

軟體開發流程架構與效益

The Architecture and Benefits of Software Development Process

朱慧德

德明財經科技大學 資訊科技系

Huey-Der Chu

Department of Information Technology

Takming University of Science and Technology

EMAIL: hdchu@takming.edu.tw

摘要

能力成熟整合模型(CMMI)是由美國國防部委託 SEI 所研發，用來改善軟體廠商的發展流程，並作為軟體發包廠商評鑑與評選軟體發展廠商的技術。台灣軟體業者規模多屬於中小型，CMMI 以嚴謹、科學的方法有效提升流程管理能力，有效管理開發流程，然而面對資訊系統日趨複雜化、大型化的多元需求下，與國際軟體市場接軌仍有待加強。本論文的目的乃介紹此軟體開發流程的架構、導入的流程與其效益以及對軟體組織的開拓國際市場的重要性。

關鍵字：流程架構、能力成熟整合模型、資訊委外、建議徵求文件。

壹、緒論

能力成熟整合模型(Capability Maturity Model® Integration; CMMI)由美國國防部委託美國卡內基美隆大學軟體工程學院所研發[4]，用來改善軟體廠商的發展流程，並作為軟體發包廠商評鑑與評選軟體發展廠商的技術。除了美國國防工業大力推行與應用外，此技術亦應用在政府機構，工業與商業界，作為軟體獲取與發展的技術。印度1991年開始大量引進CMM/CMMI技術，並鼓勵廠商取得評鑑資格。特別重視嚴謹的軟體發展程序與品質控制，取得國際客戶的信賴，塑造國家競爭優勢，成為美國以外的第二大軟體生產國。中國大陸認為引進CMM/CMMI國際公認標準，為軟體產業長期健康發展的關鍵所在，是軟體參與國際競爭的通行證及提高競爭力的最佳途徑。有規劃的藉由導入CMM/CMMI技術，協助企業提高軟體品質與生產力，以更快進入國際市場，並追上印度。

台灣在經濟部工業局之推動下，通過CMMI家數亦穩定成長，2012年3月的報告2011年底通過評鑑家數CMMI ML2為48家、CMMI ML3為58家、CMMI ML4為4家以及CMMI ML5為1家，共計有113家通過評鑑[5]，是世界排名第十之評鑑通過國家。台灣軟體業者規模多屬於中小型，CMMI-DEV以嚴謹、科學的方法有效提升流程管理能力，有效管理開發流程，然而面對資訊系統日趨複雜化、大型化的多元需求下，與國際軟體市場接軌仍有待加強。

