

應用範例

某造紙廠抄紙製程蒸汽最佳化

1.專案說明：某造紙廠抄紙製程烘缸壓力控制系統原採用傳統串級式控制系統，該控制方式受差壓限制，壓力設定改變時，整群烘缸溫度隨之變化，對末端產品水份微調功能喪失，且會造成部分中低壓蒸汽熱能損失。規劃改以熱壓縮系統控制，透過新增設熱壓縮機(Thermo compressor)、改造製程蒸汽回收及冷凝水回收系統/設備，減少抄紙製程之中低壓蒸汽能源損失，藉以降低單位產品蒸汽耗用量，使製程蒸汽應用最佳化，節省蒸汽產生器能源用量。

2.適用條件：

本專案依循「[TMS-II.013](#) 蒸汽系統最佳化」方法，並符合下列適用條件—

- (1)透過改裝抄紙製程設備，新增熱壓縮機(Thermo compressor)，改造蒸汽回收管路、冷凝水回收系統/設備等，增加線上中低壓蒸汽利用率，降低製程蒸汽使用量，符合條件 1。
- (2)在計入期內專案與基線情境投入之原料為均質之紙漿，使用相同種類的原料，原料種類、成份組成分析(或是單位產品的成分分析)差異無超過 $\pm 10\%$ ，符合條件 2。
- (3)專案實施前後，抄紙製程產品皆為 50~280 克重之原紙，產品品質符合廠內規範標準，符合條件 3。
- (4)專案實施後邊界內抄紙製程設備總產能不變，符合條件 4。
- (5)抄紙製程無論是否實施專案，皆能持續運作，符合條件 5。
- (6)參考國際文獻資料，紙機平均壽命可達 45 年，本廠紙機僅運轉 25 年，專案設備之剩餘使用年限應可超過 10 年(大於計入期)，符合條件 6。
- (7)專案之年燃料投入節能量約 $2.36\text{GWh}_{\text{th}}^1$ (小於 $180\text{GWh}_{\text{th}}$)，符合條件 7。

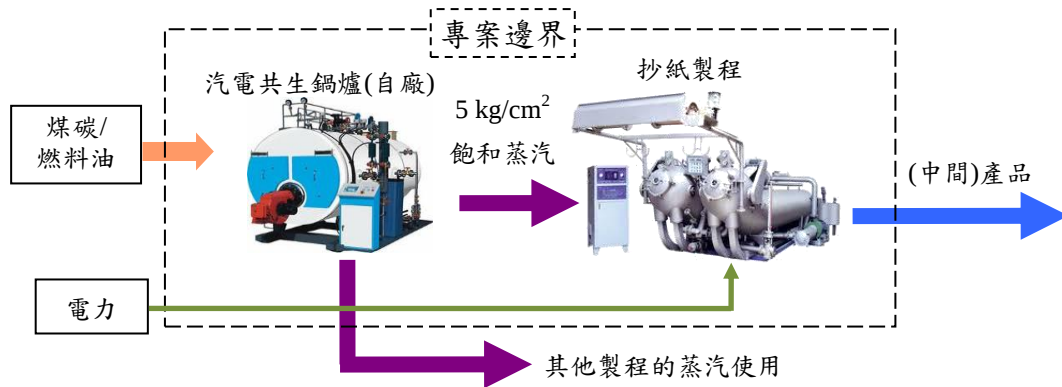
3.專案執行邊界：

(1)專案實施前

既設抄紙製程生產每平方米之原紙，由廠內汽電共生鍋爐提供 5 kg/cm^2 之飽和蒸汽。使用串級式壓力控制，部分蒸汽經製程使用後降壓無法繼續利用，造成蒸汽排放熱能損失。

¹每年可節省 5 kg/cm^2 (658Mcal/ton)飽和蒸汽 24,380 公噸，但須增加用電 $616,792\text{kWh}$ (0.86Mcal)，與 9 kg/cm^2 (663Mcal/ton)飽和蒸汽 15,424 公噸，相當於每年減少 $(24,380\text{ton} \times 658\text{Mcal/ton}) - (616,792\text{kWh} \times 0.86\text{Mcal/kWh}) - (15,424\text{ton} \times 663\text{Mcal/ton}) = 5,285,486\text{Mcal}$ ，相當於 $[5,285,786\text{Mcal} \times 1,000\text{ kcal/Mcal}] \div 2,236\text{ kcal/kWh} \div 1,000,000\text{kWh/GWh} = 2.36\text{GWh}_{\text{th}}$

