



國家時間與頻率標準實驗室 100 年度計畫執行報告

低頻無線時頻傳播系統建置計畫(4/4)

全程計畫: 自 97 年 6 月 至 100 年 12 月止
本年度計畫: 自 100 年 1 月 至 100 年 12 月止

經濟部標準檢驗局委辦

執行單位: 中華電信研究所
100 年 12 月

100 年度計畫執行報告摘要記錄表

計畫名稱	低頻無線時頻傳播系統建置計畫			計畫編號	100-1403-05-05-04
主辦單位	經濟部標準檢驗局	執行機構	中華電信研究所		
計畫主持人	劉家宏	電話	03-4245497	傳真	03-4244920
計畫分類	<input type="checkbox"/> 研究發展類 <input checked="" type="checkbox"/> 技術推展類 <input type="checkbox"/> 行政配合類				
執行期限	本年度計畫自 100 年 1 月起至 100 年 12 月止				
	全 程計畫自 97 年 6 月起至 100 年 12 月止				
經費概算	全程計畫經費		63,661 (千元)		
	本年度預算	10,000(千元)	本年度實支數	9,980 (千元)	
計畫連絡人	沈俊銘	電話	03-4244478	傳真	03-4244920
計畫摘要： 本計畫之目標為建置及維持低頻標準時頻傳播系統，結合高精度的國家標準時間及公共民生廣播之創新服務，以無線方式提供全國民眾自動校時與時間同步，傳送可信賴之國家標準時間，以及公共民生廣播服務。低成本且能輕易地接收國家標準時間的便利必能深植民心，引起廣泛應用。低頻無線時頻傳播系統滿足民生、通信、資訊、醫療、乃至環保之無線自動校時需求，並達到全國無線時頻同步的要求，進而提昇生活品質。為建構智慧生活環境，未來計畫將提供各式公共民生廣播應用服務，例如低頻公眾緊急告警服務、低頻氣象預報服務、低頻路燈節能控制服務等。本年度計畫內容：					
<u>一、低頻無線時頻傳播系統建置</u>					
(1) 完成低頻智慧化生活示範區涵蓋效能評估，進行桃園龜山實驗系統涵蓋區內接收特性測試、評估與分析。					
(2) 完成低頻無線時頻傳播系統設備維護需求規格書，系統設備維護保養項目包括發射機系統、天線系統、天線匹配系統、時頻產生系統、原級標準系統及公共資訊伺服器。					
(3) 完成低頻系統建置規格訂定，包括低頻傳播系統架構、低頻發射天線規格、低頻發射機規格、時間碼規格、與現有系統共站規格、公共民生廣播伺服器規格等，並以整個低頻無線時頻傳播系統的全壽期為設計目標。					
<u>二、時間碼產生設備技術研發</u>					
(1) 完成時間碼產生設備與公共民生廣播服務伺服器之整合。					
(2) 完成公共民生廣播服務伺服器運作與異地備援規劃。					

專有名詞中英對照

英文縮寫	英文全名	中文解釋
AGC	Automatic Gain Control	自動增益控制
ANSI	American National Standard Institute	美國國家標準研究所
APLAC	Asia Pacific Laboratory Accreditation Coop.	亞太實驗室認證組織
APMP	Asia-Pacific Metrology Programme	亞太計量組織
ATF	Asia-Pacific Time and Frequency Workshop	亞太時頻論壇
BER	Bit Error Rate	位元錯誤率
BIPM	Bureau International des Poids et Mesures	國際度量衡局
CCTF	Comite Consultatif du Temps et des Frequences(法文)	國際度量衡委員會時間與頻率諮詢委員會
CEC	Continental Electronics Corporation	洲際電子公司
CFVD	Cellular Floating Vehicle Dada	車輛手機訊號資料
CGPM	Conference Generale des Poids et Mesures (法文)	國際度量衡大會
CIPM	Comite International des Poids et Mesures (法文)	國際度量衡委員會
CMC	Calibration and Measurement Capability	校正量測能量
CNLA	Chinese National Laboratory Accreditation	中華民國實驗室認證體系
EEW	Earthquake Early Warning	地震預警服務
EFR	Europäische Funk-Rundsteuerung	歐洲無線電波控制
EUROMET	European Metrology Collaboration	歐洲量測組織
FER	Frame Error Rate	訊框錯誤率
FTP	File Transfer Protocol	檔案傳輸通訊協定
GPS	Global Positioning System	全球定位系統
GPS AV	Global Positioning System All-in-view method	全球定位系統全視觀測法
GPS CV	Global Positioning System Carrier Phase method	全球定位系統載波相位觀測法
GPS CV	Global Positioning System Common-view method	全球定位系統共同觀測法
IEN	Istituto Elettrotecnico Nazionale Galileo	義大利國家電子研究院

	Ferraris, Italy	
IOT	Internet Of Things	物聯網
IP	Internet Protocol	網際網路協議
ISO	International Organization for Standardization	國際標準化組織
ITS	Intelligent Transportation System	智慧運輸系統
KRISS	Korea Research Institute of Standard and Science, Rep. Of Korea	韓國標準與科學研究院
KCDB	Key Comparison Data Base	關鍵比對資料庫
MID	Mobile Internet Device	行動上網裝置
MRAAC	Mutual Recognition Arrangement Advisory Committee	相互認可協議指導委員會
NCC	National Communications Commission	國家通訊傳播委員會
NICT	National Institute of Information and communications Technology, Japan	日本獨立行政法人情報通信研究機構
NIM	National Institute of Metrology, Beijing, P. R. China	大陸北京計量研究院
NIST	National Institute of Standard and Technology, USA	美國標準與技術研究院
NMIA	National Measurement Institute, Australia	澳洲標準量測研究院
NMIJ	National Metrology Institute of Japan	日本國家計量研究院
NMOS	N-type Metal-Oxide-Semiconductor	N 型金屬氧化物半導體
NPL	National Physical Laboratory, United kingdom	英國國家物理實驗室
NRC	National Research Council of Canada	加拿大國家研究會
NTP	Network Time Protocol	網路校時服務
PCB	Printed Circuit Board	印刷電路板
PMOS	P-type Metal-Oxide-Semiconductor	P 型金屬氧化物半導體
PTB	Physikalisch-Technische Bundesanstalt, Germany	德國物理與技術研究院
RS232	Recommended Standard 232	序列通訊協定
SNS	Special Number Service	簡訊特碼業務
SOC	System On Chip	系統晶片

SPP	Serial Port Protocol	藍牙串列埠定義
TAF	Taiwan Accreditation Foundation	財團法人全國認證基金會
TAI	International Atomic Time (法文)	國際原子時
TCTF	Technical Committee on Time and Frequency	時間與頻率技術委員會
TL	Telecommunication Laboratories, CHT Co. Ltd., Taiwan	台灣中華電信研究所
TWSTFT	Two-Way Satellite Time and Frequency Transfer	衛星雙向傳時
UPS	Uninterruptible Power Supply	不斷電供電系統
USB	Universal Serial Bus	通用串列匯流排
USNO	U.S. Naval Observatory, USA	美國海軍觀測所
UTC	Coordinated Universal Time (法文)	世界協調時
VGA	Variable Gain Amplifier	可變增益放大器
VSL	Van Swinden Laboratorium, the Netherlands	荷蘭標準量測研究院
WGMRA	Working Group on Mutual Recognition Arrangement	時間與頻率技術委員會相互認可協議工作小組
XML	Extensible Markup Language	延伸標記語言

目 錄

壹、基本摘要內容.....	7
貳、一百年度低頻無線時頻傳播系統建置計畫大事紀要.....	9
參、報告內容.....	29
一、執行績效檢討.....	29
(一) 與計畫符合情形.....	29
1. 進度與計畫符合情形.....	29
2. 工作執行情形.....	30
3. 配合計畫與措施.....	40
(二) 資源運用情形.....	41
1. 人力運用情形.....	41
2. 設備購置與利用情形.....	42
3. 經費運用情形.....	43
(三) 人力培訓情形.....	45
1. 國外出差人員一覽表.....	45
2. 國內受訓一覽表.....	46
二、成果效益檢討.....	47
三、結論與建議.....	203
附件	
(一) 新台幣一百萬以上儀器設備清單.....	206
(二) 各種報告(技術報告、論文、出國報告)一覽表.....	207
(三) 研究成果統計表.....	213
(四) 委員審查意見表.....	226

壹、基本摘要內容

計畫名稱：低頻無線時頻傳播系統建置計畫

主管機關：經濟部標準檢驗局

計畫主持人：劉家宏

聯絡電話：(03)424-5497

期程：97 年 6 月至 100 年 12 月

經費：(全程) 63,661 仟元

審議編號：100-1403-05-05-04

執行單位：中華電信研究所

聯絡人：沈俊銘

傳真號碼：(03)424-4920

100 (年度)：10,000 仟元

執行情形：

一.執行進度：預定(%)	實際(%)	比較(%)
年度：100%	100%	0%
總進度：100%	100%	0%

二.經費支用：預定 10,000 仟元 實際：請款 9,980 仟元 支用比率 99.8 %
年度經費：10,000 仟元
總經費：63,661 仟元

三.主要執行內容：

本計畫之目標為建置及維持低頻標準時頻傳播系統，結合高精度的國家標準時間及公共民生廣播之創新服務，以無線方式提供全國民眾自動校時與時間同步，傳送可信賴之國家標準時間，以及公共民生廣播服務。低成本且能輕易地接收國家標準時間的便利必能深植民心，引起廣泛應用。低頻無線時頻傳播系統滿足民生、通信、資訊、醫療、乃至環保之無線自動校時需求，並達到全國無線時頻同步的要求，進而提昇生活品質。為建構智慧生活環境，未來計畫將提供各式公共民生廣播應用服務，例如低頻公眾緊急告警服務、低頻氣象預報服務、低頻路燈節能控制服務等。有關一百年度各項重要研究項目及目標摘要如下：

(一) 低頻無線時頻傳播系統建置工程

1. 完成低頻智慧化生活示範區涵蓋效能評估，進行桃園龜山實驗系統涵蓋區內接收特性測試、評估與分析。
2. 完成低頻無線時頻傳播系統設備維護需求規格書，系統設備維護保養項目包括發射機系統、天線系統、天線匹配系統、時頻產生系統、原級標準系統及公共資訊伺服器。
3. 完成低頻系統建置規格訂定，包括低頻傳播系統架構、低頻發射天線規格、低頻發射機規格、時間碼規格、與現有系統共站規格、公共民生廣播伺服器規格等，並以整個低頻無線時頻傳播系統的全壽期為設計目標。

(二)時間碼產生設備技術研發

1. 完成時間碼產生設備與公共民生廣播服務伺服器之整合。
2. 完成公共民生廣播服務伺服器運作與異地備援規劃。

貳、一百年度低頻無線時頻傳播系統建置計畫大事紀要

日期	技術成果與活動	人事與國際合作
100.01.01~100.03.15	<ul style="list-style-type: none"> ■ 1/1~4/25 進行 2010 年台北花博會低頻系統展示維運，包括圓山區低頻看板維護及藍牙接收模組電池更換與維護、美術公園區及新生公園區低頻電子看板維護。 ■ 1/3 完成 2010 年台北花博會圓山公園區低頻展示系統電子看板標檢局民國 100 年標語之更換，包括中華民國精彩 100、創新經濟樂活台灣、花團錦簇迎百年等。 ■ 1/6 參加於新竹交通大學舉辦之天然災害監測技術的發展與應用研討會，研究的題目包括防災科技的發展與應用、光纖監測技術在防災領域的研發與應用、台灣水利防災及綜合討論等。 ■ 1/6~7 參加中華電信訓練所舉辦之 Google Android 應用程式設計訓練班，研究 Android 軟體設計技術，以應用於未來低頻接收終端之程式開發。 ■ 1/27 完成土石流告警示範區終端解決方案規劃，內容包括低頻模組、藍牙模組、具藍牙串列埠定義(Serial Port Protocol, SPP)功能的 XP 版本 MID(Mobile Internet Device)及 XP 版本的低頻告警終端接收程式與圖形化介面。 ■ 1/28 完成土石流告警示範區之區域編碼，依據行政院主計處提供之資料，將資料匯入公共民生廣播伺服器的資料庫中。 ■ 1/31 完成強震即時警報低頻傳播格式設計，並與國家災害防救科技中心及氣象局地震預報中心透過電子郵件進行線上討論。 ■ 依據「籌辦中華電信 100 年度災害防救及緊急應變專責人員研習營第 1 次工作會議」，規劃參與中華電信年度災防演習。 ■ 2/16 完成桃園縣復興鄉土石流告警兩處示範點的訊號接收測試與服務展示，包括霞雲村的綠光森林及澤仁村的鄉代表處。本次展示終端直接使用原訂第三階段的行動上網裝置 MID。結論是使用變壓器供電的低頻接收模 	

組盒在兩處勘查地點，均能找到可正常接收「時間」、「天氣預報」、「土石流紅色警戒」的設置地點。

- 2/18 完成桃園縣復興鄉土石流告警示範區財物借用單，其中 MID 成本約為 9,240 元，低頻接收器成本約為 14,193 元。根據財物借用單內容規定，所借財物由借用人妥慎使用並善加維護依限歸還，如有遺失、毀損，應負賠償責任。另外，財物借用單一式 2 份，由借用人、原財物使用人各執 1 份備查。
- 2/21 完成桃園縣復興鄉土石流告警示範點 MID 使用指南製作，包括簡易的障礙排除。
- 2/22 完成板橋區信義大樓廣場(板橋區信義路國慶路交叉口)低頻接收訊號量測與分析。主要結論包括：現場距離壽山岩約為 9.4km、廣場各點戶外測試強度約為 52 ~ 56dBuV/m、大部分測試點之 77.5kHz 時域頻點強度高低差可達 17dB 左右(涵蓋狀況良好)、使用中華電信研究所開發之電波離型鐘皆能正確解調。但是，低頻實驗網路訊號來向為樓層頗高之住宅公寓，造成一定影響、於現場量到分佈於低頻之複頻背景訊號，但對 77.5kHz 影響不大。
- 2/23 前往中央氣象局與氣象局地震測報中心及國家災害防救科技中心進行「低頻地震預警技術討論及時間碼格式討論會議」，議程包括低頻地震速報技術與時間碼規劃簡報(低頻計畫)、時間碼格式討論、有線寬頻網路及行動網路於地震速報之應用討論、示範區建置討論及後續合作計畫討論。重要結論包括氣象局地震測報中心將於三月底至四月間完成應用於低頻之地震報告資料，並開始提供中華電信測試；在強震即時警報格式部分，初步決議採用中華電信研究所提出的第一種方案。氣象局將在完成地震報告設計之後，接續進行低頻強震即時警報格式設計。在資料傳輸介面部分，目前氣象局發布訊息至其他單位的方法有 Java 及行動電話簡訊特碼業務(Special Number Service, SNS)兩種，本計畫評估將採用哪種方法並完成氣象局與低頻伺

	<p>服器資料介接程式的開發。</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 3/2 完成土石流告警示範點試用上線：(a)兩處示範點在完成低頻接收器與MID裝設與設定後，順利在3分鐘左右達成時間同步，在半點時候順利接收中央氣象局的氣象預報。同時，也在發送土石流告警測試訊號的2分鐘後順利接收到告警訊號。(b)後續規劃每天進行低頻土石流告警演練，以確認廣播告警管道的暢通。經與兩位水保專員討論後，澤仁村在每天早上8:58~9:00發送三分鐘的演練測試訊號，霞雲村在每天早上10:58~11:00發送三分鐘的演練測試訊號，並請兩位專員協助記錄接收的狀況。(c)規劃每隔1~2個月前往兩處示範點下載訊號接收的紀錄檔案(log files)，同時瞭解使用的狀況，後續可利用紀錄檔案進行分析，可進一步利用每隔半小時發送的氣象資訊(一天48筆資料)計算位元錯誤率(Bit Error Rate, BER)及訊框錯誤率(Frame Error Rate, FER)。 ■ 3/3 完成土石流告警示範點演練訊息排程發送，目前規劃澤仁村於每日8:57、8:58、8:59發送，霞雲村於每日10:57、10:58、10:59發送。 ■ 因應日本311東北大地震，加速進行低頻地震速報技術評估及應用開發。針對資料傳輸介面及進行告警服務開發等需求，於3/14召開無線研究室內跨計畫低頻地震速報開發工作會議，確認開發功能、時間碼產生設備與公共民生廣播服務伺服器介面與開發時程。 	
100.03.16~100.04.15	<ul style="list-style-type: none"> ■ 3/16 完成低頻智慧化生活示範區涵蓋效能評估報告。主要內容包括：(1)「低頻無線時頻傳播系統展示平台」於99年度3月份順利完成設備之安裝建置與初步測試，並取得國家通訊傳播委員會核發之實驗網路設置使用執照及無線系統執照。本計畫亦已於100年2月底向通傳會提出實驗網路第二年之申請，以繼續進行相關示範區之測試與評估工作。(2)利用「低頻無線時頻傳播系統展示平台」本計畫建置低頻智慧化生活示範區。為了解低頻智慧化生活示範區的涵蓋效能，本計畫 	

進行一系列的評估實驗，並將評估結果整理成報告。(3)本篇評估報告共分六章，除第一章之前言與第六章之結語外；第二章分別說明整體測試架構以及低頻公共民生服務之格式研擬現況；第三章說明測試工作之軟硬體設備需求；第四章則表列測試項目總表；第五章則針對各測試項目，說明其準備工作、測試程序，並彙整分析測試結果。

- 完成「因應日本地震之低頻地震速報簡報」並向中華電信研究所所長簡報。3/19 完成「低頻廣播系統在重大災難簡訊示警系統探討」報告，並提供中華電信總公司網路處黃金石博士彙整轉呈國家通訊傳播委員會(National Communications Commission, NCC)及行政院參考，俾爭取政府對於低頻系統建置經費的支持。
- 3/22 完成低頻地震速報應用整合初步測試。
- 3/31 完成時間碼產生設備與公共民生廣播服務伺服器之整合。主要內容包括：(1)公共民生廣播伺服器(中游)透過網際網路傳輸，彙整中央氣象局、中央氣象局地震中心、農委會水保局等各公部門(上游)單位伺服器的公共民生服務資訊，並根據事先設定的編碼規則與服務權重，將處理過後的公共民生服務資訊，傳送給時間碼產生設備(下游)。(2)目前公共民生廣播伺服器規劃收集 6 種公共資訊，與 3 個公部門介接，採用 3 種不同之介接技術。(2a)氣象預報、颱風警報及豪大雨特報公共資訊採用檔案傳輸通訊協定(File Transfer Protocol, FTP)傳輸介面與中央氣象局介接資料；上述 3 項公共資訊屬於一般資訊，無即時更新收集資訊之需求，故本伺服器採用排程定時介接資料。(2b)土石流告警公共資訊採用網路服務(Web Service)與農委會水保局介接，由農委會水保局提供延伸標記語言(Extensible Markup Language, XML)格式土石流資訊；此項公共資訊屬於一般告警資訊，無即時更新收集資訊之需求，故本伺服器採用排程定時介接資料。(2c)地震報告與強震即時速報介接方式尚未與中央氣象局確

認，目前規劃採用中央氣象局提供的「地震資訊快速通報服務」，使用網際網路協議 (Internet Protocol, IP) 封包傳輸方式介接資訊。此介接方式為「地震資訊快速通報服務」於中央氣象局發布地震報告與強即時速報資訊後，於本伺服器之特定資料夾中新增檔案資訊。此介接方式為本伺服器檔案新增後立即觸發，可達到強震速報即時更新收集資訊之功能。(3)與時間碼產生設備(下游)介接部分，目前已規劃與低頻廣播系統介接資訊，透過序列通訊協定(Recommended Standard 232, RS232)傳送公共資訊。(4)本伺服器主要功能之一為收集公部門資訊，未來可規劃納入公司與氣象局、水保局等單位介接服務平台，讓公司的行動通訊系統或固網系統介接資訊，達到多元化公共資訊傳播服務。(5)以目前所開發之「強震即時速報」為例，本伺服器採用 IP 封包傳輸方式與上游公部門介接資訊，其介接花費時間約為 1~2 秒，其原因可能為目前傳輸環境為網際網路，傳輸過程經過多次路由所造成。本伺服器與下游時間碼產生設備採用同地端 RS232 傳輸，其傳輸時間約可在 0.1 秒內。本伺服器接收到「強震即時速報」後，將其資訊編碼後傳送至下游時間碼產生設備。

- 完成 101 年度綱要計畫書「建立及維持國家時間與頻率標準科技發展 - (3/4)」之低頻無線時頻傳播系統於國家標準時間之應用研究(子項)。主要的內容包括低頻傳播系統展示平台標準時間源追溯，採用衛星雙向校時或 IEEE 1588 PTP。國家標準無線時頻雙模子母鐘接收架構研發，採用 NTP 網路校時或低頻無線時頻。無線標準時頻信號傳遞的推廣初步規劃於中華電信研究所台北辦公室及中華電信總公司設置示範點。

- 4/1 於標檢局完成 101 年度綱要計畫書審查，主要決議事項包括：本計畫經審查後經費額度建議仍維持原申請數(28,754 千元)、本計畫為延續性計畫符合國家政策且過去執行績效良好委員均表示應持續給予支持、有關 101

年度併入低頻無線時頻傳播系統之應用研究宜調整說明相關的工作內容及績效等、有關國家時間與頻率標準實驗室基本維持費用與技術精進所需費用請計畫執行單位提出需求分析說明並列入本年度策略會議討論議題、有關 99 年度計畫執行單位先行支付費用採購之儀器及相關設備，同意於後續委辦案經費列支設備使用費，並依「經濟部及所屬機關委辦計畫預算編列基準」辦理。

- 4/7 完成龜山低頻實驗平台時間碼產生設備 Meinberg 軟體升版，作了三次強震速報的警報測試，均成功接收。(a) 6 級以上、北部、高屏；Server 傳到 Meinberg 時間：16:56:54.487，Receiver 記錄時間 16:56:57.150 接到 W7、16:57:05.165 接到 W730003000...、16:59:05.150 接到最後一筆 W730003000。(b) 6 級以上、宜蘭、高屏；Server 傳到 Meinberg 時間：17:41:26.830，Receiver 記錄時間 17:41:29.165 接到 W7、17:41:37.181 接到 W710101010...、17:43:37.181 接到最後一筆 W710101010。(c) 4~6 級以上、宜蘭、高屏；Server 傳到 Meinberg 時間：17:47:08.643、Receiver 記錄時間 17:47:11.196 接到 W4、17:47:19.165 接到 W410101010...。

- 4/15 依據交通部郵電司指示之「研議仿效建置類似之災害速報資訊通報（簡訊廣播）系統」，完成低頻廣播系統在重大災難告警應用之探討。主要內容包括前言、目的、低頻廣播系統的服務項目、低頻廣播試用系統成果、低頻廣播系統在強震即時警報系統之通報說明、可行性評估、投入支援及效益評估等。主要的結論為由公共伺服器到低頻接收終端之間的傳遞時間約為 4 秒鐘。因此，若加上中央氣象局地震測報中心的地震偵測時間（現有技術約需要 20~30 秒），用戶將可在地震發生後 24~34 秒鐘後接收到地震發生的訊息。理論上以目前的技術，距離震央 72~108 公里以上的位置將可因低頻的地震速報而提早獲得應變的時間。

- 4/15 完成低頻地震速報應用的測試規劃書，

	<p>主要內容包括低頻訊息發送控制之低頻公共民生廣播系統—強震即時速報測試發佈 Web 介面；低頻接收終端設備之 LF module + Bluetooth 中繼 + MID display；系統整合測試之重複發送告警情形、傳送總時間評估、系統展示測試等。</p>	
<p>100.04.16~100.05.15</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 4/22 完成低頻地震速報應用測試規劃書的測試項目驗證，所有測項測試皆正常。主要結論包括(a)強震發生：4 秒內可即時告警。(實測結果為 2.24~3.385 秒)。(b)一般地震發生，收到本地告警資訊：根據地點編碼的順序，分別可於 5~8 秒內告警。(實測結果為 4.01~7.55 秒)。 ■ 4/25 完成三種緊急告警通報系統之比較簡報，包括低頻系統、船岸系統及中央遙控警報系統。船岸系統涵蓋雖廣，但屬與一對一的通訊模式，無法做到全面性即時的通報。中央遙控警報系統與低頻一樣都是廣播系統，但其涵蓋大多僅限於人口稠密處，不如低頻可做到全島涵蓋。 ■ 2010 年台北花卉博覽會低頻服務示範區於 2011/4/25 圓滿落幕，展示時間長達 171 日。根據主辦單位統計，花博總參觀人次約 900 萬人次，其中佔地大展覽變化多的爭豔館是第一名，累積超過 480 萬參觀人次，平均每天都有 2 萬 8 千人次參觀，累積參觀人次遠高出第二名未來館的 227 萬。本次低頻系統所展示的大型電子看板正是設置在爭豔館的入口，可將推廣與曝光的效益極大化。爭豔館的低頻電子看板，在花博活動期間成為醒目重要的地標，並且在花博結束前的最後一晚(100/4/25)陪同在場的所有來賓一同倒數。 ■ 因應台北花博會展覽結束低頻展示系統將搬遷至中華電信研究所，4/25 進行中華電信研究所低頻電子看板裝設地點訊號測試，測試地點包括 A 棟門口、A 棟門口並在 A 棟頂樓使用中繼、D 棟大禮堂外爬滿藤蔓的牆面、D 棟藤蔓牆面並在 D 棟頂樓使用中繼、大門口警衛室上方。可行性較高的點為 D 棟藤蔓牆 	

及大門口警衛室上方。但是 D 棟藤蔓牆需在 D 棟頂樓以藍牙模組盒中繼低頻信號。大門口警衛室上方雖可直接接收低頻信號，但易受環境干擾。此外需考慮若裝設看板直接接收低頻，則接收機位置必會設限，可能找不到接收良好的位置。看板以變壓器供電，也會提高接收機的 noise floor。看板顯示內容的切換即代表有電流的改變，此改變也會提高低頻接收的 Noise Floor。諸多挑戰皆需要加以克服。

- 4/29 前往中國文化大學參加「2011 智慧型數位生活研討會」並簡報論文「低頻無線時頻傳播系統與智慧生活應用」。主要結論為低頻無線時頻傳播系統具有傳播效能優異、系統架構簡單、覆蓋範圍廣大、低成本等優點。提供無所不在的國家標準時頻是進步社會的表徵，國家標準時頻可應用於網路、民生、交通運輸及社會安全等領域，結合有線及無線方式提供國家標準時頻，為最有效益的方式達成全國時間同步，提升民眾生活品質及國家競爭力。經過多年的努力，我們已經完成低頻系統智慧生活示範區的建置，並進行各式民生應用試驗，如符合國家時間碼之電波鐘錶自動對時及氣象預報增值服務、交通號誌同步、路燈控制等，並將邀請政府單位、學界及業界共同參與合作。展望未來，希望能透過各種展示的機會推廣低頻應用服務，以爭取預算的支持，並完成低頻無線時頻傳播系統的建置。屆時，將能實現無障礙傳送信賴國家標準時間，並建構智慧生活與安全居住環境。會議主持人為中國文化大學建築系的詹添全教授，詹教授於會中對於本系統表達高度的肯定。
- 5/3 完成低頻系統、船岸系統、中央遙控警報系統及 FM 副載波於緊急告警通報之優劣比較與分析，新增 FM 副載波之比較。FM 副載波雖然有較高速率及豐富增值應用的優點，但涵蓋上仍存在一些漏洞，不若低頻系統的全面性。因此，低頻系統在涵蓋面上優於其他三種系統。

	<ul style="list-style-type: none"> ■ 5/5 完成低頻系統傳播速度提昇之技術評估，包括 PWM (四種符碼)BER 理論分析、PWM (八種符碼)BER 理論分析、BPSK (Tb=100ms, Tsample=10ms)BER 理論分析及綜合比較圖。BPSK 的速度將是 PWM 的 4 倍，但秒同步不容易建立。 ■ 5/6 提出「低頻系統花博會展示設備搬遷勞務」購案，規劃 5/20 完成電子看板搬遷及安裝，並將進行所內低頻電子看板訊號接收效能最佳化。 ■ 土石流低頻告警示範點維運工作。(a)5/12 完成桃園復興鄉澤仁村及霞雲村低頻土石流示範點進行設備維護及記錄資料下載。(b)進行記錄資料分析，包括 BER 及接收狀態分析。初步發現有幾天會發生接收不佳的情況，但一般一天之內可以復原。進一步分析接收不良的發生原因，例如強風是否會影響龜山 LF 系統天線的阻抗匹配，進而影響發射效率。(c)5/9 與水保局土石流防災中心陳振宇主任確認土石流低頻告警測試計畫書及該單位的後續需求，後續將依照原訂計畫進行。 ■ 5/14 13:00 及 20:30 發射機出現異常狀況，5/18 請同仁偕同仲琦魏經理前往龜山台維修。本次異常原因是因天線端子下方白色陶碗產生裂縫，且防水矽膠破裂滲水，導致匹配箱內部上緣白色陶碗內積滿水，部分流出至機箱內。當下雨時，內部白色陶碗將因內部積水升高而導致短暫短路與火花，造成系統匹配狀況不穩定，進而造成發射機異常。維修項目包括清除積水與污垢、更換白色陶碗、重新固定及防水處理。經維修後，低頻實驗平台於當日傍晚恢復正常運作。 	
100.05.16~100.06.15	<ul style="list-style-type: none"> ■ 低頻系統花博會展示設備搬遷勞務：5/16 完成採購程序、5/17 完成廠商議價，得標廠商為基石科技，決標價為 25,000 元。 ■ 低頻系統花博會展示設備遷移至電信研究所繼續進行低頻應用推廣之工作。5/20 完成電子看板搬遷及安裝，包括中華電信研究所北大安辦公室大門口精簡版低頻看板一座、中華電信研究所楊梅本部大門口警衛室屋頂 	

標準版低頻看板一座及 C 棟門口精簡版低頻看板一座。分別於 5/20、5/23 及 5/24 完成楊梅本部大門口警衛室屋頂標準版、C 棟門口精簡版及大安辦公室大門口精簡版之低頻接收模組與電子看板整合與測試，可正常接收國家標準時間、溫度預報及降雨機率預報。

- 5/21 21:00 發射機再度出現異常狀況，5/22 請同仁偕同仲琦魏經理再度前往龜山台維修。本次的異常原因為 PA(Power Amplifier)發生故障，當日請仲琦魏經理維修 PA 並於當日恢復低頻系統的正常運作。
- 5/23 完成中華民國科學技術年鑑（100 年版）撰稿，並送交國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心進行後續的編撰工作。
- 5/24 之後，持續進行中華電信研究所低頻電子看板展示及相關維運工作。主要工作包括接收軟體更新、資料檢測演算法優化、資料同步優化、延長電子看板時間顯示長度，由 6 秒延長為 18 秒及更新電子看板罐頭語。
- 5/27 低頻晶片設計委託研究案期中報告會議，主要內容包括：(a)已完成低頻接收晶片模擬與佈局，並透過國科會晶片製作中心完成晶片下線，本次下線使用 TSMC CMOS018 製程，七月初取得晶片。(b)本次電路架構主要修改部分包括：(1) VGA(Variable Gain Amplifier)架構，以達較寬頻寬。(2) 新增 Crystal select 功能，提供 SS1 與 SS2 腳位選擇低頻接收器所需頻率。(3) 偏壓電路，使電源供應及 standby 模式皆更省電；及其他因製程不同的電路調整等。(c)關於電路模擬部分，將 V_{in} 的 rising edge 與 falling edge 時間（如 1ms~10ms）納入模擬參數之一，觀察輸出波形延遲情形，並根據此模擬建議一個 symbol 長度的最小值。同時也請低頻計畫量測接收天線接收到的訊號供清大模擬參考。(d)目前 AGC(Automatic Gain Control)功能為隨著 V_{in} 大小變化，以 1 為基準，調整放大倍率。此機制在 V_{in} 快速由 high 轉 low 時，需重置 PON 以避免長時間將 V_{in} 判斷為 0。(e) 後續研究部份，已備妥量測所需

PCB(Printed Circuit Board)，並將於近日整理研究結果投稿 ISOCC(International System On Chip design Conference)論文。

- 6/2 參加經濟部水利署低頻及雲端討論會議，拜訪防災中心主任謝明昌主任並進行低頻系統之簡報。重點包括(a)水利署現有淹水通報管道有三：簡訊 LBS、網頁通報單、電話通知當地村里長再廣播，水利署告警的類型有三：村里、河川、水庫洩洪。(b)水利署告警的時間間隔分為 1、3、6、12、24 小時，水利署告警的程度分為 1 級(立即發生淹水的機率超過 70%)及 2 級(3 小時內發生淹水的機率超過 70%)。(c)水利署建議可以參考日本的例子，在下游親水區域設置淹水的告警電子看板，並且與各地縣市政府合作（例如新北市的大豹溪)。(d)水利署正在推動自主防災社區，未來告警可能以社區為單位。重要結論包括(a)謝主任表示將再思考未來是否將低頻放入水利署的告警管道中、(b)謝主任同意先以示範計畫的方式進行、(c)台中營運處企客科業務經理建議針對低頻提一個標專案、(d)由本計畫提出 101 年計畫預算（包括人力費用及設備費用），以爭取水利署預算。
- 6/8~6/10 參加 2011 The 11th Asia-Pacific ITS(Intelligent Transportation System) Forums:(a)ITS AP 為智能型運輸系統-亞太地區的簡稱，而自 1990 年開始，每年都會在 ITS AP 會員國間輪流舉辦智能型運輸系統亞太論壇暨交通科技展，作為相關領域的專家學人分享彼此的專業知識與經驗的交流平台。(b) ITS AP 的主要會員國包含台灣、日本、澳洲、印度、南韓、馬來西亞、紐西蘭、泰國、新加坡、香港等國家。除此之外，ITS AP 每年數次會召集亞太地區的會員國代表召開理事會議(BOD meeting)，了解及更新各會員國的 ITS 發展現況及討論智能型運輸系統亞太論壇暨交通科技展舉辦事宜。(c) 第 11 屆智能型運輸系統亞太論壇暨交通科技展(The 11th Asia-Pacific ITS Forum Exhibition, 2011 ITS AP Forum)於 2011 年 6 月 8 日至 6 月 10

日，在高雄漢來大飯店巨蛋會館盛大舉辦，由中華智能型運輸系統協會主辦。(d)本次研討會主題包括：交通控制與管理、旅行者信息、電子收費服務、智慧安全、智能公共交通系統、商業營運服務、弱勢族群保護、緊急救援與災害管理、智慧交通與環境及永續發展、車載資通訊系統、車輛路側設施整合、先進車輛控制與通訊系統、智能交通系統創新發展及其他。(e)本次於會中發表論文一篇「Development of Low Frequency Time-Frequency Broadcasting System and Its Applications to Emergency Management」，屬於 h) 緊急救援與災害管理之議題。(f)ITS AP Forum 是一個相當國際化且凝聚力強的組織，本次會議舉辦相當成功，本所 680 計畫在會中也獲得相當的肯定。無線研究室未來可以藉由 CFVD(Cellular Floating Vehicle Dada)議題切入，積極參與 ITS AP Forum 的活動。(g)除了發表論文之外，在展覽會場也與各家廠商進行交流，尋求低頻於 ITS 應用之機會。

- 6/10 配合標檢局完成國有公用財產實地訪查。
- 「地震報台灣」智慧型手機應用程式與低頻服務之比較。經向開發公司創兆國際資訊瞭解，歸納出下列觀察與建議：地震報台灣採網路推播技術，訊息傳遞路徑為中央氣象局 → 創兆國際資訊 ↔ App Server → iPhone/iPad 經 ID 認證之用戶，排程送出。目前用戶數約 10 幾萬。「地震報台灣」對外目前有 3 個 IP 提供用戶下載，所有的訂閱用戶傳完約需 30 分鐘。由其傳遞的延遲看來，將無法達到即時與全面性的通報，也無法做到速報。因此其主要應用為事後的地震報告。低頻系統創意是針對地震速報，降低 Servers 之間的 Delay 與 Packet Switched 的排程問題達到事先告警的目的。創兆國際資訊人員表示，希望本公司能在網路(增加 IP 的數目)上予以協助，降低延遲的時間。
- 完成低頻無線時頻傳播系統設備維護需求規

	<p>格報告：(1)本規格書描述之系統設備維護保養項目包括發射機系統、天線系統、天線匹配系統、時頻產生系統、原級標準系統及公共資訊伺服器。(2)系統設備維護保養內容包括：(a)一級維護保養：標準時頻校正、硬體設備保養、記錄存檔及軟體設備升級、年度工作保養與安全性。(b)二級維護保養：故障排除、發電機及空調設施保養、每季保養及工作紀錄。(c)三級維護保養：機房及天線場區安全巡視、每日每週每月保養及工作紀錄。(3)一級保養部分包括標準時頻校正、硬體設備保養、記錄存檔及軟體設備升級、年度工作保養及安全性。(4)二級保養部分包括故障排除、發電機及空調設施保養及每季保養及工作紀錄。(5)三級保養部分包括機房及天線場區安全巡視及每日每週每月保養及工作紀錄。</p>	
100.06.16~100.07.15	<ul style="list-style-type: none"> ■ 經濟部水利署標專案，針對本案提出一年的示範計畫(101 年度，預算包括人力行政費用及設備費用)，以爭取水利署的補助。已請台中營運處王雯蕙專案經理發會辦單給 920(陳榮銘/張琪)，低頻計畫再接受委派處理。6/23 完成招標規範初稿，並由企分進行彙整。針對立柱用地及供電問題，根據 900 江宏昇表示會由企分專門單位負責處理，兩處測試點東眼橋與醒心橋將於近日安排測試。 ■ 6/29 完成兩處示範地點東眼橋與醒心橋的低頻訊號接收量測，量測結果為訊號強度均高於接收臨界值，其中以東眼橋的接收狀況最佳。 ■ 7/7 完成「低頻無線時頻傳播系統建置計畫(4/4)」第二季季報公文發送(Due:7/15，請款 377 萬)。 ■ 7/12 完成「低頻無線時頻傳播系統建置計畫(4/4)」期中報告公文發送(Due:7/15)。 ■ 7/14 開始進行 10” ViewPad(Viewsonic)平板電腦長時間不間斷接收測試，運作正常，初步估計資料可靠度可維持在 95%以上。 ■ 7/14 再度前往水利署進行第二次簡報以爭取計畫預算，由於目前規劃之應用服務並非屬 	

	<p>於水利署的權責，因此將轉向地方政府推廣。</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 7/14 完成中華電信研究所大安辦公室低頻電子看板韌體，以提高接收的可靠度。更新與輪播語更換，新增數位雨林等與政令宣導相關的內容。 	
100.07.16~100.08.15	<ul style="list-style-type: none"> ■ 7/19 透過中華電信企分的協助，委請北區電信分公司 / 新北營運處 / 第一企業客戶科何永福工程師聯繫新北市消防局(大豹溪流域的親水區域的權責單位是新北市消防局)，持續進行低頻於淹水告警之應用推廣。 ■ 利用低頻實驗室現有的兩台飛瑞 C-3000 3K VA 在線式 UPS(Uninterruptible Power Supply)，動支零用金更新電池(一台需 8 顆電池，共計 16 顆電池)，UPS 保護的對象為整個低頻傳播系統。 ■ 7/27 前往壽山岩機房裝設兩台 UPS 設備，針對低頻發射機、時間碼產生器、硬體防火牆、公共民生伺服器部分進行保護。UPS 設備安裝完成後，低頻系統可正常工作。後續並進行實際斷電測試，結果發現 UPS 至少可以支持 30 分鐘。 ■ 完成 UPS 監測軟體安裝，可在中華電信研究所楊梅本部透過網路遠端監控龜山系統電源供應狀況。 ■ 因應桃園縣楊梅市幼獅派出所員警之請託，於 7/28 完成研究所大門口標語更新，主要新增內容包括「使用毒品，害人害己!」、「禁絕賭博行為人人有責」等。 ■ 根據龜山台 UPS 的紀錄資料，8/10 與 8/17 分別發生了約三分鐘的跳電。在這些跳電期間，UPS 協助維持低頻實驗系統相關設備正常運作。 ■ 低頻 AC 供電技術研究：與湯齊電子(變壓器廠商)合作，在低頻接收電路上新增接地板，並改善變壓器的供電效能。測試結果，一般市電可到達 96% 以上的有效資料率。進行 AC 供電技術之外部諮詢：低頻廠商包括 C-MAX、法詩計時等，電源供應廠商包括湯齊、台達電等。藉由低頻接收電路上新增接地板並改善變壓器的供電效能，有效改善在 	

	<p>中華電信研究所 B 棟實驗室及 C 棟頂樓的低頻接收狀況。並自 8/11 起，C 棟頂樓的低頻接收模組已切換至市電供電。截至 8/25，C 棟門口低頻電子看板的時間與氣象都能正常接收，效果接近原本的電池供電。後續將持續巡視 C 棟門口低頻電子看板工作狀況。</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 依據 NCC「學術教育或專為網路研發實驗目的之電信網路設置使用管理辦法」申請核准電信網路設置使用與無線系統執照。8/15 提出低頻系統執照換發申請，實驗項目主要有時間碼之測試、標準時間之傳送與接收測試及民生應用之傳送與接收測試等，告警資訊即包含在民生應用之中。8/30 收到 NCC 回覆執照換發核准之公文。 	
100.08.16~100.09.15	<ul style="list-style-type: none"> ■ 8/18 拜訪新北市消防局進行「低頻系統規劃與介紹」簡報：(a)業主建議可先針對新北市八里地區之土石流及淹水保全戶進行示範計劃。(b)目前因電波範圍尚未遍及全新北市，若試用計劃成效良好，新北市消防局未來不排除規劃自建一低頻站台，以涵蓋全新北市地區。(c)業主請低頻計畫前往八里、三峽及瑞芳等適用於低頻系統災害告警之應用地區，進行低頻接收功率調查。(d)業主日前已規劃建置一套民防廣播系統，做為預防貢寮核災發生之疏散宣導解決方案。建議本計畫之低頻系統能與該民防廣播系統結合，針對已建置之系統(如大聲公喇叭廣播或 LED 電子看板等)能增加模組即可使用，以解決目前低頻終端設備之不足，該議題將請本計畫確認後再回覆業主。 ■ 8/22 完成 3 處 LF 地震速報測試點建置，包括研究所 B 棟 3 樓陽台、張世傑家及劉家宏家。截至 8/25，LF 終端已成功接收到發自氣象局的地震速報資料 3 次，分別為 8/21 04:29、8/24 01:29、08/24 21:15。由於桃園地區震度不到 1 級，因此無法感受到。 ■ 9/2 完成低頻終端接收設備 ViewPad + LF USB(Universal Serial Bus) Dongle 之製作，並持續於中華電信研究所 C 棟 3F 陽台進行 24 小時測試，功能驗證結果一切正常。 	

	<ul style="list-style-type: none"> ■ 低頻系統維運工作：完成壽山岩現場安裝相關遠端控制與系統監測系統規格研擬，功能至少包含-遠端系統重置(fault reset)以及即時發射機系統電壓、電流輸出狀況記錄與顯示。9/13 請仲琦魏名寰經理進行上述需求之可行性評估，並進行後續的報價。 ■ 依據「低頻無線時頻傳播系統建置計畫」行政契約書第 17 條第 15 項規定辦理資訊安全弱點檢測，執行檢測程序並修補其資安弱點，提出資安弱點檢測報告書：(a)本檢測範圍為針對「低頻無線時頻傳播系統建置計畫」負責之 1 台伺服器進行資訊安全弱點檢測--低頻公共民生伺服器(59.124.133.71)。(b)使用行政院研考會建議之免費檢測軟體 Nessus 4.4.1 版進行資安弱點檢測，包括 43 大類共 45400 種測試案例進行全系統掃描。(c)檢測結果：所有伺服器均無發現 OWASP TOP 10 - 2010 之資安弱點，並且，均無發現「高度」及「中度」風險之資安弱點。其所列「低度」風險描述伺服器提供開放服務，例如 HTTP Web Service，無修補之必要性。(d)已於 9/7 發文標檢局。 	
100.09.16~100.10.15	<ul style="list-style-type: none"> ■ 進行 100 年度低頻計畫出國參訪規劃，參訪地點包括 Fujitsu、九州低頻系統、NICT(National Institute of Information and communications Technology)、電波鐘錶公司等。 ■ 9/21 完成公共民生廣播服務伺服器運作與異地備援規劃報告：(a)低頻伺服器的建置對於低頻系統提供公共民生資訊相關服務而言為一不可或缺的元素。有了低頻伺服器，公部門的民生資訊才有匯入低頻系統的管道。而低頻伺服器建立的查詢日誌，可查詢公共訊息的傳送情況，也可讓低頻系統管理者掌握低頻伺服器與時頻信號產生子系統的連接狀況，對低頻系統的維運具有舉足輕重的影響。(b)本篇報告即以公共民生廣播服務伺服器為主題進行研究。第二章介紹公共民生廣播服務伺服器系統架構及運作概述；第三章說明公共民生廣播服務伺服器備援規劃；第 	

	<p>四章則是結論。(c)低頻伺服器主要功能分為五大部分，包括公共資訊收集、公共資訊編碼、公共資訊優先權排程、公共資訊傳送及伺服器管理等。低頻伺服器備援建置規劃分為兩階段進行，第一階段為同地備援，而第二階段為異地備援。若以高可用度來評估，目標為建立「5個9」的HA等級備援架構，停機時間最長於不超過1分鐘。透過此備援機制來達成低頻伺服器服務不中斷的目標。</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 低頻伺服器-同地備援功能驗證：9/29前往壽山岩機房進行低頻伺服器同地備援機制的功能驗證。總共進行包括”Node1及Node2同時發送一般公共資訊”等7項功能之驗證(test cases)，驗證結果全數通過。 ■ 10/12進行公共民生廣播服務伺服器運作與異地備援規劃審查。決議事項包括：(a)請130計畫基於9月底的研究報告進行內容之補充與更新。(b)增加同地備援運作流程說明。(c)研究時間碼產生器也進行備援的可行性。(d)研究多重路由備援的可行性。(e)11月底前完成Final報告的彙整。 	
100.10.16~100.11.15	<ul style="list-style-type: none"> ■ 投稿前瞻科技與管理期刊之“緊急訊息傳遞技術及其應用”論文撰寫。台灣大學蔡志宏教授邀請中華電信研究所共同參與撰寫，由多媒體室主辦，無線室低頻及120計畫協辦。其中，本計畫負責中英文摘要、第一章前言、第三章低頻及第九章結論。120計畫負責第四章CBS。本文針對各種不同的緊急訊息傳遞技術情境進行分析，並最後提出主動式防災雲概念。由於前瞻科技與管理期刊在國內的產官學界具有相當的影響力，藉由投稿該期刊將可有效推廣低頻無線時頻傳播系統的相關應用，並可對未來爭取建置經費有正面的助益。本文於10/17獲主辦單位通知錄取，並於於2011年11月第1卷第2期刊出。 ■ 10/18完成一件發明專利案之申請「差動主動式電容裝置(Differential Active Capacitor)」：目前常見的接收機電路會遭遇到無法避免的直流偏移問題，所以需採用大容值電容因 	<p>100年度低頻計畫出國參訪：(a)參訪行程：10/23去程台北→日本福岡、10/24參訪福岡低頻系統、10/25與NICT低頻系統工程師進行研討及福岡到東京路程、10/26參訪NICT時頻實驗室及與日本電波鐘錶產業代表會談、10/27參訪NICT低頻實驗室與相關設備及與NICT專家進行研討、10/28參訪Fujitsu Net Community並與Fujitsu專家進行研討、10/29回程日本東京→台北。(b)本次考察的第一個行程是前</p>

	<p>面積過大而無法整合於晶片中，必須採取外接式電容。此外，一般接收機需使用到約兩組濾波電路，濾波電路中的大電容也必須採用外接式電容。採用外接式電容也必須面臨因金屬打線(wire bonding)的電感效應所造成的額外雜訊干擾，因此造成設計難度提升。大量的採用外接式電容也使得系統成本提高。本發明所提出之差動主動式電容裝置可大幅減少電容在晶片中所占的面積，且不需要外接式電容，可避免外接元件所造成的額外雜訊干擾。由於不需要外接元件和縮小晶片面積，設計成本也大幅地降低。</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 低頻實驗系統涵蓋效能測試：(a)分別於10/19、20及28三天前往桃園縣龜山鄉、中壢市、楊梅市、新屋鄉、觀音鄉及蘆竹鄉，新竹縣新豐鄉、竹北市、新竹市及湖口鄉，新北市林口區、八里區、淡水區及蘆洲區等地進行低頻實驗系統涵蓋效能測試。(b)完成ITU-R P.368-9電波涵蓋模型分析與研究，並利用電腦模擬程式重建龜山鄉低頻實驗系統的電波涵蓋模型（理論值），模擬頻率為78kHz（程式的整數輸入限制）、輸出功率為600W、輻射效率為0.1%、有效天線高度150m、模擬範圍為1~50km。(c)進行低頻實驗系統涵蓋效能測試數據與ITU-R P.368-9電波涵蓋模型結果之比對與分析，分析的內容包括場強 v.s.地圖座標分佈圖、場強 v.s.距離分析圖、量測數據均方誤差（mean squared error, MSE）統計、未來商用低頻系統場強分佈預估圖等。 ■ 規劃低頻地震速報試用結果客觀測試分析：(a)有效資料率統計，包括試用者個別作圖，日期 v.s.日平均有效資料率。(b)試用者個別作圖，24小時 v.s.月平均有效資料率。(c)試用者合併作圖，距離 v.s.月平均有效資料率。(d)地震速報傳遞時間，單筆地震資料的平均、最大及最小傳遞時間。(e)地震速報成功率。 ■ 整理9/1以後的地震資料，規劃地震資料與低頻接收終端 log 資料的比對(個別統計與合 	<p>往九州福岡的Hagane-yama 60kHz系統參訪。由於本州福島的Ohtakadoya-yama 40kHz系統於今年311東日本大地震中遭受福島核電廠的輻射影響，因此無法於本次參訪行程中安排。雖然如此，日本於大地震中所學習到的低頻系統應變經驗也是參訪行程中可以學習的地方。(c)除了低頻系統的參訪行程之外，本次行程還包含前往負責日本國家標準時頻維持以及低頻系統維運的單位NICT的參訪，實地學習日本國家標準時頻實驗室發展的現況與最新的技術、與日本鐘錶產業主要代表進行低頻系統技術的研討、及交流低頻系統建置與量測技術。藉由與日本低頻技術專家與相關人員的討論與問答，可對於系統設計、設備廠商、系統量測、系統維運、未來應用等議題有進一步的釐清與掌握，收穫甚多。(d)最後，本次行程還安排至Fujitsu公司參訪Net Community，學習防救災的最新科技與相關應用現況。</p>
--	--	--

	<p>併統計)。主要統計指標包括 probability of detection、probability of miss detection、probability of false alarm 以及主觀測試地震速報成功率。</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 11/10 完成公共民生廣播服務伺服器之運作規劃與異地備援網路架構規劃最終版，新增的內容包括增加同地備援運作執行情境說明、同地備援建置規格補充、時間碼產生設備備援規劃、發射機備援規劃等。 	
100.11.16~100.12.31	<ul style="list-style-type: none"> ■ 11/18 完成「低頻收發模組材料一批」購案之採購申請，購案內容包括 77.5kHz 場強接收模組 3 個及藍牙一對多收發模組 3 組。77.5kHz 場強接收模組用於低頻訊號強度量測及尋找適合低頻接收地點，藍牙一對多收發模組為低頻主從式架構研發用料，以順利完成低頻系統在國家標準時間的推廣。 ■ 11/25 及 11/28 進行低頻實驗系統都會區涵蓋效能量測，規劃測試路線為台北市捷運沿線幾個主要出入口，包括南勢角線的景安、永安市場、頂溪、古亭、中正紀念堂、台大醫院站，板南線的善導寺、忠孝新生、忠孝復興、忠孝敦化、國父紀念館及市政府站。主要結論包括：(a) 大樓的騎樓遮蔽可能超過 10dB。(b) 測試點只要是在室內，均只能量到 noise floor。(c) 在台北市量得到正常訊號的捷運站平均場強都在 58 dB μ V/m。(d) 在百貨商圈的十字路口進行量測，結果發現東西向和南北向都有良好的收訊結果，只是南北向的場強會明顯好一點。(e) 從十字路口走進南北向的街道內再量測一次，就會發現東西向的電波收訊變差，只剩南北向收得到。 ■ 11/29 低頻晶片設計委託研究案期末報告會議，主要內容包括：(a) 委託案執行情形：今年度已完成低頻接收晶片設計模擬，並透過國科會晶片製作中心(CIC)完成晶片下線兩次，第一梯次於七月取得晶片，第二梯次於 11 月 25 日取得晶片。(b) 晶片設計模擬已完成多頻設計 (40~77.5kHz)、低耗電流 (91.8uA)、低 standby current (1.4nA)、及高靈敏度(1.2uV)，其中請委託案執行單位確認靈 	

敏度與 noise floor 之間的關係。(c)已完成一篇 ISOCC 論文，並於 10 月 1 日被接受。(d)已於 10 月 18 日申請專利一件。(e)請委託案執行單位於 12 月 2 日前完成期末報告並提供委託單位參考，以進行後續之結案流程。

■ 12/5 完成低頻系統建置規格修訂以及「低頻無線時頻傳播系統建置規格書」。本規格書共計六章，包括第一章的前言、第五章的結論及第六章的參考資料。第二章為低頻無線時頻傳播系統架構概述，包括低頻無線時頻傳播系統設計規劃、低頻無線時頻傳播系統架構、低頻無線時頻傳播系統智慧化生活應用規劃、時間同步服務及公共民生廣播服務。第三章為低頻無線時頻傳播系統建置規格，包括原級標準子系統、公共民生廣播伺服器、公共民生廣播伺服器、時頻信號產生子系統規格、時頻信號產生設備規格、頻率調整設備規格、時間比對設備規格、站台監控裝置規格、發射機子系統、天線子系統、低頻電波傳播特性、天線子系統之設計、天線子系統規格、天線子系統之共站設計、低頻系統之涵蓋模擬、國家標準時間碼、時間資訊、公共民生服務資訊及低頻系統站址。第四章為低頻無線時頻傳播系統建置頻譜選擇規格，包括頻譜選擇需求考量及建置頻譜規格方案建議。

■ 100 年度「低頻無線時頻傳播系統建置規格書」增修主要部分包括：(a)低頻無線時頻傳播系統架構圖加入遠端雙向控制架構（參考日本 311 的應變措施）。(b)加入屏蔽需求，包括原級標準系統與天線子系統兩個部分。(c)時間信號產生子系統加入修正頻率調整設備。(d)時間信號產生子系統加入本地解調功能，以進行本地監測。(e)時間信號產生子系統加入輸出解調後的聲音（77.5kHz），以利監測。(f)發射機子系統加入手動緊急停止裝置。(g)新增全台灣低頻電波場強涵蓋分佈圖。

2 工作執行情形

計畫目標	目標達成程度	差異檢討
(一) 低頻無線時頻傳播系統建置		
1. 完成低頻系統建置規格訂定以及相關準備工作	<ul style="list-style-type: none"> ■ 4/25 完成三種緊急告警通報系統之比較簡報，包括低頻系統、船岸系統、中央遙控警報系統及 FM 副載波。船岸系統涵蓋雖廣，但屬與一對一的通訊模式，無法做到全面性即時的通報。中央遙控警報系統與低頻一樣都是廣播系統，但其涵蓋大多僅限於人口稠密處。FM 副載波雖然有較高速率及豐富加值應用的優點，但涵蓋上仍存在一些漏洞，不若低頻系統的全面性。因此，低頻系統在涵蓋面上優於其他三種現行的上線系統。 ■ 5/3 完成低頻系統、船岸系統、中央遙控警報系統及 FM 副載波於緊急告警通報之優劣比較與分析，新增 FM 副載波之比較。FM 副載波雖然有較高速率及豐富加值應用的優點，但涵蓋上仍存在一些漏洞，將不若低頻商用系統的全面性。因此，低頻系統在涵蓋面上優於其他三種現行的上線系統。 ■ 5/23 完成中華民國科學技術年鑑（100 年版）撰稿，並送交國家實驗研究院科技政策研究與資訊中心進行後續的編撰工作。 ■ 100 年度低頻計畫出國參訪：(a)參訪行程：10/23 去程 台北→日本福岡、10/24 參訪福岡低頻系統、10/25 與 NICT 低頻系統工程師進行研討及福岡到東京路程、10/26 參訪 NICT 時頻實驗室及與日本電波鐘錶產業代表會談、10/27 參訪 NICT 低頻實驗室與相關設備及與 NICT 專家進行研討、10/28 參訪 Fujitsu Net Community 並與 Fujitsu 專家進行研討、10/29 回程 日本東京→台北。(b)本次考察的第一個行程是前往九州福岡的 Hagane-yama 60kHz 系統參訪。由於本州福島的 Ohtakadoya-yama 40kHz 系統於今年 311 東日本大地震中遭受福島核電廠的輻射影響，因此無法於本次參訪行程中安排。雖然如此，日本於大地震中所學習到的低頻系統應變經驗也是參訪行程中可以學習的地方。(c)除了低頻系統的參訪行程之外，本次行程還包含前往負責日本國家標準時頻維持以及低頻系統維運的單位 NICT 的參訪，實地學習日本國家標準時頻實驗室發展的現況與最新的技術、與日本鐘錶產業主要代表進行低頻系統技術的研討、及交流低頻系統建置與量測技術。藉由與日本低頻技術專家與相關人員的討論與問答，可對於系統設計、設備廠商、系統量測、系統維運、未來應用等議題有進一步的釐清與掌握，收穫甚多。(d)最後，本次行程還安排至 Fujitsu 公司參訪 Net 	無差異

	<p>Community，學習防救災的最新科技與相關應用現況。</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 12/5 完成低頻系統建置規格修訂以及「低頻無線時頻傳播系統建置規格書」。本規格書共計六章，包括第一章的前言、第五章的結論及第六章的參考資料。第二章為低頻無線時頻傳播系統架構概述，包括低頻無線時頻傳播系統設計規劃、低頻無線時頻傳播系統架構、低頻無線時頻傳播系統智慧化生活應用規劃、時間同步服務及公共民生廣播服務。第三章為低頻無線時頻傳播系統建置規格，包括原級標準子系統、公共民生廣播伺服器、公共民生廣播伺服器、時頻信號產生子系統規格、時頻信號產生設備規格、頻率調整設備規格、時間比對設備規格、站台監控裝置規格、發射機子系統、天線子系統、低頻電波傳播特性、天線子系統之設計、天線子系統規格、天線子系統之共站設計、低頻系統之涵蓋模擬、國家標準時間碼、時間資訊、公共民生服務資訊及低頻系統站址。第四章為低頻無線時頻傳播系統建置頻譜選擇規格，包括頻譜選擇需求考量及建置頻譜規格方案建議。 ■ 100 年度「低頻無線時頻傳播系統建置規格書」增修主要部分包括：(a)低頻無線時頻傳播系統架構圖加入遠端雙向控制架構（參考日本 311 的應變措施）。(b)加入屏蔽需求，包括原級標準系統與天線子系統兩個部分。(c)時間信號產生子系統加入修正頻率調整設備。(d)時間信號產生子系統加入本地解調功能，以進行本地監測。(e)時間信號產生子系統加入輸出解調後的聲音（77.5kHz），以利監測。(f)發射機子系統加入手動緊急停止裝置。(g)新增全台灣低頻電波場強涵蓋分佈圖。□ 	
<p>2. 建立低頻智慧化生活示範區並進行整體測試評估</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 2010 年台北花卉博覽會低頻服務示範區於 2011/4/25 圓滿落幕，展示時間長達 171 日。根據主辦單位統計，花博總參觀人次約 900 萬人次，其中佔地大展覽變化多的爭艷館是第一名，累積超過 480 萬參觀人次，平均每天都有 2 萬 8 千人次參觀，累積參觀人次遠高出第二名未來館的 227 萬。本次低頻系統所展示的大型電子看板正是設置在爭艷館的入口，可將推廣與曝光的效益極大化。爭艷館的低頻電子看板，在花博活動期間成為醒目重要的地標，並且在花博結束前的最後一晚(100/4/25)陪同在場的所有來賓一同倒數。 ■ 2/16 完成桃園縣復興鄉土石流告警兩處示範點的訊號接收測試與服務展示，包括霞雲村的綠光森林及澤仁村的鄉代表處。 ■ 2/22 完成板橋區信義大樓廣場(板橋區信義路國慶路 	

