

應用 DOD AF 探討陸軍數位化旅 指管系統架構之研究

作者/陳慶權中校、劉中字博士

提要

美國國防部為解決 C4ISR 架構整合問題，發展了一套架構描述的規範，稱為國防部架構框架(DODAF)，它提供了共同的定義、共同的資料、共同的觀點以及共同的參考，讓以往分歧的 C⁴ISR 架構描述邁向統一。雖然 DODAF 提供了共同的架構基礎，但實務上架構的發展仍有人為設計的錯誤及領域知識的認知差異問題；因此，本研究依循美國國防部架構框架並運用植基於活動的方法(Activity-Based Methodology,ABM)以聯合反登陸作戰架構為發展案例，設計具互通性、一致性及整合性的數位化旅指管架構產品，並擷取出蘊含經驗可重複使用的「高階作戰概念」、「作戰活動」、「階層式指管」及「作戰規則」等數位化旅作戰指管模式，模式的特性具備可重覆使用之功能、由 OODA（觀察→定位→決策→執行）作戰循環程序及分層負責的特色；本論文並將以陸軍聯合反登陸作戰規則模式推導，產出陸軍數位化旅指管系統之架構模型。本研究藉由 DODAF 架構提出具專家經驗且可重複使用的數位化旅指管模式，提高了架構的整合性與一致性，有效縮短架構開發時間，對陸軍未來數位化旅指管架構的發展提供重要參考。

關鍵詞： DODAF、ABM、C⁴ISR、模式

壹、前言

國軍近年積極建構聯合作戰機制，規劃相關指揮管制準則，計畫、指導、協調、管制部隊之行動，以有效遂行聯戰任務，其中指揮管制係為影響聯合作戰成敗最關鍵的因素。C4ISR 系統是以指揮管制為核心，整合通信、資訊、情報、監視、偵察的自動化資訊系統，藉由通資網路鏈結監偵單元、指管系統以及武器系統，具有情資共享、加快指管速度、提高作戰效能、精準接戰、增進存活率及自行同步化作戰等等功效。

美國以 C4ISR 代表「網路中心戰」概念形成，然其真正的「C4ISR 系統」仍以「指揮管制系統」作為其代表名稱，如「全球指揮管制系統」(Global Command and Control System ,GCCS)與「陸軍戰術指揮管制系統」(Army Tactical Command and Control System ,ATCCS)等，很明顯由字面上即可得知 C4ISR 系統就是指

管制系統；C4ISR 系統是一複雜的人機系統，需整合情報、作戰、後勤、人事不同的軍事領域的龐大系統，牽涉的技術包括情資傳送、信息處理、情資融合、資料庫、圖資處理、人機介面、資訊安全以及決策支援等技術，主要目的是提供指揮官全面的戰場態勢，進而遂行判斷狀況、制訂作戰方案、擬定作戰計畫以及下達決心，以達戰場協同作戰目的。

然而，規劃建置 C4ISR 體系卻是一件極複雜且昂貴之事，尚且面臨了許多不確定因素，包含需求不確定、技術的快速發展與變遷、國防部門下轄組織架構的變動以及各軍種作戰與任務的性質歧異與廣泛；美國軟體工程協會 (Software Engineering Institute, SEI) 於 2003 年 9 月發表「美國國防部對 C4ISR 架構之經驗」乙文中指出，有關軟體支援工具部分之挑戰：C4ISR 系統在發展過程中需使用許多工具以產生圖形化的說明、表格化及支援之文件加以註釋及說明。因此，軟體支援工具是必須的，以確保不同系統之一致性，但在早期，美國國防部各單位依據各自的任務需求發展獨立的煙囪系統，在系統各自獨立的情況下，致戰場上無法有效整合與互通，而產生沒有成本效益的戰力，且在現今國防經費拮据不易獲得的條件下，煙囪系統造成的系統重覆投資所衍生的資源浪費，與人員重新訓練所衍生的訓練成本，都是重要的投資問題。

因此，在現今三軍聯合作戰的情況下，為確保軍事系統的互通性(Interoperable)及系統相互作業的能力，美國國防部於 1998 年要求所屬各單位及各軍種，依據 C4ISR 架構規範第二版進行 C4ISR 系統開發，藉全面性的架構指導來達成軍事系統的互通性及成本效益。C4ISR 架構規範經由多年的發展與演進，已不侷限於 C4ISR 系統的開發，而推廣至整個國防部的運作領域，C4ISR 架構規範也於 2004 年 2 月正式修定為 DoD AF (DoD Architecture Framework)^{1, 2, 3}。

基於上述 DODAF 的架構理則，部隊建立數位化指管能力，近來成為各國軍事發展的要務，因其擁有諸多傳統部隊所無法比擬的優異效能及執行速度。在數位化部隊中可以透過高度先進的資訊網路，使得各個作戰單元實現資訊共享、情資共用而達成高度之作戰協調性，進而讓以往複雜協同作戰變為簡捷。同時藉由指管系統之建立，得以整合高科技武器之遠端打擊力，使得「發現即摧毀」即將成為未來戰爭的鐵律，將完全迥異於傳統作戰模式中，僅依靠武器及人力所遂行之戰爭。同時數位化部隊就陸軍而言，尚為起始階段，對於所規

¹ DoD Architecture Framework Working Group, DoDAF Architecture Framework Version 1.0 Volume I : Definitions and Guidelines, U.S. DoD, Washington D.C., 9 Feb 2004, pp. 1-1-1-6.

² DoD Architecture Framework Working Group, DoD Architecture Framework Version 1.0 Volume II : Product Description, U.S. DoD, Washington D.C., 9 Feb. 2004, pp. 1-1-1-4.

³ DoD Architecture Framework Working Group, DoDAF Architecture Framework Version 1.0 Deskbook, U.S. DoD, Washington D.C., 9 Feb. 2004, pp. 1-1.

劃的作戰區（含）以上層級的 C4ISR 系統已臻完善，旅為陸軍主要打擊部隊層級，數位化旅指管系統為未來所需規劃建置更顯重要，實為本文的研究動機。

考量未來戰場環境特殊與作戰節奏快速，以及臺、澎屬於同一戰區等因素，陸軍將在「數位化、立體化、機械化」既定建軍願景與規劃下，加速朝向「特戰化」與「聯戰化」轉型發展，以達戰時聯合海、空軍，遂行聯合作戰，擊滅進犯敵軍，確保國土安全。為達成上述任務最重要的即為部隊的指揮與管制，其基礎建設就是 C4ISR 的建置與運用。

國軍指管系統整合專案，陸軍僅建置至作戰區層級，系統可與衡指所（JOCC）、海、空軍鏈結共享共同情資及戰場圖像（Command Operation Picture, COP），陸軍旅級（含）以下單位尚未建立相關數據鏈路及指管系統，造成主要打擊或防禦部隊無法即時共享共同情資及戰場圖像（COP）。唯藉由數位化指管系統建置，才可有效地整合與運用軍事資源，達到戰力倍增之效果。希望藉由本研究著手規劃陸軍未來數位化旅指管系統，充份運用資訊與網路科技之新作戰概念並試圖影響與塑造未來戰場上對陸軍有利之契機。

貳、本文

一、DODAF 基礎

DODAF 使用的對象為國防部所有的事務，基本目的在溝通，溝通的目的在於能夠相互了解、找出符合各系統彼此的需求。在規範之下，大家可以藉此共同合作來解決特定的問題，也就是在共同平台框架下發展出一個具全面性的架構，具有整合與可互通性，對聯合作戰及聯盟作戰產生很大的貢獻。

所謂架構規範(AF, Architecture Framework)就是提供一般性的問題空間以及共通的語彙，在 DODAF 架構規範中定義出三種描述國防事務的觀點，作戰觀點(Operational View, OV)、系統觀點(System View, SV)、技術標準觀點(Technical Standards View, TV)，以及綜合觀點(All View, AV)；其中，作戰觀點包含七個子觀點(OV-1~OV-7)，系統觀點囊括 11 個子觀點(SV-1~SV-11)，技術標準觀點具有二個子觀點(TV-1~TV-2)，綜合觀點擁有二個子觀點(AV-1~AV-2)；總共包含 22 個子觀點，如表一所示，詳細定義可參考⁴。簡要的說，作戰觀點描述指揮作戰任務中所需的任務要項(Task)和行動(Activities)、作戰單元和資訊交換需求；系統觀點描述系統提供軍事作戰及國防事務所需的相關功能，以及系統間的相互連結、內部組成；技術標準觀點描述了系統中各部分(包含系統軟硬體、通訊協

⁴ DoD Architecture Working Group, DoD Architecture Framework, Version 1.0, 9 February 2004.。

定、系統資料格式等等)採用的技術標準並預判該技術未來的變化。技術觀點促成或限制了架構的設計及實作所選擇的方向並且影響了架構未來的發展和維護。藉由系統觀點系統的實體資源、性能屬性可與作戰觀點(OV)、技術標準觀點(TV)所定義的每一個標準的需求關聯在一起，達到互通性、共通作業環境的整合架構(Integrate Architecture)的基本條件。除上述三個觀點外，綜合觀點則提供架構的摘要資訊以及架構中所使用到辭彙（包含圖形與符號）定義，以便於在許多架構中，能迅速的比較和參照，並作為架構資料儲存庫設計的參考，架構的互通性即是植基於此而達成。

表一 DODAF 架構產品(作者整理)

框架產品	框架產品名稱	觀點
OV-1	高階作戰概念示意圖	作戰
OV-2	作戰節點連結圖	作戰
OV-3	作戰資訊交換表	作戰
OV-4	組織關係圖	作戰
OV-5	作戰行動模式圖	作戰
OV-6a	作戰規則模式	作戰
OV-6b	作戰狀態轉換描述	作戰
OV-6c	作戰事件追蹤描述	作戰
OV-7	邏輯資料模式	作戰
SV-1	系統介面描述	系統
SV-2	系統通訊描述	系統
SV-3	系統與系統之對應表	系統
SV-4	系統功能描述	系統
SV-5	作戰行動與系統功能對應表	系統
SV-6	系統資料交換表	系統
SV-7	系統性能參數表	系統
SV-8	系統演進描述	系統
SV-9	系統技術預測	系統
SV-10a	系統規則模式	系統
SV-10b	系統狀態轉換描述	系統
SV-10c	系統事件追蹤描述	系統
SV-11	實體資料模式	系統
TV-1	技術標準輪廓	技術
TV-2	技術標準預測	技術
AV-1	綜觀與摘要	綜合
AV-2	整合辭典	綜合

二、植基於活動的方法(Activity-Based Methodology, ABM)

現行較常用之開發方法主要有結構化分析法、物件導向分析法及植基於活動的方法(ABM)等，目的都是為了促使系統開發更有效率。

結構化分析設計是一種採取由上而下、資料流與功能導向之軟體工程方法。近年來，此方法論被擴展至即時性系統工程之結構化分析，而不是僅限於軟體工程。

物件導向則是近十年來新興的分析設計方法，顧名思義是以物件觀點取代功能面之分析設計方式，目前的標準表示方法是 UML。UML 的全名為統一塑模語言(Unified Modeling Language)，用來詳細說明、呈現、建構、記錄軟體系統工作成果的一種語言（表示法），說明其方式主要用意就是要將視覺化和文件規格所用的符號加以統一。

依據 David Cropley 於 2003 年與 Steven J. Ring 於 2004 年所提出的架構開發方法論中，ABM 的方法可用於 DODAF 架構產品的開發，此方法以活動(Activity)為基礎，可不需依賴軟體工具即發展整合(Integrated)、清楚(Unambiguous)且一致(Consist)的架構產品。在 ABM 的方法中明確律定架構產品產生的步驟流程，不僅減輕了系統設計人員在架構時的負擔，更可達成架構的整合與一致性^{5、6}。

