

軍事設施維修最佳化之研究- 以聯合後勤學校為例

作者/吳明璋少校

提 要

- 一、軍事工程良窳，影響國軍人員、武器裝備妥善及整體武力發揮，自精實案以來，各部隊組織編裝調整及工程人員裁撤，使營區設施維護管理不易，且近期由於全球經濟衰退，導致國防經費緊縮，加上裝備汰換更新，使軍事工程投資預算相對縮減。
- 二、本研究將就軍事工程執行現況探討，就「設施修繕維護」層面，以「聯合後勤學校」為研究範疇，將年度內各項預算、所屬營舍、面積，歷年整修項目、金額等，作為相關數據，律定其權重，計算投資效益，建立一套數學最佳化模式，求取最大整修效益。
- 三、為使本研究合理可性，並廣泛運用至各級部隊，針對影響效益變化之重要關鍵因素(如預算金額、權重比例、整修限制等)，作一敏感度及方案分析，探討內部數據變化情形，以利適時檢討修正，做為指揮官設施整修參考之依據，確保營舍使用壽期。

關鍵詞：最佳化模式、最大整修效益、敏感度分析、分析。

前 言

國防預算的編列與支出，除因應當前敵情威脅外，主要取決於政府財政收支狀況，近年來由於政府預算縮減、武器籌購需求增加，使得軍事設施維護經費相對緊縮，另就軍事工程執行現況而言，由於軍中工程人員不斷精簡，導致作業人力不足，礙於經費及人力限制，使其營舍維護成效不彰，無法確保建物使用壽期，在國防預算有限情形之下，就預算編列而言，不得不做其「最佳化運用」，本研究將就「設施維護」層面加以探討，運用最佳化模式觀念¹，在有限預算之下，求其最大之整修投資效益，增進房建物使用壽期。

營區設施修繕問題，常因各種主觀因素影響（如預算分配、政策、天然災害等），導致無法實際針對所需整修之營舍及項目，實施全面而有系統、效率

¹顏上堯，《最佳化設計與管理》（桃園：國立中央大學土木研究所最佳化理論課程教材，2008年9月），頁1-140。

之整修，本研究目的在以運用最佳化數學規劃理論基礎，以電腦為運算工具，將所屬營舍及整修工項，作為本模式之「變數」，並運用現有房屋中文清冊內相關數據，作為模式「參數」，並依現行作業規定訂定相關「限制條件」，設計一套客觀的「最佳化應用模式」。

為求其模式合理可行，並廣泛運用至各級部隊，藉由演練測試結果，將影響效益之重要參數、限制式等，進行敏感度及方案分析，以利適時修正數學模式，使其程式得以依據單位特性需求調整，廣泛運用至各級部隊。

現行作法與參考文獻

現階段軍事工程，均以老舊油、彈庫設施為改善重點，另廠、庫房設施，則藉由武器裝備籌購及教學能量建置，編列廠庫房整（修）建預算，其餘官兵基本生活設施，則多以維持門預算實施局部整修，未納入優先項目。

本部各單位於「需求呈報階段」，因需考量因素甚多（如整修項目、預算、建物耐用年限、人員裝備調整等）常因時間緊迫，無法從容客觀審查各房建物損壞情形，而逕行排定整修優先順序，導致於後續各階段各級審查作業時，遭其踢退及刪減，使實際需求無法有效落實執行。

本研究參考相關法令規章計有：「預算法」、「中央政府總預算編製辦法」、「政府公共工程計畫與經費審議作業要點」等，作為預算分配、實施整修項目之依循，並參考相關軍事、學術文獻²，取其對軍事及民間工程之作業規定及策略規劃、運算分析等專業，參酌運用，期能合於現況。

以往之軍事文獻著重於工程規劃設計、履約管理及整修維護之督導管理及實務作法，而多未能充分利用作業研究方法（數學規劃模式、線性規劃），將各營舍現況、相關決策條件及限制因素納入檢討，導致理想與實際有所落差，影響建物使用壽期；就民間學術文獻而言，針對線性、整數規劃、一般資源指派及預算規劃等領域，均有深切之探討與分析。

本次將以軍事工程實務經驗，結合最佳化理論實務運用，將相關數據化為數學模式，律定其變數、參數及限制式等，並利用電腦軟體 EXCEL 整合資料，進行最大投資效益之運算分析，以進行整修指派作業及有效管控預算。

² 吳澤成，《都市公共工程建設計畫評估模式之研究》（桃園：國立中央大學土木工程系碩士論文，1998 年 7 月）；蕭妃真，《財政壓力下預算編製策略之研究》（台北：台北大學公共行政暨政策學系碩士論文，2003 年 7 月）；許澤民，《國軍新興工程作業流程與管理機制之研究—以陸軍作業模式為例》（桃園：國立中央大學土木工程學系碩士論文，2005 年 3 月）。

模式構建及求解方法

一、模式構建：

(一) 整修標的與分類：

就聯合後勤學校而言，現有營產設施區分房屋及建物兩大類，本次僅以房屋納入需求檢討，並細分為生活設施、教學設施、庫房廠房、辦公設施、公共設施、其他設施等 6 大類；就營舍整修需求層面，計有高壓、低壓、屋頂防漏、浴室整修、廁所整修、牆面整修、內部整修及其他等 8 項，並結合面積及歷年整修預算配合營舍，作為本模式之決策變數。

