

民用行動通信於軍事運用之研究

作者／王廣義士官長

提要

- 一、我國面臨的軍事威脅未曾減緩，軍備投資的金額亦受整體預算限制，近年第四代行動通信的蓬勃發展具有：設備通用、互接相容、成本低廉、應用多樣、全球漫遊的特性。如能思索運用有限的通資電籌建能量結合民間現有技術能力與系統，納入本軍通資電系統的路由清單之中，定可發揮軍公民營一體的通資電統合戰力。
- 二、美國通用動力公司(General Dynamics, GD)提供美軍戰術型戰士資訊網路(Warfighter Information Network-Tactical, WIN-T)的系統中，已將民間行動通信納入運用，例如：Fortress LTE 4W eNodeB基地台...等產品，如我軍之前運用的第三代行動電話節費盒，從中或可窺探其發展運用的趨勢，以提供未來通資電系統戰備整備的參考。
- 三、每年舉辦的全球行動通訊大會(Mobile World Congress, MWC)均會展示影響未來的科技新趨勢，2020年可標示為第五代行動通信的建設元年，我國預定於2020年進行第一波頻譜釋出，¹2025年開始建設相關的基礎建設，其提供的頻寬與速度不可忽視或遺漏，以免造成我戰場共同圖像的缺角。

關鍵詞：行動通信、通資系統、eNodeB、Core。

前言

行動通信是趨勢，從第一代至第五代的行動電話通信系統發展，內容從原本語音至今包含多媒體的服務，連接的速度與數據流量日益提高，在民間商業投資的規模與速度，遠比國防投資的調整與反應快，蘊藏大量即時更新的資通處理能力，美軍亦不敢輕忽這股力量。應適時地整合納入其公共安全與國防體系內運用，完善規劃與部署地面和太空中的民用行動通信系統與軍用系統形成主、輔(備)運用機制。國軍與中華電信從第一代到現今第四代行動電話門號運用數量逐年增加，從類比式迄今為智慧型手機，無不隨著時代的演變而精進，隨著網路化的資訊裝備建置與部署，現今野戰機動數位微波系統已經彌補旅、營之間的資通鏈路，剩下的最後一哩路，營到班排或單兵之間的資通鏈路，或許在新裝尚未部署到位之前，民用行動通信的鏈路，是可與37C系列無線電機成為主、輔(備)的互補關係，從實驗編裝中，亦可證明這項需求的急迫性，未來第五代民用行動通信建制後，勢必排擠現有頻譜的運用。在國家通訊傳播委員會(National Communications Commission, NCC)共頻、共網、共構的政策指導下，國軍應主動積極的參與，畢竟資通網路是國家一體的基礎設施，不論平戰時期均須確保

¹ 劉麗榮，〈5G 首波釋照 NCC 盼 2020 上半年完成〉，<http://www.cna.com.tw/news/ahel/201902200247.aspx>，2019 年 2 月 20 日，(檢索日期：2019 年 5 月 23 日)。

其能有效支援作戰，才是國家最高總體目標，對此運用民用行動通信的資訊安全，亦應提早思維與準備，將現有龐大的民間通資能量納入建軍備戰掌握運用，必能發揮與提昇我有形與無形的整體軍民國防戰力。

民用行動通信簡介

一、系統沿革

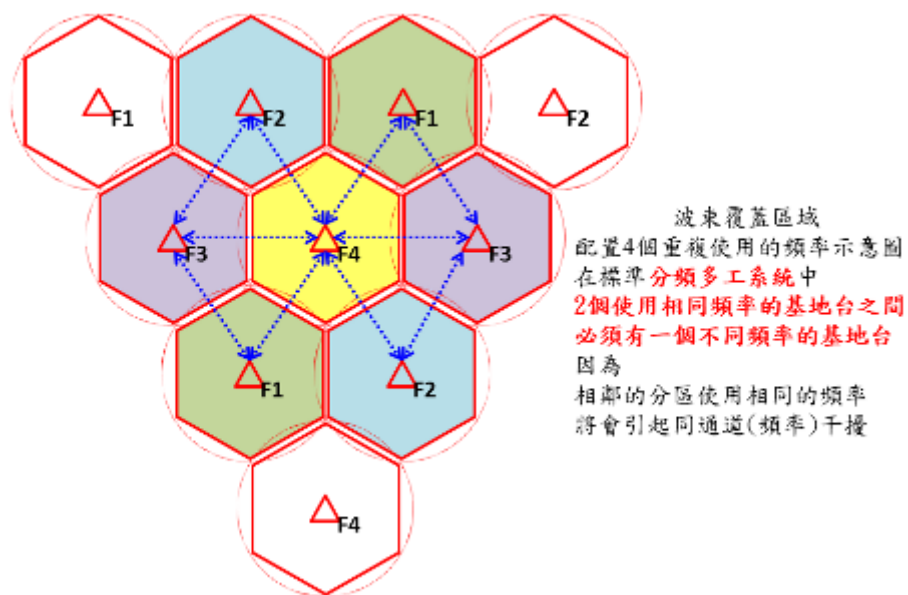
(一)行動電話

電話系統發展，有線電均為全雙工，受銅線的限制，無法達成行動通信的目的；無線電早期受限於零件與頻(功)率分配技術，工作方式僅以半雙工為主，如：計程車調度系統商用半雙工無線電對講機，直至1965年美國貝爾電話實驗室，進行開發改良型行動電話服務(Improved Mobile Telephone Service, IMTS)的研究，正式邁入全雙工行動電話的研發里程。

(二)蜂巢式行動電話系統

1980年第一代類比式先進行動電話服務(Advanced Mobile Phone Service, AMPS)建構蜂巢式無線電基地台，為日後行動通信系統奠定了堅實的基礎，運用調頻調變與分頻多工技術來達成雙向全雙工的電話服務(如圖一)。

圖一 蜂巢式Radio Access Unit單一通達範圍規劃示意圖



資料來源：孫志萍，〈第六章系統部署〉，《戰術區域通信系統教範》(桃園：陸軍總司令部，民國89年12月18日)，頁6-4。

(三)數位式行動電話系統

1992年第二代數位式全球行動通訊系統(Global System for Mobile Communications, GSM)進入數位化語音的時代，提昇通信安全與訊息處理能力，運用數位調變與分時多工存取技術來達成電話與簡訊服務。為全球廠商合力發展第三代行動通信系統提供良好的參考範本(如表

一)，與前代的差異：可提供安全且大規模的商用經營。

(四)網路式行動通信系統

2002年第三代通用行動電話系統(Universal Mobile Telecommunications System, UMTS)進入網路化系統的時代，加入網際網路的元素，運用數位調變與分碼多工存取技術來達成電話、簡訊、電子郵件與影音下載...等數據服務，與前代的差異：提供用戶連結網際網路的體驗與加值應用。

(五)多媒體行動通信系統

2010年第四代國際行動通信系統(International Mobile Telecommunications, IMT)進入數據串流多媒體的時代，增加更多的網際網路元素與提高上網速度，運用數位調變與正交分頻多工存取技術來達成電話、簡訊、電子郵件、視訊會議與影音串流...等全網址化的網路服務，與前代的差異：提供用戶較快的寬頻網際網路與較低的傳輸延遲。

表一 民用行動通信系統的技術比較表

世代	技術	接取方式	載波頻寬	最高傳輸速率		延遲ms	頻段MHz	最高頻譜效率bps/Hz
				上行速率	下行速率			
2G	GSM GPRS	FDMA TDMA	200KHz	56Kbps	114Kbps	500	900/1800	0.17
	EDGE	FDMA TDMA	200KHz	118Kbps	236Kbps	300	900/1800	0.33
3G	WCDMA	CDMA	5MHz	384Kbps	2Mbps	250	900/1800 2100/2600	0.51
	HSPA	CDMA	5MHz	5.76Mbps	14.4Mbps	~70	DD*/900 2100/2600	2.88
	HSPA+	CDMA	5MHz	11.5Mbps	42Mbps	~30	DD/900 2100/2600	8.6
	LTE	DL:OFDMA UL:SC-FDMA	最高 20MHz	75Mbps @20MHz	300Mbps @20MHz	~10	DD 900/1800 2100/2600	DL:15 UL:3.75
4G	IMT Advanced	-	最高 40MHz	270Mbps @40MHz	600Mbps @40MHz	<10	IMT bands	DL:15 UL:6.75
	LTE Advanced	DL:OFDMA UL:SC-FDMA	最高 100MHz	>500Mbps @40MHz	>1Gbps @40MHz	<5	IMT bands	DL:30 UL:15
	WiMax2 IEEE802.16m	OFDMA	最高 100MHz	376Mbps @40MHz	365Mbps @40MHz	<10	IMT bands	DL:15 UL:6.75
5G	IMT-2020 Release 16	OFDMA	400MHz	50Gbps	100Gbps	<1	FR1 FR2 FR3	50
附註	發展趨勢為：載波頻寬越大、傳輸速率與頻譜效率越高、延遲時間越短。							

