中國土木水利工程學刊　第二十卷　第三期　(民國九十七年)
Journal of the Chinese Institute of Civil and Hydraulic Engineering, Vol. 20, No. 3, pp. 000–000, 2008

知識管理導向企業流程再造模式之研究—以工程顧問機構為例

鄭明淵[1]　黃志民[2]

關鍵詞：　企業流程再造、知識管理。

摘　　要

本研究以知識管理 (KM) 為主軸，結合企業流程再造 (BPR) 建構「知識管理導向企業流程再造模式」，將 KM 融合落實於日常作業流程中，強化提昇企業創新與競爭能力。本文以「知識、角色、功能、控制」四大觀點為基礎建構流程模型，並首創將知識管理單迴路與雙迴路學習概念應用於企業流程分析工作，再利用「知識／作業／流程目標達成矩陣」及「知識生命週期建構表」確認找出現行流程效能與服務缺口，作為新流程設計的參考。最後，本研究以「工程顧問機構工程成本估算流程」為例，提出 KM 導向流程再造建議，驗證模式的可行性，以作為後續研究之參考。

KM-ORIENTED BPR FOR A/E CONSULTING FIRM

Min-Yuan Cheng　　Chih-Min Huang

Department of Construction Engineering
National Taiwan University of Science and Technology
Taipei, Taiwan 10672, R.O.C.

Key Words: business process reengineering, knowledge management.

ABSTRACT

Combining Knowledge Management (KM) with Business Process Reengineering (BPR), this study develops a KM-oriented BPR model. This model integrating KM with BPR can not only be used to strengthen the loosely structured and highly complicated process of the architect/engineering consulting (A/E) firm, but can also increase competitiveness. This study developes and represents business processes based on modified ARIS comprising four points of view, namely knowledge, role, function, and control. This study pioneers the application of single loop and double loop learning methodology within KM to analyze the business operation process. Thus, process performance and service gaps are identified using the Knowledge/Activity/Process Achievement Matrix and Knowledge-Life-Cycle constructing sheets respectively. Based on the process analysis results, a KM-oriented process has been redesigned and developed. Furthermore, the feasibility of the research results is identified and tested by one real case study. To some extent, this study establishes a new agenda of KM-oriented process reengineering for future research.

[1] 國立台灣科技大學營建工程系教授
[2] 國立台灣科技大學營建工程系碩士

一、前 言

營建工程具規模龐大、介面複雜、生命週期長、經驗回饋需求高等特性，因此工程顧問機構為滿足因應營建業特性需求，其作業流程與工作內容亦形繁瑣複雜，遂而形成一結構性低、複雜度高，且對知識需求度高之流程特質[1]。近來，台灣工程顧問機構相繼導入「知識管理(Knowledge Management, KM)」來輔助其工作的執行，以期能提升企業競爭力。然而，多數企業推行 KM 均未跳脫文件管理、知識社群等範疇，且 KM 往往未與企業活動密切整合，彼此獨立運作，造成流程管理工作增加卻無法達到相輔相成的效果，反而增加了企業的負擔。

「企業流程再造 (Business Process Reengineering, BPR)」[2] 主張企業管理應從根本的重新思考，徹底翻新作業流程，以求在企業的表現上獲得大躍進式的改善。然而，僅以資訊科技作為觸動 BPR 的要角，未對支持工程規劃設計流程執行的核心知識進行辨識與探討的再造模式，顯無法完全滿足工程顧問機構流程的特殊需求。因此，如何於工程顧問機構中深化 KM，並將其融入企業流程之中，讓 KM 成為作業流程的一部份，為一亟需探討的課題。

本研究以 KM 為主軸，探討工程顧問機構企業流程再造，進而建立一「知識管理導向企業流程再造模式」，將 KM 融合落實於日常作業流程中，有效強化企業的創新能力，提升顧客滿意度與企業長程經營發展，其主要研究項目有下列三項：

(1) 強化企業流程再造模式在知識構面之處理：採用合適之知識管理理論架構，作為流程再造模式的執行工具，在過程中兼顧企業短期與長期的發展。

(2) 提出知識管理融合至企業流程再造之具體作法：建構一企業流程的剖析模式，清楚解析企業流程對企業知識資產、知識管理作業的需求，有效整合知識管理相關活動於企業流程再造模式之中，以作為企業建構知識管理環境之依據。

(3) 建立流程再造模式參考範本：建立一知識管理導向流程再造模式應用例，供後續模式引用者執行再造時之參考。

二、知識管理導向企業流程再造模式的觀念與架構

2.1 知識管理於企業流程中角色扮演的演變

在傳統企業流程輸出與回饋機制中，專業知識已隱含運作於企業流程中，但因未受到企業特別的重視，使有關的知識與經驗經常僅留存於個人身上，當員工有異動時，前述知識亦隨之被帶走，造成企業的永久損失。建立組織知識庫 (Organization Knowledge Base)，係將原企業流程的回饋機制予以外顯化，利用資訊科技的輔助，將流程有關知識與經驗有效保存，供需求者再利用，此為第一代知識管理 [3]。在此階段，知識管理的建置需求，著重於企業知識的蒐集與保存，並建立組織知識庫；傳統上圖資中心的設立，與近年之文件數位化處理與保存，均屬該類型之知識管理。

企業利用知識保存系統，完整保存流程循環不斷產生的大量知識，也使需求者因不易在龐大知識庫中快速找到所需資料，而形成知識再應用的障礙。因此，近年來知識管理著重於知識庫內容的整合，並提供一易於使用的介面供需求者使用，以提高企業流程運作的效率與品質，此為第二代知識管理 [3]。較常用的方法包括建立資訊平台、著手知識分類、建立知識地圖、成立知識社群等方式。

時代的演進促使企業競爭模式不斷改變，企業流程目標需隨著快速變遷的競爭環境而彈性調整，以因應變革。為此，企業應有偵知流程問題的機制，經「知識製造 (Knowledge Production, KP)」作業產生新知識，並彙整至組織知識庫中，供企業流程參用，以解決企業流程所生之新問題，此為第三代知識管理 [3]。如此，組織知識庫的知識來源將不再僅限於既有流程所產生的定型化知識，更增加知識處理流程因探討企業流程問題所產生的創新知識，因而更強化了知識管理對企業流程的輔助，詳圖 1。

2.2 知識管理之學習迴路概念

企業利用組織知識庫的經驗與知識執行企業流程，再將成果回饋至知識庫的過程，在知識管理領域中屬於組織或個人學習 (learning) 的模式，依執行特質可分為單迴路學習 (single-loop learning) 及雙迴路學習 (double-loop learning) 二大類，如圖 1 所示。

Argyris 和 Schön [3] 對單迴路學習的定義為：「以先前已建立於組織知識庫之一般及特定知識，及因作業特殊事件與條件需求所產生之新知識為基礎，對相關作業行為進行適當之調整，並將作業執行結果回饋至組織知識庫中的循環過程」，此符合前節所述「第一代」與「第二代」知識管理對企業流程之輔助概念。然而，企業中僅有單迴路學習，將無法有效解決流程執行中，因環境變遷所產生的「問題」。對此，Argyris 和 Schön 提出雙迴路學習觀念，並將雙迴路學習定義為：「以作業所產生問題之問題解來修正既有組織知識庫之一般及特定知識，再以此為基礎對相關作業行為進行適當之調整，並將作業執行結果回饋至組織知識庫中的循環過程」，此符合前節所述「第三代」知識管理對企業流程之輔助概念。

圖 1 中之知識管理單、雙迴路模型共包含「知識保存」、「知識整合」與「知識製造」三大 KM 作業，前二項已有許多成熟理論、方法、資訊技術與平台等可供支援，但以解決企業經營所產生問題為主要目的之「知識製造」部份，

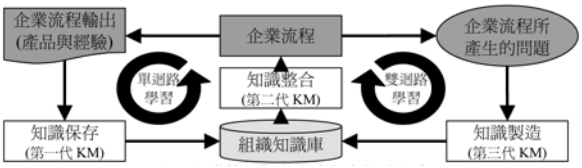


圖 1 知識管理對企業流程之輔助概念

仍為目前知識管理領域之一研究重點。Karl Popper 認為「知識的成長植基於人們的經驗，利用先前既有知識與經驗，經過不斷的試誤 (trial-and-error) 過程以解決問題，並增長新的知識」[3]。其所提問題解決框架中「提出假設性解答」即為依既有知識與經驗並經試誤過程所得之解答；經評核 (evaluation) 過程來「排除錯誤的想法」；若仍有疑慮，再依往覆式原則，進行另一試誤循環，直到能提出正式合理解答為止。由此可知「知識製造」的過程中，除「知識產生 (Knowledge Creation)」程序外，尚應包含「知識評核 (knowledge evaluation)」，以驗證知識的有效性。

本研究以圖 1 為基礎，結合 Karl Popper 的問題解決框架與 Argyris 和 Schön 的知識管理學習迴路模式，應用雙迴路學習之操作程序，輔助解決單迴路學習所無法解決之問題，建構 KM 導向流程再造的概念如圖 2 所示。

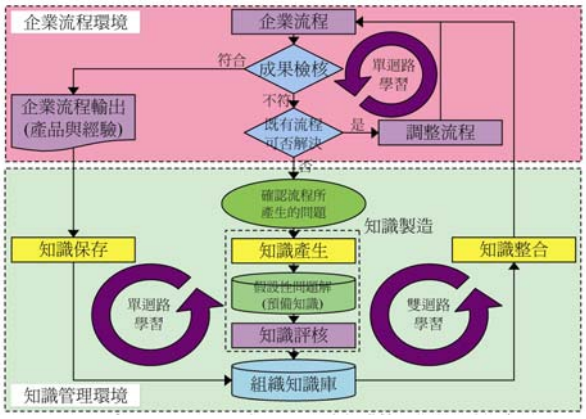


圖 2　整合 Argyris/Schön 與 Popper 之知識管理學習迴路概念圖

2.3　再造模式之整體架構說明

本研究以流程再造的理論為基礎，參酌文獻中各學者之流程再造模式後 [4-6]，將「知識管理學習迴路(如圖 1 所示)」[7] 的概念與做法融入企業流程再造之中，發展出「知識管理導向流程再造模式」，其基本架構如圖 3 所示。模式中共包括：「流程重現」、「流程評估」、「流程分析」、「流程設計」、「流程檢核」等五個主要程序：

(1) 流程重現：本研究係針對已選定之流程進行徹底的了解與解析，從顧問公司既有之管理制度、流程所需與產出的知識、既有流程的運作方式中，逐步展開描繪出欲再造流程之作業角色、作業項目、相關知識等元素，及其與其他流程的關係。流程重現之主要目的，是將流程相關資訊予以模型化，以便後續進行流程評估工作，並可作為日後重覆同一流程再造的基礎。本研究以 ARIS (Architecture of Integrated Information Systems) 流程塑模概念為基礎訂定描述流程模型的文件，ARIS House 包括四個觀點：資料觀點 (Data)、組織觀點 (Organization)、功能觀點 (Function) 及控制觀點 (Control)，本研究以此四個觀點為基礎加以調整，分別以可表達企業智慧的知識觀點 (Knowledge)，取代原資料觀點，以可因應快速組織變動的角色觀點 (Role)，取代原組織觀點。

(2) 流程評估：再造活動係針對流程中不合時宜、嚴重缺乏效率之問題點進行改造，方能產生最大效益。因此，在改變既有流程前，必須針對流程績效進行評估診斷，找出造成流程運作障礙之癥結點，以作為流程重新設計之依據。而流程運作之目的在於達成組織之企業功能，使公司之營運得以維持或成長，因此，流程之功能達成度是用以判斷流程績效之重要指標。同時，公司必須將經營目標與理念完整地導入企業功能中，方能使流程之目標與公司之經營政策方向一致，進而達成公司之目的。

