

出國報告（出國類別：進修）

國際戰術通信班—無線電通信原理與 新型跨頻無線電機的應用

服務機關：海軍臺北通信隊

姓名職稱：陳立穎 中尉

派赴國家：美國

出國期間：106 年 10 月 24 日至 106 年 12 月

報告日期：107 年 3 月 2 日

摘要

國際通訊戰術班，第一階段主要課程內容為無線電通訊傳輸原理介紹、內部基本架構、影響通訊之天然、人為因素及新式無線電跨頻機的使用及戰術天線的應用；第二階段，我們根據太陽黑子數及發射端與接收端經緯度對應既有資料庫各時段所記載的頻率，選擇最適合頻率，實施通信驗證；第三階段，在完成觀念講解後，授課教官會帶我們到 NASA 實驗林兩端用野戰繩式天線製作全向性、指向性、環形天線及直立式天線，從拋繩、量測天線長度、量測地阻值到選頻，重複實作，交叉比對各種影響通達率的因素；第四階段，期末測驗，教官讓學員自己訂定通信計畫時序、運用選頻軟體選頻與網路阻通狀況排除統一作法，將所有人分成兩組人馬到相距車程 1 小時左右的野地獨力完成繩式天線架設、無線電機架設及網路測通，作為期末測驗成果。

目次

壹、目的.....	4
貳、授課過程.....	4
一、無線電傳輸知識課程.....	4
二、無線電機基本元件.....	5
三、無線電機操作模式.....	6
四、戰術天線實測各式型態天線的優缺點.....	6
五、新式高頻無線電收發機.....	8
六、選頻軟體操作.....	8
七、綜合演練.....	8
參、心得及建議.....	9

壹、目的

高頻通信為視距外通信，高頻微波又稱作天波，其傳輸倚賴大氣層折射原理，將能量傳輸至較遠距離外陸岸站臺或移動站臺(傳輸頻段位於 3MHz 至 30MHz 之間)，18 世紀隨著工業革命帶來了人口的移動，利益的爭執引發一次世界大戰，為滿足陸、海、空軍長距離通信，軍方將高頻通信使用於艦岸通信與岸臺通信，自此以往高頻通信的應用日漸受到重視，當無線電使用者愈來愈多，每個時段能使用的頻率數量有限，科學家將無線電波能量傳輸分為上、下旁波道擴充可用數，發射端及接收端唯有設定相同旁波道，方可實施對通，然而，需求大於供給的情況使得衛星通信應運而生，現我軍通信採多網並行以確保不同環境因素下艦艇仍能及時收到岸臺下的指令。本次見習所講授的高頻無線電波傳輸原理及應用可有效提升海軍通訊人員相關知識；另新式跨頻收發機的發明整合高頻、特高頻網路通裝於一多工系統，可達通裝精簡化之效，期未來我軍能藉此檢討本軍現行相關作法及通裝提升，以符合國際未來趨勢。

貳、授課過程

為說明無線電相關理論知識、新型跨頻無線電機的應用現況，並將相關知識結合新型無線電機操作，課程共區分「無線電傳輸知識課程」、「新型無線電機解說」、「新型無線電機操作」、「選頻軟體操作」及「綜合演練」4 個主要的部份：

一、無線電傳輸知識課程：

(1)無線電發展史

西元 1873 年，科學家馬克斯威爾發現電流的傳遞會產生磁場，發表「電磁說」；西元 1888 年科學家魯道夫針對磁場中的波動進行研究，發現磁場內有一股波動遵循一定的規律傳輸，他將之命名為電磁波，並將波傳輸的規律命名為頻率；西元 1896 年科學家馬康尼成功使電磁波可遠距離傳輸；西元 1924 年，愛德華愛普敦發現電離層對電磁波傳輸的影響。

(2) 無線電傳輸三元素—頻率、波長、振幅

頻率(Hz)等於一秒發生幾次，兩波峰之間的長度稱為波長，振幅顯示此電磁波的能量強弱；波長乘以頻率等於波速，週期等於發生一完整波的時間，頻率與週期成反比。

(3) 高頻通信的發展—視距外通信

高頻通信為視距外通信，高頻微波又稱作天波，其傳輸倚賴大氣層折射原理，將能量傳輸至較遠距離外陸岸站臺或移動站臺(傳輸頻段位於 3MHz 至 30MHz 之間)。第一次世界大戰，軍方將透過大氣層折射傳輸的高頻無線電機用於遠距站臺間通信，由於無線電傳輸所倚賴介質為空氣，傳輸過程中能量耗損快，當時受限於發射功率增益技術，應用頻率僅介於 3MHz 左右區間，一次大戰及二次大戰期間，科學家發現高頻通信由於訊號傳輸受到每日使用的時段、季節與十一年太陽黑子週期影響而有折射面高低不同、折射波完整度不盡相同的狀況，需要突破 3MHz 的瓶頸，才逐漸有人開發相關輔助設備並提升通裝傳輸功率，使用超過 3MHz 的頻段。