資料來源：胡志男、周傳凱等，〈2-1系統架構改造〉，《4G生活大未來》，財團法人電信技術中心，2018年6月9日，頁93；知識力專長社群，<https://www.ansforce.com>，2018年6月9日，(檢索日期：2019年6月12日)。

二、網路架構與服務應用

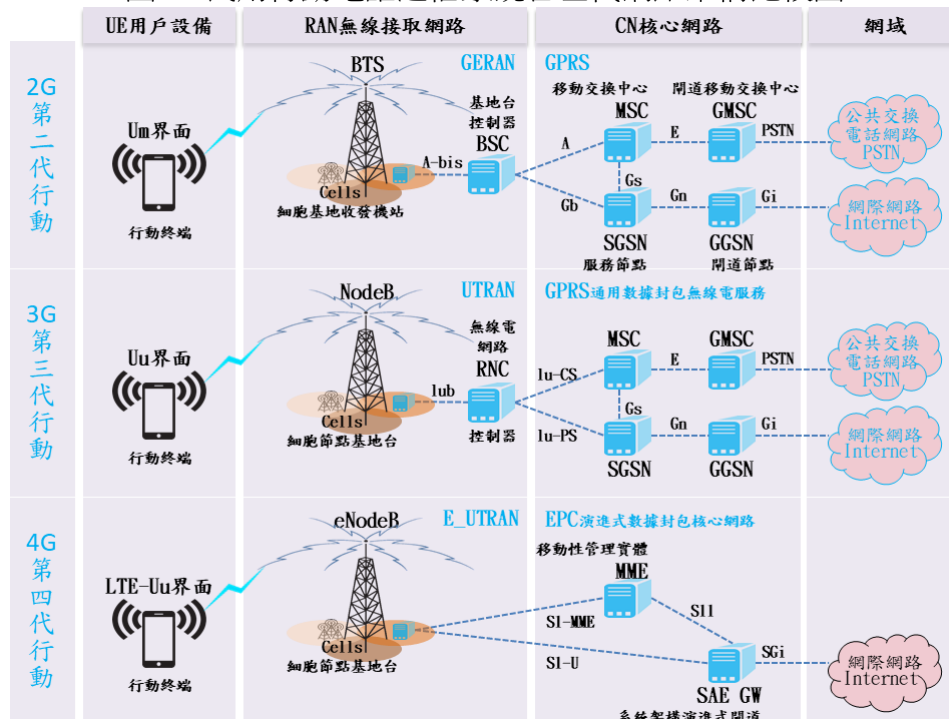
(一)現用架構

演進式封包交換系統(Evolved Packet System, EPS)是由：長期演進(Long Term Evolved, LTE)的無線接取網路(Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network, E-UTRAN)、系統架構演進(System Architecture Evolution, SAE)的數據封包核心網路(Evolved Packet Core, EPC)等二大區塊所組成，如圖二。無線接取網路E-UTRAN細分：用戶設備(User Equipment, UE)、演進式基地台(Evolved Node Base, eNodeB)。用戶設備UE主要是行動裝置(Mobile Device, MD)，如：智慧型手機、平板電腦、節費盒、感測(知)器...等存取終端；基地台eNodeB主要是無線網路分布傳輸，具有無線資源管理、允入控制、排程、服務品質...等功能；數據封包核心網路EPC具有連接外部網路的能力，包括行動管理裝置(Mobility Management Entity, MME)、系統架構演進閘道(System Architecture Evolution Gateway, SAE-GW)。²

(二)服務應用

科技是為滿足人類各項活動需求為目的，戰爭時各項指、管、通、情、電、監、偵的需求，在今日能連結網際網路的民用行動通信系統中，均能提供類似的服務功能與業務模式，在未來將可透過感測(知)器大量數據的蒐集、分析，再配合人工智慧的演算處理後，勢必可提供各行各業相關有用的場景決策資訊，如表二。

圖二 民用行動電話通信系統各世代網路架構比較圖



資料來源：胡志男、周傳凱等編著，〈2-2 4G核心網路系統特性〉，《4G生活大未來》(高雄：財團法人電信技術中心，2013年2月28日)，頁101。

²系統架構演進閘道(System Architecture Evolution Gateway, SAE-GW)包含：服務閘道(Serving Gateway, S-GW)和封包數據網路閘道(Packet Data Network Gateway, P-GW)。

表二 未來民用行動通信的應用場景

業務模式	主要應用場景	美國	歐盟	中國	日本	韓國	台灣
物聯網	智慧電網與關鍵基礎設施監控	●	●	●	●	●	●
	智慧城市(智慧交通、智慧建築、智慧家庭)	●	●	●	●	●	●
	行動照護與遠距醫療	●	●	●	●	●	●
	車載網際網路與車內資訊娛樂系統	●	●	●	●	●	●
	交通事故提前感知與緩和系統	●	●	●	●	●	●
	車輛協作與資訊交換	●	●	●	●	●	●
超清影像 虛擬實境 行動遊戲	運動與健身	●				●	●
	具3D功能的行動遠程出席服務	●	●				
	虛擬實境行動網際網路遊戲	●		●	●	●	●
	應用於緊急服務、公共安全、遠距醫療、智慧城市、專業服務、零售業等高解析度終端設備、頭戴顯示器、可穿戴式終端	●	●		●	●	●
行動數據 使用密度 高度成長	無線行動通訊網路終端設備數量將顯著的增長	●	●	●	●	●	●
	需更高的接取速率之行動寬頻服務	●	●	●	●	●	●
公共安全	緊急任務之語音服務	●	●		●	●	●
	緊急寬頻數據服務	●	●		●	●	●
環境背景感 知之行動通 訊服務	用戶都需要現有的業務服務模式，提供他們真正有用的資訊或者是其真正需要的服務	●				●	●

未標●表示研究團隊所參考的文件，無或比較沒提及該服務。

資料來源：財團法人電信技術中心，《無網不利/未來世界5G大演進/5G為所欲為/5G應用場景》，<http://www.kocpc.com.tw/archives/201668>，2018年6月9日，(檢索日期：2019年5月14日)。

三、發展趨勢

2015年國際電信聯盟(International Telecommunication Union, ITU)將IMT-2020納為未來5G 的技術標準，³期望2020年後建構無縫連結的環境。2019年全球行動通訊大會展示第五代行動通信系統為網路平台，以匯集各項人、事、物發展來結合新型態的關鍵零組件：感測器、智慧型手機、伺服器與大數據資料庫、應用程式，提供人工智慧、數位應用安全、交通系統(汽車自駕)、智慧城市、工業4.0...等智慧通訊環境的服務內容，加強運用免執照頻譜(Unlicensed Spectrum)使用、載波聚合(Carrier Aggregation, CA)、機器型式通訊(Machine Type Communication, MTC)、終端對終端(Device-to-Device, D2D)通訊、波束(Beamforming)與全方位MIMO天線、多重使用者傳輸、室內定位、單細胞點對多點(Single-cell Point-to-Multipoint, SC-PTM)傳輸...等相關技術(如表三)，綜合而成的發展趨勢如下：⁴

³ ITU towards IMT for 2020 and beyond, "Futuristic mobile technologies foresee IMT for 2020 and beyond," ITU, <https://www.itu.int/en/ITU-R/study-groups/rsg5/rwp5d/imt-2020/pages/default.aspx>, 2015/06/22, (2019/06/16).

⁴ 〈資策會分析：全球通訊大會影響未來10項科技新趨勢〉，《聯合新聞網》，聯合報，

- (一)支援更高的速率：下行速率可達到100Gbps為上一代的10~100 倍。
- (二)服務更多的用戶：網路容量將較上一代成長1000 倍以上。
- (三)支援無限的連接：連線的裝置數目將較上一代成長10~100 倍。
- (四)端對端的延遲將較上一代縮小5 倍。
- (五)電池待機時間應較上一代延長為10 倍。
- (六)提供個別化的應用服務。

表三 未來民用行動通信的性能挑戰與解決技術

解決技術 性能	無線技術(Radio Tech.)					網路技術(Network Tech.)				
	Massive MIMO 多進多出天線	New Waveforms 非正交非同步波型	LSA LTE-U LAA	Mm Wave 毫米波	Full Duplex Radio 全雙工無線電	C-RAN 雲端無線接取網路	HeNet 異質性網路	SDN NFV 軟體定義網路 網路功能虛擬化	D2D M2M 智慧裝置	Context wareness 情境感知
高用戶體驗 速率(bps)	●		●	●	●	●	●			●
高連線數密度(/Km ²)	●					●	●			●
低端到端遲延(ms)						●		●	●	●
高移動性(Km/h)						●				
高流量密度(bps/ Km ²)	●		●	●	●	●	●			●
高用戶峰值速率(bps)	●	●	●	●	●	●	●			●
高能量效率(bit/J)	●						●			●

資料來源：財團法人電信技術中心，《無網不利/未來世界5G大演進/5G為所欲為/5G應用場景》，
<http://www.kocpc.com.tw/archives/201668>，2018年6月9日，(檢索日期：2019年5月14日)。

