

一一一年委託研究報告  
計畫編號：PG11105-0202

# 中頻段前瞻頻譜整備計畫可行性 委託研究採購案

期末報告(審查修訂版)

計畫委託機關：中華民國數位發展部  
中華民國一一二年二月

一一一年委託研究報告  
計畫編號：PG11105-0202

中頻段前瞻頻譜整備計畫可行性委託研究採購案

受委託單位

財團法人電信技術中心

計畫主持人

陳譽明

協同主持人

王春清、陳文字、郭作麟、徐玉珊

研究人員

鄭榮坤、張簡曜輝、邱儀萱、王彥中、邱瑞源、林杰龍、陳美言、  
劉鴻鈞、巫國豪、黃俊貴、林家樑、黃國輝、池宗修、薛茂呈、陳  
冠榮、劉宜蕎、李佳欣、曾慶嬋、徐翊菱、王資寧、胡依淳

研究期程：中華民國一一一年五月至一一二年三月

研究經費：新臺幣壹仟捌佰肆拾萬壹仟捌佰玖拾捌元整

本報告不必然代表中華民國數位發展部意見

中華民國一一二年二月

# 目次

摘要.....	1
第壹章 緒論.....	8
第一節 研究緣起與背景 .....	8
第二節 研究架構 .....	10
第三節 研究方法 .....	12
第貳章 研析國際間對於 C band 重分配之發展趨勢.....	15
第一節 國際組織與主要研究國家 C 頻段整備政策與整備措施研 析 .....	15
第二節 主要研究國家推動衛星共同接收頭端政策背景與執行細 節 .....	70
第三節 主要研究國家之 5G 與飛航雷達高度計和諧共存策略..	82
第四節 小結 .....	91
第參章 盤點我國 C 頻段既有使用情形.....	100
第一節 我國 C 頻段既有使用者.....	100
第二節 FSS 目前所使用及分析潛在可能使用之衛星 .....	128
第三節 我國飛航雷達高度計之使用現況 .....	136
第四節 小結 .....	143
第肆章 研析並提出我國剩餘 C 頻段之頻譜整備建議 .....	145
第一節 研析符合我國發展之頻譜整備策略 .....	145
第二節 研析 5G 基地臺對 4.2-4.4GHz 頻段飛航雷達高度計之影 響 .....	153
第三節 評估適用於我國之可行頻譜整備方案 .....	179
第四節 小結 .....	191
第伍章 頻譜整備方案可行性評估 .....	194
第一節 頻譜整備候選方案可行性評估 .....	194

第二節 辦理座談會徵詢相關利害關係人對於規劃方案意見...	223
第三節 小結 .....	249
第陸章 共同接收頭端方案評估 .....	256
第一節 共同接收頭端候選地點評估 .....	256
第二節 共同接收頭端候選點電磁波環境評估 .....	298
第三節 適用促進民間參與公共建設法可行性評估 .....	330
第四節 小結 .....	348
第柒章 研提頻譜整備方案之政策建議與法規調適 .....	354
第一節 移頻補償 .....	354
第二節 衛星電臺架設之流程修改建議 .....	365
第三節 小結 .....	375
第捌章 專案執行成果及建議事項 .....	377
第一節 專案執行成果概述 .....	377
第二節 專案建議事項 .....	381
參考文獻.....	384
中英文名詞對照.....	394
期中報告審查委員意見及回覆 .....	398
期末報告審查委員意見及回覆 .....	409
附錄資料.....	426

## 表次

表 2-1、WRC-15 在 3300-3700MHz 頻段之調整決議.....	16
表 2-2、ITU 建議飛航雷達高度計之門檻值 .....	21
表 2-3、3GPP 規劃 C 頻段使用 5G NR 運作頻段 .....	22
表 2-4、美國加速搬遷經費規劃 .....	29
表 2-5、加拿大 C 頻段衛星之干擾保護相關措施 .....	36
表 2-6、英國 5G 頻譜釋出概況 .....	38
表 2-7、日本首波 5G 頻段與釋出頻寬 .....	43
表 2-8、日本 3.7 GHz 頻段干擾評估重點項目 .....	45
表 2-9、總務省行動與衛星和諧共存研究重點摘要 .....	46
表 2-10、新加坡 5G 頻譜釋出概況 .....	56
表 2-11、新加坡禁區及防範區之經緯度座標表 .....	59
表 2-12、澳洲 5G 頻譜釋出概況 .....	63
表 2-13、澳洲規劃釋出頻段 .....	64
表 2-14、澳洲 3.4GHz 頻段完成頻譜分配時間表 .....	66
表 2-15、美國 TT&C 地球電臺概況 .....	72
表 2-16、共同接收頭端成本估算 .....	74
表 2-17、日本飛航雷達高度計和諧共存研析之門檻值 .....	87
表 2-18、主要研究組織與國家之 5G 頻譜整備措施 .....	94
表 2-19、美、加、澳衛星共同接收頭端執行概況 .....	96
表 2-20、主要研究國家之 5G 與飛航雷達高度計和諧共存策略 .....	98
表 3-1、我國目前 FSS 衛星與接收天線統計 .....	100
表 3-2、固定地面衛星發射接收業務業者統計 .....	102
表 3-3、衛星廣播事業與有線電視業者統計 .....	103
表 3-4、衛星頻道供應事業或下鏈接收用戶統計與區域分布 .....	104

表 3-5、我國 C-band 主要接收衛星頻道統計 .....	109
表 3-6、我國 Ku-band 主要接收衛星頻道統計 .....	113
表 3-7、中視 C 頻段點對點微波鏈路使用情形 .....	116
表 3-8、中華電信 C 頻段點對點微波鏈路使用情形 .....	117
表 3-9、我國小型衛星地面通訊使用狀況(氣象局暨電力公司).....	119
表 3-10、我國小型衛星地面通訊使用狀況(漢聲廣播電臺).....	119
表 3-11、我國小型衛星地面通訊使用狀況(教育廣播電臺) .....	120
表 3-12、我國小型衛星地面通訊使用狀況(農委會水土保持局) ..	121
表 3-13、廣播電視事業業者數量暨執照數 .....	123
表 3-14、衛星廣播及無線廣播之電視事業產業概況 .....	126
表 3-15、衛星頻道節目供應事業產業概況 .....	127
表 3-16、有線廣播電視事業營運概況 .....	128
表 3-17、涵蓋我國 GEO 衛星 .....	129
表 3-18、我國籍民用航空運輸機型與飛航雷達高度計使用現況 ..	138
表 3-19、我國籍普通航空業機型與飛航雷達高度計使用現況 .....	141
表 4-1、我國 5G 候選頻段 .....	150
表 4-2、中華電信 ST-2 服務項目與概述 .....	151
表 4-3、各國商用 5G 中頻段基地臺發射功率限制(EIRP).....	155
表 4-4、飛航雷達高度計的射頻特性表 .....	156
表 4-5、3 種類型基地臺 ACLR 限制值 .....	160
表 4-6、我國籍飛航雷達高度計使用狀況統計 .....	163
表 4-7、飛航雷達高度計與天線相關資料表 .....	165
表 4-8、ERT-530、ERT-540、ERT-550 容忍誤差量表 .....	166
表 4-9、ERT-530、ERT-540 與 ERT-550 總迴路相關衰減量表 .....	167
表 4-10、ITU 規範飛航雷達高度計受干擾類型 .....	170

表 4- 11、ITU 規範飛航雷達高度計接收機阻塞門檻值 .....	170
表 4- 12、日本研究飛航雷達高度計干擾門檻值 .....	171
表 4- 13、5G 基地臺造成飛航雷達高度計產生錯誤高度門檻值 ....	173
表 4- 14、避免 5G 基地臺造成飛航雷達高度計產生錯誤高度安全共存距離.....	173
表 4- 15、ERT-530 受 5G 基地臺主波干擾門檻值測試結果.....	175
表 4- 16、ERT-540 受 5G 基地臺主波干擾門檻值測試結果.....	175
表 4- 17、ERT-550 受 5G 基地臺主波干擾門檻值測試結果.....	176
表 4- 18、5G 基地臺造成飛航雷達高度計接收機阻塞門檻值 .....	177
表 4- 19、避免 5G 基地臺造成飛航雷達高度計接收機阻塞安全共存距離.....	178
表 4- 20、中華電信 C 頻段既有離島點對點微波鏈路使用情形 .....	181
表 4- 21、中視 C 頻段點對點微波鏈路使用情形 .....	181
表 4- 22、頻譜整備方案研析綜整 .....	190
表 5- 1、各電信業者目前持有之頻寬.....	199
表 5- 2、ST-2 關閉轉頻器補償金額 .....	202
表 5- 3、點對點微波通信業者之補償金額.....	202
表 5- 4、預估補助固定點對點微波業者之費用 .....	203
表 5- 5、預估補助 ST-2 電臺改善措施之費用 .....	203
表 5- 6、預估補助既有 FSS 使用者改善措施之費用 .....	204
表 5- 7、共同頭端預估建置費用 .....	205
表 5- 8、5G 第二波拍賣之預測標金 .....	207
表 5- 9、5G 第二波拍賣之預期成本.....	208
表 5- 10、各頻譜整備方案之成本效益( $\alpha=40\%$ ).....	209
表 5- 11、各頻譜整備方案之成本效益( $\alpha=20\%$ ).....	209

表 5- 12、5G NR 運作頻段及多工模式.....	210
表 5- 13、我國業者於 n78 之頻率分配.....	211
表 5- 14、中華電信於民國 112 年 1 月電路月租費牌告價.....	212
表 5- 15、我國 5G 服務相關產業鏈.....	216
表 5- 16、5G 垂直領域之應用.....	217
表 5- 17、頻譜整備方案之優缺點總整理.....	219
表 5- 18、頻譜規劃時程及經費.....	222
表 5- 19、座談會議規劃與辦理情形.....	224
表 5- 20、方案一之優缺點總整理.....	251
表 5- 21、方案四之優缺點總整理.....	252
表 5- 22、方案五之優缺點總整理.....	253
表 5- 23、方案六之優缺點總整理.....	255
表 6- 1、16 處候選地點暨執行結果.....	260
表 6- 2、共同接收頭端設置位置評估指標說明.....	263
表 6- 3、共同接收頭端點撥用時程預估.....	273
表 6- 4、共同接收頭端第 37 條(基地開發)環境影響評估表.....	276
表 6- 5、共同接收頭端第 5 條(聯外道路)開發環境影響評估表.....	278
表 6- 6、共同接收頭端候選地點調查評估.....	279
表 6- 7、共同接收頭端候選地點新建機房調查.....	281
表 6- 8、共同接收頭端機房營建工程時程預估.....	284
表 6- 9、共同頭端候選頭端基地土建經費與時程預估.....	285
表 6- 10、我國住宅類建築造價參考表.....	288
表 6- 11、共同頭端候選頭端機房相關經費預估.....	289
表 6- 12、候選地點接收衛星方位角與仰角資訊.....	304
表 6- 13、嘉義縣大埔鄉候選地點干擾量測與理論估算比較.....	310

表 6-14、嘉義縣大埔鄉候選地點保護區影響人口統計 .....	312
表 6-15、臺東縣大武鄉候選地點干擾量測與理論估算比較 .....	315
表 6-16、臺東縣大武鄉候選地點保護區影響人口統計 .....	316
表 6-17、屏東縣潮州鎮候選地點干擾量測與理論估算比較 .....	319
表 6-18、屏東縣潮州鎮候選地點保護區影響人口統計 .....	320
表 6-19、南投縣信義鄉候選地點干擾量測與理論估算比較 .....	324
表 6-20、南投縣信義鄉候選地點保護區影響人口統計 .....	325
表 6-21、嘉義縣竹崎鄉候選地點干擾量測與理論估算比較 .....	327
表 6-22、嘉義縣竹崎鄉候選地點保護區影響人口統計 .....	328
表 6-23、一般招標與 PPP 招標模式比較 .....	333
表 6-24、共同接收頭端建置採購模式比較表 .....	335
表 6-25、政府興建維運財務分析表 .....	337
表 6-26、共同接收頭端三方案財務分析表 .....	339
表 6-27、A 方案財務分析(經營者自行建置並後續營運) .....	342
表 6-28、B 方案財務分析(經營者僅建置頭端設備並後續營運) ...	342
表 6-29、C 方案財務分析(經營者僅後續營運).....	343
表 6-30、政府在 A 方案每年經費補貼分析表(IRR 為 10%時) .....	344
表 6-31、政府在 B 方案每年經費補貼分析表(IRR 為 10%時) .....	344
表 6-32、政府在 C 方案每年經費補貼分析表(IRR 為 10%時) .....	344
表 6-33、候選地點評估要項分級評分表 .....	350
表 6-34、候選地點總積分順序表 .....	350
表 6-35、不同 IRR 在三方案相關費用分析表 .....	352
表 7-1、衛星廣播電視事業設置地球電臺與衛星地球電臺架設規範 .....	366

## 圖次

圖 1- 1、本案研究架構 .....	10
圖 2- 1、WRC-23 大會 IMT 頻段議題 .....	19
圖 2- 2、Releases 18 新版時程規劃 .....	21
圖 2- 3、美國 3.7-4.2 GHz 之頻段配置與釋出區塊 .....	25
圖 2- 4、加拿大 C 頻段重新規劃及衛星業務移頻示意圖 .....	31
圖 2- 5、加拿大 3650~3900 MHz 之頻段配置與釋出區塊劃分 .....	32
圖 2- 6、英國 C 頻段(3.3-4.2GHz)整備現況 .....	39
圖 2- 7、英國西元 2016 年 3.6-4.2 GHz 使用者概況 .....	40
圖 2- 8、西元 2022 年 9 月英國 3.6-4.2 GHz 頻譜分配 .....	41
圖 2- 9、日本 3.7 GHz 與 4.5 GHz 頻段 5G 釋出結果 .....	44
圖 2- 10、日本 3.7 GHz 頻段和諧共存研析業務概況 .....	44
圖 2- 11、日本總務省統計之日本國內同步衛星產業概況 .....	45
圖 2- 12、5G+頻譜計畫輪廓 .....	49
圖 2- 13、韓國 C 頻段既有使用情形 .....	50
圖 2- 14、韓國接收保護區(乾淨區)示意圖 .....	52
圖 2- 15、韓國 3.7-4.2 GHz 頻段衛星服務與 5G 干擾對策概念圖 .....	53
圖 2- 16、韓國 C 頻段既有使用情形與未來規劃 .....	54
圖 2- 17、韓國 3.7-4.0 GHz 衛星收訊保護區分布 .....	54
圖 2- 18、新加坡 3.4-3.7 GHz 釋出頻段 .....	56
圖 2- 19、新加坡禁區及防範區 .....	59
圖 2- 20、英國倫敦市中心匡列半徑 1.69 公里範圍測試 C 頻段干擾 .....	62
圖 2- 21、澳洲 3700-4200 MHz 頻段三項方案 .....	69
圖 2- 22、澳洲 3.4-4.0GHz 頻段規劃 .....	70

圖 2- 23、衛星訊號傳輸架構.....	71
圖 2- 24、社區聚合模式衛星網路示意圖.....	76
圖 2- 25、直接到戶衛星網路示意圖.....	77
圖 2- 26、澳洲衛星地球電臺保護區示意圖.....	81
圖 2- 27、日本 3.7 GHz 與 4.5 GHz 頻段指配最終結果.....	88
圖 2- 28、主要研究組織與國家之 5G 頻譜整備.....	92
圖 2- 29、亞太地區 C 頻段頻譜整備概況.....	93
圖 3- 1、固定地面衛星發射接收天線區域分布.....	102
圖 3- 2、衛星廣播事業與有線電視業者區域分布.....	103
圖 3- 3、衛星廣播事業與有線電視業者天線區域分布.....	104
圖 3- 4、衛星頻道供應事業或下鏈接收用戶分布.....	105
圖 3- 5、衛星頻道供應事業或下鏈接收天線統計與區域分布.....	105
圖 3- 6、中視 C 頻段點對點微波鏈路圖.....	117
圖 3- 7、中華電信 C 頻段點對點微波鏈路圖.....	118
圖 3- 8、無線電視事業產值及營收趨勢.....	123
圖 3- 9、無線廣播事業產值及營收趨勢.....	124
圖 3- 10、有線電視事業產值及營收趨勢.....	124
圖 3- 11、衛星廣播事業產值及營收趨勢.....	125
圖 3- 12、廣電傳播事業整體產值及營收趨勢.....	126
圖 3- 13、FSS 通訊方式示意.....	129
圖 3- 14、飛航雷達高度計運作原理示意圖.....	137
圖 3- 15、我國民航航機到達著陸點水平距離.....	143
圖 4- 1、美國 3.7 GHz 頻段規劃.....	146
圖 4- 2、衛星傳輸訊號傳輸架構.....	147
圖 4- 3、我國首波 5G 釋照頻譜整備圖.....	147

圖 4-4、美國三層式 CBRS 頻譜共享架構.....	148
圖 4-5、美國 CBRS 頻段規劃.....	148
圖 4-6、ST-2 衛星使用之頻譜.....	151
圖 4-7、國際 5G 與飛航雷達高度計頻譜配置.....	154
圖 4-8、5G 基地臺 MIMO 陣列天線場型圖.....	158
圖 4-9、4.3 GHz 飛航雷達高度計天線場型圖.....	158
圖 4-10、3.7~4 GHz 飛航雷達高度計天線場型圖.....	159
圖 4-11、5G 基地臺干擾情境示意圖.....	159
圖 4-12、衰落類型.....	161
圖 4-13、飛航雷達高度計系統干擾實證量測架構圖.....	167
圖 4-14、實測飛航雷達高度計系統干擾量測實驗室設置圖.....	168
圖 4-15、5G 基地臺帶外輻射干擾示意圖.....	169
圖 4-16、5G 基地臺主波干擾示意圖.....	169
圖 4-17、5G 基地臺與飛航雷達高度計安全共存距離示意圖.....	178
圖 4-18、ST-2 剩餘轉頻器.....	180
圖 4-19、行動寬頻業務用戶數發展趨勢.....	183
圖 4-20、行動寬頻用戶總數據傳輸量發展趨勢.....	183
圖 4-21、NB-IoT (040 門號數) 發展趨勢.....	184
圖 4-22、候選方案一.....	186
圖 4-23、候選方案二.....	187
圖 4-24、頻譜和諧共用機制.....	187
圖 4-25、候選方案三.....	188
圖 4-26、候選方案四.....	188
圖 4-27、候選方案五.....	189
圖 4-28、候選方案六.....	190

圖 4-29、本計畫研擬頻譜整備候選方案 .....	192
圖 5-1、頻譜整備方案構面 .....	194
圖 5-2、我國行動寬頻業務頻譜資源分配現況 .....	198
圖 5-3、我國 5G 頻譜資源核配現況 .....	198
圖 5-4、頻譜執照使用年限 .....	200
圖 5-5、行動寬頻用戶每月平均數據用量之趨勢預測 .....	250
圖 6-1、共同接收頭端候選地點選址程序 .....	257
圖 6-2、共同接收頭端候選點圖資系統示意圖 .....	258
圖 6-3、共同接收頭端地點篩選程序 .....	259
圖 6-4、土地適宜性分析法結合指標加權評比方法 .....	262
圖 6-5、公共建設用地取得方式 .....	265
圖 6-6、公地撥用作業流程 .....	268
圖 6-7、協議價購及土地徵收作業流程圖(a)(b) .....	270
圖 6-8、公地撥用標準作業流程 .....	272
圖 6-9、環境影響評估審查流程 .....	275
圖 6-10、共同接收頭端機房建置流程 .....	281
圖 6-11、機房營建流程示意圖 .....	283
圖 6-12、共同接收頭端機房與天線場群設施概念示意圖 .....	287
圖 6-13、衛星訊號處理傳輸架構圖 .....	291
圖 6-14、衛星地面接收天線固定與基座設計示意圖 .....	292
圖 6-15、共同接收頭端機房架構示意圖 .....	294
圖 6-16、共同接收頭端機房傳輸與介接架構示意圖 .....	295
圖 6-17、刀鋒邊緣模型說明圖 .....	300
圖 6-18、候選地點電磁波環境評估架構 .....	302
圖 6-19、碟型天線現場照片 .....	303

圖 6- 20、候選地點量測示意圖 .....	304
圖 6- 21、發射端行動式量測車示意照片 .....	306
圖 6- 22、嘉義縣大埔鄉候選地點地形圖 .....	309
圖 6- 23、嘉義縣大埔鄉候選地點保護區及量測點 .....	310
圖 6- 24、嘉義縣大埔鄉候選地點量測點 A6 地勢圖 .....	311
圖 6- 25、嘉義縣大埔鄉候選地點保護區影響範圍 .....	312
圖 6- 26、臺東縣大武鄉候選地點地形圖 .....	313
圖 6- 27、臺東縣大武鄉候選地點保護區及量測點 .....	314
圖 6- 28、臺東縣大武鄉候選地點候選地點 230 度方位地勢圖 .....	314
圖 6- 29、臺東縣大武鄉候選地點保護區影響範圍 .....	316
圖 6- 30、屏東縣潮州鎮候選地點地形圖 .....	317
圖 6- 31、屏東縣潮州鎮候選地點保護區及量測點 .....	318
圖 6- 32、屏東縣潮州鎮候選地點保護區影響範圍 .....	320
圖 6- 33、屏東縣潮州鎮候選地點量測中頻頻譜 .....	322
圖 6- 34、南投縣信義鄉候選地點地形圖 .....	323
圖 6- 35、南投縣信義鄉候選地點保護區及量測點 .....	324
圖 6- 36、南投縣信義鄉候選地點量測點 D5 地勢圖 .....	325
圖 6- 37、南投縣信義鄉候選地點保護區影響範圍 .....	325
圖 6- 38、嘉義縣竹崎鄉候選地點地形圖 .....	326
圖 6- 39、嘉義縣竹崎鄉候選地點保護區及量測點 .....	327
圖 6- 40、嘉義縣竹崎鄉候選地點保護區影響範圍 .....	328
圖 6- 41、傳統採購與 PFI 比較示意圖 .....	334
圖 6- 42、我國建置衛星共同頭端營運示意圖 .....	336
圖 6- 43、政府規劃民間參與公共建設作業流程圖 .....	347
圖 7- 1、申請地球電臺架設許可證及執照作業流程建議修正 .....	374



## 摘要

關鍵詞：數位部、通傳會、衛星地球電臺、3GPP、ITU、FSS

### 一、 研究緣起

C 頻段頻譜資源因具有充足行動通訊設備生態體系支援等優點，近年來為許多國家持續檢討、規劃釋出之潛在 5G 候選頻段。目前我國 C 頻段剩餘之 3.57-3.61 GHz 頻段作為 5G 與既有固定衛星服務（Fixed Satellite Service, FSS）護衛頻帶、3.61-4.2 GHz 頻段由既有 FSS 繼續使用。隨著通訊技術演進以及用戶收視與使用行為之改變，許多國家對於 C 頻段是否仍全部保留供衛星服務使用已有不同規劃與政策修正，例如以往透過 C 頻段傳輸之衛星訊號，實可受惠於有線寬頻光纖網路或混合同軸電纜等技術進步達到更具成本效益及品質穩定之傳輸效果，已有國家對於 C 頻段供衛星服務使用已有不同規劃與修正。考量未來 5G 普及率及技術發展成熟度提高後，其高傳輸速度、連結海量設備資料及低延遲之特性，必會帶來更多創新應用服務。為因應不斷成長的頻譜需求，未來必然會需要再增加頻譜供給，因此及早完善頻譜整備作業將為政策之重點。

### 二、 研究方法及過程

本計畫旨在評估 C 頻段剩餘之 3.57-4.2 GHz 頻段作為 5G 使用之可行性，透過研析國際主要國家 C 頻段頻譜整備政策與相關配套措施、設有衛星共同接收頭端之執行方式，以及 5G 與飛航雷達高度計和諧共存策略。此外，盤點國內 C 頻段剩餘頻率之既有使用者與其用途，作為研擬頻譜整備方案之考量，並研析建置衛星共同接收頭端之執行方式，以作為配套措施選項之一。由於航空用雷達高度計使用頻段（4.2-4.4 GHz）緊鄰 C 頻段剩餘頻率，為不使 5G 基地臺對航空用雷達高度造成干擾，透過干擾量測實證研究，研擬頻率和諧共存措

施。最終針對研提之頻譜整備方案以頻譜政策、財務效益、技術發展及政經環境等四個面向進行可行性評估，作為評估方案可行性與優缺點之基礎，以帶來優化產業成本、提升公眾利益與政府達成施政目標之三贏。

### 三、 重要發現

#### (一) 研析並提出我國剩餘 C 頻段之頻譜整備建議

本計畫研析國際組織（ITU 與 3GPP）與美國、加拿大、日本、韓國等 7 個國家之 C 頻段整備概況，發現 C 頻段（包括 n77、n78）為發展 5G 之主要頻段，並為各國優先釋出之頻段。為確保 5G 頻譜順利整備完成，並防止鄰頻干擾，主要研究國家採取如設置護衛頻帶、既有使用者之移頻規劃、規範 5G 基地臺發射功率、設置干擾協調區或禁制區等措施。美國、加拿大與澳洲更進一步規劃衛星地球電臺整合站點，以擴大 5G 網路可布建範圍。此外，觀察主要研究國家整備 C 頻段供 5G 使用時，多數國家皆考慮 5G 行動基地臺對飛航雷達高度計使用之影響並進行討論。

#### (二) 頻譜整備方案可行性評估

考量 C 頻段剩餘頻率已有既有使用者，包括 FSS 與固定點對點微波業者，為瞭解相關利害關係人對於頻譜整備方向之意見，辦理 6 場座談會廣納產官學各界意見及衛廣協會、6 家衛星上鏈經營、1 家公播經營等業者交流。本計畫共研提 6 個頻譜整備方式，以頻譜政策、財務效益、技術發展及政經環境四大構面進行可行性評估，並進行綜合分析比較。研究結果顯示，未來電信業者將有可能由五家各自合併為三家，分別為遠傳電信併購亞太電信及台灣大哥大併購台灣之星，其中僅台灣大哥大 3.5 GHz 的頻譜在併購後增至 100 MHz，短期內對頻譜的需求應不大。而併購不僅會增加各家電信業者在資金配置上的

壓力，為處理合併之作業，還會產生大量的時間成本，待合併完成可能仍需至少 1 至 2 年，此所造成的時間及金錢成本皆需一段時間才能全部回收。中華電信雖無併購其他電信業者，但其在首波 5G 釋照中取得三家電信業者中最多的頻譜（共 90 MHz）。不過 5G 用戶數目前仍在成長初期，且 5G 相關垂直應用也正處於發展階段。

根據行動寬頻用戶每月平均數據用量的歷史資料所預測之結果，可看出三年內對數據用量的需求呈微幅上漲的趨勢。但目前各家電信業者之頻譜需求趨緩，因此短期內無釋出頻譜的需求。

中期而言，頻譜需求於未來 5 年內開始有較明顯之成長，可考慮將頻譜適度開放之方案，於整備方案中設計時保留了我國唯一具自主衛星控制權之 ST-2，以保障許多既有衛星廣播業者之權利，且不需額外建置共同頭端。但也因為欲拍賣之 5G 頻段與首波 5G 釋照頻譜不連續且需預留較多護衛頻帶，造成頻譜使用效率較差。另一方面，若頻譜需求於五年內顯著大增，且屆時 C 頻段 FSS 業者的使用量也呈下降趨勢，則可考慮將完整頻段供 5G 使用，但 ST-2 及 FSS 相關業者的反彈聲音將會最大。為降低既有 FSS 業者受頻譜整備之影響，可透過建置共同頭端為配套措施，不僅能避免干擾還方便統一管理。但利害關係人對於建置及維運共同頭端之成本仍保有疑慮，且營運後之商業模式也為需考量之一大重點。僅管如此，本計畫提出共同頭端評估與執行機制，以及 5 處建議候選地點，供主管機關於中頻段剩餘頻譜整備方案施政之參考。

長期而言，目前行動寬頻仍搭配 4G 共同使用，且就本計畫之趨勢觀察，有線電視業者漸漸以光纖傳輸為主，雖有部分衛星轉播之需求，如國際賽事轉播等，但比例較小。若將時間因素納入考量，4G 頻譜執照的使用年限將於民國 122 年到期，且 ST-2 也將在民國 118 年除役，屆時 ST-2 若有新的衛星計畫，將需重新規劃及申請頻率。就

國際趨勢而言，ITU 及主要國家對於頻段分配在未來可能有新的規劃，因此 C 頻段下鏈發展趨勢將為變數，且頻寬需求以長期發展來看，仍會不斷成長。另外，使頻譜連續及專用為頻譜規劃之首要目標。綜上所述，若欲待 10 年後再進行頻譜整備，並在未來逐步達成連續頻譜的開放。

### (三) 研提頻譜整備方案之政策建議與法規調適

C 頻段頻譜之既有使用者中，僅「第一類：自有衛星經營者、點對點微波通信業者」及「第二類：衛星服務提供者」得作為電信管理法第 61 條及行政程序法第 123 條及 126 條規定之補償對象，補助之範圍以固定成本為主，如設備租金、人事費、資產折舊攤提、稅捐、規費及不可避免之電信業務轉播等。針對整備措施中須加裝濾波器者，參考「3.5 吉赫 (GHz) 頻段整備改善措施補助作業要點」，預擬「剩餘 C 頻段頻譜所應訂定之設備補助作業要點」之規範重點，包含：補助經費（預算）來源、申請資格、補助改善設施、申請補助期間、申請書應載明事項、申請案之審查程序、申請案經補助後受補助人應配合辦理事項等，供主管機關於未來確立頻譜整備策略方案，進行加裝濾波器補助時之補助作業要點參考。

在衛星電臺架設之流程修改建議中，須區分為數位部與通傳會之職權，就數位部而言，負責頻率申請審查與核發頻率使用證明；通傳會負責衛星地球電臺執照申設審查與執照發放。研究建議未來以電信管理法之「衛星地球電臺設置使用管理辦法」為依據，修正申請地球電臺架設許可證及執照作業流程，以便利申請者參考。另應留意「衛星地球電臺設置使用管理辦法」，通傳會已於民國 111 年 7 月預告「衛星地球電臺設置使用管理辦法」部分條文修正草案，刪除「天線直徑小於三公尺之衛星地球電臺」僅須登錄電臺資料即可使用之規定，換言之，若未來正式公告新修正之「衛星地球電臺設置使用管理辦法」

版本，即表示在申請程序上，無論衛星地球電臺天線直徑是否小於三公呎，衛星地球電臺皆須申請頻率並取得「頻率使用證明」、完成衛星地球電臺登錄並取得「設置核准證明」後，始能進行衛星地球電臺架設，架設完成經審驗合格取得「衛星地球電臺執照」始得使用等，以符合法規規範。

#### **(四) 協助主管機關建構 5G 與共同接收頭端業務和諧共存環境**

本計畫已針對本案研究範圍內之可行性議題，邀請該領域相關利害關係人召開座談會徵詢對於規劃方案之意見，辦理 6 場藉以徵詢各界於相關規劃議題之政策建議，及產業利害相關人交流訪談，蒐集有關頻譜整備管理重要議題相關意見，並研析國際間主要國家對於頻率原分配使用服務調整服務類型之政策處理措施，進一步評估我國剩餘 C 頻段釋出供 5G 頻譜解決方案可行性與優缺點，並現行電信管理法架構下，研提採行方案之政策建議與法規調適，與建議符合我國剩餘 C 頻段釋出供 5G 頻譜解決方案之工程需求，建構 5G 與共同接收頭端業務和諧共存環境。提高中頻段最大可用頻譜資源與確保既有業者合法使用權益，完備我國中頻段頻譜整備運用機制。

#### **四、 主要建議事項**

##### **(一) 立即可行之建議**

建議頻譜主管機關尚不用決定下一波 5G 頻譜整備方案。但是，可持續關注市場動態及頻譜需求之成長趨勢。如果在三年內，我國 5G 應用及用戶數快速成長，各家業者之頻譜需求增加，導致現有頻譜不敷使用，使頻譜主管機關需要釋出頻譜時，建議可選擇方案一。

依據 NCC 公眾電信網路基地臺審驗技術規範 5G 基地臺最大發射功率限制值 57 dBm/5MHz 與行動通信基地臺射頻設備技術規範(IS

ALL) 5G 基地臺操作頻帶大於 200MHz 以上時，應有 40MHz 的間隔頻段，5G 基地臺帶外輻射限制值最大為-13 dBm/MHz，評估 5G 基地臺與飛航雷達高度計安全共存距離，本計畫經由實證量測結果，未來若整備釋出 3.57GHz~4.2 GHz 頻段給予行動通訊使用，建議以機場跑道頭為中心半徑 1,000 公尺範圍設置保護區域，限建鄰近飛航雷達高度計操作頻段之 5G 基地臺(3.57~4.2 GHz)，並建議飛航主管機關協助國內民航機針對飛航雷達高度計接收系統，增加干擾改善措施，如帶通濾波器，以提升飛航安全。

## (二) 中長期性建議

### 1. 頻譜整備方案建議：

中期性頻譜建議：頻譜主管機關根據當時的各項決策因素發展狀況，從方案一、四及五擇一採用。

(1). 方案一為可行之折衷選項，主要優點為保留了 ST-2 之使用，此類衛星承載我國主要衛星廣播電視服務及有線電視之傳輸，也照顧到國家安全之需求。此方案可釋出 360 MHz 之專用頻譜，屆時如果有 3 家業者參與頻譜競標，平均每家業者可獲得 120 MHz 之頻譜，應可滿足其 5G 應用成長之需求。若頻譜需求於五年內顯著大增，且屆時 C 頻段 FSS 業者的使用量也呈下降趨勢，則可考慮使用方案五。該方案之財務表現為所有方案中最佳，不僅頻譜使用效率高，且釋出之頻段最大且最完整，因此可帶動多元垂直領域的發展，進而提升國民福祉。如果 5 年後真正需要使用 C 頻段衛星之需求已經降至相當低、政經環境已經可以接受此方案，採用方案五將會是我國 5G 頻譜開放之亮點。

(2). 方案四是所有方案中最易推行、反彈壓力最小之方案。此方案雖可降低 FSS 業者之反彈壓力，但也使得 5G 釋出之頻寬

壓縮至 180 MHz，為六方案中最少的，在頻譜政策及財務效益的表現也最差。

長期性頻譜建議：頻譜主管機關可採用方案六。

- (1). 就頻譜政策面而言，本方案之頻譜規劃，可使我國 5G 頻譜與首波 5G 釋照連續，且減少不必要的護衛頻帶，大幅提高頻譜使用效率及效益。而本方案也規劃 200 MHz 之頻譜供 FSS 及微波鏈路使用，可照顧到我國唯一具控制權的衛星，其對於我國國家安全及發展之重要性。
- (2). 此外，建議頻譜主管機關持續關注 ITU WRC23、WRC27 大會相關頻譜規劃議題之討論與決議，例如衛星 C 頻段頻譜規劃、第 6 代行動通訊系統之發展、6 GHz 頻段供無線區域網路與行動通訊服務使用等。再考量我國行動寬頻與 C 頻段衛星應用的發展與頻譜需求，作為我國規劃中、長期整體頻譜規劃之參考。

## 2. 共同頭端設置評估建議

依本計畫篩選及分級評分方式建議積分排序前 5 地點為共同頭端優先選用地點。考量不同時空背景影響因素及新增選地點可能，建議依本計畫方式評估適宜性或變更評分比重方式，以快速遴選共同頭端設置地點。

## 第壹章 緒論

### 第一節 研究緣起與背景

國家通訊傳播委員會(以下簡稱通傳會)於民國 109 年 2 月完成我國首波 5G 頻譜釋照作業，共釋出 3.5 GHz 中頻段以及 28 GHz 高頻段頻譜資源共計 1,870 MHz；其中，3.5GHz 中頻段為電信事業布建 5G 網路之重要關鍵要素，各電信事業基於推動 5G 服務與搶占未來行動通訊市場之經營優勢等考量因素，激烈競逐 3.5 GHz 頻段，使 3.5 GHz 頻段得標金達新臺幣 1,405.43 億元，大幅超過原先預期。

由前述釋出結果可預期國內電信事業對於 5G 中頻段頻譜資源仍有強烈需求。其中，C 頻段剩餘之 3.57-3.61 GHz 頻段作為 5G 與既有固定衛星服務 (Fixed Satellite Service, FSS) 護衛頻帶、3.61-4.2 GHz 頻段由既有 FSS 繼續使用，然該頻段具有充足行動通訊設備生態體系支援等優點，爰為許多國家持續檢討、規劃釋出之潛在 5G 候選頻段，例如美國於民國 110 年間完成 3.7-3.98 GHz 頻段釋照作業，同樣吸引該國國內電信事業激烈競逐，我國交通部民國 111 年 3 月公布之無線電頻率供應計畫，3.7-4.2 GHz 頻段未來將視衛星廣播電視頻段核配之使用期限屆滿或與既有使用者達成共識，並待清(移)頻作業完成再評估規劃供行動通信使用。由此可見，基於提升頻譜使用效率與促進釋出頻率帶來之公共利益極大化等原因，實有必要檢討與評估 3.61-4.2 GHz 頻段釋出供行動寬頻服務使用之可行性。

由於 C 頻段具備較佳之抵抗降雨訊號衰減能力，故以往多為衛星通訊服務使用，然隨著通訊技術演進以及用戶收視與使用行為之改變，許多國家對於 C 頻段是否仍全部保留供衛星服務使用已有不同規劃與政策修正，例如以往透過 C 頻段傳輸之衛星訊號，實可受惠於有線寬頻光纖網路或混合同軸電纜等技術進步達到更具成本效益及品質穩定之傳輸效果。

依本計畫團隊歷年執行通傳會補助「3.5 GHz 中頻段改善措施建置與潛在干擾評估及處理作業計畫」調查數據顯示，C 頻段既有使用者(包含有線電視系統、點對點微波系統)皆已調整光纖網路為主要線路，而將衛星接收鏈路轉為備援線路。因此，既有衛星業者對於 C 頻段使用密度已有下降。

另外，由非營利航空無線電技術委員會 (Radio Technical Commission for Aeronautics, RTCA) 於西元 2021 年 12 月公布研究報告揭露 5G 網路若鄰近航空用雷達高度計使用頻段 (4.2-4.4GHz)，5G 基地臺訊號電波可能產生干擾飛航雷達高度計疑慮。因此，研析 C 頻段剩餘頻段作為 5G 用途，亦須兼顧國內飛航安全。

為更進一步評估 C 頻段剩餘之 3.57-4.2 GHz 頻段作為 5G 使用之可行性，本計畫將研析國際主要國家配套政策、研析解決方案、評估解決方案可行性與優缺點，並邀請相關利害關係人徵詢意見，在保障既有 FSS 使用權益與不影響飛航雷達高度計前提下，研析 C 頻段剩餘頻譜整備方案，以帶來優化產業成本、提升公眾利益與政府達成施政目標之三贏。

## 第二節 研究架構

本計畫將依據委託機關採購案計畫書委託辦理內容規劃執行，專案研究架構與工作項目如圖 1-1 所示。



圖 1-1、本案研究架構

資料來源：本計畫整理

專案細部工作項目及計畫研析方向，分別說明如下：

- 工作項目一：研析國際間對於 C band 重分配之發展趨勢
  - 研析國際電信聯合會 (International Telecommunication Union, ITU)、第三代合作夥伴計劃(3rd Generation Partnership Project, 3GPP) 及主要國家 (包含美國、加拿大、英國、日本、韓國、新加坡與澳洲等) 對於 C 頻段頻譜整備政策；

- 研析主要國家對於 C 頻段頻譜和諧共存策略，5G 與飛航雷達高度計和諧共存策略，以及推動共同接收頭端作法與執行細節。
- 工作項目二：盤點我國 C 頻段既有使用情形
  - 盤點我國 C 頻段既有使用者之使用頻段、業務類型、產業規模、所涉之發射與接收站臺數量、為主要或備援電路；
  - 盤點 FSS 目前所使用及分析潛在可能使用之衛星；
  - 盤點國內目前 4.2-4.4 GHz 頻段航空用雷達高度計之使用現況。
- 工作項目三：研析並提出我國剩餘 C 頻段之頻譜整備建議
  - 參考國際間主要國家之頻譜整備情形，研析符合我國發展之頻譜整備策略；
  - 評估適用於我國之可行頻譜整備方案；
  - 研析 5G 基地臺對於 4.2-4.4 GHz 頻段飛航雷達高度計可能干擾議題，以及規劃干擾議題實證量測。
- 工作項目四：頻譜整備方案可行性評估
  - 頻譜整備方案分析，包含不同方案所涉及之頻譜整備工作內容、頻譜使用效益、對 4.2-4.4 GHz 頻段飛航雷達高度計之影響，以及預估所需之頻譜整備時程及執行經費；
  - 辦理 6 場次座談會，徵詢相關利害關係人對於規劃方案意見；
  - 進行 5 個共同接收頭端候選地點評估，包含土建、機房、機電工程、以量測方式評估同頻干擾所需保護範圍，並估計干擾保護區之面積及人口、評估適用促進民間參與公共建設法可行性
- 工作項目五：研提頻譜整備方案之政策建議與法規調適。

## 第三節 研究方法

本計畫企劃書依據招標文件列出之委託辦理工作項目，將透過文獻分析法、比較分析法、實證研究法及焦點訪談法之方式，進行文獻資料研究分析比較、科學儀器量測、座談會意見綜整前述工作項目的產出，相關研究方法分述如下：

### 一、文獻分析法

文獻分析法為針對某一特定主題，持續蒐集與其有關的重要圖書資料，並加以整理、分析、歸納、評鑑與彙整的歷程<sup>1</sup>；根據研究目的或課題，蒐集市場資訊、調查報告與產業動態等文獻資料，從而精準掌握研究問題的一種研究方法。

文獻分析法之蒐集內容，將要求豐富及廣泛，再將收集取得資料經分析後歸納統整，再分析事件淵源、原因、背景、影響及其意涵等。文獻資料包括政府部門相關政策報告、產業界研究資料、文件檔案資料庫、書籍、論文與期刊及報章新聞等。

本計畫將蒐集並研析 ITU、3GPP 及主要國家（包含美國、加拿大、英國、日本、韓國、新加坡與澳洲等）對於 C 頻段頻譜整備政策、C 頻段頻譜和諧共存策略，5G 與飛航雷達高度計和諧共存策略，以及推動共同接收頭端作法與執行細節。

### 二、比較分析法

比較分析法多藉由廣泛蒐集資料，深入探究與分析，以解釋現狀，或描述探索足以影響變遷及成長諸因素的互動情形，確定問題癥結，

---

<sup>1</sup> 周文欽（2008），空大學訊，研究方法概論補充教材。

進而提出建議。

本計畫為瞭解各國電信或競爭主管機關對於頻譜運用與對整體市場競爭之影響規範政策思維，將採用比較分析法，藉由蒐集國際主要國家中頻段頻譜運用情形，進行資料比較分析，以探究各國主管機關對於相關監理政策思維與法規依據、市場環境與頻譜資源集中程度背景資訊。相關研究成果將可作為本計畫研擬我國相關政策建議之參考。

### 三、實驗研究法

實證研究法是依據現有的科學理論和實作需要提出設計，並利用科學儀器和設備，在自然條件下，透過系統化的操作步驟，觀察、記錄、測定與此相伴隨的現象變化，來確定條件與現象之間的因果關係的研究方法。

本計畫將利用科學儀器與商用設備，在實驗室與實地進行航空用雷達高度計與共同接收頭端候選地點保護距離量測，分析科學數據與理論推估之差異變化，作為我國剩餘 C 頻段頻譜整備方案之參考依據。

### 四、焦點訪談法

此方法應用於本計畫對國內產官學研意見之蒐集與分析。透過舉辦座談會方式邀請國內電信業者、專家學者、公協會、相關產業等利益相關團體，蒐集各界關於頻譜運用政策規範等重要議題之意見。

本計畫規劃舉辦 6 場座談會，諮詢對象包括專家學者、電信業者及 6 項業務利害團體，一方面了解相關產業對於我國頻譜運用相關領域之管理、政策等不同層面之觀點，以利完善本計畫之相關工作項目，

其次，在研究團隊歸類、分析、整理出更明確的概念與主題，進而完備我國主管機關未來處理電信業者申請頻率共用相關案件時之個案審理程序、原則、審核具體建議，以及總體市場競爭與經濟利益影響評估機制建議。藉由座談會之舉辦，蒐集產官學各界之意見與看法，並回饋至本計畫研提之政策建議，供主管機關作全面性政策考量之參考。

整體而言，本計畫將與委託機關充分溝通，促使相關工具使用之情境與模擬前提，能符合主管機關對現有及未來電信市場發展之認知，確保相關分析成果滿足我國市場特性，相關建議能切中政策要點，協助委託機關達成促進頻率使用效率、確保消費者使用服務品質以及推動我國電信市場發展之政策目標。

## 第貳章 研析國際間對於 C band 重分配之發展趨勢

### 第一節 國際組織與主要研究國家 C 頻段整備政策與整備措施研析

#### 一、國際電信聯合會

國際電信聯合會（ITU）為電信領域重要國際組織，旨在促進國際通訊發展，分配全球無線電頻率、衛星軌道資源和制訂通訊技術標準需求。並在每四年一屆舉辦的世界無線電通信大會（World Radiocommunication Conferences, WRC）中與全體會員國代表討論和修訂制度規範。目前預計在 2023 年 11 月 20 至 12 月 15 日，於阿拉伯聯合大公國杜拜舉辦下屆 WRC-23 大會。在國際行動電信（International Mobile Telecommunications, IMT）頻率資源方面，ITU 於歷屆世界無線電通信大會修訂無線電規則頻率分配表，反映各國、各區域乃至全世界的頻率劃分與使用現況。

在 WRC-03 大會時，考量行動通訊需求持續上升趨勢，認為充足頻率資源為 IMT-2000、Beyond IMT-2000 等下世代行動通訊技術發展的關鍵因素，因而持續關注研析潛在可使用頻譜資源。WRC-07 至 WRC-15 大會之間，持續考量國際各區域、會員國之頻譜實際釋出情況與建議，採取新增和調整頻率分配表註腳之方式，修改無線電規則（Radio Regulation, RR）。中頻段方面，3400-3600 MHz 頻段在 WRC-15 大會時已有許多國家與區域釋出為全球行動通訊頻段，但是在 3300-3400 MHz、3600-3700 MHz 頻段如表 2-1 所示，各國釋出政策仍存在分歧，雖有國家已釋出給行動通訊使用，仍需持續研析相關技術規範。

表 2-1、WRC-15 在 3300-3700MHz 頻段之調整決議

頻段 (MHz)	第一區	第二區	第三區	我國現況 (中華民國無線電頻率分配表)	
3300-3400	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 新增註腳 5.429B，確認非洲 33 國用於 IMT</li> <li>• 調整註腳 5.429，新增國家用於 IMT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 新增註腳 5.429D，新增 6 國用於 IMT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 調整註腳 5.429，新增國家</li> <li>• 新增註腳 5.429F 確認 6 國用於 IMT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 無線電定位(主)</li> <li>• 行動(主)</li> <li>• 業餘(次)</li> </ul>	3300-3570 供行動通信使用  3570-3610 僅供行動及衛星固定通信間之護頻帶使用
3400-3600	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 確認註腳 5.430A，擴大為第一區所有國家用於 IMT</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 新增註腳 5.431B，確認用於 IMT</li> <li>• 調整註腳 5.431A，將行動(排除航空行動)從次要業務提升為主要業務</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 確認註腳 5.432B，3400-3500 MHz 新增用於 IMT 的國家</li> <li>• 確認註腳 5.433A，3500-3600 MHz 新增用於 IMT 的國家</li> </ul>	3400-3500 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 固定(主)</li> <li>• 衛星固定(太空對地球)(主)</li> <li>• 行動(主)</li> <li>• 業餘(次)</li> <li>• 無線電定位(次)</li> </ul>	
3600-3700	-	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 新增註腳 5.434，新增 4 國用於 IMT</li> </ul>	-	3500-3700 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 固定(主)</li> <li>• 衛星固定(太空對地球)(主)</li> <li>• 行動(主)，航空行動除外</li> <li>• 無線電定位(次)</li> </ul>	

資料來源：ITU(2016)<sup>2</sup>，本計畫整理

## 國際電信聯合會無線電通訊部門(International Telecommunication

<sup>2</sup> ITU (2016), WRC-15 Outcome and update, <https://www.itu.int/en/ITU-D/Regional-Presence/AsiaPacific/SiteAssets/Pages/Events/2016/Aug-WBB-Iran/Wirelessbroadband/ICT%20wireless%20broadband%20roadmap-WRC-15%20Outcome%20and%20update.pdf>

Union Radiocommunication Sector, ITU-R) 在 WRC-15 大會舉辦前發布在 3400-4200 MHz 與 4500-4800 MHz 頻段，IMT-Advanced 系統與同步軌道衛星和諧共存報告<sup>3</sup>，提供相關理論參數與情境研究結果，供會員國進行後續干擾共存研析。根據報告結論，若是 IMT 與衛星使用相同頻段並且為達到和諧共存目標，依不同假設情境需要不同保護距離：

## 1. IMT-Advanced 系統與衛星使用相同頻率

### (1) 在都市或郊區布建 IMT-Advanced 系統大型基地臺情境

- 在長期不受干擾標準下，所需間隔距離至少需幾 10 公里。
- 在短期不受干擾標準下，且考量地形因素後，絕大多數案例所需間隔距離至少 100 公里以上。
- 必須符合所有短期、長期不受干擾標準。
- 其中部分情境所需間隔距離更遠，甚至到 525 公里。其他案例可透過額外人工、自然遮蔽物降低所需間隔距離。

### (2) 在室外布建 IMT-Advanced 系統小型基地臺情境

- 基於長期不受干擾標準，所需間隔距離約為幾 10 公里。
- 在短期不受干擾標準，且在城市使用低天線高度的小型基地臺情境，考量地形與雜波 (clutter) 因素後，所需間隔距離約為 30 公里。但在某些情境仍可達到 100 公里。
- 必須符合所有短期、長期不受干擾標準。

### (3) 在室內布建 IMT-Advanced 系統小型基地臺情境

---

<sup>3</sup> ITU(2015), Sharing studies between International Mobile Telecommunication-Advanced systems and geostationary satellite networks in the fixed-satellite service in the 3 400-4 200 MHz and 4 500-4 800 MHz frequency bands in the WRC study cycle leading to WRC-15, <https://www.itu.int/pub/R-REP-S.2368-2015>

- 由於預設建築物所具有的衰減效果、較低的基地臺等效全向輻射功率(Equivalent Isotropically Radiated Power, EIRP)和天線高度。小型基地臺室內所需間隔距離比室外更短。
- 長期不受干擾標準，所需間隔距離從 5 到幾 10 公里。
- 短期不受干擾標準，所需間隔距離從 5 到幾 10 公里，部分案例仍達到 120 公里。
- 間隔距離落差大的主因是地形條件、電波耗損、建築物穿透耗損（0 到 20db）等不同假設的結果。
- 必須符合所有短期、長期不受干擾標準。

## 2. IMT-Advanced 系統與衛星使用相鄰頻率

- 在相鄰頻段情境，基於長期不受干擾標準，IMT-Advanced 大型基地臺所需間隔距離從 5 公里至幾 10 公里；小型基地臺室外布建情境，所需間隔距離則為 900 公尺至 5 公里以下。以上分別是基於沒有護衛頻段的條件。
- 在相鄰頻段情境，透過採用護衛頻段方式分隔 IMT-Advanced 與 FSS 使用頻段，可縮短基地臺和 FSS 地球電臺之間所需的間隔距離。
- 在部分的大型基地臺布建情境，採用 2 至 80MHz 護衛頻帶後，間隔距離從基地臺覆蓋範圍邊緣起算，分別可降為 30 至 20 公里。
- 同樣地，針對部分的小型基地臺布建情境，分別使用 1 至 2MHz 護衛頻帶後，間隔距離從基地臺覆蓋範圍邊緣起算，可各自降為 20 至 5 公里
- 而其中一項研究結果顯示，裝設低雜訊放大器(Low Noise Amplifier, LNA)或低雜訊降頻器(Low Noise Block, LNB)等措施可明顯減少間隔距離。

後續 WRC-19 大會在第 245 號決議，考量中頻段相較於低、高頻段可同時兼具網路覆蓋和容量需求，以及全世界統一頻段能實現全球漫遊、具規模經濟效益等優點，因而規劃在 WRC-23 大會針對 3300-3400 MHz、3600-3800 MHz 頻段進行討論，然而第三區未能達成共識，所以未納入 WRC-23 大會議題討論如圖 2-1 所示。WRC-19 決議同時要求 ITU-R 在 WRC-23 大會前先行完成頻率和諧共用所需的技術研究，並於 WRC-23 大會進一步討論。

WRC-23 IMT Agenda Items Overview

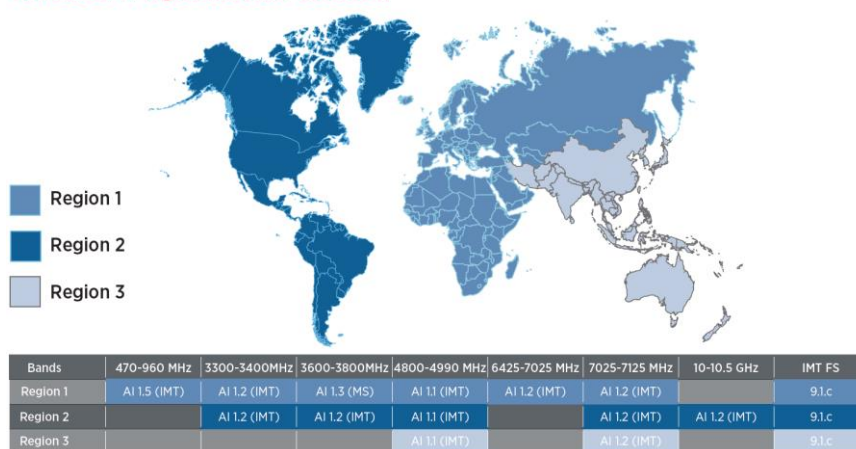


圖 2-1、WRC-23 大會 IMT 頻段議題

資料來源：GSMA (2021)<sup>4</sup>

WRC-23 大會將針對中頻段進行研析，國際民航組織 (International Civil Aviation Organization, ICAO) 也事先提出立場文件<sup>5</sup>。文件中提及最近 ICAO 收到多份有關 5G 與飛航雷達高度計存在干擾疑慮之研究結果。對此 ICAO 重申飛航雷達高度計使用頻段對飛航安全的重要性。並且強調反對在 3600-3800 MHz 頻段，任何可能干擾飛航雷達高度計的修改《無線電規則》之決議。另外 ICAO 補充說明關注焦點並非行動通訊新頻段指配、監理層面議題，而是應研析 5G 新通訊系統如何與既有飛航高度計達成和諧共存，所以未來工作重點

<sup>4</sup> GSMA (2021), The GSMA at WRC-23, <https://www.gsma.com/spectrum/wrc-series/>

<sup>5</sup> ITU-R (2021), ICAO position for ITU WRC-23, <https://www.itu.int/md/R19-WSHWRC23-C-0017>

在於持續研析、評估與執行任何可能需要的措施，最終確保兩者應用可以達到和諧共存。

根據 ITU 資料，涉及航空無線電應用領域，ITU 會參考 ICAO 意見，甚至由 ICAO 制定相關管理規範。在飛航雷達高度計部分，ITU-R 曾提出涉及飛航雷達高度計保護的建議書。ITU-R 在西元 2014 年的 M.2059-0 建議書<sup>6</sup>中，先行介紹飛航雷達高度計之運作特性與重要性，並提出相關參數供後續理論推導與研究時參考標準。

基本上飛航高度計為實現準確進場、降落、防碰撞及接近地面時的關鍵系統，具有輔助安全降落、地形迴避與警告等功能。而且單一飛機可安裝複數的飛航高度計，在自動降落模式中須達到 0.9 公尺 (3 英尺) 的準確度。單架飛機上的複數飛航高度計之間可透過中心頻率偏移、時間間隔或頻寬與調變週期間隔等方式避免相互干擾，然而這也造成每架飛機的飛航高度計需要使用大量頻寬，達到至少約 196MHz 頻寬。並且因為高精準度要求而對於鄰頻干擾極為敏感，使得頻率和諧議題更顯重要。

ITU-R 建議未來進行飛航雷達高度計和諧共存研究時，須考量到從地面到 12 公里高度之間之各種情況，因為干擾源數量、頻率特性、空間分布和天線增益等因素加總，將對飛機造成不同程度之干擾如表 2-2 所示。並且考慮飛行動態環境，必須納入研析飛機左右傾斜 (Roll)  $\pm 45^\circ$ 、飛機上下俯仰 (Pitch)  $\pm 20^\circ$  之情況。另外在西元 2014 年建議書並未做出最終具體和諧共存建議，僅作為原則性參考資料與建議門檻值，提供給各會員國深入研究時之參照，因此研析各會員國實際措施與經驗，成為我國 C 頻段整備之重要參考經驗。

---

<sup>6</sup> ITU (2014), Recommendation ITU-R M.2059-0: Operational and technical characteristics and protection criteria of radio altimeters utilizing the band 4 200-4 400 MHz, <https://www.itu.int/rec/R-REC-M.2059-0-201402-I/en>

表 2-2、ITU 建議飛航雷達高度計之門檻值

對飛航雷達高度計之影響	訊號干擾指標	門檻值
靈敏性下降 (Desensitization)	干擾雜訊比(I/N)	-6dB
接收機過載 (Front End Overload)	接收機阻塞 (Blocking)	依不同飛航雷達高度計參數而定

資料來源：ITU，本計畫整理

## 二、第三代合作夥伴計畫

目前第三代合作夥伴計畫(3GPP)於2021年9月公告目前Release 18之時間表，並在第93次線上會議結束後確定Release 17、18時程規劃如圖2-2，Release 17已於2022年3月第95次會議凍結第三階段(Stage 3)5G標準，並於同年6月第96次會議凍結協定；Release 18預計於2023年3月凍結第二階段(Stage 2)及同年12月凍結第三階段(Stage 3)。

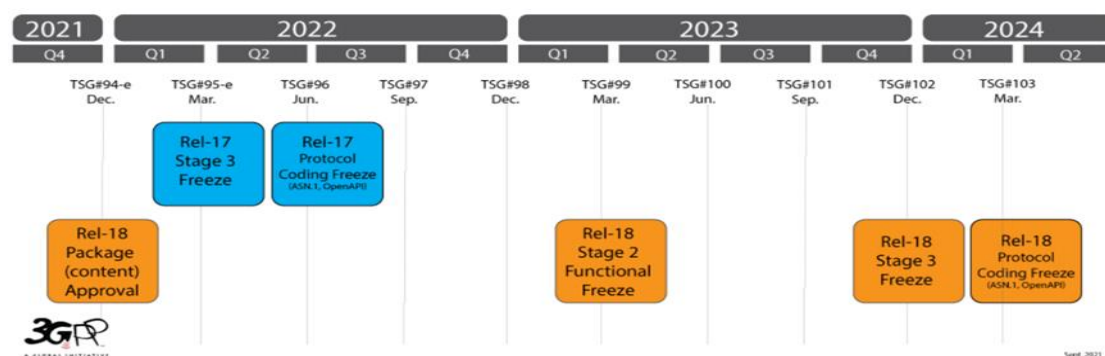


圖 2-2、Releases 18 新版時程規劃

資料來源：3GPP Releases 18(2021)

根據3GPP於西元2021年12月發布Release 17 TS 38.104文件，內容提到5G NR (New Radio) 運作頻段 n77 (3300 MHz-4200 MHz)、n78 (3300 MHz-3800 MHz) 及 n79 (4400 MHz-5000 MHz) 為 C 頻段

使用 5G NR 技術，如表 2-3 所示。

表 2-3、3GPP 規劃 C 頻段使用 5G NR 運作頻段

NR 運作 頻段	上傳運作頻段 (基地臺接收/用戶終 端傳輸) (MHz)	下載運作頻段 (基地臺傳輸/用戶終 端接收) (MHz)	雙工模式
n77	3300 – 4200	3300 – 4200	TDD
n78	3300 – 3800	3300 – 3800	TDD
n79	4400 – 5000	4400 – 5000	TDD

資料來源：3GPP，本計畫整理

後續持續關注 3GPP Release 18 TS 38.104 文件針對 5G NR 運作  
頻段之更新或新增。

### 三、美國

#### C 頻段頻譜整備政策

美國在 C 頻段整備作業，其頻段整備與釋出依序從 3.55-3.65 GHz（拍賣代號第 105 號 (Auction 105)）、3.7-3.98 GHz（拍賣代號第 107 號 (Auction 107)）及 3.45-3.55 GHz（拍賣代號第 110 號 (Auction 110)）。前揭頻段拍賣時間分別如下：

1. 3.55-3.65 GHz 拍賣自西元 2020 年 7 月 23 日起至 8 月 25 日止；
2. 3.7-3.98 GHz 拍賣自西元 2020 年 12 月 8 日起至西元 2021 年 2 月 17 日止；
3. 3.45-3.55 GHz 拍賣自西元 2021 年 10 月 5 日至西元 2022 年 1 月 4 日止。

在拍賣前述頻段之前，美國聯邦通訊委員會（Federal Communications Commission, FCC）會先針對釋出頻段之既有使用者進行調查與移頻等整備作業，以確保業者得標取得頻段後，能充分運用該頻段布建行動網路，確保發揮釋出頻譜資源之最大效益。美國整備 5G 中頻段之起源可追溯自西元 2017 年。當年度 FCC 首次發布 5G 中頻段候選頻譜調查 (Notice of Inquiry)，針對 3.7-4.2 GHz、5925-6425 MHz 以及 6425-7125 MHz 頻段徵詢各界之看法。

3.7-4.2 GHz 頻段原先由固定衛星與固定微波使用，為了避免因相關服務設置新電臺導致增加 FCC 整備該頻段之困難度，FCC 於西元 2018 年 4 月公告凍結地球電臺執照申請、純接收地球電臺註冊以及固定微波鏈路執照申請使用或變更 3.7-4.2 GHz 頻段，停止固定衛星或固定微波於該頻段申請新執照之機會，讓 FCC 後續可擁有更大

之頻段整備措施推動空間。相關凍結時間於西元 2018 年 6 月起生效。

歷經多次與產業間之溝通協調，歷時約 1 年後，FCC 於西元 2020 年 3 月公告決議，決定將 3.7-3.98 GHz 之使用目的由原先核配給固定衛星服務使用轉為供行動通訊使用，並設置多項措施如建立移頻措施、建立補償金機制與清算中心，以及規劃移頻時程表等。其中，將現有多個衛星重整並整併成整合型頭端接收站，即屬移頻措施之一環。

FCC 對於 3.7-4.2 GHz 之整備作業，規劃將 3.7-3.98 GHz 作為行動通訊，3.98-4.0 GHz 為護衛頻帶、4.0-4.2 GHz 則供原先使用 3.7-4.2 GHz 之固定衛星與固定微波業者移頻重整後使用。對於固定衛星與固定微波業者將原先使用 3.7-3.98 GHz 頻段之電臺設施，移往 4.0-4.2GHz 頻段所衍生之移頻成本，則由電信業者支付標金中挪出部分金額作為移頻補償之用，FCC 與產業諮詢、討論相關移頻金額將為 97 億美元。

隨後，FCC 於西元 2020 年 12 月 8 日啟動 3.7-3.98 GHz 頻段拍賣作業，FCC 將頻率分為 A、B 與 C 共 3 種類別。A 類為 3.7-3.8 GHz，頻率範圍 100 MHz，以 20 MHz 為單位，共分為 A1 至 A5 區塊；B 類為 3.8-3.9 GHz 共 100 MHz，同樣以 20 MHz 為單位，區分為 B1 至 B5 區塊；C 類為 3.9-3.98 GHz 共 80 MHz，每區塊為 20 MHz，分別為 C1 至 C4 區塊。3.98-4.0 GHz 為護衛頻段、4.0-4.2 GHz 為固定衛星服務使用，如圖 2-3 所示<sup>7</sup>。

---

<sup>7</sup> FCC (2020), Auction of flexible-use service licenses in the 3.7-3.98 GHz band for Next-generation wireless services, <https://www.federalregister.gov/documents/2020/08/28/2020-18804/auction-of-flexible-use-service-licenses-in-the-37-398-ghz-band-for-next-generation-wireless>

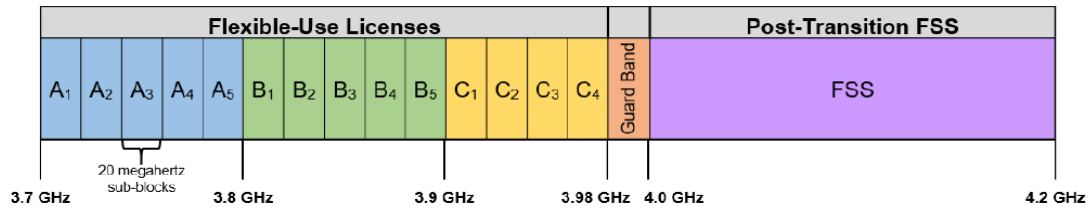


圖 2-3、美國 3.7-4.2 GHz 之頻段配置與釋出區塊

資料來源：FCC

FCC 對於 3.7-3.98 GHz 拍賣作業自西元 2020 年 12 月 8 日起至西元 2021 年 2 月 17 日止。西元 2021 年 2 月 24 日 FCC 公告 3.7 GHz 頻段拍賣結果。總共有 21 家得標者，總釋出 5,684 張頻塊執照，總拍賣價金為 81,168,677,645 美元，扣除底價後之淨出價金為 81,114,481,921 美元。

3.7-3.98GHz 頻段拍賣中，以 Cellco Partnership (Verizon 集團)取得 3,511 張執照，為所有競價者中取得執照數量最多者；其次為 AT&T，取得 1,621 張執照；再其後為取得 254 張執照之 United States Cellular 與取得 142 張執照之 T-Mobile。

綜上所述，美國 C 頻段整備作業中，共涉及 3 個頻段，分別為 3.55-3.65 GHz、3.7-4.2 GHz 以及 3.45-3.55 GHz 頻段。其中，以涉及固定衛星服務移頻之 3.7-4.2 GHz 頻段最為複雜，釋出供 5G 使用之頻寬達 280 MHz 也最多，因此本計畫將以該頻段為主要介紹對象。

### C 頻段頻譜整備措施

美國對於 3.3-4.2GHz 頻段之和諧共存策略，其中以 3.7-4.2 GHz 頻段為主要政策重心。FCC 於西元 2020 年 3 月 3 日公告 3.7-4.2 GHz 之政策報告與命令，確認該頻段之和諧共存及移頻相關措施。在該次報告與命令決議文件中，FCC 分別修正既有聯邦電信規章第 25 節衛星通訊 (Part 25 – Satellite Communications) 以及電信規章第 27 節各

類無線通訊服務（Part 27 – Miscellaneous wireless communications services）。

其中，第 25 節之第 25.138 條規範使用 3.7-4.2 GHz 頻段之地球電臺，應於指定時間內移往 4.0-4.2 GHz 頻段、且 FCC 不再受理設置電臺使用 3.7-4.0 GHz 頻段之新申請案或變更申請；第 25.147 條則規範使用 3.7-4.2 GHz 頻段之太空電臺，同樣無法再申請設置太空電臺使用 3.7-4.0 GHz 之新申請或變更申請。第 25.203 條則說明自西元 2021 年 12 月 5 日起至 2030 年 12 月 5 日，相關整合型遙測、追蹤與控制站臺（共同接收頭端），最多將不超過 4 個地點，且無其他遙測追縱與控制運作能於 3.7-4.0 GHz 頻段獲得干擾保護之權利。

至於規範行動通訊業者為主之電信規章第 27 節各類無線通訊服務，則規範行動通訊使用 3.7-3.98 GHz 之相關執照時間、發射功率、移頻補償金之成本計算、建立移頻協調者、移頻清帳機制、付款義務以及保護既有使用者等規範。

例如第 27 節之第 27.1423 條規範行動業者保護既有使用者之作法，即透過限制帶外發射，避免干擾運作於 4.0-4.2 GHz 之既有地球電臺，FCC 採取之作法為規範功率通量密度（Power Flux Density, PFD）不得超過每平方公尺每 MHz -124 dBW（-124 dBW/m<sup>2</sup>/MHz）；此外，對於所有 3.7 GHz 頻段得標者，應與既有所有遙測控制地球電臺半徑 70 公里內作為協調區，執照業者並應確保匯聚功率對於遙測站臺接收器應符合干擾雜訊比（interference to noise ratio）-6dB 之標準。

此外，該頻段尚有另一既有使用者固定微波服務，該服務之法令規範於電信規章第 101 節固定微波服務（Part 101 – Fixed Microwave services）。對於原先使用 3.7-4.2 GHz 之固定微波服務鏈路，其應按照第 101.147 條規範，最多只能繼續使用 3.7-4.2 GHz 至西元 2023 年 12 月 5 日止，其後應自行移至 3.7-4.2 GHz 以外之頻段。

綜合以上規範，FCC 對於 3.7-4.2 GHz 頻段採取之和諧共存策略，包含：

1. **設置護衛頻帶**：規劃 3.98-4.0 GHz 共計 20 MHz 作為護衛頻帶。
2. **規範 5G 基地臺發射功率**：透過限制帶外發射，避免干擾運作於 4.0-4.2GHz 之既有地球電臺，FCC 採取之作法為規範功率通量密度 (Power Flux Density, PFD) 不得超過每平方公尺每 MHz -124 dBW ( $-124 \text{ dBW/m}^2/\text{MHz}$ )。
3. **設置干擾協調區**：既有所有遙測控制地球電臺半徑 70 公里內作為協調區，所有 3.7 GHz 頻段得標者若欲於該協調區內設置 5G 基地臺，應與既有衛星業者協調，並確保基地臺彙聚功率對於遙測站臺接收器之影響應符合干擾雜訊比 (interference to noise ratio) -6dB 之標準。
4. **移頻規劃**：設有使用期限，超過期限後既有業者需自行移往其他頻段，說明如下。
  - (1). **點對點固定微波服務鏈路服務**：只能繼續使用 3.7-4.2 GHz 至西元 2023 年 12 月 5 日止，其後應自行移至 3.7-4.2 GHz 以外之頻段。FCC 未規範固定微波業者移頻至特定頻段，目前可供固定微波服務頻段有 5925-6425 MHz、6525-6875 MHz、6875-7125 MHz、10700-11700 MHz、17700-18300 MHz、19300-19700 MHz 和 21200-23600 MHz。
  - (2). **固定衛星服務—太空電臺**：規劃衛星系統經營者將衛星使用頻率遷移至 4.0-4.2 GHz，且原使用 3.7-4.2 GHz 頻段之太空電臺，同樣無法再申請新設置太空電臺使用 3.7-4.0 GHz，或變更申請太空電臺使用 3.7-4.0 GHz。

- (3). **固定衛星服務—地球電臺**：應於指定時間內移往 4.0-4.2 GHz 頻段，且 FCC 不再受理設置電臺使用 3.7-4.0 GHz 頻段之新申請案或變更申請。
5. **設置整合型 TT&C 地球電臺（簡稱共同接收頭端）**：整合 14 座 TT&C 地球電臺，未來全數整合後，全美 TT&C 共同接收頭端不超過 4 座。
6. **設置過渡時程表**：FCC 要求固定衛星服務應於西元 2025 年 12 月 5 日完成搬遷計畫。為加速整備進度，FCC 設計兩個加速搬遷時程規劃，第一階段截止日期為西元 2021 年 12 月 5 日；第二階段截止日期為西元 2023 年 12 月 5 日。參與加速搬遷計畫之業者，應於第一階段完成前段 100 MHz（3.7-3.8 GHz）之清頻作業；第二階段完成剩餘 180 MHz（3.8-3.98 GHz）清頻作業。此外，FSS 經營者應於第一階段美國 50 個執照區域中的 46 個區域，為衛星地球電臺加裝帶通濾波器；第二階段擴及全美國 50 個執照區域。
7. **設置中立第三方清算中心**：為有效管理相關整備措施之補償經費，將設置中立第三方清算中心。補償機制可區分為：
- (1) **可補償費用（Reimbursable Costs）**：適用對象包括衛星系統經營者與衛星地球電臺經營者，得就必須、合理且實際搬遷費用申請補償，相關費用須經由清算中心核准。清算中心應於收到業者發票 30 日內完成審核。
- (2) **一次性補償（Lump Sum Payment）**：適用對象僅限衛星地球電臺經營者，並於西元 2020 年 9 月 14 日向 FCC 提出一次性補償選擇，說明是否接受以平均成本估算補償金額。一旦業者選擇一次性補償，將不得撤銷，並承擔可能不足以支付實際移頻成本。

(3) **加速搬遷補償 (Accelerated Relocation Payment)**：適用對象僅限衛星系統經營者，選擇加速搬遷之業者，除可獲得可補償費用 (Reimbursable Costs)，亦可額外獲得加速搬遷補償，但業者需於各階段提交加速搬遷證明文件。一旦清算中心核准加速搬遷證明文件後，應立即通知 3.7 GHz 拍賣之得標廠商。得標廠商應於收到衛星系統經營者已達其各自加速搬遷基準通知後的 60 日內，向清算中心繳納費用。清算中心在收到前項款項後，應於 7 日內完成撥款。

實際參與加速搬遷計畫之衛星系統經營者有 Intelsat，SES、Eutelsat、Telesat 和 Star One，評估總加速搬遷補償經費需為 97 億美元，如表 2-4 所示。

表 2-4、美國加速搬遷經費規劃

項目	總經費 (仟元)	第一階段經費 (仟元)	第二階段經費 (仟元)
Intelsat	\$4,865,366	\$1,197,842	\$3,667,524
SES	\$3,968,133	\$976,945	\$2,991,188
Eutelsat	\$506,978	\$124,817	\$382,161
Telesat	\$344,400	\$84,790	\$259,610
Star One	\$15,124	\$3,723	\$11,401
<b>Totals</b>	<b>\$9,700,001</b>	<b>\$2,388,117</b>	<b>\$7,311,884</b>

資料來源：FCC，單位：美元

(4) **設備補償基金 (Reimbursement fund)**：當 3.7 GHz 頻段拍賣完成後，清算中心將建立並管理補償基金，由得標廠商根據清算中心所估算應繳納費用，於 6 個月內匯入補償基金。爾後，每 6 個月支付一次，直到過渡完成。倘若補償基金不足以支付補償申請，則應提前 30 日通知得標廠商匯入額外金。

## 四、加拿大

### (一) C 頻段頻譜整備政策

加拿大創新、科學與經濟發展部 (Innovation, Science and Economic Development Canada, ISED) 在其《西元 2018 年至西元 2022 年頻譜展望》<sup>8</sup>中規劃 3400-4200 MHz，釋出全部或其中一部分頻率供商業行動及固定寬頻業務使用。在規劃文件中，ISED 將 3800 MHz 頻段定義頻率範圍為 3650-4200 MHz，也稱為 C 頻段。整個 3650-4200 MHz 頻段目前已用於固定點對點系統、無線寬頻服務 (Wireless Broadband Service, WBS) 及固定衛星服務 (FSS) 系統。

ISED 於西元 2020 年 3 月發布 3500 MHz 頻段頻譜政策及許可框架<sup>9</sup>，於 6 月舉行 3500 MHz 拍賣<sup>10</sup>，釋出頻寬共計 200 MHz，以推動 5G 服務應用。

西元 2020 年 8 月，ISED 就如何重新調整 3800 MHz 頻段以供彈性使用進行了諮詢。提案決定對將 3980-4000 MHz 作為護衛頻帶，以確保使用 4000-4200 MHz 之 FSS 不受行動通訊之干擾，並在該諮詢文件中提出衛星依存區 (satellite-dependent areas) 內之衛星地球站可繼續使 3700-4000 MHz 頻段，無需移頻或遷移。

經過一連串的方案評估及與業界討論的諮詢流程，ISED 在西元 2021 年 5 月發布「3650-4200 MHz 頻段的技術與政策框架及 3500-3650 MHz 頻段頻率修正決議」<sup>11</sup> (以下簡稱 C 頻段政策技術框架決議)，變更加拿大頻率分配表以對 C 頻段之頻譜進行整備的過渡期安

---

<sup>8</sup> ISED (2018), Spectrum outlook 2018-2022.

<sup>9</sup> ISED (2022), Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 3500 MHz Band.

<sup>10</sup> ISED (2021), 3500MHz Auction result: <https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf11722.html>

<sup>11</sup> ISED (2021), Decision on the Technical and Policy Framework for the 3650-4200 MHz Band and Changes to the Frequency Allocation of the 3500-3650 MHz Band.

排，並重新定義該頻段之主要服務內容，導入行動通信彈性使用，WBS 業者由 3650-3700 MHz 移頻至 3900-3980 MHz，FSS 服務則由 3700-4200 MHz 移頻至 4000-4200 MHz，以利整備出 3650-3900 MHz 共 250 MHz 供新一波的 5G 在 3800 MHz 頻段執照競標。如圖 2-4 所示 ISED 的 C 頻段頻譜整備與規劃：

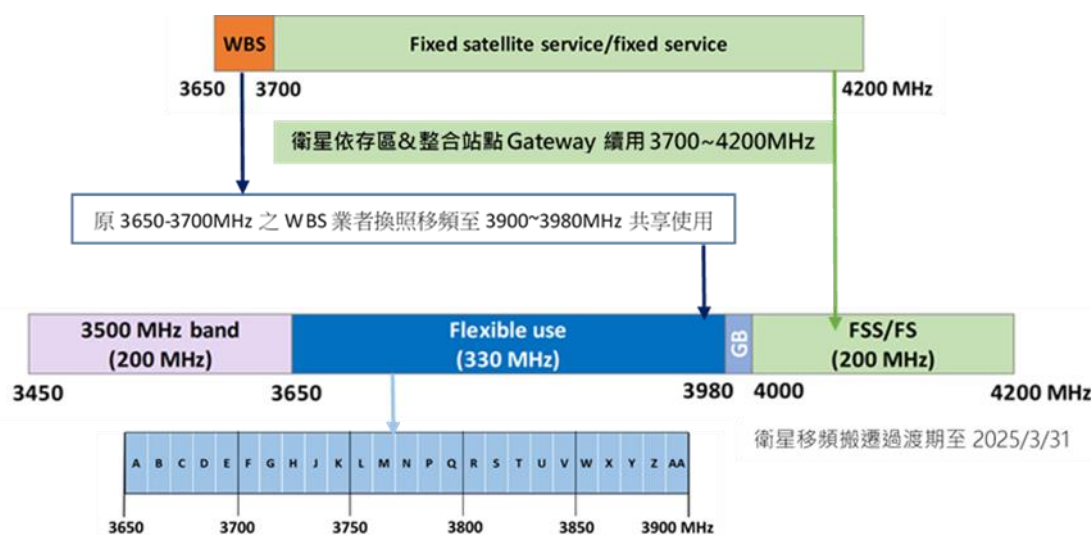


圖 2-4、加拿大 C 頻段重新規劃及衛星業務移頻示意圖

資料來源：本計畫整理

以下為加拿大頻率分配表變更內容：

- 3500-3700 MHz 頻段原供固定服務及 FSS 固定衛星使用，現刪除固定衛星服務，新增行動業務。
- 3700-4000 MHz 頻段原供固定服務及 FSS 固定衛星使用，現新增行動業務，並於 FSS 後新增附加條款，說明如下：

自西元 2025 年 3 月 31 日起，除位於衛星依存區內之業者，及少數特定 gateway 位置之外，3700-4000 MHz 頻段不再發放衛星地球電臺執照。此日期之後，在非衛星依存區使用 3700-4000 MHz 頻段的任何衛星地球站都將在無保護的基礎上運行。

- 4000-4200 MHz 頻段供固定服務及 FSS 固定衛星使用。

頻譜整備重新規劃完成後，ISED 接著在西元 2021 年 12 月展開 3800 MHz 發照諮詢<sup>12</sup>，並於西元 2022 年 6 月公告「3800 MHz 政策與核配框架」<sup>13</sup>，規劃將 3650-3900 MHz 分為 25 個不成對的 10 MHz 頻塊進行拍賣如圖 2-5 所示，該頻段可供 LTE 及 5G NR 設備使用，並允許業者整合多個 10 MHz 頻塊。ISED 預計於西元 2023 年將在 172 個地理區域<sup>14</sup>第 4 級服務區拍賣 3800 MHz 頻段執照，提供 25 個 10 MHz 大小的許可執照。

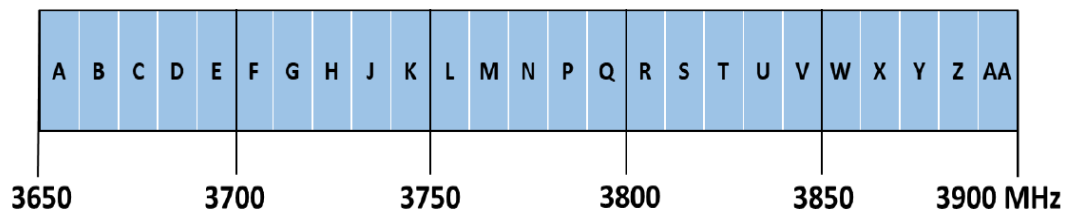


圖 2-5、加拿大 3650~3900 MHz 之頻段配置與釋出區塊劃分  
資料來源：ISED

ISED 將執照規劃為彼此相似且價值相當的頻譜塊，可在每個服務領域作為單一類別提供業者競標。ISED 的頻譜規劃考慮了頻段中的頻率位置、頻塊大小、避開受限於既有服務之頻譜，並考慮了頻譜整備過渡期時間軸，以及可能的技術與干擾限制。

ISED 表示，鑒於 3800 MHz 頻段已在全球範圍內採用 5G 技術，因此在可預見的未來，該頻段的使用發生變化的風險很小。ISED 對相鄰的 3500 MHz 頻段採 20 年的許可期限。考慮到這兩個頻段都將被允許提供商業行動或固定無線服務，ISED 也為 3800 MHz 頻段的

<sup>12</sup> ISED (2021), Consultation on a Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 3800 MHz Band, <https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf11757.html>

<sup>13</sup> ISED (2022), Policy and Licensing Framework for Spectrum in the 3800 MHz Band

<sup>14</sup>加拿大 3.5 GHz 頻段採分區執照 (tier 4) 釋出，區分為 172 個地理區域，目的是增加頻譜使用之彈性。

拍賣頻譜許可設定 20 年的許可期限。長期頻譜執照提供業者頻譜優先使用權，但 ISED 也預告未來隨著科技發展，將透過產業諮詢探索提供對該頻譜執照的各種機會性使用權的可能性。

對於 3700-3900 MHz 頻率範圍內的某些位於衛星依存區與衛星整合站相鄰區域的執照，ISED 不禁止未來使用 3800 MHz 頻段的行動業者在衛星依存區及其附近布建彈性使用服務，但也同時提供衛星依存區的衛星地球站免於 3800 MHz 頻段內彈性使用營運影響之保護。ISED 建議行動業者，無論在哪個服務區操作，皆可藉由各種干擾緩解技術及自願的商業協商與既有衛星業者達成和諧共存。

## (二) C 頻段頻譜整備措施

ISED 指出，加拿大有許多農村和偏遠社區仍須依靠衛星服務提供電話和寬頻服務，而使用 3700-4200 MHz 頻率的 FSS 固定衛星傳播特性和現有基礎設施對這些地區的電信、媒體及網際網路接取非常重要，因此，雖然規劃在 3650-4200 MHz 引進彈性使用行動通信服務，ISED 也同時必須保護固定衛星通訊免受未來中頻段行動通信之干擾。

為促進相鄰頻段和諧共存，ISED 規定在 3450-3700 MHz 頻內運行的彈性使用服務，需與 25 公里範圍內的既有 FSS 地球站進行協調。此外，在 3650-3700 MHz 運作的 WBS 提供者於使用 3700-4200 MHz 頻段之 FSS 地球站的 25 公里範圍內布建電臺前，應提前六週通知地球站執照業者該布建計畫。

僅有接收功能的免執照衛星地球電臺仍然可以無保護的方式在加拿大全境持續運行，不過為了促進衛星地球電臺之管理，ISED 鼓勵作為衛星網路之一部的 C 頻段衛星地球電臺業者積極取得執照，以便日後與行動業者進行和諧共用協商。原先未申請執照的衛星地球

電臺經營者於必要時得以臨時授權的方式，向 ISED 取得臨時執照。另外，臨時授權也發揮功能，確保既有 Gateway 地球電臺遷站至衛星整合站之過渡安排。

幅員廣大的加拿大為了推動寬頻社會，對於某些農村及偏遠地區的電信基礎設施及寬頻上網建設由政府提供補助，且由於布建不易，這些區域的通信也幾乎完全依賴衛星通訊，因此，這些在農村及偏遠地區只仰賴衛星通訊做為電信基礎設施的區域便成為了衛星依存區，衛星依存區也是加拿大廣播電視和電信委員會（Canadian Radio-television and Telecommunications Commission, CRTC<sup>15</sup>）的寬頻基金補助對象，但在 ISED 對於 C 頻段的頻譜整備計畫中，衛星依存區之定義方式不同於 CRTC，ISED 依照 GL-10 臨時許可指南<sup>16</sup>之方式，定義出某些農村及偏遠地區的第四級服務區為衛星依存區，並將這些衛星依存區編號列示於 C 頻段政策技術框架決議之附件 C。ISED 規劃衛星依存區的衛星通信與行動通信可共存於 3700-4200 MHz。此外，ISED 也在非衛星依存區提供 4 個衛星整合站（後來減少為二個），提供設置全加拿大與衛星依存區通訊之衛星 Gateway 地球電臺及追蹤遙測及控制地球電臺（telemetry, tracking, and control, TT&C）。

ISED 預計於西元 2023 年拍賣 3800 MHz 頻段，將於全加拿大的第四級服務區發放 25 個 10 MHz 的許可執照。經 ISED 調查，3700-3900 MHz 頻率範圍內的某些頻率執照位於衛星依存區與非衛星依存區域之衛星整合站或相鄰區域。ISED 不禁止未來使用 3800 MHz

---

<sup>15</sup> 加拿大廣播電視和電信委員會（Canadian Radio-television and Telecommunications Commission, CRTC）為行政中立獨立委員會(administrative tribunal)，致力於確保加拿大人能夠使用世界一流的通信系統，以促進創新並豐富生活。其職責是執行法律和政策法規。基於公共利益對廣播和電信進行監管。

<sup>16</sup> ISED 對於衛星依存區之定義參考 GL-10 臨時指南，該指南原為規範 26.5-28.35 GHz 及 37.5-40.0 GHz 頻段內衛星固定、衛星地球探測和太空研究服務站免受毫米波干擾而訂立衛星依存區之相關規定，ISED 重新規劃 C 頻段的過程中，也決定將該 GL-10 劃定的衛星依存區域用於定義 C 頻段的衛星依存區。GL-10 指南列出各種情況之申請准駁規範及申請者所須提交資訊之規定，包括衛星訊號發射接收輪廓（contours）、發射範圍直徑、面積、功率等等資訊。

頻段的行動業者在衛星依存區及其附近布建彈性使用服務，也對位於衛星依存區的衛星地球電臺免於 3800 MHz 頻段內彈性使用營運影響提供保護，在執照規劃所提供的條件下，業者可自行取捨可行做法及不同受影響程度地區的競標金額。ISED 在「3800 MHz 政策與核配框架」中也建議行動業者，無論在哪個服務區操作，皆可通過各種干擾緩解技術及自願的商業協商與既有衛星業者達成和諧共存。

為了評估衛星依存區等既有衛星業者對彈性使用業者網路布建之影響，ISED 以在第四級服務區達 10% 受影響人口比例為臨界值，挑出達 10% 以上受影響人口比例的第四級服務區，在「3800 MHz 政策與核配框架」的附件 D 中列出 38 個受影響的第四級服務區。該影響人口比例之估計係假設在最差情況下頻譜共用情境，只提供 FSS 地球電臺免受干擾的一般水平保護，且不包括地形的影響，納入地形要素可能會使受影響人口的估計人數降低。若回到實際情況，彈性使用業者的基站天線方向和發射機功率調整等緩解措施也能進一步降低影響程度。此外 ISED 也估計其中一些 FSS 地球電臺最終將過渡到 4000-4200 MHz，並且彈性使用許可證持有者有能力與 FSS 地球電臺經營者進行商業協議，以降低影響。因此，大多數服務區的實際影響可能低於附件 D 中所示的影響人口比例估計。附件 D 中所示數據旨在為 3800 MHz 潛在投標人提供評估，並不保證執照持有者能夠服務的人群比例。目前所列出之各第四級服務區影響人口數分別從 12%~99.8% 不等，ISED 也將持續更新該統計數據。

加拿大透過規劃衛星依存區來減少移頻對衛星業務的干擾，同時也允許業務共存，以使其對行動通訊之涵蓋範圍減損影響最小化。

對於非衛星依存區的衛星地球電臺，ISED 設定了一個比 3800 MHz 拍賣日期更晚的轉換過渡日期，在西元 2025 年 3 月 31 日的過渡期限前的這個段期間內，衛星地球電臺執照持有者可選擇遷至衛星

整合站或是移頻至新的衛星工作頻段；在西元 2025 年 3 月 31 日的過渡期限之後，位於非衛星依存區的地球電臺將僅限於使用 4000-4200 MHz 頻段。已在衛星依存區取得執照的 FSS 地球電臺或遷站至衛星整合站的 Gateway 地球站則不受過渡期之影響。

在過渡期之後，FSS 地球電臺經營者可在衛星依存區內繼續使用 3700-4200 MHz，ISED 也繼續保護衛星依存區及非衛星依存區的衛星整合站 Gateway 免受干擾，但不保護在 3450-3700 MHz 頻段使用操作之鄰頻干擾。然而，3450-3700 MHz 頻段的彈性使用執照持有者仍須至少提前一年通知衛星依存區的衛星業者其網路布建計畫。

如表 2-5 所列整理衛星依存區、衛星整合站及非衛星依存區之干擾保護方式：

表 2-5、加拿大 C 頻段衛星之干擾保護相關措施

項目		衛星依存區	非衛星依存區	非衛星依存區之衛星整合站
過渡期前 (西元 2025/3/31 以前)	使用 頻段	3700-4200 MHz		
	說明	1. 在 3450-3700 MHz 頻段內運行的彈性使用業務，需與 25 公里範圍內既有 FSS 地球站進行協調。 2. WBS 業者於使用 3700-4200 MHz 頻段之 FSS 地球站的 25 公里範圍內布建電臺，應提前 6 週通知地球站業者其布建計畫。		
過渡期後 (西元 2025/3/31 以後)	使用 頻段	3700-4200 MHz	4000-4200 MHz	3700-4200 MHz
	說明	1. 全頻段免受彈性使用業者干擾。 2. 彈性使用執照業者在距離領有執照的 FSS 地球站 25 公里之範圍內布建	3980-4000MHz 之 20 MHz 護衛頻段為干擾保護措施。	1. 全頻段免受彈性使用業者干擾。 2. 彈性使用執照業者在距離領有執照的 FSS 地球站 25 公里之範圍內布建

項目		衛星依存區	非衛星依存區	非衛星依存區之衛星整合站
		3450~3700MHz 頻段之電臺，需要至少提前一年通知該業者。但不保護該頻段之鄰頻干擾。		3450~3700MHz 頻段之電臺，需要至少提前一年通知該業者。但不保護該頻段之鄰頻干擾。

資料來源：本計畫整理

整體而言，ISED 規劃 3650-3980 MHz 頻段為彈性使用頻段，同時，在 3700-4000 MHz 頻段以因地制宜的方式保留衛星依存區及位於非衛星依存區之整合衛星星站；對於非衛星依存區之衛星執照持有者則搭配過渡期條款，讓業者可在過渡期間準備移頻或干擾防護，最終，非衛星依存區的衛星業者原先營運的 3700-4200 MHz 頻段將自西元 2025 年 3 月 31 日起不再享有無干擾保護之權利。

## 五、英國

### (一) C 頻段頻譜整備政策

英國電信監理機關（The Office of Communication, Ofcom）於西元 2017 年 2 月公告「Update on 5G spectrum in the UK」決議文件<sup>17</sup>，整合低、中和高頻段頻率，規劃出可滿足 5G 服務與應用之頻譜資源。另一方面，Ofcom 於同年 2 月公告「Enabling 5G in the UK」文件<sup>18</sup>中說明推動 5G 發展的具體作為，其中包括規劃低頻段之 700 MHz、中頻段之 2.3 GHz、3.4-3.6 GHz、3.6-3.8 GHz、3.8-4.2 GHz，以及毫米

<sup>17</sup> Ofcom (2017), Update on 5G spectrum in the UK, [https://www.ofcom.org.uk/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0021/97023/5G-update-08022017.pdf](https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0021/97023/5G-update-08022017.pdf)

<sup>18</sup> Ofcom (2018), Enabling 5G in the UK, [https://www.ofcom.org.uk/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0022/111883/enabling-5g-uk.pdf](https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0022/111883/enabling-5g-uk.pdf)

波頻段之 26 GHz、66-71 GHz，作為 5G 候選頻段。

然而，英國 C 頻段原供固定衛星服務(FSS)、固定通信鏈路(Fixed Links)及英國寬頻公司(UK broadband)使用，但為滿足消費者對行動數據日益增加的需求，並優化行動通訊服務，因此 Ofcom 於西元 2017 年 10 月 26 日公告將 3.6-3.8GHz 頻段分配予 5G 使用，並通知且徵詢利害關係人相關變更建議之程序。

在英國規劃釋出之 5G 頻譜資源中，如表 2-6 所示已於西元 2018 年 4 月 13 日完成 2.3 GHz 和 3.4 GHz 頻段之拍賣，包括 2.3 GHz 頻段共計 40 MHz 和 3.4 GHz 頻段共計 150 MHz。西元 2021 年 4 月 27 日完成第二階段之 5G 頻譜拍賣則釋出 700 MHz 頻段共計 80 MHz 和 3.6 GHz 頻段共計 120 MHz。

