台

資料來源：高雄市政府消防局

林園基地台主要在中繼收發第 3 大隊所轄林園地區消防分隊基地台、消防、救護車車裝台及手提台與指揮中心間之無線電通信訊息，頻道別為 17 號，而其他大隊所屬人車進入本區域支援救災，亦必須將指揮頻道調整為 17 號，始能融入指揮體系。(如圖 3-5 所示)



圖 3-5 林園基地台

資料來源：高雄市政府消防局

中寮基地台主要在中繼收發第 5 大隊所轄區域、第 4 大隊所轄燕巢、橋頭、梓官等區及大樹區消防分隊以北地區、第 6 大隊所轄旗山、美濃、內門、杉林、六龜大津等區域各分隊基地台、消防、救護車車裝台及手提台與指揮中心間之無線電通信訊息；第 4、5 大隊轄內使用 19 號頻道，第 6 大隊轄內使用 21 號頻道，而其他大隊所屬人車進入本區域支援救災，亦必須調整指揮頻道，始能融入指揮體系（如圖 3-6、7 所示）

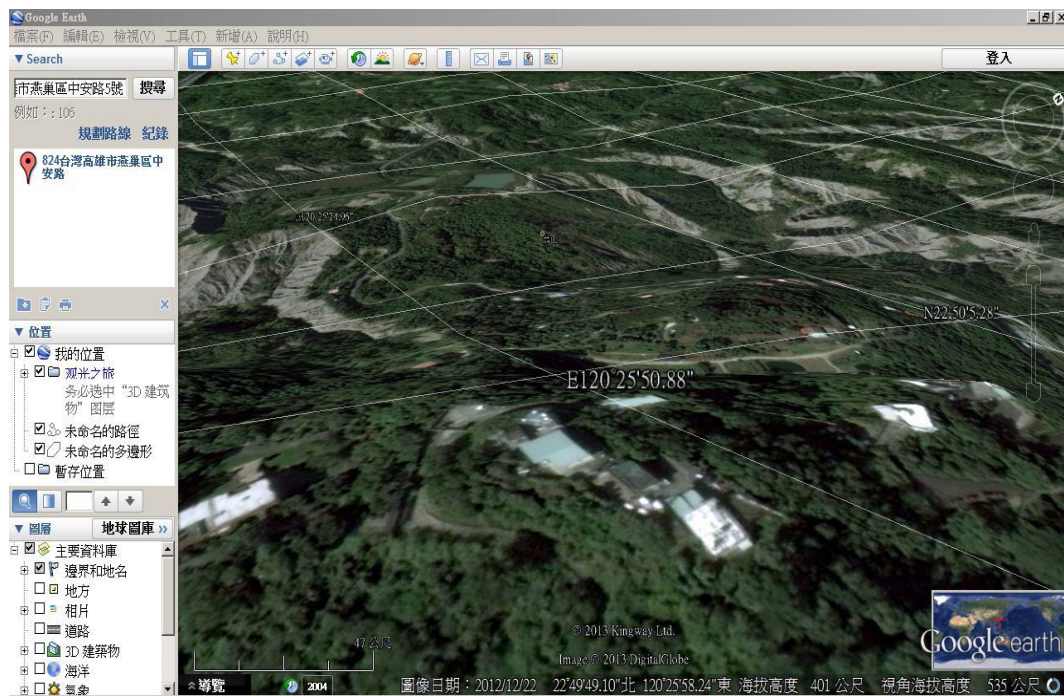


圖 3-6 中寮基地台遠照
資料來源：高雄市政府消防局

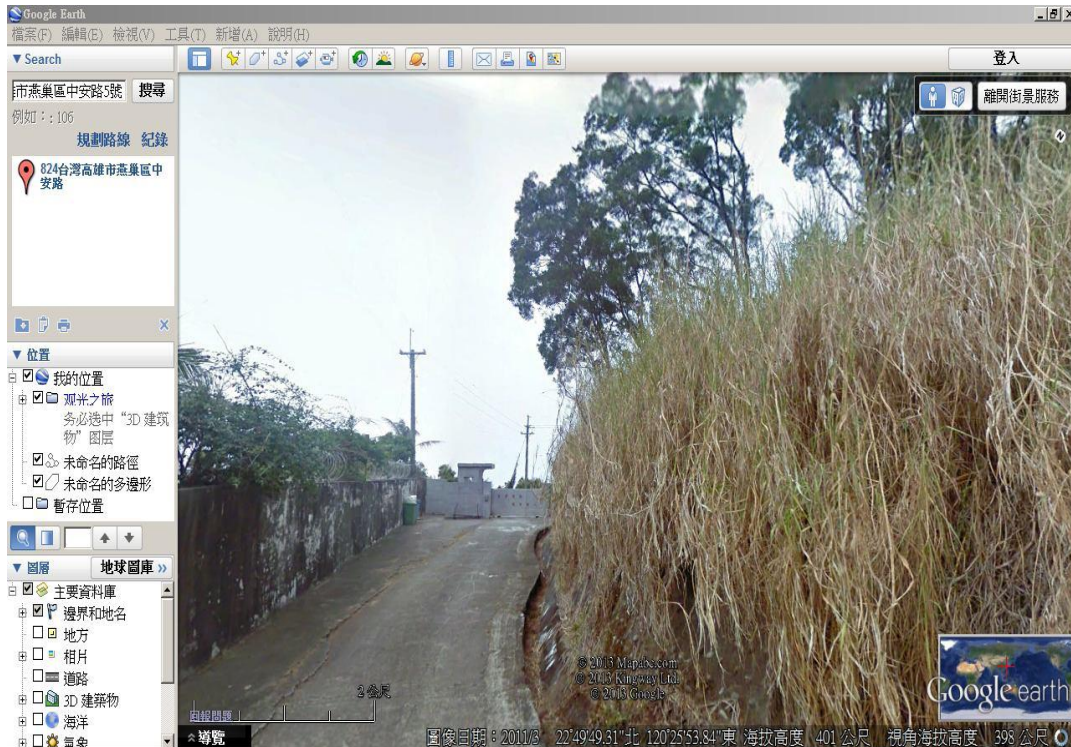


圖 3-7 中寮基地台近照
資料來源：高雄市政府消防局

藤枝基地台主要在中繼收發第 6 大隊所轄六龜區、那瑪夏區、桃源區復興里以南等區域各分隊基地台、消防、救護車車裝台及手提台與指揮中心間之無線電通信訊息，頻道別為 21 號，而其他大隊所屬人車進入本區域支援救災，亦必須將指揮頻道調整為 21 號，始能融入指揮體系（如圖 3-8 所示）。

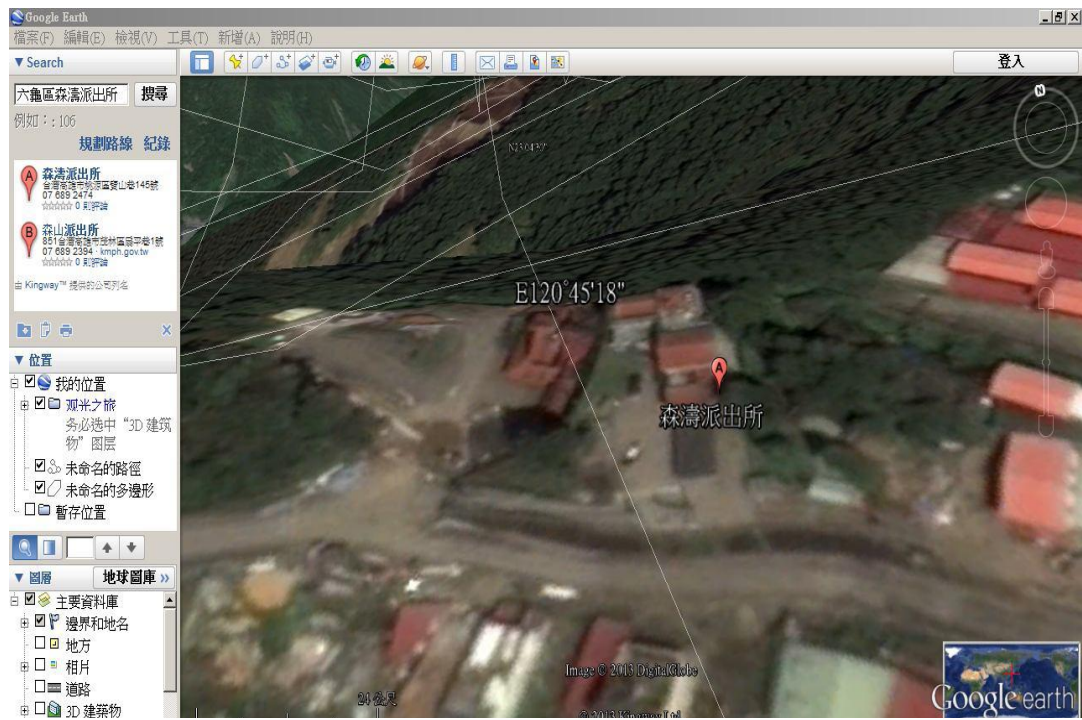


圖 3-8 藤枝基地台

資料來源：高雄市政府消防局

第三章 高雄市政府消防局救災無線電架構之檢討

第二節 救災指揮通信平臺車功能之探討

921 及 331 地震後，凸顯國內防救災指揮通訊在系統建置效能或是組織管理上，仍有諸多缺失亟待改進，頓時之間也成為政府、輿論媒體關注之焦點，爰此，如何有效提升救災通訊品質，以無線支援有線與通訊多元化之原則，於災難發生後之最短時間內，得以立刻備援，作為主要防救災緊急通訊專用，俾利災情的傳遞、指揮官的決策命令與防救災指令的下達，成為內政部消防署近幾年的重要工作之一。

壹、救災指揮通信平臺車建置之緣起：

行政院於 311 地震災後搶救及復原工作協調會報中裁示，全面檢討及評估現有救災通訊系統及機制，並在各自保密無虞及網路系統相容之原則下，研議建置防救災專屬通訊系統，務求救災通訊無死角，其中較為具體的方案就是建置救災指揮通信平臺車，目的係當災害發生時能機動抵達現場，啟動通信設備整合平臺，提供現場指揮所、各單位工作站、救災單位人員進行指揮、管制、聯繫及對外通信之作業；全台共建置 12 輛救災指揮通信平臺車，並於民國 94 年移撥 1 輛至高雄市政府消防局。

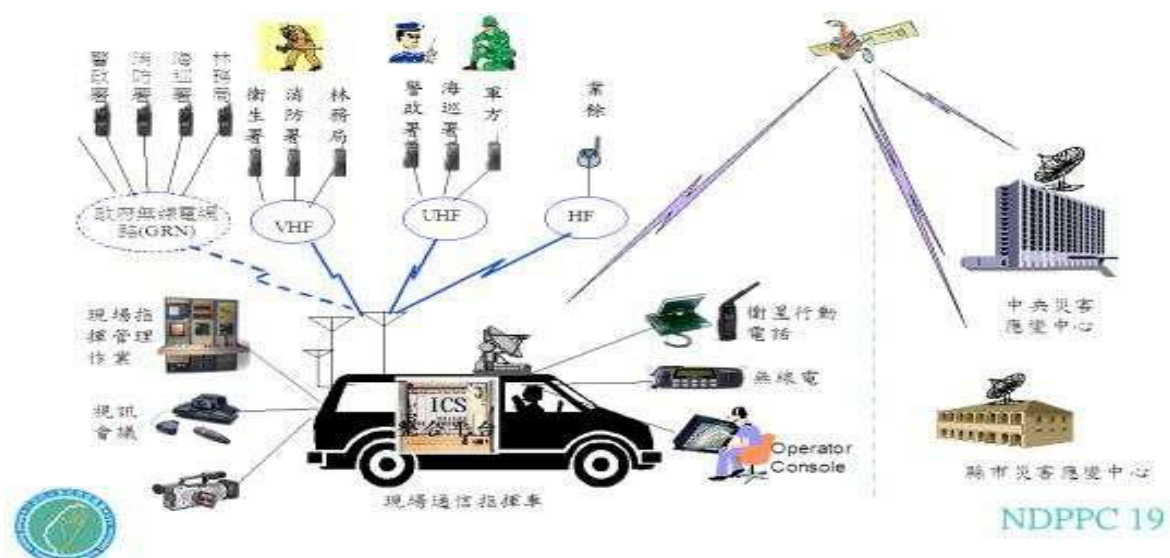


圖 3-9 救災指揮通信平臺車暨整合平台架構圖

資料來源：行政院防救災緊急通訊系統整合建置計畫

依據行政院防救災緊急通訊系統整合建置計畫所規劃，藉由建置「防救災專用微波通訊系統」、「防救災專用衛星通訊系統」與「現場救災指揮通信平臺車」等三種防救災通訊設備，以構成一個完整之微波通信、衛星通信與現場指揮管理通訊網絡系統，目的在提供各防救災單位電話語音、傳真、數據通訊、視訊會議系統及影像傳輸所需之微波、衛星通訊等路由設備，並利用整合平臺達成現場各救災單位無線電通信整合通聯之目標；惟本研究範圍侷限於無線電通訊範疇，僅針對救災指揮通信平臺車之架構與功能作探討。

貳、救災指揮通信平臺車之功能：

救災指揮通信平臺車具有整合通信系統之功能、具備視訊會議系統，可於災害現場開設前進指揮所，如同行動式災害應變中心，具有衛星傳輸功能，如同衛星新聞轉播車（SNG 車）可將災區影像畫面以最短時間傳遞至中央災害應變中心及高雄市災害應變中心，供指揮官掌握災情、研判災情情資及下達決策使用；其主要功能分述如下：

- 一、 整合語音、數據、影像、視訊會議之功能。
- 二、 橫向整合中央防災應變中心、各部會如消防署、警政署、海巡署、衛生署、林務局、軍方、業餘等所有救災通信資源，跨越不同通訊平臺。
- 三、 整合公眾網路各種有線與無線通信資源，擴大通信對象範圍。
- 四、 整合政府專用衛星網路，可連結防災體系各層級組織。
- 五、 可發揮救災指揮管理之功能，協助指揮官作出正確與迅速的判斷與分析。
- 六、 具視訊會議設備，災區指揮官藉此可與防災應變中心隨時召開視訊會議。
- 七、 防災應變中心可獲得通信平臺車由災區傳遞之第一手資訊，掌握救災進度和黃金救援時刻。

參、救災指揮通信平臺車之架構：



圖 3-10 救災指揮通信平臺車之設備概要圖

資料來源：陳孟弘、郭旻松、高學賢(2014)

救災指揮通信平臺車之架構主要係由載具系統、車載式 VSAT 衛星系統、海事衛星行動電話系統、視訊會議系統、現場影像傳送系統、無線電通信系統及車載式通信整合平臺系統等所組成。茲分述如下：

一、載具系統

包含電源設備、油壓腳設備、天線杆設備、空調機、雨篷/室外桌椅、警示與擴音系統、倒退攝影系統、照明燈/探照燈/霧燈、室內通風系統、避雷裝置及前置絞盤等，主要作業功能為確保所有通信設備在行進或靜止間，可運作及發揮其功能，並提供操作人員安全、舒適的作業環境。

二、車載式 VSAT 衛星系統

VSAT 衛星通訊系統係以 ALCATEL DVB-RCS(數位影像廣播回傳頻

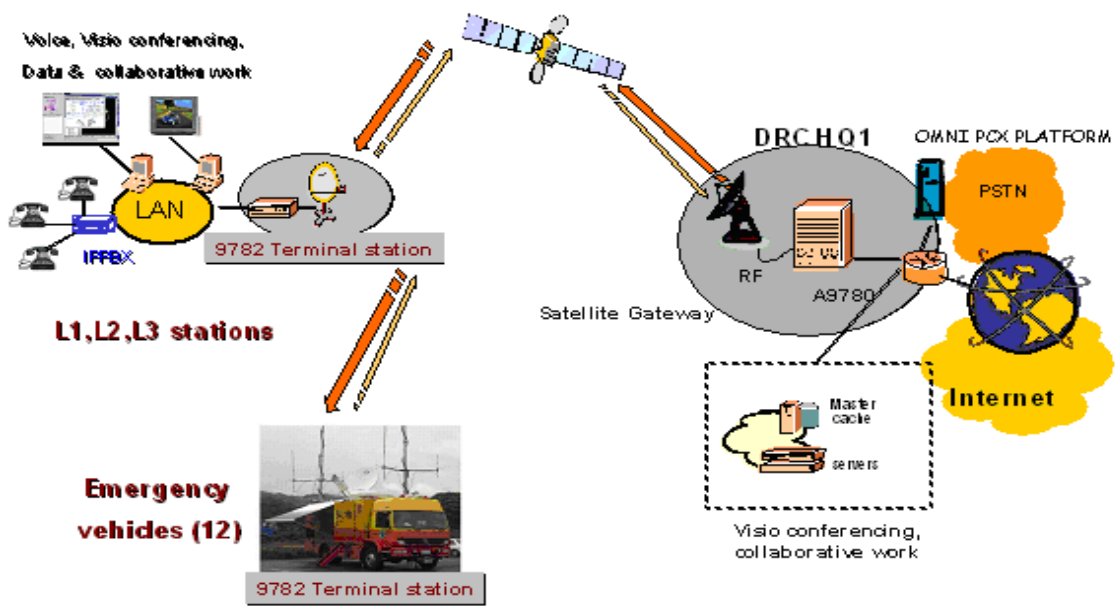


圖 3-11 衛星通訊系統架構示意圖

資料來源：陳孟弘、郭旻松、高學賢(2014)

道系統)為技術平臺，搭配合適的語音、數據、影像傳輸與視訊等設備，所建構之一套完整的通訊網絡；而該系統所規劃之網路架構為星狀網路拓撲，即以兩個中心站為網路中心，一為主要傳輸樞紐，另一為備援，架構如圖 3-11。

三、海事衛星行動電話系統

衛星電話係透過衛星傳送訊息的通信設備，因為不與地底下的網路連接，也大大提高了訊息傳送的成功率，而根據系統構架的不同，不同系統的衛星電話其覆蓋範圍也從特定區域到全球範圍不等。海事衛星行動電話在探險隊及船舶上十分常見，因為普通的行動電話往往無法在偏遠地區及海上使用；其系統功能介紹如下：

- (一) 高抗災性：利用衛星固定通信系統作為微波通訊及有線公眾網路之備援，以提高防救災通訊系統之抗災性。
- (二) 機動性：不受天然災害地面網路系統毀損之影響，因應救災需求，可深入災區提供緊急通訊。
 - 1、 提昇通信及監控能力：強化偏遠及潛勢災區通信及監控之能力。

- 2、 強化縱橫向聯繫：提供各災害現場與市、區級災害應變中心之通信服務，同時強化現場指揮、派遣與回報能力。
- 3、 節省行政資源：平時可作為行政業務網路備援及防救災業務與教育訓練用。
- 4、 改善偏遠及潛勢地區通訊問題：利用海事衛星行動通信系統之高涵蓋率，解決偏遠及潛勢地區之通信難題，災害發生時不致發生通信之孤島效應。

海事衛星行動電話系統（如圖 3-12）於中華電信開通門號後即可使用，依其功能規格，可區分為 Inmarsat GAN（M4）與 Inmarsat Mini-M，Inmarsat Mini-M 裝設於通信平臺車車頭駕駛艙內，用於車輛行進間之語音聯絡；使用簡介說明如下：

- 1、 使用衛星電話撥打室內電話撥打：00+國碼+區碼+電話號碼+#。
使用範例：海事衛星電話撥打消防署 00-886-2-8195-9119#。
- 2、 使用衛星電話互撥撥打：00+衛星碼+電話號碼+#。使用範例：海事衛星電話互撥 00-870-76453-9390#。



圖 3-12 海事衛星行動電話主機示意圖

資料來源：高雄市政府消防局

- 3、 室內電話撥打衛星電話使用範例：一般電話撥打海事衛星電話 002-870-76453-9390#。
- 4、 Inmarsat GAN 裝設於通信平臺車車身機櫃，用於 VSAT 衛星備援，數據、影像傳送及語音傳真等；臺灣上空可以使用的衛星為 IOR - Indian Ocean Region 印度洋衛星、POR - Pacific Ocean Region 太平洋衛星。IOR 衛星碼為 873，POR 衛星碼為 872，自動搜尋衛星碼為 870，若無法得知使用那一個衛星可直撥 870 自動搜索。

四、 視訊會議系統

視訊會議係透過數據線路如 ISDN（整合服務數位網路）、AN（區域網路）、ATM（非同步傳輸模式）、PSTN（公眾交換電信網路）、T1 專線或衛星等傳輸媒介傳送，利用影像電話、個人電腦、視訊主機及周邊設備（如：攝影機、喇叭、麥克風、螢幕等），進行即時性面對面的溝通，使雙方在沒有時空之限制下，可隨時舉行會議，且在會議中可同時進行文件編輯及資料共享與傳遞，視訊會議系統架構如圖 3-13：

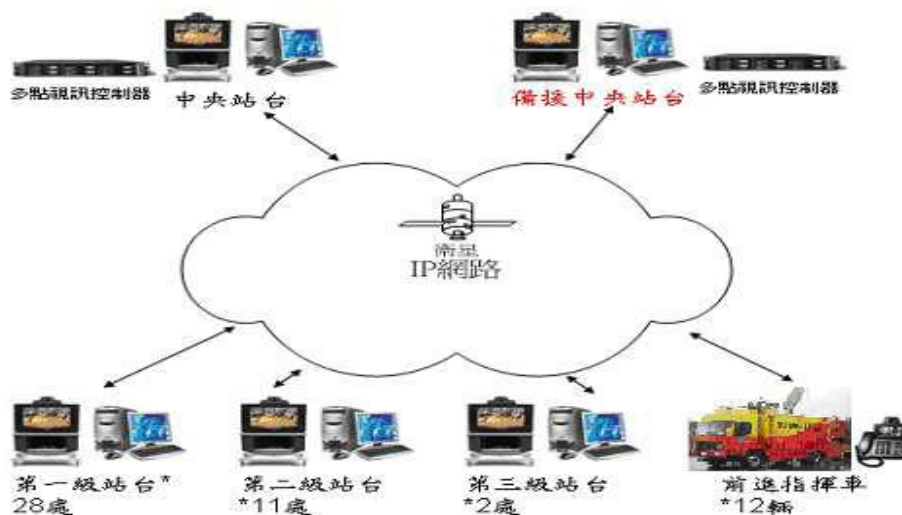


圖 3-13 視訊會議系統架構示意圖

資料來源：陳孟弘、郭旻松、高學賢(2014)

視訊會議系統所需之設備包含：POLYCOM 視訊主機、專用視訊遙控器、電腦螢幕等；開啟視訊前須以點對點連線撥號方式，將欲視訊對象之 IP 位址輸入主機，以利連線，連線成功時對方的畫面會出現在螢幕上，本機的畫面將出現在右下角的子畫面中，如圖 3-14。

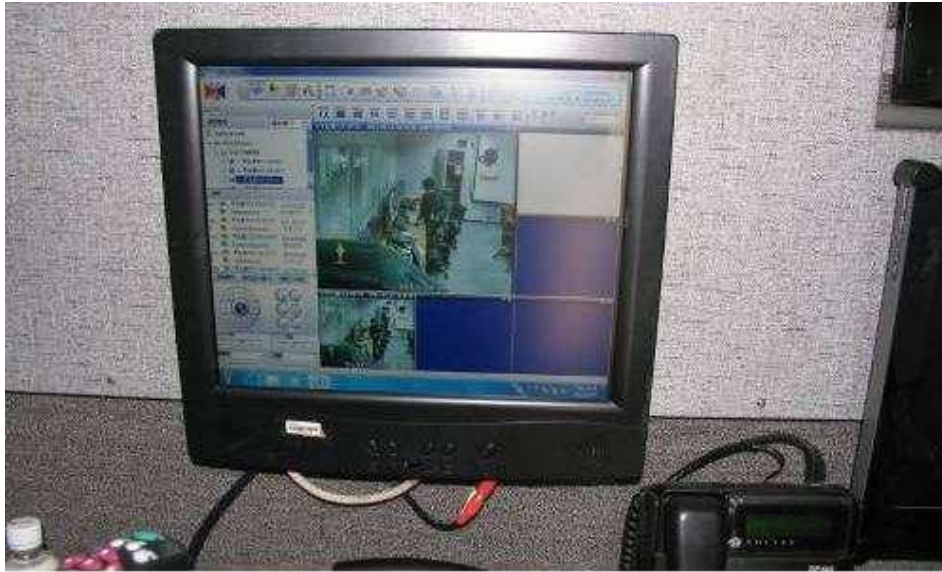


圖 3-14 視訊會議子母畫面示意圖

資料來源：陳孟弘、郭旻松、高學賢(2014)

