ISSN 1023-2842
中山管理評論　　2017 年九月號
第二十五卷第三期　　p.643-669
DOI: 10.6160/2017.09.04

家登精密—晶舟盒模具最佳設計

Gudeng Precision — Optimization of Cassette Mold Design

邱銘乾* *Ming-Chien Chiu*
國立政治大學資訊管理學系
Department of Management Information Systems,
National Chengchi University

管郁君 *Eugenia Y. Huang*
國立政治大學資訊管理學系
Department of Management Information Systems,
National Chengchi University

本文引用格式建議：邱銘乾、管郁君，2017，「家登精密—晶舟盒模具最佳設計」，中山管理評論，25 卷 3 期：643~669。
Suggested Citation: Chiu, M. C., Huang, E. Y., 2017, "Gudeng Precision-Optimization of Cassette Mold Design," **Sun Yat-sen Management Review**, Vol. 25, No. 3, 643-669.

* 通訊作者：邱銘乾，地址：23678 新北市土城區中央路四段 2 號 9F，電話：(02)2268-9141 轉 1018，E-mail：101356507@nccu.edu.tw。

摘要

家登精密業務主管沈恩年面臨晶美公司月採購量約 4 萬套的 2 吋晶舟盒產品，希望售價要比現有市場價格低 40%，新價格為每套 35 元。然而家登內部估算成本一套是 82 元，如果承接此 4 萬套訂單，每月則虧損金額約 188 萬元，如果不接此訂單，工廠當時的產能利用率太低的問題無法解決，沈協理面臨決策兩難的困境。最後，沈協理基於攤平工廠費用的想法接下此訂單，意想不到市場最低價竟引爆其他客戶紛紛向家登採購此產品，訂單量突然暴增。後續李宗裕廠長利用塑膠模具最佳化設計的能力，將射出成型製造成本的關鍵變數進行計算找出最佳參數，找出原本由一模一穴生產毛利率-132.8%是虧損的狀態，而最佳化設計後轉變為高毛利 30.71%。

本文說明塑膠射出成型產品的生產組成要素，如需配置的作業人力、機台噸位與折舊攤提、模具大小與穴數組成對於模具成本的影響。其中，需求量大的產品可經由最佳化設計來大幅降低單位成本。個案提供的情境能讓學生了解工廠作業現況，並讓學生動手計算各式生產參數，體驗參數組成如何影響成本、生產效率。最後，生產效率的提升如何創造出競爭優勢，同時可以理解經濟學原理中，生產都會有最低生產成本，及學習規模不經濟理論。

關鍵詞：塑膠射出成型、最佳化模具設計、製造成本、成本優化、規模不經濟

Abstract

Shen, Sales Manager of Gudeng Precision, received an order of 40,000 cassettes at NT$35 per set, which was 40% off of the ticket price. With the manufacturing cost of each set being NT$82, selling at NT$35 would translate to at least a loss of NT$1,880,000. Shen faced a dilemma, because the capacity utilization of the new factory is too low to dismiss this order, but taking the order would mean a deficit instead of a profit. Shen finally decided to take this order to fill the capacity utilization. To her surprise, this lowest price deal in the industry

attracted other customers and orders poured in. Li, Director of Manufacturing, had years of manufacturing experience accrued in Guden Precision, and his expertise in plastic mold design was highly recognized. His calculation showed that with the demand of 2,400,000 sets per year, the optimal mold design is set at the six mold point. With a six-mold design, the lowest injection molding manufacturing cost is attained. Li turned the production which could have resulted in a negative margin (-132.8%) into a profitable production with a high margin (30.71%).

This case provides the background knowledge of plastic product manufacturing and mold structure, such as manpowe scheduling, machine tonnage, depreciation amortization, and the revalance between mold size and the manufacting cost. In the situation of large demand for products, the optimization of manufacturing process design reduces the product cost. This case provides students not only the real situation of factory operation, but the caculating production parameters, influencing the production cost and effiency. Students can learn how production effiency creates the competitive advantage. By economic theory, there is a lowest production cost. Also, there are situations that economies of scale no longer function, i.e. diseconomies of scale. This case offers a lens to see the theories in action.

Keywords: Plastic Injection Molding, Cassette Mold Design, Manufacturing Cost, Cost Optimization, Diseconomies of Scale

個案本文

壹、前言

不要想著贏，要想不能輸—KANO[1]

二月的台北冬雨漸歇，沈恩年協理在開車上班途中，心情就像窗外的天色一樣，天已破曉但雲霧繚繞，心中一直困擾著究竟要不要接下大客戶晶美公司看起來不可能賺錢的大訂單？

家登精密(簡稱家登)主要聚焦在半導體的關鍵性材料創新技術的整合服務領域，生產基地在新北市樹林區，擁有多年的塑膠模具製造經驗與技術，其核心能力為提供半導體產業相關塑膠射出成型載具類產品。家登為了半導體下一世代先進製程載具的需求，並同時貼近客戶，於 2012 年在台南科學園區設立廠房，建置全新生產線。然而，半導體關鍵設備商的客戶，其先進設備研發未如預期時程，導致南科新廠設立完成後，原本預期「高單價、高毛利」的新載具產品因而生產停滯，公司費用隨著產能閒置而急劇攀升，並且獲利劇降的問題開始浮現。

2015 年 2 月家登內部產銷會議上，業務主管沈恩年協理主持會議，業務同仁王書賢報告：「我們曾經銷售過的 2 吋晶舟盒產品，客戶晶美公司來電詢問，他們每月約需要 4 萬套，希望價格從每套 58 元降價到 35 元。請問我們要不要以 35 元承接此訂單？」

沈協理當場拿起紙筆，簡單算起損益來，工廠工程單位從公司的 ERP (Enterprise Resource Planning)資料庫給的估計成本是 82 元，如表 1 所示：

35 × 40,000 (售價) – 82 × 40,000 (成本) = -1,880,000

經過簡單的計算後，沈協理在會議上脫口而出說：「這張訂單估算出來完全沒有利潤啊，即使不計算工廠的設備折舊與費用攤提，還是會虧損的，這是一張會嚴重虧損的訂單啊！」

[1] KANO 是 2014 年上映，描述嘉義農林棒球隊從二流隊伍，蛻變成全臺冠軍並遠征日本甲子園的電影(黃志明等，2014)。

沈協理心想一次要求降價 40%是客戶無理要求，她要拒絕這張虧損的訂單，因為接下此訂單不僅是沒賺錢，更會惡化公司財務。但是回頭想想現在工廠的產能利用率很低，每天看著一群作業員無事可做，工廠急需新的訂單來讓大家動起來，所以她陷入天人交戰，心想到底要不要接下晶美公司這張訂單？但是，沈協理想不透的是為什麼競爭對手有辦法以每套 58 元出貨？而我們預估出來的成本卻高出對手這麼多，現在客戶要求降價 40%才願意轉單給我們，如果要接下這筆訂單就必須仔細評估。所以，沈協理靜下心來默默盤算，競爭對手有辦法低於我們的成本價接單，一定有我們沒有釐清的因素存在。因此，她要求李宗裕廠長率領工程單位想辦法降低成本，首要釐清以下的幾個問題：(1) 2 吋晶舟盒的直接成本是多少錢？(2) 直接成本佔平均成本的比率為何？(3) 現階段南科廠的產能利用率是多少？