交叉口)低頻接收訊號量測與分析。

- 2/23 前往中央氣象局與氣象局地震測報中心及國家災害防救科技中心進行「低頻地震預警技術討論及時間碼格式討論會議」，議程包括低頻地震速報技術與時間碼規劃簡報(低頻計畫)、時間碼格式討論、有線寬頻網路及行動網路於地震速報之應用討論、示範區建置討論及後續合作計畫討論。
- 3/2 完成土石流告警示範點試用上線：(a)兩處示範點在完成低頻接收器與 MID 裝設與設定後，順利在 3 分鐘左右達成時間同步，在半點時候順利接收中央氣象局的氣象預報。同時，也在發送土石流告警測試訊號的 2 分鐘後順利接收到告警訊號。(b)後續規劃每天進行低頻土石流告警演練，以確認廣播告警管道的暢通。經與兩位水保專員討論後，澤仁村在每天早上 8:58~9:00 發送三分鐘的演練測試訊號，霞雲村在每天早上 10:58~11:00 發送三分鐘的演練測試訊號，並請兩位專員協助記錄接收的狀況。(c)規劃每隔 1~2 個月前往兩處示範點下載訊號接收的紀錄檔案(log files)，同時瞭解使用的狀況，後續可利用記錄檔案進行分析，可進一步利用每隔半小時發送的氣象資訊(一天 48 筆資料)計算位元錯誤率及訊框錯誤率。
- 3/16 完成低頻智慧化生活示範區涵蓋效能評估報告。主要內容包括：(1)「低頻無線時頻傳播系統展示平台」於 99 年度 3 月份順利完成設備之安裝建置與初步測試，並取得國家通訊傳播委員會核發之實驗網路設置使用執照及無線系統執照。本計畫亦已於 100 年 2 月底向通傳會提出實驗網路第二年之申請，以繼續進行相關示範區之測試與評估工作。(2)利用「低頻無線時頻傳播系統展示平台」本計畫建置低頻智慧化生活示範區。為了解低頻智慧化生活示範區的涵蓋效能，本計畫進行一系列的評估實驗，並將評估結果整理成報告。(3)本篇評估報告共分六章，除第一章之前言與第六章之結語外；第二章分別說明整體測試架構以及低頻公共民生服務之格式研擬現況；第三章說明測試工作之軟硬體設備需求；第四章則表列測試項目總表；第五章則針對各測試項目，說明其準備工作、測試程序，並彙整分析測試結果。
- 完成「因應日本地震之低頻地震速報簡報」並向中華電信研究所所長簡報。3/19 完成「低頻廣播系統在重大災難簡訊示警系統探討」報告，並提供中華電信總公司網路處黃金石博士彙整轉呈國家通訊傳播委員會 NCC 及行政院參考，俾爭取政府對於低頻系統建置經費的支持。
- 4/15 依據交通部郵電司指示之「研議仿效建置類似

之災害速報資訊通報（簡訊廣播）系統」，完成低頻廣播系統在重大災難告警應用之探討。主要內容包括前言、目的、低頻廣播系統的服務項目、低頻廣播試用系統成果、低頻廣播系統在強震即時警報系統之通報說明、可行性評估、投入支援及效益評估等。

- 4/29 前往中國文化大學參加「2011 智慧型數位生活研討會」並簡報論文「低頻無線時頻傳播系統與智慧生活應用」。會議主持人為中國文化大學建築系的詹添全教授，詹教授於會中對於本系統表達高度的肯定。
- 低頻系統花博會展示設備遷移至電信研究所繼續進行低頻應用推廣之工作。
- 5/27 低頻晶片設計委託研究案期中報告會議，主要內容包括：(a)已完成低頻接收晶片模擬與佈局，並透過國科會晶片製作中心完成晶片下線，本次下線使用 TSMC CMOS018 製程，七月初取得晶片。(b)本次電路架構主要修改部分包括：(1) VGA 架構，以達較寬頻寬。(2) 新增 Crystal select 功能，提供 SS1 與 SS2 腳位選擇低頻接收器所需頻率。(3) 偏壓電路，使電源供應及 standby 模式皆更省電；及其他因製程不同的電路調整等。(c)關於電路模擬部分，將 Vin 的 rising edge 與 falling edge 時間(如 1ms~10ms) 納入模擬參數之一，觀察輸出波形延遲情形，並根據此模擬建議一個 symbol 長度的最小值。同時也請低頻計畫量測接收天線接收到的訊號供清大模擬參考。(d)目前 AGC 功能為隨著 Vin 大小變化，以 1 為基準，調整放大倍率。此機制在 Vin 快速由 high 轉 low 時，需重置 PON 以避免長時間將 Vin 判斷為 0。(e)後續研究部份，已備妥量測所需 PCB，並將於近日整理研究結果投稿 ISOC 論文。
- 6/2 參加經濟部水利署低頻及雲端討論會議，拜訪防災
- 經濟部水利署標專案，針對本案提出一年的示範計畫(101 年度，預算包括人力行政費用及設備費用)，以爭取水利署的補助。
- 7/14 再度前往水利署進行第二次簡報以爭取計畫預算，由於目前規劃之應用服務並非屬於水利署的權責，因此將轉向地方政府推廣。
- 7/19 透過中華電信企分的協助，委請北區電信分公司 / 新北營運處 / 第一企業客戶科何永福工程師聯繫新北市消防局(大豹溪流域的親水區域的權責單位是新北市消防局)，持續進行低頻於淹水告警之應用推廣。
- 8/18 拜訪新北市消防局進行「低頻系統規劃與介紹」簡報。

- 投稿前瞻科技與管理期刊之“緊急訊息傳遞技術及其應用”論文撰寫。台灣大學蔡志宏教授邀請中華電信研究所共同參與撰寫。本文針對各種不同的緊急訊息傳遞技術情境進行分析，並最後提出主動式防災雲概念。由於前瞻科技與管理期刊在國內的產官學界具有相當的影響力，藉由投稿該期刊將可有效推廣低頻無線時頻傳播系統的相關應用，並可對未來爭取建置經費有正面的助益。本文於 10/17 獲主辦單位通知錄取，並於於 2011 年 11 月第 1 卷 第 2 期刊出。
- 10/18 完成一件發明專利案之申請「差動主動式電容裝置 (Differential Active Capacitor)」：目前常見的接收機電路會遭遇到無法避免的直流偏移問題，所以需採用大容值電容因面積過大而無法整合於晶片中，必須採取外接式電容。此外，一般接收機需使用到約兩組濾波電路，濾波電路中的大電容也必須採用外接式電容。採用外接式電容也必須面臨因金屬打線(wire bonding)的電感效應所造成的額外雜訊干擾，因此造成設計難度提升。大量的採用外接式電容也使得系統成本提高。本發明所提出之差動主動式電容裝置可大幅減少電容在晶片中所占的面積，且不需要外接式電容，可避免外接元件所造成的額外雜訊干擾。由於不需要外接元件和縮小晶片面積，設計成本也大幅地降低。
- 低頻實驗系統涵蓋效能測試：(a)分別於 10/19、20 及 28 三天前往桃園縣龜山鄉、中壢市、楊梅市、新屋鄉、觀音鄉及蘆竹鄉，新竹縣新豐鄉、竹北市、新竹市及湖口鄉，新北市林口區、八里區、淡水區及蘆洲區等地進行低頻實驗系統涵蓋效能測試。(b)完成 ITU-R P.368-9 電波涵蓋模型分析與研究，並利用電腦模擬程式重建龜山鄉低頻實驗系統的電波涵蓋模型 (理論值)，模擬頻率為 78kHz (程式的整數輸入限制)、輸出功率為 600W、輻射效率為 0.1%、有效天線高度 150m、模擬範圍為 1~50km。(c)進行低頻實驗系統涵蓋效能測試數據與 ITU-R P.368-9 電波涵蓋模型結果之比對與分析，分析的內容包括場強 v.s.地圖座標分佈圖、場強 v.s.距離分析圖、量測數據均方誤差統計、未來商用低頻系統場強分佈預估圖等。
- 11/25 及 28 進行低頻實驗系統都會區涵蓋效能量測，規劃測試路線為台北市捷運沿線幾個主要出入口，包括南勢角線的景安、永安市場、頂溪、古亭、中正紀念堂、台大醫院站，板南線的善導寺、忠孝新生、忠孝復興、忠孝敦化、國父紀念館及市政府站。主要結論包括：(a) 大樓的騎樓遮蔽可能超過 10dB。(b)測試點只要是在室內，均只能量到 noise

	<p>floor。(c)在台北市量得到正常訊號的捷運站平均場強都在 58 dB μV/m。(d) 在百貨商圈的十字路口進行量測，結果發現東西向和南北向都有良好的收訊結果，只是南北向的場強會明顯好一點。(e)從十字路口走進南北向的街道內再量測一次，就會發現東西向的電波收訊變差，只剩南北向收得到。</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 11/29 低頻晶片設計委託研究案期末報告會議，主要內容包括：(a) 委託案執行情形：今年度已完成低頻接收晶片設計模擬，並透過國科會晶片製作中心(CIC)完成晶片下線兩次，第一梯次於七月取得晶片，第二梯次於 11 月 25 日取得晶片。(b)晶片設計模擬已完成多頻設計(40~77.5kHz)、低耗電流(91.8uA)、低 standby current (1.4nA)、及高靈敏度(1.2uV)，其中請確認靈敏度與 noise floor 之間的關係。(c)已完成一篇 ISOCC 論文，並於 10 月 1 日被接受。(d)已於 10 月 18 日申請專利一件。(e)請委託案執行單位於 12 月 2 日前完成期末報告並提供委託單位參考，以進行後續之結案流程。 	
<p>3. 完成低頻無線時頻傳播系統設備維護研究</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 5/14 13:00 及 20:30 發射機出現異常狀況，5/18 請同仁偕同仲琦魏經理前往龜山台維修。本次異常原因是因天線端子下方白色陶碗產生裂縫，且防水矽膠破裂滲水，導致匹配箱內部上緣白色陶碗內積滿水，部分流出至機箱內。當下雨時，內部白色陶碗將因內部積水升高而導致短暫短路與火花，造成系統匹配狀況不穩定，進而造成發射機異常。維修項目包括清除積水與污垢、更換白色陶碗、重新固定及防水處理。經維修後，低頻實驗平台於當日傍晚恢復正常運作。 ■ 5/21 21:00 發射機再度出現異常狀況，5/22 請同仁偕同仲琦魏經理再度前往龜山台維修。本次的異常原因為 PA 發生故障，當日請仲琦魏經理維修 PA 並於當日恢復低頻系統的正常運作。 ■ 完成低頻無線時頻傳播系統設備維護需求規格報告：(1)本規格書描述之系統設備維護保養項目包括發射機系統、天線系統、天線匹配系統、時頻產生系統、原級標準系統及公共資訊伺服器。(2)系統設備維護保養內容包括：(a)一級維護保養：標準時頻校正、硬體設備保養、記錄存檔及軟體設備升級、年度工作保養與安全性。(b)二級維護保養：故障排除、發電機及空調設施保養、每季保養及工作紀錄。(c)三級維護保養：機房及天線場區安全巡視、每日每週每月保養及工作紀錄。(3)一級保養部分包括標準時頻校正、硬體設備保養、記錄存檔及軟體設備升級、年度工作保養及安全性。(4)二級保養部分包括故障排除、發電機及空調設施保養及每季保養及 	<p>無差異</p>

	<p>工作紀錄。(5)三級保養部分包括機房及天線場區安全巡視及每日每週每月保養及工作紀錄。</p> <ul style="list-style-type: none"> ■ 利用低頻實驗室現有的兩台飛瑞 C-3000 3KVA 在線式 UPS，動支零用金更新電池(一台需 8 顆電池，共計 16 顆電池)，UPS 保護的對象為整個低頻傳播系統。 ■ 7/27 前往壽山岩機房裝設兩台 UPS 設備，針對低頻發射機、時間碼產生器、硬體防火牆、公共民生伺服器部分進行保護。UPS 設備安裝完成後，低頻系統可正常工作。後續並進行實際斷電測試，結果發現 UPS 至少可以支持 30 分鐘。完成 UPS 監測軟體安裝，可在中華電信研究所楊梅本部透過網路遠端監控龜山系統電源供應狀況。根據龜山台 UPS 的紀錄資料，8/10 與 8/17 分別發生了約三分鐘的跳電。在這些跳電期間，UPS 協助維持低頻實驗系統相關設備正常運作。 ■ 低頻 AC 供電技術研究：與湯齊電子(變壓器廠商)合作，在低頻接收電路上新增接地板，並改善變壓器的供電效能。測試結果，一般市電可到達 96% 以上的有效資料率。進行 AC 供電技術之外部諮詢：低頻廠商包括 C-MAX、法詩計時等，電源供應廠商包括湯齊、台達電等。藉由低頻接收電路上新增接地板並改善變壓器的供電效能，有效改善在中華電信研究所 B 棟實驗室及 C 棟頂樓的低頻接收狀況。並自 8/11 起，C 棟頂樓的低頻接收模組已切換至市電供電。截至 8/25，C 棟門口低頻電子看板的時間與氣象都能正常接收，效果接近原本的電池供電。後續將持續巡視 C 棟門口低頻電子看板工作狀況。 ■ 低頻系統維運工作：完成壽山岩現場安裝相關遠端控制與系統監測系統規格研擬，功能至少包含-遠端系統重置(fault reset)以及即時發射機系統電壓、電流輸出狀況記錄與顯示。9/13 請仲琦魏名寰經理進行上述需求之可行性評估，並進行後續的報價。 	
<p>(二) 時間碼產生設備技術研發</p>		
<p>1. 完成時間碼產生設備與公共民生廣播服務伺服器整合之研發工作</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 1/28 完成土石流告警示範區之區域編碼，依據行政院主計處提供之資料，將資料匯入公共民生廣播伺服器的資料庫中。 ■ 1/31 完成強震即時警報低頻傳播格式設計，並與國家災害防救科技中心及氣象局地震預報中心透過電子郵件進行線上討論。 ■ 3/31 完成時間碼產生設備與公共民生廣播服務伺服器之整合。主要內容包括：(1)公共民生廣播伺服器(中游)透過網際網路傳輸，彙整中央氣象局、中央氣象局地震中心、農委會水保局等各公部門(上游)單位 	<p>無差異</p>

伺服器的公共民生服務資訊，並根據事先設定的編碼規則與服務權重，將處理過後的公共民生服務資訊，傳送給時間碼產生設備(下游)。(2)目前公共民生廣播伺服器規劃收集 6 種公共資訊，與 3 個公部門介接，採用 3 種不同之介接技術。(2a)氣象預報、颱風警報及豪大雨特報公共資訊採用檔案傳輸通訊協定 FTP 傳輸介面與中央氣象局介接資料；上述 3 項公共資訊屬於一般資訊，無即時更新收集資訊之需求，故本伺服器採用排程定時介接資料。(2b)土石流告警公共資訊採用網路服務(Web Service)與農委會水保局介接，由農委會水保局提供延伸標記語言 XML 格式土石流資訊；此項公共資訊屬於一般告警資訊，無即時更新收集資訊之需求，故本伺服器採用排程定時介接資料。(2c)地震報告與強震即時速報介接方式尚未與中央氣象局確認，目前規劃採用中央氣象局提供的「地震資訊快速通報服務」，使用網際網路協議 IP 封包傳輸方式介接資訊。此介接方式為，「地震資訊快速通報服務」於中央氣象局發布地震報告與強即時速報資訊後，於本伺服器之特定資料夾中新增檔案資訊。此介接方式為本伺服器檔案新增後立即觸發，可達到強震速報即時更新收集資訊之功能。(3)與時間碼產生設備(下游)介接部分，目前已規劃與低頻廣播系統介接資訊，透過序列通訊協定 RS232 資訊。(4)本伺服器主要功能之一為收集公部門資訊，未來可規劃納入公司與氣象局、水保局等單位介接服務平台，讓公司的行動通訊系統或固網系統介接資訊，達到多元化公共資訊傳播服務。(5)以目前所開發之「強震即時速報」為例，本伺服器採用 IP 封包傳輸方式與上游公部門介接資訊，其介接花費時間約為 1~2 秒，其原因可能為目前傳輸環境為網際網路，傳輸過程經過多次路由所造成。本伺服器與下游時間碼產生設備採用同地端 RS232 傳輸，其傳輸時間約可在 0.1 秒內。本伺服器接收到「強震即時速報」後，將其資訊編碼後傳送至下游時間碼產生設備。

- 4/7 完成龜山低頻實驗平台時間碼產生設備 Meinberg 韌體升版，作了三次強震速報的警報測試，均成功接收。(a) 6 級以上、北部、高屏；Server 傳到 Meinberg 時間：16:56:54.487，Receiver 記錄時間 16:56:57.150 接到 W7、16:57:05.165 接到 W730003000 …、16:59:05.150 接到最後一筆 W730003000。(b) 6 級以上、宜蘭、高屏；Server 傳到 Meinberg 時間：17:41:26.830，Receiver 記錄時間 17:41:29.165 接到 W7、17:41:37.181 接到 W710101010 …、17:43:37.181 接到最後一筆 W710101010。(c) 4~6 級以上、宜蘭、高屏；Server

傳到 Meinberg 時間：17:47:08.643、Receiver 記錄時間 17:47:11.196 接到 W4、17:47:19.165 接到 W410101010...

- 4/15 完成低頻地震速報應用的測試規劃書，主要內容包括低頻訊息發送控制之低頻公共民生廣播系統—強震即時速報測試發佈 Web 介面；低頻接收終端設備之 LF module + Bluetooth 中繼 + MID display；系統整合測試之重複發送告警情形、傳送總時間評估、系統展示測試等。
- 4/22 完成低頻地震速報應用測試規劃書的測試項目驗證，所有測項測試皆正常。主要結論包括(a)強震發生：4 秒內可即時告警。(實測結果為 2.24~3.385 秒)。(b)一般地震發生，收到本地告警資訊：根據地點編碼的順序，分別可於 5~8 秒內告警。(實測結果為 4.01~7.55 秒)。
- 5/5 完成低頻系統傳播速度提昇之技術評估，包括 PWM (四種符碼)BER 理論分析、PWM (八種符碼)BER 理論分析、BPSK (Tb=100ms, Tsample=10ms)BER 理論分析及綜合比較圖。BPSK 的速度將是 PWM 的 4 倍，但秒同步不容易建立。
- 「地震報台灣」智慧型手機應用程式與低頻服務之比較。經向開發公司創兆國際資訊瞭解，歸納出下列觀察與建議：地震報台灣採網路推播技術，訊息傳遞路徑為中央氣象局→創兆國際資訊↔App Server→iphone/iPad 經 ID 認證之用戶，排程送出。目前用戶數約 10 幾萬。「地震報台灣」對外目前有 3 個 IP 提供用戶下載，所有的訂閱用戶傳完約需 30 分鐘。由其傳遞的延遲看來，將無法達到即時與全面性的通報，也無法做到速報。因此其主要應用為事後的地震報告。低頻系統創意是針對地震速報，降低 Servers 之間的 Delay 與 Packet Switched 的排程問題達到事先告警的目的。創兆國際資訊人員表示，希望本公司能在網路(增加 IP 的數目)上予以協助，降低延遲的時間。
- 依據「低頻無線時頻傳播系統建置計畫」行政契約書第 17 條第 15 項規定辦理資訊安全弱點檢測，執行檢測程序並修補其資安弱點，提出資安弱點檢測報告書：(a)本檢測範圍為針對「低頻無線時頻傳播系統建置計畫」負責之 1 台伺服器進行資訊安全弱點檢測--低頻公共民生伺服器(59.124.133.71)。(b)使用行政院研考會建議之免費檢測軟體 Nessus 4.4.1 版進行資安弱點檢測，包括 43 大類共 45400 種測試案例進行全系統掃描。(c)檢測結果：所有伺服器均無發現 OWASP TOP 10 - 2010 之資安弱點，並且，均無發現「高度」及「中度」風險之資安弱點。其所列「低度」風險描述伺服器提供開放服務，例

	<p>如 HTTP Web Service，無修補之必要性。(d) 已於 9/7 發文標檢局。</p>	
<p>2. 完成公共民生廣播服務伺服器之運作規劃與異地備援網路架構規劃</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 9/21 完成公共民生廣播服務伺服器運作與異地備援規劃報告：(a)低頻伺服器的建置對於低頻系統提供公共民生資訊相關服務而言為一不可或缺的要素。有了低頻伺服器，公部門的民生資訊才有匯入低頻系統的管道。而低頻伺服器建立的查詢日誌，可查詢公共訊息的傳送情況，也可讓低頻系統管理者掌握低頻伺服器與時頻信號產生子系統的連接狀況，對低頻系統的維運具有舉足輕重的影響。(b)本篇報告即以公共民生廣播服務伺服器為主題進行研究。第二章介紹公共民生廣播服務伺服器系統架構及運作概述；第三章說明公共民生廣播服務伺服器備援規劃；第四章則是結論。(c)低頻伺服器主要功能分為五大部分，包括公共資訊收集、公共資訊編碼、公共資訊優先權排程、公共資訊傳送及伺服器管理等。低頻伺服器備援建置規劃分為兩階段進行，第一階段為同地備援，而第二階段為異地備援。若以高可用度來評估，目標為建立「5 個 9」的 HA 等級備援架構，停機時間最長於不超過 1 分鐘。透過此備援機制來達成低頻伺服器服務不中斷的目標。 ■ 低頻伺服器-同地備援功能驗證：9/29 前往壽山岩機房進行低頻伺服器同地備援機制的功能驗證。總共進行包括” Node1 及 Node2 同時發送一般公共資訊” 等 7 項功能之驗證(test cases)，驗證結果全數通過。 ■ 10/12 進行公共民生廣播服務伺服器運作與異地備援規劃審查。決議事項包括：(a)請 130 計畫基於 9 月底的研究報告進行內容之補充與更新。(b)增加同地備援運作流程說明。(c)研究時間碼產生器也進行備援的可行性。(d)研究多重路由備援的可行性。(e)11 月底前完成 Final 報告的彙整。 ■ 11/10 完成公共民生廣播服務伺服器之運作規劃與異地備援網路架構規劃最終版，新增的內容包括增加同地備援運作執行情境說明、同地備援建置規格補充、時間碼產生設備備援規劃、發射機備援規劃等。 	<p>無差異</p>

3. 配合計畫及措施

合作單位	合作計畫內容與成效	期間
無		

(二)資源運用情形

1. 人力運用情形

(1) 人力配置

主持人	分項計畫(分項及主持人)	子計畫 (名稱及主持人)	預計 人月	實際 人月	差異
劉家宏		低頻無線時頻傳播系統建置 (劉家宏)	48	48	0
		時間碼產生設備技術研發 (劉家宏)	24	24	0
合計			72	72	0

(2) 計畫人力

分類		職稱					學歷					合計
年度	狀況	研究員級	副研究員級	助理研究員級	研究助理員級	研究助理員級以下	博士	碩士	學士	專科	其他	
100	預計	3	1.5	1.5			1.5	4.2		0.3		6
	實際	3	1.5	1.5			1.5	4.2		0.3		6

人員工作分配

單位:人月

工作項目 人員	(1) 低頻無線時頻傳播系統建置	(2) 時間碼產生設備技術研發
楊文豪	4	2
劉家宏	9.5	2
沈俊銘	11.5	0
趙美齡	2	2
許恆圓	3	0
廖昌倫	3	0
王中和	4	7.5
郭又禎	5	6.5
周漢平	6	4
合計	48(67%)	24(33%)

2. 設備採購與利用情形

儀器設備名稱及數量金額 (單位：元)	採購時間		運用情形					備 註
	預定	實際	優良	佳	尚可	稍差	不佳	
Windows 平板電腦一批 (480,000 元)	100/8	100/8		●				10 月完成驗收

3.經費運用情形

(1) 預算執行情形

單位：千元

預算科目	年度預算		決 算		差 異 說 明
	金額	百分比	金額	預算總額百分比	
經常門					
一、直接費用					
1.直接薪資(a)	5,624	56.3%	5,624	56.3%	
2.管理費用(b)	1,000	10.0%	1,000	10.0%	
3.其他直接費用 (c1+c2)	1,624	16.2%	1,624	16.2%	
二、公費(d)	800	8.0%	800	8.0%	
三、營業稅(e)	452	4.5%	452	4.5%	
經常門小計	9,500	95.0%	9,500	95.0%	
資本門					
2.機器及設備	476	4.8%	457	4.6%	
7.營業稅(e)	24	0.2%	23	0.2%	
資本門小計	500	5.0%	480	4.8%	
總計	10,000	100%	9,980	99.8%	

(2) 歲入繳庫情形

單位：元

科目	實際發生數	說明
財產收入		
不動產租金		
動產租金		
廢舊物資售價		
技術移轉		
權利金		
技術授權		
製程使用		
其他		
罰金罰款收入		
罰金罰款		
其他收入		
供應收入— 資料書刊費		
服務收入— 教育學術收入 技術服務		
審查費		
業界合作廠商配合款		
收回以前年度歲出		
其他雜項		
合 計		

(三)人力培訓情形

1. 低頻無線時頻傳播系統建置計畫國外出差人員一覽表

計畫名稱：低頻無線時頻傳播系統建置計畫

出差性質	主要內容	出差機構及國家	期間	參加人員姓名	在本計畫擔任之工作	對本計畫之助益
觀摩研習	赴日本考察低頻無線時頻傳播系統及應用	日本	100.10.23 ~ 100.10.29	劉家宏 王中和	低頻無線時頻傳播系統建置	本計畫執行低頻計畫今年已是第四年，對於低頻系統有一定的掌握度，包括系統建置需求規格、時間碼格式、維護需求規格、同地備援規劃、低頻電波涵蓋效能、接收晶片開發設計、離形終端開發、低頻系統整合測試與效能優化及應用服務推廣等。本次日本參訪可以就本計畫已經完成的成果與日本的低頻系統相互印證與汲取日本十多年的商用實務經驗，一方面藉由簡報本計畫所規劃的低頻系統尋求 NICT 的寶貴意見，可驗證低頻無線時頻傳播系統建置規劃的正確性；另一方面可再進一步學習在低頻建置規劃的過程中是否有遺漏之處，期能讓整個低頻無線時頻傳播系統建置規劃更加完善。除此之外，由於日本在今年 3 月 11 日剛經歷世紀大地震與核能輻射污染災難，因此 NICT 對於緊急災害事故已經建立起一套應變機制，並正在加入商用的低頻系統中。本次日本參訪行程中我們也特別向 NICT 學習這一套緊急應變機制，可做為我們未來建置與維運正式低頻系統的重要參考。

註：出差性質請依下列事由填寫- (1) 觀摩研習 (2) 受訓 (3) 參加會議

2. 低頻無線時頻傳播系統建置計畫國內受訓一覽表

訓練名稱	主要內容	訓練機構	期間	參加人員 姓名	在本計畫擔 任工作	對本計畫之助益
天然災害監測技術發展與應用研討會	探討包括防災科技的發展與應用、光纖監測技術在防災領域的研發與應用、台灣水利防災等技術。	新竹交通大學	1/6	沈俊銘 郭又禎	低頻無線時頻傳播系統建置	有助於推廣低頻防救災之應用
Google Android 應用程式設計訓練班	學習 Android 軟體設計技術	中華電信訓練所	1/6~7	王中和	低頻無線時頻傳播系統建置	應用於未來低頻接收終端之 Android 程式開發。
2011 The 11th Asia-Pacific ITS Forums	a) 交通控制與管理、b) 旅行者信息、c) 電子收費服務、d) 智慧安全、e) 智能公共交通系統、f) 商業營運服務、g) 弱勢族群保護、h) 緊急救援與災害管理、i) 智慧交通與環境及永續發展、j) 車載資通訊系統、k) 車輛路側設施整合、l) 先進車輛控制與通訊系統、m) 智能交通系統創新發展、n) 其他	中華智能型運輸系統協會	6/8~6/10	劉家宏	低頻無線時頻傳播系統建置	有助於推廣低頻於 ITS 領域之應用
強震即時警報技術整合研討會	邀請兩位日本學者及國內相關單位共同討論，參考日本經驗，研擬區域型及現地型強震即時警報技術之整合機制。	中央氣象局	12/1	郭又禎	低頻無線時頻傳播系統建置	有助於推廣低頻地震速報之應用

二、成果效益檢討

2.1 成果效益簡要說明

本年度重點工作包括低頻無線時頻傳播系統建置及時間碼產生設備技術研發。在低頻無線時頻傳播系統建置部分，包括(1)完成低頻系統建置規格訂定以及相關準備工作，主要內容包括低頻傳播系統架構、低頻發射天線規格、低頻發射機規格、時間碼規格、與現有系統共站規格、公共民生廣播伺服器規格等，並以整個低頻無線時頻傳播系統的全壽期為設計目標；(2)建立低頻智慧化生活示範區並進行整體測試評估，除了利用低頻實驗平台持續推廣相關應用服務之外，還進行智慧化生活示範區涵蓋接收特性測試結果評估與分析；(3)完成低頻無線時頻傳播系統設備維護研究，系統設備維護保養項目包括發射機系統、天線系統、天線匹配系統、時頻產生系統、原級標準系統、及公共資訊伺服器。在時間碼產生設備技術研發部分，包括(1)完成時間碼產生設備與公共民生廣播服務伺服器整合之研發工作，時間碼產生設備負責提供國家標準時間，而公共民生廣播服務伺服器則是接收來自各個公部門的公共民生訊息並且加以整合，以透過後續的低頻傳播系統播送。利用本計畫所提出的創新時間碼格式可以將上述兩種資訊整合，以利用發揮低頻傳播的特性發揮最大的綜效；(2)完成公共民生廣播服務伺服器運作與異地備援規劃，考慮未來正式的低頻傳播系統將是一年365天、一天24小時持續不斷的運轉，因此必須進行異地備援的設計以保證服務的不間斷。重要成果效益簡要說明如下：

(1) 低頻無線時頻傳播系統建置

■ 完成低頻系統建置規格訂定以及相關準備工作：

- 傳播系統架構比較：4/25 完成三種緊急告警通報系統之比較簡報，包括低頻系統、船岸系統、中央遙控警報系統及FM副載波。船岸系統涵蓋雖廣，但屬與一對一的通訊模式，無法做到全面性即時的通報。中央遙控警報系統與低頻一樣都是廣播系統，但其涵蓋大多僅限於人口稠密處。FM副載波雖然有較高速率及豐富增值應用的優點，但涵蓋上仍存在一些漏洞，不若低頻系統的全面性。因此，低頻系統在涵蓋面上優於其他三種系統。

- 汲取國外低頻系統建置經驗：100 年度低頻計畫出國參訪：(a) 參訪行程：10/23 去程 台北→日本福岡、10/24 參訪福岡低頻系統、10/25 與 NICT 低頻系統工程師進行研討及福岡到東京路程、10/26 參訪 NICT 時頻實驗室及與日本電波鐘錶產業代表會談、10/27 參訪 NICT 低頻實驗室與相關設備及與 NICT 專家進行研討、10/28 參訪 Fujitsu Net Community 並與 Fujitsu 專家進行研討、10/29 回程 日本東京→台北。(b)本次考察的第一個行程是前往九州福岡的 Hagane-yama 60kHz 系統參訪。由於本州福島的 Ohtakadoya-yama 40kHz 系統於今年 311 東日本大地震中遭受福島核電廠的輻射影響，因此無法於本次參訪行程中安排。雖然如此，日本於大地震中所學習到的低頻系統應變經驗也是參訪行程中可以學習的地方。(c)除了低頻系統的參訪行程之外，本次行程還包含前往負責日本國家標準時頻維持以及低頻系統維運的單位 NICT 的參訪，實地學習日本國家標準時頻實驗室發展的現況與最新的技術、與日本鐘錶產業主要代表進行低頻系統技術的研討、及交流低頻系統建置與量測技術。藉由與日本低頻技術專家與相關人員的討論與問答，可對於系統設計、設備廠商、系統量測、系統維運、未來應用等議題有進一步的釐清與掌握，收穫甚多。(d)最後，本次行程還安排至 Fujitsu 公司參訪 Net Community，學習防救災的最新科技與相關應用現況。
- 12/5 完成低頻系統建置規格修訂以及「低頻無線時頻傳播系統建置規格書」。本規格書共計六章，包括第一章的前言、第五章的結論及第六章的參考資料。第二章為低頻無線時頻傳播系統架構概述，包括低頻無線時頻傳播系統設計規劃、低頻無線時頻傳播系統架構、低頻無線時頻傳播系統智慧化生活應用規劃、時間同步服務及公共民生廣播服務。第三章為低頻無線時頻傳播系統建置規格，包括原級標準子系統、公共民生廣播伺服器、公共民生廣播伺服器、時頻信號產生子系統規格、時頻信號產生設備規格、頻率調整設備規格、時間比對設備規格、站台監控裝置規格、發射機子系統、天線子系統、低頻電波傳播特性、天線子系統之設計、天線子

系統規格、天線子系統之共站設計、低頻系統之涵蓋模擬、國家標準時間碼、時間資訊、公共民生服務資訊及低頻系統站址。第四章為低頻無線時頻傳播系統建置頻譜選擇規格，包括頻譜選擇需求考量及建置頻譜規格方案建議。

- 100 年度「低頻無線時頻傳播系統建置規格書」增修主要部分包括：(a)低頻無線時頻傳播系統架構圖加入遠端雙向控制架構（參考日本 311 的應變措施）。(b)加入屏蔽需求，包括原級標準系統與天線子系統兩個部分。(c)時間信號產生子系統加入修正頻率調整設備。(d)時間信號產生子系統加入本地解調功能，以進行本地監測。(e)時間信號產生子系統加入輸出解調後的聲音（77.5kHz），以利監測。(f)發射機子系統加入手動緊急停止裝置。(g)新增全台灣低頻電波場強涵蓋分佈圖。

■ 建立低頻智慧化生活示範區並進行整體測試評估：

- 2010 年台北花卉博覽會低頻服務示範區於 2011/4/25 圓滿落幕，展示時間長達 171 日。根據主辦單位統計，花博總參觀人次約 900 萬人次，其中佔地大展覽變化多的爭豔館是第一名，累積超過 480 萬參觀人次，平均每天都有 2 萬 8 千人次參觀，累積參觀人次遠高出第二名未來館的 227 萬。本次低頻系統所展示的大型電子看板正是設置在爭豔館的入口，可將推廣與曝光的效益極大化。爭豔館的低頻電子看板，在花博活動期間成為醒目重要的地標，並且在花博結束前的最後一晚(100/4/25)陪同在場的所有來賓一同倒數。
- 農委會水保局土石流告警服務：
 - ✓ 2/16 完成桃園縣復興鄉土石流告警兩處示範點的訊號接收測試與服務展示，包括霞雲村的綠光森林及澤仁村的鄉代表處。
 - ✓ 3/2 完成土石流告警示範點試用上線：(a)兩處示範點在完成低頻接收器與 MID 裝設與設定後，順利在 3 分鐘左右達成時間同步，在半點時候順利接收中央氣象局的氣象預報。同時，也在發送土石流告警測試訊號的 2 分鐘後

順利接收到告警訊號。(b)後續規劃每天進行低頻土石流告警演練，以確認廣播告警管道的暢通。經與兩位水保專員討論後，澤仁村在每天早上 8:58~9:00 發送三分鐘的演練測試訊號，霞雲村在每天早上 10:58~11:00 發送三分鐘的演練測試訊號，並請兩位專員協助記錄接收的狀況。(c)規劃每隔 1~2 個月前往兩處示範點下載訊號接收的紀錄檔案 (log files)，同時瞭解使用的狀況，後續可利用記錄檔案進行分析，可進一步利用每隔半小時發送的氣象資訊 (一天 48 筆資料) 計算位元錯誤率及訊框錯誤率。

- ✓ 持續進行土石流低頻告警示範點維運。
- 中華電信年度災防演習：2/22 完成板橋區信義大樓廣場(板橋區信義路國慶路交叉口)低頻接收訊號量測與分析。
- 地震速報服務：
 - ✓ 2/23 前往中央氣象局與氣象局地震測報中心及國家災害防救科技中心進行「低頻地震預警技術討論及時間碼格式討論會議」，議程包括低頻地震速報技術與時間碼規劃簡報(低頻計畫)、時間碼格式討論、有線寬頻網路及行動網路於地震速報之應用討論、示範區建置討論及後續合作計畫討論。
 - ✓ 完成「因應日本地震之低頻地震速報簡報」並向中華電信研究所所長簡報。3/19 完成「低頻廣播系統在重大災難簡訊示警系統探討」報告，並提供中華電信總公司網路處黃金石博士彙整轉呈國家通訊傳播委員會 NCC 及行政院參考，俾爭取政府對於低頻系統建置經費的支持。
 - ✓ 4/15 依據交通部郵電司指示之「研議仿效建置類似之災害速報資訊通報 (簡訊廣播) 系統」，完成低頻廣播系統在重大災難告警應用之探討。主要內容包括前言、目的、低頻廣播系統的服務項目、低頻廣播試用系統成果、低頻廣播系統在強震即時警報系統之通報說明、可行性評估、投入支援及效益評估等。

- 低頻智慧化生活示範區涵蓋效能評估：
 - ✓ 3/16 完成低頻智慧化生活示範區涵蓋效能評估報告。主要內容包括：(1)「低頻無線時頻傳播系統展示平台」於 99 年度 3 月份順利完成設備之安裝建置與初步測試，並取得國家通訊傳播委員會核發之實驗網路設置使用執照及無線電臺執照。本計畫亦已於 100 年 2 月底向通傳會提出實驗網路第二年之申請，以繼續進行相關示範區之測試與評估工作。(2)利用「低頻無線時頻傳播系統展示平台」本計畫建置低頻智慧化生活示範區。為了解低頻智慧化生活示範區的涵蓋效能，本計畫進行一系列的評估實驗，並將評估結果整理成報告。(3)本篇評估報告共分六章，除第一章之前言與第六章之結語外；第二章分別說明整體測試架構以及低頻公共民生服務之格式研擬現況；第三章說明測試工作之軟硬體設備需求；第四章則表列測試項目總表；第五章則針對各測試項目，說明其準備工作、測試程序，並彙整分析測試結果。
 - ✓ 低頻實驗系統涵蓋效能測試：(a)分別於 10/19、20 及 28 三天前往桃園縣龜山鄉、中壢市、楊梅市、新屋鄉、觀音鄉及蘆竹鄉，新竹縣新豐鄉、竹北市、新竹市及湖口鄉，新北市林口區、八里區、淡水區及蘆洲區等地進行低頻實驗系統涵蓋效能測試。(b)完成 ITU-R P.368-9 電波涵蓋模型分析與研究，並利用電腦模擬程式重建龜山鄉低頻實驗系統的電波涵蓋模型（理論值），模擬頻率為 78kHz（程式的整數輸入限制）、輸出功率為 600W、輻射效率為 0.1%、有效天線高度 150m、模擬範圍為 1~50km。(c)進行低頻實驗系統涵蓋效能測試數據與 ITU-R P.368-9 電波涵蓋模型結果之比對與分析，分析的內容包括場強 v.s.地圖座標分佈圖、場強 v.s.距離分析圖、量測數據均方誤差統計、未來商用低頻系統場強分佈預估圖等。
 - ✓ 11/25 及 11/28 進行低頻實驗系統都會區涵蓋效能量測，規劃測試路線為台北市捷運沿線幾個主要出入口，包括南勢角線的景安、永安市場、頂溪、古亭、中正紀念堂、

台大醫院站，板南線的善導寺、忠孝新生、忠孝復興、忠孝敦化、國父紀念館及市政府站。主要結論包括：(a) 大樓的騎樓遮蔽可能超過 10dB。(b) 測試點只要是在室內，均只能量到 noise floor。(c) 在台北市量得到正常訊號的捷運站平均場強都在 58 dB μ V/m。(d) 在百貨商圈的十字路口進行量測，結果發現東西向和南北向都有良好的收訊結果，只是南北向的場強會明顯好一點。(e) 從十字路口走進南北向的街道內再量測一次，就會發現東西向的電波收訊變差，只剩南北向收得到。

- 中華電信研究所內展示活動：
 - ✓ 低頻系統花博會展示設備遷移至電信研究所繼續進行低頻應用推廣之工作。
 - ✓ 5/20 完成電子看板搬遷及安裝，包括中華電信研究所北大安辦公室大門口精簡版低頻看板一座、中華電信研究所楊梅本部大門口警衛室屋頂標準版低頻看板一座及 C 棟門口精簡版低頻看板一座。分別於 5/20、5/23 及 5/24 完成楊梅本部大門口警衛室屋頂標準版、C 棟門口精簡版及大安辦公室大門口精簡版之低頻接收模組與電子看板整合與測試，可正常接收國家標準時間、溫度預報及降雨機率預報。
 - ✓ 5/24 之後，持續進行中華電信研究所低頻電子看板展示及相關維運工作。主要工作包括接收軟體更新、資料檢測演算法優化、資料同步優化、延長電子看板時間顯示長度，由 6 秒延長為 18 秒及更新電子看板罐頭語。
- 經濟部水利署推廣活動：
 - ✓ 6/2 參加經濟部水利署低頻及雲端討論會議，拜訪防災中心主任謝明昌主任並進行低頻系統之簡報。
 - ✓ 經濟部水利署標專案，針對本案提出一年的示範計畫 (101 年度，預算包括人力行政費用及設備費用)，以爭取水利署的補助。
 - ✓ 7/14 再度前往水利署進行第二次簡報以爭取計畫預算，由於目前規劃之應用服務並非屬於水利署的權責，因此

將轉向地方政府推廣。

- 新北市消防局推廣活動：
 - ✓ 7/19 透過中華電信企分的協助，委請北區電信分公司 / 新北營運處 / 第一企業客戶科何永福工程師聯繫新北市消防局(大豹溪流域的親水區域的權責單位是新北市消防局)，持續進行低頻於淹水告警之應用推廣。
 - ✓ 8/18 拜訪新北市消防局進行「低頻系統規劃與介紹」簡報：
 - (a)業主建議可先針對新北市八里地區之土石流及淹水保全戶進行示範計劃。
 - (b)目前因電波範圍尚未遍及全新北市，若試用計劃成效良好，新北市消防局未來不排除規劃自建一低頻站台，以涵蓋全新北市地區。
 - (c)業主請低頻計畫前往八里、三峽及瑞芳等適用於低頻系統災害告警之應用地區，進行低頻接收功率調查。
 - (d)業主日前已規劃建置一套民防廣播系統，做為預防貢寮核災發生之疏散宣導解決方案。建議本計畫之低頻系統能與該民防廣播系統結合，針對已建置之系統(如大聲公喇叭廣播或 LED 電子看板等)能增加模組即可使用，以解決目前低頻終端設備之不足，該議題將請本計畫確認後再回覆業主。
- 學術推廣活動：
 - ✓ 4/29 前往中國文化大學參加「2011 智慧型數位生活研討會」並簡報論文「低頻無線時頻傳播系統與智慧生活應用」。會議主持人為中國文化大學建築系的詹添全教授，詹教授於會中對於本系統表達高度的肯定。
 - ✓ 6/8~6/10 參加 2011 The 11th Asia-Pacific ITS Forums 並簡報論文「Development of Low Frequency Time-Frequency Broadcasting System and Its Applications to Emergency Management」。除了發表論文之外，在展覽會場也與各家廠商進行交流，尋求低頻於 ITS 應用之機會。
 - ✓ 投稿前瞻科技與管理期刊之“緊急訊息傳遞技術及其應用”論文撰寫。台灣大學蔡志宏教授邀請中華電信研究所共同參與撰寫。本文針對各種不同的緊急訊息傳遞技術情境進行分析，並最後提出主動式防災雲概念。由於

前瞻科技與管理期刊在國內的產官學界具有相當的影響力，藉由投稿該期刊將可有效推廣低頻無線時頻傳播系統的相關應用，並可對未來爭取建置經費有正面的助益。本文於 10/17 獲主辦單位通知錄取，並於 2011 年 11 月第 1 卷 第 2 期刊出。

● 低頻接收晶片設計研究：

- ✓ 5/27 低頻晶片設計委託研究案期中報告會議，主要內容包括：(a)已完成低頻接收晶片模擬與佈局，並透過國科會晶片製作中心完成晶片下線，本次下線使用 TSMC CMOS018 製程，七月初取得晶片。(b)本次電路架構主要修改部分包括：(1) VGA 架構，以達較寬頻寬。(2) 新增 Crystal select 功能，提供 SS1 與 SS2 腳位選擇低頻接收器所需頻率。(3) 偏壓電路，使電源供應及 standby 模式皆更省電；及其他因製程不同的電路調整等。(c)關於電路模擬部分，將 V_{in} 的 rising edge 與 falling edge 時間(如 1ms~10ms)納入模擬參數之一，觀察輸出波形延遲情形，並根據此模擬建議一個 symbol 長度的最小值。同時也請低頻計畫量測接收天線接收到的訊號供清大模擬參考。(d)目前 AGC 功能為隨著 V_{in} 大小變化，以 1 為基準，調整放大倍率。此機制在 V_{in} 快速由 high 轉 low 時，需重置 PON 以避免長時間將 V_{in} 判斷為 0。(e)後續研究部份，已備妥量測所需 PCB，並將於近日整理研究結果投稿 ISOC 論文。
- ✓ 10/18 完成一件發明專利案之申請「差動主動式電容裝置 (Differential Active Capacitor)」：目前常見的接收機電路會遭遇到無法避免的直流偏移問題，所以需採用大容值電容因面積過大而無法整合於晶片中，必須採取外接式電容。此外，一般接收機需使用到約兩組濾波電路，濾波電路中的大電容也必須採用外接式電容。採用外接式電容也必須面臨因金屬打線(wire bonding)的電感效應所造成的額外雜訊干擾，因此造成設計難度提升。大量的採用外接式電容也使得系統成本提高。本發明所提出

之差動主動式電容裝置可大幅減少電容在晶片中所占的面積，且不需要外接式電容，可避免外接元件所造成的額外雜訊干擾。由於不需要外接元件和縮小晶片面積，設計成本也大幅地降低。

- ✓ 11/29 低頻晶片設計委託研究案期末報告會議，主要內容包括：(a) 委託案執行情形：今年度已完成低頻接收晶片設計模擬，並透過國科會晶片製作中心(CIC)完成晶片下線兩次，第一梯次於七月取得晶片，第二梯次於 11 月 25 日取得晶片。(b) 晶片設計模擬已完成多頻設計 (40~77.5kHz)、低耗電流 (91.8uA)、低 standby current (1.4nA)、及高靈敏度 (1.2uV)，其中請確認靈敏度與 noise floor 之間的關係。(c) 已完成一篇 ISOCC 論文，並於 10 月 1 日被接受。(d) 已於 10 月 18 日申請專利一件。(e) 請委託案執行單位於 12 月 2 日前完成期末報告並提供委託單位參考，以進行後續之結案流程。

■ 完成低頻無線時頻傳播系統設備維護研究：

- 5/14 13:00 及 20:30 發射機出現異常狀況，5/18 請同仁偕同仲琦魏經理前往龜山台維修。本次異常原因是因天線端子下方白色陶碗產生裂縫，且防水矽膠破裂滲水，導致匹配箱內部上緣白色陶碗內積滿水，部分流出至機箱內。當下雨時，內部白色陶碗將因內部積水升高而導致短暫短路與火花，造成系統匹配狀況不穩定，進而造成發射機異常。維修項目包括清除積水與污垢、更換白色陶碗、重新固定及防水處理。經維修後，低頻實驗平台於當日傍晚恢復正常運作。
- 5/21 21:00 發射機再度出現異常狀況，5/22 請同仁偕同仲琦魏經理再度前往龜山台維修。本次的異常原因為 PA 發生故障，當日請仲琦魏經理維修 PA 並於當日恢復低頻系統的正常運作。
- 完成低頻無線時頻傳播系統設備維護需求規格報告：(1) 本規格書描述之系統設備維護保養項目包括發射機系統、天線系

統、天線匹配系統、時頻產生系統、原級標準系統及公共資訊伺服器。(2)系統設備維護保養內容包括：(a)一級維護保養：標準時頻校正、硬體設備保養、記錄存檔及軟體設備升級、年度工作保養與安全性。(b)二級維護保養：故障排除、發電機及空調設施保養、每季保養及工作紀錄。(c)三級維護保養：機房及天線場區安全巡視、每日每週每月保養及工作紀錄。(3)一級保養部分包括標準時頻校正、硬體設備保養、記錄存檔及軟體設備升級、年度工作保養及安全性。(4)二級保養部分包括故障排除、發電機及空調設施保養及每季保養及工作紀錄。(5)三級保養部分包括機房及天線場區安全巡視及每日每週每月保養及工作紀錄。

- 利用低頻實驗室現有的兩台飛瑞 C-3000 3KVA 在線式 UPS，動支零用金更新電池(一台需 8 顆電池，共計 16 顆電池)，UPS 保護的對象為整個低頻傳播系統。7/27 前往壽山岩機房裝設兩台 UPS 設備，針對低頻發射機、時間碼產生器、硬體防火牆、公共民生伺服器等部分進行保護。UPS 設備安裝完成後，低頻系統可正常工作。後續並進行實際斷電測試，結果發現 UPS 至少可以支持 30 分鐘。完成 UPS 監測軟體安裝，可在中華電信研究所楊梅本部透過網路遠端監控龜山系統電源供應狀況。根據龜山台 UPS 的紀錄資料，8/10 與 8/17 分別發生了約三分鐘的跳電。在這些跳電期間，UPS 協助維持低頻實驗系統相關設備正常運作。
- 低頻 AC 供電技術研究：與湯齊電子(變壓器廠商)合作，在低頻接收電路上新增接地板，並改善變壓器的供電效能。測試結果，一般市電可到達 96% 以上的有效資料率。進行 AC 供電技術之外部諮詢：低頻廠商包括 C-MAX、法詩計時等，電源供應廠商包括湯齊、台達電等。藉由低頻接收電路上新增接地板並改善變壓器的供電效能，有效改善在中華電信研究所 B 棟實驗室及 C 棟頂樓的低頻接收狀況。並自 8/11 起，C 棟頂樓的低頻接收模組已切換至市電供電。截至 8/25，C 棟門口低頻電子看板的時間與氣象都能正常接收，效果接近原本的電池供電。後續將持續巡視 C 棟門口低頻電子看板工作

狀況。

- 低頻系統維運工作：完成壽山岩現場安裝相關遠端控制與系統監測系統規格研擬，功能至少包含-遠端系統重置(fault reset)以及即時發射機系統電壓、電流輸出狀況記錄與顯示。9/13請仲琦魏名寰經理進行上述需求之可行性評估，並進行後續的報價。

(2) 時間碼產生設備技術研發

- 完成時間碼產生設備與公共民生廣播服務伺服器整合之研發工作
 - 1/28 完成土石流告警示範區之區域編碼，依據行政院主計處提供之資料，將資料匯入公共民生廣播伺服器的資料庫中。
 - 1/31 完成強震即時警報低頻傳播格式設計，並與國家災害防救科技中心及氣象局地震預報中心透過電子郵件進行線上討論。
 - 3/31 完成時間碼產生設備與公共民生廣播服務伺服器之整合。主要內容包括：(1)公共民生廣播伺服器(中游)透過網際網路傳輸，彙整中央氣象局、中央氣象局地震中心、農委會水保局等各公部門(上游)單位伺服器的公共民生服務資訊，並根據事先設定的編碼規則與服務權重，將處理過後的公共民生服務資訊，傳送給時間碼產生設備(下游)。(2)目前公共民生廣播伺服器規劃收集 6 種公共資訊，與 3 個公部門介接，採用 3 種不同之介接技術。(2a)氣象預報、颱風警報及豪大雨特報公共資訊採用檔案傳輸通訊協定 FTP 傳輸介面與中央氣象局介接資料；上述 3 項公共資訊屬於一般資訊，無即時更新收集資訊之需求，故本伺服器採用排程定時介接資料。(2b)土石流告警公共資訊採用網路服務(Web Service)與農委會水保局介接，由農委會水保局提供延伸標記語言 XML 格式土石流資訊；此項公共資訊屬於一般告警資訊，無即時更新收集資訊之需求，故本伺服器採用排程定時介接資料。(2c)地震報告與強震即時速報介接方式尚未與中央氣象局確認，目前規劃採用中央氣象局提供的「地震資訊快速通報服務」，使用網際

網路協議 IP 封包傳輸方式介接資訊。此介接方式為，「地震資訊快速通報服務」於中央氣象局發布地震報告與強即時速報資訊後，於本伺服器之特定資料夾中新增檔案資訊。此介接方式為本伺服器檔案新增後立即觸發，可達到強震速報即時更新收集資訊之功能。(3)與時間碼產生設備(下游)介接部分，目前已規劃與低頻廣播系統介接資訊，透過序列通訊協定 RS232 資訊。(4)本伺服器主要功能之一為收集公部門資訊，未來可規劃納入公司與氣象局、水保局等單位介接服務平台，讓公司的行動通訊系統或固網系統介接資訊，達到多元化公共資訊傳播服務。(5)以目前所開發之「強震即時速報」為例，本伺服器採用 IP 封包傳輸方式與上游公部門介接資訊，其介接花費時間約為 1~2 秒，其原因可能為目前傳輸環境為網際網路，傳輸過程經過多次路由所造成。本伺服器與下游時間碼產生設備採用同地端 RS232 傳輸，其傳輸時間約可在 0.1 秒內。本伺服器接收到「強震即時速報」後，將其資訊編碼後傳送至下游時間碼產生設備。

- 4/7 完成龜山低頻實驗平台時間碼產生設備 Meinberg 軟體升版，作了三次強震速報的警報測試，均成功接收。(a) 6 級以上、北部、高屏；Server 傳到 Meinberg 時間：16:56:54.487，Receiver 記錄時間 16:56:57.150 接到 W7、16:57:05.165 接到 W730003000...、16:59:05.150 接到最後一筆 W730003000。(b) 6 級以上、宜蘭、高屏；Server 傳到 Meinberg 時間：17:41:26.830，Receiver 記錄時間 17:41:29.165 接到 W7、17:41:37.181 接到 W710101010...、17:43:37.181 接到最後一筆 W710101010。(c) 4~6 級以上、宜蘭、高屏；Server 傳到 Meinberg 時間：17:47:08.643、Receiver 記錄時間 17:47:11.196 接到 W4、17:47:19.165 接到 W410101010...。
- 4/15 完成低頻地震速報應用的測試規劃書，主要內容包括低頻訊息發送控制之低頻公共民生廣播系統—強震即時速報測試發佈 Web 介面；低頻接收終端設備之 LF module + Bluetooth 中繼 + MID display；系統整合測試之重複發送告警情形、傳送總時間評估、系統展示測試等。

- 4/22 完成低頻地震速報應用測試規劃書的測試項目驗證，所有測項測試皆正常。主要結論包括(a)強震發生：4秒內可即時告警。(實測結果為 2.24~3.385 秒)。(b)一般地震發生，收到本地告警資訊：根據地點編碼的順序，分別可於 5~8 秒內告警。(實測結果為 4.01~7.55 秒)。
- 5/5 完成低頻系統傳播速度提昇之技術評估，包括 PWM (四種符碼)BER 理論分析、PWM (八種符碼)BER 理論分析、BPSK (Tb=100ms, Tsample=10ms)BER 理論分析及綜合比較圖。BPSK 的速度將是 PWM 的 4 倍，但秒同步不容易建立。
- 「地震報台灣」智慧型手機應用程式與低頻服務之比較。經向開發公司創兆國際資訊瞭解，歸納出下列觀察與建議：地震報台灣採網路推播技術，訊息傳遞路徑為中央氣象局→創兆國際資訊↔App Server→iphone/iPad 經 ID 認證之用戶，排程送出。目前用戶數約 10 幾萬。「地震報台灣」對外目前有 3 個 IP 提供用戶下載，所有的訂閱用戶傳完約需 30 分鐘。由其傳遞的延遲看來，將無法達到即時與全面性的通報，也無法做到速報。因此其主要應用為事後的地震報告。低頻系統是針對地震速報，降低 Servers 之間的 Delay 與 Packet Switched 的排程問題達到事先告警的目的。創兆國際資訊人員表示，希望本公司能在網路(增加 IP 的數目)上予以協助，降低延遲的時間。
- 依據「低頻無線時頻傳播系統建置計畫」行政契約書第 17 條第 15 項規定辦理資訊安全弱點檢測，執行檢測程序並修補其資安弱點，提出資安弱點檢測報告書：(a)本檢測範圍為針對「低頻無線時頻傳播系統建置計畫」負責之 1 台伺服器進行資訊安全弱點檢測--低頻公共民生伺服器(59.124.133.71)。(b)使用行政院研考會建議之免費檢測軟體 Nessus 4.4.1 版進行資安弱點檢測，包括 43 大類共 45400 種測試案例進行全系統掃描。(c)檢測結果：所有伺服器均無發現 OWASP TOP 10 - 2010 之資安弱點，並且，均無發現「高度」及「中度」風險之資安弱點。其所列「低度」風險描述伺服器提供開放服務，

例如 HTTP Web Service，無修補之必要性。(d) 已於 9/7 發文標檢局。

■ 完成公共民生廣播服務伺服器運作與異地備援規劃

- 9/21 完成公共民生廣播服務伺服器運作與異地備援規劃報告：(a)低頻伺服器的建置對於低頻系統提供公共民生資訊相關服務而言為一不可或缺的元素。有了低頻伺服器，公部門的民生資訊才有匯入低頻系統的管道。而低頻伺服器建立的查詢日誌，可查詢公共訊息的傳送情況，也可讓低頻系統管理者掌握低頻伺服器與時頻信號產生子系統的連接狀況，對低頻系統的維運具有舉足輕重的影響。(b)本篇報告即以公共民生廣播服務伺服器為主題進行研究。第二章介紹公共民生廣播服務伺服器系統架構及運作概述；第三章說明公共民生廣播服務伺服器備援規劃；第四章則是結論。(c)低頻伺服器主要功能分為五大部分，包括公共資訊收集、公共資訊編碼、公共資訊優先權排程、公共資訊傳送及伺服器管理等。低頻伺服器備援建置規劃分為兩階段進行，第一階段為同地備援，而第二階段為異地備援。若以高可用度來評估，目標為建立「5個9」的 HA 等級備援架構，停機時間最長於不超過 1 分鐘。透過此備援機制來達成低頻伺服器服務不中斷的目標。
- 低頻伺服器-同地備援功能驗證：9/29 前往壽山岩機房進行低頻伺服器同地備援機制的功能驗證。總共進行包括” Node1 及 Node2 同時發送一般公共資訊” 等 7 項功能之驗證(test cases)，驗證結果全數通過。
- 10/12 進行公共民生廣播服務伺服器運作與異地備援規劃審查。決議事項包括：(a)請 130 計畫基於 9 月底的研究報告進行內容之補充與更新。(b)增加同地備援運作流程說明。(c)研究時間碼產生器也進行備援的可行性。(d)研究多重路由備援的可行性。(e)11 月底前完成 Final 報告的彙整。
- 11/10 完成公共民生廣播服務伺服器之運作規劃與異地備援

網路架構規劃最終版，新增的內容包括增加同地備援運作執行情境說明、同地備援建置規格補充、時間碼產生設備備援規劃、發射機備援規劃等。

2.2 低頻智慧化生活示範區涵蓋效能評估

低頻無線時頻傳播系統展示平台之系統架構如圖 2.2- 1 所示。於桃園縣龜山鄉之中華電信壽山岩機房站址進行建置，涵蓋範圍約為 25 公里之戶外區域，作為進行低頻時頻與各式民生應用之測試與驗證。低頻無線時頻傳播系統展示平台之相關設備包括天線(Antenna)、天線匹配系統(Antenna Matching System；AMS)、發射機系統(Transmitter System)、時間訊號產生器(Time Signal Generator；TSG)及時間與公共資訊服務伺服器(Time/Public Information Server)等，其功能說明如下：

- Time/Public Information Server：從 NTP server 接收國家時間與頻率標準實驗室之標準時間，並透過網路取得天氣資訊與告警資訊；經過編碼後，將時間與公共資訊提供給 TSG。但為簡化展示平台架構，目前 TSG 之時間源則透過 GPS 提供。
- Time Signal Generator：將 Time/Public Information Server 之時間與公共資訊轉換為具時間碼格式之時間訊號，輸入至發射機。本試用系統中的 TSG，其主要功能是將國家標準時間信號與公共資訊轉換成時頻碼信號，然後連接後端的發射機與天線系統進行發射與傳播。
- Transmitter System：接收 TSG 之 RF 時間訊號，並將 RF 訊號放大輸入至 AMS，其發射之中心頻率訂為 77.5 kHz。
- Antenna Matching System：經 Transmitter System 放大之 RF 訊號透過 AMS 進行阻抗匹配，將此 RF 訊號傳送至 Antenna。
- Antenna：將 RF 訊號發射至空中。

