

# 第一章、緒論

## 1.1 研究背景與動機：

資訊科技的發展一日千里，各種應用也越來越多元化，目前很多企業都投資大量金錢在資訊科技上，像是ERP(Enterprise Resource Planning，企業資源規劃)，SCM(Supply Chain Management，供應鏈管理)或者是e-business(電子商務)等的應用軟體四處充斥，我們可以看到這個潮流是不可阻擋的。但是，我們卻很少看到某一家企業在引進某一套應用軟體之後，獲利突然大幅跳升的。如果這問題是發生在某一個廠房的新建擴充，或是某一項新機器的購買，投資沒有產生獲利肯定會讓人覺得是匪夷所思的，絕對會懷疑原本的投資計畫有問題。可是很多企業在投資新的資訊科技時，卻只當成是不得不的選擇，而無法清楚知道究竟可以為企業帶來多少獲利？結果是造成企業對於資訊科技是又愛又恐懼。這是為什麼呢？原因是因為投資資訊科技不會像新廠房或是新機器一樣，設置成功後就會產生一些可以再賣出或者可以作為抵押的東西，因此很難將其效益像是「系統整合」、「資訊透明度」或者是「增加處理速度」轉換成可衡量的效益來計算。

先進規劃排程(Advanced Planning and Scheduling; APS)系統是目前的生產規劃模式中，相當受到重視的一種，也被視為適合應用在供應鏈架構下的一個新興的模式系統，亦有不少以建構企業支援系統為主的軟體供應商，運用此概念來設計各種生產規劃模式，也成了企業在進行策略規劃時的熱門參考工具。本研究的個案公司也因為生產規劃的需求而導入了APS系統，在原本應該可以享受APS系統帶來的好處時，卻突然發現雖然像是「系統整合」、「資訊透明度」或者是「增加處理速度」等效益都已經達到了，但是其運作上還是沒有獲得明顯的改善。在已經花費了大把的人力、時間與金錢之後，結果卻換來了失望，是APS系統本身的功能與效益不夠多不夠好嗎？還是導入方式不恰當？還是我們忽略了什麼？

有鑑於此，本研究希望針對個案公司在引進APS系統時的問題做一深入的分析與探討，以找出APS系統的真正效益，並能提供個案公司在導入APS系統時一個可行的方法。

## 1.2 研究目的：

限制理論(TOC; Theory of Constraints)認為如果資訊科技不能減輕任何限制，它就不可能帶來效益。也就是說，如果某件事是個限制，那麼，根據定義，減輕它就會帶來效益，否則它就不是一個限制了，所以，只有當一個資訊科技衝破一個現存的限制時，資訊科技才會帶來效益。另外，當我們希望引進一項新的資訊科技，就意謂著有一個現行的限制已經存在相當時日了，那我們是怎樣在這個限制下過活的？一定是我們的慣例、我們的習慣、衡量基準、運作規則等等承認及容納了那個限制。現在，我們安裝了某項新的資訊科技，假設安裝很成功，減輕了限制，但是，如果在新的資訊科技安裝過程中，我們忽略了改變相關的運作規則，仍然沿用舊的運作規則，結果這些舊的運作規則本身就會構成一個限制。因此，我們可以知道，如果在引進一項新的資訊科技時，不一併改變運作規則的話，肯定會無法取得全部的效益。所以，限制理論特別指出資訊科技是必須的工具，但仍然不足夠不充份，我們如果要從安裝資訊科技中得益，還欠缺的是必須同時改變那些承認現存限制的運作規則。**【4】【6】**

因此，限制理論的創始者—Dr. Goldratt特別提出他對於資訊科技的看法，他認為資訊科技是可以讓企業生氣蓬勃、令企業業績攀上高峰的，重點在於必須在資訊科技導入前嚴謹地回答下面的六個問題：

1. 資訊系統科技的真正威力是什麼？
2. 科技到底減輕了什麼限制？
3. 限制寄生在什麼規則中？
4. 我們現在應該採用什麼規則？

5. 鑑於規則的改變，科技也要做出什麼改變？

6. 怎樣主導這場變革？

因此，本研究的目的為希望能夠藉助限制理論對於資訊系統的思維，來針對個案公司在引進APS系統時的問題做一深入的分析與探討，並嘗試不從系統功能或效益不足的方面去分析，而是分析其運作規則的限制，進而打破限制，同時由此建構、發展出一個新且可行的APS系統運作模式，並期許未來也可以在其它的資訊系統中，都能夠使用相同的方法來解決其所遭遇的問題。

### 1.3 研究架構：

本研究共分為五章(請參考圖 1.1)，第一章緒論針對本研究的背景與動機，敘述研究者的研究目的以及研究架構；第二章則進行相關的文獻探討，首先就APS系統之相關理論與概念予以介紹，接著為限制理論之簡介與其在各領域的應用以及限制理論思維程序的整理與描述；而第三章會先簡介個案公司的現況，然後說明個案公司導入APS系統前所遭遇到的問題與導入APS系統的過程並整理導入APS系統後所遭遇到的問題，最後則從限制理論對於資訊系統的思維出發，不從系統功能或效益不足的方面去分析，而是分析其運作規則的限制以及限制所引發的不良效應；至於第四章則是針對第三章所產生的不良效應，根據限制理論的解決方案提供新的運作規則，然後根據新的運作規則產生一個新的APS系統運作模式，並探討如何主導這場變革。最後在第五章，則是對整個研究結果提出研究結論與未來可行的研究方向。

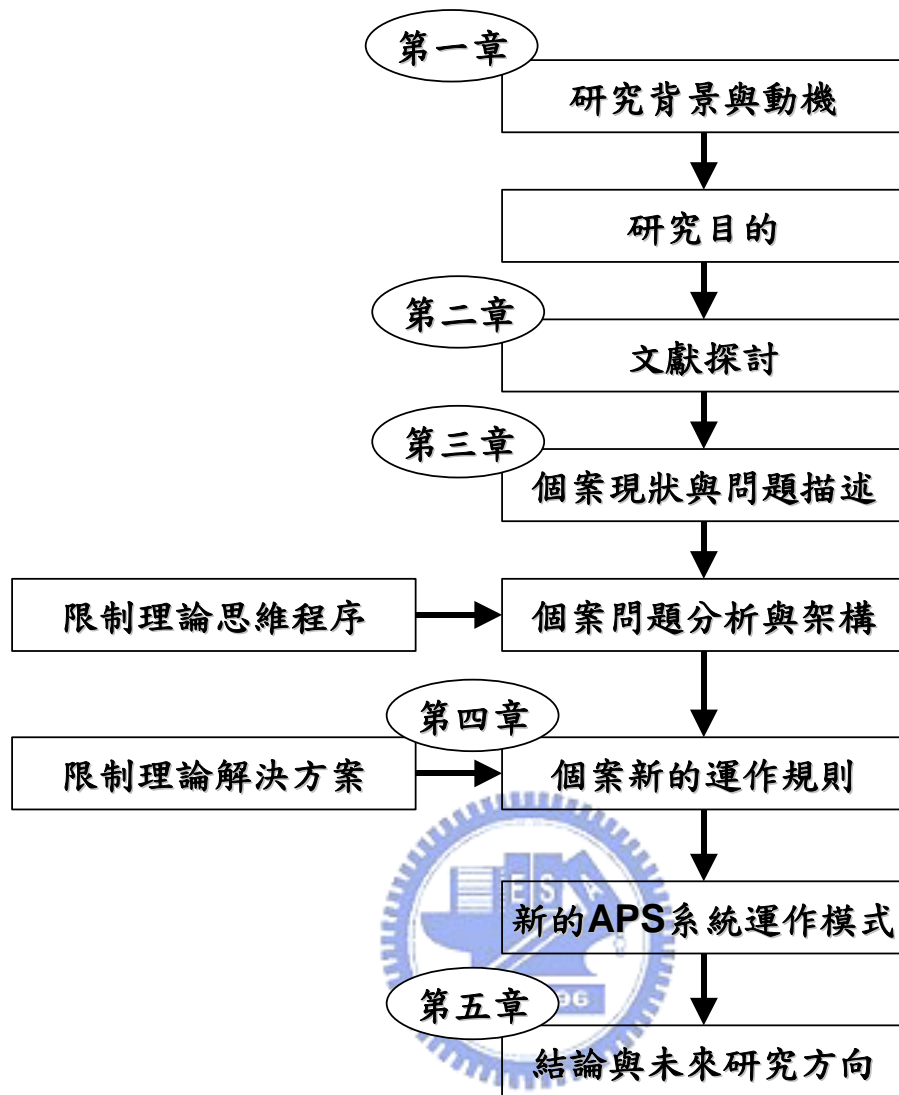


圖 1-1 研究架構圖

## 第二章、文獻探討

### 2.1 先進規劃排程(APS)之相關理論：

#### 2.1.1 生產管理：

生產管理之目的，就是要充分運用企業資源、並以最大的效率來滿足顧客的需求，具體而言，包括顧客需求預測、訂單處理、生產計畫安排、物料採購、資源分配等，均是生產管理所涵蓋的重要項目；但由於整個生產運籌所牽涉的內容相當廣泛、複雜，因此從過去便一直不斷有各種相關理論或技術的應用與發展，其目的無非是希望能為企業建立一個良好的生產規劃與決策支援之工具。

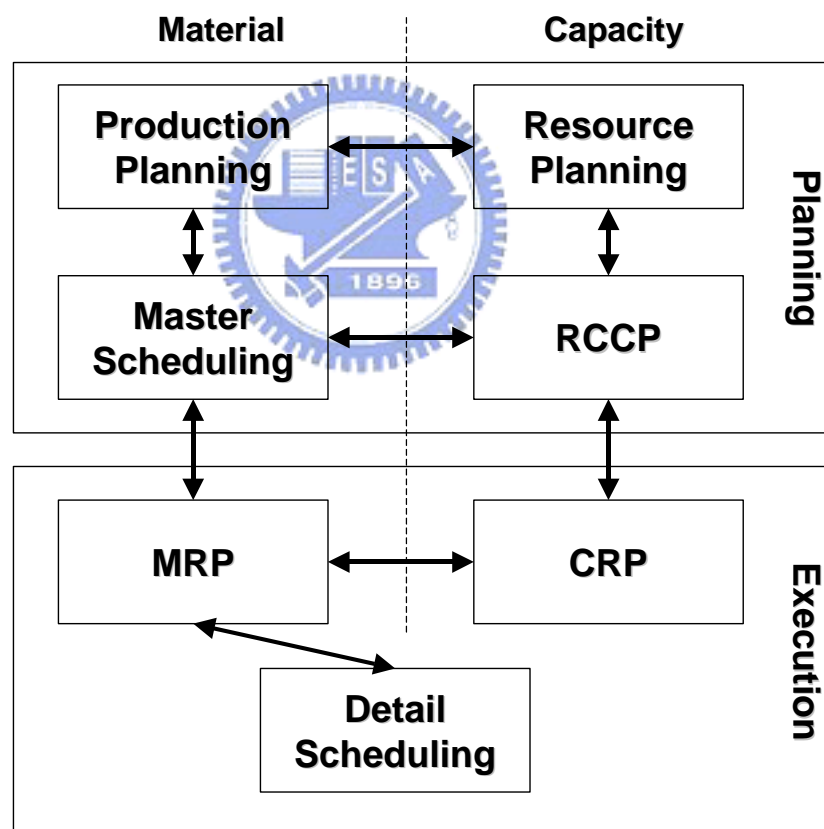


圖 2-1：傳統分隔式的生產運籌模組架構

傳統的生​​產規劃與排程系統，固然歷經了許多修正與演進，但在整個模式或系統的設計上，卻普遍採行所謂「分隔式」(divided)的模組架構(可參考圖 2.1)，亦即對系統中各個不同的功能模組，均各自獨立開來運作，由於各



功能模組間無法做到有效的整合，不僅使得系統內的資訊溝通變得非常困難，更嚴重影響了企業在進行管理規劃或排程工作上的時效與品質。

透過圖 2-1 即可看出，在傳統分隔式的模組架構中，對於公司的計畫排程(即圖中的「Planning 模組」)、以及與工廠作業相關的執行規劃(即圖中的「Execution 模組」)，均是以獨立的觀點來進行運作；同樣在整個資源配置上，亦將產能規劃與物料規劃分開來處理，不僅需對規劃結果進行反覆的調整，更有對資訊傳播的正確性與效率性之疑慮。【7】

### 2.1.2 傳統生產規劃與排程系統之缺失：

企業的生產規劃排程系統之演進，從傳統的存貨控制系統、發展到「物料需求規劃」(Material Requirement Planning; MRP)、「製造資源規劃」(Manufacturing Resource Planning; MRP II)、「產能需求規劃」(Capacity Requirement Planning; CRP)、「企業資源規劃」(Enterprise Resource Planning; ERP)等，這些生產規劃與排程系統均曾大量應用在生產管理的領域中，然在系統的設計上，卻也伴隨者許多假設性的限制條件，這些限制條件在愈來愈強調供應鏈管理的現在，有許多已不再適用，而規劃範圍也不再只是企業個別的資源，還包括了企業與企業、供應商、以及顧客間的整體資源；整體而言，傳統上這些基於某些假設且方法較為簡單的規劃系統，總共可歸納出以下的幾點缺失：

- (1) 無限制的資源供應：傳統的生產規劃均忽略了工廠產能上的限制(尤以 MRP 為最，以致於後來出現了所謂的「有限產能規劃」)，包括機器與人工的負荷量等，且假設物料的供應亦無匱乏之虞，可即時配合排程的需求；這種未考慮資源限制的規劃系統在實際運作上將有很大的困難。
- (2) 循序式(Sequential)的規劃方式：傳統的規劃方式屬於由上而下(Top-Down)的循序式規劃系統，因此對於任何作業現場的產能或物料供應

狀況，均難以迅速的回饋給系統進行調整或修正，在現場作業及派工等執行上較易與原系統產生衝突。

- (3) 需求面與供給面之規劃獨立進行：一般的需求規劃系統在進行相關運作時，並未考慮到供給面的相關狀況，反之亦然；這種將需求面與供給面視為獨立的情形不僅彼此間無法達到有效之配合，也可能造成成本低估、存貨暴增、甚至無法滿足顧客需求等情形。
- (4) 無法反映訂單的差異性：在實際的生產規劃中，訂單本身的排序問題(Priority)往往扮演了決定性的因素，包括顧客的重要性、訂單數量、訂單所能創造之利潤等，均是影響訂單排序的重要考量；但傳統的規劃系統卻無法因應訂單的重要程度做出最適當的生產調整。
- (5) 批量式規劃：傳統的規劃系統多半是採用涵蓋一定時程範圍的定期批量式規劃，此種非立即的反應方式，對變化快速的產業環境將無法做出正確且即時性的調整。
- (6) 單點式規劃：傳統的規劃系統多半只能針對單點進行規劃工作，例如一個工廠或一條生產線；然而在全球化運籌以及供應鏈之概念已成為趨勢之下，多廠、多線的生產方式將是普遍、必然的現象，其間的資源分配、協調、與整合，將是生產規劃與排程系統不可忽視的課題。

在競爭日益激烈的產業環境下，企業唯有具備良好的生產運籌管理模式，才能掌握相對的競爭優勢，因此一個先進、功能廣泛、並能配合企業競爭環境的生產規劃與排程系統，將是企業在從事生產管理時不可或缺的重要輔助工具。

### 2.1.3 先進規劃排程之概念與功能特色：

先進規劃排程(APS)主要是應用了一些較為先進的管理規劃技術，例如作業研究(Operation Research; OR)、限制理論(Theory of Constraints; TOC)、基因演算法(Genetic Algorithms; GA)等，並藉助強大的電腦運算與資訊儲存