表1 2吋晶舟盒 ERP 估算的總成本

品項	金額
直接原料成本	11.85
模具攤提	2.10
設備攤提	1.20
直接人工	36.22
間接人工	12.73
費用攤提	17.90
合計	82.00

資料來源：本研究整理

貳、家登精密介紹

家登精密創建於 1998 年，曾獲得國家磐石獎、國家品質獎等多個獎項，公司於 2011 年上櫃，它從傳統塑膠模具開發製造起家，轉型至半導體產業的光罩、晶圓用塑膠製品及製程用相關零組件產品之研發、製造及銷售。憑藉著公司核心的塑膠射出、模具製造專業技術，家登在全球半導體傳送類載具中佔有一席之地。由於本身在塑膠模具上的核心優勢，家登將資源集中在半導體塑膠載具市場，並以「關鍵材料保護者」自許，定位為「全球關鍵材料

創新技術的整合服務商」，致力幫助客戶解決有關光罩、晶圓類相關運送、儲存與保護潛在的問題。故家登發展出獨特的「創新服務模式 (Innovative service model)」，採「協同創造(Co-creation)」讓半導體產業相關晶圓與光罩用之塑膠類載具因為家登的服務、品質而能高枕無憂。公司的管理信念，強調品質、效率、創新與紀律並重，取得客戶高度認同與信任。因此在光罩、晶圓載具類的生產不僅市占率高，而且品質深獲客戶的信任。

家登主要產品用途說明如下：

1.光罩傳載解決方案-載具類：如光罩盒、光罩傳送盒可使光罩無論在生產使用、傳送過程中，對於靜電、微污染、微粒的產生給予最佳的保護。

2.晶圓傳載解決方案-載具類：如晶舟盒、晶圓傳送盒提供晶圓片於半導體製程設備及輸送系統中或儲放時，避免遭受微小塵粒之污染。

家登為專業之光罩、晶圓傳載解決方案提供商，主要技術能力為塑膠模具設計製造、特殊複合高分子材料之生產，產品主要的客戶集中在晶圓代工 (Foundry) 及積體元件製造廠 (Integrated Device Manufacturer; IDM)。客戶多為半導體知名廠商，如台積電、英特爾、GLOBALFOUNDRIES 及日商大福等。並且，家登是國內唯一參加國際半導體協會，18 吋國際標準規格制訂的廠商；另因核心技術與商業模式創新，曾獲得英特爾投資成為第一大外資法人股東，持股 10.71%(公開資訊觀測站，2011)。

參、從接單說起

今天的決策是為了明天的成果—P. F. Drucker (1954)

一、是否可以接 2 吋晶舟盒訂單？

回到 2015 年 2 月初的產銷會議上，沈協理仔細思考既然競爭對手有辦法 2 吋晶舟盒以每套 58 元的價格出貨，必定有其利潤，而為何我們成本比售價高？首先，沈協理先從工程部的成本分析表檢視直接材料的成本，發現每套塑膠材料 PP 加上包材等，約 11.85 元 (如表 2 所示) 。心想 2 吋晶舟盒家登內部估算總成本是 82 元，但直接材料費只有 11.85 元、只佔總成本約 14.45%，其他都是分攤費用、直接人工等，考量現階段南科廠產能利用率很

低，即使不接此訂單，每日還是要支付作業員薪水，而一些固定的分攤成本還是不變，於是她在白板上根據預估每月可接到的訂單總銷售收入扣除直接的原料成本，檢視是否有機會攤提這些閒置的設備及人工費用，最後計算出總收入扣除直接原料總成本後約還剩 92.6 萬。

表 2 每套直接原料成本 (單位：元)

	上蓋	下蓋	中框	包裝袋、電費、運費	每套直接原料成本
PP 材料(Kg)	51.5			4.27	
成品原料重量(g)	33	24	90		
單一材料成本(元)	1.70	1.24	4.64		
合計	7.58			4.27	11.85

資料來源：本研究整理

這個剩餘的 92.6 萬元，表示是可以用來分攤直接人工、間接人工、設備攤提及每月的固定費用。然後她再次翻出過去半年南科廠的平均稼動率[2]約為 24%，沈協理恍然大悟地說：

「2 吋晶舟盒的成本有兩部分，『固定成本』：不會隨著產量變動，如廠房租金、模具攤提、折舊等項目，不管有無生產均需固定攤提的成本；『變動成本』：隨著產量而變動，如生產所需原料、作業員薪水等，這些會隨著生產數量而增加。而這其中直接人工，表面上看起來應該是變動成本，但是基本上應該要視之為固定成本，因為公司的直接作業人員又不可能沒工作請他們回家，等有工作才叫他們來上班，不管有沒有接下這張訂單，現有的作業人員及設備與模具都是沉沒成本，所以這張訂單一定要接，因為工廠現在稼動率只有 24%，幾乎是處於閒置的狀態，有這 92.6 萬收入協助分攤沉沒成本提高工廠的稼動率，這對公司當下財務是非常有幫助的，所以不僅該接下訂單還更要擴大接單數量才對。」

最後會議上就決議承接此 2 吋晶舟盒訂單，而且同意以每套 35 元的價格出貨。於是業務端、工廠端開始忙碌起來，家登的南科廠低迷氣氛一掃而空。

[2] 稼動率：用來衡量設備使用狀況的指標，其公式為 **稼動率**＝(實際工作時間÷計畫工作時間)x100%。

肆、月需求量上看 10 萬套該怎麼辦？

做該做的事，絕不動搖－J. Collins (2001)

由於使用幾年前開發的一模一穴模具進行生產，並持續的品質改善，加上公司的低價銷售策略奏效，很快地就得到客戶晶美公司認證通過。剛開始家登從月出貨量 3,000 套慢慢拉升，短短半年後，出貨量已達每月 20,000 套，每月為公司帶來 70 萬營業額用以攤提相關成本。

甚至其他客戶耳聞家登的售價，便主動聯繫要購買晶舟盒，使得後續的訂單量持續看漲。在 2015 年 10 月初的一次公司產銷會議裡，業務部王副理報告：「目前 2 吋晶舟盒的接單狀況良好，由於新客戶銳捷已經通過驗證，近期已接到訂單，預計訂單量後續很快會攀升。另一個好消息是，我們又接到幾家新客戶要求公司送樣給他們做測試，如果認證通過後，預估會讓每月訂單需求量從原本的 3～4 萬套迅速成長至 12 萬套以上。如果在加上大陸的潛在客戶預計每月會接近 20 萬套，如果有一半的市佔率也將近有 10 萬套。」