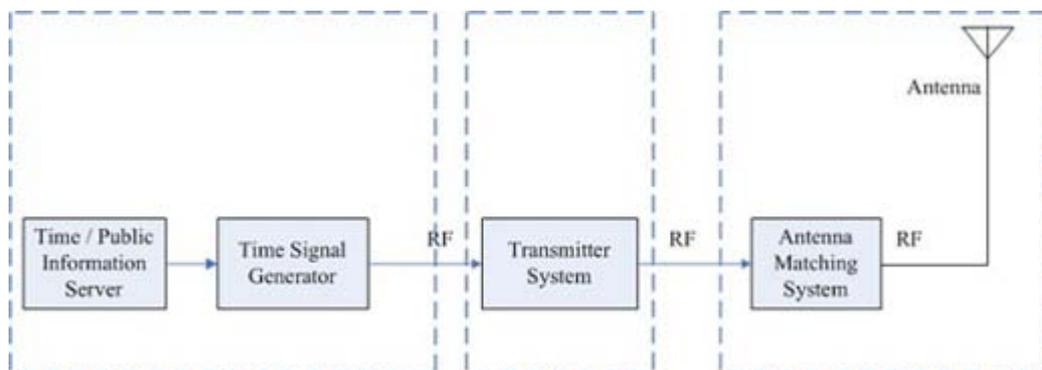


圖 2.2- 1：低頻無線時頻傳播系統展示平台架構圖

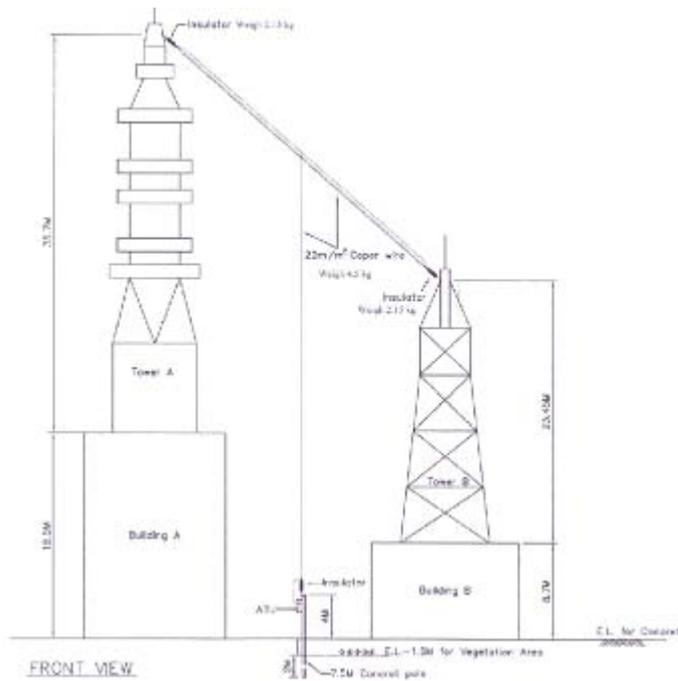


圖 2.2- 2：低頻展示平台天線系統結構圖



圖 2.2- 3：低頻展示平台之網路設置使用執照及無線電臺執照

本低頻展示平台之天線實際結構如圖 2.2- 2 所示，其中天線垂直導體約為 35m 高，依據當時廠商(CEC，Continental Electronics Corporation)之設計，其天線效率約為 0.1%，搭配 1kW 之發射機後，其最大有效等向輻射功率(EIRP)約為 1W。



圖 2.2- 4：低頻系統智慧化生活應用

本低頻實驗網路於 99 年 3 月 26 日獲國家通訊傳播委員會(NCC)核准「低頻無線標準時頻實驗研發電信網路」之使用，並核發「網路設置使用執照」與「無線電臺執照」。於 100 年 3 月 4 日經展延申請，NCC 核准第二年「網路設置使用執照」之申請，並於 100 年 8 月 26 日核准「無線電臺執照」之換發，目前實驗網路使用核准期程至 101 年 3 月 23 日，執照影本如圖 2.2- 3 所示。其中「網路設置使用執照」每次核准一年，而「無線電臺執照」則每次核准半年，規劃期滿前將再行辦理延用。

目前規劃進行之低頻系統智慧化生活應用如圖 2.2- 4 所示。於 99 年第四季起進行台北花博會之低頻看板實際展示，展示項目包含：標準時間、氣象資訊以及相關政令宣導等，參與展示地點包括圓山公園區爭豔館、美術公園區鐘樓、新生公園區迎賓長廊及真相館四處；特別是爭豔館的低頻電子看板，在花博活動期間成為醒目重要的地標，並且在花博結束的最後一晚(100/4/25)陪同在場的所有來賓一同倒數。亦於 100 年第一季開始與農委會水保局合作進行之桃園縣復興鄉土石流告警示範區之建置與測試評估，示範項目包含：標準時間、氣象資訊、土石流紅色警戒等。另一方面，亦開始有關地震速報之服務開發，並於 100 年 9 月起於本公司部分同仁開始試用相關服務。

(1)低頻智慧化生活示範區涵蓋效能評估工作

延續 99 年之測試評估，相關測試項目如下表 2.2- 1 所示。共分為低頻展示平台涵蓋效能測試、低頻展示終端接收效能改善測試、低頻智慧化生活示範區涵蓋效能測試等三部分，共計 11 項測試項目的測試步驟與結果依序於下文說明。

而其中有關低頻展示平台之涵蓋效能測試架構，基本上皆如圖 2.2- 5 所示，於量測現場使用低頻頻譜分析儀(LF Spectrum Analyzer，主要使用設備為 Anritsu MS2721B Spectrum Analyzer)搭配低頻環狀天線(LF Loop Antenna，主要使用設備為 Anritsu MP414B Directional Antenna)進行量測，其於 77.5kHz 之天線因子(Antenna Factor)約為 35dB。

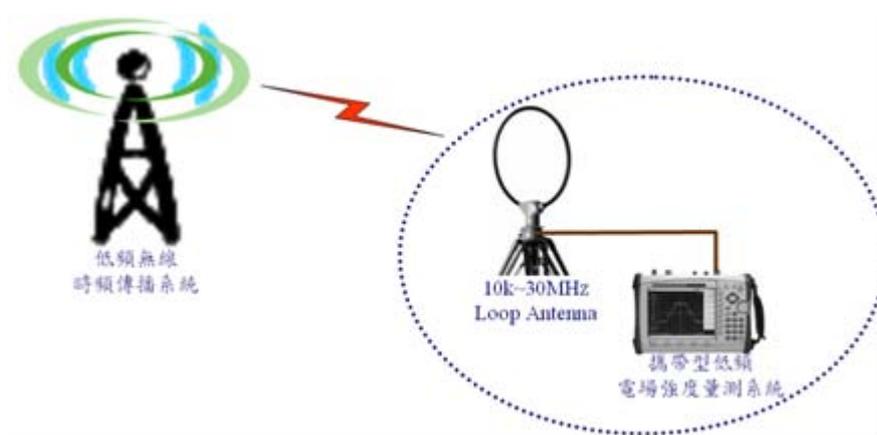


圖 2.2- 5：低頻展示平台之涵蓋效能測試架構

表 2.2- 1：低頻智慧化生活示範區涵蓋效能測試項目

測試編號	測試項目
一、低頻展示平台涵蓋效能測試	
Coverage-01	低頻Loop Antenna之天線Pattern方向性測試
Coverage-02	發射機輸出設定與涵蓋強度關聯性測試
二、低頻展示終端接收效能改善測試	
Device-01	類比式低頻電波鐘時間同步與告警訊息接收靈敏度測試
Device-02	低頻/藍牙中繼設備(電池供電)之可行性測試
Device-03	低頻/藍牙中繼設備市電供電之變壓器品質測試
Device-04	低頻/藍牙中繼設備(市電供電)之可行性測試
Device-05	MID整合低頻/藍牙中繼設備之可行性測試
三、低頻智慧化生活示範區涵蓋效能測試	
Demo-01	台北花博會示範區涵蓋效能測試

Demo-02	三峽&大溪&復興之涵蓋效能測試
Demo-03	水保局土石流告警示範點之涵蓋效能
Demo-04	中華電信「災害防救及緊急應變演練」之先期低頻涵蓋測試評估

A. 低頻 Loop Antenna 之天線 Pattern 方向性測試

測試編號	Coverage-01		
測試項目	低頻Loop Antenna之天線Pattern方向性測試		
測試人員：	測試日期：	測試地點：	
王中和、沈俊銘	99/12/23	桃園縣復興鄉澤仁村溪口部落	
測試目的	瞭解低頻場強測試之Loop Antenna(Anritsu MP414B)之天線Pattern及方向性狀況		
使用測試設備	LF Spectrum Analyzer、Loop Antenna(Anritsu MP414B)		
相關網路設備	低頻無線時頻傳播系統展示平台		
準備工作	(1) 讓展示平台正常運作，並持續傳送標準時間信號； (2) 開啟Spectrum Analyzer，並將中心頻率(77.5kHz)、量測寬度(10kHz)等參數設定完成。		
測試程序	(1) 如圖2.2- 5之測試架構。 (2) 旋轉Loop Antenna至接收強度最佳方向角度，採取Maxhold Mode方式取其約為10秒內之最大值，並記錄其量測電壓值。 (3) 依順時針方向旋轉天線角度，每次以15°為單位，共進行24個角度之測試(依序為0°、15°、30°、45°、...、345°、)，同樣採取Maxhold Mode方式取其約為10秒內之最大值，並記錄其量測電壓值。		
測試結果	(1) 24個角度之測試值(依序為0°、15°、30°、45°、...、345°、)如表2.2- 2所示。 (2) 天線Pattern如圖2.2- 6所示，約於90°±30°以及270°±30°為天線接收效果較差之角度，與最大值約有13dB之差距，其餘角度則相差不到5dB。 (3) 此Anritsu MP414B Loop Antenna於77.5kHz之Antenna Factor約為35dB，相關測試中，Spectrum Analyzer所測得之電壓值即可依此計算實際之電場強度。		

測試記錄表：

表 2.2- 2：Loop Antenna(Anritsu MP414B)之指向性特性測試結果

測試項目編號	天線旋轉角度	量測電壓值 (dBuV)
1	0	16.65
2	15	16.57
3	30	15.91
4	45	14.94
5	60	12.81
6	75	8.63
7	90	4.14
8	105	4.37
9	120	9.47
10	135	12.82
11	150	14.59
12	165	15.88
13	180	16.49
14	195	16.47
15	210	16.14
16	225	14.78
17	240	12.69
18	255	8.67
19	270	3.89
20	285	3.46
21	300	3.92
22	315	11.82
23	330	14.99
24	345	15.94

低頻Loop Antenna(Anritsu MP414B)之天線Pattern

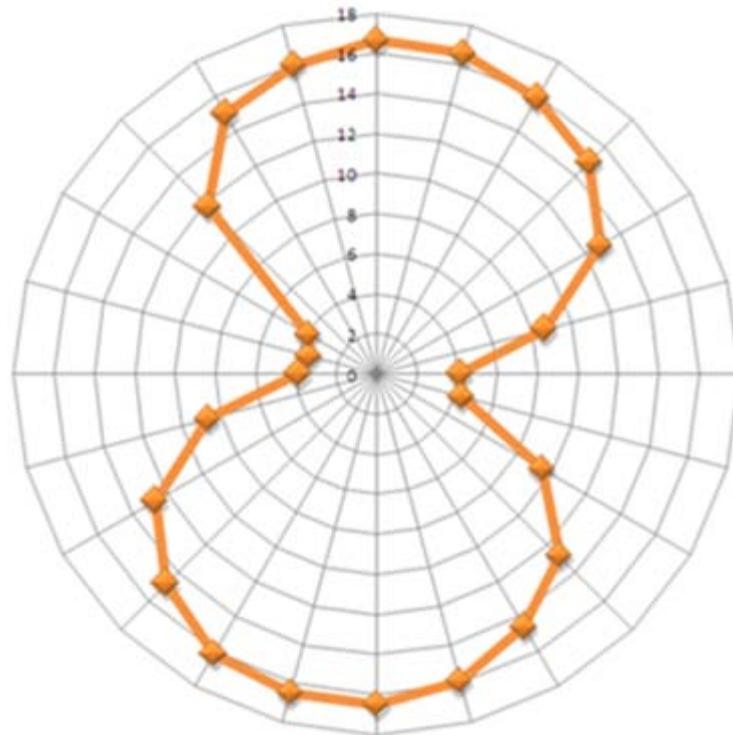


圖 2.2- 6：低頻 Loop Antenna(Anritsu MP414B)之天線 Pattern 示意

B. 發射機輸出設定與涵蓋強度關聯性測試

測試編號	Coverage-02																
測試項目	發射機功率輸出設定與涵蓋強度關聯性測試																
測試人員： 王中和、沈俊銘	測試日期： 100/03/01	測試地點： 壽山岩站台、龜山、林口等四處測試點															
測試目的	瞭解低頻展示平台進行功率輸出調整時對信號涵蓋狀況之影響																
使用測試設備	LF Spectrum Analyzer、Loop Antenna																
相關網路設備	低頻無線時頻傳播系統展示平台																
準備工作	(1) 讓展示平台正常運作，並持續傳送標準時間信號； (2) 開啟Spectrum Analyzer，並將中心頻率(77.5kHz)、量測寬度(10kHz)等參數設定完成。																
測試程序	<p>(1) 如圖2.2- 5之測試架構。</p> <p>(2) 於下表所列之測試點，位置如下圖所示，將Spectrum Analyzer架設完成，並進行相關設定。</p> <table border="1" data-bbox="470 1742 1236 1960"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>測試地點</th> <th>距離</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td>壽山岩機房(舊大樓 2F 室內)</td> <td>20m</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>林口文化北路一段&忠孝路路口</td> <td>□6km</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>龜山振興路近長庚醫院桃園分院</td> <td>2.6km</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>龜山新嶺一街末端山麓(LOS)</td> <td>850m</td> </tr> </tbody> </table> <p>(3) 旋轉Loop Antenna至接收強度最佳方向角度，採取Maxhold Mode方式取其約為10秒內之最大值，並記錄其頻譜情況以及77.5kHz頻點之電場強度。</p>		項目	測試地點	距離	1	壽山岩機房(舊大樓 2F 室內)	20m	2	林口文化北路一段&忠孝路路口	□6km	3	龜山振興路近長庚醫院桃園分院	2.6km	4	龜山新嶺一街末端山麓(LOS)	850m
項目	測試地點	距離															
1	壽山岩機房(舊大樓 2F 室內)	20m															
2	林口文化北路一段&忠孝路路口	□6km															
3	龜山振興路近長庚醫院桃園分院	2.6km															
4	龜山新嶺一街末端山麓(LOS)	850m															

	<p>(4) 開啟Zero Span模式，並記錄10秒77.5kHz之信號時域圖。</p> <p>(5) 將發射機功率輸出旋鈕依序設定為62%、55%、50%、45%，進行上述步驟(3)與步驟(4)之測試項目，同時記錄發射機儀表上顯示之輸出電壓與輸出電流數值。</p>
測試結果	<p>(1) 四處測試點之相關環境參數與發射機功率調整測試結果整理如表2.2-3與表2.2-4所示。</p> <p>(2) 由於發射機於45%輸出時，輸出電壓約為135V，再往下調整，發射機將因饋電電壓不足而跳掉；若往上調整至超過62%輸出時，依過去測試經驗，發射機則易因電流過載而導致發射機不穩定，甚至跳掉；故此次測試，發射機功率調整範圍為45%~62%，其他測試項目時，發射機則維持62%固定輸出。</p> <p>(3) 依測試結果所示，當發射機輸出由62%降至45%時，發射機輸出功率平均約有2.55dB的差距(實際輻射功率尚須考慮天線與匹配系統之輻射效率，此處不考慮)；而四處接收測試點之強度差距介於2.03~2.76dB，平均約為2.40dB；兩者頗為接近。</p> <p>(4) 由測試結果可知，於發射機正常運作下(調整範圍為45%~62%)，其功率輸出(輸出電壓與輸出電流之乘積)之調整與系統實際信號涵蓋狀況為線性關係；以45%~62%之調整範圍來說，其實際功率調整範圍約為2.5dB(約為350W至650W)。</p>

測試記錄表：

表 2.2- 3：四處測試點之相關環境參數與發射機功率調整測試結果

位置	距離	室內 室外	LOS/ NLOS	天氣	功率輸出 (%)	輸出電壓 (V)	輸出電流 (A)	輸出功率 (W)	輸出功率 (dBW)	量測電壓 (dBuV)	量測強度 (dBuV/m)
壽山岩機房 (舊大樓2F室內)	20m	室內	NLOS	陰天	62	182	3.59	653	28.15	94.74	129.74
					55	162	3.21	520	27.16	93.94	128.94
					50	150	2.97	446	26.49	93.16	128.16
					45	135	2.69	363	25.60	92.47	127.47
林口文化北路 一段&忠孝路 路口	7.6km	室外	NLOS	濃霧	62	182	3.61	657	28.18	22.95	57.95
					55	162	3.22	522	27.17	21.97	56.97
					50	150	3.00	450	26.53	21.37	56.37
					45	135	2.70	365	25.62	20.43	55.43
龜山振興路近 長庚醫院桃園 分院	2.6km	室外	NLOS	小雨	62	182	3.60	655	28.16	33.72	68.72
					55	162	3.21	520	27.16	32.48	67.48
					50	150	2.98	447	26.50	31.91	66.91
					45	135	2.68	362	25.58	30.96	65.96
龜山新嶺一街 末端山麓 (LOS)	850m	室外	LOS	小雨	62	182	3.49	635	28.03	38.98	73.98
					55	162	3.12	505	27.04	38.22	73.22
					50	150	2.93	440	26.43	37.68	72.68
					45	135	2.64	356	25.52	36.95	71.95

表 2.2-4：四處測試點之功率輸出調整對信號涵蓋狀況之影響分析

位置	功率輸出 (%)	輸出功率 (dBW)	差值 (dB)	量測強度 (dBuV/m)	差值 (dB)
壽山岩機房 (舊大樓2F室內)	62	28.15	n.a.	129.74	n.a.
	55	27.16	0.99	128.94	0.80
	50	26.49	1.66	128.16	1.58
	45	25.60	2.55	127.47	2.27
林口文化北路 一段&忠孝路 路口	62	28.18	n.a.	57.95	n.a.
	55	27.17	1.00	56.97	0.98
	50	26.53	1.64	56.37	1.58
	45	25.62	2.56	55.43	2.52
龜山振興路近 長庚醫院桃園 分院	62	28.16	n.a.	68.72	n.a.
	55	27.16	1.00	67.48	1.24
	50	26.50	1.66	66.91	1.81
	45	25.58	2.58	65.96	2.76
龜山新嶺一街 末端山麓 (LOS)	62	28.03	n.a.	73.98	n.a.
	55	27.04	0.99	73.22	0.76
	50	26.43	1.60	72.68	1.30
	45	25.52	2.51	71.95	2.03

C. 類比式低頻電波鐘時間同步與告警訊息接收靈敏度測試

測試編號	Device-01		
測試項目	類比式低頻電波鐘時間同步與告警訊息接收靈敏度測試		
測試人員：	測試日期：	測試地點：	
王中和、郭又禎	100/1/19	TL 檢測中心一樓	
測試目的	測試類比式低頻電波鐘是否能正確接收時間與告警訊息，並測得最小接收之信號場強		
使用測試設備	類比式低頻電波鐘5個、HKW 77.5kHz場強計		
相關網路設備	低頻無線時頻傳播系統技術研發平台		
準備工作	(1) 研發平台正常運作； (2) 發射的訊號應為本所自訂之時間碼格式。		
測試程序	(1) 如下圖之測試架構。 		
	(2) 按下類比式低頻電波鐘的reset，使指針歸零至12時，並設定所在位		

	<p>置區碼。</p> <p>(3) 配合類比式低頻電波鐘之設定區碼，調整研發平台輸出相應區域之告警訊息。調高研發平台輸出信號振幅大小，確認類比式低頻電波鐘可接收資訊。</p> <p>(4) 逐漸降低研發平台輸出信號振幅大小，直到類比式低頻電波鐘無法正確接收資訊。注意每次測試，均應將類比式低頻電波鐘歸零，並設定所在位置區碼。</p> <p>(5) 以HKW 77.5kHz場強儀測定場強大小。</p>
測試結果	<p>(1) 5個類比電波鐘在場強45dBμV/m(規格要求)下均能正確解出時間與告警。</p> <p>(2) 以HKW場強計進行現場量測，測得環境背景雜訊大小約為30dBμV/m。</p>

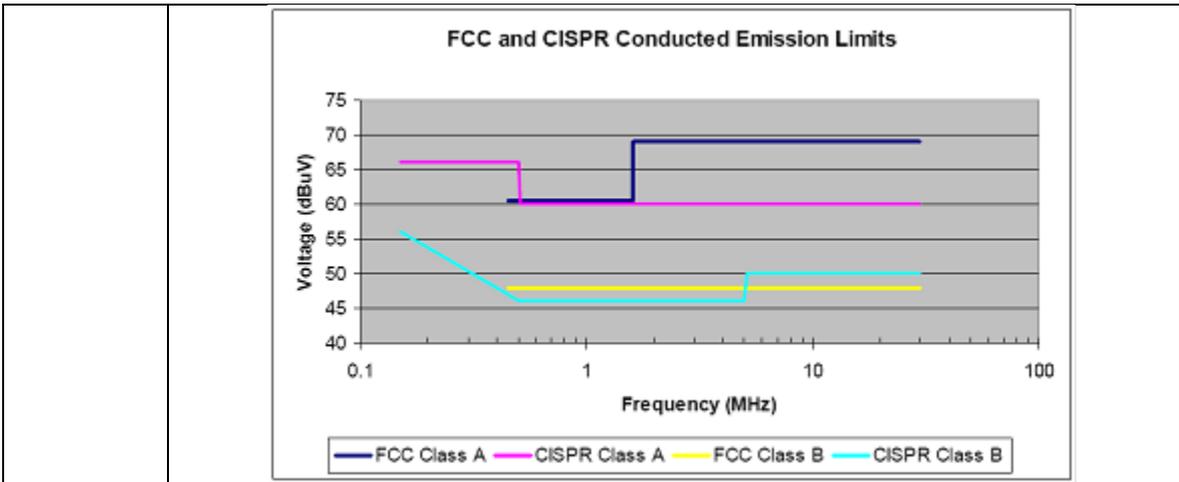
D. 低頻/藍牙中繼設備(電池供電)之可行性測試

測試編號	Device-02	
測試項目	低頻/藍牙中繼設備(電池供電)之可行性測試	
測試人員：	測試日期：	測試地點：
王中和、郭又禎	99/12/6	TL B314
測試目的	測試低頻/藍牙中繼設備(電池供電)模組是否能正確接收時間與告警訊息，並測得最小接收之信號場強	
使用測試設備	低頻/藍牙中繼設備(電池供電)模組、NB、HKW 77.5kHz場強計	
相關網路設備	低頻無線時頻傳播系統技術研發平台	
準備工作	<p>(1) 研發平台正常運作；</p> <p>(2) 發射的訊號應為本所自訂之時間碼格式。</p>	
測試程序	<p>(1) 低頻/藍牙中繼設備(電池供電)模組如下圖。由低頻模組接收低頻訊號，透過UART藍牙模組轉接，以藍牙的方式輸出訊號，再藉由NB連接藍牙以顯示與記錄所接收到的資訊。</p> <div data-bbox="673 1429 1129 1818" data-label="Image"> </div> <p>(2) 調高研發平台輸出信號振幅大小，以除錯資訊確認低頻/藍牙中繼設備(電池供電)模組可接收資訊。</p> <p>(3) 逐漸降低研發平台輸出信號振幅大小，直到實驗電波鐘無法正確接收資訊。</p> <p>(4) 將電池換成市電供電，比較電源有接地或無接地之差別。</p>	
測試結果	(1) 在場強48 dB μ V/m下能正確解出時間與告警訊息。	

	<p>(2) 不同供電方式之低頻接收靈敏度:大電池\approx市電接地$>$市電無接地。</p> <p>(3) 藍牙模組會造成干擾，但電源干擾影響遠大於藍牙模組。</p> <p>(4) 以HKW場強計進行現場量測，測得環境背景雜訊大小約為42dBμV/m。</p>
--	---

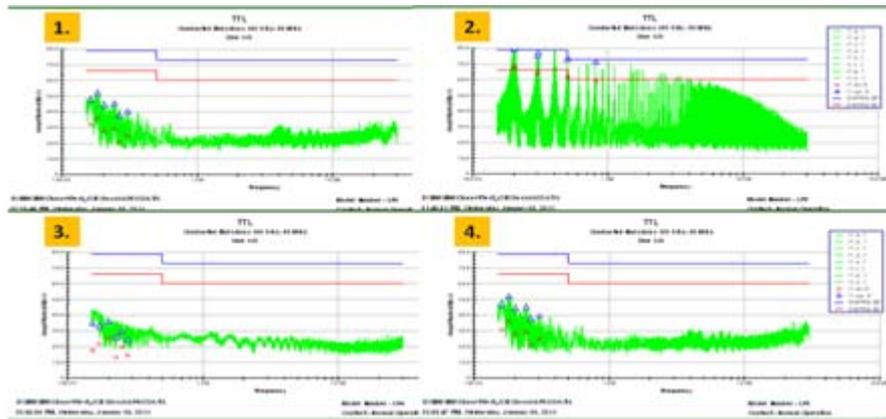
E. 低頻/藍牙中繼設備市電供電之變壓器品質測試

測試編號	Device-03	
測試項目	低頻/藍牙中繼設備市電供電之變壓器品質測試	
測試人員：	測試日期：	測試地點：
王中和、郭又禎	100/1/5	TL 檢測中心
測試目的	測試變壓器EMI傳導干擾，以確認變壓器是否對低頻模組造成干擾	
使用測試設備	多款變壓器及低頻接收模組	
相關網路設備	無	
準備工作	統一多款變壓器之連接介面	
測試程序	<p>(1) 準備多款變壓器如下圖，分別與低頻接收模組連接。</p>  <p>(2) 測試Electromagnetic intergerence(EMI)傳導干擾之CISPR Class A標準。</p> <p>(3) 測試77.5kHz之EMI傳導干擾。</p> <p>註1：EMI為電磁干擾，指的是電子產品本身所散發去干擾別人的雜訊。EMI有兩種路徑，一為傳導干擾，另一為輻射干擾。</p> <p>註2：CISPR為大部分歐洲國家所採用之標準。其對傳導干擾的標準訂亦如下圖(ref: SynQor)。</p>	



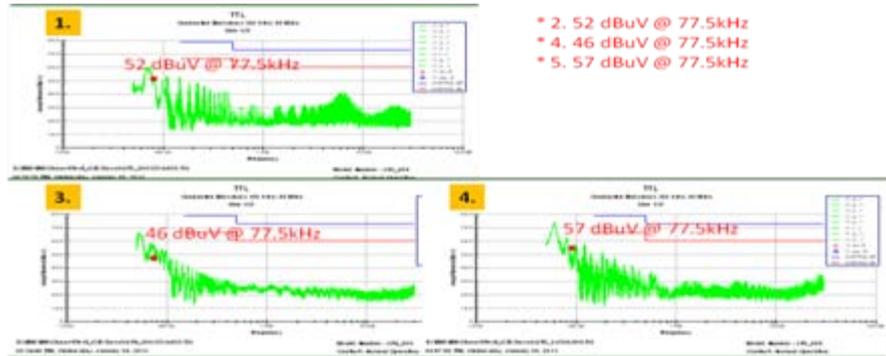
測試結果

(1) 4款變壓器的EMI傳導干擾如下圖所示，其中第1、3及4款通過CISPR認定標準。



(2) CISPR的規範從150kHz開始，因此認證通過無法直接代表低頻可以接收。

(3) 量測通過CISPR標準的變壓器於77.5kHz的傳導干擾如下圖。



(4) 77.5kHz的EMI與低頻接收有直接關係，且當EMI < 52dB μ V 低頻可正常接收。

F. 低頻/藍牙中繼設備(市電供電)之可行性測試

測試編號	Device-04	
測試項目	低頻/藍牙中繼設備(市電供電)之可行性測試	
測試人員： 王中和、郭又禎	測試日期： 100/1/10~19	測試地點： TL B314、B棟3樓外側陽台及檢測中心

測試目的	測試低頻/藍牙中繼設備(市電供電)模組是否能正確接收時間與告警訊息，並測得最小接收場強。(使用市電供電目的為避免低頻藍牙模組需經常性更換電池)
使用測試設備	低頻/藍牙中繼設備(市電供電)模組、NB、HKW 77.5kHz場強計
相關網路設備	低頻無線時頻傳播系統技術研發平台 低頻無線時頻傳播系統展示平台
準備工作	(1) 研發平台及展示平台正常運作； (2) 發射的訊號應為本所自訂之時間碼格式。
測試程序	(1) 低頻/藍牙中繼設備(市電供電)模組如下圖。由低頻模組接收低頻訊號，透過UART藍牙模組轉接，以藍牙的方式輸出訊號，再藉由NB連接藍牙以顯示所接收到的資訊。  (2) 調高研發平台輸出信號振幅大小，以除錯資訊確認低頻/藍牙中繼設備(市電供電)模組可接收資訊。 (3) 逐漸降低研發平台輸出信號振幅大小，直到實驗電波鐘無法正確接收資訊。 (4) 於B棟3樓外側陽台接收展示平台訊號，確定是否能正確接收時間與告警訊息。
測試結果	(1) 此模組於檢測中心測試，在場強48dB μ V/m下能正常運作。 (2) 此模組於B棟3樓外側陽台能正確解出展示平台時間與告警訊息，此環境使用HKW測量場強約54dB μ V/m。 (2) 市電連接UPS，可提供穩定電源，提升低頻模組接收之狀況。 (3) 低頻及藍牙分開供電可有效提升低頻模組接收之狀況。 (4) 墊高低頻接收天線可提升低頻模組之接收狀況。

G. MID 整合低頻/藍牙中繼設備之可行性測試

測試編號	Device-05		
測試項目	MID整合低頻/藍牙中繼設備之可行性測試		
測試人員：	測試日期：	測試地點：	
王中和、郭又禎	100/1/25~2/16	TL B314及B棟3樓外側陽台	
測試目的	測試MID整合低頻/藍牙中繼設備，並能正常顯示低頻接收時間、氣象及告警資料		
使用測試設備	MID及低頻/藍牙中繼設備(市電供電)模組、HKW 77.5kHz場強計		

設備	
相關網路設備	低頻無線時頻傳播系統技術研發平台 低頻無線時頻傳播系統展示平台
準備工作	(1) 研發平台即展示平台正常運作； (2) 發射的訊號應為本所自訂之時間碼格式； (3) MID低頻程式開發。
測試程序	(1) 測試架構如下圖。  (2) 將低頻藍牙模組之藍牙與MID藍牙連接，執行MID低頻程式。 (3) 測試是否可正常接收時間與氣象資訊。 (4) 發送土石流告警，測試是否三分鐘內可正常接收顯示告警。 (4) 分析MID低頻程式所記錄之Log檔。
測試結果	(1) 此模組於B棟3樓外側陽台能正確解出展示平台時間與氣象訊息，此環境使用HKW測量場強約54dBμV/m。 (2) MID低頻程式可在三分鐘內解出告警。 (3) 2/16所記錄之B棟3樓外側陽台環境之Log檔，206分鐘錯了13筆，錯誤率約為6.36%。

H. 台北花博會示範區涵蓋效能測試

測試編號	Demo-01		
測試項目	台北花博會示範區涵蓋效能測試		
測試人員： 劉家宏、沈俊銘	測試日期： 99/09/06	測試地點： 台北市花博園區	
測試目的	瞭解低頻展示平台於台北市花博園區相關低頻看板建置位置之信號涵蓋狀況		
使用測試設備	LF Spectrum Analyzer、Loop Antenna、類比式電波座鐘		
相關網路設備	低頻無線時頻傳播系統展示平台		
準備工作	(1) 讓展示平台正常運作，並持續傳送標準時間信號； (2) 開啟Spectrum Analyzer，並將中心頻率(77.5kHz)、量測寬度(5kHz)等參數設定完成； (3) 重置類比式電波座鐘，嘗試進行實際信號接收與校時。		
測試程序	(1) 如圖2.2- 5之測試架構。 (2) 於下表之花博低頻看板預定建置地區，將Spectrum Analyzer架設完成，並進行相關設定。		
	項目	花博低頻看板預定建置地區	

	<table border="1"> <tr> <td>1</td> <td>花博會圓山館區(爭豔館入口處往東約 5m 室外)</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>花博會圓山館區(爭豔館入口處往東約 1m 室內)</td> </tr> <tr> <td>3</td> <td>花博會圓山館區(爭豔館入口處)</td> </tr> <tr> <td>4</td> <td>花博會新生公園區(2F 觀景台)</td> </tr> <tr> <td>5</td> <td>花博會美術館區(廢棄鐘樓旁)</td> </tr> </table> <p>(3) 旋轉Loop Antenna至接收強度最佳方向角度，採取Single Sweep方式取其較大值，並記錄其頻譜情況以及77.5kHz頻點之電場強度。</p> <p>(4) 開啟Zero Span模式，並記錄10秒77.5kHz之信號時域圖。</p> <p>(5) 同步使用類比式電波座鐘進行信號接收與自動校時測試，並記錄結果。</p>	1	花博會圓山館區(爭豔館入口處往東約 5m 室外)	2	花博會圓山館區(爭豔館入口處往東約 1m 室內)	3	花博會圓山館區(爭豔館入口處)	4	花博會新生公園區(2F 觀景台)	5	花博會美術館區(廢棄鐘樓旁)
1	花博會圓山館區(爭豔館入口處往東約 5m 室外)										
2	花博會圓山館區(爭豔館入口處往東約 1m 室內)										
3	花博會圓山館區(爭豔館入口處)										
4	花博會新生公園區(2F 觀景台)										
5	花博會美術館區(廢棄鐘樓旁)										
測試結果	<p>(1) 花博會各點測試結果如表2.2- 5所示。</p> <p>(2) 於相關測試點中，圓山區因為封閉型建築物之影響，測試場強約為42dBμV/m，新生公園區與美術館區則約可達50dBμV/m；三區測試點之頻譜強度圖以及77.5kHz信號時域圖如圖2.2- 7~圖2.2- 12所示。</p> <p>(3) 測試當天使用類比式電波座鐘進行信號接收與自動校時測試，除圓山區較為勉強外，其餘新生公園區與美術館區之測試顯示電波座鐘運作頗為正常。</p> <p>(4) 相關測試為於花博正式開園前進行，故背景雜訊的干擾相對於目前實際狀況較為輕微；實際開園後，則透過藍牙中繼或是延伸低頻模組遠離低頻看板等方式來改善涵蓋並降低看板自身電源所造成的干擾因素。</p>										

測試記錄表：

表 2.2- 5：花博會備選展示點之低頻訊號場強測試結果

項目	位置	室內/室外	視野是否封閉	Time Code 輸入	LFF干擾狀況	量測雜訊位準 (dB μ V)	量測電壓 (dB μ V)	電場強度 (dB μ V/m)	時域圖高低位準差 (dB)	實際時間是否OK?	評估接收是否?
1	花博會圓山館區(爭豔館入口處往東約 5m 室外)	室外	No	No	局部、輕微	-20	-6.53	41.53	na	需高舉	勉強
2	花博會圓山館區(爭豔館入口處往東約 1m 室內)	室內	No	No	局部、明顯	-10	7.91	42.91	na	需高舉	勉強
3	花博會圓山館區(爭豔館入口處)	室內	No	Yes	局部、明顯	-10	-6.67	41.67	-15	需高舉	勉強
4	花博會新生公園區(2F 觀景台)	室內	Yes	Yes	無明顯干擾	-15	15.29	50.29	15-17	OK	OK
5	花博會美術館區(廢棄鐘樓旁)	室外	Yes	Yes	無明顯干擾	-10	13.76	48.76	-15	OK	OK

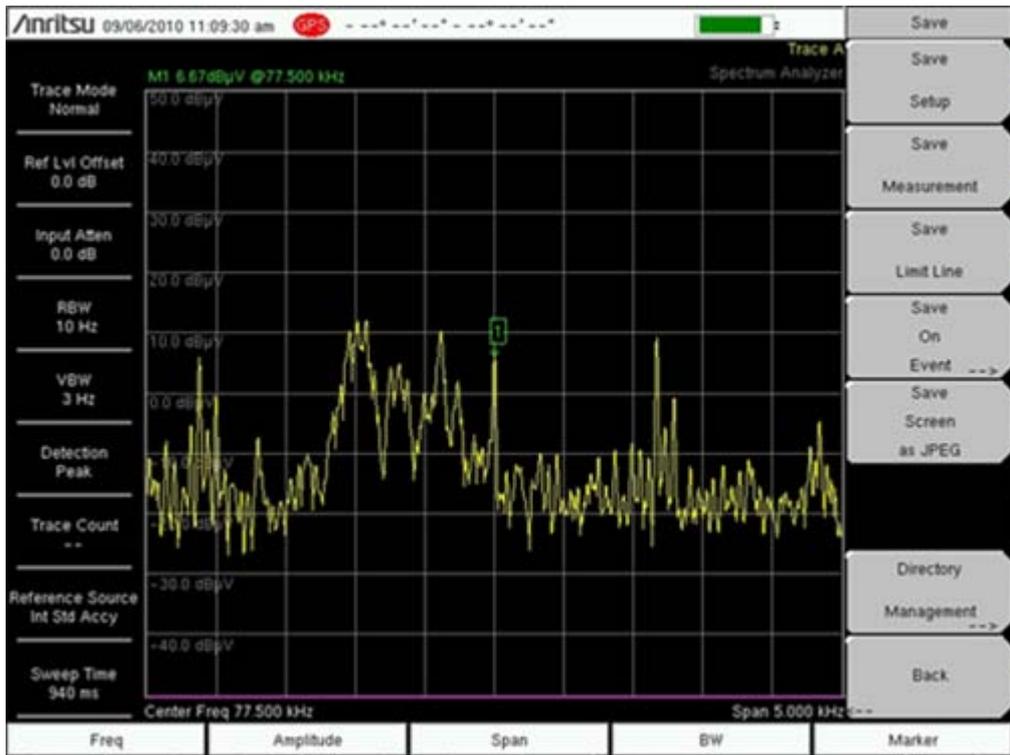


圖 2.2- 7：花博涵蓋測試頻譜強度圖度-圓山區

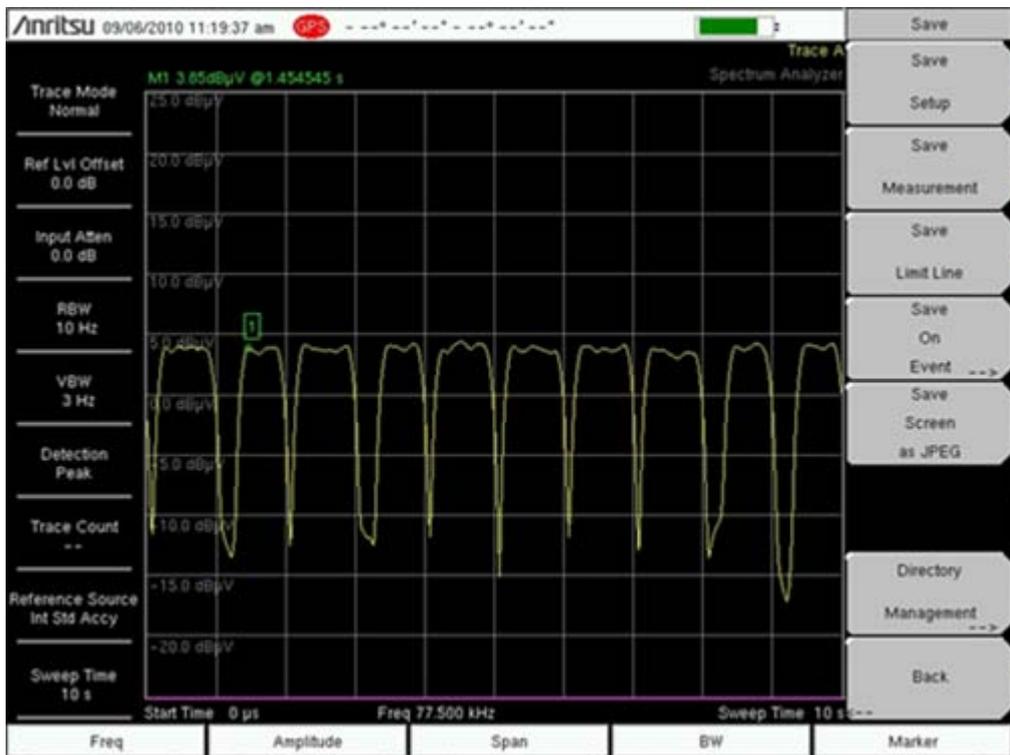


圖 2.2- 8：花博涵蓋測試之 77.5kHz 信號時域圖-圓山區

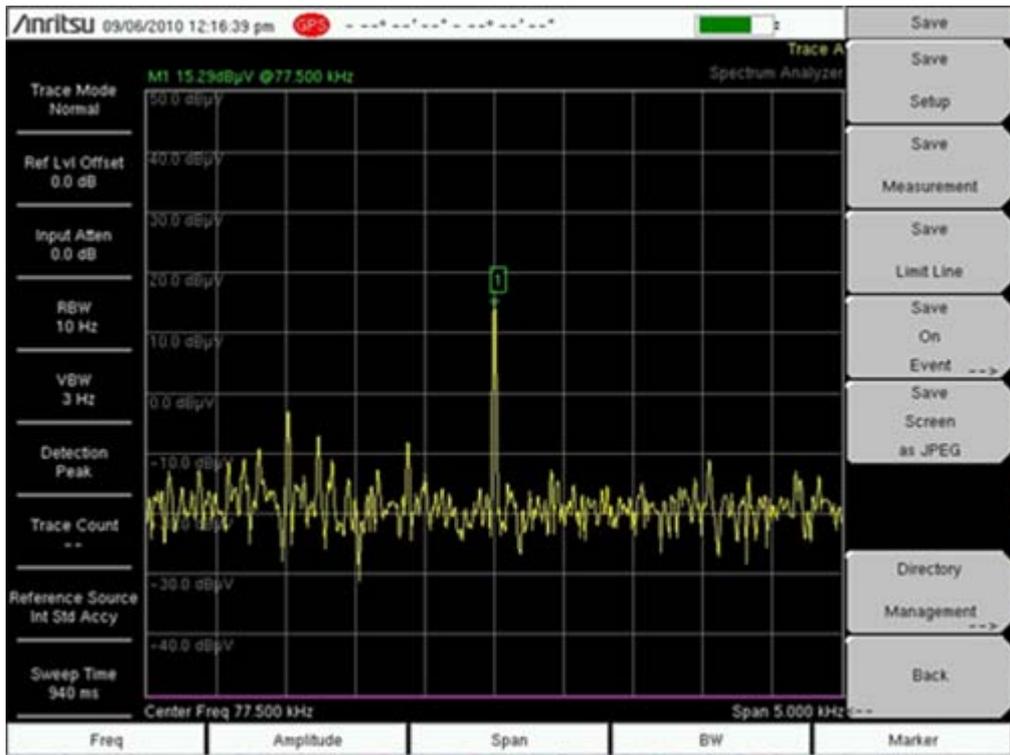


圖 2.2- 9：花博涵蓋測試頻譜強度圖-新生公園區

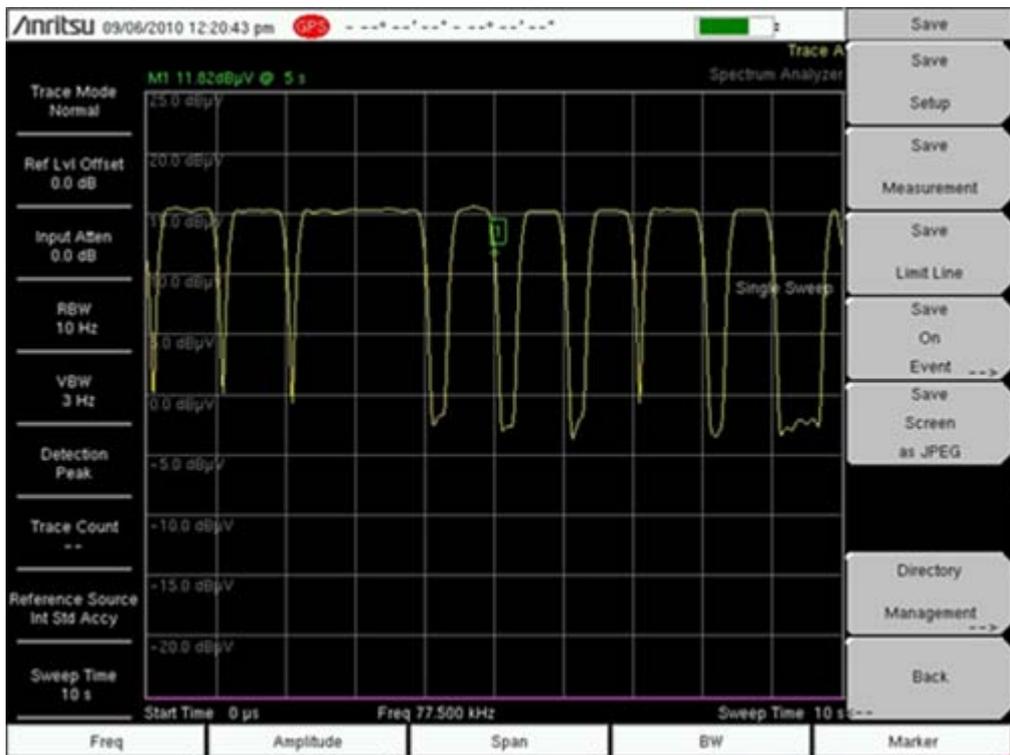


圖 2.2- 10：花博涵蓋測試之 77.5kHz 信號時域圖-新生公園區

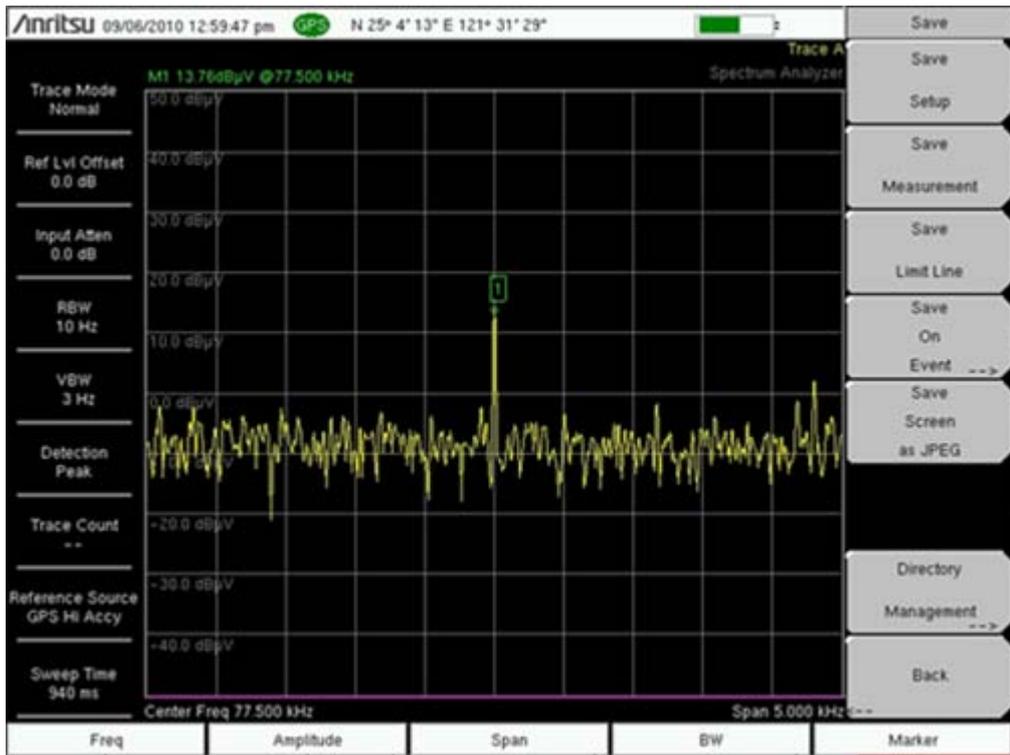


圖 2.2- 11：花博涵蓋測試頻譜強度圖-美術館區

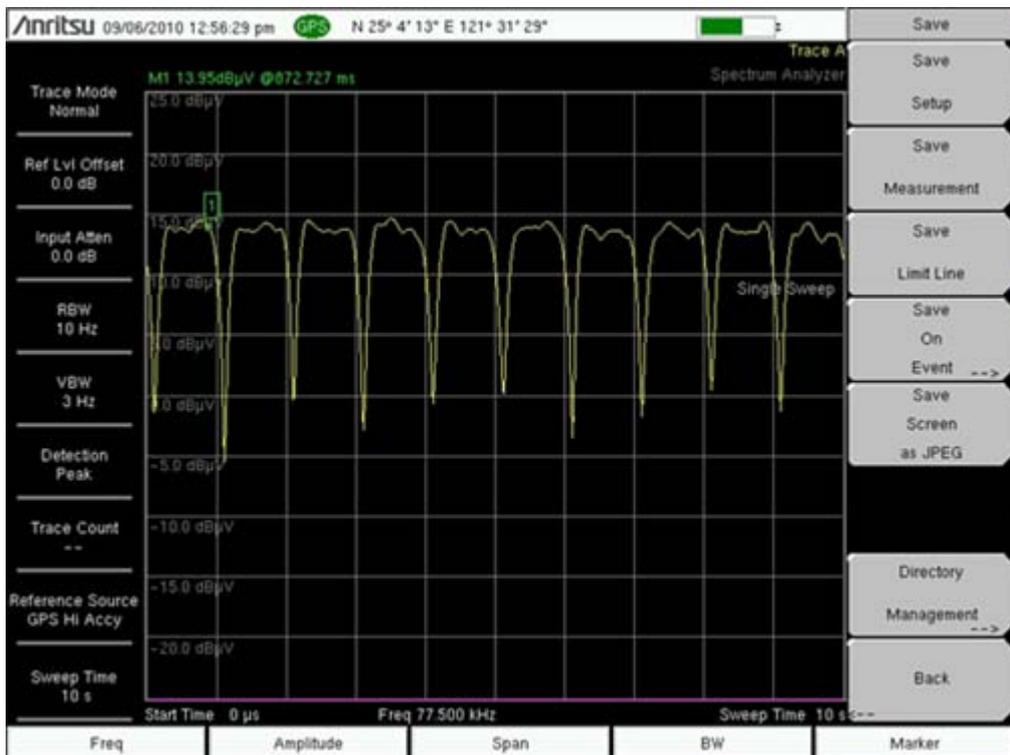


圖 2.2- 12：花博涵蓋測試之 77.5kHz 信號時域圖-美術館區

I. 三峽&大溪&復興之涵蓋效能測試

測試編號	Demo-02																																			
測試項目	三峽&大溪&復興之涵蓋效能測試																																			
測試人員： 王中和、沈俊銘	測試日期： 99/11/19、99/12/23	測試地點： 三峽&大溪&復興等水保局備選示範區村里																																		
測試目的	瞭解低頻展示平台於三峽&大溪&復興等水保局備選示範區村里之信號涵蓋狀況																																			
使用測試設備	LF Spectrum Analyzer、Loop Antenna、數位式電波座鐘																																			
相關網路設備	低頻無線時頻傳播系統展示平台																																			
準備工作	(1) 讓展示平台正常運作，並持續傳送標準時間信號； (2) 開啟Spectrum Analyzer，並將中心頻率(77.5kHz)、量測寬度(10kHz)等參數設定完成。																																			
測試程序	<p>(1) 如圖2.2- 5之測試架構。</p> <p>(2) 於下表之三峽&大溪&復興等水保局備選示範區村里，將Spectrum Analyzer架設完成，並進行相關設定。</p> <table border="1" data-bbox="470 952 1289 1684"> <thead> <tr> <th>項目</th> <th>三峽&大溪&復興等水保局備選示範區村里</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>三峽五寮-五寮橋頭</td></tr> <tr><td>2</td><td>三峽有木-滿月圓外圍停車場</td></tr> <tr><td>3</td><td>三峽竹崙-皇后鎮農場大門</td></tr> <tr><td>4</td><td>三峽插角-大有社區活動中心</td></tr> <tr><td>5</td><td>三峽嘉添-白雞行修宮停車場</td></tr> <tr><td>6</td><td>大溪美華-慈聖宮廣場</td></tr> <tr><td>7</td><td>大溪新峰-台7乙線約8km處公園</td></tr> <tr><td>8</td><td>復興三民-基國派景觀橋頭</td></tr> <tr><td>9</td><td>復興澤仁-溪口部落</td></tr> <tr><td>10</td><td>復興羅浮-羅浮橋頭</td></tr> <tr><td>□</td><td>復興羅浮-羅浮天主堂入口</td></tr> <tr><td>12</td><td>復興羅浮-北橫之星度假民宿</td></tr> <tr><td>13</td><td>復興高義-榮華大壩</td></tr> <tr><td>14</td><td>復興高義-蘇樂橋頭</td></tr> <tr><td>15</td><td>復興華陵-巴陵橋頭</td></tr> <tr><td>16</td><td>復興華陵-拉拉山旅遊服務中心</td></tr> </tbody> </table> <p>(3) 旋轉Loop Antenna至接收強度最佳方向角度，採取Maxhold Mode方式取其約為10秒內之最大值，並記錄其頻譜情況以及77.5kHz頻點之電場強度。</p> <p>(4) 開啟Zero Span模式，並記錄10秒77.5kHz之信號時域圖。</p> <p>(5) 同步使用數位式電波座鐘進行信號接收與自動校時測試，並記錄結果。</p>		項目	三峽&大溪&復興等水保局備選示範區村里	1	三峽五寮-五寮橋頭	2	三峽有木-滿月圓外圍停車場	3	三峽竹崙-皇后鎮農場大門	4	三峽插角-大有社區活動中心	5	三峽嘉添-白雞行修宮停車場	6	大溪美華-慈聖宮廣場	7	大溪新峰-台7乙線約8km處公園	8	復興三民-基國派景觀橋頭	9	復興澤仁-溪口部落	10	復興羅浮-羅浮橋頭	□	復興羅浮-羅浮天主堂入口	12	復興羅浮-北橫之星度假民宿	13	復興高義-榮華大壩	14	復興高義-蘇樂橋頭	15	復興華陵-巴陵橋頭	16	復興華陵-拉拉山旅遊服務中心
項目	三峽&大溪&復興等水保局備選示範區村里																																			
1	三峽五寮-五寮橋頭																																			
2	三峽有木-滿月圓外圍停車場																																			
3	三峽竹崙-皇后鎮農場大門																																			
4	三峽插角-大有社區活動中心																																			
5	三峽嘉添-白雞行修宮停車場																																			
6	大溪美華-慈聖宮廣場																																			
7	大溪新峰-台7乙線約8km處公園																																			
8	復興三民-基國派景觀橋頭																																			
9	復興澤仁-溪口部落																																			
10	復興羅浮-羅浮橋頭																																			
□	復興羅浮-羅浮天主堂入口																																			
12	復興羅浮-北橫之星度假民宿																																			
13	復興高義-榮華大壩																																			
14	復興高義-蘇樂橋頭																																			
15	復興華陵-巴陵橋頭																																			
16	復興華陵-拉拉山旅遊服務中心																																			
測試結果	(1) 各三峽&大溪&復興等水保局備選示範區村里測試結果如表2.2- 6所示，最遠之拉拉山已距離LF展示平台約36km，測試點之位置分佈與信號強度測試結果如圖2.2- 13所示。																																			

- (2) 相關測試點距離站台距離約為11~36km，各點戶外測試強度平均約為45~55dB μ V/m，除距離因素外，測試地點開闊與否，亦有影響；其中巴陵橋因相對距離較遠，且屬山谷地形，接收強度降至38dB μ V/m，如圖2.2- 14，但因現場幾無干擾因素，時域圖顯示信號品質仍然十分正常，如圖2.2- 15。
- (3) 部分測試點因鄉下電力線沿路建置關係，造成一定程度之低頻干擾，亦使背景雜訊明顯較高。
- (4) 測試當天使用數位式電波座鐘進行信號接收與自動校時測試，相關測試點之測試顯示電波座鐘運作皆頗為正常。

測試記錄表：

表 2.2- 6：三峽&大溪&復興等水保局備選示範區村里之低頻訊號場強測試結果

縣市	測試地點	經度	緯度	距離 (km)	信號電壓 (dB μ V)	電場強度 (dB μ V/m)	時域低位 (dB μ V)	時域位差 (dB)	終端音調 (OK??)
桃園縣	楊梅高榮-CHTTL大門口_A	121°10'1"	24°57'22"	20.7	16.27	51.27	-1	17.27	OK
桃園縣	楊梅高榮-CHTTL大門口_B	121°10'1"	24°57'21"	20.7	15.46	50.46	-2	17.46	OK
台北縣	三峽五寮-五寮橋頭	121°21'34"	24°51'23"	16.5	12.27	47.27	-6	18.27	OK
台北縣	三峽有木-滿月園外圍停車場	121°26'42"	24°50'11"	20.4	11.14	46.14	-6	17.14	OK
台北縣	三峽竹崙-皇后鎮農場大門	121°25'57"	24°55'5"	11.8	15.67	50.67	-3	18.67	OK
台北縣	三峽插角-大有社區活動中心	121°24'16"	24°52'21"	15.3	14.41	49.41	1	13.41	OK
台北縣	三峽嘉添-白蓮行修宮停車場	121°24'2"	24°54'19"	11.7	18.89	53.89	1	17.89	OK
桃園縣	大溪美華-慈聖宮廣場	121°18'2"	24°52'23"	16.1	17.39	52.39	1	16.39	OK
桃園縣	大溪新峰-台7乙線約5km處公園	121°20'3"	24°50'52"	17.8	15.88	50.88	-2	17.88	OK
桃園縣	復興三民-基國派景觀橋頭	121°20'2"	24°50'2"	19.3	12.88	47.88	-6	18.88	OK
桃園縣	復興潭仁-溪口部落	121°20'50"	24°48'12"	22.5	16.53	51.53	-2	18.53	OK
桃園縣	復興羅浮-羅浮橋頭	121°21'56"	24°48'2"	22.7	13.23	48.23	-5	18.23	OK
桃園縣	復興羅浮-羅浮天主堂入口	121°21'50"	24°47'54"	23.0	13.82	48.82	-5	18.82	OK
桃園縣	復興羅浮-北橫之星度假民宿	121°21'3"	24°46'1"	26.5	11.55	46.55	-5	16.55	OK
桃園縣	復興高義-榮華大壩	121°21'19"	24°43'56"	30.3	12.79	47.79	-5	17.79	OK
桃園縣	復興高義-蘇樂橋頭	121°21'36"	24°41'59"	33.9	15.53	50.53	-3	18.53	OK
桃園縣	復興華陰-巴陵橋頭	121°22'41"	24°40'55"	35.9	3.53	38.53	-15	18.53	OK
桃園縣	復興華陰-拉拉山旅遊服務中心	121°23'1"	24°40'47"	36.1	9.64	44.64	-10	19.64	OK

