

# 由美國5G訊號對飛安的影響，淺談電信C波段對航機雷達高度計可能造成的干擾<sup>1</sup>

邱裕欽

## 一. 前言

美國兩大通訊業者 AT&T 及 Verizon 原計畫於 2022 年 1 月 19 日啟動 5G C 波段電信服務，然因美國聯邦航空總署 (FAA) 及美國主要航空公司高階主管反對下，如在無任何適當配合措施的情況下，貿然啟動此項 5G 的服務對飛行安全而言可能帶來危害。此項爭議竟然勞煩美國拜登總統出來協調；在白宮的協調折衝下取得了 6 個月的緩衝期，延後啟用美國主要機場旁約 500 座 5G 基地臺服務，暫時避免了飛航安全上的隱憂。

## 二. 5G通訊建設與飛航安全

談到 5G 訊號對飛安的影響，我們可先用一個情境來說明：社區旁邊有一個建築工地，為了便於巡查，安裝探照燈（5G 工作頻寬輻射範圍內）徹夜燈火明亮，從而避免工地的各種物資丟失。可是探照燈太亮了，輻射到了社區（雜散輻射），影響了社區夜間休息（雜散輻射必然帶來干擾）。這樣的日常例子並不少見，電波與光的物理傳播特性相仿，如果機場附近 5G 基地台是探照燈，

發射頻率與航機使用的雷達高度計 (Radio Altimeters, RA) 非常接近，那麼就無法排除被干擾的可能。以下我們藉由美國航空無線電技術委員會<sup>2</sup> (RTCA) 於 2020 年發表的研究，以多家航太設備商所生產之無線電高度計來進行測試，此項數據證明其可能產生的干擾現象。RTCA 發表該研究結果並提出了警訊，惟遭外界多所質疑，但就飛安而言是值得重視與關注。

## 三. 航空器無線電高度計

無線電高度計主要提供準確的航機距地高度，此項資料傳送給航機地障迴避警告系統，自動著陸系統等相關系統的運作。商用航空器多數使用的雷達高度計都是發射調頻連續波 (Frequency Modulated Continuous Wave, FMCW)，以電波發射程中遇到物體阻擋反射的原理來偵測對地高度。調頻連續波應用乃非常普遍的科技，常見用於測量標的物距離和速度，如氣象雷達、車用防撞警示雷達等。目前各航太廠商製造無線電高度計使用頻率主要為 4.2~4.4 GHz，其中中心頻率為 4.3GHz，其典型頻寬帶範圍約為 0.1~0.18 GHz。

#### 四. 5G C頻基地台

C 頻泛指 3.3~4.2 GHz 頻段，通訊商在取得頻段營運許可後所設置之 5G 基地台應該在規定的頻率範圍內傳送無線信號。但現實中，基地台內部元件並非理想設備或受外界環境影響存在或多或少的非線性，在發射無線信號的過程中，產生了很多非規定頻率範圍內的信號，亦即發生了雜散輻射，就像探照燈照到了旁邊的社區。基地台發射了非自己頻率範圍內的信號，就可能對其他通信系統造成干擾，就像工地的探照燈影響了社區。以臺灣為例，城鄉之間所設置基地台的密度相當高，依法<sup>3</sup>設有最大有效等向輻射功率為 57 分貝毫瓦 (57dBm)，相較於美國都會區依 5G 基地台設備種類不同<sup>4</sup>，最大有效等向輻射功率約為 67.5~79.6 分貝毫瓦 (dBm)，而在郊區則為 68.2~80.3 分貝毫瓦 (dBm)<sup>5</sup>，功率明顯大於我國規範上限。

#### 五. 5G C波段基地台功率大小及距離機場遠近對航機無線電高度計可能的干擾

台灣國家通訊傳播委員會 (NCC) 目前開放商用的 5G 頻段以 2.8GHz (27.9~29.5GHz) 與 3.5GHz (3.3~3.57GHz) 為主，與航機雷達高度計 (RA) 4.2~4.4GHz 間未使用之頻段 3.5GHz~4GHz，如同三線道中間的馬路，形成了寬廣的保護區隔。為此，我國民航局也行文 NCC 審慎評估開放上述之保護區隔，以避免干擾影響飛航安全。

