

軍事工程建案效益分析探討 ——以跑道整建工程為例

作者/李承泰、王世景

審者/羅裕耀、高阿福

提要

- 一、國軍執行各項軍事重大巨額採購及建案工程，皆須辦理可行性評估並依循「中央政府中程計畫預算編制辦法」及「政府公共工程計畫與經費審議作業要點」相關規定辦理。
- 二、可行性評估係以預測為前提，以投資效果為目的，從技術、經濟及管理層面，進行綜合分析研究的方法。可行性研究的基本任務，是對新建或改建項目的主要問題，從技術及經濟角度進行全面地分析研究，並預測投資後的經濟效果，在既定的範圍內進行方案評估驗證，並合理地利用資源，以達到預定的社經效益。
- 三、然軍事工程往往以無收入來源為由，而忽略相關分析。為使國軍在推動重大工程建設時能遵循「中央政府中程計畫預算編制辦法」，本次研究找尋可代替收入來源因子，並進行成本效益分析，在維持國防建軍的同時，也能瞭解國軍工程建設的經濟價值。此外，行政院公共工程委員會自民國101年起推動政府採購全生命週期，將維護營運管理階段納入工程規劃階段要項，故本文納入全生命週期理念，使未來軍事建設在研擬可行性評估與分析經濟效益的同時，也能遵循其理念。

關鍵詞：可行性評估、經濟效益分析、軍事工程、全生命週期

圖片來源：青年日報



壹、前言

國軍因應各項戰備任務需求執行建案採購，除依行政院所屬各機關中長程個案計畫編審要點，擬定十年建軍構想及五年兵力整建計畫，可分為戰備工程、機密工程及營改基金工程，¹ 另配合行政院公共工程委員會政府公共工程計畫與經費審議作業要點、行政院主計總處附屬單位預算執行要點、國防部國軍營繕工程教則、國軍武器裝備獲得建案作業規定以及國軍營舍及設施改建基金建案作業規定，執行計畫前，須完成需求計畫書及可行性評估作業。以達妥善運用有限國防預算、合理編列工程預算、整體規劃設計、提高國軍工程品質及避免浪費建設經費等目的。

可行性評估報告內容須包括計畫目的、基本資料調查及分析、計畫內容及概述、環境影響概述、建築相關法令、土地取得、民間參與之初步可行性評估、財務效益評估、節能減碳、性別影響評估、在地住民意見、選擇方案及代替方案之成本效益分析報告、預期效益結論及建議方案等13項相關內容撰寫。²

在軍事工程執行可行性評估階段，需進行選擇方案及代替方案的成本效

益分析報告。然絕大部分軍事工程未執行成本效益分析，主因是一般常用的效益分析工具中，如淨現值法（Net Present Value, NPV）和內部報酬率法（Internal Rate of Return, IRR）係基於預測的現金流量和特定的折現率執行計算得其現值或再加以計算評估，且大多數軍事工程並無收入現金，故無法計算成本效益。但若使用前述兩種方法，則能幫助決策者在數據化的支撐下執行決策。若一個項目的NPV為正，則意味該項目在所選的折現率下是有價值的，而若該項目的IRR高於所選的閾值，則意味該項目更有吸引力。因軍事國防預算有限，對相關軍事採購支出特別重視優先順序，另根據「中央政府中程計畫編製辦法」第五章第二十五條規定，有關政府公共建設、科技發展及社會發展個案計畫之擬編，應加強財務規劃，對具自償性者，須列明自償比率，並詳細評估所需經費及成本效益。故成本效益分析對軍事工程之重要性不言而喻。

綜合上述，國軍工程在採購前進行可行性評估非常重要，其中又以成本效益分析最為重要。國軍工程採購應以「打、裝、編、訓、用」的戰略思維作為採購計畫的最大考量，透過成本效益分析

1. 郭宗孟，《國防部軍事工程作業手冊》（第二版），（臺北市：國防部，民國109年），頁16。

2. 同註1，頁18-19。

確保每一分錢都能產生最大效用。故在本次研究中，期能找到可取代收入及折現率進行模擬計算，以取得軍事工程成本效益分析合理性。

本文透過淨現值法及內部報酬率試算國防部空軍司令部機場設施整建工程專案的可行性評估，並在新竹空軍第二戰術戰鬥機聯隊「主跑道整建工程」中，以編列款項進行成本效益分析作為案例。為配合行政院工程會推展全生命週期工程，嘗試計算新竹主跑道工程建案執行的資本化分析，以便編列全生命週期維護經費。然該機場純為軍用，並無相關收入來源，故使用該機場訓練批次作為基本計算，並依照「國營航空站助航設備及相關設施收費費率表」規定，計算降落費作為收入。此外，本次成本效益分析僅考慮跑道整建土木工項，未納入其他費用的徵收，例如地勤場地設備使用費、安全服務費、飛機供電設備使用費及助航設備服務費等。