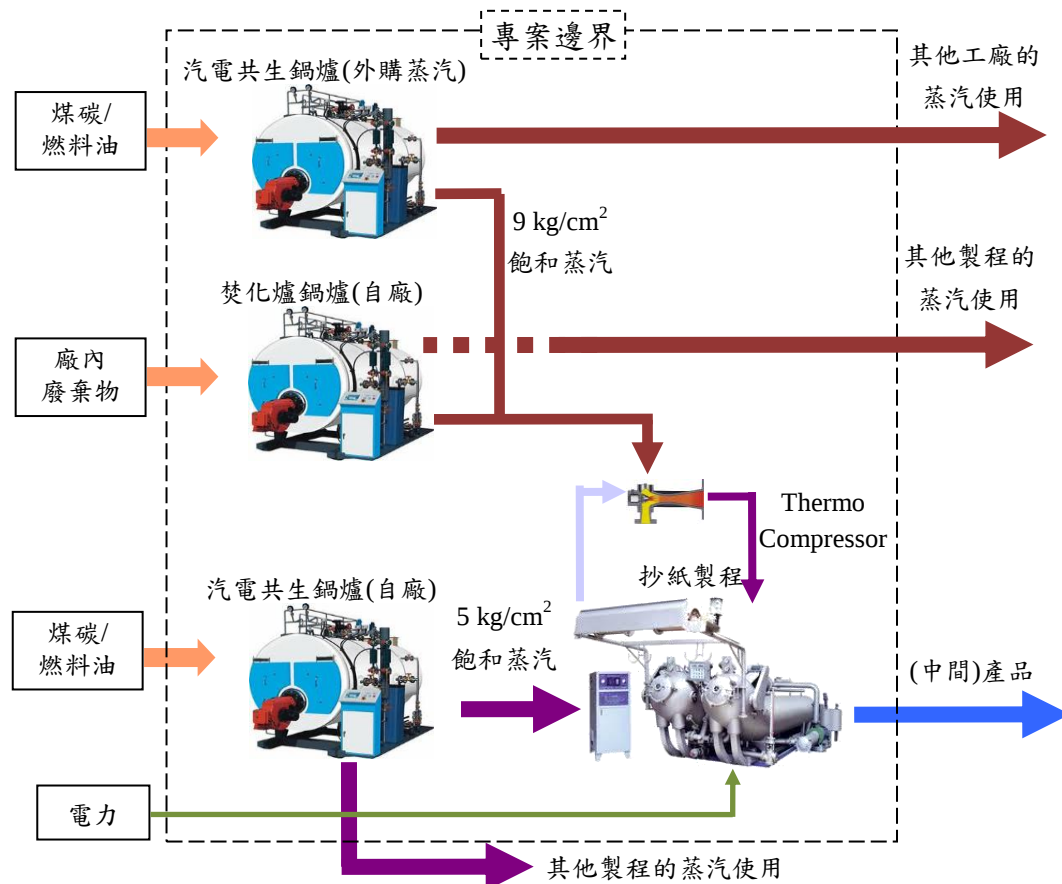
專案實施前邊界



(2) 專案實施後

本專案於透過新增設 Thermo compressor，改造製程蒸汽回收管路及冷凝水回收系統/設備等，減少抄紙製程之中低壓蒸汽熱能損失，藉以降低單位產品蒸汽耗用量，使製程蒸汽應用最佳化，節省蒸汽產生器能源用量。另，Thermo compressor 須由 9kg/cm^2 飽和蒸汽驅動，該股蒸汽來自廠內焚化爐鍋爐與外購蒸汽。

