



從美軍ArcGIS軍事發展與應用探討

——兼論國軍城鎮「戰場情報準備」之精進建議

作者簡介



謝志淵上校，陸官84年班、政戰學院政研所89年班、法國情報高級班2005年、美國軍官班2006年、英國研究所2013年；曾任排、連、營、科長、教參官、情參官，現任國防大學教官。

提要

- 一、地理資訊系統因具完整地形可視化及分析能力，目前已被廣泛運用於軍事領域，不僅可用於參謀計畫作為，更可協助指揮官下達至當決心，避免錯誤決策。
- 二、美軍為克服傳統野戰「戰場情報準備」無法對城鎮複雜因素進行有效分析之困境，也為協助參謀有效計畫作為與指揮官下達決定，採取結合 GIS 發展「城鎮戰場情報準備」準則，滿足部隊作戰實需。
- 三、臺灣因高度城市化發展趨勢，特定城鎮因戰略或戰術價值考量，不再是作戰進展的障礙，反而成為作戰目標。基此，以城鎮為作戰地區分析重點，以及如何對影響城鎮作戰因素進行分析，成為當務之急。
- 四、目前國軍「戰場情報準備」不僅面臨美軍過去類似的問題，還可能有若干因作戰環境改變造成「學用落差」的問題，本研究擬建議可採(一)城鎮作

戰及戰場情報準則增修編；(二)先建立GIS試點單位繼推行全軍；(三)專責單位負責軍事GIS地理空間基本資料庫；(四)藉GIS驗證各種既有作戰計畫；(五)結合虛擬實境與擴增實境強化戰備訓練等作法，與時併進。

關鍵詞：地理資訊系統(Geographic Information System, GIS)、城鎮作戰(Urban Operation, UO)、戰場情報準備(Intelligence Preparation of the Battlefield, IPB)

前言

當前兩岸關係因美中競爭擴大持續惡化，因此，基於習近平第三任期演說，開始有人臆測中共是否已開始倒數攻臺時間？幸且不論何時，然而，當共軍武力來犯之際，極可能採取有效佔領臺灣之作戰型態，相對的，國軍為達成「戰略持久」之目標，將不可避免的須於全島不同城鎮進行作戰。換言之，如何有效遂行城鎮攻防，將成為國軍陸上作戰成敗之關鍵。從情報觀點，則係瞭解和評估不同城鎮於自然與人為因素如何影響攻守之價值。基此，檢視國軍「城鎮作戰」與「戰場情報準備」準則發展現況，尤其針對城鎮地區環境如何進行分析，僅以要點式說明，並未進一步規範以及如何實施。因此，本研究擬從地理資訊系統(Geographic Information System, GIS)與軍事之關係，探討地理資訊化如何影響軍事作戰，更藉

分析美軍「城鎮作戰」與「戰場情報準備」準則發展，理解美軍如何使用GIS協助參謀計畫作為及指揮官下達決策之功效，據以審視國軍現況與提供若干精進之建議。

ESRI公司對ArcGIS之簡介

美國經濟與社會研究協會(Economic and Social Research Institute, ESRI)是一家成立於1969年，負責設計與發展全球地理資訊系統(Geographic Information System, GIS)技術領先的公司。ESRI透過地理科學和地理空間分析為客戶提供稱之為「位置科學」(Science of Where)的支援技術；係以現代地理資訊系統採用地理途徑解決問題，並實現將地圖可視化和數據進行分析，同時，就位置所在提供獨特的見解、數據共享與協作。¹ 因此，1854年英國醫生史諾(John Snow)藉地圖標定倫敦地區霍亂患者位置，爾後進行分析找

1 於下頁。



出病源所在，被認為是最早使用GIS的案例。²

當前，有關地理資訊系統及其運用技術已相當成熟及普遍，依據瑞竣(RiChi)科技公司於2020及2021年調查最常使用GIS工具的報告，第1名為ESRI的ArcGIS有近70%的人使用，第2名及第3名為免費又有中文介面的Quantum GIS(QGIS)，與Google Earth Pro。³另依據ESRI 2005年提供給美軍《GIS應用於國防及情報社群》(GIS in the Defense and Intelligence Community)報告指出，除已針對各軍種特性需求提出不同的解決方案，如陸軍數位地形支援系統(Digital Topographic Support System, DTSS)，即針對戰場指揮官高度依賴戰場情報準備

(IPB)來減少關於敵人、天氣和地形等的不確定性所設計。⁴另美國國家地理空間情報局(National Geospatial-Intelligence Agency, NGA)亦明確表示，該單位所提供給其他情報機構及美軍的GIS資料，亦是基於ESRI的ArcGIS系統所產製。⁵顯見，GIS已成為美軍情報分析與決策之重要輔助工具。

2021年ESRI臺灣總代理商互動國際數位(Interactive Digital Technologic Inc., IDT)⁶依據國軍需求提出ArcGIS Pro⁷《國防應用解決方案》，該系統置重點於如何建立位置情報，以及瞭解與管理戰場資訊架構，進行包括資料管理與整合、視覺化與製圖、分析與模式、作戰計畫、決策製定、任務執行。另建立唯一符合軍事符號

- 1 參閱Economic and Social Research Institute, "About Esri," ESRI.<<https://www.esri.com/en-us/about/about-esri/overview?rsource=%2Fabout-esri/>>
- 2 參閱Economic and Social Research Institute, "Learn ArcGIS," ESRI.<<https://learn.arcgis.com/en/projects/map-a-historic-cholera-outbreak/>>
- 3 邱欣怡，〈全球GIS專業人才調查〉《瑞竣電子報》，No.180，2020年12月7日，<https://www.richitech.com.tw/12086/全球gis專業人才調查/>。謝啟賢，邱欣怡，〈臺灣GIS產業人才調查分析結果大解密〉《瑞竣電子報》，No.183，2021年3月3日，<https://www.richitech.com.tw/12796/臺灣gis產業人才調查分析結果大解密/>。
- 4 Economic and Social Research Institute, GIS in the Defense and Intelligence Community Vol. 1(New York: ESRI, 2005), pp. 2, 28.
- 5 National Geospatial-Intelligence Agency, "GEOINT Services |--NGA GIS Portals," NGA. <https://home.gs.mil/files/5a0341c9c03aac000edb5d19>.
- 6 參閱互動國際數位，〈關於互動〉《互動國際數位》，http://www.igis.com.tw/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=42&Itemid=67
- 7 ArcGIS Pro.係ESRI最新地理資訊系統，具支援2D地圖和3D建模視覺化、內建AI機器學習與開發者環境，使空間分析領域提升至更高層次等功能。參閱互動國際數位，〈互動產品〉《互動國際數位》，http://www.igis.com.tw/index.php?option=com_content&view=category&layout=blog&id=5&Itemid=3

規格的工具(美軍聯戰符號)以及擴充多元應用程式包括兵要調查、領域分析程式、規劃設計應用程式、地圖應用程式、社群媒體、故事地圖、動態儀表板等，⁸ 提供國軍部隊於計畫作為提升計畫內容品質，同時，協助指揮官獲得更充分的必要資訊，下達至當決心，避免錯誤決策。

GIS軍事發展與應用

地理資訊系統(GIS)自70年代構思以來一直是軍隊的革命性工具。軍事上GIS基於不同目的被運用於包括情報收集、後勤管理和武器平台的現代化。⁹ 由於，GIS系統能有效地獲取、存儲、更新、操作、分析和顯示數據，以支持決策和土地管理。GIS相關技術包含多種數據生成技術：傳感器、測繪軟件、分析工具、衛星圖像等等，都是專注於物理特性的收集。同時，GIS有助於確定裝置與其自然特徵之間的空間關係。作為環境情報的一種形式，GIS可顯示地理區域的各種屬性，並有助於解決軍隊面臨的許多複雜且相互關聯的問題。¹⁰

GIS對軍隊來說是一項越來越重要的技術。瞭解地形對軍人而言，是一項基本的軍事技能，地圖則一直是傳播這種知識的主要機制，也是解釋地圖理解本質的能力的主要機制。後冷戰的戰爭形勢，因為軍隊幾乎被部署到世界任何地方，卻不太可能事先瞭解地形，基此，成為驅動國防測繪機構的一個關鍵驅動因素。加以GIS在創建、編輯、分析、查詢和顯示地理數據等方面具關鍵作用，尤其幫助指揮官瞭解地形對戰鬥進行的影響。¹¹

一、GIS的軍事發展

地理資訊系統運用於軍事的原因很多，該技術在軍隊中最重要的功能之一是為指揮官提供詳細的地理情報。這種類情報為指揮官提供準確的戰場畫面非常有用，他們可以利用這些畫面做出戰術決策。使用GIS的能力將使計畫作為和資訊溝通更有效率。因此，GIS不僅是一種技術，更是一種提高計畫作為品質與支援決策的高效工具。

軍隊為因應不斷變化的驅動力，一直有迫切改進的必要。軍隊的存在價值不

8 ArcGIS Pro相關功能內容，本研究係依據互動國際數位資深經理吳佳龍所提供2021年4月《國防應用解決方案》簡報整理。

9 SpatialPost, "Application of GIS In the Military: The Importance of GIS for Military Operations, " SpatialPost, September 27, 2021. <https://www.spatialpost.com/gis-in-the-military/>.