功能，在考量企業整體所面臨的資源限制下，同步對企業內、以及企業間的生產、採購、配銷等作業活動，進行最佳化的供需平衡規劃與生產排程處理，提供即時、有效的決策參考；同時亦改變以往「分隔式」的模組架構，而將所有生產活動中的功能模組或作業流程，整合在同一個策略架構中。對於當今愈來愈強調整個供應鏈的協調與整合之趨勢發展下，這種著眼於整體考量、縮短規劃時間、可提供快速反應機制的先進規劃之概念，將是最能滿足企業需求的決策支援工具。

從此簡短的描述中，可歸納出幾項關於先進規劃排程所具備的功能特色：

- (1) 同步式規劃(Synchronized Planning)：先進規劃排程在整個思考的邏輯上，並非屬於循序式或層級式，而會根據各企業或廠商所設定的目標(例如：最佳的顧客服務)，同時考量企業所面臨的整體供應與需求狀況，以進行企業的供給規劃與需求規劃；這樣的好處是可避免原本分屬不同層級間的條件落差、並解決傳統需反覆進行調整的規劃方式，不僅使得規劃結果更具可行性與合理性，也才能真正達成供需平衡的目的。
- (2) 即時性規劃(Real-Time Planning)：傳統模式必須根據一定時間範圍內的已知條件來進行規劃，一旦規劃完成後，則較難針對突發狀況進行彈性的調整，著重的是規劃的穩定性；而先進規劃排程則特別強調快速反應的機制，對廠商所遭遇的一些臨時狀況，例如顧客緊急插單或抽單、生產設備當機、物料供應延誤等種種意外發生時，先進規劃排程系統均可透過電腦立即取得資料，並根據最新的環境條件，做出最適當的安排與調整。
- (3) 考量企業整體資源尋求最佳解答(Optimal Solution)：傳統規劃模式對資源的分配多半屬於單點式、片段式的考量，並未將企業的資源限制(例如：產能)與企業目標納入考量，使其規劃結果非但不是最佳化的結果，甚至可能是不可行的。但先進規劃排程則採取全面性的考量，包括作業條件與資源限制等，同時應用數學模式、網路模式或是模擬方法等先進的規劃技



術與方法，因此在進行生產規劃時能夠同時可考量到企業限制與目標，以擬定出一可行且最佳化的生產規劃與排程。

- (4) 運算功能快速：先進規劃排程系統多半採用「Memory-Base」來輔助運算（在電腦的記憶體上直接計算），可在短時間內完成複雜的規劃作業，讓工廠問題一目瞭然，並迅速提供所需的資訊；如此可大幅提昇企業的反應能力、縮短生產及製造的前置時間、降低存貨成本、加速顧客回應時間，以提昇顧客的滿意度，創造出最佳的競爭力。
- (5) 具備系統整合效果：先進規劃排程除採用了同步的概念外，更將生產管理中所涵蓋的各功能構面，包括工廠產能衡量、物料存貨評估、採購作業規劃等，均以整合的方式進行系統規劃，除可降低資訊流通的障礙外，更可提高廠商的決策效率。
- (6) 可提供有效的決策支援參考：先進規劃排程系統可在電腦設備的輔助下，提供「What-If」、情境模擬(Scenario Simulation)等功能，不僅便於廠商進行事前的模擬分析、並可對事後的規劃結果進行探討與比較，均有利於協助廠商做出最正確、適當的決策。

## 2.2 限制理論：

### 2.2.1 限制理論簡介：

限制理論是 Eliyahu M. Goldratt 博士於西元 1986 年所創立的。它將系統或組織比喻為一鏈狀結構，而這個鏈狀結構由許多個環所組成。由於任何組織或系統的產出事實上都是有限的，因此任何組織或系統當中必然存在著限制或瓶頸，限制了它的產出。換言之，系統的強弱應該是決定於最弱的一環，而不是最強的一環，因此任何的改善應該從最弱的一環下手，其餘的改善只是加重這個環的重量，對整個鏈的強度卻沒有幫助，只要找到最弱一環並增加它的強度，就可強化整條鏈的強度(整個系統或組織的產出)。簡言之，

限制理論認為傳統上強調局部最佳化(Local Optimum)的績效評估，並無助於組織整體的最佳化(Global Optimum)。【1】【4】【8】【10】

另一方面，限制理論認為組織或系統內發生的許多問題當中都有因果關係，而且隱藏在這許多問題的底下也有許不為人知的問題，這些未發現的問題就可能是引發這些表面問題的元兇。然而現實生活中，人們總是急於解決表面的問題，而忽視了真正重要的核心問題。Eliyahu M. Goldratt 博士希望研究者能利用限制理論的思維模式，分析表面問題與隱藏問題之間的邏輯關係，進而找出問題的元兇並尋求可能的解決方案，如此一來，就可以強化較弱的環節，提高系統整體的有效產出。

Blackstone 【3】指出：「限制理論是企業持續改善的一個方法。」「限制理論中所謂限制(Constraint)，有別於傳統的說法。傳統上，限制是指可能限制(Limit)系統的事、物；而限制(Constraint)則是影響系統績效的任何事。」限制管理與傳統管理不同的地方在於限制管理將限制視為一個焦點，改善該點即可管理、改善整個系統。其每個企業最少都有一個或一個以上的限制，如果企業都沒有限制，則表示企業可以無限獲利。故所謂「限制」，根據 Goldratt 定義，即會限制阻礙系統目標達成的績效的任何事。該限制一般對系統而言都是負面影響，是希望被消除的因子。例如在工廠內，阻礙生產作業的限制可分兩種：政策限制與實體限制。政策限制是屬於看不見的障礙，例如績效指標、組織文化、公司制度與管理者之理念等。實體限制可分市場、產能、原料等三種。如市場上之某一種產品市場需求量小於可供應量，則為市場限制；若某一種材料的不足，而影響了有效產出，則為原料受限。在工廠理的產線中，產能最小的瓶頸產線，一般就是整體生產物流的限制所在，亦即工廠中之產出，是受限於這些資源，該資源亦稱為產能受限產能資源(Capacity Constrained Resources; CCR)。

目前限制理論應用的領域共有下列幾個，分別為：【4】【6】【8】【9】

## 【10】

### (1) 生產管理(Production Management)

限制理論指出，傳統過度重視效率的生產管理會鼓勵各工作站為了提昇效率而努力生產，其結果並不能提昇真正的有效產出。因此，限制理論提倡「資源的閒置並非是浪費」的生產管理概念，這種理念認為生產作業的真正問題在於瓶頸，找出瓶頸所在，將瓶頸的利用最大化，並做好緩衝的管理（Buffer Management）才能真正解決問題，也才能真正提昇組織的有效產出。限制理論因此發展出一套稱為 DBR（Drum：瓶頸設備的排程；Buffer：為了瓶頸設備受到莫非效應「Murphy」的影響而做的緩衝；Rope：依照瓶頸設備的步調做生產排程）的方法來管理生產線。

### (2) 績效評估方法(Performance Measurement)

限制理論認為，如要改善整體的績效，必須能設法找到組織最弱的環節並改善它，而非一味追求每一環節都能達到最高的績效。限制理論也認為績效衡量的主要目的不是要當作個人或單位的指標，而是要激勵系統的每個部分(次系統)去做對整體有利的事。

限制理論對於組織績效的績效評量是利用有效產出（Through-put； $T$ =組織針對目標而產出的速度）、作業費用（Operation Cost； $OE$ =要產生有效產出所需費用）、與投資（Investment； $I$ =將作業費用轉成有效產出所投資的錢）這三個整體績效評估方法來評估，並與管理者的決策與行為緊密連結，而這三項指標可以下列的公式來和現在一般的財務指標做連結：

$$\text{淨收入：Net Profit} = T - OE$$

$$\text{投資報酬率：ROI (Return on Investment)} = (T - OE) / I$$

而對於「次系統」如生產單位或是配銷單位的績效評量，限制理論提出二個績效評估指標來確保「該做得很好的一定做得很好」，同時不會造

成「不該做得很好的卻做得很好」。一個叫做「有效產出-元-天」(Throughput Dollar Days; TDD)，這是把每一張延誤訂單的有效產出金額乘以延誤的天數；另一個稱做「存貨-元-天」(Inventory Dollar Days; IDD)，這是把每一種存貨的價值乘以持有的天數。而限制理論則主張將 TDD 目標設為零，同時努力降低 IDD。

另外限制理論也提出專案管理的績效評估，稱之為「專案-元-天」(Project Dollar Days; PDD)，這是將所有專案產生淨利的總合除以所有專案所花的總時間，而目標則是每年要改善 PDD 的值。

### (3) 專案管理(Project Management)

限制理論的專案管理稱為「關鍵鍊管理」(CCM；Critical Chain Management)。關鍵鍊管理認為專案的延遲來自於許多不確定因素，因此在規劃專案的時候，運用「緩衝管理(Buffer Management)」是十分重要的。關鍵鍊管理也認為要使專案能順利地準時完成，並不需要確保專案中每個工作 (Task) 都必須準時完成，因此反對在每一個子專案上都加上緩衝，而認為只需要在關鍵鍊上加以專案緩衝 (Project Buffer) 以及在非關鍵鍊與關鍵鍊的接駁點加入接駁緩衝 (Feeding Buffer) 即可。

另外，傳統上的專案管理認為專案如能愈早開始，則愈早完成的機會就愈大，但關鍵鍊管理卻認為這樣的作法會造成多工以及資源衝突的情形，反而會影響專案的完成。

### (4) 供應鏈與配銷管理(Supply Chain and Distribution Management)

限制理論認為傳統上將存貨儘可能放置在靠近客戶端的區域倉庫來因應市場需求變動的做法，並不能使得服務水準提高。實際上，這樣的作法已使得許多企業因高的成品庫存而陷入困境，因此限制理論建議將庫存放在源頭，並以「拉式」的供應鏈與配銷管理模式取代傳統上「推式」的供應鏈與配銷管理模式。



在這種管理模式下，區域倉庫的庫存量應等於物料由中心到區域倉庫的配送時間的平均需求+安全庫存；而中心倉庫的庫存量應等於物料製造時間內的需求量+安全庫存。

另外，限制理論也建議在供應鏈與配銷管理模式採用緩衝管理，以保護產出、降低庫存與降低營運費用。要保護產出，我們必須準備足夠大小的庫存。庫存的大小等於上游補貨時間內，下游最大的消耗量。要降低庫存與降低營運費用，我們必須隨著需求的狀況，控管調節緩衝的大小。

#### (5) 市場行銷與業務(Marketing and Sales)

限制理論認為產品或服務的價值在於客戶的認定而非依據供應商在生產、設計、配銷、市場等上所做的努力。因此，市場策略目標就必須定位於如何使客戶願意買更多或以更高的價錢買我們的產品。為了使上述目標達成，企業必須以客戶的價值觀來評價所提供產品或服務的價值，進而改進它們的內涵以爭取客戶認同。

另外限制理論認為好的行銷的第一步是要去了解客戶的真正需求，而不是一味地推銷自己的產品或服務的優點。如果只是以供應商的角度闡述產品或服務的好處，而忽略客戶真正的需求，這樣的行銷手法只會浪費客戶的時間甚至於引起客戶的反感。

最後限制理論提出一個「Mafia Offer」的觀念，所謂 Mafia Offer 是能真正為客戶提供有價值的商品、服務，或能為組織帶來產出效益的。然而由於各企業所處的環境並不相同，Mafia Offer 的內涵也就會有所不同；舉例來說，對一家能獨占市場的企業而言，如果市場的需求量仍遠超過目前產量的話，該企業應極力尋求的是能快速提昇組織生產力的 Mafia Offer；反之，如果企業身處於競爭者眾多而且產能高於目前實際市場需求的話，能提昇產品的附加價值並擴充銷售量的 Mafia Offer，就變成很有用的了。

## (6) 人的管理(Managing People)

限制理論認為人的管理關鍵於互相尊重與授權，而非權威。在組織當中，應該溝通、授權、以及互相尊重來建立團隊合作。

而限制理論也建議管理者在遇到衝突時，不要傾向以協商妥協的方式來化解衝突，而是可以使用限制理論思維程序中的衝突圖來尋找雙贏解。

## (7) 策略與戰略應用(Strategy and Tactics)

限制理論認為好的策略必須同時符合下列三項條件：

- I. 公司不論現在或未來都能賺錢。
- II. 公司不論現在或未來都能提供員工一個安穩及滿足的工作。
- III. 公司不論現在或未來都需要滿足市場要求。

限制理論認為任何策略如果違背上列三項條件當中的任何一項，都不能稱為好的策略，這三項條件是可以同時存在而不互相衝突的。

## (8) 資訊技術(Information Technology; IT)

限制理論認為任何任何資訊技術，只有在其可以消除限制時才會帶來利益。然而在 IT 技術尚未導入組織時，組織仍然需要運作；因此組織會發展一套制度，政策，評估模式(限制理論稱之為運作規則)，來幫助我們跟「限制」生活在一起。因此當我們導入 IT 技術消除限制時，如果忽視運作規則已經改變的事實，那麼 IT 技術會為我們帶來什麼利益實在令人懷疑。所以任何 IT 技術的導入，必須尋找新的運作規則並做適當改變，才能得到所要的利益。

然而，我們要如何尋找新的運作規則呢？首先，必須了解每一個 IT 技術主要的力量是什麼？它可以消除什麼限制？現實生活是什麼運作規則，幫助我們跟限制生活在一起？我們應該運用什麼新的運作規則？新的運作規則應用需要 IT 技術做那些改變？如何做改變？

## 2.2.2 限制理論思維程序(Thinking Process)：

Eliyahu M. Goldratt 博士以限制理論為基礎，發展出來一種思考方法 (Thinking Processes)，這種思考方法認為要解決任何系統或組織的問題，都必須思考及回答下列三個必須面對的問題，限制理論 Thinking Process 也針對這三個問題，發展出一些便利研究者來做研究的方法。【4】【9】

### 1. 要改變什麼 (What to change) ？

- 以「衝突圖」(Cloud) 指出為何衝突存在，並結合數個衝突來發現核心衝突。限制理論認為隱藏在大多數的不良效應底下的核心衝突都是相同的，因此限制理論的 Thinking Processes 的方法是，建議研究者任選三個不良效應做成衝突圖，在結合這些衝突即可發現核心衝突為何。
- 利用「現況圖」(CRT) 或 UDE Map 找出核心問題。如同前述，限制理論認為在數個不良效應當中，必僅有一個或少數之核心問題，經由現況圖或 UDE Map 的演練可以幫助研究者了解不良效應之間的邏輯關係，並藉以發現核心問題的所在。

### 2. 要改變成什麼 (To what to change to) ？

- 運用「未來圖」(FRT) 來描述、構建新構想，並由它指出這些構想預期可以達到的效果。未來圖可以清楚的描述構想以及預期效果之間的關係，藉由這樣的做法，研究者可以確認構想的效能。

