

國立交通大學

管理學院(管理科學學程)碩士班

碩士論文

訂單生產策略下氧化銦錫導電玻璃產業之良率預
測研究

A research of yield forecast of ITO glass industry in MTO
(Make to Order) manufacturing model.

研究生：沙俊明

指導教授：蔡璧徽 教授

中華民國九十七年六月

訂單生產策略下氧化銦錫導電玻璃產業之良率預測研究

A research of yield forecast of ITO glass industry in MTO
(Make to Order) manufacturing model.

研究生：沙俊明

Student : Chun-Ming Sha

指導教授：蔡璧徽 教授

Advisor : Bi-Huei Tsai

國立交通大學

管理學院(管理科學學程)碩士班



Submitted to Department of Management Science

College of Management

National Chiao Tung University

in partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master Program

in Management Science

June 2008

Hsinchu, Taiwan, Republic of China

中華民國九十七年六月

中文摘要

由於蘋果 (Apple) iPhone 在技術端的突破，使得觸控面板成了科技產業近來備受關注的新題材。觸控式面板上游材料所需要的「透明導電薄膜」(ITO Film) 幾乎都掌握在日商手中，這部分的技術與專利，台灣業者無法打入市場，只有在「氧化銦錫(ITO)導電玻璃」的製造有極大的機會與經驗。本研究將以觸控面板產業的上游零件氧化銦錫導電玻璃產業做為研究對象，透過建立有效率的良率預測模式，來改善生產規劃的方法，更準確地回應生產和市場需求的變化。生產規劃的重要活動之一便是良率預測，經由有效準確的預測，方可進行如主生產排程 (Master Production Planning; MPS) 與物料需求規劃 (Material Requirement Planning; MRP) 等細部之計畫與控制。

時間序列的預測模式基本上可分為兩種型態：定性方法 (qualitative methods) 與定量方法 (quantitative methods)。本研究使用時間序列的定量方法做為本研究的研究方法，選擇常用預測模式中的移動平均法、指數平滑法及趨勢分析法針對個案公司的歷史良率資料進行資料計算，並得到三種結果，輔以誤差評估公式之平均絕對標準差 (Mean Absolute Deviation; MAD) 及平均絕對百分誤差 (Mean Absolute Percent Error; MAPE) 來評估使用三種預測模式及目前所使用的固定良率法，來比較何者有較優之預測能力。

分析個案公司的歷史良率資料並使用上述的預測方法進行良率預測，得到的績效結果最好至最差依序為：趨勢分析法 > 指數平滑法 > 移動平均法 > 固定良率法。使用趨勢分析法進行良率預測時，以 MAPE 做為績效評估所得到的結果均 < 10%，依據 Lewis 對預測的能力之分級，屬於高度準確的預測，而且所得的結果具線性趨勢，可提供趨近實際良率的預測值。因此，由個案公司的資料驗證所得的結論，將可供氧化銦錫導電玻璃產業做為良率預測的計算參考，經由更準確的良率預測以計算出符合業務需求量的基材投入量，進而減少成品庫存量，節省庫存成本。惟本研究無法由歷史資料得到季節變化趨勢，因此建議後續研究應在線性趨勢中加入季節因子分析作為修正；或進一步利用迴歸分析與其他可能影響良率的相關因子比較；或是使用定性法找出直接影響良率的相關因子做相關之研究。

關鍵字：氧化銦錫導電玻璃、良率預測、時間序列、平均絕對百分誤差

A research of yield forecast of ITO glass industry in MTO (Make to Order)
manufacturing model.

Student: Chun-Ming Sha

Advisor: Professor Bi-Huei Tsai

Department of Management Science
National Chiao Tung University

ABSTRACT

With the breaking-through of touch screen technology by Apple Company, touch screen becomes the focus of TFT industry and is now widely rolling out in the market of smart phone. However, key technology and patents of critical raw material of tough screens(ITO film) is still mastered by Japanese Companies. The only opportunity for Taiwan's touch screen upstream manufacturing companies is in ITO glass. Through strategically production planning and controlling, stock can be reduced dramatically. One of the imperative production controlling is yield forecast. With accurate yield forecast, master production planning and material requirement planning can be conducted efficiently.

Forecasting model of time serial method can be divided into two types: qualitative method and quantitative method. In this research, quantitative method is chosen as researching method and Moving Averages, Exponential Smoothing and Techniques for Trend are used as forecasting models. Mean Absolute Deviation and Mean Absolute Percent Error are used as evaluation methods to measure the performance of yield forecasting models.

Using historical yield data of company A as the input of 4 forecasting models, Techniques for Trend is proofed as the best model for predicting manufacturing yield, meanwhile, fixed yield method is the worse. The evaluation result MAPE of Techniques for Trend model is all less than 10%. According to Lewis 's forecasting accuracy category, it is in high accuracy level. Through measuring the deviation of yield forecast in company A, Techniques for trend is proofed to be better than the other forecasting models. The results obtained in this research may not represent all the companies in the industry but could be an important input of ITO glass industry.

Key Word : ITO glass, yield forecast, time serial, MAPE

誌謝

在論文初版完成時，心中卻是五味雜陳，一方面回想所上老師在過去三年中，在課堂上給我們的心血結晶，而這些對我而言是不是真的融會貫通，能實際應用在工作中；另一方面則是自己對自己的改變檢視一番，現在的我是否如當初報考管科專班的初衷-在管理上進一步的認知。

再一次翻完論文後，我想答案已經在論文中。在所上老師的教導下，除了書中的知識外，也解釋了我在實際工作中存在已久的疑問並加強我在工作中處理事物的方法，我才恍然大悟原來管理與科學只在一線之隔。在整理的數字中，找出適當的管理方法，之後再以數字了解如何修正管理方法。

在撰寫論文的這段時間中，大多利用上班時間整理，也靠同事們的體諒及支援，使我能同時兼顧學業及工作。工作中其實需要學業中的相關知識加以改進，在結論出來時，一開始的確使同事們產生許多疑慮，但仔細檢討後證實結論是正確的，包括我及同事也都深刻感受管理科學的幫助。

工作中多接觸機器的我，只會與機器溝通，漸漸的文筆就沒讀書時那麼好，所以老婆細膩審視我的論文，幫我指出論文中文詞不通順或前後不連貫，使我的論文在原有骨架上多了許多內容以加強論文的可讀性。除此之外老婆還得把兩個小孩服侍的伏伏貼貼，真是辛苦了。

針對內憂外患，幫忙我的老婆及同事，在此向他們說聲謝謝。不過這一切幕後的推手應該感謝交大管科所蔡璧徽老師，蔡老師的鼓勵及教導，在課業及論文寫作上給了我一盞明燈。本來對論文很沒自信的我，也能開始嘗試走出自己的限制，我想一個好老師除了在課業上的幫忙外，能讓學生有信心面對自己的弱點進而改變，這也是很重要的

感謝以上所有幫助過我的每個人 沙俊明 97.06.21

目錄

中文摘要.....	i
ABSTRACT.....	ii
誌謝.....	iii
目錄.....	iv
表目錄.....	vii
圖目錄.....	ix
第一章 緒論.....	1
1.1 研究背景與動機.....	1
1.2 研究目的.....	5
1.3 研究流程與步驟.....	6
1.4 研究方法.....	7
1.5 研究範圍與限制.....	8
第二章 文獻評述.....	9
2.1 供應鏈管理.....	11
2.1.1 供應鏈管理的概念與定義.....	11
2.1.2 供應鏈的作業參考模式與企業流程.....	13
2.1.3 長鞭效應 (Bullwhip Effect)	16
2.2 供應鏈策略.....	19
2.3 持有存貨.....	21
2.4 良率模式之研究.....	22
2.5 預測方法之研究.....	25
第三章 觸控面板產業背景.....	28
3.1 觸控式面板產業分析：.....	28
3.2 觸控式面板技術介紹：.....	31

3.2.1 電阻式：	31
3.2.2 電容式：	31
3.2.3 特性比較：	32
3.3 國內廠商現況說明：	35
3.4 氧化銦錫導電玻璃(ITO glass)產業分析：	38
3.4.1 氧化銦錫導電玻璃(ITO glass)簡介：	38
3.4.2 氧化銦錫導電玻璃台灣市場分析：	38
第四章 研究方法	41
4.1 資料分析架構：	41
4.2 資料分析方法：	42
4.2.1 移動平均(Moving Averages)	44
4.2.2 指數平滑法(Exponential Smoothing)	45
4.2.3 趨勢分析法(Techniques for Trend)	46
4.2.4 評估指標	47
第五章 個案分析	49
5.1 個案簡介	49
5.1.1 個案產品類別	51
5.1.2 個案生產模式	53
5.2 個案良率分析	55
5.2.1 固定良率	59
5.2.2 移動平均法	63
5.2.3 指數平滑法	67
5.2.4 趨勢分析法	71
5.3 良率預測評估	75
第六章 結論及建議	76
6.1 結論	76

6.2 後續研究建議.....	77
參考文獻.....	78
附錄 A：A 產品的歷史資料.....	83
附錄 B：B 產品的歷史資料-1.....	84
附錄 B：B 產品的歷史資料-2.....	85
附錄 B：B 產品的歷史資料-3.....	86
附錄 C：C 產品的歷史資料-1.....	87
附錄 C：C 產品的歷史資料-2.....	88



表目錄

表一：「SCOR」模式所涵蓋的領域【30】	13
表二：電阻式和電容式的比較表	32
表三：我國觸控面板廠商生產狀況	36
表四：國內 ITO 玻璃生產量	40
表五：A 產品的月產出總良率	56
表六：B 產品的月產出總良率	57
表七：C 產品的月產出總良率	58
表八：以固定良率與月產出總良率的績效評估	59
表九：A 產品在固定良率下的 MAD、MSE 及 MAPE 績效評估	60
表十：B 產品在固定良率下的 MAD、MSE 及 MAPE 績效評估	61
表十一：C 產品在固定良率下的 MAD、MSE 及 MAPE 績效評估	62
表十二：以移動平均法與月產出總良率的績效評估	63
表十三：A 產品在移動平均法下的 MAD、MSE 及 MAPE 績效評估	64
表十四：B 產品在移動平均法下的 MAD、MSE 及 MAPE 績效評估	65
表十五：C 產品在移動平均法下的 MAD、MSE 及 MAPE 績效評估	66
表十六：以指數平滑法與月產出總良率的績效評估	67
表十七：A 產品在指數平滑法下的 MAD、MSE 及 MAPE 績效評估	68
表十八：B 產品在指數平滑法下的 MAD、MSE 及 MAPE 績效評估	69
表十九：C 產品在指數平滑法下的 MAD、MSE 及 MAPE 績效評估	70
表二十：以趨勢分析法與月產出總良率的績效評估	71
表二十一：A 產品在趨勢分析法下的 MAD、MSE 及 MAPE 績效評估	72
表二十二：B 產品在趨勢分析法下的 MAD、MSE 及 MAPE 績效評估	73
表二十三：C 產品在趨勢分析法下的 MAD、MSE 及 MAPE 績效評估	74
表二十四：各預測方法中 MAD、MSE 及 MAPE 績效評估	75

表 二十五：A 產品的歷史資料.....	83
表 二十六：B 產品的歷史資料-1.....	84
表 二十七：B 產品的歷史資料-2.....	85
表 二十八：B 產品的歷史資料-3.....	86
表 二十九：C 產品的歷史資料-1.....	87
表 三十：C 產品的歷史資料-2.....	88



圖目錄

圖 一：本論文的研究流程.....	6
圖 二：製造業長鞭效應.....	16
圖 三：電阻式觸控面板示意.....	31
圖 四：電容式觸控面板示意.....	32
圖 五：個案分析架構.....	41
圖 六：電阻式 ITO 玻璃產品規格	52
圖 七：電容式 ITO 玻璃產品規格	52
圖 八：ITO 玻璃生產流程.....	53
圖 九：A 產品在趨勢分析法下的趨勢線方程式.....	72
圖 十：B 產品在趨勢分析法下的趨勢線方程式.....	73
圖 十一：C 產品在趨勢分析法下的趨勢線方程式.....	74



第一章 緒論

1.1 研究背景與動機

網際網路的興起為全球帶來第三次工業革命，並直接衝擊企業的經營管理模式，現今企業面對的外部環境更加詭譎多變，並正以高倍速地變化。因此企業在產品推陳出新速度上，不得不隨之加快，以面對更慘烈的價格競爭。在此變局中，企業如何掌握新產品上市時間、縮短產品交期、提高需求預測的準確性，以減少庫存水準等議題，是企業當前強化競爭力所須面臨的挑戰。

由於蘋果 (Apple) iPhone 在技術端的突破，使得觸控面板成了科技產業近來備受關注的新題材，從 2007 年初就一路延燒到今年，不但中小尺寸觸控式面板早已進入戰場備戰，中大尺寸觸控式面板也將於 2008 年開始火速升溫。中大尺寸觸控式面板的產品應用包括：筆記型電腦、車用電子內的衛星導航系統、家電設備、平板式電腦、UMPC、ATM 提款機、POS 系統、博奕機 (賭博、遊戲機)、Kiosk (互動式多媒體資訊站)、自動售票機等。「大部分都是利基市場，利潤也比消費性電子產品好」。

拓璞產業研究所就預估，2008 年觸控式面板產值可成長至二十八·五億美元，至 2009 年可達二十九·七億美元。尤其以大尺寸的觸控式面板應用未來最具成長爆發力，其中以 POS 機、博奕機、車用電子等有大幅的成長。這使得相關 IC 設計廠商，以及觸控式面板廠商都備受矚目，由於趨勢所需，觸控面板業者大量擴產，不但上游零組件缺料，各集團也紛紛投入觸控式面板的行列。

若從觸控式面板產業鏈來觀察，台灣業者多半落在中段面板製造，不過近來也有廠商開始往上游移動，當中尤以中小尺寸龍頭廠商勝華科技，在上下游整合最為完整，也成為台灣第一家垂直整合的觸控式面板廠商。由於觸控式面板上游

材料所需要的「透明導電薄膜」(ITO Film)幾乎都掌握在日商手中，例如日東電工(Nitto Denko)、尾池工業(Oike-Kogyo)等，這部分的技術與專利，台灣業者比較難打入，只有在「氧化銻錫(ITO)導電玻璃」製造有機會。

觸控面板產業需求上漲，帶動相關零組件需求擴增，無論是蘋果專利的多點式觸控，還是黏合面板與玻璃或塑膠薄膜的化學膠材，仍由3M、日東電工、杜邦(Dupont)等美日業者掌握關鍵性技術。工研院IEK產業分析的研究報告中就指出，有些專利權即將到期，使得台灣觸控面板廠商在這部分「綁手綁腳」的情況，將部分獲得紓解。

在產品應用上，中小尺寸觸控式面板最大宗還是在手機與PDA等產品，未來數位相機、數位相框、掌上型遊戲機等也會逐漸加入觸控式應用的行列。尤其在手機部分，似乎將有一波用「摸」的手機風潮出現，預料2008年將有多款觸控式螢幕的高階手機進場。



若以製造代工廠的毛利率來算，中小尺寸觸控式面板也將進入壓低成本的價格戰，毛利率收成並不被看好。中大尺寸是未來趨勢，以毛利率來算，中大尺寸的觸控面板毛利，恐怕是中小尺寸的五倍之多。因此，除了手機應用之外，另一個值得關注的消費性電子產品應用，就是筆記型電腦採用觸控式面板，用「摸」的筆記型電腦是下一波產品趨勢。

根據工研院IEK針對觸控式面板研究報告顯示，2006年台灣觸控面板產值佔有率高達全球38%，已成為全球市佔率第一位的國家，並且遠超過韓國(4%)、中國(13%)、北美(17%)及日本(28%)。其主要原因是由於台灣具有觸控面板產業掌握終端品牌客戶、低成本生產製造及產業群聚等優勢，有觸控式消費性產品的發展潛力。

有鑑於台灣觸控面板產業的蓬勃發展，因此，本研究將以觸控面板產業的上下游零件氧化銻錫導電玻璃產業做為研究對象，研究產業面臨產品淘汰更新速度加快、產品生命週期縮短、個性化產品需求增加的市場變化下，如何運用有效率的生產目標、生產方式和方法，以回應生產和市場需求的變化。

預測為整體生產計劃之起源，假若沒有準確之生產需求預測，任何生產計劃皆無法順利進行。在任何型態的產業或是生產型態中，生產活動控制(Production Activity Control)都扮演著當重要的角色，而生產活動控制的基礎便是預測，經由有效準確的預測，方可進行如主生產排程(Master Production Planning; MPS)與物料需求規劃(Material Requirement Planning; MRP)等細部之計畫與控制。因此如何準確地預測需求，以確保主生產排程與物料需求規劃的執行，乃是一個生產系統中相當重要的議題。

根據Tawfik【31】的發現，目前常使用之方法多偏向生管人員的經驗法則，透過生管人員的經驗與判斷，決定下一時期可能產生的需求。但是這樣的方法可能根據不同的人員判斷，會有不相同的結果，在預測的準確度上受到人為的影響程度太大，產生的變異也隨之增加。因此，透過客觀與科學的方式，建立一套生產預測系統，能夠客觀並準確地預測下一時期的需求，儼然成為一個勢在必行的工作。生產預測的功效不單單只做為生產計劃的依據，它對於企業管理人也提供許多的協助更對企業整體有莫大的貢獻，其主要預期貢獻大致可歸納如下：

1. 生產計劃的訂定：如工廠機器與設備的選擇，材料與成品搬運之設計，生產量與生產所花費的時間，皆是參考生產預測的數量來調整。
2. 做為存量的依據：產品生產過剩會造成屯積，倉庫使用量增大，使得產品成本提高。而生產過少則會出現供不應求，使企業獲利減少。這一些都是可依生產預測的數量來避免。

3. 管理品質的提高：利用生產預測來安排員工工作的時間，儘量減少加班的情形。減少半成品的儲存，提高機器的使用率及提高工作細效率。

4. 作業預算的編列：作業預算是指導與控制生產的標準，而預算必須參考預估的數量來編列。

5. 經營策略的決定：企業可依預測的數量來決定是否要增資擴廠，或是維持現狀，且生產方式效率提昇都是以此為參考。

6. 產品發展的方針：企業以長期預測來估計目前產品是屬於生命週期中的那一階段，再配合企業的狀況，來訂定未來產品發展的方針。

7. 財務狀況的改善：企業以生產預測的數量來生產，可避免存貨過多或過少，使得資金流暢不凍結，且可考慮銷售量的減少降低企業承擔的風險，進而使財務狀況趨於平穩。

8. 銷售成果的審核：產品的產量雖是依照生產預測而來的，但產品的銷售量也必須依照預測的情況銷售，才不致於滯銷或造成虧損。

1.2 研究目的

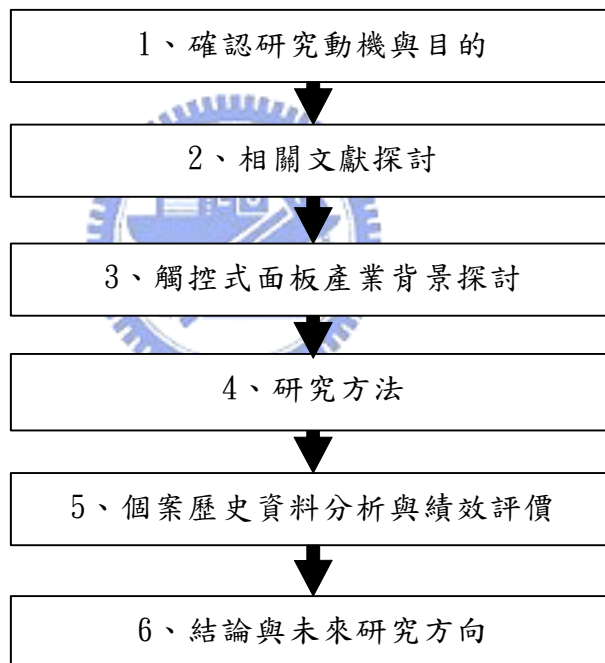
本研究的目的是在於藉由產業的現況分析以及過去歷史資料的分析，期能找出一個最佳的良率預測模式以控制原物料的投入量，使產出接近訂單數量，進而降低庫存水準，減少庫存成本，提供新進入者及現有廠商制定生產策略時的參考，主要希望能達到下列目的：

