

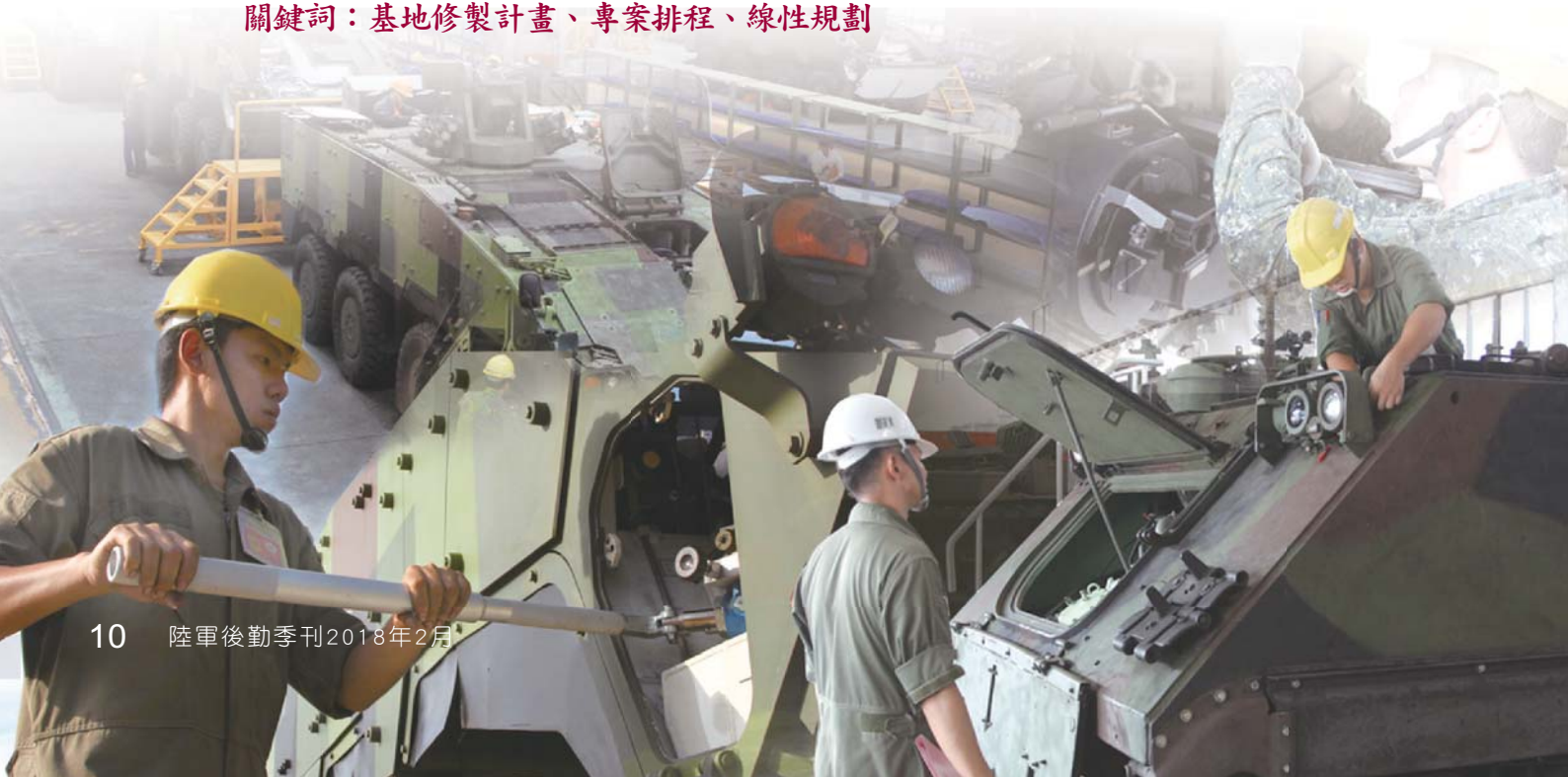
——徐禮睿——

軍工廠工時分配與排程規劃之研究——以W修護所為例

提要

- 一、國軍配合「精粹案」兵力結構調整及「募兵制」的政策推動，將有限國防資源，挹注於主作戰部隊，基地廠庫保留後勤核心能量，並依《國防法》第22條達成獨立自主之國防建設，基地修製任務面臨可用人力工時不足之困境，軍工廠如何有效利用有限的資源，建構正確基地修製策略為一重要的課題。
- 二、基地修製多數憑藉各部門之主管的經驗訂定，或依待修件進廠實況擬定分月進度，屬於傳統的決策模式，修製品項及數量未透過公正客觀的資料據以擬定，其產生的結果往往無法結合實務需求，恐致修製項量過多或無法滿足部隊需求等情事。
- 三、本文以W修護所106年度實際修護資料為例進行數學運算，並與傳統人工排程結果進行比較分析。結果發現本模式明顯改善傳統人工排程方法，最佳修護組合可以滿足所有限制條件，此模式排程效果甚佳，可提供訂定軍工廠基地修製策略目標之參據（本文引用數據均做小幅度調整，但已盡可能貼近真實，且不影響研究結果）。

