

從 5G 通訊技術探討軍事應用之研究

作者/曾伯元中校

提要

- 一、在通訊領域中，全球均已觀察到通訊時代有許多轉變。從1990年代後，4G通信技術已實現市場普及化，而現今的社會已逐步跨入5G世代，此刻也將給予人類環境及社會生活產生重大改變，此技術也漸而成為學術界、資訊產業界以及軍事界的熱門課題之一。
- 二、無疑的是5G的特性將使軍事應用潛力發揮無限的鏈結效應，惟提及5G軍事領域的領先者，則會聯想至我國的假想敵—「中共」，因為該國企業「華為」是此產業中的佼佼者，且在專政領導及極權國家的「軍民融合」戰略下，必將此通信技術引導至國家與軍事層面上。
- 三、值得注意的，中共近期已將5G科技全面推廣至軍事應用上，以優化中共在軍事上的軍事變革，已迫近威脅亞太區域安全，可導致在未來戰場上的重要影響，進以各國加強防範。
- 四、因此，從前述中建議國軍也應注意5G的發展，可從「政策應用、教育執行、建設發展、資安管理、法規制度」等五大面向，將此技術運用於國防軍事整建上，達成建軍備戰之目標，並創造「創新/不對稱」戰力之優勢，期能發揮以小搏大的效果。

關鍵字：5G、中共、華為、軍事應用

前言

隨著各國 5G 商用進程的推進，其代表全球已逐步跨入第五代行動通信技術(5th generation mobile networks 或 5th generation wireless systems, 5G)，此技術革新給予環境及生活產生重大變化。因而使研發成為學術與資訊產業討論之熱門課題。從 2019 年 1 月 26 日《紐約時報》報導中指出美中政府堅信：「誰主導了 5G，誰就會在經濟、情報和軍事上領先於他人」，此句涵義代表無限之價值。進而全球均著手研擬 5G 開發計劃，希能將此科技用於教育、醫療、交通以及娛樂方面，更重要的是在「軍事領域」，其中也含括我國在內。

而論及 5G 軍事技術領域領先者，想必將聯想到假想敵—「中共」，該國企業「華為」(HUAWEI)更是產業中佼佼者，且在專政領導之下，必會將此通信技術引導至國家與軍事層面，更以優化軍事上之「數位化、資訊化、無人化、智慧化」等軍事變革。反之，試想現階段我國通信與資訊裝備，亦處於數位化階段，能否在新科技大幅度提升整體驅動鏈結。

此研究動機期以國軍能否與民間機構或各研究機關共同研究與應用此技術，將國軍各層級(軍種、作戰區或作戰分區)與裝備實施更有效率之資訊鏈結，運用連接「萬物」之屬性(大

數據、人工智慧、物聯網)，增加國軍作戰能力。因此，國軍實有必要藉由 5G 通訊技術研究，分析後續軍事發展問題與可能發生之風險，提供在軍事思維上有益思路。

5G 通訊技術與發展

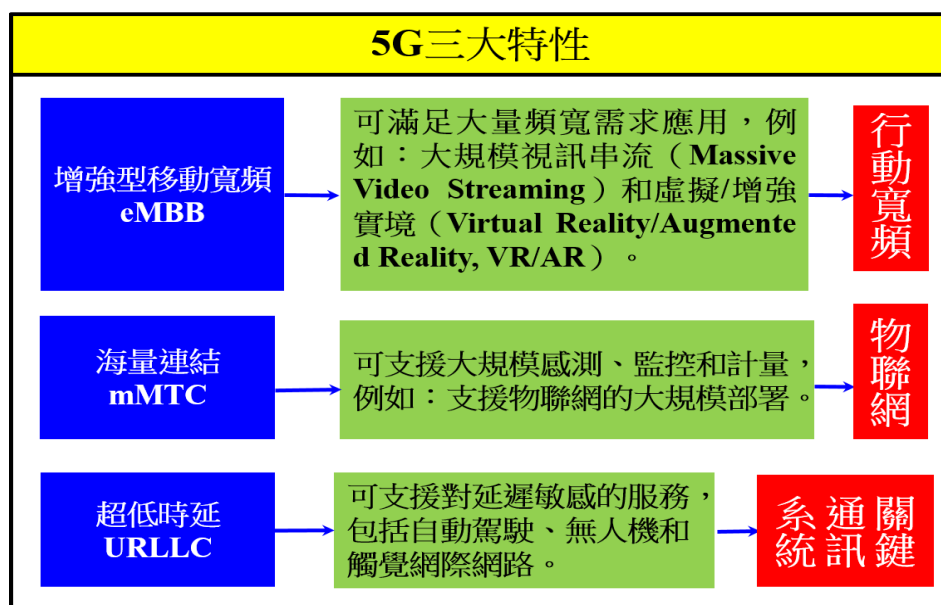
第五代行動通訊(5G)系統的發展，也是 4G 系統「繼承者」，源起於 2012 年國際電信聯盟無線電通信部門(International Telecommunication Union Radiocommunication Sector, ITU-R)所規劃之 IMT-2020 與未來發展藍圖。因此，各國、組織與企業開始劃下行動通訊系統願景與技術研究，進而紛紛投入發展。¹

一、何謂5G行動通訊技術

5G 上述所謂「G」就是「世代」(Generation)之意，回顧每世代之行動通信系統，都可被視為能力指標和核心關鍵技術的象徵。雖大多還是以數據傳輸速度做為考量，但每世代之特徵都在於編碼方法的中斷或空中介面，進而使得各代間均無法相互兼容。

再者，5G 是最新一代蜂窩行動通訊技術。也是第一種支援低至 400MHz 高至 90GHz 頻段的無線通訊系統，因此需要擴大頻譜範圍。²最主要是在於可達到「高資料速率、減少延遲、節省能源、降低成本、提高系統容量和大規模裝置連接」之目標。³

圖 1.5G 三大特性



參考資料：筆者自行繪製

¹ <迎接第五代行動通訊系統年環視全球5G頻譜配置現況>，《新通訊》，<https://www.2cm.com.tw/2cm/zh-tw/tech/845D8C3A76864C7880E0ADB183786368>，檢索日期：民國110年3月11日。

² 「5G」：其主要在於一方面是5G需要提供高容量、高資料速率、全覆蓋以及超高可靠性的行動通信，另一方則是1~2.5GHz間頻段已相當擁擠，需尋找新的頻段。參考關皓、楊凡、孫靜原、張翼，<5G無線接入網路部署的關鍵問題>《郵電設計技術》(北京)，北京大學，2018年11月，頁17。

³ 林鵬飛，<什麼是5G？規格>，《技師園地》，<https://www.tpce.org.tw/data/data5/714-1.pdf>，檢索日期：民國110年3月11日。

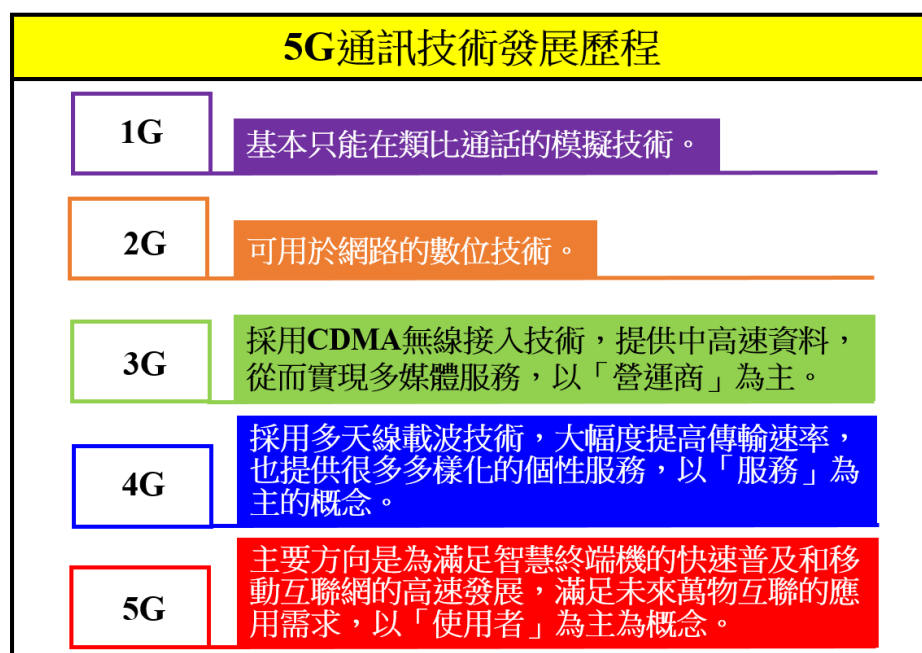
更詳細說明，可從國際電信聯盟(International Telecommunication Union, ITU)則將其分成三類使用情景：增強型移動寬頻(Enhanced Mobile Broadband, eMBB)、海量連結(Massive Machine Type Communications, mMTC)和超低時延(Ultra-reliable and Low Latency Communications, URLLC)，目的在於藉此解決更多樣化的服務與資源應用。⁴(如圖 1 所示)

簡單來說，此技術得以廣泛運用在各面向，因而各國間紛紛能搶先設置，希能奪得先機，儼然已成為大國科技爭霸戰中的重要決勝關鍵。

二、5G通訊技術發展歷程

1978 年，美國貝爾實驗室首先研製出先進行動電話系統(AMPS)。此後，隨工業發展各國相繼開發出蜂窩式行動通訊網。此突破對於 1G 時代(模擬通訊)影響重大。迄今為止，技術發展已邁入 5G 時代，敘述 5G 之概念最早是由托妮·雅涅夫斯基(T. Janevski)在 2009 年 CCNC 拉斯維加斯會議上提出發表 5G 手機概念(5G Mobile Phone Concept)，進而開啟研發通訊技術的大門。⁵此演進過程如同香港城市大學教授薛泉之比喻，「古代泥土路→柏油路→高速公路→加寬高速公路→集高速公路」，此說明各時代技術與運用的演進變革。⁶(如圖 2 所示)

