

精進陸軍聯合兵種營野戰交換機 指通力之研究

作者：郭瀚中少校、李建鵬中校

提要

- 一、陸軍於近年陸續編成聯合兵種營，以提升機甲部隊快速機動打擊應援為目標，各項通資系統能否縮短架設時間及提高整合效能，尤以營級野戰交換機之指通力，滿足指揮所的指管鏈結備受關注。
- 二、未來戰爭的走向是以資訊化及科技化為主流，更是各類型軍事行動成功與否之關鍵因素，整合語音、數據及影像等功能的交換機通訊系統，將是國軍地面部隊最迫切的需求。
- 三、本文藉由探討交換機系統各類型應用發展，以及目前陸軍聯合兵種營交換機系統運用所面臨的挑戰，進一步提出有線電通資系統運用構想之建議，俾供強化野戰交換機指通力之策進參據，期可確保地面部隊力發揮。

關鍵詞：聯合兵種營、野戰交換機、整合通訊系統、指通力。

前言

隨著新世代科技的日新月異，傳統武器已經不再是決定戰爭勝負之關鍵，且肆應現行作戰型態的改變，作戰部隊須具備聯合兵種協同與獨立作戰能力，其指管作業所倚重之通資系統亦與傳統戰爭模式大不相同。¹隨著國軍規劃實施兵力組織調整，將陸軍現行常備打擊聯兵旅所轄戰車營與機步營，整編為「聯合兵種營」，除了同時編有戰車連與機械化步兵連外，另新增UAV無人機監偵組、海、空軍及陸航聯絡官，以強化偵搜與聯合作戰能力之目標。²於此目標下縮短通資系統架設時間及提高整合效能，對於作戰部隊野戰指揮所的指通力至關重要。因此為提升整體戰力，可發展整合式通信系統，強化語音和數據等信號通聯能力，使各級指揮所發揮指管運作機制，建構符合新一代聯合作戰機制之通信系統，期可提高戰場指揮官於軍事決策程序運用之效益。

國軍部隊使用的有線電交換機設備近年已朝向數位化及資訊化發展，過往美軍援助裝備如SB-22交換機都已經相繼汰除，並於民國90年由國內自主研製的數位電子交換機取代。國軍地面部隊現行使用的野戰交換機為「KY-32旅、營、連級野戰數位交換機」，在歷次重大演習中扮演重要角色，可提供戰演訓部隊使用6碼軍線，但部隊在野外作戰環境開設時，常因地形

¹國防部，《中華民國108年國防報告書》（台北市：國防部，2018年9月），頁44-48。

²揭仲，財團法人國家政策研究基金會，國政分析，〈國軍聯合兵種營能勝共軍合成營？〉，<https://www.npf.org.tw/3/21019>，（檢索日期：2021年2月27日）。

、天候及人員的因素，衍生出影響部隊安全及裝備損壞等案例。³另近年來隨著資通科技技術的發展，已使戰場作業模式產生革命性的變化，惟國軍現行野戰交換機仍未具網路交換能力、欠缺使用彈性，亦有相當程度之作業風險。

舊式的有線電通信系統經過多年演變，進展迄今已具備異質網路整合能力，早期單純的語音傳輸已無法滿足現今軍事行動之作戰需求。⁴而我國軍地面部隊在戰術區域通信系統、機動數位微波系統與維星系統陸續納入部隊執行戰備任務後，規劃透過野戰交換機介接多重鏈路，以強化系統強度及使用彈性，提供作戰區(含)以下至營、連級單位於各作戰時期快速機動部署之機動數位通資平台，可有效支援資訊化、數位化、IP網路化並具保密性的通資鏈結與指管情傳交換，達成支援作戰任務之目標。因此，具備整合語音、數據及影像等功能之交換機通信系統，未來將是國軍地面部隊指通力之主要需求。

交換機系統發展運用

一、交換機發展歷程

回顧國軍地面部隊使用的交換機發展概況，1950年美國在臺灣成立「美國軍事援助顧問團」(Military Assistance Advisory Group, MAAG)，當時依據「中美共同防禦條約」協議事項，美軍以海運或空運方式運送各式武器裝備，其中國軍有線電通信裝備均使用美軍各種型式的野戰人工交換機，像是軍團級有BD-110交換機人工台，師級有使用有萬國牌FX-60總機，旅級有SB-86或96、BD-91、96交換機，營連級有BD-71或72或SB-22交換機等，直至民國74年汰除，由新式的數位電子交換機取代有線電通信任務。⁵

綜觀有線電通信之發展歷程，在電話機研製問世後，基於跨地區間交換連接需求，因此很快就發明了交換機，藉此自動接通電話。有關於電話交換機的演變過程主要可區分為五個階段，摘述如下：⁶

(一)人工式交換機

當成功發明電話機後，各城鎮之間的電話用戶有許多跨區連接通話需求，因此交換機設備很快研發誕生，初期主要是由話務值班員人工操作進行電話機線路的接線和拆線，所以也稱之為「人工式交換機」。此階段交換機可區分為磁石式電話交換機(Magneto Telephone Exchange)及共電式電話交換機(Common Battery Telephone Exchange)兩種類別。⁷

³周佳達，〈本軍有線電通信之風險管理研究－以野戰數位交換機為例〉《陸軍通資半年刊》(桃園市)，第118期，2012年，頁95-103。

⁴馮志堅，〈影響我國陸軍資通系統有效運作之因素探討-FAHP之研究途徑〉，中原大學企業管理學系/碩士論文，2019年7月，頁18-21。

⁵〈近代臺灣資訊社會的電話接線生（1900－1930）－以臺北局為中心的探討〉《興大歷史學報》(台中市)，第19期，2007年11月1日，頁391 - 443。

⁶王建芳，〈數位交換機系統整合最適化之研究〉，國防大學管理學院資訊管理學系/碩士論文，2014年12月，頁5-8。

⁷同註5，頁5。

(二)機電式自動交換機

美國商人史端喬(Almon Brown Strowger)於1898年發明世界上第一部不需要透過話務員人工操作接線的自動交換設備，藉用戶端所發送的號碼來進行選線；另因電話用戶撥號時的電流脈衝可直接控制交換機，亦獲得「步進制自動電話接線器」的專利權。1926年瑞典研發出了第一台由電磁元件組成控制設備的「縱橫制電話交換機」，世界各國也開始大力研製和發展縱橫式交換機，陸續研改了許多不同構型的設備。⁸

