

## 第五章 個案分析與研究發現

### 第一節 系統整合專案類型與技術知識特質

在第四章的個案分析中，本研究發現製程發展攸關的專案常常需要克服數個不同的技術開發標的，因此會依照技術開發標的的難易程度，依困難度低到困難高分成數個不同階段開發。因此，專案的技術知識特質會隨著專案不同階段，也就是不同的技術開發標的而改變。在爾後的分析與討論中，應注意這種分階段的方式與一般單一技術開發專案階段劃分方式不同。

下表為綜合各專案的專案類型與技術知識特質：

表 5-1-1：各專案之技術知識特質彙整表

專案名稱	專案類型	技術知識之內隱程度	技術知識之多元程度	技術知識之開發人力	技術知識之標準化程度	技術知識之路徑相依度
1998 TCS on Windows NT	資訊系統改造	低(機台的控制特性知識可以透過文件化的方式達成傳播。)	單一(資訊技術)	低(6.0人年)	高(SEMI E5, E30;「標準跨越產業間」。)	高(它的成功奠基於舊 TCS 開發者與 IBM 技術團隊的知識經驗。)
2001 Photo CD Run-to-Run Control System	製程發展攸關	高(製程控制知識的傳遞在之前主要是透過師徒相傳，以及互相觀摩學習，實際上線直接獲得經驗，並沒有正式的文件可供使用。)	多元(黃光微影工程、統計、資訊)	低(11.2人年)	低(「公司內部產品組件亦無法混用」。)	低(本系統之開發成功，可視為 T 公司獨創適用於晶圓代工生產技術。)
2002 FDC 第一階段	製程發展攸關	低(使用者與 IT 工程師可以容易的透過使用者需求定義書來理解。)	多元(設備工程、統計、資	低(13.0人年)	高(SEMI E5, E30, E37;「標準跨越產業間」。)	高(T 公司在 8 吋廠時代，就自行開發出類似的系統，只是這個系統只具

		書來理解。)	訊)		間」。)	備簡單的單變量錯誤偵測的功能，資料收集功能的精細度也不高。)
2002 FDC 第二階段	製程發展 攸關	高(需要與使用者開發一些 Methodology。由於未知的知識很多，技術知識之內隱程度可視為很高的。)	多元 (設備工程、統計、資訊)	低 (13.0人年)	低(「公司內部產品組件亦無法混用」。)	低(FC的應用方法(Methodology)，才是差異化的所在。)
2002 WAT Expert System 第一階段	製程發展 攸關	低(製程整合工程師已有一份內部標準的指導文件，在技術委員會成員各個廠區之間分享。這份文件提供了「知識庫」的「特定格式」的基礎，而且提供了基本的「知識庫」內容。)	多元 (製程整合、專家系統、資訊)	低 (12.0人年)	低(「公司內部產品組件亦無法混用」。)	低(本系統之開發成功，可視為T公司獨創技術之發展。之前T公司沒有這個技術，產業也很少有可供參考的例子。)
2002 WAT Expert System 第二階段	製程發展 攸關	高(使用者已不能滿足於這個功能，希望專案團隊開發可以幫助製程整合工程師創造新的知識。)	多元 (製程整合、統計、資訊)	低 (8.0人年)	低(「公司內部產品組件亦無法混用」。)	低(本系統之開發成功，可視為T公司獨創技術之發展。之前T公司沒有這個技術，產業也很少有可供參考的例子。)
2003 SiView HAS	資訊系統 改造	低(當中卻涉入非常多的資訊技術細節。資訊技術細節很多，但HAS的需求仍然可以精確的文件化。)	單一 (資訊技術)	低 (24.0人年)	高 (SEMI E81, E96, E97; 「標準跨越產業間」。)	高(詹副理檢視了國內外重要的MES系統架構，再加上自己對T公司內三套系統的經驗，尤其是IBM在T公司晶圓三廠的POSEIDON系

						統，歸納出 HAS 的建議。)
2004 CMP Wafer-to-Wafer Control System 第一、 二階段	製程 發展 攸關	低(目標為提供自動化功能)	多元 (CMP 工程、資 訊)	低(7.0 人年)	高(「Inhouse APC Framework」; 「公司內部標 準」。)	高(以 IT 系統架構而言,「Inhouse APC Framework」 沿襲自前一個 R2R 專案,資訊技術在此的突破性反而較少。)
2004 CMP Wafer-to-Wafer Control System 第三階 段	製程 發展 攸關	高(其主軸就是圍繞在使這些「內隱型的知識」外顯化,例如推測出研磨率與研磨頭的累積使用次數的複雜關係。)	多元 (CMP 工程、控 制、資 訊)	低(7.5 人年)	高(「Inhouse APC Framework」; 「公司內部標 準」。)	高(以 IT 系統架構而言,「Inhouse APC Framework」 沿襲自前一個 R2R 專案,資訊技術在此的突破性反而較少。)

資料來源：本研究整理

■ 研究發現 1

不同的系統整合專案類型，有不同的技術知識特質。

■ 研究發現 1-1

製程發展攸關類型專案，技術知識的多元性較高。

【說明】

本研究發現，製程發展攸關類型專案乃是因應半導體製造公司對於製程或是量產技術的提昇，所以使用者的專業知識是必然的要素之一。資訊技術本身，當然也是基本的要素。除此之外，本研究發現控制工程、專家系統、多變量統計技術等等，都在製程發展攸關類型專案技術組合之中。所以，技術多元化的傾向是明顯的。

【個案驗證】

### 1. 2001 Photo CD R2R Control System

此專案所需整合的技術知識領域包含三大領域—黃光微影製程工程、數學統計、與資訊科技。其中黃光微影製程工程又包含光學工程、化學工程、與機械工程。因此以技術知識領域數而言，可說相當多與複雜，但是又缺一不可。以半導體製程精細度而言，Photo CD Run-to-Run Control System 對於 T 公司當時提昇 0.2 微米製程良率與降低成本，有重大貢獻。

### 2. 2002 FDC System

此專案所需整合的技術知識領域包含兩大領域—製程與設備工程、統計技術、與資訊科技。以精細度而言，本系統服務的對象為 T 公司當時最先進的 0.13 微米製程產品。有鑒於 12 吋晶圓廠的精密度要求很高，此專案在建廠時期與以專案經費，優先予以資源支持。

### 3. 2002 WAT Expert System

此專案所需整合的技術知識領域包含三大領域—製程整合工程、專家系統技術、與資訊科技。專家系統技術雖為資訊技術中「人工智慧」的一種，但是畢竟不是普通 IT 工程師所熟悉的領域，可視為獨立的技術領域。以半導體製程精密度而言，本系統服務的對象為 T 公司當時最先進的 0.13 微米製程產品。當時 T 公司 0.13 微米製程良率提昇面臨很大的挑戰，製程整合技術委員會遂將此案視為提昇競爭力的潛力技術，優先予以資源支持。

### 4. 2004 CMP W2W Control System

此專案所需整合的技術知識領域包含三大領域—CMP 製程工程、數學控制、與資訊科技。其中 CMP 製程工程又包含化學工程與機械工程。因此以技術知識領域數而言，可說多與深入。以半導體製程精密度而言，本系統服務的對象為 T 公司當時最先進的 0.13 微米製程產品。為克服 CMP 機台研磨率飄移的不穩定性，製程控制的精確度必須達到 Wafer-to-Wafer 的即時回饋控制。

#### ■ 研究發現 1-2

資訊系統改造類型專案，技術知識的內隱性較低、多元性較低、標準化程度較高、路徑相依程度較高。

#### 【說明】

本研究發現，資訊系統改造類型專案乃是因應半導體製造公司解決資訊系統本身在主流資訊技術、軟硬系統架構擴充性、或者是系統維護成本等等限制提出的專案。這些專案通常以不可影響終端使用者的服務為前提，所以不需使用者的深入參與，而且所需的技術只有資訊技術，所以技術多元化的傾向比較低。例如，1998 TCS on Windows NT 專案是為了遷就 Windows 的主流技術，2003 SiView HAS 則是為了解決系統的 Availability (系統可用性) 與 Scalability (系統延展性)

瓶頸。同時，原先的系統架構、原始程式碼、與文件可供參考，也可說明技術知識的內隱性較低、標準化程度較高、與路徑相依程度較高。

### 【個案驗證】

#### 1. 1998 TCS on Windows NT

相對於需要與使用者共同開發的跨領域 IT 系統而言，TCS on Windows NT 專案所需要的知識主要侷限在 IT 的專業技術知識。由於專案的前提是盡量減少對使用者的影響，使用者的參與是被避免的，當然也就沒有跨領域的知識整合的需要。半導體生產機台間的通訊介面是 SECS (SEMI Equipment Communications Standard)，SECS 由 SEMI (Semiconductor Equipment and Materials International) 所定義。如前所述，雖然 TCS 是完全重新創造的軟體，但是它的成功奠基於舊 TCS 開發者與 IBM 技術團隊的知識經驗。新的 TCS 主要的貢獻是融合了新些知識與資訊科技的元素，因此技術知識之路徑相依程度是很高的。

#### 2. 2003 SiView HAS

專案所需整合的技術知識領域只有資訊科技，相對而言算是單純。當初 SiView 的產品架構設計，完全依照當時最先進的半導體工業標準「CIM Framework」—E81 (Provisional Specification for CIM Framework Domain Architecture)，E96 (Guide for CIM Framework Technical Architecture)，與 E97 (CIM Framework Global Declarations and Abstract Interfaces)。詹副理在 T 公司 MES 系統開發與管理領域有接近十年的資深經驗，對於 MES 架構與功能有精闢的見解與眼光。詹副理檢視了國內外重要的 MES 系統架構，再加上自己對 T 公司內三套系統的經驗，尤其是 IBM 在 T 公司晶圓三廠的 POSEIDON 系統，歸納出 HAS 的建議。因此，本研究認為「技術知識之路徑相依程度」是較高的。