關鍵詞：基地修製計畫、專案排程、線性規劃



壹、前言

「有效支援作戰，確保裝備妥善」為基地修製單位之本務工作，而於平時戰備整備階段時，掌握「受支援裝備」妥善現況，且有能力於最短時間內維持最大裝備妥善率，實是「服務顧客，滿足需求」的最佳「品質保證」。國軍配合「精粹案」兵力結構調整及「募兵制」推動，將有限的國防資源，挹注於主作戰部隊，基地廠庫保留後勤核心能量，並依《國防法》第22條達成獨立自主之國防建設，¹ 基地修製任務面臨可用人力工時不足之困境，軍工廠如何有效利用有限的資源，建構正確基地修製策略為一重要的課題。基地修製工作在面對保修體制持續變革下，如何運用作業研究方法，探討修製品項決策、工時衡量方法、人力編配基準、修製時程安排等項目對基地修製作業之影響，進而整合訂定通用裝備基地修製策略目標。

欲精進通用裝備修製作業能量最重要為採用正確的「修製策略目標」，建立有效率「作業模式」，適時、適質、適量達成修製任務。然決策是任何作業行動的核心，而作業研究(Operations Research)是輔助決策的科學方法；² 因此掌握作業研究思維方法，並將作業研究技術予以充份運用，是提高指揮決策及參謀作業水準的重要途徑。

生產排程規劃為一重要且不可或缺的管理決策工具，其目標以滿足顧客需求為首要，所考慮的是在投入與產出間找到最適化的平衡。軍工廠(生產工廠、基地廠中心、聯保廠)除了受物料及機具設備的限制，可資運用的人力工時為重要的限制因素，因此在投入端將工時做合理的規劃與分配，有助生產排程規劃及控制，對最適化的產出也有正面的幫助。

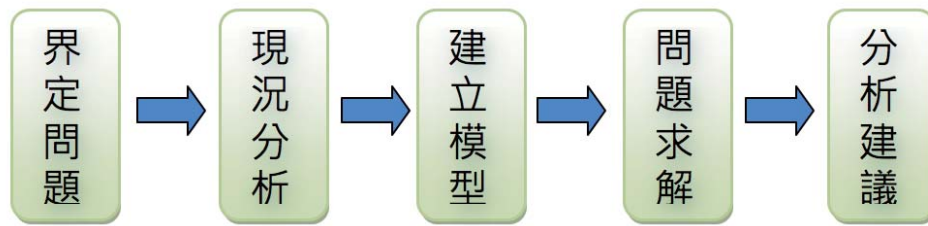
本文係以國軍通用裝備修製人力編組、作業方式、修製工時等因素，以數量分析方法導出各類型裝備之最適維修組合。將W修護所實際基地修製環境建構一「數學模式」，並輸入所蒐整之工時資料、人力現況、修製時程等限制條件，以現行作業研究-LINGO套裝軟體，求出基地修製能量「最佳組合」，並將求算結果歸納、分析、整合，以正確訂定通用裝備基地修製策略目標，有利釐清修製時程等作業要素與修製決策的關係。運用現行作業研究-LINGO套裝軟體，輸入所蒐整工時資料、人員現況，找出「最佳解」以提供年度製定「最佳修護組合」參據。本文問題求解流程如圖一所示。

貳、相關理論探究

歷來有關生產排程規劃之問題，已有

1 《中華民國104年國防報告書》(臺北：國防部，民國104年10月)，頁137。

2 潘昭賢、葉瑞徵譯，《作業研究》，第八版(臺中：滄海書局，西元2006年9月)，頁4-120。



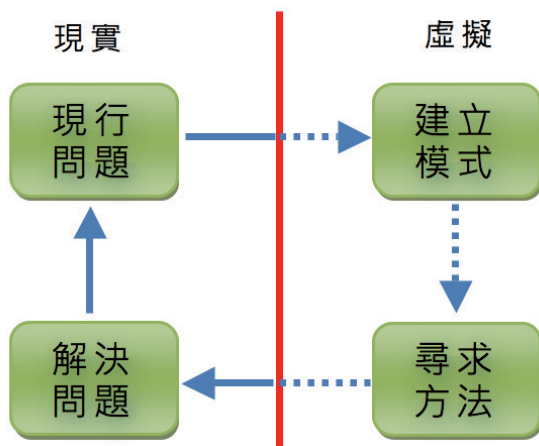
圖一 問題求解流程圖

(資料來源：本研究繪製)