10 Lauren Schatz, "Integrating geospatial capabilities for enhanced management, " US Army, October 26, 2020. <https://www.army.mil/article/238131/integrating_geospatial_capabilities_for_enhanced_management>.

11 David Swann, "Military Application of GIS, "Journal of Geographical Information Systems, 1999, p.889. https://www.geos.ed.ac.uk/~gisteac/gis_book_abridged/files/ch63.pdf.



僅於軍事作戰，更有維持和平的必要。因此，軍事上，必須能提供有效的威懾力，並在必要時戰勝不斷提升的威脅。非戰爭軍事行動的日益增加，亦成為變革驅動力。目前，軍隊的大部分工作都得到紙質地圖的支持。然而，在尋求改進地圖之前，精確的測繪除需要復雜的國家基礎設施，還需要花費大量時間和精力才能達成。尤其，隨著建立和平和維持和平行動成為常態，軍事部署變得越來越難以預測。同時，確保軍事指揮官所需的1：50,000地形圖的可用性已成為國防的挑戰。¹²

然而，嘗試將GIS於戰場上運用時，僅透過查看紙本地圖，然後再將這些手動過程自動化，顯然還是不夠。因GIS的功能可能會徹底改變戰場上的指揮和管制程序，如英國的大多數軍事科技開發目前均集中在C3I(Command, Control, Communication, Information)系統的開發上。加以戰場上的指揮和管制本質都是在對地形進行深入的瞭解，因此GIS的導入將成為這些更大系統的重要基礎。¹³

二、GIS的軍事運用

1999年英國學者史旺(David Swann)對GIS基於任務需求不同的軍事應用研

究，認為可用於一些關鍵領域如基地廠庫(Base-plant)、營區(Barrack)和戰場(Battlefield)等範疇(如表1)。然而，隨著GIS系統功能不斷的發展和強化，不同開發商可支援軍事的應用領域越趨廣泛且成熟，如GrindGIS對該公司產品認為可運用於包括國防財產管理(Defense Estate Management)、地形評估(Terrain Evaluation)、查閱空間數據(Viewing Spatial Data)、海軍作戰(Naval Operations)、空軍作戰(Air Operations)、天氣資訊(Weather Information)、營地管理(Defense Camp Site Management)與地面行動的地形評估(Terrain Evaluation In land based military operations)等(如表2)。另於個別軍事行動中，GIS數據更可以透過無人機、全球定位系統(Global Positioning System, GPS)或繞地球運行的衛星收集資訊，並從這些來源收集的GIS數據用於創建地圖，幫助士兵更輕鬆地找到敵人。¹⁴

城鎮作戰之意義與重要性

城鎮地區作戰的歷史意義，在於城鎮地區一直是軍事行動的中心，或對軍事行動產生重大影響。¹⁵因此，城鎮作戰可

12 同註11，p.893。

13 同註11，p.894。

14 同註9。

15 Joint Chiefs of Staff, Joint Urban Operation, JP 3-06(Washington DC: Joint Chief of Staff, 2013), p. I-3.

表1 GIS主要軍事應用分類

類別	任務需求	實質運用
基地廠庫	數位地理資訊管理 Digital Geographical Information (DGI) management 製圖 Mapping production 地理需求管理 The management of geographical requirements	數位地理資訊產製 DGI production 地圖目錄製作 Map catalogue production 地圖庫存控管 Map stock control
營區	範疇管理 Range management 自然資源管理 Natural resource management 環境管理 Environmental management 軍營重組和關閉 Barrack reorganisation and closure 野生動物管理 Wildlife management	範疇控制系統 Range control systems 設施管理 Facilities management 水文學 Hydrology 應急回應 Emergency response 機場損壞修復 Airfield damage repair
戰場	敵情圖 Situation mapping 空域管理 Air space management 指揮、管制和通信 Command, control, and communications 地圖分發和供應 Map distribution and supply 軍事狀況透明圖製作 The production of military situation overlays 戰鬥紀錄 Maintaining battle records	地形分析 Terrain analysis 路徑管理 Track management 模擬 Simulation 地形可視化 Terrain visualisation 標位 Targeting 兵棋推演 War gaming

資料來源：David Swann, "Military Application of GIS," Journal of Geographical Information Systems, 1999, p.890.
https://www.geos.ed.ac.uk/~gisteac/gis_book_abridged/files/ch63.pdf

能是指揮官的唯一任務，亦可能是更大行動中的幾個任務之一。尤其，現代城鎮作戰將是聯合執行的全頻譜作戰，涵蓋整個可能應用範圍的軍事力量；全頻譜作戰—攻擊、防禦和穩定或民事支持—在進行城鎮作戰期間，被採依序或(有可能)同時進行各種作戰行動(如圖1)。¹⁶

隨著全球各地區不斷城市化之趨勢，同時提高未來軍事行動於城鎮地區進行之可能性。加以，特定城鎮因包括其所處地理位置，以及與財富或權力集中等象徵性價值，除都與戰略目標發生密切關係，更提高於軍事行動中之戰略角色。¹⁷ 然而，何以城鎮地區具戰略重要性的

16 Joint Chiefs of Staff, Joint Urban Operation, JP 3-06, p. I-7.

17 同註16，p.I-1。



表2 GIS在軍事領域的應用

項次	應用領域	說明
1	國防財產管理	GIS技術作為行政支援的價值是顯著的，尤其是，國防部在全國擁有大量財產。國防財產的有效管理需要付出巨大的努力。
2	地形評估	在陸地軍事行動中，戰場指揮官可能會想知道地形條件、裝甲車、戰車以及各種武器的使用情況。此外，他們可能還需要精確定位植被覆蓋、道路網絡和通信線路等，以優化資源利用，包括對於軍事行動至關重要的土地利用、地形模型和住民地等具詳細資訊的地圖，所有細節都必須提供給戰場指揮官，更可用於作戰地區的定位和通信的設備。
3	查閱空間數據	GIS的大多數潛在使用者包括戰場指揮官到參謀人員。他們需要訪視地理圖片、地圖或照片來幫助和評估情況以執行計畫中的作戰。早期的GIS本質上是專有的，並且在其有限的規範內限制了數據的使用。然而，多類型數據集成背景下的綜合數據庫需要開放的GIS途徑。
4	海軍作戰	在海上，當無法透過視覺輔助確定其位置時，海軍艦艇主要依靠間接方法進行導航。全球定位系統提供了確定海上位置的方法。聲納測深則提供了對船隻下方水深的測量。海軍艦艇使用多種電子設備在海上作業。最新的技術進一步提供了更準確評估未知數的方法，包括在海洋中的海流、海浪條件、海面溫度和潮汐等複雜的自然特徵可能會阻礙海軍作戰。
5	空軍作戰	戰鬥環境中的空中作戰需要與陸地作戰類似的輸入以及用於定位的精確高度資訊，包括有關目標位置、平民區、地形評估和氣象條件等的詳細資訊，以及導航數據。虛擬實境概念對戰鬥機和轟炸機的有效空襲行動幫助極大。
6	天氣資訊	天氣在戰場上具主導作用。即時天氣資訊對於陸上、海上或空中的戰場指揮官成功完成任務至關重要。有時，天氣可能對作戰的成功或失敗起著至關重要的作用。每個戰場指揮官都想知道有關雲覆蓋、風況、能見度、溫度參數和其他相關輸入的資訊。
7	營地管理	在軍事基地管理中使用GIS有助於維護和處理所有儲存。GIS使軍事土地和設施管理人員能夠降低基地運作和維護成本、提高任務效率、提供快速建模能力以分析選擇性戰略、改進通信並存儲機構知識。
8	地面軍事行動的地形評估	戰場指揮官除可以知道地形條件、裝甲運輸車、戰車和各種武器的使用情況。此外，它還可精確定位植被覆蓋、道路網絡和通信線路，以優化資源利用。包含土地利用、地形模型和住民地附近資訊的詳細地形對於軍事行動至關重要。