**■ 研究發現 2**

製程發展攸關專案在不同階段可能因應技術開發標的不同，會有不同的技術知識特質。

**■ 研究發現 2-1**

製程發展攸關專案傾向在早期發展階段將現有的作業流程「自動化」，所以技術知識內隱性為較低。

**■ 研究發現 2-2**

製程發展攸關專案傾向在後期發展階段以採用新技術使系統「智慧化」，所以技術知識內隱性為較高。

**【個案驗證】**

在整理個案之時，本研究發現有些製程發展攸關專案歷時甚久，技術開發的重點有明顯的轉移，例如 2002 FDC System 專案、2002 WAT Expert System 專案、以及 2004 CMP Wafer-to-Wafer Control System 專案。它們有相似的開發階段歷程：在早期階段，無論是有無新技術的引進，其目標在於使現存的作業流程「標準化」、以及「自動化」，降低失誤率與增加生產力。這個階段的運作模式，基本上與人員直接人工操作並沒有不同。其後期階段的發展則偏重在整合入新技術，無論是專家系統、控制技術、多變量統計分析等等，其目的在於開發出創新「智慧化」系統與流程，來提昇生產力。

本研究發現似乎與之前文獻的研究發現相矛盾，其實不然。肇因於一般技術開發專案為單一技術開發標的，因此專案初期階段對開技術不清楚，所以技術知識內隱性為較高；而後期階段因為了解掌握技術而使技術知識內隱性為較低。本研究採取的專案階段劃分，乃是各個階段有不同的技術開發標的。所以，本研究發現與之前文獻的研究發現沒有矛盾。

**1. 2002 FDC System**

這個專案自 2002 年延伸至 2005 年歷時三年，可分為兩個相連的階段。第一個階段從 2002 年六月開始至 2003 年十二月，稱為「共同開發計劃」(JDP—Joint Development Program)，主要的目的為提供 T 公司的使用者需求給原 FDC 產品公司，進行教育訓練，建立最佳使用典範，其努力在於使 FDC 系統在 T 公司晶圓十二廠的成功推廣。第二階段從 2004 年接著開始，並於 2005 年 4 月結束整個專案，它的主要任務在於開發 T 公司 IT 資訊技術工程處開發客製化的功能，同時協助晶圓十四廠複製晶圓十二廠的成功經驗。除此之外，為了發揮 FDC 多變量分析與錯誤分類的功能，專案團隊與某國立大學教授開始進行多變量分析應用的計劃。

## 2. 2002 WAT Expert System

WAT Expert System 的專案歷時三年，專案進行可分為兩個階段—第一階段（2002 年五月至 2003 年六月），第二階段（2003 年七月至 2005 年六月）。第一階段的主要成就為證明 WAT 專家系統的可行性，以及以實際案例證明系統的優秀功能。當時 T 公司與一家本土新創公司合作，引進該公司的專家系統技術，以及專家系統軟體系統，希望能加速 T 公司在專家系統應用領域的進步。第二階段以先進製程的進步速度很快，出現的 WAT 問題不盡相同，使用者開始感興趣於對於如何藉由系統自動化的資料分析，來主動提示製程整合工程師來發現新的知識。所以技術發展的重點在統計資料分析的技術。

## 3. 2004 CMP Wafer-to-Wafer Control System

T 公司的 CMP 製程控制系統技術的發展，歷經了三個階段，逐步累積經驗知識而成熟。在第一階段（2002 年），也是最早時期，T 公司製程工程師做過多次實驗與努力之後，設計出一個低風險兩階段式的 CMP 研磨作業—先粗磨，再細磨—的方式作業。在第二階段（2003 年），IT 工程師與 CMP 製程工程師於是決定妥善運用這個內建量測模組，使粗磨與細磨的作業在一個機台內完成，以及



讓重做 (Rework) 作業自動化。製造部作業人員與 CMP 製程工程師得免於複雜的手動作業，同時提昇了部分 CMP 區的生產力。第三階段 (2004 年)，跨入 R2R 「控制技術」的知識領域，迎接 CMP R2R 的挑戰。



## 第二節 技術知識特質與系統整合的創新平台

### ■ 研究發現 3

系統整合專案之專案組織架構隨專案類型差異而有明顯差異。資訊系統改造專案則傾向以「功能型團隊」之方式運作，而製程發展攸關專案傾向以「重型團隊與輕型團隊混合」之方式運作。

#### 【說明】

Clark & Wheelwright (1993) 以不同的整合與協調機制，將新產品開發的專案組織結構分為功能型團隊 (Function Team)、輕型團隊 (Lightweight Team)、重型團隊 (Heavyweight Team) 以及自主型團隊 (Autonomous Team)。

企業組織規模愈趨龐大，組織的正式化程度愈高，專案的架構就會愈趨於配合組織架構。以資訊系統改造類型專案而言，因為本質上該類型專案不需要其他非資訊部門協助，因此很自然的採用「功能型團隊」。

本研究發現，製程發展攸關專案組織架構既有「輕型團隊」又有「重型團隊」的特色，因此為「重型團隊與輕型團隊混合」的方式。以 T 公司而言，各個參加專案的單位都會指定「協調人」，專案經理基本上是透過協調人來運作專案，所以具有「輕型團隊」的特色。但是，本文所選的策略型專案皆有跨廠區與處長的支持，專案經理不僅被賦予很大的權限，專案執行期間更投入超過 50% 的時間。專案經理對於專案成員的專案的速度、品質與效率有非常高的權限。不同單位的高階主管們會針對各個專案，定期參加專案檢討會議以審視專案的進度。專案經理對於成員的績效考核有影響力，但團隊成員長期的升遷發展仍取決於原部門經理的考核。因此，專案組織架構又有「重型團隊」的特色。

## 【個案驗證】

表 5-2-1：各專案之專案組織架構彙整表

專案名稱	專案類型	專案組織架構	備註
1998 TCS on Windows NT	資訊系統改造	功能型團隊	葉資深工程師與盧資深工程師隸屬於「系統開發課」，而龍資深工程師則屬於「機台自動化課」。
2001 Photo CD Run-to-Run Control System	製程發展攸關	重型團隊與輕型團隊混合	<p>這個專案借重了黃光微影技術委員會，邀請到各個廠區的代表來參與專案團隊。這些黃光微影技術委員會代表們基本上各廠區代表負責提供專業意見，與廠區內部溝通。因此，他們可以被視為各廠區的協調者 (liaison person)，與專案經理一起工作。他們之中，輪流擔任執行秘書的角色，負責協調出議題共識。這是輕型團隊團隊的特色。</p> <p>但反觀 IT 與品質系統發展部的部分，則其專案組織特色介於輕型團隊團隊與重型團隊的之間。IT 專案經理不僅被賦予很大的權限，專案執行期間更投入超過 50% 的時間。專案經理對於 IT 成員的專案的速度、品質與效率有非常高的權限，可以直接指揮所有參與此專案的人員。這個權限來自於 IT 陳處長的全力支援。</p>
2002 FDC	製程發展攸關	重型團隊與輕型團隊混合	<p>這個專案借重了「工程系統課」的組織力量，「工程系統課」，其任務在該廠內部各工程部統一協調 IT 系統的推廣、使用者需求、協助編列 IT 系統的預算、共同完成工程相關系統的專案。</p> <p>王副理為使用者方面的專案經理，由晶圓十二廠廠長任命，並對晶圓十二廠廠長負責 FDC 專案。而周副理為 IT 方面的專案經理，由製造資訊技術處陳處長任命，並對陳處長負責 FDC 專案。專案經理不僅被賦予很大的權限，專案執行期間更投入超過 50% 的時間。專案經理對於 IT 成員的專案的速度、品質與效率有非常高的權限，可以直接指揮所有參與此專案的人員。專案組織特色屬於「輕型團隊」</p>

			也有「重型團隊」。
2002 WAT Expert System	製程發展攸關	重型團隊與輕型團隊混合	這個專案借重了製程整合技術委員會，邀請到各個廠區的代表來參與專案團隊。這些製程整合技術委員會代表們基本上各廠區代表負責提供專業意見，與廠區內部溝通。因此，他們可以被視為各廠區的協調者 (liaison person)，與專案經理一起工作。
2003 SiView HAS	資訊系統改造	功能型團隊	IBM 的開發團隊與 T 公司開發團隊是一種較鬆散的合作，只要是透過專職接觸窗口 (Contact Window) 來互相溝通。雖然，這兩個團隊是分屬不同的公司，以功能區分彼此的專案開發的責任；HAS 專案的特色是專案可以加以切割，IBM 負責 SiView HAS 的架構與標準功能驗證，而 T 公司則負責專屬功能的開發與測試。專案開發的責任隨時間經過從 IBM 移轉到 T 公司—第一階段與第二階段責任在 IBM，第三階段責任在 T 公司。  由於單一專業與單一組織的運作，HAS 專案運作的非常有效率。專案組織結構比較接近「功能型團隊」的特色。
2004 CMP Wafer-to-Wafer Control System	製程發展攸關	重型團隊與輕型團隊混合	與 2001 Photo CD R2R System 專案相較，其專案組織結構非常類似，同樣是呈現出介於「輕型團隊」與「重型團隊」之間的特色。所不同者，主要是在「製造技術中心」與虛擬組織「R2R Core Team」的成立。  「製造技術中心」基本上是将各個原先的技術委員會加以形式化，以固定組織加以運作。  虛擬組織「R2R Core Team」不是正式的組織結構，也不是歸屬於某一臨時性的專案組織。它的領導人是副處長級，可見公司管理階層對它的重視。它的成員有來自「製造技術中心」，也有來自 IT「製造資訊技術處」。虛擬組織創立的目的為累積與培養 R2R 的控制人才。

資料來源：本研究整理

#### ■ 研究發現 4

資訊系統改造與製程發展攸關專案團隊的共同解決問題方式沒有差異，都傾向採用「實驗與原型試製」。技術知識內隱程度愈高，多元程度愈高者，則愈傾向以原型試製實驗來共同解決問題。