- 一、在訂單生產策略(MTO)下，探討可能造成庫存的因素
- 二、探討如何建立良率預測模式
- 三、探討如何利用良率預測模式算出適當投片量與評估模式績效
- 四、提供建議給相關產業作為生產策略的建議



1.3 研究流程與步驟

圖一為本論文的研究流程，第一章首先為討論研究動機與目的，並針對本研究的目的與研究方法做詳細的描述，第二章則是針對與本論文相關的文獻做比較與探討，第三章則是描述觸控式面板產業的產業背景與現況分析，第四章詳述本研究的研究方法，第五章則是做個案分析，建立良率模式與良率模式的績效評估，最後一章則是整理本論文的結論，並對未來的研究方向提出建議。



圖一：本論文的研究流程

1.4 研究方法

本研究主要在探討如何透過一個更有效的良率需求預測模式，在訂單生產 (MTO) 的製造策略中，儘管良率的波動起伏，仍能準確地生產出訂單所需的數量，消除過量生產造成的庫存問題，使得整個生產規劃的效率能有效提升。本研究將不透過統計分析或演算法則分析需求的變異，而是先找出研究的目的及動機，透過文獻的探討找出現有的相關研究，進而分析氧化銻錫導電玻璃產業所產生的供應鏈與庫存問題，再依據氧化銻錫導電玻璃產業常用的生產規劃策略，整理出有效的生產規劃原則，並藉由實際的歷史資料收集，利用移動平均法、指數平滑法、季節波動法以及趨勢分析法等做分析與驗證，並提出一個以生產規劃策略為背景的最佳良率預測模式，再利用庫存成本資料，來分析本研究模型的準確度與績效。



1.5 研究範圍與限制

本研究針對氧化銻錫導電玻璃產業中的歷史庫存量、歷史良率、真實良率、訂價、歷史銷售量等資料做為研究範圍，藉由不同的預測方法找出一個最適合該產業的解決方案，以幫助生產規劃時投片量的計算與生產策略的執行。

本研究的研究限制詳述如下：

- 1、並非每一種產品每一個期間都有訂單，因此，進行歷史資料分析時會有資料區間不相等的現象。
- 2、由於所研究的企業個案內部資料庫建置時間並不長，本研究只有一年的歷史資料供分析，無法做更長久的歷史資料分析。
- 3、本研究所提出的模式無法消弭因為人為因素或技術上的突破所帶來的高度變異。
- 4、本研究的個案公司資料不足，無法分析出季節變化做為重要的變數，限制了進一步研究發展。

第二章 文獻評述

在 1950 和 1960 年代，大多製造商強調大量生產以降低單位生產成本，作為主要的營運策略，新產品開發是較緩慢且依賴專門的內部技術與產能。過量的存貨當作是緩和瓶頸作業的衝擊，以保持生產線的平衡，而導致大量的在製品 (Work-In-Process, WIP) 投資。這時期與供應商、顧客分享技術與專業知識，被認為是具有高風險，並不能被接受。比較少的企業會重視合作與策略性的供需夥伴關係。1970 年代，物料需求規劃 (Material Requirements Planning, MRP) 開始發展，管理者了解大量的在製品存貨對製造成本、品質、產品發展和配送前置時間的影響，製造商開始依靠新的物料管理觀念以改善績效表現。

1980 年代，激烈的全球化競爭，面臨低成本、高品質、穩定的產品、更彈性的全球化組織設計，製造商使用及時化 (Just-In-Time, JIT) 等其他改善製造效率與週期的製造計劃，面對及時化的製造環境，用少量的存貨來緩和生產問題，製造商開始了解供需夥伴策略性與合作關係的重要性與潛在利益。

供應鏈管理的觀念出現於製造商與直接的供應商產生策略性夥伴關係的經驗，除此之外，專業採購、運籌專家傳達更進一步的概念，把實體配送、運輸和倉儲功能組合在一起。學者 Houlihan 【17】是首先由物流實體配送與運輸作業功能的觀點，提出供應鏈管理概念，其他許多學者也都曾指出供應鏈管理是由物流管理所衍生的管理概念。Bowersox 【5】提出整合性物流的觀念，認為企業為有效完成物流活動，必須透過與供應商及顧客的合作，以提高本身的競爭優勢，而供應鏈管理是企業延伸其營運至供應商與顧客，整合所有由原料採購到最終顧客消費之所有管理活動。

供應鏈管理繼續發展到 1990 年代，企業在管理公司資源，有更進一步的的實

行，包括策略性供應商和運籌功能等，代替重做無附加價值的活動，如：驗貨；製造商信任供應商的品質控制，會固定向少數有品質保證的供應商採購【19】。許多製造商和零售商抓住供應鏈管理概念，改善供應鏈整體的效率和成效，製造商利用供應商的長處和技術支持開發新產品，且零售商無縫地和其物流提供者做整合，而可以直接配送到零售店，無需再驗貨。

企業的供應鏈管理中有一個重要的現象，稱為「長鞭效應」(Bullwhip Effect)，整個供應鏈體系由客戶端一直到供應商端各階層間，因為各自獨立決策，相互資訊回饋複雜困難，加上需求不確定性的因素、價格變動的預期心理影響，以及前置時間的延遲，使各階層為了保持不會缺貨的狀況，會有預先購買儲存或緩慢購買的行為，如此造成訂單需求從客戶端到供應商工廠端會呈現放大現象，長鞭效應會造成供應鏈上的各階層在從事訂單決策時，愈接近需求前端（客戶端），需求預測的準確度就愈高，愈到後端（製造商或供應商端），反應需求的速度就愈慢，需求的預測就愈不準確，因為愈後端的階層受到的制約因素及累積的統計波動就愈大，越難掌握真正的顧客需求，造成庫存的長鞭效應，本研究應用長鞭效應的原理，希望透過準確的良率預估模式，準確地算出投片量，以期能降低訂單生產的製造策略下成品之庫存，進而降低原物料的庫存，節省企業的營運成本。

以下針對本研究的研究目的與研究範圍，探討供應鏈管理、供應鏈作業模式、長鞭效應、良率預測、與常用的預測手法等相關的文獻，經由文獻的探討找出切實可行的研究方法與研究範圍，再找出值得投入的研究目標，經過實際資料的驗證，做出結論與建議。

2.1 供應鏈管理

2.1.1 供應鏈管理的概念與定義

供應鏈管理的定義：根據 Christopher【9】對於供應鏈所下的定義，所謂「供應鏈」是指一條由具有上下游關係的組織（企業），所連結而組成的網路，這些組織（企業）參與了許多不同的流程與活動，其目的在於：以產品或服務的型態，產出價值。由學者 Beamon, B.M. 的整理，一般供應鏈系統可以用五階段表示，分別為：供應商(Suppliers)、製造商(Manufacturing Facility)、倉儲中心(Storage Facility)、運輸中心 (Transport Vehicle)、配銷中心 (Distribution Center)、零售商 (Retailer) 等，且由「生產計劃與存貨控制程序」和「配送與物流程序」兩部分所【3】組成的整合製造流程，所謂供應鏈亦可以視為：從採購製造所需未加工產品及物料，一直到將成品送達終端顧客手中，這一連串界於交易夥伴（包括原料供應商、製造商、批發商、零售商等）之間所有的商業活動（包括物流、資訊流、金流等）的過程。

現今，許多人討論供應鏈，有許多的定義在企業內不同領域而被不同背景的員工討論，因而公司的顧客完全混淆。當人在不同的供應鏈定義下工作，這會使公司執行供應鏈管理概念感到非常困難。供應鏈管理是物流變化的展開形式。鑒於運籌 (Logistics) 習慣上將焦點放在產品的協調、資訊的傳遞和各公司本身作業活動流程；供應鏈管理則是將關心產品、資訊、金錢流與運籌通路環境中的作業活動流程。

供應鏈管理是一系列共有的價值、利益和工具，由一群人團結忙於相關的任務。Ellram【15】對供應鏈管理作如下的定義：供應鏈管理是處理從供應商至最終消費使用者之物料規劃及管制之整合方法，以組成通路所有成員之利益為依

歸，透過成員間共同管理及規劃的一致性，在滿足通路之顧客服務水準下，使現有資源、產能獲得最充分的運用，實際上該物料流通之過程常以「網路」結構出現。

Ellram【15】亦指出供應鏈管理之普獲重視是因應企業全球化過程、降低進入市場之時間，以及高要求的客戶服務水準三項主要趨勢。供應鏈管理是一個具有組織的概念，起始於顧客服務，主張 SCM 會累積整個通路的努力。Cooper【11】認為，供應鏈管理的目的，在提供從原料到商品配送的全體通路成員管理，突破單一企業的限制，因此，整個通路成員應整體來考量，進行從生產、配送、行銷等活動的整合決策。

Johnson 和 Wood【20】強調，供應鏈管理必須做到將供應商、客戶、物流商、通路等提供彼此必要的資訊來分享，如此才會使整體通路更有效率與競爭力，同時緊密彼此的關係。供應鏈管理的概念從單一企業單位或一個公司的營運延伸為整個供應鏈。實質上，供應鏈管理是一系列的作業，以管理和協同供應鏈上原物料到最終顧客為目的。供應鏈管理的目的是改善整個流程，而不是集中於特定某個企業單位最適化。許多研究提到聯合供應商端與顧客端，並減少鏈結中不必要的步驟，加速資訊流與物流處理時間，並在主要的供應商和顧客創造長期的夥伴關係，靈活應用供應鏈上各公司的產能，是可以協助企業獲得較好的績效表現。

許多學者建議使用需求鏈管理一詞來取代供應鏈管理，他們重視的是市場的需要與設計價值鏈來滿足市場需求，而不是以供應商、製造商和工作導向為出發點。研究中強調採用顧客需求為供應或需求鏈管理的出發點。

2.1.2 供應鏈的作業參考模式與企業流程

供應鏈作業參考模式：美國供應鏈協會（Supply Chain Council）所提出的「供應鏈作業的參考模式」（Supply Chain Operation Reference Model，SCOR）將供應鏈管理視為一門結合藝術與科學的學問，其中針對供應鏈作業的領域分為五個模組：（如表 2-1）

表一：「SCOR」模式所涵蓋的領域【30】

規劃（PLAN）	需求/供給規劃與規劃作業的管理
採購（SOURCE）	採購作業、存貨採購、與採購作業的管理
製造（MAKE）	生產作業與生產作業的管理
配銷（DELIVER）	訂單作業、倉儲作業、運輸作業、與配銷作業的管理
回收（RETURN）	退貨原物料給供應商、接收顧客的退貨，包含：瑕疵品、間接物料，也就是保養、維修及營運（Maintenance、Repair、Operating，MRO）所需的產品或服務、和過量的產品，皆屬之。

規劃：這是供應鏈管理中的策略部分。企業需要研擬一套策略來管理所有的資源，以產品或服務能迎合顧客的需求。而規劃的重點主要是發展出一套能監控供應鏈，使其更有效率、成本更少，並能給予顧客更高品質與價值的產品與服務的尺標。

採購：選擇能夠讓企業生產所需的產品或服務的供應商，企業與供應商共同發展出一套定價、運送及付款的機制，並建立能監控及改善彼此關係的尺標。此外，還必須能夠整體性地管理上游供應商運送來的產品與服務的庫存，包括收受貨物、清點貨物、搬動貨物至適當的製造廠所，然後批准供應商的款項。

製造：這是指生產階段，詳列生產、測試、包裝及運送準備所需之活動的時程表。這是整個供應鏈中最能夠用量化尺標來衡量成果的部分，企業應該針對品質水平、生產產出及員工生產力來加以評量。

配銷：這即是所謂的物流，協調來自顧客的訂單收送、開發倉儲網路、挑選貨運公司遞送產品至顧客手中，及建立發貨單系統以收受款項。

回收：企業除了考慮如何有效率地將產品或服務遞送至顧客手中之外，也應該建立一套能夠完善地從顧客手中回收瑕疵品，以及從下游廠商手中回收過剩產品的機制。



供應鏈企業流程：供應鏈管理創造一個由許多獨立個體所組成的垂直的組織，並擁有共同的效率與效力的目標，來管理個體與營業活動，包括：採購、製造、配送、物流管理的整合。供應鏈管理的短期目標是增加生產力、降低存貨、降低週期時間；長期策略目標是增加垂直組織內成員的顧客滿意度、市場佔有率和利潤。供應鏈內策略性夥伴必須了解採購功能是供應資料與組織本身重要的連結，支援活動自製造商與供應商和顧客同步發生的活動展開支援。舉凡：與採購同步工程的關聯是必要的，對於選擇要素以確保產品設計之必需品的品質，且避免設計到生產的過程中突然失敗。

Cooper【12】等學者提出供應鏈企業流程主要有八項，分別說明如下：

1. 顧客關係管理流程 (Customer Relationship Management)：找出對企業

任務目標具有重要影響的客戶，針對企業提供的產品或服務，企業客戶服務人員協同客戶達成績效目標之顧客關係管理。

2. 顧客銷售服務管理流程 (Customer Service Management)：提供顧客有關訂單處理，及其他客戶需要的即時資訊，及提供產品或服務完成後之售後服務。

3. 需求管理流程 (Demand Management)：客戶的需求與企業的供應能力的供需平衡，市場需求與生產規劃的協調平衡，提供更有效率的流程貫穿整個供應鏈，以降低需求的不確定性之影響。

4. 客戶訂單實現管理流程 (Order Fulfillment)：整合企業自供應、製造、配銷、運輸遞送的各個計劃，達成高度客戶訂單滿足率。

5. 生產流程管理 (Manufacturing Flow Management)：依據客戶產品需求排定最佳生產規劃，因大量客製化及需求變更快速，規劃更具彈性及快速反應之生產流程管理。



6. 原物料採購流程 (Procurement)：生產製造所需原物料採購處理流程，供應商的選擇、合作、整合，策略聯盟關係建立，透過資訊連結掌握原物料供應，降低材料庫存。

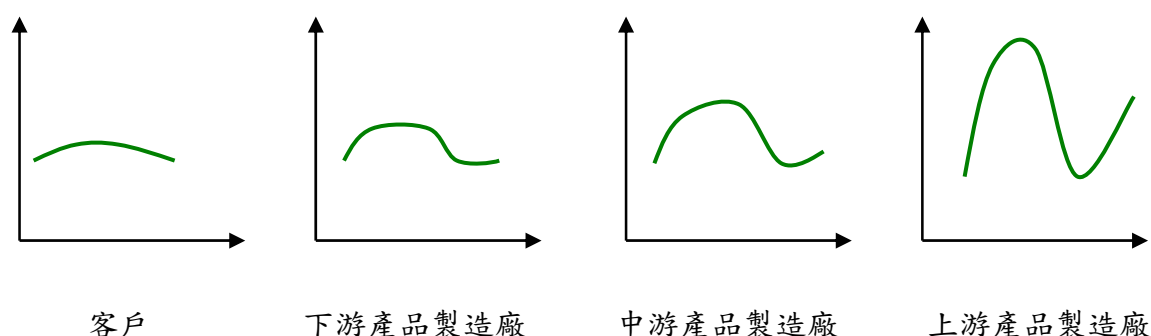
7. 產品開發與客製化流程 (Product Development and Commercialization)：協同客戶關係管理，掌握客戶需求和新產品資訊，選擇供應商參與產品開發，發展企業產品生產技術，整合供應、製造至客戶需求，降低產品開發時程，即時推出新產品。

8. 回收流程管理 (Returns)：產品售出後有關包裝材料回收、產品不良退貨、產品報廢處理、企業之環保政策等，回收處理流程。

2.1.3 長鞭效應 (Bullwhip Effect)

供應鏈的最大目標就是要讓供應商能快速而有效率的適時提供客戶所需的商品，然而，當客戶的需求處於極大的波動狀態時，供應鏈的所有流程也會跟著扭曲，造成供應鏈中所有的上下游廠商其需求變化跟著上下震盪，這種需求上下震盪的情形愈往上游波動愈大，此現象稱為長鞭效應。Richard Metters【25】對長鞭效應作了如下的描述：考慮存在於供應鏈中的廠商，在供應鏈體系中，外部顧客對最下游的廠商提出需求，但在較上游的廠商所面對的卻是下游廠商所提的需求，而不是外部顧客所提出的需求。這現象將會造成需求呈現週期性預測錯誤，且越往上游錯誤越大，這種需求扭曲稱為長鞭效應。

在過去，長鞭效應被認為是從訂單到運送的過程中常且無法避免的效應，然而，這種負面的影響常常造成企業品質問題、庫存過多、原物料成本過高、加班費用以及運送的成本提高等種種困擾；若是情況更糟糕的話，會造成企業對客戶的服務品質降低了、前置時間延長了、銷售契機消失了、成本提高了以及產能不斷地調整等企業績效的問題，因此，降低或消弭長鞭效應對供應鏈的影響實為讓供應鏈有效率的重要課題。圖一表示了存在於一般製造業中常見的供應鏈長鞭效應。



圖二：製造業長鞭效應

若能有效的控制供應鏈中變異性的增加，則能有效的控制長鞭效應，

Simchi-Levi 等人【25】認為整個供應鏈變異性增加的主要因素如下所述：

1. 需求預測：傳統的存貨政策會導致長鞭效應的產生，在供應鏈中常使用最小最大存貨政策（Min-max Inventory Policy），當供應鏈中廠商的存貨水準低於再訂購點時，便提高其存貨水準到訂購上限的水準（Order-Up-To-Level）。再訂購點通常為前置時間內的平均需求加上前置時間內需求的標準差乘數，而採用標準預測平滑技術（Standard Forecast Smoothing Techniques）則可計算出平均需求以及需求變異性。當資料量越多時，越需要修正顧客需求的平均值及標準差，因為安全存貨及訂購上限水準都強烈依賴這些數值，當訂購量改變，變異性也隨之增加。
2. 前置時間：變異性的增加會隨著前置時間的增長而擴大，因為在計算安全存貨及再訂購點時，需要考慮到前置時間這個乘數，前置時間變長，安全存貨、再訂購水準以及訂購數量也會隨著增加，這意味著變異性的增加。
3. 批次訂購：若供應鏈下游的廠商採用批次訂購，則上游廠商將會面對一個扭曲且高度變異的訂單類型。使用批次訂購的原因有很多，包括訂購費用及運輸費用的考慮。
4. 價格變動：價格變動通常也會造成長鞭效應，在價格下降的時候零售商通常會傾向於累積庫存量。許多廠商在進行促銷或折扣活動時，常會造成這種現象。
5. 數量寬放太多的訂單：在存貨短缺時，供應鏈中各層供應商會做出過量的訂購決定，這樣的決定會擴大長鞭效應，而當存貨正常時，訂購量又會回歸於正常的標準，這樣的結果會造成需求的扭曲及變異性的增加。

