

淺析美陸軍通信系統運用區分 PACE 對我 陸軍通資系統運用之啟示

作者：王清安上校

提要

- 一、隨著同步運用網路戰/電子戰癱瘓敵國指管通資系統，已成為先發制人必要手段，美陸軍已意識到指管通信系統生存性，對軍事行動自由愈來愈重要，故通信系統須依據敵情威脅、通信資源，並考量作戰需求之優先順序區分「主要、備用、應急、緊急」等，據以強化突發狀況處置能力。
- 二、美陸軍通信系統運用區分主、備、應、緊等，其效益有助於強化通信系統遭干擾後處置作為、確保軍事行動自由及提升聯合作戰能力。然而，卻因參謀素養不足、兵科存有本位主義，致使聯合指管通連成效備受考驗。
- 三、研究發現，我陸軍與美陸軍之通資系統運用主、輔及機制備援等概念相同。惟我陸軍通資系統因忽略節約部署，以致遭敵電子戰攻擊而癱瘓風險提高。故建議將美陸軍通信系統 PACE 運用概念納入通資指參教育授課，備援機制由作戰區統合三軍通資部隊同時異地演練，俾利確保指管通資系統暢通。

關鍵字：通信系統、指管通連、軍事行動自由、PACE。

前言

隨著癱瘓敵國指管通資系統已成為先發制人之必要手段，確保指管通資系統全程暢通，對軍事行動自由至關重要，其關鍵能力在於系統故障排除之應變處置能力。根據 2018 年《美國陸軍通信部隊訓練策略(The United States Army Signal Corps Training Strategy)》指出，美陸軍通信系統運用，應結合作戰任務需求區分「主要、備用、應急和緊急情況(Primary Alternate Contingency Emergency, PACE)」等，以因應通信、導航等衛星系統遭敵干擾中斷的威脅日益增加，以及高品質通信極易受地形影響無法提供穩定連通，並透過仿真作戰環境，驗證通資系統部署可行性，以強化複雜電磁環境下之生存能力。¹事實上，為強化軍事指管通資系統安全防護能力，以美國為首的北約組織已於 2017 年，在愛沙尼亞「網路防護中心」，納入「網路鎖盾」(Locked Shields)重要演練課目驗證。²

雖然我國陸軍軍事戰略與美陸軍不盡相同，但在指管通資系統遭威脅程度卻是相同。根

¹ The United States Army Signal Corps Training Strategy, (Headquarters, Department of the Army, Washington, D.C., July, 2018), pp.1-1.

² “The Largest International Technical Cyber Defence Exercise Launched This Week,” CCDCOE, April 26, 2017, <https://ccdcoc.org/largest-international-technical-cyber-defence-exercise-launched-week.html>, (2020/07/12).

據 2019 年我國《國防報告書》證實，中共自 2015 年底成立「戰略支援部隊」後，在其「網電一體戰」發展目標下，其作戰能力已對我國軍資電站台及機動指管通連造成某種程度之威脅。³故提升我陸軍通資系統應變處置能力，已是刻不容緩之重要議題。事實上，2018 年我陸軍《通資半年刊》的研究報告已指出，我陸軍通資系統應依據敵情威脅、部隊需求區分「主要、備用、應急、緊急」，並納入戰備任務訓練驗證及通資系統標準作業程序修訂。此舉有助於指管通資系統面臨中斷後，提升部隊應變處置能力。⁴基此，本文將瞭解美陸軍通信系統區分「主要、備用、應急、緊急」之背景與運用原則，並探討其效益與面臨之挑戰，進而檢視我陸軍通資系統運用不足之處。最後提出策進作為，俾利建構指管通資系統全時、全域通連。

美陸軍通信系統區分 PACE 發展之背景及應用原則

面對敵國網路戰、電子戰能力不斷提升，美陸軍已意識到指管通資系統，要能全時、全域滿足作戰指管需求，須強化遭干擾、中斷下之緊急處置作為，故發展「主要、備用、應急及緊急」通信系統，對確保作戰勝利至關重要。

一、發展背景與目的

(一)背景

隨著資訊科技的進步，作戰空間已從傳統的陸地、海上及空中，擴及至網路空間、電磁頻譜及太空等多領域作戰環境，癱瘓敵國指管通資系統，已成為各軍事強國重要攻擊目標。根據 2018 年的美國國防部所出版的《制定共同防衛計畫國防戰略委員會的評估和建議 (Providing for the Common Defense The Assessment and Recommendations of the National Defense Strategy Commission)》指出，俄羅斯和中共已具備對美國太空衛星系統，採取軟、硬殺等攻擊能力，此舉已威脅到美軍長期過度依賴衛星通信之指管通信系統。同時，美國網路、通信等關鍵基礎設施，隨著中共網路攻擊能力提升，指管通信系統遭癱瘓風險也日益增加。⁵此外，中共與俄羅斯企圖運用電子戰、網路戰、太空偵察，以削弱美國衛星導航與通信等能力，進而影響美國與盟邦間合作協調能力。⁶不僅如此，根據 2019 年美陸軍所頒發《戰術通信技術支援戰區作戰 (Techniques For Tactical Signal Support To Theater Operations)》指出，由於美軍過度依賴資訊化，軍事通信系統和資訊網路已成為敵國攻擊高價值目標，面對敵國不斷增強之網路戰及電子戰能力，確保網路空間及電磁頻譜自由活動將更為困難。⁷事

³ 中華民國 108 年國防報告書編纂委員會，《2019 年中華民國國防報告書》(臺北：國防部，2019 年 9 月)，頁 40。

⁴ 林漢平，〈機動數位微波系統網路電話交換次系統與營區總機介接之研究〉《陸軍通資半年刊》(桃園)，第 130 期，陸軍通信電子資訊訓練中心，2018 年 9 月，頁 62。

⁵ “Providing for the Common Defense The Assessment and Recommendations of the National Defense Strategy Commission,” pp. 15-16, file:///C:/Users/a3400-a124750820/Desktop/providing-for-the-common-defense.pdf, (2020/07/12).

⁶ 朱子宏，〈陸軍現代化戰略 (Army Modernization Strategy)〉《陸軍學術雙月刊》(龍潭)，第 56 卷第 570 期，陸軍司令部，2020 年 4 月，頁 79。

⁷ *Techniques for Tactical Signal Support to Theater Operations*, (Headquarters Department of the Army, Washington, D.C., 07 November 2019), pp.1-3

實上，2016 年美軍陸軍訓練暨準則指揮部指揮官麥克馬斯(Herbert R. McMaster Jr.)中將曾揭露，中共網電攻擊能力，對於過度依賴無線網路通信的美陸軍而言，已更加致命。⁸由美陸軍指管通資系統所面臨之威脅，已凸顯出戰時美陸軍要遂行聯合作戰將遭遇到嚴重之挑戰。

(二)目的

要確保多領域作戰空間之指管通資系統，能全時、全域滿足作戰任務需求，突發狀況系統故障排除能力至關重要。根據 2019 年《陸軍通信支援作戰(Signal Support to Operations)》指出，要減少通信系統損壞對軍事行動之影響，及遭電子戰干擾後，還能提供爾後作戰所需之必要通信系統，美陸軍通信系統應依據敵情、通信資源及作戰需求區分「主要、備用、應急、緊急」。同時，透過指參作業和系統部署，據以先期瞭解通信手段中斷之影響，進而研擬對應方案。⁹另外，《美陸軍通訓部隊訓練策略(The United States Army Signal Corps 2019 Training Strategy)》更指出，面對軍事行動複雜、不確定性，美陸軍通信系統區分「主要、備用、應急和緊急」，為遂行作戰計畫成功之關鍵要求。¹⁰除此之外，通信系統區分「主要、備用、應急、緊急」，一方面有助於部隊機動全程，指揮官掌握作戰部隊。另一方面，還可反映出部隊訓練成效、裝備妥善和部隊真實戰力。¹¹主要原因為透過實兵演練，將能驗證通信系統區分「主要、備用、應急、緊急」之可用性。同時，讓指揮官及通信操作人員，先期掌握通資系統，遭電子戰干擾中斷時之應變處置程序。¹²因此，隨著指管通資系統對軍事作戰行動愈來愈重要，其意味著通信系統區分「主要、備用、應急、緊急」，對獲取作戰行動勝利將至關重要，其所提供之可預測性和備用性，更有助於肆應突發狀況處置，以及確保指管命令傳達不中斷之要求。

