

## 軟體公司單發式成長動態現象之研究

汪維揚

高雄應用科技大學資訊管理系

曾雅彩

東海大學企業管理系

孫培真

高雄師範大學資訊教育研究所

### 摘要

本研究以系統的觀點探討軟體公司在成長時所面臨的管理挑戰。系統觀點主要著重於公司成長歷程中政策、行動與條件之間的相互影響關係，以及因而所產生的成長循環與破壞性循環。基於對個案公司 ERP 事業部門成長歷程的研究，發現軟體公司的成長循環會不經意地引發長、短期成長之間的衝突，使公司陷入獲利下降、工作負荷過高與研究發展延遲的破壞性循環，形成所謂單發式成長(one-shot growth)的現象。我們建立了個案公司 ERP 事業成長的系統動力學模型，深入了解與解釋成長循環與破壞性循環的歷程。我們也進一步探討深植於軟體公司的一些基本假設，並進行不同成長政策的測試。然後提出能平衡長、短期成長、以及避免破壞性循環產生的成長政策建議，以改善單發式成長的行為形態。文中亦對單發式成長行為的關鍵結構及其管理意涵進行更進一步的延伸討論。

**關鍵詞：**軟體公司、成長管理、ERP、系統動力學



# A Case Study of ERP Company's One-Shot Growth

Wei-yang Wang

Department of Information Management, National Kaohsiung University of Applied  
Sciences

Ya-tsai Tseng

Department of Business Administration, Tunghai University

Pei-chen Sun

Institute of Information and Computer Education, National Kaohsiung Normal University

## Abstract

The purpose of this paper is to study the one-shot growth problem of software company. A major ERP software house in Taiwan, Company Wei-Yuan, has been chosen as the target. With more than ten individual interviews with company-Wei-Yuan's CEO, head of ERP department, ERP marketing manager, and several staffs including programmers, system designers, and system analysts in four months, a system dynamics model of the Company Wei-Yuan's one-shot growth was built. The model structure has been recognized and accepted by interviewees using both qualitative and quantitative diagrams during and after the modeling process. Suggestions to improve the one-shot growth problem are proposed. We propose a mechanism to balance the conflicting short-term and long-term growth forces by designing an index to guide human resource allocations. Simulation has shown that the problem of one-shot growth can be eliminated with the simple mechanism. The paper further suggests the existence of a generic one-shot growth model and calls for future research along this research direction.

**Keywords:** ERP, software company, growth management, system dynamics



## 壹、緒論

由於資訊科技的應用日漸廣泛與深化，帶動了對各項軟體的強烈需求，軟體產業的發展近年來十分受到重視。雖然，各界對資訊軟體的需求持續而快速擴增，但軟體公司的經營卻不容易。

相較於其他產業，軟體產業擁有大量甚至是最高的公司出生率、死亡率，以及極短的企業壽命，僅有 19% 的公司創業一年後還能存活，並且在往後的幾年中公司多半也將消失(Giarratana, 2004)。全球化市場、高知識密集、快速創新、報酬遞增以及低的進入投資成本等產業特性，使軟體公司的發展面臨高度的不確定。一方面，由創新驅動的市場成長、低的進入與投資成本以及報酬遞增等特性使軟體公司具有既快且高的獲利機會，但同時也造成快速的產業變化；再加上日益縮短的產品與技術生命週期，使得經營困難，成功苦短，市場中甚至只允許一、兩個真正的贏家。軟體公司的成長管理已被認為是項嚴峻的挑戰(Nambisan, 2002; Giarratana, 2004; Bernroider, 2002; 張國鴻 2000)。

軟體公司成長的困難，除了上述的因素外，主要涉及軟體系統開發特性以及許多相互影響的決策與行動。這些決策與行動橫跨了不同的階層、部門甚至包括市場，在組織中形成不同的運作力量。當這些不同的驅力彼此相互影響、糾結在一起時，軟體公司的成長成為高度動態性複雜的系統，並因而產生意料之外甚至是違反直覺的負面結果(Forreter, 1961; Senge, 1990)。在時間的推移下，這些非預期性的負面結果逐漸演變成破壞性的循環。破壞性循環的生成主要是因為非預期性的負面結果通過一連串因果影響關係，在系統中形成了自我增強的運作力量，使它產生一種類似鎖定或主導性的效果，而使問題逐漸地惡化(Maruyama, 1963; Masuch, 1985; Senge, 1990; Weick, 1979)。相反地，成長循環則是公司持續獲利與成長的主要動力來源。因此，對軟體公司的成長管理而言，其挑戰不僅是需要組織這些相互作用的關係，使之能夠形成有效的成長循環，並且還要能在不同的運作力量之間維持平衡，避免破壞性循環的形成。

在商用軟體公司中普遍發生的單發式成長(one-shot growth)，即是這項挑戰帶來的典型現象。單發式成長的概念主要是借用自射擊單發子彈的譬喻，來說明公司出現單峯式曲線的成長現象(例如收入、銷售等)，這種類型的成長來得急去得也快。單發式成長描述公司最初由於某方面的成功，帶來一段短暫(而快速)的成長過程，但之後卻由於不一致及相互衝突的成長政策(例如 Alajoutsijarvi et al., 2000; Igel, Islam 2001)，致使公司不自覺地引發了破壞性循環，而衍生其他的負面結果，公司面臨成長的衰退。在干預行動與複雜摸不清的因果影響關係下，公司往往面臨出乎意料外的失控與混亂，甚至導致公司從獲利走向為生存而掙扎或失敗的局面。

針對軟體公司在成長管理上的挑戰，本研究以系統觀點(Maruyama, 1963; Masuch, 1985; Forrester, 1961; Senge, 1990; Weick, 1979)探究軟體公司在成長歷程中所涉及的互動過程，及其如何形成單發式的成長行為。採用系統觀點，意即將成長歷程

中所涉及的相互影響過程視為一個整體的系統，並著重系統中因果回饋的互動關係，系統動力學為此提供了適當的理論與方法。系統動力學的研究，著重於系統、動態行為、因果回饋結構以及政策設計。因為企業或組織中的問題極少是以獨立、靜態的面貌出現，而是由眾多因素相互牽連與回饋影響所構成的動態性複雜系統(Senge, 1990)，並且時間在其影響過程中發揮了重要的作用(Forrester, 1961)。系統動力學的研究目的即在揭露對於我們所感興趣的動態行為，其背後的一組因果回饋關係—結構，例如員工離職率的變動歷程、組織績效的變動歷程等，而從中理解並解釋動態行為的成因。基於對此一結構的了解，進而對系統的部分結構進行重新設計，以改善系統的行為。使用系統動力學的方法我們可以獲得關於問題的整體系統知識，而不只是其中的片斷或局部關係，以及改善系統行為的有效解(Senge, 1990)。

為此，本研究針對一軟體公司—威遠科技(假名)ERP 事業的成長歷程，進行深入的探討。該公司為國內提供 ERP 系統產品及服務的重要廠商之一，至今已有 8 年以上的相關經驗，為股票上櫃公司，卻面臨了單發式成長的現象。我們以威遠科技的成長歷程以及其內在的因果互動關係，建立了一個系統動力學(system dynamics)模型，深入探討成長循環的形成，以及在成長的過程中如何引發破壞性的循環。我們發現公司初期以良好的服務品質與產品，十分成功地建立了需求、接案、獲利與人力資源之間的成長循環。然而，這成功的成長卻在有限的人力資源下引發了研發與接案間的衝突，進而演變成收入下滑、工作負荷升高、時程延宕與人員離職的破壞性循環。在系統動力學模型的幫助下，我們進一步探討了深植於軟體公司的一些基本假設，並進行不同的政策設計與測試。經由這些測試，本研究發現透過對成長歷程以及對(研發與服務)產能配置比例的管理，可以創造出平衡長、短期成長以及穩定的成長歷程。基於對這些運作過程的理解與發現，我們建議軟體公司的成長管理，必須透過對系統性互動(systemic interactions)關係的理解與管理以強化其成長循環，同時避免衝突與破壞性循環的產生。

## 貳、軟體公司的成長管理

軟體公司成長所涉及的活動相當廣泛，散佈在不同層級與部門，而且彼此環環相扣。從行為觀點來看(Cyert and March, 1963; Nelson and Winter, 1986)，成長其實也是植基於組織常規的(organizational routines) 一種組織行為，是經由企業組織其相關活動的成果。因此，著重於成長歷程中各個活動之間的互動，促使我們必須將公司的成長視為一個系統。所謂系統即是由一群變數以及互動關係所組成的。系統所產生的結果或行為，並不是由單一關係來決定的，而是由整體系統的結構所共同作用形成的。並且由於系統中的眾多變數以及相互回饋的關係，使得系統表現出非線性的動態行為(Maruyama, 1963; Weick, 1979; Forrester, 1961; Senge, 1990)。

面對這種眾多因果回饋關係與非線性的系統，管理者必須在各個活動所組成的循環力量間，保持一種動態的平衡，以維持其成長的動力。倘若彼此之間失掉適當的平

衡關係，則極易產生許多非預期的負面結果(Garud and Kumaraswamy, 2005; Bianchi and Bivona, 2000)。然而這些負面的結果通常需要經過一段時間的延遲才會被發現。當公司察覺問題發生時，往往急忙採取局部性的干預行為，最後導致問題的惡化而不是解決。

成長系統中活動的分散性意謂著系統中的變數及其間的互動影響，跨越了不同的層級與部門甚至組織的界限(例如市場)。然而，決策卻經常受到層級、部門以及種種組織界線所帶來空間與時間上的限制。這使得公司的成長要維持一種有利的動態平衡更加困難。

圖 1 簡單說明了一個提供軟體產品、客製化與顧問服務的商用軟體公司，其成長所涉及的一般性因素與活動，包括市場、專案管理、人力資源、財務以及新產品的研發等，及這些主要因素與活動之間的互動關係。

市場因素包括行銷、產品、價格與服務在市場中所吸引的潛在顧客(市場潛力)、顧客對於產品及服務品質的認知以及顧客之間消息的流傳。由於 ERP 系統的龐大與複雜，顧客通常難以從有限的產品訊息與價格得知產品與服務的合適性與風險，市場中流傳的消息與同業的口碑就成為顧客接觸與購買的重要參考。因此，公司所累積的顧客以及對於產品與服務的認知，對潛在顧客有重要的影響。

專案管理是指 ERP 產品與服務的實施過程，也是創造收入的來源，其中包括專案評估與專案的執行。專案的評估主要是建立顧客與廠商之間的了解，顧客藉此深入了解產品與服務的內涵、適合性與可能發生的成本，廠商則藉此了解服務的範圍、顧客的組織文化以及專案的獲利性。專案的執行與管理表示軟體系統的建置與相關服務的執行，包括系統的客製化、工作流程的改變、使用者的訓練等。

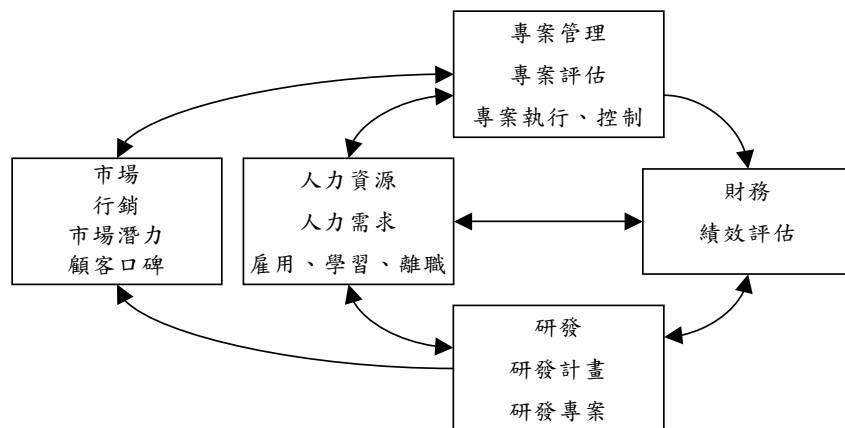


圖 1：軟體公司成長的概念模型

財務因素包括公司經由產品銷售與專案實施所獲得的收入，以及財務相關績效在決策過程中的影響。人力資源是指人力需求的預測、招募、學習與離職等，以及軟體公司對於相關活動的產能配置。研發則是指新產品計畫的投入與研發專案的進行，通



常新產品的開發需要經歷市場潛力的評估、策略夥伴的選擇與合作、研發專案的執行與控制以及套裝產品的開發等階段，並且需要很長的時間。

上述的這些因素與活動之間有高度的互動。例如研發的績效與成果將影響未來產品在市場中的潛力與接案；在市場中所累積的服務實績與產品的潛力為接案與專案管理的需求來源；專案管理的績效則影響顧客對產品及服務的認知與口碑。又例如專案的執行與管理，是公司獲利的來源，也是績效評估與財務條件判斷主要的依據，而財務條件與績效則進一步影響研發計畫的投入與人力資源的相關活動，並且回過來影響專案管理與新產品的研發。