由以上的五點描述可知，要改善長鞭效應就必須降低供應鏈中的各種變異性及不確定性，其改善的方法如下所示：

1. 降低不確定性：透過整個供應鏈做集中式需求資訊，可以降低整個供應的不確定性，但即使供應鏈中每個廠商都採用相同的資訊、相同的預測方法以及相同的存貨政策，長鞭效應仍會存在。
2. 降低變異性：利用降低存在於顧客需求程序中的變異性，應可減少長鞭效應，例如。降低供應鏈下游零售商的需求變異性，則上游的廠商也會跟著降低變異性，減少長鞭效應所帶來的影響。
3. 減少前置時間：前置時間會擴大需求預測所造成的變應性的增加，前置時間包括兩個元素，即訂單的前置時間以及資訊流的前置時間。訂單的前置時間可以透過越庫作業（Cross-docking）來降低，資訊的前置時間則可透過電子資料交換（Electronic Data Interchange）來降低。
4. 策略聯盟關係：策略聯盟會改變整個供應鏈中資訊分享以及存貨管理的方式，所以藉由策略聯盟可以降低整個供應鏈的長鞭效應。但要強調的是，所分享的資訊應該是反應真實的資訊，若分享不真實的資訊非但不會降低長鞭效應，反而更會增加長鞭效應的影響。

2.2 供應鏈策略

Chopra 等人 (2001) 【8】指出供應鏈策略決定原物料採購性質、物料運輸、產品製造 (或服務操作)、產品配銷與售後服務等，所以供應鏈策略包含存貨決策、配送、操作設備與供應鏈中資訊流動。Fisher (1997) 【16】以產品型態的不同分類供應鏈之型態，認為以產品本身的特質分類供應鏈的型態較合適，大部分供應鏈採取經濟規模生產 (Make and Sell) 與市場反應式生產 (sense and respond) 兩種生產方式混合，因為每種產品的組成各自有不同的特性及需求。

供應鏈策略即考量市場需求方式與產品製造方式，即供應鏈供給策略，使產品與需求一致。供給策略指的是企業選擇保留存貨的形式來滿足顧客訂單需求的策略，供給策略必須考慮企業目標、存貨成本與顧客訂單需求的特性，如產品客製化程度與前置時間的要求等。供給通常包括四種 (Lin and Shaw, 1998; 電子時報, 2001) 【22】，如下所述：

1、 庫存式生產 (Make to Stock, MTS)：直接以存貨來滿足顧客訂單的需求，產品多是成品，庫存式生產可以是滿足顧客訂單的前置時間最短，提供顧客最好的服務水準，但企業本身需承受存貨所帶給的成本壓力。

2、 訂單式生產 (Make to Order, MTO)：顧客訂單為客製化需求訂單，根據訂單設計並製造顧客要求的成品，因此其存貨以原料為主，此種供給策略之前置時間較其它策略長。

3、 裝配式生產 (Assembly to Order, ATO)：以組裝零件為成品滿足顧客訂單，及以模組化設計，滿足顧客多樣且及時的需求，裝配式生產可降低企業存貨成本，並可達成前置時間縮短的目的以快速回應顧客之需求。

4、 預測式生產（Build to Forecast，BTF）：以市場需求預測為生產依據，訂定需求計劃、生產計劃，此種供給策略亦可同時滿足顧客多樣需求與快速回應。此種供給策略在產品設計之初已做差異化，而裝配式生產則以零件模組化供給，即在製造才做差異化。



2.3 持有存貨

Allen(1995) 【1】認為公司持有存貨的原因非常多，而且不同公司有不同原因。有些是希望降低運送成本，有些是為使生產過程順暢，而有些則是為害怕供應廠商漲價，事先囤積。一般而言，公司持有存貨的主要原因是為了規避不確定性和降低生產成本。

Lode(1992) 【23】認為，傳統上關於持有存貨之經濟考量不外乎以下幾點：（一）降低成本或增加經濟規模（二）可預測的變動（季節性波動）（三）不確定性（隨機之變動）。而Delaney and Gregoire(1994) 【14】認為，存貨若太少，容易發生缺貨，可能需因此付出較高運費或喪失客戶，使得市場佔有率下降；存貨若太多，則必須花費倉儲成本，並承擔呆滯過時之風險。因此，公司要決定庫存水位係在持有成本與缺貨成本中間做比較與抉擇。

由上可知，傳統的存貨管理與控制方法認為持有存貨有優點也有缺點，重點在於求得一個最適的存貨數量，以使得總存貨成本為最低。但根據Howell and Soucy(1987) 【18】認為，在新製造環境下，存貨降低將是一個主要趨勢，在能達到『及時送達』與『顧客滿意』的前提之下，公司將盡可能降低存貨。而產生這種趨勢Howell and Soucy認為最主要原因為：

（一）現今持有存貨成本遠較1950 或1960 年代來的高。

（二）公司發現過去持有存貨的原因已不再重要。例如，供應商之品質與交期之不確定性，可藉由認證方式加以控制；藉由新興資訊科技，如ERP、SCM 等之協助，可順利解決大量備料以防生產線斷料之問題。

（三）有越來越多的公司藉由存貨降低來達到減少成本的目的。

2.4 良率模式之研究

自1960年代開始就有許多學者提出不同的良率模式，而最初且最為簡單的良率模式為卜瓦松良率模式【28】。此良率模式的建立必須符合下面兩個基本假設，一是，缺陷必須成均勻且隨機性分佈；二是，缺陷密度為一固定常數。在此假設下，每個產品上有k個缺陷的機率為：

$$P(X = k) = \frac{e^{-\lambda_0} \lambda_0^k}{k!} \quad (2.1)$$

其中 λ_0 ：每個產品上的平均缺陷數；k：為每個產品上之缺陷數。

式(2.1)中的形式為卜瓦松的機率函數，當式(2.1)中的缺陷數為0時，即為卜瓦松良率模式。所以卜瓦松良率模式可表示成式(2.2)：

$$Y = P(X = 0) = e^{-\lambda_0} \quad (2.2)$$

由式(2.2)中可知，只要知道每個晶粒上的平均缺陷數 λ_0 ，便可以得到良率。因此，可以知道卜瓦松良率模式擁有在計算與使用方便上的長處。

Murphy【27】在1964年提出了缺陷密度的觀念。Murphy認為缺陷密度在各晶片或各晶圓之間並不相同，因此，Murphy主張缺陷密度必須以一個機率密度函數 $f(D)$ 來表示。這與卜瓦松良率模式中假設缺陷密度為一固定常數是大不相同的。Murphy的良率模式可以以下面之方程式表示之：

$$Y = \int_0^{\infty} e^{-DA} f(D) dD \quad (2.3)$$

其中D：為缺陷密度；A：為晶粒面積； $f(D)$ ：為缺陷之機率密度函數。式(2.3)又稱為複合卜瓦松模式(Compound Poisson Model)。而式(2.3)中的缺陷機率密度函數 $f(D)$ ，Murphy 認為用高斯(Gaussian)分配來估計是相當合理的，但是由於無法整合數學式，所以用triangular form來逼近 $f(D)$ 。其triangular form表示如下：

$$f(D) = \begin{cases} \frac{D}{D_0^2} & \text{for } 0 \leq D \leq D_0 \\ \frac{2}{D_0} - \frac{D}{D_0^2} & \text{for } D_0 \leq D \leq 2D_0 \end{cases} \quad (2.4)$$

其中D：為缺陷密度； D_0 ：為平均缺陷密度。

將式(2.4)帶入(2.3)式，可得Murphy' s 良率模式為式(2.5)。

$$Y = \left(\frac{1 - e^{-D_0 A}}{D_0 A} \right)^2 \quad (2.5)$$



在Murphy(1964)年提出了缺陷密度的觀念，陸續有學者針對不同的缺陷密度函數提出不同的良率模式。R. B. Seed【26】認為缺陷的機率密度應由指數分配來估計，即 $f(D)$ 表示如下：

$$f(D) = \frac{e^{-\frac{D}{D_0}}}{D_0} \quad (2.6)$$

將式(2.6)帶入式(2.3)中，可得Seed' s 良率模式為式(2.7)

$$Y = \frac{1}{1 + AD_0} \quad (2.7)$$

其中A：為晶粒面積； D_0 ：為平均缺陷密度。

Okabe 和 Stapper 【29】提出負二項模式，對於缺陷密度函數 $f(D)$ 以Gamma 函數來描述之，其缺陷密度函數表示如式(2.8)

$$f(D) = \frac{D^{\alpha-1} e^{-\frac{D}{\beta}}}{\beta^\alpha \Gamma(\alpha)} \quad (2.8)$$

將式(2.8)帶入式(2.3)中可得良率模式如式(2.9)所示：

$$Y = \left(1 + \frac{D_0 A}{\alpha}\right)^{-\alpha} \quad (2.9)$$

其中 a ：為群聚參數； A ：為晶粒面積； D_0 ：為平均缺陷密度。

式(2.9)中，群聚參數 a 可由公式(2.10)得之

$$\alpha = \left(\frac{\bar{\lambda}}{\delta}\right)^2 \frac{1}{1 - \frac{\lambda_{avg}}{\delta^2}} \quad (2.10)$$


其中 $\bar{\lambda}$ ：為每個晶粒的平均缺陷數； $\delta = \text{Var}(\bar{\lambda})$ 。

Cunningham 【13】利用不同的群聚參數 a ，模擬一些學者所提出的良率模式。結果指出當群聚參數 a 很大時（無群聚現象），負二項模式所得之結果與卜瓦松模式相近；而群聚參數 a 等於1 時，負二項模式所得之結果與Seed 模式相近。Cunningham在1990年的研究中亦指出，當晶片面積小於0.25 平方公分時，Poisson 良率模式既簡單又精確。但隨著晶片面積的增大，缺陷出現群聚現象的機率也隨之增加。在現今IC製程中，晶圓的面積越來越大，除了製造成本降低外，其所產生的不良晶片也較少，相對來說良率也隨之提高。但隨著晶片面積的增大，缺陷出現群聚現象的機率也隨之增加，在預測較大面積晶片良率時，業界多採用負二項良率模式。

2.5 預測方法之研究

一般企業在做預測時，最常用的傳統預測方法有：主觀意見預測法 (Subjective opinion forecast)、移動平均法 (Moving - Average)、指數平滑法等，灰色預測法與類神經網路為近幾年來發展出來的方法。以下就針對這些方法做一些文獻上的探討：

一般企業若資本額或銷售額為達一定規模之前，其預測模式多半使用“主觀意見預測法”，如獨資企業，或中小企業等，必須依照客戶意見，或股東、企業主、企業領導者的看法，或個人對內外情勢的主觀評估，來對企業未來的銷售做預測。


當主事者為該產業專業人員時，或許預測模式不致偏離過大，反而可能因為人為的判斷，而考慮得到一些無法由單一理論或統計法計所得之變因，如政治情勢、國際局勢、天災、市場劇烈變動等對銷售市場所可能造成的影響。但過於主觀的預測方式，通常會造成企業過多的風險承擔，且無法針對問題有較佳的決策原因解釋，以及說服力。故如果以統計、類神經等預測方式算出來的預測值配合修正。不僅能以較客觀的角度來看待問題，也會使預測的值較為準確，確度也會較為穩定平均。

通常在缺乏或較少歷史資料的狀況下，使用定性分析來做預測，此類別包括：行銷研究、德菲法、市場調查等等。主要方式是經由整理收集來的資料或分析或觀察問題，討論問題的經濟面行為，優點是可以同時處理量性與質性的問題，缺點是不容易找到具代表性的樣本來製作高可性度的預測。

時間序列分析法理論源自1920年代Undy Yule教授，至1970年初由George E. P. Box 與 Gwilym M. Jenkins 兩位教授發展完成自我迴歸整合移動平均模式

(Autoregressive Integrated - Moving Average Models)，簡稱ARIMA模式。時間序列分析是一個「根據過去，預測未來」的統計方法，它在商業、貿易、政府及學術研究等領域中廣泛地被運用著。時間序列的方式主要是以“固定時間間隔”做為時間軸的計算模式，時常可見到短期預測使用此模式。依據某變量過去曾發生的資料及過去曾發生的誤差為基礎往前推算，預測尚未發生的變量。

Makridakis et al. 【24】於1979、1982及1993年分別以111、1001及3003個時間序列，對21至24個預測方法的精確度進行調查，這三次的調查被稱為M-競爭 (M-competition)，研究發現沒有一種方法對所有的時間序列或預測時間範圍擁有絕對的優勢，也就是某種預測方法會在某些時段表現最好，但在其他時段卻不盡然，且複雜的方法並不會顯著地比簡單的方法精確。也就是在沒有顯著的差異下，越簡單的越好。



移動平均法是利用平均的方式，對時間序列分析法中某些較大的變數使其平滑，因為資料中差異較大的值在組成一平均數時就會彼此相互抵消一些。移動平均值就是一平均值一直反覆的被修正，當新的觀察值變得可行，數列中的舊值就被刪除，因此保持平均值為最新的。其它還有加權移動平均法 (Weighted Moving Average)、指數平滑法 (Exponential Smoothing) 等均屬為此類作法。移動平均法只適合沒有明顯的長期成長趨勢與季節變動性小的資料模式。同屬時間序列 (Time Series) 數學方法，但較為複雜的還有Box-Jenkins 法、自迴歸移動平均模式 (Autoregressive Moving-Average Model; ARMA)、雙指數平滑分析法 (Double - Exponential Smoothing Method) 等。

簡易移動平均法是將期數T內所有的觀察值加總後再除以期數。亦即算出最近某一期間的時間數列平均值，並把該平均值視為即將來臨的期間之預測值 X_{t+1} 。二次移動平均法是將簡易移動平均法所得的值再做第二次的移動平均運算。加權平

均法是期數內的每一個觀察值，給與不同的權數 α （權數總合為1），最後再求其總合。由於有選擇權數的考慮，它可達到反應出變化的功能。

以指數平滑法及自我迴歸移動平均整合模式做為預測，以MAPE對預測樣本進行精確性評估直到滿意為止。黃庭鍾【39】以我國主機板製造業廠商為例討論企業因應長鞭效應之存貨政策研究，為利用指數平滑法為下期加訂修正策略對中游製造商影響。王富恩【36】，針對不同需求型態對長鞭效應的探討以四種時間序列需求型態及二種預測方法，分別推導零售商及配銷商之訂單變異度，並分析其關鍵因子。王瓊敏【37】以灰色預測、時間數列、類神經網路等方法建構的價格預測模式，並評估分析各方法之優缺點以及準確度，以供筆記型電腦廠商選擇預測關鍵零組件價格方法之參考。

以上的文獻研究詳述了供應鏈管理對製造業的重要性、長鞭效應造成的庫存成本、良率的模式研究、以及常用的預測方法與庫存管理研究等。本研究將以降低庫存做為研究目標，利用討論過的移動平均法、指數平滑法、以及驅勢分析法做為改善良率的預測品質的方法，再利用平均絕對標準差誤差以及平均絕對百分比誤差做為評估方法，將此預測方法與評估方式應用在氧化銻錫導電玻璃產業的良率預估品質研究，以資選出最佳的預測模式。

由於該產業正邁入高度成長期，台灣又是氧化銻錫導電玻璃最大的供應國家，雖然預測方法的文獻很多，但是對於該產業目前的相關研究並不多，因此本研究的目的，即為研究採取訂單生產策略的企業，因其在接到客戶訂單之後，才生產滿足客戶需求數量之產品，因此在庫基材的庫存成本較低，但交貨所需的前置時間較長，並且回應客戶需求的變化的能力是相對較薄弱的。故本研究提出利用預測模式進行良率預測，找出採取訂單生產策略的企業，在生產製造前利用預測良率估算基材投入量，達到產出量與需求量的最小誤差，在此條件下以期成品庫存量最小化。

第三章 觸控面板產業背景

觸控面板起源於 Samuel C. Hurst 博士在 1971 年提出了電子觸控界面的設想，至 1974 年開始出現最早的觸控螢幕，為美國軍方為軍事用途而發展，80 年代則因業者技術轉移，進而帶動至民間生活及工業發展之需求。近幾年以來，由於 IT 產業的蓬勃發展，帶動 IA 與資訊產品的興起，無論是個人資訊家電產品或是工業用控制機台，也都由過去的複雜笨重轉為以 User Friendly 為導向。也因此帶動觸控市場產業的發展。

預期未來對簡易操作的需求越來越大的情況下，驅使資訊產品業者對使用者介面更進一步的研發，依目前市場趨勢看來，在語音輸入技術尚無法成熟前，為取代滑鼠及鍵盤的功能，使用觸控式螢幕將會成為一股無法抵擋的潮流。

3.1 觸控式面板產業分析：



2008 年，大陸白牌手機市場規模可望由 2007 年的 7,000 萬~8,000 萬支水準，成長到 1 億支以上，因此，大陸白牌手機市場勢必成為另一塊新興供應商的兵家必爭之地。藉由目前市面上最熱門的 iPhone 觸控式螢幕，加速獲得白牌手機客戶的芳心，尤其在 iPhone 觸控式螢幕短期仍呈現「賣方市場」狀況之下，該產業已成為近期熱門的話題之一。

有觸控式螢幕的白牌手機目前零售價約為人民幣 1,000 元，是一般手機的 2 倍以上。因此，裝置有觸控式螢幕的白牌手機已被大陸白牌手機客戶視為拉抬 2008 年業績的主要動力。由於觸控式螢幕需要有完整的晶片解決方案及玻璃模組製造能力，台灣有許多晶片及玻璃模組供應商正積極打入該市場，所以台灣在觸控式面板的技術支援上更顯重要。

面對 2008 年大陸手機市場一片 iPhone 的熱潮，加上賣方市場結構明顯，台灣的展訊通訊、巨虹電子及義隆電子目前的觸控式螢幕解決方案，單價比起蘋果 (Apple) 所採用的 18 美元成本，便宜逾 30~40%，因此，3 方對未來相關晶片及模組的出貨量成長預估都是相當樂觀，預期 2008 年第 2 季後將挑戰 10 萬~50 萬顆水準。

目前蘋果 iPhone 手機上的觸控式面板晶片，採用美商新思 (Synaptics) 晶片，以電容式感應技術為主。新思是全球 NB 觸控板的主要供應商，全球市佔率高達 60%。今年也將積極投入手機觸控面板市場，目前主要客戶除蘋果外，還有三星及 LG 新推出 PRADA 手機的觸控面板模組供應商。

由於台灣是全球最大的代工基地：NB (80%)、液晶顯示器 (66%)，同時也是手機、GPS 等手持式產品的生產基地，因此台灣代工廠也成為新思的目標客戶。為了深入經營台灣代工市場，Synaptic 今年在台成立設計研發中心，將可提供客戶客制化觸控技術，以及縮短產品設計到上市的時程。

目前，消費性電子重心由單點式的電阻式製程，轉至多點式的電容式製程，去除以往產品刮損及破裂的危險。目前，大廠蘋果及微軟也都採用電容性技術。觸控式面板模組因為牽涉到 ITO (導電) 薄膜製程，技術門檻高，下游廠商對薄膜耐用度及防刮度要求很高，導致良率及生產品質不定。