計算時需參考飛行人數和架次，然此恐涉及軍事機密。故以公開資訊作為參據，以監察院公布，空軍第二聯隊於2017年空勤體格檢查表中，共有95名空

勤人員服役，³ 以此作為人數計算之基礎；另依北約飛行訓練標準，每人每月至少15小時，⁴ 據此作為架次計算之基礎，每人每月須進行15批次的訓練。為更符合效益化之要求，將考慮貼現率，並以無風險利率進行計算。另為配合行政院工程會推展全生命週期工程，進行新竹空軍機場主跑道整建工程的可行性評估。若考慮全生命週期的理念，使用資本化成本進行運算，以掌握整體工程全生命週期之總金額最高限制。惟國軍目前尚未有可參考之維護單價，故參考桃園機場「111年至112年桃園國際機場鋪面維護工程」的開口式契約金額，以求得維護單價。

貳、研究面向分析說明

一、成本效益分析

成本效益分析是一種評估計畫或方案經濟可行性的方法。美國最早運用於新政時期的洪水控制計畫，後來逐漸適用其他公共事業的經營分析。直到1960年代，成本效益分析才進一步應用到聯邦政府的預算過程，成為擬編設計計畫預算的分析工具。⁵ 在我國，預算法第三

3. 羅添斌，〈空軍調查報告〉《自由時報》，民國109年6月20日。

4. 陳昀，〈「面對體制性問題，減少空軍人才壓力」記者會〉《自由時報》，民國111年1月21日。

5. 張四明，〈成本效益分析在政府決策上的應用與限制〉《行政暨政策學報》，第3期，民國90年8月，頁45。

十四條修正後，要求重要公共工程和重大施政計畫先製作選擇方案和替代方案的成本效益分析報告，並提供財源籌措和資金運用的說明，方可編列概算和預算案，並送交立法院備查；在美國，許多公部門廣泛使用成本效益分析的趨勢和論述。從國內外的發展趨勢可知，成本效益分析在政府決策中的重要性將日益普及，係幫助確定最佳的資源分配方式（如表一）。⁶

成本效益分析已廣泛應用於教育、

交通、環保、社會福利等公共領域，並被預算法規定為必要分析，以全民健保及國民年金為例，均係運用成本效益分析，探討提供不同服務的成本效益及配置國家預算資源。⁷ 未來，將更為廣泛地研究與應用，其重要性亦日漸提升。本研究透過成本效益分析探討新竹空軍機場整建的可行性，提供未來決策之參據。

二、機場跑道鋪面材質區分

機場設施包括跑道、滑行道和停機坪等設施，均需有鋪面，也可稱為道面。

表一 成本效益分析於美國的趨勢與論述

領域	內容
聯邦政府部門	成本效益分析是常用的政策評估工具，惟過度依賴可能忽略非經濟因素。有學者和政策制定者探索如何整合非經濟因素進入成本效益分析框架，例如生態效益評估、社會影響評估等。
公共衛生	成本效益分析被廣泛應用於評估預防和治療措施的效益。近年來，面臨新興傳染病和老年化人口等新挑戰和機會。
環境保護和自然資源管理	成本效益分析被廣泛應用於評估政策和計畫的效益，例如美國國家海洋和大氣管理局，便針對海洋資源管理進行成本效益分析研究。
新評估方法	成本效益比較分析係成本效益分析的一種變種，將不同政策和計畫的效益轉化為一個共同的單位，例如每年拯救的生命數或每年減少的碳排放量等，從而更容易進行比較和評估。

資料來源：本研究整理

6. John C. Randolph,〈Cost-Benefit Analysis in Environmental Decision Making〉《Environmental Science & Technology》,Vol.34,No.21,(November, 2000)。
7. 周麗芳，〈國民年金的成本效益分析〉《社區發展季刊》，第91期，西元2000年10月，頁119-127。