本論文的目的乃介紹此軟體開發流程的架構、導入的流程與其效益以及對軟體組織的開拓國際市場的重要性。

貳、軟體開發分工與供應鏈模式

軟體開發分工與供應鏈模式剖析如圖1所示，籌獲者可遵循CMMI-ACQ來確保籌獲專案各項活

動的產出，而軟體開發者則遵循CMMI-DEV開發滿足籌獲者之資訊產品[1]。

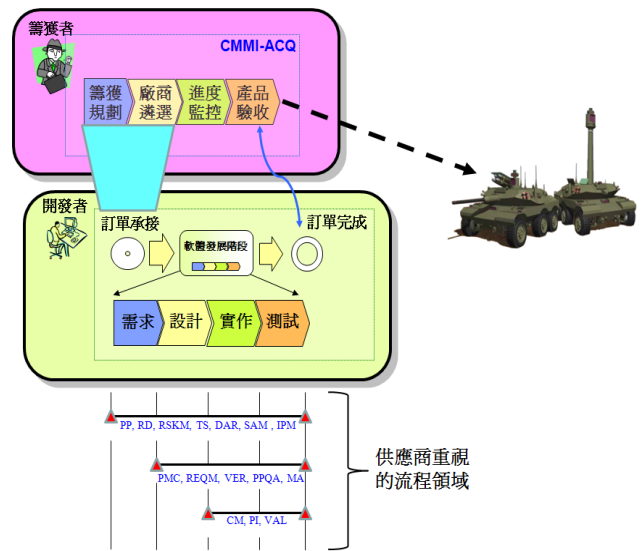


圖1 軟體開發與供應鏈模式

2.1 籌獲者

籌獲者的籌獲活動主要可以分為四個階段，分別是籌獲規劃、廠商遴選、進度監控與產品驗收，詳細的說明如以下所述：

2.1.1 籌獲規劃：針對籌獲專案特性進行研究，以詳述招標文件 (RFP) 上開發者所應需具備的能力 (例如需具備CMMI成熟度第幾等級) 以及委外分工之範疇 (例需求、設計、實作或測試)。此外，籌獲者亦會針對為開發者所承包之委外範疇指定某些特定流程領域的能力成熟度要求。

2.1.2 廠商遴選：以招標文件（RFP）為基礎進行委外專案廠商遴選，一旦發生有一家以上廠商符合招標文件的規範時，籌獲者即會額外考慮開發者的其它優勢條件（例如承包價格或是品質提昇保證等）。

2.1.3 進度監控：籌獲者在籌獲專案進行時，可以透過此階段的作業活動來即時監控開發者的執行績效，以避免籌獲專案失去控制。

2.1.4 產品驗收：針對開發者所產出之最終產品進行驗收，最終產品可能是一份文件或是一個系統或是程式碼，端視委外分工之範疇大小而定。

2.2 開發者

開發者的開發活動主要可以分為四個階段，分別是需求、設計、實作與測試，詳細的說明如下所述：

2.2.1 需求：描述預開發之軟體產品需求特性，此需求特性通常會包含功能性需求與非功能性需求，此階段通常是由籌獲者自行負責並記載於招標文件內，是附加價值最高的活動。

2.2.2 設計：根據需求規格書的內容，擬定適當之系統架構與技術解決方案，高內聚力與低耦合力的是本階段的基礎設計原則，好的系統設計可以確保系統執行績效與確保系統功能擴充。

2.2.3 實作：利用各種程式語言技術（C與JAVA等）實作系統規格書的系統架構與物件/模組設計，此階段是最易被軟體委外分工的軟體發展階段，但也是附加價值或利潤最低的活動，已知暨有競爭優勢國家為中國與印度。

2.2.4 測試：針對已完成軟體產品，驗證與確認其與需求規格書的符合程度，以便修復潛在的系統缺失及進一步確保軟體產品交付品質，此部份需要高度的領域知識才能夠進行。

2.3 軟體開發分工

由於現在的軟體專案日趨複雜且規模愈來愈大，傳統由一家企業負責完整的軟體發展階段的承包方式已漸趨無法滿足籌獲者的要求，因此目前的軟體專案開發方式已逐漸朝著軟體產品生產線（Software Product Line, SPL）的概念前進，即將籌獲專案分包給在軟體發展各個階段上最具競爭優勢之企業執行且加以整合，以達到即時推出適當且高品質的軟體產品。

常見的軟體發展分工暨供應鏈模式組合如表1所示[1]，美國企業在需求階段已具有領先的競爭優勢，而中國與印度則利用其廉價之人力成本在實作階段具有領先競爭優勢，其它潛在組合模式則未有明顯的競爭優勢國家，亦是國內企業可以嘗試切入的進入點。

表1 軟體發展分工暨供應鏈模式組合

軟體發展分工暨供應鏈模式組合				暨有競爭優勢國家
需求	設計	實作	測試	
■				美國
■			■	
		■		印度、中國
■	■			
	■	■		
		■	■	
■	■	■	■	美國

參、軟體開發流程架構

提升軟體品質以及開發效率等最基礎的原則應是必須針對在軟體開發過程中的每一個階段性作業做好完善的流程管理、控制或是稽核等的工作。因為在一個有問題的作業流程下進行軟體開發的工作，即使是企業具備有專業技術素養的人才或是員工都很努力盡職，都會因為流程的問題導致服務、產品的品質良莠不齊或是增加人員工作的負擔，影響層面不僅僅是品質、效率，更包含了成本、客戶的印象以及企業的競爭力與生存能力。

