



TMS-III.003

小規模減量方法

工業設施排放水廢熱回收利用

版本 01.0

範疇別：04 製造工業

目 錄	頁數
1. 介紹.....	3
2. 範疇、適用條件及生效日	3
2.1 範疇.....	3
2.2 適用條件.....	3
2.3 生效日	4
3. 專案邊界	4
4. 外加性	5
5. 基線排放	5
5.1 基線情境	5
5.2 基線排放量.....	5
6. 專案排放	6
7. 洩漏排放	7
8. 減量.....	8
8.1 預設係數與參數說明.....	8
9. 監測方法	9
9.1 注意事項.....	9
9.2 應監測之數據與參數	9
10. 減量方案下之專案應用.....	13
附錄 1. 國際 IPMVP/ 國內 M&V 績效驗證方式.....	14
附錄 2. 減量方法研訂參考依據	15

1. 介紹

1. 下表為本減量方法的重要特性：

表一、減量方法重要特性

減量專案一般用法	針對工廠產生之排放水透過安裝新的廢熱回收系統，將排放水廢熱予以回收，作為既有熱利用設施之熱源。
溫室氣體減量類型	減少燃料使用及其衍生之溫室氣體排放。

2. 範疇、適用條件及生效日

2.1 範疇

2. 本減量方法適用於工廠排放水廢熱回收，減少既有熱利用設施之燃料用量。
3. 本減量方法之設計基本概念，係藉由監測專案實施後廢熱回收系統回收再利用之熱量，並換算為熱利用設施所節省之燃料。
4. 本減量方法僅適用廢熱能來源為排放水之情況，專案活動如為因透過廢熱回收系統進行回收煙氣/產品廢熱能回收再利用所造成的燃料使用減量，且在製程工作流體/原料/產品於熱利用設施出入口之熱焓或溫度差可量測的情況下，建議選用「TMS-II.002-工業設施的排氣/高溫產品廢熱回收利用」方法。

2.2 適用條件

5. 本減量方法之適用條件如下：
- (1) 針對工廠產生之排放水透過安裝一個新的廢熱回收系統，將排放水中廢熱予以回收，作為既有熱利用設施之熱水，部分或完全取代原熱源設施供應之熱能，以降低燃料使用。
 - (2) 透過廢熱回收系統所回收之熱能，僅限用於實施此減量方法之事業單位(專案申請者可控制之範圍)。
 - (3) 專案實施前後熱源設施所使用的燃料相同。
 - (4) 既有設備剩餘使用年限應參循 CDM 最新版次之設備剩餘壽齡推估工具(Tool to determine the remaining lifetime of equipment) 評估，且專案計入期應受限於既有設備剩餘壽命評估結果。
 - (5) 單一專案之年排放減量小於 6 萬噸二氧化碳當量¹。

