

DOI:10.53106/230674382025111144004

智慧運輸系統應用於國軍聯合運輸指揮機制之研究

作者/陳建亨

審者：鄭善仁、黃為南、徐禮睿

提要

- 一、隨著智慧運輸系統（Intelligent Transportation Systems, ITS）在我國交通領域的應用日益成熟，多數縣市政府已陸續完成智慧交通管理基礎設施建設。然而，國軍在執行聯合運輸指揮任務時，若未能善用並充分整合國家現有ITS資源，則可能會降低應變效率與任務執行力。
- 二、本研究透過文獻分析與案例研究，整理我國交通部及地方政府「運輸資料流通服務系統」（Transport Data eXchange, TDX）與ITS發展現況，並探討TDX與ITS技術在聯合運輸指揮機制應用的可行性，以提升國軍交通管理效能與資源運用效率。
- 三、研究發現，TDX具備整合多元交通數據的能力，並能提供像是交通態勢掌握、動態路徑規劃及應急調度等功能，透過對智慧運輸系統數據資訊的整合與運用，可幫助國軍即時掌握路況、靈活調度資源，並減少行動受阻風險，以提升國軍聯合運輸指揮機制運作的整體效能，確保部隊的機動性與作戰優勢。

關鍵字：智慧運輸系統、運輸資料流通服務、聯合運輸指揮機制

圖片來源：shutterstock



壹、前言

隨著現代戰爭形態的演變，軍事行動對資源調配的即時性、交通管理的高效性以及指揮決策的精確性提出更高的要求。¹ 面對複雜且具高強度對抗的戰場環境中，國軍不僅需要應對變化迅速的戰場景況，還得因應基礎設施受損與指管通信系統運作維持的挑戰。雖然傳統的聯合運輸指揮機制模式具備一定的應急能力，但在大規模作戰場景下，其效率與靈活性卻難以滿足實戰需求。因此，運用新興科技提升國軍聯合運輸指揮效能，已成為亟待解決的關鍵課題。

智慧運輸系統(ITS)是當前交通管理領域的重要技術體系，不僅整合物聯網(Internet of Things, IoT)、大數據、人工智慧(Artificial Intelligence, AI)及車聯網等先進技術，更為交通管理與運輸調配提供全新的解決方案。ITS除能讓道路資源分配更有效率、提升車輛調度的靈活性外，也具備即時掌握交通狀況與預警突發事件的能力。² 然而作為ITS一部分的運輸資料流通服務系統(TDX)則更能促進數據共享與協同作業，進一

步增強聯合運輸指揮機制運作的靈活性與準確性。

在戰時聯合運輸指揮機制的運作中，ITS及TDX展現出廣泛的應用潛力，能協助軍事單位快速完成部隊集結、物資運輸與撤離疏散等任務，並降低戰場混亂對行動效率的影響。然而，現行ITS技術應用在聯合運輸指揮機制仍面臨多重挑戰，包括技術適配性、系統部署實用性及戰場環境的特殊需求等。

本研究將圍繞「智慧運輸系統應用於聯合運輸指揮機制之可行性」進行系統性探討，分析ITS及TDX技術的基本特性、國軍戰時聯合運輸指揮機制運作的實際需求及兩者的適配性，全面評估智慧運輸系統在軍事領域的應用潛力。期盼本研究能為國軍升級聯合運輸指揮系統提供理論依據與實務建議，協助部隊在現代戰場上提升行動效率與應變能力。

貳、智慧運輸系統(ITS)概述與發展

一、智慧運輸系統的定義與組成

(一) 定義

1 國防部(2023年9月)，《中華民國112年國防報告書》，中華民國112年國防報告書編纂委員會。

2 財團法人中華顧問工程司(2019年3月)，《前瞻智慧運輸發展與安全評量技術研究發展計畫：智慧運輸系統中長期發展規劃報告》，中華民國外交部。

智慧運輸系統(ITS)運用先進的電子、通信、電腦、控制與感測等技術，能即時蒐集像是行人、車輛及道路等資訊，經過系統平臺處理後，轉化成實用數據，再透過通訊設備提供即時資訊給使用者，以提升交通安全與效率，同時降低交通對環境所造成的衝擊。³ 簡單來說，ITS的核心目的是透過控制、資訊、通信、偵測和雲端等技術，把人、車和道路串連起來，打造一個更有效率、更安全、也更永續的交通系統，以因應現代多元化的交通需求。⁴

(二) 組成(智慧道路組成示意如圖一)

ITS能實現地區交通系統所要的資訊化、智慧化及網路化的全方位需求，以促進人員與物資流動的高效協調，目前智慧運輸系統的組成可概括為以下幾個主要部分：

1. 車聯網技術(Vehicle-to-Everything, V2X)：泛指車與車或是車與周遭所有和車相關的基礎設施溝通

的通訊技術，包括車與車(Vehicle-to-Vehicle, V2V)、車與交通基礎設施(Vehicle-to-Infrastructure, V2I)、車與行人(Vehicle-to-Pedestrian, V2P)以及車與行動網路本身或是雲端後台(Vehicle-to-Network, V2N)的即時通訊技術，通過低延遲的數據交換實現車輛之間的協調運作和風險預警。⁵

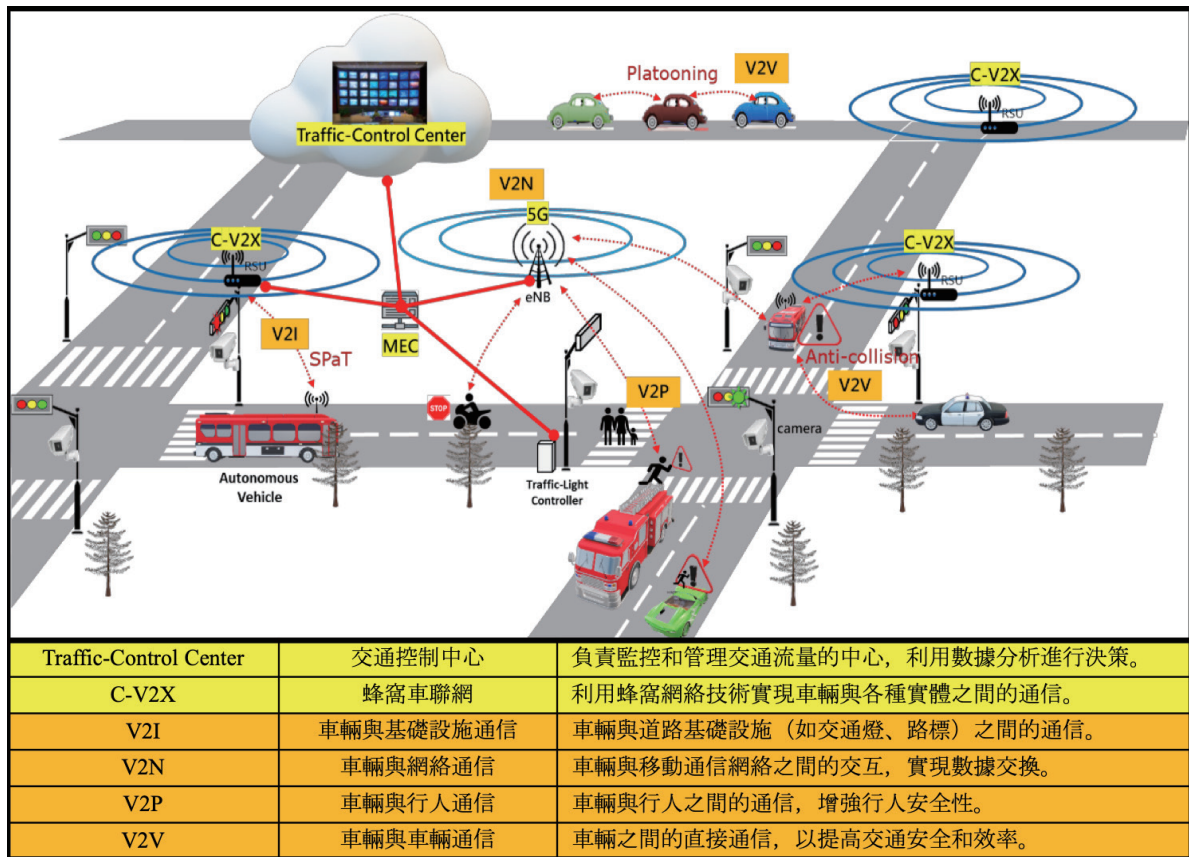
2. 先進交通管理系統(Advanced Traffic Management Systems, ATMS)：係偵測蒐集交通狀況，運用感測器、攝影機與數據分析等技術對道路流量、車速、擁堵等進行即時監測，經由通訊網路傳至控制中心，結合各方面之路況資訊，研訂交控策略，並運用各項設施進行交通管制及將交通資訊傳送給用路人及相關單位，執行整體交通管理措施。(主要包括匝道儀控、號誌控制、速率控制及事件管理等)⁶

3 同註2，頁1。

4 孫士勝(2023年5月22日)，〈台灣ITS技術的發展與現況〉，財團法人中華顧問工程司，<https://www.cs.nccu.edu.tw/uploads/root/230522.pdf>(檢索日期：民國114年10月6日)

