

## 已批准的基線與監測方法學 AM0017

### 「利用祛水器更換及冷凝水回收以提高蒸氣系統效率」

#### I. 來源、定義與適用性

##### 1. 來源

本方法學依據「中國撫順市煉油廠蒸汽系統效率改善」的專案設計文件(PDD)制訂的，相關的基線研究、監測與查證計畫以及專案設計文件是由優噸(Quality Tonnes)與北京拓峰阿姆斯壯(Tuofeng Armstrong)蒸汽系統節能科技股份有限公司所準備。關於計畫構想以及CDM執行理事會的考量事項等資訊，可參考案例NM0017-修訂版：「中國撫順市煉油廠蒸汽系統效率改善」<sup>1</sup>。

基準線方法之選用，是參考清潔發展機制(CDM)型式與步驟第 48 段的內容：「適用於現有實際排放量或歷史排放量」。

##### 2. 定義(無)

##### 3. 適用性

本方法學適用於下列與蒸汽效率改善專案活動相關的狀況：

- (1) 蒸汽效率是藉由祛水器更換與/或修復，以及冷凝液回收(收集與再利用)來改善；
- (2) 蒸汽是由燃燒化石燃料的鍋爐所產生；
- (3) 祛水器的定期維護或冷凝液的回收不是普遍的作法，或該國法規並無要求；
- (4) 祛水器的狀況與冷凝液的回收數據，至少可由其他5座性質類似的工廠獲得。

本基線方法學的使用應配合已批准的監測方法論AM0017「蒸汽系統藉更換祛水器與回收冷凝液的效率改善」。

---

<sup>1</sup> 網址：<http://cdm.unfccc.int/methodologies/PAmethodologies/approved.html>

## II. 專業邊界界定

專案活動是以降低祛水器的漏失，以及提高冷凝液回收，進而達到能源效率改善的目的；效率改善是藉由裝置額外設備、修復與/或更換祛水器，以及應用操作維護作業來達成。

此專案活動是藉由祛水器功能改善與冷凝液收集與再利用(以下簡稱冷凝液回收)，進行蒸汽節約，並藉此減少鍋爐內化石燃料的燃燒，進而降低溫室氣體排放量。溫室氣體排放量也因節約泵送補充水至鍋爐所需能源而降低；然而，回收冷凝液的泵送、處理與純化亦需要耗費額外的能源。

在此方法學中，只有CO<sub>2</sub>排放量被納入計算，CH<sub>4</sub>與N<sub>2</sub>O排放減量忽略不計。

## III. 基線情境及外加性評估

### 1. 基線情境選擇(無)

### 2. 外加性評估

專案活動的外加性評估可依4步驟說明：

- (1) 證明此作法非慣常工業作法；
- (2) 法律條文並無規範要求(法規/法令障礙分析)；
- (3) 專案活動於執行時存在障礙；
- (4) 若專案以CDM專案登錄後可克服障礙。

以下分就外加性評估步驟加以說明：

#### (1) 證明此作法並非慣常的工業作法

專案參與者應在專案工廠及至少其他5處性質類似的工廠(作為控制組)進行調查，控制組工廠的選擇原則應考量：

- (a) 屬於相同或類似的產業；
- (b) 具備相似蒸汽產生量(選擇最接近專案工廠的5家工廠)；
- (c) 位於相同的區域內，或者具備相似條件的區域；
- (d) 於相同時期興建，或較專案工廠晚興建(若專案工廠是最新興建的工廠，應選擇比專案工廠稍早興建的工廠)。

專案參與者應針對工廠的選擇進行說明，並解釋差異處；指定的經營實體(DOE)則應查證工廠的選擇是按上述原則進行。

在專案活動執行前，應自專案工廠與控制組工廠收集下列資料：

- (a) 藉由祛水器調查，決定祛水器失效率，可依據排放減量計算方法之步驟1的指引，將失效祛水器數目除以運作與檢測的祛水器總數目；
- (b) 詢問工廠管理者工廠內部是否有任何祛水器維護計畫，祛水器是否有被更換，如果有，更換的條件為何；
- (c) 工廠內因冷凝液回收的相對蒸汽節約量，可以公式5計算；

在進行上述調查時，應依「排放減量計算」一節中祛水器調查的指引進行調查；依據調查資料，可獲得控制組工廠與專案活動工廠的祛水器失效率與冷凝液回收率(定義為回收的冷凝液量與產生的蒸汽量的比值)。然而，在下列情況下，專案活動不能被視為具外加性：

- (a) 在專案活動執行前，控制組工廠的祛水器平均失效率較專案工廠的失效率低5%以上；
- (b) 在專案活動執行前，控制組工廠的平均相對冷凝液回收率較專案工廠的相對冷凝液回收率高5%以上；
- (c) 專案工廠內已有一套定期祛水器維護計畫在執行或規劃中，且定期更換失效的祛水器。

## (2) 法規/法令障礙分析

專案參與者應評估國家與/或部門的政策中，是否已有關於祛水器維護計畫的規定或推廣措施以及是否要求或鼓勵冷凝液回收；此評估必須由指定的經營實體(DOE)查證，若國家與/或部門的計畫可能要求此種專案活動，那麼此專案活動不能被視為具外加性。

## (3) 執行障礙分析

專案開發者須確認相關部門或專案場址內存在限制性的障礙，或者若該專案不以清潔發展機制(CDM)活動登錄，會阻礙專案的執行及完成。專案開發者須提供透明的資料，包括文件化證據，並為該文件化證據提供保守性的解釋，例如如何證明障礙之存在與重大性。在此，軼事性證據可被納入，但其本身並不能充分證明障礙的存在。此類障礙可能包括：

