

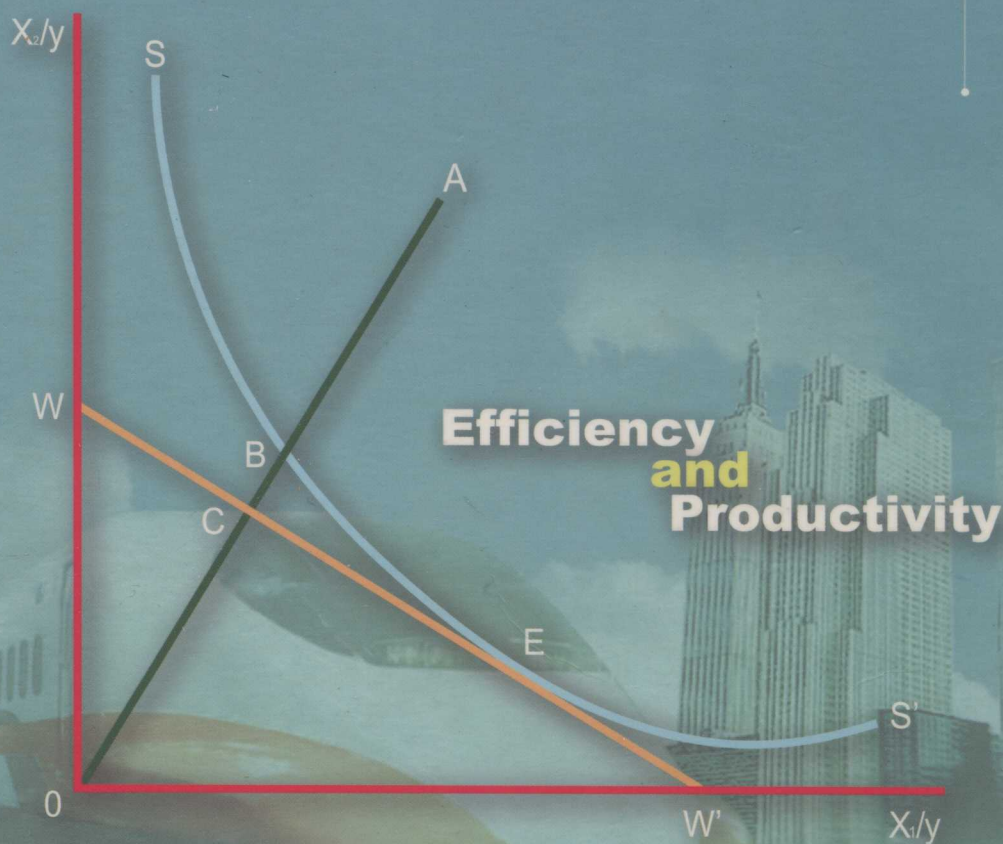
Performance Evaluation:

Efficiency and Productivity

績效評估

效率與生產力之理論與應用

黃鏡如、傅祖壇、黃美瑛 著



新陸書局股份有限公司

績效評估

效率與生產力之 理論與應用

黃鏡如

美國 Vanderbilt 大學 經濟系

傅祖壇

中央研究院 經濟研究所

黃美瑛

台北大學 經濟系



新陸書局股份有限公司 發行

國家圖書館出版品預行編目資料

績效評估 / 黃鏡如、傅祖壇、黃美瑛著

初版. - - 臺北市：新陸，民 97.06

面；公分

ISBN 978-986-7260-71-0(平裝)

1. 績效評估

494.01

97010566

績效評估

效率與生產力之理論與應用

中華民國 97 年 7 月 初版

ISBN 978-986-7260-71-0(平)

著 者：黃鏡如、傅祖壇、黃美瑛

發行人：陶林宥瑩

出版者：新陸書局股份有限公司

總經理：福懋出版社有限公司

住 址：台北市重慶南路一段 47 號

電 話：(02) 2351-2587；(02) 2381-9277

傳 真：(02) 2391-8788；(02) 2389-9918

網 址：www.shinlou.com.tw

電子信箱：shinlou@ms25.hinet.net

劃 撥：19710688 福懋出版社有限公司

登 記 證：新聞局局版臺業字第〇六四七號

定 價：(平) 新台幣 560 元整 (運費在外)

