

第五章 晶圓代工產業個案分析

本章主要說明促進晶圓代工市場快速發展的台積電個案廠商，包括公司發展歷程、所形成產業供應鍊的運籌體系特色、廠商場能與技術的發展過程及廠商的市場與顧客結構。

第一節、台灣積體電路公司發展歷程

1984年，在工研院董事長徐賢修多次邀請下，終於取得當時由德州儀器資深副總裁轉任通用器材（General Instrument）總裁的張忠謀的首肯，回國擔任工研院院長一職。在VLSI計畫期間，市場快速成長，聯電的產能難以負荷，於是有IC設計廠商要求蓋廠的聲音（吳思華與沈榮欽，1999）。

當時正式半導體第二次產業變革興起，許多科技人才有創意設計各種ASIC，卻沒有資金自建晶圓廠。張忠謀依其在美國德州儀器（簡稱德儀；TI，Texas Instrument）公司的工作經驗，認為將會有許多IC設計公司出現，但是，IC設計公司若將產品委託IDM製造，又會有產能供給不穩定、以及產品被侵吞的風險，張忠謀相信純晶圓代工廠可提供IC設計公司製造服務，可以大幅降低IC設計公司大量設廠資本投入的需要與風險，且可使IC設計公司不必擔心設計的技術外洩給IDM廠，有鑑於台灣優良的製造能力及國內市場代工的需求，便提議成立一家半導體專業晶圓代工廠（吳思華與沈榮欽，1999；左克捷，2003），採專業晶圓代工的經營模式是台積電開創支出的第一個策略，目的是要將客戶群所訂在IC設計公司，若專業晶圓代工的經營模式獲IC公司的認同，將可帶動新的IC設計公司設立，進而促進晶圓專業代工市場的成長（巫木誠，2001）。

當時民間資本籌募不易，行政院長俞國華指示積極尋找知名國際半導體公司的合作，才能增加國內投資人信心，並確保先進技術來源以及未來市場的開發（洪懿妍，2003），飛利浦最先表示有興趣，但張忠謀認飛利浦氣勢太盛，遂運用其過去累積的知名度，親自寫信給十多家半導體公司，很多信都無疾而

終，只有英特爾和德儀表示願意讓他去做簡報，但對他的代工方向都不表樂觀（楊艾俐，1998；洪懿妍，2003）。然最後選定飛利浦是因其擁有許多專利，與其他大廠亦有交叉授權合約，不僅可為台積電免除許多專利上的訴訟問題，且是另一項重要的技術來源（吳思華與沈榮欽，1999；洪懿妍，2003）。此種積極與國際知名半導體大場合資經營的策略，不僅取得先進製程技術，更能從合資夥伴獲得穩定的代工訂單，對台積電的成長貢獻很大（巫木誠，2001）

最後，政府出資總股本 55 億 1 千萬的 48.3%，本地民間資本佔 24.2%，飛利浦出資 4,000 萬美元佔 27.5%，並取得在公司成立三年之後的十年內，得以增加持股到 51% 的選擇權。1987 年 2 月台灣積體電路製造公司正式成立，將 VLSI 計畫的 130 多位技術人員轉為台積電員工，租用計畫的設備、廠房與土地，繼續與電子所合作 VLSI 計畫研究開發提昇技術（巫木誠，2001），業務範疇是製造銷售客戶所提供產品設計說明的積體電路及其他半導體裝置，並提供前項產品的電腦輔助設計服務及封裝測試服務。

飛利浦除了同意投資台積電外，也同意轉移其較電子所（2 微米）先進的製程技術，台積電選派了第三批工程師，分別分到飛利浦在瑞士、德國及荷蘭安多分三個廠，以半年的時間學習量產技術，工程師很快帶回技術，不斷精益求精的結果，技術還超越飛利浦，日後飛利浦還得派人台積電學習如何提高良率（洪懿妍，2003）。

由於張忠謀在德儀全球半導體資深副總裁的國際管理經驗，促使台積電甫成立就設定目標要成為世界一流企業，採用國際公司架構，如台積電的財務制度與製造體系移植至飛利浦、人事制度移植至德儀、總經理找國際人士、堅持專業經理人，業務目標開始即將客戶鎖定為摩托羅拉、英特爾等國際大廠（楊艾俐，1998）。

台積電在 1987 到 1990 年創業期間籌路藍縷，總經理難產，銷路打不開。張忠謀認為台積電是國際公司，希望能找到外籍人士擔任總經理，找了幾位前任部屬，包括英特爾的副總裁和後來擔任總經理的布魯克，都不願意來台，後來找到原任奇異電器半導體部門總裁的戴克，但不到一年戴克因家人不能適應

台灣而離職；不但總經理有問題，當時廠長曾繁城帶領從工研院轉來的近七十位工程師，每一個人前途不明、薪水不高，也不知客戶在哪裡？（楊艾俐，1998）

1988 年台積電以 1.5 微米的六吋晶圓進入市場，月產能約為一萬片，當時國內八成以上的設計公司都是設計消費性電子產品，並不需要用到 1.5 微米的先進製程，所以，大多是利用聯電的多餘產能代工（左克傑，2003）。台積電掛牌營業後，原本認為需要台積電的三家設計公司，或是生意欠佳或是已找到日韓代工廠商，台積電只靠電子所少量訂單苟延殘喘，客戶的訂單很不穩定，而且台積電設定世界大廠的業務拓展得並不順利，因為這些大廠並不放心下單給台積電（楊艾俐，1998；洪懿妍，2003）。

直到張忠謀於 1988 年辭去工研院院長，親自帶領員工專研技術解決交貨品質與交期的問題，方才取得美國第一家純設計公司、可程式邏輯元件（Programmable Logic Device, PLD）大廠 Altera 的訂單，算是踏入晶圓代工的重要指標（左克捷，2003）。

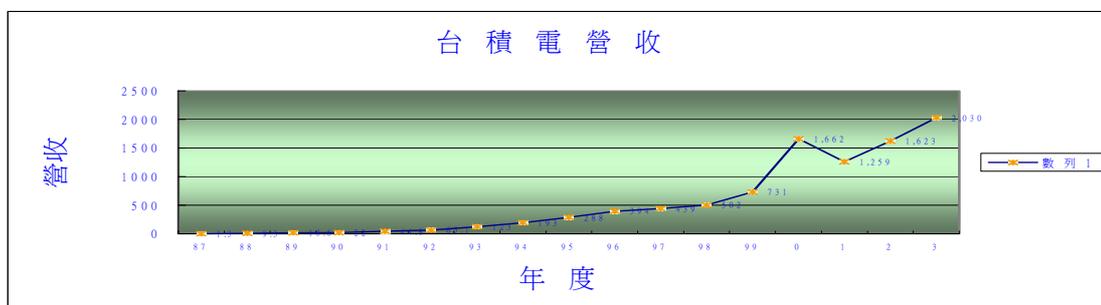
另外一契機事來自英特爾，由於當時並沒有 ISO 的制度，台積電便積極爭取為英特爾代工的訂單，因為，英特爾的訂單等於是國際通行證，並藉此建立國際級的品質認證（楊艾俐，1998;左克捷，2003）。1991 年時英特爾積極尋找海外代工，英代爾董事長及總經理都與張忠謀都有交情，勉強同意讓台積電代工部分產品，但前提是要通過英代爾嚴格的品管測試；而半導體製造兩百多道製程，英代爾的技術人員一道一道檢查，通過檢查後才進到下一道製程，甚至如果要換機器、改製程，都要先經過英代爾的准許才行；台積電花了近一年的時間，才改善原本的 266 個缺點，到只剩下僅僅 6 個缺點；在此過程中，台積電咬著牙與英代爾做賠本生意，但是台積電拿到此章通行證後，從此打開了國際業務的大門（楊艾俐，1998）。

台積電自 1991 年開始提供客戶特殊應用積體電路(ASIC)服務，從傳統的閘排列(gate arrays)到高複雜度的元件資料庫組群(cell-based families)，以及 CBA(cell-based arrays)皆有提供，ASIC 客戶可以藉著系統晶片化(System on Silicon)的觀念，完成其特定功能積體電路產品的設計，並利用台積電製造技術

進入量產（台積電新聞稿，1997/01/22）。

1991年起，台積電終於進入高度成長期，每年營業額以增加50-100%的速度成長，1995年營收突破10億美元，2000年營收更突破50億美元，台積電歷年營收金額如表5-1-1所示。由於飛利浦放棄對台積電股票加碼的選擇權，使台積電得以在1994年時在台灣證券交易所掛牌上市，1995年時也吸引了原本競爭對手，如聯電、特許、以色列Tower和世大等的新進入者搶食晶圓專業代工市場（左克傑，2003）。有關台積電歷年來的主要事件如表5-1-2所示。