5 林港喬、黃譽維、曾恕康(2020年11月19日)，〈C-V2X 與自駕車結合之應用〉，工研院產業學習網，<https://college.itri.org.tw/Info/InfoData/b067da22-3498-49af-8944-9942036740c0>(檢索日期：民國114年10月6日)

6 交通管理組交通分析科(2025年9月15日)，〈智慧化運輸系統簡介與發展〉，交通部高速公路局，<https://www.freeway.gov.tw/Publish.aspx?cnid=1556>(檢索日期：民國114年10月6日)



圖一 智慧道路組成示意圖

資料來源：1.同註9。2.本研究整理。

3. 先進用路人資訊系統 (Advanced Traveler Information Systems, ATIS)：係通過先進資訊及通訊技術（如導航設備、移動應用與公共資訊平台）向使用者提供即時交通資訊、路徑建議及預警等服務。（主要包括資訊可變標誌、路況廣播、車內導航、網際網路、電話語音、傳真回復、有線電視、資訊查詢站及行

動電話等）⁷

4. 先進車輛控制及安全系統 (Advanced Vehicle Control and Safety System, AVCSS)：係利用先進科技於車輛及道路設施上，協助駕駛對車輛之控制，以減少事故及增進行車安全。（主要包括防撞警示及控制、駕駛輔助、自動橫向/縱向控制，遠期如自動駕駛及自動公路系統等）⁸

7 同註6。

8 同註6。

5. 大數據與人工智慧技術支持：以數據挖掘、模式分析與預測技術為基礎，結合雲端交通大數據、智慧交控及5G/C-V2X(5G Cellular Vehicle-to-Everything)應用等技術為交通調控提供科學決策支持，以完備智慧道路方案，提升交通效率及安全。(主要技術包括交通大數據分析、交控AI決策、V2X及聯網車輛管理等)⁹

二、國內外智慧運輸系統應用與發展概況

(一) 國內智慧運輸系統政策發展與應用

我國自1990年代起開始關注ITS的發展，並以「人文交通」作為願景逐步推動相關政策與建設規劃，¹⁰交通部於2017年至2020年間推動「智慧運輸系統發展建設計畫」第一期，目前已完成多項成果，包括TDX建置、地方智慧運輸中心設立、智慧廊道建設及交通智慧安全系統建置等。自2021年起，啟動第二

期(2021-2024年)計畫(投入近新台幣43億元)，持續升級運輸服務，目標包括發展國家核心路網數位基礎建設、結合AI的交通應用及解決城鄉差距等，¹¹而2025年以後的智慧運輸系統發展，則透過一系列建設計畫，導入5G和大數據等新興科技技術，以全面提升交通運輸系統的效能與服務品質。¹²(我國智慧運輸系統應用現況如表一)

(二) 歐美與日韓地區智慧運輸系統發展

概況

1. 歐美地區智慧運輸系統發展：歐洲ITS發展聚焦於運用資通訊(Information and Communication Technology, ICT)技術強化設備串聯與資訊流通，以提升資源利用效率及安全與節能減碳核心目標。歐洲ITS服務已從傳統針對機動車輛的服務，逐步擴展至行人與自行車安全，首先聚焦於節能減碳方式來推動環保機動力，例如自動駕駛、

9 中華電信研究院(n.d.)，〈智慧交通Smart Transportation〉，中華電信，https://www.chtli.com.tw/rd_iot-transp.html，(檢索日期：民國114年1月9日)

10 交通部運輸科技及資訊組(2019年12月)，〈Koinonia交通就是感動-2020運輸政策白皮書〉，臺北：中華民國交通部。

11 交通部(2020年8月12日)，〈智慧運輸系統發展建設計畫—改變未來交通移動力〉，行政院全球資訊網，https://www.ey.gov.tw/Page/5A8A0CB5B41DA11E/2ae9fc87-fd14-424b-97ab-c71e6440410d?utm_source=chatgpt.com(檢索日期：民國114年10月6日)

12 交通部運輸科技及資訊組(2019年12月)《01總論-2020運輸政策白皮書》，交通部。

表一 我國智慧運輸系統應用現況

分類	應用技術	主要內容	應用現況	執行成果
交通大數據分析	CVP(Connected Vehicle Platform)旅行時間與車流軌跡分析技術、AI 國道旅行時間預測技術	結合即時運算與巨量資料分析，進行國道旅行時間預測與智慧號控優化	全臺灣超過 80% 主要道路使用，補強疏運重點路段資訊	精準交通資訊應用，榮獲2024年智慧城市創新應用獎
自動化交通監控	智慧攝影機、雷達感測器、AI影像辨識技術	監控交通流量，辨識違規行為，自動生成交通事件報告	各主要城市已全面部署智慧監控，例如臺北市智慧交通中心（Traffic Management Center, TMC）	即時交通事件檢測與處理，提升執法效率，減少交通擁堵
車聯網 (5G/C-V2X)	5G/C-V2X通訊技術、車載邊緣運算技術	提供交通號誌燈態廣播、緊急車輛優先號誌、弱勢用路人警示等服務	應用於臺北（緊急車輛優先號誌）、高雄（輕軌號誌燈態與事件警示）等場域	提升緊急車輛通行效率，改善路口交通安全性
車聯網 (V2X)	車輛到車輛 (V2V)、車輛到基礎設施 (V2I)	車輛與道路基礎設施進行即時數據交換，實現智能導航與事故防範	高速公路及都會區主要幹道部署試點，逐步推廣至更多地區	減少交通事故，提升行車效率與路況資訊共享
聯網車輛管理系統	車輛位置監控、駕駛行為評量、冷鏈物流監控等	公車動態監控與旅次分析及軍車聯網管控實現多功能車輛管理	公路局管理公路客運、遊覽車及危險物品運送車輛與國軍載重車運勤管制等應用	提升車輛管理效率，減少交通風險，增強運輸效能
公共運輸整合平台	交通部 PTX(Public Transport Exchange)平臺、大數據分析	整合公車、捷運等多模式交通資訊，提供規劃建議	PTX平臺已全面運行，各縣市持續擴大整合應用範圍	提升公共運輸使用率，減少個人運具使用比例，緩解交通與環境壓力
交控AI決策技術	圖神經網路技術、動態號誌控制技術	分析路口流量，自動執行疏導策略，紓解市區交通壅塞問題	已應用於新北、新竹、花蓮、苗栗等地，提升交通管理智能化	榮獲2023年智慧城市創新應用獎，有效解決交通壅塞問題
智慧號誌系統	自適應信號控制技術 (Adaptive Signal Control Technology, ASCT)	根據即時流量調整紅綠燈時間，優化車輛通行效率	臺北市、新北市等都市區域已應用，特定路口進行試點運行	縮短通行時間，降低碳排放，改善高峰交通流量
智慧停車系統	車位感測技術、智慧支付系統	提供即時停車位資訊、導航與自動支付功能	臺北、高雄等地建設多處智慧停車場，並透過應用程式查詢車位資訊	降低尋位時間，減少交通擁堵，改善空氣品質
災害應急交通管理	即時災害感測設備、交通流預測模型	監測災害影響，提供路況與替代路線建議，協助災後調度	高速公路及重要節點納入災害應變計畫，災後復原行動有關鍵作用	提升災後交通恢復速度，保障生命與財產安全
智慧物流管理	車輛動態追蹤系統、大數據與AI 優化路線	即時監控物流車輛與優化路徑，提升運輸效率	國內物流公司如黑貓、大榮已廣泛應用，部分政府機關導入優化公務運輸	縮短配送時間，減少能源消耗與碳排放

資料來源：1.同註9。2.本研究整理。

環保車輛與物流整合，再來就是透過大數據分析、衛星導航與行動網路技術來改善運輸效能，最後就是專注於V2X、駕駛行為風險管理與車輛自動化等方面來增加安全機動力。¹³

美國則強調利用ICT技術改善交通運輸系統，並啟動立法程序，對於2022年後新出廠之小型車輛強制安裝V2V通訊設備與系統，透過立法加快推動先進駕駛輔助系統(Advanced Driver Assistance Systems, ADAS)與V2X應用與服務。¹⁴

2. 日韓地區智慧運輸系統發展：日本2024年智慧交通系統規模已達29.17億美元，其自動駕駛汽車的開發已整合至智慧城市交通網路中，加上對先進智慧交通基礎設施的需求不斷上

升，特別是V2V(車輛對車輛)和V2I通信系統，正持續推動智慧運輸系統市場發展，以有效提高交通管理效率與安全。¹⁵

韓國在ITS領域展現出強大的發展潛力，特別是在合作智能交通系統(Cooperative Intelligent Transport Systems, C-ITS)的實施上。韓國計劃到2030年為所有道路基礎設施配備C-ITS，以促進車輛與基礎設施之間的信息傳輸，顯著提高交通控制效率。¹⁶例如首爾市政府於2021年所推出的「智慧柱」計畫(如圖二)，將電動車充電、無人機停靠、監視器、公共無線網路等功能整合於路燈，實現多元化等服務。¹⁷這些舉措顯示韓國在智慧城市建設中，積極整合人工智慧、大數據和無人機等先進技術，以

