

國防管理學報

第四十四卷 第一期

JOURNAL OF NATIONAL DEFENSE MANAGEMENT

Volume 44, No. 1



創辦人：果 芸

發行人：林 振 裕

出版者：國防大學管理學院

總編輯：張珈進 國防大學資源管理及決策研究所
(02)23116117#604908
nduemailtw@gmail.com

技術編輯：鍾秉正 國防大學法律學系
王中允 國防大學運籌管理學系
劉憲明 國防大學財務管理學系
蘇品長 國防大學資訊管理學系
賴智明 國防大學資源管理及決策研究所

編輯委員：張應中 國防部整合評估司效益評估處
齊立平 國家中山科學研究院航空研究所

陳海雄	國家發展委員會檔案管理局
陳宥杉	國立臺北大學企業管理學系
董澤平	國立臺灣師範大學全球經營與策略研究所
郭財吉	國立臺灣科技大學工業管理學系
張譯尹	國立臺灣科技大學企業管理學系
蔡君明	國立臺北護理健康大學高齡健康照護系
孟昭宇	國防大學資源管理及決策研究所
陳勁甫	元智大學社會暨政策科學學系
盧文民	文化大學國際企業管理學系
羅新興	健行科技大學企業管理系

副總編輯：張臺衛
國防大學資源管理及決策研究所
臺北市北投區中央北路2段70號
(02)23116117#604408
taiwei661105@gmail.com

副總編輯：嚴國晉
國防大學資源管理及決策研究所
臺北市北投區中央北路2段70號
(02)23116117#604403
kuochingyen@gmail.com

行政助理：陳正忠
國防大學管理學院教學支援中心
臺北市北投區中央北路2段70號
(02)28948714
journalofndm@gmail.com

【發行宗旨】

為因應學術期刊專業化導向之發展趨勢，並提升學術界對「國防管理」專業學術領域之認定與重視，形成專業特色與重點，樹立「國防管理」專業學術權威，並配合國防管理教育訓練與研究發展需要，提升國軍學術水準與研究風氣，增進軍事院校與民間院校及研究機構學術交流，以「國防管理」相關議題為範疇，對外公開徵稿與發行。

國防管理學報第 44 卷第 1 期「編輯的話」

今年 3 月 17 日喜迎本院(國防大學管理學院)111 周年院慶，典禮中由院長林少將表揚「國防管理學報」卓越評審：國立臺北護理健康大學蔡君明教授、輔仁大學鄭淑玲教授及國防大學劉憲明教授，以及三篇年度優良稿件的作者群：「國軍職安衛管理再進化：運用 ISO45001 重構軍中職安衛管理績效評估模型」，作者羅文棟與侯宏誼、「強化國軍雲端服務存取權限機制之設計」，作者蘇品長、黃琮仁、蘇泰昌及「植基於倒傳遞類神經網路之空間域數位影像藏密分析方法」，作者劉興漢、楊顯豪、周世淵。這些優良稿件及審稿者對於本學報的發展極具重要性，感謝他們的熱情與會與支持，亦同時精進及提升本學報的品質。《國防管理學報》現行的投稿作法，採<線上系統投稿>與<EMAIL 信箱投稿>雙軌同時並行制，即作者完成系統投稿後，須將 word 稿件(含作者資訊)再寄至「國防管理學報信箱」journalofndm@gmail.com，以加速審稿時效，並避免在系統不穩定時無備份使用。

此外再次重申，隨著國防議題重要性的提升與學術環境的轉變，《國防管理學報》的審查政策及原則也在適度地進行調整。我們認為給予具發展潛力的論文有調整改善的機會應該是重要的。審查人主要扮演協助作者改善論文的角色，因此若研究議題具有亮點及貢獻力，將盡量給予作者修改機會。另一方面，考量學術環境的艱辛，本學報不收取刊登費用，同時還對接受刊登的稿件支付作者稿酬，並贈送作者當期學報乙冊，另審查人亦給予相當之審查費用。本學報在新團隊努力下，稿件審查速度已提升許多，並以平均 35 天內完成稿件初審為目標，期望更多作者能考慮本刊投稿。

本期共刊出五篇文章。第一篇〈國軍通用裝備委商保修績效之研究〉一文，係分析在面臨人員精簡或能量不足等情境背景下，國軍後勤維保體系採行委商保修方式因應。然而，委外合約的管理成效攸關裝備妥善與戰力呈現，為避免造成合約管理罅隙或浪費公帑等情事，故作者希望透過國軍各類型通用裝備的委商保修數據及其執行成效，分析現行委商契約的條款規範與作業模式，以作為國軍未來委商保修策略參考，健全機制，提升委商保修執行效益以達成後勤支援目標。研究結果證實不同保修作業方式、通用裝備與契約規範其委商提供的保修績效有顯著差異；且驗證了委商契約規範確實具有干擾效果。

第二篇〈運用 5G 行動網路以強化國軍通信骨幹系統效能之研究〉一文，係針對 5G 行動網路全球發展及運用現況進行研究，探討國軍通信骨幹系統目前運用實況能否與之相結合，並藉由 5G 行動網路的便利及大頻寬、低延遲等特性，規劃未來國軍通信骨幹系統建案或提升方向；同時，探討 5G 於軍事應用的能力與優勢，分析國軍

導入 5G 之效益。最後，提出運用 5G 行動網路強化國軍通信骨幹系統效能之建議策略，俾供國軍建軍整備參據。

第三篇〈中國海警海上執法問題研究〉一文，係探討中國海警的海上執法問題。中共《海警法》於 2021 年 2 月 1 日正式生效，受到各界關注，也讓海上鄰國國家感到憂心。因為《海警法》授權中國海警得依規定條件與程序進行海上執法工作，包括得以使用手持警械與武器、艦載或機載武器，這使中國海警將有依法、正當執行海域安全維護與海洋資源保護的依據，並會更為大膽的動用武力，故本文探討《海警法》在一些關鍵處欠缺明確的問題，是否為其提供模糊空間。

第四篇〈植基於倒傳遞類神經網路之空間域數位影像藏密分析方法〉一文，係提出空間域的最低位元取代法與像素差值之資訊隱藏技術，利用人體視覺系統觀察能力有限的情況下於灰階影像中隱藏秘密訊息。此研究是以 Jung 學者於 2018 年所提出混合 LSB/PVD 藏密法為基礎而改良的資訊隱藏方法；具有較高的藏密量，可有效提升藏密量，同時能維持人眼難以察覺的範圍內，故可提供國防資安管理技術研究領域人員實務應用參考。

第五篇〈不同政府治理程度下，軍事支出對經濟成長的影響－拉丁美洲地區分析〉一文，係探討不同政府治理程度下，軍事支出對經濟成長的關係是否不同。作者蒐集拉美地區 19 個國家 2006-2019 年共計 14 年的資料，採用縱橫資料迴歸分析。實證結果發現高度治理國家相較於低度治理國家有顯著較高的經濟成長率；其次，軍事支出對該地區經濟成長有顯著正向影響；再者，高度治理國家軍事支出對該國經濟成長為負向顯著影響，低度治理國家其軍事支出對該國經濟成長為正向顯著影響。研究結果有助於讀者明解地理位置相近的國家其國防支出對於經濟成長的影響為何不同，也可用來解釋同一國家因為其政府治理程度的演化造成其國防支出對於經濟成長的影響呈現非固定的關係。

總編輯 空軍上校 張珈進

國防大學管理學院資源管理及決策研究所 專任教授

112 年 04 月

國防管理學報

第四十四卷 第一期

目 錄

<u>篇次</u>	<u>篇 名</u>	<u>作 者</u>	<u>頁次</u>
1.	國軍通用裝備委商保修績效之研究 The Research on Maintenance Performance of Outsourcing for Military Common Equipment	李孟學 張佳菁	1
2.	運用 5G 行動網路以強化國軍通信骨幹系統效能之研究 Research on the Use of 5G Mobile Network to Strengthen the Performance of the R.O.C Forces Backbone Communication System	李建鵬 高仲良	31
3.	中國海警海上執法問題研究 Research on Maritime Police Organization and Law Enforcement in China	陳銘聰	57
4.	植基於倒傳遞類神經網路之空間域數位影像藏密分析方法 A Steganalysis Method Based on the Back Propagation Neural Network for Digital Images in the Spatial Domain	劉興漢 楊顯豪 周世淵	77
5.	不同政府治理程度下，軍事支出對經濟成長的影響－ 拉丁美洲地區分析 The Impact of Military Expenditure on Economic Growth Under Different Government Governance Degree - Evidences From Latin America	傅澤偉 林鴻源	99

中華民國一一二年五月

國軍通用裝備委商保修績效之研究

李孟學¹ 張佳菁^{2*}

¹陸軍後勤指揮部保修處

²中華科技大學企業資訊與管理系

論文編號：NM-43-01-8

來稿 2022 年 3 月 3 日→第一次修訂 2022 年 3 月 7 日→第二次修訂 2022 年 3 月 27 日→

同意刊登 2022 年 9 月 30 日

摘要

有鑑於中共對我軍事壓力日增，我國防預算呈現年年成長趨勢，然而相較中共的國防預算，兩者相差比例懸殊，在國防預算有限的情況下，國軍將非機敏性核心能量裝備維修委由民間廠商執行，妥善運用民間企業資源，加速料件獲補效率與裝備修復時效，故委外合約管理與執行成效攸關裝備妥善與戰力支援的重要關鍵。而為充分瞭解國軍通用裝備委商保修能量與維持裝備妥善情況，本研究具體找出保修作業與保修裝備在委商執行維修成效的差異，且分析委商契約規範對於各項通用裝備保修績效的影響，如此才能具體掌握委商保修作業與委商契約規範的管理成效。結果證實保修作業方式、裝備的類型、規格、用途、功能及價位其委商保修績效具有顯著差異，而合約核定契約的權責單位、契約廠商的型態、行業、規模及契約規範的維修時限對於委商保修績效也具有顯著不同，最後驗證委商契約規範確實具有干擾效果，國軍通用裝備的保修績效確實會因委商契約規範而有所差異，因此，後勤維修可依不同類型裝備訂定廠商資格並制定適宜契約規範，以提高委商保修品質與執行成效。

關鍵詞：通用裝備、後勤委外、委商契約、保修績效

* 聯絡作者：張佳菁 email: suasn@cc.cust.edu.tw

The Research on Maintenance Performance of Outsourcing for Military Common Equipment

Li, Meng-Hsueh¹ Chang, Chia-Ching^{2*}

¹Maintenance Division, Army Logistics Command, Taiwan, R.O.C

²Department of Enterprise Information and Management, Chia University of Science and Technology, Taiwan, R.O.C

Abstract

In view of the increasing military pressure by the CCP and under the trend of shrinking defense budget, the national army will commission the maintenance of insensitive core equipment by private manufacturers. In this way we will use private enterprise resources properly. We can accelerate the replenishment efficiency of materials and the timeliness of equipment repair. Therefore, the performance of outsourcing contract management and execution is critical to proper equipment and combat capability support. In order to we understand the maintenance capability of outsourcing for military common equipment and the situation of maintain proper equipment. This study will specifically find out the difference of outsourcing maintenance performance for maintenance operation and military common equipment. We will analysis the effect of maintenance performance for military common equipment on outsourcing contract specification. In this way we can grasp the management performance of outsourcing maintenance operation and contract specifications. The evidences indicate that the maintenance performance of outsourcing has significant differences with the equipment category, specification, application, function and price. We also find the maintenance performance have significant differences with contract authorization, contractor type, contractor industry, contractor scale and maintenance time limit specified in the contract. Indeed, outsourcing contracts have moderation effect. The maintenance equipment caused by different maintenance performance will vary depending on outsourcing contracts. The result can provide reference that conduct logistics outsourcing to meet contractor qualification. That will increase outsourcing quality, and maintenance performance.

Keywords: Common Equipment, Logistics Outsourcing, Outsourcing Contract, Maintenance Performance

* Corresponding Author Email: susan@cc.cust.edu.tw

一、前言

現今通用裝備維修方式係國防部保修作業指導依據國軍能量、維修成本效益、裝備全壽期管理、戰備時效及機敏性，並兼顧國防資源釋商政策等因素考量，採取軍維、商維及軍商併維三種方式實施，國軍主要通用裝備維修方式如表 1，其中具戰備時效及機敏性裝備由軍方建立單位、野戰及基地級能量自行籌料維修；裝備數量少、建置成本高昂且民間已具備成熟技術則採釋商，與民間廠商簽訂委商保修契約；另部分裝備雖已建置軍維能量，但受限人力工時不足，採以軍商維併用方式，彌補軍方修能不足。陸軍後勤指揮部（2020）統計目前國軍全軍通用裝備約有 296 項，依軍維、商維、軍商併維三種維修方式各佔 57.8%、28.7%、13.5%，依照國防部（2020）所屬單位法定預算公告，顯示採商維或軍商併維等兩種方式其預算維持佔整體通用裝備年度預算比例達 36.7%（詳見附錄），可見委商維修仍佔有一席之地，且配合我國推行國防資源釋商政策，商維裝備比例逐年提升，因此，如何有效運用國內資源，建立經濟有效之修護支援體系，以有效縮短送修時程及提升修護品質，確保武器系統妥善可用，已是一門重要的課題。

表 1 國軍主要通用裝備維修方式

項次	類別	維修方式	項次	類別	維修方式
1	戰車	軍維	6	戰術輪車	軍維、軍商併維
2	甲車	軍維	7	民用行輪車	商維
3	砲車	軍維	8	工兵裝備	軍維、商維
4	各式火砲	軍維	9	通信裝備	軍維、軍商併維
5	輕重兵器	軍維	10	化學裝備	軍維、商維

資料來源：陸軍後勤指揮部（2020）

委外係指透過合約方式將自身非核心領域交給較具專業、效能的服務供應者來辦理，便於取得服務效率（林雅燕，2009；黃鉉策，2011），軍方會將通用裝備委外維修主要考量民間市場技術成熟及軍維能量籌建效益，在國軍人力大幅精減情況下，透過簽訂長期委修合約與廠商建立夥伴關係，運用民間能量維持裝備妥善，除能擴大內需，增加民間就業機會，振興台灣經濟，並可縮減軍方繁瑣作業程序而提升維修效率；另外針對數量少、廠牌型式多的裝備，籌建軍維能量初期必須投入龐大資源以獲得原廠技術資料、維修機具、測臺、診斷電腦及相關授權文件，後續維持階段料件採購亦難以達到經濟批量，促使成本較高，依據國防部（2020）規範國軍地面通用裝備保修作業指導，其裝備委由民廠維修更具經濟效益。

不同於軍維裝備，商維裝備委商保修契約條款均訂有維修期限，依據國防部（2018）制定國軍裝備策略性商維作業規定，合約商須依規範時限內完成備料與維修，否則逾期完工將遭軍方計罰，甚至解約，影響商譽，故在維修時效為優先考量因

素下，合約商均有穩定的料件供應商源，獲料管道多元，並藉由專業人員建立完善的庫存管理，透過掌握裝備定期保養週期、裝備可靠度等精準備料，以避免發生庫存料件過多或缺貨的情況，故在符合契約要求下，可以降低倉儲成本，提升效益。

綜上所述，國軍後勤維保體系面臨人員精簡、能量不足等問題，遂採行委商保修方式因應，國防部（1995）訂定國軍裝備委託公民營機構保養修護作業規定制定保修範圍，以達成後勤支援目標。國防部科技結合民間產業能量，積極自力研發、產製及維修所需武器裝備已是未來趨勢，隨著廠商陸續投入國防產業供應鏈，各式裝備進入維持階段後，委外保修合約管理與執行成效攸關裝備妥善與戰力，惟現行通用裝備委商契約大多採用單一制式文件，未能依國軍新式裝備現況與業界執行模式做滾動式修正，易造成合約管理罅隙及浪費公帑等情事，故本研究希望透過國軍各類型通用裝備的委商保修數據及其執行成效，分析現行委商契約的條款規範與作業模式，作為國軍未來委商保修策略參考參據，健全管理機制，提升委商保修執行效益以達成後勤支援目標。

二、文獻探討

2.1 國軍通用裝備

依據國防部（2020）規範國軍地面通用裝備保修作業指導，通用裝備係指配賦於不同軍種之同一類型裝備，包含戰車、履帶型甲車、輪型甲車、砲車、戰術輪車、民用型輪車、各式火砲、各式輕重兵器、工兵、通信、化學、光電、觀測、模擬器（儀）等裝備，這些裝備具備不同類型、規格、用途、功能與價格等特性。近年來國軍陸續採購或自行研發多項新式武器系統裝備，然而裝備部署後，後續作業與維持費用將難以估計，陳中本（2001）認為在有限的國防經費下，必須考量整體成本效益，如武器系統質與量的精進與維修，及武器系統可靠度、維護度與妥善率的研究，均需透過管理科學的技術予以總體性評估。近年中共的軍事力量崛起，我國所面臨的威脅日趨嚴重，為因應未來戰爭形態與防衛台灣需求，國防報告書說明依據國軍十年建軍構想，前瞻國防科技發展趨勢，國防部為突破武器系統研發限制，進行武器系統、裝備關鍵性技術發展，厚植自研自製之基礎科技能量，積極與民間合作，發展國防科技工業，達成國防自主建設為目標。

隨著武器裝備越發精良，相對帶來的是高額維持費。自 2018 年起，我國開始全面實施募兵制，人力維持成本提高，且限縮武器裝備維持可用預算。目前各類型裝備除了較為機敏性的武器系統，仍由軍方自建能量維修，或委由中科院、軍備局等國防科技研發機構負責維持，如各式戰車、甲車、砲車、各式火砲、輕重兵器等；餘屬一般市場裝備，如載具、發電機、通信系統等附屬裝備，或工兵機械、消防車等商規裝

備，均已委民間廠商維修，大大降低國軍基層人員維保負荷。

2.2 後勤委商保修

依據國防部（2010）針對國軍主要武器裝備標準妥善率作業規定指導，各裝備應配合各裝備整體後勤規劃，參考備料清單、配換率、技令、軍品籌補前置期及相關構型資料，律定計畫備料期程，達成目標妥善率管制。為達成裝備妥善目標，國防法第22條：「行政院所屬各機關應依國防政策，結合民間力量，發展國防科技工業，獲得武器裝備，並以自製為優先，若需向國外採購時，應落實技術轉移，達成獨立自主之國防建設」。據此，國防部陸續推動策略性商維案，並於2020年修頒「國軍推動國防資源釋商政策作業規定」，除較機敏性武器、通信系統核心能量仍掌握於中科院、軍備局等國防科技研發機構，其餘不具機敏性、戰備時效低、非核心能量，如飛彈發射架載具、發電機、有線無線電機、網路通信系統等附屬裝備，維保工作已釋出由民間承接，並逐年擴大委外項目，達成國軍委外政策目標。

後勤委外是指將非關鍵性核心的部分，透過簽訂契約方式，委由民間廠商執行，降低人力負荷，並可專注於核心技術發展，維持能量不墜，Labbs（1993）及 Domberger（1998）認為委外為企業專注核心業務營運，將企業非核心部份以契約模式委託予更有效率且成本更低的外部廠商負責；Bolumole et al.（2007）建構資訊系統或資訊服務委外模式，讓企業可以專注於本業與核心能力；Knemeyer（2003）指出後勤委外的動機除了利用其資源並專注於生存和發展，還包括專業知識、訊息技術、降低成本、服務質量和資產使用的需求；另外 Minoli（1995）認為隨著市場與科技環境的快速變遷，以企業的有限資源，並無法自行提供關鍵功能來滿足企業營運上的需要，以維持在市場上的競爭優勢；而黃鉉策（2011）認為軍事領域之業務委外，不僅是基於簡省國防預算、降低執行業務成本觀點，亦可滿足國防所需服務，支援軍事任務遂行；陳立嘉（2006）亦指出潛在承包商的效能以及相關的選擇標準將是影響國軍執行外包策略良窳的重要因素；因此，Akşin et al.（2008）認為外包決策中隱含著能力決策，承包商的最適價格與能力以及服務提供者的最適能力決定了雙方合約的最適利潤。

國軍各類型民用型軍車、特種車輛或工兵重型機具等通用裝備，屬民間技術成熟部分，後續維持均採商維方式，並統一由陸軍後勤指揮部訂定委商保修契約條款與簽約作業，再由各裝備使用單位循契約規範送修，其中委商契約規範包含購案核定的權責單位、契約商背景以及合約律定的維修時限等。陸軍後勤指揮部執行通用裝備委商保修招標前，已依裝備屬性規範各項投標資格，並逐級呈報權責單位審核，期吸引優良合格廠商參標，在招標作業時，無論限制性招標或公開招標，均有要求參標廠商須具備一定資格，例如同類型裝備履約實績、維修人員證照、原廠維修授權證明及診斷電腦使用授權等；另為了避免裝備老舊消失性商源，或原供應商拒絕供應前述加裝零

件，導致維修窒礙情形，委商契約均訂有替代方案條款，確保維修無虞。在委商保修作業方式部分，依據國防部陸軍司令部（2015）制定陸軍保修教範指導，要求廠商因應部隊任務與裝備損壞狀況，區分游修及廠修等方式配合執行修護作業，以發揮量能，維持部隊裝備妥善狀態。

我國委外政策已行之多年，運用國防工業與民間產業維修管道及能量維護以有效維持裝備妥善之模式越趨成熟，結合民間產業亦是各先進國家確保國家安全與發展經濟必然的趨勢，為推行後勤委外政策，提升管理效能，在外包商的評選時，應對於參標廠商執行能力做更完整的估評及條件限制，如須具備原廠授權維修證明與相關裝備維修實績等，以保障裝備維修的成效與品質；陳姿萍與許鳳娟（2019）說明傳統的成本或價格等因素已不再是考量最重要因素，而是維修廠商「維修能量」、「技術合作」、「修護品質」等重要關鍵因素；另外在維修時限部分，訂定契約條款應考量裝備屬性分別賦予不同維修時限，如國外特種車輛或國內技術成熟裝備，台灣本島或離島地區部隊使用裝備，一般行政、民生用或戰備時效裝備，分別訂定 20 日維修、30 日維修及 50 日維修的維修時限，若逾期完工將按逾期天數予以計罰，且最高可解除契約及公告不良廠商等罰款，以督促契約商維修效率，同時杜絕不良廠商再損及其他機關，建立廠商間的良性競爭環境。

2.3 委商保修績效

國軍後勤委外政策為近年國防自主與全民國防推動之重點，而委外政策的成效在於保修績效結果，徐禮睿（2014）說明委外工作乃是透過契約化之過程提升績效的主要手段；Bailey and Raeside（2002）說明委外項目涉及範圍廣泛，而尋求委外供應商主要是降低成本，提升品質以及服務性能的改善；徐禮睿（2019）指出委外管理不但可以提升服務品質，更可使製造成本下降、交貨迅速。然而將裝備交付契約商後，是否有其執行效益與是否具有效的管理合約機制，能夠協助部隊以最有效方式執行委商保修，達到維持裝備妥善的目標。為使部隊專注於平時訓練與戰備任務，需要堅實的後勤支援，然而在軍維裝備保修方面，常發生零附件待料時程過長而無法立即修復裝備，葉智瑤（2017）指出軍工廠應強調修護時效性、以客為尊的服務、保修料件的獲得、修製人力、維修工時均是經營成功的關鍵因素。

國軍將非核心能量委由民間廠商執行，除了制定能夠達成部隊後勤支援時效的契約規範，更應重視簽約後的履約管理，才能確實提升保修績效；王豫明（2016）指出委外修護應考量成本花費、維修品質、合約管理與時效等因素；另在國防預算有限的情況下，不能只要求廠商執行效率、料件品質，而無成本考量，對於軍工廠或民間廠商而言，精算營運成本及檢討資源浪費都是重要經營策略，陳姿萍與許鳳娟（2019）認為即使維修廠商可提供低廉的維修價格服務，如果忽略維修技術與品質保證等重要之

因素，將對國軍裝備使用上造成無法預期之成本損失；徐禮睿（2014）認為合約管理的範疇因合約類型不同而有所差異，在組織編裝、作業法規、教育訓練等構面，能有效使委外品質、委外成本、委外時效及任務達成方面有所助益，並指出委外策略、合約管理機制與委外績效具有顯著相關性，因此，透過維修所耗用料件、經費與時程可以充分瞭解委外維修的績效與委商的量能。

國軍執行裝備委外維修主要是善用民間科技工業、專業人才、多元的採購管道及維護品質，達成後勤支援之目標，而委外的績效分析及評量攸關於後續新案契約條款訂定與選擇合作廠商的參考指標；Bannerman（2007）探討合約商管理對合約績效之影響，分析委外合約商與軍方能力互補功能，如供應鏈效率、妥善率衡量指標及突發狀況處置等功能；吳家麒（2004）研究發現當國軍越重視委託廠商是否能夠滿足需求預判資訊、解決構型變更與消失性商源問題或壽期管理以提高履約效益，因此，合作廠商越能夠有效掌握軍方需求，更能將履約績效提升。

三、研究設計與方法

3.1 研究架構與假設

3.1.1 研究架構

本研究主要探討國軍通用裝備與委商保修方式在委商執行的保修績效差異，藉以瞭解影響國軍通用裝備委商保修能量的因素並分析各項通用裝備保修績效的影響是否因委商契約規範而有所不同，茲將研究目的形成之架構設計如圖 1：

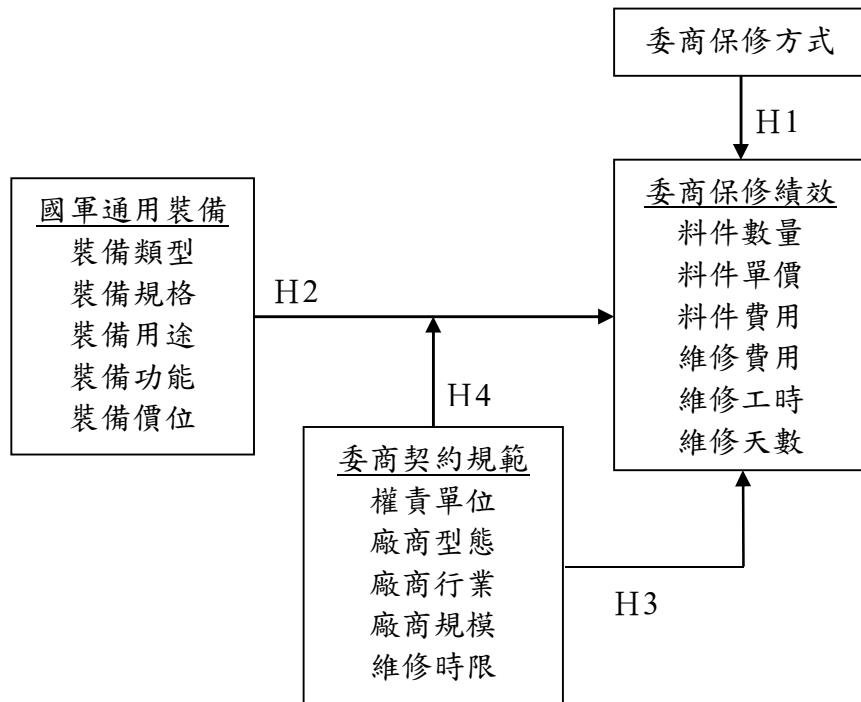


圖 1 研究架構圖

3.1.2 研究假設

依據研究目的及研究架構，本研究提出以下研究假設：

(一)H1：不同委商保修方式對委商保修績效具有顯著差異。

因應各種任務環境，確保委商保修方式能持續有效支援部隊，依據國防部陸軍司令部（2015）制定陸軍保修教範指導，裝備保修儘可能實施就地整修或游修，減少裝備後送，須強化平時搶修能量，增加後勤運用之彈性；另外古泉宏與王銘山（2003）檢討委外維修制度對於裝備妥善率與維護能量，應訂定「委外的範圍」，使能滿足本軍的需求，又能借重民間的維修能量，更能兼顧我國國防工業的發展，及陳立嘉（2006）認為軍方單位在推動軍工廠外包時，必須評估國際環境、產業特性，以及國內發展條件，確認『核心能量』，以確實達到節省「國防作業維持費」及「精實人力政策」，因此，本研究認為不同委商保修方式對保修績效具有顯著差異，故設立本假設 H1。

(二)H2：不同國軍通用裝備對委商保修績效具有顯著差異。

1. H2-1 不同裝備類型對委商保修績效具有顯著差異。
2. H2-2 不同裝備規格對委商保修績效具有顯著差異。
3. H2-3 不同裝備用途對委商保修績效具有顯著差異。
4. H2-4 不同裝備功能對委商保修績效具有顯著差異。
5. H2-5 不同裝備價位對委商保修績效具有顯著差異。

對於較具機敏性的裝備系統或特殊規格特種裝備，其維修技術及料件獲料管道均不同於市場流通商規裝備，連帶影響到各工廠維修策略與保修成效，依據國防部（2015）針對國軍主要武器裝備妥善率作業規定指導，各裝備應達成妥善率管制目標；葉智瑤（2017）指出軍工廠應強調修護時效性、以客為尊的服務、保修料件的獲得、修製人力、維修工時；Welch and Nayak（1992）則以技術層面加以探討，認為企業進行委外評估時，但若技術已屬成熟期階段則應該予以委外，葉書嘉（2016）研究發現改為二段式零附件供補方式，可簡化作業流程、提高供料時效，並能減少運輸成本，因此，本研究認為不同保修裝備對保修績效具有顯著差異，故設立本假設 H2，並以保修裝備屬性包括裝備類型、規格、用途、功能與價位分別進行對保修績效差異的探討，分別設立假設 H2-1 至 H2-5。

(三)H3：不同委商契約規範對保修績效具有顯著差異。

1. H3-1 不同權責單位對保修績效具有顯著差異。
2. H3-2 不同廠商型態對保修績效具有顯著差異。
3. H3-3 不同廠商行業對保修績效具有顯著差異。
4. H3-4 不同廠商規模對保修績效具有顯著差異。
5. H3-5 不同維修時限對保修績效具有顯著差異。

國軍執行裝備委外維修，主要是善用民間科技工業、專業人才、多元的採購管道及維護品質，達成後勤支援之目標，而廠商的選擇與合適的契約條款攸關後續保修績效，徐禮睿（2019）認為合約管理機制齊備程度越高，對於委外績效提升有顯著的影響；吳家麒（2004）指出為了有效控制委商的品質，在履約制度上必需針對所交貨的產品做一控管；黃俊憲與沈浚凱（2017）研究指出如將廠商自主提升維修技術或研發替代方案列為合約激勵條款，可鼓勵維修產能擴增，提升裝備妥善；陳姿萍與許鳳娟（2019）認為即使維修廠商可提供低廉的維修價格服務，如果忽略了維修技術與品質保證等重要之因素，將對國軍裝備使用上造成無法預期之成本損失；侯玉霜（2020）認為可妥善運用民間工業資源，建置多元化關鍵性料件籌補管道，提升戰時急要需求用料之獲補效率，加速裝備修復時效；因此，本研究認為不同委商契約規範對保修績效具有顯著差異，故設立本假設 H3，並以契約規範內容包括核定權責單位、廠商型態、行業、規模與維修時限分別進行對保修績效差異的探討，分別設立假設 H3-1 至 H3-5。

(四)H4：委商契約規範對通用裝備與保修績效具有顯著干擾效果。

1. H4-1：權責單位對通用裝備與保修績效具有顯著干擾效果。
2. H4-2：廠商型態對通用裝備與保修績效具有顯著干擾效果。
3. H4-3：廠商行業對通用裝備與保修績效具有顯著干擾效果。
4. H4-4：廠商規模對通用裝備與保修績效具有顯著干擾效果。
5. H4-5：維修時限對通用裝備與保修績效具有顯著干擾效果。

為瞭解廠商的財務能力、技術狀況及相關裝備維修經驗，依據「政府採購法」規範，招標時可依需求選擇在財務、技術、施工經驗等方面優秀的廠商參加投標，以降低執行風險，侯鼎文（2010）指出裝備妥善率、裝備可靠度、合約商營運管理、委工項目、耗材管理等為影響合約的關鍵因素；而不同的維修廠商及契約規範對於執行各類型裝備之保修績效具有一定的攸關性，徐禮睿（2014）認為合約管理的範疇因合約類型不同而有所差異，在組織編裝、作業法規、教育訓練等構面能有效使委外品質、委外成本、委外時效及任務達成方面有所助益，徐禮睿（2019）進一步表示委外策略對委外績效的影響會透過合約管理而有所改變；吳家麒（2004）研究發現當國軍越重視委託廠商是否能夠滿足需求預判、解決構型變更與消失性商源問題，會提高履約的效益，而合作廠商越能夠有效掌握軍方需求，通常能滿足即時需求，而提高履約績效，因此，本研究認為通用裝備的保修績效會因委商契約規範的差異而有所不同，亦即委商契約規範對國軍裝備的保修績效影響具有干擾效果，故設立本假設 H4，並以委商契約規範屬性進行干擾影響，分別設立本假設 H4-1 與 H4-5。

3.2 研究對象與範圍

本研究以 108 年 1 月 2 日至 12 月 10 日國軍委由民間廠商維修較不具機敏性的陸、海、空三軍通用裝備保修資料為案件，包含陸軍各聯兵旅、群級、聯保廠、補油庫、空軍聯隊、防空部隊、海軍陸戰隊及國防部直屬部隊等單位保修案件，委商保修契約有 33 案，維修通用裝備有 48 項，共計 14,859 筆維修及更換料件資料，由表 2 可知各軍種單位委商通用裝備保修料件情形，以「陸軍單位」佔 81.7%最高比重，乃因通用裝備數量以陸軍較多導致。

表 2 各軍種單位通用裝備委商保修料件統計結果

軍種	品項數(件)	百分比(%)
陸軍單位	12,145	81.8
海軍單位	2,047	13.8
空軍單位	572	3.8
國防部直屬單位	95	0.6
合計	14,859	100.0

資料來源：本研究整理

3.3 操作變數

(一)委商保修方式操作性定義

依據國防部陸軍司令部(2015)制定陸軍保修教範以游修及廠修等方式執行修護作業，故本研究委商保修作業方式以維修廠商施工地點區分為游修與廠修，游修方式為廠商維修人員自行攜帶料件或機具前往裝備現地執行維修；廠修方式為送修單位或廠商自行將裝備運回工廠，運用廠房設施等機具執行維修，操作性定義如表 3 所示。

表 3 委商保修方式之操作性定義

變數名稱	衡量項目
委商保修作業方式	①游修 ②廠修

(二)委商契約規範操作性定義

委商契約規範由陸軍後勤指揮部訂定與簽約，依照契約規範各項條款內容，本研究委商契約規範以購案核定的權責單位、契約商特性包括廠商型態、廠商行業、廠商規模以及合約律定的維修時限等 5 個操作變數，其中權責單位依契約總額度區分，600 萬元以下為基地廠、600 萬元以上至 1,000 萬元以下為司令部、1,000 萬元以上為國防部；廠商型態為原廠（含原廠授權）或代理商；廠商行業包括汽車修理業、機械設備製造業及機械批發業；廠商規模依照公司資本額 500 萬元以下、500 萬元以上、1 億元以上、10 億元以上，分別為小型規模、中型規模、大型規模與超大型規模；維修時限依契約律定最高維修天數區分 20 日維修、30 日維修及 50 日維修，操作性定義如表 4 所示。

表 4 委商契約規範之操作性定義

變數名稱	衡量項目
權責單位	①國防部 ②司令部 ③基地廠
廠商型態	①原廠 ②代理商
廠商行業	①汽車修理業 ②機械設備製造業 ③機械批發業
廠商規模	①小型規模 ②中型規模 ③大型規模 ④超大型規模
維修時限	①20 日維修 ②30 日維修 ③50 日維修

(三)國軍通用裝備操作性定義

依據國防部（2020）制定國軍地面通用裝備保修作業指導之裝備分類與裝備屬性，本研究國軍保修裝備以裝備特性區分為裝備類型、裝備規格、裝備用途、裝備功能及裝備價位等 5 個操作變數，其中裝備類型按裝備材別與屬性區分為輪車裝備、工兵裝備及特種裝備；裝備規格依其是否屬民間通用規格或軍中特殊規格分為商規裝備與軍規裝備；裝備用途依應用範圍區分為運輸任務、工事構築與民生用途；裝備功能依應用的任務區分為人員載運、裝備載運、電力供應、防災救援、土木工程及橋面架設等 6 種；裝備價位依照採購價格 100 萬元以下、100 萬元以上至 500 萬元以上、1,000 萬元以上，分別為低價裝備、中價裝備、高價裝備與超高價裝備，操作性定義如表 5 所示。

表 5 國軍通用裝備之操作性定義

變數名稱	衡量項目
裝備類型	①輪車裝備 ②工兵機械 ③特種裝備
裝備規格	①商規裝備 ②軍規裝備
裝備用途	①運輸任務 ②工事構築 ③民生用途
裝備功能	①人員載運 ②裝備載運 ③電力供應 ④防災救援 ⑤土木工程 ⑥橋面架設
裝備價位	①低價裝備 ②中價裝備 ③高價裝備 ④超高價裝備

(四)委商保修績效操作性定義

委商保修績效係指國軍裝備採行委外維修作業所產生料件數量、成本與維修時效等評估表現，通用裝備保修依照廠商檢驗損壞零件並按損壞狀況及估價後進行核定維修作業，各項裝備維修零價格、維修工時與工資均於契約明定，故本研究委商保修績效主要衡量委商所提供的維修能量，以耗用料件、維修經費與維修時程 3 構面探討，區分料件數量、料件單價、料件費用、維修費用、維修工時與維修天數等 6 個操作變

數，其中料件數量與單價為各維修案件所耗用的料件數量與價格；而料件數量乘上料件單價即為料件費用；料件費用再加上工資則為維修費用；維修工時為廠商實際維修時數；維修天數為各單位正式向廠商叫修起迄完工天數，操作性定義如表 6 所示。

表 6 委商保修績效之操作性定義

變數名稱	衡量項目
料件數量	裝備維修所耗用料件數量（單位：個）
料件單價	單一料件維修費用（單位：元）
料件費用	維修所需料費總合（單位：元）
維修費用	維修所需料費及工資總計（單位：元）
維修工時	實際維修時數（單位：小時）
維修天數	實際施工天數（單位：日）

3.4 分析方法

本研究以國軍通用裝備委商保修合約數據整理並剔除不完整之資料進行編碼與登錄，利用 SPSS 22 統計軟體進行敘述性統計、T 檢定以及單變量與多變量變異數分析。T 檢定分析不同委商保修作業方式、裝備規格、廠商型態對保修績效是否具有差異性；以單變量 ANOVA 分析不同保修裝備與委商契約規範的保修績效差異性，包括保修裝備的裝備類型、裝備用途、裝備功能與裝備價位，以及契約規範的權責單位、廠商行業、廠商規模與維修時限對保修績效的差異性分析；而委商契約規範的干擾效果則以多變量 MANOVA 方法與繪製剖面圖呈現，因變數為保修績效變數，水平軸為保修裝備變數，個別線為委商契約規範干擾變數，則可繪製保修績效因保修裝備與委商契約規範之交互圖形，其圖形的個別線若大致平行，代表無交互作用，若不對稱或交叉，則表示有交互作用，亦指變數間會交互干擾影響，藉以瞭解保修裝備對於保修績效的差異影響是否因委商契約規範而有所不同。

四、實證結果與分析

4.1 操作變數之敘述統計分析

4.1.1 委商保修方式

由表 7 可知，保修作業不論是契約商直接赴裝備現地「游修」方式維修通用裝備，或是以單位將裝備送進契約商廠房「廠修」方式維修通用裝備，兩者維修品項數比例相近各約占一半。

表 7 委商保修作業方式統計結果分析

選項	品項數(件)	百分比(%)
游修	7,793	52.4
廠修	7,066	47.6

4.1.2 國軍通用裝備

由表 8 可知，「輪車裝備」維修料件品項數佔 75.5%最高比重，主要原因是裝備數量較多，且使用較頻繁，零件損耗增加與定期保養需求大；以「裝備規格」區分，屬於軍規裝備維修料件品項數比重略高；以「裝備用途」區分，用於「運輸任務」裝備維修料件品項數佔 52.3%具較高比重；以「裝備功能」區分，使用在「人員載運」上的裝備維修料件品項數佔 48.6%最高比重，其次為「防災救援」佔 29.5%；以「裝備價位」區分，位在 100 萬元以上至 500 萬元以下「中價裝備」的維修料件品項數比重佔 78.4%最高比重。

表 8 國軍通用裝備統計結果分析

項目	選項	品項數(件)	百分比(%)
裝備類型	輪車裝備	11,212	75.5
	工兵機械	2,279	15.3
	特種裝備	1,368	9.2
裝備規格	商規裝備	6,475	43.6
	軍規裝備	8,384	56.4
裝備用途	運輸任務	7,778	52.3
	工事構築	2,203	14.8
	民生用途	4,878	32.8
裝備功能	人員載運	7,223	48.6
	裝備載運	872	5.9
	電力供應	555	3.7
	防災救援	4,383	29.5
	土木工程	1,330	9.0
	橋面架設	496	3.3
裝備價位	低價裝備	1,922	12.9
	中價裝備	11,644	78.4
	高價裝備	608	4.1
	超高價裝備	685	4.6

4.1.3 委商契約規範

由表 9 可知，維修廠商屬「原廠」或「代理商」其品項數相當；以廠商行業而言，「汽車修理業」佔 81.8%最高比重，主要原因是國軍通用裝備大多以輪車裝備為主；以廠商規模區分，由資本額 10 億元以上「超大型規模」公司執行品項數佔 47.6%具較高比重，資本額 1 億元以上至 10 億元以下的「大型規模」公司佔 6.8%明顯較低；依契約履約條件分析，維修時限律定 20 日及 30 日內之品項數佔較高比重，且兩者相當。

表 9 委商契約規範統計結果分析

項目	選項	品項數(件)	百分比(%)
廠商型態	原廠	7,307	49.2
	代理商	7,552	50.8
廠商行業	汽車修理業	12,160	81.8
	機械設備製造業	2,082	14.0
	機械批發業	617	4.2
廠商規模	小型規模	4,995	33.6
	中型規模	1,794	12.1
	大型規模	1,004	6.8
	超大型規模	7,066	47.6
維修時限	20日維修	7,621	51.3
	30日維修	6,802	45.8
	50日維修	436	2.9

4.1.4 委商保修績效

由表 10 可知裝備每次維修所需耗用料件數量最多 320 個，平均 2.2 個；每一料件單價最多為 1,373,475 元，平均為 8,102 元；料件費用加工資所花費的維修費用最多為 1,517,412 元，平均為 9,090 元；契約維修工時最多 3,476 小時，平均 2.4 小時；而裝備維修最多天數為 65 天，平均 8.5 天。

表 10 委商保修績效統計結果分析

項目	最小值	最大值	平均數	標準差
料件數量(個)	0	320	2.2	7.1
料件單價(元)	0	1,373,475	8,102	32,117
料件費用(元)	0	1,467,319	7,453	31,385
維修費用(元)	0	1,517,412	9,090	33,018
維修工時(時)	0	3,476	2.4	30.4
維修天數(日)	1	65	8.5	10.6

4.2 委商保修方式對委商保修績效之差異分析

由表 11 結果顯示不同保修作業方式其保修績效有顯著差異，廠商使用「游修」方式赴裝備地點執行維修作業比使用單位將裝備開往廠商工廠以「廠修」方式執行維修作業，其保修績效各方面數據都比較高。主要是因「游修」方式維修之裝備，多屬較機敏性或不便行駛於道路的裝備，如工兵重機械、M*浮門橋等履帶底盤或體積龐大裝備，料件費用及維修費用均較一般裝備高，且「游修」方式維修，若在維修期間發現新增損壞項目，因無法立即從工廠直接獲料，須往返工廠與裝備現地好幾次，維修天數通常較「廠修」時間長，結果顯示委商保修績效確實會因為保修作業方式而有顯著差異，故支持本研究所提出的假說 H1。

表 11 不同委商保修方式對委商保修績效之差異結果

委商保修績效	委商保修作業方式		<i>t</i> 值	顯著性
	游修	廠修		
料件數量(個)	3.41	0.87	22.89***	0.000
料件單價(元)	11,323	4,549	13.46***	0.000
料件費用(元)	10,500	4,092	13.05***	0.000
維修費用(元)	13,011	4,765	16.01***	0.000
維修工時(時)	3.8	0.9	5.96***	0.000
維修天數(日)	12	5	39.01***	0.000

4.3 國軍保修裝備對委商保修績效之差異分析

4.3.1 裝備類型

由表 12 結果顯示不同裝備類型其委商保修績效有顯著差異，尤其「特種裝備」料件耗用的數量、單價與費用及裝備維修的費用、工時與天數均明顯高於其它類型裝備，其次為「工兵裝備」，最後為「輪車裝備」。主要是國軍「特種裝備」的規格要能滿足作戰實需，在各種艱困環境下均能遂行作戰任務，因此，大都向歐盟或美國訂製、採購特殊規格或客製化裝備，另外，此類型裝備往往台灣無市場流通，維修零件須從國外進口，國內廠商也必須特別派遣維修人員赴國外原廠學習，故維修期程及成本較高，結果顯示委商保修績效確實會因為裝備類型的不同而有顯著差異，故支持本研究所提出的假說 H2-1。