防救災專用衛星通訊系統視訊會議 IP 會隨各配置單位防救災需要而有所調整，如同電話號碼會有所異動，在平臺車視訊會議系統內建置有 IP 位址查詢功能，以方便連線使用，減少查詢時間，提升應變效率，目前所建置之單位 IP 位址詳如表 3-2。

五、現場影像傳送系統

現場影像傳送系統之功能，主要將災區狀況與搶救情形，以錄影之方式傳遞回救災指揮通信平臺車，其系統設備組成如圖 3-15：

- (一) 攜帶式攝影機
- (二) 無線數位影像訊號傳輸與接收器
- (三) 接收天線
- (四) MPEG-4 影像編碼器/解碼器

表 3-2 防救災專用衛星通訊系統視訊會議 IP 配置表

編號	單位名稱	IP 位址	備註
1	消防署_幕僚作業室 40	192.168.10.40	
2	消防署_幕僚作業室 41	192.168.10.41	
3	中央災害應變中心(Polycom)	172.31.3.178	
4	消防署_災情查證組	192.168.10.42	
5	消防署_指揮中心	192.168.10.43	
6	消防署_國家搜救指揮中心	192.168.10.44	
7	中央研判中心高解析主機	192.168.10.92	
8	中部備援中心	172.31.1.178	
9	臺北市災害應變中心	172.30.5.177	
10	新北市災害應變中心	172.30.21.177	
11	桃園縣災害應變中心	172.30.23.177	
12	新竹縣災害應變中心	172.30.25.177	
13	新竹市災害應變中心	172.30.13.177	
14	苗栗縣災害應變中心	172.30.27.177	
15	臺中市災害應變中心	172.30.15.177	
16	南投縣高解析主機	10.22.130.141	
17	彰化縣高解析主機	10.22.78.141	
18	雲林縣高解析主機	10.22.82.141	
19	嘉義市高解析主機	10.22.86.141	
20	嘉義縣高解析主機	10.22.90.141	
21	臺南市高解析主機	10.22.94.141	
22	高雄市高解析主機	10.22.102.141	

表 3-2 防救災專用衛星通訊系統視訊會議 IP 配置表 (續一)

編號	單位名稱	IP 位址	備註
23	屏東縣高解析主機	10.22.106.141	
24	臺東縣高解析主機	10.22.110.141	
25	花蓮縣災害應變中心	172.30.47.177	
26	宜蘭縣災害應變中心	172.30.45.177	
27	基隆市災害應變中心	172.30.11.177	
28	澎湖縣災害應變中心	172.30.51.177	
29	金門縣災害應變中心	172.30.53.177	
30	連江縣災害應變中心	172.30.55.177	
31	臺北市政府消防局	172.20.11.11	
32	新北市政府消防局	172.28.9.27	
33	桃園縣政府消防局	172.20.11.43	
34	新竹縣消防局	172.20.8.75	
35	新竹市消防局	172.20.8.43	
36	苗栗縣消防局	172.20.8.107	
37	臺中市政府消防局	172.20.8.139	
38	南投縣政府消防局	172.20.11.175	
39	彰化縣消防局	172.20.8.203	
40	雲林縣消防局	172.20.8.235	
41	嘉義市政府消防局	172.20.9.11	
42	嘉義縣消防局	172.20.9.43	
43	臺南市政府消防局	172.20.9.75	
44	高雄市政府消防局	172.20.11.107	

表 3-2 防救災專用衛星通訊系統視訊會議 IP 配置表 (續二)

編號	單位名稱	IP 位址	備註
45	屏東縣政府消防局	172.20.9.171	
46	臺東縣消防局	172.20.9.203	
47	花蓮縣消防局	172.20.11.139	
48	宜蘭縣政府消防局	172.20.9.235	
49	基隆市消防局	172.20.8.115	
50	澎湖縣政府消防局	172.20.10.11	
51	金門縣消防局	172.30.53.227	
52	連江縣消防局	172.30.55.227	
53	臺北市政府消防局	172.30.1.177	
54	國家地震工程研究中心	172.30.3.177	
55	國防部	172.29.1.177	
56	教育部	172.28.1.177	
57	交通部民用航空局	172.29.3.177	
58	交通部中央氣象局	172.29.5.177	
59	交通部公路總局	172.29.7.177	
60	經濟部水利署	172.29.9.177	
61	行政院新聞局	172.28.7.177	
62	行政院衛生福利部	172.29.11.177	
63	行政院環境保護署	172.29.13.177	
64	行政院海岸巡防署	172.29.15.177	
65	行政院農業委員會林務局	172.29.17.177	
66	行政院農業委員會水土保持局	172.29.19.177	

表 3-2 防救災專用衛星通訊系統視訊會議 IP 配置表 (續三)

編號	單位名稱	IP 位址	備註
67	臺北市政府衛生局	172.30.7.177	
68	臺北市政府環保局	172.30.7.178	
69	臺北市政府養工處水利科	172.30.7.179	
70	臺北市政府民政局	172.30.7.180	
71	救災指揮通信平臺車 01	172.24.39.178	臺南市
72	救災指揮通信平臺車 02	172.24.41.178	基隆港務局
73	救災指揮通信平臺車 03	172.24.43.178	花蓮縣
74	救災指揮通信平臺車 04	172.24.45.178	宜蘭縣
75	救災指揮通信平臺車 05	172.24.47.178	桃園縣
76	救災指揮通信平臺車 06	172.24.49.178	新竹縣
77	救災指揮通信平臺車 07	172.24.51.178	臺中市
78	救災指揮通信平臺車 08	172.24.53.178	南投縣
79	救災指揮通信平臺車 09	172.24.55.178	高雄市
80	救災指揮通信平臺車 10	172.24.57.178	特搜中部
81	救災指揮通信平臺車 11	172.24.59.178	新北市
82	救災指揮通信平臺車 12	172.24.3.178	臺東縣
83	平臺車 VS6000-01	172.24.39.179	臺南市
84	平臺車 VS6000-02	172.24.41.179	基隆港務局
85	平臺車 VS6000-03	172.24.43.179	花蓮縣
86	平臺車 VS6000-04	172.24.45.179	宜蘭縣
87	平臺車 VS6000-05	172.24.47.179	桃園縣
88	平臺車 VS6000-06	172.24.49.179	新竹縣

表 3-2 防救災專用衛星通訊系統視訊會議 IP 配置表 (續四)

編號	單位名稱	IP 位址	備註
89	平臺車 VS6000-07	172.24.51.179	臺中市
90	平臺車 VS6000-08	172.24.53.179	南投縣
91	平臺車 VS6000-09	172.24.55.179	高雄市
92	平臺車 VS6000-10	172.24.57.179	特搜中部
93	平臺車 VS6000-11	172.24.59.179	新北市
94	平臺車 VS6000-12	172.24.3.179	臺東縣

資料來源：內政部消防署

- (五) 車外影像監控系統(CCTV)
- (六) 數位式錄影機及 LCD 螢幕

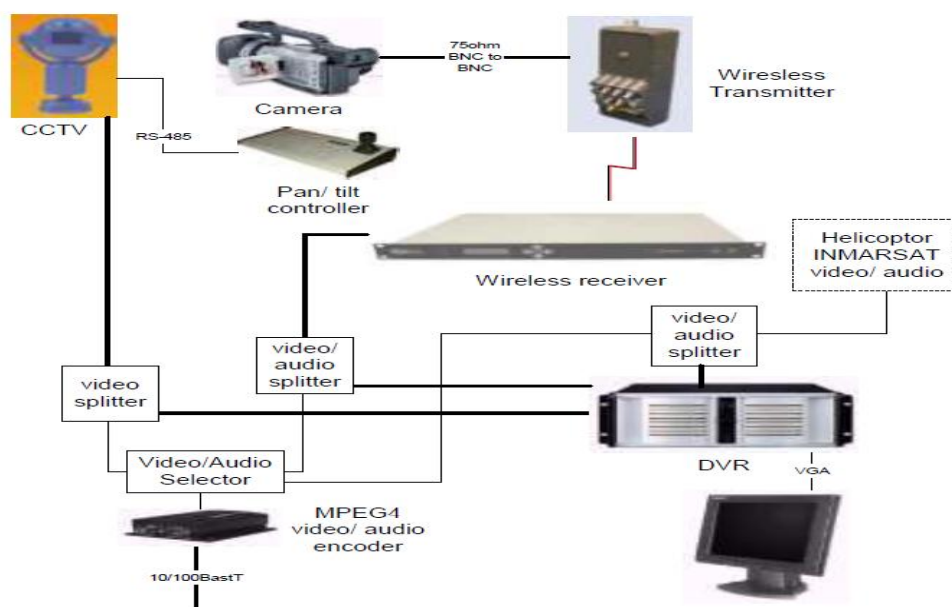


圖 3-15 現場影像傳送系統架構示意圖

資料來源：防救災緊急通信系統整合建置計畫說明會簡報

現場影像傳送之方式，分為無線數位影像訊號傳輸、車外影像監控及直昇機攝影機空拍等模式，茲分述如下：

(一) 無線數位影像訊號傳輸系統

由現場人員以攜帶式攝影機拍攝畫面，再經由數位影像訊號傳輸與接收單元及接收天線，以無線方式傳回通信平臺車。



圖 3-16 無線數位影像訊號傳輸系統路徑圖

資料來源：防救災緊急通信系統整合建置計畫說明會簡報

(二) 車外影像監控系統(CCTV)

應用裝置於通信平臺車外天線桅杆上制高點之影像監控設備，以遙控操作桅杆上之攝像機，將災區即時影像傳回車內。



圖 3-17 車外影像監控系統(CCTV)示意圖

資料來源：防救災緊急通信系統整合建置計畫說明會簡報

(三) 直昇機攝影機空拍畫面

藉由直昇機攝影機拍攝畫面，再經由海事衛星電話傳送系統與影像海事衛星電話接收系統，以數據設備傳遞回通信平臺車；目前內政部空中勤務總隊所屬救災直昇機架設之攝影設備分為：海事衛星傳輸影像系統（B-234 雙螺旋槳機種），以及微波傳輸影像系統（UH-1H 單螺旋槳機種）2 種，可針對因災害導致交通中斷之災區進行高空拍攝。



圖 3-18 B-234 雙螺旋槳直升機攝影機空拍系統圖

資料來源：防救災緊急通信系統整合建置計畫說明會簡報



圖 3-19 UH-1H 單螺旋槳直升機攝影機空拍系統圖

資料來源：防救災緊急通信系統整合建置計畫說明會簡報

六、 車載式通信整合平臺系統

透過通信整合平臺交換，可使不同類型之專用頻率，例如：VHF、UHF、HF、業餘無線電、專用衛星電話、國際海事衛星行動電話及 GSM 等公眾網路電話互相交換通連；該系統亦具備無線電管理功能：（如圖 3-20）

- （一）可將各單位無線電頻率及頻道預設收容於系統內，並依平臺車車輛配屬地區將常用頻道預設於各無線電機台內。
- （二）依現場無線電頻率進行干擾計算及顯示各無線電操作狀況。
- （三）可因地制宜切換與改變無線電頻道至當地各防救災單位所使用之頻道，以提升緊急應變能力。
- （四）閱讀掃瞄器所搜尋未登錄之現場無線電頻率與頻道鎖碼資料，供現場指揮官調度、指揮及救災使用。



圖 3-20 車載式通信整合平臺系統示意圖

資料來源：行政院災害防救委員會

肆、救災指揮通信平臺車之使用限制：

通信平臺車設計之目的雖係以提升救災通訊品質為考量，惟臺灣地處西太平洋颱風帶及環太平洋地震帶，常年的板塊位移，加以國內多數河川

坡度較大，也潛藏著許多災害危機，舉凡地震、水災、颱風、土石流等，容易造成地形地物之改變阻礙平台車通行，或破壞車體、天線、電纜、支架、控制器等裝置，再者因惡劣氣候所產生之訊號遮蔽現象，均會直接或間接干擾平臺車之通訊品質而無法傳遞接收，為避免救災時因功能受限而影響整體救災之進行，茲針對通信平臺車使用上之限制，作如下之整理與探討：

- 一、 衛星電話之最大耐雨量為每小時 50 毫米，超過 50 毫米時，將造成衛星信號雨衰，影響通訊品質。
- 二、 救災指揮通信平臺車可行駛之最大進坡角、出坡角，車輛前端為 28 度，後端為 21 度，上、下坡路面行駛坡度為 37 度，如遇道路中斷或淹水高度超過 50 公分時將影響車輛行進，使用條件與一般大貨車相同。
- 三、 遇強風時將影響天線之架設，此外，室外設施（含車體、各式天線、電纜、接頭、支架及信號、控制器等裝置），若風力達 36m/s（約 12 級風，相當中度颱風）以上，將造成功能損失或設備損壞，嚴重時將導致車輛翻覆，危及人車安全。
- 四、 當前進指揮所開設，所有設備及支架升起時，通信平臺車常是架設區附近之最高點，容易導致雷擊意外發生，是以，通信平臺車通常不建議於雷雨天候開設。
- 五、 車裝視訊攝影設備未具備紅外線夜視功能，於光線昏暗或夜間，將影響其拍攝效果。
- 六、 建議於派遣通信平臺車前，應先掌握災區天候及路況，避免冒昧前往，因誤判淹水高度、道路中斷或風勢、雨量之影響，導致徒勞無功，進而影響救災進度。

第三章 高雄市政府消防局救災無線電架構之檢討

第三節 高雄市政府消防局無線電系統所面臨之困難

無線電通訊係消防人員於災害現場指令傳達及災情回報之重要管道，但無線電波之傳遞，技術上仍有諸多限制，此亦為各縣市消防機關亟待改進之課題之一，因為在災害現場如果無線電信號無法暢通，不僅僅救災戰術無法被傳遞與應用，第一線的救災進度及災損情形無法回報，更甚者使搶救人員與指揮站彼此失去聯繫，此期間一旦搶救人員遭逢危急狀況，指揮站也無法立即給予必要支援。民國 103 年 6 月 27 日夜間 21 時 45 分許，新北市政府消防局南勢分隊奉派前往搶救新北市中和區華新街 143 巷 116 號地下停車場汽車火警，消防人員抵達現場時，得知火勢已由停車場附設自動泡沫滅火設備撲滅，隨即派遣搶救小組逐層進入地下 3 層停車場搜尋起火點並進行殘火處理，期間張姓消防員因空氣瓶氣壓不足，在殘壓警報器響起後又撤出不及，導致吸入性嗆傷而昏迷，同行另 1 消防員因無法獨力將全副武裝之張員拖出火場，立即以無線電呼喊代號「999」（表示：有消防人員受傷待救），隨後撤出求救，張員隨後被趕來馳援之同仁尋獲，但經送醫急救仍宣告不治。

一項有關國內消防人員死亡統計顯示（如圖 3-21），約 70% 的執勤死傷案例，發生在救火救災活動中（包含事件應變與現場作業），其中地下樓層火災向來帶給消防人員極大的壓力，主要原因在於火場資訊不明，而佈滿濃煙、漆黑的局限空間更形成消防人員沉重的心理負擔，另一個危險因子就是搶救人員與指揮站之間無線電通訊受阻，實務上將消防作業環境要素區分為：程序、設備及人員，為了避免消防員受傷，就必須兼顧此三要素。如此說來，無線電訊號受阻，等同於救災設備無法發揮功能，直接造就了一個不安全的消防作業環境。

承上，「消防人員救災安全手冊」第 1 篇第 8 章明定消防員進入地下樓層搜救之安全應注意事項，除了個人防護裝備要齊全，應穿著消防衣、帽、

民國 41 年至 98 年 警義消人員救災死亡統計一覽表

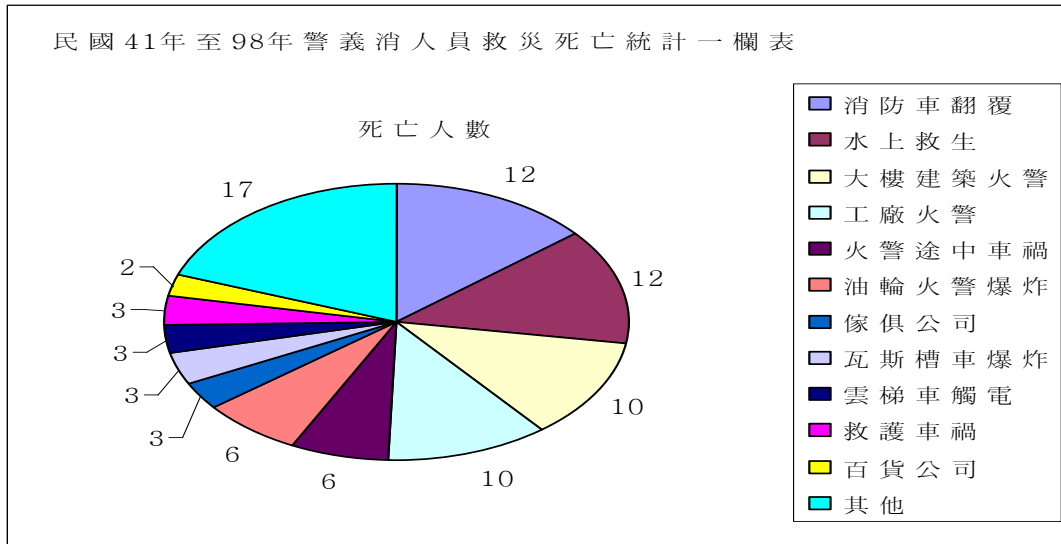


圖 3-21 警義消救災死亡統計一覽表

資料來源：消防忠烈祠(2008)

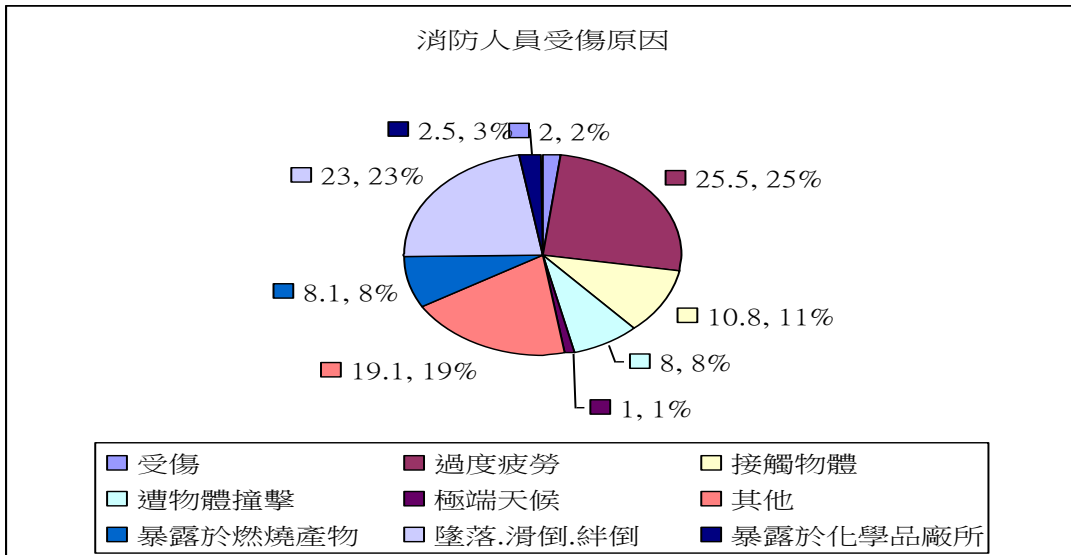


圖 3-22 美國消防員受傷統計一覽表

資料來源：紀志侑(2008)

鞋、手套、頭套、空氣呼吸器、攜帶手提無線電、照明燈、救命器及簡易拆卸器材外，入室前也必須蒐集災害現場相關資訊，例如可調閱甲乙種搶救圖資，事先了解室內格局，有無危險物品，搶救危險程度，以擬定作業優先順序，並選擇最有利的路線進入及預先考慮退出路線。搜索時應儘量沿牆壁前進，利用繩索作為確保或沿途作標記，以免迷失，且不可任意移動物品，以防遭掉落物砸傷；搜索小組應由 2 人以上組成，並指定 1 名較資深具救災經驗者擔任帶隊官，並律定各小組成員之無線電代號，切忌 1 人單獨貿然入室，因為此時即便地下樓層與地面層間之無線電訊號可能受阻，然同一樓層之人員仍可透過無線電直通頻道進行溝通，同一小組成員發生殘壓警報音響鳴動時，應立即以無線電呼叫帶隊官，依據標準作業流程沿原路徑退出火場。

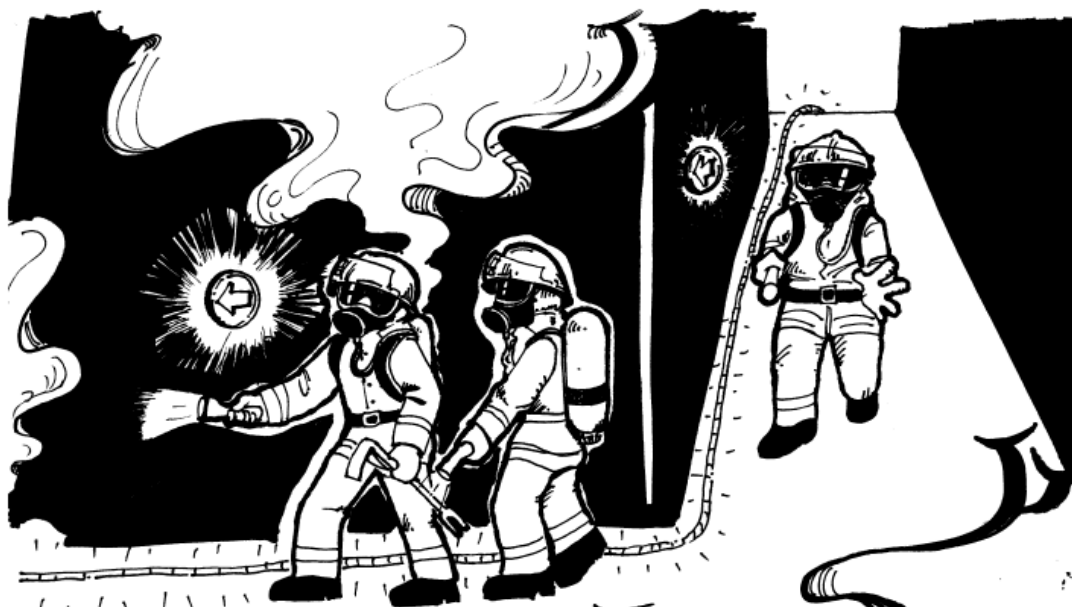


圖 3-23 消防員入室搜索示意圖

資料來源：消防人員救災安全手冊(2005)