上述各過程與彼此間的互動關係，顯示軟體公司的成長呈現本質上的動態、複雜與脆弱性，也意謂著成長管理並不能僅僅片斷地關注於某些範圍與活動，而需要以系統性的互動關係為基礎，使成長相關的活動能夠維持動態的平衡關係，以維護公司的成長循環並且避免破壞性循環的產生。面對軟體公司的成長管理挑戰，本研究深入探討了ERP軟體公司的成長歷程以及實際的行為機制，並藉此了解與洞悉其成長循環與破壞性循環的生成與運作，以及單發式成長的行為。下一節將對ERP個案公司與研究方法作進一步說明。

## 參、研究個案與方法

本研究選擇ERP軟體，主要基於國內軟體廠商對ERP系統的設計與銷售至少已有數年以上的歷史，並經歷高度成長的階段，且為目前商用軟體產業主要的產品之一。威遠科技公司為國內一家股票上櫃的軟體及顧問公司，ERP系統的設計、導入與實施為主要的服務項目，其資本額約2.4億元，年營業額(2004年)約為1.7億元，ERP事業部門含行政業務人員目前有147人，分公司及營業範圍涵蓋兩岸。該公司曾獲得多項獎項並且通過ISO9001及產業電子化輔導機構政府認證。該公司於1998年開始提供ERP系統的設計與相關的顧問服務，是國內ERP系統的主要提供者之一。

由於本研究專注於了解並描述造成軟體公司成長動態的實際行為機制，需要進行廣泛而深入的資料蒐集。在進行研究的各項活動之前，曾與威遠科技公司最高主管及相關主管就研究之目的與進行的方式，進行討論與相互了解並獲得高度同意與支持，雙方建立信賴與合作的關係。資料蒐集主要以ERP經營及成長為核心，包括產品、顧客、專案服務、研究發展、人力資源、財務與經營與成長政策等。資料蒐集的方式主要以半結構化及非結構化的方式進行，取得包括書面、報表與訪談等形式的資料，訪談的對象涵蓋相關部門主管、ERP顧問、系統設計師、程式設計師以及部分其他人員。訪談都在個案公司內進行，平均單次訪談時間約為1.5至2小時，我們進行了15次的訪談，歷時約4個月。所蒐集整理的資料除了經當事人的確認之外，部分資料也使用三角檢驗方式加以澄清與確認(Yin, 1994)。

本研究透過個案的研究對理論做分析性的推論，而非抽樣的統計性推論。這一分析性的過程，是不斷藉由資料與理論之間的來回驗證，直至理論的結構發展完成為止

(Yin, 1994; Glser and Strauss, 1967; Lincoln and Guba, 1985)。系統動力學提供了一個系統性的方法，特別是著重於系統的動態行為與其內在的因果回饋關係，可以協助我們進行此一理論結構的發展。系統動力學其理論發展主要是經由以下幾個步驟反覆進行的：(1)釐清模式的目的，(2)發展概念性的模型，(3)建立數量化模型，(4)政策設計與實驗(Forrester, 1961; 1968)。依循此一步驟，必須先釐清模式的目的，亦即確認研究所關注的動態行為。在本研究中軟體公司的單發式成長動態歷程為我們的模式的核心目的，我們選擇了威遠科技公司做為理論發展的研究對象，並蒐集威遠科技成長動態的資料，例如收入、專案執行、新產品研發等。資料的蒐集主要透過財報資料，公司內部的統計資料、以及半結構化的訪談方式以確認其成長的歷程，其中包括成長的動態行為與時間幅長的決定。

概念模型的發展，主要是對於我們所關注的單發式成長歷程所涉及的因果互動範圍進行廣泛的了解，描述公司實際的運作機制，用以初步框定模式所涵蓋的範圍，使所描述的因果關係能夠完整解釋所關注的動態行為(endogenous)，而非由系統外部的變數(exogenous variables)所決定。此步驟的主要目的在確認系統的邊界，其中包括適當的系統層次(aggregation level)與因果互動的變數。此一階段的資料蒐集方式包括半結構、非結構的訪談及書面資料的蒐集。訪談的主題涵蓋公司如何提供其產品及服務、人力資源的配置、財務、新產品研發、成長政策、顧客與市場等。由於以半結構及非結構的方式進行訪談，因此在訪談的過程中可以深入公司的制度、文化甚至是價值，也可以深入觀察管理者的基本假設、隱藏性的目標以及決策。

數量化模型的建立，將公司實際的運作過程以數學方程式加以表示，並使用模擬軟體工具(i'think)建立成為可進行電腦模擬的模型。建立數量化模型的主要工作包括以數學方程式描述各個運作過程與互動關係，並且估計必要的初始值與參數值，以便進行電腦模擬。數學模型中的方程式須明確反映現行的決策行為，變數與關係必須是現實世界中可觀察與衡量的。此一階段的資料蒐集方式，仍是以半結構化及非結構化的訪談方式進行，輔以書面資料，目的在於了解公司實際的運作過程與相關的決策，並且與訪談人員共同蒐集及估計所需的數量資料。

當模型的結構與數值估計完成意即建立了一個假設，初步的理論結構開始成形，用以解釋與理解我們所關注的行為其變動的歷程。透過電腦模擬我們檢驗此模型是否能夠產生我們所觀察到的動態行為，同時進行模式有效性的檢驗。我們需要電腦模擬來輔助理論建立的原因有二。首先，建立數學模型可以精確地表達概念的內涵與意義，不致產生混淆性的解釋(Forrester, 1961)。其次，我們所面對的系統是多變數與複雜的因果回饋系統，系統的非線性行為極難以靜態及人腦思考的方式加以計算預測的(Sterman, 1994; Simon, 1996; Thompson, 1967; Forrester, 1961; 1994)。再加上我們關注於行為的動態歷程與內在運作過程之間的關係，透過電腦模擬我們可以觀察與分析系統內的各個循環力量如何運作而產生行為的動態歷程。在這中間我們需要不斷重覆進行訪談、蒐集資料、修正模式與模擬、解釋並與現實對照等步驟，直至有效的模型發展完成。在此階段我們對公司的相關人員，針對模型進行口頭及書面的報告，並且接

受公司成員的質疑。最後再與相關人員進行模型效度的確認，包括模型的輸出行為、變數之間的互動關係、數量與參數值以及對成長歷程所獲得的初步解釋。

對管理者而言，獲得關於軟體公司單發式成長動態的理論尚不足夠。政策設計與測試，可促使我們對系統作更深入的探討，察覺一些基本假設與政策，並且透過模擬與測試，進而了解內在結構與系統外在行為之間的因果關係 (Forrester, 1968; Sterman, 1994; Senge, 1990)。在此階段我們與公司的管理人員共同探詢模式所隱含的一些基本假設與政策設計，進行不同的政策設計與測試，並對各個動態行為追蹤其因果影響的過程。我們藉此發展了更具洞察力的政策設計。

系統動力學模式的有效性(Validity)，建立在對模式的有用性(Usefulness)與信心(Confidence)的基礎上。模式的有效性檢驗與模式建構的過程同時進行。隨著建模(Modeling)步驟的進行，將實際系統中觀察到的行為特性、問題症狀與內在結構表示在模式的結構與行為之中而逐漸累積不同的人對模式的信心(Forrester & Senge, 1980)。根據相關研究的彙集(Forrester, 1968; Bell & Senge, 1980; Forrester & Senge, 1980; Legasto & Maciariello, 1980; Richardson & Alexander III, 1981; Barlas, 1996)。本研究對於模式的建構遵循下列規則進行：1. 模式將遵守內生性(endogenous)的解釋原則，成長的動態必須產生自系統內部的因果關係。2. 模式的方程式須明確(explicit)反映現行的決策行為。變數與關係必須是現實世界中可觀察與衡量的。4. 模式輸出的動態行為需與所觀察的動態行為相比較，以檢驗其有效性(validate)。5. 模式中方程式兩邊必須符合衡量單位的一致性。我們也進行了模式的平衡測試(base run)與參數合理性測試。

系統動力學的模式是由一些時間連續(continuous-time)的微分方程(differential)所組成。在建立數量化模型的過程中，參數數值的估計，Graham (1980)、Hamilton (1980)曾提出了一些方法並說明其可行性。本研究主要的參數估計來源有以下數種。一是來自初級資料(primary data)，例如員工人數、專案數與產品數等。第二是由直接數據估計而得者，例如各種專案的平均時程、專案金額、人員的雇用週期等。第三由間接資料與訪問估計而得，例如員工的生產力、新手平均所需的學習時間，顧客口碑的影響效果等。第四直接由受訪問者估計而得，例如在不同工作壓力下的工作品質、離職意願等。

## 肆、威遠科技的成長

### 一、行業別的發展策略

威遠科技認為 ERP 系統雖然強調企業流程的整合、標準化以及最佳化，但是系統仍然應該配合企業的需求，並非要求企業全然配合系統的流程與限制。在系統的標準化與特殊化中間，威遠科技採取了一個綜合性的策略，即以行業別為其發展產品的基本單位。行業別是針對某一產業中從事某一階段生產過程的一群企業。這一基本的策



略，使得該公司的 ERP 產品同時兼具了標準化與特殊化的特色，亦即以針對行業別的特性提供套裝產品，並且提供不同客製化程度的服務。以威遠科技發展最成功的紡織產業為例，該公司的 ERP 產品涵蓋了該產業中重要的上下游各行業，包括織布業、染整業、假撚業與成衣業等。

以行業別的產品發展策略，公司需要建立實際而又深入的行業別知識。在發展及銷售產品時，公司必須以該行業的專家自居，不但要了解該行業還必需要掌握其特殊的作業與管理需求；威遠科技強調以行業知識為基礎來獲得顧客的信賴，並提供最佳的服務品質。因此，維持好的服務品質與兼顧獲利性為公司銷售 ERP 產品的主要準則，也因為這樣公司逐漸建立起良好的口碑，顧客的維持率約在五至六成之間，新顧客之中也有許多是由顧客推薦或因口碑的影響而來的。

## 二、謹慎的專案評估

由於 ERP 系統的實施通常涉及公司整體，影響的層面十分廣泛與複雜，再加上軟體產品的高複雜度與不易了解掌握。因此，顧客與公司雙方相互的了解、信賴與合作，對專案的成功與獲利有重要的影響。也因為如此，該公司特別重視與顧客間的合作關係，並仔細評估對於雙方合作的獲利性與服務滿意度。專案的評估除了銷售人員的初步接觸之外，主要是經由數名資深的顧問，對專案公司進行審慎的評估，包括各種服務的需求、執行期程、經費與顧客配合等。然而，在公司慎選服務對象的政策下，相對產生較低的接案率以及需要較長的接案週期，平均需數個月之久。但另一方面，由於慎選顧客以及重視溝通與合作，使得專案在時程及經費上約有八成以上的達成率。

## 三、標準產品與客製化服務兼顧

由於威遠科技對於 ERP 產品所抱持的態度與信念，公司將產品及服務區分為套裝產品、修改(加強版)產品以及特殊設計服務等三類。套裝產品是標準化的行業別 ERP 系統，該產品的服務專案主要包括軟體的銷售、安裝、資料轉換、教育訓練等項目。套裝產品的服務專案通常僅需 2-3 名資深顧問與數名新手顧問提供主要的服務，另外再配以系統工程師進行產品安裝與各項設備的設置，專案期程主要依顧客需求與實際配合的情形而有或長或短的變動(例如曾經發生有 6 至 24 個月的最短與最長的案例)。套裝產品專案是公司獲利性最高的專案，目前數量約佔所有專案數目的 40%，金額約為總專案金額之 30%。

修改產品專案，是指提供顧客局部修改需求服務的 ERP 系統。修改專案主要是依顧客的特殊需求，對標準化的 ERP 系統進行局部的修改，因此該類專案的主要服務除了包含套裝專案的服務之外，還包括系統分析、系統設計與程式設計。修改專案依顧客的需求有不同的規模，通常需要 2-3 名資深顧問與數名新手顧問進行需求分析，同時依規模配置數名程式設計師與系統設計師。顧客在修改專案中主要支付的費用包括軟體、系統分析、設計與程式設計的服務。此類專案目前數量約佔所有專案數目的 50%，金額約為總專案金額之 50%。

全系統設計的專案，又稱為特殊設計專案，為所有專案中規模最大的專案。不過對公司而言特殊設計專案，並非指全新的行業別專案，而是基於過去的一些專案的基礎來進行的。這些專案基礎主要是來自尚未發展為套裝產品的專案，因為經濟環境的改變或行業別潛力評估的失誤，致使某些研發專案遭到擱置或延緩，而停留在個別專案或半成品的狀態。由於此類專案規模與成本相當高，因而需求較少，公司對於此種專案亦格外謹慎，因為雙方都可能遭遇到較高的風險。特殊設計專案通常需要投入的人力與修改類同，但規模要大上許多。該類專案目前數量約佔所有專案數目的 10%，金額約為總專案金額之 20%。