### 3. 如何改變 (How to cause the change) ？

- 以「必要圖」(PRT) 指出要實現新構想的過程中可能遭遇的障礙以及中繼目標。
- 以「行動圖」來擬定所要採取的具體、必要行動。

限制理論同樣也認為改善是持續的，因此上述的三個問題也必須如下圖般能夠循環地被探討，才能達到持續改善的目的。

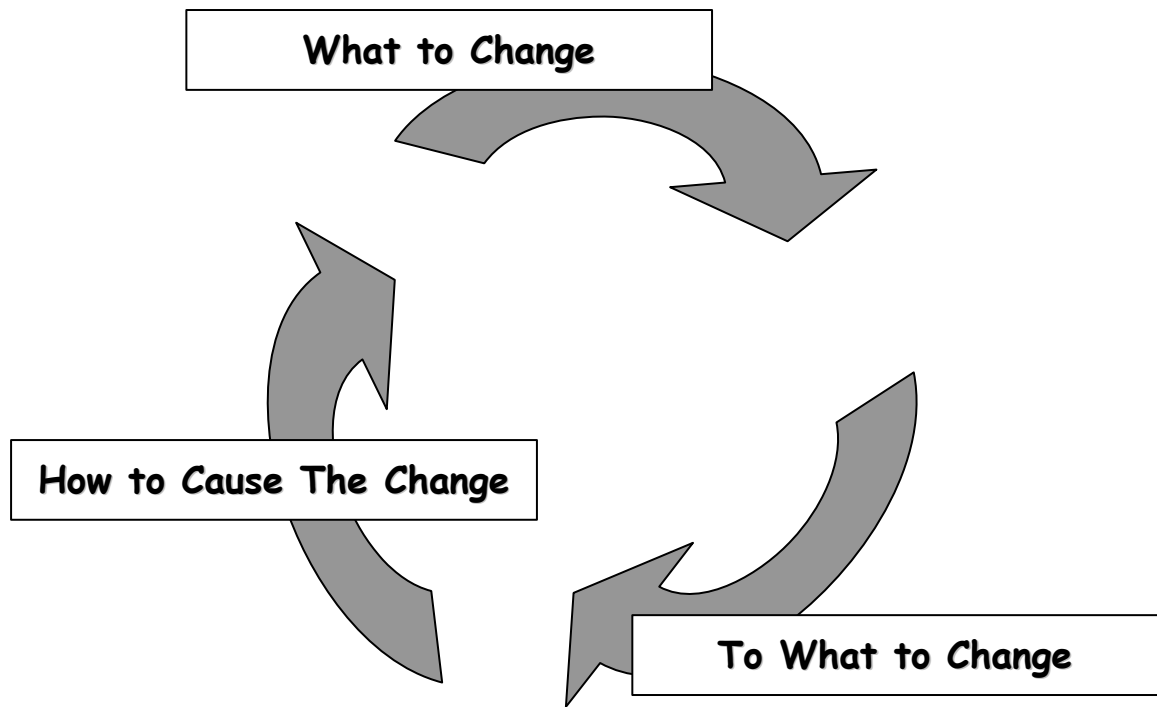


圖 2-2 限制理論 Thinking Process 流程





## 第三章、個案公司現狀介紹與問題分析

### 3.1 個案公司簡介：

本研究的對象為一記憶體晶片專業製造的半導體公司，業務範圍涵蓋動態隨機存取記憶體、快閃記憶體、特殊記憶體及晶圓代工四種。目前個案公司共有三座晶圓廠，分別為一座 8 吋晶圓廠及兩座 12 吋晶圓廠，並計畫興建第三及第四座 12 吋晶圓廠。

隨著晶圓廠的不斷興建與產品組合的複雜度增加，加上希望生產排程計畫的資訊能夠愈趨即時、精準及高透明度，個案公司的生產管理單位原本使用的「粗略產能規劃」(Rough-Cut Capacity Planning; RCCP)型態之 Excel 計算模式，在幾年前便因反應機制過慢及考慮因素過少(只考慮在製品分布狀況與計畫生產週期)，常常無法即時跟上需求端與供給端變化的腳步，使得業務銷售單位及製造單位甚至客戶抱怨連連。因此該單位在經過顧問公司的評估後，決定導入先進規劃與排程(Advanced Planning and Scheduling; APS)系統。生產管理單位希望透過第二章所描述之 APS 系統強調的「同步規劃」、「即時性規劃」、「最佳化規劃」、「運算快速」、「具備系統整合」與「支援決策能力」幾個特性，來幫助該單位能夠快速規劃出滿足客戶需求與最佳化使用企業資源指派的物料需求及生產排程計畫，以面對愈趨嚴格的市場競爭。

### 3.2 個案公司導入 APS 系統前的計畫排程方式：

個案公司的生產管理單位在導入 APS 系統前所使用的計畫排程方式，是所謂的「粗略產能規劃」型態之 Excel 計算模式，該單位會將計算模式依照用途與應用的時間長度，將計算模式分為提供生產計畫使用與提供生產控制使用二種，同時會產生六個月的生產排程計畫(R6 生產排程計畫)與三個月/一個月的生產排程計畫(R3/R1 生產排程計畫)。

#### 一、提供生產計畫使用的計畫排程方式：

提供生產計畫使用的排程計畫方式，其功能就是一般所謂的主生產排程計畫(MPS, Master Production Schedule)，其內容主要為排定各種產品在未來六個月內的晶圓投片及產出計畫(Rolling 6 months，又稱為 R6 生產排程計畫)，此計畫會在每個月的月初(約 5 號以前)經由產銷協調會議(Sales Production Collaboration Meeting; SPC Meeting)決定最後的版本後，由生產管理單位發出給公司其它單位，做為當月其它計畫展開之依據(如銷售計畫或原物料計畫)。

此類型的生產排程計畫在時間軸的設定上是以「月」為單位，而在排定每月之投入與產出計畫時，是先依照市場行銷單位(Marketing)所提供的需求預測計畫(Demand Forecast)以及工業工程單位(Industrial Engineering, IE)所提供的產能限制表(某一類產品製程在某一個單位時間內可允許的晶圓投片量，範例請參見表 3-1)與產能轉換表(投片時某一類產品製程可轉換成另一類產品製程的產能互換比率與可轉換的產能限制關係，範例請參見表 3-2)來排定未來六個月內的晶圓投片計畫。

產能限制表

單位：片晶圓/月

產品組合	七月	八月	九月	十月	十一月	十二月
<b>A1</b>	25,650	25,650	25,650	26,400	26,400	26,400
<b>A2</b>						
<b>B</b>	6,150	6,150	6,150	6,150	6,150	6,150
<b>C1</b>	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400	5,400
<b>C2</b>						
<b>C3</b>						
<b>C4</b>						
<b>Total</b>	<b>37,200</b>	<b>37,200</b>	<b>37,200</b>	<b>37,950</b>	<b>37,950</b>	<b>37,950</b>

表 3-1：產能限制表

產能轉換表： 單位：片晶圓/月

轉換產品	基準產品	轉換係數	可轉換之產能限制
A2	A1	1.3	6000
C2	C1	1.0	1800
C3	C1	1.0	2000
C4	C1	1.2	無

表 3-2：產能轉換表

至於產出計畫的排定則是由二個部份所組成，第一部份是由較短期的 R3/R1 生產排程計畫，根據在製品分佈狀況及計畫生產週期(Planning Cycle Time)推算而得到的未來 2~3 個月的產出計畫(因為半導體的生產週期大致為 2~3 個月)，第二部份是由前面所提的投片計畫加上計畫生產週期而推算出 2~3 個月以後的產出計畫。其邏輯如圖 3-1 所示：

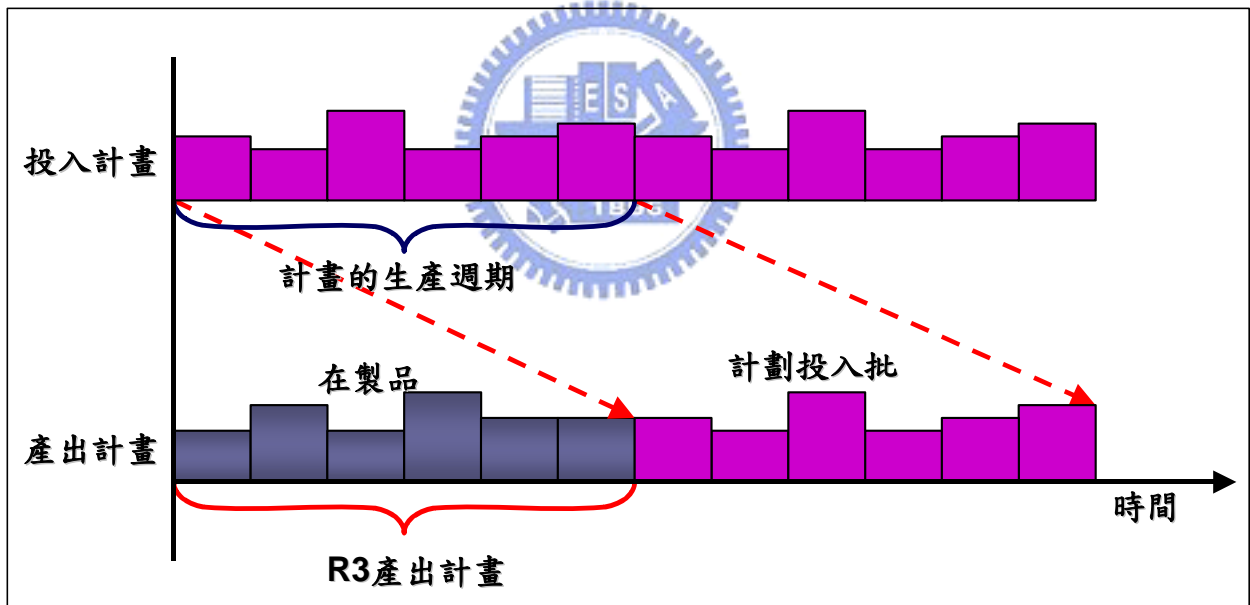


圖 3-1 產出計畫邏輯圖

## 二、提供生產排程控制使用的計畫排程方式：

提供生產控制使用的排程計畫方式，因為投入計畫部份已由 R6 生產排程計畫排定，所以其內容主要是要推估出未來三個月及未來一個月的產出計畫 (Rolling 3/1 months; 又稱為 R3/R1 生產排程計畫)，其排定的方法與 R6 生產排程計畫大同小異，均是使用計畫生產週期來考慮，差異則是在於 R3/R1 生

產排程計畫的內容，大部份是由現場的在製品推算而得，因此還必須考慮在製品在不同製令點之預估產出時間(由每一個產品的計畫生產週期再細分至此產品每一個製令的計畫完成時間，範例請參見表 3-3)。

順序	製令	理論生產週期	累積在製品數量
1	256MDDR_1	95	56,047
2	256MDDR_2	94.9882	55,850
3	256MDDR_3	94.9354	55,850
4	256MDDR_4	94.4717	54,988
5	256MDDR_5	94.3679	54,963
6	256MDDR_6	93.9736	54,938
7	256MDDR_7	93.9651	54,938



順序	製令	理論生產週期	累積在製品數量
661	256MDDR_661	0.4532	92
662	256MDDR_662	0.4001	92
663	256MDDR_663	0.3765	72
664	256MDDR_664	0.0763	47
665	256MDDR_665	0.0678	47
666	256MDDR_666	0.056	24
667	256MDDR_667	0.0442	24

表 3-3：在製品在不同製令點之預估產出時間表

R3 生產排程計畫在時間軸的設定上是以「星期」為單位，其計算模式會依照產品的計畫生產週期的不同而分為二類：

1. 當某一產品的計畫生產週期大於三個月時，在不考慮特殊狀況(如緊急插單、緊急處理批)的情況下，因為未來三個月可產出的部份，均已投入至工廠內成為在製品，所以此產品的產出計畫只需考慮到在製品在每一個工作站的分佈數量與前面所提之在製品在不同製令點之預估產出時間來計算出此產品可能的產出即可。

2. 當產品的計畫生產週期時間小於三個月時，因為除了在製品還必須考慮準備投片的部份，所以必須再加上 R6 生產排程計畫所排定的投片計畫一起考慮。

根據上面所列的方法所計算出的結果，生產管理單位還會根據實際訂單



的需求狀況、現場機台目前的產能負載情況以及在製品的分布狀況等因素，再憑其經驗將不合理的數據做適度的調整。

經過調整後的結果，生產管理單位會發出給製造部做為製造部現場派貨的參考，並且以此與製造部溝通以展開各項行動計畫，另外也會做為新版的R6 生產排程計畫之參考。

而 R1 生產排程計畫由於其產出部份均已經投入至工廠內成為在製品，因此會直接使用第一種方法直接產生，但是其時間軸將是以「天」為單位。

### 3.3 個案公司導入 APS 系統的過程：

如同 3.1 節所介紹的，個案公司是一家記憶體晶片專業製造的半導體公司，而半導體產業在生產製造上則有以下幾個特性：

1. 使用的機台非常昂貴，因此非常注重機台之稼動率(Utilization)與每個機台每日之最大生產量目標(Daily Move Target)。
2. 製程需經過數百個步驟才得以產出，而且生產週期長達數個月，在排程上稍不注意就會造成產出延誤。
3. 製程複雜且有很多的再進入(re-entry)迴圈特性，瓶頸資源負荷如果控制不當，容易造成生產線不均衡的現象。
4. 生產現場狀況複雜，如不同的機台派工原則、不同的機台資源限制等影響生產排程計畫的因素眾多。

上述的特性讓個案公司的生產管理單位，總是被要求在生產排程計畫上必須儘量去模擬生產現場的真實狀況，以便讓生產排程計畫的結果更合理可行；另外，大家也期待能夠透過生產管理單位的生產排程計畫，使工廠產能找到最佳的配置以達到公司的利潤最大化。而這些在生產排程計畫上的要求與複雜度，也是個案公司的生產管理單位最大的痛，茲將其所遭遇到的問題整理如下：

1. 每次排程的時間長達數天，但是來自業務單位的需求變動卻非常頻繁(一週 2~3 次)，使得辛苦做好的生產排程計畫根本還沒去落實，就因為需求變更關係又要重算，根本不知要如何執行所謂的生產排程計畫。
2. 生產排程計畫的計算過程繁瑣，目前使用手工計算(Excel)，也找不到更好的輔助工具可以幫忙，在時間急迫的狀況下，常常都是為了計算而計算，更不用論及計算結果的正確性與可信度。
3. 生產排程計畫需花費許多時間收集資料，同時由於資料的取得並沒有設定固定的規則及取得時間，很多糾紛便常常是因為雙方資料間的不一致而造成各說各話。
4. 由於生產排程計畫只考慮由 IE 所提供的產能限制表，而未考慮在製品流動的相互影響與不同產品製程間的產能相互搭配問題，雖然還有加上經驗的輔助判斷，但是其結果還是常常有問題。
5. 無法掌握現場生產系統的變動狀況(譬如當某一機台當機後，此當機事件對於每種產品的產出變動的影響)，使得生產排程計畫的不確定性過高，經常造成其它單位甚至於客戶的抱怨。
6. 對於生產排程計畫的計算結果與實際執行的差異缺乏完整的應變措施，常常因為要趕生產排程計畫的目標而四處去跟催及協商，但卻是挖東牆補西牆而顧此失彼。

鑒於這些問題，個案公司在導入 APS 系統時，便提出了以下的功能需求，並期待能夠透過 APS 系統的協助以達成這些需求：

2. 同步連接需求端的計畫系統及製造端的生產資料系統，可直接動態試算需求面與供給面的差異，並從而產生各項行動計畫以提升反應速度。
3. 每日動態試算未來六個月可能的投片及出貨狀況，以提供「供給能力能見度」(Supply Visibility)給製造下游及相關單位。
4. 提供未來六個月生產規劃的可能狀況給相關部門以產生各項行動計畫。

5. 提供製造部各種類型的計畫相關資料(如每批在製品的需求日或每日各工作站的產能預估)以幫助其派工排程。
6. 其動態試算功能亦可根據不同狀況提供各種模擬分析以評估合理的生產週期(Cycle Time)、產能配置(Capacity)、晶片移動量(Move)及良率(Yield)等各項目標。
7. 幫助驗證每張訂單的可達交日期以確保訂單交期的可行性。
8. 提供代工客戶每張訂單的在製品狀況及預估產出日期。