表 5-1-1：台積電歷年營收



87	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	00	01	02	03
1.3	9.3	19	22	45	651	123	193	288	394	439	502	731	1,662	1,259	1,623	2,030

資料來源：台積電歷年年報

表 5-1-2 台積電發展歷程主要事件

年月	主要事件
1987	● 公司成立
1988	● 1988 美國辦事處成立 ● 開始興建晶圓二廠
1989	● 成立歐洲辦事處 ● 1.2 微米製程開始量產
1990	● 二廠模組 A 落成啓用 ● 1.0 微米製程技術開始量產 ● Intel 與台積電合作生產 DRAM
1991	● 開始光罩製作服務 ● 3 月 VLSI 委託台積電代工，並授權台積電建立 1.5 及 1.0 微米 ell library，搶功國內 ASIC 市場 ● 5 月與美商應材簽約，供應 5000CVD、 ● 6 月與美商應材簽約技術合作發展 0.5 微米製程需要之 CVD ● 6 月與電子所簽訂「次微米製程技術發展參與合作契約」 ● 8 月與電子所簽訂「電子元件故障服務分析切約」 ● 11 月與電子所簽訂「0.7 微米製程技術信賴度」合作契約
1992	● 獲得經濟部工業局品質優良案例獎 ● 二廠模組 B 落成啓用

1993	<ul style="list-style-type: none"> 取得 ISO-9001 認證 歐洲辦事處成立 三廠開工動土
1994	<ul style="list-style-type: none"> 股票在台灣證券交易所掛牌上市
1995	<ul style="list-style-type: none"> 四月第二座 8 吋晶圓廠四廠開工動土 8 月三廠落成啓用、製程將由 0.5~0.45 μm 著手 12 月五廠開工動土，投資金額約為 250~300 億台幣，製程技術自 0.35 μm~0.25 μm 台積電完成 0.35μm Logic 製程技術的開發已躋身世界先進廠水準 年營業額超過美金十億
1996	<ul style="list-style-type: none"> 取得 ISO-14001 認證 提出「虛擬晶圓廠願景」(年報, 1997) 6 月與美國 ADI,Altera,ISSI 等簽訂合資協議，共同投資 12 億美元於美國華盛頓州設立 WaferTech 公司，並興建八吋晶圓積體電路製造工廠 7 月取得美國 DSPGroup 授權加入 PineDSPCoreTM 於其電路元件資料庫中(年鑑) 9 月「全方位訂單管理系統」上線服務提升訂單管理效率與服務水準擴大競爭優勢
1997	<ul style="list-style-type: none"> 1 月取得美國 DSPGroup 授權加入 OakDSPCore 於其電路元資料庫中提供 ASIC 客戶服務 2 月四廠落成啓用投產良率高達 90%以上 3 月台積公司總經理布魯克辭職獲准五月一日起張忠謀董事長兼任總經理 7 月南科製造暨研發中心晶圓六廠開工動土 10 月美國存託憑證在紐約證券交易所掛牌上市 五廠落成啓用
1998	<ul style="list-style-type: none"> 取得 QS-9000 認證 4 月獲得國家發明金牌獎 6 月與 Silicon Access 合作協議，提供台積電高效能 I/O 級標準晶片單元資料庫 8 月美商艾堤生元件公司提供台積客戶免費資料庫及直接技術支援 9 月與荷蘭飛利浦公司及新加坡投資私人有限公司在新加坡合資設立晶圓廠 10 月先提供 0.25 微米光罩共乘服務，降低客戶新產品開發成本至十分之一 日本辦事處成立
1999	<ul style="list-style-type: none"> 1 月通過 QS 9000 認證 3 月台積電五廠通過 AAA 認證 5 月採用整合性良率改善工具 TSMC-YES (TSMC Yield Enhancement Solution) 5 月與六家廠商策略聯盟提供 0.18 微米 IP 支援服務 6 月 Sematech 組織納入台積電，參與研發工作，於 2000 年加入前段製程與先進技術計畫 與飛利浦合資設立之晶圓廠 SSMC 開工動土 購入德基半導體公司股權、十二廠開工動土 1999 年第三季試行作業基礎成本制度 ABC (會計月刊, no182) 11 月晶圓五廠榮獲八十八年經濟部節約能源績優廠商傑出獎 12 月台積公司首座十二吋晶圓廠開始動土興建 12 月率先正式推出商業量產的 0.18 微米銅製程製造服務
2000	<ul style="list-style-type: none"> 宣佈與世大積體電路公司合併案 3 月結合全球 40 家廠商宣佈成立設計服務聯盟 3 月率先成爲第一家通過 OHSAS-18001 認證的半導體公司 3 月宣佈 0.15 微米製程進入量產 5 月晶圓五廠經 Semiconductor International 遴選爲 2000 年年度傑出晶圓廠 6 月張忠謀博士獲頒國際電機電子工程師學會 Robert N. Noyce Medal 9 月南科六廠 19 日 12 吋晶圓試產，並宣示台灣第一片直接導入 0.13 微米製程的 12 吋晶圓 十四廠開工動土
2001	<ul style="list-style-type: none"> 5 月全球佈局新據點 SSMC 公司耗資十二億美元的新加坡半導體晶圓廠正式啓用

	<ul style="list-style-type: none"> • 5月過新版 ISO9001:2000 認證 • 8月第一座全規模十二吋晶圓廠--晶圓十二廠試產成功 • 8月「新技術開發流程與網際網路環境之整合與建構」案例再次榮獲經濟部工業局品質優良案例獎 • 10月成立上海代表辦事處 • 11月晶圓六廠榮獲九十年經濟部節約能源績優廠商傑出獎
2002	<ul style="list-style-type: none"> • 發表半導體業界下一代系統單晶片技術平台 Nexsys • 3月宣佈與意法半導體及飛利浦合作開發 0.09 微米晶圓技術 • 4月 2002 年企業創新獎 (Corporate Innovation Award) 予台積電，表揚其創立專業晶圓代工經營模式 • 5月 90 奈米陣營如虎添翼策略夥伴再添巨積、NEC • 7月晶圓十二廠取得「AAA 損害預防及防火證書」 • ISO-14001 環境管理系統認證與 OHSAS-18001 職業安全衛生管理系統認證、成為台灣首家獲頒 ISO/TS16949:2002 之半導體企業 • 12月台積電與美商 Virage 策略聯盟，合作 90 奈米等先進製程元件資料庫 • 建立一套包括設計合作、工程合作及後勤合作的服務系統 • 進行多項的經營流程再造計畫，包括履行訂單需求流程、客戶服務及滿意流程、技術開發至量產流程與人員招募及發展流程等 • 領先業界引進獨立董事與監察人
2003	<ul style="list-style-type: none"> • 成立台積科技院、獲得行政院九十二年度「傑出科學與技術人才獎」 • 0.13 微米低介電係數製程產品的出貨量超過一萬片(八吋晶圓) • 領先業界推出 12 吋晶圓 90 奈米銅導線及低階電質製程 • 成功第推出先進製程技術的設計參考流程工客戶使用

1993 年台積電第一座 8 吋晶圓台積三廠動工，同年並取得 ISO 9001 品質認證，1995 年 5 月八吋晶圓廠落成投產，從 0.4 微米製程著手，將再達 0.25 微米製程，8 月良率即高達 90% 以上，10 月第二個 8 吋晶圓台積四廠開工，11 月宣佈將與美 ALTERA 公司共同規畫合資 12 億美元在美國建新廠，月產能約 3 萬片八吋晶圓，12 月台積五廠動工（台積電新聞稿，1995），這是台積電一連串大力擴充產能的開始。

1995 年底台積電完成 0.35 μ m Logic 製程技術的開發，躋身世界先進廠水準，當年台積電營收首度超越 10 億美元（半導體工業年鑑，1996）。

1996 年 6 月與美國 ADI, Altera, ISSI 等簽訂合資協議，共同投資 12 億美元於美國華盛頓州 Camas 市設立 WaferTech 公司，並興建八吋晶圓積體電路製造工廠，聘肯尼·史密斯先生(Kenneth G. Smith)擔任 WaferTech 的首任總經理，同時台積電亦領先全球同業，開始為客戶大量產製 0.35 微米靜態隨機存取記憶體（半導體工業年鑑，1997）。1996 年台積電也提出「虛擬晶圓廠」的願景，目標是提供客戶最好的服務，並隨即展開積極行動，1996 年 11 月即推出「全

