



# 國際軍用通信裝備演進探討—以美軍戰術型作戰人員資訊網路為例

作者:吳苔秀

## 提要

- 一、戰場通信是作戰行動中決策的重要依據，而戰術型作戰人員資訊網路(Warfighter Information Network-Tactical, WIN-T)為美國陸軍的核心戰術網。
- 二、WIN-T於2004年部署至伊拉克，然在2017年美軍決定停止WIN-T系統的繼續投資，後續以綜合戰術網(Integrated Tactical Network, ITN) 增強美陸軍網路能力。
- 三、以WIN-T系統演進方向及面臨問題，探討國軍戰術層級所使用的戰術區域通信系統(Improved Mobile Subscriber Equipment, IMSE)後續提升方向。

**關鍵詞：WIN-T、戰術型作戰人員資訊網路、IMSE**

## 前言

現代軍事作戰正處於各種通信技術和資訊、網路革新階段，包含無線通信、衛星通信、數據網路等，用於實現即時指揮、控制、情報共享和戰場情勢感知能力。通信網路的重要性在這個新戰爭時代變得不可忽視。

WIN-T作為美軍戰術通信網路系統，提供高速、可靠的通信和訊息傳輸能力，不僅強化指揮官的指揮和控制能力，還大幅提高部隊在現代複雜戰場中協同作戰效能，支持指揮官決策制定和部隊戰鬥行動。然而，WIN-T系統仍面臨著安全性和技術發展的挑戰。

本文從WIN-T系統概述切入，介紹WIN-T演進、組成及其運用的關鍵技術，進而說明為何美軍從花費鉅資研發WIN-T系統直至2017年宣布不再投入資金繼續開發該系統，以此探討一樣是從移動用戶設備系統(Mobile Subscriber Equipment, MSE)改良而來，運用在戰術層級所使用的戰術區域通信系統，提出後續提升方向建議。

## WIN-T 概述

WIN-T是美國陸軍從戰區到連級所採用的一個移動、高速、大容量寬頻骨幹戰術通信網路，可支援陸軍全頻譜作戰，最終目標為取代移動用戶設備(Mobile



Subscriber Equipment, MSE)和三軍聯合戰術通信系統(Tri-Service Tactical Communications System, TRI-TAC)，三軍聯合戰術通信系統和移動用戶設備最初是為了容納語音通信而設計，經由WIN-T系統建立，可使指揮官在移動中進行通信，接收到士兵的語音及數據訊息，並且可在地圖上顯示士兵位置。

在衛星通信技術廣泛使用以前，戰場通信需要安裝和維護中繼站台和電纜，限制了任務的範圍和靈活性，已不符合現今戰場上對多媒體通信語音、數據和視訊需求。<sup>1</sup>WIN-T系統採用商用技術傳輸有線及無線的語音、數據、視訊等資訊，利用多波道技術來實現高效數據傳輸和通信，並使用多個頻率和通道來傳輸數據，從而實現同時傳輸多個信號和多個任務。此外，WIN-T系統還可以根據實際需求調整頻率和通道使用，從而實現最優化數據傳輸效率。並且具有抗干擾和保密通信等功能，進而提升通信可靠性和安全性。

## WIN-T 系統發展演進

### 一、第一階段 (Increment 1) —提供固定式通聯能力 (Networking At-The-Halt)

2003年美軍在審視伊拉克戰爭的弱點後，研發了聯合網路節點(Joint Network Node, JNN)，於2004年部署至伊拉克，並開始向營級士兵提供語音和數據功能，藉由將地面與衛星的傳輸資訊連接起來，可將戰場上的即時戰場現況無縫傳遞於指揮官，而這也是歷史上第一次，戰場上的士兵在營級即可操作具有語音及數據通信網路。隨著2007年重組後的JNN即為WIN-T第一階段前身，又細分為：Increment 1a(extended networking at-the-halt)停止時擴展網路，升級了JNN的功能使用Ka頻段具有頻帶較寬特性來傳輸訊息。<sup>2</sup>

Increment 1b(enhanced networking at-the-halt)加強式靜中連網路，則改變了網路的加密架構以及加密訊息通過衛星和視距鏈路傳輸方式。

利用網路中心波形(Network-Centric Wavform, NCW)，提供高效率衛星通信能力，進而增加訊息頻寬，且引入安全體系結構「無色核心」，可優化頻寬和衛星利用率。有利於Increment 1和Increment 2之間的溝通，提高網路效率、安全性和互操作性使兩個階段在戰場上可無縫交流。<sup>3</sup>

---

1 Igal P. Sharret, "WIN-T - The Army's New Tactical Intranet", IEEE, 1999, P.1383

2 《Warfighter Information Network-Tactical Commander's Handbook》，Version 2.0，GDMS July 2016，Page4

3 (Army Communicator) 〈Uncovering the colorless core of the Army's network〉 [https://www.army.mil/article/78976/uncovering\\_the\\_colorless\\_core\\_of\\_the\\_armys\\_network](https://www.army.mil/article/78976/uncovering_the_colorless_core_of_the_armys_network)，資料時間 2012年5月3日，檢索日期2023年4月10日。



Increment 1b 不僅可使 WIN-T Increment1 和 Increment2 共享一個調製解調器，也可以共享相同的 NetOps(Network Operations)網路作業。NetOps 為通信人員提供所需工具，以便規劃、操作、監控、保護網路，提高網路作戰能力使用層級為作戰區、軍團、師、旅和營級(如圖 1)。<sup>4</sup>