資料來源：GrindGIS, "Military applications of GIS," GrindGIS, April 23, 2018. <https://grindgis.com/gis/military-applications-of-gis>

原因，主要有以下：¹⁸

1. 軍隊選擇將自己定位在城鎮地區以利用感知到的環境提供的防禦優勢。相對的，敵對一方透過分析態勢因素，決定必須進入城鎮攻擊和摧毀它的敵人(或將主要作戰力量用於孤立他們)。

2. 城鎮環境的人(他們的忠誠和支持)、基礎設施、能力或其他資源，具有或可能重要的作戰或戰略價值。

3. 城鎮地區具有重要的象徵意義。

4. 城鎮地區的地理位置主宰了一個區域或接近路線。

18 Department of the Army, Urban Operation, FM 3-06(Washington DC: Department of the Army, 2006), p.1-4.

因此，基於特定城鎮已成為「攻必取，守必固」的重要目標，指揮官必須瞭解兩個重要概念：其一，城鎮地區，是一個以人造建築或高人口密度為主要特徵的地形綜合體。聚焦城鎮地區意味著專注於該地區的物理方面及其對武器、設備、視線以及戰術、技術和程序的影響。其二，城鎮環境，包括城鎮地區的物理面向，以及複雜和動態的相互作用，和它的

關鍵組成間的關係－地形(自然和人造)、社會和基礎設施－成為一個重疊和相互依賴的系統中的系統。¹⁹ 因此，現代於城鎮環境的作戰便具有若干獨特之處：²⁰

1. 城鎮可能會削弱具科技優勢的力量。
2. 地面作戰可能會變得人力密集。
3. 地面作戰變得去中心化。
4. 作戰變得耗時。
5. 城鎮地區的作戰行動可能會導致平民與軍人傷亡的比例較大。

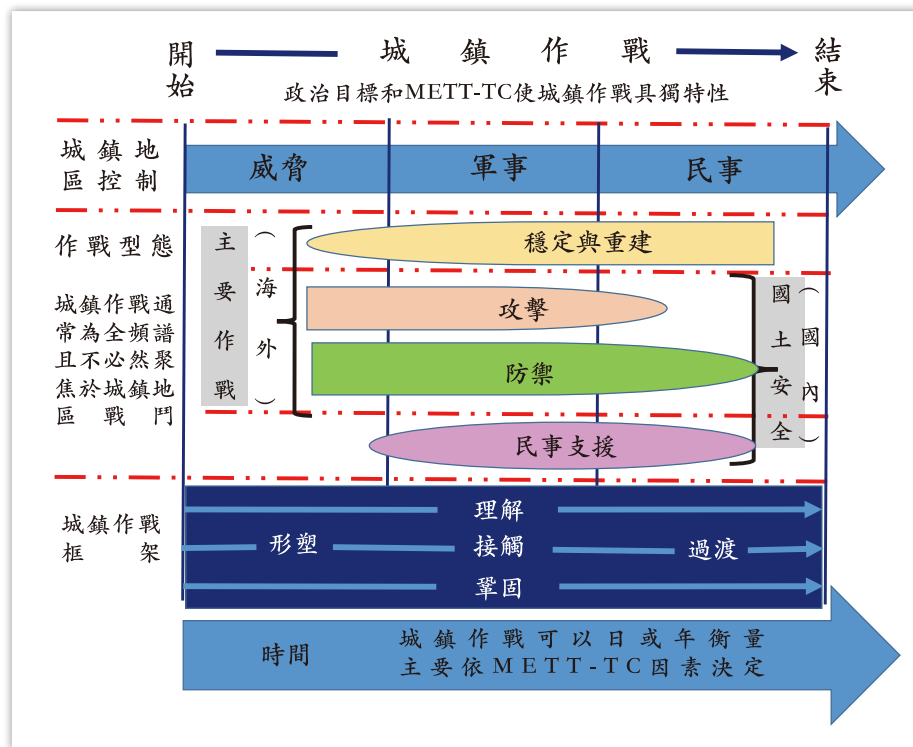


圖1 美軍全頻譜城鎮作戰示意圖

資料來源：Department of the Army, Urban Operation, FM 3-06(Washington DC: Department of the Army, 2006), p.1-3.

6. 在城鎮地區進行作戰可能比其他地方具有更嚴格的作戰限制。

7. 城鎮地形和基礎設施影響武器使用和彈藥效力。

8. 城鎮地區對防守者有利。

9. 城鎮地區通常集中各種形式媒體渠道(印刷、廣播、網際網路)，具多樣化的受眾。

10. 儘管有許多缺點，地面作戰仍可能是指揮官完成作戰或戰略目標最有效的方式。

19 Department of the Army, Urban Operation, FM 3-06, p. 1-2.

20 同註16，pp. I-5～I-9。



11.保護平民及維護基礎設施的要求，與需要擊敗對手的任務，兩者間產生相互競爭性的需求。

12.來自其他政府部門和機構、非政府組織、跨政府組織和私營部門組織的存在和參與將影響軍事行動。

13.城鎮地區的情報支援需求不同且要求更高。

14.城鎮的異質性，一個區域面臨的挑戰和解決方案，可能與城鎮有很大不同。

15.聯合城鎮作戰的遂行並非以將城鎮和郊區環境各自隔離。

16.攻擊、防禦和穩定行動之間相對強調的需求可能會發生不可預測的變化。

17.檢測偏離「正常」城鎮型態的能力是一項非常寶貴的能力。

18.執行城鎮作戰部隊可能面臨更多暴露於傳染病和有毒工業材料(例如，有毒工業化學品、有毒工業生物製品和有毒工業放射性物質)和／或使用實際大規模殺傷性武器的攻擊。

19.作戰部隊可能會面臨更多潛在的個別事件。

美軍基於城鎮地區作戰必要性與獨特性，除於聯戰系列準則另編JP3-06《聯

合城鎮作戰》(Joint Urban Operation)，亦於該準則內言明所謂「聯合城鎮作戰」係針對地形綜合體及其相鄰自然地形內的目標，有計劃的實施聯合行動，其中人造建築或人口密度是主要特徵。指揮官及其參謀人員應考慮人口與物理地形和基礎設施之間複雜而動態的相互作用和關係。²¹ 於軍種ATP3-06，MCTP12-10B《城鎮作戰》(Urban Operation)則係針對地形綜合體及其鄰近自然地形上的目標，有計劃的實施一系列軍事行動，其中人造建築或人口密度是主要特徵。²² 因此，特別強調須全面客觀的認識城鎮環境對軍事行動之複雜性影響因素，如位置、歷史、經濟發展、氣候、可用的建築材料、以及建造它們的自然地形、居民的文化以及許多其他因素。這些因素也導致城鎮地區的規模(基礎設施密度和覆蓋面積)、人口密度、相互聯繫和對其他城鎮中心的依賴程度不同。這種複雜性使每個城鎮環境都是獨一無二。²³ 基此，城鎮作戰相較於如沙漠、叢林、山地等作戰環境，則有包括平民人數、基礎設施、多維作戰環境、交戰規則、範圍、接近路線、機動性、通連性與後勤需求等方面之明顯差異(如表3)。

21 同註16，p.I-1。

22 Department of the Army, United States of Marine Corps, Urban Operation, ATP3-06，MCTP12-10B (Washington DC: Department of the Army, 2022), p.1-1.