方位訂單管理系統」上線服務，提升訂單管理效率與服務水準（台積電年報，1996；半導體工業年鑑，1997）。

1996 年台積電即開始投入企業再造，改變組織流程，將過去以生產導向的組織型態，逐漸改變以服務為本位，讓技術人才業具有行銷技能的服務型組織，以提高產業進入障礙，實現虛擬晶圓廠的願景（台積電年報，1997）。1997 年，美籍總經理布魯克離職，為了因應競爭激烈的市場，由張忠謀親自兼任總經理，加速帶領轉型為服務導向公司，期望以品質、交期、與服務避開同業的殺價競爭，同年，台積電的海外存託憑證（ADR）也在紐約證券交易所掛牌交期。

1998 年台積電取得 QS-9000 認證並獲得國家發明金牌獎，美商艾提生元件公司提供台積客戶免費資料庫及直接技術支援，這是資料庫市場革命性突破，同時也強化了台積電對客戶的服務；並宣佈荷蘭飛利浦公司與新加坡投資私人有限公司在新加坡合資設立晶圓廠（半導體工業年鑑，1999；電子時報，1999）。

1999 年，半導體景氣逐漸回溫，造成台積電的產能吃緊，此時宏碁電腦，希望將德基從虧損累累且技術落後的 DRAM 領域中脫身，6 月台積電與宏碁宣佈策略聯盟合作關係，由台積電購入德基三成股權，德基將採用台積電的製程轉型為晶圓代工廠，並減少生產 DRAM，加重生產邏輯產品，年底時台積電宣佈合併德基，取得德基 12 至 15 萬片 8 吋晶圓產能，透過合併，使經營更有效率（電子時報，1999/6/9; 1999/12/12），至年底台積電擁有 6 吋晶圓廠兩座，8 吋晶圓廠六座，共產出 180 萬片 8 吋晶圓，首座十二吋晶圓廠 12 月開始動土興建，1999 年營收 731 億台幣，比 1997 年成長 45.6%（台積電年報，1999）。

2000 年 3 月台積電在南科的最大單一 8 吋晶圓六廠投產起用，9 月新加坡的 SMCC 投產成功，12 月在晶圓六廠的生產線成功量產地一批 12 吋晶圓，並提高對 WaferTech 持股至 100%，台積電的產能大幅提昇至 340 萬片，而最先進的 0.13 微米製程，首度超越了國際半導體技術藍圖（IRSS, International Technology Roadmap）；結合 IC 設計自動化領導廠商、元件資料庫和半導體智

財供應商以及產品設計執行服務業者，開創設計服務聯盟，客戶可以方便取得經驗證的半導體智財產品與服務；該年營收大幅成長至 1,662 億台幣（台積電年報，2000）。

2001 年世界半導體市場衰退達 32%，台積電營收亦衰退至 1,258 億台幣，但仍有稅後 144.8 億台幣的純益；第一座 12 吋晶圓廠開始以 0.13 微米銅製程為客戶量產，製程技術持續領先國際半導體技術藍圖；台積電在經營上首創「e-Foundry」服務理念，積極將更多的客戶服務內容延伸至網際網路上，建立更即時、便捷的溝通模式；在開發 90 奈米製程技術上，與歐美日的 IDM 大廠締結全球性的技術聯盟，將共同建立 ASIC/SoC 相容的技術平台（台積電年報，2001），為提昇客戶滿意度及改善經營績效，2001 年初即開始建立企業供應鍊管理系統，以快速回應客戶需求並掌握交期（台積電年報，2002）。

2002 年台積電營收成長 27.9% 達 1,609 億台幣，研發人力的成長率超過 12%，總共獲得 452 項美國專利，為強化先導性技術的開發，先導性技術部門人力增加 3 倍，完成 12 吋晶圓廠量產生產線，並開發完成 90 奈米 CMOS 邏輯製程的初步驗證；在「e-Foundry」的理念下，台積電以網際網路為基礎，建立一套包括設計合作、工程合作及後勤合作的服務系統，以增進客戶服務與客戶關係，來鞏固客戶忠誠度；台積電並進行多項的經營流程再造計畫，包括履行訂單需求流程、客戶服務及滿意流程、技術開發至量產流程與人員招募及發展流程等，同時通過 ISO-14001 環境管理系統認證與 OHSAS-18001 職業安全衛生管理系統認證，成為台灣首家獲頒 ISO/TS16949：2002 汽車業嚴格特殊規格要求品質系統驗證之半導體企業；在公司的治理上領先業界引進獨立董事與監察人（台積電年報，2002）。

2003 年台積電營收成長 26% 達 2,019 億台幣，研發人力的成長率達 7.5%，總共獲得 418 項美國專利，領先業界推出 12 吋晶圓 90 奈米銅導線及低階電質製程，成功第推出先進製程技術的設計參考流程供客戶使用，協助客戶解決以先進製程技術進行產品設計時的問題（台積電年報，2003）。

第二節、晶圓代工廠供應鏈運籌體系

現在的 IC 產業持續 1980 年代末以來半導體產業變革所促成的產業解構，由垂直整合解構成為專業水平分工，這樣的解構促進系統晶片技術的成長，並經由縮短上市時間與降低晶片成本強化經營效率，1990 年代末期，系統晶片技術大量增加設計負荷，為簡化多功能晶片的設計，創造了經驗證的獨立 IP 業供應商的需求，此時專業晶圓代工廠商在提供經驗證的 IP 上扮演關鍵角色，也加速設計移轉至較小面積且經驗證的 IP 上（IEEE,2001/April）。

專業 IC 設計業者（Fabless）與專業晶圓代工廠商所形成的虛擬 IDM，近年來有高成長的趨勢，此趨勢也迫使傳統垂直整合形式的 IDM 亦逐漸專注於核心事業，而將製造及其他服務外包給具專業能力的聯盟夥伴，而網際網路促成的無阻力事業流程更加速此一解構趨勢（台積電年報，2000）。

要掌握此趨勢必先瞭解 IDM 與 Foundry，在組織型態與經營模式間的基本不同，而兩者價值鏈管理體系（運籌體系）的重點亦有明顯差異。傳統 IDM 半導體公司，所提供給客戶的是 IC 產品，對客戶而言，重點在既定時間內能拿到合乎品質與所需數量的 IC，因此，IDM 屬「產品」提供者，因而價值鏈管理的重心，在於 IC 產品企劃、設計、光罩、製造、封裝、測試與行銷等整體價值鏈上各個價值活動間的良好整合，這是 IDM 業者能否順利供應客戶所需 IC 的關鍵因素。

Foundry 專業晶圓代工製造廠是僅提供 IC 製造相關的服務，設計、封裝與測試等皆不是其核心服務範圍，對客戶而言，重點在於既定時間內穩定高良率品質的製造服務，因此，Foundry 屬「服務」提供者，並不擁有其所製造 IC 的所有權，Foundry 供應鏈管理的重心，並不在半導體產業價值鏈的連接上，而是提供客戶優質服務、並擴展客戶關係管理。

Foundry 代工廠負責製造品質，保證符合電性特性上的規格，但不保證產品系統功能的可運作性，因為這是客戶自行設計上的問題。因此，雖皆名為專業代工製造，卻與台灣個人電腦 OEM/ODM 廠商有很大不同。

Foundry 為提高客戶服務附加價值，提供一次購足服務（One Stop Service），多與半導體產業價值鏈前段（Front-End）服務廠商以及後段（Back-End）服務廠商策略聯盟，藉此增加服務內容深度，以擴大可服務客戶的範圍，這與 IDM 廠商是企業內其他部門間的關係顯著不同。