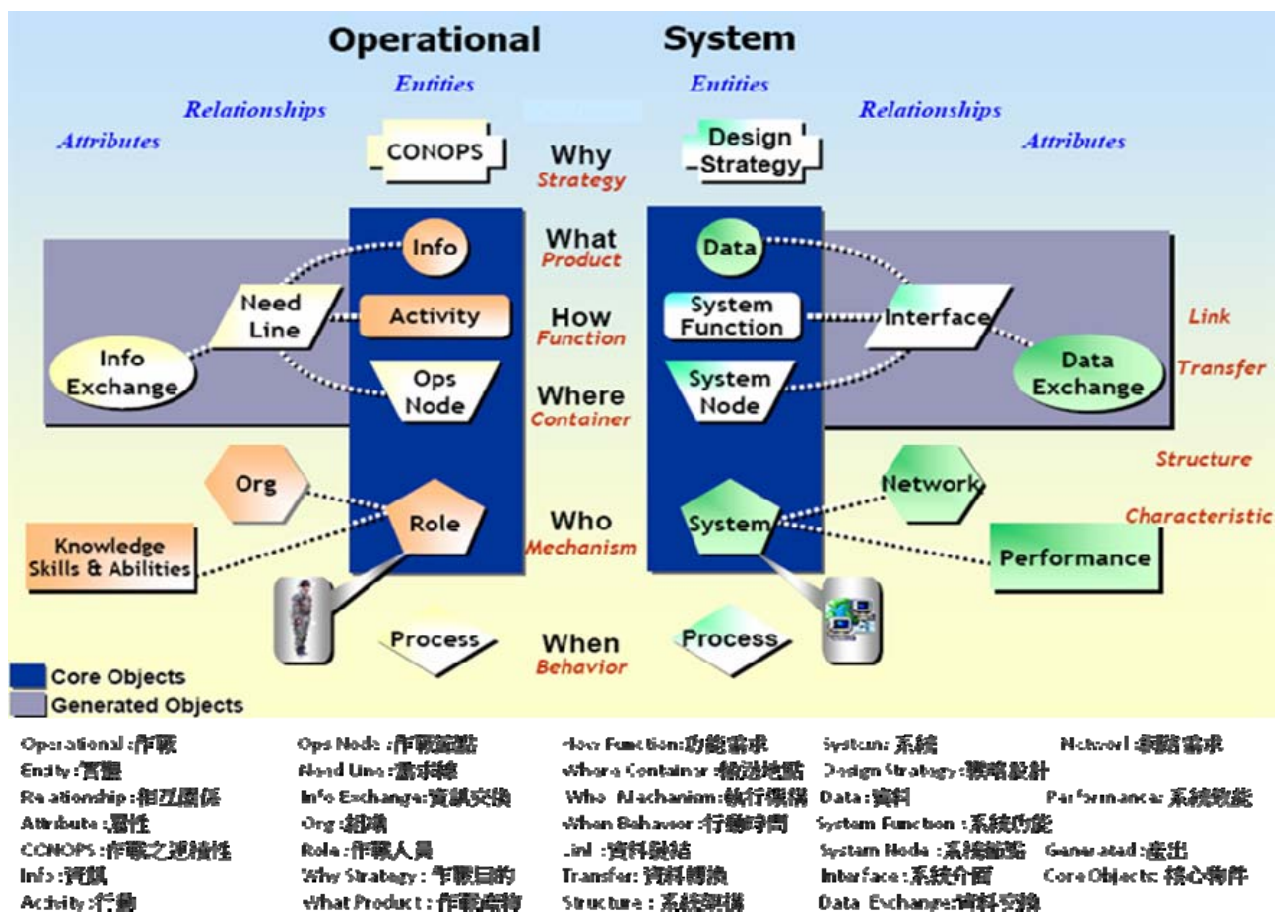
本篇論文運用 MITER 公司於 2004 年所提出以活動為基礎的方法論(ABM)⁷，建立完整的系統需求描述，從活動流程方面進行研析，可符合系統功能滿足作戰需求。因此 ABM⁸是用來陳述 DODAF 架構規範的一種方法，藉以規範資訊的一致性，架構開發置重點於八個相互對稱的核心架構資料元素，如圖一所示，然這些元素必須由人工的方式建立，然 OV-5 作戰活動模式中對模式的建立有許多規則，因此，為減少架構開發的複雜性，ABM 方法對此做些許的修改，將焦點置於活動、執行活動所需的輸入及活動執行後的輸出，使系統設計師能更專注於流程上的開發。

⁵ David Cropley, Yi Yue, Stephen Cook, "On Identifying a Methodology for Land Warfare Conference", Land Warfare Conference, 2003.

⁶ Lee W. Wagenhals, Insub Shin, Daesik Kim, and Alexander H. Levis, "C4ISR Architectures II: Structured Analysis Approach for Architecture Design," Systems Engineering, Vol. 3, No. 4, Fall 2000.

⁷ Ring, S. J., Nicholson, D., Thilenius, J., and Harris, S., "An Activity Based Methodology for Development and Analysis of Integrated DoD Architectures," 2004 Command and Control Research and Technology Symposium The Power of Information Age Concepts and Technologies, pp.1-14, 2004.

⁸ Ring, S., Nicholson, D., Thilenius, J. and Harris, S., "An Activity-Based Methodology for Development and Analysis of Integrated DoD Architectures," Proceedings of Command and Control Research and Technology Symposium, 2004.



圖一 相互對稱的核心架構資料元素⁹

ABM 是 2004 年 Ring, et al¹⁰所提出，以美國國防部架構規範(DODAF)理論為指導方針，與 DODAF 架構規範所定義的整合架構(Integrated Architecture)的組成構面是一致的，但 ABM 方法論除了整合架構所定義的架構產品外，增加 OV-4 組織關係圖、SV-4 系統功能描述及 SV-5 作戰行動至系統功能對應表等三個架構產品。此方法論的架構藝術(Art of Architecture)係以活動(Activity)為基礎，系統設計師將架構開發的重點置於 4 個運作架構(Operation Architecture, OA)及 4 個系統架構(Systems Architecture, SA) 對稱、相互關連的核心架構物件(Core OA/OS Objects)，著重核心架構元素、相關元素的觀點及了解其如何相關聯，以為整體架構資料規格的基礎，其餘的架構產品可藉由工具或元素間的關係自動產生，此種架構開發方式不僅減輕架構設計者的負擔，同時可發展出一個完整的整合(Integrated)、清楚(Unambiguous)且前後一致(Consistent)的架構產品文件，並支援

⁹ Ring, S., Nicholson, D. Thilenius, J. and Harris, S., "An Activity-Based Methodology for Development and Analysis of Integrated DoD Architectures," Proceedings of Command and Control Research and Technology Symposium, 2004.

¹⁰ Steven J. Ring, Dave Nicholson, Jim Thilenius, and Stanley Harris, "An Activity-Based Methodology for Development and Analysis of Integrated DoD Architectures - The Art of Architecture", 2004 Command and Control Research and Technology Symposium - The Power of Information Age Concepts and Technologies, Track 5, C2 Assessment & Tools, #077, 15-17 June, 2004, pp.1-20.

現在(As-Is)及未來(To-Be)的架構開發。

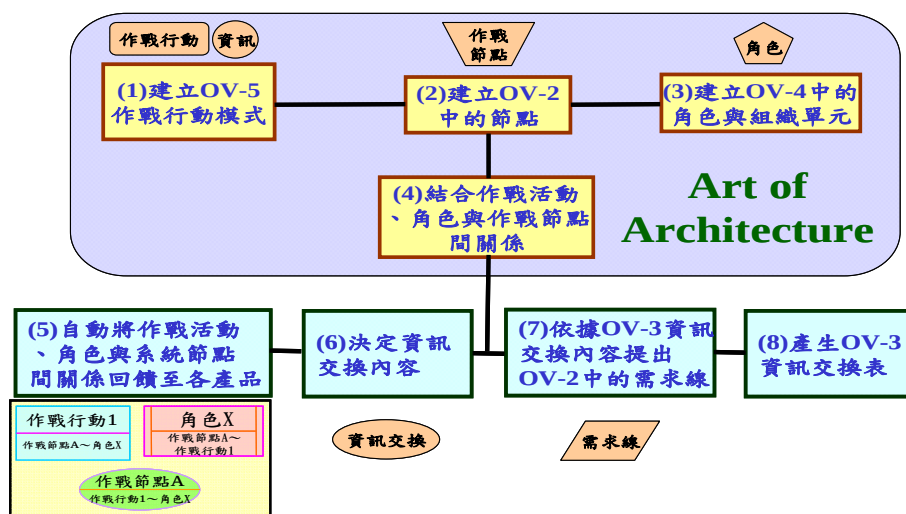
ABM 方法強調 OV-5 中最底層作戰活動(Leaf Activity)的重要性，最底層的作戰活動就是在作戰活動模式中無法再向下分解的作戰活動，而至於要分解到何種層次，ABM 方法規範了建立最底層作戰活動的規則如下：

- (一) 一個作戰活動能與一個作戰節點結合。
- (二) 可以把一個作戰活動指派給一個角色執行。
- (三) 作戰活動只有一個輸入輸出，再往下分解也不會產生其他的輸入輸出。

運用 ABM 方法建構運作架構的流程共有 8 個執行步驟見圖二，其中包括 OV-5 作戰行動模式圖、OV-2 作戰節點連結描述、OV-4 組織圖及 OV-3 作戰資訊交換表等產品的建立。

OV-5 作戰行動模式主要描述完成作戰任務所要執行的程序步驟，以及各作戰行動的輸入(Inputs)及輸出(Outputs)。所有行動與其所分解的子活動必須是一個良好的形式(Well Formed)、平衡(balanced)及前後一致的)。其建構原則並非完全遵循 FIPS 183 IDEF0 協定，例如在這裡的 OV-5 作戰行動模式圖中不需繪製機制箭頭(Mechanism Arrows)及控制箭頭(Control Arrows)，但並非表示不需定義它們，在 ABM 的方法中的機制及控制是由角色來取代，我們在建構 OV-5 作戰行動模式時僅完成行動模式的建立即可。在此步驟中必須完成以下三個動作程序：

- (一) 建立行動模式樹狀圖。
- (二) 依據行動模式樹狀圖，並藉由軟體功能將樹狀圖轉換成 IDEF0 行動模式圖。
- (三) 建立行動模式圖間資訊輸入與輸出線（資訊交換）。



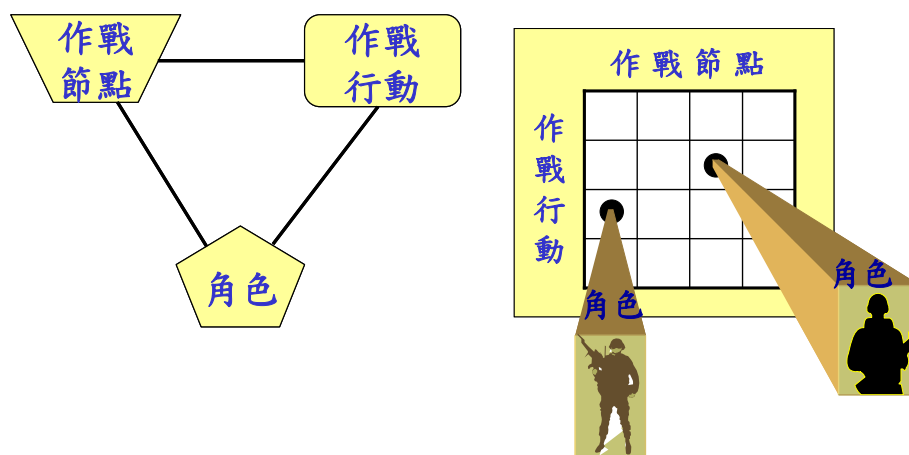
圖二 ABM 方法的執行步驟圖¹¹

¹¹ 蔡渙良，劉中宇，「無人飛行載具海域偵巡系統架構研究」，國防大學中正理工學院 C4ISR 研究中心論文，桃園，2002 年，頁 15。

OV-2 作戰節點連接描述主要在說明節點間的資訊流，依據 OV-5 作戰行動模式中各作戰行動之間的資料輸入、輸出的關係，在 ABM 的方法中軟體工具可依據作戰行動、節點與角色間的關連，自動完成資料交換的定義，架構設計師僅須依據資料交換的需求建立需求線。