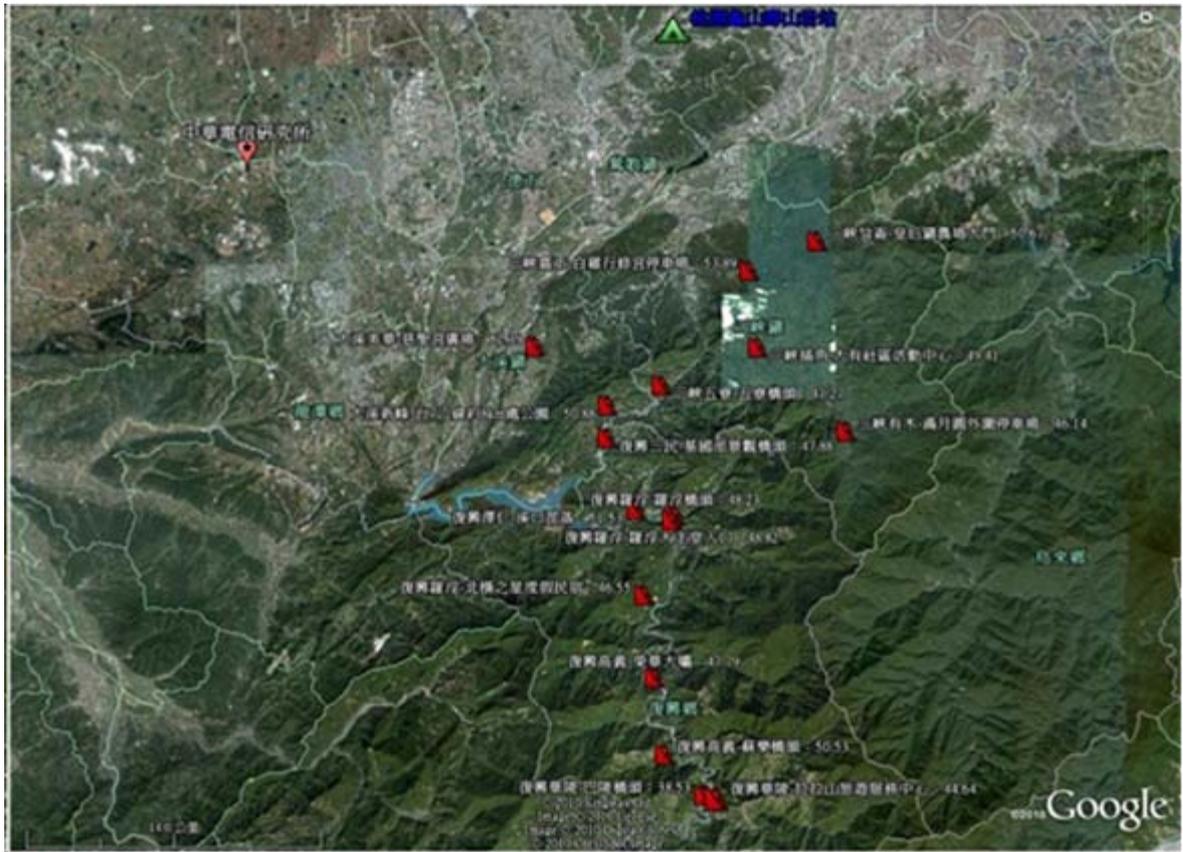


圖 2.2- 13：水保局備選示範區村里位置分佈與信號強度測試結果

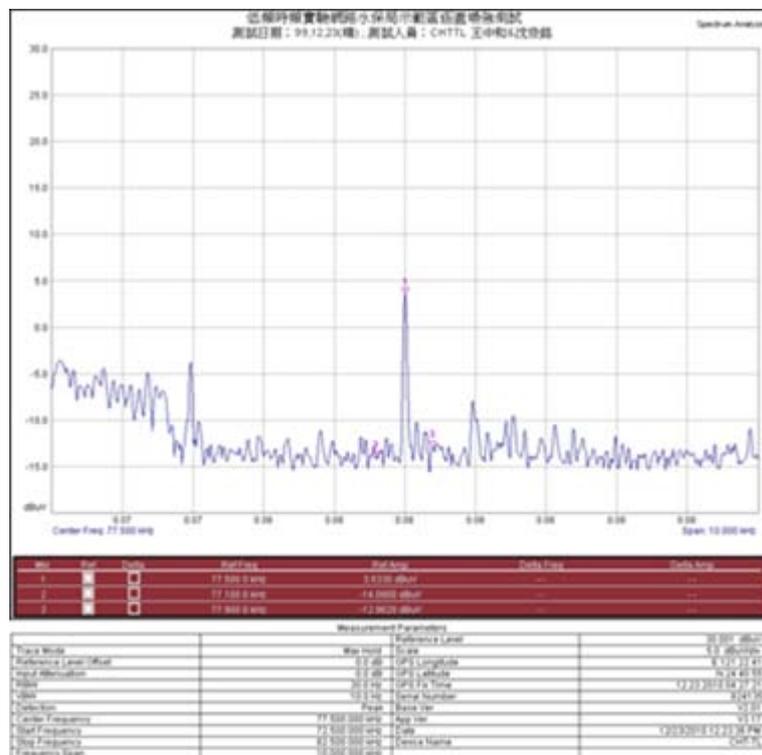


圖 2.2- 14：涵蓋測試頻譜強度圖-復興華陵巴陵橋頭



澤仁村：

- (1) 於鄉民代表大樓五樓陽台放置MID與低頻/藍牙中繼設備，如下圖。
- (2) 以HKW 77.5kHz場強儀量測低頻/藍牙中繼設備放置地點場強為52dB μ V/m。
- (3) 觀察MID上AP，確認是否有收到時間與公共訊息。



測試結果

- (1) 霞雲村示範點可順利接收低頻時間、天氣預報與土石流告警訊息，如下圖。



- (2) 並於該處二樓陽台進行頻譜狀況與信號品質測試，接收強度約為54.5dB μ V/m，如圖2.2- 16，時域圖顯示信號品質仍然十分正常，如圖2.2- 17。
- (3) 澤仁村示範點可順利接收低頻時間、天氣預報與土石流告警訊息，如下圖。



測試記錄表：

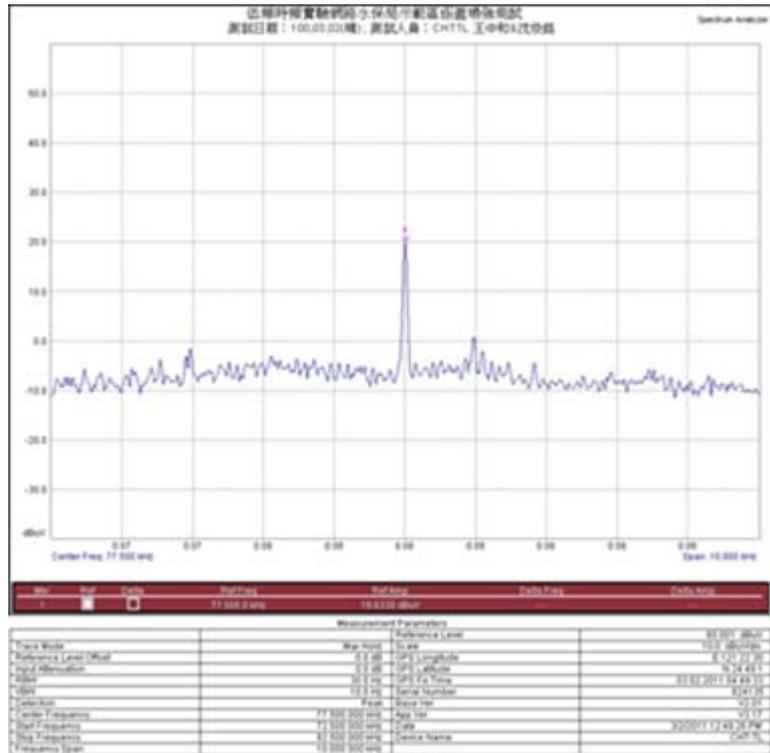


圖 2.2- 16：涵蓋測試頻譜強度圖-綠光森林二樓陽台

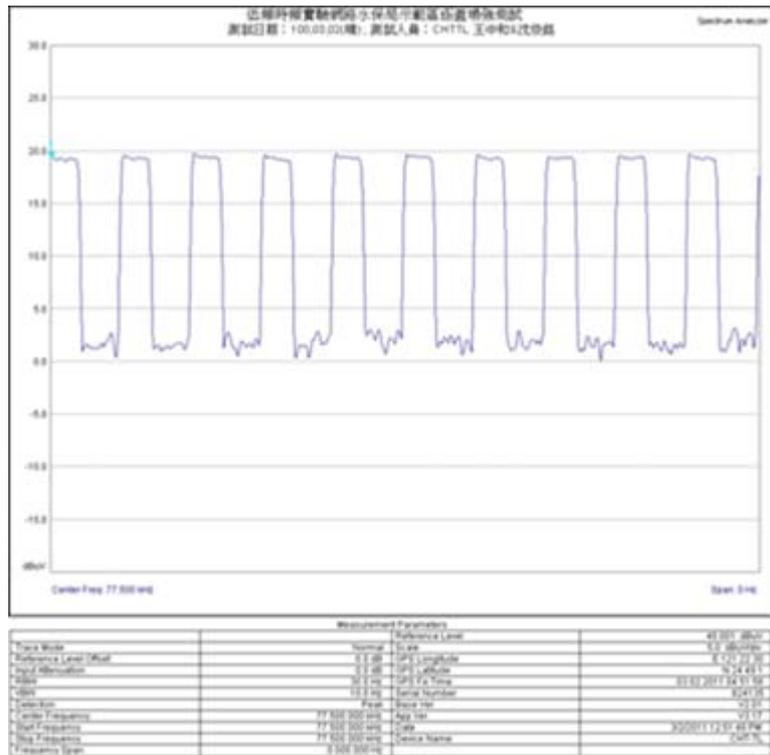


圖 2.2- 17：涵蓋測試之 77.5kHz 信號時域圖-綠光森林二樓陽台



圖 2.2- 18：涵蓋測試頻譜強度圖-復興鄉民代表大樓五樓陽台

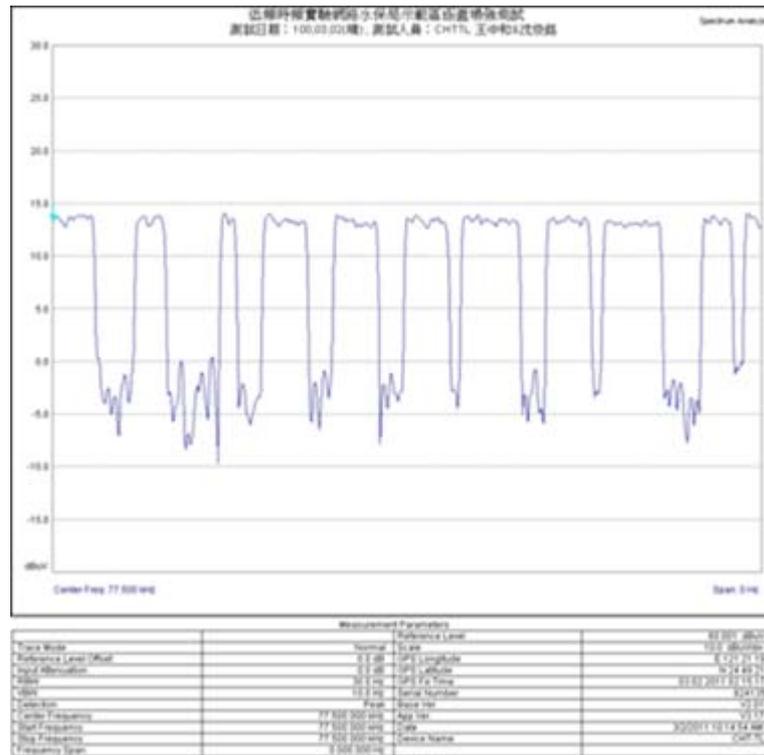


圖 2.2- 19：涵蓋測試之 77.5kHz 信號時域圖-復興鄉民代表大樓五樓陽台

K. 中華電信「災害防救及緊急應變演練」之先期低頻涵蓋測試評估

測試編號	Demo-04
測試項目	中華電信「災害防救及緊急應變演練」之先期低頻涵蓋測試
測試人員：	王中和、郭又禎、沈俊銘
測試日期：	100/02/22、100/03/03
測試地點：	新北市板橋信義大樓廣場
測試目的	瞭解低頻展示平台於新北市板橋信義大樓廣場之信號涵蓋狀況，同時進行車輛慢速移動之低頻接收可能性評估測試
使用測試設備	LF Spectrum Analyzer、Loop Antenna
相關網路設備	低頻無線時頻傳播系統展示平台
準備工作	(1) 讓展示平台正常運作，並持續傳送標準時間信號； (2) 開啟Spectrum Analyzer，並將中心頻率(77.5kHz)、量測寬度(10kHz)等參數設定完成。
測試程序	(1) 如圖2.2- 5之測試架構。 (2) 於新北市板橋信義大樓廣場，將Spectrum Analyzer架設完成，並進行相關設定。 (3) 旋轉Loop Antenna至接收強度最佳方向角度，採取Maxhold Mode方式取其約為10秒內之最大值，並記錄其頻譜情況以及77.5kHz頻點之電場強度。 (4) 開啟Zero Span模式，並記錄10秒77.5kHz之信號時域圖。 (5) 將低頻接收天線固定於車頂，並將Zero Span的Sweep Time設定為60

	<p>秒；然後將天線角度調整至接收狀況最佳狀態，於園區廣場進行慢速移動測試。</p>
測試結果	<p>(1) 新北市板橋信義大樓廣場各測試點之位置分佈與信號強度測試結果如圖2.2- 20所示。</p> <p>(2) 新北市板橋信義大樓廣場距離站台距離約為9.5km，各點戶外測試強度平均約為52~56dBμV/m，除P01訊號品質較差外，其餘測試點之77.5kHz時域頻點強度高低差可達17dB左右。</p> <p>(3) LF實驗網路訊號來向為樓層頗高之住宅公寓(下圖2.2- 20右側)，造成一定影響。</p> <p>(4) 於現場P04量到分佈於低頻頻段之Multi-tone背景訊號(頻率約為40~128kHz；頻率間隔8kHz，如圖2.2- 21所示)，但評估對77.5kHz影響不大(距離77.5kHz最近頻點為80kHz)。</p> <p>(5) 園區廣場進行慢速移動測試之移動路徑如圖2.2- 22所示，依序為1→2→3→4→5→6→1，由於接收天線為方向性天線，故於量測路徑上，1→2以及4→5→6兩路徑之測試值明顯較大，車輛轉彎處則訊號衰弱情況嚴重，信號強度最大差異高達17dB，時域強度測試結果如圖2.2- 23所示(圖2.2- 22與圖2.2- 23上1~6之標註，約略為同一位置)，信號衰弱處之低頻信號估計將不可能正常解調。</p> <p>(6) 從慢速移動測試結果看來，車輛移動時，若朝固定方向慢速前進，車輛移動造成之信號衰落並不明顯，尚有機會接收解調；但是，由於車輛在發動狀態下，於車廂內部將造成明顯之低頻頻段干擾訊號，實際應用時，應須將接收天線延伸至車外位置(如：車頂)進行接收。實際應用於車輛行駛中之接收，評估可行性不高，除因車輛之干擾與移動之訊號衰落外，低頻碼框長達1分鐘亦是問題所在(低頻訊號須於至少兩分鐘內能維持一定位準)。</p>



圖 2.2- 20：新北市板橋信義大樓廣場各測試點之位置分佈與信號強度測試結果

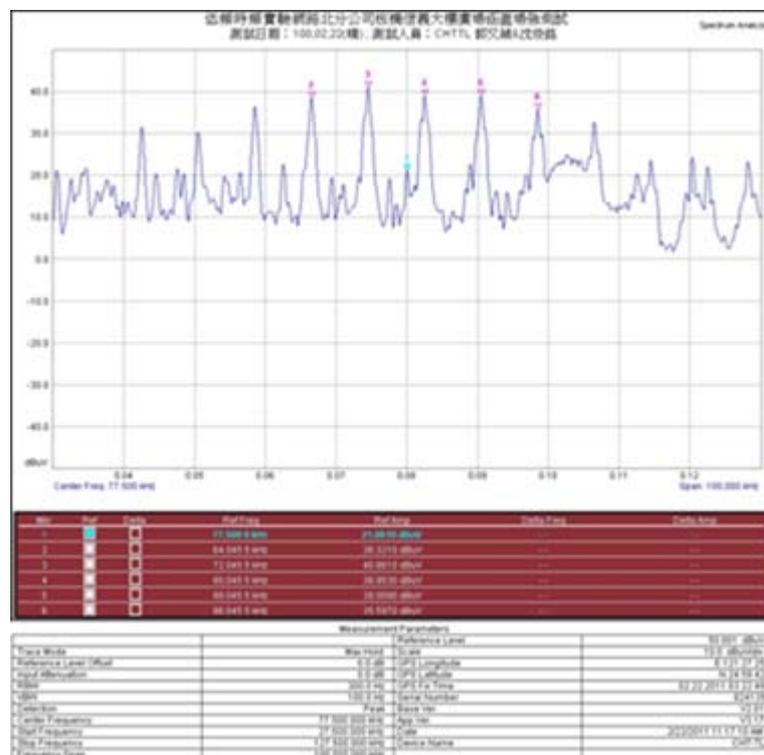


圖 2.2- 21：現場 P04 位置量得之分佈於低頻頻段之 Multi-tone 背景訊號



圖 2.2- 22：園區廣場進行慢速移動測試之移動路徑圖

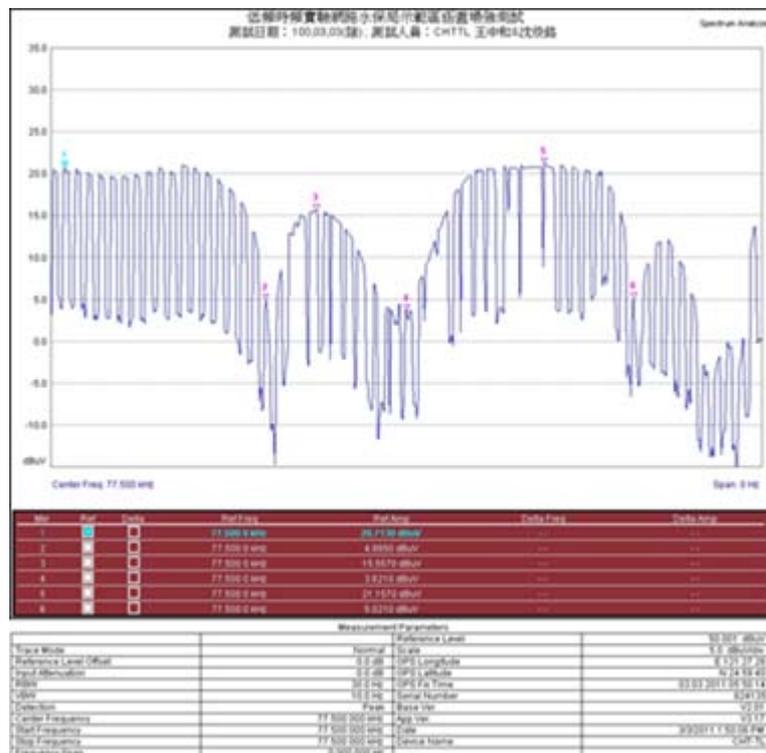


圖 2.2-23：園區廣場進行慢速移動測試之時域信號強度變化圖

本計畫的工作項目之一為：「藉由國家時頻標準實驗室多年累積之技術能量，研擬國內通用之低頻無線傳播時間碼格式，建置低頻無線時頻傳播系統展示平台，進而建置相關公共民生服務展示與驗證之示範區。」，目前仍維持此實驗展示平台之長時間運作與訊息發佈(目前維持24小時不間斷運作)，其涵蓋效能仍維持初始建置規劃設計，而實際影響涵蓋狀況的因素可從兩方面來探討。

- 低頻訊號涵蓋強度：基本上，原始設計規格為：「25km 半徑範圍內戶外之接收場強可達 $50\text{dB } \mu\text{V/m}$ 以上」，以滿足一般接收終端多為 $40\sim 50\text{dB } \mu\text{V/m}$ 接收靈敏度之規格要求；但實際強度可能受現場地形地物(遮蔽狀況、道路寬度、建物密度、…)的影響而衰減，而室內區域的影響尤甚，一般仍須以室外或室內窗邊為較佳之接收位置。
- 低頻頻段干擾：經實測發現，電力設施將產生若干不同程度之低頻干擾，其造成之雜訊位準，在近距離時，強度將高過低頻訊號，導致低頻接收終端無法正確接收解調(由於低頻系統為 PWM 調變方式，因此，一般而言，信號強度須比背景雜訊之位準高 $10\sim 15\text{dB}$ 以上，終端設備方能正常接收解調)；另外，若接收終端內有馬達元件或是需外接 AC 電源時，往往也會抬升整體接收端之雜訊位準。

另外，本計畫亦持續維持與交通部中央氣象局以及農委會水土保持局之合作友好關係，合作於台北花博會(已於4月25日圓滿閉幕)以及桃園縣復興鄉進行相關示範區之建置、測試與評估工作；同時亦與氣象局地震測報中心合作進行低頻地震速報之格式研擬，並已於公司內部開始一系列驗證測試與功能評估作業。

(2)低頻系統涵蓋理論分析

本計畫為求評估使用實際情況，使用德國 HKW 製之 77.5kHz 場強量測儀器（如圖 2.2-24 所示），於北台灣之台北市、桃園各區域進行實際量測，並紀錄結果。對於量測結果的分析與理論根據，我們採用了 ITU-R P.368-9 文件提出之 $EIRP = 1kW$ 理論模型（如圖 2.2-25 所示），推導本實驗站台之理論場強。藉此本場強模型，我們可以精確評估理論值與實際量測值之間的差距，可為低頻時頻系統系統架設之輻射功率設計，提供十分精確的建置參考，使系統在滿足涵蓋性要求下，設置適當大小的輻射功率，不僅可兼顧節約能源之需要，亦可降低民眾對於系統之不安感。



圖 2.2-24：HKW 場強計

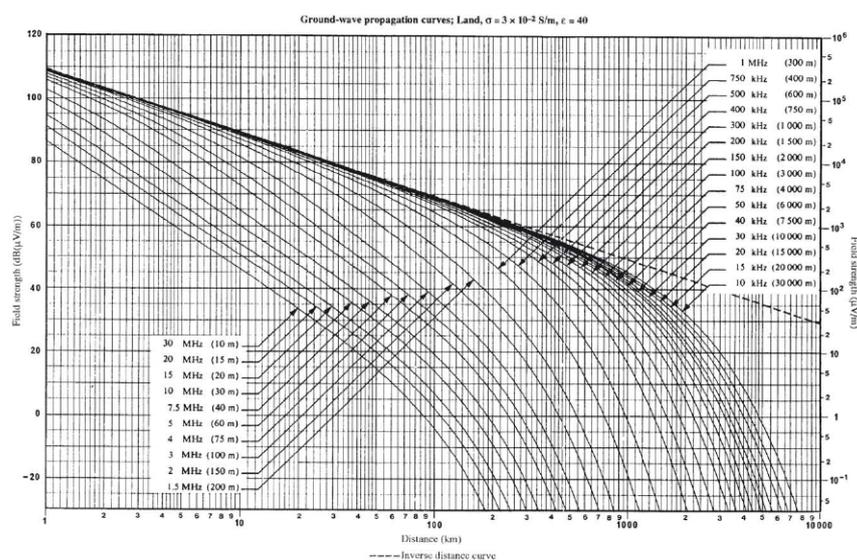


圖 2.2-25：ITU-R P.368-9 文件之 $EIRP = 1kW$ 模型

在本研究中，我們將會根據實驗系統之建置規格，EIRP(Effectuated Isotropic Radiated Power) = 0.6W，進行理論場強(Field Strength)的估計。然而，實際場強與理論場強之間的效能表現，必然有所誤差，故理論場強的精確估計，可透過開闢與鄉村區域所量測到的實際場強，進行修正，得出精確修正的理論場強。而電波之涵蓋性能，可因建物屏蔽影響而受到劣化，故本研究在都會區之應用情況備受關注，因此，亦針對都會區之電波涵蓋場強，進行變異數分析，藉此了解本研究在都會區應用時，可能的效能影響。我們將進行下述實驗步驟，藉以精確分析實驗系統之電場場強分布情況：

i. 推導 EIRP=0.6W 之理論場強：由基礎之 Uniform Plane Wave 推導：

$$E = \hat{x}E_0 e^{-jkz}, H = \hat{y} \frac{E_0}{\eta} e^{-jkz}$$

則 Poynting vector 可推導如下：

$$\langle S \rangle = \text{Re} \{ E \times H^* \} = \frac{E_0^2}{2\eta}$$

故可推得功率(P)與電場強度(E₀)之間的關係：

$$E_0 = C\sqrt{P}$$

而電場強度值量度單位為 dBuV/m，故應取對數值：

$$20\log E_0 = 20\log C\sqrt{P} = 20\log C + 10\log P$$

又 ITU-R P.368-9 之場強模型為根據 P = 1kW 之功率所計算，故可得知不同功率對應之場強模型，其中 r 為功率與 1kW 之比值，即 $P = r \cdot 1000$ ，可得：

$$20\log E_0 = 20\log C + 10\log(r \cdot 1000) = (20\log C + 10\log 1000) + 10\log r$$

經化簡，我們可以得到：

$$20\log E_0 = 20\log E_{1kW} + 10\log r$$

故結論，欲從 1kW 之場強模型推論任意功率的場強模型，我們可加上一個修正量 $10\log r$ 即可。在本研究中，實驗系統建置規格要求之

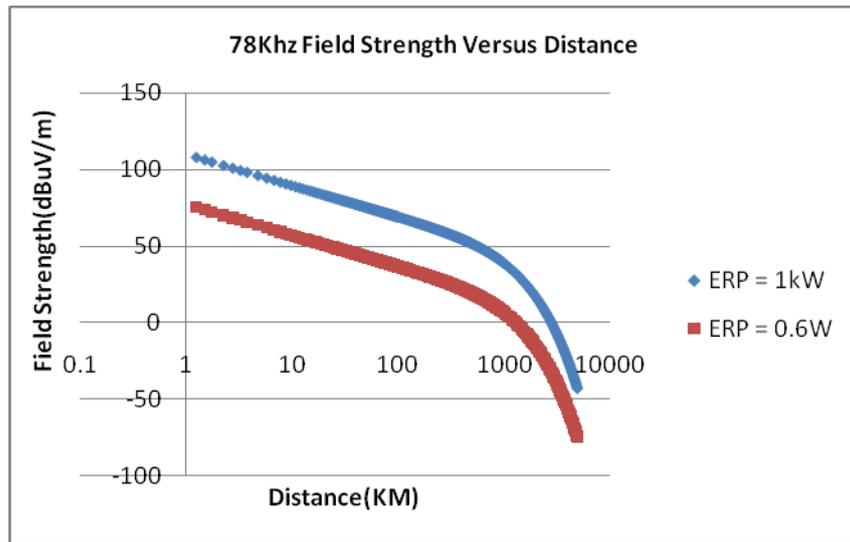


圖 2.2-26：據 ITU-R P.368-9 之 1kW 場強-距離模型，所推導的 0.6W 場強-距離模型

EIRP 為 0.6W，我們可以得出：

$$20\log E_{0.6W} = 20\log E_{1kW} + 10\log \frac{0.6}{1000} = 20\log E_{1kW} - 32.22$$

故可求出 0.6W 場強-距離模型，如圖 2.2-26 所示。

- ii. 量測開闢與鄉村空間之實際場強，以 Least Square Error 的原則，修正場強：雖然透過基本的推導，可求出場強之趨勢與理論效能，然而，系統的實際發射功率，仍可能與系統建置規格有所誤差，造成場強成為偏差的估計 (Biased Estimation)。為精確修正誤差，我們必須透過實地量測的方式，建立為數足夠的量測樣本 (Observations)，再由樣本對場強進行 Least Square Error 迴歸修正，同時得出更為精確的 EIRP。當減少 Bias 的影響，對於進一步效能分析的研究，才會具有意義。由於 ITU-R P.368-9 之場強模型，其假設基於空曠無阻之平地，故在建立量測樣本時，我們亦需挑選空曠之平地或鄉村地形。針對實驗系統之位置桃園龜山，範圍約半徑 30 公里內，找尋空曠之平地、鄉村。在此量測區域中，我們取得了 50 個於空曠或鄉村地帶之量測值，將之與場強理論值進行比較，如圖 2.2-27 所示：

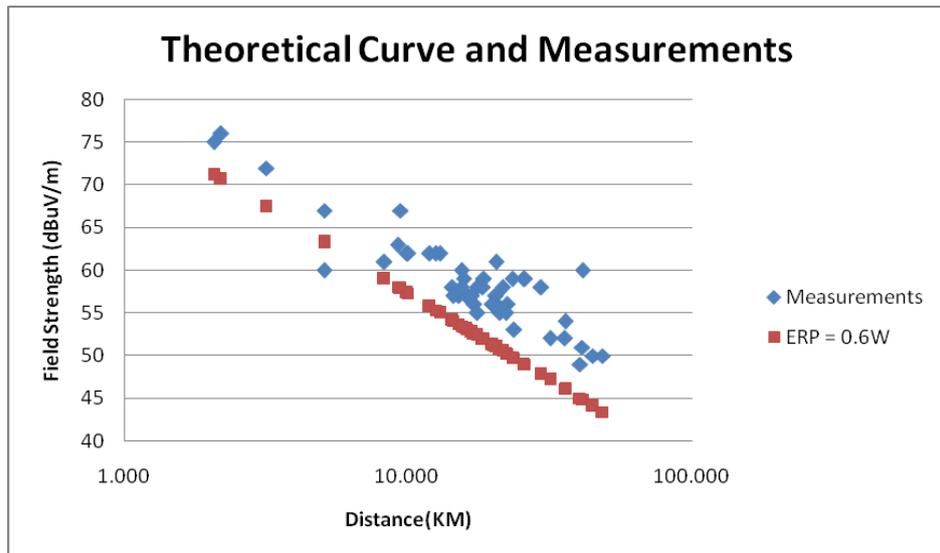


圖 2.2-27：EIRP=0.6W 之場強理論值與實際量測值之比較

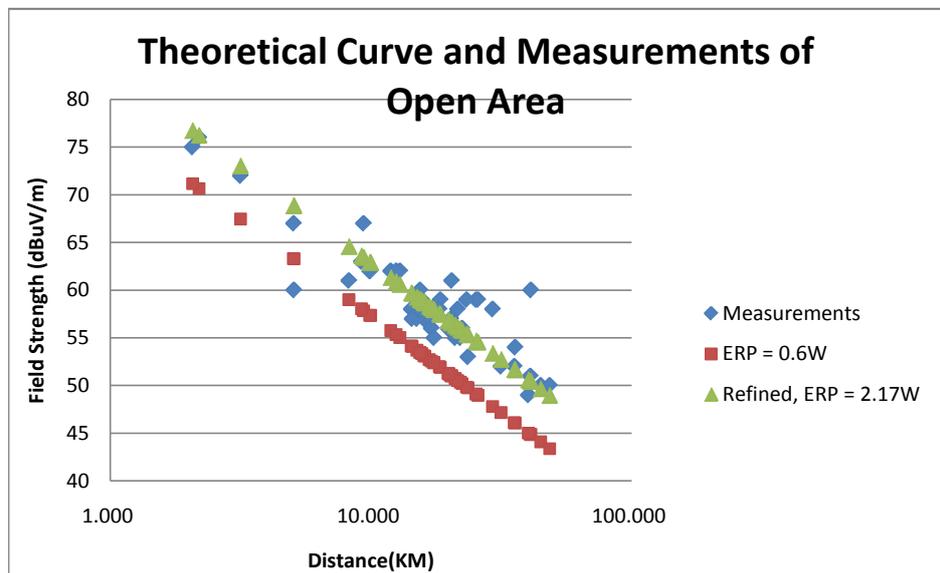


圖 2.2-28：藉開放空間量測點進行修正之場強-距離曲線，修正 EIRP = 2.17W

由上圖之觀察，我們可以明確發現量測值均明顯比 EIRP = 0.6W 之理論值高，明顯 EIRP 並非是 0.6W，故需進行修正。而修正方法，我們可以透過最佳化理論的 Least Square 方式求解，先解出 EIRP=0.6W 之迴歸直線 $E_{0.6W}(D)$ ，D 為 50 個量測點之距離所構成的 Column Vector，再由下列之 Problem Formulation 求解：

$$\begin{aligned} & \min_{\hat{r}} e^T e \\ & \text{subject to } e = (10 \log \hat{r} + \bar{E}_{0.6W}(D)) - \bar{E}_{\text{measured}}(D) \end{aligned}$$

經 Matlab 運算，得出 $\hat{r}=3.617$ ，Least Square Error = 7.3237。代回式中求出 EIRP = 2.17W，經修正，得出新的場強-距離曲線。

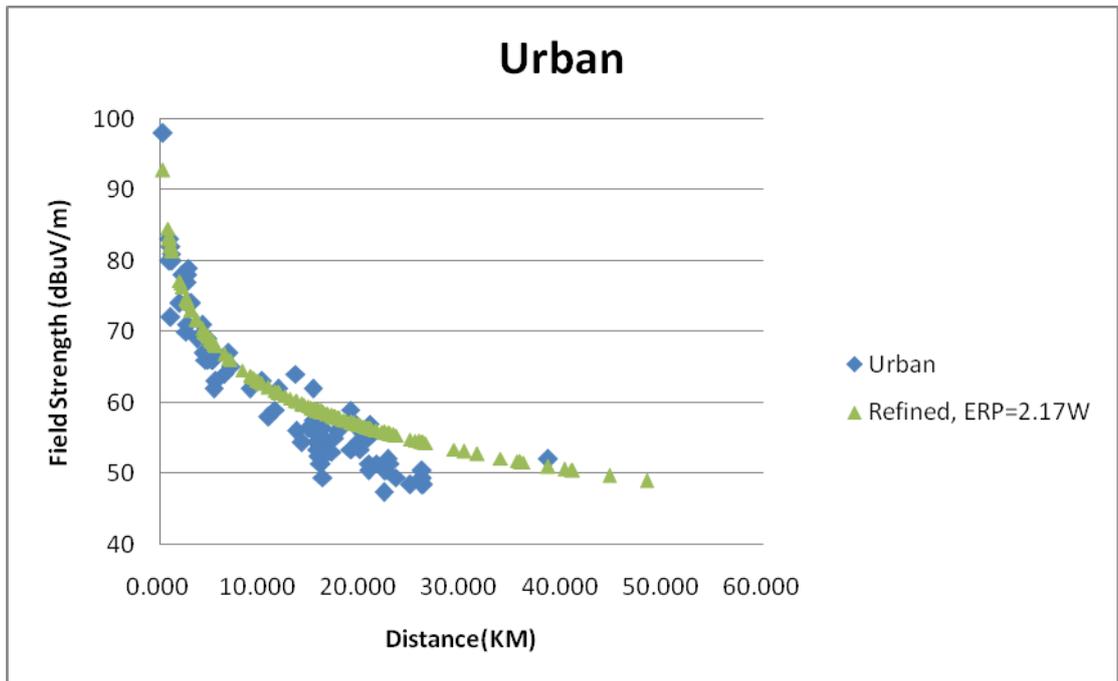


圖 2.2-29：都市量測點與經修正之場強理論值比較

iii. 量測大都會區與一般都市之場強，與理論值之間進行分析比較：對於都會區之挑選，我們選擇了台北市南勢角線與板南線捷運各站點、桃園市與中壢市之都會區街道巷弄地點，進行場強之量測，並紀錄和分析結果，量測點共計有 97 個點，如圖 2.2-29 所示。經修正後，我們可以清楚觀察到都市區域之量測值，均明顯低於理論值。這樣的結果可歸因於都市是由高密度之大樓與建築物組成，波的直進會受到阻擾。因此，低頻電波在都會區的行進路線，是純粹由繞射建物所構成，可視為與道路行進向一致。故其傳播過程中，十分易受阻礙與耗損，比起假設為空曠陸地之理論值，自然符合預期，顯得低落。為了實證低頻電波的繞射特性，我們亦設計了一項實驗，於台北信義區新天地之商圈路面上，進行場強量測。選擇此處的理由，在於該處為商圈，人潮密集；且該道路汽機車禁行，減少不確定之干擾變因。本實驗想要探究之問題如下：

假設低頻電波是純粹直進，而無顯著繞射特性，則因實驗系統位於南方，具有方向性天線之場強接收器，應無法量測到東西向的低頻電波？

實驗的方式，選擇在信義區百貨公司商圈的十字路進行量測，該十字路口，恰為東西向與南北向，經量測，我們得到下述之結果：



(a) 南北向，資料正確，場強 52dBuV/m



(b) 東西向，資料正確，場強 42dBuV/m

圖 2.2-30：於信義區百貨公司商圈十字路口量測

由上圖可知，東西向之場強明顯低於南北向之場強，但仍可正確接收資料，故天線於東西向仍可接收低頻電波。該結果支持上述之論點：低頻電波在都會區以繞射傳播為主，因此會有所損耗。為進一步確認這樣的特性，我們逐步走進南北向街道上，離開十字路口，觀察東西向與南北向的場強是否有任何變化？結果如圖 2.2-31 所示。



(a) 南北向，資料正確，場強 56dBuV/m



(b) 東西向，資料不正確，場強 55dBuV/m

圖 2.2-31：於信義區百貨公司商圈南北向街道量測

由該實驗量測結果，得知當走進南北向的街道，低頻電波之有效傳遞方向僅剩下南北向；而東西向的量測值主要為雜訊，進一步驗證低頻電波具有沿街道傳播之繞射特性。基於繞射特性，我們可歸納出相關低頻系統之接收性能與特質：

- 接收器若採用方向性天線，其方向應平行街道，效果最佳。
- 低頻電波即使因為發射功率低，無法穿透建築物進入室內而被接收，仍有機會透過外置於街道之接收天線，搭配中繼器的方式轉發資訊進入室內。
- 經計算，標準差為 2.72，基於高斯分佈特性，我們在都市之場強涵蓋估算上，應多估 2~3 個標準差，即約 5.44~8.16dBuV/m，方可滿足低頻電波在都市傳播時，可能造成的場強衰減與劣化。

(3)低頻實驗系統 UPS 規劃與建置

低頻實驗系統經常遭受電力不穩、跳電之困擾，數次造成系統關閉與重開，人力與時間的損失難以估計，故在本研究中，我們亦同時於低頻系統設置不斷電系統，藉以評估不斷電系統對於低頻實驗系統穩健度提升的幅度。圖 2.2-32 為龜山實驗系統的兩台不斷電設備，具 1000VA 在線式設計，一台獨立供應發射機所需電力；另一台獨立供應其他設備。兩部 UPS 完成充電後，我們接上設備進行開機測試，並於運作過程中，將交流電源切斷，模擬電力不穩與斷電之情況，經實測 30 分鐘後，發射機與所有設備仍正常工作，其狀態由監控軟體回報如圖 2.2-33 所示，該狀態可於遠端透過網路進行即時監測。經架設不斷電系統之低頻實驗系統，確實協助系統度過數次的跳電危機，圖 2.2-34 為 2011/08/10 與 2011/08/17 兩天遭受數秒的跳電時不斷電系統之運作狀況。

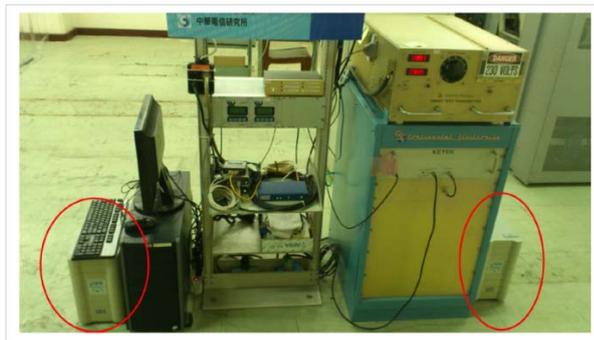


圖 2.2-32：龜山實驗系統的兩台不斷電設備

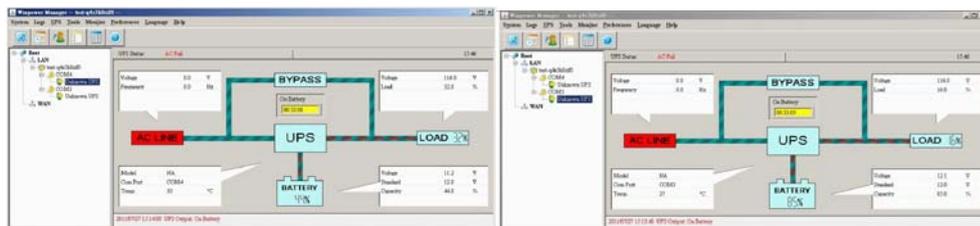


圖 2.2-33：龜山實驗系統不斷電設備監控軟體

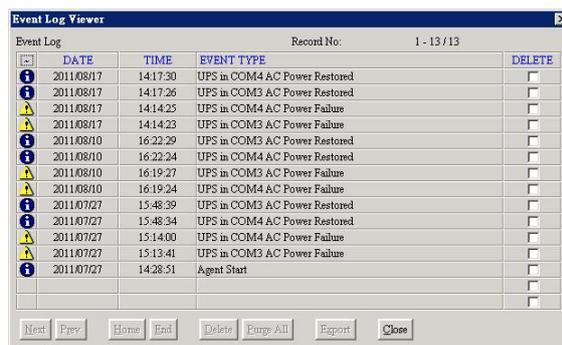


圖 2.2-34：龜山實驗系統不斷電設備運作紀錄

2.3 低頻無線時頻傳播系統建置規格書

本計畫執行低頻無線時頻傳播系統四年計劃，陸續完成低頻無線時頻傳播系統先期建置規劃、智慧生活示範區的建置、相關技術評估與應用服務研發、國家時間碼規格制訂、低頻接收晶片設計研發及低頻離形終端研發等。藉由這些展示平台建立及國外系統考察等經驗，擬定出低頻無線時頻傳播系統建置規格書。

低頻電波傳播特性為地波與天波並存，根據國際通信聯盟(International Telecommunication Union, ITU)低頻電波傳播模型(ITU-R P.368-9)研究報告分析，地波與天波效應在近距離(<500km)，以地波為主；在中距離(500~1500km)，則為地波與天波相互干涉；而在長距離(>1500km)，則以天波為主。而中央山脈阻隔低頻電波傳播的影響，根據山峰繞射損失理論，模擬分析結果顯示東西部電場強度差距約 10~15dB，且有小區域衰弱信號區，因此建置地點選擇以西部為優先考量，中低海拔山頭更佳。低頻無線時頻傳播系統建置首先考量包括低頻電波傳播特性及天線設計分析。我國低頻無線時頻傳播系統設計規劃如下：

- 載波頻率 60~80 kHz (本文以 77.5kHz 作規格描述)
- 發射功率 50 kW
- 天線高度 125~150 m
- 土地半徑 100~150 m
- 時間同步優於 100 微秒
- 頻率準確度優於 10^{-9}
- 涵蓋半徑優於 500 km

以下詳述低頻無線時頻傳播系統建置規格，針對(1)低頻無線時頻傳播系統架構概述、(2)建置規格及(3)建置頻譜選擇規格探討。

專線連接，時頻信號產生子系統能與國家標準時間進行比對。比對結果用來微調原級標準子系統輸出的時間資訊。實務上，不會直接調整原級標準子系統內的原子鐘。時間的微調主要都透過頻率調整設備(Frequency Shift Instrument)來完成。可以看到，原級標準系統的輸出信號接到頻率調整設備，頻率調整設備再利用時間比對的結果來修正輸出信號。

- 發射機子系統：發射機子系統配有高功率的發射機系統，用來將時頻碼信號放大以進行大範圍的廣播。而發射機系統通常會有兩組，分別為主系統與備用系統，當主系統發生故障、有緊急狀況或者是定期維修而無法上線工作的時候，備用系統即會自動啟用。發射機子系統也搜集站台相關運作資料並進行儀器設備的自動控制與監測工作。
- 天線子系統：天線子系統之阻抗匹配設備裡安裝了匹配變壓器(Matching Transformer)，提供發射機與天線之間的阻抗匹配，提高發射傳輸效率，放大之 RF 訊號經過阻抗匹配，將此 RF 訊號傳送至天線。
- 公共民生廣播伺服器：公共民生廣播伺服器透過網路傳輸，彙整各公部門伺服器的公共民生服務資訊，並根據事先設定的編碼規則與服務權重，將處理過後的公共民生服務資訊，透過 RS-232 連接方式，傳送至低頻系統內的時頻信號產生子系統。

(2) 低頻無線時頻傳播系統建置規格

- 原級標準子系統規格：
 - 原級標準子系統負責產生本地標準時間頻率訊號。為了確保時間頻率來源的穩定性，至少要配置三台以上的高性能銻原子鐘，其中兩台原子鐘的輸出作為後級設備的時間來源。
 - 原級標準系統主要輸出為 5MHz 標準頻率信號與 1pps 同步信號。
 - 5MHz 標準頻率信號輸出格式為正弦波，振幅須大於 1Vrms，

諧波強度(Harmonic)小於-40dBc，非諧波強度(Non harmonic)小於-80dBc，接頭為 N-type，負載阻抗為 50Ω。

- 1pps 同步信號輸出振幅須大於 2.4V(相容於 TTL)，阻抗為 50Ω，上升時間小於 15ns，Jitter < 1ns rms。
- 由於銨原子鐘剛開機時並沒有同步，故須有 1pps 輸入接頭以取得同步。
- 手動同步範圍 -0.5 ~+0.5s，解析度為 50ns。
- Frequency and Accuracy :
 - ✓ Accuracy: $\pm 2.5 \text{ E-13}$ for any combination of
 - Temperature: 0 to 50°C
 - Humidity: 0 to 80% (40°C maximum)
 - Magnetic Field: DC, 55, 60Hz, 2G peak any orientation
 - Shock and Vibration: 100 mm drop
 - ✓ Set ability:
 - Resolution: 6.3 E-15 ，Range: $\pm 1.0 \text{ E-9}$
 - ✓ Frequency change due to environment: $\pm 1.0 \text{ E-13}$
 - ✓ Flicker Floor:
 - Value: $\leq 5.0 \text{ E-14}$
 - Averaging time required to reach flicker floor: $\leq 10 \text{ Days}$
 - ✓ Reproducibility: $\pm 1.0 \text{ E-13}$

- Frequency Stability:

- ✓ Time Domain Stability (Allan Deviation)

Averaging Time (second)	Stability
0.01	$\leq 7.5 \text{ E-11}$
0.1	$\leq 1.2 \text{ E-11}$
1	$\leq 1.2 \text{ E-11}$
10	$\leq 8.5 \text{ E-12}$
100	$\leq 2.7 \text{ E-12}$
1000	$\leq 8.5 \text{ E-13}$
10000	$\leq 2.7 \text{ E-13}$
5 days	$\leq 5.0 \text{ E-14}$

- ✓ SSB Phase Noise

Offset (Hz)	10MHz Output
1	$\leq -100 \text{ dBc}$
10	$\leq -130 \text{ dBc}$
100	$\leq -145 \text{ dBc}$
1000	$\leq -150 \text{ dBc}$
10000	$\leq -154 \text{ dBc}$
100000	$\leq -154 \text{ dBc}$

- Internal Standby Battery:

- ✓ Capacity: 45 minutes from full charge
 - ✓ Charge Time: 16 hours maximum from fully discharged state
 - ✓ Charge Source: AC input power only

- 屏蔽需求

- ✓ 符合 NSA 65-6
 - ✓ H field : 1MHz 時，至少 100dB
 - ✓ E field & Plane wave : 10MHz - 10GHz 至少皆達 100dB
 - ✓ 隔離門為 RCM 型式，門把及軸心裝軸承，門框及門板四周用銅材
 - ✓ 隔離室內鋪塑膠地板

- 工作環境

- ✓ Temperature: 5 to 40°C
- ✓ Relative Humidity: 20 to 85%
- ✓ Magnetic field : DC, 55, 60Hz 0 to 2 gauss peak - any orientation
- ✓ Power Requirements : AC: 120 Vac $\pm 10\%$, 45 to 440 Hz

- 時頻信號產生子系統規格：

時頻信號產生子系統分成三大部分：時頻信號產生設備、頻率調整設備、時間比對設備。

- 時頻信號產生設備：

時頻信號產生設備包括圖 2.3-1 中時頻信號產生子系統的時頻信號產生器 A、時頻信號產生器 B 與時間信號輸出選擇設備。時頻信號產生設備接收由頻率調整設備傳遞的國家標準時頻信號，經過內部處理，產生符合國家時間碼格式草案的時頻信號，交由發射機子系統放大。規格如下。

- ✓ 包含有兩台時頻信號產生器與一台時間信號輸出選擇裝置。
- ✓ 時頻信號產生器支援國家時間碼格式草案發送。
 - 載波頻率為 77.5kHz。
 - 時間碼一分鐘有 60 個 PWM(Pulse Width Modulation) 脈波。
 - 脈波在每秒的開始會先降低載波振幅大小至 10%，根據脈波攜帶資料的不同，經過若干時間才會回復到 100%的振幅大小。
 - 須能支援四種資料脈波，且脈波降低其振幅大小的時間為 0:200ms, 1:400ms, 3:600ms, 2:800ms。

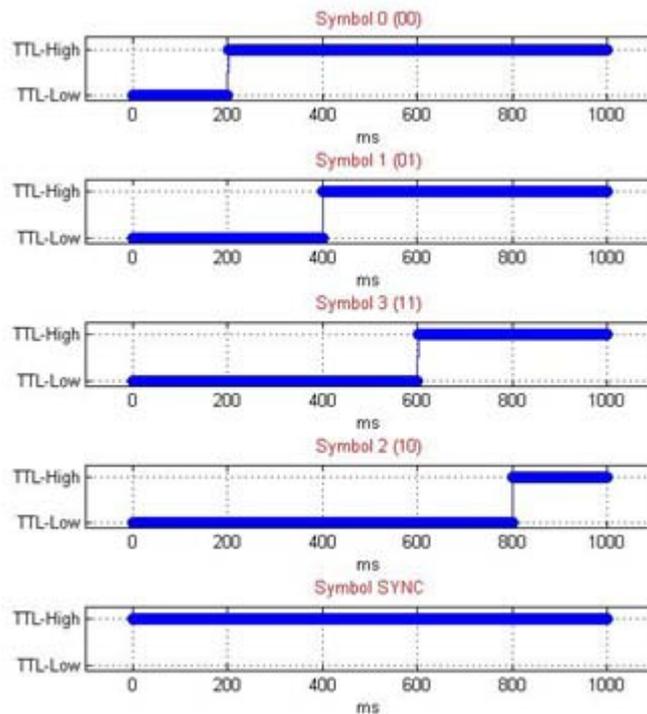


圖 2.3- 2：四種資料脈波 PWM 信號示意圖

- 須能發送同步脈波。同步脈波應在每秒開始後，維持一秒鐘 100%的振幅大小。四種資料脈波 PWM 信號與同步脈波示意圖如圖 2.3-2 所示。
 - 自訂時間碼格式包含時間資訊與公共資訊兩大部分。時頻信號產生器須能自行產生時間資訊部分，並能接收公共資訊伺服器傳送的公共資訊。
 - 自訂時間碼格式包含時間資訊與公共資訊兩大部分。時頻信號產生器須能自行產生時間資訊部分，並能接收公共資訊伺服器傳送的公共資訊。
- ✓ 時頻信號產生器輸入輸出訊號規格
- 須能接收 1pps 輸入(2.5Vpp into 50Ω)，使用 N-Type 母接頭。
 - 須能接收 5MHz/10MHz 頻率源輸入(+13dBm into 50Ω)，使用 N-Type 母接頭。
 - 須支援 77.5kHz 頻率源輸出(TTL level into 50Ω)，使

用 N-Type 母接頭。

- 須支援未調變之時間碼輸出(TTL level into 50Ω)，使用 N-Type 母接頭。
 - 須有 COM0、COM1，2 個 9-pin D-sub 接頭以連接伺服器取得公共資訊。
 - 須附有 8 條 2m N-type 公對公連接線與 1 條 2m 9-pin D-sub 公對母連接線。
 - 附有 GPS 接收器與天線。其中 GPS 接收器的 1pps 輸出與 UTC(TL)的誤差須在 $\pm 500\text{ns}$ 以內。
 - 時頻信號產生器在接收國家標準時間頻率源的情況下，時頻信號產生器的 1pps 輸出與 UTC(TL)的誤差須在 $\pm 400\text{ns}$ 以內。
- ✓ 時間信號輸出選擇裝置須能依異常狀態輸出訊號，選擇時頻信號產生器 A 或 B 作為輸出。
 - ✓ 時間信號輸出選擇裝置可接收外部訊號，不輸出任何時間資訊。
 - ✓ 硬體設備之運作條件
 - 供應電源：AC $110\text{V}\pm 10\%$
 - 電源頻率： $60\text{Hz}\pm 5\%$
 - 溼度：可在 20% 至 85% 操作
 - 溫度：操作溫度在 5°C 至 40°C

● 頻率調整設備

頻率調整裝置接收不同銻原子鐘的時間訊號，輸出到時間比對裝置，以記錄銻原子鐘的時間誤差。藉由時間比對設備輸出的控制信號，頻率調整設備可調整原級標準子系統輸出的

標準時頻信號，使得輸出的時頻信號可以追溯到國家標準時間頻率。為求時間追溯責任歸屬明確，時間比對設備的結果也可先顯示，再由站台人員操作頻率調整設備。針對頻率調整設備的規格敘述如下。

- ✓ One second stability better than $3.0E-13$
- ✓ Approximate $1/t$ stability from one second
- ✓ Phase noise <10 dB over source
- ✓ Three 5 MHz outputs, $+13$ dBm into $50\ \Omega$
- ✓ VCXO range, $>1E-6$
- ✓ Output isolation >80 dB
- ✓ 5 MHz input range, $+6$ dBm to $+15$ dBm
- ✓ Temperature sensitivity <10 picosecond per degree C
- ✓ TIMING OUTPUT
 - Format: 1pps (positive going pulse)
 - Amplitude: >3 V into $50\ \Omega$ (TTL compatible)
 - Pulwidth: $20\ \mu\text{s}$
 - Rise time: <5 ns
 - Jitter: <1 ns rms
- ✓ TIMING INPUT
 - Sync input: 1pps
 - Amplitude: >3 V into $50\ \Omega$ (TTL compatible)
 - Pulwidth: $\geq 20\ \mu\text{s}$
 - Rise time: <5 ns
 - Jitter: <1 ns rms
 - Synchronization input to output: <15 ns

- ✓ Computer Interface:
 - RS-232 compatible control port
 - Supports 1200, 2400, 4800, 9600 and 19200 baud rates
 - Remote lockout mode requires password for keypad control
 - All frequency, phase and clock controls available remotely
 - Operational data and identification available remotely
- ✓ 工作環境：
 - POWER : 220V±10% or 115V±10% , FREQUENCY : 60Hz±5%
 - TEMPERATURE : 10 °C ~35 °C , RELATIVE HUMIDITY : 20%~85%
 - Secondary DC input, 18-30Vdc

- 時間比對設備

時間比對設備包括圖 2.3-1 時頻信號產生子系統中的量測裝置與主控電腦。時間比對設備主要目的為確認所提供的標準時間之準確性及差異性。

量測裝置以頻率調整裝置的時間資訊作為輸入，可產生時間誤差資訊。時間誤差資訊送到主控電腦以與國家時間頻率標準實驗室的國家標準時間比對，比對方式可為 GPS 或其他時間比對工具。時間比對設備也可連接未經頻率調整裝置修正之銻原子鐘輸出，以記錄銻原子鐘的工作狀況。規格分別如下述：

- ✓ 量測裝置：設備含一至三部 TIC (Time Interval Counter)。
 - Time Interval Counter 要能提供 25 ps single-shot time resolution。除了頻率調整裝置修正後的銻原子鐘輸出，亦可直接比對銻原子鐘之間的誤差。連接方式

可兩兩直接互接連接至 TIC，或經由切換器再連接 TIC，因此需一至三部 TIC。

- ✓ 工業電腦：設備含一部 GPS 接收機、及一部工業電腦。
 - GPS 接收機需含 RINEX 標準格式介面，以方便記錄資料與國家時間與頻率標準實驗室作比對。
 - 工業電腦為紀錄 TIC 比對後的差值以及 GPS 接收機的資料，需有多個 RS-232 介面、雙電源及備份硬碟。

■ 發射機子系統規格：

發射機室配備有高功率發射機系統，用來將時頻碼信號放大以符合大範圍涵蓋(涵蓋半徑大於 500km)之規格。以下分別敘述發射機三部分(發射機、射頻開關及虛擬負載)規格及站台監控裝置規格。

● 發射機規格

- ✓ 發射機支援之頻率範圍至少應包含 60~80kHz(目前中心頻率暫訂為 77.5kHz)，發射功率為 50kW，特徵阻抗(Characteristic Impedance)為 50Ω，共需兩組。
- ✓ 本傳播系統共需兩組發射機，一組為主系統 (Active)，另一組為備用系統 (Standby)。當主系統因故(故障、緊急狀況、定期維修、…等)關閉時，備用系統應自動啟動，使傳播系統之相關發送服務能夠維持不中斷。但是，於建設初期，若考量降低整體建置成本，可採先建置一組發射機方式進行；但無可避免的，因應設備故障維修與例行保養時，會有服務暫時中斷的問題發生。
- ✓ 發射機於傳送時頻訊號時，其訊號調變(使用脈波寬度調變；PWM)之振幅高低差須為可設定，且至少能運作於高低差 10 倍之狀況(High：100%；Low：10%)；搭配前端之時頻信號產生設備後(指訊號調變後)，其信號輸出之上升時間(Rise Time)應小於 2ms，下降時間(Fall Time)應小於 8ms。
- ✓ 發射機應具備相關介面，提供遠端監測與控制等之功能。

- 發射機之關閉與啟動
 - 監測發射機功率輸出及運作狀況，以提供主要/備用發射機之切換參考
 - 監控 VSWR 狀態，以瞭解發射機系統與天線系統之匹配狀況
 - 其他
- ✓ 發射機應具備過載保護電路，在設備發生故障或出現高反饋功率時，能夠自動暫時中斷電源輸入或射頻輸出。這些過載事件可能由數種因素造成，像強風、閃電、雷擊、地震、元件故障或人為因素。
 - ✓ 大多過載事件僅為短暫發生，因此發射機應於數秒內自動安全恢復到正常狀態(具備自動過載循環系統，將過載繼電器重新設定並恢復電源輸入與射頻輸出)。若仍然出現過載情況，則反覆進行過載處理，並於反覆發生(一般為三次)時，關閉發射機。
 - ✓ 基本上，發射機系統相關設備皆建置於具備空調之室內機房中，其環境運作條件，須能工作於下述環境：
 - ✓ 電源規格：AC 220V±10% or 110V±10%(60HZ±5%)；並應提供所需電源轉換設備以及足夠之備援電力系統。
 - 溫度：5°C~40°C。
 - 濕度：20%~85%。

● 射頻開關

- ✓ 射頻開關主要目的為決定兩組發射機之輸出端連接，同時維持系統之特徵阻抗為 50Ω；射頻開關的額定容量至少須為 50kW 以上，以使系統正常運作。
- ✓ 正常情況時，將主發射機介接至天線子系統，以進行信號發

射；並將備用發射機介接至虛擬負載。

- ✓ 當主發射機關閉時，射頻開關應自動將備用發射機介接至天線子系統，以持續進行信號發射；同時將主發射機介接至虛擬負載，俾便進行相關維護與檢修作業。
- ✓ 射頻開關必須具備相關介面，將開關配置狀態回傳到站台監控裝置；並可由站台監控裝置進行開關切換。

- 虛擬負載

- ✓ 虛擬負載之特徵阻抗同樣維持為 50Ω ，虛擬負載的額定容量至少須為 50kW 以上(一般為發射機輸出功率的 1.5 倍，若發射機輸出功率為 50kW，則虛擬負載之額定容量以 75kW 為佳)，以使系統正常運作。
- ✓ 虛擬負載平時已藉由射頻開關介接至備用發射機；必要時，同樣藉由射頻開關介接至主發射機。
- ✓ 具備相關保護虛擬負載之機制，冷卻方式則採用空冷式。

- 站台監控裝置規格：站台監控裝置負責收集站台的運作資訊，而所彙整的資訊除了輸出給低頻無線時頻傳播系統站內的主控電腦外，也會傳送到國家標準時間頻率實驗室，以使國家標準時間頻率實驗室的相關人員能遠端監測低頻無線時頻傳播系統的運作情形。站台監控裝置也必須能執行國家標準時間頻率實驗室送出的遠端控制指令。針對站台監控裝置的規格敘述如下：

- ✓ 站台監控裝置的監視範圍至少包括有發射機、天線、航空警示燈、發電機、電源設備、空調設備、防盜裝置與防災裝置等系統。
- ✓ 站台監控裝置的發射監視系統須能顯示目前發射機與天線的運作情況，並依實際情況選定可正常運作的發射機。
- ✓ 能將收集到的發射機的運作資訊輸出到低頻無線時頻傳播

系統站內的主控電腦。

- ✓ 站台監控裝置須能監測原級標準子系統所在房間的溫濕度，而其他站台重要設備所在房間則至少能記錄溫度。
- ✓ 站台監控裝置須能監測電源設備，至少應包括高低壓配電盤、發電機與 UPS 的狀況。
- ✓ 站台監控裝置須能顯示防災設備的監視狀況與低頻系統監視器的畫面。
- ✓ 能將收集到的站台運作資訊輸出到國家標準時間頻率實驗室的遠端監控設備。
- ✓ 須有低頻接收天線與接收機以進行本地時間碼解調，俾便進行本地低頻訊號監測。
- ✓ 本地低頻訊號監測輸出結果應包括：
 - 時間碼解調後，隨時間碼高低準位變化的聲音輸出
 - 每秒的資料符碼
 - 每分鐘的時間資訊
- ✓ 具備控制中心，以進行系統運作狀態以及警報資訊之記錄與顯示。相關資料並以文字檔定期存檔，使用者並可透過介面進行資料擷取與顯示。
- ✓ 控制中心採用可程式邏輯控制器(PLC)，以持續監控傳播系統操作狀態。同時，可程式邏輯控制器可設定為預防操作模式，藉以避免發生人員傷害或設備損壞之錯誤操作。例如：
 - (1) 提供連鎖功能以預防一台以上的發射機對單一負載操作，或讓發射機於沒有負載下進行操作；
 - (2) 在發射機室的進出門與天線匹配室內部裝有連鎖裝置，以預防人員進入而發生傷害。此外，可程式邏輯控制器也可成為自動調整系統的一部分。

