

行政院國家科學委員會補助專題研究計畫成果報告

我國 D R A M 產業製造策略

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：NSC89-2212-E-009-064

執行期間： 89 年 8 月 1 日至 90 年 10 月 31 日

計畫主持人：巫木誠

共同主持人：

本成果報告包括以下應繳交之附件：

赴國外出差或研習心得報告一份

赴大陸地區出差或研習心得報告一份

出席國際學術會議心得報告及發表之論文各一份

國際合作研究計畫國外研究報告書一份

執行單位：國立交通大學工業工程學系

中 華 民 國 90 年 9 月 7 日

我國 DRAM 產業製造策略

Manufacturing Strategy of Taiwan DRAM Industry

計畫編號：NSC89-2212-E-009-064

執行期限：89/08/01—90/10/31

主持人：巫木誠 mewu@cc.nctu.edu.tw

研究生：葉麗貴、吳福立、林惠滿

執行單位：國立交通大學工業工程與管理系

一、中文摘要

我國 DRAM 廠商大多是透過支付權利金的方式取得先進製造技術。因此研究製造策略，就長期而言，最主要是研究建廠的時點；就短期而言，主要是研究出貨策略。有鑑於此，本研究建立兩個價格預測模式，其一是年度價格預測模式，以作為建廠時點決策之參考；其二是季價格預測模式，以作為出貨決策之參考。

在年度價格預測，本研究根據 1992-1999 年全球 DRAM 供給總量及個人電腦在 DRAM 市場的需求量建立迴歸模式。迴歸結果顯示：DRAM 年度價格與 (1)DRAM 位元供需比 (2) DRAM 位元成長率的供需比高度相關。

在季價格預測，本研究根據 1999-2000 年全球 DRAM 總供需的資料，以迴歸技術建立 64M DRAM 的季價格預測模式。研究發現：DRAM 季價格與 (1)DRAM 使用量成長率(2) DRAM 製造商的存貨成長率高度相關。

關鍵詞：隨機動態記憶體、價格預測

Abstract

Most firms making DRAM in Taiwan obtain their manufacturing technology by paying royalties. Therefore, in investigating their manufacturing strategy, the decision of when to establish a new plant and the decision of how to control the shipping or

inventory are very important. To aid the two decisions, this research develops two models for forecasting DRAM price.

The first model is year-based and is developed by applying the linear regression technique based on the data from 1992-2000. The data includes the demand of DRAM in PC industry and the total supply of DRAM. Regression results show that two factors are highly correlated to the yearly price of DRAM, which denote the imbalance between the demand and supply of DRAM and the growth rate of the imbalance.

The second model is quarter-based and is developed based on the data from 1999-2000. The data includes the global demand and supply of DRAM in each quarter. Regression results show that two factors are highly correlated to the quarterly price of DRAM, which are (1) the growth rate of DRAM consumption, and (2) the growth rate of DRAM manufacturers' inventory.

Keywords: DRAM, price forecast

二、計畫緣由與目的

我國是 DRAM 產業的投入資金已超過新台幣 1000 億元，然而近幾年的經營績效不甚理想。在 1998 年甚至有「五十億元俱樂部」之說，亦即我國製造 DRAM 的廠商每家皆虧損近新台幣五十億元。由於 DRAM 是個人電腦的關鍵零件，我國又是個人電腦生產王國，對 DRAM 有廣大的需

求，應該有必要對我國 DRAM 產業的製造策略進行有系統的研究。

從過去 DRAM 產業的發展歷史來看，DRAM 的價格經常暴漲暴跌。製造 DRAM 的廠商經常遭遇鉅額虧損，幸運的廠商則在 DRAM 價格上揚時獲得暴利而賺回過去累計的虧損；運氣較差的廠商則在不堪虧損之後關門大吉。DRAM 價格預測的正確與否對廠商的經營績效有很大的影響。