四、小結

隨著電子技術的蓬勃發展，市場大量廉價、輕巧、簡便的零件，悄然地改變現今行動裝置的樣貌，網路建置的成本大幅地下降，在無縫連結的環境中，納入與運用民用行動通信的網路，建構一般性的作戰支援平台，提供作為各級指參人員在救災或作戰時期的輔助應用服務，藉以累積更多作戰平台建置所需的運用場景與經驗值。

民用行動通信於軍事運用現況

一、美軍

(一)地面系統

1987 年前主要以半雙工特高頻無線電機作為各級指揮官的機動電話，如：AN/VRC-12 系列無線電機，後續建置移動用戶設備系統(Mobile Subscriber Equipment, MSE)，如我國陸軍戰術區域通信系統中的 MRT/RAP 主官機動電話，受限無線電入口 RAP 基地台(中繼塔)、週邊有線電系統(電纜)支援與後續保養維護，漸漸地影響到整體運用效益而停用。因應戰場高度機動性和分散性的需求，美軍 2004 年起逐步將衛星通信納入戰術通信系統支援需求項目；新一代的戰士資訊網路(Warfighter Information Network-Tactical, WIN-T)在 2012 年進行測試部署，雖然 2018 年戰術測量評估未能全般通過，但在技術更新與預算限制的問題中，WIN-T 已將民用行動通信系統納入運用，美國通用動力公司 GD 行動電話系統：Fortress LTE 4W eNodeB 基地台與 Fortress LTE Virtual Core Network 核心網設備，運用 Ultra ORION X510 用戶設備，配合 NIPRNet/SIPRNet 網路分類要求與 HAIPPE 加密式閘道設備後，^{5,6}在戰術通信節點提供異質網路介接，⁷終端的士兵用戶則運用戰術通信節點提供的 WiFi 熱點，進入 Active Directory 與 DNS/DHCP 伺服器來管制無線電連結的安全認證與使用權限。

(二)衛星系統

美軍除擁有自主的軍事衛星外，⁸國防資訊系統局(Defense Information Systems Agency, DISA) 在 2014 年起主導以合同方式，展開商業衛星通信探路者計畫(COMSATCOM Pathfinder)，採購商業衛星通信服務項目，如：低軌道 Iridium 銱衛星第二代 Iridium Next 的增強型衛星行動服務(Enhanced Mobile Satellite Services, EMSS)、⁹高軌道 Inmarsat 海事衛星第五代 Global Xpress 受保護的戰術波型服務(Protected Tactical Waveform, PTW)，透過較低的成本與風險來部署系統與提供服務，實現軍民互利的雙贏發展模式。¹⁰ (如表四)

⁵General Dynamics, Warfighter Information Network-Tactical Commander's Handbook, Version 2.0, GDMS July 2016, p.44, p.63.

⁶HAIPPE 原文為 High Assurance Internet Protocol Encryptor 是美國國家安全局高度可信網路環境第 I 型的加密設備簡稱，在具備 IPsec 條件的網際網路環境中，使用 Suite A 或 Suite B 的演算法對多播資料進行加密，對兩個不同分類等級的網路提供限制或增強數據交換的安全。

⁷ARMY RECOGNITION, "General Dynamics Mission Systems Introduces Fortress Wireless Gateway Product," <https://defensemaven.io/warriormaven/land/army-soldiers-will-control-ai-enabled-robot-tanks-rUoQ33J80EeRUd5n2SmQbw>, 2017/10/11 01:46, (2020/ 03/30).

⁸美國軍事衛星體系區分：戰略衛星，先進極高頻衛星通信系統(Advanced Extremely High Frequency, AEHF)、寬頻衛星，寬頻全球衛星通信系統(Wideband Global SATCOM system, WGS)、窄頻衛星，移動用戶目標系統(Mobile User Objective System, MUOS)。

⁹〈銱星的前世今生-上篇/下篇〉，《科技日頭條》，<https://www.inmarsatgov.com/>，2016 年 12 月 10 日，(檢索日期：2019 年 5 月 28 日)。

¹⁰楊艷、郭朝暉，〈低軌寬頻星座是一場有進無退的冒險〉，《衛星與網路雜誌》(中國北京市)，第 8 期，北京世紀恆宇文化傳播有限公司，2018 年 8 月，頁 36。

表四 美軍民用衛星行動通信的基本特性

系統	軌道	頻段	調制方式	存取方式	衛星特點	標準	服務應用
銱衛星 Iridium	LEO	L	QPSK	FDMA TDMA	星上語音交換 星間數據中繼	雙向模式 衛星GSM	即時語音 傳真數據 定位傳呼 網頁瀏覽 電子郵件
海事衛星 Inmarsat	GEO	L	QPSK	FDMA CDMA	地面多重跳接	雙向模式 衛星GSM 專用接口	即時語音 寬頻網路接入 VoIP 網頁瀏覽 電子郵件 即時視訊 視訊會議

資料來源：《美軍民用衛星行動通信的基本特性》，<http://www.kocpc.com.tw/archives/201668>，2018年6月9日，(檢索日期：2019年5月14日)。

二、國軍

(一)國軍行動電話

藉中華電信股份有限公司(以下簡稱中華電信)系統配發 SIM 卡門號，結合國軍自動化六碼直撥交換系統，提供行政用途行動通信服務，加強通信效能、縮短應變時效。¹¹視同軍事通信工具，以「單位、職務」為準，由各單位業務參謀管制執行，於人員離職或退伍時結清話費並辦理 SIM 卡移交，門號與 SIM 卡資料對外均予保密。(如表五)

表五 國軍行動電話操作方式

使用者類別		一般行政通話	國會、新聞媒體、救災人員
上網傳輸量		無上網功能	甲案：13GB超量降速 乙案：無限制
語音撥打方式	民用行動電話撥 國軍行動電話	09XX-YYY-YYY(國軍行動電話)	
	國軍行動電話撥 國軍行動電話	80-YYY-YYY(國軍行動電話後六碼)	
	國軍行動電話撥 國軍六碼軍線	80-ZZZ-ZZZ(國軍六碼軍線)	
	國軍六碼軍線撥 國軍行動電話	YYY-YYY(國軍行動電話後六碼)	

資料來源：〈國軍行動電話系統運用管制規定〉，國防部，民國106年7月21日，頁6。

(二)智慧型手機自動化管理系統(Mobile Device Managemet, MDM)

2016年起配合中科院「MDM軟體」逐步開放經過奉核智慧型手機進(出)入營區內使用，

¹¹ 〈國軍行動電話系統運用管制規定〉，國防部，民國106年7月21日，頁1。

¹²以滿足人員日常實務需要。MDM 軟體執行下列限制事項：嚴禁處理公務資料(含機密資訊)及儲存或傳輸軍中相關資訊；不得串接「軍網」電路、電腦或專用資訊儲存媒體；嚴禁於營區內使用臉書打卡、實施照相、攝(錄)影、錄音及使用定位導航(Global Positioning System, GPS)、無線區域網路熱點分享(Wi-Fi)、藍芽功能等。(如圖三)

圖三 智慧型手機自動化管理系统畫面



資料來源：作者整理。

(三)戰場資訊管理與營連指管運用

「戰場資訊管理」是指作戰區至營級單位，運用足夠的骨幹鏈路及適當的延伸鏈路，管理各階層的人力資源、火力資源、載具平台位置的各項數據，營級以下目前僅以 37C 系列無線電機傳遞情資而受頻寬的限制，僅能回傳部隊動態位置，無法即時分享戰場共同圖像，未來可考慮納入民用行動寬頻網路在透過保密晶片後來收容及提供營級以下的戰場資訊，例如：重要載台、班排連動態位置...等數據，將上下連貫整合的相關多重情蒐訊息，經過民用行動寬頻網路逐級分享戰場圖像。

在配合營級以上「戰場資訊管理系统」建置時，為強化營級以下部隊野戰指管需求，中科院可進行開發研改適合一般手機、筆記型及平板電腦使用之「安卓」系統版本的「民用行動指管軟體」，藉以驗證指管功能及操作介面，例如：透過中華電信「行動數據加密網路」(Mobile Data Virtual Private Network, MDVPN)來建構旅、營、連、排共同作戰圖像與數位化指管平台，¹³以解決當前營級以下部隊機動指管能量不足窒礙，同步分享海、空共同圖像與即時情資，強化聯戰指管機制；提供部隊作為「輔助」及「備援」指管手段，俾達「軍民通資整合，系統相互備援」之目的，構想如圖四。

¹² 楊佳穎，〈國軍推 APP 管制智慧型手機 羅紹和：絕不監控使用狀況〉，《ETtoday 新聞雲》，<https://www.ettoday.net/news/20160119/633753.htm>，2016 年 1 月 19 日，(檢索日期：2019 年 5 月 14 日)。

¹³ Emome，〈企業客戶/產品介紹/數據服務/MDVPN 行動數據群組企業網路/行動辦公室通信平台〉，中華電信公司，<https://www.emome.net/channel?chid=208>，資料時間 2019/06/03，(檢索日期：2019 年 5 月 14 日)。