表 12 不同裝備類型對委商保修績效之差異結果

委商保修績效	裝備類型			<i>F</i> 值	顯著性	比較分析
	輪車裝備	工兵機械	特種裝備			
料件數量(個)	1.99	2.19	3.96	46.2***	0.000	(3)>(1)≈(2)
料件單價(元)	5,202	15,312	19,857	199.9***	0.000	(3)>(2)>(1)
料件費用(元)	5,198	8,281	24,556	240.3***	0.000	(3)>(2)>(1)
維修費用(元)	6,607	10,280	27,454	253.0***	0.000	(3)>(2)>(1)
維修工時(時)	1.3	4.7	8.0	36.7***	0.000	(3)>(2)>(1)
維修天數(日)	7	12	13	331.5***	0.000	(3)>(2)>(1)

註：* $p < 0.05$ ，** $p < 0.01$ ，*** $p < 0.001$

4.3.2 裝備規格

由表 13 結果顯示，不同裝備規格其委商保修績效有顯著差異，「商規裝備」料件耗用的數量、單價與費用及裝備維修的費用、工時與天數均高於「軍規裝備」。目前國軍「軍規裝備」數量佔絕大多數為 3.5 噸載重車，本裝備為國內某工業廠商產製，其維修料件與技術均可由本廠商提供，因而取得成本較國外商規特種裝備便宜，結果顯示委商保修績效確實會因為裝備規格的不同而有顯著差異，故支持本研究提出的假說 H2-2。

表 13 不同裝備規格對委商保修績效之差異結果

委商保修績效	裝備規格		<i>t</i> 值	顯著性
	商規裝備	軍規裝備		
料件數量(個)	3.28	1.37	15.61***	0.000
料件單價(元)	9,701	6,866	5.48***	0.000
料件費用(元)	7,615	7,328	0.59	0.553
維修費用(元)	10,128	8,287	3.58***	0.000
維修工時(時)	3.6	1.5	3.76***	0.000
維修天數(日)	11	6	26.96***	0.000

註：* $p < 0.05$ ，** $p < 0.01$ ，*** $p < 0.001$

4.3.3 裝備用途

由表 14 結果顯示不同裝備用途其委商保修績效有顯著差異，其中裝備使用於「工事構築」料件耗用的數量、單價與費用及裝備維修的費用、工時與天數均明顯高於「運輸任務」用途裝備。「工事構築」用途裝備主要配賦於陸軍工兵部隊，裝備多屬重型機械或 M*浮門橋、M**A*履帶推進橋等大型裝備，這類型裝備液壓系統的維護有較高的要求，如果維護不當將導致故障，造成人員作業安全，而且液壓系統的故障需較多檢測，維修難度也比較大，故維修期程及成本較高，結果顯示委商保修績效確實會因為裝備用途的不同而有顯著差異，故支持本研究所提出的假說 H2-3。

表 14 不同裝備用途對委商保修績效之差異結果

委商保修績效	裝備用途			<i>F</i> 值	顯著性	比較分析
	運輸任務	工事構築	民生用途			
料件數量(個)	1.33	3.47	3.03	126.42***	0.000	(2)≈(3)>(1)
料件單價(元)	4,723	24,261	6,190	345.84***	0.000	(2)>(1)≈(3)
料件費用(元)	4,609	20,772	5,973	243.41***	0.000	(2)>(1)≈(3)
維修費用(元)	5,356	23,202	8,671	260.18***	0.000	(2)>(3)>(1)
維修工時(時)	1.0	5.7	3.2	23.62***	0.000	(2)>(3)>(1)
維修天數(日)	6	12	12	698.41***	0.000	(2)≈(3)>(1)

註：* $p < 0.05$ ，** $p < 0.01$ ，*** $p < 0.001$

4.3.4 裝備功能

由表 15 結果顯示不同裝備功能其委商保修績效有顯著差異，其中裝備功能為「橋面架設」料件耗用數量、單價與費用及裝備維修的費用與工時均明顯高於其它功能裝備，然而維修天數明顯較短。功能為「橋面架設」裝備計有 M*浮門橋與 M**A*履帶推進橋等 2 種，這類型裝備主要在河面或湖泊操作、訓練，各部機件易鏽蝕，料件消耗多，且維修零件大多由國外原廠提供，料件與維修費用較高，結果顯示委商保修績效確實會因為裝備功能的不同而有顯著差異，故支持本研究所提出的假說 H2-4。

國軍通用裝備委商保修績效之研究

表 15 不同裝備功能對委商保修績效之差異結果

委商保修績效	裝備功能						F 值	顯著性	比較分析
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)			
料件數量(個)	0.88	5.03	1.68	3.28	2.29	7.28	153.21***	0.000	(6)>(2)>(4)>(5)>(1)≈(3)
料件單價(元)	4,582	9,028	6,645	6,751	17,800	45,285	187.57***	0.000	(6)>(5)>(1)≈(2)≈(3)≈(4)
料件費用(元)	4,092	9,647	6,128	6,190	8,859	61,421	349.60***	0.000	(6)>(2)≈(3)≈(4)≈(5)>(1)
維修費用(元)	4,811	10,573	7,818	9,012	11,268	65,083	347.52***	0.000	(6)>(2)≈(3)≈(4)≈(5)>(1)
維修工時(時)	1.0	1.7	3.7	3.2	5.5	8.3	10.66***	0.000	(5)≈(6)>(1)
維修天數(日)	5	10	6	12	15	6	427.46***	0.000	(5)>(4)>(2)>(1)≈(3)≈(6)

註 1：(1)人員載運，(2)裝備載運，(3)電力供應，(4)防災救援，(5)土木工程，(6)橋面架設

註 2：* $p < 0.05$ ，** $p < 0.01$ ，*** $p < 0.001$

4.3.5 裝備價位

由表 16 結果顯示不同裝備價位其委商保修績效有顯著差異，其中「超高價裝備」料件耗用的數量、單價與費用及裝備維修的費用與工時均明顯高於其它價位裝備，其次「高價裝備」料件數量、單價與維修費用較多，然而維修天數明顯較短。主要是國軍採購「超高價裝備」或「高價裝備」，除須符合特殊作戰需求外，更重要的是注重產品品質及原廠售後服務表現，意味著每一次維修將付出比一般低價裝備更高額的費用，結果顯示委商保修績效確實會因為裝備價位的不同而有顯著差異，故支持本研究所提出的假說 H2-5。

表 16 不同裝備價位對委商保修績效之差異結果

委商保修績效	裝備價位				F 值	顯著性	比較分析
	低價裝備	中價裝備	高價裝備	超高價裝備			
料件數量(個)	2.07	1.80	3.73	8.06	179.66***	0.000	(4)>(3)>(1)≈(2)
料件單價(元)	7,147	6,438	11,911	35,680	189.12***	0.000	(4)>(3)>(1)≈(2)
料件費用(元)	4,839	5,429	10,470	46,512	406.93***	0.000	(4)>(3)>(1)≈(2)
維修費用(元)	6,648	6,945	11,286	50,454	410.49***	0.000	(4)>(3)>(1)≈(2)
維修工時(時)	2.8	1.7	2.0	13.7	33.75***	0.000	(4)>(1)≈(2)≈(3)
維修天數(日)	12	8	5	7	104.69***	0.000	(1)>(2)>(3)≈(4)

註：* $p < 0.05$ ，** $p < 0.01$ ，*** $p < 0.001$

4.4 委商契約規範對委商保修績效之差異分析

4.4.1 權責單位

由表 17 結果顯示維修案由不同權責單位核定契約其委商保修績效有顯著差異，隸屬「司令部」權責核定契約維修案其委商保修料件數量及裝備維修的工時與天數平均較多，而「基地廠」核定契約其委商保修料件單價、料件與維修費用則明顯較高，結果顯示委商保修績效確實會因為核定契約的權責單位不同而有顯著差異，故支持本研究提出的假說 H3-1。

表 17 不同權責單位對委商保修績效之差異結果

委商保修績效	權責單位			F 值	顯著性	比較分析
	國防部	司令部	基地廠			
料件數量(個)	2.14	2.72	2.54	4.35*	0.013	(2)>(1)
料件單價(元)	7,529	9,200	17,712	31.34***	0.000	(3)>(1)≈(2)
料件費用(元)	7,424	6,082	10,685	4.54*	0.011	(3)>(1)≈(2)
維修費用(元)	8,964	7,748	14,264	8.91***	0.000	(3)>(1)≈(2)
維修工時(時)	2.0	6.5	3.5	12.39***	0.000	(2)>(1)
維修天數(日)	8	17	11	442.28***	0.000	(2)>(3)>(1)

註：* $p < 0.05$ ，** $p < 0.01$ ，*** $p < 0.001$

4.4.2 廠商型態

由表 18 結果顯示不同契約廠商型態其委商保修績效有顯著差異，委由裝備「代理商」執行維修其料件耗用數量、單價與費用及裝備維修的費用、工時與天數平均高於由原廠執行維修案件，結果顯示委商保修績效確實會因為廠商型態的不同而有顯著差異，故支持本研究所提出的假說 H3-2。

表 18 不同廠商型態對委商保修績效之差異結果

委商保修績效	廠商型態		t 值	顯著性
	原廠	代理商		
料件數量(個)	1.19	3.19	-17.29***	0.000
料件單價(元)	4,630	11,461	-13.22***	0.000
料件費用(元)	4,346	10,459	-12.09***	0.000
維修費用(元)	5,067	12,983	-14.92***	0.000
維修工時(時)	0.9	3.9	-5.92***	0.000
維修天數(日)	6	11	-35.07***	0.000

註：* $p < 0.05$ ，** $p < 0.01$ ，*** $p < 0.001$

4.4.3 廠商行業

由表 19 結果顯示不同契約廠商行業其委商保修績效有顯著差異，其中「機械設備製造業」廠商耗用料件單價較高且維修工時與天數明顯較長，然而在耗用料件的數量、料件及維修費用則無顯著差異，結果顯示委商保修績效確實會因為廠商行業的不同而有顯著差異，故支持本研究所提出的假說 H3-3。

表 19 不同廠商行業對委商保修績效之差異結果

委商保修績效	廠商行業			F 值	顯著性	比較分析
	汽車修理業	機械設備製造業	機械批發業			
料件數量(個)	2.17	2.43	2.01	1.38	0.253	-
料件單價(元)	7,096	14,056	7,831	42.00***	0.000	(2)>(1)≈(3)
料件費用(元)	7,501	7,100	7,649	0.16	0.853	-
維修費用(元)	9,034	9,153	9,979	0.25	0.783	-
維修工時(時)	1.6	6.6	3.9	25.01***	0.000	(2)>(1)
維修天數(日)	7	16	6	675.17***	0.000	(2)>(1)>(3)

註：*： $p < 0.05$ ，**： $p < 0.01$ ，***： $p < 0.001$

4.4.4 廠商規模

由表 20 結果顯示廠商規模大小其委商保修績效有顯著差異，其中「大型規模」廠商料件耗用的數量、單價與費用及裝備維修的費用較高，而「中型規模」廠商則在維修工時與天數明顯較長，結果顯示委商保修績效確實會因為廠商規模的不同而有顯著差異，故支持本研究所提出的假說 H3-4。

表 20 不同廠商規模對委商保修績效之差異結果

委商保修績效	廠商規模				F 值	顯著性	比較分析
	小型規模	中型規模	大型規模	超大型規模			
料件數量(個)	3.06	2.25	7.22	0.87	283.80***	0.000	(3)>(1)>(2)>(4)
料件單價(元)	7,746	13,112	25,924	4,549	151.07***	0.000	(3)>(2)>(1)>(4)
料件費用(元)	6,730	6,720	36,013	4,092	325.36***	0.000	(3)>(1)≈(2)>(4)
維修費用(元)	9,463	8,681	38,401	4,765	324.32***	0.000	(3)>(1)≈(2)>(4)
維修工時(時)	2.4	7.2	4.6	0.9	22.27***	0.000	(2)>(1)≈(4)
維修天數(日)	10	17	9	5	778.42***	0.000	(2)>(1)>(3)>(4)

註：*： $p < 0.05$ ，**： $p < 0.01$ ，***： $p < 0.001$

4.4.5 維修時限

由表 21 結果顯示契約規範不同維修時限其委商保修績效有顯著差異，訂為「50 日維修」時限完修之契約規範其料件耗用的數量、單價與費用及裝備維修的費用與工時較高，主要原因是訂定須於 50 日內完修之案件考量裝備維修困難度、料件取得成本等因素較一般裝備高，而多給予較長履約期限，結果顯示委商保修績效確實會因為契約規範維修時限的不同而有顯著差異，故支持本研究所提出的假說 H3-5。

表 21 不同維修時限對委商保修績效之差異結果

委商保修績效	維修時限			F 值	顯著性	比較分析
	20 日維修	30 日維修	50 日維修			
料件數量(個)	1.32	2.84	7.56	211.31***	0.000	(3)>(2)>(1)
料件單價(元)	4,695	9,219	50,210	447.03***	0.000	(3)>(2)>(1)
料件費用(元)	4,620	6,777	67,531	936.09***	0.000	(3)>(2)>(1)
維修費用(元)	5,325	9,315	71,388	928.92***	0.000	(3)>(2)>(1)
維修工時(時)	0.9	3.6	9.2	25.15***	0.000	(3)>(2)>(1)
維修天數(日)	6	12	7	698.77***	0.000	(2)>(1)≈(3)

註：* $p < 0.05$ ，** $p < 0.01$ ，*** $p < 0.001$

4.5 委商契約規範之干擾效果

4.5.1 權責單位

權責單位之干擾效果如表 22 所示，國軍保修裝備會因契約核定的權責單位不同對於委商保修績效均具有顯著的干擾影響，而裝備維修所耗用的維修工時則部分因契約核定的權責單位干擾影響，意指不同國軍保修裝備的委商保修績效會因權責單位而有顯著的差異，故支持本研究所提出的假說 H4-1。

表 22 權責單位對國軍保修裝備與委商保修績效之干擾結果

委商保修績效 交互項	料件數量	料件單價	料件費用	維修費用	維修工時	維修天數
權責單位*裝備類型	82.106*** (0.000)	167.074*** (0.000)	346.502*** (0.000)	324.593*** (0.000)	2.435 (0.063)	180.119*** (0.000)
權責單位*裝備規格	7.707*** (0.000)	34.59*** (0.000)	15.14*** (0.000)	10.108*** (0.000)	11.052*** (0.000)	356.629*** (0.000)
權責單位*裝備用途	32.904*** (0.000)	10.868*** (0.000)	43.088*** (0.000)	43.36*** (0.000)	7.624*** (0.000)	90.542*** (0.000)
權責單位*裝備功能	18.319*** (0.000)	44.551*** (0.000)	36.777*** (0.000)	36.457*** (0.000)	3.452*** (0.004)	46.92*** (0.000)
權責單位*裝備價位	15.859*** (0.000)	46.59*** (0.000)	20.493*** (0.000)	21.268*** (0.000)	238.778*** (0.000)	34.815*** (0.000)

註 1：表中數值為 F 值，括弧內數值為顯著性。

註 2：* $p < 0.05$ ，** $p < 0.01$ ，*** $p < 0.001$

由圖 2 所示權責單位對於裝備類型與維修費用具有顯著干擾效果，各項裝備類型的維修費用會因契約核定的權責單位而有所差異，尤其是特種裝備與輪車裝備的維修費用因契約核定權責單位有明顯差異，契約權責為國防部核定時，特種裝備的維修費用顯著最高，而在輪車裝備的維修費用為最低。

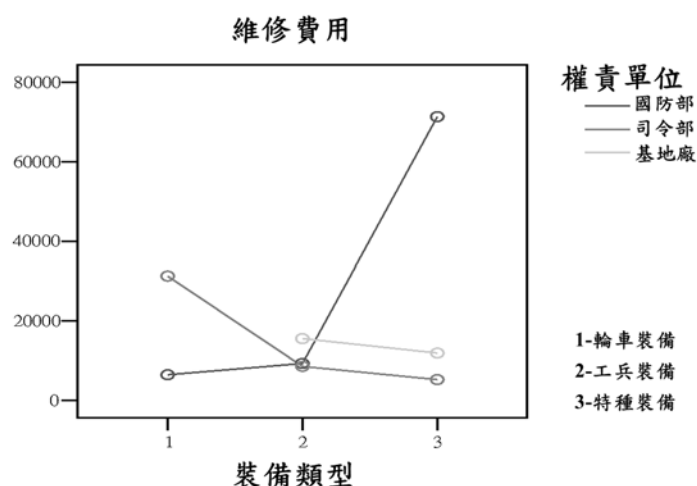


圖 2 權責單位對裝備類型與維修費用之干擾效果

4.5.2 廠商型態

廠商型態之干擾效果如表 23 所示，國軍保修裝備會因廠商型態不同對於料件單價、維修費用與維修天數具有顯著的干擾影響，而裝備維修所耗用的料件數量、料件費用與維修費用、工時與天數差異則部分受到廠商型態干擾影響，意指不同國軍保修裝備的委商保修績效部分會因廠商型態而有顯著的差異，故部分支持本研究所提出的假說 H4-2。

表 23 廠商型態對國軍保修裝備與委商保修績效之干擾結果

交互項 \ 委商保修績效	料件數量	料件單價	料件費用	維修費用	維修工時	維修天數
廠商型態*裝備類型	0.036 (0.85)	5.219* (0.022)	1.495 (0.221)	3.549 (0.06)	0.505 (0.477)	3.437 (0.064)
廠商型態*裝備規格	437.231*** (0.000)	26.987*** (0.000)	125.211*** (0.000)	126.507*** (0.000)	0.218*** (0.000)	335.15*** (0.000)
廠商型態*裝備用途	0.075 (0.784)	15.195*** (0.000)	13.186*** (0.000)	16.289*** (0.000)	0.045 (0.831)	9.606** (0.002)
廠商型態*裝備功能	65.386*** (0.000)	8.349*** (0.000)	4.727*** (0.000)	6.831*** (0.001)	0.029 (0.971)	35.148*** (0.000)
廠商型態*裝備價位	45.364*** (0.000)	95.72*** (0.000)	209.309*** (0.000)	195.139*** (0.000)	13.654*** (0.000)	196.642*** (0.000)

註 1：表中數值為 F 值，括弧內數值為顯著性。

註 2：* $p < 0.05$ ，** $p < 0.01$ ，*** $p < 0.001$

由圖 3 所示，廠商型態對於裝備價位與料件單價具有顯著干擾效果，各種不同價位裝備的維修料件單價會因廠商型態而有所差異，尤其是低價裝備與超高價裝備的料件單價因廠商型態有明顯差異，廠商型態為原廠時，低價裝備的料件單價顯著最高，而超高價裝備的料件單價則最低。

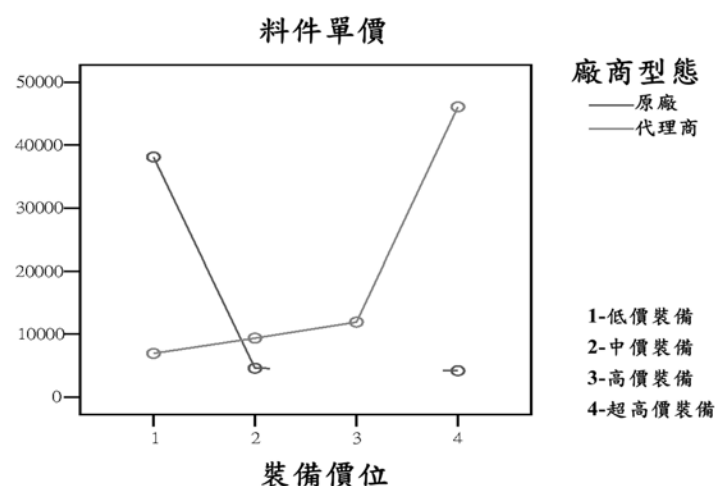


圖 3 廠商型態對裝備價位與料件單價之干擾效果

4.5.3 廠商行業

廠商行業之干擾效果如表 24 所示，國軍保修裝備會因廠商行業不同對於料件數量與單價、料件及維修費用具有顯著的干擾影響，而裝備維修所耗用的料件數量與所需的維修工時與天數差異則部分受到廠商行業干擾影響，意指不同國軍保修裝備的委商保修績效部分會因廠商行業而有顯著的差異，故部分支持本研究所提出的假說 H4-3。

表 24 廠商行業對國軍保修裝備與委商保修績效之干擾結果

交互項 \ 委商保修績效	料件數量	料件單價	料件費用	維修費用	維修工時	維修天數
廠商行業*裝備類型	66.916*** (0.000)	260.772*** (0.000)	420.972*** (0.000)	404.164*** (0.000)	2.018 (0.133)	20.177*** (0.000)
廠商行業*裝備規格	11.047*** (0.000)	30.543*** (0.000)	64.702*** (0.000)	18.117*** (0.000)	555.592*** (0.000)	0.067 (0.795)
廠商行業*裝備用途	5.275*** (0.001)	11.45*** (0.000)	53.659*** (0.000)	51.531*** (0.000)	4.605** (0.003)	63.524*** (0.000)
廠商行業*裝備功能	2.17 (0.089)	75.048*** (0.000)	29.352*** (0.000)	97.026*** (0.000)	12.246*** (0.000)	62.605*** (0.000)
廠商行業*裝備價位	6.026*** (0.000)	65.453*** (0.000)	23.823*** (0.000)	17.856*** (0.000)	363.256*** (0.000)	7.599*** (0.000)

註 1：表中數值為 F 值，括弧內數值為顯著性。

註 2：* $p < 0.05$ ，** $p < 0.01$ ，*** $p < 0.001$

由圖 4 所示，廠商行業對於裝備規格與料件數量具有顯著干擾效果，軍規或商規裝備維修耗用料件數量會因廠商行業而有所差異，汽車修理業廠商對於商規裝備的料件數量較高，軍規裝備的料件數量明顯最低；然而機械批發業廠商對於商規與軍規裝備所耗用的料件數量則為相反。

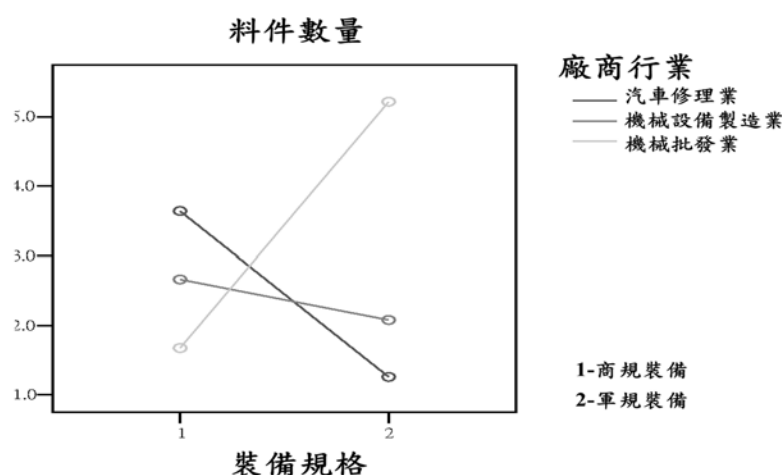


圖 4 廠商行業對裝備規格與料件數量之干擾效果

4.5.4 廠商規模

廠商規模之干擾效果如表 25 所示，國軍保修裝備會因廠商規模不同對於料件單價與費用、維修費用與天數具有顯著的干擾影響，而裝備維修所耗用的料件數量與維修工時差異則部分受到廠商規模干擾影響，意指不同國軍保修裝備的委商保修績效部分會因廠商規模而有顯著的差異，故部分支持本研究所提出的假說 H4-4。

表 25 廠商規模對國軍保修裝備與委商保修績效之干擾結果

委商保修績效 交互項	料件數量	料件單價	料件費用	維修費用	維修工時	維修天數
廠商規模*裝備類型	3.594* (0.028)	201.97*** (0.000)	314.116*** (0.000)	317.144*** (0.000)	2.758 (0.063)	82.507*** (0.000)
廠商規模*裝備規格	1.111 (0.329)	285.484*** (0.000)	371.038*** (0.000)	368.366*** (0.000)	23.376*** (0.000)	140.577*** (0.000)
廠商規模*裝備用途	4.953** (0.002)	34.034*** (0.000)	86.324*** (0.000)	87.498*** (0.000)	3.285* (0.02)	51.653*** (0.000)
廠商規模*裝備功能	9.118*** (0.000)	40.81*** (0.000)	36.403*** (0.000)	34.097*** (0.000)	1.577 (0.193)	36.4*** (0.000)
廠商規模*裝備價位	9.576*** (0.000)	29.572*** (0.000)	11.179*** (0.000)	7.993*** (0.000)	276.546*** (0.000)	58.4*** (0.000)

註 1：表中數值為 F 值，括弧內數值為顯著性。

註 2：* $p < 0.05$ ，** $p < 0.01$ ，*** $p < 0.001$

由圖 5 所示，廠商規模對裝備規格與維修工時具有顯著干擾效果，軍規或商規裝備所需維修工時會因廠商規模而有所差異，中型規模廠商對於商規裝備維修工時最長，軍規裝備工時相對較短，然而大型規模廠商對於商規設備維修工時最短，軍規裝備維修工時最長。

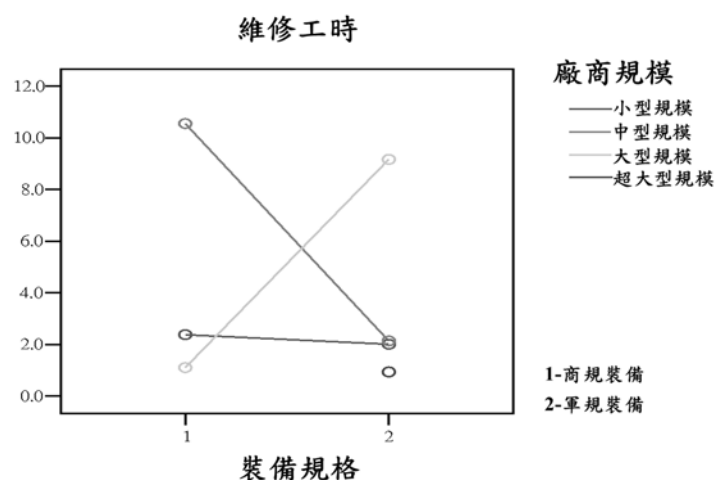


圖 5 廠商規模對裝備規格與維修工時之干擾效果

4.5.5 維修時限

維修時限之干擾效果如表 26 所示，國軍保修裝備會因維修時限不同對於耗用料件數量與維修費用具有顯著的干擾影響，而裝備維修所耗用的料件單價與費用、維修費用、工時與天數差異則部分受到維修時限干擾影響，意指不同國軍保修裝備的委商保修績效部分會因廠維修時限而有顯著的差異，故部分支持本研究所提出的假說 H4-5。

表 26 維修時限對國軍保修裝備與委商保修績效之干擾結果

委商保修績效 交互項	料件數量	料件單價	料件費用	維修費用	維修工時	維修天數
維修時限*裝備規格	197.612*** (0.000)	5.021* (0.025)	4.26*** (0.000)	3.065 (0.08)	0.84 (0.359)	393.615*** (0.000)
維修時限*裝備功能	70.077*** (0.000)	2.494 (0.114)	2.156 (0.142)	4.739* (0.03)	0.014 (0.906)	0.067 (0.796)
維修時限*裝備價位	57.567*** (0.000)	7.086*** (0.001)	10.503*** (0.000)	15.305*** (0.000)	111.511*** (0.000)	174.571*** (0.000)

註 1：表中數值為 F 值，括弧內數值為顯著性。

註 2：* $p < 0.05$ ，** $p < 0.01$ ，*** $p < 0.001$

由圖 6 所示，維修時限對裝備規格與維修天數具有顯著干擾效果，軍規或商規裝備所需維修天數工時會因契約規範的維修時限而有所差異，契約規範 20 日與 30 日維修時限對對於商規裝備維修天數較無差異，然而 30 日維修時限明顯對於軍規裝備維修天數顯著最長。

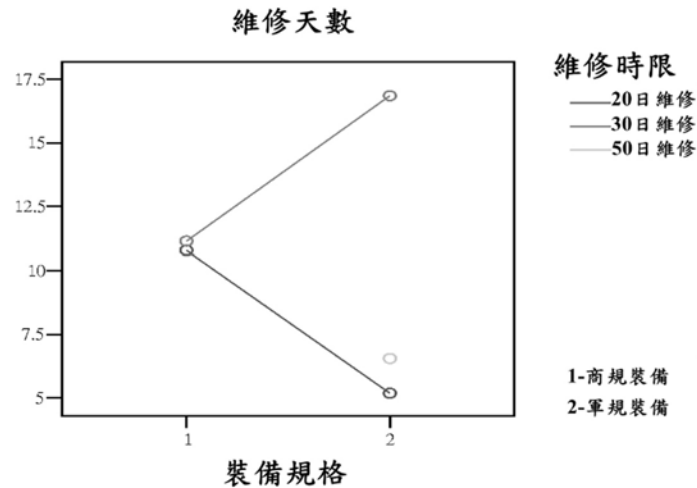


圖 6 維修時限對裝備規格與維修天數之干擾效果

五、結論與建議

5.1 結論

本研究結果證實不同保修作業方式、通用裝備與契約規範其委商提供的保修績效有顯著差異。游修比廠修作業方式所耗用料件數量與費用較高，且維修通用裝備時程也較長；國軍裝備保修部分，委商保修績效確實會因裝備類型、裝備規格、裝備用途、裝備功能及裝備價位的不同而有顯著差異，屬於特種類型、商規規格、工事構築用途、橋面架設功能或超高價型態的裝備其耗用料件成本、維修費用與工時均明顯高於其它類型裝備；而委商契約規範部分，核定契約權責單位、契約商的廠商型態、廠商行業、廠商規模及契約規範的維修時限對於委商保修績效也具有顯著差異，結果發現契約廠商為代理商、機械設備製造業、中大型規模和契約規範 50 日維修時限所耗用料件數量與成本較高，且維修費用與工時明顯長於其它契約規範，因此，本研究與徐禮睿（2019）一致認為良好合約規範有助於提升委外績效。

最後驗證委商契約規範確實具有干擾效果，國軍保修裝備會因委商契約規範對於委商保修績效均具有顯著的干擾影響，意指不同國軍保修裝備的委商保修績效會因委商契約規範而有顯著的差異。因此，後勤維修可依不同類型裝備訂定對應之投標廠商資格，並考量委商維修能量制定適宜契約規範，以提高委商保修作業品質，並增加保修執行成效。

5.2 建議

以國軍委商保修作業方式而言，建議各申購單位應針對各類型裝備訂定適用的投標商資格標準與契約條款，尤其國軍專屬特種裝備均是歷經長時間辛苦研發而成的產品，對於執行委商保修作業的廠商型態、行業、規模均應嚴格要求及審查，並要求需具備同類型裝備履約實績，如同 Bannerman（2007）考量委外合約商與軍方能力互補性；裝備屬於獨特規格品項，應額外要求廠商取得維修授權或履約能力相關證明文

件，確保作業如期如質完成，維護裝備妥善。

在契約條款規範方面，本研究與徐禮睿（2014）認為合約管理的範疇因合約類型不同而有所差異結果一致，而葉智瑤（2017）亦針對保修料件的獲得認為是一項經營成功關鍵因素，因此，若維修屬於機敏性或影響行車或操作安全項目，建議可律訂必須使用原廠零件維修，提升裝備可靠度，降低危安事件；屬於一般不涉及關鍵料件或市場技術成熟度高的品項，可採用性能規格相符之副廠零件維修，以減少維持成本；此外，維修時限制定應考量後勤支援時效外，應評估裝備流通性與維修料件獲得期程，訂定一個合理的範圍，以降低逾期計罰案件數，才能提高廠商承攬意願，達到軍民雙贏的目標；在合約管理機制方面，由於通用裝備委商保修作業方式係由採購專業部門完成契約簽訂後，交予各基層部隊依約執行，履約過程中，包含監工、驗收、付款作業，均由低階幹部及士兵執行，而國軍人員調動頻繁，作業人員往往經驗不足，履約成效不彰，建議透過教育訓練或辦理講習，加強契約規範及相關法規、準則宣導，強化作業人員職能專長，讓各部隊更重視委商保修作業品質。

另外，本研究結果亦發現國軍現有特種車輛其維修進度常逾期完工，因此如同吳家麒（2004）指出壽期管理才能提高履約效益，逾期完工可歸咎於裝備型式特殊，往往僅有歐美車系能符合作戰需求，故維修零件僅有國外原廠或我國少數甚至獨家代理商可供應，且台灣地區無銷售市場，廠商較無意願國內囤貨，大多向國外原廠購料並以空運方式回運，導致獲料期程長及成本較高，因此，建議國軍採購新式裝備，除了按照作戰需求訂定裝備規格外，更應考量國內現有商源及國軍後勤維保能力等因素，確保後續維修便利性與支援時效。

本研究分析維修通用裝備及委商契約規範對於保修績效的影響，建議後續研究者針對委商契約條款、招標程序與廠商資格深入研究，制定更為合理可行的作業模式；另外，國軍後勤人力日益縮減，合約管理人力亦有限，通用裝備委商作業並未像軍機、船艦等裝備有專業部門負責履約管理，僅由各基層單位後勤業務承辦人員兼任，對於裝備完修品質未能進一步追蹤，亦無法瞭解部隊操作人員滿意度，因此，本研究資料僅限於委商保修階段，因此，後續強化基層單位履約稽核作業應可再做探討精進。

參考文獻

- 王豫明，2016。海軍委商修護實例與策略建議。海軍軍官學校季刊，第 35 卷，第 2 期，52-58。
- 古泉宏、王銘山，2003。陸軍裝備委商維修可行性之探討。陸軍學術月刊，第 39 卷，第 456 期，59-71。
- 吳家麒，2004。空軍機隊委商之合約規範與履約績效相關性研究。長榮大學經營管理研究所碩士論文。
- 林雅燕，2009。市場結構與委外。國立虎尾科技大學學報，28(2)，123-136。
- 侯玉霜，2020。防衛作戰後勤支援之研究—以戰場搶修為例。陸軍後勤季刊，第 3 期，23-44。
- 侯鼎文，2010。軍機策略性商維合約影響因素之研究-以空軍官校修補大隊為例。國防大學管理學院運籌管理研究所碩士論文。
- 徐禮睿，2014。委外策略與合約管理對後勤委外績效關聯之研究。陸軍後勤季刊，第 2 期，64-78。
- 徐禮睿，2019。合約管理功能對委外績效影響之研究。陸軍後勤季刊，第 1 期，52-67。
- 國防部，1995。國軍裝備委託公民營機構保養修護作業規定。臺北市：國防部。
- 國防部，2010。國軍主要武器裝備標準妥善率作業規定。臺北市：國防部。
- 國防部，2018。制定國軍裝備策略性商維作業規定。國防法規資料庫，下載於：
<https://law.mnd.gov.tw/scp/Query4B.aspx?no=1A009717026>。
- 國防部，2020。國軍地面通用裝備保修作業指導。臺北市：國防部，1-2~1-4。
- 國防部，2020。109 年度國防部所屬單位法定預算書表，下載於：
[https://www.mnd.gov.tw/Publish.aspx?p=71877&title=政府資訊公開
&SelectStyle=預算及決算書](https://www.mnd.gov.tw/Publish.aspx?p=71877&title=政府資訊公開&SelectStyle=預算及決算書)。
- 國防部陸軍司令部，2015。陸軍保修教範，桃園市：陸軍司令部，3-5~3-9。
- 陳中本，2002。從壽命週期成本觀點探討武器系統作業維持成本影響因素之研究。國防管理學院資源管理研究所碩士論文。
- 陳立嘉，2006。軍工廠外包策略之研究—以軍機維修作業為例。國立高雄第一科技大學運籌管理所碩士論文。
- 陳姿萍、許鳳娟，2019。國軍輪型車輛委外維修廠商評選標準之研究—以 3.5 噸載重車為例。陸軍後勤季刊，第 2 期，108-120。
- 陸軍後勤指揮部，2020。主件管理資訊系統。臺北市：陸軍後勤指揮部。
- 黃俊憲、沈浚凱，2017。運用資料包絡分析法探討後勤委外績效—以陸軍直升機商維契約為例。陸軍後勤季刊，第 3 期，28。

- 黃鉉策，2011。運用層級分析法及田口損失函數法於委外供應商評選之研究。國防大學管理學院運籌管理學系碩士論文。
- 葉書嘉，2016。軍事裝備零附件供補策略之探討。大同大學工程管理碩士在職專班碩士論文。
- 葉智瑤，2017。保修作業關鍵成功因素之研究－以六軍團所屬保修連為例。陸軍後勤季刊，第1期，56-79。
- Akşin, O. Z., De Véricourt, F., & Karaesmen, F., 2008. Call center outsourcing contract analysis and choice. *Management Science*, 54(2), 354-368.
- Bailey, W., Masson, R., and Raeside, R., 2002. Outsourcing in Edinburgh and the Lothians. *European Journal of Purchasing and Supply Management*, 8(2), 83-95.
- Bannerman G. E. 2007. The Nabob of the North': Sir Lawrence Dundas as government contractor. *Historical Research*, 83(219), 102-123.
- Bolumole, Y. A., Frankel, R., & Naslund, D., 2007. Developing a theoretical framework for logistics outsourcing. *Transportation journal*, 46(2), 35-54.
- Domberger, S. 1998. *The Contracting Organization: A Strategic Guide to Outsourcing*. Oxford University Press, New York.
- Knemeyer, A. M., Corsi, T. M., & Murphy, P. R., 2003. Logistics outsourcing relationships: customer perspectives. *Journal of business logistics*, 24(1), 77-109.
- Labbs, J.J., 1993. Successful outsourcing depends on Critical Factors, *Personal Journal*, 72, 51-60.
- Minoli, D. 1995. Analyzing outsourcing: Reengineering information and communication system. New York: McGraw – Hill, Inc., 60-67.
- Welch, J.A. and Nayak, P.R, 1992. Strategic outsourcing: A progressive approach to the make-or buy decision. *Academic of Management*, 6(1), 23-31.

附錄 109 年各軍種國軍通用裝備保修預算編列明細表

軍種	區分	說明	書表 頁數	預算數 (千元)
陸軍	軍維	辦理各式輪車、V150 輪型甲車、中型戰術輪車等裝備零附件購製等所需軍事裝備及設施。	145 頁	370,808
陸軍	軍維	辦理各式火炮、通用輕兵器、光學器材等單位維保、地區及基地計畫備料零附件購製：「各式槍械零附件肩螺拴螺桿螺帽等 8 項」、「各式槍械零附件進彈導桿定位塊等 27 項」委製等所需軍事裝備及設施，計需。	145 頁	472,888
陸軍	商維/軍商	辦理各式發電機、堆土機等工兵裝備之單位維保、地區及基地計畫備料零附件購製等所需軍事裝備及設施。	145 頁	53,764
陸軍	商維/軍商	辦理各式通信裝備單位維保、地區及基地計畫備料零附件購製：「陸(通)用通材零附件開放式」軍購等所需軍事裝備及設施。	145 頁	76,749
陸軍	商維/軍商	辦理各式化學裝備單位維保、地區及基地計畫備料零附件購製等所需軍事裝備及設施。	145 頁	32,460
陸軍	軍維	辦理各式戰、甲、砲車單位維保、地區及基地備料零附件購製：「兵、戰材零附件開放式」、「兵、戰材零附件二號訂單」軍購及「CM32/33 甲車零附件滑閥等 355 項」委製等所需軍事裝備及設施。	145 頁	500,302
陸軍	軍維	辦理籌補各類兵工主件(各式輕兵器、火炮、戰甲砲車、輪型車輛)配賦之單件工具購製等所需軍事裝備及設施，計需 185,625 千元。	145 頁	185,625
陸軍	軍維	辦理籌補年度各基地(中心)地區聯合保修廠戰演訓、救災等計畫備料零附件所需軍事裝備及設施，計需。	145 頁	74,765
陸軍	軍維	辦理籌補各式裝備單位維保、地區及基地備料零附件屬國軍通用裝備大賣場供售品項所需軍事裝備及設施。	145 頁	80,744
陸軍	商維/軍商	辦理部隊通用氣體灌充等所需軍事裝備及設施，計需 8,871 千元。	145 頁	8,871
陸軍	商維/軍商	辦理「民用行政車輛等 10 項維修」採購與各單位保修及彈藥(含廢彈及未爆彈處理)作業使用之辦公器具等所需車輛及辦公器具養護費。	145 頁	146,700

軍種	區分	說明	書表 頁數	預算數 (千元)
海軍	商維/軍商	辦理戰術輪車、救護車、消防車、機車、拖車、傾卸車等特種車輛維護等所需車輛及辦公器具養護費。	249 頁	60,108
空軍	商維/軍商	辦理民用型車輛、軍事車輛、戰術輪車、特種車輛（消防車、救護車、起重車、牽引車、雷達車、通信車等）委商保修等所需車輛及辦公器具養護費。	337 頁	188,733
中央直屬單位 (後備指揮部)	商維/軍商	辦理公務車輛委商保修所需車輛及辦公器具養護費。	401 頁	4,298
中央直屬單位 (憲兵指揮部)	商維/軍商	辦理各單位民用型車輛委商維護、特種車輛及大型重型機車維保等維護所需車輛及辦公器具養護費。	434 頁	26,632
中央直屬單位 (政治作戰局)	商維/軍商	辦理本局公務車輛保養維修所需車輛及辦公器具養護費。	461 頁	4,568
中央直屬單位 (軍備局)	商維/軍商	辦理各式車輛保養所需車輛及辦公器具養護費，計需。	478 頁	2,122
中央直屬單位 (主計局)	商維/軍商	辦理單位民用型行政車輛維修及保養等所需車輛及辦公器具養護費。	498 頁	459
中央直屬單位 (軍醫局)	商維/軍商	執行軍用車輛保修、航空生理訓練及深潛訓練艙作業所需車輛及辦公器具養護費。	528 頁	3,011
中央直屬單位 (國防大學)	商維/軍商	辦理各式公務車輛養護，定期及不定期修護所需車輛及辦公器具養護費。	557 頁	2,413
中央直屬單位 (中正預校)	商維/軍商	辦理民用型公務車輛委商保修等所需車輛及辦公器具養護費。	573 頁	579
中央直屬單位 (軍情局)	商維/軍商	辦理各式機具、機電設備及附屬設施維保作業所需設施及機械設備養護費。	622 頁	105
中央直屬單位 (資通電軍指揮部)	商維/軍商	辦理公務車輛、機車、通信特種車輛及輕、中型戰術輪車維護所需車輛及辦公器具養護費。	659 頁	26,437
中央直屬單位 (資通電軍指揮部)	商維/軍商	辦理軍事單位裝備保修相關機具等維護所需設施及機械設備養護費。	659 頁	972
中央直屬單位 (院檢單位)	商維/軍商	辦理公務車輛定期保養及不定期維修所需車輛及辦公器具養護費。	671 頁	366
合計				1,743,433

資料來源：本研究整理

運用 5G 行動網路以強化國軍通信骨幹系統效能之研究

李建鵬^{1*} 高仲良²

¹ 國防大學管理學院

² 國防大學管理學院國防管理戰略班

論文編號：NM-43-01-9

來稿 2022 年 3 月 8 日→第一次修訂 2022 年 4 月 7 日→同意刊登 2022 年 4 月 22 日

摘要

國軍通信骨幹系統為國軍 C⁴ISR 指管系統情資傳遞主要傳輸平臺，近來發現國軍現用系統因設備本身頻寬與傳輸功能限制及消失性商源等問題，難以滿足未來數位化戰場高流量的情傳負荷。本次研究目的即藉由文獻探討及分析各國 5G 行動網路技術發展及其軍事應用，藉以提出我國運用 5G 行動網路強化國軍通信骨幹系統效能之建議策略，全球先進國家如美國、南韓及中國大陸等，均紛紛投入大量資源以強化 5G 行動網路在各領域的發展運用，我國亦持續推動 5G 行動專用網路建置，其專網具有獨立運作，不易受公共網路壅塞影響等特性，相對於我軍事通信運用之保密要求，更加凸顯有其發展的必要，5G 行動網路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。建構低延遲、高效能及以 IP 應用服務為主體的 5G 行動通信網路，正可成為國軍現有實體骨幹系統「多元」及「備援」之傳輸手段。

關鍵詞：5G 行動網路、國軍通信骨幹系統、軍事運用

* 聯絡作者：李建鵬 email: zzleslie@gmail.com

Research on the Use of 5G Mobile Network to Strengthen the Performance of the R.O.C Forces Backbone Communication System

Lee, Chien-Peng¹ Kao, Zhong-Liang²

¹ Management College, National Defense University

² National Defense Management Strategy Class, Management College, National Defense University

Abstract

The R.O.C Forces backbone communication system is the main platform for transmitting the tri-service's C⁴ISR information. Recently, it has been found that the current system is difficult to meet the high-traffic transmission load of the future digital battlefield due to the limitations of the bandwidth and transmission functions of the equipment itself, as well as the disappearance of commercial sources. The purpose of the study is to discuss and analyze the development of 5G mobile network technology and its military applications in various countries through literature, so as to propose strategies for the R.O.C to use 5G mobile networks to strengthen the performance of the R.O.C Forces' communication backbone system. The world's advanced countries such as the United States, South Korea and Mainland China and other countries have invested a lot of resources to strengthen the development and application of 5G mobile networks in various fields. The R.O.C has also continued to promote the construction of a 5G mobile private network. Its private network has the characteristics of independent operation and is not easily affected by public network congestion. Compared with the confidentiality requirements of the R.O.C Forces communication applications, it is more necessary to develop. The transmission rate and stability effect brought by the 5G mobile network can obtain a high degree of awareness of the battlefield situation. The construction of a low-latency, high-efficiency 5G mobile communication network with IP application services as the mainstay can become one of the “multiple” and “backup” transmission methods for the existing backbone systems of the R.O.C Forces.

