

機車廠評價新機種之專案管理趕工日程規劃

Crashing the completion time of the project management for evaluating the new motorcycle

研究生：林祐光

指導教授：劉復華 博士

國立交通大學

管理學院（工業工程與管理學程）碩士班

摘 要

一國內機車製造公司之新機種量產前均須經過評價之多項工程步驟，該例行之新機種評價專案管理為公司之關鍵工作。為提升效率，常需增加成本以趕工縮短期程。以一實例而言，最多可有二十多種期程可選擇。每一種期程即為專案管理網路圖上的一條要徑。我們建立五種評選的指標：要徑價值比、閒置時間價值、網路敏感度、專案執行時間、以及專案總成本。運用資料包絡分析法的數學規劃模型，求出各種期程最高的綜合績效評估分數，再依評估分數評選出最佳的要徑在管理與執行專案時實為最恰當，並可依差額目標值進行期程績效之改善。

關鍵詞：專案管理、績效評估、資料包絡分析法、日程規劃、趕工

Crashing the completion time of the project management for evaluating the new motorcycle

Student : Yu-Kaung Lin

Advisor : Fuh-Hwa Franklin Liu, Ph.D.

Department of Industrial Engineering & Management
National Chiao Tung University

Abstract

A motorcycle manufacturing company in Taiwan needs to evaluate each new model through a variety of engineering processes before mass production. The evaluation process is a curtail project managements. The company usually the completion time to increase their efficiency. The case showed there may have more than twenty alternatives for crashing. Each alternative is a critical path on the network of project. We established five measures, namely, critical path value ratio, slack time value, network sensitivity, project duration, and project total cost, to select the alternatives. A CCR model of efficiency in Data Envelopment Analysis was employed to evaluate each alternative. In other words, the set of most favorable weights for the five measures were chosen. The one with the highest comprehensive score would have advantages in controlling and executing the project.

Keywords : Project Management, Performance Evaluate, Data Envelopment Analysis

一、緒論

1.1 研究背景

本論文系以國內一家機車製造公司之新機種評價專案為實例，闡述及探討專案之多指標綜合績效評估技術。

Y 機車工業公司成立於 1987 年，初期取得日本 Y 發動機株式會社之技術合作，主要的營業項目為機車製造與零組件販售，同時代銷大型重型機車、高爾夫球車、水上摩托車等機動車輛相關產品。目前共有中壢、新竹、過嶺三個廠區，員工約 1750 人，年產量約為 400,000 台，為國內主要機車製造廠之一。

Y 牌機車在市場上擁有極高的知名度，研發方向致力於人、車與環境整體的協調，主力機型深獲年輕機車族群喜愛。鑒於國內機車市場已趨飽和，拓展海外業務為必然趨勢，Y 機車於 1980 年起即從事整車出口業務，產品品質頗受全球愛用者的肯定。未來 Y 機車將朝向多角化之事業經營目標而努力，成為全球 Y 牌速克達機車之研發、生產、製造及物流運籌中心，提供豐裕舒適的機動生活給全世界人民。

新機種評價對車輛製造業而言是一個重要的環節，此為新車上市前最終的檢證過程，亦即以顧客的觀點審視新車之品質及價值狀況，故其有一定的程序及優先權，且過程中須以排序手法協助工作安排，避免作業紊亂及發生流程衝突，新機種評價為一符合專案特質的專案。每一款新車型從規劃、設計、研發到量產的過程，都是工程人員心血的結晶。車輛設計方面多借助 CAD/CAM 整合設計及製造系統輔助，以縮短開發時間及成本。因此，車輛的各項機能品質由以往“實際測試取得資訊”進步為電腦模擬分析，但是模擬並無法完全預測實際問題，因而使車輛設計出現盲點。新機種評價工作目的即是欲顯現模擬無法發現的問題，並加以解決。以下為評價簡要說明。

(1) 車輛外觀商品性評價

測試目標：外觀部品品質工程確認測試。

測試項目：外觀品質：塗裝部品、電鍍部品及各成型部品品質確認。

組裝品質測試：以規定速度通過標準顛簸路進行測試。

部品間隙評價：以設計圖為基準，進行各部品間隙量測。

判定基準：上述三測試項目均有既定之測試標準，均須符合。

(2) 車輛耐水性評價

測試目標：車輛設計/機能/安全防水性測試。

測試項目：灑水器測試：車輛走行中全方向長時間灑水測試。

洗車測試：以規定壓力之高壓水柱進行車輛全方向沖洗。

積水區測試：車輛以規定速度通過特定深度之積水。

判定基準：上述三測試項目均有既定之測試標準，均須符合。

(3) 排放污染值評價

測試目標：車輛行車型態排放污染測試。

測試項目：依據 CNS 中華民國國家標準 11386 D3165 號「機器腳踏車排氣污染量試驗法」規定辦法內容實施。

判定基準：新車測試結果乘上劣化係數 (DF) 後，各污染物之污染量必須小於現行法規值。(CO：7.0 g/km 以下、HC+NOx：2.0 g/km 以下)

1.1.1 專案新機種說明

機車市場競爭相當激烈，透過 2005 年 Y 機車公司營業及商品企劃部中期市場調查結果顯示，Y 機車目前市售的女性市場 100 cc 等級速克達機種，已販賣四年而來到產品生命週期之“成熟期”末端狀態，買氣開始呈現趨勢下滑現象，須進行新車型的世代交替專案，以延續此等級產品線之銷售生命。

配合商品規劃策略，Y 機車女性市場 100 cc 後繼機種已於 2006 年中期開發試作完成並轉移至實車評價階段。新機種專案代號為 T15，主要構想概念為美式復古造型設計之都會通勤速克達，車身小型化與新專利型式後座踏板，並搭配時尚風格之週邊配件，主要顧客目標為 18~24 歲年輕族群，女性為 75%，男性為 25%。

當新機種專案啟動時，相關評價業務即須依公司標準流程展開，使評價業務有系統的規劃並實施後續的進度管理。

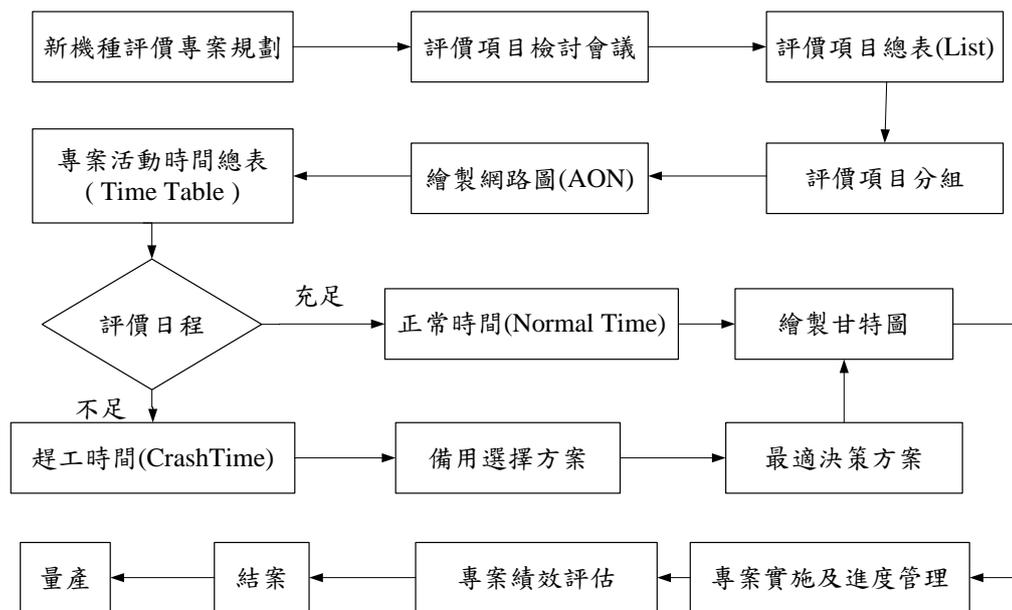


圖 1 Y 機車公司新機種評價專案活動規劃流程圖

圖 1 為評價業務流程，評價項目如表 1 所示，其中之分類名稱乃依據公司內部之資料庫區分。其中「日程」部份在一般狀態為標準工時，為一固定值；在趕工狀態下時，僅訂出最大允許趕工日程供規劃運用。