另外，經過與顧問公司及個案公司資訊部門多次的討論後，由於 APS 系統有其特殊的資料格式需求，加上其所需要的資料分散於其它系統中(如 ERP、MES)，甚至還有一部分資料是必須由使用者自行維護的。因此，決定先架構一個前端的資料處理系統(DMS, Data Modeling System)來收集以及處理 APS 系統所需的資料，以降低 APS 系統的負擔。而由於 APS 系統本身的使用者介面及系統間資料傳遞介面的功能太過簡單，因此將再架構一個後端的 Web 介面資料整合平台(DIP, Data Integration Platform)，以接收 APS 系統產生的規劃結果，並提供使用者各種分析報表以及其他系統所需的資料，架構如圖 3-1 所示。

經過一番努力後，所有的模式及系統總算順利完成，再經過最後的使用者接受度測試(User Acceptance Test, UAT)，確認各項功能需求均已達到要求後，個案公司的生產管理單位開始展開了 APS 系統的上線前準備工作，並讓 APS 系統與現行的生產排程計畫作業每日一起運作來進行平行測試，同時也預定如果平行測試能夠順利執行一段時間沒有出現錯誤，就可正式讓 APS 系統上線。

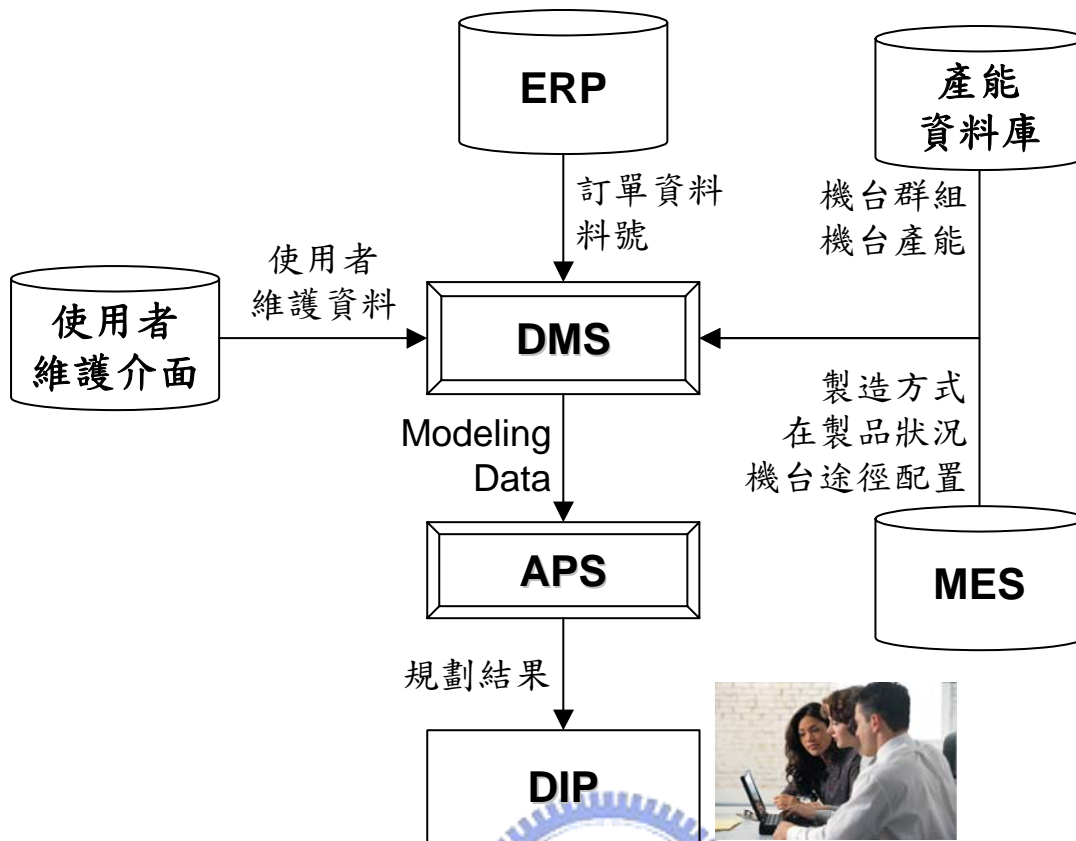


圖 3-2 APS 系統架構圖

### 3.4 個案公司導入 APS 系統後遇到的問題：

在平行測試的階段，個案公司的生產管理單位認為 APS 系統最重要的績效指標，當然就是完成生產排程計畫的時間。而在使用 APS 系統後，果然如同當初的期待一樣，將整個生產排程計畫的規劃週期由數天大幅下降到二個小時。另外像是資料的即時性與同步性、動態試算能力等績效指標也都有明顯的進步。

隨著 APS 系統的逐步穩定，使用者對 APS 系統的熟悉度也大幅提升，在應該是可以準備上線的時候，使用者卻發現 APS 系統本身雖然是順利運行了，但是卻產生了其它以前沒有發現過的問題，經過專案開發人員的訪查後，將其遭遇的問題詳列如下：

1. 作業上比起原本所使用的 Excel 排程還要麻煩，而且還要浪費更多的人力



及時間去維護資料與驗證結果，使用者開始反應此種模式會造成負擔過重而開始抗拒。

2. 由於資料量非常多加上強調即時性與同步性，資料的變動與更新變得非常頻繁，如果一不注意，資料間的整合常常造成不協調的狀況(例如，客戶希望變更產品規格，製造單位為了搶生產週期，已經先更新資料在 MES 的資料庫，但訂單系統卻尚未更新)，反而使得 APS 系統的規劃結果出現誤差，甚至造成使用者之間的衝突發生。
3. APS 系統的設計上還是無法完全反應及模擬現場環境的各種狀況，因此規劃結果的最佳性與可行性依舊引起使用者的懷疑。
4. 對於所謂的模擬分析結果的應用，發現還是無法連接客戶需求(達交率)與製造單位(更大產出及機台使用率)間的共識，二者間依舊衝突不斷。

上述的問題如果不妥善解決，似乎在預告個案公司導入 APS 系統的結果可能會以失敗收場。個案公司開始懷疑 APS 系統本身的功能不夠完整而造成這種狀況。但是，APS 系統本身的功能及所使用的資料已經夠複雜了，再繼續改善及增加功能，真的就能夠解決所遭遇到的問題嗎？

Goldratt 博士所提倡的限制理論告訴我們，一個資訊科技系統是可以發揮其最大效益的，重點在於是否找到其運作規則上的限制並打破限制，而不是努力去增加或加強系統的功能。因此，本研究在探討個案公司在導入 APS 系統所遭遇的問題時，將嘗試不從系統功能不足的方面去分析，而是從其運作規則上的限制加以分析。

### 3.5 個案公司問題分析與架構：

在第二章的文獻探討中已有提及，限制理論的管理思維中，認為任何資訊科技，只有在其可以消除限制時，才會帶來利益。然而在資訊科技尚未導入組織時，組織仍然需要運作，因此組織會發展一套制度、政策，評估模式(限

制理論稱為運作規則)，來幫助我們跟「限制」生活在一起。因此當我們導入資訊科技消除限制，如果忽視運作規則已經改變的事實，那麼資訊科技會為我們帶來什麼利益，就值得懷疑了。所以任何資訊科技的導入，必須尋找新的運作規則並做適當改變，才能得到所要的利益。

也就是說，要編寫出好的資訊系統，關鍵在於以正確的運作規則做為指導方針，但是要找出舊運作規則的不合理之處就已經不容易了，而要找出正確的新運作規則更是難上加難。因此，Goldratt 博士特別在「仍然不足夠」這本書的前言中，說明他對於要編寫出好的資訊系統的想法，他認為如果要讓一個資訊科技系統發揮其最大效益的話，重點在於必須在資訊科技導入前嚴謹地回答下面的六個問題：**【6】**

1. 資訊系統科技的真正威力是什麼？
2. 科技到底減輕了什麼限制？
3. 限制寄生在什麼規則中？
4. 我們現在應該採用什麼規則？
5. 鑑於規則的改變，科技也要做出什麼改變？
6. 怎樣主導這場變革？



Goldratt 博士認為必須嚴謹地回答以上的六個問題，才可以看到資訊科技對一家公司的真正價值所在，也才不會看到滿紙吹捧資訊科技的濫調；如果能將得到的答案應用於資訊科技的開發過程中，也才不會讓資訊科技變成一家公司不得已的投資，甚至轉變成真正可以幫助公司得到更多可衡量的獲利價值，資訊科技也不再需要去強調「系統資料整合」或「提高資料透明度」這種無法衡量的效益。

對於上述的六個問題，我們可以發現問題的順序跟限制理論的思維程序是一模一樣的，前三個問題是探討「要改變什麼？」(What to Change)，問題四和五則是探討「要改變成什麼？」(What to Change to)，最後一個問題則

是探討「如何做改變？」(How to Cause the Change)。另外，由於本研究的  
研究重點是關於生產管理單位使用 APS 系統之運作模式的探討，因此本研究  
將 Goldratt 博士所提出的的六個問題，依照限制理論的思維程序分成三階段  
並重新定義如下，以更符合本研究的使用：

第一階段：要改變什麼？(What to Change)：

1. APS 系統對於生產管理單位來說，其真正威力是什麼？
2. APS 系統減輕了生產管理單位的什麼限制？
3. 生產管理單位的限制又寄生於目前的那種運作規則中？

第二階段：要改變成什麼？(What to Change to)：

4. 要解決限制，我們要採用那種新的運作規則？
5. 鑑於規則的改變，APS 系統也要做出什麼改變？

第三階段：如何做改變？(How to Cause the Change)

6. 怎樣主導這場變革？

本研究將在本章依照第一階段的三個問題，訪談個案公司的生產管理單  
位人員，並且依照訪談的結果來分析，以幫助知道「要改變什麼？」(What to  
Change)階段所要尋找的核心問題。而第二、三階段的探討將在下一章探討。

### 3.5.1 APS 系統對於生產管理單位來說，其真正威力是什麼？

在第二章的文獻探討一文中，本研究已有針對 APS 系統之概念與功能特  
色以及應用架構與規劃技術做過介紹，而對於 APS 系統希望達成的目標可以  
簡單歸納成「優化整條供應鍊」、「縮短完工時間」、「減少庫存」、「更有效地  
運用資源」、「提高準時交貨率」，和「迅速報價以改善客戶服務」等多項指標；  
而同時也了解 APS 系統是一個有效產能排程工具，會細心地規劃及監督產  
能，並且能夠提前告訴你，你將面對什麼問題，令你有足夠的時間採取行動  
矯正。但是這些使用系統術語的說法，我們覺得並不覺得是其真正威力，在

經過與使用者訪談之後，我們認為可以將 APS 系統的真正威力重新歸納成下列三點來描述：

1. APS 系統即時的資料收集及強大的資料儲存功能，可以幫助降低因為所需資訊不足而造成計畫結果偏差的現象。
2. APS 系統可以藉助強大的電腦運算，使其可以在極短的時間內進行大量運算，以幫助縮短完成生產排程計畫的時間，來加速公司的反應機制。
3. APS 系統在計算的邏輯上，可以同時考慮物料供應、產能限制，客戶訂單交期等各種制約條件，並且做出最適當的安排與調整，這可以幫助在複雜的生產排程中做各種可能性的試算，以找到對公司最可行的生產排程計畫。

藉由以上的描述，針對「APS 系統對於生產管理單位來說，其真正威力是什麼？」這個問題，我們已經可以得到答案：

1. 即時的資料收集及強大的資料儲存功能。
2. 快速處理複雜資料的計算能力。
3. 最適當且實際可行(Realistic)的生產排程計畫結果。



### 3.5.2 APS 系統減輕了生產管理單位的什麼限制？

從 3.3 節的生產管理單位所遭遇到的問題，以及在問題一所得到的三個答案，我們可以再針對「APS 系統減輕了生產管理單位的什麼限制？」這個問題一樣得到三個答案：

1. 可以減輕因為生產排程相關資訊不足，而造成計畫結果偏差的限制。
2. 可以減輕因為完成生產排程計畫的時間過久，而造成反應速度過慢的限制。
3. 可以減輕因為生產排程計畫的結果不實際與不適當，而造成執行效率不佳的限制。



### 3.5.3 使用者的限制又寄生於目前的那種運作規則中？

個案公司目前的 APS 系統運作模式請參考圖 3-3：

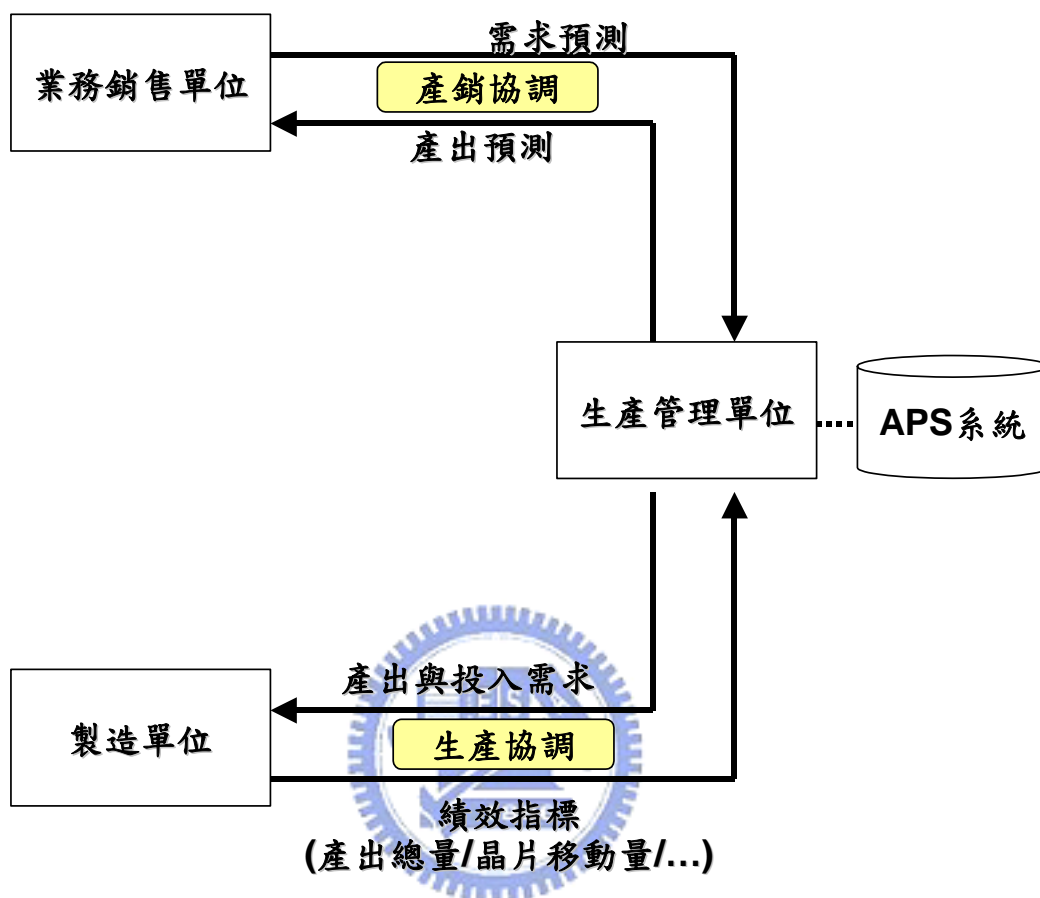


圖 3-3：個案公司目前的 APS 系統運作模式

由圖 3-3 可以看到個案公司目前的 APS 系統運作模式是由業務銷售單位提出需求預測的資料，而生產管理單位則根據需求預測的資料使用 APS 系統做生產排程計畫，然後產生出產出預測的資料給業務銷售單位，以及產出與投入需求的資料給製造單位，並且使用績效指標來跟催製造單位的現場執行狀況。同時，生產管理單位與業務銷售單位之間則是不停地在需求預測以及產出預測進行「產銷協調」；而與製造單位之間則是在產出與投入需求以及績效指標進行「生產協調」。因此，個案公司的 APS 系統運作模式可說是由生產管理單位與業務銷售單位及製造單位合作所連結成的一個企業流程