Increment 1b自2004年開始至2012年已完成部署，為營級以上士兵提供靜止、高速、大容量語音，數據和視訊通信。

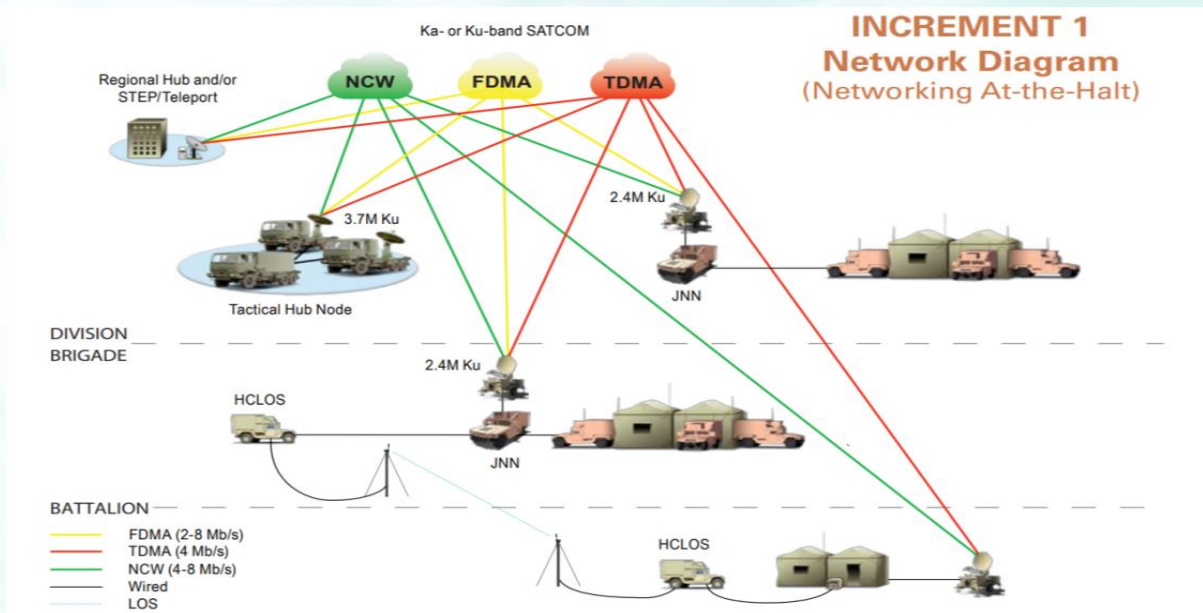


圖 1 WIN-T Increment1 階段網路架構示意圖

資料來源：General Dynamics，《Warfighter Information Network-Tactical Commander's Handbook》，Version 2.0，GDMS July 2016，Page 6。

## 二、第二階段（Increment 2）—提供初始動中通能力（Initial Networking On-The-Move）

此次升級採用無色核心（Colorless Core）技術，無色核心技術負責協調不同節點之間的通信，並確保數據在各個節點之間流動的安全性和準確性。採用了分布式結構，具有高度可擴展性和可靠性，使得WIN-T系統能快速適應不同作戰環境下的通信要求，從而滿足作戰指揮所高效能、安全、穩定的通信需求。在無色核心技術中，被加密的訊息無法被分辨出是機密還是非機密，此種技術不僅增加WIN-T Increment 2的相容性，也提高網路安全和效率，能使士兵在戰場發送訊息時不必擔心敵方截獲敏感訊息。<sup>5</sup>此技術亦能為士兵提即時通信，即使處於

4 (U.S.ARMY) 〈PM WIN-T INCREMENT 1〉 <https://web.archive.org/web/20120724115316/http://peoc3t.army.mil/Wint/inc1.php>，資料時間 2012年7月24日，檢索日期2023年3月16日。

5 同註4



沒有固定站台的情況下，且能提供指揮官戰場即時訊息，並提高網路管理員、網路規劃和監控人員網路作業能力。<sup>6</sup>Increment 2可以在一個完全臨時、自我形成、自我修復網路中實現從師到連的移動任務指揮，選定的作戰人員能在戰場上任何地方進行機動並保持與網路的连接(如圖2)。<sup>7</sup>

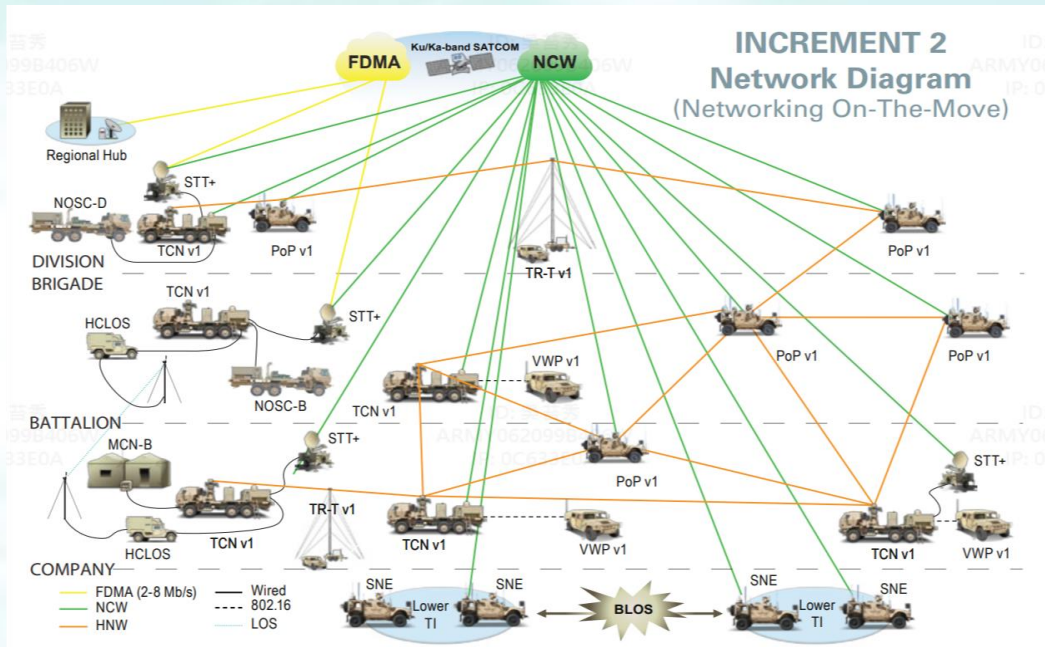


圖 2 WIN-T Increment 2 階段網路架構示意圖

資料來源：General Dynamics，《Warfighter Information Network-Tactical Commander's Handbook》，Version 2.0，GDMS July 2016，Page 31。

### 三、第三階段（Increment 3）—提供全網動中通能力（Full Networking On-The-Move）

預劃達到完全動中通能力，提供完整網路移動性，利用先進極高頻衛星連接整個網路，減少對商用衛星依賴，並增加了衛星通信能力。增加了空中中繼平台和個人通信設備。空中中繼平台的任務是充當空中中繼節點，使WIN-T由原來地面、空間兩層架構變為地面、空中、空間三層架構(如圖3)。機動裝載節點具有衛星通信優勢，卻沒有衛星通信所造成的延遲，並且具有快速部署能力。空中層的加入能擴大WIN-T的網路覆蓋範圍。能快速部署無人駕駛飛行器，在需要的時間和地點。無人機作戰主要側重於充當監視和攻擊，美軍希望將來能逐步擴展無人

6 (GENERAL DYNAMICS) 〈Warfighter Information Network-Tactical(WIN-T)〉 <https://gdmissionsystems.com/communications/warfighter-information-network-tactical>，檢索日期2023年2月5日。

7 (U.S.ARMY) 〈PM WIN-T INCREMENT 2〉 <https://web.archive.org/web/20120724115407/http://peoc3t.army.mil/Wint/inc2.php>，資料時間 2015年6月29日，檢索日期2023年3月16日。