版權所有，非經出版者同意，本書任何部分或全部，
不得以任何方式抄錄、發表或複印。

1997年6月中央研究院經濟研究所在台北主辦了第一次亞太生產力國際會議(APPC)。該次會議之舉辦時間頗具意義，因為會議之若干年亞洲仍以經濟奇蹟聞名，但在其這段期間則因亞洲金融風暴之席捲，而使大部分亞洲國家之經濟成長受到重創。自此以後之多次亞太生產力會議，均談經濟成長、生產力與效率與具為核心議題。不過，這些會議上之研究成果大多著重於生產力與效率之測量，而對於如何應用這些測量方法於政策或企業實務分析者，卻未見有系統之討論。本書之目的，即在提供閱讀者，如何應用生產力與效率概念來進行績效評估之各種方法。我們希望本書之決策者，這將有助於他們對效率分析之應用。

謹以此書獻給～

Professor C. A. Knox Lovell

本書為三位作者多年來，分別在美國Vanderbilt大學、國立台灣大學與台北大學，教授生產力與效率課程之內容合著而成。本書之使用對象為大學院校經濟、財務金融與管理學院相關科系，且對績效評估基本觀念與方法有興趣之兩年級學生，或進研究所之碩博士研究生。其他學門如行政管理、交通運輸管理、醫務管理或工業工程系所學生，亦屬該書之使用對象。

在本書中，我們將介紹生產力與效率之概念，以及其多種計算與經濟計量上之測量方式，包括指數法、資料包絡法(DEA)及隨機邊界法(SEA)。在每個議題中，我們將先介紹基本觀念與測量技巧，並利用台灣地區之個案與政府別之實際資料，來示範應用之實例。當中所呈現應用實例之資料均將彙於附錄中，提供讀者自行練習並重估當中之結果。

本書之最大特色，在於其內容簡明且具實際應用性。儘管本書為具備基本的統計學及經濟學基礎，即能了解書中內容。此外，為了使讀者能更清楚地應用於實務上之分析，我們特別提供統計套裝(仰光昆士蘭大學 Tim Coelli教授)之網頁，提供免費的資料分析程式，亦對書中所使用之TEPIP、DEAP及FRONTIER等套裝程式，提供詳細之介紹及說明例。讀者只需依照書中之指示來執行，即能獲得所需要的分析結果。除此之外，本書還會以最簡單地明瞭分析方法之應用。本書之實際應用例均以台灣的實際經濟問題為示範對象，希望帶給讀者熟悉之感覺。

序

1997年6月中央研究院經濟研究所在台北主辦了第一次亞太生產力國際會議(APPC)。該次會議之舉辦時間頗具意義，因為會議之前十年亞洲仍以經濟奇蹟聞名，但在其後期間則因亞洲金融風暴之席捲，而使得大部分亞洲國家之經濟成長受到重創。自此以後之多次亞太生產力會議，均以經濟成長、生產力與效率提昇為核心議題，不過，這些會議上之研究成果大多著重於理論性的探討，對有興趣應用績效評估方法於政策或企業實務分析者，卻無法提供有用且直接之參考。鑑此，本書的目的，即在提供更廣面之讀者，如何應用生產力與效率概念來進行績效評估之各種方法。我們希望本書除了可提供大專院校學生之上課用外，亦能作為企業與政府機構之決策者，進行其績效評估與決策分析上之一項有用的工具。

本書為三位作者多年來，分別在美國Vanderbilt大學、國立台灣大學與台北大學，教授生產力與效率課程之內容合著而成。本書之使用對象為大專院校經濟、財務金融與管理學院相關科系，且對績效評估基本概念與方法有興趣之高年級學生，或是研究所之碩博士研究生。其他學院之行政管理、交通運輸管理、醫務管理或工業工程系所學生，亦為可能之使用對象。