圖 2. 5G 通訊技術發展歷程



參考資料：筆者自行繪製

陳偉業、黃淑玲、林志聰，〈第五代行動通訊系統〉，《資訊與管理科學》(新北市)，淡江大學，第7卷第1期，2014年06月，頁48。

⁴ 呂錫民，〈結合智慧5G網路的行動通訊：現況、應用與展望〉，《前瞻科技與管理》(桃園)，國立中央大學，第9卷第1&2期，2019年11月，頁52。

⁵ 〈行動通訊技術發展歷程及未來趨勢〉，《程式前沿》，<https://codertw.com/%E7%A8%8B%E5%BC%8F%E8%AA%9E%E8%A8%80/428708/>，檢索日期：民國109年3月11日。

⁶ 〈5G時代：軍事智能化將刷新戰場形態〉，《中國國防報》，http://www.mod.gov.cn/big5/mobilization/2017-03/27/content_4776647_2.htm，檢索日期：民國109年3月11日。

每世代之行動通訊技術都賦予新革命，例如 2G 是語音、3G 是數據、4G 是視頻、5G 則將是智慧網路，能同時連接幾十億個裝置，且穩定與效能較佳。(如表 1 所示)

表 1. 「1G 至 5G」發展差異表

項次	名稱	商轉時間	提供服務	通信技術	重要差異	峰值速率	頻率
一	1G	1970-1984	語音	FDMA	可進行行動式通訊	2 Kbps	800-900 MHz
二	2G	1990-2003	語音 簡訊 (個別)	TDMA 和 CDMA	安全、大規模商用	10 Kbps	850-1900 MHz
三	3G	2001-2009	語音 多媒體 (個別)	CDMA	較好的網際網路體驗	3.8Mbps	1.6-2.5 GHz
四	4G	2010	多媒體	CDMA+TD MA	較快的寬頻網際網路與較低的遲延	0.1-1 Gbps	2-8GHz
五	5G	2019	多媒體	此頻段為 L TE/LTE-Ad vanced (LT E-A) 及 W LAN 技術 所採用	可提供廣域覆蓋，不會受到環境因素的干擾	1-10Gbps	3-300 GHz

參考資料：〈3G、4G、5G 手機演變比較，讓你清楚了解 5G 的魅力在哪裡〉，《好神生活誌》，<https://online.senao.com.tw/Article/Detail/1116>，檢索日期：民國 110 年 2 月 11 日。

綜觀上述發展歷程，5G 行動通訊技術歷經 20 多年發展，從各代的經驗吸取與不斷改良，使通訊能力飛速提升。若依據丹麥數學家安格那·克瑞樂普·爾藍(AK Erlang)於 1909 年排隊理論(Queueing Theory)來進行網路規劃，亦即預測電信網路必須支援的最多同時連線用戶數，⁷顯見未來勢必朝向多網虛擬整合現象發展。⁸

三、5G 行動通信技術範疇與應用

⁷ 〈5G 網路技術最新發展現況白皮書〉，《keysight》，<https://www.keysight.com/main/editorial.jsp?cc=TW&lc=cht>，檢索日期：民國 110 年 3 月 11 日。

⁸ 歐宜佩、陳信宏，〈淺談全球 5G 服務應用發展趨勢〉，《經濟前瞻》(台北市)，中華經濟研究院，第 158 期，2015 年 3 月，頁 124。

相對於，過去行動通訊技術的線性演進發展，5G 行動通信技術具有的範疇主要可分為九個面向：(如表 2 所示)

表 2. 5G 行動通信技術範疇

項次	增強技術	內容
一	增強空中介面技術(radio interface)	FOFDM、FBMC、PDMA、SCMA、IDMA、LDS；前瞻天線技術；TDD-FDD 協作等。
二	網路層技術	IMT 系統將需要更彈性的網路。
三	增強行動寬頻情境-技術	適用於需要大頻寬傳輸的應用，可有效增強各節點用戶服務品質。如醫療影像，AR/VR、4K 影像等。
四	增強大量機器型態通訊-技術	適用物聯網相關應用。如穿戴式裝置、智慧電網、智慧建築、智慧城市等。
五	增強超高可靠度/低延遲通訊-技術	適用於需要及時處理的相關應用，透過 SDN、NFV 等技術讓資料層和控制層能彼此溝通。如工業自動化製造和生產過程的無線控制、無人駕駛、遠程醫療手術、運輸安全、智慧電網配電自動化等。
六	改善網路能源效率-技術	能源的耗用主要和通訊協定相關，可藉由降低 RF 傳輸功耗、節省電路電源改善網路能源效率。
七	終端技術	行動終端將變得更人性化，且可以同時連上一個或多個在網路覆蓋範圍下的基地台。
八	強化隱私和安全性-技術	強大且安全的解決方案來反擊新通訊技術、新服務等所造成的安全和隱私問題。
九	提高速率-技術	提高速率的技術：主要是為達到更高的速率、並改善網路容量。

參考資料：

陳梅鈴，〈全球5G發展趨勢〉，《電腦與通訊》(新竹縣)，工業技術研究院，第168期，105年12月，頁6。
張瑞彥、張仕穎、李進農、徐彬海，〈5G智慧點網應用機會與趨勢〉，108年4月，頁69，<https://ictjournal.iti.org.tw/Content/Messagess/contents.aspx?&MmmID=654304432122064271&CatID=654313611326033112&MSID=1035145400213627440>，檢索日期：民國110年1月8日。

2015 年 6 月 22 日，ITU 宣佈將 IMT-2020 納為未來 5G 的技術標準，由於近年來行動通訊技術與產業已有長足的進步，未來發展將匯集人、事、物、數據、應用、交通系統與智慧通訊環境城市等。⁹根據歐洲研究組織 METIS(Mobile and Wireless Communications Enablers for the Twenty-Twenty Information Society)所提出之系統標準，未來系統必須符合以下五大需求：

- (一)每區域下之行動資料量大於 1,000 倍。
- (二)連接之裝置數目大於 10-100 倍。
- (三)使用者之資料量大於 10-1,000 倍。
- (四)低功耗且巨量機器通訊下電池壽命可達 10 倍。

⁹ 李大嵩，〈無網不利未來世界5G大演進，「資訊安全開放資料平臺研發與惡意程式知識庫維運」計畫〉，<https://opendata.nchc.org.tw/dataset/2ba0d5ab-e209-4ae9-a137-c950f6403c33/resource/2787b141-1d2a-40b7-9235-ca4db5d8ff4c/download/5gfinal.pdf>，檢索日期：民國110年3月13日。

(五)點對點延遲可減少 5 倍。¹⁰

有鑑於 5G 使用高頻段的技術特性，為滿足超高速、大連結、以及低延遲的技術條件，故需依靠關鍵技術，其中包括「大規模天線陣列、超密集組網、新型多址、全頻譜接入和新型網路架構」。¹¹

再者，其應用面就如「智慧互聯=5G+AI+物聯網」公式一般深度融合，做到 1 平方公里範圍內百萬級設備的連接，實現「萬物互聯、萬物智能」之願景。其中包括自駕無人車、緊急通訊、自動化工廠、高速火車、大型戶外活動、遠端醫療手術、智慧城市、虛擬實境/擴增實境等，相對也須滿足人類生活上之需求。(如表 3 所示)

表 3.「5G」裝備應用之需求項目與指標

項次	需求項目	需求指標
自駕無人車	低延遲	5 毫秒
	連線能力	99.999%
	可靠度	99.999%
緊急通訊	連線能力	99.9%的受害者發現率
	能源效率	持續一周的電池效力
自動化工廠	低延遲	低於 1 毫秒
	可靠度	封包損失率低於 10 ⁻⁹
高速火車	訊務量密集度	上傳：50Gbps/平方公里 下行：100Gbps/平方公里
	使用者體驗速率	下載：50Mbps 上傳：25Mbps 移動速率 500km/h
	網路延遲	10 毫秒
大型戶外活動	使用者體驗速率	30Mbps
	訊務量密集度	900Gbps/平方公里
	連線密度	4 臺設備/平方公尺
巨量物聯網	連線密度	100 萬臺/平方公里
	連線可用性	範圍內 99.9%
	能源效率	電池可持續 10 年
遠端醫療手術	網路延遲	低於 1 毫秒
	可靠度	99.999%
智慧城市	使用者體驗速率	下行：300Mbps 上傳：60Mbps
	訊務量密集度	700Gbps/每平方公里
	連線密度	20 萬台設備/平方公里
虛擬實境 /擴增實境	使用者體驗速率	4-28Gbps
	網路延遲	低於 7 毫秒

參考資料：〈全球 B4G/5G、IoT 需求情境、應用與技術發展趨勢〉，https://www.ncc.gov.tw/chinese/files/18102/5056_40607_181023_1.pdf，檢索日期：民國109年12月11日。

¹⁰ 方士豪、許仁源，〈5G行動通訊之巨量天線基頻技術研究〉，《電腦與通訊》(新竹市)，工業技術研究院，第62期，2015年6月，頁31。

¹¹ 蔡孟珂，〈5G時代下網路共用政策研析〉，《台灣經濟研究月刊》(台北市)，台灣經濟研究院，第42卷第12期，民國108年12月，頁42。

整體而言，5G 在本質上是種聯結技術，可對「人和人、人和機器、人和物、機器和物」相連接，在技術與應用上不斷深度融合，若運用於軍事上相信潛力不可低估，一旦關鍵技術突破，可謂是軍事訊息化發展之「催化劑」。¹²