以下就以高雄市政府消防局為例，探討無線電通訊系統在救災使用上，可能遭遇的困境與現階段因應之道：

壹、搶救地下場站火災，容易發生通訊受阻之情形：

高雄市政府消防局有鑒於民國 103 年 6 月 27 日新北市政府消防局搶救中和區華新街地下停車場汽車火警案，造成 1 名消防員退出火場不及因公殉職，特別責成所屬各大、中、分隊，為減少地下室無線電通訊死角，對於類似案件應於安全梯入口規劃無線電中繼收訊人員兼管制人員，以利第一時間加派救援人員進行搜救，務求救災通訊無死角，事實上，無線電訊號之傳遞極易受地形地物或建築物遮蔽之影響而受阻，必須在收訊死角處提供轉接點（例如：安全梯間），由負責轉接人員將內部搶救狀況逐層中繼，將訊息傳遞至地面層，如圖 3-24 所示。

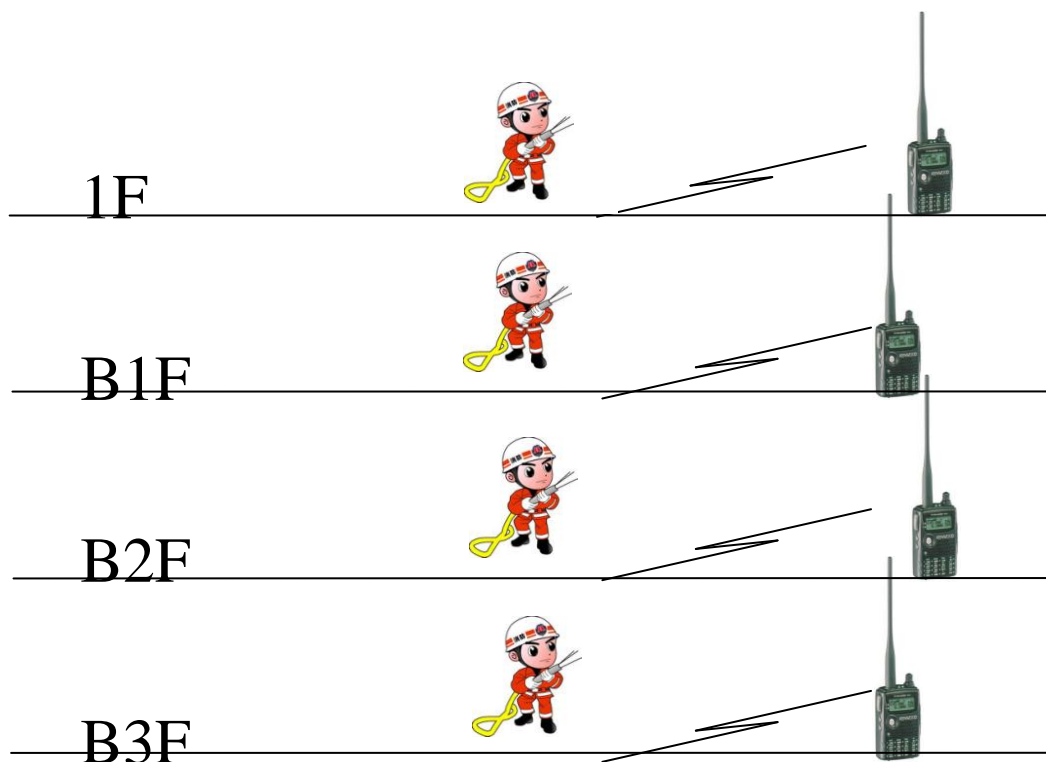


圖 3-24 地下樓層無線電訊號中繼示意圖

貳、指揮中心與各分隊基地台通信斷訊：

此一情況可能係中繼站因設備故障或失去電源造成訊號異常，一旦發生將使指揮中心與各分隊無線電基地台間無法通訊，後續效應將嚴重影響消防救災之人員指揮與車輛派遣，為避免類似情況發生，高雄市政府消防局已預先擬定相關應變作為如下：

- 一、 通報各分隊暫時使用備援中繼頻道（如表 3-3）。
- 二、 啟用備援中繼站。
 - （一） 壽山中繼站：CH6 救護、CH10 救災
 - （二） 凱旋中繼站：CH17 救護
 - （三） 中寮山中繼站：CH19 救災
 - （四） 藤枝中繼站：CH21 救災、CH23 救護
- 三、 派員前往中繼站，勘查機台指示燈號、電源、異狀情形。
- 四、 聯繫廠商修復故障中繼站。

頻道一	頻道二	備註
CH 6	CH 10	互為備援
CH 17	CH 6	互為備援
CH 19	CH 10	互為備援
CH 21	CH 10	互為備援
CH 23	CH 6	互為備援

資料來源：高雄市政府消防局

參、中繼頻道遭受干擾：

為了探討「消防機關火場指揮及搶救作業要點」所定之消防車出勤時間（日間 60 秒、夜間 90 秒）是否切合實際，高雄市政府消防局於民國 103 年針對所屬 24 個外勤分隊消防車出勤時間進行測試（日間測試 12 分隊、

夜間測試 12 分隊)，測試結果發現日間測試有 1 個分隊、夜間測試有 3 個分隊因無線電中繼頻道發生蓋台干擾，導致出勤時間遭派遣系統判定為延誤出勤，也就是指揮中心執勤員使用無線電中繼頻道，執行人員、車輛之派遣與調度作業時，發生蓋台干擾產生訊號不清之情形，雖然此種狀況不致於影響消防車輛實際出勤之時間，但派遣系統上所登載之出勤時間確有延誤之情形，若案件發生糾紛，相關紀錄恐淪為民眾求償之依據，為此消防局擬定之排除方案如下：

一、 先期處置：

由值勤員使用該中繼頻道廣播各臺，責成各臺自行檢查發射 PTT 鈕是否遭誤觸或呈故障狀態。

二、 中期處置：

(一) 由指揮中心通訊股人員判讀無線電語音，以找出可能之異狀點。

(二) 攜帶三用電錶、計頻器前往可能之異狀點進行勘查。

三、 後續處置：

找出異狀主機後，將天線拔除隔離並關閉送廠商維修。

肆、消防局大樓無市電：

此一情況係指消防局大樓所在之區域，因臺灣電力公司預期或無預期停止供電，造成無線電系統失去功能，為避免發生類似情事，影響救災，消防局均裝設緊急供電系統(UPS)以為因應，其作業流程如下：

一、 先期處置：

由值勤員聯繫通訊股人員到場處理。

二、 中期處置：通訊股人員

(一) 以三用電錶檢測機臺電池之供電電壓。

(二) 評估備用電池供電容量天數。

(三) 各臺主機之電源供應器改接至 UPS 供電座。

三、 後續處置：

待大樓供電系統回復正常，並檢查各機臺功能運作。

伍、消防局大樓緊急供電系統故障失效：

此一情況係指消防局大樓同時面臨臺灣電力公司停止供電，且緊急供電系統(UPS)亦發生故障等情形，當此二種狀況同時發生時，為避免影響救災車輛之派遣時效，必須立即啟動指揮中心移駐作業，將派遣系統移駐至鳳祥備援中心，其作業流程如圖 3-25：

一、先期處置：

- (一) 由值勤員聯繫通訊股人員到場處理。
- (二) 評估是否應移駐至鳳祥備援中心。
- (三) 確認鳳祥備援中心水、電系統及資訊系統是否正常。

二、中期處置：通訊股人員

開啟鳳祥備援中心主機及電源。

三、後續處置：

- (一) 通知值勤員前往進駐。
- (二) 由值勤員依原大樓各席位配置表，於鳳祥備援中心就座受理無線電指揮派遣。(如表 3-4、表 3-5)

表 3-4 高雄市政府消防局救災救護指揮中心席位表

第 4 席	第 3 席	第 2 席	第 1 席
專責中寮救災 CH19 無線電中繼頻道收發	專責凱旋救災 CH17 無線電中繼頻道收發〔林園 91 救護台〕	專責利民救災 CH10 無線電中繼頻道收發	專責藤枝救災 CH21 無線電中繼頻道收發
涵蓋區域：茄苳、湖內、永安、彌陀、梓官、路竹、岡山、橋頭、阿蓮、田寮、燕巢、旗山、美濃、內門、甲仙、杉林、茂林及大樹區消防分隊以北(含)六龜至大津	涵蓋區域：鳳山、鳳祥、五甲、中玉、大寮、烏松、大社、仁武、林園、捷運(鳳山轄區)及大樹區消防分隊以南(含)。	涵蓋區域：第 1、2 大隊所轄分隊之救災。簡訊案件受理回覆(函消防署測試)	涵蓋區域：三民、桃源、寶來、茂林、六龜、桃源區復興里以南、六龜、那瑪夏區。

段。			
頻道支援：與第 2 席、第 3 席、第 8 席相互支援。	頻道支援：與第 2 席、第 4 席相互支援。	頻道支援：與第 3 席、第 4 席、第 9 席相互支援。	頻道支援：與第 5 席、第 9 席相互支援。
第 8 席	第 7 席 (3-6 大隊救護席)	第 6 席 (1-2 大隊救護席)	第 5 席
專責 CH17、CH19 無線電中繼頻道收發	專責 (CH23) 無線電中繼頻道收發， 切換支援 1-6 熄無線電台收發	專責 (CH6) 無線電中繼頻道收發	專責利民救護 CH6 無線電中繼頻道收發
是任務需要切換指定頻道。受理席 13 人至 15 人上班護士 1 人上班時之源護士值勤台工作。	涵蓋區域：與第 3、4、5、6 大隊所轄分隊之救護。	涵蓋區域：第 1、2 大隊所轄分隊之救護。(含急救責任醫院) 支援第 8、9 席值勤台個別任務。受理席 12 人上班護士 1 人上班時支援救護台執勤台工作。	涵蓋區域：第 1、2 大隊所轄分隊之救護。(含急救責任醫院) 822119 專線、記者專線及其他通訊專線。支援第 8 席值勤台個別任務。
頻道支援：與第 4 席相互支援。	頻道支援：與第 6 席相互支援。	頻道支援：與第 7 席相互支援。	頻道支援：與第 1 席相互支援。
第 12 席	第 11 席	第 10 席	第 9 席
利民救護 CH6、利民救護 CH10	利民救護 CH6、利民救護 CH10	利民救護 CH6、利民救護 CH10	利民救護 CH6、利民救護 CH10

資料來源：高雄市政府消防局

表 3-5 高雄市政府消防局鳳祥備援中心席位表

第 4 席	第 3 席	第 2 席	第 1 席
專責中寮救災 CH19 無線電中繼頻道收發	專責凱旋救災 CH17 無線電中繼頻道收發〔林園 91 救護台〕	專責利民救災 CH10 無線電中繼頻道收發	專責藤枝救災 CH21 無線電中繼頻道收發
涵蓋區域：茄萣、湖內、永安、彌陀、梓官、路竹、岡山、橋頭、阿蓮、田寮、燕巢、旗山、美濃、內門、甲仙、杉林、茂林及大樹區消防分隊以北(含)六龜至大津段。	涵蓋區域：鳳山、鳳祥、五甲、中玉、大寮、烏松、大社、仁武、林園、捷運(鳳山轄區)及大樹區消防分隊以南(含)。	涵蓋區域：第 1、2 大隊所轄分隊之救災。簡訊案件受理回覆(函消防署測試)	涵蓋區域：三民、桃源、寶來、茂林、六龜、桃源區復興里以南、六龜、那瑪夏區。
頻道支援：與第 2 席、第 3 席、第 8 席相互支援。	頻道支援：與第 2 席、第 4 席相互支援。	頻道支援：與第 3 席、第 4 席、第 9 席相互支援。	頻道支援：與第 5 席、第 9 席相互支援
	第 7 席 (3-6 大隊救護席)	第 6 席 (1-2 大隊救護席)	第 5 席
	專責 (CH23) 無線電中繼頻道收發，切換支援 1-6 熄無線電台收發	專責 (CH6) 無線電中繼頻道收發	專責利民救護 CH6 無線電中繼頻道收發
	涵蓋區域：與第 3、4、5、6 大隊所轄分隊之救護。	涵蓋區域：第 1、2 大隊所轄分隊之救護。(含急救責任醫院) 支援第 8、9 席值勤台個別任務。受理席 12 人上班護士 1 人上班時支援救護台執勤台工作。	涵蓋區域：第 1、2 大隊所轄分隊之救護。(含急救責任醫院) 822119 專線、記者專線及其他通訊專線。支援第 8 席值勤台個別任務。
	頻道支援：與第 6 席相互支援。	頻道支援：與第 7 席相互支援。	頻道支援：與第 1 席相互支援。

資料來源：高雄市政府消防局

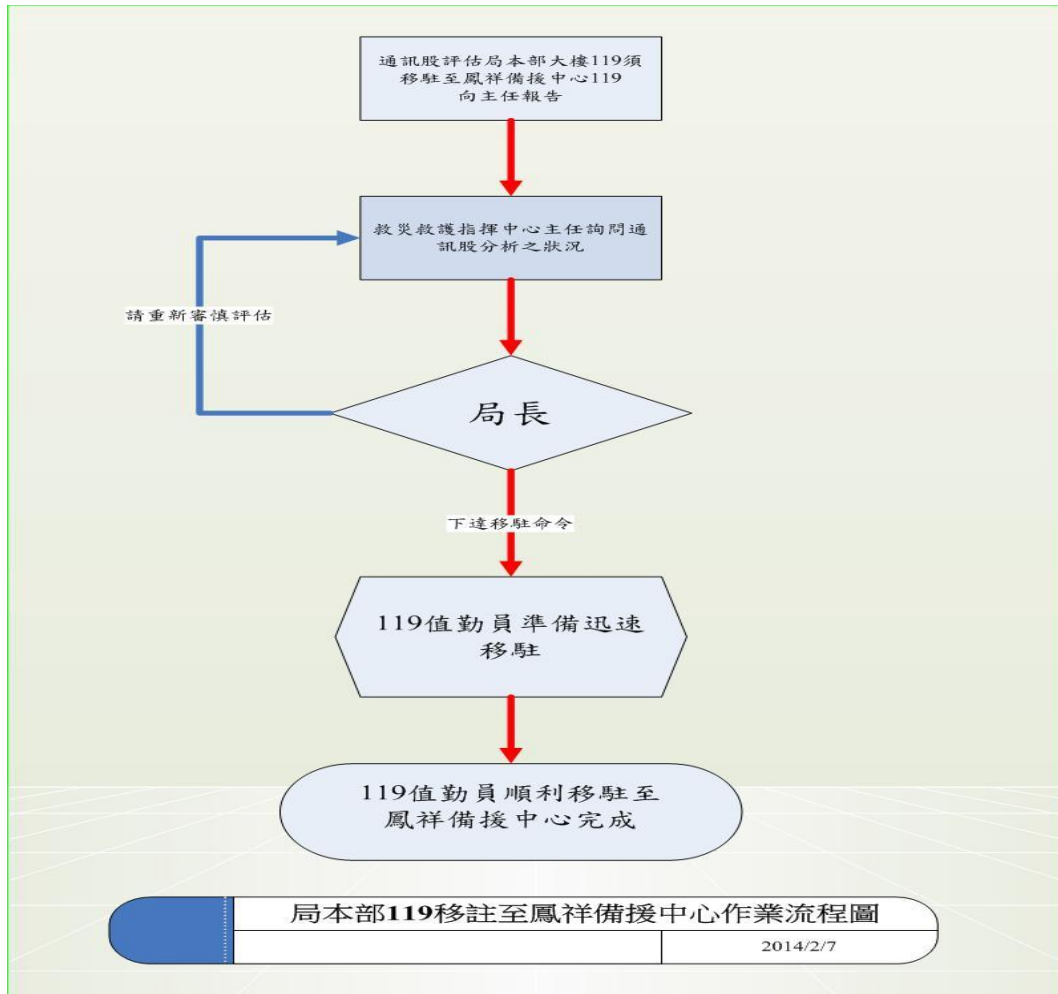


圖 3-25 高雄市政府消防局救災救護指揮中心移駐作業流程圖

資料來源：高雄市政府消防局

陸、消防局大樓天線遭遇雷擊損壞：

係指消防局無線電設備之天線遭遇雷擊受損，導致無線電中繼頻道斷訊，此時必須立即啟動應變作業，其流程如下：

一、先期處置：

由值勤員聯繫通訊股人員到場處理。

二、中期處置：通訊股人員

- (一) 至頂樓查看天線有無遭雷擊之痕跡。
- (二) 使用三用電錶確認避雷器是否燒毀。
- (三) 使用駐波比表量測 forward 功率、backward 功率、駐波比值。

三、 後續處置：

- (一) 確實掌握線路狀況，馬上進行設備更換。
- (二) 架設臨時天線。
- (三) 洽請廠商修復天線，俟正常後再使用新天線。

柒、 消防局大樓無線電主機故障：

係指消防局無線電設備主機故障，導致無線電中繼頻道斷訊，其應變作業流程如下：

一、 先期處置：

- (一) 由值勤員聯繫通訊股人員到場處理。
- (二) 於第 8 席備援席開啟 119 派遣資訊系統。
- (三) 由值勤員暫時移駐第 8 席備援席執行派遣勤務。

二、 中期處置：通訊股人員

- (一) 測試開機情況與是否接收正常。
- (二) 使用三用電錶確認設備有無電源輸入(13V)，檢查熔絲是否燒損。
- (三) 確認天線有無損毀或故障。

三、 後續處置：

- (一) 確認主機、設備或傳輸線故障狀況，馬上進行更換作業。
- (二) 若狀況嚴重，應即通知廠商先行架通，並同步送修故障設備。

第四章 常見地下場站救災無線電通訊架構之介紹

第一節 高雄捷運車站救災無線電通信輔助設備之介紹

壹、背景介紹：

捷運地下化係為滿足都會交通運輸需求而設計之特殊空間，此空間常呈現密閉化及地下化等特性，在各項消防救災作業之應變與救援有別於一般建築物，當地下車站因各種事故而發生災變時，由於其特殊環境與密閉構造，會發生連絡(Communication)困難、救援可及性(Availability)不易及狀況(Scenario)難以掌控等情形，災變期間無論內部人員進行避難或外部人員欲入室搶救均十分不易，而消防無線電之應用更直接影響前揭危害因子是否得以排除或是趨於嚴重，本節將介紹高雄捷運地下車站之救災無線電通信輔助設備架構，並探討其對消防救災作業之影響。

貳、法令依據：

依據「設置標準」第 30 條規定：「樓高在 100 公尺以上建築物之地下層或總樓地板面積在 1000 平方公尺以上之地下建築物，應設置無線電通信輔助設備」；另第 192 條規定，無線電通信輔助設備，依下列規定設置：

- 一、無線電通信輔助設備使用洩波同軸電纜，該電纜適合傳送或輻射 150 百萬赫 (MHz) 或中央主管機關指定之周波數。
- 二、洩波同軸電纜之標稱阻抗為 50 歐姆。
- 三、洩波同軸電纜須經耐燃處理。
- 四、分配器、混合器、分波器及其他類似器具，應使用介入衰耗少，且接頭部分有適當防水措施者。
- 五、設增幅器時，該增幅器之緊急電源，應使用蓄電池設備，其能量能使其有效動作 30 分鐘以上。
- 六、無線電之接頭應符合下列規定：
 - (一) 設於地面消防人員便於取用處及值日室等平時有人之處所。
 - (二) 前目設於地面之接頭數量，在任一出入口與其他出入口之步行距離

大於 300 公尺時，設置 2 個以上。

(三) 設於距樓地板面或基地地面高度 0.8 公尺至 1.5 公尺間。

(四) 裝設於保護箱內，箱內設長度 2 公尺以上之射頻電纜，保護箱應構造堅固，有防水及防塵措施，其箱面應漆紅色，並標明消防隊專用無線電接頭字樣。

參、設計說明：

高雄捷運地下車站之無線電通信輔助設備依據前揭法令規定，主體架構設計說明如下：(詳如圖 4-1)

- 一、 消防無線電訊號係由消防車車裝無線電機台或救災指揮車上之無線電轉播機，經由連接車站地面層之「消防無線電界面箱」，透過本設計建置之洩波同軸電纜，將射頻信號注入地下車站之穿堂層、月台層及隧道區。
- 二、 前揭「消防無線電界面箱」設置於車站地面層或車站消防栓附近，以利消防車或指揮車靠近作業。
- 三、 「消防無線電界面箱」內提供 2 公尺以上之低損耗、可撓性同軸電纜及各式不同接頭轉接器，以利消防車或指揮車連接作業。
- 四、 洩波同軸電纜沿地下車站之走道、迴廊及大廳等空間天花板分佈設置，其收發功率涵蓋整個地下車站區域(如：穿堂層、月台層、隧道區、機房區及停車場等)。
- 五、 依據設置標準第 192 條第 1 項第 6 款第 2 目規定，設於地面層之接頭數量，在任一出入口與其他出入口之步行距離大於 300 公尺時，須設置 2 個以上。

肆、設備介紹：

一、 移動式無線電轉播機：

捷運地下車站所設置無線電通信輔助設備之一，平日配置於消防指揮車上，一旦捷運車站發生災變，消防單位可將指揮車部署於事故車站地面層，使轉播機與車站之消防無線電界面箱作連結，以利無線電射

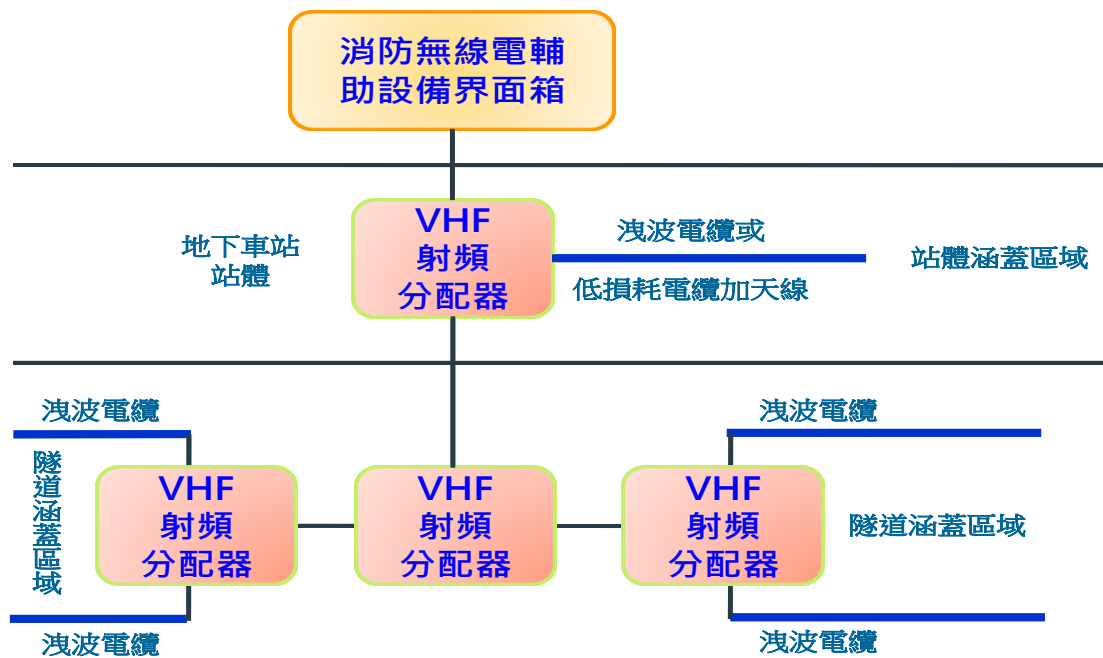


圖 4-1 高雄捷運地下車站無線電通信輔助設備組態網路架構圖

資料來源：高雄市政府消防局

頻信號由消防指揮車，經地面層透過車站建構之天線分佈網及洩波電纜，注入地下車站之穿堂層、月台層及隧道區，進而提升地下車站消防無線電通訊之品質；機台組成介紹如下：(詳如圖 4-2、3)

- (一) RT-TX 主機：負責發射訊號之主機。
- (二) RT-RX 主機：負責接收訊號之主機。
- (三) BS 主機：負責收發與壽山中繼台間訊號之主機。
- (四) 雙工器：負責訊號之接收與發射。