- ✓ 自動調整系統採用發射機控制器內的相位比較器，其監控發射機輸出端的電流與電壓相位差。天線被正確調整到匹配發射機後，電流與電壓必須同相。因天線移動而造成調整改變時，電壓與電流相位關係也將跟著改變，因此比較器感測到這種變化，然後將可變電感器位置變更指令傳送給可程式邏輯控制器，將可變電感器調整以修正阻抗不匹配的情況。
- ✓ 傳播系統之信號發射由射頻開關與控制中心進行操控，其中開關能讓兩組發射機分別與天線系統或虛擬負載連接，控制中心則配有切換與監控設備，讓操作人員能夠開啟或關閉發射機輸入這些負載，以及監控發射機的功率與操作狀態。
- ✓ 須具備發射機手動緊急停止裝置，在偵測到警戒範圍內有落雷可能時，可供系統人員關閉發射機電源以減少設備損傷。

■ 天線子系統規格：

- 天線子系統和天線子系統匹配電路須能接收發射機子系統所傳送之訊號，並須達到涵蓋全國範圍要求。
- 天線型式：可為傘型天線、T型天線或其他依共站設計之天線結構，視站址為新建或與現有系統共站而定。
- 須配合天線子系統，建置天線子系統匹配電路及接地網，以提升整體系統的發射效率。
- 天線高度須約 125~150m，天線輻射電阻須約 0.6~1.0Ω。
- 天線效率須達 35%以上。
- 地網佈線：地面電阻須約 1.5~2.0Ω。
- 天線子系統基座須絕緣。

天線子系統匹配電路須可承載高電壓及高電流，考量低輻射電阻天線的效能維持，須壓低匹配電路之電阻。須規劃大型電磁隔離室安置相關設備或在所在區域的地板、天花板及牆壁均覆蓋銅板。

- 天線子系統須為高機械強度、可承載高電壓，使用可防護氣候腐蝕之金屬或將金屬表面進行防腐蝕處理。
 - 天線子系統須能承受 200 km/h 的強風。
 - 天線子系統須依照中華民國法規建置相關避雷設備、雷擊防護及航空警告標誌。
 - 天線子系統須抗震 7 級以上強震。
 - 天線和天線子系統匹配電路之高電壓與高電流等危險區域，須建置安全防護設施及告警標示，以避免危害人員安全。
 - 在天線前端的阻抗匹配線圈須配有雷電導引裝置。雷電導引裝置在落雷等緊急狀況時導引電弧(lightning arc)接地以保護天線前端設備。
 - 雷電導引裝置及每一級阻抗匹配線圈均須搭配監視與辨識系統，在偵測到電弧產生時須發出告警並可設定自動或手動關閉前端設備，以減低前端設備損傷。
 - 須附有天線接地裝置，此裝置須可設定為自動或手動控制，亦須能接受站台監控裝置的指令。天線接地裝置可在落雷發生前將天線接地，以保護天線前級設備；在維修時也須將天線接地，以維護檢修人員安全。
- 共站規劃：除了上述之規格，為解決低頻系統土地尋覓不易的問題，且亦可同時促使降低整體系統建置經費，與既有系統共站共塔之設計為有效之規劃方向。因此補充天線子系統之共站設計。在共站備選預定地的模擬分析中，最建議的天線架構為“□+X型”，其天線效率可達約 50%，而其次為 T 型。且經過評估，原既有之 MF 系統輻射場型並不會因新架設之 LF 天線而有太大改變。此外，天線共站需注意既有天線鐵塔之現況，鐵塔是否仍維持原設計之耐風速與耐風壓規格等因素，始能支撐加掛物之額外負荷；可透過外加天線支撐拉線(Antenna Support Guy Wire)與鐵塔支撐拉線(Tower Support Guy Wire)來補強，但若既有鐵塔腐蝕狀況

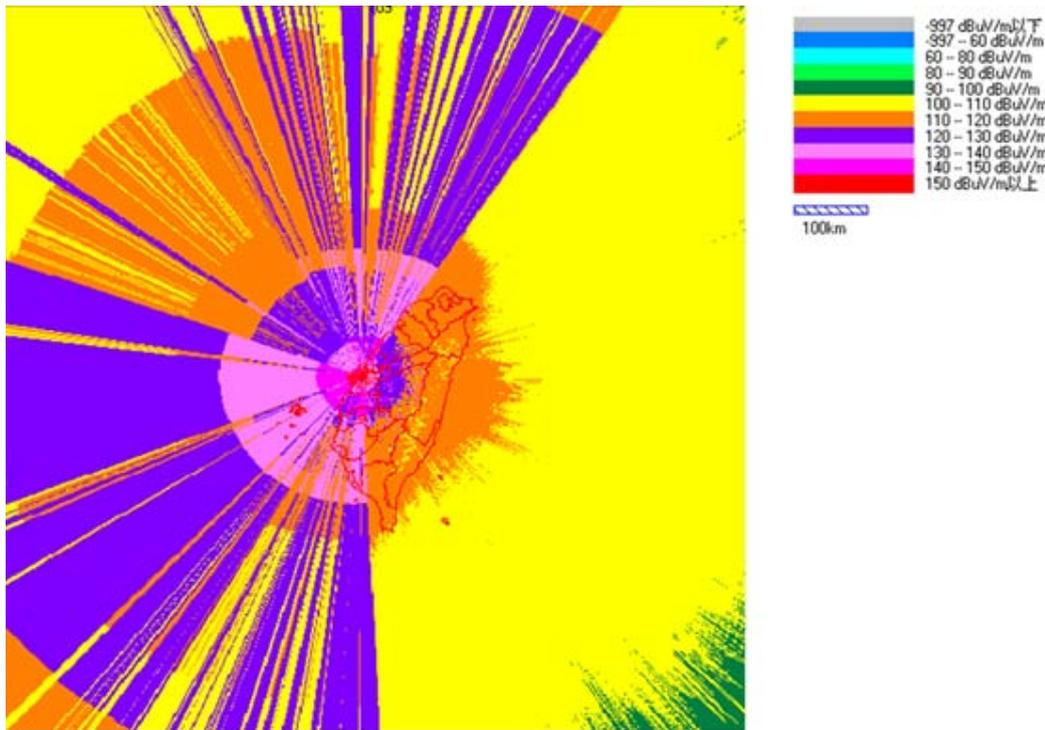


圖 2.3- 3：LF 系統電波接收強度模擬結果- “□+X 型”

過於嚴重，則需考量是否以重建鐵塔方式來確保安全性。共站備選預定地模擬結論如下：

- 電波向本島中央山脈方向傳播時，因強烈的繞射效應，致使電波傳輸受明顯之影響，不同方向因不同地形影響，約有 5~10dB 的差異，並於部分山谷形成電波涵蓋較差的漏洞。
 - 而向西方海面傳播時，可以觀察出約略呈現同心圓之強度分佈，並向外衰減及擴散。
 - 台灣本島與周遭鄰近海域的傳播接收強度約可達 110dB μ V/m，其傳播路徑損失則約為 75dB，遠高於一般接收終端要求的 45dB μ V/m 接收強度。
 - 以預定地為中心之半徑 500km 涵蓋範圍內的傳播接收強度，依模擬結果顯示，大多數區域應可達到約 100dB μ V/m 以上的強度位準。
 - 從模擬結果顯示，“□+X 型”天線約比“T 型”天線多 5dB 左右之涵蓋效益。圖 2.3- 3 為 LF 系統“□+X 型”電波接收強度模擬結果。
- 公共民生廣播伺服器規格：公共民生廣播伺服器系統架構圖如圖 2.3-4 所示，公共民生廣播伺服器透過 Internet 網路傳輸，彙整中央氣象局、農委會水保局等各公部門單位伺服器的公共民生服務

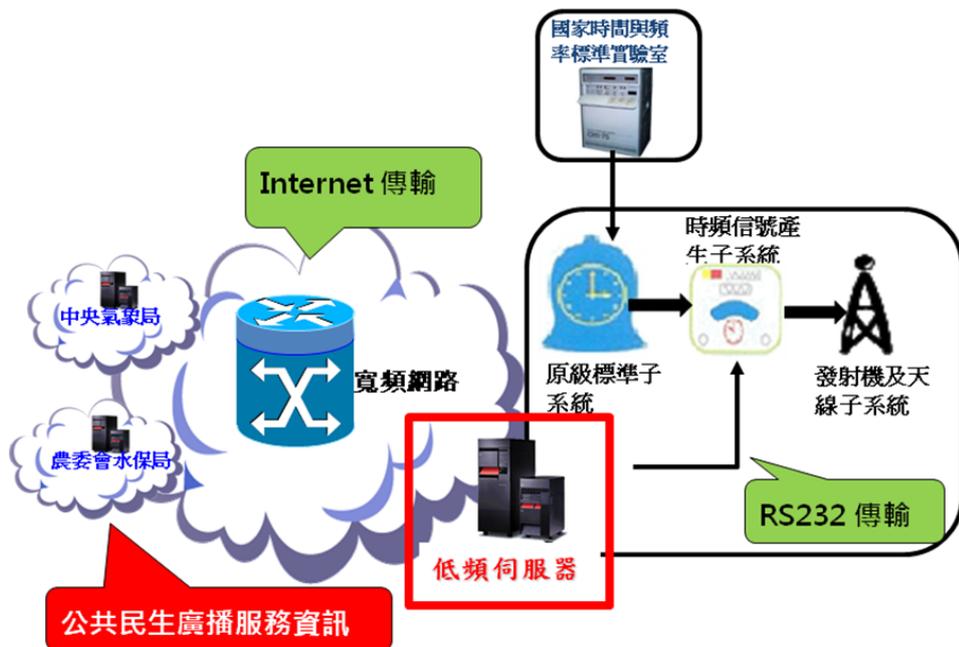


圖 2.3- 4：公共民生廣播伺服器系統架構圖

資訊，並根據事先設定的編碼規則與服務權重，將處理過後的公共民生服務資訊，透過 RS-232 連接方式，傳送至低頻系統內的時頻信號產生子系統。公共民生廣播伺服器所提之系統規格，如下述：

- 伺服器主機(兩台)硬體規格：
 - ✓ 處理器：雙核心 2GHz 以上。
 - ✓ 記憶體：2GB 以上。
 - ✓ 硬碟：300GB 以上。
 - ✓ 具備 RS-232 serial port。
 - ✓ 具備 LAN port。
- 伺服器主機軟體規格：
 - ✓ 作業系統：Microsoft Windows Server 2003 以上。
 - ✓ 資料庫：Microsoft SQL Server Enterprise 2008 以上
 - ✓ 具備 .NET Framework 3.5 以上。

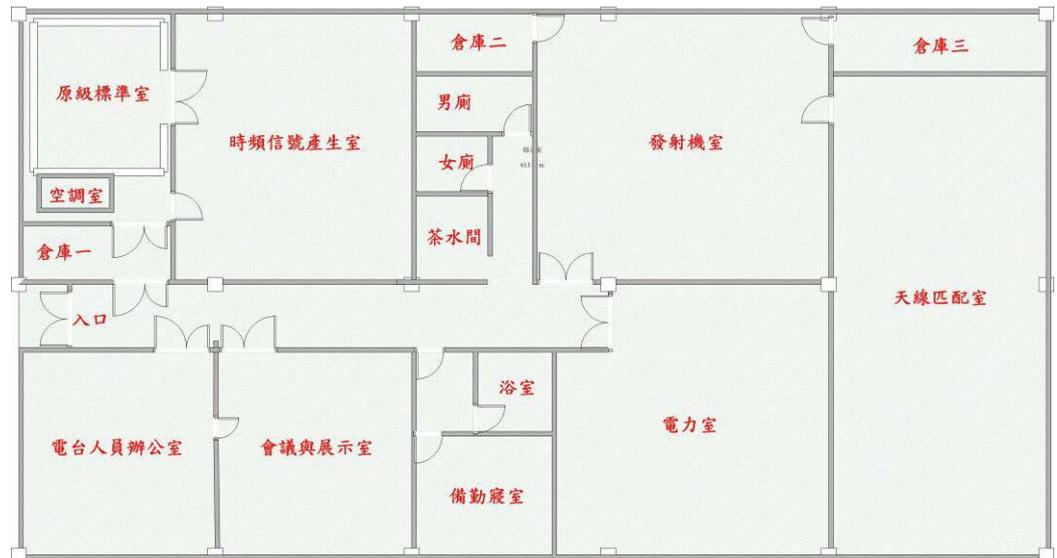


圖 2.3- 5：商用低頻系統建築物內部示意圖

- ✓ 具備 Internet Information Services (IIS) 6.0 以上
- 防火牆：
 - ✓ 具備限定 IP 進出伺服器之功能。
 - ✓ 具備限定 Port 進出伺服器之功能。
 - ✓ 具備限定伺服器運行應用程式之功能。
- 低頻系統站址：圖 2.3-5 為參考日本 NICT 商用低頻系統建築物平面圖所繪製的示意圖。與圖 2.3-1 比較，原級標準室容納原級標準子系統、時頻信號產生室容納時頻信號產生子系統與公共民生廣播伺服器、發射機室容納發射機子系統、天線匹配室容納天線子系統之相關阻抗匹配設施。以下敘述低頻系統建築物需求：
 - 低頻系統建築物除天線與柵欄外，尚須包括原級標準室、時頻信號產生室、發射機室、天線匹配室、男女廁所、茶水間、浴室、備勤寢室、電力室、會議與展示室、系統人員辦公室以及相關空調設施。
 - 低頻系統 24 小時均須有人員留守，人力配置為白天 3 人，晚上 2 人。
 - 低頻系統須配備本地氣象觀測設備，能記錄風向、風速、氣

溫、相對濕度、降雨量、氣壓、最大瞬間風速、瞬間風向等資料。

- 低頻系統須配備氣象監測系統，能監測距離系統至少 25 公里半徑內的落雷可能性(當發現 25 公里內有雷雨胞時，系統人員須進入準備階段；若監測到系統半徑 10 公里內有雷雨胞，則系統人員須進行關機動作，如關閉發射機電源、將天線接地等)。

(3) 低頻無線時頻傳播系統建置頻譜選擇規格

依目前國際「低頻無線標準時頻傳播系統」之狀況，主要使用之頻段為 40 kHz、60 kHz、68.5 kHz、77.5 kHz 等，若考量簡化未來接收模組之開發以及商業規模發展等因素，應以上述頻率擇一使用。但若考慮鄰近國家頻率干擾的問題，我國周遭日本(40 kHz 與 60 kHz)以及中國(68.5 kHz)已使用頻率應予避開。因此，77.5 kHz 頻段實為我國系統建置之最佳選擇，且其相對高頻的優勢，又有助於目前覓地不易以及天線高度限制的問題解決。而目前國內開放「標準時頻傳播系統」使用的頻譜為 20 kHz 之極低頻(系統規模過大)以及 2.5 MHz、5 MHz、10 MHz、15 MHz、20 MHz、25 MHz 等高頻(涵蓋效能不彰)頻譜，與國際主要國家之發展現況不同，亦不利我國傳播系統之建置，故積極向交通部郵電司與 NCC 爭取開放低頻頻段(20.05 ~ 70 kHz 以及 72 ~ 84 kHz)作為「無線標準時頻傳播系統」建置使用。

針對我們積極爭取開放之低頻頻段(20.05 ~ 70 kHz 以及 72 ~ 84 kHz)，目前 ITU 雖開放全球使用 20.05 ~ 70 kHz 頻段進行「標準頻率與時間信號」業務，但 72 ~ 84 kHz 頻段卻僅開放第一區域(主要為歐洲區域)使用。考慮國內的需求以及專業的建議，目前郵電司已同意於 40 ~ 70 kHz 及 72~84kHz 頻段增列「標準頻率與時間信號(主)」，修正之「中華民國無線電頻率分配表」如表 2.3-1 所示。相關備選頻率之優劣分析表整理如表 2.3-2。

表 2.3-1：我國 0~90 kHz 頻率分配表

ITU無線電規則	中華民國規定	
第三區域, KHz	頻段業務分配, KHz	備註
0.0000 - 9.0000	0.0000 - 9.0000	
未分配	未分配	
9.0000 - 14.0000	9.0000 - 14.0000	
無線電助航	無線電助航	
14.0000 - 19.9500	14.0000 - 19.9500	
固定(主)	固定(主)	
水上行動(主)	水上行動(主)	
19.9500 - 20.0500	19.9500 - 20.0500	
標準頻率與時間信號(20kHz)	標準頻率與時間信號(20kHz)	
20.0500 - 40.0000	20.0500 - 40.0000	
固定(主)	固定(主)	
水上行動(主)	水上行動(主)	
40.0000 - 70.0000	40.0000 - 70.0000	
固定(主)	固定(主)	
水上行動(主)	水上行動(主)	
	標準頻率與時間信號(主)	
72.0000 - 84.0000	72.0000 - 84.0000	
固定(主)	固定(主)	
水上行動(主)	水上行動(主)	
無線電助航(主)	無線電助航(主)	
	標準頻率與時間信號(主)	
84.0000 - 86.0000	84.0000 - 86.0000	
無線電助航(主)	無線電助航(主)	
固定(次)	固定(次)	
水上行動(次)	水上行動(次)	

表 2.3-2：相關備選頻率之優劣分析表

	40 kHz	60 kHz	66 kHz	68.5 kHz	77.5 kHz
頻率申請之核准- 正式系統	×	×	○	×	○
頻率申請之核准- 小功率實驗網路	○	○	○	○	○
是否有鄰國干擾議題	Yes	Yes	No	Yes	No
相對 77.5 kHz 天線高	難 1.94	尚可 1.29	尚可 1.17	尚可 1.13	佳 1
頻譜乾淨度 (dB μ V/m)	尚可 30.0	劣 34.3	優 26.5	劣 35.2	優 25.5
國際主要使用頻率	Yes 日	Yes 美日英	No	Yes 中國	Yes 德國
現有接收終端最常見 使用頻率	No	Yes	No	Yes	Yes
現有接收設備可否接 收我國時間碼	No	No	No	No	No

上述詳列低頻無線時頻傳播系統規格五大部分，包括原級標準子系統、時頻信號產生子系統、發射機子系統、天線子系統與公共民生廣播伺服器。此外，我們參考廠商的報價整理低頻建置費用預估如表 2.3-3 所示，年度維護費用預估約為建置費用的 10%。期經過本計畫對我國低頻無線時頻傳播系統設計之詳細規劃，擁有政府營運、系統架構簡單、覆蓋範圍廣大、低成本等優點的低頻無線時頻傳播系統可早日建設與實現。

表 2.3-3：低頻建置費用預估表（單位：仟元）

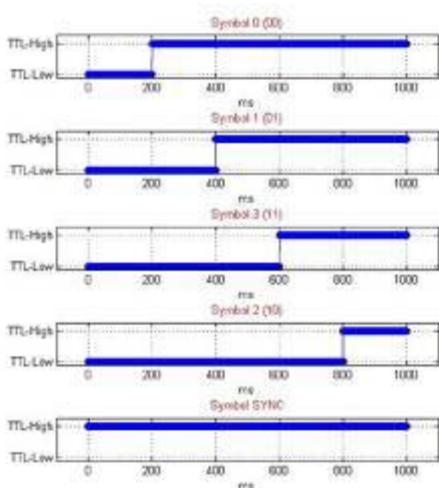
項次	內容	數量	單價	總價
1	天線	4	40,000	160,000
2	發射機及時頻信號產生子系統	2	170,500	341,000
3	發射機匹配子系統	1	17,581	17,581
4	施工費用	1	32,414	32,414
未稅金額				551,005
營業稅				27,550
含稅總金額				578,555

2.4 時間碼產生設備與公共民生廣播服務伺服器之整合

公共民生廣播服務伺服器接收整合交通部中央氣象局、農委會水土保持局等各公部門伺服器的公共民生服務資訊，並根據事先設定的編碼規則與服務權重，將處理過後的公共民生服務資訊傳送至時間碼產生設備。時間碼產生設備除了接收國家標準時間頻率信號外，也接收公共民生廣播服務伺服器傳送的公共民生服務資訊。本計畫所提出的創新時間碼格式可以將上述兩種資訊整合，使得低頻無線時頻傳播系統除了能廣播國家標準時間外，也能廣播公共民生服務資訊。

目前擬訂的時間碼草案，每秒傳送 1 個符碼，符碼共有五種，分別為同步符碼與四種資料符碼，每種資料符碼帶有兩個資料位元(00、01、10、11)，符碼種類示意圖如圖 2.4-1(a)。載波頻率為 77.5kHz。接收機檢測到 77.5kHz 載波振幅的下緣變化獲得秒同步，再利用已知的 1 分鐘碼框格式便能解出低頻資訊。對於 1 分鐘碼框的安排如圖 2.4-1(b)。

碼框中的「服務類型」與「服務載送資訊」可用來傳送公共民生服務資訊。設計「服務類型」占用 4 秒，資訊量 8 位元，計劃容納 16 種服務功能，傳送兩次以保障資料品質。「服務載送資訊」占用 34 秒，資訊量有 68 位元，依「服務類型」的不同，「服務載送資訊」載送的資料會有不同的意義。



(a) 符碼示意圖



(b) 1 分鐘碼框示意圖

圖 2.4-1：時間碼草案示意圖

公共民生廣播服務伺服器系統架構圖如圖 2.4-2 所示，公共民生廣播服務伺服器透過網際網路，彙整中央氣象局、中央氣象局地震中心、農委會水保局等各公部門單位伺服器的公共民生服務資訊，並根據事先設定的編碼規則與服務權重，將處理過後的公共民生服務資訊，傳送給時間碼產生設備。目前公共民生廣播服務伺服器規劃收集 6 種公共資訊，與 3 個公部門介接，採用 3 種不同之介接技術，如表 2.4-1 所示。



圖 2.4-2：公共民生廣播服務伺服器系統架構圖

表 2.4-1：公共資訊列表

公部門名稱	公共資訊名稱	介接技術	發布類型
中央氣象局	氣象預報	檔案傳輸協定 (File Transfer Protocol, FTP)	一般資訊
	颱風警報	FTP	一般資訊
	豪大雨特報	FTP	一般資訊
農委會水保局	土石流告警	Web Service	一般資訊
中央氣象局 地震中心	地震報告	網際網路通訊協定 (Internet Protocol, IP)封包	一般資訊
	地震速報	IP 封包	即時警報

氣象預報、颱風警報及豪大雨特報公共資訊採用 FTP 傳輸介面與中央氣象局介接資料；上述 3 項公共資訊屬於一般資訊，無即時更新收集資訊之需求，故公共民生廣播服務伺服器採用排程定時介接資料。

土石流告警公共資訊採用 Web Service 與農委會水保局介接，由農委會水保局提供 XML 格式土石流資訊；此項公共資訊屬於一般告警資訊，無即時更新收集資訊之需求，故公共民生廣播服務伺服器採用排程定時介接資料。

地震報告與地震速報介接方式目前規劃採用中央氣象局提供的「地震資訊快速通報服務」，使用 IP 封包傳輸方式介接資訊。「地震資訊快速通報服務」於中央氣象局發布地震報告與地震速報後，於公共民生廣播服務伺服器之特定資料夾中新增檔案資訊。此介接方式為公共民生廣播服務伺服器檔案新增後立即觸發，可達到地震速報即時更新收集資訊之功能。

公共民生廣播服務伺服器透過串列埠與時間碼產生設備通訊。若公共民生廣播服務伺服器要發佈的公共資訊為一般資訊，則公共民生廣播服務伺服器將會使用如圖 2.4-3 之碼框通知時間碼產生設備。

圖 2.4-3 中的 A0~A18 即為時間碼產生設備 1 分鐘碼框中 38 秒公共民生服務資訊內容。雖然編碼是用 ASCII，但 A0~A18 只允許 0~9 與 A~F 共十六種內容。如 C(43h)代表的是 1100 即符碼 11 與符碼 00。所以 38 秒的資訊只用了 19 個 ASCII。C0 與 C1 則是同位保護碼。計算方式是將 A0~A18 的 ASCII 都作位元互斥運算，得到的低四位數字的 ASCII 填在 C0，高四位填在 C1。以圖 2.4-3 的例子來說，位元互斥運算的結果是 64h，所以 C0 就填 4 的 ASCII，C1 就填 6 的 ASCII。但是一般資訊的發送方式是以時間碼產生設備 1 分鐘 1 個碼框為基礎，這種設計無法應付具有即時性的告警訊息。為了改善這個缺點，本計畫在時間碼產生設備設計了



圖 2.4-3：公共民生廣播服務伺服器傳送一般資訊的碼框格式

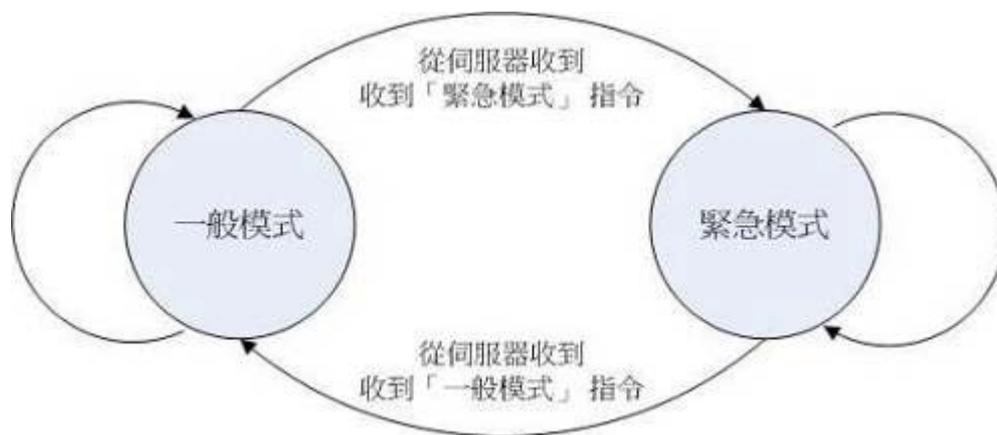


圖 2.4-4：時間碼產生設備在一般模式與緊急模式之切換狀態圖

STX	Func	Num	A0	A1	A2	A3	A4	A5	A6	A7	C0	C1	ETX
02H	'E'	'8'	'4'	'3'	'0'	'0'	'1'	'1'	'2'	'2'	'A'	'7'	03H
X	X	X	SYNC	11	00	00	01	01	10	10	X	X	X

Variable Length

圖 2.4-5：「切換至緊急模式」指令之碼框格式

「緊急模式」。在「緊急模式」下，時間碼產生設備並不發送原本的時間資訊或是公共民生服務資訊，而是不斷重複發送一個由公共民生廣播服務伺服器傳來的緊急碼框。圖 2.4-4 為時間碼產生設備在一般模式與緊急模式互相切換的狀態圖。其中的一般模式即為原本 1 分鐘碼框的操作模式。

公共民生廣播服務伺服器用來操控時間碼產生設備運作模式的碼框如圖 2.4-5 與圖 2.4-6，分別定義為「切換至緊急模式」指令與「切換至一般模式」指令。「切換至緊急模式」指令的碼框格式如圖 2.4-5。「切換至緊急模式」指令的碼框長度可變，其中的 STX、Func 與 ETX 欄位均為定值。Num 指定了緊急碼框的符碼數目，圖例為 8，隨後的 A0 到 An 為符碼的種類。雖然都是傳送 ASCII，與圖 2.4-3 不同的是，這邊的符碼變化只有 0 到 4，分別代表了資料符碼 00 到 11 加上同步共五種符碼。而 C0 與 C1 則是從 Func 到 An 所運算出的同位保護碼。運算方法即是將從 Func 到 An 的 ASCII 都作位元互斥運算，再將最後的值的低四位數字的 ASCII 存到 C0，高四位數字的 ASCII 存到 C1，其中 10~15 存成 A~F。「切換至一般模式」指令相對比較簡單，固定格式如圖 2.4-6。

STX	Func	C0	C1	ETX
02H	'N'	'E'	'4'	03H
X	X	X	X	X

圖 2.4-6：「切換至一般模式」指令之碼框格式

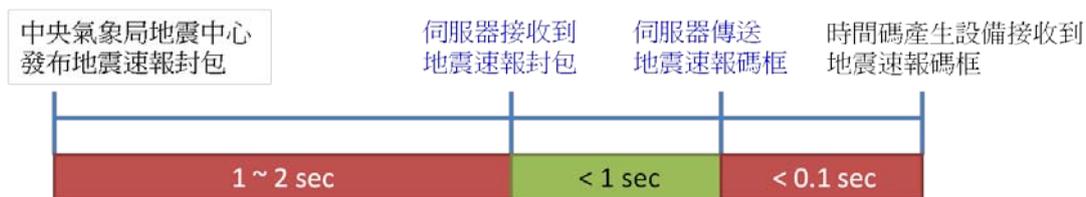


圖 2.4-7：公共民生廣播服務伺服器處理時間示意圖

本計畫也制定了時間碼產生設備應有的回應，以使公共民生廣播服務伺服器能掌握時間碼產生設備的狀態。對於即時性告警服務地震速報，以下說明於公共民生廣播服務伺服器端處理及介接花費之時間。

公共民生廣播服務伺服器採用 IP 封包傳輸方式與公部門介接資訊，其介接花費時間約為 1~2 秒，其原因可能為目前傳輸環境為網際網路，傳輸過程中經過多次路由所造成。而從公共民生廣播服務伺服器收到 IP 封包到可傳送碼框的時間大約在 1 秒內。而公共民生廣播服務伺服器與時間碼產生設備採用串列埠傳輸，其傳輸時間約可在 0.1 秒內。示意圖如圖 2.4-7。

以上所述時間碼產生設備與公共民生廣播服務伺服器整合已完成功能驗證。圖 2.4-8 顯示在花博展示期間，低頻看板接收氣象資訊實景。



圖 2.4-8：花博展示期間低頻看板接收實景

圖 2.4-9 則是本年度研發之低頻 Windows 平板電腦，利用外接之 USB 低頻接收模組可順利接收時間與天氣資訊。



圖 2.4-9：Windows 低頻平板電腦可順利接收時間與天氣資訊

公共民生廣播服務伺服器的建置對於低頻無線時頻傳播系統提供公共民生資訊相關服務而言為一不可或缺的要素。有了公共民生廣播服務伺服器，公部門的民生資訊才有匯入低頻無線時頻傳播系統的管道。時間碼產生設備與公共民生廣播服務伺服器整合完成對擴大低頻無線時頻傳播系統效益有極正面的影響。

經由各種公開的展示活動與內部測試，本計畫已驗證時間碼產生設備與公共民生廣播服務伺服器整合完成。在此實務基礎上，確認低頻無線時頻傳播系統除了國家標準時間外，可經由公共民生廣播服務伺服器的輔助傳送如氣象預報資訊、颱風警報、豪大雨特報等等各種的公共民生服務資訊。在確定了低頻無線時頻傳播系統傳播公共民生服務資訊的可行性後，未來若有其他公家單位有傳輸資訊的需求，在整體系統容量允許下，即可與該公家單位安排編碼方式與相關試驗的討論會議，對於低頻無線時頻傳播系統曝光度的增加、擴展建置效益與爭取建置預算均有正面助益。

2.5 低頻雜形終端設備研發

本計畫自行研發低頻雜形終端設備，以驗證並實現時間碼草案中所規劃的各種公共民生服務與時間資訊。目前已掌握低頻接收模組研發及模組使用之微處理器韌體撰寫的技術。利用低頻接收模組，可結合多種顯示設備，延伸至各式終端應用。

低頻接收模組上的微處理機處理前端低頻解碼晶片的輸出後，以 UART (Universal Asynchronous Receiver Transmitter, 通用非同步接收傳送) 介面，電晶體電晶體邏輯(Transistor-Transistor Logic, TTL)準位輸出低頻資訊。本計畫可再利用額外之 TTL 轉 RS-232 的電路，將低頻資訊的電壓準位提高，以將低頻資訊傳遞到有 RS-232 的顯示設備。

但若要將低頻終端推廣到個人用戶，家中常見的個人電腦，不管是桌上型電腦或是筆記型電腦，幾乎都沒有配備 RS-232 介面，但 USB 介面則是目前市面上電腦均會具備的介面。

為了建構完整的低頻服務終端，本計畫成功研發出 USB 介面之低頻接收模組。圖 2.5-1 為針對個人用戶設計的低頻接收解決方案架構圖。低頻接收模組輸出介面為 UART(TTL 準位)，透過 USB/TTL 轉換模組便可轉成 USB 接頭，以連接有 USB 介面的電腦。如此便解決了硬體連線的問題。



圖 2.5-1：個人用戶的低頻接收解決方案架構圖



圖 2.5-2：USB 低頻接收解決方案驗證成功實景

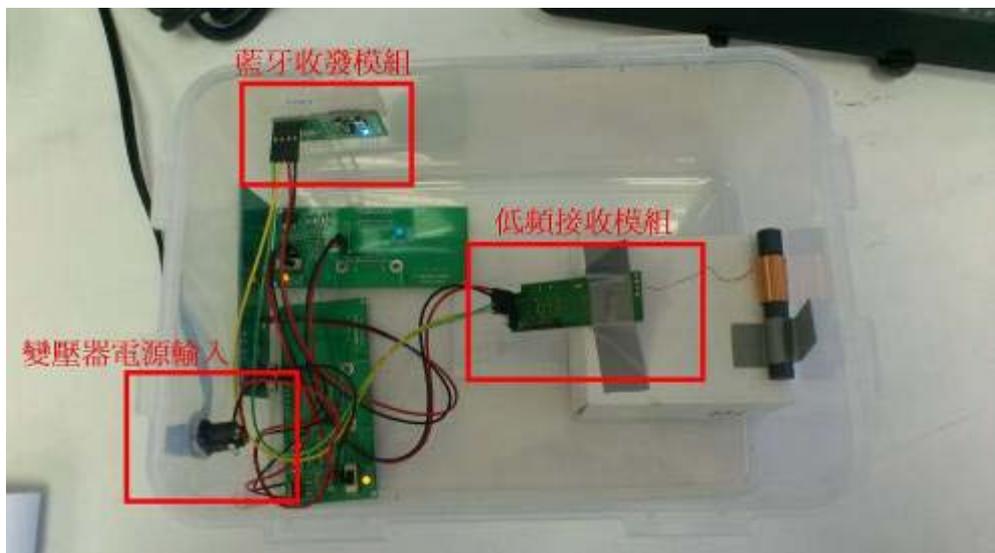


圖 2.5-3：藍牙低頻接收盒

本計畫使用英國廠商 FTDI(Future Technology Devices International Ltd.)的方案，驅動程式可支援 Windows、Linux、Mac OS、Windows CE 與 Android 等市面上主流作業系統。圖 2.5-2 顯示在實驗室對 USB 低頻接收解決方案進行驗證之實景，可以看到平板電腦接收到模擬土石流告警的低頻資訊。由於目前的測試系統發射功率較小，為了解決室內涵蓋問題，圖 2.5-1 架構圖中也有呈現藍牙低頻接收解決方案。

圖 2.5-3 為藍牙低頻接收盒實景。將低頻接收模組輸出 UART 介面與藍牙接收模組連接就可以將低頻資訊以藍牙介面串列埠定義(Serial Port Profile, SPP)模式輸出。而大部分附有藍牙收發模組的筆記型電腦都有支

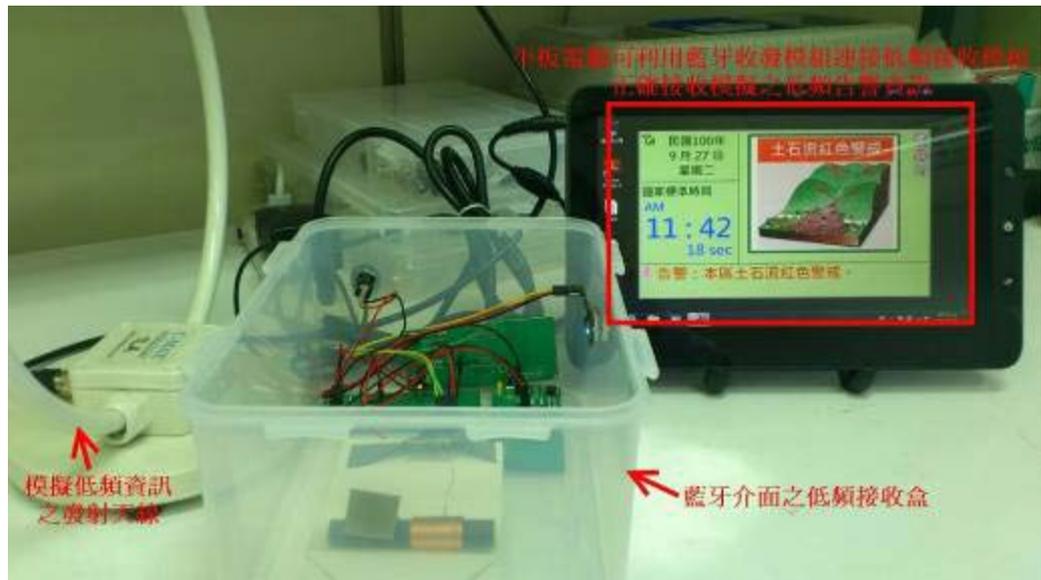


圖 2.5-4：藍牙低頻接收解決方案驗證成功實景



圖 2.5-5：低頻 Windows 平板電腦在中華電信淡水服務中心測試實景

援 SPP，桌上型電腦也可以使用外接式的藍牙傳輸模組(Yahoo 拍賣價在 100 元以下)來接收藍牙低頻接收盒的低頻模組。圖 2.5-4 顯示在實驗室對藍牙低頻接收解決方案進行驗證之實景，可以看到平板電腦接收到模擬土石流告警的低頻資訊。以上的解決方案都有實際應用在本年度計畫推動工作。

以 USB 低頻接收解決方案為例，圖 2.5-5 為低頻 Windows 平板電腦在中華電信淡水服務中心的測試實景。USB 介面之低頻接收模組透過 USB 傳輸線連接 Windows 平板電腦。圖 2.5-6 則是平板電腦上的資訊顯



圖 2.5-6：低頻 Windows 平板電腦在淡水服務中心正確接收低頻資訊



圖 2.5-7：低頻簡易型看板安裝在中華電信研究所 C 棟門口實景

示實景，本計畫在 Windows 作業平台上開發的低頻資訊接收程式可正確顯示時間資訊以及三個時段的天氣預報資訊。而藍牙低頻接收方案解決低頻訊號涵蓋不良問題。圖 2.5-7 為低頻簡易型看板從花博會搬回中華電信研究所 C 棟門口安裝實景，由於安裝處低頻訊號不良，本計畫將藍牙低頻接收解決方案安裝在建築物頂樓，再利用藍牙中繼低頻資訊到低頻簡易型看板，如圖 2.5-8 所示。

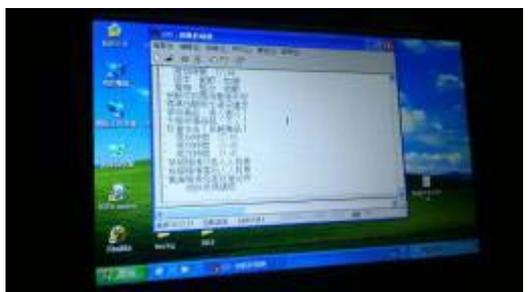
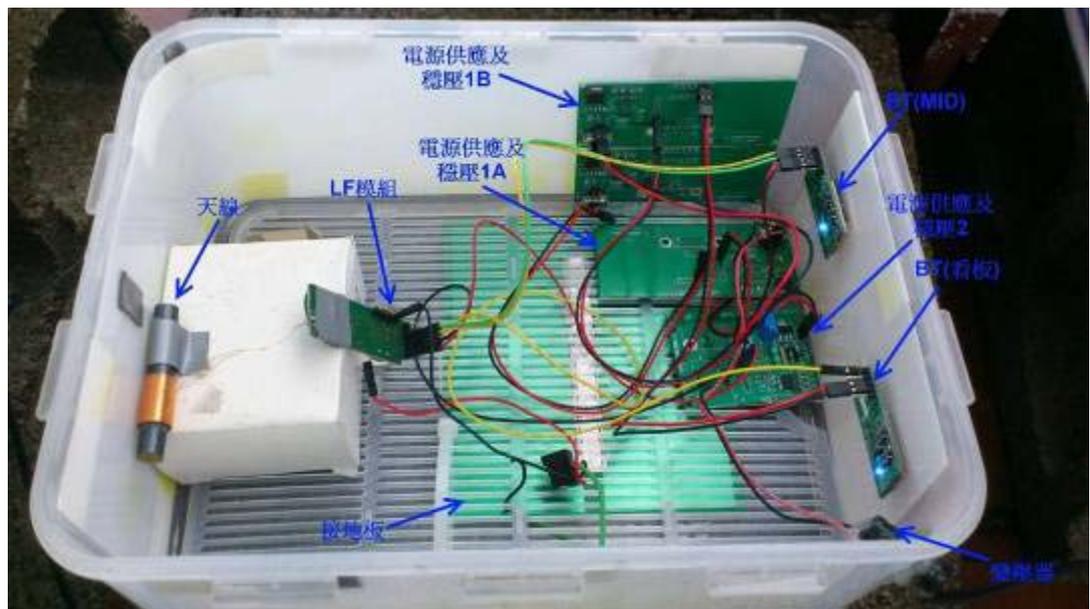


圖 2.5-8：藍牙低頻接收解決方案安裝在中華電信研究所 C 棟頂樓

圖 2.5-8 上為藍牙低頻接收盒，可看到一路藍牙中繼低頻資訊到低頻簡易型看板，另外一路則是將低頻資訊中繼到低頻行動上網裝置，以監視低頻簡易型看板低頻資訊接收狀況。由於低頻行動上網裝置擺在頂樓鐵門內，而其內建的藍牙收發模組無法與鐵門外的藍牙低頻接收盒取得連線，故本計畫另使用外接 USB 藍牙收發模組配合 USB 傳輸線，讓低頻行動上網裝置與藍牙低頻接收盒建立連線，如圖 2.5-8 中。圖 2.5-8 下則顯示低頻行動上網裝置確實收到藍牙低頻接收盒發出的低頻資訊(因為要配合低頻簡易型看板的輸入格式，故低頻資訊是已編碼的中文字)。

在四年計畫的執行期間，低頻雛形終端設備每年都有明顯的進步。



圖 2.5-9：97 年的 6 位元 LED 鐘與單色車機



圖 2.5-10：98 年度低頻告警鐘與低頻氣象鐘

97 年我國時間碼草案尚無發射的設備，但本計畫當時已可自行編寫韌體接收日本 JJY 時間碼，並可透過 UART 介面將時間資訊傳送到與 6 位元 LED 鐘，也可將時間資訊傳送到本所研發之車機顯示，如圖 2.5-9。

98 年本計畫研發出我國時間碼草案的發射設備，並成功研發出可接收我國時間碼草案的低頻終端。圖 2.5-10 為低頻接收模組結合本所車機的低頻告警鐘與低頻氣象鐘，圖 2.5-11 是利用低頻接收模組控制 LED 路燈概念雛型。圖 2.5-12 則是 98 年度經濟部標準檢驗局成果展，本計畫展示的公共民生廣播應用服務。

99 年度本計畫發展在 Windows 作業平台上的程式撰寫能力，成功將低頻接收模組與 Windows 彩色車機結合成為低頻智慧多功能電波鐘如圖 2.5-13。



圖 2.5-11：98 年度低頻 LED 路燈概念雛型



圖 2.5-12：98 年度經濟部標準檢驗局成果展低頻展示實景



圖 2.5-13：99 年度低頻智慧多功能電波鐘



圖 2.5-14：99 年度在花博會展示的低頻看板

99 年度本計畫亦已建置完成低頻無線時頻傳播系統展示平台，也有幸參與台灣年度盛事：2010 臺北國際花卉博覽會。利用累積的低頻終端研發能力，本計畫成功接收低頻展示平台發射出的時間與氣象資訊，如圖 2.5-14。在指針式的掛鐘部分，由於牽涉到鐘錶業的鐘芯技術，本計畫需要鐘錶業者協助。圖 2.5-15 即為與洲進公司合作，研發出可接收颱風、豪大雨與土石流紅色警戒之指針式告警電波鐘。



圖 2.5-15：99 年度研發之指針式告警電波桌鐘與掛鐘

本年度針對個人用戶的應用，開發出 USB 低頻接收解決方案，並強化 99 年度的藍牙中繼方案，將低頻應用範圍擴展到桌上型電腦、筆記型電腦以及平板電腦等等。

總結四年的努力，從接收 JJY 時間碼，到接收我國時間碼草案；從 6 位元 LED 鐘、簡單的單色車機顯示，到複雜的彩色看板控制，再到 Windows 平台的程式撰寫；從室內小型測試平台到戶外涵蓋半徑 25 公里的展示平台；本計畫從無到有，一點一滴地打造台灣本土的低頻系統。期待在不久的將來能有商用系統的建置經費，讓低頻無線時頻系統豐富智慧化生活。

2.6 低頻無線時頻傳播系統設備維護需求規格書

由於建置經費的刪除，100 年度以建置前規劃評估為主，並完成相關建置規格的訂定。其中低頻無線時頻傳播系統設備維護研究即為重點工作項目之一。本規格書描述之系統設備維護保養項目包括發射機子系統、天線子系統、天線匹配系統、時頻信號產生子系統、原級標準子系統及公共資訊伺服器。系統設備維護保養內容包括：(1)一級維護保養：標準時頻校正、硬體設備保養、記錄存檔及軟體設備升級、年度工作保養與安全性。(2)二級維護保養：故障排除、發電機及空調設施保養、每季保養及工作紀錄。(3)三級維護保養：機房及天線場區安全巡視、每日每週每月保養及工作紀錄。

(1)一級維護保養；一級維護保養工作包括標準時頻校正、硬體設備保養、軟體設備升級與年度工作保養，分述如下：

- 標準時頻校正：低頻無線時頻傳播系統的目標在於隨時提供正確資訊的廣播服務，包含標準時間及頻率。本節說明如何控制調校標準時間與頻率，以提升廣播資訊的品質控制。
- 時間控制：低頻無線時頻傳播系統的時間可利用 GPS 共視法與國家標準時間比較。此共視法工作每天都要進行，並且記錄低頻系統的時間偏差量。低頻無線時頻傳播系統的時間信號雖來自標準頻率源，但時間碼產生設備仍會有與標準頻率無關的些微偏移。因此偶爾需調整時間碼產生設備輸出，此修正量一般在數百奈秒的範圍內。時頻信號產生器會建置備援系統，故每日都要記錄並監控時頻信號產生器的準確度，其輸出需保持與國家標準時間差距 1 微秒內。
- 頻率控制：低頻無線時頻傳播系統的頻率亦每天使用 GPS 共視法與國家標準頻率比較，每天並利用時間間隔計數器記錄差值。
- 硬體設備保養：低頻無線時頻傳播系統的發射機子系統與天線子系統需要時常保養，以保持操作順暢。此外，發射機與天線的高壓與射頻電路需要特殊的清潔度與接地要求，以及其他設備所沒

有的保養內容。發射機子系統與天線子系統應定期保養。發射機在保養期間需要將設備離線並以備用發射機進行廣播。發射機電源先要切斷，再將相關元件拆卸下來，然後清潔整台發射機，並檢查元件是否有燒毀、磨損或損壞。零件要潤滑、保養並在必要時更換，而整台發射機在恢復正常工作之前，應先重新組裝，並以虛擬負載(dummy load)或是實際空中廣播來進行測試。低頻發射機由於操作於高電壓條件下，每兩個月就需要進行保養。阻抗匹配設備也需要定期清潔與檢查。匹配設備、高壓操作的線圈與變壓器每半年保養一次。表面以實驗室用酒精與壓縮空氣清潔，同時檢查電氣連接元件(electrical connections)是否鎖緊，並對可變電感器(variometer)的驅動系統進行潤滑。另外，還要定期對天線進行保養。保養工作包含每半年針對硬體與接頭進行目視與機械檢查。天線上若有照明設備，其燈泡必須每年進行更換。若低頻系統建置地點的空氣含鹽量較高，將會造成嚴重的腐蝕狀況，則鋼質天線結構體需要嚴格的保養程序。必要時，每兩週便要對鐵塔硬體與射頻接線進行檢查與維護，鐵塔每兩年要重新上漆。其他與計時有關的設備也需要同步進行保養；由於設備所在地點均有空調，且設備的輸入電壓會由不斷電系統調節，故可將因電壓變動對敏感設備所造成的傷害降至最低。標準時間頻率信號與時頻碼產生設備都需要對誤差與長期漂移量進行監控。在機房大樓與結構體保養上，重大更新與修理可由一名專案工程師搭配另一名技術代表一同工作。更新工作包含電線更新、屋頂修理與空調改善。

■ 記錄存檔及軟體設備升級：

- 操作存檔：發射機的操作條件需受到嚴密監控，因此每天都要擷取發射機的儀錶讀值並記錄，這些記錄資料可提供一個觀察長期與短期性能變化趨勢的參考。除儀錶值外，每天亦

低頻公共民生廣播系統

公共民生廣播系統 > 公共民生廣播資訊 > OutDoor > 歷史記錄

伺服器取得時間：2011年4月22日 0時00分 - 2011年4月22日 23時55分

服務名稱： 氣象預報 豪大雨特報 颱風警報 土石流告警 空白訊息

查詢

服務名稱	oid	ASCII編碼	公部門發佈時間	伺服器取得時間	發送至TSC時間
空白訊息	1	¡P:000000000000000000000003¡	2011/4/22 下午 04:38:40	2011/4/22 下午 04:38:40	2011/4/22 下午 04:38:40
氣象預報	33483	¡P:111696449334671CC29E3¡	2011/4/22 下午 04:30:00	2011/4/22 下午 04:29:00	2011/4/22 下午 04:37:40
氣象預報	33483	¡P:111696449334671CC29E3¡	2011/4/22 下午 04:30:00	2011/4/22 下午 04:29:00	2011/4/22 下午 04:36:40
氣象預報	33483	¡P:111696449334671CC29E3¡	2011/4/22 下午 04:30:00	2011/4/22 下午 04:29:00	2011/4/22 下午 04:35:40
氣象預報	33482	¡P:111496449334671CC29C3¡	2011/4/22 下午 04:30:00	2011/4/22 下午 04:29:00	2011/4/22 下午 04:34:40
氣象預報	33482	¡P:111496449334671CC29C3¡	2011/4/22 下午 04:30:00	2011/4/22 下午 04:29:00	2011/4/22 下午 04:33:40
氣象預報	33482	¡P:111496449334671CC29C3¡	2011/4/22 下午 04:30:00	2011/4/22 下午 04:29:00	2011/4/22 下午 04:32:40
氣象預報	33481	¡P:111296468334681CC46F3¡	2011/4/22 下午 04:30:00	2011/4/22 下午 04:29:00	2011/4/22 下午 04:31:40
氣象預報	33481	¡P:111296468334681CC46F3¡	2011/4/22 下午 04:30:00	2011/4/22 下午 04:29:00	2011/4/22 下午 04:30:40
氣象預報	33481	¡P:111296468334681CC46F3¡	2011/4/22 下午 04:30:00	2011/4/22 下午 04:29:00	2011/4/22 下午 04:29:40

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 _

圖 2.6-1：低頻無線時頻傳播系統廣播資料記錄

須利用示波器精確觀察發射機的輸出波形。這些資料記錄裝置能夠幫助在非工作時間時，仍持續記錄問題。低頻系統實際廣播的信號碼在產生時就進行記錄，並可存檔，圖 2.6-1 顯示一段時間碼記錄。低頻信號的相位與振幅也會被記錄。透過校準的接收機與電腦連接記錄接收到的訊號強度，也可提供低頻系統停止廣播的記錄。若接收機通過最終設計驗證，可規劃擺放接收機於多個不同地點，以更精確地監測距低頻系統遠近不同之地點的場強與接收狀況。發射機的操作狀態由軟體與警報電路監控，顯示哪台發射機正在操作、何時故障與使用時間，每天對這些資料進行檢查並存檔。也須記錄原級標準室的溫度。

- 設備存檔：低頻無線時頻傳播系統需記錄相關設備的操作條件，每天或每週擷取發射機的儀錶讀值，並且保留所有問題與修復的記錄。此外，原級標準室設備、天線與天線匹配設備、發電機和原級標準室空調均要保留記錄。低頻系統相關設備之採購(如功率放大器)，也屬於設備記錄的一部分，其製造商、序號與採購日期均要記錄。

- 軟體設備：低頻無線時頻傳播系統之軟體，除伺服器之外，大部分軟體用於監控與記錄資料。除專用(如搭配控制設備)軟體外，自行開發軟體需複製備份。低頻系統之自動調整等功能可由可程式控制器進行控制，這類系統同樣需存有幾分複製程式。每台發射機裝有一組本地控制面板，如需更換面板之微處理器電路，可使用備份程式載入。
 - 資料備份程序：低頻無線時頻傳播系統的資料與軟體備份皆需定期進行。低頻系統處理或監控用軟體以光碟片或其他可能儲存媒體存放在系統所在地之安全地方；監控程式蒐集到的資料則須定期燒錄備份，並一併存放。
- 年度保養工作：
- 發射機：
 - ✓ 檢查設備機櫃內部零件受熱狀態
 - ✓ 檢查設備機櫃內部零件髒污
 - ✓ 備援發射機電力測試
 - ✓ 對虛擬負載進行預防性保養、清潔、檢查與鎖緊接線，並檢查電阻器，視情形對風箱(blower)馬達與軸承進行潤滑，必要時更換風箱傳動帶
 - ✓ 虛擬負載運轉測試
 - ✓ 虛擬負載/天線輸出切換器運轉測試
 - ✓ 虛擬負載阻抗量測
 - ✓ 虛擬負載電磁測試
 - ✓ 以目測方式檢查設備機櫃內部零件
 - ✓ 指示燈、儀表功能檢查
 - ✓ 設備機櫃內部清潔(含風扇)

- ✓ 電弧偵測器功能檢查
- ✓ 氣體電容器之氣壓檢查
- ✓ 發射機內部電壓檢測
- ✓ 發射機功能測試
- ✓ 緊急停止裝置功能測試
- ✓ 電源變壓器電磁測試
- ✓ 確認接線確實連接
- 發射機控制裝置：
 - ✓ 設備機櫃內部清潔工作
 - ✓ 緊急停止裝置功能測試
 - ✓ 直流電壓檢查
 - ✓ 阻抗監視裝置功能檢查與調整
 - ✓ 控制功能測試
 - ✓ 電源變壓器電磁測試
 - ✓ 確認接線確實連接
- 天線阻抗匹配控制裝置：
 - ✓ 清潔設備機櫃內部清潔工作
 - ✓ 緊急停止裝置功能測試
 - ✓ 直流電壓檢查
 - ✓ 阻抗監視裝置功能檢查與調整
 - ✓ 控制功能測。

- ✓ 電源變壓器電磁測試
- ✓ 確認接線確實連接
- 站台監控裝置
 - ✓ 檢查介面功能
 - ✓ 緊急停止裝置功能測試
 - ✓ 設備機櫃內部清潔工作
 - ✓ 檢查直流電壓
 - ✓ 功能測試
 - ✓ 電源變壓器電磁測試
 - ✓ 確認接線確實連接
- 天線阻抗匹配
 - ✓ 元件過熱測試
 - ✓ 線圈維修檢查
 - ✓ 氣體電容器之氣壓檢查
 - ✓ 氣體電容器維修檢查
 - ✓ 氣體電容器之氣體供應裝置維修檢查
 - ✓ Bushing 礙子維修檢查
 - ✓ 天線接地開關維修檢查
 - ✓ 蝸輪(worm gear)的潤滑劑(grease)檢查
 - ✓ 電弧間隙(arc gap)維修檢查
 - ✓ 電弧光線接收器的動作確認

- ✓ 確認接線確實連接
- ✓ 清掃天線阻抗匹配所在房間
- ✓ 可動線圈驅動部分的加注潤滑油
- ✓ 可動線圈的運轉測試
- ✓ 天線阻抗量測
- ✓ 方向性耦合器(Directional Coupler)內部檢查與清掃
- ✓ 方向性耦合器輸出電壓量測
- ✓ 電路回路構成元件之常數量測
- ✓ 確認接點螺栓(bolt)有鎖緊
- ✓ 馬達絕緣阻抗量測

● 天線

- ✓ 以目測方式檢查天線底座
- ✓ 以目測方式檢查航空警示燈用變壓器(Austin transformer)
- ✓ 以目測方式檢查饋電部
- ✓ 以目測方式檢查支線與單元(element)
- ✓ 檢查並清潔 Bushing 礙子
- ✓ 檢查並清潔天線底座礙子
- ✓ 檢查並清潔航空警示燈用變壓器礙子
- ✓ 檢查支線礙子
- ✓ 檢查饋電部與天線之組裝螺栓
- ✓ 檢查天線本體

- ✓ 天線角度確認
- ✓ 天線張力量測
- 航空警示燈
 - ✓ 燈座維修檢查
 - ✓ 更換氙氣燈管(xenon lamp)
 - ✓ 控制設備維修檢查
 - ✓ 更換標示與方向標誌的燈泡。檢查並修理相關固定裝置
(此項工作每年或視需要時進行)
- 給排水設備與空調設備
 - ✓ 檢查濾水器
 - ✓ 檢查管線
 - ✓ 檢查絕緣阻抗
 - ✓ 檢查控制端子
 - ✓ 檢查完畢後須進行組裝測試
- 原級標準室之空調設備檢修與更換淨水器之離子交換樹脂
(Ion Exchange Resin)
 - ✓ 檢查配件磨損情況
 - ✓ 檢查管線
 - ✓ 檢查保全功能
 - ✓ 絕緣阻抗量測
 - ✓ 檢查完畢後之運轉測試
 - ✓ 更換淨水器之離子交換樹脂

- 消防設備
 - ✓ 火災警告裝置功能檢查
 - ✓ 綜合火災情報指示板功能檢查
 - ✓ 逃生出口指示燈功能檢查與清潔
 - ✓ 檢查滅火器

- 危險設施
 - ✓ 檢查發電機用之地下儲油槽
 - ✓ 檢查漏油偵測管路
 - ✓ 檢查管線
 - ✓ 檢查告示板與滅火器
 - ✓ 檢查油量

- 市電變電設備與發電機
 - ✓ 發電機負載運轉測試
 - ✓ 變電設備年度檢查
 - ✓ 發電機定期檢查
 - ✓ 檢查後之運轉測試
 - ✓ 更換引擎機油(engine oil)
 - ✓ 量測廢氣排煙量

- UPS 電源
 - ✓ 檢查電池
 - ✓ 檢查保全裝置

- ✓ 檢查完畢後之運轉測試
- 建築物各房間之配電盤
 - ✓ 確認接點端子確實連接
 - ✓ 量測絕緣阻抗
- 土木相關工作
 - ✓ 檢查聯外道路
 - ✓ 檢查系統內道路
 - ✓ 排水溝檢查與清掃
 - ✓ 檢查土坡與擋土牆
 - ✓ 檢查栽種的植物
 - ✓ 檢查看板與告示板
 - ✓ 柵欄內區域之除草工作
- 其他設備
 - ✓ 燈具檢查與清掃
 - ✓ 清掃滑軌(guide rail)與鐵窗(shutter)
 - ✓ 檢查大門與柵欄損傷情形並進行清掃
 - ✓ 更換天線匹配室內照明燈泡
 - ✓ 門鎖開關(door switch)功能檢查
 - ✓ 照明設備插座檢查與清掃
 - ✓ 電動鐵捲門功能檢查
 - ✓ 檢查對講機