三、小結

我運用民用行動通信資源已行之有年，從早期軍租專線、行動電話到近年的第四代行動通信電話，在不涉及機敏的公務訊息，亦適當的運用揪科(Juiker)民用應用程式傳遞與連繫。如何透過有效的資安作為，運用民用行動通信將可彌補軍用系統尚未建置或不足的空窗期，如：目前陸區無線電入口RAP的數量遠遠少於民用行動通信基地台的數量且技術更新落後的情形，¹⁴跟不上今日作戰指揮官的企圖與實際需求，造成系統維護不易增加後勤維保負擔，可妥善運用市場容易獲得、輕便的產品，配合軍用需求加以適當的改良，減輕和降低平日作戰支援的系統需求，集中有限的預算資源而專注地發展建置作戰平台。

圖四 營連加密式民用行動指管系統運用構想



資料來源：作者整理。

作戰指管運用效益與限制

現代化的指揮所，應具備完整的C⁵ISR能力；¹⁵其係協助各層級指揮官遂行作戰任務之戰場管理工具，利用全方位的監視設施，偵測和蒐集戰場各種情資，結合高度自動化之戰鬥支援資訊，運用電腦快速的處理、分析能力，據以及時完成決策，並運用各種安全之通信手段

¹⁴國家通訊傳播委員會，〈行動通信業務基地臺統計數：台灣共有 96,646 座 4G 基地台執照〉，https://www.ncc.gov.tw/chinese/opendata_item.aspx?menu_function_sn=208，2019 年 8 月 7 日，(檢索日期：2019 年 8 月 31 日)。

¹⁵C⁵ISR 依其字面解釋可區分成三部分：指管與戰鬥系統(Command and Control Combat, C3)；電腦與通信(Computers and Communications, C&C)；情報、監視與偵察(Intelligence, Surveillance and Reconnaissance, ISR)，三者間相互依存，不可或缺。

迅速下達命令，以指揮作戰部隊和武器系統對敵目標實施精準打擊，並實施戰場戰鬥狀況管制。而後對戰場資訊實施有效的決策追蹤，伺機再發動一波新的作戰指管循環。這些作戰行動不可或缺的資訊，須以最快的速度送給作戰指揮官，並整合各項情資與命令後迅速傳達至第一線部隊。其中重要的資訊平台為「戰場資訊管理系統」在分項軟體中的作戰指管功能甚為重要，須仰賴可靠的通資網路將指管命令傳達到適當的位置，以彰顯部隊的整合戰力，民用行動通信亦是通資網路的一種，具備無線電的各項效益與限制，直接影響了作戰指管的整體運用效能。

一、運用效益(如圖五)

圖五 作戰指管運用效益與限制



(一)訊號範圍廣

為達到較佳連結效益，依賴大量基地台使訊號涵蓋各角落，基地台數量與覆蓋率遠比陸區RAP數量多很多，如果是軌道上的通信衛星訊號覆蓋範圍最大跨度約可達18,000公里。

(二)通信容量大

頻寬廣、品質好，民用4G相較於37C和RAP的通信容量大，且民用由於商業經營平時必然會維護網路運作，通信路數多、容量大，通信衛星可攜帶幾十個轉頻器，可提供多路電視和成千上萬路電話通道。

(三)易克服地形障礙

終端用戶設備少且單純，無線電不受地理條件影響，只要傳輸路徑透通或直達天際構成視距，即可獲得高質量的通信訊號，縱使受地震、颱風等天災影響，也能迅速恢復通信。

(四)具高度的機動性

小型基地台易於彈性部署，可配合各類載具(例如：車輛、空中無人機)結合成一個多方向、多點的立體通信網，增加整體運用彈性，有效整合通信節點達到需求功能。

(五)終端架撤迅速

終端用戶設備體積小、重量輕、攜帶方便、維護容易，沒有線路架設規劃問題，可在短時間內完成裝設，傳輸費用不受距離影響，設備與安裝維護成本低廉。

(六)服務容易取得

民用行動通信基於商業運作模式，使用者付費，電路使用權取得容易，不需曠日費時的建案流程，對平時行政作業用量需求能立即滿足，戰時情資傳遞用量也不顯浪費。

(七)平台開放多元

民用行動通信的智慧型手機，在Google Play、App Store有著大量的應用程式與測試環境，類似作戰指管運用程式，例如：以「電子地圖」為基礎的商運平台，Uber優步、Foodpanda外送服務、GoShare移動共享服務。中科院的MDM軟體也在此環境測試、蒐集、修正其程式，借由觀摩、預測結果來降低後續建置的風險，開放式的線上免費課程、組隊遊戲、Google地圖或視訊會議軟體，可進行一般性事務的團隊經營，藉此快速累積「類戰場資訊管理系統」的體驗度與瞭解「類戰場共同圖像」的重要性。

二、運用限制

(一)易被敵偵測截收

無線電具廣播特性，除非重新加上編碼(Code)，否則均缺少安全性。

(二)訊號具延遲性

當發射端與接收端有相當長的距離時，傳遞過程會因經過多類多樣的設備裝置或閘道器，產生延遲(Propagation Delay)的狀況。

(三)易受天候影響

無線電易受天候、季節、太陽黑子影響，天然或人為干擾，影響其可靠性，電磁波受宇宙雜音、電離層吸收衰減及電離層閃爍...等影響。

(四)須有良好電源設備

不穩定的電流、過高的工作溫度、潮濕的環境，易造成功率放大器損壞，較長的待機時間，需良好的電源設備或足夠的電池。

(五)核心運作維護不易

除了專網設備需要來自軍事預算逐年的編列維持外，為提供終端用戶便利的存取功能，

行動通信系統專網設備在全面網路化後，除一般通信工程人員外，更需要有資訊工程人員的投入經營與維護，方能確保無線接取網路與核心網路的正常運作。

(六)無系統主控權

由於民用行動通信來自商業運作模式營利維護，所以整體網路運作維護經費較無困難，但軍公民營系統的整合主控權不在軍事運用單位，除非法律另有規範商業公司必須配合。其他例如：我非國際衛星組織會員國，無法自主發射人造衛星到地球同步靜止軌道，且整體衛星系統獨自投資金額龐大，僅能租用或投資他國通信衛星，再搭配國內民間自主太空產業發展近地軌道皮米級衛星星座，運用商業方式取得基本電路的使用權。雖然無系統主控權，但為求平戰結合應建立軍事行動用戶專用的核心網路設備，來進行軍事行動用戶設備管理，並對軍事行動用戶執行認證與商業電路分配，以管制軍事行動用戶鏈結各項電路的主控權。

(七)資安維護不易

資訊安全基於通信安全，衛星雖受國際法保護，但衛星固定的軌道與地面基地台開放的位置，仍易被敵人刻意干擾、破壞，低軌道衛星環繞週期較短，衛星行動電話易發生轉接問題；地面基地台的設置地點，易因民眾抗爭而不易取得。民用行動通信系統是個開放式的平台，網際網路多元但暗藏資訊安全的風險，便利的環境容易讓用戶喪失警覺心，造成資安事件，運用民用行動通信時規範程序應更加嚴密謹慎。

三、小結

作戰指管軟體運用效益與限制，其實均看下層通資網路的運作狀況，通資網路層其路由或鏈路種類，民用行動通信只是其中的一環，其機動性與頻寬在現今影像需求日增趨勢下，讓人不得不正視其效益與限制，唯有正視其可能帶來的效益與限制，方能有效妥善的運用民用行動通信。

未來發展方向

一、網路管理與資訊管理

全面覆蓋、無縫連結的智慧行動資訊網路：¹⁶地面行動通信系統配合低軌道通信衛星的普及和全面覆蓋，將達到沒有訊號死角無縫連結的生活環境，每個國家在這龐大的基礎建設與創新技術中，軍事通信應用只是其中的一個專用網路，因此運用民用行動通信的低成本、高覆蓋及隱藏背後的人工智慧，會是重要的課題，下列就網管系統、資管系統的角色與功能提出探討與建議：

(一)網管與資管分流

¹⁶馬斯克 Elon Musk 的太空探索科技公司 SpaceX，預定 2020 年開始推銷星鏈計畫(Starlink)，陸續在未來將發射 1 萬 2000 枚衛星從太空提供網路服務。中央社綜合外電報導，〈SpaceX 送 60 枚衛星上太空，為衛星網路布局〉，《聯合報》，https://udn.com/news/story/6812/3832095?utm_source=lineobile&utm_medium=share，2019 年 5 月 24 日，(檢索日期：2019 年 6 月 4 日)。

非集中營區單位在沒有軍用投落點時，或線路需橫跨縣市幹道馬路，而維護人力不足的情況下，部分偏遠地區與分散據點仍運用中華電信軍租專線，¹⁷不需經過中華電信機房的資訊設備，除現行有線電軍租專線外，應在符合資安條件下善用無線電民用行動數據加密網路MDVPN的服務。建議：未來以封閉式軍用系統建置網路管理系統，來部署安全的民用資訊管理系統，如圖六。¹⁸

