

**應用範例**

**某汽車零件工廠既設塑膠射出成型機導入變頻控制**

**1.專案說明：**廠內既設之塑膠射出成型機負責生產汽車零件，機台藉感應式電動機驅動油壓機，提供鎖模壓力，電動機控制方式僅有起動或停止，擬導入變頻器及控制系統，降低電動機轉速減少電力消耗。

**2.適用條件：**

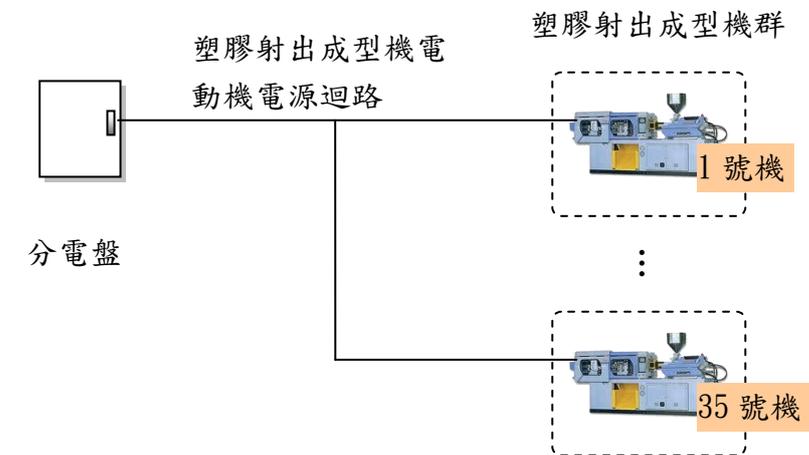
本專案依循「TMS-II-012 塑膠射出成型機導入變頻控制」方法，並符合下列適用條件—

- (1)針對廠內塑膠射出成型機裝設變頻器及控制系統，符合條件 1。
- (2)專案活動為既有塑膠射出成型機之修改，非為新增設之機台符合條件 2。
- (3)專案實施前後，塑膠射出成型機使用電力運轉，符合條件 3。
- (4)專案邊界內之塑膠射出成型機依設備供應商提供之設計壽命為 15 年，於本專案活動實施時已使用 4 年，故剩餘使用年限為 11 年，設備之剩餘使用年限超過 10 年(大於計入期)，符合條件 4。
- (5)專案實施後射出成型機導入變頻控制所產生之年節能量估計為 0.52GWh<sub>e</sub>，小於 60 GWh<sub>e</sub>，符合條件 5。

**3.專案執行邊界：**

同型塑膠射出成型機設備共 35 台，負責生產產品項編號 X-XXXX 之汽車零件，年產量(成品重量)達 350 公噸。

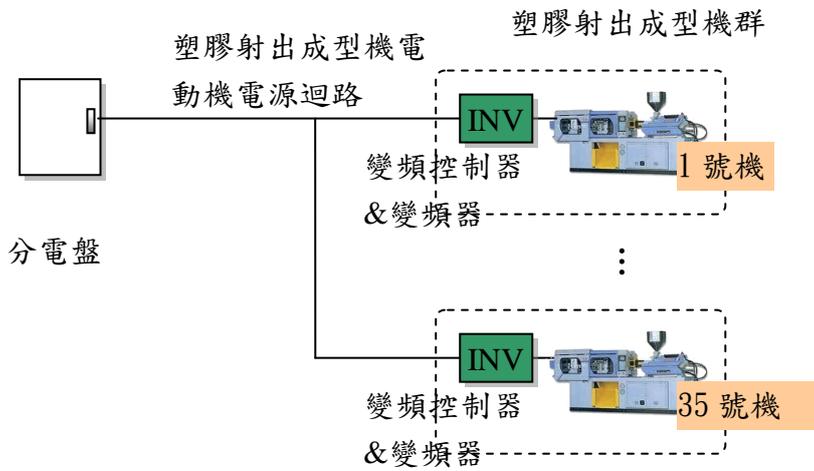
(1)專案實施前



--- 專案邊界

專案實施前塑膠射出成型機之電動機額定功率 125hp，實測 1 單位產品(200 只成品)包含鎖模、射膠保壓、熔膠、冷卻、開模、頂針及清料過程所需之時間為 2 小時，電動機平均功率值 90kW。