表 2-6、英國 5G 頻譜釋出概況

5G 頻段	釋出時間	頻寬數量	頻率範圍
700 MHz	西元 2021.04	80 MHz	• 703-733MHz/758-788 MHz (paired) • 738-758 MHz (unpaired)
2.3 GHz	西元 2018.04	40 MHz	• 2350-2390 MHz
3.4 GHz	西元 2018.04	150 MHz	• 3410-3480 MHz • 3500-3580 MHz
3.6 GHz	西元 2021.04	120 MHz	• 3680-3800 MHz

資料來源：本計畫整理

其中 3.6 GHz 拍賣得標業者被允許協調彼此之 3.4-3.8 GHz 頻段，以獲得更具效益之連續性頻譜。Telefónica 與 Vodafone 分別簽署頻譜交換協議<sup>19</sup>，雙方進行頻段的協商，在獲得 Ofcom 同意後，此次頻段換置讓 Telefónica 擁有連續 80 MHz 的頻段，Vodafone 擁有 90 MHz

<sup>19</sup> Vodafone(2017),O2 and Vodafone customers set to receive 5G boost as companies announce deal to optimise spectrum bands, <https://www.vodafone.co.uk/newscentre/press-release/o2-vodafone-5g-boost-deal-optimise-spectrum-bands/>

較為鄰近之頻段。此外 5G 頻譜拍賣未釋出之破碎頻段（3480-3500 MHz 及 3580-3680 MHz）為原既有使用者英國寬頻公司（UK broadband）持有，然該公司於西元 2017 年 2 月 6 日與英國電信公司 Three UK 達成協議<sup>20</sup>，成為 Three UK 全資附屬公司。

另外，3.8-4.2GHz 部份，Ofcom 於西元 2019 年 7 月 25 日公告「共享接取執照：指導文件」（Shared Access Licence Guidance document）<sup>21</sup>，開放「共享接取執照」（Shared Access Licence）提供作為專網、增加偏鄉行動網路涵蓋或創新應用等用途。「共享接取執照」除了開放 3.8-4.2 GHz 供專網或固定無線接取之用，亦開放包括 1800 MHz 頻段（1781.7-1785 MHz 和 1876.7-1880 MHz 成對式）、2.3 GHz 頻段（2390-2400 MHz）、24.25-26.5 GHz 頻段（僅適用室內低功率執照）。

綜上所述，整理英國 C 頻段(3.3-4.2GHz)整備現況如圖 2-6 所示。

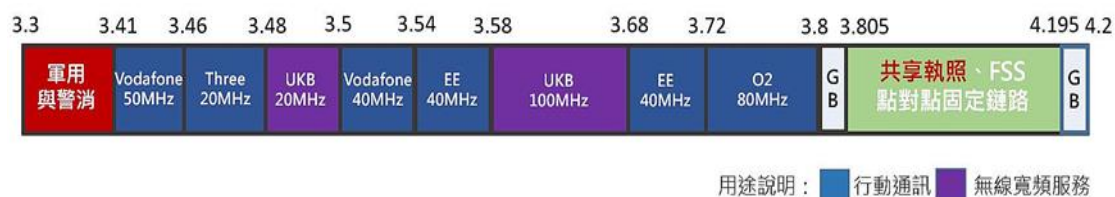


圖 2-6、英國 C 頻段(3.3-4.2GHz)整備現況

資料來源：本計畫整理

## (二) C 頻段頻譜整備措施

英國 3.6-3.8 GHz 頻段的整備規劃可回溯至西元 2016 年<sup>22</sup>，如圖

<sup>20</sup> 長江和記實業有限公司(2017), 3 英國達成協議收購 UK Broadband Limited, [https://www.ckh.com.hk/tc/media/press\\_each.php?id=3142](https://www.ckh.com.hk/tc/media/press_each.php?id=3142)

<sup>21</sup> Ofcom (2019), Shared Access Licence Guidance document, [https://www.ofcom.org.uk/\\_data/assets/pdf\\_file/0035/157886/shared-access-licence-guidance.pdf](https://www.ofcom.org.uk/_data/assets/pdf_file/0035/157886/shared-access-licence-guidance.pdf)

<sup>22</sup> Ofcom (2016), Improving consumer access to mobile services at 3.6 to 3.8 GHz, [https://www.ofcom.org.uk/\\_data/assets/pdf\\_file/0035/91997/3-6-3-8ghz-consultation.pdf](https://www.ofcom.org.uk/_data/assets/pdf_file/0035/91997/3-6-3-8ghz-consultation.pdf)

2-7 所示同頻段之既有使用者為固定衛星服務（3600-4200 MHz）、固定通信鏈路（3605-3875 MHz 及 3925-4195 MHz）及英國寬頻公司（3605-3689 MHz 及 3925-4009 MHz）。

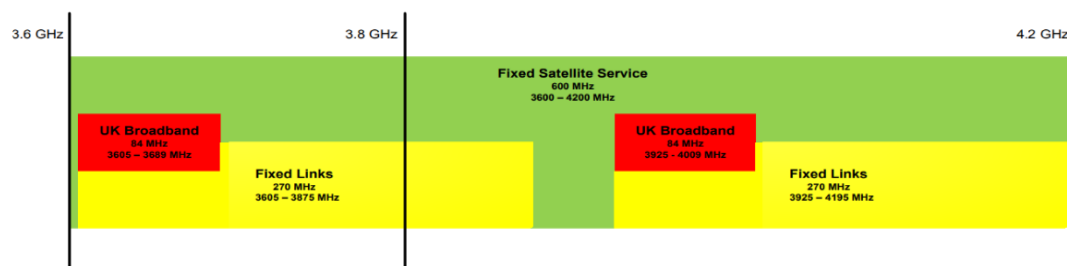


圖 2-7、英國西元 2016 年 3.6-4.2 GHz 使用者概況

資料來源：Ofcom

在考慮利害關係人意見後，Ofcom 於西元 2018 年 2 月 2 日更新其最終決議<sup>23</sup>，表示於通知五年後，於西元 2022 年 12 月 23 日起撤銷 3.6-3.8 GHz 頻段所有的固定通信鏈路執照，而固定衛星服務部份，西元 2020 年 6 月 1 日將變更既有 12 個永久地球電臺（Permanent Earth Station, PES）執照及 4 個核可頻譜接取<sup>24</sup>（Recognized Spectrum Access, RSA）執照（其中一個 RSA 於西元 2022 年 9 月 1 日生效），此處變更執照指 Ofcom 後續頻譜規劃將不再將 3.6-3.8 GHz 頻段內具執照業者納入考量，亦即雖沒有強制禁止業者使用 3.6-3.8 GHz 頻段，但於過渡期後，業者需自行忍受行動訊號之干擾。另對於受影響之既有業者，Ofcom 預留保護機制，確保既有業者於過渡期間不受干擾、協助業者轉移並取得新的執照許可。

而由於 C 頻段對既有業者仍具有不可取代之特性與需求，Ofcom 規劃後續將協助固定通信鏈路業者進行移頻，並有意規劃固定衛星服

<sup>23</sup> Ofcom(2018), Improving consumer access to mobile services at 3.6GHz to 3.8GHz, [https://www.ofcom.org.uk/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0018/110718/3.6GHz-3.8GHz-update-timing-spectrum-availability.pdf](https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0018/110718/3.6GHz-3.8GHz-update-timing-spectrum-availability.pdf)

<sup>24</sup> 認可頻段接取：一種監管機制，正式經 Ofcom 認可之純接收電臺(receive-only)，提供未來 Ofcom 頻譜規劃時納入考量之保證

務移往 3.8-4.2 GHz 頻段，截至今日，3.6-3.8 GHz 頻段內既有固定通信鏈路及固定衛星服務已全數移往 3.8-4.2 GHz 頻段，如圖 2-8 所示。



圖 2-8、西元 2022 年 9 月英國 3.6-4.2 GHz 頻譜分配

資料來源：本計畫整理

針對和諧共存措施，Ofcom 在參考利害關係人之意見，於西元 2020 年 3 月 13 日公告 700 MHz、3.6-3.8 GHz 頻段核配決議文件<sup>25</sup>，其中 3.6-3.8 GHz 和諧共存決議如下：

#### 1. 3.6-3.8 GHz 頻段內的和諧共存措施

為確保在過渡期間內（西元 2022 年 12 月 23 日前）既有固定鏈路、衛星地球臺不受干擾，要求頻率執照持有者提交在此期間欲布建之每一個行動基地臺技術資訊，並由 Ofcom 評估新基地臺是否會對既有固定鏈路、衛星地球電臺造成干擾，否則不得傳輸訊號；座落於英國 Madley 與 Goonhilly 等地之 5 座衛星地球臺不管是否於過渡期，在無干擾、無保護措施下，設置基地臺與衛星地球臺均必須間隔 1 公里。

上述決議事項，Ofcom 於西元 2020 年 11 月 4 日公告 3.6-3.8 GHz 頻段衛星地球臺周圍之限制區域通知<sup>26</sup>，規範 5G 基地臺與衛星地球臺必須間隔 1 公里，以達到和諧共存之目的。

<sup>25</sup> Ofcom (2020), Award of the 700 MHz and 3.6-3.8 GHz Spectrum bands, [https://www.ofcom.org.uk/\\_data/assets/pdf\\_file/0020/192413/statement-award-700mhz-3.6-3.8ghz-spectrum.pdf](https://www.ofcom.org.uk/_data/assets/pdf_file/0020/192413/statement-award-700mhz-3.6-3.8ghz-spectrum.pdf)

<sup>26</sup> Ofcom (2020), Notice: In-band restriction zones around satellite earth stations in the 3.6-3.8GHz band, [https://www.ofcom.org.uk/\\_data/assets/pdf\\_file/0027/206856/im-annex-restriction-zones.pdf](https://www.ofcom.org.uk/_data/assets/pdf_file/0027/206856/im-annex-restriction-zones.pdf)

## 2. 相鄰 3.8-4.2 GHz 頻段的和諧共存措施

因 3.8-4.2 GHz 頻段為共享接取執照範圍，主要使用者在偏鄉農村地區，使用密度較低，故 Ofcom 建議衛星地球臺安裝濾波器即可有效防止行動訊號干擾問題(需由既有使用者自行安裝並負擔費用)，並無其他和諧共存之措施。

## 六、日本

### (一) C 頻段頻譜整備政策

總務省 C 頻段 (3600-4200 MHz) 整備政策考量國際頻譜釋出趨勢，並依循日本國內情境後經多次政策座談會後確立，本小節將先行回溯日本總務省 C 頻段政策歷程概況，和諧共存措施將在下一節進行說明。

自西元 2014 年開始，總務省舉辦「無線電波政策願景懇談會」<sup>27</sup>，會議主軸為考量無線通訊朝向更高頻率的需求趨勢，並且因應頻率資源珍貴有限的前提下，研析更有效利用頻率資源的制度和政策工作，因此透過舉辦座談會方式探討日本中長期無線電波政策願景，目標願景為至西元 2020 年前在 6 GHz 以下頻段整備出 2.7 GHz 頻寬提供行動、無線區域網路等通訊系統使用。

西元 2016 年舉辦的「無線電波政策 2020 懇談會」<sup>28</sup>，會議以國際間頻譜整備趨勢為基礎，聚焦在於 WRC-19 討論的 5G 候選頻段進行整備研究；西元 2018 年 8 月底總務省公告《電波有效利用成長戰

<sup>27</sup> 總務省 (2014)，電波政策ビジョン懇談会，  
[https://www.soumu.go.jp/main\\_sosiki/kenkyu/denpa\\_vision/index.html](https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/kenkyu/denpa_vision/index.html)

<sup>28</sup> 總務省 (2016)，電波政策 2020 懇談会，  
[https://www.soumu.go.jp/main\\_sosiki/kenkyu/denpa\\_2020/index.html](https://www.soumu.go.jp/main_sosiki/kenkyu/denpa_2020/index.html)

略懇談會報告書》<sup>29</sup>，如表 2-7 所示訂定 3.7 GHz 頻段、4.5 GHz 頻段、28 GHz 頻段，三個頻段規劃釋出約 2.5 GHz 供 5G 使用；期望至西元 2020 年底時與既有 3G、4G 與 IoT 頻譜合計整備約 4 GHz 的總頻寬。後續總務省進行第五代行動通信系統（5G）技術要求研究，最終確立 C 頻段釋出 3.7 GHz 頻段（3600 MHz-4100 MHz）達 500 MHz 總頻寬。另外 4.5 GHz 頻段則釋出 100 MHz(4500-4600 MHz)頻寬。

表 2-7、日本首波 5G 頻段與釋出頻寬

頻段	釋出頻寬
3.7 GHz	500 MHz (3600-4100 MHz)
4.5 GHz	100 MHz (4500-4600 MHz)
28 GHz	1,600 MHz (27-28.2 GHz、29.1-29.5 GHz)

資料來源：總務省，本計畫整理

總務省 5G 頻段釋出政策最終於西元 2019 年公告結果<sup>30</sup>，如圖 2-9 所示在 C 頻段共釋出 500 MHz 給四家行動業者。NTT DoCoMo 取得 3600-3700 MHz 共 100 MHz 頻寬；KDDI 取得 3700-3800 MHz、4000-4100MHz 共 200 MHz 頻寬；樂天行動取得 3800-3900 MHz 共 100 MHz 頻寬；軟銀取得 3900-4000 MHz 共 100 MHz 頻寬；而 NTT DoCoMo 另外取得 4500-4600 MHz 的 100 MHz 頻寬。

<sup>29</sup> 總務省（2018），「電波有効利用成長戦略懇談会 報告書」及び意見募集の結果の公表，[https://www.soumu.go.jp/menu\\_news/s-news/01kiban09\\_02000273.html](https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban09_02000273.html)

<sup>30</sup> 總務省（2019），第 5 世代移動通信システムの導入のための特定基地局の開設計画の認定，[https://www.soumu.go.jp/menu\\_news/s-news/01kiban14\\_02000378.html](https://www.soumu.go.jp/menu_news/s-news/01kiban14_02000378.html)

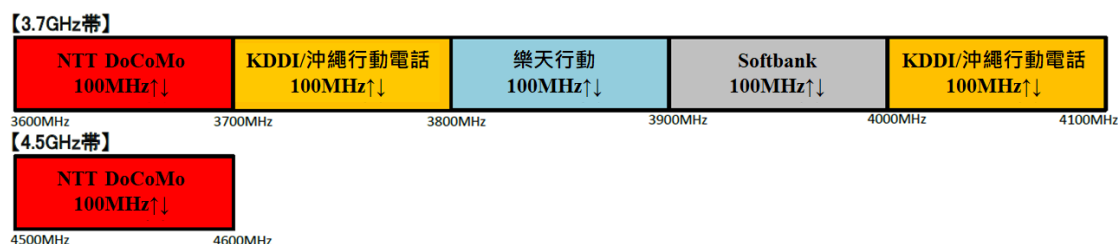


圖 2-9、日本 3.7 GHz 與 4.5 GHz 頻段 5G 釋出結果  
資料來源：總務省，本計畫整理

## (二) C 頻段頻譜整備措施

總務省進行 3.7 GHz 頻段 (3600 MHz-4100 MHz) 頻段整備釋出時，如圖 2-10 所示已關注 C 頻段與衛星、飛航雷達高度計和 4G 和諧共存議題因而進行技術研析，作為後續網路布建時之參考。此外業者實質布建網路時仍須依循其他規定，以下依序說明。



圖 2-10、日本 3.7 GHz 頻段和諧共存研析業務概況  
資料來源：總務省，本計畫整理

就日本衛星生態而言，根據總務省西元 2021 年資訊與通訊白皮書<sup>31</sup>，定期統計在日本國內提供服務之同步、非同步衛星及業者。如圖 2-11 所示至西元 2020 年底，在日本境內提供服務之商業衛星，包含有同步衛星有 11 顆，集中於兩家本土業者 JSAT、NTT DoCoMo(部分衛星與外商 Intersat 合作)；而非同步衛星皆非 C 頻段衛星，使用 2 GHz 頻段提供移動衛星服務。由國外業者設立日本子公司、或與日本業者合作等方式在日本國內提供服務。

<sup>31</sup> 總務省(2021), 2021 年資訊與通訊白皮書,  
<https://www.soumu.go.jp/johotsusintokei/whitepaper/ja/r03/pdf/index.html>



	衛星名	軌道 (東經)	運用会社	使用バンド	
	JCSAT-85	85.15度	スカパーJSAT	Ku	
	Intelsat 15		インテルサット外		
●	JCSAT-110A	110度	スカパーJSAT	Ku	
●	JCSAT-4B	124度	スカパーJSAT	Ku	
●	JCSAT-3A	128度	スカパーJSAT	C、Ku	使用C频段
	JCSAT-5A	132度	スカパーJSAT	S、C、Ku	使用C频段
◎	N-STAR d		NTTドコモ		
◎	N-STAR e	136度	NTTドコモ	S、C	使用C频段
●	SUPERBIRD-C2	144度	スカパーJSAT	Ku	
●	JCSAT-1C	150度	スカパーJSAT	Ku、Ka	
●	JCSAT-2B	154度	スカパーJSAT	C、Ku	使用C频段
●	SUPERBIRD-B3	162度	スカパーJSAT	Ku、Ka	
	Horizons-3e	169度	スカパーJSAT インテルサット外	C、Ku	使用C频段

◎主要用於行動通信；●也使用於衛星廣播。

圖 2- 11、日本總務省統計之日本國內同步衛星產業概況

資料來源：總務省（西元 2021）

總務省新世代行動通訊委員會（新世代モバイル通信システム委員会）在西元 2018 年 7 月 31 日公告 3.7 GHz 频段（3600 MHz-4100 MHz）频段和諧共存研析報告<sup>32</sup>所示，作為後續電信業者實際布建時的參考。如表 2-8 所示，研析重點在於進行新 5G 服務與既有服務之固定衛星服務（下鏈），飛航雷達高度計和 4G 的干擾影響評估作業，以下逐一介紹研析結果。

表 2- 8、日本 3.7 GHz 频段干擾評估重點項目

5G 候選频段	通訊系統	相同/相鄰頻譜	干擾者→被干擾者
3.7GHz (3600- 4200MHz)	電信服務 (固定衛星-下鏈)	同頻	5G→地球臺
	飛航雷達高度計	鄰頻	5G→頻率高度計

<sup>32</sup> 總務省（2018），「新世代モバイル通信システムの技術的條件」のうち「第5世代移動通信システム（5G）の技術的條件」，[https://www.soumu.go.jp/main\\_content/000567504.pdf](https://www.soumu.go.jp/main_content/000567504.pdf)

5G 候選頻段	通訊系統	相同/相鄰頻譜	干擾者→被干擾者
			頻率高度計→5G
	4G(LTE-A)	鄰頻	5G→LTE-A LTE-A→5G
	5G	鄰頻	5G→5G

資料來源：總務省，本計畫整理

如表 2-9 所示說明，首先在 5G 與固定衛星之和諧共存方面，總務省研析目的為評估大型、小型行動基地臺與衛星電臺和諧共存條件。研析對象以設立 5G 電臺需求較高的日本首都圈、近畿圈、中京圈等三大都會區，探討大型、小型 5G 基地臺設置數量上限以及必要的保護距離。

評估方式先行將三大都會區地理範圍以 500 公尺乘以 500 公尺為單位劃分為眾多地理區塊，後續依據白天最大活動人口數量，計算各地理區塊所需之基地臺與加總功率。再將基地臺可能產生的干擾總合，與設定之地球電臺長期干擾標準進行評比，推算出基地臺可布建之地點與數量。研析結果顯示，三大都會區的都市中心因日間人口密集，不易找到可與固定衛星和諧共存的大型 5G 基地臺站址區域。至於小型 5G 基地臺則是根據不同門檻值而略有差異，以功率門檻-150dBm/MHz 為例，在首都圈可布建之小型基地臺為 5,376 座、近畿圈和中京圈合計為 9,352 座；至於衛星地球電臺保護距離，依基地臺周圍地理環境和建築物條件等不同因素而有距離差異，但至少需保留 10 公里以上之保護距離。

表 2-9、總務省行動與衛星和諧共存研究重點摘要

項目	說明
研究目的	針對 3.7GHz 頻段，評估大型、小型行動基地臺與衛星電臺和諧共存條件
研究設定與評比方式概述	A. 大型、小型基地臺評估方式相同。 B. 以三大都會圈為對象、劃分 500m×500m 的地理網格。以白天最多人口數為基準，計算各地理區網格的可能行動基地臺累積功率。

項目	說明			
	C. 參照 ITU 文獻與實測訂定日本國內衛星電臺干擾容忍標準。 D. 將行動基地臺累積總功率與衛星電臺干擾容忍標準進行評估。			
重點結論	I. 大型基地臺無法在都會圈內布建(主因為白天活動人口數多)。 II. 小型基地臺依不同衛星電臺容忍門檻值，產生不同布建數量上限。 III. 保護距離至少需 10 公里(依環境)。			
補充資料	預估小型行動基地臺可布建數量			
	地區	門檻值 - 140dBm/MHz	門檻值 - 150dBm/MHz	門檻值 - 160dBm/MHz
	首都圈	4,065	5,376	4,084
	中京圈	2,921	3,834	4,690
	近畿圈	4,901	5,518	7,556

資料來源：總務省，本計畫整理

日本業者實際布建 3.7GHz 頻段基地臺時，需參考總務省研析之和諧共存結果。除此之外電信業者須提交網路布建計畫，要求電信業者訂定自願遵守之條件、與依循總務省指南之承諾。其中與干擾和諧共存有關措施重點如下：

- 參考總務省各頻段干擾評估結果。
- 依循總務省訂定之功率、相關規範與認可設備。
- 電信業者需設立干擾聯繫窗口，作為當干擾發生時可立即聯繫管道。
- 承諾在布建電臺前，必須完成與既有使用者協商程序。

- 電臺實地施工時需進行現場確認，例如站點、天線等位置、角度調整避免干擾發生。
- 最後若情境需要，針對特定行動基地臺可採加裝濾波器方式，藉此避免干擾。

## 七、韓國

### (一) C 頻段頻譜整備政策

西元 2019 年 4 月 3 日，韓國三大電信業者率先啟動 5G 行動服務，為全球最早 5G 商轉國家。隨後科學技術資訊通信部 (Ministry of Science and ICT, MSIT) 發布「5G+戰略」(5G+ 전략)，提及 5G 發展鎖定 5 項主要服務 (虛擬實境 VR 內容、智慧工廠、自駕車、智慧城市、數位健康照護) 與 10 大核心產業 (網路設備、新世代智慧型手機、VR/AR 裝置、穿戴式裝置、智慧型閉路電視、未來無人機、聯網機器人、5G 車聯網 V2X、資訊安全、邊緣運算)。<sup>33</sup>

西元 2019 年 12 月 5 日，通信部發布「5G+頻譜計畫」(5G+ 스펙트럼 플랜 수립)，確立西元 2019 年至西元 2026 年頻譜發展修正方向，如原本依「K-ICT 頻譜計畫」(K-ICT 스펙트럼 플랜 수립) 預估西元 2026 年須確保行動通信之總頻寬為 4,440 MHz，調整為 5,320 MHz；另外確立 6 GHz 頻段供免執照之 Wi-Fi 使用。<sup>34</sup>此外，韓國正式展開 5G 行動通訊商用化的全球競爭戰略，確保與強化頻譜供應資源，讓韓國可使用最多 5G 的頻率範圍，以及讓民眾享受到世界

---

<sup>33</sup> 과학기술정보통신부(2019), 제 1 차 민·관 합동 「5G+ 전략위원회」 개최, <https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=112&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=2045427>。

<sup>34</sup> 과학기술정보통신부(2019), 〈대한민국 주파수 전략 2019 수립〉, <https://www.edaily.co.kr/news/read?newsId=02866726622715568&mediaCodeNo=257>。

最好品質的 5G。為達成目標，5G+戰略委員會提出三項政策，分別為「發展免執照的 5G 技術」、「推動提供全球最多頻寬的 5G 頻譜」與「頻譜管理系統制度的創新」如圖 2-12 所示。

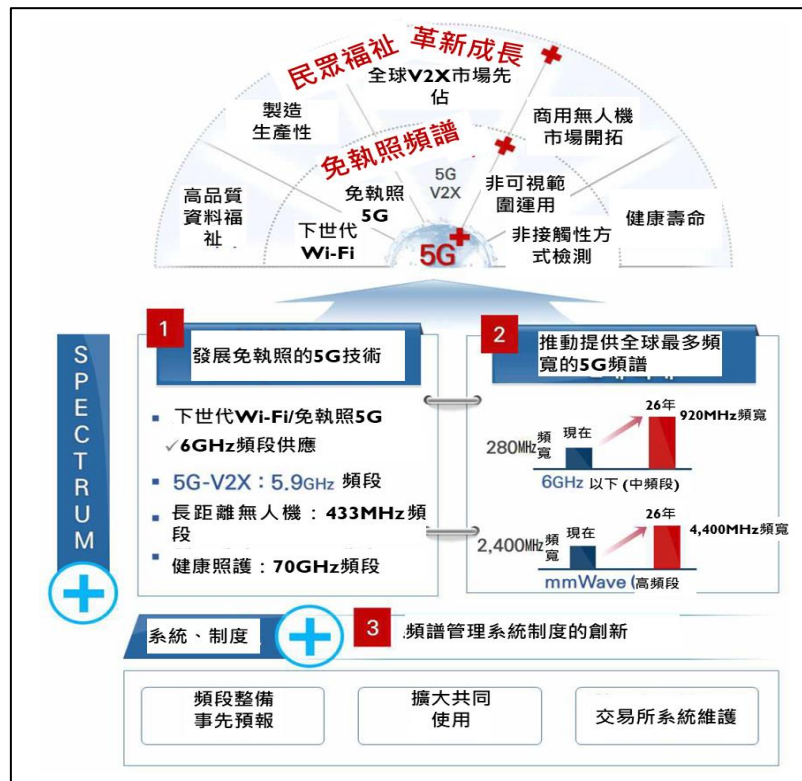


圖 2-12、5G+頻譜計畫輪廓

資料來源：韓國通信部

目前已核配供行動通訊使用之頻率包括 800-900 MHz、1800 MHz、2.1 GHz、2.6 GHz、3.5 GHz 與 28 GHz，其中 3.5 GHz 與 28 GHz 為 5G 技術使用。

MSIT 於西元 2021 年 1 月提出 5G 三大重點政策，包括「2021 年度 5G+戰略推動計畫 (2021 년도 5G+ 전략 추진계획)」、「5G 專網政策方案 (5G 특화망 정책방안)」及「以 MEC 為基礎之促進 5G 融合服務方案 (MEC 기반 5G 융합서비스 활성화)」等<sup>35</sup>。

<sup>35</sup> 관계부처 합동(2021), 2021 년도 「5G+ 전략」 추진계획(안), [안건 1] 205G+ 20 전략 2021 년도 추진계획(안)\_공개 20(7).pdf

西元 2021 年之韓國 5G 頻譜整備措施，主要針對 3.7-4.0 GHz 頻段進行規劃，擬採取將既有衛星服務變更為供 5G 服務使用。

就頻率釋出概況而言，如圖 2-13 所示韓國於西元 2018 年完成 3.5 GHz 頻譜拍賣，電信事業 KT 與 SK Telecom 均取得 100 MHz 頻寬（分別取得 3.5-3.6 GHz 與 3.6-3.7 GHz 頻段）；LG U+取得 80 MHz 頻寬（3.42-3.5 GHz 頻段）。MSIT 於西元 2019 年時之 5G+策略方案中，曾檢討釋出 3.40-3.42 GHz（20MHz 頻寬）頻段之可能性，該頻段原先用於護衛頻段來避免干擾，近來隨著技術之演進，已可供使用。因此韓國在 C 頻段頻譜整備中，除了已經分配予電信事業之 280 MHz 頻寬（3.42-3.7 GHz 頻段），規劃再釋出 320 MHz 頻寬（包含 3.4-3.42 GHz 與 3.7-4.0 GHz 頻段）提供 5G 使用，兩者合計為 600 MHz 頻寬。

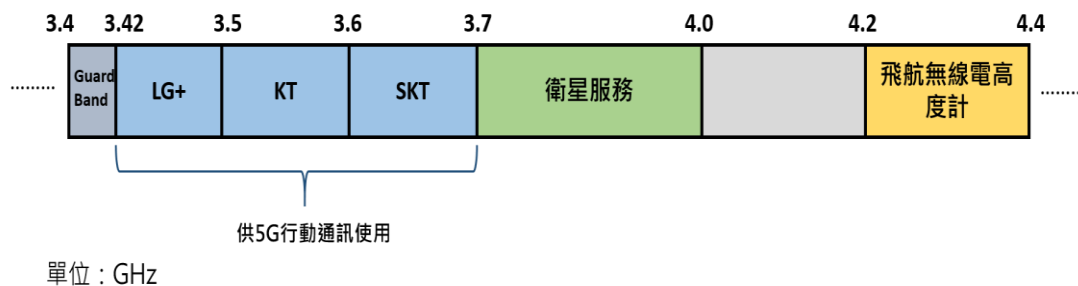


圖 2-13、韓國 C 頻段既有使用情形

資料來：本計畫整理

由於 LG U+於 5G 首波釋照得標 3.42-3.5 GHz 頻段，因此積極爭取 3.40-3.42 GHz 頻段，將得以有相連 100 MHz 頻寬，並於西元 2021 年 7 月向主管機關提出釋出該頻段之要求，同年 12 月 MSIT 同意釋出該頻段。西元 2022 年 1 月 6 日規劃該頻段之底價約為 1,355 億韓元（約 31 億新台幣），並視蒐集相關利害關係人之意見後再調整底價金額，使用期限為 7 年（西元 2022 年 11 月 1 日至 2028 年 11 月 30

日)<sup>36</sup>。3.40-3.42 GHz 原定同年 2 月進行拍賣，但是競爭業者 SKT 和 KT 提出抗議，認為釋出該頻段對於 LG U+ 具有相對優勢，違反了市場公平競爭，因此 MSIT 宣布將延後拍賣時程。<sup>37</sup>不久之後，西元 2022 年 6 月 2 日 MSIT 公布決定拍賣 3.4-3.42 GHz 頻段<sup>38</sup>，並訂定申請規範：(1)若有多家業者提出申請，將以拍賣（價格競爭）決定最終核配對象；(2)僅 1 家業者單獨提出申請時，將根據韓國電波法第 11 條審查申請者是否符合資格。MSIT 要求取得該頻段之業者必須於西元 2025 年 12 月前完成布建 15 萬臺 5G 基地臺，並縮短偏鄉網路建設所需時間（6 個月）之義務，預期透過業者之間的競爭提高投資並改善 5G 服務。本次拍賣底價最終訂為 1,521 億韓元（約為 36 億新台幣），申請參與拍賣期限為西元 2022 年 7 月 4 日。由於最終提出申請僅 LG U+ 一家業者<sup>39</sup>，因此 MSIT 將審查 LG U+ 身分是否符合資格，並於 7 月中組成審查委員會進行審查。截至目前為止，MSIT 尚未做出決議。

此外，SKT 於西元 2022 年 1 月 25 日也向 MSIT 提出釋出 3.7-3.74 GHz 頻段（40 MHz 頻寬）之要求<sup>40</sup>，若順利取得該頻段，SKT 將擁有 140 MHz 頻寬之連續頻譜。MSIT 後續將進行審核與回覆。

---

<sup>36</sup> MSIT(2022), 20 ㎒폭 5G 주파수 경매의 최저경쟁가격은 확정한 바 없음,

<https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=115&mPid=111&pageIndex=&bbsSeqNo=86&nttSeqNo=3179856&searchOpt=ALL&search>

<sup>37</sup> MSIT confirms delay to 5G spectrum auction(2022),

<https://www.commsupdate.com/articles/2022/02/17/msit-confirms-delay-to-5g-spectrum-auction/>

<sup>38</sup> MSIT(2022), 과기정통부, 5 세대(5G)주파수(3.4~3.42GHz)추가 공급

<https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=112&pageIndex=&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3181755&searchOpt=ALL&searchTxt=>

<sup>39</sup> MSIT(2022), 이동통신용 주파수(3.40-3.42GHz) 할당신청 접수 결과

<https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=113&mPid=112&pageIndex=2&bbsSeqNo=94&nttSeqNo=3181865&searchOpt=ALL&searchTxt=>

<sup>40</sup> MSIT(2022), SKT 주파수 추가 할당 요청 관련,

<https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=115&mPid=111&bbsSeqNo=86&nttSeqNo=3179858>

## (二) C 頻段頻譜整備措施

西元 2019 年 12 月 MSIT 公告之韓國「5G+頻譜規劃」針對規劃供 5G 行動使用之頻率 3.7-4.0 GHz，擬設置衛星接收保護區如圖 2-14 所示，該區內不得建置 5G 基地臺，並規範電信業者建置 5G 基地臺必須距離保護區約 10-15 公里之外，防止干擾衛星信號接收。<sup>41</sup>

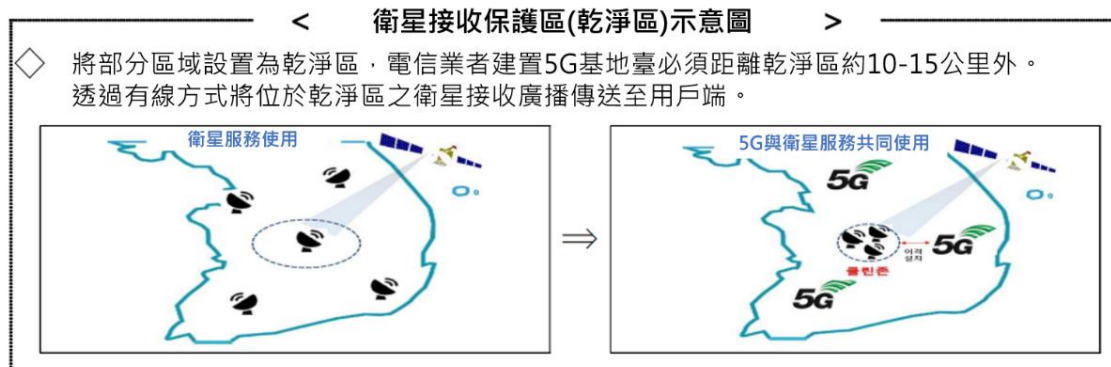


圖 2-14、韓國接收保護區(乾淨區)示意圖

資料來源：MSIT

另一方面，根據韓國放送通信電波振興院(Korea Communications Agency, KCA)西元 2020 年 3 月委託研究機構研析「韓國促進頻譜使用效率之計畫研究」(주파수 정비(Clearing House)전담업무효율적추진방안 연구)<sup>42</sup>，提及針對 3.7-4.2 GHz 頻段之頻率使用干擾議題，建議可採用兩種方式：(1)在衛星接收器附近設置屏蔽物或；(2)更換部分衛星廣播接收器配件如圖 2-15 所示，以阻擋 5G 基地臺的訊號，使衛星服務與行動通訊服務可共享該頻段。然而，前項干擾保護措施之經費來源未有規劃。

<sup>41</sup> MSIT(2019), 세계 최고 5G 강국 실현을 위한 5G+ 스펙트럼 플랜, <https://www.korea.kr/common/download.do?fileId=189089603&tblKey=GMN>

<sup>42</sup> KCA(2020), 주파수 정비(Clearing House) 전담업무효율적추진방안 연구, 주파수%20정비(Clearing%20House)%20전담업무%20효율적%20추진방안%20연구%20(4).pdf

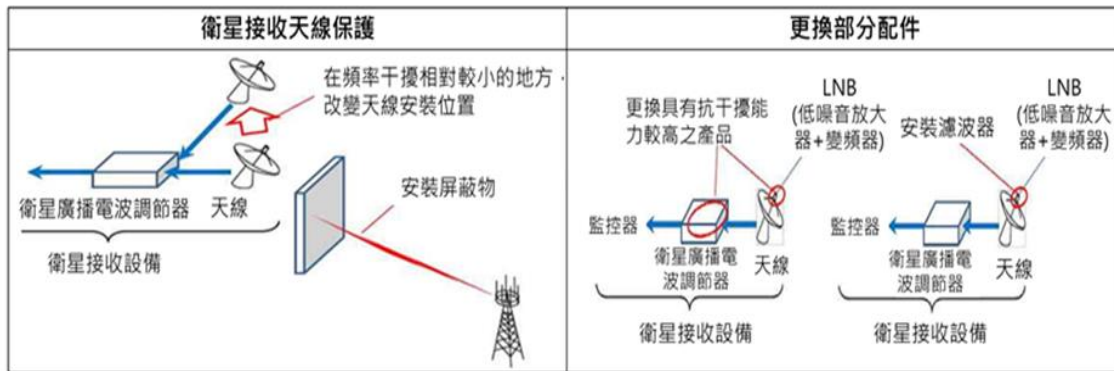


圖 2- 15、韓國 3.7-4.2 GHz 頻段衛星服務與 5G 干擾對策概念圖  
資料來源：KCA(2020)

隨後，西元 2020 年 6 月 30 日 MSIT 公告之「針對各頻段進行試驗評估，提高頻率利用效率」文件<sup>43</sup>，提及 MSIT 規劃將既有使用者衛星服務 3.7-4.0 GHz 頻段變更為供 5G 使用如圖 2-16 所示，並根據無線電波法第 6 條規定促進無線電資源的公平和有效使用，導入衛星地面接收站之干擾保護區機制，保護區範圍包含錦山 (KTsat 衛星中心)、驪州 (SKT 衛星中心) 和牙山 (LG U+地面收發站) 三個地區如圖 2-17 所示，共計 10 座衛星地球電臺，以避免衛星服務受到 5G 使用干擾 (共同使用)。另外將 96 臺持有執照之電臺移頻至 4.02-4.1 GHz 頻段，並可獲得移頻補償；將衛星廣播接收器移往其他衛星使用頻段，或改以其他方式例如 OTT 繼續提供服務。

<sup>43</sup> MSIT(2020), 주파수 이용효율 개선을 위한 대역별 시범평가 실시, <https://www.korea.kr/news/pressReleaseView.do?newsId=156398350>

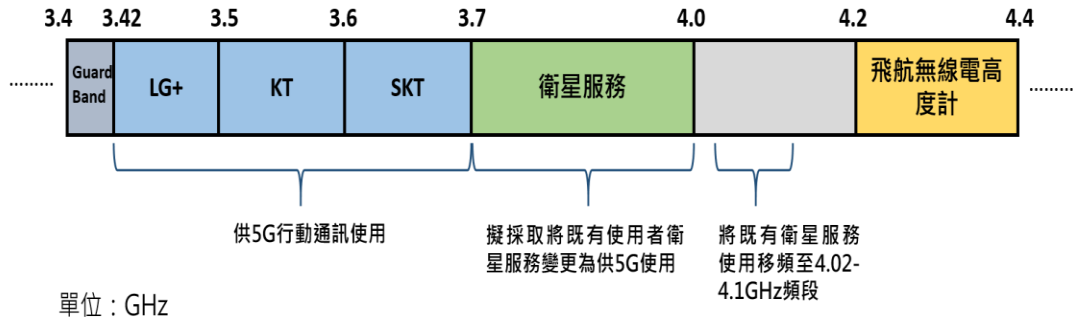


圖 2-16、韓國 C 頻段既有使用情形與未來規劃

資料來源：本計畫整理

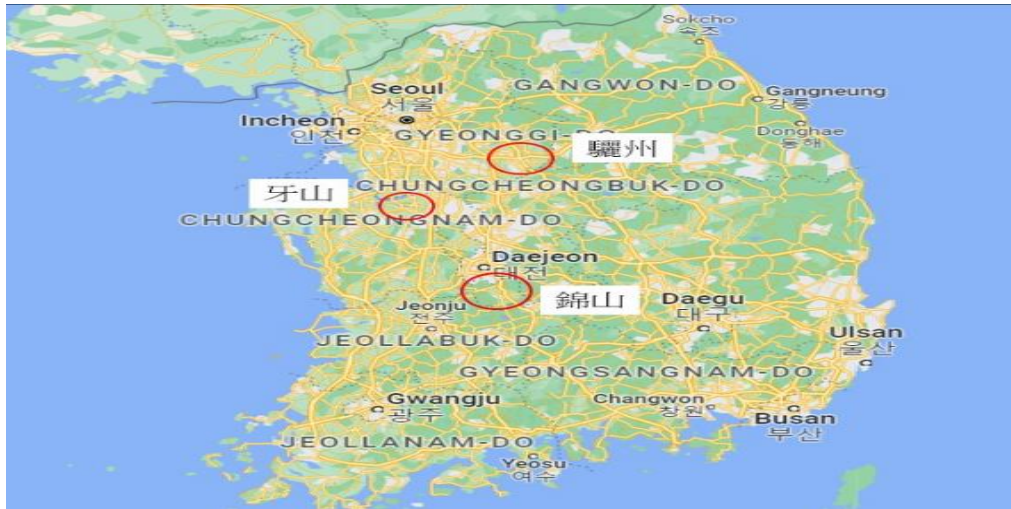


圖 2-17、韓國 3.7-4.0 GHz 衛星收訊保護區分布

資料來源：本計畫整理

## 八、新加坡

### (一) C 頻段頻譜整備政策

為滿足 5G 頻譜需求，新加坡資訊通信媒體發展局（Incommunications Media Development Authority, IMDA）目前已規劃 3.5 GHz、26/28 GHz 及 2.1 GHz 頻段作為 5G 頻譜使用。其中針對 C 頻段即 3.5GHz 的部分，IMDA 在西元 2019 年 10 月 17 日公布第二次

5G 政策諮詢決議<sup>44</sup>指出，由於 3.3-4.2 GHz C 頻段為目前領先 5G 市場中的主要 5G 頻譜，經考量 5G 行動服務與衛星繼續用於 C 頻段之相關利害關係人需求後，IMDA 重新分配 3.5 GHz 頻段之使用如圖 2-18 所示，其中 3.7-4.2 GHz 保留供 FSS（空對地）使用<sup>45</sup>；3.4-3.7 GHz 頻段改為 5G 行動服務，並依區塊細分如下：

- 3.4-3.45 GHz 頻段：暫不釋出，視後續市場發展決定頻段用途。
  - 3.45-3.65 GHz 頻段：劃分兩個頻塊組合，供兩家業者取得 3.5 GHz 頻段布建全國 5G 網路：
    1. Lot A：3.45-3.55 GHz 共 100 MHz，包含無限制使用（3.5-3.55GHz）及限制使用（3.45-3.5 GHz）區塊各 50 MHz；
    2. Lot B：3.55-3.65 GHz 共 100 MHz，同樣包含無限制使用（3.55-3.6GHz）及限制使用區塊（3.6-3.65 GHz）各 50 MHz。
- IMDA 於西元 2019 年 10 月 17 日至西元 2020 年 2 月 17 日間向電信事業徵集 5G 網路提案，並於西元 2020 年 6 月 24 日公告結果，分別由 Singtel 和由 M1 與 StarHub 組成之合資企業 Joint-Venture Consortium (JVCo) 各獲得 100 MHz<sup>46</sup>。
- 3.65-3.7GHz 頻段：為減少 5G 布建對於相鄰 FSS（下行鏈路）頻段之干擾，IMDA 另保留 3.65~3.7 GHz 頻段共 50 MHz 作為護衛頻帶。

<sup>44</sup> IMDA(2019),Policy for fifth-generation(5G)mobile networks and services in singapore, <https://www.imda.gov.sg/-/media/Imda/Files/Regulation-Licensing-and-Consultations/Consultations/Consultation-Papers/Second-Public-Consultation-on-5G-Mobile-Services-and-Networks/5G-Second-Consultation-Decision.pdf>

<sup>45</sup> IMDA 了解 C 頻段衛星，提供廣泛的通訊服務，包含電視頻道分送、偏鄉通訊、災害事故因應等，若 C 頻段服務中斷，將對依賴衛星服務滿足通信需求的區域產生嚴重影響，因此仍將保留一部分的 C 頻段供 FSS 使用。

<sup>46</sup> IMDA (2020), 5G Call for Proposal (“5G CFP 2020”) - 3.5 GHz Spectrum Rights, mmWave Spectrum Rights, <https://www.imda.gov.sg/regulations-and-licensing-listing/spectrum-management-and-coordination/spectrum-rights-auctions-and-assignment/5G-CFP-2020>

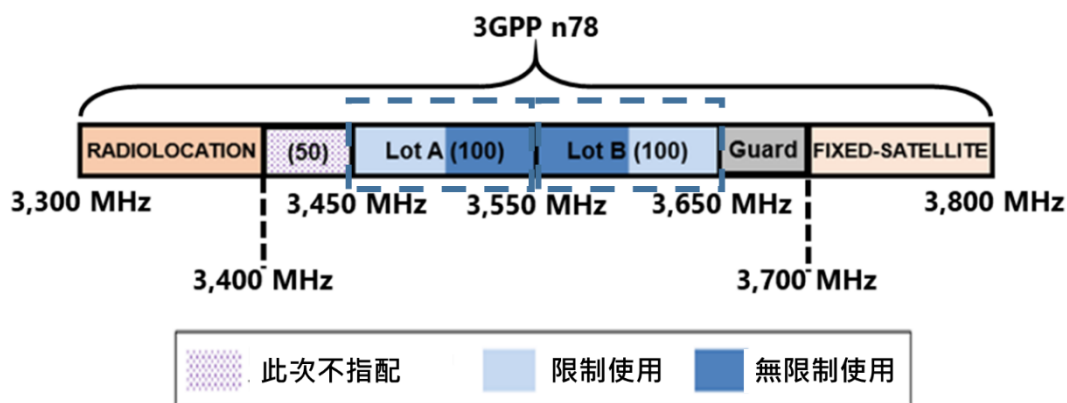


圖 2- 18、新加坡 3.4-3.7 GHz 釋出頻段

資料來源：IMDA (2019)

新加坡 5G 釋出頻段有關資訊如表 2-10 所示。

表 2- 10、新加坡 5G 頻譜釋出概況

5G 頻段	頻率範圍	釋出狀況
2.1 GHz	實際總釋出頻寬仍未定	留在公眾諮詢階段並未做出決議
26/28 GHz	26300-29500 MHz	由 Singtel、M1、StarHub 和 TPG 四家業者各自獲得 800 MHz
3.5 GHz	3.4-3.7 GHz	由 Singtel 和由 M1 與 StarHub 組成之合資企業 Antina(JVCo)各獲得 100 MHz

資料來源：本計畫整理

此外，IMDA 也規定行動基地站應至少符合第三代合作夥伴計畫技術規範（3GPP Technical Specification）的廣域基站（Wide Area Base Station）B 類干擾發射限值（即帶外及雜散發射），以解決 5G 對 FSS 系統在 3.7-4.2 GHz 頻段中運行的干擾。

IMDA 也將與 3.4-3.7 GHz 頻段中受影響的 FSS 用戶密切合作，將 FSS 服務遷移到 C 頻的 3.7-4.2 GHz 範圍。

## (二) C 頻段頻譜整備措施

新加坡目前未採取共同接收頭端的方式來規劃 C 頻段之和諧共存，而是直接設置防範區集中管理新設的 FSS 業者，協助既有業者安裝濾波器，也將衛星基地站址資訊提前提供給即將進行網路布建的 5G 業者。由於新加坡的國土面積並不大，採取這些策略作為已足夠完成 C 頻段的和諧共存。

IMDA 研究了 C 頻段的頻譜干擾狀況，結果表示，所有 FSS 系統都配備濾波器時，濾波器在 3.65 GHz 頻段中可達到至少 45dB 的抑制，3.6 GHz 以上的頻率便可用於 5G 服務，而不會對 3.7 GHz 以上的 FSS (下行鏈路) 服務造成有害干擾，因此，IMDA 規定所有在 3.7 GHz 以上運行的 FSS 系統都應安裝濾波器。

為了盡量減少 5G 對現有 FSS (下行鏈路) 用戶的干擾，IMDA 向 5G 頻譜得標業者提供現存的 FSS 位置列表，協助 5G 布建和站點規劃避免對於 FSS 之干擾，行動業者也需事先與 FSS 用戶協調以降低干擾風險。至於新設 FSS，IMDA 建議其設立在 IMDA 指定的防範區內，以減少來自 5G 基站的干擾，同時，新的 FSS 仍需針對 5G 傳輸採取對自身的保護措施。

IMDA 指出，新加坡的 FSS 有地理群聚性，在某些區域有密集布建的情形。如圖 2-19 及表 2-11 所示，IMDA 在新加坡全境規劃了 2 個禁區和 6 個防範區：

- 禁區 (Exclusion zones)：用於運作關鍵 FSS 之區域，該區域內不得架設 5G 基站。

- 防範區 (Precautionary zones)：FSS (下行鏈路) 服務密度相對較高的地區，5G 行動業者需遵守相關 5G 布建指南。該指南主要內容如下：
  1. 移頻過程中，現有 FSS 用戶應採取必要措施，如安裝適合的帶通濾波器 (Band Pass Filter, BPF)，且 BPF 在 3650 MHz 時應具有至少 45 dB 的抑制，以確保 FSS 系統之保護。至於 BPF 之類型及規格則由 FSS 用戶依本身技術自行評估。
  2. IMDA 將向獲得 3.5 GHz 頻段的行動網路業者 (Mobile Network Operators, MNO) 提供現有 FSS 位置列表，MNO 可能需要與 FSS 用戶直接協調，以降低干擾風險。
  3. 行動基地臺應符合 3GPP TS 38.104 v15.6.0(包含最新版本)之規範。
  4. 為盡量減少 3.7 至 4.2 GHz 範圍內之 FSS 用戶受到無線電干擾之影響，各 MNO 須在指定區域內遵守下列規定：
    - (1) 禁區 (用於存放 FSS 關鍵作業的區域)：不得在禁區內布建任何使用 3.4-3.7 GHz 頻段的 5G 基站提供無線電頻率提供服務。IMDA 指定了兩個禁區，以保護用於關鍵作業之 FSS 執照業者。
    - (2) 防範區 (指於 FSS 系統密度較高的地區)：防範區內 5G 基站之布建，應遵守以下規定：
      - A. 不得在 FSS 系統天線仰角+- 45 度範圍內運轉 5G 基站;
      - B. 允許區域範圍基地臺在室內和室外布建;
      - C. 若為廣域範圍基地臺，如屋頂建置大型基地臺 (Macro

Cell) 和中程範圍基地臺，如六米高的 small cells，其基地臺與 FSS 系統間必須有足夠的遮蔽或干擾防治機制。

D. 若對現有的 FSS 操作造成干擾，MNO 必須：

- 確認 FSS 系統已安裝適當的 BPF。
- 如已設置適當 BPF，MNO 必須採取行動，緩解干擾問題。
- 對於 FSS 系統之總功率（每一營運商）不得使低雜訊放大器及低雜訊降頻器 (LNA/LNB) 過激勵 (overdrive)。

E. IMDA 在前兩年保留對 5G 布建指南之任何變動之權利。

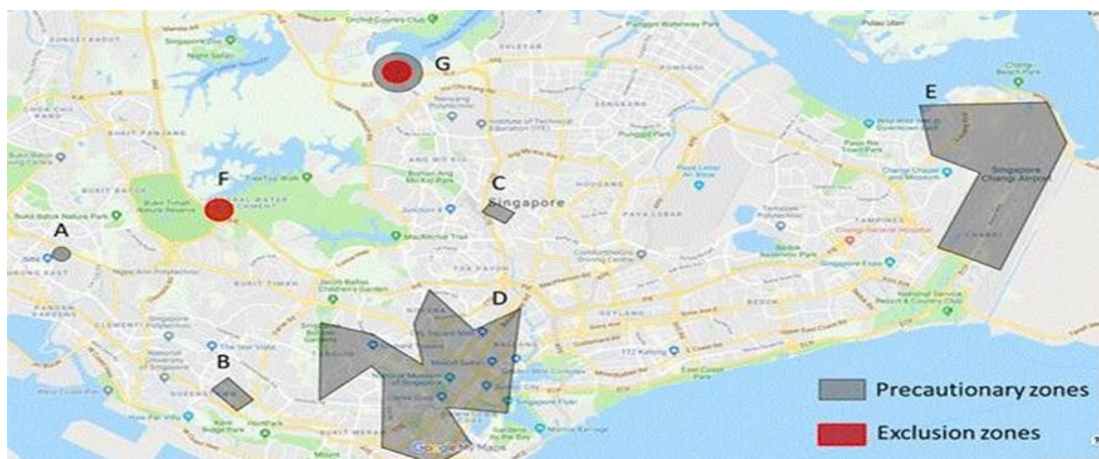


圖 2- 19、新加坡禁區及防範區

資料來源：IMDA (2019)

表 2- 11、新加坡禁區及防範區之經緯度座標表

區域	區域範圍	緯度(°N)	經度(°E)	類型
A	座標所在的半徑400公尺(金文泰區)	1.33921	103.75116	防範區
B	座標所在指定頂點之多邊形(皇后鎮區)	1.29947	103.79240	防範區

區域	區域範圍	緯度(°N)	經度(°E)	類型
		1.29239	103.79901	
		1.28868	103.79467	
		1.29556	103.78821	
C	座標所在指定頂點之多邊形(實龍崗區)	1.35586	103.85896	防範區
		1.35199	103.86499	
		1.34840	103.86246	
		1.35229	103.85645	
D	座標所在指定頂點之多邊形(中區-市中心)	1.31706	103.81578	防範區
		1.31351	103.82889	
		1.30372	103.84155	
		1.31674	103.83927	
		1.32773	103.84334	
		1.31465	103.85470	
		1.32168	103.86641	
		1.28798	103.86311	
		1.28976	103.84791	
		1.27789	103.85403	
		1.27140	103.84519	
		1.27702	103.83124	
		1.29954	103.83161	
		1.30288	103.82873	
		1.29190	103.81541	
E	座標所在指定頂點之多邊形(樟宜區-機場)	1.38635	103.96688	防範區
		1.38746	103.99928	
		1.37451	104.00430	
		1.33375	103.98756	
		1.34096	103.97160	
		1.36472	103.98216	
		1.37047	103.96991	
F	座標所在的半徑500公尺(保護Bukit Timah Satellite Earth Station武吉知馬衛星地球站-為SingTel所有)	1.35232	103.79071	禁區 (IMDA 將在西元2022年12月31日之後審查禁區狀態。)
G	(i) 座標所在的半徑650公尺(保護Seletar Satellite Earth Station實里達衛星地面站為SingTel所有)	1.39693	103.83435	禁區

區域	區域範圍	緯度(°N)	經度(°E)	類型
	(ii) 座標所在的半徑 1000公尺,包含防範區 G(i)			防範區

資料來源：IMDA (2019)，本計畫整理

有關禁區及防範區之範圍估算，IMDA 共參考了 WRC-15 之 ITU-R 的「JTG 4-5-6-7 報告」，以及英國 Ofcom 委託 Transfinite systems 之「C 頻段地理共享總結報告 (Geographic Sharing in C-band Final Report)」<sup>47</sup>。

在 ITU-R 的 JTG 4567 報告中，進行 IMT-Advanced 系統之郊區大型基地臺到室內小型基地臺之布建模式研究，研究發現，為保護 FSS 地球站免受同頻道 (co-channel) 干擾，在計算干擾保護距離時，大型基地臺在布建上會有疑慮 (至少要 30 公里)，但若在室內或室外布建小型基地臺，則干擾保護距離可縮小至 5 公里到 26 公里不等<sup>48</sup>。

而在「C 頻段地理共享總結報告」中在英國進行一項測試如圖 2-20 所示，測試內容係在倫敦市中心匡列半徑 1.69 公里的範圍，布建 1 個小型衛星地面站 (VSAT) 及 50 個室外的小型基站，結果發現在擁擠的城市環境中，小型基站因顯著的非主軸之天線增益 (off-axis gain) 及繞射損耗 (diffraction loss)，使禁區範圍可縮小至 0.56–3.3 公里範圍，若使用干擾防護措施，如屏蔽、更換天線，禁區可能小於 0.02 平方公里<sup>49</sup>。

<sup>47</sup> Transfinite systems (2015), Geographic Sharing in C-band Final Report,

[https://www.ofcom.org.uk/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0012/51303/c-band-sharing.pdf](https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0012/51303/c-band-sharing.pdf)

<sup>48</sup> See Annex 17 from the Chairman's report of the final meeting, 19 August 2014,

<http://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/jtg4-5-6-7/Pages/default.aspx>.

<sup>49</sup> Transfinite systems, Geographic Sharing in C-band Final Report, 31 May 2015, at 61-62,

[https://www.ofcom.org.uk/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0012/51303/c-band-sharing.pdf](https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0012/51303/c-band-sharing.pdf)



Figure 7-4: 50 Small Cell Base Stations Located within 1.69 km of Victim Earth Station in Central London

## 圖 2- 20、英國倫敦市中心匡列半徑 1.69 公里範圍測試 C 頻段干擾

資料來源：Transfinite systems (2015)

IMDA 已設立負責處理干擾事務的單位，受影響的用戶可向 IMDA 提供干擾的詳細資訊以供其調查。在 5G 布建的初始階段，IMDA 也在行動網路業者和 FSS 用戶之間建立聯繫窗口，以促進更即時的干擾通知。IMDA 將繼續監控各方進展，必要時對干擾通報流程進行進一步調整。

此外，IMDA 也注意到 FSS 用戶在 3.4-3.7 GHz 頻段的遷移可能產生與運營成本增加的擔憂，雖然在法律上 IMDA 沒有義務補償受影響的 FSS 用戶，但 IMDA 仍繼續與受影響的用戶合作，以確保於西元 2020 年 12 月 31 日完成移頻作業。

新加坡擁有密集的光纖網路，具有多種傳輸和接收媒體內容的方式，因此，IMDA 也規劃與業界一起檢視 3.7-4.2 GHz 頻段內 FSS 的使用，在長程規劃上做妥善的管理，並優化頻率干擾防範區 (precautionary zone) 內的 FSS 數量。

## 九、澳洲

### C 頻段頻譜整備政策

澳洲通訊與媒體管理局（Australian Communication and Media Authority, ACMA）於西元 2018 至西元 2021 年已分別拍賣 850/900 MHz、3.6 GHz、26 GHz 與 28 GHz 等頻段，以作為 5G 的使用頻段如表 2-12 所示。其中 ACMA 於西元 2017 年 6 月發布 3.6 GHz 頻段公開諮詢文件，徵求業界相關意見，並於西元 2017 年 8 月 11 日發布 3.6 GHz 頻段的決議文件。在決議文件中，ACMA 建議在澳洲的特定都會區和區域地區（regional areas）重新分配 3.6 GHz 頻段，並於西元 2018 年 11 月進行頻譜拍賣<sup>50</sup>。

表 2-12、澳洲 5G 頻譜釋出概況

5G 頻段	釋出時間	頻寬數量	頻率範圍
850/900 MHz	西元 2021	72 MHz	814-825 MHz/ 859-870 MHz 890-915 MHz/ 935-960 MHz
3.6 GHz	西元 2018	125 MHz	3575-3700 MHz
26 GHz	西元 2021	2.4 GHz	25.1-27.5 GHz
26 GHz	西元 2020	400 MHz	24.7-25.1 GHz
28 GHz	西元 2020	2 GHz	27.5-29.5 MHz

資料來源：本計畫整理

ACMA 針對 3.6 GHz 頻段既有使用者，如地球接收站、點對多點、點對點及業餘中繼站等使用者，採取之頻譜整備措施，包含新的點對點設備執照限制於偏鄉地區使用、對既有使用者延長七年過渡期以及規劃點對多點移至 5610-5650 MHz 頻段，利於 3.6 GHz 頻段達到最高頻譜使用價值。另外，在諮詢過程 3400-4200 MHz 頻段有未經許

<sup>50</sup> ACMA (2018), Auction summary-3.6 GHzband (2018), <https://www.acma.gov.au/auction-summary-36-ghz-band-2018#background>

可之固定衛星服務接收衛星電視（Television Receive Only, TVRO）系統無法提供免受干擾之保護。

西元 2021 年 9 月 30 日 ACMA 進一步針對 3.4 GHz 頻段（3400-3575 MHz）無線寬頻設備執照進行諮詢如表 2-13 所示，西元 2021 年年底針對 3.7-4.0 GHz 頻段（3700-4000 MHz）進行討論，探詢運用該頻段於無線寬頻設備與釋出頻譜執照之相關規範，並規劃於西元 2022 年年底發布 3.4 GHz、3.7 GHz 頻段拍賣文件草案諮詢文件、西元 2023 年進行執照拍賣。<sup>51</sup>

表 2-13、澳洲規劃釋出頻段

5G 頻段	規劃時程	頻寬數量	頻率範圍
3.4 GHz	西元 2023	175 MHz	• 3400-3575 MHz
3.7-4.0 GHz	西元 2023	300 MHz	• 3700-4000 MHz

資料來源：本計畫整理

## C 頻段頻譜整備措施

### 1. 3.4 GHz 頻段（3400-3575 MHz）

ACMA 於西元 2019 年 9 月 12 日發布西元 2019 年至西元 2023 年之五年頻譜展望（Five year Spectrum Outlook 2019-2023），其中 3400-3575 MHz 之間的破碎頻段（與西元 2018 年拍賣的 3.6 GHz 頻段相鄰），目前授權了各種服務，包括無線寬頻（固定和行動）、固定衛星、無線電定位和業餘服務。由於行動無線電於 3400-3575 MHz 之分配呈現破碎化（非連續頻寬），ACMA 為優化頻率分配，於西元 2021 年 8

<sup>51</sup> ACMA, <https://www.acma.gov.au/allocating-34-40-ghz-band>

月 27 日公布「規劃於都會區釋出 3400-3475 MHz 頻段以布建無線寬頻網路」之公眾諮詢文件<sup>52</sup>，徵詢公眾對於釋出 3400-3475 MHz 頻段之意見。諮詢期間自西元 2021 年 8 月 27 日至西元 2021 年 9 月 30 日止，供外界表達意見。

公眾諮詢文件主要延續自 ACMA 過往於西元 2019 年 11 月發布之「優化分配 3400-3575 MHz 頻段-規劃決議和觀察<sup>53</sup>相關決議。從 ACMA 所發布之公眾諮詢文件中，提出四種都會區使用 3400-3475 MHz 頻譜規劃，供外界表達意見。ACMA 對於 3.4 GHz 頻譜執照技術架構之修訂意見（Proposed amendments to the 3.4GHz spectrum license technical framework），包括調整保護功率與設備運作標準以擴大站臺可布建區域、修正接收機混附發射（spurious emission）限制以貼近標準組織 3GPP 技術規格，讓業者可使用具規模經濟之設備，並修正無線電通訊核配與執照指令（RALI MS44），將部分頻段列入地球電臺保護區域適用頻段清單。ACMA 希望藉由前述修正，擴大 3.4GHz 頻段可布建於都會區域之範圍。

有關都會區使用 3400-3475 MHz 頻段之規劃，ACMA 規劃四種選項，並徵詢外界意見：

**選項 1：**允許單一業者於區域內布建大型基站並使用 3400-3460 MHz，3460-3475 MHz 則作為限制使用頻段（Restricted use Band, RB），須滿足特定條件時方得使用；

---

<sup>52</sup> ACMA (2021), Planning for wireless broadband use in urban areas in the 3400-3475 MHz band-Options paper, <https://www.acma.gov.au/consultations/2021-08/planning-wireless-broadband-use-urban-areas-3400-3475-mhz-band-consultation-312021>

<sup>53</sup> ACMA (2019), Optimising arrangements for the 3400-3575 MHz band—Planning decisions and preliminary views), <https://www.acma.gov.au/consultations/2019-08/optimising-3400-3575-mhz-band-consultation-122019>

**選項 2：**允許單一業者於區域內得使用 3400-3470 MHz 布建限制型基地臺（Restricted cell 指限制發射功率或天線高度的站臺，例如小型基站或毫微基地臺），並以 3470-3475 MHz 作為限制使用頻段；

**選項 3：**多家業者共同於區域內使用 3400-3470 MHz 布建限制型基地臺（限制發射功率或天線高度的站臺，例如小型基站或毫微基地臺），並以 3470-3475 MHz 作為限制使用頻段；

**選項 4：**則允許單一業者於區域內使用 3400-3460 MHz 布建大型基站，3460-3470 MHz 則供業者布建限制型基地臺。

從 ACMA 的觀點，選項 4 能夠讓單一業者布建大型基地臺，且又提供部分頻寬供業者布建小型基站，為最具備技術彈性、且能夠最小化限制使用頻寬，使 3400-3475 MHz 頻段應用於都會地區之策略最符合長期公共利益。

ACMA 於西元 2021 年 12 月發布決議文件如表 2-14 所示，說明 3400-3475 MHz 頻段相關時間點，並納入澳洲政府釋出 3700-4000 MHz 頻段之頻譜政策。

表 2-14、澳洲 3.4GHz 頻段完成頻譜分配時間表

步驟	詳細說明	完成時間
公眾諮詢	諮詢： ● 頻譜重新分配聲明（根據無線電通訊核配與執照指令第 153B 條）來支持定義釋出 3400-3800 MHz 頻段特定部分頻譜執照。 ● 進一步考慮在都會區使用 3400-4000 MHz 頻段。	西元 2022/02
頻譜調整	ACMA 進行 3400-4000 MHz 頻段相關討論。	西元 2022 第二季
發布公眾諮詢結果	發布西元 2022 年 2 月諮詢過程成果文件。包含進一步考慮在都會區使用 3400-4000 MHz 頻段。	西元 2022/06

步驟	詳細說明	完成時間
都會區頻譜使用最終監理計畫進行諮詢	決定使用都會區後，將正式實現都會區頻譜接取所需之監理計畫進行協商。在允許情況下，將任何此類諮詢與實施 3400-4000 MHz 頻段所安排之諮詢整合。	西元 2022 第三季
都會區釋出頻譜	實施的選項、使用的執照類型及採用頻譜分配之方法都會影響時間範圍。建議使用區域設備執照或頻譜執照可能都與 3400-4000 MHz 頻段執照分配過程整合。	西元 2022 第四季到 西元 2024 第四季

資料來源：ACMA，本計畫整理

## 2. 3.7-4.0 GHz 頻段

ACMA 觀察到 3700-4200 MHz 中頻段乃國際及國內皆感興趣之頻段之一，可作為固定衛星與 5G 之應用，因此 ACMA 於西元 2019 年 8 月，發布一份討論文件，並邀請外界提供意見，以了解 3700-4200 MHz 頻段在未來運用時應考量哪些因素，本次諮詢於西元 2019 年 9 月 13 日結束，共收到 23 份意見書，根據討論結果，ACMA 決議重新規劃 3700-4200 MHz 頻段之使用。

西元 2020 年 7 月 22 日 ACMA 發布 3700-4200 MHz 頻段之公開諮詢文件，探討該頻段之使用規劃。由於目前 3700-4200 MHz 頻段在澳洲為混合用途，包含設備執照之點對點連接，協調固定衛星服務（FSS）地面站及各種低功率設備執照，但不支援無線寬頻（Wireless Broadband, WBB）使用。因此在本次諮詢文件中，主要探討之議題有三<sup>54</sup>：

<sup>54</sup> 澳洲 3700-4200MHz 頻段規劃, <https://www.acma.gov.au/consultations/2020-07/planning-options-3700-4200-mhz-band-consultation-222020>

(1) 引入新 WBB 應用之規劃，包含大區域與小區域 WBB 網路之使用及制定合適之技術框架。

(2) 支援該頻段繼續使用於：

- FSS 使用，但不支援未經許可的 FSS 地面站。
- 點對點 (Point to Point, PTP) 使用，側重於普及服務義務的要求。
- 國防部主管之無線電測定業務。
- 地球電臺保護區 (Earth Station Protection Zones, ESPZ)，確保 FSS 在某些區域仍對 3700-4200 MHz 頻段，具長期選擇權。
- 建築材料分析 (Building Material Analysis, BMA) 和超寬頻 (Ultra-Wideband, UWB) 設備之許可。

(3) 確保相鄰頻段服務共存，尤其是 4200 MHz 以上和 3700 MHz 以下的無線電高度計 (Radio Altimeters Operating, RA) 操作。

根據國內外的發展情況，ACMA 針對 3700-4200 MHz 頻段提出三個規劃方案如圖 2-21 所示：

- 方案一、WBB 只允許在一個頻段進行，其餘頻段之安排不變。
- 方案二、允許 WBB 與既有頻段共用，其餘頻段安排不變。
- 方案三、允許 WBB 有獨立之頻段以及可與既有頻段共用，其餘頻段安排不變。

	3700MHz	3800MHz	3900/4000MHz	4200MHz
Option 1	<b>Metro and Regional</b> Planned uses : WA WBB Access approach : Exclusive use		<b>Australia Wide</b> Planned uses : individually licensed FSS, PTP Access approach : Shared, coordinated, first-in-time	
	<b>Remote</b> Planned uses : FSS, PTP, WBB Access approach : Shared, coordinated, first-in-time			
Option 2	<b>Australia Wide</b> Planned uses : FSS, PTP, WBB Access approach : Shared, coordinated, first-in-time		<b>Australia Wide</b> Planned uses : individually licensed FSS, PTP Access approach : Shared, coordinated, first-in-time	
	<b>Metro and Regional</b> Planned uses : WA WBB Access approach : Exclusive use		<b>Australia Wide</b> Planned uses : FSS, PTP, LA WBB Access approach : Shared	
Option 3	<b>Remote</b> Planned uses : FSS, PTP, LA WBB Access approach : Shared, coordinated, first-in-time		<b>Australia Wide</b> Planned uses : individually licensed FSS, PTP Access approach : Shared, coordinated, first-in-time	

圖 2- 21、澳洲 3700-4200 MHz 頻段三項方案

資料來源：ACMA

ACMA 初步認為，方案三為重新規劃 3700-4200 MHz 頻段之首選方案。可提供 WBB 在大區域與小區域使用，減少對現有 FSS 的影響，並保留一些頻譜供 PTP 使用。

### 3. 整合 3.4-4.2 GHz 頻譜整備措施

ACMA 於西元 2022 年 3 月為整備 3.4-4.0 GHz 頻段供行動通訊使用，採下列規劃<sup>55</sup>如圖 2-22 所示：

- 於 3400-4000 MHz 頻率範圍內（偏鄉地區）：將在偏鄉地區設計區域型（Area Wide Local, AWL）無線寬頻（WBB）執照，讓該執照與既有業餘、FSS 和點對點微波鏈路服務共享；
- 於 3700-3800 MHz 頻率範圍內（都會區和區域執照）：都會區和區域執照內，將僅供廣域（Wide Area, WA）無線寬頻服務獨家使用，執照類別為新頻譜執照（New Spectrum License, NSL），排除 FSS 與點對點微波鏈路使用；

<sup>55</sup> ACMA(2022), Proposed spectrum re-allocation declaration for the 3.4 GHz and 3.7 GHz bands Consultation paper

- 於 3800-4000 MHz 頻率範圍內（都會和區域性）：該類區域內將透過共享方式，讓 AWL WBB 服務與既有 FSS 和點對點微波鏈路服務共享。

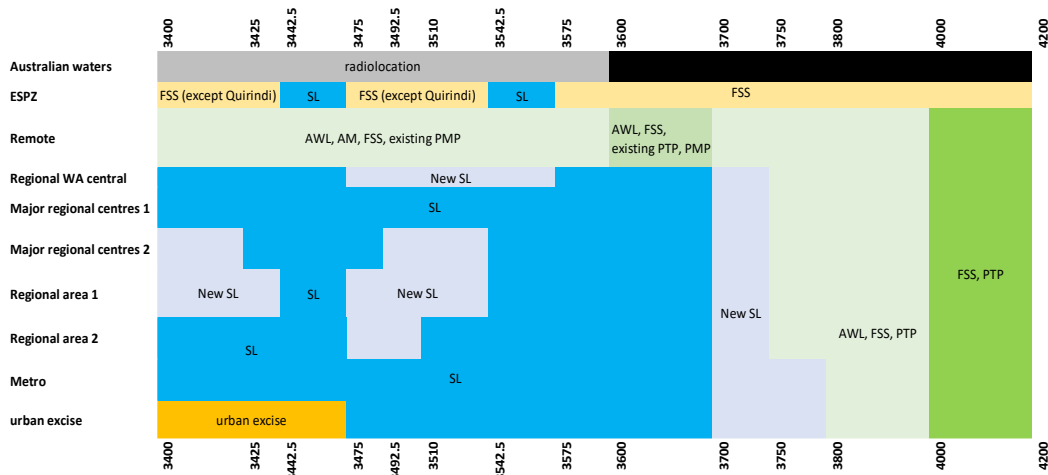


圖 2-22、澳洲 3.4-4.0GHz 頻段規劃

資料來源：ACMA

## 第二節 主要研究國家推動衛星共同接收頭端政策背景與執行細節

近年來 C 頻段頻譜由於具有充足行動通訊設備生態體系支援等優點，因此被許多國家納為研議規劃釋出之潛在 5G 候選頻段。然而，C 頻段因具備較佳之抵抗降雨訊號衰減能力，故以往主管機關多核配給衛星通訊服務使用。隨著技術演進及用戶行為改變，許多國家對於 C 頻段供衛星服務使用之政策思維與監管制度已開始修正，例如，美國、加拿大與澳洲等原先將 C 頻段核配給衛星通訊使用之國家，透過於特定區域收容不同類型衛星地球電臺（簡稱衛星共同接收頭端）之作法，騰出 C 頻段可供行動通訊使用頻寬。

在介紹各國衛星共同接收頭端執行細節之前，以下先說明衛星地球電臺之類型及其功能。根據衛星地球電臺設置使用管理辦法第 2 款第 1 項第 4 款之定義，衛星地球電臺指在地球上與衛星系統間進行無線電信號接收、處理、發射之電信設備。依功能別而言，除了純接收

衛星訊號之衛星地球電臺外，尚包括追蹤遙測及控制地球電臺（TT&C），以及衛星閘道器（Gateway）地球電臺，如圖 2-23 所示說明如下：

1. TT&C 地球電臺：主要任務為提供衛星與地面系統的直接通訊控制介面，包括衛星追蹤（tracking）遙測資料（telemetry）接收與衛星指令（command）傳送等功能。
2. 衛星 Gateway 地球電臺：將數據傳送至衛星或由衛星傳送至其他網路之閘道器。

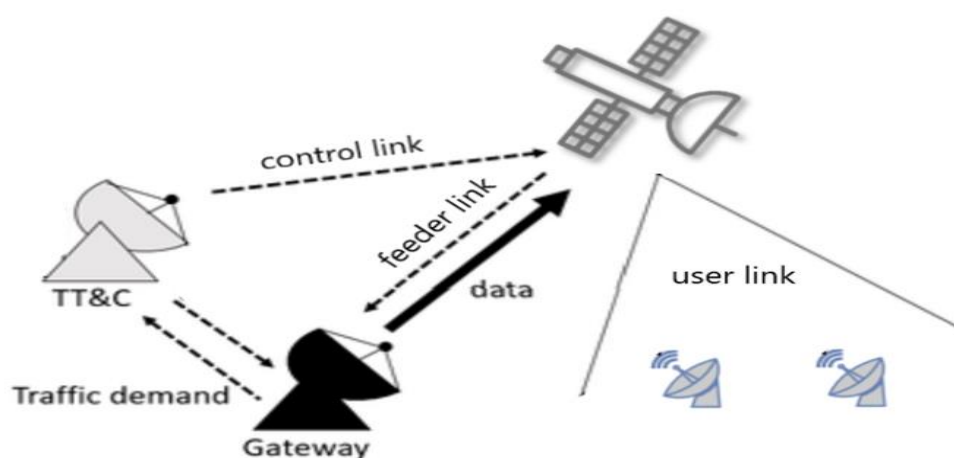


圖 2-23、衛星訊號傳輸架構

資料來源：本計畫整理

在本計畫主要研究中，英國、日本、韓國和新加坡皆未有建置共同接收頭端計畫。以下概述美國、加拿大與澳洲建置衛星共同接收頭端之執行方式。

## 一、美國

### （一）使用 C 頻段之既有 FSS 概況

美國 3.7-4.2 GHz 之既有使用者包括固定衛星服務（FSS）和固定微波服務鏈路，其中 FSS 之下鏈使用頻段為 3.7-4.2 GHz、上鏈使用

頻段為 5.925-6.425 GHz，用於接收衛星發送至衛星地球電臺之遙測訊號，一般使用頻段位於 3.7 GHz 或 4.2 GHz。原先美國境內之 TT&C 地球電臺共有 14 座如表 2-15 所示，其中 6 座由衛星業者 Intelsat License LCC (簡稱 Intelsat) 經營、7 座由衛星業者 SES Americom, Inc. (簡稱 SES) 經營、1 座由衛星業者 Telesat 經營<sup>56</sup>。

表 2-15、美國 TT&C 地球電臺概況

地點	州名縮寫	衛星系統經營者
Fillmore	CA	Intelsat
Napa	CA	
Riverside	CA	
Castlerock	CO	
Atlanta	GA	
Mountainside	MD	
South Mountain	CA	SES
Woodbine	MD	
Hawley	PA	
Vernon Valley	NJ	
Cedar Hill	TX	
Manassas	VA	
Brewster	WA	
Mount Jackson	VA	Telesat

資料來源：FCC，本計畫整理

於美國經營 FSS 之業者包括 Intelsat、SES、Eutelsat S.A. (簡稱 Eutelsat)、Telesat、ABS Global (簡稱 ABS)、Hispamar S.A. (簡稱 Hispasat)、Star One S.A. (簡稱 Star One) 和 Empresa，並以 C 頻段接收來自 66 顆衛星訊號。另一方面，在美國接收 C 頻段衛星訊號之衛星地球電臺，已註冊者約有 20,000 座。

## (二) 衛星共同接收頭端執行細節

<sup>56</sup> FCC (2018), Comments of the C-band Alliance, [https://www.fcc.gov/ecfs/file/download/DOC-59afef3ed5000000-A.pdf?file\\_name=C-Band%20Alliance%20NPRM%20Comments%2010.29.2018.pdf](https://www.fcc.gov/ecfs/file/download/DOC-59afef3ed5000000-A.pdf?file_name=C-Band%20Alliance%20NPRM%20Comments%2010.29.2018.pdf)

FCC 考量部分衛星無法將 TT&C 鏈路移轉到其他轉頻器，僅能透過變更 TT&C 地球電臺位置之方式繼續存在，與 3.7GHz 頻段行動通訊服務基地臺持續共存，故採納 C 頻段聯盟（C-Band Alliance）之建議，自西元 2021 年 12 月 5 日起至西元 2030 年 12 月 5 日將 14 個站點整併為至多不超過 4 個共同接收頭端。相關規範訂於聯邦電信規章第 25 節衛星通訊(Part 25—Satellite Communications)第 25.203 條。此舉將可讓衛星業者有足夠的時間發射替代衛星，並滿足既有衛星之生命週期。此外，FCC 亦允許 TT&C 站臺能與 3.7 GHz 執照業者簽署私人協議，以達到不同業務和諧共存之需要。

### 1. 共同接收頭端站址選擇評估方式

根據西元 2020 年 3 月 3 日公告 3.7-4.2 GHz 之政策報告與命令，採納 C 頻段聯盟提出以下評估方式，包括：

- 整合頭端位置與主要都會區應有足夠的間隔距離，或因地貌地形因素，使主要都會區與 TT&C 衛星地球電臺位置間具備足夠間隔距離，透過傳播損耗抵銷站臺發射功率，且不至於影響 3.7 GHz 執照業者於都會區的基地臺布建。
- 該類共同接收頭端位置應與其他 TT&C 衛星地球電臺的地理位置不同。
- 應與主要電信接取節點相鄰。
- 在既有固定衛星基礎設施外，可額外加裝或新建 TT&C 基礎設施之空間。
- 與同步軌道衛星的視距連線不受阻礙，且仰角低至 5 度。
- 站臺園區必須有足夠之土地，能容納多達 20 個超大型（高度達 13 公尺）的發射/接收天線。
- 站臺位置應位於不受附近航空交通影響的區域。

- 必須能夠在 36 個月的時間內建置完成(例如取得建築許可或相關規範)。

美國既有 14 座 TT&C 衛星地球電臺主要由 Intelsat 與 SES 經營，因此 FCC 同意由 Intelsat 與 SES 各自選擇兩個地點作為共同接收頭端站址。其中，Intelsat 選擇在西岸華盛頓 Brewster 與東岸的緬因州 Andover 建置共同接收頭端；SES 選擇在西岸華盛頓 Brewster 與東岸的賓夕法尼亞州 Hawley 建置共同接收頭端。Intelsat 與 SES 皆規劃於共同接收頭端站址，同時收容 TT&C 衛星地球電臺與 gateway。

## 2. 共同接收頭端經費規劃與執行方式

根據 FCC 公告之 3.7-4.2 GHz 搬遷補償之成本目錄<sup>57</sup>，估算共同接收頭端成本如表 2-16 所示：

表 2-16、共同接收頭端成本估算

項目		成本 (單位:美元)
硬成本 (合計成本約 2,166.1 萬美元- 4,331.3 萬美元)	13 公尺天線系統-單天線	150 萬-200 萬
	天線安裝-單天線	60 萬-73.3 萬
	計時系統	3.6 萬-10.5 萬
	基頻單元(baseband unit)	10 萬-60 萬
	衛星站機房模擬上鏈 uplink 和下鏈 downlink 訊號傳輸設備 (Test Loop Translator)	2.5 萬-7.5 萬
	機房和機房之間的傳輸設備，例如 A 機房要把訊號傳給 B 機房透過 IFL 傳輸媒介	70 萬-80 萬

<sup>57</sup> FCC (2020), 3.7 GHz Transition Final Cost Category Schedule of Potential Expenses and Estimates Costs, <https://www.fcc.gov/document/wtb-releases-final-c-band-cost-category-and-lump-sum-public-notice>

項目		成本 (單位:美元)
	(Digital Interfacility Link to Existing Teleports for Translation to Baseband)	
	衛星地面控制系統升級(每顆衛星)	20 萬-150 萬
	土地/設施(含土木工程)	50 萬-250 萬
	現場基礎設施擴建(含土木工程)	1,800 萬-3,500 萬
軟成本 (不得超過硬成本總金額之2%)	專案管理(含技術支援、工程、行政、會計與法律費用)	400-1,000
	更改天線與其他 gateway 組件的系統統合	600-1,600
	新的地球電臺執照申請費用	2,985
	更改地球電臺執照申請費用	210
	第三方頻率協調與報告	3,000-4,000

資源來源：FCC，本計畫整理

美國採成立中立第三方清算中心（Relocation Payment Clearinghouse）方式受理 3.7-4.2 GHz 頻段移頻補償經費申請與撥付等相關作業，同時也調解與仲裁般遷計畫執行所產生的財務糾紛。此外，設備補償基金（Reimbursement fund），由 3.7 GHz 頻段得標廠商根據清算中心所估算應繳納費用，於 6 個月內匯入補償基金。爾後，每 6 個月支付一次，直到過渡完成。

## 二、加拿大

### （一）使用 C 頻段之既有 FSS 概況

加拿大固定衛星服務業者以兩種不同的方式提供偏遠地區的家戶衛星通訊服務，其一為社區聚合模式，其二為直接到戶模式。在社

區聚合模式中，利用 C 頻段透過衛星傳輸到社區地球電臺，該地球電臺連接到本地接取配送線路後連接到個人家庭、企業及政府大樓用戶。以圖 2-24 所示，社區使用大型衛星碟型天線的地球電臺作為共同天線，然後將訊號以有線或無線網路進行傳送。有線網路可使用銅纜或光纖傳輸，為家庭及企業提供網際網路接取或語音接取服務。

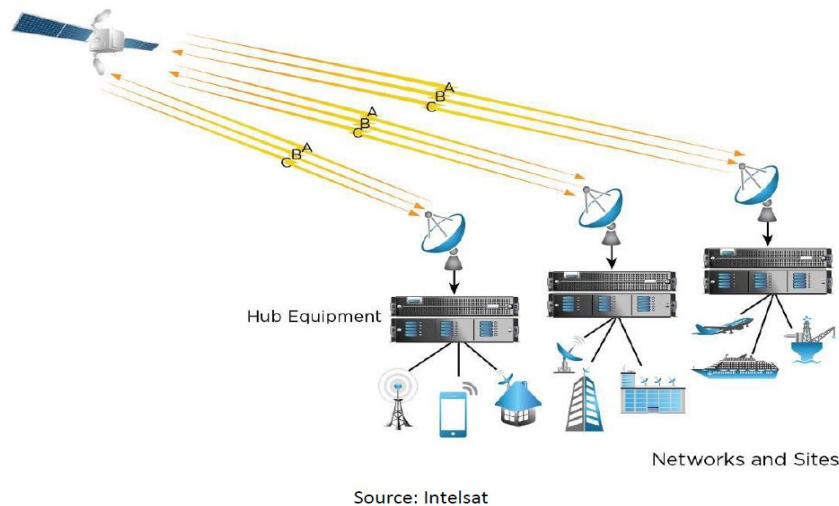


圖 2-24、社區聚合模式衛星網路示意圖

資料來源：Intelsat

根據加拿大廣播電視及電信委員會（CRTC）的調查，加拿大有 96 個社區通過這種模式接取固定語音及網際網路服務。Bell Aliant、Ice Wireless、Kativik 地區政府、K-Net、MTS Allstream、Northwestel、SSi 及其他供應商使用這種模式向終端用戶提供電信服務。

如圖 2-25 直接到戶模式所示，係直接連結至房屋或建築物側面的小型天線，透過小型天線直接與衛星通信以提供電信服務。加拿大偏遠地區多採用衛星直接到戶服務作為寬頻接取網路。此外，在直接到戶的衛星網路中，幾個 Gateway 連接了成千上萬透過小型天線使用

電信服務的客戶。通常 Gateway 地球電臺與終端用戶位於不同的衛星波束區。

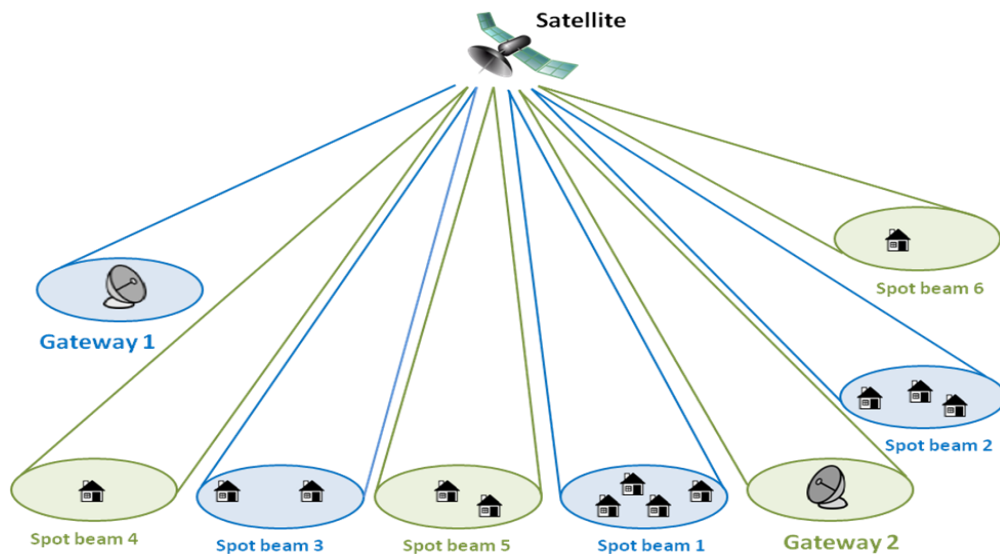


圖 2- 25、直接到戶衛星網路示意圖

資料來源：Intelsat

在加拿大 Xplornet 使用直接到戶模式，使用 Ka 頻段向加拿大所有地區提供網際網路服務。C 頻段的優點具備良好抗雨衰能力，且延遲效應不明顯。Ka 頻段則是可以更有效地提供更高的寬頻連線速度，這兩種模式作為加拿大偏遠地區（包括北部）的家庭及社區寬頻基礎建設，並將在未來繼續發揮作用。

另一方面，Telesat 是加拿大衛星營運業者，目前在 C 頻段具有主導市場地位，其原因是基於歷史與規模經濟的考量。首先，該公司為加拿大最早的獨家衛星服務提供商；其次，基於服務廣大國土的經濟需求，加拿大創新、科學與經濟發展部（ISED）要求 Telesat 遵循承擔義務的規管框架，Telesat 需為包括北部在內的整個加拿大提供無處不在的 C 頻段網路訊號覆蓋。此外，在沒有競爭者的市場中，Telesat 過去也是唯一一家被要求對某些北部加拿大 ISP 業者提供免費轉頻器容量的衛星營運商。

## (二) 非衛星依存區整合站點執行細節

為整備 C 頻段頻譜資源供 5G 使用，加拿大政府以劃定衛星整合站點供 TT&C 繼續營運，並允許 Gateway 地球電臺選擇是否遷址或整合。根據 ISED 的規劃，衛星整合站容納之 Gateway 地球電臺僅限需繼續使用 3700-4200 MHz 頻段來支持在衛星依存區運行之既有 Gateway 地球電臺。

此外，ISED 設有過渡期，在過渡截止日期（西元 2025 年 3 月 31 日）之前，現有 FSS 地球電臺執照業者可繼續在所有區域的整個 3.7-4.2 GHz 頻段運作，並免受在 3.7-3.98 GHz 及 3.45-3.7 GHz 頻段使用的干擾。為促進相鄰頻段共存，使用 3.45-3.7 GHz 頻段的行動服務業者，其行動基地臺若位於既有 FSS 地球站周圍 25 公里範圍內時，需與既有衛星業者協調。過渡期之後，ISED 將不再保護 FSS 地球電臺免受 3.45-3.7 GHz 相鄰頻段服務運作的干擾。不過，ISED 也給衛星地球電臺經營者一年的時間來準備排除干擾的保護措施，例如，自行安裝帶通濾波器或搬遷到較高頻段，因此在過渡期之前，無線寬頻服務業者若欲使用 3.7-4.2 GHz 頻段，且該站臺位置位於既有 FSS 地球站周遭半徑 25 公里範圍內時，應提前六週通知衛星地球電臺經營者其布建計畫。在過渡期之後，衛星地球電臺可在衛星依存區內繼續使用 3.7-4.2 GHz，ISED 也繼續保護衛星依存區及非衛星依存區的整合站點 Gateway 免受干擾，但不保護在 3.45-3.7 GHz 頻段使用操作之鄰頻干擾。

### 1. 非衛星依存區整合站點選址評估方式

「C 頻段政策技術框架決議」授權 ISED 在加拿大全境設置最多四個衛星整合站來整合目前的 TT&C 及位於非衛星依存區的 Gateway

地球電臺，以確保衛星業務之服務連續性。已申請執照的既有 TT&C 及 Gateway 地球電臺營運皆有資格重新安置到衛星整合站。

根據業者需求，ISED 先選出魁北克省威爾和安大略省艾倫公園做為衛星整合站，Inmarsat 位于魁北克威爾（Weir）的遙測控制衛星站可繼續其營運直到與該設施的通信衛星壽命結束。該遙測控制衛星站將有權在其既有執照下的指定頻段內獲得保護及相關許可條件。Telesat 在安大略省艾倫公園的 Gateway 設施也被允許在 3700-4200 MHz 繼續營運。ISED 規定這二個衛星整合站必須提供共置服務（Colocation），並要求衛星整合站之 Gateway 需具備滿足未來 C 頻段之衛星上鏈頻寬需求之能力。

經過 ISED 私下詢問衛星業者意見，並未得出合適的候選地點，隨後 ISED 再透過 3.8 GHz 發照諮詢詢問業者是否維持二個衛星整合站不再多加設置。最終結論是維持已選址的二個衛星整合站，不再新增衛星整合站點。依照業者先前的討論與建議，若先增衛星整合點，需考量之選址標準包括，該地點應在全國平均分布（例如，除了既有的加拿大南部二個衛星整合點，加拿大東部和西部也需設置）、遠離主要人口集中地區、靠近主要網路互連點及光纖幹線，以及便於維護人員使用等條件。

## 2. 非衛星依存區整合站點經費規劃與執行方式

經查詢，加拿大政府未就既有 TT&C 及 Gateway 地球電臺搬遷至非衛星依存區整合站點提供補償。

### 三、澳洲

#### 1. 衛星地球電臺保護區選址評估方式

ACMA 於西元 2009 年即選定澳洲西岸 Mingenew 作為衛星地球電臺保護區 (ESPZ)，將衛星服務移至整合頭端。ACMA 為辦理 3.6 GHz 頻段 (3.575-3.700 GHz) 釋出作業，於西元 2017 年 6 月公告諮詢文件<sup>58</sup>，進一步規劃新增 4 個站點作為衛星地球電臺保護區，以提供衛星產業長期投資及經營的環境，並且保留此服務穩定性和靈活性。以下為衛星地球電臺保護區的擇定標準：

- 單一位置可見之地球同步衛星軌道數量最大。
- 整合西岸與東岸保護區 (共同接收頭端) 能擁有最大數量之地球同步衛星軌道數量。
- 衛星地面站保護區內人口數越少越好。
- 盡可能得提供最多衛星頻段長期保護與接取使用。
- 建立保護區所造成影響既有服務之數量越少越好。
- 考量基礎設施的可用程度以及成本，如電力供應、土地可用性和人員需求等一般考量因素。
- 當地之地理條件應符合衛星地球電臺運作所需，如考量降雨機率、發生洪水、火災、地震或颱風風險等因素。

最終，ACMA 選定澳洲東岸的 Quirindi、Moree、Roma 與 Uralla 做為衛星地球電臺保護區如圖 2-26 所示。

---

<sup>58</sup> ACMA (2017), Future use of the 3.6 GHz band, <https://www.acma.gov.au/auction-summary-36-ghz-band-2018>

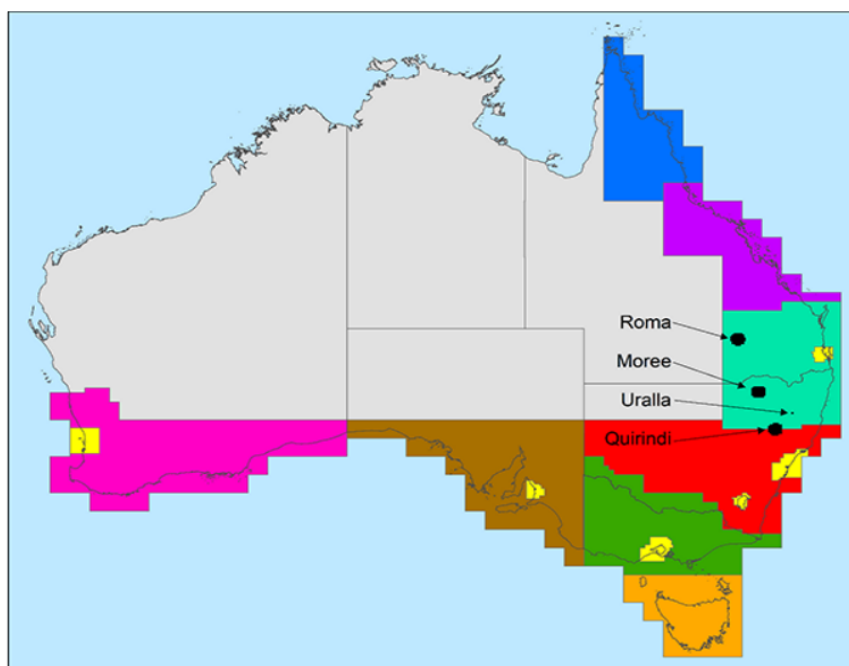


圖 2-26、澳洲衛星地球電臺保護區示意圖

資料來源：ACMA (2017)

根據 ACMA 無線電通信指配及執照說明 (Radiocommunications Assignment and Licensing Instruction, RALI) 用於管理在衛星地球電臺保護區之固定衛星服務中地球電臺干擾問題<sup>59</sup>。ACMA 於西元 2018 年 3 月公告 3.6 GHz (3575-3700 MHz) 頻譜拍賣方式<sup>60</sup>，西元 2018 年 5 月依照 3.4 GHz 及 3.6 GHz 頻段諮詢文件提出新增 RALI MS44 管理地球電臺保護區之干擾。RALI MS44 僅考慮與固定衛星服務中與衛星通信的地球電臺之頻率協調程序。

## 2. 衛星地球電臺保護區經費規劃與執行方式

經查詢，ACMA 於西元 2020 年 7 月以成本效益分析 (Cost-Benefit Analysis, CBA) 方式評估 3700-4200 MHz 頻段重新規劃可能出現相關定量成本及效益投入，然而未規劃既有衛星地球電臺搬遷至衛星地球電臺保護區提供補償。

<sup>59</sup> ACMA 無線電通信指配及執照說明, <https://www.acma.gov.au/ralis-frequency-coordination>

<sup>60</sup> 2018 年 3.6GHz 頻譜拍賣方式, <https://www.acma.gov.au/auction-summary-36-ghz-band-2018>

### 第三節 主要研究國家之 5G 與飛航雷達高度計和諧共存策略

#### 一、美國

自 FCC 於西元 2021 年 2 月 24 日完成 3.7-3.98 GHz 拍賣作業後，各電信事業積極運用得標頻段布建 5G 網路，許多業者原先規劃於西元 2021 年底開臺維運 3.7-3.98 GHz 之 5G 基地臺，然而，美國聯邦航空總署（Federal Aviation Administration, FAA）於西元 2021 年 11 月 2 日發布特殊適航資訊公告（Special Airworthiness Information Bulletin, SAIB），通知航空器製造商、飛航雷達高度計（RA）製造商與相關業者，建議其向 FAA 自願提交關於使用 4.2-4.4 GHz 頻段飛航雷達高度計之設計與功能相關資訊，以及運作在飛機上的高度計設備安裝與使用情形，與相關設備測試與評估證明。

基於 FAA 的要求，兩家 3.7-3.98 GHz 頻段得標者 AT&T 與 Verizon 無奈只能暫緩運用該頻段於 5G 網路，啟用時間延至西元 2022 年 1 月 5 日。

FCC 過往於徵詢公眾對於釋出 3.7-3.98 GHz 頻段時，曾探討該頻段對於飛航雷達高度計之干擾與和諧共存議題。根據 FCC 於西元 2020 年 3 月公告決議文件之說明，保留 220 MHz 作為護衛頻段，已較飛機製造商波音公司最初評估建議之護衛頻段 100 MHz 更多出 2 倍，因此應可達到充分保護飛航雷達高度計之使用，確保飛航安全。

美國航空產業代表：飛航載具系統機構（Aerospace Vehicle Systems Institute, AVSI）研究小組曾於西元 2019 年 10 月提出關於飛航雷達高度計帶外干擾之研究報告（Behavior of Radio Altimeters Subject to Out-of-Band Interference），認為在極端最差情境(worst-case)時，可能因為多個 5G 基地臺功率疊加導致造成干擾。不過，由電信業者 T-Mobile 委託的研究機構 Alion 則檢視 AVSI 的研究後，認為

AVSI 所提出之情境並不合理，模擬發射亦不符合現行 FCC 對固定電臺之功率規範。因此，FCC 經檢視後支持 T-Mobile 與 Alion 之研究成果，決議釋出 3.7-3.98 GHz 供 5G 使用，並保留 220 MHz 作為護衛頻段。

美國電信事業認為，自 FCC 公告徵詢外界對於 3.7-4.2 GHz 頻段釋出意見時，FAA 應有充分時間表達立場或進行飛航雷達高度計之相關研析，且 FCC 已針對研究機構提出之分析報告進行驗證，亦決議釋出頻段且完成拍賣作業，且全球釋出 3.4-3.8 GHz 頻段之國家眾多，並未出現相關疑慮。惟基於 FAA 之要求，美國電信事業只能無奈暫緩 5G 中頻段基地臺開臺作業。

隨著 FCC 與 FAA 兩個機關間陸續展開協調作業，目前電信業者已同意依據 FAA 所提出 50 個機場名單作為 5G 基地臺布建之禁制區，在機場跑道周圍 2 英里內不設置 5G 基地臺，以及調整功率等作法，以達成初步共識。

西元 2022 年 6 月 17 日 FAA 公告 5G 聲明 (Statements on 5G)<sup>61</sup>，分階段要求使用易受干擾之飛航雷達高度計機型，應於西元 2022 年年底前加裝無線電頻率濾波器。此外，FAA 要求主要航線商業機隊之濾波器和更換單元(Replacement units)應於西元 2023 年 7 月底前完成安裝。

## 二、加拿大

ISED 於西元 2021 年 8 月發布 SRSP-520 固定及行動系統技術要求之修正諮詢 (Consultation on Amendments to SRSP-520, Technical Requirements for Fixed and/or Mobile Systems<sup>62</sup>)，其中也包括在 3450-

<sup>61</sup> FAA (2022), FAA Statements on 5G, <https://www.faa.gov/newsroom/faa-statements-5g>

<sup>62</sup> ISED (2021), Consultation on Amendments to SRSP-520, Technical Requirements for Fixed and/or

3650 MHz 頻段彈性使用的寬頻行動系統。西元 2021 年 11 月 ISED 發布 SRSP-520 修正決議<sup>63</sup>及 SRSP-520 技術文件<sup>64</sup>，其中包括保護飛航雷達高度計操作不受來自 3500 MHz 頻段彈性使用系統的有害干擾之相關措施。

干擾緩解措施主要規範 5G 基地臺之布建，包括在加拿大 26 個機場周圍設置禁區，這些區域不允許室外 5G 基地臺運行，只允許室內 5G 的運行。禁區係指機場跑道周圍的矩形區域，在跑道邊緣兩側延伸 910 公尺，距離跑道入口 2,100 公尺，且於 SRSP-520 技術文件之附件 D 中提供網頁版的列表查詢及地圖<sup>65</sup>。對於大多數受影響的 4 級服務區，這些禁區僅佔不到 1% 的人口，可透過引導來自禁區外基地臺訊號，提供室外固定和行動服務。此外，這些禁區內將允許室內 3500 MHz 運行，以提供各種服務及網路涵蓋，例如提供室內網路、在機場周圍的室內工業區提供垂直服務以及在機場航站樓內提供覆蓋。大多數機場人流都發生在室內，也是大多數高速數據使用發生的地方。此外，鑑於其相對較高建築物衰減的傳播特性，3500 MHz 頻段非常有利於增加建築物內室內系統的容量。因此，ISED 認為禁區的設置不會嚴重阻礙 3500 MHz 頻段的大多數布建計畫。

另一方面，ISED 同時規範「保護區」，允許 5G 運行，但限制發射功率。此外，ISED 要求，除非另有決定，否則 5G 天線必須是向下傾斜，而不是水平或向上傾斜，以免干擾飛航雷達高度計。保護區係指技術文件附件 D 中定義的禁區邊緣延伸的矩形區域。每條跑道有兩個保護區，從禁區的兩端延伸出來，保護區寬至少 1,000 公尺，且從禁區兩端延伸 6.100 公尺。

---

Mobile Systems.