(二) 整修預算區分：

檢討年度「維持門」預算，如 140112-設施修繕維護、140104-庫儲補給與管理、140105-軍事單位保修、120115-作戰與訓練購置綜合作業等 4 大整修預算，針對支用範疇進行設施維護。

1.設施修繕維護與管理（科子目：140112）

適用於一般生活營舍室內外之整修（含寢室、餐廳、伙房、中正堂、水電設施及電力系統等）。

2.庫儲補給與管理作業（科子目：140104）

適用於庫儲作業庫房室內外之整修(含料件架庫房、庫儲設備、作業機具、水電設施及電力系統等)。

3.軍事單位保修（科子目：140105）

適用於保修作業及教學所需之各項內外之整修(含庫房、廠房、作業機具、水電設施及電力系統等)。

4.一般作戰設施（科子目：120115）

適用於各項作戰及訓練設施（如崗哨、碉堡、訓練場地、戰備跑道、訓練設施、場地等）。

(三) 假設條件、決策變數、集合說明、參數、數學模式說明：

1.假設條件：

為確保模式架構的合理性，且能符合實際之應用，在模式建構上提出下列幾點假設條件：

(1)該校 51 棟各類營舍，大致區分為生活設施、教學設施、廠房庫房、辦公設施、公共設施、其他設施等 6 類型，各營舍其可整修預算、項目將依據各分類標準執行。

(2)各營舍各類整修預算將以面積為計算依據，區分 4 級，計算基準如下：

- A.第一級(0~1000)平方公尺：以 1 基準計算。
- B.第二級(1000~1999)平方公尺：以 2 基準計算。
- C.第三級(2000~2999)平方公尺：以 3 基準計算。
- D.第四級(3000~3999)平方公尺：以 4 基準計算。

(3)各類整修項目計有高壓、低壓、屋頂防漏、浴室整修、廁所整修、牆面整修、內部整修及其他等 8 項，其各項目依近 3 年經驗估算：

- A.高壓電力：新台幣 40 萬元／1,000 平方公尺。
- B.低壓電力：新台幣 10 萬元／1,000 平方公尺。
- C.屋頂防漏：新台幣 100 萬元／1,000 平方公尺。
- D.浴室整修：新台幣 60 萬元／1,000 平方公尺。
- E.廁所整修：新台幣 80 萬元／1,000 平方公尺。
- F.牆面整修：新台幣 20 萬元／1,000 平方公尺。
- G.內部整修：新台幣 30 萬元／1,000 平方公尺。
- H.其他：新台幣 5 萬元／1,000 平方公尺。

(4)依據單位特性，聯合後勤學校為軍事教學單位，以教學任務為主，各類營舍計有生活設施、教學設施、廠房庫房、辦公設施、公共設施、其他設施等 6 大類型，為例於投資效益計算，律訂各類營舍權重如下：

- A.生活設施：40%。
- B.教學設施：35%。
- C.廠房庫房：30%。
- D.辦公設施：35%。
- E.公共設施：20%。
- F.其他設施：15%。

2.決策變數說明：

x_{ij} ：執行第 i 棟營舍之第 j 項整修項目

3.集合說明：

(1) E_k 為第 k 類設施之營舍集合($k=1\sim6$)，可實施之整修營舍 (i) 之集合。

- A. E_1 生活設施：{編號：4、7、8、17、20、23、24、28、32、37、48、49、50、51 營舍}。
- B. E_2 教學設施：{編號：9、11、38、39 營舍}。
- C. E_3 廠房庫房：{編號：2、3、10、12、15、29、30、31、33、34、36、40、41、42、43、44、45、46、47