#### 四、產品的研發

以行業別 ERP 系統為發展策略，威遠科技深知行業別知識的掌握是主要關鍵。行業別知識的獲得主要依賴兩個途徑，一是來自熟悉行業別的資深顧問，另一是透過研發專案來獲得。聘用行業別的資深顧問，是獲取行業別知識最快速與有效的方式。資深顧問所擁有的深入知識包括行業別的作業流程與管理需求，不但是公司發展高契合度產品的基礎，也有助於建立和顧客間良好的溝通與了解，有效贏得顧客的信賴。威遠科技早期的成功主要奠基於此，然而這對公司而言通常是可遇不可求的事，因為市場上資深顧問人力的流動率十分低。

因此，透過合作與學習成為公司獲取行業別知識的主要方式，研發專案即是公司投入新行業別產品首先必需經歷的階段。研發專案的進行主要是透過與合作夥伴開發 ERP 系統的專案過程中，學習與累積行業別的知識。通常產品研發需要經歷數個研發專案的精煉過程。由於產品發展的目的是要提供最佳、標準與可通用性的流程，合作夥伴的選擇具有重大的影響，因為其提供主要的行業別知識來源；具代表性的合作夥伴能提供產品更強的說服力。

研發專案所需耗費的時間與資源都相當可觀，平均而言一個研發專案需要投入一年以上的時間，要累積足夠的專案就需相當的時間。當累積足夠的研發專案時(通常 3 個以上)，公司此時將評估是否進入下一階段套裝產品的研發，套裝產品研發專案主要的任務是將所累積的行業別知識與系統功能轉化為標準與可通用的行業別套裝 ERP 系統。一般而言，套裝研發專案也需要投入與特殊專案相仿的人力規模，且需時一年以上的時間。就一個發展成功的產品而言，各個階段順利地接續進行，但也有一些專案並不成功，甚至遭到半途擱置，主要原因包括缺乏潛力的行業別、缺乏代表性的合作夥伴或是經濟環境的改變(例如景氣變動產業移動等)，可以說產品研發本質上具有高度的不確定。更糟的是不順利的研發專案將延長獲利的實現，甚至難以回收其投入的成本。

#### 五、人力資源

ERP 專案的主要人力包括顧問、系統設計師以及程式設計師等，顧問是專案進行的關鍵人物，負責專案評估、需求分析、產品與需求的差距分析、提供服務建議、系

統的導入與實施，甚至提供需要進行流程改造的顧問服務等工作。顧問同時也是行業別知識的主要吸收者、建立者與服務提供者。另一重要的人力為系統設計師，維護系統的設計架構，並作為連接顧問師與程式設計師間的重要橋樑。因為 ERP 系統的高複雜性需要長時間的熟悉與學習，因此系統設計師皆由資深程式設計人員擔任，資深程式設計人員是公司主要生產力的來源。

人力資源的配置以各服務專案及研發專案為主，各專案通常也都配置備援的人力同時進行服務以因應可能的變動。此外，由於公司一向抱持高品質的服務，因此對於專案評估通常會盡可能即時進行，以反應顧客的需求，但有時因而影響顧問正在進行的專案。新產品研發專案與套裝研發專案對公司而言屬於策略性的專案，所以當有專案成立時即需配置所需的人力資源。至於其他服務專案，為維持一定的服務品質，其接案的限制主要視人員的工作負荷而定，通常以預測未來 6 個月的工作負荷為參考依據。

人員的工作負荷除了影響接案之外，也是影響雇用新人的基本因素。由於了解人員的高度不穩定將造成極大的副作用，在考量環境的高度不確定之下，公司在聘用新人時顯得特別謹慎，但因此招募週期普遍較長，公司一直處於人力需求的狀態。

對於所招募的新人，公司以邊做邊學的方式進行訓練，並且有賴資深人員的教導，新手需要相當的時間才能對生產力有實質的貢獻。資深人員對新手學習所投入的心力會影響新手成熟所需的時間，但資深人員很可能因為較高的工作負荷或是專案壓力犧牲對新手指導所需的投入。對新人來說，當學習經常受到延遲而成長緩慢時，也可能會失去耐心而離職。此外，工作負荷對於人員的工作壓力與工作品質也會造成影響，雖然公司十分重視專案品質，但在對不同人員進行訪談時證實了這一影響實際上是不可避免的。除此，成員的工作品質也會影響其他成員的工作負荷，因為成員需要處理其他人工作中潛藏的錯誤。

## 六、成長與困境

嚴格來說，威遠科技並沒有明確的成長計畫或目標，公司的發展主要來自掌握與反應市場的機會與需求。因此，公司早先經歷了一段時間的摸索與實驗並辨認出成功的模式，行業別產品的模式即是此過程所獲致的結果。不過，公司雖然沒有明確的成長目標，但仍有績效壓力，因此成功模式產生很大的鼓舞作用，快速複製成功的模式成為理所當然的事(公司在 2000-2002 年間投入 8 個新行業別產品研發)。

公司歸納行業別產品成功的原因，主要包括擁有深入的行業別知識、契合度高的系統與好的服務品質，而這些正是與通用型或大型 ERP 產品最大差異的所在。因此，ERP 市場雖然競爭激烈，但威遠科技的行業別產品能夠在市場中建立利基，使其即使維持相對較高的價格仍享有顧客需求的成長。

面對需求的成長，威遠科技維持謹慎的評估與接案的政策，對於人力資源的雇用亦是如此。雖然需求增加，公司接案的多寡仍以產能限制為考量，在沒有足夠的人力資源前寧可延後滿足客戶的服務需求。當逐漸有成熟的系統或產品時，幾乎所有的人

力皆用以滿足市場對套裝軟體的需求。但是低於市場需求的產能，使得需求成長的同時，顧客服務的延遲與拒絕率也在升高。由於收入的快速增加，加上公司幾乎沒有負債以及大量的現金，管理當局也同意了快速成長政策，其中包括人員的招募與新研發專案的投入。

公司最初的成長是由紡織相關的行業別產品所領軍的，之後其他的部門也開始仿效此一成功的模式。然而，服務專案與收入的成長在持續一段時間後，出現了衰退的現象，並且開始虧損。在這過程中伴隨著人員的工作負荷與壓力的大幅提高，公司也由於財務條件不佳，而採取逐漸嚴格的績效與成本的控制。公司透過高層的委員會審核與限制人員的雇用與績效的控管，甚至直接介入某些專案的管理、緊急調派人力與部門的整頓。儘管如此，公司的獲利仍未好轉，在獲利持續虧損的情形下，股票價格大幅滑落。雖然，公司的管理階層認為目前的財務狀況並非如外界所想的那麼糟，但困境與挑戰卻是不爭的事實。

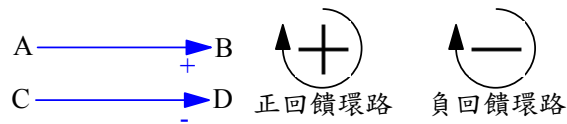
威遠科技的成長動態即是基於上述的組織常規(或過程)以及彼此的互動所造成的。公司的成長是由於抓住成功的模式與獲利的機會，然而成功與快速的成長卻衍生出成長的挑戰。下一節我們以系統動力學揭露其內在的互動結構以及與動態行為間的關係。

## 伍、成長循環與破壞性循環

系統觀點與系統動力學的方法(Maruyama, 1963; Masuch, 1985; Perrow, 1984; Forrester, 1961; Senge, 1990; Weick, 1979)提供我們一個理論觀點，以了解這些非線性的動態現象。首先，它使我們深入理解公司如何組織相關的活動而形成成長循環，以維持成長的動力。系統性互動關係的分析也可以解釋為何成長循環容易引發破壞性的循環，進而提供成長系統如何運作的深入知識，使管理者能夠維護其成長循環同時避免破壞性循環的形成。最後，視覺化與可模擬的模型還可提供組織檢視其基本假設的機會，並且以此作為行動與政策設計的依據，改善公司的成長行為。

然而，由於數學模式的結構所包含的內容十分龐雜與高度的細節，並不適全然說明於有限的篇幅之中。因此我們以因果回饋圖作為表徵並說明模型的主要結構並適度隱藏數學模型的繁複細節。因果回饋圖可以精簡地描述諸多變數、行動與結果之間所形成的影響關係，易於追蹤變數間所形成因果回饋關係，並因此看見造成系統行為的驅力，深入理解成長的動態歷程。至於模型的細節諸如模式的結構與方程式，我們則於附錄中加以說明。因果回饋圖(如下圖)其中箭頭表示行動的因果影響關係，箭頭上所標示的+或-的符號表示影響效果的方向。+號表示當原因變數增加時結果變數亦因而增加，反之則減少。-號表示當原因變數增加時會導致結果變數減少，反之則增加。 $X \rightarrow +Y$  意即 $(\partial X / \partial Y) > 0$ ， $X \rightarrow -Y$  意即 $(\partial X / \partial Y) < 0$ 。標示 $\curvearrowright+$ 的回饋環路表示正回饋環，正回饋環的變動產生自我增強的行為。標示 $\curvearrowright-$ 的回饋環路表示負回饋環，負回饋環的變動結果產生自我抑制的行為，或是具目標追尋的性質。





數學模型初始參數值的設定，除了第參節末的說明之外，根據與部門主管之訪談及估計，設定該公司平均每一行業別產品的基本潛在客戶數為 22，接案放棄率為 0.9，套裝、修改及特殊設計的接案比例為 4:5:1，放棄案中的再接觸率為 0.7，公司接觸潛在顧客的平均延遲時間為 6 個月，市場變動的認知延遲時間 6 個月，專案平均規模設為 12 個月的時程，顧問與新手程式設計師的招募延遲時間分別為 6 及 3 個月，員工正常情形下的工作負荷為 0.7(最大值 1.3)，專案管理費用 5%，新、老手程式設計師、系統設計師、新手顧問及資深顧問的正常年離職率分別為 30%、20%、10%、20%及 10%。模式的模擬採用 i'think 8.1.1 軟體，並以 Euler 方法進行模擬。模擬的單位時間為月，模擬的歷程為 1998 年-2005 年並延伸至未來 2 年(共 120 月)。

## 一、成長循環

威遠科技的成長歷程顯示了軟體公司快速反應市場的機會與需求，並且在相關的活動之間形成一股成長的循環動力。在高度不確定與競爭激烈的環境中，這對公司具有關鍵的影響。成長循環的形成代表經營模式的成功。透過成長循環，公司可以強化其成功的模式與經驗，並且逐漸成為重要的組織例行常規。成長循環的形成與運作，其實即是組織重要的學習行為(Levitt and March, 1988)。對軟體公司而言，這股成長的動力除了可以篩選並固化其成功的經驗外，同時也是吸取所需的資源，為生存與發展奠定基礎的根本。成長循環本質上即是一種自我增強的正回饋環。

威遠科技初始的(快速)成長主要是起於 2000 年紡織相關行業別產品的成功。當時公司(資深顧問)掌握了行業別的深入知識與實務經驗，因而發展出高契合度的行業別 ERP 產品，加上良好的服務品質，獲得顧客的信賴與推崇，在競爭激烈的市場中獲得很大的成功。我們以圖 2 來說明威遠科技起始成長階段的過程。圖中表示良好的服務品質與套裝產品吸引某些潛在的顧客，潛在顧客的多寡影響公司可接案量的數量，成為公司的服務專案。服務專案的執行、完成與服務實績的累積，造就公司在市場中的印象與流傳的口碑，而回頭影響產品所能吸引的潛在顧客與需求，在這過程中逐漸形成一個自我增強回饋環路，即圖中所標示的+回饋環路的符號。

此一階段成長的主要的動力，嚴格說並非由公司所計畫或推動而成的，反倒像是公司被需求推著成長，公司的實績、顧客的口碑與市場的需求形成了自我增強的回饋作用。威遠公司為把握獲利與成長的機會，避免產能成為需求快速成長的限制因素，公司隨著需求的成長擴充其人力資源與產能，形成另一個自我增強的回饋環路。這兩個相輔相成的成長循環提供了公司初步成長的動力來源。然而，這僅能提供公司短期快速的成長，而非長期的成長。因為行業別的產品策略是基於某一特定的利基市場，

