

應用範例 某車用橡膠製品工廠改用高效率照明設備

1.專案說明：原 T8 40W×2 日光燈(搭配傳統安定器)，汰換為 T5-28W×2 高效率燈具搭配電子式安定器。

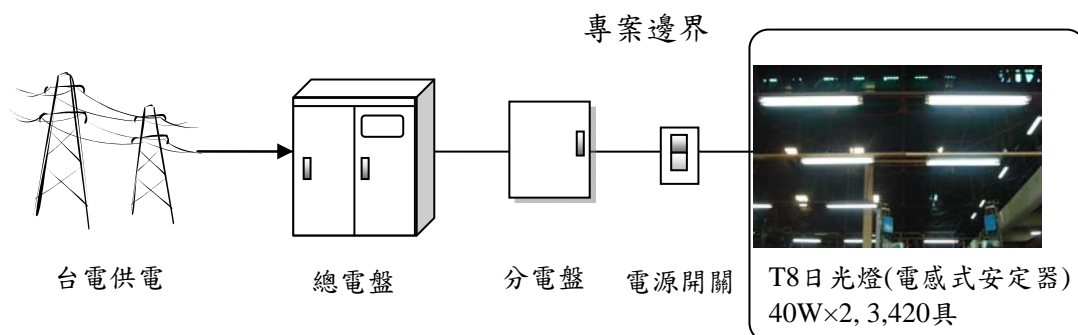
2.適用條件：

本專案依循「TMS-II.001 工業設施採用高效率燈具」方法，並符合下列適用條件—

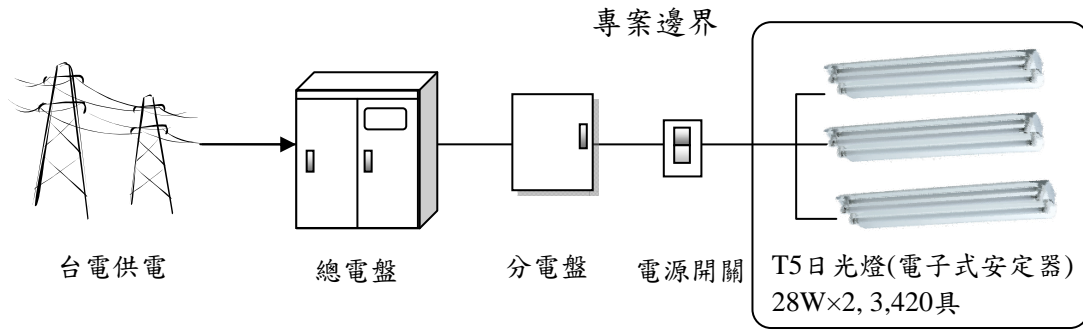
- (1)廠內製程區導入高效率燈具，且所汰換之 T5 燈具發光效率高於既有 T8 燈具，符合條件 1。
- (2)專案實施後，照明設備設置區域之照度符合 CNS 照度標準，且照度介於專案實施前之 90%~150%之間，符合條件 2。
- (3)若未實施專案，既有 T8 燈具仍能繼續使用，符合條件 3。
- (4)專案實施後，燈具之耗電功率可以量測方式取得，符合條件 4。
- (5)更換之高效率照明僅於廠內使用，符合條件 5。
- (6)本專案實施後採用全新燈具，並非由其他專案活動導入，符合條件 6。
- (7)專案實施後之燈具，將貼上明顯標識以與其他非專案之燈具做區隔，符合條件 7。
- (8)專案計入期為 10 年，且有資料佐證燈具維修保養狀況(如燈具保固單、維修保養紀錄等)，符合條件 8。
- (9)本專案每年節電量約為 0.17GWh/y，小於 60GWh/y，符合條件 9。
- (10)專案燈具使用之電力來源為台電公司，符合條件 10。

3.專案執行邊界：

(1)專案實施前



(2) 專案實施後



(3) 於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 CO₂、CH₄ 及 N₂O，其中，CO₂ 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 ₂	是	主要的溫室氣體排放
CH ₄	是	納入考量
N ₂ O	是	納入考量