5G 通訊技術與軍事運用之關係

2019 年 3 月《中國國防報》探討中共 5G 在「智能化戰爭」中的軍事應用文章，該篇作者為解放軍陸軍指揮學院的研究人員。¹³該員認為建立在 5G 系統上的人工智慧(Artificial Intelligence, AI)技術，無疑地是最關鍵的，一旦結合虛擬現實、大數據、雲計算、人工智慧與軍事物聯網等，勢必將加速智慧化戰爭演變進程。在此科技趨勢下，全球各國也紛紛提出相關作法。

一、各國 5G 發展現況概述

隨著 5G 頻譜的釋出，各國紛紛積極設置規範與政策方向，包括美國、歐盟、南韓、中共及澳大利亞等國家，我國也相繼爭取加入，在 2020 年也將邁入 5G 的時代。¹⁴而 5G 發展階段大致分為「規劃期(2017-2020)、建設期(2019-2025)、應用期(2021-∞)」。¹⁵目前各國均處於規劃與建設階段，以下將針對 2016-2021 年間國際組織與重要國家 5G 發展現況論述。

(一) 歐盟

歐盟為 5G 的倡導者，從 2016 年 7 月由歐洲主要電信營運商、服務供應商、組織與 5G 關鍵大廠共 17 家業者，共同簽署「5G 宣言」¹⁵。歐盟執委會於 2016 年 9 月提出「歐洲十億位元社會連結」(Connectivity for a European Gigabit Society)方案，以提升歐盟境內網路連結，歐盟委員會也於 2016 年 9 月宣示 5G 政策，釋出歐洲「5G 行動計劃文件」¹⁶(5G Action Plan)，提出歐洲 2020 年商用 5G、2018 年需配置頻譜與 5G 試驗的時間表，並點出歐盟與各國家、

¹² <5G,第五代移動通信系統你知多少？>，《每日頭條》，<https://kknews.cc/tech/z64xv3g.html>，檢索日期：民國109年2月11日。

¹³ Danielle Cave, Dr Samantha Hoffman, Alex Joske, Fergus Ryan & Elise Thomas, <Mapping China's Tech Giants>, 18 Apr 2019, Issue Paper Report NO15/2019; (中文網站<https://nsforum.tw/mapping-chinas-tech-giants/>)。

¹⁴ <5G通訊技術的未來願景>，《科學月刊》(台北市)，<https://www.scimonth.com.tw/tw/article/show.aspx?num=62&page=1>，檢索日期：民國109年2月12日。

¹⁵ 5G宣言-促進歐洲即時部署5G行動通訊網路(5G Manifesto for Timely Deployment of 5G in Europe)最重要的目的：以5G促進垂直產業間的有效互動與協同合作，並藉由大規模的測試驗證活動逐步形成生態系統；此外，亦強調應以「投資」作為推動5G的政策框架核心，方能形成正向的槓桿效應，確保歐洲在5G與未來數位通訊發展過程中佔有領先地位。

¹⁶ 5G行動計畫」目的：推動歐盟成員國更為積極地佈局5G行動網路建設，並從商用化時程規劃、鼓勵各成員國進行5G藍圖規劃、5G頻譜分配、泛歐洲測試的組織部署、推動全球5G標準制定等面向提供支援，進而加速超快速光纖回傳網路和超密集小型基地台(Small Cell)之布建。

業者後續行動計劃，鼓勵歐洲國家採納這樣的佈建計劃與促進 5G 標準發展。並在 2021 年 4 月提出在 5 年內投資規模達 3,000 億歐元，全面建置 5G 網路基礎建設。¹⁷

(二)中共

2018 年 3 月 5 日，國務院總理李克強發表「政府工作報告」，其中對於高科技領域發展的論述，主以承襲自「十九大報告」範圍，敘述未來發展需涵蓋「行動通訊、第五代行動通訊技術(5G)產業鏈、大數據、人工智慧、智慧生活、數位化與網路安全」等項次。¹⁸其目標在 2020 年對商用 5G 執行應用。在 2017 年起進行 5G 測試，逐漸擴大試驗網路範圍至 2019 年商用。中共目前主要業者，包括華為和中興等企業，政府也全力支持開放中高頻譜。¹⁹

2019 年 9 月，中國聯通宣布與中國電信簽訂「5G 網路共建共享框架合作協議書」，將於全國分區建置 5G 接取網路。²⁰在 2020 年間全國已部署約 35 萬個 5G 基站且持續增加中。除此之外，在境外也持續與他國政府與公司保持合作，擴大相關領域之影響力。且提出「一帶一路」合作倡議，大力推廣中共主導的 5G 網絡標準和規範。

(三)美國

美國政府於 2016 年投資 4 億美元於《先進無線研究計劃》並制定明確的路線圖。美國聯邦通訊委員會(Federal Communications Commission, FCC)於同年 7 月訂出促進下世代無線通訊技術與高於 24GHz 頻譜發展，成為第一個開放 5G 頻譜的國家。並於 2018 年 9 月發布「the FCC's 5G Fast Plan」，係為使美國於下世代的 5G 無線行動通訊取得地位。

隨後，美國總統川普(Donald Trump)於同年 10 月簽署「為美國未來永續發展的頻譜戰略總統備忘錄」(Presidential Memorandum on Developing a Sustainable Spectrum Strategy for America's Future)，要求相關部會迅速採取具彈性且可預測的頻譜政策，同時還要求提出 5G 立法、管理規定和政策建議。²¹

緊接於 11 月 14 日舉行首次 5G 頻譜拍賣，2019 年 3 月 14 日舉行第二次拍賣。並且國家電信和信息管理局(NTIA)與頻譜戰略工作組當前正展開積極合作，加緊制定《國家頻譜戰略》，以期改進頻譜管理工作，確定優先事項研究和發展方向。並於 2020 年 8 月 10 日美國

¹⁷ 李佳翰〈歐盟 5G 全面部署 5 年內投資規模達 3,000 億歐元〉，《科技網》，

https://www.digitimes.com.tw/tech/dt/n/shwnws.asp?cnlid=1&id=0000607177_6X22E8SP63N7GW87U051Z，檢索日期：民國 110 年 5 月 13 日。

¹⁸ 鍾富國，〈十九大後中國大陸的科技創新政策發展方向—以 5G 為例〉，《經濟前瞻》(台北市)，中華經濟研究院，第 181 期，2019 年 1 月，頁 61。

¹⁹ 〈全球 5G 競賽，中國領先中〉，《天下雜誌》，<https://www.cw.com.tw/article/article.action?id=5089341>，檢索日期：民國 110 年 3 月 3 日。

²⁰ 蔡孟珂，〈5G 時代下網路共用政策研析〉，《台灣經濟研究月刊》(台北市)，台灣經濟研究院，第 42 卷第 12 期，民國 108 年 12 月，頁 48。

²¹ 陳思豪，〈5G 時代下主要國家因應策略與頻譜規劃研析〉，《台灣經濟研究月刊》(台北市)，台灣經濟研究院，第 42 卷第 12 期，108 年 12 月，頁 14-15。

政府高層官員表示，在不損及軍事或國家安全能力的情況下，將釋出大量長期保留給軍方的頻寬「3450 到 3550」，拍賣給電信公司作為 5G 網路之用。²²

(四)臺灣

我國行政院科技會報辦公室於 2018 年 10 月 29 至 31 日召開「5G 應用與產業創新策略會議」，廣納意見已形成共識，並於 2019 年 5 月推出「台灣 5G 行動計畫」(2019~2022 年)。並於同月 31 日完成新修「電信管理法」之三讀。而新版電信管理法的重大改變之一，就是確定「共頻」、「共網」和「共建」。

行政院已於 2019 年 6 月核定台灣 5G 行動計畫，積極推展 5G 創新應用與頻譜釋照，同月 19 日 NCC 通過「行動寬頻業務管理規則」修正草案，確定 5G 頻譜競標、釋照，包含釋出「頻段頻寬、競標方式、5G 基地台建設義務、資安防護與執照使用期限等」六大重點。針對共網、共建相關議題，主管機關 NCC 在 7 月 22 日，提出大原則，包含：先完成基地台建設義務，3.5GHZ 頻段要建設 1,000 台，28GHZ 則需建設 3,000 台，且只有在不超過「全國平均人口密度」的鄉鎮市區才可共網，大約占全國 20%人口及 80%的土地面積。目前臺灣 5G 標金已於 2020 年 1 月完成第 261 回合的競標，各家電信業者「中華電信、台灣大、遠傳、台灣之星及亞太電信」均於取得頻譜資源。²³

從上述可見各國正積極發展 5G 通訊技術，美國政府更在 2019 年 12 月舉行第三次大規模拍賣頻譜，在前幾個行動網路世代更是領導全球，但是進入 5G 世代後，卻須面臨中共的挑戰。²⁴以上也代表 5G 的建立關係已成為整個未來技術應用的革新，使眾多的產業應用，更能滿足頻寬需求，開啟萬物聯網的智慧化時代，同時也推動經濟發展、國家間的競賽、話語權之爭以及帶動技術發展等現象，下表(表 4)為上述各國在 5G 上各主要應用場景應用比較。

另外在 2019 年的世界行動通訊大會(Mobile World Congress, MWC)中目前全球有 70 個國家、139 家電信營運商正進行 5G 試驗，預計於 2025 年以前，即有 117 個 5G 商用網路推出，²⁵從前述各國發展進程可見，各國均積極朝向 5G 時代邁進。根據 Gartner 諮詢公司預測至 2025 年，全球將有 45%的電信營運商推出商用 5G 網路。(如圖 3 所示)