- (a) 經濟/財務障礙以外的投資障礙：不熟悉的技術或製程之實際/

感受風險太高，以致於無法吸引投資，或者缺乏創新專案的資金。

- (b) 科技障礙：缺乏熟練或受過適當訓練之人員來操作與維護該技術，導致設備失修及失效。
- (c) 普遍性作法衍生的障礙：專案開發者對最先進的技術缺乏瞭解，導致不願意採用相關技術，或者此專案活動為首例。
- (d) 其它障礙：管理面缺乏應用最先進科技的經驗，導致該專案在管理面不受重視。

明確來說，專案執行上的障礙可能包括下列情況：

- (a) 不充分的資料，像是大型產業公司缺乏有關能源節約的投資資訊，特別是財務面及其他人的執行經驗；關於特定能源節約專案如何執行，提供給真正決策者(企業經理)的資料過少。
- (b) 技術轉移障礙，像是當地市場缺乏現代化高品質祛水器與冷凝液回收設備。
- (c) 企業採用創新節約能源科技時，感受到之技術與財務風險(擔憂新的科技可能無效、可能干擾生產、需要時間調整，或無法實際獲得財務節約，導致管理層級不願採用創新節約能源科技)。
- (d) 許多能源效率投資在實際面與感受面非常微小 – 例如，若能源效率專案是相對小型的計畫，且所達成的節約價值僅是企業操作成本的一小部分；瞭解到小的專案須要規劃、設計、融資、監測等，對相對規模的專案帶來過高的處理成本。
- (e) 融資困難，因當地金融機構不願融資予僅降低操作成本的專案；金融機構通常不熟悉或不擅長分析此類投資的財務面。

經上述方法確認的障礙，僅在該專案未登錄為CDM專案時，會制止潛在的專案提案人進行專案活動的研擬，其外加性才具有充分的基礎。

#### (4) 專案以CDM專案登錄後可克服障礙

此步驟旨在解釋提案者研擬的專案活動，只有在批准與登錄成CDM活動後，才能克服已確認的障礙，使專案得以執行。

此步驟可協助證明經由步驟3所確認的執行障礙，確實為抑制性障礙，若研擬的專案活動在未登錄為CDM專案的情況下，能克服該確認的障礙，則此障礙應是可克服的，不能成為外加性的充分證明。

專案提案者可解釋專案是如何批准及登錄成CDM專案，以及參與後衍生的效益與誘因，以減緩確認的執行障礙，使專案得以執行。這些效益與誘因可能有許多型態，例如：

- (a) 藉由販售CO<sub>2</sub>排放減量獲得財務上的效益；
- (b) 在排放減量交易中，藉由與夥伴合作獲得制度上的效益；
- (c) 在排放減量交易中，由合作夥伴提供之技術與能力建構效益。

#### IV. 基線、專案及洩漏之排放計算

##### (1) 祛水器調查

依據上述外加性評估的指引，於專案執行前，應在專案工廠與5家控制組工廠內進行祛水器調查，專案執行後，則定期(至少每年1次)在專案工廠內進行祛水器調查。

在專案執行前，應收集專案工廠內之每個祛水器的資料，如下說明：

- (a) 祛水器之實體位置(標籤號碼、位置、高度等)；
- (b) 祛水器的種類資料(製造商、型號、孔徑等)；
- (c) 壓力(進汽口蒸汽壓力 $P_{in}$ ，排汽口蒸汽壓力 $P_{out}$ )；
- (d) 工具(洩水器、金屬追蹤管、旋管、製程、排氣閥、排液閥)、設備(單元加熱器、散熱器、加濕器等)與管路(方向、入口閥、濾網、出口閥)的資料；
- (e) 運作狀況，可利用超音波監聽、情況允許時之目視檢查、以及自動化祛水器監測系統；
- (f) 每年運作時數；
- (g) 任何進一步的資訊，包括某些特定問題，如水錘現象、不良或不適當的絕熱、管線或閥件的蒸汽洩漏、祛水器不適當的裝置，與其他蒸汽相關問題。

在專案活動執行之前，應於控制組工廠內收集下列資料：

- (a) 運作中與受檢測的祛水器數目；
- (b) 每一運作中的祛水器之運作狀況，可利用超音波監聽、情況允許時之目視檢查、以及自動化祛水器監測系統。

執行祛水器檢測之人員應為受過訓練且具備相關現場經驗之技術人員。祛水器調查結果應以透明公開的方式予以文件化呈現，並應在調查開始後12個月內備妥；評估運作狀況時，應以表1所列之定義確認祛水器是否失效。本方法論所考量的祛水器失效包括蒸汽吹

放(blow-thru)、洩漏(leakage)或快速循環(rapid cycling)而導致蒸汽漏失。

表1. 確認失效祛水器之標示定義

標示	說明	定義
OK	良好	祛水器處於正常運作模式。
BT	吹放	祛水器因處於開口模式，且大量漏失蒸汽，導致祛水器失效，應修復或更換祛水器。
LK	洩漏	祛水器因處於半開口模式，且最高漏失25%之蒸汽，導致祛水器失效，應修復或更換祛水器。
RC	快速循環	盤式祛水器即將失效。
PL	堵塞	祛水器處因處於關閉位置，且冷凝液開始積存，導致祛水器失效，應修復或更換祛水器。
FL	滿溢	祛水器尺寸不夠大，無法處理冷凝液之負載，應更換成適當的尺寸。
OS	停用	蒸汽供應管路關閉，且祛水器不在使用中。
NT	未檢測	祛水器在使用，但因位置無法接近、太高等因素而未檢測。