13 馮道亨、李文騫、黃惠隆、游上民(2017年4月)，〈智慧運輸之發展趨勢〉，《中華技術》，114，203-205。

14 同註13，頁206。

15 IMARC Group. (2024, December 5). Japan intelligent transport systems market report 2025-2033. Global Information, Inc. (GII). <https://www.gii.tw/report/imarc1609644-japan-intelligent-transport-systems-market-report.html> (檢索日期：民國114年10月6日)

16 首爾市政府(2021年11月25日)，〈首爾公佈「2030年自動駕駛願景」：明年自動駕駛汽車將在首爾市中心運行〉，首爾市政府新聞網，<https://reurl.cc/ekN697> (檢索日期：民國114年10月6日)

17 首爾市政府(2021年9月13日)，〈首爾「智慧柱」再進化，電動車、無人機皆可充電〉，首爾市政府都市建設新聞，<https://reurl.cc/RkZj69> (檢索日期：民國114年10月6日)

提升交通效率和安全性。¹⁸

三、智慧運輸系統軍事應用潛力分析

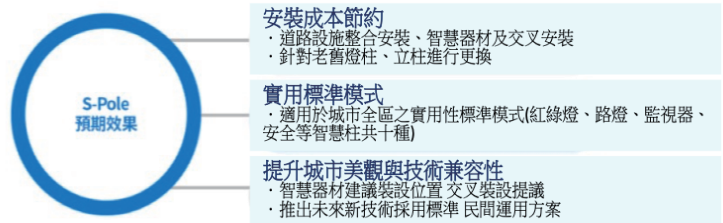
(一) 軍事後勤的關鍵特性與挑戰

軍事後勤具備鈍重性、複雜性、依賴性、持續性、預見性、靈活性、安全性與經濟性等特質，這些特性決定後勤支

援在現代戰爭中的關鍵地位。現代戰爭中的後勤運作龐大且複雜，為有效支援作戰，需要依賴大量數據的分析，迅速做出供應、運輸和通訊等方面的決策。透過引入AI和機器學習(Machine Learning, ML)可加快作業流程，以提升後勤的靈



功能	服務內容
LED Light	- 提供未來型路燈服務採用LED照明節省能源 - 透過照度感應(感應器)智慧調整亮度
CCTV	- 提供智慧整合監視器功能提供交通資訊收集與設施管理等社會安全服務 - 提供犯罪預防、違停車輛舉發等生活安全服務
C-TIS (自動協作駕駛)	- 新一代智慧交通系統(C-TIS)連動減少交通事故、打造未來交通創新基礎 - 提供自動協作駕駛基礎
公共Wi-Fi	- 提供通訊基本權裝設首爾市公共Wi-Fi、為市民提供通訊基本權 - 與S-Net連動，提供高品質通訊福利
IoT感應器 (S-DoT)	- S-DoT (Smart Seoul Data of Things) 複合IoT感應器掌握懸浮微粒、溫度、風、流動人口等17種城市現象 - 透過分析收集之數據樹立城市政策、開發市民有感服務
智慧型斑馬線	- 提供智慧步行安全服務提供地面型紅綠燈、有聲紅綠燈、IoT防止超速系統 - 預防違規穿越馬路與交通事故、駕駛超速開導
充電設備	- 提供Mobility充電基礎建設提供智慧型手機無線充電、電動自行車、電動車充電功能 - 鼓勵環保能源使用
S-Net	- 首爾市自主通訊網連結首爾市全區的自主通訊網路 - 提供公共Wi-Fi、智慧監視器、物聯網服務網
未來新技術	- 提供未來新技術兼容性為5G、無人機等日新月異的未來新技術提供兼容性 - 加入市民有感智慧柱(S-Pole)之功能提供基於QR Code的城市埃資訊服務 - 流動人口感應器、守護神連線IoT感應器、IoT共用、緊急按鈕等
集結	將安裝在狹小空間的各種道路設施(路燈、紅綠燈、監視器、道路資訊看板)合而為一。
加倍	讓公共Wi-Fi、物聯網(IoT)、監視器和智慧型斑馬線等提升市民安全及福利之智慧城市技術加倍。
提升	建立適用於各種道路環境(車道旁、小巷弄)、兼容未來技術之系統性平台型立柱標準，以提升城市競爭力與市民有感服務滿意度。



圖二 「智慧柱(S-Pole)」功能與服務內容簡介

資料來源：1.同註17。2.本研究整理。

18 首爾市政府(n.d.)，〈物聯網與通訊·資安〉，首爾市官方網站，<https://reurl.cc/Nx7prm> (檢索日期：民國114年10月6日)

活性與效率。¹⁹因此，未來的智慧運輸系統將進一步朝向無人化、自動化及跨領域整合發展，並結合衛星導航與無人偵察技術，全面提升戰場管理與決策效率，為軍事行動提供更高效且安全的支援。²⁰

（二）智慧運輸系統在軍事領域的應用技術

ITS技術包括V2X、自動駕駛、ATMS、大數據分析及人工智慧等。這些技術的整合應用，能進一步提升軍事行動的效率與決策準確性，為現代軍事作戰提供關鍵技術支援，²¹有效增強作戰地區軍事運輸管理的即時性、靈活性與安全性。若要在軍事領域成功應用智慧運輸系統則需整合遠端感測器、大數據、雲端運算與機器學習等技術，並利用AI輔助作戰決策，以建立軍事優勢。此外，完善的網路安全基礎建設與穩定的技術支援，對於強化通信與資安防護，適應複雜

多變的戰場環境更是至關重要。²²

隨著ITS技術在全球軍事領域的應用日益廣泛，不僅能顯著提升後勤效率，更能強化戰場上的安全性。因此從歐美及亞太地區等多個國家中也都能發現各國積極推動智慧運輸技術在軍事方面的應用與試驗成果。（ITS技術軍事應用分析如表二）

（三）國軍智慧運輸系統應用現況

國軍自民國108年起與中華電信合作，整合「國軍運輸暨集用場管理資訊系統」，建立一個智慧運補車輛管理平臺。該平臺涵蓋行車安全、績效管理等多項管理機制，顯著提升運輸暨集用場的效率與效能。執行應用現況概述如下：²³

- 1.系統整合與升級：國軍計有292輛3.5噸載重車順利完成智慧運輸系統升級作業，這些車輛皆配備先進的數位

19 Abadicio, M. (2019, May 1). Artificial intelligence for military logistics – current applications. Emerj Artificial Intelligence Research. <https://emerj.com/artificial-intelligence-military-logistics/>（檢索日期：民國114年10月6日）

20 周暉程（2024年1月），〈無人機應用商機探索新未來〉，《機械工業雜誌》，490，6–13。

21 洪偉智、蘇園展（2022年），〈人工智慧導入軍事領域之研析—以智能運輸車輛為例〉，《空軍軍官雙月刊》，64(2)，18–34。

22 國防安全小組（2023年11月28日），〈國軍發展智慧國防之研究〉，《思想坦克》，<https://reurl.cc/GN3ojv>（檢索日期：民國114年10月6日）

23 許博堯、劉吉祥（2023年12月），〈運用智慧型運輸系統(ITS)導入國軍運輸作業之研究〉，《空軍學術雙月刊》，697，129–131。

表二 ITS技術軍事應用分析

技術類別	應用方向	具體作法	優點	缺點	全球應用案例
車聯網 (V2X) 技術	軍事車隊 協同移動	V2V技術即時共享位置與路況資訊，提升車隊行進效率與安全性	1. 增強行軍效率與安全性 2. 降低敵軍埋伏風險	1. 易受電子干擾與網路攻擊 2. 資訊安全需求高	美國：戰術車輛裝備V2X技術進行聯合作戰演練
	戰場 態勢感知	V2I技術接收感測設備警報與路況更新，提升戰場監控與風險評估能力	1. 提升戰場資訊掌握度 2. 快速回應突發狀況	1. 感測器設備易被摧毀 2. 高度依賴網路穩定性	德國：V2I技術用於軍事基地安全監控
	後勤 補給調度	V2N技術即時調整補給車輛行駛路線，優化物資運送時效與安全性	1. 確保補給路線安全 2. 提高補給效率與靈活性	1. 通訊中斷影響調度效率 2. 高度依賴基礎設施	以色列：運用V2N優化戰場補給調度
自動 駕駛技術	無人 偵查與巡邏	自主執行偵查任務，回傳影像與數據，降低人員風險	1. 降低前線人員風險 2. 增強偵查效率	1. 導航系統需抗干擾設計 2. 成本高	俄羅斯：應用於前線偵查與巡邏
	自動化 後勤補給	利用自動駕駛技術執行補給任務，避開敵軍威脅	1. 提升補給安全性 2. 減少人員投入	1. 故障或干擾恐導致任務失敗 2. 技術研發成本高	美國：無人地面車輛進行物資運送
智慧交通 管理系統 (ATMS)	即時 動態監控	即時掌握軍事運輸路線、人員與車輛動態	1. 精準掌握戰場動態 2. 提升調度效率	1. 系統易受駭客攻擊 2. 建置與維護成本高	韓國：ATMS應用於軍事基地交通管理
	戰區交通管 制與優化	AI分析交通流量與風險，制定調節策略與交通管制要點	1. 提高交通管理效率 2. 支援軍事部署	1. 過度依賴AI判斷 2. AI錯誤可能影響決策	英國：利用ATMS進行軍事演習交通流量管控
即時交通 資訊與大 數據分析	敵情監控 與路線規劃	蒐集敵軍動態與地形變化，快速規劃安全行軍與補給路線	1. 快速擬定安全路線 2. 提升敵情掌控力	數據準確性與安全性需提升	美國：結合衛星與感測器即時數據進行戰場路線規劃
	風險評估 與應變	利用歷史與即時數據分析，預測風險區域並提供決策依據	1. 強化風險預測 2. 快速應變突發狀況	1. 高度依賴數據品質 2. 計算資源需求高	中國：利用大數據進行戰場風險分析與應變決策
人工智慧 (AI)	自主導航 與路徑優化	AI分析環境與敵軍動態，規劃無人載具最佳行進路線	1. 增強行動靈活性 2. 提升反應速度	1. AI判斷錯誤影響行動 2. 需防範敵軍反制	以色列：AI應用於無人機自主導航
	戰術模擬 與決策輔助	AI模擬戰術情境，提供指揮官決策建議	1. 縮短決策時間 2. 提供多元戰術選擇	AI無法完全取代指揮官經驗	美國：AI模擬作戰情境輔助戰術規劃