營舍}。

D. E_4 辦公設施：{編號：5、6、16、19、22、35 營舍}。

E. E_5 公共設施：{編號：1、13、14、18、21 營舍}。

F. E_6 其他設施：{編號：25、26、27 營舍}。

(2) F_k 為第 k 類設施($k=1\sim6$)，可實施之整修項目 (j) 集合。

A. 生活設施：{可實施第 1、2、3、4、5、6、7 項整修}。

B. 教學設施：{可實施第 1、2、3、5、6、8 項整修}。

C. 廠房庫房：{可實施第 1、2、3、5、6、7、8 項整修}。

D. 辦公設施：{可實施第 2、3、5、6 項整修}。

E. 公共設施：{可實施第 1、2、3、4、5、6、8 項整修}。

F. 其他設施：{可實施第 1、2、5、8 項整修}。

4. 參數說明：

(1) s_{ij} ：執行第 i 棟營舍之第 j 項整修項目所獲得之工程效益。

(2) c_{ij} ：執行 j 整修項目所需費用 (新台幣：萬元)。

(3) E_k ：第 k 類設施之營舍集合($k=1\sim6$)，可實施之整修營舍(i)之集合

(4) F_k ：為第 k 類設施($k=1\sim6$)，可實施整修項目(j)之集合

(5) i ：執行第 i 棟營舍整修， $i=1\sim m$ 。

(6) j ：執行第 j 類整修項目， $j=1\sim n$ 。

(7) B ：總預算 (新台幣：萬元)。

(8) b_{14} ：生活設施+辦公設施預算 (新台幣：萬元)。

(9) b_2 ：教學設施預算 (新台幣：萬元)。

(10) b_3 ：廠庫房設施預算 (新台幣：萬元)。

(11) b_{56} ：公共設施+其他設施預算 (新台幣：萬元)。

(12) B_i ：第 i 棟原設施整修預算， $i=1\sim m$ (新台幣：萬元)。

5. 數學模式：

(1)	$\max Z = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n s_{ij} * x_{ij}$	執行各營舍之各類整修獲最大投資效益
(2)	$\sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} * x_{ij} \leq B$	1. 總預算限制 2. $B=3,000$ 萬
(3)	$\sum_{i \in E_1 \cup E_4} \sum_{j \in F_k} c_j * x_{ij} \leq b_{14}$	1. 生活+辦公設施預算限制 2. $b_{14}=1,500$ 萬
(4)	$\sum_{i \in E_3} \sum_{j \in F_k} c_{ij} * x_{ij} \leq b_3$	1. 廠庫房設施預算限制

		2.b ₃ =500 萬
(5)	$\sum_{i \in E_2} \sum_{j \in F_k}^m c_{ij} * x_{ij} \leq b_2$	1.教學設施預算限制 2.b ₂ =500 萬
(6)	$\sum_{i \in E_5 \cup E_6} \sum_{j \in F_k}^m c_{ij} * x_{ij} \leq b_{56}$	1.公共+其他設施預算限制。 2.b ₅₆ =500 萬
(7)	$\sum_{j \in F_k} c_{ij} * x_{ij} \leq 0.6 B_i, i = 1 \sim m$	1.每棟營舍各類整修預算總和限制。 2.需小於原預算 60%
(8)	$x_{i2} \geq x_{i1}, i = 1 \sim m$	執行高壓，低壓須一併整修
(9)	$x_{i3} \geq x_{i6}, i = 1 \sim m$	執行牆面，防漏需一併整修
(10)	$x_{i4} \geq x_{i7}, i = 1 \sim m$	執行內部，浴室須一併整修
(11)	$x_{i5} \geq x_{i7}, i = 1 \sim m$	執行內部，廁所須一併整修
(12)	$x_{ij} = 1 \text{ or } 0, i = 1 \sim m, j = 1 \sim$	零壹限制

本研究除依現況完成相關決策變數、參數及限制條件設定外，並利用電腦 LINGO 7.0 系統軟體，借重其程式全面、快速、有效及準確之運算特性，求得最大之整修效益，並探究內部運算細部結果，檢討分析，結合決策者（部隊長）政策思維，做出作合乎部隊實需之整修決策，以其預算有效發揮。

二、求解方法：

本研究利用 LINGO 數學規劃套裝軟體進行求解模式。LINGO 軟體主要使用於求解最佳化問題 (Optimization Problems)；其求解原理是先以單體法 (Simplex Method) 求取線性最佳解，若線性最佳解不為整數解時，再利用分枝界限法 (Branch and Bound Technique) 進行整數解的求解。

（一）計算所屬各營舍數量，並依使用特性將其分類、歸納，統計經常維修工程項目，訂定整修工項類別，預判所需預算，作為本研究計畫數學模式之「變數」。

（二）將年度可運用之經費整合，依其可供支用範圍、特性及限制，律定相關限制條件，作為數學模式之「限制式」。

（三）依單位特性需求，律定各類營舍及整修項目之比重，運用電腦程式系統，計算執行後之效益，求其投資效益之「最大值」。

（四）於獲得最大投資效益時，檢視內部運算成果，列出各營舍所執行之整修項目，供其決策者（部隊長）全面及客觀之整修建議。

範例測試

本測試係以構建模式之整數規劃式，經由 LINGO 7.0 套裝軟體運算求解，求其最佳化與傳統方式所得之成本效益差距，以證實經過最佳化模式處理後之營區設施整修維護問題，確實較傳統方式選定整修標的方法為優。最後並對各項參數及限制條件(如鬆綁分類預算條件限制、調整各類營舍比重等)，影響模式構建之最大成本效益結果作一敏感度及方案分析，以瞭解因參數及限制式等條件改變，實際影響其運算結果之差異程度，並可依據此結果提供決策者作為決策之參考依據。

一、決策變數之擬定

本範例決策變數 X_{ij} 共計 408 個， i 為所屬營舍($i=1\sim51$)，另依據營舍類型 E_k ，區分 k 類集合($k=1\sim6$)； j 為可整修項目 ($j=1\sim8$)，另依據各類營舍整修限制 F_k ，區分 k 類集合($k=1\sim6$)。

二、作業參數及限制

本模式參數計有：執行第 i 棟營舍所實施之 j 整修項目所得之工程效益，各類營舍整修比重、面積區分及各類整修預算相關計算基準，詳如下表 1：

表 1 各項參數計算基準表

營舍類別比重	營舍面積分類	各類整修預算
1.生活設施：40%。 2.教學設施：35%。 3.廠房庫房：30%。 4.辦公設施：35%。 5.公共設施：20%。 6.其他設施：15%。	1.第 1 級(0~1000) m ² ： 以 1 基準計算。 2.第 2 級(1000~1999) m ² ： 以 2 基準計算。 3.第 3 級(2000~2999) m ² ： 以 3 基準計算。 4.第 4 級(3000~3999) m ² ： 以 4 基準計算。	1.高壓電力： 40 萬元/每 1,000M ² 2.低壓電力： 10 萬元/每 1,000M ² 3.屋頂防漏：100 萬元/每 1,000M ² 4.浴室整修： 60 萬元/每 1,000M ² 5.廁所整修： 80 萬元/每 1,000M ² 6.牆面整修： 20 萬元/每 1,000M ² 7.內部整修： 30 萬元/每 1,000M ² 8.其 他： 5 萬元/每 1,000M ²
1.營舍類別比重基準，依各營區單位特性自行律定。 2.營舍面積計算基準，採累進式計算，區分四級計算。 3.各類整修預算計算，為依單位面積所預判整修所需之金額。 ※整修效益 S_{ij} ：營舍類別比重*營舍面積級數*各類整修預算/100 (如表 4-3)。		