在本書中，我們將介紹生產力與效率之概念，以及其多種數學與經濟計量上之衡量方式，包括指數法、資料包絡法(DEA)及隨機邊界法(SFA)。在每個課題中，我們將先介紹基本觀念與衡量技巧，並利用台灣地區各種企業與政府別之實際資料，來示範應用之實例。書中所呈現應用實例之資料均將置於附錄中，提供讀者自行練習並重估書中之結果。

本書之最大特色，在於其為導讀性質具實際應用性高。讀者只需先具備基本的統計學及經濟學基礎，即能了解書中內容。此外，為了使讀者能更清楚地應用於實務上之分析，我們經原程式設計者(澳洲昆士蘭大學 Tim Coelli教授)之同意，提供免費的電腦分析程式，亦對書中所使用之TFPIP、DEAP及FRONTIER等電腦程式，提供詳細的介紹及說明例。讀者只需跟隨書中之指示來執行，即能獲得所需要的分析結果。除此之外，為使讀者能輕易地明白分析方法之應用，本書之實證應用例均以台灣的資料與課題為示範對象，希望帶給讀者熟悉的感覺。

本書一開始即在第 1 章提供了對績效評估觀念及衡量方法之整體回顧，亦示範了幾個現實世界上總體經濟之應用例。在第 2 章，我們介紹了多種衡量總要素生產力之指數法。在第 3 章中，基於生產力之衡量與計算，係奠基於生產技術之概念，因此，我們將對生產邊界與效率衡量相關之生產經濟學課題，進行文獻回顧之探討。接下來之第 4-6 章，則為績效評估方法相關之主要內容；我們將介紹估計生產力與效率值所使用之標準 DEA 與 SFA 法，並將其分別應用於生產、成本、收益及利潤函數之估計。最後，第 7 章為介紹目前在實務與研究上，較常被應用之績效評估高階課題。

本書之完成，首先必須感謝的是摯友 C.A. Knox Lovell 教授，Lovell 教授為美國喬治亞大學經濟系講座及榮譽教授，目前為澳洲昆士蘭大學教授。他是生產力國際期刊 (Journal of Productivity Analysis) 的創刊主編，並擔任十多年主編。自 1997 年第一屆在台北舉辦之亞太生產力會議開始，他就全心全力義無反顧地協助台灣生產力學術之推動；台灣地區之生產力研究目前能如此蓬勃發展，且已經蔚為一種顯學，他所提供之幫忙，實在功不可沒，也因此我們誠心地將本書貢獻給他。

其次，我們亦感謝澳洲昆士蘭大學生產力分析中心 (Center for Efficiency and Productivity Analysis) 之 Tim Coelli 教授，他慷慨地允許本書無償使用他所設計之生產力相關電腦程序，使讀者能輕易地藉此進行實證的練習，提高分析應用能力。其它多位從事生產力研究之國際傑出學者，如 Peter Schmidt、William Greene、Subal Kumhakar、Rolf Färe、Shawna Grosskopf、Finn Førsund、Prasada Rao、George Battese、及 Robin Sickles 等人，也多次來台參加台灣主辦之生產力國際或國內會議，傳授台灣學者最新生產力研究方法及觀念，對提升台灣生產力研究水準，及增加台灣學者在該領域上之知名度大有助益。此外，台灣生產力研究群同儕，中央大學陳忠榮、政治大學黃台心、中央研究院張靜貞、詹維玲、台灣大學涂世勳、劉錦添、王泓仁、開南大學李文福、清華大學黃宗煌、銘傳大學黃旭男、成功大學高強、王小娥、廖俊雄、東吳大學邱永和、鄭政秉、交通大學胡均立、高雄大學李昂、中山大學蔡蕙安、淡江大學郝充仁、陳亞為、嶺東科大楊永列等教授，多年來亦共同攜手推動台灣生產力之學術研究。