二、運用原則與通信手段

隨著指管通信系統已成為敵軍癱瘓重要目標，為確保提供部隊在機動時通訊網路中斷時，指管命令傳達仍可滿足爾後作戰之要求，美陸軍通信系統區分「主要、備用、應急和緊急」；主要為最好且雙方預期、備用為另一種常見，卻可能不是最佳、應急為可能不那麼快速，便捷或可靠，但仍可以完成任務。緊急為不得已而為之。¹³運用原則及通信手段，分述如后：

(一)運用原則

1. 主要

主要為最佳總體行動方案，該行動方案為最可靠、適合且符合雙方之間最佳和預

⁸ 王光磊，〈美陸軍恐將寡不敵眾〉《青年日報》(臺北)，2016 年 4 月 8 日，版 4。

⁹ Signal Support to Operations, (Headquarters Department of the Army, Washington, D.C., 13 September 2019), pp.1-7-1-8.

¹⁰ The United States Army Signal Corps 2019 Training Strategy, (Headquarters Department of the Army, July 2019), pp.2-1.

¹¹ Michael S. Ryan, "A Short Note on PACE Plans," <https://www.benning.army.mil/infantry/magazine/issues/2013/Jul-Sep/pdfs/Ryan.pdf>, July-September 2013 INFANTRY, pp.13, (2020/07/12).

¹² Washington, D.C., *Supra* Note 9, pp.B-2.

¹³ Washington, D.C., *Supra* Note 9, pp.1-8.

期的通信系統。¹⁴主要係為部隊雙方間主要通連系統，直到被干擾或被懷疑遭網路戰/電子戰攻擊時，運用另一種通信系統。¹⁵

2. 備用

備用與主要一樣可行，運用時機為危機情況下，備用可取代主要系統，著眼於主要系統中最可能出現問題、漏洞或潛存陷阱之替代方案，但不影響作戰日地達成。¹⁶

3. 應急

應急為主要和備用通信系統，因任何原因不起作用所採取之應變措施。然而，應急系統通常不如主要和備用系統，但備用中的備用卻是至關重要。應急通信系統不依賴主要和備用之通信系統要求。例如當有、無線電系統均無法通連時，傳令方式傳遞的應急通信手段便格外重要。¹⁷

4. 緊急情況

其他所有通信系統均失敗所採取之緊急方法。緊急方法關鍵須具有高度靈活性，無論情況如何，成功可能性最高。這可能不是最方便的通信手段，但卻是以防萬一。¹⁸另外值得注意的是，緊急通信系統不一定非要是設備，它可能是一個過程，例如回到最後一個已知的有效通信點。¹⁹或是緊急信號功能是用來與其他人交流您位置或下落的任何方法，如信號彈。

20

總體而言，為減少通信系統遭敵軍運用電子戰干擾、攻擊之風險，及確保高品質通信不受地形影響，美陸軍通信系統運用係考量敵情威脅、通資能量及作戰需求之優先順序區分為「主要、備用、應急和緊急」，其相互關係接替之優先順序，為通信官透過軍事決策過程(MDMP)同步協調上、下級與友軍，並奉指揮官核定，惟須考量通信系統運用之可行性、可接受性及可適應性等。²¹此外，若沒有四種可行之通信系統，可僅列兩個或三個通信系統。²²故為使作戰指管命令傳達不間斷，主要與備用通信系統須同時建立，惟備用系統可採節約部署，以提升系統生存性。如 VHF 無線電為主要系統，HF 無線電為備用系統，作戰初期兩者通信系統均須完成通連測試。作戰開始後，VHF 無線電保持通連，HF 無線電僅保留重要處所通連。應急系統為主要與備用通信手段均無法通連情況，所採取之通信系統，如衛星通信。緊急通信系統為上述三種通信手段則無法構連，所採取之必要系統，可以為通信系統，或是採取傳

¹⁴ "PACE Plan Basics-How to Prepare Using PACE, <http://MAINSTREAMPREPPERS.COM/PACE-PLAN-BASICS-PREPARE-USING-PACE/>, JUNE 30, 2014, (2020/07/12).

¹⁵ Maj. Matthew S. Blumberg, "The Integrated Tactical Network Pivoting Back to Communications Superiority," U.S. Army, <https://www.armyupress.army.mil/Journals/Military-Review/English-Edition-Archives/May-June-2020/Blumberg-Int-Tactical-Network/>, (2020/07/12).

¹⁶ PACE Plan Basics, Supra Note 14.

¹⁷ PACE Plan Basics, Supra Note 14.

¹⁸ PACE Plan Basics, Supra Note 14.

¹⁹ Washington, D.C., Supra Note 9, pp B-2.

²⁰ "Is Your Survival Planning On PACE?," <https://survivalschool.us/is-your-survival-planning-on-pace/>, (2020/07/12).

²¹ Washington, D.C, Supra note 7, pp.3-3.

²² Michael S. Ryan, Supra note 11.

統視、聲號方式。

不可諱言，面對電子信號發射源已成為敵軍運用軟、硬殺之攻擊目標，部署過多之通信系統，遭敵攻擊導致癱瘓風險隨之提升。故通信系統區分「主要、備用、應急和緊急」運作方式，須著眼敵情威脅及作戰全程指管需求，透過縝密計畫、演練，使部隊能迅速處置突發狀況。故主要系統為考量上、下級與友軍間最方便之系統。備用系統為主要部份通信系統遭癱瘓時，可以無中斷接替主要系統。如 VHF 無線電發現遭干擾後，單位通信官即通知所屬上、下級及友軍啓用備用系統，以 HF 接替 VHF 無線電。應急系統為主要及備用通信系統遭全面癱瘓後，通信部門依計畫使用啓用，並優先建立指揮中樞指管通連。如衛星系統啓用，建立指揮所對上、下等視訊、語音。緊急系統為通信系統無遂行指管命令傳達，則運用視、聲號通信方式連絡。因此，通信系統區分「主要、備用、應急和緊急」運作方式，係在確保作戰全程指管命令不中斷所建構之優先順序，成功關鍵在於通信系統須備有戰力防護之概念。

除此之外，為確保通信系統「主要、備用、應急和緊急」能不中斷傳達指管命令，其機制為通信部門依據上級通信計畫、敵情威脅、通信資源及作戰需求所律定之優先順序，並透過計畫性推演，使上、下級及友軍部隊瞭解，通信系統所面臨中斷後之處置程序。同時，更避免因運用過多之通信系統，曝露自身指揮所位置，確保通信系統「主要、備用、應急和緊急」之優先順序能滿足部隊作戰需求。故透過計畫部署、預期狀況處置，使通信系統「主要、備用、應急和緊急」中斷後接替具有可預測性，達成指管命令傳達不間斷目標。

(二)通信系統

為確保指管命令傳達不間斷，關鍵因素在於減少通信系統之電子設備、天線遭敵國電子偵蒐之風險，提升通信系統生存性，或受地形影響而中斷，能快速切換到另一種通連方式，達成作戰目標。²³美陸軍通信系統運用區分「主要、備用、應急和緊急」，並依機動、情報需求、火力和爾後作戰等階段，研擬最適合之通信系統，以強化部隊和單兵指管通資系統中斷突發狀況處置能力。²⁴分述如后：

1. 機動階段：

隨著軍事行動作戰節奏愈來愈快速，通資系統能於任何戰術環境提供清晰的通信及網路服務。無線電語音通連為機動戰術通信的基礎，主要系統為 VHF 超高頻無線電提供及時語音。備用系統為運用戰術衛星通信通連(Tactical Satellite Communications, TACSAT)。應急系統為聯合作戰指揮平台(Joint Battle Command Platform, JBCP)，緊急系統為高頻(High Frequency, HF)。²⁵

²³ Sydney J. Freedberg JR. "The Fraying Edge: Limits Of The Army's Global Network," Breaking Defense, <https://breakingdefense.com/2019/08/the-fraying-edge-limits-of-the-armys-global-network/>, August 29, 2019, (2020/07/ 12).