規模有其限制；若要創造持續的成功就需要不斷開發新的行業別產品擴大其利基市場。公司擁有產品數量的多寡，直接影響潛在顧客與需求的數量。

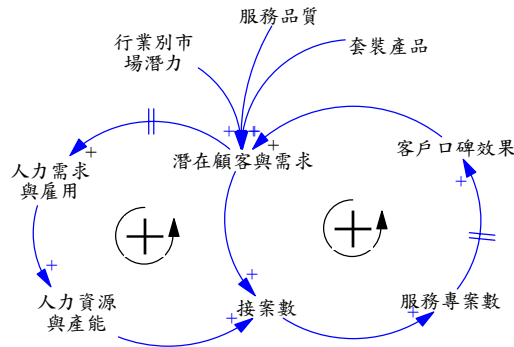


圖 2：威遠科技的短期成長循環

圖 3 說明威遠科技如何將初步的成長轉化為長期成長的循環—產品研發。初步的成功與成長對公司產生兩項重要的影響，一是獲利的成長，另一是對行業別 ERP 發展模式的信心。因此，在確定發展模式、充裕的財務條件以及成功的鼓舞下，相關部門積極仿效成功的經驗，投入新的行業別產品的研發以擴大成功的範圍。圖中所列示的產品研發過程，起始於行業別的選擇與評估，經過數個特殊設計專案以累積、精煉行業別知識，接下來進行套裝產品研發專案，最後成為套裝產品。此一成長循環的順利運作擴大了公司經營的利基市場。除了產品發展之外，財務條件是推動威遠科技長期成長循環的基礎，短期成功所帶來的收入奠定了此一基礎。圖 3 表示短期成長為長期成長奠定必要的財務基礎，長期成長則提供新產品擴展公司的市場與需求，並帶動進一步的成長，兩者形成相互自我強化的成長循環。

雖然，威遠科技的成長政策連接了短期與長期的成長循環，然而卻沒有真正達到長期成長的目的，原因是成長歷程中隱藏了威脅。首先，公司實際上需要經歷 3 年以上的時間才能完成套裝產品的研發。圖中的平行短線即表示其間需要經歷較長的時間延遲。例如要從特殊設計階段進入套裝產品研發專案，需累積 3 個以上的特殊設計專案；而套裝產品的研發也需要一年以上的時間。其次，由於產品研發所需投入的時間與人力成本十分巨大，該產品的潛力將影響成本的回收與獲利，事前的行業別潛力評估十分重要，需相當人力投注於專案評估。第三，雖然公司希望由人力資源的擴充來支持業務的成長，然而體認到產業的高度不確定以及對人員雇用十分謹慎，使得人員補充的週期較長(如圖 2 左方平行短線所表示的)，尤其在維持一定的服務品質要求下，人力資源成為接案的限制因素。最後，短期成長與長期成長使用共同的人力資源，因此在產能配置上存在著衝突。這些潛在的因素，開始時由於人員的增加與產能尚能應付成長，加上獲利快速成長，公司並未察覺其威脅。然而，當公司逐步擴大並加速其成長時其影響逐漸浮現，為破壞性循環的發展埋下種子。

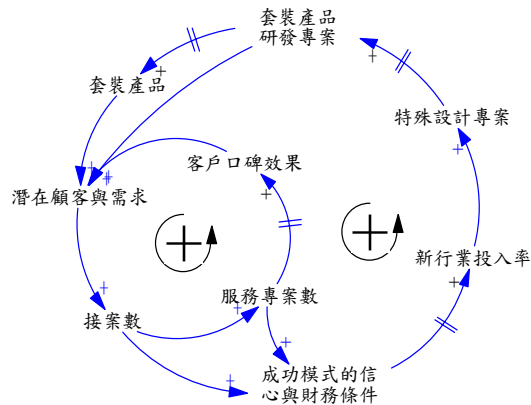


圖 3：威遠科技的長期成長循環

## 二、破壞性循環

破壞性循環來自上述伴隨著成長的幾項威脅，加上公司對情況的反應以及所衍生的副作用，彼此相互影響。破壞性循環的產生會限制成長循環的功能並產生副作用，由於其因果關係的複雜性以及演變過程的非線性，使得人們無法及時(或錯失時機)採取有效的行動。在問題壓力下採取行動，行動又引發其他的副作用，公司窮於應付不時出現的問題，情況愈形惡化。

圖 4 說明威遠科技經歷成功與成長之後所面臨的衝突與威脅，並發展為破壞性循環的一部分。首先，威遠科技因為依賴相同的人力資源而造成長短期成長相互排斥的現象。圖中潛在顧客與需求與新行業投入率之間的反向因果關係形成負回饋環路(圖 4 中央)，即表示長短期發展上的排斥現象。當公司為了把握市場需求的成長以及收入時，產能優先配置於短期的成長，此時公司無法兼顧產品研發的長期成長。只要現有行業別產品維持高的需求或持續成長，新產品的研發就處於停頓的狀態；只有當公司察覺需求衰退時才會投入新產品的研發。雖然，新產品的研發是市場需求與成長的來源，然而當成功的產品創造需求與成長時，卻使公司必須轉移資源以因應短期的成長與獲利。

相反的，當公司投入新產品的研發時，產能的配置將直接限制所能接受的服務專案數。在新產品研發的過程中，特殊設計專案與套裝研發專案都需要投入許多的人力，更重要的是所需投入的時間很長，不僅大幅限制了投入服務專案的服務產能，而且還延長特殊設計專案的執行時間。因此，威遠科技在投入新行業別產品研發時，出現低接案數與顧客等待時間延長的現象。圖中研發專案(套裝產品研發專案+特殊設計專案)與服務產能之間的反向因果關係即表示人力資源配置的排斥現象。服務產能與接案數之間的同向因果關係，表示低的產能配置導致低的接案數，也意謂著高放棄率及延長顧客的等待。上述因果關係所形成的負回饋環路(圖 4 左上方)說明新行業別產品研發的長期成長投入，會由於產能配置的排擠抑制短期成長的動能。短期成長是公司吸取

資金的主要依賴，也是長期發展的基礎；然而，投入長期的成長卻反過來限制短期的成長，並使服務專案有加速衰退的現象。較嚴重者，它直接影響了收入與財務條件，使能夠產生利潤的動能大幅受限，為進一步破壞性環路埋下伏筆。

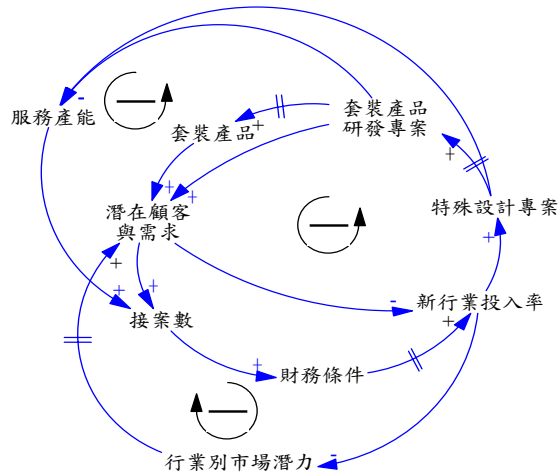


圖 4：威遠科技的破壞性循環 I

成功與快速的成長還帶來另一項威脅，就是由於短期成長帶來信心的增強與優裕的財務條件，誘使公司想要加速擴展成功的模式，而投入新行業別產品的研發。因此威遠科技的相關部門陸續投入新行業別的研發，然而此一行動產生的副作用是快速的新行業別投入率使得公司缺乏嚴謹的選擇與評估，對研發過程也過於樂觀，導致部分產品缺乏代表性的策略合作夥伴，以及市場潛力未如預期的結果。圖中新行業別投入率與行業別市場潛力之間的反向因果關係即表示這樣的現象；行業別市場潛力跟潛在顧客與需求之間的時間延遲與同向的因果關係，說明行業別市場潛力的影響則往往要等到套裝產品推出之際才會顯現其效果。由上述因果關係所構成的負回饋環路(圖 4 下方)，表示了成功成長的經驗與優裕的財務使公司過於樂觀，而加速擴大其成功的模式，導致相關前置準備與評估的草率，而損傷未來成長的動力，更重要的是組織往往需要等待效果的顯現才會察覺。

上述破壞性循環的產生導因於潛藏在成長循環當中的衝突與矛盾，成長愈積極，衝突與矛盾所產生的破壞效果也顯著，這是依附於成長循環(正回饋環)的破壞性循環(負回饋環)的重要特性。圖 4 的三個負回饋環分別表示了成長目標的矛盾(中央者)、產能配置的衝突(左上者)以及不當加速的投入造成未來成長的損傷。當這些的破壞性循環開始顯現效果時，公司就需要採取相對行動，但卻衍生出接下來的破壞性循環。

從威遠科技的成長循環中，可以看出人力資源實屬關鍵性的角色，適時的人力擴充提供成長之所需，如圖 2 所示左邊的正回饋環。但是這中間包含了兩個重要的因素，一是先前提到的員工的雇用必須滿足成長的需求，另一則是員工雇用需要好的績效與財務條件的支持。先前已提及威遠科技由於種種的考量與謹慎的態度，人力資源一直



低於所需之水準。因此當公司進入服務專案與研發專案的快速成長時，人員就擔負了很高工作負荷，尤其是資深的顧問與程式設計師。圖 5 表示威遠科技的潛在顧客與需求是員工招募的主要影響因素，兩者呈同向的因果關係。員工招募則是人力資源與產能成長的來源，兩者也呈同向的因果關係；但這中間含藏了明顯的時間延遲，這個產能增長的時間延遲除了前述的人力雇用的延遲之外，還包含了新手所需的學習與訓練(新手訓練)，當學習與訓練成果有效增長產能時，才能進一步舒緩工作負荷與壓力。

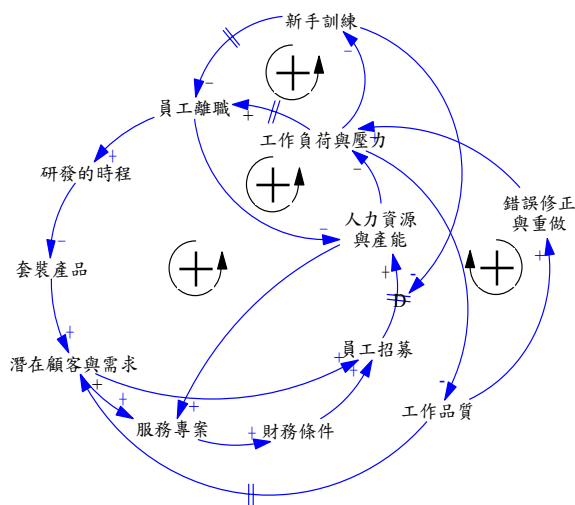


圖 5：威遠科技的破壞性循環 II

許多證據顯示員工的工作負荷與壓力，是導致員工離職的重要因素，軟體產業與威遠科技自然也不例外。雖然，威遠科技謹慎的雇用政策，員工具有相當高的穩定度，但對於新手及程式設計師而言，仍難免受到較大的影響。再者，長期的工作負荷與壓力，仍會造成員工的離職。員工離職一旦發生，直接衝擊的就是人力資源與產能的降低，專案時程的延宕成為必然的結果。威遠科技在積極擴大成功的模式之後，面臨了專案數量的大幅成長，人員的工作負荷與壓力也有快速攀升的情形。雖然，公司以招募員工來因應需求，然而在這一階段卻未帶來顯著的改善，原因是有經驗的員工正忙於各項專案的執行，處於高度的工作負荷與壓力之下，已無太多閒暇顧及新手的訓練；在軟體公司中老手指導與訓練新手幾已成為員工訓練與學習的主要方式；在這種情形下新手既難以發揮生產力又難從中獲得應有的學習與訓練。在缺乏個人成長與成就感的情形下，新手極易選擇離職。圖 5 最上方的兩個正回饋環，便是說明上述的情形，高的工作負荷與壓力，導致新手的訓練不足，長期的訓練不足一方面加長了產能提升所需的時間；另一方面導致新手的離職，而迫使公司需要再次招募員工。上述的正回饋循環使原本的問題加速惡化。

圖 5 左方的正回饋環進一步說明離職的發生影響新產品的研發時程；研發時程的拉長，代表產品推出的延後，公司不能儘早增加其產品與市場也就等於延長了回收成本與獲利實現的時機，而且還可能提高競爭與市場變動的風險。由於積極成長造成服務專案加速衰退，以及研發專案時間增長與高成本的投入(圖 4)，再加上產品的延遲，

很快地公司即面臨了財務條件持續的下滑，甚至出現連續虧損的情形，連帶股價也作了同樣的反應。在此之際儘管人力需求仍十分殷切，但已失去績效與財務條件的支持。員工離職所造成的產能損失又進一步限制服務專案的產能配置，對財務條件更是雪上加霜。威遠科技此時採取更嚴謹地審核人員的雇用、縮減其增加的幅度、進行某些部門的接管與直接干預，包括緊急調派人力等措施，以因應與控制績效下滑與財務不佳問題。

員工的工作負荷與壓力不能有效抒解的情形還產生其他的副作用——工作品質下降。雖然，威遠科技十分重視專案的服務品質，向來也維持一定的水準，但是經由實地訪談顯示員工會因為工作負荷被迫降低其工作品質。工作品質的降低讓其他工作夥伴必須進行錯誤的偵測與更正，進而加重其他工作夥伴(例如顧問)的工作負荷，這對整體的工作負荷無異是雪上加霜，圖 5 最右邊的正回饋環即說明此一現象。另一項影響則是工作品質長期也將影響顧客對專案品質的認知，進而影響市場中的形象與口碑以及需求。雖然，在這方面威遠科技尚能維持，但實際上卻有逐漸腐蝕當初成功基礎的隱憂。