<sup>63</sup> ISED (2021), Decision on Amendments to SRSP-520, Technical Requirement for Fixed and/or Mobile Systems, Including Flexible Use Broadband Systems, in the Band 3450-3650 MHz.

<sup>64</sup> ISED (2021), Technical Requirements for Fixed and/or Mobile Systems, Including Flexible Use Broadband Systems, in the Band 3450-3650 MHz

<sup>65</sup> <https://www.ic.gc.ca/eic/site/smt-gst.nsf/eng/sf11619.html> Last seen: 2022/8/25

在禁區和保護區重疊的情況下，ISED 原則允許在保護區提供 5G 服務，但業者需要證明基地臺在距離地面 91.44 公尺處滿足技術手冊的功率通量密度（Power Flux-Density, PFD）限制，在 1 MHz 內的功率通量密度不得超過 -38.80 dBW/m<sup>2</sup>，且應滿足 100% 的時間，並針對相對於固定或基地臺位置的地平線以上的所有仰角和方位角組合進行評估。

關於要求 5G 天線向下傾斜，鑑於 ISED 目前無法確認加拿大直升機上使用的所有類型無線電高度計，因此提出與法國類似的 5G 基地臺天線下傾要求。ISED 透過其頻譜管理資料庫查看電信業者既有網路部署概況，發現絕大多數基地臺都使用中頻段頻譜以下傾天線傳輸訊號。加拿大既有基地臺設計多半用由較高海拔傳輸無線電頻率至較低海拔（例如從建築物或塔頂朝向地面），透過基地臺天線的高度和傾斜度，確保滿足目標區域的網路涵蓋和容量要求。大多數電塔還設計下傾天線，以防止扇區超出範圍（over-shooting of sectors）並限制電信業者自有網路之射頻干擾。

ISED 表示將繼續研究，於保護無線電高度計的前題下，在特定功率水準上允許基地臺天線向上傾斜之可行性。在獲得有關加拿大直升機上使用的無線電高度計類型的更多資訊之前，ISED 認為目前對於基地臺天線下傾之要求是必要的。

雖然國內外持續研究 5G 基地臺對無線電高度計的鄰頻干擾，ISED 以 SRSP-520 技術文件規範 3500 MHz 頻段之干擾防護措施，並將此擴展到 3650-3900 MHz。ISED 將持續監測，評估這些干擾防護措施是否仍然必要，只有確定在不損害加拿大人之人身安全的情況下，ISED 才會考慮放鬆或取消這些措施。

### 三、英國

英國於中頻段規劃 3.6-3.8 GHz 作為全區的 5G 行動通訊使用，3.8-4.2 GHz 則規劃作為共享接取執照之專用網路(Private network, PN)或固定無線接取(Fixed Wireless Access, FWA)網路使用。共享接取執照又區分為單一地區之低功率執照與單一基地臺之中功率執照<sup>66</sup>，其中低功率執照允許執照使用者於半徑 50 公尺內布建所需之數個基地臺(EIRP 最大值為 24 dBm)，以及與基地臺連結之固定站臺、移動式站臺或行動終端設備，由於其低功率特性，較適合用於城市地區。另一方面，單一基地臺之中功率執照則允許執照使用者布建單一基地臺(EIRP 最大值為 42 dBm)，其可連結固定、移動式站臺或行動終端設備，而由於中功率特性，一般僅限於農村地區使用。

針對可能造成鄰頻 4.2-4.4 GHz 飛航雷達高度計干擾問題，於釋出 3.6-3.8 GHz 相關文件中未有討論，但在規劃釋出 3.8-4.2 GHz 時，於西元 2018 年的諮詢文件<sup>67</sup>中則參考 ITU 於西元 2014 年發布第 M.2059 號建議書(Recommendation ITU-R M.2059-0)之三種可能干擾機制之分析，包括接收器過載(receiver overload)、接收器靈敏度減損(desensitization)與產出錯誤高度(false altitude reports)，以確保不會對飛航雷達高度計產生干擾。分析結果顯示，沒有任何證據說明在共享接取執照低功率或中功率技術條件下可能會對飛航雷達高度計產生干擾。儘管如此，Ofcom 仍規劃保留 5 MHz(4195-4200 MHz)的頻寬作為頻率間隔，也就是共享接取執照可使用頻寬至 4195 MHz

<sup>66</sup> Ofcom(2019), Shared Access Licence,

[https://www.ofcom.org.uk/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0035/157886/shared-access-licence-guidance.pdf](https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0035/157886/shared-access-licence-guidance.pdf)

<sup>67</sup> Ofcom (2018), Enabling opportunities for innovation: Shared access to spectrum supporting mobile technology, [https://www.ofcom.org.uk/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0022/130747/Enabling-opportunities-for-innovation.pdf](https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0022/130747/Enabling-opportunities-for-innovation.pdf)

止。最終 Ofcom 於西元 2019 年公告的決議文件<sup>68</sup>中，維持相同規劃，保留 5 MHz (4195-4200 MHz) 的頻寬作為頻率間隔。

對於國際間探討 5G 中頻段通訊對飛航安全使用之爭議，英國民用航空管理局 (Civil Aviation Authority, CAA) 於西元 2022 年 1 月 18 日更新第 2 版安全通知 (Safety Notice) 第 SN-2021/017 號<sup>69</sup>，說明未有已確認 5G 行動通訊使用 3.6-3.8 GHz 頻段布建之基地臺對飛航系統產生干擾或意外之案例，但由於某些地區 5G 基礎設施尚未布建完成，過往的經驗無法對未來應用提供保證，未來將持續觀測並與 Ofcom 保持密切聯繫。儘管如此，CAA 仍認可美國聯邦航空總署 (FAA) 之風險評估，以及相關適航指令 (Airworthiness Directives) 與飛航公告 (A Notice to Airmen, NOTAM)，因此當進入美國境內時應遵守相關規定。此外，當飛航雷達高度計或自動飛行系統出現故障時，機組人員不應視為由 5G 干擾所引起的，應按照正常操作程序處理。

#### 四、日本

總務省針對飛機、直升機等兩類飛行器進行干擾研析。研究引用 ITU M.2059-0 建議書提供之研究參數進行計算，爾後基於最差情況 (worst-case) 訂定保護門檻值。並參考日本 5G 基地臺規格、日本 5G 基地臺布建密度等實際因素研析相關和諧共存措施如表 2-17 所示。

表 2-17、日本飛航雷達高度計和諧共存研析之門檻值

干擾類型	門檻值
不必要之發射干擾	-117 dBm/MHz

<sup>68</sup> Ofcom (2019), Enabling opportunities for innovation: Shared access to spectrum supporting mobile technology, [https://www.ofcom.org.uk/\\_\\_data/assets/pdf\\_file/0033/157884/enabling-wireless-innovation-through-local-licensing.pdf](https://www.ofcom.org.uk/__data/assets/pdf_file/0033/157884/enabling-wireless-innovation-through-local-licensing.pdf)

<sup>69</sup> CAA (2021), Potential Interference Risk to Radio Altimeters from 5G mobile Technology, <https://publicapps.caa.co.uk/modalapplication.aspx?catid=1&pagetype=65&appid=11&mode=detail&id=11061>

干擾類型	門檻值
(Unwanted emission interference)	
接收機阻塞 (Blocking)	-54 dBm

資料來源：ICAO<sup>70</sup>、總務省，本計畫整理

根據總務省報告研析結果，限制大型 5G 基地臺布建在機場周圍 1 公里、飛機飛行進場航線周邊 200 公尺之範圍內、並與飛航雷達高度計使用頻段保留 100 MHz 的護衛頻段、要求基地臺裝設濾波器等方式，實現 5G 與飛航雷達高度計的和諧共存；在直升機方面，同樣與飛航雷達高度計頻段保留 100 MHz 的護衛頻段、要求基地臺裝設濾波器、小型基地臺必須與直升機起降機場保留 20-30 公尺距離、大型基地臺則須保留 50-90 公尺的保護距離；另外飛航雷達高度計對 5G 基地臺的干擾，考量飛航雷達高度計的帶外輻射和基地臺的抗干擾能力後，報告認為 100 MHz 護衛頻段足以實現和諧共存目標，最終參照總務省的頻率分配表如圖 2-27 所示，在飛航雷達高度計相鄰頻段，僅有固定衛星下鏈使用 4100-4200 MHz 頻段。實質而言 4100-4200 MHz、4400-4500 MHz 頻段皆未釋出供全區使用。至於行動通訊之間 4G、5G 共存研究，報告並未進行干擾研析實測，而是從技術規範角度認為同步 TDD 不需要護衛頻段與其他共存措施，若為非同步 TDD 則可參照過去 4G 系統共存之標準。

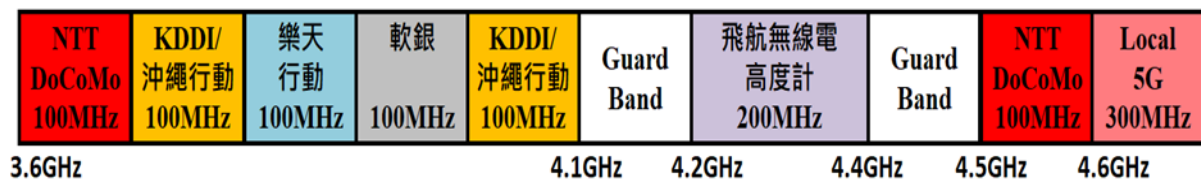


圖 2-27、日本 3.7 GHz 與 4.5 GHz 頻段指配最終結果

資料來源：總務省，本計畫整理

<sup>70</sup> ICAO(2021), The compatibility study between 5G base stations and radio altimeters in Japan and update of the result of measurement campaign, [https://www.icao.int/safety/FSMP/MeetingDocs/FSMP%20WG11/WP/FSMP-WG11-WP30\\_5GJapan.docx](https://www.icao.int/safety/FSMP/MeetingDocs/FSMP%20WG11/WP/FSMP-WG11-WP30_5GJapan.docx)

總結而言在 3.7 GHz 頻段的 3600 MHz - 4100 MHz、4.5 GHz 頻段的 4500-4600 MHz，總務省採用制定基地臺功率、限制基地臺布建數量、保護距離與加裝濾波器方式之外，最終保留 4100-4200 MHz、4400-4500 MHz 的 200 MHz 護衛頻段，總計釋出 600 MHz 供 5G 使用。但並未採取建立衛星共同接收頭端之方式。

## 五、韓國

由於美國將 3.7-3.98 GHz 頻段分配為 5G 使用，可能干擾相鄰飛航雷達高度計之使用（4.2-4.4 GHz 頻段），受到國際上各國的關注。因此韓國主管機關 MSIT 對於此議題，於西元 2022 年 1 月 3 日提出回應，認為自西元 2019 年 4 月 5G 商用化以來，沒有關於 5G 干擾飛航高度計之相關報告，且目前韓國仁川機場、金浦機場等機場附近仍在運作 5G 行動通訊基地臺，也尚未收到干擾問題報告。<sup>71</sup>

目前韓國 5G 行動通訊使用 3.42-3.7 GHz 頻段，而飛航無線高度計使用 4.2-4.4 GHz 頻段，兩者之間相距 500 MHz，初步認定應不存在干擾的問題，因此 MSIT 後續將持續關注此議題。

## 六、新加坡

經資料蒐集，未發現新加坡 IMDA 討論 5G 與飛航雷達高度計和諧共存策略，後續將持續觀測。

---

<sup>71</sup> MSIT(2022), 국내 5세대(5G) 이동통신 서비스로 인한 전파고도계의 간섭 문제는 보고된 바 없음,

<https://www.msit.go.kr/bbs/view.do?sCode=user&mId=115&mPid=111&pageIndex=&bbsSeqNo=86&nttSeqNo=3179855&searchOpt=ALL&search>

## 七、澳洲

ACMA 於西元 2020 年 7 月針對 3700-4200 MHz 頻段無線寬頻 (WBB) 服務進行鄰頻或靠近鄰頻頻段對 4200-4400 MHz 頻段飛航雷達高度計的干擾<sup>72</sup>。

目前研究中使用了單一飛航雷達高度計案例，以最壞的情況像是飛機降落在基地臺正上方，來提出 WBB 干擾問題所使用四種解決方法：

- 一個次都會區大型基地臺，位於飛機降落的機場附近，同時使用主動天線系統 (Active Antenna Systems, AAS) 和非主動天線系統 (non Active Antenna Systems, non-AAS)。
- 在機場附近運作的固定式行動終端手機，不使用波束成型 (Beamforming)。
- 機場附近的室外小型基地臺，增加大型基地臺的覆蓋。
- 在多個終端設備隨機位於靠近機場大型次都會區基地臺的服務範圍之動態情境下，基地臺 (而非終端設備) 使用主動式天線系統 (AAS) 和非主動式天線系統 (non-AAS)。

根據上述潛在干擾結果與解決方法，可以觀察出四種影響：

- 干擾天線仰角場型之影響：飛航雷達高度計對基地臺及終端設備之天線仰角指向及方向特別敏感。當主動式天線系統 (AAS) 於主要波束指向飛航雷達高度計時，將產生最壞的分析情況，其中干擾由天線旁波瓣 (side-lobe) 引起，將可能低估干擾情況。ACMA 對於此影響擴大研究，對於帶外波

---

<sup>72</sup> ACMA (2020), Planning options for the 3700-4200 MHz band – consultation 22/2020, <https://www.acma.gov.au/consultations/2020-07/planning-options-3700-4200-mhz-band-consultation-222020>

束與大型基地臺不相關情況下進行，前述問題僅影響相鄰頻段之天線功能，預計可能不會影響研究結果。

- 射頻前端濾波器影響假設：飛航雷達高度計過載的可能性很大程度取決於射頻前端濾波器的特性。本文中的研究假設 ITU-R M.2059-0 假設最壞情況下。該濾波器對 4200-4400 MHz 頻帶以外的訊號幾乎沒有衰減。使用 3400-3700 MHz 頻段布建之既有 5G 基地臺和使用 2.1 GHz、2.3 GHz 和 2.6 GHz 頻段之行動服務預期對此濾波器產生干擾。然而，目前未有針對使用 3700 MHz 之既有服務（無線寬頻）之干擾研究報告
- 環境中混附帶外水平的影響：飛航雷達高度計接收器降低靈敏度和提高錯誤可能性來自於基地臺或使用者終端的混附帶外水平。
- 其他意見：如前所述，在模擬場景下，飛航雷達高度計的訊號強度高，因此在低訊號強度機制下透過接收器降低靈敏度或錯誤高度報告產生的干擾可能不適用。

#### 第四節 小結

##### (1). 國際組織與主要研究國家 C 頻段整備政策與整備措施綜合比較

綜整主要研究國家之 C 頻段頻譜整備概況，以優先釋出 n78（頻率範圍為 3.3-3.8 GHz）供 5G 行動通訊使，如英國、韓國和新加坡等。另一方面，美國與日本釋出頻率範圍較大，如美國釋出 3.45-3.65 GHz 與 3.7-3.98 GHz、日本釋出 3.6-4.1 GHz，韓國與澳洲則研析將釋出頻率範圍大到 4.0 GHz 如圖 2-28 所示。

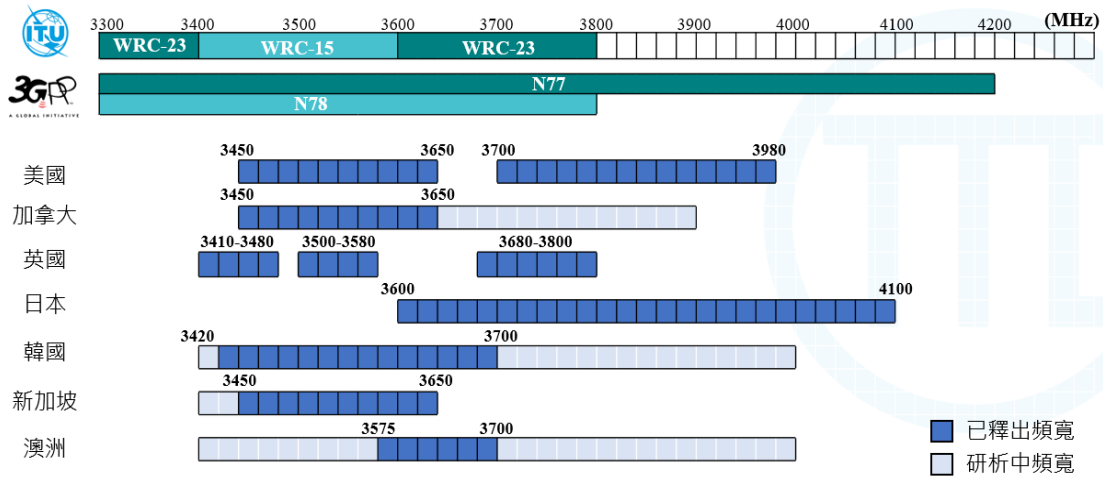


圖 2- 28、主要研究組織與國家之 5G 頻譜整備

資料來源：本計畫繪製

然而，進一步觀察亞太地區之 C 頻段釋出概況，如圖 2-29 所示，普遍而言優先規劃釋出 3.3-3.8 GHz，然而除了東北亞國家之日本、韓國將釋出或規劃頻寬擴大到 3.8-4.2 GHz，僅極少部分東南亞（越南）考慮釋出頻率擴大到 3.8-4.2 GHz。探究原因，東南亞國家之偏遠地區或島嶼多仰賴小型衛星地面站（Very Small Aperture Terminal, VSAT）滿足通訊需求，因此，多數國家僅考慮優先釋出 3.5 GHz 頻段之前段供 5G 使用。

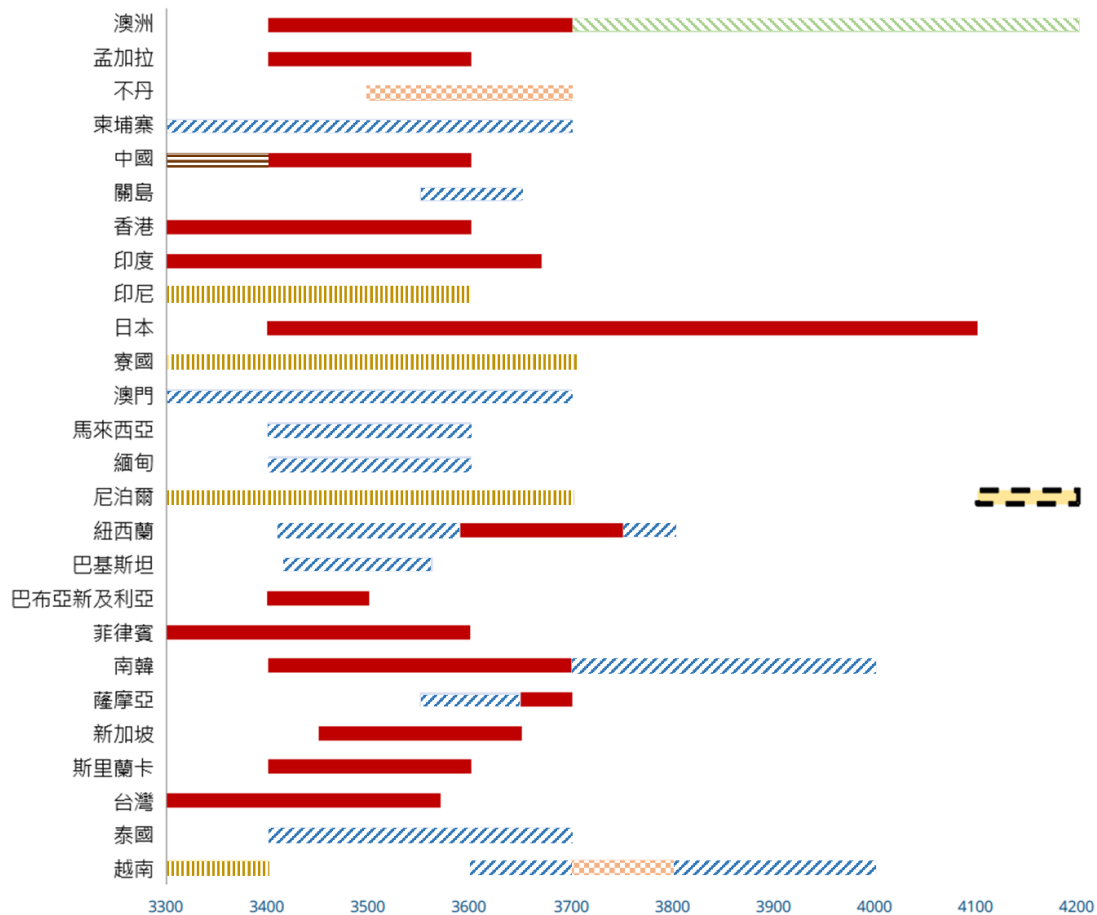


圖 2-29、亞太地區 C 頻段頻譜整備概況

註：■ 已核配；▨ 規劃核配；▧ 公眾諮詢中；▩ 考慮/諮詢方案；▤ 臨時分配供測試/實試使用；▬ 共享頻率（限室內使用）；- - - 待確認頻率範圍。

資料來源：GSA、本計畫編修

本計畫綜整主要研究國家之 5G 頻段整備措施，多數國家採取如設置護衛頻帶、既有使用者之移頻規劃、規範 5G 基地臺發射功率、設置干擾協調區或禁制區等措施，以確保 5G 頻譜順利整備完成，並防止鄰頻干擾。美國、加拿大與澳洲更進一步規劃衛星地球電臺整合站點，以擴大 5G 網路可布建範圍。各國 5G 頻譜整備措施整理如表 2-18 所示。

表 2-18、主要研究組織與國家之 5G 頻譜整備措施

項目	釋出頻段	頻譜整備措施
美國	3.7-3.98 GHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 設置護衛頻帶：20 MHz (3.98-4.0 GHz)。</li> <li>• 規範 5G 基地臺發射功率：規範功率通量密度 (Power Flux Density, PFD) 不得超過每平方公尺每 MHz -124 dBW (-124 dBW/m<sup>2</sup>/MHz)。</li> <li>• 設置干擾協調區：既有所有遙測控制地球電臺半徑 70 公里內作為協調區；確保 5G 基地臺彙聚功率對於遙測站臺接收器之影響應符合干擾雜訊比 (interference to noise ratio) -6dB 之標準。</li> <li>• 移頻規劃：               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 點對點固定微波服務鏈路服務：移至 3.7-4.2GHz 以外之頻段。</li> <li>✓ 固定衛星服務：遷移至 4.0-4.2 GHz。</li> </ul> </li> <li>• 設置過渡時程表：               <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 要求固定衛星服務應於西元 2025 年 12 月 5 日完成搬遷計畫。</li> <li>✓ 加速搬遷時程規劃：第一階段截止日期為西元 2021 年 12 月 5 日；第二階段截止日期為西元 2023 年 12 月 5 日。</li> </ul> </li> <li>• 設置 TT&amp;C 整合站點：TT&amp;C 整合站點不超過 4 個。</li> <li>• 衛星地球電臺加裝帶通濾波器。</li> <li>• 設置中立第三方清算中心。</li> </ul>
加拿大	3.45-3.65 GHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 移頻規劃：非衛星依存區之 FSS 移至 4.0-4.2 GHz。</li> <li>• 設置過渡時程表：西元 2025 年 3 月 31 日完成移頻。</li> <li>• 設置干擾協調區：既有衛星地球電臺半徑 25 公里內作為協調區。</li> <li>• 臨時授權執照：發放臨時授權執照予僅有接收功能的免執照衛星地球電臺，以利日後與行動業者進行和諧共存協商。</li> <li>• 於非衛星依存區設置衛星整合站點：設置 4 個整合站點，收容 Gateway 地球電臺及 TT&amp;C。</li> </ul>
英國	3.6-3.8 GHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 移頻規劃：既有業者移至 3.8-4.2 GHz。</li> <li>• 設置過渡時程表：西元 2025 年 3 月 31 日前完成移頻。</li> </ul>

項目	釋出頻段	頻譜整備措施
		<ul style="list-style-type: none"> <li>• 設置禁制區：5G 基地臺必須距離特定 5 座衛星地球電臺 1 公里之外。</li> <li>• 建議衛星地球臺安裝濾波器，但費用需由既有使用者負擔費用。</li> </ul>
日本	3.6-4.1 GHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 依實證結果提出 5G 網路布建建議： <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 實證結果建議設置至少 10 公里的保護距離，但保留協調彈性。</li> <li>✓ 依功率門檻提出可建基地臺數量建議。</li> </ul> </li> <li>• 視情況而定，針對特定行動基地臺可採加裝濾波器。</li> </ul>
韓國	3.42-3.7 GHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 設置護衛頻帶：20 MHz (4.0-4.02 GHz)。</li> <li>• 移頻規劃：FSS 移至 4.02-4.1 GHz。</li> <li>• 設置禁制區(保護區)：5G 基地臺必須距離保護區約 10-15 公里之外。</li> </ul>
新加坡	3.4-3.7 GHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 設置禁制區。</li> <li>• 設置防範區：FSS (下行鏈路) 服務密度相對較高的地區，5G 行動業者需遵守相關 5G 布建指南。</li> <li>• FSS 加裝濾波器。</li> </ul>
澳洲	3.7-4.0 GHz (規劃中)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 針對不同頻率範圍、地區，規劃可使用服務類型、共享頻率或單獨使用。</li> <li>• 規劃設置 5 個衛星地球電臺保護區。</li> </ul>

資料來源：本計畫整理

## (2). 主要研究國家推動衛星共同接收頭端執行方式綜合比較

美國、加拿大與澳洲為整備 C 頻段頻譜資源供行動通訊使用，針對既有 FSS 皆採取一系列的整備措施。美國 FCC 考量大多數衛星轉頻器仍使用 3.7-4.2 GHz 頻段，將規劃由衛星系統經營者整併自有 TT&C 地球電臺至 4 個站點，藉由變更 TT&C 地球電臺位置之方式避免 TT&C 遙測訊號受到干擾；加拿大因國土面積廣大，有許多偏遠地區無法接取行動通訊，故設有衛星依存區提供衛星服務(如數據傳輸)。然而，加拿大 ISED 為整備 C 頻段頻譜資源供行動通訊使用時，除了保留位於衛星依存區之衛星地球電臺外，亦允許於非衛星依存區的 2 處整合站點設置 Gateway 地球電臺。就澳洲而言，同樣基於頻譜整備

需求，規劃 5 個衛星地球電臺保護區以收容衛星地球電臺。相關執行措施參見表 2-19 所示。

表 2-19、美、加、澳衛星共同接收頭端執行概況

項目		美國	加拿大	澳洲
目的		3.7-3.98 GHz 整備措施之一。	3.65-3.9 GHz 整備措施之一。	3.575-3.7 GHz 整備措施之一。
建置規劃	整合項目	TT&C。	非衛星依存區的整合站點 Gateway 地球電臺及 TT&C。	衛星地球電臺。
	數量	4 個站點，分布於東西兩岸。	4 個站點 (2 個地點已確定，位於加拿大南部的安大略省艾倫公園及魁北克省威爾區)。	5 個站點，1 個位於西岸、4 個位於東岸。
	執行者	既有衛星業者	既有衛星業者	既有衛星業者
	地點選擇條件	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 應有足以抵銷站臺發射功率。</li> <li>• 與主要電信接取節點相鄰。</li> <li>• 能額外加裝或新建 TT&amp;C 基礎設施之空間。</li> <li>• 與對同步軌道衛星的視距連線不受阻礙，且仰角低至 5 度。</li> <li>• 足夠的間隔距離，或因地貌地形因素，必須有足夠之土地，能</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 遠離主要人口中心。</li> <li>• 靠近主要網路互連點及光纖幹線，以及便於維護人員使用。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 數量之地球同步衛星軌道數量。</li> <li>• 衛星地面站保護區內人口數越少越好。</li> <li>• 盡可能得提供最多衛星頻段長期保護與接取使用。</li> <li>• 建立保護區所造成影響既有服務之數量越少越好。</li> </ul>

項目	美國	加拿大	澳洲
	容納多達 20 個超大型的發射/接收天線。 • 位於不受附近航空交通影響的區域。 • 必須能夠在 36 個月的時間內建置完成。		• 考量基礎設施的可用程度以及成本。 • 當地之地理條件應符合衛星地球電臺運作所需。
干擾保護期限	至西元 2030 年 12 月 5 日止。	至西元 2025 年 3 月 31 日止。	未規範。
執行經費	由 3.7 GHz 頻段得標廠商支付相關費用。	不提供補償。	不提供補償。

資料來源：本計畫整理

### (3). 關於主要研究國家之 5G 與飛航雷達高度計和諧共存策略綜合比較

觀察主要研究國家整備 C 頻段供 5G 使用時，多數國家皆考慮 5G 行動基地臺對飛航雷達高度計使用之影響並進行討論。美國與日本釋出 5G 使用之頻率分別為 3.7-3.98 GHz 與 3.6-4.1 GHz，較接近飛航雷達高度計使用頻率 4.2-4.4 GHz，於機場周圍設有禁制區，日本進一步要求在直昇機起降機場保留安全距離。然而，美國要求在飛航器上加裝無線電頻率濾波器，日本則要求 5G 基地臺加裝濾波器。加拿大釋出 5G 使用之頻率（3.45-3.65 GHz）雖距離飛航雷達高度計使用頻率較遠，但仍透過設立禁制區與於保護區內限制 5G 基地臺發射功率。主要研究國家之 5G 與飛航雷達高度計和諧共存策略參見表 2-20 所示。

表 2-20、主要研究國家之 5G 與飛航雷達高度計和諧共存策略

項目	釋出頻段	與飛航雷達高度計使用頻率(4.2-4.4 GHz)之間隔	和諧共存措施
美國	3.7-3.98 GHz	220 MHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 設立 5G 基地臺禁制區，在機場跑道周圍 2 英里內不得設置 5G 基地臺。</li> <li>• 規範 5G 基地臺發射功率。</li> <li>• 於飛航器上加裝無線電頻率濾波器。</li> </ul>
加拿大	3.45-3.65 GHz	550 MHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 設立 5G 基地臺禁制區，不允許室外 5G 基地臺運作，只允許室內 5G 基地臺運作。禁制區指在機場跑道周圍的矩形區域，在跑道邊緣兩側延伸 910 公尺，距離跑道入口 2,100 公尺。</li> <li>• 設立保護區，限制 5G 基地臺發射功率，保護區寬至少 1,000 公尺，且從禁區兩端延伸 6,100 公尺。</li> </ul>
英國	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 3.6-3.8 GHz (為全區 5G 行動通訊)。</li> <li>• 3.8-4.2 GHz<sup>註</sup> (專用網路或固定無線接取網路共享接取使用)。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 400 MHz (為全區 5G 行動通訊)。</li> <li>• 無間隔(專用網路或固定無線接取網路共享接取使用)。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 設置護衛頻帶，共享接取執照將不會針對 4195-4200 MHz 進行發照。</li> </ul>
日本	3.6-4.1 GHz	100 MHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 飛機： <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 設立禁制區，限制大型 5G 基地臺布建在機場周圍 1 公里、飛機飛行進場航線周邊 200 公尺之範圍內。</li> <li>✓ 5G 基地臺加裝濾波器。</li> </ul> </li> </ul>

項目	釋出頻段	與飛航雷達高度計使用頻率(4.2-4.4 GHz)之間隔	和諧共存措施
			<ul style="list-style-type: none"> <li>• 直升機： <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ 小型基地臺必須與直升機起降機場保留 20-30 公尺距離、大型基地臺則須保留 50- 90 公尺的保護距離。</li> <li>✓ 5G 基地臺加裝濾波器。</li> </ul> </li> </ul>
韓國	3.42-3.7 GHz	500 MHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• MSIT 初步認定應不存在干擾的問題，但將持續關注此議題。</li> </ul>
新加坡	3.4-3.7 GHz	500 MHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 經蒐集資料，未有相關討論。</li> </ul>
澳洲	3.7-4.0 GHz (規劃中)	200 MHz	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 就干擾議題進行研析，但仍在規劃中。</li> </ul>

註：英國 3.8-4.2 GHz 則規劃作為共享接收執照之專用網路(Private Network, PN ) 或固定無線接收 (Fixed Wireless Access, FWA) 網路使用，共享接收執照區分為單一地區之低功率執照與單一基地臺之中功率執照。

資料來源：本計畫整理

## 第參章 盤點我國 C 頻段既有使用情形

為評估我國整備 C 頻段剩餘之 3.57-4.2 GHz 頻段影響規模，本計畫將蒐集與分析我國合法使用 C 頻段衛星固定通信業務、有線電視系統、衛星頻道節目供應事業與無線廣播電視臺，涉及發射站與接收站數量和區域、產業規模、替代技術、主備援機制、傳輸頻寬需求，作為頻譜整備方案預估成本之基礎。

### 第一節 我國 C 頻段既有使用者

#### 一、C 頻段 FSS 既有使用者

本計畫經通傳會 108-110 年度補助本中心辦理「3.5 GHz 中頻段改善措施建置與潛在干擾評估及處理作業計畫」，掌握我國 C 頻段(3610-4200 MHz)既有使用者，在我國目前有 4 家衛星固定通信業務、64 家衛星廣播暨有線電視業務與 163 家衛星頻道供應或下鏈接收業務使用等 3 類業者，使用 C 頻段衛星提供 FSS 傳輸電視節目與資料服務；以及 2 家無線廣播電視臺使用 C 頻段進行點對點微波通訊。其中，衛星固定通信業務業者使用 16 顆 C 頻段衛星提供 51 處衛星天線傳輸與接收業務使用；有線電視業務與衛星頻道供應或下鏈接收業務使用 16 顆 C 頻段衛星提供 1,023 處衛星天線接收使用，合計共有 1,074 處衛星天線傳輸接收衛星頻道使用，統計如表 3-1 所示。

表 3-1、我國目前 FSS 衛星與接收天線統計

項次	衛星名稱	經緯度	衛星固定通信業務接收天線	衛星廣播電視事業或有線電視業務接收天線	衛星頻道供應事業或下鏈接收天線
1	ABS-2(台亞衛星)	75°E	4	35	89
2	AP-5(亞太 5 號)	138°E	1	35	4
3	AP-6(亞太 6 號)	134°E	0	5	1

項次	衛星名稱	經緯度	衛星固定通信業務接收天線	衛星廣播電視事業或有線電視業務接收天線	衛星頻道供應事業或下鏈接收天線
4	AP-7(亞太 7 號)	76.5°E	3	36	85
5	AS-5(亞衛 5 號)	100.5°E	4	36	27
6	AS-7(亞衛 7 號)	105.5°E	5	45	151
7	AS-9(亞衛 9 號)	122°E	5	35	7
8	CH-6A(中星六號 A)	125°E	3	1	2
9	CH-6B(中星六號 B)	115.5°E	2	14	21
10	IS-18(國際通訊 18 號)	180°E	1	0	0
11	IS-19(國際通訊 19 號)	166°E	3	46	111
12	IS-20(國際通訊 20 號)	68.5°E	1	6	1
13	MS-3(馬來西亞三號)	91.5°E	2	28	8
14	ST-2(中新二號)	88°E	14	38	148
15	TELKOM-4(印尼衛星 4 號)	108.2°E	2	4	4
16	YAMAL-401(雅瑪四號)	90°E	1	0	0
小計			51	364	659
合計			1,074		

資料來源：本計畫整理

截至民國 111 年第三季，C 頻段 FSS 固定地面衛星接收業者包含之發射與接收站天線數量、業務類型、主要或備援電路，分別說明如下：

1. FSS 固定地面衛星接收業務業者，包含固定地面衛星發射接收業務有 4 家業者，合計發射或接收天線數量共約 51 處站臺；64 家衛星廣播及有線電視業者，其中 47 家業者設置天線設施，合計接收天線數量共約 366 處站臺；163 家衛星頻道供應事業或下鏈接收業務業者，合計接收天線數量共約 659 處站臺。

- (1). 固定地面衛星發射接收業務業者，包含中華電信、台亞衛星、侑瑋衛星、華人衛星等 4 家業者，共使用 51 處衛星天線發射接收 16 顆 C 頻段衛星訊號，業者主要分布於

北部地區、天線設置 9 成位於北部地區，次為南部地區，數量統計及區域分布如表 3-2 及圖 3-1 所示。

表 3-2、固定地面衛星發射接收業務業者統計

固定地面衛星發射接收業務業者	業者統計與區域分布					
	北部	中部	南部	東部	離島	合計
	4	0	0	0	0	4

資料來源：本計畫整理

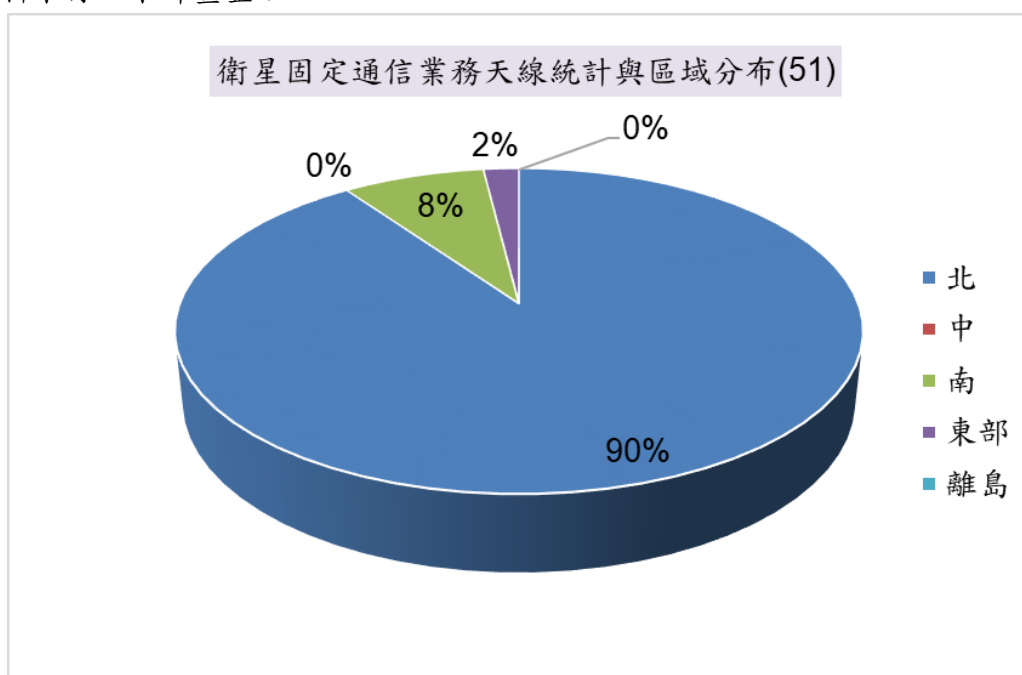


圖 3-1、固定地面衛星發射接收天線區域分布

資料來源：本計畫整理

(2). 衛星廣播電視事業或有線電視業務經營業者，以中嘉、凱擘、台灣寬頻、台固媒體及台灣數位光訊等 5 家多系統經營者(Multiple-System Operator, MSO)為主要業者共計 64 家，其中 47 家業者有設置天線設施使用 364 處衛星天線接收 16 顆 C 頻段衛星訊號，業者主要分布於中北部地區、天線設置超過 7 成位於中北部地區，次為南部地區。數量統計及區域分布如表 3-3 及圖 3-2、3-3 所示。

表 3-3、衛星廣播事業與有線電視業者統計

業者	業者統計與區域分布					
	北部	中部	南部	東部	離島	合計
衛星廣播電視事業經營業者	18	1	0	0	0	19
有線電視業務經營業者	11	7	6	2	2	28
合計	29	8	6	2	2	47

資料來源：本計畫整理

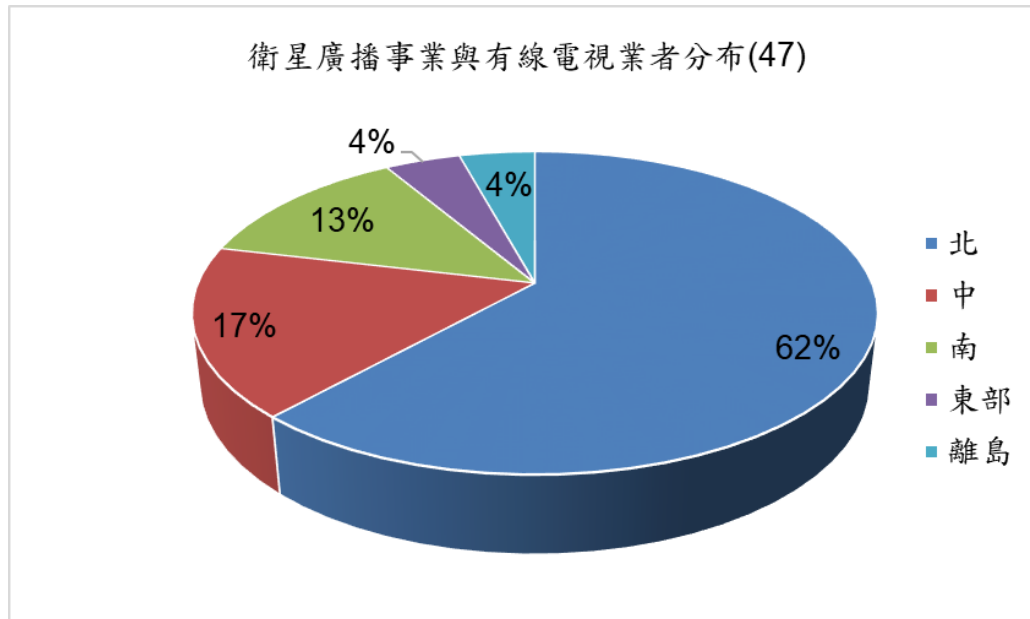


圖 3-2、衛星廣播事業與有線電視業者區域分布

資料來源：本計畫整理

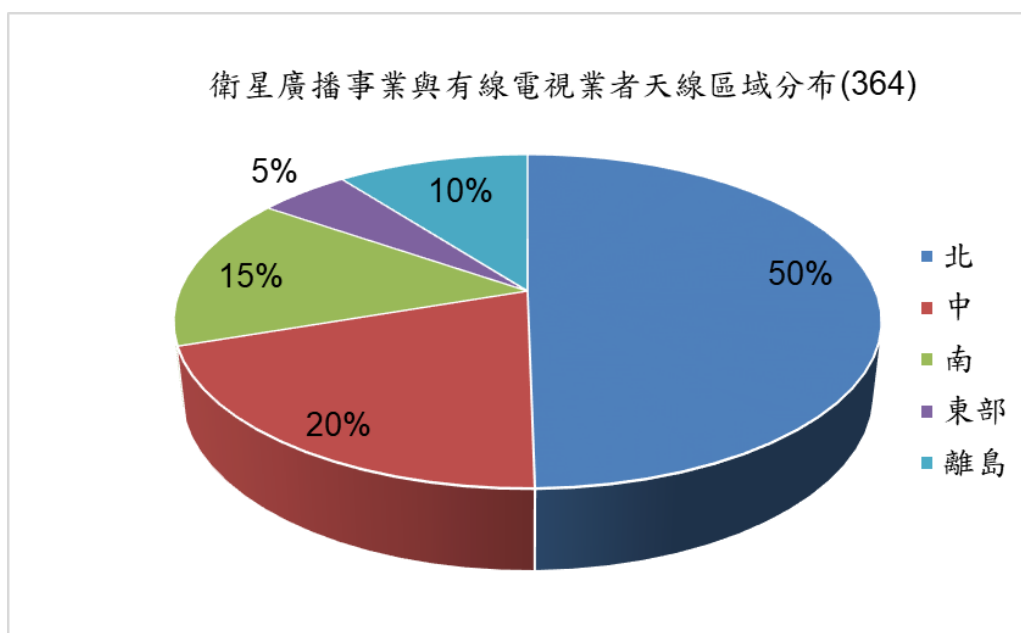


圖 3-3、衛星廣播事業與有線電視業者天線區域分布

資料來源：本計畫整理

- (3). 衛星頻道供應事業或下鏈接收用戶以中視、東森、三立、年代、非凡傳播等主要業者及下鏈接收使用者等計有 163 家，使用 659 處衛星天線接收 16 顆 C 頻段衛星訊號，業者或使用者主要分布於中北部地區、天線設置超過 8 成位於中北部地區，次為南部地區。數量統計及區域分布如表 3-4 及圖 3-4、3-5 所示。

表 3-4、衛星頻道供應事業或下鏈接收用戶統計與區域分布

業者	業者統計與區域分布					
	北部	中部	南部	東部	離島	合計
衛星頻道供應事業或下鏈接收使用者	113	22	22	5	1	163

資料來源：本計畫整理

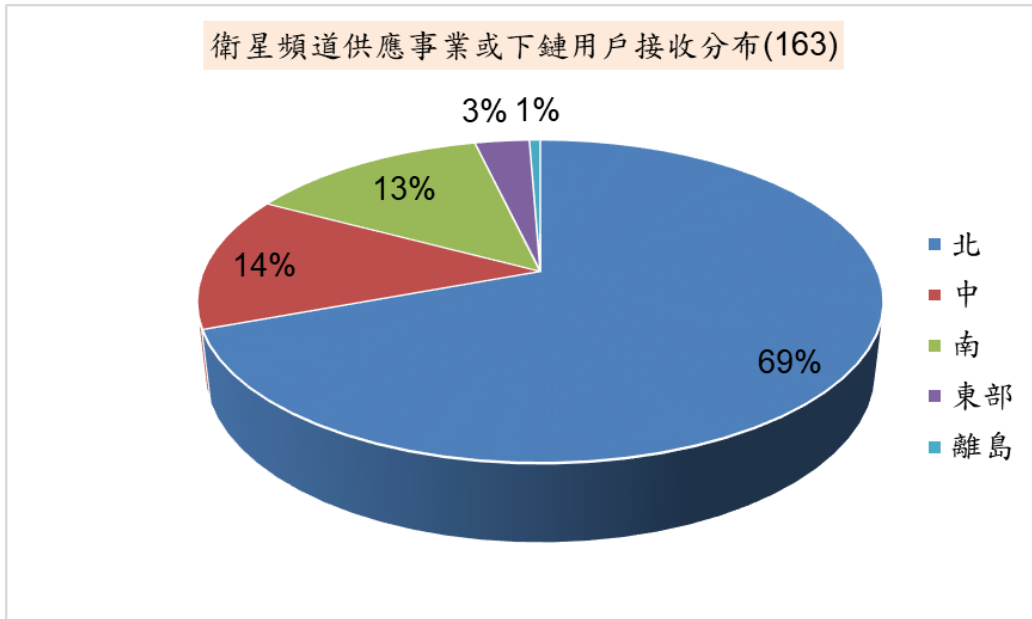


圖 3-4、衛星頻道供應事業或下鏈接收用戶分布  
資料來源：本計畫整理

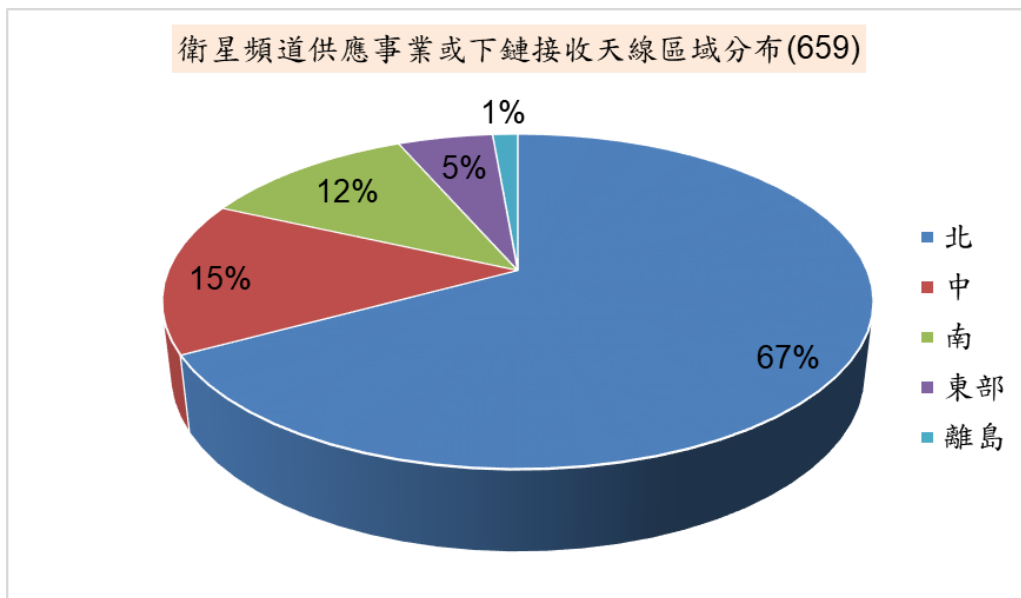


圖 3-5、衛星頻道供應事業或下鏈接收天線統計與區域分布  
資料來源：本計畫整理

2. 我國目前 FSS 16 顆衛星提供通信業務服務業者使用數量、業務類型情形，分別說明如下：

- (1). ABS-2(台亞衛星)提供 4 家衛星固定通信業務經營者、33 家衛星廣播電視事業或有線廣播電視系統經營者、82 家衛星廣播電視事業之訂戶或下鏈接收戶或向衛星固定通信業務經營者註冊登記使用衛星通信服務之使用者，合計提供 128 固定衛星接收站服務使用。
- (2). 亞太五號 (AP-5) 提供 1 家衛星固定通信業務經營者、30 家衛星廣播電視事業或有線廣播電視系統經營者、4 家衛星廣播電視事業之訂戶或下鏈接收戶，或向衛星固定通信業務經營者註冊登記使用衛星通信服務之使用者，合計提供 40 固定衛星接收站服務使用。
- (3). 亞太六號 (AP-6) 提供 4 家衛星廣播電視事業或有線廣播電視系統經營者、1 家衛星廣播電視事業之訂戶或下鏈接收戶，或向衛星固定通信業務經營者註冊登記使用衛星通信服務之使用者，合計提供 6 固定衛星接收站服務使用。
- (4). 亞太七號 (AP-7) 提供 3 家衛星固定通信業務經營者、32 家衛星廣播電視事業或有線廣播電視系統經營者、81 家衛星廣播電視事業之訂戶或下鏈接收戶，或向衛星固定通信業務經營者註冊登記使用衛星通信服務之使用者，合計提供 124 固定衛星接收站服務使用。
- (5). 亞衛五號 (AS-5) 提供 4 家衛星固定通信業務經營者、35 家衛星廣播電視事業或有線廣播電視系統經營者、27 家衛星廣播電視事業之訂戶或下鏈接收戶，或向衛星固定通信業務經營者註冊登記使用衛星通信服務之使用者，合計提供 67 固定衛星接收站服務使用。

- (6). 亞衛七號(AS-7)提供 4 家衛星固定通信業務經營者、40 家衛星廣播電視事業或有線廣播電視系統經營者、129 家衛星廣播電視事業之訂戶或下鏈接收戶，或向衛星固定通信業務經營者註冊登記使用衛星通信服務之使用者，合計提供 201 固定衛星接收站服務使用。
- (7). 亞衛九號(AS-9)提供 4 家衛星固定通信業務經營者、33 家衛星廣播電視事業或有線廣播電視系統經營者、7 家衛星廣播電視事業之訂戶或下鏈接收戶，或向衛星固定通信業務經營者註冊登記使用衛星通信服務之使用者，合計提供 47 固定衛星接收站服務使用。
- (8). 中星六號 A (CH-6A)提供 3 家衛星固定通信業務經營者、1 家衛星廣播電視事業或有線廣播電視系統經營者、2 家衛星廣播電視事業之訂戶或下鏈接收戶，或向衛星固定通信業務經營者註冊登記使用衛星通信服務之使用者，合計提供 6 固定衛星接收站服務使用。
- (9). 中星六號 B (CH-6B)提供 2 家衛星固定通信業務經營者、14 家衛星廣播電視事業或有線廣播電視系統經營者、17 家衛星廣播電視事業之訂戶或下鏈接收戶，或向衛星固定通信業務經營者註冊登記使用衛星通信服務之使用者，合計提供 37 固定衛星接收站服務使用。
- (10). 國際通訊 18 號(IS-18)提供 1 家衛星固定通信業務經營者，合計提供 1 固定衛星接收站服務使用。
- (11). 國際通訊 19 號(IS-19)提供 3 家衛星固定通信業務經營者、42 家衛星廣播電視事業或有線廣播電視系統經營者、110 家衛星廣播電視事業之訂戶或下鏈接收戶，或向衛星固定通信業務經營者註冊登記使用衛星通信服務之使用者，合計提供 160 固定衛星接收站服務使用。
- (12). 國際通訊 20 號(IS-20)提供 1 家衛星固定通信業務經營者、6 家衛星廣播電視事業或有線廣播電視系統經營

者、1 家衛星廣播電視事業之訂戶或下鏈接收戶，或向衛星固定通信業務經營者註冊登記使用衛星通信服務之使用者，合計提供 8 固定衛星接收站服務使用。

(13). 馬來西亞(MS-3)提供 2 家衛星固定通信業務經營者、25 家衛星廣播電視事業或有線廣播電視系統經營者、8 家衛星廣播電視事業之訂戶或下鏈接收戶，或向衛星固定通信業務經營者註冊登記使用衛星通信服務之使用者，合計提供 38 固定衛星接收站服務使用。

(14). 中新二號(ST-2)提供 3 家衛星固定通信業務經營者、36 家衛星廣播電視事業或有線廣播電視系統經營者、89 家衛星廣播電視事業之訂戶或下鏈接收戶，或向衛星固定通信業務經營者註冊登記使用衛星通信服務之使用者，合計提供 200 固定衛星接收站服務使用。

(15). TELKOM-4(印尼衛星 4 號)提供 2 家衛星固定通信業務經營者、4 家衛星廣播電視事業或有線廣播電視系統經營者、4 家衛星廣播電視事業之訂戶或下鏈接收戶，或向衛星固定通信業務經營者註冊登記使用衛星通信服務之使用者，合計提供 10 固定衛星接收站服務使用。

(16). YAMAL-401(雅瑪四號)提供 1 家衛星固定通信業務經營者，合計提供 1 固定衛星接收站服務使用。

3. 目前 FSS 固定地面衛星接收業務業者，主要或備援電路使用情形，分別說明如下

(1). 衛星固定通信業務經營者，主要是利用衛星通信作為主鏈路發射接收使用，備援電路則使用光纖電路和寬頻網路作為備援鏈路傳送使用。

(2). 衛星廣播電視事業或有線廣播電視系統經營者，主要是利用衛星通信作為主鏈路接收使用，備援電路則使用光纖電路和寬頻網路作為備援鏈路接收使用。

(3). 衛星廣播電視事業之訂戶或下鏈接收戶，或向衛星固定通信業務經營者註冊登記使用衛星通信服務之使用者，現階段利用使用光纖電路和寬頻網路作為通信接收使用，但仍保留衛星通信作為接收使用

4. 我國目前使用固定衛星服務接收頻道情形，分別說明如下：

(1). C 頻段接收衛星頻道情形，現階段統計我國 C-band 主要接收衛星包含 ST-2 (中新 2 號)、AsiaSat 9(亞衛九號)、Apstar 7(亞太七號)、Measat 3(馬來西亞衛星)、AsiaSat 5(亞衛五號)、AsiaSat 7(亞衛七號)、ChinaSat 6B(中星六 B)、Apstar 5C(亞太五號)、Intelsat 19(國際衛星 19)、Intelsat 20(國際衛星 20)等衛星接收頻道合計為 138 個，如表 3-5 所示。

表 3-5、我國 C-band 主要接收衛星頻道統計

ST-2(中新二號) at 88°E，合計 22 個頻道				
項次	頻道名稱	頻段	極化	接收頻率
1	Videoland Movie(緯來電影)，Videoland Japan(緯來日本)，Videoland Drama(緯來戲劇)，Videoland ONTV(緯來綜合)，Videoland Sports(緯來體育)，Videoland Max TV(緯來育樂)，SET Taiwan(三立台灣)，SET Metro(三立都會)，SET News(三立新聞台)	C	V	3632
2	TVBS，TVBS News(TVBS 新聞)，TVBS Entertainment Channel(TVBS-G 台)，Buddha Compassion TV Station(佛衛慈悲台)，MTV Taiwan	C	H	3629
3	SET I News(三立 I 新聞)/NTD TV Asia-Pacific(新唐人衛視)/NER Taipei(教育廣播電臺)	C	H	3647/3658/ 3690
4	Much TV(年代電視台)，ERA News(年代新聞台)，Da Ai TV(大愛電視台)，Da Ai	C	H	3672

ST-2(中新二號) at 88°E，合計 22 個頻道				
	TV 2(大愛二台)，Beautiful Life TV(人間衛視)			
AsiaSat 9(亞衛九號) at 122.0°E，合計 6 頻道				
項次	頻道名稱	頻段	極化	接收頻率
1	UCTV(法界衛星)，ET Mall 3(東森購物 3 台)，ET Mall 5(東森購物 5 台)，ET Mall 2(東森購物 2 台)，ET Mall 1(東森購物 1 台)，Pili TV(霹靂電視台)	C	V	4070
Apstar 7(亞太七號) at 76.5°E，合計 5 頻道				
項次	頻道名稱	頻段	極化	接收頻率
1	Fashion TV Asia	C	V	3780
2	AXN Taiwan，Animax Asia	C	H	3920
3	HBO Asia，Cinemax Asia	C	H	3960
Measat 3(馬來西亞衛星) at 91.5°E，合計 24 個頻道				
項次	頻道名稱	頻段	極化	接收頻率
1	BBC Lifestyle Asia，CBeebies Asia，BBC Earth Asia，Da Vinci Asia，DreamWorks TV，Tech Storm，Outdoor Channel International，Gem，One	C	V	3880
2	History Asia，Crime + Investigation Asia	C	V	3960
3	WakuWaku Japan Taiwan/	C	H	3760
4	Lifetime Asia，History 2 Asia	C	H	3960
5	My Cinema Europe，Blue Ant Entertainment，Blue Ant Extreme，Motorvision TV	C	H	4000
6	Stingray CMusic，Baby TV Asia，Fight Sports	C	H	4040
7	Hits Hits Movies	C	H	4120
AsiaSat 5(亞衛五號) at 100.5°E，合計 8 頻道				
項次	頻道名稱	頻段	極化	接收頻率
1	RTP Internacional Ásia(葡萄牙國家電視台)，Rai Italia Asia(義大利國家電視台)	C	V	3860

ST-2(中新二號) at 88°E，合計 22 個頻道				
2	TVE Internacional Asia(西班牙國家電視台)	C	H	3840
3	Reuters Live(路透社)，Luxe TV	C	H	3960
4	TV5 Monde Style HD(法國台)，TV5 Monde Asie(法國台)/ APTN Global Video Wire	C	H	4040/4114
AsiaSat 7(亞衛七號) at 105.5°E，合計 11 頻道				
項次	頻道名稱	頻段	極化	接收頻率
1	Star Movies HD，DW English(德國台)/Aljazeera English(半島電臺)	C	V	3880/4100
2	Cartoon Network Asia，Boomerang South East Asia，Warner TV Southeast Asia，CNN International Asia Pacific	C	H	3960
3	CNA(亞洲新聞台)/Fox News Channel / Phoenix Chinese Channel(鳳凰衛視)，Phoenix InfoNews Channel(鳳凰資訊)	C	H	3734/4100/ 4120
ChinaSat 6B(中星六 B) at 115.5°E，合計 40 個頻道				
項次	頻道名稱	頻段	極化	接收頻率
1	重慶電視台/黑龍江電視台/浙江衛視/山東衛視 /山西電視台/河南電視台/寧夏衛視/陝西衛視/江西電視台/四川電視台/安徽電視台/天津電視台/北京電視台/河北衛視	C	V	3807/3815/ 3825/3834/ 3846/3854/ 3861/3871/ 3892/3903/ 3929/3940/ 3951/4192
2	湖南衛視，金鷹卡通/青海電視台/福建東南電視台/貴州電視台/東方衛視/ CCTV 7	C	H	3750/3787/ 3790/3796/ 3808/3920
3	廣西電視台，廣東衛視，雲南電視台	C	H	3950
4	CCTV 1，CCTV 2，CCTV 10，CCTV 11，CTV 12，CCTV 15，CCTV 17	C	H	3840
5	CCTV 3，CCTV 5，CCTV 6，CCTV 8，CCTV 9，CCTV 13，CCTV 14	C	H	3880
6	CCTV 4 Asia/湖北衛視	C	H	4116/4147

ST-2(中新二號) at 88°E，合計 22 個頻道				
Apstar 5C(亞太五號) at 138.0°E，合計 4 頻道				
項次	頻道名稱	頻段	極化	接收頻率
1	CinemaWorld	C	V	3948
2	HBO Hits，HBO Signature Asia，HBO Family Asia	C	V	4020
Intelsat 19(國際衛星 19) at 166.0°E，合計 16 頻道				
項次	頻道名稱	頻段	極化	接收頻率
1	KBS World	C	V	3724
2	Animal Planet Taiwan，TLC Taiwan，Discovery Channel Taiwan，Food Network Asia，HGTV Asia	C	V	3760
3	Nickelodeon South East Asia，MTV Live HD Australia	C	H	3780
4	CNBC Asia-Pacific，BBC World News Asia Pacific，VoA TV Global	C	H	3900
5	Eve，DMAX Southeast Asia	C	V	4040
6	Travel Channel Asia	C	V	4080
7	NHK World Japan，NHK World Premium	C	H	4140
Intelsat 20(國際衛星 20) at 68.5°E，合計 2 個頻道				
項次	頻道名稱	頻段	極化	接收頻率
1	Arirang World	C	V	3795
2	ABC Australia Asia	C	H	4064

資料來源：本計畫整理

(2). Ku 頻段接收衛星頻道情形，現階段統計我國 Ku-band 主要接收衛星包含 AP-5（亞太 5 號）、ST-2（中新 2 號）及 BSAT 4A（日本衛星）等衛星接收頻道合計為 227 個如表 3-6 所示。

表 3-6、我國 Ku-band 主要接收衛星頻道統計

ST-2(中新二號) at 88.0°E，合計 26 頻道				
項次	頻道名稱	頻段	極化	接收頻率
1	公共電視三台/公共電視台/公共電視台語台/ 客家電視台/原住民頻道/華視/華視教育文化 台/華視新聞台/國會頻道一台/國會頻道二台	Ku	H/LO	11633
2	中視/中視新聞台/中視經典台/中視菁采台/民 視/民視第一台/民視新聞台/民視台灣台/台視 /台視新聞台/台視財經台/台視綜合台/Alian 廣播頻道	Ku	H/LO	11669
3	好消息電視台/佛衛慈悲台/大愛電視台	Ku	H	12702
AP-5(亞太 5 號) at 138°E，合計 103 個頻道				
項次	頻道名稱	頻段	極化	接收頻率
1	Boomerang Asia 卡通台/中天綜合台/中天娛 樂台/中天亞洲台/非凡電視台/華納電視台/龍 祥電影台/好來烏電影台/AXN/八大綜合台/ 八大第一台/八大戲劇台/八大 K 台 /ElevenTaiwan/Eleven Sports 1 Taiwan/Z 頻道 /彩虹頻道/彩虹電影台/Look TV	Ku	V	12294
2	央視 13 台/央視 1 台/央視 2 台/央視 5+台/央 視 7 台/央視 9 台/央視 10 台/央視 12 台/央視 14 台/央視 15 台/央視 17 台/網路 3+台/網路 5+台/東方衛視（中國）/江蘇衛視/浙江衛視 /北京電視台/湖南衛視/廣東衛視/廣東體育/ 廣東影視/珠江電視台/廣西衛視/私人影院/澳 門蓮花衛視/鳳凰中文頻道/鳳凰資訊新聞頻 道/TVB 星河頻道/台視/中視/華視/民視/公視 /公視 3 台/大愛電視台/動物星球頻道/探索頻 道/探索頻道亞洲台/探索科學頻道/DMAX /Southeast Asia/金鷹卡通頻道/CN 卡通台 /Animax 卡通	Ku	V	12416
3	東森幼幼台/東森綜合台/東森戲劇台/東森新 聞台/東森財經台/東森電影台/東森洋片台/超 視/東森綜合亞洲台/東森新聞亞洲台/東森幼 幼亞洲台/壹電視新聞台/信吉電視台/信大電	Ku	V	12660

ST-2(中新二號) at 88.0°E，合計 26 頻道				
項次	頻道名稱	頻段	極化	接收頻率
	視台/好消息二台/希望電視台/法界衛星/高點電視台/KMTV 亞洲台/狼谷電視台/星空電視台/經典電影台			
4	CCTV 4 亞洲/CGTN/央視歌劇/中國電影/央視娛樂/CGTN 紀錄片/北京電視台國際頻道/東方衛視國際/江蘇電視國際/湖南衛視/福建海峽衛視/廈門星空國際/TVS 2/南方電視台/深圳衛視國際/重慶電視國際/河南衛視國際頻道/安徽國際頻道/浙江衛視國際/雲南瀾滄江-湄公河國際頻道	Ku	V	12721
JCSAT 110R & BSAT 4A(日本衛星) at 110.0°E，合計 98 頻道				
項次	頻道名稱	頻段	極化	接收頻率
1	朝日電視台/TBS 電視台/東京電視台/BS 高畫質頻道	Ku	RHCP	11727
2	BS 高畫質頻道/WOWO 高畫質頻道/迪士尼日本台	Ku	RHCP	11766
3	WOWO 直播頻道/WOWO 電影頻道	Ku	RHCP	11804
4	朝日電視台/東京電視台/日本電視台	Ku	RHCP	11843
5	購物頻道/QVC 購物頻道/電影頻道	Ku	LHCP	11862
6	衛視一台/BS 11/BS 12	Ku	RHCP	11881
7	BS Campus ex/BS Campus on/BS Sky PerfecTV!/日本廣播頻道	Ku	RHCP	11919
8	日本電視台/富士電視台 Animax 日本台	Ku	RHCP	11958
9	NHK BS 8K	Ku	LHCP	11977
10	NHK BS 1/衛視二台/衛視三台	Ku	RHCP	11996
11	NHK-BS 4K/BS-TBS 4K/富士電視台	Ku	RHCP	12034
12	賽馬頻道/J 體育一台/J 體育二台	Ku	RHCP	12073
13	J 體育三台/J 體育四台/Wowow Plus	Ku	RHCP	12111
14	釣魚頻道/日本映畫頻道	Ku	RHCP	12149
15	天空運動 A 台/時代劇頻道/名古屋電視台/MTV 日本台	Ku	RHCP	12331

ST-2(中新二號) at 88.0°E，合計 26 頻道				
項次	頻道名稱	頻段	極化	接收頻率
16	家庭戲劇頻道/音樂頻道/演歌頻道/CN 卡通頻道/探索頻道/動物星球/美國有線電視網/將棋頻道	Ku	RHCP	12371
17	購物頻道/東映頻道/Mnet 日本台/NTV 新聞台	Ku	RHCP	12411
18	J 體育一台/J 體育二台	Ku	LHCP	12431
19	衛星劇場/韓國 KBS 頻道/即時體育頻道/Sukachan1	Ku	RHCP	12451
20	J 體育三台/J 體育四台	Ku	LHCP	12471
21	足球頻道/音樂頻道/兒童頻道/國家地理頻道	Ku	RHCP	12491
22	電影院頻道/家庭戲劇頻道/電視劇頻道/歷史頻道	Ku	RHCP	12531
23	寶塚頻道/AXN 日本台/AXN 神秘台/流行音樂頻道/AT-X/英國 BBC 新聞台	Ku	RHCP	12571
24	電影頻道/高爾夫頻道/銀河頻道/LaLa 頻道	Ku	RHCP	12611
25	衛視頻道/Sukachan4K1	Ku	LHCP	12631
26	富士一台/富士二台/富士三台/流行音樂頻道	Ku	RHCP	12651
27	Sukachan 4K 2	Ku	LHCP	12671
28	QVC 購物頻道/TBS2 台/福斯頻道/TBS 新聞台	Ku	RHCP	12691
29	時代劇頻道	Ku	LHCP	12711
30	Channel Neco/Nittele G+/Mondo TV/Nittele Plus	Ku	RHCP	12731

資料來源：本計畫整理

## 二、C 頻段固定點對點微波既有使用者

本計畫盤點使用 C 頻段進行點對點微波通訊共有 2 家業者，包含中國電視事業股份有限公司(以下簡稱中視公司)與中華電信股份有限公司(以下簡稱中華電信)。

中視公司利用核配發射頻率建構環島點對點微波鏈路共計 10 座

微波台做為傳輸該公司無線電視臺節目使用，傳送發射頻率使用及微波鏈路分布情形分別如表 3-7 及圖 3-6 所示。

表 3-7、中視 C 頻段點對點微波鏈路使用情形

項次	站臺名稱	接收頻率(MHz)	發射頻率(MHz)	頻寬(MHz)與用途	座落行政區	備援電路
1	南港微波站	3630	3690	既有鏈路，使用頻寬 15 MHz，傳輸無線電視臺節目	台北市南港	微波鏈路
2	大直微波站	3690	3630		台北市大直	微波鏈路
3	北部發射臺微波站	3630	3690		台北市北投	微波鏈路
4	店子湖發射臺微波站	3690	3630		桃園市龍潭	微波鏈路
5	青草湖微波站	3630	3690		新竹市	微波鏈路
6	三義微波站	3690	3630		苗栗縣三義	微波鏈路
7	中部發射臺微波站	3630	3690		南投市	微波鏈路
8	大坪微波站	3690	3630		嘉義縣梅山	微波鏈路
9	枕頭山發射臺微波站	3630	3690		台南市白河	微波鏈路
10	南部發射臺微波站	3690	3630		高雄市旗山	微波鏈路

資料來源：中視，本計畫整理



圖 3-6、中視 C 頻段點對點微波鏈路圖

資料來源：中視，本計畫整理

中華電信利用核配發射頻率鏈路建構我國本島至離島點對點微波鏈路共計 6 座，做為該公司本島至離島傳輸數據與話務服務使用，傳送發射頻率使用及微波鏈路分布情形分別如表 3-8 及圖 3-7 所示。

表 3-8、中華電信 C 頻段點對點微波鏈路使用情形

項次	站臺名稱	接收頻率 (MHz)	站臺名稱	發射頻率 (MHz)	頻寬(MHz)與用途	座落行政區	備援電路
1	竹子山	3620/3860 共 6 鏈路	東引二重山	3940/4180 共 6 鏈路	既有鏈路， 使用頻寬 40 MHz , 數據傳輸 與話務	台北	微波鏈路
2	東引二重山	3940/4180 共 6 鏈路	南竿牛背嶺	3620/3860 共 6 鏈路		馬祖 東引	微波鏈路
3	金門太武山微波站	3620/3820 共 5 鏈路	台中鞍馬山	3940/4140 共 5 鏈路		金門 太武	微波鏈路

項次	站臺名稱	接收頻率 (MHz)	站臺名稱	發射頻率 (MHz)	頻寬(MHz) 與用途	座落行政區	備援電路
4	金門太武山微波站	3982.5/4178.5 共 8 鏈路	台中鞍馬山微波站	3716.5/3912.5 共 8 鏈路	擴充籌設，使用頻寬 40 MHz，數據傳輸與話務	金門太武	微波鏈路
5	南投集集大山微波站	3730.5/3898.5 共 4 鏈路	澎湖西文微波站	3996.5/4164.5 共 4 鏈路	擴充籌設，使用頻寬 56 MHz，數據傳輸與話務	南投集集	微波鏈路
6	嘉義太平微波站	3730.5/3898.5 共 4 鏈路	澎湖西文微波站	3996.5/4164.5 共 4 鏈路		嘉義太平	微波鏈路

資料來源：中華電信，本計畫整理

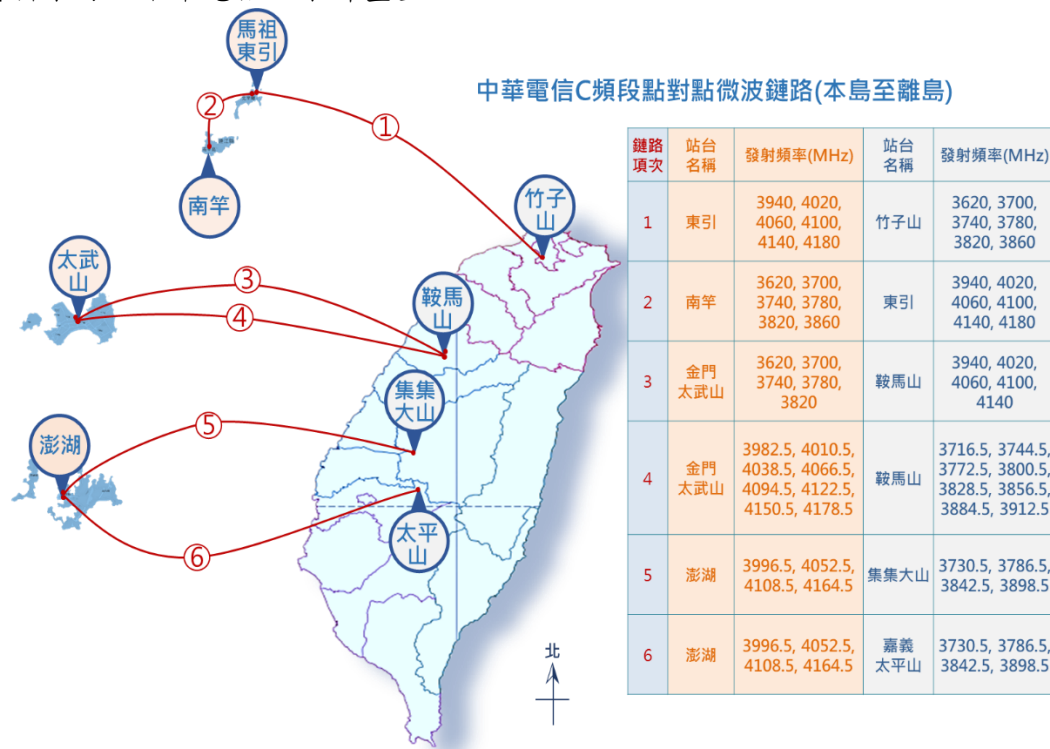


圖 3-7、中華電信 C 頻段點對點微波鏈路圖

資料來源：中華電信，本計畫整理

本計畫盤點我國小型衛星地面通訊系統（Very Small Aperture Terminal, VSAT）使用機構單位，包含有氣象局暨臺灣電力公司、漢聲廣播電臺、教育廣播電臺、農業委員會水土保持局等 5 機關單位，

其業務性質屬於無線廣播電視事業類別，主要作為數據傳送接收使用，主要電路為 VSAT 鏈路，備援電路則為 VSAT 鏈路與傳輸電路互為備援使用，接收頻率使用情形如表 3-9~表 3-12 說明。

表 3-9、我國小型衛星地面通訊使用狀況(氣象局暨電力公司)

ST 2(中新二號) at 88.0°E - 中央氣象局暨臺灣電力公司 VSAT					
項次	站臺名稱	接收頻率 (MHz)	頻寬(MHz) 與用途	座落行政區	備援電路
1	中央氣象局	3664	2 MHz 數據傳輸	台北市中正區	VSAT 鏈路或傳輸電路
2	五分山氣象雷			新北市瑞芳區	
3	花蓮氣象雷達			花蓮縣花蓮市	
4	墾丁氣象雷達			屏東縣恆春鎮	
5	東沙島剖風儀			高雄市旗津區	
6	台電核發處	3684.5	2 MHz 數據傳輸	台北市中正區	
7	第一核能發電			新北市石門區	
8	第二核能發電			新北市萬里區	
9	第三核能發電廠			屏東縣恆春鎮	

資料來源：本計畫整理

表 3-10、我國小型衛星地面通訊使用狀況(漢聲廣播電臺)

ST 2(中新二號) at 88.0°E - 漢聲廣播電臺 VSAT					
項次	站臺名稱	接收頻率 (MHz)	頻寬(MHz) 與用途	座落行政區	備援電路
1	台北總臺	3681.7 MHz 3676.875 MHz	0.2 MHz 數據傳輸	台北市中正區	VSAT 鏈路或傳輸電路
2	台中臺			台中市東區	
3	台南臺			台南市永康區	
4	花蓮臺			花蓮市	
5	高雄臺			高雄市左營區	
6	澎湖臺			澎湖縣馬公市	
7	觀音分臺			桃園市觀音區	

ST 2(中新二號) at 88.0°E -漢聲廣播電臺 VSAT					
項次	站臺名稱	接收頻率 (MHz)	頻寬(MHz) 與用途	座落行政區	備援電路
8	嵩山分臺			台北市北投區	
9	宜蘭分臺			宜蘭市建軍路	
10	桃園分臺			桃園市中壢區	
11	新豐分臺			新竹縣新豐鄉	
12	火炎山分臺			苗栗縣三義鄉	
13	枕頭山分臺			台南市白河區	
14	旗山分臺			高雄市旗山區	
15	斗六分臺			雲林縣斗六市	
16	臺東分臺			臺東市桂林北	
17	關山轉播站			臺東縣關山鎮	
18	宜蘭轉播站			宜蘭縣蘇澳鎮	
19	金門轉播站			金門縣金沙鎮	
20	澄清湖轉播站			高雄市鳥松區	
21	台北發射機房			台北市士林區	

資料來源：本計畫整理

表 3- 11、我國小型衛星地面通訊使用狀況(教育廣播電臺)

ST 2(中新二號) at 88.0°E -國立教育廣播電臺 VSAT					
項次	站臺名稱	接收頻率 (MHz)	頻寬(MHz) 與用途	座落行政區	備援電路
1	台北總臺	3690	1 MHz 廣播傳輸	台北市中正區	VSAT 鏈 路或傳輸 電路
2	七星山發射臺			台北市北投區	
3	宜蘭轉播站			宜蘭縣蘇澳鎮	
4	南澳轉播站			宜蘭縣南澳鄉	
5	基隆轉播站			基隆市中山區	
6	金門轉播站			金門縣金沙鎮	
7	馬祖轉播站			連江縣南竿鄉	
8	彰化分臺			彰化市虎崗路	
9	高雄分臺			高雄市前鎮區	

ST 2(中新二號) at 88.0°E -國立教育廣播電臺 VSAT					
項次	站臺名稱	接收頻率 (MHz)	頻寬(MHz) 與用途	座落行政區	備援電路
10	澎湖轉播站			澎湖縣馬公市	
11	花蓮分臺			花蓮市東興路	
12	玉里轉播站			花蓮縣瑞穗鄉	
13	臺東分臺			臺東市馬亨亨大	
14	卑南發射臺			臺東縣卑南鄉	
15	壽山發射臺			高雄市鼓山區	
16	枕頭山轉播站			台南市白河區	

資料來源：本計畫整理

表 3- 12、我國小型衛星地面通訊使用狀況(農委會水土保持局)

ST 2(中新二號) at 88.0°E -行政院農業委員會水土保持局 VSAT					
項次	站臺名稱	接收頻率 (MHz)	頻寬(MHz) 與用途	座落行政區	備援電路
1	新北市瑞芳區大粗坑	3684.5	1.84 MHz 數據傳輸	新北市瑞芳區	VSAT 鏈 路或傳輸 電路
2	台中市平和區松鶴部落			台中市平和區	
3	南投縣國姓鄉南港村九份二山			南投縣國姓鄉	
4	南投縣水里鄉邵坑			南投縣水里鄉	
5	南投縣水里鄉上安			南投縣水里鄉	
6	南投縣信義鄉豐丘			南投縣信義鄉	
7	南投縣信義鄉神木			南投縣信義鄉	
8	南投縣仁愛鄉南豐			南投縣仁愛鄉	
9	雲林縣古坑鄉華山村			雲林縣古坑鄉	
10	嘉義縣阿里山鄉豐山村			嘉義縣阿里山鄉	
11	台南市南化區山里羌黃坑			台南市南化區	
12	高雄市杉林區火山			高雄市杉林區	
13	屏東縣來義鄉來義			屏東縣來義鄉	

ST 2(中新二號) at 88.0°E -行政院農業委員會水土保持局 VSAT					
項次	站臺名稱	接收頻率 (MHz)	頻寬(MHz) 與用途	座落行政區	備援電路
14	花蓮縣光復鄉大興			花蓮縣光復鄉	
15	雲林縣林內鄉坪頂			雲林縣林內鄉	
16	花蓮縣鳳林鎮鳳義			花蓮縣鳳林鎮	
17	臺東市馬干坑			臺東縣卑南鄉	
18	臺東縣大武鄉大鳥			臺東縣大武鄉	
19	水土保持局-移動			台中市西屯區	
20	特有生物研究保育 中心-高海拔試驗 站			台中市西屯區	
21	特有生物研究保育 中心-低海拔試驗			台中市和平區	

資料來源：本計畫整理

根據通傳會 109 年 12 月底為止統計<sup>73</sup>之廣播電視事業業者(包含無線廣播電視、有線廣播電視及衛星廣播電視等)數量共計 406 家業者，合計總執照數為 583 張，其中無線廣播電視業者執照數共 191 張，有線廣播電視業者執照數共 64 張，衛星廣播電視業者執照數共 328 張，如表 3-13 所示。

<sup>73</sup> NCC 110 年通訊傳播市場報告。

[https://www.ncc.gov.tw/chinese/news\\_detail.aspx?site\\_content\\_sn=5459&sn\\_f=47261](https://www.ncc.gov.tw/chinese/news_detail.aspx?site_content_sn=5459&sn_f=47261)

表 3-13、廣播電視事業業者數量暨執照數

事業分類	業務型態	執照數(張)	執照數小計(張)	家數(家)	109年底執照數總計(張)	
無線廣播電視	無線電視臺		6	6	5	583
	廣播電臺	綜合電臺	8	185	185	
		AM電臺	19			
		FM電臺	157			
		SW海外電臺	1			
有線廣播電視	系統業者	64	64	64		
	播送業者	0		0		
衛星廣播電視	直播衛星廣播電視服務經營者		4	328	境內1家 境外3家 共計4家	
	衛星頻道節目供應事業	境內頻道	150		境內78家 境外27家 兼營4家 共計101家	
		境外頻道	104			
	他類頻道節目供應事業	境內頻道	70		境內47家	

備註:衛星廣播電視部分業者同時經營不同類別事業,兼營境內頻道及他類頻道7家、兼營境外頻道及他類頻道1家、兼營境外直播衛星及境外衛星頻道3家

資料來源：NCC，本計畫整理

無線電視事業產業規模及營收概況，102至109年間，無線電視事業整體營收呈現先下滑後成長趨勢，自102年新臺幣88億元減少至105年新臺幣81億元後，隔年起便逐年回升至109年新臺幣86億元。進一步觀察無線電視營收結構，廣告營收呈現逐年下滑趨勢，102年至109年自新臺幣36億元下滑至新臺幣20億元，如圖3-8所示。

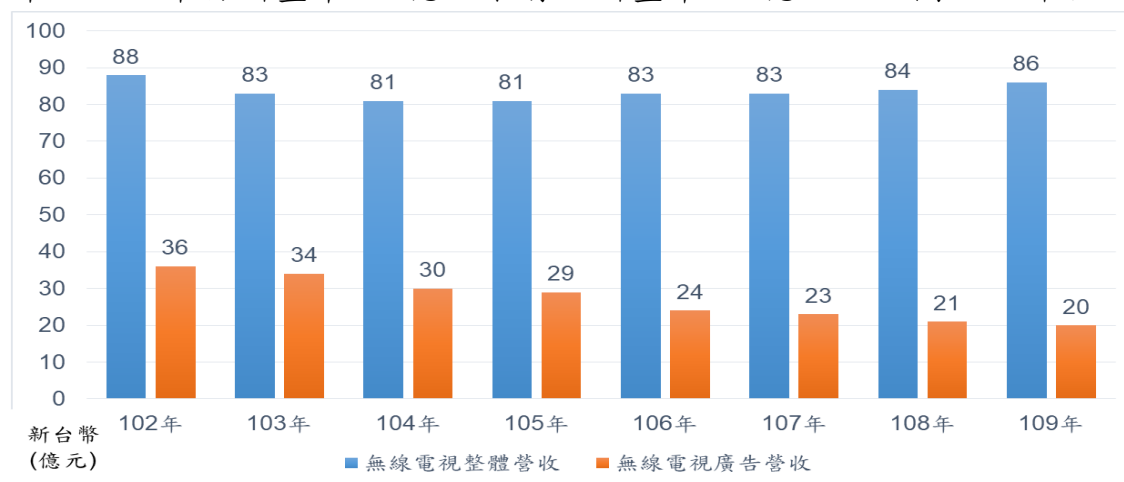


圖 3-8、無線電視事業產值及營收趨勢

資料來源：NCC，本計畫整理

無線廣播事業產業規模及營收概況，近年我國無線廣播事業營收平均為新臺幣42億元，102至109年呈現微幅下滑後上升趨勢，104年為歷年最低，達新臺幣39億元，109年無線廣播營收則回升至新