²⁴ Headquarters, Department of the Army, Supra note 1, pp. 2-4.

²⁵ Maj. Matthew S. Blumberg, "U.S. Army The Integrated Tactical Network Pivoting Back to Communications Superiority," <https://www.armyupress.army.mil/Journals/Military-Review/English-Edition-Archives/May-June-2020/Blumberg-Int-Tactical-Network/>, (2020/07/12)

2. 情報需求階段

要提供指揮官掌握狀況感知(Situational Awareness, SA)和位置資訊(Position Location Information, PLI)，其指管通資系統為聯合指管數據共享，透過使用多個系統來改善狀況感知能力。²⁶主要系統為 VHF 超高頻無線電、備用系統為聯合作戰指揮平台、應急系統為戰術衛星通連。

3. 火力階段

要求達成射擊任務，及時視頻雖然非常有用，但不是絕對要求。為能無縫火力支援，指管通資系統應著重點於空對地通資系統整合通連，達成互連互通，故通資系統須具備網路品質傳輸低延遲及超視距通連功能。主要系統為先進砲兵戰術數據系統、備用系統為 VHF 語音、應急系統為 VHF 超高頻無線電數據網及緊急系統為聯合作戰指揮平台。

4. 爾後作戰

爾後作戰對攻擊行動至關重要，通信系統著眼於長距離通信範圍，以及可靠通信方式與分散地點通連。²⁷主要系統為 VHF 語音、備用系統為聯合作戰指揮平台、應急系統為戰術衛星，以及緊急系統為作戰指揮與管制支援系統。

總而言之，要確保軍事行動指管命令傳達不中斷，通信系統「主要、備用、應急和緊急」，須符合可行性、可接受性及可適應性等原則。惟須注意為下級單位沒有設備，或該系統未完成培訓，該系統不應成為 PACE 通信系統一部分。此外，視訊傳訊已成為作戰行動中的奢侈品，限制將能改善網路傳輸品質，緩解頻寬不足之壅塞現象，降低部隊作戰風險。必要時，用戶採隔離方式，減輕內、外部威脅。²⁸故美陸軍通信系統區分主要、備用、應急和緊急，如表 1。

表 1 美陸軍通信系統區分「主要、備用、應急和緊急情況」

區分 類別	機動與演習 Movement and Maneuver	Intelligence 情報	Fires 火力	Sustainment 爾後作戰
主要 Primary	超高頻無線電 (指揮官網) VHF (CMD NET)	超高頻無線電 (作戰與情報網) VHF (O&I)	先進砲兵戰術 數據系統 AFATDS	超高頻無線電 (行政和後勤網) VHF (A&L)
備用 Alternate	戰術衛星 UHF (TACSAT)	聯合作戰 指揮平台 JBCP	超高頻 (語音) VHF (Voice)	聯合作戰 指揮平台 JBCP

²⁶ Ibid.

²⁷ Washington, D.C., supra note 9, pp.4-7.

²⁸ Maj. Matthew S. Blumberg, Supra Note 25.

應急 Contingency	聯合作戰 指揮平台 JBCP	戰術衛星 UHF (TACSAT)	超高頻數據網 VHF (Digital)	戰術衛星 UHF (TACSAT)
緊急情況 Emergency	高頻無線電 (語音) HF(chat)	戰術地面 報告系統 TIGR	聯合作戰 指揮平台 JBCP	作戰指揮與管制 支援系統 BCS3
備註	一、先進砲兵戰術數據系統(Advanced Field Artillery Tactical Data System, AFATDS)。 二、高頻：Harris Radio AN/PRC-150。 三、行政和後勤(Administrative and Logistics, A&L)。 四、作戰與情報(Operations and Intelligence, O&I)。 五、指揮官網(Command, CMD)。 六、戰術衛星：包含 VHF 及 UHF。 七、調頻(Frequency Modulation, FM)。 八、超高頻(Very High Frequency, VHF)：SINCGARS 無線電機。 九、戰術地面報告系統(Tactical Ground Reporting System)。 十、作戰指揮與管制支援系統(Battle Command Sustainment and Support System, BCS3)。			

資料來源: The United States Army Signal Corps Training Strategy, (Headquarters, Department of the Army, Washington, D.C., July, 2018), pp.2-5.

美陸軍通信系統區分 PACE 之效益與挑戰

合理、可行之通信系統優先接替順序，其效益有助於提升通信系統中斷後應變處置能力，確保軍事行動自由及提升聯合作戰效能。然卻面臨幕僚指參作業能力不足，各兵科存存本位主義及應變手段無法及時滿足指管需求等挑戰。

一、效益

(一)提升通信系統中斷應變處置能力

要提升突發狀況系統中斷之應變處置能力，標準作業程序至關重要，主要原因為透過狀況演練，使操作人員能提早發現系統故障原因，進而做好應變處置能力準備及備份資料，累積故障排除的經驗，有助於提升作業效率。根據 2013 年曾任職於美國「國家培訓中心(National Training Center, NTC)」作戰小組之通信組長 Michael S. Ryan 研究指出，通信系統依作戰任務優先順序區分「主要、備用、應急、緊急」，雖然不會贏得作戰勝利，但卻能真實反應出部隊訓練成效、裝備妥善和部隊真實戰力。²⁹另外值得注意的是，美陸軍為強化處置程序演練，執行通信任務區分五個階段，準備、安裝攜行電腦站(Installation as a Docking Station, Iaads)、駐地訓練(Home Station Training)、戰鬥訓練中心(Combat Training

²⁹ Michael S. Ryan, Supra note 11.

Center)、部署(Deployment)³⁰；其「安裝攜行電腦站」為將各種硬體和軟體功能合併到一個通用的軟體環境中，有助於指揮官和系統操作人員無論身在何處，無縫進行人員上網交互訓練及通資系統測試。³¹故將通信系統區分「主要、備用、應急、緊急」後，透過有系統的演練、記錄，將有助於提升執勤人員，面對指管通資系統中斷時之應變處置能力。

(二)確保軍事行動自由

隨著多領域作戰型態改變，通信節點、站台已成為敵國同步運用網路/電子戰攻擊之高價值目標，要確保作戰全程能無間縫傳達任務命令要求，網路空間安全防護與電磁頻譜管理便至關重要。根據 2019 年《美陸軍通信部隊訓練策略》指出，合理、可行之通信系統區分「主要、備用、應急、緊急」接替順序，係考量敵情運用電子戰對通信系統之危害程度，及作戰地區間電磁頻譜不同頻段之通連範圍，此舉有助於減少通信系統中斷之風險，進而確保軍事行動自由。³²另外，要確保部隊安全，通信系統就須降低遭敵人偵察發現，並採分散系統部署，提升部隊在多領域作戰環境之生存能力。³³此外，根據 2018 年美陸軍出版的《多領域作戰 2028(The U.S Army in Multi-Domain Operations 2028)》指出，透過發佈網路空間和電磁頻譜中之虛假資訊，有助於混淆敵人運用網路戰、電子戰之攻擊目標。³⁴故通信系統區分「主要、備用、應急、緊急」，除使部隊瞭解通信系統接替優先順序外，並透過計畫性部署分散通信系統部署，減少過多的網路節點遭敵人電子戰攻擊之風險，進而提升通信系統之生存性，確保部隊安全。同時，亦將因頻譜管理納入通信系統優先部署之順序，將有助於減少相互有意或無意之電子頻率干擾，最終確保軍事行動自由之目標。