機場鋪面需要提供一個堅實、穩定、平坦的表面，以承受航機重複輾壓。對機場而言，主要荷重區域範圍可視跑道等級、機型及最大起降重量而定，通常分布於跑道中心線兩側30至60公尺的區域範圍。此外，機場鋪面亦需應對環境因素的週期性變化，因此，除人為目視檢查外，尚需配合使用相關儀器進行數據蒐集和分析，如落重撓度、平坦度和抗滑係數等檢測，而鋪面又分為剛性及柔性兩種。

（一）剛性鋪面

為混凝土結構，其使用壽命可達15至20年以上，惟使用頻率高、航機重量大及氣候變化等因素將加速其損耗。每次航機通過均對鋪面造成一定程度的疲勞損傷，經久即形成裂縫，成為外界物質入侵的管道，造成底層淘空、局部崩損或剝脫，更甚者將引起板塊的斷裂沉陷，使原本平整的鋪面形成段差，進而損壞航機的起落架或形成碎塊，嚴重影響機場營運安全。在剛性鋪面新建完成的3年之內，首要考慮接縫功能的完整和維持。填縫材料將因老化而產生損壞，如不及時維護，可能會發生進一步的邊、角裂損之

狀況，故須及時清除損壞並更換新的填縫料，使鋪面恢復一定的服務水準。10至15年以上的鋪面，通常會開始產生結構性破損，且可能已經喪失底層支撐，此時須採取局部的板塊切除重鋪、綴縫裝置重建、表層加鋪或快速置換工法等措施，以達延長使用壽命之目的。⁸ 在鋪面使用壽命的後期，則須積極維護與更新，以保障機場營運的安全和順暢。

（二）柔性鋪面

為瀝青混凝土結構，因瀝青混凝土具有良好的彈性和靈活性，能承受載重和防止破裂，故被廣泛應用作為鋪面材料。此外，瀝青混凝土還可透過改變配方以提高其強度和耐久性。早期柔性鋪面設計僅以路基土壤簡略試驗為主，且交通量分析模式亦不夠嚴謹，導致鋪築材料厚度需仰賴經驗作主觀性設定。現階段則需綜合考量路基土壤強度、交通量分析、鋪築材料及環境因子等條件，方能決定鋪築結構種類、強度與厚度。⁹ 柔性鋪面承受荷重時，係以層理論進行逐層分攤垂直應力；同時，受到航機反覆輾壓與天候因素，也將造成瀝青老化，引

8. 黃心華，〈重視接縫養護，才能不減損機場剛性鋪面的使用壽命〉，財團法人國家政策研究基金會-國政分析，<https://www.npf.org.tw/3/10041>，檢索日期：民國112年5月10日。

9. 房性中，〈臺灣地區鋪面工程之現況問題探討與展望〉《鋪面工程》，第3卷第1期，民國94年3月，頁1-8。

發龜裂及剝落等問題。故柔性鋪面應於5至10年間執行預防性刨鋪。即使如此，此項工法仍因瀝青施工速度快、完工至開放時間短及利於機場營運（尤其是戰備）而備受青睞。

三、機場鋪面生命週期說明

行政院公共工程委員會於民國101年1月5日公布「公共工程全生命週期管理机制參考手冊」，後經逐年推展，續於民國109年1月22日核定「工程會教育訓練計畫」，其中便納入政府對全生命週期的概述，由此可知，其對公共工程全生命週期管理的高度重視。

公共工程的全生命週期係初始期的概念形成與可行性研究，到建設期的規劃設計及施工建設，最終至運營期的運營維修與除役拆除，¹⁰ 在可行性評估階段，需評估興建機場鋪面的經濟效益及社會效益等因素，以確定工程的可行性；在規劃階段，需評估使用情況和環境條件，以決定鋪面的設計參數；在設計階段，需更詳細的設計與工程經濟分析，以確定最佳設計方案；在施工和維護階段中，則需確保鋪面的正確施工，並定期檢查和維護，以延長鋪面的使用壽命，另需

同時進行定期的維護成本分析，以確定最佳控制方案。

公共工程全生命週期管理可協助各機關進行公共工程營建的效益評估和控制成本，而在此過程中，需充分考慮工程環境和社會效益，並制定相應的控制措施，以確保工程的可持續性，以達成永續發展之目標。