臺幣 45 億元，且廣告營收占無線廣播整體營收比例無較大變化，皆維持新臺幣 26 至 30 億元，如圖 3-9 所示。

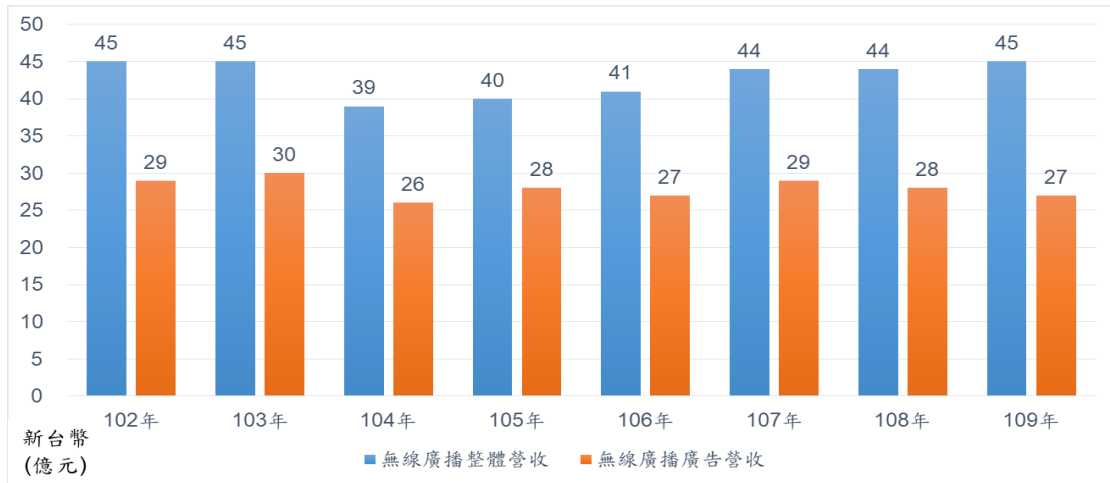


圖 3-9、無線廣播事業產值及營收趨勢

資料來源：NCC，本計畫整理

有線電視事業產業規模及營收概況，近 9 年我國有線電視營收大致呈現下滑趨勢，且於 109 年創新低，跌至新臺幣 347 億元（圖 2.2.9、表 2.2.3），且營收大部分皆以訂戶基本頻道為主要收入來源，占整體營收的 75%，如圖 3-10 所示。

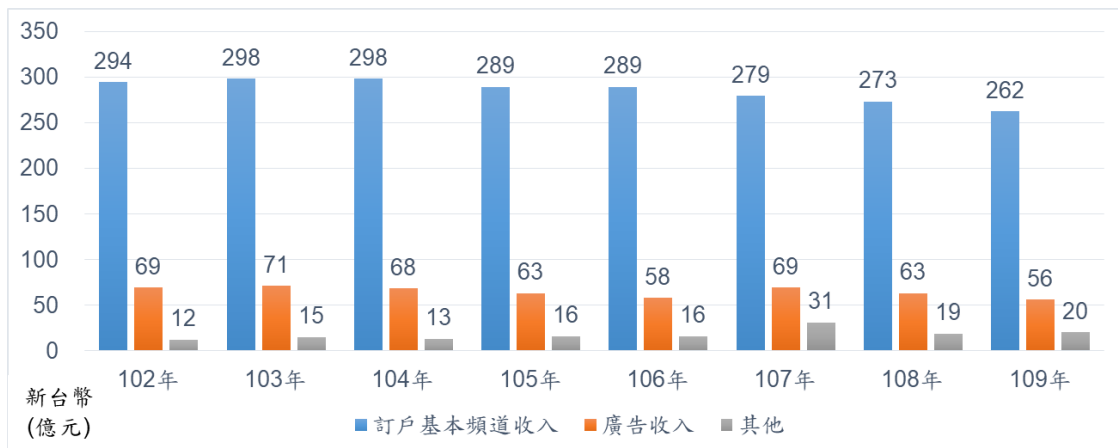


圖 3-10、有線電視事業產值及營收趨勢

資料來源：NCC，本計畫整理

衛星廣播電視事業產業規模及營收概況，102 至 109 年間，衛星

廣播電視事業營收呈現先上升後下降趨勢，且自 106 年明顯成長，107 年達近年新高，為新臺幣 677 億元；107 年後開始微幅下降，下滑至 109 年的新臺幣 632 億元。而廣告收入方面，以 106 年新臺幣 184 億元為最低，其次為 109 年的新臺幣 187 億元，如圖 3-11 所示。

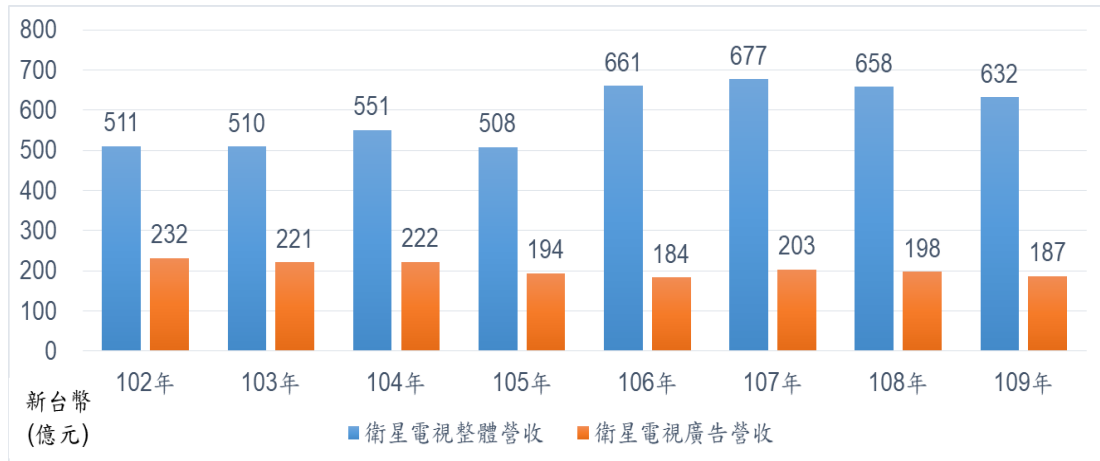


圖 3-11、衛星廣播事業產值及營收趨勢

資料來源：NCC，本計畫整理

分析我國廣電業務市場，包含無線電視事業、無線廣播事業及有線電視事業與衛星廣播事業整體營收與趨勢，自 107 年起呈逐年下滑趨勢，以衛星廣播電視為主要營收來源，其次為有線電視、無線電視，無線廣播則占廣電市場營收比例最低。我國自 106 年起衛星營收突破新臺幣 600 億元，107 年達近年高峰的新臺幣 677 億元；有線電視則自 109 年跌至新臺幣 338 億元，無線電視與無線廣播營收較無明顯變化，維持平均新臺幣 83 億元與 42 億元，如圖 3-12 所示。

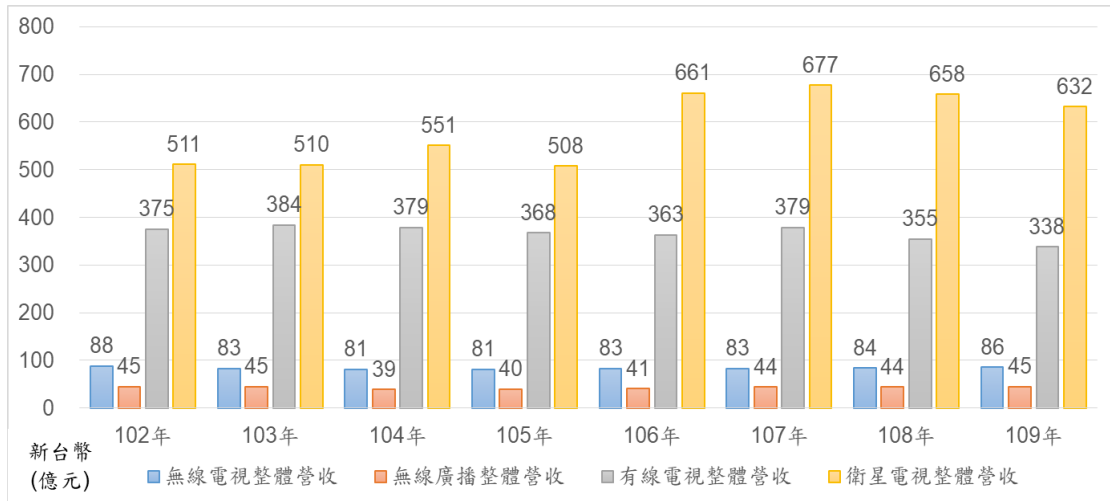


圖 3-12、廣電傳播事業整體產值及營收趨勢

資料來源：NCC 通訊傳播市場報告 110 年

根據通傳會民國 111 年第三季為止<sup>74</sup>統計之衛星廣播電視事業營運及無線廣播電視事業營運等概況資訊，衛星廣播電視事業總體家數為 138 家，其中有 3 家業者兼營境外直播衛星及境外衛星頻道、1 家業者兼營境外衛星頻道與他類頻道、6 家業者兼營境內衛星頻道與他類頻道，合併計算衛星廣播電視事業數共 148 家。無線廣播事業及無線電視事業產業概況因為新聞台異動分別更新為 186 家及 5 家，衛星廣播及無線廣播之電視事業產業概況如表 3-14 所示。

表 3-14、衛星廣播及無線廣播之電視事業產業概況

事業分類	衛星廣播電視事業產業			無線廣播電視事業產業	
	直播衛星廣播電視服務事業	衛星頻道節目供應事業	他類頻道節目供應事業	無線廣播事業	無線電視事業
民國 111 年第 1 季	4	94	53	186	5

<sup>74</sup> NCC 通訊傳播事業概況總覽(111 年 Q3)

[https://www.ncc.gov.tw/chinese/news\\_detail.aspx?site\\_content\\_sn=1966&cate=0&keyword=&is\\_history=0&pages=0&sn\\_f=47585](https://www.ncc.gov.tw/chinese/news_detail.aspx?site_content_sn=1966&cate=0&keyword=&is_history=0&pages=0&sn_f=47585)

事業分類	衛星廣播電視事業產業			無線廣播電視事業產業	
民國 111 年第 2 季	4	91	54	186	5
民國 111 年第 3 季	4	91	53	186	5

資料來源：NCC 通訊傳播事業概況總覽(民國 111 年)，本計畫整理

無線廣播事業及無線電視事業產業概況統計資訊，境內衛星頻道節目供應事業家數為 72 家，境外衛星頻道節目供應事業家數為 23 家，境內衛星頻道總數為 133 個，境外衛星頻道總數為 88 個，衛星頻道節目供應事業產業概況如表 3-15 所示。

表 3-15、衛星頻道節目供應事業產業概況

事業分類	衛星頻道節目供應事業產業			
	境內衛星頻道節目供應事業家數	境外衛星頻道節目供應事業家數	境內衛星頻道總數	境外衛星頻道總數
民國 111 年第 1 季	73	25	140	90
民國 111 年第 2 季	72	23	133	88
民國 111 年第 3 季	72	23	133	88

備註：衛星頻道節目供應事業兼營境內外業者：年代、亞洲衛星、靖洋、台灣互動計 4 家  
資料來源：NCC 通訊傳播事業概況總覽(民國 111 年)，本計畫整理

有線廣播電視事業營運概況統計資訊，有線廣播電視事業業者數為 64 家，六大有線電視多系統集團(MSO)收視戶全數較上季下滑，中嘉單季大減 2 萬 6,699 戶最多，凱擘則流失 1 萬 9,699 戶、台灣寬頻通訊(TBC)滑落 1 萬 3,535 戶、台固少了 1 萬 2,277 戶、台數科下跌 6,943 戶、大豐減少 1,968 戶。儘管客戶數與普及率大幅退步，但六大有線電視多系統集團合計仍掌握全台約 383.9 萬客戶，市占率約

82.2%。至於中華電信 MOD 訂戶數，同樣呈現下行趨勢，截至今年(民國 111 年)第 3 季訂戶數為 205 萬，單季蒸發 5,327 戶，連續 5 季衰退。有線電視戶數，總計 466 萬 9,961 戶，單季再減少 2.37 萬戶，為連續第 20 季下滑，不僅續寫史上新低，普及率更僅剩 51.53%，推測用戶減少原因除既有頻道內容陳年單調不足吸引收視意願之外，OTT 網路節目內容高創新力可能為用戶板塊遷移原因之一，有線廣播電視事業營運概況如表 3-16 所示。

表 3-16、有線廣播電視事業營運概況

事業分類	有線廣播電視事業						
	家數		訂戶數		數位機上盒訂戶數		數位付費頻道訂戶數
	有線電視播送系統	有線電視系統	戶數	家戶普及率(%)	戶數	占有線訂戶數比例(%)	
民國 111 年第 1 季	0	64	4,716,303	52.4%	4,716,303	100%	
民國 111 年第 2 季	0	64	4,693,685	52.1%	4,693,685	100%	1,632,543
民國 111 年第 3 季	0	64	4,669,961	51.5%	4,669,961	100%	1,634,085

資料來源：NCC 通訊傳播事業概況總覽(民國 111 年)，本計畫整理

關於整體衛星廣播及無線廣播電視等最新之營收趨勢資訊，截至第四季止尚未發現具體公開資訊，本計畫將持續關注若有資訊將於專案期末前進行更新。

## 第二節 FSS 目前所使用及分析潛在可能使用之衛星

FSS 為經營者利用高空衛星如地球同步軌道 (Geosynchronous Orbit, GEO)、中軌道 (Medium Earth Orbit, MEO) 或低軌道 (Low Earth Orbit, LEO) 等衛星，使用 C 頻段、Ku 頻段(12-18 GHz)或 Ka 頻段(26-40GHz)等通訊頻段，搭配設置固定地球電臺，以經營國際、國內

衛星小型地球電臺網路出租業務、衛星節目中繼業務或其他衛星電路出租業務， FSS 通訊方式如圖 3-13 所示。

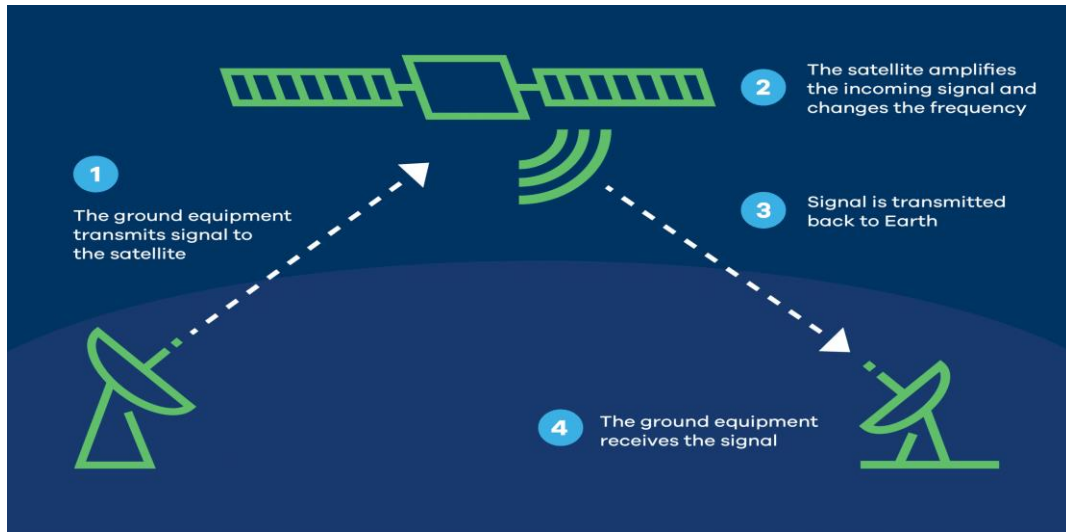


圖 3-13、FSS 通訊方式示意

資料來源：INTELSAT

本計畫蒐集資料以目前我國 FSS 使用衛星以地球同步軌道(GEO)衛星為主。依據 LyngSat 及 Altevista<sup>75</sup> 廣電衛星網站資料顯示，現階段涵蓋我國 GEO 衛星共有 23 顆，其中包含我國自主管理之中新二號在內等 16 顆已在我國合法落地提供 FSS 服務，其餘 7 顆衛星則屬於未落地之潛在可能使用衛星，彙整資訊如表 3-17 所示。

表 3-17、涵蓋我國 GEO 衛星

項次	衛星名稱	經緯度	通訊頻段	註冊國家	轉頻器(個)	上鏈發射頻段(MHz)	下鏈接收頻段(MHz)	我國是否落地
1	ABS-2(台亞衛星)	75°E	C/Ku	印度	24	5850-6425 13750-14000	3625-4200 10950-11700 11700-12750	V
2	AP-5(亞太5號)	138°E	C/Ku	香港	38	5850-6650 14000-14500	3400-4200 12250-12750	V

<sup>75</sup> LyngSat 及 Altevista，<https://www.lyngsat-maps.com/>，<http://frequencyplansatellites.altevista.org/index.html>

項次	衛星名稱	經緯度	通訊 頻段	註冊 國家	轉頻器 (個)	上鏈發射 頻段(MHz)	下鏈接收 頻段(MHz)	我國 是否 落地
3	AP-6(亞太 6號)	134°E	C/Ku	香港	38	5825-6650 14000-14500	3400-4200 12250-12750	V
4	AP-7(亞太 7號)	76.5°E	C/Ku	香港	28	5850-6425 13750-14500	3625-4200 10950-11700	V
5	AS-5(亞衛 5號)	100.5°E	C/Ku	香港	26	5825-6425 14000-14500	3600-4200 12250-12750	V
6	AS-7(亞衛 7號)	105.5°E	C/Ku	香港	28	5825-6425 13750-14500	3600-4200 12250-12750	V
7	AS-9(亞衛 9號)	122°E	C	香港	28	5825-6425	3600-4200	V
8	CH-6A(中 星六號 A)	125°E	C/Ku	中國	24	5925-6425 14000-14500	3700-4200 12250-12750	V
9	CH-6B(中 星六號 B)	115.5°E	C	中國	38	5850-6670	3400-4200	V
10	IS-18(國 際通訊 18 號)	180°E	C/Ku	美國	24	5925-6425 13750-14500	3700-4200 10950-11200 11450-11700 12250-12750	V
11	IS-19(國 際通訊 19 號)	166°E	C/Ku	俄羅斯	24	5925-6425 14000-14500	3700-4200 12250-12750	V
12	IS-20(國 際通訊 20 號)	68.5°E	C/Ku	俄羅斯	36	5925-6675 13750-14500	3700-4200 10950-11700 12500-12750	V
13	MS-3(馬 來西亞三 號)	91.5°E	C/Ku	馬來 西亞	24	5925-6725 13750-14500	3400-4200 10950-11200 11450-11700 12250-12750	V
14	ST-2(中新 二號)	88°E	C/Ku	新加 坡/我 國	14(我 國 3)	6425-6725 13750-14500 14000-14250	3400-3700 10950-11200 11450-11700 12500-12750	V

項次	衛星名稱	經緯度	通訊頻段	註冊國家	轉頻器(個)	上鏈發射頻段(MHz)	下鏈接收頻段(MHz)	我國是否落地
15	TELKOM-4(印尼衛星四號)	108.2°E	C/Ku	印尼	32	5925-6725 13750-14500	3400-4200 11450-11700 12250-12750	V
16	YAMAL-401(雅瑪四號)	90°E	C/Ku	俄羅斯	8	5925-6725 13750-14500	3400-4200 10962-11170 11226-11425 11480-12654	V
17	NSS 9	177.0°W	C	荷蘭	4	5925-6425	3700-4200	
18	Eutelsat 172B	172.0°E	C/Ku	法國	14	5925-6425 13000-13250 13750-14500 14000-14500	3700-4200 10950-11700 12250-12750 12500-12750	
19	ABS 6	159.0°E	C/Ku	香港	28	5725-6725 13750-14000	3400-4200 12500-12750	
20	Nusantara Satu	146.0°E	C/Ku	印尼	38	5850-6725 14000-14500	3400-4200 10900-11700 12250-12750	
21	Telstar 18 Vantage	138.0°E	C/Ku	香港	38	5850-6650 14000-14500	3400-4200 12250-12750	
22	JCSAT 5A	132.0°E	C/Ku	日本	20	5925-6525 13750-14500	3700-4200 12250-12750	
23	LaoSat 1	128.5°E	C/Ku	寮國	14	6485-6785 12750-13000	3400-3700 10700-10950	

資料來源: LyngSat 及 Altevista，本計畫整理

盤點衛星使用 C 頻段之衛星發射接收，依其地域及經緯度情形上鏈發射頻段及下鏈接收頻段分別座落在 5850-6785 MHz 與 3400-4200 MHz 等區間使用，使用 Ku 頻段之衛星發射接收，依其地域及經緯度情形上鏈發射頻段及下鏈接收頻段分別座落在 10950-12750 MHz 與 13750-14750 MHz 等區間使用，各衛星上/下鏈發射與接收頻

段分布情形分別說明如下。

1. ABS-2(台亞衛星)衛星位於經緯度 75°E 共有 24 個轉頻器，轉頻器頻寬為 72 MHz，使用 C/Ku 通訊頻段進行上鏈發射及下鏈接收，上鏈發射頻段分別位於 5850-6425 MHz 及 13750-14000 MHz，下鏈接收頻段分別位於 3625-4200 MHz、10950-11700 MHz 及 11700-12750 MHz。
2. AP-5(亞太 5 號)衛星位於經緯度 138°E 共有 38 個轉頻器，轉頻器頻寬使用 30 MHz~54 MHz 之間，使用 C/Ku 通訊頻段進行上鏈發射及下鏈接收，上鏈發射頻段分別位於 5850-6650 MHz 及 14000-14500 MHz，下鏈接收頻段分別位於 3400-4200 MHz 及 12250-12750 MHz。
3. AP-6(亞太 6 號) 衛星位於經緯度 134°E 共有 38 個轉頻器，轉頻器頻寬使用 34 MHz~54 MHz 之間，使用 C/Ku 通訊頻段進行上鏈發射及下鏈接收，上鏈發射頻段分別位於 5825-6650 MHz 及 14000-14500 MHz，下鏈接收頻段分別位於 3400-4200 MHz 及 12250-12750 MHz。
4. AP-7(亞太 7 號) 衛星位於經緯度 76.5°E 共有 28 個轉頻器，轉頻器頻寬使用 30 MHz~54 MHz 之間，使用 C/Ku 通訊頻段進行上鏈發射及下鏈接收，上鏈發射頻段分別位於 5825-6425 MHz 及 13750-14500 MHz，下鏈接收頻段分別位於 3625-4200 MHz 及 10950-11700 MHz。
5. AS-5(亞衛 5 號) 衛星位於經緯度 100.5°E 共有 26 個轉頻器，轉頻器頻寬使用 36 MHz~54 MHz 之間，使用 C/Ku 通訊頻段進行上鏈發射及下鏈接收，上鏈發射頻段分別位於 5825-6425 MHz 及 14000-14500 MHz，下鏈接收頻段分別位於 3600-4200 MHz 及 12250-12750 MHz。

6. AS-7(亞衛 7 號)衛星位於經緯度 105.5°E 共有 28 個轉頻器，轉頻器頻寬使用 36 MHz~54 MHz 之間，使用 C/Ku 通訊頻段進行上鏈發射及下鏈接收，上鏈發射頻段分別位於 5825-6425 MHz 及 13750-14500 MHz，下鏈接收頻段分別位於 3600-4200 MHz 及 12250-12750 MHz。
7. AS-9(亞衛 9 號)衛星位於經緯度 122°E 共有 28 個轉頻器，轉頻器頻寬使用 36 MHz，使用 C 通訊頻段進行上鏈發射及下鏈接收，上鏈發射頻段位於 5825-6425 MHz，下鏈接收頻段位於 3600-4200 MHz。
8. CH-6A(中星六號 A) 衛星位於經緯度 125°E 共有 24 個轉頻器，轉頻器頻寬使用 36 MHz，使用 C/Ku 通訊頻段進行上鏈發射及下鏈接收，上鏈發射頻段分別位於 5925-6425 MHz 及 14000-14500 MHz，下鏈接收頻段分別位於 3700-4200 MHz 及 12250-12750 MHz。
9. CH-6B(中星六號 B) 衛星位於經緯度 115.5°E 共有 38 個轉頻器，轉頻器頻寬使用 36 MHz，使用 C 通訊頻段進行上鏈發射及下鏈接收，上鏈發射頻段位於 5850-6670 MHz，下鏈接收頻段位於 3400-4200 MHz。
10. IS-18(國際通訊 18 號)衛星位於經緯度 180°E 共有 24 個轉頻器，轉頻器頻寬使用 36 MHz~72 MHz，使用 C/Ku 通訊頻段進行上鏈發射及下鏈接收，上鏈發射頻段分別位於 5925-6425 MHz 及 13750-14500 MHz，下鏈接收頻段分別位於 3700-4200 MHz、10950-11200 MHz、11450-11700 MHz 及 12250-12750 MHz。
11. IS-19(國際通訊 19 號)衛星位於經緯度 166°E 共有 24 個轉頻器，轉頻器頻寬使用 36 MHz，使用 C/Ku 通訊頻段進行上鏈發射及下鏈接收，上鏈發射頻段分別位於 5925-6425 MHz 及

14000-14500 MHz，下鏈接收頻段分別位於 3700-4200 MHz 及 12250-12750 MHz。

12. IS-20(國際通訊 20 號)衛星位於經緯度 68.5°E 共有 36 個轉頻器，轉頻器頻寬使用 36 MHz~72 MHz，使用 C/Ku 通訊頻段進行上鏈發射及下鏈接收，上鏈發射頻段分別位於 5925-6675 MHz 及 13750-14500 MHz，下鏈接收頻段分別位於 3700-4200 MHz、10950-11700 MHz 及 12500-12750 MHz。
13. MS-3(馬來西亞三號)衛星位於經緯度 91.5°E 共有 24 個轉頻器，轉頻器頻寬使用 36 MHz，使用 C/Ku 通訊頻段進行上鏈發射及下鏈接收，上鏈發射頻段分別位於 5925-6725 MHz 及 13750-14500 MHz，下鏈接收頻段分別位於 3400-4200 MHz、10950-11200 MHz、11450-11700 MHz 及 12250-12750 MHz。
14. ST-2(中新二號)衛星位於經緯度 88°E 共有 14 個轉頻器，其中我國擁有 3 個轉頻器，轉頻器頻寬使用 36 MHz~54 MHz，使用 C/Ku 通訊頻段進行上鏈發射及下鏈接收，上鏈發射頻段分別位於 6425-6725 MHz、13750-14500 MHz 及 14000-14250 MHz，下鏈接收頻段分別位於 3400-3700 MHz、10950-11200 MHz、11450-11700 MHz、12500-12750 MHz。
15. TELKOM-4(印尼衛星四號)衛星位於經緯度 108.2°E 共有 32 個轉頻器，轉頻器頻寬使用 36 MHz~54 MHz，使用 C/Ku 通訊頻段進行上鏈發射及下鏈接收，上鏈發射頻段分別位於 5925-6725 MHz、13750-14500 MHz，下鏈接收頻段分別位於 3400-4200 MHz、11450-11700 MHz、12250-12750 MHz。
16. YAMAL-401(雅瑪四號)衛星位於經緯度 90°E 共有 8 個轉頻器，轉頻器頻寬使用 18 MHz~28 MHz，使用 C/Ku 通訊頻段進行上鏈發射及下鏈接收，上鏈發射頻段分別位於 5925-6725 MHz、13750-14500 MHz，下鏈接收頻段分別位於 3400-

4200 MHz、10962-11170 MHz、11226-11425 MHz、11480-12654 MHz。

17. NSS 9 衛星位於經緯度 177°W 共有 4 個轉頻器，轉頻器頻寬使用 11 MHz~30 MHz，使用 C 通訊頻段進行上鏈發射及下鏈接收，上鏈發射頻段分別位於 5925-6425 MHz，下鏈接收頻段分別位於 3700-4200 MHz。
18. Eutelsat 172B 衛星位於經緯度 172°E 共有 14 個轉頻器，轉頻器頻寬使用 36 MHz~72 MHz，使用 C/Ku 通訊頻段進行上鏈發射及下鏈接收，上鏈發射頻段分別位於 5925-6425 MHz、13000-13200 MHz、13750-14500 MHz、14000-14500 MHz，下鏈接收頻段分別位於 3700-4200 MHz、10950-11170 MHz、12250-12750 MHz、12500-12750 MHz。
19. ABS 6 衛星位於經緯度 159°E 共有 28 個轉頻器，轉頻器頻寬使用 27 MHz~36 MHz，使用 C/Ku 通訊頻段進行上鏈發射及下鏈接收，上鏈發射頻段分別位於 5725-6725 MHz、13750-14000 MHz，下鏈接收頻段分別位於 3400-4200 MHz、12500-12750 MHz。
20. Nusantara Satu 衛星位於經緯度 146°E 共有 38 個轉頻器，轉頻器頻寬使用 36 MHz~150 MHz，使用 C/Ku 通訊頻段進行上鏈發射及下鏈接收，上鏈發射頻段分別位於 5850-6725 MHz、14000-14500 MHz，下鏈接收頻段分別位於 3400-4200 MHz、10900-11700 MHz、12500-12750 MHz。
21. Telstar 18 Vantage 衛星位於經緯度 138°E 共有 38 個轉頻器，轉頻器頻寬使用 30 MHz~54 MHz，使用 C/Ku 通訊頻段進行上鏈發射及下鏈接收，上鏈發射頻段分別位於 5850-6650 MHz、14000-14500 MHz，下鏈接收頻段分別位於 3400-4200 MHz、12250-12750 MHz。

22. JCSAT 5A 衛星位於經緯度 132°E 共有 20 個轉頻器，轉頻器頻寬使用 36 MHz~54 MHz，使用 C/Ku 通訊頻段進行上鏈發射及下鏈接收，上鏈發射頻段分別位於 5925-6525 MHz、13750-14500 MHz，下鏈接收頻段分別位於 3700-4200 MHz、12250-12750 MHz。
23. LaoSat 1-衛星位於經緯度 128.5°E 共有 14 個轉頻器，轉頻器頻寬使用 36 MHz~54 MHz，使用 C/Ku 通訊頻段進行上鏈發射及下鏈接收，上鏈發射頻段分別位於 6485-6785 MHz、12750-13000 MHz，下鏈接收頻段分別位於 3400-3700 MHz、10700-10950 MHz。

隨著我國國際自由化程度提高，世界地球村浪潮風行持續之趨勢及世界政經板塊遷移、我國政經地理環境重要性逐漸提升及科技經濟環境日益蓬勃發展人才需求更加提高，大量尖端科技與經濟人才遷移進入我國或者經貿往來交流頻繁等等因素，為確保本計畫研提我國剩餘 C 頻段頻譜整備建議，涵蓋未來可能會進入我國市場提供 FSS 服務的 GEO 衛星，本計畫透過蒐集亞太暨太平洋區衛星研析及業者訪談方式了解涵蓋我國且尚未申請合法落地 GEO 衛星資訊，至於這些尚未申請合法落地我國之 GEO 衛星，何時進入我國或者是否提供我國 FSS 服務，本計畫研判需依據市場需求性及國際環境等等因素而定之。

### 第三節 我國飛航雷達高度計之使用現況

飛航雷達高度計(RA)依據 ITU-R M.2059-0 標準使用 4200-4400 MHz 操作頻段，利用無線電波發射與接收時間延遲、空間衰減與頻偏特性，偵測地面或障礙物高度，飛航雷達高度計運作原理示意如圖 3-14 所示。

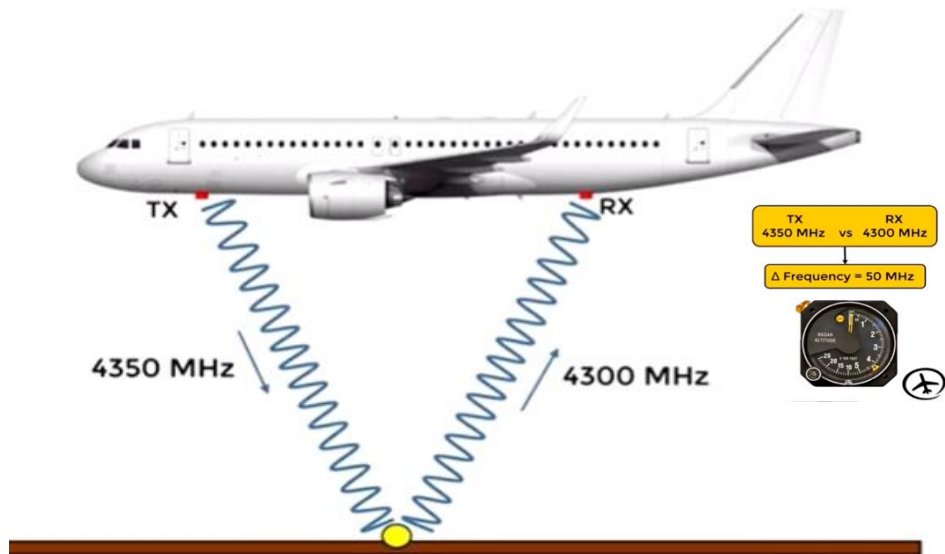


圖 3-14、飛航雷達高度計運作原理示意圖

資料來源：BOEING，本計畫整理

有鑑於飛航雷達高度計為安全飛行的重要裝備，為確保 C 頻段剩餘之 3.57-4.2 GHz 頻段整備做為 5G 行動通訊候選頻段，不影響 4.2-4.4 GHz 頻段飛航雷達高度計之正常運作，本計畫盤點我國依據中華民國民用航空法第二條第十一款與第十二款定義之航空公司，如中華航空、長榮航空、德安航空、華信航空、臺灣虎航、立榮航空、星宇航空、大鵬航空(更名自強航空)、凌天航空、群鷹翔國土資源航空(更名循天航空)、華捷商務航空、飛特立航空、前進航空、安捷飛航訓練中心、騰達航空與灣捷航空等，使用飛航雷達高度計型號與設備規格，作為研析與實測 5G 基地臺影響飛航雷達高度計之參考基礎。截至民國 111 年第四季為止，盤點統計我國籍民用航空運輸、普通航空業機型與飛航雷達高度計使用現況資訊如表 3-18、表 3-19 所示。

表 3-18、我國籍民用航空運輸機型與飛航雷達高度計使用現況

類別	航商	適用機型	製造商 /型號	規格特性	裝機數量
民用航空運輸業者	中華航空	A321、 B747-400	Thales ERT-530	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 中心頻率：4300 MHz</li> <li>• 最大發射功率：&gt;50 mW</li> <li>• 調變方式：FMCW</li> <li>• FMCW 訊號頻寬：123 MHz</li> <li>• 高度接收範圍：0-5000 ft</li> <li>• 操作高度：17000ft</li> </ul>	A321:2 B747:3
		A330-300	Thales ERT-540	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 中心頻率：4300 MHz</li> <li>• 最大發射功率：&gt;50 mW</li> <li>• 調變方式：FMCW</li> <li>• FMCW 訊號頻寬：&gt;100 MHz</li> <li>• 高度接收範圍：0-5000 ft</li> <li>• 操作高度：0-5000 ft</li> </ul>	2
		B737- 800、 B777- 300ER	Thales ERT-550	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 中心頻率：4300 MHz</li> <li>• 最大發射功率：70 mW</li> <li>• 調變方式：FMCW</li> <li>• FMCW 訊號頻寬：123 MHz</li> <li>• 高度接收範圍：-20 to +5000 ft</li> <li>• 操作高度：-20 to +5000 ft</li> </ul>	B737:2 B777:3
		A350	Collins LRA-2100	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 中心頻率：4300 ±10 MHz</li> <li>• 最大發射功率：400 mW</li> <li>• 調變方式：FMCW</li> <li>• FMCW 訊號頻寬：90 to 140MHz</li> <li>• 高度接收範圍：-20 ft to 5700 ft</li> <li>• 操作高度：-20 to 2500 ft</li> </ul>	3
	長榮航空	B777、 A330、 A321	Collins LRA-900	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 中心頻率：4300±15 MHz</li> <li>• 最大發射功率：450 mW~ 600 mW</li> <li>• 調變方式：FMCW</li> <li>• FMCW 訊號頻寬：100 MHz</li> <li>• 高度接收範圍：-15 to +5500 ft</li> <li>• 操作高度：15 to +5500 ft</li> </ul>	777:3 A330:3 A321:3

類別	航商	適用機型	製造商 /型號	規格特性	裝機數量
		B787	Honeywell ALA-52B	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 中心頻率：4235 to 4365 MHz</li> <li>• 最大發射功率：+26 dBm</li> <li>• 調變方式：FMCW</li> <li>• FMCW 訊號頻寬：100 MHz</li> <li>• 高度接收範圍：-20 to 5000 ft</li> <li>• 操作高度：-20 to 5000 ft</li> </ul>	2
	德安 航空	BK117 B- 2	Bendix King KRA-10A	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 中心頻率：4300±15 MHz</li> <li>• 最大發射功率：15 mW</li> <li>• 調變方式：FMCW</li> <li>• FMCW 訊號頻寬：100 MHz</li> <li>• 高度接收範圍：20 ~2,500 ft</li> <li>• 操作高度：17000 ft</li> </ul>	1
		DHC-6- 400	Honeywell KRA- 405B	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 中心頻率：4300±15 MHz</li> <li>• 最大發射功率：160 mW</li> <li>• 調變方式：FMCW</li> <li>• FMCW 訊號頻寬：100 MHz</li> <li>• 高度接收範圍：0 ~2500 ft</li> <li>• 操作高度：55000 ft</li> </ul>	1
	華信 航空	ERJ 190	Honeywell KRA- 405B	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 中心頻率：4300±15 MHz</li> <li>• 最大發射功率：160 mW</li> <li>• 調變方式：FMCW</li> <li>• FMCW 訊號頻寬：100 MHz</li> <li>• 高度接收範圍：0 ~2500 ft</li> <li>• 操作高度：55000 ft</li> </ul>	1
		ATR 72	Thales ERT-550	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 中心頻率：4300 MHz</li> <li>• 最大發射功率：70 mW</li> <li>• 調變方式：FMCW</li> <li>• FMCW 訊號頻寬：123 MHz</li> <li>• 高度接收範圍：-20 to +5000 ft</li> <li>• 操作高度：-20 to +5000 ft</li> </ul>	1
	臺灣 虎航	A320- 232、	Thales ERT-530	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 中心頻率：4300 MHz</li> <li>• 最大發射功率：&gt;50 mW</li> <li>• 調變方式：FMCW</li> </ul>	A320- 232:2

類別	航商	適用機型	製造商 /型號	規格特性	裝機數量
		A320-271N		<ul style="list-style-type: none"> <li>FMCW 訊號頻寬：123 MHz</li> <li>高度接收範圍：0-5000 ft</li> <li>操作高度：17000 ft</li> </ul>	A320-271N:2
	立榮航空	A321	Collins LRA-900	<ul style="list-style-type: none"> <li>中心頻率：4300±15 MHz</li> <li>最大發射功率：450 mW~ 600 mW</li> <li>調變方式：FMCW</li> <li>FMCW 訊號頻寬：100 MHz</li> <li>高度接收範圍：-15 to +5500 ft</li> <li>操作高度：15 to +5500 ft</li> </ul>	3
		ATR72	Thales ERT-550	<ul style="list-style-type: none"> <li>中心頻率：4300 MHz</li> <li>最大發射功率：70 mW</li> <li>調變方式：FMCW</li> <li>FMCW 訊號頻寬：123 MHz</li> <li>高度接收範圍：-20 to +5000 ft</li> <li>操作高度：-20 to +5000 ft</li> </ul>	1
	星宇航空	A321	Thales ERT-530	<ul style="list-style-type: none"> <li>中心頻率：4300 MHz</li> <li>最大發射功率：&gt;50 mW</li> <li>調變方式：FMCW</li> <li>FMCW 訊號頻寬：123 MHz</li> <li>高度接收範圍：0-5000 ft</li> <li>操作高度：17000 ft</li> </ul>	2
		A330	Thales ERT-540	<ul style="list-style-type: none"> <li>中心頻率：4300 MHz</li> <li>最大發射功率：&gt;50 mW</li> <li>調變方式：FMCW</li> <li>FMCW 訊號頻寬：&gt;100 MHz</li> <li>高度接收範圍：0-5000 ft</li> <li>操作高度：0-5000 ft</li> </ul>	2

資料來源：本計畫整理



表 3-19、我國籍普通航空業機型與飛航雷達高度計使用現況

類別	航商	適用機型	製造商/型號	規格特性	裝機數量
普通航空業	華捷商務航空	Gulfstream GV-SP (G550)	Honeywell KRA-405B	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 中心頻率：4300±15 MHz</li> <li>• 最大發射功率：160 mW</li> <li>• 調變方式：FMCW</li> <li>• FMCW 訊號頻寬：196 MHz</li> <li>• 高度接收範圍：-5 to 2500 ft.</li> <li>• 操作高度：55000 ft</li> </ul>	2
		Gulfstream GV-SP (G550), GVI (G650)	Honeywell RT-300	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 中心頻率：4300±15 MHz</li> <li>• 最大發射功率：5 W</li> <li>• 調變方式：Pulsed</li> <li>• 高度接收範圍：0 to 2500 ft.</li> <li>• 操作高度：55000 ft</li> </ul>	GV-SP (G550):2 GVI(G650):2
	漢翔航空	Astra SPX	Collins ALT-55B	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 中心頻率：4300±15 MHz</li> <li>• 最大發射功率：450 mW~600 mW</li> <li>• 調變方式：FMCW</li> <li>• FMCW 訊號頻寬：100 MHz</li> <li>• 高度接收範圍：-20 to +2500 ft</li> <li>• 操作高度：Up to+5500 ft</li> </ul>	1
	凌天航空	AW169	Collins ALT4000	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 中心頻率：4300±15 MHz</li> <li>• 最大發射功率：350 mW</li> <li>• 調變方式：FMCW</li> <li>• FMCW 訊號頻寬：100 MHz</li> <li>• 高度接收範圍：500-2500 ft</li> <li>• 操作高度：0-55000 ft</li> </ul>	2
	飛特立航空	G650ER / EMB505	Honeywell KRA-405B	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 中心頻率：4300±15 MHz</li> <li>• 最大發射功率：160 mW</li> <li>• 調變方式：FMCW</li> <li>• FMCW 訊號頻寬：100 MHz</li> <li>• 高度接收範圍：-5 to 2500 ft.</li> <li>• 操作高度：55000 ft</li> </ul>	G650E R:2 EMB505:1
		Hawker 400XP	Collins ALT-55B	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 中心頻率：4300±15 MHz</li> <li>• 最大發射功率：350 mW</li> </ul>	1

類別	航商	適用機型	製造商/型號	規格特性	裝機數量
				<ul style="list-style-type: none"> <li>調變方式：FMCW</li> <li>FMCW 訊號頻寬：100~105 MHz</li> <li>高度接收範圍：0 to 2500 ft.</li> <li>操作高度：55000 ft</li> </ul>	
		BD-700 / King Air 360ER	Collins ALT4000	<ul style="list-style-type: none"> <li>中心頻率：4300±15 MHz</li> <li>最大發射功率：1000 mW</li> <li>調變方式：FMCW</li> <li>FMCW 訊號頻寬：49~51MHz</li> <li>高度接收範圍：500-2500 ft</li> <li>操作高度：0-55000 ft</li> </ul>	BD-700:1 King Air 360ER: 2
	大鵬航空 (更名自強航空)	Britten Norman BN2B-20	Honeywell KRA-405	<ul style="list-style-type: none"> <li>中心頻率：4300±15 MHz</li> <li>最大發射功率：150 mW</li> <li>調變方式：FMCW</li> <li>FMCW 訊號頻寬：196 MHz</li> <li>高度接收範圍：-20-2000 ft</li> <li>操作高度：0-55000 ft</li> </ul>	1
	安捷飛航訓練中心	Diamond DA40/DA 42	GDC74A	<ul style="list-style-type: none"> <li>傳統大氣靜壓管高度計</li> </ul>	1
		其他	群鷹翔國土資源航空(循天航空)：無飛機機組 亞洲航空：維修業務，無飛機機組。 前進航空、騰達航空、灣捷航空(3家)：停業中。		

資料來源：本計畫整理

本計畫研析交通部民用航空局（簡稱民航局，Civil Aeronautics Administration, CAA）我國機場相關資訊，掌握國內民航機著陸滑降角度約為3度，估算50英呎、100英呎、500英呎、2,000英呎其距離著陸點的地面水平距離如圖3-15所示。

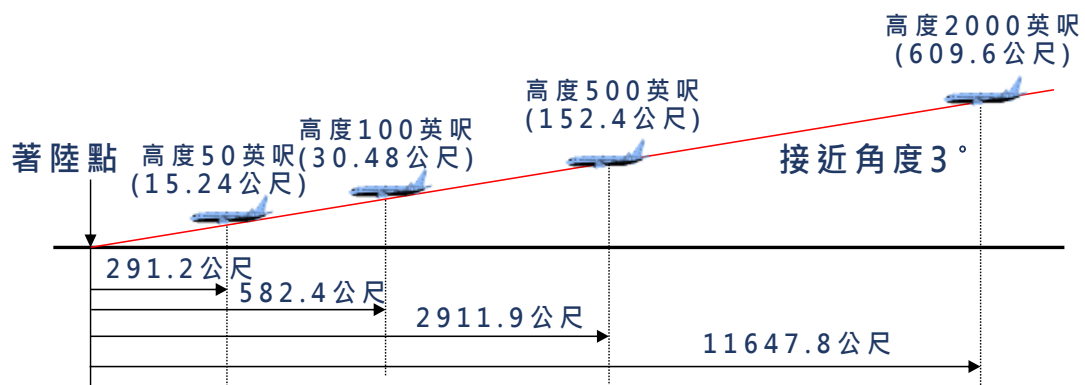


圖 3-15、我國民航航機到達著陸點水平距離

資料來源：本計畫整理

為確保本計畫飛航雷達高度計實證量測成果符合國內環境需求，本計畫盤點我國籍航商及飛航雷達高度計，由於 ERT-530、ERT-540、ERT-550 等 3 型號飛航雷達高度計為多數國籍飛航器使用，且為本計畫竭盡所能獲得之測試標的設備資源。再者，由於飛航雷達高度計安裝於飛機使用必須依據民航法通過適航認證，且在我國屬於射頻管制器材，設備需依據專用電信網路設置使用管理辦法方得進口，鑒於前述理由本計畫接洽航空公司或飛航雷達高度計代理商，皆因上述原因無法獲租借得設備供本計畫進行測試。經本計畫委託機關數位部協助發函民航局請求航空公司協商得以租借合格之飛航雷達高度計及利用中華航空所屬實驗室環境執行後續飛航雷達高度計所需之護衛頻帶(Guard Band, GB)及保護距離(Guard Zone, GZ)進行科學化 5G 與飛航雷達高度計之干擾量測評估。

#### 第四節 小結

目前我國 C 頻段(3610-4200 MHz)既有使用者，有 4 家衛星固定通信業務、64 家衛星廣播暨有線電視業務與 163 家衛星頻道供應或下鏈接收業務使用等 3 類業者提供 FSS 傳輸電視節目與資料服務；中

視及中華電信等 2 公司使用 C 頻段進行點對點微波通訊。

截至民國 111 年第三季，C 頻段 10 顆衛星接收頻道合計為 138 個，Ku 頻段 3 顆衛星接收頻道合計為 227 個，惟頻道接收數量及頻段位置並非固定，而將會因應客戶需求性轉換和衛星公司營運狀況及衛星運作情形而有所因應調。我國目前涵蓋且落地之 C 頻段 FSS 衛星共計有 16 顆，C 頻段 FSS 使用業者及衛星接收天線設置區域，超過 85% 位在中北部地區，次為南部地區。

我國籍飛航雷達高度計主要以 Thales(ERT530/540/550 型號)、Honeywell(ALA、KRA 及 RT 等型號)、Collins(LRA 及 ALT 型號)等國際製造大廠為主要設備供應廠商，其中 Honeywell ALA-52B 型及 Collins ALT4000 型、LRA-2100 型等 3 款新型飛航雷達高度計，經諮詢原廠已提報航管機關及合作航商說明已具備抗干擾能力，無須改裝。飛航雷達高度計設備現況以 FMCW 調變居多，Pulsed 調變則已逐漸汰換，目前僅盤點得普通航空業 1 款 Honeywell RT-300 搭載 Gulfstream 機型使用。

研析交通部民用航空局（簡稱民航局，Civil Aeronautics Administration, CAA）我國機場相關資訊，掌握國內民航航機著陸滑降角度約為 3 度，估算 50 英尺、100 英尺、500 英尺、2,000 英尺其距離著陸點的地面水平距離分別約為 291.2 公尺，582.4 公尺，2911.9 公尺，11647.8 公尺。

## 第肆章 研析並提出我國剩餘 C 頻段之頻譜整備建議

### 第一節 研析符合我國發展之頻譜整備策略

#### 一、頻譜整備現況說明

國際間主要國家對於 5G 頻譜之釋照，無不考量受矚目的 C 頻段，包括 n77 之 3.3-4.2 GHz 及 n78 之 3.3-3.8 GHz。我國首波 5G 頻譜競標於西元 2020 年 2 月 21 日落幕，其中熱門頻段 3.5 GHz 標金達到 1,364.33 億元。總計賣出 270 MHz 頻寬，由 4 家電信業者得標。中華電信標下 90 MHz、遠傳電信 80 MHz、台灣大哥大 60 MHz、台灣之星 40 MHz。本次競標競爭激烈之原因，在於各業者對於取得 3.5 GHz 頻段有相當高的需求，而且政府只釋出 270 MHz 頻寬，造成需求大於供給之情形。本次釋照，共有 5 家電信業者參與投標，每家業者對 5G 頻寬需求都有相當高的期待。特別是中華、遠傳、台灣大因其用戶數多，會需要較大頻寬以提供 5G 服務。

由於 C 頻段 3.4-4.2 GHz，在國際上已被廣泛使用於衛星固定通信業務（FSS）之下鏈通訊。因此為保障合法既有使用者的使用權之原則下，要規劃給 5G 服務使用時，通常會採取一些因應措施。例如，保留部分 C-band 頻譜給既有 FSS 服務，並規劃適當護衛頻帶（GB）。以美國為例，美國於西元 2021 年 7 月完成 C-band 頻段釋照作業，保留 4.0-4.2 GHz 共 200 MHz 頻寬供 FSS 使用，並且設定護衛頻帶（GB）為 20 MHz，如圖 4-1 所示<sup>76</sup>。

我國剩餘 3.61-4.2 GHz 頻段，尚存在衛星固定通信業務（FSS）及點對點微波業務等既有使用者。以我國唯一擁有自主權之中新二號衛星（以下簡稱 ST-2）地球同步衛星為例，ST-2 衛星使用頻段包含

<sup>76</sup> FCC (2021), Auction 107: 3.7 GHz Service

Extended C-band 及 Ku Band，其中 Extended C-band 使用 3528-3700 MHz（太空對地球，下鏈）/ 6553-6725 MHz（地球對太空，上鏈）。因首波釋照，中華電信已關閉 3532-3568 MHz 及 3573-3609 MHz 兩個轉頻器，而 3614-3700 MHz 仍為 FSS 繼續使用。

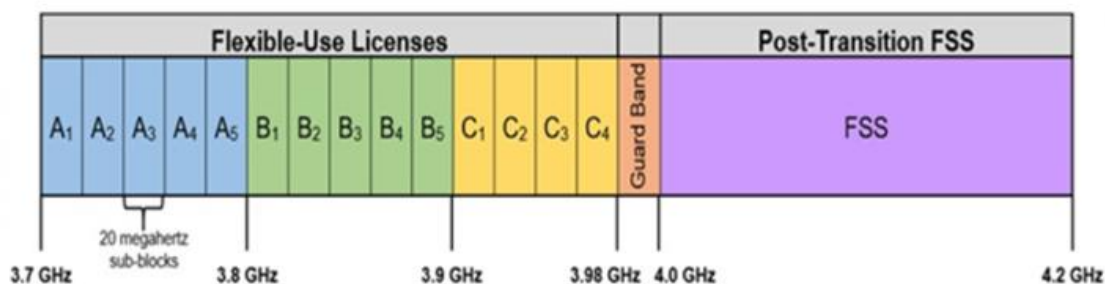


圖 4-1、美國 3.7 GHz 頻段規劃

資料來源：FCC. (2021). Auction 107: 3.7 GHz Service Fact sheet.

不同於其他國家，我國並不是國際電信聯盟 ITU 之會員國。因此，無法正式取得衛星通信下鏈所需之軌道及頻譜，即從太空電臺（Space Station）發射訊號到地球電臺（Earth Station）之通信鏈路。換句話說，從衛星發射之頻率，我國並無權責管理。然而，在管轄範圍之領土內，我國仍擁有完整的管轄權，可將衛星下鏈之頻譜規劃為地面通信業務使用。例如，將上述頻譜規劃為點對點微波通信，即為一例。圖 4-2 為衛星傳輸訊號傳輸架構，由衛星發射訊號至地面稱之為下鏈傳輸，反之稱為上鏈。

首波 5G 釋照時，為處理 5G 與衛星通信業務及地面點對點微波通信系統間存在的干擾問題，通傳會於 108-110 年度補助本中心進行 3.4-3.6 GHz 頻段間衛星業務與 5G 行動業務干擾量測與頻率和諧共存研究，如圖 4-3 所示。該研究規劃 3300-3570 MHz 供 5G 頻譜使用，並設置頻寬為 40 MHz 之護衛頻帶（3570-3610 MHz），以及針對既有衛星業務使用與固定通信點對點微波鏈路加裝改善措施抑制干擾，如帶通濾波器等。

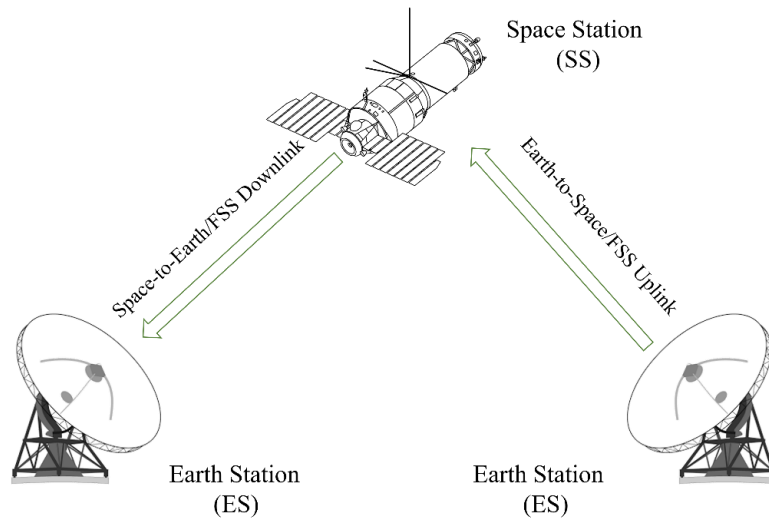


圖 4-2、衛星傳輸訊號傳輸架構

資料來源：本計畫整理

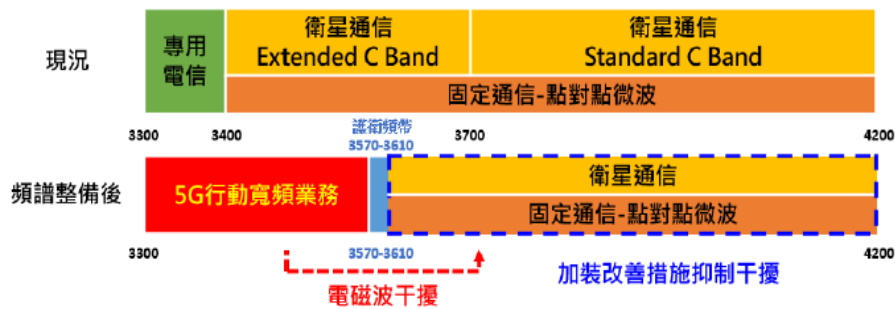


圖 4-3、我國首波 5G 釋照頻譜整備圖

資料來源：NCC，「5G 釋照作業規劃及頻譜整備改善措施計畫」<sup>77</sup>

對於各產業應用以及用戶對行動通信日益漸增的需求，顯然目前所拍賣的 270 MHz 頻寬是不足的。行政院在第 3679 次會議中，規劃於西元 2023 年釋出第二波 5G 頻譜，但目前尚未公布確定的頻段。在此值得一提的是，美國在 3.7-4.2 GHz 也有 FSS 業務。但為了釋出頻譜供 5G 使用，美國 FCC 引導 FSS 業者，將其業務轉移至 4.0-4.2 GHz 或更高頻之 Ku-band。由頻譜釋出結果可知，美國在 3.4-4.2 GHz

<sup>77</sup>國家通訊傳播委員會（2021）《5G 釋照作業規劃及頻譜整備改善措施計畫》，頁 11

頻譜中，只保留 200 MHz 約 25% 頻譜供 FSS 使用。此案例對於欲釋出更多頻譜供 5G 使用之國家，具有相當高參考價值。此外，美國 FCC 於 2015 年，為開放民用寬頻無線電服務（Citizens Broadband Radio Service, CBRS），針對 3.35-3.7 GHz，採用 3 層式之頻譜監管架構，如圖 4-4 所示，讓不同類型的應用可以共享頻譜，其頻段規劃如圖 4-5 所示<sup>78</sup>。

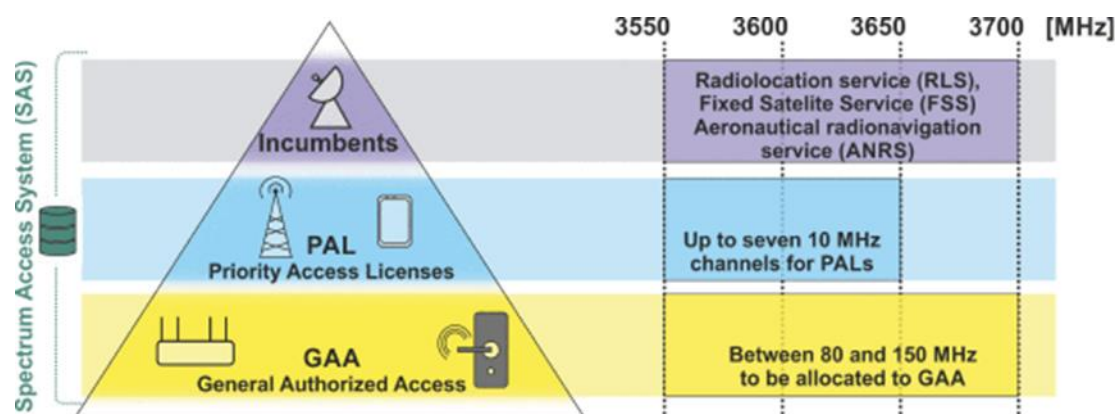


圖 4 - 4、美國三層式 CBRS 頻譜共享架構

資料來源：FCC. (2020). Auction 105: 3.5 GHz Band

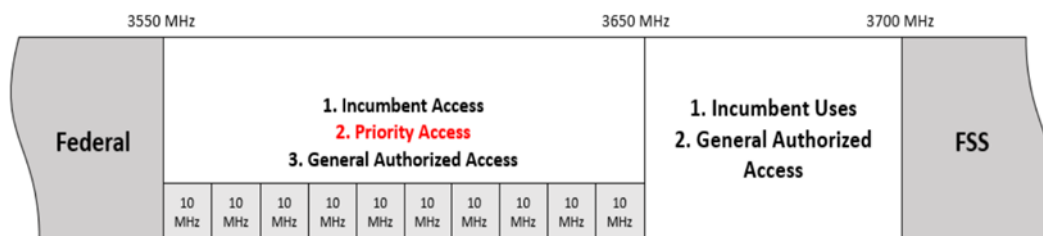


圖 4 - 5、美國 CBRS 頻段規劃

資料來源：FCC. (2020). Auction 105: 3.5 GHz Band.

美國第三次的 5G 頻譜拍賣，拍賣頻段為 3.7-3.98 GHz，總頻寬為 280 MHz，拍賣標金高達新台幣 2.25 兆元<sup>1</sup>。我國未來也可能會針對目前剩餘的 C 頻帶頻譜進行釋照作業。基於美國拍賣的情況以及

<sup>78</sup> FCC (2020), Auction 105: 3.5 GHz Band

龐大的標金結果，本計畫希冀能提出適合我國 5G 頻譜釋出方案與情境，為國家整體的經濟發展創造最大的利益。

## 二、我國未來 5G 頻譜釋照候選頻段

依據交通部頻譜供應資料<sup>79</sup>顯示，我國 5G 頻譜未來釋出候選頻段如表 4-1 所示。通傳會於 110 年 4 月 13 日公布「行動寬頻專用電信網路（4.8-4.9 GHz）政策諮詢文件」，規劃 4.8-4.9 GHz 將供企業專網使用<sup>80</sup>。目前，行動寬頻通信業候選頻段包含 632-652 MHz、678-698 MHz、2300-2390 MHz、3700-4200 MHz、4700-4800 MHz、4900-5000 MHz、24250-27000 MHz、37-40 GHz 等。

如表 4-1 分別說明，我國各頻段目前使用狀況以及未來可能的發展，表中所述的優先順序分為短、中、長期，定義如下：

1. 短期規劃：已建立國際標準規格、設備已取得或預計可取得，且使用需求明確，將於三年內釋出或政府已展開相關整備規劃工作之頻段；
2. 中期規劃：政府將於三年內展開相關頻譜整備工作（例如：技術規格定義、與既有使用者之協調與定義清移頻方案等）之頻段；
3. 長期規劃：根據目前掌握之國際發展趨勢、設備可取得性或國內實際需求尚未明確將持續追蹤觀察並納為候選尚不會進行相關頻譜整備工作或釋出規劃之頻段。

雖然 3700-4200 MHz 列為 5G 候選頻段係屬長期規劃，但由於此頻段具有充足且成熟的行動通訊設備生態體系支援等優點，已為許多

<sup>79</sup>交通部(2022)《無線電頻率供應計劃》

<sup>80</sup>國家通訊傳播委員會 (2021) 行動寬頻專用電信網路（4.8-4.9GHz）政策諮詢文件。

Retrieved from [https://www.ncc.gov.tw/chinese/files/21041/54\\_45934\\_210413\\_1.pdf](https://www.ncc.gov.tw/chinese/files/21041/54_45934_210413_1.pdf)

國家持續檢討、並進一步規劃為 5G 頻譜。例如美國於 110 年度間完成 3.7-3.98 GHz 頻段釋照作業，即是一例。

表 4-1、我國 5G 候選頻段

行動通訊			
頻段 (MHz)	使用現況	未來規劃	優先順序
632-652 678-698	無	視國際發展及國內使用需求再作評估規劃。	長
2300-2390	無	視國際發展及國內使用需求再作評估規劃。	長
3700-4200	供衛星電視廣播使用	視與既有使用者達成共識，並待清(移)頻作業完成或得以和諧共用再評估規劃供行動寬頻使用。	長
4700-4800 4900-5000	供公部門中繼微波系統使用	與既有使用者進行協商，進行清移頻規劃。	短/中
24250-27000	無	視國際發展及國內使用需求再作評估規劃。	長
37000-40000	無	視國際發展及國內使用需求再作評估規劃。	中
衛星通信			
3610-3700	供中新二號衛星使用	視衛星頻道執照屆期或與既有使用者達成共識，並待清(移)頻作業完成再評估規劃供行動寬頻使用。	長
3610-4200	供衛星電視廣播使用	視與既有使用者達成共識，並待清(移)頻作業完成或得以和諧共用再評估規劃供行動寬頻使用。	長

資料來源：交通部(2022)，無線電頻率供應計畫<sup>46</sup>，本計畫整理

### 三、中新二號衛星(ST-2)使用之頻譜與業務

中新二號衛星是由中華電信與新加坡電信合資 3.5 億美元興建，包括衛星製造、發射、保險及後續維護費用在內，共同擁有主控權。中華電信持有 38% 股權，新加坡電信持有 62% 股權，按照持股比率分配頻道數。ST-2 發射日期為民國 100 年，使用執照至民國 118 年，此

為我國第二顆以通信用途為主的商業衛星。ST-2 包含 5 顆使用 36 MHz 頻寬之 C-band 轉頻器、6 顆使用 54 MHz 頻寬之 Ku-band 轉頻器、3 顆使用 72 MHz 頻寬之 Ku-band 轉頻器。ST-2 所使用的 C-band 頻譜如圖 4-6 所示<sup>81</sup>，原使用 3528-3700 MHz 作下鏈通訊。因 5G 首波釋照，關閉 3532-3568 MHz 與 3573-3609 MHz 兩個轉頻器。

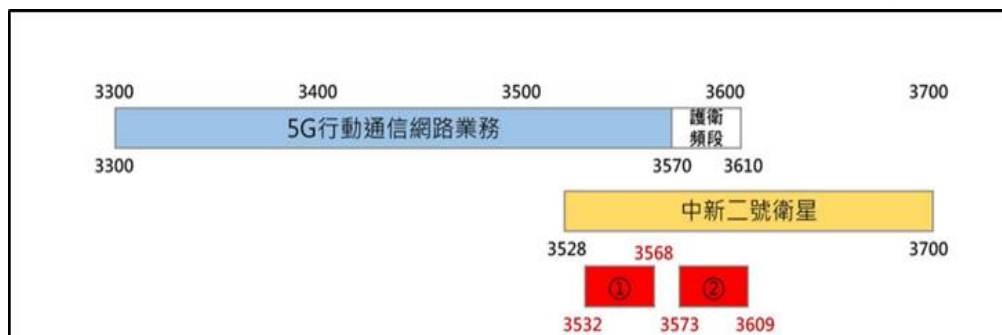


圖 4 - 6、ST-2 衛星使用之頻譜

資料來源：台灣經濟研究院（2020）《因應政策調整或停用無線電頻率所涉補償費用之鑑價評估委託研究》

中華電信 ST-2 所使用之衛星轉頻器為衛星搭載的通信設備，用以接收地面站發射的上鏈訊號轉換成下鏈頻率，並經功率放大後向地面發射。此衛星服務項目包含轉頻器頻寬出租、廣播、電信、臨時租用、影像遠端監測，海事通信等，如表 4-2 所示<sup>82</sup>。

表 4-2、中華電信 ST-2 服務項目與概述

服務項目	概述
衛星轉頻器頻寬出租	提供 C/Ku 頻段轉頻器支持電視節目轉播、電信、內容分發，企業專用網和寬頻應用。
廣播	<ul style="list-style-type: none"> <li>高畫質／標準畫質電視節目中繼及播控</li> <li>廣播節目中繼服務</li> </ul>

<sup>81</sup>台灣經濟研究院(2020)，《因應政策調整或停用無線電頻率所涉補償費用之鑑價評估委託研究》，頁 173。

<sup>82</sup>中華電信（2016），中華電信衛星業務型錄中文版，

<https://drive.google.com/file/d/1X4WRTsO6WJczIF-SChu-RqSB1D3tJK8U/view>

服務項目	概述
	<ul style="list-style-type: none"> <li>國際、區域、全國廣播服務</li> </ul>
電信	<ul style="list-style-type: none"> <li>國際及國內衛星網路</li> <li>私有企業網路</li> <li>政府專用網路</li> <li>行動基地臺傳輸鏈路</li> <li>偏遠、離島地區通信</li> </ul>
臨時租用	<ul style="list-style-type: none"> <li>運動、新聞及突發事件</li> <li>緊急救災及災後復原</li> </ul>
影像遠端監測	<ul style="list-style-type: none"> <li>監視河床、輸油管、土石流、道路危坡及落石</li> <li>災難防範警告</li> </ul>
海事通信	<ul style="list-style-type: none"> <li>船舶語音及數據通信、船舶定位</li> <li>網際網路接取、電視節目接收、視訊會議</li> </ul>

資料來源：本計畫整理

ST-2 長期提供國內有線電視業者與衛星廣播業者租用，一旦停用，中華電信營運將會受到衝擊以及影響，其經濟損失可能包含提早結束合約所產生的設備成本無法回收、既有客戶流失，或需提供額外方案滿足現有使用者。若轉租 Ku-band 衛星轉頻器，則存在可能會因為氣候所干擾其物理特性，難以達成原先相同服務品質。截至目前為止，中華電信現正規劃與新加坡電信合作，共同投資發射 ST-X 衛星，以取代 ST-2 衛星，預計民國 115 年開始籌建。

#### 四、頻譜整備策略

目前國際上，針對國家發展所需，對無線電頻譜使用之調整或停用之因應措施，可以歸納成三種作法，分別是「和諧共用措施」、「移頻措施」以及「停用措施」。「和諧共用措施」(Massaro & Beltrán, 2020)<sup>83</sup>，為了解決無線系統間產生的干擾問題，透過升級現有系統、加裝

<sup>83</sup> Massaro, M., & Beltrán, F. (2020). Will 5G lead to more spectrum sharing? Discussing recent developments of the LSA and the CBRS spectrum sharing frameworks. *Telecommunications Policy*, 44(7), 101973.

濾波器、設置技術條件，並透過地理區隔等，使現有的頻譜使用者可以與新導入的無線系統和平共存。「移頻措施」(Rana, Prasad, Yoon, & Hwang, 2020)<sup>84</sup>，為將現有使用者之頻率範圍，調整為其他頻率使用範圍，除此之外，減少特定無線電系統的使用範圍亦屬之。「停用措施」，則規定現有使用者停止使用原指配之頻率，廢止該無線電的使用權。

一般而言，這三種方式中，最優先採用的是「和諧共用措施」。如果新的無線電系統無法與既有系統共存，則進一步考慮「移頻措施」的可行性。若「和諧共用措施」以及「移頻措施」皆不可行，最後才會考慮讓既有使用者採用「停用措施」，清出該頻段供新的無線電系統使用。

由於移頻與停用措施，會對既有業者造成損失，需要進行相關的補償。根據國情以及政策的不同，補償機制可分成兩種，分別是常設性、個案型兩種。常設性指當發生頻率調整或停用，涉及補償措施時，依循既定的制度與流程處理，並可根據一體適用的補償對象與計算公式實施，例如法國、日本以及韓國等，係採用此補償方式。而個案型則與之相反，根據每次個案情形彈性訂定補償措施，依個案適用方式處理，例如英國、愛爾蘭、美國 (Frieden, 2020)<sup>85</sup>以及香港等，皆用此補償方式。

## 第二節 研析 5G 基地臺對 4.2-4.4GHz 頻段飛航雷達高度計之影響

### 一、國際飛航雷達高度計頻譜配置現況

西元 2021 年 2 月份美國聯邦通訊傳播委員會 (FCC) 完成 5G 網

<sup>84</sup> Rana, M. S., Prasad, R., Yoon, H., & Hwang, J. (2020). Opportunity cost of spectrum for mobile communications: Evaluation of spectrum prices in Bangladesh. *Telecommunications Policy*, 44(3), 101925.

<sup>85</sup> Frieden, R. (2020). The evolving 5G case study in United States unilateral spectrum planning and policy. *Telecommunications Policy*, 44(9), 102011.

路布建許可之 3.7-3.98 GHz 頻段範圍拍賣，惟西元 2021 年 12 月非營利組織航空無線電技術委員會 (RTCA) 公布研究報告揭露 5G 網路若鄰近飛航雷達高度計使用頻段 (4.2-4.4GHz)，5G 基地臺訊號電波可能產生干擾飛航雷達高度計疑慮，由於兩者的頻率太過接近，引發兩者之間和諧共存與干擾疑慮。

現今國際間主要國家對於 5G 商用頻段劃定情形，包含英國使用 3.8-4.16GHz、歐盟使用 3.4-3.8 GHz、法國使用 3.6-3.8 GHz、南韓使用 3.42-3.7 GHz，我國則使用 3.3-3.57GHz，日本使用 3.4-4.1GHz 與 4.5-4.8GHz，美國使用 3.7-3.98 GHz，5G 與飛航雷達高度計頻譜共存如圖 4-7 所示。

New mobile allocations (primarily for 5G) being actively developed or considered:

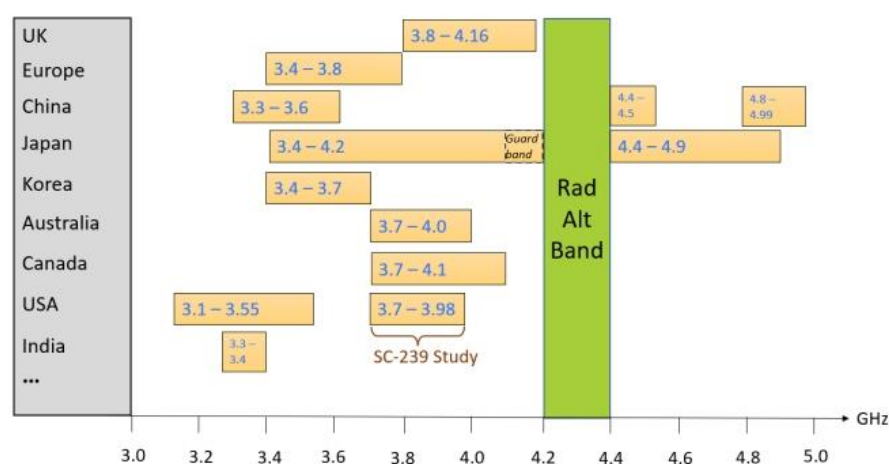


圖 4 - 7、國際 5G 與飛航雷達高度計頻譜配置

資料來源：RTCA

目前美國引發 5G 頻段影響飛航雷達高度計運作之疑慮，相較於其他國家並沒有出現類似問題，相較於美國使用距離飛機高度計 4.2-4.4 GHz 靠近的 3.7-3.98 GHz 頻段，日本則使用之 3.4-4.1GHz 與 4.5-4.8GHz 更明顯靠近飛航雷達高度計之頻段範圍，引發美國 5G 頻段影響飛航雷達高度計疑慮主要原因在於美國的 5G 中頻段基地臺發射功率限制 (EIRP) 相對較高因素引發影響疑慮，國際間主要國家商用 5G

中頻段基地臺發射功率限制（EIRP）比較說明，如表 4-3 所示。

表 4-3、各國商用 5G 中頻段基地臺發射功率限制(EIRP)

各國商用 5G 中頻段基地臺發射功率限制(EIRP)比較			
項次	國家	基地臺發射功率限制 (EIRP)	說明
1	美國	62.15 dBm/MHz	人口密度低於 100/平方英里地區放寬為 65.15 dBm/MHz，約為我國限制值 16 倍。
2	日本	48 dBm/MHz	
3	歐洲	61 dBm/MHz	
4	澳洲	56 dBm/MHz	
5	韓國	49 dBm/MHz	
6	我國	50.01 dBm/MHz	57 dBm/5MHz=50.01 dBm/MHz
基地臺發射功率限制值換算不同頻寬公式：基地臺發射功率限制值(xx dBm/MHz)+10 log(使用頻寬 MHz/1MHz)=允許最大發射功率 dBm/使用頻寬。 90MHz 核配(範例)：基地臺發射功率限制值(50.01 dBm/MHz)+10 log(90 MHz/1MHz)=69.55 dBm/90 MHz.			

資料來源：本計畫整理

## 二、飛航雷達高度計可能干擾議題

澳洲通訊及媒體管理局（ACMA）依據國際電信聯合會（ITU）於西元 2014 年發布第 M.2059 號文件（ITU-R M.2059-0）關於飛航雷達高度計技術與運作特性及保護標準建議，提出相關飛航雷達高度計之相容性研究報告<sup>86</sup>，其報告中顯示在三種干擾出現情形下可能會影響飛航雷達高度計之運作，三種可能干擾情形分別說明如下。

<sup>86</sup> Wireless broadband and radio altimeter compatibility study Spectrum planning paper, JULY 2020, ACMA

1. 接收機過載情形，此情形為當飛航雷達高度計接收機的帶外功率足夠大時，會發生飛航雷達高度計接收機飽和情形。對於此種干擾情形，如表 4-4 所示為 ITU-R M.2059-0 文件飛航雷達高度計射頻規範特性要求，可利用前端濾波器對飛航雷達高度計的帶外信號進行訊號功率抑制，使其減少干擾產生。

表 4-4、飛航雷達高度計的射頻特性表

Interference frequency (MHz)	RF filter attenuation (dB)
≤ 4 200	Attenuated at 24 dB per octave to a maximum of 40 dB
4 200	0
4 300	0
4 400	0
≥ 4 400	Attenuated at 24 dB per octave to a maximum of 40 dB

資料來源：ITU-R M.2059，本計畫整理

2. 接收器靈敏度降低情形，此情形為當基地臺或終端設備(UE)的帶外雜訊功率過大落入飛航雷達高度計接收器的中頻(IF)帶寬內形成干擾。為避免飛航雷達高度計偵測靈敏度降低，對於此干擾情形，建議限制航空器航道區附近之基地臺或終端設備(UE)的發射功率，並依據 ITU-R M.2059-0 中通用性之 I/N 保護標準-6dB 進行管制。
3. 錯誤高度報告情形，當飛航雷達高度計操作頻帶內雜訊大於-143 dBm/100 Hz 或發生過載時，干擾可能會導致飛航雷達高度計無法正常偵測高度而產生錯誤報告高度。
4. 干擾情形，飛航雷達高度計主要用來協助飛機自動降落，並檢測危險的風切之飛航設施，屬於飛航特殊管制載具設備。

由於國際主要電信規管機構對此相關干擾議題仍持續蒐集資訊與疑慮釐清中，再者由於我國 5G 頻段與飛航雷達高度計頻段不像美國接近，且我國能配合飛航雷達高度計干擾評估之適合航空機場場域，現階段較有困難，對此議題本計畫以持續蒐集並關注國際間主要國家之後續議題發展情形為主，再者以不影響飛安安全之條件下洽商合適之類機場場域進行量測分析，若實務上無法室外場域進行，則將會協商儀器商支援設備於實驗室內進行可能干擾測試。

參考美國商務部國家通訊與資訊管理單位 (National Telecommunications and Information Administration, NTIA) 的量測 5G NR 頻段空間發射功率對於飛航雷達高度計干擾分析之技術報告 TR-22-562<sup>87</sup>內提到實測 5G 基地臺發射天線場型，其主波束發射傾角朝下，而第一旁波束發射仰角朝上，如圖 4-8 所示。以及實測飛航雷達高度計天線場型在接收頻段 4.3 GHz 時，主接收波束為朝下接收，天線增益約為 7~13 dBi，典型為 10 dBi，其場型屬於寬波束的接收形式，一般接收 3 dB 半功率波束寬角度約為 $\pm 20\sim\pm 45$  度，更寬者甚至為 $\pm 50\sim\pm 60$  度，如圖 4-9 所示。在實測 3.7~4 GHz 的飛航雷達高度計天線場型，如圖 4-10 所示，則是在高頻 4 GHz 時，主波束朝下接收，而在低頻 3.7 GHz 時，則是朝兩側 45 度以內為接收最強，在 3.7~4 GHz 頻段天線最大增益比中心頻段 4.3 GHz 主波束天線最大增益約低於 5 dB 左右。

---

<sup>87</sup>Frank H. Sanders et. al., "Measurements of 5G New Radio Spectral and Spatial Power Emissions for Radar Altimeter Interference Analysis", U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE NTIA Report 22-562, October 2022

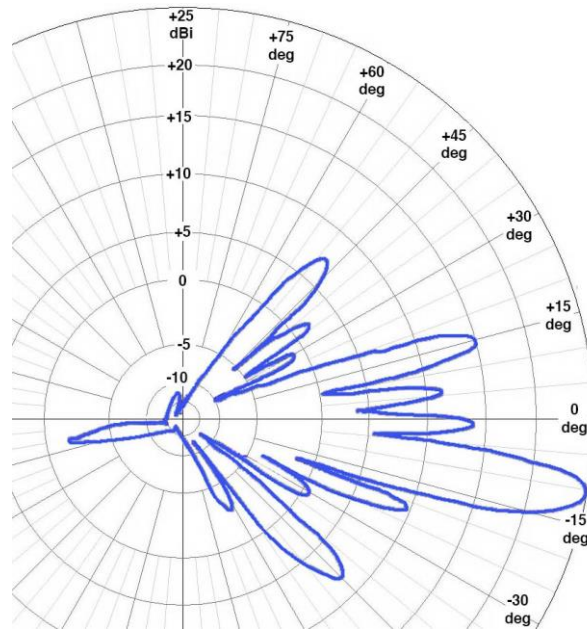


圖 4 - 8、5G 基地臺 MIMO 陣列天線場型圖

資料來源：美國 NITA 技術報告，本計畫整理

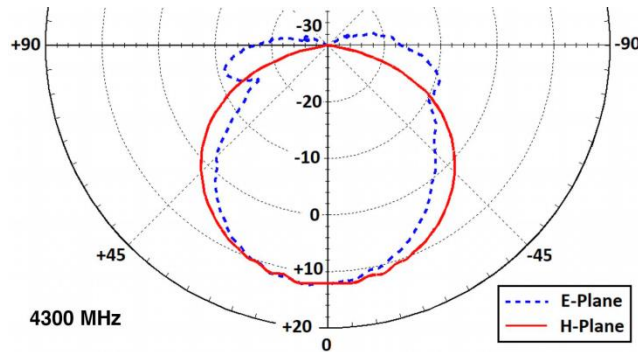


圖 4 - 9、4.3 GHz 飛航雷達高度計天線場型圖

資料來源：美國 NITA 技術報告，本計畫整理

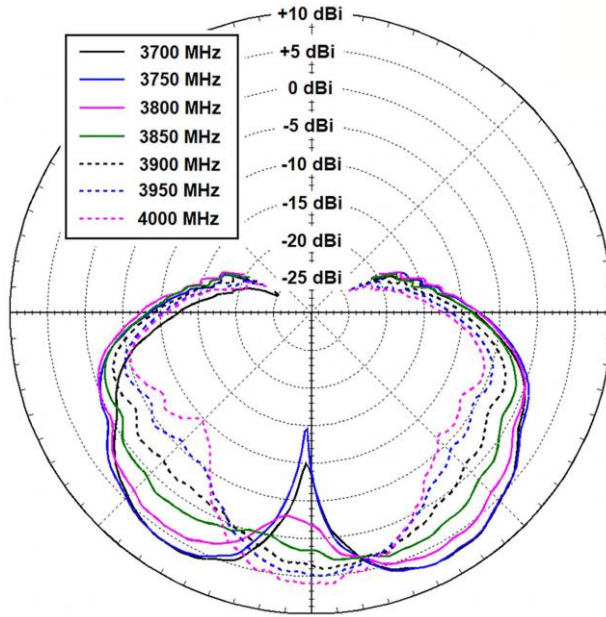


圖 4 - 10、3.7~4 GHz 飛航雷達高度計天線場型圖

資料來源：美國 NITA 技術報告，本計畫整理

考量目前實際基地臺使用情況，AAS 主動式天線發射傾角向下，主波束增益約為 25dBi，第一旁波束仰角 15 度，增益約為 15dBi。第一旁波束為最有可能干擾角度，干擾情境如圖 4-11 所示。

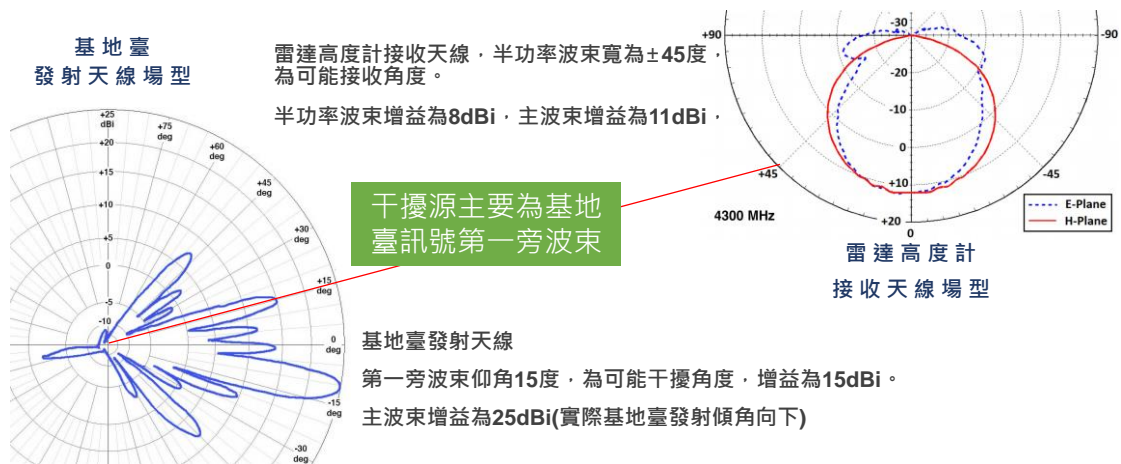


圖 4 - 11、5G 基地臺干擾情境示意圖

資料來源：本計畫整理

依據 NCC 行動通信基地臺射頻設備技術規範(IS ALL)中規定 5G 基地臺相鄰頻道洩漏功率比(Adjacent Channel Leakage Ratio, ACLR)限制值最大為-13 dBm/MHz，如表 4-5 所示，此部分將可能干擾飛航雷達高度計操作頻段而產生錯誤高度。

表 4-5、3 種類型基地臺 ACLR 限制值

基地臺類型	限制值
廣域範圍基地臺	-13 dBm/MHz
中程範圍基地臺	-25 dBm/MHz
區域範圍基地臺	-32 dBm/MHz

資料來源：本計畫整理

依據 NCC 公眾電信網路基地臺審驗技術規範中規定 5G 基地臺最大發射功率(5G 基地臺主波)EIRP 限制值為 57 dBm/5 MHz，此部分將可能造成飛航雷達高度計鄰頻干擾而產生接收機阻塞。本計畫將依據此規範進行 5G 基地臺帶外輻射干擾(干擾飛航雷達高度計操作頻段-產生錯誤高度)與 5G 基地臺主波干擾(飛航雷達高度計鄰頻干擾-產生接收機阻塞)之干擾研究。

### 三、飛航雷達高度計干擾實證量測

#### (一) 電波模型理論推估

傳輸介質或路徑的變化而引起接收訊號功率(Channel Power)隨時間變化衰落(Fading)現象，如圖 4-13 所示。在收發兩端通訊環境，衰落取決於大氣條件所造成的傳輸訊號影響；在移動環境下，傳輸路徑隨時間變化出現之地形地貌或障礙物，造成大規模衰落(Large Scale

Fading, LSF)和小規模衰落(Small Scale Fading, SSF)等兩種類型衰落現象；大規模衰落包括路徑損耗(Path loss)和陰影效果(Shadowing)；小規模衰落包含多路徑延遲擴展(Multipath Delay Spread, MDS)和都普勒擴展(Doppler Spread, DS)現象。

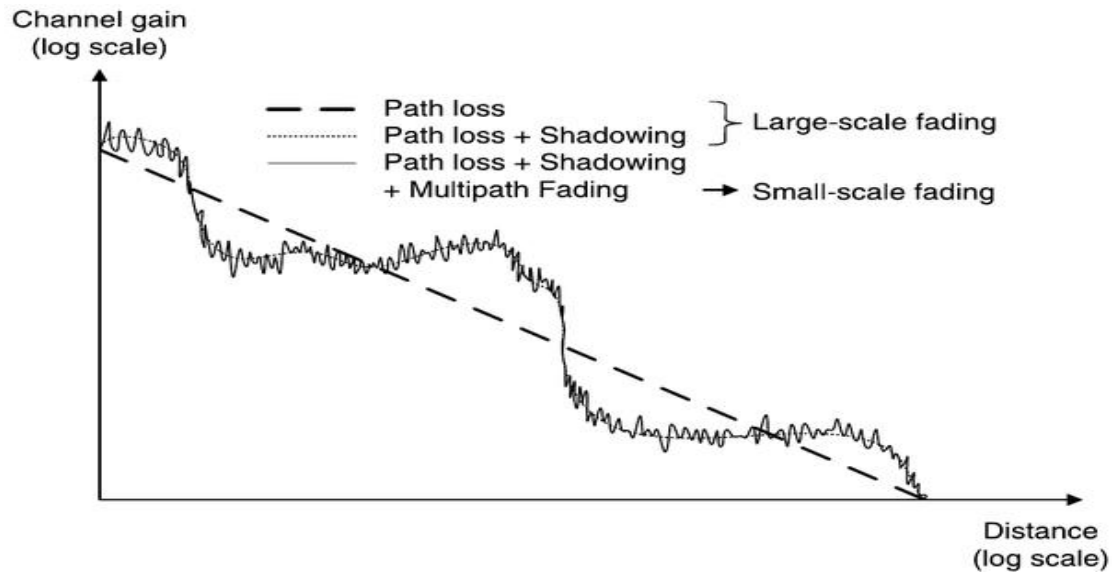


圖 4 - 12、衰落類型

資料來源：NCC 110 年 5G 垂直場域計畫專案

利用自由空間配合 LOS 直線傳播路徑無任何遮蔽傳播模型下，Friis 傳輸方程式<sup>88</sup>及自由空間路徑損失<sup>89</sup> (Free Space Path Loss, FSPL) 估算 5GNR 訊號造成干擾如下：

$$P_t + G_t - \text{FSPL} + G_r = P_r \dots \dots \dots (4-1)$$

$$\text{FSPL} = 20 \log_{10}(d) + 20 \log_{10}(f) + 92.45 \dots \dots \dots (4-2)$$

其中，

$P_t$  為發射訊號功率，單位為 dBm

$G_t$  為發射天線增益，單位為 dBi

<sup>88</sup> Friis Transmission Equation, “[https://en.wikipedia.org/wiki/Friis\\_transmission\\_equation](https://en.wikipedia.org/wiki/Friis_transmission_equation)”

<sup>89</sup> Free-space Path Loss, “[https://en.wikipedia.org/wiki/Free-space\\_path\\_loss](https://en.wikipedia.org/wiki/Free-space_path_loss)”

FSPL 為自由空間電波傳播損失，單位為 dB

$G_r$  為接收天線增益，單位為 dBi

$P_r$  為加上饋線損耗後，進入接收端接收訊號功率，單位為 dBm

$d$  為發射端天線與接收端天線直線距離，單位為公里 (km)

$f$  為工作頻率，單位為 GHz

若已知  $P_t$ 、 $G_t$ 、 $G_r$ 、 $P_r$ 、及  $f$ ，代入式(4-1)、(4-2)可得  $d$ ，即為發射端與接收端間保護距離。

依據我國 NCC 行動通信基地臺射頻設備技術規範(IS ALL)中規定 5G 基地臺 ACLR 限制值的訊號功率  $P_t = -13$  dBm，5G 基地臺發射天線增益  $G_t = 21$  dBi，訊號經自由空間損失後，在由飛航雷達高度計接收天線增益  $G_r = 10$  dBi，到達接收機之干擾門檻值為  $P_r = -103$  dBm/MHz(錯誤高度-143 dBm/100 Hz)，則換算出的保護距離  $d = 6.2$  公里。假設接收機產生錯誤高度之干擾門檻值為  $P_r = -83$  dBm/MHz，則換算出的保護距離  $d = 250$  公尺

依據 NCC 公眾電信網路基地臺審驗技術規範中規定 5G 基地臺最大發射功 (5G 基地臺主波) EIRP 限制值為 57 dBm/5 MHz = 50.01 dBm/ MHz = 70.01 dBm/100 MHz ( $EIRP = P_t + G_t$ )，訊號經自由空間損失後，在由飛航雷達高度計接收天線半功率波束增益  $G_r = 8$  dBi，假設到達接收機之接收機阻塞門檻值為  $P_r = -28$  dBm/Ch. Power，則換算出的保護距離  $d = 1,100$  公尺。

以上 5G 基地臺帶外輻射干擾與 5G 基地臺主波干擾皆用單一基地臺站臺計算，如考慮干擾範圍內有 4 站基地臺，則保護距離增加一倍，5G 基地臺帶外輻射干擾由原本估算的 250 公尺變成 500 公尺，而 5G 基地臺主波干擾保護距離從 1,110 公尺增加為 2,220 公尺。

## (二) 實驗架構與配置

為確保本計畫飛航雷達高度計實證量測成果符合國內環境需求，本計畫以我國航空公司主要使用機種之飛航雷達高度計且為可掌握合作設備資源，如 Thales ERT-530、ERT-540 與 ERT-550 等型號飛航雷達高度計為測試標的，如表 4-6 所示。由於飛航雷達高度計安全飛行的重要裝備，設備安裝於飛機使用必須依據民航法通過適航認證，且在我國屬於射頻管制器材，設備需依據專用電信網路設置使用管理辦法方得進口，鑒於前述理由本計畫接洽航空公司或飛航雷達高度計代理，皆得獲無法租借其設備供本計畫進行測試之情形，故本計畫尋求委託單位協助發函民航局請求航空公司租借合格之飛航雷達高度計作為測試標的，測試結束後本計畫將負責測試用飛航雷達高度計恢復適航資格認證費用。

表 4-6、我國籍飛航雷達高度計使用狀況統計

機型	製造商	型號	使用數量/架
Airbus A321NEO	Thales	ERT-530	2
Airbus A330-300	Thales	ERT-540	2
Airbus A330NEO	Thales	ERT-540	2
Airbus A320CEO/NEO	Thales	ERT-530	2
Boeing B737-800	Thales	ERT-550	2
Boeing B747-400	Thales	ERT-530	3
Boeing B777-300ER	Thales	ERT-550	3
ATR 72	Thales	ERT-550	1
B787	Honeywell	ALA-52B	2
ERJ 190	Honeywell	KRA-405B	1
DHC-6-400	Honeywell	KRA-405B	1
Gulfstream GV-SP(G550)	Honeywell	KRA-405B	2
Gulfstream GV-SP(G550)	Honeywell	RT-300	2
Gulfstream GVI(G650)	Honeywell	RT-300	2







機型	製造商	型號	使用數量/架
Embraer EMB-505	Honeywell	KRA-405B	1
Airbus A321	Collins	LRA-900	3
B777	Collins	LRA-900	3
A330	Collins	LRA-900	3
Airbus A350	Collins	LRA-2100	3
King Air 360ER	Collins	ALT-4000	2
AW169	Collins	ALT-4000	2
Hawker 400XP	Collins	ALT-55B	1
Astra SPX	Collins	ALT-55B	1
Bombardier BD-700	Collins	ALT-4000	2
BK117 B-2	Bendix King	KRA-10A	1

