

針對小規模清潔發展機制專案活動之指定的簡化基線與監測方法

「廢水處理中利用好氧系統替代厭氧系統以避免甲烷的產生」

(ver.8.0)

類型 III – 其他活動專案

專案參與者應該採行 SSC 小規模清潔發展機制減量方法之一般準則、外加性資訊、縮寫以及洩漏排放的一般準則都由此網站

<http://cdm.unfccc.int/methodologies/SSCmethodologies/approved.html>.

III.I. 廢水處理中利用好氧系統替代厭氧系統以避免甲烷的產生

技術／措施

1. 本減量方法包含避免從厭氧系統處理廢水中生物有機物質生成甲烷之技術和措施。由於專案活動，厭氧系統¹（沒有回收甲烷）被好氧生物性系統²替代。專案活動沒有在廢水處理設施回收和燃燒甲烷（不同於 AMS-III.H）。
2. 措施限制每年的減量額度為小於或等於 6 萬噸 CO₂ 當量。

專案邊界

3. 專案邊界為物理性、地理性的地點：
 - (a) 在無專案活動時，廢水處理是持續被使用且甲烷排放的情形也持續發生；
 - (b) 於專案活動採用廢水處理；
 - (c) 污泥在基線和專案情境中被處理且丟棄。

基線

4. 基線情境為在無專案活動下，廢水中可分解的有機物質在厭氧系統被處理，而甲烷被排放至大氣中。基線排放為：
 - (a) 甲烷從正在被生物性好氧系統取代的基線厭氧廢水處理系統中產生 ($BE_{ww,treatment,y}$)；
 - (b) 於基線廢水處理系統中無法計量的甲烷排放以及處理後的廢水中可分解性有機碳排放至河流／湖泊／海洋等 ($BE_{ww,discharge,y}$)；
 - (c) 於基線污泥處理系統中產生的甲烷($BE_{s,treatment,y}$)；
 - (d) 在基線情況下從最終污泥產出的厭氧降解程序中排放甲烷。在基線情況下如果在掩埋場將污泥用於燃燒、丟棄並回收甲烷氣體，亦或用於土壤應用上，這一類的甲烷排放應被忽略($BE_{s,final,y}$)。

¹如同 2006 IPCC 對於國家溫室氣體盤查清單的準則第 6 章第 5 冊，廢水系統以及放流，表 6.3 和 6.8。在本減量方法之中，厭氧塘的水深超過 2 公尺且沒有好氧作用，周圍溫度高於 15°C，並以每月平均值為基準，至少維持了若干年，化學需氧量的體積負荷率高於 0.1 kg COD.m⁻³.day⁻¹。

²系統使用氧氣和微生物方式來處理廢水。

$$BE_y = BE_{ww,treatment,y} + BE_{ww,discharge,y} + BE_{s,treatment,y} + BE_{s,final,y} \quad (1)$$

其中：

BE_y	在 y 年的基線排放(tCO ₂ e)
$BE_{ww,treatment,y}$	甲烷從正在被生物性好氧系統取代的基線厭氧廢水處理系統中產生(tCO ₂ e)
$BE_{ww,discharge,y}$	於基線廢水處理系統中無法計量的甲烷排放以及處理後的廢水中可分解性有機碳放流至河流／湖泊／海洋等 (tCO ₂ e)
$BE_{s,treatment,y}$	於基線污泥處理系統中產生的甲烷 (tCO ₂ e)
$BE_{s,final,y}$	從最終產出污泥之厭氧降解程序所排放的基線甲烷 (tCO ₂ e)

5. 於使用第一式來界定基線排放的時候，應使用未執行專案前至少一年以前的歷史數據。這應包括廢水處理系統的 COD 去除效率、污泥中乾物質的量、處理每立方公尺的廢水所消耗的電力和能源、處理每噸 COD 所產生的最終污泥以及所有界定基線排放所需要的參數。

6. 在一年以前的歷史數據無法使用的情況下，應由量測基線廢水處理系統至少 10 天來界定參數。量測活動需在系統的典型操作條件以及地點的周圍環境條件（溫度等等）都具備代表性的期間內才能被採用。量測活動的平均值應被使用，且應乘上 0.89 用來計算不確定性的範圍（30%至 50%）並與一年的歷史數據做比較。