²² <部署商業5G 美國釋出軍方頻寬拍賣>，《新浪新聞》，<https://news.sina.com.tw/article/20200811/36004680.html>，檢索日期：民國110年2月21日。

²³ <台灣首波5G頻譜競標結果出爐，得標總金額破1380億元>，《LP》，<https://lpcomment.com/2020/01/16/台灣首波5g頻譜競標結果出爐，得標總金額破1380億元/>，檢索日期：民國109年7月12日。

²⁴ <衝刺次世代智慧行動通訊各國挺進5G發展力爭先手>，《新通訊》，<https://www.2cm.com.tw/2cm/zh-tw/market/12E873DCEA694838A7600EF17CDDC7B4>，檢索日期：民國109年7月12日。

²⁵ <Gartner預測5G普及速度 台灣悲情列第三梯隊>，《中時新聞網》，<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20190225003424-260412?chdtv>，檢索日期：民國110年1月11日。

表 4.歐盟、美國、中共與臺灣 5G 應用之比較

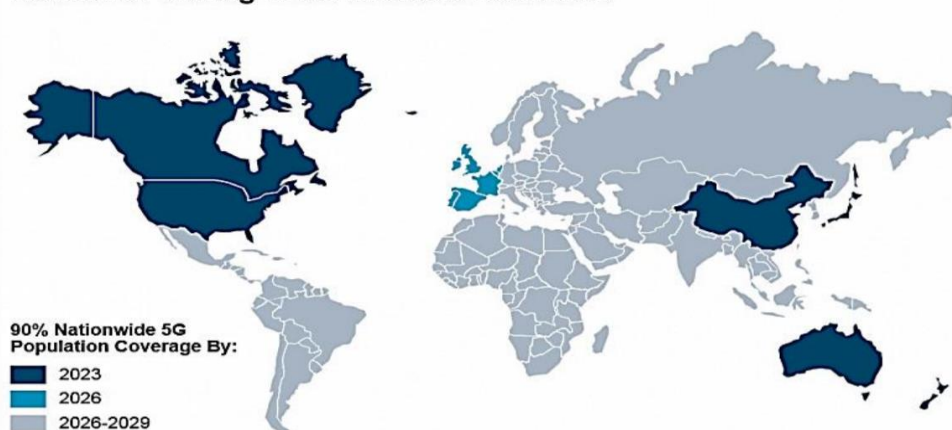
模式	主要應用場景	歐盟	美國	中共	臺灣
物聯網	智慧電網與關鍵基礎設施監控	V	V	V	V
	智慧城市(智慧交通、智慧建築、智慧家庭)	V	V	V	V
	行動照護與遠距醫療	V	V	V	V
	車載網際網路與車內資訊娛樂系統、協作與資訊交換	V	V	V	V
超清影像、虛擬實境與行動遊戲	具 3D 功能的行動遠距出席服務	V	V	V	V
	虛擬實境行動網際網路遊戲		V	V	V
行動數據使用密度成長	應用於緊急服務、公共安全、遠距醫療、智慧城市、專業服務、零售業等之高解析度終端設備、頭戴式顯示器、可穿戴式終端	V	V		V
	無線行動通訊網路終端設備顯著增長	V	V	V	V
	需要高的接收速率之行動寬頻服務	V	V	V	V
公共安全	緊急任務之語音服務	V	V		V
	緊急寬頻數據服務	V	V		V
國家 5G 專利	持有比率		14%	34%	<1%

參考資料：

李大嵩，〈無網不利未來世界5G大演進，「資訊安全開放資料平台研發與惡意程式知識庫維運」計畫〉，2015.7.1，16頁。<https://opendata.nchc.org.tw/dataset/2ba0d5ab-e209-4ae9-a137-c950f6403c33/resource/2787b141-1d2a-40b7-9235-ca4db5d8ff4c/download/5gfinal.pdf>，檢索日期：民國109年12月15日。〈全球5G專利誰最多？價值比數量來得重要〉，《科技產業資訊室》，<https://iknow.stpi.narl.org.tw/post/Read.aspx?PostID=15556>，檢索日期：民國109年12月13日。

圖 3.5G 網路推出時間預測

Estimated Timing of 5G Network Launches



參考資料：〈Gartner預測5G普及速度 台灣悲情列第三梯隊〉，《中時新聞網》，<https://www.chinatimes.com/realtimenews/20190225003424-260412?chdtv>，檢索日期：民國109年7月11日。

二、5G技術發展在軍事上之應用

5G 技術將成為新軍事能力的基礎技術，未來戰爭是充斥資訊高度整合的戰場，資訊需求量更大，任何作戰都應透過「觀察－定向－決策－行動」(Observe-Orient-Decide-Act, OODA)等環節傳輸，另需經由「籌畫－準備－執行－評估」(Planning-Readiness-Execution-Assessment, PREA)等流程實施決策，上述若能以 5G 作為基礎，便可提供軍事能力重要支撐。此節主以美、中兩國在「戰場環境與軍事訓練」應用實施論述。

(一)戰場環境應用：

2018 年 12 月，美國國際戰略研究中心(Center for Strategic and International Studies, CSIS)發布題為《5G 技術將重塑創新與安全環境》《How will 5G shape innovation and security》報告中，顯示 5G 所賦予之技術具備重要軍事價值，其中包涵推動機器人、人工智慧技術以及眾多先進感應設備的發展，給國防技術基礎帶來溢出效應。「5G 技術的實現將具有重大的軍事價值。此技術包括機器人、AI 以及許多先進的感知設備。但隨各業界急於運用 5G 提供新的服務機會。因此，國防技術也產生溢出效應，5G 將成為新軍事能力的基礎技術。」²⁶

再者，從 2019 年美國國會研究機構在《第五代行動通信技術對國家安全的影響》《National Security Implications of Fifth Generation(5G)Mobile Technologies》報告中也說明 5G 在軍事領域之重要性。²⁷美國國防部更將它列為「最優先事項」，²⁸因此，委由國防先進研究計畫局(DARPA)開發許多科技項目，尋求創新性建議方案，以編配作戰資源，進而最大限度提高效能與彈性，並且指出指揮管制的基礎問題「感知、通信與武器」。以下將 5G 技術作幾點軍事應用說明與介紹。

1. 「情監偵」運用：5G 能夠增強戰場態勢感知能力，有助於撥開戰爭迷霧。現在戰爭中，快速獲取準確有效戰場訊息則是制勝關鍵，通過部署在「陸、海、空、天、電、網」等多領域空間獲取戰場情報，經過篩選與融合後，形成完整戰場圖像。提供戰場指揮官可對目標進行軍情勘測、目標追蹤、通信中繼與傷損評估等，²⁹作出最佳之決策建議。

²⁶ The technologies that 5G will enable also have significant military value. These include robots, artificial intelligence, and a number of advance sensing devices. As entrepreneurs rush to exploit the opportunities for new services and that 5G offers, there will be spillovers to the defense technology base. 5G will be foundational technology for new military capabilities.

²⁷ <觀察 | 5G 時代對未來戰場意味著什麼？>，《鏈聞ChainNews》，<https://www.chainnews.com/zh-hant/articles/406049742953.htm>，檢索日期：民國109年3月11日。

²⁸ <美國防部列最優先事項 美軍邁向5G時代>，《青年日報》，<https://www.ydn.com.tw/News/348481>，檢索日期：民國109年12月22日。

²⁹ <5G技術都有哪些軍事用途 外媒：能防禦高超音速導彈>，《新浪網》，<http://chinanews.sina.com/bg/chnmilitary/chnmilitary/huanqiu/2019-06-17/doc-ifzkfz6404157.shtml>，檢索日期：民國109年12月11日。

※舉例說明：美國國防部由 DARPA 開發「自適應雷達對抗」(Adaptive Radar Countermeasures)項目，從偵搜項次傳至電磁數據中，便於快速分析資訊，在以人工配合進行輔助，實現情、監、偵之自動控制模式。³⁰

2.「指揮通信」運用：5G 能夠減少戰場指揮層級，提升指揮作戰效能。將 5G 通信系統部署至軍事通信系統中，可確實掌握指揮樞紐到戰術邊緣之線，實現「感知快、研判快、決策快、行動快」；且藉由科技完成指揮系統化，發揮訊息共享機制，統一指揮「協同作戰」與「聯合作戰」。³¹

※舉例說明：2019 年 9 月米切爾航空航天研究所((Mitchell Institute for Aerospace Studies))所長大衛·德普圖拉(David A. Deptula)敘述《重塑美國軍事競爭力：馬賽克戰》研究報告顯示，闡述馬賽克戰及相關內容，美軍加以 5G 網路鏈結可實現低成本、單一功能武器系統的動態組合，形成密切協作及自主規劃的作戰體系。³²

3.「無人裝備」運用：在 5G 技術支援下，所有作戰人員、人機、無人系統之間，都可建立「無人軍團」廣泛應用(偵察、駕駛、作戰、醫療與後勤等)，³³戰場中漸漸發覺各項無人技術，有效保證安全與可靠性，例如：未來無人駕駛的戰車、裝甲車等；或者在戰地醫療中，機器人手術平台為傷患提供遠程手術。以及後勤部門控制無人運輸車隊，使戰場物資配送更加高效。³⁴

※舉例說明：美國國防部認為 5G 網路可促成實現部署無人機群(drone swarm)的新戰略，僅需遙控數十或數百架甚至數千小型作戰無人機，就可實施空中精準打擊。³⁵

簡言之，在軍事上若能運用 5G 特性，就可達到 C⁴ISR 系統(指揮、控制、通信、計算機、情報、監視與偵察)的「進化版」。各國一直高度重視此技術在軍事應用，且積極納入武器發展的戰略規劃，以推動軍方對該技術軍事應用的研究，將其視為改變未來戰爭的關鍵技術之一。