23 同註16，p.I-2。

美軍城鎮「戰場情報準備」作業檢討與精進

一、蘭德公司研究結果與建議

美軍回顧20世紀對外用兵的歷史，發現不僅無法避免於鎮城地區進行作戰，城鎮地形更成為影響達成任務主要因素。2002年美陸軍委託蘭德(RAND)公司，針對戰場情報準備(Intelligence Preparation of the Battlefield, IPB)能否適應城鎮化地形作戰 (Military Operations on Urbanized Terrain, MOUT)進行研究，同時發布《街道智慧—城鎮戰場情報準備》(Street Smart-Intelligence Preparation of the Battlefield for Urban Operations)提出如何對傳統IPB進行調整，解決城鎮化地區帶來的軍事作戰和分析困難。該份研究報告，除確定傳統IPB作業仍具對城鎮作戰環境的適應性功能外，另提議需要藉調整IPB作業工具和技術以應對城鎮複雜性，避免情報和參謀人員因大量資訊被壓垮。相關具體建議如下：²⁴

(一)應開發一套自動化系統來幫助管理城鎮化地形進行IPB 分析所需的所有資

訊。自動化系統可用於組織數據、優先情報需求順序，並發展態勢感知於敵可能行動之中。

(二)在美陸軍情報中心和華楚卡堡(United States Army Intelligence Center and Fort Huachuca)課程中，應包含有關分析方法的附加說明。目前教學雖含括準則，但缺乏對途徑、構想或解決複雜問題方法的指引，建議對分析性思維和解決問題進一步指導。

(三)需要改進部署前的城鎮情報收集，包括對城鎮布局、建築、人口和文化情報的調查。

二、美軍精進作為

基於蘭德建議事項，本研究透過公開資料與準則檢視美軍於城鎮「戰場情報準備」上的相關作為，發現美軍不但採納

表3 城鎮與其他作戰環境之比較表

項目	城鎮	沙漠	叢林	山地
一般平民人數	高	低	低	低
有價值基礎設施數量	高	低	低	低
多維作戰環境	是	否	部分	是
交戰規則限制	是	部分	部分	部分
偵察、觀察、交戰範圍	短	長	短	中
接近路線	多	多	少	少
車輛移動與機動自由性	低	高	低	中
通連功能性	下降	正常	下降	下降
後勤需求	高	高	高	中

資料來源：Joint Chiefs of Staff, Joint Urban Operation, JP 3-06(Washington DC: Joint Chiefs of Staff, 2013), p.I-6.

24 Jamison Jo Medby, Russell W. Glenn, Street Smart--Intelligence Preparation of the Battlefield for Urban Operations (Santa Monica: RAND, 2002), pp. iii, 138.



蘭德對城鎮情報分析工具之建議，更透過成立GIS專責單位、建立系統或導入特定軟體協助進行大量情報分析、建立應用規範，以及準則同步修編等積極作為。

(一)GIS專責單位與系統

美國陸軍專責地理空間資訊單位為陸軍環境司令部 (US Army Environmental Command, USAEC)之地理空間資訊與服務(Geospatial Information and Services, GI&S)部門，以使用地理資訊系統和技術來支援全球陸軍部署行動，並與國家地理空間情報局(NGA)共同開發和維護資料庫。²⁵ 該團隊目前使用地理資訊系統為「陸軍地理空間事業」(Army Geospatial Enterprise, AGE)係用於軍事決策過程具有將地理、時間與文字可視化能力的軟體工具；是一技術、標準、數據和作業流程的集成系統，具地理空間分析和可視化能力，可提供士兵地理空間所需的知識。²⁶ 尤其，美國陸軍為有利產出城鎮環境相關分析成果，更開發了多種應用程式工具，如2008年美陸軍《情報對城鎮作戰的支援》(Intelligence Support

to Urban Operation)指出Analyst Notebook和Crimelink等，可進行具有鏈結分析、關聯矩陣和模式分析，另由地形工程中心(Topographic Engineering Center)開發的「城鎮戰術計畫人員」(Urban Tactical Planner, UTP)可作為計畫作為在數位地形支援系統(Digital Topographic Support System)的工具。²⁷

美國國家地理空間情報局，係美國情報社群重要組成之一，專責地理空間資訊單位，以對決策者、軍隊和急救人員提供他們需要的產品和服務，以實現整體任務的成功。地理空間情報(Geospatial intelligence, GEOINT)是對圖像和地理空間資訊的利用和分析，以描述、評估和直觀地描繪地球上的物理特徵和地理參考活動，包括陸海空(自然與人為)影像、影像情報和地理空間資訊。²⁸ 國家地理空間情報局(NGA)為滿足不同使用者與作業平台需求，於雲端系統亦發展出許多的應用程式，²⁹ 以及可提供多樣化的產品及服務種類，包括航空圖表、中情局地圖、客製化媒體、解密衛星影像、府視圖、地理情

25 Department of the Army, Geospatial Information and Services, Army Regulation 115-11 (Washington DC: Department of the Army, 2014), p.1.

26 Department of the Army, Geospatial Information and Services, Army Regulation 115-11, p.5.

27 Department of the Army, Intelligence Support to Urban Operation, FM 2-91.4 (Washington DC: Department of the Army, 2008), p. A-1.

28 National Geospatial-Intelligence Agency, "NGA's Mission, "NGA. < <https://www.nga.mil/about/Mission.html> >

29 National Geospatial-Intelligence Agency, "Mission Application, "NGA. <https://home.gs.mil/mission>

報準則、地理情報APP、地理情報專業認證、開放程式平台、全球事件標定、GPS標定產物、歷史影像保存、人道救援、世界地圖、海事安全產物、支援軍事需求、海洋出版品、地圖與數位地圖產出等等。³⁰

(二)GIS人力資源

一個GIS專家團隊建構，係建立在一系列應用程式的GIS，與一個C3I團隊試圖在C3I系統的核心實現GIS之間存在顯著差異。C3I人員傳統上擁有廣泛的通信系統技能，但並未將GIS視為核心技能。然而，隨著人們瞭解地理基礎設施的重要性，這種情況正在慢慢改變。³¹

由於GIS可提供相較於傳統地圖更有助軍事任務規劃與執行之功能，包括可用於根據敵人的歷史數據，評估部隊移動路線沿線的風險，以提高任務成功率並獲得充分的準備。因此，GIS不僅提供路線的導航手段，還提供可能的關注區域如交叉口、橋樑位置和高度，以及環境問題。在戰區中，當軍事單位處於已部署時，GIS更可用於識別敵方戰鬥人員的行

為和機動。凡此功能，使指揮官能夠做出明智的決定，包括決定走哪條路線以避免與敵人交戰，更重要的是，在哪裡消滅敵人。然而，收集這些寶貴的GIS資訊並非簡單的事，因此，必須有一由地理空間專長人員組成團隊(Geospatial Planning Cell, GPC)，蒐整必要數據提供指揮官，它們經常與軍事情報部門攜手合作；每一個GPC都包含約30名具工程(12A)、地理空間工程技術(125D)和地理空間工程(12Y)等不同專長人員組成，³²如地理空間影像官(Geospatial Imaging Officers)應具有各種能力如下：³³

地理空間影像官須能透過識別和分析圖像及地理空間情報來幫助軍事行動取得成功。他們協調和監督地理空間信息的收集、分析和處理。同時，監督存儲和分析地圖和其他地理數據的地理資訊系統使用，以及負責向相關單位傳遞圖像和分析結果。

(三)GIS方法論教育與運用規範

有關GIS如何運用於軍事作戰的方法論，學者佛萊明(Steven Flaming)除指

30 National Geospatial-Intelligence Agency, "Products & Services, "NGA. < https://www.nga.mil/resources/Products_&_Services.html>

31 同註11，p.894。

32 文內所提之專長代碼如12A，125D，12Y等均為美軍所使用，非屬國軍之專長代碼。參閱Seng Moua, "The United States Army's GIS Personnel Shortage, " GIS Lounge, February 25, 2021.< <https://www.gislounge.com/the-united-states-armys-gis-personnel-shortage/>>

33 Carreers, "Geospatial Imaging Officers, "Carreers in Military.< <https://www.careersinthemilitary.com/career-detail/geospatial-imaging-officers>>