四、成本效益計算工具-淨現值、內部報酬法及資本化成本

（一）淨現值

淨現值法是一種以現值為基礎的投資評估方法，其將投資的未來現金流量全部折現成投資開始日的價值，稱為該投資的淨現金流量，或稱為淨現值。淨現值係藉由計算每個投資期間的成本（負現金流）和收益（正現金流）來確定，並在計算每個時期的現金流量後，通過定期收益率（市場規定的收益率）貼現其未來價值來實現。故淨現值包括投資期間的現金流量和貨幣時間價值的影響，其公式如下：

$$NPV = -CF_0 + \frac{CF_1}{1+r} + \frac{CF_2}{(1+r)^2} \dots + \frac{CF_n}{(1+r)^n}$$

NPV=淨現值。

CF₀=初期投資成本。

10. 姚大鈞，〈公共工程全生命週期的風險管理〉《中國土木水利工程學會》，第48卷第3期，民國110年6月，頁36。

$CF_i = (i=1, 2, 3, \dots, n)$ 為投資期間每期現金流量。

r = 投資者所期望的報酬率（或稱折現率）。

n = 期數。

其投資決策原則係接受淨現值大於0的投資項目，拒絕淨現值小於0的投資項目。然即使淨現值為正數，仍不代表該接受此投資建議，因為可能存在其他淨現值更高的投資機會。在多個投資項目競爭時，應選擇淨現值最高的項目。淨現值法作為投資評估工具，包括以下幾點特點：

1. 計算對象為現金流量，能更加客觀、真實地反映投資項目的價值。
2. 考慮貨幣時間價值的影響，能更準確地評估投資項目的長期價值。
3. 考慮所有現金流量，包括初期投資成本和未來收益，故能全面評估投資項目的風險和回報。
4. 通過計算淨現值，能直觀地比較不同時間及額度的投資項目。

總體而言，淨現值法是一種常用的投資評估方法，能幫助投資者更加客觀地評估投資項目的價值和風險，並作出更明智的投資決策。

（二）內部報酬法

內部報酬率法是一種投資評估方

法，計算方式為求得能使總體淨現值等於零之折現率。決策準則為內部報酬率越大之計畫，越值得投資。使用內部報酬率法，可克服選擇折現率之困難，因報酬率係決定於計畫的淨現值與原本資本投資額相同，可解決其他評估方法無法處理的折現率問題。此外，內部報酬率法同樣考慮金錢的時間價值，可計算方案期間內所有的現金流量，但可能會因計算的年限不同而面對多個報酬率抉擇的問題。其計算方式為使淨現值為0時所對應的折現率，其公式如下：

$$\sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1 + IRR^t)} - C_0 = 0$$

CF_t ：第 t 年的現金流量。

C_0 ：初期投資成本。

n ：現金流量發生數。

IRR ：內部報酬率。

（三）資本化成本分析

資本化成本（Capitalized Cost, CC）是有很長壽命或是規劃期限很久或永久的專案現值計算。

許多公共部門專案，如橋樑、水壩、高速公路、收費道路、鐵路與發電設施等，均有很長的期望使用壽命，其有效的規劃期限是永久或無限壽命，大學或慈善機構的長期饋贈亦同，此類專案或

捐贈的經濟值可藉由現金流量的現值計算。¹¹

計算CC的公式是從現值因子(Present Worth factor)關係式 $P=A(P/A, i\%, n)$ 推導而來，其中 $n=\infty$ 時間週期。使用 P/A 因子中表示 P 的公式，並將分子與分母除以 $(1+r)^n$ 可得到資本化成本公式如下：

$$P = A \left[\frac{(1+r)^n - 1}{r(1+r)^n} \right]$$
$$P = \frac{A}{r} \rightarrow CC = \frac{A}{r}$$

P：表示現值(Present Value)。

A：表示年值(Annual Value)或等額年值(Uniform Annual Value)。

r：表示利率(Interest Rate)。

n：表示時間週期(Number of periods)。

四、利率

利率係指借入或借出資金時支付或獲得的利息；報酬率則係指投資人從投資中獲得的收益率。然通貨膨脹率將影響市場利率，當通貨膨脹率上升時，投資人須支付更高的利率以抵消通貨膨脹對購買力的影響，確保真正報酬率不受影響；¹²而無風險利率指在投資時即可完全