電阻式及電容式的觸控式面板以往掌握在美日大廠 (Synaptics、ALPS、TI) 手中，因部份專利權即將屆臨到期。台灣觸控式面板廠商在電容式觸控面板技術已耕耘相當長的時間，並有申請相關的專利，如義隆、勝華等等。在電容式觸控面板技術專利陸續到期情況下，對於台灣廠商機會就明顯增加許多。目前，國內投入觸控面板相關的 IC 設計廠商如義隆、迅杰與偉詮電等公司。

由於電容式觸控在筆記型電腦軌跡板上的應用已達 100%，應用的成長已相較遲滯。不過除軌跡板以外，其它筆記型電腦外圍、甚至 PC 外圍仍有相當大的導入空間，例如新切入的筆記型電腦多媒體按鍵，預期未來成長相當看好。不過對於電容觸控是否可望取代筆記型電腦鍵盤，鍵盤面積相較太大，目前在成本上仍難符合效益，因此，短期內電容觸控仍以取代部份外圍按鍵，例如多媒體按鍵、LCD 光源控制等按鍵為主。筆記型電腦廠對採用電容觸控的多媒體按鍵接受度頗高，雖然是新市場，但下半年開始將有多家 NB 推出產品，包括戴爾(Dell)、惠普(HP)及東芝(Toshiba)等。

針對消費者的不同需求，像是防炫光、低反射、防掌觸等技術。對小尺寸的攜帶式消費型電子設備而言，輕薄短小已成產品趨勢，因此其適用的觸控面板將朝更薄、更輕、更低成本的方向努力。觸控面板若欲打入車內監視器市場，將必須面對溫度的考驗。另外，隨著車內監視器的影音需求增加，因此車內監視器用面板將追求更高透光率和更高色彩飽和度，未來觸控面板如何配合車內監視器用面板將是一大考驗。在商業用 POS 系統方面的觸控面板，因其與工業用電腦、公共資訊查詢機皆屬於使用者的習慣較難掌握，因此觸控面板的耐用度變成一大重點。正因為此利基市場具高度客製化特性，因此客戶願意以較高成本換取穩定性，觸控面板廠商也相對獲得較高利潤。

3.2 觸控式面板技術介紹：

3.2.1 電阻式：

電阻式觸控螢幕可以說是目前使用量最多的一個技術，電阻式的驅動原理是用電壓降的方式來找座標軸，由下圖可以看出，X 軸和 Y 軸各由一對 0~5V 的電壓來驅動，當電阻式觸控螢幕被接觸到的時候，由於迴路被導通，而會產生電壓降，而控制器則會算出電壓降所佔的比例然後更進一步算出座標軸。

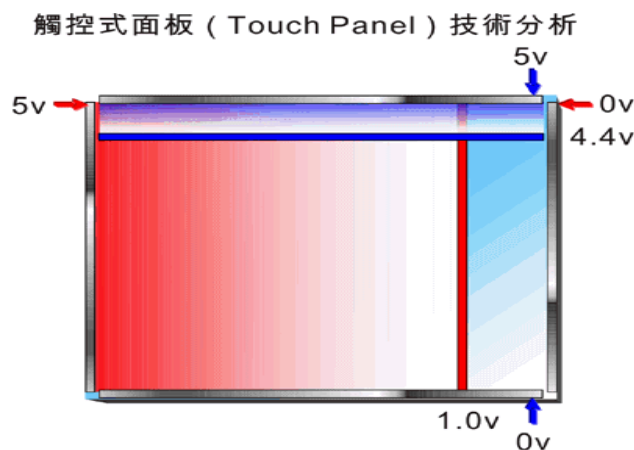


圖 三：電阻式觸控面板示意

從電阻式的結構面來講，通常電阻式上層是以 ITO Coating 的 PET 來當材料，下層則是以 ITO Coating 的 PET 或是玻璃來當材料，平常沒使用的時候上下兩層是以絕緣體 Spacer Dot 來撐開，要不然就會產生 Constant Touch (游標固定每一點) 的問題。

3.2.2 電容式：

電容式觸控面板，跟電阻式比較，則是一個截然不同的技術，電容式的架構比較簡單，基本上是以 ITO 玻璃為主體，在 ITO 玻璃的四角放電，在表面形成一

個均勻的電場，當可以導電的物體，例如像是人的手指，吸走一點微量的電流，後面的控制器則會算出電流被吸走的比例而算出 X 軸和 Y 軸。

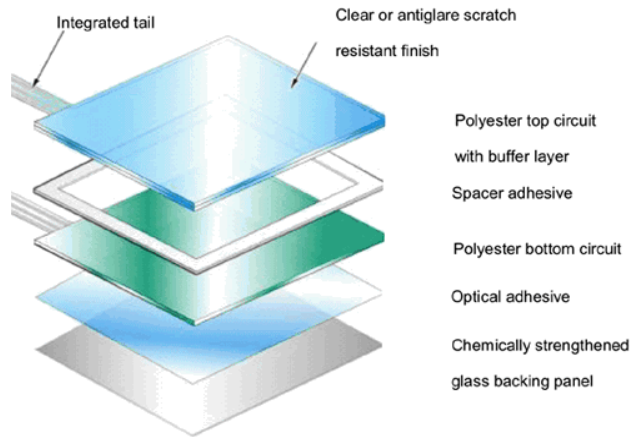


圖 四：電容式觸控面板示意

3.2.3 特性比較：

下表則是電阻式和電容式的比較表。

表 二：電阻式和電容式的比較表

	電阻式	電容式
透光度	80%	91.5%
硬度	3 H	3 Mohs
準確率	98.5%	99%
反應時間	20 ms	3 ms
操作高溫	50 °C	70 °C
抗 UV	無	有
起動力量	50 mg	0 mg

來源:Weihrich(1982)

透光度：觸控式面板是依附在 LCD 外面的，所以其透光率以及其抗眩抗反射的特性也相對重要。電容式觸控面板要做到高透光及抗眩光並不容易。一般只有 85% 的透光率。而且抗眩的效果也不佳。

硬度：電阻式的表層是 PET（塑膠）材質，通常硬度是 3H，這邊所謂的 H 硬度就是我們鉛筆的硬度，例如像 2B，HB 鉛筆之類，我們使用鉛筆都知道鉛筆是很容易折斷的，在加上塑膠老化之後會變脆，電阻式觸控面板是很容易損害的，電阻式假如是用在 PDA 或是其他個人使用的物品的話還好，通常我們會非常愛惜自己的東西，但是假如是公用的話，很容易因為不愛惜使用或是不當使用遭到破壞，通常會造成廠商維護上的困擾，更別說顧客因為機器無法使用而損失的機會成本。

準確率：由於 PET 天生物理特性，電阻式的最好準確率只能到 98.5%（即誤差值在 1.5% 下），而電容式面板則以電流驅動，準確率則可達到 99%（即誤差值在 1% 下）。在小尺寸的時候還沒有感覺到這 0.5% 的差異，但是到大尺寸的時候，這 0.5% 的差距可能是一個按鈕的面積而造成誤動作。

反應時間：假如只是單點觸碰的話，反應時間或許還感覺不出來它著重要性，但是假如需要畫線的話，例如像遊戲機的使用，就非常的重要，電容式等於是及時的反應，你使用電阻式的話則是會有遲鈍的感覺，跟不上遊戲的節奏。

觸控打點壽命：通常我們是以觸控打點壽命來表示觸控面板的可靠性及耐用性，電容式可以說遠遠超過其他電阻式的技術，觸控面板的可靠性及耐用性越高，需要維修及保固的費用則越少，對消費者來說電容式是一個全部成本很划算的解決方案。

操作高溫：由於現在 CPU 速度越來越快，CPU 也越來越燙，再加上 LCD 面板發光發熱，現在整個系統散熱是一個越來越重要的一個技術問題，電容式在高溫的

容忍度比電阻式還高 20C，在系統設計可以比較方便，而且還可以在一些特殊環境使用。

抗 UV：PET 是不抗 UV 的，因此電阻式並不適合在戶外長期使用。電容式並不怕紫外線，而且加上之前比電阻式還高的操作高溫，更適合在戶外接受太陽的風吹日曬。

起動力量：由於電阻式必須要壓下 PET 表層才能造成電壓降進而產生一個 Touch，你一定要施力壓下去才可以啟動電阻式面板，有時太輕的一個觸碰會無法驅動電阻式面板，然而，電容是只要手觸碰到表面，就可以形成一個觸碰，不需要施加任何的力量，在使用者的觀感上會覺得電容式更靈敏。



3.3 國內廠商現況說明：

國內目前已有進行量產或準備中的廠商簡錄於下表 3。文麥規劃最大月產能為 3 萬片(15")，生產四線電阻式觸控面板；富晶通為中環與日本富士集高見澤合資，主要生產四線電阻式觸控面板，國內兩條生產線加上富士通高見澤日本生產線每月生產量換算成 3.8" 計算，最大可達 220 萬片/月；勝華 2001 年年底量產電阻式觸控面板，最大月產能為 100 萬片，技術來源為日本。

光聯科技原本預計將 TN 廠遷移至大陸生產，原廠址架設觸控面板生產線，並於 2001 年第四季開始量產四線式電阻式觸控面板，但因景氣關係，暫緩遷移 TN 生產線至大陸，因而觸控面板的生產時程已延後到 2002 年再進行架設生產線；碧悠原計畫 2001 年第二季量產以玻璃為基板的觸控面板，但考量市場未來發展將往塑膠基板發展，轉而將以塑膠基板代替玻璃基板來製造觸控面板，量產時程延至 2002 年。



天龍傳訊規劃最大產能為 60 萬片/月(3.8")四線電阻式觸控面板，技術來自日本移轉，自今年六月量產以來，該公司不斷以提昇產品品質及良率為優先，並已獲得許多大廠的肯定；突破光電每月最大產能為 260 萬片，生產四線及六線電阻式產品，是國內業者中唯一擁有產品專利技術的業者，其所研發的六線式產品以優於五線式產品的防刮、防電磁波、防噪音等優點，加上第四季即將量產的 XGT，在單片玻璃上製作兼容電阻式及電容式優點的產品，積極搶進高階的市場。

惟信企業則開發出 CRT 專用且具護目的外掛式觸控面板，將成為跨入消費性電子產品的一大利器；祐新達科技，目前已完成建廠，2001 年八月中旬進入量產。該公司技術團隊在雷射應用領域的經驗及實力，應用於觸控面板製程的開發，在製程技術及設備規劃方面擁有自己的專利，免除向日本技術移轉的高額權利金，

而其自行開發的 Dot Spacer 乾製程，可縮短曝光顯影製程的 30%，進而達到降低生產成本及提昇良率，非常具有競爭優勢。

表 三：我國觸控面板廠商生產狀況

公司名稱	規劃最大月產能	產品	技術來源	量產時間
天龍傳訊	60萬片	電阻式	日本	01年6月
銘鴻	30萬片(12.1")	電阻式	自有	01年Q1
良英	20萬片	電阻式	-	01年Q1
突破光電	260萬片(3.8")	電阻式 XGT	自有	01年Q1
文麥	3萬片(15")	電阻式	-	1999年
富晶通	220萬片(3.8")	電阻式	富士通高見澤	01年8月
勝華	100萬片	電阻式	日本	01年底
光聯	25萬片	電阻式	日本	02年
碧悠	90萬片	電阻式(F/P)	日本	02年初
其 他				
志沛、奇菱、惟信、明揚、洋華、祐新達、時緯、邁斯特(IR)				

資料來源：工研院經資中心ITIS計劃 (2002/09)

我國觸控面板生產業者，在技術方面大多來自日本技轉，而且以電阻式產品為多。電阻式產品分為四線、五線、六線、八線式四種，四線式產品因較其他三種具有價格優勢，所以應用的產品範圍非常廣泛，例如 PDA、Webpad、Smart Phone 等等。而五線或是八線產品因壽命與耐環境性都較四線式來的高，適用於工業用的設備，或是公共資訊系統等領域，所以其價格亦比四線式產品高。然而除了有六線式為國內廠商突破光電擁有的專利產品可以搶攻高階的市場外，國內少有可

以進軍此市場的業者，原因是國內業者對四線式產品的製程良率到目前為止都未提升到一定水準，良率約六成上下，與日本業者的 85~90%相比仍有相當的差距，所以尚無暇顧及這些技術的開發。



3.4 氧化銦錫導電玻璃(ITO glass)產業分析:

3.4.1 氧化銦錫導電玻璃(ITO glass)簡介:

由於玻璃無法導電，必須在原本無法導電的母玻璃(mother glass，需高品質的平板玻璃表面，玻璃包括鈉鈣玻璃、硼硅玻璃)上，鍍上一層薄薄的導電性的金屬氧化物薄膜(二氧化矽與氧化銦錫)，讓玻璃產生電極作導電用。故氧化銦錫導電玻璃(ITO 導電玻璃、Indium Tin Oxide Conductive Glass)為各類平面液晶顯示器(LCD、OLED、PDP、觸摸螢幕…等)之基礎零件之一。

由於 ITO 導電玻璃是生產 LCD 製程中之重要零件，ITO 導電玻璃的品質(蒸鍍層、浸泡層的均勻度，阻值的穩定性、耐高溫、鍍層不脫落、耐候性，耐酸性…等等)將會嚴重影響下游製造商的良率，製造商對其品質都不敢掉以輕心。再則 ITO 導電玻璃，面阻值愈高、膜厚相對較薄，因此鍍膜的技術層次高。國內目前可供應電阻式觸控面板使用之 ITO 玻璃業者計有：默克、銖德、冠華、正太等。而 ITO 玻璃因面阻值高、膜厚相對較薄，因此鍍膜的技術層次高，且台灣 ITO 玻璃業者投入的時間較短，多數業者在膜質均勻度、剝離強度等特性要求，至現在產品品質已足以達到面板客戶的要求。

3.4.2 氧化銦錫導電玻璃台灣市場分析：

在 20 世紀 70 年代至 90 年代初，能夠提供 ITO 導電玻璃的生產廠商只有美國 Donnelly、瑞士 Balzers 及日本少數幾個廠商。隨著 LCD 行業的快速發展對導電玻璃需求量的增大，德國 Leybold、日本真空、美國 AFC 開始推出商業化的導電玻璃生產線，韓國、中國內地及臺灣地區在 90 年代開始引進生產線生產導電玻璃，並成為導電玻璃市場發展最快的區域。近年來，隨著手機螢幕彩色化和液晶顯示器件的普及應用及智慧型手機市場需求量的大增(大陸 2006 年出貨量達 8,855 萬

部，2008 年將增至 15,063 萬部，年平均增長率超過 30%，台灣預估 2008 年至 2010 年，智慧型手機會有 10 億支的需求量市場成長性強勁。

據臺灣拓撲產業研究所(TRI)2005 年 5 月預測，中高端產品被日韓台廠商壟斷，未來幾年傳統的 PDA 本身的市場將小幅萎縮；而 PDA 手機市場則增長迅速，2006 年市場上 PDA 手機出貨量達到 711 萬部，至 2008 年將增長至 1,682 萬部，年均增長率達 50%以上)。故低電阻(面電阻率約 $5\Omega/\square$)、低表面缺陷、超薄基板玻璃為代表的中高檔 ITO 導電玻璃的市場需求增長迅速。

由於 ITO 導電玻璃與 TN/STN/CSTN-LCD 面板之間存在著一對一的搭配關係，隨著 TN/STN/CSTN-LCD 面板市場逐漸進入成熟期，ITO 導電玻璃的市場需求也漸趨穩定。從產能與下游配套的角度來看，目前 TN/STN-LCD 行業在技術發展上已經退出主流行列，市場容量增長空間有限，實際產量與產能之間存在較大差距，從而也造成低檔 ITO 導電玻璃市場需求增長乏力，產能已超過市場實際需求。

而隨著 LCD 面板性能的不斷改進以及 CSTN-LCD 面板市場近年來的快速發展，帶動中高檔 ITO 導電玻璃市場需求增長迅速，市場容量不斷擴大。ITO 導電玻璃主要供應商多為美、日、韓廠商，國內則有默克百成、銖德科技、勝華科技等廠商進行生產。

勝華致力於成本控制以便可以在 LCD 市場以成本的優勢擴大版圖。公司除了自行購入 2 台 ITO 玻璃自行製造 ITO 玻璃，在 ITO 玻璃方面，勝華可以月產 ITO 玻璃 120 萬片，但是由於公司本身每月所需的 ITO 玻璃僅有 60 萬片，而國內 LCD 廠商目前並不考慮購買勝華的產品，因此勝華目前正與大陸、菲律賓等地的廠商洽談出售其他的 ITO 玻璃。

銖德科技運用光碟片的濺鍍及薄膜光電 (Thin film) 為核心生產技術，自行

研發 ITO 玻璃研發生產後，順利取下游客戶的認證，目前 ITO 導電玻璃產品可供應薄膜晶體管液晶顯示器(TFT-LCD)、超扭轉向列型液晶顯示器(STN-LCD)、扭轉向列型液晶顯示器(TN-LCD)等平面顯示器廠商及觸控面板(Touch Panel)廠商及彩色濾光片基板使用，2000 年底月產能由 30 萬擴充至 210 萬平方米，挑戰全球第一，2007 年第二條 ITO 玻璃產線於第一季可以正式量產。

默克光電於 1993 年 10 月創立，為德國默克集團投資成立的公司，並於 1994 年 12 月於桃園觀音工業區設廠，設立第一條 ITO 濺鍍光學膜生產線，是國內第一條 ITO 濺鍍光學膜生產線，專門生產 ITO 導電玻璃，以供平面顯示器使用，為平面顯示器不可或缺的關鍵零組件。隨著光電產業的蓬勃發展，默克分別於 1999 年 5 月和 2001 年 3 月陸續設立第二條和第三條生產線，使年產量躍升為全世界第二位。

表 四：國內 ITO 玻璃生產量

廠商	2006	2007	2008	2009
冠華(avct)	380K	450~650K	650	650
韓商 SNP	600K	600	600	600
正太(Gemtech)	350K	350	350	350
銖寶(RiTEK)	450K	450	850	850

資料來源：本研究整理

ITO 玻璃價格方面，以 300mm*400mm*1.1T 來說，價格從 2006~2009 年，預期價格為緩慢下降(2007 年至 2008 年大約降 5%，2008 年至 2009 年為 10%，2006 年至 2007 年則為持平)

第四章 研究方法

本章是依據本研究之研究目的，再參酌國內外研究者有關光電材料及光電產業文獻、資料及光電產業廠商個案研究結論歸納後的文獻基礎下，進行資料分析架構、資料分析方法、策略探討及建議。

4.1 資料分析架構：

本研究利用數量方法中時間序列的預測模式，作為本研究個案分析。先取得個案公司之中的一條生產線良率資料後，在此生產線的歷史資料再依不同產品分類，歷史資料是每日的資料再平均成每月的良率，接下來利用時間序列的預測模式分析預測未來產出良率。預測良率的優劣則以預測評估法加以判斷，確認最佳預測模式，使生管人員在安排投入量時能較符合需求量進而減少成品庫存水平。