表 1 Y 機車公司 T15 新機種專案評價項目一覽表

類別	資料庫 編號	項目	代號	組別	日程	類別	資料庫 編號	項目	代號	組別	日程
外觀	01	車輛色彩評價	N ₆	B	3	機能	19	單 / 雙人騎乘評價	N ₂₃	D	4
	02	車輛品質評價	N ₇	B	3		24	冷/熱發動評價	N ₁₇	C	5
	04	車輛外觀標誌評價	N ₈	B	3		25	耐水性評價	N ₁₉	B	2
規格	02	車體尺寸評價	N ₁₂	B	2	法規	01	動力計性能評價	N ₂₁	C	3
	04	車體重量評價	N ₁₃	B	3		07	行車型態耗能測試評	N ₅	A	4
	05	儀錶機能評價	N ₉	C	3		08	行車型態污染測試評	N ₄	A	4
	06	燈具照/亮度評價	N ₁₄	B	3		09	行車噪音評價	N ₁	A	3
	07	煞車力評價	N ₁₀	C	2		10	原地噪音評價	N ₂	A	3
機能	01	車輛穩定度評價	N ₁₅	C	3	耐久	11	喇叭音量評價	N ₃	A	2
	04	汽油/機油指示評價	N ₂₅	E	4		01	公路耐久試驗	N ₂₈	F	30
	07	管路/電線/鋼索評	N ₂₆	E	5	02	引擎耐久試驗	N ₂₇	F	24	
	10	車輛法規型式評價	N ₁₈	D	5	特別 項目	02	引擎族再確認評價	N ₂₂	D	3
	13	電裝機能評價	N ₁₆	C	3		08	運配評價	N ₂₀	B	4
	15	車體扭力評價	N ₂₉	E	4		10	車輛總點檢評價	N ₃₀	F	5
	17	重點品質評價	N ₂₄	D	6		14	新機構評價	N ₁₁	C	3

1.1.2 評價項目網路圖：

為避免流程安排不佳造成車輛反覆組裝或是評價流程逆流發生，將評價項目依車輛狀態及限制予以分類為 A、B、C、D、E、F 六組，使專案網路圖能順利規劃，同時符合網路圖系統性的展開結構，使評價過程具邏輯性。各評價項目以其代號為節點之六組分割如圖 2 所示。

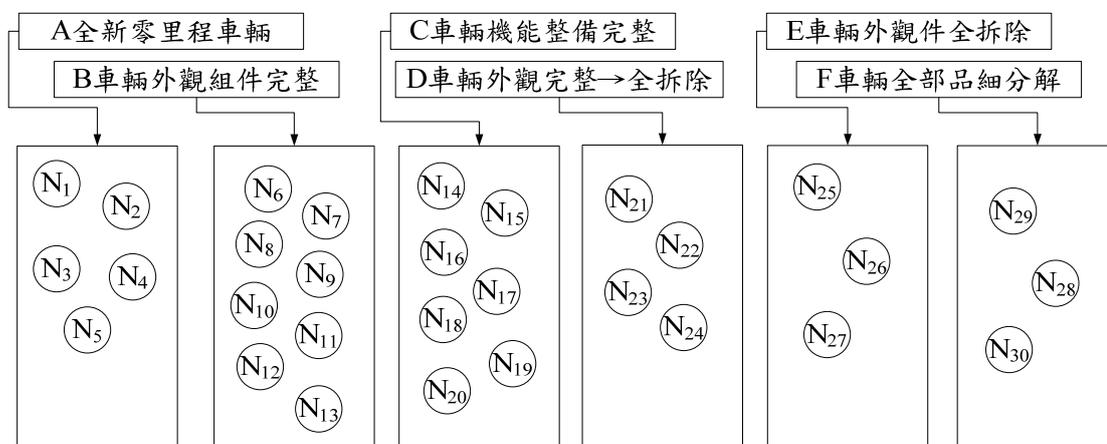


圖 2 T15 評價項目分為六組

以 Activity-On-Node, AON 之方式, 每一評價項目為一 Activity (活動), 即依評價順序繪製網路圖。如圖 3 所示。(此網路圖排序即依上述六群組之車輛限制規劃)

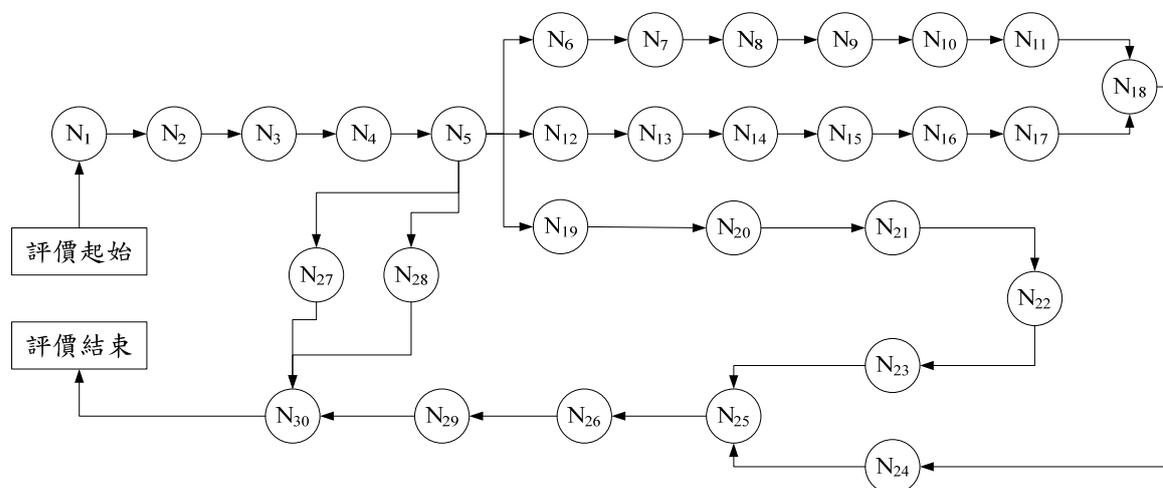


圖 3 T15 新機種評價專案網路圖

1.1.3 專案趕工問題 (Crashing Problem)

Y 機車公司已有多年新機種評價專案執行經驗, 各方面技術皆已成熟穩健且專案人員皆能依規劃管控專案活動。但以實務經驗而言, 更多時候專案是在日程趕工的條件下運作。因為市場環境變換快速, 為符合需求而變動既定計劃實難避免, 因此趕工問題的規劃相形更為重要。以目前專案管理發展的技術中, 趕工問題已可有效的規劃並解決, 較主要為日程_成本取捨曲線 (Time-Cost Trade-off Curve) 的規劃, 依需求決策出最適方案。此種預先規劃的專案模式, 可使趕工能在有效的管理中進行。但因 Time-Cost Trade-off Curve 並未對每個方案進行細部的探討, 例如某方案之績效值較低, 但為何較低則於 Trade-off Curve 所顯現的資訊上無法窺見, 本論文提出之多指標評估技術即將各個方案的績效組成進行再分解, 了解可行方案績效值的組成構造, 如綜合績效低係因為某指標績效低造成, 使方案的真貌得以呈現, 在實務上也使日程及資源得以有效的管理及分配。

1.2 研究目的

本論文研究目的是將多指標專案綜合績效評估技術予以實用, 以理論方法與產業實例進行交相驗證, 了解運用此評估技術後, 對專案整體績效評估之影響。

傳統的專案規劃方法評選要徑的準則, 是以時間及成本兩要素為主要的衡量依歸, 但在資訊增加及市場多變的經營環境下已顯不足而無法符合專案多方考量的需求。本研究利用系統性的五項指標評選準則代替傳統時間/成本要素進行專案規劃,

雖然指標內容仍為時間/成本之延伸發展，但能提供較多的資訊量，並依此五項指標發展專案多指標綜合績效評估技術，以期達到客觀、協調及一致之績效評估目的。

1.3 研究範圍及限制

專案管理的運用範疇廣泛，遍及各行各業，各專案之目標及執行過程特性不盡相同。本研究所提出之專案多指標綜合績效評估技術雖然已依一般性之專案活動架構進行研究，但仍然無法滿足於所有的專案活動模式，且論文驗證的部份亦以單一傳統產業之實施結果進行探討，其分析結果若運用於其他產業專案模式，可能未必適用及正確，但礙於資源及時間限制，本研究無法對所有專案模式進行多指標綜合績效評估系統的檢證，此為本研究需要進一步拓展及努力之處。



二、文獻回顧

2.1 專案管理 (Project Management, PM)

專案的定義即是在各種限制條件下完成目標的過程，所以專案管理是控管及監督一個作業活動的“過程”。一般而言，專案會有下列特性：時間性、次序性、資源耗用性、複雜性及動態性〔王士峰等，2002〕。同時，專案規劃亦包含有四個基本的組成元件，即起始（定義）、規劃、控制（執行）與結案，稱為“專案生命週期”或“專案管理四大步驟”〔Cook, 2005〕。下圖 4 為專案生命週期與管理四大步驟之相對時間點之比較，可明確定義各週期之執行目標。