資料來源：本研究整理。

行車紀錄器和疲勞駕駛偵測系統，可顯著提升行車安全與運輸效率。

2. 技術應用：該運輸智慧系統採用MDVPN(Mobile Dynamic Virtual)行動網路，成功整合數位行車紀錄器及疲勞駕駛偵測系統使車輛動態管控更加即時，有效降低事故發生的機率，可進一步保障駕駛安全。

3. 數據管理與分析：系統具備即時資料交換功能，使得車隊管理和運輸調派變得更加靈活和高效。透過數據分析，國軍能及時調整運輸策略，優化資源配置，從而提高整體運輸效能。

然而，儘管現行智慧運輸系統已在車輛安全與調度控制方面具體強化，對於支援戰時聯合運輸指揮機制之運作功能上，仍存下列不足之處：

1. 運輸系統未整合三軍：目前智慧運輸系統仍以陸軍為主體，尚未能有效整合海、空軍運補資源，難以形成統一指管與即時調配之聯合運輸態勢。
2. 戰術情境參數未納入系統：目前調度邏輯主要以行車安全與效率為主，尚未結合戰場態勢(如敵情威脅程度、戰區優先補給需求等)納入判斷與決

策，無法有效充份支援戰時運補計畫。

3. 無法支援公調交管作為：系統無法掌握道路交通狀況，無法支援遂行公路調節與交通管制，不能有效管制部隊機動及運補狀況。

四、運輸資料流通服務系統（TDX） 數據整合特色與主要功能

我國交通部為落實智慧運輸政策，積極推動智慧運輸資料的整合與開放，建置「運輸資料流通服務系統」（TDX）。該系統匯聚公路、軌道、航空、航運、觀光、氣象、自行車及圖資等系統數據，²⁴提供即時資訊與分析服務，以優化交通調控與決策。

TDX系統以資訊代理站作為基礎，提供單一入口，方便使用者快速查詢各類型交通資訊。透過開放式API(Open Application Programming Interface)服務的整合，建立運輸領域的開放資料平臺Transport Open API Portal，讓使用者能從單一介面迅速獲取所需的資料。此舉不僅提升交通管理效率，也促進智慧交通技術的發展，TDX主要核心功能包括跨部門數據整合、即時數據共享與預

24 蘇文彬（2021年1月6日），〈交通部運輸資料流通平臺TDX再進化，和11家業者聯手打造資料市集，要整合公私部門數據創造更大價值〉，《iThome》，<https://www.ithome.com.tw/news/142077>（檢索日期：民國114年10月6日）

測、開放式API平臺及智慧決策支援等，其主要功能與技術說明如表三。²⁵

表三 TDX主要功能與技術說明

功能模組	功能說明	主要技術	應用與效益
跨部門數據整合	彙集來自各地的交通監控、氣象資料、運輸工具與基礎設施狀況等數據，形成完整的交通資訊網路	數據集成、資料清洗、數據標準化	優化交通管理、調配資源，促進各部門間的協作與資訊共享
即時數據共享與預測	利用人工智慧與大數據分析，即時更新路況、事故回報與車流預測	人工智慧、機器學習、大數據分析	快速應對突發事件、提供預警服務，提升管理反應速度
開放式API平臺	提供標準化數據接口，方便公私部門存取與開發各類交通應用	API標準化、RESTful API、資料服務架構	促進創新與合作，拓展交通數據生態系統，支持多場景應用
智慧決策支援	透過AI進行交通態勢分析，提供最佳路線規劃、壅塞預警及突發狀況應對方案	人工智慧、預測模型、即時數據分析	協助決策、提升交通效率，減少擁堵，提供精確決策依據
協作網站	整合PTX、TRAFFIC、LINK、TICP、GIS-T 及Digiroad等平臺，打造單一窗口運輸資料服務	平台整合、中台服務架構、數據接口技術	建立完整交通數據生態系統，促進公私協作與資料市集整合，實現跨部門協同運作
備註	PTX (公共運輸整合資訊流通服務平臺)： 提供公共運輸旅運開放資料服務，支持公共運輸旅運規劃和票務整合。 TRAFFIC (即時路況資料流通平臺)： 與各路側設施資料單位協作，並提供即時交通資料服務，促進交通資訊應用發展。 LINK (交通資訊基礎路段編碼系統)： 以車輛行駛之重要路網進行編碼，系統提供圖臺點選、關鍵字查詢、API、LinkID導入等功能。 TICP (交通數據匯流平臺)： 收納交通歷史數據，包括旅運、公共運輸及安全等各類資料，供官學研進行交通管理及應用服務研究。 GIS-T (交通網路地理資訊倉儲系統)： 蒐整全國交通機構產製之空間資料，提供圖臺服務、空間資料編修及多種GIS格式進行資料流通供應。 Digiroad (智慧道路設施數位化平臺)： 促進全國道路設施數位化之標準格式統一，以達到道路設施資料共享，相互流通與整合運作。		

資料來源：1.同註25。2.本研究整理。

25 交通部運輸資料流通服務 (n.d.)，〈運輸資料流通服務平臺〉，《中華民國交通部》，<https://tdx.transportdata.tw/> (檢索日期：民國114年10月6日)

參、國軍聯合運輸指揮機制運作需求分析

一、國軍聯合運輸指揮機制運作的角色與挑戰

(一) 國軍聯合運輸指揮機制戰時編組與運行模式

國軍為確保戰時部隊行動與後勤支援順暢，聯合運輸指揮組織編制與運作方式採分層指揮與區域整合的模式，整合軍事與民間交通資源共同執行，主要由「聯合運輸指揮部」、「聯合運輸指揮處」、「運輸指揮組」、「公路調節隊」及「交通管制隊」等單位共同負責，並依據《動員實施階段國軍機動運輸及軍品運補交通管制作業規定》執行，其編組職責概述如下：

1. 聯合運輸指揮部：負責區際部隊運動與運補車隊申請使用道路的核准及分配，並管制其運行，監督與指導各聯合運輸指揮處的調節及管制作業。²⁶

2. 聯合運輸指揮處：策劃執行轄區內運輸管制及公路交通的調節，動員編成公路調節隊，依調節方法執行交通管制，並負責轄區內道路、橋樑、隧道的調查管制作業。²⁷
3. 運輸指揮組：執行轄區內公路交通之調節管制，並承聯合運輸指揮處之命令，協助友軍部隊機動，維護運補車隊通行之安全。²⁸
4. 公路調節隊：由各作戰區（防衛部）聯合運輸指揮處統籌指揮、管制執行，負責對使用公路的車輛、徒步人員（包括部隊、平民及災民）律定其運行路線、時間及實地指導，以確保公路交通的流暢。²⁹
5. 交通管制隊：由地區憲兵、警察機關及民力交通協勤任務隊負責，執行交通管制作業，是公路調節的手段之一，著重於執行層面，與公路調節相輔相成。³⁰

聯合運輸指揮的運作模式是由聯合運輸指揮部負責全國運輸調度的總體規

26 國防部（2025年2月13日），〈動員實施階段國軍機動運輸及軍品運補交通管制辦法〉，第5條第1項，全國法規資料庫，<https://law.mnd.gov.tw/scp/Query1A.aspx?no=1A007717601>（檢索日期：民國114年10月6日）

27 同註26，第5條第2項。

28 同註26，第5條第3項。

29 同註26。

30 同註26。

劃，而各區域的運輸管制與道路調節則由聯合運輸指揮處來執行。公路調節隊依據核定的運行路線及通行時間，通報各交通管制隊，管制車隊通行，車隊通行後並依權責回報聯合運輸指揮處，並依照防衛作戰各階段主要任務與運作區分為戰前準備、戰時執行與戰後恢復等三階段，³¹各階段的重點工作內容說明如下：