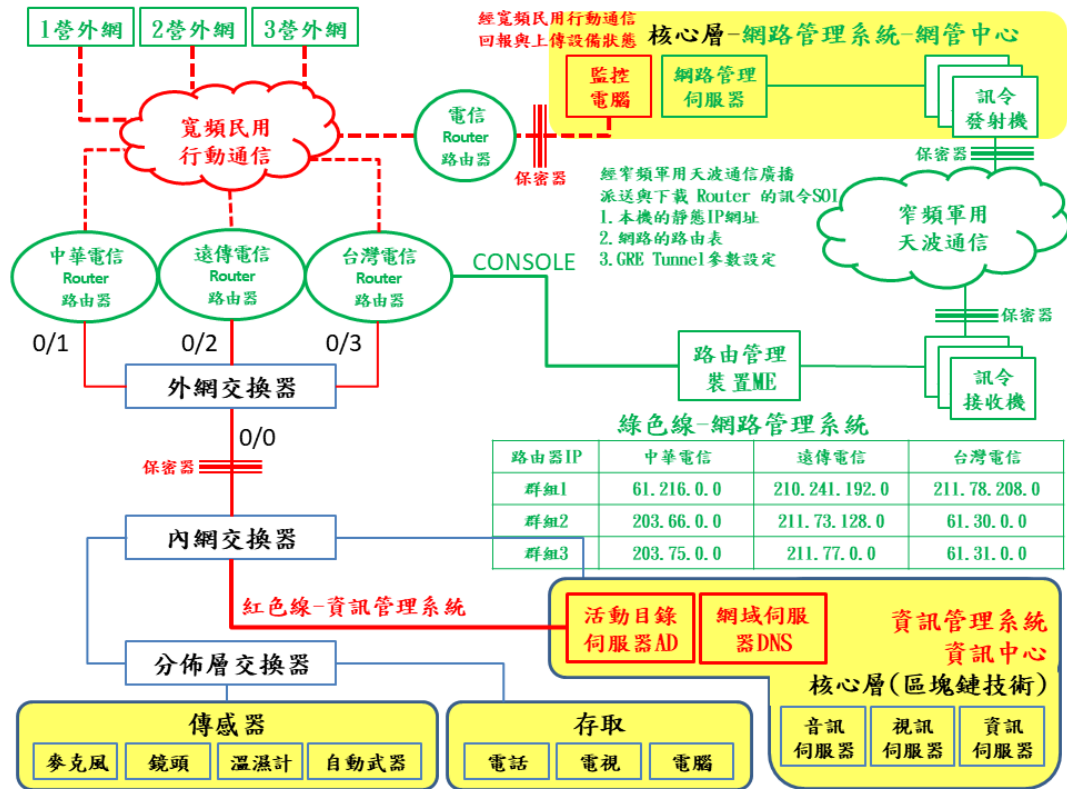
1.無線行動寬頻路由器(Router)，大型網路需賴網路層Router進行路由分配，對外網路使用靜態路由設定，易於掌握資料的流向並阻擋外部非法封包進入，Router參數設定時，常見人機介面有：超級終端機、Putty程式或瀏覽器，透過RS-232的D型接座或Console監控接座來進行連接與設定，設定資料量甚少，為確保設備與資訊安全，可禁止遠端遙控而採取近端設定，但未來網路感測(知)器或無人站台數量增多後，有限人力勢必無法隨時隨地就近設定，建置窄頻封閉式軍用網管系統，由網路管理中心負責管理節點設備的Router網卡序號和網路位址，監控各地區Router運作狀態及確保Router參數安全。建議利用窄頻封閉式的天波通信廣播手段，派送與下載Router所需訊號指令(Signal Operation Instructions, SOI)參數檔後，依路由管理裝置電腦排程的管制時間自動啟用設定，資訊管理中心可經寬頻開放的民用行動通信系統通連回報與上傳設備狀態，以掌握統計共頻、共網、共構的軍民專用網路通阻狀況。

2.活動目錄伺服器(Active Directory, AD)，由資訊管理中心負責進行傳輸層端到端(End To End, ETE)的網路用戶身份驗證與授權，藉由身份驗證與授權後取得各項服務內容。服務內容可包含民用資源的系統或軍用通道的進出權限，例如：2016年起智慧型手機自動化管理系統MDM伺服器即架設於民網，利用民網資源Google的Play商店下載安裝應用程式(軟體由中科院撰寫)，執行智慧型手機的相機、定位、熱點分享、藍芽功能管制，另提供訊息加密APP與行動安全防護APP應用服務，若能將運用經驗與參數蒐集整理，將可提供未來利用民用行動通信系統平台進行相關的開發應用與異業結盟；如：身份識別(個人智慧型手機的SIM、IMEI、IP和MAC資訊)、運動員戰士訓練、年度體能鑑測、身體健康檢查...等較無關軍事機敏的軟體及部分軍用通道的進出權限(透過網路語音閘道器進入國軍六碼電話，如：Juiker電話)，並藉以訓練我軍網路戰攻防的能量。

¹⁷ 軍租專線，意指營區之間租用電信商提供的固接專線，如：中華電信國內數據電路業務，是由電信商提供用戶作點對點數據傳輸使用之專用電路，用戶可自備終端設備(數據機)，音頻級傳輸率最高可達768K~10Mbps，〈國內數據電路規格介紹〉，《中華電信》，<https://www.cht.com.tw/home/enterprise/hinet/hinet-line/domestic-circuit>，2020年3月26日，(檢索日期：2020年3月26日)。

¹⁸ 網路管理系統，是指提供通資作業人員(資訊工程人員)，在建置、維護與提供通資網路時所需的系統資源(例如：勤務訊令通道與行動管理裝置(Mobility Management Entity, MME)、閘道(Gateway, GW))；資訊管理系統，是指運用通資網路的用戶(資訊管理人員)，在建置、維護與提供各項服務伺服器時所需的系統資源(例如：用戶資料通道與活動目錄伺服器(Active Directory, AD)、視訊、電話系統...等應用程式)。

圖六 網路管理系統與資訊管理系統建置構想



資料來源：作者整理。

(二) 路由器網址隱蔽

軍網是封閉的專屬網路，運用10.0.0.0~10.255.255.255範圍的網段，計有16,777,216個網址可供運用，並貫徹網路實體隔離政策，推行BNS等資安防護，以確保我內部資訊安全。建議未來民用閘道口的「網址」管理與「網卡」管理，讓路由器、防火牆位置在網海之中掩蔽與隱蔽，且通資平台的目的是，匯集整理多重情蒐資訊為我軍清除戰場迷霧，但我通資網路設備的安全，在運用民間資源時，應強化我軍位置與身份的掩蔽與隱蔽，增加敵人辨識的困擾，以確保通信與資訊安全。在網際網路協定第6版(Internet Protocol Version 6, IPv6)中提供約 2^{128} 個網路位址(約 3.4×10^{38} 個)，以全球70億人計算，每人平均可分到約 486117667×10^{20} 個IPv6的網址，表示未來在網海之中Router更容易掩蔽位置與隱蔽身份，也將是我運用民用行動通信的有利因素。

(三) 伺服器備援

管理中心的伺服器，為確保安全現常採「異地備援」手段，但仍有被攻擊後全面癱瘓的風險。建議未來資訊管理與安全維護，可考量去中心化的區塊鏈(Blockchain)技術。核心網路的網管系統伺服器與資管系統伺服器之間，為達安全、確實、迅速的要求，可藉由密碼學串接並保護內容的串連交易記錄區塊鏈技術來達成去中心化。¹⁹將讓駭客沒有明確的攻擊目標，

¹⁹ 每日頭條，〈美空軍用區塊鏈保護網絡系統，Xage Security 公司〉，《美陸軍 2028 多域戰概念》，<https://kknews.cc/zh-tw/military/3qpa3bo.html>，2020 年 1 月 17 日，(檢索日期 2020 年 4 月 16 日)。

來防護確保資料庫的安全，如：宏達電EXODUS 1s區塊鏈智慧手機。²⁰或用戶端參考民間金融機構在網路銀行資產安全和維護的作法與機制，如：一次性密碼(One Time Password, OTP)或配合生物特徵感測器認證，讓AD伺服器確認身份來達成資訊安全的需求。

二、共頻、共網、共構

萬物聯網，多重情資蒐整大數據的民用行動網路，可藉由民用行動通信網路，建構高危及、低機敏的環境監控平台，如：營區或訓場圍牆外圍環境監視、兵要地點環境監視、無人站台環境監控...等直播應用項目，下列就政策面、整合性、架構提出探討與建議：

(一)現行第五代行動通信的政策方向

軍民系統各自發展，軍用頻譜日漸不足。建議配合國家通訊傳播委員會推動5G行動通信，主動掌握各階段的政策指導，例如：2019～2020年共頻、共網、共構；²¹2021～2022年專網規劃...等。²²