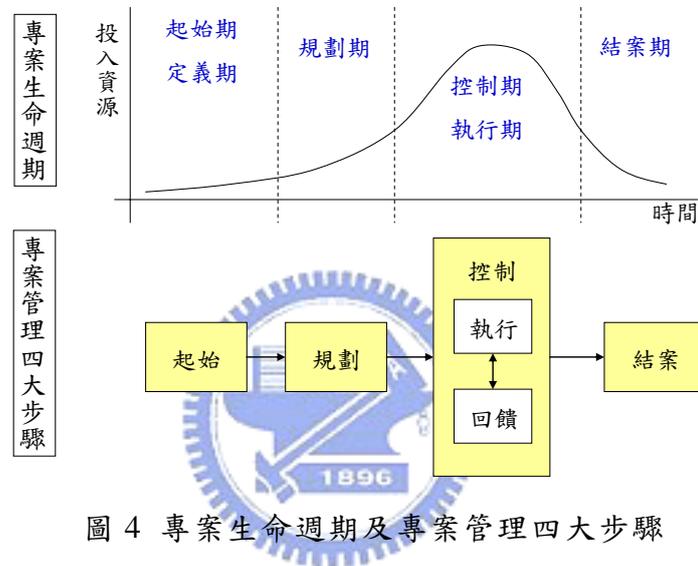


圖 4 專案生命週期及專案管理四大步驟

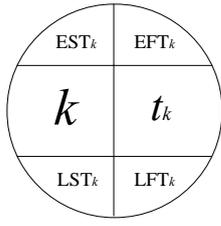
2.1.1 專案管理_日程規劃及管理技術

目前專案技術已經廣泛運用於業界實際的專案活動中。常用的為 1957 年美國杜邦公司 (Du Pont) 與蘭德公司 (Remington RAND) 共同研發出的要徑法 (Critical Path Method, CPM) 及 1958 年美國海軍北極星飛彈研究小組發展出之計劃評核術 (Program Evaluation and Review Technique, PERT)。CPM 較適合由經常執行作業所構成的專案，認為時間是一個估計值，而 PERT 則是針對較沒有歷史經驗或是較無法控制的專案所設計，為期望時間模式。雖然 PERT 與 CPM 在發展之初目的不同，但經過多年的應用、修正及整合後，許多差異已不存在，且兩者間最主要皆是利用網路圖方式協助專案的規劃及分析，故現已經沒有將兩者刻意分開歸類的必要，各取優點貫通運用合稱為 PERT/CPM 法。〔李友諍，2005〕

2.1.2 網路圖活動節點時間標示及定義

網路圖的規劃是目前專案技術的核心所在，規劃人員可依專案特性及時間特性選用，主要方法有 AOA (Activity-On-Arc) 箭號活動法及 AON (Activity-On-Node)

節點活動法兩種。活動節點 k 的資訊，可以下述節點符號表達及解釋。



t_k = Time required for activity k (節點 k 所需作業時間)

EST_k = Earliest starting time for activity k (節點 k 最早開始時間)

EFT_k = Earliest finish time for activity k (節點 k 最早完成時間)

LST_k = Latest starting time for activity k (節點 k 最晚開始時間)

LFT_k = Latest finish time for activity k (節點 k 最晚完成時間)

其中各符號計算方式：

$EST_k = \max\{EFT_{k-1}\}$ ，結點 k 最早開始時間即所有前節點中的最大最早完成時間。

$EFT_k = EST_k + t_k$ ，即結點 k 最早開始時間加節點 k 所需作業時間。

$LST_k = LFT_k - t_k$ ，即結點 k 最晚完成時間減節點 k 所需作業時間。

$LFT_k = \min\{EST_{k+1}\}$ ，結點 k 最晚完成時間即所有次節點中的最小最晚開始時間。

節點 k 的閒置時間 (Slack Time)，指活動 k 的作業時間在不影響整個專案進度的前提下所能允許的時間延遲。其計算方式為：

$$(\text{Slack Time})_k = LST_k - EST_k = LFT_k - EFT_k \quad (1)$$

2.1.3 趕工問題之線性規劃 LP 模型

根據趕工資訊表內容，專案規劃人員已知各項活動可以趕工的日程及額外的成本。假定某日程方案 j 之完成時間為 D_j 時，以下列線性規劃模式求解可獲得最小之趕工成本 $(TCC)_j^*$ 、開始時間 T_k^* 及趕工天數 v_k^{cd} 。

[Model 1]

$$\text{Min } (TCC)_j = \sum_{k=1}^K v_k^{cd} N_k^{cs} \quad (2)$$

$$\text{s.t. } T_{S(k)} - T_k \geq N_k^{nt} - v_k^{cd}, \quad k=1, \dots, K, \quad \forall S(k), \quad (3)$$

$$T_K + N_K^{nt} - v_K^{cd} \leq D_j, \quad (4)$$

$$v_k^{cd} \leq N_k^{nt} - N_k^{ct}, \quad k=1, \dots, K, \quad (5)$$

$$v_k^{cd}, T_k \geq 0, \quad k=1, \dots, K. \quad (6)$$

其中： N_k 為活動 $k, k=1, \dots, K$ (專案中有 1 到 K 個活動)，

T_k 為活動 k 的開始時間，

N_k^{nt} 為活動 k 的正常作業日程需求，

N_k^{ct} 為活動 k 的趕工作業日程需求，

N_k^{nc} 為活動 k 的正常作業成本，

N_k^{cc} 為活動 k 的趕工作業成本，

v_k^{cd} 為活動 k 的趕工天數，

N_k^{cs} 為活動 k 之單日趕工成本，

$$N_k^{cs} = (N_k^{cc} - N_k^{nc}) / (N_k^{nt} - N_k^{ct}),$$

D_j 為第 j 個方案所需之專案執行時間,
 $S(k)$ 為活動 k 之後續作業集合.

在實務上趕工有一個極限存在，當專案日程壓縮到極限不能再縮短的狀態時稱為最大允許趕工時間，此最大趕工時間與正常工作時間的日程是相對的兩個極限點，而極限區間的各可行日程方案點連線即為日程_成本取捨曲線（Time_Cost Trade-off Curve）。[Ragsdale, 2004]

2.2 資料包絡分析法（Data Envelopment Analysis, DEA）

DEA 基本模式有 CCR 及 BCC 兩種，此二個模式可分別以投入或產出觀點評估效率。CCR 模式是由 Charnes、Cooper、Rhodes [1978] 提出，強調固定規模報酬假設。BCC 則是由 Banker、Charnes、Cooper [1984] 提出，取消 CCR 固定規模報酬假設，改以變動規模報酬進行效率評估。DEA 基本模式是將受評單位（Decision Making Unit, DMU）選取若干觀測值後以數學規劃得到效率前緣曲線（Frontier Curve），DMU 若落於或接近效率前緣即為相對有效率，遠離則相對無效率，藉此進行績效評估，並以效率前緣曲線投影點作為績效不佳 DMU 改進之目標，又此法將所有效率點皆被包絡於生產函數（Frontier）下，故稱為資料包絡分析法 [高強等, 2003]。本論文即是以 CCR 模型作為多指標績效評估技術之發展基礎。

2.2.1 DEA 模式_CCR 模型

CCR 模型假設固定規模報酬，若以目前產出水準下要投入多少方為有效進行 n 個 DMU 的績效評估。從 DEA 觀點每個 DMU 的效率衡量方式可以藉由效率公式（ y 產出 / x 投入）表示，則 n 個 DMU 中第 o 個 DMU 之績效為 E_o ，各 DMU 有 s 項產出與 m 項投入，第 r 項產出為 y_{ro} ，第 i 項投入為 x_{io} 則 CCR 比率式數學模型為：

[Model 2]

$$\text{Max } E_o = \frac{\sum_{r=1}^s y_{ro} u_r}{\sum_{i=1}^m x_{io} v_i} \quad (7)$$

$$\text{s.t. } \frac{\sum_{r=1}^s y_{rj} u_r}{\sum_{i=1}^m x_{ij} v_i} \leq 1, \quad j = 1, \dots, n, \quad (8)$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon > 0, \quad r = 1, \dots, s, \quad i = 1, \dots, m. \quad (9)$$

[Model 2]中限制式 (8) 說明任何一個 DMU 的產出不可能大於投入，限制式 (9) 說明第 r 個產出權重 u_r 與第 i 個投入權重 v_i 需大於等於 ε (為一極小之正值，稱為非阿基米德數，通常為 10^{-4} 或 10^{-6})，且必需大於 0。[Model 2]中假設 u_r 與 v_i 為未知數，依 DEA 精神在計算 E_o 時才會帶入特定數值使績效值 E_o 極大化。