- 無線系統定期檢驗
 - ✓ 綜合功能試驗(包含電場強度量測)
 - ✓ 法律規定之檢驗工作
 - 資料準備
 - ✓ 定期檢驗計畫書
 - ✓ 定期檢驗報告書
 - 針對上年度發現之缺點，進行檢驗並作必要之改善(如更換零件)。
 - 對時頻碼產生設備進行預防性保養。關閉電源，徹底清潔電路板與機箱接線。
 - 在閏秒出現之前將閏秒修正量放入廣播。一般閏秒發生時間為12月31日或6月30日。(視需要進行)
 - 噴灑除草劑。
 - 在夏季月份，天線場區與其他區域有可能因為雜草而引起火災。因此每年春天須將枯死的雜草燒掉，也有助於控制雜草蔓延。
 - 安全性：低頻無線時頻傳播系統安全性亦為一重要議題。機房與天線場區進出須進行管制，且不開放給一般大眾參觀，周圍需裝設柵欄，且能夠以影像監控系統查看園區及大門之情形。必要時，可於大門裝置按鈕控制進出，並以對講機讓授權訪客能與管理人員通訊。
- (2) **二級維護保養**：二級維護保養工作包括故障排除、發電機及空調設施保養、每季保養及工作紀錄，分述如下。
- 故障排除：一般來說，發射機子系統與天線子系統的障礙排除、測試與修理應由專業技師來處理。一般情況是技師透過警報或觀

察設備來發現發射機的問題，並能立即處理。例如：若發射機發生故障而無法廣播，備用發射機應能以最快速度上線並接續廣播(發射機應有自動備援系統)。必要時，將故障的發射機連接虛擬負載，並採用疑難排除技術將問題隔離到最低等級。在將故障元件進行修理或更換後，便可將發射機恢復運作。以上狀況可能需要超過一名技師來處理。基於安全考量，若相關測試與疑難排除牽涉到高壓量測，則至少需要兩名技師來處理。為了對廣播設備進行障礙排除工作，低頻系統機房必須備有相關的測試設備與工具，包含示波器、頻譜分析儀、向量阻抗計(vector impedance meter)與選頻電壓計(frequency selective voltmeter)，並應有一間實驗室與輔助屏蔽室以作為設備測試使用。以下簡要說明幾種故障情形：

- 時頻信號故障：低頻無線時頻傳播系統之標準時間源自原級標準子系統內之高精度銫原子鐘，再透過原級標準室控制器監看標準頻率輸出結果，並同時監控時頻信號產生器，比較每台時頻信號產生器之準確度。若其中一台時頻碼產生設備故障，另一台就會自動切換連線；若另一台也發生故障，則關閉整組系統。
- 廣播故障：當發射機發生故障，過載循環電路會被啟動，嘗試進行三次循環後，過載會鎖住，直到問題解決。若阻抗匹配室的電流感測器偵測到無訊號，站台監控裝置就會送出警告訊息，此時人員需回應及分析當下情況，若問題暫時無法解決，需切換至備用發射機，由備用發射機繼續維持系統持續廣播。低頻無線時頻傳播系統之天線本體是懸掛在鐵塔之間，容易受風吹而導致天線飄動，因此阻抗匹配之自動調整電路可以微調，以應對強風產生的變化。即使如此，遇突然的強風仍會讓天線移動過快，使自動調整電路無法即時應變，進而讓功率反射過大，甚至損壞發射機。設計一載波截止電路監看發射機之反射功率，若反射功率值超過設定值，先將發射機關閉數秒，等候強風停止。載波截止電路會嘗試

三次測試以恢復發射機使用，若嘗試測試超過三次，則關閉發射機停止低頻系統廣播。

- 其他設備故障：如果市電發生停電，緊急備用發電機會起動，讓每台現役發電機自動恢復連線。在市電恢復供電之前，發電機會持續供電給負載三十分鐘。另外原級標準室的空調系統發生故障，也會造成時頻信號產生器輸出中斷。
- 發電機及空調設施保養：原級標準室應有備用空調系統，需定期啟動以確認其工作正常。備用發電機每週都要運轉，且每季也要進行負載測試，至少要能提供發射機與所有建築物負載一小時的用電量。緊急備用發電機每半年就要進行保養，必要時進行修理。通風與冷卻系統每年也需要進行保養，其中以原級標準室部分最為重要。其他裝置的保養包含發射機的冷卻機、辦公室與實驗室的空調系統。電氣系統維護包含不斷電系統與突波抑制器的保養，必要時修理配電設備。
- 每季保養及工作紀錄：
 - 對備用發電機施以緊急負載測試。即模擬市電停電，並觀察在備用發電機上線後，系統整體性能。如此可以檢查到發射機自動重新啟動功能與原級標準室不斷電系統(Uninterruptible Power Supply, UPS)的功能。30分鐘後，回復市電供應，並檢查系統切換的狀況。
 - 對天線子系統進行預防性保養。對可變電感器與匹配設備進行清潔與檢驗，潤滑可變電感器的驅動系統，並檢查所有接線是否鎖緊。天線下引線、饋穿式礙子(feed-through insulator)與屋頂的閃電弧縫(lightning arc gaps)也須檢查並清潔。必要時，以臨時腳架對天線接地組件與饋穿式礙子的內部進行檢查與清潔。大樓外部任何的野草與矮樹叢均需清除，大樓的礫石區附近也須噴灑除草劑。(半年工作)
 - 測試不斷電系統的電池組，以得知其緊急備援供電之可運轉

時間。(半年工作)

(3)三級維護保養：三級維護保養工作包括機房及天線場區安全巡視、每日每週每月保養及工作紀錄，分述如下：

■ 機房及天線場區安全巡視：每月應沿機房與天線場區檢查保全圍籬的情況。

■ 每日每週每月保養及工作紀錄：

● 每日工作

- ✓ 透過 GPS 共視法檢查低頻系統原級標準與 UTC(TL)的狀態。包括 UP/DOWN Converter 是否正常工作及衛星雙向傳時系統是否正常工作
- ✓ 檢查廣播狀態：觀察監控程式並留意突然的偏差量(相位或是功率的些微變化)(可由機器自動完成)
- ✓ 在站台監控裝置檢查發射機狀態：記錄發射機/天線的設定組態、傳輸功率、可變電感器(variometer)的讀值(可由機器自動完成)
- ✓ 記錄上線發射機的儀表讀值(可由機器自動完成)
- ✓ 記錄原級標準室的數據：時頻信號產生器對原子鐘的讀值、發射訊號的相位、10dB 衰減量、原級標準室的溫度與警報狀態等(可由機器自動完成)。若採用 HP5071A 作為銫原子鐘，須記錄“ATTENTION”與“CONTINUOUS”兩個指示燈的燈號，並確認直流電壓電流是否正常
- ✓ 確認時頻信號產生器時間資訊顯示是否正常
- ✓ 確認頻率調整設備時間資訊顯示是否正常
- ✓ 確認頻率調整設備 VCO lock 狀態是否正常
- ✓ 記錄頻率調整設備調整值(如 $\pm 1200000 \times 10^{-19}$)
- ✓ 確認頻率調整設備 data logger 運作正常
- ✓ 確認本地低頻接收機時間資訊與公共資訊均接收正常
- ✓ 確認各項記錄設備均運作正常

● 每週工作：啟動備用發電機並運轉 30 分鐘，在此期間低頻系統仍供以市電。

- 每月工作：對發射機進行預防性保養。發射機要徹底清潔、檢查與潤滑，並對任何故障或損壞的零件進行修理或更換。發射機應遵守書面保養程序。發射機在重新上線之前，應以最大功率投入虛擬負載一小時。(此項工作每 1,400 操作小時就需要進行一次)

參考美日兩國的維運經驗與相關文件，本計畫規劃未來商用系統完成後，相關系統設備維護保養內容。期待能在將來取得建置經費時，對未來商用系統之維運有正面幫助。

2.7 公共民生廣播服務伺服器運作與異地備援規劃

本節先針對伺服器備援作描述，分成四大部分：備援建置動機、高可用度、同地備援規劃、異地備援規劃。再將時頻信號產生子系統及發射機子系統一同納入作規劃，作完整的低頻系統備援設計。最後再將備援規畫作總結說明。

(1) 備援建置動機

由於國內產業 e 化的腳步相當快，加上每一產業必須要有面對國際競爭的準備。除了一般我們了解的金融控股、電信、網路資料中心…都已要求服務不中斷做為提高產業競爭力的目標。而從企業的角度來看，倘若要具備這樣的能力，除了良好的營運效率及健全的基礎架構外，除了正面的強化系統的運作能力及容量是無庸置疑的，因此必須要有一套安全的備援計畫並有效的執行。表 2.7-1 整理一些國內外重大事故發生而使得企業營運受到挑戰，也藉由此表了解建置備援機制的重要性。

對低頻廣播系統而言，公共民生廣播服務伺服器如同系統的核心大腦，必須確保其能服務不中斷，因此本計畫規劃其備援架構。接下來透過高可用度來分析各種備援架構的優缺點。

表 2.7-1：國內外重大事故一覽表

時間	事件	影響
2001.9.11	美國雙子星大樓受恐怖份子攻擊	多家國際企業均受創，甚至無法持續營運，損失難以估計
2000.7	中部電塔地基流失倒塌，造成北台灣停電	台灣經濟損失超過新台幣一百五十億
2000.5.12	汐止東方科學園區大火	受波及廠商超過三十家，整體營運損失無法估計
1999.9.21	台灣九二一大地震	諸多企業因地震及停電引響，造成龐大損失。

(2) 高可用度

在了解什麼叫做高可用度(High Availability, HA)系統之前，要先知道的是什麼叫做單點失效(Single Point of Failure)。單點失效的意義其實很簡單，元件一旦失效，就可能導致系統無法穩定運作，此元件就可以視為單點失效的一環。換句話說，以一個硬體的伺服器來說，例如 CPU、電源供應器、主機板、硬碟，乃至電源線、系統風扇，任何一個失效，都屬於單點失效，因為這些元件一旦有一個損壞，幾乎都可能導致系統不穩或停機。

解決單點失效的問題並不難，最容易與方便的作法就是什麼東西都準備兩套，當有任一元件損壞時，立刻將損壞的元件置換，便可解決這個問題。這樣的概念，即是完全冗餘備援(Full Redundancy)的概念。也就是所謂的 2N 架構，不過這樣的概念，不一定能夠完全的解決單點失效的問題。除了建置高可用度的成長需要考量外，還需要考慮硬體本身是否有支援熱插拔，軟體是否有支援 HA，環境設備，防火設備，備援回復，發電機支援，雙電源支援，主動式不斷電系統，門禁人員管制，系統操作管制與標準作業的程序，以及天災、火災、人災等的防護，這樣一項一項地考慮下去，建立一個理想的高可用度系統所需的費用就足以拖垮一間公司。

以較為簡單的概念來說明什麼叫做可用度的定義，即指系統在界定的時間內順利運作的時間，如下面公所示：

$$\text{可用度} = \frac{\text{持續運作時間}}{\text{總運作時間}}$$

這樣的一個數值可以反推出系統在面對硬體元件，如 CPU、RAM、硬體、軟體、…等相關元件發生異常時，維修到可以順利運作所需的時間。傳統的分類是以可以達到「多少個9」的比率來區分高可用度的等級。圖 2.7-1 為微軟在發表 SQL2005 時，針對高可用度所提出的見解，認為高可用度的系統至少要到年服務時間的 99%，即指一年停機小於 3 天又 15.6 小時，可稱為一個未經管控的高可用度的服務。隨著可用度的要求一直上升，其容許的發生毀損時間也以等比的速度在快速下降，若是以

99.999%，5 個 9 為目標，那一年僅容許停機 5.26 分鐘而已。若依據 HA 的等級與應用服務來劃分合適的族群，如表 2.7-2 所示。以低頻伺服器來說，目標是要建立「5 個 9」的 HA 等級備援架構，停機時間最長於不超過 1 分鐘。

高可用度架構可概括分為 N 冗餘系統架構、N+1 冗餘系統架構、負載平衡架構與高可用度虛擬架構，接下來將逐一介紹各架構之不同，並設計簡單的例子，來說明各架構的布建方式。

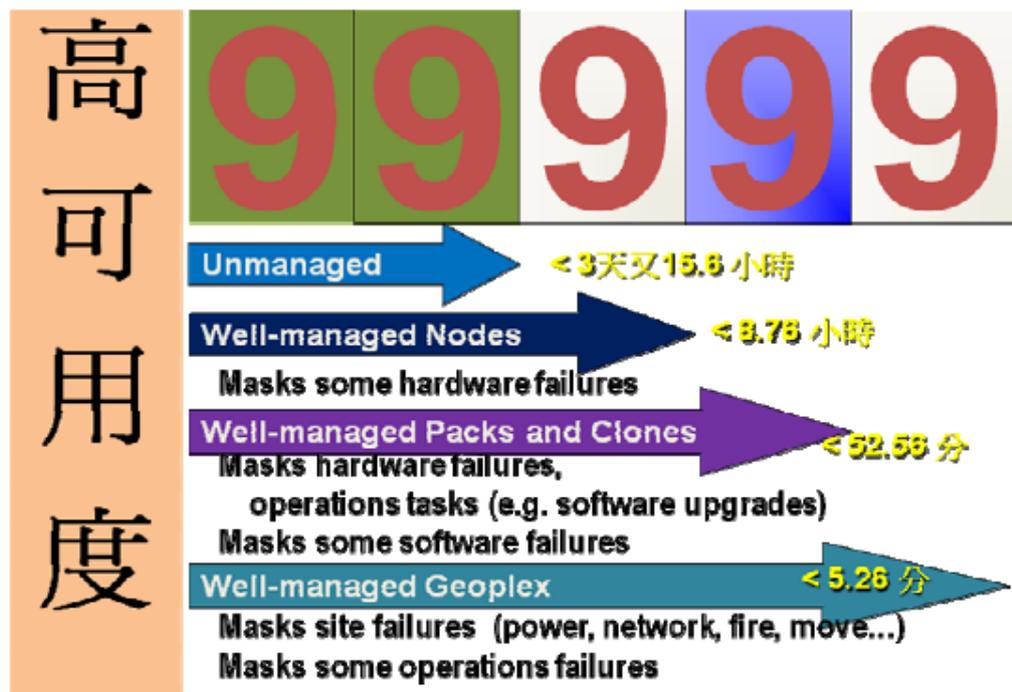


圖 2.7-1：高可用度與回復時間

表 2.7-2：HA 等級劃分

幾個9	Up Time%	停機時間	適合應用
2	99%	3天15小時36 分	個人、企業內部應用系統
3	99.9%	8小時45分	一般IT設備
4	99.99%	52分33秒	網路應用設備
5	99.999%	5分15秒	電信設備、企業重要伺服器

■ N 冗餘備援架構：服務系統可以採用冗餘架構技術，以達到高可用性目標。N 冗餘系統，如 2N、3N、5N 等，利用多個獨立故障區域的隔離方式，在每個可能的獨立故障區域，採用相同的資源冗餘裝置，可能是元件級的冗餘，如磁碟和電源，也可以是整個系統級的，如冗餘文件伺服器、冗餘資料庫、冗餘數據迴路等，而最簡單的形式就是 2N 冗餘架構的方式。一個 2N 的冗餘架構，通常的組成架構如下：

- 兩個以上的節點：分為主要(Active)和備援(Inactive)兩種，原則上在節點的硬體配置會大致相同。
- Heart Beat：在 2N 架構的高可用環境中，通常會藉由網絡第二張網卡或其他的通訊端口來建立 Heart Beat 連接，其目的是備援節點會利用 Heart Beat 線路去偵測主要端節點的狀態是否穩定正常，若主要端出現連續的無回應，備援端節點會依據設定之程序，啟動備援機制。
- 只授權主要端存取的共享磁碟：在 2N 冗餘架構中，會利用共享磁碟來確立資料的一致性，但是若主要端節點與備援端節點同時寫入時，容易造成資料錯誤，為了確保資料不會因為同時存取所造成的錯誤，通常會搭配一些特定的應用程序，例如 Rose HA 或是 Dataware 之類的軟體。
- 網路的環境：每一個連接的節點，至少要有 2 個網路的連接埠。客戶端也可透過網路存取主要端節點上的應用程序。

總結上述的概念，如圖 2.7.2 中所示的一個 2N 的冗餘架構，使用者經由網際網路連接到主要端節點，而備援端節點，利用第二個網路連接埠連接到主要端節點的第二網路連接埠，建立一個 Heart Beat 的通路，對主要端節點進行偵測，了解其是否正常運作，並共同連接一個檔案伺服器，當成兩節點的共用磁碟空間，以確保資料的一致性。完全的 2N 冗餘系統對於所有服務都要做出 2 份的資源支出，對於企業在 IT 上的支出，實為不小的負擔，所以一般 2N 冗餘系統方案會對系統中所有的關鍵資源進行備份，備援端節點會根據主要端節點的資源進行更新，當主要端節點故障發生

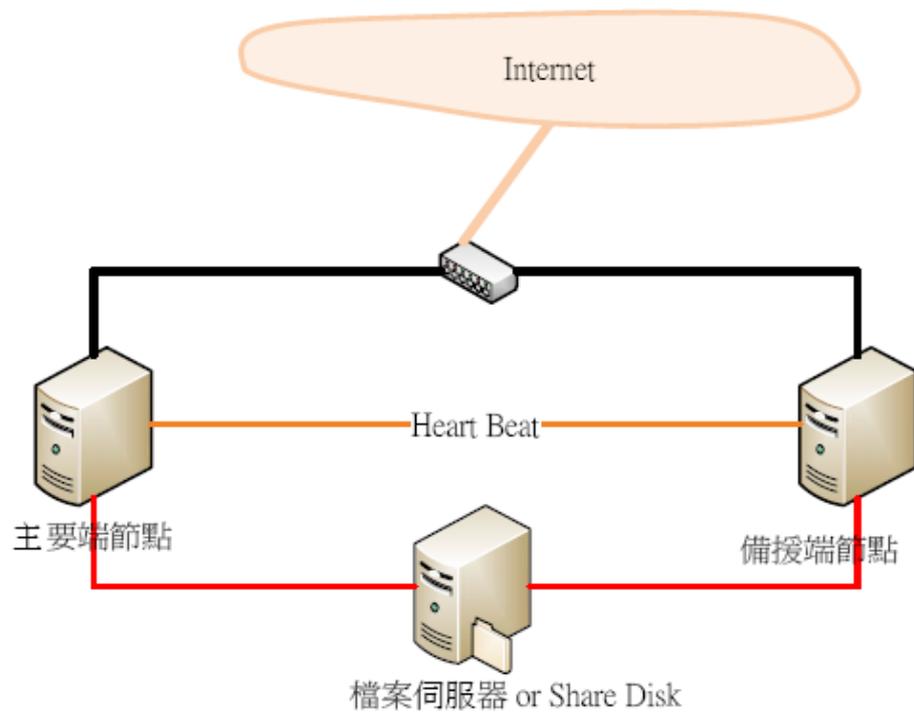


圖 2.7-2：2N 冗餘備援架構

時，設備因故障或其他原因退出工作狀態，備援端節點會取得檔案伺服器或共享磁碟中的資料存取權限，得到目前的最新的資料內容，成為新的主要端節點提供服務。2N 冗餘方案的顯著優點是故障管理簡單，切換時間短。但是要達成完全的 2N 冗餘方案，會空出一套設備完全的冗餘，整個提供的服務成本會至少成長為 2 倍，建置成本也會跟著提高。

- 冗餘備援架構：N+1 冗餘系統的配置，與 N 冗餘系統的配置不太一樣。何謂 N+1 冗餘系統架構？簡單地說，即是在 N 個系統的配置中，至少有一個獨立的備份系統，可以確保當 N 個系統中任一個系統故障時，有立即支援的系統或組件可以確保 N 個系統功能正常運作，提供服務的 N 個系統不會因為單一衝擊而使任一個服務系統服務無法正常運作。若以 N 為 3 個來說明，如圖 2.7-3 所示，分別有 Node 1~3 三個系統，一個冗餘系統，其資料都置於檔案伺服器(File Center)中，冗餘系統利用網路去做 Node 1~3 三個系統偵測，若 Node 2 節點連續沒有回應時，冗餘系統將會由檔案伺服器中取得 Node 2 服務與檔案的存取授權，進行運作，取代 Node 2 對外展開服務，並停止偵測。而 Node 2 修復後，將變成一個冗餘系統。這樣的系統配置，目的是要讓每一個節點都能夠成為冗餘

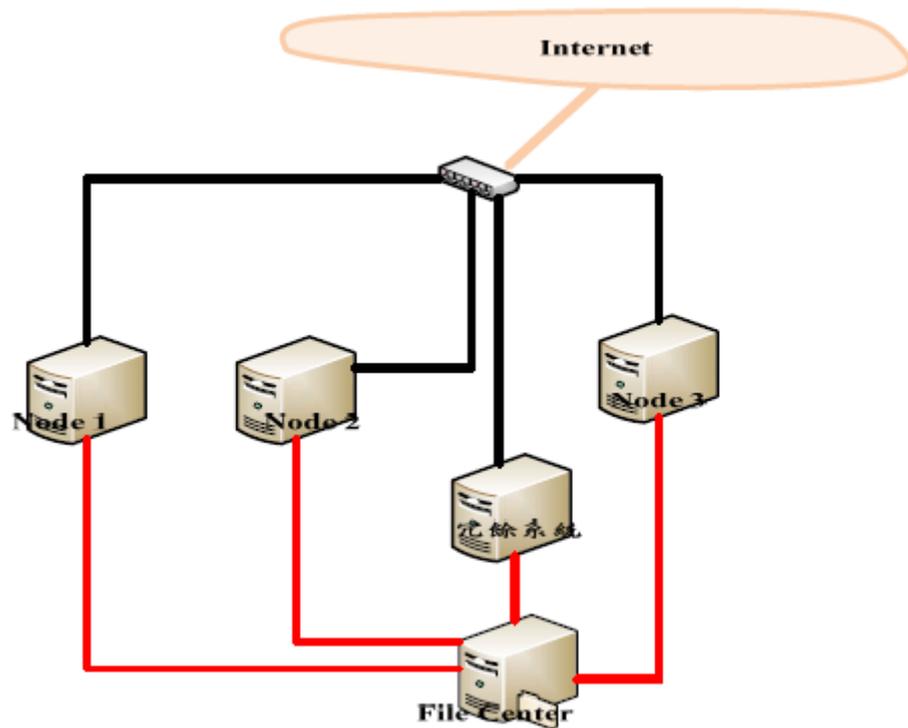


圖 2.7-3：3+1 冗餘備援架構

備份節點，也能夠成為運作節點，以確保節點發生問題時，服務的連續性。在 N+1 的冗餘架構下，會負擔較少的建置成本，但是因為要達成任一個節點都可成為冗餘系統，在規劃時的難度會較高，且因為沒有 Heart Beat 線路，在偵測與切換時，都會比 2N 冗餘架構慢，另一點就是在可靠度上，在 N+1 的冗餘架構下，若同時有一個以上的節點運作失效，僅能回復一個服務系統。

- 負載平衡架構：利用負載平衡的方式，如圖 2.7-4 所示，可避免單主機故障時無法提供服務，而多主機時又面臨負載不均衡的問題。若有服務節點發生故障或隱藏時，可自動將其使用者引導至有效的運作節點上，達成高可用度的目標。若各節點均沒有異常時，利用特定的演算法或是管理人員所下的管理條件，進行傳播流量的分配，為企業打造可靠穩定、高效率的服務平台。還可以因流量分擔，讓伺服器的負載分散，使用者可以在最短的時間內得到網站的回應。
- 高可用度架構比較：綜合以上的介紹，將三種高可用度架構之比較列出如表 2.7-3 所示。

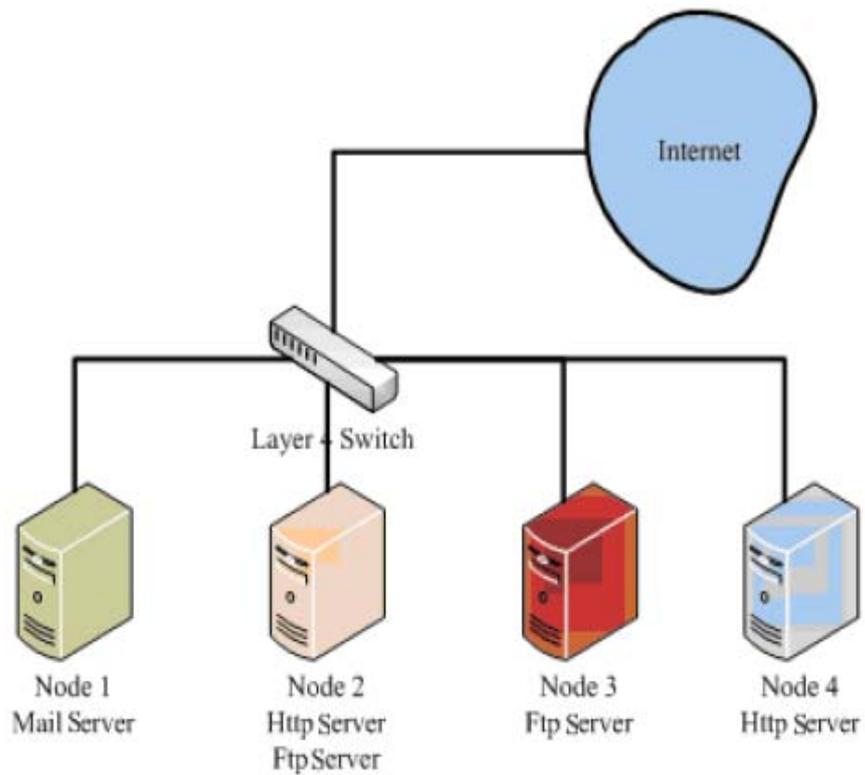


圖 2.7-4 負載平衡高可用度架構

表 2.7-3：2N 冗餘、N+1 冗餘與負載平衡比較

	2N 冗餘	N+1 冗餘	負載平衡
建置費用	貴	低	中
切換速度	快	慢	中
設備需求	中	中	高
共用磁碟需求	小	中	大
可靠度	中	小	高
所需實體空間	高	中	中
硬體維護費用	高	低	中
軟體維護時間	短	最長	長
效能表現	中	中	高
建置難度	易	難	難

(3) 同地備援規劃

低頻伺服器備援機制建立因經費及時間考量，分兩階段進行。第一階段目標為同地備援，第二階段為異地備援。本小節將介紹同地備援規劃的兩個方案，同地備援標準版及同地備援精簡版。低頻伺服器的備援分為 Web 服務、Application 服務及 DB 服務三部分來考量。Web 服務為伺服器對外提供的伺服器管理 Web 網站；Application 服務為對公部門介接公共資訊的程式，以及與時間碼產生設備介接的程式；DB 服務為讓 Application 服務及 Web 服務存取的資料庫系統。

- 同地備援標準版：同地備援標準版架構如圖 2.7-5 所示，Node 1 為主要運作伺服器，Node 2 為備援伺服器，並透過 SAN Switch 及磁碟陣列建置 Common Storage。針對伺服器的 Application 服務及 DB 服務使用 2N 冗餘備援架構，採用 Active-Standby 模式，透過備援軟體來進行備援管控，當 Node 1 的服務出狀況時，再將 Node 2 的服務啟動來取代 Node 1。Web 服務是透過 1 台負載平衡交換器來建置負載平衡備援架構。執行情境以 Web 服務、Application 服務、DB 服務三個部分來描述：
 - Web 服務於兩台伺服器上初始皆為啟動狀態，由負載平衡交換器控選擇存取的伺服器，並藉由負載平衡交換器分擔流量的功能，當其中一台伺服器無法運作時，將其所有流量導至另一台，而達到 Web 服務備援。
 - Application 服務則是 Node 1 初始狀態為執行，Node 2 為閒置狀態，當備援軟體監控到 Node 1 Application 服務無法正常運作時，再將 Node 2 Application 服務啟動。
 - DB 服務的話是兩台伺服器是使用 Common Storage 架構，兩台伺服器的 Web 服務或 Application 服務都是存取同一個資料庫，進而達到 DB 服務的備援。

同地備援版建置規格如下：

- 硬體：
 - ✓ 伺服器 2 台

- ✓ 負載平衡交換器 1 台
- ✓ SAN Switch 1 台
- ✓ 磁碟陣列 1 組
- ✓ 時頻信號產生子系統 1 組
- ✓ 發射機子系統 1 組
- ✓ 天線 1 組
- 軟體
 - ✓ Windows Server Enterprise 2 套
 - ✓ MS SQL Server Enterprise 2 套
 - ✓ 備援解決方案 Veritas Storage Foundation 5.1 HA 1 套(同地備援版)

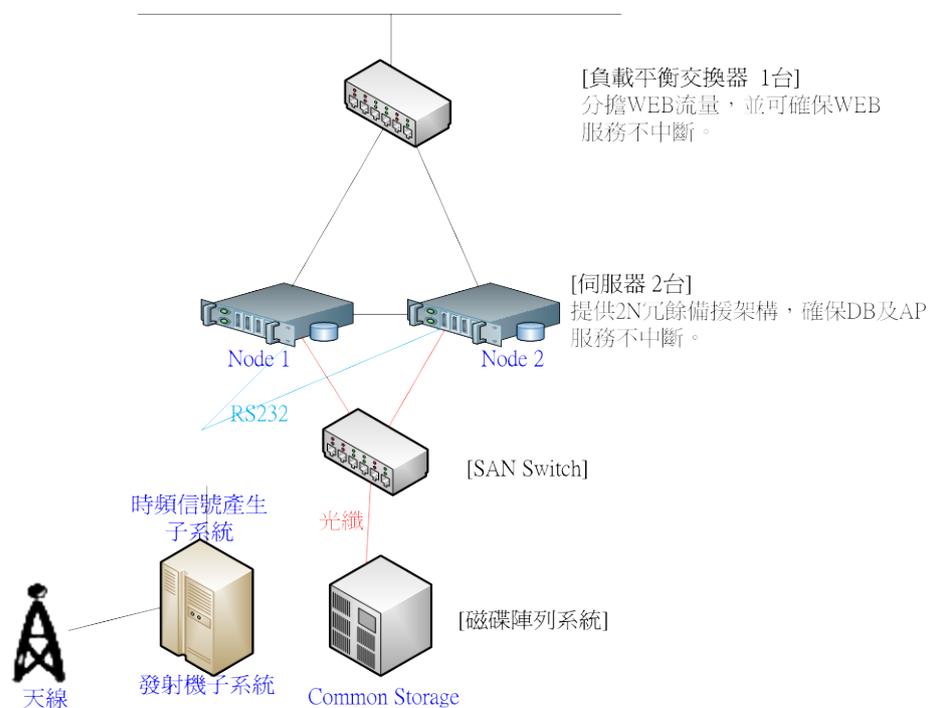


圖 2.7-5 同地備援標準版架構

■ 同地備援精簡版：同地備援精簡版架構如圖 2.7-6 所示，此架構規劃最主要針對時頻信號產生子系統中兩個介接資料的 COM port 會依最新接收到的資料為主，此項特性進行設計。如同 2N 冗餘備援架構，於 Node 1 及 Node 2 上建置兩套一樣的 Web 服務、Application 服務、DB 服務，Node 1 與時頻信號產生子系統的 COM0 port 連接，Node 2 與時頻信號產生子系統的 COM1 port 連接。兩台伺服器採用 Active-Active 模式，同時進行公共資訊收集、公共資訊編碼、公共資訊優先權排程、公共資訊傳送，由於後端的時頻信號產生子系統只會將最新接收到的公共資訊廣播出去，而且 COM0 及 COM1 同時接收到資訊時會以 COM0 為主，因此兩台伺服器的同時運行及達成同地備援的目的。Web 服務是透過 1 台負載平衡交換器來建置負載平衡備援架構。執行情境以 Web 服務、Application 服務、DB 服務三個部分來描述：

- Web 服務與同地備援完整版相同，由負載平衡交換器管控兩台伺服器 Web 服務的存取而達到 Web 服務備援的目標。
- Application 服務與則是將 Node 1 及 Node 2 視為兩台獨立的伺服器，兩台伺服器同時與公部門介接公共資訊並編碼後傳送給時頻信號產生子系統，其子系統將自動判斷最新的公共資訊為下一筆發送的資訊。只要有其中一台伺服器的 Application 服務可正常運作，系統將可繼續運行，藉此也達成 Application 服務的備援目標。
- DB 服務也將 Node 1 及 Node 2 作為兩台獨立的系統，自行存取電腦裡的資料庫，對精簡版來說，並無 DB 服務的備援機制。

同地備援精簡版建置規格如下：

- 硬體：
 - ✓ 伺服器 2 台
 - ✓ 負載平衡交換器 1 台
 - ✓ 時頻信號產生子系統 1 組

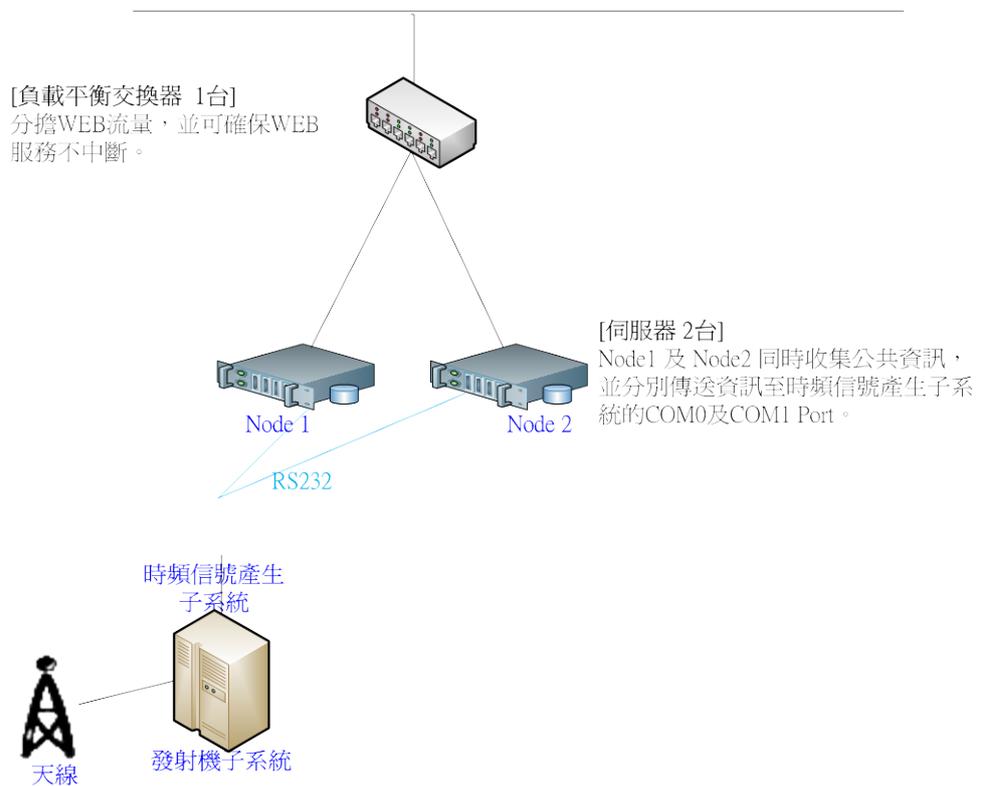


圖 2.7-6 同地備援精簡版架構

- ✓ 發射機子系統 1 組
- ✓ 天線 1 組
- 軟體：
 - ✓ Windows Server Enterprise 2 套
 - ✓ MS SQL Server Enterprise 2 套。

- 同地備援方案分析：比較同地備援標準版及精簡版之優缺點，可參見表 2.7-4。由於精簡版不需負載交換平衡器及 Common Storage，其建置成本比標準版低，建置難度也比較低。關於備援切換速度，標準版切換是由 Cluster 機制來控制，伺服器間的 Heart-beat 偵測頻率及容錯次數會影響切換時間，估計可於 1 分鐘內備援切換完成；精簡版是由兩台伺服器同時發送公共資訊，只要其中一台伺服器有正常運作，時頻信號產生子系統即可收到資料，因此其切換時間可視為即時。由於精簡版缺少 Common Storage，資料不同步為與標準版相較之下最大的缺點。對於低頻

表 2.7-4：同地備援標準版及精簡版比較表

	標準版	精簡版
建置費用	高	低
備援切換速度	1 分鐘內	即時
資料同步	有	無
建置難度	難	易

伺服器來說，資料庫中最重要的資訊只有未發送的一般公共資訊，緊急公共資訊由於直接送至時頻信號產生子系統後才紀錄至資料庫，而已發送的歷史資料也不是低頻系統的重要資料。因此在資料庫資料同步這部分，低頻伺服器的備援比較不需要花費成本來規劃。反觀備援切換速度，由於低頻廣播最主要的目的之一為快速通報緊急公共資訊以降低災害損失，若緊急公共資訊產生的同時，伺服器進行備援切換，其即時性可能會嚴重影響到整個低頻系統的主要功能。因此對低頻系統來說，備援切換的即時性比資料同步還重要。“精簡版”雖然無法做到資料庫資料同步，但其幾乎即時切換備援的特性，更適合應用於低頻系統中。在下一節中，我們將依同地備援精簡版的架構為基礎，規劃出異地備援架構。

(4) 異地備援規劃

伺服器無法正常運行最容易發生的原因是由於天災的影響，而天災所造成的損害往往是大範圍區域性，僅透過同地備援是無法達成服務不中斷的最終目標。因此本計畫規劃異地備援架構，如圖 2.7-8 所示。於 Local Site 建置同地備援架構，並建置一套備援系統於 Remote Site，備援設備包含伺服器、時頻信號產生子系統、發射機及天線。兩組設備可建置專線以減少傳輸時間的花費。

同地端伺服器則是將 Node1 及 Node2 伺服器同時執行 Application 服務與公部門和時頻信號產生子系統介接，並透過時頻信號產生子系統可同時接收 COM0 及 COM1 資料來源的特性，達到同地備援。異地端則是透過備援解決方案 Veritas Storage Foundation 5.1 HA 進行援切換，運作機制為當異地端的 Node 3 偵測到 Node 1 及 Node2 同時停機時，才會開始運作。

此外還透過援解決方案 Veritas Storage Foundation 5.1 HA 來進行伺服器間的資料統一。由於異地備援兩套設備建置距離必須遠，因此採用非即時同步備份資料，定時將 Local Site 及 Remote Site 上所有伺服器的資料更新一致。藉此也將同地備援精簡版中資料庫沒有備援的問題解決。異地備援建置規格如下：

- 硬體：

- ✓ 伺服器 3 台。
- ✓ 負載平衡交換器 1 台。
- ✓ 時頻信號產生子系統 2 組
- ✓ 發射機子系統 2 組
- ✓ 天線 2 組

- 軟體：

- ✓ Windows Server Enterprise 3 套。
- ✓ MS SQL Server Enterprise 3 套。
- ✓ 備援解決方案 Veritas Storage Foundation 5.1 HA 1 套(異地備援版)。

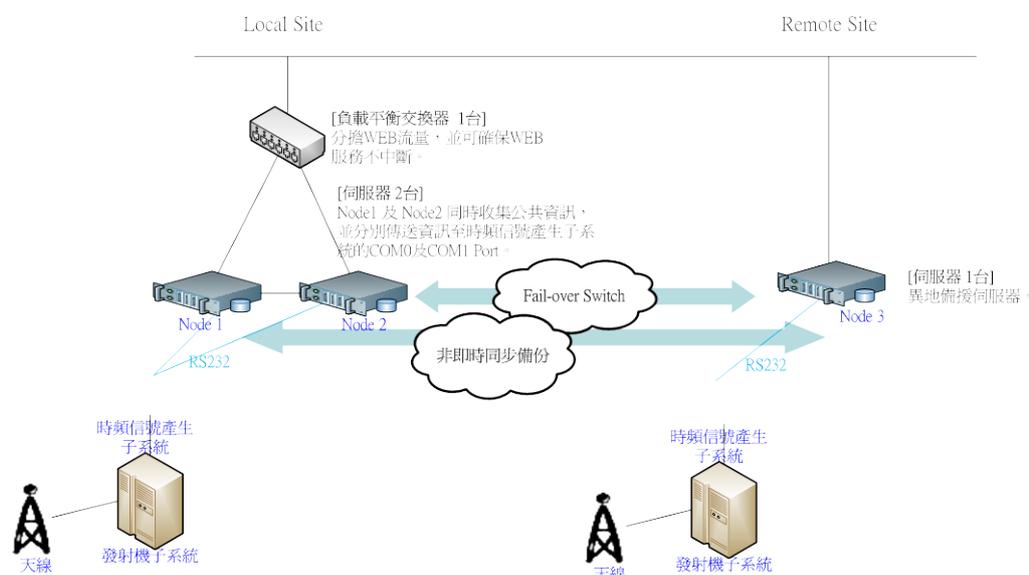


圖 2.7-8 異地備援架構

(5) 時頻信號產生子系統備援規劃

時頻信號產生子系統備援機制示意圖如圖 2.7-9。兩台時間碼產生設備 A 與 B 除了輸出 77.5kHz 與時間碼外，也會產生障礙輸出訊號。以上訊號連至額外的選擇板，選擇板會根據障礙輸出訊號選擇 A 或 B 的 77.5kHz 與時間碼訊號。當 A 與 B 都沒有障礙輸出訊號時，選擇板會以 A 的訊號輸出。若 A 路有障礙輸出訊號，選擇板便會選擇 B 路輸出。選擇板本身沒有備援機制。選擇板的輸出可使用 T 接頭分接至兩台發射機，之後便可依發射機的備援機制選擇上線運轉的發射機。

圖 2.7-9 中的兩台時間碼產生設備都接了兩台公共伺服器。伺服器 A 的輸出均接到時間碼產生設備的 COM0，顯示伺服器 A 是主要伺服器。在伺服器 A 正常運作的情況下，不管是時間碼產生設備 A 或是 B 輸出，公共民生資訊來源都是伺服器 A。

圖 2.7-10 顯示另外一種可能的接線。此時若時間碼產生設備 A 故障，選擇板會選擇時間碼產生設備 B，連帶公共民生資訊來源也會改成伺服器 B。備援架構 2 中，若發生伺服器 A 與時間碼產生設備 B 同時無法正常運作，將導致系統停擺。於備援架構 1 中，兩台伺服器與兩台時間碼產生設備之間的雙 COM Port 交叉備援架構，為低頻系統的時間碼產生設備提供更完善的備援機制。

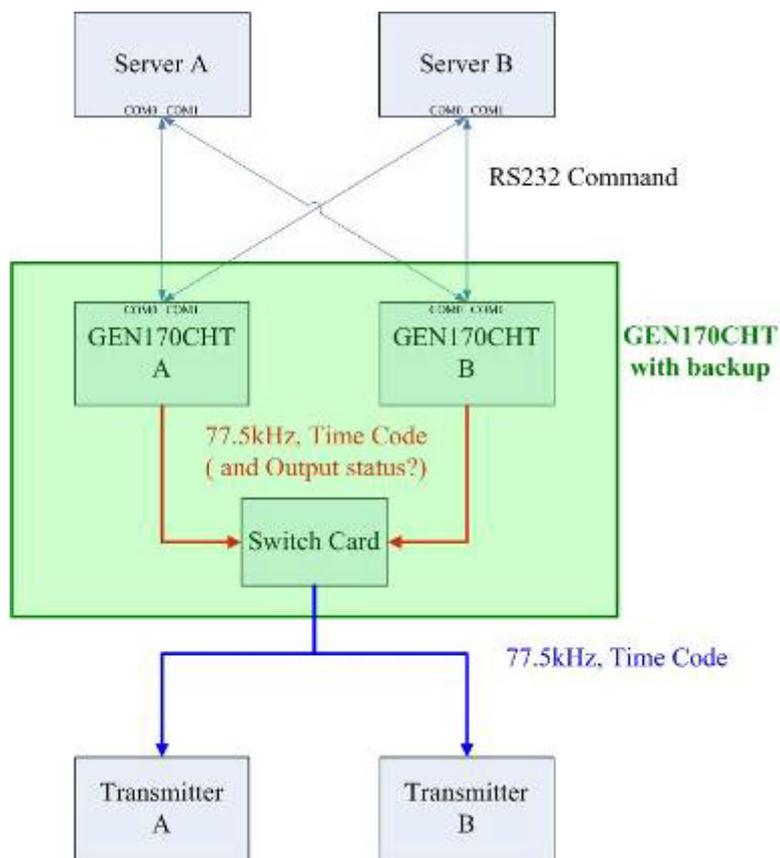


圖 2.7-9 時頻信號產生子系統備援架構 1

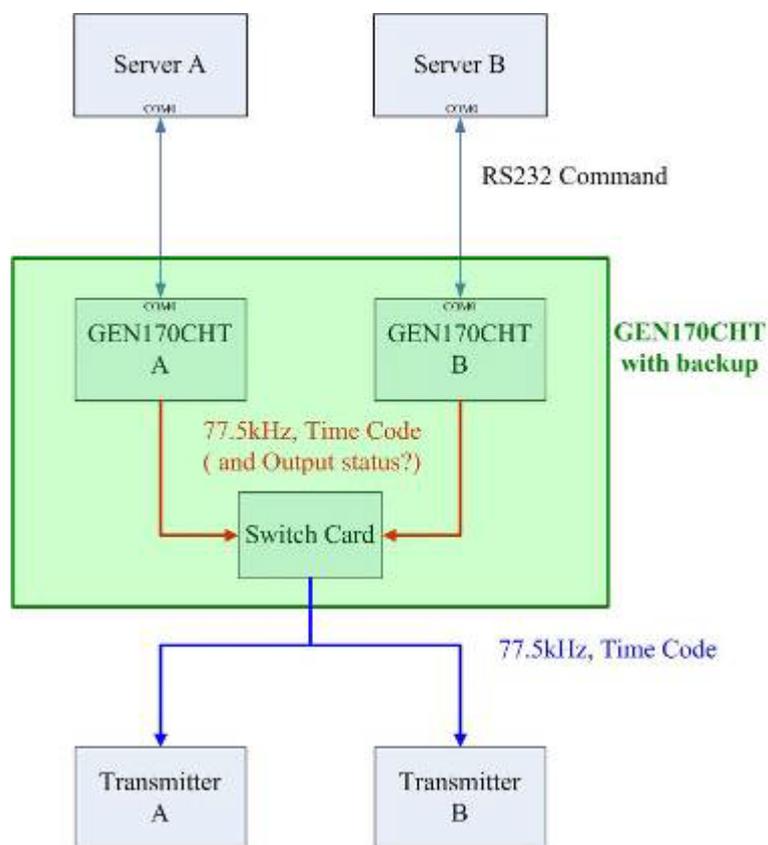


圖 2.7-10 時頻信號產生子系統備援架構 2

建置規格如下：

- 硬體：
 - ✓ 時間碼產生設備 2 台
 - ✓ Switch Card 1 張

(6) 發射機子系統備援規劃

發射機備援架構使用兩台相同之發射機，兩台發射機輸入端均會接到時頻產生子系統的輸出(或是時頻信號產生子系統備援中的選擇板)，一台主系統發射機會接到天線發射，另一台備援系統發射機會接到 dummy load，當主系統發生故障或是有緊急狀況的時候，備用系統即會自動啟用。建置規格如下：

- 硬體：
 - ✓ 發射機 2 台

(7) 備援規劃總結

備援的主要精神在於避免系統單點故障(Single Point of Failure)，有效降低資料遺失風險，並達到服務不中斷。成本花費越高與備援完整性就會越高，系統發生服務中斷的機率就越低。但若每個單點都做兩份一樣的設備來達到備援又會太花費成本。目前低頻系統規劃的異地備援是將重要且容易發生故障的設備進行多點保護，如同伺服器、時間碼產生設備、發射機，而其他不容易發生故障的設備就只有單一設備在運作，如負載平衡器。經評估，此設計已可將發生系統中斷的時間降至一年 1 次以內，發生中斷後切換至遠端系統的時間可於 3 分鐘內完成，這 3 分鐘內正好發生有即時性的緊急公共資訊的機率更是微乎其微，因此以異地備援架構已可滿足目前低頻系統之需求。

低頻伺服器包括公共資訊收集、公共資訊編碼、公共資訊優先權排序、公共資訊傳送及伺服器管理等。低頻伺服器備援建置規劃分為兩階段進行，第一階段為同地備援，而第二階段為異地備援。若以高可用度來評估，目標為建立「5 個 9」的 HA 等級備援架構，停機時間最長於不超過 1 分鐘。透過此備援機制來達成低頻伺服器服務不中斷的目標。

2.8 低頻無線時頻傳播系統接收晶片設計開發研究

低頻無線時頻傳播系統結合國家標準時間及公共民生廣播為一創新服務，為配合未來此系統建置後之應用，需要同時開發用戶端接收機的解決方案，其中負責將時間碼從無線電訊號中解調出來的前端接收晶片是一個關鍵零件，但國內原無法供應，因此於去年委託國立清華大學電子所徐永珍教授領導團隊開發晶片，以掌握接收晶片技術，並就近利用國內成熟的 IC 代工環境，為將來國內自行供應此晶片奠定基礎。去年度計畫已經順利執行完畢，晶片解調功能也已經成功驗證。今年以此為基礎，進一步強化接收晶片之功能，使其能夠對應多頻段訊號之接收，同時在靈敏度以及省電度方面予以提升。

表 2.8- 7：低頻系統接收晶片設計開發預定進度甘梯圖(Gantt Chart)

工作項目	月份											第 (期末) 月	備 註	
	二 月	三 月	四 月	五 月	六 月	七 月	八 月	九 月	十 月	十 一 月	第 月			
系統規格制定	■													
電路架構設計	■													
電路方塊規格訂定	■													
電路設計、模擬	■	■												
電路佈局、模擬		■	■	■										
IC 樣品製作				■	■	■	■	■						
IC 量測環境建置				■	■	■	■	■						
IC 量測、分析、除錯								■	■	■	■			
修改 IC 樣品製作 (optional)										■	■	■	■	
結案報告										■	■			
工作進度估計百分比 (累計數)	20%	30%	50%	55%	60%	65%	70%	80%	90%	100%				

與清華大學徐教授合作工作項目包括：低頻無線時頻傳播系統接收晶片之(1)電路設計、(2)電路特性模擬、(3)晶片佈局及樣品下線製作及(4)晶片特性量測。計畫預定進度如表 2.8-1 所示，實際進度亦如預期進度，於 7 月及 11 月完成 IC 樣品製作兩次，以下及依照上述主要工作項目分別描述研究成果。

(1) 低頻接收晶片電路設計

■ 晶片系統架構及說明：

接收機的前端接收晶片之主要功能為將從天線接收進來的低頻時間訊號(LF Time Signal)做適度的濾波、放大、解調之後，以串列數位訊號(Serial Digital Signal)的型式輸出時間碼(Time Code)給下一級微處理器晶片。低頻接收晶片系統架構將包括濾波器(Filters)、可調增益放大器(AGC)、全波整流器(Full-wave Rectifier)、峰值偵測器(Peak Detector)、位準比較器(Level Comparator)、以及輸出緩衝器(Output Buffer)等電路方塊。

圖 2.8- 24 為接收機之系統架構，和之前所提出之系統相比較，在本年度的設計中增加了多頻段訊號接收的功能，頻段選取的控制，可藉由微處理器送出控制訊號來達到，除此之外，為改良系統特性，此系統將 VGA 分成三組串接的子迴路(4VGA group1~4)，可以有效提高增益以及降低直流偏移消除電路中之電容值，因為之前採用之架構，其放大增益不易達到規格要求，所需之電容值也非常大，會造成晶片面積過大，晶片成本也會增加，本電路可有效改善這些問題。

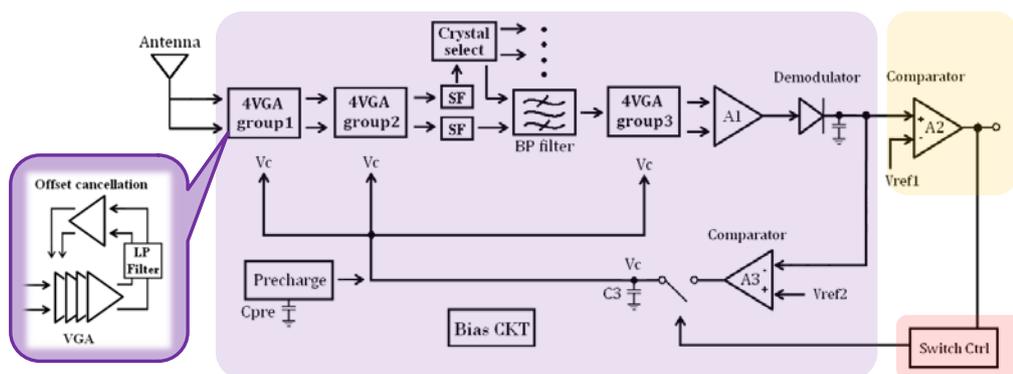


圖 2.8- 25：低頻接收機系統架構

此系統所需使用到之外接元件，包含帶通晶體濾波器(BP filter)以及兩顆電容(Cpre，C3)，整體系統架構描述如下：

- 自動增益控制(AGC)迴路：AGC 為負回授系統，目的是讓輸入振幅不同的訊號在輸出端都能維持固定的振幅。當訊號從天線接收進來，會先經過可調增益放大器，再由外接的晶體濾波器將特定載波頻率上的訊號取出，接著再利用二極體及電容將雜訊截波及載波濾除，而後將訊號輸出。其負回授路徑從輸出端訊號回授至比較器，產生一電壓差值，再經由電容積分，成為 VGA 的控制電壓(V_c)，藉以調控整串 VGA 的增益。
- 後級放大器及開關控制：利用一個後級放大器(A2)當比較器以獲得原加載於載波上的方波訊號。由於接收機晶片以及電波鐘在運作上需要一些特定的控制功能，因此在晶片內部加入一些開關及電路，以確保系統可以正常運作。

■ 電路設計：以下說明主要修改之電路設計：

- 可調增益放大器(VGA)架構。所使用的 VGA 如圖 2.8-2 所示，利用一 NMOS 電晶體掛接於輸入兩顆電晶體的源極作為 Source degeneration 的可調電阻，藉由調控 V_c 值可改變阻值，進而變化 VGA 的增益，達到增益可調的目的。為滿足輸入訊號範圍的規格，VGA group 必須提供約 100dB (40dB~+140dB) 可調增益的動態範圍。

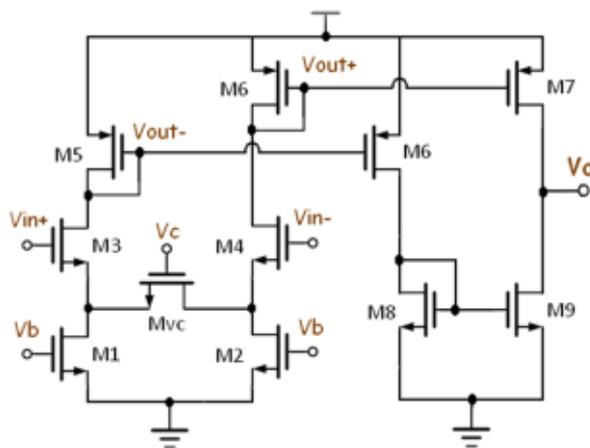


圖 2.8-2：可調增益放大器(VGA)電路

SS1	SS2	OUT	Crytl
0	0	QL	40
0	1	QM	60
1	0	QD	68.5
1	1	QH	77.5

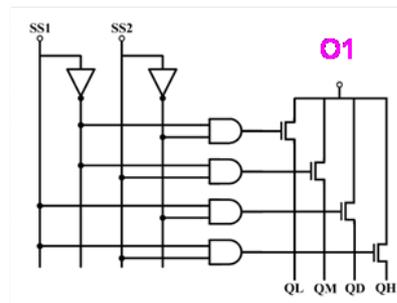


圖 2.8- 3：Crystal Select 電路

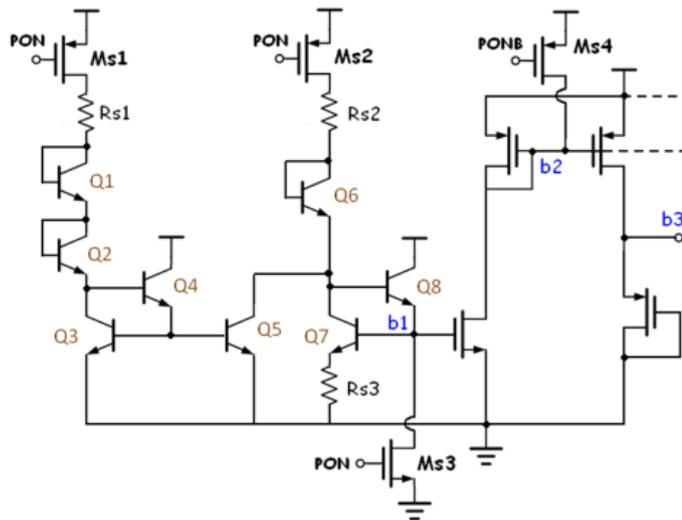


圖 2.8- 4：PON 開關電路

- Band pass filter 新增 Crystal Select 功能，提供 SS1 與 SS2 腳位如圖 2.8- 3，藉由控制訊號輸入端來選擇 crystal，以達到多頻段選取的功能。
- 偏壓電路及 PON 開關，使電源供應及 Standby 模式皆更省電。圖 2.8- 4 說明 PON 開關電路，PON 開關負責切換接收機進入 stand by 模式與否；當接收機處於 stand by 模式，功率消耗可壓到極低，藉此讓接收機達到省電的效果。

(2) 低頻接收晶片電路特性模擬

以下將針對輸入端點 V_{in} 、還原之方波輸出訊號(Data)、控制電壓(V_c)觀察其波形變化，分別模擬其解調功能、stand-by mode 和 hold mode 之下的狀態，最後是頻率響應之模擬。

- 解調功能：輸入之調變訊號可被還原成方波。

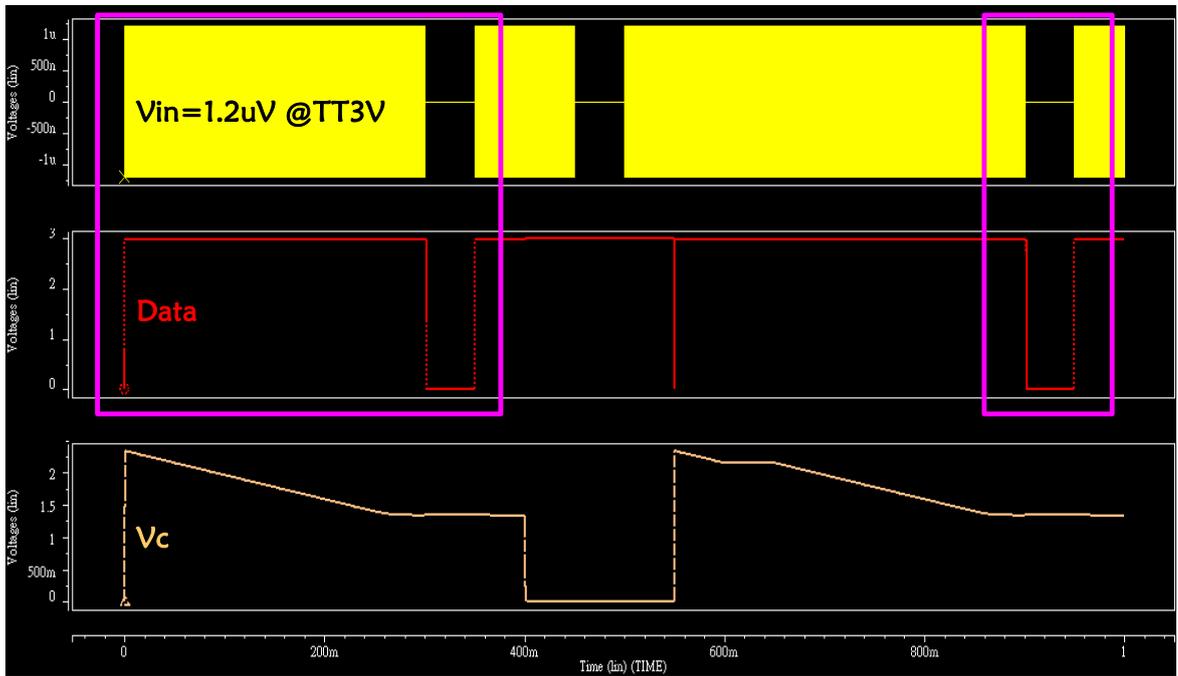


圖 2.8- 5：解調功能模擬結果

- stand-by mode：stand by 模式下輸出對輸入變化不做反應。

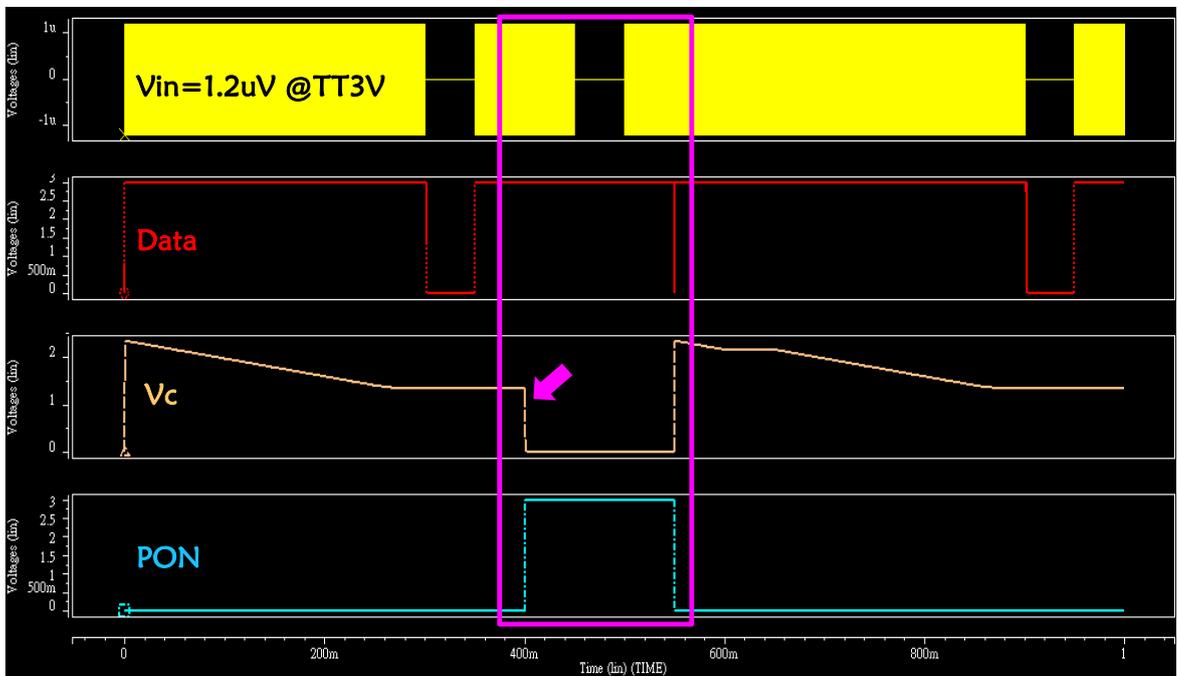


圖 2.8- 6：stand-by mode 模擬結果

- hold mode : hold 控制訊號為電波鐘運作時，避免指針步進馬達運作造成接收干擾而暫時關閉的開關。hold mode(HLD=GND)時，Vc 不受迴路影響，暫時 hold 住。