許多位學者針對不同的情境進行研究，為確認本文之範圍、方法與模型之正確性及適用性，本章針對專案排程，及線性規劃之求解等議題，收集相關文獻並進行探討與分析，並建構一套基地修製最佳組合之規劃模式。求解模式建構如圖二所示。

一、資源限制

大部分排程問題都需要考慮資源限制的



圖二 求解模式建構圖

(資料來源：本研究繪製)

問題，Bector (1990) 將資源限制專案排程問題做如下之定義：「資源限制專案排程問題，為一群具有執行順序與資源限制關係的作業活動所成之集合，在已知的作業需時與資源需求下，進行各項作業的安排與執行，任何一個作業在執行期間，皆必須隨時更新其資源之使用狀況，並做合適的安排與調整，以達到最適化專案管理的目標」。³ 黃祥熙等人 (2004) 曾指出資源調配有三種調配型態：⁴

(一) 時間成本交換問題

不同之作業需時及不同之資源需求，其各種組合會對應不同之總成本及計畫總工期。時間、成本交換之目的在於選擇適當之時間/成本組合。

(二) 資源限制問題

專案計畫執行中，因可供使用之資源數量有限，必須藉由排定作業取用資源之順序來化解衝突，必要時應延長工期以滿足資源限制。利用調整合適之資源取用順序，期使

3 Bector, F. F. (1990), "Some efficient multi-heuristic procedures for resource-constrained project scheduling," *European Journal of Operational Research*, 49(1), p. 3-13.

4 黃祥熙、黃竣民、張毓倫，〈預防保養與零工式生產排程之研究〉《先進工程學刊》（臺北），第4卷第3期，西元2004年7月，頁243-248。

專案能夠在最短工期下完成。

(三) 資源拉平問題

一般專案對於資源取用之政策，係採取作業能盡早取得資源之排程法則，如此一來，作業執行期間可能面臨資源安排不均之現象，因此必須在不影響工期之條件下，利用作業允許之餘裕時間，調整作業之開始及結束時間，以消除每日資源需求不均之現象。

二、專案排程

排程 (Scheduling) 是指在有限的資源限制下，將訂單的生產計畫，轉換為生產活動的過程，並考慮生產活動中各個時間點的最佳配置，決定所有工作的起始時間及施作順序，所以排程須同時考量資源與執行順序等之限制 (Boctor, 1990、毛志奇, 2004)。⁵ 為了讓工作能如期完成，且讓花費之成本降低，排程是製造業及營建業於規劃與執行階段最重要之議題之一，如新產品的研發、軟體的設計開發、工廠建築、土木工程及企業資源需求規劃等，皆須借助專案規劃與控制的相關技術，方可使專案順利完成 (Karumanasseri & AbouRizk, 2002、Jiang & Shi 2005、蔡登茂, 2001)。⁶

實務上在營建工程執行過程中，由於可供使用的資源數量有限，可能造成在某些時間點可以同時進行的作業，因資源限制而無法並行，必須排定作業取用資源的順序以化解衝突 (蕭文達, 2009)。⁷ 劉應忠 (2004) 在野戰保修工時研究中亦提及，專案經理必須在資源受限的情況下，安排各專案作業的排程，以使總專案延遲最小化，或使總專案淨現值最大化。⁸ 過去十幾年來，國內外學者針對資源限制之排程問題之相關研究相當多，有關資源限制之排程問題的求解模式，又可以分為最佳解法及近似解法兩大類。

三、線性規劃

現代管理組織常面臨的問題，就是如何針對其所擁有的資源 (包括資金、機器設備、原物料、人力、時間...等) 做充分有效的運用，以達成該組織的使命，但對任何機構，無論組織多龐大，其所能掌握及利用的資源必定是有限的。因此，如何在有限資源條件下，將這些有限資源使用於多種競爭用途的活動中，尋求最佳 (Optimal) 分配方式，自然成為一個重要問題。

本文認為在現有組織中，所追求的目

5 同註3。

6 Karumanasseri, G., and AbouRizk, S., "Decision support system for scheduling steel fabrication projects," *Journal of Construction Engineering and Management*, 2002, 128(5), p. 392-399.