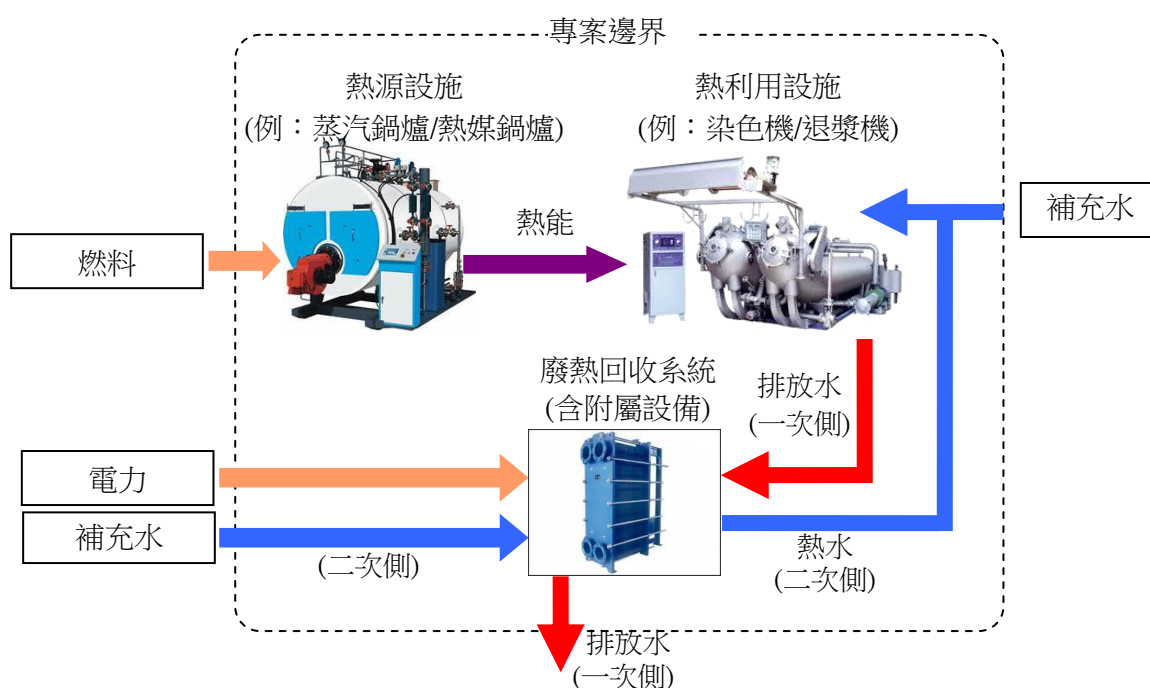
¹參考依據：國際 CDM_Standard: Clean development mechanism project standard (CDM-EB65-A05-STAN)第 81 段(c)項，小規模專案(Type III)總節能量上限規範。

2.3 生效日

6. 生效日係以 104 年 1 月 16 日「行政院環境保護署溫室氣體先期專案暨抵換專案審議會第 10 次會議」決議審核通過為準。

3. 專案邊界

7. 邊界包括工廠內熱源設施²、熱利用設施³及廢熱回收系統(包含其附屬設備)，附屬設備係為達廢熱回收效果所必要之設備，例如：鼓風機、輸送泵浦等。



8. 在評估基線與專案排放時，燃料燃燒之溫室氣體排放僅將 CO₂ 納入該專案活動邊界內，如下表所示。

來源	溫室氣體	是否納入	說明/解釋
熱利用設施的化石燃料使用	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	
廢熱回收系統的電力使用	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

²藉由直接燃料投入提供熱利用設施蒸汽、熱煤、熱水或其他型態熱能載體的設施。

³使用由廢熱回收系統所提供熱水的設施。

4. 外加性

9. 依循環保署抵換專案制度小規模減量方法對外加性之規範，需符合法規分析及障礙分析(投資障礙、技術障礙、普遍性障礙或其他障礙等至少一項)。

5. 基線排放

5.1 基線情境

10. 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「工廠既有熱利用設施未經廢熱回收系統回收排放水熱能之直接或間接排放」做為基線情境。
11. 基線能源用量計算方式，係以專案實施後量測熱利用設施之補充水量、溫度等數據，回推計算。

5.2 基線排放量

12. 專案活動實施前，熱利用設施間接消耗燃料加熱工作流體所產生之溫室氣體排放乃為基線排放量，其計算式如下：

$$BE_y = HC_{BL,y} \div \eta \times EF_{CO2,heat} \quad \text{式 1}$$

參數	定義	單位
BE_y	y 年之基線排放量	tCO ₂ e
$EF_{CO2,heat}$	單位熱能之燃料二氧化碳排放係數	tCO ₂ e/Mcal
η	熱源設施之熱轉換效率	%

13. 專案實施前，熱利用設施耗熱量($HC_{BL,y}$)之決定：

$$HC_{BL,y} = Q_y \times \rho \times C_p \times (t_{des} - t_{in}) \div 1,000 \quad \text{式 2}$$

$$HC_{BL,y} = \min(HC_{BL,y}, HC_{his}) \quad \text{式 3}$$

參數	定義	單位
$HC_{BL,y}$	y 年之基線耗熱量	Mcal
HC_{his}	熱利用設施基線耗熱量之歷史值	Mcal
Q_y	y 年之熱利用設施累計補充水量	L
ρ	補充水之密度	kg/L、kg/m ³
C_p	補充水之比熱	kcal/kg℃
t_{in}	補充水之溫度	℃