(3) 流程分析：「流程分析」階段將分析工作分為「流程效能缺口分析」與「流程服務缺口分析」兩部份，分別引入知識管理之「單迴路學習」與「雙迴路學習」概念，探討流程中應加強知識管理的作業 (單迴路學習)，及為彌補流程缺口所應增加改造的作業 (雙迴路學習)，進而確立流程設計的方針，以解決流程的問題。

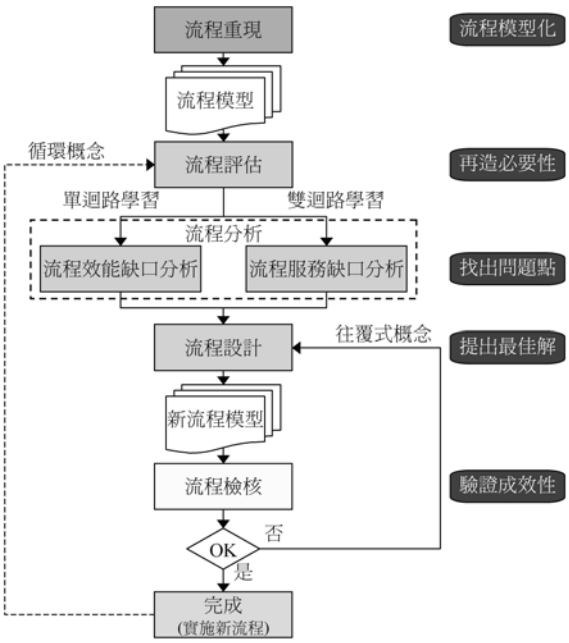


圖 3　知識管理導向流程再造模式

(4) 流程設計：「流程設計」階段係針對流程評估與分析所得之流程問題與缺失進行流程修正或再造之工作，使其能符合流程目標的要求。「流程設計」所建立之新流程模型，可作為後續「流程檢核」的基礎，亦可作為該流程未來再執行再造工程的輸入資料，除可省去「流程重現」階段架構流程模型的困難，並可將本次再造之經驗回饋至未來的工作之中。

(5) 流程檢核：為能確保流程設計後新流程的效果，應進一步量測檢核流程再造前後之績效。經檢核若發現新流程無法有效改善舊流程的執行績效，則應遵循往覆式概念回到「流程設計」階段，重新設計新流程。

三、知識管理導向企業流程再造模式的實施與應用

3.1 案例介紹

工程成本控制為營建工程管理重要的課題之一，工程自規劃、設計、發包至施工各階段，有關工程費用之資料均有一脈相承密不可分的關係。而工程顧問機構於工程規劃、設計階段對工程費用的處理，為工程費用生命週期中最前面的階段，亦是最重要者，因為預算資料編列的良窳，將是影響工程後續是否能順利進行之關鍵因素。本研究以 A 工程顧問公司之「工程成本估算流程」為例，驗證「知識管理導向企業流程再造」模式之可用性，並期望能提昇該流程效能與品質，亦作為模式引用者之參考。

3.2 流程重現

「流程重現」係將流程以模型化方式表達，以方便後續評估與分析作業。本研究利用「知識／作業項目關係矩陣圖」建立流程作業與知識的關係，並由矩陣圖推演出欲再造流程與其他流程間之界面關係，再以流程塑模方法建構流程模型。

步驟一：尋找流程相關知識項目與作業項目

企業流程係由許多具關連性的企業活動與知識項目所組合而成。本步驟係為清楚定義欲再造流程之「作業」與「知識」項目，以供建立「流程知識項目與作業項目關係矩陣」之用。工程顧問機構多以執行專案的方式提供服務，因此可藉由「合約文件」、「服務建議書」、「品質文件」、「作業表單」等資訊整理出作業與相關之知識項目清單。

步驟二：建立流程知識項目與作業項目關係矩陣

如表 1 所示，將前步驟所得作業項目逐一由上至下排於矩陣表左邊直欄中，將知識項目填入矩陣表上方之橫列，再依作業與知識之兩兩對映關係，於矩陣表中各項目交會之格子中填入代表產生 (Create) 知識的「C」符號、代表讀取／修改／刪除等使用 (Use) 知識的「U」符號或以「空白」表示二者無關，再依符號「C」維持在斜對角線之原則重新排列作業與知識項目後，將特質接近之作業項目歸類為同一流程。對工程成本估算流程工作範疇之解析，可界定出「工程設計」、「施工規劃」、「工程成本估算」、「價值工程」與「招標文件製作」五個流程 (如表 1 所示)。其中「工程成本估算」流程為欲再造之核心，故對相關知識與作業項目作較詳細的分析，其餘流程僅表達與再造核心流程有關之部份，並未完整陳述。另檢討矩陣表 (表 1) 中符號「U」的分佈狀況，便可清楚了解流程間之界面關係；其「工程成本估算」流程有「工程設計」、「施工規劃」二上游流程，有「價值工程」、「招標文件製作」二下游流程。

步驟三：建構流程模型

(1) 知識觀點：本研究將 Martin J. Eppler [8] 對流程知識之解析 (如圖 4 所示) 融入「知識／作業項目關係矩陣」中，以其中「U/C」關係定義知識的種類如下：

表 1 再造前工程成本估算流程「知識／作業項目關係矩陣」

作業項目＼知識項目	中國國家標準	採購法及相關子法	公共工程施工綱要規範	標準規範範本	委約文件及圖說	設計圖說	施工計畫書	施工技術規範	工程初步估算書	數量計算書	詢價資料	市場行情分析	工程詳細估算書	業主接受之估算書	公司核可之估算書	設計替代方案	價值工程研究報告	招標文件
資料蒐集與保存	C	C	C	C	C													
工程細部設計	U				U	C												
施工規劃					U	U	C											
編撰施工技術規範	U	U	U	U	U			C										
工程費初步估價					U				C		U	U			U			
工程費詳細估算						U	U		U	C	C	C	C	C	U			
工程預算內部審查						U				U	U	U	U		C			
設計替代方案研析					U	U	U	U						U		C		
價值工程研析					U	U	U	U						U			C	
準備招標文件		U				U	U	U						U				C
協辦招標作業																		U

1.工程設計
2.施工規劃
3.工程成本估算
4.價值工程
5.招標文件製作

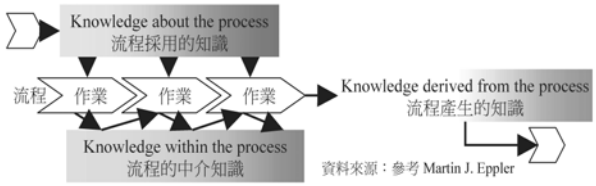


圖 4 流程與知識之關係概念模型

- **流程採用的知識：**定義為執行流程所需參用的外部知識，通常為其他流程所產生，或本流程之歷史經驗資料。該類知識通常需於流程執行前備妥，且流程執行過程中僅會參考使用，不會有異動的動作。如表 1 中之「設計圖說」。
- **流程的中介知識：**定義為執行流程過程中所產生的過程知識，並為流程內後續作業所需使用者。該類知識僅為流程內部使用，與其他流程不產生關係。如表 1 中之「市場行情分析」。
- **流程產生的知識：**定義為執行流程過程中所產生的結果知識，除可供流程內後續作業使用外，亦為其他流程需參用者。該類知識除提供流程內部使用外，亦須考量其他流程的需求。如表 1 中之「業主接受之估算書」。

表 1 中，在工程成本估算流程區間左右兩側「U」符號所對映知識項目為「流程採用的知識」；而在區間內部所對映所有知識項目為「流程的中介知識」；在區間上下側「U」符號所對映知識項目為「流程產生的知識」，結果如表 2。

(2) 角色觀點：以「角色觀點」來表達流程參與者，較符合工程顧問機構多以「專案」方式服務顧客的執行模式。該步驟著眼於流程範疇所涵蓋作業項目，依實際作業逐一審視，定義需參與流程執行的所有角色，並以 UML (Unified Modeling Language) 使用案例圖的方式呈現。在工程成本估算流程中，依實務經驗與前述流程界面可知，參與該流程運作的角色有「估價工程師」與「預算審核工程師」二者，其與流程之關係如圖 5 所示。

(3) 功能觀點：對流程範疇所涵蓋之作業項目逐一進行功能分解，確認出各作業之細部作業。由表 1 可知，工程顧

表 2　再造前工程成本估算流程相關知識分類表

流程採用的知識	流程的中介知識		流程產生的知識
· 委約文件及圖說 · 設計圖說 · 施工計畫書 · 施工技術規範	· 工程初步估算書 · 詢價資料 · 工程詳細估算書 · 公司核可之估算書	· 數量計算書 · 市場行情分析 · 業主接受之估算書	· 業主接受之估算書

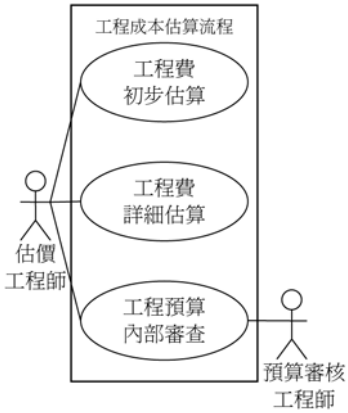


圖 5　再造前工程成本估算流程使用案例圖

問機構工程成本估算流程所應涵蓋之作業項目除主體之「工程費詳細估算」外，尚包含詳細設計前之「工程費初步估算」及設計成果驗證之「工程預算內部審查」三部份，現依此基礎並配合工程實務經驗進行流程作業分解，以詳細界定流程之功能，其結果如圖 6 所示。

(4) 控制觀點：完成上述三個流程觀點後，本研究利用事件驅動流程鏈結圖 (extended Event-driven Process Chains，e-EPC) 將流程的各種細節串聯起來，建立流程的運作模型。為提高 e-EPC 圖的可讀性與易繪製性，本研究參考 UML 活動圖的表現方式，將「角色觀點」的資訊由圖中抽離，以水道 (Swimlane) 的方式，表達流程執行各階段各種角色所執行的作業項目內容與關係為何。

3.3　流程評估

「流程評估」須先以「顧客導向」擬定流程目標，再衡量流程作業對流程目標之期望與實際達成度，以確認流程再造的必要性，進而作為診斷流程問題點之參考依據。

步驟一：確立流程目標要素

本步驟採用「品質機能展開法」觀念，由流程相關之顧客切入，審視其對流程之要求，經整理後轉換為「流程目標要素」，並評估該要素之相對重要性。與流程有關之顧客分為「參與流程運作之實體」之內部顧客，與「接收流程產品之消費者」之外部顧客，前者即流程模型定義之「流程角色」，後者多為所需服務之業主。確認顧客後，即可透過訪談、問卷等方式了解其對流程的要求。工程成本估算流程之目標要素展開表如表 3。

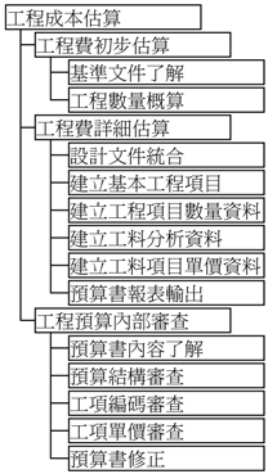


圖 6　再造前工程成本估算流程作業分解圖

步驟二：評估流程目標要素重要性

歸納彙整所界定出之流程目標要素，可利用「重要性得分矩陣」求出各目標要素之重要度 (表 4)。首先將顧客要求項目置於展開表左邊，目標要素置於展開表上方，再依兩者的相關程度填入對應值 r_{ij}(r_{ij}：0 ~ 5)，對應值愈大表示目標要素愈能實現顧客要求。接著將顧客對各項要求的重視程度 p_i(p_i：1 ~ 5) 填入展開表右方，值愈大表示顧客要求項目愈受顧客重視。最後，利用公式計算各目標要素之相對重要性得分 (w_j)。