二、消防無線電界面箱：

消防無線電界面箱箱內設備包含：依據設置標準第 192 條第 1 項第 6 款規定所設之「消防隊專用無線電接頭」、「長 2 公尺以上、低損耗、可撓性同軸電纜」及「各式接頭轉接器」等，依法設置於車站地面層或車站消防栓附近，以利各式消防車、指揮車連接使用。(詳如圖 4-4、5)



圖 4-2 高雄捷運移動式無線電轉播機 (正面)

資料來源：高雄市政府消防局



圖 4-3 高雄捷運移動式無線電轉播機 (背面)

資料來源：高雄市政府消防局



圖 4-4 高雄捷運消防無線電界面箱 (一)

資料來源：高雄市政府消防局



圖 4-5 高雄捷運消防無線電界面箱 (二)

資料來源：高雄市政府消防局

三、洩波同軸電纜：

同軸電纜（Coaxial cable）係一種電線兼訊號傳輸線，一般由四層物料組成：最內裡係一條導電銅線，其外披覆一層塑膠（以為絕緣體、電介質之用），絕緣體外層又包覆一層網狀導電體（一般為銅或合金），然後以絕緣物料作為最外層之表皮，其尺寸依不同之標準規格，從 1/8 至 9 英吋直徑不等。

而洩波同軸電纜則係在電纜外部導體上設置成百上千個小孔（或槽），目的在對應形成眾多的射頻發射點，從而使射頻功率可以沿著電纜進行多點輻射，集訊號傳輸、發射及接收功能於一體，具有同軸電纜與天線之雙重作用。洩波同軸電纜專門應用於公路、鐵路隧道、地鐵、樓宇、礦井、大型展覽館或機場等無線電訊號傳播受限或難以覆蓋之區域。（詳如圖 4-6、7）

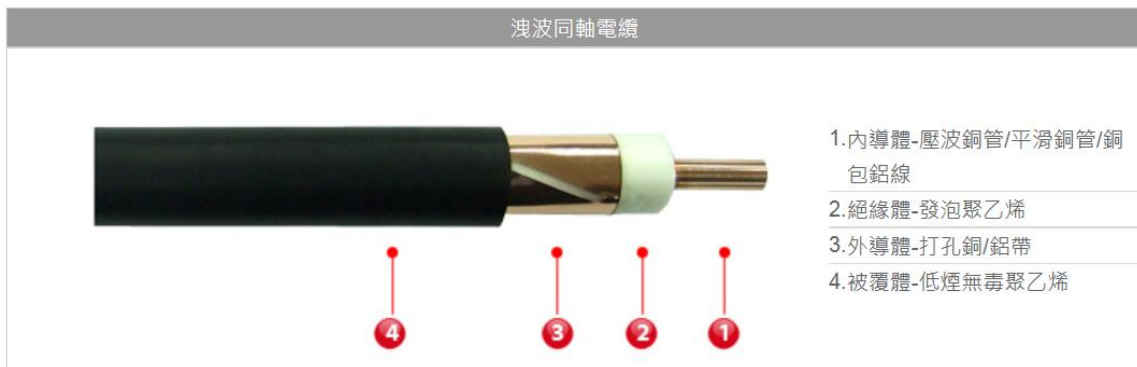


圖 4-6 洩波同軸電纜結構圖

資料來源：太平洋電線電纜

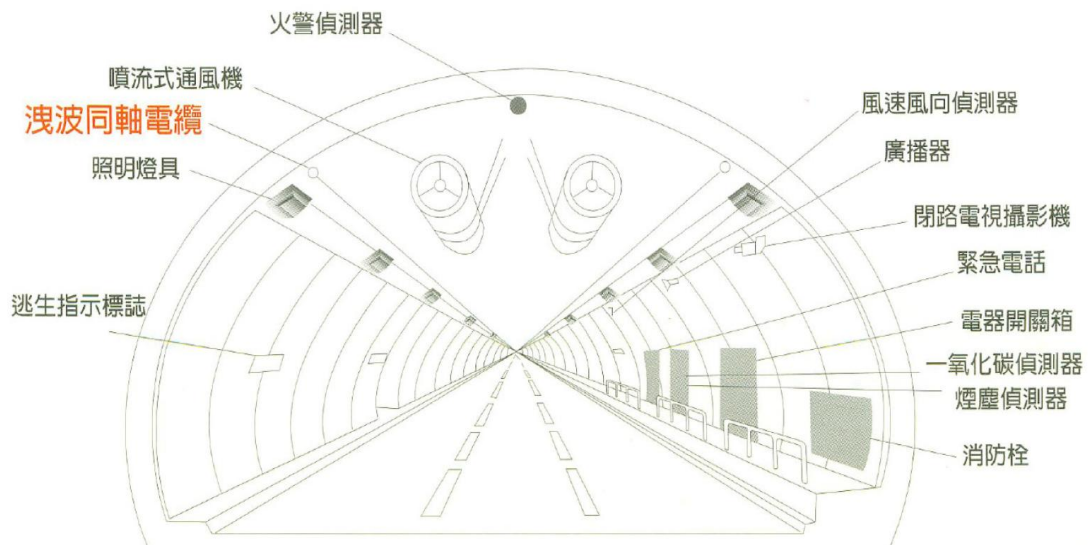


圖 4-7 隧道安全設施示意圖

資料來源：太平洋電線電纜

伍、訊號流程分析：

以高雄市政府消防局為例，消防人員利用移動式無線電轉播機及洩波同軸電纜，進行地面層與地下車站間無線電訊號之收發，其訊號流程分為現場直通模式與基地台中繼模式 2 種：(通訊頻道為 15 號頻道)

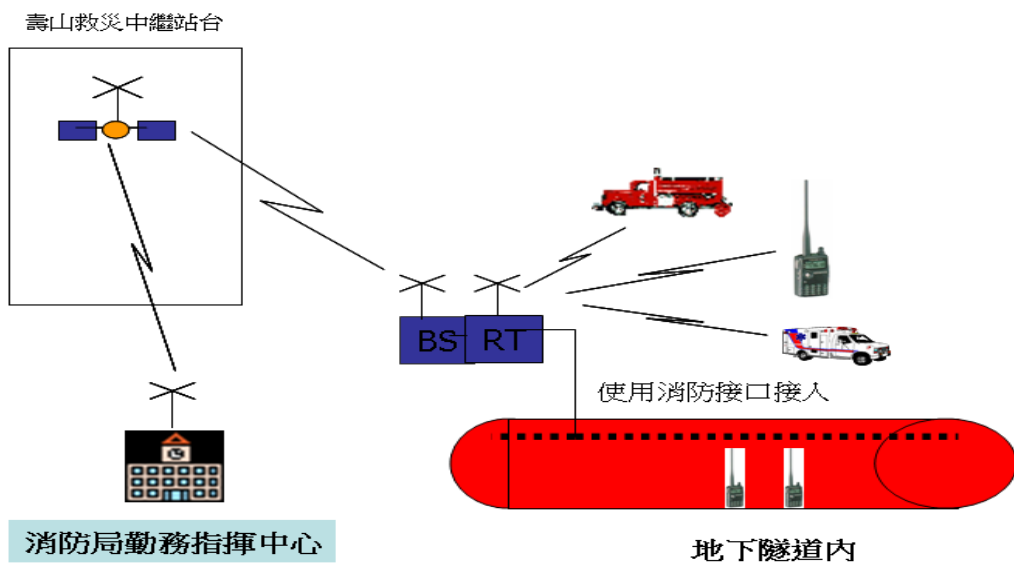


圖 4-8 高雄捷運車站救災無線電訊號流程示意圖

資料來源：盛凱通訊

一、現場直通模式：

消防人員於地下車站內以手機 A（或 B）發話，訊號經由洩波同軸電纜收訊，傳送至無線電轉播機之雙工器接收端，再由 RT-RX 主機接收，使地面層救災指揮官能得知訊息；反向則由地面層救災指揮官以車裝台或手機發話，由控制器控制將訊號透過 RT-TX 主機發送出去，再經洩波同軸電纜傳送至車站內之消防人員收訊。另站內人員彼此之間可以手機 A（或 B）發話，再透過洩波同軸電纜進行訊號收發。（詳如圖 4-9）

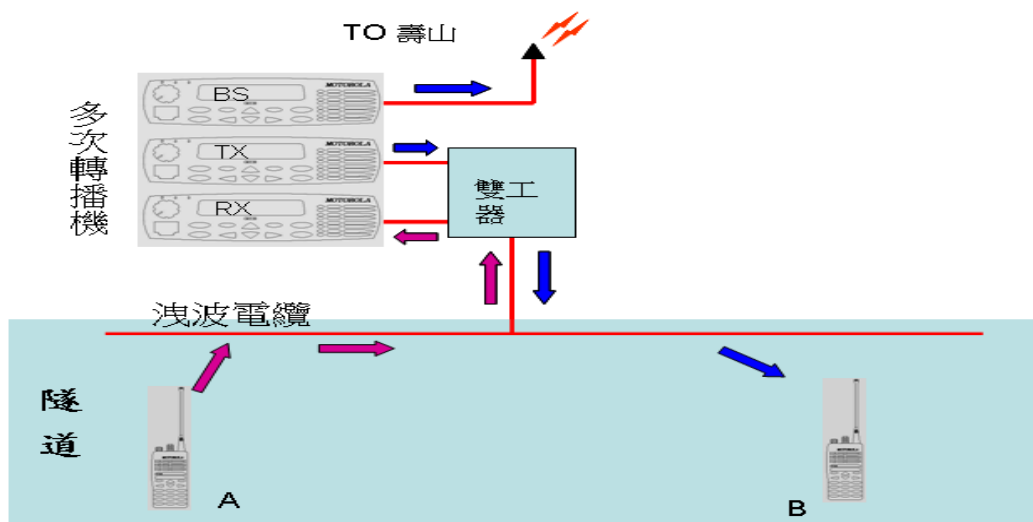


圖 4-9 高雄捷運車站救災無線電直通模式示意圖

資料來源：盛凱通訊

二、基地台中繼模式：

地面層救災指揮官以車裝台或手機發話，由控制器控制將訊號透過 BS 主機發送出去，傳送至壽山無線電基地台，再由基地台中繼訊號予消防局指揮中心；反向若由指揮中心發話，訊號則先經壽山基地台，再中繼予現場指揮官。（詳如圖 4-10）

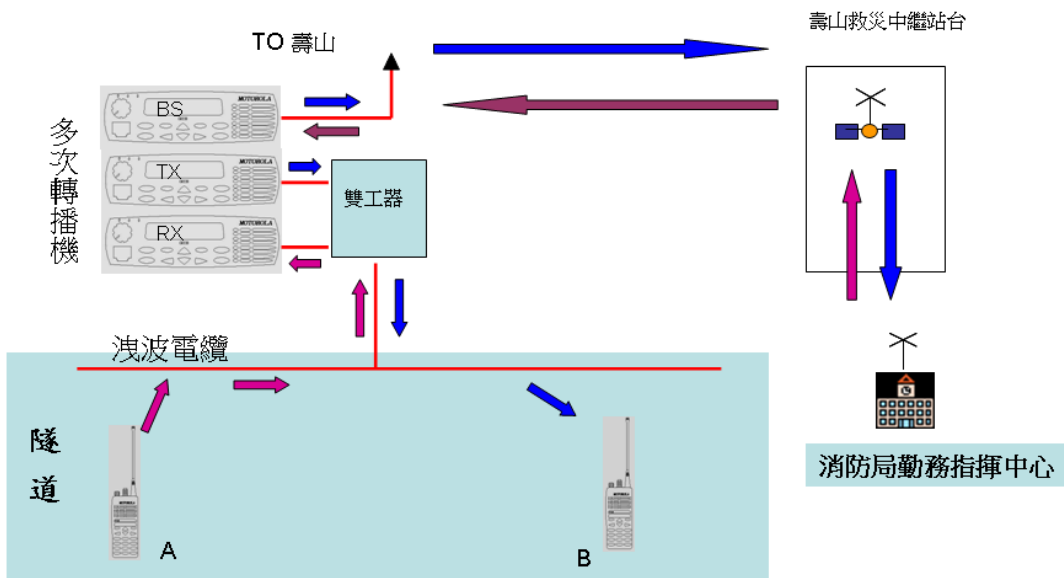


圖 4-10 高雄捷運車站救災無線電中繼模式示意圖

資料來源：盛凱通訊

第四章 常見地下場站救災無線電通訊架構之介紹

第二節 高雄夢時代購物中心自設無線電通訊設備之介紹

壹、背景介紹：

依據「設置標準」第 30 條規定：「樓高在 100 公尺以上建築物之地下層或總樓地板面積在 1000 平方公尺以上之地下建築物，應設置無線電通信輔助設備。」惟為數不少未達前揭標準之地下場站，為因應現場行車調度、電力控制、環境控制、機房調度、路線維修或其他緊急狀況之處理需求，乃自設無線電通訊設備，以為相互聯繫之用；本節將以高雄市著名標的建築物－夢時代購物中心地下停車場為例，探討其自設無線電通訊設備之架構，及其對火場救災通訊作業之影響。



圖 4-11 高雄夢時代購物中心外貌圖

貳、場所介紹：

- 一、 場所名稱：統正開發股份有限公司（夢時代購物中心）
- 二、 場所地址：高雄市前鎮區中華五路 789 號
- 三、 建築物構造：鋼骨 RC 結構
- 四、 建築物樓層數：地上 12 層、地下 5 層
- 五、 建築物高度：49.95 公尺
- 六、 場所用途：百貨商場、停車場
- 七、 總樓地板面積：401218.67 平方公尺
- 八、 管理委員會：夢時代購物中心
- 九、 停車場停車數量：地下停車場可停 1727 輛、立體停車場可停 1834 輛

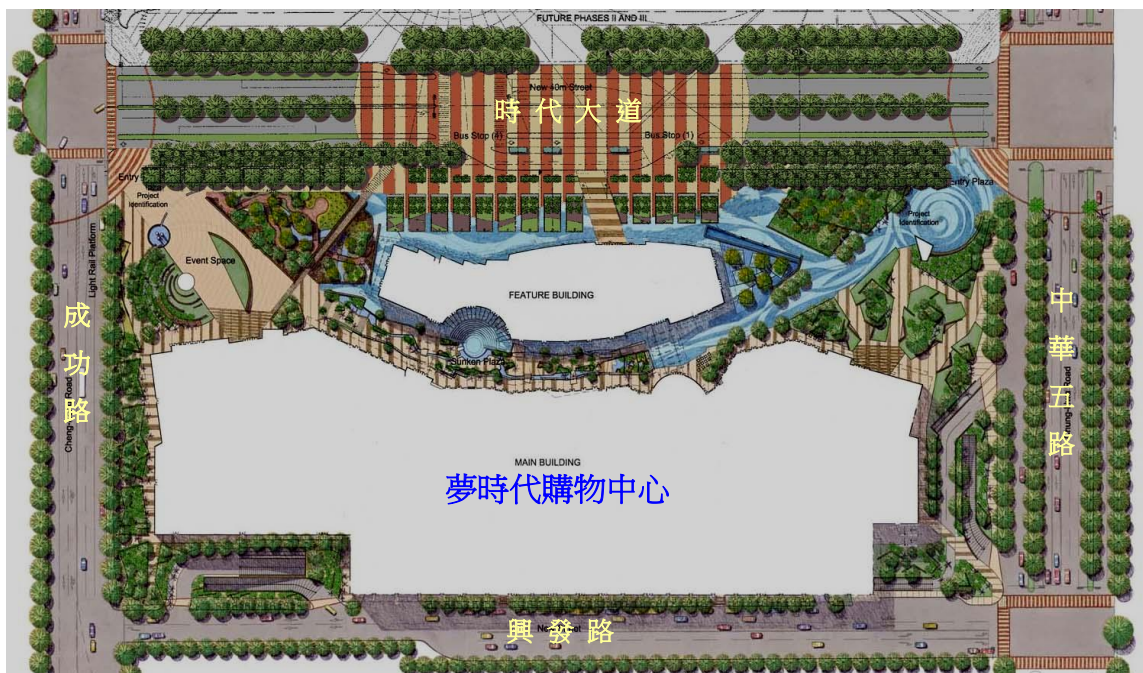


圖 4-12 高雄夢時代購物中心基地位置圖

參、設計說明：

夢時代購物中心目前採用之無線電機台型號為 KENWOOD 型式，中繼台設置於建築物第 2 及第 3 樓層間之機房，延伸同軸電纜至各樓層使發射/接收功率能涵蓋全棟，其主要設計說明如下：

一、無線電通訊設備依下列規定辦理：

- (一) 使用同軸電纜，該電纜必須適合無線電機台既有之 UHF 頻率。
- (二) 同軸電纜之標稱阻抗為 50 歐姆。
- (三) 分配器、混合器及其他類似設備，應使用介入衰耗少，且接頭部分有適當防水措施者。

二、除圖說及施工規範規定者，承包商於施工前應依消防法規，另行檢附施工圖等供業主、建築師審核，再據以施工。

三、為達本設備之最大效用，承包商於施工中應隨時作測試及調整，如未符合使用要求時，應即執行改善工程，本工程採責任施工。(以現場測試為準)

四、本無線電通訊系統使用 UHF 頻寬無線電波，且必須能涵蓋建築物地上層與地下層之範圍，人員持手提台於任一樓層發話，訊號經中繼台轉接，再發送至另一手提台接收。

肆、設備介紹：

一、無線電中繼台：

無線電中繼台(50W)建置於賣場第 2 及第 3 樓層間之機房，主要功能在轉接各樓層人員手提台所發出之訊號，使各台能相互聯繫。(如圖 4-13)



圖 4-13 高雄夢時代購物中心無線電中繼台

資料來源：盛凱通訊



圖 4-14 高雄夢時代購物中心無線電中繼台發話器與網路介面器

資料來源：盛凱通訊

二、無線電手提台：

無線電手提台(5W)屬日本原廠 KENWOOD 業務型對講機，依地區規格不同可設置 14 至 16 頻道，具操作簡易、舒適握感、堅固耐用等特性，另內建 QT/DQT 防干擾裝置、SCRAMBLER 密話裝置，以及電腦螢幕與語音頻道提示等功能。(詳如圖 4-15)



圖 4-15 高雄夢時代購物中心無線電手提台

資料來源：盛凱通訊



圖 4-16 高雄夢時代購物中心無線電手提台發話器、耳機、電池等配件
資料來源：盛凱通訊

肆、訊號流程分析：

夢時代購物中心之無線電通訊系統，係以 UHF 超高頻率，利用中繼台與同軸電纜收發無線電訊號，再中轉至各樓層，使人員能持手提台進行聯繫，惟該系統訊號發射範圍，僅限於同軸電纜與天線所涵蓋之區域，建築物外之他系統無線電設備，例如消防救災無線電頻道乃採 VHF 特高頻率，自然無法與之互通。

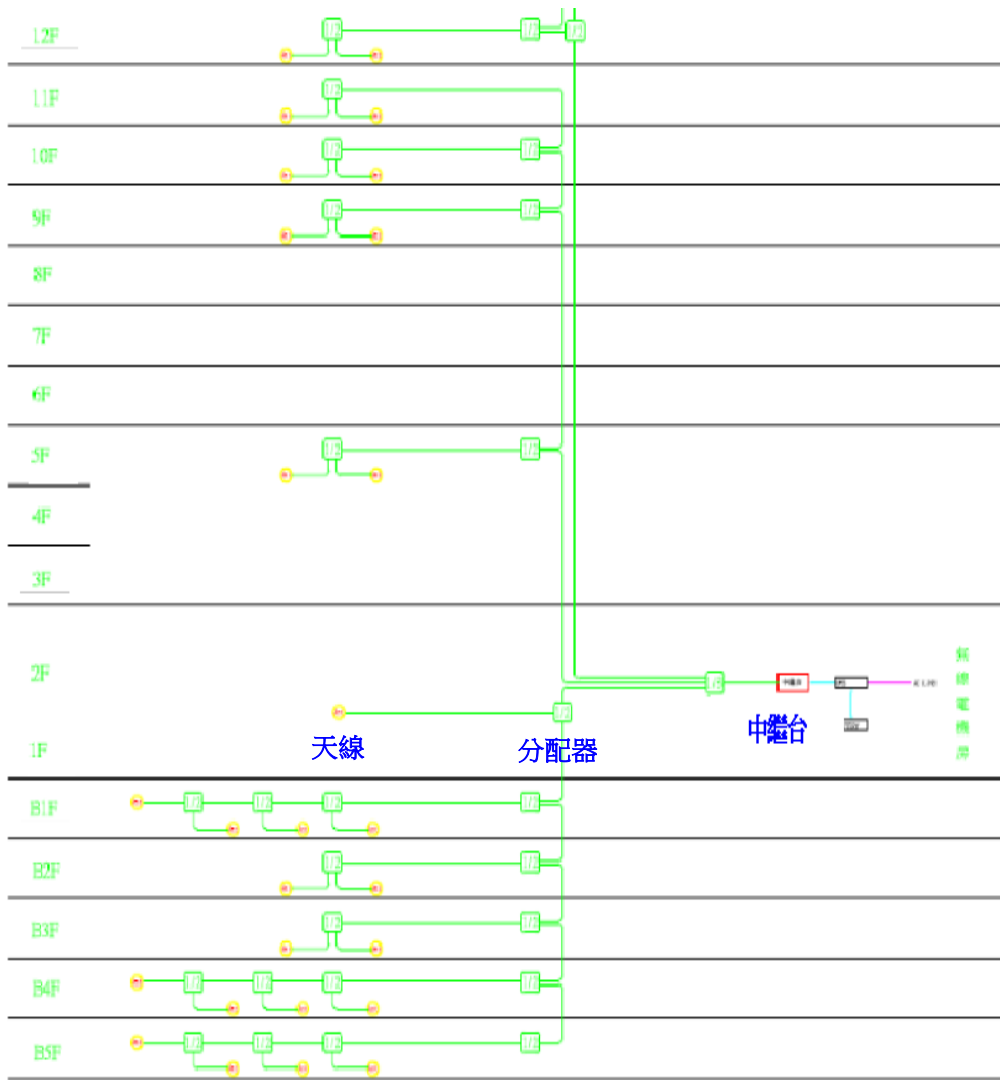


圖 4-17 高雄夢時代購物中心無線電通訊系統昇位圖

資料來源：盛凱通訊

第五章 研究方法

第一節 研究設計架構

有關研究方法架構方面，本研究以研究流程圖（如圖 1-1）配合研究方法，進而提出研究架構；研究方法理論敘述方面分為四個部分，包括地下場站無線電通訊現況分析與相關問題之文獻探討、專家深度訪談、實地測試，最後再依據測試結果對本研究作出結論與建議。（如圖 5-1）