(三)類比電子式自動交換機

隨著近代電子科技的發展迅速，各國科學家開始把電子元件應用在電話交換機產製技術上，速度緩慢、體積龐大的電磁元件材料逐步被取代。第一台類比電子式自動交換機在1960年問世，利用電腦作為中央控制設備，亦即所謂的儲存程式控制(Stored Program Control, SPC)方式，由電腦的儲存軟體程式來控制話務接續工作，以取代機電式的硬體控制。⁹

(四)數位電子式自動交換機

1970年法國科學家研製出第一部自動電話交換機是電腦按預先編製的程式控制接續，由硬體和軟體兩個部分所組成，其中硬體包括話路、控制和輸入輸出三個部分，而軟體包括程序和數據兩個部分，系統具備電話交換(Circuit Switching)、寬頻交換以及分封交換(Packet Switching)的能力。¹⁰

(五)網路式交換機

英國的科學家伯納斯李(Berners Lee)於1990年自歐洲核子研究組織(European Particle Physics Laboratory)所屬粒子物理實驗室成功展示全球資訊網(World Wide Web)技術，¹¹之後網際網路科技逐漸普及，各種型式的設備產品也開始走向網路資訊化，傳統的電子式交換機逐漸被網路交換機(IP-PBX)取代運用，並朝向語音、視訊、資料及傳真等功能一體化的趨勢發展，可避免因佔線所造成的閒置浪費。¹²

二、國軍野戰交換機裝備運用現況

KY-32野戰數位交換機為陸軍旅級(含)以下地面部隊所使用之主要有線電交換系統裝備，於民國90年起陸續換裝，以取代美製的SB-22系列交換機，具有體積小、重量輕、防潮、防震、耐溫等特性，在平時戰演訓任務及歷次重大演習中扮演重要角色。其中，旅管制機構包括主指揮所、後方指揮所、機動指揮所及預備指揮所，藉由開設有線電通信設施，提供各席位有線電話，建立對上、對下及平行單位間之聯絡，可確保爾後任務執行順遂，平時如遇營區固定式總機故障時亦可作為備援總機使用。其工作特性除載運、安裝及開設簡單，可依作

⁸同註5，頁5 -6。

⁹同註5，頁8-12。

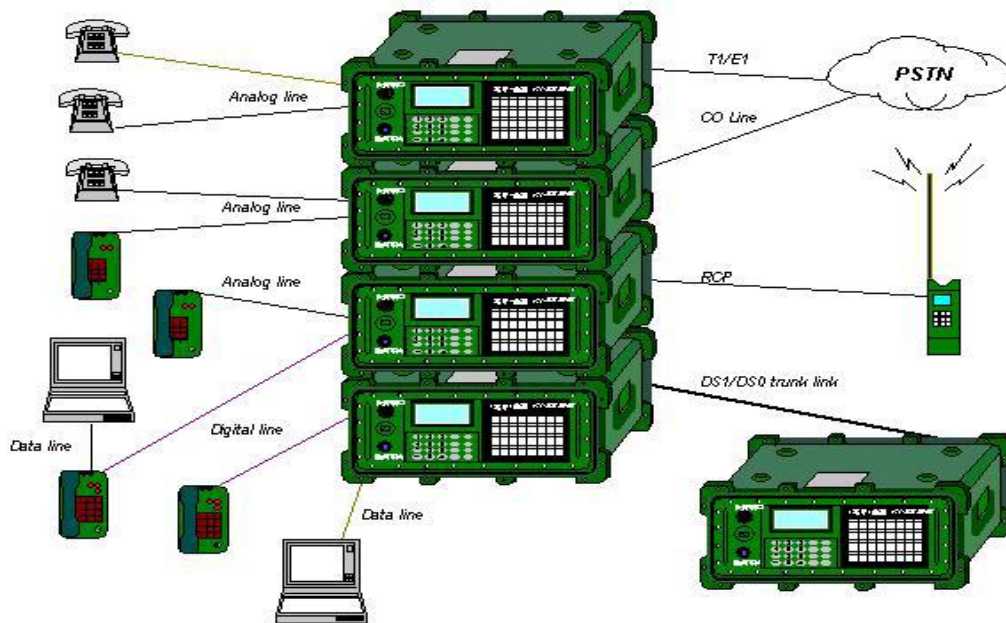
¹⁰黃培源，〈NGN交換機應用於國際骨幹網路上之研究與設計〉，臺北科技大學電資所/碩士論文，2012年7月，頁19-31。

¹¹陳泓毓，〈網路交換機(IP-PBX)效能之研究〉，義守大學資工所/碩士論文，2014年7月，頁27-30。

¹²林承昌，〈台灣企業導入網路電話交換機之關鍵因素〉，元智大學資訊管理學系/碩士論文，2012年6月，頁8。

戰任務需要與營區固定式數位交換機實施介接，支援作戰部隊於戰術位置時機進入國軍6碼直撥系統，提供有線電話通信能力。此型交換機依其用戶容量特性，基本容量為30門，配合各類型指揮所開設，可依任務需要擴充，堆疊至四部時達最大容量120門(如圖一)，內部用戶線及外部中繼線數可自由調整，不受限於特定卡片槽位；其交換系統具匯接及路由自動尋徑之功能，並能選用合適的中繼介面連接其它通信裝備之電路，銜接如機動數位微波系統、戰術區域通信系統以延伸通信距離，亦可銜接無線電通信系統與機動用戶通聯，且遇營區總機故障時亦可作為緊急備援總機使用。¹³

圖一 KY-32 野戰數位交換機主機擴充介接示意圖



資料來源：林安雄，《旅、營、連級野戰數位電子交換機操作手冊》，國防部陸軍司令部，2001年12月3日，頁3-6。

為提升整體聯合作戰效能，陸軍編成「聯合兵種營」以肆應未來地面防衛作戰型態，除轉變為營內之戰車與機步連間的協同作戰，對於UAV無人機監偵組及陸航攻擊直升機火力的支援聯絡機制，具有相當程度的影響。¹⁴檢視現行野戰交換機未具相關網路交換能量，本研究目的即為綜整現行網路交換機技術發展相關文獻資料，提出國軍野戰交換機性能提升暨整合作業構想及策進作為，期可強化地面部隊有線電指通力，建立透明化的聯戰環境，確保戰力發揮。