1. 戰前準備階段：在此階段需預先進行交通路線規劃、整合軍民運輸資源及建立交通狀況監測系統等準備工作，以確保在戰爭發生時能迅速應對。
2. 戰時執行階段：優先保障軍事運輸需求、管制與疏導民用交通，避免軍民路線重疊及強化交通設施防護，以確保運輸路線暢通。
3. 戰後恢復階段：需專注於修復受損交通設施，恢復民間交通運輸秩序，並評估交通調節的成效，以促進社會與經濟的重建。

（二）戰時聯合運輸指揮的重要性

在防衛作戰中，聯合運輸指揮機制

能否順利運作，對於部隊的機動性、後勤補給效率，以及任務達成的成敗都有關鍵性的影響。國軍戰時聯合運輸指揮的核心任務包括戰術運輸路線的規劃、戰略資源的調度分配，以及交通基礎設施的管理與維護等，其主要目標就是確保作戰部隊能迅速部署至所望戰場、軍需物資能穩定輸送，並維持作戰區道路交通網路的順暢運行。綜合而言，其重要性概可體現在以下幾個方面：³²

1. 確保部隊機動與戰力投射³³

● 迅速集結與部署：戰時部隊需快速集結並部署至各戰略要點，所以為確保軍隊能順利通行，則須透過公路調節、優先通行權與動態管制等措施提升交通運行效率，以避免因交通壅塞而影響部隊機動。

● 靈活機動調度與指揮：根據戰場情勢變化，適時執行交通管制與指揮調度，可即時將兵力與裝備適時投入戰場應援，以提高戰時的應變能力與作戰效能。

2. 維持後勤補給暢通：³⁴

31 同註26。

32 黃培欽（2017年8月），〈國軍運輸車隊管理導入智慧型運輸系統之研究〉（碩士論文，世新大學管理學院資訊管理學系），第1-2頁。

33 同註32，頁52-55。

34 同註32，頁65。

- 確保補給線安全：道路是後勤補給的生命線，其安全與暢通將直接影響作戰部隊的戰鬥持續力，透過嚴密的交通管制、定期巡邏與強化安全維護等措施可有效防範敵軍破壞與阻斷風險，以確保關鍵軍品輸補效能。

- 優化資源調度：根據當前戰場需求，建立物資與單位的分級調度機制，可確保戰略物資與關鍵單位優先獲得支援時效，並降低因運輸延誤對作戰效能的影響。

3. 有效管制與民用交通疏導

- 防止交通擁塞：戰時民眾的恐慌與緊急撤離，以及民生物資運輸需求，可能會導致主要道路嚴重壅塞，進而影響軍事行動。若能事先規劃交通管制、分流和替代路線，就能減少民用車輛對軍事運輸的干擾，以確保部隊在戰時仍能順利移動。
- 防範敵軍滲透破壞：戰時敵軍特工或破壞分子可能會混入車流進行偵察或破壞等行動，透過設置檢查哨和交通管制點，搭配身分查驗、車輛檢查及監控系統，可有效防範敵軍混入，以守護交通秩序和戰場安全。

4. 關鍵交通節點與替代道路維護

- 關鍵交通要點防護：加強對關鍵交通要點（如橋樑、隧道、交叉路口等）的

防護與安全控管，可防止敵軍破壞或滲透，以確保部隊機動暢通與補給效率維持。

- 預備路線與替代道路維護：平時就要規劃好替代路線並定期維護，萬一主要幹道在戰時遭到破壞時，也能迅速切換路線，以保持作戰靈活性。

5. 支援戰場管制與區域封鎖

- 作戰分區管制：依據作戰區域劃分交通管制區域，確保各戰區內部與相鄰區域間的運輸與行動能協調運作，以避免戰力分散或行動受阻，提高戰場管理效率。

- 遲滯敵軍推進：對於敵軍可能進攻的道路，可透過炸毀橋樑或設置路障等手段來拖延敵人攻勢進展，以爭取時間強化防線或反擊準備。

6. 協調軍民合作與資訊通報

- 強化軍政協調機制：戰時國軍需與地方政府及相關單位密切合作，統籌交通疏導、民眾撤離與避難指引等，以確保緊急應變措施能順利執行，降低因社會混亂對軍事行動的干擾。
- 建立高效資訊發布機制：利用廣播、簡訊、道路看板等方式即時通知民眾交通情況與緊急應變資訊，有助於提升軍民之間的協作效率與應變能力。

（三）國軍聯合運輸指揮的窒礙與挑戰

國軍聯合運輸指揮在技術層面上仍面臨諸多窒礙與挑戰。例如戰時即時交通資訊的收集與分析不足，將會導致決策滯後；若軍民系統間數據無法即時共享，則會形成資訊孤島，進而影響戰時交通調控效率。另國軍在內部組織與管理方面仍存在運輸專業人員與設備不足、傳統設備過於依賴人工及缺乏智慧化輔助工具等問題，加上軍方與地方交通管理部門平時缺乏合作演練，也將導致戰時難以迅速整合運輸資源與指揮，進而影響戰時聯合運輸指揮機制運作的即時應變能力。

由於臺灣地形環境複雜，各作戰區主要城鎮及山區道路狹窄、隧道密集及橋樑眾多，易受敵方攻擊或自然災害破壞所影響，且主要幹道一旦受損，次要道路則難以承擔龐大的軍民運輸需求，恐導致交通嚴重堵塞，所以戰時聯合運輸指揮受外部環境因素影響甚鉅。例如敵方可能透過空襲、電子干擾與敵特工滲透破壞等方式癱瘓交通樞紐與指揮系統。與此同時，民眾因戰爭恐慌可能大量撤離，加劇交通壅塞，且當民生物資與軍事運輸需求產生衝突時，必將進一步影響戰場交通管控效率。（戰時聯合運輸指揮窒礙與處置作為如表四）

二、智慧運輸系統滿足國軍聯合運輸指揮需求潛力分析

智慧運輸系統應用於國軍聯合運輸指揮雖可大幅增加運管機制運作與決策效能，但導入的過程可能存在諸多挑戰與限制，例如傳統軍事系統與先進智慧技術在系統整合方面可能產生兼容性不足與標準化規範未完善等限制因素，因此在導入的過程中將導致運行效率下降等問題，完整的智慧運輸系統建置需要大量資金投入、專業人力及長期的時間規劃，所以短期內則難以全面升級現有系統。

由於我國目前智慧城市的發展已日趨成熟，就現有技術應用與建設方面則可提供部隊強而有力的基礎支撐，國軍可藉交通部TDX與地政府等相關協作單位共同推展智慧交通建設與運輸領域開放資料的API技術應用，以逐步完善國軍聯合運輸指揮機制所需的數據共享與系統整合。³⁵（交通部與地方政府智慧運輸系統實際應用介面如圖三）

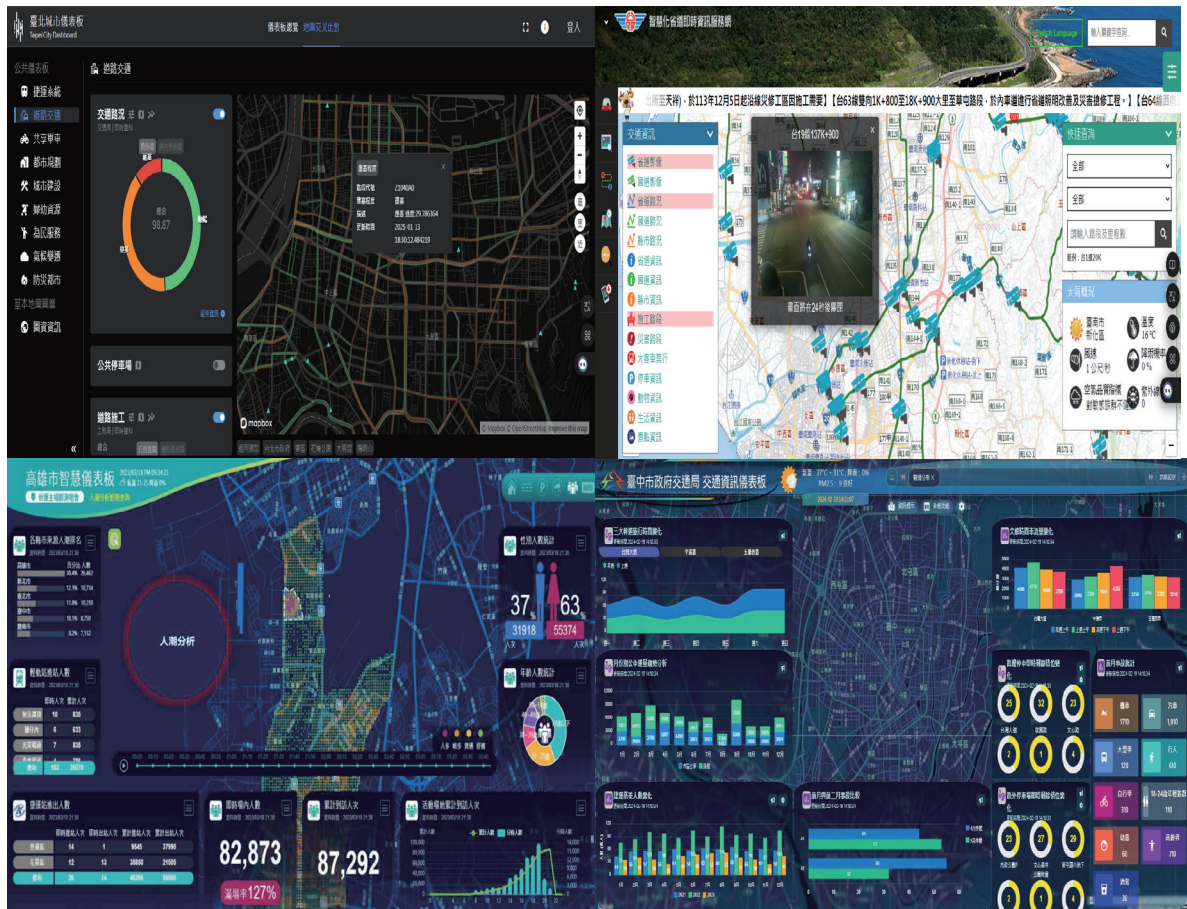
由於我國目前ITS與TDX相關技術主要提供於各政府部門、學校單位、民間企業及一般民眾等使用，所以在複雜戰場環境中對於抵抗電子干擾的韌性與備援機制相對有限，戰時很可能成為敵方攻