圖 5 所示的破壞性循環雖是由圖 4 破壞性循環衍生而來，但相較於前者其主要的特性並不在抑制持續的成長，而是產生了自我增強的破壞性循環，尤其含藏了時間延遲的作用，使其更難以避免；況且正回饋環一旦發生顯著的效果，則經常帶有鎖定的現象而使脫身不易，這也就是其最具破壞性的原因。

以下為威遠科技單發式成長的模式輸出行為，可與上述的結構相互對照。圖形的橫軸表示時間共計 120 個月，縱軸表示數值。圖中的曲線代表各變數在時間過程中所呈現的數值變化，亦即所謂的成長動態歷程。圖 6.1 的曲線表示了三種服務專案(套裝、修改及特殊設計之專案)及研發專案的成長情形，可以清楚看到第一次研發專案的成功帶來快速的成長，並且同時反應在圖 6.2 的淨收入變動曲線上。當預測服務性專案出現衰退時(由於行業別市場的限制)，公司即投入新的研發專案，由於成功經驗與急欲成功心態的影響，使得公司短時間內投入過多的新研發專案(圖 6.1 右邊波動曲線)。

接下來生產力的配置使此一行動不但限制了服務性專案的接案能力，且人員雇用又無法滿足所需人力的情形下，使人員負擔過重的研發專案，導致人員工作負荷大幅提高，如圖 6.3 的變動曲線；此時淨收入也跟著快速下滑。接著持續高的工作壓力，引發了工作品質、生產力下降及人員離職的破壞性循環，

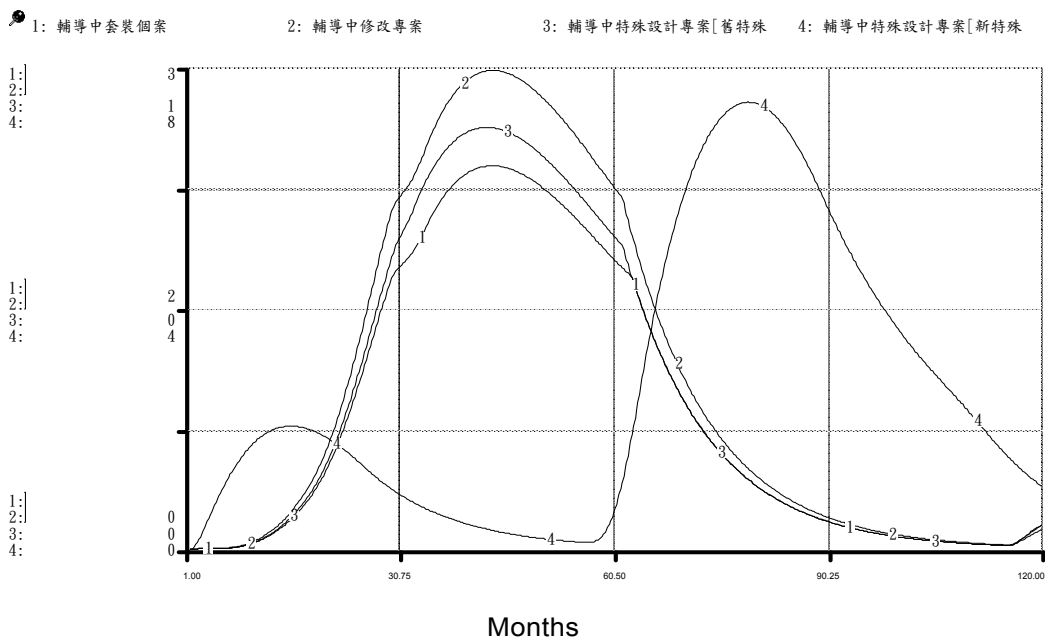


圖 6.1：服務與研發專案數成長歷程(專案數)

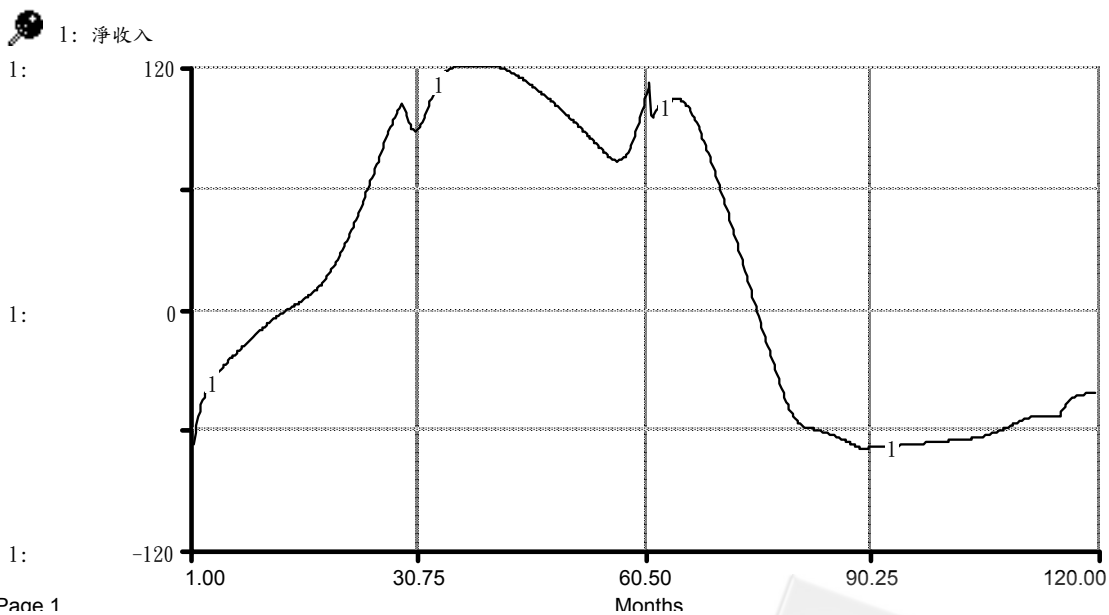


圖 6.2：淨收入的變動歷程(萬元)



● 1: 平均工作負荷[新入顧問工作] 2: 平均工作負荷[資深顧問工作] 3: 平均工作負荷[系統設計工作] 4: 平均工作負荷[程式設計工作]

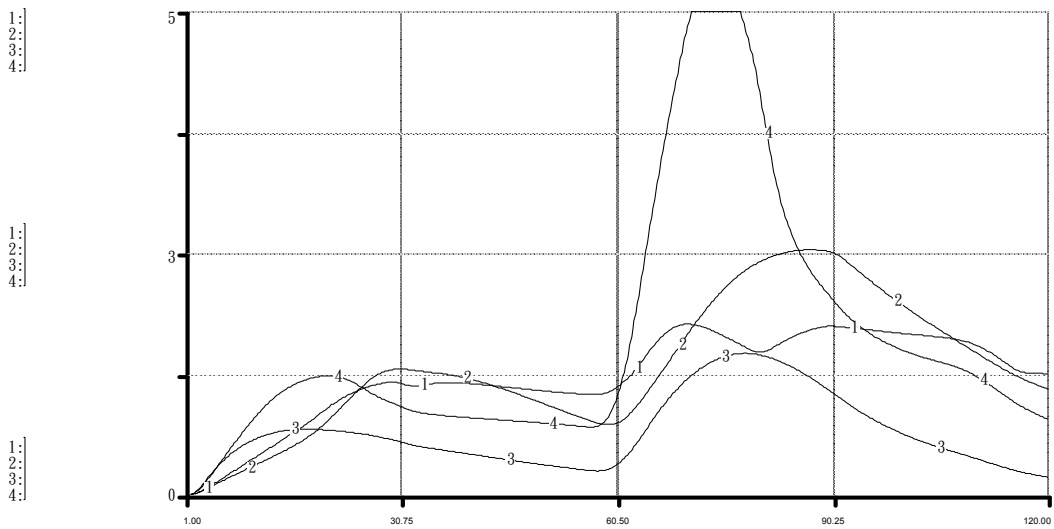


圖 6.3：主要人力的工作負荷變動歷程

產生了如圖 6.4 的研發時程延長及圖 6.5 的人員離職率的變動曲線。此外，因為一時急於投入過多的研發專案，也產生其評估的草率而影響未來的市場潛力，圖 6.6 的產品市場潛力變動曲線即反映此一現象；而當淨收入欠佳時又使得破壞循環雪上加霜，終導致公司陷入成長的困境。這種單峰式的成長動態歷程，本文稱為單發式的成長動態。

● 1: 研發系統延遲

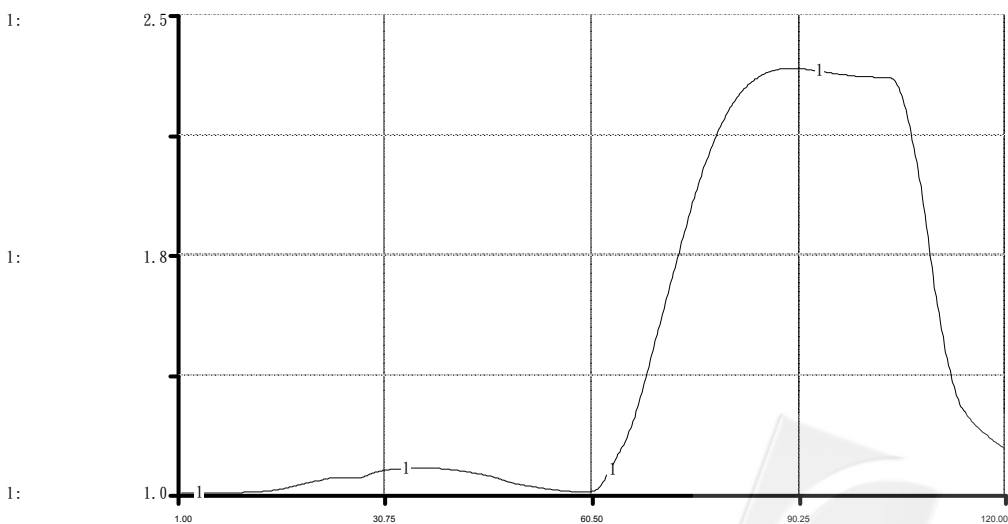
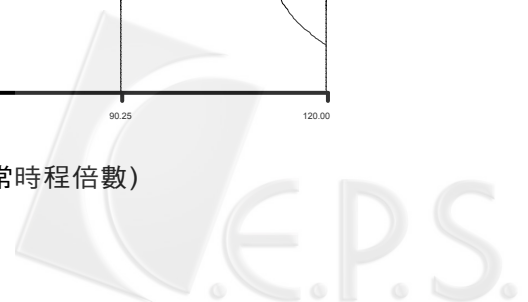


圖 6.4：研發專案時程的變動歷程(正常時程倍數)





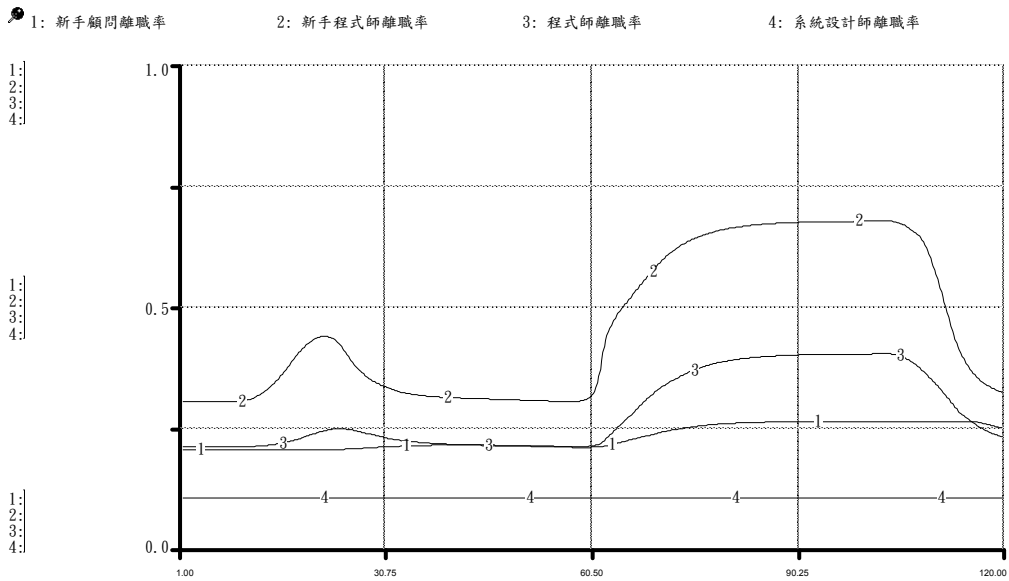


圖 6.5：主要人力平均離職率(年)的變動歷程

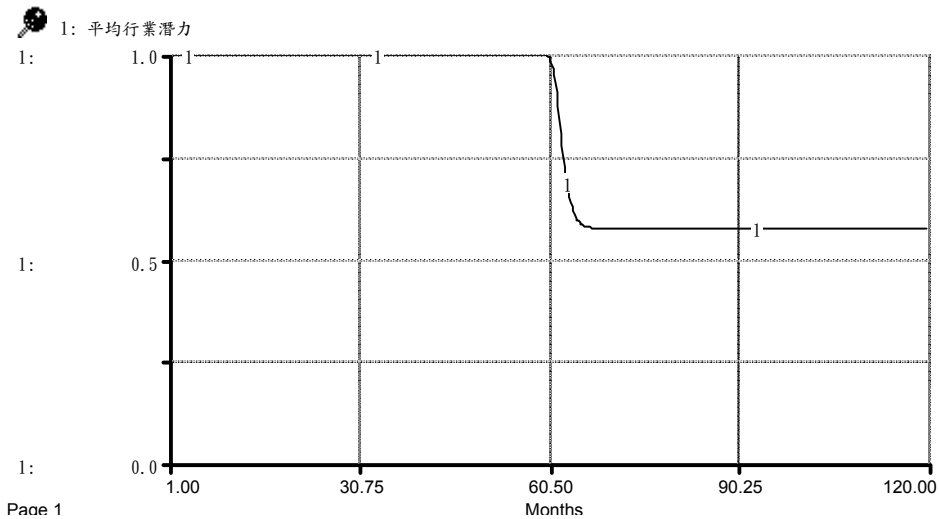
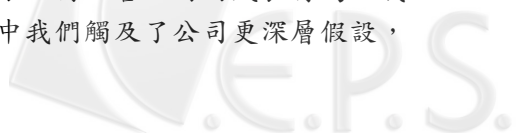