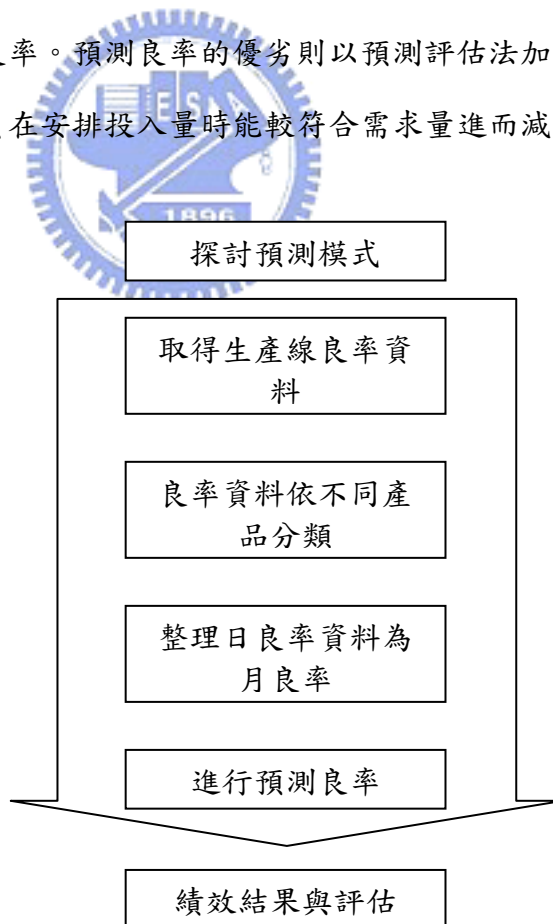


圖 五：個案分析架構

4.2 資料分析方法：

預測(Forecasting)為經由現實與未來的關係分析未來趨勢；並透過已發生事件與將發生事件的橋樑去推論將發生或不確定的事件；透過已知數據與未來數據間的模型去計算未知數據【34】、【35】、【38】。簡單來說，預測(Forecasting)是對未來或即將發生之現象的一種推測和估計。主要是利用過去的歷史資料來對未來即將發生的現象來映射未來的發展趨勢。

預測若依時間目的與間隔長短分類，可區分為：短期預測、中期預測與長期預測。短期預測一般是一年以內的預測。中期預測一般是三至五年內市場或環境變化的預測。長期預測一般是十年至十五年或更長期間內市場變化趨勢的預測。預測的準確性會受預測時間長短的影響【40】。一般來說，預測期限愈長，誤差則愈大；預測期限愈短，誤差則愈小。

時間序列的預測模式基本上可分為兩種型態：定性方法(qualitative methods)與定量方法(quantitative methods)【2】、【4】、【32】、【7】。定性方法通常以專家的意見為主，依據過去的經驗或特殊感官功能對未來的事件做本質、特性的預測。通常用於歷史資料缺乏的情況下所運用的方法，透過匯集專家及顧客的意見，再經由蒐集與分析，來探討問題進行預測。

定量方法則是將歷史事件，轉化為時間數列資料趨勢圖，並判別其特徵，以數理統計方法模式化後再做量的預測。常見的定量分析方法可分為：時間序列分析(Time Series Method)、多元迴歸模型(Multivariate Regression Models)、計量經濟模型(Econometric Models)【33】、與因果分析(Causal Method)【6】、【10】。時間序列分析(Time Series Method)是透過歷史資料趨勢來預測未來將發生的情勢。常見的統計方法為趨勢分析、指數平滑法、Box-Jenkins法；因果分析(Causal Method)是當歷史資料可資利用且足以分析，以明確說明被預測

事象的相關因素與其它因素時，利用因果分析法來進行預測。多元迴歸模型（Multivariate Regression Models）和計量經濟模型（Econometric Models）則是透過利用經濟現象的解釋變數對被預測變數做預測。

在此預測模式中由以下特性組成

趨勢：資料中漸進而長期的移動，形成相當穩定或隨時間呈現一個趨勢；趨勢一般為線性的(linear)，二次方程式的(quadratic)或指數函數(exponential function)

季節變動：資料中短期而規則性的時間變動，呈現重複性之行為；季節性變動通常與日期或氣候有關

循環：在一年以上的時間內，呈波狀的變動，相對於季節性變動，時間序列可能經歷「周期性變動」，而周期性變動通常起因於經濟變動

不規則的變動：由於不尋常的情況所產生的

隨機變動：偶然發生

針對本研究使用的三種定量分析法詳述如下：

4.2.1 移動平均(Moving Averages)

移動平均法是一種改良算術平均法的預測模型。它根據近期歷史數據對預測值影響較大，而遠期歷史數據對預測值影響較小的事實，將平均數逐期移動。移動期數的大小視具體情況而定，移動期數少，能快速地反映變化，但不能反映變化趨勢；移動期數多，能反映變化趨勢，但預測值帶有明顯的滯後偏差。

若時間序列的資料在一段時間內呈現穩定的變化量時，可採用此法進行預測，通常移動平均法適用於短期預測。其數學建構的模式如下：

$$MA_n = \frac{\sum_{i=1}^n D_i}{n} \quad (4.1)$$

n : 為移動平均中的週期數

D_i : 為在週期*i*時的實際需求量



4.2.2 指數平滑法(Exponential Smoothing)

指數平滑法是一種從不規則的變異資料中分離出趨勢與季節性之預測方法。指數平滑法是假設時間序列的資料是由水準、趨勢、季節性與不規律性等四項因素組成的。係以本期觀察值以及上一期所推估的本期預測值，兩者取加權平均後，以作為下一期的預測值。至於本期預測值則又為上一期的觀察值，以及由上兩期所推估的前一期預測值，取加權平均而得的數值。單一指數平滑法需要「起始預測值」，其數學建構的模型敘述如下：

單一指數平滑法 (SES) 是利用權重移動平均的概念，將所欲估計的下期預測值 F_{t+1} 為本期實際需求量 D_t ，加上本期的預測值 F_t 乘上權重 $1-\alpha$ 。公式如下：

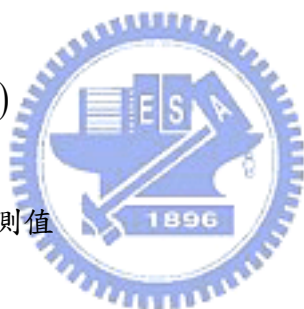
$$F_{t+1} = F_t + \alpha(D_t - F_t) \quad (4.2)$$

F_{t+1} : 為下一期預測值

F_t : 為本期預測值

D_t : 為本期實際需求量

α : 為平滑係數



4.2.3 趨勢分析法(Techniques for Trend)

趨勢分析也就是發展出一個可以適當描述趨勢的方程式(假設資料中呈現趨勢)。趨勢可能是線性的，也可能不是。一個簡單的資料圖通常可以顯示趨勢的存在與性質。

當趨勢出現時，可使用趨勢分析法進行預測。在計算前，先將各種趨勢線及對應的數學模型用圖解描述。當資料各點連成一線而呈現直線時，可應用趨勢分析法計算該資料群組的線性趨勢方程式，線性趨勢方程式的形式如下

$$F_t = a + bt \quad (4.3)$$

$$b = \frac{n \sum ty - \sum t \sum y}{n \sum t^2 - (\sum t)^2} \quad (4.4)$$

$$a = \frac{\sum y - b \sum t}{n} \quad (4.5)$$



F_t : 為本期預測值

a : 在t=0時的 F_t 值

b : 趨勢線斜率

4.2.4 評估指標

當採用數學模式解題時，必須有一套指標來評估這些不同模式的績效，一般常用之正確評估步驟是透過預測誤差之分析。預測誤差以兩種些微不同的方式影響決策。一種是在不同的預測替代方案中做選擇，而另一種是評估使用方法的成敗。預測誤差是針對某既定時期，實際發生的數值與預測值之間的差異。因此，
誤差=實際值-預測值

在時間期數 t 時，令預測誤差為實際值 A_t 與預測值 F_t 差異量， e_t 定義如下

$$e_t = A_t - F_t \quad (4.6)$$

一般評估預測模式方法有下列幾種：

1. 平均絕對標準差(Mean Absolute Deviation ; MAD)

$$MAD = \frac{\sum |A_t - F_t|}{n} \quad (4.7)$$

2. 平均平方誤差(Mean Square Error ; MSE)

$$MSE = \frac{\sum (A_t - F_t)^2}{n-1} \quad (4.8)$$

3. 平均絕對百分比誤差(Mean Absolute Percent Error ; MAPE)

$$MAPE = \frac{\sum \frac{|A_t - F_t|}{A_t}}{n} \quad (4.9)$$

MAD 與MSE 是用在評估同一組數據不同預測方法或者在同一預測技術中使用

不同參數狀況下比較預測好壞；其誤差低可從歷史數據中得到較好的預測值。而 MAPE 則較適合應用在只有一個預測模式之情狀下，表達預測結果之好壞。

由於MAD 與MSE 無考慮數據之尺度之大小故無法表達實際誤差大小，本研究在表示預測誤差時，則是分別採用MAPE 與MAD 來做比較，因為MAPE可以將預測誤差化為一致的單位百分比值，不會因為數值大小而產生比較基礎不穩固的問題。

Lewis將一般工業以及商業之平均絕對百分比誤差的預測能力分級如下

$MAPE < 10\%$ 高度準確的預測

$10\% \leq MAPE \leq 20\%$ 好的預測

$20\% \leq MAPE \leq 50\%$ 合理的預測

$50\% \leq MAPE$

不好的預測



第五章 個案分析

5.1 個案簡介

個案公司創立於 1994 年，主要提供數位顯示器產業之尖端薄膜鍍膜服務。因在薄膜技術具備長達 7 年的研究與開發經驗，使個案公司在抗反射及導電玻璃產品上具有卓越的產品設計與自行架構量產線之能力。

由於認同個案公司在薄膜鍍膜技術之領先地位，於 1997 年獲准進駐新竹科學園區。因應業務成長之需，於 2001 年 5 月在楊梅建立第二新廠房以利擴大其生產能力滿足來自日本、美國及亞洲等主要客戶之需求。目前個案公司主要產品集中在提供用於觸控面板之導電玻璃。2004 年通過核准股票上櫃案，亦分別於 2000 年及 2003 年獲得 ISO 9000 認證與 ISO 14000 認證。

現在主要產品之競爭優勢



透明導電基材：大面積、高阻值線性均勻度、生產速度快、高透光率、且適用於玻璃與塑膠之產品。

多層薄膜產品：大面積、高均勻度、生產速度快、低反射值、且適用於玻璃與塑膠之產品。

以光學鍍膜產品而言，其生命週期主要端視於下游顯示器產品需求而定，在可攜式資訊家電產品(IA)普及化及網際網路應用多元化助益下，使得消費者對於即時資訊掌握、高度自由性互動式視學操作介面以及高解析度鮮明影像功能之需求日益提升，因此如何提高鍍膜產品導電性、透光率、色彩鮮明度與均勻度，降低其反射值及輻射值，乃為光學鍍膜產業之主要課題，亦為延續產品生命週期之

方法。該公司 88 年度成功開發及 89 年度量產完成之觸控面板用透明導電玻璃及平面顯示器用抗反射多層薄膜產品，90 年度最新量產推出之液晶顯示器偏光板用抗反射多層薄膜產品，其應用面均正值產業成長階段，且由於該公司所鍍膜完成之多樣產品係能滿足客戶對各項品質要求，對於下一世代鍍膜產品正積極進行相關品質研發工作及製造技術開發，期以提供客戶完成整解決方案，顯見該公司之研發及製程能力，以極為快速之腳步，接近世界級一流廠商之水準。

根據日本中日社(Market On)調查報告顯示，預估至 2004 年全球觸控面板市場規模將可達 1,475 億日圓，年複合成長率為 19.4%，另手機用彩色液晶面板市場年產量，根據日經 Market Access 預估至 2002 年將由 2000 年 2,514 萬片成長約 3 倍，達 6,921 萬片，顯見市場對觸控面板及彩色液晶面板之需求與日俱增，而該公司所從事之透明導電玻璃及抗反射多層薄膜業務係屬觸控面板及彩色液晶面板產品不可或缺之表面處理鍍膜加工製程，因此在該公司不斷精進於技術與製程開發，配合對於產品品質控制、良率提升、量產技術及完善服務品質等有利條件下，皆能使個案公司之發展得以永續，其產品之研發更可配合市場需求推陳出新，以開發更具將來性之產品，提供客戶多層薄膜及導電薄膜完整解決方案，而具有持續發展的遠景。

個案公司係國內少數擁有薄膜製程技術及軟硬體設備設計製造能力之專業鍍膜廠商之一，自成立以來，主要即以研發技術取勝，每年均投入相當的研發經費開發新產品及製程改良。由於該公司所從事之透明導電基材及多層薄膜產品鍍膜技術之進入障礙高，目前僅有美國與日本等少數廠家具有該項技術能力，而該公司係目前國內唯一擁有大面積連續式真空濺鍍多層薄膜技術並具備低溫製程能力且能在偏光板上作抗反射鍍膜(AR Coating)技術之公司，同時亦係國內少數具備生產觸控面板用透明導電基材之廠商，由於結合了抗反射多層薄膜濺鍍技術，更提昇了技術層次及產品品質之競爭優勢。

由於深刻體認產業主導性在於掌握研發關鍵技術，該公司自成立初期即特別著重核心技術之研發，為持續保持技術領先之優勢，近三年來研發費用投入約營業額 15%以上，因此生產技術來源的取得，均採取自行研發方式，並無涉及專利權問題。為確保對專業技術之所有及保護，該公司積極鼓勵研發人員從事與公司本業相關之創作發明，並以提升技術能力及產品品質，增加市場競爭力。

5.1.1 個案產品類別

個案公司自成立迄今即持續投入研發人力及財力，在觸控式面板用之透明導電基材市場與顯示器用之多層薄膜相關應用產品中，繼續向上提昇其技術層次及產品品質。此外，配合電子產品輕、薄、短、小與省電之發展趨勢，一方面對於觸控式螢幕用透明導電基材之發展，提供客戶端全方位之 total solution，進行更完整之產品開發，另對於多層薄膜產品之開發，該公司係配合本身獨特技術能力，提供各種運用於顯示器多層薄膜之產品系列，並加速新產品市場量化規模與製程良率。

藉由完整的產品開發技術，目前產品規格在製程技術上分為光學及阻值兩項，依據顧客使用條件而產生的需求組合而成。利用自有技術所製作的真空濺鍍 In-Line 式機臺，搭配不同材料、尺寸及厚度的玻璃基材提供製程穩定及大量產能的最終產品

ITO 產品 - Resistive Type Product Series

Characteristic	Type		
Transmittance	Low T ≥ 90%	Medium T ≥ 92%	
	High T ≥ 94%	Super High T ≥ 97%	Excellent High T ≥ 98%
Resistance	Low 200~300Ω/sq	Medium 400~650Ω/sq	
	Medium-High 500~770Ω/sq	High 850~1350Ω/sq	
Dimension	300x300 mm	400x300 mm	14"x16"
	420x320 mm	420x350 mm	14"x17"
Thickness	0.5 mm	0.55 mm	0.7 mm
	1.1 mm	1.8 mm	3.0 mm
Glass type	Normal	Chemical strength	
	Anti-glare		

圖 六：電阻式 ITO 玻璃產品規格

ITO 產品 - Capacitive Type Product Series

Characteristic	Type	
Transmittance	Low T ≥ 90%	Medium T ≥ 92%
Resistance	Back side 300~700Ω/sq	Front side 1500~2500Ω/sq
Dimension	400x300 mm	420x350 mm
	14"x16"	400x500 mm
Thickness	1.8 mm	3.0 mm
Glass type	Normal	

圖 七：電容式 ITO 玻璃產品規格

5.1.2 個案生產模式



圖八：ITO 玻璃生產流程

圖中可知生產流程中主要步驟為基材清洗、光學及阻值薄膜濺鍍及後處理製程，之中設有抽測站以確保製程條件及產品規程格。基材進料後進入生產線就直接產出為成品，之中並未設置暫存區或移至他處進行加工。所以產出成品的不良品發生大多集中在薄膜濺鍍及後處理製程，薄膜濺鍍中影響光學及阻值，後處理製程則針對加強阻值穩定性。再者，運送過程中的振動及撞擊也會造成基材外觀上的缺陷。在計算總良率時須考慮三種因素：(1)光學良率、(2)阻值良率及(3)外觀良率，使得最終產出量為基材投入量、光學良率、阻值良率及外觀良率四者相乘後的結果

由於個案公司的產品類別眾多加上顧客需求變化快速，在成品庫存上往往無法維持在固定水準。同時產出的實際良率具有許多影響因子，但只能單靠製程部門的經驗提供可能的預測良率，每一產品具有一固定的良率。生物管藉由製程部門提供的預測良率計算該次的基材投入量，常常造成該次的最終產出量與業務需求量間有差異，同時也造成成品庫存量的浮動變化。本研究資料為個案公司生產線 200608~至今的每日所產出的產品與良率的對應，該資料中良率有兩項；總良率為光學良率、阻值良率及目檢良率的相乘，表示進料與產出的比例，表定良率為

製程部門依據以往生產該產品的經驗所提出的可能良率，此良率對應單一產品只有固定數值並無修正方法。依據研究方法所提出的定量法中時間序列的預測方法，分別針對生產頻率較密集的三種產品進行運算，所選出的三種產品在原始資料中的每個月皆有生產，每次生產約有 4~10 天的時間。



5.2 個案良率分析

先在原始資料中篩選出三種產品個別的歷史資料，再依據每月有製造的天數中所對應的實際日產出總良率平均成該月份的月產出總良率，如表五、六、七。依序使用固定良率、移動平均法、指數平滑法及趨勢分析法進行預測方法運算。運算過程利用 Excel 的表格配合前述四種方法進行預測運算，結果以表列方式呈現在下。

因原始資料內有產品尺寸及客戶代號，在此不整理至表格中。三種產品在光學部分皆為高穿透率，由於最終產品為觸控式面板，市場對高亮度的需求較大；而阻值部分分別為高阻值、中阻值及低阻值，三者應用面範圍大致相同，差異在其驅動介面的設計，其中以中阻值產品需求量較大。

在表五、六、七中各欄位所代表的意義如下

Cycle：為月產出總良率的週期數

Date：為該良率所對應到的年份及月份

Actual Yield：為篩選平均後月產出總良率

表 五：A 產品的月產出總良率

Cycle	Date	Actual Yield
1	Oct-06	0.724702381
2	Nov-06	0.7
3	Dec-06	0.7
4	Jan-07	0.662824207
5	Feb-07	0.795198884
6	Mar-07	0.746909291
7	Apr-07	0.639646534
8	May-07	0.795407134
9	Jun-07	0.756801601
10	Jul-07	0.682547129
11	Aug-07	0.655126394
12	Sep-07	0.7
13	Oct-07	0.548243164
14	Nov-07	0.576354989
15	Dec-07	0.673937513
16	Jan-08	0.693079431
17	Feb-08	0.528790829
18	Mar-08	0.651551935

資料來源：本研究整理



表 六：B 產品的月產出總良率

Cycle	Date	Actual Yield
1	Aug-06	0.716011257
2	Sep-06	0.654419477
3	Oct-06	0.567677423
4	Nov-06	0.619653982
5	Dec-06	0.695979609
6	Jan-07	0.769862885
7	Feb-07	0.85465397
8	Mar-07	0.773893139
9	Apr-07	0.724232451
10	May-07	0.818346403
11	Jun-07	0.768152754
12	Jul-07	0.714330752
13	Aug-07	0.787505265
14	Sep-07	0.7
15	Oct-07	0.655785627
16	Nov-07	0.610222096
17	Dec-07	0.612056906
18	Jan-08	0.724216447
19	Feb-08	0.597361885
20	Mar-08	0.598352765