4. 外加性說明：

(1) 法規外加性：現行法令未針對工廠燈具效率提升進行規範。

(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)。經計算結果本專案投資回收年限為 7.71 年(>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 170,560 度，每度電平均單價為 2.6 元(依據工廠 99 年度用電平均單價)。
- T5 日光燈每組 1,000 元，含施工及管路配線費用，投資金額為 342 萬元。
- 無政府補助經費。

$$\begin{aligned} \text{設備投資回收年限} &= \frac{(\$NTD1,000/\text{具} \times 3,420\text{具}) - \$NTD0}{(626,080\text{kWh/y} - 455,520\text{kWh/y}) \times \$NTD2.6/\text{kWh}} \\ &= \frac{\$NTD3,420,000}{\$NTD443,456/\text{y}} \approx 7.71\text{年} > 3\text{年} \end{aligned}$$

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。



5. 基線排放量：

(1) 基線情境(工廠實際狀況)

本專案依循「IDB-II-001 更換高效率燈具」方法，以「既有燈具之持續使用」做為基線情境。廠內既有 T8 日光燈 40W×2 燈具，含電感式安定器約 88W，共 3,420 具；每日使用 8 小時，全年作業天數為 260 日。

(2) 基線用電量

- 專案實施前之所有燈具功率：

$$W'_{BL} = W_{BL} \times N_{BL} \div 1,000 \text{ W/kW} = 88 \text{ W/具} \times 3,420 \text{ 具} \div 1,000 \text{ W/kW} \\ = 301 \text{ kW}$$

- 燈具年使用時間(全年點燈時間)：

$$T_{PJ} = T_{his} = 8 \text{ h/day} \times 260 \text{ day/y} = 2,080 \text{ h/y}$$

- y 年之基線用電量：

$$EC_{BL,y} = W'_{BL} \times T_{PJ} = 301 \text{ kW} \times 2,080 \text{ h/y} = 626,080 \text{ kWh/y}$$

(3) y 年之基線排放量

$$BE_y = EC_{BL,y} \times EF_{ELEC,y} \div 1,000 \text{ kg/t} \\ = 626,080 \text{ kWh/y} \times 0.536 \text{ kgCO}_2\text{e/kWh} \div 1,000 \text{ kg/t} = 336 \text{ tCO}_2\text{e/y}$$

- 相關計算參數彙整如表 2 所示：

表 2 基線排放量計算參數彙整表

參數	定義	單位	數值
BE_y	y 年之基線排放量	tCO ₂ e	336
$EC_{BL,y}$	y 年之基線用電量	kWh	626,080
W'_{BL}	專案實施前之所有燈具(含安定器)功率	kW	301
W_{BL}	專案實施前之單一燈具(含安定器)功率	W/具	88
N_{BL}	專案實施前之燈具數量	具	3,420
T_{PJ}	專案實施後之燈具年使用時間(全年點燈時間)	h	2,080
T_{his}	燈具年使用時間之歷史值	h	2,080
$EF_{ELEC,y}$	電力排放係數	kgCO ₂ e/ kWh	0.536

註：採用能源局公告 100 年度電力排放係數計算。

6. 專案實施後之排放量：

更換 T5-28W×2 日光燈，每具含電子式安定器共計 64W。

(1) 專案實施後之能源用量

- 專案實施後之所有燈具功率： $W'_{PJ} = W_{PJ} \times N_{PJ} \div 1,000 \text{ W/kW}$
$$= 64 \text{ W/具} \times 3,420 \text{ 具} \div 1,000 \text{ W/kW} \\ = 219 \text{ kW}$$

- y 年之專案用電量： $EC_{PJ,y} = W'_{PJ} \times T_{PJ} \times LD_{light}$
$$= 219 \text{ kW} \times 2,080 \text{ h/y} \times 1 = 455,520 \text{ kWh/y}$$

$$\begin{aligned}
 (2) \text{ y 年之專案排放量} : PE_y &= EC_{PJ, y} \times EF_{ELEC, y} \div 1,000 \text{ kg/t} \\
 &= 455,520 \text{ kWh/y} \times 0.536 \text{ kgCO}_2\text{e/kWh} \div 1,000 \text{ kg/t} \\
 &= 244 \text{ tCO}_2\text{e/y}
 \end{aligned}$$