能力成熟度模式(CMM)為國際所認同的一種軟體開發生產程序標準，也是在軟體產業上用來做為評鑑組織軟體流程能力的參考架構或規範。CMM的導入與推廣在印度可說是非常成功的典範，除了證明其軟體專案執行能力，也為其構築了國際化的競爭優勢。隨著CMM的廣泛運用也陸續的發展出不同的模式包含：軟體能力成熟度模式 SW-CMM、系統工程能力成熟度模式 SE-CMM、人力資源管理能力成熟度模式 P-CMM、軟體籌獲能力成熟度模式 SA-CMM、軟體發展能力成熟度模式 SD-CMM、整合產品開發能力成熟度模式 IPD-CMM、FAA-iCMM 與系統安全工程能力成熟度模式 SSE-CMM 等。由於 CMM 的模式多樣化而且運用範圍上有所重疊，其架構、術語以及評估方法缺乏一致性容易造成混淆，各模式間缺乏良好的介面難於整合，使得採用一個以上模式的組織必須針對不同的模式採取不同的訓練，因此組織在導入多個模式時必需付出大量的成本花費於訓練、評估方法與改善作業上。CMMI (Capability Maturity Model Integration) 能力成熟度整合模式，整合了 CMM 的各個能力成熟度模式，採取單一模式、單一架構、一致性的術語、單一的評估方法與連續式和分階式兩種表述方式，因此消除了不一致與重複的地方，增加導入的效率並降低流程改善的成本，且提高了投資報酬率[4]。

3.1 CMMI 框架

CMMI 將軟體開發流程的成熟度分為五個等級(如表 2)，共有 22 個流程領域分佈於成熟度二級到五級，概略敘述如下：

3.1.1 初始級 (Initial)：在此成熟度等級的組織，專案團隊並無提供一穩定的環境以供籌獲產品；團隊的組成是基於可得的人力，以致籌獲能力散渙。籌獲程序並無適當的管理，專案需要格外的追蹤。

3.1.2 可重覆級 (Repeatable)：在此成熟度等級的組織，新專案的規劃與追蹤是基於過去相似的經驗。將合約管理及專案管理流程標準化，使專案團隊能「重覆」過去成功專案的實務工作。專案團隊將籌獲管理計畫及程序文件化，並建立基本籌獲管理的實務工作及控制。專案經理必須對專案成本、時程、需求及績效加以追蹤。此外，專案團隊應與供應商一起工作，以建立一穩定、合作性的工作環境，專案規劃中應包括追蹤供應商團隊的績效以確認合約需求被滿足。

第二等級的籌獲組織重複過去的成功經驗，利用文件化程序提供專案環境，對於籌獲規劃及追蹤已有穩定的模式。

3.1.3 已定義級 (Defined)：在此成熟度等級的組織，已建立標準的籌獲流程，以供專案應用。同時為使專案更有效執行，標準流程也會被適當地調適。組織並有一訓練規劃，以確保所有的參與者具有滿足工作的知識技能。

籌獲專案的進行以籌獲流程的標準為基礎。在此階段標準的籌獲流程已被明確定義及了解；因此對於科技上發展的管理能見度提高，管理及軟體工程活動能有效配合。此外，專案團隊能平衡政策與專案需求的衝突，確保規劃及合約需求的承諾，並與供應商一同解決可能發生的問題。在整個籌獲流程中，風險已被定義且管理。

第三等級的籌獲組織能控制執行、成本、時程及需求，並追蹤品質。

3.1.4 量化級 (Quantitative)：在此成熟度等級的組織，專案團隊能為籌獲流程及產品設定量化目標，並建立以量化為基礎的專案評估程序。專案團隊在籌獲流程中，藉由量化的目標，控制專案執行的變異在可接受的範圍內。

第四等級的籌獲組織，在專案執行時預測流程及產品品質，並將其導向可接受的範圍之內；當超出範圍的產出發生時，便立即提出修正行動。

3.1.5 最佳化級 (Optimizing)：此階段的組織專注於籌獲流程的持續改善。能界定需最佳化的流程，利用所收集的資料產出統計數據供分析，以做為改善的建議，並利用科技革新界定、評估及制度化最佳的籌獲管理與工程實務工作。