當使用者愈來愈多，每個時段能使用的頻率數量有限，科學家將無線電波能量傳輸分為上、下旁波道，發射端及接收端唯有設定相同旁波道，方可實施對通；隨著工業革命帶來了人口的移動，利益的爭執引發一次世界大戰，為滿足陸、海、空軍長距離通信，衛星通信隨科技演進應運而生。

無線電通信的發射端及接收端有可能為艦艇或大型飛行器，架設空間上的限制影響收發機功率大小及配賦零附件等級，能配置的收發機大小不完全相同，陸岸塔臺由於能增設的空間大，為提升通信品質，多裝設較靈敏的接收器及高功率的功率放大器。

(4) 特高頻、超高頻、極高頻通信—視距內通信

頻率愈高的微波能量相對愈高，微波不易發散，除了部分特高頻頻率能突破地形限制以電離層折射方式傳輸，一定頻率以上的微波，傳輸方向多為直線前進，我們稱之為「直線波」，俗稱地波，為視距內通信，直線波傳輸最大的缺陷在於，發射端及接收端天線必須在雙方視線所及範圍內傳輸，由於此一限制，當我們將其應用於遠距離傳輸，收發天線必須架設於至高點；特高頻通信及極高頻通信最顯著應用為衛星通信。

二、無線電機基本元件

(1)發射端

話筒接收到聲音，將音頻傳輸至混波器與震盪器產生的一組基頻混和成射頻信號(AM, Amplitude Modulation)，經過射頻放大器，將信號增益後，自天線傳輸至空氣中。

(2)接收端

接收端自天線接收到射頻信號微波，經信號線傳輸至射頻增益器，傳輸至檢波器，檢波器將射信號解調變後，還原音頻信號，傳輸至擴音器再傳輸到終端設備。

三、無線電機操作模式

- (1)單工模式：假設發射端為 A，接收端為 B，A 與 B 的角色不可互換(信號傳輸方向固定)。
- (2)半雙工模式—假設發射端為 A，接收端為 B，A 與 B 的角色可以互換(信號傳輸方向可更動)，但 A 與 B 不可同時傳送信號，最顯著的日常應用為手持式無線電話機。
- (3)全雙工模式—收發端可同時傳送信號且互換角色，最顯著的應用為電話。

本新型無線電機可依三種不同情況交互選擇，以提供最佳傳輸安全性與品質。

四、戰術天線實測各式型態天線的優缺點

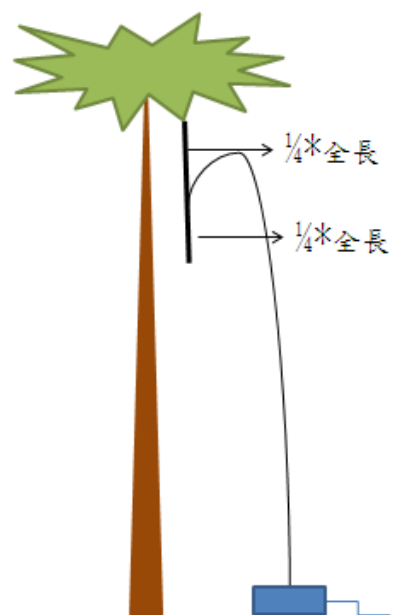
天線種類分為全向性天線及指向性天線，全向性天線收發端較能準確接收無線電波，但由於能量發散，能量傳輸距離較為有限；指向性天線收發端方位角需相對(接收端+發射端=360 度)，且類型需相同(如：L 型天線只能和 L 形天線對通)方可順利對通，能量傳輸距離較遠。發射端使用全向性天線時，接收端必須同為全向性天線方可實施對通。

(1) 全向性直立式天線(Whip Antena)

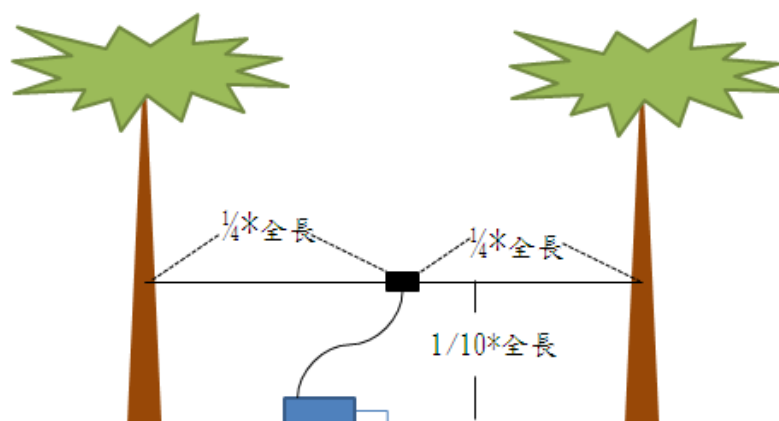


天線長度計算公式(英呎)：
 $234/\text{頻率}=1/4*\text{天線全長}$
 $468/\text{頻率}=1/2*\text{天線全長}$
 $936/\text{頻率}=1*\text{天線全長}$