機為通信節點，以增強整個網路覆蓋範圍和通信能力。<sup>8</sup>

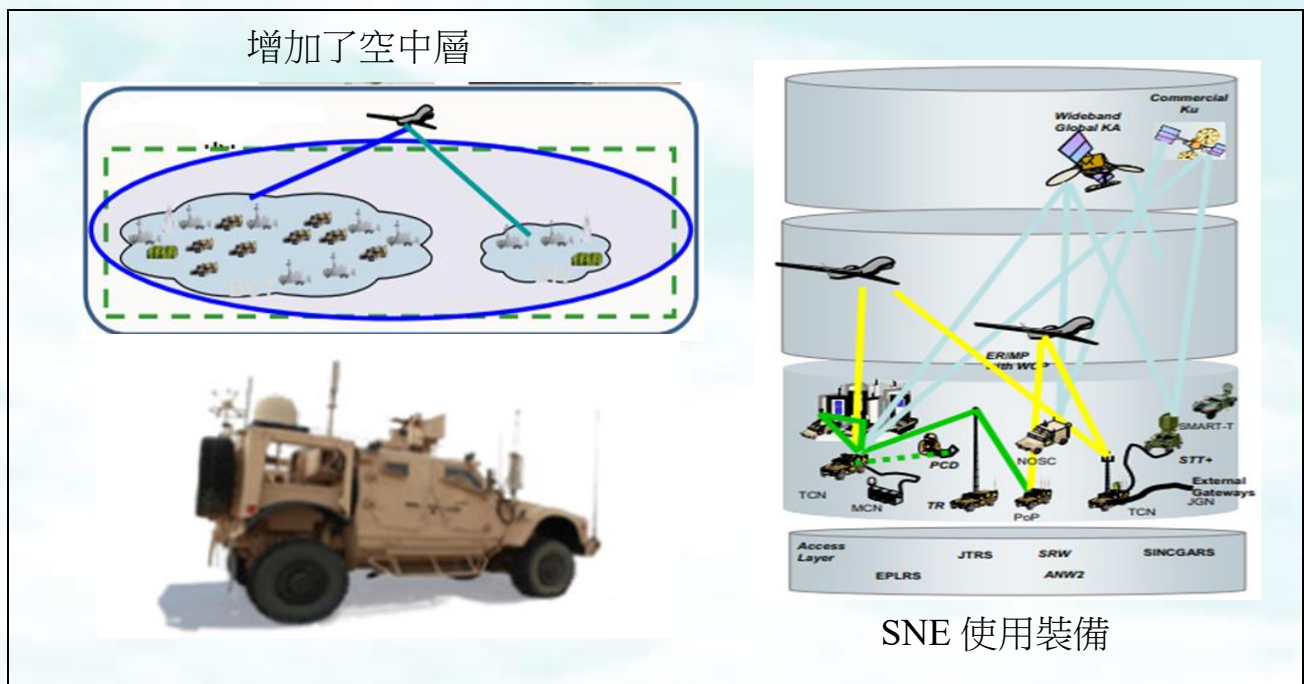


圖 3 WIN-T Increment 3 階段多層架構示意圖

資料來源：IEEE Military Communications Conference，《ARMY WARFIGHTER INFORMATION NETWORK-TACTICAL (WIN-T) THEORY OF OPERATION》，2013，Page 31

## WIN-T 系統各階段主要組成、關鍵技術及運用室礙

### 一、Increment 1主要裝備

#### (一)戰術中心節點（Tactical Hub Node，THN）

該節點位於師級，可為師指揮所提供區域中心節點(Regional Hub Node，RHN)接入服務以及對下屬部隊控制能力，主要由三個部份組成：車廂和兩部分時多工重存取(TDMA)<sup>9</sup>和分頻多重存取(FDMA)<sup>10</sup>衛星車輛(如圖4)。使用端點到端點Ku頻段衛星網路連接，使WIN-T系統能夠透過區域中心節點接入國防信息系統網(DoD Information System Network，DISN)和國防交換網(DoD Switched Network，DSN)，並能為16個分頻多重存取指揮所和80個分時多工存取指揮所組成的師級網路提供訊息服務，實現對下屬部隊指揮控制。

<sup>8</sup> Syed R. Ali, Richard S. Wexler, ARMY WARFIGHTER INFORMATION NETWORK-TACTICAL (WIN-T) THEORY OF OPERATION, IEEE Military Communications Conference, 2013, p1454

<sup>9</sup> 分時多工是允許多個用戶在不同時間使用相同的頻率。用戶的傳輸，一個接一個，每個用戶使用他們自己的時間。

<sup>10</sup> 分頻多重存取為直接將頻率進行切割，將全頻寬切割成每個等寬頻帶的通道，每個用戶皆可使用一個通道，如無線電、衛星通訊等。傳輸的時候將每個發送端的數位訊號調變到不同的頻率，接收端將接收到的訊號經過濾波器篩出，再還原成數位訊號。



圖 4 戰術中心節點組成

資料來源：General Dynamics，《Warfighter Information Network-Tactical Commander's Handbook》，Version 2.0，GDMS July 2016，Page7。

## (二)聯合網路節點（Joint Network Node，JNN）

該節點位於師級和旅級指揮所，可將WIN-T網路空間資源和地面資源連接起來，使WIN-T網路形成互聯互通兩層架構，主要裝備安裝於高機動多用途輪車上(如圖5)。聯合網路節點可透過戰術衛星終端接入戰術中樞節點和區域中樞節點，完成與全球資訊網格、國防信息系統網和國防交換網的整合，也可與各級指揮所戰術衛星終端連接，實現各級指揮所之間訊息互通。



圖 5 聯合網路節點組成

資料來源：General Dynamics，《Warfighter Information Network-Tactical Commander's Handbook》，Version 2.0，GDMS July 2016，Page9。



### (三)營指揮所節點 (Battalion Command Post Node, BnCPN)

該節點位於營級為用戶提供保密數據和IP語音話務。包括非保密IP網路路由和保密的IP網路路由，在時分多址衛星體系結構下運行(如圖6)。通過戰術衛星終端與上級指揮所相連，實現於上級指揮機構的互通。



圖 6 營指揮所節點組成

資料來源：General Dynamics，《Warfighter Information Network-Tactical Commander's Handbook》，Version 2.0，GDMS July 2016，Page13。

## 二、Increment 1、Increment 2主要裝備

### (一)區域中心節點 (Regional Hub Node, RHN)

區域中心節點是 WIN-T的傳輸節點，也是戰術通信網路骨幹，提供全球資訊網格高頻寬入口，可覆蓋區域內部署的所有單元，為師、獨立旅戰鬥隊以及遠征通信營提供衛星、語音和數據。<sup>11</sup>美軍現全球部署有五個區域中樞節點分別為：美國大陸(CONUS)東部和西部、中央司令部、歐洲司令部和太平洋司令部。在全面運行時可近乎全球覆蓋，為美網路中心提供陸海空三軍接入全球資訊網格服務，實現三軍網路互聯互通。區域中心節點相當於三個戰術中心節點的固定安裝，用於作戰區操作。