(2) 專案實施後



專案實施後，實測 1 單位產品(200 只成品)包含鎖模、射膠保壓、熔膠、冷卻、開模、頂針及清料過程所需之時間為 2 小時，電動機平均功率值 50kW。

專案邊界

(3) 評估基線情境與專案實施後，本專案活動因電力使用產生之溫室氣體種類包括 CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub> 及 N<sub>2</sub>O，其中，CO<sub>2</sub> 為主要的溫室氣體排放，專案邊界內之溫室氣體排放源鑑別如表 1 所示。

表 1 專案邊界內之溫室氣體排放源鑑別

溫室氣體	是否納入	說明
CO <sub>2</sub>	是	主要的溫室氣體排放
CH <sub>4</sub>	是	納入考量
N <sub>2</sub> O	是	納入考量

4. 外加性說明：

- (1) 法規外加性：現行法令未針對塑膠射出成型機規範需導入變頻控制。
- (2) 投資分析：本案例參考 CDM 小規模外加性工具規範，以投資回收年限 (pay-back period) 作為投資分析計算基準，並以比較分析方式論述，由於國內尚未有一致之外加性量化指標，故以公司歷年投資容許風險(3 年)為比較基準(bench-mark)。經計算結果，本專案設備投資回收年限為 7.5 年，超過公司一般性設備投資案之回收年限指標(3 年)，具投資外加性。

$$\text{設備投資回收年限} = \frac{\text{設備投資費用(元)} - \text{政府相關補助(元)}}{\text{每年節省之能源費用(元/年)}} > 3 \text{年}$$

相關計算如下：

- 每年節約用電 515,072 度，每度電平均單價為 2.6 元(依據工廠 100 年度用電平均單價)。



- 預估本專案投資成本約 1,000 萬元(含塑膠射出成型機變頻控制系統總成及安裝試俾費用)。
- 無政府補助經費。

$$\begin{aligned} \text{設備投資回收年限} &= \frac{\$NTD10,000,000 - \$NTD 0}{(1,160,072\text{kWh/y} - 645,000 \text{ kWh/y}) \times \$NTD 2.6/\text{kWh}} \\ &= \frac{\$NTD10,000,000}{\$NTD1,339,187/\text{y}} \approx 7.5 \text{ 年} > 3 \text{ 年} \end{aligned}$$

(3)其他障礙：變頻控制技術供應商與塑膠射出成型製造商非為同一廠商，導入變頻控制技術可能影響射出成型機正常運作，在無製造商支援的情況下，如造成機台毀損將無法獲得機台原廠保固服務。另外，為配合變頻控制導入，機台操作時間、射出的壓力、溫度及材料流率等勢必都需要進行調整，必須由技術供應商額外提供教育訓練予廠內操作人員方可依產品品項進行微調，方可確保成品品質。

註：未來產業於應用方法時，應依各專案實況選擇適合之外加性論述方式(如，採用其他投資分析方式(IRR、NPV)，提出專案經費籌措困難證明，或進行技術障礙、普遍性障礙及其他障礙論述等)。另，針對設備投資回收年限之計算方式與設定基準，亦應依各公司狀況、產業發展趨勢或專案實施當時政策等情況而定。

## 5.基線排放量：

### (1)基線情境(廠內實際狀況)

本專案依循「TMS-II-012 塑膠射出成型機導入變頻控制」方法，以「既有塑膠射出成型機之持續使用」做為基線情境。廠內 35 台射出成型機用於製造某塑膠零件，前三年平均生產同一品項零件總計成品重量 350 公噸。經實際量測，專案實施前生產該零件每 200 只(1 單位)機台平均操作時間 2 小時，射出期間機台之電動機運轉功率平均值 90kW。專案實施後生產該零件每 200 只(1 單位)機台平均操作時間 2 小時，機台之電動機運轉功率平均值 50kW，生產同品項零件年總計成品重量 350 公噸。