家登廠長李宗裕聽到王副理的銷售預測報告後，立即發言說：「不知道書賢的銷售預測是否正確？以南科廠現有的生產設備及模具將無法應付未來如此龐大的市場需求量，如果訂單量如此之大，我建議應該趕快新增射出成型機台與訂製新的模具才能應付這暴增的訂單數量。但是，這是一筆很大的擴產資本支出，我建議業務仍須先確認真正的市場需求量，工廠才能據此規劃需要新增的機台數量規格與模具的模穴數。」

沈協理看了一下業務同仁製作的市場預估需求說：「LED 產業由於大陸崛起，未來勢必量會越來越大，要以低價才能取勝，所以誰的製造成本最低，誰就具有優勢。這個 20 萬套的月需求量還真的非常大，不知道我們是否有能力接到並且賺到錢？」

沈協理在會議上問起李廠長說：「宗裕啊！當初願意以 35 元承接 2 吋晶舟盒 4 萬套，是看上有 92.6 萬元可以用來提高稼動率及協助攤提相關費用，但是以 10 萬顆的月需求量，即使稼動率達到 100%，還是需要新增模具、機具與生產線員工，生產 4 萬套帳面上就虧 188 萬，更何況 10 萬套？你務必要好好評估是否要擴大接單，還是保持現狀就好。」

李廠長回答說：「沒關係！我來看看是否可以用模具最佳化分析找出來最低成本，看看是否可以賺錢。」

會議結束之後工廠端也開始規劃月產能 10 萬套的生產方案。因現有一模一穴的三套模具，最大正常班產能每月約 1.15 萬套[3]，如果增加作業員與輪班 24 小時生產，最多也是 3.45 萬套月產量，無法滿足業務對未來需求量的預估。所以，工程部謝正嚴副理提出了一模二穴上蓋模具、下蓋模具及中框之模具開模計畫，及增購三台射出成型機的資本支出用以滿足每月 10 萬套的需求量，謝副理提出之擴產計畫如表 3。

表 3 工廠新增產能建議 (單位：個)

模具品項	模具形式	模具數量	射出機噸數	射出成型秒數	正常月產量 8hr	最大月產量 24hr
上蓋模具	一模二穴	1	180	45	28,160	84,480
下蓋模具	一模二穴	1	180	45	28,160	84,480
中框模具	一模二穴	1	180	55	23,012	69,036
		每月最大產量被中框產量限制在 69,036 套				

資料來源：本研究整理

正常月產量計算式：每日工作 8 小時一班制、每月上班 22 天
最大月產量計算式：每日工作 24 小時三班制、每月上班 22 天
上下蓋日產量(一穴)：(8(小時)*60(分鐘)*60(秒)) /(45) =640
上下蓋正常月產量(二穴)：640(個)*2(穴)*22(天)=28,160
中框日產量(一穴)：(8(小時)*60(分鐘)*60(秒)) /(55)=523(無條件捨去)
中框正常月產量(二穴)：523(個)*2(穴)*22(天)=23,012

[3] 一模一穴日產能為 8(時)*60(分)*60(秒)÷55(秒)=523(套)(無條件捨去)；月產能為 523*22(天)=11,506(套)

伍、全新產能規劃該如何做才能獲取利潤？

多問問題，不要直接給答案—J. Collins (2001)

李廠長在審查工程部新編的擴產計畫時，發覺這個計劃規劃的並不周詳，他問了謝副理：「為何使用一模兩穴之設計？因為照此新增產能建議，每月的產能不到 7 萬套，連月需求量 10 萬套時仍然不夠用，更何況是 20 萬套的最大需求量？」

謝副理回答說：「原本舊的一模一穴那三套模具我會讓它們再繼續生產，如果停用並報廢，會浪費公司原本開模的錢，我編列這個計畫主要是為了應付新增的訂單而設計的，反正到時候訂單如願暴增至 10 萬套時，我們同時會有兩組人馬同時進行生產，並讓工廠採三班制 24 小時來生產即可。」

對於謝副理提出來的擴產計畫，李廠長知道謝副理為了幫公司節省開模費用，對於未實現的訂單，採用新舊模具同時生產的方式進行，然而省了開模費用，卻沒有考慮增設機台的費用、直接人工費用與間接人工費用等，上述條件都需考量生產的「機會成本」。於是李廠長問起謝副理：「小謝啊！你還記得上次月會才討論到的『機會成本』嗎？如果同樣的人力與生產時間花費，在一模一穴的模具生產時，每 45 秒只能產出一個產品，若在一模四穴的模具生產時，就每 45 秒就能產出四個產品，平均每一個生產時間只剩下 11.25 秒，如果再計算一模六穴、一模八穴的生產時間，請問何者的單位成本最低？更何況我們的市場預估是每月需求量達 10~20 萬顆，此時只開發一模二穴的模具，就需求量來說是遠遠不夠，況且對成本而言也不一定是最低的。」

謝副理聽完之後，恍然大悟，他立刻接受李廠長的觀點，李廠長要求謝副理重新提出射出機台大小、模具開發穴數與產量之關係表出來討論。

幾天後在工廠的工程改善會議上，謝副理提出了「模具開發穴數與產量關係表」(如表 4 所示)。

表 4 模具開發穴數與產量之關係表 (單位：個)

模具品項	模具形式	模具數量	射出機台噸數	射出成型秒數	正常月產量 8hr	最大月產量 24hr
上蓋模具	一模一穴	1	120	45	14,080	42,240
下蓋模具	一模一穴	1	120	45	14,080	42,240
中框模具	一模一穴	1	120	55	11,506	34,518
				每月最大產量被中框產量限制在 34,518 套		
上蓋模具	一模二穴	1	180	45	28,160	84,480
下蓋模具	一模二穴	1	180	45	28,160	84,480
中框模具	一模二穴	1	180	55	23,012	69,036
				每月最大產量被中框產量限制在 69,036 套		
上蓋模具	一模四穴	1	250	45	56,320	168,960
下蓋模具	一模四穴	1	250	45	56,320	168,960
中框模具	一模四穴	1	250	55	46,024	138,072
				每月最大產量被中框產量限制在 138,072 套		
上蓋模具	一模六穴	1	350	45	84,480	253,440
下蓋模具	一模六穴	1	350	45	84,480	253,440
中框模具	一模六穴	1	350	55	69,036	207,108
				每月最大產量被中框產量限制在 207,108 套		
上蓋模具	一模八穴	1	550	45	112,640	337,920
下蓋模具	一模八穴	1	550	45	112,640	337,920
中框模具	一模八穴	1	550	55	92,048	276,144
				每月最大產量被中框產量限制在 276,144 套		

資料來源：本研究整理

正常月產量計算式：每日 8 小時一班制、每月 22 天，例：中框日產量(一穴時)：(8(小時)＊60(分鐘)＊60(秒)) /(55)=523(無條件捨去)，一模兩穴=523＊2＊22 天=23,012 個。