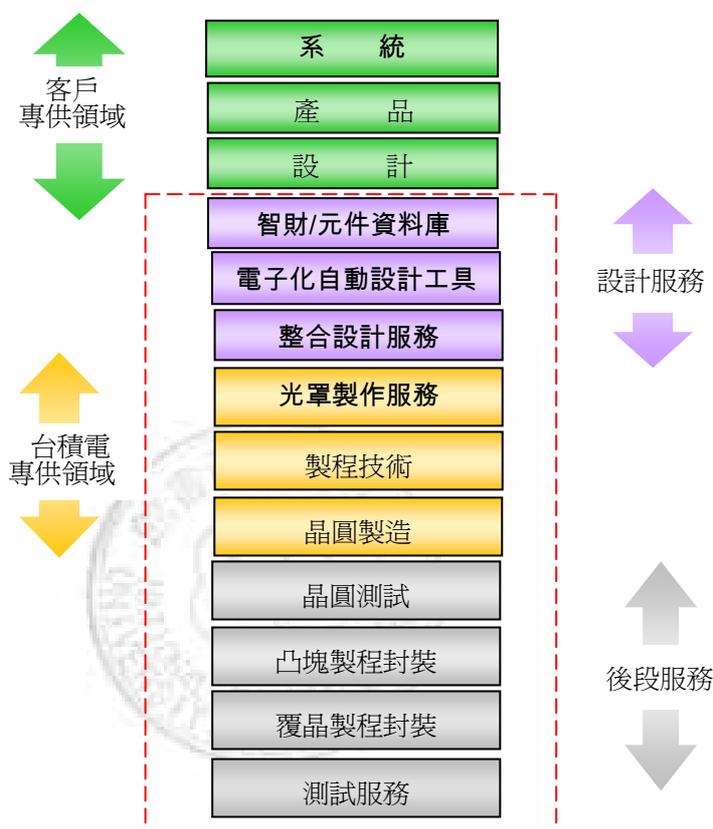


圖 5-2-1：台積電全面性服務體系

資料來源：台積電年報，2003

前端（Front-End）服務廠商包括智財權組塊（IP）、元件資料庫（Library）、電子設計自動化工具（EDA）與設計服務等，後端服務廠商則包括封裝、測試等廠商，如圖 5-2-1 所示。Foundry 的運籌體系，即是為一以 Foundry 為核心，協力廠商圍繞其周圍的「全面性服務體系」（台積電年報，2003），隨著技術高度成長，專業水平分工的發展效率越來越有超越 IDM 的可能。其差異的比較如表 5-2-1 所示。

表 5-2-1 : IDM 與 Foundry 價值鏈管理重點比較

比較構面	IDM 整合製造廠	Foundry 專業晶圓代工廠
提供客戶	IC 產品	IC 製造服務
製造中 IC 所有權	屬 IDM 所有	屬於客戶
供應鏈管理重心	重直整合價值鏈的良好銜接	提供優直服務與良好客戶關係
產品系統設計	IDM	客戶
系統功能負責者	IDM	客戶
保證項目	產品品質與系統功能	產品製造品質與電性特性
供應鏈成功關鍵	產品設計能力、製程技術能力、產能供應能力	製程技術能力、產能供應能力、支援服務能力
與設計、封裝、測試等上下游關係	企業內部的其他部門	廠商間策略聯盟
競爭重點	推出市場所需產品	降低客戶進入門檻及增高轉換成本

資料來源：本研究整理

Foundry 以客戶服務的角度出發，競爭的重點明顯與 IDM 不同，Foundry 意在降低多數小型 Fabless 的進入門檻，以擴大適用客戶群，當客戶進入後，則希望以優越的服務增加其轉換成本以綁住客戶（訪談四、訪談八）。

台積電在 1996 年之後轉型為服務導向企業，提出「虛擬晶圓廠」(Virtual Fab) 的願景，定位台積電是一個「虛擬晶圓廠」，策略目標是進一部強化與客戶間的緊密關係，建構長期競爭優勢（訪談八；台積電年報，1997），「虛擬晶圓廠」即是要讓客戶覺得相當於擁有自家晶圓廠的好處與便利，卻能免除客戶自行設廠所需的大筆資金及管理上的問題（訪談三；訪談八；台積電年報，1997），這樣的定位與先前的專業晶圓代工服務已有重大的不同，要達到這項策略目標，必須使客戶佈建的供應鏈管理（SCM），能直接且有效延伸至台積電。

台積電在這樣的目標下，佈建相關的基礎架構以協助客戶作延伸供應鏈的決策與控管，以 IC 製造領域為核心，逐漸加大前端設計服務聯盟以及後端封裝、測試服務範圍，持續提高資訊的透明度與即時性，使客戶僅透過台積電就可掌握自身整體供應鏈的管理工作（訪談三；訪談四；電子時報，2000/12/02）。

台積電的供應鏈管理系統可約略劃分成兩大部分：一是前段系統：此即是與客戶溝通的交易平台，透過大量網路及應用軟體等 IT 工具的使用，促使台

積電與客戶間的關係更為密切。另一是後段系統，是台積電自身的供應鏈管理。前端系統的高效能須有後端系統的全力支援，兩者間有如硬幣之兩面難以分割且缺一不可。

2001 年台積電在「虛擬晶圓廠」的願景下，提出業界首創的「e-Foundry」服務理念，積極將客戶的服務內容延伸至網際網路上，提供更及時兩便捷的服務（台積電年報，2001），e-Foundry 是以客戶關係管理為核心的前段設計服務系統，其願景是要創造一個整合的服務價值鏈，能夠縮短客戶產品獲利時間（time to profit）、上市時間（time to market）、量產時間（time to volume）與交期（time to delivery），能夠最適化合作的事業流程（collaborative business processes）及能夠提升知識管理與資訊技術，解決方案包括「關係管理」（relationship management）、「設計合作」（Design Collaboration）、「工程合作」（Engineering Collaboration）與「運籌合作」（Logistics Collaboration）等應用系統，成為 e-Foundry 服務的基本架構（訪談四；台積電年報，2002）。

「關係管理」是經由提供客戶一個可以擴大銷售、專戶服務、資訊分享及追蹤所有問題的有力工具，來所短客戶獲利的時間，解決方案包括售後服務管理、商業情報資訊分享管理及客戶自助服務中心等（訪談四、訪談九）。

經由提供 IC 設計週期所需相關資訊的「設計合作」服務，來縮短客戶產品上市時間，即與客戶分享及整合相關設計資訊、知識，幫助客戶解決設計上的問題，也使台積電設計服務部門與客戶間有良好的溝通管道，降低溝通成本與時間，服務內容包括合作設計佈局服務、設計專案管理、技術文件管理、合作智財交換、智財資料庫管理及多地點同步設計管理等（訪談四、訪談九）。

「工程合作」是經由提供管理生產生命週期上的合作服務來所短客戶量產時間，生產生命週期基本上包括 pre-tape-out、試量產、risk production 及大量生產階段，適當管理、分享與整合資訊與知識，使客戶能順利提高產品良率，解決方案包括良率分析工具 TSMC-YES，批量管理，CP 最終測試、生產資訊管理、原型製作管理及品質與信賴度管理等（訪談三；訪談四）。

「運籌合作」是指商業流的分享與物流的整合，經由需求規劃、訂單填滿、

生產控制及運交的合作服務，來降低客戶產品的交期，解決方案包括訂單管理、整合的線上庫存管理、交期管理、需求規劃、生產分配管理及先進技術製程（ATP）與訂單承諾管理（訪談三，訪談四）。

為使業務上的往來與相關資訊、知識能順利交流，台積電推出 TSMC-Direct、TSMC-Online 與 TSMC-Online 2.0。TSMC-Direct 適於大型業者的 ERP 直接整合，TSMC-Online 2.0 則是透過網際網路接取上線，適用客戶最廣且無規模限制。但 TSMC-Online 2.0 將不僅限於運籌合作，台積電希望它成為能一次購足的 e-Foundry 對外服務窗口，提供客製化的資訊擷取服務，因此，其將以涵蓋設計、工程與運籌三大功能為目標，即希望客戶透過 TSMC-Online 2.0 就可完成整個商業流週期（Business Cycle）的應有價值活動（訪談四；訪談九；電子時報，2000/12/02）。

e-Foundry 下的其他方案，包括：CyberShuttle／多重計劃晶片服務（Multi-Project Wafer Services，MPW），藉由光罩、晶圓多方案共用，可降低工程費用（Non-recurring Engineering Cost，NRE），並加快開發速度；E-Beam 服務則提供光罩的製造與管理功能；QuickStart 專案提供給客戶免費的智財（台積電年報，2003；電子時報，2000/12/02）。

整體而言，台積電是根基餘核心的製造專長，整合半導體價值鏈前段設計與後段服務，在「可製造性」前提下，確保前後段流程彼此的緊密整合，掌握製造品質的可靠度與穩定度，其目標是客戶成為全球供應鏈及協同運作的最佳夥伴，能快速回應客戶需求，更精確掌握交期，是台積電專業代工服務的關鍵差異（訪談三；台積電年報，2002）。