### (二)衛星可攜式終端(Satellite Transportable Terminal, STT)

11 U.S.ARMAY PM WIN-T REGIONAL HUB NODES, <https://web.archive.org/web/20120724115857/http://peoc3t.army.mil/Wint/rhn.php>, 資料時間 2012年7月24日，檢索日期2023年2月5日。



衛星可攜式終端是高度可運輸和移動衛星系統(如圖7)，部署於師級、旅級、營級，為各級指揮所提供衛星通信能力。採用現有成熟商用衛星技術，可車載托掛，單兵操作時僅需30分鐘即可架設完畢。該系統與JNN和BnCPN結合使用，目的在隨時隨地建立安全語音，視訊和數據通信。



圖 7 衛星可攜式終端

資料來源：General Dynamics，《Warfighter Information Network-Tactical Commander's Handbook》，Version 2.0，GDMS July 2016，Page11。

### 三、Increment 2主要裝備(如圖8、9)

#### (一)戰術通信節點(Tactical Communications Node，TCN)

為戰場上提供移動基礎設施第一步如「移動式基地台」部署在師、旅和營級單位為主要通信骨幹，提供指揮所微波主要鏈路通信能力，能在靜止和移動中利用高波段網路波形(High-band Networking Waveform，HNW)、地面視線鏈路、網路中心波形(Network Centric Waveform，NCW)、衛星超視距鏈路連接到WIN-T系統其他裝備，提供加密和非加密區域網路、網路電話、視訊會議、戰鬥網路無線電閘道(Combat Network Radio，CNR)和車輛無線電(Vehicle Wireless Package，VWP)提供車輛間通信使用。<sup>12</sup>

<sup>12</sup>Syed R. Ali、Richard S. Wexler，ARMY WARFIGHTER INFORMATION NETWORK-TACTICAL (WIN-T)THEORY OF OPERATION，IEEE Military Communications Conference，2013，p.1455.



圖 8 戰術通信節點

資料來源：Director, Operational Test and Evaluation 《Warfighter Information Network – Tactical (WIN-T) Increment 2 》Second Follow-on Operational Test and Evaluation，MAY 2015，Page 2。<sup>13</sup>

## (二)網路服務提供點(Point of Presence，POP)

提供無線網路WiFi部署在師、旅、營級以上特定車輛，包括四個連，每個連最多200名士兵和約10至30部車輛，使用高頻帶網路波形和網路中心波形衛星通信提供與WIN-T網路的移動連接，能在靜止、移動情況下使用視距和衛星通信鏈路，可為指揮官提供即時戰場情資，士兵可與指揮官直接通聯。

## (三)戰術中繼塔(TR-T)

具有高容量的地面戰術中繼塔部署在作戰區，用來增加微波通信區域覆蓋能力，旅級配賦1個30米桅杆，提供中繼鏈路來延伸HNW視距通信網路範圍。

## (四)士兵網路擴展節點(Soldier Network Extension，SNE)

該節點將資訊網路從旅級延伸至連級，提供連級對上的介接能力，能在靜止、移動情況下使用視距和衛星通信，進行單獨無線電網路連接。單兵能使用個人通信設備透過士兵網路擴展節點與上級相連，使戰場訊息傳遞和處理達到即時化程度，提高士兵對戰場情況反應速度，並增進決策效率，強化部隊整體作戰能力。

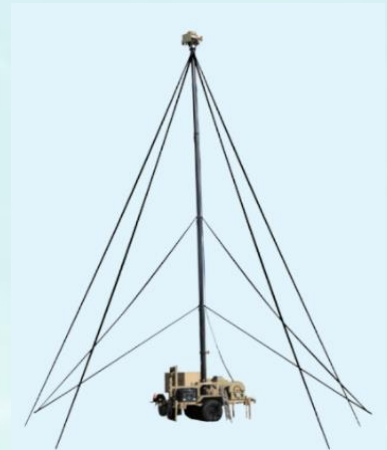
<sup>13</sup>Director, Operational Test and Evaluation Warfighter Information Network – Tactical (WIN-T) Increment 2 Second Follow-on Operational Test and Evaluation，MAY 2015.



網路服務提供點



士兵網路擴展節點



戰術中繼塔

圖 9 網路服務提供點、士兵網路擴展節點及戰術中繼塔

資料來源：General Dynamics，《Warfighter Information Network-Tactical Commander's Handbook》，Version 2.0，GDMS July 2016，Page33、39。

表 1 各演進階段裝備使用層級一覽表

| 各演進階段                   | 裝備            | 部署層級     |
|-------------------------|---------------|----------|
| Increment 1             | 戰術中心節點（THN）   | 師級       |
|                         | 聯合網路節點（JNN）   | 師級、旅級    |
|                         | 營指揮所節點（BnCPN） | 營級       |
| Increment 1、Increment 2 | 區域中心節點（RHN）   | 作戰區      |
|                         | 衛星可攜式終端（STT）  | 師級、旅級、營級 |
| Increment 2             | 戰術通信節點（TCN）   | 師級、旅級、營級 |
|                         | 網路服務提供點（POP）  | 師級、旅級、營級 |
|                         | 戰術中繼塔（TR-T）   | 作戰區      |
|                         | 士兵網路擴展節點（SNE） | 旅級延伸至連級  |

資料來源：作者整理

#### 四、WIN-T系統關鍵技術

在網路環境中，軍事行動會產生大量資訊，如己方和敵軍的位置數據、地理數據、靜止和視訊圖像，惟有採用可支援高傳輸速率的網路波形才能更好地為近距空中支援任務提供相關資源。在WIN-T系統中採用網路中心波形、高頻帶網路



波形、寬頻帶網路波形及士兵無線電波形，達到傳輸需求。

#### (一)網路中心波形(Network-Centric Wavafom，NCW)

WIN-T系統使用超視距衛星通信作為節點骨幹鏈路，並支援連級作戰通信需求，進而使WIN-T由營級擴展到連級，使士兵同樣具有傳輸圖像及視訊通信能力。該波形採用多頻時分多址接入(MF—TDMA)和需求式時分多址(DAMA)實現衛星IP通信網路，提高頻寬和衛星使用效率能同時能有效地提高傳輸量

#### (二)高頻帶網路波形(Highband Networking Waveform，HNW)

高頻帶網路波形是WIN-T系統中地面網路的核心波形，採用了空域抗干擾手段、頻域抗干擾手段和網狀網路方式來實現抗干擾。波形針對高性能頻寬網路進行優化能支持移動Ad-hoc(MANET)網路，調變方式有BPSK、QPSK、16QAM、64QAM，採用了一種「全向+定向」新型天線來實現抗干擾能力使地面節點具有初始動中通能力。