出必須包括1.資料庫建立；2.地圖產品設計；3.GIS程式應用。另對於如何產出最後成果亦有所規範，包括版面、尺寸大小及相關內容；最後出圖大小為153×91公分，中間包含一張詳細的底圖，它是作戰部隊跨指揮層級計畫作為和執行任務的共同核心，外圍則為相關必要之GIS成果、照片、圖像與資料(如圖2、3)。由於必須表示相當多地理特徵細節，因此1：10,000或更大的比例是合適的，最好是1：5000或更大(如植被覆蓋、濕地、水文、交通線、機場、文化特徵和障礙)。³⁴

(四)相關準則同步修編

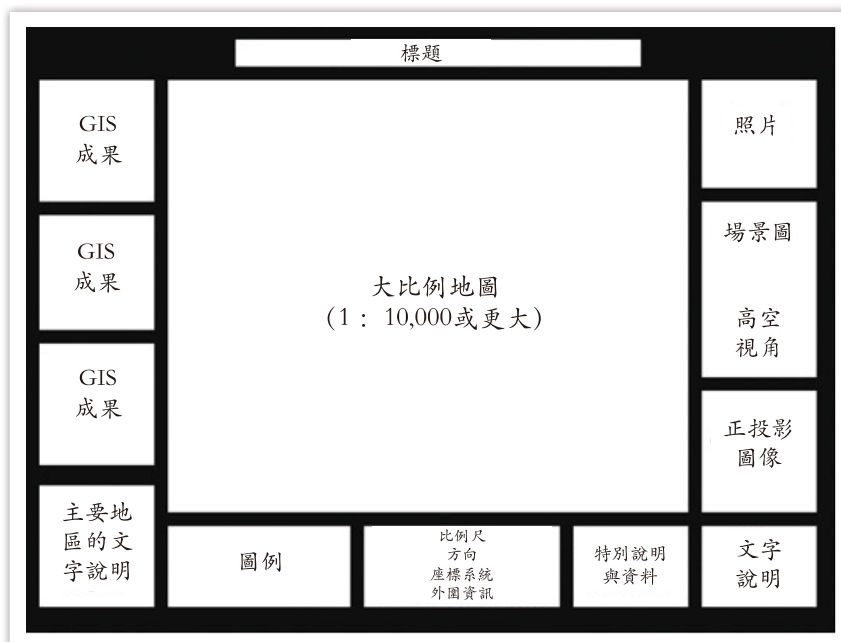
戰場情報準備(IPB)是分析特定地理區域(作戰地區及其利害相關區域)中的威脅和環境的系統過程。它為當前和未來的城鎮作戰提供情報支持的基礎，推動軍事決策過程，並支持目標和戰鬥損害評估。該程序(包括界定戰場空間、作戰地區分析、敵威脅評估與敵可能行動研判等步驟)在城鎮作戰的規劃、準備和執行過程中被不間斷的連續進行。³⁵然而，城鎮環境的複雜性和變數增加(及其無限組合)提高為城鎮作戰(Urban Operations, UO)提供及時、相關和有效的情報支援的難度。

1.不同層級要求有別

美軍為強化應對城鎮作戰之情報整備，除不斷修訂既有準則，更發展相關準則以符合當前乃至未來作戰之挑戰。因此，從美軍準則發展體系，除可觀察JP系列的聯戰與FM系列的軍種等不同層級準則外，更可查閱不同層級準則間的高度關聯性，如聯合作戰層級作業依據JP2-01.3《聯合戰場環境情境準備》(Joint Intelligence Preparation of the Operational Environment, JIPOE)軍種作戰層級作業，陸軍依據ATP2-01.3《戰場情報準備》(Intelligence Preparation of the Battlefield, IPB)，以及FM2-91.4《城鎮作戰情報支援》(Intelligence Support to Urban Operation)。相關準則，便成為各單位遂行計畫作為乃至部隊執行任務之重要參考依據。因此，儘管戰場情報準備之程序，在聯戰及軍種間看似一樣，包括界定戰場環境(Define the Operational Environment)、作戰地區分析(Describe Environmental Effects on Operations)、敵威脅評估(Evaluate the Threat)、敵可能行動方案(Determine Threat Courses of Action)等，然當將兩本準則併排比較，實仍有基於作戰層級差異，各作業步驟要求亦有所不同之傾向(如

34 S. Fleming, T. Jordan, M. Madden, E.L. Usery, R. Welch, "GIS applications for military operations in coastal zones," ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 64, 2009, pp.213~222.

35 Department of the Army, Urban Operation FM 3-06(Washington DC: Department of the Army, October 2006), P. B-1.



美軍GIS成果運用規範示意圖(上)與範例(下)

資料來源：S. Fleming, T. Jordan, M. Madden, E.L. Usery, R. Welch, "GIS applications for military operations in coastal zones," ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, 64, 2009, pp.220, 221.

資料說明：濱海地區範例1.深度曲線延伸到平均海平面的橫截面剖面；2.指定作業期潮汐表；3.地面照片；4.使用GIS分析功能創建比例為 1:50,000 到 1:250,000 的插圖(如植被密度、土壤可通行性和重型車輛機動性)；5.垂直和透視鳥瞰圖。



表4)。

2.分析鎮城有關因素及複雜性增加

(1)評估城鎮地形的軍事觀點

評估城鎮地形的影響不同於評估開闊地形的影響，但自然地形軍事觀點OAKOC的分析仍然適用，尤其從軍事地圖發展標準的修訂後混合障礙透明圖(Modified Combined Obstacle Overlay, MCOO)時，對連級含以下的指揮官來說

用處不大。實因標準軍事地圖沒有對城鎮地區進行澈底分析所需的詳細資訊，加以軍事地圖多老舊，無法反映較新的建築物、街道和顯著的城市發展。此外，標準地圖亦無法顯示城鎮地區的地下狀況，如下水道、地鐵和地下水系統等。另雖然軍事地圖會顯示醫院、診所、體育場和公園等主要公共建築和區域，但並沒有清楚地標明供水設施、通信設施、燃料供

表4 美軍聯合作戰JIPOE與陸軍野戰IPB對照表

步驟	準則	聯合戰場環境情境準備	陸軍戰場情報準備
界定戰場環境		1.確定聯合部隊的作戰區域。 2.分析任務和聯合部隊指揮官的意圖。 3.決定作戰環境的重要特徵。 4.確定聯合部隊利害區的界限。 5.決定在可用時間內所需和可行的詳細程度。 6.決定情報和資訊的優先、落差和不足。 7.收集並提出資訊需求以支援進一步的分析。	1.確定指揮官作戰區域的限制。 2.確定指揮官利害區域的限制。
作戰地區分析		1.發展作戰環境的地理空間觀點。 2.開發作戰環境的系統觀點。 3.描述作戰環境對敵和我方能力及廣泛可能行動的影響。	1.分析敵威脅如何影響我作戰。 2.分析地形如何影響我作戰(OAKOC)。 3.分析天候如何影響我作戰(VWPCTHA)。 4.分析民事因素(ASCOPE)如何影響作戰。
敵威脅評估		1.更新或建立敵和其他相關的參與者模型。 2.決定當前敵和其他相關參與者的狀況。 3.確定敵和其他相關行動者的重心和決勝點。 4.確定敵和其他相關參與者的能力和弱點。	1.確認威脅特性。 2.創建或修訂威脅型態。 3.確認威脅能力。
敵可能行動方案		1.確定敵和其他相關參與者的可能目標和所望的終戰狀態。 2.確定敵和其他相關行動者的全部行動方案。 3.評估每個行動方案並確定優先順序。 4.在時間允許的範圍內發展每個行動方案。 5.確定初步蒐集需求。	1.發展敵可能行動。 2.發展行動圖解與分析矩陣。

資料來源：1.Joint Chief of Staff, Joint Intelligence Preparation of the Operational Environment, JP 2-01.3(Washington DC: Joint Chiefs of Staff, 2014), pp. II-2, III-1, IV-1, V-1.

2.Department of the Army, Intelligence Preparation of the Battlefield, ATP2-01.3(Washington DC: Department of the Army, 2019), pp. 3-3, 4-2, 5-4, 6-2.