資料來源：作者自行繪製(依據單位任務特性及房建物面積、整修所需經費調製)

三、測試與結果分析

利用 LINGO 7.0 軟體程式進行模式求解，作業平台為 Microsoft Windows Vista，硬體設備為 Centrino Core 2 Duo Processor T7500 2.2GHz, 800 MHz FBS, 4GB L2 Cache, 2 GB DDR2 RAM，目標函數及各項限制式在輸入前均先經過 EXCEL 軟體程式構建，具有快速、方便之效果。

(一) 測試運算結果，最大效益為 845，耗費時間 4 秒，如下表 2 所示：

表 2 運算結果及各項數據分析表

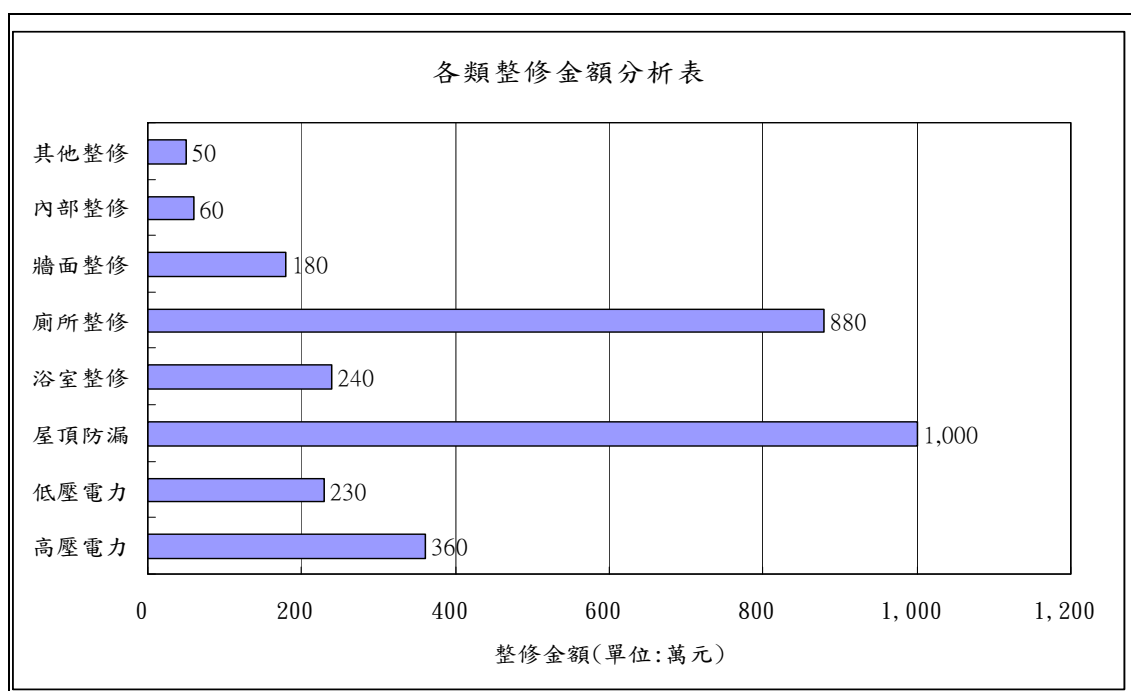
LINGO Solver Status [LINGO1]		
Solver Status	Variables	
Model Class: MILP	Total:	336
State: Global Optimum	Nonlinear:	0
Objective: 0	Integers:	336
Infeasibility: 0	Constraints	
Iterations: 28663	Total:	261
	Nonlinear:	0
Extended Solver Status	Nonzeros	
Solver Type: B-and-B	Total:	1686
Best Obj: 845	Nonlinear:	0
Obj Bound: 845	Generator Memory Used (K)	
Steps: 6200	225	
Active: 0	Elapsed Runtime (h:mm:ss)	
	00:00:04	
Update Interval: 2	Interrupt Solver	
	Close	

變數	:	336
限制式	:	261
最大效益	:	845
設定誤差	:	0.1%
循環次數	:	28,663
分支次數	:	6,200
預算時間	:	4 秒

資料來源：資料來源：作者自行繪製(運用 LINGO 7.0 電腦作業系統運算結果)

(二) 各類整修項目統計：

經統計各類修繕金額以屋頂防漏整修金額最多(約為 33.3%)，廁所次之(約為 29.3%)，其他整修最少(約為 1.6%)，如下圖 1 所示：



	生活辦公	廠房庫房	教學設施	公共其他	合計
高壓電力	200	0	160	0	360
低壓電力	60	60	40	70	230
屋頂防漏	700	100	100	100	1,000
浴室整修	180	0	0	60	240
廁所整修	240	320	80	240	880
牆面整修	60	20	100	0	180
內部整修	60	0	0	0	60
其他整修	0	0	20	30	50
合計	1,500	500	500	500	3,000