由表 4 之評估顯示，得分最高的項目分別為「編碼系統標準化」、「工料分析標準化」與「工料項目單價標準化」三項，顯示工程成本估算流程執行過程中，對知識標準化的需求頗高；另得分次高的項目為「預算書範本化」、「預算需能反應施工成本」與「歷史案例經驗可融入性」三項，顯示經驗回饋為流程執行的另一重要需求。

步驟三：評估流程目標達成度

利用「目標達成矩陣」(如表 5) 可知現有流程對目標要素的達成狀況。首先將作業項目置於分析表左邊，目標要素與其重要性得分置於分析表上方，再進行兩兩間關係檢討，逐一將作業對目標要素貢獻度期望值 A_{ij}(A_{ij}：0.0 ~ 1.0) 與實際值 a_{ij}(a_{ij}：0.0 ~ 1.0) 填入分析表對應位置。再利用公式計算各作業項目貢獻度期望值 (CE_i) 與實際值 (CR_i)，及各目標要素期望達成度 (EA_j) 與實際達成度 (Ra_j)，並計算出流程目標總達成度期望值 (TEA) 及實際值 (TRa)；其中，CE_i(CR_i) 值愈大表示該作業項目愈重要，針對此進行改善所能得到的效果可能會較大；G_i 為作業項目的效能缺口，值大者表相對作業項目需提升執行效能；TEA 與滿分 (100) 間之落差為流程存在功能不齊全問題之服務缺口 (G_{sv})，TRa 與 TEA 間之落差為流程無法達到服務目標之效能缺口 (G_{pf})。

由表 5 可知，工程成本估算流程中以「建立工料分析資料」及「工項編碼審查」二作業項目對流程目標的貢獻度期望值最大，表示此為流程的重點作業項目。計算得 TEA 總分為 77.4 分，滿分 100，G_{sv} 22.6 分顯示既有流程所涵蓋

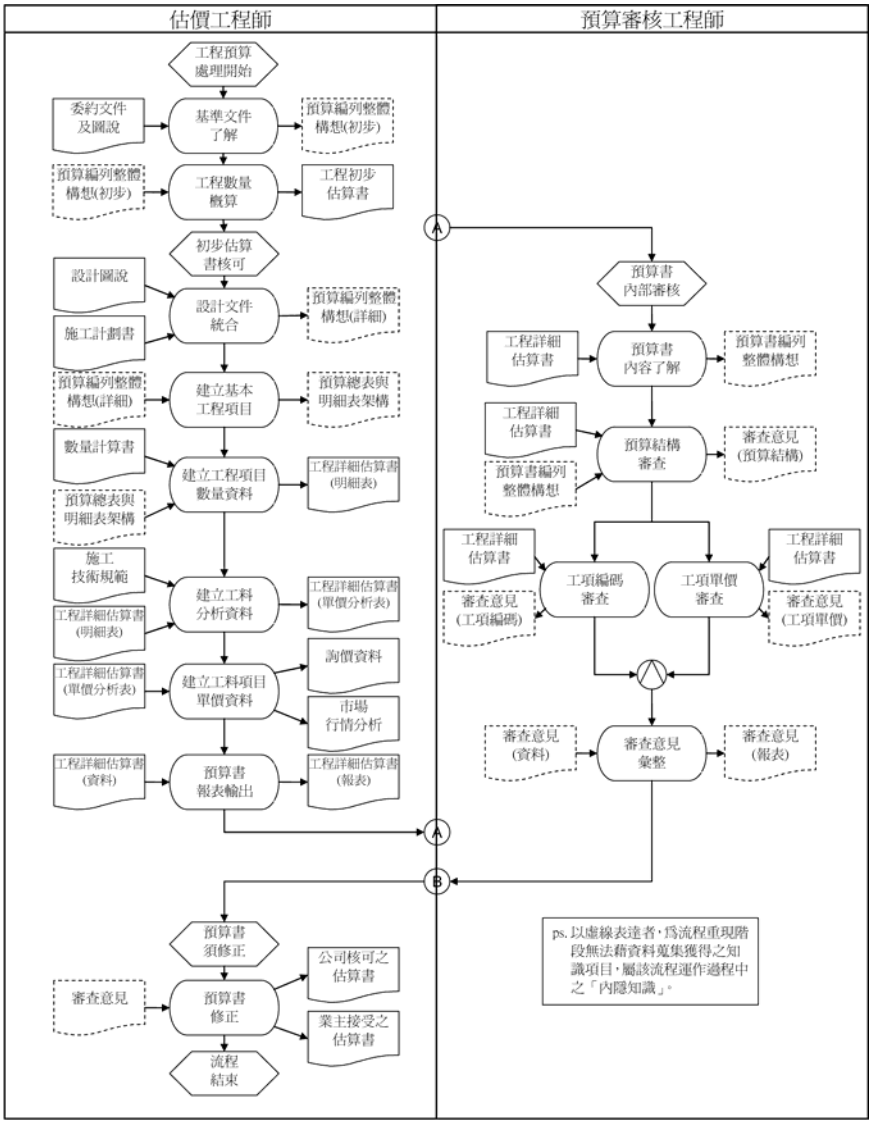


圖 7 再造前工程成本估算流程 e-EPC 圖

表 3 工程成本估算流程目標要素展開表

顧客種類	要求項目	目標要素
業主 (外部顧客)	・工程預算金額應準確	・預算需能反應施工成本
	・預算書資料須符合品質要求	・預算需能反應施工成本 ・預算書報表規格化 ・工料分析標準化
	・預算屬機密資料不可洩漏	・預算資料保密性
估價工程師 (內部顧客)	・預算書要能符合業主品質要求	・預算需能反應施工成本 ・預算書報表規格化 ・預算書範本化 ・編碼系統標準化 ・工料分析標準化 ・工料項目單價標準化
	・預算書編製要快速	・預算書範本化 ・歷史案例經驗可融入性
	・工料分析資料建立快速正確	・歷史案例經驗可融入性 ・編碼系統標準化 ・工料分析標準化
	・工料項目單價須取得容易	・編碼系統標準化 ・工料資料庫豐富性 ・工料項目單價標準化
	・階段性估算資料應可易於拋轉	・編碼系統標準化 ・預算資料格式標準化
預算審核工程師 (內部顧客)	・應有歷史案例可供參考	・預算需能反應施工成本 ・歷史案例經驗可融入性 ・成果資料可回饋性
	・預算審核需快速、準確	・編碼系統標準化 ・工料分析標準化 ・工料項目單價標準化 ・預算書範本化 ・預算資料格式標準化 ・預算審查自動化程度

表 4　工程成本估算流程目標達成矩陣分析—重要性得分矩陣

w_j = 第 j 項目標要素之相對重要性得分。
m = 顧客要求之總數。
n = 目標要素之總數。
r_{ij} = 第 j 項目標要素與第 i 項顧客要求的相關程度；r_{ij} = 0 ~ 5。
p_i = 第 i 項顧客要求之受重視程度；p_i = 1 ~ 5。

$$w_j = \frac{\sum_{i=1}^{m} r_{ij} \times p_i}{\sum_{j=1}^{n} \sum_{i=1}^{m} r_{ij} \times p_i} \times 100$$

			流程目標要素											
			編碼系統標準化	預算書範本化	工料分析標準化	工料項目單價標準化	成果資料可回饋性	預算需能反應施工成本	預算書報表規格化	預算資料保密性	預算資料格式標準化	歷史案例經驗可融入性	預算審查自動化程度	受重視程度 p_i
顧客要求	業主	工程預算金額應準確	1	1	3	1		5				3	3	5
		預算書資料須符合品質要求	5	3	5	3		5	3					5
		預算屬機密資料不可洩漏								5				3
	估價工程師	預算書要能符合業主品質要求	5	3	5	3		5	3					5
		預算書編製要快速	3	5							3	5		3
		工料分析資料建立快速正確	5	3	5	5	3					1		5
		工料項目單價須取得容易	3			5	3							3
		階段性估算資料應可易於拋轉	5								5			3
	預算審核工程師	應有歷史案例可供參考			3	3	3					5		3
		預算審核需快速、準確	5	5	5	3	3				5	5	5	3
總　分			128	80	114	93	42	75	30	15	39	65	30	711
重要性得分 (%) w_j			18.0	11.3	16.0	13.1	5.9	10.6	4.2	2.1	5.5	9.1	4.2	100

r_{ij}

表 5　工程成本估算流程目標達成矩陣分析—流程貢獻度評核

流程目標要素 / 流程作業項目	編碼系統標準化	預算書範本化	工料分析標準化	工料項目單價標準化	成果資料可回饋性	預算需能反應施工成本	預算書報表規格化	預算資料保密性	預算資料格式標準化	歷史案例經驗可融入性	預算審查自動化程度	作業貢獻度 (期望/實際) CE_i/ CR_i	作業效能缺口 G_i
目標要素重要性 w_j	18.0	11.3	16.0	13.1	5.9	10.6	4.2	2.1	5.5	9.1	4.2		
基準文件了解							0.1/0.1					0.4/0.4	0.0
工程數量概算		0.1/0.1							0.1/0.1			1.7/1.7	0.0
設計文件統合		0.2/0.2		0.2/0.1			0.1/0.1					5.3/4.0	1.3
建立基本工程項目	0.3/0.3	0.2/0.1			0.1/0.1				0.1/0.1			8.8/7.7	1.1
建立工程項目數量資料									0.1/0.1			0.6/0.6	0.0
建立工料分析資料	0.3/0.3		0.3/0.1	0.2/0.1	0.1/0.1				0.2/0.2		0.3/0.1	15.8/10.3	5.5
建立工料項目單價資料				0.4/0.2							0.3/0.1	6.5/3.0	3.5
預算書報表輸出		0.2/0.1					0.4/0.4	0.4/0.3	0.3/0.3			6.4/5.3	1.1
預算書內容了解							0.1/0.1	0.4/0.3				1.3/1.1	0.2
預算結構審查	0.1/0.1	0.2/0.0	0.2/0.0		0.1/0.1						0.2/0.0	8.7/2.3	6.4
工項編碼審查	0.2/0.2	0.1/0.1	0.3/0.1		0.1/0.1						0.1/0.0	10.5/6.8	3.7
工項單價審查			0.2/0.1	0.2/0.1	0.1/0.1						0.1/0.0	6.8/3.5	3.3
預算書修正	0.1/0.1						0.3/0.3	0.2/0.2	0.2/0.2			4.6/4.6	0.0
目標要素達成度期望值(EA_j)	18.0	11.3	16.0	13.1	3.0	0.0	4.2	2.1	5.5		4.2	77.4	
目標要素達成度實際值(Ra_j)	18.0	6.8	4.8	6.5	3.0	–	4.2	1.7	5.5	–	0.8	51.3	26.1
流程服務缺口($w_j - EA_j$)	0.0	0.0	0.0	0.0	2.9	10.6	0.0	0.0	0.0	9.1	0.0		22.6