### (2)基線排放量

$$BE_y = EC_{BL,y} \times EF_{ELEC,y} \div 1,000 \text{ kg/t}$$

### (3)基線用電量

$$\begin{aligned} EC_{BL,y} &= EC_{PJ,y} \div \beta \\ &= 645,000 \text{ kWh} \div 0.556 = 1,160,072 \text{ kWh} \end{aligned}$$

參數	定義	單位	數值
$EC_{BL,y}$	y 年之基線用電量	kWh	1,160,072

參數	定義	單位	數值
$EC_{PJ,y}$	y 年之專案用電量	kWh	645,000
$\beta$	改善係數(能源減量比例)	—	0.556

$$\beta = W_{PJ} / W_{BL}$$

$$= 50 \text{ kW} / 90 \text{ kW} = 0.556$$

參數	定義	單位	數值
$W_{BL}$	專案實施前，射出機運轉功率平均值	kW	90
$W_{PJ}$	專案實施後，射出成型機之輸入功率	kW	50

$$BE_y = 1,160,072 \text{ kWh} \times 0.536 \text{ kg CO}_2\text{e/kWh} \div 1,000 \text{ kg/t}$$

$$\doteq 622 \text{ tCO}_2\text{e}$$

參數	定義	單位	數值
$BE_y$	y 年之基線排放量	tCO <sub>2</sub> e	622
$EF_{ELEC,y}$	電力排放係數	kgCO <sub>2</sub> e/ kWh	0.536

## 6. 專案實施後之排放量：

### (1) 專案實施後之排放量

$$PE_y = EC_{PJ,y} \times EF_{ELEC,y} \div 1,000 \text{ kg/t}$$

### (2) 專案用電量

$$EC_{PJ,y} = W_{PJ} \times T_{PJ} \times q \times k$$

$$= 50 \text{ kW} \times 2 \text{ h/unit} \times 6,450 \text{ unit} (=1,290,000 \text{ 只/y}) \times 1$$

$$= 645,000 \text{ kWh}$$

參數	定義	單位	數值
$EC_{PJ,y}$	y 年之專案用電量	kWh	645,000
$W_{PJ}$	專案實施後，射出成型機之輸入功率	kW	50
$q$	單位產品數量(每 200 只成品為 1 單位)	kWh/unit	6,450
$T_{PJ}$	單位產品機台操作時間	h/unit	2
$k$	調整因子	—	1

$$k = \min\{1 ; P_{PJ,y} / P_{his}\} = 350,000 \text{ kg} \div 350,000 \text{ kg} = 1$$

參數	定義	單位	數值
$P_{PJ,y}$	專案實施後塑膠射出成型機產量	kg	350,000
$P_{his}$	專案實施前塑膠射出成型機歷史平均產量	kg	350,000



$$PE_y = 645,000 \text{ kWh} \times 0.536 \text{ kg CO}_2\text{e/kWh} \div 1,000 \text{ kg/t} \doteq 346 \text{ tCO}_2\text{e}$$

參數	定義	單位	數值
$PE_y$	y 年之專案排放量	tCO <sub>2</sub> e	346
$EF_{ELEC, y}$	電力排放係數	kgCO <sub>2</sub> e/ kWh	0.536

### 7.洩漏量：

依減量方法「TMS-II-012 塑膠射出成型機導入變頻控制」規範，本專案並無洩漏量產生。

### 8.排放減量：

(1)單一年度排放減量

$$\begin{aligned} ER_y &= BE_y - PE_y \\ &= 622 \text{ tCO}_2\text{e} - 346 \text{ tCO}_2\text{e} = 276 \text{ tCO}_2\text{e} \end{aligned}$$