參數	定義	單位
t_{des}	補充水經熱利用設施加熱後之工作溫度	°C

註.單位換算：1Mcal=1,000kcal

6. 專案排放

14. 專案主要由兩處產生專案排放量：

- (1) 熱利用設施排放量
- (2) 專案附屬設備排放量

$$PE_y = PE_{h,y} + PE_{a,y}$$

式 4

參數	定義	單位
PE_y	y 年之專案排放量	tCO ₂ e
$PE_{h,y}$	y 年之熱利用設施排放量	tCO ₂ e
$PE_{a,y}$	y 年專案附屬設備排放量	tCO ₂ e

15. 熱利用設施排放量($PE_{h,y}$)之決定：

$$PE_{h,y} = HC_{PJ,y} \div \eta \times EF_{CO_2,heat}$$

式 5

參數	定義	單位
$HC_{PJ,y}$	y 年之專案耗熱量	Mcal
η	熱源設施之熱轉換效率	%
$EF_{CO_2,heat}$	單位熱能之燃料二氧化碳排放係數	tCO ₂ e/Mcal

16. 專案實施後經廢熱回收系統預熱之補充水進入熱利用設施，使用所回收之廢熱能後，熱利用設施之能源需求：

$$HC_{PJ,y} = \{ [Q_y \times \rho \times Cp \times (t_{des} - t_{in})] - [q_{HEX} \times \rho \times Cp \times T_y \times (t_{HEX-out} - t_{HEX-in})] \} \div 1,000 \times k$$

式 6

參數	定義	單位
$HC_{PJ,y}$	y 年之專案耗熱量	Mcal
T_y	y 年之廢熱回收系統運轉時數	h
Q_y	y 年之熱利用設施累計補充水量	L
q_{HEX}	廢熱回收系統補充水流量	L/h
$t_{HEX-out}$	專案實施後，補充水經廢熱回收系統預熱後之溫度	°C
t_{HEX-in}	專案實施後，補充水進入廢熱回收系統之溫度	°C
k	調整因子	--

註：熱量單位換算 1Mcal=1,000kcal。

17. 因熱利用設施耗熱量($HC_{PJ, y}$)之變化影響廢水回收熱能，專案實施後，基線耗熱量若大於歷史平均值，以實際量測值計算，將高估減量，故以 k 值調整， k 值之決定如下：

$$k = \min \{1; HC_{his} / HC_{BL, y}\} \quad \text{式 7}$$

18. 公式 7 之基線耗熱量($HC_{BL, y}$)以式 1 計算。

19. 專案邊界內廢熱回收系統之附屬設備，係為達廢熱回收效果所必要之設備，如鼓風機、輸送泵浦等，該設備使用能源產生排放量($PE_{a, y}$) 之決定如下：

(1)當附屬設備使用之能源型態為燃料時：

$$PE_{a, y} = FC_{a, i, y} \times EF_{CO2, i} \quad \text{式 8}$$

參數	定義	單位
$PE_{a, y}$	y 年之專案附屬設備排放量	tCO ₂ e
$FC_{a, i, y}$	y 年之專案附屬設備之燃料 i 用量	t、kL、km ³ 等
$EF_{CO2, i}$	燃料 i 之二氧化碳排放係數	tCO ₂ e/t、tCO ₂ e/kL、 tCO ₂ e/km ³ 等

(2)當附屬設備使用之能源型態為電力時

$$PE_{a, y} = EC_{a, ELEC, y} \times EF_{ELEC, y} \div 1,000 \quad \text{式 9}$$

參數	定義	單位
$EF_{CO2, i}$	燃料 i 之二氧化碳排放係數	tCO ₂ e/t、tCO ₂ e/kL、 tCO ₂ e/km ³ 等
$EC_{a, ELEC, y}$	y 年之專案附屬設備用電量	kWh
$EF_{ELEC, y}$	電力或電網排放係數	kgCO ₂ e/kWh

註：單位換算 1t=1,000kg。

7. 洩漏排放

20. 本減量方法並未涉及洩漏效應，大部分潛在之洩漏源均已於適用條件考量並規範，予以排除。
21. 設備之生產、搬運、裝設與廢棄時所產生之溫室氣體排放，不納入洩漏排放。