(三)提升聯合作戰效能

要發揮聯合作戰效能，就須整合三軍部隊兵、火力，以行動一致發起攻擊，關鍵因素在於指揮官透過共同作戰圖像，明確掌握狀況覺知，下達正確命令。根據 2019 年美陸軍所出版的《通信支援作戰》指出，通信系統是支持多領域作戰之關鍵推動力，主要原因為透過通信系統同步整合陸地、海洋、空中、太等領域間各式載具感測器，提供多領域作戰部隊統一行動、協調合作所需資訊需求。³⁵另外，根據 2017 年美國《陸軍網站(The U.S Army)》報導指出，合理、可行之通信系統「主要、備用、應急、緊急」，透過演練使部隊熟悉操作程序，有助於上、下級在仿真的聯合通資環境下執行共同課目，並讓指揮官瞭解最佳通信方案。

³⁶除此之外，在軍事決策過程(MDMP)之任務分析過程中，若發現上級所頒發之通信系統所採取

³⁰ Washington, D.C., Supra note 7, pp.3-3.

³¹ Gordon Van Vleet 'Installation as docking station' links home front to battlefield technologies, https://www.army.mil/article/79716/installation_as_docking_station_links_home_front_to_battlefield_technologies, May 18, 2012.

³² The United States Army Signal Corps 2019 Training Strategy, (Headquarters, Department of the Army July 2019 ,TC 6-02.1), pp.2-3.

³³ The u.s army in multi-domain operations 2028, (TRADOC Pamphlet 525-3-1, December 6,2018), pp.19.

³⁴ TRADOC Pamphlet 525-3-1, Supra Note 34, pp.35.

³⁵ Washington, D.C., supra Note 9, pp.1-4.

³⁶ Crawford and Capt. Anthony Finch" LCOP: A shared understanding in an expeditionary environment, https://www.army.mil/article/192579/lcop_a_shared_understanding_in_an_expeditionary_environment, August 29, 2017.

的「主要、備用、應急、緊急」無法執行，應將無法執行原因向上級報告。³⁷故通信系統「主要、備用、應急、緊急」，將使上、下級及友軍單位能同步、異地，透過仿真的環境驗證其通資系統部署之可行性，此舉有助於提升三軍聯合作戰或多國行動協調能力。

二、挑戰

通信系統之突發狀況優先接替順序是否可行，關鍵因素取決於幕僚指參素養、部門協調規劃、通資系統能量等，分述如后：

（一）幕僚指參素養不足

自古有云：多算勝、少算不勝。通信系統部署能否具體可行，取決於制定計畫者之指參素養良窳，其結果將使軍事行動因通資系統中斷面臨重大風險。根據 2017 年《美陸軍網站 (U. S. Army)》刊登文章指出，通信系統區分「主要、備用、應急、緊急」，成功關鍵因素之一在於第一線部隊能依據當前任務，自由無受阻的使用該通資系統，若未能周密考量作戰任務連續之完整性，將導致任務失敗。³⁸另外，隨著通資技術快速進步，制定計畫人員如果未能與時俱進，將無法對通資作戰環境做出合理且全面評估，此舉對通資系統構連造成嚴重影響，如癱瘓指管通資系統的手段愈來愈多元。例如，可運用網路戰、電子戰及無人機系統。同時，運用不當之通信方式，亦將造成通資系統混亂，提供錯誤資訊給指揮官。³⁹故通信系統區分「主要、備用、應急、緊急」，雖然有助於指管通資系統遭遇干擾、中斷後應變處置能力，但卻可能因幕僚指參作業能力不足，導致通信系統接替之不可行性，其凸顯出通信系統區分「主要、備用、應急、緊急」，所面臨到的挑戰。

（二）部門協調規劃不佳

隨著作戰空間已擴及多領域作戰空間，指管通資系統部署除考量指管通連外，同時還須考量通信系統遭敵電子偵蒐所曝露部隊之風險，故通信系統「主要、備用、應急、緊急」之優先接替順序，應由通信幕僚協調各不同職能部門共同合署完成，其效益為透過部隊分散部署，以減少通信系統遭敵電子偵蒐而導致系統癱瘓。另外，通信系統「主要、備用、應急、緊急」之接替優先順序，亦須考量作戰需求 (Operations Order, OPORD) 或行政需求 (Fragmentary Order, FRAGO) 等。⁴⁰故合理、可行之通信系統「主要、備用、應急、緊急」，除要提升通信幕僚指參素養外，同時各兵科幕僚人員須透過指參程序，並依指揮官企圖及作戰指管需求，律定可接受性及可適合性之通信系統接替順序。⁴¹因此，合理、可行之通信系統「主要、備用、應急、緊急」，須落實在各部門密切協調所研擬之，而非單一通信部門所能制定。

³⁷ Michael S. Ryan, Supra Note 11.

³⁸ “Crawford and Capt. Anthony Finch,” LCOP: A shared understanding in an expeditionary environment, https://www.army.mil/article/192579/lcop_a_shared_understanding_in_an_expeditionary_environment, August 29, 2017.

³⁹ Maj. Matthew S. Blumberg, Supra Note 25.

⁴⁰ Michael S. Ryan, Supra Note 11.

⁴¹ Washington, D.C., supra Note 9, pp B-2.

(三)通資系統能量不足

隨著通資科技能力的進步，通信系統遭電子戰干擾之範圍也隨擴大。根據 2020 年《美陸軍網站(U. S. Army)》刊登文章指出，美陸軍通信系統「主要、備用、應急、緊急」，已不再適用未來聯合通資環境。取而代之為發展機動性高、適應性強，且對威脅具有更強生存性之「整合戰術網路系統(ITN integrated tactical network, ITN)」；該系統為將各頻段無線電自動，據以提供語音、資訊及視訊等服務。⁴²同年，美陸軍為解決頻寬資源不足，及提升信系統之生存能力，已規劃採購「整合戰術網路系統」，據以提升通連品質。⁴³

總之，美陸軍通信系統「主要、備用、應急、緊急」，確實有助於強化通信系統中斷之應變處置能力。同時，透過仿真環境下狀況演練，有助於確保部隊行動自由及提升聯合作戰效能。另外值得注意的事，即便是美國軍用通信，戰時同樣會遭敵干擾，目前僅有 7%軍用頻寬有能力抗干擾，故於 2018 年發展先進極高頻衛星，以自動偵測未被干擾波段，並發射多重波束傳遞訊息，以維軍事通訊能力。故面對未來作戰趨勢朝向無人化、智能化、數位化，通信系統所遭遇癱瘓之風險已隨以提升。故美陸軍通信系統「主要、備用、應急、緊急」，確實值得我陸軍通資系統面臨中共資電攻擊，規劃通資系統運用之參考借鏡。

對我陸軍通資運用手段之啓示與策進作為建議

因應中共網路戰、電子戰已對我國軍指管通資系統造成某種程度之威脅，借鏡美陸軍通信系統「主要、備用、應急、緊急」之效益，並檢視我陸軍指管備援機制不足之處，進而策進我陸軍通資運用之規劃。