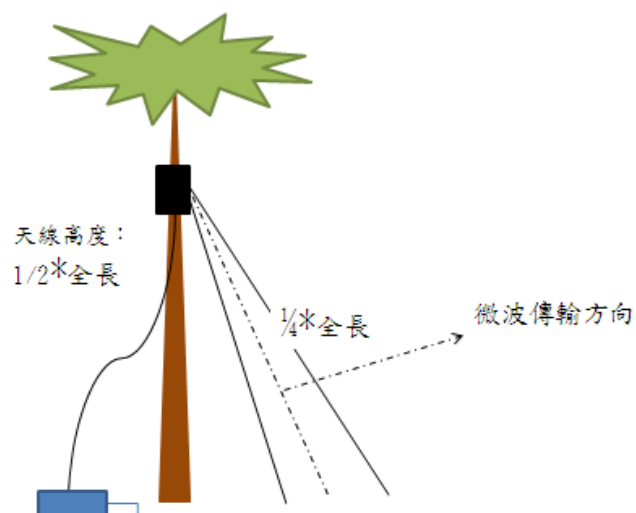
(2) 全向性雙極天線(Dipole Antenna)



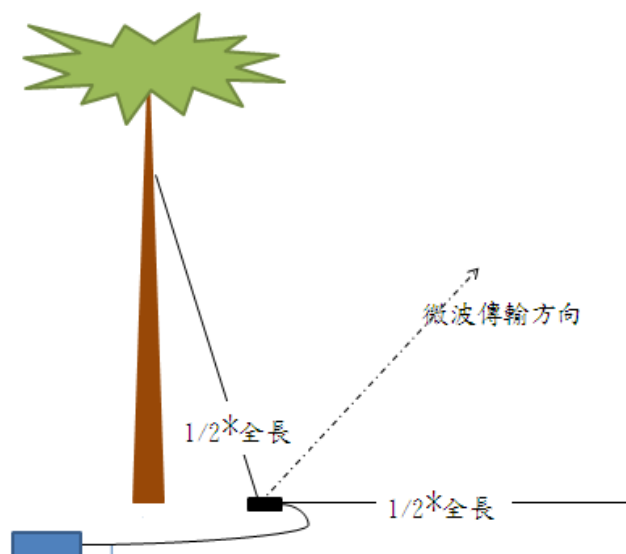
(3) 全向性 NVIS 天線(NVIS Antenna)



(4) 指向性 V 型天線



(5) 指向性 L 型天線



五、新式高頻無線電收發機

新式 VHF、HF 跨頻收發機具備 GPS 可回傳地理位置，配置筆記型電腦可傳送即時訊息(Tactical talk)及圖片，通信機所有頻率、模式等介面設定已寫入電腦軟體(CPA，Computer Program Application)，CPA 可完成通信機所有設定，根據使用者所處情境切換使用模式(PT 為練習模式；CT 為加密模式)。(收發機圖片涉及機密，故不宜於報告中展示)

六、選頻軟體操作

選頻軟體後方為一大型資料庫，以時間及發射端(接收端)經緯度為欄位紀錄不同時間及收發端相對位置所使用最佳使用頻率，我們只要輸入測通時間、地點及時段，資料庫便會提供最佳頻率供收發端使用，為防止頻率重複導致各國軍方於使用高頻通信時洩漏國家機密，全球高頻無線電通訊目前由美國統一選頻並分配給各國軍(民)營站臺使用。

七、綜合演練

期末考當日，所有學生分為 4 組實施通信驗證，兩組為發射端兩組為接收端，接收端搭乘小船至營區內密西西比河畔而發射端至營區外 3 公里墓旁草叢分別實施野戰天線架設，出發前各組擬定作戰想定，從時序、測通網路到各模式操作員，各模式皆須完成各呼、群呼及即時訊息傳輸。

參、心得及建議

此次受訓位於斯坦尼斯海軍技術學校為期六週的通信戰術班讓我對無線電通信的原理、通信機架設、天線架設、通信機設定、選頻及無線電通信限制因素有更多認識，該中心成立主旨為「防止恐怖組織滲透開發中及未開發國家引發第三次世界大戰」，該中心主要培訓戰時通信幹部、水下操作手、海上指揮官及輪機操作手等，召訓中南美、亞洲、非洲各國軍士官，這些受完訓的軍士官則為備戰種子教官，最終目的希望環太平洋各國共同維護世界和平，受訓過程中認識來自世界各國的官士兵，聽聞他們國家政經狀況，我深深覺得生長在臺灣是一件值得珍惜及驕傲的事情，希望未來還有機會到國外受訓，增廣見聞，將所學為國家奉獻一己之心力。

圖一、通信戰術班



圖二、美方致贈首位臺灣受訓學員紀念品