8. 減量

22. 計入期間 y 年之減量計算如下：

$$ER_y = BE_y - PE_y$$

式 10

參數	定義	單位
ER_y	y 年之減量	tCO ₂ e
BE_y	y 年之基線排放量	tCO ₂ e
PE_y	y 年之專案排放量	tCO ₂ e

8.1 預設係數與參數說明

23. 下列參數應於確證時成為定值。

數據與參數表 1

數據/參數	ρ
數據單位	kg/L、kg/m ³
描述	補充水之密度
數據來源	引用文獻資料(如技術手冊等)
量測程序(若適用)	-
備註	-

數據與參數表 2

數據/參數	C_p
數據單位	kcal/kg°C
描述	補充水之比熱
數據來源	引用文獻資料(如技術手冊等)
量測程序(若適用)	-
備註	-

數據與參數表 3

數據/參數	HC_{his}
數據單位	Mcal
描述	熱利用設施基線耗熱量歷史值
數據來源	- 以量測值計算；或 - 操作紀錄；或 - 以製程設計值計算
量測程序(若適用)	以流量計、溫度計或其它儀器，量測熱利用設施累計補充水量及溫度等數據，並依循公式 2 之計算
備註	- 數據來源選擇之優先順序應由上而下 - 量測計算方式包括連續量測及短期量測，在數據取

	得與相關條件允許之情況下，應優先使用連續量測值 量測計算值取樣期間，應以專案實施前最近 3 年量測數據計算，如無完整 3 年歷史數據，得至少以最近 1 年內之數據計算
--	--

9. 監測方法

9.1 注意事項

24. 數據來源之優先順序由上而下，在數據可取得之情況下，應優先選擇實際量測值。
25. 數據以型錄值、操作紀錄、生產作業時間推算、短期量測等方式取得時，查驗機構應請專案執行者提出相關佐證文件。

9.2 應監測之數據與參數

數據與參數表 4

數據/參數	Q_y
數據單位	L
描述	y 年之熱利用設施累計補充水量
數據來源	- 流量計量測值；或 - 生產操作紀錄
量測程序(若適用)	-
監測頻率	- 連續量測；或 - 至少每月記錄 1 次
QA/QC 程序	相關量測儀器須依國家標準或廠內標準定期校正
備註	於計畫書撰寫時，Q_y 為流量計測量值模擬計算而得，或為專案活動實施前最近 3 年歷史平均值。如無完整 3 年歷史數據，得至少以最近 1 年數據計算

數據與參數表 5

數據/參數	t_{in}
數據單位	°C
描述	補充水之溫度
數據來源	- 溫度計量測值；或 - 生產操作紀錄
量測程序(若適用)	-
監測頻率	- 連續量測；或 - 至少每月記錄 1 次
QA/QC 程序	相關量測儀器須依國家標準或廠內標準定期校正
備註	於計畫書撰寫時，專案實施後耗熱量計算參數(t_{in})以溫

	度計測量值模擬計算而得，如無法取得量測數據，得以製程設計值計算
--	---------------------------------

數據與參數表 6

數據/參數	t_{des}
數據單位	°C
描述	補充水經熱利用設施加熱後之工作溫度
數據來源	- 溫度計測量測值；或 - 生產操作紀錄；或
量測程序(若適用)	-
監測頻率	- 連續量測；或 - 至少每月記錄 1 次
QA/QC 程序	相關量測儀器須依國家標準或廠內標準定期校正
備註	於計畫書撰寫時，專案實施後耗熱量計算參數(t_{des})得以溫度計測量值模擬計算而得，如無法取得量測數據，得以製程設計值計算

數據與參數表 7

數據/參數	q_{HEX}
數據單位	L/h
描述	廢熱回收系統補充水流量
數據來源	- 流量計測量測值；或 - 生產操作紀錄；或
量測程序(若適用)	-
監測頻率	每月記錄或至少每季記錄 1 次
QA/QC 程序	相關量測儀器須依國家標準或廠內標準定期校正
備註	於計畫書撰寫時，以流量計測量值模擬計算而得，如無法取得量測數據，得以設備規格值計算