Keywords: The 5th-Generation Mobile Networks, The R.O.C Forces Backbone Communication System, Military Application

* Corresponding Author Email: zzleslie@gmail.com

一、緒論

1.1 研究背景與動機

現代化戰爭朝向立體化、數位化及網狀化等複合作戰模式發展，軍事通信結合行動網路的發展及運用甚為關鍵及重要，行動通信系統從第一代演進至第五代，從原本語音發展迄今包含多媒體服務的各式應用，傳輸速度與數據流量日益提升，現階段民間企業投資的規模、速度及運用，遠比國防軍事的調整與反應快，且蘊藏大量即時更新的資通處理能力。2020 年 10 月份美國國防部宣布注資 6 億美元於境內 5 個軍事基地，進行 5G 行動網路應用軍事試驗，測試 5G 在戰事中的潛在應用及聯繫能力(陳明陽，2020)；另在中國大陸《解放軍報》刊登的「讓 5G 為軍事賦能」文中提及：「在對抗激烈的戰場環境下，軍事通信網路可以透過融合 5G 技術大幅提升性能，進而大幅提升作戰的資訊化、無人化和智能化水平」(賈哲等，2019)，由此可知 5G 行動網路結合軍事運用為未來發展趨勢，將是世界各國均戮力突破及強化的方向。

資通電軍指揮部(以下簡稱資通電軍)主要任務係「國軍通信骨幹系統」維運工作，為我國軍事指管通資情監偵傳輸的核心，可支援三軍部隊平、戰時所需作戰指管電路。近年來，資通電軍也持續精進國軍通信骨幹系統之能量，運用現有光纖系統輔以微波系統建構全臺複式環路保護機制，致力於強化系統環路保護、提升存活率及增加傳輸頻寬及高交換能力，以確保國軍聯合作戰指管訊息傳遞及各項任務遂行。然隨著時代變遷，現代化作戰需要具備大頻寬、大流量及可即時掌握共同作戰圖像、指管情傳下達的網狀化指管平臺，導致現有國軍通信骨幹系統的傳輸容量已漸趨飽和，現階段國軍通信資訊系統作業有關問題，列舉如下：

(一)系統裝備使用欠缺靈活性：

國軍通信骨幹系統就像是軍中的電信服務業者，近年來雖致力在加強系統複式配置、備援環路保護及提升系統妥善率等工作已有成效，但使用者仍需在固定的區域或有線的環境下運用，尚無法達到即時傳遞、隨時可用的系統效能，導致影響作戰運用時效。

(二)頻寬不足亟待擴充：

隨著各軍種新式建案裝備陸續籌補到位及增加，對於指管資訊傳遞的品質、流量及需求也隨之大增，現有國軍通信骨幹系統頻寬容量、電路交換能力已顯不足，無法確實滿足未來作戰所需。

(三)系統功能未能與時俱進：

各軍種所使用之各式通資電系統架構複雜，國軍骨幹系統對於使用單位新增需求及需求單位的特性未能確實規劃，儘管需經過各層級的現地勘查、測試、分析、研討、試機及測評等，惟仍有許多功能無法符合用戶實際需求的問題。

爰上，未來在 5G 行動網路技術崛起的基礎下，結合國防資安、保密的一貫政策要求，建構符合軍事安全要求之 5G 行動軍事專用網路，用以強化國軍通信骨幹系統效能，將可有效提升國軍作戰指管的通資能量及傳輸效能。

1.2 研究目的

本研究主要藉由分析 5G 行動網路全球發展及運用現況，探討國軍通信骨幹系統目前運用實況能否與之相結合，並藉由 5G 行動網路的便利及大頻寬、低延遲等特性，規劃未來國軍通信骨幹系統建案或提升方向，研究目的如次：

- (一)藉由蒐集文獻，探討 5G 行動網路發展現況，分析各國 5G 行動通訊在生活及軍事上的運用。
- (二)探討 5G 於軍事應用的能力與優勢，分析國軍導入 5G 之效益。
- (三)提出運用 5G 行動網路強化國軍通信骨幹系統效能之建議策略，俾供國軍建軍整備參據。

二、5G 行動網路發展探討

2.1 行動通訊發展過程

國際電信聯盟(International Telecommunication Union, ITU)於 2015 年宣布將 IMT-2020 作為未來 5G 的技術標準，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(財團法人中技社，2019)，ITU 也針對 2020 年後的通訊願景，提出了增強型行動寬頻(Enhanced Mobile Broadband, eMBB)及低延遲通信(Ultra-reliable and Low Latency Communications, URLLC)、大規模物聯網(Massive Machine Type Communications, mMTC)等三大發展方向(呂錫民，2019)。

由於近年智慧型手機普及，改變人們的生活型態，連網流量需求大幅增加，驅使更多電信業者投入智慧物聯網服務研發以藉此開闢新戰場，可知未來行動網路通訊將擴展至人與物、物與物之間的通訊，除了傳輸速度和容量提升外，在可靠度、低延遲等網路品質需求皆須達到一定水準，以下針對各階段行動通訊技術發展過程(如圖 1)及差異(如表 1)分述如後。

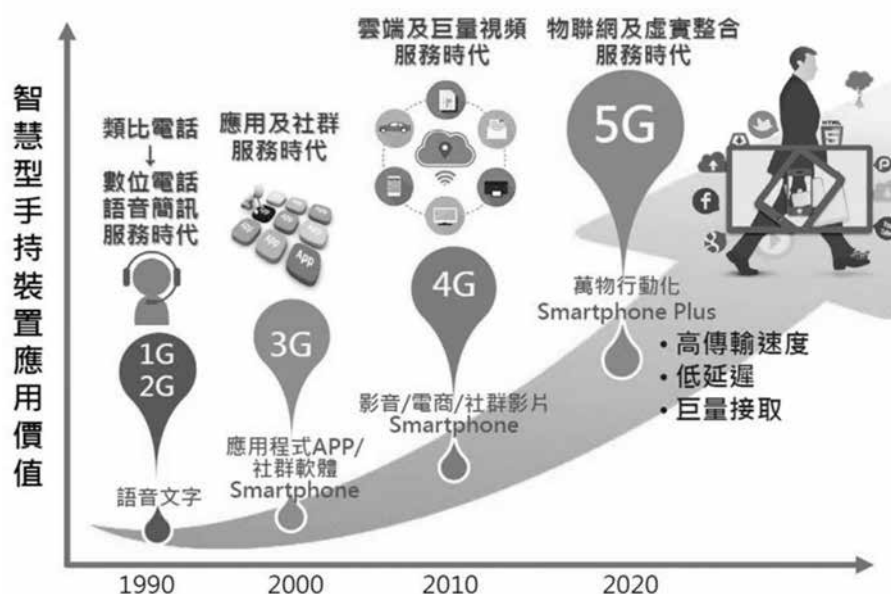


圖 1 行動通訊發展過程

資料來源：行政院臺灣 5G 行動計畫(2019)

(一)第一代(1st Generation, 1G)行動通訊

美國貝爾實驗室發展出為類比式的行動電話系統(Advanced Mobile Phone System, AMPS)之後，摩托羅拉公司於 1940 年為美軍製造手持式無線對講機，跨出了行動通訊使用的第一步，但因類比式的通訊保密性差、雜訊多且裝備體積較大，推出不久後就被採用數位技術的第二代行動通訊系統所取代(蘇俊吉，2015)。

(二)第二代(2nd Generation, 2G)行動通訊

2G 行動通訊技術主軸係將語音訊號數位化，2G 技術可分成兩類，一種是運用「分時多工」(Time Division Multiple Access, TDMA)所發展出來的系統為代表；另一種則是運用「分碼多工」(Code Division Multiple Access, CDMA)所發展出來的系統，皆採用數位傳輸的技術，語音品質與頻譜使用效率均較第一代行動通訊系統為佳，從 2G 行動通訊系統發展後，各國也開始採用全球行動通訊系統(Global System for Mobile Communications, GSM)作為統一遵循的標準。然而網路與多媒體的快速發展，最高傳輸速率僅有 14.4Kbps 的 2G 行動通訊系統已無法滿足需求(吳其恩等，2017)。

(三)第三代(3rd Generation, 3G)行動通訊

3G 行動通訊技術是指高速資料傳輸的蜂巢式行動技術，且能夠同時傳送語音、數據及資訊，主要使用「寬頻分碼多工」(Wideband Code Division Multiple Access, WCDMA)技術所發展出來的系統。3G 行動通訊技術除了語音支援外，系統還提供更多寬頻應用模式，包括數據上網和多媒體服務，3G 傳輸速率最低約 384Kbps，最高可達 7.2Mbps，3G 行動通訊開啟了智慧型手機時代的來臨，也讓使用者對於網路服務的需求逐漸提升，也促使第四代行動通訊得以迅速發展(項立剛，2020)。

(四)第四代(4th generation, 4G)行動通訊

4G 行動通訊技術是 3G 技術之延伸，進一步解釋為 1G 是類比、2G 是數位、3G 是數據，4G 就是指高速的數據傳輸。4G 技術用戶在靜止狀態的傳輸速率可達 1Gbps，主要運用數位調變與正交分頻多工存取技術來達成語音通話、簡訊、電子郵件、視訊與數據影音串流等網路服務，把高速的資料信號轉換成並行、低速的子資料流程，並使其在子通道上傳輸。由於可以把許多子資料載到許多的子頻道上，因此有效地提升了頻譜的利用率，並增加了系統的資料傳輸量。4G 與 3G 行動通訊的差異主要是在提供用戶較快速的寬頻網際網路服務與較低的傳輸延遲(王廣義，2019)。

(五)第五代(5th Generation, 5G)行動通訊

5G 行動通訊運用最新一代蜂巢通信技術，相較於 3G 是以營運商為中心(Operator-centric)、4G 以服務為主(Service-centric)的概念，5G 系統則是以使用者為中心(User-centric)。5G 對於世界經濟的影響，就像是 19 世紀電力或汽車引入人類生活，結合用戶需求及社經發展基礎設施，讓人們生活更加方便、並提升社會管理能力，如運用在公共安全、智慧醫療、工廠自動化、智慧交通、智慧製造、智慧物流、萬物聯網等等，而 5G 行動網路更加強化了「無線傳輸速率」，具有頻寬大、連接性佳之特性，可大幅降低資訊傳輸往返延遲和能耗，且同時對認證授權、隱私保護、資料傳輸安全、網路架構和互通安全等進行了優化或增強(項立剛，2020)。

表 1 行動通訊發展演進及差異比較表

行動通信發展演進及差異						
類別	年份	頻率	峰值速率	通信技術	服務運用	特點
1G	1980	800-900 MHz	2 Kbps	分頻多工 FDMA	一般語音通信	1. 保密性不佳，系統容量受限 2. 類比，無法傳輸數據資料
2G	1990	850-1900 MHz	10 Kbps	分時多工 TDMA	簡訊數據部分上網	1. 保密性較佳 2. 系統容量可逐步擴充 3. 可傳輸部分數據資料
3G	2000	1.6-2.5 GHz	3.8 Mbps	分碼多工 CDMA	高速上網視訊	支援影像電話及多媒體服務
4G	2010	2-8 GHz	0.1-1 Gbps	正交分頻多工 OFDMA	視訊直播	具體實現高數據傳輸速率
5G	2020	3-300 GHz	1-10 Gbps	寬頻分碼多工 WCDMA	物聯網智慧生活	大數據、大流量、大頻寬，可靠度高、保密性佳

資料來源：作者自行整理繪製

2.2 全球 5G 行動網路競合發展

5G 行動通訊具有高頻寬、高可靠傳輸、低功耗與低延遲等特性，自 2019 年起隨著 5G 頻譜的釋出，包括中共、美國、歐盟及南韓在內之先進國家均積極設置使用規範與政策方向，連帶世界多國亦開始推展 5G 行動通訊，故可稱為「5G 行動通訊元年」。我國政府亦於 2019 年 5 月核定「臺灣 5G 行動計畫」，規劃投入 4 年約 204.66 億元，以創新、驗證及連結等策略，全力發展各式 5G 行動通訊加值服務及垂直應用服務，進而將臺灣塑造為適合 5G 創新運用發展的環境，以提升數位競爭力、深化科技產業創新，實現智慧生活(行政院全球資訊網，2020)。以下茲針對領先發展 5G 行動網路的國家簡要探討之(全球 5G 網路發展如圖 2)。



圖 2 全球 5G 行動網路發展

資料來源：參考行政院全球資訊網(2020)，作者自行整理繪製

(一)中國大陸

中共在《「十三五」規劃綱要》、《國家信息化發展戰略綱要》等規劃中對 5G 技術發展明確定位，要求成為技術領航、產業服務與應用的領先國家之一。中共「工業和信息化部」、「科學技術部」在 2013 年 2 月聯合成立「IMT-2020(5G)小組」，也是推動 5G 行動通訊技術研究和進行國際交流合作的重要平臺，其後陸續頒發《5G 願景與需求》、《5G 概念》、《5G 無線技術架構》及《5G 網路技術架構》等白皮書，其中《5G 無線技術架構》、《5G 網路技術架構》這兩部白皮書亦成為日後相關產業進行 5G 新型網路架構、基礎設施平臺，以及網路關鍵技術發展的明確設計原則和技術路線(劉宗翰，2019)。

截至 2021 年 9 月，中國境內開通 5G 基地站超過 115 萬個，占全球 5G 基站數 70% 以上，5G 網路覆蓋全國所有市級城市、97% 以上的縣級城區和 40% 以上鄉鎮(中國信息通信研究院，2021)。而且華為、中興通訊等廠商在 5G 主要技術領域中保持領先地位，中共傾全國軍民融合政策之力協助，這比西方國家內部自我競爭和法律規範牽制的「市場經濟體制」更有效率，其發展方式為其帶來相對性的優勢。

(二)美國

美國聯邦通訊委員會(Federal Communications Commission, FCC)於 2018 年 9 月發布《美國 5G 科技加速方案》，包含投入更多頻譜進入市場、強化基礎建設及政策全面升級及提供更快速、低延遲的無限寬頻服務，並研擬監管法規編修更新，以強化 5G 投資創新(許祐寧，2019)。前美國總統川普於 2018 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)，要求有關部會採取妥適且具彈性、可適性及可調整的頻譜政策，以加速其發展效率(陳思豪，2019)，美國續於 2020 年 3 月發布《國家安全 5G 戰略》，目標在符合美國安全和戰略利益之前提下，促進國內 5G 基礎設施發展及推廣、評估風險並識別 5G 技術的核心原則，進而有效管理因使用 5G 基礎設施對經濟和國家安全所產生的風險(阮運倩，2020)。

(三)歐盟

在「歐洲數位單一市場策略」(A Digital Single Market Strategy for Europe)政策之下，歐盟執委會(European Commission)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，主要內容包含規範歐盟境內電子通訊管理準則的《歐盟電子通訊規範指令》(European Electronic Communication Code)、擴大歐盟境內公共場所免費 Wi-Fi 接取連結的「Wi-Fi4EU Initiative」，以及激勵歐盟境內 5G 技術研發與投資的「5G 行動計畫」(5G Action Plan)等三大政策。

歐盟執委會制定 5G 行動方案的具體措施如協調歐盟成員國 5G 行動網路部署的發展時程和優先事項、促進主要城市地區和主要交通路線的早期部署、聯合主要參與者努力促進全球標準等，提供歐盟成員國發展 5G 技術所遵循的原則方向，並定下明確的推動目標與時程，確保歐盟的 5G 技術發展能緊隨全球領先集團的腳步(張腕純，2020)。

(四)南韓

南韓在 2018 年 6 月啟動底價高達 3.3 兆韓元，包括 3.5GHz 與 28GHz 兩頻段的 5G 頻譜拍賣，期望透過頻譜資源的釋出加速南韓 5G 商用進程。同時為了避免後續 5G 網路布建各項工程受到阻礙，更由政府協調地方自治團體與鐵路公社的設施管理機關需要義務提供光纖、銅導線、管線、電線桿、可支撐通訊裝備的支架、通訊機房、行動通訊中繼器、通訊電纜…等，以架設 5G 網路；且要求電信業者共享既有管線與電線桿、纜線等電信基礎設施外，未來也要合作共建，以有效利用資源並減少重複投資。透過頻譜釋出與基礎設施共享共建措施雙管齊下的方式，促使南韓 5G 網路的初期架設能順利進行，並達成全球最早商業化的目標(鍾曉君，2018)。

南韓在 2018 年 6 月完成 5G 頻譜競標，投入的標金高達 3.6 兆韓元(約 32 億美元)，同年，南韓電信(KT)在平昌市舉行的冬季奧運會期間展示了一系列的 5G 技術應用，包含同步視角、互動時間切片技術、360 度虛擬實境實況轉播及全景視角等，在收視轉播品質都回饋反應非常良好(陳芊儒，2018)。

(五)我國

行政院 2019 年核頒「5G 行動計畫」規劃在 2019-2022 年執行，其中載明期望以 5G 行動通訊帶動各式寬頻電信服務業者及創新應用服務發展(我國 5G 行動計畫部會分工表如表 2)。同年 6 月 NCC 通過《行動寬頻業務管理規則修正草案》，包含「釋出頻段頻寬」、「5G 基地台建設」、「資安防護」、「競標方式」與「執照使用期限等」等六大面向(行政院全球資訊網，2019)。針對共網、共建相關議題提出指導原則，包含完成基地台建設義務，2020 年 1 月中華電信、臺灣大哥大、遠傳、臺灣之星等各家業者在多回合競爭下，完成 5G 可用頻譜競標及取得頻譜資源供其發展運用(吳元熙，2020)。

表 2 我國 5G 行動計畫部會分工表

我國5G行動計畫部會分工表			
項次	主軸	子計畫名稱	推動部會
一	推動5G垂直應用場域(企業專網)實證	公私協力建置5G 應用實驗場域	經濟部 國發會 教育部
		以彈性管理規範加速5G 應用實驗	通傳會 交通部
二	建構5G創新應用發展環境	營造5G 創新創業友善環境	經濟部 國發會 國發基金
		培育5G跨域人才 建立5G創新應用標竿實例	教育部 科技部 經濟部
三	完備5G技術核心及資安防護能量	建立5G優勢核心技術 推動5G應用科技整合	經濟部 科技部
		打造5G資安防護機制 建立5G 安全防護能量	行政院資安處 經濟部 通傳會
四	規劃釋出符合整體利益之5G頻譜	完備5G頻譜政策	交通部 通傳會
		推動5G頻譜整備 完善5G頻譜釋照作業	通傳會
五	調整法規以創造5G發展有利環境	精進5G電信管理相關法規	通傳會
		精進5G資安管理相關法規及措施	通傳會

資料來源：行政院臺灣 5G 行動計畫(2019)

2.3 5G 專用網路政策與發展現況

「5G 專用網路」係因應特定目的、場域、獨立運作的網路型態，具安全性及專用性之特徵，其主要目的為鼓勵科技業者發展創新應用，與大範圍涵蓋應用的 5G 商用網路有些許差異，5G 行動專網可提供新興科技或技術如人工智慧(Artificial Intelligence, AI)與物聯網(Internet of Things, IoT)等應用整合平台，檢視專網所具備特性，很適合運用在軍事領域(鍾銘泰，2021)。

行政院於 2019 年 12 月就「我國 5G 頻譜政策與專網發展」報告案(5G 專網頻譜政策規劃如圖 3)，決定指配 4.8~4.9GHz 頻段內 100MHz 的頻寬以「專網專頻」方式獨立運作，作為我國 5G 專網頻譜，提供各界申請各種專網場域實驗(數位時代，2020)。截至 2020 年，NCC 核准 5G 專網實驗案例已達 16 件，其中包括 14 件應用場域規劃驗證(Proof of Concept, PoC)以及 2 件商業驗證(Proof of Business, PoB)。至於第二階段 5G 商用頻譜釋出時間以 3 年後為原則，在中頻的部分規劃以 4.4-5GHz 頻段為主，並朝向釋出 300MHz 頻寬供商用與企業專網頻譜分配使用為原則；另在高頻的部分則優先評估使用 37-40GHz 頻段，並依通傳會後續公告為主(張腕純，2021)。



圖 3 5G 專網頻譜政策規劃

資料來源：行政院 5G 頻譜政策與專網發展(2019)

各國政府積極推動「5G 專網」商轉規劃，即便推動方法不盡相同，但皆將 5G 發展視為國家重要的發展戰略，不僅攸關產業創新發展，更涉及國家整體競爭力，並透過 5G 技術提供具獨特性、可靠度高、覆蓋率高、高度客製化的網路服務。我國於 2021~2022 年逐步開放 5G 專網，尤其在智慧製造、醫療、物流及高科技產業，是我國推動 5G 企業專網非常重要的著力點。我國政府構思與擘劃適合 5G 發展的環境，並鼓勵企業積極部署 5G 行動通訊專網，提升生產力與營運效率，開發創新的產品與服務，成為我國經濟發展的新動力。5G 專網之好處為其具有獨立運作特性，不受公共網路容易壅塞影響，可確保感測設備聯網的通信品質，並且專網與公共網路實體隔離，可避免組織機敏資料外流，對於我軍事通信保密運用安全實有其必要性(鍾銘泰，2021)，茲針對 5G 專網的應用場域類型彙整如表 3。

表 3 5G 行動網應用場域類型

5G行動網應用場域類型		
類型	技術特點	適合應用
增強型行動寬頻通訊(eMBB)	• 傳輸速度提升至下行20Gbit/s、上行10Gbit/s • 無縫的傳輸體驗 • 較高的移動速度	適用於需要大頻寬傳輸的應用，如醫療影像、AR/VR、4K影像等串流(Streaming)服務
超可靠度和低延遲通訊(URLLC)	• 高可靠度 (錯誤率低於10⁻⁵) • 低時間延遲 (低於1毫秒)	適用於需要即時處理的相關應用，如工業自動化製造或生產過程的無線控制、遠程醫療手術、智慧電網配電自動化、運輸安全、無人駕駛
大規模物聯網通訊(mMTC)	• 連接大量元件設備，約每平方公里內有100萬個裝置的機械間通訊需求 • 發送數據量較低 • 傳輸資料時間延遲較高 • 低耗電、低成本	適合物聯網相關應用，如穿戴式裝置、智慧電網、智慧建築、智慧城市等

資料來源：作者自行整理繪製

國際行動網路標準組織(3GPP)將 5G 專網歸類為非公眾網路(Non-Public Network, NPN)並作出以下定義：「可供單位專屬使用，並同時利用虛擬與實體元件以多種組態進行建置。可布建為完全獨立之網路，或公眾電信網路(Public Land Mobile Network, PLMN)及藉由公眾電信網路切片提供非公眾網路的布建模式。」(國家通訊傳播委員會，2021)在這些模式中，與企業無關之未授權終端設備(User Equipment, UE)無法銜接私有網路，亦不可銜接企業內的終端設備，企業內的終端設備也無法連接未被授權之網路(行動專網布建模式如圖 4)。

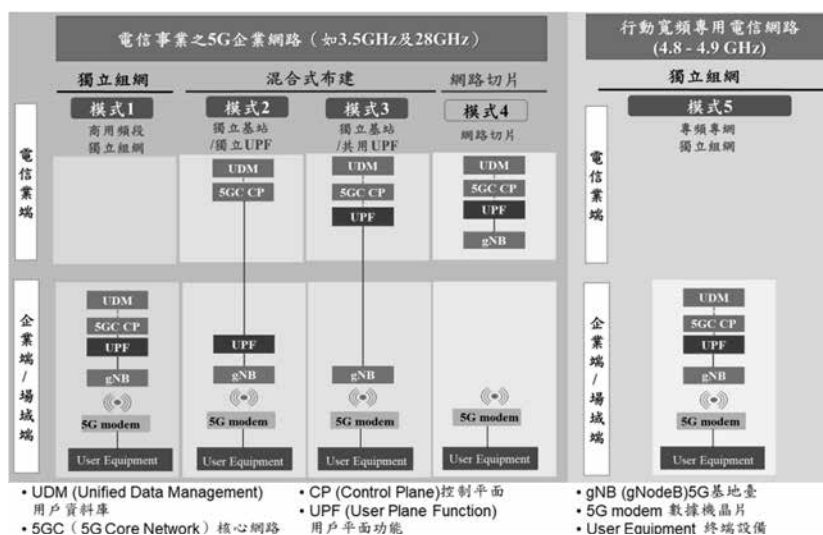


圖 4 5G 行動通訊專網布建模式

資料來源：國家通訊傳播委員會(2021)

2.4 美中 5G 行動技術之軍事運用

(一)美國

2021 年 4 月美國的國防雜誌《5G 能驅動軍事網路自動化》一文指出美軍網路服務著重於提高 5G 行動網路的使用效率和安全性，預期可達成軍事自動化發展的目標，提升美軍事裝備與其系統資料的即時傳輸。隨著各國對於 5G 技術的關切，美國愈加重視 5G 技術在國防領域和軍事建設的應用，5G 技術將有力推動未來美軍事網路及全領域戰爭所需裝備的發展(譚田天，2021)。美國 5G 行動技術之軍事運用列舉如下：

1. 美軍花費 220 億美元採購軍用「整合式視覺增強系統」(Integrated Visual Augmentation System, IVAS)頭盔(如圖 5)，其中 IVAS 頭盔裝置規格要求可顯示高解析度夜視、熱感測及穿戴式感測器數據，可支援戰場上情境感知、目標識別及軍事決策之用，士兵之間的通信依賴於佩戴或攜帶的行動通信設備。傳統的網路數據傳輸會消耗大量的能量，相反的 5G 通信技術則可以明顯降低數據傳輸過程中的能耗，並提高數據傳輸速度、無線通信設備的電池使用效率，進而保證士兵的戰場情報回報率，並同時整合所需資訊提供軍隊進行訓練。而擴增實境(Augmented Reality, AR)、虛擬實境(Virtual Reality, VR)、混合實境(Mixed Reality, MR)都將可以運用 5G 行動網路提供高速、低延遲網路，以支援資料互動及即時傳送高畫質延展實境(Extended Reality, XR)影像(秦中南等，2020)。



圖 5 美軍正在測試 IVAS 頭盔

資料來源：Digitimes(2020)

2. 美軍在猶他州希爾空軍基地(Hill Air Force Base)測試空中雷達系統與 5G 行動網路共存或共享頻譜，評估空中雷達系統與 5G 行動網路之間的頻譜干擾及交互影響，以評估兩者動態共存或共享頻譜的可行性。得標商運用建立可實地部署的設備與控制系統相關作業程序，以滿足 5G 行動網路跟空中雷達系統在共同運作與非共同運作條件下，能在部分或完全重疊的中頻段動態共存或共享頻譜(陳明陽，2019)。

- 3.位於加州聖地牙哥的美國海軍供應系統指揮部(Naval Supply Systems Command, NSSC)及喬治亞州奧爾巴尼的海軍陸戰隊後勤基地(Marine Corps Logistics Base, MCLB)，則聚焦於大規模的軍事後勤應用，並將 5G 技術運用在軍用智慧倉儲與後勤的資產管理系統，以突破現有後勤程序的限制，降低人力勤務造成的繁瑣程序，以及提升設備與補給的處理、管理、儲存、分配或運送等作業的正確性，並依物資消耗狀況作出預測，提前協調、組織和完成裝備物資的生產供應(陳明陽，2019)。

(二)中共

中共認為 5G 行動網路具備「強化軍事指管傳遞效能」、「落實通信保密」及「解決通信設備的電源能耗」等 3 項優點。「強化軍事指管傳遞效能」主要包含作戰全程的語音通聯、圖像及視訊傳輸，5G 行動通訊的頻寬與速度較 4G 更大、更快，可確保戰場高效的傳輸速度及品質；「落實通信保密」是使軍隊能擁有特定頻段，經由專屬軍用特殊頻段傳輸資訊可提高軍事通信的安全性；「解決通信設備的電源能耗」意指未來在 5G 行動網路運用的理想狀況下，可提高數據傳輸速率，且大幅降低數據傳輸過程中的能耗，提高無線電通信設備的電源使用時間及效能，確保戰場通信傳遞效率及持續性(楊仕平，2019)。

中共國防「信息化」的戰略意圖包括軍隊指揮自動化，5G 行動網路可通過更快、輔以穩定的傳輸能力，改善戰場資訊傳遞的即時性和整合性，並提供高速傳輸所需頻寬，以滿足戰場上運用網際網路和人工智慧發展的潛力，且有助於實現軍事領域智能化的願景。中共憑藉科技發展及共產體制政府主導一切的做法，這種軍民發展目標一致的「共合」作法使中共軍隊從民生經濟和基礎設施建設進程中直接受益，獲得比美國或其他潛在競爭對手更有顯著的資源優勢。其軍事應用摘述如後：

- 1.從意圖發展橫跨太空及網路空間的多維發展體系，建立整合資訊與通信架構的傾向檢視，即看出 5G 發展對於中共的重要及必要性。例如整合 5G 技術和北斗衛星導航系統，以提升定位、導航與即時能力。5G 技術布局有助於整體防衛動員作法，提供更多智慧選項，以協調分配資源和後勤支援，滿足戰時應變所需(龍率真，2020)。
- 2.5G 技術在營區安全、教育訓練及行政勤務領域也有諸多的應用。例如在營安管理方面，可運用 5G 行動網路構建警衛勤務平臺，能夠做到聯網影片巡查、警報感測回報、異常情況快速定位通報與處理建議，提高營區安全防護能量，降低人員勤務工作負荷；在教育訓練領域，可建立學習系統，構建多元、互動式且開放的網路課堂，引導官兵自發性學習軍事和科學文化知識；而於執行辦公作業時，可突破時間與空間限制，依業務機密等級的劃分、分發流轉與呈報批閱，輔助辦公作業，提高工作效率(秦中南，2021)。
- 3.在後勤保障方面，隨著無線射頻辨識技術、二維條碼技術和智慧感測技術的突破，藉由 5G 行動網路使各級部隊在運用後勤系統的同時能夠自動獲得在儲存、運用等物資的即時資訊，掌握部隊補給需求及精準分配物資效率，對裝備物資進行智慧化管理，達到在準確地點、準確時間提供作戰部隊精確的補給品，避免不必要的勤務

造成運作混亂和資源浪費，可大幅減輕基層勤務的壓力，讓官兵專心在戰訓本務上(秦中南，2021)。

- 4.戰場上的作戰官兵、武器裝備和戰場環境的狀態資訊，未來都可通過 5G 行動網路進行即時感知和快速反應，例如單兵手上的作戰資訊系統，可同步收發指管命令，還可以結合互聯網內，針對特定區域內的組內廣播和點對點通話，將戰場上的所有人員和裝備融入 5G 行動網路中聯合作戰體系及擁有共同作戰圖像，成為可獨立作戰的數位戰士，也讓戰場指揮官更能掌握戰場景況，將大幅提升全體多領域作戰能力(李明海，2019)。

三、國軍通信骨幹系統現況分析

3.1 國軍通信骨幹系統現況

國軍因應聯戰指管任務需求，1991 年至 2000 年間逐步完成「數位微波通信系統」及「環島光纖通信系統」(Synchronous Multiplex Optical Communication System, 以下簡稱 SMOCS 系統)建置。歷經時代演進，SMOCS 系統因裝備元件老化、性能衰退，致通信品質及裝備妥善不佳，遂於 2008 年配合空軍新一代指管系統需求，完成「國軍資訊通信系統案」(Military Information Communication System, 以下簡稱 MICS 系統)建置並於 2009 年啟用，以既設數位微波結合光纖裝備，同時搭配「非同步傳輸模式」(Asynchronous Transfer Mode, ATM)，構成一多重傳輸媒介之通資網路及環路，滿足用戶需求及提升系統存活率。骨幹系統主要組成簡述如下：

(一)SMOCS 系統

主要以同步光纖實體網路作為傳輸骨幹，建構環島光纖徑路，運用「光塞取多工」(Optical Add/Drop Multiplexes, OADM)結合 ATM 非同步傳輸模式交換技術，建構具有「單向路徑交換環」(Unidirectional Path Switching Ring, UPSR)徑路保護機制之環島光纖網路，透由 ATM 執行語音、數據及視訊等電路交換，以確保支援各用戶電路暢通。

(二)MICS 系統

以光纖及微波雙重介質組成混合網路，也就是同時具有光纖實體傳輸及微波徑路保護，形成多重徑路複式配置，其一方徑路中斷時，系統可立即由另一方徑路自動替代保護，並利用 ATM 非同步傳輸模式交換技術之網路自動尋徑(Auto Rerouting)功能提供系統傳輸徑路多重保護，可有效整合頻寬運用，提高系統存活率。

(三)衛星系統

本系統包含固定及機動載台，主要結合國軍通信系統各重要節點及地區總機，擔負國軍總機、視訊系統及高優先電路之有限度備援保護，當主幹線系統中斷時，可立即接替高優先重要電路，確保指管作戰能力。

上述國軍通信骨幹系統主要由資通電軍負責維運，其核心任務共區分通、網、電三大領域，其中「通信」任務，主要為提供國軍指、管、通、資、情、監、偵(C⁴ISR)系統所需之各種型態電路傳輸及有效訊息傳遞能力，確保三軍及戰略單位任務遂行(資通電軍指揮部通資裝備運用教範，2020)。隨著時代變遷，在科技突破創新的環境下，通資傳輸系統技術亦不斷精進提升，從早期類比傳輸至現今數位資訊，故整合地面有線、空間

無線及太空衛星等通訊傳輸技術，以提供全軍數位指管系統運用，將可爭取戰場致勝情資，國軍通信骨幹系統現用系統比較如表 4。

表 4 國軍通信骨幹系統現用系統比較

	SMOCS 同步光纖通信系統	MICS 國軍資訊通信系統	衛星系統
傳輸方式	光纖	光纖、微波混合網路	無線電波傳送至中新二號衛星
主要裝備	光多工機、波道機組	微波機、光多工機、波道機組、ATM交換機	維星固臺、維星行動車（動中通、靜中通）
頻寬範圍	OC-3、OC-12	OC-3、OC-12、OC-48、OC-192	20M
備援機制	環路保護，需手動輸入調整徑路	環路保護、ATM自動繞徑	結合國軍資訊通信系統運用在備援重要專線及外島通信
電路交換	基礎交換能力	結合MPLS技術，具自動繞徑功能，節約頻寬	
電路型態	語音、總機、數據、視訊、資訊、專線		語音、視訊、資訊

資料來源：作者自行整理繪製

3.2 骨幹系統頻寬分析

指管通資情監偵系統和網狀、立體化作戰概念的落實程度，仍因需要一項有限且各方爭相使用之資源，而受到諸多限制，此一資源即是「頻寬」，這也呼應到本研究結合 5G 行動網路運用的主題。國軍因應聯戰指管的需求與各式武器指管資訊系統的發展，數位化網路戰場環境儼然成型，高頻寬的連網速度與可靠的系統，即為快速掌握戰場訊息之關鍵，各類指管資訊系統的需求建置，亦造成通信網路頻寬需求急遽增長。如同商業網路的發展趨勢，國軍現有網路的傳輸速度與頻寬，已逐漸無法滿足未來軍事數位化資訊需求。

SMOCS 系統因其屬較早期通信裝備，最大傳輸頻寬僅為 OC-12(622.08Mbps)；而 MICS 系統因屬後期建置通信系統，其特點係將原本獨立的微波通信系統整合至光纖通信系統，形成微波、光纖共構之「混合」型態網路，同時將微波通信系統傳輸之頻寬自 DS-3(44.736Mbps)提升至 OC-3(155.52Mbps)，然而光纖徑路因需要與 SMOCS 系統相互結合，因此多數區間頻寬受限於 OC-12 至 OC-48 之下，僅部分高流量區域頻寬可提升至 OC-192(9.953Gbps)。此外，在 ATM 交換技術的運用上，則搭配多重協定標籤交換技術(Multi-Protocol Label Switching, MPLS)，提高網路交換速度與增加可用頻寬。

國軍通信網路因應未來 IP 網路發展，現已採用 MPLS Over ATM 及 IP Over MPLS 的技術，在前述 2 套傳輸系統中，僅 MICS 系統具有此項功能，SMOCS 系統雖然有建置 ATM 非同步傳輸模式交換機，但不具備 MPLS 交換能力，其最大頻寬仍僅 OC-12。然而現今資訊需求倍增，且 IP 網路流量負載增加，必須透過傳輸率較高的 OC-192/STM64(10Gbps)的 SONET/SDH 光纖頻寬(吳振宇，2009)，因此為了要滿足未來數據服務與網路核心流量的增長及型態的改變，傳輸網路必須提供更高可靠度、大頻寬且兼顧高靈活性與服務速度的系統因應。

SMOCS 系統現用頻寬已明顯不足支援龐大的資訊傳輸交換，而其雖然可在結構上架設交換機(Switch)或路由器(Router)來解決高速網路傳輸窒礙，然此做法會將網路結構變得更複雜，且非根本解決之道。如果依照裝備使用壽期來評估，SMOCS 系統建置迄今已逾 20 餘年，在整體後勤維護成本與系統可支援度的考量下，系統已面臨換裝問題，現階段資通電軍也正執行新式光纖系統設備建置中，可望逐步汰換 SMOCS 系統，但是頻寬不足的狀況，已逐漸影響戰演訓任務遂行，以下就國軍通信骨幹系統現況所見問題執行探討：

(一)系統功能限制致頻寬不足

隨著戰場景況朝向數位化作戰的模式演進，近來三軍各用戶資訊、視訊等電路需求量大增，以往支援電路以語音(總機)、資訊及專線 T1(1.544Mbps)型態電路為主，現因新式指管或專用系統建置，所需頻寬為 10Mbps 以上寬頻電路或是 VPN 專用網路(江威霖，2020)，造成網路頻寬使用需求量大增，評估國軍早期建置的 SMOCS 系統，其系統頻寬僅為 OC-12(622.08Mbps)，僅能同時支援約 60 條專用網路，明顯已不敷支援當前高速網路運用的環境。

資通電軍在本島各地區設有北、中、南及東等 4 座「區域網管中心」，其任務負責監測及管理各地區系統構型、故障、效能、物料及安全管理等 5 大面向，在構型管理部分包含了監控網路資源等功能。網管中心在計算平時、演訓時流量時發現，於演訓時 SMOCS 系統頻寬使用量已趨近飽和(如表 5)，一旦流量壅塞，亦將造成電路中斷，影響用戶作戰指管效能，判斷應為各軍種指管資訊系統的提升或陸續新建，而造成系統網路頻寬承載加重。

表 5 SMOCS 系統網管監測流量統計表

SMOCS系統網管監測流量				
項次	維管單位	平時流量 (單位：Mbps)	演訓時流量 (單位：Mbps)	單一路徑故障時流量 (單位：Mbps)
一	北部區域 網管中心	580M	615M	622M
二	中部區域 網管中心	490M	580M	600M
三	南部區域 網管中心	540M	610M	622M
四	東部區域 網管中心	500M	560M	600M
註： 上表為網管中心網管值勤人員提供監控流量年平均概略值，由數值可知，演訓時流量均已趨近系統最大飽和量(622M)，尤當單一路徑故障時會造成系統瞬間流量飽和，影響系統運作。				

資料來源：作者自行整理繪製

(二)電路無法正常交換造成傳遞訊息壅塞

從系統面探討網路壅塞問題，即是否因為骨幹傳輸系統故障，而導致網路容易出現壅塞問題。國軍通信骨幹網路在結構設計上為 UPSR 環狀徑路保護，當單一徑路中斷時，

系統會自動切換至可用徑路，以確保電路正常通聯不中斷，然而如果單一徑路故障後，電路無法藉由 UPSR 保護機制迂迴至可用路由，環路交匯處之交換能力(電路交換矩陣)不足，導致故障發生時，電路無法自動跨環路繞徑而造成網路壅塞或中斷。茲將肇因分析如后：

- 1.系統原始規格限制：現用 SMOCS 系統建置時，光多工機的電路交換矩陣模組具有相當能力可以滿足當時電路交換需求，然而經過多年的通訊技術演進，舊式裝備相較於目前傳輸環境的支援能力受限，無法支援高承載的電路交換，且面臨裝備停產而無法性能提升之風險，因此造成電路交換矩陣能力的限制。
- 2.使用者新增頻寬需求與裝備提升規劃未同步：因應網路資訊時代的發展，使用者頻寬運用需求必然增加，然而系統管理者在網路頻寬擴充時，如果無法同步規劃提升跨環路的電路矩陣交換能力，而僅規劃擴充終端接取設備，將造成電路流大量匯入單一節點而無法分散配置，因而導致網路遲緩與中斷現象。

(三)系統故障率較高網路存活度降低

國軍通信骨幹系統的組成，分為「實體線路傳輸」與「裝備系統傳輸」等兩部分，然而兩者故障產生的原因不盡相同，分項說明如次：

- 1.實體傳輸：實體傳輸纜線主要以光纖為主幹系統，係提供傳輸系統間訊號的構連，為增加其安全性，現況大多是配合政府的要求布建於通信管道。通信管道係依綿密之鐵、公路網構建而成，除天災(颱風、土石流、地震)外，道路施工(捷運、電力、水管…)成為通信管道容易受創的最大風險因子(陳大慶，2009)。國軍實體線路仍有大部分為「共用管道」的狀況，即多條纜線共用同一管道，在此結構下，傳輸系統就算具有 UPSR 徑路保護，然而當通信管道斷損時，將造成邏輯環路失效或是節點失效(單點對外通信失聯)，影響網路存活度。分析目前通信網路故障率，以光纜中斷所占比率為最高，若中斷點位於環路交匯處，更可能造成區域性的大範圍網路癱瘓的風險，因此通信管道共管或光纜品質改善問題，應納入後續執行優化改善工程，以提升整體光纖傳輸品質及強化網路系統存活度。
- 2.裝備傳輸：國軍通信骨幹系統建構於 OSI 模型第 1~3 層(OSI 參考模型結構如圖 6)，分析故障影響層面，可區分為「用戶介面」及「傳輸交換介面」兩部分。以「用戶介面」而論，設備如果故障，可能僅影響單一徑路或是少部分使用者，此類終端設備成本通常較便宜，備份料件多較易取得，大部分狀況皆可即時運用妥善備料更換故障件及時完成修復，影響層面較小；以「傳輸交換介面」而論，其為各階層裝備之核心，現在使用之系統設計都有 1 加 1 熱待機備援模式，當主用模組故障時，會自動切換至備援模組運作，然而若主、備用模組均同時故障失效時，會造成節點對外失聯，影響用戶電路使用，尤其若在核心交換臺發生此類故障，會造成多處環路的頻寬連帶受到阻塞及無法電路交換，導致用戶對外無法通聯，若正值友軍剛好擔任戰備及高優先戰情電路中斷狀況，其對於作戰運用造成的損害及後果難以想像。



圖 6 OSI 參考模型結構對照圖

資料來源：資通電軍指揮部通資裝備運用教範(2020)

(四)消失性商源影響裝備維持

裝備運用均有其使用壽期，尤其是通資裝備常隨著技術的演進而研發創新所支援裝備；依財政部「固定資產耐用年數表」律定，「通訊裝備」類之「地下電纜」耐用年數為 15 年、「其他通訊設備」為 5 年(財政部，2017)。國軍現用通信骨幹系統早已超過耐用年限，部分設備原製造商已停產(消失性商源)，所以也只能由庫存或找尋功能相近替代品維持系統運作，SMOCS 系統因為早期建置，所以大部分料件已停產，因此在「消失性商源」的情況下，如果遇到設備故障，僅可透過故障件送修或運用備料來支援，如故障設備無法維修或備料用罄，將無法提供系統後續維持料件，影響系統後續維持及裝備系統運用效能。

(五)用戶對於頻寬需求認知差異

友軍常常會覺得網路壅塞是國軍通信骨幹系統支援的問題，但問題其一是各用戶在電路申請作業時，忽略其電路運用的模式，導致在申請後電路型態不符，也有一部分為用戶本身線路、裝備老舊，造成系統於終端無法匹配；然而 ATM 交換技術可依照電路的型態與重要性，運用服務品質排定高優先電路調整備援順序，讓重要戰情指管電路可隨時保持通暢，次優先或未使用電路可釋放網路頻寬，確保彈性運用頻寬資源，也盡量滿足作戰指管平臺高速穩定的網路連線狀態。

國軍通信骨幹系統運作模式不若民間電信業者依使用者支付費用多寡給予頻寬，所以無論其需要的應用服務型態為何，即便是語音、影像、重要資訊及一般資訊等不同屬性、不同品質要求的應用服務，需求單位都會希望可使用最高品質的連線服務(陳大慶，2009)。而國軍通信骨幹系統係以國防預算來建置與維護，因此使用者在申請連網服務時，為達到網路頻寬的有效運用與資源規劃，必須由用戶與管理單位要確實針對需求審慎評估，以達到網路管理最大效能。

四、結合 5G 技術策略芻議

4.1 應用策略芻議

5G 行動通訊專網運用在國軍通信骨幹系統，在完備法規及專用頻譜獲得後，可規劃朝向專屬核心網的方式部署，優點是可以確保高安全性，並使用專屬 SIM 卡(就像目前國軍軍用行動門號)、基地台以及核心網路，與公眾行動網路完全隔離，僅有特定用戶可以連入國軍內部網路，外部入侵難度高，也可符合國軍資安及保密要求。

未來 5G 專網結合國軍通信骨幹系統運用，更能提升系統效能及活化戰場指揮官應變作為，當然在系統效能提升後，更需要的是資訊人才的培育及教育訓練，以下就後續發展幾點建議說明如后：

