

## 第四章 研究設計

經濟學中，將「不同投入組合下所能獲得之最大產出」稱為「生產函數」，在現有技術下，任一投入組合所能獲得的產量皆無法超過生產函數所定義的最大產量，此最大可能產量亦可稱之為「生產前緣」(production frontier)。採取生產前緣的觀念來評估效率之方法有很多種，大體上可分為有母數 (parametric) 與無母數 (non-parametric) 兩大類，<sup>16</sup> 其中，無母數之評估方法始於 Farrell (1957) 之研究，資料包絡分析法亦屬於此類。

Fried et al. (2002) 認為 DEA 所估計出來的效率值，受到本身管理上之無效率、外在的環境因素及隨機干擾因素之影響，因此，可能產生管理效率差但處於有利環境下的決策單位 (decision making unit, DMU)，效率值卻高於管理效率佳但處於不利環境的決策單位。為了排除環境因素與隨機干擾因素的影響，Fried et al. (2002) 採取三階段分析法，第一階段使用傳統 DEA 方法，求出廠商原始的技術效率值與各投入項的差額變數 (slack variable)，此階段之效率值尚包含環境因素與隨機干擾因素；第二階段利用隨機性邊界法 (stochastic frontier analysis, SFA) 分析環境因素與隨機干擾因素對於投入差額值的影響方向與程度，並藉此調整原始投入項；<sup>17</sup> 第三階段使用調整後的投入項及原始產出項，重新以 DEA 進行效率評估，此階段所求得之效率值已去除環境因素與隨機干擾因素，單純為管理上之效率值，並以此作為決策單位效率表現之依據。

本文以的三階段 DEA 法作為分析之基礎，第二階段利用 SFA 分解差額值時，環境變數的選取除了考慮外在影響因素外，亦嘗試找尋公司內部之組織或制度面影響因素，最後以原始產出項與調整後之投入項估計有線電視經營者真實的效率值。

---

<sup>16</sup> 有母數之評估方法是指生產函數可以單一明確之函數形式表示。

<sup>17</sup> 調整項目視第一階段為「投入導向」或「產出導向」的效率衡量模式而定。本文為投入導向模式，因此調整項目為投入項。

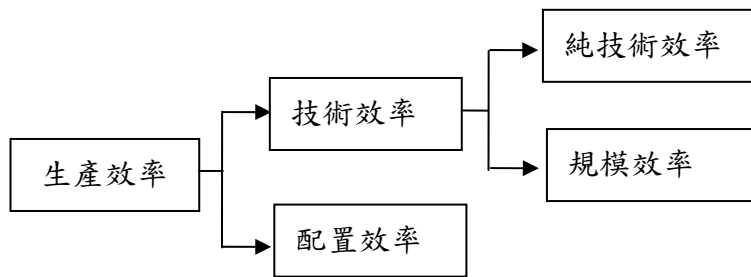
## 第一節 研究方法

### 一、第一階段：DEA 分析

衡量效率與效率前緣 (efficiency frontier) 之觀念首先由 Farrell (1957) 所提出, Farrell 以無母數分析法, 在不限制生產函數之型態下, 採用數學規劃模型, 以極大值或極小值模擬出效率前緣, 並將生產效率分解成「技術效率」(technical efficiency, TE) 與「配置效率」(allocative efficiency, AE)。技術效率是指在固定要素投入下的最大產能; 配置效率則是在給定生產技術與投入要素之相對價格的情況下, 以最適當的投入去生產產品之能力。兩種效率之乘積即為「生產效率」(productive efficiency), 或稱「總效率」(overall efficiency)。

Charnes, Cooper & Rhodes (1978) 以 Farrell (1957) 的效率衡量概念為基礎, 運用比率型式, 將單一投入與單一產出擴大為多投入與多產出, 衡量固定規模報酬(constant return to scale, CRS)下的技術效率。藉由線性規劃(linear programming, LP)的技巧求出生產前緣, 以此計算各個 DMU 之相對效率, 配合對偶定理(dual theory)的應用, 賦予此模型更多具有意義的經濟指標, 此模型又稱為 CCR 模式。

CCR 模式是在固定規模報酬的假設下進行技術效率的估計, 亦即當投入量以等比例增加時, 產出應以等比例增加。然而, 現實中並非所有 DMU 皆在最適的固定規模報酬下進行生產活動, 尤其一個無效率之 DMU, 其無效率之原因可能來自於不同規模報酬之營運, 若能瞭解 DMU 所處之規模報酬特性, 則可提供管理者更多改善效率的資訊。因此, Banker, Charnes & Cooper (1984) 提出 BCC 模式, 引進 Shephard (1970) 的距離函數 (distance function) 之觀念, 放寬生產可能集合之限制, 將生產規模的可變性納入模型之中, 用以衡量變動規模報酬 (variable return to scale, VRS) 下之「純技術效率」(pure technical efficiency, PTE) 與「規模效率」(scale efficiency, SE)。