第五等級的籌獲組織，持續努力降低執行的變異，藉由現有機制的精進及使用新科技創新作為改善。

表2：CMMI-DEV各成熟度等級的流程領域

成熟度等級	重點	流程領域
5 最佳化級	持續流程改善	組織績效管理 原因分析與解決方案
4 定量級	定量管理	量化專案管理 組織流程績效
3 已定義級	流程標準化	組織流程專注 組織流程定義 組織訓練 整合專案管理 風險管理 決策分析與解決方案 產品整合 需求發展 技術解決方案 確認 驗證
2 可重覆級	基礎的專案管理	需求管理 專案規劃 專案監控 流程與產品品質保證 度量與分析 建構管理 供應商協議管理
1 初始級	勝任的人們及英雄式主義	

3.2 流程領域架構

每一個流程領域是在某一個特定領域(如專案規劃)中相關實務的集合，它們被所定義的流程執行以滿足該特定領域所設定的一些目標。流程領域的架構分成三種類型組件：必要的、期望的與資訊的組件[4]，如圖2所示：

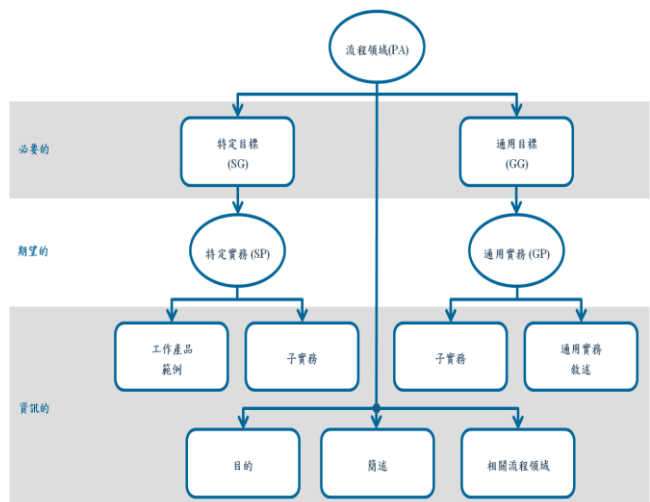


圖2 流程領域的架構

3.2.1 必要的組件：在這特定領域中，流程執行一定要滿足的目標，是成功流程改進的基礎。在CMMI模型有特定目標(Specific Goals; SG)與通用目標(Generic Goals; GG)，特定目標是在這特定目標獨特性的有別於其他領域，而通用目標則是無

論那一個領域都必須要滿足的。如在一個足球隊中，有前鋒、中場、後衛等領域，前鋒的特定目標是進球有別於中場的特定目標是穿針引線。但無論是前鋒或中場都必須要滿足足球場的規範(通用目標)下踢球。

3.2.2 期望的組件：為了滿足特定目標或通定目標所律定的一些要求，這些要求是由專家學者們根據經驗所訂定的規範，符合這些要求方能滿足上述的目標。如前鋒為了滿足進球的目標，期望前鋒能符合速度快、反應好以及踢球準等要求。在CMMI模型有特定實務(Specific Practices; SP)與通用實務(Generic Practices; GP)。為了能符合這些要求，組織需要訂定相對映的流程，指導專案成員如何執行以符合上述的要求。

3.2.2 資訊的組件：為了輔助對上述必要的與期望的組件外的理解以及如何運用所提供的資訊。如執行流程可能產出的工作產品、如何詳細執行的步驟等指引、範例的提供等這些資訊的組件。在CMMI模型有目的宣告、流程領域簡述、相關流程領域、工作產品範例、子實務、通用實務詳述等組件。

肆、CMMI 架構導入流程

一般而言，一個組織在進行以 CMMI 為基礎的改善活動時，都是使用 SEI 所公佈的 IDEAL 模式，IDEAL 模式提供了一個淺顯易懂的方法，亦詳細描述建立成功改善方案的步驟，使組織能建立一個長期的流程改善制度。在許多的組織改造案例裡，IDEAL 模式已證明可帶來巨大的效益。IDEAL 模式主要專注在改善方案的管理及建立一個長期改善的策略，其模式包含了起始階段 (Initiating)、診斷階段 (Diagnosing)、建立階段 (Establishing)、行動階段 (Acting)、學習階段 (Learning)，每個階段下都包含數個活動，每個階段下都包含數個活動，他們之間的關係如圖 3 所示。