數據與參數表 8

數據/參數	$t_{HEX-out}$
數據單位	°C
描述	專案實施後，補充水經廢熱回收系統預熱後之溫度
數據來源	- 溫度計測量測值；或 - 生產操作紀錄
量測程序(若適用)	-
監測頻率	- 連續量測；或 - 至少每月記錄 1 次
QA/QC 程序	相關量測儀器須依國家標準或廠內標準定期校正
備註	於計畫書撰寫時，專案實施後耗熱量計算參數($t_{HEX-out}$)以溫度計測量值模擬計算而得，如無法取得量測數據，得以設備規格值計算

數據與參數表 9

數據/參數	$t_{\text{HEX-in}}$
數據單位	°C
描述	專案實施後，補充水進入廢熱回收系統之溫度
數據來源	- 溫度計量測值；或 - 生產操作紀錄
量測程序(若適用)	-
監測頻率	- 連續量測；或 - 至少每月記錄 1 次
QA/QC 程序	相關量測儀器須依國家標準或廠內標準定期校正
備註	於計畫書撰寫時，專案實施後耗熱量計算參數($t_{\text{HEX-in}}$)以溫度計測量值模擬計算而得，如無法取得量測數據，得以設備規格值計算

數據與參數表 10

數據/參數	T_y
數據單位	h
描述	y 年之廢熱回收系統運轉時數
數據來源	- 計時器量測值；或 - 生產操作紀錄
量測程序(若適用)	-
監測頻率	- 連續量測；或 - 至少每月記錄 1 次
QA/QC 程序	相關量測儀器須依國家標準或廠內標準定期校正
備註	於計畫書撰寫時以計時器取樣測量值模擬計算而得，如無法取得量測數據，得以專案實施前最近 3 年熱利用設施生產操作紀錄計算，如無完整 3 年歷史數據，得至少以最近 1 年數據計算

數據與參數表 11

數據/參數	η
數據單位	%
描述	熱源設施之熱轉換效率
數據來源	- 量測計算值；或 - 設備規格值
量測程序(若適用)	以燃燒效率分析儀或其他儀器量測計算
監測頻率	- 至少 1 年 1 次；或 - 如選擇事前監測(ex ante)，僅需於確證時確認
QA/QC 程序	相關量測儀器須依國家標準或廠內標準定期校正
備註	於計畫書撰寫時，熱源設施之熱轉換效率為設備商提供之測試報告計算而得，如無法取得量測數據，得以設備規格值計算

數據與參數表 12

數據/參數	$FC_{a, i, y}$
數據單位	t、kL、km ³ 等
描述	y 年之專案附屬設備之燃料 i 用量
數據來源	▪ 流量計量測值；或 ▪ 操作紀錄
量測程序(若適用)	-
監測頻率	▪ 連續量測；或 ▪ 至少每月記錄 1 次
QA/QC 程序	▪ 相關量測儀器須依國家標準或廠內標準定期校正
備註	-

數據與參數表 13

數據/參數	$EC_{a, ELEC, y}$
數據單位	kWh
描述	y 年之專案附屬設備用電量
數據來源	▪ 電錶量測值；或， ▪ 以短期量測值乘實際運轉時數計算
量測程序(若適用)	-
監測頻率	▪ 連續量測；或 ▪ 至少 1 年 1 次
QA/QC 程序	▪ 相關量測儀器須依國家標準或廠內標準定期校正
備註	-

數據與參數表 14

數據/參數	$EF_{CO_2, heat}$
數據單位	tCO ₂ e/ Mcal
描述	單位熱能之燃料二氧化碳排放係數
數據來源	▪ IPCC 公告值；或， ▪ 以燃料排放係數計算： $EF_{CO_2, heat} = \frac{\text{燃料之二氧化碳排放係數}}{\text{燃料淨熱值}}$
量測程序(若適用)	-
監測頻率	▪ 1 年 1 次
QA/QC 程序	-
備註	-

數據與參數表 15

數據/參數	$EF_{CO_2, i}$
數據單位	tCO ₂ e/t、tCO ₂ e/kL、tCO ₂ e/km ³ 等

描述	燃料 i 之二氧化碳排放係數
數據來源	- 依政府公告碳排放係數計算： $EF_{CO_2} = \text{碳排放係數(kgC/GJ)} \times (44/12) \times 4.1868 \times NCV \times 10^{-6}$
量測程序(若適用)	-
監測頻率	1 年 1 次
QA/QC 程序	-
備註	-