(Business Process)，並由生產管理單位的 APS 系統負責其中生產排程計畫的計算以及其各種資料的收集與儲存。

另外，由 3.5.2 小節的問題二所得到的答案，我們知道 APS 系統可以減輕生產管理單位「計畫結果偏差」、「反應機制過慢」及「執行效率不佳」等三個限制。因此，本小節將就與生產管理單位最密切的二個單位——「製造單位」與「業務銷售單位」，分別尋找彼此之間因上述的限制所引發的運作規則：

1. 因為生產排程相關資訊不足，而造成計畫結果偏差的限制：

生產管理單位在生產排程相關資訊的收集上，因為所需要的資料分散四處，加上是以人工的方式去收集及儲存資料，因此在人力及時間的限制下，可以收集及儲存的資料自然是有限，但是為了能夠儘快提供生產排程計畫給其他單位使用，也為了可以做為本身生產控制的參考資訊，生產管理單位也只能夠在資訊不足的情況下去產生生產排程計畫，結果當然是常常產生計畫結果偏差，而引起其他單位的不信任。

A. 製造單位：

生產管理單位所使用的「粗略產能規劃」型態之 Excel 計算模式在產能的考量上，因為收集資訊的問題，只能夠考量工業工程單位的產能限制表，而沒有辦法考慮在製品流動的相互影響與不同產品製程間的產能相互搭配問題，雖然還有依靠經驗做輔助判斷，但是其生產排程計畫的結果與製造單位的實際派工排程還是容易出現衝突。而製造單位為了避免這種衝突造成其最重要績效指標——「當月產出總量」無法達成，便會先自行估算出一個自己認為有信心達成的當月產出總量當做內在目標，而後再與生產管理單位協商出一個略小於內在目標的數字，做為生產管理單位的生產排程計畫結果，以確保如果沒有特殊因素的影響(如跳電或地震)，製造單位便可達成生產管理單位要求的產出目標，也可以保護「當月產出總量」這個最重要績效指標。

另外，由於生產管理單位無法掌握現場生產狀況的變動狀況資訊，但是

又為了能夠讓生產排程計畫能夠盡量落實到製造單位的現場派工，「在製品跟催」這份工作在生產管理單位就變得非常重要。每一天，生產管理人員會根據各種訂定的生產控制指標，去檢查需求計畫與在製品分布狀況的差異，以找出產出時程可能超前或落後的產品，然後根據得到的結果產生各種行動指示(如瓶頸機台的产品優先生產順序，瓶頸機台每日的晶片移動量目標)，並發出通知給製造單位要求其派工計畫能夠配合，以避免製造單位生產出不正確的產品組合。而製造單位在面對生產管理單位這些要求時，都會盡量配合這種建議，以達成正確的產品組合來滿足客戶，但是如果時間是在靠近月底時，這種原本是要協助製造單位的建議反而對其是一種負擔，因為在最重要績效指標—「當月產出總量」之要求下，製造單位便無法兼顧這種要求了，結果就是造成產出量雖然達到了，但是產品組合卻出現混亂，有的產品短缺，有的卻是超額生產。

#### B. 業務銷售單位：

而在業務銷售單位的部分，由於其會使用生產管理單位提供的生產排程計畫結果做為其回答客戶的訂單允諾交期之參考，但是在不確定性過高的情形下，業務銷售單位一方面除了會以較保守的數字回答客戶，而為了得到更準確的產出資訊以免造成延誤達交，另一方面也會不停地要求生產管理單位更新其產出預估資訊，以監督其產出狀況。同時，如果發現產出資訊出現問題，也會再從新定義客戶的需求，並與客戶協商後再更新其需求計畫給生產管理單位。但是，這種經常更新需求計畫的後果反而造成生產管理單位的困擾，因為辛苦做好的生產排程計畫可能還未落實到製造單位執行，需求計畫就可能已經改變了，而在常常打亂生產排程計畫的狀況下，整個運作經常是亂成一團，更不用談希望製造單位完全依照生產排程計畫去執行。

還有一個現象就是，因為記憶體產品的價格波動很大，公司的策略是不能夠建立大量的庫存甚至要求能夠零庫存，因此如果生產排程計畫的產出數

量或是產品組合出現問題造成庫存增加，業務銷售單位就只能四處找客戶拉訂單甚至降價求售而造成降低公司獲利的狀況。

## 2. 因為展開生產排程計畫的時間過久，而造成反應速度過慢的限制：

生產管理單位所使用的「粗略產能規劃」型態之 Excel 計算模式雖然已經簡化了很多複雜的過程與資料以提升其計算速度，但是對於生產管理人員而言還是非常繁瑣，整個計算過程還是需要耗費數天的時間。所以當需求端或供給端有變化時，因為生產排程計畫資訊必須要等好幾天才會更新，其他單位在這個過渡期間，會變成不能夠依照舊的生產排程計畫來執行，只好照自己的應變計畫來執行。而當新的生產排程計畫產生後，由於執行上已經有偏差，便會造成沒有足夠的時間來執行行動矯正計畫，甚至只能直接就變化所造成的影響去承受。

### A. 製造單位：

以生產排程計畫中的投片計畫為例，在 3.2 節中有提及，投片計畫的規劃是考慮市場行銷單位所提供的需求預測計畫及工業工程單位所提供的產能限制表與產能轉換表，並由 R6 生產排程計畫來規劃每個月的投片計畫總量，然後由 R3/R1 生產排程計畫承接後，再加以展開成每週甚至到每天的投料計畫量。理論上這樣的方法應該是照著計畫執行就可以了，但是當需求計畫改變時，因為時間的限制，實際投片已經不可能再等待新版的生產排程計畫的指示，結果變成 R6 生產排程計畫只在月初產生一個版本做為參考依據後，真正的投片數量，則是由生產管理單位與製造單位不停互相協商後得出的。

另外，在第一個限制中有提及，製造單位對於產出目標其實是設定的比生產排程計畫的數量更高(內在目標 > 生產目標)，如果投片計畫真的依照生產排程計畫來實施，製造單位根本沒有辦法增加產出以達到其內在目標，因此製造單位也會與生產管理單位協商適度增加投片，以便其可順利達成內在目標。

因此我們可以看到，生產管理單位因為反應速度過慢，只得不停的與製造部協商投片計畫的數字，以避免因為投片計畫產生變化引起產出的混亂，也因為如此，生產管理單位更是仰賴「在製品跟催」這個動作來做更精細的控制，以應付需求端的變化(如緊急訂單)或是供給端的變化(如生產異常或是機台異常)。

#### B. 業務銷售單位：

面對生產管理單位反應速度過慢的問題，因為客戶的需求也是一直在改變，所以業務銷售單位最常見的做法就是，不停地與客戶協商數量與交期，並將改變送給生產管理單位判斷是否可接受，而生產管理單位則是會再根據需求的改變及當時的供給端狀態做分析，不管改變的結果是否可接受，生產管理單位會回應給業務銷售單位一個產出預測，然後業務銷售單位再與客戶協商，不停地執行這個循環，直到實際交貨為止，而生產管理單位給的 R6 生產排程計畫則只是當作執行的參考。

生產管理單位與業務銷售單位二者面對這樣的流程，業務銷售單位變成只好不停地提醒生產管理單位必須重視所提供的產出預測的「準確度」，而雖然生產管理單位也答應會持續提升其預測的準確度來提升達交績效與服務水準，但是生產管理單位也強調其給的生產排程計畫是一種「預測」(Forecast)，而不是一種「承諾」(Commitment)，因此「準確度」不可能太好。另一方面，生產管理單位也是不停地抱怨銷售單位喜歡亂更改需求計畫而造成其執行上的困難度，但是銷售單位卻認為是生產管理單位產出預測的「準確度」有問題而造成的。只是為了能夠順利達成客戶的需求，雙方也就不得不繼續這樣的協商過程。

另一方面由於生產管理單位反應速度過慢的關係，業務銷售單位也常常出現一個現象，就是各銷售人員並不清楚到底生產管理單位是否有依照其要求生產其需求的產品，如果產品很熱門又沒有庫存時，就會造成業務銷售人



員間彼此搶產品出貨的現象，變成有的客戶提早交貨，但是有的客戶卻延遲交貨。而各銷售人員也只好盡量與生產管理單位保持良好的聯繫，以避免搶不到貨的現象。

3. 因為生產排程計畫的結果不實際與不適當，而造成執行效率不佳的限制：

生產管理單位所使用的「粗略產能規劃」型態之 Excel 計算模式所產生的生產排程計畫，在計算的邏輯上，只是很簡單的由產能來驅動投片計畫後，再根據各產品的生產週期時間(Cycle Time)推出產出計畫，但是可以影響排程結果的制約條件非常多(如機台的穩定性，物料供應，客戶訂單交期)，在沒有考慮這些制約因素與做各種可能性試算找最佳解的狀況下，產生的計畫結果當然是不夠實際也不夠適當，其執行效率也會大打折扣。

A. 製造單位：

對於製造單位來說，由於現場在製品的分布以及其流動狀況，根本不可能以簡單的生產週期時間來控制，加上所謂的「瓶頸飄移現象」，對於瓶頸產能的估計也不可能事先就設定，因此目前製造單位的現場派工計畫是由生產現場的自動化系統(Real Time Dispatch, RTD)所負責。其會考慮生產管理單位的需求數量與日期，然後再加上其他相關因素(如機台狀態與負擔，在製品屬性與狀態)去找出每個機台最適合執行的產品。在這種狀況下，製造單位的現場派工並沒有辦法完全照著生產排程計畫執行，但是生產管理單位為了達成需求端的要求，卻會不停透過「在製品跟催」這個動作試著指揮現場的派工排程，其結果可能是現場的派工排程不停的變動，反而造成生產效率不佳的狀況。而製造單位為了避免其效率不佳，因此便會以其必須也達成「當月生產總量」及「晶片移動量」這種效率的指標，反過來與生產管理單位協商，並尋找一個雙方都能接受的妥協解，做為雙方執行的依據。

B. 業務銷售單位：

如前段所言，製造單位的現場派工計畫並沒有完全依照生產排程計畫的



結果執行，但是業務銷售單位卻又是依靠生產排程計畫的結果，來做為其回答客戶的訂單允諾交期之參考，結果是業務銷售單位在與客戶談未來的需求預測，也不敢允諾的太確定，因此需求預測計畫也充滿不確定性，而這種不確定性，因為生產管理單位也是根據這份不確定的需求預測計畫，來執行其整個生產排程計畫以及在製品跟催的動作，反過來卻也造成生產管理單位的困擾，結果變成大家都有一套計畫，卻也都有其不確定性而使得執行效率產生問題，而只好不停地再調整計畫以因為變化。例如當生產管理單位與製造單位一直趕工業務銷售單位宣稱很緊急的產品時，業務銷售單位卻突然在出貨前幾天通知取消訂單或是降低需求量，結果造成生產管理單位與製造單位只好趕快再調整其各項配合計畫，而另一方面，有時候為了達成最大產出量，製造單位又可能生產出一些非需求預測計畫中的產品，業務銷售單位也只好趕緊尋找客戶或是要求客戶提高需求量。

由以上三個限制的分別探討，我們可以看出個案公司面對目前生產排程計畫的「計畫結果偏差」、「反應機制過慢」及「執行效率不佳」之限制時，其所引伸出的運作規則非常簡單，就是由各單位先自行發展出一個局部規則，然後再請其他單位配合，如果無法配合的話就進行協商，來尋找一個妥協解法，但是可以看到的是，無論妥協的解法多麼完美，問題還是繼續在發生，結果就是一個停不下來的惡性循環，不停地發生在每一天。

### 3.6 本章小結：

本章一開始介紹個案公司之背景，並說明其在導入 APS 系統前與導入後的生產排程計畫執行狀況與其所遭遇的問題以及，並嘗試重新由限制理論對於資訊系統的思維重新分析架構其問題。透過本章我們可以了解，由於個案公司內部的各單位在執行生產排程計畫時都重視「局部效益規則」，而導致出現了一個必須不停協商的惡性循環之運作規則，同時也仍然使用這個運作規

則來開發 APS 系統，因此令得其所開發的 APS 系統無法帶來真正的效益。

本研究將在下一章繼續使用限制理論對於資訊系統的思維，並深入探討以嘗試找出個案公司可行的運作規則，進而運用在 APS 系統的開發上。以建立一個可行的 APS 系統運作模式。



## 第四章、新的 APS 系統運作模式的構築

本章將繼續就限制理論對於資訊系統的思維所提出的後面三個問題深入探討，並由限制理論所提供的解決方案去找出個案公司應該採行的新運作規則。同時，也嘗試將新運作規則運用在 APS 系統的開發上，以建立一個可以實際幫助個案公司得到最大效益的 APS 系統運作模式。

### 4.1 要解決限制，我們要採用那種新的運作規則？：

藉由第三章的探討，本研究發現個案公司的生產管理單位在執行生產排程計畫時，無論是與業務銷售單位之間的「產銷協調」，或是與製造單位之間的「生產協調」，都落入了重視「局部效益規則」的運作規則中。為了尋找正確的新運作規則，在經過與個案公司的生產管理單位數次討論之後，認為可以引進限制理論在供應鏈與配銷管理的解決方案來解決「產銷協調」的問題，同時也引進限制理論在生產管理的解決方案來解決「生產協調」的問題。

#### 4.1.1 生產管理單位與業務銷售單位之間的「產銷協調」：

從第三章的現況介紹及問題分析中，可以看到個案公司的供應鏈與配銷管理模式，其實是使用所謂「推(Push)」式供應鏈與配銷管理模式，也就是工廠是根據不可靠的需求預測在生產，而生產管理單位與業務銷售單位雙方則是互相抱怨對方預測的準確度太低，並一直要求對方提高需求預測與產出預測的準確度。這樣的管理模式，造成一個必須不停協商的惡性循環之運作規則，而且問題也沒有獲得徹底的解決，只是一而再、再而三的「妥協」以解決問題。當然，問題都可以透過「妥協」而獲得短暫的解決，但是明顯地，妥協並不能夠讓問題徹底被解決，因此妥協後雙方還是繼續在抱怨。面對著這種不能提供雙贏解的「產銷協調」，代表目前的產銷協調機制一定有問題，必須尋找新的運作模式，因此我們決定重新思考另一個解法——「限制理論在

供應鏈與配銷管理的解決方案」。

另外，限制理論在供應鏈與配銷管理的解決方案指出，供應鏈與配銷系統的限制其實就是「購買貨品的客戶」，而要充分利用系統限制，則是「要在正確的地點、正確的時間，持有正確的存貨」，但是個案公司目前的產銷協調機制卻時常造成無法在正確的地點、正確的時間，持有正確的存貨，而且更因為太過依賴對方的預測，反而讓預測的不確定性造成了更大的傷害。

限制理論在供應鏈與配銷管理的解決方案認為「推(Push)」式供應鏈與配銷管理模式會造成衝突，而且此衝突會隨著供應鏈與配銷管理的複雜度增加而愈形嚴重。正確的供應鏈與配銷管理模式，應該要使用「拉(Pull)」式供應鏈與配銷管理模式，這種管理模式是將庫存放在需求預測準確度最高或者是最有彈性與選擇的地方。其運作上則是要求下游必須儲存足夠庫存涵蓋可靠補貨時間內的需求，而當下游消耗或賣出多少就對上游拉多少貨；另一方面，上游也是儲存足夠庫存涵蓋其可靠補貨期間內的需求，當運送多少給下游，就生產多少，夠了就不生產。這裡指的可靠補貨期間要看運作地點決定，如果是區域倉庫或發貨倉庫只要運輸時間就夠了，如果是工廠則是指產品的生產週期時間。