最大月產量計算式：每日 24 小時三班制、每月 22 天，例：中框日產量(一穴時)：(8(小時)*60(分鐘)*60(秒)) /(55)=523(無條件捨去)，一模兩穴=523＊2＊3＊22 天=69,036 個。

李廠長看完模具開發穴數與產量關係表後說：「就產量而言，一模八穴看起來會比較有效率也符合未來的需求量成長預估，但是它需要的射出機台要更大，模具也會更貴，它真的是最佳的設計方案嗎？」

陸、多少模穴數才是晶舟盒模具的最佳設計？

謝副理報告完模具開發穴數與產量關係表之後，緊接著說明晶舟盒製作流程及所需人力，他報告說：

「根據估算六穴以下採 8 小時正常班生產時，上蓋與下蓋各需要 1 台射出機與 1 位作業員，射出中框的工段需要 1 台機器、2 位作業員，其中 1 人負責剪掉射出進料點的料頭，另 1 人將之放入治具冷卻防止變形。品保檢驗工段只需要 1/3 人力，因為品保檢驗僅需依比例抽選成品進行檢驗，所以此人力除了抽驗產品外，還同時可以做其他的事情。最後包裝、印標籤與進退庫等支援性作業，還需 4 個作業人力，總共需要 8 個直接作業人力，加上 1/3 個品保人力。」

「如果六穴以下採 24 小時三班制生產，則全部都必須配置相同人數。因此一天 24 小時需要 25 個作業員人力。以上作業人力需求，是在模具穴數一～六穴的生產才適用，若模穴數在八穴以上時，考量每 45 秒就會生產出 8 個來，作業員來不及 45 秒內完成全部作業，所以需要再加派 1 人才能做完，全部人力都要加倍。正常班需要 16 又 2/3 人，24 小時三班制生產就需要 50 人。每位作業員薪資因為有高有低，加計勞健保、退休金、員工福利等，平均約 5 萬元做為計算標準。」

從表 5 可以得知每人每日平均直接人工成本約 2,273 元。

表 5 家登精密每人平均直接人工成本 (單位：元)

月薪	日薪	時薪	每分鐘
50,000	2,273	284	4.74

資料來源：本研究整理

5 萬元是以資深並加計其他休假、勞健保、退休金等總成本，每月估算平均工作 22 天每天工作 8 小時。

李廠長又接下來問起那射出機台的價格與模具成本又是多少？如何攤提？謝副理接著報告：「經過詢、比、議之後，估出來一模二穴用射出成型機 180 噸、價格 180 萬；一模四穴用射出成型機 250 噸、價格 250 萬；一模六穴用射出成型機 350 噸、價格 330 萬；一模八穴用射出成型機 550 噸、價格 500 萬。原本一模一穴是用 120 噸當時採購價格是 100 萬元。」

「上蓋、下蓋、中框模具價格分別是，一模一穴是每套 35 萬元、三套總共 105 萬，一模二穴估計是每套 43 萬元、三套總共 129 萬，一模四穴估計是每套 50 萬元、三套總共 150 萬，一模六穴模具價格估計是每套 65 萬元、三套總共 195 萬。一模八穴模具價格估計是每套 120 萬元、三套總共 360 萬。」

「現在公司射出成型機的折舊攤提年限為 6 年。模具是保證每穴可以生產 50 萬個產品，每套模具依據不同穴數，保證生產的數目就不同，例如: 一模一穴保證可以生產 50 萬個，一模二穴保證可以生產 100 萬個，一模四穴保證可以生產 200 萬個，一模六穴、一模八穴依此類推。然後詢問公司的會計部門，他們說現在工廠每月的間接人工成本全部金額為 421,344 元，而每月平均的費用全部約 617,496 元。」

聽完了謝副理的報告之後，李廠長問起了謝副理，他問說：「從多模穴設計觀點，模具穴數越多、單位產量越大，但伴隨要配合的射出成型機、模具成本、直接人工會跟著增加，所以並非模穴越多成本越低。公司每季都會開設相關課程，你不要每次都只去上專業課程，應該開始上一些成本會計、管理課程，看看成本會計是怎麼計算成本，這樣就會知道幾穴才是晶舟盒模具的最佳設計。」

附件一 塑膠模具、射出成型及 2 吋晶舟盒介紹

（一）塑膠模具與組成結構介紹

塑膠製品主要的生產方式，是在塑膠射出成型機上，將融化的塑膠注塑進入塑膠模具內，冷卻後就生產出成品，此工具就稱為塑膠模具。使用各式模具的生產方式，可大量且低成本的製造精美的物品。然而決定塑膠產品品質是塑膠模具的精密度。現代工業基礎即運用各式精密模具，實現產品製造快速、品質優異又具低成本優勢。

塑膠模具是一種生產塑膠製品用的工具，其組成結構如圖 1 所示，主要由公模、母模、滑塊、冷卻機構、頂出機構等部件所組成，在公母模的組合後會形成一個成型中空模穴來生產產品。

射出機射出成型週期動作，首先，將塑膠模具裝置在射出成型機上，將塑膠升溫融化至液體狀態時，將熔融塑膠強力注入成型模穴內，並讓它在穴內冷卻使塑膠定型成為期望的造型與尺寸，然後上下公母模打開，經由頂出系統將塑膠的製品從模穴內頂出脫離模具，這樣完成一個成型生產週期，如此週而復始，許多造型優美功能強大的塑膠製品就這麼被大量且精確化生產出來。

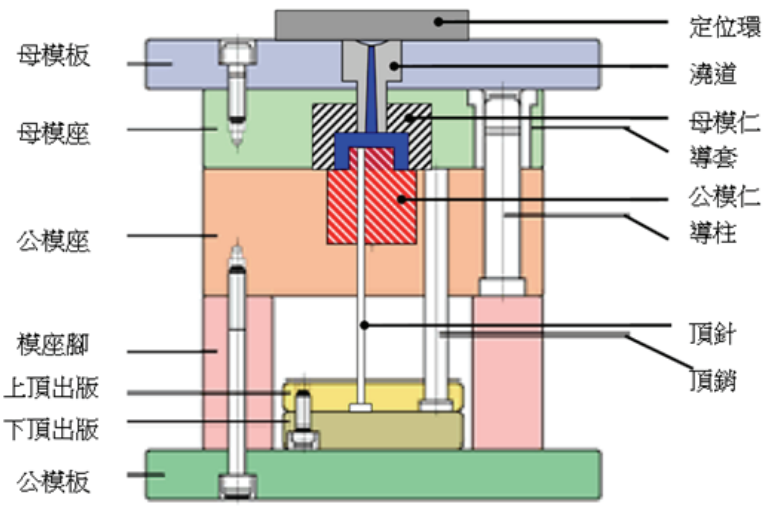

圖 1 塑膠模具組成結構

資料來源：本研究整理

射出機以鎖模力的噸數進行區分，鎖模力最大是 120 噸，則稱之該機器為 120 噸射出機。通常模具越大需要的射出機台的鎖模力要越大。射出成型週期是以秒為單位，它是影響生產成本的重要參數，影響成型週期通常是整個產品的總重量，如果相同重量的產品可以控制到一模一穴跟一模八穴的成型秒數是相同的。