然而頻段如同寶貴資產，為達到最佳經濟效益，多數國家會採用限制發射功

率、限制基地台設置距離。如同法國使用 3.6~3.8GHz 頻段，雖相鄰 4.2~4.4GHz，但規範以較低的發射功率降低了干擾發生。究竟美國 5G 通訊使用 3.7~3.98 GHz 的頻段如何影響航機無線電高度計？根據 RTCA 研究結果，有下列兩種因素；

1. 功率影響；美國幅員廣大，為減少建設基地台並達到最大化 5G 的涵蓋範圍，所使用的基地台的功率約為台灣的 11 倍以上 (例如台灣法規功率上限為 57dbm=501W，但美國基地台最小功率 67.5dbm=5.623KW)，因此在鄰近機場周圍 5G 基地台以高功率發射 3.7~3.98GHz 所產生的雜散輻射，對於各家廠商設計的雷達高度計所使用 4.2~4.4GHz 範圍內，將會有不同程度的影響。雖然法國 3.8GHz 頻段也有可能影響 RA，但如前所述功率是其中一項因素。
2. 距離影響；另一項因素是雷達高度計採用調頻連續波工作原理，是雷達在發射頻率變化的連續波，被物體反射後的回波與發射信號有一定的頻率差，通過測量頻率差可以獲得目標與雷達之間的距離信息，簡而言之，RA 在 4.2~4.4 GHz 對地發射後在偵測高度過程中，可能會收到機場鄰近 5G 基地台發射之 3.7~3.98GHz，誤判獲得目標與雷達之間的距離信息，造成干擾航機運行，造成飛安上的隱憂。以 NCC 所訂定我國公眾電信網路基地台設置使用管理辦法第六條說明二<sup>6</sup>為例；” … 為避免 3300MHz (3.3G GHz) 至 3570MHz (3.57 GHz) 頻段基地台對既有鄰頻 3610MHz (3.61GHz) 至 4200MHz (4.2GHz) 頻段衛星下鏈接收站產生干擾… 進行評估” ，顯見在一定距離範圍

內相近的頻率會產生干擾，如對比美國5G許可的3.7~3.98 GHz與雷達高度計使用頻率4.2~4.4 GHz，這也是為何美國極需要在機場周圍針對5G基地臺機區隔出一定距離之緩衝區(BUFFER ZONE)，以避免干擾。

## 六. 結語

美國5G服務訊號頻段與雷達高度計頻段相鄰所引發一波飛安疑慮，在取得緩衝期後，主要飛機製造與相關儀電製造商陸續提供最新適航替代符合方法(Alternative Means of Compliance, AMOC)於美國FAA核准並公告後，暫時解決了多家國際航空公司暫停、取消飛往美國各大主要機場的影響。危機的發生就是危險與轉機，在後續有限的時間裡，5G通訊影響飛安的各项可能風險將逐一被審慎評估，不啻是為旅客帶來更安全的飛航保障。✈️

## 附註

1. RTCA Paper No. 274~20/PMC~2073,page 20 Table 6~3, page 21 Table 6~4.
2. Radio Technical Commi 邦航空總署贊助成立之聯邦諮詢委員會
3. 公眾電信網路基地臺設置使用管理辦法第二十條。
4. 基地臺使用8天線或16天線 ssion for Aeronautics, RTCA 美國運輸部聯
5. RTCA Paper No. 274~20/PMC~2073,page 20 Table 5~3, page 21 Table 6~4.
6. [https://www.ncc.gov.tw/chinese/files/20062/538\\_43313\\_200623\\_3.pdf](https://www.ncc.gov.tw/chinese/files/20062/538_43313_200623_3.pdf)