OV-4 組織關係圖，主要在說明架構中執行作戰行動的組織、角色及其之間的指揮關係。在 ABM 方法中，必須清楚描繪組織內執行作戰行動的角色，以利於檢討執行作戰任務時對應的組織及其內部角色的功能。

建立作戰活動、節點與角色間相對應的三角關係見圖三所示，在 ABM 的方法中可藉由此步驟了解及定義三者之間的關連，進而產生資訊需求。



圖三 作戰活動、節點與角色間相對應的三角關係¹²

三、美軍機械化步兵第四師編制與裝備

(一)編制

步兵第四師編制總人數約17,000人，裝備全部數位化。該師下轄3個戰鬥旅（1個裝甲旅、2個機械化步兵旅）、1個師砲兵指揮部（主要配備為自走砲）、航空旅、支指部、防空營、通信營、軍事情報營及1個師部連、後方作戰中心、軍樂隊與憲兵連(一)¹³，其編制表如圖四所示。

(二)美軍指揮管制系統¹⁴

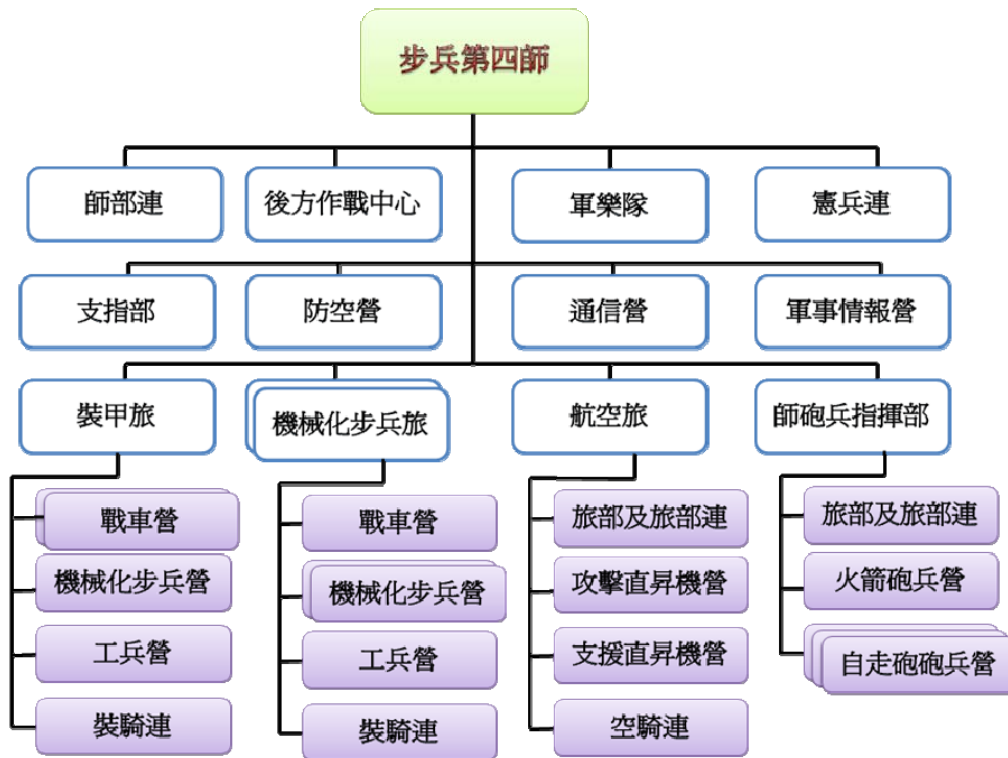
師和軍的數位化裝備主要是陸軍戰術指揮管制系統（ATCCS）。這是陸軍根據地空整體戰原則研製的C3I（指揮、管制、通信、情報）系統，它於1980年代中後期開始裝備使用。ATCCS包括5個管制系統：機動管制系統（MCS）、先進戰場火炮戰術資料系統（AFATDS）、野戰防空指揮管制系統（FAADC2I）、情報與電子戰領域的多重情資分析系統（ASAS）、戰鬥勤務支援控制系統（CSSCS）。此外，它

¹² 同註 11，頁 16。

¹³ 吳福生，「美陸軍未來建軍藍圖」，國防譯粹，台北，1998年，頁11~16。

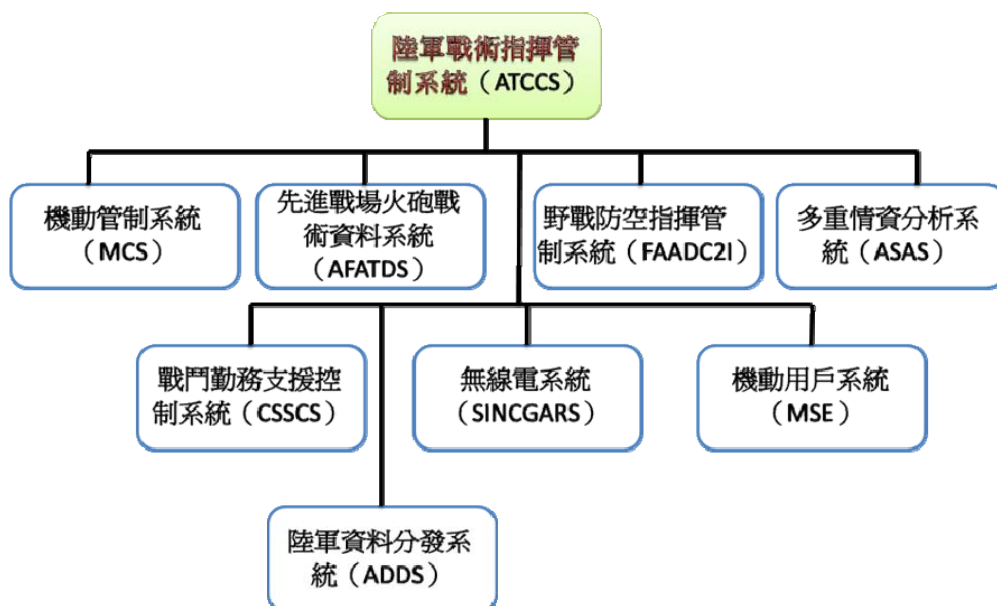
¹⁴ 「美國陸軍數位化部隊的裝備」，http://www.armystar.com/html/new_page_1296.htm。

還包括3個數位式通信系統：單通道地面和機載無線電系統（SINGARS）、機動用戶系統（MSE）、陸軍資料分發系統（ADDS），其系統組織如圖五所示。

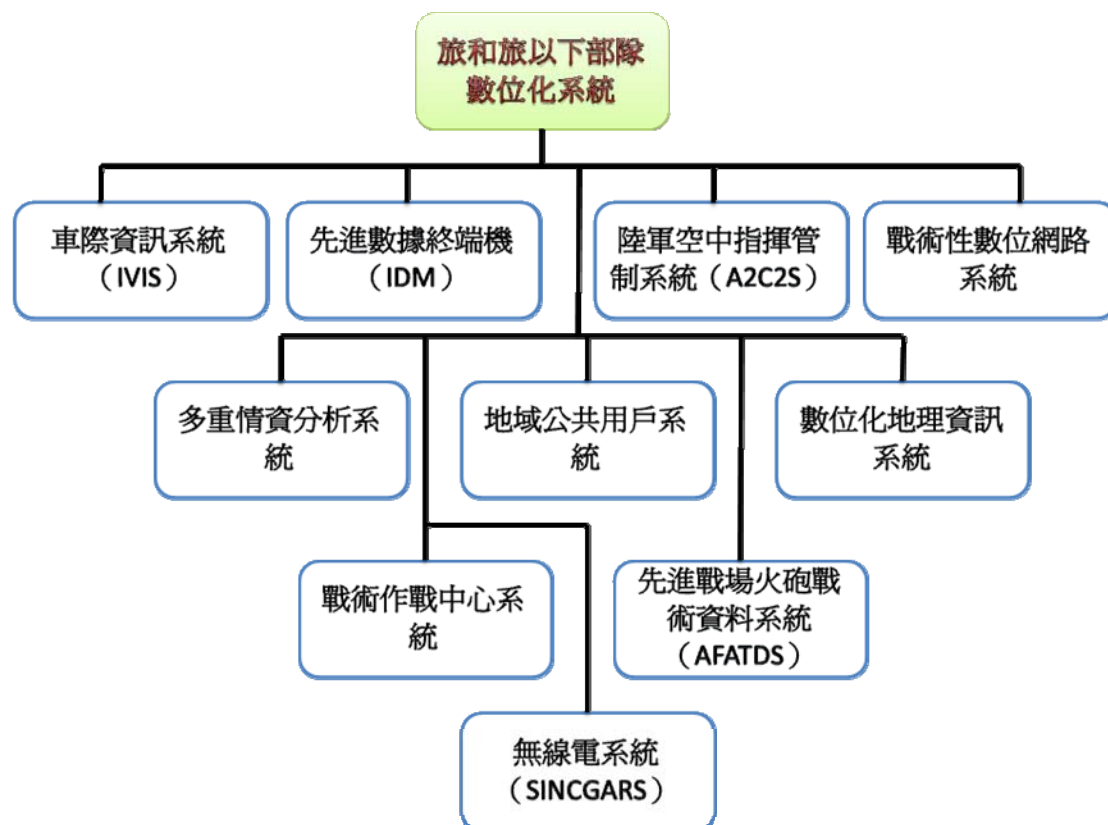


圖四 美軍步兵第四師編制圖（作者繪製）

旅和旅以下部隊數位化系統，包括 AFATDS、ASAS 和 SINGARS 等，尤其是 SINGARS 幾乎裝備了所有武器平台。其重要數位化指揮管制系統，其系統組織如圖六所示。