■ 相關計算參數彙整如表 4 所示：

表 4 排放減量計算參數彙整表

參數	定義	單位	數值
$ER_y$	y 年之排放減量	tCO <sub>2</sub> e	276
$BE_y$	y 年之基線排放量	tCO <sub>2</sub> e	622
$PE_y$	y 年之專案排放量	tCO <sub>2</sub> e	346

(2)計入期計算摘要

本專案以塑膠射出成型機導入變頻控制工程發包日(101 年 10 月 1 日)為起始日，考量機台經濟使用年數約 20 年，則專案結束日期為 121 年 10 月 1 日。

另，依據環保署「溫室氣體先期暨抵換專案推動原則」，選擇以 10 年(固定型)做為專案計入期，初步規劃減量效益計算期間為 102 年 1 月 1 日~112 年 12 月 31 日，則於計入期內各年度之減量計算摘要如表 5：

表 5 專案計入期之溫室氣體減量

年度 (民國)	基線排放量 (tCO <sub>2</sub> e)	專案排放量 (tCO <sub>2</sub> e)	預期排放減量 (tCO <sub>2</sub> e)
102	622	346	276
103	622	346	276
104	622	346	276
105	622	346	276
106	622	346	276
107	622	346	276
108	622	346	276



年度 (民國)	基線排放量 (tCO <sub>2</sub> e)	專案排放量 (tCO <sub>2</sub> e)	預期排放減量 (tCO <sub>2</sub> e)
109	622	346	276
110	622	346	276
112	622	346	276
合計	6,220	3,460	2,760

(3)預設係數與參數說明

數據/參數	$P_{his}$
數據單位	kg
描述	專案實施前塑膠射出成型機歷史平均產量
使用數據來源	生產紀錄
數值	350,000
數據選擇說明或實際應用之量測方法和步驟的描述	—
備註	—

9.監測方法：

(1)應被監測之數據與參數

數據/參數	$W_{BL}$
數據單位	kWh
描述	專案實施前，射出成型機運轉功率值
使用數據來源	量測值
用於計算預估排放減量/移除量之數據數值	90
將被採用的量測方法和步驟之描述	以電力分析儀量測，取射出成型機生產單位產品所需時間內正常運轉下平均值。依產品種類分別量測
將被應用的 QA/QC 步驟	電力分析儀定期依循供應商建議或國家標準之儀器校正作法進行校正
備註	操作人員應依產品種類取樣量測，如有更動操作參數則應重新取樣量測



數據/參數	$W_{PJ}$
數據單位	kW
描述	專案實施後，射出成型機運轉功率值
使用數據來源	量測值
用於計算預估排放減量/移除量之數據數值	50
將被採用的量測方法和步驟之描述	以電力分析儀量測，取射出成型機生產單位產品所需時間內正常運轉下平均值。依產品種類取樣量測
將被應用的 QA/QC 步驟	電力分析儀定期依循供應商建議或國家標準之儀器校正作法進行校正
備註	操作人員應依產品種類取樣量測，如有更動操作參數則應重新取樣量測

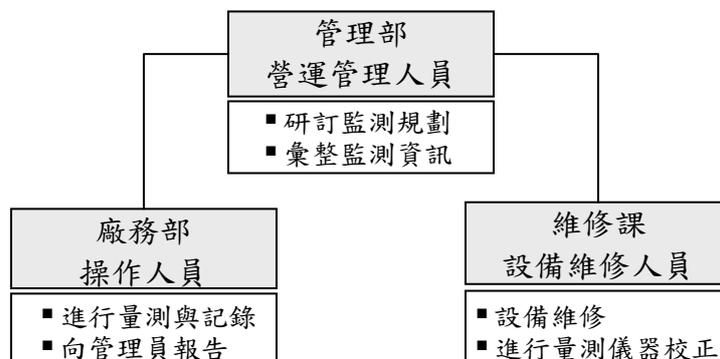
數據/參數	$T_{PJ}$
數據單位	h/unit
描述	專案實施後生產每單位產品所需之操作時間
使用數據來源	量測值
用於計算預估排放減量/移除量之數據數值	2
將被採用的量測方法和步驟之描述	於製程產量穩定，射出成型機正常運轉下之一段時間，使用計時器量測每單位產品所需之操作時間
將被應用的 QA/QC 步驟	量測儀器定期依循供應商建議或國家標準之儀器校正作法進行校正
備註	依產品種類分別量測