（二）塑膠模具的模穴設計形式對於成本的影響

若塑膠產品要降低成本，需考慮如何在最短時間能大量生產。所以塑膠模具穴數的決定，就是成本多寡最重要的參數(如圖 2 所示)。一模一穴如果生產週期是 45 秒，一模八穴也相同是 45 秒時，每個產品從 45 秒生產一個變成 45 秒生產八個，生產效率就提升八倍，若沒有依據的最佳化設計，其產品就不是最佳的成本結構。

一般而言，新產品開發因未知市場的接受度，為了降低初期投入的模具及研發成本，均採用一模一穴的設計，但是隨著產品成功且需求量擴大時，此時新增模具就必須要找出其最佳設計，因為模具穴數的決定，會對產品的成本與獲利有著致命性的影響，尤其是需求量龐大的產品。

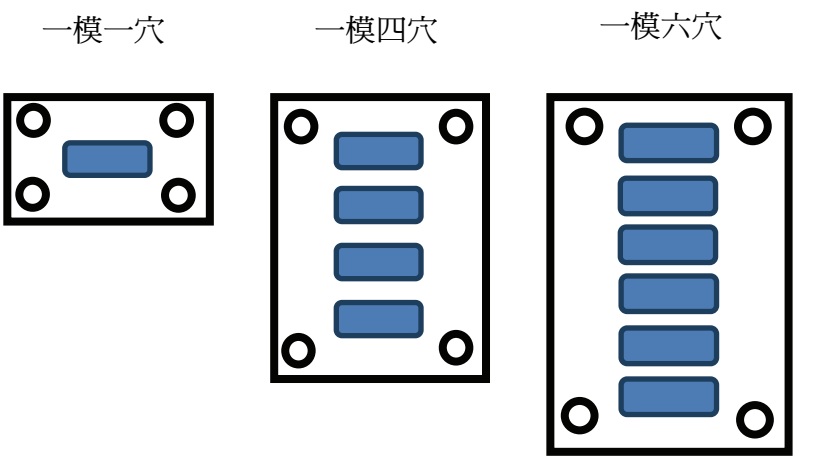

圖 2 塑膠模具結構介紹

資料來源：本研究整理

（三）晶舟盒

半導體使用之矽晶圓有各種尺寸，矽晶圓或非矽材料的形狀大部分都是圓形，只是分成有 2 吋、4 吋、6 吋、8 吋、12 吋、18 吋等大小，厚度是固定尺寸之規格品。其製造、傳送、儲存過程中通常以每 25 片為單位置於塑膠容器儲存或搬運，而此容器即稱之為晶舟盒(如圖 3 所示)。

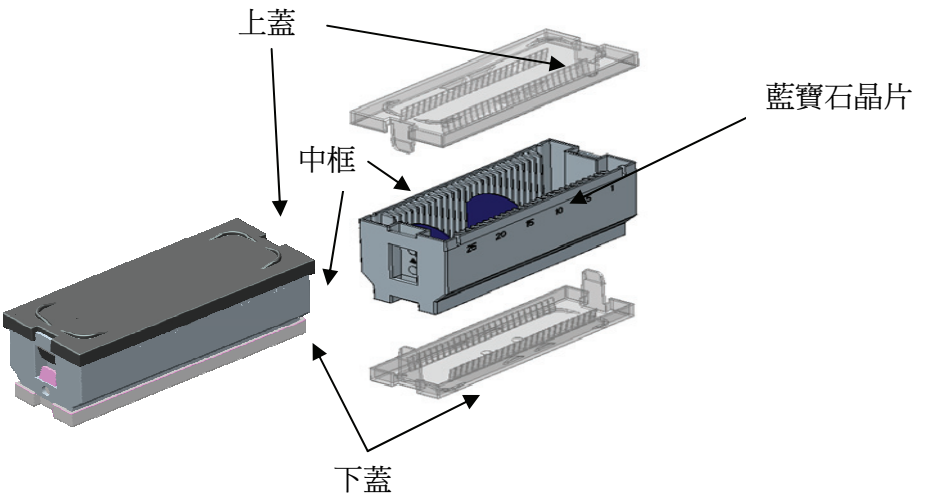

圖 3　2 吋晶舟盒各個組成部品簡介

資料來源：本研究整理

教學手冊

壹、教學目標

本文介紹家登業務主管沈恩年協理遇到市場需求量大，但售價與毛利偏低的 2 吋晶舟盒產品，起初因內部的估算成本資訊讓沈協理不敢接單，後來經過一連串分析後，發現可用來填補閒置產能，為了少虧為贏，勉強使用原本一模一穴舊模具來接單。接單之後，想不到 2 吋晶舟盒低價搶單策略奏效，訂單量開始放大，此時廠長李宗裕與謝副理的一連串會議討論之後，透過模具最佳化設計手法，讓原本賠錢產品反而創造出營收與獲利。

藉由說明塑膠射出成型產品的生產組成要素，如需配置的作業人力、機台噸位與折舊攤提、模具尺寸與穴數組成對於模具成本的影響。射出產品生產環節差異會造成成本的巨大差異，如何透過個案公司情境，學習計算最佳化模穴配置，是本文教學目標。對於學習工業工程、生產作業管理的知識，個案提供的情境能讓學生了解工廠作業現況，讓學生動手計算各式生產參數，體驗參數組成如何影響成本、生產效率。最後，生產效率的提升如何創造出競爭優勢。

貳、適用課程

本文是作業層級真實公司之田野調查個案，以商管學院大學部學生為教學對象，適合教學課程為「經濟學」、「生產管理」、「作業管理」或「成本會計」等相關課程。最佳的個案使用方式是由授課教師在課堂上與學生進行問答式互動討論，授課時間大約 80 分鐘為原則，但可視課堂討論情況或實際教學需求進行調整。

由於個案牽涉射出成型與塑膠射出模具的相關產業知識，對於沒有此領域先備知識的大學生，建議教師先行讓學生研讀附錄文件，及參考下列模具相關書籍：塑膠模具設計學：理論、實務、製圖、設計 (張永彥，2016)、模具工程 (邱傳聖，2008)、塑膠模具結構與製造 (張文華，2016)、塑膠成型品設計與模具製作 (林滿盈，2010)、射出成型原理與製程 (陳夏宗等，2014)。讓學生先具備塑膠模具、射出成型技術及 2 吋晶舟盒之相關產業背景知識

後，再讓學生討論個案內文，最後才讓學生根據個案提供之資料，學習如何計算最佳化之模具穴數。

參、討論題綱

本文是公司在接獲大單後的生產成本改善過程，經由模具設計最佳化的方式讓整體生產成本大幅度降低，最後呈現出塑膠產業的成本改善最佳方法。所以討論重點著重在第二點，經由計算後發現，成本改善原來不是只有降低直接原料或人工費用就能達成。