圖五 美陸軍戰術指揮管制系統組織圖（作者繪製）



圖六 旅和旅以下部隊數位化系統組織圖（作者繪製）

四、架構產品的發展

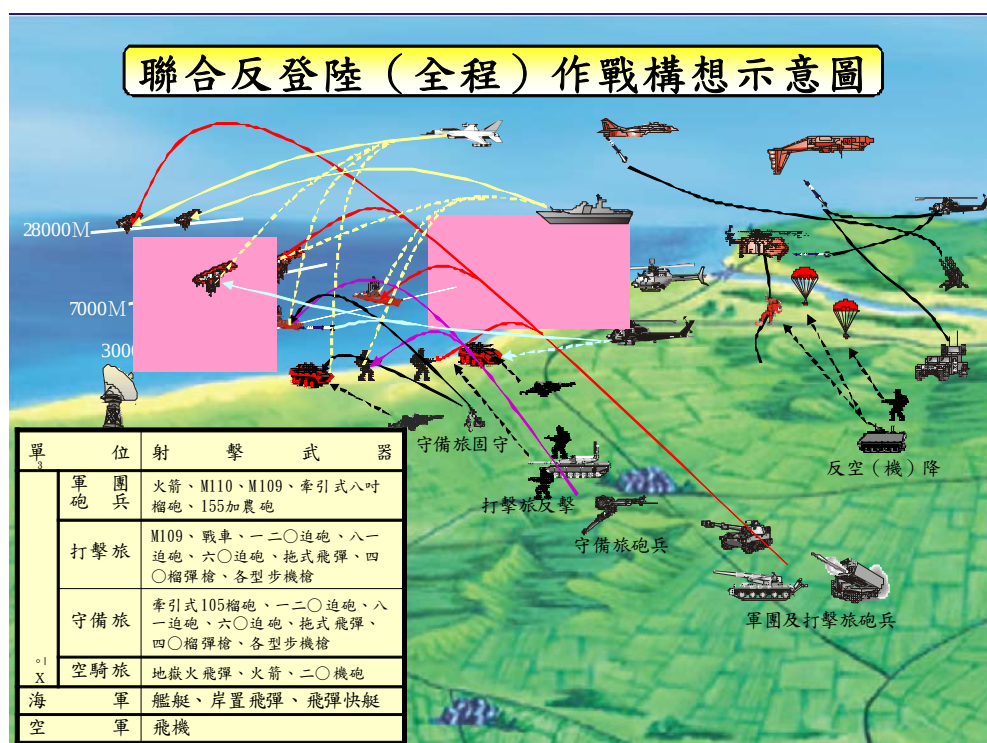
架構產品開發採用 Popkin 公司的 System Architect Ver.10¹⁵，此版本具備 ABM 開發方法，可完全支援 ABM 方法論執行架構開發程序；作戰架構產品包含主要有 OV-1、OV-5、OV-2、OV-4、OV-3 等靜態產品，OV-6b、OV-6c 動態產品及作戰規則 OV-6a 與邏輯資料模式 OV-7 等，本節架構產品發展首依 DODAF 架構規範以 ABM 架構開發的步驟發展陸軍裝甲（步）作戰靜態架構產品，接著依 OV-5 活動內的狀態轉換發展 OV-6b，再依 OV-6b 內的狀態轉換條件完成作戰規則 OV-6a，並彙整作戰規則所使用的資料，建立資料實體間的關聯，即可完成 OV-7 產品，最後串連 OV-6b 內部的事件序列完成作戰事件追蹤描述 OV-6c。

（一）建立高階作戰概念圖

旅為戰略基本單位，負有作戰指揮及勤務支援責任，任軍團（防衛部）與師之一部或獨立遂行作戰。旅由司令部、旅屬戰鬥、戰鬥支援及勤務支援等部隊聯合編成。旅屬部隊，均為其建制單位。並依其類型，區分為步兵旅、摩托化步兵旅、裝甲旅、空中騎兵旅與特戰旅等。步兵旅任守備區之守備任務；摩托化步兵旅任作戰區打擊部隊，負責反擊、反空降作戰任務；裝甲（步）旅任

¹⁵ 國防大學理工學院 C4ISR 研究中心，Popkin System Architect 操作手冊，桃園，2004，頁 9。

作戰區機動打擊部隊，負責反擊、反空降作戰任務；空中騎兵旅任國防部戰略預備隊，依命令增援各作戰區任務，防衛作戰中，我空、海軍經制空、制海作戰，若仍無法阻敵進犯，則必遂行地面決戰，因此，陸軍反登陸作戰實居防衛作戰最後成敗之關鍵地位。陸軍旅級依聯合反登陸作戰指導，係依「拒敵於彼岸、擊敵於海上，毀敵於水際、殲敵於陣內」實施。其中拒敵於彼岸、擊敵於海上，由海、空軍負責主導；陸軍則負責指導「毀敵於水際、殲敵於陣內」作戰，須依其作戰區指導遂行旅反登陸作戰統合戰力，遂行全方位、全縱深之整體作戰。聯合反登陸（全程）作戰構想示意圖，經作者參考相關資料，模擬繪出，如圖七所示。



圖七 聯合反登陸(全程)作戰構想模擬繪出示意圖(資料來源：國防大學理工學院，「DODAF架構開發課程-OV1 介紹」，桃園：國軍C4ISR研究中心，民國 94 年。)

(二)建立 OV-5 作戰活動模式

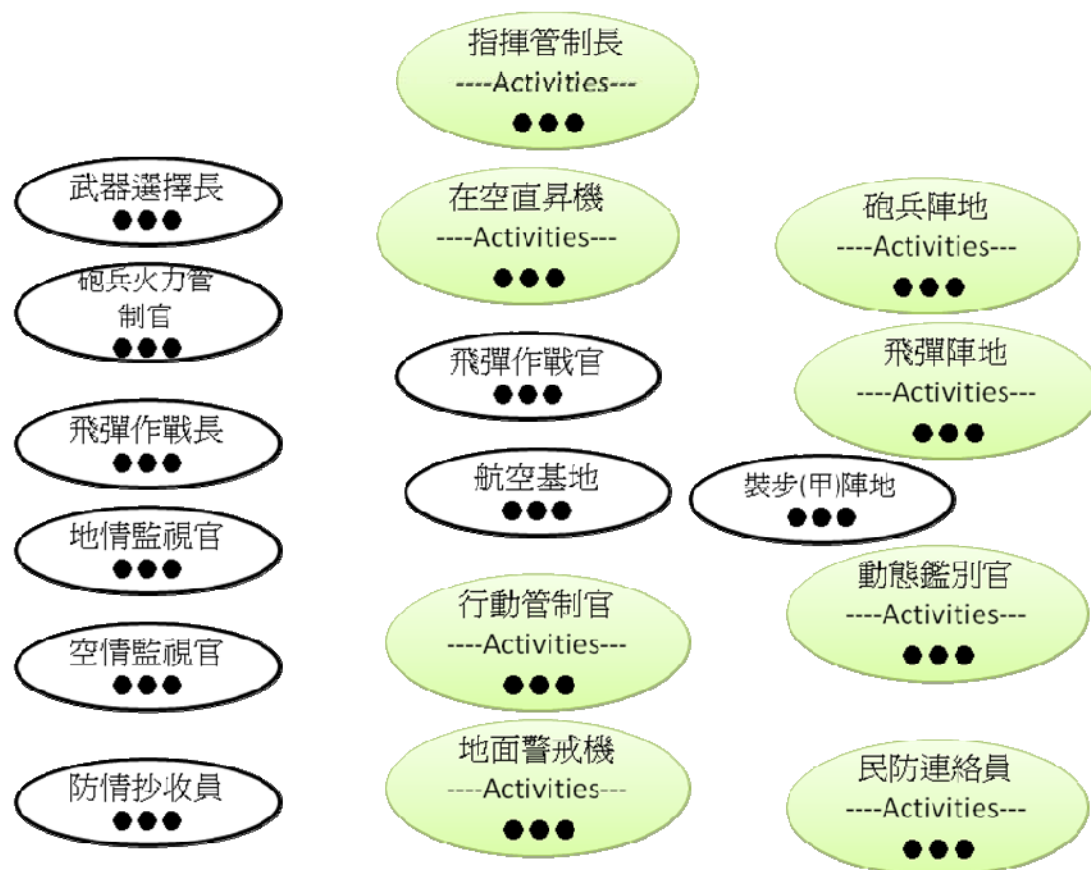
本研究指揮管制程序模式即採用三項核心重點「偵測、鑑別、行動、摧毀」模式，並結合情報「傳遞」而成，所謂「偵測」是反登陸作戰中首須掌握空中及海上動態，故應利用偵測系統之各種設施，搜索並監視空中及海上活動之航具，儘早獲知其位置、數量、高度、速度及航向等，以便於判斷狀況預謀對策；「鑑別」是對偵測獲得的敵我軍行動，須利用各種方法，正確而迅速的識別敵友，並判明意圖，即時決定採取適當之反擊措施；「行動」則當判明為敵之目標

時，應即選用適當之武器系統實施反擊，接敵戰鬥；「摧毀」係經判明形成危害之目標，應即使用適當武器攻擊，殲滅來犯之敵，對已滲入防衛地區之目標，尤應充分運用各型火力，形成火網摧毀之；而「傳遞」是適時將所獲得的各項情報或警報發放，按傳遞優先次序，迅速傳遞至作戰區相關單位。本論文即以此思維為架構基礎，然為確保資料不牽涉軍隊機敏性其各項 DOD AF 架構產品涉及作戰行動及組織部分，均以研究需要虛構與國軍現有指揮程序與組織不甚相同，僅利用 SA(System Architect)軟體完成指管活動圖，如圖八所示。

圖八 模擬陸軍數位化旅聯合反登陸作戰活動圖（作者繪製）

完成 OV-5 作戰活動圖後接著建立 OV-2 作戰節點，利用圖形方式描述作戰節點以及作戰節點之間的需求線以顯示對資訊交換的需求，作戰節點是指在同一地點執行相同作戰活動，具有相同的資訊需求。作戰節點代表人員角色、組織、組織型別或功能分組。

然本研究係以聯合反登陸作戰指管流程為核心，故主要聚焦於作戰區作戰管制中心(RTOC)內部的指管程序與資訊交換作為，因此在節點選用上即以各角色列為主要節點，本階段所描述完成僅至節點的設置選用，並未包含作戰節點間需求線的連結，本研究計設置「指揮管制長」等十七個節點，如圖九所示。