1. 共頻

為降低成本、加速部署、使5G頻譜達到最大效益，NCC表示獲得同一頻段頻譜的電信業者，才能協商共頻共網，²³例如：3.5GHz頻段加起來不能超過100MHz上限，雙方如何運用分時或分空的技術進行，則由業者自行協商，小規模建置與民用行動通信相容的無線網路基地台與核心網路伺服器，除彌補商用營運後軍用頻譜的不足，或能提供系統另一條的鏈路選擇。當民用核心網路伺服器遭受攻擊或天災損毀後，運用小規模部署的共構無線網路基地台與結合現用微波、衛星、光纖鏈路資源，以即時收容NCC保留的公務門號，維持一般主官行動電話的基本功能。

2. 共網

在平均人口數每平方公里651人以下的地區，NCC開放業者可以組合他人網路規劃共網合作模式。爭取NCC的保留行動電話門號，向台灣網路資訊中心申請足夠的IP網址，應用如：語音行動電話門號可攜業務，將原本配置的電話門號移至配合或租金成本較低業者，來達到電話門號掩蔽與隱蔽需求，達成軍/民門號互撥的願景，提供平戰時期軍事運用需求；行動資訊IP則參考美軍現行NIPRNet/SIPRNet網路分類要求的運用作法，以路由管控/防火牆/檢疫設備，建立緩衝隔離區，逐步完善現行閘道關口站點中心，提供軍/民網語音與資訊服務。

3. 共構

²⁰ 中央社，〈宏達電新一代區塊鏈手機，第3季問世〉，《聯合報新聞網》，https://udn.com/news/story/7240/3808291?utm_source=lineobile&utm_medium=share，2019年5月12日，(檢索日期2019年6月17日)。

²¹ 台灣醒報/吳婉瑜/台北，〈5G共頻無共識 NCC：盼資源共用〉，《聯合報新聞網》，<https://udn.com/news/story/7098/3986461>，2019年8月13日20:01，(檢索日期2020年3月7日)。

²² 科技會報辦公室，〈我國5G頻譜政策與專網發展〉，《行政院-院會議案》，<https://www.ey.gov.tw/Page/448DE008087A1971/3d06fd55-f6f2-4743-a6f8-fa44476487cc>，2019年12月5日，(檢索日期2020年3月7日)。

²³ 中時電子報/林淑惠/台北，〈NCC：標得同一頻段頻譜，業者才能洽談共頻共網〉，《中時電子報》，<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20191213001447-260410>，2019年12月13日，(檢索日期2020年3月7日)。

指相同或不同業者，以共用天線、基頻設備、射頻設備或鐵塔等方式設置基地台，並配合災害聯防政策提供營區建置共站、共構無線網路基地台。除民用無線網路基地台天線外，預留軍用無線網路基地台位置與線路，或將車載軍用無線網路基地台線路併入共構站台內，以便結合平戰時期任務需求，如表六。

表六 行動通信共頻、共網、共構概要項目初計表

項目	概述要項	備註
網域主機	國際域名.com.net.org.biz.info.asia.cc.mobi.taipei 台灣域名.com.tw/net.tw/org.tw/idv.tw/.tw MPLS VPN域名.mil/.army	DNS域名 受理註冊機構
共網 資訊 網址	中華電信HiNet(9256) 政府資訊服務網GSN(576) 台灣學術網路T(2176)	核發ISP單位IPv4 Class C網段數量MPLS VPN
共網 電話 首碼	中華電信0910～09129...(10碼) 遠傳電信0930～09313...(10碼) 台灣大哥大09350～09359...(10碼)	行動寬頻業務 (行動電話10碼)
共頻 頻譜	中華電信3.42～3.51GHz/27.9～28.5 GHz 遠傳電信3.34～3.42GHz/28.5～28.9 GHz 台灣大哥大3.51～3.57GHz/29.3～29.5 GHz 專網4.8～4.9GHz	5G頻譜競標 與專網規劃概況
共構 共站	營區固定防救災行動通訊基地台 營區車載軍用無線網路基地台	高抗災電力7～10天 多重中繼傳輸 備援路由 光纖/微波/衛星

資料來源：整理自〈行動通信網路業務用戶號碼核配現況〉，國家通訊傳播委員會，https://www.ncc.gov.tw/chinese/show_file.aspx?table_name=news&file_sn=40982，(檢索日期：2020年1月2日)；〈網路位址分配狀況與網域受理註冊機構〉，財團法人台灣網路資訊中心，<https://www.twnic.net.tw/>，2020年1月2日，(檢索日期：2020年1月2日)。

4. 專網+共頻、共網、共構，讓部隊指管動中通更加完善²⁴

部隊新世代的寬頻無線傳輸設備往往需要較大的頻寬需求，若無積極協調NCC將會按照往例核給軍方不足以發揮設備效能的頻寬，如此將無法完成建軍備戰任務。所以，在採購無線行動通信裝備前，須先向NCC申請獲得所需頻率。在〈我國5G頻譜政策與專網發展〉²⁵資料中，指配4.8～4.9GHz頻段之100MHz頻寬為現行5G專網頻譜，在確認既有警消通訊業務可持續的前提條件下，進行移頻作業，完成前本頻段以和諧共用方式開放申請使用，專頻仍應繳交頻率使用費。專網具有資安防護效益，對國防機敏通信更符合需要，第二階段的民用頻譜釋出，中頻部分以4.4～5GHz頻段為主，將保留300MHz頻寬續供警消通訊使用，暫時看不

²⁴Dadada 的部落格-岳將軍，〈構連愛三防空網路，空軍襄展專案申請超寬頻來作戰〉，《聯合報部落格》，<http://blog.udn.com/mobile/Generalxen/118847395>，2018年10月28日，(檢索日期2020年4月16日)。

²⁵科技會報辦公室，〈我國5G頻譜政策與專網發展〉，《行政院/政策與計畫/院會議案》，<https://www.ey.gov.tw/Page/448DE008087A1971/3d06fd55-f6f2-4743-a6f8-fa44476487cc>，2019年12月5日，(檢索日期2020年4月16日)。

出國防通訊的保留頻譜落於何處。未來新式通裝採購時應注意相關頻譜政策，方能整合運用專網與民用行動通信的最大益處，讓部隊指管行動通信效能更加完善。

(二)陸、海、空三軍一體的整合能量

通信整合系統ICS與無線中繼盒(節費盒)數量不足，民用行動通信系統與軍用通資電系統，無法妥善整合運用。建議未來運用通信整合系統ICS掌握陸、海、空三軍一體的整合能量，達到戰術通信節點均備有機動通信的能力，以完善情資蒐集、圖資共享的目標。

1.地面、空中、太空一體的基地台

地面，藉購置4G中繼盒(節費盒)運用普及的民用無線網路基地台與核心網路，做為有線/無線路由器的閘道，與前一代3G中繼盒(節費盒)比較，可提供旅級語音網路交換機一門FXS中繼電路與270Mbps網路Trunk鏈路。空中，經無人機滯空搭載民用無線網路基地台適當納入與整合，提供全面覆蓋無縫連結的作戰場景，在我沒有軍事通信衛星與高費率民用通信衛星的條件下，裝載寬頻行動通信裝置或可靈活、有效、機動支援短期大面積的中繼需求。太空，採購商用衛星通信鏈路，例如：歐星衛星、海事衛星、銱衛星...等，依據電路的費用，妥適安排管制優先等級與使用層級，如圖七。

圖七 地面、空中、太空一體的基地台



資料來源：雷虎科技，〈緊急空中基地台系統〉，<https://youtu.be/izmbLGrBETk>，2019年8月14日，(檢索日期：2020年1月3日)；Thales，〈Defence LTE Solutions-Thales〉，<https://youtu.be/UT9u2XDvceA>，2019年1月25日，(檢索日期：2020年4月16日)。

2.軍事行動用戶的應用場景

由具備防護與作業能力之單位，於各作戰區建立軍/公/民營情資緩衝/檢疫(認證)/隔離(加密)區域，將行動通信網路納入路由備援機制，如圖八。

(1)人事部門，建議MDM國軍營內民用通信資訊器材管制標籤碼以條碼或QR碼顯示，以結合門禁管制與識別證功能，讓人員進入營區時同時檢查MDM有無開啟，或進入禁止區前

有無將手機放置管制機櫃；另運用民間資料中心配合人員資料來源分散方式，建立民用電子信箱帳/密清冊交互分時、分區、分類，在營外以智慧型手機註冊/登入，例如：**google**地圖或**Nike Run Club**跑步...等應用程式，開啟**GPS**與鏡頭功能，即能運用民間資源進行人員或派遣軌跡的管制與時間...等資料蒐整。

(2)情報部門，主要是用來進行情報來源的掌握與蒐整，平常對營外重要路口或聯防地區即時影像，應用已公開網頁或網址，例如：公路總局-智慧化省道即時影像[https://168.thb.gov.tw/...](https://168.thb.gov.tw/)等，以智慧型手機做例行情蒐或納入戰情室投影畫面；使用付費**google**地圖的進階資源，在現地偵察前或任務提示、說明時可適時使用街景功能投影放大，來提升人員對環境的感知度。