圖 1 各類整修項目經費統計橫條圖

資料來源：作者自行繪製(運用 LINGO 7.0 預算結果，藉由 EXCEL 系統繪製圖表)

(三) 綜合比較表：

各類營舍在預算條件限制下，均於限定範圍之內，各類營舍整修類別統計，如下圖 2 所示：

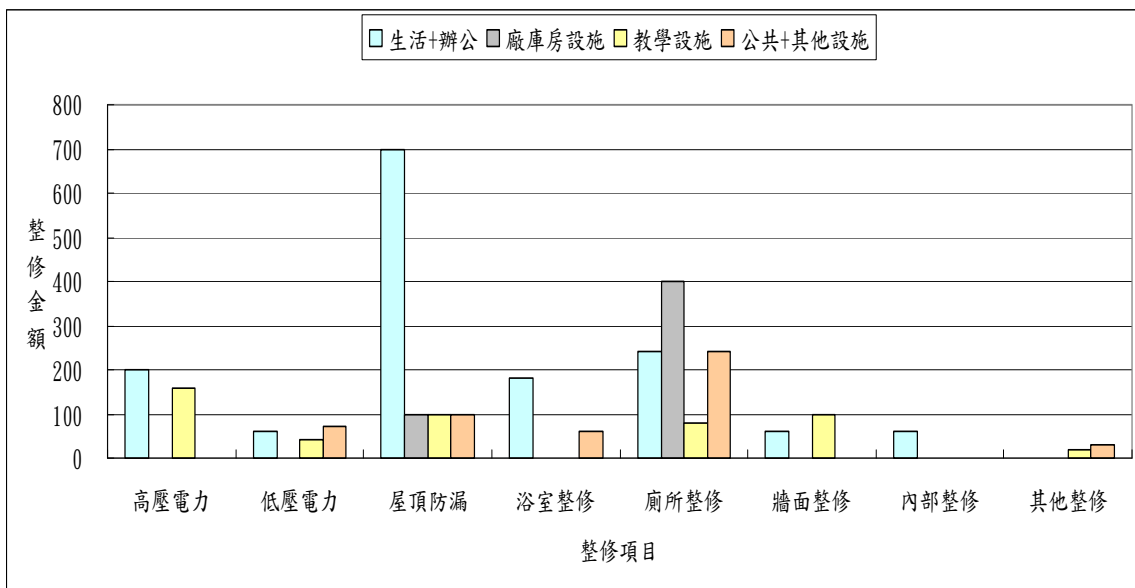


圖 2 綜合分析直條圖

資料來源：作者自行繪製(運用 LINGO 7.0 預算結果，藉由 EXCEL 系統繪製圖表)

綜上所述，各項數據顯示，當年度預算為 3,000 萬時，其結果以辦公及生活設施中的屋頂防漏項目，所占比例最大，所使用預算為 700 萬，占總預算 23.3%。

四、現況作法分析比較

軍事工程施作與否，大致取決於政策、預算、需求及主官決策等，首先由各單位呈報各類需求，由各業管依據各年度預算排定優先順序，以具危安因素、使用頻率等為分配原則，其過程常因預算調整、政策變動、任務推展等，變更

其內容，導致產生應考量而未考量之情形，該校所轄營區甚多，常無法全面落實評估，使其多處營舍疏於維護，衍生危安事件。

五、模式效益

經由本研究模式之測試範例結果，96 年度傳統作法效益僅為最佳化模式結果求 90.82%，如下表 3 所示，遠不及最佳化模式求得結果，另就整體考量之週延、客觀性，因最佳化模式之種種限制，使得各項數據均可達要求範圍。

表 3 傳統作法與最佳化模式分析結果比較表

	傳統作法	最佳化模式	差異(%)
效益	767.5	845	9.18%
時間	---	4 秒	
準確性	低	高	
客觀性	低	高	

資料來源：作者自行繪製

就目前國軍所屬營區及單位工程人員編製比例而言，該校編制負責軍官 2 員(少校 1 員、上尉 1 員)，需執行單位各項工程、營產及水電相關業務，所轄營區計 6 處，作業能力明顯不足，本次藉重「最佳化」預算系統，以準確、客觀評估各項作業標的，以取得最佳數據，供決策者參考運用，國軍所屬單位，均具有營區分散、房建物數量眾多、土地面積廣大等業務特性，歷年來就土地及房建物管理而言，因作業人力因素，均難以全面考量、有效落實，衍生眾多管理不善問題。

六、敏感度與方案分析

敏感度分析為事先探討各項參數對於本模式之結果影響，依據輸入參數求解各項參數對最大投資效益之影響程度，以利收集其相關參數資料，找出影響目標值的敏感參數，適度調整、修正，利於決策者作為管理之依據。本研究敏感度分析個別針對三項參數實施研究探討：

(一) 總預算調整敏感度分析

1. 目的：

(1) 為求得預算增減與最大效益關係，將預算範圍調整由 $\pm 10\%$ 為放寬至 $\pm 20\%$ ，探討最大效益變化情形，並針對內部整修項目，進行方案分析。