資料來源：民航局，本計畫整理

本計畫將依據國際間研究 5G 中頻段基地臺可能造成飛航雷達高度計接收機過載、接收器靈敏度降低與錯誤高度報告等干擾情形，進一步於中華航空公司修護工廠進行實測，中華航空公司修護工廠通過交通部民用航空局(CAA)、美國聯邦航空總署(FAA)、歐盟航空安全總署(European Union Aviation Safety Agency, EASA)、中國民用航空總局(Civil Aviation Administration of China, CAAC)等 11 個民航機關的國際認證及國際民航機關稽核，並獲得法國標準協會(Association Française de Normalisation, AFNOR)「AS9110 認證」，具有包含衛星通信、無線電導航、雷達、高度表等裝置附件完整維護測試設備且符合認證標準的檢測環境。

本計畫於中華航空公司之修護工廠進行干擾實驗驗證，此次測試的飛航雷達高度計 Thales ERT-530、ERT-540 與 ERT-550，其飛航時搭配使用的天線為 Sensor System 公司所製造，其外觀圖片與天線規格如表 4-7 所示。

表 4-7、飛航雷達高度計與天線相關資料表

飛航雷達高度計型號	ERT-530		ERT-540		ERT-550	
外觀圖片						
發射功率	50~150mW		50~150mW		50~150mW	
天線型號	S67-2002-18		ANT-140A		S67-2002-28	
天線圖片						
天線規格	收發頻率	4.2~4.4 GHz	收發頻率	4.2~4.4 GHz	收發頻率	4.2~4.4 GHz
	天線增益	9.5 dBi	天線增益	≥7 dBi	天線增益	9.5 dBi
	半功率波束寬	±40~±45 度	半功率波束寬	±50~±60 度	半功率波束寬	±40~±45 度

資料來源：THALES，中華航空，本計畫整理

實測的絕對精準度指定在 RTCA DO-155“機載低距離飛航雷達高度計的最低性能標準”以及 EUROCAE ED30 規範中，規定在海拔低

於 46 公尺 (150 英尺)，測量精準度在 0.9 公尺 (3 英尺) 以內。ARINC 707 要求測量精準度，根據 RTCA DO-155 測量時，在整個指示高度範圍內-6.1 至 762 米 (-20 至 2500 英尺)，精準度在 0.45 米 (1.5 英尺) 或 2% 以內，以較大者為準。

綜整上述，本計畫所量測飛航雷達高度計之廠牌型號為 ERT-530、ERT-540 與 ERT-550，容忍誤差量與容忍度範圍如表 4-8 所示。

表 4-8、ERT-530、ERT-540、ERT-550 容忍誤差量表

ERT-530、ERT-540、 ERT-550 飛航雷達高度計顯示高度	容忍誤差量	容忍度範圍
50 英尺(15.24 公尺)	±1.5 英尺	48.5~51.5 英尺
100 英尺(30.48 公尺)	±2%	98~102 英尺
500 英尺(152.4 公尺)	±2%	490~510 英尺
2,000 英尺(609.6 公尺)	±2%	1960~2040 英尺

資料來源：THALES，中華航空，本計畫整理

實驗室環境內設置飛航雷達高度計系統無安裝天線，由飛航雷達高度計 Tx 端發射訊號，經過光學延遲線(Optic Delay Lines)計算偵測高度之延遲時間，再經過衰減器調整在不同操作高度的衰減量，參考 DO-155 規範<sup>90</sup>如表 4-9 所示，在進入 Rx 接收端前加入由 5G NR 訊號產生器調製之干擾源，最後紀錄飛航雷達高度計指示表數值誤差量，與頻譜分析儀接收之訊號強度，以進行後續干擾分析。飛航雷達高度計系統架構及干擾量測實驗室設置，如圖 4-13 與圖 4-14 所示。

<sup>90</sup> RTCA, “Minimum Performance Standards Airborne Low-Range Radar Altimeters”, RTCA DO-155, November, 1974

表 4-9、ERT-530、ERT-540 與 ERT-550 總迴路相關衰減量表

飛航雷達高度計模擬 顯示高度	ERT-530、ERT-540、 總迴路衰減量	ERT-550 總迴路衰 減量
50 英尺(15.24 公尺)	78 dB	80 dB
100 英尺(30.48 公尺)	83 dB	85 dB
500 英尺(152.4 公尺)	98 dB	98 dB
2,000 英尺(609.6 公尺)	111 dB	111 dB

資料來源：THALES，中華航空，本計畫整理

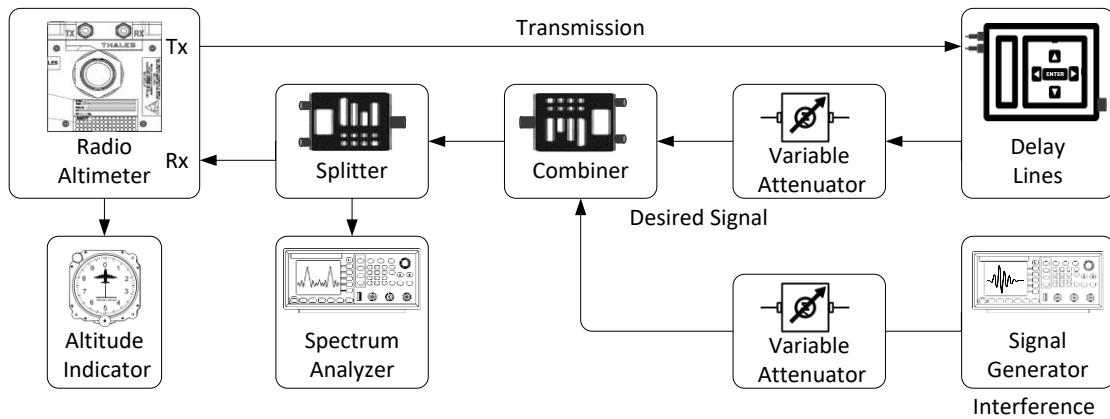


圖 4-13、飛航雷達高度計系統干擾實證量測架構圖

資料來源：本計畫整理

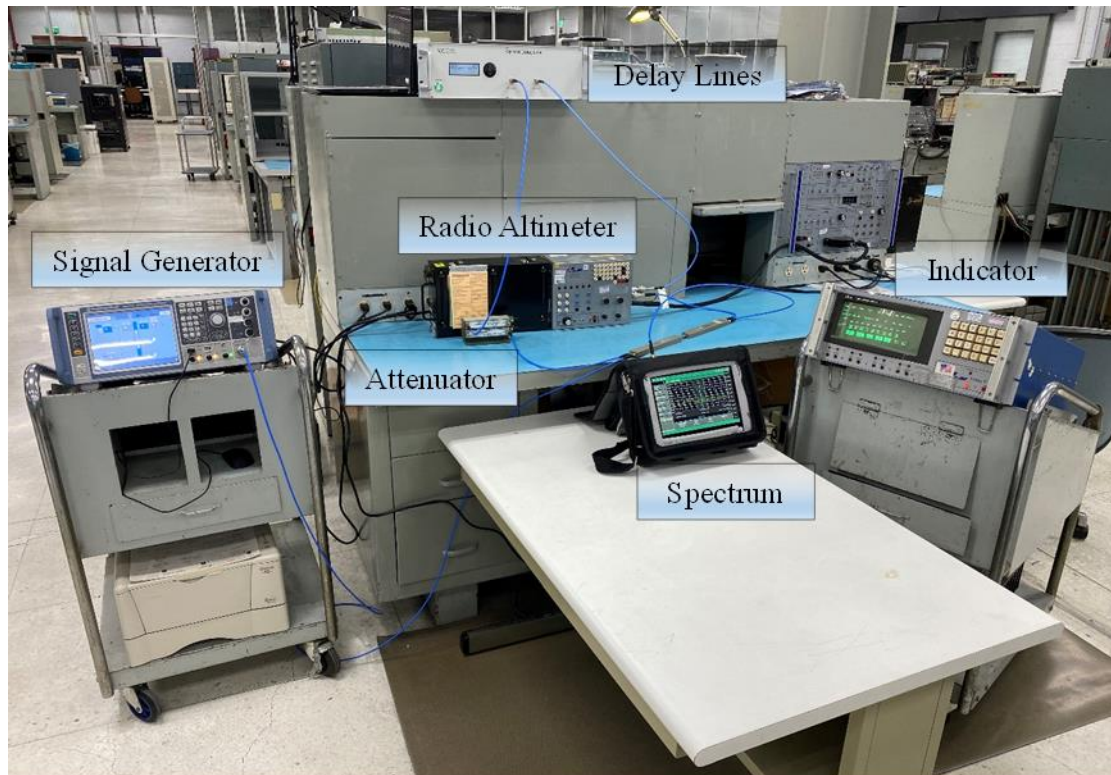


圖 4-14、實測飛航雷達高度計系統干擾量測實驗室設置圖  
資料來源：本計畫整理

### (三) 可能產生干擾類型

當 5G 基地臺帶外輻射落入在飛航雷達高度計 4.2~4.4 GHz 接收頻段內，可能造成飛航雷達高度計接收訊號之干擾，如圖 4-15 所示。而 5G 基地臺主波訊號鄰近飛航雷達高度計接收頻段，則可能因為 5G 基地臺主波訊號過強，造成飛航雷達高度計接收機產生飽和，進而造成飛航雷達高度計鄰頻干擾，如圖 4-16 所示。

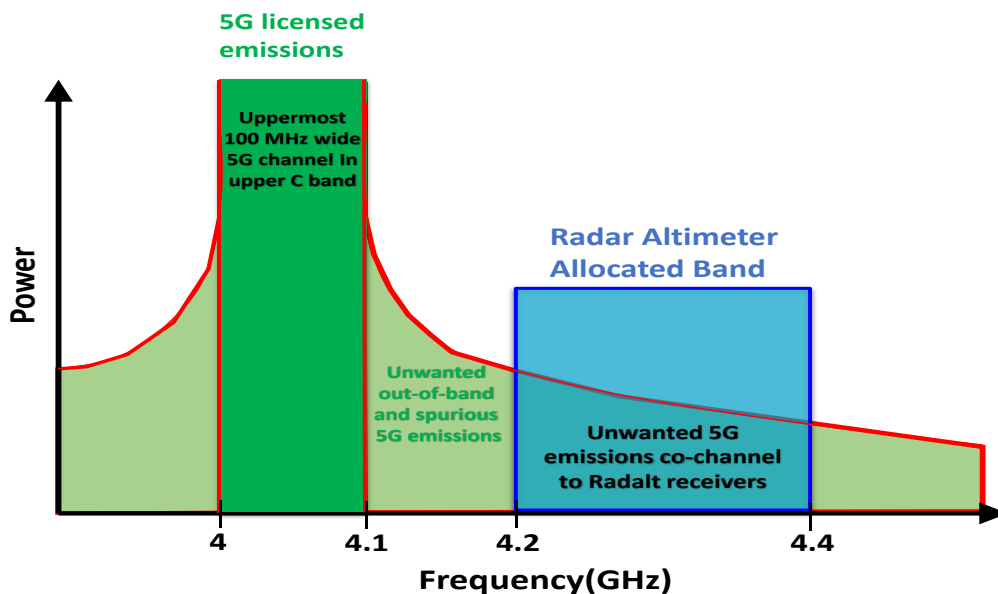


圖 4 - 15、5G 基地臺帶外輻射干擾示意圖

資料來源：本計畫整理

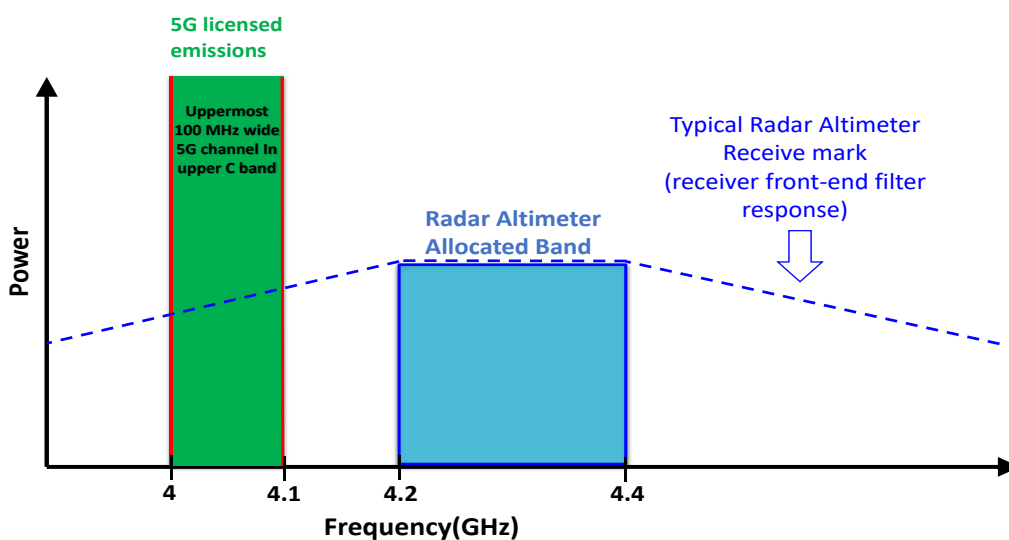


圖 4 - 16、5G 基地臺主波干擾示意圖

資料來源：本計畫整理

依據國際電信聯合會 (ITU) 於西元 2014 年發布第 M.2059 號文件 (ITU-R M.2059-0) 關於飛航雷達高度計技術與運作特性及保護標準建議，提出相關飛航雷達高度計之相容性研究報告中提到，回報錯

誤高度干擾門檻值為-103 dBm/MHz (-143 dBm/100 Hz)，並列表各款飛航雷達高度計(FMCW&Pulsed)造成接收機阻塞範圍為-24~-54 dBm/Ch. Power，如表 4-10 與表 4-11 所示。

表 4-10、ITU 規範飛航雷達高度計受干擾類型

對飛航雷達高度計之影響	訊號干擾指標	干擾門檻值
靈敏性下降 (Desensitization)	信噪比(I/N)	-6 dB
接收機過載 (Front End Overload)	接收機阻塞 (Blocking)	依不同飛航雷達高度計參數而定
回報錯誤高度 (False Altitudes Report)	干擾門檻強度	-103 dBm/MHz

資料來源：ITU-R M.2059-0，本計畫整理

表 4-11、ITU 規範飛航雷達高度計接收機阻塞門檻值

干擾類型	飛航雷達高度計類型									
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	D1	D2	D3	D4
	FMCW	FMCW	FMCW	Pulse d	Pulse d	Pulse d	FMCW	FMCW	FMCW	Pulse d
接收機阻塞功率	-24	-47	-54	-34	-34	-34	-24	-43	-51	-40
單位:dBm										

資料來源：ITU-R M.2059-0，本計畫整理

日本國家頻譜管理單位西元 2021 依照國際民航組織第十一次工作組別會議，進行 5G 基地臺與飛航雷達高度計相容性研究報告<sup>91</sup>內

<sup>91</sup> Naruto Yonemoto et. al., “The compatibility study between 5G base stations and radio altimeters in Japan and update of the result of measurement campaign”, ICAO FSMP-WG/11 WP30, March 2021

容提到 FMCW 調變類型飛航雷達高度計之三種干擾出現情形，如表 4-12 所示。

表 4-12、日本研究飛航雷達高度計干擾門檻值

對飛航雷達高度計之影響	訊號干擾指標	干擾門檻值
靈敏性下降 (Desensitization)	信噪比(I/N)	-6 dB
接收機過載 (Front End Overload)	接收機阻塞 (Blocking)	-25 dBm/Ch. Power
回報錯誤高度 (False Altitudes Report)	干擾門檻強度	-71 dBm/MHz~ -112 dBm/MHz

資料來源：FSMP-WG11-WP30\_5GJapan，本計畫整理

我國使用飛航雷達高度計以 FMCW 調變為主，Pulsed 類型較為少見，其主要原因為 Pulsed 類型和 FMCW 類型的飛航雷達高度計工作原理不同，所以在應用上也有不同，Pulsed 雷達是發射短脈衝電磁波訊號並通過測量發射訊號和返回訊號之間的時間延遲來確定距離。FMCW 類型的飛航雷達高度計則不斷發出線性調製的電磁波訊號，並根據發射和接收頻率的差異確定距離。因為電磁波的速度很快，要在很短時間處理處理發射跟接收訊號會有問題，因此 Pulsed 雷達在短距離(50 公尺~100 公尺)的時候會有盲區，所以短距離偵測會以 FMCW 類型飛航雷達高度計為主，Pulsed 類型飛航雷達高度計以長距離偵測為主。

#### (四) 實證量測流程

##### 1. 5G 基地臺帶外輻射干擾測試

- (1). 使用 Optic Delay Lines 模擬飛航雷達高度計不同高度操作環境
- (2). 調整衰減器在不同操作高度的衰減量

- (3). 調整 5G 基地臺模擬器發射不同強度帶外輻射功率訊號。
- (4). 測試受測飛航雷達高度計發生干擾狀況(如錯誤高度)之干擾門檻值。
- (5). 依受測飛航雷達高度計干擾門檻值與 NCC 行動通信基地臺射頻設備技術規範 5G 基地臺帶外輻射 (ACLR) -13 dBm/MHz，評估兩系統無干擾共存保護距離。

## 2. 5G 基地臺主波干擾測試

- (1). 使用 Optic Delay Lines 模擬飛航雷達高度計不同高度操作環境
- (2). 調整衰減器在不同操作高度的衰減量
- (3). 調整 5G 基地臺模擬器發射不同操作頻段與不同強度主波功率訊號。
- (4). 測試受測飛航雷達高度計發生干擾狀況(如接收機過載)之干擾門檻值。
- (5). 依受測飛航雷達高度計干擾門檻值與 NCC 公眾電信網路基地臺審驗技術規範 5G 基地臺最大發射功率限制值 57 dBm/5MHz，評估兩系統無干擾共存護衛頻帶與保護距離。

### (五) 實證量測結果分析

在 5G 基地臺帶外輻射干擾部分，受測飛航雷達高度計在 50 與 100 英尺情況下會有較佳的干擾忍受門檻，在 2,000 英尺情境下，5G 基地臺帶外輻射訊號強度大於-83 dBm/MHz 即造成干擾現象，如表 4-13 所示，依據量測結果估算 5G 基地臺與飛航雷達高度計安全共存距離，發現飛機依照下降航道進行降落時，飛機與地面高度皆大於 5G 基地臺帶外輻射可能干擾範圍；換言之，在飛航雷達高度計正常操作環境下，5G 基地臺帶外輻射功率將不足以構成干擾風險，如表 4-14

所示。

表 4-13、5G 基地臺造成飛航雷達高度計產生錯誤高度門檻值

產生錯誤高度誤差量	飛航雷達高度計顯示高度	ERT-530	ERT-540	ERT-550
1.5 英尺	50 英尺 (15.24 公尺)	-53	-50	-52
2%	100 英尺 (30.48 公尺)	-54	-54	-59
2%	500 英尺 (152.4 公尺)	-71	-71	-74
2%	2,000 英尺 (609.6 公尺)	-81	-83	-83

門檻值單位: dBm/MHz

資料來源：本計畫整理

表 4-14、避免 5G 基地臺造成飛航雷達高度計產生錯誤高度安全共存距離

產生錯誤高度誤差量	飛航雷達高度計顯示高度	ERT-530 實測所需保護距離	ERT-540 實測所需保護距離	ERT-550 實測所需保護距離
1.5 英尺	50 英尺 (15.24 公尺)	8 公尺	6 公尺	7 公尺
2%	100 英尺 (30.48 公尺)	9 公尺	9 公尺	16 公尺
2%	500 英尺 (152.4 公尺)	62 公尺	62 公尺	90 公尺
2%	2,000 英尺 (609.6 公尺)	200 公尺	250 公尺	250 公尺

資料來源：本計畫整理

在 5G 基地臺主波干擾部分，量測結果發現，受測三款飛航雷達高度計操作高度越高，5G 基地臺造成接收機阻塞門檻值越低現象，如表 4-15 至表 4-17 所示。彙整各類型飛航雷達高度計受 5G 基地臺

主波影響，造成接收機阻塞最小門檻值約為-28 dBm(Channel Power)，如表 4-18 所示，估算避免發生 5G 基地臺主波干擾飛航雷達高度計造成接收機阻塞現象，5G 基地臺與飛航雷達高度計安全共存距離至少需要 1,110 公尺，如表 4-19 所示。考量 5G 網路布建與應用情境，以及戶外 5G 基地臺使用 AAS 主動式天線特性，5G 基地臺電波訊號發射方向將以涵蓋地面用戶位置為主，發射至飛航雷達高度計方向的 5G 基地臺電波訊號，將來自天線第一旁波束，其天線增益降低約為 15 dBi，若以 5G 基地臺天線第一旁波束作為干擾評估基準，5G 基地臺與飛航雷達高度計安全共存距離將可縮減至少 105 公尺(以飛機進場高度 50 英尺為例)，如表 4-19 所示。進一步依照飛機下降航道進行降落時，分析飛機與地面高度，以及避免 5G 基地臺天線第一旁波束造成飛航雷達高度計接收機阻塞安全共存距離，發現飛機於 500 英尺以上操作飛航雷達高度計，5G 基地臺發射訊號將不足以造成接收機阻塞風險，唯飛機於 100 英尺以下操作飛航雷達高度計，需設置安全共存距離，以確保飛航雷達高度計正常運作，依據飛機降落前 100 英尺高度(30.48 公尺)與量測分析兩系統直線共存距離約 70 公尺，換算安全共存距離約 652 公尺，如圖 4-17 所示。考量電波傳播可能因地形地物反射、折射與繞射等多種路徑，造成建設性干擾或時變效應，為確保飛航雷達高度計在各類型電波環境條件下，不受 3.57-4.2GHz 頻段 5G 基地臺干擾影響，本計畫建議安全共存距離預留餘裕度，以機場跑道頭為中心半徑 1,000 公尺範圍設置保護區域限建 3.57-4.2GHz 頻段 5G 基地臺。

另外，本計畫發現受測飛航雷達高度計，接收機頻率響應具有非線性現象，初步推論可能為飛航雷達高度計接收機電路元件特性，造成阻抗匹配變化，形成頻率響應非線性現象。

表 4-15、ERT-530 受 5G 基地臺主波干擾門檻值測試結果

接收機阻塞誤差量	飛航雷達高度計顯示高度	5G 操作頻段 (GHz)	護衛頻帶					
			40 MHz	100 MHz	200 MHz	300 MHz	400 MHz	500 MHz
1.5 英呎	50 英呎 (15.24 公尺)	3.7-4.2	>-10	>-10	>-10	>-10	>-10	>-10
		4.4-4.9	>-10	>-10	>-10	>-10	>-10	-11
2%	100 英呎 (30.48 公尺)	3.7-4.2	>-10	>-10	>-10	>-10	-10	-11
		4.4-4.9	>-10	>-10	>-10	>-10	>-10	-11
2%	500 英呎 (152.4 公尺)	3.7-4.2	>-10	>-10	>-10	-14	-17	-16
		4.4-4.9	>-10	-11	-12	-17	-20	-20
2%	2,000 英呎 (609.6 公尺)	3.7-4.2	-14	-13	-14	-21	-24	-21
		4.4-4.9	-18	-13	-17	<b>-24</b>	<b>-27</b>	<b>-27</b>

門檻值單位:dBm(Channel Power)

資料來源：本計畫整理

表 4-16、ERT-540 受 5G 基地臺主波干擾門檻值測試結果

接收機阻塞誤差量	飛航雷達高度計顯示高度	5G 操作頻段 (GHz)	護衛頻帶					
			40 MHz	100 MHz	200 MHz	300 MHz	400 MHz	500 MHz
1.5 英呎	50 英呎 (15.24 公尺)	3.7-4.2	>-10	>-10	>-10	>-10	>-10	-11
		4.4-4.9	>-10	>-10	>-10	>-10	>-10	>-10
2%	100 英呎	3.7-4.2	>-10	>-10	>-10	>-10	>-10	-11

接收機阻塞誤差量	飛航雷達高度計顯示高度	5G 操作 頻段 (GHz)	護衛頻帶					
			40 MHz	100 MHz	200 MHz	300 MHz	400 MHz	500 MHz
1.5 英呎	50 英呎 (15.24 公尺)  (30.48 公尺)	3.7-4.2	>-10	>-10	>-10	>-10	>-10	-11
		4.4-4.9	>-10	>-10	>-10	>-10	>-10	>-10
		4.4-4.9	>-10	>-10	>-10	>-10	>-10	>-10
2%	500 英呎 (152.4 公尺)	3.7-4.2	>-10	>-10	>-10	>-10	-14	-21
		4.4-4.9	-12	-10	-12	-12	-13	>-10
2%	2,000 英呎 (609.6 公尺)	3.7-4.2	-19	-14	-15	<b>-21</b>	<b>-28</b>	<b>-28</b>
		4.4-4.9	-22	-16	-19	-19	-23	-20
門檻值單位:dBm(Channel Power)								

資料來源：本計畫整理

表 4-17、ERT-550 受 5G 基地臺主波干擾門檻值測試結果

接收機阻塞誤差量	飛航雷達高度計顯示高度	5G 操作 頻段 (GHz)	護衛頻帶					
			40 MHz	100 MHz	200 MHz	300 MHz	400 MHz	500 MHz
1.5 英呎	50 英呎 (15.24 公尺)	3.7-4.2	>-10	>-10	>-10	>-10	>-10	>-10
		4.4-4.9	>-10	>-10	>-10	>-10	>-10	>-10
2%	100 英呎 (30.48 公尺)	3.7-4.2	>-10	>-10	-14	>-10	>-10	>-10
		4.4-4.9	>-10	>-10	>-10	>-10	>-10	>-10

接收機阻塞誤差量	飛航雷達高度計顯示高度	5G 操作 頻段 (GHz)	護衛頻帶					
			40 MHz	100 MHz	200 MHz	300 MHz	400 MHz	500 MHz
1.5 英呎	50 英呎 (15.24 公尺)	3.7-4.2	>-10	>-10	>-10	>-10	>-10	>-10
		4.4-4.9	>-10	>-10	>-10	>-10	>-10	>-10
2%	500 英 呎 (152.4 公尺)	3.7-4.2	-14	-14	-17	>-15	-10	>-10
		4.4-4.9	-15	-15	>-10	>-10	>-10	>-10
2%	2,000 英 呎 (609.6 公尺)	3.7-4.2	-20	-23	<b>-24</b>	-23	-18	-11
		4.4-4.9	-22	-20	>-10	>-10	>-10	>-10
門檻值單位:dBm(Channel Power)								

資料來源：本計畫整理

表 4- 18、5G 基地臺造成飛航雷達高度計接收機阻塞門檻值

接收機阻塞 誤差量	飛航雷達高 度計顯示高 度	ERT-530	ERT-540	ERT-550
1.5 英呎	50 英呎 (15.24 公尺)	-11	-11	>-10
2%	100 英呎 (30.48 公尺)	-11	-11	-14
2%	500 英呎 (152.4 公尺)	-20	-21	-17
2%	2,000 英呎 (609.6 公尺)	<b>-27</b>	<b>-28</b>	<b>-24</b>
門檻值單位:dBm(Channel Power)				

資料來源：本計畫整理

表 4-19、避免 5G 基地臺造成飛航雷達高度計接收機阻塞安全共存距離

接收機阻塞誤差量	飛航雷達高度計顯示高度	5G 基地臺主波束干擾	5G 基地臺第一旁波束干擾
2%	50 英尺 (15.24 公尺)	155 公尺	50 公尺
2%	100 英尺 (30.48 公尺)	220 公尺	70 公尺
2%	500 英尺 (152.4 公尺)	500 公尺	150 公尺
2%	2,000 英尺 (609.6 公尺)	1,110 公尺	350 公尺

資料來源：本計畫整理

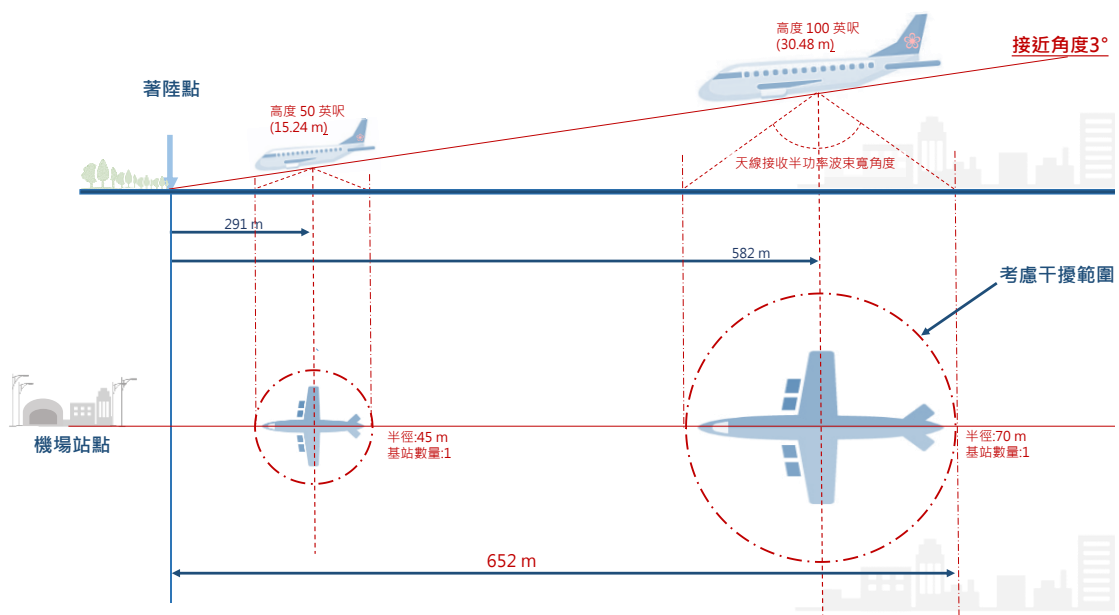


圖 4-17、5G 基地臺與飛航雷達高度計安全共存距離示意圖

資料來源：本計畫整理

### 第三節 評估適用於我國之可行頻譜整備方案

#### 一、利害關係人

根據 Mitchell 等學者之研究 (Mitchell, Van Buren III, Greenwood, & Freeman, 2015)<sup>92</sup>指出，利害關係人 (Stakeholders) 係指在一個組織中，會影響組織目標或被組織影響的團體或個人。另外，Danso 等學者 (Danso, Adomako, Lartey, Amankwah-Amoah, & Owusu-Yirenkyi, 2020)<sup>93</sup>指出，稀有珍貴資源的限制，會抑制不同類型利害關係人滿足其重要需求的能力。相對而言，在需求未被滿足的情形下，會導致利益上的損失。因此，若對稀有珍貴資源之使用進行調整或停用，有必要針對不同類型利害關係人，評估其所受之影響。並考慮政策目標所帶來的效益，作為政策決定的參考。

面對頻譜的重新整備，利害關係人必然會受到影響，為了完善評估，其中的利益及損害皆需進行盤點與研析。本計畫將利害關係人分為三類，分別是政府、電信業者以及 C 頻段的既有使用者。

##### (1). 政府

頻譜屬於國家擁有的稀有資源，而政府肩負頻譜管理及促進通訊產業發展之責任。從國家整體利益角度而言，政府可將頻譜拍賣獲得之價金投入於社會或公共建設，而在新的規劃頻段之下，政府需制訂能為國家及相關業者創造最大利益之新規範或補償措施，並確保頻段的價值運用能完全的發揮。

##### (2). 電信業者

---

<sup>92</sup> Mitchell, R. K., Van Buren III, H. J., Greenwood, M., & Freeman, R. E. (2015). Stakeholder inclusion and accounting for stakeholders. In: Wiley Online Library.

<sup>93</sup> Danso, A., Adomako, S., Lartey, T., Amankwah-Amoah, J., & Owusu-Yirenkyi, D. (2020). Stakeholder integration, environmental sustainability orientation and financial performance. *Journal of business research*, 119, 652-662.

電信業者在頻譜拍賣後將有更多 5G 頻寬可供使用，進而促使我國電信事業擁有較充足的 C-band 中頻段頻譜資源以提供 5G 服務。且此頻段之設備成熟度較高，電波傳播之衰減特性也在可接受的範圍，若此頻段作為 5G 應用，較有利提升我國整體產業數位競爭力。

### (3). 我國 C 頻段既有使用者

我國 C 頻段中頻段之頻譜(3.61-4.2 GHz)主要之既有用途為 FSS 與微波鏈路，而根據受影響的程度，本計畫將既有使用者分為三類。

#### ● 第一類使用者

第一類使用者指我國擁有自主衛星控制權並取得地球電臺執照的衛星服務提供者及固定微波鏈路既有用戶，其受影響程度將會最大。

主要使用者包括中華電信的中新二號衛星 ST-2，其剩餘三顆轉頻器的分佈如圖 4-18，並以 A1、A2 及 B 表示。

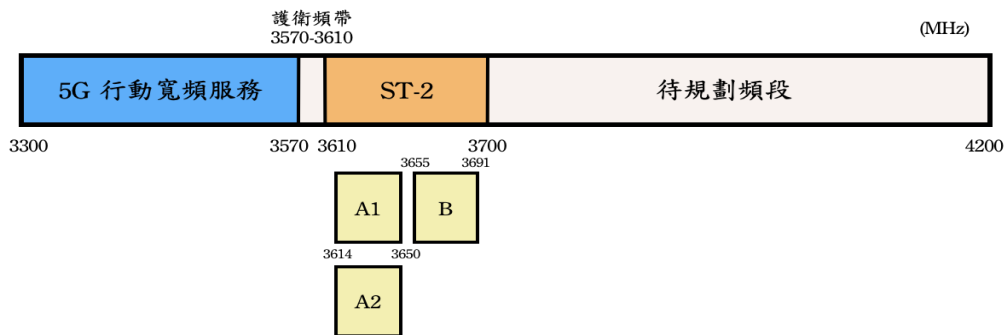


圖 4 - 18、ST-2 剩餘轉頻器

資料來源：本計畫整理

中華電信為傳送無線電視台節目服務所建構之本島至離島的點對點微波鏈路，其既有站臺頻寬為 40 MHz，而發射頻率則如表 4-20 所示。

表 4-20、中華電信 C 頻段既有離島點對點微波鏈路使用情形

甲端站臺名稱	甲端發射頻率 (MHz)	乙端發射頻率 (MHz)	乙端站臺名稱
竹子山	3620, 3700, 3740, 3780, 3820, 3860	3940, 4020, 4060, 4100, 4140, 4180	東引二重山
東引二重山	3940, 4020, 4060, 4100, 4140, 4180	3620, 3700, 3740, 3780, 3820, 3860	竹子山
東引二重山	3940, 4020, 4060, 4100, 4140, 4180	3620, 3700, 3740, 3780, 3820, 3860	南竿牛背嶺
南竿牛背嶺	3620, 3700, 3740, 3780, 3820, 3860	3940, 4020, 4060, 4100, 4140, 4180	東引二重山
金門太武山	3620, 3700, 3740, 3780, 3820	3940, 4020, 4060, 4100, 4140	台中鞍馬山
台中鞍馬山	3940, 4020, 4060, 4100, 4140	3620, 3700, 3740, 3780, 3820	金門太武山

資料來源：本計畫整理

無線電廣播電視事業，此尤指利用核配發射頻率建構環島點對點微波鏈路，以傳輸無線電臺節目之中國電視公司，其點對點微波鏈路之頻寬為 15 MHz，而傳送及發射頻率則如表 4-21 所示。

表 4-21、中視 C 頻段點對點微波鏈路使用情形

站臺名稱	接收頻率(MHz)	發射頻率(MHz)
南港微波站	3630	3690
大直微波站	3690	3630
北部發射臺微波站	3630	3690
店子湖發射臺微波站	3690	3630
青草湖微波站	3630	3690
三義微波站	3690	3630
中部發射臺微波站	3630	3690
大坪微波站	3690	3630

站臺名稱	接收頻率(MHz)	發射頻率(MHz)
枕頭山發射臺微波站	3630	3690
南部發射臺微波站	3690	3630

資料來源：本計畫整理

- 第二類使用者

第二類使用者指租用國外衛星轉頻器並取得地球電臺執照的衛星服務提供者，包括台亞、華人、侑瑋及中華電信。

- 第三類使用者

第三類使用者指衛星服務使用者，包括持有衛星廣播電視事業執照者與衛星內容接收戶，其受影響程度將會最小。主要使用者包括衛星頻道節目供應事業及有線電視系統經營者，如中嘉、凱擘、台灣寬頻、台固媒體及台灣數位光訊等多系統經營者（Multiple-System Operator, MSO）及藉由衛星提供境內及境外電視節目之飯店業者，而可能受影響之衛星頻道，如 CNN、Discovery 頻道、TLC 旅遊生活頻道與 HBO 等。

## 二、不同服務(行動或衛星)對於 C 頻段之需求

### (1). 行動通信業務服務對於 C 頻段之需求

根據國家通訊傳播委員會公布之統計數據<sup>94</sup>，目前我國行動寬頻市場已蓬勃發展，行動寬頻業務用戶數至民國 111 年 6 已達 29,752,418 人，但目前成長趨緩，如圖 4-19 所示。

<sup>94</sup>國家通訊傳播委員會，2022/6。行動寬頻業務用戶數統計，  
[https://www.ncc.gov.tw/chinese/news\\_detail.aspx?site\\_content\\_sn=5018&cate=0&keyword=&is\\_history=0&pages=0&sn\\_f=47920](https://www.ncc.gov.tw/chinese/news_detail.aspx?site_content_sn=5018&cate=0&keyword=&is_history=0&pages=0&sn_f=47920)

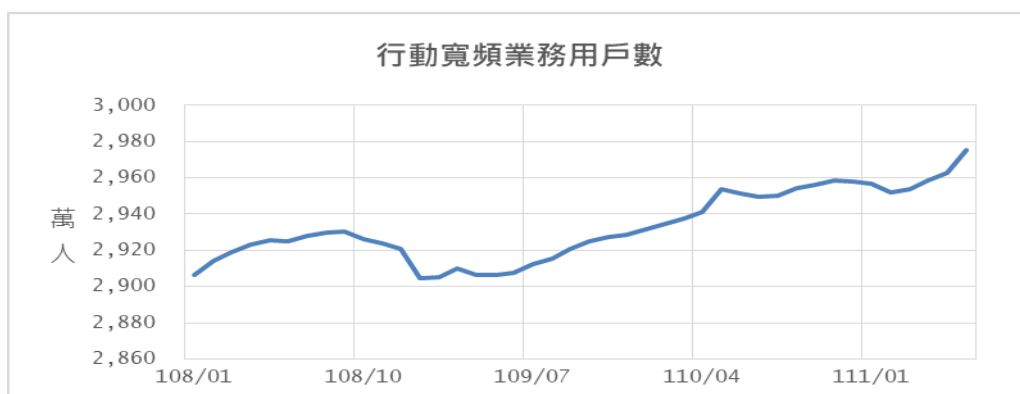


圖 4 - 19、行動寬頻業務用戶數發展趨勢

資料來源：NCC，本計畫整理

行動寬頻用戶總數據傳輸量根據國家通訊傳播委員會公布之統計數據<sup>95</sup>，於民國 111 年 6 月達到 913,869,421 GBytes。以民國 108 年為基期而言，該數據量呈持續上升的趨勢，成長率為 93%，如圖 4-20 所示。由該統計值之觀察，可發現我國用戶對寬頻網路的服務需求不斷提升。

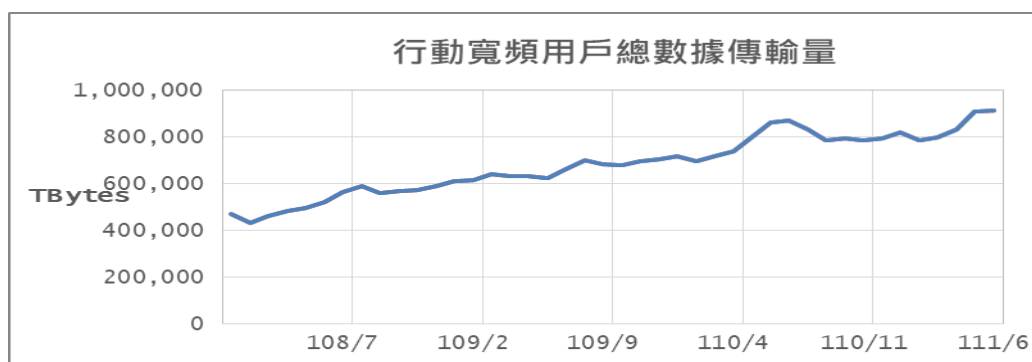


圖 4 - 20、行動寬頻用戶總數據傳輸量發展趨勢

資料來源：NCC，本計畫整理

5G 系統下的大連結技術，將推動物聯網的蓬勃發展，進而引爆窄頻物聯網(Narrowband Internet of Things, NB-IoT)技術的大量應用，

<sup>95</sup>國家通訊傳播委員會，2022/6。行動寬頻用戶每月平均數據用量。  
[https://www.ncc.gov.tw/chinese/opendata\\_item.aspx?menu\\_function\\_sn=314](https://www.ncc.gov.tw/chinese/opendata_item.aspx?menu_function_sn=314)

該技術主要特性之一為能彌補 3G/4G 之不足，因此運用該技術之用戶，也成為推估 5G 頻譜需求時的重要潛在對象。根據國家通訊傳播委員會網站資料<sup>96</sup>，我國 NB-IoT 的門號數如圖 4-21 所示，門號數目前達到約兩百萬戶，以物聯網的應用而言，此數量顯示應用尚不普及，但未來還有很大的成長空間。

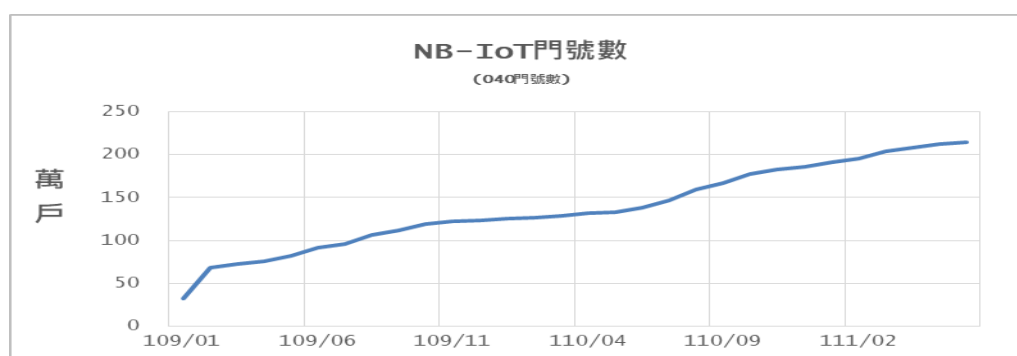


圖 4 - 21、NB-IoT (040 門號數) 發展趨勢

資料來源：NCC，本計畫整理

綜上所述，至今 4G 用戶數已呈現飽和狀態、成長漸趨平緩。依據中央社報導，5G 用戶普及率截至西元 2022 年 7 月達到約 24%<sup>97</sup>，此滲透率仍不及業者所預期，因此目前電信業者所持有的頻譜仍足夠供應用戶的頻寬需求。

但行動寬頻用戶每月平均數據用量仍持續成長，且當未來 5G 普及率及技術發展成熟度提高後，其高傳輸速度、連結海量設備資料及低延遲之特性，必會帶來更多創新應用服務。為因應不斷成長的頻譜需求，未來必然會需要再增加頻譜供給，因此及早完善頻譜整備作業將為政策之重點。

<sup>96</sup>國家通訊傳播委員會，2022/6。行動寬頻業務用戶數統計，  
[https://www.ncc.gov.tw/chinese/news\\_detail.aspx?site\\_content\\_sn=5018&cate=0&keyword=&is\\_history=0&pages=0&sn\\_f=47920](https://www.ncc.gov.tw/chinese/news_detail.aspx?site_content_sn=5018&cate=0&keyword=&is_history=0&pages=0&sn_f=47920)

<sup>97</sup>中央社(2022/7/27)，5G 開台兩年普及率僅 24% NCC：部分民眾習慣 699 方案，  
<https://www.cna.com.tw/news/ahel/202207270345.aspx>

## (2). 衛星固定通信業務服務對於 C 頻段之需求

由於 C 頻段 3.4-4.2 GHz，在國際上已被廣泛使用於衛星固定通信業務（FSS）之下鏈通訊，且具有良好電波傳播特性與設備成熟等優點。對等我國亦具備相同需求狀況，自從我國於西元 2020 年 2 月完成首波 5G 頻譜拍賣，將 3.3-3.57 GHz 共計 270 MHz 分配予 5G 業者商業使用。我國剩餘之 3.61-4.2 GHz 頻段，仍存在衛星固定通信業務（FSS）及點對點微波業務等既有使用者。以我國唯一擁有自主權之中新二號衛星（以下簡稱 ST-2）地球同步衛星為例，ST-2 衛星使用頻段包含 Extended C-band 及 Ku Band，其中 Extended C-band 使用 3528-3700 MHz（太空對地球，下鏈）/6553-6725 MHz（地球對太空，上鏈）。因首波釋照，中華電信已關閉 3532-3568 MHz 及 3573-3609 MHz 兩個轉頻器，而 3614-3700 MHz 仍為 FSS 繼續使用。如前述所說明我國 C 頻段中頻段之頻譜（3.61-4.2 GHz）對於不同服務需求主要仍以 FSS 衛星服務與我國微波鏈路廣播及無線傳輸使用為主，綜整使用需求對象包含我國自有衛星經營者、無線電廣播點對點微波通信經營者(取得頻率使用證明與電臺執照)及固定衛星通信接收經營者、有線電視系統經營者、衛星頻道節目供應事業經營者(取得地球電臺執照與衛星廣播電視事業執照)與衛星頻道下鏈接收戶(如飯店類業者)等三大類使用需求業者。

### 三、頻譜整備候選方案

對於我國剩餘 C 頻段之頻譜，若欲規劃供 5G 行動寬頻服務使用，其所需之整備方案，本計畫已歸納成 6 種可能之候選方案。在頻譜整備方案中，以 X 代表未來供 5G 使用之頻段，以 ML(Microwave Link) 代表點對點微波使用頻段，以 FSS 代表固定衛星服務。此 6 種

可能之整備方案說明如下。

- (1). 候選方案一：保留現有的 ST-2 轉頻器，並預留 40 MHz 保護帶 (3700-3740MHz)，其餘頻譜僅供行動通信使用。除 ST-2 下鏈頻率外，現有 FSS 及點對點微波需移頻至其他頻段使用，如圖 4-22 所示。

採用此方案需發展補償機制以彌補現有使用者，如移頻費用。另外，還需為 ST-2 地面電臺加裝帶通濾波器或更新 LNB，以防止 5G 訊號干擾 ST-2 之地面接收。

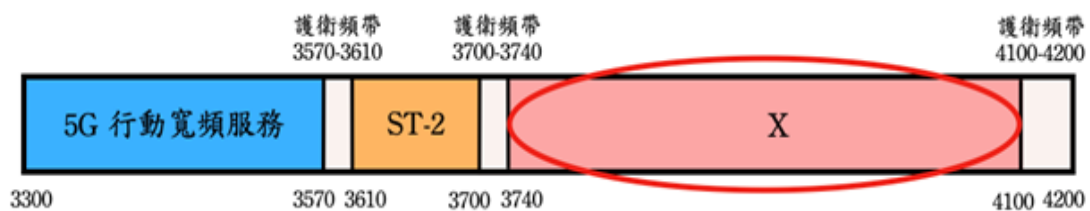


圖 4 - 22、候選方案一

資料來源：本計畫整理

- (2). 候選方案二：保留現有的 ST-2 轉頻器，並預留 40 MHz 保護帶，其餘頻譜以共享方式，讓 5G、FSS 及點對點微波共同使用，如圖 4-23 所示。

採用此方案需於 FSS 地面接收站加裝帶通濾波器，並為 ST-2 使用者更新 LNB。此外，本計畫參考 CBRS 及自動頻率控制 (Automatic Frequency Control, AFC) 的作法進行頻譜共享方式的改良，針對共用此頻段的使用者設計之頻譜共享機制，如圖 4-24 所示。將既有衛星通訊與點對點微波通訊之位址建立資料庫，提供給 5G 行動業者作為建置基地臺的選址參考，而為保護既有用戶之通訊免受干擾，該頻譜共享資料庫以和諧共用為原則管理頻譜需求。其運作機制為當電信業者欲規劃新建基地臺時，可提供欲

架設基地臺位置的經緯度、發射機電功率、天線場型等資訊，並向頻譜共享資料庫查詢可用頻段，而該資料庫將透過合適的評估標準對潛在使用者進行審核。

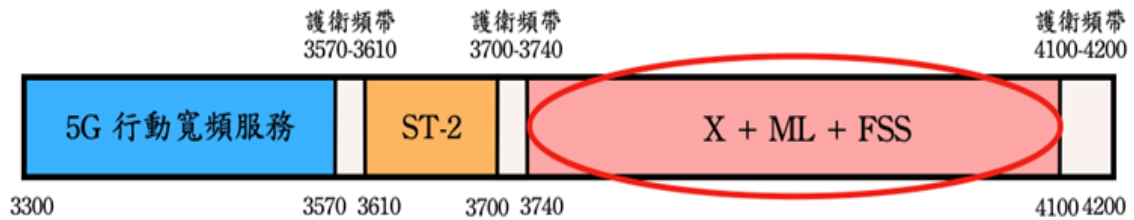


圖 4 - 23、候選方案二

資料來源：本計畫整理

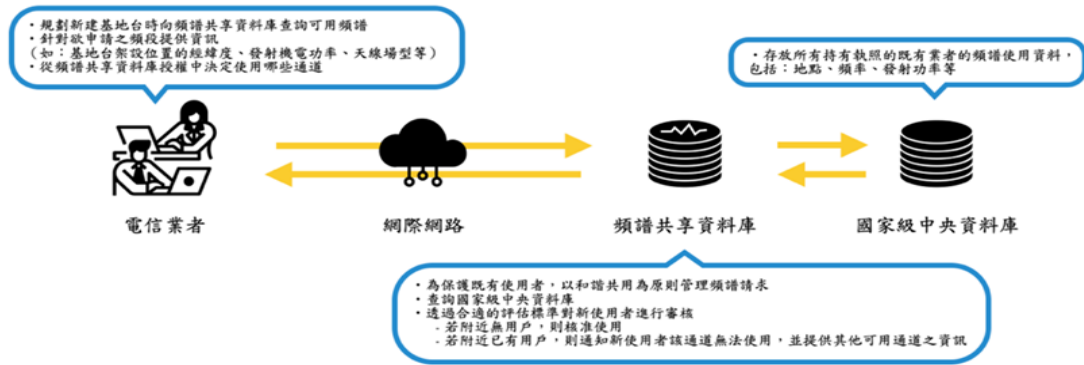


圖 4 - 24、頻譜和諧共用機制

資料來源：本計畫整理

(3). 候選方案三：5G、FSS 及點對點微波等共享整個 3.57-4.1 GHz 頻段，如圖 4-25 所示。

採用此方案要面對的問題，主要是以何種共享方式和諧共用頻譜，且需與 ST-2 和諧共用，因不再專有 FSS 頻譜，對於 FSS 用戶免受干擾之保護格外重要，可考慮方案二之頻譜和諧共享機制。此外，為降低既有 FSS 業者之影響，可建置共同接收頭端系統作為配套措施，共同頭端採

集體接收，將散落各地的 FSS 接收集中於一地，有需要的業者依規定申請，可避免產生干擾以及方便統一管理。

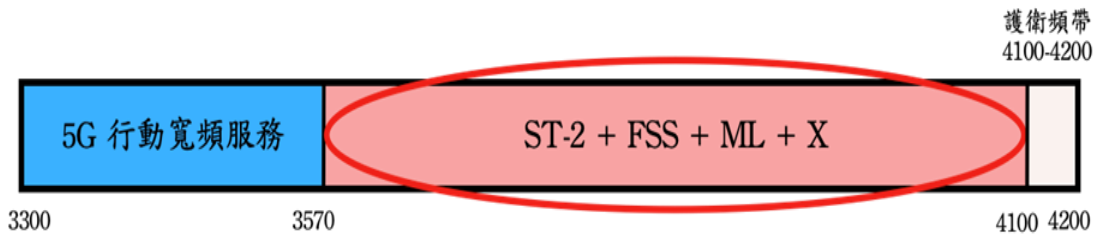


圖 4 - 25、候選方案三

資料來源：本計畫整理

- (4). **候選方案四**：保留中華電信現有 ST-2 轉頻器，並預留 40 MHz 保護帶（3700-3740 MHz），將從 3740-4100 MHz 規劃合適頻寬及頻段供 5G 專用，其餘則保留給 FSS 及點對點微波使用，如圖 4-26 所示。

採用此方案之因應措施和方案一大致相同，包括應採取補償機制彌補現有使用者，如移頻費用等，及應為 ST-2 地面電臺加裝帶通濾波器或更新 LNB，以防止 5G 訊號干擾 ST-2 之地面接收，不同之處為需決定要保留多大頻寬供 FSS 及 ML 使用。

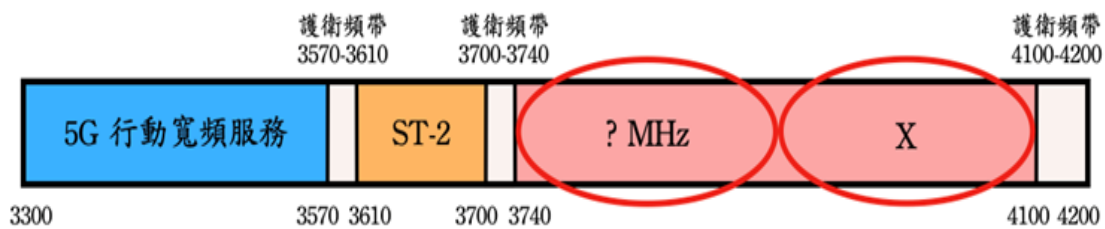


圖 4 - 26、候選方案四

資料來源：本計畫整理

(5). **候選方案五**：將整個 3570-4100 MHz 頻段規劃為僅供行動通信使用，如圖 4-27 所示。

若採用此方案，其他業務需移至其他頻段，如 Ku-band；或以其他方式代替，如有線傳輸及共同接收頭端，因此也需透過補償機制彌補現有使用者，如移頻費用等。另外，因為我國不是 ITU 會員國，實際上無法正式取得衛星通信下鏈所需之軌道及頻譜，但作為地面通訊使用，仍具完整的管轄權。若規劃為 5G 使用，此情境應可獲得最大利益，且頻譜使用效益將會最大，更可使我國 5G 服務有更足夠的頻譜得以順利發展，但所需補償的金額及影響層面則較大。



圖 4 - 27、候選方案五

資料來源：本計畫整理

(6). **候選方案六**：此方案納入時間因素，考慮未來 ST-2 於 118 年除役後，保留 C 頻段之 4000-4200 MHz (共 200 MHz) 供 FSS 傳輸國內節目及離島點對點微波使用，剩餘頻段 3570-3960 MHz (共 390 MHz) 供 5G 使用，並預留 40 MHz 保護帶 (3960-4000 MHz)，如圖 4-28 所示。

若採用此方案，FSS 業務及點對點微波業者可繼續使用 C 頻段，但需移至 4000-4200 MHz，因此應透過補償機制彌補現有使用者，如移頻費用等。



方案	內容	配套措施	釋出頻寬	所需護衛頻帶
	專用及 FSS 與點對點微波使用	<ul style="list-style-type: none"> <li>為 ST-2、固定點對點微波及部分 FSS 使用者加裝帶通濾波器或更新 LNB</li> <li>補助既有 FSS 使用者改善措施之費用</li> </ul>		
五	剩餘 C 頻段全部供 5G 使用	<ul style="list-style-type: none"> <li>採取補償機制彌補固定點對點微波使用者之移頻費用</li> <li>補償 ST-2 業者移頻直接損失</li> <li>設置共同接收頭端系統</li> <li>補助既有 FSS 使用者改善措施之費用</li> </ul>	530 MHz (專用)	100 MHz
六	ST-2 使用執照到期日後 (預計 118 年) 保留部分 C 頻段給 FSS 及點對點微波，其餘供行動通信使用	<ul style="list-style-type: none"> <li>採取補償機制彌補固定點對點微波使用者之移頻費用</li> <li>為 FSS 加裝帶通濾波器或更新 LNB</li> </ul>	390 MHz (專用)	40 MHz

資料來源：本計畫整理，\*暫定 180MHz，實際釋出頻譜視現有 FSS 需求而定

#### 第四節 小結

面對新科技的不斷發展，若要完全發揮 5G 之特性，C 頻段則有其必要性，但為了能在創造有利數位創新的環境及既有業者之保護中取得平衡，我國之頻譜規劃需從長計議，本計畫研究所歸納之頻譜整備 6 個候選方案整理，如圖 4-29 所示。

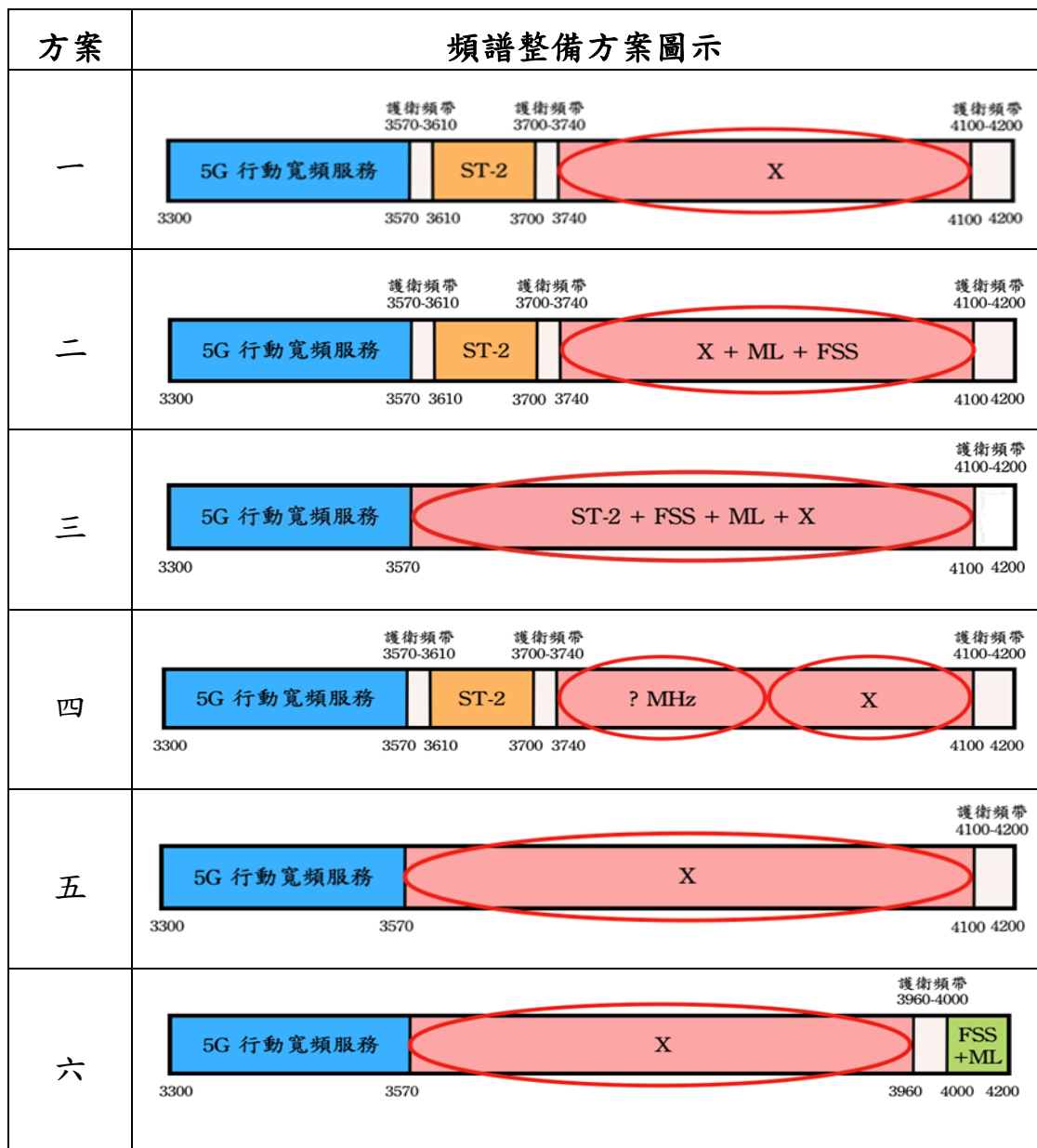


圖 4 - 29、本計畫研擬頻譜整備候選方案

資料來源：本計畫整理

頻譜整備需考量多方利害關係人之立場，因此難以達到皆大歡喜之結果，但需將各方面影響透過補償機制降至關係人皆可接受範圍，並以促進國家整體發展為主要目標，去尋求最可行之方案。

飛航雷達高度計影響實證量測，本計畫參考國際間研究 5G 中頻段基地臺可能造成飛航雷達高度計接收機過載、接收器靈敏度降低與錯誤高度報告干擾情形，利用中華航空具有完整維護測試設備且符合認證標準的檢測環境(LAB)進行實證研究量測，依序以本計畫現階段可租用得之 3 款飛航雷達高度計(ERT-530/540/550)設備，完成 5G 基地臺帶外輻射 ACLR 干擾(飛航雷達高度計同頻干擾)與 5G 基地臺主波干擾(飛航雷達高度計鄰頻干擾)可忍受 5G 基地臺功率研究量測，依據 NCC 行動通信基地臺射頻設備技術規範(IS ALL) 5G 基地臺操作頻帶大於 200MHz 以上時，應有 40MHz 的間隔頻段，ACLR(5G 基地臺帶外輻射)限制值最大為-13 dBm/MHz，本計畫以此為基礎(護衛頻帶 40MHz)，研析飛航雷達高度計同頻干擾與鄰頻干擾保護距離，經由實證量測結果，建議以機場跑道頭為中心半徑 1000 公尺範圍設置保護區域，限建鄰近飛航雷達高度計操作頻段之 5G 基地臺(3.57~4.16 GHz)。

建議國內民航機使用的飛航雷達高度計接收系統，應增加干擾改善措施，如新增濾波器響應特性，則受 5G 基地臺干擾情況會加以改善。

## 第五章 頻譜整備方案可行性評估

### 第一節 頻譜整備候選方案可行性評估

本計畫將針對頻譜政策、財務效益、技術發展及政經環境四大構面如圖 5-1 所示，以可量化指標如損益金額，及質性指標如困難度、成熟度等方式，進行各頻譜整備方案的優缺點分析與評估，並整理成表格形式，以供頻譜管理機關決策參考。上述四指標只有財務效益為量化指標，其餘三個皆為質性指標。

根據座談會及本計畫團隊之評估認為，頻譜政策之重要性應為四大構面之首。由於完善的政策可提供適當的資源，讓政府機構及利害關係人可儘早進行長期規劃及匡列相關補償成本，並有助於相關技術的發展。且為尊重各利害關係人之權利及意見，應儘早對頻譜進行整備。各個構面間雖有權重高低之分，但在進行頻譜整備時，應同時考慮四大構面，以整合出最佳之方案。



圖 5-1、頻譜整備方案構面

資料來源：本計畫整理

## 一、頻譜政策

### (1). 我國整體頻譜規劃

由於頻率使用者、無線電服務和垂直領域應用的需求隨著數位經濟的發展而不斷上升，因此使我國民眾共享的有限頻譜越顯稀缺。為了保障其使用上的秩序並增進資源分配效率，以使國民皆能享有良好的通訊品質，有效的頻譜管理將為整體頻譜規劃的重點之一。國際上主要負責進行通信管理之組織為國際電信聯合會 (ITU)，其任務為確保無線電的合理使用，我國雖非 ITU 之會員國，但為能與國際接軌，仍參照所屬之第三區頻率分配的規定，去遵守相關技術性的規範。

根據《通訊傳播基本法》第 10 條<sup>98</sup>，「通訊傳播稀有資源之分配及管理，應以公平、效率、便利、和諧及技術中立為原則」為核心去制定相關工作規範。為達成此原則，我國頻率管理的目標<sup>99</sup>以提高使用效率並滿足市場需求為導向，進而帶動數位經濟以協助產業發展，最後達到資源的妥善利用。為使頻譜資源的使用可符合公眾利益，需在頻譜規劃時建立主要及次要業務的優先順序，但由於低頻之使用已趨近飽和，因此鼓勵往高頻發展，並以有線網路替代無線網路，同時，還需注意應預留新技術之發展空間，另外，為確保有限的無線電頻率能發揮最大效益，更強調頻率的共享及再分配。

### (2). 和諧共用機制

當政府在進行頻譜規劃時，為提升頻譜使用效率，可以將頻譜分配給多個用戶共同使用，以創造頻譜資源之最大價值。但需要配合相關頻譜共用機制以降低用戶通訊系統之間的干擾。如何避免使用者間

---

<sup>98</sup>國家通訊傳播委員會(2022)《通訊傳播基本法》，全國法規資料庫，<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=P0010005>

<sup>99</sup>交通部(2020)《中華民國無線電頻率分配表》

的干擾並訂定合適的機制將為一大政策重點，目前國際上主要國家針對和諧共用，主要有以下幾種措施：

- 劃定保護區以避免使用者間可能的干擾。
- 設定技術規範，如發射功率的限制。
- 頻譜共享機制，可增加頻譜的供應並解決無法即時釋出頻譜之狀況，如美國的 CBRS 及 AFC、歐盟的執照共享存取（Licensed Shared Access, LSA）、動態頻率選擇（Dynamic Frequency Selection, DFS）及靜態頻譜管理等。

而我國針對共享頻率使用管理的相關法規主要為《無線電頻率使用管理辦法》之第四章「共享頻率使用管理」<sup>100</sup>。依據該法將由主管機關公告提供共享頻率之使用頻段及頻寬分配，共享頻率資料庫管理機構經主管機關核准後即可設置。惟須提供以下資訊，包括所在位置之頻率範圍與最大允許發射功率、營運政策與作業流程、註冊及認證共享頻率設備之識別資訊與位置等，而欲使用者可向主管機關申請共享頻率核配許可，但核配之準則需考量創新性、地理區域或頻段之連續性，以提升頻率使用效率。不過，頻率的共享雖可增加頻譜使用效率，但需要建置相關設備及系統，並配合適當的共用機制才可避免或降低干擾，此為頻譜管理政策所需面臨的一大挑戰。

### (3). 頻譜監測能量

共用機制雖可共創頻譜價值，但也容易在共用者間產生干擾，使頻譜管理更加複雜，而電波監測系統為達到有效頻譜管理的關鍵，如我國建置的「全國電波監測網」之主要功能，即為讓主管機關可隨時

---

<sup>100</sup>數位發展部(2022)《無線電頻率使用管理辦法》，全國法規資料庫，<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=K0060123>

掌握各電臺發射電磁波的情形，以協助干擾的處理。此外，為維持電波的使用秩序，該系統還能對非法電臺所發射之電磁波進行偵測，進一步派員加以取締。不過，為達此目的，將可能產生額外的頻譜管理成本。

#### (4). 頻譜補償效應

當政府為了提升國家競爭力，使既有使用者騰讓出原使用之頻譜以配合國家發展政策時，為保障既有使用者之權利，需對其進行合理的補償，以彌補停用或移頻之損失。而根據《電信管理法》第 61 條<sup>101</sup>，無線電頻率使用者因前遭廢止、改配或更新設備致受有直接損失時，主管機關應予相當之補償。此外，依據《無線電頻率使用管理辦法》第 47 條<sup>102</sup>，需補償之損失包括既有使用者遷移、更新及重購設備等成本，而該補償成本之計算方式及來源將也需妥善規劃。若產生的影響層面較廣或複雜度過高，則可能需考慮是否有其他更佳之作法。

#### (5). 頻譜需求分析與頻譜供給狀況

我國於西元 2013 年完成第四代行動寬頻業務首波釋照，該次拍賣中釋出 700 MHz、900 MHz 及 1800 MHz 三個頻段，共有六家廠商得標，得標之總頻寬為 270 MHz，總標金為 1,186.5 億元；西元 2015 年時完成了第二次競價作業，該次拍賣頻段為 2.6 GHz，共有四家廠商得標，得標之總頻寬為 190 MHz，總標金為 279.25 億；最後一次競價作業則於西元 2017 年時完成，該次拍賣中釋出 1800 MHz 及 2100 MHz 兩頻段，共四家廠商得標，得標之總頻寬為 130 MHz，決標金額為 282.65 億元。經過三次釋照作業，目前我國釋出行動寬頻之總頻

---

<sup>101</sup> 國家通訊傳播委員會(2022)《電信管理法》，全國法規資料庫，<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=K0060111&kw=電信管理法>

<sup>102</sup> 數位發展部(2022)《無線電頻率使用管理辦法》，全國法規資料庫，<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=K0060123>

寬已達 590 MHz，核配狀況如圖 5-2 所示。

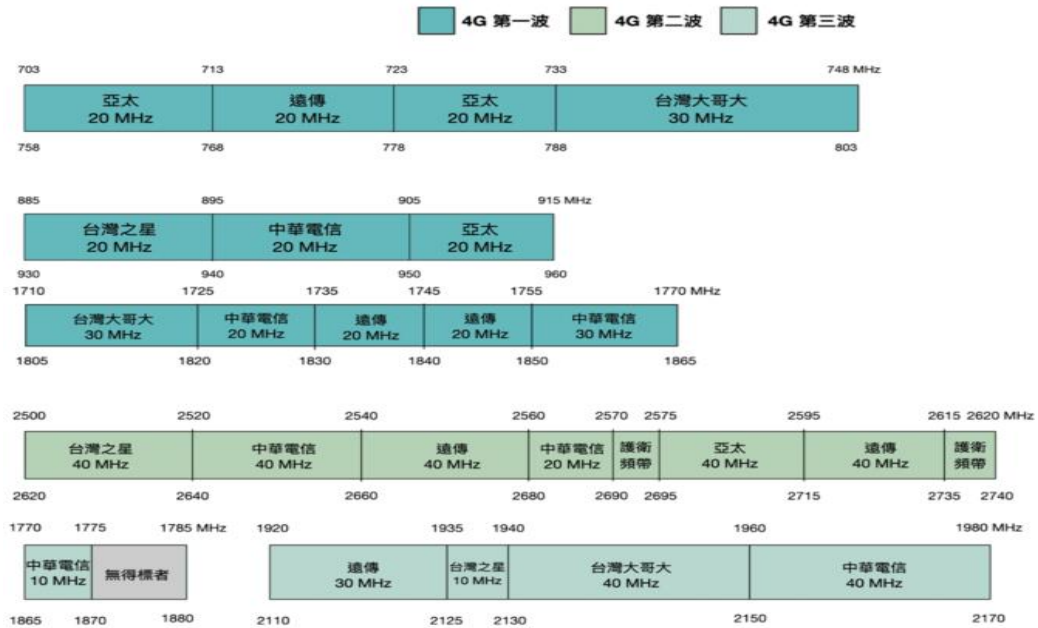


圖 5-2、我國行動寬頻業務頻譜資源分配現況

資料來源：NCC，本計畫整理

我國於西元 2020 年 2 月完成 5G 首波執照競標作業，該次拍賣中釋出 3.5 GHz 及 28 GHz 兩個頻段，共有五家廠商參與競標，於 3.5 GHz 及 28 GHz 釋出之總頻寬分別為 270 MHz 及 1600 MHz。經過該次釋照後，目前我國於兩頻段之核配狀況如圖 5-3 所示。

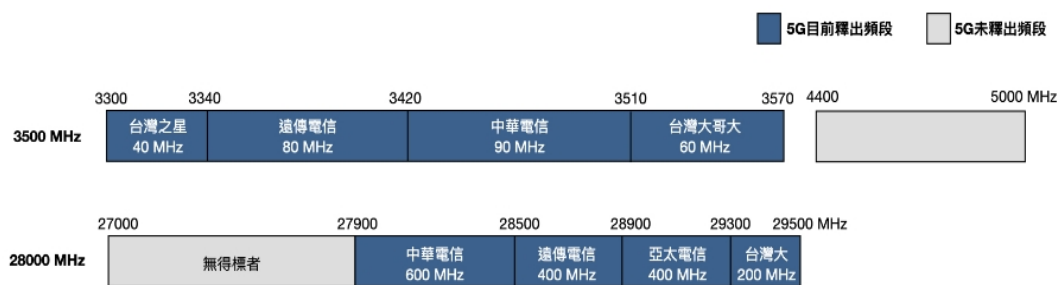


圖 5-3、我國 5G 頻譜資源核配現況

資料來源：NCC，本計畫整理

目前，我國之電信業者將因各自合併後剩餘三家，分別為中華電信、台灣大哥大（與台灣之星合併）及遠傳電信（與亞太電信合併）。如表 5-1 所示，計算合併 4G 及 5G 頻譜拍賣結束後，各家電信業者所持有之頻寬。以 Sub 6 GHz 而言，中華電信目前共持有 290 MHz，台灣大哥大在合併後共持有 280 MHz，遠傳電信在合併後則擁有 290 MHz；至於 28 GHz 的部分，中華電信持有 600 MHz，台灣大哥大合併後持有 200 MHz，遠傳電信合併後則持有 800 MHz。

表 5-1、各電信業者目前持有之頻寬

頻段	中華電信	台灣大哥大 (合併後)	遠傳電信 (合併後)
700 MHz	-	40	50
900 MHz	40	20	-
1800 MHz	60	30	40
2100 MHz	40*	50	30
2600 MHz	60	40	90
3500 MHz	90	100	80
Sub 6 GHz (小計)	290	280	290
28 GHz	600	200	800

資料來源：NCC，本計畫整理(\*中華電信於 111.5.30 與亞太共用 E9(1960-1965MHz, 2150-2155MHz))

隨著 5G 技術的發展及頻譜的釋出，4G 的頻譜執照使用年限將在西元 2033 年到期，屆時將以 5G 為主。而 5G 之頻譜執照使用年限則於西元 2020 年開始，西元 2040 年到期，如圖 5-4 所示。

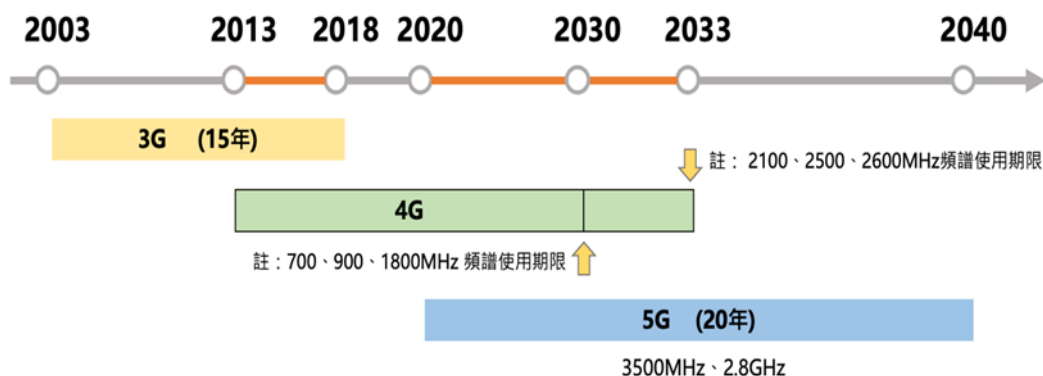


圖 5-4、頻譜執照使用年限

資料來源：本計畫整理

根據第貳章第一節資料及相關文獻，世界上先進國家已釋出之 5G 行動通信頻譜及獲得執照的 MNO (mobile network operator) 數量如下：英國釋出 270 MHz，共 4 家 MNO；德國釋出 300 MHz，共 4 家 MNO；法國釋出 310 MHz，共 4 家 MNO；日本釋出 500 MHz，共 4 家 MNO；韓國釋出 280 MHz，共 3 家 MNO。目前其他先進國家所釋出頻譜大小和 MNO 家數，大致和第一波釋照之結果類似。此外，大部份行動用戶使用 4G 網路，即可滿足應用上的需求，使得 5G 用戶數成長不如預期，因此我國 5G 第一波釋照所釋出的頻譜，短期內應該足夠。

## 二、財務效益

本節將以政府角度考量，並以拍賣當年將產生之相關經費，盤點及研析各個整備方案對國家整體利益之影響。

### (1). 政府預期收益及變數假設

政府在頻譜拍賣當中之主要收益為得到頻譜標金。本計畫將以 5G 首波釋照中每 MHz 平均得標金額作為推估 5G 第二波拍賣之標金

預測基準。估計方式係以 4G 第一、二及三波釋照價金降低之平均比例換算。5G 第二波釋照之價金降低比率，計算後約為 40%；本計畫為利於決策者參照，另再提供降低比率為 20% 的計算結果。但當方案採取共用機制時，將可能降低電信業者之競標意願，因此本計畫假設共用頻譜將導致標金下降至 70%。公式 (5-1) 即為 5G 第二波拍賣預測標金之計算公式。

$$TB = P * BW * \alpha * \eta \quad (5-1)$$

TB = 總標金 (新台幣)

P = 首波釋照每百萬赫茲之頻譜標金 (新臺幣)

BW = 釋出之頻寬 (MHz)

$\alpha$  = 拍賣價金降低比率 (本計畫根據計算結果，以 20% 及 40% 作為假設)

$\eta$  = 共用頻譜之折價 (本計畫假設為 70%)

## (2). 政府預期成本及變數假設

各頻譜整備方案之移頻或停用措施，會對 C 頻段既有使用者之既有利益造成損失，因此政府需對其進行補償。此法源乃根據《電信管理法》第 61 條第 2 項，當無線電頻率使用者因受主管機關主動廢止、改配或更新設備致受有直接損失時，主管機關應給予補償<sup>103</sup>。因此，可能遭受影響之 C 頻段既有使用者將可依法獲補償金，以下將針對各利害關係人可能產生之補償金進行變數假設。

### ● ST-2 關閉轉頻器之補償金

本計畫將比照首波釋照中，ST-2 因關閉轉頻器而產生

<sup>103</sup> 國家通訊傳播委員會(2022)《電信管理法》，全國法規資料庫，  
<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=K0060111>

之補償金額估算上、下限<sup>104</sup>，推估本次頻譜整備中，ST-2 關閉轉頻器之補償金約為 10 億元，如表 5-2 所示。

表 5-2、ST-2 關閉轉頻器補償金額

	補償金額估算下限 (新台幣仟元)	補償金額估算上限 (新台幣仟元)
首波釋照 關閉轉頻器費用	992,582	1,008,994
第二波預估費用	1,000,000	

資料來源：因應政策調整或停用無線電頻率所涉補償費用之鑑價評估委託研究採購案期末報告，本計畫推估整理

- 建置和諧共用系統之費用

預估該系統需花費 1 億元。

- 點對點微波通信業者之補償金額

頻譜整備後主要影響之業者為中視，其目前共有 10 座站臺，及中華電信離島點對點微波，其目前共有 6 座站臺。本計畫假設目前每座站臺的更新發射接收設備及補償金皆為 1,600 萬元，合計預估補償費用為 2 億 5 千 6 百萬元，如表 5-3 所示。

表 5-3、點對點微波通信業者之補償金額

	中視 10 座微波站臺補償 金額估算 (新台幣仟元)	中華電信 6 座微波站臺補償 金額估算 (新台幣仟元)
更新發射接收 設備費用	16,000	96,000

<sup>104</sup>台灣經濟研究院(2020)《因應政策調整或停用無線電頻率所涉補償費用之鑑價評估委託研究採購案》，頁 222。

	中視 10 座微波站臺補償 金額估算 (新台幣仟元)	中華電信 6 座微波站臺補償 金額估算 (新台幣仟元)
合計預估費用	256,000	

資料來源：本計畫推估整理

- 補助固定點對點微波業者改善措施之費用

頻譜整備後，固定點對點微波業者若需加裝濾波器，預估每顆為 4 萬元。而中視共有 36 顆，中華電信共有 20 顆，如表 5-4 所示。

表 5-4、預估補助固定點對點微波業者之費用

固定點對點 微波業者	站臺數	濾波器數量	預估總費用 (新台幣仟元)
中視	10	36	1,440
中華電信	6	20	800

資料來源：本計畫推估整理

- 補助 ST-2 電臺加裝改善措施之費用

進行頻譜整備後，部分方案之 ST-2 電臺將需加裝改善措施以避免受干擾，其預估費用如表 5-5 所示。

表 5-5、預估補助 ST-2 電臺改善措施之費用

頻段	預估每座所需費用 (含天線改善措施) (新台幣仟元)	補償總數量 (座)	總計 (新台幣仟元)
3610-3700 MHz	260	197	52,000

資料來源：本計畫推估整理

- 補助既有 FSS 使用者改善措施之費用

本計畫以頻譜整備後，各頻段可能受影響的既有 FSS 使用者所需之改善措施總數量，預估各方案所需之補助費用，如表 5-6 所示。

表 5-6、預估補助既有 FSS 使用者改善措施之費用

方案	頻段	預估每座所需費用 (含天線改善措施) (新台幣仟元)	補償總 數量(座)	總計(新台幣 仟元)
一	3740-4200 MHz 頻 段上業者均移頻	120	656	79,000
二	3740-4100 MHz 頻 段上業者將共用	0	0	0
三	3570-4100 MHz 頻 段上業者將共用	0	0	0
四	保留 3740-3920 MHz 頻段上業者； 3920-4100 MHz 頻 段上業者需移頻	210	656	140,000
五	3570-4100 MHz 頻 段上業者均移頻	120	656	79,000
六	3570-4000 MHz 頻 段上業者均移頻	120	656	79,000

資料來源：本計畫推估整理

- 共同頭端系統費用估算，為使既有業者可透過共同頭端系統接收所需之衛星信號及維持共同頭端系統設備及機房正常運作，估算共同頭端系統(含主備援頭端系統設備建置與維運)費用，包含一次性資本支出(CapEx)之土建、頭端機房及訊號介接暨臨時運作區等系統設

備建置等費用與例行性維運支出(OPEX)之主備援頭端相關維運團隊人力，傳輸線路，設備維護，建物設施維護等費用（不含土地購置成本），如表 5-7 所示。

表 5-7、共同頭端預估建置費用

項目	項次	工項/品名	預估金額 (新台幣仟元)	備註
一次性 資本支出 (CapEx)	土建	整地工程	5,000	每一處頭端基地，總面積約 10000 平方公尺
		水土保持	10,000	每一處頭端基地，總面積約 10000 平方公尺
		環境週邊工程	15,000	每一處頭端基地，總面積約 10000 平方公尺
		土地評估	7,000	每一處頭端基地，總面積約 10000 平方公尺
		建築設計規劃	6,000	1 處頭端建物設計圖，適用 2 處
		土木建築物	153,000	每一處頭端建物為 2 層樓，每一層樓為 250 坪，共 500 坪，包含(電力系統工程(含發電機)、空調設備、環境監控系統、門禁監視系統、消防系統)
		裝修工程	40,000	每一處頭端建物為 2 層樓，每一層樓為 250 坪，共 500 坪(包含辦公室，會議室，大廳接待設施等裝修工程)
		相關證照申請	6,000	建照、機電、消防、使用執照、雜項等等
	頭端 機房	頭端機房基礎 建設	47,000	機房內之電力系統工程(含發電機)、空調設

項目	項次	工項/品名	預估金額 (新台幣仟 元)	備註
				備、環境監控系統、門禁監視系統、消防系統
		頭端機房系統及設備(含網管監控)	160,000	衛星廣播節目訊號串流處理設備與監控系統設備
		頭端衛星天線場	25,000	2處天線場，每一處天線場為25座3.7公尺頭端衛星接收設施
		訊號介接暨臨時運作區設備	250,000	各區業者訊號介接管理設備
一次性資本支出 CapEx 合計			724,000	
例行性 維運支出 (OPEX)	其他 維護 (含維 運人 力、 傳輸 線 路、 設備 維 護、 建物 設施)	主備援頭端間傳輸線路	4,000	主備援頭端間傳輸線路 5G*2/年
		主備援頭端與業者間傳輸線路	420,000	固定衛星業者 7.5G*8，有線電視業者 2.5G*128，下鏈衛星接收戶 1G*326/年
		臨時運作區傳輸線路	2,800	臨時運作區傳輸線路 1G*2/年
		維運人力費	48,000	50人/團隊
		機房設施暨系統設備維護費	41,500	2處頭端機房設施暨系統設備維護費(機房系統設備*10%+天線設施*0.2%)
		建築場域暨基礎設施維護費	9,290	2處頭端建築場域暨基礎設施維護費(建物3%+機房設施10%)
		其他	1,500	2處頭端相關水費、電費、通訊費、規費等等

項目	項次	工項/品名	預估金額 (新台幣仟元)	備註
例行性維運支出(OPEX)			527,090	

資料來源：本計畫推估整理

### (3). 各頻譜整備方案之計算結果

#### ● 政府預期效益

根據 5G 首波頻譜拍賣之結果，可得 3.5 GHz 中釋照總頻寬為 270 MHz，總標金為 1405.43 億元，計算後得每 MHz 之平均得標金額約為 5.2 億元。如表 5-8 所示為預估計算各方案預測標金之結果，其中拍賣價金降低比率分別假設為 40% 及 20%。

表 5-8、5G 第二波拍賣之預測標金

方案	未來 5G 使用之頻段(MHz)	總頻寬(MHz)	預測總標金 (新台幣仟元) ( $\alpha = 40\%$ )	預測總標金 (新台幣仟元) ( $\alpha = 20\%$ )
一	3740-4100	360	74,880,000	37,440,000
二	3740-4100	360	52,416,000	26,208,000
三	3570-4100	530	77,168,000	38,584,000
四	3740-4100	180*	37,440,000	18,720,000
五	3570-4100	530	110,240,000	55,120,000
六	3570-3960	390	81,120,000	40,560,000

資料來源：本計畫計算，\*方案四從 3740-4100 MHz 規劃合適頻段供 5G 專用，此處假設為該頻段之一半（180 MHz）

#### ● 政府預期成本

為完善各利害關係人之權益，各方案需採用之補償及配套措施，將會成為政府機關進行頻譜整備可能產生之成本，如表 5-9 所示為預估頻譜整備各方案之預期成

本。其中，共同頭端以前述之一次性資本支出為預估經費。

表 5-9、5G 第二波拍賣之預期成本

方案	配套措施	預期成本 (新台幣仟元)	預期總成本 (新台幣仟元)
一	• 補助既有 FSS 使用者改善措施	79,000	228,440
	• 為 ST-2 使用者加裝帶通濾波器或窄頻 LNB 等相關裝置	52,000	
	• 為中視點對點微波加裝帶通濾波器或窄頻 LNB 等相關裝置	1,440	
	• 補償中華電信點對點微波移頻	96,000	
二	• 建置頻譜和諧共用系統	100,000	153,440
	• 為 ST-2 使用者加裝帶通濾波器或窄頻 LNB 等相關裝置	52,000	
	• 為中視點對點微波加裝帶通濾波器或窄頻 LNB 等相關裝置	1,440	
三	• 建置頻譜和諧共用系統	100,000	824,000
	• 建置 2 座共同頭端系統	724,000	
四	• 補助既有 FSS 使用者改善措施	140,000	289,440
	• 為 ST-2 使用者加裝帶通濾波器或窄頻 LNB 等相關裝置	52,000	
	• 為中視點對點微波加裝帶通濾波器或窄頻 LNB 等相關裝置	1,440	
	• 中華電信點對點微波移頻	96,000	
五	• 補助既有 FSS 使用者改善措施	79,000	2,059,000
	• 補償固定點對點微波業者 (中華 6 座及中視 10 座)	256,000	
	• 建置 2 座共同頭端系統	724,000	

方案	配套措施	預期成本 (新台幣仟元)	預期總成本 (新台幣仟元)
	• 補償 ST-2 業者	1,000,000	
六	• 補償固定點對點微波業者 (中華 6 座及中視 10 座)	256,000	335,000
	• 補助既有 FSS 使用者改善措施	79,000	

資料來源：本計畫計算整理

● 各方案成本效益

如表 5-10、5-11 方案成本效益研析所示，採用各方案將可能產生成本效益之結果。以此成本計算結果分析，方案五最優，其次為方案六，方案四則最差。

表 5-10、各頻譜整備方案之成本效益( $\alpha=40\%$ )

	方案一	方案二	方案三	方案四	方案五	方案六
預期效益 ( $\alpha=40\%$ )	74,880,000	52,416,000	77,168,000	37,440,000	110,240,000	81,120,000
預期成本	228,440	153,440	824,000	289,440	2,059,000	335,000
財務效益 (效益-成本)	74,651,560	52,262,560	76,344,000	37,150,560	108,181,000	80,785,000

資料來源：本計畫估算整理

單位：新台幣仟元

表 5-11、各頻譜整備方案之成本效益( $\alpha=20\%$ )

	方案一	方案二	方案三	方案四	方案五	方案六
預期效益 ( $\alpha=20\%$ )	37,440,000	26,208,000	38,584,000	18,720,000	55,120,000	40,560,000
預期成本	228,440	153,440	824,000	289,440	2,059,000	335,000

	方案一	方案二	方案三	方案四	方案五	方案六
財務效益 (效益-成本)	37,211,560	26,054,560	37,760,000	18,430,560	53,061,000	40,225,000

資料來源：本計畫估算整理

單位：新台幣仟元

### 三、技術發展

#### (1). 5G 系統各頻段設備供應成熟度

根據第三代合作夥伴計畫(3GPP)於 Release 15<sup>105</sup>中所定義的 5G 新無線電(5G New Radio, 5G NR)頻段，其以 6 GHz 作為第一型頻率範圍(Frequency Ranges 1, FR1)及第二型頻率範圍(Frequency Ranges2, FR2)的分界，FR1 之頻段為 450-6000 MHz，FR2 則為 24250-52600 MHz，其中 FR1 中的 5G NR 頻段約有 60 段，而國際上較被認同之 5G 頻段包括 n1、n28、n41、n71、n77、n78 及 n79。然根據我國 5G 候選頻段，目前仍存在既有使用者之頻段主要為 3700-5000 MHz，此屬 5G NR 頻段中之 n77、n78 及 n79，如表 5-12 所示。其中 n77 與 n78 之頻率範圍有重疊，而 n78 大部分於我國首波 5G 釋照時已釋出，該頻段之業者頻率分配可參考如表 5-13 所示。

表 5- 12、5G NR 運作頻段及多工模式

NR 頻段 (NR band)	頻率 (MHz)	模式(mode)
n77	3300-4200	TDD
n78	3300-3800	TDD
n79	4400-5000	TDD

資料來源：3GPP，本計畫整理

<sup>105</sup> 3GPP(2019), Realse 15

表 5-13、我國業者於 n78 之頻率分配

電信業者	頻率 (MHz)	頻寬
中華電信	3420- 3510	90 MHz
遠傳電信	3340- 3420	80 MHz
台灣大哥大	3510- 3570、3300-3340*	100 MHz

資料來源：本計畫整理，\*原台灣之星標得之頻段

設備成熟度將對網路建置成本產生直接影響，所以其往往能左右服務提供商提供服務之意願，若釋出的頻段過於冷門，且設備及生態系尚未成熟，將不利電信商及其垂直應用之發展。而 n77 及 n78 頻段之統一性高，屬目前國際上之主流頻段，因此設備成熟度也較高。根據全球移動通信協會（Groupe Speciale Mobile Association, GSMA）西元 2021 年所公布之 5G 相關數據研究所示<sup>106</sup>，目前全球已有多家運營商正為 5G 部署 C 頻段之頻譜，其中大部分投資於 n77 及 n78，其次為 n28、n12 及 n14，n79 目前則較少。另外，相關設備大部分皆可支援 5G 主要頻段，截至該研究報告統計時間(西元 2021/9)為止，n78 頻段有 724 種型號已公開宣稱可支援 5G 設備，n77 頻段則有 556 種，其中 C 頻段中已有 574 種型號可商用，顯示我國預計第二波釋照的候選頻段設備成熟度相當高。

## (2). 光纖網路發展成熟度

由於光纖具備低損耗、中繼距離長、傳輸量大且品質好之特性，使其在今日取代傳統銅線，以完善固網寬頻的接取技術。光纖曾在西元 2002 年時受到網路經濟泡沫化所影響，使其需求及價格皆大幅下

<sup>106</sup> GSMA(2021/10), Mid-band spectrum needs and mmWaves, [https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2021/10/ASEAN-Mid-band-mmWaves\\_21-Oct-2021.pdf](https://www.gsma.com/spectrum/wp-content/uploads/2021/10/ASEAN-Mid-band-mmWaves_21-Oct-2021.pdf)

降，所幸在新科技所帶來的泡沫破滅後，緊接著的便為需求的長期成長。時至今日，光纖仍佔全球固網寬頻用戶數中最高比例，根據 NCC 110 年度通訊傳播市場報告中所示，我國光纖用戶數佔固網寬頻總用戶數 69%<sup>107</sup>，且為現今提供基地臺連接到局端等各式應用的重要角色。而我國投入光通訊產業之業者也眾多，此即為該技術日益成熟之表現。

而技術成熟通常可為使用者帶來較低的價格。我國用戶每月使用光纖網路的費用包含中華電信的電路費加上各家提供網路服務業者的月租費，由於中華電信之市場顯著地位，其電路月租費每年皆需根據消費者物價指數及固定通信業務適用資費調整係數而調整，如表 5-14 所示為中華電信於民國 112 年 1 月所公告之電路月租費牌告價<sup>108</sup>，光纖受政府管制及通膨影響有逐年調降之趨勢。

表 5-14、中華電信於民國 112 年 1 月電路月租費牌告價

傳輸速率(bps)	300M/100M	500M/250M	1G/600M
電路月租費牌告價(新台幣)	727	937	1,332

資料來源：中華電信官方網站，本計畫整理

在數位匯流的趨勢之下，我國更為了推動經濟發展並滿足民眾不斷上升之寬頻上網需求，於西元 2018 年推動建築物電信設備「光纖入戶」之目標，並將光纖列入一定規模以上新建建築必須之設備。自西元 2020 年以來，由疫情導致之居家辦公及遠距教學，大力的帶動固網寬頻用戶的增加，且在 5G 服務不斷布建之際，電信業者將會需要在基地臺安裝更多光纜來支援網路。