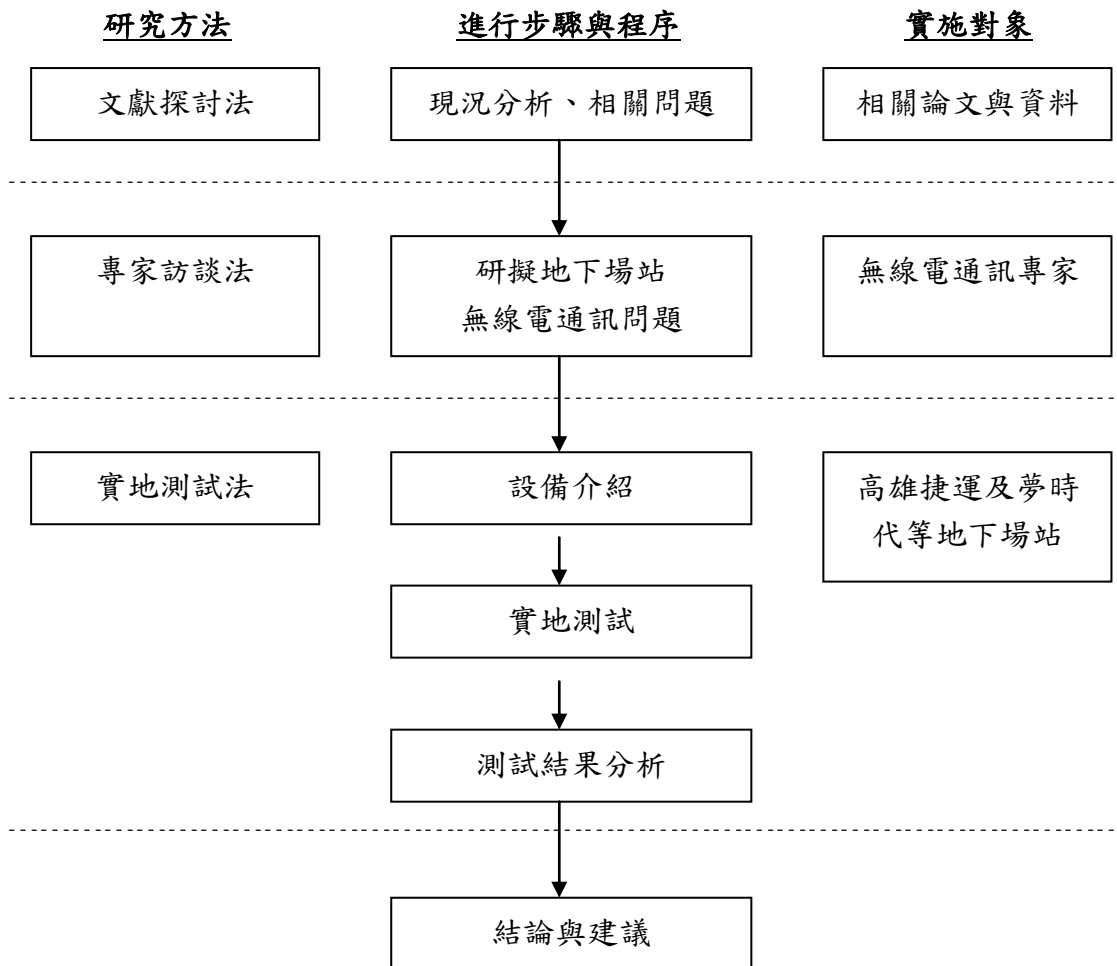


圖 5-1 研究架構圖

第五章 研究方法

第二節 研究步驟

壹、專家訪談：

針對高雄市政府消防局無線電業管股長、業務承辦人、大、中、分隊主官（管）及無線電通訊事業單位工程師等對於救災無線電管理具規劃、行政及實務經驗者，實施專家諮詢之深度訪談，期能探討分析出目前地下場站救災無線電通訊應用所面臨之問題，並研擬可行的處理對策，以作為未來消防機關無線電建置、管理及運作方式之參考，而深度訪談問卷係依據下列議題設計成 11 個問題：

- 一、分析高雄市政府消防局救災救護無線電通訊系統之運作模式與通訊障礙之原因。
- 二、研究建置無線電通信輔助設備場所(高雄捷運地下車站)之運作模式。
- 三、研究自設無線電通訊設備場所(夢時代購物中心)之運作模式與通訊障礙。
- 四、結合消防指揮車上之無線電轉播機，研究提升地下場站無線電通訊品質之可行性。
- 五、結合背負式無線電轉播機，研究提升地下場站無線電通訊品質之可行性與限制。

期能藉由上述從事消防機關高階管理者、基層使用無線電裝備執行災害搶救人員以及無線電通訊事業單位幹部就理論及實務上之經驗，探討如何提升地下場站無線電通訊品質，並提出未來運作方式之建議，盼能從訪談的內容及討論結果，歸納出本研究之重點。

一、訪談方式：

針對前述諮詢對象，以「深度訪談問卷」方式進行專人訪談，訪談結束後立即將問卷回收予以彙整。

二、訪談時間：

民國 104 年 3 月 9 日至 4 月 9 日共計 31 日。

三、改善救災無線電通訊品質訪談提案表：

- (一) 您認為高雄市政府消防局目前所建置之救災救護無線電通訊系統，使用上是否仍有改進之處或提升空間？
- (二) 您認為高雄市政府消防局目前所建置之救災救護無線電通訊系統，其通訊障礙原因為何？
- (三) 您認為高雄市政府消防局目前所配置之救災指揮通信平臺車，是否有助於提升地下場站消防無線電之通訊品質？
- (四) 您瞭解高雄捷運地下車站所建置無線電通信輔助設備之運作模式嗎？
- (五) 您認為高雄捷運地下車站所建置無線電通信輔助設備之運作模式，對消防救災有無助益？若無實質助益，建議如何改善？
- (六) 您瞭解高雄市夢時代購物中心地下停車場所建置無線電通信設備之運作模式嗎？
- (七) 您認為高雄市夢時代購物中心地下停車場所建置無線電通信設備之運作模式，對消防救災有無助益？若無實質助益，建議如何改善？
- (八) 您瞭解高雄市政府消防局指揮車配置無線電轉播機之原因為何？及其運作模式？
- (九) 您認為以無線電轉播機連接電纜線，延伸進入地下場站之運作模式，是否有助於提升無線電通訊品質？其優點及缺失為何？
- (十) 您瞭解背負式無線電轉播機之運作模式嗎？
- (十一) 您認為背負式無線電轉播機之運作模式，是否有助於提升地下場站之無線電通訊品質？其優點及缺失為何？

貳、實地測試：

對於無線電相關文獻所進行之探討，邀集該領域之官員及專家進行訪談，讓我們瞭解無線電訊號傳播之原理與架構，而透過特定地下場站（例如：高雄捷運車站、高雄夢時代購物中心地下停車場）無線電通信（輔助）

設備之介紹，更有助於理論與實務之結合；綜合上述，就高雄市政府消防局而言，目前能確保地下場站救災無線電通訊品質暢通無阻，最好之做法就是在地下場站新建之初，即依據消防法及其相關子法之規定，要求場所設置無線電洩波同軸電纜等通信輔助設備，但實務上無論是舊有場站法令不溯及既往，抑或是建商鑽研免設規定，綜觀高雄市現有地下場站，裝置前揭通信輔助設備者畢竟係屬少數，為此，本研究提出兩種不借助洩波同軸電纜，仍能提升地下場站無線電通訊品質之方案。

方案一係將高雄捷運公司移撥至消防局使用之移動式無線電轉播機予以改裝，以延伸電纜線進入地下場站並於端點加裝天線之方式，來達到傳遞訊息、相互連繫之目的；方案二係購置新型背負式無線電轉播機，藉由機台本身之中繼效果，以人工背負方式，於地下場站內任意移動至訊號最強的位置，一旦位置確定，可立即改為固定架設之模式，來達到收發訊息之目的。為了驗證上述 2 種方案對於提升地下場站救災無線電通訊品質之助益，特選定適當處所進行測試，並於以下章節探討其個別成效與優劣分析。

第六章 提升地下場站無線電通訊品質對策與建議

第一節 移動式無線電轉播機改裝測試

壹、前言：

為提升地下場站消防無線電通訊品質，研究在缺乏洩波同軸電纜等無線電通信輔助設備之情況下，以移動式無線電轉播機中繼無線電訊息之可行性，研究人員將前揭轉播機予以改裝，並選定高雄捷運地下車站及夢時代購物中心地下停車場等處所進行測試，以驗證其效果。

貳、設備介紹：

一、移動式無線電轉播機：

無線電轉播機原係高雄捷運通車時，捷運公司為符合消防法要求，所設置通信輔助設備之一，平日配置於消防指揮車上，一旦捷運車站發生災變，可將指揮車部署於事故車站地面層，使轉播機與車站之消防無線電界面箱作連結，以利無線電射頻信號由消防指揮車，經地面層透過車站建構之天線分佈網及洩波同軸電纜，注入地下車站之穿堂層、月台層及隧道區，進而提升地下車站消防無線電通訊之品質。

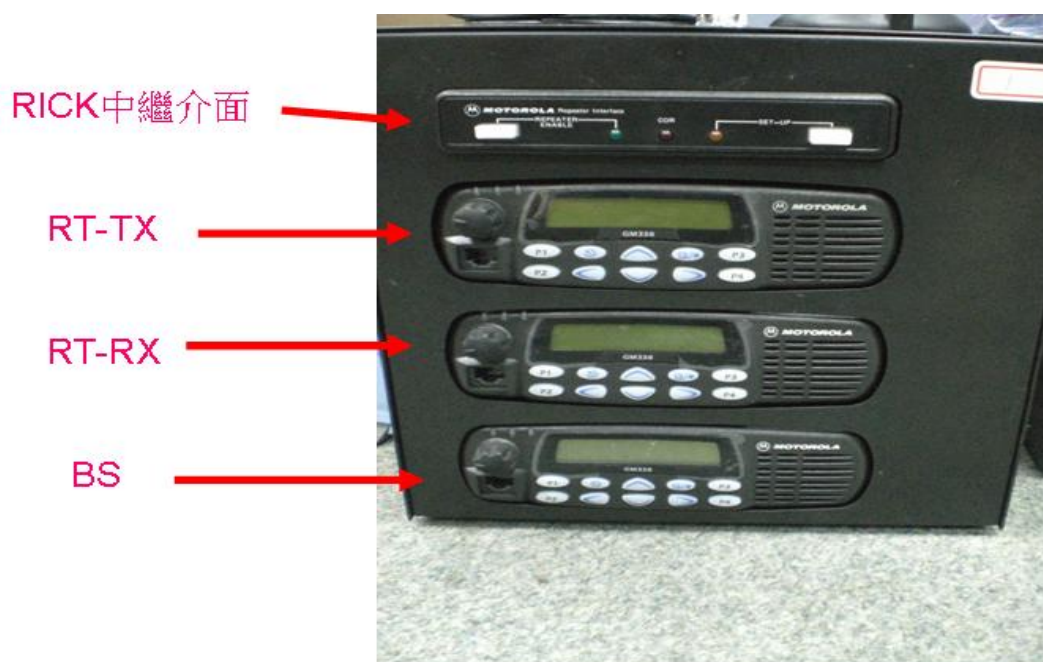


圖 6-1 移動式無線電轉播機

資料來源：高雄市政府消防局

二、消防指揮車：

原配置於高雄市政府消防局各中隊，供中隊幹部出勤指揮救災使用，將移動式無線電轉播機裝載於指揮車上，可機動調度趕赴發生災變之捷運車站，並因地制宜停靠於最接近消防無線電界面箱之出入口，以利架設電纜線延伸入室，傳送無線電訊息。



圖 6-2 消防中隊指揮車

資料來源：高雄市政府消防局

三、電纜線：

本研究目的在不使用洩波同軸電纜等無線電通信輔助設備之情況下，尋找維持地下場站一定水準以上無線電通訊品質之方法，自備電纜線可代替前揭洩波同軸電纜之功能，將地下場站之救災訊息傳送至消防指揮車上之無線電轉播機。



圖 6-3 電纜線

四、天線：

天線之功能主要接收與發送無線電波，藉以達到將無線電訊號在地下場站與地面層無線電轉播機間傳遞之目的。

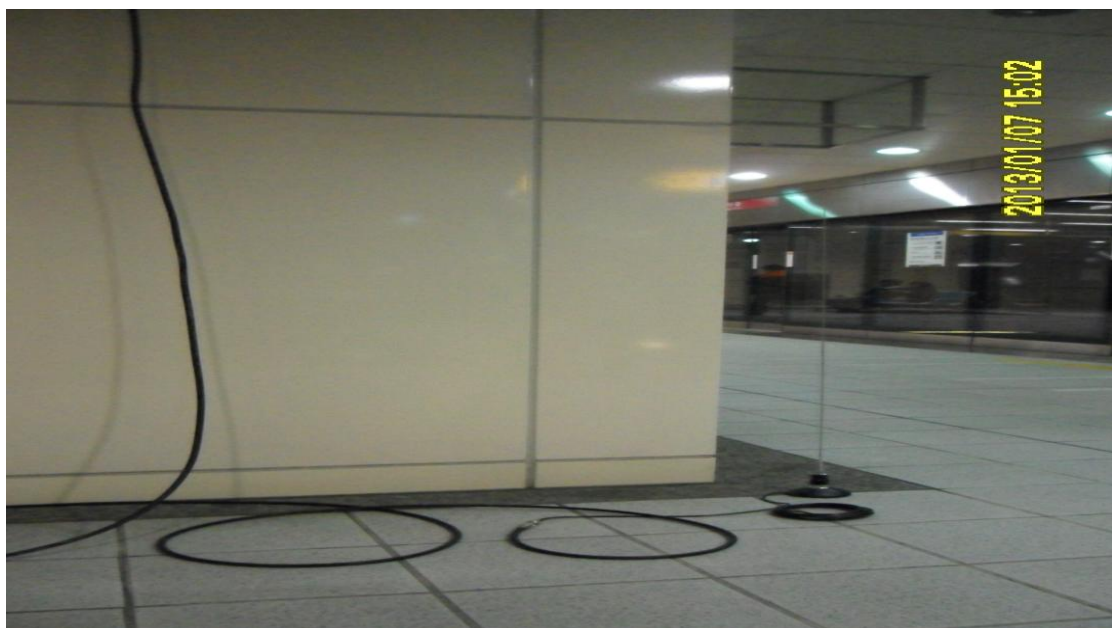


圖 6-4 天線

參、實地測試：

一、 測試日期與地點：

- (一) 民國 102 年 1 月 7 日 14 時 30 分；高雄捷運 R5 車站-前鎮高中站
- (二) 民國 102 年 7 月 3 日 14 時 30 分；高雄夢時代購物中心地下停車場
- (三) 民國 103 年 11 月 1 日 10 時 00 分；高雄捷運 R4 車站-草衙站
- (四) 民國 104 年 1 月 22 日 14 時 30 分；高雄捷運 R6 車站-凱旋站

二、 測試模式：

(一) 模式一

將無線電轉播機留置於消防指揮車上，延伸電纜進入地下場站（B2 層），進行通訊測試。

- 1、 步驟一：將無線電轉播機留置於消防指揮車上，利用車上電源啟動轉播機。



圖 6-5 無線電轉播機留置指揮車上測試實景

資料來源：高雄市政府消防局

- 2、 步驟二：將電纜線一端連接無線電轉播機之「車站內部」接頭，另一端延伸進入地下場站（B2層），並於端點架設天線。



圖 6-6 模式一無線電轉播機與電纜線連接實景

資料來源：高雄市政府消防局



圖 6-7 模式一電纜線延伸至地下場站實景

資料來源：高雄市政府消防局



圖 6-8 模式一電纜線延伸至地下場站架設天線實景

資料來源：高雄市政府消防局

- 3、 步驟三：將另一天線架設於消防指揮車車頂，並連接無線電轉播機之「車站外部」接頭。



圖 6-9 模式一地面層天線架設實景

資料來源：高雄市政府消防局

4、 測試結果：

- (1) 以 15 號頻道實施測試，地面層無線電轉播機處與地下場站 B2 層天線架設處四周半徑各約 40 公尺範圍內，通訊訊號清晰。
- (2) 另以 2 台手提無線電於 B2 層天線架設處半徑約 40 公尺範圍內進行測試，通訊訊號清晰。



圖 6-10 模式一地下場站無線電測試實景

資料來源：高雄市政府消防局

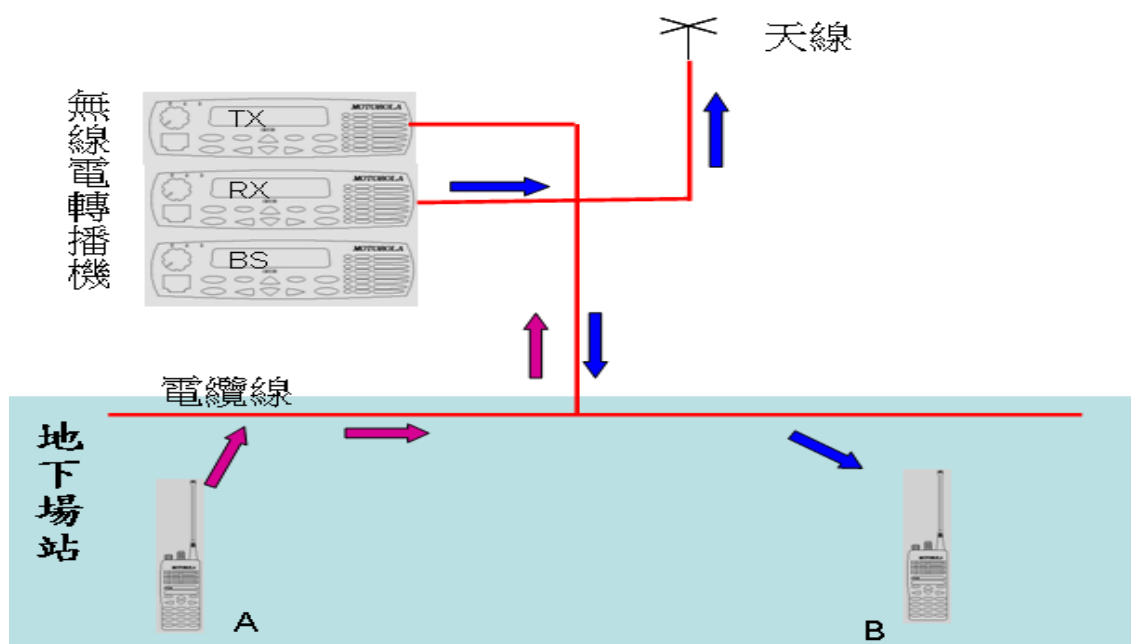


圖 6-11 無線電轉播機模式一改裝測試示意圖

(二) 模式二

將無線電轉播機移置地下車站，分別向地面層及其下層樓層延伸電纜線，進行通訊測試。

- 1、 步驟一：將無線電轉播機移置於地下場站（B1 層），接上電源及電壓轉換器。



圖 6-12 模式二無線電轉播機移置地下場站測試實景

資料來源：高雄市政府消防局



圖 6-13 模式二無線電轉播機連接緊急電源測試實景

資料來源：高雄市政府消防局



圖 6-14 模式二無線電轉播機連接電壓轉換器測試實景

資料來源：高雄市政府消防局

- 2、 步驟二：準備 2 條電纜線（纜線 A 與 B）連接無線電轉播機，纜線 A 與「車站內部」接頭連接；纜線 B 與「車站外部」接頭連接。



圖 6-15 模式二無線電轉播機與電纜線連接實景

資料來源：高雄市政府消防局

- 3、 步驟三：將纜線 A 延伸至下層樓層，並架設天線；纜線 B 延伸至地面層，並架設天線，開始進行測試。



圖 6-16 模式二纜線 A 架設天線測試實景

資料來源：高雄市政府消防局



圖 6-17 模式二纜線 B 架設天線測試實景

資料來源：高雄市政府消防局

4、 測試結果：

(3)以 15 號頻道實施測試，地面層天線架設處與地下場站 B2 層天線架設處四周半徑各約 40 公尺範圍內，通訊訊號清晰。

(4)另以 2 台手提無線電於 B2 層天線架設處半徑約 40 公尺範圍內進行測試，通訊訊號清晰。

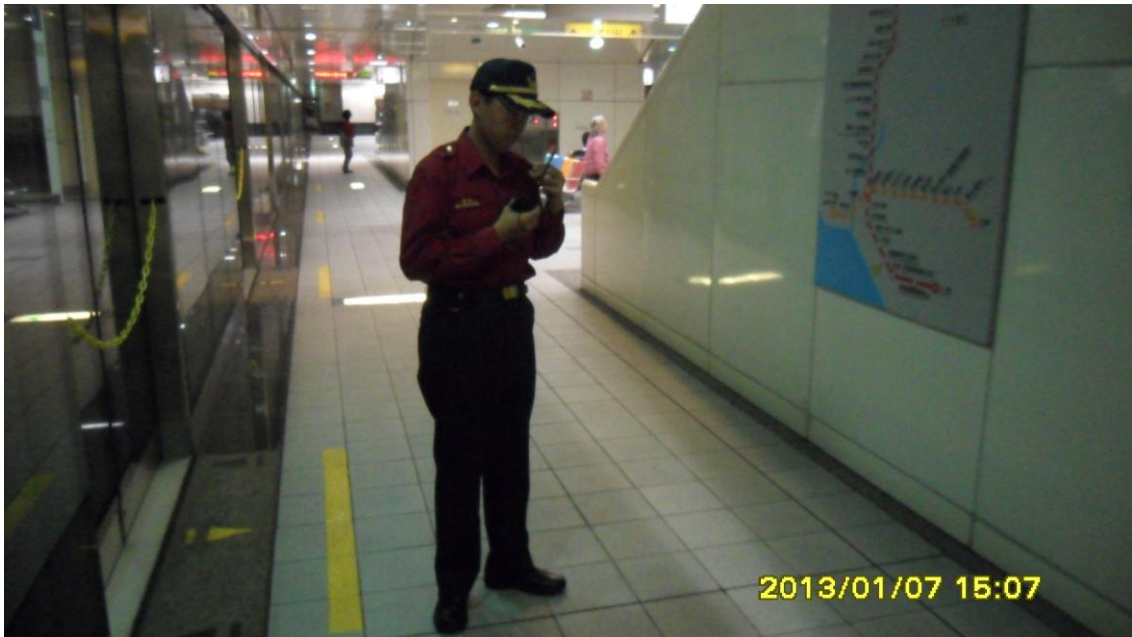


圖 6-18 模式二地下場站無線電測試實景

資料來源：高雄市政府消防局

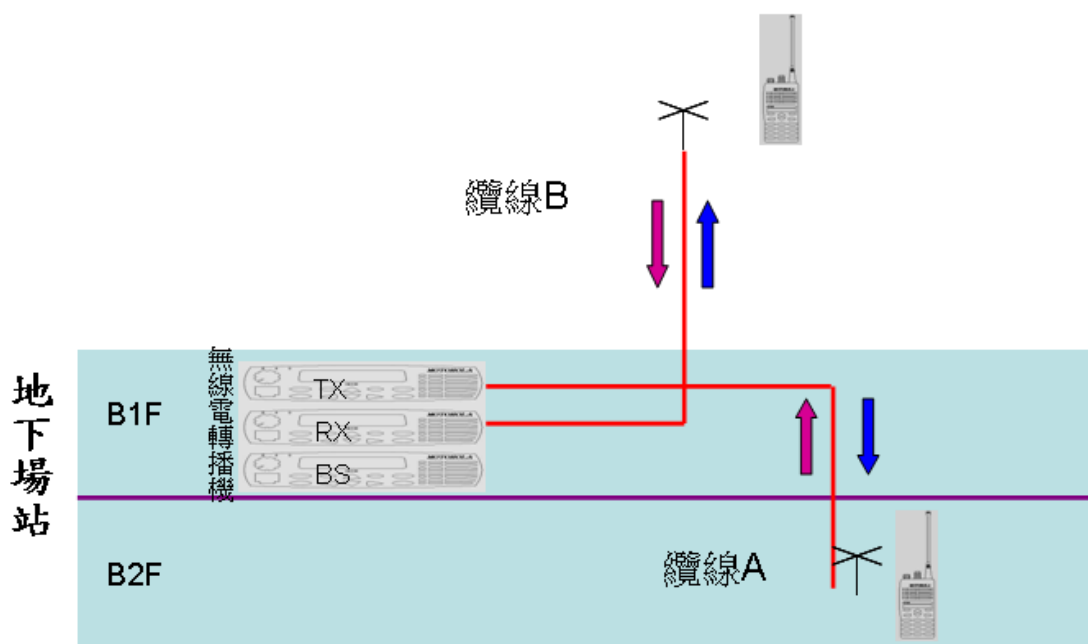


圖 6-19 無線電轉播機模式二改裝測試示意圖

(三) 外接模式

沿續模式一之改裝型態，將無線電轉播機留置消防指揮車上，使用分叉器將電纜線分岔延伸進入不同之地下樓層，並架設天線進行通訊測試。

- 1、 步驟一：將無線電轉播機留置於消防指揮車上，利用車上電源啟動轉播機。
- 2、 步驟二：將電纜線一端連接無線電轉播機之「車站內部」接頭，另一端延伸進入地下場站，使用分叉器連接纜線 A 與纜線 B，纜線 A 延伸進入 B1 層，纜線 B 延伸進入 B2 層，並於端點分別架設天線。
- 3、 步驟三：將第 3 支天線架設於消防指揮車車頂，並連接無線電轉播機之「車站外部」接頭。