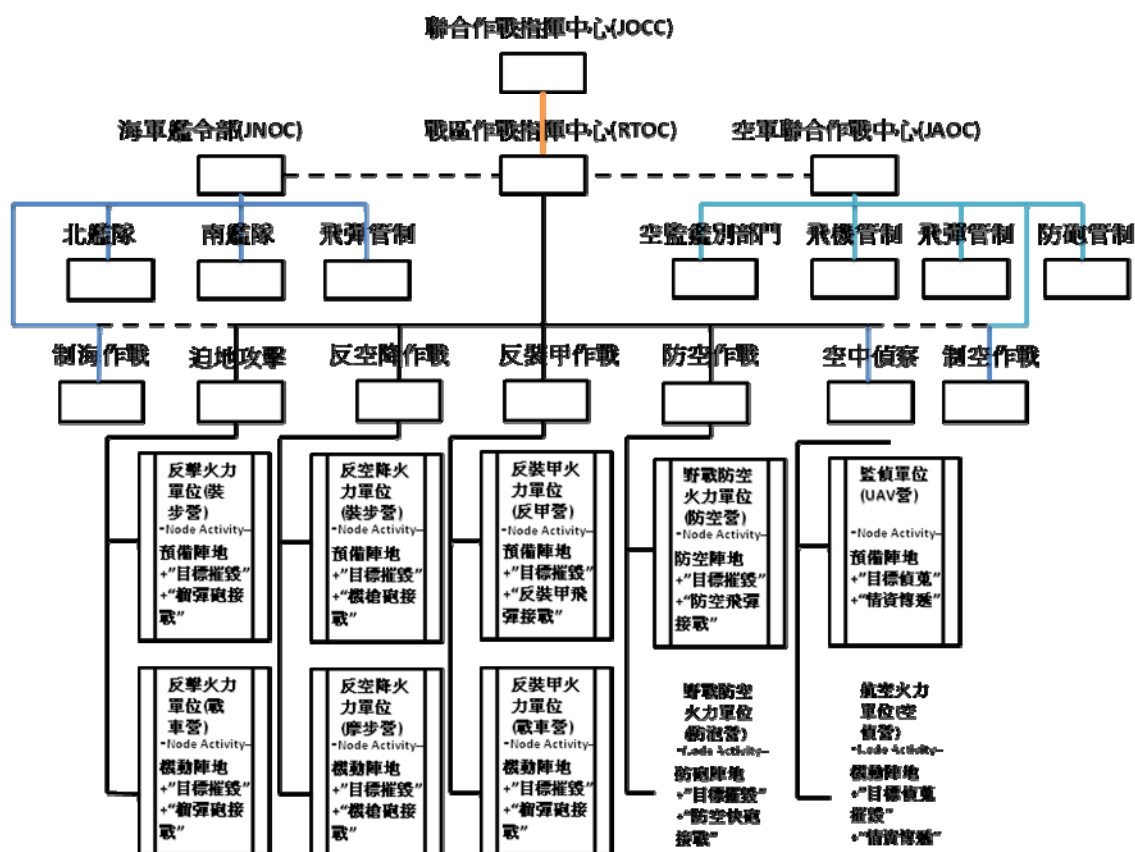


圖九 模擬聯合反登陸作戰節點圖（作者繪製）

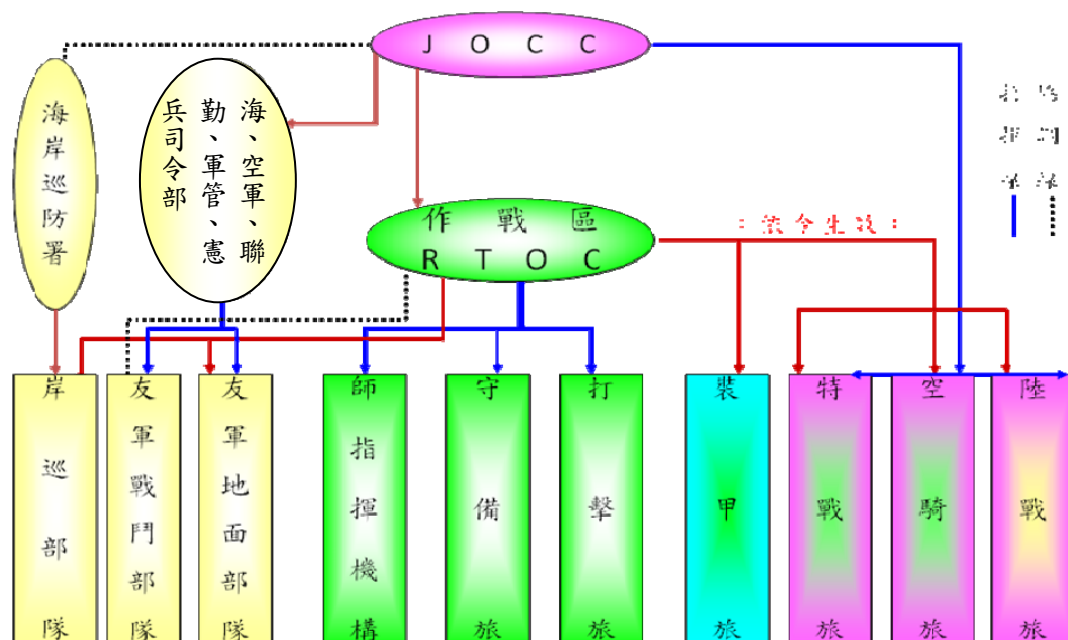
(四)建立 OV-4 中的角色與組織

聯合反登陸作戰由國軍聯戰指揮中心（JOCC）指導，責成陸軍戰區各作戰中心(RTOC)統一指揮，集中管制陸、海、空三軍各作戰部隊及協調民防單位，遂行聯合反登陸作戰，聯合反登陸作戰指揮體系，如圖十所示。

另陸軍戰區作戰中心負責策劃，反登陸戰術管制中心負責指導裝騎旅、空騎旅、防空飛彈管制單位及打擊旅等單位負責執行，而構成反登陸作戰管制體系，遂行聯合反登陸作戰管制與防情傳遞任務，反登陸作戰陸軍內部組織體系，如圖十一所示。



圖十 模擬聯合反登陸作戰指揮體系（作者繪製）

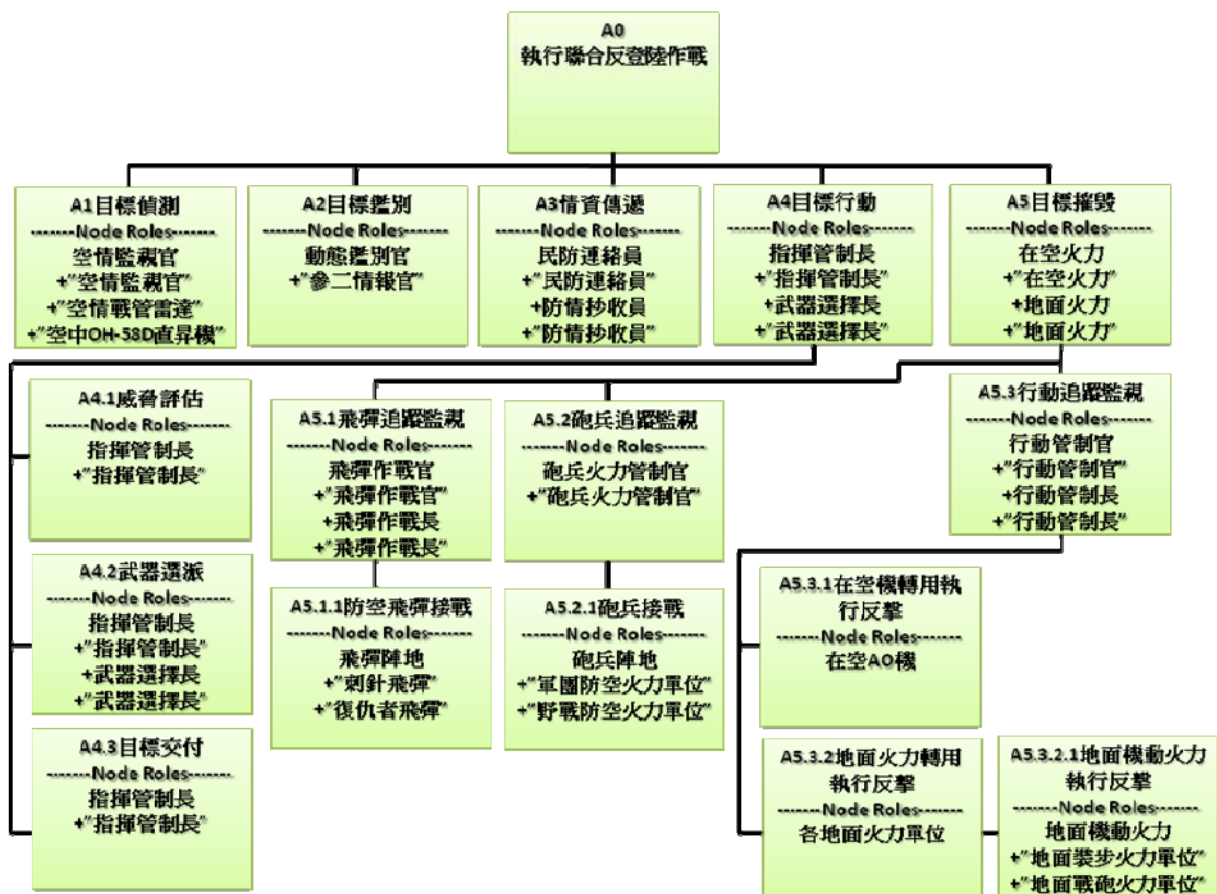


圖十一 模擬聯合反登陸作戰陸軍內部組織體系（作者繪製）

(五)結合作戰活動、角色與作戰結點關係

DODAF 架構規範對整合架構的定義為「某觀點內定義的架構資料元素，與另一觀點內所參照的架構資料元素相同，則此架構稱為整合架構」，以 OV-5 作

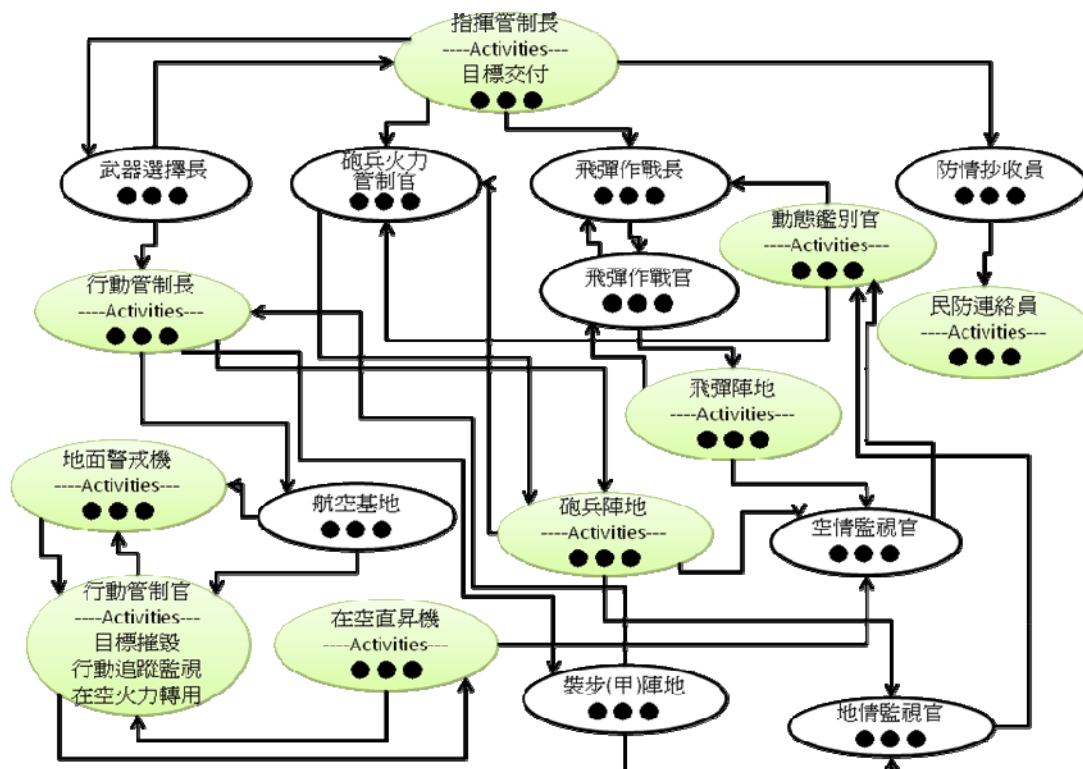
戰活動模式為例，作戰活動必須位於作戰節點內由組織或人員來執行，因此在 OV-4 組織關係圖與 OV-2 作戰節點連結敘述中所提到的作戰活動必須與 OV-5 中的相同，此為一致性；另外 OV-5 中的作戰活動必需都能配置於作戰節點中，並由組織或角色來執行，不能有任何一個作戰活動沒有組織執行，或是個組織沒有執行任何作戰活動，此為整合性。本階段即利用 SA 軟體工具，將 OV-5、OV-4、OV-2 產品達成架構內一致性與整合性，進而達到架構內的互通，而架構間的互通則是藉由參考相同的技術標準來達成。此架構的一致性、整合性與互通性的達成，才能確保將來系統能與其他系統互通，滿足聯合作戰所需求的系統能力，以圖十二目標偵測活動為例，表示目標偵測活動執行的節點為空情監視官，執行的角色為空情監視官、防空戰管雷達及 OH-58D 戰蒐直昇機等。



圖十二 模擬聯合反登陸作戰 node tree 圖（作者繪製）

(六)完成需求線

經由上述所建立作戰活動、作戰節點與角色的關係，可了解及定義彼此之間的關聯及資訊需求，並將所建立的關聯回饋至各產品，再藉由作戰活動輸入與輸出資訊，結合作戰節點後，產生節點與節點間的需求交換內容，產出需求線，以手工方式完成需求線繪製，如圖十三所示。



圖十三 模擬聯合反登陸作戰節點連結圖（作者繪製）

五、陸軍數位化旅指管架構雛型

經由上述的C4ISR案例設計運用DOD AF架構規範發展出OV1~OV7 的產品，期藉由本架構設計提供作為爾後數位化旅指管系統發展參考，以建構一合理可行之指管系統，而經陸軍數位化旅反登陸作戰的架構探討後，具有以下幾項價值¹⁶：