數據與參數表 16

數據/參數	EF_{ELEC}
數據單位	kgCO ₂ e/ kWh
描述	電力或電網排放係數
數據來源	- 引用政府最新年度公告電力排放係數 - 依據國際 CDM 最新版次電力排放係數計算工具(<i>Tool to calculate the emission factor for an electricity system</i>)求出當年度混合邊際(CM)排放係數 - 如包括自廠發電之情形，自廠電力排放係數應參循 CDM 最新版次「電力耗用之基線、專案及/或洩漏排放計算工具(<i>Tool to calculate baseline, project and/or leakage emissions from electricity consumption</i>)」計算
量測程序(若適用)	-
監測頻率	1 年 1 次 - 如選擇事前監測(ex ante)，僅需於確證時確認
QA/QC 程序	-
備註	-

26. 採連續量測方式，至少每月記錄 1 次，並取年平均值/累計值計算。
27. 短期量測係指於未設置固定式表計，而無法進行連續測量或無法頻繁、密集進行數值記錄時，採用可攜式或臨時性表計進行量測。
28. 實施短期量測時，宜於相關製程穩定運轉的狀態下進行，且如熱利用設施操作條件有所變化，則依操作條件分別量測並計算平均值。另，相關儀表應定期進行校正。
29. 燃料排放係數僅計算燃料燃燒 CO₂ 之排放。
30. 監測頻率可參考 IPMVP 規範，或國內節能績效驗證(M&V)相關作法，參閱附錄 1。

10. 減量方案下之專案應用

31. 如本減量方法應用於方案型專案，則洩漏量之計算應符合第 7 節之規範。

附錄 1. 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。

附錄 2. 減量方法研訂參考依據

	資料名稱	應用項目
1	日本國內額度制度(JCDM)，方法論編號 018「導入儲熱系統以進行廢熱回收再利用(回収した未利用の排熱を供給する蓄熱システムの導入)」，2010.12。 (JCDM 網站連結 http://jcdm.jp/index.html)	適用條件、專案執行邊界、外加性說明、基線/專案實施後之排放量等，為本減量方法主要參考來源
2	國際清潔發展機制(CDM)設備剩餘壽齡推估工具(<i>Tool to determine the remaining lifetime of equipment</i>)第 1 版，2009.10。	適用條件(既有設備剩餘使用年限)
3	日本抵換額度制度(JVER)，方法論編號 E006「廢熱回收與利用(排熱回收・利用)」第 6.0 版，2011.06。	適用條件、洩漏量、監測方法
4	國際清潔發展機制(CDM)，小規模方法學減量專案計畫申請編號 0794，「排氣廢熱回收作為鍋爐空氣預熱使用(<i>Reducing heat loss into atmosphere along with the flue gases by utilizing it for preheating of combustion air of service boiler at Indo-Gulf Fertilisers</i>)」，2007.01.14。	基線/專案實施後之排放量、應用案例、監測方法
5	國際清潔發展機制(CDM)，小規模方法學編號 AMS-III.Q「利用廢油氣的能源系統(<i>Waste energy recovery (gas/heat/pressure) projects</i>)」第 4 版，2009.12。	適用條件、電力排放係數及方案型專案(PCDM)相關說明
6	國際清潔發展機制(CDM)，電網排放係數計算工具(<i>Tool to calculate the emission factor for an electricity system</i>)第 2.2.1 版，2011.09。	監測方法(電力或電網排放係數)
7	國際清潔發展機制(CDM)，電力耗用之基線、專案及/或洩漏排放計算工具(<i>Tool to calculate baseline, project and/or leakage emissions from electricity consumption</i>)第 1 版，2008.05.16。	監測方法(電力排放係數)
8	「廢熱回收節能管理手冊」，工業技術研究院，2008.06。	專案執行邊界、適用條件、應用案例

- - - - -

減量方法資料

版次	日期	修訂記錄
01.0	104 年 1 月 16 日	「行政院環境保護署溫室氣體先期專案暨抵換專案審議會第 10 次會議」決議審核通過。
		...