由於[Model 2]為比率式數學模型為分數結構，除規劃求解計算困難外，可能會出現無窮多重解的情形，因此將式 (7) 之分母值固定為 1 而轉換為線性規劃 (Linear Programming) 形式，成為原問題 (LP 式) 數學模型：

[Model 3]

$$\text{Max} \quad \sum_{r=1}^s y_{ro} u_r \quad (10)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{i=1}^m x_{io} v_i = 1, \quad (11)$$

$$\sum_{r=1}^s y_{rj} u_r - \sum_{i=1}^m x_{ij} v_i \leq 0, \quad j=1, \dots, n \quad (12)$$

$$u_r, v_i \geq \varepsilon > 0, \quad r=1, \dots, s, \quad i=1, \dots, m \quad (13)$$

任何一個線性規劃問題都有一個目標值相同但具互補性的對偶問題 (Dual Problem)，Bousso Fiane (1991 年) 認為在[Model 3]中變數有 $s+m$ 個，限制式有 $1+n+s+m$ 個，若轉換為對偶問題則變數為 $1+n+s+m$ 個，限制式為 $s+m$ 個，故轉換後可以減少限制式數量，降低不必要之計算。[薄喬萍，2005]。其對偶數學模型：

[Model 4]

$$\text{Max} \quad \theta_o - \varepsilon \left(\sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right) \quad (14)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{j=1}^n x_{ij} \lambda_j - x_{io} \theta_o + s_i^- = 0, \quad i=0, \dots, m, \quad (15)$$

$$\sum_{j=1}^n y_{rj} \lambda_j - s_r^+ = y_{ro}, \quad r=1, \dots, s, \quad (16)$$

$$\lambda_j, s_r^+, s_i^- \geq 0, \quad j=1, \dots, n, \quad r=1, \dots, s, \quad i=1, \dots, m, \quad \theta \in \text{free}. \quad (17)$$

[Model 4]中 θ_o 為 DMU_o 之投入量與所有 DMU 投入量之權重比值，亦即 DMU_o 之績效值， s_i^- 及 s_r^+ 分別為第 i 個投入與第 r 個產出的餘額變數。當某一 DMU 評估結果 $\theta^*=1$ 且 s_i^- 與 s_r^+ 皆為 0 時，則此 DMU 位於效率前緣上稱為高效單位，若未在效率前緣上則為非高效單位。

三、專案多指標績效評估技術

3.1 多指標專案績效評估

將專案網路中各活動之正常時程 N_k^m 代入[Model 5]的變數 N_k^l 求得最大之 D_j 值 D^{max} ；以各活動之最大趕工時程 N_k^c 代入[Model 5]的變數 N_k^l 求得最小之 D_j 值 D^{min} 。

[Model 5]

$$D^* = \text{Minimum } T_K + N_K^l - T_l \quad (18)$$

$$s.t \quad T_{S(k)} - T_k \geq N_k^l, \quad k = 1, \dots, K, \quad \forall S(k); \quad (19)$$

$$T_k \geq 0, \quad k = 1, \dots, K. \quad (20)$$

以 D^{min} 之值到 D^{max} 之值逐步代入[Model 1]中之 D_j ，可得所有可行日程方案之日程時間與成本，假定有 n 個方案，則 $n = D^{max} - D^{min} + 1$ 。

傳統專案管理績效評估的時間_成本構面資訊量較為薄弱，並未對每個可行方案 j 進行細部評估（此處假設 $j = 1, \dots, n$ 個），無法得知某方案 j 之相對績效值供分析決策。藉由本論文提出之五項績效指標評估技術，擴大思考層面協助評估專案績效。

表 2 多指標績效評估_指標名稱及定義說明

代號	英文(中文)名稱	屬性	定義簡述
CPVR	Critical Path Value Ratio (要徑價值比)	成本	專案中要徑價值佔專案總價值的比例
SV	Slack Time Value (閒置時間價值)	成本	專案中間置時間成本的總合
NS	Network Sensitivity (網路敏感度)	-----	專案中要徑上活動點的數目
PD	Project Duration (專案執行時間)	時間	專案從開始執行到結束所花費的總時間
TC	Project Total Cost (專案總成本)	成本	專案從開始執行到結束所花費的總成本

3.1.1 要徑價值比 [Critical Path Value Ratio , CPVR (Y_l)]

每個專案中都會有“不能延遲”的要徑 (Critical Path)，管理人員須對要徑嚴加控管防止日程延誤，雖然要徑是不能延遲的，但並非就一定是重要活動。例如新款機車須取得政府發放之安全審驗合格證明後才可量產，新機種評價則為其平行作業，假若合格證之申請平均須時 90 天，實際成本為文件往來費用 6000 元，但評價工作須 50 天，總成本約 30 萬元，依傳統觀點合格證申請為要徑活動，但其價值卻遠低於非要徑的評價活動，故傳統要徑嚴格控管有時會造成管理上的盲點。

CPVR 指數的功能即是在協助管理人員避開如上述之衝突及管理盲點。由 CPVR 數學模型求得要徑的價值佔整個專案總價值的比例，使管理資源運用於重要且在要徑上的活動。相同條件下 CPVR 指數愈高代表要徑的價值佔專案總價值的比

例愈高，在管理成效較佳。（*CPVR* 指數屬於望大性質）

$$y_{1j} = \frac{\sum_{k \in R_j} (N_{kj}^{time} \times N_{kj}^{cost})}{\sum_{k=1}^K (N_{kj}^{time} \times N_{kj}^{cost})} \quad (22)$$

其中： N_{kj}^{time} 為方案 j 中活動 k 之作業時間，
 N_{kj}^{cost} 為方案 j 中活動 k 之成本，
 R_j 為方案 j 中要徑上活動之集合。

3.1.2 閒置時間價值 [Slack Time Value, $SV (Y_2)$]

閒置時間係指某專案活動可以有限度的延遲而不會影響次工作的開始時間。 SV 指數是一種將單純的時間資訊轉換為時間價值資訊的手法，協助管理人員更精確的了解閒置對專案影響的程度。當 SV 指數很高時，表示有高價值重要的活動未在要徑之上。若進行方案選擇時，A 方案 SV 指數較高而 B 方案 SV 指數較低時，則表示 A 方案有耗費資源成本較多之活動發生閒置。以專案管理趕工規劃之觀點，對閒置價值較高的活動（A 方案）進行趕工要比對閒置價值較低之活動（B 方案）進行趕工為有效，故在方案選擇時即選取 A 方案以利規劃，即 SV 指數望大特性。

同樣以簡例說明 SV 指數涵義。單純以“時間”觀點分析問題時，合格證取得為要徑活動所以評價工作會發生閒置。但以“時間價值”觀點分析時，評價工作閒置所發生的費用卻大於合格證取得所發生的總費用，因此單純以“閒置時間”作為管制基準亦有其衝突及盲點存在。（ SV 指數屬於望大性質）

$$y_{2j} = \sum_{k=1}^K N_{kj}^{slack} \frac{N_{kj}^{cost}}{N_{kj}^{time}} \quad (23)$$

其中： N_{kj}^{slack} 為方案 j 中活動 k 之閒置時間。

3.1.3 網路敏感度 [Network Sensitivity, $NS (X_1)$]

當以趕工（Crashing）模式規劃專案日程時，會先對要徑進行趕工，當原要徑趕工後在專案中已經不是“最長執行時間”的路徑時，即產生要徑飄移現象，複雜大型專案中可能會同時出現 2 條以上的要徑而增加管理要徑活動的困難度。“網路敏感度”即是指專案中要徑活動的總數量，此處以 NS 指標表示。例如某一個專案要徑有 2 條共有 15 個活動（Node），則這個專案的網路敏感度指數即為 15。愈少的要徑活動依重點原則愈容易管理。（ NS 指數屬於望小性質）

$$x_{1j} = r_j \quad (24)$$

其中： r_j 為方案 j 中要徑上活動之個數。

3.1.4 專案執行時間 [Project Duration , $PD (X_2)$]

時間對專案執行而言是一個重要的考量，在不影響執行品質或是增加成本的前提下，專案的執行時間愈短愈好，此處以 PD 指標表示專案執行的時間， PD 與傳統時間_成本模式之單純時間指標具相同意義。（ PD 指數屬於望小性質）

$$x_{2j} = T_{Kj}^* + N_{Kj}^{time} \quad (25)$$

其中： T_{Kj}^* 為方案 j 中最後一個活動 K 之開始時間，

N_{Kj}^{time} 為方案 j 中最後一個活動 K 之最終作業時間。

3.1.5 專案總成本 [Project Total Cost , $TC (X_3)$]