圖 6-20 電纜線分岔延伸各地下樓層測試實景 (一)

資料來源：高雄市政府消防局



圖 6-21 電纜線分岔延伸各地下樓層測試實景 (二)

資料來源：高雄市政府消防局

4、 測試結果：

- (1) 以 15 號頻道實施測試，地面層天線架設處與地下場站 B1、B2 層天線架設處四周半徑各約 40 公尺範圍內，通訊訊號清晰。
- (2) 另以 2 台手提無線電分別於 B1 及 B2 層天線架設處半徑約 40 公尺範圍內進行測試，通訊訊號清晰。

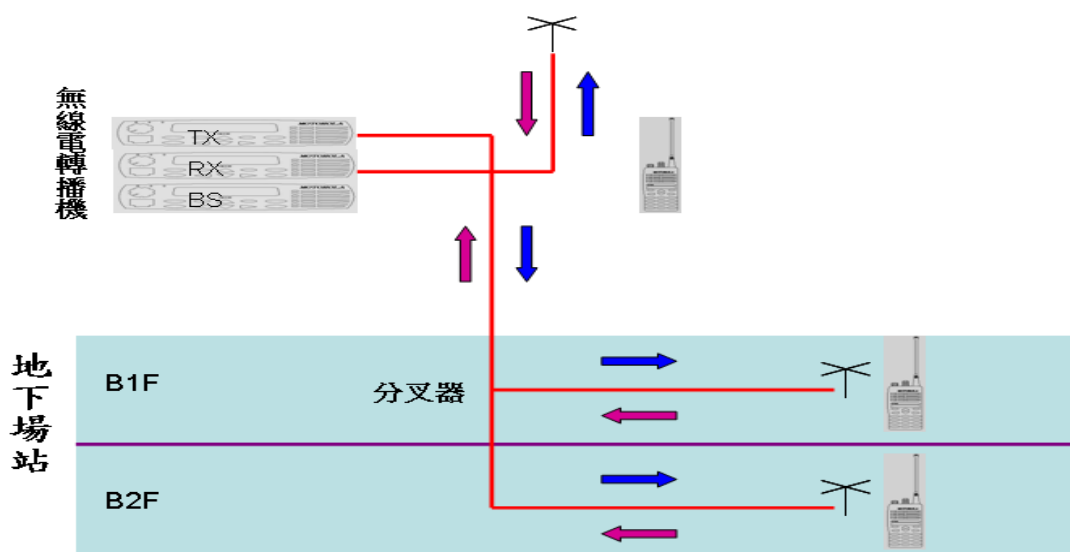


圖 6-22 無線電轉播機外接模式改裝測試示意圖

肆、測試結果優劣分析：

一、 模式一測試優劣分析：

- (一) 優點：將無線電轉播機放置於消防指揮車上，利用車上電源啟動轉播機，免外接其他電源，另直接延伸電纜至地下層進行無線電通訊，優點係架設簡易、迅速。
- (二) 缺點：隨著電纜線延伸進入較深樓層，其末端天線距離轉播機愈來愈遠，容易導致訊號變弱，造成收發訊號不清。

二、 模式二測試優劣分析：

- (一) 優點：將無線電轉播機移置地下樓層，分別向上及向下樓層延伸電纜線進行無線電通訊，優點係訊號較強、較清晰。
- (二) 缺點：將無線電轉播機移置地下樓層，無法利用車上電源啟動，需另外連接緊急電源與電壓轉換器，缺點係設備架設費時不易。

第六章 提升地下場站無線電通訊品質對策與建議

第二節 背負式無線電轉播機介紹與測試

壹、前言：

前節所介紹者係將消防局所配置之捷運車站用移動式無線電轉播機進行改裝，以達到在缺乏無線電通信輔助設備之情況下，於地下場站內收發無線電訊息之方式，本節將介紹另一型背負式轉播機，以免接電纜之模式，於地下場站內之任一角落，達成收發訊息之目的，同樣選定捷運車站及夢時代購物中心地下停車場等處所進行測試，以驗證其效果。

貳、設備介紹：

該機種採內嵌式緊湊設計，內置微型雙工器，整機小巧輕便，配合攜帶及安裝之其他配件，可應用於背負式、拉箱式、牆掛式、機櫃式等多種場合下之使用需求；另提供多種供電方案，以因應突發性事件之緊急通信需求；開放式二次開發介面及標準 IP 網口，提供豐富及便捷之擴展應用；全機採高防護等級，即使位處野外或雨天等特殊工作環境下亦可正常使用。

一、機體概要介紹：



圖 6-23 主機



圖 6-24 電池盒與
連接線



圖 6-25 雙肩式
背包



圖 6-26 肩掛式
麥克風



圖 6-27 電源線

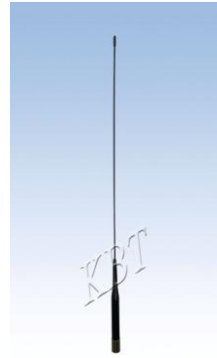


圖 6-28 天線



圖 6-29 電源適
配器



圖 6-30 電池支架



圖 6-31 雙工器

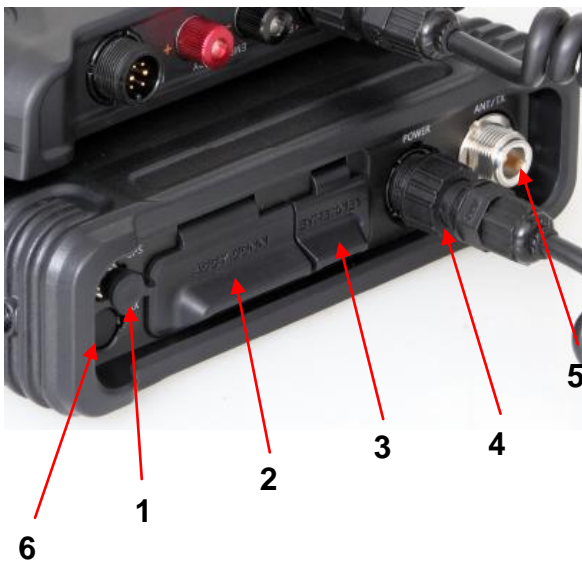


圖 6-32 背負式轉播機主機細部介紹 (一)

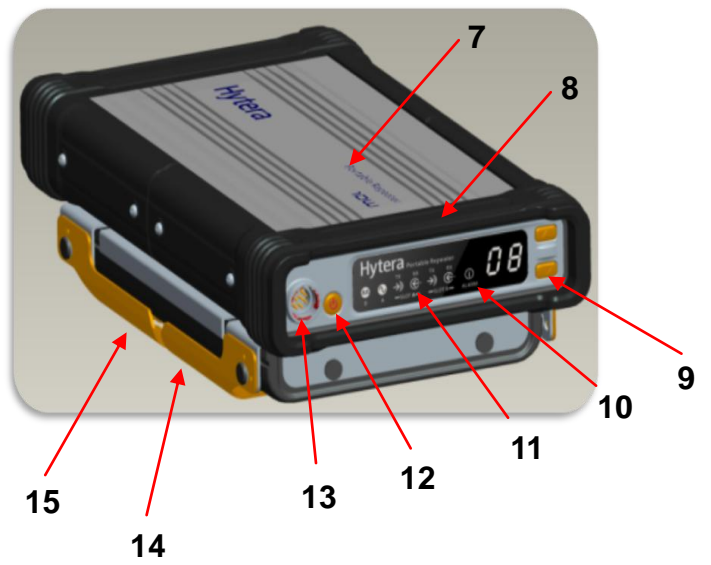


圖 6-33 背負式轉播機主機細部介紹 (二)

二、機體細部介紹：

- | | |
|----------------------------------|-------------|
| 1.SMA 連接器 (GPS 天線) | 8.主機保護套 |
| 2.DB26 介面防水蓋 | 9.通道選擇按鍵 |
| 3.RJ45 介面防水蓋 | 10.LED 數碼顯示 |
| 4.電源航空頭連接器 | 11.狀態指示 LED |
| 5.N 型連接器 (天線) | 12.電源按鍵 |
| 6.SMA 連接器 (外置雙工器)
/膠塞 (內置雙工器) | 13.麥克風介面 |
| 7.主機型材鋁殼 | 14.電池盒 |
| | 15.電池支架 |

三、機體功能特性：

- (一) 適用於建築物內通訊死角之信號中繼，可採牆掛式、行徑中之拉箱式中繼模式，或應用於林業防火之背負式中繼等多種應用場景。
- (二) 內置 GPS 定位模組，支援 GPS 資料傳輸。
- (三) 具高速網路連結器。
- (四) 全機防水、防塵設計。
- (五) 整機厚度僅為 42mm，重量小於 5 公斤 (含電池重量)，內置雙工器。
- (六) 智慧型監控電池狀態，例如：剩餘電量預測、相對容量百分比、電池使用狀態記錄等；三重電芯保護功能，確保充電過程更加安全、可靠；電池可單獨拆卸，維護與修理方便，快速充電，充電時間小於 5 小時。
- (七) 機體各組件安裝及拆卸快速便捷。
- (八) 雙肩式背包採防水透氣面料，腰肩位置設計符合人體工學，確保長時間背負之身體舒適性。
- (九) 10W 天線覆蓋範圍：VHF 頻道半徑可達 3.7 公里；UHF 頻道半徑可達 5 公里。

參、適用作業環境：

- 一、 突發事件作業環境，例如：地震、冰凍、暴亂、火災等現場。
- 二、 特殊作業環境，例如：隧道、地下場所、無通訊覆蓋區域等現場。
- 三、 臨時性作業環境，例如：集會、賽事、遊行活動、選舉、保衛、水利、電信作業等現場。
- 四、 移動性作業環境，例如：林業、員警戶外作業、軍隊野外作業、野外勘探考察等現場。
- 五、 室內覆蓋環境，可作為室內專網通信盲區信號覆蓋解決方案，解決無線信號死角之問題。

以上作業環境，缺乏固定之基礎通信設施或原設施遭受損毀，短期無法安裝或回復，但因作業需求，亟需緊急搭建臨時無線電通信中繼站，利用背負式無線電轉播機之非受限轉播功能，能快速建立無線電通訊網絡，以利作業人員進入實施援救、施工或相關作業。

肆、實地測試：

一、 測試日期與地點：

- (一) 民國 102 年 1 月 7 日 14 時 30 分；高雄捷運 R5 車站-前鎮高中站
- (二) 民國 102 年 7 月 3 日 14 時 30 分；高雄夢時代購物中心地下停車場
- (三) 民國 103 年 11 月 1 日 10 時 00 分；高雄捷運 R4 車站-草衙站
- (四) 民國 104 年 1 月 22 日 14 時 30 分；高雄捷運 R6 車站-凱旋站

二、 測試步驟：

(一) 步驟一

將無線電轉播機各組件予以組裝，背負於測試人員身上，進行通訊測試。



圖 6-34 背負式無線電轉播機測試實景（一）

（二）步驟二

測試人員背負無線電轉播機，於地下場站各樓層四處行走，期間於多處定點，與地面層人員以手提無線電進行通訊測試。



圖 6-35 背負式無線電轉播機測試實景（二）



圖 6-36 背負式無線電轉播機測試實景 (三)



圖 6-37 背負式無線電轉播機測試實景 (四)

三、 測試結果：

- (一) 以 7 號頻道實施測試，地面層人員持手提無線電與地下場站 B2 層背負式轉播機定位處四周半徑各約 40 公尺範圍內進行通訊，訊號清晰，隨意移動轉播機位置再進行測試，通訊訊號依然清晰。
- (二) 另以 2 台手提無線電於 B2 層背負式轉播機定位處半徑約 40 公尺範圍內進行測試，通訊訊號清晰，隨意移動轉播機位置再進行測試，通訊訊號依然清晰。
- (三) 選定樑、柱旁及其他建築物通訊死角處進行測試，通訊訊號依然清晰。

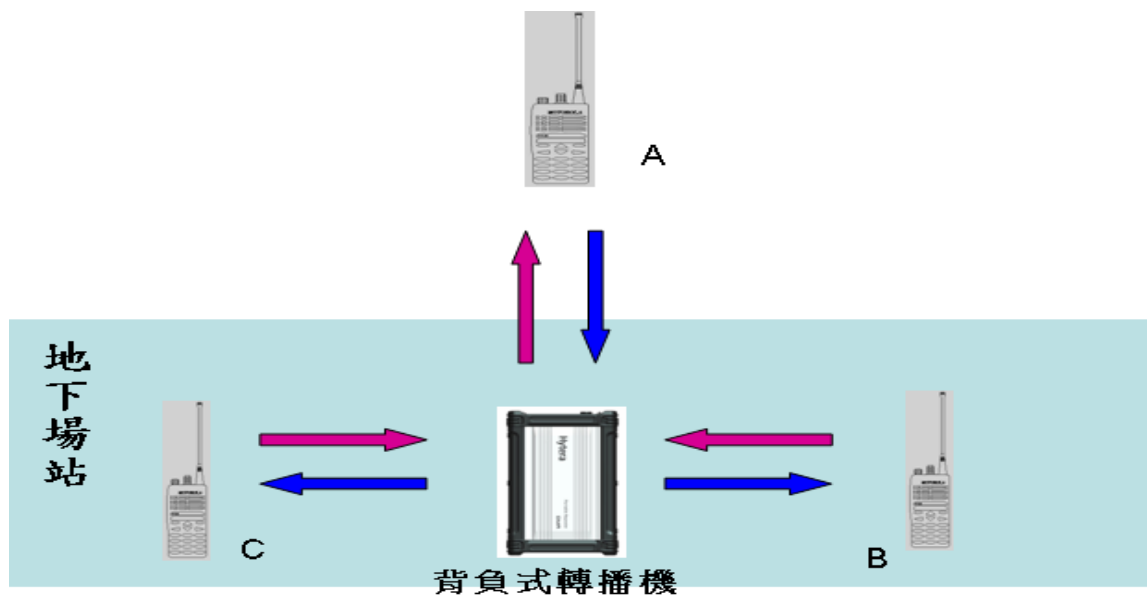


圖 6-38 背負式無線電轉播機測試示意圖

伍、 測試結果優劣分析：

一、 優點：

- (一) 可以人工背負進入地下場站之火場，機動調整收訊位置，或置於訊號良好之固定點收訊，收發效果較全面、區域較廣泛，且因係以機

組直接轉發，訊號較強、瓦數較高。

(二) 收訊狀況若受環境因素影響，例如因建物結構造成死角，可隨時機動調整至收訊最暢通之位置。

二、缺點：購置成本較高，可列入無線電中、長期建置計畫。

第六章 提升地下場站無線電通訊品質對策與建議

第三節 專家深度訪談與紀錄

茲選定高雄市政府消防局大隊長王崇旭、盛凱通訊有限公司工程師毛銘詰等 9 人作為深度訪談對象，受訪人員均為無線電通訊應用、管理或相關領域之專家，具有專精學術及豐富之實務經驗，茲將相關資料及訪談時間整理如表 6-1 所示，而深度訪談之內容分述如后。

表 6-1 專家深度訪談資料表

編號	訪談對象	訪談對象職稱	訪談地點	訪談時間
1	王崇旭	高雄市政府消防局 大隊長	高雄市政府消防局 第一大隊大隊長室	104.03.22 15：00～16：00
2	陳秋蒼	高雄市政府消防局 副大隊長	高雄市政府消防局 第一大隊副大隊長室	104.03.26 14：00～15：00
3	伍有智	高雄市政府消防局 股長	高雄市政府消防局 救災救護指揮中心	104.03.10 14：30～16：30
4	曾建國	高雄市政府消防局 副中隊長	高雄市政府消防局 前鎮分隊	104.03.09 09：30～10：30
5	高學賢	高雄市政府消防局 科員	高雄市政府消防局 災害管理科	104.04.09 14：30～15：30
6	陳孟弘	高雄市政府消防局救災 指揮通信平臺車保養人	高雄市政府消防局 特搜中隊	104.03.19 13：30～14：30
7	王紀翔	福明達工程有限公司 工程師	高雄市政府消防局 前鎮分隊	104.03.15 21：00～22：00
8	毛銘詰	盛凱通訊有限公司 工程師	盛凱通訊有限公司 會議室	104.03.13 14：00～15：00
9	蔡聯成	盛凱通訊有限公司 工程師	盛凱通訊有限公司 會議室	104.03.13 15：00～16：00

深度訪談紀錄

(編號 1)

壹、訪談時間：104 年 3 月 22 日 15 時 00 分至 16 時 00 分

貳、訪談對象：高雄市政府消防局第一救災救護大隊王崇旭大隊長

參、訪談內容：

一、您認為高雄市政府消防局目前所建置之救災救護無線電通訊系統，使用上是否仍有改進之處或提升空間？

答：縣市合併後，無線電系統之整合仍有落差，如手提台品牌種類繁多，訊息發射與接收均使用同一頻道，效率不一。

二、您認為高雄市政府消防局目前所建置之救災救護無線電通訊系統，其通訊障礙原因為何？

答：本局中繼台數量不足，直接影響無線電通訊品質；另手提台機型種類不一，也是通訊障礙因素之一。

三、您認為高雄市政府消防局目前所配置之救災指揮通信平臺車，是否有助於提升地下場站消防無線電之通訊品質？

答：否，地下站體應藉由建置無線電通信輔助設備，來提升其通訊品質。

四、您瞭解高雄捷運地下車站所建置無線電通信輔助設備之運作模式嗎？

答：瞭解。主要透過洩波同軸電纜方式發射電波，並搭載分配器、混合器、分波器及其他設備輔助之。

五、您認為高雄捷運地下車站所建置無線電通信輔助設備之運作模式，對消防救災有無助益？若無實質助益，建議如何改善？

答：確有助益。

六、 您瞭解高雄市夢時代購物中心地下停車場所建置無線電通信設備之運作模式嗎？

答： 瞭解。為該場所自設之無線電通訊系統。

七、 您認為高雄市夢時代購物中心地下停車場所建置無線電通信設備之運作模式，對消防救災有無助益？若無實質助益，建議如何改善？

答： 該設備無助於救災使用，應依「設置標準」之「無線電通信輔助設備」相關規定，設置具有能與消防車無線電機台連接接頭之輔助設備，方有助於救災通訊使用。

八、 您瞭解高雄市政府消防局指揮車配置無線電轉播機之原因為何？及其運作模式？

答： 主要用於連接無線電通信輔助設備，除可以一般直通模式通話外，更可以中繼模式作為指揮頻道通話用。

九、 您認為以無線電轉播機連接電纜線，延伸進入地下場站之運作模式，是否有助於提升無線電通訊品質？其優點及缺失為何？

答： 確有助益，其優缺點分述如下：

(一) 優點：架設簡單。

(二) 缺點：架設需額外人力且費時，在目前消防人力捉襟見肘之情況下，於救災現場緩不濟急。

十、 您瞭解背負式無線電轉播機之運作模式嗎？

答： 瞭解。該轉播機係由人員背負進入無線電信號不佳場所，作中繼通訊使用。

十一、 您認為背負式無線電轉播機之運作模式，是否有助於提升地下場站之無線電通訊品質？其優點及缺失為何？

答： 確有助益，其優缺點分述如下：

(一) 優點：機動性佳。

(二) 缺點：

1. 研判最佳通訊位置不易。
2. 所費不貲。

(編號 2)

壹、訪談時間：104 年 3 月 26 日 14 時 00 分至 15 時 00 分

貳、訪談對象：高雄市政府消防局第一救災救護大隊陳秋蒼副大隊長

參、訪談內容：

一、您認為高雄市政府消防局目前所建置之救災救護無線電通訊系統，使用上是否仍有改進之處或提升空間？

答：無線電中繼台設備老舊，常有訊號干擾或收訊不清等情況，另救護專用頻道數不足，尤其第三至第六大隊轄區，救護頻道使用情形過於壅塞。

二、您認為高雄市政府消防局目前所建置之救災救護無線電通訊系統，其通訊障礙原因為何？

答：無線電中繼台數量不足，目前僅設置壽山、凱旋、林園、中寮、藤枝等 5 座，導致無線電訊號容易因地形地物或地下室等影響而遭遮蔽。

三、您認為高雄市政府消防局目前所配置之救災指揮通信平臺車，是否有助於提升地下場站消防無線電之通訊品質？

答：救災指揮通信平臺車不是無線電中繼台，該車主要應用在災區各種資訊、數據及影像之整合作業。

四、您瞭解高雄捷運地下車站所建置無線電通信輔助設備之運作模式嗎？

答：瞭解。原理係無線電訊號透過捷運車站建置洩波同軸電纜之傳遞，使地面層指揮官能與地下車站內之救災人員進行通訊。

五、您認為高雄捷運地下車站所建置無線電通信輔助設備之運作模式，對消防救災有無助益？若無實質助益，建議如何改善？

答：有實質助益。

六、 您瞭解高雄市夢時代購物中心地下停車場所建置無線電通信設備之運作模式嗎？

答： 瞭解。為業者自行建置之無線電通訊系統，人員可在該設備功率涵蓋範圍內，以無線電手提台進行通訊。

七、 您認為高雄市夢時代購物中心地下停車場所建置無線電通信設備之運作模式，對消防救災有無助益？若無實質助益，建議如何改善？

答： 因所使用之頻道（超高頻 UHF）與消防局救災頻道（特高頻 VHF）不同，無法相互通聯，建議業者加裝 VHF 基地台，並更換高低雙頻天線，應能克服上開問題。

八、 您瞭解高雄市政府消防局指揮車配置無線電轉播機之原因為何？及其運作模式？

答：（一）為使地下車站訊息能藉由洩波同軸電纜連接轉播機，傳送至地面層指揮官，並中轉至消防局指揮中心。

（二）運作模式為車站內消防人員發送之訊息，經由洩波同軸電纜連接轉播機，傳送至地面層救災指揮官；另一方面係透過 BS 主機發送出去，經壽山基地台中轉訊號予消防局指揮中心。

九、 您認為以無線電轉播機連接電纜線，延伸進入地下場站之運作模式，是否有助於提升無線電通訊品質？其優點及缺失為何？

答： 確有助益，其優缺點分述如下：

（一）優點：架設簡單，訓練容易。

（二）缺點：架設耗時，緩不濟急。

十、 您瞭解背負式無線電轉播機之運作模式嗎？

答： 瞭解。係由人員背負進入通訊不良之區域，具無線電中繼功能，能提升通訊品質。

十一、您認為背負式無線電轉播機之運作模式，是否有助於提升地下場站之無線電通訊品質？其優點及缺失為何？

答：確有助益，其優缺點分述如下：

- (一) 優點：涵蓋區域較廣泛，訊號較強。
- (二) 缺點：購置價格太高，目前消防局經費有限

(編號 3)