7 蕭文達，〈考慮勞工能量消耗與總工時之最佳化派工模式〉（臺中：國立中興大學土木工程學系博士論文，西元2009年6月），頁5-23。

8 劉應忠，〈「線性規劃」方法應用於「野戰保修工時」之研究〉（臺北：國防管理班93年班畢業論文，西元2004年6月），頁12-19。

標，不外乎是最小成本、最小閒置時間、最大產量、最高效率或最大利潤等，也就是決策者必須在多項因素或條件之限制下求取極值（極大值或極小值）。又這些限制條件多屬不等式為多，如果目標函數和所有的限制式皆為線性函數時，可用線性規劃來求解，若其不等式中有非線性時，則需使用非線性規劃。因此，尋求一個線性「模式」，幫助我們解決「問題」是我們所追求的。

就一組織而言，其各項資源間的利用與目標之達成，均屬直線關係，就可應用線性規劃（Linear Programming, LP）這種計量決策工具求解。⁹ 線性規劃是利用數學模式來表達問題的關聯性，所謂線性指模式中任何數學式皆為直線方程式，亦即方程式中不能有二次以上之未知變數或者兩個未知變數以上相乘的現象，只能是單變數且為一次方，其一般式為：

$$f(X) = A_1X_1 + A_2X_2 + \cdots + A_nX_n$$

式中 A_i 為已知數， X_i 為未知變數， $i=1,2,\dots,n$

所謂規劃係指計畫之意，如何計畫最有效、最佳的經濟活動，所以線性規劃主要是用來協助解決組織的經濟資源分配問題。以最低的代價，獲得最高的效益。因此，要應用線性規劃時，需知其有四個重要的假設：

（一）確定性（Deterministic）

在數學模式中所有的參數，包括目標函

數係數（ C_j ）與限制條件中之技術係數（ A_{ij} ）和擁有可用資源的數量（ B_i ）等皆為已知且確定的數字。這些數據一般都是用估計得到且不可能固定不變，若這些數據發生變化，可用敏感度分析解決問題。

（二）可分性（Divisibility）

本假設有兩種含義，其一為各項資源可分割，如某項資源可生產不同的產品；其二為每一個決策變數（ X_j ）不一定是整數，可以為小數，如果一定要整數的話，可以使用整數規劃（Integer Programming, IP）獲得整數解。

（三）可加性（Additivity）

在線性規劃模式中所涉及的各项經濟活動，必須相互獨立，因此，經濟活動的總量便為各項作業相加之總和。如生產不同的產品，總利潤為各種不同產品的利潤之總和，一項資源使用總量為此項資源用在不同產品的使用量之總和。

（四）比例性（Proportionality）

在線性規劃模式中，各項有關經濟活動所需的資源數量呈比例的增減變動，如生產1件甲產品需要3單位A原料的投入，如果想生產10件甲產品，則需要30單位A原料的投入，或生產1件甲產品可獲利5元（或成本5元），則生產10件甲產品可獲利50元（或成本50元）。

線性規劃除了上述四項假設外，也要知

9 楊國隆、熊高生，《作業研究入門引導使用LINGO》（臺北：松岡書局，西元2008年3月），頁6-89。

道有「明確的目標」，是在求極大值或極小值，且必須有多種選擇方案，如果只有一種方案（如僅生產單一產品），則無從選擇比較。

參、現行作業模式

年度修製計畫係於計畫前24個月初次擬定呈報，以此作為用料整備之依據，計畫製訂將年度區分12個月排定分月進度。¹⁰ 計畫品項擬定及決策模式有既定的模式，現行作業模式區分的階段及期程管制如下：

一、基地修製計畫擬定

（一）修製計畫初次擬定（D-24月）

基地修製品項區分主件（參考參數為編現比、修護能量、庫存待修品數量、年損壞繳庫平均數量等）及總成（參考參數為修護能量、需求量、欠撥量、庫存待修品數量、待修品獲得預判等），計畫初次擬定時，首先檢討修製人力、應有修製工時等，據以編訂修製計畫。

（二）初次計畫核定暨用料需求檢討（D-22月）

基地初次修製計畫核定後乙個月內完成資料修訂及翻修用料需求檔（DML）之建立，保修處依初次建檔資料內容審核回饋，供基地核對校正。對研修成功之各式裝備（總成）項目，可參考美軍（友軍）同型裝備之用料數據或實際耗用經驗數據辦理初次建檔。配合