我國 DRAM 廠商大多是透過支付權利金的方式取得先進製造技術，限於廠商經營規模，採自行開發技術的模式有其困難度。因此研究製造策略，就長期而言最主要是研究投資建廠的時點；就短期而言，主要是研究出貨策略。有鑑於此，本研究建立兩個價格預測模式，其一是年度價格預測模式，以作為投資建廠時點決策之參考；其二是季價格預測模式，以作為出貨決策之參考。

三、文獻回顧

有關 DRAM 價格的研究，過去文獻曾提出 *-rule* [1]和 *Bi-rule*[2]。*-rule* 是由 Sepselter 和 Sze 在 1985 年所提出。*-rule* 指出，封裝後的 DRAM 平均價格，當產量最高時，其價格會在美金 3.14 元()；價格會因技術進步持續下跌至 1.57 元(/2) 穩定下來。*-rule* 在 DRAM 的容量於 1K~256K 之間時，其解釋性相當好，在 256K 之後適用性頗值得商榷。

Bi-rule 是由 Tarui 等人所提出，此 *rule* 指出，從 1M 的 DRAM 之後，DRAM 的每位元成本 (cost per bit)，會每世代減半，因此從 256K 到 1M 是進步一個世代，容量增加四倍，但是根據 *Bi-rule*，每個 bit 的成本將減半，因此 1M DRAM 穩定價格將是 256K DRAM 穩定價格的 2 倍，亦即是 3.14 元()，最大產量的價格則會在 6.28 元(2)。

DRAM 過去的價格變動非常劇烈，根據工研院技術報告的分析[3]，價格劇烈變動主要成因是「資本投資遞延現象」，及「需求彈性小於一」。

資本投資遞延現象是指，廠商為了擴充產能所做的資本投資，其效應產生的點，與資本投資時點會有一段時間遞延 (time delay)。資本投資遞延現象會對 DRAM 價格造成巨幅波動，亦即當 DRAM 供不應求時，價格會上漲，由於 DRAM 的供給短期無法滿足，因此價格將持續上揚，導致 DRAM 廠商獲利，因此而增加投資。但是在新的投資到量產時點時，需求可能已經下跌了，造成供過於求，廠商只好降價求售。

所謂需求彈性是指「需求的變動百分率 / 價格變動的百分率」，DRAM 的需求彈性小於 1，意指當 DRAM 價格上漲 100% 時，DRAM 的增加需求量小於 10%。需求彈性的倒數是價格彈性，DRAM 的價格彈性大於 1，意即當 DRAM 的需求量增加 10% 時，DRAM 的價格可能上漲 100%。由於 DRAM 價格彈性相當大，因此些微的供需失衡，就會造成 DRAM 價格的劇烈變動。

上述兩個成因的分析，過去文獻[3]只僅於定性的討論，並無定量的研究，因此也無法判定 DRAM 的投資時點。

四、研究方法與結果

4.1 DRAM 年度價格預測模式

本研究藉由過去 DRAM 供需失衡狀況與價格變動資訊，來構建 DRAM 年價格預測模式[4-5]。由於 DRAM 約 8 成以上用於個人電腦產業，為便於預測 DRAM 未來需求，本研究以過去 PC 產業對 DRAM 的用量來代表需求面的資訊；供給面的資訊則採過去全球 DRAM 廠的出貨量。需求與供給資訊皆以位元(bit)表達，相關資料取自 Dataquest，再加以轉換成位元單位 [4]。

本模式的供需失衡的指標有二，分別敘述如下。

$$B_1(t) = \frac{D(t)}{S(t)}$$

$$B_2(t) = \frac{D_g(t)}{S_g(t)}$$

$$D_g(t) = \frac{D(t) - D(t-1)}{D(t-1)}$$

$$S_g(t) = \frac{S(t) - S(t-1)}{S(t-1)}$$

$B_1(t)$: 供需失衡指標 1

$B_2(t)$: 供需失衡指標 2

$D(t)$: 第 t 期 PC 產業對 DRAM 的需求量

$S(t)$: 第 t 期 DRAM 的供給量

在作 DRAM 價格預測時，必須考慮技術變動的因素。證諸過去歷史，半導體晶片所容納的電晶體數量，每一年半至兩年，即增加一倍。由於半導體技術不斷的進步，DRAM 每位元的成本與價格長期而言是持續降低。因此在發展價格預測模式時，必須考慮是哪一種容量規格 DRAM 的價格。