圖 6.6：產品市場潛力的變動

藉由上述系統性互動關係的探討，我們揭露了威遠科技成長歷程背後的結構。透過變數間因果關係的追蹤，使我們深入了解威遠科如何組織及連結短期成長與長期成長循環，以及又為何在快速的成長之後陷入困境。然而，更進一步的問題是我們如何從這樣的理解中出發，來改善此一成長行為？我們可以從中學習並且避免掉入破壞性循環的困境中嗎？在本研究進行的過程中，我們對管理者展示了研究的結果，除了檢視模型的結構與輸出行為的正確性以外，還深入探討了如何改善公司的成長行為。我們進行新的政策設計並透過模擬檢驗其效果，在過程中我們觸及了公司更深層假設，



並且實驗新的政策，在無須違背軟體產業高度不確定與公司因應該環境特性的保守性作法的前提下，新的政策設計的確能顯著地改善公司的成長行為。我們在下一節做進一步的說明。

## 陸、政策設計與成長行為的改善

本節所進行之模擬仍維持先前模型參數值之設定，唯進行不同成長政策的設計與測試。不同成長政策之方程式比較如下：

- (1) 威遠科技原本成長政策(單發式成長之政策):計畫起始=(成長乘數-研發現況)×實際投入。成長乘數為累積淨收入對研發計畫起始的影響，其意義為研發專案的目標專案數，當累積淨收入愈高乘數愈大，成長的目標愈高。研發現況為正執行中的研發專案數。實際投入為專案計畫起始行動的時機控制，即當預測現有產品銷售的確進入衰退時，即起始新的研發計畫，一如前文之說明。
- (2) 穩健的成長政策:計畫起始=(1-研發現況)×實際投入。成長乘數改為 1 代表此時成長政策不受累積淨收入的影響，而改以保守的方式進行，每次僅投入一個新的研發專案，內容於下一小節進行討論。
- (3) 平衡的成長政策:計畫起始=(1-研發現況)×計畫投入率。將穩健成長政策中原本受銷售預測的影響，改為以服務專案及研發專案人力投入的比例來進行控制，即計畫投入率；其意義代表了產能(人力)配置的目標，內容將於後節進行討論。

### 一、穩健的成長政策

經由因果影響的追蹤與模式行為的驗證得知，威遠科技的單發式成長現象，首先導因於不當加速的新產品研發，引發了人力資源配置的衝突與財務條件的惡化。因此，威遠科技若採取穩健的成長政策，是否可以改善此一成長行為？管理者表示依公司人力資源的現況以及資源配置的衝突性而言，較穩健的政策「應在察覺市場需求衰退時，才需投入新行業別的研發，且一次僅應投入一個新的行業別，不應受優裕的財務條件的誘惑影響而擴大投入」。我們依此改變模式的成長政策方程式(以近 6 個月接案數的一階指數平均作為管理者對需求變動的認知，並且限制新行業別數目為 1)，使其符合新的政策設計，我們得到如圖 7.1 的模式成長歷程。圖中的垂直粗線段指出新產品投入的時間點。



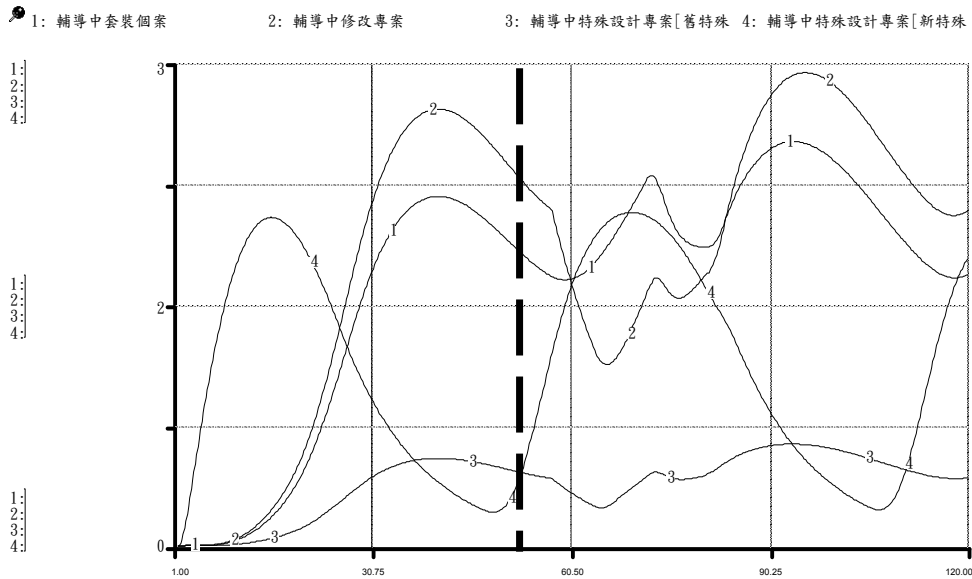


圖 7.1：穩健成長政策的服務與研發專案數成長歷程(專案數)

穩健的成長政策很明顯地改變了單發式的成長行為，但成長歷程卻呈現週期性振盪的現象，研發專案與服務專案的成長呈現相反的波動現象。圖 4 中央的負回饋環路提供了解釋，亦即有限的人力資源，使得短期成長與長期成長呈現相互排擠的現象。然而，管理者認為振盪的成長行為是合理的、可接受的，也十分符合此一產業的特性。但是這個為管理者所接受的成長政策，卻有潛在的威脅，收入與工作負荷的行為(圖 7.2 與 7.3)，指出該潛在威脅。

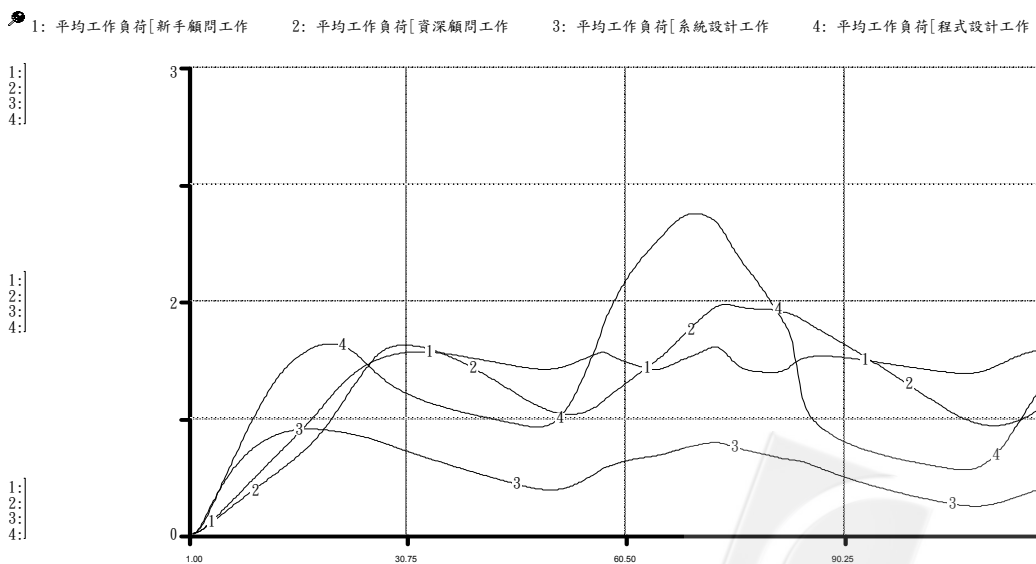


圖 7.2 穩健成長政策的主要人員工作負荷變動

首先，收入因為服務與研發專案的波動而呈現波動的現象，並且在研發專案達到高峰時降到最低點，而瀕臨虧損的邊緣。收入如此大幅的變動，甚至可能產生虧損，對公司而言無疑是項威脅。其次，工作負荷的行為顯示此一成長政策，員工需要擔負較高的工作負荷與壓力，尤其是資深顧問與程式設計師的工作負荷，仍出現大幅波動的情形，而威脅人力資源的發展。

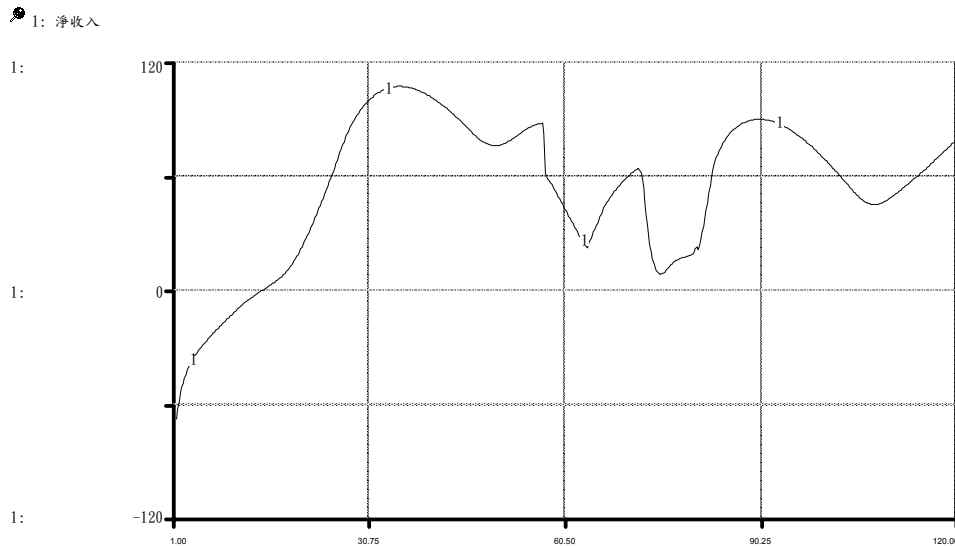


圖 7.3：穩健成長策的淨收入變動歷程(萬元)

因此，穩健的成長政策改變單發式成長的行為，也儘可能降低破壞性循環的效果，但是並沒有真正擺脫破壞性循環的威脅。也就是說，圖 4 的破壞性循環仍發揮重要的影響，只是控制其避免進一步惡化而觸發圖 5 的破壞性循環。另外，穩健的成長政策也可能演變為趨於保守的成長(例如在投入新行業別的時機與數量上)，雖可以避免陷入破壞性的循環，但在競爭激烈的市場中卻可能無法產生足夠的成長動力，喪失市場的機會。雖然，威遠科技認為波動性的成長行為是難以避免、合理而可接受的，我們仍進一步討論在不違背公司基本原則下(例如維持保守的人力資源政策)，是否可創造更有利的成長。

## 二、平衡的成長政策

回顧圖 3 的成長循環，我們得知公司獲利的來源是服務專案，但服務專案與研發專案之間相互競爭有限的人力資源。因此，我們試圖採取一種平衡的政策，使服務專案的產能與研發專案的產能維持有利的平衡關係，讓圖 3 的成長循環能夠發揮其相互增強的功能，同時避免產生圖 4 的衝突性結構。我們建立產能配置比例的衡量指標(研發專案人力配置/人力資源)，做為政策設計的參考，以維持一定的新行業投入率進行成長政策的測試。透過模擬與試誤，我們提出以下的配置比例(除了第一次的研發成長之外，我們以各主要人力的研發產能約維持在以下的比例為例：資深顧問:10%，新手



顧問：20%，程式設計師：40%，系統設計師：15%)。

圖 8.1、圖 8.2、與圖 8.3 表示平衡的成長政策可產生了平穩而持續的成長，不但改變單發式的成長行為也擺脫振盪的歷程，在服務專案與研發專案間維持一種有利的平衡，使圖 3 的短期成長循環與長期成長循環發揮實質相互支持與強化的效果，避免落入圖 4 的破壞性循環之中。在這種情形下，收入亦呈現持續的成長，不再有大體的波動；至於人員的工作負荷(圖 8.3)也呈現穩定的狀態。