#### 【說明】

Clark & Wheelwright (1993) 認為原型提供一個在中間階段將所有功能相結合、決定目前進度、以及考慮其他各種可能解答的大好機會。本質上，原型試製可以是跨部門討論、解決問題和整合的重要工具。Leonard-Barton (1995) 也認為產品模型或原型是最具啟發性的問題解決機制之一。王緯中 (1999) 發現屬於技術內隱程度高的遊戲開發團隊，其傾向於以多元的原型試製來做概念溝通與問題解決方法。

本研究發現，不論是資訊系統改造或製程發展攸關專案，其專案團隊概念溝通與問題解決的方式都偏向採用「實驗與原型試製」方式。其中，「製程發展攸關」專案因為技術知識內隱程度與多元程度較高，則愈傾向以原型試製實驗來共同解決問題。

#### 【個案驗證】

表 5-2-2：各專案技術知識特質與共同解決問題方式彙整表

專案名稱	專案類型	技術知識之內隱程度	技術知識之多元程度	共同解決問題方式 (含實驗與原型試製)
1998 TCS on Windows NT	資訊系統改造	低	單一 (資訊技術)	共同解決問題：葉資深工程師、盧資深工程師與龍資深工程師共同解決 TCS 軟硬體問題。三個人都在同一部門同一個辦公室，彼此意見的

				<p>交流是非常的有效率，甚至不需要正式定期的會議就可以運行這個專案。</p> <p>實驗與原型試製：實驗室進行串列式元件壓力測試 (Stress Tests)。另一個例子是 TCS 開發工具選用當時主流的開發工具是 Microsoft Visual C++，而非 IBM VisualAge C++。</p>
2001 Photo CD Run-to-Run Control System	製程發展 攸關	高	多元 (黃光 微影工程、 統計、資訊)	<p>共同解決問題：季副理任命於製造資訊技術處陳處長為此專案的專案經理，他主持一週兩次的使用者需求定義會議，並有效的跟催進度與跟長官溝通。IT 的張主任工程師在團隊中擔任溝通者的角色。</p> <p>實驗與原型試製：系統核心邏輯的原型實驗在該國立大學研究室中進行。IT 工程師隨後依此開發所謂「統一核心程式碼」，進行 IT 系統開發、測試、與上線。</p>
2002 FDC 第一階段	製程發展 攸關	低	多元 (設備 工程、統 計、資訊)	<p>共同解決問題：在多方充分溝通，與管理高層每季一次的面對面會議之下，慢慢地使整個專案團隊克服種種包括文化的問題，獲得成功的推廣。</p> <p>實驗與原型試製：T 公司 IT 專案團隊提議將 FDC 系統「模組化」，使它可以共存於原先 IT 系統之中，不必另外需要安裝與購買電腦。</p>
2002 FDC 第二階段	製程發展 攸關	高	多元 (設備 工程、統 計、資訊)	<p>實驗與原型試製：林副理首先觀察 FDC 系統的推廣過程，發現工程師對於生產機一台一台的設定 FDC 參數，是一個非常大的負擔，因此提出了「Auto Deployment」的使用功能需求。「Auto Deployment」是一個深具創意的嚐試，概念簡潔，參數架構理想，可惜後來的推廣並不如預期。雖然「Auto Deployment」的功能在 2005 年專案結束時並不成功，但是這些大膽嘗試也激發出其他的創意。FDC 多變量統計的應用，IT「策略專案課」的鄭副理與某國立大學教授展開合作計劃。主要研究題目為</p>

				關鍵參數 (Key Node Parameter) 的自動判斷、多變量統計應用方法 (Methodology) 等等。雖然實驗的性質濃厚，但也 T 公司累積了一些寶貴經驗。多變量分析的嚐試帶有相當的前瞻性。
2002 Expert System 第一階段	WAT 製程發展 攸關	低	多元 (製程整合、專家系統、資訊)	共同解決問題：IT 指派一位主任工程師擔任專案經理，負責協調與溝通。該公司有一位專家系統的博士級資深研究員，長期駐留 T 公司專案辦公室，以協助輸出技術和開發系統。
2002 Expert System 第二階段	WAT 製程發展 攸關	高	多元 (製程整合、統計、資訊)	實驗與原型試製：此時專案團隊尋求的技術來源，與第二階段又有所不同，他們找到了新竹區的某國立大學教授合作，嚐試以多變量分析 (Multivariate Analysis) 的統計技術來發展。由於多變量分析的嚐試帶有相當的前瞻性，劉副理與梁主任工程師的工作，很多部分是屬於支援實驗與原型試製與經驗檢討的工作。
2003 HAS	SiView 資訊系統 改造	低	單一 (資訊技術)	共同解決問題：詹副理與程主任工程師在團隊中擔任溝通者的角色。T 公司的工程師與 IBM 在日本研發中心的工程師，透過網路密切合作。 實驗與原型試製：IBM 團隊在日本與美國自行壓力測試，而 T 公司在台灣進行壓力測試。
2004 Wafer-to-Wafer Control System 第一、二階段	CMP 製程發展 攸關	低	多元 (CMP 工程、資訊)	共同解決問題：共同解決問題：IT 的陳主任工程師與「工程系統平台發展部」宋主任工程師在團隊中擔任溝通者的角色。
2004 Wafer-to-Wafer Control System 第三階段	CMP 製程發展 攸關	高	多元 (CMP 工程、控制、資訊)	實驗與原型試製：系統核心邏輯的原型實驗在「控制工程師」鐘主任工程師個人電腦模擬，以及在張資深製程工程師的協助下在 Fab 中進行。

資料來源：本研究整理

■ 研究發現 5

系統整合專案的技術知識的內隱程度差異，使外部知識的來源有所差異。

■ 研究發現 5-1

系統整合專案的技術知識的內隱程度愈低，外部知識的來源愈傾向專業廠商。

■ 研究發現 5-2

系統整合專案的技術知識的內隱程度愈高，外部知識的來源愈傾向大學等研究機構。

【說明】

Utterback (1994) 指出在不同的階段，所使用的設備有不同的情形：在流變期時，需要多用途、高技能的員工；在轉移期時，需要將一些次要製程自動化；在明確期時，將特殊用途的設備盡量自動化、員工主要作為照看與監督設備。而對製程的改變則在流變期時較低，而在明確期時則較高。

廖佑宗 (民 88) 研究工研院化工所時發現，對研究機構而言，當技術處於生命週期的初生期時，研究機構對於該領域比較不瞭解，所以多半購買已設定好的實驗用儀器設備，並且比較不會有修改儀器設備的情形發生。而當技術生命週期處於成熟期時，研究機構傾向修改儀器設備，以更符合實驗的需要。

本研究發現，系統整合專案有相似的開發階段歷程：在早期階段，由於對於新技術的不熟悉，其目標在於使現存的作業流程「標準化」、以及「自動化」，降低失誤率與增加生產力。這個階段的運作模式，基本上與人員直接人工操作並沒有不同。因此技術知識的內隱程度較低，並且選擇優良的廠商來轉移相對成熟的技術，加快速度與減少風險。但是，隨著專案團隊或組織愈能掌握技術的發展，後期階段的發展則偏重在探索式的研究，技術知識的內隱程度較高，合作對象就



轉為與大學等研究機構合作。

【個案驗證】

表 5-2-3：各專案知識內隱程度與外部知識的來源彙整表

專案名稱	專案類型	技術知識之內隱程度	輸入和吸收外部知識
1998 TCS on Windows NT	資訊系統改造	低	由於許多的軟體與硬體都是 OS/2 專屬的，要轉移到 Windows NT 作業系統得重新尋找替代方案或者是重新改寫程式，於是 T 公司 IT 部門引進原廠 IBM 的技術支援進行軟體的轉移，IBM 提供技術支援與軟體原型。
2001 Photo CD Run-to-Run Control System	製程發展攸關	高	孫主任工程師在經過專案決策層的許可，引進了某國立大學的研究團隊，但仍然由孫主任工程師擔任橋接的視窗，張主任工程師從旁協助，負責整合黃光微影製程工程的知識、數學統計的知識、與 IT 的知識，最後給出使用者需求定義書。
2002 FDC 第一階段	製程發展攸關	低	T 公司資訊管理階層有鑒於開發成本與時效限制，與其自行大幅改造系統或是從頭開發系統，不如直接引進業界成熟的系統產品，把有限的人力投入在 T 公司專屬的客製化的功能上，更能發揮投資效益。  T 公司於 2002 年年初，即已開始發送 RFP (Request For Proposal) 給全世界有興趣的廠商，邀請他們進行廠商產品的評估。在進行兩回合嚴謹的功能比較與議價程序後，決定由法國的一家剛起步卻非常有技術潛力的公司合作。
2002 FDC 第二階段	製程發展攸關	高	FDC 多變量統計的應用，半導體工業界已有成功個案被提出，只是離廣泛的推廣應用還有一段距離。所以，專案團隊在 IT 陳處長的指導下，IT「策略專案課」的鄭副理與某國立大學教授展開合作計劃。主要研究題目為關鍵參數 (Key Node Parameter) 的自動判斷、多變量統計應用方法 (Methodology) 等等。