(2) 因修復與/或更換祛水器的蒸汽節約

依據祛水器調查的結果，依下列公式個別計算失效祛水器所造成的蒸汽漏失量，此公式引用梅索尼蘭(Masoneilan)法，將其調整後，以更保守的方式來估算蒸汽漏失量：

$$L_{t,y} = \frac{1\text{kg}}{2.2046\text{lbs}} \times FT_{t,y} \times FS_{t,y} \times CV_{t,y} \times h_{t,y} \times \sqrt{(P_{in,t} - P_{out,t})(P_{in,t} + P_{out,t})} \quad (1)$$

在此，

- $L_{t,y}$  = 於y期間內，祛水器t的蒸汽漏失量，公斤蒸汽。
- $FT_{t,y}$  = 於y期間內，祛水器t的失效型態因子。
- $FS_{t,y}$  = 於y期間內，祛水器t的使用因子。
- $CV_{t,y}$  = 於y期間內，祛水器t的流動係數。
- $h_{t,y}$  = 於y期間內，祛水器t的操作時數，小時。
- $P_{in,t}$  = 於y期間內，祛水器t進汽口的蒸汽壓力，psia。
- $P_{out,t}$  = 於y期間內，祛水器t出汽口的冷凝液壓力，psia。

按步驟1的祛水器定期調查，被確認為因開口模式或半開口模式(吹放、洩漏、快速循環)而失效的祛水器，可利用公式1來計算蒸汽漏失量；此公式僅適用於出汽口壓力 $P_{out,t}$ 等於或大於 $P_{in,t}/2$ 。因此，

若祛水器的出汽口壓力 $P_{out,t}$ 小於進汽口壓力的一半，公式1中的出汽口壓力 $P_{out,t}$ 值應設為 $P_{in,t}/2$ 。

失效型態因子是由Armstrong公司所估計的經驗值，表示蒸汽洩漏與快速循環的蒸汽漏失量較蒸汽吹放的漏失量要低；因洩漏而失效的祛水器，其蒸汽漏失量約為吹放的25%，而快速循環的祛水器漏失量則是吹放的20%，如表2所述：

表2. 失效型態因子(FT)

失效型態	失效型態因子FT
吹放(BT)	1
洩漏(LK)	0.25
快速循環(RC)	0.2

其次，使用因子(FS)則是用來表示祛水器不同的應用方式；使用因子(FS)考量到實際蒸汽漏失量因祛水器大小(孔口)而不同，而祛水器大小則與實際負載(容量安全因子S)有關，這隨不同祛水器的應用方式而異。若祛水器無法完全開口，正常量的冷凝液與主蒸汽將共存於孔口。因此，實際蒸汽漏失量較純蒸气流之理論漏失量還低，這也和孔徑與實際負載間的關聯有關。

在表3內，推導不同應用方式下之建議使用因子(FS)時，假設實際蒸气流對理論蒸气流的比例是 $(S-1)/S$ 。<sup>2</sup>

$$FS = 2.1 \times \frac{S-1}{S} \quad (2)$$

在此，

FS = 使用因子。

S = 容量安全因子，即祛水器容量(孔口)與應用時實際冷凝液負載的比值。

表3. 使用因子(FS)

應用	容量安全因子(S)	使用因子(FS)
製程祛水器	1.75	0.9
洩水器、金屬追蹤管祛水器	3.0	1.4
蒸气流(無冷凝液)	非常大	2.1

<sup>2</sup> 數值 2.1 已由 Masoneilan Eq. 納入到使用因子 FS

蒸汽漏失和祛水器孔口的實際大小有關，流動係數(CV)即為孔徑的函數：

$$CV = 22.1 \times D^2 \quad (3)$$

在此，

CV = 流動係數；

D = 祛水器孔口直徑，英吋。

藉由表2、表3、公式1及公式3，可計算出每個失效祛水器的蒸汽漏失量；因修復與/或更換祛水器所產生的總蒸汽節約量，即依據無此專案活動時之蒸汽漏失量(基線情境)與監測期間內工廠所確認之蒸汽漏失量的差值而得。

$$\Delta L_{\text{steamtraps},y} = \left[ \sum_{BT\_streamtraps} L_{t,0} + \sum_{LK\_streamtraps} L_{t,0} + \sum_{RC\_streamtraps} L_{t,0} - \left( \sum_t L_{t,y} \right) \right] \times \frac{1}{1000} \quad (4)$$

在此，

$\Delta L_{\text{steam traps},y}$  = 於y期間內，祛水器修復與/或維護的蒸汽節約量，公噸蒸汽。

$L_{t,0}$  = 專案工廠在無此專案活動情況下，祛水器t因吹失(BT)、洩漏(LK)或快速循環(RC)導致的蒸汽漏失量，公斤蒸汽。

$L_{t,y}$  = 於y期間內，祛水器t因吹失、洩漏或快速循環導致的蒸汽漏失量，公斤蒸汽。

以公式1計算祛水器在無此專案活動下的蒸汽漏失量 $L_{t,0}$ 時，若監測期間y內的實際運作時間 $h_{t,y}$ 較專案執行前之運作時間 $h_{t,0}$ 低，應要使用實際運作時間 $h_{t,y}$ ；否則，應依保守原則，使用專案執行前之祛水器的運作時間 $h_{t,0}$ 。