專案實施後邊界



(3)在評估基線與專案實施後之排放量時，蒸汽使用造成燃料燃燒之溫室氣體排放僅將 CO₂ 納入該專案活動邊界內，如表 1 所示。

表 1 專案邊界內之溫室氣體排放源鑑別

來源		溫室氣體	是否納入	說明/解釋
基線情境	抄紙製程蒸汽使用造成汽電共生鍋爐化石燃料使用	CO ₂	是	主要的溫室氣體排放
		CH ₄	否	估計排放量極小，故簡化忽略不計
		N ₂ O	否	
專案情境	蒸汽產生器的化石燃料使用	CO ₂	是	主要的溫室氣體排放
		CH ₄	否	估計排放量極小，故簡化忽略不計
		N ₂ O	否	
	附屬設備增加的電力使用	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
	附屬設備 (Thermo Compressor) 的化石燃料使用	CO ₂	是	主要的溫室氣體排放
		CH ₄	否	估計排放量極小，故簡化忽略不計
		N ₂ O	否	

4. 外加性說明：

(1)法規外加性：本專案所以施工皆符合相關環保工安集相關法規規範，且現行法令並未針對抄紙製程蒸汽使用最佳化進行強制規範，實施本專案具有法規外加性。

(2)投資障礙分析：本案例參考 CDM 小規模外加性工具規範，以投資回收年限 (payback 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(benchmark)。經計算結果本專案投資回收年限為 5.45 年(>3 年)，具投資外加性。

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

相關計算如下：

- 專案實施後每年節省 5 kg/cm² 飽和蒸汽 24,380 公噸，每公噸蒸汽以新台幣 900 元計算(依據廠內自行計算價格)。
- 專案實施後，採用熱壓縮控制系統，須加裝泵浦設備，每年須增加 616,792kWh 的用電，每 kWh 用電以新台幣 2.9 元計算(依據廠內自行計算價格)。

- 專案實施後，每年須增加 15,424 公噸的 $9\text{kg}/\text{cm}^2$ 飽和蒸汽，用以驅動 Thermo Compressor，每公噸蒸汽以新台幣 950 元計算(依據廠內焚化爐鍋爐蒸汽與外購蒸汽之平均價格計算)。
- 無政府補助經費。
- 系統設備改造等(含施工)投資費用約 3,000 萬元計算：
設備投資回收年限 =

$$\frac{\$ \text{NTD } 30,000,000 - \$ \text{NTD } 0}{24,380\text{ton/y} \times \$ \text{NTD } 900/\text{ton} - 616,792\text{kWh/y} \times \$ \text{NTD } 2.9/\text{kWh} - 15,424\text{ton/y} \times \$ \text{NTD } 950/\text{ton}}$$

$\approx 5.45 \text{ 年} > 3 \text{ 年}$

註：未來產業於應用本減量方法時，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：

(1) 基線情境

- 本減量方法係依 CDM 基線方法所列「現有實際或歷史的溫室氣體排放量」計算基線排放量，故以「既有製程/單元設備未進行蒸汽系統改善前所造成的直接或間接排放」做為基線情境。
- 廠內抄紙製程生產之原紙，其產量依顧客訂單規劃，不受季節變化影響，依減量方法規範，於計算單位產品蒸汽消耗率時，至少需記錄 1 個月的數據。本專案為增加準確性，選擇 101 年度 6 月~11 月操作數據(每日產量與相對應之蒸汽用量)進行基線排放量之計算，該選擇月份符合該產品製程設計目標產量(範圍)，具適當代表性。

表 1 基線產品平均蒸汽耗用量計算數據

日期	產量 $P_{BL,m}(t)$	蒸汽用量 $S_{BL,m}(t)$	平均蒸汽消耗率 $SSCR_{BL,m} (t/t)$
6 月	20,591	28,662	1.39
7 月	19,095	28,118	1.47
8 月	17,915	25,231	1.41
9 月	19,149	25,911	1.35
10 月	21,047	30,871	1.47
11 月	15,800	24,079	1.52