最後，我們亦感謝中央研究院經濟所歷任所長于宗先、許嘉棟、胡勝正、管中閔、彭信坤及前副院長朱敬一、前經建會薛琦副主委、國科會社科中心賴景昌主任、以及國科會對歷次生產力活動之人力及經費支持。仍需一提的是，在本書之寫作過程中，除了同儕好友提供許多應用例子及相關之資料外，博士生孔維新之電腦實作協助及研究助理石聿立小姐之文稿打字與校正，亦是本書能順利如期完成之重要關鍵。我們誠摯地希望本書能帶給台灣地區對生產力研究及應用有興趣的人士，一本清楚且容易上手的工具書。

黃鏡如、傅祖堽、黃美瑛

謹誌於 民國 97 年 6 月

目錄

chapter 1 前言 1

- 1.1 前言 2
- 1.2 生產力 3
- 1.3 TFP 指數與成長會計帳 5
- 1.4 多產出及多投入之 TFP 指數 13
- 1.5 橫斷面評估 15
- 1.6 總要素生產力變動之分解 17
- 1.7 電腦程式 25
- 1.8 本書之架構 26
- ◆ 名詞解釋 28
- ◆ 主要方程式 29
- ◆ 習題 31

chapter 2 指數法及總要素生產力 35

- 2.1 前言 36
- 2.2 總要素生產力指數之多種衡量方式 37
- 2.3 連鎖(Chain) TFP 指數及其遞移性 49
- 2.4 多邊(Multilateral)TFP 比較 53
- 2.5 利用 TFPIP 程式計算 TFP 指數 58
- 2.6 實際應用例：台灣鐵路公司之生產力 61
- 2.7 實際應用例：台灣公營銀行之生產力 63
- ◆ 名詞解釋 66
- ◆ 主要方程式 67
- ◆ 習題 69

chapter 3 生產經濟 73

- 3.1 前言 74
- 3.2 生產技術 75
- 3.3 多產出且多投入之生產技術 78
- 3.4 生產函數之一些特性 82
- 3.5 生產函數之一般設定 86
- 3.6 距離函數與技術效率 89
- 3.7 麥氏(Malmquist)TFP 指數與距離函數 95
- ◆ 名詞解釋 116
- ◆ 主要方程式 118
- ◆ 習題 121

chapter 4 資料包絡法 125

- 4.1 前言 126
- 4.2 DEA 之基本概念 126
- 4.3 CCR 模式與原始線性規劃 130
- 4.4 CCR 模式與資料包絡法 143
- 4.5 利用 DEAP 程式來計算 DEA 效率值 159
- 4.6 規模經濟與規模效率 166
- 4.7 麥氏(Malmquist)生產力指數之計算 173
- 4.8 實證應用例：台灣銀行業 183
- 4.9 實證應用例：公私立醫院之技術效率比較 184
 - ◆ 名詞解釋 186
 - ◆ 主要方程式 187
 - ◆ 習題 189

chapter 5 邊界迴歸分析 193

- 5.1 前言 194
- 5.2 確定性邊界迴歸估計法 195
- 5.3 隨機邊界迴歸模式 203
- 5.4 利用 FRONTIER 程式估計隨機邊界迴歸式 218
- 5.5 技術效率之估計 222
- 5.6 隨機邊界模式之假設檢定 226
- 5.7 跨期追蹤資料模式(The Panel Data Models) 229
- 5.8 實證應用例：大學畢業生之起薪與市場訊息 241
- 5.9 實證應用例：竹科高科技廠商之生產效率 245
 - ◆ 名詞解釋 249
 - ◆ 主要方程式 250
 - ◆ 習題 252

chapter 6 經濟邊界及經濟效率 255

- 6.1 前言 256
- 6.2 成本邊界及成本效率 256
- 6.3 收入邊界與收入效率 278
- 6.4 利潤邊界與利潤效率 284
- 6.5 實證應用例：台灣生技廠商之技術效率分析 288
- 6.6 實證應用例：台灣地區銀行之技術與分配效率 290
- ◆ 名詞解釋 292
- ◆ 主要方程式 293
- ◆ 習題 295