A_{ij}/a_{ij}　TEA　TRa　G_{pf}　G_{sv}

的作業項目至多僅能服務約四分之三流程目標，此為流程服務缺口，本研究透過雙迴路學習進行流程再造。在「作業貢獻度期望值」的 77.4 分中，已實際被既有流程達成者 *TRa* 有 51.3 分，另尚有 G_{pf} 26.1 分的流程效能缺口，此為單迴路學習所須提升加強的部份。若仔細檢示各流程作業項目的貢獻度缺口，可發現「建立工料分析資料」與「預算結構審查」二作業之效能缺口較大，此將為後續流程再造的重要參考。

$$CE_i = \sum_{j=1}^{n} A_{ij} \times w_j \quad (1)，\quad CR_i = \sum_{j=1}^{n} a_{ij} \times w_j \quad (2)，$$

$$EA_j = w_j \times \sum_{i=1}^{m} A_{ij} \quad (3)，\quad Ra_j = w_j \times \sum_{i=1}^{m} a_{ij} \quad (4)，$$

$$G_i = \sum_{j=1}^{n} (A_{ij} - a_{ij}) \times w_j = CE_i - CR_i \quad (5)，$$

$$TEA = \sum_{j=1}^{n} EA_j = \sum_{i=1}^{m} CE_i \ (6)，\quad TR_a = \sum_{j=1}^{n} Ra_j \quad (7)，$$

$$G_{sv} = 100 - TEA \quad (8)，\quad G_{pf} = TEA - TR_a \quad (9)$$

上述符號定義：

A_{ij}/a_{ij} = 第 *j* 項流程目標要素的實現程度期望／實際由流程第 *i* 項流程作業項目所貢獻的部份；A_{ij} = 0.0 ~ 1.0 且 $\sum_{i=1}^{m} A_{ij} \le 1.0$ ，a_{ij} = 0.0 ~ A_{ij}。

G_i = 第 *i* 項流程作業項目未達作業貢獻度期望之落差值。

G_{pf} = 流程目標期望與實際達成度間之落差，即流程效能缺口 (gap of performance)。

G_{sv} = 流程目標達成度缺口，即流程服務缺口 (gap of service)。

CE_i/CR_i = 第 *i* 項流程作業項目之作業貢獻度期望值／實際值。

EA_j/Ra_j = 第 *j* 項流程目標要素之個別達成度期望值／實際值。

m/n = 流程作業項目／目標要素之總數。

TEA/TRa = 流程目標總達成度期望值／實際值；*TEA* = 0 ~ 100，*Tra* = 0 ~ *TEA*。

w_j = 第 *j* 項目標要素之相對重要性得分。

3.4 流程分析

3.4.1 流程效能缺口分析－單迴路學習

由流程塑模四大觀點，可知影響流程效能的因素，包含知識觀點的「知識項目」、角色觀點的「組織人力」、功能觀點的「作業功能」與控制觀點的「邏輯關係」，其中知識項目對流程具有顯著的影響，因此本研究依知識導向探討「知識項目」與流程效能的關係與影響程度，建立一「知識項目貢獻度評核矩陣」，確認出流程的重要知識。

步驟一：評核作業項目之知識需求強度

流程目標的達成來自於流程中各作業項目的執行效率 (f)，而該執行效率可再細分為知識 (f_K)、角色 (f_R)、作業 (f_A) 與整合 (f_I) 四個子項的總和。工程顧問公司進行工程規劃、設計所需的流程，多為需相關知識輔助方能順利完成的「知識性流程」，此有別於一般管理流程 (如採購、送貨、庫存管理流程等) 具有相當結構化及具標準資訊流的特性。為能識別知識性流程，本研究依據 Dr.Martin J. Eppler 所提出之「知識性流程的特質」[8] (表 6) 六項因子來評估流程內各作業項目對知識的需求程度，進而定義求出作業項目的「知識需求強度指標 (KII_i)」，其值愈大表示該作業項目具愈高知識性，隱含「知識項目」對該作業項目的重要性愈大。計算方式係以作業項目為評估單元，經問卷勾選後，轉換為 0.0 (弱) ~ 1.0 (強) 之數值，以表達其具表 6 各特性因子之強弱程度，再取其算數平均值得之。對工程成本估算流程各作業項目評核其知識需求強度，其結果如表 7。

步驟二：建立流程作業項目與知識項目關係矩陣

本步驟之分析著重於流程作業項目對知識項目的需求性，即流程作業項目執行時所需要的項目，因此選取表 1 中「流程採用的知識」與「流程的中介知識」兩類知識項目作為評估的對象，按各作業項目逐一評定對各知識項目之需求程度 K_{ik}(K_{ik}：0.0 ~ 1.0，且 $\sum_{k=1}^{q} K_{ik} = 1$)(表 8 左側)，值愈大表示作業項目對知識項目的需求性愈高。

步驟三：計算知識項目對流程目標要素貢獻度

本步驟之目的，主要是分析流程相關的各知識項目對流程目標的貢獻程度。本研究建立「知識／作業／流程目標達成矩陣」(表 8 所示)，分析確認出流程「目標要素」、「作業項目」與「知識項目」三者間的關係，以作為流程再造方針擬定之重要參考。

上述符號定義：

A_{ij} = 第 *j* 項目標要素實現程度期望值由第 *i* 項作業所貢獻者；A_{ij} = 0.0 ~ 1.0 且 $\sum_{i=1}^{m} A_{ij} \le 1.0$ ，*i* = 1 ~ *m*，*j* = 1 ~ *n*。

f_i = 第 *i* 項作業之效能；$0 \le f_i \le 1$，且 $f_i = f_{Ki} + f_{Ri} + f_{Ai} + f_{Ii}$；式中 f_{Ki}、f_{Ri}、f_{Ai}、f_{Ii} 分別為第 *i* 項作業在知識構面、角色構面、功能構面與控制構面之作業效能函式；當知識項目為考慮標的時可表達為 $f_i(x_1, x_2, \cdots, x_q, f_{Ri}, f_{Ai}, f_{Ii})$。

EA_j = 流程對第 *j* 項流程目標要素的個別要素達成度期望值。

K_{ik} = 第 *i* 項作業對第 *k* 個知識項目的需求度比重；K_{ik} = 0.0 ~ 1.0 且 $\sum_{k=1}^{q} K_{ik} \le 1.0$ 。

KF_k = 第 *k* 個知識項目對流程目標貢獻度；*k* = 1 ~ *q*。

KII_i = 第 *i* 項作業的知識需求強度指標；$0 \le KII_i \le 1$。

TEA = 流程目標之總達成度期望值；*TEA* = 0 ~ 100。

TK = 知識項目對流程目標的總達成度期望值；$0 \le TK \le TEA$。

表 6　流程特性因子意義說明表

流程特性因子	說　明	知識需求強度					
		0.0	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0
外部相依性	作業不受大量外部偶發性事件影響者	弱					
	作業會受大量外部偶發性事件影響者						強
作業變動性	作業參與者幾乎沒有機會進行作業相關的決定	弱					
	作業參與者有許多機會進行作業相關的決定						強
操作創新性	作業無創新性的需求	弱					
	作業參與者需以創新方式解決作業產生的問題						強
知識揮發性	作業知識一經建立即可適用很長一段時間	弱					
	作業相關知識需經常更新						強
產出自主性	作業參與者對產出結果僅有次要影響力	弱					
	作業參與者對產出結果有主要影響力						強
技能難獲性	作業所需技能可在短時間內養成	弱					
	作業所需技能需要長時間學習才能養成						強

表 7　工程成本估算流程作業項目知識需求強度評估矩陣

特性因子 / 流程作業項目	外部相依性	作業變動性	操作創新性	知識揮發性	產出自主性	技能難獲性	知識需求強度指標 (*KII*)
基準文件了解	0.8	0.8	0.8	0.1	0.7	0.1	0.55
工程數量概算	0.8	0.3	0.2	0.1	0.1	0.8	0.38
設計文件統合	0.8	0.6	0.7	0.2	0.6	0.8	0.62
建立基本工程項目	0.2	0.3	0.2	0.2	0.1	0.8	0.30
建立工程項目數量資料	1.0	0.5	0.2	0.5	0.2	0.5	0.48
建立工料分析資料	1.0	0.8	0.7	0.5	0.3	0.5	0.47
建立工料項目單價資料	1.0	0.8	0.5	0.9	0.2	0.4	0.63
預算書報表輸出	0.7	0.2	0.2	0.3	0.1	0.2	0.28
預算書內容了解	0.6	0.5	0.5	0.3	0.8	0.5	0.53
預算結構審查	1.0	0.4	0.3	0.3	0.2	0.9	0.52
工項編碼審查	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.1	0.13
工項單價審查	0.3	0.3	0.2	1.0	0.5	0.6	0.48
預算書修正	1.0	0.8	0.8	0.5	0.2	0.5	0.63
流程知識內涵特質	0.72	0.50	0.42	0.38	0.32	0.52	0.47

w_j = 第 j 項目標要素之相對重要性得分。

x_k = 第 k 個知識項目的管理完整性指標，且假設每一知識項目對流程作業項目需求的貢獻程度為彼此互相獨立的情況；$0 \le x_k \le 1$；當考慮知識項目對流程目標的個別貢獻度期望值時，先設定為已獲完整性管理，即為 1.0。

表 8　知識／作業／流程目標達成矩陣

知識需求強度指標	知識項目 1	…	知識項目 k	…	知識項目 q	知識項目 / 作業項目	目標要素	目標要素 1	…	目標要素 j	…	目標要素 n
						目標要素重要性		w_1	…	w_j	…	w_n
	x_1	…	x_k	…	x_q	知識項目管理完整性指標						
KII_1	K_{11}	…	K_{1k}	…	K_{1q}	作業項目一 (f_1)		A_{11}	…	A_{1j}	…	A_{1n}
:	:	:	:	:	:	:		:	:	:	:	:
KII_i	K_{i1}	…	K_{ik}	…	K_{iq}	作業項目 i (f_i)		A_{i1}	…	A_{ij}	…	A_{in}
:	:	:	:	:	:	:		:	:	:	:	:
KII_m	K_{m1}	…	K_{m3}	…	K_{mq}	作業項目 m (f_m)		A_{m1}	…	A_{mj}	…	A_{mn}
		…		…		目標要素期望達成度		EA_1	…	EA_j	…	EA_n
TK	KF_1	…	KF_k	…	KF_q	知識對目標貢獻度期望值						TEA

流程「目標要素」、「作業項目」與「知識項目」間呈錯綜複雜的關係，不易直接獲得知識項目對流程目標的貢獻狀況。因此，本研究依據前述基本架構，經由嚴謹之數學推導過程，產生「知識項目對流程目標的個別貢獻度期望值」通式，過程如下：

假設流程作業項目、目標要素與知識項目分別有 m、n、q 個，且令第 j 項流程目標要素達成度期望值 EA_j 為函式 g_j，並令流程目標之總達成度期望值 TEA 為各流程目標要素達成度所構成的函式 P，或由知識項目管理完整性指標所構成的函式 Q，且定義 $TEA = P(g_1, g_2, \ldots, g_n) + C_P = Q(x_1, x_2, \ldots, x_q) + C_Q$，$EA_j = g_j(f_1, f_2, \ldots, f_m)$，$C_P$ 與 C_Q 為常數。

∴ 流程目標之總達成度期望值微增量值為：

$$dQ = \frac{\partial Q}{\partial x_1}dx_1 + \frac{\partial Q}{\partial x_2}dx_2 + \cdots + \frac{\partial Q}{\partial x_k}dx_k + \cdots + \frac{\partial Q}{\partial x_q}dx_q \tag{10}$$

$$\frac{dQ}{dx_k} = \frac{dP}{dx_k} = \frac{\partial P}{\partial g_1}\frac{\partial g_1}{\partial x_k} + \frac{\partial P}{\partial g_2}\frac{\partial g_2}{\partial x_k} + \cdots + \frac{\partial P}{\partial g_j}\frac{\partial g_j}{\partial x_k} + \cdots + \frac{\partial P}{\partial g_n}\frac{\partial g_n}{\partial x_k} \tag{11}$$

$$\frac{dg_j}{dx_k} = \frac{\partial g_j}{\partial f_1}\frac{\partial f_1}{\partial x_k} + \frac{\partial g_j}{\partial f_2}\frac{\partial f_2}{\partial x_k} + \cdots + \frac{\partial g_j}{\partial f_i}\frac{\partial f_i}{\partial x_k} + \cdots + \frac{\partial g_j}{\partial f_m}\frac{\partial f_m}{\partial x_k} \tag{12}$$