#### (三)寬頻網路波形(Wideband Networking Waveform，WNW)

為美陸軍未來連、營級戰術骨幹網的主要波形，採用自適應的網路架構用於優化網路路由性能與穩定性。可滿足軍種間相互操作，提供視訊、語音、數據的無縫動態網路傳輸。

#### (四)士兵無線電波形(Soldier Radio Waveform，SRW)

採用了無中心組網(Decentralized Networking)方式，其特色是不依賴集中式中心節點或單一控制點。在無中心組網中，節點可以直接連接和交換資訊，共享資源，共同決策。節點個體在被干擾、被摧毀情況下，網路整體性能受影響較小，網狀化結構可以很好地掩蓋控制層面的樹狀結構，進而更好地確保網路中關鍵節點、關鍵鏈路的隱蔽性、抗毀性。

#### (五)分頻多重存取(Frequency Division Multiple Access，FDMA)

直接將頻率進行切割，將全頻寬切割成每個等寬頻帶的通道，每個用戶皆可使用一個通道，如無線電、衛星通訊等。傳輸時將每個發送端的數位訊號調變到不同的頻率，接收端將接收到的訊號經過濾波器篩出，再還原成數位訊號。

#### (六)Ad-Hoc 網路

無線網路運作模式上可以分成兩大類，分別為基礎建設網路(InfrastructureNetwork)與隨意網路(Ad-Hoc Network)兩種模式，由無線存取設備與基地台(BaseStation)及橋接器(Access Point，AP)所組成，被稱作基礎建設網路這種網路類型的無線電設備，透過基地台或橋接器存取，和其他無線網路設備通聯，或是直接連接於有線區域網路，當通信距離超過橋接器的涵蓋範圍，或沒有橋接器時，即無法以Infrastructure Network的方式對資料進行存取，此時就需



使用另一種型態的無線網路，稱之為隨意網路。此種網路特色為不需基地台即可運作，任何成員皆可直接以無線電入網，故稱行動隨意網路(Mobile Ad-Hoc Networks, MANET)在軍事上，當戰場前線無法設置基地台時透過Ad-Hoc網路依然可以進行通訊，MANET網路能由某些具備有無線收發裝置的移動節點，透過無線的網路通道，形成任意的網路拓樸。

## 五、運用窒礙

(一)昂貴的成本：WIN-T系統的成本包括硬件設備、軟體開發和維護等方面支出非常高，對美軍國防預算有很大壓力。此外，鑑於系統更新和技術發展的需求，維持和升級WIN-T系統的投入金額也很龐大。

(二)複雜的部署和操作：WIN-T系統從Increment 1到Increment 2網路功能雖不斷提升，但隨之而來是網路管理和操作的複雜度，戰場通信設備太難使用裝備操作的複雜性過高，維護時間過長，系統複雜性的架構和配置要求，更需要專業知識和經驗才能正確使用，對於缺乏相應技術背景的士兵而言，學習和使用WIN-T可能會帶來困難反而無法發揮裝備功能。

(三)暴露的風險：動中通的能力有限，無法滿足現今戰場需求，過度依賴固定或半永久的長期基地，增加暴露風險的同時也限制了作戰部隊的靈活性，並且容易受到敵人干擾。固定式指揮所難以在未來瞬息萬變的衝突中長期存在，在目標快速確定的現代化條件下，快速移動對生存很重要，美軍擔心WIN-T系統容易受敵方干擾影響，且電磁訊號過於龐大，直接曝露了指揮所位置，容易成為敵軍攻擊目標。一旦關鍵通信節點被破壞或遭到電子戰干擾，整個系統的可用性和可靠性都會受到影響，這可能會給戰場指揮和通信造成嚴重的問題，並可能使指揮系統陷入癱瘓狀態。

(四)技術更新和適應性：系統開發時間到實際部署週期過長，快速發展的通信技術難以應用於已開發的系統中，無法因應現今戰爭環境中電子戰及網路戰的威脅，將來的作戰對手可能會採用複雜的干擾和欺騙技術來破壞系統。

(五)電力需求高：WIN-T系統需要大量的電力供應，以支持其運行和通信需求，這可能使得部署在偏遠或前線地區造成困難，因為可靠的電力供應有限。

(六)可移動性限制：儘管WIN-T系統具有可移動性但在Increment 1僅能在部隊停止行進時工作，Increment 2雖然可提供動中通能力，但功能不夠強大。在快速搬遷或部署到新作戰區域時，需要時間和資源進行設置(配)置，這可能對部署靈活性和快速反應產生一定限制。此外，系統的重量和體積也對部署和運輸帶來挑戰，部份裝備過大過重，運輸較為困難，如戰術通信節點需要重型戰術輪車才能完成運輸，完成開設需花費較多時間。



## 六、美軍WIN-T系統轉型作為

因上述種種原因導致WIN-T「Increment 3」在後續生產上出現瓶頸，所以美陸軍從2018年開始便停止採購WIN-T「Increment 2」，但已經採購的裝備則依交貨期程持續性的投入戰場，且已經部署於軍中的WIN-T系統，仍然繼續使用以確保美軍的通聯能力。

隨著WIN-T系統的終止投入，美陸軍「網路跨職能團隊(N-CFT)」和「美陸軍戰術指揮、控制、通信專案執行辦公室(PEO-C3T)」於2018年2月發布了「美陸軍網路現代化計畫」，提出了綜合戰術網(Integrated Tactical Network, ITN)概念用以增強美陸軍當前網路能力。<sup>14</sup>

此戰術網各項通資手段與WIN-T系統概同，更著重於衛星通信和窄、寬帶併用無線電通信，為了能夠處理更大量的數據流量和通信需求，以支持現代複雜戰場中高速數據傳輸和訊息交換，改變了加密和認證機制的複雜度，提高網路安全性和抗干擾能力，在大頻寬基礎條件下，可有效運用動態管理功能，以應對快速變化的作戰情勢，使指揮官和部隊能快速共享資源，提高作戰效能。

## 七、小結

WIN-T系統與普通的行動網路和固定網路相比，具有無中心節點的優點，其網路結構不需要設置任何中心控制節點，所有節點地位皆平等，任何節點均可以隨時隨地進入和離開網路，任一節點故障都不會影響到整個網路的運作，具有很高的抗毀性。