三、發展趨勢分析

(一)交換機網路基礎架構的模組化

隨著交換機功能的不斷演變，網路交換機也有多種類型的變化，像是模組化交換機可

¹³林安雄，《旅、營、連級野戰數位電子交換機操作手冊》，國防部陸軍司令部，2001年12月3日，頁3-6。

¹⁴同註2，(檢索日期：2021年2月27日)。

透過擴充模組，可依需求彈性變更不同的網路架構，或者是防火牆、無線或系統分析等應用程式專屬的擴充模組，以及特殊介面、電源供應器或散熱風扇的模組。採用模組化連接埠的技術方法，能夠解決設備需求擴展所面臨的深度和廣度的挑戰，目前工業等級乙太網路交換器，已具備高規格的可靠度特性，可選擇最適切的網路介面，如 RJ45 及/或Fiber埠口 (SC/ST 接頭)，提供最大的網路彈性及擴充性。另外透過SIP 協定，使網路交換機的語音與視頻通信透過網路來傳送，管理人員僅需於遠端登入即可進行維護管理，大幅節省管理維護上的成本。¹⁵

目前部隊所使用之KY系列交換機，係採傳統樹狀結構的路由選擇方式，由端局到地區總機，地區總機再轉至端局方式傳遞訊號，因此，建立一個野戰交換機之資料庫非常繁雜。國軍已具備完整骨幹網路系統，且多數設備均已朝向IP化方式發展，變更交換機功能及設備，將其整合於現有國軍網路中，與資訊系統整合，共用網路資源，並提供更多樣化之服務，藉由改變網路管理與控制模式，建立一共通規格之網路平臺，讓網管人員與網路應用服務可以更靈活、彈性地配置網路資源。¹⁶

(二)資通科技整合發展

近年美軍積極進行戰術網路現代化工程，各級部隊指揮官均仰賴資訊科技輔助其戰術任務。新世代的通訊裝備設計，以縮短野戰開設時間，藉由更輕巧裝備及人力達成更佳通信效能為目標，滿足境外作戰之戰場需求。¹⁷而我軍隨著作戰型態快速轉變，組織調整編成「聯合兵種營」以為因應，亦具相同的野戰通信需求。在戰術網路現代化、裝備及人力簡化趨勢下，現用野戰數位交換機裝備刻正朝向「資通整合」趨勢發展，俾能提高戰場指揮所通信存活率，具備「快速機動應援、獨力遂行作戰」之指通能力。

軍事通信系統網路化是未來通資架構核心目標，要滿足交換機相關系統效能所需，除擴大整合語音、數據、圖像及視訊等功能，以單一系統架構支援多項應用服務，並經由IP介面等整合連接不同位置的既設交換機，俾利提升設備「透通性」的網路功能，以達成總機局碼路由選擇採自動繞徑模式構想。¹⁸另為克服極端氣候造成的粉塵、震動、高溫、雨淋等環境因素，透過軍規標準等相關安全規範與檢測認證，可確保裝備品質和系統可靠度。

(三)異質系統整合應用

隨著資通科技發展演進，為滿足多元的系統應用需求，社會各界透過有、無線電、衛星通信、網路電話、微波系統等多重手段，來解決複雜的作業環境，局部戰爭資訊化將是未

¹⁵李正興，〈IP系統於國軍交換機運用之研究－以某機構為例〉，國防大學管理學院資訊管理學系/碩士論文，2014年12月，頁68-71。

¹⁶楊惠淮，〈野戰數位交換機(KY-32)以USB觀念進入國軍電話直撥系統〉《陸軍通資半年刊》(桃園市)，第115期，2011年4月，頁109。

¹⁷杜貞儀，國防安全研究院，國防安全即時評析，〈野戰資訊通信系統強化聯合戰力〉，https://indsr.org.tw/tw/News_detail/3278 (檢索日期：2021年02月27日)。

¹⁸同註16，頁109。

來軍事行動的基本型態，藉聯合指揮系統網路化，將不同戰場的武器載台整合，共同進行精確、高效的一體化聯合作戰，以達成速戰速決的作戰目的。¹⁹

我國軍事武器裝備研發設計亦朝向網路化趨勢發展，現階段所用數位交換機均透過T1數位式中繼或CO類比式中繼與衛星通信、戰術區域通信系統、機動數位微波系統、公民營通信等構成直撥系統。因此為滿足臺灣海島型地理環境所需交換機通信系統，使用不同異質系統的通信手段，整合IP、E1、衛星、電話等多樣鏈路傳輸手段，可達成跨平台相互通連的目標，並且具備行動電話通信模組，可支援4G或更高相容規格之高速行動網路介面，以提供高品質的服務(Quality of Service, QoS)。²⁰

(四)人因工程設計與應用

陸軍機甲部隊轉型編成「聯合兵種營」，打擊部隊機動應援能力大幅成長，另因應現代作戰環境中，都市城鎮建築物結構高大、道路橋樑密佈及高山地形要點等諸多限制，易造成有線電交換機裝備架設不易，影響開設時效。因此，輕便及小型化之設備成為作戰發展之趨勢；而考量提升打擊部隊機動性時，最先要滿足的條件是確保單兵能維持基本體力負荷，隨時保持戰鬥準備，可在瞬息萬變的戰場環境中，野戰交換機架設有效支援通資電整體戰力，提供指揮所各項語音通聯服務。

現行單兵身上需要攜帶大量裝備，有個人建制的武器、防護器具、通訊設備、醫療物品等等，在戰場上負重實在太高。因此，考慮到單兵的體力消耗問題，會被自身攜帶的沉重裝具拖垮，導致戰鬥力大幅度下降，也會影響通資系統執行架設、撤收的時效，以及悍馬車與輕型戰術輪車上的架裝空間。透過人因工程設計與應用，將材料結構輕量化，以減輕結構體重量，提升結構的效能，並確保能在惡劣環境下穩定運作，另外像是無風扇、低功耗的設計，可使系統能長時間安靜維持運行，並減少灰塵及外來污染物累積，延長設備使用壽命。

陸軍聯合兵種營有線電系統現況檢討

一、有線電設備架構笨重，影響開設時效及防護能力

目前陸軍地面部隊各聯兵旅(含)以下單位均配賦KY-32野戰數位交換機，聯合兵種營現有通資部隊已由原屬營通信排調整為指管排，有線電仍藉由架設班運用絡車架完成各級指揮所內部及中繼線路架設，搭配機動數位微波系統或既有電路對上通聯，並配合KY-2000A野戰電話機，提供有線電語音通信。為增加運用彈性，對外中繼可視任務介接所需的系統，像是營區固定式總機、戰術區域通信系統、機動數位微波系統及維星系統等，以便構成國軍各級用戶通連，但需介接戰備電路及架設用戶線路及局碼設定等工作，但因此種模式需事先完成協