### (3) 冷凝液回收的蒸汽節約量

冷凝液回收量的調查，應在專案活動執行前及專案執行期間，依據上述外加性評估的指引，於專案工廠與5家性質類似的工廠(控制組)進行。

於專案活動工廠與控制組工廠內取得：

- (a) 冷凝液回收量( $m_{\text{condensate}}$ )；
- (b) 蒸汽產生量( $m_{\text{steam}}$ )。

於專案活動工廠內取得：

- (a) 冷凝液之焓值(enthalpy,  $h_{\text{condensate}}$ )，為溫度、壓力與蒸汽比例的函數；
- (b) 補充水(冷補充水)量( $m_{\text{makeupwater}}$ )；
- (c) 補充水之焓值( $h_{\text{makeupwater}}$ )，為溫度的函數；
- (d) 蒸汽產生量( $m_{\text{steam}}$ )；
- (e) 蒸汽之焓值( $h_{\text{steam}}$ )，為溫度與壓力的函數。

在專案活動執行前，應先計算前2年之平均值。在監測期間內，專案工廠應計算公式5內所有變數之平均值。收集相關資料後，特定時間的冷凝液回收( $l_{\text{condensate}}$ )所造成之蒸汽相對節約量(以單位蒸汽產生量的蒸汽節約量表示)，可依下列公式計算：

$$l_{\text{condensate}} = \frac{(h_{\text{condensate}} - h_{\text{makeupwater}}) \times m_{\text{condensate}}}{h_{\text{steam}} \times m_{\text{steam}}} \quad (5)$$

在此，

$l_{\text{condensate}}$  = 工廠內因冷凝液回收造成之平均相對蒸汽節約量。

$h_{\text{condensate}}$  = 鍋爐回收冷凝液的平均焓值，為溫度之函數，kJ/kg。

$h_{\text{makeupwater}}$  = 鍋爐脫氣槽補充水的平均焓值，為溫度之函數，kJ/kg。

$m_{\text{condensate}}$  = 鍋爐冷凝液的回收量，kg。

$h_{\text{steam}}$  = 蒸汽離開鍋爐時的平均焓值，為溫度與壓力之函數，kJ/kg。

$m_{\text{steam}}$  = 鍋爐的蒸汽產生量，kg (即補充水量、冷凝液量、進入脫氣槽的蒸汽量之總和，減去鍋爐排污量)。

蒸汽節約量之相對增量，即專案活動執行前、後相對蒸汽節約量的差額，如下式：

$$\Delta l_{\text{condensate},y} = l_{p,\text{condensate},y} - l_{p,\text{condensate},0} \quad (6)$$

在此，

$\Delta l_{\text{condensate},y}$  = 於y期間內，專案活動增加冷凝液回收量後之平均相對蒸汽節約量，並經過控制組增量的調整。

$l_{p,\text{condensate},y}$  = 於y期間內，專案活動中冷凝液回收的平均相對蒸汽節約量。

$l_{p,\text{condensate},0}$  = 專案工廠在專案活動執行前，冷凝液回收的平均相對蒸汽節約量。

蒸汽之絕對節約量則可依下式計算：

$$\Delta L_{\text{condensate},y} = \Delta l_{\text{condensate},y} \times m_{p,\text{steam},y} \quad (7)$$

在此，

$\Delta L_{\text{condensate},y}$  = 於y期間內，專案活動中增加冷凝液回收量後之蒸汽節約量，噸蒸汽。

$\Delta l_{\text{condensate},y}$  = 於y期間內，專案活動增加冷凝液回收量後之平均相對蒸汽節約量，並經過控制組增量的調整。

$m_{p,\text{steam},y}$  = 於y期間內，專案工廠的鍋爐蒸汽產生量，噸蒸汽。

專案提案者須確認，在使用上述公式時，所得之冷凝液回收之蒸汽節約量，不會大於專案活動與基線之間的絕對差值。若專案活動期間的運作情形低於基線情境，且設施有非滿載或使用率較低的情況，使用此公式可能會高估蒸汽節約量；在後者狀況，除非能證明上述公式所得的數值仍是此特殊情況的最適值，否則專案提案人應採用蒸汽節約最低值。

#### (4) 蒸汽節約的CO<sub>2</sub>排放減量

蒸汽節約的CO<sub>2</sub>排放減量，是假設工廠內使用化石燃料燃燒鍋爐產生蒸汽所造成的二氧化碳來計算。

$$ER_{\text{steam},y} = EF_{\text{CO}_2,\text{Fuel}} \times \frac{(\Delta L_{\text{steamtraps},y} + \Delta L_{\text{condensate},y}) \times h_{\text{steam},y}}{\epsilon_{\text{boiler}}} \quad (8)$$