(2) 為節約國防預算，提升整體施政效能，本項敏感度分析將針對預算額度逐步調整，依據最大效益結果，探討所需經費編列上限值，以求得年度最佳預

算編列額度。

2.作法：

(1)將預算由 2400 萬、2700 萬、3000 萬、3300 萬、3600 萬逐步調整，依最大效益斜率變化情形，探討預算增減與最大效益之變化，並針對內部整修結果進行方案分析。

(2)將預算由 3,000 萬，以等差（每次增加 3,000 萬），逐步增加至 2 億 4,000 萬元，藉由最大效益變化，獲得各類整修預算上限值，尋求最佳預算編列範圍。

3.結果：

(1)依據下圖 3 所示，總預算由 2400 萬調整至 3600 萬，在此範圍下，預算增加約與最大效益同等比率。

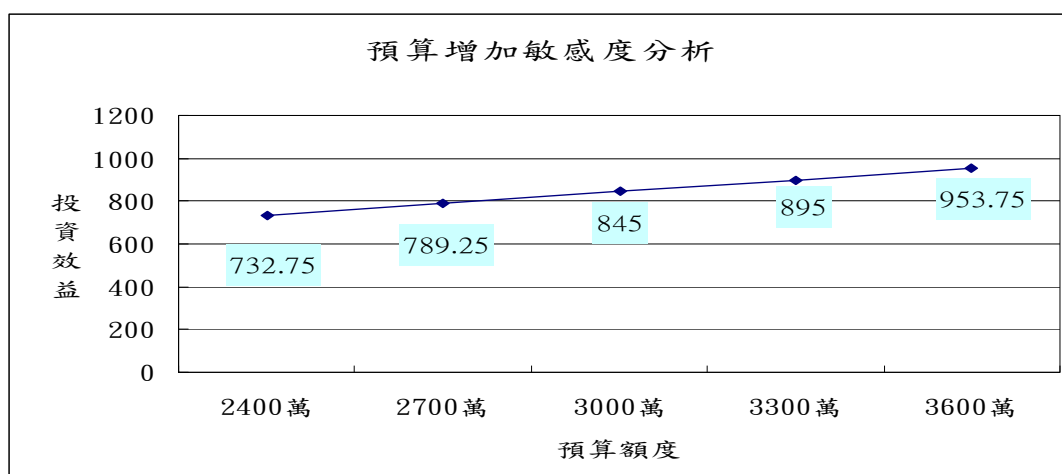


圖 3 總預算調整(2400 萬~3600 萬)最佳效益敏感度分析折線圖

資料來源：作者自行繪製(運用 LINGO 7.0 預算結果，藉由 EXCEL 系統繪製圖表)

(2)當總預算調整由 3,000 萬逐步調整至 3 億元時，依曲線斜率變化情形，如下圖 4 所示，最大效益變化曲線主要區分 A、B、C 三段（A=3,000 萬至 9,000 萬、B=9,000 萬至 2 億 4,000 萬、C=2 億 4,000 萬至 3 億元），就各區段分析，A 段斜率最大，投資效益最佳，預算使用可直接反應於投資效益上，B 段斜率較小，投資效益較差，當預算增加投資效益，無法全數有效反應於投資效益之內，C 段斜率為 0，無投資效益，當預算增加，均無投資效益可言，依據測試結果得知，敏感度以 3,000 萬至 9,000 萬效益增加較為明顯，當預算編列超過 2 億 4,000 萬時（如圖 5），即為無效投資（各類整修預算均已到達上限）。

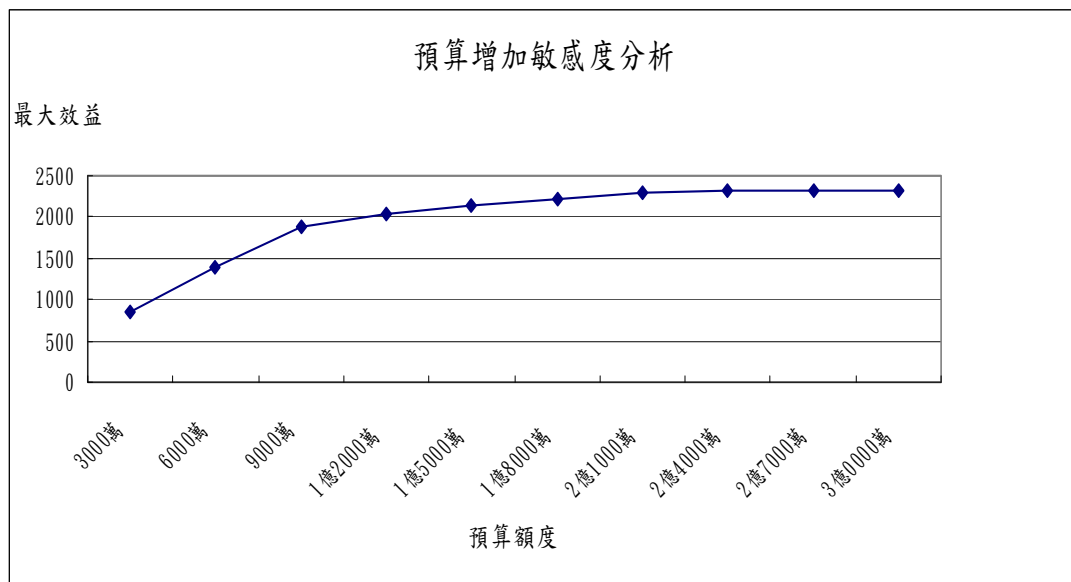


圖 4 總預算調整(3000 萬~3 億元)最佳效益敏感度分析折線圖

資料來源：作者自行繪製(運用 LINGO 7.0 預算結果，藉由 EXCEL 系統繪製圖表)