年度修製計畫，依近三年度耗料經驗（每百部耗用率）、修護用料狀況及年度修製需求，檢討建立翻修用料需求檔，並據以分析年度修護計畫成本。翻修用料需求建檔後，依電腦存管資訊產生之需求項量，建立年度計畫翻修用料基準，做為翻修用料籌補之依據，以利料件籌補能按既定時程獲得。

（三）修製計畫第一次修訂（D-18月）

初次計畫項目不變為原則，保修處依需求及庫儲待修品修訂修製數量，其修訂幅度以不超過計畫數15%為上限，並將該計畫總工時概略平均分配於執行年度每個月份，排訂分月進度呈報審查。

（四）修製計畫第二次修訂（D-4月）

基地依待修品獲得素質、料件獲得實況等因素檢討修訂必要；經檢討有修訂時需，方可辦理第二次修訂，原則僅可異動第一次修訂計畫之排程。修製用料申請（年度前3個月）係依工令所列裝備（總成）項量辦理，料件獲得即可支援各修護所進行修製作業。基地修製線配置如圖三所示意。

二、現行問題描述

目前W修護所修製品項區分主件及總成，修製排程擬定主要參據人力工時辦理，修製人力檢討依核定兵力目標為基準，軍官及聘雇人員以現有人員計算，士官、兵以編制數90%計算。全年可用工時計算，係以編制作

10 國防部，《聯勤通用裝備補保勤務手冊（民91年版）》（臺北：聯合後勤司令部，西元2002年6月），頁4-1~4-32。



圖三 基地修製作業實況（資料來源：引用自聯合後勤季刊）

業員額乘以兵力目標，再乘以修製單位每人每年1,3XX工時計算。¹¹筆者具有多年基地修製經驗，W修護所實務狀況描述如下：

- （一）W修護所在下達修製品項及數量決策時，多數憑各部門之主管過去的經驗或主觀意識訂定修製目標，未透過公正客觀的資料據以擬定，工時的運用往往無法達到最適化的目標。
- （二）修製計畫審查評估時未運用作業研究或方法論等模式分析，其產生的結果往往無法結合實務需求，如修製項量過多或無法滿足部隊需求等情形，即

產生備而未用或用而未備的困境。

肆、模式建構

本文參考W修護所的作業實況，探討的問題焦點為「以線性規劃建構基地修製決策目標」，構建一個修護排程模式。首先描述過去基地修製排程之問題，接著說明假設條件，並建立數學模型，最後說明模式運算結果及模型之應用與使用時機。

一、研究母體及假設

W修護所專責工兵裝備翻修，因通用工

11 國防部，《○○機構106年內部基地級修製計畫》（臺北：陸軍後勤指揮部，西元2016年6月），頁1-5。

兵裝備修製品項包括工兵重、輕裝備、工兵小型機械、工兵器材等品項繁多，且各類裝備均由獨立修製所負責未有關聯性，因此本文以主要裝備-工兵重型裝備為例，建構工兵裝備基地修製系統模型，其他類型工兵裝備可適用同一模式。

為確保本研究模式架構合理且能符合實際之應用，在模式構建上，本文參考W修護所之實務作業，提出下列幾點假設條件：

- (一) 修製用料供補及採購均可依年度計畫如期獲得。
- (二) 所有機具操作、保養維護均能正常運作。
- (三) 品質管制、最初及最終檢驗工作均能

推動執行。

(四) 修製工時可合理運用，不受其他因素影響。

(五) 預算均可按年度編列額度獲得、運用。

(六) 修製能量不受分月製程影響。

二、年度修製品項、單件工時及權重

通用工兵裝備年度修製需求項、量係由F指揮部核定，本模型參考年度修製品項設計，各項主件、總成之工時係經由工時衡量呈報權責單位審查核定；本文為合理推估修製能量在工時、修製量及權重等部分預設模擬數據。年度修製品項單件工時如表一所示。

表一 年度修製品項單件翻修工時表

F基地W修護所年度修製品項單件翻修工時表						
區分		品名	單件工時(Hr)	需求量限制		需求優先權重值
				最低	最高	
主件	1	M9裝甲戰鬥推土機	3,285	2	10	6
	2	D7G推土機	1,845	5	9	4
	3	D7H推土機	1,815	2	15	2
	4	LCL多功能工兵車	2,896	5	10	6
	5	LS2800挖土機	2,020	3	9	4
	6	320B挖土機	2,016	1	6	2
	7	D7R推土機	2,059	3	15	2
	8	MEP115A 60kw發電機	1,130	20	40	6
	9	200kw發電機	1,780	10	15	6
總成	10	檜樹飛彈柴油引擎	166	10	30	2
	11	16CFM打氣機化油器	3	15	40	2
	12	9CFM打氣機化油器	2	15	50	2
	13	中興5kw發電機柴油泵	14	10	25	4
	14	中興5kw發電機噴霧器	6	10	20	2
	15	200kw燃油泵總成	20	2	15	2