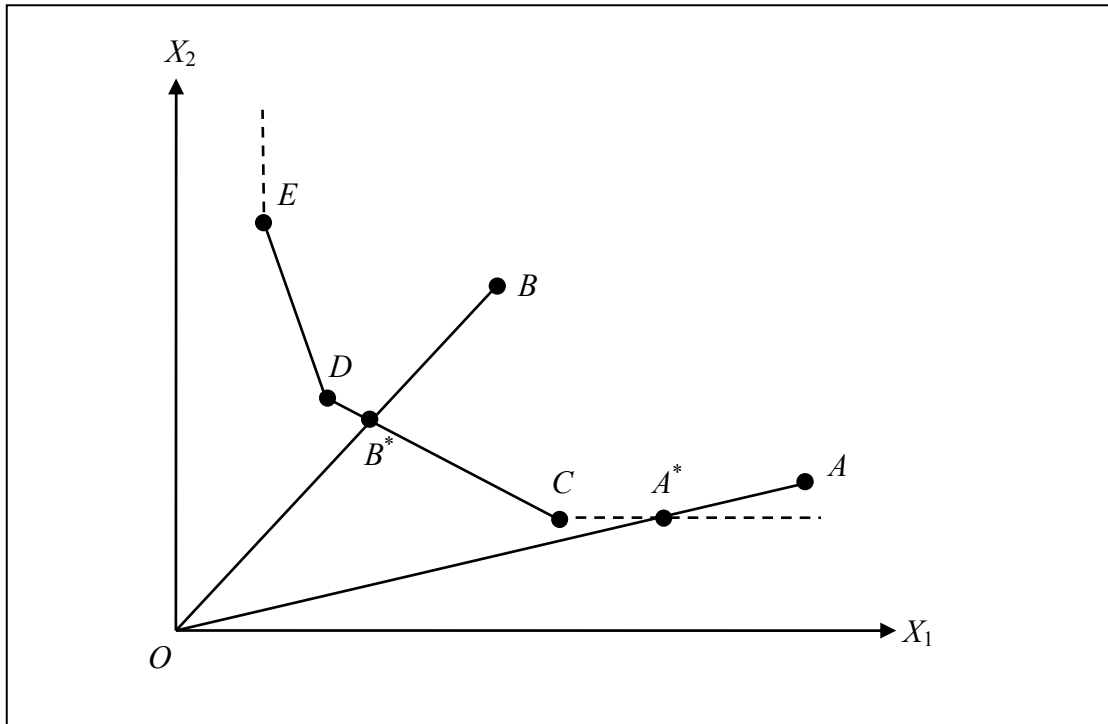


資料來源：本研究繪製。

**圖 4-1：生產效率之分類**

簡而言之，DEA 主要是利用包絡線的技術代替一般個體經濟學中的生產函數，先將所有 DMU 之投入及產出投射於空間之中，再找出其邊界，只要落於邊線上之 DMU，就定義其效率值為 1，代表該投入產出組合相對最有效率；而落於邊線內之 DMU，則稱之為無效率的投入產出組合，並以特定的有效率點為參考基準，給予無效率組合一個介於 0 到 1 的相對效率值。

如圖 4-2 所示，假設有兩項投入  $X_1$ 、 $X_2$  及單一產出  $Y$ ，DMU 為  $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$ 、 $E$ ，且 5 個投入組合產出皆為 1。利用包絡法可推估生產前緣為  $C$ 、 $D$ 、 $E$  之連線，由於產量不會隨投入增加而遞減，因此生產前緣在  $E$  以上為垂直線，在  $C$  以右為水平線。 $C$ 、 $D$ 、 $E$  位於生產前緣上，其相對效率值皆為 1，為相對最有效率的單位； $B$  落在生產前緣之內，表示  $B$  投入過多的  $X_1$  與  $X_2$ ， $B$  的效率參考點為  $C$  與  $D$ ，理論上投入  $B^*$  的組合就能產出 1 單位的  $Y$ ，因此， $B$  的技術效率值為  $OB^*/OB < 1$ ；同理， $A$  的效率參考點為  $C$ ，理論上要產出 1 單位的  $Y$  僅需投入  $A^*$  的要素組合，故  $A$  的技術效率值為  $OA^*/OA < 1$ 。



資料來源：高強等（2003）。

圖 4-2：以生產前緣衡量相對效率

「比率式」是一般衡量生產力時較為直觀之型式，依定義，效率為實際產出除以理論產出，在相對比較時，則是實際產出除以最大可能產出。Charnes et al. (1978) 利用此概念推導在單一投入與單一產出的情形下，效率 =  $k \cdot (\text{產出} / \text{投入})$ ，其中， $k$  為常數。若在多項投入與多項產出的情形下，就必須導入權重 (weight) 的概念，即

$$\text{效率} = \text{產出的加權組合} / \text{投入的加權組合}$$

本文第一階段採用投入導向之 BCC 模式進行效率之估計，假設單位  $j$  ( $j = 1, \dots, n$ ) 使用第  $i$  ( $i = 1, \dots, m$ ) 項的投入量為  $X_{ij}$ ，其第  $r$  ( $r = 1, \dots, s$ ) 項的產出量為  $Y_{ij}$ ，則單位  $k$  的 BCC 投入導向比率型式如下 (高強等，2003)：

$$\begin{aligned}
& \text{Max} \quad \frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{rk} - u_0}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ik}} \\
& \text{s.t} \quad \frac{\sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - u_0}{\sum_{i=1}^m v_i X_{ij}} \leq 1, \quad j = 1, \dots, n \\
& \quad \quad u_r, v_i \geq \varepsilon \geq 0, \quad r = 1, \dots, s, \quad i = 1, \dots, m
\end{aligned} \tag{4-1}$$

其中， $u_r$ 、 $v_i$  分別代表第  $r$  個產出項與第  $i$  個投入項之權重，<sup>18</sup>  $\varepsilon$  為一極小的正值，<sup>19</sup> Charnes et al. (1979) 稱之為「非阿基米德數」(non-archimedean small number)， $u_0$  無正負之限制，代表規模報酬之情況。

式 (4-1) 之效率值是在相同產出水準的條件下，比較資源投入之使用效率，因此稱之為「投入導向效率」(input-based efficiency)。模式中，各因子的權重  $u_r$ 、 $v_i$  是未知的，權重之大小決定於 DMU 的各項投入量與產出量，在估計效率時，必須選定一組權重值，使效率值達到最大，若 DMU 選擇一組對其最有利的權重值後，效率值達到 1，則表示此 DMU 相對最具有效率。此外，BCC 模式與 CCR 模式最大的差別在於規模報酬假設不同，表現在模式裡，即為  $u_0$  的存在，當  $u_0 > 0$  時，表示生產函數為遞增規模報酬 (increasing return to scale, IRS)；反之，當  $u_0 < 0$  時，表示生產函數為遞減規模報酬 (decreasing return to scale, DRS)；若  $u_0 = 0$ ，表示生產函數為固定規模報酬，此時，BCC 模式與 CCR 模式所估計之技術效率值會相同。

由於式 (4-1) 的目標函數為分數線性規劃 (fractional linear programming)，不僅求解不易，亦有無限多組解的情形，<sup>20</sup> 為便於求解，可藉由固定分母之值，

<sup>18</sup> 經由理論基礎及專家的判斷，輔以相關分析，並以 DEA 模式嘗試分析乘數  $u_r$ 、 $v_i$ ，綜合研判，最後留下的投入產出項，其  $u_r$ 、 $v_i$  需滿足大於 0 的條件，以避免某些因子被忽略不計。