資料來源：本研究整理

表 七：C 產品的月產出總良率

Cycle	Date	Actual Yield
1	Sep-06	0.849176823
2	Oct-06	0.785819283
3	Nov-06	0.7
4	Dec-06	0.75559532
5	Jan-07	0.792620975
6	Feb-07	0.866968985
7	Mar-07	0.675913229
8	Apr-07	0.809294056
9	May-07	0.68158078
10	Jun-07	0.603267228
11	Jul-07	0.522832538
12	Aug-07	0.66414239
13	Sep-07	0.802579174
14	Oct-07	0.793914189

資料來源：本研究整理

由研究方法中的預測模式，使用移動平均法、指數平滑法及趨勢分析法進行演算得出三種結論，輔以誤差評估公式，如平均絕對標準差(Mean Absolute Deviation ; MAD)及平均絕對百分誤差(Mean Absolute Percent Error ; MAPE)來評估使用三種預測模式及固定良率四者的優劣

5.2.1 固定良率

表定良率為製程部門依據以往生產該產品的經驗所提出的可能良率，此良率對應單一產品只有固定數值並無修正方法。

三種產品的表定良率如下：

A 產品：0.75

B 產品：0.75

C 產品：0.78

C 產品的基材與 A 產品及 B 產品尺寸比較後，C 產品尺寸較小均勻性也較好，故在經驗上會將 C 產品的表定良率提高

在固定良率下只有單一表定良率做為預測良率，利用 MAD 及 MAPE 進行預測績效評估以了解實際良率與預測良率的誤差比例。

表 八：以固定良率與月產出總良率的績效評估

固定良率	MAD	MSE	MAPE
A 產品	0.081316323	0.010831665	0.130979839
B 產品	0.079105687	0.009505515	0.121808829
C 產品	0.079159474	0.009848816	0.117213028

資料來源：本研究整理

在表九、十、十一中各欄位所代表的意義如下

Standard：為月產出總良率的表定良率

Average：為該 MAD 及 MAPE 所對應到的預測績效評估結果

表 九：A 產品在固定良率下的 MAD、MSE 及 MAPE 績效評估

	MAD	MSE	MAPE
Standard	0.75		
Oct-06	0.0253	0.00064	0.03491
Nov-06	0.05	0.0025	0.07143
Dec-06	0.05	0.0025	0.07143
Jan-07	0.08718	0.0076	0.13152
Feb-07	0.0452	0.00204	0.05684
Mar-07	0.00309	9.6E-06	0.00414
Apr-07	0.11035	0.01218	0.17252
May-07	0.04541	0.00206	0.05709
Jun-07	0.0068	4.6E-05	0.00899
Jul-07	0.06745	0.00455	0.09883
Aug-07	0.09487	0.009	0.14482
Sep-07	0.05	0.0025	0.07143
Oct-07	0.20176	0.04071	0.36801
Nov-07	0.17365	0.03015	0.30128
Dec-07	0.07606	0.00579	0.11286
Jan-08	0.05692	0.00324	0.08213
Feb-08	0.22121	0.04893	0.41833
Mar-08	0.09845	0.00969	0.1511
Average	0.08132	0.01083	0.13098

資料來源：本研究整理

表 十：B 產品在固定良率下的 MAD、MSE 及 MAPE 績效評估

Date	MAD	MSE	MAPE
Standard	0.75		
Aug-06	0.03399	0.00116	0.04747
Sep-06	0.09558	0.00914	0.14605
Oct-06	0.18232	0.03324	0.32117
Nov-06	0.13035	0.01699	0.21035
Dec-06	0.05402	0.00292	0.07762
Jan-07	0.01986	0.00039	0.0258
Feb-07	0.10465	0.01095	0.12245
Mar-07	0.02389	0.00057	0.03087
Apr-07	0.02577	0.00066	0.03558
May-07	0.06835	0.00467	0.08352
Jun-07	0.01815	0.00033	0.02363
Jul-07	0.03567	0.00127	0.04993
Aug-07	0.03751	0.00141	0.04763
Sep-07	0.05	0.0025	0.07143
Oct-07	0.09421	0.00888	0.14367
Nov-07	0.13978	0.01954	0.22906
Dec-07	0.13794	0.01903	0.22538
Jan-08	0.02578	0.00066	0.0356
Feb-08	0.15264	0.0233	0.25552
Mar-08	0.15165	0.023	0.25344
Average	0.07911	0.00951	0.12181

資料來源：本研究整理

表 十一：C 產品在固定良率下的 MAD、MSE 及 MAPE 績效評估

	MAD	MSE	MAPE
Standard	0.75		
Sep-06	0.09918	0.00984	0.11679
Oct-06	0.03582	0.00128	0.04558
Nov-06	0.05	0.0025	0.07143
Dec-06	0.0056	3.1E-05	0.00741
Jan-07	0.04262	0.00182	0.05377
Feb-07	0.11697	0.01368	0.13492
Mar-07	0.07409	0.00549	0.10961
Apr-07	0.05929	0.00352	0.07327
May-07	0.06842	0.00468	0.10038
Jun-07	0.14673	0.02153	0.24323
Jul-07	0.22717	0.05161	0.43449
Aug-07	0.08586	0.00737	0.12928
Sep-07	0.05258	0.00276	0.06551
Oct-07	0.04391	0.00193	0.05531
Average	0.07916	0.00985	0.11721

資料來源：本研究整理



5.2.2 移動平均法

利用移動平均法時須選擇期數，在不同期數間，亦有互相矛盾的影響。若移動平均期數越長，則隨機因素愈平滑。但預測資料會出現有遞減或遞增的趨勢，而產生「緩和波動」的缺點。本研究資料有限，無法進行較大型數的運算，在此期數選擇為3期。

在移動平均法下必須犧牲與期數相同的資料，運算後的結果做為預測良率，利用MAD及MAPE進行預測績效評估以了解實際良率與預測良率的誤差比例。

表 十二：以移動平均法與月產出總良率的績效評估

移動平均法	MAD	MSE	MAPE
A產品	0.066683041	0.006252217	0.103462146
B產品	0.063434753	0.006245136	0.089874902
C產品	0.103686937	0.015264556	0.149889238

資料來源：本研究整理

在表十三、十四、十五中各欄位所代表的意義如下

Forecast：為月產出總良率的預測良率

Average：為該MAD及MAPE所對應到的預測績效評估結果

表 十三：A 產品在移動平均法下的 MAD、MSE 及 MAPE 績效評估

	Forecast	MAD	MSE	MAPE
Oct-06				
Nov-06				
Dec-06				
Jan-07	0.70823	0.04541	0.00206	0.06851
Feb-07	0.68761	0.10759	0.01158	0.1353
Mar-07	0.71934	0.02757	0.00076	0.03691
Apr-07	0.73498	0.09533	0.00909	0.14904
May-07	0.72725	0.06816	0.00465	0.08569
Jun-07	0.72732	0.02948	0.00087	0.03895
Jul-07	0.73062	0.04807	0.00231	0.07043
Aug-07	0.74492	0.08979	0.00806	0.13706
Sep-07	0.69816	0.00184	3.4E-06	0.00263
Oct-07	0.67922	0.13098	0.01716	0.23891
Nov-07	0.63446	0.0581	0.00338	0.10081
Dec-07	0.6082	0.06574	0.00432	0.09754
Jan-08	0.59951	0.09357	0.00875	0.135
Feb-08	0.64779	0.119	0.01416	0.22504
Mar-08	0.63194	0.01962	0.00038	0.03011
Average		0.06668	0.00625	0.10346

資料來源：本研究整理

表 十四：B 產品在移動平均法下的 MAD、MSE 及 MAPE 績效評估

	Forecast	MAD	MSE	MAPE
Aug-06				
Sep-06				
Oct-06				
Nov-06	0.64604	0.02638	0.0007	0.04258
Dec-06	0.61392	0.08206	0.00673	0.11791
Jan-07	0.62777	0.14209	0.02019	0.18457
Feb-07	0.69517	0.15949	0.02544	0.18661
Mar-07	0.7735	0.00039	1.6E-07	0.00051
Apr-07	0.79947	0.07524	0.00566	0.10389
May-07	0.78426	0.03409	0.00116	0.04165
Jun-07	0.77216	0.004	1.6E-05	0.00521
Jul-07	0.77024	0.05591	0.00313	0.07827
Aug-07	0.76694	0.02056	0.00042	0.02611
Sep-07	0.75666	0.05666	0.00321	0.08095
Oct-07	0.73395	0.07816	0.00611	0.11918
Nov-07	0.71443	0.10421	0.01086	0.17077
Dec-07	0.65534	0.04328	0.00187	0.07071
Jan-08	0.62602	0.09819	0.00964	0.13559
Feb-08	0.64883	0.05147	0.00265	0.08616
Mar-08	0.64455	0.04619	0.00213	0.0772
Average		0.06343	0.00625	0.08987

資料來源：本研究整理

表 十五：C 產品在移動平均法下的 MAD、MSE 及 MAPE 績效評估

	Forecast	MAD	MSE	MAPE
Sep-06				
Oct-06				
Nov-06				
Dec-06	0.77833	0.02274	0.00052	0.03009
Jan-07	0.74714	0.04548	0.00207	0.05738
Feb-07	0.74941	0.11756	0.01382	0.1356
Mar-07	0.80506	0.12915	0.01668	0.19107
Apr-07	0.7785	0.03079	0.00095	0.03805
May-07	0.78406	0.10248	0.0105	0.15035
Jun-07	0.72226	0.119	0.01416	0.19725
Jul-07	0.69805	0.17521	0.0307	0.33513
Aug-07	0.60256	0.06158	0.00379	0.09272
Sep-07	0.59675	0.20583	0.04237	0.25646
Oct-07	0.66318	0.13073	0.01709	0.16466
Average		0.10369	0.01526	0.14989

資料來源：本研究整理



5.2.3 指數平滑法

利用指數平滑法時須要連續而大量的歷史資料，每當有新的資料加入時，必須放棄舊的資料，重新計算新的預測值。所有時間序列的舊因子，都相對減少 $(1-\alpha)$ 倍。本研究使用 Excel 進行資料分析運算，在各別不同的產品中手動改變 α 值找出 MAPE 最小值，最後 α 值選定依產品不同分別為 A 產品：0.2；B 產品：0.5；C 產品：0.1。

在指數平滑法下必須設定初始預測值以發動預測，在此選定三種產品皆為 0.7，運算後的結果做為預測良率，利用 MAD 及 MAPE 進行預測績效評估以了解實際良率與預測良率的誤差比例。

表 十六：以指數平滑法與月產出總良率的績效評估

指數平滑法	MAD	MSE	MAPE
A產品	0.055056735	0.005337211	0.086469532
B產品	0.062606389	0.005403464	0.089339999
C產品	0.089223637	0.011091584	0.126712605

資料來源：本研究整理

在表十七、十八、十九中各欄位所代表的意義如下

Forecast：為月產出總良率的預測良率

Average：為該 MAD 及 MAPE 所對應到的預測績效評估結果

表 十七：A 產品在指數平滑法下的 MAD、MSE 及 MAPE 績效評估

	Forecast	MAD	MSE	MAPE
α	0.2			
Oct-06	0.7	0.0247	0.00061	0.03409
Nov-06	0.70494	0.00494	2.4E-05	0.00706
Dec-06	0.70395	0.00395	1.6E-05	0.00565
Jan-07	0.70316	0.04034	0.00163	0.06086
Feb-07	0.69509	0.1001	0.01002	0.12589
Mar-07	0.71512	0.03179	0.00101	0.04257
Apr-07	0.72147	0.08183	0.0067	0.12793
May-07	0.70511	0.0903	0.00815	0.11352
Jun-07	0.72317	0.03363	0.00113	0.04444
Jul-07	0.72989	0.04735	0.00224	0.06937
Aug-07	0.72043	0.0653	0.00426	0.09967
Sep-07	0.70737	0.00737	5.4E-05	0.01052
Oct-07	0.70589	0.15765	0.02485	0.28755
Nov-07	0.67436	0.09801	0.00961	0.17005
Dec-07	0.65476	0.01918	0.00037	0.02845
Jan-08	0.6586	0.03448	0.00119	0.04975
Feb-08	0.66549	0.1367	0.01869	0.25852
Mar-08	0.63815	0.0134	0.00018	0.02057
Average		0.05506	0.00534	0.08647

資料來源：本研究整理

表 十八：B 產品在指數平滑法下的 MAD、MSE 及 MAPE 績效評估

	Forecast	MAD		MAPE
α	0.5			
Aug-06	0.7	0.01601	0.00026	0.02287
Sep-06	0.70801	0.05359	0.00287	0.07569
Oct-06	0.68121	0.11354	0.01289	0.16667
Nov-06	0.62444	0.00479	2.3E-05	0.00767
Dec-06	0.62205	0.07393	0.00547	0.11885
Jan-07	0.65901	0.11085	0.01229	0.1682
Feb-07	0.71444	0.14022	0.01966	0.19626
Mar-07	0.78455	0.01065	0.00011	0.01358
Apr-07	0.77922	0.05499	0.00302	0.07057
May-07	0.75173	0.06662	0.00444	0.08862
Jun-07	0.78504	0.01688	0.00029	0.02151
Jul-07	0.77659	0.06226	0.00388	0.08018
Aug-07	0.74546	0.04204	0.00177	0.0564
Sep-07	0.76648	0.06648	0.00442	0.08674
Oct-07	0.73324	0.07746	0.006	0.10564
Nov-07	0.69451	0.08429	0.00711	0.12137
Dec-07	0.65237	0.04031	0.00162	0.06179
Jan-08	0.63221	0.092	0.00846	0.14553
Feb-08	0.67821	0.08085	0.00654	0.11921
Mar-08	0.63779	0.03944	0.00156	0.06183
Average		0.06261	0.0054	0.08934

資料來源：本研究整理

表 十九：C 產品在指數平滑法下的 MAD、MSE 及 MAPE 績效評估

	Forecast	MAD	MSE	MAPE
α	0.1			
Sep-06	0.7	0.14918	0.02225	0.17567
Oct-06	0.71492	0.0709	0.00503	0.09023
Nov-06	0.72201	0.02201	0.00048	0.03144
Dec-06	0.71981	0.03579	0.00128	0.04736
Jan-07	0.72339	0.06924	0.00479	0.08735
Feb-07	0.73031	0.13666	0.01868	0.15763
Mar-07	0.74398	0.06806	0.00463	0.1007
Apr-07	0.73717	0.07212	0.0052	0.08912
May-07	0.74438	0.0628	0.00394	0.09214
Jun-07	0.7381	0.13483	0.01818	0.22351
Jul-07	0.72462	0.20179	0.04072	0.38595
Aug-07	0.70444	0.0403	0.00162	0.06068
Sep-07	0.70041	0.10217	0.01044	0.1273
Oct-07	0.71063	0.08329	0.00694	0.10491
Average		0.08922	0.01109	0.12671

資料來源：本研究整理



5.2.4 趨勢分析法

利用趨勢分析法時數據資料是可以被繪製在圖表上來顯示伴隨時間而來的改變。依此改變使用最小平方法找出一趨勢線，再將此趨勢線投射於未來，用以進行中、長期的預測。

在趨勢分析法下使用 Excel 中圖表功能找出趨勢線後發動預測，利用趨勢線公式運算未來週期的結果做為預測良率，利用 MAD 及 MAPE 進行預測績效評估以了解實際良率與預測良率的誤差比例。

表 二十：以趨勢分析法與月產出總良率的績效評估

趨勢分析法	MAD	MSE	MAPE
A產品	0.053608023	0.00393803	0.081134592
B產品	0.066283652	0.006354282	0.096501894
C產品	0.074110143	0.008380522	0.106726725

資料來源：本研究整理

在表二十一、二十二、二十三中各欄位所代表的意義如下

Forecast：為月產出總良率的預測良率

Average：為該 MAD 及 MAPE 所對應到的預測績效評估結果

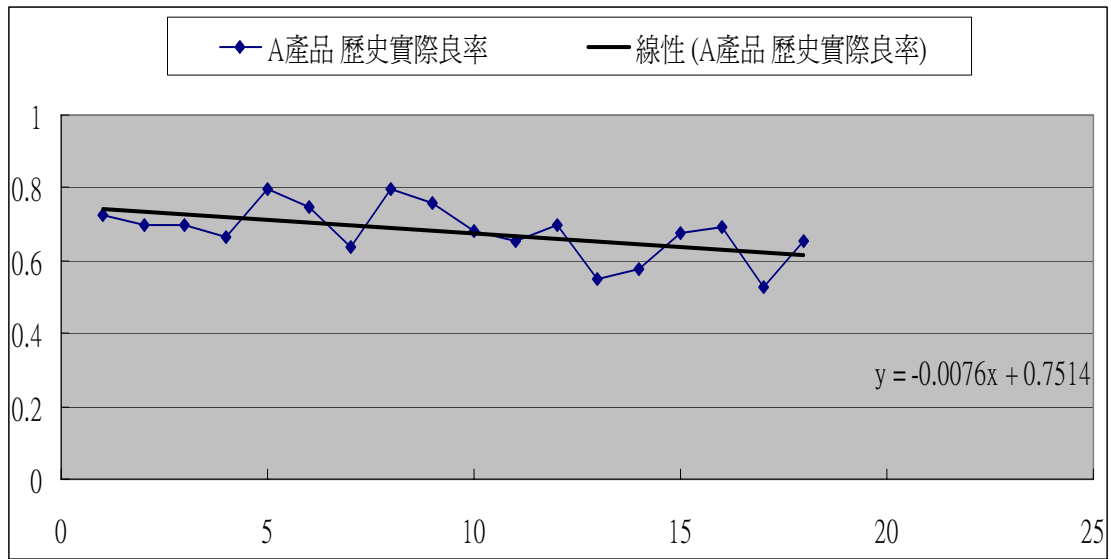


圖 九：A 產品在趨勢分析法下的趨勢線方程式

表 二十一：A 產品在趨勢分析法下的 MAD、MSE 及 MAPE 績效評估

	Forecast	MAD	MSE	MAPE
Oct-06	0.7438	0.0191	0.00036	0.02635
Nov-06	0.7362	0.0362	0.00131	0.05171
Dec-06	0.7286	0.0286	0.00082	0.04086
Jan-07	0.721	0.05818	0.00338	0.08777
Feb-07	0.7134	0.0818	0.00669	0.10287
Mar-07	0.7058	0.04111	0.00169	0.05504
Apr-07	0.6982	0.05855	0.00343	0.09154
May-07	0.6906	0.10481	0.01098	0.13177
Jun-07	0.683	0.0738	0.00545	0.09752
Jul-07	0.6754	0.00715	5.1E-05	0.01047
Aug-07	0.6678	0.01267	0.00016	0.01935
Sep-07	0.6602	0.0398	0.00158	0.05686
Oct-07	0.6526	0.10436	0.01089	0.19035
Nov-07	0.645	0.06865	0.00471	0.1191
Dec-07	0.6374	0.03654	0.00133	0.05421
Jan-08	0.6298	0.06328	0.004	0.0913
Feb-08	0.6222	0.09341	0.00873	0.17665
Mar-08	0.6146	0.03695	0.00137	0.05671
Average		0.05361	0.00394	0.08113