本模式的 DRAM 價格是採平均每顆售價(ASP, average selling price)。每一年度，每顆 DRAM 的平均價格、平均容量其計算公式如下：

$$P(t) = \frac{\sum_i P_i(t) Q_i(t)}{\sum_i Q_i(t)}$$

$$d(t) = \frac{\sum_i d_i Q_i(t)}{\sum_i Q_i(t)}$$

$P(t)$: 第 t 年 DRAM 的平均價格(ASP)

$P_i(t)$: 第 t 年第 i 類規格 DRAM 的價格

$Q_i(t)$: 第 t 年第 i 類規格 DRAM 的銷售量

d_i : 第 i 類規格 DRAM 每顆的容量

$d(t)$: 第 t 年一顆 DRAM 的平均容量

本研究以 1992-1999 的資料進行線性迴歸，發現 $P(t)$ 與 $B_1(t)$, $B_2(t)$ 的複迴歸結果相當好 ($F = 21.234$, $p = 0.0075$, $R^2 = 0.9135$)，平均每年度的相對誤差百分比為 13%。迴歸方程式如下[5]：

$$P(t) = -8.16 + 11.28 B_1(t) + 11.19 B_2(t)$$

如果採用 Dataquest 所公布 2000 年的 DRAM 供需資料，代入上述迴歸方程式求得 DRAM 之 ASP 預測價格為 \$9.06，實際之 ASP 為 7.14，預測誤差為 26.7%。此誤差看起來似乎頗高，經訪談 DRAM 業者，

以過去 DRAM 價格之暴漲暴跌的情況而言，此預測已經相當具有參考價值。

本研究以所收集之 DRAM 的 ASP 資料與全球半導體業的設備支出做迴歸[4]，結果發現兩者成高度線性相關 ($F = 78.8$, $p = 0.00003$, $R^2 = 0.97$)，其迴歸方程式如下。

$$P(t) = 7.04 + 11.02 M(t)$$

$M(t)$: 第 t 期全球半導體設備支出

由此迴歸方程式可看出，在 DRAM 價格上漲時，DRAM 業者會增加投資支出，在價格下跌時會減少投資支出。從建一個 DRAM 廠到量產約需 18 個月，因此半導體投資支出會決定未來 DRAM 的供給總量，進而決定 DRAM 的供需失衡狀況。DRAM 業者根據價格的投資行為，是造成 DRAM 價格暴漲暴跌的主因之一。

4.2 DRAM 季價格預測模式

由於季價格預測相對而言是屬於短期預測，本研究考慮的代表性產品是 1999-2000 年的主流產品—64M DRAM，發展 DRAM 季價格預測模式的方法包括以下幾點：

1. 實地拜訪 DRAM 相關產業的作業情形，瞭解實業界對 DRAM 價格變化原因的看法。
2. 區隔 DRAM 市場為供給面 (DRAM 製造商) 與需求面 (所有的 DRAM 應用產品) 兩方。並從供給面的生產量、出貨量，以及需求面的實際使用量 (亦即真正生產應用產品時所消耗的 DRAM 用量)，找出供需之間的各種關係，例如存貨結果、存貨所佔的比率等各種數值。
3. 利用線性迴歸的方式找出價格預測方程式。迴歸模式分為單因子迴歸、多因子迴歸以及全部因子的逐步迴歸三種。
4. 預測下一期的價格，並做敏感度分