2002 Expert System 第一階段	WAT System	製程發展 攸關	低	第一階段的主要成就為證明 WAT 專家系統的可行性，以及以實際案例證明系統的優秀功能。當時 T 公司與一家本土新創公司合作，引進該公司的專家系統技術，以及專家系統軟體系統，希望能加速 T 公司在專家系統應用領域的進步。基本上，這家本土新創公司為 T 公司當時專家系統發展的主要技術來源。該公司有一位專家系統的博士級資深研究員，長期駐留 T 公司專案辦公室，以協助輸出技術和開發系統。
2002 Expert System 第二階段	WAT System	製程發展 攸關	高	多變量分析 (Multivariate Analysis) 是一門複雜而深入的知識，T 公司希望利用它能找出影響 WAT 量測異常與前面無數製程站點之間的顯著性。應用在 WAT 的資料分析的方法 (Methodology) 可能有許多，專案團隊希望由學校研究團隊負責研究這些方法，再由劉副理與梁主任工程師協助應用在 T 公司的環境中，並求得驗證，並整理歸納吸收入組織中。
2003 HAS	SiView	資訊系統 改造	低	T 公司陳處長領導 IT 團隊與 IBM 公司展開一連串的高層對高層的溝通，徹底讓 IBM 了解 T 公司的需求與決心，說服 IBM 提高這個專案的優先順序，使得 T 公司的 SiView 系統發展課能獲得 IBM SiView 原廠技術團隊充分技術奧援。
2004 Wafer-to-Wafer Control System 第一、二階段	CMP	製程發展 攸關	低	無外部技術來源。
2004 Wafer-to-Wafer Control System 第三階段	CMP	製程發展 攸關	高	無外部技術來源。

資料來源：本研究整理

**■ 研究發現 6**

系統整合專案的技術知識的多元程度愈高，愈需要使用者端的管理高層與資訊技術端的管理高層共同指導專案願景。專案團隊愈傾向於「異質型」的團隊組合，其專案經理也愈趨向於 T 型或是 A 型管理技巧者。

**【說明】**

Leonard-Barton (1995) 認為個人和組織的創造力容易受限於背景、訓練，以解決問題時所偏好採用的方法。因此組織的成員易受限於「招牌技巧」(signature skills) (即人們偏好用來界定自己的職能力)。而創造性摩擦則是核心僵化與招牌技巧的解毒劑，因為它可迫使組織不斷重新檢視當時的主導觀點。然而，創造性摩擦並不會自動發生，必需有賴組織的精心規劃。由學有專精的個人所組成的團體，需要可翻譯不同「語言」以及降低衝突性觀點的機制。翻譯者可以是團體成員，或是經理人。如具有 T 型技巧及 A 型技巧的人。使用多種語言的經理人能夠從容遊走於多種專業領域，並同時使用一種以上認知風格的經理人，通常可為多樣化的創造性團體提供組織凝聚力。

本研究發現，系統整合專案的技術知識的多元程度愈高者，例如製程發展攸關型專案，愈需要使用者端的管理高層與資訊技術端的管理高層共同指導專案願景。專案起始時候的使用者需求定義書的產出，必須要能保證使用者端的需求普遍能夠滿足。由於使用者單位與人數可能眾多，使用者需求定義書的代表性就顯得十分重要，而有使用者端的管理高層共同指導專案願景，可以避免失誤的發生，同時又能協助專案後期時的系統推廣上線。因此，有使用者端的管理高層共同指導專案願景可以大大降低系統整合專案的風險。

## 【個案驗證】

表 5-2-4：各專案知識多元化程度與團隊組合彙整表

專案名稱	專案類型	技術知識之多元化程度	團隊組合
1998 TCS on Windows NT	資訊系統改造	單一 (資訊技術)	這是一個同質型很高的團隊組合。基本上，專案的本質是解決 IT 的技術問題，因此只需要 IT 的技術人員即可。雖然這些 IT 技術工程師可再細分為 TCS 專案領導、TCS 軟體開發工程師、以及 TCS 機台連線與維護工程師等，但是相對於本文的其他個案，專案的組成只有 IT 工程師，所以異質性是不高的。同時，專案經理的角色雖然存在，但功能並不明顯。專案的願景則由 IT 的資訊技術處林處長指導。
2001 Photo CD Run-to-Run Control System	製程發展 攸關	多元 (黃光微影工程、統計、資訊)	這是一個異質型的團隊組合。有 A 型專案管理的人才 (IT 的季副理)、IT 的技術人才、製程工程技術人才、及統計數理工人才 (孫主任工程師)。團隊中有兩個 T 型人才，一是 IT 的張主任工程師，另一個則是品質系統發展部孫主任工程師。他們都能用多種語言跟團隊成員溝通。專案的願景則由 IT 的製造資訊技術處陳處長指導。
2002 FDC	製程發展 攸關	多元 (設備工程、統計、資訊)	FDC 是一個異質型的團隊組合。專案經理周副理是一個 T 型技巧管理人才，所以他能與專案內的所有成員溝通無礙。另外還有一位 IT 李主任工程師負責系統分析與設計，他的專長為資料分析與資料探勘技術 (Data Mining)，為一個 T 型人才，協助周副理的溝通工作。  「策略專案課」鄭副理、「工程系統課」王副理與林副理都有非常資深的半導體廠經驗與工程背景，而且對於 IT 技術的應用非常感興趣，並且都有成功負責 IT 推廣工作的經驗，所以他們都可視為 T 型人才。  系統概念其實並不算完整，FDC 系統的具體邊界並不明確。專案的願景則由 IT 的製造資訊技術處陳處長與十二廠林資深廠長共同指導。

2002 WAT Expert System	製程發展 攸關	多元 (製程 整合、 專家系 統、資 訊)	<p>很明顯的，這也是一個異質型的團隊組合。剛開始在第一階段的時候，專案經理是一個 I 型技巧管理人才，但是在第二階段時，由林主任工程師擔任，她卻是個 A 型技巧管理人才，所以它能與專案內的所有成員溝通無礙。</p> <p>劉副理與梁主任工程師均具備豐富的經驗，並且有心在技術領域深入了解，都是屬於 T 型技巧者。對應到不同專案階段技術開發的重點，T 公司很彈性的結合外部的資源：第一階段的技術發展在專家系統的基礎，所以與本土新創的公司合作，而第二階段的技術開發重點是多變量分析技術，專案團隊轉而與大學研究團隊合作。</p> <p>專案的願景則由 IT 的製造資訊技術處陳處長與 T 公司製程整合技術委員會林處長共同指導。WAT 專家系統的系統概念其實隨著時間逐漸成熟，剛開始的時候，T 公司無論 IT 與使用者頗經歷一段相當的摸索。</p>
2003 SiView HAS	資訊系統 改造	單一 (資訊 技術)	<p>這是一個純粹的資訊系統改造專案，不需要異質型的團隊組合。詹副理與專案經理是程主任工程師都擁有近十年的 CIM 工作經驗，兩者具為典型的 T 型專案管理的人才。他們的意見反應了 T 公司的製造需求，所以也並不須要使用者的參與。</p> <p>專案的願景則由 IT 的製造資訊技術處陳處長指導，陳處長在本案中深入涉入與廠商的商業談判與技術轉移，是本案能成功的關鍵人物。專案經理是程主任工程師，主要是對 IBM 技術團隊的窗口與追蹤協調內部工程師的工作。專案團隊很自然的組織在科層式的 IT 組織中，專案的靈魂人物為陳處長，李部經理、與詹副理。</p>
2004 CMP Wafer-to-Wafer Control System	製程發展 攸關	多元 (CMP 工程、 資訊)	<p>這是一個異質型的團隊組合。有 T 型專案管理的人才 (IT 的陳主任工程師)、IT 的技術人才、製程工程技術人才、及控制工程人才。團隊中有工程系統平台發展部宋主任工程師，IT 專案經理陳主任工程師，與 A 型的「控制工程師」鍾主任工程師都能用多種語言跟團隊成員溝通。專案的願景則由 IT 的製造資訊技術處陳處長與「製造技術中心」郭資深處長共同指導。</p> <p>其中，IT 專案經理陳主任工程師有八年以上 R2R 相關系統</p>

		<p>開發經驗，以及嫻熟 IT 內部複雜的協調溝通，是領導專案成功的推手之一。「這對我們是很大的技術挑戰！」IT 盧副理指出，2004 年長達半年的時間，這個專案耗掉 APC 小組八〇%的資源，「但我們相信這個系統對於產能一定會有很大的貢獻，大家都拼了！」他指出，IT 是內部使用者的夥伴，雖然常常扮演救火隊的角色，但在這個案子上，IT 的角色很主動積極，每個階段都有精英全力投入。他認為能夠成功有兩個重要關鍵，其一是「這是策略專案，共識程度拉的夠高，得到廠、處長級的支持，取得足夠的支持與資源。」其二是，服膺目標導向，設定目標、認同目標後的執行力很強，為達成目標，每個人都會主動加強不足之處，不讓棒子在自己手上滑落。</p>
--	--	---

資料來源：本研究整理



#### ■ 研究發現 7

系統整合專案的技術知識的多元程度愈高，使用者參與程度愈傾向「共同開發」。多元程度愈低，使用者參與程度愈傾向「交付模式或是隔牆交易」。

#### 【說明】

Leonard-Barton (1995)認為使用者可以提供很多值得加以整合的知識。透過使用者參與與相互調適的方式，可以促進跨越組織間的知識流通，整合並執行創新程序及工具。使用者參與就是使用者參與專案或是新技術系統的開發，透過此種方式可以將使用者專屬的知識融入其中，使用者也較能夠接受改變。依據使用者參與的程度可分為四類：(一)交付模式或是隔牆交易，(二)諮詢模式，(三)共同開發，(四)見習模式。

本研究發現，系統整合專案的技術知識的多元程度愈高，使用者參與程度愈傾向「共同開發」。多元程度愈低，使用者參與程度愈傾向「交付模式或是隔牆

交易」。推究其原因應為：「諮詢模式」所取得的研究成果不易為使用者端所普遍接受，而「見習模式」中，使用者要具備正規資訊系統開發的技術能力並不容易，除非只是小型的系統開發或是原型試製。若要取得使用者端所普遍接受需要使用者端管理高層的支持，只有「共同開發」模式是多元程度較高的系統整合專案的最佳選擇。