<sup>107</sup> 國家通訊傳播委員會(2021)《通訊傳播市場報告 110》，頁 42，

[https://commsurvey.ncc.gov.tw/files/file\\_pool/1/0m062539054870257539/110\\_通訊傳播市場報告-中文版.pdf](https://commsurvey.ncc.gov.tw/files/file_pool/1/0m062539054870257539/110_通訊傳播市場報告-中文版.pdf)

<sup>108</sup> 中華電信(2023)，中華電信股份有限公司光世代電路、HiNet 上網(光世代非固定制)及 MOD 平臺 促銷方案公告，

[https://www.cht.com.tw/zh-TW/home/cht/-/media/Web/PDF/messages/2022/HiNetMOD\\_0901.pdf?la=zh-TW](https://www.cht.com.tw/zh-TW/home/cht/-/media/Web/PDF/messages/2022/HiNetMOD_0901.pdf?la=zh-TW)

### (3). 共同頭端技術發展成熟度

共同頭端主要透過光纖進行傳輸，所以光纖的技術成熟度也將影響其建置。建置共同頭端可解決之問題為，當衛星無法將遙測鏈路轉移至其他轉頻器，但既有使用者卻必須移頻至其他區域時，共同頭端便可整合各站臺並統一接收訊號，再將資料傳輸給既有使用者，而其在傳輸上有高頻寬之要求，此正是 5G 技術特性所能達成的。因此除了最初建置所需花費之大量成本之外，使用共同頭端之最大優勢為其可大幅降低有線電視業者未來所需花費之成本。

目前已使用該技術之主要國家包括美國、加拿大及澳洲，而我國之中華電信則在陽明山設置的 ST-2 地面站使用了概念相似的技術，當地所採用的是規模較小的一般頭端，然共同頭端需要容納所有既有 C 頻使用者之轉頻器，需要容納比較多的碟型天線及容量較大的光纖網路，以便滿足全國衛星通訊 C 頻下鏈的需求。目前我國缺乏此方面的經驗，未來若要在我國採用此技術，系統複雜度也將會提升，系統穩定度將面臨相當程度的挑戰。

### (4). 共享頻譜技術發展成熟度

以下將介紹兩種目前市場上主要針對合法且有執照之業者使用之共享頻譜技術。

- 地理圖資系統

地理圖資系統發展至今成熟度已極高，且目前正邁向其他加值應用，如立體化數據等。而此處尤指透過資料庫的建置、地理圖資系統及干擾技術的整合以達成共享頻譜之作法，我國相關經驗可溯及 5G 首波釋照，為了讓監管機關能掌握 5G 基地臺及衛星地面接收站共存的狀況並提供給電信業者作為設置基地臺時的參考

及建議，建立了「衛星地面接收站資料庫系統」，該系統透過內政部的地理資訊圖資站（Taiwan Geospatial One Stop, TGOS）及 FSS 地面接收站圖資系統地理位置之結合，維持 C 頻段內的 5G 與衛星通訊系統之和諧共存<sup>109</sup>。未來若要在第二波釋照後沿用，可將本計畫提出之頻譜和諧共用機制結合，並再強化其人機介面之設計。

- 公民無線寬頻服務（CBRS）

美國聯邦通訊傳播委員會（FCC）於西元 2015 年以頻譜接取系統（Spectrum Access Servers, SAS）為核心，劃定 3550-3700MHz 為共享頻段，發展出此公民無線寬頻服務<sup>3</sup>，除了可在頻譜管理上達到成本效益，還能有效控制干擾。此三層式架構以不被干擾之優先權分為三層，擁有不被其他層所干擾之權利者為取得執照之既有使用者（Incumbents），接著為優先接取執照使用者（Priority Access Licensees, PAL），最後則為一般許可接取使用者（General Authorized Access, GAA），該層級不可對其他兩層造成干擾。此應為目前美國發展較完善之頻譜共享機制，已有商品化的設備。

CBRS 目前在全世界的成熟度仍偏低，只有美國有採用此機制共用頻譜。主要可能原因有：

(a) 目前只有美國海軍利用 3.5GHz 於港口附近建置相關通訊系統，其他國家的海軍尚不清楚有此系統。因此，未推出 CBRS 共享機制。

(b) CBRS 需建置一個 SAS 資料庫系統以自動化的方

---

<sup>109</sup>電信技術中心(2020)《3.5GHz 中頻段改善措施建置與潛在干擾評估及處理作業計畫》，頁 189-200、251-253。

式指配頻率給 PAL 使用者，此部分需要完整的頻譜資料庫、地形地物電子圖型資料庫、合適的傳播模型，進行干擾分析評估時仍具有相當高的誤差，各國皆採觀望的態度。

- (c) CBSD 裝置的產業生態鏈尚未成熟，因全世界只有美國有此項產品，市場經濟規模不大。CBRS 裝置包含 3.5GHz 頻段的基地臺及手持裝置，此項並非行動通訊主流頻段的商品，可提供此產品的供應商仍相當有限，市場尚不成熟。

#### (5). 降低或防干擾的技術發展成熟度

針對緩解 5G 行動通訊與衛星通訊之間干擾的技術，主要為更改同頻的衛星下鏈接收頻率至其他頻段、設置護衛頻帶、在衛星地球接收站加裝低雜訊降頻器 (LNB) 或帶通濾波器、在衛星地球接收站規範不得設置 5G 行動基地臺的禁區、規範 5G 訊號最大輸出功率等。

以上解決方案中所涉及關鍵技術為帶通濾波器及窄頻 LNB。根據 NCC 委託計畫於 109 年之研究結果<sup>110</sup>，首波 5G 釋照中，國內廠商已有能力可以設計、生產這兩項產品，並且可有效降低干擾。

因此若要配合各頻譜整備方案找到合適的、可更改帶通濾波器及 LNB 的供應商之困難度應不高。目前台灣製造相關產品之廠商主要有台揚、芳興等。以台揚為例，根據該公司 110 年度之年報，其以 LNB 於西元 2003 年成功進入北美直播衛星電視市場，並成為主要供應商之一，而後更在西元 2008 年以「12 用戶共電纜低雜訊衛星降頻器

---

<sup>110</sup>電信技術中心(2020)《3.5GHz 中頻段改善措施建置與潛在干擾評估及處理作業計畫》，頁 189-200、251-253。

(DODECALNBF)」成為目前世界上唯一可同時供應 12 個用戶的單一降頻器，在技術不斷發展的同時，目前該產品之頻率已可包含 S、C、Ku 及 Ka 頻段<sup>111</sup>，成熟度極高。就全球市場而言，由於衛星通訊應用趨於多樣化，LNB 之需求進而不斷提升，此將能促進供應商之生產及發展。

#### 四、政經環境

##### (1). 總體經濟

在首波 5G 競標時，為了提升投資意願，國家通訊傳播委員會大幅放寬業者經營環境限制，除頻譜使用期限為 20 年外，也降低頻率使用費，且實施《電信管理法》放寬業者頻率及網路共用機制，預期亦將可大幅降低經營成本。此鬆綁之市場環境，將促使我國 5G 供應鏈之發展並拓展軟硬體設備之商機，以 5G 端到端之產業鏈而言，從 5G 晶片、開放式無線接取網路 (Open Radio Access Network, ORAN)、5G 核心網路到多元場域的應用，若能進攻全球市場，還將可創造龐大的產值。綜觀我國行動通訊相關產業鏈，如表 5-15 所示。

表 5-15、我國 5G 服務相關產業鏈

項目	內容
晶片半導體	晶圓代工、封裝測試、基頻晶片等
關鍵零組件	被動元件、感測元件、濾波器、功率放大器、天線、軟板、散熱模組、電池模組、高頻元件等
終端設備	手機、穿戴式設備、無線分享器等

<sup>111</sup>台揚科技股份有限公司(2021)，民國一一〇年度年報

項目	內容
網路設備	微型基站、網路交換器、路由器、光通訊模組、光纖光纜等

資料來源：本計畫整理

## (2). 數位經濟發展與全民福祉

除了網通產業的發展外，5G 系統之垂直應用也能帶動國家整體數位經濟之發展，並進一步增進全民福祉。本計畫參考電信業者官方網站的資料，整理出 5G 垂直應用的相關領域，如表 5-16 所示。另一方面，我國民眾對於媒體業者所提供之服務仍有相當高的需求，而電視台對觀眾最大的承諾即為確保播出及服務的品質，但若既有業者在頻譜整備後需移頻或共享頻譜，可能產生之干擾對我國國民的損害也不能忽視。

表 5- 16、5G 垂直領域之應用

類別	服務簡介	應用場域
企業專網	<ul style="list-style-type: none"> <li>獨立於企業內部運作，與公網實體層分開，且不受其壅塞所影響，可保障資安。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>製造業</li> <li>醫療業</li> <li>交通運輸</li> </ul>
智慧醫療	<ul style="list-style-type: none"> <li>串聯院內外救護及照護單位，透過雲端及數據分析等功能整合遠距診療技術。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>醫療業</li> <li>長照業</li> <li>消防局</li> </ul>
智慧交通	<ul style="list-style-type: none"> <li>應用在車、網路、設施及人之間，並達到預警及即時路況提供之功能，進而促進自駕車安全。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>交通業</li> </ul>
智慧影音串流應用	<ul style="list-style-type: none"> <li>提供即時影像傳輸服務，並可融入人工智慧，低延遲之特性可支援大型直播活動。</li> <li>可部分取代 SNG 車並降低衛星轉播成本。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>科技執法</li> <li>遠端監控</li> <li>災害救援</li> </ul>

類別	服務簡介	應用場域
AR 企業應用	<ul style="list-style-type: none"> <li>結合手機或智慧眼鏡，透過視訊協作以加深用戶體驗及營運效率。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>製造業</li> <li>醫療業</li> <li>文化產業</li> </ul>

資料來源：根據中華電信網頁，本計畫整理（中華電信，2022）<sup>112</sup>

### (3). 釋出 C-band 中頻段，既有利害關係人的反對與壓力

在頻譜整備方案中，可能會影響到許多既有的使用者，包括衛星廣播電視事業及其訂戶或下鏈接收戶、有線廣播電視系統經營者、衛星固定通信業務經營者及其使用者、無線電視事業等。不僅於此，這些業者通常還具有傳播媒體的功能，一般而言，也扮演著監督政府之「第四權」的角色。

相關既有業者主張其目前於 C 頻段提供之服務類型涉及全國民眾之日常及傳播產業領域，若需移頻則影響範圍將極為廣大。以本國需透過境外衛星處理的頻道服務而言，如國際新聞或體育競賽及 SNG 車，由於我國新聞業者家數眾多且新聞事件講求快速，尤其當事件發生在基地臺少的偏遠地區，但多家業者需同時佔用大量頻寬時，C 頻段的使用則有其必要性。另外，東南亞國家為我國影視傳播產業的重要輸出市場，但該地區大部分國家仍未釋出 C 頻段且光纖傳輸系統的建置也不夠完善，若無完善的配套措施就進行頻譜整備，將可能威脅我國影視產業之發展。且由於 C 頻段可解決我國於 Ku 頻段獨有之雨衰問題，該特性使其更難以被取代。

因此在頻譜整備方案的選擇上，權責機關需要以更整體、嚴格與宏觀的角度，並對時程進行明確的定義，以使相關單位有足夠的時間進行整備，並共同決定出對國家長期有利的方案。

<sup>112</sup>中華電信(2022)，中華電信 5G 垂直領域應用，  
<https://www.cht.com.tw/home/campaign/5genterprise/index.html>

## (一) 頻譜整備方案優缺點整理

經四大構面分析結果而言，有效率的頻譜管理強調頻段之規劃應連續，且過多護衛頻帶也將浪費頻譜資源。因此頻段過於分散之方案四為最差，而考慮到 ST-2 除役後，頻譜規劃完整之方案六則相對較佳；財務效益之分析結果則為方案五為最佳，因其釋出最多頻譜並預期可獲得最多標金；以技術發展而言，目前 n77 頻段之設備及國際發展之成熟度皆偏高，方案三及方案五可能因此得到較多利益，不過，方案三為共用，業者在實務上仍可能產生不可避免之干擾問題，另外，共同頭端雖可解決既有使用者權利損害之問題，但其技術成熟度目前仍不高；最後，從政經環境之角度來看，5G 未來能帶動我國大量多元垂直領域之發展，但若涉及頻譜騰讓，將帶來既有使用者一定程度的反彈，而方案六考慮到時間因素，並為 FSS 及點對點微波使用者留下部分 C 頻段，將可降低反對聲浪。

綜上所述，以下將根據四大構面於頻譜整備方案之優缺點進行整體分析及說明，如表 5-17 所示，該表內的財務效益以拍賣價金降低比率為 40% 之結果為主。

表 5-17、頻譜整備方案之優缺點總整理

	頻譜政策	財務效益 (新台幣仟元)	技術發展	政經環境
方案一	優點： <ul style="list-style-type: none"> <li>● 頻譜使用效率適中</li> <li>● 保留國內可自行控制之衛星</li> </ul> 缺點： <ul style="list-style-type: none"> <li>● 釋出 5G 頻譜</li> </ul>	74,651,560 (序位 4)	優點： <ul style="list-style-type: none"> <li>● 相關干擾處理技術成熟</li> </ul> 缺點： <ul style="list-style-type: none"> <li>● 既有業者若移至 Ku</li> </ul>	優點： <ul style="list-style-type: none"> <li>● ST-2 相關業者接受度較高</li> </ul> 缺點： <ul style="list-style-type: none"> <li>● 代理國</li> </ul>

	頻譜政策	財務效益 (新台幣仟元)	技術發展	政經環境
	與首波之頻段不連續 ● 需預留較多護衛頻帶		頻段，則會面臨兩衰問題 ● 但仍有鄰頻干擾風險	外衛星轉頻器業者反彈
方案二	優點： ● 對既有業者影響較小 ● 保留國內可自行控制之衛星 缺點： ● 需設計頻譜和諧共用機制 ● 頻譜管理複雜度較高 ● 需預留較多護衛頻帶	52,262,560 (序位 5)	優點： ● 可沿用 5G 首波釋照之地理圖資系統 缺點： ● 排除同頻干擾之技術困難度較高 ● 但仍有鄰頻干擾風險	優點： ● ST-2 相關業者接受度較高 缺點： ● 實務上共用仍易產生干擾問題，進而引起民眾客訴
方案三	優點： ● 釋出頻段較大 ● 無護衛頻帶，可與首波釋照之頻段連續 缺點： ● 需設計頻譜和諧共用機制 ● 頻譜管理複雜度較高	76,344,000 (序位 3)	優點： ● n77 頻段之設備、生態系成熟度高 ● 可沿用 5G 首波釋照之地理圖資系統 缺點： ● 共同頭端技術發展度較低	優點： ● 所有使用者皆不需移頻 缺點： ● 實務上共用仍易產生干擾問題，進而引起民眾客訴

	頻譜政策	財務效益 (新台幣仟元)	技術發展	政經環境
			<ul style="list-style-type: none"> <li>排除同頻干擾之技術困難度較高</li> </ul>	訴
方案四	<p>優點：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>頻譜使用效率尚可</li> <li>保留國內可自行控制之衛星</li> </ul> <p>缺點：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>5G 及 FSS 服務頻段不連續</li> <li>需預留較多護衛頻帶</li> <li>頻譜規劃複雜度高且頻譜使用效益低</li> </ul>	37,150,560 (序位 6)	<p>優點：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>降低或防干擾技術較成熟</li> </ul> <p>缺點：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>既有業者若移至 Ku 頻段，則會面臨雨衰問題</li> <li>但仍有鄰頻干擾風險</li> </ul>	<p>優點：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>ST-2 相關業者接受度較高</li> </ul> <p>缺點：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>5G 產業易受釋出頻譜分散且較小而導致發展受阻</li> </ul>
方案五	<p>優點：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>釋出頻段較大</li> <li>可獲得連續且較完整的 5G 頻譜</li> <li>無干擾之疑慮</li> <li>頻譜分配明確，可提高頻譜使用效率</li> </ul> <p>缺點：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>需對既有使用者進行移頻相關工作</li> <li>頻譜補償所產生之影響層面較廣</li> </ul>	108,181,000 (序位 1)	<p>優點：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>n77 頻段之設備、生態系成熟度高</li> </ul> <p>缺點：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>共同頭端技術發展度較低</li> <li>既有業者若移至 Ku 頻段，則會面臨雨衰問題</li> </ul>	<p>優點：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>有利 5G 產業發展</li> <li>帶動多元垂直應用</li> </ul> <p>缺點：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>既有業者反對壓力相當大</li> </ul>

	頻譜政策	財務效益 (新台幣仟元)	技術發展	政經環境
方案六	優點： ● 所需之護衛頻帶最少 ● 可與首波釋照之頻段連續 缺點： ● 需對既有使用者進行移頻相關工作 ● 既有 FSS 可使用之頻段縮小	80,785,000 (序位 2)	優點： ● 相關干擾處理技術成熟 缺點： ● 但仍有鄰頻干擾風險	優點： ● ST-2 相關業者接受度較高 ● FSS 使用者接受度較高 ● 有利 5G 產業發展 ● 帶動多元垂直應用 缺點： ● 部分需移頻之既有業者反彈

資料來源：本計畫整理

## (二) 頻譜規劃時程及經費

以下將根據各個方案所需之配套措施，推估六個頻譜整備方案所需花費之時程，如表 5-18 輔助說明。

表 5-18、頻譜規劃時程及經費

方案	配套措施所需時程	頻譜整備所需時程	經費 (新台幣仟元)
一	● 補助既有 FSS 使用者：2~3 年	2~3 年	228,440

方案	配套措施所需時程	頻譜整備所需時程	經費 (新台幣仟元)
	<ul style="list-style-type: none"> <li>為既有使用者 (ST-2 及中視) 加裝帶通濾波器或窄頻 LNB 等：2~3 年</li> <li>補償中華電信點對點微波移頻：2~3 年</li> </ul>		
二	<ul style="list-style-type: none"> <li>建置頻譜和諧共用系統：2~3 年</li> <li>為既有使用者 (ST-2 及中視) 加裝帶通濾波器或窄頻 LNB 等：2~3 年</li> </ul>	2~3 年	153,440
三	<ul style="list-style-type: none"> <li>建置頻譜和諧共用系統：2~3 年</li> <li>建置 2 座共同頭端系統：3~5 年</li> </ul>	3~5 年	824,000
四	<ul style="list-style-type: none"> <li>補助既有 FSS 使用者：2~3 年</li> <li>為既有使用者 (ST-2、中視) 加裝帶通濾波器或窄頻 LNB 等：2~3 年</li> <li>補償中華電信點對點微波移頻：2~3 年</li> </ul>	2~3 年	289,440
五	<ul style="list-style-type: none"> <li>補助既有 FSS 使用者：2~3 年</li> <li>補償固定點對點微波及 ST-2 業者：2~3 年</li> <li>建置 2 座共同頭端系統：3~5 年</li> </ul>	3~5 年	2,059,000
六	<ul style="list-style-type: none"> <li>此方案將自 ST-2 使用執照到期後啟動</li> <li>補助既有 FSS 使用者：2~3 年</li> <li>補償固定點對點微波業者：2~3 年</li> </ul>	3~5 年	335,000

資料來源：本計畫整理

## 第二節 辦理座談會徵詢相關利害關係人對於規劃方案意見

本計畫已舉辦 6 場次座談會議，以蒐集相關利害關係人之意見，分別探討行動通訊頻譜資源需求對 C 頻段既有飛航高度計之影響、C 頻段頻譜整備方案對既有使用者之影響與可行性評估，以及國際 C 頻段採建置共同接收頭端之作法與我國候選地點評估方式、5G 行動基地臺對 C 頻段既有飛航高度計影響實測結果分享與討論，以及 C 頻段剩餘頻譜整備方案可行性評估與政策建議。由於國內衛星廣播相關業者遍佈全臺，為廣納各界意見，於第 2、3 場次分別於南北兩地辦

理。如表 5-19 所示為本計畫座談會議規劃與辦理情形。

表 5-19、座談會議規劃與辦理情形

場次	座談會主題	主要邀約對象	舉辦日期	地點
1	行動通訊頻譜資源需求對 C 頻段既有飛航高度計之影響討論	<ul style="list-style-type: none"> <li>公部門：內政部空中勤務總隊、交通部民用航空局</li> <li>行動業者</li> <li>行動通訊設備商</li> <li>無線電飛航高度計使用者</li> <li>無線電飛航高度計設備商</li> </ul>	7/12	實體(交通部集思會議中心)/線上混合辦理
2	C 頻段頻譜整備方案對既有使用者之影響與可行性評估	<ul style="list-style-type: none"> <li>行動業者</li> <li>衛星固定通訊業者</li> <li>有線電視系統經營者</li> <li>衛星頻道節目供應事業</li> <li>無線廣播電視台</li> <li>產業公/協會</li> </ul>	8/9	實體(交通部集思會議中心)/線上混合辦理
3			8/16	實體(高雄軟體科技園區)/線上混合辦理
4	國際 C 頻段採建置共同接收頭端之作法與我國候選地點評估方式之探討	<ul style="list-style-type: none"> <li>公部門：行政院環境保護署、財政部國有財產署</li> <li>專家學者</li> <li>行動業者</li> <li>衛星固定通訊業者</li> <li>固定通信綜合網路業者</li> <li>衛星頻道節目供應事業</li> <li>有線電視系統經營者</li> <li>無線廣播電視台</li> <li>產業公/協會</li> </ul>	10/3	實體(交通部集思會議中心)/線上混合辦理
5	5G 行動基地臺對 C 頻段既有飛航高度計影響實測結果分享與討論	<ul style="list-style-type: none"> <li>公部門：內政部空中勤務總隊、交通部民用航空局</li> <li>行動業者</li> <li>行動通訊設備商</li> <li>無線電飛航高度計使用者</li> <li>無線電飛航高度計設備商</li> </ul>	11/30	實體(交通部集思會議中心)/線上混合辦理

場次	座談會主題	主要邀約對象	舉辦日期	地點
6	C 頻段剩餘頻譜整備方案可行性評估與政策建議	• 專家學者	12/15	交通部集思會議中心

資料來源：本計畫整理

## 一、行動通訊頻譜資源需求對 C 頻段既有飛航高度計之影響討論

本計畫已於 7 月 12 日舉辦「行動通訊頻譜資源需求對 C 頻段既有飛航高度計之影響討論」座談會，依照委託機關之需求，邀集相關利害關係人與公部門出席座談會。因應疫情影響，本次座談會採用實體與線上會議同步方式辦理，實際出席人數 87 人（實體出席人數 26 位、線上出席人數 61 位）。

本場次分別探討行動通訊於 C 頻段需求，以及行動基地臺對無線電飛航雷達高度計干擾防護措施研析，以下分別整理各界意見。

### (一) 議題一：行動通訊於 C 頻段需求探討

1. 5G 商轉後，目前使用情況仍以消費端用戶上網為主，然未來產業對於 5G 潛在應用之想法為何？對新興應用帶來數據流量成長之趨勢有何想法？

本計畫蒐析國際研究報告觀察到未來 5 年行動數據流量將大幅成長，如 Ericsson 於西元 2022 年 6 月發布的行動趨勢報告，顯示預期至 2027 年全球行動數據流量將達 282 EB/月，為西元 2021 年底之 4.2 倍，此一大量訊務量成長源自於 5G 生態體系之逐漸成熟。然而觀察國內 5G 發展概況，自西元 2020 年 6 月底開台以來迄今已逾 2 年，

5G 用戶數達 567.1 萬戶、普及率為 24.46%<sup>113</sup>，需求尚未明顯出現。是故，與會行動通信業者雖認同未來全球數據流量具成長趨勢，但頻譜整備仍須考量因素包括頻譜使用效率、國內 5G 滲透率，以及串流平臺對流量需求等。

2. 近期國內電信市場可能出現之結構性變化，對於未來產業整體頻寬需求之影響為何？倘若單一業者持有之中頻段頻寬 80-100 MHz，是否能滿足未來流量成長需求？預計何時將出現中頻段持有頻譜資源頻寬不足之情形？潛在額外需求頻寬數量為何？

目前，我國行動市場共有 5 家行動網路經營者（Mobile Network Operator, MNO）參與市場，其中以西元 2022 年 8 月統計數據來看市占率由大至小分別為中華電信、（市占率 36.4%）、台灣大哥大（市占率 23.8%）、遠傳電信（市占率 23.7%）、台灣之星（市占率 9.0%）與亞太電信（市占率 7.0%），整體而言呈現三大兩小之競爭局勢。然而，西元 2021 年 12 月 30 日台灣大哥大與台灣之星達成併購協議，台灣大哥大成為存續公司，隨後西元 2022 年 2 月 25 日遠傳電信與亞太電信也達成併購協議，由遠傳電信為存續公司，如此一來我國行動通信市場參與者可能將從 5 家 MNO 變為 3 家。倘若前述合併案獲主管機關核准，除了使市場更加集中，頻率資源亦將重新分配。

因此，對於單一事業未來行動通訊頻譜需求，部分與會電信事業表示需視國內電信事業合併結果而定，但建議以頻寬極大化、完整連續頻寬為整備原則，並且以既有設備進行訊號發射之頻段為整備規劃。此外，與會者同時提醒，因應 5G 發展需求，應以低、中、高頻率特性，搭配使用與規劃。

<sup>113</sup>中央社(2022)，5G 開台 2 年普及率僅 24% NCC：部分民眾習慣 699 方案，  
<https://www.cna.com.tw/news/ahel/202207270345.aspx>

## (二) 議題二:行動基地臺對無線電飛航雷達高度計干擾防護措施研析

1. 國際間衍生 5G 使用中頻段可能造成飛航雷達高度計使用之干擾議題，有無實際發生案例內容可供分享？

本計畫蒐集國際整備 C 頻段頻譜資源時發現，因 5G 使用之 C 頻段緊鄰飛航雷達高度計使用頻段 4.2-4.4 GHz，多數國家併同考量 5G 行動通訊對飛航雷達高度計之影響。然而，西元 2021 年 12 月非營利組織航空無線電技術委員會 (RTCA) 公布研究報告提出 5G 基地臺訊號電波可能產生干擾飛航雷達高度計，引發兩者之間和諧共存與干擾疑慮。由於美國已將 3.7-3.98 GHz 分配予 5G 使用，靠近 4.2-4.4 GHz，且 5G 中頻段基地臺發射功率限制 (EIRP) 相對較高，因而引發機場周遭飛航起降受 5G 干擾之疑慮。

對此，本次座談會議之與會貴賓皆表示未有實際案例，探究原因係因國際已有相關干擾防護措施。就我國而言，目前我國開放供 5G 使用頻段與 4.2-4.4 GHz 之間的距離較大，也許是還未發生問題的原因。為確保飛航雷達高度計不受 5G 基地臺干擾影響飛航安全，行動通訊設備商持續進行干擾測試。

2. 為預防前揭干擾疑慮，國際間採行之干擾防護措施種類為何？例如劃定行動通訊基地臺禁建區或有無其他可行作法？

與會者表示，一般而言限制基地臺的發射功率、天線角度、劃定行動通訊基地臺禁建區或護衛頻帶等，皆為各國主要採行之干防護措施。然而，目前美國 FAA 要求美國要求航空公司於 1 年內（至西元 2023 年 7 月前）完成飛航雷達高度計改裝，然而與會飛航雷達高度計設備商與部分航空業者表示較合理時程為 2-3 年。

3. 若採用護衛頻帶方式保障 5G 與飛航雷達高度計和諧共用，如何

計算能有效避免兩者間干擾之護衛頻帶需求？

與會者表示國際間針對頻率干擾議題有一些制式的標準跟方式、技術上的規範，航空公司應該也會採用相關標準。然而，國內可能會不一樣的是，在干擾防制上一定是透過設置護衛頻帶和保護區域，以符合我國之需求與量測的標準與技術規劃，詳細說明於專案報告第肆章第二節第三項。

4. 若採取限制機場周遭 5G 基地臺布建位置或發射功率，應如何訂定相關指標參數？

與會者表示 5G 基地臺天線仰角大於 5 度之場景，可能發生在訊號發射到高樓層或山林步道等相較於基地臺高的地方。然而，考量用戶接取網路品質，限制區之劃定越少越好。

5. 除前述現行國際間常見之護衛頻帶與限制基地臺布建位置或發射功率外，有無其他建議可採行之措施？

與會者表示飛航雷達高度計對飛航安全是不可或缺，如果未來在頻率規劃時，應避免飛航高度計與 5G 基地臺干擾問題，建議是否有些技術方式，比如移頻或縮頻的方式，確保頻率使用之和諧共用。本計畫參考國際 5G 基地臺與飛航高度計干擾防範措施，以及干擾量測實證結果，建議...，詳細說明於專案報告第肆章第二節第三項。

## 二、C 頻段頻譜整備方案對既有使用者之影響與可行性評估

本計畫已分別於 8 月 9 日和 8 月 16 日舉辦二場次「C 頻段頻譜整備方案對既有使用者之影響與可行性評估」座談會，其中 8 月 9 日邀請對象為苗栗以北與花蓮之相關利害關係人，出席人數 91 人（實體出席人數 23 位、線上出席人數 68 位）。8 月 16 日邀請對象為台中以南、臺東與離島地區之相關利害關係人，出席人數 44 人（實體出

席人數 20 位、線上出席人數 24 位)。

本場次分別探討既有衛星業者於 C 頻段提供服務需求，以及 C 頻段頻譜整備方案可行性研析。然而，為釐清既有衛星廣播傳送（上鏈）與接收（下鏈）使用之頻率，以及採電路或行動網路傳輸訊號之情境，研究團隊於 9 月 6 日訪談中華民國衛星廣播電視事業商業同業公會。以下分別整理各界意見。

### （一）議題一：既有衛星業者於 C 頻段提供服務需求探討

1. 對 C-band 衛星通訊服務提供者而言，客戶主要用途為何？近年來之使用量趨勢為何？

C 頻段衛星通訊服務主要接收衛星廣播訊號，供國內衛星頻道節目供應事業、有線電視系統經營者或飯店業等。目前我國衛星廣播頻道數達 100 至 200 個，全國收視家戶約 400 萬至 500 萬戶。為確保既有使用者之權益，中華民國衛星廣播電視事業商業同業公會（簡稱衛星公會）提出 3 點訴求與具體主張，包括：(1)5G 頻譜整備時程應以客觀態度進行評估，特別是時程規劃，2033 年為宜；(2)C 頻段釋出時程及相關規劃應參考國際衛星市場實務運作，目前仍以 C 頻段為主要使用頻率；(3)政策制定應考量行動技術發展及其對國內產業之影響。此外，9 月 6 日訪談公會，公會嚴正表示反對將目前衛星使用 C 頻段釋出供 5G 使用。在此前提下，公會願意配合國家政策需求，預先針對頻率整備可能造成之影響進行討論。

2. 有線電視系統、頻道商、衛星廣播電視等業者，接收或傳送影音節目內容，使用光纖通訊與衛星通訊之現況及考量因素為何？

3. 續上題，若使用衛星通訊，採用 C 頻段或 Ku 頻段之現況及考量因素為何？

為進一步瞭解 FSS 使用衛星接收與傳輸訊號情形，以下概述 9 月

## 6 日訪談衛星公會所取得之資訊。

- 國內產製內容播送：固定衛星通訊業者傳送節目頻道至國內頻道供應商以衛星和地面電路傳送訊號，視天候狀況與訊號強弱決定，兩者互為主備源。若以衛星傳輸訊號，多數下鏈使用 C band 之頻率，但也有使用 Ku band 之情形。即使使用 Ku band 可能面臨雨降時收訊不佳之問題，但因同時以電路與衛星傳送訊號，未發生斷訊之問題。若欲將國內產內容輸出國外，部分採衛星傳送訊號（上鏈為 6 GHz 頻段；下鏈為 C 頻段），部分以電路或海纜傳送訊號。
- 以 SNG 方式直播訊號：衛星新聞採集（Satellite News Gathering, SNG）是指將新聞畫面轉成訊號，再以衛星進行訊號傳輸，以達成新聞現場直播之目的。目前國內主要電視臺以 Ku band 作為上鏈與下鏈之使用頻率。然而，隨著技術進步，電視臺也將使用 4G 背包傳送訊號，但需視行動基地臺之網路涵蓋情況而定。
- 國外節目傳送國內：如欲傳送即時性節目，部分業者表示因地面電路傳輸成本高昂，故以衛星為主，但部分業者仍以電路進行訊號傳輸。當以衛星傳送訊號時，使用 C band 作為下鏈頻率。另一方面，如欲傳送非即時性節目，多數情況以檔案傳送訊號。
- 國內節目傳送國外：如欲傳送即時性節目予亞洲或跨洲國外電視臺，部分業者以標準 C band 傳送訊號，部分使用 Ku band。若傳送非即時性節目予亞洲或跨洲國外電視臺，多數以檔案傳送。
- 衛星共同接收頭端：若建置衛星共同接收頭端，其建置成本、維運成本甚至電路費都應由政府收到的頻譜費用支付，但如欲

符合如奧運大型運動賽事轉播需求，必須考量包括設備需求、機房空間與電路需求、頻寬需求、人力需求等。特別是國際賽事訊號具保護機制，取得賽事轉播權時，會要求接收方、我方提供接收設備內部的相關資訊再做授權。故若建置共同接收頭端，可能需思考在設備綁定跟授權問題如何解決。

4. 請問 ST-2 是否有後續發射衛星之規劃？若有，其預計時程及使用頻段為何？

ST-2 為 2011 年中華電信與新加坡 Singtel 成立合資企業所發射之衛星，為我國擁有主控權之商業衛星，其運作年限至 2029 年底。中華電信持續擬接續衛星之計畫並進行評估，惟時程和使用頻段尚未有具體方案。此外，由於追蹤、遙測及控制（TT&C）電臺因無法加裝帶通濾波器，故中華電信希望可保留 3.7-3.8 GHz 共 100 MHz 作為護衛頻帶。

5. 我國電信相關業者經營衛星通訊服務所面臨的挑戰為何？

無相關發言。

## (二) 議題二：C 頻段頻譜整備方案可行性研析

1. 從頻譜資源使用效益、產業發展與公共利益等因素考量，目前規劃 C 頻段整備方案中何者較可行？有何建議或看法？

研究團隊綜合考量是否保留 ST-2 使用頻寬、護衛頻帶設計、不同服務共享頻率或單獨使用特定頻段等因素，規劃 5 個 C 頻段頻譜整備方案。其中，方案一保留既有 ST-2 使用頻段與 40 MHz 護衛頻帶，將 3740-4100 MHz（共計 360 MHz）供行動通訊使用；方案二，保留既有 ST-2 使用頻段與 40 MHz 護衛頻帶，但規劃 3740-4100 MHz（共計 360 MHz）由行動通訊與既有使用者共同使用；方案三，將

3570-4100 MHz(共計 530 MHz)由行動通訊與既有使用者共同使用；方案四，保留既有 ST-2 使用頻段與 40 MHz 護衛頻帶，但規劃行動通訊單獨使用特定頻段；方案五，將 3570-4100 MHz(共計 530 MHz)全數供行動通訊使用。

對於上述方案設計，部分行動通訊業者表示，為避免不同服務使用同頻段之干擾議題，建議採行方案一或方案五將頻率單獨供行動通訊使用，其中又以方案五為最佳。同時，衛星廣播業者亦表達衛星訊號易受行動基地臺干擾，故共享方案不可行。

此外，與會者表示 ST-2 使用頻率之高頻端(右邊)，在安裝帶通濾波器，仍須保留 100MHz 的護衛頻帶；飛航雷達高度計護衛頻帶若只保留 100MHz，則基地臺需加裝帶通濾波器避免同頻干擾；中華電信於離島地區設有微波鏈路並使用 3.7-4.2 GHz。中視則表示，3.6~3.7GHz 為中視微波鏈路使用，建議予以保留。

再者，在目前研提的方案中，與會者提出假設 ST-2 可移頻，5G 使用頻段能否靠近既有供 5G 使用之頻率範圍作為方案之考量。

2. 對現有 C 頻 FSS 服務使用者而言，有何誘因或配套措施，方可吸引其轉移至使用 Ku 頻段之 FSS 服務。

與會者提醒 C 段整備規劃之時程規劃應具有彈性，5G 首波釋照時已移頻，若要再移頻一次，對業者之影響巨大。

3. 頻譜共享機制之配套措施，如劃設保護區、加裝濾波器、建立 5G 基地臺申請審核機制與相關之資料庫等，是否有其他之方法？

與會行動業者表示依我國地理條件，廣域覆蓋之公眾電信網路使用頻率仍應以專用為佳，針對干擾可以護衛頻帶，或劃設保護區、加裝濾波等方式辦理；倘若若有頻率共享規劃，應提早讓利害關係人了解資訊，可設計隔離帶避免干擾。

4. 倘若需將點對點微波服務使用頻率遷移至其他頻段，所需經費及

時程為何？

中華電信表示基於 C 頻段優異傳播特性，希望離島鏈路能夠考量予以保留；若須搬遷，在不考慮通貨膨脹，搬遷費用初估每站 1,600 萬元（假設只改射頻設備，鐵塔、卡板和基頻設備可延用）。

5. 若採國內建置衛星共同接收頭端，FSS 服務提供者參與建置與營運意願如何？

部分與會者表示衛星共同接收頭端採取主備援共同地面接收站、異地備援、雙路由方式，兼顧可靠度和傳輸品質；可參考愛爾達使用 C 頻段的情形，例如利用衛星訊號廣播奧運，模擬分配作為重要評估，供設置共同天線基地之參考。

6. 若採國內建置衛星共同接收頭端，FSS 服務使用者是否有意願使用？影響其使用意願之因素為何？

部分與會者表示超級頭端的訊號傳輸網路會複雜且需要主備援，控制中心亦需投入建築、維運成本，此皆屬額外成本；共同接收頭端若由中華電信協助建置應屬可行，惟相關營運和傳輸成本和費用應一併考量；共同接收頭端之設置，注意訊號傳輸延遲問題，以不超過 5 秒為佳。針對上述與會者對於訊號傳輸延遲問題提醒，本計畫超級頭端的訊號傳輸網路供應路由備援機制及設備效能已納入規劃考量之中。

### 三、我國建置共同頭端評估機制與執行方式探討

本計畫已於 10 月 3 日舉辦「我國建置共同頭端評估機制與執行方式探討」座談會，邀集相關利害關係人與產、學等專家學者出席座談會，分別探討我國建置共同接收頭端評估機制，以及我國共同接收頭端執行方式。因應疫情影響，本次座談會採用實體與線上會議同步

方式辦理，實際出席人數 105 人（實體出席人數 22 位、線上出席人數 83 位）。以下分別整理各界意見。

### （一）議題一：我國建置共同接收頭端評估機制

1. 針對研究團隊所列出共同接收頭端候選評估條件是否合理？有無須增補、修正之處？

本計畫參考國際經驗，研擬我國建置衛星共同接收頭端地點選址之必備條件，包括：(1)是否為國有土地；(2)距離主要都會區、國家邊界、軍事機場；(3)排除外、離島；(4)排除斷層地帶、土壤液化區；(5)排除國家公園、國土保安用地、軍事訓練基地、原住民保留地；(6)交通方便；(7)與人口密集區域有地勢屏障；(8)東南至西南方向地勢未遮蔽地面天線接收。此外，應設置的保護距離、保護範圍影響人口，以及基礎設施建設難易度等因素，皆將納入考量。

針對上述擬訂之考量因素，與會貴賓提醒異地備援需併同考量是否位於地震帶、雨衰及降雨量，以及避開航空交通影響區域等因素。對於與會者之意見，已納入考量因素之中。

2. 對於設計以兩個地點進行異地備援機制，是否符合實際運作需求？

針對此議題，與會者表達相反之意見，如衛星公會表示衛星地球電臺為國家重要基礎設施，如以建置共同頭端，集中式管理原本分散各地的業者天線，將可能涉及國安議題。另一方面，亦有與會者表示就技術面而言，南北異地備援機制是足夠的，因為設備、傳輸皆已規劃主備援機制。至於共同頭端可能成為敵方攻擊目標之國安議題，南北二點與目前業界約四、五個接受點並無太大差別。

3. 請問目前共同接收頭端規劃設施是否符合需求？

建置共同接收頭端所需設施包括機房、共同衛星接收天線場、雙

迴路專線電路、網管維運監控中心和 4 區中繼機房等。對此，與會者提出意見包括：(1)業者已投入龐大一次性投資金額，請問是否將進行補償？再者，共同頭端建置規劃是否包含傳輸線路？建議相關成本皆納入考量；(2)目前引言簡報規劃配置兩條 STM-4 線路，是否可滿足未來使用需求，需多加思考。例如，應滿足臨時專案性需求，4K 影像頻寬需求約 40 MHz，或者未來升級至 8K 時，頻寬需求將增加四倍以上等；(3)建議不需建置 4 個中繼機房，理由是共同頭端及預計傳輸的地點一旦確定，即可進行訊號傳送。再者，建置中繼機房將推高成本、節點變多，故障的機會也變多；(4)訊號傳輸為成熟之技術，主要關鍵是甲方到乙方的路由，一旦完成建置，所需成本大致穩定。現在光化技術成熟，要擴增頻寬所需增加的設備投資並不高，如果可以善用固網及有線電視既有的傳輸資源，更可降低未來所需的傳輸成本。

針對取得頻率使用證明之既有業者前期已投資之一次性設備成本損失是否補償一事，依照電信管理法第 61 條第 1 項及第 2 項規定，當主管機關考量整體資通訊發展之需要，必要時得廢止原無線電頻率使用者之核配；無線電頻率使用者因該廢止致受有「直接損失」時，主管機關應予相當之補償。有關前述業者投資一次性設備之成本是否補償一事，依照前述，若業者可證明係因廢止頻譜而受有直接損失時，則主管機關即應予以補償。惟補償之具體範圍，除了由業者自行舉證外，建議未來仍應由專業鑑價團隊，提出合理、公平之補償計算方式及項目。再者，考量傳輸線路為必要維運支出，已納入共同接收頭端預估經費之中。

此外，研究團隊參酌與會貴賓意見，以及與固定衛星通信經營者、有線電視系統經營者進行交流，取消原規劃配置兩條 STM-4 線路，更改規劃為 4 家固定衛星業者各家共 2 路 7.5 G 頻寬線路連接至主備援頭端機房、64 家有線電視業者各家共 2 路 2.5 G 頻寬線路連接至主

備援頭端機房、163 家下鏈業者各家共 2 路 1 G 頻寬線路連接至主備援頭端機房，供業者衛星串流訊號傳送使用。同時取消原規劃之 4 個中繼傳輸機房節點，以降低節點訊號傳輸中斷風險。

4. 目前共同接收頭端規劃提供 IP 與 ASI 無解碼訊號源是否足夠？

與會者提醒建議增設視訊和音訊的監看與側錄系統，作為問題釐清之依據。此外，建議跟個別業者協調監看、側錄事宜，並且針對 IP 及 ASI 提供解碼權限。對此，為確保衛星訊號之品質，本計畫所規劃的頭端機房系統及設備中即包含網管監控設備。

5. 考量臨時收訊需求，請問除目前已落地接收衛星外，貴單位曾經或預計使用衛星有哪些？

無相關發言。

## (二) 議題二：我國共同接收頭端執行方式

1. 請問執行方式除政府自建自維 (Build-Operate-Transfer, BOT)、民間融資提案制度 (Private Finance Initiative, PFI) 方式外，是否有其他執行建議？

與會專家指出政府自建自維、BOT、PFI 從採購法或促參法皆有相關法規可以適用，且有相關案例可參考，主要必須思考政府經費是以如何出資方式、何時出資的議題。建議由從法律角度釐清主管機關與主辦機關，且若用促參模式，需綜合考量技術可行性、法律可行性與財務可行性。其中，技術可行性之評估會衍生由誰來做、程序如何進行及合約如何訂定等議題，且技術可行性會涉及財務可行性，法律主要是平台或整合之角色，三者之間環環相扣。此外，建議本案規劃應注意到科技之進步與政策需求而保留必要彈性，避免後續執行時受到自己設定之法律框架局限。促參法對 BOT、OT 等各種民間參與方式之適用並非單一作法，可視公共建設需求，作不同的組合。

針對本議題與會專家所提寶貴意見，本團隊將會納入未來規劃參考。若促參法即將於立法院通過，於有法有據的情況下，就技術面而言，本計畫團隊目前規劃以兩個共同接收頭端之主備援的架構方式，未來將隨科技進展，與時俱進作進滾動式檢討調整，另外，建置共同接收頭端的 PFI 的財務分析亦將規劃融入於期末報告中，供未來主辦機關參考。

2. 基於政府政策法規，共同接收頭端涉及公有撥用、私有土地取得之預估程序與時程？若涉及環境影響評估，其環評預估時程需多久？

環保署提醒研究團隊，開發行為應否實施環境影響評估，應以開發單位向目的事業主管機關申請許可之開發行為內容，依申請時之「開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準」（下稱「認定標準」）及本署依環境影響評估法第 5 條第 1 項第 11 款公告規定予以認定。再者，本案建請先行釐清「建置共同接收頭端」所涉許可及開發行為內容為何，再依前述「認定標準」規定自行檢核應否實施環境影響評估。倘仍有應否實施環評疑義，請依本署於 102 年 10 月 7 日環署綜字第 1020086421 號函，由開發單位填具「開發行為應否實施環境影響評估開發單位自評表」，並轉請目的事業主管機關填具「開發行為應否實施環境影響評估目的事業主管機關確認表」後再送本署。另「建置共同接收頭端」倘涉及已審查通過之環境影響評估書件內容之變更，開發單位應依環境影響評估法第 16 條暨同法施行細則第 36 條至第 38 條規定辦理。

針對環保署所提寶貴的意見，本團隊將依據所提環境影響評估相關法規及程序，作為建置共同接收頭端的環境影響評估的參考。

3. 請問貴單位對於參與共同接收頭端執行之意願？

中華電信表示，與會者所考慮的傳輸費用，中華電信可提供光纖

服務。若傳輸成本過高，影響建設及後續維運之費用，建議頭端地點應鄰近電信機房，甚至是既有的衛星地面站，可進一步減少傳輸費用。

4. 請問若建置衛星共同接收頭端，其後續維運管理制度及維運費用之支應，有無建議？

無相關發言。

#### 四、5G 行動基地臺對 C 頻段既有飛航高度計影響實測結果分享 與討論

本計畫已於 11 月 30 日舉辦「5G 行動基地臺對 C 頻段既有飛航高度計影響實測結果分享與討論」座談會，邀集相關利害關係人出席座談會。因應疫情影響，本次座談會採用實體與線上會議同步方式辦理。本場次分享以實證量測方式研析 5G 訊號對飛航雷達高度計之影響，並依實證評估結果提出保障飛航雷達高度計正常運作所需之干擾防制政策措施，和與會貴賓進行意見交流。本次座談會採用實體與線上會議同步方式辦理，實際出席人數 56 人（實體出席人數 10 位、線上出席人數 46 位）。以下分別整理各界意見。

1. 國內飛航雷達高度計盤點是否需進一步補充？

本計畫已先調查國內飛航雷達高度計之使用者與機型，並納入引言簡報之中。與會者對於簡報所列之內容，無其他修正建議。

2. 5G 訊號對飛航雷達高度計干擾實證量測規劃是否妥適？

多數與會者詢問 5G 訊號對飛航雷達高度計干擾實證量測之基本假設，以判斷實證量測規劃是否妥適。對此，詳細說明參見專案報告第肆章第二節第三項，區分為同頻干擾量測與鄰頻干擾量測之量測規劃。由於本計畫尚在執行中，座談會引言簡報將目前研究團隊量測既

有飛航高度計影響實測初步結果，並提出實測項目與初步結果跟各界討論，後續已將干擾量測結果呈現在專案報告第肆章第二節第三項。

3. 經盤點國內外使用 Pulsed 機型概況，國外仍有使用 Pulsed 機型，對 Pulsed 調變方式之干擾測試結果，是否可提供相關資訊參考？

中華航空、長榮航空與星宇航空皆表示目前皆無使用 Pulsed 調變方式之飛航雷達高度計，建議可詢問飛航雷達高度計製造商，例如 Thales、Collins、Honeywell 等，較易取得資訊。本計畫經盤點，普通航空業 1 款 Honeywell RT-300 搭載 Gulfstream 機型使用。

### 五、C 頻段剩餘頻譜整備方案可行性評估與政策建議

本計畫已於 12 月 15 日舉辦「C 頻段剩餘頻譜整備方案可行性評估與政策建議」座談會，邀集專家學者就研究專案所研提之頻譜整備方案與其配套措施，以及可行性評估結果進行意見交流。本次座談會採用實體方式辦理，實際出席人數 20 人。以下分別整理各界意見。

1. 選擇頻譜整備方案時，計畫團隊所提之四個考量因素，頻譜政策、財務效益、技術發展、政經環境，專家們如何排序？有何其他建議？

大部分與會專家學者將「頻譜政策」列為頻譜整備方案選擇時首要考量之因素，理由是頻譜為稀缺資源，且 C 頻段為推動 5G 之關鍵頻段，良好的頻譜整備政策將可發揮頻譜使用效益。其次是「技術發展」，因技術發展為產業發展之必要前提條件，故排序第二。「財務效益」與「政經環境」排序第三或第四，由於剩餘 C 頻段存有既有使用者，除了考量行動通信頻譜需求外，既有使用者之頻譜需求也需納入考量，因此政經環境之重要性需視情況而定。再者，鄧添來前司長特別提醒，四項因素互相關連，例如若更動頻譜率分配，技術層面將跟

著變動，因此應綜合考量以尋求最佳方案。

劉崇堅教授表示，C 頻段具有調和高、低頻段之間頻率使用，使得基地臺與用戶設備之間可以在 5G 場域取得較佳的連線品質與網路效能，且可採用 Massive MIMO 和 Beamforming 等技術來獲得更出色的訊號覆蓋，但考量目前國內行動市場將持續整併，各業者都將持有足夠的頻寬，以因應未來數年之需求，因此建議在產業前景明確之前，似可稍緩研議新頻段之整備釋出。

2. 計畫團隊所提之六個整備方案，專家們如何排序？有何其他建議？

魏學文教授與劉崇堅教授皆表示因頻率稀有資源之特性，應追求頻譜使用效率最大化，如確保頻譜釋出之連續性與完整性。然而，魏學文教授提醒移頻是協助頻譜規劃的有效方式，但須盡早規劃、避免二次移頻。考量 ST-2 為我國具控制權之衛星，劉崇堅教授認為方案一較為妥適，其次為方案二，方案四再次之。倘若不保留 ST-2 則方案五為優先，其次為方案六，方案三再次之。

另一方面，張時中教授表示目前較無急迫性需要釋出剩餘 C 頻段作為行動通訊，較理想之頻譜整備方案為待 ST-2 於屆期之後，採方案三之規劃，全頻段由 FSS、點對點微波鏈路和行動通訊共享頻率。羅金賢前技監表示，ST2 於 2029 年底屆期，可考量業界需求之急迫性，再討論移頻相關問題。微波鏈路部分，因外島有使用之必要，除非後續有新技術取代，不然在方案考慮上需保留微波鏈路繼續使用 C 頻段之頻譜資源。

3. 共同接收頭端是否需要建置，專家們有何看法？需要考量那些因素？

有關共同接收頭端是否需要建置一事，鄧添來前司長表示因內容服務已由 OTT 占據大部分的市場，且共同接收頭端架設地點選擇與

維運皆是難題，故不贊成建置共同接收頭端。

然而，倘若經評估後，認為有共同接收頭端之必要，魏學文教授提醒不宜由政府建置共同接收頭端，應由業者主動處理，且在追求頻譜的最有效使用、可維持市場健康競爭環境下盡量尊重市場機制在維持市場競爭下。另一方面，劉崇堅教授表示建置共同接收頭端具備以下功能：(1)可提升頻譜利用率與推動通訊技術之發展；(2)減低對於各業者頻譜規劃與使用權益之影響；(3)因應國家發展政策對於 5G、6G 通訊網路發展及應用服務之需求。倘若將來有建置共同接收頭端之必要，宜建置於偏遠地區/郊區，以避免與既有服務產生干擾。同時，可以考量加入氣候觀察因子，例如地區降雨量（晴雨天數統計）、落雷等。就執行方式而言，除政府建置並自行維運外、另有 BOT、PFI 等方式可供採用。初期主管機關可協助統合成立維運管理之專責單位，協助維運模式與制度成形，待運行成熟後再做移轉評估。羅金賢前技監提醒點對點微波鏈路有其存在之必要性，特別是離島，共同接收頭端是好的解決方案，減少在此頻段的爭搶。

4. 考量 C 頻段具較佳抗雨衰之特性，請問保留部分 C 頻段作為 FSS 使用之合適性與建議？

由於我國絕大部分人口集中在西部狹長地區，魏學文教授表示此部分地區採用光纖網路與無線寬頻網路較符合效率。同時 FSS 與微波中繼在中央山脈等偏遠地區有其必要性（但不太會影響西部地區）。劉崇堅教授表示地面行動通訊與衛星通訊皆為國際發展趨勢，亦已納入我國三維網路之一環，因此在做任何衛星事業規劃時，也需一併思考地面行動通訊。若因發展衛星事業而影響地面行動通訊的營運與發展，將損及國家整體通信網路之維運，應審慎為之。另一方面，羅金賢前技監再次強調，頻譜整備應考量行動業者之頻譜需求，倘若至 ST-2 於 2029 年底屆期前皆無求，可待 2030 年再行整備。

## 5. 請問 C 頻段剩餘頻譜整備政策建議是否合宜？

大部分與會專家學者表示，C 頻段剩餘頻譜整備應視國內需求而定，且頻譜整備政策應有長期規劃。劉崇堅教授表示，若配合國家政策釋出 C 頻段，在完成整備後，宜以產生最大經濟效益之使用者（電信或其他產業）為釋出對象之首要考量，並參考三大原則辦理：(1)大頻段（大於 300MHz）；(2)連續性；(3)降低或避免共存。然而，針對頻率共享與否，張時中教授提出不一樣的看法，建議在現有基礎上，於短期內持續深化共享技術、與掌握國際趨勢；中長期而言，如 2030 年行動通信用頻率執照到期後，可導入已成熟的頻譜共享技術。最終希望能夠營造比現在更多元服務、基礎建設的環境，以增加網路韌性。此外，鄧添來司長提醒，未來應注重網路韌性，如警消的微波電路，可加光纖網路為備援，增加其韌性。預測未來行動通訊將增加非地面網路 NTN，供航空及船舶使用，且最終因行動因容量極大可提供大部分通訊之用，定點的通訊需求除固定無線接取（FWA）外也可由網際網路提供服務。綜整各與會專家學者之意見，頻譜整備政策須視未來頻譜需求與技術發展而定。

## 六、座談會意見之綜合分析

### （一）剩餘 C 頻段（3.57-4.2 GHz）利害關係人之意見分析

#### 1. 行動通信業者對於 C 頻段需求之意見分析

由於目前國內已有兩項電信事業申請合併案件，國內市場結構可能產生變化，各單一事業持有頻寬將有所改變，故座談會上多數業者建議待市場穩定後，再行評估頻譜需求與整備方案，但原則上頻譜整備以連續且大頻寬為目標，以提高頻率使用效益。

對此，研究團隊蒐集國內外統計資量可以發現，未來行動數據需

求將呈現持續成長趨勢，且 5G 將推動物聯網的蓬勃發展，促進窄頻物聯網技術的大量應用。因此，雖然短期內電信事業所持有頻譜資源足夠供應用戶的頻寬需求，但因應不斷成長的行動數據與 5G 垂直場域創新應用，主管機關必要及早完善頻譜整備作業。是故，本計畫研擬出短期（3 年左右）、中期（約 5 年）和長期（約 10 年）之不同時程頻譜整備方案，供數位部政策決定之參考。

## 2. 剩餘 C 頻段（3.57-4.2 GHz）既有使用者之意見分析

C 頻段因具備較佳抗雨衰之物理特性，可為固定衛星服務提供穩定的訊號，因此中華民國衛星廣播電視事業商業同業公會表示反對將 C 頻段釋出供 5G 使用，並提出 3 點訴求與具體主張：(1)5G 頻譜整備時程應以客觀態度進行評估，特別是時程規劃，2033 年為宜；(2)C 頻段釋出時程及相關規劃應參考國際衛星市場實務運作，目前仍以 C 頻段為主要使用頻率；(3)政策制定應考量行動技術發展及其對國內產業之影響。

另一方面，C 頻段既有使用者包括固定點對點微波鏈路，目前有中華電信傳送無線電臺節目服務所建構之本島至離島的點對點微波鏈路，以及中國電視公司之環島鏈路以傳輸無線電臺節目。座談會中，中華電信與部分專家學者表示離島鏈路能夠考量予以保留。

對於既有使用者之意見，考量 ST-2 為我國唯一擁有自主衛星控制權，並長期提供國內有線電視業者與衛星廣播業者租用，因此倘若在 ST-2 執照屆期前即面臨頻譜整備之需求，研究團隊研擬保留 ST-2 使用頻寬方案(如方案一、二與四)以降低衛星廣播業者之反彈壓力。此外，本計畫觀察到有線電視業者傳送節目漸漸以光纖傳輸為主，雖有部分衛星轉播之需求，如國際賽事轉播等，但比例較小。隨著時間的推移，ST-2 的使用執照也將在 2029 年底到期，屆時 ST-2 若有新的衛星計畫，將需重新規劃及申請頻率之使用，ST-2 原使用的 C 頻段

頻譜，就可釋出供 5G 系統使用（方案六）。但為維護衛星廣播收視戶之權益，研究團隊所提之方案六保留 200MHz（頻率範圍為 4000-4200MHz）供既有 FSS 使用。

就離島傳輸數據與話務服務需求而言，為維持中華電信離島微波鏈路強韌性，本計畫建議除持續發展海纜為主要電路外，既有 3.57-4.2GHz 微波鏈路，可移頻至 4.4-4.7GHz 或 6GHz 頻段，作為備援鏈路。

## **(二)5G 行動基地臺對 C 頻段既有飛航雷達高度計影響實測結果 分享與討論**

雖然非營利組織航空無線電技術委員會（RTCA）於 2021 年 12 月提出 5G 行動基地臺訊號可能產生干擾飛航雷達高度計之疑慮，但座談會與會貴賓皆表示未有實際案例，探究原因係因國際已有相關干擾防護措施。為瞭解 5G 行動基地臺對 C 頻段既有飛航雷達高度計影響，本計畫首先透過電波模型理論推估不同情境下（同頻或鄰頻、基地臺數量）所需的保護距離，再經由實驗室進行干擾實驗驗證。此外，為確保本計畫飛航雷達高度計實證量測成果符合國內環境需求，本計畫以我國航空公司主要使用機種之飛航雷達高度計且為可掌握合作設備資源，如 ERT-530、ERT-540、ERT-550 等型號飛航雷達高度計為測試標的。實測結果詳見第肆章第二節所示。

目前國內機型使用飛航雷達高度計的主流類型以 FMCW 調變為主，Pules 類型較為少見，國內也無可供測試設備及環境，因此本計畫經由文獻研析發現日本有 Pulsed 類型（RT-300）測試報告，Pulsed 雷達是發射短脈衝電磁波訊號並通過測量發射訊號和返回訊號之間的時間延遲來確定距離，在短距離（50 公尺~100 公尺）的時候會有盲區，所以 Low Range Radar Altimeter 會以 FMCW 為主。

## **(三)我國建置共同頭端意見分析**

## 1. 建置共同頭端之必要性

部分與會專家學者表示因內容服務已由 OTT 占據大部分的市場，且共同接收頭端架設地點選擇與維運皆是難題，故不贊成建置共同接收頭端。儘管如此，建置共同接收頭端仍具備以下功能：(1)可提升頻譜利用率與推動通訊技術之發展；(2)減低對於各業者頻譜規劃與使用權益之影響；(3)因應國家發展政策對於 5G、6G 通訊網路發展及應用服務之需求。另一方面，由於共同接收頭端可能涉及國安議題，因為採集中式管理原本分散各地的業者天線，目前兩地異地備援可能不足以因應。對此，亦有與會者表達不同之看法，認為南北異地備援機制是足夠的，至於共同頭端可能成為敵方攻擊之目標，南北二點與目前業界約四、五個接收點並無太大差別。

針對座談會與會者之意見，建置共同接收頭端係為解決當衛星無法將遙測鏈路轉移至其他轉頻器，但既有使用者卻必須移頻至其他區域時，共同頭端便可整合各站臺並統一接收訊號，再將資料傳輸給既有使用者，而其在傳輸上有高頻寬之要求，此正是 5G 技術特性所能達成的。因此除了最初建置所需花費之大量成本之外，使用共同頭端之最大優勢為其可大幅降低有線電視業者未來所需花費之成本。就技術面而言，由於原有設備、傳輸皆已規劃主備援機制，南北異地備援機制是足夠的，但若考量國安因素，建置多點接收點似乎無法完全避免成為攻擊之目標，且以經濟面考量，成效甚低。故團隊目前規劃以兩個共同接收頭端之主備援的架構方式，未來將隨科技進展，與時俱進作進滾動式檢討調整。

## 2. 共同接收頭端地點選擇

與會者建議於異地備援需納入地震帶因素，未來考慮 Ku、Ka 頻段時也需考量雨衰及降雨量。此外，應避開航空交通影響區域，避免影響衛星接收。

本計畫參考國際經驗，共同接收頭端候選點評估包含國有土地，距離主要都會區，國家邊界、軍事機場港口 10 公里以上，排除外離島，排除斷層地帶、土壤液化區，排除國家公園、國土保安用地、軍事訓練基地、原住民保留地，交通方便，與人口密集區域有地勢屏障，東南至西南方向地勢未遮蔽地面天線接收等 9 大項之必備條件。

### 3. 共同接收頭端機房設計

部分與會者建議不需要中繼機房，由共同接收頭端(甲地)將訊號源傳輸至目標地(乙地)即可，中繼機房使成本提高、節點變多、故障也變多，反而無法使用既有業者的傳輸資源。此外，部分利害關係人對於建置頭端能否處理國外大型賽事轉播訊號處理需求感到擔憂，且既有業者為接收衛星訊號已投資之一次性設備成本，且建成後營運、傳輸成本方面，希望能有進一步說明。

本計畫參採利害關係人之意見，取消原規劃配置兩條 STM-4 線路，更改規劃為 4 家固定衛星業者各家共 2 路 7.5 G 頻寬線路連接至主備援頭端機房、64 家有線電視業者各家共 2 路 2.5 G 頻寬線路連接至主備援頭端機房、163 家下鏈業者各家共 2 路 1 G 頻寬線路連接至主備援頭端機房，供業者衛星串流訊號傳送使用。同時取消原規劃之 4 個中繼傳輸機房節點，以降低節點訊號傳輸中斷風險。

針對前述業者投資一次性設備之成本是否補償一事，依照前述，若業者可證明係因廢止頻譜而受有直接損失時，則主管機關即應予以補償。惟補償之具體範圍，除了由業者自行舉證外，建議未來仍應由專業鑑價團隊，提出合理、公平之補償計算方式及項目。再者，營運、傳輸成本為必要支出，已納入共同接收頭端預估經費之中。

### 4. 共同接收頭端執行方式

在執行方式上，與會專家指出政府自建自維、BOT、PFI 從採購法或促參法皆有相關法規可以適用，且有相關案例可參考，主要必須

思考政府經費是以如何出資方式、何時出資的議題。建議由從法律角度釐清主管機關與主辦機關，且若用促參模式，需綜合考量技術可行性、法律可行性與財務可行性。

有關共同接收頭端執行方式意見，本團隊將會納入未來規劃參考。促參法已由立法院修正通過，促參法對 BOT、OT 等各種民間參與方式之適用並非單一作法，可視公共建設需求，作不同的組合。另外，建置共同接收頭端的 PFI 的財務分析亦將規劃融入於期末報告中，供未來主辦機關參考。

#### (四)剩餘 C 頻段(3.57-4.2 GHz)頻譜整備方案可行性評估之意見分析

為評估頻譜整備方案可行性，本計畫以頻譜政策、財務效益、技術發展與政經環境等四大構面作為考量因素，並於座談會中詢問專家學者之意見。根據座談會及本團隊之評估認為，頻譜政策之重要性應為四大構面之首。由於完善的政策可提供適當的資源，讓政府機構及利害關係人可儘早進行長期規劃及匡列相關補償成本，並有助於相關技術的發展。且為尊重各利害關係人之權利及意見，應儘早對頻譜進行整備。各個構面間雖有權重高低之分，但在進行頻譜整備時，應同時考慮四大構面，以整合出最佳之方案。

就頻譜整備方案而言，專家學者意見不盡相同，但普遍對於我國保有自主控制權衛星 ST-2 表達一致看法，因此在方案選擇上將是否保留 ST-2 使用頻率或 ST-2 執照屆期時間納入考量。對此，本計畫經蒐集利害關係人與專家學者之意自後，研提短期（3 年左右）、中期（約 5 年）和長期（約 10 年）之不同時程頻譜整備方案，供數位部政策決定之參考。

最後，與會專家學者對於頻率共享有不同的看法，一方認為應降低不同服務間頻率干擾而建議避免共享，另一方則基於技術進步，應

於現有基礎上於短期內持續深化共享技術、中長期於行動通信執照到期後可導入已成熟的頻譜共享技術。對此，研究團隊觀察到國際間頻譜共享技術除了美國開發的公民無線寬頻服務（CBRS）外，建置地理圖資系統（透過資料庫的建置、地理圖資系統及干擾技術的整合以達成共享頻譜之作法）屬成熟度極高之技術，同時我國已於 5G 首波釋照時即導入使用，倘若未來要在第二波釋照後沿用，可將本計畫提出之頻譜和諧共用機制結合，並再強化其人機介面之設計。

### 第三節 小結

綜合以上頻譜整備方案優缺點之研析，本團隊將依據研析之結果，分別提出我國短、中、長期之頻譜整備方案建議。為使時程定義更加明確，讓政府機關及相關業者對頻譜整備方案可以有更清楚的掌握及因應，本團隊將短期定義為 3 年左右，中期約為 5 年，長期約為 10 年，分別說明如下。

#### 1. 短期（約 3 年內）

未來電信業者將可能由五家合併為三家，分別為中華電信、遠傳電信（將併購亞太電信）及台灣大哥大（將併購台灣之星）。其中，台灣大哥大 3.5 GHz 的頻譜在併購台灣之星後，將增至 100 MHz，中華電信及遠傳電信則分別持有 90 MHz 及 80 MHz 之頻譜。5G 用戶數目前尚在成長初期，短期內三家電信業者對頻譜的需求應不大。此外，各業者仍持有大量 4G 頻譜，可和 5G 頻譜整合調度使用，應可滿足行動寬頻用戶的需求。

上述電信業者針對併購案，除了需準備大筆資金進行併購外，仍需支付相關經費處理員工去留及網路整合問題。因此，遠傳電信與台灣大哥大在短期內，若要再準備購買 5G 頻譜，將面臨相當大的資金調度問題。另一方面，三家電信業者，目前也持續投入資金建設 5G 網路，以增加訊號的涵蓋率，對資金也有一定程度的需求。

5G 用戶數目前仍在成長初期，且 5G 相關垂直應用也正處於發展階段。另外，圖 5-5 為根據行動寬頻用戶每月平均數據用量的歷史資料，對行動寬頻上網傳輸速率所預測之結果，其中藍色部分為歷史資料，紅色部分為預測值，可看出三年內對數據用量的需求呈線性上升的趨勢，但因 5G 用戶的滲透率至 2022 年底仍低於 30%，且用戶數成長趨勢緩慢。此外，數據用量也可由免執照頻譜的 Wi-Fi 網路提

供。特別是我國規劃 5925~6425 MHz 共 500 MHz 可供 Wi-Fi 6E 使用，提供用戶無線數據之傳輸，因此對 5G 頻譜並無急迫且大量的需求。

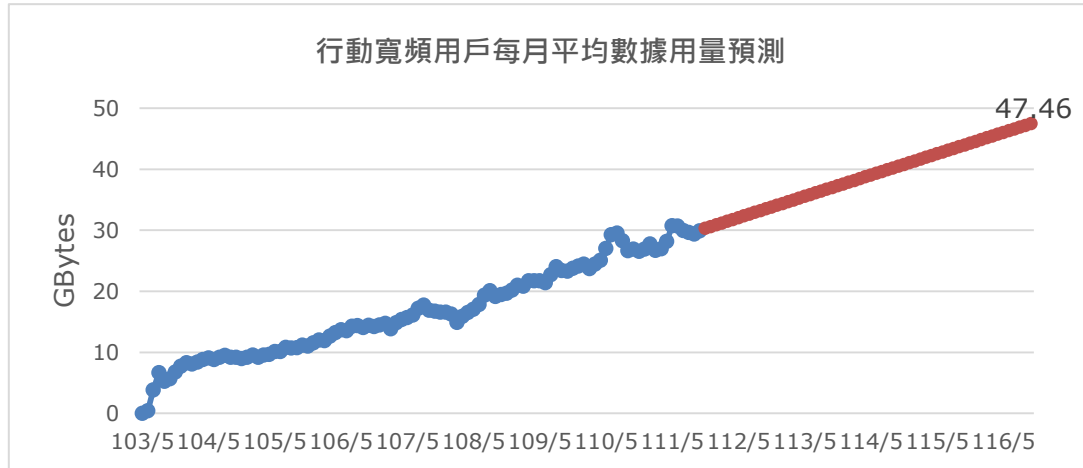


圖 5-5、行動寬頻用戶每月平均數據用量之趨勢預測

資料來源：本計畫透過 NCC 統計資料<sup>114</sup>所計算

因此，短期內，建議頻譜主管機關尚不用決定下一波 5G 頻譜整備方案。但是，可持續關注市場動態及頻譜需求之成長趨勢。如果在三年內，我國 5G 應用及用戶數快速成長，各家業者之頻譜需求增加，使現有頻譜不敷使用時，頻譜主管機關需要釋出頻譜，建議可選擇方案一。如表 5-20 所示為方案一的優缺點分析。由於該頻譜整備方案不僅考量到頻譜之連續性，更保留了 ST-2。然而該方案雖可被 ST-2 相關業者所接受，但需注意代理國外衛星轉頻器業者之反彈，如經費允許，可為其設計相關補助措施。

<sup>114</sup> NCC(2022)，行動寬頻用戶每月平均數據用量，  
[https://www.ncc.gov.tw/chinese/opendata\\_item.aspx?menu\\_function\\_sn=314](https://www.ncc.gov.tw/chinese/opendata_item.aspx?menu_function_sn=314)

表 5-20、方案一之優缺點總整理

	頻譜政策	財務效益 (新台幣仟元)	技術發展	政經環境
方案一	<p>優點：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 頻譜使用效率適中</li> <li>• 保留國內可自行控制之衛星</li> </ul> <p>缺點：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 釋出 5G 頻譜與首波之頻段不連續</li> <li>• 需預留較多護衛頻帶</li> </ul>	74,651,560 (序位 4)	<p>優點：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 相關干擾處理技術成熟</li> </ul> <p>缺點：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 既有業者若移至 Ku 頻段，則會面臨雨衰問題</li> <li>• 但仍有鄰頻干擾風險</li> </ul>	<p>優點：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ST-2 相關業者接受度較高</li> </ul> <p>缺點：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 代理國外衛星轉頻器業者反彈</li> </ul>

資料來源：本計畫整理

## 2. 中期 (約 5 年後)

考量我國民眾使用手機的習慣，及智慧型手機領導品牌之產品生命週期，5 年內將出現門號轉為 5G 之換機潮。屆時距 5G 首波釋照之時間，已有 7 年之久，5G 用戶的滲透率預估應可達 80%。根據行動寬頻用戶每月平均數據用量之統計顯示，民國 111 年 10 月之行動寬頻每用戶平均數據傳輸量為 29.9 GBytes。以差分整合移動平均自迴歸模型(Autoregressive Integrated Moving Average model, ARIMA)預測未來 5 年，即至民國 116 年 10 月將上升至 47.46 GBytes，可看出上網傳輸速率需求已比現今高出約 1.6 倍。因此，頻譜需求也將隨著增加。

若頻譜需求確實如預期於 5 年內成長至不夠用時，則需決定可行頻譜開放之方案。建議頻譜主管機關根據當時的各項決策因素發展狀

況，從方案一、四及五擇一採用。

上述三方案中，方案一為可行折衷選項，主要優點為保留了 ST-2 之使用，此顆衛星承載我國主要衛星廣播電視服務及有線電視之傳輸，也照顧到國家安全之需求。此方案可釋出 360 MHz 之專用頻譜，屆時如果有 3 家業者參與頻譜競標，平均每家業者可獲得 120 MHz 之頻譜，應可滿足其 5G 應用成長之需求。惟此方案要付出的主要代價是釋出的頻譜與首波釋照頻譜不連續，及財務效益不是最佳。

表 5-21、方案四之優缺點總整理

	頻譜政策	財務效益 (新台幣仟元)	技術發展	政經環境
方案四	<p>優點：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 頻譜使用效率尚可</li> <li>• 保留國內可自行控制之衛星</li> </ul> <p>缺點：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5G 及 FSS 服務頻段不連續</li> <li>• 需預留較多護衛頻帶</li> <li>• 頻譜規劃複雜度高</li> </ul>	37,150,560 (序位 6)	<p>優點：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 降低或防干擾技術較成熟</li> </ul> <p>缺點：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 既有業者若移至 Ku 頻段，則會面臨雨衰問題</li> <li>• 但仍有鄰頻干擾風險</li> </ul>	<p>優點：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ST-2 相關業者接受度較高</li> </ul> <p>缺點：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5G 產業易受釋出頻譜分散且較小而導致發展受阻</li> </ul>

資料來源：本計畫整理

方案四除了保留 ST-2 之使用外，也為代理國外衛星轉頻器之業者留下部分頻段供其使用，是所有方案中最易推行，反彈壓力最小之方案。此方案雖可降低該類型業者之反彈壓力，但也使得 5G 釋出之頻寬壓縮至 180 MHz，為六方案中最少，在財務效益的表現上也最差。如果屆時代理境外衛星業者反彈壓力極大時，則可考慮實施方案四。

方案一及方案四之優缺點整理如表 5-20 及 5-21 所示。此兩方案在設計時保留了我國唯一具自主衛星控制權之 ST-2，可保障許多既有衛星廣播業者之權利，且不需額外建置共同頭端。但也因為欲拍賣之 5G 頻段與首波 5G 釋照頻譜不連續且需預留較多護衛頻帶，造成頻譜使用效率較差。方案四有考慮到代理國外衛星轉頻器業者之既有利益，但所釋出的頻譜會變少。

然而，若頻譜需求於五年內顯著大增，且屆時 C 頻段 FSS 業者的使用量也呈下降趨勢，則可考慮使用方案五，其優缺點總整理如表 5-22 所示。該方案之財務表現為所有方案中最佳，不僅頻譜使用效率高，且釋出之頻段最大且最完整，因此可帶動多元垂直領域的發展，進而提升國民福祉。然而，若欲實施該方案，則 ST-2 及 FSS 相關業者的反彈聲音將會為六方案中最大。為降低既有 FSS 業者受頻譜整備之影響，可透過建置共同頭端為配套措施，不僅能避免干擾還方便統一管理。但利害關係人對於建置及維運共同頭端之成本仍保有疑慮，且營運後之商業模式也為需考量之一大重點。

如前所述，方案五在頻譜政策及財務效益的表現最佳，如果能應用相關配套措施、充分和利害關係人溝通與協調，降低其反對壓力，建議主管機關可採用此方案。實務上，隨著光纖傳輸價格逐步下降，我國衛星廣播電視服務及有線電視利用衛星傳送節目的需求逐年降低。或許 5 年後真正需要使用 C 頻段衛星之需求已經降低、政經環境可以接受此方案，採用方案五將會是我國 5G 頻譜開放之亮點。

表 5-22、方案五之優缺點總整理

	頻譜政策	財務效益 (新台幣仟元)	技術發展	政經環境
方案五	優點： • 釋出頻段較大 • 可獲得連續且	108,181,000 (序位 1)	優點： • n77 頻段之 設備、生態	優點： • 有利 5G 產業發

	頻譜政策	財務效益 (新台幣仟元)	技術發展	政經環境
	較完整 5G 頻譜 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 無干擾之疑慮</li> <li>• 頻譜分配明確，可提高頻譜使用效率</li> </ul> 缺點： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 需對既有使用者進行移頻</li> <li>• 頻譜補償所產生影響層面廣</li> </ul>		系成熟度高 缺點： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 共同頭端技術發展度較低</li> <li>• 既有業者若移至 Ku 頻段，則會面臨雨衰問題</li> </ul>	展 <ul style="list-style-type: none"> <li>• 帶動多元垂直應用</li> </ul> 缺點： <ul style="list-style-type: none"> <li>• 既有業者反對壓力相當大</li> </ul>

資料來源：本計畫整理

### 3. 長期（約 10 年）

目前我國行動寬頻服務仍以 5G 搭配 4G 系統共同使用，而 4G 頻譜執照的使用年限，將於民國 122 年到期。電信業者對 C 頻段頻譜之需求將大增，適時的釋出 3.5 GHz 頻譜，將有助於我國 5G 之發展。

就本計畫之趨勢觀察，有線電視業者傳送節目漸漸以光纖傳輸為主，雖有部分衛星轉播之需求，如國際賽事轉播等，但比例較小。隨著時間的推移，ST-2 的使用執照也將在民國 118 年到期，屆時 ST-2 若有新的衛星計畫，將需重新規劃及申請頻率之使用，ST-2 原使用的 C 頻段頻譜，就可釋出供 5G 系統使用。

就國際趨勢而言，ITU 及主要國家對於 C 頻段頻譜分配在未來可能有新的規劃，因此 C 頻段下鏈發展趨勢將為變數。且行動頻寬需求以長期發展來看，仍會不斷成長，而第 6 代行動通訊系統之發展，也會影響 C 頻段頻譜之規劃。另外，由頻譜管理的角度，仍以相同服務或系統使用連續頻譜、以專用為主的頻譜規劃為首要目標。綜上所述，長期的頻譜整備方案，建議採用方案六較為合適，其優缺點如表 5-23

所示。

方案六考慮到我國唯一具控制權的衛星 ST-2 對於我國國家安全及發展之重要性。就頻譜政策面而言，該方案之頻譜規劃，可使我國 5G 頻譜與首波 5G 釋照連續，減少不必要的護衛頻帶，並大幅提高頻譜使用效率及效益。

以技術發展面來說，我國廠商製造該方案為降低干擾所需加裝之帶通濾波器或窄頻 LNB 等相關裝置也較成熟。另外，方案六釋出供 5G 使用之頻段足夠大，不僅能帶動我國未來多元垂直領域的發展並提升國民福祉。就財務效益面，其更屬第二佳之方案。且考量我國獨特之政經環境，為 FSS 業者留下部分 C 頻段，將可為 5G 的發展及既有使用者的權利取得較佳之平衡，並降低反對聲浪。

表 5-23、方案六之優缺點總整理

	頻譜政策	財務效益 (新台幣仟元)	技術發展	政經環境
方案六	優點： • 所需之護衛頻帶最少 • 可與首波釋照之頻段連續 缺點： • 需對既有使用者進行移頻工作 • 既有 FSS 可使用之頻段縮小	80,785,000 (序位 2)	優點： • 相關干擾處理技術成熟 缺點： • 但仍有鄰頻干擾風險	優點： • ST-2 相關業者接受度較高 • FSS 使用者接受度較高 • 有利 5G 產業發展 • 帶動多元垂直應用 缺點： • 部分需移頻之既有業者反彈

資料來源：本計畫整理

## 第陸章 共同接收頭端方案評估

### 第一節 共同接收頭端候選地點評估

本計畫依據我國剩餘 C 頻段頻譜情形規劃供 5G 行動寬頻服務使用其所需之整備方案，歸納 6 種可能頻譜整備方案；其中，評估方案一、二及四保留現有的 ST-2 轉頻器，並預留 40 MHz 護衛頻帶，其餘頻譜僅供行動通信使用(除 ST-2 下鏈頻率外)，及方案三不保留 ST-2 使用頻率，整個 3.57-4.1 GHz 頻段規劃供行動通信及微波通訊與固定衛星服務共享使用，方案五與六同樣採不保留 ST-2 使用頻率，整個 3.57-4.2 GHz 頻段規劃為僅供行動通信使用之可行性，其中方案三和五整備工作將涉及建置共同接收頭端系統供既有衛星通訊地球電臺，持續使用 FSS 服務；因此，本計畫參考國際間建置共同接收頭端國家之經驗，整理 6 個步驟評估合適作為共同接收頭端候選地點，如圖 6-1 所示。

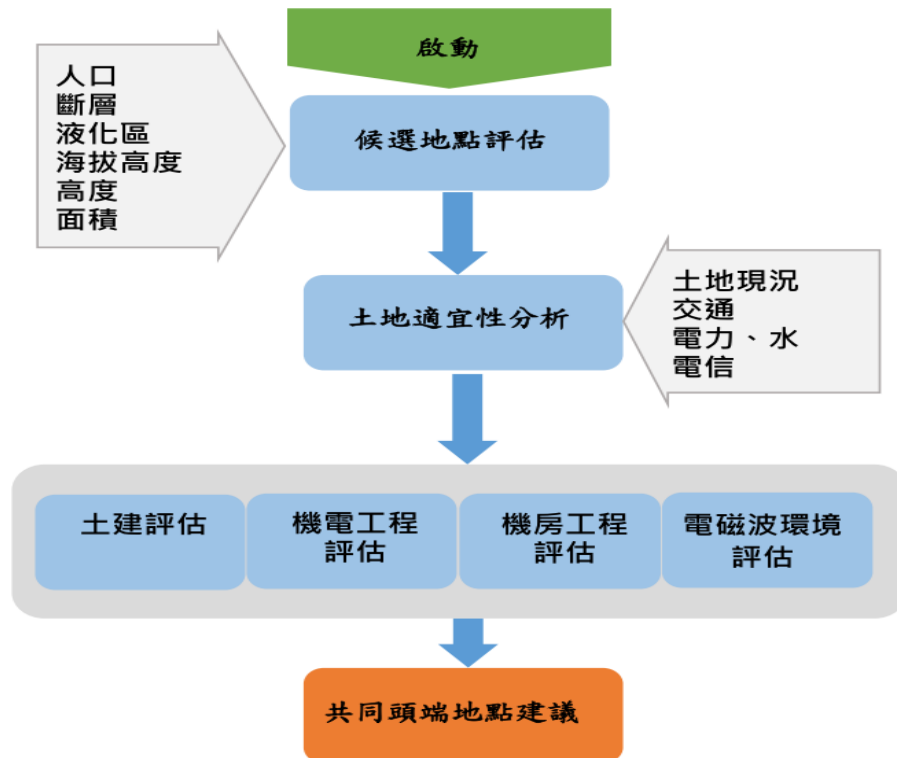


圖 6-1、共同接收頭端候選地點選址程序

資料來源：本計畫整理

### 一、候選地點評估

本計畫參考國際間已建置共同接收頭端之國家(如美國和澳洲)選擇共同接收頭端選址要點，如低人口密度區域、遠離主要交通幹道、鄰近接取主要電信節點、對同步軌道衛星的視線不受阻礙、鄰近無機場或雷達站等高功率無線電臺、具備足夠土地面積容納設置衛星地面接收天線等，結合電子圖資系統匯入我國國有財產局公布 10,000 平方公尺以上國有土地，內政部公告偏鄉地區，國土量測中心順向坡、斷層帶土壤液化區等圖層，篩選符合共同接收頭端地點，如圖 6-2 所示。

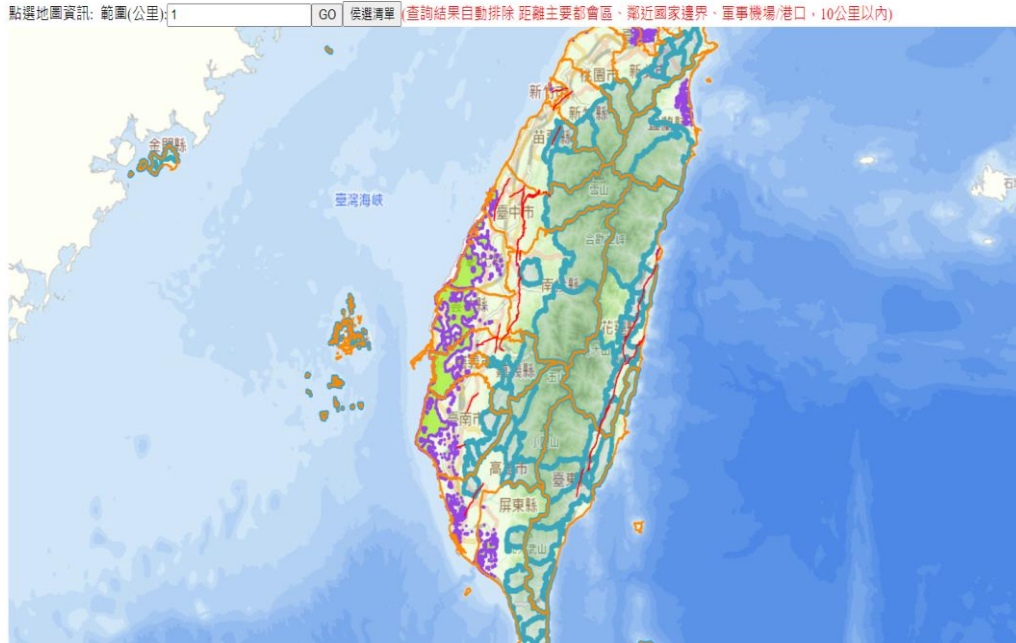


圖 6-2、共同接收頭端候選點圖資系統示意圖

資料來源：本計畫整理

共同接收頭端地點篩選程序如圖 6-3，第一階段採用電子圖資系統搭配排除條件篩選不適用於設立頭端地點，排除條件如下：

- 須為國有土地，且可用面積可達 1 公頃以上；
- 排除外、離島；
- 距離主要都會區、國家邊界、軍事機場港口 10 公里以上；
- 排除斷層地帶、土壤液化區；
- 交通方便（車輛可抵達）；
- 與人口密集區域有地勢屏障；
- 衛星地面接收方向（東南至西南方）未受地形遮蔽；
- 排除順向坡地點。

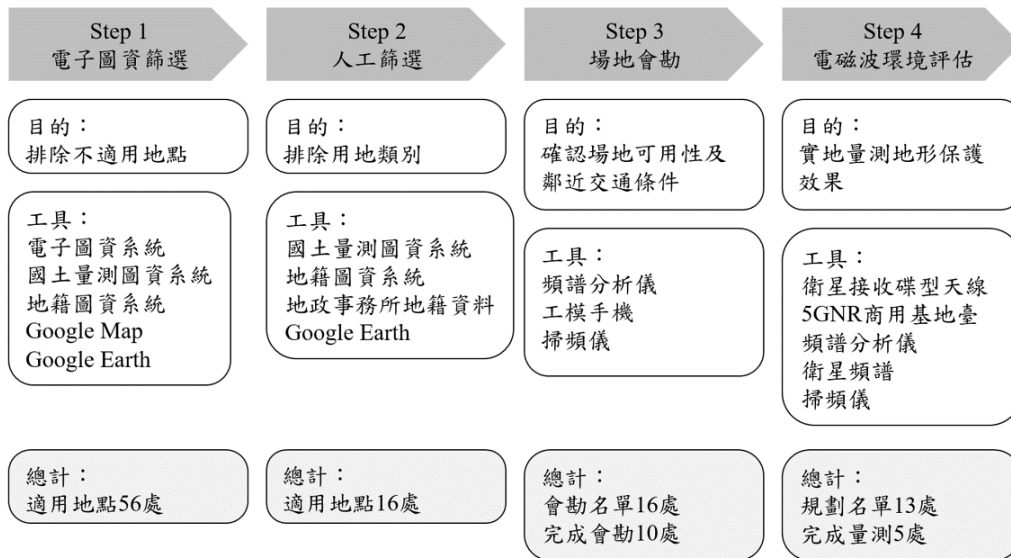


圖 6-3、共同接收頭端地點篩選程序

資料來源：本計畫整理

第一階段排除地理、地形後候選地點名單資料表列於附錄五。進一步以人工方式查詢或調閱地籍資料，調查各地點使用分區、使用地類別及管理者，進行第二階段篩選。篩選排除條件如下：

- 國土保安用地;
- 原住民保留地;
- 國家公園;
- 軍事區;
- 場域已開發（國營事業用地、遊憩區）;
- 交通不易、道路中斷;
- 地形因素（腹地不足、地勢過陡）。

鑑於電子圖資系統資訊於調查當下有時間落差，第二階段採用可呈現立體地形地勢之電子圖資工具，可進一步判別地勢情況。

第三階段則安排人員前往現場實地會勘，會勘主要調查候選地點現況，是否有樹木植栽等妨礙後續量測情形。會勘過程以頻譜分析儀器量測候選地點 n77 頻段內是否有未知電波訊號，避免影響後續量測

結果。另以工模手機與掃頻儀收集候選地點鄰近既有 4G/5G 訊號，除確認量測過程中發射端與接收端間通聯順暢外，既有基地臺位置亦可考慮為發射端架設地點。

截至民國 112 年 1 月底為止，通過前二階段篩選符合共同接收頭端候選地點共 16 處，併同 12 月底第三階段會勘結果。共完成 10 處頭端候選點會勘作業，5 處頭端候選點量測作業，綜整 16 處候選地點及執行結果如表 6-1 所示。

表 6-1、16 處候選地點暨執行結果

項次	地號	管理者	使用分區	使用地類別	執行結果
1	花蓮縣光復鄉大興段 395+393 地號	財政部國有財產署	山坡地保育區	農牧用地	鄰近有 FSS 既有使用者實地量測可能產生干擾
2	花蓮縣光復鄉加禮灣段 2、10、11 地號	法務部矯正署自強外役監獄	特定專用區	特定目的事業用地	鄰近有 FSS 既有使用者實地量測可能產生干擾
3	花蓮縣光復鄉馬錫山段 595-2~6 地號	財政部國有財產署	山坡地保育區	暫未編定	鄰近有 FSS 既有使用者實地量測可能產生干擾
4	花蓮縣萬榮鄉虎林段 214+113 地號	行政院農業委員會林務局	森林區	林業用地	鄰近有 FSS 既有使用者實地量測可能產生干擾
5	南投縣信義鄉桐林段 102 地號	國立臺灣大學	森林區	林業用地	完成會勘、第四量測地點
6	屏東縣潮州鎮崙新段 (0454)7-2 地號	國家通訊傳播委員會	特定專用區	特定目的事業用地	完成會勘、第三量測地點

項次	地號	管理者	使用分區	使用地類別	執行結果
7	新竹縣尖石鄉下太平段(0729)1、3、4地號	行政院農業委員會林務局	森林區	林業用地	鄰近主要道路中斷
8	嘉義縣大埔鄉大埔段1272-2,3,4,5、1273-1地號	財政部國有財產署	都市計畫	都市計畫	完成會勘、第一量測地點
9	嘉義縣竹崎鄉烏土堀段2-5、8地號	行政院農業委員會林務局	森林區	林業用地	完成會勘、第五量測地點
10	嘉義縣阿里山鄉雪峰北段211地號	行政院農業委員會林務局	森林區	林業用地	完成會勘
11	臺東縣大武鄉西勢湖段(0805)381地號	財政部國有財產署	山坡地保育區	林業用地	鄰近新大武段
12	臺東縣大武鄉新大武段(0806)112地號	財政部國有財產署	山坡地保育區	農牧用地	完成會勘、第二量測地點
13	臺東縣長濱鄉大壩來段133地號	行政院農業委員會林務局	風景區	林業用地	完成會勘
14	嘉義縣阿里山鄉茶山段362地號	財政部國有財產署	山坡地保育區	農牧用地	完成會勘，鄰路邊坡滑落，不適用
15	花蓮縣壽豐鄉草鼻段319地號	財政部國有財產署	山坡地保育區	農牧用地	完成會勘，東南至南方位遮擋，阻擋衛星100-270度/仰角20度接收，不適用
16	新北市烏來區羅培段114、710/2992地號	行政院農業委員會林務局	都市計畫區	都市計畫區	完成會勘，場地出入涉及私地，不適用

資料來源：本計畫整理

## 二、土地適宜性分析

本計畫將採用土地適宜性分析法結合指標加權評比兩階段方式，進一步分析 13 處圖資系統篩選符合共同接收頭端地點，第一階段是採用土地適宜性分析方法篩選，第二階段將第一階段成果納入後，藉由指標加權評比方式在候選地點找出 5 處合適位置，兩階段選址評估如圖 6-4 所示。

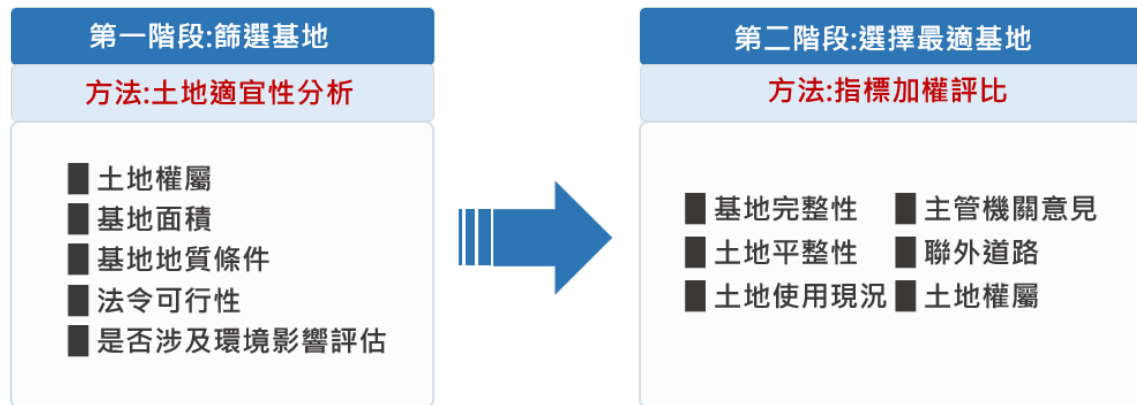


圖 6-4、土地適宜性分析法結合指標加權評比方法

資料來源：本計畫整理

本計畫依據上述兩階段分類評估流程及方法，臚列各階段之評估指標及方式，如表 6-2 所示。

- (1). 評估流程及方法，採土地適宜性分析法結合指標加權評比方式擇選最適新址地點。
- (2). 評估指標，採以是否涉及環境影響評估、法令可行性為主要評估指標類別。