<sup>19</sup>  $\varepsilon$  必須大於電腦精確度，否則無意義，通常設定為  $10^{-4}$  或  $10^{-6}$ 。

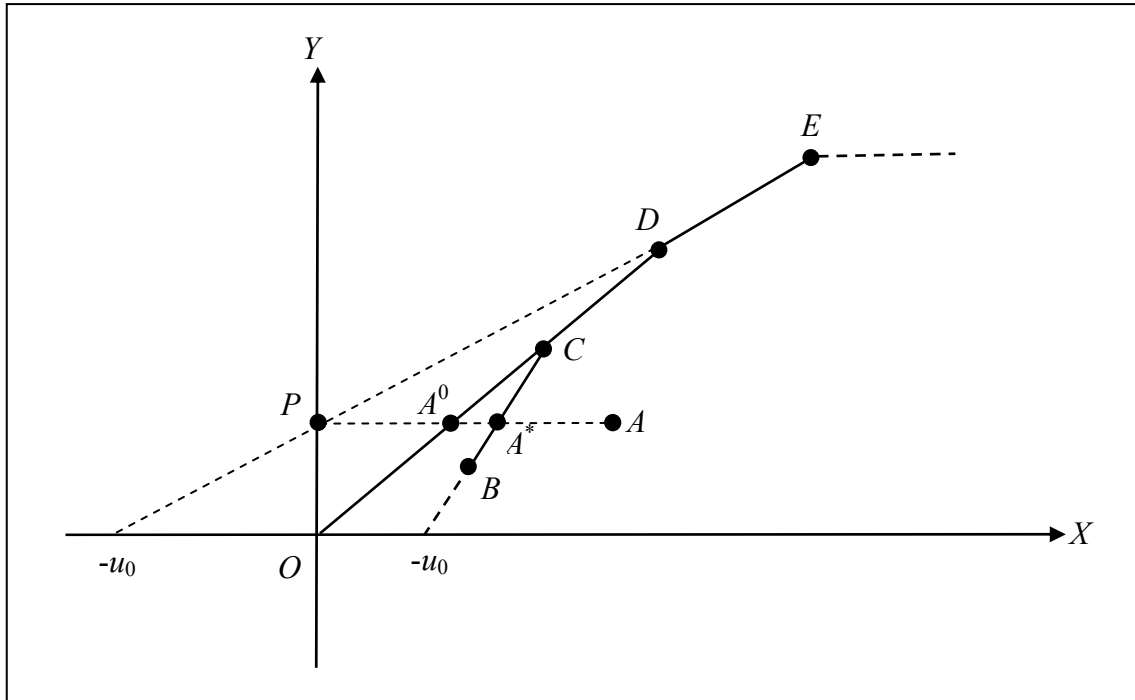
<sup>20</sup> 若  $(u^*, v^*)$  為其中一組解，則  $(\alpha u^*, \alpha v^*)$  必定會是另一組解。

予以轉換成線性規劃之模式，故式 (4-1) 可改寫為以下之線性規劃形式：

$$\begin{aligned}
 \text{Max} \quad & \sum_{r=1}^s u_r Y_{rk} - u_0 \\
 \text{s.t.} \quad & \sum_{i=1}^m v_i X_{ik} = 1 \\
 & \sum_{r=1}^s u_r Y_{rj} - \sum_{i=1}^m v_i X_{ij} - u_0 \leq 0, \quad j=1, \dots, n \\
 & u_r, v_i \geq 0, \quad r=1, \dots, s, \quad i=1, \dots, m
 \end{aligned} \tag{4-2}$$

式 (4-1) 與式 (4-2) 之最佳目標函數值相同，由於式 (4-1) 可能為多解的情形，因此兩模式之最佳權數解不一定相同，但可以確定式 (4-1) 的解  $(u^*, v^*)$  與式 (4-2) 的解  $(u^{**}, v^{**})$  存在  $(u^*, v^*) = (\alpha u^{**}, \alpha v^{**})$  的關係，其中  $\alpha$  為一常數。

BCC 模式可將 CCR 模式所計算之技術效率分解為純技術效率與規模效率，如圖 4-3 所示，假設  $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$ 、 $E$  為以單一投入  $X$  生產單一產出  $Y$  之 DMU，若以 CCR 模式評估，固定規模報酬的生產前緣為  $OCDE$ ，則  $A$  之技術效率 (TE) 為  $PA^0 / PA$ ；若以 BCC 模式評估，將固定規模的假設去除，則生產前緣為一拗折之線段  $BCDE$ ，此時  $A$  之效率值為  $PA^* / PA$ ，學者稱此效率為純技術效率 (PTE)，而  $PA^0 / PA^*$  為規模效率 (SE)，故技術效率為純技術效率與規模效率之乘積，亦即  $SE = TE / PTE$ ，且  $0 \leq SE \leq 1$ 。當生產前緣處於固定規模報酬階段 ( $C$ - $D$  線段)，則  $TE = PTE$ ，亦即  $SE = 1$ ，代表 DMU 具有規模效率；當生產前緣處於遞增 ( $B$ - $C$  線段) 或遞減 ( $D$ - $E$  線段) 規模報酬階段，則  $TE < PTE$ ，亦即  $SE < 1$ ，代表 DMU 未達到最適生產規模，因而產生無效率的情形。



資料來源：高強等（2003）。

圖 4-3：固定規模報酬與變動規模報酬下之相對效率

式 (4-2) 之  $u_0$  項表現在圖 4-3 裡相當於截距的概念，允許生產函數不必通過原點，而  $-u_0$  即為  $X$  軸之截距。當  $u_0 = 0$ ，表示所對應之生產前緣屬於「固定規模報酬」，如  $C-D$  線段；當  $-u_0$  為正值（即  $u_0 < 0$ ），表示所對應之生產前緣屬於「遞增規模報酬」，如  $B-C$  線段；當  $-u_0$  為負值（即  $u_0 > 0$ ），表示所對應之生產前緣屬於「遞減規模報酬」，如  $D-E$  線段。前述兩種不同規模之交界點，如  $C$ 、 $D$  兩點，可能歸屬於任一類型之規模報酬，因此，不能單純以  $u_0$  之正負即斷定其所屬之規模報酬，必須加入非遞減規模報酬（non-increasing return to scale, NIRS）的假設條件，才能判斷 DMU 處於遞增或遞減之規模報酬。<sup>21</sup>

任何一個線性規劃問題均存在一個對偶問題，兩者除了最佳目標函數值相同之外，亦存在許多相似的特性。為能增加解釋上的資訊與導入差額變數，可將式 (4-2) 轉化為對偶型式：<sup>22</sup>

<sup>21</sup> 若  $TE_{NIRS} = PTE$ ，則 DMU 之無效率是因遞減規模報酬所致；若  $TE_{NIRS} \neq PTE$ ，則 DMU 之無效率是因遞增規模報酬所致。