(2) 基線排放量之定義

專案實施前，抄紙製程使用 $5 \text{ kg}/\text{cm}^2$ 飽和蒸汽所造成之溫室氣體排放。

(3) 基線單位產品的蒸汽消耗率

專案實施前，單位產品蒸汽消耗率可由下列公式計算：

$$SSCR_{BL,m} = \frac{S_{BL,m}}{P_{BL,m}}$$

■ 相關計算參數彙整如下表所示：

參數	定義	單位	數值
$SSCR_{BL,m}$	專案實施前，單位產品 m 月平均蒸汽消耗率	ton/ ton	如表 1 所示
$P_{BL,m}$	專案實施前，m 月產品產量	ton	
$S_{BL,m}$	專案實施前，m 月的蒸汽消耗量	ton	

基線產品平均蒸汽消耗率可由下列公式計算：

$$SSCR_{avg,BL} = \frac{\sum_{m=1}^{m=M_{w,BL}} SSCR_{BL,m}}{M_{w,BL}} = \frac{(1.39 + 1.47 + 1.41 + 1.35 + 1.47 + 1.52)t / t}{6} = 1.44 \text{ton/ton}$$

■ 相關計算參數彙整如下表所示：

參數	定義	單位	數值
$SSCR_{avg,BL}$	基線單位產品平均蒸汽消耗率	ton/ ton	1.44
$SSCR_{BL,m}$	專案實施前，單位產品 m 月平均蒸汽消耗率	ton/ ton	如表 1 所示
$M_{w,BL}$	專案實施前，用於計算 $SSCR_{avg,BL}$ 的總月數	月	6

(4) 基線排放量

基線排放量可由下列公式計算：

$$\begin{aligned} BE_y &= P_y \times SSCR_{avg,BL} \times NCV_{steam} \times EF_{CO_2,heat} \\ &= 221,640 \text{ton} \times 1.44 \text{ton/ton} \times 658 \text{Mcal/ton} \times (3.41 \times 10^{-4}) \text{tCO}_2/\text{Mcal} \\ &= 71,613 \text{tCO}_2\text{e} \end{aligned}$$

■ 相關計算參數彙整如下表所示：

參數	定義	單位	數值
BE_y	y 年之基線排放量	tCO ₂ e	71,613
P_y	y 年之產品產量	ton	221,640
$SSCR_{avg,BL}$	基線單位產品平均蒸汽消耗率	ton/ton	1.44
NCV_{steam}	蒸汽淨熱值	Mcal/ton	658
$EF_{CO_2,heat}$	蒸汽單位熱能之燃料二氧化碳排放係數	tCO ₂ e/Mcal	3.41×10^{-4}

$$P_y = \min(P_y, P_{his}) = \min(221,640 \text{ton}, 221,640 \text{ton}) = 221,640 \text{ton}$$

■ 相關計算參數彙整如下表所示：

參數	定義	單位	數值
P_y	y 年之產品產量	ton	221,640
P_{his}	專案實施前，產品歷史年產量	ton	221,640

6. 專案排放：

(1) 專案單位產品的蒸汽消耗率

專案實施後，單位產品蒸汽消耗率可由下列公式計算：

$$SSCR_{PJ,m} = \frac{S_{PJ,m}}{P_{PJ,m}} = \frac{21,757\text{ton}}{16,377\text{ton}} = 1.33\text{ton/ton}$$

■ 相關計算參數彙整如下表所示：

參數	定義	單位	數值
$SSCR_{PJ,m}$	專案實施後，單位產品 m 月平均蒸汽消耗率	ton/ ton	1.33
$P_{PJ,m}$	專案實施後，m 月產品產量	ton	21,757
$S_{PJ,m}$	專案實施後，m 月的蒸汽消耗量	ton	16,377

專案單位產品平均蒸汽消耗率可由下列公式計算：

$$SSCR_{avg,PJ} = \frac{\sum_{m=1}^{m=M_{w,PJ}} SSCR_{PJ,m}}{M_{w,PJ}} = \frac{1.33\text{ton/ton}}{1} = 1.33\text{ton/ton}$$

■ 相關計算參數彙整如下表所示：

參數	定義	單位	數值
$SSCR_{avg,PJ}$	專案單位產品平均蒸汽消耗率	ton/ ton	1.33
$SSCR_{PJ,m}$	專案實施後，單位產品 m 月平均蒸汽消耗率	ton/ ton	1.33
$M_{w,PJ}$	專案實施後，用於計算 $SSCR_{avg,PJ}$ 的總月數	月	1