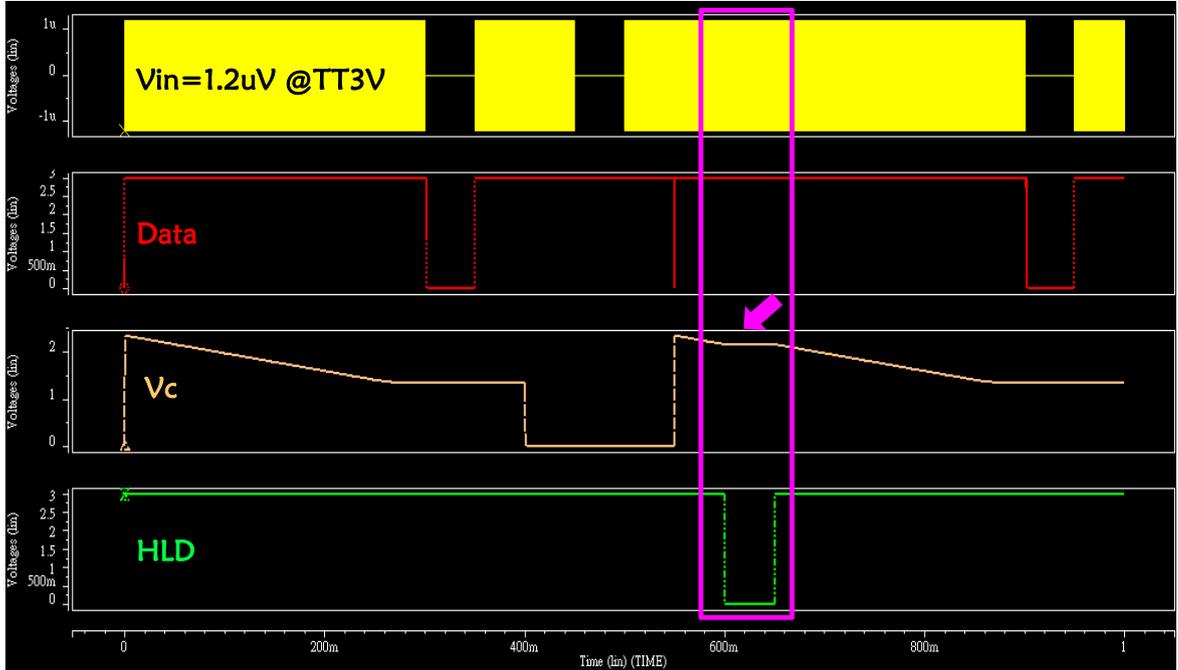


圖 2.8- 7 : hold mode 模擬結果

- 頻率響應 :

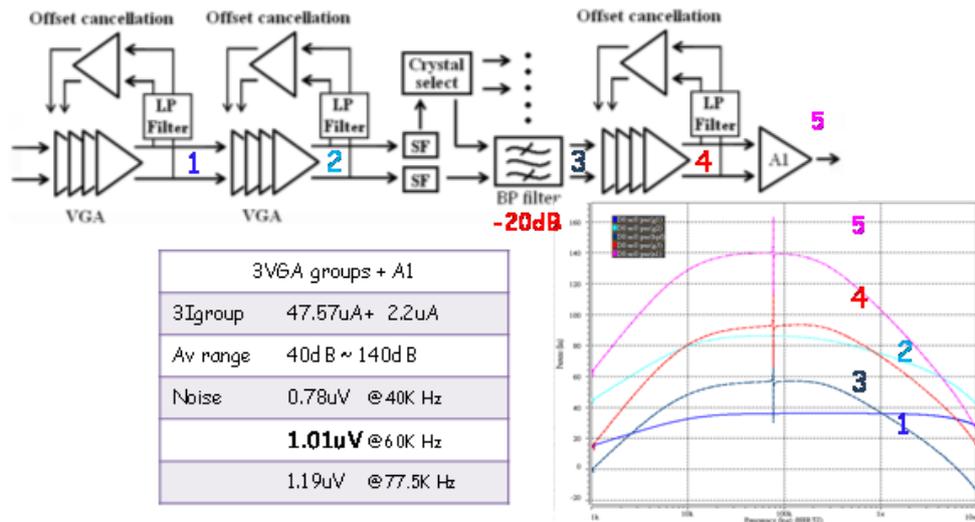


圖 2.8- 8 : 頻率響應模擬結果

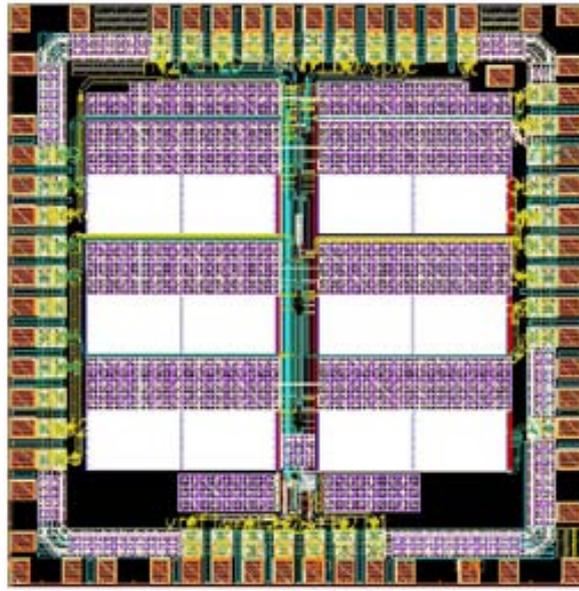


圖 2.8- 9：晶片佈局圖

(3) 低頻接收晶片佈局及樣品下線製作

本次下線晶片大小：1900 μm × 1867 μm ，相較於市售 CME8000 之晶片，少了一半的面積。晶片佈局圖如圖 2.8- 9 所示，在晶片佈局上，儘量將差動電路部分 (VGA+OS) 布局成左右對稱以期降低電路的 mismatch；此外，將放大電路部分與後端判別電路區隔開，避免後者對前者可能產生的影響；而在 PAD 與內部電路相接處，皆放置 ESD 電路作保護，剩餘空間則盡可能在各直流偏壓點與地之間加入電容以穩定電壓。

(4) 低頻接收晶片特性量測

晶片量測項目分為直流和交流測試，直流測試包含 supply current 和 stand by current，交流訊號測試包含 sensitivity 和多頻段訊號解調功能。以下就直流測試、靈敏度、多頻段解調說明量測結果：

- 直流量測結果：分別測試 2.7 V、3 V 和 3.3 V 供電電壓下的 supply current 和 stand-by current。

Supply Voltage	2.7 V	3 V	3.3 V
Supply Current	73.63 μA	80.4 μA	87.6 μA
Stand-by Current	0.83 μA	2.01 μA	4.84 μA

- 靈敏度：針對三種載波頻率(40 kHz、60 kHz 和 77.5 kHz)測試靈敏度，靈敏度和環境干擾和設備因素有強相關，目前所此使用的設備最低只能提供 1mV 之輸出，要輸入更小之訊號必須加上 attenuator 將輸入訊號源強度衰減，但是衰減後的輸入訊號已經小到跟環境雜訊接近，所以已經無法判定是訊號還是雜訊，所以輸入訊號大小只能衰減到大約 500 μ V。

Carrier Frequency	40 kHz	60 kHz	77.5 kHz
Sensitivity	< 620 μ V	< 540 μ V	< 520 μ V

- 多頻段解調(40 kHz、60 kHz 和 77.5 kHz)：圖 2.8- 10 為載波頻率為 40 kHz 之下的解調結果，上面紅色弦波部分為天線輸入的調變訊號，下面藍色部分為解調後的訊號。圖 2.8- 11 為載波頻率為 60 kHz 之下的解調結果；圖 2.8- 12 為載波頻率為 77.5 kHz 之下的解調結果。以上三種輸入載波頻率下的調變訊號電路都可以成功解調出來。

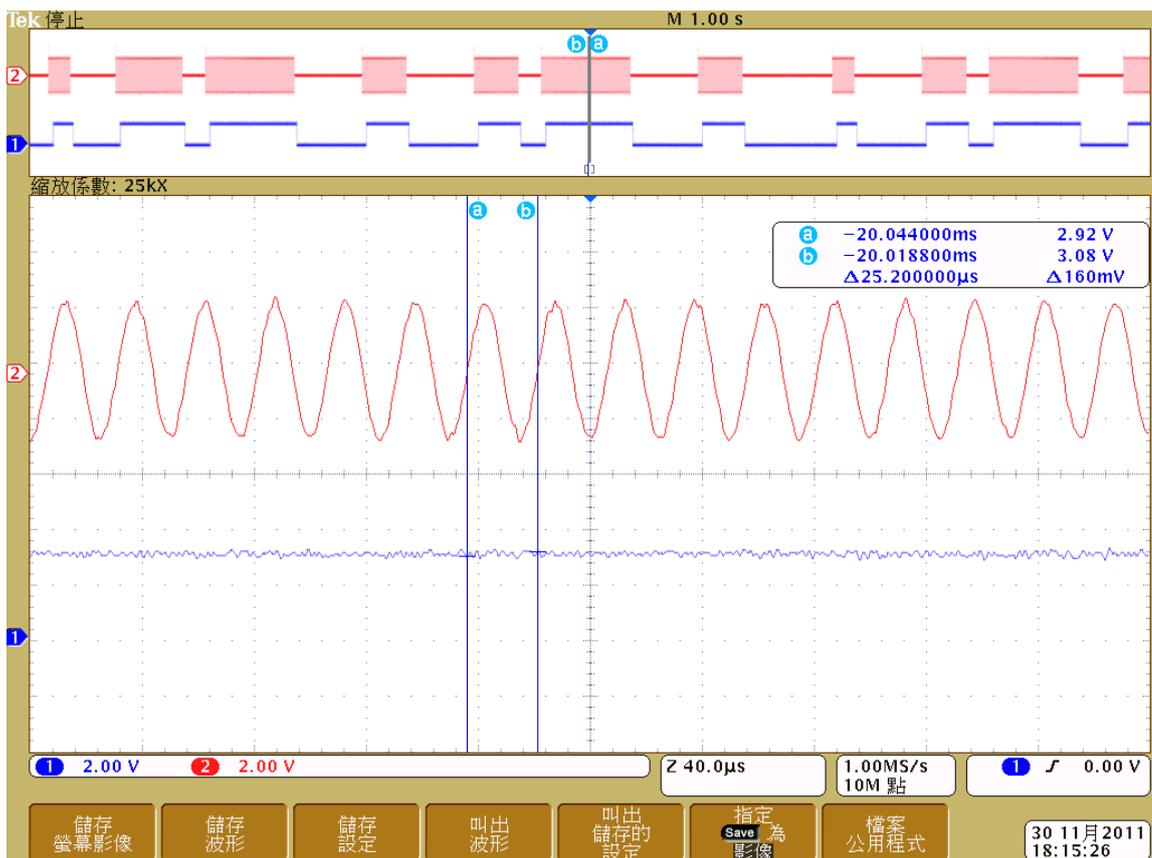


圖 2.8- 10：載波頻率為 40 kHz 之下的解調結果

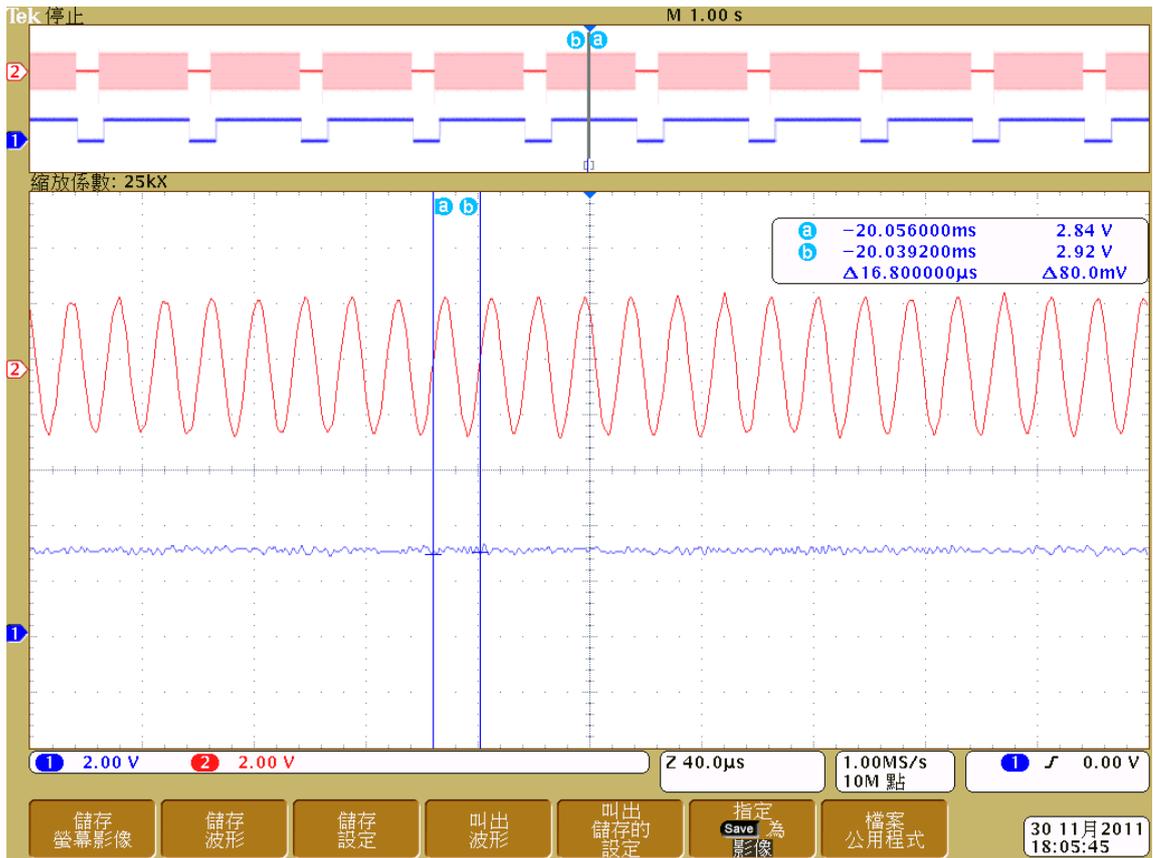


圖 2.8- 11：載波頻率為 60 kHz 之下的解調結果

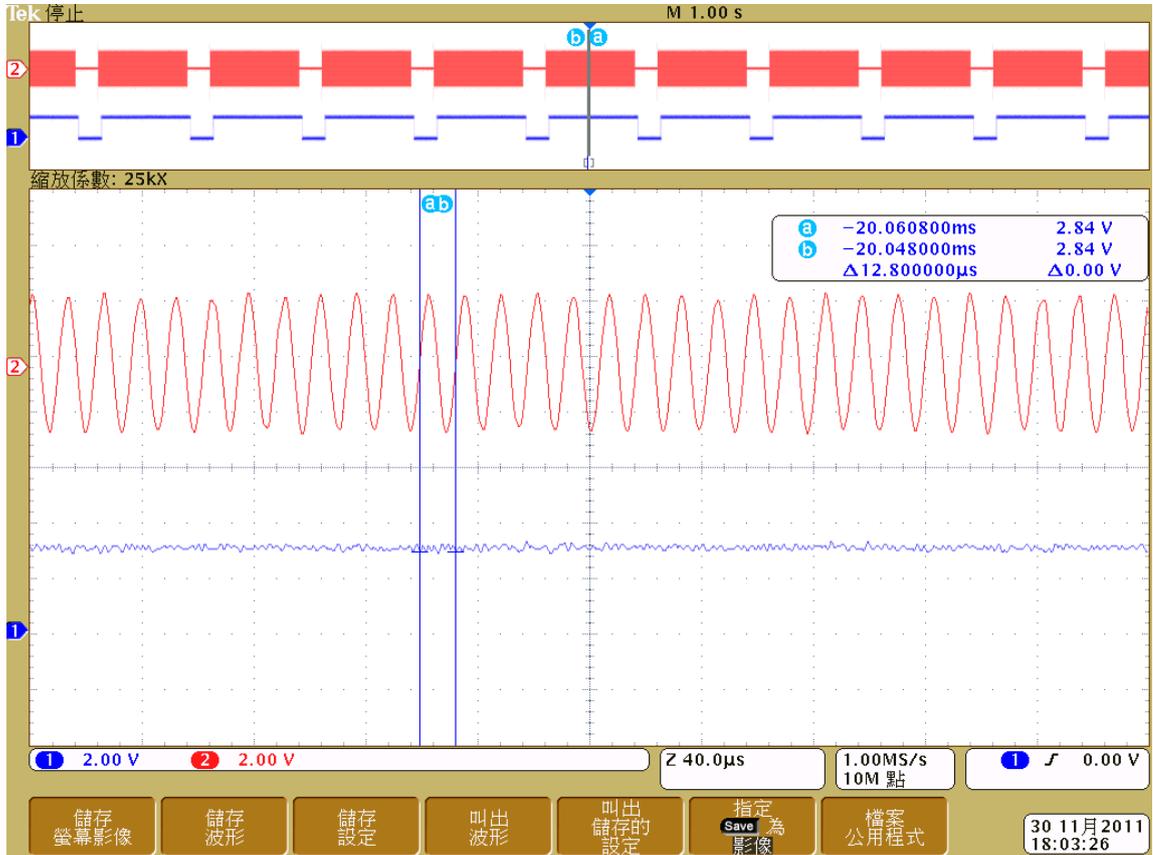


圖 2.8- 12：載波頻率為 77.5 kHz 之下的解調結果

表 2.8-2：低頻系統接收晶片設計開發模擬及量測結果彙整

	Specifications	Simulation	Measurement
Freq Range	40 kHz~77.5kHz	40 kHz~77.5kHz	40 kHz~77.5kHz
Supply Voltage	2.7 V– 3.3V	2.7 V– 3.3V	2.7 V– 3.3 V
Supply Current	<100 μ A	<91.8 μ A	73.63 μ A–87.6 μ A
Standby Current	<1 μ A	1.4 nA	0.83 μ A–4.84 μ A
Sensitivity	1 μ V	<1.2 μ V	520 μ V ~620 μ V ^註

註：量測到的 sensitivity 受限於訊號源和環境雜訊，當輸入訊號 500 μ V 時已經跟環境雜訊非常接近，此時無法有效判定是訊號還是雜訊，所以實際上的 sensitivity 會優於目前所量測到的數據。

綜合以上，模擬及量測規格彙整如表 2.8-2 所示，已完成進一步強化接收晶片之功能，使其能夠對應多頻段訊號之接收，同時在靈敏度以及省電度方面予以提升。

此外，除了完成晶片設計與實作，並將低頻接收晶片研發成果整理成論文一篇：Design of Low-power Receiver Front-end IC for Low-frequency Wireless Time Signal Broadcast System 發表於 2011 ISOCC；電路設計方面亦針對直流偏移問題提出創新的解決方法，並撰寫一篇專利於申請流程中。

經過這兩年在低頻接收晶片設計開發研究下，對低頻接收機有更大的掌握度，可幫助從接收端評估低頻無線時頻傳播系統設計參數；另透過接收晶片研發可為國內自行供應晶片奠定基礎，有助推動低頻無線時頻傳播系統建置計畫。

2.9 地震速報時間碼格式與創新服務研發

透過低頻電波進行相關服務訊息廣播可大範圍廣播、分區接收顯示本地訊息，目前研擬中之時間碼，包含高精度國家標準時間、氣象預報、氣象告警(如：颱風特報、豪大雨特報、低溫特報等)、土石流紅色警戒等標準時間及公共民生服務訊息。

有鑑於近年來大型地震頻傳，造成許多寶貴生命嚴重傷亡，而臺灣地區因地處環太平洋地震帶，亦是地震頻仍的區域，20 世紀發生於臺灣地區之災害性地震分佈如圖 2.9- 1 所示；透過低頻系統來傳遞地震告警的想法因而產生，希望能透過此涵蓋廣泛、死角較少的低頻系統來即時發送地震告警，希望能為民眾爭取寶貴的黃金避難時間。

根據交通部中央氣象局辛在勤局長的說法：「地震預警無法預防災害不發生，而是多爭取減少災害的關鍵秒數，例如讓鐵路早幾秒停車，電廠機組早幾秒關機。不要小看這幾秒，關鍵的秒數可能避免列車出軌、翻車、電廠火災等重大意外。」

若一般民眾在家中也能早幾秒得知即將有地震發生，或也能即時關

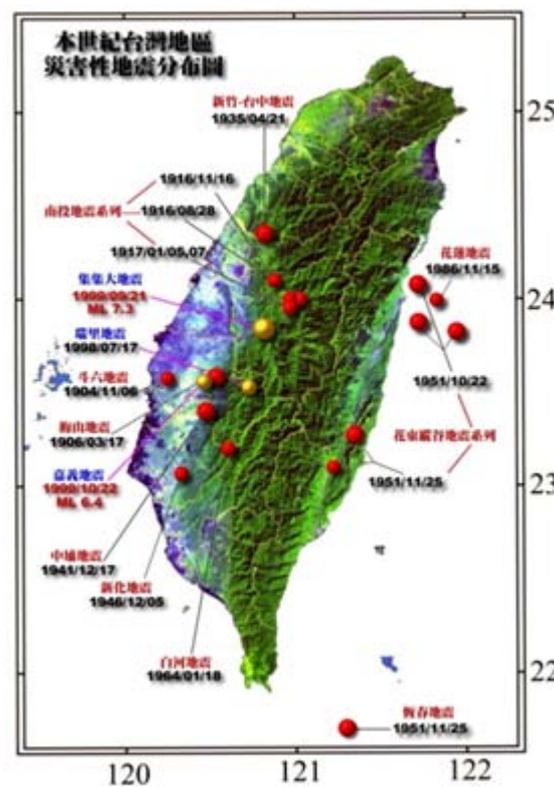


圖 2.9- 1：臺灣地區 20 世紀災害性地震分佈圖

閉瓦斯，並早一步離開危險的地方；當然，對於大多數居住大樓的民眾而言，幾秒鐘或許無法到達戶外空曠地區，但卻足夠讓自身與家人到達住家樑柱或其他堅固物體旁的安全三角地帶，並減少生命傷亡。

地震預警的基本概念就是在和震波賽跑，根據中央氣象局地震中心的觀測研究，地震發生時，震波的 P 波每秒跑 5~7 公里(又稱為疏密波、壓縮波或是縱波)，而 S 波每秒跑 3~5 公里(又稱為高低波、剪力波或是橫波)，但主要是 S 波造成災害；因此，距離震央越遠的地區，其可達到之預警時間越長。

但目前低頻傳播系統之時間碼格式碼框長度為 60 秒鐘，並不適合發送突發性卻又緊急的地震告警；但能於地震發生後，即時發送地震報告，避免大量民眾於地震發生後登入中央氣象局網站查詢地震狀況，進而造成中央氣象局網站壅塞與癱瘓。此「地震速報創新服務研發」的重點即在於低頻系統取得氣象局發佈之緊急即時地震訊息後，能將低頻傳播系統的時間碼產生設備馬上切換至「緊急模式」，然後透過特殊編碼之較短碼框方式，以插播的方式，即時發送地震告警，期能為重要公共設施、工廠設備及一般民眾爭取數秒之「黃金緊急應變時間」。

以下介紹低頻應用於「地震速報創新服務研發」所需完成之重點工作，包含(1)時間碼產生設備之緊急模式插播功能、(2)地震速報時間碼格式設計、(3)地震速報終端設備開發、(4)系統測試驗證結果及(5)分析初步結果。

(1) 時間碼產生設備之緊急模式插播功能

本計畫於 98 年建置商用等級之時間碼產生設備 (Meinberg GEN170CHT)，並於 99 年進行設備功能擴充，使得目前建置於桃園龜山壽山岩的「低頻無線時頻傳播系統展示平台」除可傳送 1 分鐘標準碼框長度之時頻訊號外，亦可進行插播傳送 10 秒鐘碼框長度之緊急訊息，藉以達到傳送地震速報等需緊急傳送之告警訊息。圖 2.9-2 為低頻系統地震速報之系統架構圖，低頻系統地震速報之發佈流程則如圖 2.9-3 所示。

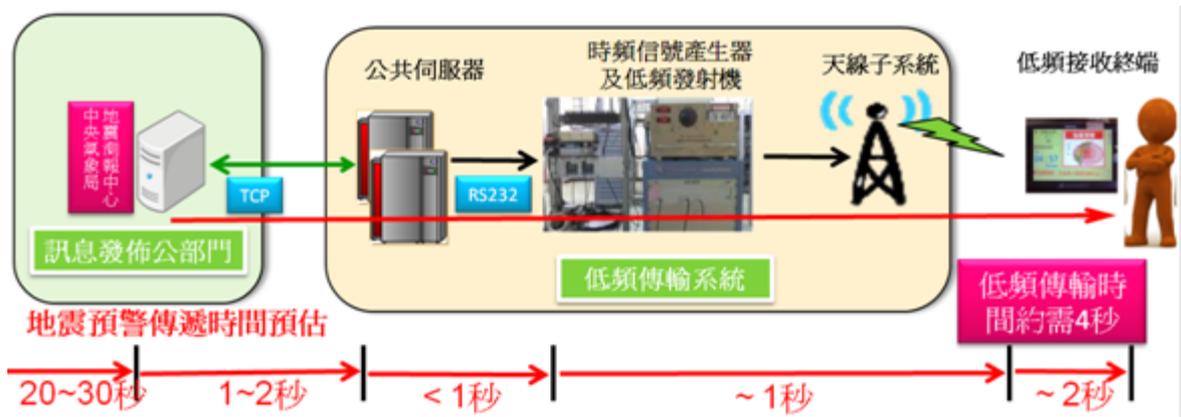


圖 2.9- 2：低頻系統地震速報之系統架構圖



圖 2.9- 3：低頻系統地震速報之發佈流程示意圖

(2) 地震速報時間碼格式設計

在地震速報時間編碼方面，經多次與中央氣象局討論，已共同完成依般模式之地震報告與緊急模式之地震速報格式初稿。地震報告欲傳送的資訊包括震央位置、芮氏規模以及地震震源深度級最大震度縣市；地震速報為了達到即時通報的效果，資訊為警戒區域，而接收機在收到相關資訊後，可依所在位置發出相應告警訊息。詳細編碼格式如下：

- 地震速報編碼格式：其碼框設定為 10 秒鐘，考慮目的為即時通報民眾，因此用簡短的時間通報民眾該地點是否為地震警戒區域，並同時告知警戒等級，完整地震速報編碼如表 2.9- 1 所示。

表 2.9- 1：地震速報編碼規劃

資訊	種類數	長度 (秒)	位元數 (bits)
地震識別		2	4
警戒區域	255	4	8
警戒區域 (重複傳送)	255	4	8

類型	同步 識別	服務類型		服務載送資訊	同步	同步 識別	時間資訊	同步
秒數	1	2	2	34	1	1	18	1

圖 2.9- 4：一般模式碼框

- 地震識別：分配 4 位元。地震速報目前只告警預估本地震度 4 級以上之區域，其中並以地震識別區分是否為強震(最大震度達 6 級)速報。當強震發生時，所有區域將皆接收到告警；若為一般地震速報，則只針對本地區域預估在 4 級以上者發出告警。此外地震識別可幫助讓地震速報發送接收更快速，當強震襲擊，每個區域皆告警時，接收機最快可於 4 秒內顯示告警。
- 警戒區域：分配 16 位元。重覆傳送兩次警戒區域。警戒區域目前將台灣分為八個區域，分別為北部、竹苗、中部、嘉南、高屏、台東、花蓮及宜蘭。
- 地震報告編碼格式：地震報告屬於低頻無線時頻傳播系統的一般模式(一般模式碼框如圖 2.9-4 所示)，發佈時機在氣象局於地震發生後迅速計算出地震相關資訊，並發佈訊息給民眾，避免民眾恐慌及二度傷害。圖 2.9-5 為一般氣象局地震報告，而低頻地震速報編碼如表 2.9-2 所示，包含圖 2.9-5 所標示之資訊。詳細說明如下：

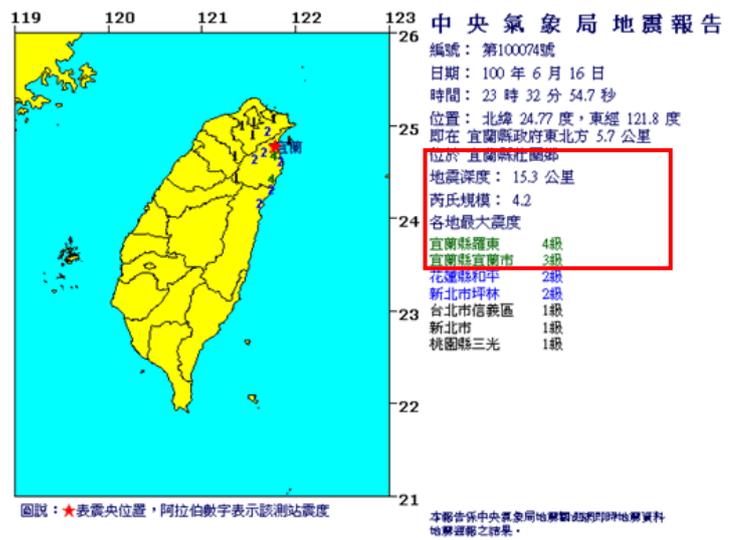


圖 2.9- 5：中央氣象局地震報告

表 2.9- 2：地震報告編碼規劃

資訊	種類數	長度 (秒)	位元數 (bits)	
震央	406	6	12	
規模	53	3	6	
深度	4	1	2	
最大震度縣市	縣市	22	2.5	5
	震度	7	1.5	3

- 震央：分配 12 位元。震央將台灣本島、離島及外海區分為約 400 個種類。
- 芮氏規模：分配 6 位元。可傳送刻度為 0.1，共有 3 以下、8 以上及規模 3 至 8 之間細分共 53 種。
- 地震震源深度：分配 2 位元。可傳送四種深度：極淺地震(0~30 公里)、淺層地震(30~70 公里)、中層地震(70~300 公里)及深層地震(300~700 公里)。
- 最大震度縣市：分配 8 位元。其中 5 位元表示最大震度發生的縣市，3 位元表示最大震度的級數。

(3) 地震速報終端設備開發

圖 2.9-6 為低頻雛形終端主畫面，平時顯示日期、國家標準時間、天氣氣象預報、低頻即時訊號品質及有效資料率等。當地震速報告警發生時，低頻雛形終端將出現告警畫面、告警訊息即告警聲響如圖 2.9-7 所示。

此外本低頻應用程式著重於低頻訊號接收品質判斷，除畫面直接顯示低頻即時訊號品質與有效資料率，可以幫助低頻雛形終端找尋低頻收訊較佳的位置之外，地震速報告警功能亦加上有效資料率 95%之判斷機制以減少誤報的機會。



圖 2.9-6：低頻雛形終端主畫面

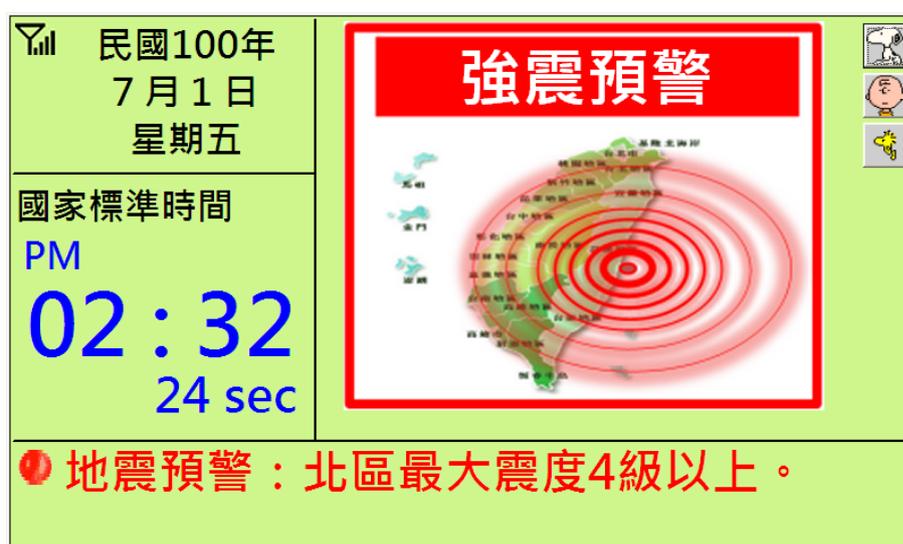


圖 2.9-7：強震預警告警畫面

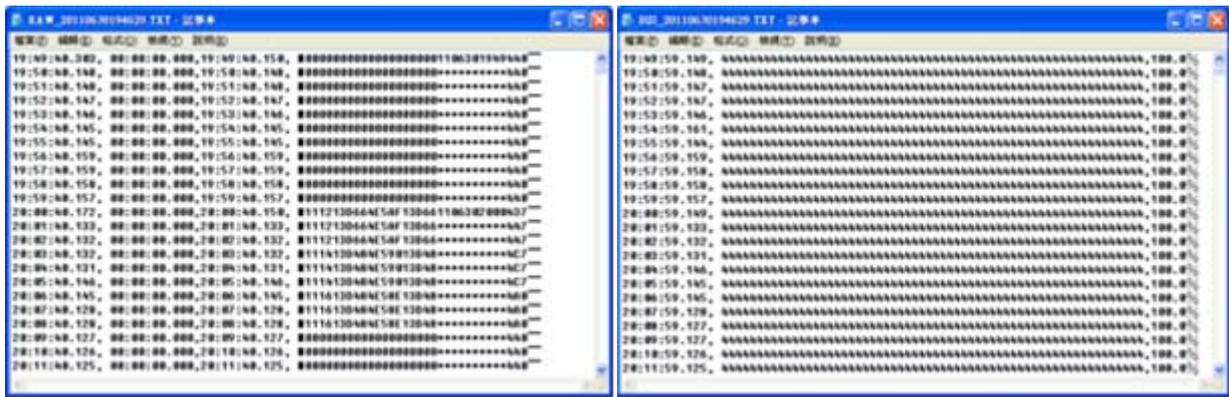


圖 2.9- 8：低頻應用程式 log 檔記錄

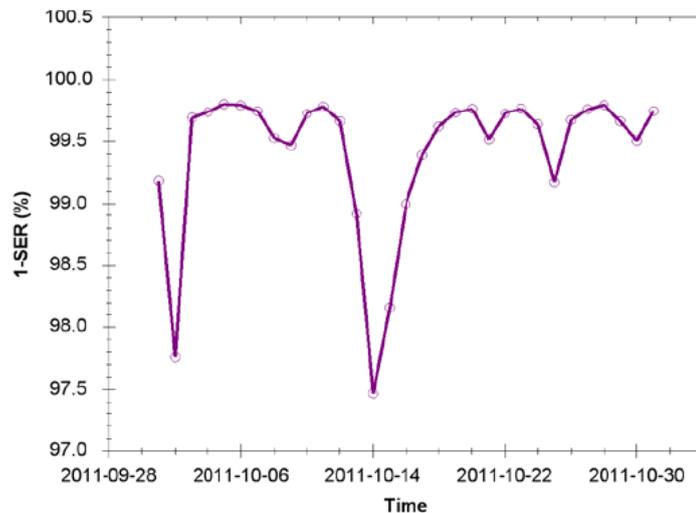


圖 2.9-9：接收端 Symbol 正確率

終端設備同時可記錄 log 檔如圖 2.9-8，可透過資料的記錄分析長時間的低頻系統運作情形。圖 2.9-8 左圖為每分鐘之資訊記錄，右圖為每秒中訊號品質記錄。

(4) 系統測試驗證結果

完成低頻伺服器連接氣象局地震資訊發佈系統、時間碼產生設備之緊急模式插播功能、地震速報時間碼格式設計到地震速報終端設備開發後，我們實際利用展示平台驗證地震速報創新服務。圖 2.9- 9 是實際接收龜山展示平台訊號之接收機接收低頻訊號情形，此接收機大約距離展示平台 20 公里遠，由圖中可看出其 Symbol 正確率皆大於 95%以上，因此我們進一步測試分析它接收地震速報的情形。在我們分析的這一個月裡，伺服器端共發射出 6 筆地震速報記錄，接收機也正確的接收了這 6 筆資訊，統整這 6 筆地震速報傳遞時間如表 2.9-3 所示，可以看出從低頻

表 2.9-3：地震速報傳遞時間

	最大值(秒)	最小值(秒)
低頻伺服器處理時間	0.063	0.043
低頻伺服器到發射所需時間	1	0
發射機處理時間	0.212	0.165
地震速報	2	2
接收端處理時間	0.11	0.032
總共傳遞時間	3.385	2.24

伺服器接收到氣象局資料到接收端之間的最大傳遞時間為 3.385 秒，此為利用低頻系統傳送地震速報之通訊時間，然而實際透過地震預報爭取到地震發生前的黃金時間長短，仍需以使用者距離震央位置為主，距離震央愈遠可以爭取到更長的緩衝時間。

(5) 分析初步結果

本研究在實際應用時，於測試程式中納入接收資料的過程紀錄，之後回收使用者測試設備，取出紀錄資料，並搭配自行研發之效能分析程式 BSI Analyzer，可針對時、日、月、24 小時資料正確率之統計計算，進行實際應用效能之分析。圖 2.9-10 及圖 2.9-11 為自行研發之效能分析程式 BSI Analyzer。

- 日平均資料接收正確率：我們取出 2011 年十月之當月各使用者之紀錄資料，進行每日平均資料接收正確率分析。結果如圖 2.9-12 所示。
- 各小時平均資料接收正確率：可以清楚觀察到對某些使用者而言，可能因為白天家中電器活動，在早上七點至晚上九點之區間內，其干擾會大幅影響接收器之接收性能。結果如圖 2.9-13 所示。

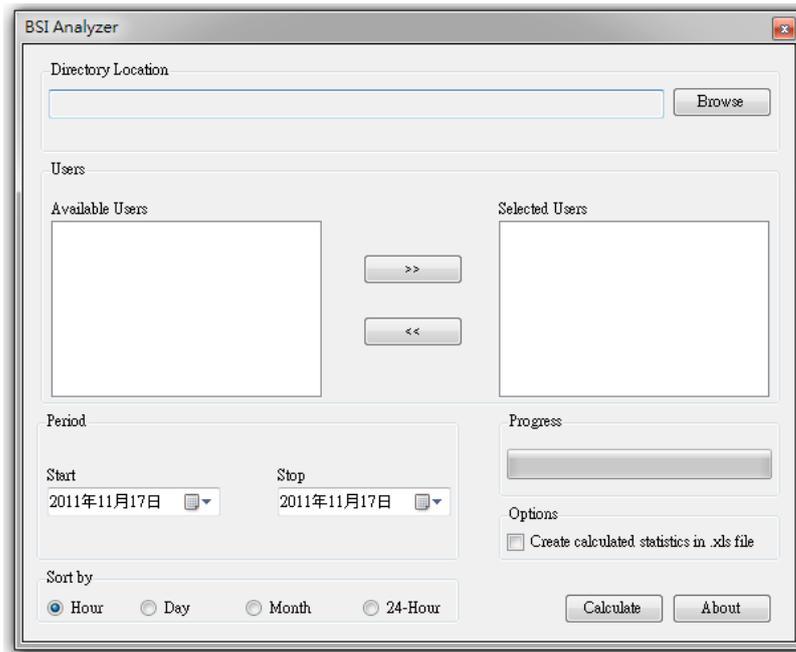


圖 2.9-10：自行研發之效能分析程式 BSI Analyzer

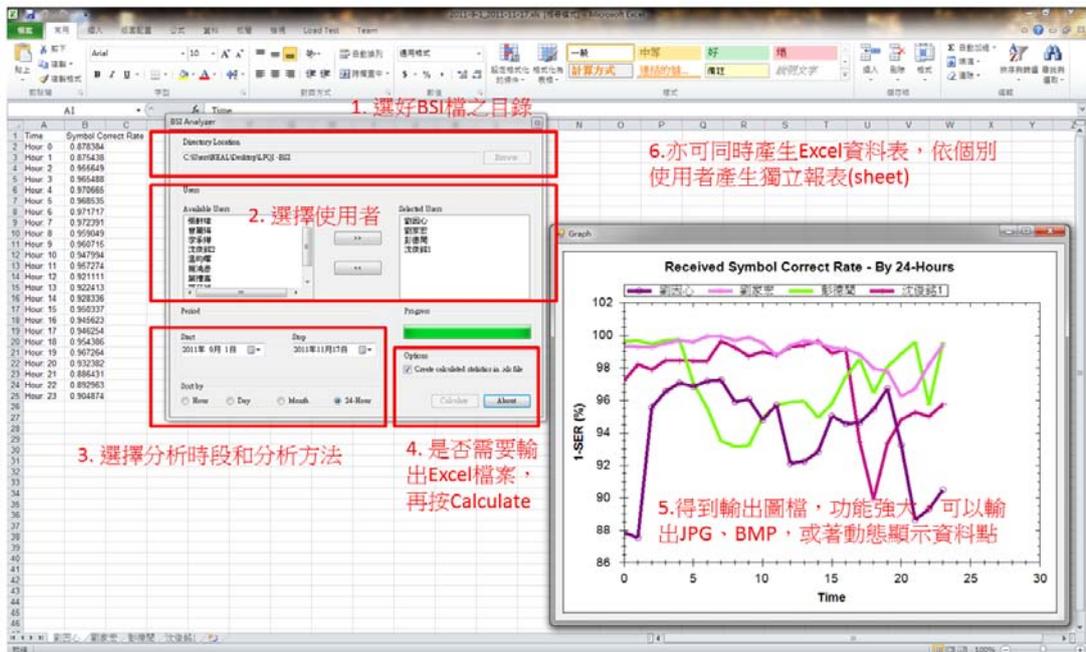


圖 2.9-11：BSI Analyzer 之效能分析介紹

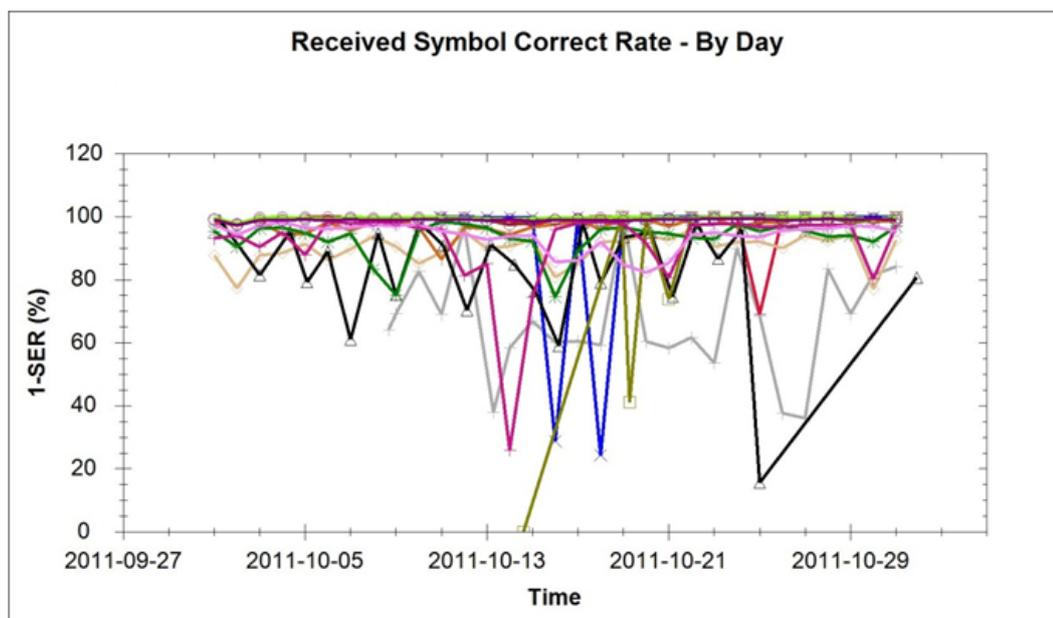


圖 2.9-12：日平均資料接收正確率

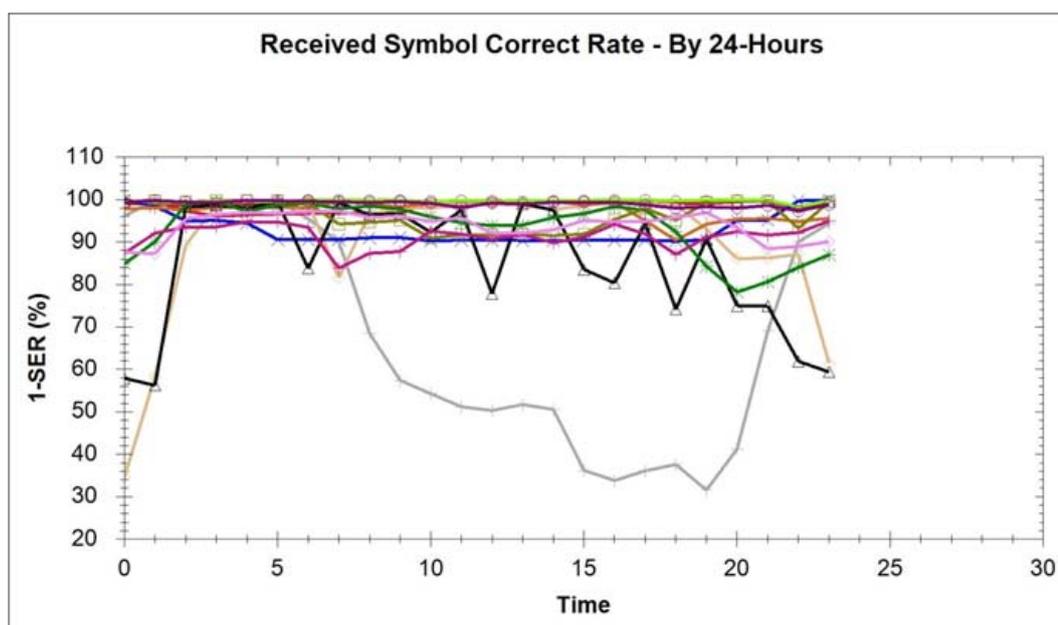


圖 2.9-13：24 小時之各小時平均資料接收正確率

綜合以上，本計畫積極於民生資訊服務研發及驗證，地震速報已從民生公共伺服器整合到時頻訊號產生設備、發射機與接收終端。經過實驗驗證目前在將有強震發生時，4 秒內可即時告警；將有地震時，各警戒區域可依序在 5 至 8 秒告警。其創新性及應用面極具價值，未來將繼續確認可靠性，藉由地震速報服務展示，突顯低頻無線時頻傳播系統對於民眾生命財產安全的助益。

2.10 低頻應用服務推廣活動

基於98年度建置於桃園縣龜山鄉中華電信壽山岩機房之低頻無線時頻傳播系統展示平台，本年度陸續進行低頻應用服務的推廣活動，包括台北花卉博覽會低頻服務示範活動、農委會水保局土石流告警服務、地震速報服務、中華電信研究所內展示活動、經濟部水利署推廣活動、新北市消防局推廣活動、學術推廣活動等七大項。

(1) 台北花卉博覽會低頻服務示範活動

本次在花博會的展示分為戶外展示與室內展示兩種。戶外展示項目包括圓山區爭豔館外的一座標準版電子看板、美術館區鐘塔一座精簡版電子看板、及新生區迎賓長廊的一座精簡版電子看板。廣播的訊息包括國家標準時間、天氣預報、氣象告警、花博會相關訊息、及政令宣導等。室內展示地點在圓山區真相館地下一樓，展示項目包括投影機播放低頻簡介短片、電視櫃播放低頻簡報、及兩幅靜態海報。展示的內容低頻無線技術簡介、低頻無線傳播系統簡介、全世界低頻無線傳播應用現況介紹、台灣低頻無線傳播技術發展現況與實驗平台介紹、及災害防治應用介紹等。本年度主要工作項目包括：

- 完成2010年台北花博會圓山公園區低頻展示系統電子看板標檢局民國100年標語之更換，包括「中華民國精彩100」、「創新經濟樂活台灣」、「花團錦簇迎百年」等。圖2.10-1為2010年台北花博會圓山公園區低頻接收器照片，以及花博會參觀人潮。
- 完成2010年台北花博會低頻系統展示維運，包括圓山區低頻及藍牙接收模組電池更換與維護、美術公園區低頻電子看板維護及新生公園區低頻電子看板維護。
- 花博結束前的最後一晚(100/4/25)圓山公園區爭豔館的低頻電子看板陪伴在場的所有來賓一同倒數(圖2.10-2)。
- 5/20順利完成台北花博會三座低頻電子看板退場。



圖 2.10-1 : 2010 年台北花博會圓山公園區低頻接收器照片及花博會參觀人潮



圖 2.10-2 : 2011/4/25 台北花博圓山公園區爭豔館低頻電子看板前倒數景象

(2) 農委會水保局土石流告警服務

99/12/16 前往南投水保局土石流防災中心向陳振宇主任及中心同仁簡報與展示警戒區域，確認 100 年度土石流低頻告警示範點建置工作與適用範圍，包括霞雲村的綠光森林觀光民宿及澤仁村的復興鄉鄉民代表會。本年度上半年主要工作成果包括：

- 完成土石流告警示範區終端解決方案，內容包括低頻模組、藍牙模組、具藍牙串列埠定義功能的 XP 版本 MID 及 XP 版本的低頻告警終端接收程式與圖形化介面。
- 完成復興鄉土石流告警兩處示範點的訊號接收測試與服務展示。
- 完成復興鄉土石流告警示範區財物借用單。
- 完成復興鄉土石流告警示範點 MID 使用指南製作，包括簡易的障礙排除。
- 完成土石流告警示範點試用上線。圖 2.10-3 為桃園縣復興鄉土石流低頻告警示範點現場接收土石流告警訊號情況，圖 2.10-4 為桃園縣復興鄉土石流低頻告警示範點建置結果。
- 完成土石流告警示範點演練訊息排程發送。
- 規劃每隔 1~2 個月前往兩處示範點下載訊號接收的紀錄檔案 (Log Files)，同時瞭解使用的狀況，後續可利用記錄檔案進行分析，計算 BER 及 FER。



圖 2.10-3：桃園縣復興鄉土石流低頻告警示範點現場接收土石流告警情況



圖 2.10-4：桃園縣復興鄉土石流低頻告警示範點建置結果，圖左為澤仁村的復興鄉鄉民代表會，圖右為霞雲村的綠光森林觀光民宿

(3) 地震速報應用

自 99 年與中央氣象局組成低頻防救災應用服務工作小組之後，便積極進行低頻地震速報時間碼格式制訂與程式開發。此外，因應 311 日本東北大地震，加速進行地震速報應用之開發。本年度上半年主要工作成果包括：

- 2/23 前往中央氣象局與氣象局地震測報中心及國家災害防救科技中心進行「低頻地震預警技術討論及時間碼格式討論會議」，議程包括低頻地震速報技術與時間碼規劃簡報(低頻計畫)、時間碼格式討論、有線寬頻網路及行動網路於地震速報之應用討論、示範區建置討論及後續合作計畫討論。圖 2.10-5 為地震速報系統規劃架構圖。
- 因應日本 311 東北大地震，加速進行低頻地震預警技術評估及應用開發
 - 3/14 召開跨計畫低頻地震預警工作會議，確認系統功能及時間碼產生設備與公共伺服器介面與開發時程
 - 3/15 完成「因應日本地震之低頻地震預警簡報」並向電信研究所所長簡報
 - 3/19 完成「低頻廣播系統在重大災難簡訊示警系統探討」報告，並提供網路處黃博彙整轉呈 NCC 及行政院參考，俾爭取政府低頻系統建置經費
 - 3/22 完成低頻地震預警應用整合測試，實測低頻傳輸延遲約為 4 秒，圖 2.10-6 為低頻廣播系統地震速報架構及訊令流程圖，圖 2.10-7：低頻地震速報圖形化使用介面
- 4/15 依據交通部郵電司指示之「研議仿效建置類似之災害速報資訊通報（簡訊廣播）系統」，完成低頻廣播系統在重大災難告警應用之探討。主要內容包括前言、目的、低頻廣播系統的服務項目、低頻廣播試用系統成果、低頻廣播系統在強震即時

警報系統之通報說明、可行性評估、投入支援及效益評估等。

- 完成低頻地震預警應用的測試規劃書及測試規劃書的測試項目，所有測項測試皆正常。

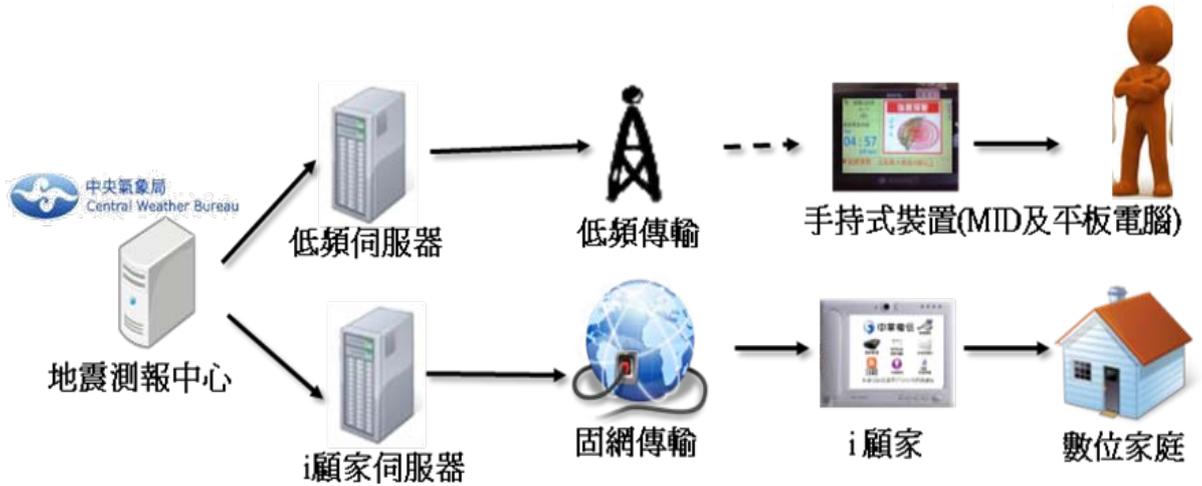


圖 2.10-5：地震速報系統規劃架構圖

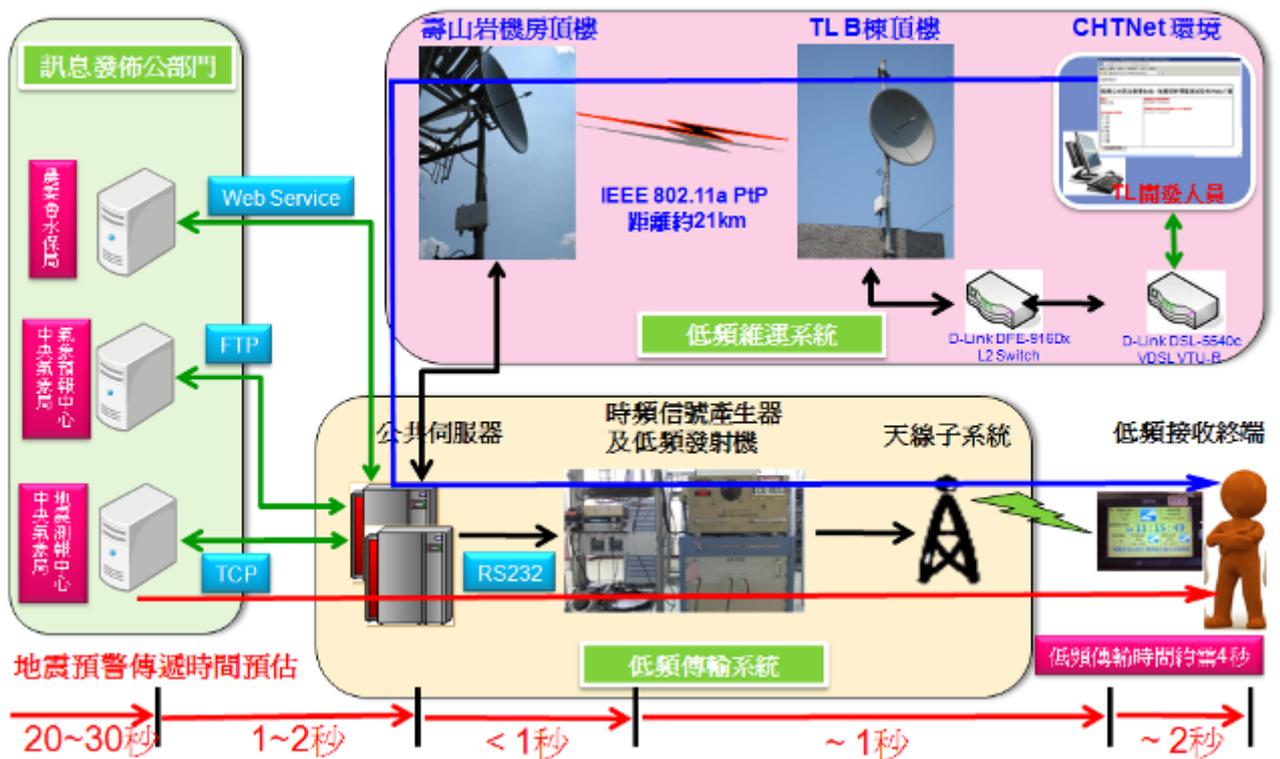


圖 2.10-6：低頻廣播系統地震速報架構及訊令流程圖



圖 2.10-7：低頻地震速報圖形化使用介面

(4) 中華電信研究所內展示活動

中華電信研究所低頻傳播系統服務展示設置：配合台北花博會於 2011/4/25 正式落幕，規劃將三座低頻電子看板搬遷至中華電信研究所，以繼續進行低頻應用服務之推廣活動。在 4/1「國家度量衡標準實驗室運作計畫建立及維持國家時間與頻率標準 101 年綱要計畫書」審查會議中，本項規劃獲得標檢局的同意。主要的工作項目包括：

- 完成中華電信研究所低頻電子看板裝設地點訊號測試，測試地點包括 A 棟門口、A 棟門口並在 A 棟頂樓使用中繼、D 棟大禮堂外爬滿藤蔓的牆、D 棟藤蔓牆並在 D 棟頂樓使用中繼、大門口警衛室上方及台北大安辦公室大門口。圖 2.10-8 為候選地點的測試結果。
- 完成低頻系統花博會展示設備搬遷勞務購案。
- 5/20 完成電子看板搬遷及安裝，包括台北大安辦公室大門口精簡版低頻看板一座、楊梅電信研究所 C 棟門口精簡版低頻看板一座及電信研究所大門口警衛室屋頂標準版低頻看板一座，可正常接收國家標準時間、溫度預報及降雨機率預報，並可配合天氣預報顯示對應的圖案。圖 2.10-9 為花博低頻電子看板搬遷過程及結果
- 研究所低頻電子看板展示及相關維運工作。主要工作包括接收軟體更新、資料檢測演算法優化、資料同步優化、延長電子看