確定未來收益的資產。例如在美國，常將國庫券視為無風險資產，主要係因政府發行的國庫券無履約或信用的風險，可定期按票面利率得到應有利息，且因屬短期投資，對利率變動較不敏感，亦不易受通貨膨脹影響其收益之購買力，故能完全確保達到原先預期之收益。目前全球公認的無風險利率為美國公債（此指10年期美國公債殖利率）；而我國則以臺灣銀行定存利率為代表，臺灣銀行為公營銀行，較無信用及履約風險，若選擇其固定利率，可完全確保達成原預期之收益。

參、軍事機場工程整建規模說明及收入因子訂定

一、新竹機場跑道整修內容概述及預算編列

(一) 新竹跑道整修工程可評整修項目概述（如表二）

(二) 經費編列情況

1. 直接工程成本：係完成軍事工程所需之成本，包括直接工程費、施工中環境保護費、工地安全衛生費、品管

11. Leland Blank, Anthony Tarquin 著，曾文宏等譯，《工程經濟學》（第七版），（臺中市：滄海圖書，西元2014年9月），頁178-179。

12. 同註11，頁12-15。

表二 新竹機場跑道107-109年直接工程經費概算需求表

項次	項目	單位	數量	單價	複價
一	測量放樣	m ²	220,080	30	6,602,400
二	原有鋪面打(挖)除	m ³	10,980	300	3,294,000
三	650psi抗彎混凝土 (含鋼模加工及組立)	m ³	11,520	4,500	51,840,000
四	原有AC瀝青混凝土刨除	m ³	110,160	30	3,304,800
五	改質III型瀝青混凝土鋪築	噸	12,400	15,500	192,200,000
六	主跑道標線漆	m ²	37,000	100	3,700,000
七	施工中環境保護費及 工地安全衛生費	式	3.000%	260,941,200	7,828,236
八	品管費	式	2.000%	260,941,200	5,218,824
九	承包商管理費及利潤	式	7.308734%	273,988,260	20,025,073
十	營業稅	式	5.00%	294,013,333	14,700,667
直接工程合計金額					308,714,000
備考	1. 「直接工程合計金額」依民國107年國防部空軍司令部「機場設施整建工程」可行性評估報告，新竹基地第二聯隊工程款金額。 2. 相關施工中環境保護費及工地安全衛生費、品管費、承包商管理費及利潤及營業稅依國軍工程作業手冊(第二冊)第1.2.1章費用規定之百分比內調整。				

資料來源：本研究整理

費、承包商管理費及利潤、營業稅等項目。

2. 間接工程成本：係主辦機關為監管工程所需之初期成本，包括工程管理費、工程設計監造費、階段性專案管理及顧問費、環境監測費、空氣污染防治費及其他費用，並依個案工程特性檢討調整或合併前述項目。
3. 新竹機場整建編列情況（如表三

至六）：

二、設定純軍用機場收入來源以及利率

（一）機場收入計算

因新竹機場係軍用機場，並無民航收入來源，故持反向思考方式，若以免給付空軍飛行器降落民航機場應付之落地費，做為我方收入來源，即能進行相關成本效益計算分析。

表三 新竹機場跑道整建經費需求表

新竹機場跑道107-109年整建經費需求表			
項次	項目	金額	說明
一	直接工程費、施工中環境保護費、職業安全衛生費、品管費、承包商管理費及利潤、營業稅	308,714,000	依國軍工程作業手冊（第二冊）第1.2.1章費用編列註明，「直接工程成本為完成軍事工程所需之成本，包括直接工程費、施工中環境保護費、職業安全衛生費、品管費、承包商管理費及利潤、營業稅等項目。」
二	工程保險費	1,543,570	依國軍工程作業手冊（第二冊）第1.2.1章11條（12）項規定：直接成本×0.5%。
三	工程預備費	13,892,130	依國軍工程作業手冊（第二冊）第1.2.1章12條（2）項規定：直接成本×4.5%。
四	委託規劃設計費	12,238,704	依政府採購法機關委託技術服務廠商評選及計費辦法附表二方式計算（如表四）。
五	委託監造服務費	9,503,992	依政府採購法機關委託技術服務廠商評選及計費辦法附表二方式計算（如表五）。
六	工程管理費	2,675,998	依國軍工程作業手冊（第二冊）第1.2.1章10條（1）項規定中表1.8方式計算（如表六）。
七	空氣汙染費	864,399	依國軍工程作業手冊（第二冊）第1.2.1章11條（11）項規定（其他營建工程）：契約金額扣除營業稅×0.28%。
合計：349,432,793元（新臺幣）。			