定義二個列向量 A_k 與 B_j，分別為：

$$A_k = \left[\frac{\partial f_1}{\partial x_k}, \frac{\partial f_2}{\partial x_k}, \cdots, \frac{\partial f_i}{\partial x_k}, \cdots, \frac{\partial f_m}{\partial x_k}\right]^T \tag{13}$$

$$B_j = \left[\frac{\partial g_j}{\partial f_1}, \frac{\partial g_j}{\partial f_2}, \cdots, \frac{\partial g_j}{\partial f_i}, \cdots, \frac{\partial g_j}{\partial f_m}\right]^T \tag{14}$$

式(12)可表達為

$$\frac{dg_j}{dx_k}=\left[\frac{\partial f_1}{\partial x_k},\cdots,\frac{\partial f_i}{\partial x_k},\cdots,\frac{\partial f_m}{\partial x_k}\right]\left[\frac{\partial g_j}{\partial f_1},\cdots,\frac{\partial g_j}{\partial f_i},\cdots,\frac{\partial g_j}{\partial f_m}\right]^T \quad (15)$$
$$=A_k^T\cdot B_j$$

$$\therefore \frac{dg_1}{dx_1}=A_1^T\cdot B_1,\ \frac{dg_2}{dx_1}=A_1^T\cdot B_2,\ \cdots,\ \frac{dg_n}{dx_1}=A_1^T\cdot B_n$$

式(11)可表達為

$$\frac{dQ}{dx_k}=\left[\frac{\partial g_1}{\partial x_k},\cdots,\frac{\partial g_j}{\partial x_k},\cdots,\frac{\partial g_n}{\partial x_k}\right]\left[\frac{\partial P}{\partial g_1},\cdots,\frac{\partial P}{\partial g_j},\cdots,\frac{\partial P}{\partial g_n}\right]^T \quad (16)$$

將式(15)之結果帶入上式，可得

$$\frac{dQ}{dx_k}=[A_k^T\cdot B_1,\cdots,A_k^T\cdot B_j,\cdots,A_k^T\cdot B_n]\left[\frac{\partial P}{\partial g_1},\cdots,\frac{\partial P}{\partial g_j},\cdots,\frac{\partial P}{\partial g_n}\right]^T \quad (17)$$

∴知識項目對流程目標的個別貢獻度期望值 KF_k 可得如下:

$$KF_k=\int_0^{x_k}\left(\frac{dQ}{dx_k}\right)dx_k=\int_0^{x_k}\left(\sum_{j=1}^{n}\frac{\partial P}{\partial g_j}A_k^T\cdot B_j\right)dx_k \quad (18)$$

由前述數學邏輯推導可得知識項目對流程目標之個別貢獻度期望值 KF_k 的通式，現納入管理層面的考量，定義各函式以簡化問題並得到可操作之運算模式如下：

$$P(g_1,g_2,\cdots,g_n)=g_1+g_2+\cdots+g_n=\sum_{j=1}^{n}g_j \quad (19)$$

$$g_j(f_1,f_2,\cdots,f_m)=w_j\left(f_1A_{1j}+f_2A_{2j}+\cdots+f_mA_{mj}\right)$$
$$=w_j\sum_{i=1}^{m}f_iA_{ij}\ ,\quad 其中\ 0\le\left(\sum_{i=1}^{m}A_{ij}\right)\le 1 \quad (20)$$

$$f_i(x_1,\cdots,x_q,f_{Ri},f_{Ai},f_{Ii})=KII_i\left(x_1K_{i1}+\cdots+x_qK_{iq}\right)+C_i$$
$$=KII_i\sum_{k=1}^{q}x_kK_{ik}+C_i\ ,\quad 其中\ \left(\sum_{k=1}^{q}K_{ik}\right)=1 \quad (21)$$

C_i： 第 i 項流程作業項目在角色、功能、控制三構面之作業效能總和。

由式(19)可知 $$\frac{\partial P}{\partial g_j}=1.0 \quad (1)$$

另假設「知識項目」與其對「流程目標的個別貢獻度」間呈線性關係，故積分式可簡化為線性運算。又考慮期望值時，均設定知識項目已獲完整保存，故「管理完整性」指標 x_k 設定為 1.0。再將式(22)之結果代入式(18)中，可得

$$KF_k=\int_0^{x_k}\left(\sum_{j=1}^{n}\frac{\partial P}{\partial g_j}A_k^T\cdot B_j\right)dx_k=\sum_{j=1}^{n}(1.0\cdot A_k^T\cdot B_j) \quad (23)$$

將式(21)代入式(13)中，可得

$$A_k=[KII_1\times K_{1k},\cdots,KII_i\times K_{ik},\cdots,KII_m\times K_{mk}]^T \quad (24)$$

將式(20)代入式(14)中，可得

$$B_j=[w_j\times A_{1j},\cdots,w_j\times A_{ij},\cdots,w_j\times A_{mj}]^T \quad (25)$$

經整理式(23)至式(25)，可得下述矩陣運算式

$$KF_{q\times 1}=K_{q\times m}^T\cdot F_{m\times n}\cdot I_{n\times 1} \quad (26)$$

式中 $$KF_{q\times 1}=[KF_1,KF_2,\cdots,KF_k,\cdots,KF_q]_{1\times q}^T \quad (27)$$

$$K_{m\times q}=\begin{bmatrix} KII_1K_{11} & \cdots & KII_1K_{1k} & \cdots & KII_1K_{1q}\\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots\\ KII_iK_{i1} & \cdots & KII_iK_{ik} & \cdots & KII_iK_{iq}\\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots\\ KII_mK_{m1} & \cdots & KII_mK_{mk} & \cdots & KII_mK_{mq}\end{bmatrix}_{m\times q} \quad (28)$$

$$F_{m\times n}=\begin{bmatrix} w_1A_{11} & \cdots & w_jA_{1j} & \cdots & w_nA_{1n}\\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots\\ w_1A_{i1} & \cdots & w_jA_{ij} & \cdots & w_nA_{in}\\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots\\ w_1A_{m1} & \cdots & w_jA_{mj} & \cdots & w_nA_{mn}\end{bmatrix}_{m\times n} \quad (29)$$

$$I_{n\times 1}=[1,\cdots,1,\cdots,1]_{n\times 1}^T \quad (30)$$

依據式(24)至式(26)推導出各「知識項目對流程目標的貢獻度期望值」，可再進一步評估知識項目對流程目標的實際貢獻度。計算方式為利用表 8，實際衡量每一知識項目之保存現狀，評估其管理完整性指標 ($0\le x_k\le 1$)，再逐一乘以式(26)運算所得結果，即可得每一知識項目之實際目標達成度貢獻值，經與期望值 KF_k 值比較，便可得知影響流程目標達成度不佳較巨之知識項目，為流程再造時應著重加強部份。KF_k 值則為識別知識項目重要性的指標。

在工程成本估算流程之分析中，利用表 9「知識項目流程目標達成矩陣」可知有 13 個流程作業項目、11 個流程目標要素、10 個知識項目，由式(26)至式(30)之運算可得工程成本估算流程知識項目對流程目標貢獻度矩陣如下：

$$\begin{bmatrix} 0.33 & 0.152 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.186 & 0.15 & 0.192 & 0.094 & 0.063 & 0 & 0.159 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.186 & 0 & 0.144 & 0 & 0 & 0 & 0.106 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.062 & 0.03 & 0.048 & 0.047 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.062 & 0.03 & 0.048 & 0.047 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0.11 & 0.076 & 0.124 & 0.09 & 0.048 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0.038 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.252 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.144 & 0 \\ 0 & 0.038 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.252 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.192 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.094 & 0 & 0.084 & 0.265 & 0.26 & 0.078 & 0.144 & 0.315 \\ 0.11 & 0.076 & 0 & 0 & 0 & 0.141 & 0.063 & 0.196 & 0 & 0.26 & 0.052 & 0 & 0.315 \end{bmatrix}_{10\times13} \cdot \begin{bmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.21 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1.13 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.42 & 0 & 0 \\ 0 & 2.26 & 0 & 2.62 & 0 & 0 & 0.21 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 5.4 & 2.26 & 0 & 0 & 0.59 & 0 & 0 & 0 & 0.42 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.42 & 0 & 0 \\ 5.4 & 0 & 4.8 & 2.62 & 0.59 & 0 & 0 & 0 & 0.84 & 0 & 2.73 \\ 0 & 0 & 0 & 5.24 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2.73 \\ 0 & 2.26 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.84 & 2.2 & 1.26 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.21 & 2.2 & 0 & 0 & 0 \\ 1.8 & 2.26 & 3.2 & 0 & 0.59 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1.82 \\ 3.6 & 1.13 & 4.8 & 0 & 0.59 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.91 \\ 0 & 0 & 3.2 & 2.62 & 0.59 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.91 \\ 1.8 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0.63 & 1.1 & 0.84 & 0 & 0 \end{bmatrix}_{13\times11} \cdot \begin{bmatrix} 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \\ 1 \end{bmatrix}_{11\times1} = \begin{bmatrix} 0.4 \\ 4.5 \\ 1.2 \\ 1.4 \\ 2.1 \\ 1.6 \\ 2.7 \\ 3.0 \\ 7.9 \\ 8.3 \end{bmatrix}_{10\times1}$$

$K^T_{10\times13}$ $F_{13\times11}$ $I_{11\times1}$ $KF_{10\times1}$

表 9　工程成本估算流程之知識/作業/流程目標達成矩陣

知識需求強度指標	委約文件及圖說	設計圖說	數量計算書	施工計畫書	施工技術規範	工程初步估算書	詢價資料	市場行情分析	工程詳細估算書	公司核可之估算書	知識項目 / 目標要素 / 流程作業項目	編碼系統標準化	預算書範本化	工料分析標準化	工料項目單價標準化	成果資料可回饋性	預算需能反應施工成本	預算書報表規格化	預算資料保密性	預算資料格式標準化	歷史案例經驗可融入性	預算審查自動化程度	作業貢獻度	作業效能缺口（表5）
											要素重要性	18.0	11.3	16.0	13.1	5.9	10.6	4.2	2.1	5.5	9.1	4.2		
0.55	0.6					0.2				0.2	基準文件了解							0.1					0.4	0.0
0.38	0.4					0.2	0.1	0.1		0.2	工程數量概算		0.1							0.1			1.7	0.0
0.62		0.3	0.3	0.1	0.1	0.2					設計文件統合		0.2		0.2			0.1					5.3	1.3
0.30		0.5		0.1	0.1	0.3					建立基本工程項目	0.3	0.2			0.1				0.1			8.8	1.1
0.48		0.4	0.3	0.1	0.1	0.1					建立工程項目數量資料									0.1			0.6	0.0
0.47		0.2		0.1	0.2				0.2	0.3	建立工料分析資料	0.3		0.3	0.2	0.1				0.2		0.3	15.8	5.5
0.63		0.1					0.4	0.4		0.1	建立工料項目單價資料				0.4							0.3	6.5	3.5
0.28									0.3	0.7	預算書報表輸出		0.2					0.4	0.4	0.3			6.4	1.1
0.53		0.3	0.2						0.5		預算書內容了解							0.1	0.4				1.3	0.2
0.52									0.5	0.5	預算結構審查	0.1	0.2	0.2		0.1						0.2	8.7	6.4
0.13									0.6	0.4	工項編碼審查	0.2	0.1	0.3		0.1						0.1	10.5	3.7
0.48							0.3	0.4	0.3		工項單價審查			0.2	0.2	0.1						0.1	6.8	3.3
0.63									0.5	0.5	預算書修正	0.1						0.3	0.2	0.2			4.6	0.0
											目標要素期望達成度	18.0	11.3	16.0	13.1	3.0	0.0	4.2	2.1	5.5	0.0	4.2	77.4	22.6
	0.4	4.5	1.2	1.4	2.1	1.6	2.7	3.0	7.9	8.3	知識項目對目標要素貢獻度期望值													