<sup>22</sup> 式 (4-3) 可減少不必要之計算量，詳見 Boussofiane et al. (1991) 之文章。

$$\begin{aligned}
\text{Min} \quad & \theta - \varepsilon \left( \sum_{i=1}^m s_i^- + \sum_{r=1}^s s_r^+ \right) \\
\text{s.t} \quad & \sum_{j=1}^n \lambda_j X_{ij} - \theta X_{ik} + s_i^- = 0, \quad i = 1, \dots, m \\
& \sum_{j=1}^n \lambda_j Y_{rj} - s_r^+ = Y_{rk}, \quad r = 1, \dots, s \\
& \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1 \\
& \lambda_j, s_i^-, s_r^+ \geq 0, \quad j = 1, \dots, n, \quad i = 1, \dots, m, \quad r = 1, \dots, s
\end{aligned} \tag{4-3}$$

其中， $s_i^-$ 、 $s_r^+$  分別為投入與產出的差額變數， $\theta$  代表 DMU 之效率值， $\lambda$  則是賦予各個 DMU 之權重。

在估計單位  $k$  之效率時， $\lambda_j^* \neq 0$  所對應之 DMU，可視為單位  $k$  之參考對象。DMU 相對最有效率之充要條件是  $\theta^* = 1$  且  $s_i^{-*} = s_r^{+*} = 0$ ，代表 DMU 位於生產前緣上；由於  $s_i^-$  與  $s_r^+$  代表可以自由處置的量，在投入導向模式中，表示放棄  $s_i^-$  的投入，仍能維持相同的產出水準，在產出導向模式中，表示相同投入水準下，可增加  $s_r^+$  的產出，因此即使  $\theta^* = 1$ ，只要  $s_i^{-*}$  與  $s_r^{+*}$  不全為 0，該 DMU 就非最有效率之單位，如圖 4-2 中的  $A^*$ ， $\theta^* = 1$  但  $s_i^{-*} > 0$ ，表示  $A^*$  尚有改善的空間。

式 (4-3) 可計算 DMU 之純技術效率，亦能透過差額變數瞭解 DMU 尚有多少改善空間，此分析稱為「差額變數分析」(slack variable analysis)。對於一個無效率之決策單位  $k$ ，其投入與產出為  $(X_{ik}, Y_{rk})$ ，若式 (4.3) 之最適解為  $(\theta^*, s_i^{-*}, s_r^{+*}, \lambda_1^*, \lambda_2^*, \dots, \lambda_n^*)$ ，則  $(X_{ik}, Y_{rk})$  在生產前緣之投影為  $(\sum_{j=1}^n \lambda_j^* X_{ij}, \sum_{j=1}^n \lambda_j^* Y_{rj})$ ，由限制式可知  $\sum_{j=1}^n \lambda_j^* X_{ij} = \theta^* X_{ik} - s_i^{-*}$  且  $\sum_{j=1}^n \lambda_j^* Y_{rj} = Y_{rk} + s_r^{+*}$ ，欲達到有效率，應以生產前緣上之投入產出組合為目標，因此，決策單位  $k$  之改善方向為減少  $\Delta X_{ik}$  的投入，增加  $\Delta Y_{rk}$  的產出：



$$\Delta X_{ik} = X_{ik} - (\theta^* X_{ik} - s_i^{-*}), \quad i = 1, \dots, m$$

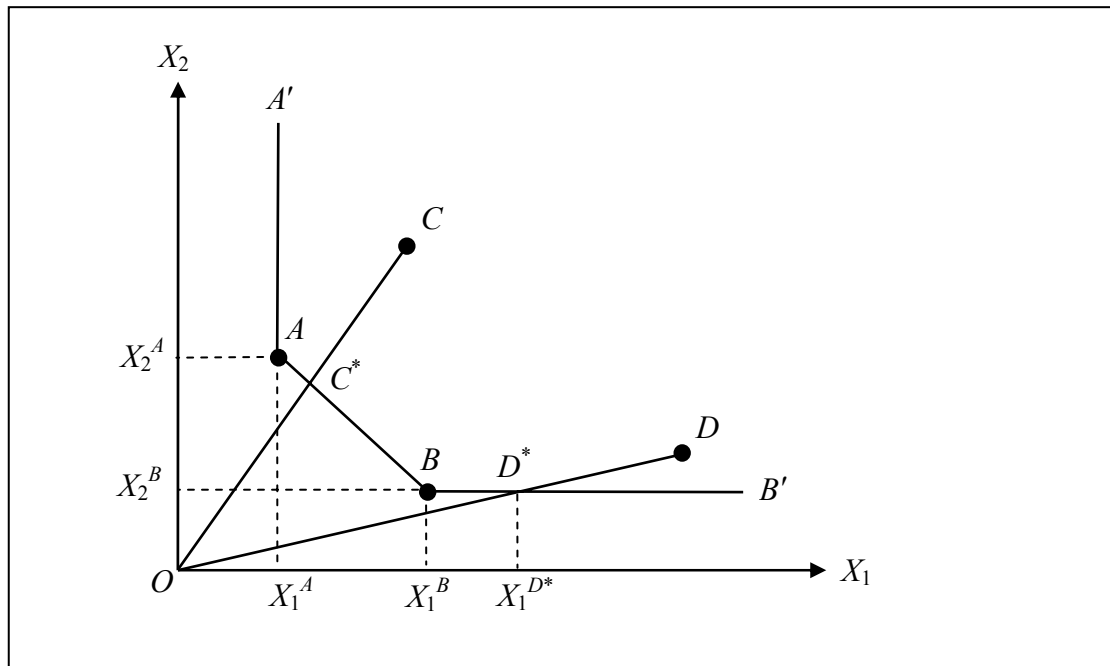
$$\Delta Y_{rk} = (Y_{rk} + s_r^{+*}) - Y_{rk}, \quad r = 1, \dots, s \quad (4-4)$$

## 二、第二階段：分離環境因素與隨機干擾因素

第二階段主要在分離管理無效率、環境因素與隨機干擾因素對於差額值的影響效果，以投入差額值為被解釋變數，解釋變數為各種環境變數，利用 SFA 迴歸分析法求出不同環境因素對於差額值之影響，並利用 SFA 模型之特性，將殘差項分解為管理無效率及隨機干擾項兩部分，藉此調整原始投入項，以排除環境因素及隨機干擾因素對於效率估計之影響。

首先，必須先釐清「差額值」的定義，差額值是 DMU 之實際投入（或產出）與最有效率下投入（或產出）的差距數量，根據 Fried et al. (1999) 之文章，差額值應為總投入差額值（total input slacks），包含射線投入差額值（radial input slacks）及非射線投入差額值（non-radial input slacks）。