圖八 軍事行動用戶的應用場景



資料來源：行政院，〈即時影像/熱門點閱〉，<https://www.gov.tw/taiwan/>，(檢索日期：2020年4月15日)；Google地圖-導航和大眾運輸、武裝基地-國軍服裝供售站、LoFTechs-揪科(Juiker)、LINE Corporation、國軍MDM等APP擷取畫面。

(3)作戰部門，由作戰區緩衝/檢疫(認證)/隔離(加密)站，建置民營行動電話或揪科網路電話的語音管制進出關口，經由T1數位或FXS類比的電路方式鏈結現行國軍六碼電話系統；採購行動數據的VPN產品，應用IPsec安全協定的主機到主機傳輸模式(Transport Mode)，配合備具第二層網路功能的網路保密器，提供區間點對點的視訊會議備援電路；或相同的行動通信產品，採用網路隧道模式(Tunnel Mode)再配合具備第三層網路功能的行動寬頻保密器，在有能力建立緩衝/檢疫(認證)/隔離(加密)區的層級單位，來實現資訊單一管制進出的閘道關口。

(4)後勤部門，一般物料供需的管理，例如：國軍服裝供售站APP、國軍桃園總醫院、國軍福利讚，提供一個服務供應端與消費需求端的平台，官士兵利用智慧型手機掌握供售站存貨或醫院門診時間，安排自己取貨或看診日期，當日追蹤到貨或看診進度，以隨時、隨地滿足雙方需求與縮短彼此時間與距離。

(5)政戰部門，例如：臉書社群(陸軍通信電子資訊訓練中心)、新聞社群(青年日報)、揪科群組...等經營，在政戰課程或莒光日收視時，可同時由單位成員即時以智慧型手機進行網路推播，增加訊息的網路能見度進而運用於輿論宣傳、兵員招募或遠距教學，應用揪科群組進行心輔或一般事項宣導。

(6)海軍，海軍基地與船艦泊港時，應用場景如同陸軍一樣，船艦離港後，將失去地面基地台訊號，僅能依賴衛星通信提供寬頻服務，將海面影像或情資即時回傳。除中新二號專用電路外，目前台海附近能提供此類代理行動通信服務者，計有：歐星衛星(電話/簡訊)、海事衛星(電話/簡訊/視訊)。海軍情報來源除雷達情資外，未來可考慮以鈹衛星行動物聯網建立海面情蒐系統，提升長期水文觀測、潛艦(船艦)感知、無人系統佈放能力。

(7)空軍，空軍基地與飛機待命時，應用場景如同陸軍一樣，飛行員應配賦具備定位功能的衛星緊急救援行動電話。在飛機起飛後，主要是應用高度優勢，將空拍影像或情資即時回傳，除現有資料鏈系統外，對於高度更高的衛星行動通信或地面行動通信基地台，在機艙空間允許下可以考慮納入備援電路。

(三)異質網路自我架構的適應能力

1.異質網路自我架構的適應能力不足，旅級

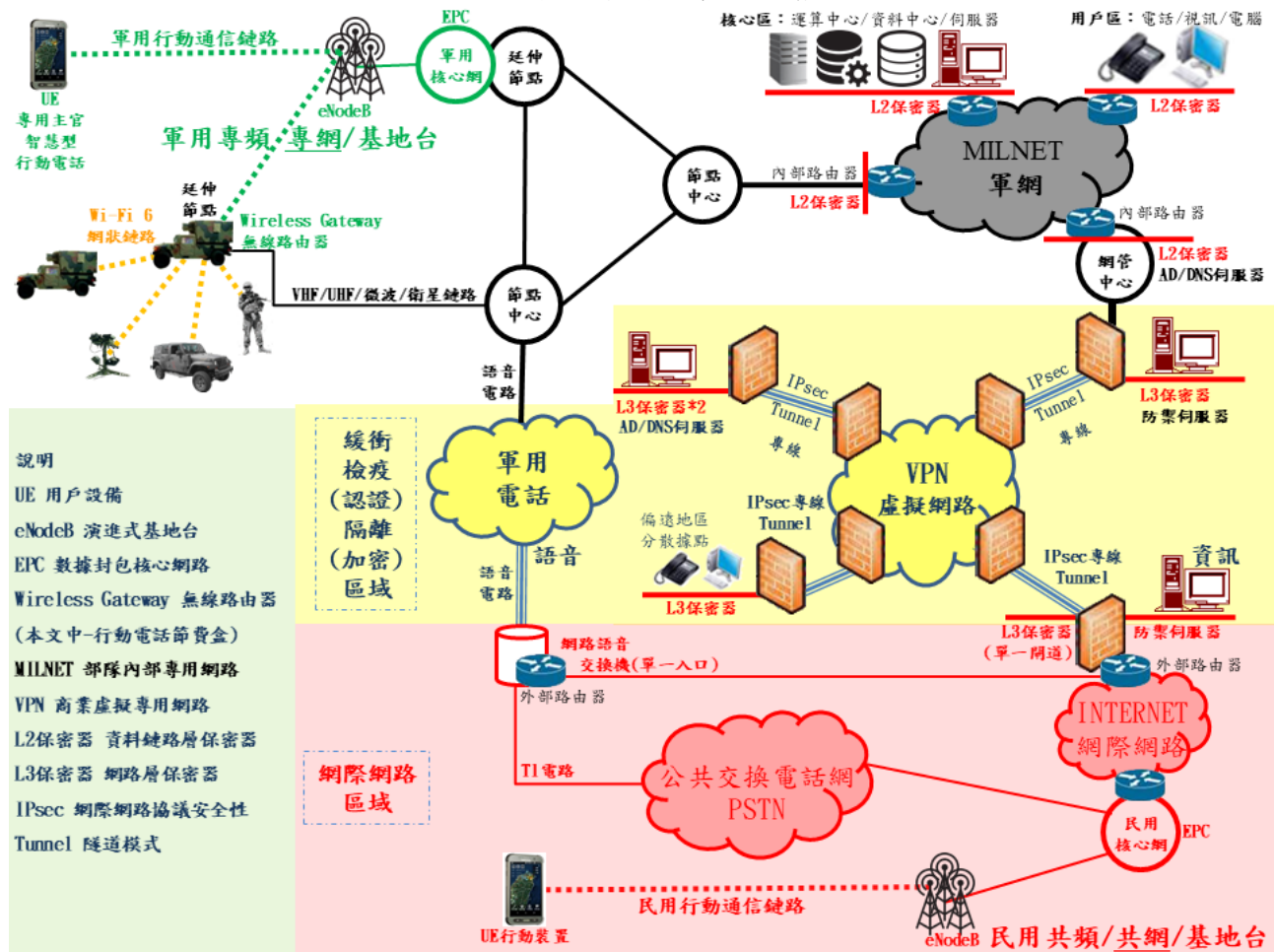
半雙工無線電機透過無線電語音閘道器，雙工類比式電話機透過語音網路交換機FXS閘道進入網路系統，目前配置的Router僅限於營區網路與陸區系統。建議：持續落實用戶裝置網路化，而Router須能自動組網達成異質網路介接；當所有訊息網路化後可透過Router管理鏈路通道，旅級運用鏈路通道有：TR-840微波機、營區軍網、陸區系統、維星系統，若將民用行動通信納入，即擁有5個鏈路通道，當配置的Router具備智慧辨識能力能自動選擇與建立網路，將提高系統整體封包的傳輸效率與存活率。

2.應用民用行動通信路由時，應妥善規劃資訊安全防護措施

美國國家安全局為確保美軍/公/民營的通信網路安全，1960年起即將網路區分為四個層級：全球聯合情報通信網、加密網際網路協定路由器網路(Secret Internet Protocol Router Network, SIPRNet)、非加密網際網路協定路由器網路(Non-classified Internet Protocol Router Network, NIPRNet)、全球網際網路(Internet)。每個層級均應用路由器、防火牆、保密器...等設備建立緩衝/檢疫(認證)/隔離(加密)的區域，SIPRNet與NIPRNet之間看起來是連通，但實際上是斷開的實體隔離；NIPRNet與INTERNET兩者之間看起來是斷開的，但實際上是連通的邏輯隔離。主要以防火牆應用IPv6和多協議標籤交換MPLS技術來改善現有的通信網路，並採用

高度安全網際網路(IPsec)和虛擬專用網路(VPN)的技術來打造「黑色核心網」，讓主機到主機傳輸模式(Transport Mode)與網路隧道模式(Tunnel Mode)在SIPRNet與NIPRNet等實體網路中劃分出各自獨立的虛擬安全網域，再分配給各軍種、各單位使用，最後由國防部統一實施跨域解決方案以政策、組織、機制、管理、技術...等安全措施來解決跨域通資問題。2012年起美軍聯合資訊環境中國防資訊網路已在此基礎上使用統一的安全架構，主動運用聯合區域安全站點：在網路環境中進行身份認證管理、網路態勢感知、威脅檢測發現、追蹤溯源反制...等網路戰作為。如同我現行軍/民網實體隔離和資訊交換時檢疫與管制措施；未來民用行動通信若要納入我通資系統運用，應由國防部具備網路作戰能力的單位，負責建立與維護作戰區緩衝/檢疫(認證)/隔離(加密)的安全站點工作，如圖九。