(一)入網認證規劃：

- 1.入網認證：5G 行動網路採用國際行動網路標準組織「第三代合作夥伴計畫組織」(3rd. Generation Partnership Project, 3GPP)所定義之 5G 行動通信標準，並採用 SIM 卡進行入網認證，可驗證屬於合法清單內之 SIM & UE 方可連接網路。
- 2.身分認證：用戶連接 5G 行動專網後，欲進入國軍通信骨幹專屬應用系統，需再進行個別系統使用者身分驗證，以確認使用者及使用權限。
- 3.提供國軍行動專網及民間電信網路雙系統切換機制，若國軍專網核心網路用戶離開國軍專網基地台涵蓋時，專網用戶應能切換至民間電信網路，以繼續提供服務。
- 4.基於國軍 5G 行動專網架構，可於各營區與通信骨幹系統的網路出口前端建置防火牆，以強化達成基礎設施資訊安全防護的目的(如圖 7)。

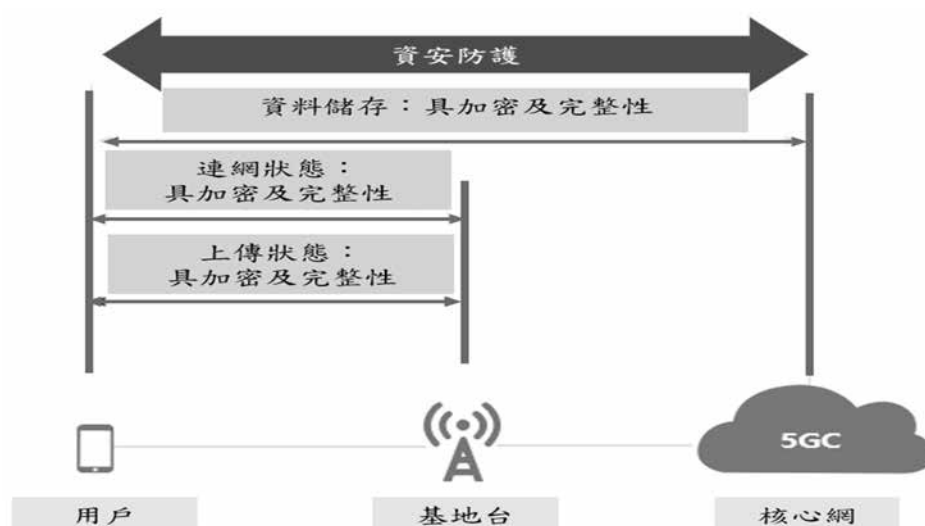


圖 7 5G 行動通訊專網加密及資安防護建置要求

資料來源：作者自行整理繪製

(二)強化資安防護管理機制

- 1.國軍在資安方面的顧慮最為謹慎及周延，若未來 5G 技術確認可結合國軍通信骨幹系統，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，資安教育與管理體系絕對是重要的議題，國防部需針對 5G 技術運用，要求資通電軍整合及強化資安管理體系，建立具有「制度、規範、督管考核及系統化」之管理機制，並請資安企業或中科院導入主動與被動偵測 5G 產品資安防護機制，以提高資安防禦與應變能量。

2. 由資通電軍定期執行相關關鍵基礎設施資安健檢，反覘國軍網路資安防護作為，藉由年度演訓驗證各部會資安防護強度，發掘風險並解決問題，並配合行政院資安處及技服中心等資安管理單位，每月定期演練蒐整、分析相關參數，並建立模擬訓練平台，據以強化資安防護能量。
3. 藉由與民間科技公司簽訂發展策略聯盟，完整安排適宜課程委外教育訓練，培訓所屬資訊人員考取技術專家認證(Certificated Ethical Hacker, CEH)等專業證照，且與專業教育訓練機構密切交流，協助部隊人員完成各級證照考取，持續強化人員本職學能。資通電軍官兵成軍迄今亦持續培養資訊人員考取如駭客技術專家認證、資安危機處理師(EC-Council Certified Incident Handler, ECIH)、微軟認證系統工程師(Microsoft Certified Systems Engineer, MCSE)、資訊安全管理系統(Information Security Management System, ISMS)、思科網路工程師(Cisco Certified Network Associate, CCNA)及資安分析專家認證(EC-Council Security Analyst, ECSA)等多張國際資訊證照，持照人數從原本成軍初期 100 餘人，成長迄今已超過 1,500 餘人，將有助於提升部隊整體資訊專業能量，並與社會接軌，確保 5G 技術運用在國軍通信骨幹系統中，能符合各項資安要求及保密的特性。

4.2 運用 5G 技術提升國軍通信骨幹系統效能方案

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，期取得數位化戰場軍事優勢。而現階段國軍通信骨幹系統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，雖然強化了保密作為，但遲滯了運用先進科技的機會，也封閉及抑止與外界互動與鏈結，因此國軍應在不違反保密原則及資安防護的要求下，適時調整政策，運用 5G 行動通信網路之高相容及聯網性能，將戰場的各種資訊融合成一張相互相容的高速資訊網路，為國軍提供一種覆蓋區域大、傳輸率高、相容性強的立體化資訊通信平台，讓軍事通信運用能更多元及有效率，進而結合民間可用資源，將民力化為我力。

5G 行動通訊專網現有兩種部署方式，一種是採用「非獨立組網」(Non-Stand Alone, NSA)架構，在 NSA 模式下，5G 行動專網跟 4G 基本上是一樣架構，只是它具備了 5G NSA 部分執行所需要的功能，並配備有獨立 5G 基地臺；另一種則是「獨立組網」(Stand Alone, SA)的架構，則進一步連核心網路也改用獨立的 5G 行動專網來布建，不論是低延遲、速度、頻寬表現，都比採用 NSA 模式來得更有效率(余至浩，2020)。

(一)核心網共享，運用網路切片技術：

網路切片(Network Slicing)技術簡單來說就是在實體網路上建立多張邏輯網路，每張邏輯網路都可以有屬於自己網路配置，例如網路頻寬、封包傳送路徑等，所以每一張網路就可以專屬於某一類應用，或是滿足特定企業用戶的專用網路需求，5G 網路切片想要用得好的，就必須將行動網路轉換到 5G 獨立組網架構(余至浩，2020)。

方案一(示意圖如圖 8)是國軍通信骨幹網路及民用網路的基地台「共構共建」，使專用及公用網路以共用方式運行，國軍專網用戶移動至營區外，當離開營區涵蓋之服務範圍外，進到民用基地台涵蓋服務區內時，可透過網路切換機制以實現國軍專網用戶能順利連線至民用基地台，並持續提供所需之通信服務，在這種部署模式下，用戶資訊的安全性取決於網路切片的能力，適合部署在安全性要求相對較低，且地理位置固定的場景如教育環境、運動場所使用。

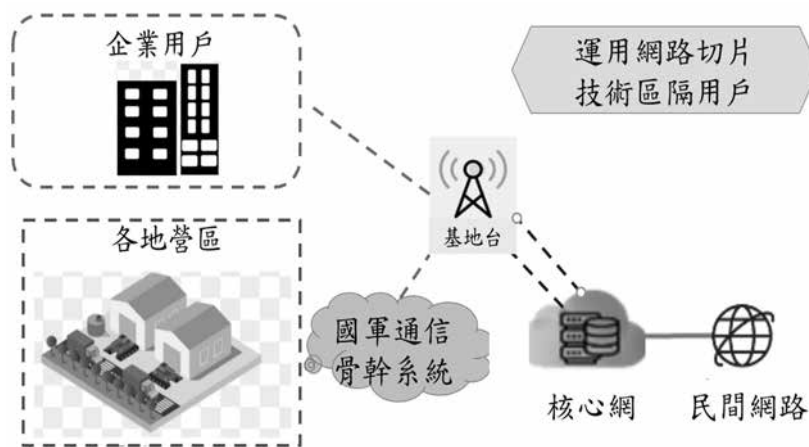


圖 8 核心網共享網路切片示意圖

資料來源：作者自行整理繪製

(二)核心網共享，用戶隔離：

方案二(示意圖如圖 9)是國軍通信骨幹網路與民用公共網路共享核心網，兩類網路服務中的身分認證、行動性管理等功能均由同一套核心網路所負責，使用者用戶端則分開部署，資料安全性和隱私保護能力就沒那麼高，可適用於平時的教學、訓練和後勤支援服務，但戰時仍可規劃軍需物資徵購徵用作為，將其納入作戰運用，並關閉對外連線開道或運用民用行動通信等資安手段，將軍民系統串聯運用，由軍民融合的資源延續我國軍情資傳遞能力(曲建仲，2020)。

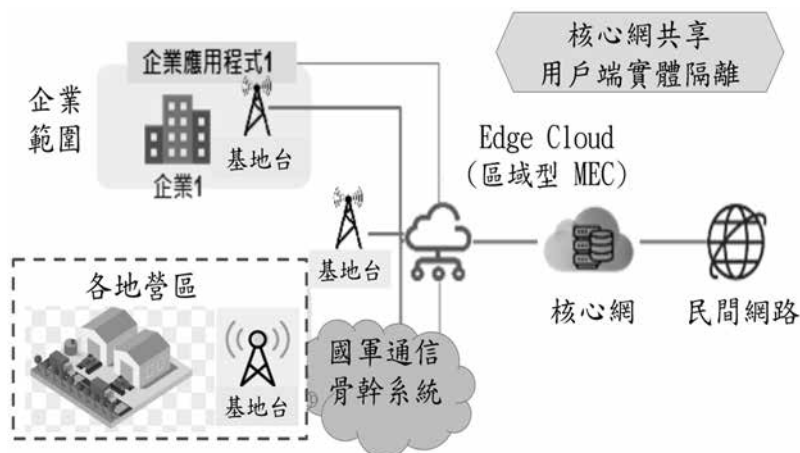


圖 9 核心網共享用戶隔離示意圖

資料來源：作者自行整理繪製

(三)營內專網實體隔離建置：

方案三(示意圖如圖 10)是將國軍通信骨幹網路及民用網路分別建立一個獨立網路，可不受民用電信業者所限制。由於這種部署模式與民用網路完全隔離，因此軍事應用程式數據的相對安全，軍網及各種電路資訊傳輸延遲低、效能更快，即使民用網設備損壞，也不影響軍事專用網路，可靠性更高，也更為穩定(葛鑑霆，2021)。本方案架構與我國現行資安政策中實體隔離的規範相符合，適合部署在對機動性、安全性和可靠性要求較高的戰略執行單位中，惟營區若要建置獨立專屬基地台的部署成本較高，且需規劃後續後勤維保及高專資訊人才培育。

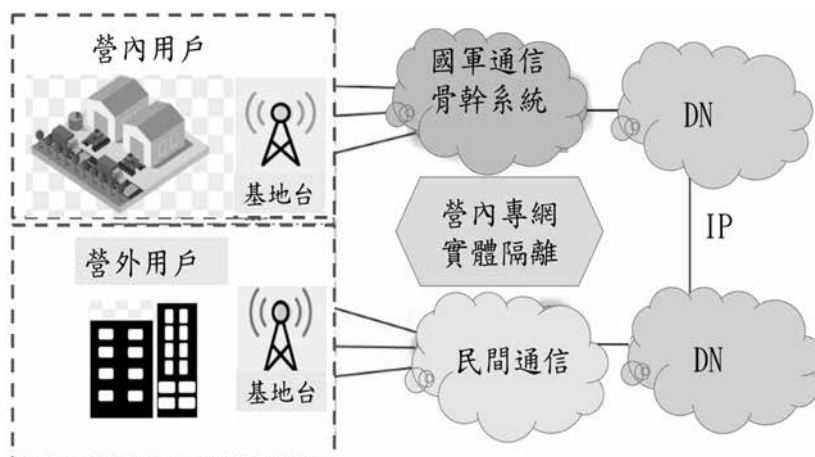


圖 10 國軍營區專網建置與民間網路實體隔離示意圖

資料來源：作者自行整理繪製

上述三種建議方案，均採用「獨立組網」(SA)的架構規劃建置，獨立組網的好處在於核心網路採用獨立的 5G 行動專網方式布建，較能符合國軍對通資系統傳輸安全之作戰需求。綜上各方案之優缺點摘述如後：「營內專網實體隔離建置」模式(方案三)為最適方案，優點為系統自主性佳，且可提供相對安全及可靠之軍事通資傳輸應用服務，缺點為所需花費建置及運作支援(含人力)的成本最高；而「核心網共享、用戶隔離」模式(方案二)則為次佳選擇，其優點在於建置及維運成本較方案三為低，而缺點為可提供傳輸服務之安全性較方案三低，且必須建構完善之軍民資源共用體系；「核心網共享，運用網路切片技術」模式(方案一)是第三順位之備選方案，優點為建置成本最低、維管人力需求最少，其缺點為在前述方案中安全性最差，如欲符合國軍通資傳輸安全之要求，則須取決於網路切片的技術運用。

國軍通信骨幹系統結合 5G 行動專網的特性後，可藉以延伸系統頻寬、範圍、活化軍事運用及增加穩定性，目前 5G 行動網路因為剛起步，相關技術、產品仍待普及化，各階層不管在建置基地台或消費者使用上都因投資成本高、負擔大而減緩往前的腳步，但這是未來的趨勢，也是我國必須要克服及找出解決方案的。未來幾年內，在國防預算有限之前提，建議可依方案一至三順序逐步朝向國軍 5G 行動專用網路規劃建置，以強化國軍通信骨幹系統效能。

五、結論

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，可符合未來戰場需求。中共 5G 技術的發展研究與資源投入都遙遙領先世界各國，且一再運用其最擅長之「軍民融合」作法，將相關技術產品優先應用於軍事，再拓展到社會共用，提升軍隊網電一體化作戰實力，對我國軍威脅日增。

國軍通信骨幹系統是我國軍通信樞紐，資通電作戰能力是數位戰場勝負關鍵的分水嶺，然而各項作戰指管需要通資系統平台必須達到立體化、網狀化及高存活率的基本需求，才得以應付高複雜度及高強度的戰爭，就國軍作戰應用而言，建構低延遲、高效能以 IP 應用服務為主體的行動通信網路，不僅增加機動通信作戰效能，並能成為現有實體骨幹網路「多元」及「備援」傳輸手段。一方面可以提高通信能力，直接推動軍事通資系統的進階能力；另一方面它可強化新興技術的推展，為戰場建立開放的靈活資訊服務系統，間接促進嶄新軍事能力，並加速智慧軍事革命。

參考文獻

- 王廣義，2019。民用行動通信於軍事運用之研究，陸軍通資半年刊第 134 期，130-153。
- 中國信息通信研究院，2021。中國 5G 發展和社會經濟白皮書。
- 中華電信官網企業專網專區，下載於 <https://www.cht.com.tw/home/enterprise/mobile/5genterprise/712>(2021 年 12 月 17 日)。
- 立法院第 10 屆的 1 會期司法與法制委員會第 17 次會議報告，2020。國安等級資安站—調查局等四軍的定位與功能。
- 行政院全球資訊網，2019。臺灣 5G 行動計畫(2019-2022 年)。
- 行政院全球資訊網，2020。我國 5G 頻譜政策與專網發展。
- 曲建仲，2020。5G 技術大補帖，科學月刊，第 607 期。
- 江威霖，2020。探討次世代光纖通信技術提升國軍網路頻寬之研究，國防大學管理學院戰略班軍事專題。
- 呂錫民，2019。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，國立中央大學，第 9 卷第 1&2 期。
- 李明海，2019。加速推進軍事智能化，下載於 http://www.mod.gov.cn/big5/jmsd/2019-10/08/content_4852384.htm(2022 年 1 月 19 日)。
- 李奕晴，2020。全球 5G 智慧製造風潮下，臺灣所面臨的機會與挑戰，電工通訊 C.I.E.E Magazine，財團法人資訊工業策進會。
- 阮運倩，2020。美國白宮發布國家安全 5G 戰略，科技法律透析，第 2 期 32 卷。
- 余至浩，2020。為何 5G 企業商用決戰場是網路切片技術？，下載於 <https://www.ithome.com.tw/news/138744>(2022 年 1 月 16 日)。
- 余元傑，2021。美中 5G 三戰攻防—以華為公司為例，海軍軍官季刊，第 40 卷第 1 期。
- 吳振宇，2009。國軍骨幹網路傳輸效能評估及簡化之研究，國防大學管理學院資訊管理學系碩士論文。
- 吳其恩、陳志軒、謝泊領、葉哲瑋，2017。5G 行動通信技術發展，電工通訊 C.I.E.E Magazine，財團法人資訊工業策進會。
- 吳元熙，5G 真戰場在這！「企業專網」擂台提早開打，2020。下載於 <https://www.bnext.com.tw/article/57898/5g-private-network>(2022 年 1 月 17 日)。
- 卓建強，2020。國軍對中共 5G 行動通訊發展因應作為之研究，國防大學空軍指參學院軍事專題。
- 財政部賦稅署，2017。固定資產耐用年數表-財政部主管法規查詢系統—法規命令類，下載於 <https://law-out.mof.gov.tw/LawContentSource.aspx?id=GL010207>(2021 年 12 月 16 日)。
- 財團法人中技社，2019。智能時代台灣 5G 推動與相關產業發展策略建議。
- 秦中南、龍坤，2020。淺談 5G 的軍事應用(一)，下載於 <https://twgreatdaily.com/FlVfe3YBur8RWXSA3boO.amp>(2022 年 1 月 17 日)。
- 秦中南、龍坤，2021。淺談 5G 的軍事應用(三)，下載於

<https://www.gushiciku.cn/dl/02RyS/zh-tw>(2022 年 1 月 17 日)。

陳大慶，2009。結合遠端光纖測試(RFTS)與地理資訊(GIS)於光纖通信系統維護之研究，國防大學管理學院資訊管理學系碩士論文。

陳偉業、黃淑玲、林志聰，2014。第五代行動通訊系統，資訊與管理科學，淡江大學，第 7 卷第 1 期。

陳芊儒，2018。南韓率先啟動 5G 頻譜競標，下載於 <https://stli.iii.org.tw/article-detail.aspx?no=55&tp=1&d=8127>(2022 年 1 月 17 日)。

陳思豪，2019。5G 時代下主要國家因應策略與頻譜規劃研析，臺灣經濟研究月刊，第 42 卷第 12 期。

陳世昌，2019。5G 釋照得標者及共用頻率公開說明會，下載於 <https://news.cnyes.com/news/id/4366747>(2022 年 1 月 17 日)。

陳明陽，2019。美國國防部計劃利用 5G 改善倉儲與訓練等四項工作，下載於 https://www.digitimes.com.tw/iot/article.asp?cat=158&id=0000575256_WKP1CVUE6UR25E5WL1LZN(2022 年 1 月 18 日)。

陳明陽，2020。美軍將善用 5G 多樣應用支援未來戰事，下載於 https://www.digitimes.com.tw/iot/article.asp?cat=158&cat1=20&cat2=80&id=0000598161_YVP0D4ZN7VP5K30GZ7ZJP(2021 年 12 月 28 日)。

國防部資通電軍指揮部準則編纂指導委員會，2020。資通電軍指揮部通資裝備運用教範。

國家通訊傳播委員會，2021。行動寬頻專用電信網路(4.8-4.9GHz)政策諮詢文件。

黃文啟譯，2010。軍事轉型與當代戰爭，臺北：國防部史政編譯室，譯自 Elinor Sloan。

項立剛，2020。5G 新時代! 5G 如何改變世界，風格司藝術創作坊。

張腕純，2020。歐盟因應 5G 發展之資通安全政策與初步作為，科技法律透析，第 2 期 32 卷。

楊仕平，2019。5G 在軍用通信系統中的應用前景，信息通信，2019 第 6 期。

賈哲、蔡春曉、林旺群，2019。讓 5G 為軍事賦能，下載於 http://www.81.cn/jfjbmap/content/2019-11/22/content_248138.htm(2021 年 12 月 20 日)。

楊又肇，2020。臺灣首波 5G 頻譜競標結果出爐，得標總金額破 1,380 億元，下載於 <https://lpcomment.com/2020/01/16/>(2022 年 1 月 12 日)。

趙涵捷、簡暉哲，2020。5G 時代改變你我生活，科學發展，第 569 期。

葛鑑霆，2021。行動通信技術發展對軍事應用之研究，空軍學術雙月刊，第 683 期，86-104。

蔡孟翰，2020。從營區電信基地台共構談軍、民通資系統整合運用，陸軍通資半年刊，第 134 期，154-167。

鄭南宏、焦興也，2018。淺談國軍通信系統未來發展趨勢-以軟體定義無線電為例，陸軍通資半年刊第 130 期，4-15。

劉宗翰，2019。中國大陸 5G 行動通訊技術之發展與挑戰，展望與探索，第 18 卷第 8 期。

鍾曉君，2018。全球 5G 發展趨勢、臺灣產業布局現況與未來發展建議，專題報導，資

策會產業情報研究所，第 319 卷。

鍾富國，2019。經濟前瞻，中華經濟研究院，第 181 期。

龍率真，2020。中共布局 5G 戰略威脅全球安全，下載於
<https://www.ydn.com.tw/news/newsInsidePage?chapterID=1231767&type=forum>(2021
年 12 月 17 日)。

鍾銘泰，2021。5G 專用網路政策與展現況，臺灣經濟研究月刊，臺灣經濟研究院，第 43
卷第 12 期。

譚田天，2020。5G 技術應用於未來美軍事網路的優勢，下載於
<https://www.gushiciku.cn/pl/gEgG/zh-tw>(2021 年 12 月 17 日)。

蘇俊吉，2015，行動通信的演進歷程，科學發展，第 513 期。

中國海警海上執法問題研究

陳銘聰^{*}

國立臺灣大學國家發展研究所

論文編號：NM-43-01-10

來稿 2022 年 3 月 8 日→第一次修訂 2022 年 4 月 9 日→第二次修訂 2022 年 5 月 18 日→
同意刊登 2022 年 6 月 22 日

摘要

近年來，隨著海洋經濟的快速發展，各國在其管轄海域內各種違法犯罪活動變得更加頻繁，海上犯罪呈現複雜化、國際化和專業化的態勢。由於海上犯罪的特殊性加大犯罪現場勘查、證據調取、調查事實、人員追捕等方面的難度。隨者中國大陸不斷向海上強權國家邁進，其在南海、東海和臺灣海峽的衝突也與日俱增。為此，中共當局除了進行海警組織的改革之外，並立法通過《海警法》，開啟中國海警海上執法新格局。雖然中共當局不斷聲稱《海警法》相關規定均符合國際法，然而，該法的不少規定卻引發不少海上鄰國的關注。此外，兩岸均主張擁有對臺灣海峽的海洋資源的使用權利與保護，未來可能成為中國海警局與我國海巡署間的對峙處理問題，引發兩岸海上執法衝突問題，甚至引發臺海危機，值得研究觀察。

關鍵詞：海警、海上執法、海警法、中國海警局、武警

^{*} 聯絡作者：陳銘聰 email: leon4426@yahoo.com.tw

Research on maritime police organization and law

enforcement in China

Chen, Ming-Tsung*

**Doctoral student, National Institute of development, National Taiwan University,
Taiwan, R.O.C.**

Abstract

In recent years, with the rapid development of marine economy, various illegal and criminal activities in the sea areas under the jurisdiction of various countries have become more frequent, and maritime crimes show a trend of complexity, internationalization and specialization. Due to the particularity of maritime crime, it is more difficult to investigate the crime scene, obtain evidence, investigate facts and pursue personnel. As Chinese Mainland continues to move towards a maritime power, its conflicts in the South China Sea, the East China Sea and the Taiwan Strait are also increasing day by day. To this end, in addition to the reform of the maritime police organization, the Chinese Communist authorities passed the maritime police law, opening a new pattern of maritime law enforcement of the Chinese maritime police. Although the Chinese Communist authorities have repeatedly claimed that the relevant provisions of the maritime police law are in line with international law, many provisions of the law have attracted the attention of many maritime neighbors. In addition, both sides of the Strait claim to have the right to use and protect the marine resources in the Taiwan Strait. In the future, it may become a confrontation between the China maritime police bureau and China's coast guard, which may lead to the conflict of cross-strait maritime law enforcement and even the crisis in the Taiwan Strait. It is worth studying and observing.

Keywords: maritime police, maritime law enforcement, maritime police law, China maritime police bureau, armed police

* Corresponding Author Email: leon4426@yahoo.com.tw

一、前言

「中國人民武裝警察部隊海警總隊」是中國大陸¹的海洋邊界警衛部隊，隸屬「中國人民武裝警察部隊」，履行海上執法和維護主權職責，一般通稱「中國海警」或「海警」。嚇阻違法犯罪是警察的基本任務之一，也是陸地公安機關執法權限的重要部分，而中國海警作為部署在海上的公安機關，其職權包括大部分的陸地公安機關所承擔的任務，毫無疑問的承擔了海上嚇阻違法犯罪的全部責任，其中包括維護國家的安全，維護社會的公共秩序，保障公民的人身自由和財產安全，保護公共財物，預防、制止和懲治各類違法犯罪活動（李春，2005：63-66）。中國大陸交通運輸部指出，中國外貿進出口貨運量的95%以上是實施海運完成的（北京商報，2020），可見海上安全問題日益重要，包括管理該地區重要航運業的穩定增長，保護沿海國家專屬經濟區的廣泛環境資源，以及使海軍和海岸警衛隊現代化（Rosenberg David & Chung Christopher, 2015：52）。

中國大陸的沿岸海岸線長 18,400km，島嶼岸線長 14,247km，合計總長度超過 32,600km，橫跨 22 個緯度帶。另外中國大陸管轄海域範圍極大，其所屬黃海總面積為 38 萬平方公里，東海的總面積為 77 萬平方公里，南海面積約有 350 萬平方公里。另外，中國海警為維護海洋權益，所負任務複雜，例如：防制海洋污染、保護漁業生態環境，避免漁業資源枯竭、海上安全監督和搜尋救助等工作，均需由一個強而有力的執法機構管理，中國海警的海上執法任務就是在這樣背景下應運而生（周成渝，2007：114）。

本文所探討問題是中國海警的海上執法問題。一般海上執法具有「對外維權」和「對內執法」兩層含義，「對外維權」是指海警作為海洋綜合行政執法主體，在爭議海域進行合法巡航，對侵犯海洋權益的外國籍船舶採取措施，對侵犯海洋權益的外國籍軍艦和政府公務船舶進行正面交涉、對峙，以維護海洋主權。「對內執法」是指海警在主權海域和管轄海域內，對於所有危害海域安全和海上秩序、侵犯海洋權益的船舶以及相關人員，依據國際法律規範和相關國內法規定，採取執法活動（蔡先鳳，2004：18-23）。

二、中國海警組織問題與改革方向

自 1978 年中國大陸改革開放以來，中共當局對領土管理從陸地向海洋進一步拓展和延伸，涉海執法部門和執法力量不斷發展壯大，與之相應的立法工作也在陸續推進。然而在相當長的一段時間內，海上執法由多部門負責，相應的執法規範也散見於各部門規章之中。

2.1 過去存在的問題

中國海警原名為「中國公安邊防海警部隊」，該名稱最早出現在 2007 年 9 月 17 日，由最高人民法院、最高人民檢察院、公安部聯合發布的《關於辦理海上發生的違法犯罪案件有關問題的通知》中使用的特定名詞。²這一名稱在公安部及下屬的「邊防管理局」的正式文獻資料裡也居於主導地位，這是迄今為止最為權威也是最具傳統的定調。由此

¹為了行文方便，若涉及政府層面的則稱中共當局，若涉及國家層面的則稱中國大陸，合先敘明。

²關於辦理海上發生的違法犯罪案件有關問題的通知，中國法院網，下載於 <https://www.chinacourt.org/article/detail/2007/09/id/268260.shtml>（2022 年 4 月 27 日）。

可知，海警最早就是指公安邊防海警部隊，隸屬於公安部邊防管理局，主要負責海上治安，編制列入中國人民武裝警察邊防部隊序列，是由公安部領導管理的現役部隊。

2007年9月26日，中國大陸公安部頒布《公安機關海上執法工作規定》，主要在加強和規範公安機關海上執法工作，維護國家安全和海域治安秩序，保護公共財產和公民人身財產安全，並明確建立公安機關海上執法任務由公安邊防海警獨立負責的機制，公安機關其他部門應予配合。同時對公安邊防海警的職責、權限、管轄分工、案件辦理等作出更加細緻的規定，也改變以前海上執法法律規定比較分散的局面，有利於更好規範和約束海警執法（唐剛，2021：119）。上述負責海上執法的海警，依規定係指沿海公安邊防總隊及其所屬的海警支隊、海警大隊，彼等在處理海上治安案件和刑事案件時，分別行使地（市）級人民政府公安機關、縣級人民政府公安機關和公安派出所相對應的權限（周成渝，2007：109）。

此時，中國大陸海上執法機關處於分散狀態，包括隸屬公安部的中國公安邊防海警部隊、海事局、農業農村部漁業漁政管理局、中國海監總隊和海關總署緝私局，它們都有自己的海上執法權力，分述如下：

第一，公安部的中國公安邊防海警部隊：強大的中國公安邊防海警部隊擁有1萬人，擁有高速船、小型巡邏船和小型武器。除嚇阻犯罪外，近來也開始執行預防恐怖活動的任務。

第二，農業部的漁業漁政管理局：2010年撞船事件後常出現在釣魚臺的並非海警部隊，而是漁業漁政管理局執法船。雖然其編制組織人數比海警部隊少，但是擁有4,000噸級以上的船隻，其中一些還是由軍艦改裝而成的。

第三，國土資源部的國家海洋局：監管除魚類以外的其他海洋資源的責任屬於國家海洋局。它擁有6,000多名工作人員和20多艘1000噸級以上船隻，主要任務是保護環境、科學勘測和保護中國專屬經濟區。國家海洋局的海監船現在也經常出現在釣魚臺海域，維護國家領土主權及海洋權益。

第四，交通部的中國海事局：中國海事局是「五龍」中規模最大的組織，其主要任務是檢查船隻、海上事故調查與救援及船舶交通管理。

第五，海關總署：主要負責稅收和防止違禁貿易發生。

上述五個機關分治的情況一般俗稱「五龍治海」（韓永，2012：44-45）。然而，這種分散的海上執法模式，容易造成一系列的問題：例如職責的重疊導致執法主體的不明確；執法主體本位主義現象比較嚴重，缺乏相互間的資訊溝通，導致執法效率低下；分散的海上執法體制未能與國際接軌，導致與其他國家國際交流與合作比較困難等（單曉蒙，2013：146-147）。

2.2 改革方向

2012年11月8日，中共十八大提出的「海洋強國戰略」，將過去海上執法機關分散的改革問題提上議程（劉賜貴，2012）。在中央層面，「三定方案」（即定機構、定編制、定職能）確定之後，根據《國務院機構改革和職能轉變方案》重新組建「國家海洋局」，隸屬於國土資源部。與此同時，為加強海洋事務的管理協調機制能高效運行，設立具有議事協調功能的「國家海洋委員會」。不過，國家海洋局仍然是以中國海警局

的名義開展維權和執法活動，並接受公安部業務領導。因此，國家海洋局與中國海警局在職能和人員配置上具有一定的重合性。³

在地方層面，設置北海、東海、南海三個分局，具體履行所管轄海域海洋監督管理和維權執法的職責。對外維權執法活動是以中國海警北海分局、東海分局、南海分局的名義開展。三個海區分局在沿海省（自治區、直轄市）設置 11 個海警總隊及其支隊，海警局可以直接指揮海警總隊開展海上維權執法活動。⁴



圖 1 中國海警組織改革圖

資料來源：作者自行繪製

2013 年 7 月 22 日，「國家海洋局」正式成立，並以中國海警局的名義開展海上維權執法，進一步凸顯海警在海上維護和執法的重要作用。這次改革初步解決「五龍治海」的局面（王少宇，2016：40-42）。

首先，透過一定職能、二定機構、三定編制的方案，將海上執法主體統一，克服以往「不作為、管轄交叉、管轄轉移」等問題。其次，是減少執法成本，提升執法效率。海上執法機關的整合有效地克服以往分散執法導致各個單位的人員和裝備重複出海造成人力和成本的浪費問題，使有限的海洋事業經費能夠最高限度地發揮作用，從而達到提高人員待遇、提升裝備性能、確保執法能力的效果。再次，是執法力度得到加強。執法機關的整併，不但職能互補，執法資源也重新配置，實現人員精英化、裝備現代化。最後，促進國際海警執法合作。過去因海上執法機關分散導致無法與國際接軌，導致在國際交流合作中缺乏對應單位問題得到了有效的解決。

在 2013 年機構改革後，雖然從五龍治海的「分散執法」轉變成中國海警局「單一執法」的局面。但是，改革之後中國海警局的管轄範圍未做進一步細化，例如中國海警在查處海上案件時，若在執法中各部門不能及時溝通和配合，包括資訊通聯、系統對接等問題都會影響執法效率。由於海上取證和鑑定困難，需要更為先進的技術手段和大量人員，必須相關機構的溝通和配合（陳鵬，2013：60-62）。可見，中國海警局在執法時與其他機關合作問題，尤其是與公安機關、檢察機關的業務聯繫，一直未獲解決。

2018 年 3 月 13 日，根據《國務院機構改革方案》，國家海洋局領導管理的海警轉隸武警部隊，組建「中國人民武裝警察部隊海警總隊」，對外依舊稱為中國海警局，統

³ 例如國家海洋局局長兼任中國海警局政委，中國海警局局長兼任國家海洋局副局長。

⁴ 《國家海洋局主要職責內設機構和人員編制規定》（國辦發國辦發〔2013〕52 號）。

一履行海上維權執法職責，其主要職能任務是海上維權執法，嚇阻海上違法犯罪活動，維護海上治安和安全保衛等（唐剛，2021：119）。自此，中國海警局成為具有對外統一履行海上維權和執法職責的重要單位，基本上以現有的執法機關為基礎，調整組建海警總隊，實行「總隊-支隊大隊-艦船」垂直管理的體制。

總體來說，海警組織改革面臨量變到質變的轉型需求，在發展上更加強調體現政治制度、地緣條件、自身定位等特性。總而言之，若 2013 年的海警改革解決了「五龍鬧海」執法機關分散的問題，那麼 2018 年海警轉隸武警部門，則是解決海警內部體制和人員身分多樣的問題（何明遠、高文廣，2019：63）。至此中國海警幾乎成為中國的「第二海軍」，⁵而中國海警在海上執法行為，在也有學者稱之為「巨龍鬧海」（王信力，2021：23）

2.3 中國海警與其他海上執法機關比較

中國海警一般兼具有軍事性、行政性、司法性等多種屬性（李衛海，2022：14）。從執法規範化角度看，海上執法涉及多重領域、多個部門、多種具有不同法律地位的管轄海域，以及相互交錯的條塊關係。尤其是執法協作機制、執法場合、執法環節、證據收集與固定、警械武器使用、自由裁量權的規範化等方面，還需要在執法實踐中逐步規範（張保平，2021：20）。改革之後的中國海警的主要職責是海上執法，但是仍與現存的海上執法機關仍有區別，其職掌該如何劃分，考驗著中國海警的執法成效。目前牽涉的執法機關有中國海軍、中國海事局和中國海關，以下將執法的內容比較，分述如下：

2.3.1 與中國海軍執法的比較

中國海警作為中國大陸的「第二海軍」，現今已經建成了一套完整的海空結合的執法體系，並裝配不少大噸位艦船和不少先進的武器裝備。相比於世界上其他國家的海上執法力量來說，中國海警的規模是全亞洲最大的，且相異於傳統海上維權執法模式，中國海警局以軍事力量的身分行使海上執法職權（楊麗美、郝潔，2021：72）。可見，中國海警海上控制已經不局限於戰時海軍的活動。雖然也有學者指出，沿海國行使此類職能的權利並不違反航行自由的基本原則，但它卻挑戰現有的法律和戰略環境（Choi Timothy, 2019：6）。

不過，中國海警畢竟不是中國海軍，中國海警僅是海上執法的行政機構，行使的是行政執法權；而中國海軍作為國家的海上武裝力量的軍事組織，執行海上軍事任務，行使軍事執法權。兩者的區別主要在於在執法作用不同和執法海域不同。

第一，執法作用不同。在和平時期，中國海警作為中國大陸日常海上執法主體，在爭議海域調解制止與他國的海上爭端，一方面能夠確保執法國際正當性，有效地維護海洋權益，並且符合國際爭端和平解決原則；另一方面能夠避免國家之間的矛盾衝突升級，在海上突發事件中可以有效地控制事態的惡化，給外交斡旋留有更大的迴旋餘地和緩衝空間。而海軍的海上執法權通常是對於其他海上執法機構的執法活動予以協助，只有在特殊情形或必要時才會使用海軍海上執法權。由於海軍海上執法敏感性，海軍必須在避免直接參與海上執法行動，因此，中國海軍對居二線（蔡宜庭，2021：142），針

⁵中國第二海軍令簡氏驚嘆、南海紛爭衝在一線，中國網，下載於 http://big5.china.com.cn/military/txt/2012-07/11/content_25876757.htm（2022 年 4 月 27 日）。

對海洋權益的維護重任，以中國海警為主，而中國海軍則在居於輔助作用（趙新爽，2018：26）。

第二，執法海域不同。中國海警海上執法海域主要是「中華人民共和國管轄的一切其他海域」，包括國內法規定的海域和依據有關國際法內容確定的海域兩種類型。其中，依據國內法確定管轄海域的方法是直接宣布陸地領土和島嶼的領海基點和基線以確定管轄海域範圍，以及宣布明確的海域（距離）範圍界定管轄海域（金永明，2021：127）。根據《聯合國海洋法公約》第2條規定，任何沿海國家在其內水、領海具有絕對的主權，因此，中國海警在中國大陸所屬的內水、領海自然能夠行使絕對的海上執法權；而在毗連區、專屬經濟區和大陸礁層則可以行使一定的管轄權。但是，關於中國海警是否可以在公海的執法問題，《海警法》沒有明確規定，這是因為海警執法的海域基本屬於近海海域。由此可知，中國海軍除了在中國所管轄的海域內可以協助中國海警海上執法外，在公海等海域行的海上執法則由中國海軍負責。

2.3.2 與中國海事執法的比較

一般而言，海事執法在全球範圍內適用於追捕跨國犯罪組織、毒販、非法捕漁和其他非法活動。（R.L.Castaneda; C.Condit; B.Wilson,2016：435）。目前中國大陸的海上執法權限分別由「中國海警局」與「中國海事局」共同履行，中國海警局則由武警部門管理，而中國海事局隸屬於交通運輸部，二者分別屬於不同的部門管轄，在海上執法權方面有區別也有聯繫，兩者的聯繫在於近海海域的執法權限的交叉，如保障海上安全、保護海洋環境等。兩者的區別主要在於在權限範圍和行使方式上。

第一，在海上執法權限範圍。中國海警局海上執法內容具有綜合性，其執法的領域範圍比海事局更加廣泛，它整合海監、漁政、海關、邊防四大機構的職責，執法權限涉及行政和刑事諸多領域，如：進行全海域的巡航監視，對違法進入管轄海域的境外船隻進行調查、取證和管制，維護管轄海域的主權權益；對海洋環境狀態進行監測，發現海上污染損害事件，及時採取治理措施；對外國漁船非法侵入管轄海域，依法採取取締措施，維護海洋漁業資源權益不受侵犯；嚇阻海上走私、海上恐怖主義等違法犯罪行為，維護海上治安秩序等。中國海事局主要承擔港口國海上安全的監督檢查職責，確保海上航行安全，維護港口的安全利益。因此，中國海事局海上執法權主要覆蓋國家水上安全監督和防止船舶污染、船舶及海上設施檢驗、航海保障管理和海上執法，同時履行國家交通部安全生產管理職能等，可見中國海事局海上執法權主要集中於海上交通領域，專業性更強。

第二，在武力使用方面。中國海警可以使用一定程度的武力，根據《公安機關海上執法工作規定》，海警為及時有效地制止違法犯罪行為，可以依照《人民警察使用警械和武器條例》的規定使用警械和武器，但必須以儘量避免減少人員傷亡為原則。海警在周邊海域需要對鄰國執法船或漁船、商船的活動進行監督與檢查，尤其需要使用武力制止一些威脅海上安全與侵犯海洋權益的不法行為。中國海事局因為在禁航區、航道、交通管制區和安全作業區等海域，中國海事局承擔部分的監督管理和相關的航海保障工作，對於違反航道交通秩序和違規作業的船舶有權採取檢查和滯留船舶等行政強制措施，因此也具備武力使用資格。

2.3.3 與中國海關執法的比較

目前中國海關執法部門是「海關總署緝私局」，其職責是管轄海關關境內涉稅走私犯罪案件，發生在海關監管區內的珍貴動物及其製品、文物、貴重金屬、彈藥、走私武器、核材料、偽造的貨幣、珍稀植物及其製品、毒品、淫移物品及國家禁止進出口的其他貨物、物品等非涉稅走私犯罪案件。另外，處理由海關調查部門、地方公安機關(包括公安邊防部門)和工商行政等執法部門所查獲移送的走私犯罪案件(房軍，2008：33-35)。

中國海警與中國海關執法的聯繫主要在處理海上走私案件的過程中，其重點在於中國海警與中國海關緝私部門的權限劃分，並且涉及案件移送的問題。根據目前相關法律規定，中國海警在處理走私犯罪案件過程中，根據走私犯罪的性質而區別對待，對於一般的普通貨物走私，主要指涉稅類物品的走私案件，則需要移交海關處理。對於特定的物品走私，例如《刑法》規定的走私核材料罪，走私貴重金屬罪，走私珍稀植物、珍稀植物製品罪，走私淫穢物品罪，走私毒品罪等，這些走私物品的案件，則不需要移交海關(李春，2005：63-66)。

三、中國大陸《海警法》的立法研究

3.1 《海警法》的立法背景

依照「中華人民共和國海警法的說明」，《中華人民共和國海警法》(以下簡稱海警法)的立法啟動，早在中國共產黨第十八次全國代表大會(簡稱中共十八大)就決定將海警局併入武警部隊序列之後就已開始推動。該說明指出中共當局是為維護其國家主權、安全與海洋權益，推動其「海洋強國」戰略，將原隸屬國家海洋局的「中國海警局」管理的海洋邊界警衛部隊海警隊伍劃歸武警部隊，並調整建置組成「中國人民武裝警察部隊海警總隊」，簡稱為「中國海警局」，統一負責海上維權及執法之職責，健全其海上執法的體制。但是當時並無系統性的執法依據，因此制定《海警法》作為執法的依據，明確中國海警組織機關定位及任務執掌(馮江豐，2015：17)，凸顯自中共當局於十八屆四中全會以來，國家主席習近平推動依法治國的決心。

除了中共當局的決策外，《海警法》的法源依據是《人民武裝警察法》第47條規定：「人民武裝警察部隊執行海上維權執法任務，由法律另行規定」。基此，中共武警部門於2019年1月起根據中央軍委會的指導，成立「《海警法》研究起草工作專班」，開始針對《海警法》進行法律上的論證與條文的研究修改。並於2020年11月4日，由中國全國人民代表委員會在其官網公布《海警法》，徵求公眾意見。至2021年1月22日由中國第十三屆全國人民代表委員會第二十五次會議表決實施。並自2021年2月1日起施行。

3.2 海警法的主要內容

《海警法》共計11章84條，主要規範海警機構的組織礁層構、職責權限、保障和協作、國際合作以及監督、法律責任等基本事項。海警法的上述功能定位雖然決定了其內容體系，但無論從形式上還是從內容體系本身來看，其都不足以涵蓋海警法的全部(王聽，2021：174)。

3.2.1 關於中國海警機構的性質和職責

中國海警轉隸武警部隊後，兼具國家行政執法和軍事職能雙重屬性。依據《全國人民代表大會常務委員會關於中國海警局行使海上維權執法職權的決定》，中國海警局統一履行海上維權執法職責。現就中國海警局相關職權包括：

第一，中國海警局履行海上維權執法職責，包括執行打擊海上違法犯罪活動、維護海上治安和安全保衛、海洋資源開發利用、海洋生態環境保護、海洋漁業管理、海上緝私等方面的執法任務，以及協調指導地方海上執法工作。

第二，中國海警局執行打擊海上違法犯罪活動、維護海上治安和安全保衛等任務，行使法律規定的公安機關相應執法職權；執行海洋資源開發利用、海洋生態環境保護、海洋漁業管理、海上緝私等方面的執法任務，行使法律規定的有關行政機關相應執法職權。中國海警局與公安機關、有關行政機關建立執法協作機制。

另外，《海警法》也明確規範和保障海警機構履行職責，例如第2條規定，中國海警局統一履行海上維權執法職責。第10條規定，在沿海地區按照行政區劃和任務區域編設中國海警局海區分局和直屬局、省級海警局、市級海警局和海警工作站，分別負責所管轄區域的有關海上維權執法工作。中國海警局按照國家有關規定領導所屬海警機構開展海上維權執法工作。同時第12條明確規定中國海警具體承擔的十一項職責。

3.2.2 關於海上維權執法的權限和措施

為保障海警機構有效履行海上維權執法職責，《海警法》分四章規定海警機構遂行任務相應的權限、措施及程序要求。

關於第三章「海上安全保衛」，主要是總結海上安全保衛工作實踐，設置識別查證、跟蹤監視、強制驅離拖離、強制拆除、扣留船舶、登臨、檢查、緊追等符合海上特點的措施手段，有效維護國家主權、安全和海洋權益，保護人民群眾生命財產安全。