35 同註25。

表四 戰時聯合運輸指揮室礙與處置作為

主要室礙	類別	問題項目	主要內容	影響程度	處置作為
技術層面挑戰	數據與資訊不對稱	資訊收集延遲	戰時即時交通流量數據收集與分析不及時，導致決策滯後	高	建立實時交通數據收集與分析系統、整合地面與空中監控資訊
		系統資訊孤島	軍民交通管理系統缺乏數據互通機制	高	建立數據共享平台，實現軍民系統整合
	系統可靠性與抗干擾能力不足	通訊脆弱	通訊設備與調控系統易受敵方電子干擾與網路攻擊	高	升級通信系統抗干擾能力，增加備援通信設備
		備援系統不足	缺乏有效備援與快速恢復機制	高	建立冗餘備援系統與緊急恢復計畫
	技術整合困難	智慧交通技術整合難度高	IoT、AI等先進技術與傳統軍事交通系統整合困難，調控效率受限	中	增設智慧交通技術試驗場域、進行軍民整合技術研發
		成本與時間限制	導入先進科技需大量資金與時間，短期內難以全面升級	中	爭取政府資源投入、分階段實施技術升級計畫
內部組織與管理問題	指揮協調不足	軍民合作缺乏	平時軍民交通管理合作不足，戰時難以整合指揮與資源	高	增加軍民協調訓練、建立聯合指揮平臺、簽訂合作協議
		決策遲緩	指揮層級複雜、命令下達緩慢，影響即時應變能力	高	精簡指揮層級、提升信息傳遞效率、導入智能決策支持系統
	人員與裝備短缺	人力不足	交通管制專業人員不足，應對突發狀況能力有限	中	增加專業人員編制、強化交通調節相關訓練
		設備老舊	傳統交通調控設備過度依賴人工，缺乏自動化與智能化工具	高	升級交通調控設備、引入智慧交通技術（如AI與IoT）
	應急計畫與演練不足	應變計畫不周	缺乏針對戰時交通調控的詳細應急計畫	高	制定詳細應急預案、增加多情境模擬計畫測試與檢討
		實戰演練不足	缺乏跨單位、多層面的交通調控實地演練	中	定期舉行跨部門協調演練，模擬真實戰時情境
外部環境因素	地形與交通基礎設施限制	地形複雜	各作戰區主要城鎮及山區道路狹窄、隧道密集、橋樑眾多，容易受敵軍攻擊或自然災害破壞	高	預先規劃替代路線、強化重要交通節點防護、增加地形適應型工程裝備
		替代路線不足	主要幹道受損時，次要道路無法承擔大量軍民運輸，易造成堵塞	高	提前規劃與建設替代路線、增強路網密度與承載能力
	敵方威脅與戰爭干擾	空襲與破壞	敵軍可能對交通樞紐、橋樑、隧道進行精準打擊	高	建立交通設施偵測與防護系統、強化基礎設施耐受性
		電子干擾	敵方可能干擾通訊與交通管制系統，造成指揮失靈	高	提升通信抗干擾能力、建立多層備援通信網路與信息傳遞系統
		敵特工滲透破壞	敵方滲透人員可能破壞交通設施或阻礙軍事行動	中	增設檢查哨與交通巡邏隊、強化地面監控與人員識別技術
	民間交通壓力	民眾撤離潮	民眾恐慌撤離與軍事運輸路線重疊，導致交通壅塞	高	實施分流措施、預劃民眾撤離路線與避難所、加強疏散宣導
		民生物資運輸競爭	軍用與民用物資運輸需求衝突，影響戰時運輸效率	中	建立物資分級調度機制，統籌軍民運輸優先級

資料來源：本研究整理。



圖三 交通部與地方政府智慧運輸系統實際應用介面

資料來源：本研究整理

擊的主要目標，所以導入軍事領域應用時則必需完成加密通信、網路隔離以及動態防禦等技術的引入，以有效增強系統的穩定性與抗干擾能力，確保能在高壓戰場環境下能持續運行，保障智慧運輸系統在實際應用中的最佳表現。（智慧運輸系統滿足國軍聯合運輸指揮機制需求分析如表五）

三、聯合運輸指揮需求技術與優化方向

在當前作戰環境及技術條件下，國軍聯合運輸指揮機制仍面臨多重挑戰，包括外部環境限制、內部組織協調不足與技術層面短板等問題。因此，優化國軍聯合運輸指揮機制需從技術、組織與合作等三大層面著手，特別是提升智

表五 智慧運輸系統滿足國軍聯合運輸指揮機制需求分析

技術能力	應用價值	需求分析	滿足能力
即時交通監控與數據分析	即時收集交通流量、路況及氣象數據，快速掌握路網情況，支持最佳調度決策	提升交通調控效率，縮短指揮層級的決策時間，確保戰時交通快速調控	實現即時數據分析與自動化調控，有效支援戰場環境下的快速反應
自動化交通調控	自動調控信號燈、電子看板與分流系統，減少人工操作錯誤，提高交通流通效率，適用於軍民共享路網高壓情境	降低敵方干擾影響，通過技術保障交通系統穩定運行，確保運輸路線安全穩定	高度依賴自動化技術與加密通訊，能有效減少敵方干擾，維持系統穩定性
路線優化與動態規劃	利用AI演算法提供最佳行車路線，避開堵塞區域及敵軍威脅，確保運輸順暢並減少延誤	減少軍民交通競爭，優化資源分配，提升軍事車輛及物資運輸效率	智能分流與動態規劃技術可實現實時路線調整，為軍事需求提供精確支援
抗干擾與網路韌性	採用加密通訊與多層備援技術，確保交通管制系統在干擾情況下的穩定運作，保障指揮有效性	快速應對突發狀況，即時生成應急預案，快速調整交通規劃，避免系統癱瘓	需具備抗電子干擾能力與高韌性，能在敵方攻擊下保持穩定運行，保障指揮與調控連續性
智慧車隊管理	車載系統整合，實現車輛動態追蹤與狀態監控，提高車隊調控與調度效率，減少運輸風險	整合軍民交通系統，改善資訊孤島，提升交通管理系統協同效能	軍民數據共享平臺及車輛管理技術的應用，有效提升運輸效率與協同能力，支援戰時需求

資料來源：本研究整理。

慧化調度控制、跨部門協同作業及應急應變等方面能力。通過分階段實施策略，逐步完成系統升級、資源整合與人員培訓，可大幅提升戰時聯合運輸指揮的效率與效能，為國軍戰場行動與後勤保障提供堅實支撐優化層面方向與預期效益分析如下：（如表六）

（一）技術層面：智慧化調控能力提升

建立健全數據共享平臺可促進軍民交通管理系統的數據互通，並提升其決策的準確性與時效性，而國軍運輸系統的智慧化程度在現代化戰爭中則可直接影響軍事運輸的效率與安全，藉由IoT與AI技術的導入，除可實現交通流量的實