(二)軍事訓練應用：

³⁰ 謝沛學，〈美國國防部電磁頻譜戰略走向〉，《國防安全雙週報》，35 頁。https://indsr.org.tw/Content/Upload/files/6_%E7%BE%8E%E5%9C%8B%E5%9C%8B%E9%98%B2%E9%83%A8%E9%9B%BB%E7%A3%81%E9%A0%BB%E8%AD%9C%E6%88%B0%E7%95%A5%E8%B5%B0%E5%90%91.pdf，檢索日期：民國 109 年 6 月 21 日。

³¹ 龍凱鋒：〈5G 時代，軍事領域將會發生怎樣的革命？〉，《騰訊新聞》，<https://new.qq.com/rain/a/20190211G0CGMI>，檢索日期：民國 109 年 12 月 21 日。

³² 〈重塑美國軍事競爭力：馬賽克戰——美軍未來作戰新構想〉，《每日頭條》，<https://kknews.cc/military/a6lnlrj.html>，檢索日期：民國 110 年 6 月 21 日。

³³ 〈5G 改變未來戰爭形態 中共軍方自曝華為隱患〉，《大紀元》，<http://www.epochtimes.com/b5/19/2/28/n11080193.htm>，檢索日期：民國 109 年 12 月 22 日。

³⁴ 〈美國 5G 的軍事應用〉，《i-media 愛傳媒》，<https://www.i-media.tw/news/detail.html?id=13087>，檢索日期：民國 110 年 3 月 15 日。

³⁵ 〈美軍將善用 5G 多樣應用支援未來戰事〉，《https://www.digitimes.com.tw/iot/article.asp?cat=158&cat1=20&cat2=80&id=0000598161_YVP0D4ZN7VP5K30GZ7ZJP》，檢索日期：民國 110 年 6 月 21 日。

2019 年 10 月 23 日，美國防部負責研究與工程的副國防次長麗莎·波特(Lisa Porter)在洛杉磯舉行的「移動世界大會」(Mobile World Congress 19)上指出，將在四個基地設置 5G 網路技術試點，以下關注三個方向：

- 第一、虛擬實境及增強現實技術之軍事訓練和任務規劃；
- 第二、定位物資補給流向「智慧倉庫」；
- 第三、不同軍事職能部門間的動態網路頻段共用。³⁶

上述代表 5G 技術已開始與人工智慧技術相融合，可大幅提升軍事訓練應用。將未來訓練硬體與軟體達到網路數據規範化、能力開放融合化、引入技術的創新化、AI 應用的邊緣化以及網路環境的模型化之應用。³⁷ 以下就實際案例「智慧演訓、智慧後勤與智慧軍營」。

1. 「智慧演訓」：5G 網路收集作戰人員和武器平臺的訓練資訊，即時傳回演訓現場的高清圖像，對演訓過程進行智慧化分析，即時掌控演訓進程和動態。再者，推動虛擬實境和增強現實技術在演訓活動中的應用，實施虛擬之大規模軍事對抗演練活動。例如：2018 年韓國陸軍士官學校基於 5G 技術研發的綜合戰鬥訓練系統，已開始投入使用，提供學員類似電影的虛擬實境訓練場。

2. 「智慧後勤」：5G 網路可協助部隊後勤系統能夠自動獲取物流追蹤，即時掌握部隊補給需求，準確(人、事、時、地、物)提供作戰部隊後勤補給，再者，根據物資消耗情況作出智慧預測，提前協調、控制、組織和實施裝備物資的生產供應。例如：在作戰中可對戰車或者火炮藉由 5G 與物聯網之鏈結，自動分析彈藥消耗和油料消耗(包括種類項次和座標位置)，使後勤單位可自動即時補給，若發現故障也可回報故障程度自動給修理單元下達指令。

3. 「智慧軍營」：隨著軍隊編制改革調整，各旅(營)長在營區掌握人力較為薄弱。5G 網路能以智慧感知、識別、分析、控制等技術，在安全管理、戰備工作、軍事訓練、政治教育上應用。³⁸ 再將人員管理、車輛管理、出入口管理和視頻監控等各種資訊進行彙整至營區戰情系統，便於管理。除此之外，還可從「智慧辦公系統、智慧部隊管理、智慧軍事訓練」等擴大延伸。³⁹

綜合上述，從軍事角度得知 5G 技術確實可得到戰場感知、資料處理、情報融合、指揮控制、精確打擊、效能評估等內容，滿足作戰要求。除此尚可應用在各種戰爭樣式(電子戰、網路戰、心理戰與情報戰等)。再者，從目前發展狀況而言，論述 5G 勢必將提及「中共」，因

³⁶ <美國防部將開展面向軍事應用的5G網路技術試點專案>，《安全內參》，<https://www.secrss.com/articles/14658>，檢索日期：民國110年2月20日。

³⁷ <一文看懂5G和AI融合的5個要點>，《每日頭條》，<https://kknews.cc/tech/6969nam.html>，檢索日期：民國110年2月25日。

³⁸ <智慧軍營之數位化營區建設設計及應用研究>，《安密電子》，<http://www.81it.com/2019/0412/9434.html>，檢索日期：民國110年3月19日。

³⁹ <賈哲、蔡春曉林旺群，讓5G為軍事賦能>，《解放軍報》，http://www.81.cn/jfjbmap/content/2019-11/22/content_248138.htm，檢索日期：民國110年3月11日。

為該國對於此科技可為是此方面的(華為、中興等公司)佼佼者，也為我國之假想敵，且當前正受美國視中共為強大的敵對勢力，與戰略競爭者不斷給予限制，而中共也不斷應用此項技術，積極將國防「信息化」戰略相互聯繫，應用於戰場上，以提升軍事效益。

三、中共對5G軍事運用研析

5G 對中共發展與中共政權軍民融合戰略息息相關，中共的影響與滲透能力已在過去十年內，大幅度伸入私人企業。「華為」便是其一，此公司早在 2009 年投入 5G 的研究，也成為全球領先者。中共則以軍民融合戰略為規範，掌握該公司之投資與技術，開始推廣技術標準。同時，也帶來未來共軍的軍事優勢。⁴⁰

(一)5G 戰略性佈署分析

從中共主席習近平所召開在十九大報告中，其「第五部分」為「貫徹十九大後中國大陸的科技創新政策發展方向—以 5G 為例」，內容中明顯表示未來施政將以 5G 發展朝向「科技創新」之概念，持續透過「創新驅動發展戰略」邁進，以維持在部分高科技領域的領先。⁴¹因此，中共推動「軍民融合」戰略。

1. 「華為」與中共官方之關係

提及 5G 與軍民融合之關係，就必須說起「華為」技術公司。依 5G 技術而言，「華為」公司是目前各國所公認「5G+微波傳輸」領域的領先者，華為創辦人是任正非先生，他曾經擔任中共軍方(遼陽化纖總廠工程建設任務)的工程師(無軍銜)，在 1978 年加入中共黨員，1982 年成為中共十二大代表，此層關係讓外界不經與中共官方有所聯想。且根據德國專利資料公司 IPlytics 在 2018 年 12 月 12 日發佈一份 5G 專利報告，全球 5G 專利中共占比已達 42%。⁴²(如圖 4 所示)

其實，自 2000 年起華為就遭美國嚴重懷疑替中共政府從事間諜任務，入侵美國網路。因此，2005 年則委託智庫蘭德公司(RAND Corporation)進行研究調查，報告指出華為確實與共軍有密切關係，是華為的政治、贊助與研發夥伴。⁴³進而就遭美國視為威脅對象。再者，另據中共 2017 年發布的《國家情報法》(National Intelligence Law)第 7 條規定，中共國家情報機構有權要求公民和組織協助情報工作，私有企業或國有企業無法抵制中共對有關訊息或知識產權要求。⁴⁴在極權政策下，必定受其控制。

⁴⁰ <為什麼中共想在下一代5G技術上擊敗美國？>，《新紀元》，<https://www.epochweekly.com/b5/623/19344.htm>，檢索日期：民國110年3月15日。

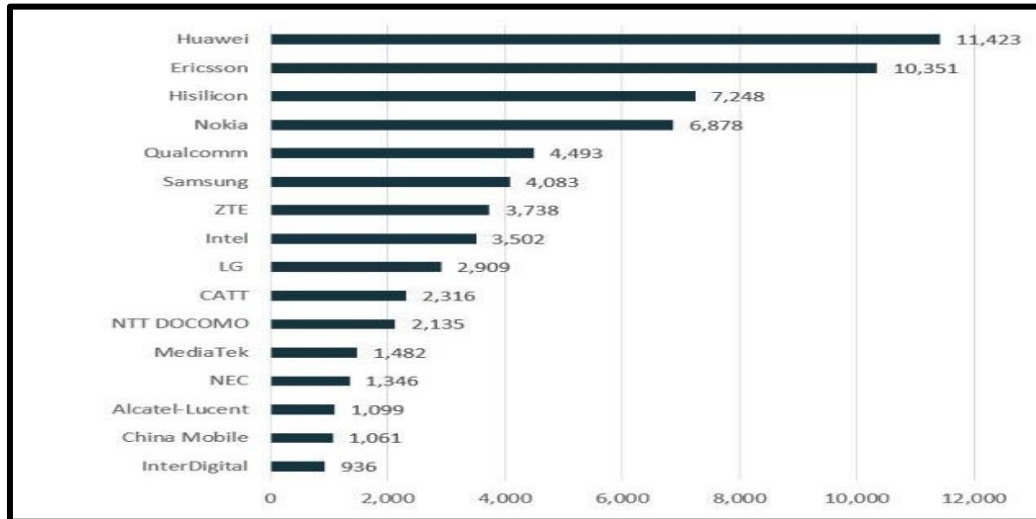
⁴¹ 鍾富國，〈十九大後中國大陸的科技創新政策發展方向—以5G為例〉，《經濟前瞻》(台北市)，中華經濟研究院，第181期，2019年1月，頁61。