表 6-2、共同接收頭端設置位置評估指標說明

階段	評估指標	評估方式	說明	
第一階段	土地權屬	有／無	優先考量公有土地，以降低土地取得困難度	
	地點面積		是否符合衛星接收站地點需求面積	
	地點地質條件		地點是否位於地質環境敏感地區（山崩地滑、斷層等）	
	地點完整性		地點形狀是否具備完整性	
	土地平整性		地點平均坡度	
第二階段	土地	1~10分 評估指標分數定義如下 最佳：10分 中等：5分 最差：1分	無需辦理環境影響評估得分越高	
			法令可行性	無涉及保育不得開發地區之土地得分越高
			土地使用現況	無地上物者得分越高
	聯外道路開闢可行性		考量地點交通需求，開闢道路可行性高者得分越高	
	地質鑽探成果(註)		考量地點興建安全，經評估地質條件越佳者得分越高	

資料來源：本計畫整理(註:本計畫可行性評估無含括地質鑽探項目)

### 三、土建評估

國有土地取得分向中央及地方兩種方式取得包含國有財產法第 38 條及土地法第 26 條等規定辦理，分別說明如下(1)中央土地撥用部分依據國有財產法第 38 條規定，非公用財產類之不動產，各級政府機關為公務或公共所需，得申請撥用。報經其上級機關核明屬實，並徵得財政部國有財產局同意後，層報行政院核定之。(2)地方土地撥用部分依據土地法第 26 條：「各級政府機關需用公有土地時，應商同該

管直轄市或縣（市）政府呈請行政院核准撥用。

各級政府機關之間如因公務或公共使用目的需用其他機關管理之公有土地時，應辦理撥用手續。公地撥用乃政府行使公法上之權力，使需地機關取得所需之公有土地，除依法令規定辦理有償撥用，應移轉所有權外，以無償撥用為原則，其性質為使用權之讓與，而非物權之變更。因此無需經民意機關同意。

各級政府機關興辦公共事業需用公有土地時，得辦理撥用。興辦公共事業，指與公共利益有關事業而言，如土地法第 208 條規定，包括國防事業、交通事業、公用事業、水利事業、公共衛生、政府機關、地方自治機關及其他公共建築、教育學術及慈善事業，及其他由政府機關興辦以公共利益為目的之事業均屬之。本案屬數位部為拓展電信頻譜頻道等公共利益為目的的事業，應屬可申請國有土地撥用範圍。其他得依法撥用之規定如下：

- 都市計畫法第52條；
- 國家公園法第9條第1項；
- 新市鎮開發條例第7條第1項；
- 住宅法第21條第1項；
- 發展觀光條例第14條、第15條；
- 促進民間參與公共建設法第15條第1項；
- 獎勵民間參與交通建設條例第9條、第10條；
- 大眾捷運法第6條、第7條第4項；
- 離島建設條例第8條第1項；
- 水土保持法第20條第1項及第2項；

- 濕地保育法第22條第1項；
- 土地徵收條例第43條第1項；
- 文化資產保存法第21條第3項、第49條第3項。

公共建設所需用地取得方式大抵包含公有土地及私有土地兩管道，公有土地區分有償撥用及無償撥用兩種，私有土地則區分短期徵用、協議價購、市地重劃及一般徵收與區段徵收等幾種，後續將對於公有土地撥用及私有土地取得之程序進行說明，用地取得方式如圖 6-5 所示。

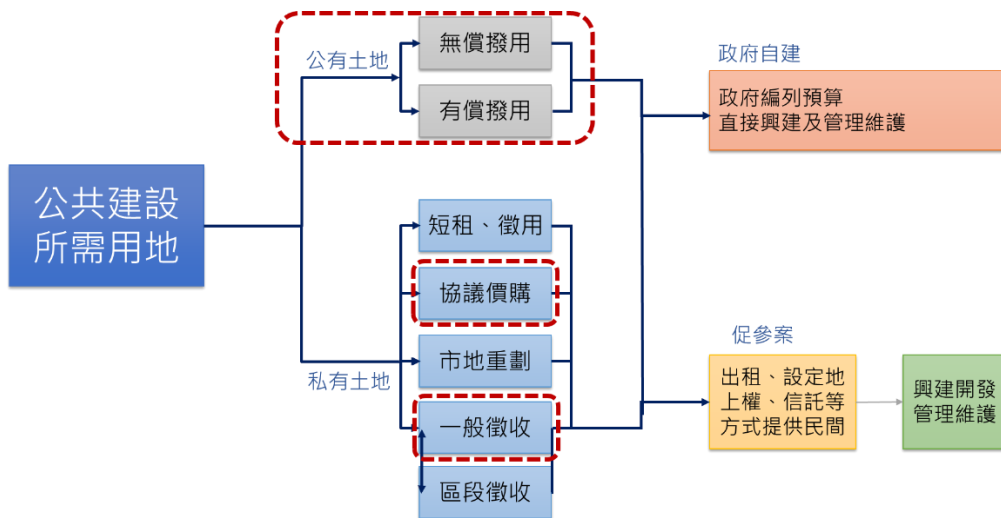


圖 6-5、公共建設用地取得方式

資料來源：本計畫整理

本計畫案所列共同衛星接收頭端候選點基地區位置，將以選取國有土地為原則，屆時再依選取基地區位位置，考量是否符合上述要件，再進行評估。

### (一) 公地撥用要件

本計畫對於公地撥用各項撥用要件規定，評估本案委辦主管機關

用地是否符合公地撥用要件，分別說明如下。

- (1). 撥用主體：依照土地法第 26 條規定，以各級政府機關為限。為期管用合一，公地撥用應以欲直接使用管理公地之需地機關為申撥主體，並於撥用後直接管理使用。需地機關應以撥用公地後直接管理使用該用地之機關為限，委辦主管機關符合此撥用要件規定。
- (2). 撥用原因：興辦公共事業需用公有土地辦理撥用。所謂公共事業泛指與公共利益有關之事業而言，如土地法第 208 條所列各款事業！並以公用為目的；本案所需土地，符合此撥用要件規定。
- (3). 撥用標的：已登記之公有土地或是公有建築改良物。其中已登記之公有土地規定如下，本計畫尋找供共同接收頭端基地區位置遵循此原則：
  - 不包括公營事業所有土地；
  - 未登記土地（國有不動產撥用要點§11）；
  - 以列為非公用土地者為限；
  - 不得妨礙當地都市計畫；
  - 徵收取得土地；
  - 國有或公有林地（森林法施行細則§8）；
  - 公有原住民保留地(原開辦法§23)。
- (4). 撥用方式：各級政府機關間因公務或公共所需，申請撥用公有土地，應以無償為原則，有償為例外。至於有償無償之劃分，除法令另有規定外，應依行政院訂頒之「各級政府機關互相撥用公有不動產之有償與無償劃分原

則」規定辦理。

## (二) 公地撥用作業程序

依據國有不動產撥用要點規定<sup>115</sup>，申請及審核撥用地方公有不動產之 8 項作業程序包含(1)調查撥用公有不動產資料、(2)洽辦用地分割或協議空間撥用、(3)徵詢管理機關同意、(4)填製撥用不動產計畫書件、(5)審核層報核准撥用、(6)辦理管理機關變更或所有權移轉登記、(7)土地及改良物之清除及補償、(8)依撥用計畫使用土地，公地撥用作業流程如圖 6-6 所示。依照以往經驗，整個撥用程序約需 4~12 個月，即使中央單位政策或需求明確者，則相對可加速撥用時間，但也需要 4 個月的行政時間。

---

<sup>115</sup>國有不動產撥用要點，<https://law-out.mof.gov.tw/LawContent.aspx?id=FL006986>

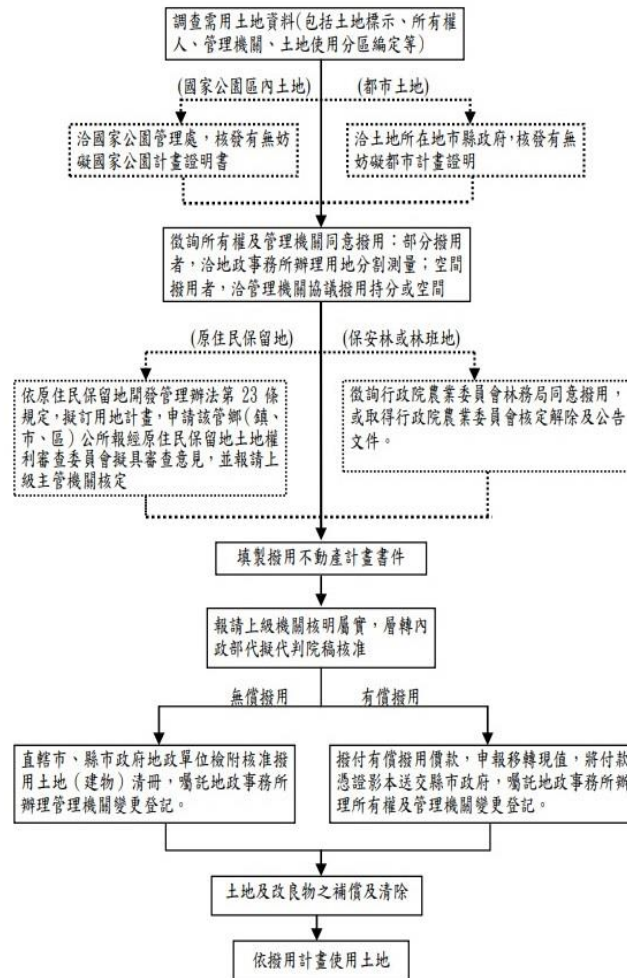


圖 6-6、公地撥用作業流程

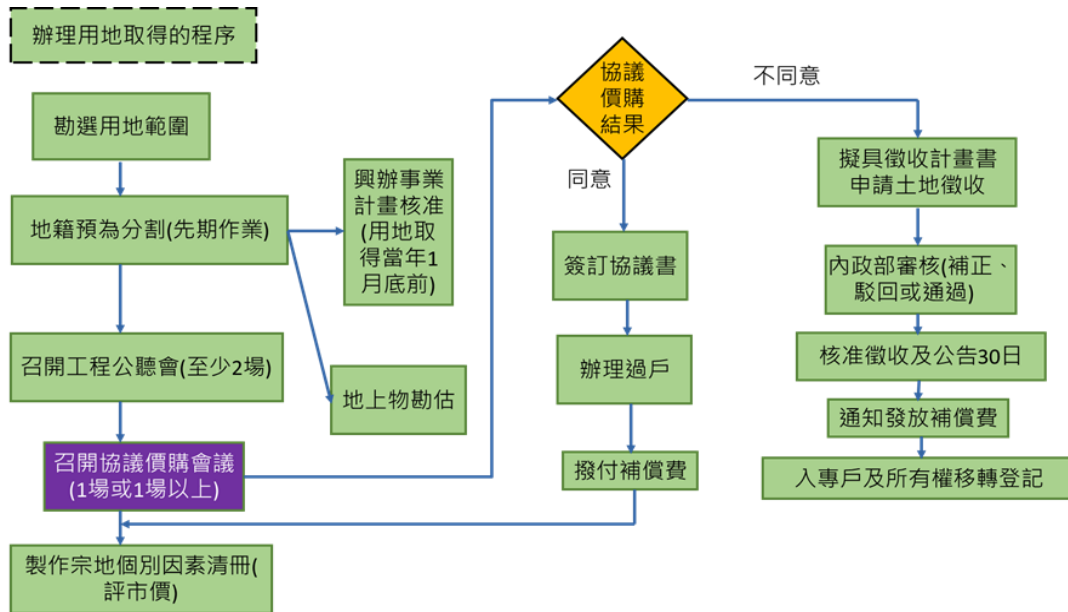
資料來源：財政部國有財產署國有不動產撥用要點，本計畫整理

### (三) 私有土地取得作業程序

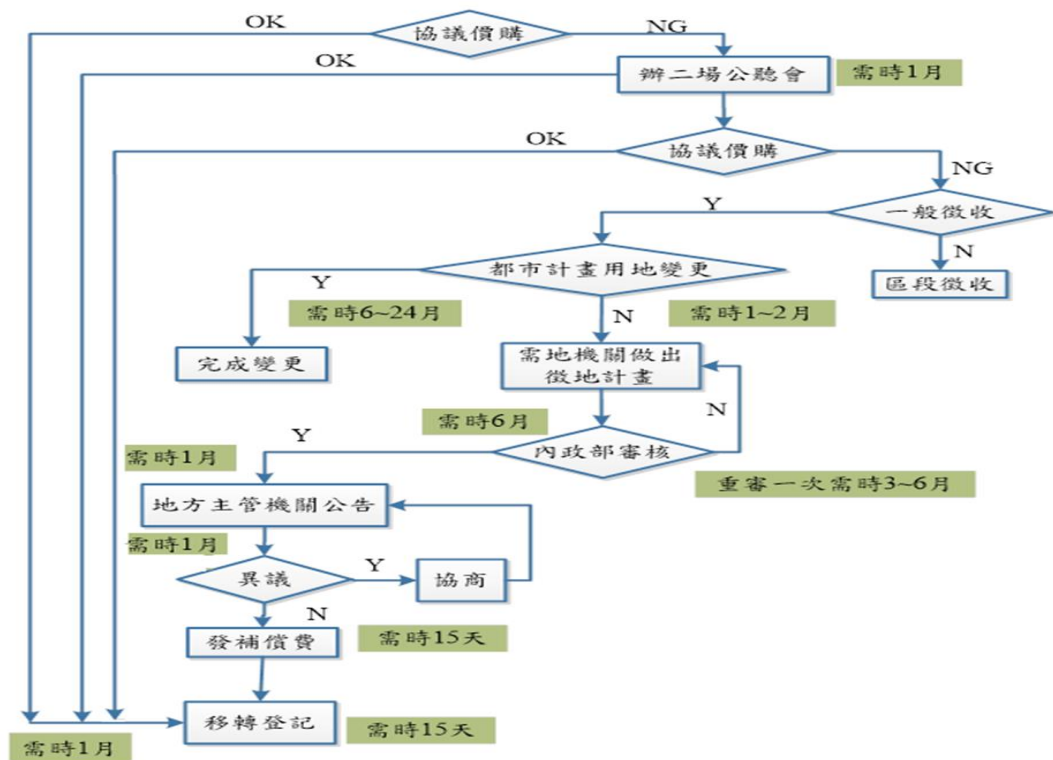
依據土地徵收條例第 11 條主要意涵<sup>116</sup>，需用土地人申請徵收土地或土地改良物前，除國防、交通或水利事業，因公共安全急需使用土地未及與所有權人協議者外，應先與所有權人協議價購或以其他方式取得；所有權人拒絕參與協議或經開會未能達成協議且無法以其他

<sup>116</sup> 內政部土地徵收條例第 11 條，  
<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawSingle.aspx?pcode=D0060058&flno=11>

方式取得者，始得依本條例申請徵收。所以，徵收是需地機關用地取得的最後手段。依據一般經驗而言，因公共建設需求私有土地約需3個月至40個月左右，其中政府與私地所有人順利達成共識情形以協議價購，時間較短約需3個月，若一方未達共識情形者採土地徵收進行，時間則約40個月左右，私有土地取得之協議價購及土地徵收流程分別如圖6-7(a)(b)圖所示。



(a)協議價購作業流程圖



(b)土地徵收作業流程圖

圖 6-7、協議價購及土地徵收作業流程圖(a)(b)

資料來源：內政部土地徵收條例，本計畫整理

#### (四) 撥用不動產計畫書作業要項

依據國有不動產撥用要點規定，各級政府機關間因公務或公共所需，申請撥用公有土地須辦理進行撥用不動產計畫書文件作業，撥用不動產計畫書之 13 項作業要項說明包含(1)撥用不動產原因、(2)撥用不動產坐落及面積、(3)興辦事業之性質、(4)興辦事業之依據、(5)土地改良情形(包括建築改良物及農作改良物，建築改良物應載明門牌)、(6)撥用不動產使用現況、(7)相鄰土地之使用狀況及改良情形、(8)撥用之不動產，有無名勝古蹟，如有，其現狀及沿革、(9)與不動產管理

機關協議經過、(10)撥用土地上之土地改良物拆遷及補償方式、(11)撥用不動產之方式、(12)有償撥用付款方式、(13)本計畫書之附件等。

公地撥用標準作業流程步驟包含公地撥用申請、案件審核、行政院核准(無償撥用及有償撥用)、申撥機關通知、所有權移轉暨管理機關變更登記及辦竣登記(領取權狀)等作業流程，相關程序如圖 6-8 所示。

- (1). 公地撥用申請，申請撥用機關（單位）繕造撥用不動產計畫書 1 式 5 份。
- (2). 案件審核，如案件合格，直接進入下一步驟，如不合格或不通過，則以電話或書面通知限期補正，限期內未補正即駁回案件，補正後重回步驟 1 申請。
  - (a)國有不動產前往財政部國有財產署審查，如案件合格，直接進入下一步驟，如不合格或不通過，則以電話或書面通知限期補正，限期內未補正即駁回案件，補正後重回步驟 1 申請。
  - (b)地方有不動產前往內政部審查，如案件合格，直接進入下一步驟，如不合格或不通過，則以電話或書面通知限期補正，限期內未補正即駁回案件，補正後重回步驟 1 申請。
- (3). 行政院核准(無償撥用及有償撥用)
  - (a)如無償撥用則進入囑咐地政事務所辦理管理機關變更登記，完成後直接進入步驟 6。
  - (b)如有償撥用則進入通知申撥機關(單位)繳交地價款並取得所有權狀，完成後進入步驟 6。
- (4). 申撥機關(單位)送交所有權狀及付款憑證影本。

(5). 囑託地政事務所辦理所有權移轉暨管理機關變更登記。

(6). 地政事務所通知申撥機關(單位)辦竣登記(領取權狀)。

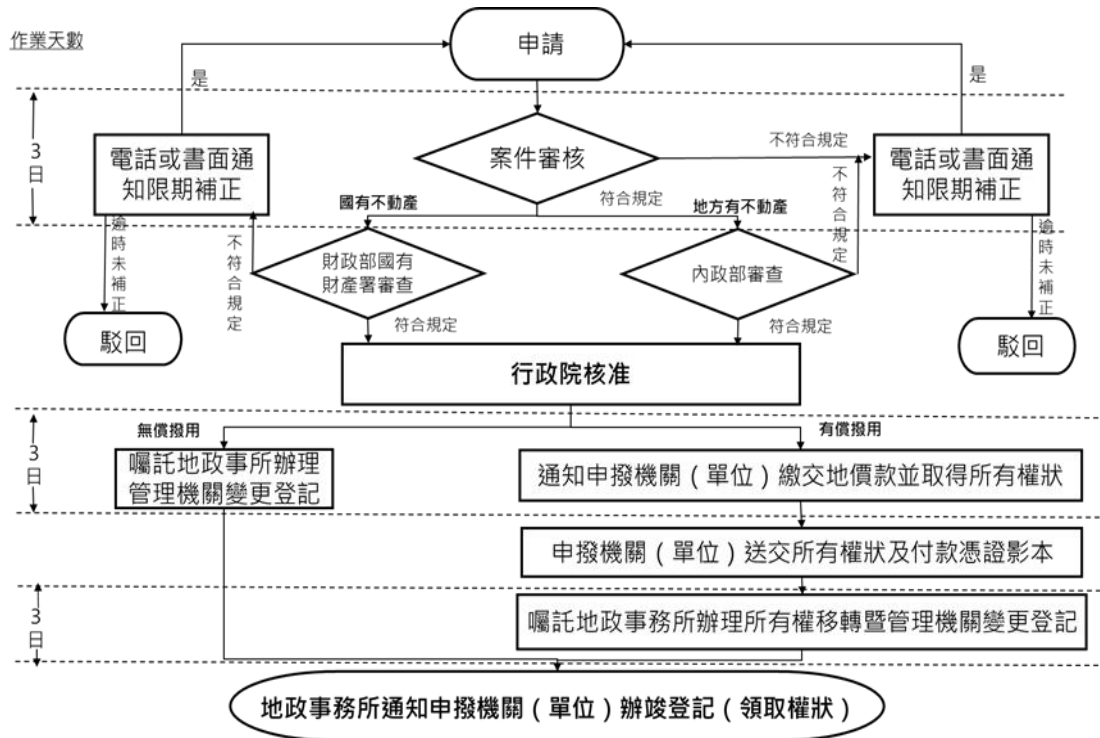


圖 6-8、公地撥用標準作業流程

資料來源：財政部國有財產署國有不動產撥用要點，本計畫整理

### (五) 法令研析

- (1). 非都市土地管制規則，依第 11 條規定，本計畫開發面積若小於 2 公頃，得免辦理土地使用分區變更，建議基地開發與聯外道路分開申請，以避免超過 2 公頃面積限制。
- (2). 依第 52-1 條規定，基地若位屬山坡地，需報請相關本案委託機關協助協商相關權責主管機關審議(核)同意面積得小於 10 公頃，依該條規定，興辦事業基地位屬山坡地範圍內者，其面積不得少於 10 公頃，惟基地屬公用事業

計畫，需依該條第三項規定「興闢公共設施、公用事業、慈善、社會福利、醫療保健、教育文化事業或其他公共建設所必要之設施，經依中央目的事業主管機關訂定之審議規範核准。」報請本案委託機關協助協商相關權責主管機關審議(核)。

綜上研析公共建設公地撥用及私有土地取得等相關作業程序，現階段本計畫將以公地為優先對象進行共同接收頭端候選點撥用時程預估，公地撥用時程預估如表 6-3 所示。

表 6-3、共同接收頭端點撥用時程預估

項次	地號	管理者	使用分區	使用地類別	土地撥用時程(至少)
1	花蓮縣光復鄉大興段 395+393 地號	財政部國有財產署	山坡地保育區	農牧用地	12 個月
2	花蓮縣光復鄉加禮灣段 2、10、11 地號	法務部矯正署自強外役監獄	特定專用區	特定目的事業用地	12 個月
3	花蓮縣光復鄉馬錫山段 595-2~6 地號	財政部國有財產署	山坡地保育區	暫未編定	12 個月
4	花蓮縣萬榮鄉虎林段 214+113 地號	行政院農業委員會林務局	森林區	林業用地	12 個月
5	南投縣信義鄉桐林段 102 地號	國立臺灣大學	森林區	林業用地	12 個月
6	屏東縣潮州鎮崙新段 (0454)7-2 地號	國家通訊傳播委員會	特定專用區	特定目的事業用地	12 個月
7	新竹縣尖石鄉下太平段(0729)1、3、4 地號	行政院農業委員會林務局	森林區	林業用地	12 個月
8	嘉義縣大埔鄉大埔段 1272-2,3,4,5、1273-1 地號	財政部國有財產署	都市計畫	都市計畫	12 個月

項次	地號	管理者	使用分區	使用地類別	土地撥用時程(至少)
9	嘉義縣竹崎鄉烏土堀段 2-5、8 地號	行政院農業委員會林務局	森林區	林業用地	12 個月
10	嘉義縣阿里山鄉雪峰北段 211 地號	行政院農業委員會林務局	森林區	林業用地	12 個月
11	臺東縣大武鄉西勢湖段(0805)381 地號	財政部國有財產署	山坡地保育區	林業用地	12 個月
12	臺東縣大武鄉新大武段(0806)112 地號	財政部國有財產署	山坡地保育區	農牧用地	12 個月
13	臺東縣長濱鄉大壩來段 133 地號	行政院農業委員會林務局	風景區	林業用地	12 個月

資料來源：本計畫整理，若涉及原民保留地，則時程另行評估

## (六) 環境影響評估

依據行政院環境保護署環境影響評估法施行細則規定，相關環境影響評估審查流程自開發單位擬具開發行為內容申請案件作業起，大致包含 2 階段進行環境影響評估作業及審查。

環境影響評估審查流程如圖 6-9 所示，第一階段環評案件其審查程序及時間，概略估計自準備文件至審查結果估計約需個 12 個月~18 個月，當案件須進入第二階段環評之程序時，則所需時間及審查準備則相對較長，對於急需建置開發的案件，除審查時間與程序配合外，亦需支出環境影響評估書件審查收費，本計畫之共同接收頭端建物本體非屬汙染設施之外，其功能性更有助強化我國通訊網路韌性及建構國家型通訊備援機制，日後若確定有執行之必要時，建議可述明共同接收頭端營運及建物非屬汙染設施且屬於國家行重大基礎設施之理由，以避免進入繁複的環評程序。

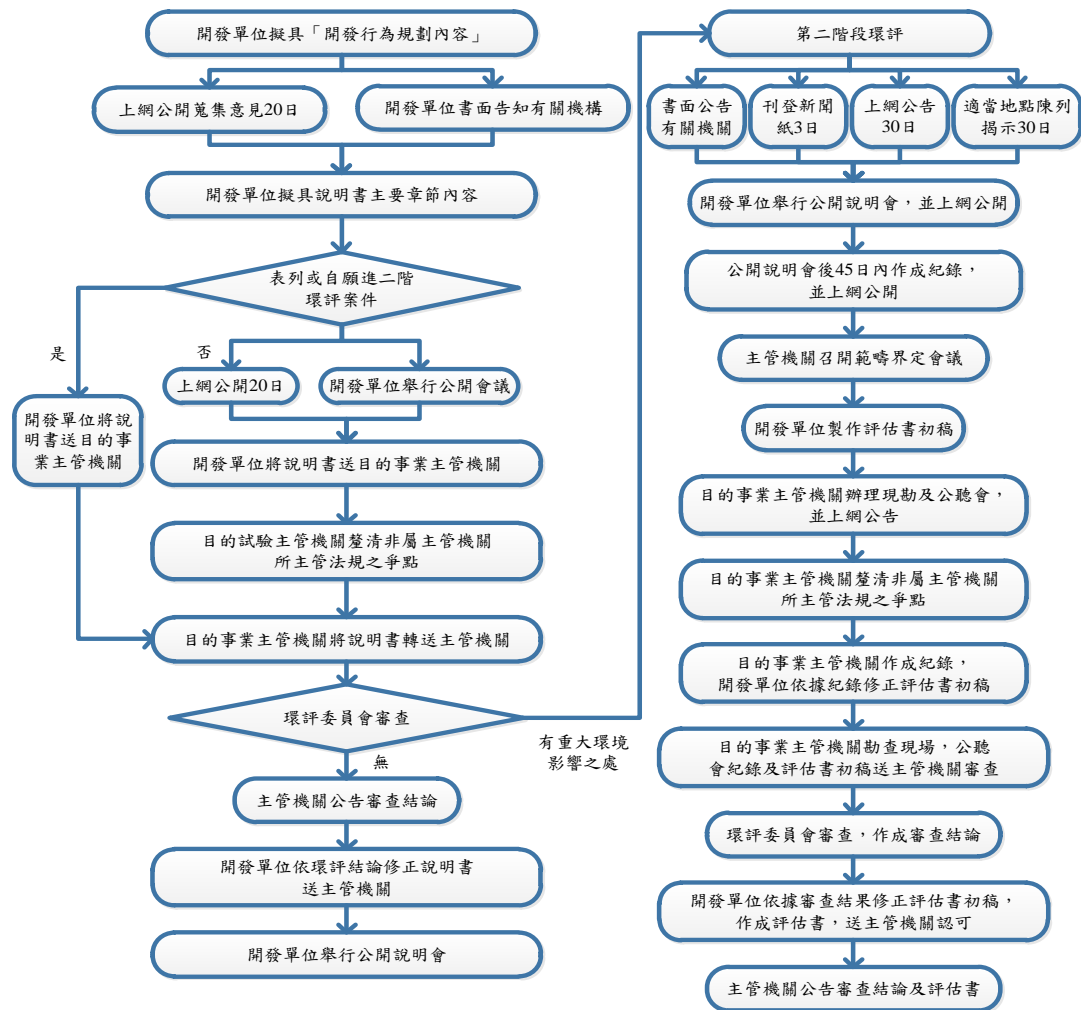


圖 6-9、環境影響評估審查流程

資料來源：環保署，本計畫整理

依據環境影響評估法中之開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準之第 37 條規定「軍事營區、海岸（洋）巡防營區、飛彈試射場、靶場或雷達站之興建或擴建工程，有下列情形之一者，應實施環境影響評估」，由於本計畫共同接收頭端天線場及機房建置開發基地所在屬性與雷達站性質相近因此特以引用法規相關因子參考評估，若涉及下列情形需辦理環境影響評估，共同接收頭端基地開發環境影響評估如表 6-4 所示。

- 位於國家公園，但申請擴建或累積擴建面積 1,000 平方公尺以下，經國家公園主管機關及目的事業主管機關同意者，不在此限；
- 位於野生動物保護區或野生動物重要棲息環境，但位於野生動物重要棲息環境，申請擴建或累積擴建面積 1,000 平方公尺以下，經野生動物重要棲息環境主管機關及目的事業主管機關同意者，不在此限；
- 位於重要濕地；
- 位於臺灣沿海地區自然環境保護計畫核定公告之自然保護區；
- 位於海拔高度 1,500 公尺以上；
- 位於水庫集水區，但申請擴建或累積擴建面積 1,000 平方公尺以下，經水庫主管機關及目的事業主管機關同意者，不在此限；
- 位於山坡地、國家風景區或臺灣沿海地區自然環境保護計畫核定公告之一般保護區，申請開發或累積開發面積 10 公頃以上。

表 6-4、共同接收頭端第 37 條(基地開發)環境影響評估表

項次	第 37 條(基地開發)規定需辦理環境影響評估指標因子	環境影響評估與否
1	位於國家公園。但申請擴建或累積擴建面積 1,000 平方公尺以下，經國家公園主管機關及目的事業主管機關同意者，不在此限。	
2	位於野生動物保護區或野生動物重要棲息環境。但位於野生動物重要棲息環境，申請擴建或累積擴建面積 1,000 平方公尺以下，經野生動物重要棲息環境主管機關及目的事業主管機關同意者，不在此限。	

項次	第 37 條(基地開發)規定需辦理環境影響評估指標因子	環境影響評估與否
3	位於重要濕地。	
4	位於沿海地區自然環境保護計畫核定公告之自然保護區。	
5	位於海拔高度 1,500 公尺以上。	
6	位於水庫集水區。但申請擴建或累積擴建面積 1,000 平方公尺以下，經水庫主管機關及目的事業主管機關同意者，不在此限。	
7	位於山坡地、國家風景區或臺灣沿海地區自然環境保護計畫核定公告之一般保護區，申請開發或累積開發面積 10 公頃以上。	

資料來源：環保署，本計畫整理

依據環境影響評估法中之開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準之第 5 條規定「道路之開發，有下列情形之一者，應實施環境影響評估」，本計畫之共同接收頭端機房建置開發基地所在聯外道路，若涉及下列情形需辦理環境影響評估如表 6-5 所示。

- 位於國家公園；
- 位於野生動物保護區或野生動物重要棲息環境；
- 位於重要濕地；
- 位於臺灣沿海地區自然環境保護計畫核定公告之自然保護區；
- 位於水庫集水區；
- 位於海拔高度 1,500 公尺以上；
- 位於山坡地或臺灣沿海地區自然環境保護計畫核定公告之一般保護區，長度 1.5 公里以上；其同時位於自來水水質水量保護區，長度 1.5 公里以上；
- 位於特定農業區之農業用地，長度 2.5 公里以上，或其

附屬隧道、地下化工程長度合計 1 公里以上;

- 位於山坡地、臺灣沿海地區自然環境保護計畫核定公告之一般保護區、都市土地或非都市土地，其附屬隧道或地下化工程長度合計 1 公里以上;
- 位於都市土地或非都市土地，其附屬高架路橋、橋梁或立體交叉工程長度合計 5 公里以上;
- 位於非都市土地，長度 10 公里以上;

表 6-5、共同接收頭端第 5 條(聯外道路)開發環境影響評估表

項次	第 5 條(聯外道路)規定需辦理環境影響評估指標因子	環境影響評估與否
1	位於國家公園。	
2	位於野生動物保護區或野生動物重要棲息環境。	
3	位於臺灣沿海地區自然環境保護計畫核定公告之自然保護區。	
4	位於重要濕地。	
5	位於水庫集水區。	
6	位於海拔高度 1,500 公尺以上。	
7	位於山坡地或臺灣沿海地區自然環境保護計畫核定公告之一般保護區，長度 2.5 公里以上；其同時位於自來水水質水量保護區，長度 1.5 公里以上。	
8	位於特定農業區之農業用地，長度 2.5 公里以上，或其附屬隧道、地下化工程長度合計 1 公里以上。	
9	位於山坡地、臺灣沿海地區自然環境保護計畫核定公告之一般保護區、都市土地或非都市土地，其附屬隧道或地下化工程長度合計 1 公里以上。	
10	位於都市土地或非都市土地，其附屬高架路橋、橋梁或立體交叉工程長度合計 5 公里以上。	
11	位於非都市土地，長度 10 公里以上。	

資料來源：本計畫整理

綜上研析環境影響評估法中之開發行為應實施環境影響評估細目及範圍認定標準，本計畫篩選 13 處可能之共同接收頭端候選地點皆無涉入原民保留地情形，惟其中包含南投縣信義鄉桐林段候選點、屏東縣潮州鎮崙新段候選點、新竹縣尖石鄉下太平段候選點、嘉義大埔鄉大埔段候選點、嘉義縣竹崎鄉烏土堀段候選點及嘉義縣阿里山鄉雪峰北段候選點等 6 處頭端候選點座落於水庫水源區內，需要進行環境影響評估，13 處頭端候選點調查評估如表 6-6 所示。

表 6-6、共同接收頭端候選地點調查評估

項次	地號	管理者	使用分區	使用地類別	是否需要環評	是否原民保留地
1	花蓮縣光復鄉大興段 395+393 地號	財政部國有財產署	山坡地保育區	農牧用地	否	否
2	花蓮縣光復鄉加禮灣段 2、10、11 地號	法務部矯正署自強外役監獄	特定專用區	特定目的事業用地	否	否
3	花蓮縣光復鄉馬錫山段 595-2~6 地號	財政部國有財產署	山坡地保育區	暫未編定	否	否
4	花蓮縣萬榮鄉虎林段 214+113 地號	行政院農業委員會林務局	森林區	林業用地	否	否
5	南投縣信義鄉桐林段 102 地號	國立臺灣大學	森林區	林業用地	是 (湖山水庫水源區)	否
6	屏東縣潮州鎮崙新段(0454)7-2 地號	國家通訊傳播委員會	特定專用區	特定目的事業用地	是 (鳳山水庫水源區)	否
7	新竹縣尖石鄉下太平段(0729)1、3、4 地號	行政院農業委員會林務局	森林區	林業用地	是 (石門水庫水源區)	否
8	嘉義縣大埔鄉大埔段 1272-2,3,4,5、1273-1 地號	財政部國有財產署	都市計畫	都市計畫	是 (曾文水庫水源區)	否

項次	地號	管理者	使用分區	使用地類別	是否需要環評	是否原民保留地
9	嘉義縣竹崎鄉烏土堀段 2-5、8 地號	行政院農業委員會林務局	森林區	林業用地	是 (仁義潭水庫水源區)	否
10	嘉義縣阿里山鄉雪峰北段 211 地號	行政院農業委員會林務局	森林區	林業用地	是 (曾文水庫水源區)	否
11	臺東縣大武鄉西勢湖段(0805)381 地號	財政部國有財產署	山坡地保育區	林業用地	否	否
12	臺東縣大武鄉新大武段(0806)112 地號	財政部國有財產署	山坡地保育區	農牧用地	否	否
13	臺東縣長濱鄉大壩來段 133 地號	行政院農業委員會林務局	風景區	林業用地	否	否

資料來源：本計畫整理

#### 四、機房評估

##### (一) 機房新建或裝修評估

本計畫依照前揭共同接收頭端候選地點選址程序，進行適合的共同接收頭端地點勘查，進而評估是否有機房建物等設施，若已有機房建物，本計畫將評估重新裝潢還有架設衛星天線所需之相關費用與時程。若無機房建物等設施，則依照相關法令標準與規範，進行設計相關機房等土木建築等設施。無機房設施存在情形者，將以重新新建為主要方向。新建共同接收頭端裝潢將以機房、辦公室、會議室、備勤室、電機室、電池室、柴油發電機室、網管監控等項目為主。

本計畫為力求共同接收頭端機房設計之嚴謹性，使實務與學理、

專業規範間得以相互檢核，將採現行國際資訊機房規範標準中，業界公認較為完整及嚴謹的美國《TIA-942 資訊機房通信基礎設施標準》，作為確立本計畫中資訊機房設計專業領域項目的重要參考依據，提供較共同接收頭端機房全面性的設計理念、系統架構、工程建議以及技術指導與設計滿足現代資訊機房整體設施，如建築、電氣、電機、通信、安全、布線結構、和網路設計等，提供寶貴與實用之參考資訊，共同接收頭端機房建置流程如圖 6-10 所示。

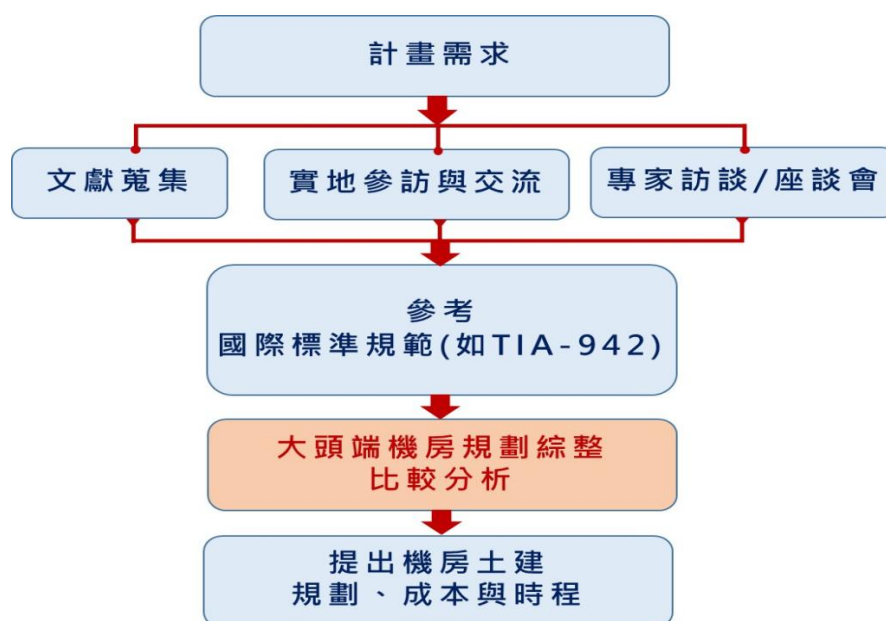


圖 6-10、共同接收頭端機房建置流程

資料來源：本計畫整理

經計畫研究團隊篩選 13 處符合共同接收頭端地點資料顯示，現址狀況皆無機房設施存在情形，未來若確定候選地點再行建議以新建機房為主要方向。新建共同接收頭端機房及內部裝修工程，將包含機房基礎設施、辦公室、會議室、備勤室、電機室、電池室、柴油發電機室、網管監控等項目為主。相關共同接收頭端候選地點是否需要新建機房調查如表 6-7 所示。

表 6-7、共同接收頭端候選地點新建機房調查

項次	地號	管理者	使用分區	使用地類別	現況有無 機房設施	是否需新 建機房
1	花蓮縣光復鄉大興段 395+393 地號	財政部國 有財產署	山坡地保 育區	農牧用地	無	需要
2	花蓮縣光復鄉加禮灣段 2、10、11 地號	法務部矯 正署自強 外役監獄	特定專用 區	特定目的 事業用地	無	需要
3	花蓮縣光復鄉馬錫山段 595-2~6 地號	財政部國 有財產署	山坡地保 育區	暫未編定	無	需要
4	花蓮縣萬榮鄉虎林段 214+113 地號	行政院農 業委員會 林務局	森林區	林業用地	無	需要
5	南投縣信義鄉桐林段 102 地號	國立臺灣 大學	森林區	林業用地	無	需要
6	屏東縣潮州鎮崙新段(0454)7-2 地號	國家通訊 傳播委員 會	特定專用 區	特定目的 事業用地	無	需要
7	新竹縣尖石鄉下太平段(0729)1、3、4 地號	行政院農 業委員會 林務局	森林區	林業用地	無	需要
8	嘉義縣大埔鄉大埔段 1272-2,3,4,5、1273-1 地號	財政部國 有財產署	都市計畫	都市計畫	無	需要
9	嘉義縣竹崎鄉烏土堀段 2-5、8 地號	行政院農 業委員會 林務局	森林區	林業用地	無	需要
10	嘉義縣阿里山鄉雪峰北段 211 地號	行政院農 業委員會 林務局	森林區	林業用地	無	需要
11	臺東縣大武鄉西勢湖段(0805)381 地號	財政部國 有財產署	山坡地保 育區	林業用地	無	需要
12	臺東縣大武鄉新大武段(0806)112 地號	財政部國 有財產署	山坡地保 育區	農牧用地	無	需要

項次	地號	管理者	使用分區	使用地類別	現況有無機房設施	是否需新建機房
13	臺東縣長濱鄉大壩來段 133 地號	行政院農業委員會林務局	風景區	林業用地	無	需要

資料來源：本計畫整理

## (二) 共同接收頭端機房營建流程與時程分析

### (1). 共同接收頭端機房營建流程

本計畫共同接收頭端機房設計參照國際資訊機房標準規範作為機房設計的準則，訂定土木、建築與機房設施規格的標準，共同接收頭端機房營建流程共 5 大部分包含營建設計、申請營建執照、營建工程、請領使用執照、室內裝修&完工驗收，機房營建流程示意如圖 6-11 所示。

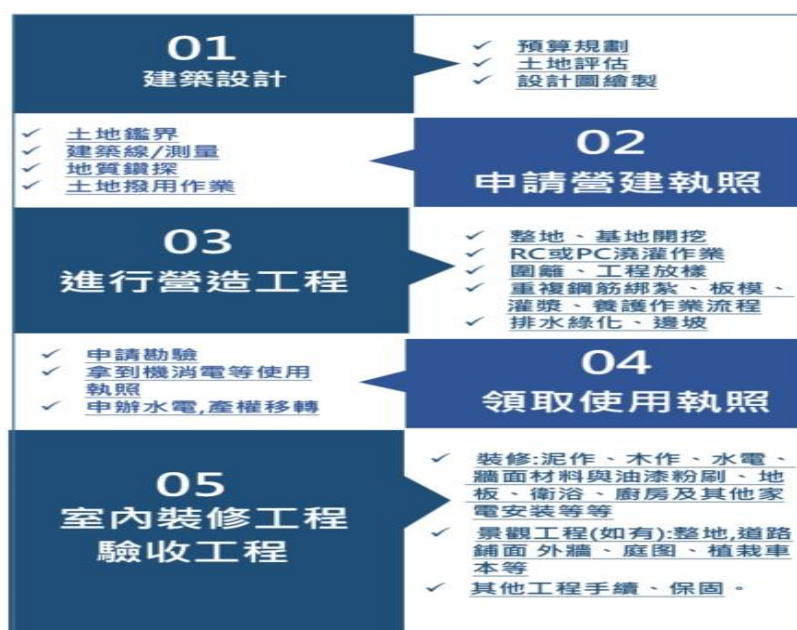


圖 6-11、機房營建流程示意圖

資料來源：本計畫整理

(2). 共同接收頭端機房建置時程評估

本計畫依照前揭共同接收頭端機房營建工程流程，推估整體建置時程由預算規劃至完工驗收至少約需 23 個月，相關時程概算的工期標準係參考台灣省建築管理規則而訂，包含地下層每層四個月，地上各樓層每層兩個月，雜項工程（排水溝圍牆、庭園、駁坎、擋土牆..）則為三個月，但會視工法及偏遠地區稍微調整，總加起來就是法定工程期限，各地區略有不同，但大同小異。本計畫將持續徵詢專家（土木技師、建築師）及實地訪價，以求更精準預測共同接收頭端機房營建工程進度。至於室內裝潢階段大約至少需要三個月的工期，預估各項作業所需時程如表 6-8 所示。

表 6-8、共同接收頭端機房營建工程時程預估

工作時程												
月份	第 01 月	第 03 月	第 05 月	第 07 月	第 09 月	第 11 月	第 13 月	第 15 月	第 17 月	第 19 月	第 21 月	第 23 月
預算規劃	■											
土地評估	■											
建築圖設計	■											
申請建築執照		■										
基地開挖			■									
進行營建工程				■	■	■	■					
申請勘驗								■				
領取使用執照								■	■			
室內裝潢										■	■	
完工驗收											■	■

工作時程												
預定進度累計百分比 (%)	10	15	30	35	45	60	75	85	90	95	98	100

資料來源：本計畫整理

共同頭端候選頭端基地之土建相關項目經費與時程評估包含整地工程、水土保持工程、環境週邊工程、土地評估作業、建築設計、土木建築物、裝修工程及相關證照申請等等，成本估算參考營建程期但不包含土地撥用、價購、徵收或補償費用及其他不可控因素導致成本增加等，預估共同頭端候選頭端基地土建時程如表 6-9 所示。

表 6-9、共同頭端候選頭端基地土建經費與時程預估

項次	工項/品名	預估經費 (新台幣仟元)	項目說明
1	整地工程	5,000	每一處頭端基地，總面積約 10000 平方公尺
2	水土保持	10,000	每一處頭端基地，總面積約 10000 平方公尺
3	環境週邊工程	15,000	每一處頭端基地，總面積約 10000 平方公尺
4	土地評估	7,000	每一處頭端基地，總面積約 10000 平方公尺
5	建築設計	6,000	頭端建物設計圖
6	土木建築物	153,000	每一處頭端建物為 2 層樓，每一層樓為 250 坪，共 500 坪，(包含電力系統工程、發電機、空調設備、環境監控系統、門禁監視系統、消防系統)
7	裝修工程	40,000	每一處頭端建物為 2 層樓，每一層樓為 250 坪，共 500 坪(包含辦公室，會議室，大廳接待設施等裝修工程)

項次	工項/品名	預估經費 (新台幣仟元)	項目說明
8	相關證照申請	6,000	建照、機電、消防、使用執照、雜項等等
預估經費		242,000	
預估土建時程		23 個月(至少)	

資料來源：本計畫整理

### (3). 機房建置工程與經費評估

本計畫為維持管控一致性，設備穩定運作及高妥善性需求，共同接收頭端機房工程涵蓋的必要性工程包括電機(氣)工程、弱電工程、空調工程、裝飾裝修工程、消防工程及其他項等需求，相關必要性工程項目分別說明如下。

- 電機(氣)工程：包含柴油發電機系統、不間斷電源配電系統、機電供應系統、照明配電系統、電源及防雷保護系統、機房接地系統等等。
- 弱電工程：包含大樓設備自控系統、安全防護控制管理系統、通信網路自動化管理系統、結構化布線系統、公共資訊系統、監控中心控制系統等等。
- 空調工程：包含專用空調系統、輔助空調系統、排風系統工程等等。
- 裝飾裝修工程：包含機房區環境工程、辦公區環境工程、監控區環境工程、動力區環境工程等等。
- 消防工程：包含消防自動報警系統、機房氣體滅火系統、分區噴淋系統等等。
- 其他項：包含整地工程、邊坡水土保持工程、排水工程，綠化工程、聯外道路整治等等。

考量本計畫案之共同接收頭端機房屬性和建設，機房工程設計和施工過程中將著重高可用性、高可管理性、高安全可靠及節能環保之目標。為達成前述需求目標，本計畫團隊將綜合各專業領域的技術要求，並進行有效的整合、協調和集成，使其共同接收頭端機房工程設計、施工得以在各方專業發揮作用，形成一個有效的高效團隊，提供本計畫案相關機房與衛星天線設備高效順遂運行環境。

本計畫共同接收頭端機房相關工程經費將依照上述項目，2 處共同接收頭端機房（互為異地備援），每一處機房建物及衛星接收天線場合計土地面積約需 1 公頃左右。每一處頭端機房建物為 2 層共 500 建坪，其餘之共同衛星天線場及相關戶外周遭場地則視需求至少 500 平方米使用。共同接收頭端機房工程依據功能劃分，除主要功能之電力暨備援電力設備區（UPS 及其電池、柴油發電機組）、機房區、監控中心區外，尚包含行政類別之大廳接待區、會議室和辦公區等。惟實際建構共同接收頭端機房各功能區域的設置和平面布置將視具體需求情況進行調整，共同接收頭端機房與天線場群設施概念示意如圖 6-12 所示。

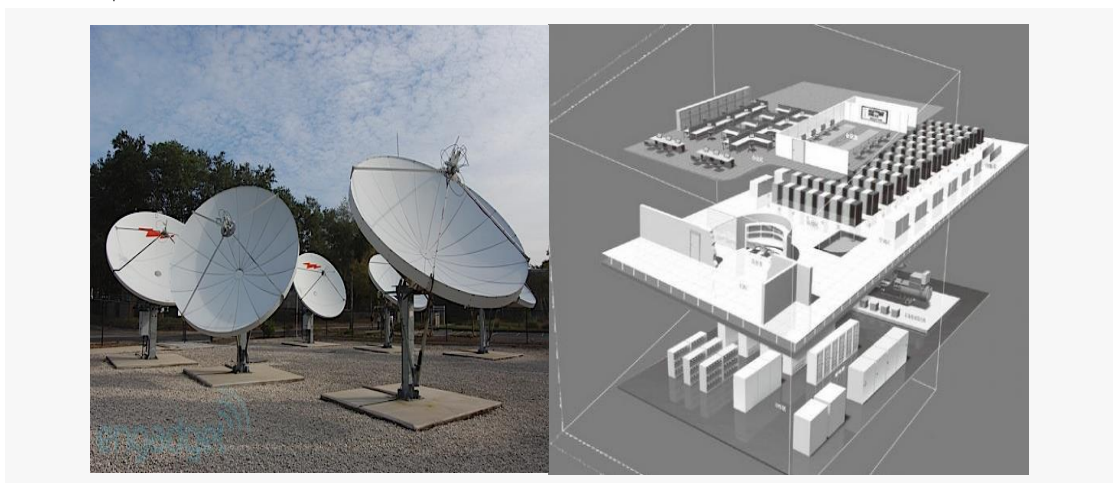


圖 6-12、共同接收頭端機房與天線場群設施概念示意圖

資料來源：本計畫整理

本計畫共同接收頭端機房建築以中華民國產物保險商業公會之住宅類建築造價參考表為基準如表 6-10 所示，輔以徵詢我國土木工程估價師等專業意見，及參考國內外 Tier3 等級機房之造價，做為本案團隊共同接收頭端機房之估價參考。

表 6-10、我國住宅類建築造價參考表

單位：新臺幣元/坪

地區別 總樓層數	臺北市	桃園市 新北市 基隆市	苗栗、新竹 臺中、雲林 彰化、南投 嘉義	宜蘭、臺南 高雄、屏東	花蓮 臺東
1	61,300	57,800	51,900	50,700	54,200
2	64,900	61,300	55,400	54,200	57,800
3	69,600	66,000	60,100	59,000	62,500
4~5	73,100	70,800	62,500	59,000	62,500
6~8	87,300	81,400	71,900	70,800	73,100
9~10	92,000	84,900	75,500	73,100	76,700
11~12	99,100	92,000	81,400	80,200	83,700
13~14	101,400	94,400	84,900	83,700	86,100
15~16	113,200	106,200	95,500	94,400	97,900
17~18	127,400	120,300	108,500	107,300	110,900
19~20	140,400	132,100	121,500	120,300	122,700
21 以上	155,700	140,400	129,800	127,400	130,900

一、建築物本體造價總額

建築物本體造價總額＝上述各類建築物構造每坪單價×各類建築物使用面積(含公共設施)

- 說明：1. 上表每坪單價僅適用於一般加強磚造或鋼筋混凝土造之建築物，鋼骨造建築依上表每坪單價另加百分之十六計算；磚、木、石及金屬構造每坪單價新台幣 30,000 元；特殊或其他構造之建築物另行約定。  
2. 外島地區造價比照新北市造價標準計算。  
3. 交通運輸不便地區應酌增單價。  
4. 上表造價不含土地價格。

二、建築物裝潢總價

建築物裝潢總價＝每坪裝潢單價×各類建築物使用面積(不含公共設施)

- 說明：1. 一般裝潢每坪加新台幣 10,000 元至 60,000 元。  
2. 豪華型裝潢另行約定。

三、建築物之重置成本＝建築物本體造價總額＋建築物裝潢總價。

四、製表單位：中華民國產物保險商業同業公會製定

五、實施日期：中華民國 109 年 1 月 1 日

資料來源：中華民國產物保險商業公會<sup>117</sup>

共同頭端候選頭端機房相關估算項目包含頭端機房基礎建設、頭端機房系統及設備(含網管監控系統設備)、頭端衛星天線場、訊號介接暨臨時運作區設備、傳輸線路(包含主備援頭端間、主備援頭端與業者間、訊號介接及臨時運作區)、維運團隊人力、頭端機房設施暨系統

<sup>117</sup>中華民國產物保險商業公會

<http://www.nlia.org.tw/modules/tadnews/page.php?nsn=852#A>

設備維護費、頭端建築場域暨基礎設施維護費及其他雜支(含 2 處頭端相關水費、電費、通訊費、規費)等估算但不包含其他不可控因素導致成本增加等，預估共同頭端候選頭端機房相關經費，如表 6-11 所示。

表 6-11、共同頭端候選頭端機房相關經費預估

項次	工項/品名	預估經費 (新台幣仟元)	備註
1	頭端機房基礎建設	47,000	2 處頭端之頭端機房內電力系統工程(含發電機/UPS)、空調設備、環境監控系統、門禁監視系統、消防系統
2	頭端機房系統及設備(含網管監控)	160,000	2 處頭端之衛星廣播節目訊號串流處理設備與監控系統設備
3	頭端衛星天線場	25,000	每一處天線場共 25 座 3.7 公尺頭端衛星接收設施
4	訊號介接暨臨時運作區設備	250,000	2 處頭端之各區業者訊號介接暨臨時性傳送接收運作設備
5	主備援頭端間傳輸線路	4,000	主備援頭端間傳輸線路 5G*2/年
6	主備援頭端與業者間傳輸線路	420,000	固定衛星業者 7.5G*8，有線電視業者 2.5G*128，下鏈衛星接收戶 1G*326/年
7	臨時運作區傳輸線路	2,800	2 處頭端之臨時運作區傳輸線路 1G*2/年
8	維運團隊人力費	48,000	50 人/團隊
9	機房設施暨系統設備維護費	41,500	2 處頭端機房設施暨系統設備維護費(機房系統設備*10%+天線設施*0.2%)
10	建築場域暨基礎設施維護費	9,290	2 處頭端建築場域暨基礎設施維護費(建物 3%+機房設施 10%)

項次	工項/品名	預估經費 (新台幣仟元)	備註
11	其他	1,500	2 處頭端相關水費、電費、 通訊費、規費等等
預估經費		1,009,090	

資料來源：本計畫整理

#### (4). 共同衛星天線場

本計畫共同接收衛星天線場以衛星覆蓋的最佳位置和信號強度之高海拔地區，具備天然屏障地形的環境為主要候選原則。本計畫天線場衛星天線提供營運商（provider）多個衛星共同接收頭端運行接收，作為發生故障時的備援接收機制。共同接收頭端接收天線場採主接收頭端天線場與備援接收頭端天線場異地備援機制設計，增進可用性及安全性，由主頭端衛星天線場衛星收容各節目源的衛星天線並與備援頭端衛星天線場衛星相互設定備援機制，進而將衛星訊號傳送進機房內部系統設備收容處理串流訊號，並於兩處頭端機房設置衛星訊號介接區作為責任分界點，以利業者將相關衛星串流訊號經由介接之傳輸線路將訊號傳送回各業者系統端，衛星訊號處理傳輸架構如圖 6-13 所示。

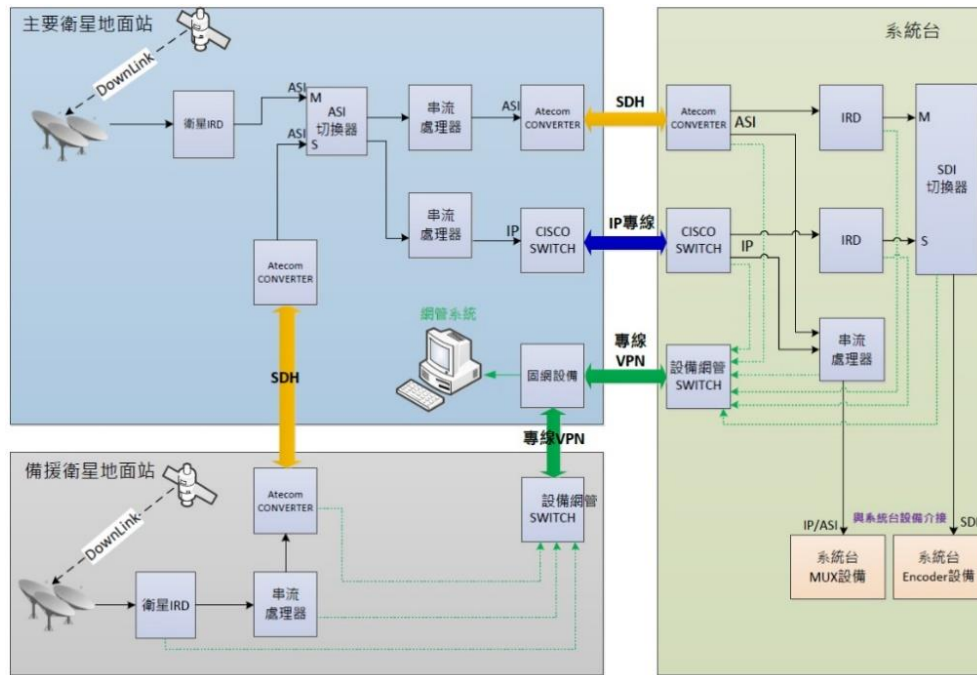


圖 6-13、衛星訊號處理傳輸架構圖

資料來源：本計畫整理

考量共同接收衛星天線場風險控制與備援機制功能性的需求，本計畫共同接收天線場之工程需求的主要項目包括如(1)3.7 米 SMC 衛星地面接收天線、(2)窄頻低雜訊降頻器、(3)C 頻段雙極饋源、(4)衛星訊號轉換介接、(5)2way/4way/8way 之衛星訊號分配器、(6)衛星強波器 Booster (含 LNB 供電)、(7)衛星水泥基座及(8)其他需求線材等項目，衛星地面接收天線固定與基座設計示意圖如圖 6-14 所示。

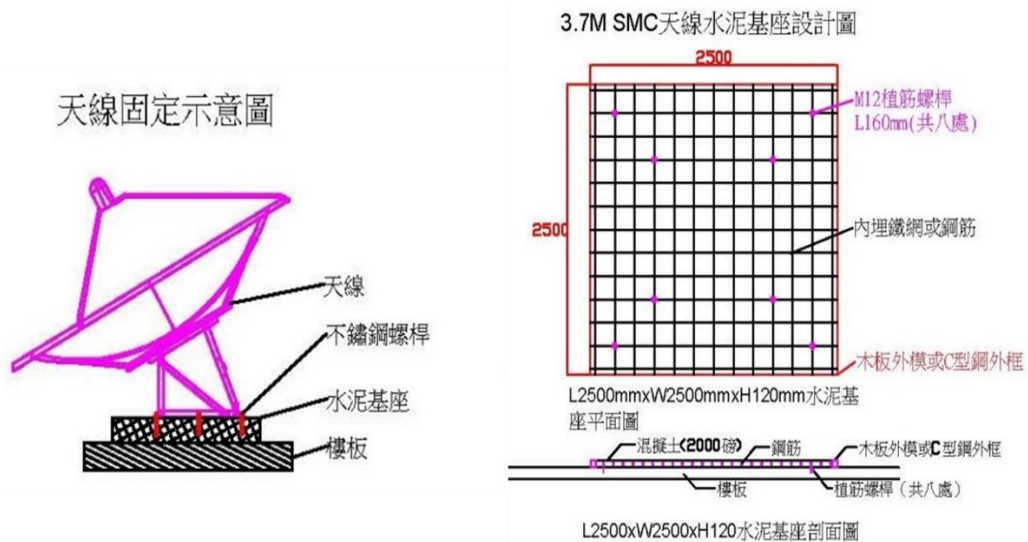


圖 6-14、衛星地面接收天線固定與基座設計示意圖

資料來源：本計畫整理

## 五、機電工程評估

為力求本計畫共同接收頭端機房機電與網路架構設計之高標準專業嚴謹性，共同接收頭端機房內部相關設施，遵循現行資訊機房國際規範標準之美國《TIA-942 資訊機房通信基礎設施標準》，作為本計畫籌設共同機房之機房設計領域重要參考依據，以高標準全方位的角度來思考機房資訊中心電信等級基礎設施進行規範，機房機電與網路架構設計包含機房電力備援系統、空調冷熱通道設計、環控系統、門禁監控系統、機房接地系統、線路布線系統（cabling）、消防滅火系統、電信傳輸設計、系統及網路監控中心（NOC）等設備項目。

為完善本計畫之共同接收衛星頭端訊號與機房相關網路傳輸、系統設備管理及基礎設施系統運作達到遠端監控功能與互相備援功能機制可行之目的，本計畫分別於民國 111 年 7 月 20 日至民國 111 年

8月26期間與4家固定衛星通信經營服務(中華電信、台亞衛星公司、侑瑋衛星公司、華人衛星公司)與有線電視系統經營服務(凱擘公司)及公播系統經營服務(九太公司)等業者進行共同接收頭端網路傳輸與介接架構相關交流討論，為使共同接收衛星頭端機房傳輸架構符合業者實務現況運作可行與實用之要求。因此調整本計畫原4個中繼機房傳送至業者端設計，採用業者實務運作之意見建議優化共同接收頭端網路傳輸與介接架構，由共同接收頭端機房利用雙迴路傳輸直接將衛星串流訊號傳送至各系統業者端之網路傳輸架構，以減少中繼傳輸機房節點、降低節點訊號傳輸風險及對應之資本設備建置與例行維運等支出成本，並更有利於原始訊號串流傳送追蹤及責任介接點維運管理，本計畫共同接收頭端機房架構包含2個頭端機房及2處天線場、頭端機房與外部業者及公播系統業者介接端機房之間的電路傳輸中使用雙迴路傳輸，衛星訊號解析傳送至少提供IP與ASI雙介面傳輸格式，共同接收頭端機房架構示意圖如圖6-15所示。

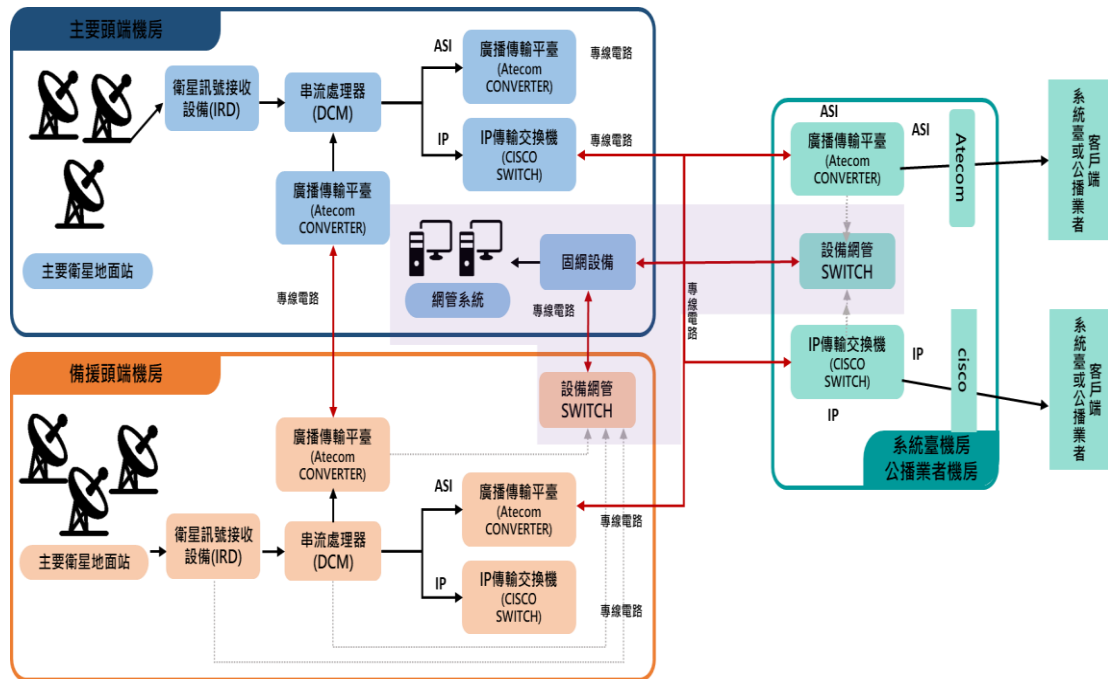


圖 6-15、共同接收頭端機房架構示意圖

資料來源：本計畫整理

本計畫共同接收頭端機房機電設施共 7 大主要項目，包括(1)共同接收衛星天線場設施、(2)機房機電基礎設備設施、(3)網管監控系統及頻道設備設施、(4)傳輸線路與介面格式、(5)網管維運監控中心(NOC)、(6)資安防護管理設施及(7)訊號介接暨臨時播送運作區等項目，共同接收頭端機房傳輸與介接架構示意圖如圖 6-16 所示。

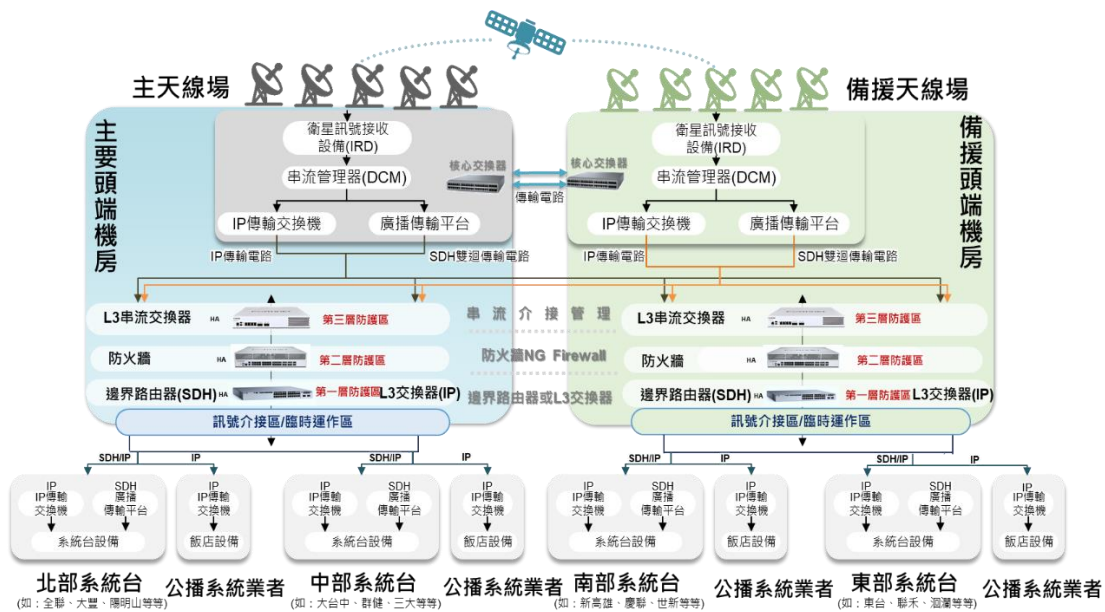


圖 6-16、共同接收頭端機房傳輸與介接架構示意圖

資料來源：本計畫整理

共同接收頭端機房機電 7 大主要設備設施分別說明如下：

1. 共同接收衛星天線場設施：包含主要及備援衛星接收天線場共 2 個進行衛星節目內容接收作業，每 1 個頭端機房所屬之衛星接收天線場，包含境外/境內衛星節目接收及備用合計裝設 25 座 3.7 米 SMC 衛星地面接收天線（境內頻道\*22/備用\*3），每個共同接收頭端機房接收衛星訊號並解調後，轉換成 IP 訊號再利用專線電路將訊號傳送到各中繼站，再經由中繼站轉送到各區系統台業者。
2. 機房機電基礎設備設施：主要包括主備援頭端機房電力系統(含發電機及備援電力系統)、監視系統、空調系統、影音設備、門禁系統、環控系統、消防系統及裝修工程等系統項目，整體機房環境可經網路透過整體環控系統相互連結下進行監控管理，以符合自動監控，降低人力成本。

3. 網管監控系統及頻道設備設施：主要包括客製化網管監控系統、主機伺服器、IRD 解碼器、ASI 切換器、串流處理器、IP 交換器、資安防護設備(如路由器、防火牆、入侵偵測防護系統(IPS)等設備，進行設備監控及資安防護與頻道分配管理，整體系統維運可經網路透過網管系統控管，達成設備障礙及即時監控之目的。
4. 傳輸線路與介面格式：主要包括衛星地面天線、SDH、IP 專線、VPN 專線及提供至少 IP 與 ASI 雙介面格式，透過傳輸電路將頻道內容傳送到訊號介接區供各系統業者或公播系統商介接傳送使用。
  - 主備援頭端機房之間傳輸至少 2 路 5G 傳輸線路互為備援運作，供主備援頭端之間接收衛星串流訊號主要傳輸備援及網管維運監控中心(NOC)使用。(未來視需求調整或採光纖傳輸)
  - 主備援頭端機房訊號介接區與各業者間之傳輸線路，4 家固定衛星業者各家共 2 路 7.5G 頻寬線路連接至主備援頭端機房，64 家有線電視業者各家共 2 路 2.5G 頻寬線路連接至主備援頭端機房，163 家下鏈業者各家共 2 路 1G 頻寬線路連接至主備援頭端機房，供業者衛星串流訊號傳送使用。(未來視需求調整或採光纖傳輸)
  - 主備援頭端機房臨時播送運作區之傳輸線路共 2 路 1G 頻寬線路，提供業者因應臨時性任務或節目播送傳輸運作使用。(未來視需求調整或採光纖傳輸)
5. 網管維運監控中心(NOC)：主要包含機房基礎設施暨設備運作狀態及衛星串流訊號傳輸等主要運作情形監控使用。

- 基礎設施暨設備運作狀態管理包含頭端暨中繼機房之基礎設施(空調/機電/電力/監視)及各設備軟硬體系統與衛星訊號串流傳送等運作情形監控。
  - 衛星串流訊號狀態管理包含主備接頭端衛星訊號接收、內部專線傳輸及雙迴路電路運作情形(IP與SDH)、監控外部專線電路傳送串流至中繼機房與各系統業者端與公播系統商端訊號(至少包含ASI與IP介面訊號)等運作狀況監控。
6. 資安防護管理設施：三層式資安防護架構用於衛星訊號串流傳送至各系統業者及預防性業者傳輸介接等資安防護管理。其中包含依業者不同傳輸線路介面管理之第一層防護區邊界路由器(SDH介面)與 Layer 3 交換器(IP介面)及路由策略區隔防護管理之第二層防護區之防火牆(Firewall)與傳送串流訊號防護管理之第三層防護區 Layer 3 串流交換器等運作狀況監控。
7. 訊號介接暨臨時播送運作區：為利有線電視業務服務及公播系統事業衛星串流訊號介接，共同接收頭端設置節目源整合區，將頭端接收訊號傳送至節目源整合區，再由業者(有線電視系統業者和公播服務業者)傳送至所屬客戶端，由客戶端接收節目源並進行解碼，此外為因應臨時性之世界性即時新聞或公開賽事發生之訊號接收傳送需求，設置臨時播送放設備架設區供需求業者臨時性架設設備進行衛星串流訊號之接收或傳送作業。

綜上，為達到共同接收頭端任務中心運營管理之服務層級 Tier 3 等級及服務層級(Service-Level Agreement ,SLA) 99.95%以上目標要求，本計畫團隊經由交流訪談既有衛星通信業者頭端營運管理經驗，共同接收頭端營運管理 50 人員額團隊編制，設置共同接收頭端 2 處異地

備援維運團隊包含衛星頻道管理、衛星天線維運、機房設備與系統維運及全年 24 小時 3 班制輪值維運中心等功能性編制負責設備維運及營運管理，且提供至少 2 線直通電話及全國 080 服務熱線(Hotline)進行全年不間斷營運管理運作，以利正確且精準掌握共同接收頭端衛星串流訊號接收發射運作情形，並能因應各種衛星頭端或業者端等緊急狀況聯繫處理。

## 第二節 共同接收頭端候選點電磁波環境評估

由於衛星電波傳輸至地面時訊號強度已極為孱弱，與地面使用通訊系統相比，需使用更大面積天線增加接收訊號強度。為避免 C 頻段 FSS 服務受同頻段 5G 或其它通訊系統干擾而無法使用，現有先進國家以設立 C 頻段衛星共同接收站（以下簡稱共同頭端）干擾保護協調區方式，來達到 C 頻段 FSS 服務與其它同頻通訊系統共存使用目的。惟干擾保護協調區距離設定 100 公里（或以上）對於國內地狹人稠地理特性，並無法以相同距離來進行規劃。觀察國內海島地型條件，選擇適當地點並以地形地勢屏蔽地面通訊系統訊號，相對有機會縮短干擾保護協調區距離，在未來開放同頻段 5G 其它通訊系統時，使業者訊號涵蓋建設保有更多空間且 C 頻段 FSS 仍得以共存使用。

共同頭端干擾保護協調區距離，主要與電磁波傳播特性相關。共同頭端候選地點在保有正常接收衛星下鏈訊號條件下，其周圍地形需具有電波屏蔽效果方有縮短干擾保護協調區距離可能。因此本計畫以理論估算及實際量測驗證方式，評估各候選地點地形屏蔽效果進而建議合適干擾保護協調區距離。

### 一、理論估算及模型

本計畫參照 ITU-R SF.1006 及澳洲 ACMA 無線電通訊分配和許

可指導 (RALI) 文件 MS-44<sup>118</sup>其引用 ITU-R P.452<sup>119</sup>傳播模型得出衛星地面接收站保護條件為最大干擾訊號強度於 20%統計時間內，不得大於-128.6 dBm/MHz；即指干擾訊號於統計時間佔比內，透過各種傳播路徑被衛星接收站接收的強度，不得超過-128.6 dBm/MHz。依此干擾訊號強度門檻，國內 5G 基地臺訊號強度為 57 dBm/5 MHz (換算功率密約 50 dBm/MHz)，並套用 ETSI TR 138 901 RMa 估算 LoS 及 NLoS 理論估算保護距離分別為 30 公里及 9.2 公里。

評估衛星接收天線時，以 ITU-R S.465-6<sup>120</sup>估算各偏軸角之衛星接收天線方向增益(Directivity Gain)如下列公式：

$$G = 32 - 25 \log_{10} \varphi \text{ dBi 於 } \varphi_{min} \leq \varphi \leq 48^\circ$$

$$G = -10 \text{ dBi 於 } 48^\circ \leq \varphi \leq 180^\circ$$

對於  $D/\lambda \geq 50$ ， $\varphi_{min} = 1^\circ$  或  $100 \frac{\lambda}{D}$  度，以較大者為準。

對於  $D/\lambda < 50$ ， $\varphi_{min} = 2^\circ$  或  $114(D/\lambda)^{-1.09}$ 度，以較大者為準。

整體評估後，於衛星天線接收功率公式如下：

$$P_r = EIRP_{5G} - PL + G_R(\theta, \phi) \dots \dots \dots (6-1)$$

其中，

$P_r$  為衛星天線接收功率，單位為 dBm/MHz；

$EIRP_{5G}$  為 5G 基地臺天線 EIRP，依國內法規上限為 50 dBm/MHz；

$PL$  為兩系統天線直線距離傳播路徑損失；

$G_R(\theta, \phi)$  代表衛星接收天線的方向性增益(directionality gain)，參考 ITU-R S.465-6 估算各偏軸角天線增益。

<sup>118</sup> ITU-R P.452-16 (2015-07), "Prediction procedure for the evaluation of interference between stations on the surface of the Earth at frequencies above about 0.1 GHz"

<sup>119</sup> ITU-R S.465-6, "Reference radiation pattern for earth station antennas in the fixed-satellite service for use in coordination and interference assessment in the frequency range from 2 to 31 GHz"

由於評估同頻干擾所需的保護距離較遠，因此選擇適當遮蔽地形，來衰減電磁波干擾強度，尤為重要，其效益可縮短保護距離。故本計畫參考 ITU-R P.526<sup>121</sup> 單一刀鋒邊緣模型 (Knife-edge Model) 估算 5G 基地臺與衛星接收站間有山體稜線屏蔽時的傳輸路徑損失 (6-1 式  $PL$ )。搭配圖 6-17 刀鋒邊緣模型估算說明如下：

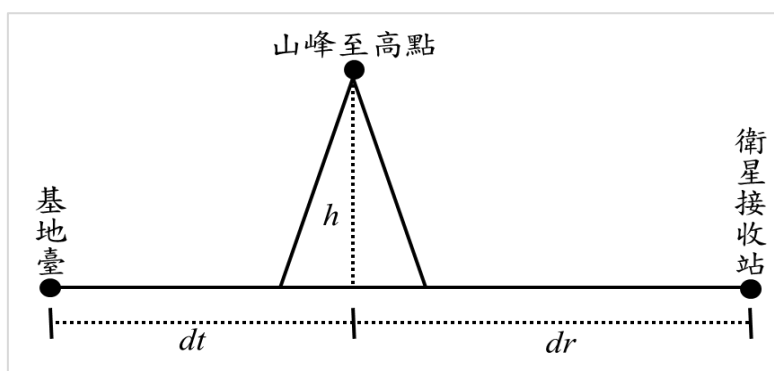


圖 6-17、刀鋒邊緣模型說明圖

資料來源：本計畫整理

$$v = h \left[ \sqrt{\frac{2}{l} \left( \frac{1}{dt} + \frac{1}{dr} \right)} \right]$$

其中，

$v$  為刀鋒邊緣參數；

$h$  為基地臺與衛星接收站間山峰至高點高度，單位公尺；

$l$  為估算訊號波長，單位公尺；

$dt$  為基地臺與山峰至高點間水平距離，單位公尺；

$dr$  為衛星接收站與山峰至高點間水平距離，單位公尺。

則基地臺與衛星接收站間因山峰屏蔽的路徑損失( $Ad$ )以  $v$  計算結果，套用下列條件計算<sup>122</sup>：

<sup>121</sup> ITU-R P.526-15 (2019-10), "Propagation by diffraction"

<sup>122</sup> <http://www.wirelesscommunication.nl/reference/chaptr03/diffrac.htm>

$$\begin{aligned}
& \text{if } v < 0, & Ad = 0 \\
& \text{if } 0 < v < 2.4, & Ad = 6 + 9v + 1.27v^2 \\
& \text{if } v > 2.4, & Ad = 13 + 20\log_{10}(v)
\end{aligned}$$

最後，基地臺與衛星接收站間總傳播路徑損失（6-1 式  $PL$ ）為：

$$PL = FSPL + Ad \dots \dots \dots (6-2)$$

其中，

FSPL 為自由空間損耗<sup>123</sup> (FSPL)

$$FSPL = 20\log_{10}(f) + 20\log_{10}(dt + dr) - 27.55$$

其中， $f$  為估算頻率，單位為 MHz；而 FSPL 計算後單位為 dB。

如有基地臺與衛星接收站間地形屏蔽山峰超過一座情況下，考量干擾評估最糟情境（Worst-case）則刀鋒邊緣估算則以基地臺與衛星接收站間阻擋效果最佳（即圖 6-17 中  $h$  最大者）之單一山峰進行理論估算。理論估算範圍以共同接收頭端候選地點為中心，以每 5 度為間隔估算 360 度範圍內各角度所需干擾保護協調距離，再圈劃出干擾保護協調區域。刀鋒邊緣估算模型缺點為無法估算自雲層或山體間反射至接收天線訊號；且屏蔽山體寬度與基地臺天線波束寬亦未考量在內。故配合候選地點量實地量測，驗證刀鋒邊緣模型理論估算干擾保護協調區是否具失效可能性。

為避免干擾保護協調區影響範圍過大，本計畫理論估算衛星接收站天線接收基地臺訊號干擾強度門檻以 -120 dBm/MHz 作為保護距離估算條件。若 FSS 衛星下鏈 EIRP 以 35 dBW (=65 dBm) 且轉頻器最大頻寬為 36 MHz 計算，則衛星下鏈訊號功率密度為 49.44 dBm/MHz；FSS 衛星與地表距離 35,586 公里且中心頻率為 3790 MHz 時，計算 FSPL 約為 195 dB。在 2.4 公尺直徑碟形天線接收增益約 35 dBi 條件下，衛星接收站所接收 FSS 訊號強度為 -110.56 dBm/MHz，則載波與干擾雜訊比約 9.44 dB。若衛星接收站滿足天線尺寸大於 2.4 公尺或

123 ITU-R P.525.4 (2019-08), "Calculation of free-space attenuation"

衛星下鏈轉頻器頻寬小於 36 MHz 之條件成立，則地面衛星接收站仍可正常接收。

## 二、量測架構及設置

量測方法以假設各候選地點作為共同頭端時，電信業者架設相同頻段 5G 基地臺提供行動通訊服務時，候選地點於地形保護條件下接收到同頻 5G 基地臺訊號強度，是否足以影響共同頭端正常運作。即候選地點衛星地面接收天線可接收到 5G 訊號的基地臺位置，亦需列入共同頭端干擾保護協調區內，避免共同頭端成立後電信業者於相同地點架設同頻段 5G 基地臺，而影響 C 頻段 FSS 訊號接收。

量測架構分為發射端與接收端如圖 6-18 所示。由行動式量測車輛（以下簡稱行動車）搭載商用 5G 基地臺發射訊號作為發射端；候選地點以臨時組建衛星地面接收站作為接收端，量測來自發射端訊號強度，分析候選地點周圍地形對於訊號遮蔽效果，驗證候選地點干擾保護協調區距離理論估算結果，是否得以保護候選地點 C 頻段衛星訊號接收品質。

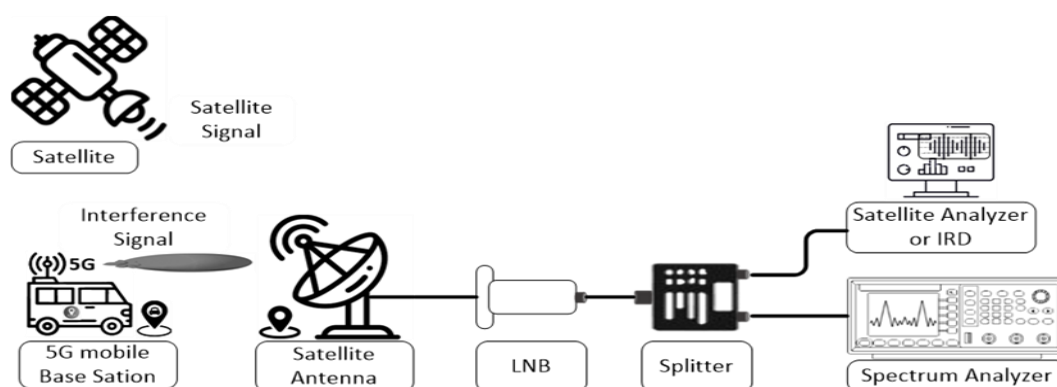


圖 6-18、候選地點電磁波環境評估架構

資料來源：本計畫整理

## (一) 接收端設置

候選地點臨時組建衛星地面接收系統如圖 6-19 為直徑 3.7 公尺碟型天線作為接收端天線。由於國內現用同步衛星眾多，考量衛星接收偏軸角較小者，代表地面通訊系統訊號較容易被接收或被接收時天線方向增益較高，故候選地點以表 6-12 配合發射端位置資訊，選擇衛星偏軸角最小者作為量測對象，每一候選地點安排量測一至三個衛星如圖 6-20 所示。衛星接收方位角以正北為參考點順時針方向計算夾角；仰角則以水平於地面為參考點。衛星接收方位角及仰角會因所在位置而略有差異，如表 6-12 所示衛星方位角與仰角資料參考地點為台北市，於 SATBEAMS 網站<sup>124</sup>查詢所得方位角與仰角結果。



圖 6-19、碟型天線現場照片

資料來源：本計畫整理

<sup>124</sup> <https://www.satbeams.com/>



圖 6-20、候選地點量測示意圖

資料來源：Google Earth、本計畫整理

表 6-12、候選地點接收衛星方位角與仰角資訊

項次	衛星名稱	接收方位角, 度	接收仰角, 度
1	ABS-2(台亞衛星)	248.2	31.1
2	AP-5(亞太 5 號)	145.1	55.4
3	AP-6(亞太 6 號)	152.5	57.6
4	AP-7(亞太 7 號)	247.5	32
5	AS-5(亞衛 5 號)	221.6	52.8
6	AS-7(亞衛 7 號)	215.1	55.3
7	AS-9(亞衛 9 號)	179	60.7
8	CH-6A(中星六號 A)	171.9	60.4
9	CH-6B(中星六號 B)	193	60
10	IS-19(國際通訊 19 號)	113.3	33
11	IS-20(國際通訊 20 號)	252.1	25.6
12	MS-3(馬來西亞三號)	234.4	45.1
13	ST-2(中新二號)	237.7	44.1
14	TELKOM-4(泰國四號)	209.7	57
15	YAMAL-401(雅瑪四號)	235.4	44.3

資料來源：SATBEAMS 網站、本計畫整理

低雜訊降頻器 (LNB) 將碟型天線接收到的射頻訊號放大並降頻

為中頻訊號輸出。本計畫採用市售 C 頻段 (3.4-4.2 GHz) 產品，除國內既有衛星訊號適用外，亦可放大部分國內既有 5G (3.3-3.57 GHz) 訊號，即可觀察候選地點附近是否存在既有 5G 基地臺。另為避免候選地點鄰近既有 5G 基地臺訊號強度過高情況下，可加裝帶通濾波器 (BPF) 或採用窄頻 LNB 避免頻譜或解調設備功率飽和損壞。

遇有候選地點碟型天線接收到既有 5G 基地臺訊號時，LNB 則更換為低雜訊放大器 (LNA) 介接至掃頻儀 (Scanner) 蒐集分析 5G 基地臺訊號後，調查其設置位置並比較是否符合理論估算干擾保護協調區距離需求。

接收端設備則以衛星頻譜及頻譜分析儀為主，當發射端訊號與量測衛星下鏈訊號為同頻時，無法直接由頻譜分析儀得知干擾訊號強度，需透過衛星頻譜或整合接收解碼器 (Integrated Receiver Decoder, IRD) 解調出品質指標，如載波雜訊比 (Carrier to Noise Ratio, CNR)、調變錯誤率 (Modulation Error Ratio, MER) 或位元錯誤率 (Bit Error Rate, BER) 等，方能透過品質指標變異得知干擾訊號影響程度及強度。反之，若干擾訊號與接收衛星訊號頻率不同時，則可由頻譜分析儀讀取干擾訊號強度便於後續分析。故接收端受干擾判斷條件如下：

- 衛星頻段與干擾訊號同頻：以衛星頻譜量測並比較干擾訊號發射前後，品質指標量測結果是否劣化來進行判斷。
- 衛星頻段與干擾訊號非同頻：由於干擾訊號頻率固定，並非受測衛星皆使用相同頻率，故假設為未來頻譜開放後將有同頻 5G 訊號情境。以頻譜量測干擾訊號強度與衛星接收訊號強度差值小於 15 dB 則視為將干擾衛星接收品質；既有 5G 基地臺訊號強度亦同此條件評估。

## (二) 發射端設置

如圖 6-18 所示，量測架構發射端為便於移動及設備用電考量，本計畫採用行動車搭載 5G 商用基地臺設備如圖 6-21 所示，以半固定方式發射干擾量測訊號。



圖 6-21、發射端行動式量測車示意照片

資料來源：本計畫整理

行動車停駐發射地點原則以候選地點為中心，在半徑 20 公里衛星接收方位角 111 度至 253 度間扇形區域內，遴選合適地點進行量測發射如圖 6-20 標示之 A-F 各點所示。行動車停駐發射干擾量測訊號地點篩選條件如下：

- 空間足以停駐行動車且不妨礙交通。
- 優先考慮既有行動通訊網路基地臺設置位置：既有基地臺位置可能為電信業者優先建置地點，既有基地臺位置於實務上最具干擾量測價值。
- 不得干擾既有衛星地面接收站：干擾量測訊號發射地點需距

離既有使用者 20 公里以上或有地形屏蔽 10 公里以上地點。

為貼近 5G 訊號真實傳播特性，本計畫採用商用 64TR 基地臺作為發射端訊號源，其相關規格及實測結果如附錄資料七。考量 n77 頻段既有使用者受量測過程中影響可能性，發射端採用 5G 訊號格式及設置如下：

- 中心頻率 3789.99 MHz：候選地點多處於偏遠山區中，鄰近候選地點既有衛星地面接收站使用者多為 ST-2（水保局、林務局）及點對點微波站（中視），使用頻率盡量遠離既有使用者頻段，包含既有使用者受補助建置的 BPF 功能，可避免既有使用者受量測過程中鄰頻及接收機飽和干擾。
- 頻寬 20 MHz：採用最小頻寬設定，相同輸出功率下可得最大功率密度訊號，使訊號涵蓋距離更遠。
- 發射等效全向輻射功率（EIRP）65.3 dBm：於本中心縮距場天線量測系統（Compact Antenna Test Range, CATR）實際量測，搭配 20 MHz 頻寬設定，功率密度約為 52.3 dBm/MHz 略高於國內法規 50 dBm/MHz 上限，可保有量測結果少量餘裕度。
- 水平方向輻射場型-4 dB 功率波束寬約 53 度：考量行動車停駐地點地形多種傳播模式存在可能性，以 60 度波束涵蓋範圍為基準，量測時調整天線發射方向 6 次，以達完整評估環境 5G 訊號傳播可能性；同時補足刀鋒邊緣估算模型未考量之傳播途徑（例如地形間反射、折射或繞射等傳播現象）影響。
- 其它訊號格式：分時雙工（Time-Division Duplexing, TDD）、測試模式 1.1 型（Test Mode 1.1）及依據 3GPP 定義 5GNR 使用絕對射頻通道編號\_652666（Absolute Radio-Frequency

Channel Number, ARFCN)。

- 天線主波束對準接收端天線中心：為得最大干擾訊號強度，天線主波束依行動車停駐地點與接收端天線高度落差，調整天線仰角或傾角正對接收端天線中心。

考量行動車架設 5G 基地臺天線穩固性及戶外停駐地點風力影響，基地臺天線高度以略高於行動車箱體高度為設定，高度距離停駐地點地面約 2.3 公尺。與一般電信業者架設基地臺高度相比，更容易受地面建築或植栽影響，使 5G 訊號傳播距離上可能較實際基地臺略短。另則山區或偏鄉地區電信業者基地臺布建規則不若人口密集區之蜂巢式規劃，無法預估候選地點鄰近基地臺可能布建數量，故量測結果為單一基地臺訊號為主。

### 三、量測結果分析

候選地點保護效果與地形息息相關，鄰近地形中 5G 基地臺與衛星接收站呈可直視 (Line-of-Sight, LoS) 條件時則所需干擾保護協調距離較遠。形成 LoS 條件因素如下：

- 基地臺與衛星接收站間未有地形保護或保護地形較低；
- 基地臺高度遠高於衛星接收站。

本計畫就各候選地點地形、理論估算與實際量測結果進行分析，候選點評估結果如下。

#### (一) 嘉義縣大埔鄉候選地點

嘉義縣大埔鄉候選地點地形如圖 6-22 所示以嘉義縣大埔鄉候選地點為中心，半徑 20 公里黃色圓形區域內，以顏色深淺表示地勢高低。在國內常用衛星接收方位角扇形區域內，此地點西南方接收方向上地

勢較東側低地形保護較差。

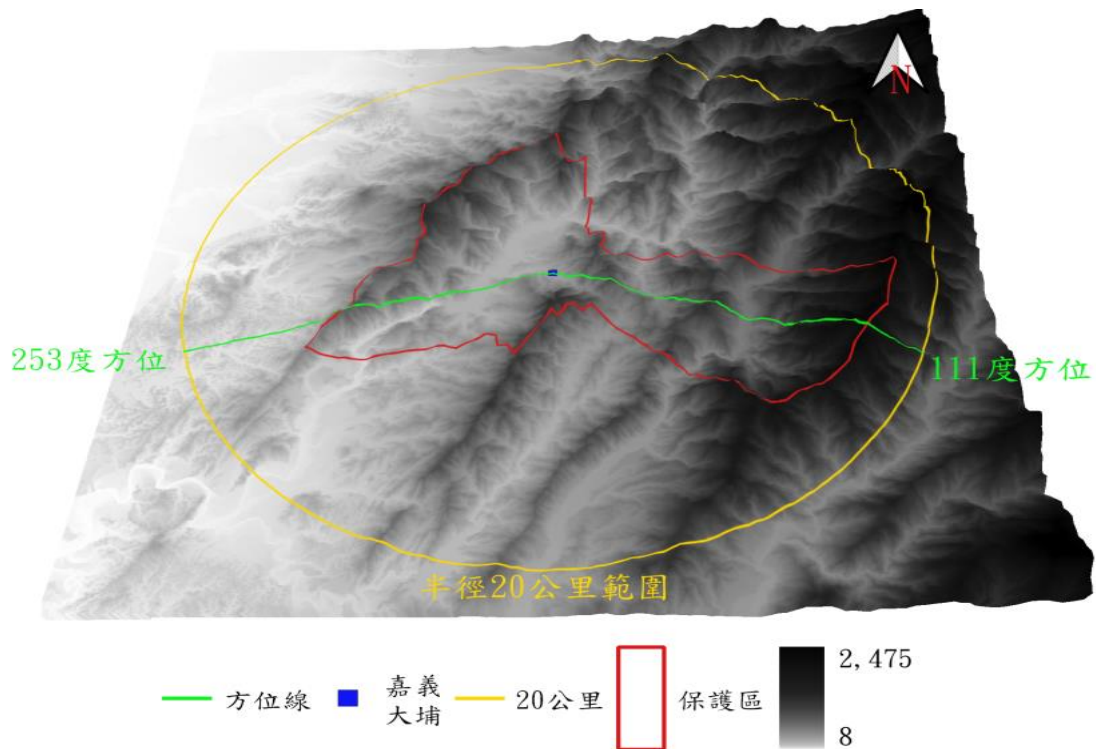


圖 6-22、嘉義縣大埔鄉候選地點地形圖

資料來源：Google Earth、本計畫整理

如圖 6-23 所示，以單一刀鋒邊緣理論估算地形保護效果下，候選地點干擾保護協調區距離最遠為 17.77 公里。針對嘉義縣大埔鄉候選地點實測地點共 6 處及衛星接收天線量測過程中所接收既有 5G 基地臺 2 處。比對 8 處 5G 訊號源位置與理論估算結果如表 6-13，可觀察出單一刀鋒邊緣理論估算保護距離皆略遠於實際量測結果，說明理論估算保護距離結果足以保護候選地點不受干擾且保有一定餘裕度。