從管理的角度與一般的經營認知分析，成本要因素是一個望小的指標，規劃管理上期望專案成本愈低愈佳。此處以 TC 指標表示專案的總成本，可視為與傳統時間_成本模式之成本具有相同的指標意義。（ TC 指數屬於望小性質）

$$x_{3j} = \sum_{k=1}^K N_{kj}^{cost} \quad (26)$$

3.2 專案綜合性的多指標績效評估技術

專案在規劃階段應考量到執行監督及控制問題，如在專案規劃時盡量減少要徑上的活動數 [$NS (X_1)$]，並且提高要徑的價值比 [$CPVR (Y_1)$] 同時將重要工作的閒置時間有效的降低 [$SV (Y_2)$]，如此在執行時只須針對重點要徑活控管即可。

此處利用指標期望特性規劃效率公式，其中要徑價值比 [$CPVR (Y_1)$]、閒置時間價值 [$SV (Y_2)$] 是屬於望大指標；網路敏感度 [$NS (X_1)$]、專案執行時間 [$PD (X_2)$]、專案總成本 [$TC (X_3)$] 則是屬於望小指標。可行方案 j 的綜合評估分數以 PES_j 或是 θ_j 表示，並可以下式計算。即 x_{1j} 、 x_{2j} 及 x_{3j} 的值愈小或 y_{1j} 及 y_{2j} 的值愈大將使 θ_j 的值愈大。

$$PES_j = \frac{u_1 y_{1j} + u_2 y_{2j}}{v_1 x_{1j} + v_2 x_{2j} + v_3 x_{3j}}, j = 1, \dots, n. \quad (27)$$

其中： u_1, u_2, v_1, v_2, v_3 分別表示 Y_1, Y_2, X_1, X_2, X_3 指標之權重。

四、要徑之評選模型

4.1 T15 新機種評價專案趕工資源分析

以 Y 機車公司評價專案實施趕工的資源分析，規劃人員可以運用的趕工手段分為兩大類，其一為人力資源部份，加班及輪班為常用之手法；另一為設備運用部份，因評價工作之瓶頸並不侷限於人力資源，設備機台之限制亦可影響專案日程，此部分依據 Y 機車公司內部作業標準，協調方式為公司內部設備轉用/借用、公司外部設備資源的租用及委外測試三種。

4.2 T15 新機種評價專案趕工條件及資訊

T15 評價專案中各項如允許趕工日程、額外發生費用等趕工資訊如表 3 之內容。

表 3 T15 新機種評價專案趕工模式條件/資訊一覽表

活動代號 Activity	日程需求(Time Required)				允許趕工 (天)	趕工成本 (元/日)	後工程 Successor
	正常 Normal		趕工 Crash				
	成本	日程	成本	日程			
N_k	N_k^{nc}	N_k^{nt}	N_k^{cc}	N_k^{ct}	$N_k^{nt} - N_k^{ct}$	N_k^{cs}	$S(k)$
N_1	3871.2	3	6427.2	2	1	2556.0	N_2
N_2	3871.2	3	6427.2	2	1	2556.0	N_3
N_3	3871.2	3	5913.6	1	2	1021.2	N_4
N_4	5161.6	2	7407.2	1	1	2245.6	N_5
N_5	7742.4	3	12854.4	2	1	5112.0	N_6 N_{12} N_{19} N_{27} N_{28}
N_6	3871.2	3	5173.6	1	2	651.2	N_7
N_7	3871.2	3	5173.6	1	2	651.2	N_8
N_8	2580.8	2	5173.6	1	1	2592.8	N_9
N_9	3871.2	3	4253.6	1	2	191.2	N_{10}
N_{10}	5161.6	4	8788.8	2	2	1813.6	N_{11}
N_{11}	12904.0	5	17160.0	4	1	4256.0	N_{18}
N_{12}	12904.0	5	27081.6	3	2	7088.8	N_{13}
N_{13}	3871.2	3	6427.2	2	1	2556.0	N_{14}
N_{14}	5161.6	4	8788.8	2	2	1813.6	N_{15}
N_{15}	15484.8	6	26780.0	5	1	11295.2	N_{16}
N_{16}	10323.2	4	17674.8	3	1	7351.6	N_{17}
N_{17}	12904.0	5	19120.0	4	1	6216.0	N_{18}
N_{18}	5161.6	2	7407.2	1	1	2245.6	N_{24}
N_{19}	3871.2	3	6427.2	2	1	2556.0	N_{20}
N_{20}	5161.6	4	8837.4	3	1	3675.8	N_{21}
N_{21}	5161.6	4	8837.4	3	1	3675.8	N_{22}
N_{22}	7742.4	3	12854.4	2	1	5112.0	N_{23}
N_{23}	7742.4	3	12854.4	2	1	5112.0	N_{25}
N_{24}	5161.6	2	7407.2	1	1	2245.6	N_{25}
N_{25}	38712.0	30	64807.6	22	8	3262.0	N_{26}
N_{26}	30969.6	24	59987.2	14	10	2901.8	N_{29}
N_{27}	7742.4	3	12854.4	2	1	5112.0	N_{30}
N_{28}	5161.6	4	13177.2	2	2	4007.8	N_{30}
N_{29}	12904.0	5	17160.0	4	1	4256.0	N_{30}
N_{30}	7742.4	3	12854.4	2	1	5112.0	---

4.3 趕工日程_成本取捨曲線 (Time_Cost Trade-off Curve)

依據表 3 資訊規劃 T15 評價專案之 Time_Cost Trade-off Curve。此處參照[Model 1]及[Model 5]之數學模型以 Project Crashing 線性規劃模型方法求解各可行日程方案之日程時間及成本資訊。

4.3.1 專案正常工作時間日程及成本 (Normal Time)

以 Microsoft Excel 之數學規劃模組 Solver 軟體輸入相關資料規劃求解目標日程及成本關係。表 4 為正常時間 (趕工成本為 0 元) 下之日程及成本資訊。

表 4 T15 新機種評價專案正常時間 (NT) 日程模型

活動代號	Nodes		Start Time	Amount Crashed	Arcs		Actual Time Between Starts	Minimum Time Between Starts
	Activity	Normal Time			From	To		
N ₁	1	3	0	0	1	2	3	3
N ₂	2	3	3	0	2	3	3	3
N ₃	3	2	6	0	3	4	2	2
N ₄	4	4	8	0	4	5	4	4
N ₅	5	4	12	0	5	6	4	4
N ₆	6	3	16	0	5	C	4	4
N ₇	7	3	19	0	5	J	4	4
N ₈	8	3	24	0	5	R	23	4
N ₉	9	3	27	0	5	S	17	4
N ₁₀	A	2	30	0	6	7	3	3
N ₁₁	B	3	32	0	7	8	5	3
N ₁₂	C	2	16	0	8	9	3	3
N ₁₃	D	3	18	0	9	A	3	3
N ₁₄	E	3	21	0	A	B	2	2
N ₁₅	F	3	24	0	B	I	3	3
N ₁₆	G	3	27	0	C	D	2	2
N ₁₇	H	5	30	0	D	E	3	3
N ₁₈	I	5	35	0	E	F	3	3
N ₁₉	J	2	16	0	F	G	3	3
N ₂₀	K	4	32	0	G	H	3	3
N ₂₁	L	3	36	0	H	I	5	5
N ₂₂	M	3	39	0	I	O	5	5
N ₂₃	N	4	42	0	J	K	16	2
N ₂₄	O	6	40	0	K	L	4	4
N ₂₅	P	4	46	0	L	M	3	3
N ₂₆	Q	5	50	0	M	N	3	3
N ₂₇	R	24	35	0	N	P	4	4
N ₂₈	S	30	29	0	O	P	6	6
N ₂₉	T	4	55	0	P	Q	4	4
N ₃₀	U	5	59	0	Q	T	5	5
Finish Time				64	R	U	24	24
Crash Cost				0	S	U	30	30
Total Cost				260660.8	T	U	4	4

4.3.2 專案最大允許趕工日程及成本 (Crash Time)

求解最大趕工日程之目的為探求專案日程在極限壓縮下的總成本表現。與正常

日程時間相對而為兩極限點，利用規劃模型求得最大允許趕工日程為 42 日，總成本為 357778.2 元。

4.3.3 繪製 Trade-off Curve

由規劃結果得知日程_成本取捨曲線之可行日程方案極限點為 64 天及 42 天，區間中有 23 個日程_成本點（假設日程單位為 1 天）。將各日程_成本點間連線即為 Trade-off Curve。在此有兩項假設（1）趕工日程為確定性，（2）Trade-off Curve 取捨曲線為線性且規劃 Trade-off Curve 時以日程專案總成本 Total Cost 估算。