⁴² <5G風暴正式來臨！全球抵制華為，新加坡卻悶聲發大財？>，《知乎》，<https://zhuanlan.zhihu.com/p/560008171>，檢索日期：民國109年5月23日。

⁴³ 胡林，〈沒有贏家的 5G 排名戰華為：美國的頭號公敵之路〉，《能力雜誌》(新北市)，中國生產力中心，第761期，頁14-16。

⁴⁴ <分析：為何華為構成間諜威脅毋庸置疑>，《大紀元》，<http://chinese.efreenews.com/a/fenxi-he-cheng-wei-wuyongzhiyi>，檢索日期：民國109年5月12日。

圖 4.華為全球 5G 佔據圖



資料來源：IPlitics

2019 年 5 月 23 日，美國國務卿蓬佩奧(Mike Pompeo)指出，華為與中共有著盤根錯節的關係。此關聯性，令使用華為網路的美國信息處於危險之中。⁴⁵此公司也於同月被美國總統川普列入貿易黑名單，其理由是存在國安疑慮，並要求盟國停止使用華為設備，以防止中共政府利用華為設備從事間諜活動，至今仍持續抵制。上述資料分析顯示，使人不得不合理質疑「中共與華為」背後之戰略目的。

2. 「華為」產生之戰略效應

根據哈佛大學政府系博士生卡尼亞(Elsa B. Kania)之研究團隊，在美國《國防一號》(Defense One)網站發表一篇文章，分析《為什麼中共想要在下一代 5G 技術上擊敗美國？》(Why China's Military Wants to Beat the US to a Next-Gen Cell Network)。事實上，5G 的競爭一直與其國家軍民融合戰略息息相關。中共的 5G 進程可能與其極權統治和國防「信息化」戰略進行聯繫。⁴⁶據德勤(Deloitte)諮詢公司稱，稱中共的戰略正在製造「5G 海嘯」企使美國難以趕上⁴⁷

(1)「國家安全」考量：美國認為華為是潛在的國家安全風險。因為可能在其電信產品中設置「後門」，允許北京當局進行情報蒐集，對外國通信設施的安全構成威脅，從而威脅到國家安全。⁴⁸美國國務卿蓬佩奧(Mike Pompeo)指出中歐國家與華為合作的風險：「使用

⁴⁵ <華為不與中共合作？蓬佩奧：任正非在說謊>，《新唐人電視臺》，<https://www.ntdtv.com/b5/2019/05/24/a102585448.html>，檢索日期：民國109年5月23日。

⁴⁶ <為什麼中共想在下一代5G技術上擊敗美國？>，《新紀元》，<https://www.epochweekly.com/b5/623/19344.htm>，檢索日期：民國110年3月14日。

⁴⁷ <5G全球競爭或成為美國的網路珍珠港>，《阿波羅新聞》，<https://tw.aboluowang.com/2019/0105/1227827.html>，檢索日期：民國110年3月14日。

⁴⁸ <美國為何力阻華為？多名專家分析背後原因(圖)>，《看中國網友》，<https://www.secrechina.com/news/b5/2019/03/31/889025.html>，檢索日期：民國110年2月11日。

華為網路會給民眾帶來風險，人民會失去隱私。」，⁴⁹其技術猶如「木馬屠城計」，將構成對國家的嚴重國安危機。⁵⁰

(2)「一帶一路」考量：根據澳大利亞戰略政策研究所(ASPI)數據顯示，截至 2019 年 4 月，中共企業已在 34 個國家參與 52 個有關 5G 之項目。專家認為中共正尋求將 5G 系統安裝至非洲和其他國家，擴大亞非歐「一帶一路」版圖，漸已提升國際地位，並且找尋內外之合法性，實現在國際秩序中發揮引領作用。⁵¹上述最主要戰略目標，還是擴大 5G 領域的「國際話語權」，與軍事、科技影響之擴張力。

(3)「國際標準」考量：華為曾在官網上表示「華為在 5G 領域保持絕對領先優勢」。⁵²美國國會眾議院情報常設專責委員會前主席羅傑斯(Mike Rogers)針對華為和中興公司的行為，是企圖首先影響現有的國際標準，採取「掠奪式定價」，使其能夠採用他們的優勢技術；然後再制定新的國際標準。⁵³

另一方面，澳洲戰略政策研究所負責人、網絡安全專家漢森(Fergus Hanson)指出，依據 2017 年 6 月頒布的《中華人民共和國國家情報法》規定，「任何組織和公民都應當依法支持、協助和配合國家情報工作，保守所知悉的國家情報工作秘密。」這項法律要求中國電信企業與情報機構合作，包括被迫安裝後門或向政府提供私人數據，⁵⁴華為實際上有義務參與國家情報工作。⁵⁵

(二)5G 軍事性佈署分析

中共則是在極權統治下，將 5G 技術進建設於國防「信息化」戰略上，以致於戰力提升。中共國防學者與工程師推測，共軍可利用 5G 特性以改善戰場通訊，增強訊息的即時性和整合性，實現戰場物聯網和人工智能之潛力。進而共軍試圖將上述相關領域與技術應用於軍事領域。以下就幾點分析：

⁴⁹ <美全球戰略佈局 華為首當其衝>，《聯合新聞網》，<https://udn.com/news/story/6846/3681854>，檢索日期：民國110年3月15日。

⁵⁰ <端木雲觀點>華為5G技術在德國引發的論戰>，《新頭殼newtalk》，<https://times.hinet.net/news/22751521>，檢索日期：民國110年3月15日。

⁵¹ <USCC主席：警惕中國利用一帶一路推廣5G>，《美國之音》，<https://www.voacantonese.com/a/china-bri-5g-silk-road-internet-20190612/4957181.html>，檢索日期：民國110年3月16日。

⁵² <稱中共完全依賴美國做5G 美專家：他們不可能贏得5G競賽>，《中國禁聞網》，<https://www.bannedbook.org/bnews/zh-tw/topimagenews/20190919/1193503.html>，檢索日期：民國110年3月14日。

⁵³ <美情報專家：華為5G給全球帶來安全威脅>，《大紀元》，<https://www.epochtimes.com/b5/19/3/26/n11141562.htm>，檢索日期：民國110年3月11日。

⁵⁴ <美國擔憂「5G」技術，對國家安全和軍事行動產生影響>，《今日頭條》，<https://twgreatdaily.com/vuOVQmwB8g2yegNDbPy6.html>，檢索日期：民國110年3月11日。

⁵⁵ <在全球大規模部署5G 華為為何難推進>，《大紀元》，<https://hk.epochtimes.com/news/2018-06-17/45774043>，檢索日期：民國110年3月11日。

1.「作戰運用」部分：中共在軍事改革重點之一「合成營」，其中編配包括「情報處理車、雷達偵察車、光學偵察車、指揮車」等，大量指管通資情監偵設備，⁵⁶若一旦加以 5G 技術透過資訊合成，可將兵力、火力、機動力實施整合，提高合成營之戰鬥力，可達到「1+1>2」之效果。例如：防空單元與車載主動防禦系統的探測系統互聯，可覆蓋地平線上之處，塑造全面防空態勢，精確掌握飛機、直升機、反坦克導彈等威脅。若指揮協調下，各車結合網路資訊可強化綜合火力，有效地攔截與打擊敵人。

2.「基地守備」部分：解放軍報報導顯示，解放軍空軍各個基地將作為戰役方向空軍合成指揮機構。基地因設施均為固定，共軍在基地防護上，不僅把基地警衛、防空、工程搶修單元實施聯合，還可 5G 的海量物聯特性管理基地上的彈藥、器材、車輛、燃油等。⁵⁷

3.「通信保障」部分：共軍在吉林展開國防動員應急通信演練。演練以通信陷入癱瘓為背景，利用最新 5G 行動通信技術和衛星通信，在野外搭建應急通信網，確保部隊指揮通信順暢。⁵⁸

4.「衛勤醫療」部分：北京的解放軍總醫院則於與「中國移動與華為」公司合作，完成首次以 5G 技術由北京至三亞相進行遙距手術(長達約 3,000 公里)，進行「腦深層刺激手術」。⁵⁹另外，在四川大地震期間，西部戰區運用 5G 技術實施遠端會診。⁶⁰聯勤保障部隊稱之「走出去的聯勤，全域性的聯勤」，若廣泛運用於戰場上，可隨時實施醫療手術。

5.「邊境管理」部分：根據中共《吉林日報》報導，吉林省通化邊境管理支隊與中國移動吉林通化分公司簽約，提供 5G 訊號，開始建設「數字邊防」，藉由 VR 眼鏡及 5G 技術將實況實施回傳，有效掌握邊防狀況。5G 的作用雖然便利，但因傳送距離有限，因此在空中與海上應用上較為限制，目前中共在軍事上運用較著重於地面部隊。

(三)5G 佈署後之影響

中共目前為無線設備市場上佔據主導地位，因此在供應鏈上將導致潛在風險。其中包括 1.情報間諜；2.軍事行動；3.人權問題等。中共 5G 技術的出口「將推動有害的高科技威權

⁵⁶ <國軍聯合兵種營能勝共軍合成營？>，《財團法人國家政策研究基金會》，<https://www.npf.org.tw/3/21019>，檢索日期：民國110年3月11日。

⁵⁷ <5G的軍事意義>，《風聞社區》，<https://user.guancha.cn/main/content?id=125682>，檢索日期：民國110年2月14日。