#### 4.1.1.1 「拉(Pull)」式供應鏈與配銷管理模式：

在與使用者一起討論關於「拉(Pull)」式供應鏈與配銷管理模式的觀念後，首先就是要找出需求預測準確度最高或者是最有彈性與選擇的地方來放庫存。我們知道需求預測的準確度會隨著供應鏈的層級而定，而且愈靠近上游會愈準確。因此為了要得到更準確的需求預測，我們決定將庫存放在工廠的成品庫房以及半成品庫房中，並由生產管理單位統一管理二者的庫存高低。

至於庫存究竟是建立在成品庫房或是半成品庫房，則是由產品層級(Product Hierarchy)來決定，因為個案公司的產品會隨著製造流程而一步一步

確定其產品屬性，譬如晶圓在切割封裝(Assembly)前，是還可以根據客戶的需求而決定其包裝型態要採用那一種(如 TSOP、TSOP-Pb Free、FBGA、UBGA)，但是其 Density(如 128Mb、256Mb、512Mb)或是 Product Type(如 SDR、DDR、DDR2)則是在一開始投片進入晶圓廠時就已經決定，已經無法容許客戶再做改變了。以個案公司為例，可以參考圖 4-1 的範例看到其產品層級可以分為三層，並且各自擁有 3~4 個屬性可以決定，但是後面層級則不可以再回頭修改前面層級所決定的屬性。因此，個案公司除了可以在完成 Final Test 的成品庫房建立庫存以應付客戶的需求外，也可以在 FAB 及 Assembly 的半成品庫房建立庫存，並且依照成品庫房的庫存水準多寡而決定半成品庫房往下游投片的數量以及屬性。

Level	Attribute	Example
1. FAB	Product Type	DDR, DDR2, SDR, Flash
	Density	64Mb, 128Mb, 256Mb, 512Mb
	Technology	0.18um, 0.165um, 0.15um, 0.13um, 0.11um, 0.10um, 0.09um
2. Assembly	Configuration	X04, X08, X16
	Sellable Type	Good Die, Non-probed wafer, Probed wafer, eTT, UTT, FG
	Package	TSOP, TSOP-Pb Free, FBGA, UBGA
3. Final Test	Speed	-3, -4, -5, -6, -7, -8, -10, -75, ... (all)
	Logo	By customer request, No marking
	Packing	T/R, Tray, Barcode T/R
	Grade	OEM, EFG*, PF

圖 4-1 產品層級(Product Hierarchy)範例

譬如成品庫房的某產品其屬性如下：

**(FAB)**            256Mb /DDR /0.13um

**(Assembly)**   X08 /eTT /TSOP

**(Final Test)**   -6 /No marking /Tray /PF

當發現此產品的庫存水準已低於安全水準時，則可以要求 Assembly 的半成品庫房將下列屬性的半成品庫存：



**(FAB)** 256Mb /DDR /0.13um

**(Assembly)** X08 /eTT /TSOP

以 -6 /No marking /Tray /PF 的屬性投入 Final Test 的製程，以避免此產品在成品庫房發生短缺的現象，進而造成客戶拿不到貨；而如果 Assembly 的半成品庫房在投入後，發現該半成品的庫存水準也已降低到安全水準，則同樣要求 FAB 的半成品庫房必須趕緊將下列屬性的半成品庫存：

**(FAB)** 256Mb /DDR /0.13um

以 X08 /eTT /TSOP 的屬性投入 Assembly 的製程；當然，如果 FAB 的半成品庫房如果也發現該半成品的庫存水準也已降低到安全水準，則會要求原物料倉庫投入 256Mb/DDR/ 0.13um 屬性的晶圓準備開始生產。

在決定了正確的庫存地點以克服需求預測的變動後，接下來就是決定庫存的高低，這點可以藉由限制理論所定義的公式—「該產品在不同產品層級之生產週期時間內的預估需求量乘以現場狀況的不確定性」來計算。必須要注意的是這個數量必須要設定正確，以滿足下游補貨的需求，不然會造成下游缺貨的狀況發生。而關於如何設定出正確的庫存數量，我們將在下一小節的緩衝管理中做更詳細的說明。

原本個案公司的成品庫房是由業務銷售單位負責管理，因為個案公司認為業務銷售單位才能掌握客戶需求的最真實預測，因此透過業務銷售單位來管理成品庫房，除了控制出貨的狀況外也才能夠下出最正確的需求預測給工廠。但是客戶需求的變化，其實也不是業務銷售單位可以控制的，在需求預測不可靠的狀況下，業務銷售單位便經常地在修改需求預測，造成生產管理單位如果配合就會影響已經安排好的生產排程計畫，而如果不配合就會造成業務銷售單位的抱怨與不信任，結果整個運作反而是亂成一團。

本小節一開始在探討「拉」式供應鏈與配銷管理模式時，就有提出如果決定將庫存放在工廠的成品庫房以及半成品庫房中，必須由生產管理單位統一管理二者的庫存高低。因此為了貫徹「拉」式供應鏈與配銷管理模式的精

神，在與業務銷售單位及生產管理單位討論後，業務銷售單位決定不再管理成品庫房的庫存高低水準，而改由生產管理單位管理，但是出貨的控制還是由業務銷售單位負責。

但是業務銷售單位如果只憑客戶需求就出貨，由生產管理單位管理成品庫房的庫存高低水準的精神必定會喪失，業務銷售單位與生產管理單位雙方肯定又是互相抱怨，而造成無法執行的情況。為了解決這個問題，經過數次的協商後，雙方決定使用「數量與交期的承諾」(Commitment by Quantity and Due Date)的觀念。這個觀念是由業務銷售單位每週與客戶做最後確認後，根據不同的產品層級，提出其新的需求計畫給生產管理單位，然後再由業務銷售單位與生產管理單位彼此做「數量與交期的承諾」(Commitment by Quantity and Due Date)後，再由業務銷售單位直接答覆客戶數量與交期。而不是像之前的情況，是由兩個單位不停地協商預測的準確度，並造成數量與交期經常地更新，反而造成客戶及製造單位的困擾。而使用產品層級的觀念而非直接使用產品成品來提供需求計畫，在於可以在某個時間區間內保持一定的製造彈性，而保護及縮短當客戶突然改變需求時反應與達交的時間，並藉此提昇對於客戶的服務水準。譬如，只要 Assembly 的半成品庫房尚未投入，只要客戶在 Assembly 層級的需求總量不會傷害到 Assembly 的半成品庫房的安全水準，就可以允許客戶修改像是 Speed 或是 Logo 等屬性的需求，而不用像以前一樣必須再重新規劃需求預測計畫以及生產排程計畫來應變，這樣不僅節省了反應時間，更能降低因為計畫不停修改而造成各說各話的狀況。

但是為了達到這種製造彈性，生產管理單位也必須改變其面對收到需求預測計畫後，便直接做生產排程計畫，卻又不斷抱怨業務銷售單位需求預測不準確，造成其執行困難的觀念，而是只使用其需求預測計畫來規劃其成品庫房及半成品庫房的庫存水準，並且依照「拉」式供應鏈與配銷管理模式的精神，當客戶或是下游製程拉走多少貨，就對上游拉多少貨來補足其安全庫

存水準。

因此新的「產銷協調」機制，就只要業務銷售單位每週提供未來不同層級產品的新需求計畫，再由生產管理單位根據目前成品庫房及半成品庫房的庫存量以及在製品分佈狀況，提供不同層級產品的可允諾出貨量後，雙方檢討需求與可允諾產出量的差異後，共同決定最後給客戶的「數量與交期的承諾」後就可以了。而當客戶出貨的數量與交期也確定時，則可以將資料轉成出貨計畫交給庫房單位直接執行並協助出貨控制，也不會再發生業務銷售人員間彼此搶貨的狀況。為了方便表達，我們將個案公司依據「拉」式供應鏈與配銷管理模式所架構的運作模式及流程建構如圖 4-2 所示，並整理成下面的五個步驟：

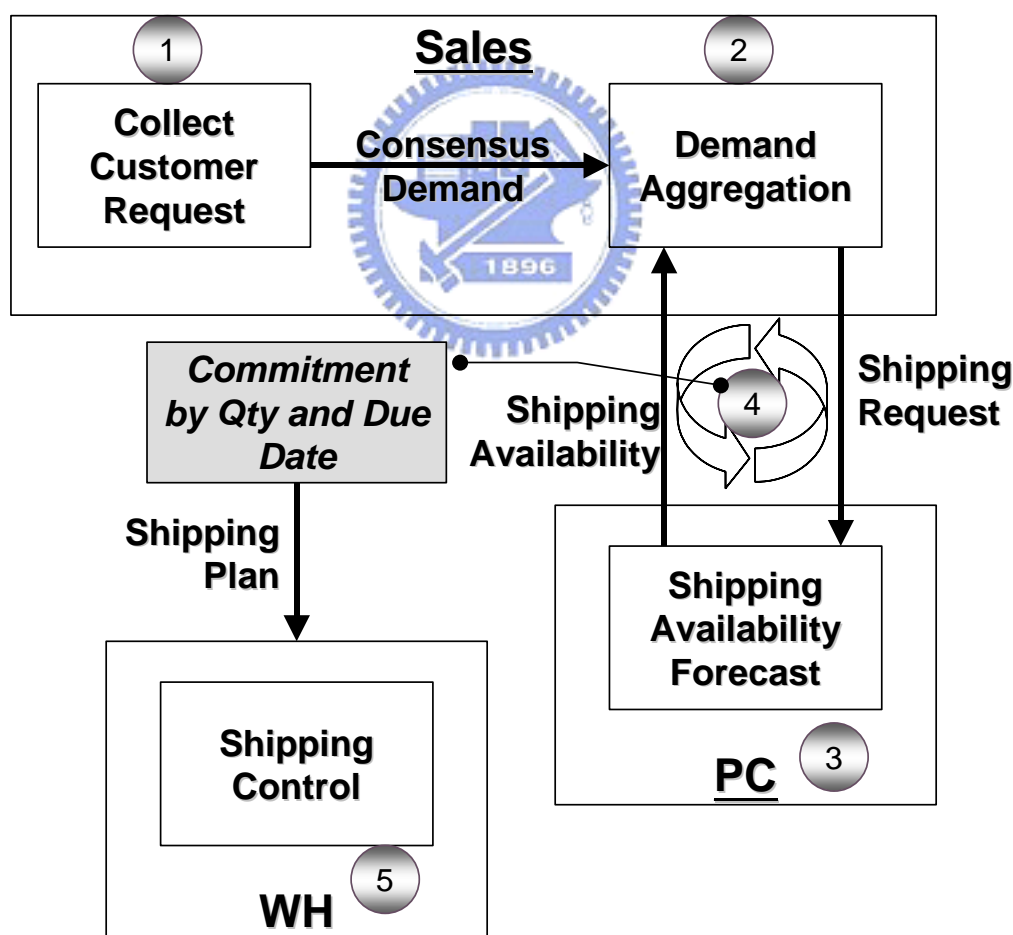


圖 4-2 產銷協調流程圖

Step 1：業務銷售人員每週收集客戶對於不同產品數量及交期的需求(Collect

Customer Request)，並且經由業務銷售會議(Sales Meeting)討論後，產生一版所有業務銷售人員都同意的需求(Consensus Demand)

Step 2：由所有業務銷售人員都同意的需求，將再透過需求整合(Demand Aggregation)的步驟整理成每個產品的出貨需求(Shipping Request)給生產管理單位。

Step 3：生產管理單位在收到每個產品的出貨需求後，就可以根據目前成品庫房及半成品庫房的庫存量以及在製品分佈狀況，加入產能及生產週期的考量後，做出可允諾出貨量的預測(Shipping Availability Forecast)以提供不同層級產品的可允諾出貨量(Shipping Availability)給業務銷售單位。

Step 4：業務銷售單位在收到不同層級產品的可允諾出貨量後，如果可允諾出貨量皆可滿足出貨需求，則可直接確認給客戶的「數量與交期的承諾」(Commitment by Quantity and Due Date)，如果發現有差異，則可以找生產管理單位一起討論決定要修改客戶需求或是改變供給端的條件(如增加產能或是縮短生產週期)來得到給客戶的「數量與交期的承諾」。

Step 5：步驟四所得到的「數量與交期的承諾」則可以轉成出貨計畫給庫房單位直接執行並協助出貨控制(Shipping Control)。

依照這樣的流程，個案公司將可以避免原本使用「推」式供應鏈與配銷管理模式時，業務銷售單位與生產管理單位因為彼此不互信，而各自做自己的計畫來保護自己，並追求局部最佳化的現象。

#### 4.1.1.2 緩衝管理：

透過前一個小節所討論的「拉」式供應鏈與配銷管理模式，可以讓業務銷售單位與生產管理單位透過「數量與交期的承諾」來做為雙方的計畫，



而不會各說各話而產生衝突。但是「莫非」是存在的，因此我們可以知道，在實際執行時會完全依照計畫進行的機率是很低的，因為就算短時間內是按照著計畫執行，也沒有辦法保證未來可以照著計畫執行。為了避免莫非發生時，整個計畫就必須重新調整，而造成執行上的混亂，因此我們考慮使用限制理論在供應鏈與配銷管理解決方案的「緩衝管理」觀念，來協助面對及應付莫非。

限制理論在供應鏈與配銷管理解決方案的「緩衝管理」觀念指出，可以將庫存的數量分成三個區(如圖 4-3)，第一區為行動區，第二區為警戒區，第三區為安全區。在這種「緩衝管理」的觀念設計下，可以看到只有當庫存被消耗到第一區時，下游才需要跟上游要求緊急補貨，而在第二區或第三區時，則不用採取行動；也就是只有莫非的發生會影響到第一區時才需要採取行動，而只有連第一區的庫存都不夠應付莫非的發生時，我們才需要更改計畫。



圖 4-3 緩衝區示意圖

供應鏈與配銷管理的緩衝管理有三個主要目的—保護產出、降低庫存與降低營運費用。如果要保護產出，我們就必須準備足夠的庫存，能夠涵蓋上游補貨時間內，下游最大的消耗量。另外要降低庫存與營運費用，則必須隨



著需求的狀況去管理庫存的大小。但是庫存要準備多少才是正確的？太少會無法保護產出同時也會造成計畫經常被修改，太多則增加了庫存與營運費用，造成了公司的獲利損失。針對這個問題，限制理論認為，假如我們定期做緩衝控管，正確的選擇緩衝大小其實並不是那麼重要。因為我們只要觀看庫存被消耗的狀態，就可以發現緩衝定得是否合理。譬如，庫存如果常常被消耗到第二區的底部甚至第一區，就是緩衝太小的警訊；但如果庫存常常連第一區都消耗不到，則可能要降低緩衝。經過多次反覆的調整後，正確的緩衝大小即可獲得。而藉由這種方法，生產管理單位就不用一直要求業務銷售單位確保其需求計畫的正確性，只需要產品的需求趨勢，然後隨著需求趨勢調整庫房及半成品庫房的緩衝數量即可。

透過前述「緩衝管理」的觀念，個案公司的業務銷售單位與生產管理單位在考慮必須加上半成品庫房以及產品層級的控制後，決定藉由圖 4-4 的觀念來執行產銷之間的「緩衝管理」。透過圖 4-4 的觀念，生產管理單位會根據承諾給客戶的數量與交期之出貨累積量，做為其未來庫存加產出的總量必須達到的最低需求(Commitment to Customer)，然後再依照想要設定的緩衝大小，找出行動區、警戒區與安全區等三個緩衝區來決定三個區的大小(以累積量計算)，然後根據前一小節所提的方法(產銷協調流程步驟三)產生可允諾出貨量的預測(Shipping Availability Forecast)後，而繪製成圖 4-4 一樣的控制圖。如果需求趨勢沒有改變(也就是緩衝大小不用改變)，生產管理單位只要觀察可允諾出貨量的預測這條線的狀況，並且觀察問題是出現在那一區段，便可以知道應該如何控制各個區段(FAB/Assembly/Final Test)的產出速度應該加速或是減緩。