chapter 7 績效評估之高階應用 299

- 7.1 前言 300
- 7.2 DEA 效率上之外生變數影響 300
- 7.3 SFA 效率上之外生變數影響 314
- 7.4 隨機距離函數 320
- 7.5 超效率(Super-Efficiency) DEA 模式 323
- 7.6 交叉效率 DEA 模式 327
- 7.7 實證應用例：台灣地區大學學院之績效表現 333
- 7.8 實證應用例：農會信用部效率之三階段 DEA 法分析 336
- ◆ 名詞解釋 340
- ◆ 主要方程式 340
- ◆ 習題 342

附 錄 345

索 引 353

第

1

章

前言

1 前言

2 生產力

3 TFP 指數與成長會計帳

■ TFP 指標與 TFP 成長

■ 成長會計帳

■ 台灣製造業之勞動與資本生產力

4 多產出及多投入之 TFP 指數

5 橫斷面評估

6 總要素生產力變動之分解總解

■ 生產邊界與技術效率

■ TFP 成長之分解

■ TFP 與效率之跨國比較與效率

7 電腦程式

8 本書之架構

► 名詞解釋

► 主要方程式

► 習題

1.1 前言

「績效評估」旨在衡量一個決策單位(Decision Making Unit, DMU)之營運表現以及該單位可以改善營運之空間。此決策單位可能是一家私人營利廠商、一間公立非營利機構、或是一個國家。為評估其改善可能性的潛力，一家電腦製造商可能會分析其勞動生產力，此即涉及了衡量每工人每小時可以組裝之電腦數。同樣地，一家醫院可能想探究其提供住院照護之平均成本，期以降低支出在每病患之平均成本。由於一個國家之績效表現可用國民所得(Gross Domestic Product, GDP)來衡量，政策決策者可能希望能評估對某特定產業解除管制，或簽訂一項外貿協定對其GDP成長之潛在影響。綜合而言，績效評估著重於衡量一個決策單位之生產力及其如何有效率地達成其最大潛能。

「生產力」(productivity)不同於「生產」(production)。例如，宏碁電腦公司之生產(量)係指在既定時間(一小時、月或年)內所生產的電腦數目，生產力則在衡量電腦生產數量與工人投入小時數之關係。此外，「效率」(efficiency)不同於「效能」或稱「有效性」(effectiveness)。同上例，宏碁公司之生產效率係指為達到潛在最大生產量，其生產力有待改善的程度；醫院之成本效率則指其能減少每病患成本而達到潛在最小成本之能力。相對地，生產或成本效能，則在衡量能達成某預定規劃生產目標或合理的每病患成本目標之能力。

表 1.1 例示生產、生產力、有效性與效率之區別。每個電腦製造商(DMU)在生產初期會設定它的生產目標，如表 1.1 中第 2 欄；亦即利用其第 1 欄勞工小時數下，所預期生產之電腦數目。而根據目前生產技術，在利用第 1 欄中之勞工投入所能生產的最大產出(即潛在產出)則列在第 3 欄內。在生產期結束後，實際之電腦產出數量則列在第 4 欄內。第 5、6、7 欄分別計算每小時之規劃、潛在與實際生產力，其係將相關產出量除以勞工小時數而得。從第 8 欄之數據可知，A 公司之效能非常高，因其達到了規劃目標之 111%，但由第 9 欄之數據卻顯示，其不具

生產效率，因為其實際生產力僅達潛在生產力之 83%。再以 B 公司來看，它既未能有效地達到規劃目標(僅達 91%)，亦未能有效率地達到潛在最大產出(僅達 80%)；C 公司則 100%地達到規劃之生產目標，但其生產效率仍有許多改善空間，因為它僅達到其潛在產出之 86%。

表 1.1 生產力與效率之說明

決策單位	投入： 勞動小時 (1)	規劃產出： 電腦數 (2)	潛在產出： 電腦數 (3)	實際產出： 電腦數 (4)
A	20	90	120	100
B	25	110	1125	100
C	15	90	105	90