1、沈協理如果想要將原本虧損訂單轉變成有利潤，是否透過壓低直接原料成本或壓縮直接人工的薪資與福利即可達成？

2、試計算不同穴數模具的每單位晶舟盒平均成本，找出晶舟盒模具的最佳化模穴數是多少？

3、試計算製造成本與毛利率之間的關係。

4、月需求量大增需要新增產能，原本那三套舊的一模一穴模具該如何處置？

5、如果晶舟盒每年需求量遠大於 240 萬套，以及射出成型機的折舊攤提年限由 6 年改為 9 年時，其成本與毛利的變化為何？

肆、分析與說明

1、沈協理如果想要將原本虧損訂單轉變成有利潤，是否壓低直接原料成本或壓縮直接人工的薪資與福利即可達成？

傳統的 DSS (Decision Support Systems)是需要產業知識的強化才能發揮效益的，文中很明顯地看出，ERP 的成本資料無法適時調整隨著模穴數增加，而讓決策者知道成本會隨之降低多少？在塑膠產業，基本上一旦研發單位決定開發一模一穴的模具，其主要成本結構就已經被固定，此時採購壓低原材料成本，或壓縮直接人工薪資與福利，對成本的改善幅度有限。如從表

2 中得知直接材料成本，每套塑膠材料 PP 加上包材等，約 11.85 元，其中 PP 塑膠材料每公斤 51.5 元，每套 PP 材料成本不過 7.58 元，假設原料降為每公斤 41.2 元，則每套不過降低了 1.525 元，一模一穴總直接成本從每套 82 元降成 80.475 元，每套直接總成本僅降低 1.85%。但原料採購成本已降低 20%，沈協理想在接單虧損的狀況下，從壓低原料成本是達不到其獲利目標。

2、試計算不同穴數模具的每單位晶舟盒平均成本，找出晶舟盒模具的最佳化模穴數是多少？

由表 1 得知每套晶舟盒的平均成本包含直接原料成本、模具攤提、設備攤提、直接人工、間接人工及費用攤提，然而除了直接原料成本為 11.85 元、間接人工及費用固定外，其餘成本均會隨著生產量的變動而調整。

而表 6 中「模具攤提成本」為「模具成本」除以「模具壽命產量」，最後「每套晶舟盒的模具攤提成本」為「模具攤提成本」的三倍，這是因為生產出一套 2 吋晶舟盒產品要用到上蓋、下蓋、中框共三套模具才可以。

表 6 模具攤提費用

穴數	模具成本	模具壽命產量	模具攤提成本	每套晶舟盒的模具攤提成本
1	350,000	500,000	0.70	2.10
2	430,000	1,000,000	0.43	1.29
4	500,000	2,000,000	0.25	0.75
6	650,000	3,000,000	0.22	0.66
8	1,200,000	4,000,000	0.30	0.90

資料來源：本研究整理

表 7 計算「每套晶舟盒的設備攤提成本」，一班制生產時間為 8 小時 (28,800 秒) 。每次生產時間是射出成型週期的秒數，上蓋跟下蓋都是 45 秒，所以每班生產射出成型生產次數為 28,800/45=640 次。因為中框的塑膠原料較多，射出與冷卻時間要較久，需要 55 秒，所以中框每班生產射出成型生產次數為 28,800/55≒523 次。所以每班最大產量的限制瓶頸是在中框的生產。

因為生產中框，每班只能生產 523 個，因此上蓋和下蓋也只需要生產 523 個。一日三班所以一穴的「日最大產量」為 523×3 等於 1,569 個。兩穴

為兩倍，依此類推得到表 7 各模穴的「日最大產量」。個案本文提及射出機的折舊攤提年限為 6 年，因此「機器成本」除以 6 年得到「每年攤提成本」，因為一個晶舟盒需要用到上蓋、下蓋、中框三台射出機。因此有「3 台攤提成本」。「年估產量」是 (日最大產量) × (22 天／月) × (12 個月／年) 求出來的每年預估最大產量數。另因個案本文提及全球市場預估每月約 20 萬套需求，全年總共為 240 萬套需求，而一模六穴及一模八穴的年估產量超過 240 萬套，固以 240 萬套作為估算標準。「每套晶舟盒的設備攤提成本」是「三台攤提成本」除以「年估產量」。

表 7 設備攤提費用

穴數	日最大產量	射出機(噸)	機器成本	每年攤提成本	3 台攤提成本	年估產量	設備攤提成本(套)
1	1,569	120	1,000,000	166,667	500,000	414,216	1.21
2	3,138	180	1,800,000	300,000	900,000	828,432	1.09
4	6,276	250	2,500,000	416,667	1,250,000	1,656,864	0.75
6	9,414	350	3,300,000	550,000	1,650,000	2,400,000	0.69
8	12,552	550	5,000,000	833,333	2,500,000	2,400,000	1.04

資料來源：本研究整理

接下來要計算直接人工、間接人工與費用攤提如表 8。如個案本文描述，一到六穴一日三班需要 25 個作業人力，每人每日 2,273 元，因此「日直接人工成本」為 2,273×25＝56,825 元。一模八穴的模具生產時人力要加上兩倍，故為 50 人，成本是 113,650 元。「日間接人工成本」說明現行每月 421,344 元的間接人工成本除以 22 天得出 19,152 元，因為是間接人員所以成本不會隨著產量增加而增加。「每日費用」亦於個案本文中所描述現行每月 617,496 元的費用攤提成本除以 22 天得出 28,068 元。「每套晶舟盒的直接人工成本」、「每套晶舟盒的間接人工成本」與「每套晶舟盒的費用攤提」各自為「日直接人工成本」、「日間接人工成本」與「每日費用」除以「日最大產量」。

表 8 直接、間接人工攤提與費用攤提

穴數	日最大產量	日直接人工成本	日間接人工成本	每日費用	每套晶舟盒的直接人工成本	每套晶舟盒的間接人工成本	每套晶舟盒的費用攤提
1	1,569	56,825	19,152	28,068	36.22	12.21	17.89
2	3,138	56,825	19,152	28,068	18.11	6.10	8.94
4	6,276	56,825	19,152	28,068	9.05	3.05	4.47
6	9,414	56,825	19,152	28,068	6.04	2.03	2.98
8	12,552	113,650	19,152	28,068	9.05	1.53	2.24

資料來源：本研究整理

最後表 9 計算「每套晶舟盒的平均成本」為直接原料成本 11.85 元，加上表 6、表 7 與表 8 所計算的「模具攤提」、「設備攤提」、「直接人工」、「間接人工」與「費用」的總和。我們發現當穴數為六穴時「每套晶舟盒的平均成本」最低。

表 9 每套晶舟盒的平均成本

穴數	直接原料成本	模具攤提	設備攤提	直接人工	間接人工	費用	合計
1	11.85	2.10	1.21	36.22	12.21	17.89	81.48
2	11.85	1.29	1.09	18.11	6.10	8.94	47.38
4	11.85	0.75	0.75	9.05	3.05	4.47	29.92
6	11.85	0.66	0.69	6.04	2.03	2.98	24.25
8	11.85	0.90	1.04	9.05	1.53	2.24	26.61