美陸軍於1996年提出和批准了WIN-T的系統體系結構方案，原計劃要歷時15年完成4個階段歷程，預算達100億美元。<sup>15</sup>1999年形成作戰需求草案，並在2004年部署至伊拉克，然在2017年美陸軍參謀長馬克·米利(Mark Milley)將軍在5月的國會證詞中指出 WIN-T系統太脆弱了，且難以操作，導致這一個系統不適合部署。美國國防新聞網站DoDBuzz於同年9月也發表了一篇主題為<陸軍將停止採購戰術網路系統>的文章，文中說明該系統無法滿足陸軍的作戰需求，且系統工作上有很大程度要依賴企業支援（WIN-T由General Dynamics Corp.協助開發），而商業創新及相關技術進步在加快，其速度都是美國軍隊的標準採購程序無法追上，但美國的競爭對手無論在現在還是未來都不受類似採購程序約束，使競爭者得以更好的利用新技術來增強其優勢。<sup>16</sup>

---

<sup>14</sup><https://www.eet-china.com/mp/a157022.html>

<sup>15</sup>夏海清、楊若鵬，美軍作戰人員信息網(WIN-T)探析，國防科技，(湖北)，第36卷第3期，2015年6月，頁79

<sup>16</sup>Army to Stop Buying Tactical Network Systems, General Says, <https://www.military.com/dodbuzz/2017/09/28/army-stop-buying-tactical-network/amp>



## 與國軍 IMSE 系統比較之芻議

### 一、戰術區域通信系統概述

國軍於1998年開始部署戰術區域通信系統(IMSE)亦稱為陸區系統，該系統是由美軍移動用戶設備(MSE)改良而成提供多元通資運用手段，為目前各作戰區與各聯兵旅及砲兵營級間重要通信平台，提供一個機動與保密通信的區域性交換通信系統。

其資訊網路架構在發展之初，設計為可因應網路環境快速變動、力求簡化並降低操作手的設定負擔，因此陸區系統所採用的是動態路由協定，有效遂行快速管理網路環境系統並具有優越數據傳輸能力，另有成套交換機系統提供語音及資傳功能，並有完整網路管理設備，可強化部隊所需高機動性要求，能有效提升整體通資整合戰力。

系統中以節點中心為骨幹，構成一個面的網狀結構，再將各個延伸節點交換機透過多波道無線電機收容。各級交換機則提供各指揮所所需之電話、傳真、電腦網路與行動電話等用戶服務，因此在網內之各種有、無線電用戶便可網內互打，也可以互相傳遞電子郵件及資料傳輸。

平時用於駐地實施縮短距離訓練外，各作戰區陸區通資部隊已全面參與演習，且因機步旅及裝甲旅演訓著重迅速兵力分合之機動指管作為，IMSE運用電路交換次系統(Circuit Switching Subsystem, CSS)提供用戶經由鏈路交換通道達成語音、數據通信。<sup>17</sup>藉由機動無線電次系統(Mobile Radio Subsystem, MRS)提供機動用戶無線電機語音及數據通信，經由戰術數據網路(Tactical Data Network, TDN)提供數據用戶資訊網路通信，透過戰術區域通信控制系統(Control Tactical Area Communications System, CONTACS)提供規劃、管理及監控整個陸區系統，使其發揮機動性、彈性、整合性等特色，提供機動指管所需之語音、數據、資訊、視訊等功能使其成為一個指管平台，並有效支援機步旅及裝甲旅之指管作為

### 二、戰術區域通信系統裝備組成

(一)戰術區域通信控制系統(Control Tactical Communications System, CONTACS):負責管理陸區系統網路通連，包含頻率管理、裝備組態管理、命令與報告草擬，並對系統中的戰術數據網路實施監控。其作業內容包括作業狀況圖標繪、作業系統規劃、自動頻率規劃管理、作業地形分析與傳輸路徑斷面圖剖析、作業命令產生與分配、預先登入清單產生與分配、密鑰產生與分配、資訊設備組態檔產生與分配、鏈路及網路監控與報告等。

---

<sup>17</sup>周守義，〈戰術區域通信系統教範〉，民國95年11月，頁1-10。



(二)節點交換機(Communications Central Tandem Switch, CCTS)：主要功能為構成系統中繼幹線，提供主要交換話務量控制和接續功能。一旦戰術區域通信控制系統決定網路涵蓋範圍和剖面地形圖審查後，受命節點中心即可進行戰術性部署，以建立系統網路骨幹。

(三)大延伸節點交換機【Communications Central Extension Switch(V)3, CCES(V)3】：提供司令部、軍團指揮所的用戶接續能力，提供本地有線用戶的網路接續交換服務。

(四)小延伸節點交換機【Communications Central Extension Switch(V)2, CCES(V)2】、【Communications Central Extension Switch(V)1, CCES(V)1】：提供作戰分區指揮所、旅級、砲兵營級指揮所用戶接續能力。提供本地有線用戶網路交換服務及具有數位用戶終端功能。

(五)超高頻無線電多波道機(Line-Of-Sight, LOS)：構成交換機之間的中繼傳輸通道。系統內所有主要交換機車廂大部分由多波道無線電鏈路互相連接形成的網狀網路，提供軍團內所有固定與機動用戶自動交換服務。

### 三、美軍WIN-T與國軍IMSE系統關聯與差異

1987年美軍建置了移動用戶設備系統(MSE)，提升戰術通信網路的作戰支援能力，用來滿足和填補作戰區到營級戰術用戶需求，我國也在1998年起也逐步部署同為MSE改良後的戰術區域通信系統(IMSE) 亦稱為陸區系統，但美軍在經歷了1992年「中東沙漠風暴」、2003年「伊拉克自由行動」等場戰事後發現MSE已經無法跟上戰鬥節奏，因此美軍開始研發WIN-T系統來改善MSE所面臨的困境，達到動中通指揮作戰能力。

陸區系統由美軍移動用戶設備所改良而成，提供多元通資運用手段，為本軍目前各作戰區與各聯兵旅及砲兵營級間重要通信平台，以節點中心為骨幹，構成一個面的網狀化結構，再將各個延伸節點交換機透過多波道無線電機收容入網(如表 2)。提供一個機動與保密通信區域性交換通信系統具有數據傳輸能力，強化部隊所需高機動性的要求，有效提升整體通資整合戰力。

WIN-T 則利用現有商用技術，提供大容量高速傳輸能力，並引進 NCW 和 HNW 等技術使得網路傳輸能力增強，讓視訊、戰場地圖和目標數據等戰術軍事數據得以傳輸，為指揮官提供不間斷的即時戰場動態，為實施正確指揮決策提供有力支撐。



表 2 美軍 WIN-T 與國軍 IMSE 系統關聯與差異

| 區分    | WIN-T 系統              | IMSE 系統  |
|-------|-----------------------|----------|
| 源起    | 為改善 MSE 不足而研發         | 從 MSE 改良 |
| 層級    | 戰術層級                  | 戰術層級     |
| 部署層級  | 作戰區到連級                | 作戰區到營級   |
| 架構    | 地面、空中、空間三層架構          | 地面一層     |
| 衛星通信  | 有                     | 無        |
| 動中通能力 | Increment 2 具有部份動中通能力 | 無        |
| 網路架構  | 無中心組網                 | 動態路由協定   |