決策單位	規劃 生產力 (5) = $\frac{(2)}{(1)}$	潛在 生產力 (6) = $\frac{(3)}{(1)}$	實際 生產力 (7) = $\frac{(4)}{(1)}$	效能 (8) = $\frac{(7)}{(5)}$	效率 (9) = $\frac{(7)}{(6)}$
A	4.5	6	5	1.11	0.83
B	4.4	5	4	0.91	0.80
C	6.0	7	6	1.00	0.86

本書之目的，旨在透過對一個或一群決策單位之實際生產力、潛在生產力及效率衡量，來進行其績效評估與比較；至於生產規劃及執行效能之評估方面，雖然亦為一個成功之企業所重視，但尚非本書之目的涵蓋範圍。

1.2 生產力

績效評估之研究，源自於對生產力或績效比值之探討，生產力為如下之比值觀念：

$$\text{生產力} = \frac{\text{產出}}{\text{投入}}$$

產出與投入在此均採廣義的定義。例如，電腦廠商之每小時產出，其產出為電腦數目，投入即為生產該產出所需之勞工投入數。在醫院住院醫護成本之例子中，產出為總住院費用，投入則為總住院病患人數；又如在對百貨公司之消費者滿意度績效衡量上，消費者之申訴抱怨件數為產出，消費者人數則為投入。此種僅利用單一產出與單一投入之比值所表示的生產力被稱為「偏生產力」(partial productivity)，因為此種比值並未考慮所有投入與所有產出。一家電腦廠商可能生產多項產出(如：桌上型電腦與筆記型電腦、企業服務、零件)，而利用了多項投入(如：資本、能源、物料、購入之企業服務)。當所有產出項及所有投入項均分別加總，加總後之產出與投入之比值，則可用來衡量聯合生產力，此比值稱為「總要素生產力」(Total Factor Productivity, TFP)，或稱「多要素生產力」(Multifactor Productivity, MFT)。

績效評估可用於進行跨期或不同廠商間之生產力或績效比較。實務上，生產力之觀察值常會以下標方式來表示其不同性質之績效表現。例如：

(1) 跨期生產力(1991年至2006年)：

$$\left(\frac{\text{產出}}{\text{投入}} \right)_t ; t=1991, 1992, \dots, 2006$$

(2) 不同DMU生產力(N個)：

$$\left(\frac{\text{產出}}{\text{投入}} \right)_i ; i=1, 2, \dots, N$$

(3) 不同DMU之跨時生產力：

$$\left(\frac{\text{產出}}{\text{投入}} \right)_{it} ; i=1, 2, \dots, N ; t=1991, 1992, \dots, 2006$$

是故，績效評估可應用於時間數列、橫斷面與縱橫(panel)資料分析。績效評估分析將涉及生產力衡量方法之利用，同時藉由衡量潛在生產力與效率，我們可以研究跨時或不同DMU之生

產力差異原因。在單一同質性產出與投入之例子，生產力衡量即為單純之產出除以投入。在後面之章節中，我們將討論多產出與多投入之生產力衡量，而本章之其他部分將持續地介紹績效評估研究之全貌。

1.3 TFP 指數與成長會計帳

爲了要提供績效評估分析之全貌，我們先假設某家廠商每年均利用單一同質性之投入來生產單一同質性之產出，而其產出及投入定義如下，

Y_t = 第 t 期之產出量

X_t = 第 t 期之投入量

則第 t 期廠商之生產力或總要素生產力(TFP)可定義為如下之產出投入比，

$$TFP(t) = \frac{Y_t}{X_t} \quad [1.1]$$

此時之 TFP 可為偏生產力或總要素生產力。

● 1.3.1 TFP 指標與 TFP 成長

假設有一家廠商連續 7 年進行生產，表 1.2 列出投入產出資料。產出係以百萬元衡量，投入則為勞工人數，而此 DMU 在 2003 年與 2006 年之勞動生產力分別為