一、通資系統運用規劃之啓示

(一)節約通資系統部署，提升通資站台存活

隨著指管通信系統已成為敵軍攻擊之重要目標，要確保指管命令傳達不間斷，就須提升通信站台之生存性，關鍵因素於減少過多的通信系統遭敵人電子偵蒐之風險。然而，檢視我陸軍通信系統備援接替作法，自 2009 年起，首度將公、民營通信資源納入我國軍通資系統備援手段，並於 2011 年納入年度重要課目驗證。不僅如此，為強化指管系統防護能力，於 2019 年將機動指管系統納入漢光重點驗證課目(我國軍指管通資系統建軍戰力大事紀，如表 2)。另外，我陸軍為確保指管命令傳達不間斷，通資係統運用依機動、攻擊(防禦)及追擊(逐次抵抗)等三階段，規劃以戰術區域通信系統及機動數位微波系統為對上、下之骨幹鏈路，並介接有、無線電系統為主要通信手段，以確保作戰全程指管通資系統暢通(我陸軍旅級通資系統區分主要、備用，如表 3)。此通信系統運用，雖然採取「多重手段、複式配置」，但卻忽

⁴² Maj. Matthew S. Blumberg, Supra Note 15.

⁴³ “US Army calls for new approach to network resilience in cyberattack,” rmy-technology, 6 January 2020, <https://www.army-technology.com/news/us-network-resilience-cyberattack/>, (2020/ 07/12).

略節約部署，有助於提升通資站台之存活能力。對比，美陸軍通信系統區分「主要、備用、應急、緊急」，係考量減少遭敵軍運用網路戰/電子戰攻擊之風險。同時，透過軍事決策程序(MDMP)，依作戰指管需求，擬定合理、可行之通信系統接替優先順序。此舉已透露出我陸軍通信系統採取全系統部署，因未考量遭敵電子偵蒐、攻擊之風險，最終將導致通信系統癱瘓威脅提高。故我陸軍通資系統運用所採取主、備及輔，與美陸軍通信系統「主要、備用、應急、緊急」其建構理念相同，為確保指管命令不間斷，惟因忽略節約通資系統部署，對提升通資站台存活之重要性，進而影響備援系統接替方案之可行性。

表 2 我國軍指管通資系統建軍戰力大事紀

項次	年份	條文內容
一	2009 年	《98 年國防報告書》運用公、民營通資能量，提供備援系統，以確保通資系統有效支援軍事任務。
二	2011 年	《100 年國防報告書》通資網路係依防衛作戰任務需求，結合民間通資科技能量，建構多重路徑、複式備援、戰場存活率高之指管通資平臺。整合公民營通信資源，如各式無線電、固網、行動通信、數據傳輸及衛星通信等設備，定期協調及演練，俾利支援防衛作戰任務。
三	2013 年	《102 年國防報告書》整合軍、公、民營通信資源，建構機動、多重路徑、複式備援及戰場高存活率之指管通資傳輸平臺。
四	2015 年	《104 年國防報告書》構建複式備援高存活之網狀化聯戰指管系統，整合公、民營通資資源，以光纖及資通系統為主幹，建置有、無線電及衛星等多重路由、複式備援、安全抗干擾之高速寬頻傳平臺，提供各指揮層級語音、數據、視訊及資訊等服。
五	2017 年	《106 年國防報告書》強化資通電作戰能力，確保作戰指管及關鍵基礎設施安全，提升戰力保存成效。
六	2019 年	《108 年國防報告書》建立備援中心或機動指管系統。精進指管通資系統與備援系統，以及網路戰、電子戰及指管防護、反制與偵蒐能力，支援軍事作戰行動。

資料來源：中華民國 98 年國防報告書編纂委員會，《中華民國 98 年國防報告書》(臺北：國防部，2009 年 10 月)，頁 162-164；中華民國 100 年國防報告書編纂委員會，《中華民國 100 年國防報告書》(臺北：國防部，2011 年 7 月)，頁 122；中華民國 102 年國防報告書編纂委員會，《中華民國 102 年國防報告書》(臺北：國防部，2013 年 10 月)，頁 111；中華民國 104 年國防報告書編纂委員會，《中華民國 104 年國防報告書》(臺北：國防部，2015 年 10 月)，頁 107；中華民國 106 年國防報告書編纂委員會，《中華民國 106 年國防報告書》(臺北：國防部，2017

年 12 月)，頁 56；中華民國 108 年國防報告書編纂委員會，《中華民國 109 年國防報告書》(臺北：國防部，2019 年 9 月)，頁 65-66。

表 3 我陸軍旅級通資系統區分「主要、備用」系統

區分		機動	攻擊 (防禦)	追擊 (逐次抵抗)
類別	對上 (作戰區)	■無線電(VHF、HF) ■主官機動臺(MRT)	■以戰術區域通信系統及機動數位微波系統為對上、對下之骨幹鏈路，介接有、無線電系統	■以戰術區域通信系統及機動數位微波系統為上、下之骨幹鏈路，介接有、無線電
	對下 (營級)	■有線電 ■非電子通信	■機動數位微波 ■無線電(VHF、HF) ■主官機動臺(MRT)	■機動數位微波 ■無線電(VHF、HF) ■主官機動臺(MRT)
備用	對上 (作戰區)	■主官機動臺(MRT) ■無線電(VHF、HF)	■非電子通信	■有線電 ■無線電(VHF、HF)
	對下 (營級)	■無線電(VHF、HF)	■有線電 ■非電子通信	■有線電 ■非電子通信
備註		■於機動、攻擊(防禦)、追擊(逐次抵抗)前，無線電、機動數位微波系統、陸區系統等須完成中繼台對上、下通連測試。 ■無線電 VHF:37C 跳頻無線電機數據最大傳速率 9.6kbps ■陸區系統:數據最大傳速率為 4096kbps。 ■機動數位微波:指向性天線單點通連，數據最大傳速率 40Mbps 多點通連，傳輸速率為 4Mbps。		

資料來源:作者自行整理

(二)強化備援機制演練，提升接替系統時效

要強化通信系統中斷後部隊應變處置作為，就須透過仿真環境共同執行演練，使上、下級及友軍等瞭解通信系統中斷後所面臨之困境，以強化通信系統中斷後接替優先順序之時效。然而，我陸軍旅級通資系統運用，係為旅通參官依據狀況判斷結論及指揮官作戰指導，將主要、備用及應變等通資手段等納入該計畫，⁴⁴並為確保指管通資系統不中斷，將軍、公、民營通資資源整合納入備援機制手段，以增加通資系統運用彈性及資電防護應變作為。⁴⁵對比，

⁴⁴ 盧緩旻，〈陸軍通資部隊指參作業程序之研究〉《陸軍通資半年刊》(桃園)，第 129 期，陸軍通信電子資訊訓練中心，2018 年 4 月，頁 94。

⁴⁵ 陳致聰，〈陸軍通資部隊指參作業程序之探討與省思〉《陸軍通資半年刊》(桃園)，第 122 期，2014 年 9 月，陸軍通信電子資訊訓練中心，頁 49-50。

美陸軍通信系統「主要、備用、應急、緊急」，係透過軍事決策過程(MDMP)之任務分析，使上、下級能共同認同最佳通信行動方案。⁴⁶我陸軍通資運用因未明確律訂系統接替優先順序，以致影響通信系統遭中斷後系統接替時效(我陸軍與美陸軍通信運用在指參程序之任務分析及行動方案研擬比較，如圖 1)。此外，根據 2018 年研究指出，我陸軍備用機制雖然演練多年，卻因缺乏專責人員規劃及資源協調，已影響備援機制演練成效，故建議將通信系統運用區分「主要、備用、應急、緊急」等，以強化通信系統接替時效。⁴⁷因此，我陸軍通資系統雖將公民營通資資源納入備援機制項目，卻因通信系統備援機制演練，在缺乏上、下級及友軍共同執行演練，其系統中斷後接替之可行性及時效將受影響。