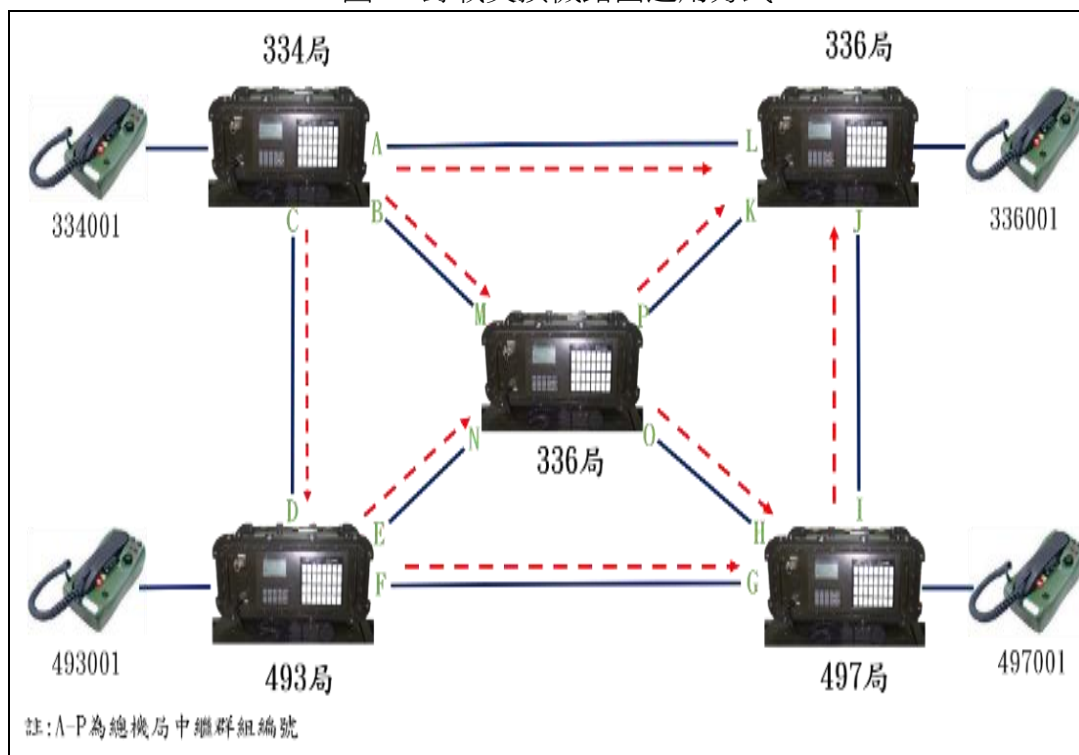
¹⁹劉宜友，〈從中共「一體化聯合作戰」談我之應有作為〉《國防雜誌》(台北市)，第24卷，2009年6月23日，頁88-101。

²⁰楊家誠，〈影響企業導入整合通訊系統之關鍵因素研究—以某電信公司為例〉，國立彰化師範大學資訊管理學系/碩士論文，2012年6月，頁72-74。

調申請及介接，開設較為費時，且設備架構缺乏機動性。而由於本島地區路面道路與橋樑綿密，戰時容易受到敵砲火摧毀破壞，打擊部隊需要具可靈活遂行支援機動作戰之通信手段，因此亦可透過戰術區域通信系統的自動戰鬥網路無線電介面入口或機動數位微波系統的無線電語音閘道器與HF/VHF/UHF等無線電通信系統構成通連，藉由複式手段彈性運用，達到更廣泛的通信服務。²¹

KY-32野戰數位交換機除可互相介接之外，並可藉由更換卡片或堆疊的方式擴充用戶，以滿足作業需求；但設備整體重量過於笨重且體積設計不便於攜行搬運，同時在本軍數位交換機網路中採用固定路由方式，各交換機的路由須經由交換機主體個別設定(如圖二)，所需架設花費時間較長，²²為因應未來高度城鎮化與複雜地形之地面防衛作戰，來達成指揮所對上、下級與友軍間之有線電構連，可運用「行動電話中繼盒(節費盒)」介接交換機上之無線電機介面，以縮短系統建立完成時間並達到多重路由之目的，亦可撥號至民用電信系統(如中華電信)，有效增加系統之靈活性。

圖二 野戰交換機路由運用方式



資料來源：作者繪製

二、交換機局碼資料庫設定繁瑣，電路介接整合彈性不佳

目前KY-32野戰數位交換機介接國軍骨幹，除以實體線(電)路傳輸外，還可介接固定站台之光纖或數位微波系統，但易受距離限制且架設較費時；另交換機局碼資料庫設定繁雜，而

²¹趙育賢，〈機步營(連)通資系統精進作為之研究〉《陸軍步兵季刊》(高雄市)，第240期，2011年5月，頁5。

²²同註16，頁110。

旅級(含)以下各單位戰術指揮所大多為臨時線路或軍租電路，雖可迅速接轉及直接交談，滿足語音連絡需求，惟囿於全軍總機型式的差異，加以機動性不足及未整合資訊功能，需事先協調中繼型式、局碼、用戶號碼等各項準備事項，在作業過程中易產生窒礙問題。以目前可獨立進行聯合作戰的聯合兵種營機甲部隊，或是因戰術位置經常變換的砲兵部隊而言，其支援能量明顯不足。²³

我軍以往係採用T1數位式中繼及CO類比式中繼介接構成直撥系統，近年於數位微波系統與維星系統等新式通信裝備納入部隊服勤後，透過衛星通信系統及機動數位微波系統建置，可增加戰術區域通信系統鏈路路由，強化延伸節點(節點中心)之系統強度，並可提供作戰區(含)以下至營級(含)於各作戰時期快速機動部署之機動數位通資平台，有效提供資訊化、網路化並具保密性的通資鏈結與指管情傳手段，達成支援作戰任務之目標。於未來將可接續地面部隊C⁴ISR指管系統完成鏈路延伸，並建構地面部隊整體機動作戰指管系統。²⁴

三、現行交換機僅提供語音通聯，運用能量及效益略顯不足

歷年災害發生時，國軍救災主要運用通資系統計有野戰數位交換機、VHF無線電機、戰術區域通信系統、機動數位微波系統、手持衛星電話及衛星終端車載等裝備，建立救災任務所需通資指管系統。再者可透過作戰區協調徵用公民營及友軍通資設備，如林務局森林防救災無線電通訊系統及憲指部中繼式無線電機系統等，適度運用達成救災指管之強化作為。但國軍通資系統無線電語音閘道介面，僅戰術區域通信系統及機動數位微波系統具備車裝機動式語音整合器平台，並僅針對單位編制或制式裝備實施整合運用，野戰數位交換機不具整合能力，難以落實運用公民營通資能量。實應考量以數位網路電話閘道器整合六碼電話網路，蒐集各軍公民營單位(機構)之通資設施資料及相關參數，作為救災或戰備各時期通信多元運用手段。²⁵