### 【個案驗證】

表 5-2-5：各專案知識多元化程度與使用者參與程度彙整表

專案名稱	專案類型	技術知識之多元程度	使用者參與程度
1998 TCS on Windows NT	資訊系統改造	單一（資訊技術）	使用者的參與方式為「交付模式或是隔牆交易」。使用者不具備 TCS 系統開發的相關知識，而且改造後的系統被要求必須對使用者功能沒有任何不良影響。如果以技術轉移的角度來看，T 公司技術人員可視為技術的使用者，而 IBM 技術團隊則變成了技術的提供者，二者之間應為「諮詢模式」。
2001 Photo CD Run-to-Run Control System	製程發展攸關	多元（黃光微影工程、統計、資訊）	觀察 Photo CD Run-to-Run System 的開發歷程，本研究認為使用者，也就是黃光微影工程師的參與方式為「共同開發」。因為本研究觀察到這個系統的知識超越所有原先參予專案的人所擁有的知識，開發者與使用者不確定其系統會和軟體系統產生何種互動，成果究竟如何。使用者一開始不確定如何重新設計工作，才能完全發揮新科技系統的潛力。
2002 FDC	製程發展攸關	多元（設備工程、統計、資訊）	使用者介入 FDC 專案開發的程度非常大。「工程系統課」王副理與林副理幾乎是完全投入專案開發，所以很明顯的本研究判斷為「共同開發」。
2002 WAT Expert System	製程發展攸關	多元（製程整合、	「共同開發」。為了確認「知識庫」與「推理器」的設計結果能夠模擬資深製程整合工程師的判斷，資深製程整合工程的代表也必須深入了解系統設計的邏輯。使用者代表在處長

		專家系統、資訊)	<p>級的支持下，不僅在系統開發階段投入資源引導方向，在系統上線後的使用推廣也不遺餘力。</p> <p>資深製程整合技術委員會每隔一到兩週會開一次會議檢討各廠區的重大製程案件，WAT Expert System 的結果就會被拿出來參照。如果系統推論的結果不佳，技術委員會的代表就會要求將這些經驗輸入在系統中，是得這些經驗能夠使爾後的 WAT 工作更為順利。</p>
2003 HAS	SiView HAS	資訊系統 改造	<p>單一 (資訊技術)</p> <p>使用者的參與方式為「交付模式或是隔牆交易」。使用者不具備 SiView HAS 系統開發的相關知識，而且改造後的系統被要求必須對使用者功能沒有任何不良影響。如果以技術轉移的角度來看，T 公司技術人員可視為技術的使用者，而 IBM 技術團隊則變成了技術的提供者。T 公司技術人員與 IBM 技術團隊是開發小組的一員，他們全程參與，來協助知識的開發，對新工具的設計影響頗深。因此，二者之間則近似為「共同開發」。</p>
2004 CMP Wafer-to-Wafer Control System	CMP Wafer-to-Wafer Control System	製程發展 攸關	<p>多元 (CMP 工程、資訊)</p> <p>毫無疑問地，使用者 CMP 製程工程師的參與方式為「共同開發」。因為本研究觀察到這個系統的知識超越所有原先參與專案的人所擁有的知識，開發者與使用者不確定其系統會和軟體系統產生何種互動，成果究竟如何。使用者一開始不確定如何重新設計工作，才能完全發揮新科技系統的潛力。</p> <p>在這個專案中，「製造技術中心」的「工程系統平台發展部」與「擴散技術委員會」發揮了整合各廠使用者需求的角色。在策略上，T 公司仍然在同步測試與導入某機台廠商的 CMP Wafer-to-Wafer Control 系統。透過他們的努力，跨廠區的使用者與 IT 不至於造成內部訊息的混亂。</p>

資料來源：本研究整理

#### ■ 研究發現 8

系統整合專案團隊內的知識分享機制方式沒有差異，都傾向採用「專案會議」。



## 【說明】

本研究發現，系統整合專案團隊內的知識分享機制方式沒有差異，都傾向採用「專案會議」。資訊系統改造專案類型其跨組織溝通密度較低，專案會議的正式程度就不是很高。反觀製程發展攸關專案類型，至少一周一次專案會議，一方面共同解決問題，一方面分享知識與經驗。

## 【個案驗證】

表 5-2-6：各專案團隊內的「知識分享機制」彙整表

專案名稱	專案類型	技術知識之多元程度	專案團隊內的「知識分享機制」
1998 TCS on Windows NT	資訊系統改造	單一（資訊技術）	該專案內部的知識分享機制為非正式的會議與共用文件。專案成員的辦公與生活的空間相同，組織間的界線很淡，因此非正式的交流常常非常的有效率。雖然正式的會議有其存在，但僅止於紀錄共識而已。
2001 Photo CD Run-to-Run Control System	製程發展攸關	多元（黃光微影工程、統計、資訊）	Photo CD Run-to-Run Control System 的開發團隊主要是透過定期專案會議，來分享問題與知識，其中使用者需求定義書是最重要的載具。T 公司的使用者需求定義書通常已載有相當程度的 IT 系統分析結果，以及 IT 系統設計在內，IT 工程師可依此實作系統。往後其他的 Run-to-Run 系統開發專案團隊，也常常參考這份文件的內容，以承襲其知識與經驗。
2002 FDC	製程發展攸關	多元（設備工程、統計、資訊）	FDC 專案團隊之間的知識分享機制，主要是透過定期會議與線上文件的分享，所有的成員均可接觸這些文件，包括公司內跨組織的專案成員。但是，公司外的專案成員則有相當的限制，主要為透過專案經理來發送文件，或為專案經理授權某特定資料可由專案成員之間直接收送。
2002 WAT Expert System	製程發展攸關	多元（製程整合、專家系統、資訊）	WAT Expert System 的內部分享機制，主要為一週一次的固定專案會議。各個專家系統開發專案之間，也有不定期的訓練與分享課程。訓練課程主要為專家系統技術

		系統、資訊)	定期的訓練與分享課程。訓練課程主要為專家系統技術的導入所設計。各個專家系統開發專案之間的合作，由於僅僅只有公用相同的專家系統技術來源，互相之間的合作程度是比較小的，但是專案內的知識分享比較頻繁。
2003 HAS	SiView 資訊系統 改造	單一（資訊 技術）	專案團隊內的知識分享機制主要為定期技術課程與會議。由於大部分的技術不需要與其他單位整合，HAS 相關的技術分享幾乎可由該系統開發課內的活動自然支持，譬如說是課會。與 IBM 轉移的方式，主要為技術課程方式進行。IBM 的原廠工程師到台灣，進行為期一到二週的課程教學。以後若需要就技術問題討論，則以電話會議的方式進行。
2004 CMP Wafer-to-Wafer Control System	製程發展 攸關	多元 （CMP 工 程、資訊）	專案團隊內的知識分享機制主要為利用每週一次的 IT R2R 會議。這個會議由 APC 系統開發課的盧副理主持，陳主任工程師常任執行秘書，所有 R2R 專案的專案經理均參加會議。由於盧副理在 2002 年到 2005 年為 APC 整體專案的總專案經理與 IT 工程技術委員會的執行秘書，各 R2R 專案經理在策略上與技術標準上必須取得他的協調。同時，這個會議也是一個絕佳的知識分享平台，各個 R2R 專案的專案經理都會定期報告，其負責的 R2R 專案進度與技術進展。若有無法取得一致之處，也委由盧副理於每月的 APC 專案會議，向陳處長與各部經理報告。除此之外，所有的 APC 技術文件與專案進度文件，有一個共同的檔案伺服器儲存。當然這個檔案伺服器存取權限是受限制的。虛擬組織「R2R Core Team」也有固定的週會，專門討論與分享 R2R 核心技術的發展。

資料來源：本研究整理

**■ 研究發現 9**

如果沒有產業標準，或是產業標準被遵行的程度不高，台灣半導體製造業傾向建立「公司內部標準」，以減少成本與提高路徑相依程度。

**【說明】**

技術知識標準化程度的表現在於「產品是否主流設計之標準」。賴威龍（1997）提出產品專案標準化程度量表，將標準化程度由高而低劃分成：1.標準跨越產業間、2.產生組件的產業標準、3.組件稍作修改即可混用於不同廠商間、4.公司內部標準、5.公司內部產品組件亦無法混用等五個等級。

本研究發現，技術知識標準化程度拉高可以減少成本而增加生產力，所以技術知識標準化的努力有其動機。但是，若要提昇標準層次到產業標準或是跨產業標準，則必須協調各個公司的個別差異，其過程曠日費時。而且就算是成功建立標準，也必須取得產業界的廣泛支持才行。因此，在追求差異化競爭力的情況下，台灣半導體製造業對於系統整合技術傾向建立「公司內部標準」。

**【個案驗證】****1. 2001 Photo CD Run-to-Run Wafer System**

雖然國際半導體標準組織 SEMI 在當時已公佈 APC 的架構暫行標準 E93（Provisional Specification for CIM Framework Advanced Process Control Component），但是沒有被產業普遍採用。在有效降低軟體開發成本與加速軟體系統上線速度的考量下，專案決策層決定不採用產業標準 E93，而採用自行定義的作法化，就是「統一核心程式碼」。「統一核心程式碼」的做法，就是將製程控制程式成為一個公司內標準的軟體模組，使這個標準的軟體模組可被分享於各個 MES 的開發小組。不過，後來實際系統上線後發現標準化的程度是一直退到「公司內部產品組件亦無法混用」的等級。主要因為各個來自不同 MES 的開發小組，對於使用者需求定義的理解不同，以及對所謂「統一核心程式碼」的適用度

也不盡相同，在開發小組擁有高度原始碼自主權之下，「統一核心程式碼」的約束力很快的消失，各個開發小組基本上僅能維持相同的一份使用者需求定義書而已。

## 2. 2004 CMP Wafer-to-Wafer Control System

2004年，原先被國際半導體標準組織 SEMI 於 1998 年公佈的 APC 架構暫行標準（Provisional Standard）已證明失敗，以回收收場。這等於承認 APC 的軟體架構設計難以標準化，商用 APC 市場的成長也成長十分緩慢，各大半導體製造公司仍然多以策略的角度選擇部分或是全部自行發展。T 公司 APC 系統開發課決定先專以 APC 為目標，以現有 T 公司的現用的軟體通訊架構為底，定義自己的標準並且完成實作—「Inhouse APC Framework」。