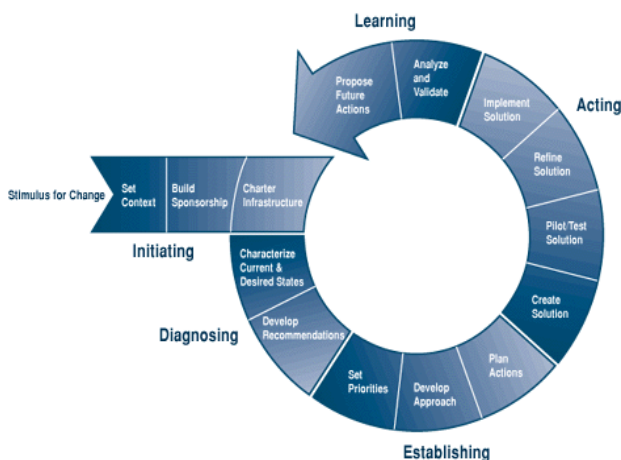


圖 3 IDEAL 模式

根據上述模式，訂定 CMMI 導入流程總共描述出六個階段分別為：前置規劃、差異分析、流程

規劃、流程執行、評估與改善、評鑑，及其下的二十一個作業[2]。其中評鑑階段完全視組織要求來決定是否執行。如果組織只需 CMMI 導入來協助軟體流程進行改善，則可以選擇不執行評鑑階段。如果組織要獲得 CMMI 認證，則需要執行評鑑階段內的作業。導入流程與 IDEAL 模式階段相對應如表 3 所示。

表 3 CMMI 導入階段與流程

SEI 建議模式階段	CMMI 導入流程階段	CMMI 導入流程作業
初始階段 (Initiating)	前置規劃	1.1 瞭解改革誘因 1.2 設定工作內容 1.3 獲得高層支持 1.4 CMMI 團隊建立 1.5 建立基礎架構 1.6 教育訓練
診斷階段 (Diagnosing)	差異分析	2.1 瞭解組織內部流程實際現況 2.2 分析差異 2.3 制訂改善建議
建立階段 (Establishing)	流程制定	3.1 設定優先順序 3.2 研究可行方法 3.3 規劃行動方案
行動階段 (Acting)	流程執行	4.1 流程試行 4.2 流程修訂 4.3 全面推動
檢討階段 (Learning)	評估與改善	5.1 檢討分析導入流程 5.2 檢討和評估目標 5.3 評估贊助與承諾 5.4 持續性軟體流程改善計畫
	評鑑	6.1 預先評鑑 6.2 正式評鑑

CMMI 導入流程提供一個持續循環的軟體流程改善，藉由持續性的軟體流程改善活動來逐步提升組織競爭力、降低成本及提高人員工作效率。同時，我們也必須注意到不同組織間一個軟體流程改善週期的時間並不相同，我們可以藉由資源的增加來同時進行多個改善活動以縮短時間，然而增加資源代表成本提高，因此如何配置適當的資源也是相當重要的課題。另外需要注意的是，建立一個完善的基礎架構是必需的，因為組織可以利用建立基礎架構的機會來瞭解 CMMI 導入所要扮演的角色與責任，及相關團隊、個人需要負責的角色與責任，以及瞭解需要使用到的工具和技術，藉由透過基礎架構的建立，組織可以減少不必要的成本與時間上的浪費。

伍、CMMI 導入效益與國際市場

5.1 CMMI 效益

SEI 在 2006 年 8 月針對 CMMI 發表導入效益資訊[3]，此資訊是依據 30 家取得 CMMI 認證之企業的自評資料整理分析而成，共分成 6 種效益類型，分別是成本 (Cost)、時程、(Schedule)、生產力 (Productivity)、品質 (Quality)、客戶滿意度 (Customer Satisfaction) 與投資報酬率 (Return on