7. 從厭氧廢水處理系統的基線排放可由下列算式估計：

$$BE_{ww,treatment,y} = \sum_{i,m} (Q_{ww,m,y} * COD_{removed,i,m,y} * MCF_{anaerobiqi}) * B_o * UF_{BL} * GWP_{CH4} \quad (2)$$

其中： $Q_{ww,m,y}$	於 m 月、 y 年期間，且周圍平均溫度皆高於 15°C 的月份中，廢水處理的體積量(m ³)
i	基線廢水處理系統的指引符號
$MCF_{anaerobiqi}$	被專案活動取代的厭氧基線廢水處理系統 i 之甲烷校正因子，數值參照表 III.I.1
$COD_{removed,i,m,y}$	於 y 年 m 月且周圍平均溫度高於 15° C 的情況下，由基線厭氧廢水處理系統 i 之 COD 去除量 ³ (tonnes/m ³)
UF_{BL}	計算模式不確定性的校正因子(0.94) ⁴
B_o	Methane producing capacity for the wastewater (IPCC default value of 0.21 kg CH ₄ /kg COD) 廢水的甲烷生成容量（IPCC 預設值：0.21 kg CH ₄ /kg COD） ⁵
GWP_{CH4}	甲烷的全球暖化潛勢（21）

³進流和出流 COD 的差值

⁴參考文獻：FCCC/SBSTA/2003/10/Add.2, page 25

⁵ IPCC 預設值 0.25 kg CH₄/kg COD 被校正於不確定性的計算。在 BOD_{5,20} 被用於界定廢水中有機含量的時候，專案活動得使用預設值 0.6 kg CH₄/kg BOD。在這情形下監測活動應被基於直接量測 BOD_{5,20}，即基於 COD 量測值所估計的 BOD 值不被允許。

界定 $COD_{removed,i,m,y}$ ：當基線處理系統不同於專案情境的處理系統，於計入期進流 COD 的監測值可以被用於基線排放事後實際監測數據之計算 (*ex post*)。由基線系統去除的 COD 應被基於第 5 段或第 6 段所提及的基線系統去除效率估計方式。

8. 甲烷校正因子 (MCF) 應基於下表來界定：

表 III.I.1. IPCC 甲烷校正因子的預設值⁶

廢水處理和放流途徑或系統的類型	甲烷校正因子
廢水放流至海洋、河流或湖泊	0.1
好氧處理且良好管理	0
好氧處理但欠缺管理或過度負荷	0.3
無甲烷回收的污泥厭氧消化	0.8
無甲烷回收的厭氧反應槽	0.8
淺的厭氧塘（深度少於 2 公尺）	0.2
深的厭氧塘（深度高於 2 公尺）	0.8
化糞池系統	0.5

9. 處理後的廢水中可分解性有機碳放流至河流／湖泊／海洋等之甲烷排放由下式界定：

$$BE_{ww,discharge,y} = Q_{ww,y} * GWP_{CH4} * B_o * UF_{BL} * COD_{ww,discharge,BL,y} * MCF_{ww,discharge,BL} \quad (3)$$

Where:

$Q_{ww,y}$ 於 y 年放流廢水的體積 (m^3)

UF_{BL} 計算模式不確定性的校正因子(0.94)⁷

$COD_{ww,discharge,BL,y}$ 於 y 年處理後的廢水在基線情境放流至海洋、河流或湖泊之 COD (tonnes/ m^3)

$MCF_{ww,discharge,BL}$ 甲烷校正因子基於廢水放流途徑（例如：至海洋、河流或湖泊）（MCF 數值參照表 III.I.1）

界定 $COD_{ww,discharge,BL,y}$ ：當基線處理系統不同於專案情境的處理系統，於計入期進流 COD 的監測值可以被用於基線排放事後實際監測數據之計算 (*ex post*)。基線系統出流 COD 可使用第 5 段或第 6 段所提及的基線系統去除效率估計方式。

10. 由基線污泥處理系統 j 所排放的甲烷可由下式界定：

$$BE_{s,treatment,y} = \sum_j S_{j,BL,y} * MCF_{s,treatment,j} * DOC_s * UF_{BL} * DOC_F * F * 16/12 * GWP_{CH4} \quad (4)$$

其中：

$S_{j,BL,y}$ 污泥中乾物質曾於基線情境下被污泥處理系統 j 處理之含量(tonne)

j 基線污泥處理系統的指符號

DOC_s 於 y 年產生未處理污泥之降解性有機含量（分數，乾基）。應使用國家境內預設值 0.5 和工業污泥預設值 0.257 作估計。⁸

⁶預設值參考第五卷第六章：Waste in 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories

⁷參考文獻: FCCC/SBSTA/2003/10/Add.2, page 25.