析。

DRAM 季價格預測方程式所探的主體是指 64M DRAM，其迴歸因子分別說明如下。

$P(t)$: 第 t 季 64M DRAM 的價格

$C(t)$: 第 t 季供應者生產量

$SH(t)$: 第 t 季供應者出貨量

$U(t)$: 第 t 季需求者實際用量

$SI(t)$: 第 t 季供應者存貨量

$$SI(t) = SI(t-1) + C(t) - SI(t)$$

$BI(t)$: 第 t 季需求者存貨量

$$BI(t) = BI(t-1) + SH(t) - U(t)$$

$I(t)$: 第 t 季市場總存貨量

$$I(t) = SI(t) + BI(t)$$

$RC(t)$: 第 t 季供應者存貨佔總存貨的比

$RD(t)$: 第 t 季需求者存貨佔總存貨的比

$RE(t)$: 第 t 季供應者存貨佔生產量的比

$RF(t)$: 第 t 季需求者存貨佔出貨量的比

$RG(t)$: 第 t 季供應者出貨量與生產量的比

將 DRAM 季價格與上述因子做逐步迴歸分析，相關結果 ($F=7.29$, $P=0.03$, $R^2=0.745$) 及迴歸方程式如下：

$$P(t) = 9.58 - 18.34 * RF(t) - 0.19 * RC(t)$$

由於此方程式用於預測未來的季價格誤差頗大，因此本研究改以價格成長率及上述各因子的成長率作迴歸分析。

$$P_g(t) = \frac{P(t) - P(t-1)}{P(t-1)}$$

$P_g(t)$: 第 t 季 64M DRAM 的價格成長率

$C_g(t)$: $C(t)$ 的成長率

$SH_g(t)$: $SH(t)$ 的成長率

$U_g(t)$: $U(t)$ 的成長率

$SI_g(t)$: $SI(t)$ 的成長率

$BI_g(t)$: $BI(t)$ 的成長率

$I_g(t)$: $I(t)$ 的成長率

$RC_g(t)$: $RC(t)$ 的成長率

$RD_g(t)$: $RD(t)$ 的成長率

$RE_g(t)$: $RE(t)$ 的成長率

$RF_g(t)$: $RF(t)$ 的成長率

$RG_g(t)$: $RG(t)$ 的成長率

迴歸分析結果如下，此模式用於解釋過去價格變化效果良好，其平均誤差率約 8%。

$$P_g(t) = -0.35 + 2.35 * U_g(t) - 0.13SI_g(t)$$

此方程式用於下一季的價格預測，在本研究所探討的迴歸方程式中，其效果較佳，但誤差百分比仍相當高。以 2001 年為例，預測價格為 4.22 美元，實際價格為 2.3 美元。由於在此 $U_g(t)$ 與 $SI_g(t)$ 是先以線性迴歸方式預測 $C(t)$, $SH(t)$, $U(t)$ 再計算求得，若 $U(t)$ 實際值比預測值少 10%，則上述價格模式的預測價格為 2.7 美元，與實際價格誤差為 17%。

五、結論

本研究發展 DRAM 的年價格預測模式與季價格預測模式。年價格的主要影響因子是 (1) 供需比 (2) 供給成長率與需求成長率的比。季價格成長率的主要影響因子是 (1) 需求者用量成長率 (2) 供應者庫存成長率。DRAM 廠商可屆由收集未來數期諸因子的預測數量，來推估 DRAM 未來的價格。

六、計畫成果自評

本研究發展所發展的兩個價格預測模式，用於解釋過去價格變化，效果良好，其平均誤差率皆在 10% 內，用於預測下一期價格，其誤差率分別為 27% 及 45%，尚有改善間。

參考文獻

- [1] M P. Lepselter and S. M. Sze, "DRAM Pricing Trends - The rule," IEEE Circuits and Device Magazine, Vol. 1, No. 1, pp 53-54, 1985
- [2] Y. Tarui and T. Tarui, "New DRAM Pricing Trend" IEEE Circuits and

Device Magazine, Vol. 7, No. 3 , pp
44-55, 1991

- [3] 劉政欣 “ DRAM 產業發展趨勢分析 ”
工業技術研究院 – 經濟部科技專案成
果, 1999
- [4] 吳福立 “DRAM 價格變動模式之探討”
交通大學碩士論文, 2000。
- [5] 葉麗貴 “DRAM 季價格預測” 交通大
學碩士論文, 2001。