如圖 4-4 所示，假設 DMU 使用兩項投入  $X_1$ 、 $X_2$  及單一產出  $Y$ ，且  $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$  為生產 1 單位  $Y$  之投入組合，生產前緣為一拗折曲線  $A'ABB'$ ， $A$ 、 $B$  位於生產前緣上，技術效率值為 1，而  $C$ 、 $D$  位於生產前緣之內，技術效率值分別為  $OC^*/OC$  與  $OD^*/OD$ ，其效率值皆小於 1。無效率之 DMU 可以根據當前之技術效率來調整投入量，以達到有效率的狀態，故將無技術效率值乘以要素投入量即為「射線投入差額」，以  $D$  為例，射線投入差額值為  $(1-TE^D) \cdot X^D$ ，其中  $TE^D$  為  $D$  之技術效率值， $X^D$  為  $D$  之要素投入量；而  $C$  之射線投入差額值為  $(1-TE^C) \cdot X^C$ ，其中， $TE^C$  為  $C$  之技術效率值， $X^C$  為  $C$  之要素投入量。



資料來源：Fried, Schmidt & Yaisawarng (1999)。

圖 4-4：射線與非射線之投入差額

此外，由於 DEA 法是以直線段來表示等產量曲線，因此生產前緣邊界會產生平行於兩軸的情形， $D^*$  位在平行於橫軸之生產前緣上， $D^*$  與  $B$  具有相同的產出水準，但  $D^*$  卻比  $B$  投入更多的  $X_1$ ，所以  $D^*$  並非相對最有效率之 DMU，因此  $D$  除了射線投入差額外，尚存在  $X_1^{D^*} - X_1^B$  的差額，稱為「非射線投入差額」，而  $C$  則不存在非射線投入差額。

由上述分析可知，總投入差額值為射線投入差額值及非射線投入差額值之總和，若投入組合位於平行於兩軸之生產前緣上，則總投入差額值亦不為 0。釐清差額值之定義後，在設定 SFA 模型時，尚須考慮兩個問題：

- (1) 每個投入項或產出項皆會產生一組差額值，當 DEA 模型中存在  $m$  項投入及  $s$  項產出時，SFA 模型中的被解釋變數應為  $m + s$  個差額值，或是  $m$  個投入差額值。據 Fried et al. (2002) 所述，由於模型為投入導向，因此選擇  $n$  個投入差額值作為被解釋變數。
- (2) 以 SFA 估計迴歸參數時，一組投入差額就設定一條迴歸式，將  $m$  條迴歸

式分開估計，或是結合  $m$  組投入差額，僅以一條迴歸式進行估計。分開估計的優點在於可以瞭解環境變數對於不同投入差額的個別影響，以一條迴歸式估計則能保有較大的自由度，提高估計的統計效率。Fried et al. (2002) 認為，瞭解個別影響比保有自由度重要，因此本文設定 SFA 模型時，將採取分開估計  $m$  條迴歸式的方式進行分析。

假設有  $n$  個 DMU， $m$  個投入項，被解釋變數為投入差額 ( $S_{ij}$ )，解釋變數為環境變數 ( $Z_j$ )，SFA 模型設定如下：<sup>23</sup>

$$S_{ij} = f^i(z_j; \beta^i) + v_{ij} + u_{ij}, \quad i = 1, \dots, m \quad j = 1, \dots, n \quad (4-5)$$

其中， $S_{ij}$  為第  $j$  家廠商的第  $i$  個投入項之差額值，故  $S_{ij} \geq 0$ ， $f^i(z_j; \beta^i)$  為確定可能差額邊界 (deterministic feasible slack frontiers)，殘差項為  $(v_{ij} + u_{ij})$ ， $v_{ij}$  為隨機干擾項，假設  $v_{ij} \sim N(0, \sigma_{vi}^2)$ ， $u_{ij}$  為管理無效率，假設  $u_{ij} \geq 0$  且  $u_{ij} \sim N^+(\mu^i, \sigma_{ui}^2)$ ，運用最大概似法 (maximum likelihood technique) 估計  $(\beta^i, \sigma_{vi}^2, \mu^i, \sigma_{ui}^2)$  等參數，並對  $u_{ij}$  進行檢定。Fried et al. (2002) 認為，若參數  $u_{ij}$  之估計結果不顯著異於 0，則表示管理無效率並不顯著影響該項投入差額值，在進行第二階段估計環境變數對該項投入差額值的影響時，應以 Tobit 模型取代 SFA 模型進行係數之估計，但此時由於 Tobit 模型之限制，無法分辨殘差項之來源，故僅能排除環境因素對於差額值之影響，而無法考慮隨機干擾項之影響。

分析完環境變數與隨機干擾項對總差額之影響，接著利用迴歸分析的結果調整原始投入項，使每個 DMU 回歸於相同的環境與運氣下進行生產。調整投入項的方式有兩種，第一種方式是針對環境較差或與運氣較差之 DMU，減少其投入以作為調整，另一種方式則是針對環境較差或與運氣較差之 DMU，增加其投入

<sup>23</sup> 與隨機成本邊界 (stochastic cost frontier) 模型一致，主要原因為總投入差額可視為成本的概念，即總投入差額愈多，表示 DMU 使用之成本愈多，整體表現愈無效率。

以作為調整。Fried et al.(2002)認為第一種方式可能會產生環境極端不利的 DMU 調整後之投入項為負值的情形，因此，本研究採取第二種方式，視 DMU 之經營環境與運氣情況，增加其之投入量，調整方式如下：<sup>24</sup>

$$X_{ij}^A = X_{ij} + \left[ \max_j \{Z'_j \hat{\beta}\} - Z'_j \hat{\beta} \right] + \left[ \max_j \{\hat{v}_{ij}\} - \hat{v}_{ij} \right]$$

$$i = 1, \dots, m, \quad j = 1, \dots, n \quad (4-6)$$

其中， $X_{ij}^A$  代表第  $j$  個 DMU 之第  $i$  個投入項調整後的資料， $X_{ij}$  代表第  $j$  個 DMU 之第  $i$  個投入項之原始資料， $\left[ \max_j \{Z'_j \hat{\beta}\} - Z'_j \hat{\beta} \right]$  為增加處於有利環境之 DMU 的投入，將 DMU 調整於相同環境， $\left[ \max_j \{\hat{v}_{ij}\} - \hat{v}_{ij} \right]$  為增加運氣好之 DMU 的投入，將統計上的隨機干擾影響調整為一致。