壹、訪談時間：104 年 3 月 10 日 14 時 30 分至 16 時 30 分

貳、訪談對象：高雄市政府消防局救災救護指揮中心伍有智股長

參、訪談內容：

一、您認為高雄市政府消防局目前所建置之救災救護無線電通訊系統，使用上是否仍有改進之處或提升空間？

答：(一) 本局資通訊專業人員有限，建議對外徵才，或招募對無線電通訊業務有興趣之基層隊員，施予專業訓練，以協助執行各項資通訊勤業務。

(二) 無線電通訊承辦人員常有異動，技術與經驗需要傳承，建議相關流程應予法制化，始有助於技術之提升。

(三) 目前有關各項無線電設備之建置與維護，多數委外作業，易被廠商左右，亟需培養專業人力。

(四) 本局無線電通訊安全等級尚待提升，未來宜爭取實施頻道加密。

(五) 無線電中繼台設備逐漸老舊，現階段恐難以因應大規模消防救災使用，應儘速汰舊更新。

二、您認為高雄市政府消防局目前所建置之救災救護無線電通訊系統，其通訊障礙原因為何？

答：(一) 本局無線電中繼台不足，因中繼台設置數量，直接影響無線電訊號轉接難易程度，也是訊號清晰與否之關鍵因素，本局目前已設置中繼台 5 座，近期規劃於田寮區大崗山一帶新設 1 座中繼台，期能提升無線電訊號中繼效果。

(二) 消防機關使用之無線電頻譜係屬 VHF(另有 UHF 頻譜)，與警察、海巡及衛生等單位共用，而 NCC 核定各縣市之頻譜數亦有限，使本局能夠設置之中繼台數量隨之受限，且各縣市消防局因使用頻道相近，常發生同頻干擾之情形。

三、 您認為高雄市政府消防局目前所配置之救災指揮通信平臺車，是否有助於提升地下場站消防無線電之通訊品質？

答： 救災指揮通信平臺車之主要功能在整合災區各搶救單位有關語音、數據、影像、視訊會議、公用網路及衛星電話等資訊，本身並無無線電訊號中繼功能，對於提升地下場站消防無線電之通訊品質，效果有限。

四、 您瞭解高雄捷運地下車站所建置無線電通信輔助設備之運作模式嗎？

答： 瞭解。原理係消防人員利用移動式無線電轉播機或消防車車裝台連接捷運車站建置之洩波同軸電纜，進行地面層與地下車站間無線電訊號之傳遞，其流程分為現場直通模式與基地台中繼模式兩種。

五、 您認為高雄捷運地下車站所建置無線電通信輔助設備之運作模式，對消防救災有無助益？若無實質助益，建議如何改善？

答： 有實質助益。惟目前多數地下場站均未設置該設備，應推廣或立法強制要求設置，以維護消防人員救災安全。

六、 您瞭解高雄市夢時代購物中心地下停車場所建置無線電通信設備之運作模式嗎？

答： 瞭解。為業者自行建置之無線電通訊系統，人員可在該設備功率涵蓋範圍內，以無線電手提台進行通訊。

七、 您認為高雄市夢時代購物中心地下停車場所建置無線電通信設備之運作模式，對消防救災有無助益？若無實質助益，建議如何改善？

答： 該設備係業者自行建構，所使用之頻道與本局救災頻道不同，無法相互通聯，亦無助於消防救災，建議業者比照捷運車站模式，增設洩波同軸電纜等輔助設備。

八、 您瞭解高雄市政府消防局指揮車配置無線電轉播機之原因為何？及

其運作模式？

答：(一) 高雄捷運車站所建置之洩波同軸電纜，必須連接消防車之無線電車裝台，始能達成車站內外無線電通訊之目的，但僅限直通頻道，為使地下車站火場資訊能藉由中繼台傳送至消防局指揮中心，捷運公司特別設計一組結合無線電接收 (RT-RX)、發射 (RT-TX) 及中轉 (BS) 等功能於一身之轉播機，移撥予消防局使用。

(二) 運作模式分為直通與中繼兩種：

1. 直通模式：車站內消防人員發送之訊息，經由洩波同軸電纜收訊，傳送至無線電轉播機之雙工器接收端，再由 RT-RX 主機接收，使地面層救災指揮官能得知訊息；反向則由地面層救災指揮官發話，由控制器控制將訊號透過 RT-TX 主機發送出去，再經洩波同軸電纜傳送至車站內之消防人員收訊。
2. 中繼模式：地面層救災指揮官發話，由控制器控制將訊號透過 BS 主機發送出去，傳送至壽山無線電基地台，再由基地台中繼訊號予消防局指揮中心；反向若由指揮中心發話，訊號則先經壽山基地台，再中繼予現場指揮官。

九、 您認為以無線電轉播機連接電纜線，延伸進入地下場站之運作模式，是否有助於提升無線電通訊品質？其優點及缺失為何？

答：確有助益，其優點與缺失分述如下：

- (一) 優點：架設相對簡單，以無線轉播機為主體進行改裝，僅需再添購天線、電纜及鋰電池即可。
- (二) 缺點：架設需額外人力且費時；訊息收發以點對點模式，天線收訊範圍內，可確保訊息傳送無礙，惟僅限於天線 2 端，中途電纜延伸處均無法收發訊息（需洩波同軸電纜等級始能提供，但造價昂貴）。

十、 您瞭解背負式無線電轉播機之運作模式嗎？

答：瞭解。該設備內含雙工器與天線，具無線電中轉功能，由人員背負進駐通訊不佳或訊號受阻區域，有助於提升中繼通訊效果。

十一、您認為背負式無線電轉播機之運作模式，是否有助於提升地下場站之無線電通訊品質？其優點及缺失為何？

答：確有助益，其優點與缺失分述如下：

(一) 優點：可機動調整收訊位置，或置於訊號良好之固定點收訊，收發效果較全面、區域較廣泛。

(二) 缺點：

1. 初期仍需指派專人穿著防護裝備進入火場尋找最佳收訊位置，若位置選擇不佳，轉播機設備易受輻射熱侵襲而受損。
2. 購置成本較高。

(編號 4)

壹、訪談時間：104 年 3 月 9 日 9 時 30 分至 10 時 30 分

貳、訪談對象：高雄市政府消防局第一救災救護大隊曾建國副中隊長

參、訪談內容：

一、 您認為高雄市政府消防局目前所建置之救災救護無線電通訊系統，使用上是否仍有改進之處或提升空間？

答： 指揮頻道跨大隊救災仍需手動切換，希能提升具廣域收訊或自動切換功能。

二、 您認為高雄市政府消防局目前所建置之救災救護無線電通訊系統，其通訊障礙原因為何？

答： 救災無線電通訊品質，常因市區大樓林立或地下室等而產生遮蔽效果。

三、 您認為高雄市政府消防局目前所配置之救災指揮通信平臺車，是否有助於提升地下場站消防無線電之通訊品質？

答： 實務上無助於救災指揮。

四、 您瞭解高雄捷運地下車站所建置無線電通信輔助設備之運作模式嗎？

答： 瞭解。藉由地下車站洩波同軸電纜等無線電輔助設備之建置，提升地下場站救災無線電之通訊品質。

五、 您認為高雄捷運地下車站所建置無線電通信輔助設備之運作模式，對消防救災有無助益？若無實質助益，建議如何改善？

答： 確有助益。

六、 您瞭解高雄市夢時代購物中心地下停車場所建置無線電通信設備之運作模式嗎？

答：瞭解。為業者自行建置之無線電通訊系統，以利人員業務通訊用。

七、您認為高雄市夢時代購物中心地下停車場所建置無線電通信設備之運作模式，對消防救災有無助益？若無實質助益，建議如何改善？

答：與消防局救災頻道彼此無法通聯，建議比照捷運車站，建置洩波同軸電纜等無線電輔助設備。

八、您瞭解高雄市政府消防局指揮車配置無線電轉播機之原因為何？及其運作模式？

答：(一) 配置消防局無線電轉播機之目的，在建構地下層火場、地面層指揮官與消防局指揮中心間之通訊網絡。

(二) 運作模式為地下層火場內消防人員發送之訊息，經由洩波同軸電纜連接轉播機，傳送至地面層救災指揮官；並經中繼站轉發至指揮中心，使消防局能同步掌控救災進度。

九、您認為以無線電轉播機連接電纜線，延伸進入地下場站之運作模式，是否有助於提升無線電通訊品質？其優點及缺失為何？

答：確有助益，其優缺點分述如下：

(一) 優點：架設原理簡單，教育訓練易懂。

(二) 缺點：架設步驟費時，救災時很難撥出另一批人員實施架設。

十、您瞭解背負式無線電轉播機之運作模式嗎？

答：瞭解。將轉播機架設於通訊不良之處所，能發揮無線電中繼功能，使通訊更佳順暢。

十一、您認為背負式無線電轉播機之運作模式，是否有助於提升地下場站之無線電通訊品質？其優點及缺失為何？

答：確有助益，其優缺點分述如下：

(一) 優點：可機動調整至最佳位置，發揮信號中轉之最大效果。

(二) 缺點：面對較深層之地下火場，可能需要數台轉播機，始能順利將無線電訊息傳送出來。

(編號 5)

壹、訪談時間：104 年 4 月 9 日 14 時 30 分至 15 時 30 分

貳、訪談對象：高雄市政府消防局災害管理科高學賢科員

參、訪談內容：

一、您認為高雄市政府消防局目前所建置之救災救護無線電通訊系統，使用上是否仍有改進之處或提升空間？

答：(一) 確有改進之處。

(二) 宜增加人員操作訓練次數與頻率，另無線電通訊設備亟需汰舊換新。

(三) 鑒於通訊及資訊密不可分，建議參考警察局或國軍成立消防通訊隊、資通作業中心或資訊室，廣納資訊、電子工程及通信相關職系專門技術人員。

二、您認為高雄市政府消防局目前所建置之救災救護無線電通訊系統，其通訊障礙原因為何？

答：包含建築物遮蔽（含高層建築物、地下建築物）及密集度、地形地物限制、站台數（頻點）不足等因素。

三、您認為高雄市政府消防局目前所配置之救災指揮通信平臺車，是否有助於提升地下場站消防無線電之通訊品質？

答：(一) 目前平臺車無法連接地下場站之消防無線電系統。

(二) 內政部消防署考量部分消防車輛通訊設備可接通地下場站之無線電通信輔助設備—洩波同軸電纜，因此對於平臺車並無規劃連接地下場站消防無線電使用之考量。

(三) 礙於市府經費拮据及全國平臺車優化考量，未來可建請內政部消防署增設平臺車與地下場站之無線電通信輔助設備介接設備，以為連接使用。

四、 您瞭解高雄捷運地下車站所建置無線電通信輔助設備之運作模式嗎？

答： 瞭解。本局係以 VHF 輔助，可藉由中指車與高雄捷運地下車站 FSD（消防專用通信介面）介接，達到無線電訊息互通之目的。

五、 您認為高雄捷運地下車站所建置無線電通信輔助設備之運作模式，對消防救災有無助益？若無實質助益，建議如何改善？

答： 確有助益。

六、 您瞭解高雄市夢時代購物中心地下停車場所建置無線電通信設備之運作模式嗎？

答：（一）依設置標準第 30 條規定，樓高在 100 公尺以上建築物之地下層或總樓地板面積在 1000 平方公尺以上之地下建築物，應設置無線電通信輔助設備。

（二）85 國際大樓高度 100 公尺以上應設置無線電通信輔助設備，經洽預防科表示地下建築物之認定，係由工務局依「建築技術規則」相關規定檢討之。

（三）高雄市夢時代購物中心地下停車場依相關法規檢討無需設置無線電通信輔助設備，惟考量消防救災需求，仍應建議地下停車場或供公眾使用地下空間設置前揭輔助設備，以維救災安全。

七、 您認為高雄市夢時代購物中心地下停車場所建置無線電通信設備之運作模式，對消防救災有無助益？若無實質助益，建議如何改善？

答：（一）與消防局救災頻道彼此無法通聯，無助於消防救災。

（二）建議比照捷運車站，建置洩波同軸電纜等無線電輔助設備。

八、 您瞭解高雄市政府消防局指揮車配置無線電轉播機之原因為何？及其運作模式？

答：瞭解。中指車（移動式中繼轉發車或機動式中繼轉播車），車上機台具備BS（中繼台中繼頻道）、TX（本地發射端）、RX（本地接收端）；可同時收發地下場站藉洩波同軸電纜傳送之訊息，並中繼發送至消防局中繼台，再轉送至指揮中心（利民）。

九、您認為以無線電轉播機連接電纜線，延伸進入地下場站之運作模式，是否有助於提升無線電通訊品質？其優點及缺失為何？

答：確有助益，其優缺點分述如下：

（一）優點：強化局部（本地）訊號不足之處。

（二）缺點：無論是移動式或固定式，需一組人力架設及負責訊號傳遞，救災時很難撥出另一批人員實施操作。

十、您瞭解背負式無線電轉播機之運作模式嗎？

答：瞭解。背負式無線轉播機僅差別於人力及車載；將轉播機架設於通訊不良之處所，能發揮無線電中繼功能。

十一、您認為背負式無線電轉播機之運作模式，是否有助於提升地下場站之無線電通訊品質？其優點及缺失為何？

答：確有助益，其優缺點分述如下：

（一）優點：機動性高，車載裝備無法到達之空間，可藉由人力背負無線電轉播機進行訊號中繼作業。

（二）缺點：以人力背負機台進入災區需涉險，且體力負擔較大，電池容量及續航力需列入考量，另長時間背負開設時，需熟悉操作設備之人員進行替換，其變數較多。

(編號 6)

壹、訪談時間：104 年 3 月 19 日 13 時 30 分至 14 時 30 分

貳、訪談對象：高雄市政府消防局救災指揮通信平臺車保養人陳孟弘

參、訪談內容：

一、您認為高雄市政府消防局目前所建置之救災救護無線電通訊系統，使用上是否仍有改進之處或提升空間？

答：指揮頻道跨大隊救災需手動切換，且遇不同大隊轄區交界或建築物密集處均易受干擾，希能提升收訊品質及具頻道自動切換功能。

二、您認為高雄市政府消防局目前所建置之救災救護無線電通訊系統，其通訊障礙原因為何？

答：市區大樓林立，造成建築物遮蔽效應，使無線電通訊系統中繼範圍及強度均受影響。

三、您認為高雄市政府消防局目前所配置之救災指揮通信平臺車，是否有助於提升地下場站消防無線電之通訊品質？

答：(一) 無助益，救災指揮通信平臺車之無線電系統設計係應用於平面無線電之使用，對地下場所之通訊並無加強效果。

(二) 救災指揮通信平臺車無線電系統之設計架構係當大規模災害發生時，各支援救災單位如警察、林務、海巡、民間救災組織等，到達現場時可透過無線電整合系統，將各單位所使用不同類型/頻率無線電設備（如 HF、UHF、VHF 等）之各種無線電訊號，連結為群組使訊號互通，以利現場救災資源之統合與協調運作。

四、您瞭解高雄捷運地下車站所建置無線電通信輔助設備之運作模式嗎？

答：瞭解。由於無線電相關法令訂有頻道分配管制之規定，警察與消防等單位因業務需求，各擁有專屬無線電頻道，依法規捷運隧道段應設置

無線電通訊輔助設備介接點，當警消進入逃生口或地下捷運車站時，可透過該介接點，將警消專用無線電系統與該無線電通訊輔助設備作介接，屆時警消人員可使用既有之 15 號無線電頻道，在救災過程中保持聯絡。

五、 您認為高雄捷運地下車站所建置無線電通信輔助設備之運作模式，對消防救災有無助益？若無實質助益，建議如何改善？

答： 確有助益。

六、 您瞭解高雄市夢時代購物中心地下停車場所建置無線電通信設備之運作模式嗎？

答： 瞭解。係業者自行建構之無線電系統，在其發射功率範圍內，於夢時代地面及地下各樓層均可進行通訊，但若非手持該系統無線電機台，則無法相通。

七、 您認為高雄市夢時代購物中心地下停車場所建置無線電通信設備之運作模式，對消防救災有無助益？若無實質助益，建議如何改善？

答： 無實質助益，但緊急時可向夢時代保全人員商借或徵（調）用其無線電手提台，以為救災通訊使用，惟仍需注意該機台是否防水及耐高溫程度。

八、 您瞭解高雄市政府消防局指揮車配置無線電轉播機之原因為何？及其運作模式？

答： 承第 4 題，警消人員進入地下捷運車站時，可透過無線電通信輔助設備進行通訊，在救災過程中保持聯絡，並可將訊息藉由救災指揮車上之無線電轉播機中繼至消防局指揮中心知悉。

九、 您認為以無線電轉播機連接電纜線，延伸進入地下場站之運作模式，是否有助於提升無線電通訊品質？其優點及缺失為何？

答：確有助益，可以簡易方式提供現階段救災通訊之管道，但現今大樓地下樓層面積廣大、層數多且深，無法預測電纜線所需長度，以及有遇轉角不易延伸之缺點。

十、您瞭解背負式無線電轉播機之運作模式嗎？

答：瞭解。人員背負無線電轉播機，進行訊號中繼作業，以提高通訊不良區域之通訊品質。

十一、您認為背負式無線電轉播機之運作模式，是否有助於提升地下場站之無線電通訊品質？其優點及缺失為何？

答：確有助益，其機動性高、涵蓋範圍廣之特性有助於提升地下場站之無線電通訊品質，惟購置經費過高是一大難題。

(編號 7)

壹、訪談時間：104 年 3 月 15 日 21 時 00 分至 22 時 00 分

貳、訪談對象：福明達工程有限公司王紀翔工程師

參、訪談內容：

一、您認為高雄市政府消防局目前所建置之救災救護無線電通訊系統，使用上是否仍有改進之處或提升空間？

答：貴局經常採購無線電裝備（尤其是手提台），惟每次採購之品牌均不相同，其中包含類比及數位等不同型式之機台，值得注意的是，數位機台亦分為分頻多工（FDMA）與分時多工（TDMA）2 種型式，彼此無法相容，因而無法通訊，建議於採購前應於規格中詳載，新機台驗收時，亦應將新機台與現有機台進行相互測試，以免發生新舊機台彼此無法通訊之情事。

二、您認為高雄市政府消防局目前所建置之救災救護無線電通訊系統，其通訊障礙原因為何？

答：貴局所使用之救災無線電系統，常因地形地物之影響（如大樓遮蔽、地下室死角等），導致訊號受阻而無法通訊，建議增設中繼台，或採購移動式轉播機，以提升通訊品質。

三、您認為高雄市政府消防局目前所配置之救災指揮通信平臺車，是否有助於提升地下場站消防無線電之通訊品質？

答：救災指揮通信平臺車主要應用在災區各種資訊、數據及影像之整合作業，有關無線電之收發與中繼功能，應藉由系統測試，始能驗證其效果。

四、您瞭解高雄捷運地下車站所建置無線電通信輔助設備之運作模式嗎？

答：瞭解。原理係無線電訊號透過捷運車站建置洩波同軸電纜之傳遞，使

地面層指揮官能與地下車站內之救災人員進行通訊。

五、 您認為高雄捷運地下車站所建置無線電通信輔助設備之運作模式，對消防救災有無助益？若無實質助益，建議如何改善？

答： 有實質助益。

六、 您瞭解高雄市夢時代購物中心地下停車場所建置無線電通信設備之運作模式嗎？

答： 瞭解。為業者自行建置之無線電通訊系統，人員可在該設備功率涵蓋範圍內，以無線電手提台進行通訊。

七、 您認為高雄市夢時代購物中心地下停車場所建置無線電通信設備之運作模式，對消防救災有無助益？若無實質助益，建議如何改善？

答： 因所使用之頻道（超高頻 UHF）與消防局救災頻道（特高頻 VHF）不同，無法相互通聯，建議業者加裝 VHF 基地台，並更換高低雙頻天線，應能克服上開問題。

八、 您瞭解高雄市政府消防局指揮車配置無線電轉播機之原因為何？及其運作模式？

答：（一）為使地下車站訊息能藉由洩波同軸電纜連接轉播機，傳送至地面層指揮官，並中轉至消防局指揮中心。

（二）運作模式為車站內消防人員發送之訊息，經由洩波同軸電纜連接轉播機，傳送至地面層救災指揮官；另一方面透過 BS 主機發送出去，經壽山基地台中轉訊號予消防局指揮中心。

九、 您認為以無線電轉播機連接電纜線，延伸進入地下場站之運作模式，是否有助於提升無線電通訊品質？其優點及缺失為何？

答： 確有助益，其優點與缺失分述如下：

（一）優點：架設簡單，訓練容易。

(二) 缺點：訊息收發僅限於電纜線兩端，收訊範圍狹隘。

十、 您瞭解背負式無線電轉播機之運作模式嗎？

答： 瞭解。係由人員背負進入通訊不良之區域，具無線電中繼功能，能提升通訊品質。

十一、 您認為背負式無線電轉播機之運作模式，是否有助於提升地下場站之無線電通訊品質？其優點及缺失為何？

答： 確有助益，其優點與缺失分述如下：

(一) 優點：可機動調整收訊位置，涵蓋區域較廣泛，訊號較強。

(二) 缺點：

1. 應用於長時間救災時，因電池電力有限，必須考量充電問題。
2. 如面臨較深層之地下場站火災，仍需調度數台轉播機到場作業(1層1台)。

(編號 8)

壹、訪談時間：104 年 3 月 13 日 14 時 00 分至 15 時 00 分

貳、訪談對象：盛凱通訊有限公司毛銘詒工程師

參、訪談內容：

一、 您認為高雄市政府消防局目前所建置之救災救護無線電通訊系統，使用上是否仍有改進之處或提升空間？

答：(一) 無線電中繼台設備老舊，常有訊號干擾或收訊不清等情況，另救護專用頻道數不足，尤其第三至第六大隊轄區，救護頻道使用情形過於壅塞，似有改善及提升空間。

(二) 建議規劃廣域漫遊通訊系統，即單一案件發話，鄰近中繼台均能接收並轉發至指揮中心，多台同時收發，功率較強，訊號較清晰；且跨大隊轄區無需切換頻道，更提高便利性。

二、 您認為高雄市政府消防局目前所建置之救災救護無線電通訊系統，其通訊障礙原因為何？

答：(一) 地下室場所常有訊號受阻之情形。

(二) 頻道數不足，導致訊號相互干擾。

三、 您認為高雄市政府消防局目前所配置之救災指揮通信平臺車，是否有助於提升地下場站消防無線電之通訊品質？

答：救災指揮通信平臺車不是無線電中繼台，缺乏無線電放大與中轉能力。

四、 您瞭解高雄捷運地下車站所建置無線電通信輔助設備之運作模式嗎？

答：瞭解。原理係無線電訊號透過捷運車站建置洩波同軸電纜之傳遞，使地面層指揮官能與地下車站內之救災人員進行通訊。

五、 您認為高雄捷運地下車站所建置無線電通信輔助設備之運作模式，對

消防救災有無助益？若無實質助益，建議如何改善？

答：有實質助益。另可建議地下場所加裝「雙向放大器」，在該設備功率涵蓋範圍內，消防人員無需連接洩波同軸電纜，可直接以車裝台或手提台通訊。

六、您瞭解高雄市夢時代購物中心地下停車場所建置無線電通信設備之運作模式嗎？

答：瞭解，為業者自行建置之無線電通訊系統。

七、您認為高雄市夢時代購物中心地下停車場所建置無線電通信設備之運作模式，對消防救災有無助益？若無實質助益，建議如何改善？

答：與消防單位頻道不同，無法通訊，建議業者比照捷運車站模式，加裝洩波同軸電纜，或由消防單位採購背負式無線電轉播機，應能克服上開問題。

八、您瞭解高雄市政府消防局指揮車配置無線電轉播機之原因為何？及其運作模式？

答：(一) 該機台包含無線電接收 (RT-RX)、發射 (RT-TX) 及中轉 (BS) 等主機，能同時將地下車站火場資訊傳送至地面層指揮官及消防局指揮中心。

(二) 車站內外消防人員發送之訊息，經由 RT-RX、RT-TX 等主機收發通訊；而 BS 主機則負責將訊息傳送至壽山基地台，中轉訊號予消防局指揮中心知悉。

九、您認為以無線電轉播機連接電纜線，延伸進入地下場站之運作模式，是否有助於提升無線電通訊品質？其優點及缺失為何？

答：確有助益，但架設較耗費人力與時間。

十、您瞭解背負式無線電轉播機之運作模式嗎？

答：瞭解。具無線電中繼功能，能提升通訊品質。

十一、您認為背負式無線電轉播機之運作模式，是否有助於提升地下場站之無線電通訊品質？其優點及缺失為何？

答：確有助益，其優點與缺失分述如下：

(一) 優點：

1. 置放於手機訊號受阻之地下場站，只要收發位置適當，均能發揮無線電中轉效果。
2. 可機動調整收訊位置。

(二) 缺點：應用於長時間救災時，仍須考量充電問題。

(編號 9)