資料來源：本研究整理

表二 年度各月份修製人力工時表

區分	人力/工時	備考
可用人力(人)	106	以兵力目標90%列計
可用月工時(小時)	11,9xx	工時計算基準以1,3xx小時/人計算
可用年工時(小時)	143,6xx	

資料來源：本研究整理

三、修製人力

本文系統模型按實際狀況（新進人員、退伍、出差、受訓、住院）合理設定，其中新進人員係以完成三個月專長訓練始計算有效人力，熟手與半熟手等不列入變項考量。

因每月人力工時有限，依每月預估兵力及每一人力工時求出每月可用工時為11,9xx小時。年度各月份修製人力工時如表二所示。

四、數學模式

在數學模式建構前，茲定義模式相關之參數與變數如下。

參數：

x_{ij} ：第i月份修護的j裝備。i代表1至12月；j代表修製品項，主件為1……9；總成為1a……1f）例如1月修1號主件為 x_{11} ，12月修1號主件為 x_{121} 。

y_i ：1至12月份人力工時（ y_1 …… y_{12} ）。

x_i ：裝備種類之數量（1為M9裝甲戰鬥推土機……1f為200kw燃油泵總成）。

目標式常數項：為裝備需求優先予以權重（相對重要性）。

限制式常數項：裝備單件修護工時。

決策變數：

x_i ：裝備種類（亦是參數中裝備種類之數量）（ $x_1, x_2, \dots, x_9$ 為主件； $x_{1a}, \dots, x_{1f}$ 為總成）。

Maximize：

$$Z = \sum_{i=1}^{15} T_i * X_i \dots\dots\dots (1)$$

$$(Z = 6 * X_1 + 4 * X_2 + 2 * X_3 + 6 * X_4 + 4 * X_5 + 2 * X_6 + 2 * X_7 + 6 * X_8 + 6 * X_9 + 2 * X_{1a} + 2 * X_{1b} + 2 * X_{1c} + 4 * X_{1d} + 2 * X_{1e} + 2 * X_{1f})$$

目標式（1）為最適化基地修製品項及數量組合，決策變數： x_i ：各種裝備維修數量（ $x_1, x_2, \dots, x_9$ 為主件； $x_a, \dots, x_f$ 為總成），T：為各類裝備優先權重值。

Subject to：

限制式一：

$$\sum_{j=1}^{15} H_j * X_{ij} \leq y \dots\dots\dots (2)$$

每月所修品項數量設為 x_{ij} （i代表1至12月；j代表修製品項，主件為1……9；總成為a……f），例如：1月修1號主件為 x_{11} ，12月修1號主件為 x_{121} ；因每月人力工時有限，依每月可用人力工時求出右邊常數項，如例：1月份

之人力工時必須小於等於11,9xx小時。

在(2)式中為12個月份修護人力工時限制式， H_j ：各類型裝備單件修護工時。 X_{ij} ：i=月份；j=各類型裝備數量。 y ：每月可運用之人力工時。

$$\sum_{i=1}^{12} \sum_{j=1}^{15} H_j * X_{ij} \leq Y \quad \dots\dots\dots (3)$$

在(3)式中， H_j ：各類型裝備單件修護工時。 X_{ij} ：i=月份；j=各類型裝備數量。 Y ：全年度可運用之人力工時。

限制式二：

$$X * j = \sum_{i=1}^{12} X_{ij} \quad \dots\dots\dots (4)$$

在(4)式中， X_j ：各型裝備全年總修護數量。 X_{ij} ：i=月份；j=各類型裝備數量。

限制式三：

$$L_i \leq X * j \leq H_i \quad \dots\dots\dots (5)$$

在(5)式中， X_j ：各類型裝備總修護數量。 L_i ：年度最小需求量。 H_i ：年度最大需求量。

限制式四：因修成品項均為整數，設決策變數值為整數。

$$X_j \in N \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$X_{ij} \in N \quad \dots\dots\dots (7)$$