台積電價值鏈管理體系的另一重點是後段系統，是台積電自身的供應鏈管理。Foundry 屬客製化服務，產出庫存並不是關鍵，提升內部運作效能才是重點，但這包含 3 個互相衝突的變數：製造週期、產能利用率以及最大化的營收與獲利。

由於晶圓廠的龐大折舊費用，迫使產能利用率必須維持高檔，而 Foundry 客戶訂單的少量多樣，則使製造彈性成為維持高產能利用率的關鍵。為了增加

彈性，就會增長製造週期，台積電已儘量將製造週期合理化壓縮，並與廠商形成某種默契，讓客戶能準確預估製造週期，易於安排其供應鏈（訪談三）。

在台積電 SCM 的後段系統運作上，是以全方位訂單管理系統(Total Order Management, TOM) 為核心，TOM 處理接單與排程，並掌控所有訂單的運作現況，將客戶需求與實際產能間的配合作系統化管理（訪談三、電子時報，2000/12/02）。

TOM 向上與預測規劃系統（Forecast Planning System, FPS）銜接，將客戶未來可能的訂單作預先的了解與安排，利於產能的提前規劃，臨時抽單下的訂單遞補，並可衡量客戶的預估準確度作未來持續規劃下的參考（訪談三、電子時報，2000/12/02）。

TOM 向下則與 MES 整合，將訂單與晶圓廠的製程、產能作合理的搭配，在向下則與 SAP 的 ERP 系統整合。另外，產品資訊資料庫（Product Information DatC-Base, PIDB）也與 TOM 作相互銜接，這是以產品別為分類所形成的資料庫（訪談三、電子時報，2000/12/02）。

台積電製造流程的彈性，完全顯現在以 TOM 為核心的後段系統上。透過 FPS 有效掌握客戶總需求及趨勢，使排程牽扯到的預測與計算更加精確，並準確展開成各晶圓廠內各機台、製程與產能的合理搭配（訪談三、電子時報，2000/12/02）。

Foundry 製程技術的流程發展須 6 個月以上，加上設備調整的時間延滯，將導致極大的折舊壓力，因此，生產的模式是「貨（訂單）依機器」，台積電等 Foundry 的製程彈性，在於製程事先依預測而備妥，而非接單後再調機器。既然台積電的製程改變必須預先規劃，所以相當倚賴技術行銷能力，正確預估出市場所需的技術，並適時準備在那裡，即在變動的環境中，台積電必須隨時掌握產品需求，以提供最符合的製造服務供給（訪談六）。台積電的虛擬晶圓廠概念下的價值服務體系概念如圖 5-2-2 所示。

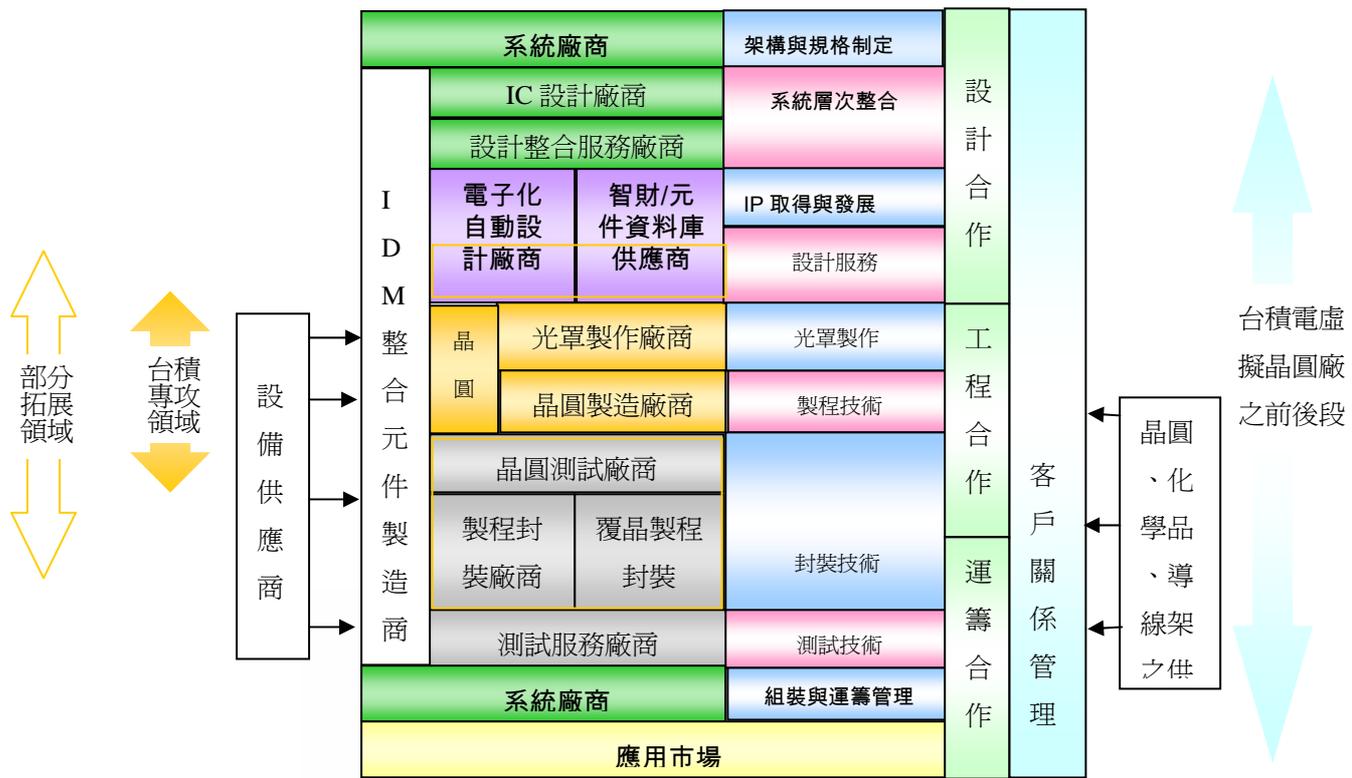


圖 5-2-2：產業價值鏈與台積電虛擬晶圓廠價值服務體系

資料來源：本研究整理

第三節、技術與產能發展

台積電 1987 年 2 月成立時，政府將工研院電子所 VLSI 計畫 130 多位技術人員轉為台積電員工，並租予設備、廠房與土地，同時電子所繼續與其合作 VLSI 後續提昇技術計畫（巫木誠，2001），此外選定擁有許多專利的飛利浦，不僅可為台積電免除許多專利上的訴訟問題，且是另一項重要的技術來源（吳思華與沈榮欽，1999；洪懿妍，2003），而飛利浦也同意轉移其較電子所先進的製程技術，台積電分別選派三批工程師，飛利浦在瑞士、德國及荷蘭安多分的三個廠，以半年的時間學習量產技術（洪懿妍，2003），這是台積電的技術基礎。

但是進入新興的專業晶圓代工市場，其業務型態與傳統的 IDM 廠商有很大的差異，主要的差別在傳統 IDM 半導體廠商所要的是製程與機台能相稱的（match）技術能耐，而晶圓代工是需要多種製程與多種機台能混合及相稱的（mix and match）技術能耐，

台積電如何在此階段學習累積此種關鍵的技術能耐？台積電是先透過 IDM 代工來學習建立此工程調整能力，並透過建造二廠擴大產能與大量接受新客戶訂單，不斷地提升工程調整能力，以建立找出工程參數設定最佳化的能耐。在來自 IDM 產品代工上，張總經理（訪談一）有如下的描述：

「早期當台積電尚未建立此種能力時，IDM 給台積電的代工訂單，是由 IDM 廠商與機台供應商設定好此批訂單的 Recipe 後交給台積電試產，有問題就由 IDM 工程師與機台供應商工程師調整好機台參數，台積電工程師在旁學習，之後轉為 IDM 工程師與機台供應商工程師協助台積電調整設定機台參數，再之後台積電逐漸學會調整工程參數的能力。」

另外建造台積電晶圓二廠是提昇台積電技術能耐的關鍵事件，張總經理（訪談一）說明如下：

「而來自飛利浦的系統事實上是為 IDM 的運作而設計，並不完全適合 foundry 事業模式『mix and match』業務型態的需要，在建立第二廠時，飛利浦希望能主導台積電建廠規劃，但飛利浦晶圓廠運作是 IDM 生產的概念，飛利浦沒建過晶圓代工廠，張忠謀要的是一個新概念下的晶圓代工廠，因而努力擺脫來自飛利浦的干預，堅持自主力