壹、訪談時間：104 年 3 月 13 日 15 時 00 分至 16 時 00 分

貳、訪談對象：盛凱通訊有限公司蔡聯成工程師

參、訪談內容：

一、您認為高雄市政府消防局目前所建置之救災救護無線電通訊系統，使用上是否仍有改進之處或提升空間？

答：(一) 頻道未加密或級數太低，危及資通訊安全。

(二) 僅指揮頻道具錄音功能，建議選購 P25/NXDDN/類比等多模式可切換機台，其功能如下：

1. 無線電手提台內建錄音 SD 卡，使直通頻道亦具錄音效果，維護救災人員權益。
2. 容量達 32G，經測試能錄音收發 100 組以上通聯，採用循環替代錄音模式，另錄音時具記錄時間之功能。
3. 內建鋰電池能提供通聯資料保存時間達 104 天，時間誤差 1 年在 60 秒以內。
4. 任何頻道均能雙向錄音及事後調閱，有助於責任之釐清。

二、您認為高雄市政府消防局目前所建置之救災救護無線電通訊系統，其通訊障礙原因為何？

答：無線電中繼台不足，目前僅設置壽山、凱旋、林園、中寮、藤枝等 5 座，導致無線電訊號容易因地形地物或地下室等而遭遮蔽，建議增設中繼台或更新系統設備，始能提升通訊品質。

三、您認為高雄市政府消防局目前所配置之救災指揮通信平臺車，是否有助於提升地下場站消防無線電之通訊品質？

答：主要功能在於資訊及影像之整合作業，應無無線電中繼功能。

四、您瞭解高雄捷運地下車站所建置無線電通信輔助設備之運作模式

嗎？

答：瞭解。原理係無線電訊號透過捷運車站建置洩波同軸電纜之傳遞，使地面層指揮官能與地下車站內之救災人員進行通訊。

五、您認為高雄捷運地下車站所建置無線電通信輔助設備之運作模式，對消防救災有無助益？若無實質助益，建議如何改善？

答：有實質助益。

六、您瞭解高雄市夢時代購物中心地下停車場所建置無線電通信設備之運作模式嗎？

答：瞭解，為業者自行建置之無線電通訊系統。

七、您認為高雄市夢時代購物中心地下停車場所建置無線電通信設備之運作模式，對消防救災有無助益？若無實質助益，建議如何改善？

答：無助於消防救災使用，建議採購背負式無線電轉播機，以提升無線電通訊品質。

八、您瞭解高雄市政府消防局指揮車配置無線電轉播機之原因為何？及其運作模式？

答：(一) 目的在提升捷運車站內消防人員、地面層指揮官與消防局指揮中心間之無線電通訊品質。

(二) 運作模式為車站內消防人員發送之訊息，經由洩波同軸電纜連接轉播機，傳送至地面層救災指揮官；再由轉播機發送訊息至壽山中繼台，中轉至消防局指揮中心。

九、您認為以無線電轉播機連接電纜線，延伸進入地下場站之運作模式，是否有助於提升無線電通訊品質？其優點及缺失為何？

答：確有助益，但訊息收發僅限於電纜線兩端，收訊範圍狹隘，較不適用大規模火場。

十、 您瞭解背負式無線電轉播機之運作模式嗎？

答： 瞭解。可應用於通訊不良之地下室火場，有助於提升救災無線電之通訊品質。

十一、 您認為背負式無線電轉播機之運作模式，是否有助於提升地下場站之無線電通訊品質？其優點及缺失為何？

答： 確有助益，其優點與缺失分述如下：

(一) 優點：

1. 可機動調整收訊位置，涵蓋區域較廣泛，訊號較強。
2. 可透過連接 3G 設備，進行遠端通訊。

(二) 缺點：面臨較深層之地下場站火災，需調度數台轉播機到場作業（1 層 1 台）。

第六章 提升地下場站無線電通訊品質對策與建議

第四節 結論與建議

壹、研究結論：

本研究設計乃先探討國內外相關文獻資料，再以個案機關－高雄市政府消防局為例，提出提升地下場站無線電通訊品質之對策，並選定高雄市區具指標性之地下場站（高雄捷運地下車站、夢時代購物中心地下停車場等）進行裝備測試，另對於高雄市政府消防局無線電業管股長、業務承辦人、外勤救災救護大、中、分隊主官（管）及相關無線電通訊事業單位工程師等於救災無線電管理具實務經驗之專家實施深度訪談，期以從現階段救災救護無線電通訊系統之運作模式與通訊障礙因素進行分析，來探討未來提升無線電通訊品質之運作方式；茲將研究結論分述如下：

一、分析高雄市政府消防局之救災救護無線電通訊系統，在地下場站救災使用上所遭遇之困境，研判其原因如下：

- （一）無線電波係採直線傳遞，易受建築物牆面或地下室所阻擋，若無法藉由中繼台或轉播機中轉訊息，自然形成通訊障礙。
- （二）無線電中繼台數量不足且設備大多老舊，徒增無線電訊號傳遞困難度，而機齡過舊亦影響訊號清晰度。
- （三）無線電頻道未加密或級數太低，可能危及資通訊安全。
- （四）因國家通訊傳播委員會（NCC）核定之無線電頻譜數有限，消防局目前與警察、海巡及衛生等單位共用 VHF 頻譜，而各縣市消防局亦因使用頻道相近，常發生同頻干擾之情形。
- （五）歷年採購之無線電裝備（尤其是手提台）品牌不盡相同，其中包含類比及數位等不同型式之機台，而不同品牌之數位型手提台彼此可能不相容，因而無法通訊。
- （六）因錄音設備建置於指揮中心，僅指揮頻道具錄音功能，恐影響救災人員權益。

二、分析高雄市區具一定規模之地下場站自設之無線電通信（輔助）設備

，在救災使用上所遭遇之困境，研判其原因如下：

- (一) 地下場站之無線電通信輔助設備建置率過低，消防單位真正能遭遇已建置輔助設備之地下場站火場，而該設備又確實能在救災通訊上提供助益之機率，實在不高。
- (二) 承上，消防單位面對無線電通訊不佳之地下災害現場，尚未能提出有效改進方案。
- (三) 部分地下場站管理單位自設之無線電通訊系統，其頻譜及頻道與消防單位之救災無線電系統無法相容，無法提升救災無線電通訊品質。

貳、未來運作方式之建議：

- 一、 建議購置背負式無線電轉播機予各大隊專責檢查小組，並於火場幕僚作業中，指派專人擔任通訊官，將轉播機架設於最佳位置，以提升火場無線電通訊品質。

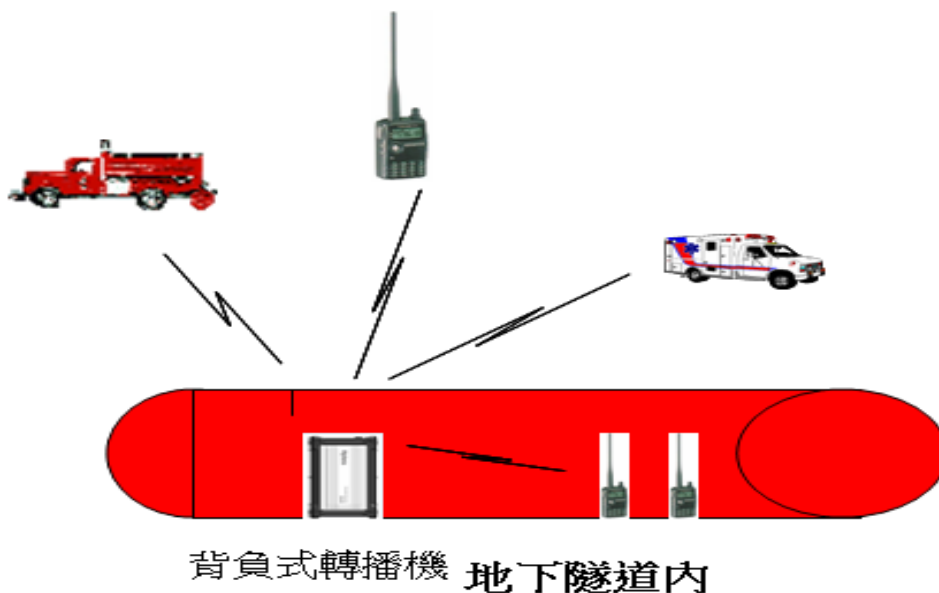


圖 6-39 背負式無線電轉播機中轉訊號示意圖

二、建置數位化之無線電通訊系統，相較於類比型機台，數位型機台最顯著的差異便是在訊號涵蓋之邊緣地帶，仍與訊號較強之區域一樣，可以得到最佳通訊品質，完全不若類比訊號，品質隨距離而遞減。

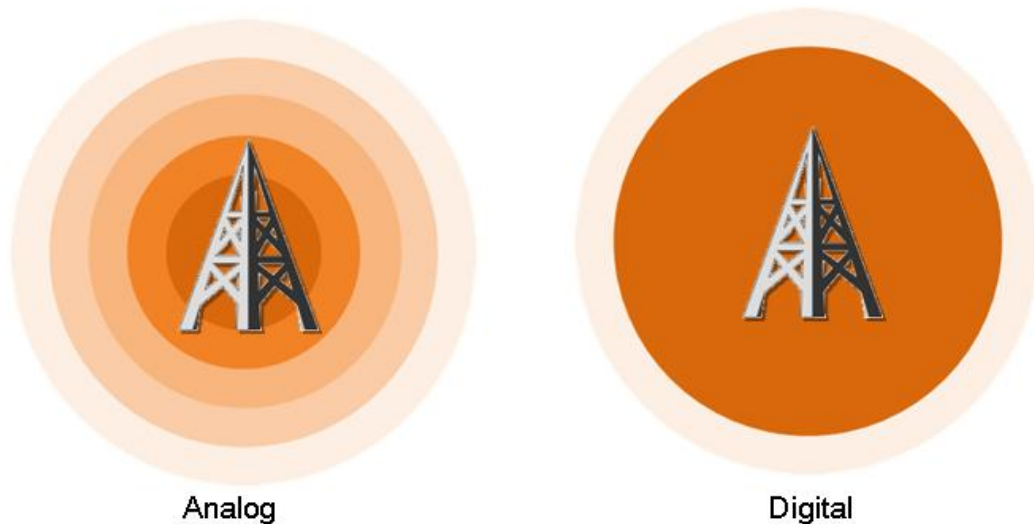


圖 6-40 數位型機台(Digital)與類比型機台(Analog)訊號強弱比較圖
資料來源：盛凱通訊(2014)

三、針對消防勤務通訊之涵蓋率上進行增設中繼站台之評估作業，並建議規劃廣域漫遊通訊系統，即跨大隊轄區使用時，由站台端主動發出信標(Beacon)，促使手提或車裝機台自動切換頻率，免去手動切換手續，大大提高操作便利性。

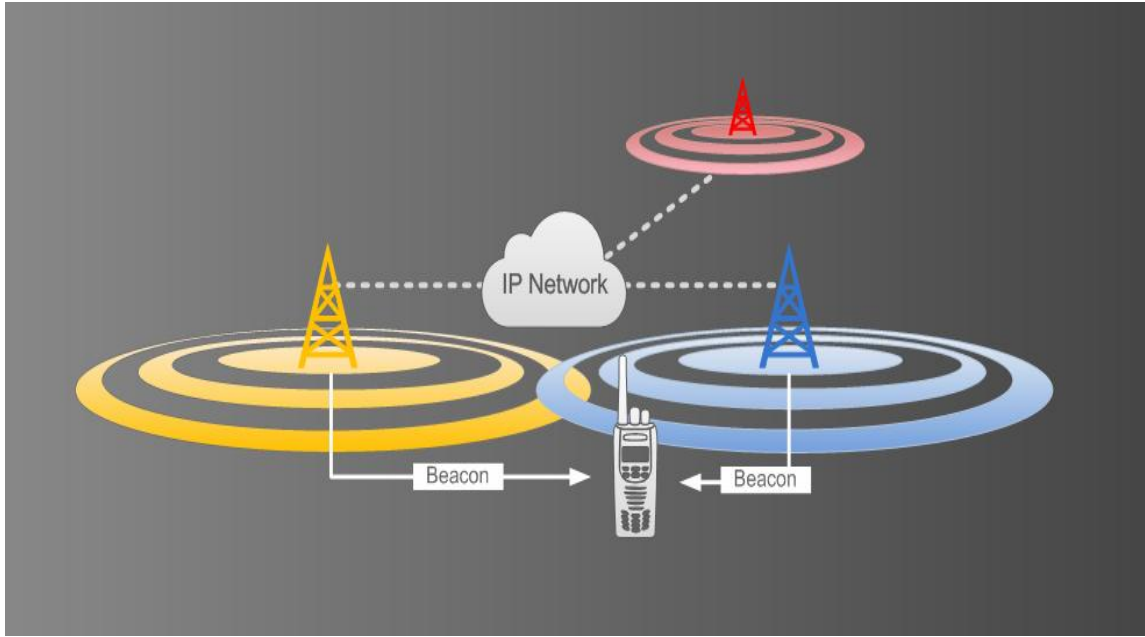


圖 6-41 無線電廣域漫遊通訊示意圖

資料來源：盛凱通訊(2014)

四、除了積極增設中繼台外，在頻道數不足時，建議亦可採行輔助接收站方案；即經評估各通訊不佳區域後，可設置輔助接收機，並搭配手提台本身功能，來強化通訊品質。

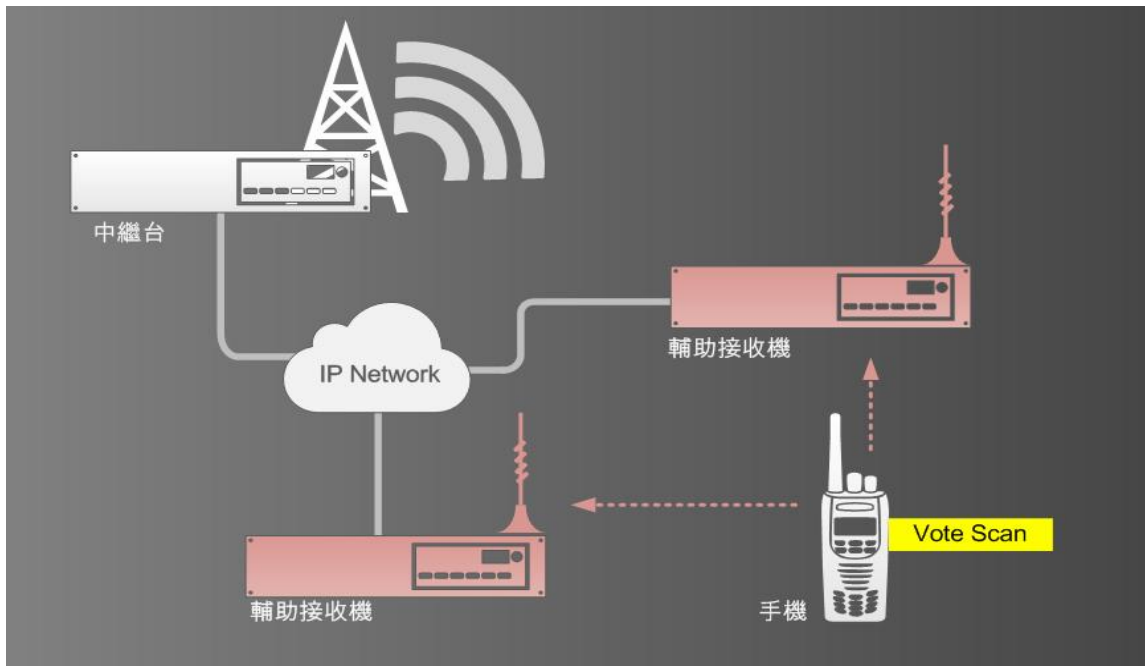


圖 6-42 輔助接收機操作示意圖

資料來源：盛凱通訊(2014)

- 五、 為避免採購無線電裝備時，因新機台品牌與舊機台不同，而造成不相容無法通訊之情形（尤其是手提台），建議於新購機台驗收時，將新舊機台相互測試列為必要條件。
- 六、 建議提升無線電通訊設備之安全等級，未來宜爭取實施頻道加密，另採購具錄音功能之手提台，使直通頻道亦能錄音，以保障救災人員權益。
- 七、 對於新建之地下場站，於申請建（使）照加會消防審勘時，建議以行政指導方式要求業者加裝「雙向放大器」，在該設備功率涵蓋範圍內，消防人員無需連接洩波同軸電纜，可直接以車裝台或手提台進行通訊。

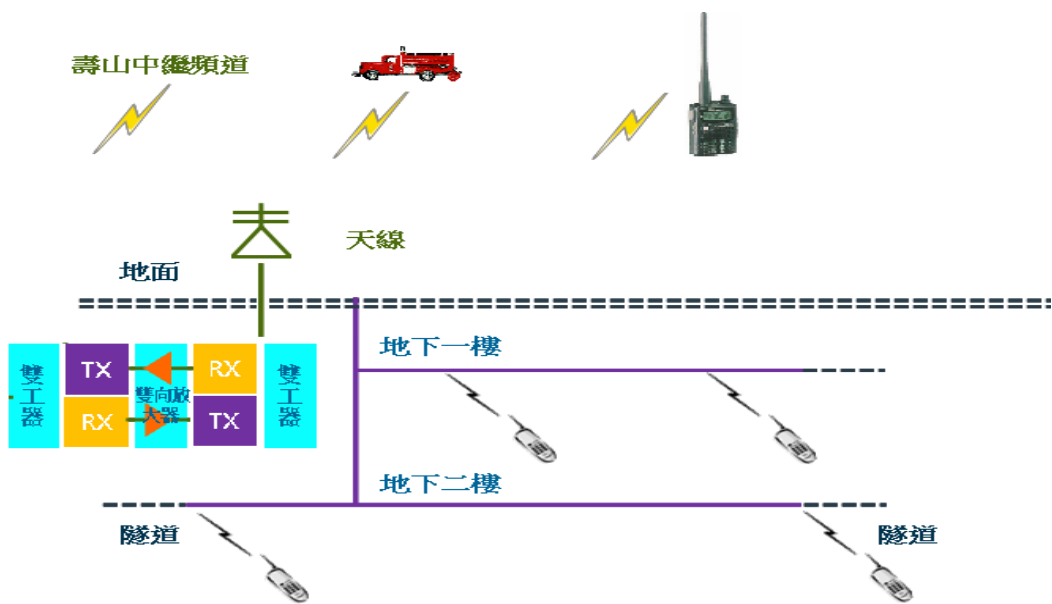


圖 6-43 無線電雙向放大器操作示意圖

改善救災無線電通訊品質訪談提案表

一、 您認為高雄市政府消防局目前所建置之救災救護無線電通訊系統，使用上是否仍有改進之處或提升空間？

答：

二、 您認為高雄市政府消防局目前所建置之救災救護無線電通訊系統，其通訊障礙原因為何？

答：

三、 您認為高雄市政府消防局目前所配置之救災指揮通信平臺車，是否有助於提升地下場站消防無線電之通訊品質？

答：

四、 您瞭解高雄捷運地下車站所建置無線電通信輔助設備之運作模式嗎？

答：

五、 您認為高雄捷運地下車站所建置無線電通信輔助設備之運作模式，對消防救災有無助益？若無實質助益，建議如何改善？

答：

六、 您瞭解高雄市夢時代購物中心地下停車場所建置無線電通信設備之運作模式嗎？

答：

七、 您認為高雄市夢時代購物中心地下停車場所建置無線電通信設備之運作模式，對消防救災有無助益？若無實質助益，建議如何改善？

答：

八、 您瞭解高雄市政府消防局指揮車配置無線電轉播機之原因為何？及其運作模式？

答：

九、 您認為以無線電轉播機連接電纜線，延伸進入地下場站之運作模式，是否有助於提升無線電通訊品質？其優點及缺失為何？

答：

十、 您瞭解背負式無線電轉播機之運作模式嗎？

答：

十一、 您認為背負式無線電轉播機之運作模式，是否有助於提升地下場站之無線電通訊品質？其優點及缺失為何？

答：

參考文獻

中文部分：

1. eVerge-DigitalBrochurePRINT_LowRes (2013)。數位行動無線電。
2. RD968 可攜式中轉台操作說明。
3. 太平洋電線電纜股份有限公司—洩波同軸電纜規格簡介。
4. 內政部(2001)。建築物基礎構造設計規範。
5. 內政部(2012)。救災指揮通信平臺車、衛星電話及 HF 防救災遠距離無線電通訊系統檢視報告。
6. 內政部(2013)。各類場所消防安全設備設置標準。
7. 內政部消防署(2005)。消防人員救災安全手冊。
8. 王隆昌(1988)。鐵路捷運系統災害之研究，國立交通大學交通運輸研究所碩士論文。
9. 王肇興(2006)。新一代數位無線電系統在台北捷運之應用-捷運技術半年刊第 35 期。
10. 台灣柯美特股份有限公司 <http://www.cometant.com.tw/cable2.htm>。
11. 行政院(2004)。防救災緊急通訊系統整合建置計畫。
12. 行政院公共安全白皮書—鐵路隧道及地下場站安全管理標準作業程序（台鐵局部分）。
13. 行政院災害防救委員會(2004)。防救災緊急通信系統整合建置計畫建置計畫說明會簡報。
14. 行政院災害防救委員會(2006)。防救災專用衛星通訊系統及現場通信救災指揮救災指揮車暨整合平臺建置案操作暨維護手冊。
15. 交通部鐵路改建工程局(2010)。高雄民族地下車站消防安全設備審查會議簡報。
16. 林世昌(2013)。台北市政府消防局消防工程監造裝置執業管理-無線電輔助設備。
17. 紀志侑(2008)。消防員的安全操作守則(FIRE FIGHTER 1)簡報。

- 18.高雄市政府消防局(2014)。119 專用無線電災害應變作為及備援移駐標準作業流程(SOP)簡報。
- 19.高雄市政府消防局(2014)。外勤分隊出動時間分析報告。
- 20.陳孟弘、郭旻松、高學賢(2014)。災害現場指揮通訊與搜救現況展望-以通信平臺車為例。
- 21.盛凱通訊有限公司－隧道內無線電轉播流程之介紹。
- 22.陳宗禮(2008)。台北都會區地層及大地工。
- 23.黃弟勝(1999)。我國捷運系統地下車站避難安全性評估之研究，中央警察大學消防科學研究所碩士論文。
- 24.張雪麗、王睿、董曉魯、湯立波(2010)。應急通信新技術與系統應用。
- 25.馮輝文(2008)。無線通訊，高立圖書。
- 26.楊坤謀(2004)。電磁場的測量與探討，私立中原大學電機工程學系碩士學位論文。
- 27.鄭震崇、陳秋蒼、薛裕霖、陳明桐(2003)。高雄地下捷運車站消防安全問題之研究。
- 28.冀家琳(2014)。氣象與無線電通信-飛航天氣第 22 期。
- 29.簡賢文(2000)。捷運系統場站地震災變管理之研究，行政院公共工程委員會。

日文部分：

1. 日本損害保險協會安全技術委員會(1991)。地下空間に係る安全、防災對策に関する調査、研究報告書，「地下空間事故、災害事例集」。