資料來源：本研究整理

表四 規劃設計費計算表

規劃設計費計算表（以直接工程費金額計算）			
級距	計算金額	百分比	服務費金額
五百萬以下部分	5,000,000	5.9%	295,000
超過五百萬元至一千萬元部分	5,000,000	5.6%	280,000
超過一千萬元至五千萬元部分	40,000,000	5.0%	2,000,000
超過五千萬元至一億元部分	50,000,000	4.3%	2,150,000
超過一億元至五億元部分	208,714,000	3.6%	7,513,704
設計費服務費合計			12,238,704

資料來源：本研究整理

表五 委託監造費計算表

委託監造費計算表（以直接工程費金額計算）			
級距	計算金額	百分比	服務費金額
五百萬以下部分	5,000,000	4.6%	230,000
超過五百萬元至一千萬元部分	5,000,000	4.4%	220,000
超過一千萬元至五千萬元部分	40,000,000	3.9%	1,560,000
超過五千萬元至一億元部分	50,000,000	3.3%	1,650,000
超過一億元至五億元部分	208,714,000	2.8%	5,843,992
委託監造費合計			9,503,992

資料來源：本研究整理

表六 工程管理費計算表

工程管理費計算表（以直接工程費金額計算）			
級距	計算金額	百分比	服務費金額
五百萬以下部分	5,000,000	3.0%	150,000
超過五百萬元至二千五百萬元	20,000,000	1.5%	300,000
超過五千萬元至一億元部分	80,000,000	1.0%	800,000
超過一億元至五億元	203,714,000	0.7%	1,425,998
工程管理費合計			2,675,998

資料來源：本研究整理

新竹機場為幻象2000戰機使用機場，該戰機最大起飛重量17,000公斤，依民國108年10月17日頒訂「使用國營航空站助航設備及相關設施收費標準」規定第8條第1項第十款「飛航服務費，按照飛航國內航線或國際航線之航空器每架次最大起飛重量計收。」故本研究將依最大起飛重量計算降落費。

依照「使用國營航空站助航設備及相關設施收費費率表」國內航線標準，20,000公斤以內航空器以每千公斤新臺

幣66元收費，故每臺幻象戰機的降落費為1,122元（17,000公斤/1,000公斤×66元）整。

如本文前言所述，相關數據恐涉機密，故僅採用公開數據，即以95名飛行員每月訓練15批次計算，95（飛行人數）×15（每月降落次數）×12（一年12個月）×1,122（降落費），每年降落費應付金額為19,186,200元整。

（二）利率訂定

本文探討因屬全中央政府支應款，

並無民間投資且未涉及投資報酬相關利率，然為使本次探討與企業或含有收益公部門具有比較性，故以無風險利率作為本次探討之利率設定，而我國無風險利率係以臺灣銀行之固定利率為依據，並參照臺灣銀行2013至2022年（每年8月）之500萬（含）以上固定利率平均值做為計算，得出結果為0.3695%（如表七）。

表七 臺灣銀行10年平均固定利率表

臺灣銀行10年平均固定利率表	
區分(年)	固定利率(年息%)
2013-2015(3年)	0.620
2016-2019(4年)	0.280
2020-2021(2年)	0.180
2022(1年)	0.355
平均利率	3.695/10=0.3695

資料來源：本研究整理

肆、軍事機場效益分析及全生命週期資本計算

一、工程效益分析-淨現值及內部報酬計算（如表八）

（一）淨現值計算

$$NPV = -CF_0 + \frac{CF_1}{1+r} + \frac{CF_2}{(1+r)^2} \dots + \frac{CF_n}{(1+r)^n}$$