例如，生產管理單位觀察到 Assembly 層次在某一段時間的可允諾出貨量的預測已經進入行動區，這代表可能是 Assembly 半成品庫房的庫存或是製程中的在製品的數量有短缺，生產管理單位必須開始提升 Assembly 製程的產

出速度甚至可以要求 FAB 製程可以提前產出給 Assembly，不然當莫非發生時，就會有比較大的機率會造成無法達交給客戶。

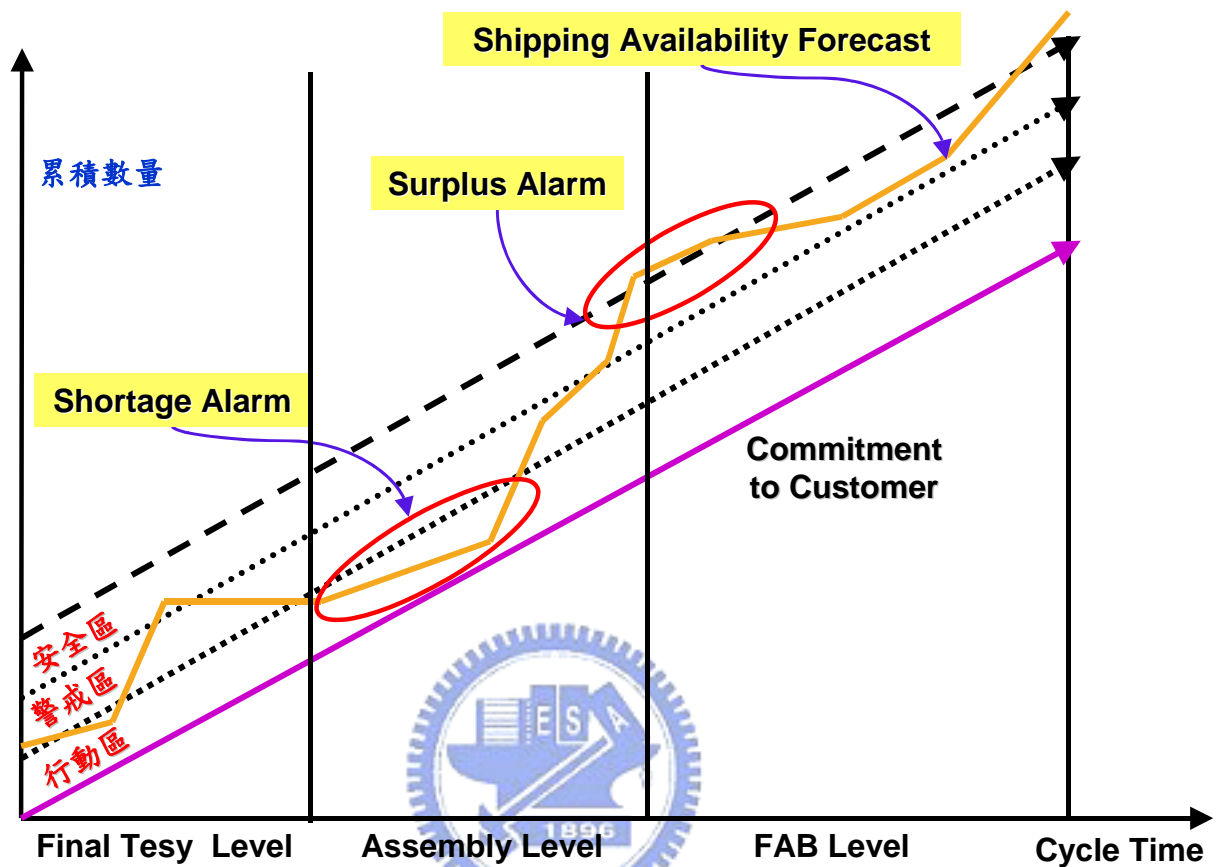


圖 4-4 個案公司產銷協調的緩衝管理示意圖

#### 4.1.1.3 績效指標評量的設定：

最後在績效指標評量的部分，業務銷售單位與生產管理單位將使用限制理論的績效指標評估方式—「有效產出-元-天」(Throughput Dollar Days; TDD)，與「存貨-元-天」(Inventory Dollar Days; IDD)，並努力達成零的「有效產出-元-天」與最低的「存貨-元-天」績效指標。

#### 4.1.2 生產管理單位與製造單位之間的「生產協調」：

從第三章的問題分析中，可以觀察到個案公司的生產管理單位與製造單位，為了能夠達成各自的績效指標(如生產管理單位的訂單達交率及最短生產

週期時間或是製造單位的產出量及晶片移動量最大化)，因此雙方無論是在投片計畫、產出計畫或者在製品控制上都有各自的計劃與執行方式以確保其績效指標的達成。但是，這些績效指標可能是互相衝突的，所以兩個單位也是透過不停的協商來「妥協」問題的發生及雙方績效指標的達成。而這種重視局部績效的思維，像是期末症候群(期初重視效率，但是當期末產品必須出貨時，交期就又變得比效率重要)這種衝突現象就會不斷發生。

#### 4.1.2.1 改變績效指標評量：

限制理論指出，組織不良的效應是因為錯誤的政策，績效與制度造成的，也就是組織裡有怎樣的績效指標，管理者就會產生什麼樣的行為，如果組織訂定的績效指標是錯誤的，也不要怪管理者會有不理性的行為。很明顯的，個案公司在生產管理這部分，原本所訂定的績效指標大部分都是以效率做為衡量指標，但在限制理論的觀念中，認為追求效率反而會引發更多的不良效應而傷害到有效產出。這裡指的有效產出，可以定義為「在正確的時間生產出正確的產品」。

本研究建議個案公司的生產管理單位與製造單位應該要放棄原本以效率為主的績效指標，而改用限制理論的績效指標評估方式—「有效產出-元-天」(Throughput Dollar Days; TDD)為主要績效指標，這樣可以確保大訂單一定能準時出貨，因為不出貨它的TDD將會很高，另外也不會讓已經延誤的訂單繼續擱置，因為繼續擱置將會累積TDD，換言之，可以確保「該做的很好的一定做的很好」。另外，也可以使用「存貨-元-天」(Inventory Dollar Days; IDD)的績效指標，以避免「不該做的很好的卻做的很好」的狀態。透過採用這二個績效指標可以改變管理者追求效率的思維，因為追求效率並沒有辦法讓這二個績效指標變好，而生產管理單位與製造單位之間的生產協調，也可以不再只是就各自的局部效益規則互相退讓妥協，而是尋求一個「提高有效產出」

的雙贏解。

#### 4.1.2.2 鼓—緩衝—繩 (Drum-Buffer-Rope; DBR)：

在改變了績效評估方式後，我們還需要一套方法來協助達到最好的績效。限制理論建議必須做好瓶頸管理，因為瓶頸會決定工廠的產出大小，所以從瓶頸狀態便可確保和評估整個工廠的產出來檢視 TDD 的績效指標；而其它非瓶頸資源只要用來支援瓶頸，使瓶頸有足夠的原料持續加工，但是非瓶頸也不能有太高的存貨以讓 IDD 降到最小。這套規劃與管理瓶頸的解決方案，限制理論稱之為「鼓—緩衝—繩」(Drum-Buffer-Rope; DBR)。

所謂的「鼓」(Drum)可以定義為瓶頸生產的排程，也就是工廠生產的節奏。「緩衝」(Buffer)則為避免瓶頸受到莫非效應的影響而做的預防，緩衝可以分為「瓶頸緩衝(Bottleneck Buffer)」及「出貨緩衝(Shipping Buffer)」；瓶頸緩衝是指為了使瓶頸不會閒置，能夠依照排程的節奏生產而提前把工作發出的時間差；而交期緩衝(出貨緩衝)則是保護工單的交期而設的，確保工單離開瓶頸後，能夠準時在交期日前，完成瓶頸後所需的加工作業。另外「繩」(Rope)則是指依照瓶頸的步調去做投料，即使非瓶頸閒置也沒關係。

而在「鼓—緩衝—繩」的觀念之下，只要將瓶頸定義出來，並且依照瓶頸去排程，然後加入足夠的瓶頸緩衝以保護瓶頸並讓瓶頸發揮最大的效益，最後依照瓶頸的步調去做投片計畫就可以了。至於非瓶頸的生產排程則是要充分配合瓶頸排程，這裡講的充分配合有兩個意義，一個是決定緩衝大小，然後根據瓶頸排程及緩衝大小推算投片時間，並依此時間投片，不早投也不晚投。另外一個是，所有非瓶頸遵循「快腿嗶嗶鳥路跑者」(Road Runner)工作行為，有事做儘快做，沒事做就待著不要找事做。因此個案公司的生產排程計畫就變成只要找出瓶頸並且優化及控制瓶頸的產出做為工廠的產出計畫(Drum Schedule)，然後確認並同步產出需求與瓶頸產能二者的資訊做為工



廠的投片計畫(Rope Schedule)，最後將瓶頸緩衝(Bottleneck Buffer)以及出貨緩衝(Shipping Buffer)加到正確的位置以保護瓶頸及出貨的交期，然後做好緩衝管理(Buffer Management)就可以了。

藉由「鼓—緩衝—繩」的導入，因為生產排程計畫已經聚焦於瓶頸並幫瓶頸加上緩衝的保護，整個工廠的產出其實就是瓶頸的產出，只要充分利用瓶頸，是不會有之前製造單位所擔憂的內、外產出目標的差異。因為所謂產出目標的差異，其實只是我們是否要預留備用產能來應付緊急訂單的一種決策而已，也就是如果承認緊急訂單是一種必須存在的現象，為了不讓生產排程計畫經常改動而造成現場運作亂成一團，在做生產排程計畫時，就不能將瓶頸的產能全部用光，必須在瓶頸上預留足夠的備用產能，讓緊急訂單出現時變成只是加進計畫中而已，投片計畫與瓶頸工作必須按照原來的時程。而當生產管理單位與製造單位間對於產出目標的設定只是互相協調要留多少備用產能給瓶頸時，可以看到原本產出目標間兩個單位要不停互相妥協的惡性循環已經不存在了。

在解決產出目標的惡性循環後，投片計畫不停互相妥協的惡性循環也一樣可以透過「鼓—緩衝—繩」獲得解決，因為當需求計畫變更時，只要看有沒有足夠的備用產能就可以知道可不可接受這個改變，而不需要像之前又要重新計算一次生產排程計畫來決定新的投片計畫，不僅要花費很多人力與時間，其實最後也不一定是照著新的投片計畫執行。因此，當瓶頸的備用產能可以接受這個需求變更，只要決定瓶頸執行這個需求的時程後，直接依照需求的日期減去瓶頸緩衝所需的時間便可得到必須再投片的時程，最後將這個時程加入原本的投片計畫便可得到新的投片計畫。而如果需求變更已經超過備用產能所能承受的範圍，就只能請業務銷售單位改變需求的交期或是再想辦法節省瓶頸產能(如併批生產)或增加瓶頸產能(如尋找其它工廠的支援)。

我們將上述對於「鼓—緩衝—繩」執行的觀念整理成如圖 4-5：

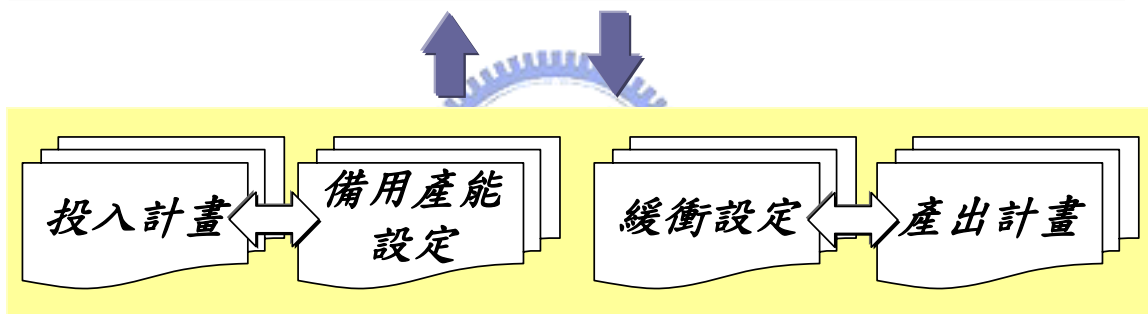


圖 4-5：鼓—緩衝—繩 (Drum-Buffer-Rope; DBR)執行觀念圖

#### 4.1.2.3 以「緩衝管理」解決「在製品跟催」的衝突：

藉由前一小節的探討，可以看到「鼓—緩衝—繩」可以幫助產生一個很好的生產排程計畫，並且打破了原本產出計畫與投片計畫的衝突。但是實際情況會完全依照計畫進行的機率是很低的，因為莫非是必定存在的。而應付及面對莫非的方法，限制理論建議將計畫系統與執行系統分開看待，也就是給「鼓—緩衝—繩」這個計畫系統補充一個執行系統，以避免因為莫非的出現而造成計畫經常被改動，整個計畫反而變得不實際無法執行。而這個執行系統，限制理論稱之為「緩衝管理」。

生產管理單位目前的「在製品跟催」就是屬於生產管理單位執行控管的

最重要部分。在製品跟催的衝突已經在第三章說明過，為了打破這個衝突，本研究建議生產管理單位應該使用「緩衝管理」機制來取代原本使用於在製品跟催的方法。

生產管理單位可以根據瓶頸的設定、既有的排程以及主要工作站的回饋訊息來計算緩衝的狀況，並透過資訊的分享，讓每個單位都知道緩衝的狀況是處於安全區、警告區還是行動區，以決定每個單位的行為之優先次序。透過「緩衝管理」機制，生產管理單位不用再辛苦地根據不同的生產控制指標找各種差異，並且不停地發出行動指示給各單位，讓各單位應接不暇，最後反而變成無法執行。譬如製造部在決定非瓶頸的生產優先次序時，只要看看緩衝的狀況就可以決定(行動區 > 警告區 > 安全區)；同樣的，什麼時候該跟催？只有緩衝的狀況出現在行動區時才採取跟催行動，而不用沒事做找事做。而工程部設定機台維修的優先順序，當然瓶頸機台是最優先，而非瓶頸機台則只要看那台機台正在做的工作是處於緩衝的那個狀況就可以決定(行動區 > 警告區 > 安全區)。其執行的示意圖如圖 4-6 所示：