⁸IPCC 對於國家境內污泥預設值 0.05（濕基，考慮乾基含量預設為 10%）或對於工業污泥為 0.09（濕基，考慮乾基含量預設為 35%），以上數值都對乾基校正。

$MCF_{s,treatment,j}$	基線污泥處理系統 j 的甲烷校正因子 (MCF 數值參照表 III.I.1)
UF_{BL}	計算模式不確定性的校正因子(0.94) ⁹
DOC_F	降解性有機含量對於生物氣體的比例 (IPCC 預設值為 0.5)
F	生物氣體中甲烷含量 (IPCC 預設值為 0.5)

在污泥被用於堆肥的情況，下式應被應用：

$$BE_{s,treatment,y} = \sum_j S_{j,BL,y} * EF_{composting} * GWP_{CH4} \quad (5)$$

其中：

$EF_{composting}$ 有機廢棄物堆肥的排放係數 (t CH₄/ton 廢棄物處理)。排放係數可基於設施／地點特定量測，國家特定數值或 IPCC 預設值 (2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories 第五卷第四章表 4.1)。IPCC 預設值為 0.01 t CH₄/t 污泥在乾基重的處理量。

11. 因為基線廢水處理系統是不同於在專案情境下的處理系統，基線情境下的污泥生產比例 (每單位 COD 去除所產生的污泥量) 得與專案情境下不同。對於相同 COD 去除效率而言，一般好氧廢水處理系統所產生的污泥產量會大於厭氧系統。因此，於計入期污泥產量的監測值應被用於估計基線污泥產量，如下：

$$S_{j,BL,y} = S_{l,PJ,y} * \frac{SGR_{BL}}{SGR_{PJ}} \quad (6)$$

其中：

$S_{l,PJ,y}$ 於專案情境 y 年，經污泥處理系統 l 處理的污泥中乾物質含量(噸)

SGR_{BL} 基線情境下污水處理廠的污泥生產比例 (污泥乾物質噸重／COD 去除噸重)。這個比例可經由代表性的量測活動進行事前推估，或使用 COD 去除的歷史數據以及於基線處理系統產生的污泥為指引如第 5 段或第 6 段所提及。

SGR_{PJ} 專案情境下污水處理廠的污泥生產比例 (污泥乾物質噸重／COD 去除噸重)。使用 COD 去除量和專案情境產生的污泥進行計算。

12. 從基線情境下最終污泥產出的厭氧降解程序所排放的甲烷之界定如下：

$$BE_{s,final,y} = S_{final,BL,y} * DOC_s * UF_{BL} * MCF_{s,BL,final} * DOC_F * F * 16/12 * GWP_{CH4} \quad (7)$$

其中：

$S_{final,BL,y}$ 於 y 年從基線廢水處理所產生的最終污泥中的乾物質含量 (噸)。可用上述第 6 式對於專案和基線系統的污泥產率的校正來監測專案活動的最終污泥生產並估計乾物質的量。

$MCF_{s,BL,final}$ 於基線情境下可接收最終污泥的掩埋場之甲烷校正因子，推估過程如 AMS-III.G 中描述。

UF_{BL} 計算模式不確定性的校正因子(0.94)

⁹ 參考文獻: FCCC/SBSTA/2003/10/Add.2, page 25.

專案排放

13. 專案排放由下列所組成：

- (i) 與專案活動設施使用電力和化石燃料相關的二氧化碳排放($PE_{power,y}$)；
- (ii) 於生物性好氧廢水處理系統在廢水處理過程中的甲烷排放($PE_{ww,treatment,y}$)；
- (iii) 從處理後廢水中的降解性有機碳放流至海洋／河流或湖泊的過程排放甲烷($PE_{ww,discharge,y}$)；
- (iv) 於專案活動中污泥處理所產生的甲烷($PE_{s,l,y}$)；
- (v) 由專案活動中產生的最終污泥之降解所排放的甲烷，如果污泥被丟棄至厭氧性降解的掩埋場且無甲烷回收($PE_{s,final,y}$)。

$$PE_y = PE_{power,y} + PE_{ww,treatment,y} + PE_{ww,discharge,y} + PE_{s,treatment,y} + PE_{s,final,y} \quad (8)$$