隨著聯合兵種營將陸軍地面部隊各式步、砲、裝甲兵種，甚至無人機與友軍單位等納入同一營級所屬建制內指揮管制，為利戰備部隊轉換編成救災應變部隊，應將民間各種國家/民間機關通信系統、微波、數據網路等納入軍事用途整合運用，以多重備援通信手段來提高通信系統的可靠性，降低日益複雜的電磁環境及天然災害之影響。

四、小結

綜上所述，本軍推動「聯合兵種營」新興兵力組織調整，為有效強化營級部隊之「指通力」，肆應臺灣本島地形分割、丘陵起伏且高度城鎮化之作戰環境，依據國軍野戰交換機執行現況檢討及發展方向，蒐集系統整合與裝備使用的窒礙因素等相關文獻，探討裝備於未來軍事應用上之趨勢，藉此提出改善國軍野戰交換機性能提升暨整合之建議分析，作為國軍執行

²³覃自強，〈機步旅通裝整合之研究〉《陸軍步兵季刊》(高雄市)，第254期，2014年12月，頁3-6。

²⁴彭升緯，〈運用整合通訊系統精進陸軍聯兵旅、營層級指揮通聯之研究〉，國防大學資訊管理學系/碩士論文，2016年5月，頁26-38。

²⁵同註27，頁37-48。

軍事投資建案的決策參考依據，可歸納出「裝備性能提升」、「異質系統整合應用」及「系統安全維運管理」等三個層面，分別摘要說明如下：

(一)裝備性能提升方面

- 1.設備架構笨重，無法滿足現代快速節奏的戰爭條件。
- 2.傳統電池技術損耗，能源效益不符合系統發展。
- 3.極端氣候及城鎮化之作戰環境影響，整體裝備組成防護效能不足。

(二)異質系統整合應用方面

- 1.有線電通信裝備技術能量，無法有效整合國軍數位化作戰環境需求。
- 2.不同型式之通信裝備的快速發展，整體通資運用效能與彈性不佳。
- 3.系統服務品質不穩定，難以持續維持正常運作。

(三)系統安全維運管理方面

- 1.敵情威脅日益增加，系統架構暴露易遭攻擊的高風險狀態。
- 2.傳統交換機維護能量匱乏，人力及裝備維護成本過高。
- 3.設備異常的複雜程序，導致部隊人員訓練形態的改變。

野戰交換機未來發展建議

KY-32野戰數位交換機使用迄今，已逾行政院頒訂之財物標準分類明細中所訂最低使用年限，且現行裝備未具相關網路交換能量，使用彈性不佳影響作戰/救災開設。因應未來不對稱作戰型態及精兵政策，減少野戰環境開設危害風險，以下就國軍野戰交換機未來發展相關關鍵成功因素，提出分析與建議，俾供國軍執行軍事投資建案之決策參考：

一、軍事裝備研改設計應用規劃

(一)運用人因工程設計，精進系統機動性

國軍各式有無線電通資系統運作期間，開設作業的前、中、後均可能產生相關風險，尤以基層部隊使用野戰數位交換機在演訓場地開設時，常因人為訓練、裝備操作、天候狀況及環境地形，而演變產生出影響危害部隊安全及裝備妥善的因素。²⁶現行通資系統開設均首重於速度，已與傳統戰爭模式大不相同，陸軍的聯合兵種營為了達成機甲部隊快速機動打擊應援之目標，裝備構型應以縮短野戰開設時間為基本要求。

目前現役野戰交換機裝備組成是採「堆疊」擴充方式，開設作業需要二至三人才可操作，另因提把設計不便於攜行搬運且笨重，所以不論是開設前的整備、開設中的架設動作及開設後系統維持，均會有潛在的危害風險因素存在。如能考量人因工程設計理念，可在野戰環境下快速構建機動指揮所，像是設備野戰便攜的設計，將操作人員的身體、感知能力與限制

²⁶同註3，頁92-94。

納入考量，符合戰鬥任務需求並針對官兵體型，藉更輕巧裝備及人力，在合乎安全及機動性的狀況下，能發揮最大戰力和運用效能，俾利有效完成損害控制，進而減輕對部隊戰力造成的永久性傷害，保持同等或者是達成更佳通信效能，不僅可提高系統的機動性，亦能降低整體後勤維保的負擔。²⁷

交換機系統間的連接需求日益提升，尤以具備高度擴充能力的設計要求為最。例如可以提供熱插拔的電路卡板和電源模組，藉由各類型連接埠組合，再透過模組化的方式，根據作業需求選擇模組，可構成性能及規格不同的裝備組合，如此便可提升機櫃內空間使用裕度，降低設備的厚度和重量，以精進系統的移動便攜及部署靈活能力，在軍事行動中快速完成架設。

(二)建立即時電力管理平臺，優化系統維運架構

早期因鉛酸電池具有構造簡單、技術成熟與價格便宜的優點，受到廣泛運用，但其缺點為循環壽命較短、體積及重量笨重以及環境污染等問題，而近年開發之磷酸鋰鐵(LiFePO₄)電池，具有快速充放電及穩定性高等優點，且循環壽命較長，成為取代鉛酸電池的熱門選擇。另為了提高電池的使用效率及壽命，並且提供充分的保護，應搭配設計一套具備高低溫保護、電壓保護、過流保護、短路保護及充電提醒等功能之電池管理系統，可有效針對效能輸出與壽命監控實施管理。²⁸

若交換機透過設置電力監測管理系統，掌控電池健康狀況，立即警示與改善過度充、放電或電池過熱等情形，可有效延長電池使用壽命；²⁹另搭配高頻開關整流器(Switching-Mode Rectifier, SMR)，藉由可單獨或並聯供電功能，提供交換機系統精確之穩定電壓，並透過觸控式通訊整合平臺之人機介面與交換機系統連結，結合了控制、監視及顯示等功能，成為一完整電源供應系統，優化整體通資系統維運架構。

(三)嚴格軍規認證標準，提升裝備野戰防護能力

美軍為因應新型態戰略需求，針對軍用武器系統發展公布了一系列空間及陸用設備環境試驗方法，簡稱「MIL-STD」標準，此準則為所屬軍事和工業部門針對環境試驗方法的依循規範。我國軍軍事投資建案所籌購置裝備，亦要求裝備於操作、儲存及運送等作業須參照並符合相關軍規認證測試標準，確保裝備系統在摔落、翻滾、粉塵、雨淋或者極端溫度的惡劣環境中，仍然保持正常順暢運行狀態。³⁰