▪ 相關計算參數彙整如表 3 所示：

表 3 專案實施後排放量計算參數彙整

參數	定義	單位	數值
PE_y	y 年之專案排放量	tCO ₂ e	244
$EC_{PJ, y}$	y 年之專案用電量	kWh	455,520
W'_{PJ}	專案實施後之所有燈具(含安定器)功率	kW	219
W_{PJ}	專案實施後之單一燈具(含安定器)功率	W/具	64
N_{PJ}	專案實施後之燈具數量	具	3,420
T_{PJ}	專案實施後之燈具年使用時間(全年點燈時間)	h	2,080
LD_{light}	燈具光衰調整因子	—	1
$EF_{ELEC, y}$	電力排放係數	kgCO ₂ e/ kWh	0.536

7.洩漏量：

本專案已將可能產生洩漏之情形於適用條件說明(如專案實施後採用全新燈具等)，且既有燈具已報廢，故依減量方法「IDB-II-001 工業設施採用高效率燈具」並無洩漏產生。

8.減量：

(1)單一年度排放減量

$$\begin{aligned}
 ER_y &= BE_y - (PE_y + LE_y) \\
 &= 336 \text{ tCO}_2\text{e/y} - (244 \text{ tCO}_2\text{e/y} + 0 \text{ tCO}_2\text{e/y}) = 92 \text{ tCO}_2\text{e/y}
 \end{aligned}$$

▪ 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 ₂ e	92
BE_y	y 年之基線排放量	tCO ₂ e	336
PE_y	y 年之專案排放量	tCO ₂ e	244
LE_y	y 年之洩漏排放量	tCO ₂ e/y	0

(2)計入期計算摘要

本專案以照明燈具汰換工程發包日(100 年 10 月 1 日)為起始日，考量 T5 燈具壽齡約 15 年，則專案結束日期為 115 年 9 月 30 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 101 年 1 月 1 日~110 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 (民國)	基線排放量 (tCO ₂ e)	專案實施後之排放量 (tCO ₂ e)	洩漏量 (tCO ₂ e)	排放減量 (tCO ₂ e)
101	336	244	0	92
102	336	244	0	92
103	336	244	0	92
104	336	244	0	92
105	336	244	0	92
106	336	244	0	92
107	336	244	0	92
108	336	244	0	92
109	336	244	0	92
110	336	244	0	92
合 計	3,360	2,440	0	920

9. 監測方法：

(1) 預設係數與參數說明(僅於專案計畫書確證時確認即可)

數據/參數	W_{BL}
數據單位	W/具
描述	專案實施前之單一燈具(含安定器)功率
使用數據來源	量測計算值/設備規格值
數值	88
數據選擇說明或實際應用之量測方法和步驟的描述	使用設備商供之燈具型錄值
備註	—

數據/參數	N_{BL}
數據單位	具
描述	專案實施前之燈具數量
使用數據來源	操作紀錄
數值	3,420
數據選擇說明或實際應用之量測方法和步驟的描述	盤點專案實施邊界內既有燈具數量
備註	與操作紀錄對照

數據/參數	T_{his}
數據單位	h
描述	燈具年使用時間之歷史值
使用數據來源	操作紀錄
數值	2,080

數據選擇說明或實際應用之量測方法和步驟的描述	使用廠內最近1年，專案邊界內(燈具使用)相關製程運轉紀錄計算
備註	—

數據/參數	W_{PJ}
數據單位	W/具
描述	專案實施後之單一燈具功率
使用數據來源	量測計算值/設備規格值
數值	64
數據選擇說明或實際應用之量測方法和步驟的描述	使用設備商供之燈具型錄值
備註	—