(一)建立未來數軍數位化旅指管系統設計規劃之基礎，並提供未來改進方案之依據。

(二)提供一致性之認知、方法和指導：作為作戰人員、技術人員間溝通之橋樑。

(三)將作戰需求和系統解決方案緊密結合在一起。

(四)為系統互通能力提供共通性之技術標準。

(五)協助決策長官訂定專案發展之優先順序與資源配置（制訂武獲政策，預算投資策略）。

(六)消除重複性之發展與避免設計上之缺陷。

(七)可進行組織、程序再造。

系統設計依「通資系統基礎建設」¹⁷、「指管系統雛型」、「模式設計」及「系統介面開發」為主要研究。

因此在架構分析後，參考英、美軍數位化部隊建制相關文獻，僅就陸軍營

¹⁶ 陸軍司令部教育準則指揮部，C4ISR 常見問題集，2004，頁 24。

¹⁷ 吳國宏，唐興家，歐品蘭，「建置本軍數位化旅通資平台之研究」，陸軍通資半年刊，第 105 期，2006。

及旅層級數位化指管架構雛型介紹。

(一)營數位化指管架構雛型

營數位化其系統需求以數位化營指揮所內所編配系統為主，包括營數位化指管系統配賦陸區系統（IMSE）、VOIP/WLAN 無線區域網路、配賦 37A 跳頻機、與營連級多波道系統，營長及各參運用筆記型電腦掌握接收第一線部隊位置、目標回報與觀測官火炮射擊資料，再運用 37A 跳頻機及數位交換機向上傳遞情報與任務回報，下達作戰命令、任務賦予及情報傳遞。其裝備功能 37A(內建 GPS)具衛星定位(透過全球定位系統)、跳頻抗干擾、語音及具備數據傳輸模組，排級手持無線電機具語音傳輸及數據傳輸，小型電腦(內建 GPS)具衛星定位(透過全球定位系統)、GIS 共同圖台軟體及命令傳遞與目標指示。

(二)旅數位化指管架構雛型

旅數位化其系統需求以數位化旅指揮所內所編配系統為主，包括機動指管系統、接戰指管系統、指參作業指管系統、陸區系統、無線電網路系統及天頻衛星通訊系統等。指管任務配賦 37A 跳頻機旅長及各參運用 12 吋筆記型電腦掌握接收第一線部隊位置、目標回報與觀測官火炮射擊資料，再運用 37A 跳頻機及數位交換機向上傳遞情報與任務回報並下達作戰命令、任務賦予及情報傳遞。藉 GPS 定位系統掌握第一線部隊位置，透過統一作業訊息格式傳達命令、目標指示、任務賦予及調整部署。配賦陸區、天頻衛星、光纖網路及結合無線網路 wimax、voip。接收影像及訊號情報鏈結至情報中心，以掌握第一線敵情狀態。整合情資供參謀作業運用，以利指揮官迅速下達決心與命令。透過 37A 跳頻機、中華電信及有線光纖電路 (T1)與微波裝備、UAV、PODAS 雷達、海巡雷達、光電儀等訊號情報鏈結至情報中心，以掌握第一線敵情狀態並整合情資供參謀作業運用，以利指揮官迅速下達決心與命令。

六、數位化旅指管系統模式設計

本架構的問題設計為聯合反登陸作戰，由專司反登陸作戰的戰區指管中心主導指揮與管制整體防制敵反登陸作戰任務，針對進犯敵軍的各類型空中目標、海上目標，運用陸、海、空三軍的反擊部隊與作戰武器實施反擊接戰。

我國現階段具體國防政策，係以「預防戰爭」、「國土防衛」、「反恐制變」為基本目標，並以「有效嚇阻，防衛固守」為軍事戰略構想。明確的指出國軍當前軍事發展，在致力建構具備嚇阻效果的防禦及反制戰力，而如何建構具備嚇阻效果的防禦及反制戰力之首要即為聯合反登陸能力之發揮¹⁸。

¹⁸ 國防部，中華民國 93 年國防報告書，台北，2004，頁 79。

綜合近代反登陸中可充份了解反登陸作戰所需之必要作戰單元有監偵系統（雷達站及電訊中心等）、作戰指揮中心、反擊武器（機場、飛彈基地、精準武器、戰機、遠程接戰武器等），方可達到反登陸作戰之基本需求。

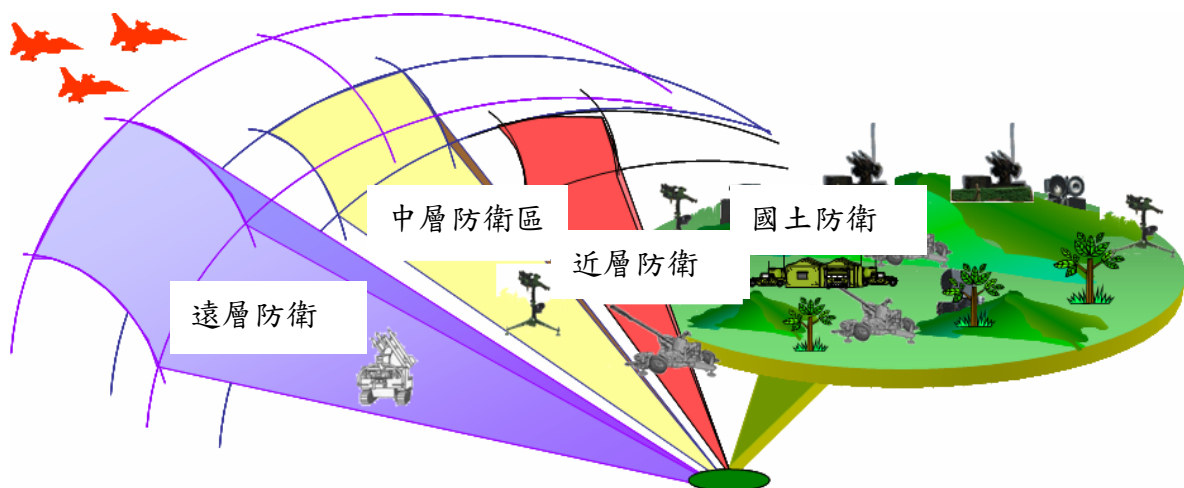
本研究之「反登陸作戰高階作戰概念模式」乃以國防政策及教準則與近代反登陸戰史分析為基礎論述，認為應建立以下條件才能順利達成此反登陸作戰任務，整理如下：

1. 採統一指揮、集中管制方式，以確保在有限的作戰資源下，發揮最大反登陸截擊效益。

2. 適切整合運用現有監偵單元與資訊系統，提升早期預警能力，迅速反應。

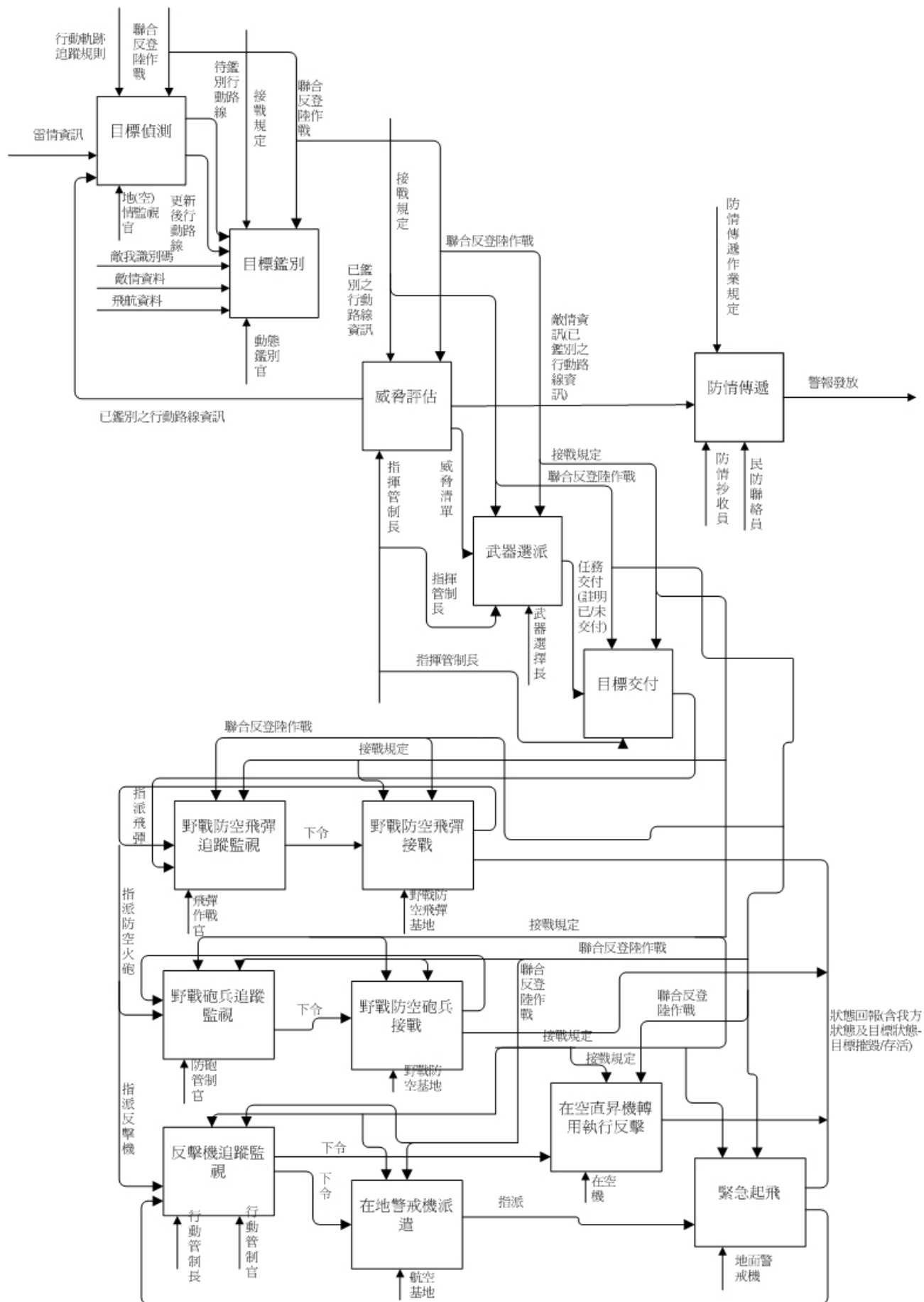
3. 建立「重層截擊」之理念，整合與靈活運用部署各地之遠、中、近程灘岸決勝火力，以反擊武器性能為基準及敵武力入侵領土深度為考量，發揮最大投射能力與精確度，建立反登陸作戰網遂行對入侵之敵實施重複截擊火力攔截，提升攔截及反擊任務成功率。

依上述概念設計高階作戰概念模式，如圖十四所示，敵火力目標由遠方入侵國土，為我方監偵單元所偵測，經通訊網路即時傳遞至作戰中心。入侵路徑可經過遠層、中層、近層及國土防衛區，作戰中心藉通訊網路分區指派接戰單元，並視敵接近之區域派遣負責該區之適當武器截擊，且重層攔截及擊。例如，位於遠層防衛區之敵空中目標將派遣長程飛彈或協請空軍派攔截機發射遠程飛彈接戰。



圖十四 模擬反登陸作戰高階作戰概念模式（作者繪製）

作戰活動之執行為反登陸作戰之核心，作戰流程更為主宰整體作戰之關鍵，本節探討作戰活動模式係以前章研究之作戰活動領域模型為個案推導而成。經前研究結果可產出圖十五，即本研究依據學理探討研析出聯合反登陸作戰活動的領域模型，利用個案分析及參考模式設計方法逐一形成。