其中：

PE_y	於 y 年的專案活動排放(tCO ₂ e)
$PE_{power,y}$	於 y 年電力或化石燃料消耗量之排放
$PE_{ww,treatment,y}$	於 y 年從生物性好氧廢水處理排放的甲烷(tCO ₂ e)
$PE_{ww,discharge,y}$	在專案廢水處理系統和處理後廢水中出現降解性有機碳放流至河流／湖泊／海洋等中無法計量的甲烷排放(tCO ₂ e)
$PE_{s,final,y}$	於 y 年從最終生產污泥的厭氧降解中排放的甲烷(tCO ₂ e)
$PE_{s,treatment,y}$	於專案污泥處理系統產生的甲烷(tCO ₂ e)

14. 從電力和化石燃料消耗($PE_{power,y}$)的專案活動排放之界定程序如 AMS-I.D 所描述。專案活動中所有已安裝的設備／儀器的能源消耗，尤其應包括所有處理廢水和污泥的設備。對於化石燃料消耗的專案活動排放，應使用化石燃料排放係數(tCO₂/tonne)。如果回收的甲烷被使用於專案的電力附屬設備，排放係數須為 0。

15. 在生物性好氧處理廢水期間的甲烷排放的界定如下($PE_{ww,treatment,y}$)：

$$PE_{ww,treatment,y} = \sum_k (Q_{ww,k,y} * COD_{removed,k,y} * MCF_{aerobic,k}) * B_o * UF_{PJ} * GWP_{CH4} \quad (9)$$

其中：

$Q_{ww,k,y}$	於 y 年期間由好氧系統 k 處理的廢水體積(m ³)
k	專案廢水處理系統的指引用號
$COD_{removed,k,y}$	於 y 年由好氧系統 k 去除的 COD(tonnes/m ³)
$MCF_{aerobic,k}$	好氧廢水處理系統 k 的甲烷校正因子（對於良好管理的好氧生物性系統之 MCF 值，或對於管理不佳或過度負荷之系統應採用表 III.I.1 的數值）
UF_{PJ}	計算模式不確定性的校正因子(1.06) ¹⁰

¹⁰ 參考文獻：FCCC/SBSTA/2003/10/Add.2, page 25.

16. 在專案情境中處理後廢水中降解性有機碳放流至海洋／河流或湖泊中的甲烷排放之界定如下($PE_{ww,discharge,y}$)：

$$PE_{ww,discharge,y} = Q_{ww,y} * GWP_{CH4} * B_o * UF_{PJ} * COD_{ww,discharge,y} * MCF_{ww,discharge} \quad (10)$$

其中：

$Q_{ww,y}$ 於 y 年廢水處理量(m^3)

$COD_{ww,discharge,y}$ 於 y 年最終處理廢水放流至海洋，河流或湖泊的 COD($tonnes/m^3$)

$MCF_{ww,discharge}$ 甲烷校正因子基於廢水放流途徑（分數）（於表 III.I.1 描述海洋，河流和湖泊的甲烷校正因子）

UF_{PJ} 計算模式不確定性的校正因子(1.06)¹¹

17. 從專案污泥處理系統 l 排放的甲烷之界定如下：

$$PE_{s,treatment,y} = \sum_l S_{l,PJ,y} * MCF_{s,treatment,l} * DOC_s * UF_{PJ} * DOC_F * F * 16/12 * GWP_{CH4} \quad (11)$$

其中：

$S_{l,PJ,y}$ 於 y 年由污泥處理系統所處理的污泥中乾物質的含量（噸）

l 專案污泥處理系統的指引符號

在污泥被堆肥的情況下，下列計算式應被應用：

$$PE_{s,treatment,y} = \sum_l S_{l,PJ,y} * EF_{composting} * GWP_{CH4} \quad (12)$$

其中：

$EF_{composting}$ 有機廢棄物堆肥的排放係數（ $t\ CH_4/ton$ 處理的廢棄物）。排放係數可基於設施／地點特定量測，國家特定數值或 IPCC 預設值（2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories 第五卷第四章表 4.1）。IPCC 預設值為 $0.01\ t\ CH_4/t$ 污泥在乾基重的處理量。