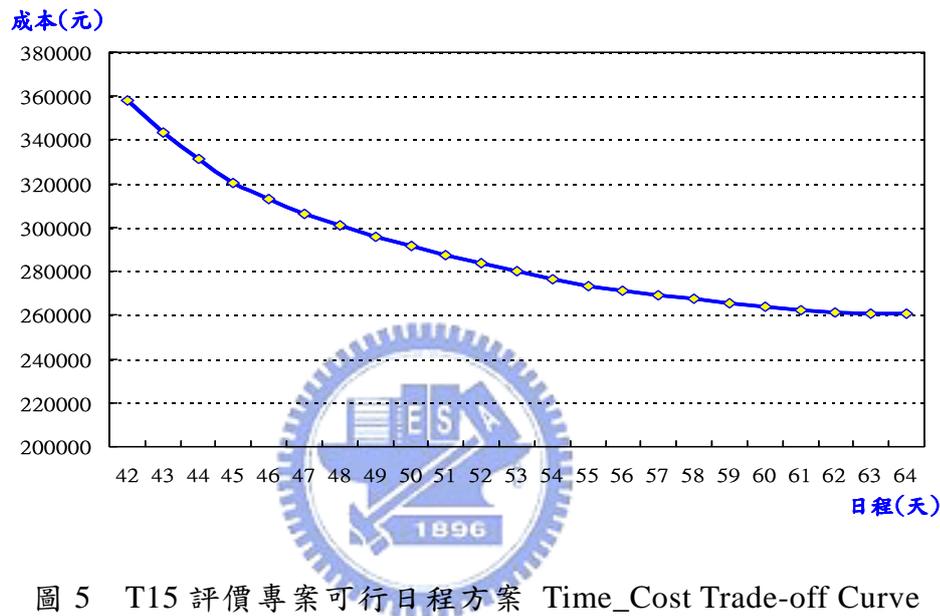


圖 5 T15 評價專案可行日程方案 Time_Cost Trade-off Curve

4.4 多指標評估技術之指標估算

在取得 Trade-off Curve 之相關資訊後，下一步驟為評估指標之求算。運用之評估指標有五個，各指標依專案日程之時間表（Time Table）計算。以下取 Trade-off Curve 上 No. 9 之 50 天可行日程方案資訊為例說明各評估指標之計算。

表 5 T15 專案趕工模式_50 天可行日程方案 Time Table

Activity	Description	Successor	Time	EST	EFT	LST	LFT	Slack
N ₁	行車噪音評價(法規)	N ₂	3	13	16	13	16	0
N ₂	原地噪音評價(法規)	N ₃	3	16	19	16	19	0
N ₃	喇叭音量評價(法規)	N ₄	1	19	20	19	20	0
N ₄	行車型態污染測試評價	N ₅	1	13	14	13	14	0
N ₅	行車型態耗能測試評價	N ₆ N ₁₂ N ₁₉ N ₂₇ N ₂₈	3	14	17	14	17	0
N ₆	車輛色彩評價	N ₇	1	20	21	20	21	0
N ₇	車輛品質評價	N ₈	1	17	18	17	18	0
N ₈	車輛外觀標誌評價	N ₉	2	21	23	21	23	0
N ₉	儀錶機能評價	N ₁₀	1	18	19	18	19	0
N ₁₀	煞車力評價	N ₁₁	2	37	39	37	39	0
N ₁₁	新機構評價	N ₁₈	5	39	44	39	44	0
N ₁₂	車體尺寸評價	N ₁₃	5	26	31	26	31	0
N ₁₃	車體重量評價	N ₁₄	2	19	21	19	21	0
N ₁₄	燈具照/亮度評價	N ₁₅	2	44	46	44	46	0
N ₁₅	車輛穩定度評價	N ₁₆	6	31	37	31	37	0
N ₁₆	電裝機能評價	N ₁₇	4	25	29	33	37	8
N ₁₇	冷/熱發動評價	N ₁₈	5	21	26	21	26	0
N ₁₈	車輛法規型式評價	N ₂₄	2	13	15	21	23	8
N ₁₉	耐水性評價	N ₂₀	3	19	22	27	30	8
N ₂₀	運配評價	N ₂₁	3	10	13	10	13	0
N ₂₁	動力計性能評價	N ₂₂	3	7	10	7	10	0
N ₂₂	引擎族再確認評價	N ₂₃	3	0	3	0	3	0
N ₂₃	單/雙人騎乘評價	N ₂₅	3	3	6	3	6	0
N ₂₄	重點品質評價	N ₂₅	1	6	7	6	7	0
N ₂₅	汽油/機油指示評價	N ₂₆	30	13	43	16	46	3
N ₂₆	管路/電線/鋼索評價	N ₂₉	24	13	37	22	46	9
N ₂₇	引擎耐久試驗	N ₃₀	3	22	25	30	33	8
N ₂₈	公路耐久試驗	N ₃₀	4	15	19	23	27	8
N ₂₉	車體扭力評價	N ₃₀	4	46	50	46	50	0
N ₃₀	車輛總點檢評價	---	3	23	26	23	26	0

以表 5 資訊，代入五項專案績效評估指標之數學模型中，即可求得各績效指標值，重覆上述方法可將 Trade-off Curve 中 23 個可行日程方案點（此處即設定為方案 j ， $j = 1, \dots, 23$ 。）之所有績效指標值計算出。如下頁表 6 所示。

表 6 T15 專案可行日程方案_五項績效指標值一覽表

可行日程 方案	五項績效評估指標				
	$NS (X_1)$ 網路敏感度	$PD (X_2)$ 專案時間	$TC (X_3)$ 專案總成本	$CPVR (Y_1)$ 要徑價值比	$SV (Y_2)$ 閒置時間價值
單位	個	天	仟元	---	仟元
PES_j	x_{1j}	x_{2j}	x_{3j}	y_{1j}	y_{2j}
1	24	42	358	0.702	35
2	24	43	343	0.693	46
3	24	44	331	0.686	58
4	24	45	320	0.679	70
5	23	46	313	0.241	83
6	23	47	306	0.236	95
7	23	48	301	0.235	95
8	23	49	296	0.235	95
9	23	50	292	0.233	98
10	23	51	287	0.232	98
11	23	52	284	0.231	98
12	23	53	280	0.229	98
13	23	54	276	0.230	111
14	23	55	273	0.231	124
15	23	56	271	0.232	124
16	23	57	269	0.233	126
17	23	58	267	0.233	129
18	23	59	265	0.234	132
19	23	60	264	0.234	134
20	23	61	262	0.236	147
21	23	62	261	0.237	160
22	17	63	261	0.210	182
23	17	64	261	0.211	204

4.5 T15 新機種評價專案 PES 專案綜合績效評估分數

蒐集了專案完整的趕工資訊及求算出各可行日程方案之評估指標後，即可進行專案綜合評估分數 PES_j 之求解。依 DEA 規劃精神，各可行日程方案會以自身最有利之指標權重進行 PES_j 的估算。運用 DEA-SOLVER 規劃求解軟體，計算 DEA 模式中各 DUM 之績效值，若將效率公式（產出導向模式）與 PES_j 對應則效率產出項即為 PES_j 分母項（ $CPVR$ 、 SV 指標），效率投入項即為 PES_j 分子項（ PD 、 TC 、 NS 指標），依 DEA-SOLVER 語法分別輸入數值並規劃求解 23 個可行日程方案中五項績效評估指標之各個權重，再計算出各方案之績效值 PES_j 後，進行績效之評比及決策。為符合一般實務業界對評估分數的認知，在評估完畢之 PES_j 指數以百分比分數顯示，例如 PES_j 績效值為 1.0 時，則以 100 分表示，績效值為 0.9 時則為 90 分。

由 DEA-SOLVER 規劃軟體求解 T15 可行日程方案 PES_j ，共可產生 Slack、Weighted Data、Weight、Projection、Graph2、Graph1、Score、Summary 等 8 個報表，其中“Score”報表顯示的結果，即為 T15 評價專案之 23 個可行方案之各 PES_j 值，並且加以排序。由總整理報表顯示，方案 1、2、3、4、23 五個點的績效值皆為 1.0（以 PES_j 觀點可視為 100 分），此即表示這五的日程方案的績效值位於包絡面上，