NPV=淨現值（計算結果：19,798,656）

$$CF_0 = 349,432,793。$$

$$CF_i = i = 19,186,200/\text{每年}。$$

$$r = 0.3695\%。$$

$n = 20$ 年（以國軍整建使用年限為基礎）。

（二）內部報酬法計算（如表九）

$$\sum_{t=0}^n \frac{CF_t}{(1+IRR)^t} - C_0 = 0$$

CF_t ：第1至20年每年收益19,186,200。

C_0 ：-349,432,793。

IRR：0.9086%。

二、全生命週期-資本化成本

$$P = A \left[\frac{(1+r)^n - 1}{r(1+r)^n} \right]$$

P：現值。（新竹主跑道整建工程建案金額：349,432,793）

r ：0.3695%。

A：年值或等額年值。（3,603,583）。

計算結果：

CC：CC1+CC2=1,324,692,062。

CC1=349,432,793（原營建成本）。

CC2=3,603,583/0.3695%（維護成本）=975,259,269。

本研究全生命週期-資本化成本計算依據及參考：

1. 單價以桃園機場「111年至112年桃

表八 新竹機場整建NPV計算執行表

新竹機場整建NPV計算執行表					
第1~5年	1	2	3	4	5
第1~5年收入	1,986,200	1,986,200	1,986,200	1,986,200	1,986,200
計算第1~5年分別 各年現值回算利率	1.003695	1.007404	1.011126	1.014862	1.018612
分年收益金額(含利率)	19,115,568	19,045,189	18,975,083	18,905,230	18,835,631
第6~10年	6	7	8	9	10
第6~10年收入	1,986,200	1,986,200	1,986,200	1,986,200	1,986,200
計算6~10年分別 各年現值回算利率	1.022376	1.026153	1.029945	1.033751	1.03757
分年收益金額(含利率)	18,766,286	18,697,212	18,628,373	18,559,789	18,491,475
第11~15年	11	12	13	14	15
第11~15年收入	1,986,200	1,986,200	1,986,200	1,986,200	1,986,200
計算第11~15年分別 各年現值回算利率	1.041404	1.045252	1.049114	1.052991	1.056882
分年收益金額(含利率)	18,423,398	18,355,574	18,288,003	18,220,669	18,153,588
第16~20年	16	17	18	19	20
第16~20年收入	1,986,200	1,986,200	1,986,200	1,986,200	1,986,200
計算第16~20年分別 各年現值回算利率	1.060787	1.064707	1.068641	1.072589	1.076552
分年收益金額(含利率)	18,086,760	18,020,169	17,953,831	17,887,746	17,821,898
初期投入成本 (新竹機場整建經費)	-349,432,793				
合併1~20年收益金額	369,231,472				
計算NPV值	19,798,679				
備註	1. 固定利率以0.3695%計算之。 2. 各年現值回算利率，皆比照固定利率計算至小數點第6位，並以四捨五入方式計算。 3. 各分年收益金額，皆四捨五入至整數位。				

資料來源：本研究整理

園國際機場鋪面維護工程」開口式
契約金額計算桃園機場跑道、滑行道及停機坪每平方公尺的維護單價

(如表十)。

2. 新竹機場維護面積僅以跑道中心線
兩側7.5公尺計算，屬於飛機起、落

表九 新竹機場整建IRR計算執行表

新竹機場整建IRR值計算表	
時間	預估收益
第1年收益	19,186,200
第2年收益	19,186,200
第3年收益	19,186,200
第4年收益	19,186,200
第5年收益	19,186,200
第6年收益	19,186,200
第7年收益	19,186,200
第8年收益	19,186,200
第9年收益	19,186,200
第10年收益	19,186,200
第11年收益	19,186,200
第12年收益	19,186,200
第13年收益	19,186,200
第14年收益	19,186,200
第15年收益	19,186,200
第16年收益	19,186,200
第17年收益	19,186,200
第18年收益	19,186,200
第19年收益	19,186,200
第20年收益	19,186,200
IRR	0.9086%
備註：期初投入成本為349,432,793。	

資料來源：本研究整理

- 及滾行區（如表十一）。
3. 新竹機場剛性及柔性鋪面定期維護經費（如表十二）。
 4. 新竹機場剛性及柔性鋪面定期維護經費之年值計算（如表十三）。

伍、結論與建議

一、結論

本文以新竹空軍基地「主跑道整建工程」效益分析為例，透過替代式收入，以淨現值法便已得到正值的結果（NPV：

表十 桃園機場每平方公尺維護經費計算表

	案名	金額（2年）	跑道、滑行道、 停機坪合計面積	單價/ m ²
桃園機場	111年至112年桃園 國際機場鋪面維護 工程	契約總金額1,933,967,486 一年金額966,983,743	2,459,412 m ²	393 (一年金額/總面積)