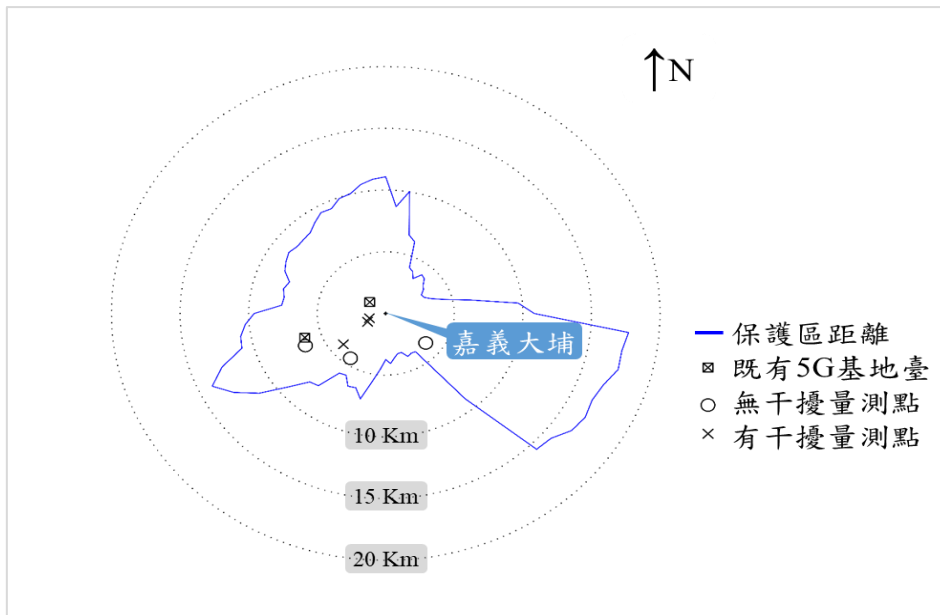


圖 6-23、嘉義縣大埔鄉候選地點保護區及量測點

資料來源：本計畫整理

表 6-13、嘉義縣大埔鄉候選地點干擾量測與理論估算比較

干擾點名稱	位於候選地點方位角, 度	與候選地點水平距離, Km	理論估算距離, Km	是否造成干擾
量測點 A1	215.3	4.45	5.9	未干擾
量測點 A2	231	3.97	9.26	已干擾
量測點 A3	251.9	1.25	12.7	已干擾
量測點 A4	243	1.48	13.96	已干擾
量測點 A5	246	6.41	13.96	未干擾
量測點 A6	129.3	3.77	15.74	未干擾
既有基地臺 A7	251.7	6.21	12.7	已干擾
既有基地臺 A8	307.9	1.48	8.43	已干擾

資料來源：本計畫整理

針對量測點 A6 於距離候選地點 3.77 公里處量測結果並未造成衛星接收干擾，而建議干擾保護協調距離仍需 15.74 公里因素，如圖 6-24 所示，依據單一刀鋒邊緣估算結果，山峰 A 至山峰 B 之間約距離候選地點 8.7-15.1 公里間，因山峰 A 屏蔽此區間 5G 基地臺訊號並不干擾候選地點接收品質。而距離候選地點約 15.74 公里處山峰地勢

高於山峰 A 導致未有屏蔽效果，故建議以山峰 B 地點為此接收角度的干擾保護協調距離。



圖 6-24、嘉義縣大埔鄉候選地點量測點 A6 地勢圖

資料來源：Google Earth、本計畫整理

理論估算干擾保護協調區影響範圍如圖 6-25 所示，受影響地籍面積達三成以上者即列為受影響村里。影響人口數量依各鄉鎮區戶政事務所截至民國 111 年 11 月人口統計資料為參考資料，整理嘉義縣大埔鄉候選地點干擾保護協調區內影響人口統計如表 6-14 所示，佔全國總人口約 0.03%。

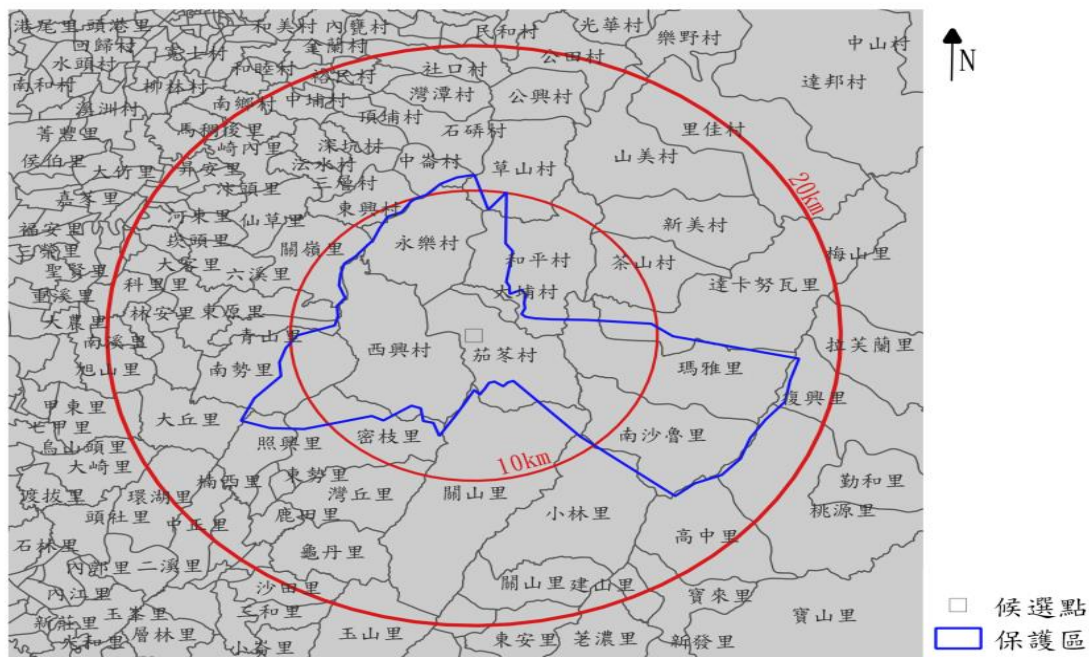


圖 6-25、嘉義縣大埔鄉候選地點保護區影響範圍

資料來源：內政部地政司圖資系統、本計畫整理

表 6-14、嘉義縣大埔鄉候選地點保護區影響人口統計

影響村里	影響人口, 人	總計影響人口, 人
楠西區密枝里	719	7,802
東山區南勢里	1,160	
大埔鄉西興村	591	
大埔鄉永樂村	483	
大埔鄉和平村	727	
大埔鄉大埔村	1,669	
大埔鄉茄苳村	1,018	
那瑪夏區瑪雅里	825	
那瑪夏區南沙魯里	610	

資料來源：各地區戶政事務所、本計畫整理

## (二) 臺東縣大武鄉候選地點

臺東縣大武鄉候選地點地形如圖 6-26 所示，以臺東縣大武鄉候選地點為中心，半徑 20 公里黃色圓形區域內，以顏色深淺表示地勢

高低。東側為太平洋海面，西側較具有干擾保護地形。

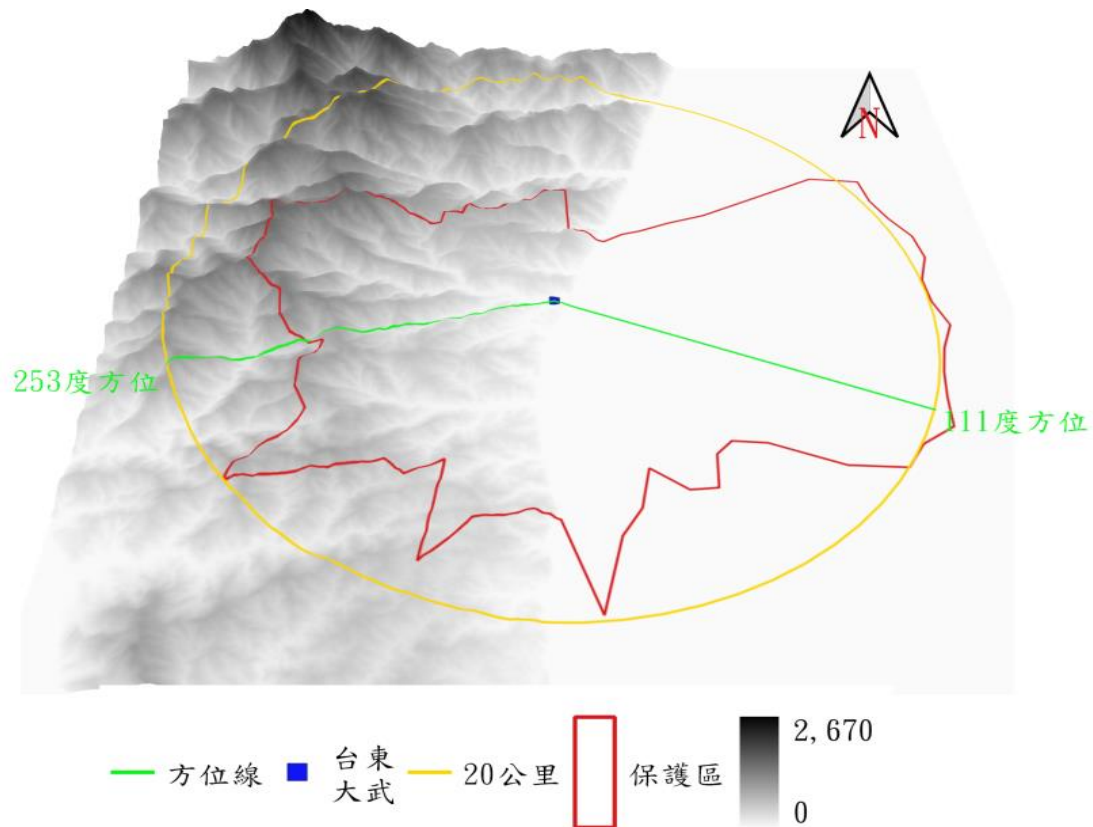


圖 6-26、臺東縣大武鄉候選地點地形圖

資料來源：Google Earth、本計畫整理

以單一刀鋒邊緣理論估算干擾保護範圍如圖 6-27 所示，東側海面無保護地形且因低仰角衛星接收天線（例如：IS-18、NSS-9 接收天線）偏軸角接收增益較高因素，所需保護距離遠超過 20 公里。若不考量地表曲率最遠者需 116 公里距離，低仰角衛星接收訊號品質方符合不受干擾條件。116 公里距離涵蓋至綠島鄉位置（位於候選地點約 60 度方位角）。

西南方 230 度方位角保護距離亦需超過 20 公里，其地勢如圖 6-28 所示，山峰 A 至山峰 C 間仍有部份受保護區域，山鋒 A 不足以保護來自山鋒 B、C 之訊號，故需以山峰 C 作為保護地形且山峰 C 距離

候選地點已超過 20 公里。

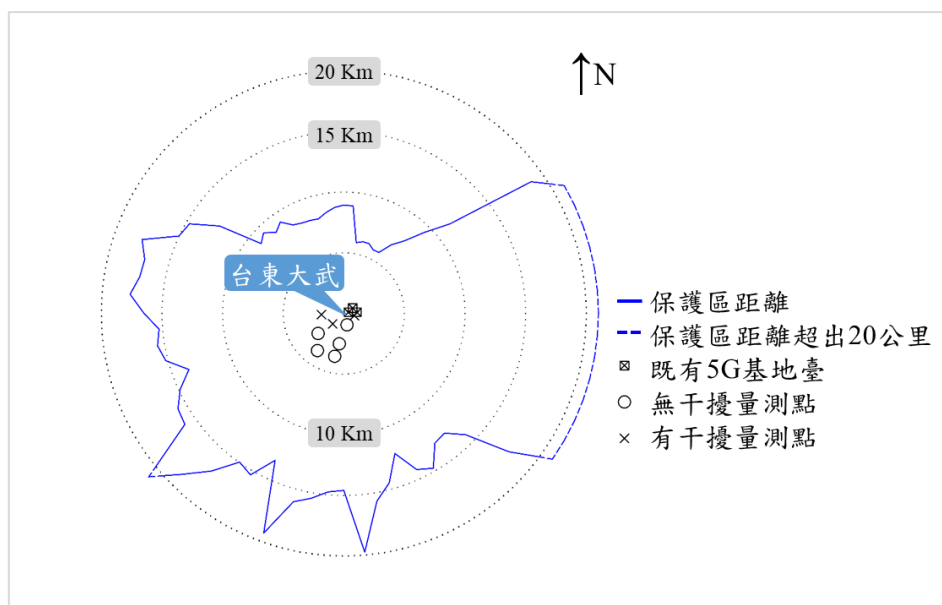


圖 6-27、臺東縣大武鄉候選地點保護區及量測點

資料來源：本計畫整理



圖 6-28、臺東縣大武鄉候選地點候選地點 230 度方位地勢圖

資料來源：Google Earth、本計畫整理

針對臺東縣大武鄉候選地點實測地點共 8 處及衛星接收天線量測過程中所接收既有 5G 基地臺 5 處。比對 13 處 5G 訊號源位置與理論估算結果如表 6-15 所示，實際量測約 2.5 公里即有保護效果，但距離較遠處的地勢遠高於保護地形，故仍建議以理論估算距離進行保護。

表 6-15、臺東縣大武鄉候選地點干擾量測與理論估算比較

干擾點名稱	位於候選地點方位角, 度	與候選地點水平距離, Km	理論估算距離, Km	是否造成干擾
量測點 B1	103.9	0.899	超過 20	已干擾
量測點 B2	266.1	1.848	15.3	已干擾
量測點 B3	188.4	2.561	14.8	未干擾
量測點 B4	191.7	3.643	15.5	未干擾
量測點 B5	231.5	2.709	超過 20	未干擾
量測點 B6	225.8	1.285	18.8	已干擾
量測點 B7	215.1	3.781	15	未干擾
量測點 B8	164.7	1.011	14.49	未干擾
既有基地臺 B9	80.7	0.376	超過 20	已干擾
既有基地臺 B10	68.1	0.906	超過 20	已干擾
既有基地臺 B11	68.1	0.906	超過 20	已干擾
既有基地臺 B12	71.7	1.198	超過 20	已干擾
既有基地臺 B13	71.7	1.198	超過 20	已干擾

資料來源：本計畫整理

以理論估算保護區涵蓋範圍如圖 6-29 所示，受影響人口統計如表 6-16 所示。由於候選地點遠離人口密集區域且理論估算干擾保護區域包含海面未有居民，統計受影響人口約佔全國總人口 0.05%。

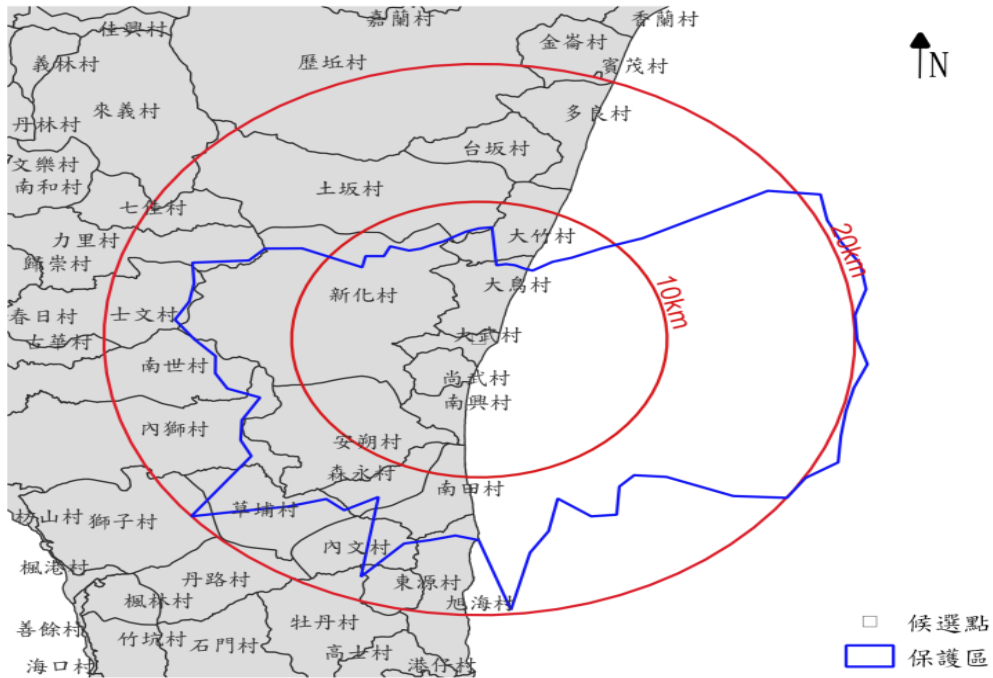


圖 6-29、臺東縣大武鄉候選地點保護區影響範圍

資料來源：內政部國土測繪中心、本計畫整理

表 6-16、臺東縣大武鄉候選地點保護區影響人口統計

影響村里	影響人口, 人	總計影響人口, 人
達仁鄉新化村	405	12,683
達仁鄉安朔村	631	
達仁鄉森永村	414	
達仁鄉南田村	342	
大武鄉大竹村	855	
大武鄉大鳥村	1,269	
大武鄉大武村	1,454	
大武鄉尚武村	1,452	
大武鄉南興村	609	
綠島鄉	4,288	
獅子鄉草埔村	710	
獅子鄉內文村	254	

資料來源：各地區戶政事務所、本計畫整理

### (三) 屏東縣潮州鎮候選地點

屏東縣潮州鎮候選地點地形如圖 6-30 所示，以候選地點為中心，半徑 20 公里黃色圓形區域內，以顏色深淺表示地勢高低。西側鄰近人口密集區域及台灣海峽，且西側地形未有山峰地形保護；東側則為山脈地形。

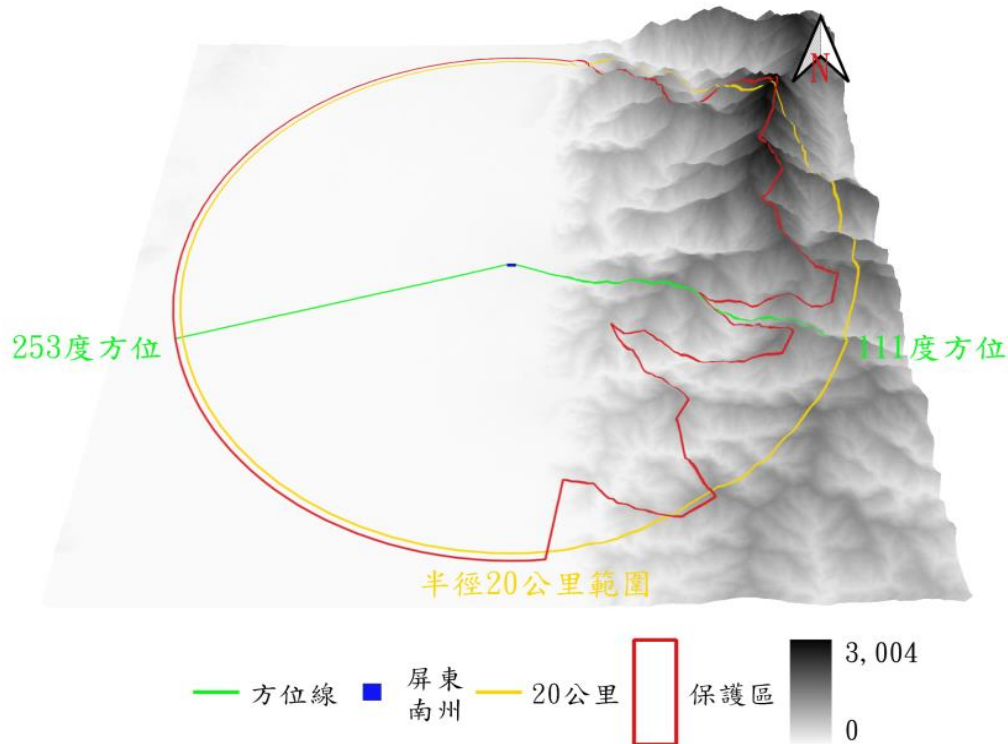


圖 6-30、屏東縣潮州鎮候選地點地形圖

資料來源：Google Earth、本計畫整理

相較於其它候選地點，屏東縣潮州鎮候選地點主要評估未有地形保護情境下，實際量測保護範圍差異。量測結果共計實測地點 7 處及衛星接收天線量測過程中所接收既有 5G 基地臺 22 處，與候選地點相對位置分布及理論估算結果比較如圖 6-31 及表 6-17。

此處候選地點量測，接收端採 IS-20 衛星接收天線設置，發射端依 IS-20 接收方位上偏軸角較小（接收天線方向增益較高）合適地點

架設。因地形未如山區複雜，故發射天線調整方式採以正對衛星接收天線方向 $\pm 90$ 度，共 180 度範圍內以 30 度間隔量測。

量測結果距離候選地點 9.362 公里（量測點 C2），衛星接收品質方不受影響。IS-20 衛星接收天線以 30 dB 增益 LNA 接收既有 5G 基地臺訊號時，仍得以接收約 20 公里電信業者訊號，且有干擾衛星接收品質可能。分析本計畫量測與既有 5G 基地臺結果差異如下：

- 5G 天線高度：既有 5G 基地臺高度設置高於行動車架設高度，故既有 5G 基地臺訊號較不受建物與植栽影響，得以傳播較遠。
- 既有 5G 基地臺訊號差異：國內四家電信業者 5G 訊號頻寬不同，相同設備功率條件下，使用頻寬較小者其功率密度較高，傳播距離較遠；另則 5G 基地臺天線涵蓋方向是否包含衛星接收天線位置亦會影響收集結果。

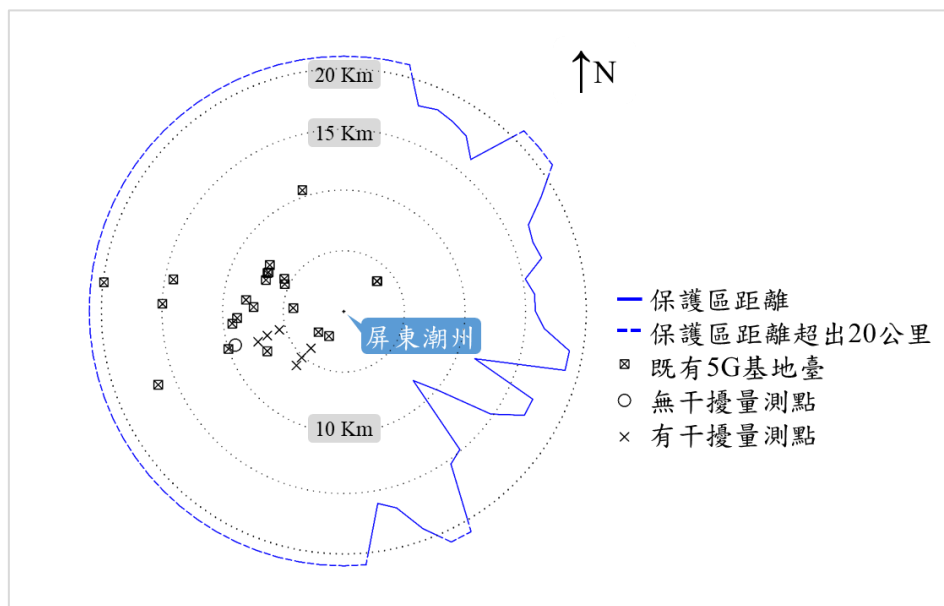


圖 6-31、屏東縣潮州鎮候選地點保護區及量測點

資料來源：本計畫整理

表 6-17、屏東縣潮州鎮候選地點干擾量測與理論估算比較

干擾點名稱	位於候選地點方位角, 度	與候選地點水平距離, Km	理論估算距離, Km	是否造成干擾
量測點 C1	254.1	5.522	48.5	已干擾
量測點 C2	252.8	9.362	48.5	未干擾
量測點 C3	252.5	6.614	48.5	已干擾
量測點 C4	221.3	5.925	45.5	已干擾
量測點 C5	222.5	5.154	45.5	已干擾
量測點 C6	221.7	4.063	45.5	已干擾
量測點 C7	250.5	7.501	48.5	已干擾
既有基地臺 C8	273.8	4.182	46.5	已干擾
既有基地臺 C9	248.5	16.453	48.5	已干擾
既有基地臺 C10	272.4	14.97	47	已干擾
既有基地臺 C11	263.8	9.258	47.5	已干擾
既有基地臺 C12	47.9	3.716	20.9	已干擾
既有基地臺 C13	297.4	6.997	38.4	已干擾
既有基地臺 C14	280.6	14.296	45.5	已干擾
既有基地臺 C15	230.8	2.695	46.5	已干擾
既有基地臺 C16	298.7	5.584	44	已干擾
既有基地臺 C17	211	2.372	45	已干擾
既有基地臺 C18	292	6.919	37	已干擾
既有基地臺 C19	296.5	7.052	38.4	已干擾
既有基地臺 C20	302	7.195	44	已干擾
既有基地臺 C21	294.7	5.365	38.4	已干擾
既有基地臺 C22	276.9	19.931	46.5	已干擾
既有基地臺 C23	252	9.996	48.5	已干擾
既有基地臺 C24	272.8	7.459	46.5	已干擾
既有基地臺 C25	266.4	8.807	47.5	已干擾
既有基地臺 C26	341.1	10.548	52	已干擾
既有基地臺 C27	242.6	7.112	48.5	已干擾
既有基地臺 C28	47.6	3.696	20.9	已干擾
既有基地臺 C29	276.7	8.122	46.5	已干擾

資料來源：本計畫整理

由於未有地形保護，屏東縣潮州鎮候選地點以理論估算保護區涵蓋範圍如圖 6-32 所示，最北影響到台南地區，影響區域廣泛故影響人口區域以鄉鎮區為統計單位如表 6-18 所示，受影響人口佔全國總

人口約 12.22%。

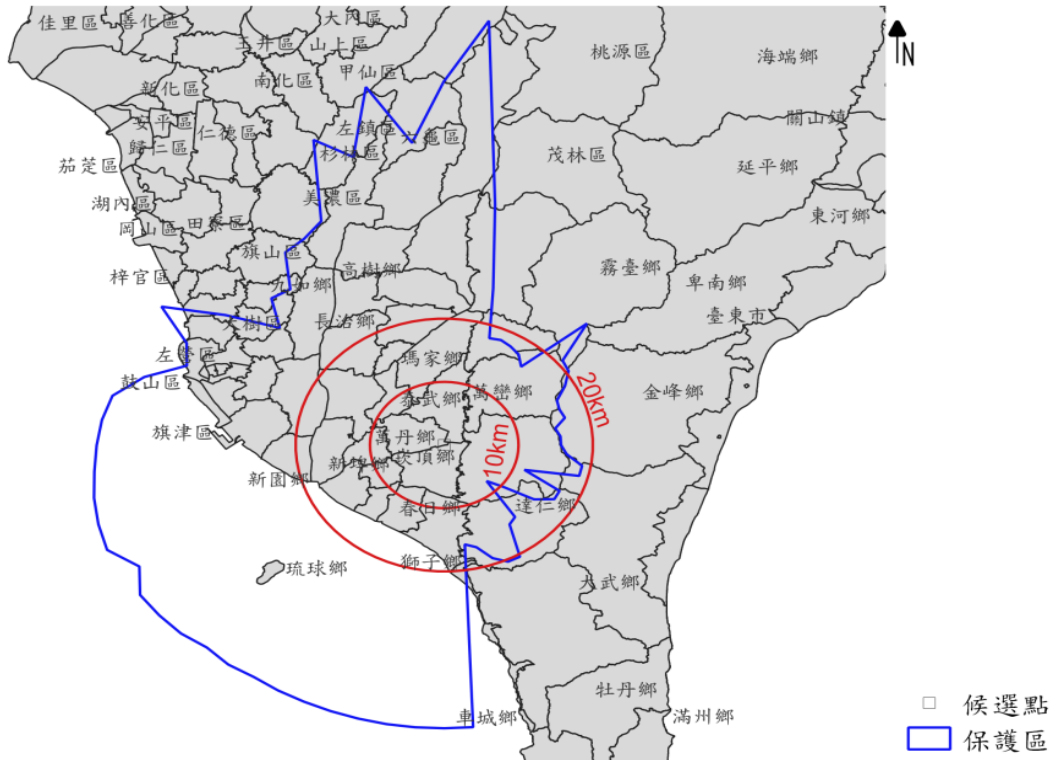


圖 6-32、屏東縣潮州鎮候選地點保護區影響範圍

資料來源：內政部國土測繪中心、本計畫整理

表 6-18、屏東縣潮州鎮候選地點保護區影響人口統計

影響鄉鎮區	影響人口, 人	影響鄉鎮區	影響人口, 人	總計影響人口, 人
枋寮鄉	22,977	九如鄉	21,645	2,839,031
佳冬鄉	18,107	長治鄉	29,165	
林邊鄉	16,768	春日鄉	4,908	
東港鎮	45,940	琉球鄉	12,214	
南州鄉	10,059	美濃區	37,345	
新埤鄉	9,680	林園區	68,475	
來義鄉	7,441	小港區	154,742	
泰武鄉	5,342	大寮區	111,435	
萬巒鄉	19,508	大樹區	40,727	
潮州鎮	53,096	鳳山區	355,799	
崁頂鄉	15,117	前鎮區	180,114	

影響鄉鎮區	影響人口, 人	影響鄉鎮區	影響人口, 人	總計影響人口, 人
新園鄉	33,124	旗津區	26,735	
萬丹鄉	49,454	鼓山區	139,253	
竹田鄉	16,097	苓雅區	162,378	
萬巒鄉	19,508	新興區	48,868	
泰武鄉	5,342	前金區	26,512	
瑪家鄉	6,810	鹽埕區	22,479	
內埔鄉	52,197	三民區	329,967	
麟洛鄉	10,590	左營區	194,973	
屏東市	193,744	烏松區	44,063	
高樹鄉	23,212	旗山區	34,632	
里港鄉	25,661	內門區	13,526	
鹽埔鄉	24,332	仁武區	94,970	

資料來源：各地區戶政事務所、本計畫整理

量測過程中，IS-20 接收天線不定時接收來自飛航雷達高度計使用頻率訊號如圖 6-33 所示，其接收功率已超過本計畫採用之窄頻 LNB，使得量測過程結果判斷受 LNB 飽和干擾影響。故未來共同頭端接收建議需考量 4.2-4.4 GHz 飛航雷達高度計功率影響，建置帶通濾波器及窄頻接收系統防止干擾。

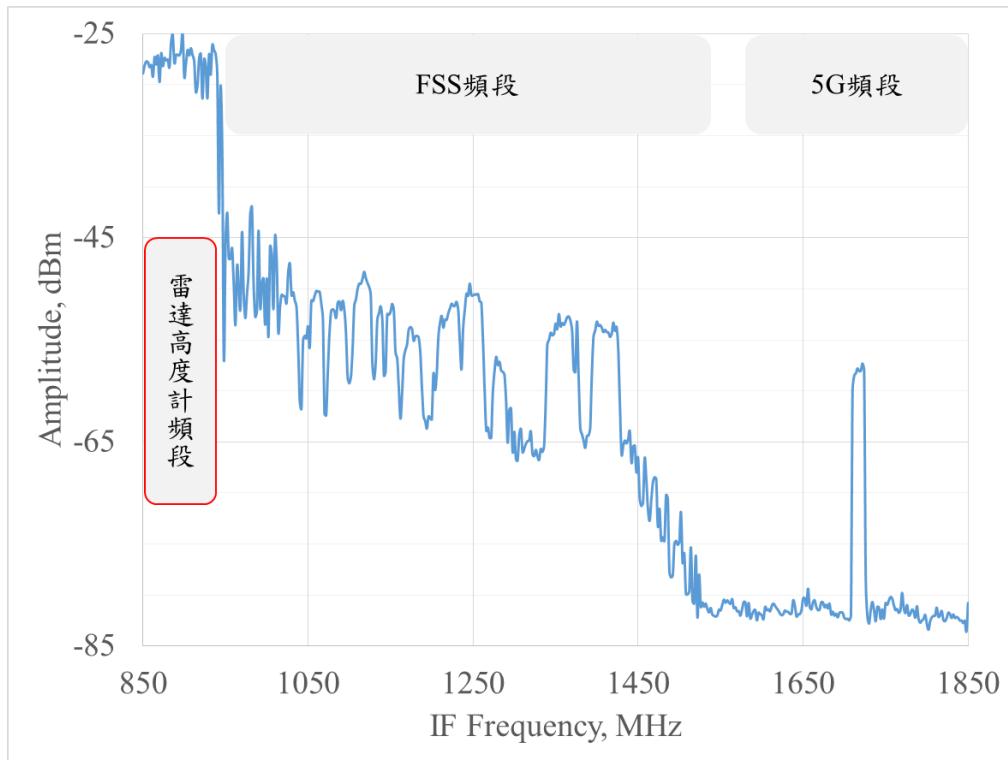


圖 6-33、屏東縣潮州鎮候選地點量測中頻頻譜

資料來源：本計畫整理

#### (四) 南投縣信義鄉候選地點

南投縣信義鄉候選地點地形如圖 6-34 所示，以候選地點為中心，半徑 20 公里黃色圓形區域內，顏色愈深的區域代表海拔高度愈高。圖中可以看出候選點四周有山圍繞，干擾保護協調區以四周稜線為主，人口分布區域主要是沿著干擾保護協調區中間的陳有蘭溪河谷，東側山脈較西側高。

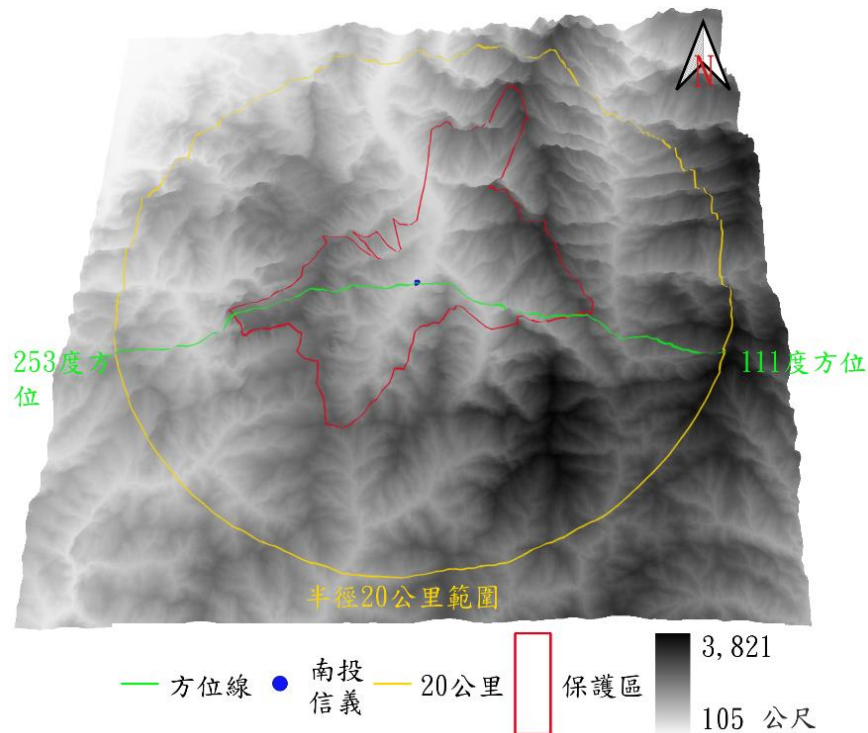


圖 6-34、南投縣信義鄉候選地點地形圖

資料來源：政府資料開放平台、Google Earth、本計畫整理

以單一刀鋒邊緣理論估算干擾保護範圍如圖 6-35 所示，候選地點干擾保護協調區距離最遠為 17.8 公里。針對南投縣信義鄉候選地點實測地點共 6 處及衛星接收天線量測過程中所接收既有 5G 基地臺 1 處。比對 7 處 5G 訊號源位置與理論估算結果如表 6-19 所示。說明單一刀鋒邊緣理論估算結果，並無失效情況。

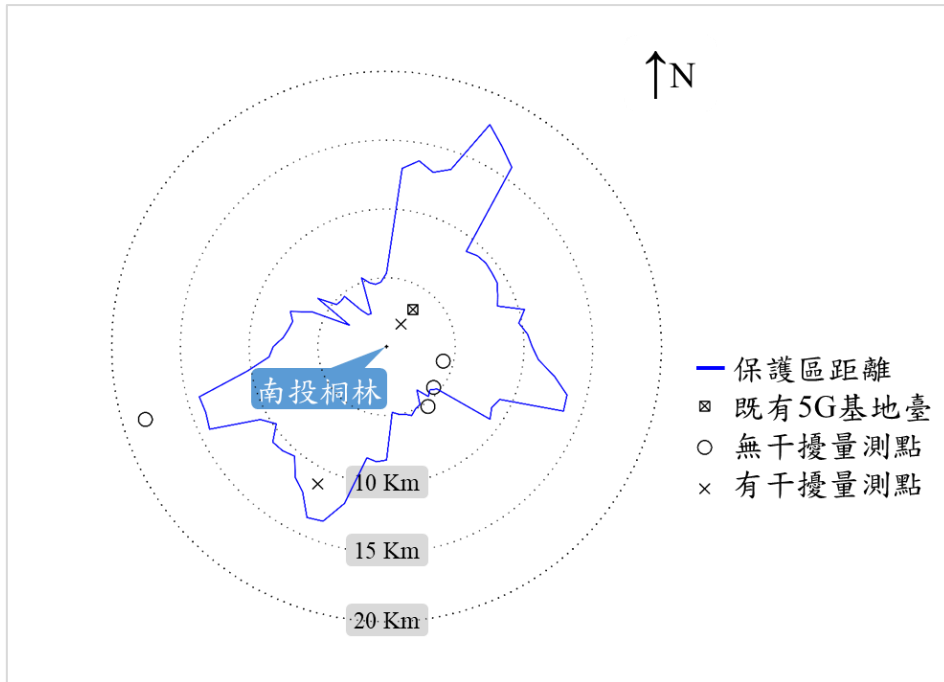


圖 6-35、南投縣信義鄉候選地點保護區及量測點

資料來源：本計畫整理

表 6-19、南投縣信義鄉候選地點干擾量測與理論估算比較

干擾點名稱	位於候選地點方位角, 度	與候選地點水平距離, Km	理論估算距離, Km	是否造成干擾
量測點 D1	130.9	4.534	4.79	未干擾
量測點 D2	145.3	5.301	3.85	未干擾
量測點 D3	253.2	18.329	14.1	未干擾
量測點 D4	104.4	4.260	13.6	未干擾
量測點 D5	206.6	11.162	13.7	已干擾
量測點 D6	32.7	1.941	15.9	已干擾
既有基地臺 D7	35.5	3.311	16.8	已干擾

資料來源：本計畫整理

南投縣信義鄉候選地點西南方 206 度方位角（量測點 D5）距離候選地點直線距離已達 11 公里，其地勢如圖 6-36 所示。候選地點與量測點 D5 間地形屏蔽效果不足，仍會干擾衛星訊號接收品質。



圖 6-36、南投縣信義鄉候選點量測點 D5 地勢圖

資料來源：Google Earth、本計畫整理

以理論估算保護區涵蓋範圍如圖 6-37 所示，受影響人口統計如表 6-20 所示佔全國總人口約 0.02%。

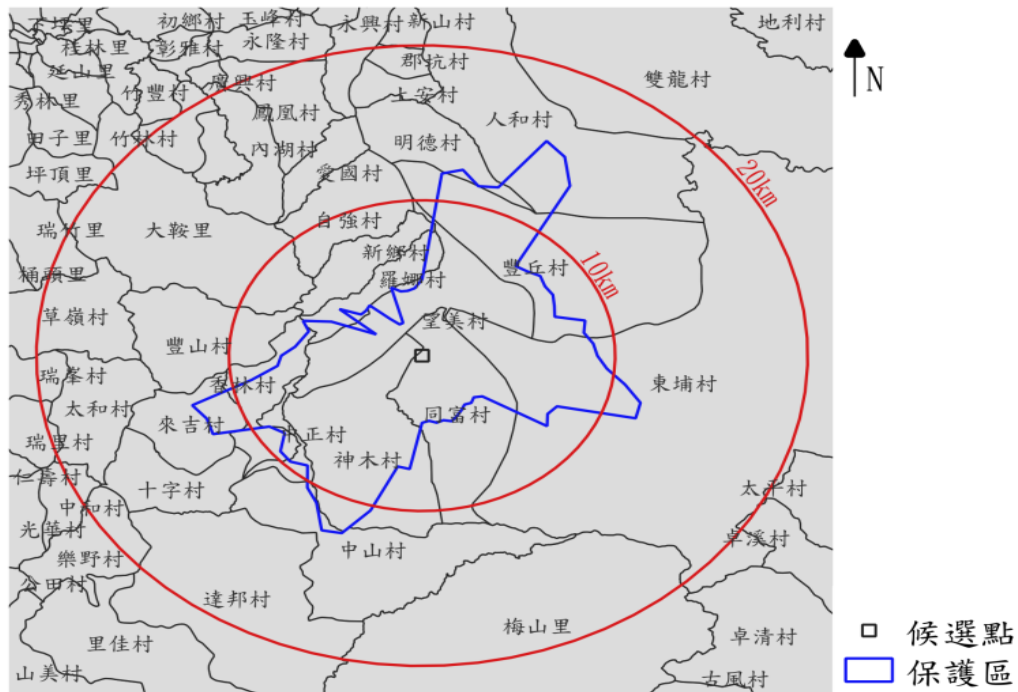


圖 6-37、南投縣信義鄉候選地點保護區影響範圍

資料來源：內政部國土測繪中心、本計畫整理

表 6-20、南投縣信義鄉候選地點保護區影響人口統計

影響村里	影響人口, 人	總計影響人口, 人
南投縣信義鄉望美村	1173	4,550
南投縣信義鄉豐丘村	739	

影響村里	影響人口, 人	總計影響人口, 人
南投縣信義鄉同富村	1625	
南投縣信義鄉神木村	698	
嘉義縣阿里山鄉香林村	139	
嘉義縣阿里山鄉中正村	176	

資料來源：各地區戶政事務所、本計畫整理

### (五) 嘉義縣竹崎鄉候選地點

嘉義縣竹崎鄉候選地點地形如圖 6-38 所示，以候選地點為中心，半徑 20 公里黃色圓形區域內，顏色愈深的區域代表海拔高度愈高。圖中可以看出候選點東半部有高於候選點的高山圍繞，較具有干擾保護地形，西半部沒有高於候選點的高山作保護，因此西半部干擾保護協調區會有一部分的區域半徑會大於 20 公里且鄰近嘉義市區。

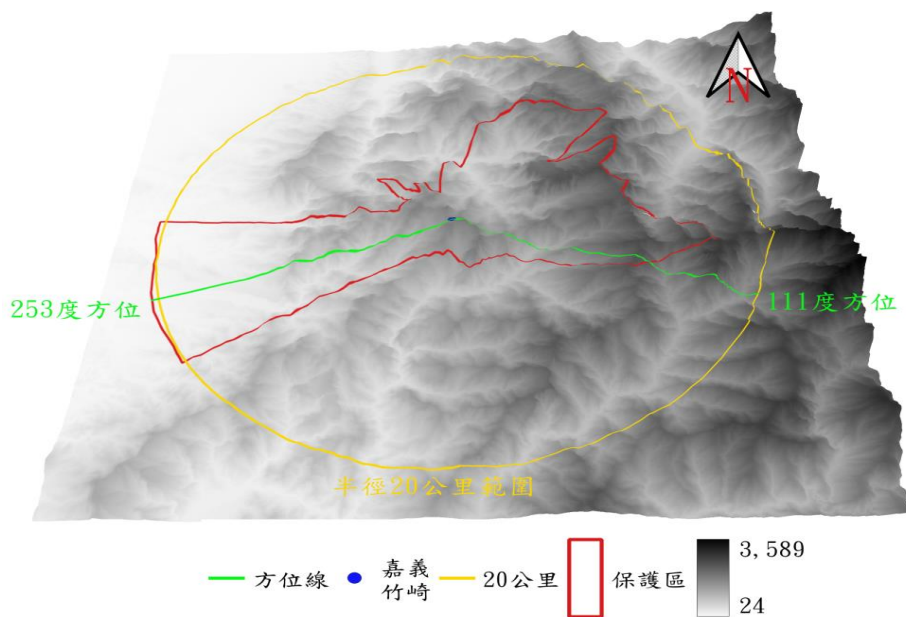


圖 6-38、嘉義縣竹崎鄉候選地點地形圖

資料來源：政府資料開放平台、Google Earth、本計畫整理

以單一刀鋒邊緣理論估算干擾保護範圍如圖 6-39 所示，西側地形海拔高度大多較候選地點低，較無保護作用，因此干擾保護協調區距離最遠會超過 20 公里。針對嘉義縣竹崎鄉候選地點實測地點共 3 處及衛星接收天線量測過程中所接收既有 5G 基地臺 7 處。比對 10 處 5G 訊號源位置與理論估算結果如表 6-20 所示。相較於其它候選地點，此地點海拔高度更高，西面鄰近都會區且地形保護效果不足，故仍可接收遠在 20 公里外電信業者 5G 既有基地臺訊號。

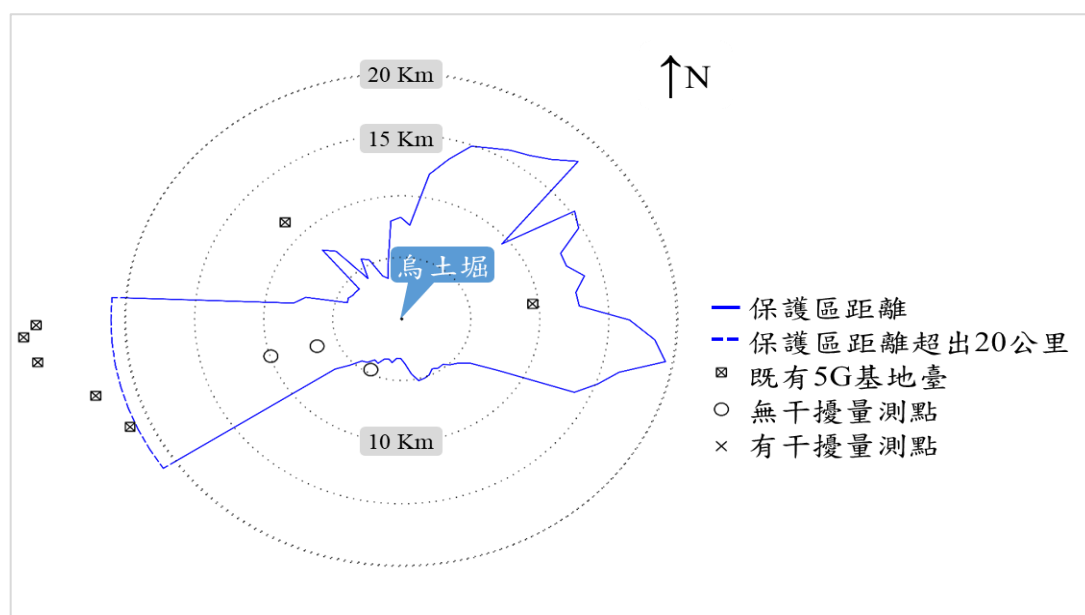


圖 6-39、嘉義縣竹崎鄉候選地點保護區及量測點

資料來源：本計畫整理

表 6-21、嘉義縣竹崎鄉候選地點干擾量測與理論估算比較

干擾點名稱	位於候選地點方位角, 度	與候選地點水平距離, Km	理論估算距離, Km	是否造成干擾
量測點 E1	252.3	9.954	超過 20	未干擾
量測點 E2	208.6	4.692	3.74	未干擾
量測點 E3	250.2	6.524	超過 20	未干擾
既有基地臺 E4	82.6	9.555	16.6	已干擾
既有基地臺 E5	312.9	11.545	8.02	已干擾
既有基地臺 E6	246	21.539	超過 20	已干擾



影響村里	影響人口, 人	總計影響人口, 人
嘉義縣阿里山鄉來吉村	353	
嘉義縣阿里山鄉十字村	348	
嘉義縣梅山鄉太和村	1010	
嘉義縣梅山鄉瑞里村	664	
嘉義縣竹崎鄉中和村	862	
嘉義縣竹崎鄉仁壽村	254	
嘉義縣竹崎鄉光華村	727	
嘉義縣竹崎鄉金獅村	428	
嘉義縣竹崎鄉文峯村	678	
嘉義縣竹崎鄉龍山村	1956	
嘉義縣竹崎鄉塘興村	899	
嘉義縣竹崎鄉白杞村	653	
嘉義縣竹崎鄉桃源村	1097	
嘉義縣竹崎鄉和平村	2518	
嘉義縣竹崎鄉義隆村	704	
嘉義縣竹崎鄉內埔村	1721	
嘉義縣竹崎鄉昇平村	1903	
嘉義縣竹崎鄉義仁村	1102	
嘉義縣竹崎鄉鹿滿村	1524	
嘉義縣竹崎鄉紫雲村	1544	
嘉義縣竹崎鄉灣橋村	5685	
嘉義縣番路鄉公田村	1019	
嘉義縣番路鄉大湖村	668	
嘉義縣番路鄉民和村	938	
嘉義縣番路鄉觸口村	1409	
嘉義縣番路鄉番路村	902	
嘉義縣番路鄉新福村	1445	
嘉義縣番路鄉內甕村	459	
嘉義縣番路鄉江西村	1268	
嘉義縣中埔鄉社口村	2363	
嘉義縣中埔鄉灣潭村	1094	
嘉義縣中埔鄉石礮村	1238	
嘉義縣中埔鄉塩館村	1033	

影響村里	影響人口, 人	總計影響人口, 人
嘉義縣中埔鄉隆興村	2038	
嘉義縣中埔鄉義仁村	1670	
南投縣信義鄉神木村	698	

資料來源：各地區戶政事務所、本計畫整理

### 第三節 適用促進民間參與公共建設法可行性評估

#### 一、促進民間參與公共建設概述

促進民間參與公共建設，國際間通稱公私協力夥伴關係 Public Private Partnership (PPP)，意思是傳統由政府自辦的公共建設，開放給民間來興建及營運，透過民間的資金、創意及管理技術，讓公共服務品質更好。依照我國促參法第 8 條又可分為「公辦民營」與「民辦民營」兩大類。根據我國在 89 年度公布的促參法，促參 (PPP) 有很多不同方式，大家熟悉的 BOT 只是其中的一種，也就是政府把要新蓋的公共建設，交給民間出資興建及經營一段時間後，再將所有權移轉政府；對於既有的公共建設，政府可透過 OT (Operate-Transfer, OT) 方式，委託民間經營。此外，依照公共建設的特性，PPP 共有以下不同作業方式，分別說明如下：

1. 建造-營運-移轉合約 (BOT)：政府將某一公共工程，以特許合約方式，交由民間公司籌資『興建』；工程完成後，交由民間公司『經營』；經營一定特許時間後，『移轉』給政府，此種合約即稱為 BOT 合約。(高雄捷運及高鐵等普遍採用)
2. 建造-移轉合約 (Build Transfer, BT)：政府將某一公共工程，交由民間公司投資『興建』，工程完成後，將該工程『移轉』給政府『經營』，政府再由營運收入或編列預算，逐年償還民間公司。(國防部眷村改建工程等採用)

3. 建造-移轉-營運合約 (Build Transfer Operate, BTO)：政府將某一公共工程，交由民間公司投資『興建』，工程完成後，將該工程『移轉』給政府，再由政府自行或委託他人『經營』，而政府則由營運收入或編列預算，逐年償還民間公司，或由民間公司每年以固定及變動權利金(營運收入)繳納給政府。(各縣市政府污水下水道及處理廠工程均普遍採用)
4. 建造-擁有-營運合約 (Build Own Operate, BOO)：政府將某一公共工程，交由民間公司投資『興建』，工程完成後，民間公司即『擁有』該所有權，並永久取得自行『經營』之全部權利。
5. 更新-營運-移轉合約 (Rehabilitate Operate Transfer, ROT)：政府將某一既有之公共工程，交由民間公司投資『更新興建及改善』，工程完成後，交由民間公司『經營』；民間公司於經營一定特許時間後，再『移轉』給政府。(傳統市場、旅客服務中心等案)
6. 建造-擁有-營運-移轉合約 (Build Own Operate Transfer, BOOT)：政府將某一公共工程，交由民間公司投資『興建』，工程完成後，民間公司即『擁有』所有權，並於『經營』該工程一定特許時間後，再將產權『移轉』給政府。
7. 除此之外，還包含其他方式如建造-移轉-出租合約 (Build Transfer Lease, BTL)、建造-出租-移轉合約 (Build Lease Transfer, BLT)、出租-移轉合約 (Rent Transfer, RT)、營運-移轉合約 (OT) 等等促參作業。

另依照修訂前之促參法第三條第 1 款規定，符合促參法之公共建設，指下列供公眾使用且促進公共利益之建設，共包含 14 項。由舊制的規定本案建設內容可能不在促參法公共建設規定中，經查財政部

促參司已於前年將促參法送進立法院，並於民國 111 年 12 月 2 日立法院會三讀通過促進民間參與公共建設法（簡稱促參法）部分條文修正草案，並於民國 111 年 12 月 21 日完成修法的立法程序，本次促參法修法主要包含三大方向：

- 擴大民間參與公共建設類別
- 增訂政府有償取得公共服務（PFI）
- 新增履約爭議調解機制

透過本次修法後創造更優質的投資環境，可擴大民間參與公共建設能量，並使政府、企業及民眾可以享有更多促參計畫帶來的好處，實現更好的台灣。

本次通過的修法條文，主要目的配合國家政策發展需要及提高民間參與誘因，新增影視音設施、綠能設施、資源循環再利用設施及數位建設為適用促參法公共建設類別；為引進多元民間參與模式與國際接軌，增訂政府有償取得公共服務機制，得由主辦機關於營運期間購買公共服務以降低投資風險；另新增履約爭議調解機制，由財政部設置履約爭議調解會，以提升訴訟外之履約爭議解決機制效率。

依照新修訂後之促參法第 3 條第 1 款，公共建設指下列供公眾使用且促進公共利益之建設及服務，共包含 15 項如(1)交通建設及共同管道。(2)環境污染防治設施。(3)污水下水道、自來水及水利設施。(4)衛生福利及醫療設施。(5)社會及勞工福利設施。(6)文教及影視音設施。(7)觀光遊憩設施。(8)電業、綠能設施及公用氣體燃料設施。(9)運動設施。(10)公園綠地設施。(11)工業、商業及科技設施。(12)新市鎮開發。(13)農業及資源循環再利用設施。(14)政府廳舍設施。(15)數位建設。本計畫案之建設與影視音設施、設位建設相關，於修法之後已列入促參法公共建設的範圍。

值得一提的是，本次修法增訂第 9-1 條政府有償取得公共服務

(PFI)，亦即公共建設經政策評估具必要性、優先性及迫切性，且確認依法辦理較政府自行興建、營運具效益者，主辦機關得於營運期間有償取得民間機構公共服務機制。

PFI 外界有稱之為民間融資提案制度，係一種政府長期購買公共服務型之民間參與公共建設案件模式：意指由民間機構籌資，負責公共建設之興建、營運，政府於民間機構營運期間以成果規範及服務績效為依據，採遞延付款支付價金，長期購買該履約成果。

本案內容較屬於數位建設範疇，可能適用促參方式，但因促參法施行細則尚未修訂，目前並無可依循規定，雖然依新通過之促參法第二十九條，經評估具優先性、迫切性及必要性之公共建設，確認依本法辦理較政府自行興建、營運具效益者，得由主辦機關於民間機構營運期間有償取得其公共服務之全部或一部。

本案在支出與收入條件均不能確定情況下，是適用促參方式進行採購最佳方式，但促參法施行細則並無可依循之規定，也就是傳統的促參方式在數位建設範疇細節修法未完成之前，不適合做為本案招標方式。本案招標方式就僅能在一般招標與民間融資提案制度模式（即以 PFI 方式）下進行，二種招標方式比較如表 6-23 說明。

表 6-23、一般招標與 PPP 招標模式比較

項目	一般招標模式	PFI 招標模式
政府出資	需要	廠商出資興建營運，政府購買服務
營運	完工後由政府營運	一般由建置廠商營運
營運期結束	政府接管	政府接管
法令依據	具備	多需另訂

資料來源：本計畫整理

如圖 6-41 所示，PFI 模式透過成本效益分析及 VfM 值（Value for Money）定性及定量分析，當（政府自辦採購成本現值-PFI 成本現值

+相對風險損失)/政府採購成本現值為正值即具推動意義。配合縝密的管理制度及契約規範，相較於傳統每年編列大量預算的方式，除可大幅降低市政府風險損失外，也同時有效減輕財政負擔。

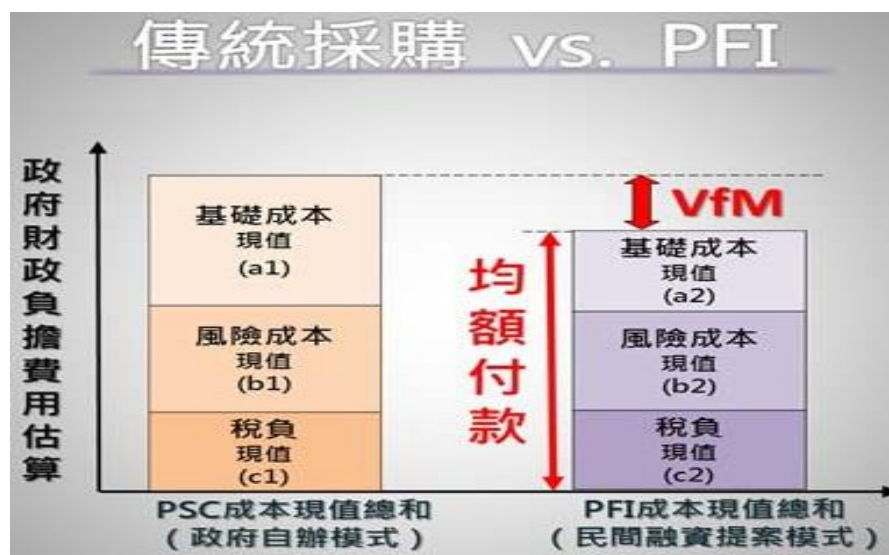


圖 6-41、傳統採購與 PFI 比較示意圖

資料來源：新北市政府採購處

本計畫之共同衛星接收頭端建置與營運模式會隨著促參法相關法規的修正進度與未來財務計算結果而異，依據研析所得資料，未來可能的方式如下：

1. 共同衛星接收頭端建置，由委託機關自行建置自行維運，工程建置採最有利標。
2. 共同衛星接收頭端建置，由委託機關自行建置但委外營運，此採促參法中 OT 模式進行。
3. 共同衛星接收頭端建置，由民間出資建設並營運，此採促參法中 BOO 模式或 BOT 模式進行。
4. 共同衛星接收頭端建置，由民間出資並提出還本及優化財務規劃，此採 PFI 模式進行。

共同接收頭端建置四種採購模式比較分析與主管機關的各種負

擔如表 6-24 說明。

表 6-24、共同接收頭端建置採購模式比較表

模式 分析因子	最有利標	OT 模式	BOO 模式或 BOT 模式	PFI 模式 (註)
法令可行性	可行 需確認數位部 是否可以營運	促參法已修改 數位建設適用	促參法已修改 數位建設適用	促參法政府 有償取得公 共服務機制
主管機關 工作負擔	建置期次重 營運期最重	建置期最重 營運期次重	一般	一般
需要時程	次久	最久	最快	最快
主管機關 出資	最多	最多	零出資	廠商出資興 建營運，政 府購買服務
後續營運費用	最多	使用者付費 與政府補貼	使用者付費 與政府補貼	政府依民間 機構服務品 質付款

註 1：財政部未補足促參法範圍不能包含所有公共建設。

註 2：PFI 為民間融資提案制度，政府長期購買公共服務型之民間參與公共建設案件模式，意指由民間機構籌資，負責公共建設之興建、營運，政府於民間機構營運期間以成果規範及服務績效為依據，採遞延付款支付價金，長期購買該履約成果。

資料來源：法務部(促參法-第 8 條)<sup>125</sup>，本計畫整理

為合理化執行共同頭端建設，本計畫研析目前的採購模式後，共同接收頭端建設內容相較偏向屬於數位建設或通訊建設範疇，電信主管機關為公署型態之行政主管機關，較不宜經營共同頭端，以免落得與民爭利之嫌。建議電信主管機關與共同頭端經營者簽訂採購服務，由共同頭端經營業者建置與營運。契約期限到期後，電信主管機關接管經營或重新招標。對政府而言可藉此提高民間參與誘因及達到維護既有使用者權益對既有使用者而言，既有接收衛星訊號品質不受影響，我國建置衛星共同頭端營運示意圖如圖 6-42 所示。

<sup>125</sup> 促參法第 8 條，<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawSingle.aspx?pcode=D0070062&flno=8>

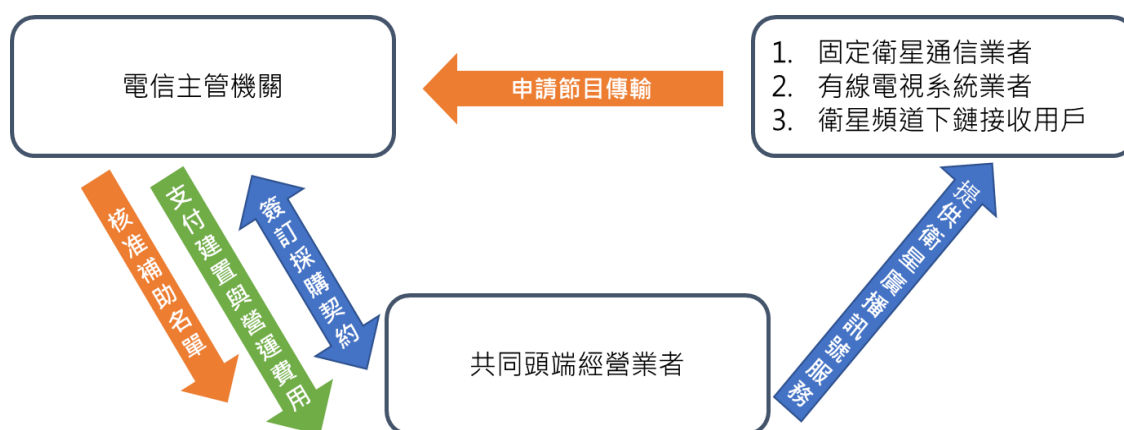


圖 6-42、我國建置衛星共同頭端營運示意圖

資料來源：本計畫整理

綜合以上，在促參法施行細節尚未完成數位建設或通訊建設範疇修法前，本計畫建議以 PFI 方式進行後續採購方式評估，政府為了公共利益付費購買後續的服務，可訂定依據民間機構提供之服務品質、績效分期付款。本計畫擬建議政府以 5G 第二波頻譜拍賣標金之一部份，作為先期資金用以補貼共同接收頭端之建設與營運費用，或政府完成共同接收頭端興建再委外經營的方式營運，相關財務可行性評估依據不同方案情境進行分析。

## 二、共同頭端財務可行性評估

共同頭端的財務可分為硬體建設(土建及機房等設施)及每年的營運維護費用，如果都由政府支出和負責後續的營運，對政府在人力及經費方面都是一個龐大負擔，本節中先就未來可能的建置及營運方式進行各種財務的模擬評估，以求取得一個較好的經營模式，再依相關法令找出適合的投資人或是經營者。

### 1. 由政府興建維運財務分析

依據共同頭端預估建置費用及營運規劃，未計算額外投入人力、其他各項空間設施等費用之外，進行共同頭端營運 20 年的財務進行分析，政府需要支出建設及營運總經費預估為 108 億 9 仟 3 佰 86 萬元，如表 6-25 所示。

表 6-25、政府興建維運財務分析表

年次	項目	預估經費(新台幣元)
第 1 年	土建項目建置	43,000,000
第 2 年	土建項目建置	199,000,000
第 3 年	機房設備建置	720,150,000
第 4 年	每年的維運支出	485,590,000
第 5 年	每年的維運支出	485,590,000
第 6 年起至 22 年	每年的維運支出	527,090,000

資料來源：本計畫整理

經由本計畫共同接收頭端相關座談會與業者交流會議蒐集資訊，了解目前業者已投入相關設備建置及傳輸網路經由合作取得頭端業者提供之訊號，未來若要既有業者轉換使用本計畫共同頭端提供之衛星訊號，則建議提供補償加入共同頭端營運和傳送接收業者通訊費用。

## 2. 納入民間經營模式財務分析

考量政府監督管理角色及各階層專業人力調度等因素，較不適宜擔任未來共同接收頭端營運工作，本計畫規劃三種方案進行共同接收頭端建設營運分析，三種方案皆以營運 20 年限進行評估，各方案說明如下：

- (1). 第一種方案為「經營者完整建置並後續營運;類似促參法 BOT」，以下簡稱 A 方案，包含前 3 年建置期及後續 17 年營運期合計 20 年，估計至少需要支出成本為新台幣 108 億 9 仟 3 佰 86 萬元。

- (2). 第二種方案為「經營者僅建置頭端設備和後續營運;類似促參法 ROT」, 以下簡稱 B 方案, 包含前 3 年建置期及後續 17 年營運期合計 20 年, 估計至少需要支出成本為新台幣 106 億 5 仟 1 佰 86 萬元。
- (3). 第三種方案為「經營者僅負責後續營運; 類似促參法 OT」, 以下簡稱 C 方案, 估計至少需要支出成本為新台幣 101 億 6 仟 9 佰 86 萬元。

由於共同接收頭端屬重大任務業務, 可能無法有其他收入之情形下, 因此由政府以頻譜頻段價金部分比例, 做為共同頭端補貼作為財源收入, 並在民間廠商參與運營共同頭端達到合約服務品質之條件, 提供每年一定金額補助。綜合 A、B、C 三種方案建置及營運模式整理所需支出經費, 如表 6-26 所示。

表 6-26、共同接收頭端三方案財務分析表

年次	項目	(A 方案) 經營者完整 建置並後續 營運(新台幣 仟元)	(B 方案) 經營者僅建置 頭端設備和後 續營運(新台 幣仟元)	(C 方案) 經營者僅負責 後續營運(新 台幣仟元)
第 1 年	土建項目建置	43,000	0	0
第 2 年	土建項目建置	199,000	0	0
第 3 年	機房設備建置	720,150	720,150	238,150
第 4 年	每年的維運支出	485,590	485,590	485,590
第 5 年	每年的維運支出	485,590	485,590	485,590
第 6 年起 至 22 年	每年的維運支出	527,090	527,090	527,090
	支出加總	10,893,860	10,651,860	10,169,860
	備註	興建營運皆 由民間業 者，政府第 四年開始分 期給付(PFI)	1.建築物第二 年完成，由數 位部發包 2. 頭端設備建 置至第三年完 成 3.第 3 年起 算，共 20 年 4.政府前二年 先要投入經費 242,000 仟元	1.建築物第二 年完成，由數 位部發包 2. 頭端設備由 數位部建置第 三年完成 3.第 3 年起 算，共 20 年 4.政府前三年 先要投入經費 724,000 仟元

資料來源：本計畫整理

本計畫評估民間業者參與計畫可行性，採用資本預算(Capital Budgeting)為評估基礎，評估業者於此長期投資方案的投入成本與未來各期的預期收益，將各期預估的現金流量(Cash flow)以廠商之資金成本分別估算出各方案的淨現值(NPV)與內部報酬率(IRR)。

淨現值法 NPV(Net Present Value)，以折現率將投資計畫效益期限中的現金流出(負數)和現金流入(正數)折現後加總，求得投資計畫的淨現值(NPV)。折現率必須考量民間參與業者之加權平均資金成本

WACC。

$$NPV = CF_0 + \frac{CF_1}{(1+r)} + \frac{CF_2}{(1+r)^2} + \frac{CF_3}{(1+r)^3} + \dots + \frac{CF_n}{(1+r)^n}$$

來自營運之現金流量 = 稅前息前淨利 (EBIT) × (1-t) + 折舊 × t  
，其中 t 為稅率。

專案計畫投資金額可來自於權益與貸款或舉債，前者為權益成本另外為負債成本，採用加權平均資金成本的估算，可以幫助本計畫根據現金流量的風險訂出必要報酬率，也就是適當的折現率，用來計算前述的淨現值與獲利指數的評估指標。

權重 = 專案金額各類融資成份的百分比

$W_E = E/V =$  權益佔總資金的百分比

$W_D = D/V =$  負債佔總資金的百分比

考慮稅率之下的加權平均資金成本 WACC

$$WACC = \frac{E}{V} \times R_E + \frac{D}{V} \times R_D \times (1 - T_C)$$

折現率之試算應依計畫各年分年資金結構加權平均 (WACC) 計算，並配合案件需求試算稅前及稅後折現率。上式中的  $T_C$  為廠商的營利事業所得稅率。

$R_E =$  公司的權益成本

$R_D =$  公司的負債成本

$T_C =$  公司稅率 (我國公司之現行營所稅率為 20%)

評估準則，若淨現值大於零，則接受該投資計畫，表示專案計畫產生的年複合投資報酬率大於廠商的加權資金成本，若淨現值小於零則拒絕該投資計畫。

內部報酬率法 (Internal Rate of Return)，內部報酬率 IRR 是指在計畫的效益期間內，使現金流入的現值，與現金流出的現值相等 (亦即使  $NPV=0$ ) 的折現率，即為此投資計畫的內部報酬率，各期預估的現金

流量(Cash flow)如下式子中的  $CF_t$ ，也就是以民間廠商的角度而言，前幾年支付現金費用之金額，為現金流出，記為負數，當開始營運有收入或是政府給予補金額時，為現金流入，記為正數，找出一個折現率，使專案計畫時間廠商的現金流出和現金流入經過折現之後金額加總為零，這個折現率稱為內部報酬率 IRR，也就是廠商投入此計畫案的期間，每一年都可以獲得的年報酬率。 $CF_t$  為廠商各期的現金流量，內部報酬率 IRR 為滿足下式的折現率。

$$\sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1 + IRR)^t} = 0$$

$t$ =時間(年)

$CF_t$   $t$ =廠商各期的現金流量

評估準則，若專案計畫的內部報酬率大於廠商的加權平均資金成本，則接受該計畫。

### 3. 不同報酬率政府每年貼現及經營者淨現值分析

為進一步分析三種方案營運之內部報酬率(IRR)及政府補貼金額與經廠商淨現值，本節中以廠商內部報酬率 5%~15% 為變數，探討不同 IRR 時，政府每年需補助多少金額，且此時的 IRR，廠商能獲得多少淨現值。由三方案財務分析如表 6-27 至 6-29 所示，發現相同 IRR，每年的補貼金額，則 A 方案>B 方案>C 方案；而廠商的淨現值(Net Present Value, NPV)即以廠商的資金成本將未來的現金流出、現金流入折算現值之後的實質獲利部分)，亦是 A 方案>B 方案>C 方案。

表 6-27、A 方案財務分析(經營者自行建置並後續營運)

廠商內部報酬率 (IRR)	政府第 4 年起至第 22 年的年補貼金額 (新台幣仟元)	廠商的淨現值 (NPV)(新台幣仟元)
5%	612,800	125,242
6%	621,150	211,280
7%	629,780	300,204
8%	638,700	392,116
9%	648,050	488,459
10%	657,700,	587,893
11%	667,600	689,903
12%	677,900	796,035
13%	688,350	903,712
14%	699,200	1,015,511
15%	710,200	1,128,856

資料來源：本計畫整理

表 6-28、B 方案財務分析(經營者僅建置頭端設備並後續營運)

廠商內部報酬率 (IRR)	政府第 4 年起至第 22 年的年補貼金額 (新台幣仟元)	廠商的淨現值 (NPV)(新台幣仟元)
5%	588,850	87,675
6%	594,600	146,923
7%	600,600	208,747
8%	606,800	272,633
9%	613,200	338,578
10%	619,750	406,070
11%	626,500	475,622
12%	633,450	547,235
13%	640,500	619,879
14%	647,750	694,583
15%	655,100	770,318

資料來源：本計畫整理

表 6-29、C 方案財務分析(經營者僅後續營運)

廠商內部報酬率 (IRR)	政府第 4 年起至第 22 年的年補貼金額 (新台幣仟元)	廠商的淨現值 (NPV)(新台幣仟元)
5%	545,330	24,368
6%	546,950	41,060
7%	548,630	58,371
8%	550,390	76,506
9%	552,200	95,1567
10%	554,070	114,425
11%	556,000	134,312
12%	557,980	154,714
13%	560,010	175,631
14%	562,110	197,270
15%	564,230	219,114

資料來源：本計畫整理

收入分析部分，假設共同頭端僅依靠政府每年營運金額補貼無額外收入情形。假設未來經營者資本結構為：負債 60%，權益 40%，稅率 20%，稅後加權平均資金成本 3.44% 之下，如果經營者的每年內部報酬率 IRR 為 10%，經由三方案經費補貼分析表 (IRR 為 10% 時) 發現，若由經營者維持至第 22 年，若要達到每年內部報酬率 ((Internal Rate of Return, IRR)) 的假設之下，需要政府於第四年起每年補助經費，三方案政府每年支出及補貼的金額 A 方案政府實質總支出為 12,496,300 (新台幣仟元)；B 方案政府實質總支出為 12,017,250 (新台幣仟元)；C 方案政府實質總支出為 11,251,330 (新台幣仟元)。從政府總支出來看，以 C 方案最省錢，A 方案花政府最多經費，如表 6-30 至 6-32 所示。

表 6-30、政府在 A 方案每年經費補貼分析表(IRR 為 10%時)

年	業者支出金額 (新台幣仟元)	收入金額 (新台幣仟元)	政府補貼 (新台幣仟元)
1	43,000	0	0
2	199,000	0	0
3	720,150	0	0
4	485,590	0	657,700
5	485,590	0	657,700
6~22	每年支出 527,090	0	每年補貼 657,700
加總	10,893,860	0	12,496,300

資料來源：本計畫整理

表 6-31、政府在 B 方案每年經費補貼分析表(IRR 為 10%時)

年	業者支出金額 (新台幣仟元)	收入金額 (新台幣仟元)	政府補貼 (新台幣仟元)
1	0	0	43,000
2	0	0	199,000
3	720,150	0	0
4	485,590	0	619,750
5	485,590	0	619,750
6~22	每年支出 527,090	0	每年補貼 619,750
加總	10,651,860	0	12,017,250

資料來源：本計畫整理

表 6-32、政府在 C 方案每年經費補貼分析表(IRR 為 10%時)

年	業者支出金額 (新台幣仟元)	收入金額 (新台幣仟元)	政府補貼 (新台幣仟元)
1	0	0	43,000
2	0	0	199,000
3	238,150	0	482,000
4	485,590	0	554,070
5	485,590	0	554,070
6~22	每年支出 527,090	0	每年補貼 554,070
加總	10,169,860	0	11,251,330

資料來源：本計畫整理

### 三、共同接收頭端經營採購模式分析

共同接收頭端興建與後續經營三種方案皆規劃政府出資情形，所以未來在頭端經營者(或稱為投資人)的廠商甄選方式可以使用採購法或以民國 111 年 12 月 2 日三讀通過之促進民間參與公共建設法(以下簡稱促參法)來進行甄選工作，本節就這兩種甄選方式的法條依據及進行時的考量點進行分析，以提供主管機關未來進行甄選共同接收頭端經營者參考。

#### 1. 採購法相關規定與後續辦理建議

三方案中 A、B 兩方案因政府未出資或部分出資興建相關土建或頭端建設，如以採購法進行投資人甄選，適用採購法 99 條、109 條規定，並建議以最有利標方式(52 條及 56 條)進行投資人甄選；如以促參法，則其適用法條為促參法第 3 條、第 9-1 條及第 29 條(PFI 法源依據)，建議以促參法 42 條規定來制定投資人應辦理事項，並以 BOT 方式進行投資人甄選。

C 方案因相關土建或頭端建設皆由政府出資興建，適用促參法中 OT 的促參模式，相關法條同 A、B 兩方案之促參法源；如以採購法進行投資人甄選，則適用採購法第 7 條規定，但仍建議以最有利標方式進行投資人甄選。

如以採購法最有利標方式進行投資人甄選，則採購辦法 56 條規定最有利標之評選辦法，由主管機關定之。如以促參方式進行投資人甄選，則需依「民間參與公共建設甄審委員會組織及評選辦法」及「機關辦理促進民間參與公共建設案件作業指引」進行投資人甄選。

綜合以上規定，後續如以採購法辦理本案頭端經營者(或稱投資人)徵選時，建議依據採購法進行最有利標之評選辦法商議，再進行甄選投資人。

如採用 B 方案或 C 方案，則需先製作土建及頭端設備二採購案的招標文件，完成土建及頭端設備後，再行甄選投資事務。基於效率及品質要求，土建及頭端可採統包方式(採購法第 24 條)進行，以省去設計、監造及施工方面的發包工作。為順利完成，可採先發專案營建管理標案(Professional Construction Management, PCM)管理追蹤。

## 2. 促參法相關規定與後續辦理建議

本計畫共同接收建設方案屬「數位建設」，民國 111 年 12 月 2 日立法院三讀通過「促進民間參與公共建設法」修正條文第 3 條後<sup>126</sup>，「數位建設」正式納入促參法；本案因後續無法收取使用者費用，政府需要出資，但自償率又未達 50%，此次修正案中第 29 條，將「有償取得其公共服務」納入修正條文後，即提供後續可以促參法進行投資人的遴選工作；本案建設及後續經營內容都由政府主管單位擬定與確任，符合原促參法 42 條的規定，條文包含如下

促參法第 3 條：本法所稱公共建設，係指下列供公眾使用且促進公共利益之建設及服務，包含(1)交通建設及共同管道。(2)環境污染防治設施。(3)污水下水道、自來水及水利設施。(4)衛生福利及醫療設施。(5)社會及勞工福利設施。(6)文教及影視音設施。(7)觀光遊憩設施。(8)電業、綠能設施及公用氣體燃料設施。(9)運動設施。(10)公園綠地設施。(11)工業、商業及科技設施。(12)新市鎮開發。(13)農業及資源循環再利用設施。(14)政府廳舍設施。(15)數位建設。

促參法第 9-1 條：公共建設經政策評估具必要性、優先性及迫切性，且確認依本法辦理較政府自行興建、營運具效益者，主辦機關得於民間機構依第八條第一項各款參與該公共建設營運期間，有償取得其公共服務之全部或一部。

前項政策評估及相關作業之辦法，由主管機關定之。

<sup>126</sup> 財政部推動促參司 <https://ppp.mof.gov.tw/WWW/index.aspx>

促參法第 42 條：經主辦機關評估得由民間參與政府規劃之公共建設，主辦機關應該建設之興建、營運規劃內容及申請人之資格條件等相關事項，公告徵求民間參與。前項申請人應於公告期限屆滿前，向主辦機關申購相關規劃資料。

採用促參法進行投資人甄選時，組織及評選須符合「民間參與公共建設甄審委員會組織及評審辦法」，處理流程須符合「機關辦理促進民間參與公共建設案件作業指引」規定，如圖 6-43 所示。

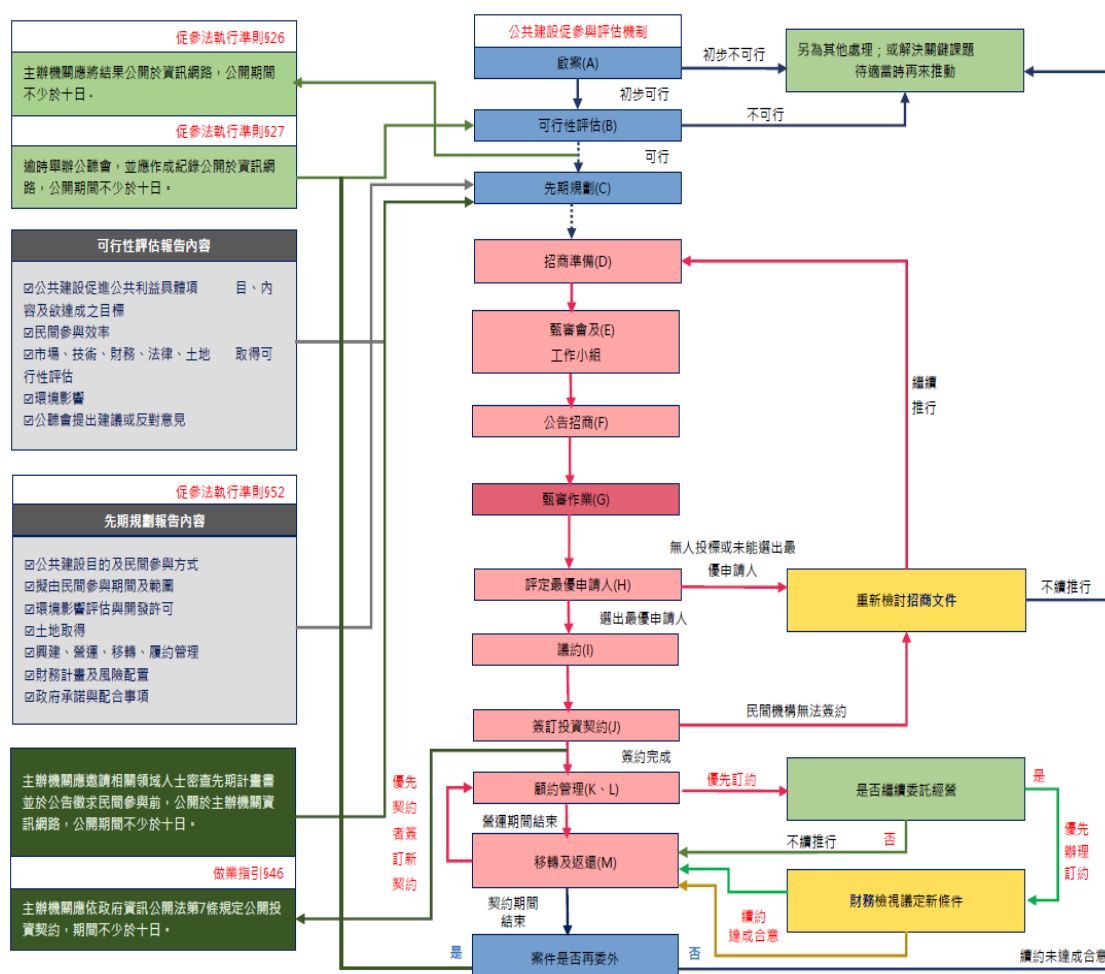


圖 6-43、政府規劃民間參與公共建設作業流程圖

資料來源：財政部促參司，本計畫整理

政府規劃民間參與公共建設作業流程，如未來採用此模式進行採購，後續執行建議如下：

- (1). 第一階段還是以政府採購法準用最利標遴選出最優之 PCM 來作投資興建計畫需求書及採購契約及財務計畫。
- (2). 第二階段才會公開甄選最佳投資者，並同時成立甄審委員會，以組織辦法規定辦理評審。
- (3). 為順利完成政府規劃民間參與公共建設作業流程，建議先行發包一個 PCM 標案。

#### 第四節 小結

本計畫所提建置共同接收頭端為頻譜整備可行性評估之可能方案選項之一，其建置之必要性，因涉及頻譜移頻或共享頻譜，方案除須依據國家中長期頻譜整備規劃外，尚須配合產業發展策略及通訊業者頻段需求等。再者，有別於美國、加拿大與澳洲國土面積廣大，可選擇在遠離人口密集區域設立衛星保護區，因應我國地狹人稠情形，共同頭端地點篩選程序已將人口密度、地理位置、交通便利性等因素納入排除條件中進行候選合適地點篩選與評估。為使研究計畫所提頻譜整備方案更具可行性，以下說明共同接收頭端候選地點、電磁環境評估與適用促進民間參與公共建設法可行性評估成果。

共同接收頭端候選點評估條件，共同接收頭端候選點評估包含國有土地，距離主要都會區，國家邊界、軍事機場港口 10 公里以上，排除外離島，排除斷層地帶、土壤液化區，排除國家公園、國土保安用地、軍事訓練基地、原住民保留地，交通方便，與人口密集區域有地勢屏障，東南至西南方向地勢未遮蔽地面天線接收等 9 大項之必備條件。

共同接收頭端機電暨網路架構及共同接收頭端機房基礎設施，遵循 TIA-942 機房規範標準設計使達到 Tier 3 等級 N+1 備援架構要求，

運營管理中心服務以 Tier 3 等級及服務層級(SLA) 99.95% 以上目標要求，包含主備援頭端機房與 2 處天線場，及外部系統台及公播系統業者之訊號介接暨臨時播送運作區，網管維運中心(NOC)監控管理機房機電等基礎設施運作，內外部專線傳輸，衛星訊號碼流格式傳輸(至少包含 IP 與 ASI)監控管理，全年不間斷(7\*24\*365)及全國 080 服務熱線(Hotline)維運管理。

電磁波環境評估，由目前完成量測結果得知，理論估算干擾保護協調區距離略大於實際量測結果，說明以刀鋒邊緣模型估算出之干擾保護協調區足以保護共同頭端地點且保有部分餘裕度。理論估算距離建議採非禁建區而是協調區方式，避免本計畫採用單一刀鋒邊緣估算方式，部份具地形保護地點內無法建置基地臺。對比於先進國家採用 100 公里（或以上）干擾保護協調區距離相比，國內候選地點可藉由地形屏蔽大幅縮短距離，使得設置 C 頻段共同頭端具有更多可行性。

鑑於共同頭端地點選擇影響條件眾多且於不同時間背景下，評估要點重要程度可能不同，本計畫採以頭端地點評估要項，分級評分並累計加總之方式，評比各候選地點優劣綜合結果，評分項目及分級方式如表 6-33 所示：

- 干擾保護協調區距離：以傳播模型理論估算候選地點最大干擾保護協調區距離為計分基準，採 11 至 20 公里以上區分 10 級距，保護距離越小者得分越高。
- 影響人口：干擾保護協調區範圍內人口總計，採受影響人口與全國總人口、該縣（市）總人口比例乘積，影響人口數量越少得分越高，其計算式如下：

$$\left(1 - \frac{\text{影響人口}}{\text{全國總人口}}\right) \times \left(1 - \frac{\text{影響人口}}{\text{縣(市)總人口}}\right) \times 10 \dots\dots\dots(6-3)$$

影響人口數量依內政部戶政司人口截至民國 111 年 11 月人口

統計資料<sup>127</sup>為參考資料，計算結果採四捨五入至小數點下一位為止。

- 是否涉及環境影響評估：頭端地點所在位置無須辦理環境影響評估得分越高，反之得分數低。

表 6-33、候選地點評估要項分級評分表

評分	最大干擾保護距離	影響人口	環境影響評估性
1	20 (含) 公里以上	如 6-3 式計算結果	需環境影響評估
2	19 (含) 至 20 公里		X
3	18 (含) 至 19 公里		
4	17 (含) 至 18 公里		
5	16 (含) 至 17 公里		
6	15 (含) 至 16 公里		
7	14 (含) 至 15 公里		
8	13 (含) 至 14 公里		
9	12 (含) 至 13 公里		
10	11 (含) 至 12 公里		無環境影響評估

資料來源：本計畫整理

現有 13 處候選地點總積分如表 6-34 所示，總積分越高者表示依現階段遴選條件下越適合為共同頭端建置參考標的。評分項目及分級方式可依不同時間背景審酌增減、調整，供快速查找參考。

表 6-34、候選地點總積分順序表

地號	最大干擾保護距離	影響人口	是否涉及環境影響評估	總計評分 (滿分 30)	序位
花蓮縣光復鄉大興段 395+393 地號	3	9.7	10	22.7	1
花蓮縣光復鄉加禮灣段 2、10、11 地號	1	9	10	20	7
花蓮縣光復鄉馬錫山段 595-2~6 地號	1	9.7	10	20.7	3

<sup>127</sup> 內政部戶政司人口統計資料，”<https://www.ris.gov.tw/app/portal/346>”

地號	最大干擾 保護距離	影響 人口	是否涉及環境 影響評估	總計評分 (滿分 30)	序位
花蓮縣萬榮鄉虎林段 214+113 地號	1	9.5	10	20.5	6
南投縣信義鄉桐林段 102 地號	4	10	1	15	8
屏東縣潮州鎮崙新段 (0454)7-2 地號	1	1.7	1	3.7	13
新竹縣尖石鄉下太平段 (0729)1、3、4 地號	1	10	1	12	10
嘉義縣大埔鄉大埔段 1272- 2,3,4,5、1273-1 地號	2	10	1	13	9
嘉義縣竹崎鄉烏土堀段 2- 5、8 地號	1	9.5	1	11.5	12
嘉義縣阿里山鄉雪峰北段 211 地號	1	9.9	1	11.9	11
臺東縣大武鄉西勢湖段 (0805)381 地號	1	9.7	10	20.7	3
臺東縣大武鄉新大武段 (0806)112 地號	1	9.9	10	20.9	2
臺東縣長濱鄉大壩來段 133 地號	1	9.7	10	20.7	3

資料來源：本計畫整理

共同接收頭端財務可行性評估，本案經營者收入部分以政府補貼為主，三種經營方案的經營者淨現值，每年內部報酬率以 5%、10%、15%，彙整其政府需補貼金額，並 3% 折現率轉換政府需補貼金額折現值。內部報酬率越大，政府需補貼金額總額、政府需補貼金額折現值及經營者淨現值都越大，且相同內部報酬值時，政府需補貼金額總額、政府需補貼金額折現值及經營者淨現值皆呈現 A 方案 > B 方案 > C 方案。

A 方案，因廠商期初投資的金額較高，要達到同樣的報酬率之下，政府需要補貼的金額較高，建議 IRR 採 10%，廠商第四年起每年政

府補助與維運支出的差額約 1.3 億元，廠商 22 年營運期間以資金成本並扣除投入的土建、廠房、設備等成本，折現之後的淨現值約為 5.88 億元。

B 方案，建議 IRR 採 10%，廠商第四年起每年政府補助與維運支出的差額約 9266 萬元，廠商 22 年營運期間以資金成本並扣除投入的土建、廠房、設備等成本，折現之後的淨現值約為 4.06 億元。

C 方案，建議 IRR 採 10%~15% 區間，經由上述的淨現值換算可得知這樣的條件之下，IRR 採 10% 時，廠商每年政府補助與維運支出的差額 2,698 萬元，廠商 22 年期間以資金成本折現之後的淨現值約為 1.14 億元，若 C 方案在 IRR 為 15% 時，廠商每年政府補助與維運支出的差額 3,714 萬元，廠商 22 年期間以資金成本折現之後的淨現值約為 2.19 億元，如表 6-35 所示。

表 6-35、不同 IRR 在三方案相關費用分析表

內部報酬率 (IRR)	方案	政府需補貼金額加總	政府補貼金額折現值 (3%折現率加總)	經營者淨現值 (NPV)
5%	A 方案	11,643,200	8,032,769,477	125,241,626
	B 方案	11,430,150	7,948,149,724	87,674,970
	C 方案	11,085,270	7,818,774,558	24,367,919
10%	A 方案	12,496,300	8,621,332,384	587,893,220
	B 方案	12,017,250	8,353,196,357	406,069,942
	C 方案	11,251,330	7,933,341,146	114,425,267
15%	A 方案	13,493,800	9,309,518,412	1,128,855,551
	B 方案	12,688,900	8,816,574,949	770,317,912
	C 方案	11,444,370	8,066,521,528	219,114,358

資料來源：本計畫整理，單位：(新台幣仟元)

綜上分析，如果政府在本案建置共同頭端有充分資金(土建及頭端建設費用)，採 C 方案進行甄選經營者，其 IRR 建議 10%~15% 區間則在營運至第 22 年政府總支出最少。若採取 A 或 B 方案，當政府建置土建及頭端建設初期，因預算問題無法編列，則建議可依實際財政

問題，其 IRR 建議 10% 或以下，以提高廠商的參與意願。

共同接收頭端建設與營運建議可依採購法或促參法相關規定都  
可有採購及決標法源，採購方式採「公開招標」方式進行，而決標的  
方法則用評定最優投資人的方式決標。

依採購法或促參法進行投資人甄選，相關優缺點比較如下：

- (1). 依採購法的速度較快。
- (2). 促參法有提供「免納營利事業所得稅辦法」、「投資抵免辦  
法」、「進口貨物免徵即分期繳納關稅辦法」，對本案實施比  
依採購法辦理為優。
- (3). 依採購法處理，每一次委託上限為 10 年，委託到期後需對  
廠商執行績效進行評估，才能繼續委託；而促參法沒有委託  
期限上限(高鐵案 50 年)。