資料來源：本研究整理

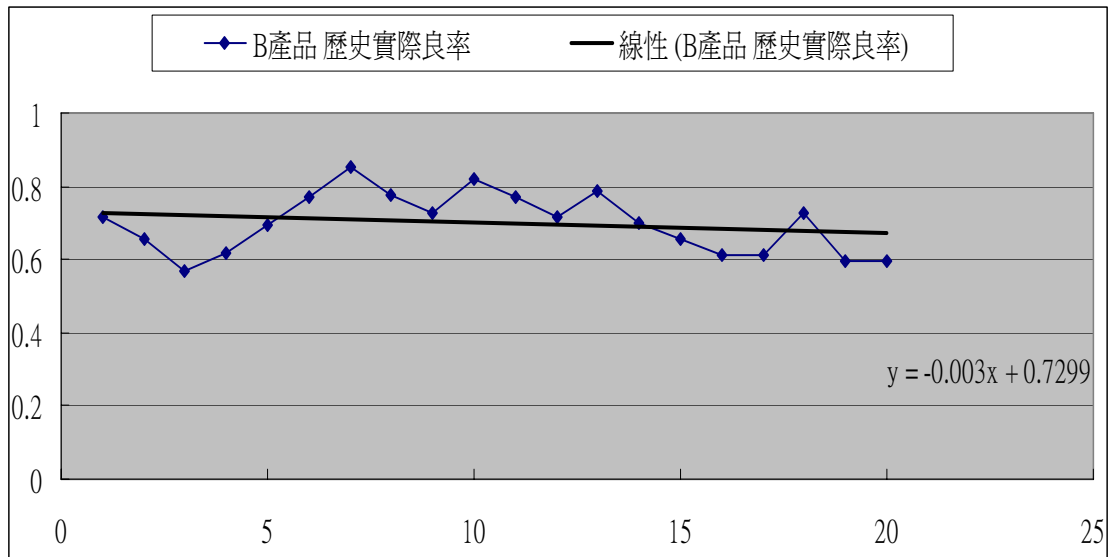


圖 十：B 產品在趨勢分析法下的趨勢線方程式

表 二十二：B 產品在趨勢分析法下的 MAD、MSE 及 MAPE 績效評估

	Forecast	MAD	MSE	MAPE
Aug-06	0.7269	0.01089	0.00012	0.01521
Sep-06	0.7239	0.06948	0.00483	0.10617
Oct-06	0.7209	0.15322	0.02348	0.26991
Nov-06	0.7179	0.09825	0.00965	0.15855
Dec-06	0.7149	0.01892	0.00036	0.02719
Jan-07	0.7119	0.05796	0.00336	0.07529
Feb-07	0.7089	0.14575	0.02124	0.17054
Mar-07	0.7059	0.06799	0.00462	0.08786
Apr-07	0.7029	0.02133	0.00046	0.02946
May-07	0.6999	0.11845	0.01403	0.14474
Jun-07	0.6969	0.07125	0.00508	0.09276
Jul-07	0.6939	0.02043	0.00042	0.0286
Aug-07	0.6909	0.09661	0.00933	0.12267
Sep-07	0.6879	0.0121	0.00015	0.01729
Oct-07	0.6849	0.02911	0.00085	0.0444
Nov-07	0.6819	0.07168	0.00514	0.11746
Dec-07	0.6789	0.06684	0.00447	0.10921
Jan-08	0.6759	0.04832	0.00233	0.06672
Feb-08	0.6729	0.07554	0.00571	0.12645
Mar-08	0.6699	0.07155	0.00512	0.11957
Average		0.06628	0.00635	0.0965

資料來源：本研究整理

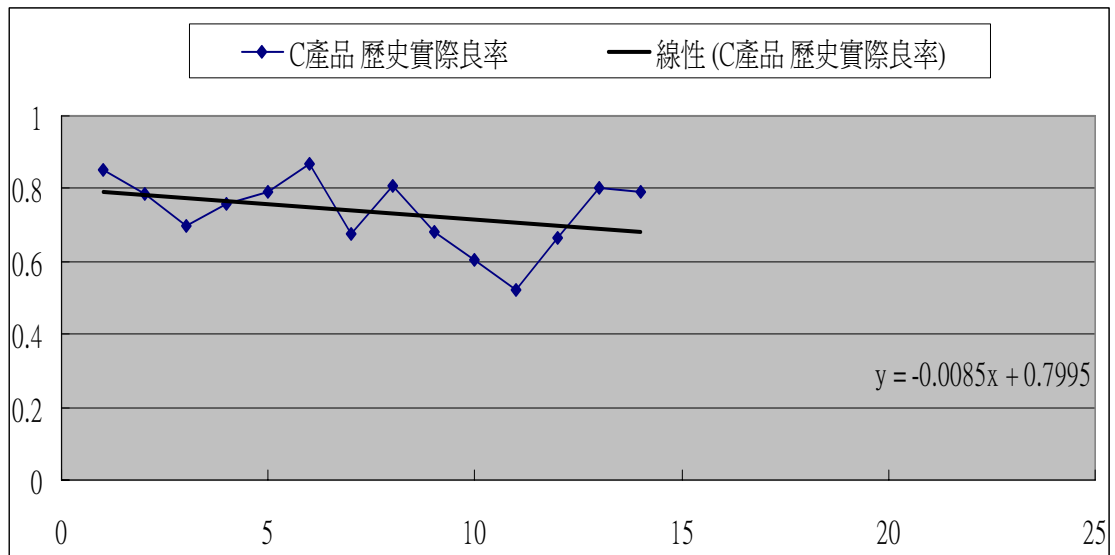


圖 十一：C 產品在趨勢分析法下的趨勢線方程式

表 二十三：C 產品在趨勢分析法下的 MAD、MSE 及 MAPE 績效評估

	Forecast	MAD	MSE	MAPE
Sep-06	0.791	0.05818	0.00338	0.06851
Oct-06	0.7825	0.00332	1.1E-05	0.00422
Nov-06	0.774	0.074	0.00548	0.10571
Dec-06	0.7655	0.0099	9.8E-05	0.01311
Jan-07	0.757	0.03562	0.00127	0.04494
Feb-07	0.7485	0.11847	0.01403	0.13665
Mar-07	0.74	0.06409	0.00411	0.09482
Apr-07	0.7315	0.07779	0.00605	0.09613
May-07	0.723	0.04142	0.00172	0.06077
Jun-07	0.7145	0.11123	0.01237	0.18438
Jul-07	0.706	0.18317	0.03355	0.35034
Aug-07	0.6975	0.03336	0.00111	0.05023
Sep-07	0.689	0.11358	0.0129	0.14152
Oct-07	0.6805	0.11341	0.01286	0.14285
Average		0.07411	0.00838	0.10673

資料來源：本研究整理

5.3 良率預測評估

由表二十四發現這三種產品歷史資料中使用預測方法進行良率預測，在績效評估上互見優劣，整體而言績效評估較好至較差順序為：趨勢分析法>指數平滑法>移動平均法>固定良率。在使用趨勢分析法時，績效評估所得到的結果，以MAPE而言均落在10%內，依據Lewis【21】的分類方式三種產品使用趨勢分析法在績效評估上為高度準確的預測。

表 二十四：各預測方法中 MAD、MSE 及 MAPE 績效評估

	MAD	MSE	MAPE
固定良率			
A產品	0.081316323	0.010831665	0.130979839
B產品	0.079105687	0.009505515	0.121808829
C產品	0.079159474	0.009848816	0.117213028
移動平均法			
A產品	0.066683041	0.006252217	0.103462146
B產品	0.063434753	0.006245136	0.089874902
C產品	0.103686937	0.015264556	0.149889238
指數平滑法			
A產品	0.055056735	0.005337211	0.086469532
B產品	0.062606389	0.005403464	0.089339999
C產品	0.089223637	0.011091584	0.126712605
趨勢分析法			
A產品	0.053608023	0.00393803	0.081134592
B產品	0.066283652	0.006354282	0.096501894
C產品	0.074110143	0.008380522	0.106726725

資料來源：本研究整理

在本研究中利用研究方法中的預測模式，使用移動平均法、指數平滑法及趨勢分析法進行演算得出三種結論並輔以誤差評估公式評估使用三種預測模式及固定良率這四者的優劣。所得的結果具線性趨勢，可提供趨近實際良率的預測方法。個案公司可依據預測出的良率計算符合業務需求量的基材投入量，同時減少成品庫存量。

第六章 結論及建議

6.1 結論

雖然光電材料產業需求量大，但是長期來看，市場價格是看跌不看回，再加上全球市場的供應商眾多，市場供給量更大。產品價格降價幅度過大(一般來說約3~5年的時間，產品價格即不具備優勢)再加所投資的機器設備成本高(現在機器設備仍舊是日本、韓國的天下)，國內光電材料製造廠商，若有興趣進入光電材料市場，應慎選進入市場的策略。

個案公司為因應客戶需求量的變化所採取的接單生產策略，其基礎建立在個案公司優越的製程技術及生產機台，一旦客戶下訂單後個案公司便依據目前生產線產能排入生產排程。排入生產排程後利用經驗值定出表定良率，則實際產出會與實際需求量之間有其差異性，此時便產生成品庫存量的增加

在生產線中製造良率應維持一定的水準或是因為製程技術及生產機台持續改進使得製造良率呈現成長的趨勢，但在線性趨勢分析的結果中，發現線性的斜率為負，說明個案公司該生產線的製造良率有下降的趨勢，分析個案公司該生產線的使用歷史來推測原因有二點

1. 人員對製程操控的熟悉度：個案公司為因應市場逐漸擴大，產能也須要增加的情形下，製程人員一旦進入個案公司後，教育訓練時間及品質無法及時將新進製程人員提升至足以完全掌控生產線製程。加上個案公司地處偏僻，人員流動率較園區高，故無法將生產線的製造良率持續在一定的水準。

2. 生產機台的製程能力已逐年下降：個案公司該生產線已有六年使用時間，因生產機台長時間處於高真空的環境下，機台腔體(Chamber)已逐漸變型或是焊接

處有裂縫產生，同時內部大多數的消耗品也已到達使用年限，在此情況下生產機臺的關鍵製程條件持續劣化。

為改善以上兩點製程能力逐年下降的原因，建議個案公司應著手進行兩項改善：

1. 生產機台導入自動化：減少人員操作的誤差，同時將資料集中持續紀錄以供新進製程人員參考。

2. 進行改線：將目前生產機台進行維修及更新，並引進新技術加強原有製程能力。

6.2 後續研究建議



因個案公司製作 ITO 導電玻璃約六年，但資料紀錄時間不長，使得本研究中實際良率的原始資料只有從 2006 年 10 月至 2008 年 3 月，其區間太短，雖然可以找出其線性趨勢，但無法在線性趨勢中加入季節因子來表示良率對季節的關係，為研究上的一大限制。

故針對本研究，在此提出後續研究之建議

1. 若能收集至兩年以上的歷史資料，進行季節因子分析後加入線性趨勢中作為修正，以反映季節因子對良率預測的準確度

2. 本研究利用定量法中時間序列的預測方法作為良率預測，建議進一步利用迴歸分析與其他可能影響良率的相關因子比較，或是使用定性法找出直接影響良率的相關因子，

參考文獻

1. Allen D. S., "Changes in Inventory Management and the Business Cycle", Federal Reserve Bank of St. Louis, pp.17-26, Jul-Aug 1995.
2. Archer, B.H., "Forecasting Demand: Quantitative and Intuitive Techniques", International Journal of Tourism Management, 1980.
3. Beamon, B.M., "Supply chain design and analysis: Models and methods," Int. J. Production Economics, Vol. 55, pp. 281-294, 1998.
4. Bernstein, G. L., "The Art of Using Forecasts Effectively", Directors & Boards, 1984.
5. Bowersox, Donald J. and David J. Cloos, "Logistic Management-The integrated Supply Chain Process," McGraw-Hill, New York, pp.34, 1996.
6. Chan, Y. M., "Forecasting tourism: A sine wave time series regression approach". Journal of Travel Research, 1993.
7. Chao, H. W., "Predicting tourism demand using fuzzy time series and hybrid grey theory", Tourism Management, 2004.
8. Chopra, S., and Meindl, P., "Supply Chain Management: Strategy, Planning, and Operation", New Jersey: Prentice Hall, 2001.
9. Christopher M., "Logistics and Supply Chain Management", Pitman

Publishing, New York, 1992.

10. Chu, F.L., "Forecasting Tourism : a Combined Approach", *Tourism Management*, 1998.
11. Cooper, M.C. and Lisa M.E., "Characteristics of Supply Chain Management and Implication for Purchasing and Logistics strategy," *The International Journal of Logistics Management*, Vol.4, No. 2, pp. 16, 1993.
12. Cooper, M.C., Lambert, D.M. and Pagh, J.D., "Supply Chain Management: Implementation Issues and Research Opportunities," *The International Journal of Logistics Management*, Vol. 9, No. 2, pp. 1-19, 1998.
13. Cunningham, James A., "The Use and Evaluation of Yield Models in Integrated Circuit Manufacturing" *IEEE Trans*, Vol. 3, No. 2, pp. 60-71, 1990.
14. Delaney P. J. and R. M. Gregoire, "Too Much Inventory? How Do You Know? ", *Hospital Material Management Quarterly*, pp.1-3, Aug 1994.
15. Ellram, L.M., "Supply Chain Management," *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, Vol. 21, No. 1, pp. 13-33, 1991.
16. Fisher, M. L., "What Is the Right Supply Chain for your Product ? " *Harvard Business Review*, March-April, pp.105-106, 1997.

17. Houlihan, J., "Supply Chain Management," Proceedings of 19th International Technical Conference of the British Production and Inventory Control Society, 1984.
18. Howell R. A. and S. R. Soucy, "The New Manufacturing Environment : Major Trend for Management Accounting" Management Accounting, pp.13-19, July 1987
19. Inman, R.A. and J.H. Hubler, "Certify the Process, Not Just the Product," Production and Inventory Management Journal, Vol. 33, No. 4, pp.11-14, 1992.
20. Johnson, J.C. and Wood, D.F., "Contemporary Logistics," 6th edition, Upper Saddle River, Prentice Hall, New York, 1996
21. Lewis, C. D., "Industrial and Business Forecasting Methods: A Practical Guide to Exponential Smoothing and Curve Fitting", Butterworth Scientific, London, 1982.
22. Lin, F. R., and Shaw, M. J., "Reengineering the Order Fulfillment Process in Supply Chain Network." The international Journal of Flexible Manufacturing Systems, Vol.10, pp.197-229, July 1998.
23. Lode Li, "The Role of Inventory in Delivery-Time Competition", Management Science, pp.182-197, Feb. 1992
24. Makridakis , Hibon, Hollier, Khir, Storey and Bunn , "Smoothing Models" , Professor Roy Batchelor Cass Business School, City of London

ESCP-EAP, Paris, 1982.

25. Metters, R., "Quantifying the Bullwhip Effect in Supply Chains" ,
Journal of Operations Management, Vol 15, pp.89-100, 1997
26. Meuser Valenca and Teresa Ludermir., "Self-Organizing Modeling in
Forecasting Daily Flows," IEEE, pp.210-214, 1998
27. Murphy, B. T., "Cost-size Optimum of Monolithic Integrated
Circuits," Proc. IEEE, Vol. 52, pp.1537-1545, 1964
28. Peter, V. Z., Microchip Fabrication, McGraw-Hill, New York, 1996.
29. Stapper, C. H., "Defect Density Distribution for LSI Yield
Calculations," IEEE Trans. on Electron Devices, Vol. ED-20, No 7,
1973.
30. Supply Chain Council, "Supply-Chain Council Announces the Release
of SCOR Version 6.0." , 2003.
31. Tawfik, M., "Sales forecasting practices of egyptian public
enterprises: survey evidence," International Journal of
Forecasting, Vol.16, pp.359-368, 2000.
32. Uysal, M., & John L.C., "An Overview of Approaches Used to
Forecast Tourism Demand", Journal of Travel Research, 1985.
33. Wong, K., "The relevance of business cycles in forecasting
international tourist arrivals", Tourism Management, 1997.

34. 于宗先，經濟預測，台北：大中國圖書有限公司，民國 61 年。
35. 方士傑，市場預測方法一百種，書泉出版社，民國 77 年。
36. 王富恩，長鞭效應在不同需求型態下關鍵影響，國防管理學院，後勤管理，碩士論文，民國 91 年。
37. 王瓊敏，電腦關鍵零組件之價格預測模式，國立中央大學，工業管理，碩士論文，民國 88 年。
38. 周海龍，台北都會區生活用水量之預測-類神經網路之應用，國立中興大學，資源管理研究所，碩士論文，民國 86 年。
39. 黃庭鍾，企業因應長鞭效應之存貨政策研究--以我國主機板製造業廠商為例，國立東華大學，企業管理學系，碩士論文，民國 91 年。
40. 鄧聚龍，灰色系統理論與應用，台北市：高立，民國 88 年。

附錄 A：A 產品的歷史資料

表 二十五：A 產品的歷史資料

Date	Yield Rate	Date	Yield Rate	Date	Yield Rate
2006/10/15	0.678571429	2007/6/9	0.78817734	2008/2/15	0.529715762
2006/10/15	0.770833333	2007/6/9	0.86636698	2008/2/16	0.353159851
2007/1/19	0.662824207	2007/6/10	0.5078125	2008/2/17	0.428832117
2007/2/4	0.93	2007/6/10	0.587920898	2008/2/17	0.422077922
2007/2/5	0.784671533	2007/6/11	0.837115482	2008/2/18	0.483259634
2007/2/5	0.774378585	2007/6/11	0.881202463	2008/2/19	0.626373626
2007/2/6	0.647537473	2007/7/13	0.674157303	2008/2/19	0.526315789
2007/2/6	0.820093458	2007/7/14	0.653669725	2008/2/19	0.644104803
2007/2/7	0.814512254	2007/7/14	0.728689276	2008/2/20	0.608614232
2007/3/18	0.870967742	2007/7/15	0.634414832	2008/2/20	0.458685751
2007/3/18	0.837988827	2007/7/15	0.721804511	2008/2/21	0.404312668
2007/3/19	0.737100737	2007/8/16	0.830824804	2008/2/21	0.601202405
2007/3/31	0.599250936	2007/8/17	0.780309544	2008/3/5	0.400728597
2007/3/31	0.68923821	2007/8/17	0.70802005	2008/3/6	0.474226804
2007/4/1	0.763582966	2007/8/18	0.45935412	2008/3/6	0.631034483
2007/4/1	0.410065238	2007/8/18	0.700636943	2008/3/7	0.42687747
2007/4/2	0.660377358	2007/8/18	0.451612903	2008/3/8	0.694323144
2007/4/2	0.411764706	2007/10/29	0.463022508	2008/3/9	0.463258786
2007/4/3	0.585197935	2007/10/29	0.581061693	2008/3/10	0.615789474
2007/4/3	0.442105263	2007/10/30	0.605524079	2008/3/14	0.73630137
2007/4/4	0.839033288	2007/10/30	0.457549568	2008/3/15	0.735770477
2007/4/4	0.73630925	2007/10/31	0.634057971	2008/3/15	0.806864754
2007/4/5	0.839779006	2007/11/4	0.592972182	2008/3/16	0.609856263
2007/4/5	0.76744186	2007/11/4	0.62886143	2008/3/16	0.575757576
2007/4/6	0.587837838	2007/11/5	0.589330025	2008/3/17	0.682074408
2007/4/6	0.67768595	2007/11/5	0.54887218	2008/3/17	0.791539468
2007/4/7	0.753846154	2007/11/6	0.52173913	2008/3/18	0.730058585
2007/4/7	0.62035316	2007/12/9	1	2008/3/18	0.625420309
2007/4/8	0.769230769	2007/12/9	0.486862442	2008/3/20	0.875
2007/4/11	0.538057743	2007/12/12	0.425181279	2008/3/20	0.610761028
2007/4/12	0.563271605	2007/12/12	0.80141844	2008/3/21	0.448717949
2007/4/13	0.407854985	2007/12/13	0.731707317	2008/3/21	0.680453636
2007/4/13	0.665280665	2007/12/13	0.598455598	2008/3/22	0.735849057
2007/4/14	0.75385494	2008/1/11	0.561719834	2008/3/24	0.428571429
2007/5/12	0.764832023	2008/1/11	0.793450882	2008/3/27	0.83253128
2007/5/12	0.72079314	2008/1/12	0.846774194	2008/3/28	0.650826446
2007/5/24	0.792207792	2008/1/12	0.43202033	2008/3/28	0.792792793
2007/5/25	0.833333333	2008/1/13	0.592032967	2008/3/29	0.84006462
2007/5/25	0.915642221	2008/1/28	0.574236937	2008/3/30	0.696452037
2007/5/26	0.784810127	2008/1/29	0.638621389		
2007/5/26	0.896892655	2008/1/29	0.747978437		
2007/5/27	0.539014374	2008/1/29	0.970588235		
2007/5/27	0.895657419	2008/1/30	0.773371105		
2007/5/28	0.810888252	2008/2/14	0.892116183		
2007/6/8	0.829015544	2008/2/14	0.424300868		