「Inhouse APC Framework」為 T 公司的 APC 系統開發的「公司內部標準」。以上兩個專案都是 Run-to-Run 技術的專案，本研究觀察到它成功地減少了開發人力（2004 CMP Wafer-to-Wafer Control System 第一、二階段不計入，因為跟 R2R 開發關聯度低）與提高知識的再利用程度（提高知識之路徑相依度）。

表 5-2-7：技術知識標準化程度彙整表

專案名稱	專案類型	技術知識之開發人力	技術知識之標準化程度	技術知識之路徑相依度	備註
2001 Photo CD Run-to-Run Control System	製程發展攸關	低（11.2 人年）	低（「公司內部產品組件亦無法混用」。）	低	雖然國際半導體標準組織 SEMI 在當時已公佈 APC 的架構暫行標準 E93，但是沒有被產業普遍採用。在有效降低軟體開發成本與加速軟體系統上線速度的考量下，專案決策層決定不採

					用產業標準 E93，而採用自行定義的作法化，就是「統一核心程式碼」。
2004 CMP Wafer-to-Wafer Control System 第三階段	製程發展 攸關	低 (7.5 人年)	高 (「Inhouse APC Framework」; 「公司內部標 準」。)	高 (前一 個專案 Etch R2R)	T 公司 APC 系統開發課決定先專以 APC 為目標，以現有 T 公司的現用的軟體通訊架構為底，定義自己的標準並且完成實作一「Inhouse APC Framework」。APC 系統開發課希望透過這個內部標準，使得將來的 APC 系統 (含 R2R 與 FDC) 開發與維護能夠更有效率。

資料來源：本研究整理



### 第三節 組織結構特質與系統整合的創新平台

#### ■ 研究發現 10

台灣半導體製造業隨著組織正式化的程度提高，傾向將跨部門的整合溝通活動，予以正式的組織化。這些組織的成員也是來自各個知識領域。

#### 【說明】

本研究發現，隨著功能性組織的愈複雜，作業專業化程度愈高，功能性組織之間的邊界鴻溝愈寬，但是功能組織之間的整合需求反而日趨重要，則這種專門負責跨部門整合的組織就愈有需要存在。如果這些整合活動沒有專責的單位負責，以順暢地溝通彼此的優先順序，難以避免發生資源錯誤配置的無效率情況。因此，成立這些組織有其必要性。既然這些組織的目的在於溝通彼此，其組成份子就必須涵蓋跨部門的知識領域，最好來自各個相關的工作領域。

#### 【個案驗證】

經過彙整後，將 T 公司的組織正式化的程度與新增加跨部門組織依西元年份整理如下表：

表 5-3-1：組織正式化的程度與跨部門的整合溝通組織彙整表

年	組織正式化的程度	新增加跨部門的整合溝通組織
1998	很低。以資訊功能組織為例，1998 年時 T 公司的所有資訊功能組織只有一個處級單位，其下再分為北廠自動化部、南廠自動化部，電腦與通訊部等等。公司內部的使用者如果需要資訊相關的支援，需以紙張形式的「自動化需求單」申請。資訊單位的課級主管評估需求的重要程度與緊急程度，來分配資源服務使用者。基本上，部經理擁有很高的自主權。	製造部已成立在工廠製造部之下常設有「電腦整合製造課」，以協調 IT 來服務製造自動化的需要，其主要成員多為資訊科技背景。

2001	<p>低。以資訊功能組織為例，2001年時T公司的資訊功能組織升級為四個處級單位，分別為製造資訊技術處、電子商務處、商業營運處、與資訊建構處。系統開發部則為集中其他各部門的系統開發課而成為一個專職系統開發的部門。為強化執行效率與促進各部門協同合作，製造資訊技術處成立專案管理會議（PMO-Project Management Office）。</p>	<p>資訊處新成立一個「策略專案規劃課」，約有六個人到七個人的規模。這個課的成員主要來自於使用者單位（包涵工程部與製造部）的資深人員（主任工程師或技術副理），以及具有特殊數理背景的專才。「策略專案規劃課」的目的為以使用者的角度，尋找出具有長期潛力的應用領域，使IT的系統開發更能符合T公司的策略需要。</p>
2002	<p>中。專案初始時，需以具體預期效益與使用者管理高層的支持為基礎，專案經理必須向處長主持的專案管理會議報告後，才能正式進行專案。同樣地，專案結束時，專案經理需以具體效益與推廣使用程度向專案管理會議報告後，才能正式結束專案。</p>	<p>晶圓十二廠的正式組織中，開始為工程部的IT需求而建立「工程系統課」，可被視為IT技術應用在半導體工業中的一個重要里程碑。在管理而言也有不凡的意義；無論是IT於內部成立「策略專案課」與12吋工廠內部成立「工程系統課」，這些組織都是介於終端使用者與純粹IT系統開發團隊之間，其目的在使功能組織之間的整合運作更有效率，並解決組織邊界的摩擦。</p>
2003	<p>高。2003年之後，終端使用者需求必須由技術委員會的代表先行審查其必要性與一致性，以避免與技術委員會的最佳方案(BKM-Best Known Method)的做法相衝突。</p>	<p>同上。</p>
2004	<p>很高。對於系統測試、系統上線與推廣等活動也定義了管制措施。系統測試的臭蟲數目被量化統計，成為專案開發品質的度量指標。製造資訊技術處更成立了一個「專案品質課」，該課不歸屬於任何部門，直接向處長報告，使得其品質稽查結果在組織設計上是超然公正的。</p>	<p>「製造技術中心」之下新成立兩個與IT需求密切相關的部門—「工程系統平台發展部」與「製造系統平台發展部」。T公司發現，為公司內的改善活動，使用者常會要求IT部門開發新的系統或是修改原先的系統。如果IT系統的改善無法符合公司的需要，不僅造成公司資源的大量浪費，嚴重者則戕害公司長期的競爭力。所以，工程系統平台發展部與製造系統平台發展部的主要功能為從使用者需求端來作最佳化。它們的主要活動為：</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 規劃審查重點IT專案與分配資源</li> <li>2. 整合各廠區的使用者需求與順序</li> </ol>

		<p>3. 定期與 IT 決策層共同檢討重點專案的進度</p> <p>4. 領導策略專案</p> <p>5. 與 IT 共同研發相關的技術</p> <p>這兩個部門的組成成員都主要來自於使用者部門，具有多年相關的經驗。他們跟使用者不會發生溝通不良的現象，再加上其主要職責即為系統開發，因此是使用者與 IT 部門間的溝通橋樑。</p>
--	--	--

資料來源：本研究整理

#### ■ 研究發現 11

在台灣半導體製造企業內的正式組織與臨時性的專案組織之間，選擇「虛擬組織」結構以積蓄、分享重要的跨部門技術知識。

#### 【說明】

本研究發現，正式的組織絕大多數是功能導向的，這對於吸收、創造、積蓄、與擴散重要的跨部門技術知識是不利的。而專案組織基本上是臨時性的組織，其專案成員在專案完成後通常應歸建於原先的功能型組織之中，所以珍貴的技術知識很難管理。最好的方式是成立專門組織，將技術知識管理的行為正式化，同時也開創出相關從業人員的升遷階梯。但是，正式組織的成立有許多條件配合，技術知識的應用規模即是考量之一。因此，成立跨部門的虛擬組織可以部分地解決吸收、創造、積蓄、與擴散重要的跨部門技術知識的問題。

#### 【個案驗證】

觀察下表比較得知，本研究發現 T 公司於 2004 CMP Wafer-to-Wafer Control System 專案時以比 2001 Photo CD Run-to-Run Control System 之時，



擁有更高的技術自主性。

表 5-3-2：「虛擬組織」發展彙整表

專案名稱	虛擬組織	創新活動與知識創造過程
2001 Photo CD Run-to-Run Control System	無。最瞭解這個系統的是孫主任工程師（品質系統發展部），因為它是知識的整合者，也是國立大學研究團隊最後成果的接受者。T 公司最佳策略為以孫主任工程師為種子，繼續相同的模式累積製程控制的知識，並快速培養相同的人才。由於某國立大學研究團隊已累積了部分知識與技術，T 公司就依此成功經驗開啟了長期的合作關係。不過，此時 T 公司還沒有一個專職的單位固定累積這些知識，或者管理外部技術知識來源，仍然以專案方式進行。	執行與整合新技術：孫主任工程師擔任引進某國立大學研究團隊的成果以及整合所有技術。  實驗與原型試製：系統核心邏輯的原型實驗在該國立大學研究室中進行。
2004 CMP Wafer-to-Wafer Control System 第三階段	虛擬組織「R2R Core Team」。首先，它既然不是正式的組織結構，也不是歸屬於某一臨時性的專案組織。它的領導人是副處長級，可見公司管理階層對它的重視。它的成員有來自「製造技術中心」，也有來自 IT「製造資訊技術處」。牟副處長既對「製造技術中心」的郭資深處長負責，也對「製造資訊技術處」陳處長負責。而其成員既對牟副處長負責，也對原本的長官負責。這樣子的結構，必須時時同步工作重點順序以避免資源衝突，並且兩個處的處長也必須彼此擁有絕佳的默契。這對「R2R Core Team」的領導者而言，不是輕鬆的工作。幸而牟副處長一在國外大學有非常資深的控制數學相關教學經驗，能在技術上領導眾人，二來他謙沖的個性與絕佳溝通本領，使得「R2R Core Team」的運作順利成功。	執行與整合新技術：「控制工程師」鐘主任工程師與 CMP 張資深製程工程師的密切合作。無外部技術來源。  實驗與原型試製：系統核心邏輯的原型實驗在「控制工程師」鐘主任工程師個人電腦模擬，以及在張資深製程工程師的協助下在 Fab 中進行。