一個純為代工運作的晶圓廠，此建廠決策對台積電有重大的影響，二廠建廠的經驗是建立專業晶圓廠運作的重要基礎。而建二廠時找德國/IBM 當建廠顧問，在最新概念下設計一個適合『mix and match』業務型態的晶圓廠，並引進更先進的 MIS 與 Factory Automation 系統」。

台積電是經由投資建廠擴大產能與接單，進行技術調整學習，找到工程調整最佳化能力，並建立完整代工製程技術。

台積電所進入的是一個剛顯現的新市場，而以專業晶圓代工的創新策略進入市場，不僅風險很高、也沒有人相信會成功。張總經理（訪談二）信宗形容當時的情形是：

「張忠謀管理過世界一流半導體企業的經驗，技術人員是來自電子所轉移，製程技術是來自飛利浦，也派員到飛利浦歐洲三地學習實際的工廠管理經驗，採用飛利浦的組織管理系統與 MIS -Promise,以自創的 foundry 『mix and match』業務型態，整合成專業代工的事業模式。當時世界上的產能並不缺乏，ASIC 佔整體市場不到 5%，影響力小，Fabless 非常弱勢，IDM 廠非常強勢，台灣的 Fabless 設計能力也很弱，台積電以 6 吋 1.5 微米技術切入市場，可以從台灣得到的訂單很少，又沒有實績與信譽，無法從先進的 Fabless 得到訂單，當時的風險非常高，沒有人相信代工的模式會成功，沒有人會進來模仿。」

雖然在這樣艱難處境下，由於張忠謀在德儀全球半導體資深副總裁的國際管理經驗，促使台積電甫成立就設定目標要成為世界一流企業，採用國際公司架構，總經理找國際人士，業務目標開始即鎖定摩托羅拉、英特爾等國際大廠（楊艾俐，1998）。當時全球半導體美國是最大市場，其次是日本，再次為歐洲，因而台積電的首要目標是建立國際業務及行銷能耐。1988 年 2 月美國子公司成立，1989 年 8 月歐洲子公司成立，並聘請在半導體研經有豐富經驗的布魯克（Donald W. Brook）為總經理，路克（John Luke）為市場副總經理兼歐美地區總裁。

經由不斷的努力，台積電能提供客戶穩定與即時的從「晶圓生產，裝配成品到運至客戶倉庫的整體包報服務」，也藉著與合格半導體外包商的合作逐漸提供這樣的服務（台積電年報，1989:p3）。台積電在 1993 年開始規劃全方位訂單管理系統（Total Order Management, TOM）並在 1995 年完成此系統的導入。TOM 處理接單與排程，並掌控所有訂單的運作現況，將客戶需求與實際產能

間的配合作系統化管理（電子時報，2000/12/02）。

在技術能耐的發展上，之前台積電是經由投資建廠擴大產能與接單，進行技術調整學習，找到工程調整最佳化能力，並建立自有完整的代工製程技術。但是半導體技術發展是 2-3 年即有一代新技術產生，每一代新技術涉及製程要改、材料要改及製造的控管方式要改，必須要維持原先高良率、成本效率與交期準確的優勢，製程與材料所涉層面還較簡易，製造的控管方式是一個彈性製造系統的觀念，要改所涉及的層面很廣，也必須要要花許多的時間、經費、人力去嚐試錯誤，pilot run, try run, qualification.....。因而，台積電在 1996-1999 的思考主軸是以 IC Device 中心的技術開發，是要發展出可以跨越不同世代技術的技術平台，以延長舊世代技術的使用年限，即只要很小的 modification 即可進入下一代技術。（訪談二）。

以製程技術的火車頭—光罩的曝光光源機台為例，（製程技術中只要光罩技術改變，其他的技術都要配合光罩技術進行調整），依 ITRS 技術路程圖的規格標準，曝光機積是有一定的適用線寬製程，但台積電卻經由技術的突破，跨越了不同世代技術平台，其比較如表 5-3-1 所示。

表 5-3-1：台積電曝光機跨世代技術比較

類型	每台價格	ITRS 適用線寬	台積電適用技術
I-line	2-3M 美元	0.25 微米以上	0.25 微米以上
DUV	3-4 M 美元	0.18 微米	0.13 微米
		0.15 微米	0.13 微米
193	5-6M 美元	0.13 微米	0.09 微米
157	8-10M 美元	0.09 微米	
		0.65 微米	0.065 微米

這樣的技術創新的觀念是打破全球半導體產業的另一項遊戲規則，是由台積電的高階主管所努力推動，張總經理（訪談二）說明如下：

「台積電此企圖是從製造經濟性著眼，當使開始時台積內部技術人員認為不可能而反對。當時機台設備廠商主導 ITRI 技術路程，機台設備廠商也認為這樣的技術突破是不可行，且希望製造廠商能夠採購新機器才能對其有利，而當時主要的 IDM 廠商如 Samsung, TI 都是依據 ITRI 的技術路程圖一代一代的換機器；在內外一片認為技術不可行下，台積電冒很大的風險堅持此要如此做，發展出跨越不同世代技術的轉換平

台，此轉換平台使得 DUV 及 193 的曝光機可以延續至 0.13 及 0.09 微米的線寬，因而在製程上不需要有太大更改，在製程控制與管理上省略了許多變動，這使台積電保有成本與製造優勢」

隨著市場的大幅變化台積電 1996 年開始轉型成為服務導向的企業，讓技術人才業具有行銷技能的服務型組織，即以服務來實現技術的市場價值，以提高產業進入障礙，強化與客戶間的緊密關係，建構長期競爭優勢（台積電年報，1997），因而台積電需建立技術行銷能力，單元產品設計服務能力，自動化整體包辦的運籌服務能力等三種能耐。

台積電的莊經理（訪談七）對台積電轉型發展的背景有以下深刻的描述：

「台積電的技術創新是以『矽』為核心，所有的策略圍繞『矽』在跑，台積電原先是製造，客戶給 Recipe 台積電就製造，1995 年後逐漸建立自有技術，此後是與客戶的技術相互比較，若是客戶較好則採客戶技術，若是台積電較好則採台積電技術，在 1996 年台積電開始要轉成製造服務的企業，此時的核心技術已有一定的水準，思考如何讓客戶下單，要提供何種不同的、有價值的製造服務是主要的策略課題，就是轉往服務的差異化。因此，必須開始要與客戶對話，客戶都是 designer，若不知客戶在想什麼做什麼是無法有效對話的，『客戶在想什麼我知道，客戶設計的困難與問題我幫你解決』是思考的主軸。這些 designer 不只是 fabless，也必須包括 IDM 大廠內的 designer，如此才能進入對話的核心。而為加速與提高對話的效率，因而有 TSM-online 的 tool，使客戶可以無時差的取得設計所需的相關資料，如 Design Rule，這是 Virtual Fab 模式，使客戶把台積電視為其價值鏈的一環，客戶可以自己隨時追蹤投片細節，每批產品的品質、良率、交期等，有差異台積電馬上一層一層剖析找出問題所在，並立即採取對策，以使客戶能有最佳的產品與服務。為了達到真正了解客戶，台積電成立專屬部門來了解結客戶要什麼，與客戶進行深度的對話。」

以下則是莊經理（訪談七）描述台積電在設計服務發展的步驟：

「在以『矽』為核心的基礎上，往服務上的拓展，對客戶的價值活動何在？接下來即進入 physical verification，過去驗證都是客戶自己在做，投片是進入台積電後還要進行驗證，因是客戶進行設計所以並不一定完全符合台積電製程，要花許多時間與努力來除錯，此階段驗證由台積電把過去客戶統一出現的問題彙總，統一用符合台積電製程的驗證軟體與程式，此即 EDA，在累積經驗下可以在驗證階段幫客戶發現錯誤，提早告訴客戶除錯以節省設計時間，台積電一直累積此服務能量並擴充更廣的服務，可以提供客戶更有效率的設計 tool、更多樣的選擇。」

對於設計服務能力的建立是有其策略意義的，莊經理（訪談七）描述如下：

「後段設計的服務基本上是要降低客戶的進入障礙，即只要有產品設計能力台積電可以提供整套專業的服務協助設計者，此即 total solution 的概念；前段設計基本上是要提高客戶退出的成本，即提高轉換成本，當客戶習慣用台積電保證的 library/IP 時，再去用其他競爭者的是會有風險的，即把客戶綁住。」