關於第四章「海上行政執法」，根據《全國人民代表大會常務委員會關於中國海警局行使海上維權執法職權的決定》，規定海警機構在海上治安、海上緝私、海洋資源開發利用、海洋生態環境保護、海洋漁業管理等五個行政執法領域，依照相關法律、法規實施監督檢查、行政強制、行政處罰，並遵循《行政處罰法》、《行政強制法》等法律規定的基本程序。在此基礎上，《海警法》重點規定其他法律未作規定、海上行政執法工作現實需要的執法措施，如海上臨時警戒區設置、違法船舶調查管制、外籍船舶作業現場監管、毗連區管制等制度規定。《海警法》考慮到海上執法環境特殊，調查取證難，執法成本高，為便利相對人，提高海上執法效能，適當擴大當場處罰範圍，規定海上行政案件快速辦理程序以及特殊證據規則。

關於第五章「海上犯罪偵查」，主要是銜接《刑事訴訟法》，進一步明確海警機構對海上發生的刑事案件行使偵查權，可依法實施偵查措施和刑事強制措施，並結合實際對採取技術偵查、通緝、取保候審、監視居住等措施作了具體規定。

關於第六章「警械和武器使用」，海警機構依法行使公安機關相應執法職權，海警機構工作人員使用警械和武器，依照人民警察使用警械和武器的規定以及其他有關法律、法規的規定執行。同時，《海警法》第六章結合海上維權執法特點以及其他國家海上立法實踐，明確艦載和機載武器使用、針對海上特殊情形的手持武器和警械使用等規定。

3.2.3 關於保障與協作

為保障海警機構有效履行使命任務，同時為後續改革預留空間和介面，《海警法》第七章關於保障和協作原則。除了規定海警機構的經費和設施保障機制。為適應海上維權執法工作特點，明確海警機構資訊化、海警隊伍專業化建設方向和具體要求。為進一步形成海上維權執法工作合力，關於資訊共用、執法辦案、人員羈押等方面，明確了海警機構與有關行政主管部門和軍隊有關部門的協作機制。另外，為解決海上執法中涉案財物保管處置難的問題，根據執法實踐需求，對涉案財物處理作出相關規定。

3.2.4 關於國際合作

海上維權執法活動涉外性強，嚇阻海上跨國違法犯罪，推進海洋國際公共治理，離不開國家間的緊密合作。《海警法》第八章對海上執法國際合作的原則、主體、任務和領域作了規定，為規範海警機構開展國際合作工作提供法律依據，並向國際社會表明中國大陸積極推進海上執法合作、積極履行國際義務、與國際社會一道共同維護海洋公共安全與秩序的立場，樹立負責任大國的形象。

3.2.5 關於監督與法律責任

為強化對海警機構權力運行的監督，保護相對人的合法權益，結合海警機構管理體制和職能屬性，《海警法》第九章設置執法公開、表明身分、執法過程記錄等制度，明確海警機構及其工作人員履行職責接受檢察機關、軍隊監察機關的監督和人民政府及其有關部門、公民、法人及其他組織的社會監督，同時規定海警機構的內部監督機制和追責機制。結合海警機構近年來執法實踐，明確個人或者組織阻礙海警機構工作人員執行職務需要承擔法律責任的違法行為種類，並對海警機構工作人員的違法違紀責任和國家賠償義務進行規定。

3.3 立法分析

根據中國大陸官方媒體報導，制定《海警法》目的是「為進一步規範和保障海警機構履行職責，維護國家主權、安全和海洋權益，保護公民、法人和其他組織的合法權益，提供了有力法律保障」。⁶但實際的原因仍令國際間猜疑，本文整理分析各方的說法，歸納出中共當局制定《海警法》除了是要定位海警機構的職能、權限措施和保障監督，以確保海警維權執法的合法性之外，其主要的根源還是要落實中國國家主席習近平「依法治國」的政治宣示，同時也是強調對於其海洋主權的合法性。並且也利用主權維護的法律宣示來威懾周邊與其有主權爭議之國家，達到海洋主權爭議內政化的作用。同時亦有向美國執行「航行自由行動」表達抗議，試探新任拜登政府反應的可能性存在。

《海警法》最受國際矚目的內容，就是授權中國海警在外國船舶進入中國大陸管轄海域非法從事生產作業活動、不服從停船指令或拒絕海警登船檢查，並在警告無效後，可以使用各類武力，包括個人手持槍械，艦載機槍等，甚至是使用飛機搭載的武器。該法並明訂中國海警執法範圍包括中國的內海、領海、毗連區、經濟海域、大陸礁層以及其管轄的其他海域。⁷由此可見，《海警法》的實施開始引發國際社會的關注與鄰國的

⁶全國人大常委會表決通過海警法，人民網，下載於，

<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1689624473940749709&wfr=spider&for=pc>（2022年4月27日）。

⁷日中海洋對話 3日登場 對中共海警法的關切將成焦點，聯合報，下載於 <https://money.udn.com/money/story/5599/5224221>（2022年4月27日）。

不安，因為《海警法》除了授權使用武力外，其適用範圍的界定模糊，使得與中國大陸有領海主權爭議的國家感到擔憂。⁸面對各國的擔憂，中共當局除了對外表明《海警法》的立法是為了「明確海警機構的職能定位、權限措施和保障監督，確保海警維權執法、對外合作有法可依，有助於中國海警更好履行自身職責和國際條約項下的義務，維護有關海域的良好秩序」。⁹中國大陸外交部長王毅亦稱《海警法》是「中國國內立法單位的立法活動，不針對特定國家，完全符合國際法和國際實踐」。¹⁰但是如果中共當局制定《海警法》的動機與目的如此單純，為何會引發區域國家的緊張與憂慮，乃至於美國與日本均發表強硬的外交談話來要求中國說明立法動機（王信力，2021：25-27）。

四、海警法海上執法內容

《海警法》適用於中國大陸所管轄的海域，具有潛在的深遠意義。因為中共當局聲稱其擁有對南海島嶼和鄰近水域的主權，以及對「九段線」所涵蓋的相關水域、海床和底土的主權和管轄權。《海警法》關於海警海上執法的內容，主要有以下七點內容：

4.1 刑事案件的偵查

《公安機關海上執法工作規定》第4條規定，中國海警對海上發生且屬於公安機關管轄的刑事案件進行偵查。偵查權是依法進行的專門調查工作和依法採取強制性措施的權力的總稱。《海警法》第五章對海上犯罪偵查作了具體規定，其中第38條規定，中國海警機構辦理海上發生的刑事案件，依照《刑事訴訟法》和《海警法》有關規定行使偵查權，採取偵查措施和刑事強制措施。

中國海警在刑事訴訟中的基本職權，是依照法律對刑事案件進行立案、偵查、預審；決定、執行強制措施；對法定不構成刑事責任的則不予立案，對偵查終結後認為應當起訴的案件，要移送人民檢察院審查決定；對尚不夠刑事處罰的犯罪情節需行政處理的，依法給予處理。中國海警在對刑事案件進行偵查時，注重證據，注重調查研究，不親信口供，嚴禁刑訊逼供。中國海警辦理刑事案件，應當保障訴訟參與人依法享有的各項訴訟權力。中國海警在辦理刑事案件的過程中，依法向同級人民檢察院提請逮捕、移送起訴，必須嚴格遵守刑事案件辦案期限的規定。

4.2 調查處理行政案件

《海警法》第四章對海上執法作出具體規定，其中第23條規定，中國海警機構因調查海上違法行為的需要，有權向有關組織和個人收集、調取證據。第26條規定，對

⁸ BBC 中文，釣魚臺火藥味漸濃！中國《海警法》上路，界定模糊升高緊張情勢，風傳媒，下載於，<https://www.storm.mg/article/3512349?mode=whole>（2022年4月27日）。

⁹ 中國大陸外交部發言人汪文斌表示，中國海警是重要的國家行政執法力量。制定《中華人民共和國海警法》旨在明確海警機構的職能定位、許可權措施和保障監督，確保海警維權執法、對外合作有法可依，有助於中國海警更好履行自身職責和國際條約項下義務，維護海上良好秩序。制定海警法是中國全國人大正常的立法活動，草案有關內容符合國際慣例和各國實踐。中國大陸外交部：海警法草案有關內容符合國際慣例和各國實踐，新華網，下載於http://www.xinhuanet.com/world/2020-11/13/c_1126737254.htm（2022年4月27日）。

¹⁰ 日本共同社記者詢問中國大陸外交部長王毅，如何評價中國公佈《海警法》後，日本國內提升了對中國大陸的戒備感。王毅表示中國大陸頒布實施的《海警法》只是一項例行國內立法，不針對特定國家，完全符合國際法和國際實踐。王毅表示「實際上，包括日本在內很多國家早就制定和實施了類似法規」。參照王毅：海警法不針對任何國家 中日奧運會可合作，中央社，下載於<https://www.cna.com.tw/news/aopl/202103070114.aspx>（2022年4月27日）。

涉嫌違法正在接受調查處理的船舶，中國海警可以責令其暫停航行、作業，在指定地點停泊或者禁止其離港。必要時，中國海警可以將嫌疑船舶押解至指定地點接受調查處理。第 36 條規定，中國海警在進行行政執法調查或者檢查時，執法人員不得少於兩人，並應當主動出示執法證件表明身分。當事人或者其他有關人員有權要求執法人員出示執法證件。

公安機關海上執法工作規定明確規定，中國海警對海上發送的違反公安行政管理法律、法規、規章的行政案件進行調查處理，中國海警辦理行政案件的過程中必須遵循合法、公正、公開、及時的辦案原則，充分尊重和保障人權，保障公民的人格尊嚴。因此，凡是發生在中國大陸管轄海域內的違法案件，只要是由公安機關負責處理的，全部由中國海警行使調查處理權。

4.3 刑事行政強制權

《海警法》第 23 條規定，中國海警對違反海上治安、海關、海洋資源開發利用、海洋生態環境保護、海洋漁業管理等法律、法規、規章的組織和個人，依法實施包括限制人身自由在內的行政處罰、行政強制或者法律、法規規定的其他措施。《海警法》第 32 條規定，中國海警實施行政強制措施前，執法人員應當向本單位負責人報告並經批准。情況緊急，需要在海上當場實施行政強制措施的，應當在 24 小時內向本單位負責人報告，抵岸後及時補辦批准手續。因不可抗力無法在 24 小時內向本單位負責人報告的，應當在不可抗力影響消除後 24 小時內向本單位負責人報告。中國海警負責人認為不應當採取行政強制措施的，應當立即解除。

在辦理海上違法犯罪案件的過程中，中國海警有權對違反行政管理法規或者涉嫌犯罪的人員，以及與違反犯罪行為有關的物品，採取登臨船舶、檢驗檢查、執行逮捕、扣留等措施。中國海警有權按照《公安機關辦理刑事案件程序規定》第 74 條規定，行使刑事、行使強制權以及法律、法規規定由公安機關行使的其他職權。例如，海警根據案件情況對需要拘傳的犯罪嫌疑人，或者經過傳喚沒有正當理由不到案的犯罪嫌疑人，可以拘傳到其所在市、縣內的指定地點進行詢問。因此，中國海警辦理治安案件或者刑事案件，對依法決定行政拘留的違法行為人或者決定刑事拘留、批准逮捕的犯罪嫌疑人，分別送所在地縣、市、區拘留所或者看守所執行。

4.4 毗連區內管制權

《海警法》第 28 條規定，為預防、制止和懲治在陸地領土、內水或者領海內違反有關安全、海關、財政、衛生或者入境出境管理法律、法規的行為，海警機構有權在毗連區行使管制權，依法實施行政強制措施或者法律、法規規定的其他措施。《領海及毗連區法》第 13 條規定，中國海警有權在毗連區範圍內，以防止和懲處違反有關安全、海關、財政、衛生或者入境、出境管理的法律、法規的行為為目的行使管制權。根據公安機關海上執法工作規定，為防止和懲處在陸地領土、內水、領海內從事危害安全、走私、偷越國（邊）境等違法犯罪行為，海警在毗連區內行使管制權。

4.5 警械武器使用權

《海警法》的一個顯著特點是明確規定警械和武器的使用制度，並在第六章對此作出專門規定。

首先，《海警法》第 46 條規定，有下列情形之一，海警機構工作人員可以使用警械或者現場的其他裝備、工具：（一）依法登臨、檢查、攔截、緊追船舶時，需要迫使船舶停止航行的；（二）依法強制驅離、強制拖離船舶的；（三）依法執行職務過程中遭遇阻礙、妨害的；（四）需要現場制止違法犯罪行為的其他情形。」

其次，《海警法》第 47 條規定，有下列情形之一，經警告無效的，海警機構工作人員可以使用手持武器：（一）有證據表明船舶載有犯罪嫌疑人或者非法載運武器、彈藥、國家秘密資料、毒品等物品，拒不服從停船指令的；（二）外國船舶進入中國大陸管轄海域非法從事生產作業活動，拒不服從停船指令或者以其他方式拒絕接受登臨、檢查，使用其他措施不足以制止違法行為的。

最終，《海警法》第 48 條規定，有下列情形之一，海警機構工作人員除可以使用手持武器外，還可以使用艦載或者機載武器：（一）執行海上反恐怖任務的；（二）處置海上嚴重暴力事件的；（三）執法船舶、航空器受到武器或者其他危險方式攻擊的。第 49 條規定，海警機構工作人員依法使用武器，來不及警告或者警告後可能導致更為嚴重危害後果的，可以直接使用武器。

另外，海警及時有效地制止違法犯罪行為，可以依照《中華人民共和國人民警察使用警械和武器條例》的規定，使用警械和武器。這裡所指的警械和武器，根據人民警察使用警械和武器條例的規定，包括高壓水槍、腳鐐、特種防暴槍、警棍、手銬、催淚彈、警繩等警用器械和槍支、彈藥等致命性警用武器。

4.6 盤問檢查權

《海警法》第 23 條規定，中國海警為維護海上治安秩序，對有違法犯罪嫌疑的人員進行當場盤問、檢查或者繼續盤問的，依照《人民警察法》有關規定執行。《海警法》第 68 條規定，海警機構詢問、訊問、繼續盤問、辨認違法犯罪嫌疑人以及對違法犯罪嫌疑人進行安全檢查、資訊採集等執法活動，應當在辦案場所進行。緊急情況下必須在現場進行詢問、訊問或者有其他不宜在辦案場所進行詢問、訊問的情形除外。另外，根據《公安機關海上執法工作規定》第 8 條，對有違法犯罪的嫌疑的人員，中國海警可以依照人民警察法和公安機關適用繼續盤問規定，行使當場盤問、檢查權和繼續盤問全。對於海上發現的有違法犯罪嫌疑的人員，中國海警可以依法行使「當場盤問」、「檢查權」和「繼續盤問權」。再根據《人民警察法》第 9 條規定，中國海警在執法執勤的過程中，發現有違法犯罪嫌疑的人員，出示相應證件後，可當場盤問、檢查。

可見，中國海警在海上執法過程中，對有違法犯罪嫌疑的海上人員進行當場盤問、檢查後，發現其確實具有法定犯罪情形時，決定將犯罪嫌疑人帶至岸上機關繼續盤問的措施。需注意的是，在適用該措施時，必須以依法、公正、及時、文明、安全為前提，同時還應保證適用對象準確、程序正當、處理適當等（高潔如，2008：34-37）。

4.7 緊追權

《海警法》第 18 條規定，中國海警執行海上安全保衛任務，可以對在我國管轄海域航行、停泊、作業的船舶依法登臨、檢查。中國海警登臨、檢查船舶，應當實施明確的指令要求被檢查船舶停船接受檢查。被檢查船舶應當按照指令停船接受檢查，並提供必要的便利；拒不配合檢查的，中國海警可以強制檢查；現場逃跑的，中國海警有權採

取必要的措施進行攔截、緊追。另外，根據《公安機關海上執法工作規定》第7條，中國海警有權對違反公安行政管理法律、法規或者涉嫌犯罪的外國船舶實施緊追。

五、中國海警海上執法的問題

從立法層面來看，《海警法》彌補中國大陸涉海領域刑事立法空白，規範中國海警海上執法的行為。但是在執法層面上，如何落實這些規定，破解海警機構在執法中可能出現的有案不立、有案難移、以罰代刑等問題，增強嚇阻涉海犯罪活動實效，提升人民群眾安全感，助力打造藍色經濟生態圈，合力維護海洋和平安寧，這是十分重要的課題（唐剛，2021：24）。

5.1 屬性問題

由於中國海警在性質方面具有一定的特殊性，編制是屬於「中國人民武裝警察部隊」（簡稱武警部隊），而武警部隊又直屬於「中央軍事委員會」，雖非中國人民解放軍，但也非公安部、國家安全部或司法部等部門所屬之「人民警察」性質，而是「準軍事單位」，具備對外維權和對內執法雙重的屬性，是現役制的武警部隊，同時也是公安行政執法力量。

1982年6月，中國人民武裝警察部隊成立，承擔著中國大陸內部安全的保衛任務，同事受國務院、中央軍事委員會「雙重領導」的單位，包括三大類八個警種組成（閔光玉，2008：188-193），其中包括列入武警序列的由公安部門管理的部隊，即邊防、消防、警衛部隊。具體而言，中國海警首先應當具備警察屬性，屬於國內警察執法力量。作為國內警察執法力量，首先可以對需要採取強制措施的違法人員採取強制措施，甚至使用武器。其次，作為國內執法力量，除承擔護漁護航任務外，中國海警還承擔嚇阻走私和恐怖主義等犯罪活動，對重大海上活動的進行安保、海洋執法和漁業執法等任務。

但是，由於海上執法的涉外性和複雜性，決定了中國海警不同於一般陸上警察。一是執法範圍具有擴大性，中國海警可以對管轄海域外（如公海）的有關事項行使管轄權。二是執法地域主要在海洋上，因此中國海警在技術和武器裝備保障上要明顯高於一般陸上警察，如巡航船隻的建造就需要特別的技術，海洋上的通信、追蹤也需要專業性的通信設備。三是由於航海的專業性和執法規範化的要求，中國海警的人員構成、紀律要求等都高於一般陸上警察。四是在執法依據上，中國海警在執法依據上可以遵循包括《聯合國海洋法公約》在內的國際法，而陸上警察在執法依據上所遵循的多為《治安管理處罰法》。

基於上述原因，中國海警具備軍事化的力量，這不僅是與各國準軍事化的海上執法力量相對接的需要，更是應對中國大陸複雜嚴峻的海上形勢所必需（詹江，2012：29）。中國海警在管轄海域以及國際海洋法所規定可以行使執法權利的其他海域進行執法活動時應當突出其警察屬性，但是作為一個國家的海上警察執法機關，平時負責海上執法，維護海上安全和秩序；在爭議時，負責進行巡航，維護海洋主權，這時就會突出其準軍事化屬性。

5.2 執法內容

5.2.1 具體任務不明確

2007 年的《公安機關海上執法工作規定》第 4 條規定，明文確立公安邊防海警在內水、領海、毗連區、專屬經濟區和大陸礁層等管轄海域內承擔海上執法任務，負責辦理海上治安案件和刑事案件。

2018 年，中國海警轉隸武警部門，然而作為中國大陸行使海上執法重要機關，《海警法》規定的具體任務仍處在原則性說明的標準，需要進一步細化海警海上執法行使範圍，對不同管轄海域的職權作出更明確的規定。例如在領海內，由於領海是國家行使主權的海域範圍，海警享有完全的行政執法權；在毗連區內僅對違反其海關、財政、移民和衛生規定的行為行使管轄權。在專屬經濟區內對勘探、開發和養護海床等享有管轄權；在公海領域，則對海盜、販賣奴隸和販賣毒品等國際犯罪享有管轄權。

5.2.2 權力邊界模糊

目前，中國海警享有海上執法主體資格，在行使法律規定的有關行政機關相應執法職權時，屬於全國人大授權的海上執法，但應僅限於海洋維權領域的執法任務。但全國人大關於中國海警的執法權力明確程度不足，尤其是與海上刑事執法權之間的界限，對於具體事項還未有明確的規定，各項權力標準界限的模糊容易導致權力濫用。目前在執法中缺乏系統而具體的管理體制和實施方案，各部門不能有效地銜接，會使執法陷入停滯狀態。例如中國海軍、中國海事局和中國海關也擁有相應的海上執法權，與中國海警在執法權內會存在職能交叉部分，這種職能交叉大大浪費執法資源，這就需要對海警職權進一步界定和劃分，明確相關執法部門的職責分工（段窮、曲亞囡，2019：671）。

5.2.3 緊追權行使不明確

緊追權是《聯合國海洋法公約》第 111 條所規定的嚇阻違法犯罪、維護國家海洋權益的重要執法權力。不過，規範緊追權有一定行使的範圍及界限，例如：沿海國主管當局有充分理由認為外國船舶違反該國法律和規章時，可對該外國船舶進行緊追。此項追逐須在外國船舶或其小艇之一在追逐國的內水、群島水域、領海或毗連區內時開始，而且只有追逐未曾中斷，才可在領海或毗連區外繼續進行。當外國船舶在領海或毗連區內接獲停駛命令時，發出命令的船舶並無必要也在領海或毗連區內。如果外國船舶是在第 33 條所規定的毗連區內，追逐只有在設立該區所保護的權利遭到侵犯的情形下才可進行。另外，對於在專屬經濟區內或大陸礁層上，包括大陸礁層上設施周圍的安全地帶內，違反沿海國按照本公約適用於專屬經濟區或大陸礁層包括這種安全地帶的法律和規章的行為，應比照適用緊追權。緊追權在被追逐的船舶駛入其本國領海或第三國領海時立即終止。

5.3 武力使用

海上執法與內陸執法不同，在海上執法的方式與限度受國際法調整，然而《聯合國海洋法公約》並沒有任何關於當局使用武器的規定（Shearer Ivan, 1998：440）。使用武力作為國際上通行的海上執法手段，突出海上警察權的強制力。然而，大量海上執法案例表明，因使用武力不當或者濫用，會造成船毀人傷(亡)的嚴重後果，亦會引起國際社會的廣泛關注，必須予以法律規制，尤其是在發生「新星號」、「廣大興 28 號」、「魯煙遠漁 010 號」等事件。實踐中，中國海警機關工作人員不僅需要考慮國內法律法規規定的權限範圍和執法限度，還需要根據國際法的規定，判定武力實施程度，尤其是

在爭議海域執法，不當武力使用會加劇緊張局勢而導致承擔國際法律責任。在有爭議海域進行執法時使用武力有可能被認為是激化爭端。因此，應在爭議海域儘量避免使用武力（曹海甯、張彩鳳，2018：68-74）。

中國海警在行使海上執法權過程中，實施緊迫權、登臨權等強制措施，同樣也需要使用武力。由於海上執法與陸上執法不同，而中國大陸現行法律法規對海警在海上執法中的特殊情況沒有明確闡明，在執法過程中對武力使用範圍等問題尚不清晰，對於緊迫、登臨等不存在於陸上執法程序中的權力沒有特殊規定，存在海警執法主體地位界定不明確、武力使用程序不完善等缺陷，這都阻礙中國大陸海上執法活動的有效展開。中國海警在面對諸如保護漁民活動、宣示主權行動和嚇阻海盜行為等情況時仍缺乏有力的保障。

雖然中國大陸已經制定有關中國海警職權的規定，但是很多具體的實施細則尚未落實，如裝備的配備標準、執法模式和執法權的實現路徑，以及武力使用的相關規定等，尤其在武力使用方面，沒有法律依據使用武力會導致國際的衝突與爭端。例如 2016 年 11 月，韓國海岸警衛隊發布了《武器使用手冊》，以回應中國漁船對韓國海岸警衛隊執法活動的有時暴力抵抗（Lee Ki Beom，2018：1）。

從《海警法》相關條文內容來看，當外國船違法進入大陸領海，海警局可強制驅趕或進行調查；若發生外國船隻在大陸管轄海域違法活動，且不遵從海警局要求停船的命令等情況，海警可動用武器。由此可以看出《海警法》是在彌補海警單位海上維權執法的規範，雖然內容提及可以驅離他國船隻，或必要時以武器攻擊，其實未脫離一般國家關於海岸防衛隊的規範（沈明室，2020：21）。正如中國大陸外交部發言人汪文斌所言，中國海警是重要的國家行政執法力量。制定《海警法》主要在明確海警機構職能定位、權限措施和保障監督，確保海警維權執法、對外合作有法可依，有助於海警履行自身職責，維護海上秩序。¹¹

5.4 區域衝突問題

5.4.1 加大軍備競賽

目前中國海警的規模和實力不斷增強且日益軍事化，尤其是在 2018 年將海警的控制權從國務院移交給中央軍事委員會，使其與中國人民解放軍的等級相當，被視為準軍事執法部隊（蔡宜庭，2021：3）。另外，中國海軍已經將一些艦艇移轉到中國海警，而且有不少船隻配備與許多軍艦上相同的武裝設備，但其作戰能力幾乎可以和大多數亞洲海軍相抗衡，被認為是世界上最強大的海岸警衛隊。這對於一貫主張航行自由的美國軍艦而言，中國海警船隻沒有能力與美國軍艦抗衡，但是對於無武裝的其他國家情報船或海洋調查船，中國海警船隻就能發揮重要的功能（沈明室，2020：22）。由於中國海警的規模和實力，其他國家將被迫派遣海軍艦艇與之進行競爭，而這種軍備競賽將增加區域武裝衝突的風險。除了東亞的海軍建設，該地區海上安全領域最近的一個顯著趨勢是國家海岸警衛隊的職能和作用的擴大。由於需要保護和監管海上管轄權以及應對海上

¹¹ 中國大陸外交部回應『中華人民共和國海警法』（草案）公佈：是正常立法活動，新浪網，下載於 <https://news.sina.com.tw/article/20201113/36873638.html>（2022 年 4 月 27 日）。

爭端，海岸警衛隊是各國捍衛近海主張和保護其海上利益和資源的主要工具，東亞國家已經對其海岸警衛隊進行大量的能力建設（Kim Suk Kyoon，2018：1）。

5.4.2 推升區域緊張情勢

《海警法》作為中國海警海上執法的依據，將會更為大膽的動用武力。若是中國周邊具有主權爭議的海域諸如東海、南海，都可能產生更多的衝突與對峙發生（許峻賓，2021）。自《海警法》實施之後，日本、越南、菲律賓等國家產生強烈的危機感，尤其擔憂中國海警的海上執法，因為這些國家長期以來都宣稱對中國大陸周邊海域擁有主權，此種危機感可能會使各國強化執法的強度，而與中國海警產生衝突，進而推高區域的安全形勢，讓東海、南海的情勢更加的緊張（王信力，2021：36）。

5.4.3 加劇臺海危機

過去，中國大陸漁船或是挖砂船在我國金門、馬祖及澎湖近海域，從事各種非法作業，我國都是派遣海巡單位船隻進行驅離或抓捕，依法律沒收船隻或罰款。在《海警法》實施之後，中國海警在海上執法會更積極，尤其是在釣魚臺海域、臺海中線附近海域。再者，不排除中共當局會利用海警船進行威嚇性或是懲罰性的維權行動，故意製造海上維權的衝突。在未來可見的將來，《海警法》實施後已經無可避免對兩岸形勢造成影響（王信力，2021：44），甚至將引發新的臺海危機。

六、結論

《海警法》實施之後受到各國關注，尤其是且選擇在美國拜登總統甫上任時推出，時機頗耐人尋味，也讓海上鄰國感到憂心。由於《海警法》授權中國海警得以依相關規定條件與程序進行海上執法工作，其中包括得以使用手持警械與武器、艦載或機載武器，這使中國海警將有依法、正當執行海域安全維護與海洋資源保護的依據，並會更為大膽的動用武力。雖然中共當局不斷聲稱《海警法》符合國際法和習慣作法，然而，《海警法》在一些關鍵之處的規定卻有欠明確，卻保持模糊空間。未來，中國海警會在東海、南海和臺灣海峽引來什麼樣的海上執法問題，值得後續持續觀察。

七、國防領域之應用

檢視我國《海岸巡防法》規定，海巡機關人員得視同《刑事訴訟法》所稱之司法警察官或司法警察，並得依《海岸巡防法》第 13 條及《海岸巡防機關器械使用條例》使用器械。但是我國海巡機關多與其他國家一樣，是屬於國內秩序維護性質，一旦與中國海警有所紛爭，我國應對之行為準則應有所調整。目前臺海情勢緊張之際，尤其是最近解放軍動作頻頻，除了軍機擾臺外，海上的侵擾也不可忽視。未來若中國海警藉由海上執法在臺灣海峽、東海或南海不斷生事，甚至與我國海巡機關乃至於海軍發生衝突。我國海巡機關或海軍在不得已強行下必須使用武力時，應該如何因應，避免引發臺海危機。因此，我國海洋委員會、陸委會以及國防部，均有必要針對相關之海洋法律規範進行檢視，提出相應採取因應對策，以確保我國海洋安全與海洋權益之維護。

參考文獻

中文部分

- 王信力，2021。巨龍鬧海？：中共《海警法》施行對東亞安全形勢的影響，後備半年刊，第 103 期，23-46。
- 王聰，2021。《中華人民共和國海警法》的立法邏輯分析，法制與社會，第 14 期，173-174。
- 王少宇，2016。從五龍鬧海到中國海警局，文史博覽（理論），第 9 期，40-42。
- 北京商報，2020 年 4 月 19 日。
- 李衛海，2022。《中華人民共和國海警法》的時代精神與立法重點問題，中國海洋大學學報，第 1 期，13-15。
- 李春，2005。析我國當前走私犯罪，雲南警官學院學報，第 4 期，63-66。
- 沈明室，2020。中國大陸《海警法》《海警法》及《國防法》修訂對兩岸及區域安全之影響，展望與探索，第 12 期，16-23。
- 何明遠、高文廣，2019。新時代推進海警建設發展的思考，國防，第 1 期，62-65。
- 房軍，2008。關於海關知識產權犯罪管轄權問題的思考，遼寧警專學報，第 6 期，33-35。
- 周成渝，2007。中國大陸《公安機關海上執法工作規定》簡評，展望與探索，第 12 期，109-116。
- 高潔如，2008。論盤查制度的立法完善，北京政法職業學院學報，第 1 期，34-37。
- 段窮、曲亞囡，2019。中國海警海上行政執法權問題研究，瀋陽農業大學學報（社會科學版），第 21 卷第 6 期，669-674。
- 唐剛，2021。海警機構行政執法與刑事司法銜接的問題及對策，湖北警官學院學報，第 34 卷第 4 期，24-34。
- 唐剛，2021。《中華人民共和國海警法》的立法評析與實施展望，政法學刊，第 38 卷第 3 期，119-128。
- 陳鵬，2013。美國海岸警衛隊對中國海警發展的借鑒意義，公安海警學院學報，第 12 卷第 2 期，60-62。
- 國務院，2013。國務院機構改革和職能轉變方案，中國機構改革與管理，第 4 期，6-9。
- 張保平，2021。《海警法》的制定及其特色與創新，邊界與海洋研究，第 6 卷第 2 期，5-23。
- 曹文安，2006。論留置及其與強制到案措施之整合，中國人民公安大學學報，第 3 期，122-128。
- 曹海甯、張彩鳳，我國海上執法武力使用的法律問題研究，中國人民公安大學學報（社會科學版），2018 年，第 34 期，68-74。
- 閔光玉，2008。武警部隊立法問題探析，河北法學，2008 年，第 2 期，188-193。
- 單曉蒙，2013。我國海岸警衛法律制度創設探討，學理論，第 28 期，146-147。
- 楊麗美、郝潔，2021。《中華人民共和國海警法》視野下中國海警局法律制度釋評，中國海商法研究，第 32 卷第 4 期，71-79。
- 詹江，2012。論中國海警海上執法權，湖南師範大學碩士論文。

- 劉賜貴，2012。建設中國特色海洋強國，光明日報，2012年11月26日，第13版。
- 趙新爽，2018。海軍配合海警維權問題研究，公安海警學院學報，第17卷第1期，26-35。
- 蔡先鳳，2004。海洋環境行政執法若干問題研究，寧波大學學報（人文科學版），第03期，18-23。
- 韓永，2012。五龍鬧海何時休，山西青年，第12期，44-45。

英文部分

- Ivan Shearer,1998：*International Law Studies*,Volume 71.
- David Rosenberg & Christopher Chung,2015.Maritime Security in the South China Sea: Coordinating Coastal and User State Priorities. From:
<http://dx.doi.org/10.1080/00908320490508859>(retrieved on April 27, 2022)
- Timothy Choi,2019.Sea Control by Other Means: Norwegian Coast Guard Operations Under International Maritime Law,Ocean Development & International Law. From:
<https://doi.org/10.1080/00908320.2019.1636501>(retrieved on April 27, 2022)
- R.L.Castaneda,C.Condit, B.Wilson,2016.Legal Authorities for Maritime Law Enforcement, Safety, and Environmental Protection Maritime Security. From:
<http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-803672-3.00014-5> (retrieved on April 27, 2022)
- Suk Kyoong Kim,2018.The Expansion of and Changes to the National Coast Guards in East Asia. From: <https://doi.org/10.1080/00908320.2018.150248> (retrieved on April 27, 2022)
- Ki Beom Lee,2018. The Korea Coast Guard's Use of Force Against Chinese Fishing Vessels: A Note. From: <https://doi.org/10.1080/00908320.2018.1443416> (retrieved on April 27, 2022)
- Suk Kyoong Kim,2018.1The Expansion of and Changes to the National Coast Guards in East Asia. From: <https://doi.org/10.1080/00908320.2018.1502488> (retrieved on April 27, 2022)

植基於倒傳遞類神經網路之空間域數位影像藏密分析方法

劉興漢 楊顯豪* 周世淵

國防大學資訊管理學系

論文編號：NM-42-02-03

來稿 2022 年 3 月 7 日→第一次修訂 2022 年 3 月 25 日→第二次修訂 2022 年 3 月 30 日→

同意刊登 2022 年 4 月 13 日

摘要

目前藏密分析技術之發展，仍以人為選取藏密特徵為主。但以人為方式選取適當的藏密特徵，並不是件容易的事，同時也可能因為所採用的藏密演算法不同或更動，造成所選取的藏密特徵不再適用，而無法有效偵測。因此，考量人為選取之藏密特徵無法針對個別影像進行調整，本研究探討由演算法自動選取適當特徵並透過機器學習進行藏密偵測之可行性。目標在於利用機器學習將特徵選取及分類整合至同一個架構，並自動從大量的特徵數據中進行訓練與學習。依據此目標，提出了一套植基於倒傳遞類神經網路機器學習架構之空間域數位影像藏密分析方法，能有效偵測以空間域為基礎的藏密技術。並透過繁複實驗測試，證明本分析方法可達到更高之偵測正確率(96.6%)，值得將其應用於資訊安全領域中。

關鍵詞：機器學習、藏密分析、特徵選取

* 聯絡作者：楊顯豪 email: franky051205@gmail.com

A Steganalysis Method Based on the Back Propagation Neural Network for Digital Images in the Spatial Domain

Liu, Hsing-Han Yang, Chuan-Hao* Chou, Shih-Yuan

Department of Information Management, National Defense University, Taiwan, R.O.C.

Abstract

The development of steganalysis techniques nowadays is mainly based on manual stego feature selection. However, selecting appropriate stego features manually is not an easy task. Besides, it is also possible that the selected stego features are no longer applicable because the adopted steganography algorithms have been different or modified. In such a situation, effective detection is not guaranteed. Therefore, considering the fact that the manually-selected stego features are not capable of being adjusted to fit the condition of each individual image, this research investigated the feasibility of utilizing an algorithm to automatically select appropriate features and applying the machine learning technique to performing stego detection. The main objective is to use the machine learning technique to integrate feature collection and classification in the same framework, and to automatically complete the training and learning processes among a massive amount of feature data. To achieve such an objective, this research proposed a spatial domain digital image steganalysis (SDDIS) method base on a machine learning technique, namely, the back propagation neural network, to effectively detect the spatial domain-based stego techniques. Various experimental tests have verified that the proposed method can achieve a higher detection accuracy (96.6%) and is worth applying to the field of information security.

Keywords: Machine Learning, Steganalysis, Feature Selection.

* Corresponding Author Email: franky051205@gmail.com

一、緒論

1.1 前言

電腦科技的發展為生活及工作帶來了便利與效率，但隨之產生更多以往沒有的問題。現今許多資料都在網際網路上傳遞與交流，但使用者的不良習慣或系統的缺陷，將助長有心或不法人士藉此機會，進而竊取個人或組織的機密(敏)資訊，所造成的損失將難以估計。為了避免此類問題肇生及保護重要的機密(敏)資訊，可應用密碼學(Cryptography)的資料加密技術，進而保護其機密性(Confidentiality)(Barr, 2002)。然而加密的過程將會使資料出現亂碼，這也成為有心人士判斷資料重要性的指標之一，並可針對此徵兆來進行破解或破壞，造成另一項資安問題。而資訊隱藏(Information Hiding)技術將可以降低與解決此類問題。

資訊隱藏技術主要可將機密(敏)資訊嵌入特定媒體中，產生出包含機密(敏)資訊的影像或聲音等載體(Carrier)，大幅降低有心人士察覺機密(敏)資料存在的機率，進而防止遭到破壞或竊取。近幾年資訊隱藏領域依運用之目的不同，大致可區分為兩種重要類型的技術。第一種是數位浮水印技術(Watermarking)，是為了確保影像完整性所發展的技術，在不影響原載體完整性的前提下，進而達到確保智慧財產權的目的；第二種是影像藏密技術(Steganography)，是把傳遞的秘密資訊嵌入載體，藉以降低第三者的察覺，而合法接收者取得藏密載體後，可依反藏密程序將秘密資訊恢復。藏密技術須具備不可察覺性(Imperceptibility)及高資訊負載(Payload)等特性。不可察覺性是指被藏密影像不可輕易地被人眼察覺到失真，而高資訊負載是可滿足傳輸大量秘密資訊之需求。前述兩種資訊影藏技術中，影像藏密技術為本研究探討之重點，而後續所開發之藏密分析方法，是用來有效判別影像中是否有運用藏密技術加入秘密資訊。

根據 Boroumand 等 3 位學者於 2018 年的研究發表說明，目前藏密分析技術的發展，主要以人為選取藏密特徵為主，再搭配機器學習的分類器為輔，以建立藏密分析模型進行偵測。但若採取的藏密演算法改變，會對藏密模型的偵測效果造成影響(Boroumand, 2018)。由此可知，人為選取藏密特徵的做法，難以適應個別影像特性的差異，而會影響藏密偵測的正確率。為了改善這個情形，本研究提出一套機制，能自動對不同影像提取適當特徵值，來因應不同偵測目標影像特性的差異，以提供較佳的藏密偵測正確率。

1.2 研究目的

資訊隱藏技術雖可以用來確保資訊於傳遞過程中的安全性，然而，另一方面而言，秘密資訊的傳遞，也很可能被應用在危害國防與國家安全的行動中。因此，如何針對目前利用影像進行藏密之技術來開發分析方法，有效進行藏密偵測，以達到早期預警並進而確保國防與國家的安全，便顯得非常重要。另外，藏密分析方法也可運用於評估現有藏密技術對於偵測攻擊的抵抗力，對於藏密技術的發展也有所助益。目前藏密分析技術之發展，仍以人為選取藏密特徵為主，但以人為方式來選取適當的藏密特徵並不容易，另外也可能因為藏密演算法不同或更動，而造成所選取的特徵不再適用，而無法有效偵測。因此，有鑑於人為選取藏密特徵的偵測效果並不理想，本研究將探討是否能運用一套機制來適時自動調整特徵選取方式，以提升藏密偵測之效能。此外，可運用機器學習

的技術，將特徵選取及分類整合至同一個架構，並自動從大量的特徵數據中進行訓練與學習。

根據上述情形，本研究目的是提出一套植基於機器學習架構之空間域數位影像藏密分析方法，期能跳脫原本以人為固定方式選取特徵值的做法，而將能適應不同影像之特性，達到自動選取適當特徵值之功能，以有效偵測以空間域為基礎的藏密技術。另外，常見的藏密技術還包含頻率域技術，然因領域與特徵值擷取技術均不同，故本研究將僅針對空間域技術做探討。

二、文獻探討

本研究主要著重於開發一套可針對不同影像進行適應性特徵選取的藏密分析方法，可針對空間域影像藏密技術進行偵測。由於灰階影像的資料量較彩色影像低，較適合做為分析之樣本，故本研究將運用灰階影像來進行各種測試，然而所開發之方法同樣可以運用於彩色影像之藏密分析。於藏密技術的使用上，將以兩項性能優異之空間域藏密技術為主，分別為 Khodaei 等 2 位學者(2012)所提出結合「最低有效位元(Least-Significant-Bit, LSB)取代法」與「像素差值(Pixel-Value Differencing, PVD)藏密法」之新式藏密技術(簡稱為新式 LSB/PVD 藏密技術)，以及 Shen 等 2 位學者(2015)所提出結合「改良式修正方向利用法(Improved Exploiting Modification Direction, IEMD)」與「PVD 藏密法」之藏密技術(簡稱 IEMD/PVD 藏密技術)。後續將簡單介紹前述兩項影像藏密技術、藏密分析技術、機器學習理論，以及機器學習理論在藏密分析上之應用。於機器學習理論的介紹中，亦會針對本研究藏密分析所運用的類神經網路結構設計進行說明。

2.1 藏密技術概論

一般而言，為了能夠在影像中藏入大量資訊，並同時能保持影像品質，會利用影像中最低有效位元像素來進行藏密，此種方法稱為最低有效位元(LSB)取代法。但相對的，如果藏密的位元太多則將會使影像失真。Wu 和 Tsai 兩位學者於 2003 年指出，影像中包含了平滑區域(Smooth Areas)與邊緣區域(Edged Areas)，而當邊緣區域(相較於平滑區域)的像素值變化時，將較不容易被人眼察覺。他們並進一步利用此原理，提出了相鄰像素差值(PVD)藏密法(Wu and Tsai, 2003)。

Khodaei 等 2 位學者於 2012 年基於 Wu 與 Tsai 之研究成果，提出了新式 LSB/PVD 藏密技術。此技術之特點在於它的適應性資訊藏密方式，是以 LSB 取代法和 PVD 藏密法兩者結合為基礎。於藏密過程中，它將載體影像(Cover Image)分割為含有 3 個連續像素之區塊，並以每個區塊的中間像素做為基本像素，再藉由 LSB 取代和最佳化像素調整程序(Optimal Pixel Adjustment Process, OPAP)，將資訊隱藏於基本像素中。後續，再藉由計算區塊中基本像素和其他像素間的差值，來確定可藏入之資訊量(針對此部分，可參考事先定義之像素差值範圍區間表來做判斷。該表將顯示不同範圍區間可藏入資訊之位元數)。新式 LSB/PVD 藏密技術的步驟如圖 1 所示。

Shen 與 Huang 兩位學者於 2015 年以修正方向利用法(Exploiting Modification Direction, EMD)與 PVD 藏密法為基礎，提出了一種結合改良式 EMD(Improved EMD，縮寫為 IEMD)與 PVD 藏密法之技術(整體簡稱為 IEMD/PVD 藏密技術)。此藏密技術主

要是藉由希爾伯特曲線(Hilbert Curve)將載體影像轉換成一維，接續將其區分為具有 1×2 個連續像素且互不重疊之區塊，並依 PVD 藏密法計算每個像素區塊之藏密量，像素差值較大的區塊將可藏入較多秘密資訊。此技術可以避免溢位與影像失真問題，並具備較高的峰值訊號雜訊比(Peak Signal-to-Noise Ratio, PSNR)值。(資訊隱藏的關鍵因素定義如表 1 所示)

表 1 資訊隱藏的關鍵因素

關鍵因素	定義
強健性(Robustness)	藏密影像遭受數位訊號處理攻擊後，其品質仍在可接受的範圍內，且其藏密訊息仍可順利取出。
隱蔽性(Imperceptibility)	欲藏入之秘密訊息嵌入後，藏密影像與載體影像的差異性，必須讓人無法使用肉眼進行辨識，也就是對藏密影像品質有基本的要求。
位元錯誤率(Bit Error Rate)	數位傳輸過程中，發生錯誤之位元數除以傳輸位元總數之比率。一般用來評估通訊系統之效能，通常通道雜訊越大，位元錯誤率會越高。
均方差(Mean Square Error)	評估藏密影像常用的方式。所計算的均方差值越小，表示載體影像與藏密影像之間的差異越少，也代表藏密影像的品質越好。
峰值訊號雜訊比(Peak Signal-to-Noise Ratio)	在影像壓縮與影像藏密等相關領域中，影像品質的測量方法。利用影像像素的最大值與影像中雜訊的比值作為評估的標準，當計算出來的比值越大，表示藏密影像與載體影像越接近，也代表藏密影像品質越好。

(資料來源：本研究)