圖九 異質行動通信的架構



資料來源：美國GD公司，〈General Dynamics Mission Systems Introduces Fortress Wireless Gateway Product〉，<https://gdmissionsystems.com/Articles/2017/10/6/general-dynamics-mission-systems-introduces-wireless-gateway-product>，2017年10月6日，(檢索日期：2020年4月16日)。

三、班隊教學及部隊訓練

民用或軍用行動通信系統，傳遞內容為：音訊、視訊、資訊。通信系統訓練發展進程亦從電子化、數位化、網路化逐步實現。電子化的零件為麥克風、揚聲器、攝影鏡頭、螢幕等，

數位化音訊單聲道基本資料量為64Kbps、視訊畫面1280x720每秒29個框架基本資料量為6320Kbps；資料鏈結的數位T1卡片能量為1.544Mbps、乙太網路卡片為10M/100Mbps；野戰數位微波系統與衛星通信系統，裝備均支援網路功能，後續各項裝置網路化後將可逐步建構各項資訊平台，如：網路語音/視訊會議/DNS/AD/WEB...等伺服器，未來平台應用服務定是戰場資訊管理系統/指管系統。民用行動通信的智慧型手機，配合服務平台與應用程式後包含：音訊、視訊、資訊能力，傳輸速率可達8.30Mbps，網路鏈路有：3G/4G、USB、藍芽、NCF、紅外線...等可供選擇，非機敏事務若能運用民用行動通信將可降低相關訓練成本，並藉以建立和推展資通訊技術的應用思維。

(一)運用民用行動通信，納入民間大學相關課程資源

訓練中心課程設計或入學資格，未採計認證民間開放式課程，適當運用民用行動通信資源，在任何時間、任何地點均能上網的優勢。建議建立學員行動資通訊觀念，納入選修民間開放式課程，課堂討論納入分析工具，以建立我資通訊共同場景。教育部對各大專院校均設置有數位學習平台的相關認證課程，不乏有我資通訊相關，且部分免費課程開放修習，如：清華大學磨課師課程(Massive Open Online Courses, MOOCs)數位學習平台的計算機網路概論，²⁶線上認證修習時間達一個學期，離線修習則不限時間，具備手機即可任何時間任何地點修習，透過認證課程除增進人員新式民用資通訊技術相關知識外，亦減少訓員停留佔用訓練中心的專業時數，減少通識課程重複佔用時數情形。相關裝備操作與組合訓練課程，善用圖形化分析工具，如：OSI開放式系統連結的七層參考模式圖、資通訊系統基本架構圖、示波圖、頻譜分析圖...等，藉以建立人員基本技術的共同圖像，作為與執行系統故障排除的分析工具。

(二)善用民用行動通信支援分散營區跨區組網的環境需求

感知器架設與技術能量不足，無法善用民用行動通信支援分散營區跨區組網的環境需求，將提高我建置與維護成本。建議數位微波系統逐步建置與推展後，待我作業人員漸漸習慣與掌握網路音訊與視訊的服務後，如果要提供更優化的應用服務，勢必需適當的引入民用行動通信資源，其目標如：營區外圍警監系統、遠距現地偵察、遠距教學與即時救援...等。

1.萬物聯網，逐步將營區警監系統攝影機與感知器汰換成具備聯網功能的裝置，或可運用物聯網學習套件Arduino系列開發板，訓練學員生對基本感知器的運用技能。

2.民用行動通信網路，跨區的分散營區，建立自主專用線路是一件不容易的事，若能妥善運用月租型網路吃到飽的費率方案，將可降低電路的維護成本。

3.資訊平台，如：Google Play商店，目前中科院開發的行動安全防護、訊息加密、MDM行動裝置管理系統已經可以管制用戶相機、定位、熱點分享、藍芽等功能，若推廣運用將可

²⁶ 黃能富，〈計算機網路概論〉，國立清華大學/Share Course 學聯網，<https://www.sharecourse.net/sharecourse/course/view/unit/nthu?order=&c=&keyword=%E7%B6%B2%E8%B7%AF%E6%A6%82%E8%AB%96>，2019年9月9日，（檢索日期2020年1月3日）。

減低資通訊作業人員對非作戰系統維護負擔。

4.應用服務，運用民用行動通信低成本優勢，有助提昇對外部作戰環境的感知、調查、經營與運用，如：無人站台、對外監視哨、兵要據點、空間頻譜...等監控資料匯集成資料庫，以進行平日戰場環境的分析與掌控，為避免產生資安漏洞或疑慮，必須進入軍網分析處理的資料，可採取解封裝後的最終原始音訊(揚聲器)與視訊(螢幕畫面)重新擷取使用，達成網路實體隔離。

(三)利用Google地圖功能，體驗戰場共同圖像的重要

營、連現行通資系統受限頻寬資源或作業規定，戰場覺知場景不足，無法使學員感受建立「戰場共同圖像」的重要性。建議初階及進修班隊期末操演，應在民網教室運用民用行動通信，配合Google地圖，進行初步GIS/GPS的靜態戰術推演，配合3D飛航模式或街景功能來反覘與融入戰場環境，借以提昇學員的戰場覺知，強化學員戰術觀念與導入未來軍用應用系統建置的技術概念。²⁷

結論

行動通信是全球電信網路的發展趨勢，2018年國家通訊傳播委員會表示：「預定2020年5G釋照，2年後商轉」，²⁸國內首次第五代行動通信釋照競標經過261回合廝殺，總得標金額創天價達到1,380.81億元，²⁹顯示其未來市場規模與願景已為電信業者兵家必爭之地，共頻、共網、共構的協商過程軍方主動瞭解，參與配合國家整體通訊頻譜發展與網路基礎建設；第五代行動通信連接速度與數據流量日益提高後，目前民間商業投資的規模與速度，已經遠比國防投資調整與反應快，民間電信網路蘊藏著大量即時更新的通資處理技術，未來的物聯網、大數據、人工智慧...等運用，均是建立於網際網路的環境基礎上，但網際網路的不可靠，需要綿密交織的鏈路來提升系統存活度，行動通信具有支援野戰部隊分散與機動的特性，唯掌握現有龐大的民間通資能量並納入建軍備戰運用，將能發揮與提昇我有形與無形的整體軍民國防戰力。

參考文獻

一、General Dynamics, Warfighter Information Network-Tactical Commander's Handbook,

²⁷ SK Telecom 的 B2B 事業團長崔日圭(音譯)表示：「軍方正在推動的智慧國防改革，核心就是以 5G 為基礎構建的超聯結系統，SK Telecom 將利用客製化 5G 服務和技術，帶動陸軍官校引領第四次國防工業革命。」全球中央，〈南韓發展戰略產業，邁入 5G 強國〉，《聯合報》，https://udn.com/news/story/6843/3851527?utm_source=lineobile&utm_medium=share，(檢索日期：2019 年 6 月 4 日)。

²⁸〈NCC：「預定 2020 年 5G 釋照，2 年後商轉」〉，行政院數位國家創新經濟推動小組，<https://digi.ey.gov.tw/Page/1538F8CF7474AB4E/2c4275e0-dad7-434f-8b92-bafc9981e4d0>，民國 107 年 10 月 22 日，(檢索日期：2020 年 2 月 7 日)。

²⁹〈5G 首波競標戰決標，標金衝天價 1380 億元〉，《聯合新聞網》，<https://www.google.com/amp/s/udn.com/news/amp/story/120933/4290733>，2020 年 1 月 16 日，(檢索日期：2020 年 2 月 7 日)。

Version 2.0, GDMS July 2016.

- 二、U.S. ARMY SIGNAL CENTER AND FORT GORDON, “Army Communicator Voice of the Signal Regiment,” PB 11-08-3 Vol.33 No.3, Summer 2008.
- 三、Director, Operational Test and Evaluation, Warfighter Information Network-Tactical(WIN-T)Increment 2, Second Follow-on Operational Test and Evaluation, May 2015.
- 四、胡志男、周傳凱等，《4G生活大未來》，第1版(高雄市：財團法人電信技術中心，2013年2月28日)。
- 五、李大嵩、胡志男、賴偉勝、葉洸亘、戴子豪等，《未來世界5G大演進》，第1版(高雄市：財團法人電信技術中心，2015年7月1日)。

作者簡介

王廣義士官長，陸軍通信電子學校技常班32期80年班、陸軍通信電子學校士高班2期、陸軍專科學校士正班13期。曾任助教、管制士、修護士、教官。現任陸軍通信電子資訊訓練中心通信電戰組教官。