在(6)(7)式中， X_j ：全年度裝備修護數量。 X_{ij} ：每月份裝備修護數量。前述所有數值限制為正整數。

目標式(1)為2016年1月份至12月份通用裝備修製主件數(決策變數為 $X_1, X_2, \dots, X_9$)及總成件(決策變數為 $X_a, \dots, X_f$)之最佳組合，並按其需求優先賦予權重值；限制式(2)為每月可用工時限制；限制式(3)為全年度可運用之人力總工時；限制式(4)為各類裝備修護的加總數量；限制式(5)為各項裝備需求限制；限制式(6)、(7)為正整數的限制。檢視W修護所目前實務運作資料發現，此模式的問題規模不大，可直接利用LINGO數學規劃軟體求解。

伍、實證模擬分析

本文所列數學模式經過LINGO套裝軟體運算後求解最佳組合如下：

年度最佳修製組合量為 $X_1=8$ (M9裝甲戰鬥推土機8部)、 $X_2=9$ (D7G推土機9部)、 $X_3=2$ (D7H推土機2部)、 $X_4=10$ (LCL多功能工兵車10部)、 $X_5=9$ (LS2800挖土機9部)、 $X_6=1$ (320B挖土機1部)、 $X_7=3$ (D7R推土機3部)、 $X_8=40$ (60kw發電機40部)、 $X_9=15$ (200kw發電機15部)、 $X_a=30$ (檳樹飛彈引擎30具)、 $X_b=40$ (16CFM打氣機化油器40具)、 $X_c=50$ (9CFM打氣機化油器50具)、 $X_d=25$ (5kw發電機柴油泵25具)、 $X_e=10$ (5kw發電機噴霧

器20具)、 $X_f=15$ (200kw燃油泵總成15具)，合計15項277件。各月份進度配置品項、數量表如表三所示。

設計之年度修製計畫最佳組合模式藉LINGO程式運算，求出最適修製品項組合、分月修製進度及人力工時運用實況，這些量化資料可做為年度基地修製計畫排定之的參據。然而修製目標的策訂，並不完全僅就程式導出之數據做出唯一決策，須就建構修製系統模型相關因素分析檢討，再輔以LINGO程式整合設計導出所欲目標值，據以策訂完整修製目標。實際運用情形說明如次：

一、修製品項權重

年度修製計畫擬定的第一個目標為檢討

修製品項之目標數，就W修護所而言，計畫性修製品項係由F指揮部檢討各部隊需求之重要優先次序，及考量基地修製能量據以核定，F指揮部所賦予基地廠年度修製品項的數量有上限與下限的範圍（如本文限制條件中之修製最大量與最低量），故在決策年度修製品項之確定數量時，必須依上級給予的限制條件（規定）內，按所望目標賦予權重，以利導出最適量之目標值。

例如目標式設為下列(8)式，限制式同本文(2)、(3)、(4)、(5)、(6)、(7)：

$$\begin{aligned} \text{Max} = & 6 * x_1 + 4 * x_2 + 2 * x_3 + 6 * x_4 + 4 * x_5 + 2 * x_6 + \\ & 2 * x_7 + 6 * x_8 + 6 * x_9 + 2 * x_a + 2 * x_b + 2 * x_c + 4 * x_d + 2 * x_{1e} + \\ & 2 * x_f \dots\dots\dots (8) \end{aligned}$$

表三 各月份進度配置品項、數量表

區分	總數	月分配											
		1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
M9裝甲戰鬥推土機	8					3						4	1
D7G推土機	9		1	1			1				6		
D7H推土機	2						2						
LCL多功能工兵車	10	1			4					5			
LS2800挖土機	9	5						3			1		
320B挖土機	1						1						
D7R推土機	3												3
MEP115A 60kw發電機	40	1	11		3	3	5		13				4
200kw發電機	15			7			1	5			1	1	
檳樹飛彈柴油引擎	30	2	4	4		10			1	3			6
16CFM打氣機化油器	40	1	14	4	2	16	2						1
9CFM打氣機化油器	50	50											
中興5kw發電機柴油泵	25					2	3	1	8		7	4	
中興5kw發電機噴霧器	20	20											
200kw燃油泵總成	15	15											

資料來源：本研究整理

本文所稱的權重為在相同條件下各項裝備(需求)優先的相對重要性，權重的依據或影響的要素可能包含重要演訓、救災需要…等等，在目標式中給予不同的權重值，同樣能產生最適化的效果。