板時間顯示長度，由 6 秒延長為 18 秒及更新電子看板罐頭語。

	訊號強度 dBuv/m	雜訊強度 dBuv/m	終端接收狀況	建議優先順序
總公司門口	53	38	V	OK
大安門口	55	38	V	OK
A棟門口(中繼)	55.3	37.3	X(隔兩道牆)	X
A棟門口	50	35	V	V
C棟門口(中繼)	56	43	V	2
C棟門口	-	-	X	X
D棟藤蔓牆(中繼)	55.4	37.0	V	V
D棟藤蔓牆	45	35	V	X
大門口	49.8	38.9	V	1

圖 2.10-8：花博低頻電子看板搬遷至電信研究所候選地點訊號測試結果

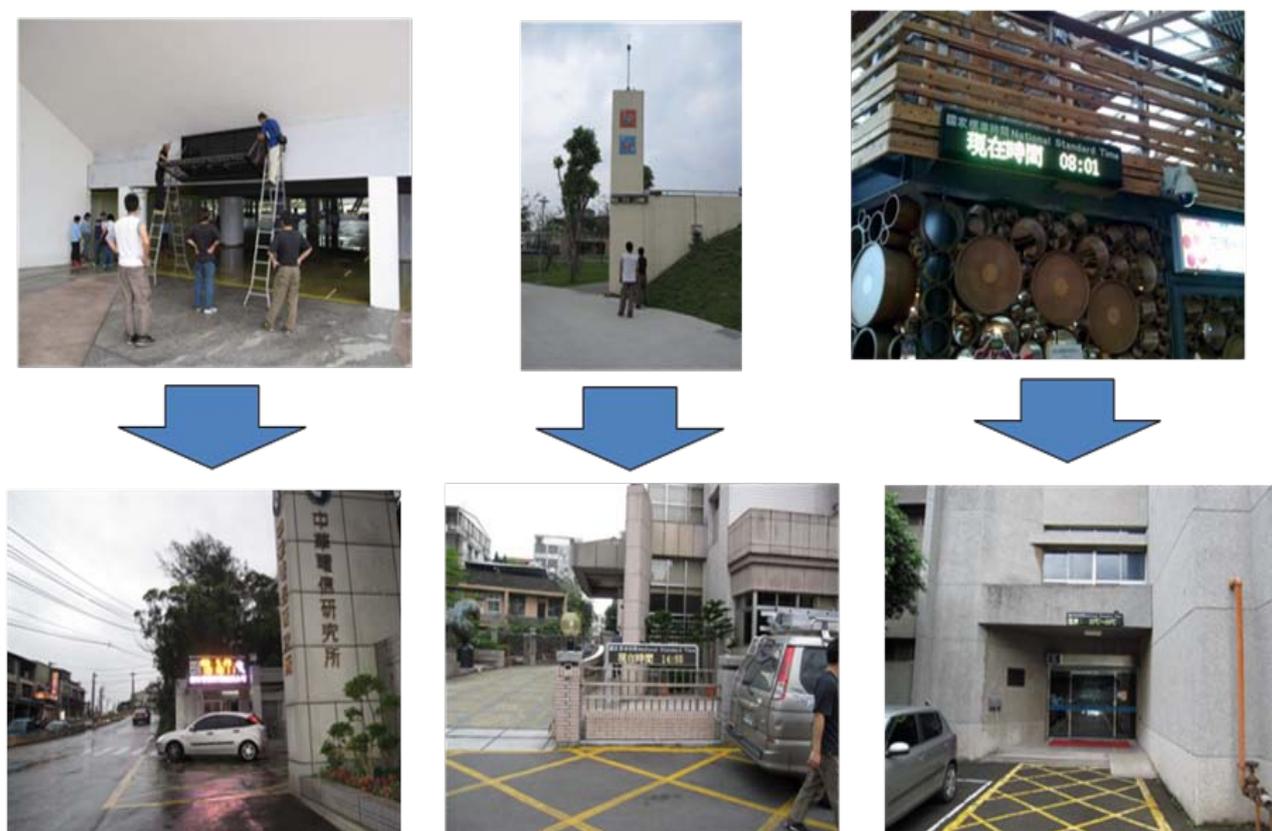


圖 2.10-9：花博低頻電子看板搬遷過程及結果

(5) 經濟部水利署推廣活動

透過中華電信企業客戶分公司專案處的協助，前往經濟部水利署水利防災中心進行低頻系統應用於淹水預警之簡報並進行相關討論：

- 6/2 參加經濟部水利署低頻及雲端討論會議，拜訪防災中心主任謝明昌主任並進行低頻系統之簡報。重點包括(a)水利署現有淹水通報管道有三：簡訊 LBS、網頁通報單、電話通知當地村里長再廣播，水利署告警的類型有三：村里、河川、水庫洩洪。(b)水利署告警的時間間隔分為 1、3、6、12、24 小時，水利署告警的程度分為 1 級(立即發生淹水的機率超過 70%)及 2 級(3 小時內發生淹水的機率超過 70%)。(c)水利署建議可以參考日本的例子，在下游親水區域設置淹水的告警電子看板，並且與各地縣市政府合作（例如新北市的大豹溪）。(d)水利署正在推動自主防災社區，未來告警可能以社區為單位。重要結論包括(a)謝主任表示將再思考未來是否將低頻放入水利署的告警管道中、(b)謝主任同意先以示範計畫的方式進行、(c)台中營運處企客科業務經理建議針對低頻提一個標專案、(d)由本計畫提出 101 年計畫預算（包括人力費用及設備費用），以爭取水利署預算。
- 6/27 與企分共同完成招標規範書，計畫期程分為
 - 小規模測試推廣期：大豹溪親水遊憩水域洪水通報，如圖 2.10-10 所示
 - 大規模建置應用期：淡水河流域民眾淹水預警通報，如圖 2.10-11 所示
- 6/29 完成兩處示範地點東眼橋與醒心橋的低頻訊號接收量測，量測結果為訊號強度均高於接收臨界值，其中以東眼橋的接收狀況最佳，如圖 2.10-12 所示。
- 7/14 再度前往水利署進行第二次簡報以爭取計畫預算，由於目

前規劃之應用服務並非屬於水利署的權責，因此將轉向地方政府推廣。



圖 2.10-10：經濟部水利署水利防災中心淹水預警小規模測試推廣規劃

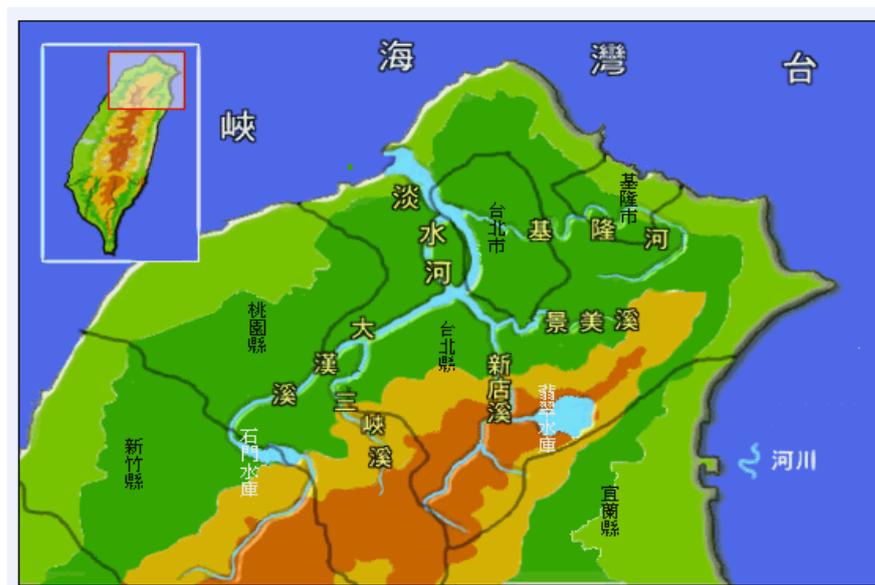


圖 2.10-11：經濟部水利署水利防災中心淹水預警大規模測試推廣規劃



圖 2.10-12：淹水告警示範點低頻訊號量測

(6) 新北市消防局推廣活動

透過中華電信企業客戶分公司的協助，委請北區電信分公司 / 新北營運處 / 第一企業客戶科何永福工程師聯繫新北市消防局(大豹溪流域的親水區域的權責單位是新北市消防局)，進行低頻於淹水告警應用之推廣：

- 8/18 拜訪新北市消防局進行「低頻系統規劃與介紹」簡報：(a) 業主建議可先針對新北市八里地區之土石流及淹水保全戶進行示範計劃。(b)目前因電波範圍尚未遍及全新北市，若試用計劃成效良好，新北市消防局未來不排除規劃自建一低頻站台，以

涵蓋全新北市地區。(c)業主請低頻計畫前往八里、三峽及瑞芳等適用於低頻系統災害告警之應用地區，進行低頻接收功率調查。(d)業主日前已規劃建置一套民防廣播系統，做為預防貢寮核災發生之疏散宣導解決方案。建議本計畫之低頻系統能與該民防廣播系統結合，針對已建置之系統(如大聲公喇叭廣播或LED 電子看板等)能增加模組即可使用，以解決目前低頻終端設備之不足，該議題將請本計畫確認後再回覆業主。

- 完成低頻接收機與區公所現有之語音廣播系統整合規劃，Reuse 既有的「低頻 USB 接收子系統」、「低頻藍牙接收子系統」、「低頻告警應用程式」及「低頻資訊輸出子系統」，如圖 2.10-13。
- 完成低頻接收機與民眾防護行動廣播系統整合規劃，為方便各里直接獲得低頻告警訊息，可將低頻告警資訊語音輸出系統直接設置在各里廣播點。低頻告警資訊語音輸出系統可連接在擴大機的輸入端，惟介面應需要某種轉接頭，如圖 2.10-14。



圖 2.10-13：低頻接收機與區公所現有之語音廣播系統整合規劃

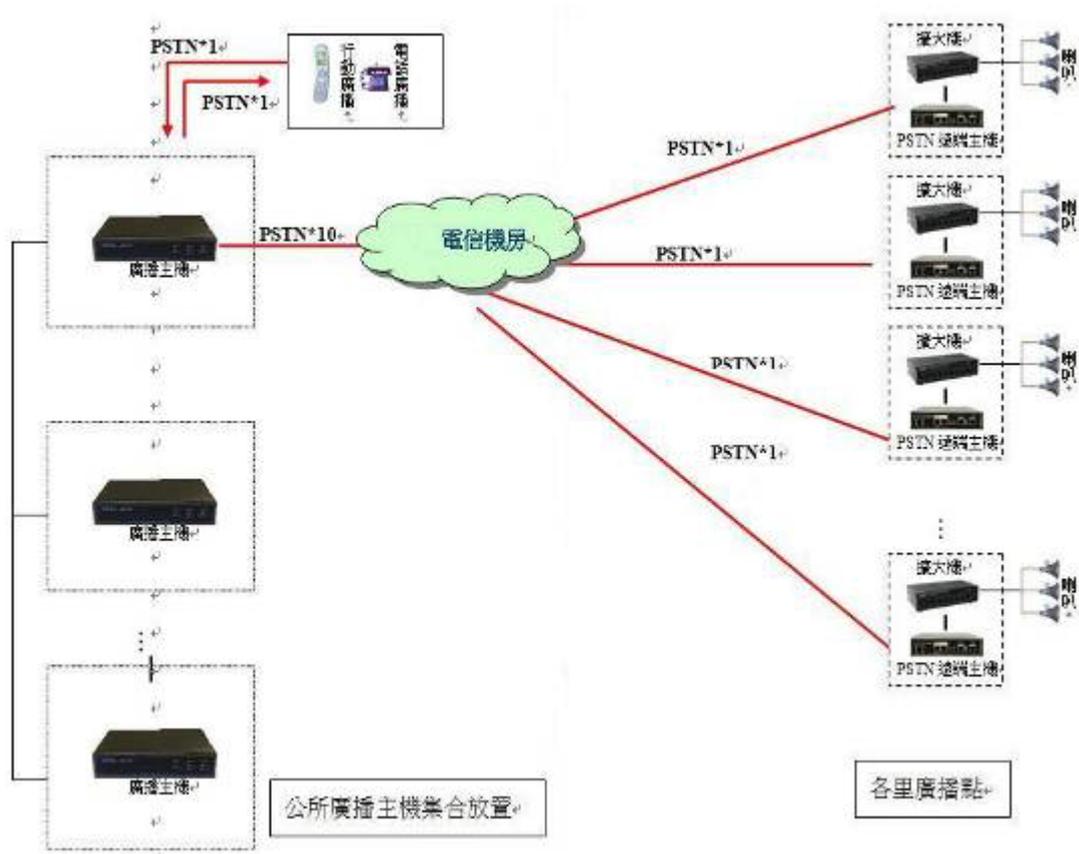


圖 2.10-14：低頻接收機與民眾防護行動廣播系統整合規劃

(7) 學術推廣活動

- 4/29 前往中國文化大學參加「2011 智慧型數位生活研討會」並簡報論文「低頻無線時頻傳播系統與智慧生活應用」。會議主持人為中國文化大學建築系的詹添全教授，詹教授於會中對於本系統表達高度的肯定。
- 6/8~6/10 參加 2011 The 11th Asia-Pacific ITS Forums 並簡報論文「Development of Low Frequency Time-Frequency Broadcasting System and Its Applications to Emergency Management」。除了發表論文之外，在展覽會場也與各家廠商進行交流，尋求低頻於 ITS 應用之機會。
- 投稿前瞻科技與管理期刊之“緊急訊息傳遞技術及其應用”論文撰寫。台灣大學蔡志宏教授邀請中華電信研究所共同參與撰

寫。本文針對各種不同的緊急訊息傳遞技術情境進行分析，並最後提出主動式防災雲概念。由於前瞻科技與管理期刊在國內的產官學界具有相當的影響力，藉由投稿該期刊將可有效推廣低頻無線時頻傳播系統的相關應用，並可對未來爭取建置經費有正面的助益。本文於 10/17 獲主辦單位通知錄取，並於於 2011 年 11 月第 1 卷 第 2 期刊出。

延續 99 年度計畫執行的成果與良好的基礎，100 年度持續積極進行各種可能的低頻應用服務推廣活動。特別是 2010 年台北花卉博覽會低頻服務示範區展示於 100/4/25 圓滿落幕，展示時間長達 171 日。根據主辦單位統計，花博總參觀人次約 900 萬人次，其中佔地大展覽變化多的爭艷館是第一名，累積超過 480 萬參觀人次，平均每天都有 2 萬 8 千人次參觀，累積參觀人次遠高出第二名未來館的 227 萬。本次低頻系統所展示的大型電子看板正是設置在爭艷館的入口，可將推廣與曝光的效益極大化。爭艷館的低頻電子看板，在花博活動期間成為醒目重要的地標，並且在花博結束前的最後一晚(100/4/25)陪同在場的所有來賓一同倒數。，媒體露出部分，也在聯合新聞網部落格、湯尼邦的部落格、警比和劉子部落格等電子媒體有出現關於真相館低頻廣播土石流防救災影片的報導。

三、結論與建議

本計畫之目標為規劃及設計一座「低頻無線時頻傳播系統」，並進行建置先期規劃與相關應用評估，結合高精度的國家標準時間，研製時間碼產生設備及公共民生廣播伺服器，以低頻無線自動對時的服務並建置低頻智慧化生活示範區，進而推動公部門之公共民生廣播服務合作。低頻無線時頻傳播系統同時涵蓋網路、民生、交通運輸、社會安全、通信、資訊、醫療、乃至環保等廣泛的領域，可提昇生活品質，增進產業的競爭力。由於低頻接收終端具有低成本且能輕易地接收低頻訊息的便利性，因此必能深植民心引起廣泛應用。

總結四年來的計畫內容，可以分為低頻無線時頻傳播系統建置與時間碼產生設備技術研發兩個子項工作。在低頻無線時頻傳播系統建置工作方面，本計畫完成下列工作項目：

- 低頻無線時頻傳播系統先期建置規劃
- 進行各項工程細部設計，完成系統建置需求規格書
- 藉由研發平台，進行相關技術評估與應用試驗
- 低頻無線時頻傳播系統共站規劃設計
- 低頻無線時頻傳播系統技術與應用之委託研究
- 低頻智慧化生活示範區之建立與整體測試評估
- 低頻傳播展示平台效能測試及系統優化
- 進行時間碼測試平台設備研究，完成時間碼產生設備技術研發規劃

在時間碼產生設備技術研發工作方面，本計畫完成下列工作項目：

- 完成時間碼產生設備原型機
- 完成時間碼產生設備建置及公共民生廣播服務伺服器開發
- 完成時間碼產生設備、公共民生廣播服務伺服器與低頻傳播展示平台整合測試。
- 完成公共民生廣播服務伺服器之運作規劃與異地備援網路架構規劃

除了原訂的國家標準時頻服務之外，基於我們所研發的創新國家時間碼，低頻傳播系統還可以進一步提供民眾緊急災害應變訊息告警、公共民生資訊、智慧家庭控制訊號及節能控制等服務。特別是緊急災害應變訊息告警的應用，面對近年來全球暖化氣候異常所帶來的複合式災害，低頻傳播系統所提供的災害告警服務格外具有其重要意義。目前已規劃的服務包括颱風警報、豪大雨特報、土石流警戒、緊急疏散警報、危橋危險道路警戒、地震速報等。

由於全球金融風暴、國家財政緊縮以及預算排擠，使得本計畫原訂之低頻無線時頻傳播系統之建置無法於明年進行。然而，本計畫仍積極透過各種展示與推廣活動持續爭取政府公部門與社會各界對於建置經費的支持。今年主要的低頻應用服務的推廣活動包括：

- 台北花卉博覽會低頻服務示範活動
- 農委會水保局土石流告警服務
- 地震速報服務
- 中華電信研究所內展示活動
- 經濟部水利署推廣活動
- 新北市消防局推廣活動
- 學術推廣活動

展望未來，低頻計畫將進入「保溫期」，工作重點仍在於透過各種展示的機會推廣低頻應用服務，以爭取建置預算的支持並早日完成低頻無線時頻傳播系統的建置。屆時，將能實現透過低頻無線方式傳送信賴國家標準時間，並建構智慧生活與安全居住環境。

附件

- (一)新台幣一百萬以上儀器設備清單
- (二)各種報告(技術報告、論文、出國報告)一覽表
- (三)研究成果統計表
- (四)經濟部標準檢驗局度量衡及認證類委辦科技計畫績效評估報告
- (五)委員審查意見

(一) 低頻無線時頻傳播系統建置計畫新台幣一百萬元以上儀器設備清單

儀器設備名稱	主要功能規格	平均單價	數量	總價	備註

(二) 各種報告(技術報告、論文、研討會、出國報告、技術創新)

論文一覽表

編號	項次	論文名稱	刊出日期	頁數	作者	期刊(會議)名稱	國家
1	國內論文	低頻無線時頻傳播系統與智慧生活應用	100/4	7	劉家宏 黃金石 沈俊銘 王中和 郭又禎	2011 智慧型數位生活研討會	台灣
2	國內論文	低頻無線時頻傳播系統建置計畫	100/5	14	王中和	中華民國科學技術年鑑	台灣
3	國際論文	Development of Low Frequency Time-Frequency Broadcasting System and Its Applications to Emergency Management	100/6	32	劉家宏 黃金石 沈俊銘 王中和 郭又禎	2011 The 11th Asia-Pacific ITS Forums	台灣
4	國際論文	Design of Low-power Receiver Front-end IC for Low-frequency Wireless Time Signal Broadcast System	100/10	4	郭又禎 徐永珍	2011 IEEE ISOC	南韓
5	國內論文	緊急訊息傳遞技術之探討	100/11	25	李維倫、劉家宏 何業勤、何信慶 周家麟、廖宗銘 黃智彥、張惠嘉	前瞻科技與管理期刊	台灣

文件報告一覽表

編號	報告名稱	作者	刊出日期	頁數	語言	機密等級
1	完成低頻智慧化生活示範區涵蓋效能評估報告	沈俊銘	100/3	50	中文	普通
2	完成低頻無線時頻傳播系統設備維護需求規格書	王中和	100/6	81	中文	普通
3	完成公共民生廣播服務伺服器運作與異地備援規劃報告	周漢平	100/9	44	中文	普通
4	完成低頻系統建置規格訂定	郭又禎	100/12	68	中文	普通
5						
6						
7						
8						
9						
10						

研討會/說明會與展示一覽表

編號	研討會、說明會或展示名稱	地點	主辦單位	起迄日期	人次	型態
1	低頻地震預警技術討論及時間碼格式討論會議	中央氣象局	中央氣象局與 中華電信研究所	100/2/23	12	研討會
2	土石流低頻告警示範點試用上線	桃園縣復興鄉	農委會水保局與 中華電信研究所	100/3/2	8	說明會
3	2011智慧型數位生活研討會	中國文化大學	中國文化大學	100/4/29	16	研討會
4	低頻晶片設計委託研究案期中報告會議	中華電信研究所	中華電信研究所與 清華大學	100/5/27	8	研討會
5	低頻及雲端討論會議	經濟部水利署	經濟部水利署與 中華電信研究所	100/6/2	20	研討會
9	2011 The 11th Asia-Pacific ITS(Intelligent Transportation System) Forums	高雄漢來大飯店 巨蛋會館	中華智能型運輸系統 協會	100/6/8~10	80	研討會
7	地震速報之終端畫面設計會議	中華電信北區分公司	中華電信北區分公司 與中華電信研究所	100/7/5	7	研討會
8	低頻於淹水告警應用規劃會議	經濟部水利署	經濟部水利署與 中華電信研究所	100/7/14	20	研討會及 展示
9	低頻系統規劃與淹水告警應用介紹會議	新北市消防局	新北市消防局與 中華電信研究所	100/8/18	16	研討會及 展示
10	台灣低頻傳播系統建置規劃簡介與討論會議(I)	日本NICT	日本NICT與 中華電信研究所	100/10/26	8	研討會
11	台灣低頻傳播系統建置規劃簡介與討論會議(II)	日本NICT	日本NICT、 日本鐘錶產業代表與	100/10/26	17	研討會

			中華電信研究所			
12	日本低頻傳播系統建置、維運及 緊急應變討論會議	日本NICT	日本NICT與 中華電信研究所	100/10/27	5	研討會
13	日本Fujitsu公司Net Community 參訪與防救災技術討論會議	日本Fujitsu	日本Fujitsu與 中華電信研究所	100/10/28	9	展示及 研討會
14	低頻晶片設計委託研究案期末報 告會議	中華電信研究所	中華電信研究所與 清華大學	100/11/29	6	研討會

專利申請一覽表

編號	專利名稱	撰寫人	國家	類別	申請日期	備註
1	差動主動式電容裝置 (Differential Active Capacitor)	徐永珍 黃吉成 郭又禎	台灣	發明	100/10	

技術創新一覽表

編號	技術創新名稱	開發者

(三) 研究成果統計表

成果項目	年度	預算 (千元)	國際 比對 件/ 次	參與 國際 會議 次	國際標準 比較 佔國際標 準權重	合作研 究 大學數 博士生	專利/ 著作 權 申請 (項數)	論文 (篇數)		技術 文件 (篇數)	技術 創新 (項 數)	校時 服務 (次/ 日)	服務 收入 (千元)	技術 服務		說明會 研討會 展示		
								國內	國外 (SCI)					(成長 比例)	項 數	廠 家	場 次	人數
低頻無線 時頻 傳播系 統建置 計畫	97 (實際)	14,587 (5.8)	-	-	-	2	-	3	1 (1)	3	-	-	-	-	-	2	50	2
	97 (預定)	24,504 (6)	-	-	-	2	-	1	1 (1)	2	-	-	-	-	-	2	50	2
	98 (實際)	20,000 (6)	-	-	-	2	1	3	1 (1)	4	-	-	-	-	-	6	211	1
	98 (預定)	20,000 (6)	-	-	-	2	1	2	1 (1)	3	-	-	-	-	-	1	50	1
	99 (實際)	17,375 (6)	-	1	-	2	2	2	2 (1)	4	-	-	-	-	-	8	436	8
	99 (預定)	17,461 (6)	-	-	-	2	2	1	1 (1)	3	-	-	-	-	-	1	50	1
	100 (實際)	9,980 (6)	-	4		2	1	3	2	4						14	232	16
	100 (預定)	10,000 (6)	-	1		2	1	1	1	3						1	50	1

100 年度低頻無線時頻傳播系統建置計畫執行成果摘要表 論文

計畫名稱	中文	低頻無線時頻傳播系統建置計畫		
	英文	Building a Low-Frequency Time and Frequency Broadcasting System		
計畫編號	100-1403-05-05-04			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	100 年 1 月至 100 年 12 月
主持人	劉家宏		協同主持人	
分項主持人			連絡電話	(03)424-5497
成果名稱	中文	低頻無線時頻傳播系統與智慧生活應用		
	英文			
撰 寫 人	劉家宏		黃金石	郭又禎
	沈俊銘		王中和	
撰寫日期	中華民國 100 年 3 月 30 日		撰寫語言及頁數	中文 7 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	低頻、長波、			
	時間碼、無線時頻(Wireless Time-Frequency)、			
	節能控制			
內容摘要：				
<p>低頻無線時頻傳播系統係以無線方式，利用 40~80 kHz 低頻訊號載送可信賴之國家標準時間及頻率，可提供一般民眾自動校時並達成時間同步。除了時間與頻率的應用，透過特殊設計的傳輸格式，低頻無線時頻傳播系統還可提供公共民生資訊、智慧家庭控制訊號、公共設施控制訊號、災害告警訊息等服務，建構智慧生活與安全環境。本篇論文介紹低頻傳播原理，並且介紹我們所設計的創新時間碼格式，最後說明可能的智慧生活服務與防災應用。</p>				

100 年度低頻無線時頻傳播系統建置計畫執行成果摘要表
論文

計畫名稱	中文	低頻無線時頻傳播系統建置計畫		
	英文	Building a Low-Frequency Time and Frequency Broadcasting System		
計畫編號	100-1403-05-05-04			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	100 年 1 月至 100 年 12 月
主持人	劉家宏		協同主持人	
分項主持人			連絡電話	(03)424-5497
成果名稱	中文	低頻無線時頻傳播系統建置計畫		
	英文			
撰 寫 人	王中和			
撰寫日期	中華民國 100 年 5 月 17 日		撰寫語言及頁數	中文 14 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	國家標準時頻、低頻、長波、			
	智慧化生活、公共民生廣播			
<p>內容摘要：</p> <p>本計畫之目標為建置及維持低頻標準時頻傳播系統，結合高精度的國家標準時間及公共民生廣播之創新服務，以無線方式自動校時，傳送可信賴之國家標準時間，以及公共民生廣播服務。低成本且能輕易地接收國家標準時間的便利必能深植民心，引起廣泛應用。低頻無線時頻傳播系統滿足民生、通信、資訊、醫療、乃至環保之無線自動校時需求，達到全國無線時頻同步的要求進而提昇生活品質。未來計畫提供各式公共民生廣播應用服務，如低頻公眾緊急告警服務、低頻氣象預報服務、低頻路燈節能控制服務等。</p> <p>本計畫未來工作重點包括完成低頻系統建置規格、建立低頻智慧化生活示範區並進行整體測試評估、建立氣象及公眾緊急告警服務之運作標準與合作模式、低頻無線時頻傳播系統設備維護研究、低頻無線時頻傳播系統技術與應用之委託研究、完成時間碼產生設備與公共民生廣播服務伺服器整合之研發工作、及完成公共民生廣播服務伺服器之運作規劃與異地備援網路架構規劃。未來研發工作的順利推動有賴主管機關在經費與行政流程上予以支持，方能達成早日建置商業低頻傳播平台之目標，並提供全國民眾更便利與更安全的智慧生活環境。</p>				

100 年度低頻無線時頻傳播系統建置計畫執行成果摘要表
論文

計畫名稱	中文	低頻無線時頻傳播系統建置計畫		
	英文	Building a Low-Frequency Time and Frequency Broadcasting System		
計畫編號	100-1403-05-05-04			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	100 年 1 月至 100 年 12 月
主持人	劉家宏		協同主持人	
分項主持人			連絡電話	(03)424-5497
成果名稱	中文			
	英文	Development of Low Frequency Time-Frequency Broadcasting System and Its Applications to Emergency Management		
撰寫人	劉家宏		黃金石	沈俊銘
	王中和		郭又禎	
撰寫日期	中華民國 100 年 5 月 30 日		撰寫語言及頁數	英文 8 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	Low Frequency, Long Wave, Time and Frequency Broadcasting System,			
	International Atomic Time (TAI), Coordinated Universal Time (UTC),			
	Public Emergency Warning System, Emergency Management			
<p>內容摘要：</p> <p>In Taiwan, National Standard Time and Frequency Laboratory in Chunghwa Telecommunication Lab. (TL), entrusted by Bureau of Standards, Metrology & Inspection (BSMI) of Ministry of Economic Affairs (MOEA), contributes to the calculation of the International Atomic Time (TAI). For the promotion of applications of standard time and frequency, BSMI authorizes Telecommunication Laboratories (TL) to build a low frequency time and frequency broadcasting system.</p> <p>In this paper, we firstly review the technology of low frequency. The basics of low frequency broadcasting system are then introduced comprehensively. The characteristics and system performance are sketched to show the potential applications. With the advantages of wide coverage, high availability, low penetration loss and low cost, low frequency broadcasting system is applicable in the areas of daily-life information broadcasting, public emergency warning system, traffic control, public utilities control, energy saving, power management, and emergency management. The novel time code and transmission protocol are proposed to deliver various information and control signals. The generic scheduling scheme is studied for information management. Finally, the results and milestones of the low frequency system development project in TL are shown, including the experimental broadcasting system and various prototype receivers.</p> <p>By using low frequency broadcasting system, traffic facilities and emergency situations could be managed easily, reliably and efficiently. Furthermore, it is a cost-effective solution with plain system and affordable user equipments. Therefore, the services empowered by the low frequency system could be popularized easily and provides the public a more secure and intelligent living.</p>				

100 年度低頻無線時頻傳播系統建置計畫執行成果摘要表
論文

計畫名稱	中文	低頻無線時頻傳播系統建置計畫		
	英文	Building a Low-Frequency Time and Frequency Broadcasting System		
計畫編號	100-1403-05-05-04			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	100 年 1 月至 100 年 12 月
主持人	劉家宏		協同主持人	
分項主持人			連絡電話	(03)424-5497
成果名稱	中文	緊急訊息傳遞技術之探討		
	英文			
撰 寫 人	李維倫	劉家宏	何業勤	何信慶
	周家麟	廖宗銘	黃智彥	張惠嘉
撰寫日期	中華民國 100 年 8 月 1 日		撰寫語言及頁數	英文 4 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	災害、通訊、災害緊急通訊、			
	緊急訊息、災害防救、防救災			
<p>內容摘要：</p> <p>臺灣被聯合國世界銀行評定為天然災害高風險區域，常常遭遇颱風、水災、地震及土石流威脅，甚至造成民眾生命財產的重大損失，因此政府投入大量人力物資進行災害防救工作。在防救災過程中，不論在災前預警避災、災中通報離災或者災後應變救災，常需要快速且準確的對特定區域或特定對象發出大量緊急訊息。本文之目的在探討如何利用各種訊息傳遞技術，以期能於救災時快速且準確的傳遞大量訊息。借鏡歐美日等國在災害緊急訊息傳遞方面的經驗，在習知的訊息技術上，我們提出一些更貼近緊急訊息傳遞需求之新技術，包括低頻廣播、細胞廣播、適地性簡訊、適地性電話語音及網路協定電視(IPTV)等，透過分析不同訊息技術的特性以及不同緊急情境的需求，導入主動式防災雲的概念，建立一個適合於各種緊急通報情境之多元化緊急訊息傳遞架構。</p>				

100 年度低頻無線時頻傳播系統建置計畫執行成果摘要表
論文

計畫名稱	中文	低頻無線時頻傳播系統建置計畫		
	英文	Building a Low-Frequency Time and Frequency Broadcasting System		
計畫編號	100-1403-05-05-04			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	100 年 1 月至 100 年 12 月
主持人	劉家宏		協同主持人	
分項主持人			連絡電話	(03)424-5497
成果名稱	中文			
	英文	Design of Low-power Receiver Front-end IC for Low-frequency Wireless Time Signal Broadcast System		
撰 寫 人	郭又禎		徐永珍	
撰寫日期	中華民國 100 年 9 月 15 日		撰寫語言及頁數	英文 4 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	Low Frequency, SiGe, BiCMOS,			
	ESD protection			
<p>內容摘要：</p> <p>Wireless time signal broadcast system is an essential platform for the operation of radio watches. It is also a good system for broadcasting other civil information such as disaster warning. To obtain wide coverage area, the carrier frequency is usually as low as tens of kHz. When designing receiver front-end IC's in this low-frequency range, noise consideration is critical. In this paper, the design of a low-power, low-noise receiver front-end IC in 0.35 um SiGe BiCMOS technology for low frequency time signal broadcast system is reported. The front-end IC tolerates wide input dynamic range of 106 dB and has high sensitivity. With 3.3 V supply voltage, the IC only consumers 0.343 mW when working. Stand-by mode has been implemented to save even more energy. The chip area is only 1300 um x 908 um, including ESD protection and bonding pads.</p>				

100 年度低頻無線時頻傳播系統建置計畫執行成果摘要表
專利

計畫名稱	中文	低頻無線時頻傳播系統建置計畫		
計畫編號	英文	Building a Low-Frequency Time and Frequency Broadcasting System		
計畫編號	100-1403-05-05-04			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	100 年 1 月至 100 年 12 月
主持人	劉家宏		協同主持人	
分項主持人			連絡電話	(03)424-5497
成果名稱	中文	差動主動式電容裝置		
	英文	Differential Active Capacitor		
撰 寫 人	郭又禎		徐永珍	
撰寫日期	中華民國 100 年 12 月 1 日		撰寫語言及頁數	中文 68 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	低頻接收機、直流偏移消除電路、			
	差動主動式電容電路、雜訊			
內容摘要：				
<p>目前常見的接收機電路中，為了效能考量，其電路設計幾乎均以差動式架構為主體，會遭遇到無法避免的直流偏移問題，所以系統中必須加上直流偏移消除電路(DC Offset Cancellation Loop)。而直流偏移消除電路中必須使用到大容值的電容，但大容值電容因面積過大而無法整合於晶片中，必須採取外接式電容。此外，一般接收機需使用到約兩組濾波電路，濾波電路中的大電容也必須採用外接式電容。採用外接式電容也必須面臨因金屬打線(wire bonding)的電感效應所造成的額外雜訊干擾，因此造成設計難度提升。大量的採用外接式電容也使得系統成本提高。基於簡化設計與降低成本考量，本發明提出差動主動式電容電路(Differential Active Miller Capacitor, DAMC)，以此設計概念而製成的電容面積很小，可以整合於晶片中，免除外接式電容。</p> <p>本發明以小面積的實體電容器搭配小面積的放大器主動電路，其電容值便可以等效於大面積實體電容器的電容值，可大幅降低晶片面積、達成系統高整合度、免除外接元件造成之額外雜訊干擾、和大幅的降低成本。</p>				

100 年度低頻無線時頻傳播系統建置計畫執行成果摘要表
技術報告

計畫名稱	中文	低頻無線時頻傳播系統建置計畫		
	英文	Building a Low-Frequency Time and Frequency Broadcasting System		
計畫編號	100-1403-05-05-04			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	100 年 1 月至 100 年 12 月
主持人	劉家宏		協同主持人	
分項主持人			連絡電話	(03)424-5497
成果名稱	中文	低頻智慧化生活示範區涵蓋效能評估報告		
	英文			
撰寫人	沈俊銘		王中和	
	劉家宏		郭又禎	
撰寫日期	中華民國 100 年 3 月 1 日		撰寫語言及頁數	中文 50 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	低頻無線時頻傳播系統、涵蓋效能、場強、			
	靈敏度、背景雜訊			
內容摘要：				
<p>本所承辦經濟部標準檢驗局委辦之「低頻無線時頻傳播系統建置計畫」，其中建置低頻(Low Frequency；LF)無線時頻傳播系統展示平台，並進行傳播系統涵蓋效能測試與公共民生服務驗證為重點工作項目之一。</p> <p>為了積極促進與交通部中央氣象局以及農委會水土保持局之合作，本計畫亦進行相關示範區之系統涵蓋效能以及展示終端設備服務驗證之測試工作，並推動低頻智慧化生活示範區之建置與評估作業。</p> <p>此「低頻無線時頻傳播系統展示平台」業已於 99 年度 3 月份順利完成設備之安裝建置與初步測試，並取得國家通訊傳播委員會(通傳會)核發之實驗網路設置使用執照及無線電臺執照。本計畫亦已於 100 年 2 月底向通傳會提出實驗網路第二年之申請，以繼續進行相關示範區之測試與評估工作。</p> <p>本評估報告主要為進行「低頻無線標準時頻展示平台之涵蓋效能」、「示範區建置」以及「展示終端開發驗證」等之測試驗證。本文共分六章，除第一章之前言與第六章之結語外；第二章分別說明整體測試架構以及低頻公共民生服務之格式研擬現況；第三章說明測試工作之軟硬體設備需求；第四章則表列測試項目總表；第五章則針對各測試項目，說明其準備工作、測試程序，並彙整分析測試結果。</p>				

100 年度低頻無線時頻傳播系統建置計畫執行成果摘要表
技術報告

計畫名稱	中文	低頻無線時頻傳播系統建置計畫		
計畫編號	英文	Building a Low-Frequency Time and Frequency Broadcasting System		
計畫編號	100-1403-05-05-04			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	100 年 1 月至 100 年 12 月
主持人	劉家宏		協同主持人	
分項主持人			連絡電話	(03)424-5497
成果名稱	中文	完成低頻無線時頻傳播系統設備維護需求規格書		
	英文			
撰 寫 人	王中和		郭又禎	
撰寫日期	中華民國 100 年 6 月 1 日		撰寫語言及頁數	中文 81 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	低頻無線時頻傳播系統、時間碼產生設備、			
	一級維護保養、二級維護保養、三級維護保養			
內容摘要：				
<p>本所承辦經濟部標準檢驗局委辦之「低頻無線時頻傳播系統建置計畫」。由於建置經費的刪除，100 年度將以建置前規劃評估為主，並完成相關建置規格的訂定。其中低頻無線時頻傳播系統設備維護研究即為重點工作項目之一。</p> <p>本規格書描述之系統設備維護保養項目包括發射機系統、天線系統、天線匹配系統、時頻產生系統、原級標準系統及公共資訊伺服器。系統設備維護保養內容包括：</p> <p>(1)一級維護保養：標準時頻校正、硬體設備保養、記錄存檔及軟體設備升級、年度工作保養與安全性；</p> <p>(2)二級維護保養：故障排除、發電機及空調設施保養、每季保養及工作紀錄；</p> <p>(3)三級維護保養：機房及天線場區安全巡視、每日每週每月保養及工作紀錄。</p> <p>本文共分六章，除第一章之前言與第六章之結語外；第二章說明低頻無線時頻傳播系統整體架構；第三章說明一級維護保養工作；第四章說明二級維護保養工作；第五章則說明三級維護保養工作。</p>				

100 年度低頻無線時頻傳播系統建置計畫執行成果摘要表 技術報告

計畫名稱	中文	低頻無線時頻傳播系統建置計畫		
計畫編號	英文	Building a Low-Frequency Time and Frequency Broadcasting System		
計畫編號	100-1403-05-05-04			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	100 年 1 月至 100 年 12 月
主持人	劉家宏		協同主持人	
分項主持人			連絡電話	(03)424-5497
成果名稱	中文	公共民生廣播服務伺服器運作與異地備援規劃報告		
	英文			
撰 寫 人	周漢平			
撰寫日期	中華民國 100 年 9 月 1 日		撰寫語言及頁數	中文 44 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	低頻無線時頻傳播系統、時間碼產生設備、公共資訊、			
	公共伺服器、異地備援、同地備援			
內容摘要：				
<p>本所多年以來執行經濟部標準檢驗局「低頻無線時頻傳播系統建置計畫」，本計畫之目標為規劃及設計低頻標準時頻傳播系統(簡稱低頻系統)，結合高精度的國家標準時間及公共民生廣播之創新服務，以無線方式提供全國民眾自動校時與時間同步，傳送可信賴之國家標準時間，以及公共民生廣播服務。</p> <p>時頻信號產生子系統利用原級標準室輸出的標準時間信號產生標準頻率與時間碼。時頻信號產生子系統也搜集站台相關運作資料並進行儀器設備的自動控制與監測工作，同時也接收公共民生廣播伺服器(Low-frequency Public Information Broadcasting Server, LPIBS：簡稱低頻伺服器)的指令，廣播各式公共民生服務，如氣象預報、颱風警報、豪大雨特報、土石流告警、地震報告、地震速報服務等。本所規劃設置低頻伺服器，匯整如中央氣象局、農委會水保局、氣象局地震發布中心等各公部門單位伺服器的公共民生服務資訊，並根據事先設定的編碼規則與服務權重，將處理過後的公共民生服務資訊傳送至低頻系統內的時頻信號產生子系統。</p> <p>低頻伺服器的建置對於低頻系統提供公共民生資訊相關服務而言為一不可或缺的要素。有了低頻伺服器，公部門的民生資訊才有匯入低頻系統的管道。而低頻伺服器建立的查詢日誌，可查詢公共訊息的傳送情況，也可讓低頻系統管理者掌握低頻伺服器與時頻信號產生子系統的連接狀況，對低頻系統的維運具有舉足輕重的影響。</p> <p>本文即以公共民生廣播服務伺服器為主題進行研究。第二章將介紹公共民生廣播服務伺服器系統架構及運作概述；第三章說明公共民生廣播服務伺服器備援規劃；第四章則是結論。</p>				

100 年度低頻無線時頻傳播系統建置計畫執行成果摘要表
技術報告

計畫名稱	中文	低頻無線時頻傳播系統建置計畫		
計畫編號	英文	Building a Low-Frequency Time and Frequency Broadcasting System		
計畫編號	100-1403-05-05-04			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	100 年 1 月至 100 年 12 月
主持人	劉家宏		協同主持人	
分項主持人			連絡電話	(03)424-5497
成果名稱	中文	低頻無線時頻傳播系統建置規格書		
	英文			
撰寫人	劉家宏		沈俊銘	
	郭又禎		周漢平	
撰寫日期	中華民國 100 年 12 月 1 日		撰寫語言及頁數	中文 68 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	低頻無線時頻傳播系統、時間碼產生設備			
內容摘要：				
<p>標檢局為了將高精度標準時頻信號提供給全國民眾，達到全國時頻同步的目標，多年來委託本所建置及維持「國家時間與頻率標準實驗室」。提供民眾 117 電話語音報時、網際網路校時、撥接式校時、高精準時頻標準器校正等服務，深入民眾需求，成效卓著。為持續有效推廣運用與國際接軌之國家時間與頻率標準，因此推動「低頻無線時頻傳播系統建置計畫」。低頻時頻傳播系統透過無線的方式提供國內大眾最方便的時間同步、頻率一致的服務，可廣泛應用在鐘錶、資訊家電、交通號誌、電腦等需要時間的設備上。衍生的技術對於交通運輸、電信系統、電力輸配、國防，及電子商務都有重要的價值。低頻無線時頻傳播系統將高精度的標準時頻信號提供給全國民眾，以滿足民生、通信、資訊、醫療、環保，乃至國防之自動校時需求，並達到全國時頻同步的目標，進而提昇生活品質，增進產業的競爭力。對於現代科技社會，可信賴時間的提供無疑是一項重要的基礎建設，影響層面廣泛而深遠。</p> <p>美國、德國、英國、日本、中國等國家已陸續建置低頻無線時頻傳播系統，電波鐘錶應用亦日趨普及。以 2007 年日本 CASIO 調查報告指出，美、日、德、中等四國民眾願意購買電波鐘錶的比例約 80%，顯見電波鐘錶的需求將持續增加。低頻無線時頻傳播系統特性為單一節點網路，信號範圍遍及全島。且低頻時頻信號電波穿透力強，涵蓋範圍可及室內，除一般的標準時間與頻率廣播外，可利用空餘位元碼傳送其他有關公共民生廣播服務的信息，例如便民之具有氣象預報電波鐘、簡易資訊的廣播或配合政府單位發佈公眾警報(如山區土石流、大雨特報、低溫特報等)、以及節能減碳之路燈控制等公共民生廣播服務。</p> <p>本文即以低頻無線時頻傳播系統建置規格為主題進行研究。第二章將介紹低頻無線時頻傳播系統架構概述；第三章則介紹低頻無線時頻傳播系統建置規格；第四章說明低頻無線時頻傳播系統建置頻譜選擇規格；第五章則是結論。</p> <p>100 年度「低頻無線時頻傳播系統建置規格書」增修主要部分包括：(a)低頻無線時頻傳播系統架構圖加入遠端雙向控制架構（參考日本 311 的應變措施）。(b)加入屏蔽需求，包括原級標準系統與天線子系統兩個部分。(c)時間信號產生子系統加入修正頻率調整設備。(d)時間信號產生子系統加入本地解調功能，以進行本地監測。(e)時間信號產生子系統加入輸出解調後的聲音（77.5kHz），以利監測。(f)發射機子系統加入手動緊急停止裝置。(g)新增全台灣低頻電波場強涵蓋分佈圖。</p>				

100 年度低頻無線時頻傳播系統建置計畫執行成果摘要表 出國報告

計畫名稱	中文	低頻無線時頻傳播系統建置計畫		
計畫編號	英文	Building a Low-Frequency Time and Frequency Broadcasting System		
計畫編號	100-1403-05-05-04			
執行單位	中華電信研究所		執行期間	100 年 1 月至 100 年 12 月
主持人	劉家宏		協同主持人	
分項主持人			連絡電話	(03)424-5497
成果名稱	中文	赴日本考察低頻無線時頻傳播系統及應用出國報告		
	英文			
撰寫人	王中和		劉家宏	
撰寫日期	中華民國 100 年 11 月 17 日		撰寫語言及頁數	中文 76 頁
解密期限	中華民國 年 月底解密		機密級	普通
關鍵詞	低頻系統、JJY、NICT、標準時頻實驗室、			
	原子鐘、噴泉鐘、光梳			
	鐘錶產業、Fujitsu、Net Community、防救災			

內容摘要：

我國目前正進行「低頻無線時頻傳播系統建置計畫」之研發工作，結合高精度的國家標準時間及公共民生廣播之創新服務，以無線方式提供全國民眾公共民生廣播服務。藉由創新研發16種智慧化生活服務，全國廣播分區接收，而最小區域以村里為單位。民眾藉由日常生活之電波鐘，可隨時隨地接收政府公告標準時間、氣象預報、公眾緊急告警，以及智慧型節能路燈控制服務等，是環保節能的聰明選擇。而單一發射台廣播可深入全國偏遠山區，且長波信號穿透力強，訊號可到達一般民眾家裡，提供緊急防災告警服務，保障民眾生命安全。

日本低頻系統發展相當地成熟，在電波鐘錶的普及率方面僅次於德國，並且在其境內擁有兩座低頻系統，分別是位於本州福島的Ohtakadoya-yama 40kHz系統及位於九州福岡的羽金山(Hagane-yama) 60kHz系統，兩個系統分別於1999年6月及2001年10月啟用。本次考察的其中一項行程便是前往九州福岡的羽金山 60kHz系統參訪。由於本州福島的Ohtakadoya-yama 40kHz系統於今年311東日本大地震中遭受福島核電廠的輻射影響，因此無法於本次參訪行程中安排。雖然如此，日本於大地震中所學習到的低頻系統應變經驗也是參訪行程中可以學習的地方。

除了低頻系統的參訪之外，本次行程還包含前往負責日本國家標準時頻維持以及低頻系統維運單位NICT(National Institute of Information and Communications Technology，情報通信研究機構)的參訪，實地學習日本國家標準時頻實驗室發展的現況與最新的技術、與日本鐘錶產業主要代表進行低頻系統技術的研討及交流低頻系統建置與量測技術。藉由與日本低頻技術專家及相關研究人員的討論與問答，可對於系統設計、設備廠商、系統量測、系統維運、未來應用等議題有進一步的釐清與掌握，收穫甚多。最後，本次行程還安排至Fujitsu公司參訪Net Community，學習防救災的最新科技與相關應用現況。以下摘要本次參訪行程的重要考察結果：

(1) 九州福岡的羽金山60kHz系統參訪：瞭解低頻系統實際運作的方式與狀況，包括兩座低頻系統的基本規格、低頻系統天線架構設計(Umbrella Type)、低頻系統平面配置圖及各

個控制室的主要功能、兩座低頻系統基本特性介紹、低頻系統方塊圖以及JJY時間碼格式。除此之外，由於本次參訪適逢該系統的年度維修時間，因此可在系統關機的時候以近距離的方式觀察低頻系統的每一個組成單元。

(2) 日本國家標準時頻實驗室參訪：在時空標準實驗室主任研究員李瑛博士的帶領與介紹下參觀NICT在國家標準時頻的發展現況、最新技術以及未來規劃。本次參觀的對象為NICT的一次鐘，包括銫原子鐘、銦原子鐘、鈣原子鐘、鋁原子鐘、噴泉鐘與光梳等設備，其中光梳是用以提供微波與光之間的準確度量參考工具。一次鐘由於能夠維持的時間僅為數十分鐘，因此約每隔兩個禮拜才啟動一次，以提供商用二次鐘的參考時間源。目前日本國家標準時頻實驗室的精準度可達10-16~10-18之間，實際準確度取決於其所使用的激發原子。

(3) 與日本鐘錶產業主要代表進行低頻系統與終端技術的研討：為介紹台灣低頻計畫研發成果，並與日本電波終端產業進行技術交流及交換終端設計的心得，因此在本次參訪行程中特地安排與日本鐘錶產業主要代表進行研討。本次研討會出席的代表包括Seiko、Citizen、Casio、Rhythm、Epson、Japan Clock & Watch Association(JCWA)，共計12人。除了由本計畫進行約1小時的簡報之外，會中還廣泛地就台灣低頻電波的涵蓋、創新時間碼格式、台灣低頻的頻率配置、低頻於防救災的應用服務以及未來建置的規劃等議題進行研討，

(4) 低頻系統建置與量測技術交流：學習NICT在低頻系統的建置、維運與量測經驗是本次參訪的主要重點之一。透過與NICT技術專家的研討，進一步掌握了日本低頻系統建置準備工作與建置所需時間、低頻系統輻射效率、電波雜音與螢光燈對低頻訊號的影響、低頻電波涵蓋模型、低頻電波涵蓋量測工法、涵蓋模型與量測結果之比較與分析。除此之外，由於日本剛經歷過311東日本大地震，因此NICT具備處理緊急災害低頻系統關閉與緊急應變機制設計的經驗與技術。藉由本次參訪機會，也同時向NICT請教其311後在低頻系統設計與維運上的設計理念與改變做法。台灣面臨與日本類似的天災，因此相關的應變措施將可做為我們重要的參考依據，我們也會將這些設計放入台灣低頻系統的建置與維運規格之中。

(5) Fujitsu公司Net Community參訪：Fujitsu是日本及國際上防救災技術與雲端運算技術的領導廠商。本次參訪的最後一站便是拜訪Fujitsu的Net Community，參觀學習其防救災技術。主要參訪的項目包括淹水預警技術、緊急災害資訊匯集、分析、預測、分享與廣播技術、遠端高畫質影像監測技術及橋樑監測技術等。除此之外，我們還與Fujitsu專家們就展示的內容與台灣的現況進行技術研討與意見交換。相關的參訪資料將可提供國家災害防救辦公室等相關國內單位參考。

(四) 審查意見表

計畫名稱：100 年度低頻無線時頻傳播系統建置計畫 (4/4)

細部計畫審查

期中報告

期末報告

建 議 事 項	說 明
A 委員	
1. 低頻無線時頻傳播系統受限場地尋找不易及經費問題，因此無法如預期達成。本計畫如有替代方案之研究提出，將更能說服審查。	<ul style="list-style-type: none"> ■ 感謝委員的指導。 ■ 目前的替代方案為利用桃園龜山的低頻實驗平台持續進行各式各樣的低頻應用服務推廣活動，以爭取政府公部門的支持。
B 委員	
1. 本計畫全程計畫自 97 年 6 月至 100 年 12 月，本年度計畫自 100 年 1 月至 100 年 12 月。綜觀全程及本年度計畫之執行，就執行成果而言，卻實值得肯定。	非常感謝委員的肯定。
2. 本年度計畫預期執行狀況與實際執行狀況可明確查核（第 7、41、43 及 213 頁）；本計畫參與總人數為 6 人，實際參與人數為 6 人；年度預算為 10,000 仟元，實際支用為 10,000 仟元，支用率 100%，計畫預算執行極為良好。	謝謝委員。
3. 依研究成果統計表（第 213 頁），本計畫在國內論文、國外論文、技術文件篇數及說明研討展示會都超過預期成果，成效優良。	謝謝委員。

<p>4. 但依研究成果統計表（第 213 頁），本計畫好像未預定參與國際會議次數，而實際參與國際會議次數為 4 次；然就記憶所及在 100 年度本計畫之細部計畫審查之資料，出國計畫編列為 4 人次；請對研究成果統計表（第 213 頁）相關資料加以補正。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ■ 針對 100 年度的 4 次國際會議，第一次為在高雄 6/8~6/10 所參加的 ITS AP Forum 國際會議，第二~四次為本年度出國計畫中在日本參訪期間與 NICT、日本鐘錶產業及 Fujitsu 的國際研討會。 ■ 100 年度本計畫之細部計畫審查中之出國計畫編列，因預算由 1,467.7 仟元刪減為 1,000 仟元，因此本計畫也相因應地自動刪減出國人次，由 4 人次減為 2 人次。將根據上述說明修改研究成果統計表（第 213 頁）相關資料。 ■ 感謝委員的細心提醒。
<p>5. 本計畫在 101 年度已併入「建立及維持國家時間與頻率標準計畫」為一分項，期望計畫原執行人員繼續努力。</p>	<p>感謝委員的提醒，本計畫相關同仁當秉持一貫認真的態度繼續為推動低頻建置而努力。</p>
<p>C 委員</p>	
<p>1. 本計畫為四年期計畫之最後一年，年度經費 1,000 萬元，支用比例 100%，人力投入 72 人月，相關工作項目及內容原則均依規劃內容逐項完成。</p>	<p>謝謝委員。</p>
<p>2. 本計畫為全程計畫之最末年，如契約書規定繳交全程報告時，應依相關規定辦理。</p>	<p>感謝委員之提醒，將再確認契約書內容並依相關規定辦理。</p>
<p>3. 人力運用情形（P.41）可列出實際參與人員之投入月數與分項工作簡報，俾利比對相關投入與產出。</p>	<p>感謝委員之建議。實際參與人員之投入月數與分項工作簡報已列陳於 100 年度細部計畫書之 P.77 及 P.78 中，將在依據委員建議增補於 100 年度期末報告中，俾利比對相關投入與產出。</p>
<p>4. 計畫執行內容大致詳實，可與肯定。另 P.15 之日期似有誤，請檢視修正。</p>	<p>感謝委員的細心，將修正 P.15 之錯誤日期。</p>

D 委員	
1. 計畫已按預定計畫完成。多項成果指標皆以超過預定計畫量達成，執行績效值得肯定。	謝謝委員的肯定。
2. 為簡化展示平台架構，將時間與公共資訊服務伺服器的時間來源給改為 GPS（頁 62），是否易受天候影響？若時間來源不穩定，是否影響伺服器運作？	<ul style="list-style-type: none"> ■ 根據過去一年多來的公共伺服器廣播資料記錄，並未發現時間來源不穩定的問題，也未發現時間源對於伺服器運作的影響事件。但是，本計畫仍當密切注意委員所提醒的問題是否存在。 ■ 此外，在 101 年併入時頻計畫後，本計畫將把現行的 GPS 時間源改為追溯國家時頻實驗室的國家標準時間。
3. 五月間展示平台之發射機接連發生兩次異常狀況，其發生原因及排解方式，是否可為後續維運規劃之參考？	<ul style="list-style-type: none"> ■ 五月間發生的發射機問題其一為匹配箱體漏水造成發射機異常，其二為 PA 發生故障。相關問題已請仲琦協助排除，本計畫同仁也在旁學習處理之方法。 ■ 本年度所發生的異常狀況排除已納入設備維護需求規格書的三級保養規劃之中。 ■ 感謝委員的指導。
4. 計畫對於低頻終端研製及規劃展示，成果豐碩，計畫成員應予肯定。惟 101 年併入時頻計畫後，相關研究能量可否持續維持？	感謝委員的支持，本計畫相關同仁當秉持一貫認真的態度繼續為推動低頻建置而努力。
E 委員	
1. 本計畫為四年期的低頻無線時頻電台建置計畫，全程計畫經費為 6366 萬元，每年投入專職研	<ul style="list-style-type: none"> ■ 在專利申請與獲得部分，由於國內專利審查速度緩慢，平均約需 3 年才会有第一次結果。因此目前未能

究人力約為 5-6 人，本年度為全程計畫最後一年。過去四年計畫執行結果，除完成低頻無線時頻傳播系統的先期規劃建置、低頻電台共站規劃設計、低頻傳播展示平台之建置與效能測試與展示外，亦完成低頻時間碼產生設備的開發與建置、公共民生廣播服務伺服器之開發與低頻廣播平台的規劃、測試與展示。此外本計畫亦整合與災防有關的資訊，開發相關技術，將環境災防預警資訊(包括地震速報、淹水以及土石流預警等)納入低頻時間碼中，並完成測試。過去四年中，本團隊共有四項專利提出申請，發表 17 篇學術論文，完成 15 件技術報告，人才培育有 8 人。整體而言，本全程計畫執行結果大致符合原先規劃與預期。惟所申請之專利尚未有審查通過者，且發表論文質量也有加強空間，值得團隊同仁再進一步努力。

有獲證的專利產出。本計畫將配合經濟部智慧財產局今年 6 月所推動「發明專利關聯案聯合面詢」措施，加速專利之審查以早日獲證。

- 在論文產出部分，將持續在質與量方面進行提升，謝謝委員的指導。

2. 低頻無線時頻傳播系統的未來建置經費雖然暫時被刪除，但考量本系統對於民生運用影響的重要性，建議除了地震、淹水以及土石流等預警訊息外，另亦請考慮將豪大雨、山崩、海嘯等天然災害資訊納入未來低頻廣播系統內，以進一步擴大並提升其災害預警功能。此外並仍請相關同仁繼續積極向政府相關單位爭取，努力促成系統的建置，此實為國家民眾之福。

- 在災害告警應用方面，目前已經納入的訊息包括地震、土石流、豪大雨。另外，淹水、山崩及海嘯雖未提供試用服務，但已納入低頻時間碼的格式規劃之中。未來將持續尋求相關的推廣對象，以擴大並提升災害預警應用範圍。
- 雖然明年低頻計畫將併入時頻計畫之中，但本計畫相關同仁當秉持一貫認真的態度繼續為推動低頻建置而努力。
- 非常感謝委員的關心與支持。

其他	
1. 建議研究分散式低頻電台架構在龜山以外的其他地點設置低頻電台，以擴大應用的範圍，並思考以智慧化生活應用爭取其他單位的經費支持。	感謝委員所提供的建議。本計畫將持續以智慧化生活應用的方式推廣低頻服務。在分散式低頻電台部分，本計畫持續與中華電信企客分公司合作爭取與新北市消防局的合作。新北市消防局提出建置核災廣播系統應用之需求，並考慮在新北市建置新的低頻廣播電台。據此，本計畫將與新北市消防局討論，可做為分散式低頻電台建置的起點。
2. 民眾對於電磁波於健康的影響一直有所擔心，建議低頻計畫應研擬相關說帖以消除民眾的疑慮。	感謝委員的提醒。本計畫將參考德國、日本等已有低頻系統的先進國家之做法，並研擬相關說帖以消除民眾之疑慮。
3. 關於低頻終端接收效能驗證部分，建議增加 False Alarm 的計算以供瞭解低頻接收的可靠度。	本計畫已開發完成低頻終端 Log 資料的分析程式，在收集足夠的低頻終端接收資料之後，將可進行 False Alarm 的分析。
4. 建議下次期末查證時同時在現場提供年度產出文件以供委員查閱。	感謝委員提醒，後續將提供本年度文件產出電子檔予標檢局，並在日後的期末查證會議中準備年度產出文件。