式 (4-6) 中，欲估計  $v_{ij}$ ，必須先分離殘差項中統計干擾項與管理無效率，分離方法是應用 Jondrow et al.(1982) 所提出之截斷型常態模型 (truncated normal model)，給定  $v_{ij} + u_{ij}$  的條件下，先以  $\hat{E}[u_{ij} | v_{ij} + u_{ij}]$  作為  $u_{ij}$  之估計量，接著再進一步推估統計干擾項之估計量：

$$\hat{E}[v_{ij} | v_{ij} + u_{ij}] = S_{ij} - z_j \hat{\beta}^i - \hat{E}[u_{ij} | v_{ij} + u_{ij}]$$

$$i = 1, \dots, m \quad j = 1, \dots, n \quad (4-7)$$

其中， $\hat{E}[u_{ij} | v_{ij} + u_{ij}]$  是根據  $(\beta^i, \sigma_{vi}^2, \mu^i, \sigma_{ui}^2)$  所估計出來的，<sup>25</sup> 而  $\hat{E}[v_{ij} | v_{ij} + u_{ij}]$  即為  $v_{ij}$  之估計量。

<sup>24</sup> 若以 Tobit 模型進行估計，則調整公式為  $X_{ij}^A = X_{ij} + \left[ \max_j \{Z'_j \hat{\beta}\} - Z'_j \hat{\beta} \right]$ ， $i = 1, \dots, m$ ， $j = 1, \dots, n$ ，僅針對環境因素之影響進行調整。

<sup>25</sup>  $\hat{E}[u_{ij} | v_{ij} + u_{ij}] = \frac{\sigma \lambda}{1 + \lambda^2} \times \left[ \frac{f\left(\frac{\varepsilon \lambda + \mu}{\sigma} + \frac{\mu}{\sigma \lambda}\right)}{1 - F\left(\frac{\varepsilon \lambda + \mu}{\sigma} + \frac{\mu}{\sigma \lambda}\right)} - \left(\frac{\varepsilon \lambda + \mu}{\sigma} + \frac{\mu}{\sigma \lambda}\right) \right]$ ，其中， $F$  代表標準常態分配之累積密度函數， $\lambda = \sigma_{vi} / \sigma_{ui}$ ， $\sigma^2 = \sigma_{vi}^2 + \sigma_{ui}^2$ ， $\varepsilon = v - u$ ，詳見 Jondrow et al. (1982) 之文章。

### 三、第三階段：估計純管理效率

將調整後的投入資料與原始產出資料，重新進行第一階段之 DEA 程序，估計 DMU 之技術效率、純技術效率及規模效率，此階段所得之效率值，已去除環境因素及隨機干擾因素之影響，可反映出 DMU 管理上之真實效率值。

### 四、DEA 之限制

相較於其他評估效率的方法，DEA 所應用的範圍較廣，也較適用於一般的效率評估問題，但使用 DEA 時，必須注意以下的限制：

- (一) DEA 為相對性的效率評估，並非絕對效率，因此 DEA 所評估出效率為 1 之 DMU，未必真正具有完全效率，僅意謂其相對最具有效率。
- (二) DEA 在實際應用時，投入產出變數的選擇，會直接影響最後評估的結果，若選擇不當，將會使評估之效率產生偏誤。
- (三) DEA 對於資料數據極為敏感，尤其容易受離群值 (outlier) 的影響，離群值將使 DEA 分析結果因樣本間變異量太大而產生顯著的改變，因此，必要時需將離群值加以剔除。此外，欲評估之資料必須要求正確無誤，才能確保估計之精確性。
- (四) DMU 之間必須具有「同質性」，估計出的效率值才有比較的意義，結果的解釋所受的限制也會比較小。而 DMU 個數愈多，愈能模擬出真正的生產前緣，但同時也愈有可能造成 DMU 之間同質性降低，影響效率的比較。
- (五) 當 DEA 模式中包含大量的變數，可能產生許多 DMU 效率值皆為 1 的情況，原因在於 DEA 賦予各 DMU 權數選擇上的自由，若 DMU 在某一投入項或產出項表現特別突出，則可能將權數全部分配在該投入或產出上，使其成為有效率之單位，因而造成評估上的偏誤，故估計結果若效率為 1 之 DMU 過多，則必須考慮刪除某些極端樣本，以求得更精確之分析。

## 第二節 資料敘述與變數說明

### 一、資料來源

本研究以台灣地區有線電視產業為對象，研究期間自 2004 年至 2006 年，依據 NCC 於 2007 年 5 月 30 日所公布之「有線廣播電視系統業者名單」，共計 62 家系統經營者，財務資料取自於證券暨期貨市場發展基金會（證基會）揭露於公開資訊觀測站之各公司財務報告書與年報，輔以台灣經濟新報資料庫（TEJ），以及 NCC 所提供之資料，<sup>26</sup> 財務資料屬於損益表者，觀測數據為全年金額，金額以千元為單位，董事會及股權資料則以年報上刊載之數據為準；收視戶資料為有線電視系統依規定向 NCC 所提報之數據；人口資料則取自於內政部統計資訊服務網之內政統計月報，以年底資料為基準。其中，聯禾有線電視於 2006 年 10 月 27 日不繼續公開發行，因此該公司只以 2004 與 2005 兩年之資料作為研究樣本，故本文研究樣本為 185 個。

### 二、產出與投入變數之說明

本文採取「投入導向」之三階段 DEA 模式，選擇單一產出項「營業收入淨額」，並參考 Noam（1985）之分類將投入項分為節目、資本及勞動三大類，分別以「節目版權成本」、「資產成本」及「勞動成本」作為主要的投入項，由於研究期間僅包含三年，且文獻中對於調整各投入項與產出項所使用之物價指數並未有客觀一致之標準，因此本文對於投入及產出資料不作任何物價調整之動作，以下分別對各項變數之範圍作進一步地定義與說明。

#### （一）產出變數

##### 1. 營業收入淨額

<sup>26</sup> 大豐、天外天、信和、吉元、三大、雙子星等 6 家有線電視公司由於財務報告書內容並未詳列營業成本細目，因此，該 6 間公司之節目版權成本為 NCC 所提供之版權資料。

有線電視公司的業務包含節目收視服務、頻道租賃服務及廣告服務等，雖然基本頻道收視費是目前公司最主要收入來源（占總營業收入的85%以上），但隨著近幾年電視購物的盛行，頻道租賃服務愈來愈受到重視，且隨著政府分級付費目標的推行，付費頻道收入所占比重也將愈來愈大，為完整考量公司每項業務的重要性，本文遂以營業收入淨額作為主要產出項，營業收入包含基本頻道收入、付費頻道收入、訂戶安裝與維修收入、廣告收入、器材銷售收入、頻道出租收入、電路出租收入及其他收入等，扣除銷貨退回及折讓，即為本文使用之產出項。