資料來源：本研究整理

把表 9 的「穴數」與「每套晶舟盒的平均成本」畫出如圖 4 的「每套晶舟盒平均成本曲線」。從 U 型曲線可清楚看出晶舟盒的射出成型生產製程有最低成本的模穴數，亦即**一模六穴是晶舟盒模具最佳的設計**。

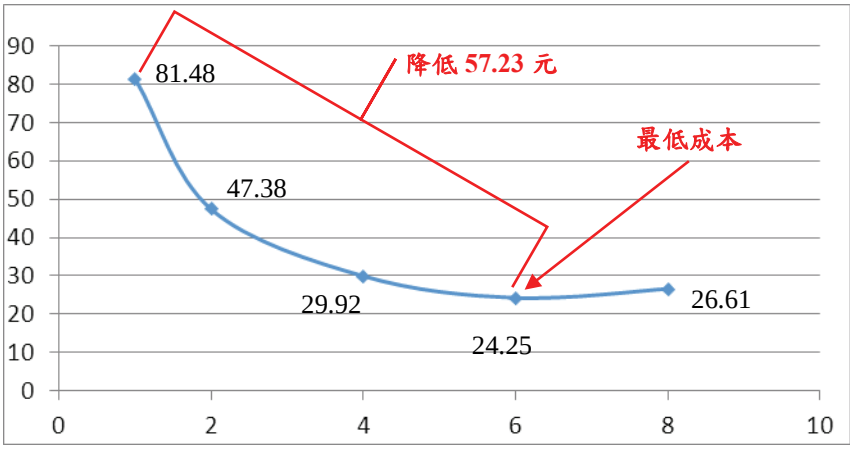

圖 4 每套晶舟盒平均成本曲線

資料來源：本研究整理

3、試計算製造成本與毛利率間的關係。

依個案本文所說，一套 2 吋晶舟盒在客戶晶美公司的要求下它的售價為 35 元，則不同模穴數的設計所得到的毛利率如表 10。

表 10 各種模穴數下之毛利率

模穴數	售價	每套晶舟盒的平均成本	毛利率
一模一穴	35	81.48	-132.80%
一模二穴	35	47.38	-35.37%
一模四穴	35	29.92	14.51%
一模六穴	35	24.25	30.71%
一模八穴	35	26.61	23.97%

資料來源：本研究整理

圖 5 呈現不同穴數其成本與毛利率變化狀況，並說明模具的最佳化設計對於毛利率可以從一穴的-132.8%提升到六穴的 30.71％，其改善幅度高達 163.51%。如此驚人成本改善效益，可帶來巨大優勢。

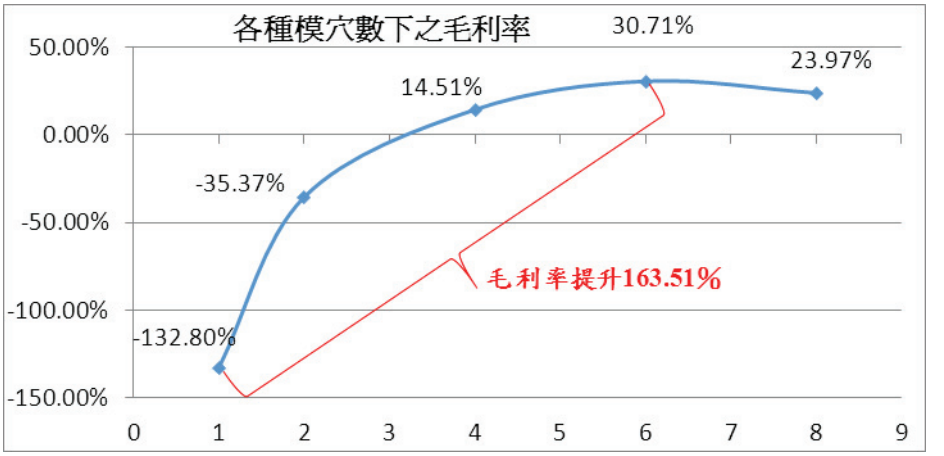

圖 5 各種模穴數下之毛利率曲線
資料來源：本研究整理

4、月需求量大增需要新增產能，原本那三套舊的一模一穴模具該如何處置？

由前面計算結果可知降低生產成本的關鍵參數，並非原材料而是模具採用穴數設計的決策。一模一穴的成本高達 81.48 元，而一模六穴的成本只有 24.25 元，這其中一模一穴模具成本是每套 35 萬乘上 3 套等於 105 萬元。一模六穴每套 65 萬乘上 3 套等於 195 萬元，表面看起來好像是一模六穴成本較高，如果個案中謝副理考慮初期已支出 105 萬元購置一模一穴模具，捨不得丟棄。可計算出每一套晶舟盒直接成本，一穴與六穴成本差異為 81.48-24.25=57.23 元。若改以一模六穴生產多少套之後，即可節省下來一模一穴原本開發的模具費用 105 萬？故 1,050,000÷57.23 元=18,347 套。由此可知，原本舊的那三組一模一穴模具在新增產能時應立即停用並報廢，因一模六穴模具生產不需 2 萬套即可節省原本一穴的模具費用，因小失大反而會造成更大的損失。

5、如果晶舟盒每年需求量遠大於 240 萬套及射出成型機的折舊攤提年限由 6 年改為 9 年時其成本與毛利的變化為何？

(1) 如果晶舟盒每年需求量遠大於 240 萬套時，其成本與毛利的變化為何？

當市場需求量遠大於模具最大生產數量時，就可以使用最大產能計算設備攤提費用。如表 11 所示，一模六穴原本使用 240 萬計算最大產能計算設備

攤提，需改以最大產能 2,485,296 個計算，所以 1,650,000 元除以 2,485,296 個，計算出其攤提成為每套 0.66 元，跟原本的 0.69 元相比每套攤提減少 0.03 元，毛利增加約 0.09%。一模八穴需改以最大產能 3,313,728 個計算，其攤提成為 0.75 元，跟原本 1.04 元相比每套攤提減少 0.29 元，毛利增加約 0.83%。

表 11 需求大於供給的設備攤提費用

穴數	日最大產量	射出機	機器成本	每年攤提成本	3 台攤提成本	年估產量	每套設備攤提成本
1	1,569	120 噸	1,000,000	166,667	500,000	414,216	1.21
2	3,138	180 噸	1,800,000	300,000	900,000	828,432	1.09
4	6,276	250 噸	2,500,000	416,667	1,250,000	1,656,864	0.75
6	9,414	350 噸	3,300,000	550,000	1,650,000	2,485,296	**0.66**
8	12,552	550 噸	5,000,000	833,333	2,500,000	3,313,728	**0.75**