由表 9 之分析結果可得，對工程成本估算流程貢獻較大的知識項目有「公司核可之估算書」、「工程詳細估算書」及「設計圖說」三項，此與工程成本估算流程最重要的知識項目為「市場行情分析」資料之刻板印象不同，係因經驗回饋與作業自動化之流程需求所造成，此為流程再造之重要參考。

3.4.2　流程服務缺口分析—雙迴路學習

由流程評估階段可知，部份目標要素無法藉由現有流程來達成，且該缺口無法藉由流程效能分析得知。因此，本研究採用知識管理雙迴路學習模式，針對此部份問題進行探討，分析確認現有流程須增改之作業與知識項目，以提升流程目標總達成度。

步驟一：確認流程服務缺口之問題標的

本研究定義流程無法服務或服務狀況較差之流程目標要素為「流程服務缺口」。本步驟係以流程目標達成度矩陣為基礎，利用表 5 中之「目標要素重要性 (w_j)」減去「目標要素達成度期望值 (EA_j)」所得到之數值，定義為「流程目標達成度缺口分量」，再將該分量由小至大依序排列，即可找出流程無法服務之「流程目標要素」，亦即現有流程之服務缺口。

在工程成本估算流程分析中，利用表 5 可知再造前工程成本估算流程之服務缺口在「成果資料可回饋性」、「預算需能反應施工成本」與「歷史案例經驗可融入性」三項目標要素的服務上。此亦顯示現有工程成本估算流程有下

述三項問題：

(1) 流程所產生之預算資料無法有效回饋供未來近似工程之成本估算之用。

(2) 流程所產生之預算資料經常與實際施工成本差距過大。

(3) 流程執行過程中缺乏過去之案例資料可供參考。

步驟二：以知識生命週期建構表檢討流程問題標的

本研究採用圖 2 知識製造與知識整合程序，具體實現知識管理之雙迴路學習概念，以表 10 所示「知識生命週期建構表」對流程問題進行解析與探討，其內容如下：

(1) 知識產生 (knowledge creation)：執行解決企業流程所產生問題的作業項目。其所產生知識項目因屬回應流程問題的假設解，稱為預備知識 (knowledge claim)。

(2) 知識評核 (knowledge evaluation)：評核前述作業所產生預備知識之作業項目。此可將預備知識轉化為可供未來參考的組織知識 (organization knowledge)。

(3) 知識整合 (knowledge integration)：利用合適的知識散播、搜尋與分享等手段，將組織知識遞送予流程參與角色使用，進而有效提升企業流程的作業效率與效能。

本步驟針對流程問題，分析確認上述各程序所需採取之相關企業流程作業項目與衍生知識項目。

現以前述流程無法有效服務之三個流程目標要素為檢討知識生命週期之「問題陳述」，再逐一考慮其「知識產生」、「知識評核」與「知識整合」所需之知識作業項目，及其有關之「預備知識」與「組織知識」內容。所得知識產生、評核、整合等三大類知識作業項目，需與現有流程作業項目相互融合，於設計新流程時增補缺漏項目或改善現有作業項目；另預備與組織二大類知識項目，亦應與現有流程模型比對，將新增知識項目增列至新流程模型之知識觀點中。

工程成本估算流程服務缺口知識生命週期檢討結果如表 10 所示，與現有流程問題標的有關之知識管理作業共有 12 項，其中「⑦ 引用工料分析資料」與「⑧ 引用工料項目單價資料」二作業項目，於現有流程中均已具備，惟未與經驗資料庫連接，因此應修改現有作業，其餘 10 項作業為現有流程無提供者，應列為新增作業項目。另與現有流程問題標的有關之知識項目共有 9 項，其中「ⓑ 公司核可之估算書」於現有模型中已具備，其餘 8 項應列為新增項目。

3.5 流程設計

「流程設計」須依流程評估階段以流程目標達成矩陣對流程之整體探討，及流程分析階段以知識管理單、雙迴路對流程效能與服務缺口之細節分析，確立流程再造原則，另除建立新流程模型外，尚需有知識管理配套措施，以確保實施新流程的有效性。

步驟一：確立流程再造原則

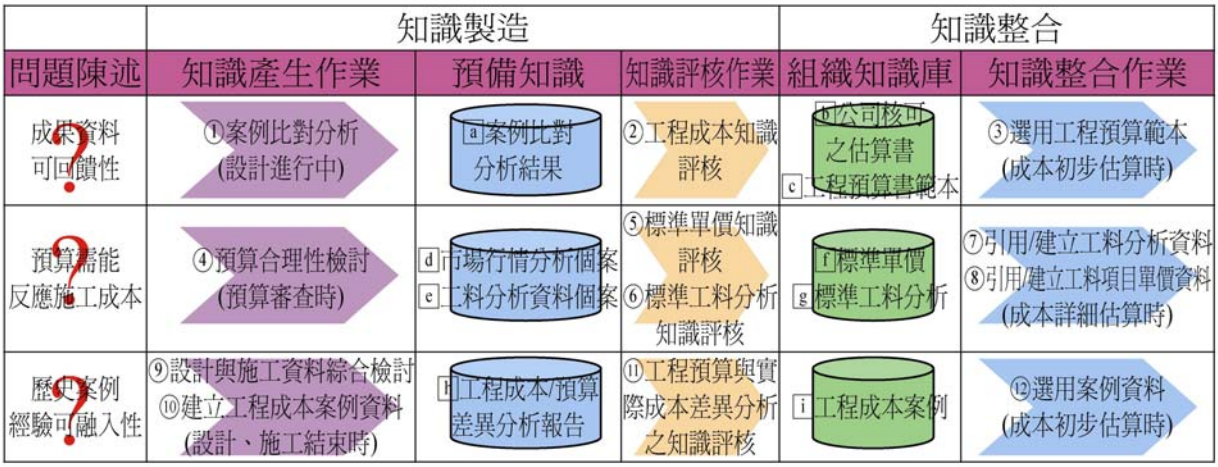
工程成本估算流程經評估與分析後，再配合實務經驗，可歸納流程設計原則如下：

(1) 由流程目標達成矩陣評估 (表 5) 得知：(a)「建立工料分析資料」及「工項編碼審查」對流程目標的貢獻度期望值最大，為流程的重點作業，應持續維持或有效改善使其具高效能運作。(b)「建立工料分析資料」與「預算結構審查」為作業效能缺口大的作業，應設法改善以填補該缺口。(c)「成果資料可回饋性」、「預算需能反應施工成本」及「歷史案例經驗可融入性」為流程主要服務缺口，應設法增補流程作業與知識項目。

(2) 由流程效能缺口分析 (表 9) 得知：影響流程執行效能最巨的知識項目為「工程詳細估算書」、「公司核可之估算書」與「設計圖說」三項，應對其妥善實施知識管理。

(3) 由流程服務缺口分析得知：(a) 為使流程可有效率執行，並達資料統一的目的，除已考慮之「ⓑ 公司核可之估算書」外，另應建立「ⓐ 案例比對分析結果」、

表 10 工程成本估算流程之服務缺口知識生命週期建構表



「ⓒ 工程預算書範本」、「ⓓ 市場行情分析個案」、「ⓔ 工料分析資料個案」、「ⓕ 標準單價」、「ⓖ 標準工料分析」、「ⓗ 工程成本／預算差異分析報告」、「ⓘ 工程成本案例」等 8 個資料庫，並修正流程操作介面，以有效運用資料庫資源。(b) 工程預算的準確性需仰賴工程經驗的不斷累積，因此流程須有完整的回饋機制，以輔助經驗資料的搜集與建立。因此工程竣工資料需與設計資料進行回饋分析，並有管理機制及適當環境，供設計、施工人員能進行密切研討以保存經驗。

步驟二：建立新流程模型

本步驟係依前確認之再造原則，進行新流程模型之建立。惟流程建模程序應修正為：(1) 以現有流程模型為基礎，討論新流程控制觀點之 e-EPC 圖；(2) 由新 e-EPC 圖歸納整理出功能觀點之作業分解圖；(3) 由新 e-EPC 圖各角色執行作業的內容，及作業功能層級彙整，建立新流程角色觀點之使用案例圖；(4) 由新 e-EPC 圖中各作業輸出入內容建立新流程知識觀點之知識分類表；(5) 分別檢討知識、角色、功能、控制四大觀點，修正知識/作業項目關係矩陣，以建立再造流程與其他流程間之關係。

(1) 控制觀點：以再造前流程 e-EPC 圖為修正基礎，融合前述流程再造原則，建構新流程之 e-EPC 圖 (如圖 8)。其中新流程將現有流程「建立基本工程項目」、「建立工料分析資料」、「建立工料項目單價資料」等三項作業項目，配合「選用案例資料」與「選用工程預算範本」等新增作業項目後，分別修正為「修訂／建立基本工程項目」、「引用／建立工料分析資料」與「引用／建立工料項目單價資料」，以符合經驗融入新工作的構想。另為使成果能回饋至知識庫中，增加「⑤ 標準單價知識評核」、「⑥ 標準工料分析知識評核」等作業項目進行知識保存。此外，有關預算資料需能正確反應實際工程成本流程目標的達成，須待工程竣工後方能檢討，因此將「⑨ 設計與施工資料綜合檢討」、「⑩ 建立工程成本案例資料」、「⑪ 工程預算與實際成本差異分析之知識評核」等作業項目併入「工程竣工處理」流程中。

(2) 功能觀點：以圖 8 新工程成本估算流程 e-EPC 圖為基礎，修正圖 6 現有流程作業分解圖，結果如圖 9 所示。圖中以「深黑」表示再造後之新增作業，以「陰影」表示修正現有作業，其餘則同於現有流程。有關成果能回饋知識庫需求所衍生作業項目，均歸納於「預算資料之保存」作業群組中。另有關輔助預算資料需能正確反應實際工程成本的作業，應融入「工程竣工處理」流程中，增加「工程竣工之成本研討」作業群組，以建立知識庫供未來工程成本估算流程執行時使用。

(3) 角色觀點：經前述流程評估與分析後，為使新流程在經驗回饋機制上有貢獻，故增加「預算資料之保存」與「工程竣工之成本研討」二作業群組，分別包含三個與四個作業項目。本研究建議前述二作業群組應分別融入「工程成本估算」與「工程竣工處理」流程中，因此參與工程成本估算流程執行的角色仍為「估價工程師」與「預算審核工程師」，「工程竣工處理」流程執行的角色，除原有「監造工程師」外，「估價工程師」、「工程設計工程師」與「預算審核工程師」亦應參與，以協助設計資料與實際施工資料間之比較分析，其流程作業之案例圖如圖 10。

(4) 知識觀點：經新流程 e-EPC 圖的解析，並修正再造前流程知識分類表(表 2)，可得新流程知識項目分類如表 11。結果顯示，新增之知識項目 (粗黑體字) 均為呼應新工程成本估算流程應著重於對預算資料統一性、經驗資料回饋性的再造方針。另表 10 中所列應增加之「工程成本／預算差異分析報告」知識項目，因屬「工程竣工處理」流程之中介知識，故未出現於表 11 中。