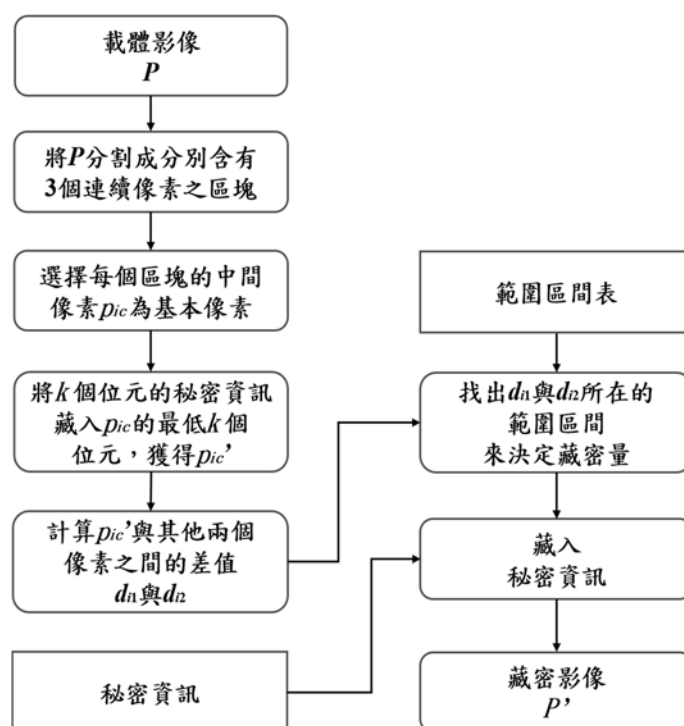


圖 1 新式 LSB/PVD 藏密技術流程圖

(資料來源：Khodaei and Faez., 2012)

2.2 藏密分析技術

2.2.1 藏密分析技術發展

在 1998 年的 IHW(Information Hiding Workshop)會議中，Johnson 與 Jajodia 兩位學者首次提出，可透過觀察影像藏密後所產生的特徵差異，來有效達到分析偵測的目的 (Johnson and Jajodia, 1998)。而隨著各類藏密演算法不同，所產生的特徵也不相同，目前大致可依技術區分為特定嵌入型偵測(Specific Embedding Steganalysis)與通用盲目型偵測(Universal Blind Steganalysis)兩大類。

2.2.2 藏密分析技術種類

a) 特定嵌入型偵測：

此類技術之偵測原理是針對特定藏密技術，藉由分析特徵值方式達到偵測效果。因為此方式有其針對性，故僅能在符合類型之藏密技術上有較佳的偵測正確率，若偵測不同類型藏密技術則無法發揮功效。

b) 通用盲目型偵測：

此類偵測技術不限定偵測特定藏密方式。其原理是透過分類器蒐集大量圖片，將未藏密影像及有藏密影像加以分類並萃取特徵值，接著透過訓練分類器的方式產生特徵值資料庫，再利用這些資料庫的資料來分析判斷影像是否嵌入訊息。其優、缺點正好與特定嵌入型偵測相反。因偵測過程需仰賴特徵值資料庫，因此資料庫的資料量與類型等是否完整，均為偵測率好壞之關鍵因素。

2.3 機器學習

多年來，人工智慧領域礙於電腦運算效能的限制，相關技術與應用一直無法有效發展，直到機器學習的萌芽，才使得它有了突破的可能性。機器學習是透過經驗讓電腦自動學習的一種演算法，首先從資料中分析出規律，再運用這些規律來做預測。現今機器學習也常被應用在各種領域，例如：影像辨識、資料探勘、自然語言處理及證卷市場分析等。

McCulloch 與 Pitts 兩位學者(1943)，提出了結合邏輯數學及神經生理學的神經元模型，並由 Rosenblatt 學者(1958)將其進一步發展，提出了感知器架構，可以模擬生物感知與學習能力，使類神經網路研究開始有不同形態的發展與研究。其中，Rumelhart 等學者(1986)提出倒傳遞類神經網路，其架構屬於多層感知器(Multi-Layer Perception, MLP)或前饋式類神經網路(Feed Forward Neural Network, FFNN)，而所採用的監督式學習，一般是運用誤差倒傳遞演算法(Error Back Propagation, EBP)做為學習演算法，也可簡稱為 BP 演算法。前述兩者結合，則形成倒傳遞類神經網路，具備學習精準度高、可處理複雜樣本識別、處理速度快、輸出可為連續值及高度非線性函數合成等優點，可更快速有效地解決分類問題(其架構如圖 2 所示)。

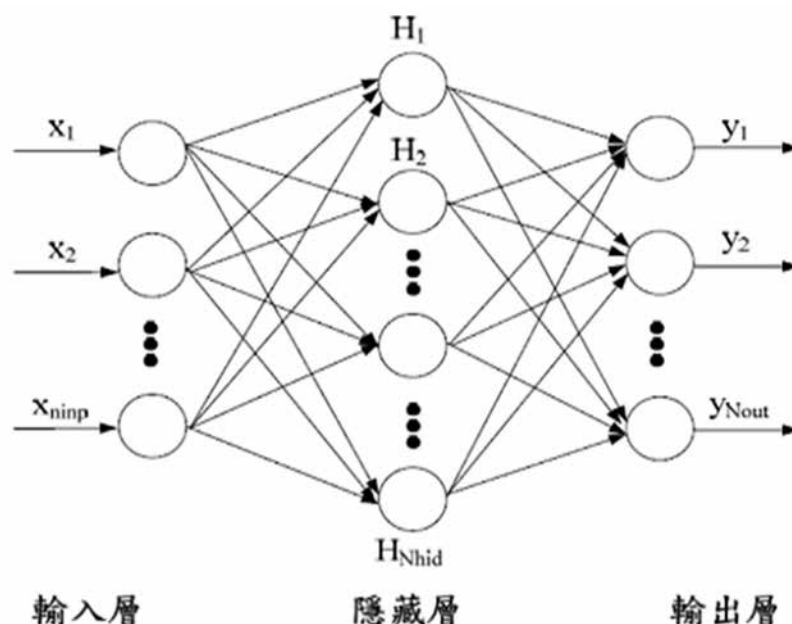


圖 2 倒傳遞類神經網路 BPNN 架構圖
(資料來源：Rumelhart et al., 1986)

2.4 機器學習與藏密分析相關研究

藏密分析，是針對運用藏密技術藏密的媒體進行偵測的分析技術。常見的藏密分析可以區分為：藏密載體偵測、藏密演算法分析、藏密資訊提取、藏密明文獲取等。其中，藏密載體偵測主要是檢測載體影像是否有被藏入秘密資訊，而藏密演算法分析是應用在分析特定藏密技術的藏密方式。最後的藏密資訊提取與藏密明文獲取，則是建立在前兩項分析的基礎之上，當前兩項分析完成之後，即可進行秘密資訊的提取與解密。

近年來，藏密分析技術的發展大多停留在偵測作業，相關研究所提出的應用主要是偵測載體影像是否有藏入秘密資訊，致力於提供更高的偵測正確率。針對這項應用，有許多研究運用機器學習理論，透過提取影像特徵來建立訓練資料集，接著再使用它來訓練分類器，而完成訓練的分類器將可以用來進行藏密分析。目前常見的空間域藏密分析技術，包含差分像素鄰接模型(Subtractive Pixel Adjacency Model, SPAM)、內容選擇殘差(Content-Selective Residuals, CSR)藏密分析技術、基於富模型(Rich Model)的高維特徵分析技術等。其中，CSR 藏密分析技術是由 Denemark 等學者於 2014 年提出，它針對測試影像擷取 1,183 個特徵進行分析，來判斷是否為藏密影像。本研究將採用此分析技術做為對照，透過實驗進行藏密偵測正確率比較，來證明本研究所提出之方法更能有效偵測空間域藏密影像。

Lerch-Hostalot 與 Megías 於 2016 年運用機器學習理論，提出結合人工訓練集與監督式分類方式，來建構一個非監督式學習影像藏密分析方法。可有效針對最低有效位元匹配法(LSB matching)、高度不可偵測藏密方法(Highly Undetectable steGO, HUGO)及小波權重法(Wavelet Obtained Weights, WOW)3 種藏密演算法進行藏密分析。惟此方法需事先確定藏密演算法種類，才能構建訓練模型。Hou 等 3 位學者於 2017 年提出利用 8 個特徵選取指標，並將其運用於 3 種藏密法之分析。此方法透過訓練小型訓練集以進行

藏密偵測作業，標榜僅利用少量的特徵選取即可達到有效的藏密偵測，然而當樣本數量減少，特徵選取反而會降低偵測的效益。

Liu 等 2 位學者於 2019 年提出一套運用於空間域之通用藏密分析方法，它以預測誤差直方圖(Prediction Error Histogram, PEH)特徵擷取為基礎，可針對 12 種空間域藏密方法(100%嵌入)進行偵測。它擷取了 PEH 的 8 個特徵來組成特徵向量，再利用概率神經網路(Probabilistic Neural Network, PNN)就這些特徵來進行分類器訓練。最後運用完成訓練之 PNN 分類器判斷可疑影像是否藏入秘密資訊。根據其實驗結果，顯示此方法優於其他常用之空間域藏密分析技術，如：SPAM、局部極值幅度檢測法(Amplitude of Local Extrema, ALE)等。

綜觀近年來藏密分析結合機器學習之相關文獻，本研究將聚焦於空間域藏密影像之分析，並跳脫以往以人為固定方式進行特徵選取之做法，開發出一套能依個別影像特性來適應性選取特徵之方法，並透過機器學習理論中的倒傳遞類神經網路進行分類訓練，以達到有效偵測空間域藏密影像之目的。

三、研究方法

本研究的主要目的，是開發一套針對空間域數位影像之藏密分析方法。因此，本章將以兩種具代表性之空間域藏密技術為例，來做為本研究方法分析之對象。這兩種技術分別為「新式 LSB/PVD 藏密技術」與「IEMD/PVD 藏密技術」。本研究分析方法以影像藏密前後像素差值直方圖(Pixel Difference Histogram, PDH)產生變異之特徵為探討重點，針對該特徵進行適當抽取後，再交由倒傳遞類神經網路(BPNN)分類器進行訓練與偵測。第一部分先說明前述 2 種空間域藏密技術的藏密過程所造成 PDH 變化之特性，第二部分闡述本研究針對此類藏密技術所開發之特徵值計算機制，而第三部分則說明本研究藏密分析方法的偵測流程。

3.1 本研究分析之藏密技術

Khodaei 及 Faez 兩位學者於 2012 年提出了新式 LSB/PVD 藏密技術。此藏密技術的主要做法，是將載體影像(Cover Image)分割成含有 1×3 個連續像素且互不重疊之區塊，並以每個區塊的中間像素做為基本像素，接續運用 LSB 取代法將秘密資訊藏入基本像素中。另外，計算基本像素與左右相鄰像素間的差值，並依圖 3 範圍區間表來決定可藏入的秘密資訊量。本研究使用其中 Type 2 方法，可藏入大量秘密資訊並同時維持藏密影像(Stego Image)的品質。

Shen 和 Huang 兩位學者於 2015 年提出了 IEMD/PVD 藏密技術。此藏密技術的主要做法，是藉由 Hilbert 曲線將載體影像轉換成一維，接續將其區分為含有 1×2 個連續像素且互不重疊之區塊，並依 PVD 藏密法計算每個像素區塊之藏密量，像素差值較大的區塊將可藏入較多秘密資訊，此技術可以避免溢位與影像失真問題，並可保持藏密影像品質。後續，本研究將針對前述這 2 種具代表性空間域技術之藏密影像，進行藏密分析實驗。

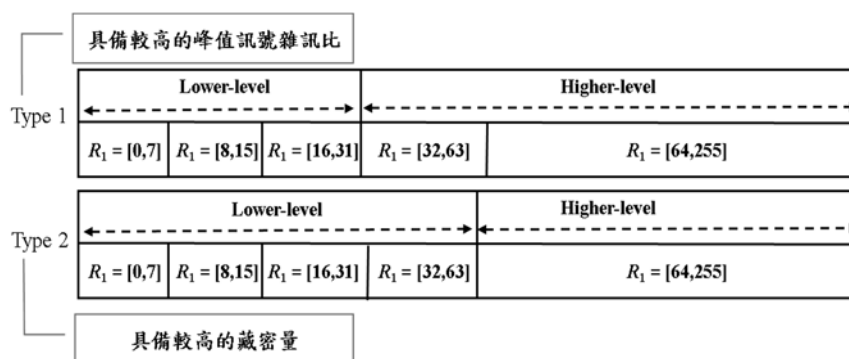


圖 3 新式 LSB/PVD 藏密技術範圍區間表
(資料來源：Khodaei and Faez, 2012)

3.2 本研究藏密分析方法之特徵值計算機制

本節將透過「載體影像與藏密影像像素差值直方圖比較」、「適應性特徵選取基準」及「特徵值計算」，來論述如何計算出適當之特徵值，相關名詞定義如表 2 所示：

表 2 本研究名詞定義說明表

項次	名詞	說明
1	特徵值 基準參考位置	於像素差值直方圖中，經由本研究所提出之公式，所計算出之特殊像素差值，用來做為特徵抽取之參考位置。
2	載體影像 像素差值直方圖	將載體(未藏密)影像轉換成矩陣，再進行掃描計算連續相鄰像素差，最後針對不同像素差值之發生次數進行統計，所描繪成之直方圖。
3	藏密影像 像素差值直方圖	類似前項說明之載體影像像素差值直方圖，惟運用的是藏密後的影像。

(資料來源：本研究)

3.2.1 載體影像與藏密影像像素差值直方圖比較

本研究將載體影像與藏密影像先行轉換成矩陣，再進行行與行間的掃描，來計算連續相鄰像素差(即相鄰像素值相減，如： $(p_2 - p_1)$ 、 $(p_3 - p_2)$ 、 $(p_4 - p_3)$ 、 $\dots$)，獲得載體影像與藏密影像的像素差值直方圖(PDH)(如圖 3-2 與 3-3 所示)。而所採用的藏密技術，為新式 LSB/PVD 與 IEMD/PVD 藏密技術，其藏密量分別設定為 100%、75%、50%及 10%(圖 3-2 與 3-3 所顯示的，分別為新式 LSB/PVD 與 IEMD/PVD 藏密技術 100%藏密量之影像數據)。由於秘密資訊嵌入的緣故，可觀察載體影像與藏密影像的 PDH 差異，利用此差異作為區分載體與藏密影像的基礎。

3.2.2 適應性特徵選取基準

本研究藏密分析方法將藉由下述方式，針對不同影像自動計算適當之特徵值。此方式是透過觀察大量載體與藏密影像 PDH 之差異，由所獲得之經驗所推導出來的。首先，由載體及藏密影像的 PDH，可得知影像之像素差值大致會趨近常態分佈(Normal Distribution)，故在特徵值之基準參考位置(整數 b ，代表某像素差值)的選取上，可採用該分佈標準差的常數倍數($a \cdot \sigma$ ，其中 σ 為標準差，而 a 為常數)，即可有效針對個別影像不同的 PDH 狀態獲得相對應之基準參考位置 b 。接著利用所得位置 b 附近 PDH 曲線斜率的特性，來開發能突顯載體與藏密影像差異之特徵值計算方式。以圖 4 與 5 中載體

影像與藏密影像之 PDH 為例(其中直方圖改以折線圖表示,以利於清楚說明該計算方式之概念),在位置 b 附近(放大部分如圖 6 所示,為突顯藏密前後影像普遍具備之特性,圖中曲線為概略繪製之示意圖,並非使用實際資料值),載體影像之曲線斜率會隨著像素差值增加而降低,相對的,藏密影像之曲線斜率則將會升高。若分別抽取載體影像曲線斜率 m'_1 與 m'_2 及藏密影像 m_1 與 m_2 ,則基於前述特性,載體影像的斜率比值 m'_1/m'_2 會大於 1,而藏密影像的 m_1/m_2 則會小於 1。兩者數值之差異特性將可做為後續輸入 BPNN 進行訓練與偵測之特徵值。斜率計算方式(以藏密影像為例)如公式(1):

$$m_1 = \frac{H_b - H_{b+1}}{1}, \quad m_2 = \frac{H_{b+2} - H_{b+3}}{1} \quad (1)$$

上式中, H_x 代表 PDH 圖中特定位置 x (代表像素差值,為整數值)所對應之數值(代表出現次數,為大於或等於 0 之整數值)。而基準參考位置 $b = a \cdot \sigma$, 其中常數 a 為可依需求調整之值(本研究設定為 0.08,於選取上並未經過最佳化,其目的僅為協助闡述本方法之概念)。

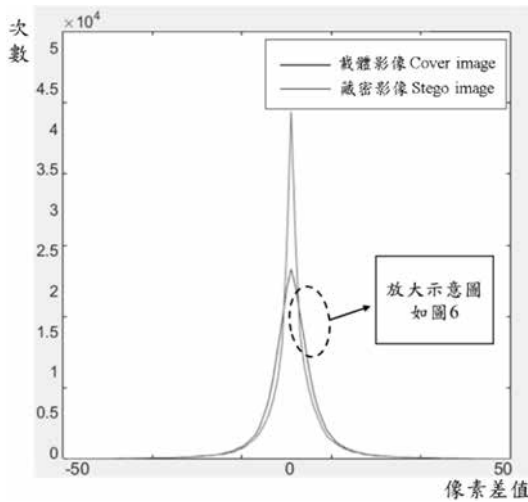


圖 4 新式 LSB/PVD 藏密前後之影像 PDH

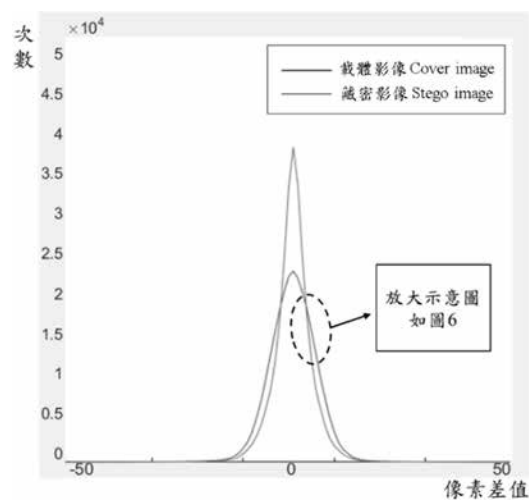


圖 5 IEMD/PVD 藏密前後之影像 PDH

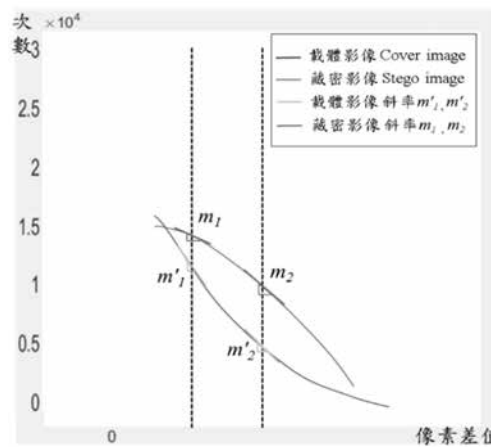


圖 6 藏密前後影像 PDH 曲線斜率示意圖

3.2.3 特徵值

依照前述適應性特徵值選取基準，本研究分別計算每張載體及藏密影像像素差值之標準差，藉以獲得適合之特徵值基準參考位置 b ，並計算出本研究藏密分析方法的 4 項特徵值($F_1 \sim F_4$)，計算方式如表 3 所示(其中 F_1 與 F_3 即為前述斜率比值)。

表 3 本研究藏密分析方法之特徵值計算方式

項次	特徵值符號	特徵值計算方式
1	F_1	$(H_b - H_{b+1}) / (H_{b+2} - H_{b+3})$
2	F_2	H_b / H_{b+1}
3	F_3	$(H_{-b} - H_{-b-1}) / (H_{-b-2} - H_{-b-3})$
4	F_4	H_{-b} / H_{-b-1}

(資料來源：本研究)

本研究實驗針對所使用的 BossBase 影像資料庫中 6,000 張載體影像與相對應的藏密影像進行特徵值擷取，各特徵分佈分別如圖 7~10(新式 LSB/PVD 藏密前後，載體影像與藏密影像之特徵值)與圖 11~14(IEMD/PVD 藏密前後，載體影像與藏密影像之特徵值)所示(其中縱軸為特徵值，橫軸代表個別測試影像。為使讀者更清楚觀察載體與藏密影像特徵值的分佈狀況，圖中之橫軸與縱軸僅顯示一個較小的區間)。就特徵值 F_1 與 F_3 而言，實驗結果顯示載體影像特徵值大部分數值大於 1，且分佈較廣，而藏密影像特徵值則大部分小於 1，集中分佈於 0~1 之間。就 F_2 與 F_4 而言，載體影像特徵值同樣大部分大於 1，且分佈較廣，而藏密影像特徵值則大部分僅微大於 1，集中分佈於 1 附近。

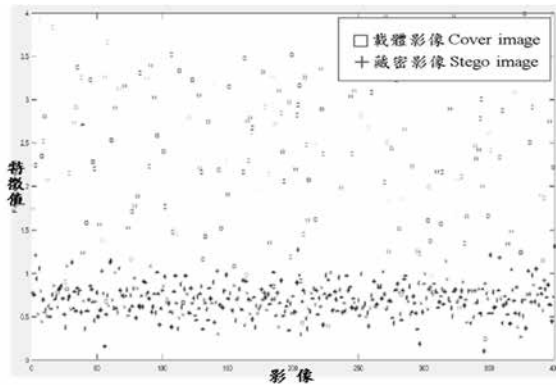


圖 7 新式 LSB/PVD 藏密前後影像特徵值 F_1

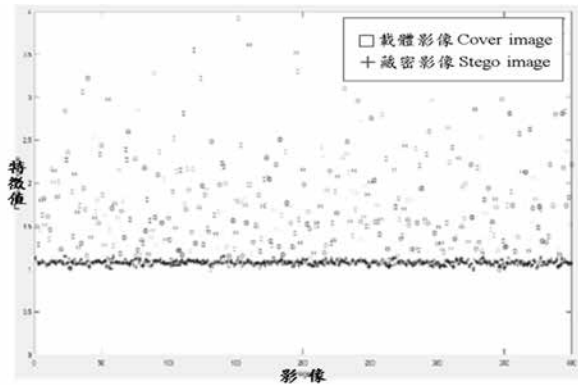


圖 8 新式 LSB/PVD 藏密前後影像特徵值 F_2

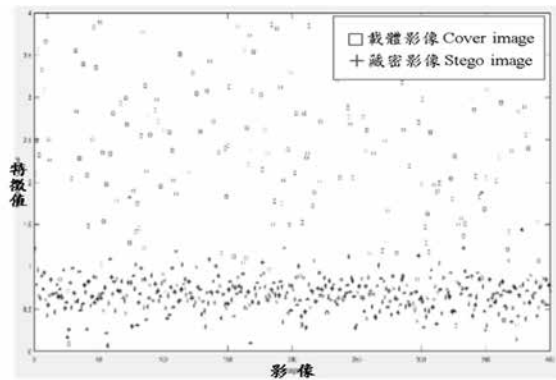


圖 9 新式 LSB/PVD 藏密前後影像特徵值 F_3

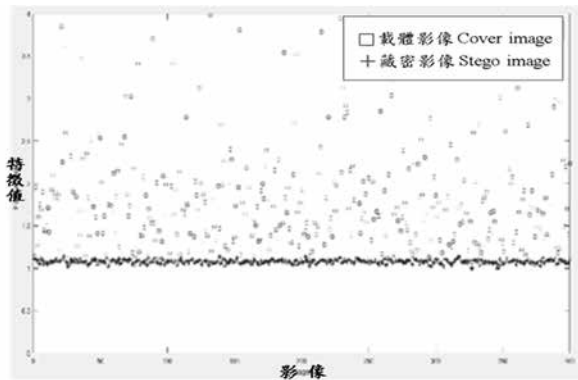


圖 10 新式 LSB/PVD 藏密前後影像特徵值 F_4

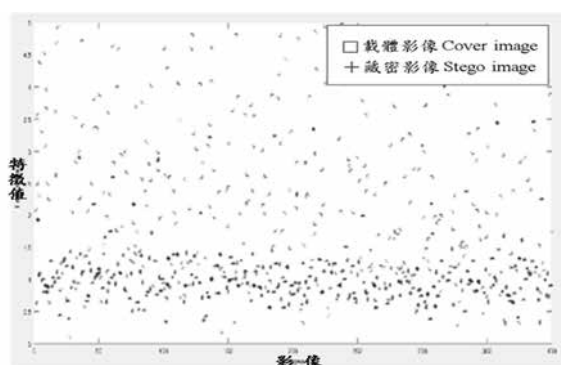


圖 11 IEMD/PVD 藏密前後影像特徵值 F_1

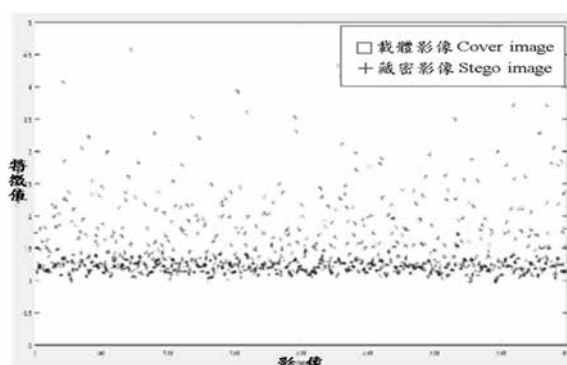


圖 12 IEMD/PVD 藏密前後影像特徵值 F_2

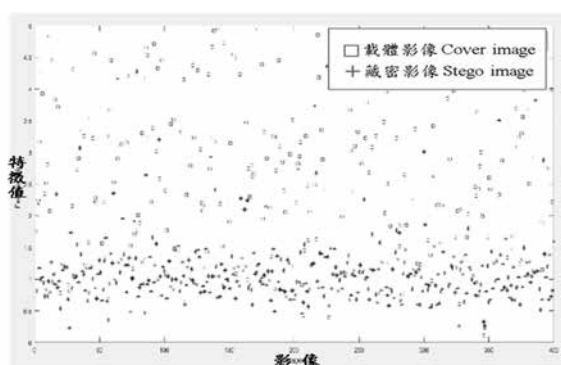


圖 13 IEMD/PVD 藏密前後影像特徵值 F_3

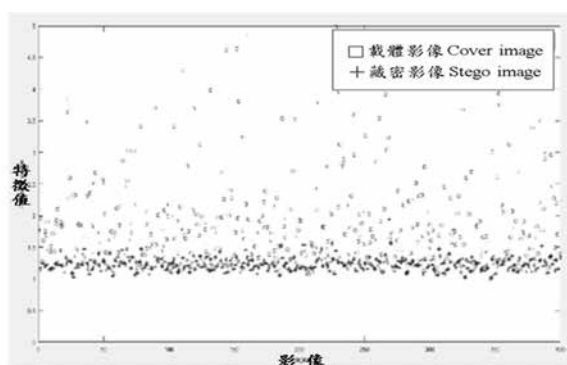


圖 14 IEMD/PVD 藏密前後影像特徵值 F_4

3.3 本研究藏密分析方法流程

本研究藏密分析方法的主要特性，在於輸入個別影像時，可於計算像素差值之後，自動判斷適合之特徵值基準參考位置，並據此計算 4 個特徵值。在訓練階段，將特徵值交由 BPNN 進行訓練，來有效提升偵測正確率。本方法採用 3 層 BPNN 架構，分別為輸入層、單層隱藏層及輸出層。其中輸入層具有 4 個神經元，可將特徵值 F_1 至 F_4 輸入至隱藏層內。而在實驗過程中，發現當隱藏層神經元的個數為 20 時，其偵測正確率最佳，故本方法使用 20 個隱藏層神經元，並將特徵值 F_1 至 F_4 進行非線性轉換後，將結果送至輸出層。輸出層具有 1 個神經元，負責評估測試影像是否藏有秘密訊息。

藏密分析流程如圖 15 所示，區分為 BPNN 分類器訓練過程及影像測試過程 2 階段。

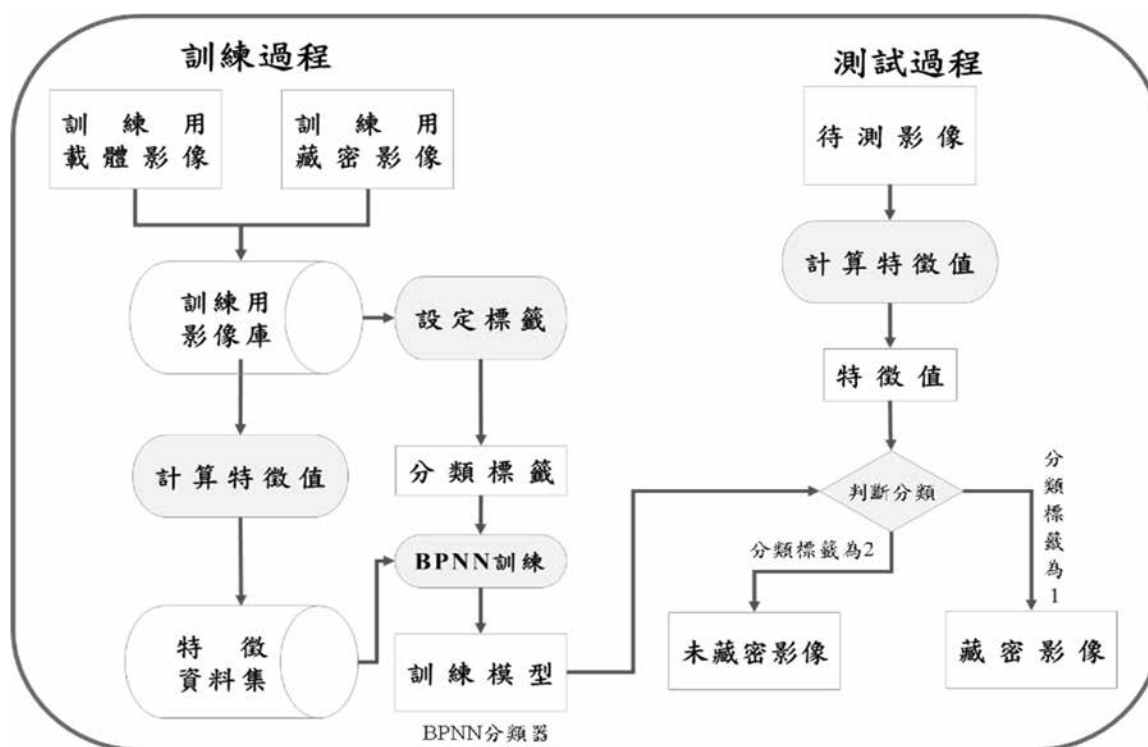


圖 15 本研究藏密分析方法流程圖

(資料來源：本研究)

在 BPNN 分類器訓練過程中，利用載體影像及藏密影像(分別經新式 LSB/PVD 與 IEMD/PVD 藏密技術進行藏密)做為訓練樣本，並以表 2 特徵值計算方式，針對所有樣本進行特徵擷取以完成特徵資料集。另分別設定藏密影像的分類標籤為 1，載體(未藏密)影像的分類標籤為 2，再將分類標籤與特徵資料集輸入 BPNN 進行訓練，以獲得完成訓練的訓練模型(BPNN 分類器)。

在影像測試過程中，是針對未知是否藏密的待測影像進行特徵值擷取，再輸入至已完成訓練的 BPNN 分類器做判斷，則將可得知該測試影像是否有藏密。若輸出的標籤為 1，則判斷為經新式 LSB/PVD 或 IEMD/PVD 藏密技術所藏密的影像，而若輸出標籤為 2，則判斷為一般載體影像。

四、實驗結果

4.1 實驗環境

本研究所採用的實驗平台，是配備 i5-6500 處理器(CPU)與 8G 記憶體之個人電腦，其作業系統為 64 位元的 Windows 10，而實作相關演算法所使用的程式語言為 Python 3.7 及 MATLAB R2016a。另外，實驗中使用的圖片，是來自藏密分析領域中常用的 BOSSbase 自然影像資料庫，於其中隨機選擇 6,000 張大小為 512*512 像素之 8 位元灰階影像(其中 3,000 張做為訓練影像，餘 3,000 張做為測試影像)，並使用 BPNN 進行訓練與測試(範例影像如圖 16 所示)。於藏密技術的使用上，分別採用 Khodaei 與 Faez(2012)的新式 LSB/PVD 藏密技術，以及 Shen 與 Huang(2015)的 IEMD/PVD 藏密技術，來將秘密資訊

藏入影像(分別進行 100%、75%及 50%藏密量之藏密)，接著以 MATLAB 程式完成藏密影像分析。此外，為了突顯適應性特徵選取方式(自動選取適當特徵值基準參考位置)之效益，本實驗亦納入人為選取方式(固定特徵值基準參考位置)之偵測數據進行比較。相關實驗步驟與結果分述如下。



圖 16 BossBase 資料庫灰階影像範例

(資料來源：BOSS Break Our Steganographic System 影像資料庫網站)

4.2 實驗步驟

- 步驟 1：在 BossBase 資料庫 6,000 張影像中，隨機挑選 3,000 張影像做為訓練影像，並運用藏密技術進行藏密，得到 3,000 張藏密影像。
- 步驟 2：分別針對挑選出之 3,000 張藏密前之載體影像與 3,000 張藏密影像，進行特徵值計算，並給予分類標籤，獲得特徵集合。
- 步驟 3：將步驟 2 所得之特徵集合與相對應的分類標籤，輸入 BPNN 進行分類訓練，產生訓練模型(訓練後之分類器)。
- 步驟 4：將扣除訓練用影像後的 3,000 張影像做為測試影像，並運用藏密技術進行藏密，產生 3,000 張藏密影像。
- 步驟 5：運用步驟 3 所產生之訓練模型，對步驟 4 的 6,000 張影像(3,000 張藏密前之載體影像與 3,000 張藏密影像)進行分類測試。
- 步驟 6：將步驟 1 至 5 重複 10 次，計算其偵測分類結果之平均值。

4.3 實驗結果

依前述實驗步驟進行操作所獲得之結果，將以表 4 所列出之各項指標來做為評量依據。相關評量指標包含：正確率(AC)、精確率(Precision)、召回率(Recall)及 F1 分數(F1 Score)。

表 4 實驗數據評量指標表

評量指標	評量指標描述	計算式($\times 100\%$)
正確率 Accuracy	藏密分析效能比率(正確判斷之比率)。	$\frac{TP + TN}{TP + TN + FP + FN}$
精確率 Precision	在所有判斷為藏密影像者中，實際亦為藏密影像之比率。	$\frac{TP}{TP + FP}$
召回率 Recall	在所有實際為藏密影像者中，正確判斷為藏密影像之比率。	$\frac{TP}{TP + FN}$
F1 Score	精確率與召回率的調和平均數。	$\frac{2}{\frac{1}{Precision} + \frac{1}{Recall}}$
備註	藏密分析結果區分四種： 真陽性(True Positive, TP)，正確判別為藏密影像之張數 假陽性(False Positive, FP)，錯誤判別為藏密影像之張數 真陰性(True Negative, TN)，正確判別為載體影像之張數 假陰性(False Negative, FN)，錯誤判別為載體影像之張數	

(資料來源：修訂自 Liu, 2019)

4.3.1 本研究適應性特徵選取方式與人為選取方式比較

本實驗分別採用所提出之適應性特徵選取方式及人為特徵選取方式進行藏密偵測(此處人為選取方式之特徵值基準參考位置 b 設定為 0)，針對兩種藏密技術所藏密之影像，其測試結果如表 5~10 所示(分別針對 100%、75%及 50%藏密度之影像進行偵測)。本研究所提出之適應性特徵值藏密分析方法，針對新式 LSB/PVD 藏密技術 100%藏密度之影像，其偵測正確率平均可達 96.6%，另針對 75%及 50%藏密度之影像，亦可達到 84.4%與 75.7%，皆優於人為特徵選取方式之藏密偵測結果(綜合比較數據，如表 11 所示)。另針對 IEMD/PVD 藏密技術 100%藏密度之影像，其偵測正確率平均可達 85.4%，而針對 75%及 50%藏密度之影像，亦可達到 80%與 74.6%，同樣優於人為特徵選取方式之藏密偵測結果(綜合比較數據，如表 12 所示)，由此驗證本研究藏密分析方法能有效偵測使用新式 LSB/PVD 與 IEMD/PVD 為代表之空間域藏密技術所進行藏密之影像。

表 5 適應性特徵選取方式與人為選取方式比較表(針對 LSB/PVD、100%藏密度)

針對新式 LSB/PVD 藏密影像(100%藏密度)之偵測結果										
執行次數	本研究適應性特徵選取方式					人為特徵選取方式($b = 0$)				
	TP	FN	TN	FP	AC 值	TP	FN	TN	FP	AC 值
1	2972	28	2819	181	96.5%	2999	1	2751	249	95.8%
2	2960	40	2834	166	96.6%	2991	9	2751	249	95.7%
3	2965	35	2834	166	96.7%	2988	12	2743	257	95.5%
4	2969	31	2815	185	96.4%	2999	1	2751	249	95.8%
5	2974	26	2825	175	96.7%	2993	7	2757	243	95.8%
6	2966	34	2830	170	96.6%	2999	1	2752	248	95.9%
7	2965	35	2834	166	96.7%	2994	6	2753	247	95.8%
8	2954	46	2848	152	96.7%	3000	0	2739	261	95.7%
9	2965	35	2834	166	96.7%	2999	1	2751	249	95.8%
10	2976	24	2811	189	96.5%	2998	2	2767	233	96.1%
平均	AC(偵測正確率)				96.6%	AC(偵測正確率)				95.8%
	Recall(召回率)				98.9%	Recall(召回率)				99.9%
	Precision(精確率)				94.5%	Precision(精確率)				92.3%
	F1 Score				96.7%	F1 Score				96.0%

表 6 適應性特徵選取方式與人為選取方式比較表(針對 LSB/PVD、75%藏密量)

針 對 新 式 L S B / P V D 藏 密 影 像 (7 5 % 藏 密 量) 之 偵 測 結 果										
執行 次數	本 研 究 適 應 性 特 徵 選 取 方 式					人 為 特 徵 選 取 方 式 ($b = 0$)				
	TP	FN	TN	FP	AC 值	TP	FN	TN	FP	AC 值
1	2836	164	2275	725	85.2%	2600	400	2309	691	81.8%
2	2836	164	2275	725	85.2%	2590	410	2339	661	82.2%
3	2601	399	2384	616	83.1%	2519	481	2343	657	81.0%
4	2788	212	2294	706	84.7%	2572	428	2351	649	82.1%
5	2707	293	2313	667	83.7%	2713	287	2290	710	83.4%
6	2694	306	2382	618	84.6%	2627	373	2337	663	82.7%
7	2812	188	2255	745	84.5%	2570	430	2378	622	82.5%
8	2587	413	2371	629	82.6%	2547	453	2391	609	82.3%
9	2737	263	2375	625	85.2%	2632	368	2171	829	80.1%
10	2836	164	2275	725	85.2%	2595	405	2351	649	82.4%
平均	AC(偵測正確率)				84.4%	AC(偵測正確率)				82.1%
	Recall(召回率)				91.5%	Recall(召回率)				86.6%
	Precision(精確率)				80.2%	Precision(精確率)				79.4%
	F1 Score				85.5%	F1 Score				82.8%

表 7 適應性特徵選取方式與人為選取方式比較表(針對 LSB/PVD、50%藏密量)

針 對 新 式 L S B / P V D 藏 密 影 像 (5 0 % 藏 密 量) 之 偵 測 結 果										
執行 次數	本 研 究 適 應 性 特 徵 選 取 方 式					人 為 特 徵 選 取 方 式 ($b = 0$)				
	TP	FN	TN	FP	AC 值	TP	FN	TN	FP	AC 值
1	2368	632	2177	823	75.8%	2424	576	2080	920	75.1%
2	2368	632	2177	823	75.8%	2472	528	1945	1055	73.6%
3	2380	620	2156	620	75.6%	2358	642	2066	934	73.7%
4	2354	646	2192	808	75.8%	2354	646	2033	967	73.1%
5	2514	486	2077	923	76.5%	2378	622	2144	856	75.4%
6	2368	632	2177	823	75.8%	2333	667	2039	961	72.9%
7	2380	620	2156	844	75.6%	2331	669	2078	922	73.5%
8	2354	646	2192	808	75.8%	2472	528	2094	906	76.1%
9	2514	486	2077	923	76.5%	2466	534	2022	978	74.8%
10	2372	628	2120	880	74.9%	2410	590	2076	924	74.8%
平均	AC(偵測正確率)				75.7%	AC(偵測正確率)				74.3%
	Recall(召回率)				79.9%	Recall(召回率)				80.0%
	Precision(精確率)				74.4%	Precision(精確率)				71.8%
	F1 Score				77.0%	F1 Score				75.7%

表 8 適應性特徵選取方式與人為選取方式比較表(針對 IEMD/PVD、100%藏密量)

針 對 I E M D / P V D 藏 密 影 像 (1 0 0 % 藏 密 量) 之 偵 測 結 果										
執行 次數	本 研 究 適 應 性 特 徵 選 取 方 式					人 為 特 徵 選 取 方 式 ($b = 0$)				
	TP	FN	TN	FP	AC 值	TP	FN	TN	FP	AC 值
1	2692	308	2440	560	85.5%	2857	143	2143	857	83.3%
2	2670	330	2466	534	85.6%	2825	175	2131	869	82.6%
3	2676	324	2408	592	84.7%	2850	150	2124	876	82.9%
4	2685	315	2447	553	85.5%	2848	152	2113	887	82.7%
5	2681	319	2406	594	84.8%	2800	200	2197	803	83.3%
6	2661	339	2433	567	84.9%	2879	121	2105	895	83.1%
7	2673	327	2463	537	85.6%	2833	167	2148	852	83.0%
8	2700	300	2480	520	86.3%	2820	180	2164	836	83.1%
9	2683	317	2410	590	84.8%	2859	141	2140	860	83.3%
10	2699	301	2479	521	86.3%	2862	138	2133	867	83.3%
平均	AC(偵測正確率)				85.4%	AC(偵測正確率)				83.1%
	Recall(召回率)				89.4%	Recall(召回率)				94.8%
	Precision(精確率)				82.8%	Precision(精確率)				76.8%
	F1 Score				86.0%	F1 Score				84.8%

表 9 適應性特徵選取方式與人為選取方式比較表(針對 IEMD/PVD、75%藏密量)

針 對 I E M D / P V D 藏 密 影 像 (7 5 % 藏 密 量) 之 偵 測 結 果										
執行 次數	本 研 究 適 應 性 特 徵 選 取 方 式					人 為 特 徵 選 取 方 式 ($b = 0$)				
	TP	FN	TN	FP	AC 值	TP	FN	TN	FP	AC 值
1	2676	324	2146	854	80.4%	2640	360	1932	1068	76.2%
2	2639	361	2129	871	79.5%	2785	215	1987	1013	79.5%
3	2651	349	2192	808	80.7%	2660	340	1884	1116	75.7%
4	2633	367	2204	796	80.6%	2699	301	2030	970	78.8%
5	2648	352	2190	810	80.6%	2584	416	2042	958	77.1%
6	2621	379	2148	852	79.5%	2655	345	1990	1010	77.4%
7	2668	332	2163	837	80.5%	2766	234	1994	1006	79.3%
8	2659	341	2161	839	80.3%	2684	316	1840	1160	75.4%
9	2663	337	2086	914	79.2%	2704	296	1866	1134	76.2%
10	2662	338	2069	931	78.9%	2598	402	2008	992	76.7%
平均	AC(偵測正確率)				80.0%	AC(偵測正確率)				77.2%
	Recall(召回率)				88.6%	Recall(召回率)				89.3%
	Precision(精確率)				72.3%	Precision(精確率)				72.0%
	F1 Score				79.6%	F1 Score				80.0%

表 10 適應性特徵選取方式與人為選取方式比較表(針對 IEMD/PVD、50%藏密量)

針 對 I E M D / P V D 藏 密 影 像 (5 0 % 藏 密 量) 之 偵 測 結 果										
執行 次數	本 研 究 適 應 性 特 徵 選 取 方 式					人 為 特 徵 選 取 方 式 ($b = 0$)				
	TP	FN	TN	FP	AC 值	TP	FN	TN	FP	AC 值
1	2530	470	1950	1048	74.7%	2602	398	1720	1280	72.0%
2	2517	483	1925	1075	74.0%	2469	531	1812	1188	71.4%
3	2523	477	1957	1043	74.7%	2443	557	1754	1246	70.0%
4	2514	486	1943	1057	74.3%	2641	359	1664	1336	71.8%
5	2497	503	1977	1023	74.6%	2656	344	1703	1297	72.7%
6	2545	455	1935	1065	74.7%	2618	382	1746	1254	73.0%
7	2503	497	2005	995	75.1%	2520	480	1749	1251	71.2%
8	2512	488	2001	999	75.2%	2570	430	1806	1194	72.9%
9	2508	492	1966	1034	74.6%	2574	426	1715	1285	71.5%
10	2499	501	1941	1059	74.0%	2606	394	1700	1300	71.8%
平均	AC(偵測正確率)				74.6%	AC(偵測正確率)				71.8%
	Recall(召回率)				83.8%	Recall(召回率)				85.7%
	Precision(精確率)				70.8%	Precision(精確率)				67.1%
	F1 Score				76.7%	F1 Score				75.2%

4.3.2 本研究藏密分析方法與 CSR 藏密分析技術比較

本研究相較於 2014 年 Denmark 等 3 位學者所提出的內容選擇殘差(Content-Selective Residuals, CSR)藏密分析技術，本研究藏密分析方法之偵測結果廣泛較佳(比較數據如表 11 與 12 所示)，其主要原因在於適應性特徵選取方式較能有效反映多數影像之特性。反之，CSR 所採用的人為選取方式則僅能就已進行人工檢視之影像群組尋求較佳之選項(此處人為選取之特徵值基準參考位置 b 設定為 0)。

表 11 針對新式 LSB/PVD 藏密影像之偵測正確率綜合比較表

偵測率/新式 LSB/PVD 藏密百分比	100%藏密	75%藏密	50%藏密
本 研 究 藏 密 分 析 方 法 偵 測 率	96.6%	84.4%	75.7%
人 為 特 徵 選 取 分 析 方 法 偵 測 率	95.8%	82.1%	74.3%
C S R 藏 密 分 析 技 術 偵 測 率	84.1%	62.7%	53.5%