資料來源：作者整理

#### 四、小結

美軍因發現MSE不足所以建置了WIN-T系統，花費鉅資及龐大的人力研發WIN-T系統，直至現今改為保留已投資部署裝備繼續使用，未完成的部份不再投入資源，這其中所面臨到問題值得我們深思；對相同是由MSE改良的戰術層級所使用的陸區系統，筆者提出下一代的研改建議：

(一)研發方式：美軍在WIN-T系統開發上採用螺旋式的研發方式，將整個WIN-T計畫分為不同階段進行研改，設定不同的階段性目標，在開發過程中藉由作戰人員給予回饋，進行修改和完善系統，並藉由每年進行的演習進行系統驗證。士兵作為第一線的操作人員，通信裝備是否合乎使用最為了解，藉由取得第一線人員的使用回饋，加已改良現有國軍的通信裝備，避免資源浪費，發揮現有裝備更多性能。而因通資裝備快速發展，在採購當下即應使用當前最新科技，避免當採購流程完成時裝備已過時無法與時俱進。

(二)後勤修護：WIN-T的系統研發有很大程度要依賴企業支援(WIN-T由General Dynamics Corp.協助開發)，而國軍現行的通信裝備研發，多採用與中科院合作方式進行，在修護上及系統架構上非常仰賴中科院，藉由種子教官的培育，深根國軍自我的修護能力，而非全盤仰賴中科院的研發人員。下一代的陸區系統可採部份裝備由國軍與美軍共同開發，而非完全軍購美軍裝備，避免現行因部份美軍裝備供應商源消失，造成裝備無法使用情形發生。

(三)人才培育：國軍目前的兵役體制為徵募併行，士兵的年齡層大幅下降，



而現今的裝備資訊化的程度日益加重，使用上相對複雜，加強基層士兵的資訊能力，使其不在將操作裝備視為畏途，面臨與WIN-T系統一樣的情形，因難以操作反而造成士兵的困擾，使裝備無法發揮其最大效能。現行部署中的陸區系統因裝備來源為美軍，在後勤修護上非常仰賴美方技術人員，且因使用介面為全英模式，基層官兵使用上容易產生排斥等情形，除加強官兵的人才培育外，在使用介面上建議增加圖形介面的中文模式。

(四)增加下一代陸區系統頻寬：現今陸區系統骨幹鏈路最大頻寬為8M，延伸節點鏈路為4M，故演訓時各級指揮所若電腦同時傳送資料時，會導致網路壅塞、無法及時的傳遞指揮官決心及各部隊回報之戰況，未來在節點改使用DS及OC3介面，使傳輸率至少能達到45Mbps-155Mbps提高系統傳輸率。

(五)動中通能力：WIN-T系統在動中通時，非常仰賴固定式站台的介接，及衛星的通聯，反而使得系統無法達到全系統動中通能力。而國軍現有的通信裝備，更是欠缺動中通的能力，部份擁有此一功能的通信裝備在傳輸能力及系統頻寬上皆未能達到全系統動中通能力，或是受限於頻寬無法將實況即時的回傳指揮所。現行陸區系統未能達到動中通能力，且開設時需使用人工方式架設天線桿，需花費較多時效才能完成架設，無法滿足現今戰場環境；天線架設方式研改為自動升降，以適應戰鬥節奏，俾利通信部隊迅速轉移至下一個戰術位置。

(六)系統整合：通信裝備的整合一直是現行國軍的平時任務之一，藉由將各式裝備整合在同一通信車上，避免受限於固定式站台的限制，達到即時動中通能力。而國軍目前面臨了人員精簡，各通信部隊皆有人員不足的窒礙問題，若將交換機多波道車廂及網管中心簡併為一個車廂，於縮短距離演練或是各項操演時，將可有效解決人員不足問題。

(七)衛星通信：軍事科技快速發展的今日，太空戰、電子戰及網路戰，勢必成為將來左右戰場的關鍵領域。藉由發展自主軍用通信衛星增加戰場覺知能力，抵抗電子戰攻擊，強化通信設施在複雜電磁環境下的生存能力，保障軍事行動能即時將戰場情資傳遞至指揮官手中，增加決策依據。下一代陸區系統若能透過配帶於士兵身上的感測器或配置個人無線電，藉由可攜式及車載式衛星、衛星行動通訊網路等，整合寬頻衛星、行動衛星增加資傳能力，以此提供戰場即時影像增加戰場管理指揮功能。

(八)增加戰場感知能力：陸區系統原即有相關軟體能利用文字及語音方式回報即時戰場現況，惟在相關的軟硬體方面無法完全發揮其效能，而現行各國所發展的戰鬥識別系統，僅使用語音或文字已完全無法滿足。因戰場識別以不單單是具有敵我識別功能，更要能精確顯示戰場空間中的每一個敵、友軍及中立方資訊



，下一代陸區系統若能透過士兵身上的感測器及各通信車輛配賦攝影機配合軍用衛星即時傳遞戰場即時影像，使士兵同樣具有傳輸圖像、視訊通信的能力，增加指揮人員的戰場感知能力。

(九)運用軟體無線電(Software Defined Radio, SDR)技術：在無線電通信機的功能上使用軟體無線電技術，利用軟體來載入不同的頻率、調變、編碼、加密等方式，透過靈活的架構，可程式化達到系統的彈性擴充，用以提升營至連級的語音、數據及指揮管制效能。

(十)運用可適性調變(Adaptive Modulation)技術：藉由增加可適性調變技術來提高資料傳輸量，運用當前的通道條件好壞，作為下次傳送調變方式依據。當通道品質好時，使用高位階調變技術，如正交振幅調度(16QAM)，當通道品質不好時，使用相對低階的調變技術如項位偏移調度(QPSK)。

(十一)下一代陸區裝備發展需求：鑒於我國作戰環境多屬城鎮地形，任務危險性極高，且城鎮戰屬於複雜空間戰鬥模式，為強化作戰具有情境察覺立即回傳作戰能量極為重要，下一代區系統應具有可即時回傳戰場情資功能，如單兵即具有能回傳戰場圖像能力，無線電通信機可運用軟體無線電技術及可適性調變技術，來彌補現今陸區人員不足及頻寬不足等問題。

## 結論

在現今的戰場環境中，無線網路在軍事作戰中日益重要，電子戰、網路戰、資訊戰、電磁作戰能力戰場空間的大幅擴張，顯示了現今的作戰環境已經改變，如何讓每一個軍種部隊可以跨領域作戰，尤其是如何將即時的戰場訊息傳遞至指揮人員作為決策的參據，將成為取得勝利的關鍵。美軍的WIN-T系統從2004年開始部署，直至2017年決定暫停繼續投入資源，而WIN-T開發至今所遇到的系統問題，亦也是國軍現行可能會遇到的情況，所謂「它山之石，可以攻錯」藉由美軍之經驗，可作為國(陸)軍未來通資裝備研(委)製及投資建案之參考。