表六 優化層面方向與預期效益分析

優化層面	優化方向	具體應用場景	預期效益
技術層面 (智慧化調 控能力的 提升)	態勢感知與交通監測	利用V2X與感測器網路監控交通流量、路況及天氣，提供即時數據	提升指揮官對全局交通狀況的掌握能力，減少信息滯後
	動態路線優化與預警	根據即時數據生成最佳路線，避開擁堵或高風險區域，並提供風險預警	降低交通事故發生率，提高部隊或應急車輛的通行效率
	提升通信與數據整合	結合5G與軍用通信系統，實現穩定信息傳輸，並通過數據平臺(TDX)實現跨部門共享	提高資訊傳遞效率，確保各部門協同作業順暢
	引入智慧化設備與系統	部署感測器、無人機及可移動式指揮設備，實現全域數據即時獲取與處理	增強數據收集與處理能力，支持精準決策
	建設智慧交通指揮中心	建立基於大數據與AI的指揮中心，整合資訊並生成實時交通管制方案	提高交通管制的科學性與效率，實現智慧化管理
	強化通信與抗干擾能力	採用加密通信與高頻段傳輸技術，確保通信網路的安全與穩定	保障戰時或緊急情況下的信息流通，防止敵方干擾
組織層面 (跨部門協 同作業的 加強)	推進軍民協同與資源整合	平時與地方政府、交通部門建立聯動機制，並通過交通部TDX平臺整合軍民資源	提高資源利用效率，實現軍民協同作業的最大化效益
	進行模擬演練與技術驗證	定期開展基於ITS技術的模擬演練，測試系統在不同場景下的效能與可靠性	發現系統不足並優化改進，確保系統在實際應用中的穩定性與可靠性
應急層面 (應急應 變能力的 強化)	建立完善的應急預案	針對戰時交通設施可能遭受的敵方攻擊或自然災害，制定並完善備援方案，確保交通設施受損時能迅速啟動備援措施	保障軍事運輸的連續性，減少交通中斷對戰事的影響
	加強專業人員培訓	對交通管制專業人員進行系統化培訓，提升其應對突發事件的能力，確保在緊急情況下能迅速做出正確判斷與處置	提高應急響應效率，降低因決策失誤或處置不當造成的損失

資料來源：本研究整理

時監測及預測外，更可優化路線規劃，減少作戰區內軍民交通的衝突。

(二) 組織層面：跨部門協同作業的加強
聯合運輸指揮涉及多個部門與單

位，缺乏有效的協同機制，將會導致指揮不暢與資源浪費等問題。因此，需要建立健全的軍民合作機制，明確各部門的職責，以完善指揮協調體系，確保資訊傳遞與命令執行的高效性；另透過定期的軍民組織聯合演練，則可提升各部門在緊急情況下的協同作戰能力。

（三）應急層面：應急應變能力的強化

戰時交通設施易受敵軍攻擊或自然災害等影響，需要建立完善的應急預案，以確保在交通設施受損時，能迅速啟動備援方案，保障軍事運輸的連續性。另也必須加強對運輸管制專業人員的培訓，以提升其應對突發事件應處的能力，確保在緊急情況下能迅速做出正確的判斷與處置。

肆、國軍聯合運輸指揮機制導入智慧運輸系統分析

一、智慧運輸系統導入之必要性分析

在現代複雜的戰場環境條件下國軍現行聯合運輸指揮機制運作所需具備的能力也必須符合現代化高科技戰爭的水準，才足以應對未來的戰場環境。無論是應對敵方可能對交通基礎設施的襲擊，還是處理戰場物資與兵力的快速輸送需求，傳統的人工判斷與固定預案模式已

顯現不足，以下將從導入之必要性進行綜合分析：

（一）作戰需求

智慧運輸系統在戰場交通管理中的應用，可大幅提升部隊的行動效率。例如透過即時更新交通態勢資訊與動態路線調整功能，不僅能有效避開交通瓶頸，減少行動延誤，更能確保部隊的機動性。通過TDX整合多源數據所進行的風險預警與敵情態勢感知，則可協助指揮官全面掌握戰場交通狀況及預測敵方可能行動，以利提前部署應對策略，進而提升整體作戰效能。

（二）應急響應

在戰場環境中，突發事件可能對部隊行動造成嚴重影響。智慧運輸系統具備強大的應急響應能力，能根據突發情況自動生成應變方案，迅速分配資源並調整交通流向，以確保關鍵任務執行不受干擾。

（三）資源優化

戰場交通資源（如車輛與物資運輸）通常十分有限，必須精確調配以提升運行效率。智慧運輸系統透過車輛動態定位與管理，結合物資需求預測等技術能優化運輸調度能力，並避免重複運輸與資源的浪費，以降低後勤成本。通過TDX整合多源數據的即時監控或偵測告

警通知，則可全盤掌握道路損壞情況，並及時評估基礎道路設施維護的優先順序，以確保戰場交通網路的穩定運行。

(四) 軍民合作

智慧運輸系統的軍事應用可與民用技術深度融合，以實現平戰轉換與資源共享。平時，ITS與TDX可提供國內應急交通調控與日常運輸管理，提升交通運行效率；戰時，則能迅速轉化為軍事用途，為部隊機動、後勤補給與戰場交通管制提供支援，確保作戰行動的高效執行。

二、智慧運輸系統導入之技術與組織可行性分析

ITS與TDX提供一種能應對現代戰場需求的新模式，其基於即時感知、大數據分析與人工智慧技術等特點，能實現高效的交通管理和動態調控效能。如果以TDX平臺為核心，透過整合各種感測器與數據來源，則可幫助國軍在戰時實現從數據收集、預警、路線規劃到決策支援的全方位交通管控。該系統不僅能讓部隊更精準地掌握交通狀況，還能快速響應突發事件，從而確保運輸任務的連續性與安全性，TDX應用於國軍聯合運輸指揮功能性分析如表七。

透過TDX整合各類智慧運輸系統數據的導入不僅有助於提升國軍聯合運輸

指揮機制的效率，還能增強戰場態勢感知的掌控能力，為國軍聯合作戰行動提供重要支撐，以下將從導入之可行性進行綜合分析。

(一) 技術層面

1. 技術基礎的成熟度：智慧運輸系統的核心技術（如V2X、大數據分析與5G通信）已廣泛應用於民用領域，展現出穩定性與升級潛力。在軍事應用方面，可進一步強化抗干擾能力與安全性，例如採用高強度通信加密、多層網路安全防護及抗電子干擾技術等，以確保戰時通信與數據傳輸的穩定性與可靠性。
2. 硬體設施與感測設備：國軍可在關鍵交通節點部署智慧監控設備，包括高解析度攝影機、雷達與環境感測器，輔以無人機進行大範圍偵察與風險評估，建立高效的戰場態勢監測網路。透過IoT技術整合各類感測器，能即時掌握交通流量、路況與安全風險，以確保戰場運輸管制的精準性。
3. 數據處理與分析能力：智慧運輸系統結合人工智慧與大數據分析技術能即時處理戰場交通數據，預測道路通行狀況，並根據戰場變化生成最適調控的方案。此舉可顯著提升應急決策速度與執行效率，以確保部隊機動與後

表七 TDX應用於國軍聯合運輸指揮功能性分析

TDX應用功能	資料來源與工具	主要功能與應用說明	實際應用舉例
即時交通狀況監控	車聯網、攝影機、感測器	實時收集主要運輸路線的車流量、路況與通行狀態，供決策參考	調整部隊行進或運補路線，避開交通擁塞
事故預警與應急反應	感測器數據、數位行車紀錄器	自動識別異常情況，立即發出預警通知，啟動備援措施	路線事故發生時，快速切換至備用路線，確保運輸不中斷
軍民數據共享與協同	軍民數據整合平台、標準化API	整合軍用與民用交通數據，形成全域交通資訊網，促進軍民協同作業	區域交通協同調度，快速調配民用運輸資源支援軍事任務
基礎設施狀態監控	雷達、攝影機、環境感測器	監控橋樑、隧道及關鍵路段的運行情況，及時通報維修或加強防護	戰時遇基礎設施異常，及時調整運輸計劃，確保交通網路穩定
環境與天氣預測整合	氣象數據、環境監測裝置	整合天氣與環境資訊，評估交通風險，調整行進方案	根據天氣預報選擇更安全的路線，降低因天氣惡劣造成的風險
車輛動態監控與調度優化	GPS、影音及數位行車紀錄器	實時追蹤車輛位置、運行狀況，進行精細化調度與動態管控	部隊運輸車輛動態管理，提高行車效率與安全性
多元路線規劃	AI演算法、毫米波雷達	根據當前交通狀況，生成多條替代路線，確保任務連續性	主要路線受阻時，自動提供最佳備用路線選項
決策支援與路線建議	大數據分析、雲端運算、機器學習	將各項數據整合，提供動態決策支援，幫助指揮官迅速調整策略	指揮官根據系統建議，調整部隊行動方案，提升作戰反應速度

資料來源：1.同註25。2.本研究整理。

勤運輸的順暢運行，同時降低突發狀況對作戰行動的各種影響。

(二) 組織層面

- 1. 跨部門協同：國軍內部可設立專責的智慧交通指揮單位，整合部隊、交通、通信與後勤資源，確保戰時交通管理的統一調度與高效運行。此外，平時應與地方政府及交通部門建立