表 12 針對 IEMD/PVD 藏密影像之偵測正確率綜合比較表

偵測率/IEMD/PVD 藏密百分比	100%藏密	75%藏密	50%藏密
本研究藏密分析方法偵測率	85.4%	80.0%	74.6%
人為特徵選取分析方法偵測率	83.1%	77.2%	71.8%
CSR 藏密分析技術偵測率	77.4%	63.3%	53.9%

本研究透過實驗測試，將所提出之適應性特徵值藏密分析方法，分別與人為固定式特徵選取之藏密分析方法及 CSR 藏密分析技術進行比較，可證實本研究所提出之藏密分析方法有較佳之偵測正確率。其中針對運用新式 LSB/PVD 藏密技術所藏密之影像，當藏密量為 100%、75%及 50%時，其偵測正確率分別可達到 96.6%、84.4%及 75.7%。另外，針對運用 IEMD/PVD 藏密技術所藏密之影像，當藏密量為 100%、75%及 50%時，其偵測正確率亦可分別達到 85.4%、80%及 74.6%。而在特徵值的選取上，本研究藏密分析方法與人為固定式特徵選取之藏密分析方法，均僅選取 4 個特徵值來進行藏密分析，相較於 CSR 藏密分析技術選取 1,183 個特徵值進行分析，可降低分析所需之運算資源。

4.3.3 本研究藏密分析方法運算時間

本研究藏密分析方法各階段運算時間，如表 13 所示。其中，針對影像進行特徵擷取佔較高比率之運算時間(項次 1)，而運用影像特徵集合進行 BPNN 訓練與偵測則較低(項次 2、3)。而整體訓練時間，為特徵擷取時間與 BPNN 訓練時間之和(項次 4)；整體偵測時間，為特徵擷取時間與 BPNN 偵測時間之和(項次 5)。

表 13 本研究藏密分析方法各階段運算時間

項次	運算內容	平均時間(秒)
1	對 6,000 張訓練影像或受測影像(3,000 張藏密前之載體影像、3,000 張藏密影像)進行特徵擷取	198.46
2	將 6,000 張訓練影像(3,000 張藏密前之載體影像、3,000 張藏密影像)之特徵集合，輸入 BPNN 進行分類訓練，產生訓練模型	14.23
3	對 6,000 張受測影像(3,000 張藏密前之載體影像、3,000 張藏密影像)之特徵集合，運用 BPNN 訓練模型(分類器)進行偵測	0.06
4	訓練時間(項次 1、項次 2 加總)	212.69
5	偵測時間(項次 1、項次 3 加總)	198.52

五、結論

本研究所提出之藏密分析方法，主要是透過觀察載體影像與藏密影像之像素差值直方圖，並找出兩者之間的差異，進而推導出偵測影像藏密與否最具關鍵性之特徵值計算機制。其中為了能夠因應個別影像之特性，本研究提出了一套適應性特徵值基準參考位置選取機制，可有效據此計算出適當之特徵值。依照本研究之藏密分析流程，先藉由輸入載體影像及藏密影像的特徵資料集，提供 BPNN 進行訓練以產生完成訓練的模型(分類器)，最後在影像測試階段，再利用已完成訓練的模型對輸入的測試影像進行偵測分

類。本研究利用 PYTHON 與 MATLAB 程式語言實作新式 LSB/PVD 與 IEMD/PVD 藏密技術、適應性特徵選取機制及 BPNN 訓練模型，並使用 BOSSBase 影像資料庫中之影像進行實驗。實驗數據證明本研究所提出之分析方法，針對前述兩種空間域藏密技術之藏密影像，分別可達 96.6%與 85.4%的偵測正確率。於後續的研究中，將進一步針對近年來各種新式空間域藏密技術，進行偵測結果之分析比較。

六、國防相關應用

6.1 秘密資訊傳遞強度檢測與藏密技術開發

本研究之目的是開發一套影像藏密分析方法，可有效針對藏密影像來進行分析偵測。當國防組織與國安單位間有運用空間域藏密技術進行秘密資訊傳遞之需求，則可以運用本方法來評估其藏密強度，以提升機敏訊息傳遞之安全性與隱匿性。同時，對於後續藏密技術的開發也有所助益。

6.2 空間域影像藏密分析

自 2001 年 9 月 11 日發生於美國本土的九一一事件後，國家社會遭受恐怖攻擊與駭客攻擊的威脅與日俱增，無時無刻都在發生。而在有心人士進行不法行動過程中，為了達到秘密通訊的目的，也可能會利用藏密技術來將重要訊息藏入不重要的影像中進行傳遞，這無論對組織或國家社會都會造成莫大的損害。有鑑於此，本研究可提供國防資安領域作為於資訊隱藏與藏密分析之參據，納入國防資安防護網之範疇，將可針對可疑影像實施偵測，避免不法資訊之傳遞。

參考文獻

- Barr, T., 2002. Invitation to cryptology, *Upper Saddle River*, NJ: Prentice Hall.
- Bender, W., Gruhl, D., Morimoto, N. and Lu, A., 1996. Techniques for data hiding, *IBM Systems Journal* (35:3), pp. 313–336.
- Boroumand, M., Chen, M. and Fridrich, J., 2018. Deep residual network for steganalysis of digital images, *IEEE Transactions on Information Forensics and Security* (14:5), pp.1181-1193.
- Denemark, T., Fridrich, J. and Holub, V., 2014. Further study on the security of S-UNIWARD, *SPIE, Electronic Imaging, Media Watermarking, Security, and Forensics* (9028).
- Feng, J.-B., Lin, I.-C., Tsai, C.-S. and Chu, Y.-P., 2006. Reversible watermarking: current status and key issues, *International Journal of Network Security* (2:3), pp. 161-171.
- Hou, X., Zhang, T., Ji, L. and Wu, Y., 2017. Combating highly imbalanced steganalysis with small training samples using feature selection. *Journal of Visual Communication and Image Representation* (49), pp. 243-256.
- Johnson, N. and Jajodia, S., 1998. Exploring steganography: seeing the unseen. *Proceedings of Computer* (31:2), pp. 26-34.
- Khodaei, M. and Faez, K., 2012. New adaptive steganographic method using least-significant-bit substitution and pixel-value differencing, *IET Image Process* (6:6), pp. 677-686.
- Lerch-Hostalot, D. and Megías, D., 2016. Unsupervised steganalysis based on artificial training sets, *Engineering Applications of Artificial Intelligence* (50), pp. 45-59.
- Li, X., Li, J., Li, B. and Yang, B., 2013. High fidelity reversible data hiding scheme and prediction-error expansion, *Signal Processing* (93:1), pp. 198-205.
- Liu, H.-H., and Liu, C.-L., 2019. Universal steganalysis method for spatial domain steganography technique based on prediction-error histogram feature, *Journal of Technology* (34:1), pp. 46-47.
- McCulloch, W. S., and Pitts, W., 1943. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity, *The bulletin of mathematical biophysics* (5:4), 115-133.
- Ni, Z., Qing, S., Ansari, N. and Su, W. F., 2006. Reversible data hiding. *IEEE Transactions on Circuits and Systems for Video Technology* (16:3), pp. 354-362.
- Petitcolas, F. A. P., Anderson, R. J. and Kuhn, M. G., 1999. Information hiding - a survey, *Proceedings of the IEEE* (87:7), pp. 1062-1078.
- Rumelhart, D. E., Hinton, G. E. and Williams, R. J., 1986. Learning representations by back-propagating errors, *Nature* (323:9), 533-536.
- Rosenblatt, F., 1958. The perceptron: a probabilistic model for information storage and organization in the brain. *Psychological Review*, (65:6).
- Shen, S. Y. and Huang, L. H., 2015. A data hiding scheme using pixel value differencing and improving exploiting modification directions, *Computers & Security* (48), pp. 131-141.
- Wu, D.-C. and Tsai, W.-H., 2003. A Steganographic method for images by pixel-value

differencing, *Pattern Recognition Letters* (24:9), pp. 1613-1626.

Wu, H.-C., Wu, N.-I, Tsai, C.-S. and Hwang, M.-S., 2005. Image steganographic scheme based on pixel-value differencing and LSB replacement methods, *IEEE Proceedings on Vision, Image and Signal Processing* (152:5), pp. 611-615.

Zhang, X. and Wang, S., 2006. Efficient steganographic embedding by exploiting modification direction. *IEEE Communications Letters* (10:11), pp.781-783.

網路參考資料：

BOSS Break Our Steganographic System, BOSSBases (v0.93), <http://agents.fel.cvut.cz/boss/index.php?mode=VIEW&tmpl=materials> [Retrieved on May 8, 2019].

不同政府治理程度下，軍事支出對經濟成長的影響

－拉丁美洲地區分析

傅澤偉^{1*} 林鴻源²

¹ 國防大學財務管理學系

² 國防部陸軍第十軍團主計處

論文編號：NM-43-01-14

來稿2022年5月8日→第一次修訂2022年6月2日→第二次修訂2022年7月27日→

同意刊登2022年8月17日

摘要

拉丁美洲是中華民國外交友邦的重鎮，本研究以拉美地區 19 個國家 2006-2019 的 14 年共 266 筆資料為樣本，主要目的係探討該地區不同政府治理下，軍事支出對經濟成長的影響。運用集群分析將樣本資料之治理程度區分為高、低兩類。實證發現：(1)在未加入政府治理因素下，軍事支出、外國直接投資及貿易開放對該地區有顯著正向影響，而人口的成長則與經濟成長呈現無顯著負相關。(2)實證顯示高度治理國家相較於低度治理國家有顯著較高的經濟成長率。(3)高度治理國家軍事支出與經濟成長呈現顯著負向關係，而低度治理國家的軍事支出與經濟成長呈現顯著正向關係。將治理程度分為高、中及低三類進行穩健性分析，軍事支出與經濟成長的關係與兩分類一致。

關鍵詞：軍事支出、經濟成長、拉丁美洲、政府治理

* 聯絡作者：傅澤偉 email: futzewe@gmail.com

The impact of military expenditure on economic growth under different government governance degree – Evidences from Latin America

Fu, Tze-Wei^{1*} Lin, Hung-Yuan²

¹Department of Financial Management, National Defense University, Taiwan, R.O.C.

²Comptroller Division of 10th Army Command, Army, Ministry of Defense, Taiwan, R.O.C.

Abstract

Latin America is an important area for the foreign relationships of the Republic of China. This research analyzes 266 data from 19 countries in Latin America from 2006 to 2019 and aims to explore the impacts of military expenditures on economic growth under different government governance degree in this region. Cluster analysis is used to classify the governance degree of sample data into two categories: high and low. The empirical findings show that (1) Without adding government governance factors, military spending、foreign direct investment and trade openness have significantly positive impacts on the economic growth, while population growth insignificantly slows down economic growth. (2) High governance countries have significantly higher economic growth rates than countries with low governance. (3) In high governance countries, military expenditures and economic growth have a significantly negative relationship, while this relation becomes significantly positive in low governance countries. Three categories, high、medium and low, for robustness analysis, show that the relationships between military expenditure and economic growth is same with the findings of two categories.

Keywords: military expenditure, economic growth, Latin America, government governance

* Corresponding Author Email: futzewei@gmail.com

一、緒論

1.1 研究背景與動機

拉丁美洲與我國的國際地位有重要關聯。依照國際法，一個國家必須要有國際社會的承認。我國有邦交國代表世界上還有人承認「中華民國」的存在，亦即邦交國涉及到在我國在國際社會中作為一個主權國家的根本問題。細數 21 世紀以來兩岸的外交戰，已有 17 國與我國斷交，包括馬其頓（2001 年）、賴比瑞亞（2003 年）、多米尼克（2004 年）、萬那杜（2004 年）、格瑞納達（2005 年）、塞內加爾（2005 年）、查德（2006 年）、哥斯大黎加（2007 年）、馬拉威（2008 年）、甘比亞（2013 年）、聖多美普林西比（2016 年）、巴拿馬（2017 年）、多明尼加（2018 年）、布吉納法索（2018 年）、薩爾瓦多（2018 年）吉里巴斯共和國（2019 年）、索羅門群島（2019 年）。目前與我國有邦交者僅剩 15 個國家，其中，只有梵蒂岡屬於已開發國家，其餘都是未開發國家或開發中國家；我邦交國在歐洲及非洲各僅剩 1 國，大洋洲剩 4 個，拉丁美洲剩 9 個。拉丁美洲地區占邦交國總數比率高達 60%。鄧中堅（2015）提及中國對於拉丁美洲採取資源外交，藉由貿易、投資及金融借貸等來建立與拉丁美洲國家的關係。我國要維持與擴大與拉丁美洲國家的關係，瞭解拉丁美洲的經濟發展是個重要課題。

軍事因素對於拉丁美洲國家的影響是既深又廣，故而我們必須將軍事因素加入影響拉丁美洲經濟的研究。Loveman（2019）整理出 1959 年到 1990 年拉丁美洲軍政府的發展。在 1959 年拉丁美洲的小國古巴（Cuba）革命成功，古巴卡斯楚從原來軍政府奪權轉換古巴為共產主義國家。美國在古巴豬灣事件後，美國政府開始管理其鄰近國家以防他們成為共產國家。美國容許並支持這些拉丁美洲軍政府治理國家直到 1990 年冷戰結束。在 1990 年後軍政府國家逐漸轉換為民主選舉的制度。拉丁美洲軍事政府在 1964 年至 1990 年控制著 11 個拉丁美洲國家。Mani（2007）以薩爾瓦多為個案國家，研究軍方如何經營企業。其結論為拉丁美洲的軍政府在 1990 年代之後似乎是離開了主要政治及經濟的舞台，但其實軍政府藉由經營企業對於拉丁美洲國家的經濟影響是穩固且逐漸增強的。Mani（2011）提出拉丁美洲軍方藉由在很多企業擔任所有者、管理者或主要股東持續的影響及控制該國的經濟。Mora and Fonseca（2019）整理拉丁美洲國軍民關係，其結論為軍民關係有兩種類型，它們在不同程度上將武裝部隊納入了政治和治理。第一種是革命模式，例如在古巴，尼加拉瓜和委內瑞拉，武裝部隊充分參與了大多數的治理和經濟。另一種軍事參與政治的形式是協商形式，例如在瓜地馬拉和巴西，非常有影響力的退休高級軍官在為總統和其他民政領導人以及政府高級職位人士提供諮詢。

除了拉美的特殊狀況以外，軍事支出係屬政府支出的其中一部份，通常亦可視為影響一國經濟發展的重要因素之一。政府所提之國防施政計畫可強化國防設施，造成經濟多元發展，進而有助於經濟成長。拉丁美洲國家的軍事支出與經濟成長有相關性。Stroup and Heckelman（2001）的研究顯示拉丁美洲軍事支出對經濟成長的影響是非線性的，較低的軍費會促進經濟成長，而較高的軍費則降低經濟成長。Reitschuler and Loening（2005）研究發現瓜地馬拉軍事支出對經濟成長為負的影響。Hou and Chen（2013）探討 1975 年至 2009 年期間南美洲、非洲及南亞等 35 個發展中國家軍費開支對經濟成長的影響，研究顯示發展中國家之軍事支出對經濟成長為顯著負向關係。

除了軍事對於經濟成長的影響外，政府治理也能用來瞭解拉丁美洲國家的經濟發展。近年來，「政府治理」（Government Governance）這個詞彙在全球引發熱議，國際組織亦對政府治理成效提出衡量評鑑指標。政府治理的方式及建構的會影響一個國

家的政策及目標，且結果會直接顯現在人民的經濟與社會。Mainwaring and Scully (2008) 指出拉丁美洲的社會問題（貧困，收入不平等，社會服務水平低下）有賴良善政府治理解決，政府治理是政府執行增強國家政治、社會和經濟福利政策的能力，成功的治理需要保持合理高質量的民主做法，促進經濟成長，提供公民安全。Jalilian, Kirkpatrick and Parker (2007) 以 World Bank 資料庫治理指標之監管品質 (Regulatory quality) 與政府效能 (Government effectiveness) 檢測 1980-2000 年間拉丁美洲、亞洲及非洲之 96 個開發中國家對於經濟成長的影響，採用追蹤資料與跨國資料兩種分析，研究顯示監管品質與政府效能正面顯著影響經濟成長。Useche and Reyes (2020) 使用 2004 年至 2017 年間 20 個拉丁美洲國家競爭力，經濟成長與政府貪腐感知之間的結構關係，研究發現政府貪腐與經濟成長有關。

綜上所述，拉丁美洲係我國外交重鎮，在國際上對我國有舉足輕重的腳色，在經濟上亦與我國訂有經貿合作協定，在軍事國防上亦互有交流。本文探討軍事支出及政府治理對於拉丁美洲國家經濟成長的影響且參考 Cooray (2009) 探討政府治理對於政府支出與經濟成長的影響，故本文研究目的為探討不同政府治理程度下，軍事支出對於經濟成長的影響。

二、文獻探討

2.1 軍事支出與經濟成長相關性探討

軍事支出對經濟成長的影響是重要的議題。各國需要某種程度的軍事支出來提供國家安全性及應對內部和外部威脅；但是軍事支出的使用也會帶來機會成本，軍事支出會阻止國家的資源用在其他的活動進而直接或間接影響到經濟發展；這種替代性在發展中國家尤其重要 (Dunne and Tian, 2013)。國家預算有限，當預算分配多給了某一政事項目，即會造成少撥給其他政事項目，預算之間之關係是負的 (傅澤偉與林曼莉, 2019)。Tao, Glont, Li, Lobont and Guzun (2020) 指出許多發展中國家的大量預算用於國防和安全，並且在大多數情況下，國防支出會以其他預算如經濟，社會和投資服務為代價，因此，軍事支出增加會導致其他生產性經濟部門 (如教育和醫療保健) 的資源分配減少，進而阻礙經濟發展。

2.1.1 軍事支出與經濟成長之正相關實證結果

Benoit (1973) 是最早探討軍事支出對經濟成長的學者之一，以 1950 年至 1965 年印度等 44 個開發中國家為樣本，進行這些國家之經濟成長率、投資率、國外援助收入及軍事支出成長率等資料的相關係數檢定，其研究結果發現軍事支出佔 GDP 的比率愈高會顯著有利於經濟成長。Benoit (1978) 發現軍事支出實際上促進了未開發國家 (LDCs) 的經濟成長。

軍事支出可以藉由很多方式刺激經濟成長。Deger (1986) 及 Ram, (1995) 均指出軍事支出有助於教育和衛生領域的人力資本形成，因為國防人員和服兵役者接受了良好的體能訓練和各種技能。Dunne, Smith, and Willenbockel (2005) 認為軍事支出的增加會刺激總需求，進而導致資本存量的利用和就業增加；軍事支出可以避免人身及財產安全受國內外威脅。因此，軍事支出可以透過凱恩斯乘數效應和防範威脅來刺激經濟成長，只要軍事支出增加安全性，它就可以提高產出。Daddi, D'Agostino and Pieroni (2018) 研究了軍事支出對義大利 GDP 的影響，結果顯示，軍事負擔對 GDP 產生了重大影響，促進了“維持和平”生產力和人道主義任務，從而減少了來自外部威脅的安全保障，並增加了投資和工作。Gokmenoglu, Taspinar, and Sadeghieh (2015) 採用 Johansen 共整合和 Granger 因果關係，檢視土耳其在 1988-2013 年軍事支出與經濟成長之間的長期均衡關係，研究顯示軍事支出和經濟成長存在共整合關係。Yilgör,

Karagöl, and Saygili (2014) 運用 Granger 因果關係檢驗美國等 11 個已開發國家從 1980 年至 2007 年軍事支出對經濟成長之間的關聯進行研究，結果顯示，軍事支出與國內生產總值之間存在長期相關性。軍事支出佔國內生產總值中的比例增加將導致國內生產總值的增加，顯示已開發國家的軍事支出直接有助於其經濟，總體而言，已開發國家採取的主動行動是實現與其利益平行的所有軍事投資，從而進一步增強其經濟實力。Lobont, Glont, Badea, and Vatavu (2019) 探討羅馬尼亞在 1991-2016 年軍費與經濟成長之間的關聯，研究顯示經濟成長係長期軍事和武器費用增加所造成。從經濟的角度來看，軍事支出影響國家層級對勞動力，資本的有效利用進而影響到經濟成長。

2.1.2 軍事支出與經濟成長之負相關實證結果

Dunne and Uye (2010) 以 103 篇有關軍事支出對經濟成長的論文進行整理，發現幾乎 39% 的跨國研究和 35% 的案例研究中發現軍事支出對經濟成長具有負面影響。Dunne and Tian (2013) 歸納整理較近期的 170 篇研究，以冷戰結束以後為研究期間的研究較偏向於支持軍事支出對經濟成長的總體負面影響。Karadam, Yildirim, and Öcal (2017) 採用非線性縱橫資料分析對土耳其等 10 個中東及北非國家 1988-2012 年的資料進行研究，並以軍事支出和武器進口為自變數，結果顯示軍事支出和武器進口的增加對經濟成長產生負面影響。D'Agostino, Dunne and Pieroni (2019) 使用縱橫數據資料來估計內生增長模型，以 1998-2014 年期間 109 個非高收入國家為樣本。研究顯示，內生性是經濟成長和軍事支出關係的重要問題，在大多數研究中，軍事支出對經濟成長的破壞性影響被大大低估了。它提供了更有力的證據，顯示軍事支出確實是阻礙經濟成長的重要因素。Tao, Glont, Li, Lobont, and Guzun (2020) 採用拔靴滾動窗期因果關係檢定法，研究羅馬尼亞從 1980 年至 2018 年的軍事支出與持續經濟成長之間因果關係，結果顯示軍事支出對羅馬尼亞的 GDP 既有正面影響，亦有負面影響，具體而言，1996 年至 1999 年和 2002 年至 2004 年，由於鄰國動盪，導致公共投資對私人投資的排擠效應，此期間軍事支出對羅馬尼亞的 GDP 為負向影響。1999 年到 2002 年以及 2004-2006 年，由於國內動盪與參與北約組織，此時軍事支出的上升有助於穩定國內環境，從而刺激經濟發展。

2.1.3 軍事支出與經濟成長無相關實證結果

Qiong and Junhua (2015) 以中國 1995 年至 2018 年期間的數據資料，運用自我迴歸分配落後 (ARDL) 模型探討其軍事支出與經濟成長之間的因果關係。實證顯示，經濟成長對軍事支出存在單向因果關係，但未觀察到從軍事支出到經濟成長的因果關係。Kennedy (2017) 研究印尼 1991-2010 年軍事預算政策對經濟成長的影響，結果顯示軍事預算政策係加強防禦的「最低限度基本力量」，且預算政策對經濟成長亦產生乘數效應，透過供應方建構的單一經濟成長方程式來測試，軍事預算的增加對經濟成長沒有影響，軍事預算給私營部門帶來負面的外部性。Hassani (2020) 以阿富汗 2004 年至 2018 年的數據資料，運用向量自我迴歸 (VAR) 模型探討軍事支出與經濟之影響，結果顯示軍事支出不會對阿富汗的經濟成長產生重大影響，且 Granger 因果關係顯示只有單向因果關係亦即若政策變化影響了國內生產總值 (GDP) 或經濟變化，則將影響軍事支出，但軍事支出的政策變化不會影響 GDP。

綜合上述，軍事支出與經濟成長之間的關係，會隨取樣國家的不同、研究資料期間及實證方法的不同，可以歸納出正、負向或無顯著相關之影響。

2.2 政府治理與經濟成長相關性探討

不同政府治理造就國家不同經濟表現。經濟學家試圖曾從地理位置瞭解什麼原因導致國與國之間經濟表現的差異。東德和西德在地理條件上幾乎相同；相同的南韓和北韓的地理條件和相似，但經濟表現差異甚大。上述地理位置相近的國家的經濟狀況

差異可以歸因於各國家的機構不同、制度不同、和法律不同等等。亦即政府治理是個關鍵。

世界銀行的世界治理指標 (World Governance Index, WGI) 提供了一個完整的政府治理指標且廣為被實證研究採用。依世界銀行 (World Bank) 對治理 (Governance) 的定義：治理係政府管理國家資源行使國家權力的方式和制度，其包括選擇、監督和更換政府的過程；政府有效規劃和執行健全政策的能力；以及尊重公民和國家管理經濟和社會互動的機構的能力。本文探討之政府治理採用世界銀行的世界治理指標 (World Governance Index, WGI)，共區分六項治理指標：人民發言權及政府課責 (Voice and Accountability, VA)、政治穩定與反暴力/恐怖主義 (Political Stability and Absence of Violence/Terrorism, PSAVT)、政府效能 (Government Effectiveness, GE)、監管品質 (Regulatory Quality, RQ)、法律規則 (Rule of Law, RL) 與貪腐控制 (Control of Corruption, CC)。

上述六項治理指標是將來自於全球 30 多個商業、公共部門、非政府組織及國際組織等不同的數據資料庫總結組成一個綜合分數，治理指標成效衡量則從各個來源所得分數標準化後得到標準常態分數，其分數在-2.5 至 2.5 的範圍間，其中-2.5 分則代表經評鑑治理成效最差，2.5 分則代表經評鑑治理成效最強。

由於世界銀行政府治理指標涵蓋六項指標能從多個重要面向來衡量政府治理的優劣，近年來廣為運用在多個國家的政府治理與經濟成長相關性的研究。Kaufmann, Kraay and Zoido-Lobaton (1999) 利用橫斷面資料 (cross-section data) 與兩階段估計法分析，衡量政府治理與經濟成長的關聯，實證結果發現政府治理有助經濟成長，良好的政府治理品質將促進經濟水準的提升。Gani (2011) 以縱橫資料對阿根廷等 84 個開發中國家進行迴歸分析，樣本期間為 1996、1998、2000、2002、2003、2004、2005 年，結果顯示政治穩定與政府效能對於經濟成長有正面的影響。人民發言權及政府課責及貪腐程度對於經濟成長則有顯著負向的影響。監管品質與法規制度對於經濟成長的影響程度較小。一般而言，治理的改善對開發中經濟體的經濟成長有正面的貢獻，但是對於不同層面的治理品質，對經濟成長的影響卻不盡相同。Omoteso and Mobolaji (2014) 以縱橫資料對撒哈拉以南的 47 個非洲國家 2002 年至 2009 年的資料進行迴歸分析，結果顯示政治穩定和監管質量指標對區內經濟成長有顯著的正相關，而政府效能對區內經濟成長造成負影響。研究亦發現，同時實施發言與課責權以及法律規則指標對該區域的經濟成長產生顯著正向的影響。Bhattacharjee and Haldar (2015) 以縱橫資料對南亞 4 個國家 1996-2010 年資料進行迴歸分析，結果顯示，發言與課責制、政府效能顯著影響經濟發展。法令規章雜亂，政治不穩，法治薄弱對經濟成長的短期影響不大，但長期可能可能會阻礙經濟成長。邱文祥 (2016) 探討 2003-2012 年台灣等 20 個新興經濟體國家的經濟成長，研究顯示在新興國家貪腐控制、人民發言權及政府課責、監管品質與國內生產總值的年增長率呈顯著正相關。政治穩定和政府效能對經濟成長沒有具體的影響。Shahla, Khaled, Ahmad, and Fakhradin (2017) 以縱橫資料對 221 個發展中國家進行迴歸分析，資料蒐集期間為 1996 年至 2009 年。結果顯示人民發言權及政府課責、法律規則、監管質量和政治穩定等指數對經濟成長產生正面影響。但貪腐控制在特定的社會中卻阻礙生產性勞動力實現經濟活動。Awan, Akhtar, Rahim, Sher, and Cheema (2018) 對 Bangladesh、India、Nepal、Pakistan 及 Sri-Lanka 五個國家 1996-2014 年之資料進行縱橫資料迴歸分析，研究顯示政府效能與政治穩定對南亞聯盟國家的經濟成長產生了正向而顯著的影響；貪腐則阻礙了經濟發展。

2.3 軍事支出、政府治理與經濟成長相關性探討

目前並無同時考量軍事支出及政府治理對經濟成長的實證研究。Cooray (2009) 探討政府的規模（政府支出）跟質量（治理）對 71 個國家經濟成長的影響，並採用世界銀行治理 6 項指標之指數採用算術平均，依分數大小轉換成 4 類治理虛擬變數，結果顯示，增加公共支出和良善的政府治理都可以提升經濟成長，另外，實證亦顯示良善的政府治理可以增加政府支出對經濟成長的正向影響；亦即政府治理可以干擾政府支出對經濟成長的影響。由於軍事支出屬政府支出的其中一部份，所以本研究假設：不同政府治理程度的國家其軍事支出對經濟成長的影響不同。

2.4 其他與拉丁美洲經濟成長相關變數

本研究除了探討軍事支出對經濟成長的影響之外，另外參考國內生產毛額產出模型 $Y=C+I+G+(X-M)$ ，模型概述如下：Y 為國內生產毛額，C 為消費，I 為投資，G 為政府支出，X 為出口以及 M 為進口。

Rjoub, Alrub, Soyer, and Hamdan (2016) 運用縱橫資料探討 1995-2013 年拉丁美洲國家外國直接投資流入對經濟成長的影響，以國內投資、貿易開放度、人力資本及政府財政支出等為變數，結果顯示，拉丁美洲國家的經濟成長受外國直接投資及貿易開放積極正面的影響。

Owusu-Nantwi and Erickson (2019) 利用 Pedroni 共整合測試及向量誤差修正模型 (VECM) 研究 1980-2015 年間外國直接投資對南美 10 個國家經濟成長的影響，以政府消費支出、通貨膨脹、貿易開放和人口增長等作為變數。研究顯示外國直接投資、貿易和人口增長對該區域經濟成長產生正向顯著影響，而通貨膨脹則對南美洲經濟成長為負向顯著關係，政府消費支出在統計上為不顯著關係。

綜合上述，本研究將加入外國直接投資、貿易開放及人口增長為模型的控制變數。

三、研究設計

本研究之目的為探討不同政府治理程度下，軍事支出對經濟成長之影響。以拉丁美洲地區做實證分析。首先回顧國內外學者研究之相關文獻，歸納出可能影響該區經濟成長的變數，並運用集群分析將樣本資料之治理程度區分高、低兩類，再利用縱橫資料迴歸分析 (Panel Regression Analysis) 對拉美地區 19 個國家 2006-2019 年資料進行估計。縱橫資料集根據不同估計方式可分為混合迴歸模型 (Pooled Regression Model)、固定效果模型 (Fixed Effect Model) 和隨機效果模型 (Random Effect model)。以 F 檢定檢驗模型較符合混合迴歸模型或固定效果模型，以 Lagrange multiplier 檢定 (LM Test) 檢驗模型較符合混合迴歸模型或隨機效果模型，最後以 Hausman 檢定 (Hausman Test) 檢驗模型較符合固定效果模型或隨機效果模型。本研究根據上述檢定結果選擇最適切的模型進行分析。

3.1 研究樣本與資料來源、變數定義與模式

3.1.1 研究樣本與資料來源

本研究以中華民國外交部全球資訊網之「拉丁美洲及加勒比海地區」33 個國家為研究對象，排除在世界銀行網站 (World Bank) 及斯德哥爾摩國際和平研究所網站 (SIPRI) 資料缺漏的 14 個國家計有古巴、海地、巴拿馬、安地卡、巴哈馬、格瑞那達、聖克里斯多福、聖露西亞、聖文森、蘇利南、哥斯大黎加、千里達、巴貝多及多米尼克等 14 個國家外，其中海地、聖克里斯多福、聖露西亞及聖文森為我國邦交國；最後研究對象為 19 個國家，19 個國家英文排序為阿根廷、貝里斯、玻利維亞、巴西、智利、哥倫比亞、多明尼加、厄瓜多、聖薩爾瓦多、瓜地馬拉、圭亞那、宏都拉斯、

牙買加、墨西哥、尼加拉瓜、巴拉圭、秘魯、烏拉圭及委內瑞拉。其中有 5 個邦交國：貝里斯、瓜地馬拉、宏都拉斯、尼加拉瓜及巴拉圭。研究時間為 2006 年到 2019 年共 14 個年度之 266 筆資料進行分析。

應變數為實質經濟成長率及主要解釋變數為軍事支出。政府治理作為分類變數，控制變數為外國直接投資、貿易開放及人口成長。實質經濟成長率、政府治理指標、外國直接投資、貿易開放及人口成長資料取自世界銀行網站（World Bank），軍事支出資料取自斯德哥爾摩國際和平研究所網站（SIPRI）。

3.1.2 實證模式與變數說明

為實證不同政府治理程度下、軍事支出對於經濟成長之影響，且考量樣本時間較長及觀察個體國家間之差異，本研究採用縱橫（Panel）迴歸分析方法。黃智聰與梁儀盈（2013）基本的線性縱橫資料模型建構如：

$$y_{it} = \alpha_i + \beta_i x_{it} + e_{it} ; i = 1, 2, \dots, N \quad t = 1, 2, \dots, T$$
，其中 i 代表資料含有 N 個個體，而 T 代表時間序列的最大長度。

採用縱橫（Panel）迴歸分析方法可以同時考量多個國家多期的資料特性。黃智聰與梁儀盈（2013）提及在使用縱橫迴歸分析時以截距項來控制個體差異。縱橫資料模型可分成三種不同的模型：混合（pooled）迴歸模型、固定效果（fixed effect）模型與隨機效果（random effect）模型。

混合迴歸模型假設截距項 α 與斜率係數對於所有的橫斷面個體沒有顯著差異，從時間上來觀察個體之間也沒有顯著差異，可將所有橫斷面成員的時間序列數據混合在一起作為樣本數據進行估計。其模型的型式如下：

$$y_{it} = \alpha + \beta_1 x_{1it} + \beta_2 x_{2it} + \dots + \beta_k x_{kit} + e_{it} \\ i = 1, 2, \dots, N \quad t = 1, 2, \dots, T$$

固定效果模型假設母體內的橫斷面間差異較大，而此差異被包含在截距項中，截距會因不同個體而改變，但在所有時間點的自變數係數皆為固定。利用截距項來評量個體間的差異性，以計量模型表示為：

$$y_{it} = \alpha_i + \beta_1 x_{1it} + \beta_2 x_{2it} + \dots + \beta_k x_{kit} + e_{it} \\ i = 1, 2, \dots, N \quad t = 1, 2, \dots, T$$

混合(pooled)迴歸模型與固定效果(fixed effect)模型的 F 統計量檢測，以虛無假設 $H_0 : \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_N$ ，若檢定的結果， F 統計量值很大，則拒絕虛無假設，推估樣本資料符合固定效果模型；反之，則符合混合迴歸模型。

隨機效果模型與固定效果模型同樣考量個體差異性且均有截距項，不同之處在於考量樣本為隨機選取，因此截距項 u_i 代表個體差異中無法觀察到的隨機效果(類似隨機誤差項)，而 e_{it} 則為整體的誤差，而誤差項 v_{it} 即由兩者組合而成。經過重新整理排列形成常見的迴歸模型：

$$y_{it} = \alpha + \beta_1 x_{1it} + \beta_2 x_{2it} + \dots + \beta_k x_{kit} + v_{it} \\ v_{it} = u_i + e_{it} \quad i = 1, 2, \dots, N \quad t = 1, 2, \dots, T$$

針對隨機效果的誤差項 v_{it} 組成產生的異質性(μ_i 變異數非為零)內生性(μ_i 與任一自變數相關)分別有檢測方法。Breusch & Pagan 建立了 Lagrange multiplier 法則 (LM Test)，可以檢定樣本資料是否有隨機個體差異。虛無假設檢定為 $H_0 : \sigma_u^2 = 0$ ，若 $LM < \chi_{(1)}^2$ ，則表示沒有足夠證據拒絕虛無假設，亦即沒有隨機效果，適合採用混合迴歸模型；反之，採用隨機效果模型。

Hausman 隨機模型檢定法 (Hausman Test) 用來檢測固定效果和隨機效果估計值是否具有的一致性，虛無假設為 H_0 : 個體隨機誤差 μ_i 與解釋變數無關。若個體隨機誤差與解釋變數間無相關，則兩種模型的估計值近似相等，採用隨機效果模型較具有效率；若個體隨機誤差與任一解釋變數相關時，固定效果估計值仍具一致性，但隨機效果則不一致，此時，固定效果模型所估計的參數會較趨近於真實母體。統計檢定量 $H > \chi^2_{(k)}$ 統計量時，則拒絕虛無假設，採用固定模型效果較佳；反之，則採用隨機效果模型。

本研究針對各國政府治理採用集群分析將其作不同的分類，採用此方法的原因為：依世界銀行定義，政府治理六項指標：人民發言權及政府課責 VA、政治穩定與反暴力／反恐怖主義 PSAVT、政府效能 GE、監管品質 RQ、法律規則 RL 及貪腐控制 CC 等六項作為分類的標準。採用分類方式的主要考量是分類的優點。分類的優點有二，其一是分類是以全部 6 項指標均同時列入考量，不是只考量單一或少數指標；其二是先前研究出現某些指標顯著但某些不顯著及出現一些較難理解的結果；本研究認為影響經濟的政府治理應該不是單一指標而應該是全面性的政府治理指標，逐一解釋單一指標的顯著性較不合乎真實的狀況。綜合上述兩點的考量，本研究採用集群分析將各國依其 6 項治理指標作分類。

採用控制變數為外國直接投資 (FDI)、貿易開放 (TRO) 及人口成長 (PG)。模式建構如下：

$$EG_{it} = \alpha_i + \beta_1 ME_{it} + \beta_2 FDI_{it} + \beta_3 TRO_{it} + \beta_4 PG_{it} + e_{it}$$

$$i=1,2,\dots,N, t=1,2,\dots,T$$

此外，政府治理六項指標衡量了各個國家的治理狀況，本研究採用集群分析，先依各國政府治理六項指標值將各國治理狀況分為高或低的兩個集群組。

3.1.3 變數定義、資料來源

變數定義、資料來源如表 1。應變數「經濟成長率」(Economic Growth, EG)，主要解釋變數軍事支出 (Military Expenditure, ME)。政府治理 (Government Governance) 為分類變數，控制變數為外國直接投資 (Foreign Direct Investment, FDI)、貿易開放 (Trade Openness, TRO) 及人口增長 (Population Growth, PG)，變數分述如下：

1. 經濟成長 (EG)：為各國實質人均 GDP 成長率，表示一個國家經濟實力、人民福祉和國際地位的指標。
2. 軍事支出 (ME)：做為衡量國家經濟的主要變數，為軍事支出佔 GDP 的比率，過去探討軍事支出對經濟成長影響，始終未能達成學術共識，沒有一致的結論。
3. 政府治理程度分類，依照下述六個指標進行分群分析，得出各樣本之治理程度為低度及高度兩類。
 - (1) 人民發言權及政府課責 (Voice and Accountability, VA)：衡量一個國家的公民能夠參與遴選自己的政府，以及言論自由、社團自由及媒體自由的程度。一般而言，自由民主化程度越高的國家，社會越安定，言論越自由。
 - (2) 政治穩定與反暴力／反恐怖主義 (PSAVT)：衡量政府是否被人民經由違憲或暴力手段被動搖或推翻的可能性，包括政治動機的暴力和恐怖主義。由公共行政觀點，政治穩定度高的國家，將促使政策延續性越強，且高度政治穩定度，將帶動經濟穩定成長。
 - (3) 政府效能 (GE)：衡量政府提供之公共服務與公民服務之品質、對政治壓力

之獨立性、政策制定與執行之品質、以及政府承諾執行政策之可信度。一般而言，政府效能越好，顯示政策執行力越強，亦即使經濟適度增長。

- (4) 監管品質 (RQ)：衡量對於政府在許可和促進私營部門發展上，制定和執行健全政策和法規之能力的看法。一般而言，監管品質越好，將促使經濟適度增長。
- (5) 法律規則 (RL)：衡量社會成員信任並遵守社會規則的程度，特別是合約執行、產權、警察和法院的品質，以及犯罪和暴力的可能性。一般而言，國家法治完備，法令規範透明，將使企業運作穩定更高，促使經濟適度增長。
- (6) 貪腐控制 (CC)：衡量借助公權力謀取私人利益的程度，包括各種規模的貪腐形式，以及奪佔 (capture) 國家精英和私人利益團體的情形。一般而言，清廉度越高，減少行政成本及尋租 (rent seeking) 行為，有助於促進經濟適度增長。然而有些研究指出貪腐能潤滑政府組織運作，加速行政效率，有助政策的有效執行，促進經濟成長。

以研究樣本的 6 項治理指標分數以集群分析分法來分類，各項分數均較高的樣本即歸為高度治理樣本。各項分數低於高治理即歸為低度治理樣本。

4. 控制變數：包含 (1) 外國直接投資 (FDI)：世界銀行將其定義為「淨投資流入」佔 GDP 的比重，過去研究顯示有助於促進經濟的成長。(2) 貿易開放 (TRO)：世界銀行將其定義是貨品和服務進出口總額佔國內生產總值的比重，過去研究顯示有助於促進經濟的成長。(3) 人口增長 (PG)：人口成長代表國家的勞動力。

表 1 模型變數說明表

變數類別	變數代碼	變數名稱	變數定義	資料來源
應變數	EG	經濟成長率	實質人均 GDP 成長率。	世界銀行
主要解釋變數	ME	軍事支出	軍事支出佔 GDP 比率。	斯德哥爾摩國際和平研究所
	GG	政府治理分類	依研究樣本之政府治理指標分數區分之高度政府治理與低度治理國家。	世界銀行及本研究整理
控制變數	FDI	外國直接投資	外國淨投資流入佔 GDP 的比重。	世界銀行
	TRO	貿易開放	貨品和服務進出口總額佔國內生產總值的比重。	世界銀行
	PG	人口增長	當年的年人口增長率是前一年到當年人口的指數增長率，用百分比表示。	世界銀行

四、實證結果與分析

本研究以世界銀行分區之「拉丁美洲」區之國家為研究對象，排除資料不齊全的國家，最後計 19 個國家為研究樣本，並以 2006 年到 2019 年共 14 個年度之年資料進行分析，總計 266 筆資料進行分析。

4.1 敘述性統計

首先，先就經濟成長 (EG)、軍事支出 (EG)、發言權及課責 (VA)、政治穩定與反暴力／反恐怖主義 (PSAVT)、政府效能 (GE)、監管品質 (RQ)、法律規則 (RL)、貪腐控制 (CC)、外國直接投資 (FDI)、貿易開放 (TRO) 及人口增長 (PG) 等變數的敘述統計結果，如表 2。

結果顯示在拉丁美洲地區國家中，經濟成長 (EG) 平均數為 2.042%，中位數是 2.076%，標準差是 2.858%，最大值是 9.649% 出現在巴拉圭，最小值是 -6.854% 出現在阿根廷，表示在拉美地區國家中的人均實質 GDP 成長率多寡相差約 15 個百分點；軍事支出 (ME) 為平均數 1.341%，中位數是 1.173%，而標準差是 0.755%，最大值是 3.863% 出現在哥倫比亞，最小值是 0.311% 出現在墨西哥，表示在拉美國家的軍事支出佔 GDP 比例高低差約 3.5 個百分點。

人民發言權及政府課責 (VA) 平均分數為 0.120 分，這分數略高於 0 分；最高分 1.257 分出現在烏拉圭，最低分 -1.415 出現在委內瑞拉；政治穩定與反暴力／反恐怖主義 (PSAVT) 平均分數為 -0.301 分，低於 0 分，代表拉美地區政治穩定度不高。最高分 1.063 分出現在烏拉圭，最低分 -1.902 出現在哥倫比亞；政府效能 (GE) 平均分數為 -0.277 分也顯現拉美地區政府效能有待改善；最高分 1.275 分出現在智利，最低分 -1.658 出現在委內瑞拉；監管品質 (RQ) 平均分數為 -0.187 分，最高分 1.539 分出現在智利，最低分 -2.364 出現在委內瑞拉；監管品質 (RQ) 在拉美地區的差距很大。法律規則 (RL) 平均分數為 -0.548 分此可能與很多拉美地區仍處於人治狀態有關；最高分 1.433 分出現在智利，最低分 -2.322 出現在委內瑞拉；貪腐控制 (CC) 平均分數為 -0.371 分顯現拉美的貪腐問題很普遍；最高分 1.582 分出現在智利，最低分 -1.510 出現在委內瑞拉。綜合而言，拉美地區政府治理不佳尤其是軍人主政的委內瑞拉；智利的政府治理在拉美地區是最佳的國家。

外國直接投資 (FDI) 為平均數 4.192%，中位數是 3.458%，而標準差是 3.896%，最大值是 40.027% 出現在蓋亞那共和國，最小值是 -0.613% 出現在薩爾瓦多，表示在拉美國家的外國直接投資佔 GDP 比例高低差約 41 個百分點；貿易開放 (TRO) 平均數為 68.391%，中位數 63.984%，而標準差是 27.944%，最大值是 138.744% 出現在蓋亞那共和國，最小值是 22.106% 出現在巴西，表示在拉美地區國家中的進出口貿易總額佔 GDP 比率多寡相差約 116 個百分點；人口增長 (PG) 平均數為 1.151%，中位數是 1.232%，而標準差是 0.629%，最大值是 2.618% 出現在巴西，最小值是 -1.786% 出現在委內瑞拉，表示在拉美地區國家中的人口成長率多寡相差約 4.3 個百分點。