在此，

$ER_{\text{steam},y}$  = 於y期間內，因蒸汽節約的CO<sub>2</sub>排放減量，tCO<sub>2</sub>。

$EF_{\text{CO}_2,\text{Fuel}}$  = 鍋爐使用燃料的CO<sub>2</sub>排放因子，kgCO<sub>2</sub>/kJ。

$\Delta L_{\text{steam traps},y}$  = 於y期間內，蒸汽活瓣修復與/或維護的蒸汽節約量，噸蒸汽。

$\Delta L_{\text{condensate},y}$  = 於y期間內，專案活動冷凝液回收量增加的蒸汽節約量，噸蒸汽。

$h_{\text{steam},y}$  = 於y期間內，專案工廠內離開鍋爐蒸汽的平均焓值(kJ/Kg)，為壓力與溫度的函數。

$\epsilon_{\text{boiler}}$  = 鍋爐能源效率。

為估計鍋爐效率，應依保守原則採用下列3數值中之最高值：

- (a) 在專案執行前量測的效率。
- (b) 監測期間量測的效率。

(c) 製造商的鍋爐效率資料。

決定燃料的淨發熱量(net calorific value, NCV)時，若當地或國家之數據可取得，則應予以使用；若無此數據，應以保守方式選用IPCC預設排放係數(使用國家特定值，如果有)。

(5) 冷凝液回收造成的耗電量改變

專案參與者應確認因運作冷凝液回收系統所造成之耗電量變化。冷凝液回收的泵送與處理(純化)可能需要消耗額外的電力，另一方面，泵送補充水至工廠所需的電力可能隨著冷凝液回收量的增加而降低。

提供補充水所需之電力 $EL_{\text{makeupwater}}$ ，與回收冷凝液所需之電力， $EL_{\text{condensate}}$ ，應按專案活動的特定背景來確認。若供水系統為區域性供水系統，可詢問當地水公司或自行量測補充水所需的電力；回收冷凝液所需的電力則應在現場量測。

電力耗用量的變化 $\Delta EL$ 為專案活動與基線之間冷凝液回收量差值，乘上冷凝液與補充水所需電力的差額：

$$\Delta EL_y = (m_{p,\text{condensate},y} - m_{BL,\text{condensate},y}) \times (EL_{\text{condensate}} - EL_{\text{makeupwater}}) \quad (9)$$

在此，

$\Delta EL_y$  = 於y期間內，電力耗用量的淨變化，kWh(正值表示電力耗用量增加)。

$m_{p,\text{condensate},y}$  = 於y期間內，專案工廠內冷凝液回收至鍋爐的量，噸。

$m_{BL,\text{condensate},y}$  = 於y期間內，在缺乏專案活動情況下，專案工廠內冷凝液回收至鍋爐的量，噸。

$EL_{\text{condensate}}$  = 專案工廠內處理與泵送回收冷凝液所需的電力，kWh/噸。

$EL_{\text{makeupwater}}$  = 輸送補充水至專案工廠所需的電力，kWh/噸。

在沒有專案活動的情況下，冷凝液回收量隨活動程度(蒸汽生產)之變化而調整；此外，就保守性考量，應比較專案工廠與控制組工廠在專案活動執行前之冷凝液回收量，相對較高的值應被考量為基線情境下的冷凝液回收量：

$$m_{BL,\text{condensate},y} = m_{p,\text{condensate},0} \times \frac{m_{p,\text{steam},y}}{m_{p,\text{steam},0}} \quad (10)$$

在此，

$m_{p,condensate,0}$  = 專案活動執行前，專案工廠內冷凝液回收至鍋爐的量，噸。

$m_{p,steam,y}$  = 於y期間內，專案工廠鍋爐之蒸汽產生量，噸。

$m_{p,steam,0}$  = 專案活動執行前，專案工廠鍋爐之蒸汽產生量，噸。

(6) 耗電量變化導致的CO<sub>2</sub>排放量變化

因耗電量變化 $\Delta EL$ 導致的CO<sub>2</sub>排放量變化，可依下列方式計算：

- (a) 若電力來自供電網，使用對應之電網或電力公司發電廠的平均CO<sub>2</sub>排放強度；
- (b) 若為現場發電，則使用專案特定排放因子，。

當電力公司可為其產生的電力提供平均CO<sub>2</sub>排放係數，且可證明該係數是以一致、透明且精確的方式計算而得，專案參與者可採用該係數。若此係數無法取得，專案參與者應依據可取得之最新統計資料，決定電網內所有發電廠之平均CO<sub>2</sub>排放係數(電網產生單位電力之加權平均CO<sub>2</sub>排放量)。

$$EF_{Electricity,y} = \frac{\sum_i F_{i,y} \times NCV_i \times EF_{CO_2,i}}{\sum_i GEN_{i,y} \times (1 - TD_{loss})} \times 1000 \quad (11)$$

在此，

$EF_{Electricity,y}$  = 於y期間內，因專案活動耗電量改變，所需的CO<sub>2</sub>排放係數，kg CO<sub>2</sub>/kWh。

$F_{i,y}$  = 於y期間內，於發電廠i燃燒的燃料耗用量，噸。

$NCV_i$  = 於發電廠i燃燒的燃料淨熱值，kJ/kg。

$EF_{CO_2,i}$  = 於發電廠i燃燒的燃料CO<sub>2</sub>排放係數，kgCO<sub>2</sub>/kJ。

$GEN_{i,y}$  = 於y期間內，發電廠i的發電量，kWh。

$TD_{loss}$  = 電力系統供電至專案工廠時，因電壓轉變、傳輸與配送所造成的損失，%。

對於現場產生的電力，可藉由燃料耗用量、發電量及系統損失的最新數據，依類似方法計算排放係數。

耗電量改變產生的CO<sub>2</sub>排放量變化，可依下列公式計算：

$$ER_{electricity,y} = -\Delta EL_y \times \frac{EF_{electricity,y}}{1000} \quad (12)$$