## 參考文獻

### 一、書籍

中文

(一)周守義，《戰術區域通信系統教範》，(桃園市：國防部陸軍司令部，民國95年11月8日)

(二)夏海清、楊若鵬，〈美軍作戰人員信息網(WIN-T)探析〉，《國防科技》，(湖北)，第36卷第3期，2015年6月，頁79。



英文

(一)〈Warfighter Information Network-Tactical Commander's Handbook〉  
，Version 2.0，GDMS July 2016，Page4。

(二)Director, Operational Test and Evaluation Warfighter Information Network – Tactical (WIN-T) Increment 2 Second Follow-on Operational Test and Evaluation，MAY 2015。

(三)Igal P.Sharret，"WIN-T-The Army's New Tactical Intranet"，IEEE,1999，P.1383

(四)Syed R. Ali,Richard S. Wexler," ARMY WARFIGHTER INFORMATION NETWORK-TACTICAL (WIN-T) THEORY OF OPERATION",IEEE Military Communications Conference, 2013,p1454。

(五)〈Project Manager WIN-T (WIN-T Overview)〉，18 January 2012,P.7。  
二、網路

(一)【Integrated Tactical Network】美陸軍綜合戰術網路發展綜述，<https://www.eet-china.com/mp/a157022.html>，資料時間 2022年8月28日，檢索日期2023年12月22日。

(二)(Army Communicator) 〈Uncovering the colorless core of the Army's network〉[https://www.army.mil/article/78976/uncovering\\_the\\_colorless\\_core\\_of\\_the\\_armys\\_network](https://www.army.mil/article/78976/uncovering_the_colorless_core_of_the_armys_network)，資料時間 2012年5月3日，檢索日期2023年4月10日。

(三)(U.S.ARMY) 〈PM WIN-T INCREMENT 1〉<https://web.archive.org/web/20120724115316/http://peoc3t.army.mil/Wint/inc1.php>，資料時間 2012年7月24日，檢索日期2023年3月16日。

(四)(GENERAL DYNAMICS) 〈Warfighter Information Network-Tactical(WIN-T)〉<https://gdmissionsystems.com/communications/warfighter-information-network-tactical>，檢索日期2023年2月5日。

(五)(U.S.ARMY) 〈PM WIN-T INCREMENT 2〉<https://web.archive.org/web/20120724115407/http://peoc3t.army.mil/Wint/inc2.php>，資料時間 2015年6月29日，檢索日期2023年3月16日。

(六)Samuel Ezerzer，〈Chief of Staff; 'Debacle' WIN-T System is too “fragile” to survive a real-world battle〉，<https://www.youtube.com/watch?v=UpB8v8MNeSg>，資料時間2017年05月30日，檢索日期2023年3月16日。

(七)(U.S.ARMY) 〈PM WIN-T REGIONAL HUB NODES〉<https://web.archive.org/web/20120724115857/http://peoc3t.army.mil/Wint/rhn.php>，資料時間 2012年7月24日，檢索日期2023年2月5日。



## 中英文對照表

| 縮寫      | 英文名詞                               |           |            | 中文翻譯       |
|---------|------------------------------------|-----------|------------|------------|
| AEHF    | Advanced Frequency                 | Extremely | High       | 極高頻衛星      |
| AP      | Access Point                       |           |            | 橋接器        |
| BCT     | Brigade Combat Team                |           |            | 機動旅戰鬥隊     |
| BnCPN   | Battalion Command Post Node        |           |            | 營指揮所節點     |
| CCTS    | Communications Switch              | Central   | Tandem     | 節點交換機      |
| CCES    | Communications Switch              | Central   | Extension  | 延伸節點交換機    |
| CNR     | Combat Network Radio               |           |            | 戰鬥網路無線電閘道  |
| CSS     | Circuit Switching Subsystem        |           |            | 電路交換次系統    |
| CONTACS | Control Communications System      | Tactical  | Area       | 戰術區域通信控制系統 |
| DISN    | DoD Information System Network     |           |            | 國防信息系統網    |
| DSN     | DoD Switched Network               |           |            | 國防交換網      |
| FDMA    | Frequency Division Multiple Access |           |            | 分頻多重存取     |
| GIG     | Global Information Grid            |           |            | 全球資訊網格     |
| HNW     | High-band Networking Waveform      |           |            | 高波段網路波形    |
| IMSE    | Improved Equipment                 | Mobile    | Subscriber | 戰術區域通信系統   |
| ITN     | Integrated Tactical Network        |           |            | 綜合戰術網      |
| JNN     | Joint Network Node                 |           |            | 聯合網路節點     |
| MRS     | Mobile Radio Subsystem             |           |            | 機動無線電次系統   |
| MSE     | Mobile Subscriber Equipment        |           |            | 移動用戶設備系統   |
| NCW     | Network-Centric Wavaform           |           |            | 網路中心波形     |
| POP     | Point of Presence                  |           |            | 網路服務提供點    |
| RHN     | Regional Hub Node                  |           |            | 區域中心節點     |
| SDR     | Software Defined Radio             |           |            | 軟體無線電      |
| SEN     | Soldier Network Extension          |           |            | 士兵網路擴展節點   |



| 縮寫      | 英文名詞                                       | 中文翻譯        |
|---------|--------------------------------------------|-------------|
| SIT     | Situational Information Transport          | 情境資訊傳輸      |
| SRW     | Soldier Radio Waveform                     | 士兵無線電波形     |
| STT     | Satellite Transportable Terminal           | 衛星可携式終端     |
| TCN     | Tactical Communications Node               | 戰術通信節點      |
| TDN     | Tactical Data Network                      | 戰術數據網路      |
| THN     | Tactical Hub Node                          | 戰術中心節點      |
| TNT MIS | Tactical Network Technology Mod in Service | 戰術網路技術模組    |
| TRI-TAC | Tri-Service Tactical Communications System | 三軍聯合戰術通信系統  |
| VWP     | Vehicle Wireless Package                   | 車輛無線電       |
| WGS     | Wideband Global SATCOM system              | 全球衛星通訊系統    |
| WIN-T   | Warfighter Information Network-Tactical    | 戰術型作戰人員資訊網路 |
| WNW     | Wideband Networking Waveform               | 寬頻網路波形      |

## 作者簡介

吳苔秀士官長，後備動員幹部訓練中心士官長正規班39期、國防大學管理學院資訊管理系25期、陸軍通信兵學校士官高級班26期，歷經通資電士、教官，目前任職於陸軍通信電子資訊訓練中心通電組教官。