註：於專案計畫書撰寫時，使用自廠測試評估之數據計算。專案實施後應以完整 1 個年度(12 個月)實際量測值進行 $SSCR_{avg,PJ}$ 之計算。

(3) 專案實施後排放量

專案實施後排放量可由下列公式計算：

$$PE_y = PE_{h,y} + PE_{a,y} \\ = 66,142\text{ton} + 3,501\text{ton} = 69,643\text{ton}$$

■ 相關計算參數彙整如下表所示：

參數	定義	單位	數值
PE_y	y 年之專案排放量	tCO ₂ e	69,643

參數	定義	單位	數值
$PE_{h,y}$	y 年之抄紙機使用蒸汽造成之排放量	tCO ₂ e	66,142
$PE_{a,y}$	y 年之專案附屬設備排放量	tCO ₂ e	3,501

(4)抄紙機使用蒸汽造成之排放量($PE_{h,y}$)之決定：

$$\begin{aligned}
 PE_{h,y} &= P_y \times SSCR_{avg,PJ} \times NCV_{steam} \times EF_{CO_2,heat} \\
 &= 221,640\text{ton} \times 1.33\text{ton/ton} \times 658\text{Mcal/ton} \times (3.41 \times 10^{-4}) \text{tCO}_2/\text{Mcal} \\
 &= 66,142\text{tCO}_2\text{e}
 \end{aligned}$$

■ 相關計算參數彙整如下表所示：

參數	定義	單位	數值
$PE_{h,y}$	y 年之抄紙機使用蒸汽造成之排放量	tCO ₂ e	66,142
P_y	y 年之產品產量	ton	221,640
$SSCR_{avg,PJ}$	專案單位產品平均蒸汽消耗率	ton/ton	1.33
NCV_{steam}	蒸汽淨熱值	Mcal/ton	658
$EF_{CO_2,heat}$	蒸汽單位熱能之二氧化碳排放係數	tCO ₂ e/Mcal	3.41×10^{-4}

(5)專案附屬設備排放量($PE_{a,y}$)之決定：

專案實施前後，需增加泵浦設備，電力使用設備規格由 29.84kW 增加至 100.25kW，以年運轉時數 8,760 小時計算，專案附屬設備增加之用電量為：

$$EC_{a,ELEC,y} = (100.25 - 29.84)\text{kW} \times 8,760\text{hr} = 616,792\text{kWh}$$

因專案附屬設備用電增加造成之排放量為：

$$\begin{aligned}
 PE_{a,y}(\text{電力}) &= EC_{a,ELEC,y} \times EF_{ELEC,y} \div 1,000\text{kg/ton} \\
 &= 616,792\text{kWh} \times 0.532 \text{ kgCO}_2\text{e/ kWh} \div 1,000 \\
 &= 328 \text{ tCO}_2\text{e}
 \end{aligned}$$

■ 相關計算參數彙整如下表所示：

參數	定義	單位	數值
$PE_{a,y}(\text{電力})$	y 年之專案附屬設備用電增加造成之排放量	tCO ₂ e	328
$EC_{a,ELEC,y}$	y 年之專案附屬設備增加之用電量	kWh	616,792
$EF_{ELEC,y}$	電力或電網排放係數	kgCO ₂ e/kWh	0.532

專案實施後，需另外導入 9 kg/cm² 高壓飽和蒸汽驅動 Thermo compressor，專案附屬設備蒸汽用量增加造成之排放量為：

$$\begin{aligned}
 PE_{a,y}(\text{蒸汽}) &= SC_{a,steam,y} \times NCV_{a,steam} \times EF_{a,CO_2,heat} \\
 &= 15,424\text{ton} \times 633 \text{ Mcal/ton} \times 3.25 \times 10^{-4} = 3,173 \text{ tCO}_2\text{e}
 \end{aligned}$$