其中「MIL-STD-810」標準是美軍用來檢測產品能否抵抗外在環境的影響及衝擊的準則，美軍對此標準亦進行了一系列的修訂作業。2019年則是發布了最新的檢測項目版本為「MIL-

²⁷王岳吉，〈通信整合系統運用與發展〉《陸軍通資半年刊》(桃園市)，第125期，2016年04月，頁35-39。

²⁸李明駿，〈鉛酸電池之快速充電技術研究〉，國立中央大學電機工程研究所/碩士論文，2003年10月，頁51-55。

²⁹林明傑，〈磷酸鋰鐵電池成功關鍵因素分析〉，逢甲大學經營管理碩士在職專班研究所/碩士論文，2015年1月，頁8-24。

³⁰丁瑞顯，〈手持式工業電腦之散熱設計最佳化〉，大同大學機械工程研究所/碩士論文，2010年06月，頁28-41。

STD-810H」，此標準規範包括28種基本的測試方法(如表一)，涵蓋了各種廣泛的環境條件以確保在極端環境中能承受考驗，並保持相同的性能；另外針對標準電氣設備外殼對異物侵入的防護等級如防水、防震(電氣和物理)、溫度、氣壓等，國際防護等級認證也可以稱作異物防護等級(Ingress Protection Rating)或IP代碼(IP Code)，針對相關設備之「防水」、「防塵」等級也有不同的標準檢測規範。而在系統工程規劃實務經驗中，為確保有線電交換機系統符合野戰環境開設危害風險因素，並在極端環境中能承受考驗等需求，必先於系統進入製程發展階段，運用軍規認證測試的標準，檢視野戰交換機耐用性，確保結果符合預期。³¹

表一 美軍規範MIL-STD-810 實用手冊試驗項目一覽表

MIL-STD-810 試驗項目表	
測試方法 500.5 低氣壓(海拔)	測試方法 515.6 噪聲
測試方法 501.5 高溫	測試方法 516.6 衝擊
測試方法 502.5 低溫	測試方法 517.1 火工衝擊
測試方法 503.5 溫度衝擊	測試方法 518.1 酸性空氣
測試方法 504.1 流體污染	測試方法 519.6 砲擊震動
測試方法 505.5 太陽輻射(陽光)	測試方法 520.3 溫度,濕度,振動和高度
測試方法 506.5 雨淋	測試方法 521.3 結冰/冰凍雨
測試方法 507.5 濕度	測試方法 522.1 彈道沖擊
測試方法 508.6 真菌	測試方法 523.3 振動聲學/溫度
測試方法 509.5 鹽霧	測試方法 524 凍結/解凍
測試方法 510.5 沙和灰塵	測試方法 525 時間波形複製
測試方法 511.5 爆炸環境	測試方法 526 導軌衝擊
測試方法 512.5 浸入/浸漬	測試方法 527 多軸振動
測試方法 513.6 加速度	測試方法 528 船用設備的機械振動
測試方法 514.6 振動	(I 型:環境和 II 型:內部激勵)

資料來源：作者彙整。

二、高強度異質系統整合應用效益

(一)整合各式通訊系統，建置網路交換技術能量

近年陸軍陸續籌購新式通資系統，原屬舊式有、無線電通信裝備仍未能有效介接整合

³¹EUROLAB，〈什麼是MIL-STD-810？〉，《防禦測試》，<https://www.laboratuar.com/zh-TW/testler/savunma/mil-std-810>，(檢索日期：2021年02月03日)。

，為了降低通資系統架設等待構連的時間，透過TCP/IP網路協定，藉由乙太網路、無線電語音閘道器及網路電話機整合互通，或經網路電話交換機與類比軍線電話機(PSTN Phone)互相撥接，進行全雙工語音互通。另於野外演訓開設時機，經無線電構連不須人工接轉即可進入國軍六碼電話系統，將不同系統進行的通訊管道整合的通訊方式，可建立更彈性、可靠及靈活的野戰通信環境，顯見「整合通訊系統」為交換機性能提升暨整合之重要關鍵因素。³²

未來有線電通信裝備不僅僅只是一般交換機構成，而是結合網路及自動化管理，達成數據、視訊、語音等即時的通資系統，若能以行動電話中繼盒(節費盒)、可攜式及車載式衛星、衛星行動通訊網路、無線區域網路(Wireless-LAN)、UHF/VHF無線電、機動式通信整合平台等多重備援手段，提升戰時存活率，組成整合性機動式通資網路，將可整合寬頻衛星、行動衛星、傳統無線電、視訊會議、攝影機等，傳輸語音、數據及戰場影像等功能，提供各作戰單位相互通連及整合運用。³³

「聯合兵種營」係調整現行戰鬥營級單位編組，同時配合新式武器、裝備漸次獲裝打造地面防衛作戰可恃戰力。為使命令可以確實傳達，原屬之通信排調整為指管排，未來另外新增配置由中科院研發「國軍地面部隊C4ISR系統」及「戰術通信偵蒐暨干擾系統」，強化營級指管及電子戰能力，並藉由調整編裝，使各營具備獨立作戰能力，通資系統架構及通裝運用取決於作戰指管程序，部隊野戰交換機並非通資骨幹或核心指管系統，是否有必要整合所有通資裝備值得探討，整合功能介面可能增加裝備體積、操作複雜度、故障率及開發成本。

(二)保持異質系統相容彈性，增加系統介面使用靈活性

國軍執行通資電投資建案規劃作業時，常面臨整體通資電系統運用構想無法有效向下整合之窒礙。交換機如具備異質系統整合功能，可介接各類型有線電訊號、現役各頻段無線電機及行動電話通信模組等設備，並具有同時操控多部無線電機之能力時，則可透過IP網路通訊整合平台或融合式交換機系統，增加系統使用靈活性，以符合數位及資訊化傳輸需求，提升整體通資運用效能與彈性。

為提升陸軍地面部隊旅、營級語音異質系統相容能力，各級指揮所可運用機動數位微波系統配賦之無線電語音閘道器，實施國軍六碼軍線與無線電用戶整合。近年來VoIP技術漸趨成熟，國軍野戰交換機在未來IP網路架構的運行整合，應該朝向語音/視訊/資料/傳真一體化之趨勢，並且與傳統公眾電話網路電話服務結合；另外將各種國家/民間機關通信系統、微波、小型無線電等介面納入，利用閘道器來將傳統電話部分轉換至IP網路，結合次世代的電信服務，避免傳統電話因佔線所造成的閒置浪費，滿足各類用戶使用需求，也是戰場作戰管制的先決關鍵要件。