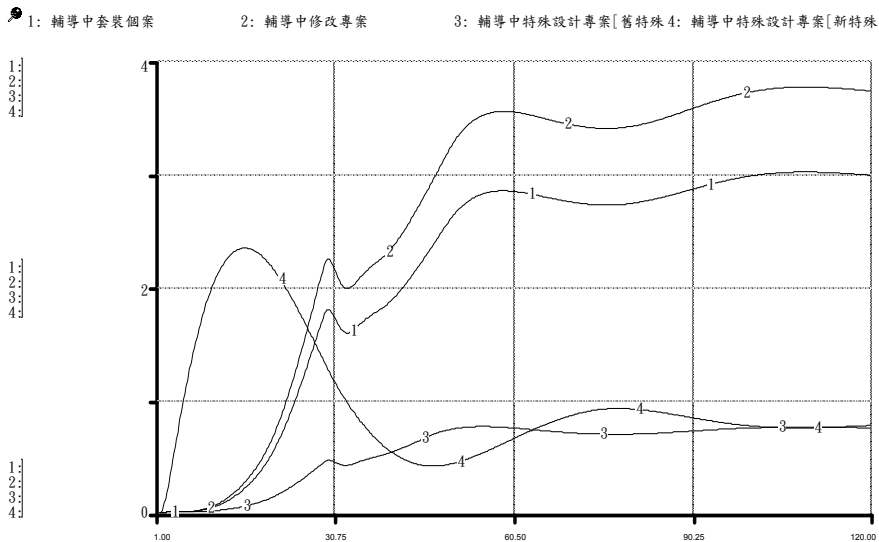


圖 8.1：平衡政策的服務與研發專案數變動(專案數)

雖然，平衡的成長政策發揮了成長循環的效果，但是在成長過程中仍出現小幅的擾動現象，其原因係來自公司人力配置政策。威遠科技深知服務品質為其成功的重要因素，為落實服務品質，公司對於接案的評估十分謹慎，並且只要顧客提出服務需求公司通常優先進行專案評估，但嚴謹的評估也造成高的放棄率(約佔評估專案的9/10)。因此，當需求快速成長時公司勢必需要配置相當的評估的人力，因而影響接案與專案的進行，故在成長過程中出現擾動現象。然而，我們改變了評估人力配置的基本政策，將可用的人力資源作為評估專案的人力配置的參考，這意謂著在不影響專案進行的前提下配置評估所需的人力。在新的政策下我們消除了此一干擾的現象，但卻需要付出額外代價，即較少的評估人力會拉長顧客等待評估的時間，專案的成長也因而稍受影響。不過這項政策的意義並不僅如表面所描述的，而可引發威遠科技進一步對專案評估政策的檢討，提升人力資源的有效運用。

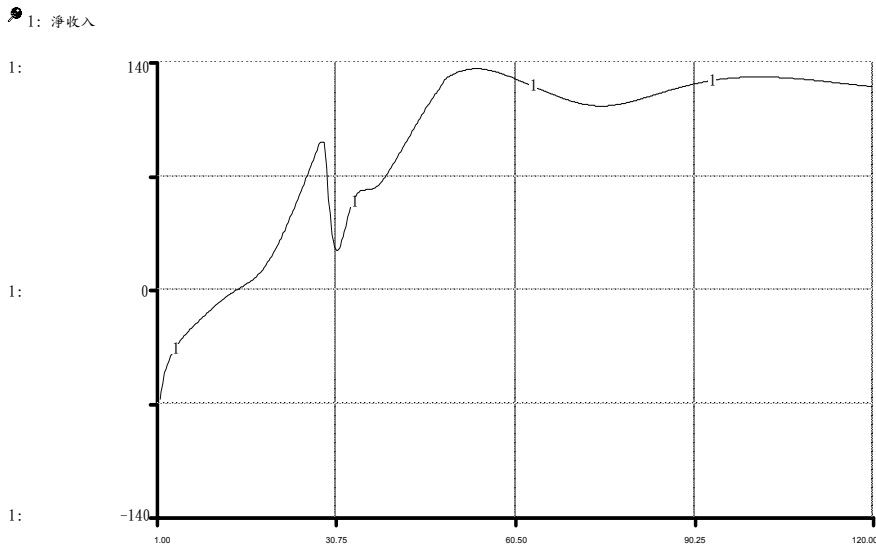


圖 8.2：平衡政策的淨收入變動(萬元)

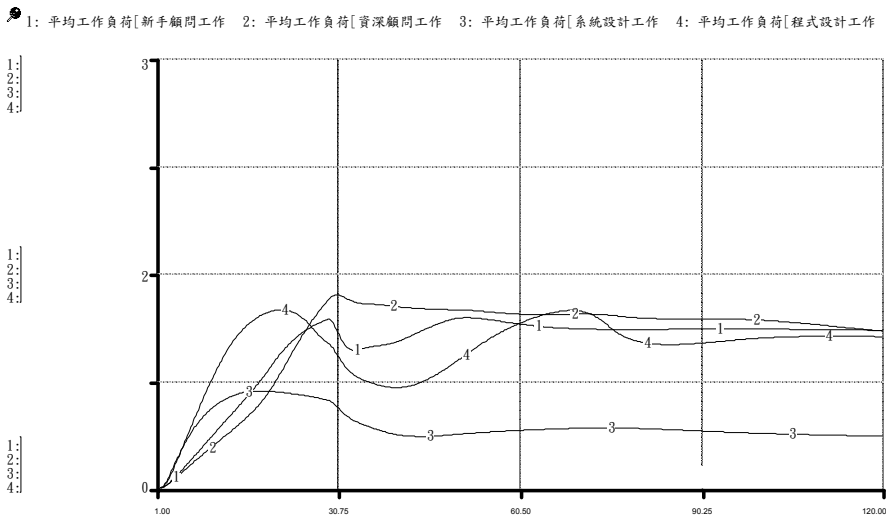


圖 8.3：平衡政策的主要人員工作負荷變動

基於系統觀點與系統動力學的政策設計與系統行為的改善，使我們聚焦於成長歷程以及影響此一歷程的內在結構。面對動態性複雜的成長問題，我們的基本策略即是要深入理解系統結構與行為動態之間的關係，並以此為基礎尋求系統的槓桿點，建立結構的「和諧」運作關係，有效改善系統的行為歷程或趨向於我們所期望的狀態。平衡的成長政策指出了威遠科技，在長、短期成長與人力資源間的基本衝突，我們在其間建立了一種「和諧」的運作關係—即在服務與研發專案間維持有利的平衡，使成長循環能夠持續而穩定，有效地改善單發式成長行為。



## 柒、討論

上一節我們探討了系統的內在結構與外在行為之間的影响關係。在為成長行為尋求解釋、理解以及政策設計的過程中，我們無可避免地觸及到一些更深或隱晦的假設；然而，這往往也可能是改善系統行為的關鍵所在(Forrester, 1968; Senge, 1990)。系統觀點與系統動力學的方法使我們容易看見它的存在與影响。以下我們以更精要的方式來討論，主導威遠科技成長歷程的結構，以及所蘊含的意義。

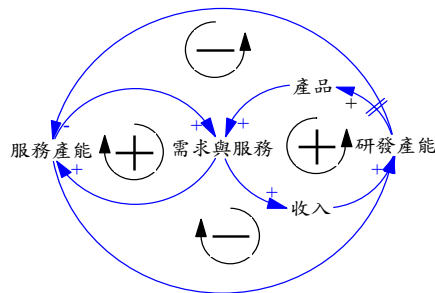


圖 9：長、短期成長衝突的因果回饋圖

圖 9 所表示的即是主導威遠科技單發式成長歷程的因果回饋結構，圖中兩個正回饋環表示成長循環。左邊的正回饋環說明公司透過服務的實績刺激需求的短期成長。當需求成長時公司會配置更多的服務產能，更高的服務產能則創造更多的實績及影响效果，形成了短期的成長循環。右邊的正回饋環說明公司藉由短期成長所建立的資金進行產品的研發，新產品則進一步帶來新的服務需求，形成了長期成長循環。兩者相互耦合構成成長循環，但兩者的性質卻有很大的差別，短期成長的速度來得快又急，長期成長卻需要漫長的研發過程。圖中上下兩個負回饋環進一步說明兩個互相耦合的正回饋環因使用共同的資源(人力資源)造成的產能相互排擠現象。下方的負回饋環表示專注於短期成長，造成研發產能偏低甚至停頓，其結果導致新產品不足或未能及時推出，使短期成長失去持續的支持力量。上方的負回饋環則表示過於樂觀與積極的研發投入，將直接並且長時間的限制服務產能的配置，結果導致服務與收入的快速下滑，使新產品研發喪失有力資金的持續支持。

從個別片斷與局部的關係來看，我們並不能指出這個結構中的哪個行為是不合乎情理的。市場的競爭、高度的不確定以及財務上的限制，使得公司必須把握現有產品的獲利機會，而公司也需藉此建立其市場中的聲譽與影响力。為避免承擔過高的風險，公司需要保持較謹慎的人力政策(謹慎的選擇與擴增)。而在嘗試更成功的發展模式過程中，成功的鼓舞與迅速複製成功的經驗，也是公司穩固其基礎的必要行為。然而，這些行動卻是促使衝突發生作用的因素，公司的成長反而背離了組織或管理者的目標與期望。

即使個案公司事後發現過於樂觀與積極的成長，需要檢討與修正，但是對於有限人力資源所隱含的基本衝突仍視之為合理現象，快速的短期成長趨使公司在長、短期成長之間來回擺盪，於是週期性的成長成為可接受的模式。這也同時反映了公司對於成長的行為，並不存有明顯的理想或期望的參考模式；至少在威遠科技可以証明這點。但是這樣實際上會減弱公司檢視其結構或隱藏性假設的能力，且對於成長動態容易接受由單一事件(或外生變數)影響的解釋。對於要改變長、短期成長所隱含的基本衝突，實在需要對成長行為的合理性提出質疑，因而需要進一步探討既有成長政策的正當性。平衡的成長政策就是打破原來的衝突關係並轉而建立「和諧」的關係，來改變成長的行為。圖 10 所表示的即是平衡的成長政策所構成的結構。

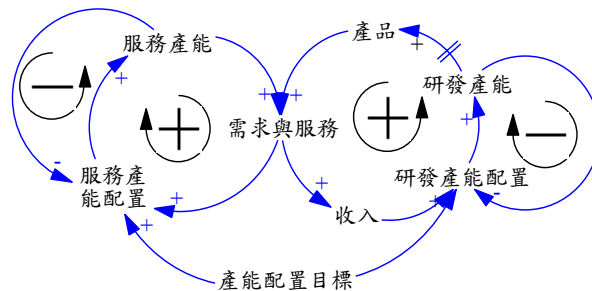


圖 10：平衡成長政策的因果回饋圖

原本衝突的關係改由產能配置目標(研發與服務專案的產能比例)來進行調節。所增加的兩個調節性負回饋環，使產能的配置維持在目標的比例值，可以避免振盪性的產能配置，包括快速的短期成長以及財務條件所造成的過度擴張。其另一層意義在於防止成長過程中形成如圖 5 的破性循環。因為取得有利的平衡關係可以避免不穩定與過高的工作負荷，造成人力資源的損傷以及財務條件的拮据。

我們對軟體公司的單發式成長行為提出的理解與解釋，除可幫助公司檢視其成長結構與政策，也可從中獲得理論性的啟發。例如圖 9 所示的衝突結構源自於企業在面對問題時的一般性反應，為組織克服高度變動與不確定環境所採取的理性行動(Thompson, 1967)，顯示本研究透過個案所架構的衝突結構具有解釋軟體產業單發式成長的一般化潛力。在此發展前提下，可開啟相關的後續研究，進一步探討此一衝突結構所具有的普遍性與重要性，並可在不同情境中增益此結構的變異與豐富性。另外，本研究的討論亦揭示了成長系統其非線性與複雜因果關係的特性，分析軟體公司成長管理挑戰的來源。著重於系統性互動關係管理，可以協助公司定義有效的成長循環，察覺可能衍生的破壞性循環，並藉由對基本假設的質疑，設計有效改善系統行為的政策。這意謂著光靠目標與策略，並不能假設公司就能順利成長，我們需要了解驅動成長的重要力量，並建立「和諧」的互動關係。



## 捌、結論

本研究以系統觀點與系統動力學的方法，探討軟體公司的單發式成長歷程與其內在的結構。我們建立個案公司的系統動力學模型，由其間因果關係的追蹤與分析，我們發展能深入解釋單發式成長行為的理論。成長循環的功能在於產生成長的動力以維繫公司的成長；然而，由於長、短期成長的衝突性，導致在快速成長的過程中，逐漸形成阻礙成長與破壞成長基礎的破壞性循環。加上時間延遲的作用，使得破壞性循環一旦發生作用，就非常容易陷入鎖定的效果之中，造成成功與快速的成長之後跟隨著衰退與混亂。