資料來源：本研究整理

表十一 新竹機場維護面積表

	柔性鋪面面積	剛性鋪面面積	備註
新竹機場主跑道	36,750m ²	19,050m ²	僅以主要荷重計算，故寬度訂於15公尺

資料來源：本研究整理

表十二 新竹機場剛、柔性鋪面維護經費表

時間	金額
5年（柔性）	14,442,750（柔性面積×393）
10年（剛性）	7,486,650（剛性面積×393）

資料來源：本研究整理

表十三 新竹機場剛、柔性鋪面維護年值經費表

柔性鋪面維護經費計算	$14,442,750 \times [0.3695\% / (1+0.3695\%)^5 - 1] = 2,867,282$
剛性鋪面維護經費計算	$7,486,650 \times [0.3695\% / (1+0.3695\%)^{10} - 1] = 736,301$
合計	$2,867,282 + 736,301 = 3,603,583$

資料來源：本研究整理

19,798,679)，而內部報酬法計算亦為正值（IRR：0.9086%），效益值雖不突出，但證明國防建設可在效益上的理論基礎執行可行性評估，若以此執行可行性評估作業，即能使國軍執行各項軍事重大巨額採購及建案工程更完整地依循「中央政府中程計畫預算編制辦法」及「政府公共工程計畫與經費審議作業要點」相關規定。

為進一步控管工程預算，本文針對該工程進行資本化分析，計算該整建工程（依其民國107年建案時間），未來若以鋪面主

要荷重區域執行維護，初估全案所需金額為13億2,469萬餘元，即以3億4,943萬餘元整建完成後，該機場跑道的主荷重區需投入9億7,525萬餘元以換取最大壽期。

綜上所述，國防建設應能執行經濟面的評估，且若依全生命週期評估建案所需經費，未來本軍執行建案可行性評估時至少能先行編列全壽期之預算，若該建案未來使用之累計維護經費超過資本化成本計算金額，則應檢討是否係維護應用不當或壽期已盡；另導入全生命週期方式撰寫國軍工程建案可行性評

估，將可做為維護預算編列之標準，即採預先維護方式辦理，避免採購建案完工後無法預防維護而錯失延壽良機。

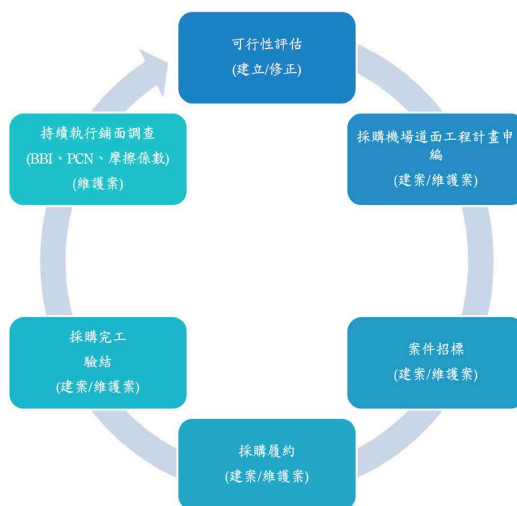
二、建議

未來若要使空軍機場鋪面工程的全生命週期更臻完善。應建立鋪面管理系統，進行數據化判斷，並定期進行落重撓度、平坦度和摩擦係數分析檢測，以完整建立機場鋪面之重要指標，包括純軍用或軍民合用機場的PCN (Pavement Classification Number)、BBI (Build-up and Breaking Index) 和摩擦係數等。建立相關資料庫後，可精確瞭解各機場鋪面較易損壞的位置和時間，進而提升鋪面績效及經費運用效率，並累積與回饋維護經驗，落實鋪面生命週期與維護管理。

而前述提及的三個指標，一是PCN，係機場鋪面分類號碼，代表機場鋪面的載重能力；二是BBI，係建議破壞指數，用於評估機場鋪面表面的摩擦性能和水平度，係確定是否適合安全起降的指標；三係摩擦係數，用以評估鋪面表面與輪胎之間的摩擦力量，為影響機場鋪面安全性能的指標。

為達成機場鋪面全生命週期管理的目標（如圖一），應逐年修正可行性評估，並分析系統技術經濟論證和經濟合理性，以取得最佳技術、經濟及效益之方

案，並以定期維護保持鋪面的良好狀態和延長其使用壽命。



圖一 機場鋪面工程全生命週期循環圖

資料來源：本研究繪製

作者簡介

李承泰上尉，中華大學營建管理研究所碩士畢業。專業軍官106年班、國防大學管理學院採購正規班41期，曾任土木工程官，現為國防部教育行政官。

作者簡介

王世景中校，國防大學法律研究所碩士畢業。指職軍官班53期、國防大學採購管理正規班98年班，曾任採購官、研究教官、採購教官，現為國防大學國防管理教育訓練中心指參教官。