18. 在污泥被丟棄在掩埋場且無甲烷回收的情況下，專案排放由下列界定：

$$PE_{s,final,y} = S_{final,PJ,y} * DOC_s * MCF_s * UF_{PJ} * DOC_F * F * 16/12 * GWP_{CH4} \quad (13)$$

其中：

$S_{final,PJ,y}$ 於年專案廢水處理系統產生的最終污泥並丟棄至掩埋場中的乾物質含量（噸）

MCF_s 接受最終污泥的掩埋場之甲烷校正因子，如 AMS-III.G 中所描述

UF_{PJ} 計算模式不確定性的校正因子(1.06)¹²

如果污泥被控制於燃燒、丟棄至掩埋場且有甲烷回收，或用於土壤應用，從污泥拋棄的專案排放($PE_{s,final,y}$)應被忽略，且於計入期期間最終污泥的終端使用者可被監測。

¹¹ 參考文獻：FCCC/SBSTA/2003/10/Add.2, page 25.

¹² 參考文獻：FCCC/SBSTA/2003/10/Add.2, page 25.

洩漏

19. 如果好氧處理技術是從其他活動設備轉移或既有設備轉移至其他活動，較要考慮於其他活動地點的洩漏影響。

減量額度

20. 經由專案活動達成的減量額度可由基線排放與專案排放及洩漏之和的差值作計算。

$$ER_y = BE_y - (PE_y + LE_y) \quad (14)$$

其中：

ER_y 於 y 年的減量額度(tCO₂e)

LE_y 於 y 年的洩漏排放(tCO₂e)

監測

21. 監測應包含：

- (a) 應依照國家或國際間的標準例行量測廢水處理場的 COD 處理量(COD_{in} , COD_{out} , $COD_{ww\text{discharge},y}$, $COD_{removed,k,y}$)。廢水進入和／或既存於專案活動應被持續性的監測和記錄並提供廢水處理量總體積($Q_{ww,y}$)；
- (b) 應量測每年產生的污泥量和污泥產率。在從泥漿狀態萃取污泥的情形中，應使用體積和乾物質含量計算 $S_{l,PJ,y}$ 。在將污泥以固體物去除的情況下，應從直接秤重和取樣量測乾物質含量進行 $S_{j,PJ,y}$ 的量測。
- (c) 專案活動設施的化石燃料和電力使用量。

22. 在對於專案廢水處理系統採用甲烷校正因子為 0 並且假設好氧系統有良好的管理之情形下，應以品管方案文件化其操作方式。應包括監測處理系統的操作條件並確認是否適用於好氧反應器的操作條件。下列兩個選項應使用其中一項：

- (a) 操作參數的可接受範圍定義為處理系統的持續性好氧操作方式以及依照廢水處理系統的工程設計，需於專案計畫書中說明。持續性監測操作參數以確認是否有依照操作條件的設計範圍。
- (b) 應持續性或基於單一樣本（使用 90/10 精密度取樣）監測溶氧值以論證操作期間反應器中沒有厭氧區域（溶氧值應大於或等於 1 mg/L）。

於操作參數不限制在時間範圍內的情況下，應於期間內採用 0.3 為甲烷校正因子。

於經由量測低溶氧值（低於 1 mg/L）顯示厭氧區域存在的情況下，應對於之前與目前量測的時間期間採用 0.3 為甲烷校正因子。

23. 如果因為將污泥用於燃燒、拋棄至掩埋場且有甲烷回收、或用於土壤應用，使得最終污泥經由厭氧降解所排放的甲烷被忽略，則最終污泥的終端使用者可於計入期期間被監測。

24. 如果基線排放包括經由無甲烷回收的掩埋場之基線處理系統厭氧降解所產生的最終污泥，應明確定義基線丟棄地點並由 DOE 確證。

方案型活動下的專案活動

:下列條件應用於使用本減量方法於方案活動下的專案活動：

25. 在專案活動涵蓋設備汰換及於其他活動使用替代設備造成洩漏影響是可以被忽略的，因為替代設備只是少量的，需要執行對於少量的替代設備之獨立監測活動。監測活動需包括檢查專案活動的設備數量分配是否與少量設備數量一致。為了這個目的，需存放少量設備直到確認一致性。需文件化及獨立確認少量的替代設備。