資料來源：本研究整理

### ■ 研究發現 12

台灣半導體製造業隨著組織正式化的程度提高，企業內的知識分享機制傾向「結構化的知識分享場所與時間」。

#### 【說明】

Davenport & Prusak(1998) 將知識分享的過程視為企業內部所擁有的「知識市場」(knowledge markets)。其認為無論組織的運作狀況如何，知識都在組織中到處流動，知識受到市場力量的推動，其運作方式與實質的商品類似。知識市場之所以交易的原因，是因為此市場的所有參與者都相信可自此獲得好處。以經濟學家的術語來說，就是這些參與者期望這樣的交易會產生『效益』，組織中的知識市集 (Knowledge Marketplaces) 提供了這些知識一個交換的場所。在現代的組織中，知識市集主要藉由以下的形態具體的呈現出來 (一) 提供員工非結構化的知識分享場所與時間，(二) 提供員工結構化的知識分享場所與時間。

本研究發現，台灣半導體製造企業的組織正式化程度非常高，在辦公室空間的安排，主要依照部門功能別配置，這使得跨知識領域的整合，少有非正式的場合機會。因此，除了知識管理系統 (e-KM) 之外，台灣半導體製造企業傾向塑造「結構化的知識分享場所與時間」，例如，「工程技術委員會」，各式各樣的專題研討會 (Workshop, Symposium, Conference)，甚至參加或舉辦國際級的技术研討會等等。

#### 【個案驗證】

表 5-3-3：台灣半導體製造企業內的知識分享機制彙整表

年	新增加之知識分享機制
1998	至於全公司的知識分享機制則為生產會議與 Workshop。T 公司各個工廠每天早上八點半到九點半，都會由廠長召開生產會議，討論工廠昨天一天發生的事情。開會討論的結

	<p>果，都會列入紀錄，再分門別類列入各自相關檔案，讓後人也可參閱資料，不要再發生同樣的錯誤。T 公司有個 Document Center（檔案中心），專門列管相關資料。</p> <p>IT 開始試辦「MITD Workshop」（製造資訊技術處研討會），歡迎 IT 或是使用者的個人與團隊，將成果與經驗發表於此。這個研討會由 IT 處長舉辦，頒發數個獎項以鼓勵創新、設計、推廣等等。</p>
2001	<p>T 公司最典型的一套知識管理代表作是在 2000 年，由當時的蔡營運副總經理雷厲風行的技術委員會。他成立幾個以晶圓製造流程為分類的委員會，譬如廠務、黃光微影區、爐管區等八個技術委員會。T 公司每個工廠的相關人員都加入相關委員會先做資訊交流及溝通。大家共同討論出哪種機台最好用，日後擴建新廠就採用大家共認最好的機台。每個工廠都有一個技術整合的人，會把最好的技術與知識拿出去分享給技術委員會的成員。在人事考核項目中，能不能將自己的工作經驗記錄、編碼、儲存，並與人分享經驗，是重要項目之一。</p> <p>每個月 T 公司營運的最高主管會定期與四個技術委員會溫習舊知與新學。所以一個委員會每兩個月會與最高營運主管會面。會中，最高主管會評估，最近兩個月工廠有何重大事情發生？如何避免再度發生？標準化作業進行狀況？有那些事情當天會議就要決議？其他副總經理也都會列席。</p> <p>另外還有完善的知識管理系統（e-KM），幫助員工以更有效率的方式蒐尋資料庫文件。同時，「數位圖書館」與清大、交大圖書館相通，讓員工在尋求專業書籍、資料時，更得心應手。</p>
2002	<p>對於 T 公司的知識分享機制，2002 年較重要的新創機制為技術委員會的研討會（Technical Board Conference）、IT 的 e-Operation Symposium、以及技術委員會與 IT 合辦的各種專題研討會。雖然論文的格式較為鬆散，每年仍有數十篇到百來篇來自各廠區工程部、製造部、與 IT 部門的踴躍投稿。這些論文的投稿數量與得獎與否，與投稿人年終考績具有直接或是間接的影響。</p>
2004	<p>以全公司的知識分享機制而言，除了生產會議記錄、Document Center（檔案中心）、技術委員會、知識管理系統（e-KM）等等 2004 年已存在的知識分享機制之外，特別一提的是 T 公司積極參與國際性的研討會。</p> <p>在 T 公司的積極努力下，台灣半導體產業協會於 2003 年底在新竹成功主辦第一屆亞洲半導體先進製程暨設備控制（APC）研討會。這類的研討會基本上是典型的知識市集，它的經費來源主要來自於所有參加者的報名費以及贊助廠商。知識的分享者，可以獲得其他參加者的知識分享之外，還可透過面對面的交談，獲得其他更有價值的第一手資訊。</p> <p>亞洲半導體先進製程暨設備控制（APC）研討會已成為國際間製程暨設備控制專家報</p>

告最新發展及經驗分享的重要會議之一，構成與北美區及歐洲區鼎足三立的狀態。

資料來源：本研究整理



## 第四節 其他發現

### ■ 研究發現 13

整合跨部門知識領域來創造出新的知識，進而由新知識來創造出新的軟體系統。

#### 【說明】

本研究發現，製程發展攸關類型專案必須以整合跨部門知識領域所創造出的新知識為基礎，才能開發成功。終端使用者對於真正需求的掌握度並不高，肇因於終端使用者無法單方面的開發出所需要的新知識，例如各種製程控制數學模型，多變量分析程序，專家系統的知識庫格式等等。這種新知識必須透過成功的跨領域知識整合才能被開發出來，例如，控制工程、統計科學、專家系統、與資訊工程等等。也就是說，必須使各種領域的人才緊密的在一起研究實驗，一起工作。若能網羅或者培養跨知識領域的 A 型管理人才，則可以加速新知識的開發。

#### 【個案驗證】

表 5-4-1：新知識的發現與製程發展攸關彙整表

專案名稱	新知識的發現
2001 Photo CD Run-to-Run Control System	Photo CD Run-to-Run Control System (黃光微影線寬批次控制系統) 的技術困難並不是在資訊技術的挑戰，而是在建立曝光能量與各種差異 (前述的機台、光罩、與產品差異) 對微影線寬影響的數學模型。各種差異可視為給定的變量，而曝光能量是一個可以控制的自變數，微影線寬則是應變數。也就是說，製程工程師希望透過微調每一批次的曝光能量，將微影線寬準確地控制在目標值上。這個數學模型愈能精確地描述，微影線寬的控制精確度就會愈增加。如果這數學模型沒有某種程度的精確度，回饋控制的演算結果就會不正確。為了成功建立這個數學模型，專案團隊做了非常多的實驗取得大量數據，以統計的方法分析歸納出諸自變數數與應變數之間的線性係數。此數學模型本身正代表了製程機制的新知識，因為它具體數量化了影響微影線寬的影響因子。

2002 FDC 第二階段	對於 FC 錯誤分類而言，在還沒有 FDC 的時代，使用者沒有這些資訊可供參考。有 FDC 後，使用者突然有豐富的資料參考，而且系統可提供許多統計工具，但要能妥善利用，卻需要與使用者開發一些方法 (Methodology)。由於未知的知識很多，技術知識之內隱程度可視為很高的。
2002 WAT Expert System 第二階段	先進製程的進步速度很快，出現的 WAT 問題不盡相同，使用者開始感興趣於，對於如何藉由系統自動化的資料分析，來主動提示製程整合工程師來發現新的知識。在專案的早期階段，專案開發的重點在於如何蓄積已有知識在系統之中，但在專案的後期，使用者已不能滿足於這個功能，希望專案團隊開發可以幫助製程整合工程師創造新的知識。這是非常有挑戰性的需求，技術知識之內隱程度非常高。
2004 CMP Wafer-to-Wafer Control System 第三階段	<p>實務上，如果製程工程師選擇以控制研磨時間作為單一製程控制參數的話，研磨率的變數則簡化為：</p> <p>研磨率 = 研磨率 (產品, 研磨頭的累積使用次數)</p> <p>如果是整合原件製造廠 (單一產品的半導體製造公司)，以上的關係是就又進一步簡化成：研磨率 = 研磨率 (研磨頭的累積使用次數)。但是對於像 T 公司的晶圓代工製造業者而言，生產線的產品生產量既大量又非常多樣，上述關係式也就無法簡化；晶圓代工製造業在製程控制上將遭遇比整合原件製造廠更大的挑戰。這也是 T 公司管理層將 APC (包括 R2R 與 FDC) 的技術是為策略技術的原因之一。</p> <p>不論是晶圓代工製造業者或是整合原件製造廠，如何有效的推測出研磨頭的累積使用次數對研磨率的關係式，將是 CMP Wafer-to-Wafer Control System 開發的關鍵。研磨率關係式並不容易探求。再加上如果預測不準的話而磨的過度，晶圓會有報廢的風險。這些因素都造成 CMP 製程控制複雜而難以控制。</p>

資料來源：本研究整理

**■ 研究發現 14**

製程發展攸關類型系統整合專案之技術知識內隱程度愈低，使用者需求定義書對於專案的成功就愈重要。反之，技術知識內隱程度愈高，使用者需求定義書對於專案的成功就愈不相關。

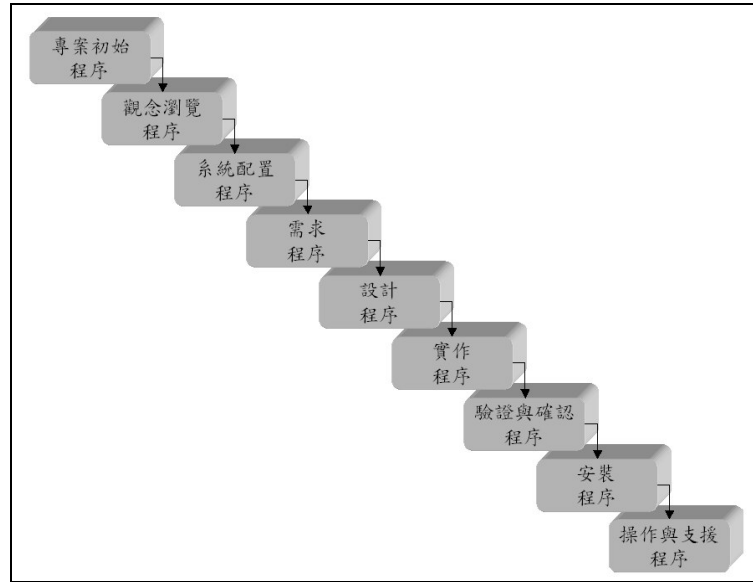
**【說明】**

軟體工程一般非常強調使用者需求的重要性，在軟體開發的流程中，強調使用者需求的正確性，與系統開發需保持對於使用者需求的一致性。這樣的要求，在採用「瀑布式軟體開發模式」的軟體專案更明顯，如圖 5-4-1。