在此，

$ER_{\text{electricity},y}$  = 於y期間內，因耗電量改變產生的CO<sub>2</sub>排放量變化，tCO<sub>2</sub>(正值表示排放減量)。

$\Delta EL_y$  = 於y期間內，耗電量的淨改變，kWh(正值表示耗電量增加)。

$EF_{\text{electricity},y}$  = 於y期間內，專案活動耗電量改變時之CO<sub>2</sub>排放係數，kgCO<sub>2</sub>/kWh。

#### (7) CO<sub>2</sub>淨排放減量

CO<sub>2</sub>淨排放減量是由蒸汽節約的CO<sub>2</sub>排放減量加上耗電量改變造成之淨CO<sub>2</sub>排放量，如下式：

$$ER_y = ER_{\text{steam},y} + ER_{\text{electricity},y} \quad (13)$$

在此，

$ER_y$  = 於y期間內，專案活動的CO<sub>2</sub>淨排放減量，tCO<sub>2</sub>。

$ER_{\text{steam},y}$  = 於y期間內，蒸汽節約的CO<sub>2</sub>排放減量，tCO<sub>2</sub>。

$ER_{\text{electricity},y}$  = 於y期間內，電耗量改變造成的CO<sub>2</sub>淨排放量，tCO<sub>2</sub>。

#### (8) 洩漏量(leakage)

在本方法學並未計算洩漏的效應，大部分潛在之洩漏源都已納入基線排放的計算內。

## V. 監測方法學

### 1 監測步驟

- (1) 此監測方法學包括自不同來源所收集的數據。專案工廠內的祛水器調查，應至少每年進行一次，對每個祛水器收集下列特定數據：
  - (a) 祛水器之實體位置(標籤號碼、位置、高度等)；
  - (b) 祛水器的種類資料(製造商、型號、孔徑等)；
  - (c) 壓力(進汽口蒸汽壓力，排汽口蒸汽壓力)；
  - (d) 工具(洩水器、金屬追蹤管、旋管、製程、排氣閥、排液閥)、設備(單元加熱器、散熱器、加濕器等)與管路(方向、入口閥、濾網、出口閥)的資料；
  - (e) 運作狀況，可以超音波監聽，並在情況允許時以目視檢查，以

及自動化祛水器監測系統；

- (f) 每年運作時數；
- (g) 任何進一步的資訊，包括某些特定問題像是水銹現象、不良或不適當的絕熱、管線或閥件的蒸汽洩漏、祛水器不適當的裝置，與其他蒸汽相關問題。

執行祛水器檢測之人員應為受過訓練且具備相關現場經驗之技術人員。祛水器調查結果應以透明公開的方式予以文件化呈現，並應在調查開始後12個月內備妥；評估運作狀況時，應以表1所列之定義確認祛水器是否失效。若祛水器在調查期間確認為失效，則假設該祛水器自上次調查後即失效。

(2) 計算專案工廠內冷凝液回收的蒸汽節約量，需收集下列資料：

- (a) 蒸汽產生量、冷凝液回收量與補充水量；
- (b) 鍋爐蒸汽產生資料(效率、燃料種類、淨熱值、CO<sub>2</sub>排放係數)；
- (c) 蒸汽的溫度與壓力、補充水的溫度、冷凝液回收時的溫度、壓力與蒸汽比例等，以計算不同蒸汽的焓值；
- (d) 發電資料(發電量、燃料耗用量、燃料種類、淨熱值)；
- (e) 冷凝液回收時純化與處理的電力使用資料。

(3) 需從其他機構收集的數據：

- (a) 電網的CO<sub>2</sub>排放係數(來自電力供應公司，或電網內各發電廠的發電量、燃料耗用量與燃料種類等資料，以及燃料淨熱值與排放係數等數據)；
- (b) 泵送補充水所需電力，若供水系統為區域性供水系統。

(4) 電力供應之CO<sub>2</sub>排放量數據

若無法由電力供應公司獲得可靠及精確的CO<sub>2</sub>排放係數，則可按國家統計資料，將所有發電廠納入，依個別電廠之發電量計算加權平均CO<sub>2</sub>排放係數。如果可行，則應將國家公告的淨熱值與排放係數納入考量；若這些資訊皆不可得，可以保守方式採用IPCC預設排放係數。

對於預設之排放係數，IPCC1996年版的溫室氣體清冊指引 (The Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, IPCC)與良好作業指引報告(Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories, IPCC)不僅可作為預設值的參考，其監測方法學與不確定性的管理，可確保數據的

可信度。相關文件可由<http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/>下載。下列文件則可當作前述文件的輔助資料：

- (a) 1996年版指引：
    - (i) 第二卷，方法論的模組1(能源)
    - (ii) 第三卷，應用(含預設值)的模組1(能源)
  - (b) 2000年版 溫室氣體清冊之良好作法指引與不確定性管理
    - (i) 第二章：能源
    - (ii) 第六章：不確定性
  - (c) 國際能源總署IEA (年度統計資料)
    - (i) 燃料燃燒的CO<sub>2</sub>排放量
    - (ii) 非OECD國家之能源統計資料
- (5) 數據監測資訊