³²蔡明圳，〈本軍地面部隊野戰通資平台整合運用之研究〉《陸軍通資半年刊》(桃園市)，第127期，2017年4月，頁27。

³³吳宗翰，〈網路電話交換機之研製〉，台灣師範大學資訊工程研究所/碩士論文，2010年03月，頁29-41。

(三)運用遠端遙控技術，強化複式備援機制

「遠端遙控」於現今的工業科技中亦屬常見的裝置，且能夠簡單上手操作，透過Wi-Fi網路連線、行動電話中繼模組(節費盒)的設計，搭配簡單易用的圖形化網頁介面，當國軍地面部隊指揮所於敵情顧慮下，實施機動轉移或進入預備陣地，可在用戶端的螢幕上看見遠端電腦的桌面資訊，不需要退出操作介面。另外除了透過軟體介面來控制，還可藉由硬體按鈕、遠端遙控器等方式進行操作，並讓使用者在遠端便可觀看或操作相關系統介面，可有效減少操作人力之傷損狀況發生。

有線電話是國軍地面部隊戰演訓期間的基礎通信設施，相較於傳統的有線電交換機，透過網路電話交換機可以依其所搭配之異地備援機制，或者是借助「超融合架構」，藉數據的備份及恢復功能以及自動偵測系統異常狀態，發送訊息通知相關維管人員，即時查明修復以提供穩定的系統服務品質，避免因裝備損壞等因素造成通信系統支援中斷。

三、建立安全認證維運管理機制

(一)穩定網路系統架構，確保通訊協定運作安全

因應中共信息戰威脅，網路安全有效防護是目前我方的重點工作，其中核心理念更是建構在一個無所不通、無所不聯的通資網路平台上，以系統多層防護與安全性為原則。為了要符合各種網路協定，交換器及路由器必須將封包不斷的拆解及重組，使得傳輸效率不佳，網路整體頻寬無法有效的發揮，且網路架構受限於各家廠牌設備，硬體結構相容性不盡相同，無法因應單位建置新系統的需求來快速變動網路架構，同時因硬體調整不易，所以萬一網管人員輸入了錯誤的指令，很容易就造成某些網路服務癱瘓的重大風險。³⁴

安全的VoIP必須要達到穩定以及能夠長期使用等需求，「TAF全國認證基金會」主要任務是為全國各工商業界建立符合國際規範以及公正、獨立、透明之認證機制，並建構符合評鑑制度之發展環境，提供全方位認證服務。為穩定網路系統架構，裝備須經過第三方認證之TAF實驗室，提供資安風險檢測報告，驗證掃描後無相關資安中、高風險因子，以確保通訊協定運作安全。

(二)建置高可用性的交換機系統，提供較佳之服務品質及效能

國軍對於通信系統的建置規劃，都是以「多重配置，複式備援」為主要指導方針，其中為了要確保有線電交換機通連的暢通及妥善可靠，最重要的就是單位間通信系統的相容性，因此仍採用建置PSTN架構交換機為主要考量。雖然國軍有自成體系的通信網路，不像民間單位一樣對通信話費錙銖必較，但國軍也須比照電信業者，花費龐大的人力與資源去維持通信系統正常運作。因此國軍如無法即時配合汰換相關裝備，將面臨傳統交換機維護能量逐漸匱乏不易獲得的情況。³⁵

³⁴同註4，頁32-35。

³⁵同註15，頁10-12。

建置一個高可用性的交換機系統，除了要可用、好用更要耐用，具備長時間運作能力，重點就在於系統可靠度。產品或系統設計初衷，即是希望其可在正常情況下長久使用，而從就維護度角度來看，當系統或設備產品發生失效時，能夠使失效的障礙排除，其維護時間愈短愈好，此種使其恢復正常運作的量化數據指標即為維護度，亦即系統或產品於規範的條件下進行維修動作，在規範的時間內，使之恢復至規定正常運作狀態的機率。³⁶

國軍通資電系統之規劃與整備乃遵循國軍戰略構想，依國軍整體建軍規劃暨作戰需求，考量國防財力，策定優先順序。目前裝備籌獲發展現況採多種管道，有國外軍售、中科院自主研發及國內商購等，造成不同通信系統銜接還需要設備整合、介面統一或多重設定等問題。主因是上級政策指導單位未能統一訂定通信協定(介面)原則，提供相關研發部門有所依循及運用，導致無法在現代化戰場情況下勝任發揮。未來期能在高科技條件下，有效整合通資電資源，建構更精實之國軍指通力，俾利整體防衛作戰任務遂行。

(三)持恆裝備妥善維持，強化人員維運能力訓練

近年新式通信裝備陸續獲裝之後，均委由兵科訓練中心對部隊人員實施操作手教育訓練，可是單項裝備的專長操作，已經無法滿足現行通資系統整合作業及戰演訓等多樣化任務，所以應檢討新增系統整合專長課程時數，俾利能滿足及發揮裝備運作最佳效能。另針對師資或回流教育等班隊，實施專長複訓、裝備操作注意事項、通資系統整合展示及精進座談會等課程內容，以維持訓用合一之教育目標。

對交換機維保人員而言，執行系統維護是其維保交換機主要的工作之一，目的是讓交換機系統能在正常運作的情形下，可以提供不間斷的電話呼叫與通話服務，並非只是交換機發生失效後進行處理才叫做維護。除了原本該有的裝備訓練，自我經驗的累積是不可或缺的。超出權責時該如何處置因應，考驗著維管人員平時的應變處理能力訓練養成，應結合系統維運，將滾動式修正概念納入設計研改，並協助培養相關資訊專長技術人員，以強化人員維運能力。³⁷

結論

本軍聯合兵種營編成目的在使其具備聯合兵種協同與獨立作戰能力，因此，戰場透明化及指管數位化是支撐其獨立作戰的必要的條件。依軍事通信系統規劃建置實務經驗中，通聯手段過往均採「多重備援、複式配置」要求，以語音、數據、資訊方式實施。而在未來聯合作戰為主要趨勢下，國軍野戰交換機性能提升暨整合作業如何能整合先進武器載台的組合，將攸關未來本軍指揮所指通力的提升，使得我聯合兵種營戰力完全發揮。故建構適宜的新式野戰交換機通裝，藉由多個通信節點形成「整體通訊網路骨幹」，開發能夠自動重新組織的分