圖 1 我陸軍與美陸軍通信運用在指參程序之任務分析及行動方案研擬比較

步驟 區分	任務分析	行動方案研擬
我國 陸軍	■ 作戰地區分析 ● 通資系統鏈路及通連 ● 干擾可達範圍 ■ 地形分析(通信高地、通信盲區、通資資源(軍公民營通資節點站台)、既設設施線路) ■ 敵通資電部隊編裝備及運用 ● 敵高價值目標(通資節點) ● 敵資電作戰能力及特、弱點 ■ 敵可能採取資電攻擊行動 ■ 我通資部隊能力與限制	■ 依據我軍作戰行動及敵軍資電作戰行動所研擬最佳行動方案，著眼於有效支援我軍主要作戰方面，並能防護我通資系統之關鍵弱點。
美國 陸軍	■ 通信設備和系統維護狀態。 ■ 設備的技術限制(●範圍●天氣●帶寬) ■ 通信範圍有限區域 ■ 上級支持—服務、頻寬及頻率 ■ 人員狀態。 ■ 操作環境對通信的影響。 ■ 威脅情報和電子戰能力。 ■ 通信安全。 ■ 指揮所位置。 ■ 隔離或移動通信節點的安全性。 ■ 附屬設備的通訊要求。	行動方案每個階段確定PACE計劃包括 ■ 遠程通訊。 ■ 戰鬥網路無線電和轉發。 ■ 網路傳輸。 ■ 視線分析。 ■ 指揮與管制節點與系統包括主要和替代路線和位置，以及運動所需的時間和空間

資料來源：陳致聰，〈陸軍通資部隊指參作業程序之探討與省思〉《陸軍通資半年刊》(桃園)，第 122 期，2014 年 9 月，陸軍通信電子資訊訓練中心，頁 49-50；Signal Support to Operations, (Headquarters Department of the Army, Washington, D.C., 13 September 2019), pp.1-7-1-8.

(三)強化通資系統安全，提升系統防護能力

要確保指管命令不間斷，除加強通信中斷故障排除及中斷接替等處置程序能力外。同時，還須提升強化通資系統安全，以提升系統防護能力。事實上，我陸軍為強化指管通資情監偵系統整合，雖然已積極著眼於有效輔助軍事通裝效能之不足，輔以網路通訊在軍事科技發揮應用，並透過運用資訊與通信技術(迅合系統建構)，使情監偵系統所獲資料，藉由指管系統傳入作戰中心，提供指揮官決策所需資訊，惟我陸軍通資系統，無論是 HF、VHF 或是

⁴⁶ Washington, D.C., Supra Note 1, pp.1-1.

⁴⁷ 同註 4，頁 62。

數位微波機 TR-840 配賦之微波天線，均存有共同問題為因幅射功率較大，容易成為敵偵蒐攻擊目標。另外，衛星通信系統雖然不易受地形、地物影響，但非陣列天線抗干擾能力較低。⁴⁸此外，陸區系統及機動數位微波分為作戰區及聯兵旅、營之備援系統，但卻因頻寬不足及資訊安全防護強度不足，亦將影響任務順遂。⁴⁹由我陸軍通資系統易遭網路戰、電子戰攻擊風險，意謂著無線電中繼台、機動數位微波均可能第一擊遭癱瘓，透露出我陸軍縱使參照美陸軍通信系統區分主要、備用、應急及緊急，若通資裝備性能若未能確保通資安全，再好計畫縱將枉然，故強化通資系統安全，提升系統防護能力，對備援系統規劃至關重要。

(四)小結，我陸軍通資系統區分「主、輔、備」，與美陸軍通信系統區分「主要、備用、應急和緊急情況」，就其運用概念均相同，確保指管命令傳達不間斷為目標(美陸軍與我陸軍通資系統運用「主、輔、備」定義概念之比較，如表 4)。惟部署運用方式不同，美陸軍通信系統「主要，備用，應急和緊急」，著重於通信系統減少遭敵電子戰攻擊風險。而我陸軍通資系統因作戰全程採全系統部署，其通資節點極易遭敵軍電子戰攻擊目標，此舉最大缺點為我陸軍通信系統將因未做好節約部署，造成通資系統極易遭敵電子戰攻擊而造成局部癱瘓，最終影響陸軍指管命令傳達(美陸軍與我陸軍通資系統運用之比較，表 5)。

表 4 美陸軍與我陸軍通資系統運用「主、輔、備」定義概念之比較

系統區分	美陸軍	我國陸軍
主要 (P)	各層級通資骨幹及作戰部隊主要通資手段(提供最大通資能量)。	經常戰備時期各層級通資指管使用之主要系統(可提供最大通資能量)
備用 (A)	主要通信系統功能喪失，備援接替之系統裝備(需可維持大部份指管能量) 主要系統使用時不開啟，戰力防護。	我國稱為輔用通信系統。 經常戰備時期輔助主要系統之通資系統，增加通資指管能量；主要系統功能喪失仍可維持基本指管功能(主要系統使用時，同步開啟)
C(應急)	主要、備用系統接替轉換期間空窗期，應急使用之系統，主、備完成接替後關閉(僅可維持基本指管功能) 具接替快速機動彈性之特性。	我國稱為機動備援 防衛作戰時期野戰通資系統，經常戰備時期不開啟，僅戰備演訓使用(應具戰場適應性、機動性 戰力防護)

⁴⁸王廣義，〈通資系統天線未來發展之研究-以美軍戰術型資訊網路系統天線為例〉《陸軍通資半年刊》(桃園)，第 131 期，陸軍通信電子資訊訓練中心，2019 年 4 月，頁 119。

⁴⁹崔煥娟，〈不對稱作戰概念論資訊存活因應策略之研究〉《陸軍通資半年刊》(桃園)，第 132 期，陸軍通信電子資訊訓練中心，2019 年 9 月，頁 16。

E(緊急)

P、A、C 系統均無法使用時，使用之系統(最後手段) 最具戰場適應性抗毀性

資料來源:作者整理。

表 5 美陸軍與我陸軍通資系統運用之比較

項次	區分 類別	美國陸軍	我國陸軍
一	假定 事項	(一)通信導航等衛星系統遭敵干擾中斷。 (二)通信衛星受地形影響無法提供穩定連通。	敵電戰部隊具有對我通資系統實施電子偵測、干擾，實施電子戰攻擊。
二	目標	提供部隊機動全程指管命令傳達，並於通訊網路中斷時，運用其它通信手段，傳達指管命令，著眼於滿足作戰連續任務命令之要求，並非一定要有網路資訊服務。	建構全時、全域指管通資系統暢通，提供語音、數據、資訊、視訊等服務。
三	指參程序 任務分析	著重點於通信有限範圍、電磁頻譜所面臨之威脅、上級可提供之頻寬及頻率、地理環境對通連之影響、裝備限制、人員狀態、通信安全、指揮所位置、隔離或移動通信節點安全性、附屬設備通訊要求。	著重點於地形分析(通信高地、通信盲區、通資資源(軍公民營通資節點站台)、既設設施線路)
四	運用 系統	作戰階段區分機動、情報需求、火力友援、後續作戰，並依敵情、通資能量、指揮官企圖，通信系統區分「主要，備用，應急和緊急」。	作戰全程採全系統部署，並以陸區系統、機動數位微波為骨幹鏈路，以介接 K-32 野戰交換機為輔用通信系統，主要系統為有、無線電。另搭配機動備援系統。