本方法學內的相關參數監測資訊，包括數據型態、紀錄頻率、數據監測比例、數據保管方式及期限等，如表4所述，相關品質控制與品質保證資訊則請參考表5。

表4.應監測的數據及項目

序號	數據型態	變數	單位	量測(m) 計算(c) 估計(e)	紀錄 頻率	數據 監測 比例	數據保管 方式(電子/ 書面)	數據保管 期限	說明
1	質量	蒸汽生產	公噸	量測	每月	100%	電子檔	2年直到 CER核發	於專案工廠內持續監測並 申報
2	溫度	蒸汽溫度	攝氏度(C°)	量測	每月	100%	電子檔	2年直到 CER核發	於專案工廠內持續監測並 申報 計算蒸汽焓
3	壓力	蒸汽壓力	Pa	量測	每月	100%	電子檔	2年直到 CER核發	於專案工廠內持續監測並 申報 計算蒸汽焓
4	質量	冷凝液回收量	公噸	量測	每月	100%	電子檔	2年直到 CER核發	於專案工廠內持續監測並 申報
5	溫度	冷凝液溫度	攝氏度(C°)	量測	每月	100%	電子檔	2年直到 CER核發	於專案工廠內持續監測並 申報 計算冷凝液焓
6	質量	補充水	公噸	量測	每月	100%	電子檔	2年直到 CER核發	於專案工廠內持續監測並 申報
7	溫度	補充水溫度	攝氏度(C°)	量測	每月	100%	電子檔	2年直到 CER核發	於專案工廠內監測
8	數量	運作與被檢驗 的祛水器	個	量測	每季/ 每年	25%/ 100%	電子檔	2年直到 CER核發	於專案工廠內監測
9	時間	專案工廠內每 個祛水器的運 作時間	小時	量測	持續/ 每年	25%/ 100%	電子檔	2年直到 CER核發	
10	文字	專案工廠內每 個祛水器的運 作狀況	-	量測	每季/ 每年	25%/ 100%	電子檔	2年直到 CER核發	依據基線方法論中表1對 每個祛水器進行評估

經濟部工業局產業低碳科技整合應用輔導計畫－低碳科技項目與規範

序號	數據型態	變數	單位	量測(m) 計算(c) 估計(e)	紀錄 頻率	數據 監測 比例	數據保管 方式(電子/ 書面)	數據保管 期限	說明
11	壓力	專案工廠內每個祛水器入口壓力	Psia	量測	每季/ 每年	25%/ 100%	電子檔	2年直到 CER核發	
12	壓力	專案工廠內每個祛水器出口壓力	Psia	量測	每季/ 每年	25%/ 100%	電子檔	2年直到 CER核發	
13	效率	鍋爐效率	%	量測與 計算	每月	100%	電子檔	2年直到 CER核發	依據國際認可的標準，如BS 845、ASME PTC等
14	密集度	鍋爐燃燒燃料的淨熱值(NCV)	kJ/kg	量測或 計算	每年	100%	電子檔	2年直到 CER核發	地方、國家或IPCC數據。
15	排放係數	鍋爐內燃燒燃料的CO <sub>2</sub> 排放係數	kgCO <sub>2</sub> /kJ	量測或 計算	每年	100%	電子檔	2年直到 CER核發	地方、國家或IPCC數據。若使用層級係數，或應用相關的IPCC數值，指定的經營實體必須查證燃料含碳量的可靠度。
16	效率	泵送補充水所需電力	kWh/噸	量測或 計算	每年	100%	電子檔	2年直到 CER核發	區域供水廠提供
17	效率	操作冷凝液回收設備所需電力	kWh/噸	量測與 計算	每年	100%	電子檔	2年直到 CER核發	
18	排放係數	電力供應的平均CO <sub>2</sub> 排放強度	CO <sub>2</sub> / kWh	量測或 計算	每年	100%	電子檔	2年直到 CER核發	若可靠，由電力供應公司提供，或由統計數據計算，或為現場發電計算

表5.品質控制(QC)與品質保證(QA)程序

序號	數據之不確定性 (高/中/低)	這些數據是否有 QA/QC程序？	概略解釋如何規劃QA/QC程序
1	低	是	蒸汽管線的儀錶須要定期做適當的校正與檢查，以確保精準。
2	低	是	溫度依據工業作法量測。
3	低	是	壓力依據工業作法使用標準儀器量測。
4	低	是	冷凝液管線的儀錶須要定期做適當的校正與檢查，以確保精準。
5	低	是	冷凝液管線的溫度傳送器須要定期做適當的校正與檢查，以確保精準。
6	中	是	標準流量計將依據製造商規格安裝與校正。
7	低	是	補充水管線的溫度傳送器須要定期做適當的校正與檢查，以確保精準。
8	低	是	一致性查核控制組工廠的數據與先前調查的數據。
9	中	是	一致性查核先前調查的數據。
10	中	是	運作狀況的量測以不同分析方法進行。
11	低	是	壓力依據工業作法使用標準儀器監測。
12	低	是	壓力依據工業作法使用標準儀器監測。
13	中	是	定期應用不同量測方法(例如直接與間接)來查證量測結果。
14	中	是	若無法從燃料供應商得到精確的數據，則選用IPCC最保守的預設值。
15	中	是	若無法從燃料供應商得到精確的數據，則選用IPCC最保守的預設值。
16	低	是	若用水是由水公司所提供，此因子之QA/QC已超出專案的範圍；然而，若工廠有自己的井水或地表水源，數據的一致性將予以查驗，標準流量計與能源儀錶將依據製造商規格安裝與校正。
17	低	是	標準電力儀錶將依據製造商規格安裝與校正。
18	中	是	利用其他的國家資料(例如，統計)來檢驗電力供應公司數據的可靠度。若精確及可靠的數據無法由電力供應公司獲得，可依統計值或公開資料來計算平均排放係數，必要時選用IPCC預設值做為排放係數。