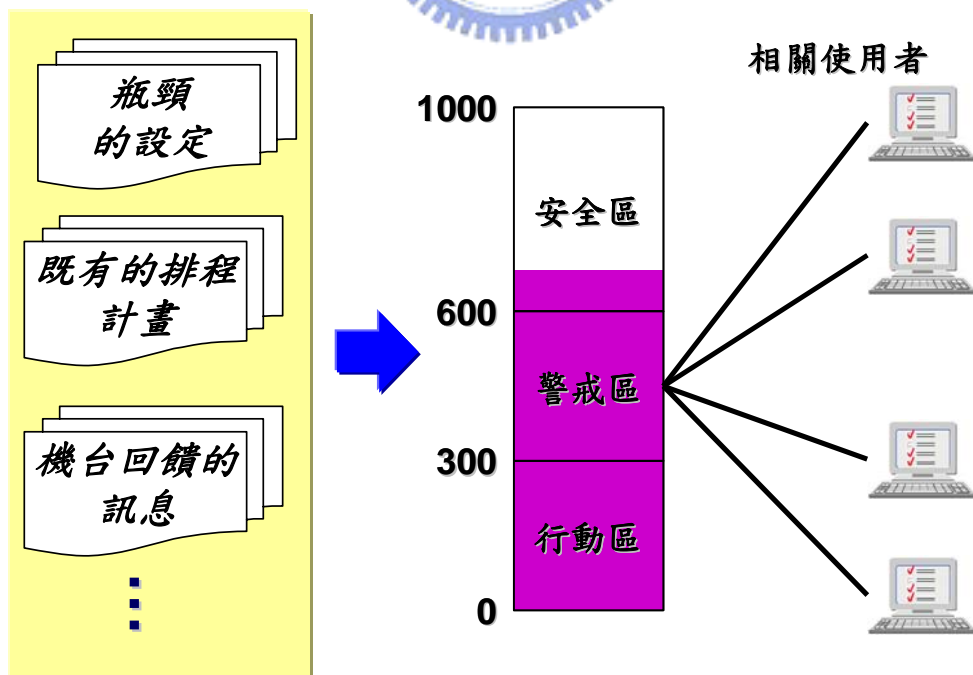


圖 4-6：以「緩衝管理」解決「在製品跟催」的衝突執行示意圖

因此新的「生產協調」的機制，重點是要先停止救火的行動，回歸到核心問題—不要再被「效率」或「局部最佳」的績效指標所左右，然後接受瓶頸管理的思維，使用「鼓—緩衝—繩」的觀念做生產排程計畫，最後則以「緩衝管理」機制做為執行動態控管的工具。生產管理單位與製造單位只要充分地利用瓶頸，然後改變工作倫理並且做好緩衝管理，就可以達到最好的「雙贏解」，而不用再陷入不停互相協商的惡性循環中。

## 4.2 鑑於規則的改變，APS 系統也要做出什麼改變？：

藉由 4.1 節的探討，可以知道個案公司在新的運作規則底下，APS 系統其實並不需要有那麼多的功能需求(如動態試算需求面與供給面的差異或是提供供給能力能見度)。但是，由於半導體的製程複雜，我們還是可以善用 APS 系統的三個真正威力，協助生產管理單位「即時收集及儲存」大量的資料，並提供「快速」而且「最適當與實際可行」的方法來為瓶頸排程。

首先，在「找出瓶頸」的部分，由於半導體的製程複雜且有很多的再進入迴圈的製程特性，加上個案公司複雜的產品組合，要確實找出未來幾個月內的瓶頸並不是一件容易的事。但是如果決定錯瓶頸，那就會聚焦錯誤，造成整個生產排程計畫的錯亂，因此找出真正的瓶頸是個案公司生產排程計畫的一大重點。而面對這種需求，我們可以善用 APS 系統的「快速計算」的威力來幫助尋找瓶頸。因為 APS 系統不需要好幾天，只需要二個小時就可以根據不同的條件而產生一版新的生產排程計畫，這樣就可以每天比較 APS 系統所找到的瓶頸的與每天製造現場的認知是否一樣，如果發現不一樣，則要檢查相關數據並調整 APS 系統也可以得出同一個結論。而只要發現結論是相同的，則可以知道 APS 系統所提供的未來瓶頸之預測已經有相當的可信度，我們便可以直接採用。

另外，為了提昇檢查相關數據及調整 APS 系統結果的速度，無論是要檢



查庫存數量與在製品狀況或者是更新製程產能資料，透過 APS 系統的「即時收集及儲存大量的資料」這個威力的協助都可以輕鬆達成。

最後，關於「優化及控制瓶頸的產出做為工廠的產出計畫，然後確認並同步產出需求與瓶頸產能二者的資訊做為工廠的投片計畫」這一連串的動作，透過 APS 系統的「最適當且實際可行(Realistic)的生產排程計畫結果」這個威力的協助，也可以輕鬆達成。

另外，個案公司原本的 APS 系統在面對新的運作規則時，我們認為還欠缺了一些功能。首先是沒有考慮到供應鏈與配銷管理的內容，因此必須要加入一個「需求與訂單管理系統」來滿足我們在 4.1.1 節所提到的「需求收集與整合」、「數量與交期的承諾」與「出貨控制」的功能需求(「可允諾出貨量的預測」部分則可以由目前 APS 系統所排出的生產排程計畫來提供，前提是要先確認瓶頸是正確的)。其次，無論是供應鏈與配銷管理部分或者是生產管理部分，「緩衝管理」功能也是必須加入的，因此產銷協調與生產協調兩者各需要一個「緩衝管理系統」。最後也是最重要的，就是個案公司需要一個涵蓋業務銷售單位、庫房單位、生產管理單位與製造單位的「績效指標衡量系統」，來幫助計算與控制 TDD 與 IDD，並幫助個案公司的各個單位一起對公司整體做貢獻。我們將個案公司新的 APS 系統運作模式構築繪製如圖 4-5 所示：

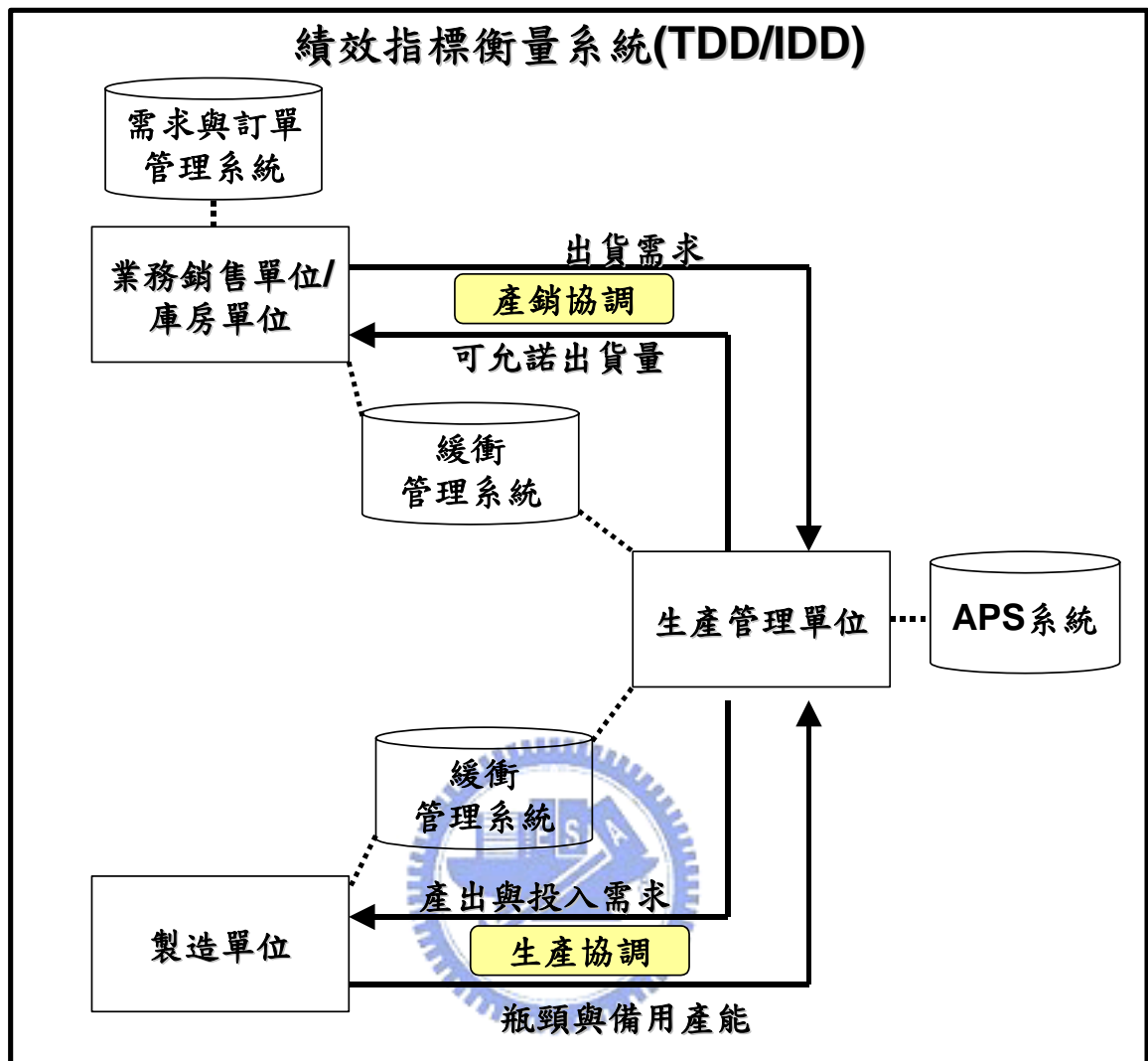


圖 4-7：個案公司新的 APS 系統運作模式

### 4.3 怎樣主導這場變革？：

從前面的探討中，可以知道導入一個像是 APS 系統這種新科技並不簡單，因為 APS 系統本身的功能架設只不過是整個挑戰中最小的部分而已。要讓 APS 系統得到效益，必須同時改變運作規則與績效指標—那些早已融入我們行事方法和企業文化中的運作規則與績效指標。而改變運作規則與績效指標是決定系統成功的關鍵。

對於資訊科技人員來說，要做出如圖 4-5 的 APS 系統結構並不是難事，但是要改變使用者單位的運作規則與績效指標卻是力有未逮，所以重點不是

軟體的功能，關鍵應該是在於使用者的思維。使用者必須自己認知到，要成功，就必須解決他們最大的制約因素，而個案公司的最大制約因素就是我們在 3.6 節所得到的結論——「重視局部效益」。

但是要找出錯誤的運作規則已經不容易，而要找出正確的新運作規則更是困難，而限制理論的思維程序和有效產出、投資與營運費用的評估方式，加上產出觀的五個管理專注步驟，可以讓使用者非常容易地做到。因此，本研究建議個案公司必須先接受限制理論的教育訓練以尋求共識，才能採取行動。因為限制理論的概念雖然很基本，就如常識一般，但就因為非常基本，因此在執行上就很容易出現落差。透過教育訓練可以建立大家共同的語言與觀念，因為只要有一個成員不願改變行為，整個成效就會大打折扣。如果將限制理論與 APS 系統結合在一起，讓每個環節的運作都能發揮整體的綜效，不再只注重局部效益，才能讓 APS 系統真正為個案公司帶來真正的效益。



## 第五章、結論與未來研究方向

### 5.1 結論：

先進規劃排程(APS)系統在這十年來，是一個很熱門的話題，但是隨著時代潮流，試圖導入 APS 系統的公司，在公司所賺的錢中，有多少是真真正正由於導入了 APS 系統而帶來的呢？與導入 APS 系統的花費到底成不成一個合理的比例？我們很少看到有 APS 系統軟體供應商可以提出這種例子的實證。軟體供應商所強調的不外乎是「快速計算」、「最佳化」、「系統整合」或是「增加需求端與供給端的資訊透明度」等無法衡量的效益。

但是 APS 系統真的無法為公司帶來效益嗎？限制理論在資訊科技的思維指出，原因不是 APS 系統本身的問題，真正的原因應該是我們忽視了什麼？因此我們在第三章藉由限制理論在資訊科技的思維整理出下列六個問題來幫助我們尋找答案：

第一階段：要改變什麼？(What to Change)：

4. APS 系統對於生產管理單位來說，其真正威力是什麼？
5. APS 系統減輕了生產管理單位的什麼限制？
6. 生產管理單位的限制又寄生於目前的那種運作規則中？

第二階段：要改變成什麼？(What to Change to)：

6. 要解決限制，我們要採用那種新的運作規則？
7. 鑑於規則的改變，APS 系統也要做出什麼改變？

第三階段：如何做改變？(How to Cause the Change)

1. 怎樣主導這場變革？

根據問題的分析與探討，我們知道 APS 系統的真正威力其實是下列三點：

4. 即時的資料收集及強大的資料儲存功能。
5. 快速處理複雜資料的計算能力。
6. 最適當且實際可行(Realistic)的生產排程計畫結果。



而這三個威力則可以減輕下列三個限制：

4. 計畫結果偏差的限制。
5. 反應速度過慢的限制。
6. 執行效率不佳的限制。

最後藉由上述三個限制所寄生的運作規則之探討，也了解個案公司內部的各單位因為這些限制的存在，所以在執行生產排程計畫時只得重視「局部效益規則」，而為了達成這些「局部效益規則」的績效指標，導致出現了一個必須不停協商的惡性循環之運作規則。而個案公司在導入 APS 系統時，卻不知道 APS 系統正是要幫助減輕這些限制，仍然使用原本的運作規則來開發 APS 系統，因此才會使個案公司所開發的 APS 系統無法帶來真正的效益。

然後本研究在第四章透過引進限制理論在供應鏈與配銷管理的解決方案，來解決個案公司業務銷售單位與生產管理單位之間「產銷協調」的問題；同時也引進限制理論在生產管理的解決方案，來解決個案公司生產管理單位與製造單位之間「生產協調」的問題。而藉由限制理論的解決方案，本研究幫個案公司建立了一套新的運作規則，並產生一個新的 APS 系統運作模式。

最後本研究建議個案公司必須儘快針對限制理論展開教育訓練以達成共識，讓限制理論與 APS 系統能夠結合在一起，來為個案公司帶來效益。

總而言之，本研究以限制理論在資訊科技的思維，在面對個案公司導入 APS 系統時所遭遇到的問題，嘗試不從系統功能不足的方面去分析，而是分析其運作規則上的限制，進而打破限制，建立一個可行的 APS 系統系統運作模式，而且是對使用者與資訊科技人員都能雙贏的運作模式，而這個雙贏的運作模式可以保證 APS 系統發揮其最大效益。

## 5.2 未來研究方向：

本研究之主要研究主題為根據 APS 系統去架構其可性的運作模式。但

是，目前許多公司的其他 IT 系統依然落入類似個案公司 APS 系統的衝突。限制理論認為如果 IT 部門可以執行價值導向的系統(系統化的去執行快速與顯著利潤的改善方法)來取悅客戶，同時因為是以價值導向為主軸，可以避免複雜軟體系統開發的負擔。這樣的解決方案，可以打破 IT 部門所面對的衝突。

因此本研究期待後續研究者，能以限制理論在資訊科技的思維的六個問題為出發點，加上以本研究的探討為參考，去尋找其他系統的可行運作模式，並能夠構思出一個價值導向的 IT 系統運作方式。



## 參考文獻

- 【1】 Eliyahu M. Goldratt, “Theory Of Constraint”, North River Press, Corton-On-Hudson, NY, 1990
- 【2】 Eliyahu M. Goldratt ,“The Goal”, North River Press, 1992
- 【3】 Blackstone, J. H., 2001, “Theory of Constraints-A Status Report,” International Journal of Production Research, 39, 6, 1053-1080.
- 【4】 李榮貴、張盛鴻，「TOC 限制理論」，中國生產力中心，民國 94 年
- 【5】 吳鴻輝、李榮貴，「限制驅導式現場排程與管理技術」，全華書局，民國 88 年
- 【6】 高德拉特(Eliyahu M. Goldratt)、斯拉根海默(Eli Schragenheim)、柏德克(Carol A. Ptak)著，羅嘉穎譯，羅鎮坤審訂，「仍然不足夠」，天下遠見，民國 93 年
- 【7】 蔡與哲，「運用先進規劃排程之概念建立多廠生產的資源分配與生產規劃模式」，國立臺灣大學商學研究所，1999
- 【8】 柯道庚，「限制理論在市場與行銷的應用 - 以半導體前段製程設備業為例」國立交通大學工業工程與管理系，2001
- 【9】 李榮貴，「問題分析與決策上課講義」，國立交通大學工業工程與管理學系問題分析與決策課程，2000
- 【10】 李榮貴，「高等生產管理上課講義」，國立交通大學工業工程與管理學系高等生產管理課程，2001