我們進一步深入討論結構與系統行為之間的因果關係，揭示潛藏在結構之中的基本假設與影響，並以此為基礎進行政策的設計與測試。我們所測試的平衡成長政策，藉由產能配置比例的目標，調節原本衝突的長、短期成長循環關係，使其成為相互支持與自我強化的成長循環，並且避免破壞性循環的產生。我們也以更精要與一般化的方式來表示其中的關鍵結構，引申其管理上的意涵；對於後續研究也做了相關的討論，希望藉此進一步探討此一結構的普遍性、重要性與變異。

最後，本研究也回應了組織成長時所面臨的管理挑戰，亦即公司應聚焦於成長歷程的形態以及內在的系統性互動關係的管理，以朝向系統整體效能的提升。管理者需要找出使公司成長的動力來源-成長循環，同時也要察覺所可能引發的破壞性循環，並基於對不同循環彼此作用的理解，尋求具槓桿作用的政策設計以改善成長的行為。這樣的過程可以使組織大幅改變過往僅有成長策略或目標，而缺乏對成長歷程管理的現象。著重公司的成長動態與成長歷程的管理，較容易驅使組織關心時間過程中的各種動態行為，進而深入理解組織是如何建構或組織其驅動力量以及其運作的成效，並學習如何進行重新設計以改變組織的動態行為。就學術研究而言，透過系統動力學理論及方法，可以建構一個解釋動態行為的理論，藉由電腦模擬進行各種政策的設計與實驗，擴展我們對高階非線性系統的知識與了解，並做為探索新知識來源的有效途徑 (Simon 1996, Forrester 1994)。

## 附錄

### (模型部分方程式)

1. 修改專案所需人力[修改專案所需新手顧問] = 輔導中修改專案\*修改專案規模[修改專案新手顧問人月]/修改專案平均完成時間
2. 套裝專案所需人力[套裝所需新手顧問] = 輔導中套裝個案\*套裝專案規模[套裝新手顧問人月]/(套裝專案平均完成時間)

3. 特殊設計專案所需人力[特殊設計所需新手顧問] =  $ARRAYSUM(\text{輔導中特殊設計專案}[*]) * \text{特殊設計專案規模}[\text{特殊設計新手顧問人月}] / \text{特殊設計專案平均完成時間}$
4. 研發專案所需人力[套裝研發專案所需新手顧問] =  $\text{研發中系統} * \text{研發專案規模}[\text{套裝研發新手顧問人月}] / \text{套裝研發所需時間}$
5. 潛在顧客增加 =  $\text{行業別潛在顧客} * (\text{新增行業別套裝} + \text{新研發專案}) * \text{客戶口碑效果} * \text{口碑效果乘數} + \text{放棄專案數} * 0.7$
6. 客戶口碑效果 =  $GRAPH((\text{維護套修改專案} + \text{維護套裝專案} + \text{維護特殊設計專案})) :: (0.00, 1.00), (0.4, 1.01), (0.8, 1.03), (1.20, 1.14), (1.60, 1.35), (2.00, 1.99), (2.40, 2.52), (2.80, 2.79), (3.20, 2.88), (3.60, 2.95), (4.00, 3.00)$
7. 口碑效果乘數 =  $GRAPH(\text{客戶認知的工作品質}) :: (0.8, 0.8), (0.9, 0.90), (1.00, 1.00), (1.10, 1.1), (1.20, 1.14), (1.30, 1.17), (1.40, 1.19), (1.50, 1.20)$
8. 計畫起始 =  $(\text{成長乘數} - \text{研發現況}) * \text{實際投入}$
9. 客戶認知的工作品質(t) =  $\text{客戶認知的工作品質}(t - dt) + (\text{工作品質認知調率}) * dt :: \text{INIT 客戶認知的工作品質} = 1$
10. 工作壓力[新手顧問工作壓力](t) =  $\text{工作壓力}[\text{新手顧問工作壓力}](t - dt) + (\text{工作壓力變動率}[\text{新手顧問工作壓力}]) * dt :: \text{INIT 工作壓力}[\text{新手顧問工作壓力}] = 1$
11. 工作壓力品質乘數 =  $GRAPH(ARRAYMEAN(\text{工作壓力}[*])) :: (0.5, 1.50), (0.65, 1.48), (0.8, 1.43), (0.95, 1.31), (1.10, 1.00), (1.25, 0.919), (1.40, 0.874), (1.55, 0.846), (1.70, 0.828), (1.85, 0.814), (2.00, 0.8)$
12. 系統品質工作乘數 =  $GRAPH(\text{工作壓力品質乘數}) :: (0.8, 1.30), (0.82, 1.23), (0.84, 1.17), (0.86, 1.13), (0.88, 1.09), (0.9, 1.07), (0.92, 1.05), (0.94, 1.03), (0.96, 1.02), (0.98, 1.01), (1.00, 1.00)$
13. 研發系統延遲 =  $\text{程設時程乘數} * \text{新手時程乘數} * \text{系統品質工作乘數}$
14. 程式設計師離職乘數 =  $GRAPH(\text{工作壓力}[\text{程式師工作壓力}]) :: (0.7, 1.00), (0.83, 1.01), (0.96, 1.02), (1.09, 1.06), (1.22, 1.11), (1.35, 1.19), (1.48, 1.27), (1.61, 1.39), (1.74, 1.56), (1.87, 1.75), (2.00, 2.00)$
15. 資深顧問壓力乘數 =  $GRAPH(\text{平均工作負荷}[\text{資深顧問工作負荷}]) :: (0.7, 1.00), (0.76, 1.01), (0.82, 1.04), (0.88, 1.08), (0.94, 1.12), (1.00, 1.19), (1.06, 1.29), (1.12, 1.42), (1.18, 1.58), (1.24, 1.76), (1.30, 2.00)$
16. 成長乘數 =  $GRAPH(SMTH1(\text{累積收入}/1000,6)) :: (1.00, 1.00), (1.15, 1.02), (1.30, 1.06), (1.45, 1.17), (1.60, 1.37), (1.75, 1.79), (1.90, 2.39), (2.05, 2.73), (2.20, 2.89), (2.35, 2.96), (2.50, 3.00)$
17. 收入雇用乘數 =  $GRAPH(SMTH1(\text{淨收入},6)) :: (-10.0, 0.00), (-7.00, 0.1), (-4.00, 0.2), (-1.00, 0.3), (2.00, 0.4), (5.00, 0.5), (8.00, 0.6), (11.0, 0.7), (14.0, 0.8), (17.0, 0.9), (20.0, 1.00)$
18. 新增套裝專案 =  $\min(\text{可接套裝專案}, \text{評估完成率} * 0.1 * \text{套裝專案比例})$
19. 新增修改專案 =  $\min(\text{可接修改專案}, \text{評估完成率} * 0.1 * \text{修改個案比例})$

20. 舊研發專案[舊特殊設計專案] =  $\min(\text{可接特殊設計專案}, \text{評估完成率} * 0.1 * \text{特殊設計比例})$
21. 新增特殊設計專案[新特殊設計專案] =  $(\text{新研發行業} * \text{所需累積個案數}) / \text{目標實施完成時間}$

## 參考文獻

1. 張國鴻譯，Detlev J. Hoch, Cyriac R. Roeding, Gert Purkert, Sandro K. Lindner and Ralph Muller 著，2000，數位式競爭，台北，天下遠見出版股份有限公司。
2. Abdel-Hamid, T. and S.E. Madnick, 1991. *Software Project Dynamics an Integration Approach*, NJ: Prentice-Hall.
3. Alajoutsijarvi, K., K. Mannermaa, and H. Tikkanen, 2000. “Customer relationships and the small software firm A framework for understanding challenges faced in marketing”, *Information and Management*, 37, 153-159.
4. Arora, A., V.S. Arunachalam, and R. Fernandes, 2001. “The Indian software services industry”, *Research Policy*, 30, 1267-1287.
5. Barlas, Y., 1996, “Formal Aspects of Model Validity and Validation in System Dynamics”, *System Dynamics Review*, 12:3, 183-210.
6. Bell, J. A., and P.M. Senge, 1980. “Methods for Enhancing Refutability in System Dynamics Modeling”, *System Dynamics*, ed. A. A. Legastor Jr., et al., New York: North-Holland Publishing.
7. Bell, J.A., and P.M. Senge, 1980. “Methods for Enhancing Refutability in System Dynamics Modeling” in *System Dynamics*, ed. A. A. Legastor Jr., et al., New York: North-Holland Publishing.
8. Bernroider, E. 2002. “Factors in SWOT analysis applied to micro, small-to-medium, and large software enterprises: An Austrian Study”, *European Management Journal*, 20:5, 562-573.
9. Cyert, R.M. and J.G. March, 1963. *A Behavior Theory of the Firm*, Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
10. Delmar, F., P. Davidsson, and W.B. Gartner, 2003. “Arriving at the high-growth firm”, *Journal of Business Venturing*, 18, 189-216.
11. Forrester, J. W., and P.M. Senge, 1980. “Test for Building Confidence in system Dynamics Models” in *System Dynamics*, ed. A. A. Legastor Jr., et al., New York: North-Holland Publishing.
12. Forrester, J. W., 1961. *Industrial Dynamics*, Portland, OR: Productivity Press.
13. Forrester, J. W., 1968. *Principles of Systems*, Cambridge, MA: MIT Press.

14. Forrester, J. W., 1994. "System Dynamics, Systems Thinking, and Soft OR", *System Dynamics Review*, 10:2-3, 245-256.
15. Garud, R., and A. Kumaraswamy, 2005. "Vicious and Virtuous Circles In The management of Knowledge: The Case of Infosys Technologies", *MIS Quarterly*, 29:1, 9-33.
16. Giarratana, M.S., 2004. "The birth of a new industry: entry by start-ups and drivers of firm growth:The case of encryption software", *Research Policy*, 33, 787-806.
17. Glaser, B., and A. Strauss, 1967, *The Discovery of Grounded Theory: Strategies of Qualitative Research*, Wiedenfeld and Nicholson, London, UK.
18. Graham, A. K., 1980, "Parameter Estimation in System Dynamics Modeling" in *System Dynamics*, ed. A. A. Legastor Jr., et al., New York: North-Holland Publishing.
19. Hitt, M.A., R.D. Ireland, and H. Lee, 2000. "Technological learning, knowledge management, firm growth and performance: an introductory essay", *Journal of Engineering and Technology Management*, 17, 231-246.
20. Hoch, D. J. etc, 2000. *Secrets of Software Success: Management Insights from 100 Software Firms Around the World* (In Chinese).
21. Igel, B.,and N. Islam, 2001. "Strategies for service and market development of entrepreneurial software designing firms", *Technovation*, 21, 157-166.
22. Levitt, B., and J.G. March, 1988. "Organizational Learning: Annual Review of Sociology", *Organizational Learning*, 14, 516-540.
23. Lincoln, Y. S., and E.G. Guba, 1985. *Naturalistic Inquiry*, New York: Sage Publications.
24. March, J. D., and H.A. Simon, 1958. *Organizations*, New York: John Wiley.
25. Maruyama, M., 1963. "The Second Cybernetics: Deviation Amplifying Mutual Causal Process", *American Scientist*, 51:2, 164-179.
26. Masuch, M., 1985. "Vicious Circles In organizations", *Administrative Science Quarterly*, 30:1, 14-33.
27. Nambisan, S., 2002. "Software firm evolution and innovation-orientation", *Journal of Engineering and Technology Management*, 19, 141-165.
28. Nelson, R. R., and S.G. Winter, 1982. *An Evolutionary Theory of Economic Change*, Cambridge: Harvard University Press.
29. Perrow, C., 1984. *Normal Accidents*, Princeton: Princeton University Press.
30. Sadler-Smith, E., D.P. Spicer, and I. Chaston, 2001. "Learning Orientations and Growth in Smaller Firms", *Long Range Planning*, 34, 139-158.
31. Senge, P. M., 1990. *The Fifth Discipline—The Art and Practice of the Learning Organization*, New York: Doubleday.
32. Simon, H. A., 1996. *The Sciences of the Artificial*, Cambridge: MIT Press.



33. Sterman, J. D., 1986 “The Economic Long Wave: Theory and Evidence”, *System Dynamics Review*, 2, 87-125.
34. Sterman, J. D., 1994. “Learning in and Complex Systems”, *System Dynamics Review*, 10:2-3, 291-330.
35. Thompson, J. D., 1967. *Organizations In Action*, New York: McGraw-Hill Publishing .
36. Weick, K. E., 1979. *The Social Psychology of Organizing*, New York: Newbery Award Records.
37. Yin, R. K., 1994. *Case Study Research: Design and Methods*, New York: Sage Publications.
38. Zahra,S.A., and W.C. Bogner, 2000. “Technology Strategy and Software New Ventures’ Performance: Exploring The Moderating Effect of The Competitive Environment”, *Journal of Business Venturing*, 15:2, 135-173.