資料來源:作者整理。

二、策進作為建議

面對中共「網電一體戰」已對我國軍指管通連造成某種程度之威脅，為強化指管通資系統遭中斷、癱瘓之處置能力，建議如后：

(一)PACE 運用導入我陸軍通資電指參教育課程

隨著我陸軍指管通資系統之站台、節點，已面臨中共運用軟、硬殺等手段威脅日益

增加。同時，因應作戰空間已擴及多領域作戰，我陸軍已編成聯合兵種營，指管通資系統要能全時、全域與三軍部隊通連面臨極大挑戰。故要強化指管通資系統遭中斷後之應變處置能力，建議我陸軍通資運用參照美陸軍通信系統區分「主要、備用、應急和緊急」，並將 PACE 運用概念，納入我陸軍通資電指參教育課程，使學員瞭解通資系統運用應考量敵情、通資能量及指揮官企圖。此外，美軍現用通信裝備能在不同通信規約範疇下整合通連，為受益於高科技術所致，例如軟體定義無線電化與模組化，使不同模組機型可以相互通連，故通聯網路架構對制定通資運用至關重要。故要強化我陸軍通資幹部對通資系統遭遇干擾、中斷故障排除能力，還須強化通資幹部對網路拓樸概念、頻譜資源運用等認知能力。

(二) 備援機制由作戰區統合三軍通資部隊同時異地演練

為確保我國軍指管通資系統能全時、全域建構通連。自 2009 年起，國軍已將備援機制演練課目，納入漢光演習等重要演練驗證課目。事實上，根據我陸軍《通資勤務管理實施計畫》指出，各旅級之通資站台須於每週針對備援機制應變演練乙次，重點於備援電力切換與備援裝備實況通連，並要求固定式總機房建置 KY-32 野戰數位交換機(須於 1 分鐘內完成接替)，以確保通資系統能正常運作。然而，此演練機制為各軍種運用既有設施，自行演練接替驗證，其成效較無法驗證出備援機制、通資裝備是否能滿足作戰需求。基此，建議由作戰區統合三軍通資部隊，針對通資系統中斷課目於異地、同時共同演練，透過仿真狀況下，據以強化上、下與友軍等單位，在共同面臨通資系統中斷後，能最迅速做出應變處置作為，據以驗證通資計畫「主要、備用、應急和緊急」之可行性，其成果納入年度《通資勤務管理實施計畫》修訂，據以強化通資系統操作人員，能依據計畫熟稔應變處置程序，確保指管通資系統暢通。

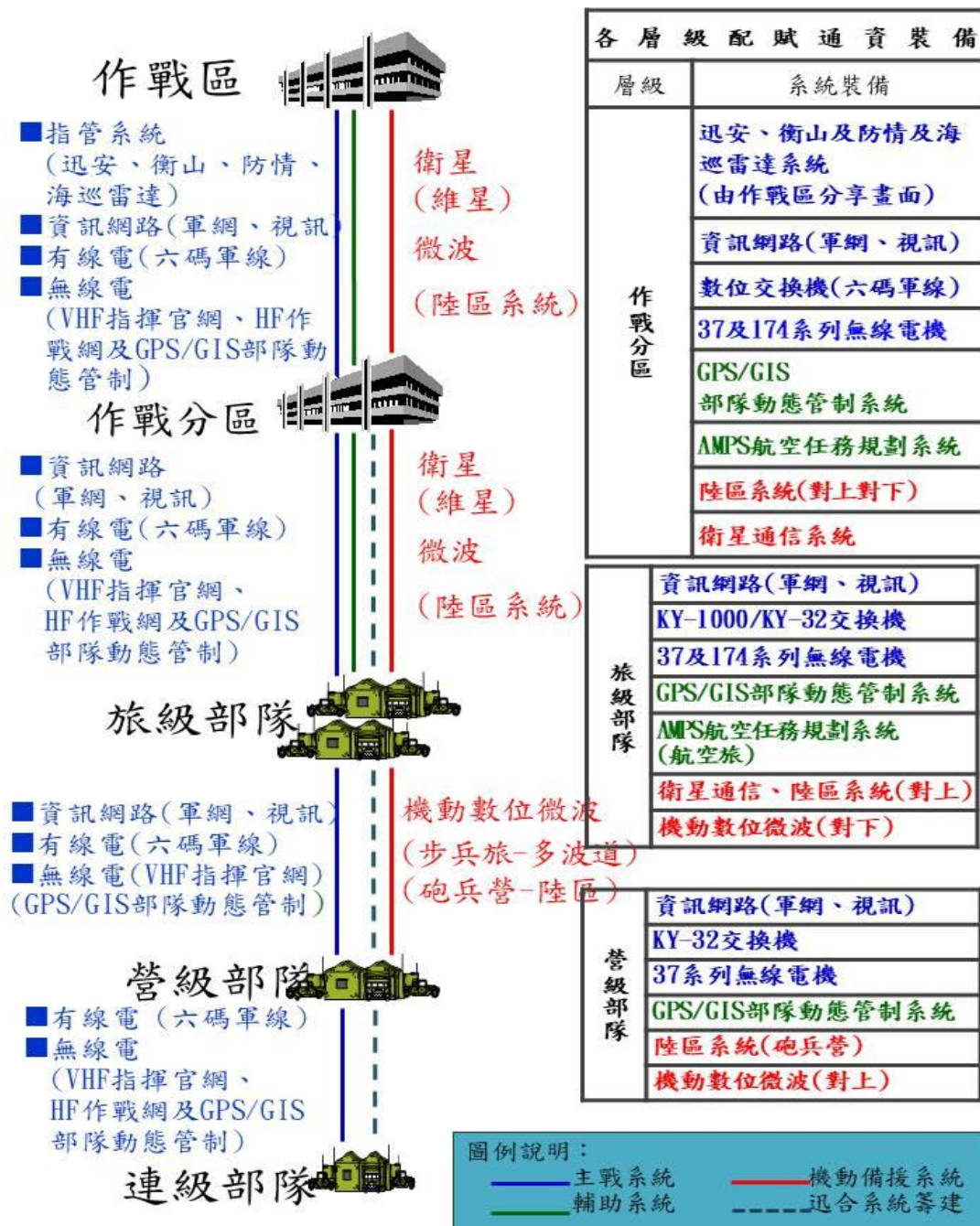
除此之外，為確保我陸軍通資系統能滿足台澎防衛作戰進程之戰力防護、濱海決勝、灘岸殲敵等階段指管任務需求，借鏡美陸軍通信系統區「主要、備用、應急和緊急」運用效益，我陸軍通資系統部署應著重於節約部署，以降低遭敵人電子偵測、干擾之風險，並將偽電台及通資系統分散部署納入考量，以提升通資系統之生存性。基此，針對我陸軍通資系統運用架構圖，如圖二，發展出我陸軍台澎防衛作戰之通資系統區分「主要、備用、應急和緊急」，如表 6，據以強化通信系統中斷時之優先接替順序，俾利確保指管命令傳達不間斷。

(三) 發展聯合戰術無線電系統

面對資訊作戰的威脅，通資戰力來自人員精實訓練及性能良好之通資裝備。面對多領域作戰環境，我陸軍亦須意識到中共將運用網路戰、電子戰併同無人機，對我國指管通資系統實施攻擊，其影響將致使我指管鏈路中斷、癱瘓等。然而，我陸軍通資系統區分「主要、備用、應急和緊急」後，其效益雖有助於遭干擾、中斷之處置程序，但通資裝備性能亦攸關通信系統優先順序接替之成敗與否。根據 2020 年美陸軍為強化聯合通資環境安全，規劃採購

「整合戰術網路系統(Integrated Tactical Network, ITN)」,以縮減技術和程序上反應時間。⁵⁰同時,美陸軍為迅速能將資訊傳遞給作戰部隊,積極發展雲端計算、人工智能科技,以改良數據存取與分享環境,據以簡化軟體開發工具與服務。⁵¹故我陸軍在通資系統籌購上,應著眼於抗干擾及增強戰場通資系統之生存性,故建議發展聯合戰術無線電系統,以整合 HF、VHF 及 UHF 頻段裝備,並在裝備上減少重量和功率需求,以能滿足我國指管通資系統需求。

圖二 通資系統運用架構圖



⁵⁰ Maj. Matthew S. Blumberg, Supra Note 25.