資料說明：OAKOC－觀測與射界(Observation and fields of fire)、接近路線(Avenues of approach)、地形要點(Key terrain)、障礙物(Obstacles)、隱蔽和掩蔽(Cover and concealment)。

VWPCTHA－能見度(Visibility)、風(Wind)、降水(Precipitation)、雲量(Cloud cover)、溫度(Temperature)、濕度(Humidity)、大氣壓(Atmospheric pressure)。

ASCOPE－地區(Areas)、結構(Structures)、能力(Capabilities)、組織(Organizations)、平民(People)、事件(Events)。

應、儲存設施和暫時性條件(例如建築工地)。因此，除要有依據城鎮METT-TC理解(如表5)，還要結合一個城鎮地區的修訂後混合障礙透明圖，包括六大類城鎮的

基礎設施：³⁶

- A.經濟和商業。
- B.行政管理與人力服務。
- C.能源。

表5 城鎮環境之基本情報考量因素表

因素	考量要點
敵人	狙擊手、汽油彈、小規模交戰、掩體、預備隊、資訊作戰、健康威脅、作戰序列、可能行動方案。
地形	OAKOC 因素—觀測與射界、接近路線、地形要點、障礙物、隱蔽和掩蔽。 一般城市描述—大或小城市、城鎮、村莊、地帶。 區域—核心、住宅、高層、工業。 交通線—道路、河流或運河、鐵路、地鐵、機場、港口、視線和瓦礫效應。 城市模式—樞紐和衛星、線性、網絡、分段、派餅模式。 街道模式—模式圖案。 街道模式效應—阻斷、漏斗扇形、漏斗效應。 結構型式—建築物的類型、構造和布局。 機動走廊—城鎮地區的空中、地表內(建築物和屋頂)、地表和地下特徵。
天氣	城鎮地形的天氣影響(風、能見度、風寒)。
民事考量	社會文化因素—宗教、種族、文化、政治和人口。 基礎設施—交通、燃料、電力、水、通信。

資料來源：Department of the Army, Intelligence Support to Urban Operation, FM 2-91.4 (Washington DC: Department of the Army, 2008), p. 5-2.

資料說明：1.瓦礫效應(Rubble Effects)—在城市地區的封閉範圍內，因重要地形特徵消失，致使小型武器和輕武器(如火箭彈)可以產生巨大的影響。

2.阻斷效應(Blocking Effects)—樞紐形狀和密度，以及主要街道的寬度和小街的接近程度，往往會產生幾乎完全阻塞操作的效果。

3.漏斗扇形效應(Funnel Fan Effects)—當樞紐位於不適合作戰的地形特徵間時，通常會出現這種效果。部隊進入該地區會導致部隊集中、進攻動能喪失和疏離。在樞紐之外，部隊需要分散或散開，才能發展出完整的戰鬥力。相對的，這有利於防禦，因為它會在通過樞紐的單位中產生「手風琴效應」(accordion effect)，從而降低指揮與管制和作戰效率；意指流通過程中，某段流動的元素所出現的不均勻漲落。

4.漏斗效應(Funnel Effects)—在沒有立即扇形的情況下，可能會發生力量的集中和疏離。這種情況在遇到線性模式時最常發生。這種模式限制機動單位數量可用於一系列必須採連續對抗的樞紐，並迫使更加依賴遠程和間接火力武器。

5.城鎮地區的地形要點，如橋樑、政府機關建築、經濟活動區、街道交匯點、媒體(電視台、網際網路、廣播電台)、公共設施、運輸節點、地下網絡(地鐵、污水處理、避難所)、電信網絡、提供良好視線的建築物。

參閱：Department of the Army, Intelligence Support to Urban Operation, FM 2-91.4 (Washington DC: Department of the Army, 2008), p. 1-3. Department of the Army, Intelligence Preparation of the Battlefield, ATP2-01.3(Washington DC: Department of the Army, 2019), pp.7-26, 7-28.

36 Department of the Army, Intelligence Preparation of the Battlefield, ATP2-01.3(Washington DC: Department of the Army, 2019), pp.7-22, 7-23.



D.文化。

E.通信與資訊。

F.運輸與分配。

(2)重要城鎮特徵種類

城鎮情報分析必須考慮城市環境的獨特屬性—人為地形、社會和基礎設施—以及潛在的自然地形(包括天氣)和威脅。由於城鎮環境如此複雜，因此將其分為城鎮地形特徵、社會特徵與基礎建設等特徵種類(如表6~8)。然後指揮官可以瞭解可能影響其行動的複雜環境，並將這些有價值環境圖像資訊與友軍和敵軍威脅的當前狀態綜合起來，形成所需的最終狀態。

識別和理解環境的特徵(從友軍、威脅和非戰鬥人員的角度)使指揮官能夠建立和保持對狀況的理解，據以發展適當的可能行動方案和交戰規則，從而導致決定性任務完成。³⁷

(3)關聯性分析複雜度增加

IPB的主要目標是準確預測威脅可能的COA(第四步—可能包括政治、社會、宗教、信息、經濟和軍事行動)。相對的，指揮官亦可發展自己的COA，在決定性的點上最大限度地發揮和應用戰鬥力。瞭解城市作戰中的決定性點，指揮官可以選擇明確定義、決定性和可實現的目標

表6 重要城鎮地形特徵

型式與功能 核心 工業區 外圍高起區 住宅區與其外圍 商業區 要塞與軍事基地 城鎮格局 型式(衛星、網狀、線型與區塊) 市中心 大小 街道格局 型式(輻射、網格、不規則) 變動性 寬度	結構與配置 結構 數量或框架 輕型或重型 材質 密度和厚度 門窗 室內平面圖 配置 隨意 緊密 分散 所有權 軍事觀點的地形：OAKOC 觀測與射擊 煙與塵 瓦礫 交戰區 高度 雷射與反射角	接近路線(機動走廊) 空中 地面 超地平面(頂面) 地下 地形要點 地標 重要建築 障礙 瓦礫和車輛 陡峭的堤岸 橋樑 隧道和地下通道 地雷和爆物 火網 燃燒建築物 河川和湖泊 隱蔽與掩蔽 建築物防護 武器穿透性 瓦礫和車輛
---	--	--

資料來源：Department of the Army, Urban Operation FM 3-06(Washington DC: Department of the Army, October 2006), P.B-5.

37 同註35，P.B-4。

表7 重要城鎮社會特徵

人口統計	領導與重要人物	政府與政治
人口規模 鄉 鎮 市 都會 超大都會 群體規模 重要性人口(友盟國) 分布及密度 多數與少數 移入或移出趨勢 非政府組織(當地、國家、國際) 語言分布 教育水平與識字率 犯罪率 出生與死亡率 勞動力統計 技能 輸入與輸出 失業 薪資與人均收入 工時 健康 疾病 營養 照護水平 環境污染 醫療型態與人數 歷史 一般與特定族群 與其他國家之關係 受國際條約規範 軍事協議 敵對國家或主義者 英雄人物 重要事件 城鎮地區的重要歷史	種族與文化 識別，位置與優先排序 聯繫(種族、宗教、軍事、政府、企業) 教育水平 組織權力 相關聯領導與群體 價值觀、道德、禁忌 性別與性態度 家庭角色 種族間的偏見 私人與個體 休閒與娛樂 宿命論和自決 情感表達 授權關係 婚姻 送往迎來 拜會 飲酒 重要節日 飲食 重要動物與寵物 城鄉差異 駕駛習慣 衣著 宗教 派系 偏見問題 對政治與政府之間的關係與影響 種族衝擊與文化信仰 主要節慶(日、月、年) 喪葬習慣	現況與過去型式 組織與權力組成 定期選舉與結果 人口控制程度 與美國或國際或其他國家關係，甚至犯罪因素 政治派系與地域 政治傳統 悲屈事件 審查制度 裙帶關係 民防與防災整備 法制系統 財產控制 金融系統 國內與國外貿易 經濟援助 相對剝奪認知 經貿單位 黑市與組織犯罪競爭

資料來源：Department of the Army, Urban Operation FM 3-06(Washington DC: Department of the Army, October 2006), P.B-8.