■ 相關計算參數彙整如下表所示：

參數	定義	單位	數值
$PE_{a,y}(\text{蒸汽})$	y 年之專案附屬設備排放量	tCO ₂ e	3,173
$SC_{a, \text{steam}, y}$	y 年之專案附屬設備蒸汽用量	ton	15,424
$NCV_{a, \text{steam}}$	專案附屬設備蒸汽淨熱值	Mcal/ton	663
$EF_{a, \text{CO}_2, \text{heat}}$	專案附屬設備使用之蒸汽單位熱能之二氧化碳排放係數	tCO ₂ /Mcal	3.25×10^{-4}

專案附屬設備增加之排放量為

$$PE_{a,y} = PE_{a,y}(\text{電力}) + PE_{a,y}(\text{蒸汽})$$

$$= 328\text{ton} + 3,173\text{ton} = 3,501 \text{ tCO}_2\text{e}$$

■ 相關計算參數彙整如下表所示：

參數	定義	單位	數值
$PE_{a,y}$	y 年之專案附屬設備增加之排放量	tCO ₂ e	3,501
$PE_{a,y}(\text{電力})$	y 年之專案附屬設備用電增加造成之排放量	tCO ₂ e	328
$PE_{a,y}(\text{蒸汽})$	y 年之專案附屬設備排放量	tCO ₂ e	3,173

7.洩漏量：

依減量方法規範，本專案並無洩漏量產生。

8.排放減量：

(1)單一年度排放減量

$$ER_y = BE_y - (PE_y + LE_y)$$

$$= 71,613 \text{ tCO}_2\text{e} - (69,643 \text{ tCO}_2\text{e} + 0 \text{ tCO}_2\text{e})$$

$$= 1,970 \text{ tCO}_2\text{e/y}$$

■ 相關計算參數彙整如下表所示：

參數	定義	單位	數值
ER_y	y 年之排放減量	tCO ₂ e	1,970
BE_y	y 年之基線排放量	tCO ₂ e	71,613
PE_y	y 年之專案排放量	tCO ₂ e	69,643
LE_y	y 年之洩漏排放量	tCO ₂ e	0

(2)計入期計算摘要

本專案依據環保署「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，執行期間為 103 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下表所示：

專案執行期間溫室氣體減量表

年度 (民國)	基線排放量 (tCO ₂ e)	專案排放量 (tCO ₂ e)	洩漏排放量 (tCO ₂ e)	預期排放減量 (tCO ₂ e)
103	71,613	69,643	0	1,970
104	71,613	69,643	0	1,970
105	71,613	69,643	0	1,970
106	71,613	69,643	0	1,970
107	71,613	69,643	0	1,970
108	71,613	69,643	0	1,970
109	71,613	69,643	0	1,970
110	71,613	69,643	0	1,970
111	71,613	69,643	0	1,970
112	71,613	69,643	0	1,970
合計	716,130	696,430	0	19,700

(3)預設係數與參數說明

數據/參數	$P_{BL,m}$
數據單位	ton
描述	專案實施前，m 月產品產量
使用數據來源	量測值
數值	如表 1 所示
數據選擇說明或實際應用之量測方法和步驟的描述	—
備註	- 選擇 101 年度 6 月~11 月操作數據計算 - 以電子檔保存

數據/參數	$S_{BL,m}$
數據單位	ton
描述	專案實施前，m 月的蒸汽消耗量
使用數據來源	量測值
數值	如表 1 所示
數據選擇說明或實際應用之量測方法和步驟的描述	—
備註	- 選擇 101 年度 6 月~11 月操作數據計算 - 以電子檔保存

數據/參數	$M_{w,BL}$
數據單位	月
描述	專案實施前，用於計算 $SSCR_{avg,BL}$ 的總月數

使用數據來源	生產操作紀錄
數值	6
數據選擇說明或實際應用之量測方法和步驟的描述	由現場人員記錄於制式報表上，每月彙整保存
備註	以電子檔保存

數據/參數	P_{his}
數據單位	ton
描述	專案實施前，產品歷史年產量
使用數據來源	量測值
數值	221,640
數據選擇說明或實際應用之量測方法和步驟的描述	以磅秤連續量測後累計，記錄於生產報表
備註	- 因無法取得專案實施前 3 年完整數據，故選用專案實施前 1 年(101 年)數據計算 - 以電子檔保存