⁵⁸ <伍、軍事>，《大陸委員會》，<http://ws.mac.gov.tw/Download.ashx?u=LzAwMS9VcGxvYWQvMjk1L2NrZmlsZS8zNGFiNW11OC1kYTlmLTRmNjAtYTJmY0YMDQ3MmRjZThiYzMuGmGRm&n=MDUt6LuN5LqLLTIwMTkwNy5wZGY%3D>，檢索日期：民國110年2月13日。

⁵⁹ <先在北韓邊境測試傳中國將5G技術投入軍事用途>，《蘋果新聞網》，<https://tw.appledaily.com/new/realtime/20190515/1566879/>，檢索日期：民國110年3月12日。

⁶⁰ <伍、軍事>，《大陸委員會》，<http://ws.mac.gov.tw/Download.ashx?u=LzAwMS9VcGxvYWQvMjk1L2NrZmlsZS8zNGFiNW11OC1kYTlmLTRmNjAtYTJmY0YMDQ3MmRjZThiYzMuGmGRm&n=MDUt6LuN5LqLLTIwMTkwNy5wZGY%3D>，檢索日期：民國110年3月16日。

主義」或稱「中國模式」。若各國都須仰賴物中共科技公司所提供之重要建設與服務，將易遭受攻擊；⁶¹對現在及未來均有戰略之重大意涵：

1. 間諜與盜竊智慧財產：中共企業有關聯的間諜活動風險已在法律中揭示，此風險亦隨「智慧」科技在公私領域普及繼續上升，社會都需要更謹慎思考面對惡意網路行為者如何更妥適保護自己的資訊此外，連接設備的數量增長間接也增長潛在「攻擊面」。

2. 軍事競賽：中共政府目前在 5G 是取得自身優勢。尤其鑒於中共的強硬與威逼在全球日益增加，一個國家選擇是否允許中國企業涉入建造關鍵基礎設施(如 5G 網路)的重要戰略考量。

3. 人權問題：中共在 5G 時代中助長威權主義的角色，運用監視科技到自動化大規模審查和鎖定政治異議分子、記者、人權倡議者及邊緣化的少數族群，等於中共在全球範圍內有了能看見一切的眼睛。如同「新疆問題」在中共政府的監視與壓迫下生存。

綜言之，各國對於 5G 技術是不斷推動與發展，尤其中共近年在 5G 建設上更是領先全球，不斷強化 5G 技術(衛星網絡+地面基站網路)，已讓美國極為焦慮。因此我國面對如此強大之假想敵，勢必在軍事科技上也應同步規劃與進行，如此國軍才能將整體作戰體系予以鏈結，因應未來的資訊戰場環境。

對國軍發展 5G 技術之建議

中共目前又以 5G 科技之領先者為名，積極將此技術推廣至軍事應用，有助於未來軍事創新，從中滿足作戰需求。有鑑於此，我國在軍事上也需將 5G 技術納入國防運用，利於將來智慧決策及反應能力，期能取得數位化戰場軍事優勢。而現階段國軍仍然維持網路實體隔離政策，主以避免資料外洩以及阻絕外部駭客攻擊；惟此封閉將抑止與外界互動與鏈結，網路連結可謂是「雙面刃」。因此，建議可從「政策應用、教育研究、建設發展、資安管理、法規制度」等五大面向實施論述。

一、政策應用面

國防部在 5G 資源應用面，無法像民間產業整合能力強大，對於新科技、新觀念與新想法較無法實現，因此應設立 5G 之跨部門機構，學習美軍成立「5G 應用工作小組」，主以評估潛在的軍事應用，且負責掌握最新技術動態，制定政策將 5G 納入軍事網路的基礎傳輸架構，以供戰時決策參考。再者，除成立外需與中科院、產業配合，商討未來建案所需事項。目前該院正規劃「智慧國防」計畫，透過人工智慧與 5G 技術串連建置「國防雲」，區分為服務管理與聯戰指管兩大平台，可提供下述服務：

61 <美前高級將領：華為5G威脅軍事行動和人權>，《大紀元》，<https://www.epochtimes.com/b5/19/4/4/n11161385.htm>檢索日期：民國110年3月16日。

(一)掌握「情監偵聯合」網絡：藉由 5G 特性擴建聯合監偵與觀測系統，統整作戰區內之各單位觀測站(所)鏈結技術，並結合 AI 技術提升預警智慧化，且進行大數據分析與智慧影像分析，進以掌握臺海周邊海(空)域動態與戰場透明度，發揮早期預警、即時傳遞之效能。

(二)發揮「複式指管」平台：透過 5G 數據整合，進以擴建作戰區內向上、下指管系統能量，建立共同作戰圖像(COP)平台，構成多元警報通信管道，提供各層級同步掌握戰場動態，強化聯合戰力，不僅如此在平時也可支援救災任務。

(三)整合「後勤資訊」服務：運用 5G 特性，可整合「國軍用兵後勤管理系統」，應用大數據分析，進行各作戰區內部隊之裝備屬性研析，掌控作戰區內主戰裝備妥善情形，採前置、超前、預判等作為。

(四)提升「醫療資源」共享：藉由 5G 遠端傳輸科技，由各軍醫院協同各醫療機構執行會診，以搭配混合實境(MR)遠距醫療平台，提升戰場醫療水準與環境，主以行動網路提供即時、快速、精準地傳送功能，高速行動網路為必要通信需求，同時也可帶動智慧醫材之成效。

上述讓資訊與指令能即時無礙傳遞，又可運用大數據研判敵情威脅等級，做為戰場管理之參考依據。另外，未來一旦計畫發揮效用，爾後更能發展出「行政雲」、「後勤雲」、「情報雲」、「指管雲」、「作戰雲」等相關系統應用。

二、教育研究面

國防部就目前現況在 5G 技術人才顯著不足，因此現階段人才培育才是國防發展之根本，作好人才佈局，才能推動後續之發展，故須結合各大專院校課程、研究計畫與人才培植等多種管道，整合教學資源。也可發展出「磨課師」MOOCs 線上課程及「示範教學實驗室」實體實作課程，提供國防部對於 5G 專業知識與技術學習，滿足國防發展需求。

(一)引進資安課程：國防部應協商各大專院校課程，藉以延伸教學能量之軍方，針對特定部門與場所實施培育，以 5G 重點領域課程模組為主(多頻段載波聚合、機器型態通訊、行動邊緣運算...等)，以支援未來 5G 軍事應用之需求。

(二)推動研究計畫：國防部應積極推動各軍事院校研發能量，並鼓勵軍方大專院校及學術研究機構，增取科技部研究計畫，以提升 5G 前瞻軍事通訊技術研發水準，另鼓勵軍方與學界共同合作，培育 5G/B5G 技術與應用人才。

(三)資安人才培植：除上述學校教育培育外，為滿足國防部對 5G 人才的及時需求，軍方也應透過與公協會、研發法人共同合作，以問題導向、跨域教學為原則，辦理合作交流活動，盼能快速培植國軍人才，同時建立跨域之對話。

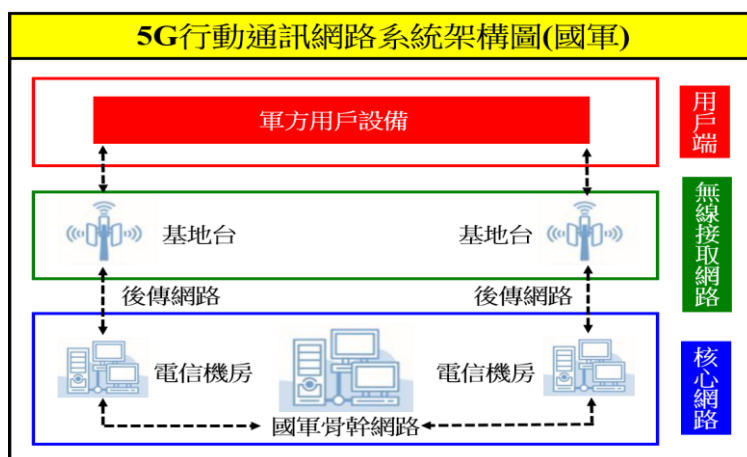
除上述作為外，應朝向「輔導、補助、培訓及推廣」之目標，對於強化輔導 5G 課程進修及訓練軍(士)官，每年進行訓練需求調查，編列教育訓練執行計畫和預算，定期舉辦專題講座及各種研討會，以儲備 5G 軍方技術人才。

三、建設發展面

國防部考量國防預算以及資安顧慮之限制，目前尚無建設及引進各種網路之大型訓練基地。國軍可學習美國國防部於 2020 年 11 月針對五座軍事基地裝配大型 5G 移動寬頻技術，且有不斷增建之情事。⁶²上述基地均為不同性質，分別針對各機構實施 5G 導入實驗項目。相對性，對國軍而言也可將 5G 發展於各型基地，例如清泉崗基地、聯兵旅、南北測考中心、各種軍種訓部、兵整中心、左營基地等，可獲取不同之測試數據，也可整合相關資訊。除基地裝備建構外，國防部亦可朝向 5G 架構發展整體面考量，建議如後：

(一)國防專網：以專網頻譜(4.8-4.9GHz 頻段)，於國軍光纖資訊網路骨幹節點上，建立全軍自有基地台及演進封包核心(Evolved Packet Core, EPC)核網設備、管控手持裝置用戶入網、系統維護與後勤維保可委商或自行建立之優缺點。(如圖 5 所示)

圖 5.5G 行動通信網路系統架構(國軍)



參考資料：筆者自行繪製，參考〈科學月刊〉，《5G技術大補帖》，<https://www.scimonth.com.tw/archives/4130>，
檢索日期：民國110年6月23日。