其他日成方案皆以包絡面為基準進行相對比較計算出其 PES_j 評估分數。如表 7 所示。

表 7 T15 專案各可行日程方案 DEA 規劃求解結果總表

可行日程 方案 No.	PD 專案時間		TC 專案總成本		NS 網路敏感度		CPVR 要徑價值比		SV 閒置時間價值		PES 專案評估 分數	Rank 排序
	PD	w^{PD}	TC	w^{TC}	NS	w^{NS}	CPVR	w^{CPVR}	SV	w^{SV}		
1	42	0.0283	357778	0	24	0	0.7023	1.4239	34841	0	100.0	1
2	43	1.0104	343221	1.6×10^{-6}	24	0	0.6933	1.4424	46454	0	100.0	1
3	44	0.0187	331187	5.4×10^{-7}	24	0	0.6862	1.2975	58068	1.9×10^{-6}	100.0	1
4	45	0.0094	320257	1.8×10^{-6}	24	0	0.6791	1.4724	69682	0	100.0	1
5	46	0.0314	313168	0	23	0	0.2406	1.1970	82586	8.6×10^{-6}	69.2	21
6	47	0.0284	306080	0	23	0	0.2361	1.0824	95490	7.8×10^{-6}	74.9	15
7	48	0.0284	300968	0	23	0	0.2354	1.0832	95490	7.8×10^{-6}	73.3	16
8	49	0.0285	295856	0	23	0	0.2347	1.0841	95490	7.8×10^{-6}	71.7	18
9	50	0.0279	291600	0	23	0	0.2335	1.0640	98070	7.7×10^{-6}	71.6	19
10	51	0.0280	287344	0	23	0	0.2323	1.0654	98070	7.7×10^{-6}	70.1	20
11	52	0.0280	283668	0	23	0	0.2306	1.0674	98070	7.76×10^{-6}	68.7	22
12	53	0.0281	279992	0	23	0	0.2288	1.0693	98070	7.7×10^{-6}	67.2	23
13	54	0.0255	276415	0	23	0	0.2296	0.9719	110974	7.0×10^{-6}	72.6	17
14	55	0.0234	273148	0	23	0	0.2310	0.8903	123878	6.4×10^{-6}	77.8	10
15	56	0.0233	270902	0	23	0	0.2319	0.8896	123878	6.4×10^{-6}	76.5	12
16	57	0.0229	269089	0	23	0	0.2328	0.8744	126459	6.3×10^{-6}	76.4	13
17	58	0.0226	267275	0	23	0	0.2328	0.8605	129040	6.2×10^{-6}	76.3	14
18	59	0	265462	4.9×10^{-6}	23	0	0.2337	1.8546	131621	4.3×10^{-6}	77.4	11
19	60	0	263648	4.8×10^{-6}	23	0	0.2336	1.8345	134202	4.3×10^{-6}	78.7	9
20	61	0	262346	4.6×10^{-6}	23	0	0.2359	1.7322	147106	4.0×10^{-6}	83.8	8
21	62	0	261043	4.3×10^{-6}	23	0	0.2374	1.6428	160010	3.8×10^{-6}	88.8	7
22	63	0	260852	0	17	0.06321	0.2102	1.8943	181946	3.3×10^{-6}	93.1	6
23	64	0	260661	0	17	0.05882	0.2112	1.7629	203883	3.1×10^{-6}	100.0	1

4.6 PES 專案綜合績效評估分數意義說明

經由 DEA 規劃求解後專案管理人員可以取得各個可行日程方案之 PES_j 評估分數，但這個數值是否能真正帶來管理上的意義是需要深入探討的。在專案的規劃及執行上是有許多因素須要考量，呈現的結果可能是表象的，也可能須要更深入的追蹤，以 T15 專案 PES_j 的計算結果，反推至專案規劃的初期，藉由管理觀點及規劃角度的分析，了解 PES_j 真正涵義所在。

4.6.1 綜合績效評估結果意義解析_以 DEA 角度

任選一可行方案 DEA 規劃之結果進行說明，以期了解績效評估結果之涵義。以 PES_9 分數為 71.6 分，績效值為 0.716 之 50 天之可行日程方案為範例，該方案之完整績效資訊如表 8 所示。表中“Score Data”即為該可行方案各個指標之績效值；“Projection”則表示為該指標之目標績效值；“Difference”則為目前績效與標竿績效之差異；“%”則為差異以百分比表示。透過表 8 的內容，讓專案規劃人員得以對每個可行方案之績效值及目標值進行正確的了解及判讀，協助專案的決策。

表 8 T15 專案各可行日程方案 PES_9 績效評估結果資訊

No.	DMU I/O	Score Data	Projection	Difference	%
	9	0.7161967	---	---	---
	PD 專案時間	50	50	0	0.00%
9	TC 專案總成本	291599.6	245198.98	-46400.6236	-15.91%
	NS 網路敏感度	23	16.936093	-6.06390651	-26.36%
	CPVR 要徑價值比	0.2334801	0.326	9.25×10^{-2}	39.63%
	SV 閒置時間價值	98070.4	136932.22	38861.8176	39.63%

PD：規劃結果為日程為 50 天，若以其投影在包絡線上的標竿日程（Projection）亦為 50 天，故以此方案而言 PD 指數具高績效值，為高效點位於包絡線上，且差異值為 0，所以不需要進行改善。

TC：由結果判斷，此方案該指標位於包絡線之下效率不及 1.0，亦即為非高效點，與包絡線上之投影點數值差距為 46400.6236 元，差異為 -15.91%，表示此日程在專案總成本上仍有需要改善的空間。

NS：差異值約 -26.36%，對應其包絡線投影點應該再減少約 6 個要徑活動。在實務專案執行面上，因為要徑活動特性為閒置時間為 0，且多為前後皆為要徑活動之組合，故要徑活動之增減相形於其他指數較為困難。但 NS 指數亦有其提供參考指標之涵義，了解現行方案之要徑活動數量。

CPVR：此指標屬望大指標，所以在差異上要再增加約 39.63% 的要徑價值才符合其對應之包絡線投影值。

SV：整體而言同 CPVR 指數特性及規劃結果，閒置時間應再檢討，結果顯現有重要價值高的活動未納入要徑之上。

整體績效評估結果 No. 9 日程方案 Score 為 0.7162， PES_9 為 71.62 分，整體排序為 23 中第 19 位，為績效值表現不甚理想之日程方案，因此在進行趕工決策時，儘可能避免選用 50 天日程之方案，或將不足處改善，以提高專案趕工執行績效。

4.6.2 綜合績效評估結果意義解析_以專案管理角度

T15 評價專案之 DEA_ PES 規劃結果給予專案管理領域一個重要的啟示。在以往的專案規劃範疇中，大多只討論正常時間下的工作日程及資訊，在專案管理人員的立場，亦是希望專案在規劃初期就應該是以正常工作時間估算，否則專案的規劃就無一基準可循。Time_Cost Trade-off Curve 探討了實務中較少進行分析的最大趕工日程及各可行日程方案，並利用 DEA 及評估指標的方式估算出每一日程方案之 PES_j 績效綜合評估分數，此評估分數由於是採相對比較的方式運作，在專案管理實務上能以最客觀之條件協助規劃管理及進度控制而產生正面的助益，運用上可分為兩部份探討。

(1) 專案執行前之規劃

以 T15 專案案例分析，在專案執行前的規劃階段即可將所有可行日程方案列入規劃管理，讓專案的日程規劃更加的有彈性，可以配合企業面臨到的不同狀況而加以調整，而且在進度掌控及資源規劃的部份也不至於發生混亂，同時由於 PES 評估分數的運用，管理人員亦可事前掌握各可行日程的績效值，甚而知道影響績效之關鍵因素，對規劃控制人員而言，此事前規劃已經將專案未來執行時可能發生的變化掌握了 90% 以上，自然在專案績效及管理績效上會有更傑出的表現。

另一種情況是規劃可行日程時發現正常作業時間下 PES 分數並不高，此時規劃管理人員就可以直接避免採用 PES 較低之正常時間日程方案，直接以 PES 較高之日程方案實施專案，在某種程度上也是一種企業經營避險的規劃手法。

T15 的專案規劃日程範例說明，以正常工作時間規劃日程是 64 天，若因營業銷售需要，希望日程縮短為 50 天，當這樣的需求被提出時專案管理人員立刻可以提供此日程之資訊予相關單位，如 PES₉ 評估分數為 71.62 分，在所有可行方案中績效值排序為 19/23 屬中下水準之日程方案，並且可以知道此日程實施時在要徑價值、網路敏感度及專案時間三項指標會有較差的表現。如此提供明確的條件及績效值，在實務上是非常具有效用及說服力的。