表8 重要城鎮基礎建設特徵

運輸與配送	貨車公司與運送服務	政府建築物
水 碼頭及港口設施 內陸水域及運河 離岸管線 倉儲數 各類船艇數量及型式 水霸	可運用物資設備 交通尖峰時間 季節氣候效應 瓦礫效應 流離失所人衝擊 可能群聚地點 主要與替代連絡線	大使館 首都建物 行政、立法及司法建物 非政府組織援助 軍事控制提供重要服務單位 廢棄物處理



街與道 橋樑 上及下通道 隧道及涵洞 停車區域 重量限制 交通號誌操作 交通型式 寬度 表面材質 鐵道 幾條 站點 轉換及連接處 地鐵相關之地下通道 軌道設施 載貨型式及數量 電氣化 空中 機場與跑道數量 直升機場與機坪數量 飛機數量及型式 機庫數	經濟與商業 工業(重要公司、型式、位置；軍事生產設施) 原物料來源 毒化物使用單位 食物型式、數量與來源 商店、餐廳、旅店與聲色場所 休閒設施 機械 建材 金融 行政與人力機關 警察與消防 社會福利 供水系統 除雪能力 街道號誌操作 保健設施 醫院 緊急醫療 精神諮詢 醫療供應與設備 藥物研發 血庫	文化 宗教建築數量及位置 神社，紀念堂等歷史建築 學校 博物館 劇院 圖書館 能源 型式 電 油 煤 天然氣 太陽能 水力 地勢 設施(生產及儲存) 配送(地上及地下之管與線) 通連與資訊 出版媒體 電信設施 廣播設施 警消系統 安全系統 電視設施 電腦與網路 基地台與塔 太空整合能力 公共論壇與演說 低科技媒介(鳴笛、喇叭) 重要媒體組織與主播
---	--	---

資料來源：Department of the Army, Urban Operation FM 3-06(Washington DC: Department of the Army, October 2006), P.B-9.

。但是，指揮官及其參謀可能不熟悉城市環境的複雜性，因此，如果沒有詳實的狀況瞭解，指揮官指定所屬部隊可能無法完成的任務。加以發現錯綜複雜的關係需要時間、仔細分析和不斷完善，以確定對我方和敵方威脅行動方案的實際影響。這些複雜關係可能存在如下：³⁸

A.城鎮人口群組。

B.基礎設施的技術層面。

C.城鎮地區於一國的歷史、文化、政治或經濟意義。

D.自然和人為地形的物理效應。

地理專家也在使用這些高端系統來承擔一些專業任務，以支持高層決策。例如，地形分析需要非常強大的GIS功能來幫助指揮官瞭解地形可能如何影響戰鬥

38 同註35，P.B-2。

的進行。因此，GIS可能仍然是一項專業任務。目前的地形分析僅於現有有限的數據和明確的答案來滿足的特定問題。但是，當模糊性納入任何其他因素時，基於須以電腦為基礎的地形分析將變得越來越困難，使用者卻必須回復到人工地形分析方法。由於，地形可視化(Terrain Visualisation)正被用作地形分析的可實現替代方案，分析結果更可以3D模型顯示，允許指揮官或其他使用者獲得模擬資訊影響，從而達成協助決策過程。³⁹ 然而，依據美軍《城鎮作戰》準則規範，必須完成高達13種透明圖，包括人口狀況透明圖(Population Status Overlay)、形式和功能透明圖(Forms and Functions Overlay)、基礎設施透明圖(Infrastructure Overlay)、關鍵基礎設施透明圖(Critical Infrastructure Overlay)、交通線透明圖(Lines of Communications Overlay)、路線透明圖(Route Overlay)、視線或通視性透明圖(Line of Sight or Intervisibility Overlay)、特定高度的結構透明圖(Structures over a Specific Height Overlay)、地表下區域透明圖(Subsurface Area Overlay)、城鎮後勤資源透明圖(Urban Logistic Resources Overlay)、危險設施透明圖(Hazardous Facilities Overlay)、防護目標透明圖(Protected Target Overlay)、重要事件透明

圖(Incident Overlay)等(如表9)。凡此，多數城鎮地區所需之透明圖，實為有別於傳統野戰IPB，僅對山系、水系及人為障礙等透明圖之要求。

國軍陸軍戰場情報準備現況檢討與建議

一、戰場情報準備現況檢討

基於蘭德公司對美軍城鎮作戰戰場情報準備之檢討，檢視國軍自1990年代導入此一作業方式至今已逾30年，對此一作業的準則規範亦經過多次修編，目前，不僅面臨美軍過去同樣類似的問題外，還可能有若干因作戰環境改變造成作戰計畫難以驗證之困境。考量共軍威脅型態、我國軍事戰略設計與臺灣高度城鎮化發展趨勢，戰場情報準備作業可能面臨的問題如下：

(一)作戰目標改變 —— 未來臺澎防衛作戰趨勢，不僅使城鎮成為目標，更成為戰場，此一改變，不僅有違原IPB作戰地區分析將城鎮視為障礙之分析，更無法繞越。

(二)作戰環境改變 —— 野戰地形向城鎮地形轉變，使原IPB作戰地區分析內容，已無法滿足作戰需求，除原OAKOC 因素外，還必須考量人為地形因素。

(三)作戰地區有關因素增加 —— 相較

39 同註11，pp.895, 896。



表9 城鎮地區作戰所需各種透明圖

項次	名稱	說明
1	人口狀況透明圖	該工具描述了由任何重要的社會類別(如宗教、部落或語言)識別的各種群體的物理位置。在攻擊和防禦行動中，它可能只是大量人員擁擠一處或位於整個戰場的地方。
2	形式和功能透明圖	基於城鎮類型，該透明圖層描繪了城市核心或中央商業區、工業區、外圍高層區、商業帶區和住宅區。
3	基礎設施透明圖	這透明圖實際上是一系列設施的疊加。它描繪了城鎮每種形式的基礎設施系統：通信和資訊、運輸和分配、能源、經濟和商業、行政和服務以及文化；每個子系統都可以細分為更多細節。
4	關鍵基礎設施透明圖	該透明圖顯示城鎮基礎設施的特定要素，如果這些要素受到損害，將對城鎮社會的生活條件產生不利影響，進而影響任務。這些要素可能包括發電廠、淨水廠和泵站以及污水處理廠。該資訊可以編碼為整個基礎設施透明圖的一部分。
5	交通線透明圖	該透明圖突出顯示了交通系統和節點，例如鐵路、公路、小徑、可通航的水道、機場，以及用於降落區和著陸區的開放區域。它還包括地下區域和路線，例如污水、排水和隧道，並考慮了地下區域之間的移動。另若考慮了交通狀況、時間和位置，以及包括城鎮人口，重要部分可能成為聚集的潛在點。
6	路線透明圖	該透明圖強調機動信息，以幫助指揮官和計畫人員確認哪些部隊和裝備可以沿著市區的機動走廊移動。相關數據包括街道名稱、型式和寬度；橋樑、地下通道和高架橋位置；負載能力；潛在的狙擊手和伏擊地點；主要道路和高速公路、河流和運河、墓地、橋樑、體育場和教堂等重要的航行地標。
7	視線或通視性透明圖	該透明圖創建從觀察者位置到其他位置或目標的地形剖面圖(光學或電子)，它可顯示軌跡或飛行線掩蔽處，以及受阻或暢通的信號通路。
8	特定高度的結構透明圖	該透明圖的詳細程度也可能對通信、火力和陸軍空域指揮和管控(空中機動走廊，尤其是低空飛行剖面)至關重要。作為該透明圖的一部分，它可能包括高於特定武器系統限制的樓層或高度，這些武器系統與結構不同的距離。
9	地表下區域透明圖	作為建築物或結構高度透明圖的替代品，該透明圖提供地下室、地下停車場、下水道、隧道、地鐵、自然形成的地下構造、地下墓穴和其他地下區域的位置。與高度「死角」(dead spaces)類似，這種疊加可能會顯示超出武器系統壓制能力和潛在威脅伏擊位置的區域——同樣，這會影響機動選擇。
10	城鎮後勤資源透明圖	該透明圖確定了可能有助於完成任務的城市後勤資源的位置。它可能包含特定的倉庫地點、醫院和醫療供應地點、可利用的食品商店、建築材料地點、燃料儲存區、汽車或卡車停車場、維修車庫和電器倉庫。
11	危險設施透明圖	該透明圖識別出具有已知或疑似化學、生物或放射性特徵的城市結構，例如核電站、化肥廠、煉油廠、製藥廠以及生產大規模殺傷性武器的隱蔽地點。這些位置對於機動和火力規劃至關重要。
12	防護目標透明圖	該透明圖描述了基於國際、在地國或美國法律和後續交戰規則的限制，不應被破壞或攻擊的地形，包括學校、醫院、歷史或其他具有重要文化意義的紀念碑和宗教場所。這種透明圖可能包含非火力區域，例如特種

12		作戰部隊位置、關鍵基礎設施、後勤資源和危險場所，這些區域必須作為指揮官作戰概念的一部分加以保護。
13	重要事件透明圖	與模式分析圖表類似，該透明圖描述了不同威脅行動的位置和用於顯示重複例行程序、計畫、方法、戰術或技術以及總體威脅利益、目標或所需最終狀態的戰術類型。

資料來源：Department of the Army, Urban Operation FM 3-06(Washington DC: Department of the Army, October 2006), pp.B-17, B-18.