協作機制，透過資訊共享與聯合演練，強化軍民協同作戰能力，使戰時能迅速啟動應變機制，提升資源調度效率與作戰應變能力。

- 2. 教育與訓練：智慧運輸系統的操作與應用需具備專業知識與技術能力，國軍應建立常態化訓練機制，並透過定期培訓與模擬演練，以提升相關人員

的技術素養與實戰經驗，更可導入AI模擬技術進行戰場態勢推演，使部隊在面對突發狀況時，能迅速應對並作出最佳決策，確保戰時交通管理的穩定運行。

(三) 資源層面

1. 現有基礎設施的利用：國軍可充分運用既有的通信與交通監控設施，作為智慧運輸系統的基礎架構，以降低建置成本與導入時間。也可透過模組化設計與漸進式導入方式，確保系統部署的靈活性，同時減少對現有交通網路的影響，進一步提升資源運用效率。
2. 經費與技術支持：智慧運輸系統的導入雖需一定投資，但相較於戰時交通癱瘓可能造成的嚴重損失，其效益極為顯著，應納入國防經費優先發展項目。同時，國軍可與國內科研機構及高科技企業合作，透過產學研聯動模式，加速技術引進與軍用定制化開發，以確保系統符合戰場需求並具備長期發展潛力。

(四) 政策層面

1. 政策支持：我國政府已推動多項智慧交通相關政策與計畫，國軍可依循現有政策架構，擴展智慧運輸系統在軍事領域的應用（例如TDX整合軍事領

域所需運輸資訊），無需重新制定大規模法規，從而加速導入進程並提升實施效率。

2. 軍民整合法規：現行的軍民合作發展戰略為智慧運輸系統在軍事領域的應用提供堅實的政策支撐，有助於降低管理成本與技術轉化門檻，同時促進軍事與民用技術的協同發展，提升整體交通管理效能。

三、智慧運輸系統導入之挑戰與風險

智慧運輸系統在軍事及民用領域展現出廣泛的應用潛力，但其導入過程中仍面臨諸多挑戰與風險。以下從技術、組織、資源、政策與外部環境等層面，探討其可能的限制與潛在風險。

(一) 技術層面的限制與風險

1. 技術穩定性與兼容性：智慧運輸系統涵蓋多項核心技術，如V2X、人工智慧與大數據分析等。這些技術在軍事環境中則需面對更高的穩定性與抗干擾要求。例如，V2X通訊在戰場條件下可能受到電子干擾，影響資訊傳遞的可靠性。此外，現有設備與新技術之間的兼容性問題，也可能導致系統整合上的困難。
2. 數據安全與隱私風險：智慧運輸系統依賴大量數據的傳輸與分析，其中包含敏感的軍事情報。若系統遭受

網路攻擊或數據洩漏，則可能導致戰場資訊暴露，進一步影響部隊行動的安全性。

3. 技術升級的成本與周期：智慧運輸系統的核心技術更新速度快，但軍事應用中的系統升級需要經過多重驗證，導致導入周期延長。這不僅會增加成本，也可能使系統在快速變化的技術環境中處於劣勢。

（二）組織與管理的挑戰

1. 跨部門協調難度：智慧運輸系統的有效運行需要軍隊內部各部門的緊密協作，包括交通、通信與後勤部門。然而，不同部門間資源調配與資訊共享可能面臨障礙。例如，在戰時，跨部門協同的延遲可能直接影響作戰任務的執行。
2. 人員教育與訓練不足：智慧運輸系統的操作需要專業技能，而目前軍事人員對此類技術的掌握程度仍有限，若無法提供系統化的教育與訓練，未來將會影響系統的實際運行效果。

（三）資源層面的制約

1. 高昂的建設與維護成本：智慧運輸系統的導入涉及大量基礎設施建設與技術投入，初期建設成本將可能成為限制因素，加上對系統的日常維護

與升級也需要長期投入資源，未來可能會對國防預算形成壓力。

2. 現有設施的限制：軍事交通基礎設施可能無法完全匹配智慧運輸系統的需求，例如道路網路覆蓋不足或通信基站分布不均等問題，這些問題都將影響系統的全面部署。

（四）政策與法規挑戰

1. 現行政策支持不足：雖然政府在智慧交通領域已有相關政策，但是軍事用途的ITS則需要針對特殊需求制定額外的法規。例如，數據共享與保護的相關法律仍需完善，才能支持軍事與民用數據的融合與應用。
2. 軍民融合的困難：軍民融合雖是ITS推廣的重要方向，但在實際執行中，由於不同領域在管理模式與目標上的差異，可能會導致資源分配不均或效率低下等問題。

（五）外部環境與不可控因素

1. 戰場環境的複雜性：智慧運輸系統在戰場上必須面對多種惡劣環境與挑戰，包括極端天氣、地形限制及敵軍的干擾等。這些因素可能會顯著影響系統的正常運行，導致其效能下降。
2. 國際技術制裁與競爭：由於智慧運輸系統涉及多項尖端技術，國際技術制

裁可能會限制國軍在某些技術領域的進一步發展與應用，由於全球技術競爭的加劇也將可能影響技術引進的速度，從而對系統的整體發展造成負面影響。

伍、結語與建議

一、結語

本研究探討智慧運輸系統（ITS）與運輸資料流通服務平臺（TDX）在國軍聯合運輸指揮應用的可能性，並試圖從技術、組織、資源及政策等不同角度，來釐清實際導入過程中可能面臨的困難與應對策略。研究過程中發現，智慧運輸技術近年來在民用領域發展相當快速，像是V2X、AI、大數據分析、5G 通訊及自動化管理等，已不僅是實驗室概念，而是真實進入生活的應用。如果國軍能將這些技術適當運用至軍事系統中，除可顯著提升部隊機動力與交通調度的管控效率外，更能協助指揮官在關鍵時刻做出更即時至當的決策。

目前智慧運輸技術要進一步延伸至軍事應用，仍面臨諸多實務限制，像是軍民之間資料整合機制尚未健全，加上國軍對資訊安全有高度要求，TDX 若要導入軍用系統中，勢必得在安全性與法

規配套上完成更多的準備，另現有的通訊與調度系統在抗干擾與備援能力方面仍有待強化，否則在敵軍電子作戰攻擊下恐將成為弱點。同時，智慧運輸系統建置所需的基礎設施與技術升級，亦將帶來資源分配與部門協調的壓力。因此，如何讓新技術與現有軍事體系「無縫接軌」，將是未來推動的成敗關鍵。

儘管如此，本研究仍認為ITS與TDX的導入仍具有高度的可行性，只要能穩步強化技術底層、完善軍民協同運作模式與資料共享標準，並同步建立法規支撐架構，國軍有機會逐步將智慧運輸技術融入實際作戰與後勤支援之中，進一步提高行動靈活性與任務執行的整體效率。

二、建議

（一）從實戰出發，強化智慧運輸的技術基礎

智慧運輸的導入，不能只是「科技感」的堆疊，而是要從實戰需求出發，確保技術真的適用於戰場。例如通訊的抗干擾能力、數據處理的即時性等，這些都關乎任務成敗。國軍應集中資源投入這些核心技術的強化，同時也可多與國內科技業或學研單位合作，透過聯合測試與實地驗證，把技術往實用邁進一大步。尤其在無人機監控、V2X車路協同

技術及人工智慧數據分析等領域，也都應儘早建立符合軍事需求的標準化應用規範，讓技術更貼近實戰需求。

（二）推動軍民數據共享機制，深化 TDX 在軍事領域的應用

TDX 的應用如果能延伸到軍事領域，將大大提升交通調度的靈活性。這需要國軍與民間交通單位在平時就建立起合作機制，像是資料格式的統一、通訊協定的對接等，都應提早完成準備。一旦發生緊急情況，這樣的協作才不會因系統差異或資訊落差而造成延宕。國軍若能成立專責小組，專門負責這類跨部門整合工作，就能讓「平時合作、戰時轉換」的協作能力達到最佳狀態。

（三）成立智慧交通指揮單位，強化跨部門協作與專業運維

為有效推動智慧運輸系統於軍事運輸指揮作業中的應用，建議成立「智慧交通指揮單位」，作為整合各級政府、交通管理機關與國防部門之間協作的中樞機構。此單位將肩負規劃、整合與運作管理智慧交通技術之責，並統籌TDX、車聯網、AI分析平臺等關鍵技術資源，以強化軍用與民用系統之間的即時資料共享與任務支援能力。

（四）深化教育訓練與技術人才培育

國軍應推動智慧交通技術人才的系

統化培育計畫，透過與學界及高科技企業的合作，引進最新技術，打造一支具備專業能力的技術團隊，並將智慧交通系統的操作訓練納入日常訓練流程中，像是定期模擬演練、危機應變測試等，都是讓官兵熟悉系統、累積經驗的重要方式，讓部隊能接觸最新的交通技術與解決方案，避免與外界脫節。

（五）建立堅實的網路安全與軍事數據保護機制

由於智慧運輸系統高度依賴數據傳輸與網路通信，國軍必須全面強化網路安全與資訊安全防護措施，避免敵軍透過網攻或電子干擾破壞系統運作。針對軍事應用場景，應開發自主可控的通信協議與加密技術，以確保系統在戰場環境中的穩定性與安全性，避免關鍵資訊遭敵竊取或破壞。

作者簡介

陳建亨中校，陸軍官校92年班、陸軍指參學院104年班、國防大學戰爭學院正規班114年班。曾任群參謀主任、行政科長、群副指揮官，現任職四支部運輸科中校科長。