數據/參數	$q$
數據單位	unit
描述	產品單位數量
使用數據來源	生產紀錄
用於計算預估排放減量/移除量之數據數值	6,450
將被採用的量測方法和步驟之描述	每日紀錄
將被應用的 QA/QC 步驟	操作人員每日記錄產品單位數量，並妥善保管數據資料
備註	依產品種類分別記錄及彙總

數據/參數	$P_{PJ,y}$
數據單位	kg
描述	專案實施後塑膠射出成型機產量
使用數據來源	生產紀錄
用於計算預估排放減量/移除量之數據數值	350,000
將被採用的量測方法和步驟之描述	每日紀錄
將被應用的 QA/QC 步驟	操作人員每日記錄產品重量，並妥善保管數據資料
備註	依產品種類分別記錄及彙總

數據/參數	$EF_{ELEC,y}$
數據單位	kgCO <sub>2</sub> e/ kWh
描述	電力排放係數
使用數據來源	國家公告值
用於計算預估排放減量/移除量之數據數值	0.536
將被採用的量測方法和步驟之描述	引用能源局公告之 100 年度電力排放係數(2012 年 9 月 14 公告，調整後)
將被應用的 QA/QC 步驟	管理部人員每年電力排放係數之政府公告值是否更新
備註	—

(2) 監測管理(組織架構)及權責



## 附件

### 國際 IPMVP/ 國內 M&V 績效驗證方式

選項	量測方式	計算方式	量測與驗證費用
A	<ul style="list-style-type: none"> <li>透過部分量測獨立改善設備的耗能來計算節能量，量測時間可短期或連續量測</li> <li>部分量測代表某些耗能參數可以為約定值，但做約定時必須進行誤差分析，證明約定值總誤差造成節能量計算結果的影響不大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>使用短時間或連續量測、約定值、電腦模擬與(或)歷史資料，進行節能效益計算</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>決定於量測點的多寡、約定內容的複雜程度、量測頻率，典型的費用約占 1~5% 的節能專案成本</li> </ul>
B	<ul style="list-style-type: none"> <li>透過全部量測獨立改善設備的耗能來計算節能量，量測時間可短時或連續量測</li> <li>全部量測代表全部耗能參數皆以量測獲得，而非約定</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>使用短時間或連續量測，進行節能效益計算</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>決定於量測點及系統型態，與分析及量測的條款，典型的費用約占 3~10% 的節能專案成本</li> </ul>
C	<ul style="list-style-type: none"> <li>透過全部量測整廠的耗能來計算節能量，量測時間可短時或連續量測</li> <li>通常是利用現有電力公司或燃料公司公表進行量測</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>藉由回歸分析，針對公表或分表之數據進行分析比較</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>決定於分析參數的數量及複雜程度，典型的費用約占 1~10% 的節能專案成本</li> </ul>
D	<ul style="list-style-type: none"> <li>透過電腦模擬方式來求得節能量，獨立節能改善或證廠節能改善皆可適用</li> <li>此選項需要大量模擬方面的技術與理論基礎</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>將耗能相關數據帶入模擬模型進行校正後，再計算節能效益</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>決定於分析系統的數量及複雜程度，典型的費用約占 3~10% 的節能專案成本</li> </ul>

資料來源：陳輝俊，台灣 ESCO 節能績效量測與驗證之案例分析，2010。