³⁶同註6，頁23-25。

³⁷同註4，頁66-78。

散式網路，以適應戰時網路拓樸結構的變化。目前陸軍地面部隊使用之機動數位微波與戰術區域通信系統傳輸方式，也是透過所屬交換機系統整合互聯，惟若以「打、裝、編、訓、用」的觀點來看，裝備操作手對系統之運作效益勢必影響組織編裝規劃，而考量交換機系統網路管理平臺、系統鏈路規劃等人員訓練因素，加以陸軍陸續籌購新式通資系統，應結合數位化戰場，將指揮管制與通訊鏈路結合，以滿足未來作戰需求，達成國軍作戰目標。

參考文獻

- 一、國防部，《中華民國 108 年國防報告書》(台北：國防部，2018 年 09 月)。
- 二、國家通訊傳播委員會，《強化防救災行動通訊基礎建置計畫書》(台北：國家通訊傳播委員會，2018 年 08 月)。
- 三、王建芳，〈數位交換機系統整合最適化之研究〉，國防大學資訊管理學系/碩士論文，2014 年 12 月。
- 四、黃培源，〈NGN 交換機應用於國際骨幹網路上之研究與設計〉，臺北科技大學電資所/碩士論文，2012 年 07 月。
- 五、陳泓毓，〈網路交換機(IP-PBX)效能之研究〉，義守大學資工所/碩士論文，2014 年 07 月。
- 六、李正興，〈IP 系統於國軍交換機運用之研究－以某機構為例〉，國防大學管理學院資訊管理學系/碩士論文，2014 年 12 月。
- 七、吳宗翰，〈網路電話交換機之研製〉，國立台灣師範大學資訊工程研究所/碩士論文，2010 年 03 月。
- 八、林承昌，〈台灣企業導入網路電話交換機之關鍵因素〉，元智大學資訊管理學系/碩士論文，2012 年 06 月。
- 九、楊家誠，〈影響企業導入整合通訊系統之關鍵因素研究－以某電信公司為例〉，國立彰化師範大學資訊管理學系/碩士論文，2012 年 06 月。
- 十、彭升緯，〈運用整合通訊系統精進陸軍聯兵旅、營層級指揮通聯之研究〉，國防大學資訊管理學系/碩士論文，2016 年 05 月。
- 十一、李明駿，〈鉛酸電池之快速充電技術研究〉，國立中央大學電機工程研究所/碩士論文，2003 年 10 月。
- 十二、林明傑，〈磷酸鋰鐵電池成功關鍵因素分析〉，逢甲大學經營管理碩士在職專班研究所/碩士論文，2015 年 01 月。
- 十三、馮志堅，〈影響我國陸軍資通系統有效運作之因素探討-FAHP 之研究途徑〉，中原大學企業管理學系/碩士論文，2019 年 07 月。
- 十四、丁瑞顯，〈手持式工業電腦之散熱設計最佳化〉，大同大學機械工程研究所/碩士論文，2010 年 06 月。

- 十五、林安雄，《旅、營、連級野戰數位電子交換機操作手冊》，國防部陸軍司令部，2001 年 12 月 03 日。
- 十六、周守義，唐興家，〈戰術區域通信系統介面整合之研究〉《陸軍學術雙月刊》(桃園市)，第 127 期，2006 年 04 月。
- 十七、周守義，〈美軍地面作戰網路及全球資訊網格〉《陸軍通資半年刊》(桃園市)，第 109 期，2013 年 09 月。
- 十八、周佳達，〈本軍有線電通信之風險管理研究－以野戰數位交換機為例〉《陸軍通資半年刊》(桃園市)，第 118 期，2012 年 09 月。
- 十九、王岳吉，〈通信整合系統運用與發展〉《陸軍通資半年刊》(桃園市)，第 125 期，2016 年 04 月。
- 二十、賴恒隆，〈無線電語音閘道介面運用於救災通信指管之研究－以機動數位微波與陸區系統為例〉《陸軍通資半年刊》(桃園市)，第 128 期，2017 年 09 月。
- 二十一、蔡明圳，〈本軍地面部隊野戰通資平台整合運用之研究〉《陸軍通資半年刊》(桃園市)，第 127 期，2017 年 04 月。
- 二十二、楊惠淮，〈野戰數位交換機(KY-32)以 USB 觀念進入國軍電話直撥系統〉《陸軍通資半年刊》(桃園市)，第 115 期，2011 年 04 月。
- 二十三、覃自強，〈機步旅通裝整合之研究〉《陸軍步兵季刊》(高雄市)，第 254 期，2014 年 12 月。
- 二十四、趙育賢，〈機步營(連)通資系統精進作為之研究〉《陸軍步兵季刊》(高雄市)，第 240 期，2011 年 05 月。
- 二十五、揭仲，財團法人國家政策研究基金會，國政分析，〈國軍聯合兵種營能勝共軍合成營？〉，<https://www.npf.org.tw/3/21019>，(檢索日期：2021 年 02 月 27 日)。
- 二十六、杜貞儀，國防安全研究院，國防安全即時評析，〈野戰資訊通信系統強化聯合戰力〉，https://indsr.org.tw/tw/News_detail/3278，(檢索日期：2021 年 02 月 27 日)。
- 二十七、吳政憲，〈近代臺灣資訊社會的電話接線生(1900－1930)－以臺北局為中心的探討〉《興大歷史學報》(台中市)，第 19 期，2007 年 11 月 1 日。
- 二十八、曾堂坤、藍敏鈿，〈軌道機電核心通訊系統之探討分析〉《中興工程季刊》(台北市)，第 100 期，2008 年 07 月 01 日)。
- 二十九、張志新，〈現有救災通訊裝備建置探討〉，《國家災害防救科技中心》，http://dsrsrc.nttu.edu.tw/embedded/Training_Materials/100/現有救災通訊裝備建置探討，(檢索日期：2021 年 02 月 03 日)。

三十、EUROLAB，〈什麼是 MIL-STD-810？〉，《防禦測試》，
<https://www.laboratuuar.com/zh-TW/testler/savunma/mil-std-810>，(檢索日期：2021 年 02 月 03 日)。

作者簡介

李建鵬中校，中正理工學院電機系87年班、國管指參班101年班，曾任電子官、修護組長、通參官、資參官、電戰官，現任國防大學國防管理學院國管中心人力及資訊管理組教官。

郭瀚中少校，國防大學理工學院電子科93年班、陸軍管理資訊正規班98年班、元智大學資管系碩士108年班，曾任通信排長、通信官、補給官、通資連長、電戰官，現任陸軍司令部電子資訊處電子作戰官。