(5) 知識／作業項目關係矩陣：由所歸納之再造原則可知，流程應增列「工程成本案例」等表 11 中增加之七項知識項目，及「預算資料之保存」與「工程竣工之成本研討」二作業群組。然而「工程竣工之成本研討」雖為經驗回饋之重要作業，但因工程設計完成至竣工間常有相當大的時間間隔，因此，該部分宜融入「工程竣工處理」流程中，而「工程成本案例」知識項目應由「工程竣工處理」流程產生供「工程成本估算」流程使用。現以表 1 為基礎增加新知識項目與作業群組，並以整體觀重新考慮其間之關係，可得如表 12 所示之知識／作業項目關係矩陣。

步驟三：建立知識管理配套措施

「知識管理」應扮演輔助企業流程執行的角色。本步驟在於說明如何依據前述程序所確認出應加強與新增知識項目，探討其知識管理的可行方式，以有效輔助新流程的實施，提升流程執行績效。知識管理配套措施的建立，應包含「實際參與角色所需之人際互動環境 (social)」與「處理知識項目內容應有之資訊技術 (IT)」二部份。

工程成本估算流程經單迴路與雙迴路分析後，可知其有關的流程角色包括「工程設計工程師」、「估價工程師」、「預算審核工程師」、「監造工程師」4 種；應加強知識項目包括「設計圖說」、「工程詳細估算書」、「公司核可之估算書」3 項；應新增知識項目包括「市場行情分析個案」、「工料分析資料個案」…等 7 項，經以知識項目為核心討論其知識管理配套措施如表 13 所示。

3.6 流程檢核

流程經再造程序後，需依需求對新流程進行預估，以確認再造成果績效。本研究採用流程「效能」與「成本」兩方面評估流程績效，以式(2)計算「單位成本之執行效能」所定義之流程價值，作為評估流程再造成效的依據，當新流程價值大於現有流程價值時，即表示流程再造之結果可符合要求。

$$\text{流程價值} = \frac{\text{流程目標之總達成度期望值 (TEA)}}{\text{流程總成本 (TC)}} \tag{31}$$

步驟一：評估新流程目標達成度

針對再造後之新工程成本估算流程實施作業效能的評估，經逐一評估各目標要素之預期可達成度後，可發現作業貢獻度期望值達 96.1 (如表 14)，遠高於既有流程的 77.4，此顯示再造後之流程應可填充既有流程所無法涵蓋之流程服務缺口。

圖 8 新工程成本估算流程 e-EPC 圖

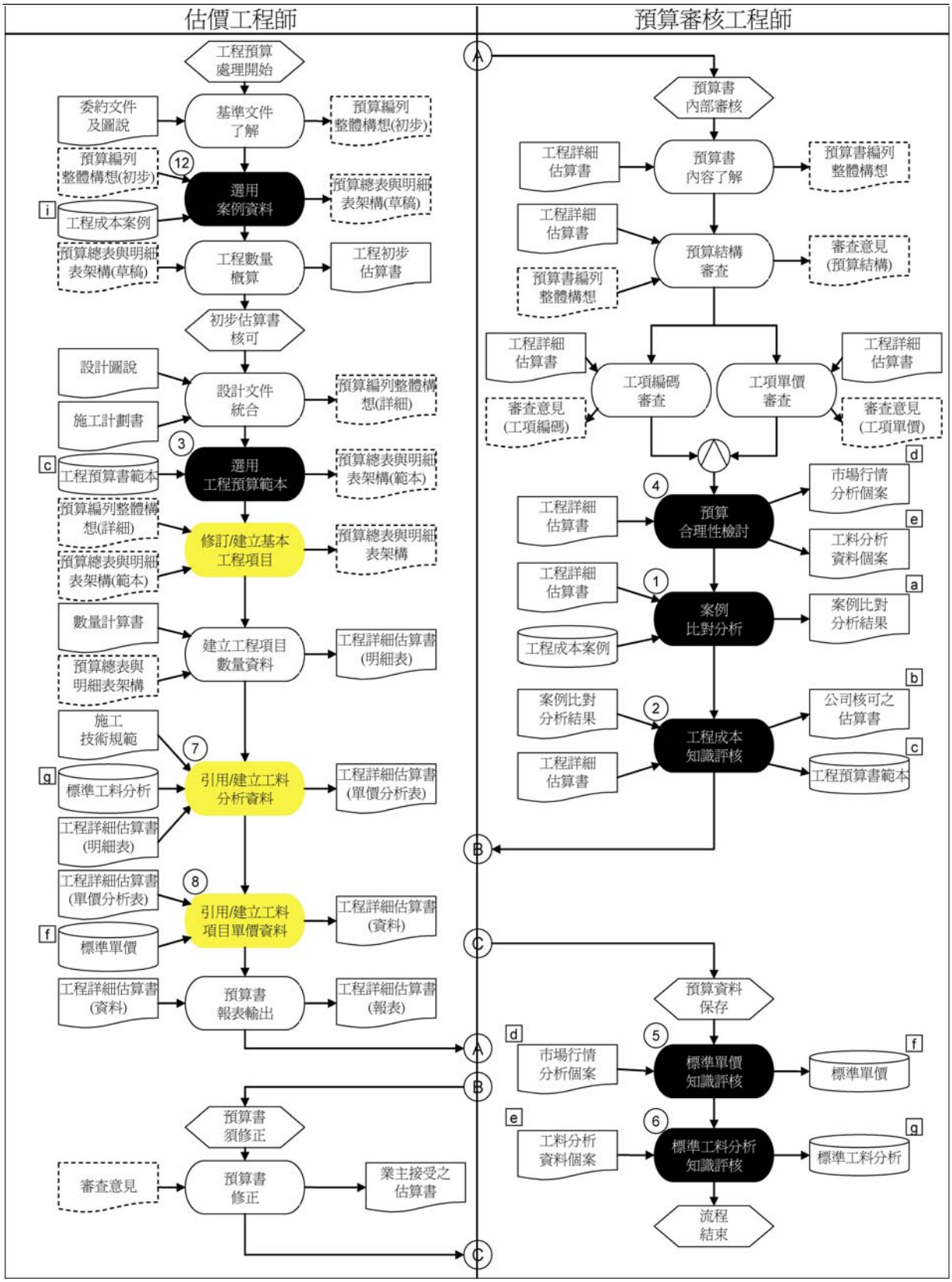


圖 9　新工程成本估算流程之作業分解圖

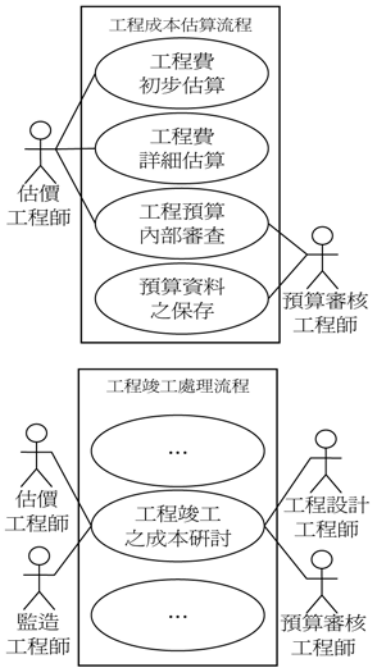


圖 10　新工程成本估算流程之使用案例圖

表 11　新工程成本估算流程相關知識分類表

流程採用的知識	流程的中介知識		流程產生的知識
・委約文件及圖說 ・設計圖說 ・施工計畫書 ・施工技術規範 ・工程成本案例	・工程初步估算書 ・詢價資料 ・工程詳細估算書 ・公司核可之估算書 ・工料分析資料個案 ・工程預算書範本	・數量計算書 ・市場行情分析 ・業主接受之估算書 ・市場行情分析個案 ・案例比對分析結果	・業主接受之估算書 ・標準工料分析 ・標準單價

表 12　新工程成本估算流程知識／作業項目關係矩陣

作業項目＼知識項目	中國國家標準	採購法及相關子法	公共工程施工綱要規範	標準規範範本	委約文件及圖說	設計圖說	施工計畫書	施工技術規範	工程初步估算書	數量計算書	詢價資料	市場行情分析	工程詳細估算書	業主接受之估算書	公司核可之估算書	市場行情分析個案	工料分析資料個案	案例比對分析結果	標準工料分析	標準單價	工程預算書範本	工程成本案例	工程成本／預算差異分析報告	設計替代方案	價值工程研究報告	招標文件
資料蒐集與保存	C	C	C	C	C																					
工程細部設計	U				U	C																				
施工規劃					U	U	C																			
編撰施工技術規範	U	U	U	U	U			C																		
工程費初步估價					U																	U				
工程費詳細估算						U	U	U														U				
工程預算內部審查						U																U				
預算資料之保存																						U				
工程竣工之成本研討						U	U	U											U	U		C	C			
設計替代方案研析					U	U	U	U						U										C		
價值工程研析					U	U	U	U						U					U	U					C	
準備招標文件		U				U	U	U						U					U	U						C
協辦招標作業																										U

1.工程設計
2.施工規劃
3.工程成本估算
4.價值工程
5.招標文件製作
6.工程竣工處理

表 13 新工程成本估算流程實施知識管理配套措施

知識項目	特性說明	參與角色需求環境	知識項目處理技術
■ 設計圖說	· 設計圖說屬流程採用的知識，為工程估算中數量計算的主要參用資料。	· 工程設計工程師與估價工程師間之上、下游工作，全為外顯知識的表達，人際互動需求低。	· 需建立跨流程資料交換標準，使資料可自動拋轉。
■ 工程詳細估算書 ■ 公司核可之估算書	· 工程詳細估算書屬流程的中介知識，公司核可之估算書屬流程產生的知識。 · 工程詳細估算書為估價工程師提出之預備知識，經預算審核工程師的知識評核產生公司核可之估算書成為組織知識。	· 估價工程師與預算審核工程師間之上、下游工作，全為外顯知識的表達，人際互動需求低。	· 使用資料庫、資料探勘技術建立可搜尋、擷取之工程預算知識庫，使估價工程師易於建立估算書。 · 提供資料比對機制，使預算審核工程師易於使用知識庫之經驗資料建立公司核可之估算書組織知識。 · 建立統一資料標準格式。
● 市場行情分析個案 ● 工料分析資料個案 ● 標準單價 ● 標準工料分析	· 個案資料屬流程的中介知識，先由估價工程師提出預備知識，經預算審核工程師的知識評核後成為組織的標準化知識。	· 市場行情分析與標準工料分析應以跨工程專案建立公司標準的角度進行。 · 由預算審核工程師主導，但需估價工程師共同參與。 · 因檢討之資料屬細節資訊，較不宜採面對面討論，宜採用共通資訊平台輔助交換資訊。	· 建立市場行情分析與標準工料分析資料庫。 · 建立企業內部網站，以實務社群的方式提供核心資料庫內容的討論、公布與搜尋功能。
● 案例比對分析結果 ● 工程預算書範本 ● 工程成本案例	· 預算書範本與工程成本案例為流程採用的知識，為工程成本估算流程引用經驗資料的一部份。 · 預算書範本與工程成本案例屬組織知識，分別由案例比對結果、工程成本／預算差異分析報告等預備知識經評核後所產生。	· 預算書範本與工程成本案例應以跨工程專案建立公司標準的角度進行。 · 需工程設計工程師、估價工程師、預算審核工程師、監造工程師共同參與。 · 因檢討之資料屬整體性資訊，適合採面對面共同討論的方式進行，因此公司應規定工程竣工時需辦理經驗交流討論會，並具體建立預算書範本與工程成本案例供未來使用。	· 建立預算書範本之標準資料格式及資料庫。