(2) 專案執行後之變更

在 Y 機車實務的專案執行上最常遇到也最令規劃管理人員困擾的問題，莫過於專案日程的變化，且多是因緊急事件或是市場銷售需求而不得不執行的新機種評價日程短縮規劃。在以往的做法是以“見招拆招”的規劃方式形容，沒有事前規劃，不知道日程縮短後的影響更遑論資源有效的調度，規劃人員就如此全憑經驗進行趕工，紊亂自然不在話下，各專案活動負責人員亦無所適從，直到專案執行完畢進行績效評估計算時，才發現趕工使專案出現低績效表現，因此日程變更成為管理人員最難以掌握的棘手之事。

在 Time_Cost Trade-off Curve 及 PES 規劃之下，解決了上述問題，當規劃管理人員接到日程短縮的命令時，可以很清楚的提出各日程的績效值及相關資訊供決策層及進行方案決策，了解在要求日程下實施的專案活動會有如何的績效表現，預先做好規劃及說明，並且藉由 PES 評估分數及包絡面上之投影數值，明確知道改善的目標及手法，使專案日程變更時不致發生混亂而影響專案工作的推行，提升整體專案執行效率。

第五章、結論與未來研究方向

5.1 結論

本論文提出之五項準則專案績效評估分數 *PES*，經實際於 Y 機車新機種評價專案中檢證，此法使專案在規劃或階段中遇到日程變動時不至於發生混亂，管理及資源調度仍可充份掌握，並可以協助更精確的專案控管及更客觀公平的專案績效評估，茲下將本論文之結論與成果予以歸納：

- (1) 經由專案管理規劃，在新機種評價流程上的改善相當顯著，以 Y 機車過去半年度（95 年 7~12 月）3 個主要新機種專案評價流程進行分析，平均專案日程由 51 工作天減少至 43 工作天，減少約 8 工作天，日程縮短率約為 15.69%，未實施系統化 PM（Project Management）規劃前，車輛評價流程需反覆拆裝 3 回，實施系統群組後降低為拆裝 1 回即可完成評價工作，流程衝突降低至原流程之 14%，評價逆流由 3 回降低為 1 回，降低逆流率 67%，系統化的專案管理技術使專案執行效率明顯提升。
- (2) Y 機車原先之專案績效評估方法即包含定性評估與定量評估，其中定量評估是以三個指標進行評估，但這三個指標並無明確數值依據，偏向人為判定，客觀度不足，在本論文以 *PES* 取代後，可以更客觀公正的顯示出專案日程方案之績效值。
- (3) 機車業界變化快速專案日程變動率高，利用 *PES* 績效分數可以在專案規劃初期即能將各日程方案予以考慮，如此不僅可在專案執行前選擇最佳方案實施，亦可在發生日程變動時，協助管理人員決策適當之預備選擇方案。
- (4) 以 DEA_CCR 模式協助 *PES_j* 各指標權重取得，可以使得最準確的 *PES* 綜合評估分數得以呈現，且 *PES* 之五項績效指標可以成為規劃與執行間的連結工具，由指標的內容屬性進行專案的控管，使專案管理人員易於掌控專案的進度及資源調度。
- (5) 本論文研究案例對象雖為傳統機車業，但是 *PES* 模式運用廣泛，只要是以網路圖（CPM 或 PERT）方式規劃及有日程趕工問題之專案活動皆能適用，利用 *PES* 結果協助日程方案選用。
- (6) *PES* 績效評估結果以一相對分數值（Score）表現，分數愈高即表示績效愈好，一般人易於聯想績效排序，實務上使用不需艱深複雜之數學背景即可完全明瞭。

- (7) 利用 DEA 結果資訊之差額數值，以“標竿管理”(Benchmark)方式了解某選擇方案之弱點所在之處，再針對弱點補強以改善方案績效。
- (8) 本論文研究設定 *PES* 的績效評估指標為五個，但因為專案活動範疇涵蓋廣闊，也許尚有績效指標未被列入考慮，實際上只要指標依效率公式之望大或望小屬性予以再歸類，即可以加入現有之 *PES* 計算模型中，故本論文提出之績效評估分數 *PES* 係屬一“可成長”之專案績效評估方法。
- (9) *PES* 設定之五項指標基本上雖仍然屬於時間及成本因子之延伸，但是評估因子的設定及考慮層面並不限於任何構面，只要是專案活動規劃或是執行管理之因子皆可進行再分類而運用於 *PES* 中。

由上述歸納得知兩項技術之特點，專案管理規劃手法提供系統化的解題步驟，而 *PES* 可以提供客觀之績效評估，兩相加乘使得專案得以高效率方式運作，在此模式下可廣泛複製應用使理論技術與產業實務結合。

5.2 研究結果說明

PES 績效評估分數在研究成果及實務應用上有如 5.1 說明之優點，雖然方法本質精神可以運用在相當廣泛的專案層面，但仍有其限制必須要加以突破，以使理論技術得以更成熟，實務上可以更正確的運用。茲將 *PES* 評估方法運用限制羅列如下。

- (1) 機車新機種評價日程因應市場需求會有較大幅度的變動，電腦規劃雖然精度提高，但相對的規劃彈性部分表現就較差，當發生重大的變化時，可能造成規劃或是 Modeling 工程過於龐大等問題。
- (2) 由於新機種評價項目是因需求不同而浮動的，當專案活動項目發生增減，不僅網路圖必需重新規劃，整個 *PES* 的結果亦需重新計算，其再規劃工程就等於是重新規劃一個專案活動般複雜。
- (3) 專案活動另一項特性即專案之日程與活動個數為整數單位(離散、非連續型資訊)，雖然以目前 *PES* 估算相對效率分數的觀點，不如此限制仍可計算出相對有效之評估分數，但若需精準的呈現專案全貌，則必須另外加整數規劃之限制式。
- (4) 本論文之 DEA 方法係採用基本 CCR 模型，通用於一般之效率規劃，在專案 *PES* 求算之過程中若需加限制式使模型完整，則 DEA 需要重新 Modeling 改寫至適合的模式。

專案績效評估是一連串嚴謹過程的組合，規劃模式的錯誤將可能誤導結果而使

企業損失慘重，加上 DEA 為相當敏感之分析工具，產出/投入的不確定可能導致嚴重失敗發生，規劃人員運用必需格外小心仔細，這是企業在實施 PES 績效評估分數時需要審慎之處。

5.3 展望未來研究方向

綜觀上述結論與限制，PES 的發展確實可以為學術及產業界帶來新的想法，尤其在目前專案績效評估技術缺乏定量評估的情形下，PES 的提出更具意義及重要。PES 運用的效率公式（效率=產出/投入）將指標屬性予以分類，效率公式也為產業界所熟知，將簡單的數學概念實行於實務之績效評估上，不論在實務或是學術上皆能有所貢獻。未來發展方向除了要能再定義出更多績效指標之外，能多方面的投入各產業進行檢證也是相當重要的，藉由實務上的操作，發掘出理論方法預測不到的問題，後續也可藉由問題的解決，讓 PES 專案績效評估分數得以修正及發展的更完全，讓學術研究的成果能真正於產業界中開花結果。



參考文獻資料

中文（含譯文）部分：

- [1] 王士峰，劉明德，生產與作業管理，3版，台北，普林斯頓國際，2004年。
- [2] 李友諍，作業管理-創造競爭優勢，2版，台北，前程文化，2005年。
- [3] 高強，黃旭男，Toshiyuki Sueyoshi，管理績效評估-資料包絡分析法，初版，台北，華泰文化，2003年。
- [4] 廖慶榮，作業研究，修訂初版，台北，三民書局，1997年。
- [5] 賴福來、胡伯潛、黃信豪，工業工程與管理，修訂初版，台北，三民書局，1996。

英文部分：

- [6] Charnes A, Cooper WW and Rhodes E, Measuring the efficiency of decision making units, *European Journal of Operational Research* 2, pp. 429-444, 1978.
- [7] Banker RD, Charnes A and Cooper WW, Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science* 30(9), pp. 1078-1092, 1984.
- [8] Ragsdale CT, Spreadsheet Modeling & Decision Analysis, 4th ed., THOMSON, South-Western, 2004.
- [9] Kerzner H, Project Management-A Systems Approach to Planning, Scheduling and Controlling, 9th ed., John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 2005.
- [10] Chase RB, Jacobs FR, and Aquilano NJ, Operations Management for Competitive Advantage, 10th ed., McGRAW-Hill, New York, 2004.
- [11] Tone K, A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis, *European Journal of Operational Research* 130, pp. 498-509, 2001.

全球資訊網（World-Wide Web）部份：

- [12] 台灣山葉機車工業股份有限公司網站，www.yamaha-motor.com.tw

（※ 以上參考書目依作者姓名筆劃及英文字母順序排列）