表 2 敘述統計表

變數	平均數	中位數	最大值	最小值	標準差
EG(%)	2.042	2.076	9.649	-6.854	2.858
ME(%)	1.341	1.173	3.863	0.311	0.755
VA	0.120	0.096	1.257	-1.415	0.519
PSAVT	-0.301	-0.274	1.063	-1.902	0.557
GE	-0.277	-0.322	1.275	-1.658	0.548
RQ	-0.187	0.199	1.539	-2.364	0.683
RL	-0.548	-0.603	1.433	-2.322	0.655
CC	-0.371	-0.518	1.582	-1.510	0.654
FDI(%)	4.192	3.458	40.027	-0.613	3.896
TRO(%)	68.391	63.984	138.744	22.106	27.944
PG(%)	1.151	1.232	2.618	-1.786	0.629

註：經濟成長(EG)、軍事支出(ME)、發言權及課責(VA)、政治穩定與反暴力／反恐怖主義(PSAVT)、政府效能(GE)、監管品質(RQ)、法律規則(RL)、貪腐控制(CC)、外國直接投資(FDI)、貿易開放(TRO)及人口增長(PG)。

4.2 不分類下，軍事支出對經濟成長之影響

本研究對於全體樣本採用縱橫資料迴歸分析，在控制外國直接投資(FDI)、貿易開放(TRO)及人口成長(PG)等因素下，探討軍事支出(ME)對經濟成長(EG)之影響。在分析影響程度前，先對樣本資料進行檢定多個檢定並選取符合樣本資料特性之模型。由 F 檢定值為 5.57 其機率值小於 1%，固定效果模式優於 pooled 模式。LM 值為 16.78 機率值小於 1%，隨機模式優於 pooled 模式。Hausman 檢定的卡方值為 43.7 機率值低於 1%；固定效果優於隨機模式。上述檢測結果顯示採用固定效果模型較符合資料特性。採用考量異質變異數的 White 檢定迴歸，固定效果模式的分析結果如表 3 所示。

表 3 全體樣本軍事支出對經濟成長之影響

變數	固定效果模型	
	係數	t 值(p 值)
C 截距項	-6.389	-2.130** (0.0342)
ME 軍事支出	130.4	1.822* (0.0697)
FDI 外國直接投資	0.093	2.600*** (0.0001)
TRO 貿易開放	0.107	4.109*** (0.0001)
PG 人口增長	-0.861	-0.757 (0.4499)
$AdjR^2$	0.269	

註 1：軍事支出(ME)、外國直接投資(FDI)、貿易開放(TRO)及人口增長(PG)。

註 2：*：p<0.1，**：p<0.05，***：p<0.01。

不同政府治理程度下，軍事支出對經濟成長的影響－拉丁美洲地區分析

整體迴歸模型之解釋力為 26.9%，實證顯示軍事支出（ME）對該地區有顯著正向影響，此結果可能是中南美洲國家的軍事支出大部分是人員費用類及設備維持費用類為主故而會影響當期經濟；外國直接投資（FDI）及貿易開放（TRO）對該地區有顯著正向影響，而人口成長（PG）則是對經濟成長無顯著影響。在拉丁美洲地區，軍事支出對於經濟成長具有正向影響。拉丁美洲國家普遍而言政治上仍不穩定，軍事支出的上升有助於穩定國內環境，從而刺激經濟發展。

4.3 集群分析

本研究對政府治理之六項指標變數進行了集群分析測試，採用集群分析的目的是為了更聚焦於各國政府治理的特性。由於世界銀行的政府治理有六項指標涉及了多個深度互動的政治（政治穩定與反暴力／反恐怖主義）、政府（政府效能）法治（監管品質、法律規則、貪腐控制）及民主（發言權及課責）因素。故而在考量一個國家的政府治理狀況必須同時考量此六個因素，亦即必須同時以此六個政府治理程度來分類各國的政府治理狀況；集群分析（cluster analysis）就是一個很適當的方法。吳萬益（2019）提到集群分析就是將樣本依某些共同特性把樣本分配到特定的群組，此方法適合於探索性及驗證性研究。集群分析適用於樣本不是多元常態分配及共變數矩陣相同的狀況。

集群分析結果如表 4 及表 5。由表 5 可以確定將國家政府治理程度劃分為低治理群及高治理群兩類能顯著的區別樣本國家的政府治理差異。在表 4 中，在低度政府治理的集群中，所有的治理項目除了人民發言權及政府課責外，其他五項評分均為負值，顯見拉美地區低治理組國家在各項政府治理表現極差。在高度政府治理的集群中，所有的治理項目評分均為正值，在拉美地區高度治理集群的政府表現極佳。全部 266 筆觀察值分為高治理群的 28 筆樣本及低治理群 238 筆樣本。28 筆高治理樣本為智利及烏拉圭此兩國家的 14 年資料。其餘 17 個國家的 14 年資料被歸類為低政府治理國家。

參酌過往研究，治理較佳的國家其經濟成長較佳。本研究對兩集群進行虛無假設：兩群的經濟成長率無差異。本研究高治理組的經濟成長率平均數為 2.82%，平均數的標準誤為 0.46%；低治理組的經濟成長率平均數為 1.95%，平均數的標準誤為 0.19%；兩組平均數差異為 0.87%，t 值為 1.748 其機率值為 0.089。在顯著水準 10% 下，本研究拒絕高治理組與低治理組的經濟成長率相同。高治理國家的經濟成長率高於低治理國家的經濟成長率。

表 4 集群分析最後集群中心點

	集群	
	低治理	高治理
VA	0.00612	1.0861
PSAVT	-0.41676	0.68219
GE	-0.40790	0.83503
RQ	-0.318670	0.93580
RL	-0.72484	0.95155
CC	-0.56915	1.31426

表 5 ANOVA 分析

	集群		誤差		F 檢定	顯著性
	平均平方和	自由度	平均平方和	自由度		
VA	29.223	1	.160	264	182.438	p 值<0.0001
PSAVT	30.256	1	.197	264	153.645	p 值<0.0001
GE	38.703	1	.155	264	250.152	p 值<0.0001
RQ	39.426	1	.319	264	123.665	p 值<0.0001
RL	70.406	1	.164	264	430.311	p 值<0.0001
CC	88.869	1	.092	264	961.243	p 值<0.0001

4.4 不同政府治理程度下軍事支出對經濟成長之影響

本研究依樣本集群分析區分之治理程度，在控制外國直接投資（FDI）、貿易開放（TRO）及人口成長（PG）等因素下，採用縱橫資料迴歸分析，探討不同政府治理程度下，軍事支出與經濟成長關係。

先針對低度政府治理的 17 個國家進行 Panel 分析。由 F 檢定值為 5.55 其機率值小於 1%，固定效果模式優於 pooled 模式。LM 值為 16.83 其機率值小於 1%，隨機模式優於 pooled 模式。Hausman 檢定的卡方值為 24.89 機率值低於 1%；固定效果優於隨機模式。上述檢測結果顯示採用固定效果模型較符合資料特性，採用考量異質變異數的 White 檢定，固定效果迴歸結果如表 6 所示。

表 6 低度（兩分群）治理國家的軍事支出對經濟成長之影響

變數	固定效果模型	
	係數	t 值 (p 值)
C 截距項	-0.027	-0.014 (0.9889)
ME 軍事支出	72.31	2.457** (0.0147)
FDI 外國直接投資	0.058	1.728* (0.0854)
TRO 貿易開放	0.029	2.344** (0.0199)
PG 人口增長	-0.954	-2.157** (0.0320)
$AdjR^2$	0.234	

註 1：軍事支出（ME）、外國直接投資（FDI）、貿易開放（TRO）及人口增長（PG）。

註 2：*：p<0.1，**：p<0.05，***：p<0.01。

低度治理國家的整體迴歸模型之解釋力為 23.4%。在控制貿易開放（TRO）、外國直接投資（FDI）及人口增長（PG）等 3 個變數實證顯示軍事支出（ME）對該地區有顯著正向影響。由此可見拉美地區屬於低度治理的國家其經濟深受軍事支出的正向影響，此與全體樣本結果一致。低度治理國家在人民發言權及政府課責、政治穩定與反暴力／反恐怖主義、政府效能、監管品質、法律規則及貪腐控制上表現均較差。政府為了管控人民以維持經濟活動的平穩採用軍事壓制的政策；這種高壓方式不符合現今的民主氛圍，但此類國家如果放任國內紛亂，可預期的是經濟必然不振。此外在低治理狀況下，民間商業行為較為不活絡，軍事支出（政府支出的一部分）的增加在國內生產毛額的增加上相形重要。

貿易開放（TRO）及外國直接投資（FDI）對該地區有顯著正向影響，而人口成長（PG）則是對經濟成長有顯著負向影響。

不同政府治理程度下，軍事支出對經濟成長的影響－拉丁美洲地區分析

表 7 高度（兩分群）治理國家的軍事支出對經濟成長之影響

變數	混合模型	
	係數	t 值(p 值)
C 截距項	0.421	0.164(0.8713)
ME 軍事支出	- 350.3	- 2.126**(0.0445)
FDI 外國直接投資	- 0.219	- 2.004*(0.0570)
TRO 貿易開放	0.237	6.574***($p<0.001$)
PG 人口增長	-4.346	-6.885***($p<0.001$)
$AdjR^2$	0.462	

註 1：軍事支出（ME）、外國直接投資（FDI）、貿易開放（TRO）及人口增長（PG）。

註 2：*： $p<0.1$ ，**： $p<0.05$ ，***： $p<0.01$ 。

由於高治理國家樣本只有兩國故而無法進行隨機效果迴歸，所以只列出 F 檢定的結果，由於 F 值為 0.11 其機率值為 0.74 高於 10%，混合模式比固定效果更適於高治理國家的特性，混合迴歸結果如表 7。高度治理國家的整體迴歸模型之解釋力為 46.2%。在 10%顯著水準下，外國直接投資（FDI）及人口成長（PG）對該地區經濟成長有顯著負向影響；貿易開放（TRO）則是對經濟成長有顯著正向影響。

在加入控制變數下，軍事支出（ME）對該地區經濟成長有顯著負向影響。此種負向結果與之前的整體樣本及低度治理的正向影響不同，亦即政府治理程度不同會影響到軍事支出對於經濟成長的影響。高度治理國家較不需要軍事力量來維持政治穩定，軍事支出佔國內生產毛額的比率下降，但國家經濟藉由投資與貿易呈現成長。軍事支出可能排擠了其他資源投入經濟活動進而阻礙了經濟成長。

4.5 Robustness 檢測

由於沒有理論限制政府治理狀況一定要採用兩分類，故而我們進一步進行穩健檢測（Robustness 檢測）。探討政府治理對於國防預算與經濟成長的關係是否會因為政府治理的集群分類數不同而影響其結果。

本研究採用三群及三群以上來測試；當設為三群以上時會出現多個國家在不同年度屬於不同的治理程度。本研究的研究對象為國家，不同年度的治理程度要一致，顯見三群以上分類不符合本研究。以下即以採用三群分類進行後續 Robustness 分析。表 8 及表 9 為政府治理之六項指標變數進行了三群分類的結果。

由表 9，採三分群能顯著地顯現樣本的政府治理差異。將國家政府治理程度劃分為低、中及高三類。由表 8 可知，在低度政府治理的集群中，所有的治理項目評分均為負值，在該組內的政府治理表現極差。在高度政府治理的集群中，所有的治理項目評分均為正值，在高度治理集群的政府表現極佳。介於低度政府治理集群與高度政府治理集群之間則歸類為中度政府治理國家。治理最佳的 28 筆樣本國仍舊為智利及烏拉圭此兩國各 14 年的資料，治理最差的 28 筆樣本國家是委內瑞拉及厄瓜多此兩國各 14 年的資料。其他國家被歸類於中度治理國家，這些中度治理國家包含了五個我國建交國；貝里斯、瓜地馬拉、宏都拉斯、尼加拉瓜及巴拉圭。

表 8 三群的集群分析

	集群		
	低	中	高
VA	-0.77435	0.08962	1.08616
PSAVT	-1.02107	-0.35211	0.68219
GE	-1.07061	-0.33701	0.83503
RQ	-1.44531	-0.19815	0.93580
RL	-1.57733	-0.63365	0.95155
CC	-1.12346	-0.50985	1.31427

表 9 三群的 ANOVA 分析

	集群		誤差		F 檢定	顯著性
	平均平方和	自由度	平均平方和	自由度		
VA	22.366	2	.102	263	219.66	p 值<0.001
PSAVT	19.777	2	.162	263	121.84	p 值<0.001
GE	24.943	2	.113	263	221.13	p 值<0.001
RQ	35.871	2	.197	263	181.95	p 值<0.001
RL	44.454	2	.094	263	473.49	p 值<0.001
CC	48.346	2	.063	263	766.68	p 值<0.001

以三分類的低度治理國家為基準進行迴歸分析，比較低度治理與高度治理及中度治理國家經濟成長率是否也有顯著差異。本研究高治理組（二分類及三分類均為智利與烏拉圭）的經濟成長率平均數為 2.82%；三分類中度治理國家的經濟成長率平均數為 2.0%；三分類低治理組的經濟成長率平均數為 1.43%。

以虛擬變數設定（低度為基準，採用高程度及中程度為兩虛擬變數）採用迴歸分析來檢測經濟成長率是否有差異。迴歸的結果，高治理的虛擬變數係數值 1.39%且機率值為 0.092；中治理的虛擬變數係數值 0.57%且機率值為 0.38；在顯著水準 10%下，本研究拒絕高治理組與低治理組的經濟成長率相同。高治理國家的經濟成長率高於低治理國家的經濟成長率。中度治理組與低度治理組的經濟成長率無顯著差異。

由於三類治理最佳的 28 筆樣本為智利及烏拉圭此與兩種分類時相同，其迴歸結果請參考表 7。針對低度治理國家及中度治理國家進行分析如表 10 及表 11。

低度治理國家只有委內瑞拉及厄瓜多兩個國家樣本故而無法進行隨機效果迴歸，其 F 檢定值為 15.27 其機率值為 0.0011 低於 1%，固定模式比混合模式更適於低治理（三分群）國家的特性，其固定效果迴歸結果如表 10。

低度治理國家的整體迴歸模型之解釋力為 74.437%。在考量控制變數下，軍事支出（ME）對該地區經濟有顯著正向影響，此結果與兩分類時的結果相同。由於低治理國家需要仰賴軍事力量來穩定其政治穩定與社會秩序面，故而軍事支出有利其經濟發展。實證顯示在顯著水準 10%下，直接投資（FDI）對該地區經濟成長有顯著負向影響；貿易開放（TRO）人口成長（PG）則是對經濟成長有顯著正向影響。

不同政府治理程度下，軍事支出對經濟成長的影響－拉丁美洲地區分析

表 10 低度（三分群）治理國家的軍事支出對經濟成長之影響

變數	固定效果模型	
	係數	t 值 (p 值)
C 截距項	-33.60	-7.442*** (p<0.001)
ME 軍事支出	323.94	2.3875** (0.0288)
FDI 外國直接投資	1.2901	-2.004* (0.0570)
TRO 貿易開放	0.2729	3.6755*** (0.0019)
PG 人口增長	8.0069	3.0784*** (0.0068)
$AdjR^2$	0.7443	

註 1：軍事支出（ME）、外國直接投資（FDI）、貿易開放（TRO）及人口增長（PG）。

註 2：*：p<0.1，**：p<0.05，***：p<0.01。

對中度政府治理的 15 個國家進行 Panel 分析。由 F 檢定值為 5.83 其機率值小於 1%，固定效果模式優於 pooled 模式。LM 值為 15.16 其機率值小於 1%，隨機模式優於 pooled 模式。Hausman 檢定的卡方值為 34.89 機率值低於 1%；固定效果優於隨機模式。上述檢測結果顯示採用固定效果模型較符合資料特性，採用考量異質變異數的 White 檢定，固定效果模型迴歸結果如表 11 所示。

表 11 中度（三分群）治理國家的軍事支出對經濟成長之影響

變數	固定效果模型	
	係數	t 值 (p 值)
C 截距項	-0.226	-0.083(0.9341)
ME 軍事支出	-81.76	-1.045(0.2974)
FDI 外國直接投資	0.1072	2.984*** (0.0032)
TRO 貿易開放	0.077	2.953*** (0.0035)
PG 人口增長	-2.285	-2.587** (0.0104)
$AdjR^2$	0.2587	

註 1：軍事支出（ME）、外國直接投資（FDI）、貿易開放（TRO）及人口增長（PG）。

註 2：*：p<0.1，**：p<0.05，***：p<0.01。

15 個歸類為中度治理國家，這些國家包含了五個建交國，貝里斯、瓜地馬拉、宏都拉斯、尼加拉瓜及巴拉圭。中度治理國家的整體迴歸模型之解釋力為 25.87%。在控制其他變數下，軍事支出（ME）對經濟成長有不顯著負向影響。外國直接投資（FDI）及貿易開放（TRO）對該地區有顯著正向影響，而人口成長（PG）則是對經濟成長有顯著負向影響。

下表 12 匯總比較，全體樣本、兩群分組及三群分組時軍事支出與經濟成長率的關係。由表 12 可知，不論採用兩分類或三分類對於迴歸結果並無影響。

表 12 迴歸分析匯總

全體樣本 19 個國家	政府治理兩分群(高、低)	政府治理三分群(高中低)
軍事支出與經濟成長呈現顯著正向關係。	高度治理(智利、烏拉圭)軍事支出與經濟成長呈現顯著負向關係。	高度治理(智利、烏拉圭)軍事支出與經濟成長呈現顯著負向關係。
	低度治理(其餘 17 國)軍事支出與經濟成長呈現顯著正向關係。	低度治理(委內瑞拉、厄瓜多)軍事支出與經濟成長呈現顯著正向關係。
		中度治理(其餘 15 國)軍事支出與經濟成長呈現不顯著負向關係。

五、結論與建議

拉丁美洲區域長期以來為我國的外交重鎮，其地域包含中美洲、加勒比海、南美三大區塊，總面積約 2000 萬平方公里，人口超過 6 億人，自然資源豐富，消費能力與市場潛力充足，並有許多重要的區域性國際組織和重要經貿協定，充滿投資與貿易商機。拉美地區為我國最多邦交國所在區域，除與我國有軍事交流外，我國亦與多國簽有經貿協定，故成為我商業發展之潛力區域。拉丁美洲大部分的國家在政治發展的過程均是由強權國家殖民地轉為軍事獨裁再逐步成為民主國家，目前各國轉換的進程不同，造成拉丁美洲各國的政府治理差異很大。

相較於以往的研究都採單方面考量軍事支出或政府治理，本研究同時考量軍事支出與政府治理指標對經濟成長的影響；本研究亦探討不同政府治理程度下，軍事支出對經濟成長的關係是否不同。本研究蒐集拉美地區 19 個國家 2006-2019 年共計 14 年的資料為樣本，採用縱橫資料迴歸分析(Panel Regression Analysis)。實證結果發現如下：(一)高度治理國家相較於低度治理國家有顯著較高的經濟成長率。(二)軍事支出對該地區經濟成長有顯著正向影響。(三)高度治理國家與低度治理國家其軍事支出(ME)與經濟成長的關係不同；高度治理國家軍事支出對該國經濟成長為負向顯著影響，低度治理國家其軍事支出對該國經濟成長為正向顯著影響。(四)採取兩分類及三分類結果相同。

本研究發現提出了軍事支出與經濟發展之間受政府治理程度影響的一種演化關係。拉丁美洲國家的政府治理程度差異顯著，提供了很好的觀察機會。當國家屬於低度治理國家其軍事支出對該國經濟成長為正向顯著影響；其原因可能為低政府治理程度（人民無發言權及無法對政府課責、政治不穩定與有暴力／恐怖主義團體、政府無效能、無法監管政府、不遵守法律規則及貪腐瀰漫）的國家其民間商業行為不活絡，軍事支出的挹注將是個有助於經濟發展的主要動力；政府增加軍事支出以平穩整體經濟環境，此將會有助於民間經濟活動亦即軍事支出有助於經濟成長。但在政府治理程度逐漸改善（中度政府治理程度），民間的商業行為逐漸成為主要經濟成長動力；軍事支出的挹注對於經濟發展的影響已經不再；此時即出現屬於中度治理國家狀態其軍事支出對該國經濟成長為無顯著影響。當國家進入高度治理的狀態（政治穩定），軍事需求減少造成軍事支出佔國內生產毛額比率減少。另一方面，高政府治理提供民間商業活動蓬勃發展的契機，造成經濟成長。逐漸變少的軍事支出佔國內生產毛額比率與經濟成長的關係就呈現出負向的關係。

針對所有的拉丁美洲國家，大致上均是符合貿易及投資有助於經濟發展。針對我在拉丁美洲的建交的 5 個國家，此 5 個建交國均屬於中度治理家。根據本研究結果外國直接投資（FDI）及貿易開放（TRO）對這些國家的經濟成長有顯著正向影響。參酌鄧中堅（2015）提及中國藉由貿易、投資及金融借貸等來建立與拉美國家的關係。我國政府目前鼓勵廠商到這些邦交國投資及加強雙方的貿易將有助於這些國家的經濟發展且應該有助於我國與這些國家的邦交關係。

本研究之樣本期間受限於主要解釋變數之資料來源及世界銀行的政府治理指標的資料最早只能從 1996 年開始，我們或許無法完整呈現所有拉丁美洲的狀況。另政府治理指標評鑑機構眾多，並非只能使用世界銀行的政府治理指標；後續研究可變更指標進行深入研究，使政府治理對經濟成長影響之探討更為完整。

六、國防領域之應用

有關國防支出對於經濟成長的研究，以往的研究經常是依單一經濟狀態（已開發、開發中及未開發）或單一政治狀態（民主程度）來分類觀察國家。本研究採用世界銀行的世界治理的六項治理：人民發言權及政府課責、政治穩定與反暴力／恐怖主義、政府效能、監管品質、法律規則及貪腐控制來瞭解一個國家。政府治理考量的層面比單一準則更能明確地瞭解國家的狀況進而更能掌握國防支出對於經濟成長的影響。

本研究的結果有助於我們瞭解地理位置相近的國家其國防支出對於經濟成長的影響為何不同。研究也可以用來解釋同一國家因為其政府治理程度的演化造成其國防支出對於經濟成長的影響呈現非固定的關係。

參考文獻

- 邱文祥，2016。以縱橫資料之實證研究：探討經濟成長與治理，臺灣企業績效學刊，9(2)，157-171。
- 吳萬益，2019。企業研究方法，台北：華泰文化。
- 黃智聰，梁儀盈，2013。計量經濟學(原著：Hill、Griffiths and Lim)，台北：雙葉書廊有限公司。
- 傅澤偉，林曼莉，2019。政府支出與支出結構改變對經濟成長的延遲影響，商學學報，27期，23-52。
- 鄧中堅，2015。中國對拉丁美洲的資源外交：新殖民主義與南南合作之爭辯，遠景基金會季刊，16(3)，131-180。
- Awan, R. U., Akhtar, T., Rahim, S., Sher, F., and Cheema, A. R., 2018. Governance, corruption and economic growth: A panel data analysis of selected SAARC countries. *Pakistan Economic and Social Review*, 56(1), 1-20.
- Benoit, E., 1973. *Defense and economic growth in developing countries*. Lexington, and Massachusetts: Lexington Book.
- Benoit, E., 1978. Growth and Defense in Developing Countries. *Economic Development and Cultural Change*, 26(2), 271-280.
- Bhattacharjee, J., and Halder, S., 2015. Economic growth of selected South Asian countries: Does institution matter. *Asian Economic and Financial Review*, 5(2), 356-370.
- Cooray, A., 2009. Government expenditure, governance and economic growth. *Comparative Economic Studies*, 51(3), 401-418.
- Daddi, P., D'Agostino, G., and Pieroni, L., 2018. Does military spending stimulate growth? An empirical investigation in Italy. *Defence and Peace Economics*, 29(4), 440-458.
- D'Agostino, G., Dunne, J. and Pieroni, L., 2019. Military Expenditure, Endogeneity and Economic Growth. *Defence and Peace Economics*, 30(4), 509-524.
- Deger, S., 1986. *Military Expenditure in Third World Countries: The Economic Effect*. London: Routledge and Kegan Paul.
- Dunne, J. P., Smith, R. P. and Willenbockel, D., 2005. Models of Military Expenditure And Growth: A Critical Review. *Defence and Peace Economics*, 16(6), 449-461.
- Dunne, J. P., and Uye, M., 2010. *Military spending and development. The global arms trade: a handbook*. London: Routledge.
- Dunne, J. P., and Tian, N., 2013. Military expenditure and economic growth: A survey. *The Economics of Peace and Security Journal*, 8(1), 5-11.
- Gani, A., 2011. Governance and growth in developing countries. *Journal of Economic Issues*, 45(1), 19-40.
- Gokmenoglu, K. K., Taspinar, N., and Sadeghieh, M., 2015. Military expenditure and economic growth: the case of Turkey. *Procedia Economics and Finance*, 25, 455-462.
- Hassani, K., 2020. Impact of Military Expenditure on Economic Growth of Afghanistan. *American International Journal of Economics and Finance Research*, 2(1), 72-80.
- Hou, N., and Chen, B., 2013. Military expenditure and economic growth in developing countries: Evidence from system GMM estimates. *Defence and Peace Economics*, 24(3), 183-193.
- Jalilian, H., Kirkpatrick, C., and Parker, D., 2007. The impact of regulation on economic growth in developing countries: A cross-country analysis. *World Development*, 35(1), 87-103.
- Karadam, D., Yildirim, J., and Öcal, N., 2017. Military expenditure and economic growth in Middle Eastern countries and Turkey: a non-linear panel data approach. *Defence and Peace Economics*, 28(6), 719-730.

- Kaufmann, D., Kraay, A., and Zoido- Lobatón, P., 1999. Governance Matters. *World Bank Policy Research Working Paper* No. 2196.
- Kennedy, P. S. J., 2017. Analysis of the effect of Indonesian defense budget policy on national economic growth. *Asia Pacific Fraud Journal*, 2(1), 49-60.
- Loverman, B.E., 2019. Military Government in Latin America, 1959-1990 . <https://www.oxfordbibliographies.com/view/document/obo-9780199766581/obo-9780199766581-0015.xml>. (retrieved on July 3, 2020)
- Lobont, O. R., Glont, O. R., Badea, L., and Vataavu, S., 2019. Correlation of military expenditures and economic growth: lessons for Romania. *Quality & Quantity*, 53(6), 2957-2968.
- Mainwaring, S., and Scully, T. R., 2008. Latin America: Eight lessons for governance. *Journal of Democracy*, 19(3), 113-127.
- Mani, K., 2007, Militaries in Business: State-Making and Entrepreneurship in the Developing World. *Armed Forces & Society*, 33(4): 591-611.
- Mani, K., 2011, Military Entrepreneurs: Patterns in Latin America. *Latin American Politics and Society*, 53:25-55.
- Mora F and Fonseca B., 2019, Latin America's Armed Forces : It's Not the 1970s Again for Latin America's Militaries. Here's Why. *Americas Quarterly*, December 11, 2019. <https://www.americasquarterly.org/article/its-not-the-1970s-again-for-latin-americas-militaries-heres-why/> (retrieved on July 3, 2020)
- Omoteso, K., and Mobolaji, H., 2014. Corruption, governance and economic growth in Sub-Saharan Africa: a need for the prioritisation of reform policies. *Social Responsibility Journal*, 10(2), 316–330.
- Owusu-Nantwi, V., and Erickson, C., 2019. Foreign direct investment and economic growth in South America. *Journal of Economic Studies*, 46(2), 383-398.
- Qiong, L., and Junhua, H., 2015. Military expenditure and unemployment in China. *Procedia Economics and Finance*, 30, 498-504.
- Ram, R. (1995). Chapter 10 Defense expenditure and economic growth. *Handbook of Defense Economics*, Vol (1), 251–274.
- Reitschuler, G. and Loening, J., 2005. Modeling the Defense-Growth Nexus in Guatemala. *World Development*, 33(3), 513-526
- Rjoub, H., Alrub, A. A., Soyer, K., & Hamdan, S., 2016. The syndrome of FDI and economic growth: evidence from Latin American countries. *Journal of Financial Studies and Research*, 2016, 1-8.
- Shahla, S., Khaled A., Ahmad, M. and Fakhradin P., 2017. Investigating the Relationship between Governance and Economic Growth in Developing Countries. *Journal of Economic and Management Perspectives*, 11(4), 988-995.
- Stroup, M. D., and Heckelman, J. C., 2001. Size of the military sector and economic growth: A panel data analysis of Africa and Latin America. *Journal of Applied Economics*, 4(2), 329-360.
- Tao, R., Glont, R., Li, Z. , Lobont, R., and Guzun, A., 2020. New Evidence for Romania Regarding Dynamic Causality between Military Expenditure and Sustainable Economic Growth. *Sustainability*, 12(12), 5053.
- Useche, A. J., and Reyes, G. E., 2020. Corruption, competitiveness and economic growth: Evidence from Latin American and Caribbean countries 2004-2017. GCG: revista de globalización, *Competitividad y Gobernabilidad*, 14(1), 95-115.
- Yilgör, M., Karagöl, E. T., and Saygili, Ç. A., 2014. Panel causality analysis between defence expenditure and economic growth in developed countries. *Defence and Peace Economics*, 25(2), 193-203.

「國防管理學報」徵稿與評審辦法

壹、目的與範圍

「國防管理學報」係為國防大學管理學院發行之學術期刊，凡舉人力資源、財務管理、物流管理、科技管理、資訊管理、資源決策、國防法制、採購管理、戰場管理等學術領域，尤為與軍事結合之論述，或能闡明其軍事管理意涵之稿件，竭誠歡迎專家學者投稿。凡來函稿件以原創性及回顧性論文為主，已發表在其他期刊或審稿中的文章將不接受刊登，稿件文章力求精簡嚴謹，本學報支付稿酬，不收取刊登費用，贈送作者當期學報乙冊，來稿採隨到隨審方式全年徵稿。

稿件篇幅不得超過 20 頁（約 2 萬字）。本學報不收取刊登費用，來稿採隨到隨審、雙向匿名方式進行審查，全年徵稿；自第四十卷第一期起，來稿一經刊載，即依本刊規定奉致稿酬。

貳、投稿方式與格式

本學報為半年刊，每年五、十一月出刊，為便利本學報編審及出版作業，採系統投稿與信箱投稿之雙軌制，來稿敬請將 word 檔逕寄「國防管理學報信箱」journalofndm@gmail.com，並同時於國防大學網站報名（步驟：國防大學首頁左下角→雜誌期刊專區內之雜誌期刊投、審稿作業→報名投稿→送出），以利加速審稿時效。

若有相關問題請洽詢國防大學管理學報 承辦人(陳正忠先生 電話 02-28948714)。

參、評審辦法

評審作業方式由主編推薦兩位相關領域審查人員擔任稿件審查工作，審查意見共分四級，分別為拒絕、修改後再審、修改後主編審閱(原審者不須過目)、刊登，凡經審查接受者始得刊登本學報，審查結果處理方式如下表：

		第二位評審意見			
		拒絕	修改後再審	修改後主編審閱(原審者不需過目)	刊登
第一位評審意見	拒絕	不宜刊登	不宜刊登	送第三人審	送第三人審
	修改後再審	不宜刊登	修改後再審	修改後送第一位原審者再審	修改後送第一位原審者再審
	修改後主編審閱(原審者不需過目)	送第三人審	修改後送第二位原審者再審	修改後刊登	修改後刊登
	刊登	送第三人審	修改後送第二位原審者再審	修改後刊登	刊登

作者須自負文責，並請注意不得違反國軍保密與著作權等相關規定，對審查人員所建議刊登之文章，將隨即進行保密安全查核，凡經查核有疑慮者仍將無法刊登，且編審委員對來稿有刪改或建議修正權，不願刪改時應於稿件上預先註明，不適合刊登之稿件則退還原作者，並附專家學者審查意見供投稿人參考，如有未盡事宜，得經本校編輯委員會補充訂定之。

國防管理學報論文格式範例

王曉明¹ 李大華^{2*}

¹ 國防大學資源管理及決策研究所

² 國防大學財務管理學系

摘要

本文舉例說明國防管理學報所採用之排版格式，供投稿人編排論文參考之用。首先稿件全文中文部分皆使用標楷體，英文的部分則使用 Times New Roman 字型，論文可以中〈英〉文方式書寫，中〈英〉文論文必須加附英〈中〉文題目、作者姓名、單位、摘要及關鍵詞於中〈英〉關鍵詞(Keywords)之後，中文關鍵詞分隔符號以頓號「、」進行分隔，英文關鍵詞分隔符號以半形逗號「，」進行分隔，關鍵詞後均不加句號。英文姓名依護照外文姓名書寫方式，姓在前，名在後，姓之後加逗點，名與名之間加短劃「-」連結。中〈英〉題目為粗體 16 點字，作者姓名粗體 14 點，單位粗體 11 點，摘要標題粗體 12 點，摘要本文 12 點，關鍵詞標題粗體 12 點。當題目過長無法以一行表示時，必須以倒三角的方式排列。題目、作者姓名、單位、摘要標題與摘要本文之間必須間隔一行來表示。

關鍵詞：國防大學、管理學院、國防管理學報(3-5 個為宜)

English Title

Wang, Siao-Ming¹ Li, Da-Hua^{2*}

¹ Graduate School of Resources Management and Decision Science, National Defense University, Taiwan,

R.O.C.

² Department of Financial Management, National Defense University,

Taiwan, R.O.C.

Abstract

Please provide the English abstract in 300 words and keywords.

Keywords: National Defense University, Management College, Journal of National Defense Management (3-5 keywords)

* 聯絡作者：李大華 email:wsf@gmail.com 聯絡作者之 email 請以*註腳方式列示於首頁

¹ 註腳部不論中英文，請附註在當頁下方，且儘可能少用並以參考文獻代之。任何編排上的問題請電 02-28986600-604813 軍線：604813 E-mail：journalofndm@gmail.com 陳先生。

一、內容格式（大段落標題一律置中）

文章用 A4 大小的紙張，每頁上下緣及左右側各留 2.5 公分，文章以單欄方式打字且左右對齊，內文字型均採 12 點標楷體，採單行間距。

文章內容依序包含中〈英〉文標題、中〈英〉文作者、中〈英〉文摘要、中〈英〉文關鍵詞、英〈中〉文題目，英〈中〉作者姓名、英〈中〉服務單位、英〈中〉摘要、英〈中〉關鍵詞，本文、誌謝、參考文獻、附錄等順序書寫。文稿以不超過學報 20 頁為原則，並請以清晰之印表機列印，應避免使用有保密標號之浮水印影本，減少影響文稿內容之呈現。

1.1 段落編碼方式（中小段落標明靠左對齊）

段落編碼區分中文與英文兩種文稿。中文段落編排分別依一、1.1、1.1.1 順序排列（如圖 1 所示），英文段落編排則依 1.、1.1、1.1.1 順序排列（如圖 2 所示）。

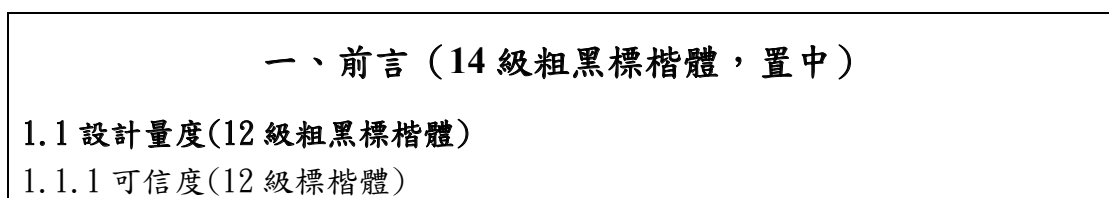


圖 1 中文段落編碼範例

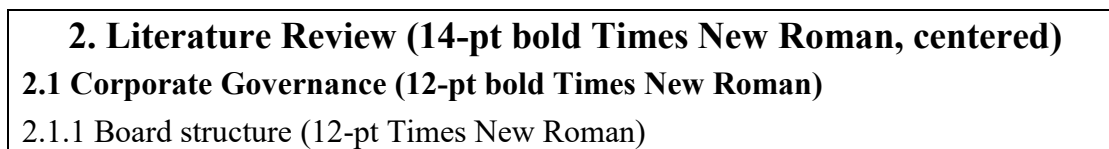


圖 2 英文段落編碼範例

1.2 段落

每一段落開始，均需空兩字元，文內所出現之數字部分請使用 Times New Roman 字型文稿，中文稿中之英文詞及括號內之英文對照，除專有名詞外一律小寫表示，文稿經審查被接受時，作者不得擅自於校稿過程中增減內容，僅能就審查委員建議及排版錯誤修正。

二、圖表及方程式格式

2.1 圖片

不論是圖或表必須著名圖（表）號、圖（表）稱以及資料來源，若資料來源字研究者本身時則不需註明，文中所用之圖表、照片力求清晰，皆應以雷射列表機印出，其圖標題必須置於圖片下方。若圖標題僅使用一行，則必須置中，否則應靠左對齊。圖（表）必須用阿拉伯數字加以編號，之後不需要加任何標點符號如「：」，直接註明圖（表）稱即可。如文中引用時應指出圖號與表號來指引讀者，避免使用「如下圖所示」來表示。

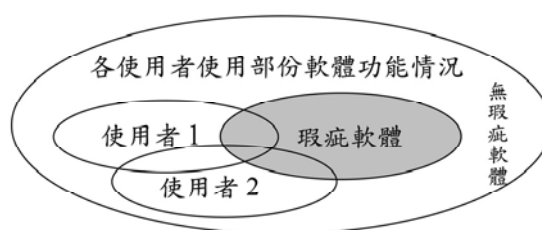


圖 3 軟體使用模式

2.2 表格

表標題必須置於表格上方且置中。如下例：

表 1 模組轉換機率表

--	--	--	--

2.3 方程式

方程式應於上下各留一行空白，方程式應編號，編號靠右對齊並從(1)開始。如下例：

$$Q_{ij} = R_i p_{m_j} \quad (1)$$

三、內文引述格式

3.1 內文引述文獻

內文引述文獻應依中、英文稿之不同，遵循不同的格式要求。請同時注意以下範例之字體、斜體、底線、標點符號等規定。

3.1.1

內文中引用文獻需含作者及出版年份，出版年份置於半形括號中，例如：A（年度）。若引用文獻有兩位作者，請用「與」或「and」字連接，例如：A 與 B（年度）或 A and B（年度）。若引用文獻有三人以上時，中文為 A 等（年度）而英文為 A et al.（年度）。

3.1.2

引述文獻的括號內包含參考文獻之作者與出版年份時，請以「逗號」連接，例如：中文為（A 與 B，年度）而英文為（A and B,年度）。若文獻有三人或以上時，中文為（A 等，年度）而英文為（A et al.,年度）。

3.1.3

英文專有名詞字首以大寫書寫並與縮寫之間用半形分號隔開。例如資料包絡分析法(Data Envelopment Analysis; DEA)。

3.1.4

括號內同時有多筆文獻時，中文引述文獻不同作者之間請用全形分號隔開，相同作者不同年代之文獻請用全形逗號隔開；英文引述文獻不同作者之間用半形分號加空格隔開，相同作者不同年代之文獻用半形逗號加空格隔開。

四、參考文獻

參考文獻標題不須編碼，參考文獻必須以本文引用才能列出，文獻必須區分中文與英文部分，先列出中文的參考文獻再列出英文的參考文獻，中文文獻依姓氏筆劃順序排列，筆劃較少的優先出現，英文則依字母順序排列。當不同文獻出自同一作者時，應依年代排序，年代較早的文獻先出現。不論中文與外文參考文獻均採西元年代，中文期卷、頁數均採阿拉伯數字，勿用國字表示。英文文獻作者姓名會依人數多寡編排方式有所不同，當作者一人時一律採縮倒寫格式（姓氏在前，名字在後，並用逗號隔開）。當作者不只一人時，只有第一作者採縮倒寫格式，以後作者採縮寫格式（名字在前，姓氏在後，並將名字縮寫）。出版地以總公司所在之程式為準，出版地與出版者之間須以冒號隔開，英文書籍出版地須以城市名或州名方式處理，在出版公司之後不需加上「書局」或「出版社」等字，英文則如 Publishing Co.或 Book Company 等字，並請注意英文的標點符號全部為半形，而且在標點符號之後需空一格半形，中文則全部為全形，標點符號之後則不需空格。頁數部分則直接註明頁碼不須以「p.」或「pp.」方式，但英文報紙則須加註以表明版頁。參考文獻以凸排方式編排。所有中英文之期刊、書籍、研討會議、論文集、報告、學位論文、編輯書、翻譯書、報紙與網路之編排格式範例，請參照參考文獻部份範例，若有不足部分，請參考 APA 第六版格式相關規範。

五、國防領域之應用

本段乃鼓勵作者以 500 字以內簡述本論文於國防相關事務之可能性應用；舉凡人力資源、財務管理、物流管理、資訊管理、資源決策、軍事法律、採購管理、戰場管理等皆可。特別是鼓勵無法直接以軍事單位或國防事務為研究對象之專家學者，依其專業，提出於國防事務應用之價值與可能性，以拓展學刊之多元性，也讓實務工作者可以明瞭此論文於實務之應用與價值。

誌謝

若需要於本文末段簡短表達無則可免。

參考文獻

- 王文義，1983。談國內百貨公司專櫃制度，經濟日報，1983年4月12日，第16版。
- 毛宣崇，傅敬群，1999。決策理論在軟體使用模式上之應用，陸軍官校七十五年週年校慶綜合學術研討會論文集，33-38。
- 林彩梅，1986。多國籍企業，台北：五南。
- 留忠賢譯，1997。軟體工程，第3版，台北：松崗，譯自 Ian Sommerville。
- 張文貴，1997。從產品使用型態談軟體品質的認證，品質學報，第3卷2期，26-29。
- 許牧彥，2001。從知識經濟的特質談台灣專利，收錄自吳思華編，知識資本在台灣，台北：遠流，297-352。
- 楊國隆，1997。模糊多屬性決策分析評估武器系統，國防管理員院資源管理研究所碩士論文。
- 經濟部投資業務處編印，1993。泰國投資環境簡介，20-30。
- 楊國隆，1999。模糊統計之可靠度分析模式，陸軍官校八十一週年校慶綜合學術研討會，鳳山。
- 楊國隆，2000。模糊多屬性決策分析評估武器系統，下載於 <http://www.ndu.edu.tw/articles.htm> (2003年8月23日)。
- 楊壽仁，動態決策理論之研究，國科會補助研究報告，NSC86-2417-H-224-001。
- Baron, R.A., 1993. Affect and Organizational Behavior: When and Feeling Good Matter. In J. K. Murnighan (Ed.) Social Psychology in Organization (66-68) Chichester, England: John Wiley & Sons.
- Kao, C. and Yang, Y. C., 1992. Reorganization of forest districts via efficiency measurement, *European Journal of Operational Research*, 58 (2), 356-362.
- Kotler, P., 1991. *Marketing Management*, trans. John Glueck, 1993.
- Kurtenbach, E., 1995. *Housing Crisis is Real Life Drama*, The China Post, July 11 1995, 12.
- Liang, S. K., Yang, K. L. and Chu, P., 2003. Fuzzy multi-object programming application for time-cost trade-off of CPM in project management, *Protland International Conference on Management of Engineering and Technology'03*. U.S.A.
- Mills, H. D., 1992. *Software Productivity*, 10th ed, NJ: Prentice Hall.
- Shih, Y. C., M. J. Wang, and C. H. Chang, 1996. The effects of handle angle on maximum acceptable weight of lifting, *Proceedings of the 4th Pan-Pacific Conference on Occupational Ergonomics*, 260-263.
- Hock, D. W., 2004. Method for Measuring Intangible Asserts. From <http://www.sveiby.com/articles/Intangiblemethods.htm> (retrieved on May 18, 2005)
- Rosenwein, M., 1986. Design and Application of Solution Methodologies to Optimize Problems in Transportation Logistics, Ph. D. Dissertation, Department of Decision Sciences, University of Pennsylvania, Philadelphia.
- Simpson, B. H., 1975. Improving the Measurement of Chassis Dynamometer Fuel, Society of Automotive Engineers Technical Paper Series 750002.

附錄

和本文無直接關係或太過冗長內容請放置附錄，其內容以單欄方式放置文章之最後。

國防管理學報

JOURNAL OF NATIONAL DEFENSE
MANAGEMENT

創 辦 人：果 芸
發 行 人：林振裕
出 版 者：國防大學管理學院
網 址：<https://www.mnd.gov.tw/PublishMPPeriodical.aspx?title=軍事刊物&id=22>
(連結軍事出版品／軍事刊物／(第三頁)國防管理學報)
地 址：臺北市北投區中央北路 2 段 70 號
電 話：(02)28948714
登記證字號：行政院新聞局局版台誌第 3853 號
中華郵政台字第 1112 號執照登記為雜誌交寄
創 刊 日 期：73 年元月
承 印 者：國防部軍備局生產製造中心第 401 廠北部印製室
TEL：(03)4801145，4801456
發 行 量：300 本
展 售 處：五南文化廣場 網址：<http://www.wunanbooks.com.tw>
地 址：403 臺中市西區臺灣大道二段 85 號 電話(04)22260330
國 家 書 店：網址：<http://www.govbooks.com.tw>
地址：104 臺北市松江路 209 號 1F 電話(02)25180207
定 價：新台幣 350 元／本

GPN：2007300059

ISSN：1022-4858

中華民國一一二年五月

▲著作權資訊



本刊內容採「姓名標示—非商業性—禁止改作」
創用授權條款 3.0 臺灣版