## （二）投入變數

### 1. 節目版權成本

節目成本為有線電視公司經營上最重要的支出(占營業成本的50%以上)，因此將其獨立為一項投入要素。節目的來源通常可分為自製與外購，但自製節目所占比重很小，目前系統台仍以向頻道商外購節目為主，加上自製節目成本主要為薪資的支付與設備之租金，為避免與其他要素投入重複計算，本文僅以節目版權成本，作為衡量節目成本之依據。

### 2. 資產成本

站在經濟學的觀點，資本為重要投入要素之一，除了無形資產外，有線電視產業在固定資產設備的投入占有很大的比重，主要包含房屋及建築、網路設備、運輸設備、辦公設備及其他設備等，由於估算成本時必須為流量的概念才能符合每期投入的意義，因此本文以資產每年所產生之成本作為資產成本衡量之依據，包含折舊費用、攤提費用、租金支出及修繕費用。<sup>27</sup> 公司於購買固

---

<sup>27</sup> 理論上，租金支出應包含營業成本之租金與營業費用之租金，由於各公司並未完整列出營業成本之租金，加上租金支出占資產成本之比例不大，因此本文僅以營業費用之租金（即推銷、管理及總務所產生之租金費用）作為衡量租金支出之依據。

定資產時，必須在使用年限內提列折舊費用，有線電視公司所提列之折舊費用除了上述固定資產外，亦包含出租資產之折舊費用；<sup>28</sup> 攤提費用則為無形資產或租賃改良物所提列之費用；除了折舊與攤提費用外，本文認為租賃設備之租金支出與維持設備正常運作所需付出之修繕費用皆應納入資產成本，才能使資產要素投入之估算更為完整。

### 3. 勞動成本

勞動為另一項重要的投入要素，有線電視公司的運作，舉凡安裝、維修、節目製作與播映，皆須運用許多人力。文獻中，常以員工數或薪資費用代表勞動要素之投入，由於本文其他投入變數皆以貨幣為計量單位，為求一致性，因此採用「用人費用」作為勞動投入成本之依據，而用人費用範圍，包含員工薪資、勞健保費用、退休金費用，以及交通補貼、伙食費、職工福利等其他用人費用，本文將雇用人力可能產生之所有花費皆納入勞動成本，以確保勞動要素投入之估算之完整性。

#### (三) 投入、產出變數資料分析與相關性檢定

由表 4-1 可發現，產出面隨著有線電視普及率的提高，系統經營者之淨營業收入有逐年增加的現象，且大廠商與小廠商營收差距相當大，於 2005 年達到最大（約相差 191 萬）；成本方面，節目版權成本為廠商最主要的支出，其次為資產成本。以 Kruskal-Wallis 檢定法檢測各年度之要素投入狀況，發現節目投入、資產投入及勞動投入之卡方值分別為 0.310、0.096 及 0.082，在 5% 的顯著水準下，各年度之投入量並無顯著差異，顯示三項投入於研究期間並無顯著增加或減少之趨勢，隱含研究期間要素成本入受物價波動之影響可能不大。

---

<sup>28</sup> 出租資產包含以營業方式租予他人之數位機上盒。



表 4-1：各年度投入產出變數之敘述統計表

單位：千元

年度	變數	平均值	標準差	最小值	最大值
2004	營業收入淨額	493,263.0	302,182.8	32,791	1,802,110
(62)	節目版權成本	161,845.7	118,942.2	19,200	729,926
	資產成本	98,797.2	72,506.9	15,785	476,973
	勞動成本	62,642.6	32,597.8	12,518	155,631
2005	營業收入淨額	524,265.6	321,812.7	20,557	1,929,348
(62)	節目版權成本	170,083.5	124,590.8	20,160	753,481
	資產成本	99,582.3	64,414.7	17,951	351,539
	勞動成本	61,407.0	32,554.7	14,648	179,977
2006	營業收入淨額	540,335.1	338,909.0	40,732	1,992,281
(61)	節目版權成本	168,692.6	114,046.7	20,160	634,338
	資產成本	98,481.0	66,966.8	15,774	365,603
	勞動成本	61,024.6	31,902.6	16,872	170,502

註：括弧內數字為當年度之樣本數。

資料來源：公開資訊觀測站，本研究彙整。

DEA 效率評估基礎是建立在正確且具代表性的投入產出資料上，若選擇不適當的投入產出項，將會扭曲效率評估之結果，一般而言，具代表性之投入項與產出項要能解釋各個要素對效率的影響，且資料必須符合擴張性 (isotonicity)，亦即投入數量增加時，產出數量不得減少，因此，本研究利用 Spearman 等級相關係數檢測投入項與產出項之相關程度。由表 4-2 可發現，各項投入與產出變數的相關係數皆在 79% 以上，且在 1% 的顯著水準下，皆呈現顯著的正相關，符合 DEA 模式擴張性之要求。

表 4-2：產出與投入變數相關表

變數	節目版權成本	資產成本	勞動成本
營業收入淨額	0.96***	0.79***	0.84***

註：\*\*\*代表在  $\alpha=1\%$  時具統計顯著性。

### 三、環境變數之說明

Fried et al. (2002) 認為廠商在營運上會受到某些外在環境因素（如：經營環境、市場結構、...）的影響，而這些因素是廠商所無法控制的。然而，本文認為系統經營者在經營上，除了受到外在不可控制之環境因素的影響外，公司內部的組織與制度面因素亦會影響經營效率，而這些組織變數對於經營者而言，有時也難以完全掌控。因此，本文第二階段解釋變數之選擇，將選取「人口密度」、「市場結構」兩項外在環境變數，以及「集團化」、「董事會規模」、「員工分紅政策」、「集權程度」等四項內部組織變數，以下分別對各項變數作進一步地說明。

#### （一）外在環境變數

##### 1. 人口密度

有線電視產業之經營，需鋪設大量的傳輸設備與網路設備，而台灣人口分佈不均，<sup>29</sup> 假設面對相同數目的收視戶，系統業者若處於人口密集度高的環境中，對於提供服務所需付出的纜線鋪設與維修等成本可能會比較低；反之，處於人口分散區域之系統業者，則必須投入較多的資源來服務分散於各處的收視戶。系統業者所處之地域環境並非本身所能改變，且無法透過生產決策解決先天上經營環境之劣勢，因此，本文選擇業者經營區之人口密度作為環境變數，以去除先天地域環境對要素投入的影響。