數據/參數	$LD_{light, PJ, S}$
數據單位	Lux/W
描述	專案實施後燈具之額定單位耗電可提供照度
使用數據來源	量測計算值/設備規格值
數值	Lux=380；W=20；Lux/W=19
數據選擇說明或實際應用之量測方法和步驟的描述	Lux為燈具新購時之照度；W為設備商提供之燈具型錄值
備註	以現場作業區所需照度及燈具型錄值計算

(2)應監測之數據與參數

數據/參數	T_{PJ}
數據單位	h
描述	燈具年使用時間(全年點燈時間)
使用數據來源	開機時數抄錶紀錄
用於計算預估排放減量/移除量之數據數值	2,080
將被採用的量測方法和步驟之描述	操作人員定期記錄，並妥善保管數據資料
將被應用的 QA/QC 步驟	操作人員確認作業時間/天數未作變動
備註	—

數據/參數	N_{PJ}
數據單位	具
描述	專案實施後之燈具數量
使用數據來源	請購採購單

用於計算預估排放減量/移除量之數據數值	3,420
將被採用的量測方法和步驟之描述	操作人員定期確認專案邊界內燈具數量與請購採購單是否一致
將被應用的 QA/QC 步驟	操作人員應針對效能衰退或故障之燈具，汰換為相同效率或效率更高之燈具，並定期記錄燈具(元件)汰換情形
備註	—

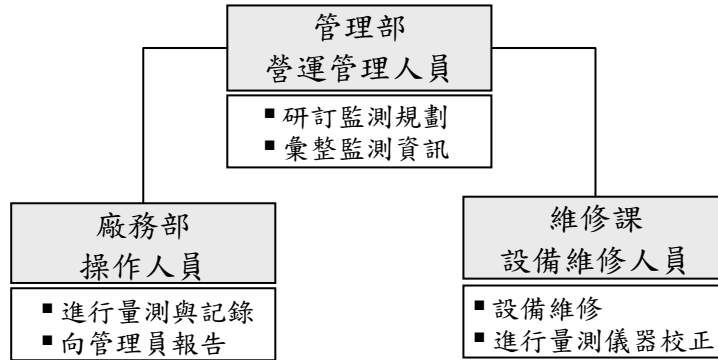
數據/參數	$LD_{light, PJ}$
數據單位	Lux/W
描述	專案實施後燈具之單位耗電可提供照度
使用數據來源	量測計算值
用於計算預估排放減量/移除量之數據數值	Lux=380；W=20；Lux/W=19
將被採用的量測方法和步驟之描述	以電力分析儀量測燈具功率，並以照度計量測專案實施區域照度(多點取平均值)，再行計算； 採抽樣方式，每年進行 1 次量測作業
將被應用的 QA/QC 步驟	操作人員確認量測儀器之狀態良好，並定期校正(至少每年 1 次)
備註	—

數據/參數	$EF_{ELEC., y}$
數據單位	kgCO ₂ 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	引用能源局每年公告之電力排放係數
將被應用的 QA/QC 步驟	管理部人員每年確認電力排放係數之政府公告值是否更新
備註	引用能源局公告 100 年度電力排放係數

註：依環保署「溫室氣體查驗指引」規範，抵換專案相關資料保存至少至專案計入期或方案執行期間結束後的 2 年，故本專案資料保存年限設定為 12 年(專案計入期 10 年+2 年)。



(3) 監測系統之管理結構(組織架構與權責)



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"> 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 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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
B	<ul style="list-style-type: none"> 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 全部量測代表全部耗能參數皆以量測獲得，而非約定 	<ul style="list-style-type: none"> 使用短時間或連續量測，進行節能效益計算 	<ul style="list-style-type: none"> 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
C	<ul style="list-style-type: none"> 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 通常是利用現有電力公司或燃料公司公表進行量測 	<ul style="list-style-type: none"> 藉由回歸分析，針對公表或分表之數據進行分析比較 	<ul style="list-style-type: none"> 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
D	<ul style="list-style-type: none"> 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 此選項需要大量模擬方面的技術與理論基礎 	<ul style="list-style-type: none"> 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 	<ul style="list-style-type: none"> 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

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。