## VI. 產業應用建議

低碳科技項目規範	產業應用之建議	備註
方法學整體描述	<p>祛水器的更換及冷凝液回收為節約蒸汽及能源的重要措施之一。本方法學內容為藉由祛水器的調查，替換失效的祛水器，以減少蒸氣之漏失量；此外藉由冷凝液的回收，減少補充水的使用，以達到節約能源的目的。</p>	
項目名稱、依據之 CDM 方法學編號/版本、範疇及規模類型：	<p>名稱：蒸汽系統藉更換祛水器及回收冷凝液的效率改善                      編號：AM0017/Ver.2                      範疇：03(能源使用端)                      類型：大規模方法學</p>	
方法學來源及適用性	<p>本方法學出自優頓(Quality Tonnes)及北京拓峰阿姆斯壯(Tuofeng Armstrong)蒸汽系統節能科技股份有限公司於中國撫順之專案計畫。</p> <p>國內產業於應用時，需考量專案性質與方法學適用性是否相符，並於計畫設計文件描述方法學選用原因。本方法學適用條件為：蒸氣效率的提升是藉由祛水器/冷凝液回收予以改善，且產生蒸氣的鍋爐，使用的燃料為化石燃料，對於國內產業來說，大多符合此適用性。</p> <p>其次，該方法學要求祛水器的定期維護或冷凝液的回收不是一般的作法或不是該國法規所要求；由於國內目前尚無法規強制規範祛水器更換及冷凝液回收，僅有部份大廠依據美國檢測歸範，進行祛水器之檢查更換，因此產業應可符合其適用性要求。</p> <p>適用性最後一項要求：至少可由其它 5 座性質類似的工廠獲得其祛水器狀況與冷凝液回收的數據，因此若能將相關數據透明公開化，應可協助產業執行此類專案。</p>	
專案邊界界定	<p>專案之實際邊界為廠內之蒸氣產生系統(含管線)，於基線情境時需考量鍋爐燃燒化石燃料之 CO<sub>2</sub> 排放、補充水泵送耗電所產生的 CO<sub>2</sub> 排放；專案的部份則需考量蒸氣節約後，鍋爐燃燒化石燃料之 CO<sub>2</sub> 排放及加裝冷凝液回收設備後耗電量變化之 CO<sub>2</sub> 排放。值得注意的是，此類專案無須計算 CH<sub>4</sub> 及 N<sub>2</sub>O 之排放量。</p>	
基線情境及外加性評估	<p>基線情境設定為現況的持續。</p> <p>產業應依照方法學進行外加性評估，並選定五家性質類似(產業別、蒸汽產量、地區、建廠年齡)的工廠作為控制組進行比較，若產業本身之蒸氣洩漏率高於 5%，或者冷凝液回收率較控制組低 5% 以上，則此專案不具外加性。</p> <p>此外，若產業於廠內已有一套祛水器維護計</p>	

	<p>畫，且定期更換祛水器，則所提專案亦不具外加性。</p> <p>產業還需評估專案於國內法規、財務、技術等方面存在的障礙，並說明此專案僅在登錄為減量專案時，才可克服上述所確認的障礙，此時專案才具外加性。</p>	
<p>基線、專案及洩漏(leakage)之排放計算方式</p>	<p>本方法學之排放減量計算方式，為計算專案執行前後之蒸氣節約量以及冷凝液回收設備裝設後之電力耗用改變量(其電力耗用量可能是增加)，將之乘上化石燃料的排放係數以及電力排放係數，得到個別之 CO<sub>2</sub> 排放減量，並予以加總得到專案之排放減量。</p> <p>產業於應用時須注意排放係數的選用，需考量化石燃料的種類、熱值、國際係數(或引用環保署公告之排放係數，並適當引入廠內燃料之實際淨熱值)；若冷凝液回收設備的電力是由供電網供應，則可引用台電公告之電力排放係數，若為自廠發電，則需予以計算其自廠電力排放係數；補充水之電力耗用，則可向區域自來水公司詢問補充水供應所耗用之電力(或二氧化碳排放)等資訊。</p> <p>洩漏排放方面，於本方法學中並未計算，大部份潛在之洩露源已納入基線排放的計算中。</p>	
<p>監測方法學</p>	<p>本方法學所監測之主要變數為祛水器之壓力、超音波監聽情況、自動化監測系統之資料及設備及管線上之各項資訊。冷凝液之回收部份，主要監測項目為蒸汽、補充水、冷凝水回收量、溫度、壓力及用電量等，相關資料可參考表 4 及表 5 的內容。</p> <p>產業須注意的是，祛水器更換導致的蒸汽節約為此專案的 CO<sub>2</sub> 減量重點，更顯祛水器調查之重要性，因此進行祛水器調查的人員須具備相關的知識及實務經驗，相關調查至少每年應進行一次。</p>	
<p>方法學整體建議</p>	<p>產業於引用此方法學時，需特別注意專案本身之適用性及外加性，並按方法學所列之計算方法及保守性原則予以計算排放減量，使計畫設計文件(PDD)符合確證的要求。</p> <p>產業應充分了解計畫執行時所需監測的數據(此可從相關公式或監測方法學進行了解)，並將此資訊告知現場作業執行人員，以免於後續專案執行時，因缺乏相關數據而無法符合查證的要求。</p>	