$$TFP(2003) = \frac{96}{6} = 16 \text{ 百萬元 / 工人；}$$

$$TFP(2006) = \frac{144}{8} = 18 \text{ 百萬元 / 工人}$$

上述結果顯示，勞動在2006年較2003年有較高之生產力。表1.2之第4欄TFP(t)則列出了此DMU在各時期之總要素生產力，在此例中即代表勞動生產力。

表 1.2 TFP、TFP 指數與 TFP 成長率

年 (t)	Y_t (百萬元\$)	X_t (勞動力)	TFP(t) 百萬元\$/勞動力	TFP 指數 (基期=2003)	TFP 年成長率
2000	60	4	15	0.9375	...
2001	85	5	17	1.0625	0.1333
2002	98	7	14	0.8750	-0.1765
2003	96	6	16	1.0000	0.1429
2004	100	5	20	1.2500	0.2500
2005	126	6	21	1.3125	0.0500
2006	144	8	18	1.1250	-0.1429

有如時間數列之成長計算方式一樣，在兩個不同時間(s與t期)之TFP成長，係定義為兩期TFP之比值，

$$\text{TFP 成長}(s \text{ 期至 } t \text{ 期}) = \frac{\text{TFP}(t)}{\text{TFP}(s)} \quad [1.2]$$

例如：TFP從2003年至2006年之成長為 $1.125(=18/16)$ 。假若我們比較每年之TFP值與2003年之TFP值，則可得到一個稱為總要素生產力指數之數列：

$$\text{TFP 指數} = \frac{\text{TFP}(t)}{\text{TFP}(2003)}, \quad t=2000, 2001, \dots, 2006$$

表1.2之第5欄以2003年為基期年所計算之TFP指數。我們可觀察到，2000年之TFP值為2003年之93.75%，而2005年之TFP值較2003年者高出31.25%。很顯然地，我們亦可利用其他年為基期，來計算另一個TFP指數數列。在本書，符號TFP(s,t)即表示，以第s年為基期年所計算之TFP指數，亦即



$$TFP(s, t) = \frac{TFP(t)}{TFP(s)} \quad 【1.3】$$

在基期年 s 之 TFP 指數值將等於 1，即 $TFP(s, s)=1$ 。在實務上，TFP 指數多會乘以 100，用以表示基期年 TFP 之百分比值。

TFP 指數可進一步用於衡量兩期間之 TFP 成長率，我們可計算某一期間之 TFP 成長率如下：

$$TFP \text{ 成長率} = TFP(s, t) - 1 = \frac{TFP(t)}{TFP(s)} - 1 \quad 【1.4】$$

實務上，我們經常衡量從前期至本期之成長率，例如從 $t-1$ 年至 t 年，我們將此種間隔期之成長率，以下將稱為單期成長率，則單期成長率定義為：

$$\text{第 } t \text{ 年之單期 TFP 成長率} = \frac{TFP(t)}{TFP(t-1)} - 1 \quad 【1.5】$$

表 1.2 之最後 1 欄列出了 TFP 之年成長率，此成長率又稱為簡易 (simple) 或不連續 (discrete) 成長率。例如：年成長率在 2005 年是 $\left(\frac{1.3125}{1.2500}\right) - 1 = 0.05$ ，或可解釋為較 2004 年增加 5%；又如年成長率在 2006 年是 $\left(\frac{1.1250}{1.3125}\right) - 1 = 0.1429$ ，或可解釋為較 2005 年減少 14.29%。

相對地，若將 TFP 指數取自然對數後，則在式【1.5】之單期成長率亦可表示成複合 (compound) 或立即性 (instantaneous) 成長率：

$$\text{複合 (立即) 成長率} = \ln\left(\frac{TFP(t)}{TFP(t-1)}\right) \quad 【1.6】$$

簡易成長率似乎在代數上較易計算，不過在分析上，取對數之複合成長率因其數學處理上之方便性，才是生產力分析上最常被採用的成長率型式。