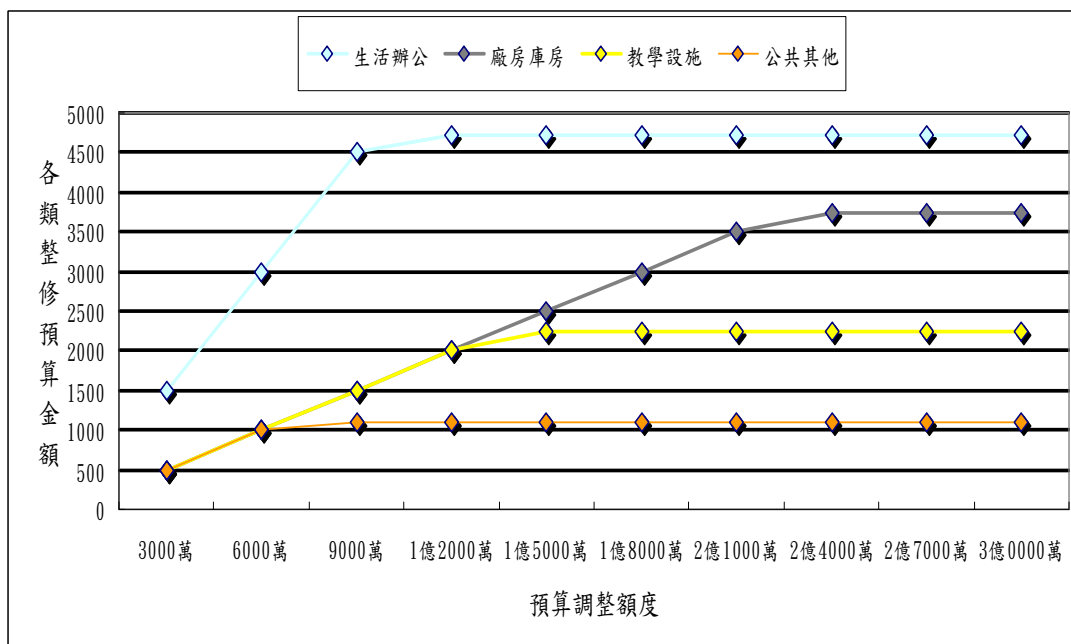


圖 5 總預算調整(3000 萬~3 億元)各項營舍整修預算增減折線圖

資料來源：作者自行繪製(運用 LINGO 7.0 預算結果，藉由 EXCEL 系統繪製圖表)

(二) 單項比重調整敏感度分析 (以廠房庫房設施為主：增加 10%~100%；生活及辦公設施為輔：增加 10%~50%)

1.目的：

為使本研究模式使用更為多元，並結合實際需求，使其更具備可變化、調整性，將其假設一特定狀況，在特殊情形之下，針對特定營舍，調高比重，使效益增加，探討其經費運用比例變化情形，並分析其內部結果。

2.作法：

先行解除內部預算額度限制，假設單位因地區聯合保修廠房擴編及陸軍裝備籌購等教學能量建置需求增加政策導向，要求提升廠房庫房設施整修，依據想定狀況，將廠房庫房設施比重由增加 10% 提升至 100%，如下表所示，本敏感度分析重點，主要在於探討各類設施預算比例變化情形，如下表 4 所示。

表 4 廠房庫房設施比重增加各類營舍整修金額比例變化分析表

項次	條件改變	效益	生活辦公	廠房庫房	教學設施	公共其他
1	限制未解除	845	50.00%	16.66%	16.66%	16.66%
2	內部預算 限制解除	1003	40.33%	52.67%	6.67%	0.33%
3	增加 10%	1050	40.33%	52.67%	6.67%	0.33%
4	增加 50%	1241	40.33%	52.67%	6.67%	0.33%
5	增加 60%	1288.7	40.33%	52.67%	6.67%	0.33%
6	增加 70%	1334.4	33.67%	59.33%	6.67%	0.33%
7	增加 80%	1388.1	33.33%	59.67%	6.67%	0.33%
8	增加 90%	1438.8	33.33%	59.67%	6.67%	0.33%
9	增加 100%	1489.5	33.33%	59.67%	6.67%	0.33%

資料來源：作者自行繪製(運用 LINGO 7.0 系統運算結果繪製)

3.結果：

由表得知，當總預算內部限制解除之後，各類營舍整修金額比例產生極大之變化（生活辦公 50~40%、廠房庫房 16.66~53%、教學設施 16.66~6.67%、公共其他 16.66~0.33%），就預算比例變化得知，廠房庫房所編列之預算明顯不足，餘類型營舍編列預算，則超出實質所需預算，就其結果而言，該校預算編列仍有其檢討空間。

（三）整修項目限制解除方案分析

1.目的：

為使整修項目合理可行，針對部分整修項目依據其性質及工程慣例，以連動、相互執行集中方式施作，律定整修項目施作之限制條件，為探討整修項目內部之整修限制對最大投資效益之影響程度(就純粹數學數據分析)，將針對 A、B、C、D 等 4 項限制($A = X_{i2} \geq X_{i1}$; $B = X_{i3} \geq X_{i6}$; $C = X_{i4} \geq X_{i7}$; $D = X_{i5} \geq X_{i7}$)，以解除限制方式，評估其限制對最大效益影響，並加以判斷是否須遷就最大效益之獲得而解除整修條件限制。