⁵¹ 同註 6, 頁 85。

資料來源:作者整理。

表 6 我陸軍台澎防衛作戰通信系統區分「主要、備用、應急和緊急情況」

區分 類別	戰力防護	濱海決勝	灘岸殲敵
主要 Primary	有線電系統	超高頻(VHF)無線電	超高頻(VHF)無線電
備用 Alternate	機動數位微波 (或陸區系統)	高頻(HF)無線電	衛星通信系統
應急 Contingency	超高頻(VHF)無線電	衛星通信系統	非電子通信
緊急情況 Emergency	衛星通信系統	非電子通信	
備註	■戰力防護:以有線電為主要通信系統，並將公、民營通信設施納入。備用系統為機動數位微波，一旦有線電系統遭破壞時，機動數位微波即接替提報語音、數據及視訊。應急通信系統為超高頻(VHF)無線電，提供指揮所、機動載台之語音及 GPS 等服務。緊急通信系統為衛星通信系統，以廣播方式提供用戶語音。 ■濱海決勝:以超高頻(VHF)無線電為主要通信系統，提供指揮所、機動載台之語音及 GPS 等服務。備用系統為高頻(HF)無線電建構三軍聯合作戰通信。應急通信系統為衛星通信系統，緊急系統為非電子通信。 ■灘岸殲敵:以超高頻(VHF)無線電為主要通信系統，並以衛星通信系統為備用系統，以滿足作戰區、聯兵旅、營等語音需求。應急系統為非電子通信。		

資料來源:作者整理。

結論

隨著確保指管通資系統不中斷，對軍事行動自由及聯合作戰愈來愈重要。美陸軍已意識到未來資訊作戰環境中，將面臨指管通資系統遭干擾、中斷等現象。同時，隨著作戰部隊對通資服務需求愈來愈多，尤其在視訊、資傳品質，極易受外在環境所影響，故要確保指管通資系統通連，應加強系統故障排除應急處理程序及通資技術能力發展。為此，美陸軍通信系統依作戰需求優先順序區分「主要，備用，應急和緊急情況」。然而，最令人驚訝的是，自 2001 年第一次波灣戰爭以來，美國以資訊作戰優勢獲取軍事行動自由優勢，迄今將不存在。面對聯合通資環境的挑戰，美陸軍將透過指參作業、仿真狀況演練，以強化部隊面對通資系統中斷時之應變處置程能力。

面對中共使終不放棄武力犯台，我國通信、網路等關鍵基礎設施，已面臨中共火箭軍飛彈、電偵與電戰部隊及無人機干擾之極大威脅。雖然我國軍雖受限於資源不足，仍持續發展無人載具、增購機動化雷達系統，機動干擾器、衛星導航干擾與反制系統，整合預警系統及反飛彈能力，以削弱中國大陸衛星軍事運用，建構我不對稱作戰能力(委中科院研製)。然而，我國軍因戰略守勢，戰力防護對我國軍戰力發揮至關重要。因此，要確保指管命令及三軍共同作戰平台等能及時相互通連，除已積極籌獲機動指管備援系統、抗干擾之通資設備外，建議將美陸軍通信系統運用區分「主要、備用、應急和緊急情況」運用，導入我陸軍通資電指參教育課程，備援機制由作戰區統合三軍通資部隊同時異地演練。同時，聯合戰術無線電系統優先納入通資系統建案，以克服系統整合之鈍重性，俾利確保作戰全程指管通資系統順遂。

參考文獻

- 一、中華民國 108 年國防報告書編纂委員會，《2019 年中華民國國防報告書》(國防部:國防部軍備局生產製造中心第 401 廠北部印製所，2019 年 9 月)。
- 二、崔煥娟，〈不對稱作戰概念論資訊存活因應策略之研究〉《陸軍通資半年刊》(桃園)，第 132 期，陸軍通信電子資訊訓練中心，2019 年 9 月。
- 三、陳致聰，〈陸軍通資部隊指參作業程序之探討與省思〉《陸軍通資半年刊》(桃園)，第 122 期，陸軍通信電子資訊訓練中心，2014 年 9 月。
- 四、盧緩旻，〈陸軍通資部隊指參作業程序之研究〉《陸軍通資半年刊》(桃園)，第 129 期，陸軍通信電子資訊訓練中心，2018 年 4 月。
- 五、盧緩旻，〈從灘岸決勝至濱海決勝作戰構想差異談通資部隊建軍備戰之思維〉《陸軍通資半年刊》(桃園)，第 133 期，陸軍通信電子資訊訓練中心，2020 年 4 月。
- 六、王廣義，〈通資系統天線未來發展之研究-以美軍戰術型資訊網路系統天線為例〉《陸軍通資半年刊》(桃園)，第 131 期，陸軍通信電子資訊訓練中心，2019 年 4 月。
- 七、朱子宏，〈陸軍現代化戰略(Army Modernization Strategy)〉《陸軍學術雙月刊》(桃園)，第 56 卷第 570 期，陸軍司令部，2020 年 4 月。
- 八、林漢平，〈機動數位微波系統網路電話交換次系統與營區總機介接之研究〉《陸軍通資半年刊》(桃園)，第 130 期，陸軍通信電子資訊訓練中心，2018 年 9 月。
- 九、王光磊，〈美陸軍恐將寡不敵眾〉《青年日報》(臺北)，2016 年 4 月 8 日。
- 十、The United States Army Signal Corps Training Strategy, (Headquarters, Department of the Army, Washington, D.C., July, 2018).
- 十一、Signal Support to Operations, (Headquarters Department of the Army, Washington, D.C., 13 September 2019).
- 十二、The United States Army Signal Corps 2019 Training Strategy, (Headquarters Departme

nt of the Army, July 2019).

- 十三、The U.S Army in Multi-Domain Operations 2028, (TRADOC Pamphlet 525-3-1, December 6, 2018).
- 十四、Techniques for Tactical Signal Support to Theater Operations, (Headquarters Department of the Army, Washington, D.C., 07 November 2019).
- 十五、The Integrated Tactical Network Pivoting Back to Communications Superiority,” U.S. Army, <https://www.armyupress.army.mil/Journals/Military-Review/English-Edition-Archives/May-June-2020/Blumberg-Int-Tactical-Network/>, (2020/07/12).
- 十六、Maj Michael S. Ryan, “A Short Note on PACE Plans,” July-September 2013 Infantry, <https://www.benning.army.mil/infantry/magazine/issues/2013/Jul-Sep/pdfs/Ryan.pdf>, (2020/07/12), pp.13.
- 十七、Sydney J. Freedberg Jr. The Fraying Edge: Limits Of The Army’s Global Network, <https://breakingdefense.com/2019/08/the-fraying-edge-limits-of-the-armys-global-network/>, August 29, 2019.
- 十八、Crawford and Capt. Anthony Finch” LCOP: A shared understanding in an expeditionary environment, https://www.army.mil/article/192579/lcop_a_shared_understanding_in_an_expeditionary_environment, August 29, 2017.

作者簡介

王清安上校學歷：中正理工學院 88 年班、陸軍官校軍售英儲班 91 年班、陸軍通信電子資訊學校正規班 175 期、國防大學陸軍學院 98 年班、國防大學戰院暨戰研所 107 年班；經歷：排長、連長、通參官、營長、主任教官。