9. 監測方法：

(1) 應監測之數據與參數

數據/參數	$P_{PJ,m}$
數據單位	ton
描述	專案實施後，m 月產品產量
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	21,757
將被採用的量測方法和步驟之描述	以磅秤量測，每批記錄至少 1 筆資料，彙整年平均
將被應用的 QA/QC 步驟	磅秤應接受定期維護校正，並依據適用的國家/國際標準測試有效範圍
備註	- 於專案計畫書撰寫時，使用自廠測試評估之數據(102 年度 1 月測試值)計算 - 以電子檔保存

數據/參數	$S_{PJ,m}$
數據單位	ton
描述	專案實施後，m 月的蒸汽消耗量
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	16,377

將被採用的量測方法和步驟之描述	以流量計連續量測，每天記錄
將被應用的 QA/QC 步驟	流量計應接受定期維護校正，並依據適用的國家/國際標準測試有效範圍，或採用定量容積方式測量之實際蒸汽量。
備註	- 於專案計畫書撰寫時，使用自廠測試評估之數據(102 年度 1 月測試值)計算 - 以電子檔保存

數據/參數	$M_{w,PJ}$
數據單位	月
描述	專案實施後，用於計算 $SSCR_{avg,PJ}$ 的總月數
使用數據來源	生產操作紀錄
用於計算預估排放減量/移除量之數據數值	1
將被採用的量測方法和步驟之描述	由現場人員記錄於制式報表上，每月彙整保存
將被應用的 QA/QC 步驟	-
備註	- 於專案計畫書撰寫時，使用自廠測試評估之數據(102 年度 1 月測試值)計算 - 以紙本保存

數據/參數	P_y
數據單位	ton
描述	y 年之產品產量
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	221,640
將被採用的量測方法和步驟之描述	以磅秤連續紀錄，每批紀錄一次
將被應用的 QA/QC 步驟	紀錄方式與抄表流程皆有完整流程，抄表紀錄應由相關主管確認
備註	- 於專案計畫書撰寫時，使用 101 年資料計算，專案實施後，應以實際量測值為主 - 以電子檔保存

數據/參數	NCV_{steam}
數據單位	kcal/kg

描述	蒸汽淨熱值
使用數據來源	依實測壓力溫度查蒸汽表求得
用於計算預估排放減量/移除量之數據數值	658
將被採用的量測方法和步驟之描述	▪ 文獻值
將被應用的 QA/QC 步驟	▪ 管理人員每月確認蒸汽產生器之蒸汽壓力，再依實際操作壓力對照文獻值
備註	▪ 以電子檔保存

數據/參數	$EC_{a, ELEC, y}$
數據單位	kWh
描述	y 年之專案附屬設備增加之用電量
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	616,792
將被採用的量測方法和步驟之描述	▪ 電表連續量測，由現場人員每月紀錄於報表中
將被應用的 QA/QC 步驟	-
備註	▪ 計畫書撰寫時，以製程用電設備規格值推算，專案實施後，應以實際量測值為主

數據/參數	$EF_{ELEC, y}$
數據單位	kgCO ₂ e/kWh
描述	電力或電網排放係數
使用數據來源	政府公告值
用於計算預估排放減量/移除量之數據數值	0.532
將被採用的量測方法和步驟之描述	▪ 引用政府最新年度公告電力排放係數，每年確認一次
將被應用的 QA/QC 步驟	-
備註	▪ 專案計畫書撰寫時，引用能源局公告 101 年度電力排放係數

數據/參數	$SC_{a, steam, y}$
數據單位	t
描述	y 年之專案附屬設備蒸汽用量
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	15,424
將被採用的量測方法和步驟之描述	▪ 以蒸汽流量計連續量測，每天記錄

述	
將被應用的 QA/QC 步驟	流量計應接受定期維護校正，並依據適用的國家/國際標準測試有效範圍，或採用定量容積方式測量之實際蒸汽量。
備註	- 計畫書撰寫時使用 102 年 1 月間檢測紀錄，配合 101 年全年操作時數推估，專案執行後應以實際數據為主 - 以電子檔保存