(二)以系統業者為用：利用虛擬私人網路(VPN)或虛擬架構，在系統業者現有基地台及網路下，採分流機制，連接國軍網路及應用系統設備，並結合加解密及資訊安全措施，提供手持裝置單向瀏覽或雙向收發之入網功能。

(三)混合共構架構：考量全島建立國軍專屬基地台等基礎建設耗資龐大成本，可採關鍵區域建立基地台彌補系統業者不足通信涵蓋部分，局部建立專屬基地台。

(四)快速部署：機動部署可攜式基地台(含核網設備)，透過陸航直昇機空降到通信孤島的制高點，提供手持裝置指管及語音運用，並可結合國軍維星衛星系統後傳鏈結到各級指揮所，達縱向指揮及橫向協調之功效。

⁶²美國境內軍事基地進行5G網路技術應用實驗，分別位於加州聖地牙哥海軍基地、猶他州希爾空軍基地、華盛頓州路易斯克喬德聯合基地、喬治亞州奧爾巴尼海軍陸戰隊後勤基地，以及內華達州拉斯維加斯奈利斯空軍基地。〈美國國防部投入6億美元 將5G網路技術應用在軍事項目〉，《聯合新聞網》，<https://udn.com/news/story/7086/4926225>，檢索日期：民國110年8月11日。

除此之外，也可在手持裝置端、入網閘道端及跨網兩端分別部署保密及資安裝備，提供應用系統或雲端資料中心之存取服務。

四、資安管理面

國軍在資安方面顧慮最甚，根據 2018 年國防部送交立法院的《國軍資安防護機制》書面報告指出，我國每月遭受數千萬次的網路攻擊，⁶³若未來 5G 在軍隊採取網路架構，可能將衍生各種新型態的網路資安及風險，勢必將面對資安威脅與挑戰。因此，國防部可依據 2019 年 5 月歐盟與北約組織舉辦 5G 安全會議結論的「布拉格倡議」(Prague Proposals)所言，5G 網路安全的主要威脅來源，人為錯誤意外事件，以及個別駭客、駭客主義團體、組織型犯罪集團、內部人員、網路恐怖分子、國家支持型駭客的攻擊行為等實施防範。⁶⁴以下提出幾點建議：

(一)資安管理制度：資安絕對是管理層面的議題，國防部需研擬針對未來若建立 5G 技術，應以 PDCA 循環流程管理模式，整合及強化資安管理體系，建立具有「制度化、文件化及系統化」之管理機制，將端點漏洞、網路駭客、惡意程式等各層面威脅進以掌握，使其達到監督及審查管理績效。

(二)研發資安技術：國軍需優先發展 5G 資安技術項目需求，以研議如何面對實現新科技之應用情境，配合資安業界或中科院從中導入主動與被動偵測 5G 產品資安防護機制，建置、資安監控中心於營區及各大廠庫，以防止資安外洩。

(三)關鍵基礎設施：國軍在力求數位轉型的同時，更要強化資訊安全防護等級，因此在資安基礎設施上更需強化，提高資安防禦與應變能量，如期才能對未來在 5G 應用上，執行資安防護與資訊安全預警能力。

期望能透過前述推動事項，建立國軍自主資安技術與防護能力，並實際應用於找出各座應用實驗場域的資安弱點、並加以修補，建立資安解決方案在地應用實績，透過「強化早期預警、持續控管與維運、通報應變與協處改善」等四大面向來建立聯防機制。

五、規範制度面

國家通訊傳播委員會(NCC)已 2019 年 5 月通過「電信管理法」事宜，國防部至今雖未將 5G 技術納入軍隊之應用範疇，但仍須依循政府所制定法規配合辦理，僅有先期完成規範，才能因應後續之資安風險。如同台灣通訊學會理事長劉柏立所述「軟體重於硬體，制度重於技術。」，因此國軍應先將 5G 運用有所規範，遵循風險管理及監督架構，其架構原則及權責規定，區分政策、執行與考核等施行。

(一)政策面：

1.推動各關鍵基礎設施領域主管機關研訂及實施資安防護計畫，以落實資安防護基準。

⁶³ 李建鵬、陳保佑，〈淺談國軍網路安全防護作為之研究〉，《海軍學術雙月刊》，第 55 卷第 1 期，頁 119。

⁶⁴ <【2020 十大資安趨勢 9：5G 資安】NCC 要求所有電信業者，5G 資安要做到 Security By Design >，《iThome》，<https://www.ithome.com.tw/news/135181>，檢索日期：民國 110 年 3 月 11 日。

2.各單位具有 5G 裝備或業務者應該以標準作業程序(SOP)施行。

3.建立風險辨識、評估、控制、衡量與監控程序等，且各基礎設施領域之資安防護策略與防護基準。

(二)執行面：

1.應將 5G 作業計畫轉頒至各下級，並且納入各級(國防部、軍種司令部與軍團)業務分類，編成專案單位(編組)負責相關 5G 業務執行與對外窗口。

2.對各單位強化資安專業人才培育之質與量，應規定每季或半年施以適當合宜之 5G 課程教育訓練，課程內容可採取實體課程或線上課程，以供各級單位師資培訓。

3.若發生 5G 軍事應用上之風險，應建立風險警訊之獨立通報、評估及處理機制，避免事件擴大情事，並定期辦理通報應變相關演練。

(三)考核面：

1.對 5G 軍事應用層面上(裝備、程序)應遵循風險之步驟、計畫及機制，以全面控制監督，落實一級輔導一級。

2.各級業管機關應規劃督訪期程，針對 5G 軍事應用實施檢查(定期及不定期)，並建立完整適當之獎懲機制。

綜合以上之建議，主要目的是希冀國軍在 5G 網路建構後，國軍各層級均能依權限與職權在有秩序規範下運作，且各單位均有準據遵循，如此才能降低資安風險，精進不對稱資通網電戰力。

結語

如今 5G 雖尚處於探討與執行階段，但也不可否認 5G 技術可通過「物聯網」，對科技研究與軍事技術進行全面性的變革。而科技與軍事兩者都是國之利器。未來僅能由軍民聯手發展 5G 技術以及將 5G 能力與指揮系統整合。

再者，我國假想敵「中共」已在 5G 的研究與資金投入都遙遙領先各國，且一再強調「軍民融合」精神，並優先在軍隊中應用，以提升軍隊信息化作戰實力。因為 5G 技術所帶來之傳輸速率與穩定效應，能獲得對戰場態勢的高度感知能力，均優於傳統之通信技術，符合未來戰場需求。

因此，國防部應在未來建軍備戰上，對於 5G 關鍵技術和應用前景，更積極的研擬與推動建設計畫，其中含括成立 5G 應用實驗場地、掌控資安風險與威脅、積極加入 5G 技術開發，同時規劃 5G 在國防政策之作為等等，均是國防部須考量的要項之一，也因導入新科技才能提升國軍未來「不對稱作戰」的優勢，希冀取得贏得新戰場先機。

參考文獻

- 一、關皓、楊凡、孫靜原、張翼，〈5G 無線接入網路部署的關鍵問題〉《郵電設計技術》(北京)，北京大學，2018 年 11 月。
- 二、呂錫民，〈結合智慧 5G 網路的行動通訊:現況、應用與展望〉，《前瞻科技與管理》(桃園)，國立中央大學，第 9 卷第 1&2 期，2019 年 11 月。
- 三、陳偉業、黃淑玲、林志聰，〈第五代行動通訊系統〉，《資訊與管理科學》(新北市)，淡江大學，第 7 卷第 1 期，2014 年 06 月。
- 四、程正孚，〈5G 發展現況〉，《臺灣電信月刊》(台北市)，台灣區電信工程工業同業公會，第 180 期 5&6 月號，民國 106 年。
- 五、歐宜佩、陳信宏，〈淺談全球 5G 服務應用發展趨勢〉，《經濟前瞻》(台北市)，中華經濟研究院，第 158 期，2015 年 3 月。
- 六、陳梅鈴，〈全球 5G 發展趨勢〉，《電腦與通訊》(新竹縣)，工業技術研究院，105 年 12 月，第 168 期。
- 七、方士豪、許仁源，〈5G 行動通訊之巨量天線基頻技術研究〉，《電腦與通訊》(新竹市)，工業技術研究院，第 62 期，2015 年 6 月。
- 八、蔡孟珂，〈5G 時代下網路共用政策研析〉，《台灣經濟研究月刊》(台北市)，台灣經濟研究院，第 42 卷第 12 期，民國 108 年 12 月。
- 九、鍾富國，〈十九大後中國大陸的科技創新政策發展方向—以 5G 為例〉，《經濟前瞻》(台北市)，中華經濟研究院，第 181 期，2019 年 1 月。
- 十、陳思豪，〈5G 時代下主要國家因應策略與頻譜規劃研析〉，《台灣經濟研究月刊》(台北市)，台灣經濟研究院，第 42 卷第 12 期，108 年 12 月。
- 十一、〈美國防部將開展面向軍事應用的 5G 網路技術試點專案〉，《安全內參》，<https://www.secrss.com/articles/14658>，檢索日期：民國 110 年 2 月 20 日。
- 十二、〈賈哲、蔡春曉林旺群，讓 5G 為軍事賦能〉，《解放軍報》，http://www.81.cn/jfjbmap/content/2019-11/22/content_248138.htm，檢索日期：民國 110 年 3 月 11 日。
- 十三、〈智慧軍營之數位化營區建設設計及應用研究〉，《安密電子》，<http://www.81it.com/2019/0412/9434.html>，檢索日期：民國 110 年 3 月 19 日。

作者簡介

曾柏元中校，陸軍軍官學校 90 年班、陸軍步兵學校正規班 339 期、陸軍指揮參謀學院 101 年班、國立政治大學戰略與國際關係研究所碩士。曾任排、連、營長、教官，現任國防大學教官。