圖十五 模擬聯合反登陸作戰活動的領域模型

領域模型中「目標偵測」與「目標鑑別」功能方塊，兩者所具有的相同性概念類別即是均擁有未經鑑別的雷達訊號，以此作為方塊整合的基礎，其目的是偵蒐所需的作戰情資，以掌握戰場敵軍動態，因此將兩方塊予以合併成一大方塊，並給予抽象化命名為「偵測鑑別」，本活動主要功能是將作戰中所需掌握的動態，利用偵測系統之各種設施，搜索並監視戰區敵之各型威脅載具，儘早獲知其位置、數量、與相關可用參數高度等，以便於判斷狀況預謀對策，並對偵測獲得的資訊，須利用各種方法，正確而迅速的識別敵友，並判明意圖。

「威脅評估」是指依鑑別所傳遞之資訊，經預測資料比對相關參數後，評估可能對我威脅之威脅清單。本活動主要功能是執行狀況判斷與威脅評估，乃為一獨立且不可缺少之重要功能，因此予以單獨列出不予其他方塊合併，且威脅評估一詞業已能充份表現其意涵，因此即以「威脅評估」作為其抽象化命名。

「武器選派」係指評估可能進襲區域進行區域防護優先順序及武器涵蓋目標範圍與我方警戒狀況之計算，並考量敵機高度及依據敵機與我之距離等條件實施武器選派。而「目標交付」則為選派適當之防空武器實施接敵，「武器選派」與「目標交付」兩者所具有的相同性概念類別即是均與選派武器有密不可分的關係，因此本研究將此兩者框為一共同方塊，並以抽象化命名為「武器選派」。

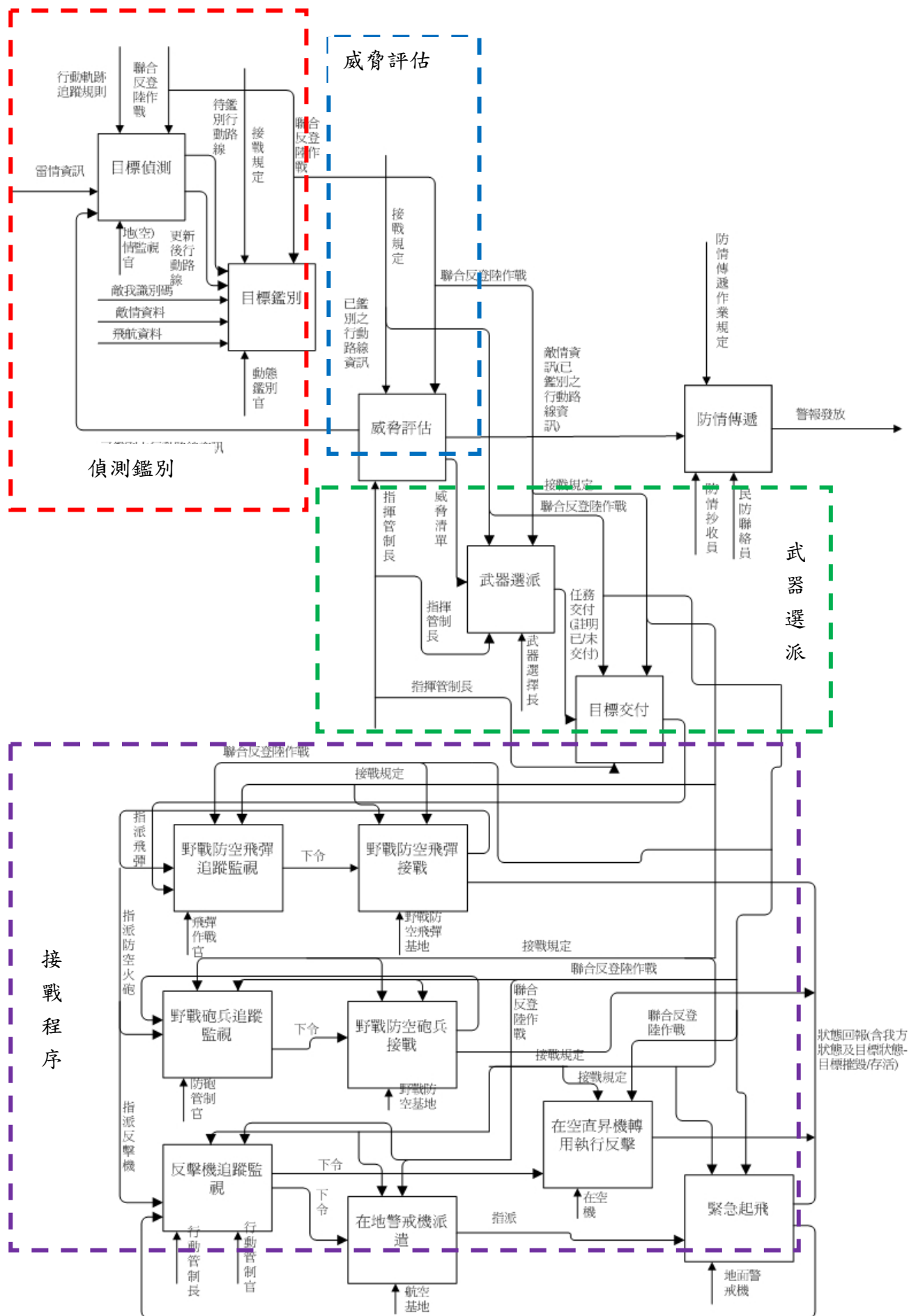
「防情傳遞」係指適時將所獲得之空中情報或警報發放，按傳遞優先次序，迅速傳遞至三軍及民防單位，本活動雖存於領域模型中，但筆者認為就本研究之要點聚焦在軍事作戰活動，因此於模式的設計過程中本項目不予保留而給予簡化。

「追蹤監視與接戰」活動部份，研究認為領域模型之追蹤監視與接戰部份（含在空 AO 型直昇機轉用執行攔截、緊急起飛及在地警戒 AO 型直昇機派遣）等活動均有接戰意涵，而且這些活動方塊所具有的相同性概念類別即是武器載台，所以將這些方塊框為同一方塊，並予以抽象化命名為「接戰程序」活動。

經由上述方塊整合及抽象化命名後，如圖十六所示。

七、系統軟體介面設計

經由 DODAF 架構分析及雛型規劃後確實可提供反登陸作戰指管系統設計人員正確的思維程序參考，進而設計出符合需求與邏輯的可用系統。運用 Broland C++ Builder 軟體為開發工具，而 Broland C++ Builder 具有統一模塑語言(Unified Modeling Language. UML)開發的工具，依照“楊正德國軍 C4ISR 系統需求分析-DODAF 與 UML 塑模工具評析”指出 DODAF 與 UML 整合運用具有幾項優點：結合 DODAF 與 UML 的優勢具有互補的作用、適合使用者角度塑模也適合由系

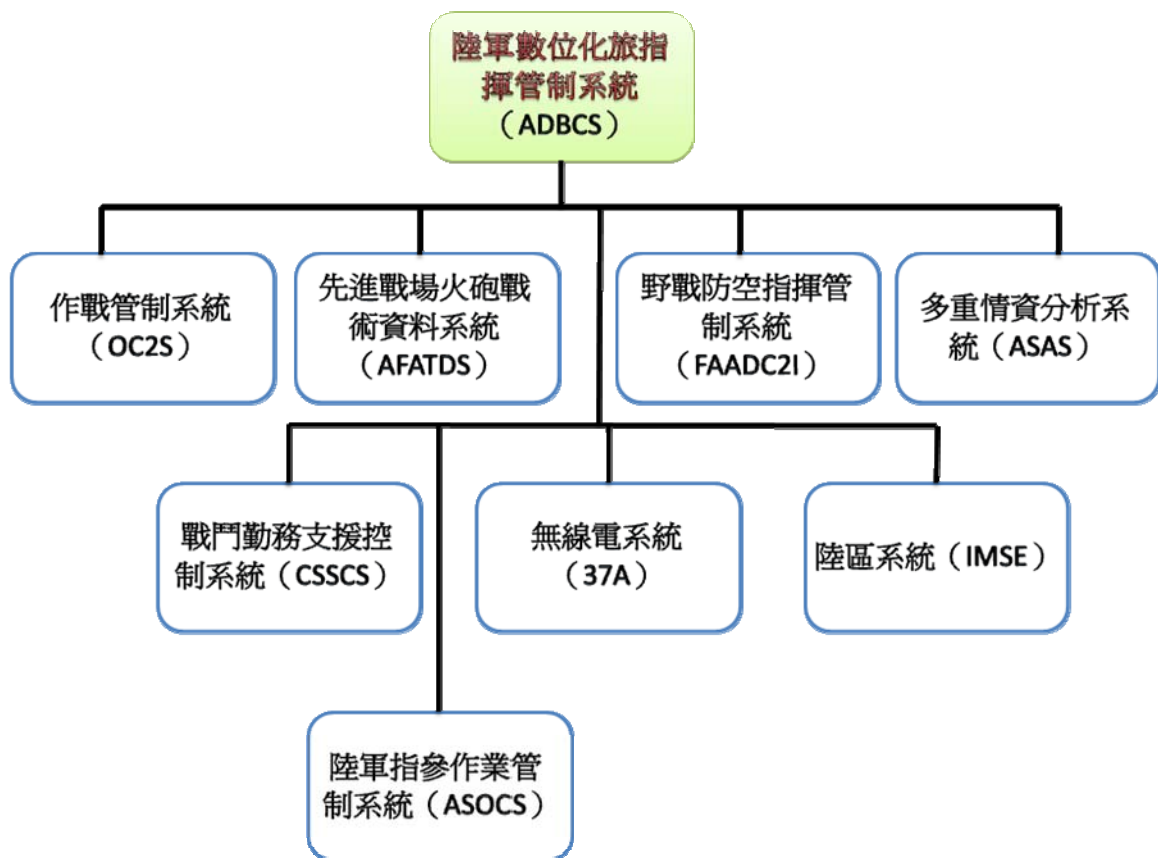


圖十六 模擬作戰活動初步模式

統建構者角度塑模，更強化需求的描述完整性及最適合來發展 C4ISR 系統¹⁹。

(一)陸軍數位化旅指管系統

陸軍數位化旅指管系統 (Army Digital Brigade Command&Control System, ADBCS)，包括作戰管制系統 (Operation Control&command System, OC2S)、多重情資分研系統 (All Source Analysis System ,ASAS)、勤務支援系統 (Combat Service Support Control System,CSSCS)、先進戰場火砲戰術資料系統 (AFATDS)、自動化空防/野戰防空指管系統 (AMDPCS/FAADC2I)、陸軍指參作業管制系統 (Army Staff Task Control System,ASTCS)、數位化地理資訊系統 (DTSS)、旅級以下戰場指管系統 (FBCB2)、氣象整合系統 (IMETS)，系統架構如圖十七所示，僅就作戰指管系統(OC2S)作為研究重點。