原IPB作戰地區分析內容，城鎮地區分析內容不但須考量原IPB有關因素，另還須針對城鎮特殊性增加其他有關因素，如城鎮、社會和基礎設施，以及潛在的自然地形(包括天氣)和威脅，致使複雜度不斷提高。

(四)作戰地區分析方法 —— 相較原IPB分析方式，主要依靠平面地圖、有限透明圖及各種單一功能性表格，然而，城鎮地區的分析除需要將地圖以3D可視化方式呈現以外，更需要利用特定分析工具將各種透明圖(13種)進行關聯性分析。

(五)作戰地區分析軟體與資料庫 —— 嚴格來說，國軍IPB作業仍停留在以大量書面及人工作業為主的模式，除未導入或建立以數位化為基礎的專業分析軟體工具，更未建立可供各級參用之地理空間資料庫。

二、精進國軍城鎮戰場情報準備之建議

綜合分析國軍目前戰場情報準備作業之「學用落差」窘境，主要區分準則編修、系統資源、教育訓練、戰備整備等方面。因此，戰場情報準備作業是否仍然

適用之問題，端賴讀者思維與素養是否能與時俱進，以及能否靈活運用現代化資訊科技之可能。本研究擬提出幾點建議如下：

(一)城鎮作戰及戰場情報準則增修編

不論從純粹準則編修條件或為保持與美軍同步之聯戰內涵，國軍實有必要參考美軍聯合作戰層級與軍種層級之城鎮作戰與戰場情報準備準則，同時著手做增修編，除可用以彌補準則發展與現況間之落差外，更要引導國軍三軍未來如何遂行防衛作戰，實踐「戰略持久」之要求。

(二)先建立GIS試點單位繼推行全軍

從時間來看，美軍導入數位化地理資訊系統已近20年，然國軍目前除極少單位，包括軍備局及國防大學等基於特定業務或教學上的必要有使用GIS專業地理資訊系統外，多數單位對於如何運用於一般性及特定性任務，除缺乏必要常識外，更缺乏操作及運用此工具之專業人力資源。基於美軍及英軍早已將GIS廣泛運用於軍事領域之成功經驗，國軍實可先透過與GIS系統公司合作建立軍種試點單位，除



藉此儲備GIS人力資源種能，後續更有助於推行全軍。

(三)專責單位負責軍事GIS地理空間基本資料庫

國軍守衛臺澎金馬之防衛作戰係我國守勢國防之特色，就必須對各作戰區或守備地區所有地理空間內的一切自然與人為之人、事、物均要能詳實掌握，同時還要能將這些有價值資訊數位化，不僅為了便於儲存，還要能便於各單位使用。基此，建立各作戰區所需之GIS地理空間資料庫，即有其迫切的必要性。尤其，國軍各部隊已使用數十年之平面地圖，多數已無法滿足作戰需求情況下，如何透過各部會早已建置完成之數位影像及各種地形透明圖，如內政部國土測繪局之全臺灣及各縣市之數位圖資，已具有完善作戰計畫作為需求之高度參考價值。

我國政府機關地理資訊資源現況，主要由內政部國土測繪中心針對臺灣地區的地理資訊進行調查，同時建置「國土測繪圖資服務雲」，發布各種可被運用於不同操作平台(如手機與電腦)的數位圖資，提供共通規格與統一的圖資，供各界介接應用。現階段可供套疊圖資為臺灣通用

電子地圖、國土利用現況調查成果圖、行政區界圖、政府開放資料之各種圖資，以及內政部營建署城鄉發展分署授權之都市計畫土地使用等。⁴⁰

(四)藉GIS驗證各種既有作戰計畫

一般而言，地圖不僅是國軍進行計畫作為之必須，更是實際執行特定軍事行動時之主要工具之一，其重要性不言而喻。然而，就未來城鎮作戰所需要之地圖，除自然地形資訊外，還需要更多人為地形資訊，凡此，都不是國軍目前普遍使用之1/50000，或1/25000地圖可滿足。因此，若能善加利用GIS將作戰環境可視化能力，加以各種透明圖的彈性套疊運用與分析，實可用於驗證現存的各類型作戰計畫，精進作戰計畫之可行性。

(五)結合虛擬實境(Virtual Reality, VR)與擴增實境(Augmented Reality, AR)強化戰備訓練

國軍針對訓練場地與規模不足等問題，⁴¹在無法增加或擴大訓練場地窘迫情況下，目前多委由中科院發展各式陸、海、空模擬器載台應對，除可用於能提升訓練安全與成效外，亦可節省訓練成本。⁴²同理，按ESRI發布有關ArcGIS地理

40 參閱內政部，〈國土測繪圖資服務雲〉《內政部國土測繪中心》，<https://maps.nlsc.gov.tw>

41 華視新聞，〈聯兵營找不到訓練場地 國防院建議：赴美移訓〉《華視新聞》，2019年10月22日，<https://news.cts.com.tw/cts/politics/201910/201910221978669.html>

42 華視新聞，〈VR模擬作戰 科技展現國防實力〉《華視新聞》，2017年3月17日，<https://news.cts.com.tw/cts/politics/201703/201703171858330.html>

資訊運用解決方案顯示，可進一步透過該機構CityEngine軟體將原ArcGIS Pro.之3D作戰環境分析成果導入，並以虛擬實境(VR)與擴增實境(AR)方式輸出，產生之互動式介面，⁴³此等效果將如同國軍既有各式武器及載台模擬器，除可直接用於體驗未來真實的作戰環境景況，更可結合各單位任務地區特性之需求，發揮精準強化戰備訓練之效果。

結語

國軍與美軍雖有因國情、軍情、建軍構想或用兵思維等根本的差異性，如美國「攻勢」VS我國「守勢」，但對如何澈底瞭解戰場環境，降低戰爭迷霧之需求與要求則無異。因此，當回顧美軍GIS運用於軍事領域之經驗，除有科技日新月異發展快速之感外，更有適當科技導入將對戰爭發生重大影響與改變之潛能，不僅可用於平時，更可用於戰時，除可協助參謀進行計畫作為，更可協助指揮官下達至當決心，提高任務成功公算。尤當敵我交戰之際，具科技優勢一方，不僅可改變戰場態勢，更可降低戰爭迷霧之影響性。相對的，不具科技優勢一方，更要思考如何利用戰場的複雜性，增加戰爭迷霧之影響性。基此，國軍實可把握此一關鍵

機遇，除要對既有準則發展進行全面檢視外，更可藉助民間成熟技術與科技培養國軍GIS人力資源，引用守勢作戰之城鎮作戰案例(如波灣戰爭之伊軍、近期俄烏作戰之烏軍)結合本島防衛作戰，將可提升國軍參謀計畫作為內涵與品質，同時，亦能強化及完善部隊應對共軍威脅之準備。

(111年12月20日收件，112年2月22日接受)

43 ArcGIS, "ArcGIS 360 VR Experience," ArcGIS CityEngine, 2020/1, <https://doc.arcgis.com/en/cityengine/2020.1/help/help-export-360vr.htm>.