資料來源：本研究整理

(2) 如果射出成型機的折舊攤提年限由 6 年改為 9 年，其成本與毛利的變化為何？

會計準則上機器折舊之攤提年限是需要視機器的使用壽命來決定可攤提年限，一般而言射出機使用年限都可超過 9 年，故有些公司會用 9 年作為攤提年限，個案公司用 6 年來進行折舊攤提標準，若以 9 年進行攤提計算時，每套晶舟盒攤提成本減少幅度與毛利提升如表 12 所示。從表可得知一模一穴模具原本六年的設備攤提成本是 1.21 元，改為 9 年後剩下 0.8 元，單位毛利提升了 1.17%。

表 12 以 9 年攤提的每套晶舟盒的設備攤提成本

穴數	日最大產量	射出機	機器成本	每年攤提成本	3 台攤提成本	年估產量	九年設備攤提	六年設備攤提	毛利提升
1	1,569	120 噸	1,000,000	111,111	333,333	414,216	0.80	1.21	1.17%
2	3,138	180 噸	1,800,000	200,000	600,000	828,432	0.72	1.09	1.06%
4	6,276	250 噸	2,500,000	277,778	833,333	1,656,864	0.50	0.75	0.71%
6	9,414	350 噸	3,300,000	366,667	1,100,000	2,400,000	0.46	0.69	0.66%
8	12,552	550 噸	5,000,000	555,556	1,666,667	2,400,000	0.69	1.04	1.00%

資料來源：本研究整理

然而，若仔細檢視表 9，可發現毛利差異較大的部份是直接人工成本，它佔總成本的 25%以上。並由表 11、表 12 可以得知設備攤提年限延長，或者是最大年產量改變之下，毛利率提升最多不過 1.17％。而讓一模八穴成本提高的真正原因是作業員無法在 45 秒內單獨完成全部的工作，直接作業人工需增加一倍達 50 人，這是使得成本暴增的主因。若能透過重新設計作業流程，或讓工廠自動化減少人員的配置，便可降低人工成本，這在大量生產時可以有效改善單位成本，是增加競爭力的不二法寶。

伍、結論

家登精密從一開始為了填補產能勉強接下不賺錢訂單，且未針對 2 吋晶舟盒市場需求量進行評估，導致一開始模具採用一模一穴之設計，使得每套晶舟盒內部成本高達 82 元，遠大於目前市場售價。然而，客戶晶美公司抱持讓供應商削價競爭的心態，一口氣大砍市場售價 58 元的 40％，要求家登以 35 元出貨，並保證會立即轉單。

然而，對家登來說危機就是轉機，殊不知這個難得的商業機會竟自動送上門來。此一低價搶單填補產能的策略，卻意外讓訂單量急劇暴增，並透過市場評估後，得知 2 吋晶舟盒市場規模為年需求量為 240 萬套。最後，在李廠長適時的介入下，計算出一模六穴為成本最低的最佳化模具設計，並將毛利改善，其幅度為 163.51％，將原本虧損的產品轉變成毛利率高達 30.71％的明星產品。而全部的成本改善效果只取決於做出該開幾穴的模具，並配合相符合的射出機器的決策。熟悉此模具最佳化計算方法可帶來巨大成本改善效益。

最後，從個案中發現直接人工成本是關鍵因素，因分析改變最大產量或提高攤提年限對成本的改善幅度都有限，而真正能改善毛利率部分，就是如何降低產品直接人工成本。個案中雖然一模一穴模具成本只有 35 萬，而一模六穴的模具成本是 65 萬，模具成本增加不到一倍，但是每套晶舟盒的模具攤提成本卻從 2.1 元降為 0.66 元，但都遠不及六穴直接人工費用從 6.04 元攀升到八穴的 9.05 元。所以大量生產之產品投入自動化設備，用以降低單位產品的直接人工費用是很好的效益。

讀者透過個案能了解製造業其最佳化設計往往能帶來巨幅的成本降低能

力；然而，目前台灣產業中充斥為了節省成本而偷工減料的事件，企業若能善用其產業知識，投入資金進行研發，必定能為企業創造出優良的競爭優勢。

參考文獻

公開資訊觀測站，2011，「公開說明書」。http://mops.twse.com.tw/mops/web/t57sb01_q3, accessed on March 1, 2017. (Market Observation Post System, 2011, Prospectus, http://mops.twse.com.tw/mops/web/t57sb01_q3 , accessed on March 1, 2017.)

林滿盈，2010，塑膠成型品設計與模具製作，一版，台北：全華。 (Lin, M. Y., 2010, **Plastic Molded Product Design and Mold Making**, 1st, Taipei: Chuan Hwa Book Co.)

邱傳聖，2008，模具工程，二版，台北：全華。 (Chiu, C. S., 2008, **Mold Engineering**, 2nd, Taipei: Chuan Hwa Book Co.)

張文華，2016，塑膠模具結構與製造，三版，台北：全華。 (Chang, W. H., 2016, **Plastic Mold Structure and Manufacturing**, 3rd, Taipei: Chuan Hwa Book Co.)

張永彥，2016，塑膠模具設計學：理論、實務、製圖、設計，八版，台北：全華。 (Chang, Y. Y., 2016, **Plastic Mold Design: Theory, Practice, Cartography and Design**, 8th, Taipei: Chuan Hwa Book Co.)

陳夏宗、李海梅、周文祥、陳清祺，2014，射出成型原理與製程，一版，臺北：五南。(Chen, X. Z., Li, H. M., Zhou, W. X., and Chen, Q. Q., 2014, **Injection Molding Principle and Process**, 1st, Taipei, Wunan books.)

黃志明、魏德聖(監制)、馬志翔(導演)，2014，KANO，臺北市：威視電影股份有限公司。(Huang, Z. M., Wei, D. S., (Producer), and Ma, Z. X., (Director), 2014, **KANO**, Vie Vision Pictures Co., Ltd.)

Collins, J. C., 2001, **Good to Great: Why Some Companies Make the Leap and Others Don't**, 1st, New York: Harpers Business.

Drucker, P. F., 1954, **The Practice of Management**, 1st, New York: Harper & Row.

作者簡介

邱銘乾

國立政治大學資訊管理學系博士候選人，家登精密工業股份有限公司董事長。研究領域為作業與生產管理、決策支援系統。學術論文曾發表於管理評論、Vacuum等期刊，及2014 International Symposium on Computer, Consumer and Control、2013 International Conference on Innovation and Management等國際研討會。

E-mail: 101356507@nccu.edu.tw

管郁君

國立政治大學資訊管理學系特聘教授，美國東北大學電機與資訊工程研究所博士。主要教授與研究領域為電子商務、行動商務、智慧生活、知識管理與企業流程改造。學術論文曾發表於中山管理評論、資訊管理學報、電子商務研究、管理評論、管理與系統、管理學報、Communications of the ACM、Computers & Education、Computers in Human Behavior、Decision Support Systems、Electronic Commerce Research and Applications、Industrial Management and Data System、Information & Management、Journal of Computer Information Systems、Journal of Computer Information Systems、Journal of Marketing Analytics等期刊。

E-mail: huang.eugenia@gmail.com