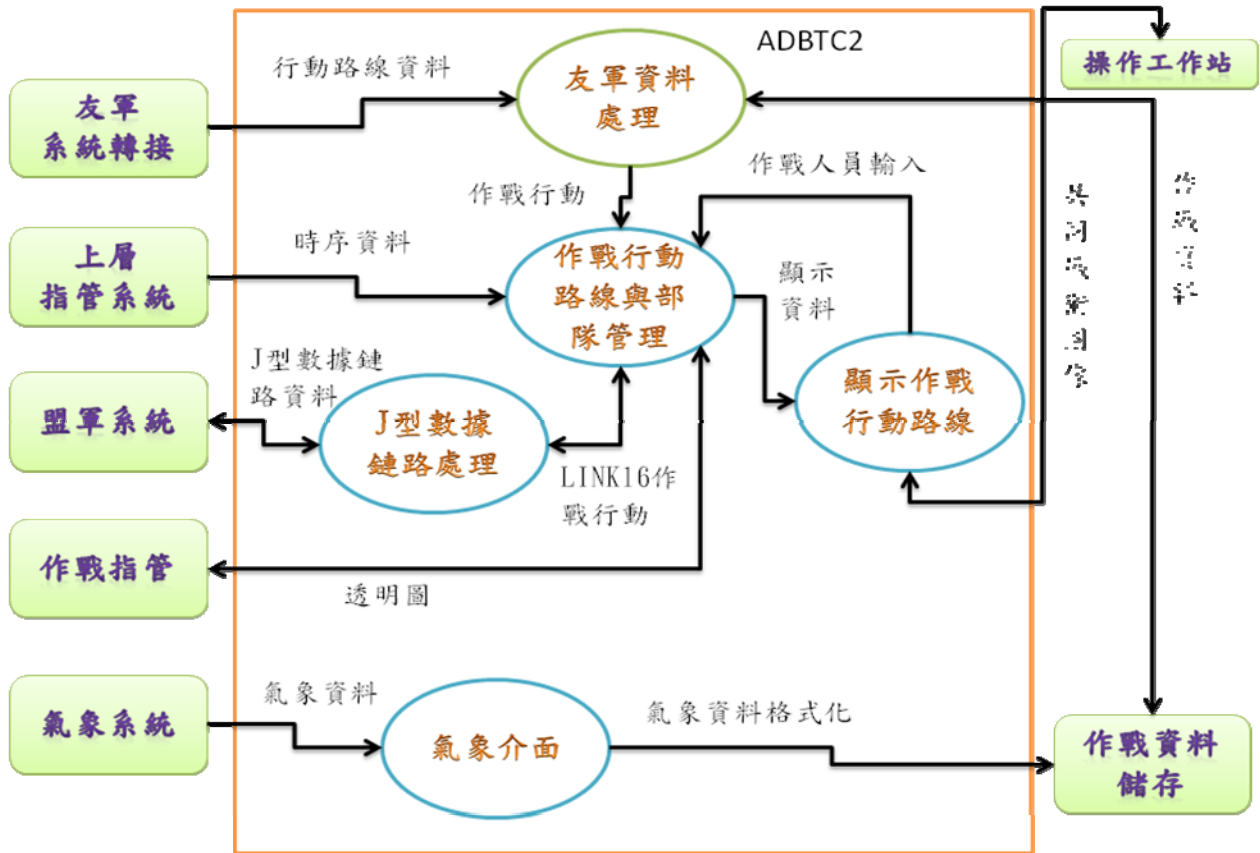
圖十七 模擬陸軍數位化旅指管系統架構 (作者繪製)

(二)陸軍數位化旅作戰指管系統 (ADBTC2) 設計概觀

陸軍數位化旅作戰指管系統提供作戰中心與機動載台等，指揮及管制功能，藉由資料鏈結，產生共同戰術圖像(COP)，其系統向上承接友軍系統 (偵蒐資訊)、上層指管系統、盟軍系統、作戰指管及氣象系統，系統內具有友軍資料

¹⁹ 楊正德，國軍 C4ISR 系統需求分析-DODAF 與 UML 塑模工具評析，2005，頁 14。

處理、作戰行動與部隊管理、J型數據鏈路處理及氣象介面，其系統結構如圖十八所示。



圖十八 模擬陸軍數位化旅作戰指管系統架構（作者繪製）

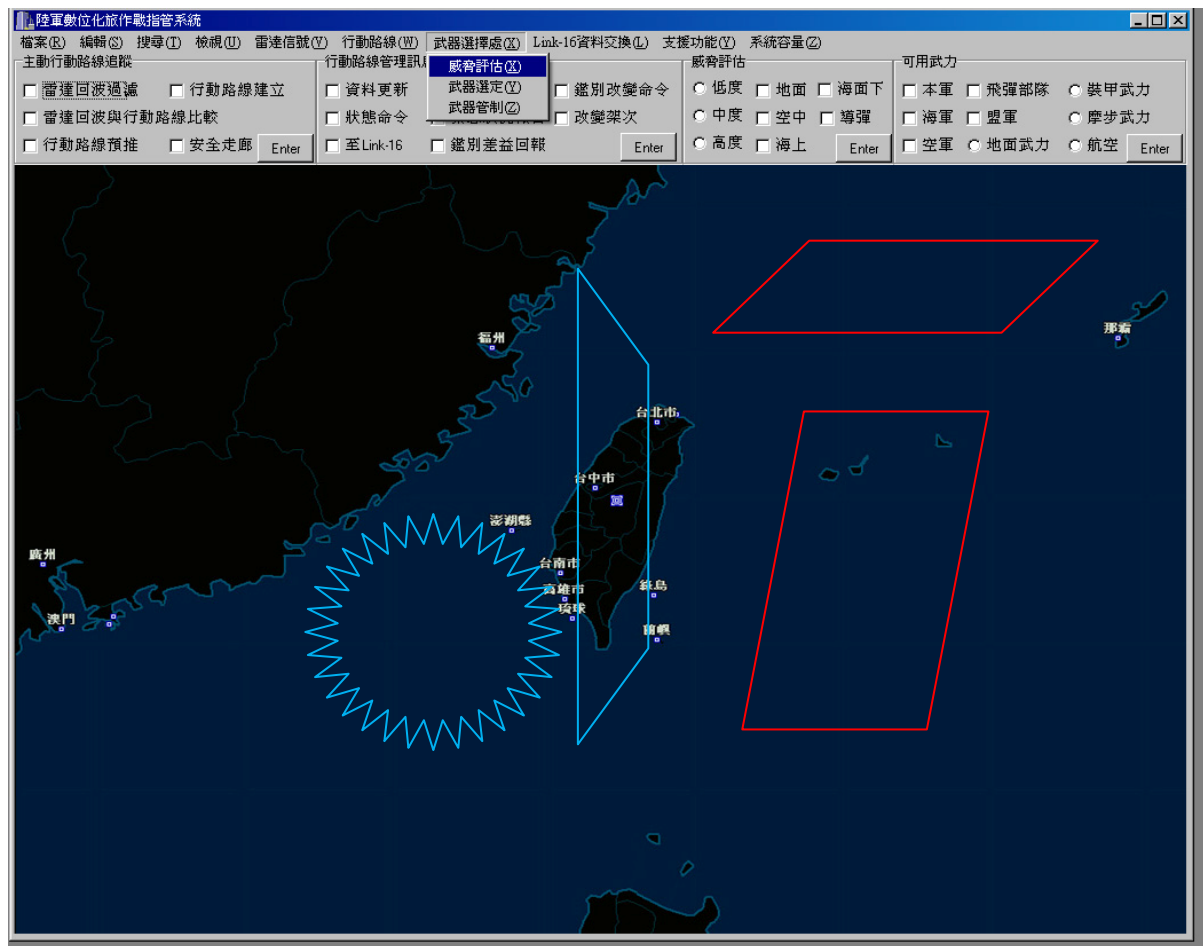
操作介面具有雷達訊號輸入、作戰行動路線輸入及系統容量等功能，每位操作者均可選用及顯示回波資料、行動路線資料及干擾束資料。其中系統的行動路線的產生區分為本地(local)產生與友軍及上級遙測(remote)資料而產生。行動路線的類型可區分為自動、手動、半自動（非即時性），自動部分在分為主動(active)及被動(passive)。

Link-16 資料交換部分可提供對空中、水面和水下航跡，以編碼方式執行傳送，俾達資訊交換之目的；經由國家授權運用接收資料；與同盟國家共享情資，強化境外戰況警覺。

武器選擇的介面具有三種功能，包括威脅評估、武器選定及武器管制。威脅評估主要確認威脅目標及優先等級。武器選定提供自動試算工具，並選定最佳之武器系統執行反制。武器管制提供自動工具，輔助管制官執行各種不同任務及接戰。

支援功能部分包括紀錄(Recording)、回放(Playback)、資料產製(Data

Reduction)、模擬 (Simulation) 及適用性資料 (Adaptation Data)。紀錄及儲存可用於回波 (Plots)、行動路線 (Tracks)、操作者動作 (Operator Actions)、警示 (Alerts)、資料鏈結訊息 (Data Link Messages) 及狀態資訊 (Status Information) 等，系統介面如圖十九所示。



圖十九 模擬陸軍數位化旅作戰指管系統介面（作者程式設計系統畫面）

參、結論與建議

本研究提出了未來陸軍數位化旅指管系統建立的方法，以聯合反登陸為實例循 DODAF 架構規範，結合 ABM 架構開發的方法，具體完成聯合反登陸指管作戰架構產品，讓聯合反登陸作戰指管架構具備互通性、一致性及整合性。本研究藉由 DODAF 架構提出具專家經驗且可重複使用的數位化旅指管模式，提高了架構的整合性與一致性，有效縮短架構開發時間，對陸軍數位化旅指管系統架構的發展提供重要參考。

然本研究因著重於學術上探討及置重點於作戰架構產品的研究等限制因素下，因此在未來後續研究方向如下：

一、在實例建構方面「數位化旅指管架構」產品多採學術探討，未能結合實務

面考量，因此結合實務面分析可為爾後研究方向。

- 二、本研究成果未進一步加以模擬以求其可行性如何？因此加入模擬設定並進一步提出修正意見亦可作為後續努力方向。
- 三、系統介面設計僅個人就相關系統的認知及模式的探討產出，因時間及個人能力要設計如此旁大的系統，實無法一人完成，因此結合本案建案專案編組人員與陸軍未來真正需求分析可為爾後研究方向。
- 四、建議學校開設「系統分析與設計」或是「植基於物件導向塑模方法之系統分析與設計」之相關理論基礎課程。這有助於學生在研究系統發展時，可對各種塑模工具之瞭解與應用。

肆、預期成果

藉由本篇論文的研究可以加速陸軍數位化旅指管系統的建立，透過數位化的建置，給予作戰人員更多發揮，更多發現數位化潛在作戰效能，如作戰節奏加快、分權式作戰、掌握即時情資、可以透過共同圖像下達計畫命令等等。透過建置可發展出全方位戰力，以資訊優勢掌握戰場優勢，將比敵人先看清楚戰場、先瞭解戰況與先下達決心。使作戰區域方面擴大了 240%²⁰，作戰效果加倍，存活力增加，更快速行動，兵力部署更具彈性，更具備殺傷力以及更清楚戰況體認。數位化後之轉變在此以後勤支援方面為例：後勤支援由於充分掌握資訊，雖然部隊分散，卻能快速管理與資源評估，做到聚焦式支援，亦即是適時、適地、適切遂行勤務支援。雖然支援效能提昇，但因資訊系統之協助，在人員方面可以精簡，達到所謂「量小、質精、戰力強」之目標。

參考資料

- 一、空軍司令部，「國軍聯合制空教則（草案）」，台北：空軍準則教育指揮部，民國 90 年。
- 二、國防大學理工學院，「Pokin System Architect 操作手冊」，桃園：國軍 C4ISR 研究中心，民國 94 年。
- 三、國防部，「中華民國九十五年國防報告書」，台北：國防部史編局，民國 95 年。
- 四、P.B., "C⁴ISR Architecture Framework", Version 2.0, C⁴ISR Architecture Working Group, Washington D.C., 1997.

²⁰ 董其正，「現代化建軍概念」，國軍 C4ISR 教育通資電教材，陸軍司令部，桃園龍潭，2005 年，頁 8。

- 五、P.B.,”DoDAF Architecture Framework Version1.0 Volume I : Definitions and Guidelines”, DoD Architecture Framework Working Group, U.S. DoD, Washington D.C.,2004.
- 六、P.B.,”DoD Architecture Framework Version 1.0 Volume II : Product Description”, DoD Architecture Framework Working Group, U.S. DoD, Washington D.C,2004.
- 七、P.B.,”DoD Architecture Framework Working Group, DoDAF Architecture Framework Version1.0 Deskbook”, DoD Architecture Framework Working Group, U.S. DoD, Washington D.C,2004.