資料來源：本研究整理

附錄 B：B 產品的歷史資料-1

表 二十六：B 產品的歷史資料-1

Date	Yield Rate	Date	Yield Rate	Date	Yield Rate
2006/8/9	0.511727079	2006/10/7	0.540540541	2006/12/7	0.62633833
2006/8/10	0.751341682	2006/10/8	0.730337079	2006/12/7	0.64516129
2006/8/10	0.687928308	2006/10/8	0.527131783	2006/12/8	0.667556742
2006/8/11	0.624092888	2006/10/9	0.427419355	2006/12/8	0.699421965
2006/8/11	0.731818182	2006/10/9	0.517985612	2006/12/9	0.770609319
2006/8/12	0.693355345	2006/10/10	0.544871795	2006/12/9	0.735294118
2006/8/12	0.680021086	2006/10/10	0.661375661	2006/12/10	0.767138194
2006/8/13	0.782747604	2006/10/11	0.583684951	2006/12/10	0.656316916
2006/8/13	0.798507463	2006/10/11	0.553030303	2007/1/11	0.707317073
2006/8/14	0.736972705	2006/10/12	0.447004608	2007/1/11	0.708737864
2006/8/14	0.754189944	2006/10/12	0.474137931	2007/1/12	0.805251641
2006/8/15	0.761070111	2006/10/13	0.647058824	2007/1/12	0.66581306
2006/8/15	0.701200253	2006/10/13	0.690140845	2007/1/13	0.735849057
2006/8/16	0.536585366	2006/10/14	0.602764642	2007/1/13	0.780537253
2006/8/16	0.814814815	2006/11/1	0.695652174	2007/1/14	0.635869565
2006/8/16	0.846153846	2006/11/2	0.5	2007/1/14	0.75
2006/8/17	0.776	2006/11/2	0.630673674	2007/1/14	0.701643489
2006/8/17	0.670157068	2006/11/3	0.706521739	2007/1/15	0.710352423
2006/8/18	0.745530146	2006/11/3	0.872093023	2007/1/15	0.893442623
2006/9/9	0.57337884	2006/11/4	0.594439118	2007/1/16	0.887363938
2006/9/10	0.541935484	2006/11/4	0.782975137	2007/1/16	0.877270713
2006/9/10	0.82382763	2006/11/5	0.44	2007/1/17	0.89748954
2006/9/11	0.923076923	2006/11/5	0.915966387	2007/1/17	0.683890578
2006/9/11	0.876256281	2006/11/6	0.459102902	2007/1/18	0.620689655
2006/9/12	0.77689243	2006/11/6	0.471264368	2007/1/18	0.668073136
2006/9/12	0.75	2006/11/7	0.4	2007/1/30	0.745762712
2006/9/13	0.861858191	2006/11/7	0.836734694	2007/1/30	0.930703085
2006/9/13	0.748440748	2006/11/8	0.46875	2007/1/31	0.826359833
2006/9/14	0.84	2006/11/8	0.732824427	2007/1/31	0.934703348
2006/9/14	0.682248895	2006/11/9	0.380496054	2007/2/1	0.825688073
2006/9/15	0.821705426	2006/11/9	0.450858779	2007/2/1	0.853333333
2006/9/15	0.865233351	2006/11/22	0.535117057	2007/2/2	0.860655738
2006/9/16	0.658536585	2006/11/24	0.733333333	2007/2/2	0.928424758
2006/9/16	0.843712334	2006/11/25	0.564814815	2007/2/3	0.864963504
2006/9/17	0.730994152	2006/11/25	0.770833333	2007/2/3	0.889664195
2006/9/17	0.356037152	2006/11/26	0.476900149	2007/2/4	0.756021409
2006/9/18	0.488888889	2006/11/26	0.619834711	2007/2/4	0.858480749
2006/9/18	0.786155748	2006/11/27	0.823076923	2007/3/6	0.759868421
2006/9/24	0.477707006	2006/11/27	0.62601626	2007/3/6	0.677852349
2006/9/25	0.407103825	2006/11/28	0.782258065	2007/3/7	0.570469799
2006/9/25	0.52672956	2006/11/28	0.651851852	2007/3/7	0.797468354
2006/9/26	0.427536232	2006/11/29	0.736	2007/3/8	0.777886497
2006/9/26	0.44245648	2006/11/29	0.642946317	2007/3/8	0.738847584
2006/9/27	0.467153285	2006/11/30	0.536585366	2007/3/9	0.681063123
2006/9/28	0.317040951	2006/11/30	0.371352785	2007/3/9	0.572519084

資料來源：本研究整理

附錄 B：B 產品的歷史資料-2

表 二十七：B 產品的歷史資料-2

Date	Yield Rate	Date	Yield Rate	Date	Yield Rate
2007/3/11	0.782312925	2007/5/31	0.694635488	2007/7/20	0.853595447
2007/3/12	0.907965194	2007/5/31	0.660308144	2007/7/20	0.744956027
2007/3/12	0.963810931	2007/6/1	0.73630137	2007/7/21	0.452209661
2007/3/13	0.911245153	2007/6/1	0.660989457	2007/7/21	0.744435917
2007/3/13	0.903225806	2007/6/6	0.880345769	2007/8/14	0.689655172
2007/3/14	0.922293474	2007/6/6	0.848472337	2007/8/14	0.856995354
2007/3/14	0.652841782	2007/6/7	0.873786408	2007/8/15	0.721603563
2007/3/15	0.864300626	2007/6/7	0.824873096	2007/8/15	0.854853072
2007/3/15	0.873637602	2007/6/8	0.844033084	2007/8/16	0.815731974
2007/3/16	0.820895522	2007/6/23	0.71680376	2007/8/19	0.784662265
2007/3/16	0.788732394	2007/6/24	0.802437786	2007/8/19	0.855590765
2007/3/17	0.747621205	2007/6/24	0.799373041	2007/8/20	0.720949958
2007/3/17	0.787535411	2007/6/25	0.784090909	2007/10/31	0.8
2007/3/18	0.523255814	2007/6/25	0.861122837	2007/10/31	0.511571255
2007/4/8	0.67294751	2007/6/26	0.85360257	2007/11/1	0.861169102
2007/4/9	0.465116279	2007/6/26	0.832980076	2007/11/1	0.273816315
2007/4/14	0.6	2007/6/27	0.732020548	2007/11/2	0.718085106
2007/4/14	0.792613636	2007/6/27	0.707792208	2007/11/2	0.656401945
2007/4/15	0.750773994	2007/6/28	0.636545182	2007/11/2	0.335085414
2007/4/15	0.854572714	2007/6/28	0.652579242	2007/11/6	0.881828979
2007/4/16	0.896817743	2007/6/29	0.800072569	2007/11/7	0.8329718
2007/4/16	0.865384615	2007/6/29	0.669045495	2007/11/7	0.845959596
2007/4/17	0.737279335	2007/6/30	0.638872226	2007/11/8	0.821629213
2007/4/17	0.748148148	2007/6/30	0.743220623	2007/11/8	0.660553311
2007/4/18	0.648351648	2007/7/1	0.707006369	2007/11/9	0.684210526
2007/4/18	0.658783784	2007/7/1	0.696092114	2007/11/9	0.436241611
2007/5/4	0.921428571	2007/7/8	0.521673387	2007/11/10	0.475352113
2007/5/5	0.917960089	2007/7/8	0.820823245	2007/11/10	0.42578356
2007/5/5	0.912250217	2007/7/9	0.786604361	2007/11/11	0.244242847
2007/5/6	0.945187743	2007/7/9	0.783350569	2007/12/5	0.849303136
2007/5/6	0.894122551	2007/7/10	0.71395881	2007/12/5	0.632267442
2007/5/7	0.880035026	2007/7/10	0.640625	2007/12/6	0.732997481
2007/5/7	0.900726392	2007/7/11	0.62628866	2007/12/6	0.757575758
2007/5/8	0.864719447	2007/7/11	0.754716981	2007/12/7	0.748358862
2007/5/8	0.918884664	2007/7/11	0.678513732	2007/12/7	0.719557196
2007/5/9	0.829145729	2007/7/12	0.557515337	2007/12/7	0.747126437
2007/5/10	0.945040214	2007/7/15	0.75	2007/12/8	0.607758621
2007/5/11	0.923076923	2007/7/16	0.721088435	2007/12/8	0.371577575
2007/5/11	0.813131313	2007/7/16	0.763358779	2007/12/9	0.566146736
2007/5/28	0.358208955	2007/7/17	0.794655415	2007/12/14	0.715302491
2007/5/28	0.705128205	2007/7/17	0.764802632	2007/12/14	0.358974359
2007/5/29	0.794621027	2007/7/18	0.719525959	2007/12/14	0.383631714
2007/5/29	0.729833547	2007/7/18	0.71969697	2007/12/15	0.378218884
2007/5/30	0.728070175	2007/7/19	0.762915499	2008/1/8	0.696969697
2007/5/30	0.848760042	2007/7/19	0.779859485	2008/1/8	0.900744417

資料來源：本研究整理

附錄 B：B 產品的歷史資料-3

表 二十八：B 產品的歷史資料-3

Date	Yield Rate	Date	Yield Rate	Date	Yield Rate
2008/1/9	0.833678971	2008/3/14	0.785824345		
2008/1/9	0.800653595	2008/3/14	0.735483871		
2008/1/9	0.538641686				
2008/1/10	0.857605178				
2008/1/10	0.840248963				
2008/1/11	0.688976378				
2008/1/30	0.433604336				
2008/1/30	0.778301887				
2008/1/31	0.592200289				
2008/1/31	0.728971963				
2008/2/1	0.723076923				
2008/2/1	0.858050847				
2008/2/1	0.489678349				
2008/2/2	0.528776978				
2008/2/2	0.735694823				
2008/2/21	0.833333333				
2008/2/22	0.717391304				
2008/2/22	0.467461045				
2008/2/23	0.621727749				
2008/2/23	0.140734949				
2008/2/24	0.143403442				
2008/2/24	0.325598802				
2008/2/25	0.661016949				
2008/2/27	0.546558704				
2008/2/28	0.515433896				
2008/2/28	0.797583082				
2008/2/29	0.846055598				
2008/2/29	0.800936768				
2008/3/1	0.537459283				
2008/3/1	0.149171271				
2008/3/1	0.645013724				
2008/3/2	0.616232465				
2008/3/2	0.295081967				
2008/3/3	0.743923611				
2008/3/3	0.216				
2008/3/3	0.848056537				
2008/3/4	0.417246175				
2008/3/4	0.296577947				
2008/3/5	0.530216648				
2008/3/11	0.672131148				
2008/3/12	0.712699822				
2008/3/12	0.752595156				
2008/3/12	0.971223022				
2008/3/13	0.669117647				
2008/3/13	0.774647887				

資料來源：本研究整理

附錄 C：C 產品的歷史資料-1

表 二十九：C 產品的歷史資料-1

Date	Yield Rate	Date	Yield Rate	Date	Yield Rate
2006/9/1	0.49070632	2007/1/8	0.822429907	2007/4/25	0.905813429
2006/9/1	0.776640578	2007/1/9	0.875	2007/4/26	0.896921017
2006/9/2	0.88028169	2007/1/9	0.83499006	2007/4/26	0.924324324
2006/9/2	0.862068966	2007/1/23	0.452830189	2007/4/27	0.936037441
2006/9/3	1.063303189	2007/1/24	0.926829268	2007/4/27	0.80952381
2006/9/3	0.926902788	2007/1/24	0.893801057	2007/4/28	0.715754833
2006/9/4	0.900735294	2007/1/25	0.888157895	2007/4/28	0.855614973
2006/9/4	0.931034483	2007/1/25	0.893886967	2007/4/29	0.880503145
2006/9/4	0.88794926	2007/1/25	0.896414343	2007/4/29	0.505617978
2006/9/5	0.848888889	2007/1/26	0.688	2007/4/29	0.887573964
2006/9/5	0.772433597	2007/1/26	0.7960199	2007/4/30	0.883711975
2006/10/18	0.791075051	2007/1/27	0.809859155	2007/4/30	0.458181818
2006/10/18	0.913705584	2007/1/27	0.786829599	2007/5/1	0.750782065
2006/10/19	0.654545455	2007/1/28	0.514705882	2007/5/22	0.267379679
2006/10/19	0.870599429	2007/1/28	0.751753156	2007/5/22	0.88289393
2006/10/20	0.863523573	2007/2/9	0.933997509	2007/5/23	0.825267448
2006/10/20	0.910714286	2007/2/9	0.884557721	2007/6/18	0.8
2006/10/21	0.813333333	2007/2/10	0.884450785	2007/6/19	0.351366425
2006/10/21	0.907202828	2007/2/10	0.922048998	2007/6/19	0.521436848
2006/10/22	0.877358491	2007/2/11	0.785123967	2007/6/19	0.825806452
2006/10/22	0.9	2007/2/11	0.913043478	2007/6/20	0.371176776
2006/10/23	0.830357143	2007/2/12	0.864430798	2007/6/20	0.722891566
2006/10/23	0.439924314	2007/2/12	0.774834437	2007/6/21	0.530973451
2006/10/24	0.726708075	2007/2/13	0.739914163	2007/6/21	0.702486304
2006/10/24	0.774577954	2007/2/13	0.90699462	2007/7/25	0.967741935
2006/10/25	0.513663733	2007/2/14	0.905957656	2007/7/26	0.758314856
2006/12/17	0.720496894	2007/2/14	0.899398108	2007/7/26	0.821656051
2006/12/18	0.376106195	2007/2/14	0.617647059	2007/7/27	0.62403698
2006/12/18	0.791489362	2007/2/15	0.894023104	2007/7/27	0.939393939
2006/12/18	0.934844193	2007/2/15	0.917101828	2007/7/28	0.391304348
2006/12/19	0.82278481	2007/2/15	0.968992248	2007/7/28	0.506792676
2006/12/19	0.887850467	2007/2/16	0.836940837	2007/7/29	0.250260688
2007/1/1	0.913160251	2007/2/16	0.891434263	2007/7/29	0.149700599
2007/1/2	0.818181818	2007/2/17	0.9	2007/7/30	0.086580087
2007/1/3	0.835443038	2007/2/17	0.898488121	2007/7/30	0
2007/1/3	0.472320975	2007/3/23	0.476923077	2007/7/30	0.674955595
2007/1/4	0.705882353	2007/3/23	0.671031097	2007/7/31	0.515672396
2007/1/5	0.844221106	2007/3/24	0.634584876	2007/7/31	0.633245383
2007/1/5	0.936626281	2007/3/24	0.531428571	2007/8/1	0.596954315
2007/1/6	0.851258581	2007/3/25	0.856610801	2007/8/2	1
2007/1/6	0.892512077	2007/3/25	0.606995885	2007/8/3	0.809160305
2007/1/6	0.598006645	2007/3/26	0.678925035	2007/8/3	0.822259136
2007/1/7	0.786255096	2007/3/26	0.774193548	2007/8/4	0.867768595
2007/1/7	0.91775326	2007/3/27	0.852526172	2007/8/4	0.818858561
2007/1/8	0.790258449	2007/4/25	0.861244019	2007/8/5	0.585791442

資料來源：本研究整理

附錄 C：C 產品的歷史資料-2

表 三十：C 產品的歷史資料-2

Date	Yield Rate	Date	Yield Rate	Date	Yield Rate
2007/8/5	0.857142857	2007/9/29	0.855565777		
2007/8/6	0.739773716	2007/9/29	0.67839196		
2007/8/6	0.848656294	2007/9/30	0.688647746		
2007/8/7	0.901639344	2007/9/30	0.893023256		
2007/8/7	0.853485064	2007/10/1	0.610375671		
2007/8/8	0.768651093	2007/10/1	0.776371308		
2007/8/8	0.909090909	2007/10/2	0.790983607		
2007/8/8	0.744571773	2007/10/2	0.874635569		
2007/8/27	0.293706294	2007/10/3	0.53164557		
2007/8/28	0.478087649	2007/10/3	0.552825553		
2007/8/28	0.821917808	2007/10/4	0.725689405		
2007/8/29	0	2007/10/4	0.78125		
2007/8/29	0.433604336	2007/10/5	0.817790531		
2007/8/30	0.340659341	2007/10/5	0.888800635		
2007/8/30	0.815939279	2007/10/5	0.86102719		
2007/8/31	0.548333333	2007/10/6	0.821774194		
2007/8/31	0.747508306	2007/10/7	1		
2007/8/31	0	2007/10/7	0.798548094		
2007/9/12	1	2007/10/8	0.929432014		
2007/9/13	0.857142857	2007/10/8	0.941477688		
2007/9/13	0.781163435				
2007/9/14	0.848007414				
2007/9/14	0.853462158				
2007/9/15	0.751658069				
2007/9/15	0.523648649				
2007/9/16	0.794366197				
2007/9/16	0.843938379				
2007/9/17	0.875232775				
2007/9/17	0.567711413				
2007/9/18	0.811258278				
2007/9/18	0.826239359				
2007/9/19	0.791878173				
2007/9/19	0.966209081				
2007/9/20	0.763983629				
2007/9/20	0.902255639				
2007/9/21	0.657142857				
2007/9/23	0.845070423				
2007/9/24	0.832904884				
2007/9/24	0.889049512				
2007/9/25	0.93625498				
2007/9/26	0.76433121				
2007/9/27	0.606808091				
2007/9/27	0.861664713				
2007/9/28	0.711150132				
2007/9/28	0.901793339				

資料來源：本研究整理