表 14 新工程成本估算流程目標達成矩陣分析—流程貢獻度評核

流程作業項目 ＼ 流程目標要素	編碼系統標準化	預算書範本化	工料分析標準化	工料項目單價標準化	成果資料可回饋性	預算需能反應施工成本	預算書報表規格化	預算資料保密性	預算資料格式標準化	歷史案例經驗可融入性	預算審查自動化程度	作業貢獻度期望值
要素重要性	18.0	11.3	16.0	13.1	5.9	10.6	4.2	2.1	5.5	9.1	4.2	
基準文件了解							0.1					0.4
選用案例資料	0.1	0.1				0.1						4.0
工程數量概算		0.1							0.1			1.7
設計文件統合		0.1		0.1			0.1					2.9
選用工程預算範本	0.2	0.2			0.1	0.1						7.5
修訂／建立基本工程項目	0.2	0.2			0.1				0.1			7.0
建立工程項目數量資料									0.1			0.6
引用／建立工料分析資料	0.2		0.2	0.2	0.1	0.1			0.2		0.3	13.4
引用／建立工料項目單價資料				0.2	0.1	0.1					0.3	5.5
預算書報表輸出		0.1					0.4	0.4	0.3			5.3
預算書內容了解							0.1	0.4				1.3
預算結構審查		0.1	0.1		0.1						0.2	4.2
工項編碼審查	0.1	0.1	0.2		0.1						0.1	7.1
工項單價審查			0.1	0.1	0.1						0.1	3.9
預算合理性檢討				0.1		0.1						2.4
案例比對分析			0.2		0.1	0.1						4.8
工程成本知識評核				0.1						0.2		3.1
預算書修正							0.3	0.2	0.2			2.8
標準單價知識評核	0.1			0.2	0.1	0.1				0.3		8.8
標準工料分析知識評核	0.1		0.2		0.1	0.1				0.3		9.4
預估目標要素期望達成度	18.0	11.3	16.0	13.1	5.9	8.5	4.2	2.1	5.5	7.3	4.2	96.1

步驟二：分析流程成本結構

流程是由許多具有輸出入關係之作業所組成，因此流程成本可透過各作業執行成本累計而得。據此，本研究採用「作業成本制 (Activity Based Costing, ABC)」成本計量觀念，釐清流程成本結構。企業流程需消耗之資源大致包括「人力」、「電腦設備」、「辦公設備」、「建築物」及「其他相關資源」等 [4]，但工程顧問機構屬知識密集的公司，其所執行的企業流程亦多屬知識密集流程，「人力」為流程之主要消耗資源，所佔比率遠高於其他資源之總和，因此本研究建議流程之成本結構分析，僅考慮各作業之人力資源即可，以大幅簡化該部份分析的負擔，又不失去分析結果所代表的意義。

再造前工程成本估算流程之成本結構如表 15 所示，可明顯發現「建立工料分析資料」與「建立工料項目單價資料」二項佔流程總成本近一半之比率，此顯示「工料分析」相關作業應屬工程成本估算流程之核心作業項目。經流程再造之後，新工程成本估算流程之成本結構如表 16 所示，惟該新流程因無實施之經驗，故對於各作業項目所需資源之「數量」、「單價」係採用相關案例經驗分析而得。經比較可知，新流程之總成本相較於既有流程，其成本有微幅昇高的趨勢，係因新流程增加許多作業項目的緣故；而既有流程中作業成本比率較高之「建立工料分析資料」與「建立工料項目單價資料」二作業項目，在新流程中已修正為「引用工料分析資料」與「引用工料項目單價資料」，且該二項目之作業成本比率已明顯下降，顯示有達到流程再造之期望成果。

步驟三：評估流程改善效果

經分別對再造前流程與新流程之作業效能與作業成本進行分析，並以式(2)進行流程價值評估時發現 $\frac{77.4}{220,000}(\text{再造前}) < \frac{96.1}{261,600}(\text{新})$，即新流程之單位成本之流程效能較再造前流程為佳，故流程再造之成果可被接受。此外，若增加 80/20 法則，僅選擇具代表性之工程，才執行「工程竣工之成本研討」作業群，此仍可有效達到資料保存與經驗傳承之目的，更將使再造後流程成本降低，新流程價值 $\left(\frac{96.1}{214,880}\right)$ 亦將隨之提高，更顯示流程再造之成效。

四、結　論

本研究著重於「企業流程再造」與「知識管理」二管理理論之整合運用，以工程顧問機構為對象，建立「知識管理導向企業流程再造模式」，並以「工程成本估算流程」為例驗證此模式，於研究成果中可獲得下列結論：

(1) 本研究以「知識、角色、功能、控制」四大觀點建構流程模型，再配合「作業／知識關係矩陣」，可清楚表達企業流程的運作方式及其與組織知識的關係，為知識管理導向企業流程再造之重要基礎。

(2) 本研究以知識管理為主軸建構「知識管理導向企業流程再造模式」，首創將知識管理單、雙迴路學習概念融合至流程分析中，並依此於流程設計時提出知識管理配套措施，可確實將知識管理落實於日常作業流程中，以強化企業競爭力。

(3) 本研究建立嚴謹之數學模式，解析流程知識項目與流程目標要素之關係，再綜合考量企業管理之可行性，以合理假設簡化繁雜之數學問題，建構易於數值化運算之「知識／作業／流程目標達成矩陣」，達到可辨識流程效能缺口之目的。

(4) 本研究以組織知識形成與再利用過程中，最重要的知識產生、知識評核及知識整合作業為核心，建立「知識生命週期建構表」，可完整了解現有流程之服務缺口。

表 15　再造前工程成本估算流程成本列表

作業名稱	資源	單位	數量	單價	複價	作業成本	百分比
基準文件了解	估價工程師	人天	5	4,000	20,000	20,000	9.1%
工程數量概算	估價工程師	人天	3	4,000	12,000	12,000	5.5%
設計文件統合	估價工程師	人天	5	4,000	20,000	20,000	9.1%
建立基本工程項目	估價工程師	人天	2	4,000	8,000	8,000	3.6%
建立工程項目數量資料	估價工程師	人天	5	4,000	20,000	20,000	9.1%
建立工料分析資料	估價工程師	人天	10	4,000	40,000	40,000	18.1%
建立工料項目單價資料	估價工程師	人天	15	4,000	60,000	60,000	27.2%
預算書報表輸出	估價工程師	人天	1	4,000	4,000	4,000	1.8%
預算書內容了解	預算審核工程師	人天	2	4,800	9,600	9,600	4.4%
預算結構審查	預算審核工程師	人天	1	4,800	4,800	4,800	2.2%
工項編碼審查	預算審核工程師	人天	1	4,800	4,800	4,800	2.2%
工項單價審查	預算審核工程師	人天	1	4,800	4,800	4,800	2.2%
預算書修正	估價工程師	人天	3	4,000	12,000	12,000	5.5%
合　計						220,000	

表 16 新工程成本估算流程成本列表

作業名稱	資源	單位	數量	單價	複價	作業成本	百分比
基準文件了解	估價工程師	人天	5	4,000	20,000	20,000	7.6%
選用案例資料	估價工程師	人天	0.5	4,000	2,000	2,000	0.8%
工程數量概算	估價工程師	人天	1	4,000	4,000	4,000	1.5%
設計文件統合	估價工程師	人天	5	4,000	20,000	20,000	7.6%
選用工程預算範本	估價工程師	人天	0.5	4,000	2,000	2,000	0.8%
修訂/建立基本工程項目	估價工程師	人天	1	4,000	4,000	4,000	1.5%
建立工程項目數量資料	估價工程師	人天	3	4,000	12,000	12,000	4.6%
引用/建立工料分析資料	估價工程師	人天	3	4,000	12,000	12,000	4.6%
引用/建立工料項目單價資料	估價工程師	人天	5	4,000	20,000	20,000	7.7%
預算書報表輸出	估價工程師	人天	1	4,000	4,000	4,000	1.5%
預算書內容了解	預算審核工程師	人天	2	4,800	9,600	9,600	3.7%
預算結構審查	預算審核工程師	人天	1	4,800	4,800	4,800	1.8%
工項編碼審查	預算審核工程師	人天	1	4,800	4,800	4,800	1.8%
工項單價審查	預算審核工程師	人天	1	4,800	4,800	4,800	1.8%
預算合理性檢討	預算審核工程師	人天	5	4,800	24,000	24,000	9.2%
案例比對分析	預算審核工程師	人天	2	4,800	9,600	9,600	3.7%
工程成本知識評核	預算審核工程師	人天	2	4,800	9,600	9,600	3.7%
預算書修正	估價工程師	人天	3	4,000	12,000	12,000	4.6%
標準單價知識評核	預算審核工程師	人天	2.5	4,800	12,000	12,000	4.6%
標準工料分析知識評核	預算審核工程師	人天	2.5	4,800	12,000	12,000	4.6%
設計與施工資料綜合檢討	工程設計工程師	人天	2	4,800	9,600	34,400	13.1%
	監造工程師	人天	2	3,600	7,200		
	估價工程師	人天	2	4,000	8,000		
	預算審核工程師	人天	2	4,800	9,600		
建立工程成本案例資料	預算審核工程師	人天	2	4,800	9,600	9,600	3.7%
修訂工程預算範本	預算審核工程師	人天	1	4,800	4,800	4,800	1.8%
工程預算與實際成本差異分析之知識評核	預算審核工程師	人天	2	4,800	9,600	9,600	3.7%
合 計	執行所有作業項目					261,600	
	以 80/20 法則針對具特色工程實施「工程竣工之成本研討」相關作業項目					214,880	

(5) 利用本研究所提出「知識管理導向企業流程再造模式」對工程顧問機構之工程成本估算流程進行再造，可知「設計圖說」、「工程詳細估算書」、「公司核可之估算書」為該流程最重要知識項目，妥善實施知識管理可提升流程的執行效能；增加「預算資料之保存」、「工程竣工之成本研討」等作業項目群，可改善該流程的服務效能。

參考文獻

1. Patricia Carrillo, Herbert Robinson, Ahmed AL-Ghassani, Chimay Anumba, "Knowledge management in UK construction: Strategies, resources and barriers," *Project Management Journal*, Vol. 35, No. 1, pp. 46–56 (2004).
2. Hammer, M., "Reengineering work: don't automate, obliterate," *Harvard Business Review*, July-August, pp. 104–112 (1990).
3. Joseph M. Firestone, Mark W. McElroy, Key Issues in the New Knowledge Management, Burlington, MA: KMCI Press/Butterworth-Heinemann (2003).
4. 蔡明修，「營建業管理流程再造之研究」，國立台灣科技大學營建研究所碩士論文，台北 (1999)。
5. Giorgos Papavassiliou and Gregoris Mentzas, "Knowledge modelling in weakly-structured business processes," *Journal of Knowledge Management*, Vol. 7, No. 2, pp 18–33 (2003).
6. Ulrich Remus, Stephan Schub, "A blueprint for the implementation of process-oriented knowledge management," *Knowledge and Process Management*, Vol 10, No. 4, pp. 237–253 (2003).
7. Mark W. McElory, The New Knowledge Management – Complexity, Learning, and Sustainable Innovation, Butterworth-Heinemann (2003).
8. Martin J. Eppler, Patrick M. Seifried, Axel Röpnack, "Improving knowledge intensive processes through an enterprise knowledge medium," Prasad, J. (Ed.): Proceedings of the 1999 ACM Conference on Managing Organizational Knowledge for Strategic Advantage, New Orleans (USA), April 8th-10th (1999).

96 年 4 月 20 日 收稿
97 年 4 月 1 日 修改
97 年 4 月 15 日 接受