Investment)，每一個效率類型均包含其所分析的樣本數量以及改善的百分比，如表 4 所示。

表 4 CMMI 導入效益

效益分類	改進績效
成本	34%
時程	50%
生產力	61%
品質	48%
客戶滿意度	14%
投資報酬率	4:1

5.2 國際市場

近年來我國的人力成本已經達到已開發國家的水準，以軟體發展階段（需求、設計、實作與測試）的競爭優勢上來分析，需求與設計階段所需要的高素質資訊專業人力較高且附加價值也較大，然而大部份殺手級應用軟體（Killer Application）均是由美國與日本主導，就現階段（短期）我國的競爭策略（國際市場擴展）而言，這2個階段的出口外包之商機爭取的切入利基點較低且所遭遇到的競爭障礙將會十分巨大。

而從實作階段的委外發包的市場來看，中國與印度剛好位於水平軸的兩端，中國與印度的人力成本均極具競爭優勢，但是目前大部份實作階段的委外市場均是由印度企業所贏取的原因在於「品質」，印度透過許多成功經驗將「品質」與印度承包商劃上等號，例如印度是目前世界取得CMM/CMMI ML5認證最多之國家，不可否認地，籌獲單位對於將委外標案交給印度企業來負責是較具信心。然而由於實作階段的出口外包之議價空間較大，因此印度企業目前也已經開始積極思考往軟體發展階段的前端（需求與設計）或後端（測試）來轉移，以使其國家資訊產業的外包市場產值可以更加擴大。

我國的人力成本與軟體發展品質均處於中等的水準，人力素質尚未達到可以跟美國與日本爭奪「需求與設計階段委外發包」的市場，也不可能降低工資與中國與印度來爭奪「實作階段委外發包」，因此由「測試階段委外發包」市場的爭取是一個可以值得思考的切入點，尤其國際性軟體開發專案之驗收通常會交由第三方驗證機構來執行，以中國與印度現有之人力素質，具有高領域知識（Domain knowledge）的產業專業人才仍舊不足，而美日則只專注在供應鏈前端的市場開發（需求與設計階段），因此「測試階段委外發包」是一個值得我國資訊軟體企業投入的目標市場。

陸、結論

能力成熟整合模型(CMMI)是由美國國防部委託SEI所研發，用來改善軟體廠商的開發流程架構，並作為軟體發包廠商評鑑與評選軟體發展廠商的技術。CMMI的導入使得印度成為資訊系統外包的大贏家，因此，臺灣資訊產業檢視自身軟體開發流程能力與世界最佳實務的差距，進而找出可適用於本身企業環境的最佳標準作業程序，擴大企業爭取海外大廠訂單的機會，提升企業專案承包的利潤，使我國在資訊經濟時代中，可以有效累積與擴增企業流程的知識資產，提昇我國資訊服務產業在國際軟體委外市場的競爭力。

參考文獻

- [1] 朱慧德、楊明正、韓文銘與許正憲，民國九十八年十一月，「軟體發展分工與供應鏈模式與示範案例」，經濟部工業局「提升資訊軟體品質(CMMI)計畫」之強化軟體品質核心價值策略研究分項研究報告，頁 1-34。
- [2] 黃世禎 民國九十四年十二月，「國內 CMMI 導入效益、遭遇困難與案例之彙編」，經濟部工業局「提升資訊軟體品質(CMMI)計畫」之環境建立分項研究報告，頁 1-143。
- [3] D.L. Gibson, D.R. Goldenson and K. Kost, "Performance Results of CMMI[®]-Based Process Improvement," Technical Report, CMU/SEI-2006-TR-004, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, pp. 1-106, 2006.
- [4] SEI Product Team, "CMMI[®] for Development, Version 1.3; CMMI-DEV V1.3," Technical Report, CMU/SEI-2012-TR-033, Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, pp. 1-470, 2010.
- [5] SEI, "CMMI[®] for SCAMPI Class A Appraisal Results 2011 End-Year Update" at <http://www.sei.cmu.edu/cmmi/why/profiles/upload/2012MarV3CMMI.pdf>, 2012.