1999 年時台積電的技術能耐提昇目標是擴大技術開發，發展出以 SOC 為目標的製程技術平台以及發展 12 吋晶圓廠製造技術。在製程微縮與晶圓尺寸增大的趨勢下，不僅技術是各瓶頸，填滿 12 吋晶圓廠產能也是個大問題，張總經理（訪談二）描述如下：

「12 吋有成本優勢，代工廠都是在找 cost effective solution，但 12 吋廠的瓶頸是技術障礙高與經濟規模問題，建一 12 吋廠至少需要 2Billion 美元，又有多少 ASIC 產品可以來填滿產能。12 吋廠 1 萬片產能約等於 8 吋廠 3 萬片產能，而 8 吋廠的經濟規模約在 5 萬片，因而 12 吋產添滿產能不易」

此時台積電在發展能耐上的思考，陳處長（訪談 3）有如下的說明：

「張忠謨提出的策略是技術領先、製造領先與服務領先，技術領先指在製程技術要不斷推出最先進技術，要領先 SIA Technology Roadmap，台積電在 2000 年開始即超越，尤其是要吸引 IDM 大廠的訂單，一定要技術領先讓大廠知道，代工廠可以有最製程技術先進的，他們可以不用投資，把研發費用專注在產品上，如 TI、Motorola 都是因此而策略轉向。製造領先的結果是低成本，代工技術領先是先決條件，但不是唯一的因素，一定要低成本才能持續獲取客戶大量訂單，最重要的是要提供足夠的產能與製程能力的提升，使良率高、品質佳、交期準下，仍能低成本製造而有競爭力，如 12 吋成本比 8 吋廠低，0.13 微米製程成本比上一代製程低，成本是最後的檢驗標準。另外則是服務領先，是與客戶形成 partnership 關係，即用雙贏策略，用綁標策略來綁住規格及客戶。」

為發展下依幾世代的製程技術，台積電也採取了重要的策略手段，如建立自有技術的策略宣示、成立新的技術研究發展專屬部門，張總經理（訪談二）的描述如下：

「Intel 在發展下一代技術方式是跳躍式的，如現在的先進製程是 0.13 微米，有一組人發展 0.09，另外一組人發展 0.07 微米，這樣的新世代技術是真正在做較基礎的研究，可能要發許多經費買先進的儀器、找非常頂尖的人才等。對台積電而言，張忠謨在 2000 年有一個策略上很重要的宣示，即不再買技術，設立 next generation group (NGR)，投入大量的研發經費與人力，做下一代技術經費估計每年要 60-100M 美元之間，過去的 RD 是在開發生產製程，使目的是製程能符合 cost effective，更早期是技術轉移，

而 NGR 是 Pure RD，有大量預算構相關儀器做基礎研究，這是張忠謨的策略企圖，企圖要做世界級技術，找許多在大廠發展有經驗的人回來，如在 IBM 的孫元成，在不斷的投資下，企圖做到製程技術領先，主要因素即企圖+人才+.投資。」

而台積電內部在先進技術上的發展已有明顯的不同，莊經理（訪談七）有以下的描述：

「在技術創新上，同時有幾個部門組織在看同一件事；2000 年成立 CTO 辦公室，請胡正明當技術長，胡是加州大學 berkeley 電機系主任，有無數學術著作與專利，是半導體技術發展學術屆世界級的頂尖人物，胡技術長領導 30 個以上優秀的博士，從學術技術發展的角度來看未來下兩個世代製程技術，如現在先進製程是 0.13 微米，此辦公室焦點是在 0.065 微米與 0.045 微米的技術；另一單位是研發部門，是要為先進製程量產做準備，技術成熟後以轉移給製造部門，如現在焦點是 0.09 微米，同時也要承接來自 CTO 辦公室的下一代先進製程如 0.065 微米，想辦法合理化、降低成本、調查客戶的需求，變成可商業化的技術再轉給製造部門；另一個是技術行銷部門也是 1999 年成立，重點是先進製程的應用市場到底有哪些？有多少潛量？初步書面的估計是來自內部 Market research 部門，另有一批人真正訪談調查客戶需求。」

台積電為落實「提供整合服務的 e-foundry 專製廠商」的策略定位，實現 SOC 產品製程技術平台的市場價值，台積電發展能耐主要有：下世代先進技術行銷與及複雜產品的設計服務能力，以及完整全自動的後段運籌服務。

在技術行銷能力的建立上，台積電銷瞿經理（訪談六）有如下的描述：

「台積電的技術行銷層級相當的高，是指導研發的技術發展，成立約在 1999 年，主要是當台積電從技術追隨者進入製程技術領先後，過去大廠所用技術如 IBM，大家只要跟隨即可，現在台積電已是技術領先者沒有可以模仿的對象了，成立技術行銷部門，是不斷的要去了解客戶未來 3-5 年的需求，了解製程技術發展的未來需要，現在至少有 4/50 人。」

另外，為提昇客戶滿意度及改善經營績效，2001 年初即開始建立企業供應鍊管理系統，以快速回應客戶需求並掌握交期（台積電年報，2002）。在「虛擬晶圓廠」的願景下，提出業界首創的「e-Foundry」服務理念，積極將客戶的服務內容延伸至網際網路上，提供更及時兩便捷的服務（台積電年報，2001）。

e-Foundry 是以客戶關係管理為核心的前段設計服務系統，其願景是要創造一個整合的服務價值鏈，能夠縮短客戶產品獲利時間（time to profit）、上市

時間 (time to market)、量產時間 (time to volume) 與交期 (time to delivery)，能夠最適化合作的事業流程 (collaborative business processes) 及能夠提升知識管理與資訊技術，解決方案包括「關係管理」(relationship management)、「設計合作」(Design Collaboration)、「工程合作」(Engineering Collaboration) 與「運籌合作」(Logistics Collaboration) 等應用系統，成為 e-Foundry 服務的基本架構 (劉達智訪談；台積電年報，2002)。

若與全球半導體龍頭廠商英特爾比較，台積電在核心製程技術上的進展如表 5-3-2 所示，台積電歷經 14 年努力製程技術才與英特爾相當。

表 5-3-1：台積電與英特爾 CMOS 核心製程技術比較 單位：微米

年度	台積電			Intel	
	研發先進製程	量產先進製程	落後 Intel 年數	研發先進製程	量產先進製程
1982	-	-	-	1.5	2.0
1985	-	-	-	1.0	1.5
1987	1.5	2.0	5	0.8	1.0
1988	1.2	1.5	3	0.8	1.0
1989	1.0	1.2	3	0.8	0.8
1990	0.8	1.2	3	0.6	0.8
1991	0.8	1.0	2.5	0.6	0.6
1992	0.6	0.8	2	0.35	0.6
1993	0.5	0.6	2	0.35	0.6
1994	0.45	0.5	2	0.25	0.35
1995	0.35	0.45	2	0.25	0.35
1996	0.25	0.35	2	0.18	0.25
1997	0.25	0.35	2	0.18	0.25
1998	0.18	0.25	2	0.18	0.18
1999	0.15	0.18	1	0.13	0.18
2000	0.13	0.15	0.5	0.13	0.18
2001	0.13	0.13	0	0.13	0.13
2002	0.09	0.13	0	0.09	0.13
2003	0.09	0.13	0	0.09	0.13
2004	0.065	0.09	0	0.065	0.09

資料來源：本研究整理自台積電年報，英特爾技術路程圖

台積電自 1987 年設廠以來即不斷的擴充產能以滿足客戶快速成長的需求，尤其在 1999 年時面臨半導體產業高度成長，尤其是晶圓代工高速成長時，更以併構德基和世大積體電路，及與飛利浦合資興建新加坡 SMCC 來擴充產能，2000 年更宣佈 4,000 億南科設廠計畫，至 2003 年止共擁有 12 座廠，年產