##### 2. 市場結構

國內有線電視產業結構逐漸朝向一區一家的市場型態，理論學家認為當市場結構為不完全競爭市場時，廠商進行生產將以私人邊際利益，而非社會邊際利益為考量，因而造成產品品質的扭曲 (Spence, 1980)。Crawford & Shum (2007)

<sup>29</sup> 根據內政部統計，2007年年底台灣人口密度為每平方公里 634 人，台北市與高雄市每平方公里分別為 9,673 人與 9,899 人，而花蓮縣與台東縣每平方公里分別只有 74 人與 66 人。

以有線電視產業為對象，發現獨占廠商相較於經營區具有競爭對手之廠商，服務品質將會降低 11.1%到 44.7%。Li (2004) 實證也發現，市場競爭程度與廠商服務績效有顯著正相關。為排除外部市場結構對於經營效率的影響，本文以虛擬變數 1 表示獨占，0 表示經營區存在兩家系統業者，檢測市場結構對於要素投入之影響。

## (二) 內部組織變數

### 1. 集團化

集團化往往是為了達成各子公司間資源的互賴、財務上的相互支援與人力、技術上的分享，台灣多數系統業者具有集團背景，由於目前有線電視產業正朝向數位化的目標，開發新技術需要投入相當大的資金與人力，資源的分享顯得格外重要，且大規模的研發較具規模經濟，因此，有集團背景的業者能以較低成本分享開發之成果，但其投入成本改變的原因是來自於集團化的結果，並非經營管理上之有效率所造成，故本文將集團化視為組織變數之一，以虛擬變數 1 表示系統業者具有集團背景，0 表示獨立系統業者，以此觀察集團化對於要素投入之影響。

### 2. 董事會規模

董事會包含內部董事與獨立董事，<sup>30</sup> 由於獨立董事主要扮演監督的角色，審核公司取得或處分資產等重大財務業務行為之處理程序，以維護股東權益，但對於公司一般業務之決策，並不多加干預，故本文僅以內部董事人數衡量董事會規模之大小。學者們對於董事會規模與經營績效的關係有不同的看法，Banco (1973) 認為董事會規模大可透過集思廣益的方式提高決策品質；Jensen

---

<sup>30</sup> 台灣有線電視公司設置獨立董事的情形並不普遍，僅大豐、東台、洄瀾及澎湖有線有設置 1 至 2 名獨立董事。

(1993)則認為董事會人數過多會造成溝通協調之困難，反而會降低決策效率；黃崇輝(2004)、陳冠仲(2005)實證卻發現董事會規模與長期經營績效間並無顯著相關。董事會規模並非系統業者生產時所能輕易改變之變數，卻可能影響整體運作之效率，董事會若不是處於最佳的規模，亦可能會使公司付出額外的時間成本，降低決策之效率性，因此，本文於考量內部組織變數時，加入董事會人數，藉此檢視董事會規模對於資源投入之影響。

### 3. 員工分紅政策

員工分紅制度是一種激勵性的薪資契約，讓員工分享個人努力所創造的價值，使員工自動調整努力之投入，以追求自己與公司價值之極大化。Brickley, Smith & Zimmerman (2001)以委託代理模型(principal-agent model)說明當薪資報酬包含一部份的確定薪資與一部份的激勵性報酬時，若激勵性薪資報酬占總薪資的比例提高，將有助於讓員工增加本身努力之投入，亦即激勵性報酬有助於員工生產力之提升，進而提高經營效率。由於當年度是否能發放員工分紅需視前一年度之盈餘表現，且員工分紅政策之決議須經過股東會開會通過，在經營權與所有權分離之下，公司經營者並無法完全掌握分紅政策之執行，本文以虛擬變數1表示當年度公司有發放員工紅利，0表示當年度並無員工紅利之發放，藉此檢視員工分紅政策帶來之影響。

### 4. 集權程度

Brickley et al. (2001)認為，決策權力愈分散的公司，愈能利用地方經理所擁有的資訊，降低上層經理進行決策所需付出的時間成本，而決策權的分散也能吸引有能力的人進入公司，提高經營效率。但決策權力分散亦會產生成本，如權力愈分散，代理問題愈嚴重，需付出的監督成本也愈多，此外，多人擁有決策權可能會忽略交互影響之效果，使公司需付出協調成本。本文以最大股東持股比率作為衡量公司集權程度之依據，若最大股東持有公司所有的股份，表

示此公司權力歸屬相當集中，為一集權型態的公司。現有文獻中，對於股權集中度與經營績效的關係看法並不一致，顧啟聖（2001）以壽險業為研究對象，發現董監事持股比率與技術效率成顯著正相關。許淑鈴（2003）研究結果則是發現股權集中程度與公司績效間並無顯著關係。目前尚未有文獻探討有線電視產業內部持股與績效間的關係，本文藉此觀察兩者之關係，由於集權程度會影響決策之品質，但股權分散程度並非經營者短期內所能改變之變數，因此估算效率時，必須排除此因素之影響，才能更精確估計純管理上之效率值。

**表 4-3：各項變數整理表**

項目	變數	單位	說明
產 出 項	營業收入淨額	千元	含基本頻道收入、付費頻道收入、訂戶安裝與維修收入、廣告收入、器材銷售收入、頻道出租收入、電路出租收入及其他收入，扣除銷貨退回及折讓。
投 入 項	節目版權成本	千元	外購節目之版權成本。
	資產成本	千元	含折舊費用、攤提費用、租金支出及修繕費用。
	勞動成本	千元	含員工薪資、勞健保費用、退休金費用及其他用人費用。
環 境 變 數	人口密度	戶 /km <sup>2</sup>	為經營區總戶數除以經營區總面積。
	市場結構	虛擬 變數	依市場競爭型態區分為兩類： 1：表示獨占；0：表示經營區存在兩家系統經營者。
組 織 變 數	集團化	虛擬 變數	依系統經營者是否具有集團背景區分為兩類： 1：表示具有集團背景；0：表示獨立系統業者。
	董事會規模	人	公司內部董事人數。
	員工分紅政策	虛擬 變數	依當年度股東會之決議區分為兩類： 1：表示當年度決議發放員工紅利； 0：表示當年度無發放員工紅利之情形。
	集權程度	持股 比率	最大股東之持有股份除以公司流通在外股份。

資料來源：本研究彙整。