本研究發現，製程發展攸關類型系統整合專案技術知識內隱程度較高，使用者常常無法提出明確的使用者需求定義書，或者提出的皆屬於嘗試性的系統需求內容，所以使用者需求定義書的正確性是很有疑問的。就算是有使用者端管理高層來支持，專案團隊若依此來開發系統，專案的風險還是非常大。

解決之道在於選擇適當的軟體開發模式。專案的管理高層應給予專案團隊適當的彈性選擇適當的軟體開發模式，例如「V 型軟體開發模式」（適用於使用者與開發者需常溝通的軟體專案，如圖 5-4-2）、與「鋸齒狀軟體開發模式」（適用於需求改變較頻繁的軟體專案，如圖 5-4-3）等等，各種軟體開發模式比較表如表 5-4-2。同時，管理高層也必須確保組織內的品質系統與管理系統，能彈性的、正確的衡量與監督各種不同的軟體開發模式。

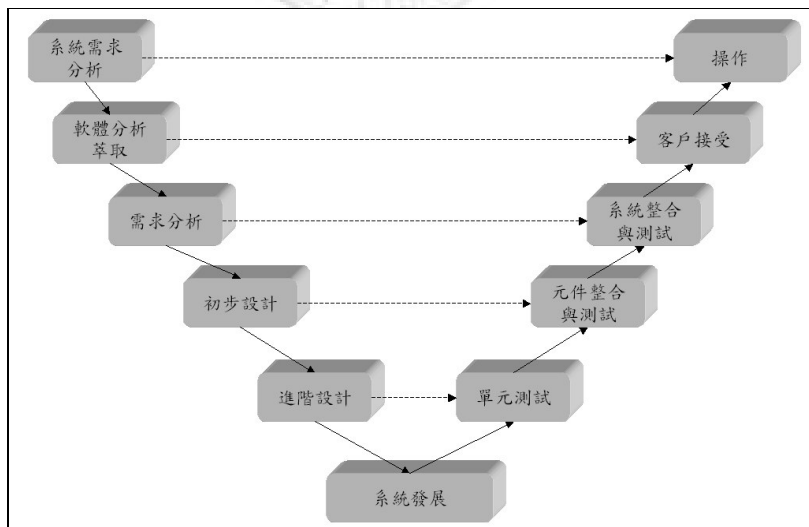
圖 5-4-1：瀑布式軟體開發模式



資料來源：張文貴（2006），「軟體技術文件指引手冊」，中華民國資訊軟體

協會

圖 5-4-2：V 型軟體開發模式

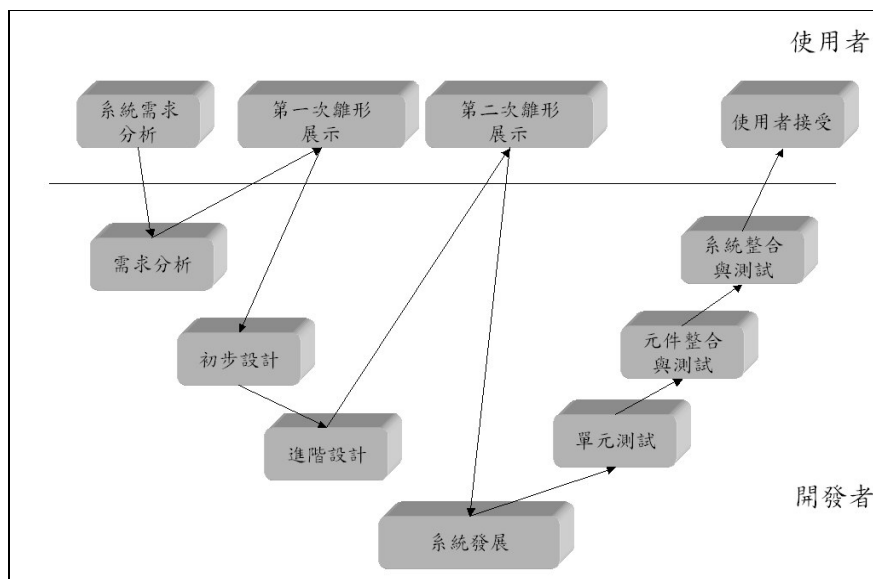


資料來源：張文貴（2006），「軟體技術文件指引手冊」，中華民國資訊軟體

協會



圖 5-4-3：鋸齒狀軟體開發模式



資料來源：張文貴 (2006)，「軟體技術文件指引手冊」，中華民國資訊軟體

協會

表 5-4-2：軟體開發模式比較表

軟體開發模式	形狀	特點	適用之軟體專案
瀑布式	直線型	1.活動為主 2.順序性發展為主，流程不可回溯	適用於強調順序性發展且需求改變不大的軟體專案
螺旋狀	螺旋狀	瀑布式模式的變化形式	適用於需求改變較不頻繁的軟體專案
V型	V字形	1.瀑布式模式的變化形式 2.強調三個開發層次，包含使用者的需求萃取；軟體架構的轉換；軟體元件的組合或發展新的元件	適用於強調發展與確認工作的軟體專案
鋸齒狀	鋸齒狀	1.V模式的變化形式 2.能透過抽象的不同層次與溝通，減少彼此之間想法與溝通的差異	適用於使用者與開發者需常溝通的軟體專案
鯊魚齒狀	鯊魚齒狀	1.Sawtooth模式的變化形式 2.較sawtooth多出管理部分，包含管理檢查與展示	適用於含使用者、開發者與專案管理者三種角色的軟體專案

問題導向	沒有特定	1.討論型的模式 2.實體為主	適用於需求改變較頻繁的軟體專案
------	------	--------------------	-----------------

資料來源：張文貴（2006），「軟體技術文件指引手冊」

### 【個案驗證】

表 5-4-3：各專案之使用者需求定義書發展過程彙整表

專案名稱	專案類型	技術知識之內隱程度	技術知識之多元程度	使用者需求定義書的發展過程
2001 Photo CD Run-to-Run Control System	製程發展攸關	高	多元（黃光微影工程、統計、資訊）	製程工程代表們希望透過該專家在統計數學上的專業，將定性的需求描述進而轉成定量及公式化的使用者需求定義。並且希望該控制邏輯在數學上是正確並且穩定的。但孫主任工程師旋即發現此任務的困難度，超出了當初的預估。在經過專案決策層的許可，更進一步引進了某國立大學的研究團隊。但仍然由孫主任工程師擔任橋接的視窗，張主任工程師從旁協助，負責整合黃光微影製程工程的知識、數學統計的知識、與 IT 的知識，最後給出使用者需求定義書。
2002 FDC 第一階段	製程發展攸關	低	多元（設備工程、統計、資訊）	FD 錯誤偵測的首要功能即為機台資料收集，雖然機台資料收集有其 IT 設計上的挑戰，但是基本上使用者與 IT 工程師可以容易的透過使用者需求定義書來理解，所以這個部分的內隱程度是很低的。
2002 FDC 第二階段	製程發展攸關	高	多元（設備工程、統計、資訊）	「Auto Deployment」是一個深具創意的嚐試，概念簡潔，參數架構理想，可惜後來的推廣並不如預期。 FDC 多變量統計的應用，半導體工業界已有成功個案被提出，只是離廣泛的推廣應用還有一段

				距離。所以，專案團隊在 IT 陳處長的指導下，IT「策略專案課」的鄭副理與某國立大學教授展開合作計劃。主要研究題目為關鍵參數（Key Node Parameter）的自動判斷、多變量統計應用方法（Methodology）等等。
2002 WAT Expert System 第一階段	製程發展 攸關	低	多元（製程整合、專家系統、資訊）	由於 WAT 工作的特性使然，資深製程整合工程部非常重視過去案件經驗的保存與分享，並且由此形成一些標準化的工作指導原則，以協助工程師順利的進行工作。這些基礎形成 WAT 專家系統的發展的有利條件，所以 WAT Expert System 的第一階段 既證明專家系統技術在 WAT 的應用潛力。
2002 WAT Expert System 第二階段	製程發展 攸關	高	多元（製程整合、統計、資訊）	多變量分析（Multivariate Analysis）是一門複雜而深入的知識，T 公司希望利用它能找出影響 WAT 量測異常與前面無數製程站點之間的顯著性。應用在 WAT 的資料分析的方法（Methodology）可能有許多，專案團隊希望由學校研究團隊負責研究這些方法，再由劉副理與梁主任工程師協助應用在 T 公司的環境中，並求得驗證，並整理歸納吸收入組織中。
2004 CMP Wafer-to-Wafer Control System 第一、二階段	製程發展 攸關	低	多元（CMP 工程、資訊）	在晶圓十二廠的量率獲得客戶的肯定後，隨之而來的是大量生產的壓力。不僅廠區對 CMP 區生產力提昇的要求壓力日增，製造部作業人員與 CMP 工程部的工程師也對如此複雜的作業不堪負荷。於是，他們求助於 IT 單位的協助，使繁複的作業自動化，以省卻人力的耗費與避免失誤。
2004 CMP Wafer-to-Wafer Control System 第三階段	製程發展 攸關	高	多元（CMP 工程、控制、資訊）	系統核心邏輯的原型實驗在「控制工程師」鐘主任工程師個人電腦模擬，以及在張資深製程工程師的協助下在 Fab 中進行。

資料來源：本研究整理