能 1,000 萬片（8 吋晶圓約當量），台積電的設廠歷程如表 5-3-3 所示。

表 5-3-3：台積電設廠歷程

廠別	晶圓尺寸	建廠動工	投片時間	最大產能	地點	投片/現在製程水準	技術來源
1 廠	6	-	1987.11	19K	工研院	1.5/- μm	飛利浦、工研院
2 廠	6	1988	1990.12	80K	竹科	0.5/0.4 μm	台積電
3 廠	8	1993.12	1995.8	40K	竹科	0.45/0.15 μm	台積電
4 廠	8	1995.10	1997.2	30K	竹科	0.35/0.15 μm	台積電
5 廠	8	1995.11	1998.3	36K	竹科	0.35/0.15 μm	台積電
WaferTech	8	1996.7	1998.7	30K	美國華盛頓州	0.35/0.15 μm	台積電
6 廠	8	1997.7	1999.12	60K	南科	0.25/0.13 μm	台積電
7 廠	8	1993	1995	28K	竹科?	0.45 ? /0.15 μm	德基半導體
8 廠	8	1995	1998	52K	竹科?	0.35 ? /0.15 μm	世大積體電路
SSMC	8	1999.6	2000.9	30K	新加坡	0.25/0.13 μm	台積電、飛利浦
12A 廠	12	1999.12	2001.10	25K	竹科	0.18/0.13 μm	台積電
12B 廠	12	2003.12	興建中	30K	竹科	-	台積電
14A 廠	12	-	2004.Q4	30K	南科	0.18/0.13 μm	台積電
14B 廠	12	廠房設施興建中		30K	南科	-	台積電

資料來源：本研究整理

第四節、市場與客戶結構

就營運屬性可以把半導體晶圓生產服務型態分成3類，一是IDM業者，表面上賣的是IC產品實體，但實際上專長利基在於IC產品內部的功能設計知識，即賣的其實是IC的功能、是智慧財產，而在早期也兼營晶圓代工來填補產能（電子時報，2003/03/10）。

另一是專業晶圓代工業者，表面上是生產製造工作，但以現階段0.13微米及12吋晶圓技術來看，客戶所要求的已是完整的IC晶片解決方案，原本單純的晶圓生產、良率與成本控制已是基本要件，如何滿足客戶需求、主動為客戶提供SOC的IP、設計服務等解決方案，才是目前及未來專業晶圓代工業者必須專注的核心能力，因而，晶圓代工業者未來需提供愈偏重在技術的「服務」，而不再只是以往所謂的「生產」而已（電子時報，2003/03/10）。

第三則是台灣快速崛起的DRAM業者，表面上0.13微米的DRAM量產技術，絕對屬於半導體生產技術領先的一群，但卻只是單純的「代工生產」，單一DRAM廠技術移轉並提供其保障產能使客戶及技術更集中，或擁有自行銷售DRAM產品的權利，但要付出高昂的IP權利金，真要賺到的只有代工生產的好處，台灣的DRAM業者是更像晶圓代工「生產」業者（電子時報，2003/03/10）。

專業晶圓代工的生產模式從1987年台積電設立起萌芽，但全球專業代工市場規模，卻一直要到特許與聯電加入後，才有真正的突破性成長；在1995年以前，整個代工市場規模仍舊是以IDM所兼做的代工生產為主，專業代工業者所佔比重大約只有3成左右。

在1995年聯電加入後，不但伴隨著全球半導體景氣起飛而大幅度進行產能提昇及擴廠計畫，而使得IDM在原本產能上的優勢不再，再加上專業晶圓代工業者專注在製程技術提昇，以及採取客戶服務導向的品質及效率，終於使得IDM在代工訂單爭取的競爭力上大幅衰退，並在1998年讓專業晶圓代工業者市場佔有率一舉突破6成，而成為由專業代工業者主導整個代工市場發展的

局面（電子時報，2000/11/01）。

如表 5-4-1 所示，依據 Dataquest 的估計，專業晶圓代工製造服務的產值對全球半導體產業產值的貢獻率，在 1998 年後進入穩定雙位數的比例，之後快速成長，預估到 2008 年會到達 30%；而台積電製造服務站 IC 產業的比例在 1997 年後從 3% 快速增加至 2001 年的 6-7%；台積電在專業晶圓代工市場的佔有率也在 2001 年後超過 50%。

表 5-4-1 台積電晶圓代工市場佔有率

	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003
晶圓代工對半導體市場的貢獻率	8%	10%	9%	11%	13%	16%	16%	18%	20%
台積電製造服務佔 IC 產業比例	--	--	3%	3%	5%	6%	6-7%	--	--
台積電在晶圓代工市場佔有率	--	39%	37%	46%	42%	48%	53%	56%	--

資料來源：Dataquest，2002；台積電年報，1997-2003

若以地區別來分析台積電的市場分佈如表 5-4-2 所示，北美地區一直是台積電最重要的市場，而亞洲地區是次重要市場，且有持續增加的趨勢，日本市場則是又下降的趨勢。

表 5-4-2：台積電地區別市場分布百分比

	88	89	90	91	92	93	94	95	96	97	98	2001	2002	2003
北美	23	39	52	53	53	61	57	51	50	42	57	68	63	60
日本	77	58	34	39	40	31	30	3	9	13	32	10	5	8
亞太								32	27	26		16	23	23
歐洲	0	3	14	8	7	8	13	14	14	8	11	6	9	9

資料來源：台積電年報,1988-2003

至於台積電的客戶結構，以 2001 年為例，無晶圓廠 IC 設計公司佔了 66% 的業務量，IDM 廠則為 34% 左右，由於技術差距與先進廠商逐步拉近，加上擁有較佳製造效率的優勢，台積電客戶來源也從過去專攻自身無晶圓廠的設計公司，逐漸轉化成 Fabless 與 IDM 並重，而需求最具爆發潛力的部分，更來自 IDM 訂單的釋出（黃乃文，2003）。

台積電的客戶數在 400 家以上，經常往來的則保持在 100 家左右，主要知名客戶全球電腦繪圖 IC 大廠 nVidia、國內個人電腦晶片組第一大廠商威盛 (VIA)、全球無線通訊 CDM 系統晶片設計大廠 Qualcomm、以及英代爾、德州儀器、飛利浦等 IDM 廠商 (台積電年報，2001-2003)。台積電的整體資料如附表 5-4-3。

表 5-4-3 台積電歷年財務資料 (百萬台幣)

年	2003	2002	2001	2000	1999	1998	1997	1996
營收淨額	202,997	162,301	125,885	166,198	76,305	50,233	43,936	39,400
營收毛利	74,883	52,313	33,657	78,588	31,092	20,336	21,094	21,979
研發費用	12,712	11,725	10,293	7,204	3,870	3,246	2,505	1,494
營業利益	51,300	31,589	12,778	61,295	22,270	16,202	15,490	18,235
稅前淨利	51,178	27,222	10,786	63,901	20,628	13,649	15,517	18,973
稅後淨利	47,258	21,610	14,483	65,106	23,527	15,344	17,960	19,401
流動資產	166,542	102,537	70,801	92,345	59,658	26,378	23,791	16,529
總資產	407,401	390,542	366,518	370,886	235,436	124,107	108,514	73,136
股本	202,666	186,229	168,325	116,894	85,209	60,472	40,813	26,542
營運之現金流量	116,037	98,507	75,818	94,786	40,253	33,939	20,334	23,256
投資之現金流量	-53,405	-62,190	-77,232	-120,847	-60,952	-29,234	-38,419	-28,325
營業毛利率	36.90%	32.84%	26.67%	47.29%	40.76%	40.44%	48.06%	55.78%
營業利益率	25.27%	19.47%	10.17%	36.88%	29.23%	32.27%	35.28%	46.19%

表 5-4-3 台積電歷年財務資料 (續)

年	1995	1994	1993	1992	1991	1990	1989	1988	1987
營收淨額	28,766	19,336	12,334	6,511	4,480	2,202	1,860	929	128
營收毛利	16,096	10,497	5,591	1,981	1,376	423	914	348	-96
研發費用	752	550	186	118	87	72	-	-	-
營業利益	13,897	8,615	4,419	1,243	707	-12	453	124	-184
稅前淨利	14,315	8,581	4,245	1,153	525	-147	425	150	-125
稅後淨利	15,081	8,474	4,245	1,153	525	-147	425	150	-125
流動資產	16,071	7,659	5,111	2,494	1,609	1,190	1,130	1,258	1,079
總資產	48,303	26,107	15,999	11,391	9,232	6,826	5,285	2,485	1,719
股本	14,390	7,800	6,083	5,510	4,738	3,912	3,306	2,204	1,377
營運之現金流量	17,685	11,410	6,135	2,396	1,530	-193	1,035	-	-
投資之現金流量	-16,984	-10,528	-4,161	-2,768	-3,017	-2,090	3,120	-	-
營業毛利率	55.83%	54.29%	45.33%	30.42%	56.01%	18.02%	49.2%	36.6%	-75.03%
營業利益率	48.31%	44.54%	35.83%	19.09%	11.50%	-7.89%	22.86%	16.15%	-97.81%

資料來源：台積電年報，1988-2003