數據/參數	$EF_{CO2,heat}$
數據單位	tCO ₂ /Mcal
描述	蒸汽單位熱能之二氧化碳排放係數
使用數據來源	廠內自行計算之數據
用於計算預估排放減量/移除量之數據數值	3.41×10^{-4}
將被採用的量測方法和步驟之描述	- 蒸汽來源為單一供應端(汽電共生蒸汽鍋爐)，以投入蒸汽鍋爐燃料產生之二氧化碳總排放量與產出蒸汽總熱能計算： $EF_{CO2,heat} = \Sigma(\text{投入汽電共生設備燃料用量} \times \text{燃料之二氧化碳排放係數} \times \text{汽電共生設備產生蒸汽的比例}) / \Sigma(\text{產出蒸汽量} \times \text{蒸汽熱值})$
將被應用的 QA/QC 步驟	管理人員應定期確認相關選用數值是否更新，並妥善保存相關佐證資料
備註	- 計畫書撰寫時，以 101 年數據計算，專案實施後應以最新年度數據為主 - 以電子檔保存

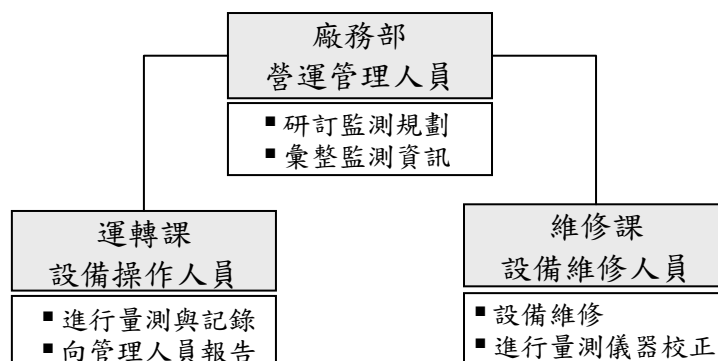
數據/參數	$EF_{a, CO2,heat}$
數據單位	tCO ₂ /Mcal
描述	專案附屬設備之蒸汽單位熱能之二氧化碳排放係數
使用數據來源	廠內自行計算之數據
用於計算預估排放減量/移除量之數據數值	3.25×10^{-4}
將被採用的量測方法和步驟之描述	- 蒸汽來源為雙供應端(廠內焚化爐蒸汽鍋爐)與外購蒸汽 - 焚化爐蒸汽鍋爐以投入蒸汽鍋爐燃料產生之二氧化碳總排放量與產出蒸汽總熱能計算： $EF_{CO2,heat} = \Sigma(\text{投入蒸汽鍋爐燃料用量} \times \text{燃料$

	之二氧化碳排放係數)$\div \Sigma(\text{產出蒸汽量} \times \text{蒸汽熱值})$ ■ 外購蒸汽直接採用蒸汽供應商提供之係數(溫室氣體盤查/申報計算之蒸汽排放係數) ■ 再依各供應端投入製程蒸汽用量進行加權平均: $EF_{CO_2,heat} = \Sigma(\text{供應端投入製程蒸汽用量} \times \text{蒸汽熱值} \times \text{蒸汽單位熱能之二氧化碳排放係數}) \div \Sigma(\text{供應端投入製程蒸汽用量} \times \text{蒸汽熱值})$
將被應用的 QA/QC 步驟	■ 管理人員應定期確認相關選用數值是否更新，並妥善保存相關佐證資料
備註	■ 計畫書撰寫時，以 101 年數據計算，專案實施後應以最新年度數據為主 ■ 以電子檔保存

數據/參數	$NCV_{a,steam}$
數據單位	kcal/kg
描述	專案附屬設備蒸汽淨熱值
使用數據來源	依實測壓力溫度查蒸汽表求得
用於計算預估排放減量/移除量之數據數值	663
將被採用的量測方法和步驟之描述	■ 文獻值
將被應用的 QA/QC 步驟	■ 管理人員應定期確認蒸汽來源之蒸汽壓力，再依實際操作壓力對照文獻值
備註	■ 以電子檔保存

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)。

(2) 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	- 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	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	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	- 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	使用短時間或連續量測，進行節能效益計算	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	- 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	藉由回歸分析，針對公表或分表之數據進行分析比較	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	- 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	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	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。