其中6,4,2,……2,2即以各類裝備的需求優先順序賦予權重值，代表需求優先越高之項目納入越優先列修裝備。依據前開所述，修製品項權重賦予，可依保修政策、部隊需求情形、重大戰演訓任務等要求，檢討合理的比例配置，藉由LINGO程式運算，導出所望最佳修製的組合。另亦可依任務需要限定某項重要裝備數量，求出其他裝備的可修量。例如：年度因救災任務需要M9裝甲戰鬥推土機12部、D7G推土機10部，其求解時在LINGO模式僅需將原限制式中修改 $X_1=12$ ； $X_2=10$ 即可運算求解。

此模式最佳組合結果統計如表四所示，且符合所設之所有限制條件。

二、修製人力的關聯

人力工時為作業能量的來源，修製單

位需要建立或保持多大的維修能量，應運用數學模式計算，否則毫無根據的裁員或擴編，都將衍生組織編配不當造成無法達成任務或人員(資源)閒置等情事，關於人力編配的標準亦可藉由本文之LINGO模式運算。例如欲求W修護所增加1倍兵力後(106〔人〕*2*1,3xx〔每人年度總工時〕/12〔月〕=287,2xx)，其產能變化情形如表五所示。

三、修護工時的關聯

工時衡量為影響修製數量的重要因素，本文所列主要限制式即以裝備維修工時為限制，在人力未增加時欲提升某種裝備修製數量，可朝向精減工時方面檢討。一般衡量工時的方法可用動作與時間研究法、工作抽樣法、技術評估法、統計分析法、綜合數據法等五種檢討精進，然而精減工時並非毫無目的、毫無根據，否則恐致修製品質降低的情形，要能精減適切工時可經由本文所列LINGO程式運算，訂定量化的目標。例如：吾人欲提升M9裝甲戰鬥推土機1部修製量，可從D7G推土機、LCL工兵車或其他主件、總成

表四 限制部分裝備數量後修護量分析表

種類	裝備 1	裝備 2	裝備 3	裝備 4	裝備 5	裝備 6	裝備 7	裝備 8	裝備 9	裝備 10	裝備 11	裝備 12	裝備 13	裝備 14	裝備 15	合計
限制前	8	9	2	10	9	1	3	40	15	30	40	50	25	20	15	277
限制後	12	10	2	9	3	1	3	40	15	30	40	50	25	20	15	275
比較	限制 12	限制 12		-1	-6											

資料來源：本研究整理

表五 人力調整前、後修護項量分析表

裝備區分	裝備1	裝備2	裝備3	裝備4	裝備5	裝備6	裝備7	裝備8	裝備9	裝備10	裝備11	裝備12	裝備13	裝備14	裝備15	合計
人力調整前	8	9	2	10	9	1	3	40	15	30	40	50	25	20	15	277
人力調整後	10	9	15	10	9	6	15	40	15	30	40	50	25	20	15	309
比較	+2	-	+13	-	-	+5	+12	-	-	-	-	-	-	-	-	+32

資料來源：本研究整理

精減總工時目標3,285工時，即可將節約之工時投入於修護M9裝甲戰鬥推土機。

陸、結論與建議

本文根據W修護所工廠實務作業模式，利用數理規劃及目標最大化的觀念，參佐年度可用人力工時、單件修護工時及部隊需求實況等限制特性，構建一個修護排程組合模式。此模式為整數規劃問題，利用LINGO數學規劃套裝軟體求解，此模式對最佳修護組合有良好的適用性。

為評估模式的實用績效並展示本文模式之應用，本文以W修護所106年度實際修護資料為例進行數學運算，本模式明顯改善傳統排程方法，最佳修護組合可以滿足所有限制條件，此模式排程效果甚佳。另外，本文模式應可為一有效的規劃工具，以輔助W修護所規劃最佳的修護排程組合，然而W修護所未來在實務作業前，應進行了解模式的特性及相關的限制條件，使決策能更滿足其實務的需要。

基本上「數學模式」的建構與「現實」如何「精準描述」，有賴於修製作業主管「專業知識」。本文提供的架構僅為一個起點，重點於修製計畫的擬定，在實際作業上尚有擴充延伸探討之處。例如「計畫性備料與基地修製計畫」的關係、修製執行時如何選擇適當工具、適當製程予以整合等達到作業最佳工作效率，因此後續可以將計畫性備料、修製用料採購、品質管制、設施布置、組織架構、人員訓練等因素加入模式中，以建立一個更完整、深入的作業研究架構，以便觀察在不同的「指標」中有無差異，以及相互間的互動關係。

作者簡介

徐禮睿上校，志願役預官85年班，指參班94年班，運籌管理碩士101年班，戰略班103年班，現職甲級職業衛生管理師，甲級衛生師，營建工程管理副訓練師，現任後訓中心技訓分部主任。