2.作法：

針對各項限制(A、B、C、D)作其限制前及解除限制後之各項分析，探討限制解除後，對最大效益之影響，如下表 5 所示。

表 5 整修項目限制解除運算結果及各項數據分析表

項次	整修項目	效益	變數	限制式	循環次數	分支次數	差異
1	限制 ABCD	845	336	210	34,814	6,849	0.59%
2	無整修限制	850	336	57	18,999	7,013	
※ $A = X_{i2} \geq X_{i1}$; $B = X_{i3} \geq X_{i6}$; $C = X_{i4} \geq X_{i7}$; $D = X_{i5} \geq X_{i7}$							

資料來源：作者自行繪製(運用 LINGO 7.0 系統運算結果繪製圖表)

3.結果：

整修項目限制之目的，為使整修工項合理化，避免重複投資，經測試結果得知，整修項目限制對最大效益影響不大(為 0.59%)，卻可使實際工程執行更為合理可行，故整修項目限制對本研究模式無重大影響，且實屬必要。

(四) 小結：

依據敏感度分析(一)之結果，就總預算調整而言(2400 萬~3600 萬)，由最大效益變化曲線圖得知，在此範圍下，預算調整約與最大效益變化斜率大致相同，就預算調整各類整修項目比例增減表結果而言，各類整修項目在各預算調整比例變化其差異性不大；當總預算放大調整為(3,000 萬~3 億元時)，依據曲線斜率變化情形得知，最大效益變化曲線主要區分 A、B、C 三段(A=3,000 萬至 9,000 萬、B=9,000 萬至 2 億 4,000 萬、C=2 億 4,000 萬至 3 億元)，就各區段分析，A 段斜率最大(投資效益最佳)，B 段斜率較小(投資效益較差)，C 段斜率為 0(無投資效益)，依測試結果得知，年度預算編列以 3,000 萬至 9,000 萬

為宜，當預算編列超過 2 億 4,000 萬時，即為無效投資（各類整修預算均已到達上限）。

依據敏感度分析（二）之結果，單項比重之調整，實可為因應國家政策改變所需，不過本次研究將其生活設施比重由 10% 增加至 100% 時，測試結果需將比重提升至 70%，才會獲得較為明顯之差距，單項比重之調整應於一定程度以上，對測試結果才具備其影響能力。

依據方案分析（三）之結果，純粹就數學數據探討，整修項目之限制，對最佳投資效益之影響不大，亦可使模式規劃趨於合理可行，符合現況時需及各項工程執行慣例，後續運用應確實審認各項整修之限制條件，不但可使模式規劃接近於現實環境所需，更可避免因重複投資所形成之浪費。

結論與建議

本研究乃以最佳化之數學規劃理論，建立其數學模式，並以實際營區進行實務測試，求取最佳之營區設施整修結果，以供各級單位參考運用，本研究模式，有別於傳統方式，置重點於簡單、準確、快速地獲得最佳方案，目的在於節約預算、縮短判斷做為及作業時間，提供多元、客觀、全般考量之整修建議，提供決策者合理、有效之建議，避免發生因未全面考量、作業時間倉促及主觀因素等干預，導致發生實際決策與現況無法有效結合情形發生，經測試，本研究模式符合預期成效，對其實務運用合理可行。

一、模式運用

本研究模式之各項變數及參數，以「聯合後勤學校」之房屋中文清冊內之各項數據為準，其目的在使未來各單位如需運用本研究，作為整修參考依據，僅需依據各單位營區現況資料（房、建物中文清冊）輸入各項數據，即可在同一基準下，得到有效、客觀之參考數據，無需再行考量各項數據成果即可「全面運用」。

二、敏感度及方案分析

（一）就總預算編列而言：

為準確編列營區整修預算，首先針對總預算部份進行敏感度分析，其目的在於避免預算浮濫編列，使投資效益得以有效發揮，避免不必要之預算浪費，就敏感度分析（一）得知，最大效益並未隨總預算增加而成等比例之增加，此一結果顯示，預算編列仍有一定範圍，而非無限上綱。

（二）就比重調整而言：

國軍單位種類繁多，為使本計畫更趨多元，以假設條件，想定特殊情形，依敏感度分析（二）結果，就單項比重增加，即可發揮相當成效，未來更可供國軍各級單位，依單位任務特性適時調整權重，以符合單位需求。

（三）就整修限制而言：

為考量工程實際運作情形，將整修工項，做其適度修正，其目的在使規劃模式更趨於合理可行，並可避免預算重複投資，形成資源浪費，就方案分析（三）結果，就純粹數學數據分析而言，整修項目限制，並未導致最大效益有明顯差異，就工程實際執行而言，整修限制實屬必要，且對結果無重大影響。

作者簡介

吳明璋少校，中正理工學院土木科專 27 期、陸軍工兵學校軍工班 90 年班、陸軍後勤學校正規班 11 期、國立中央大學土木工程研究碩士；曾任營產官、工程官、修護官、所長，教官，現任職於聯合後勤學校動力機械組教官