

AMS-III.Y. 透過廢水或糞肥處理系統的固體分離以避免甲烷生成

Methane avoidance through separation of solids from wastewater or manure treatment systems --- Version 4.0

【環科工程顧問股份有限公司 陳則綸主任工程師

tselun@estc.tw 責任編輯】

項目	內容摘要
1. 減量技術之範疇 (Technology/Measure)	• 避免或減少來自厭氧廢水處理系統及厭氧糞肥管理系統之甲烷生成，且去除懸浮固體物及進一步處理/使用/棄置分離的固體物導致較低的甲烷排放。 • 本減量方法涵蓋厭氧廢水處理系統及厭氧糞肥管理系統中，經由移除廢水或糞肥泥流中之固體（易揮發的），避免或降低甲烷生成。分離後固體應使用低甲烷排放之方法再進一步處理、使用或丟棄。 • 專案活動非回收及燃燒沼氣，即基線廢水或糞肥處理場以及未安裝糞肥回收系統之專案系統。專案活動為來自糞肥管理系統回收及燃燒沼氣，應考慮 AMS-III.D 或 AMS-III.R。專案活動為來自廢水處理系統回收及燃燒沼氣應考慮 AMS-III.H。專案活動為由好氧系統替代厭氧系統應考慮 AMS-III.I。 • 固體分離技術應為下列其中之一或合併下列選項以達到固體乾基含量最小值 20%： • 由沸水中加入混合式膠凝劑之化學處理的預分離態，採用於可增進階段式機械固液分離程序； • 機械式固體/液體分離技術（例如：固定式、震動式或旋轉式隔板、離心機、水利旋渦、程序系統/螺桿），用於進口處產生廢水或泥漿糞肥尿流體以避免阻塞； • 可蒸發廢棄流體水含量之熱處理技術，可排出蒸汽至大氣中或將氣體凝結成液體。相關例子包括蒸發及噴霧乾燥技術。 • 分離固體之乾基含量應保持 20%以上直到最終丟棄、破壞或使用（例如撒在土壤）。直到達成 20% 乾基含量之分離程序時間應少於 24 小時。 • 本減量方法不包括使用重力（沉降槽/水坑、池塘或地理質地的容器/袋子）進行固體分離。
2. 適用性 (Application)	• 動物糞肥管理系統之案例需應用下列條件： ■ 動物應在受限情況被管理；

	■ 未於動物穀倉使用有機墊草物質或將其加入糞肥流體； ■ 如果基線糞肥泥漿於厭氧渠塘或其他液態處理系統中處理，渠塘出流口液體可被再回流作為洗滌水或用於灌溉；然而不可排放至河流/湖泊/海洋。換言之，放流水排放至河流/湖泊/海洋，此系統則被考慮視為廢水處理系統而不是糞肥管理系統； ■ 每個渠塘中去除累積固體量之最小區間為六個月。 · 廢水處理系統之案例需應用下列條件： ■ 基線處理系統不包括細小型固體分離系統（例如：孔徑小於 10mm 之主要沉降池槽，機械式分離等等） ■ 基線處理系統為厭氧塘或液態系統，每個單元去除累積固體量之最小區間為 30 天。 ■ 本減量方法不適用從既有渠塘或由沉澱池或基線動物糞肥/廢水處理系統之任何生物性處理設備之污泥移除固體的專案。 · 分離後固體應進一步處理，應考量進一步處理、儲存或丟棄所產生之甲烷排放。如果固體燃燒後產出熱，專案得考量使用類型 I 相關減量方法。如果固體被機械/熱處理產生衍生燃料(RDF)或穩定性生質物(SB)，應依循 AMS-III.E 相關規範。如果固體用於動物餵食（例如：餵食乳牛或豬隻），得忽略腸內發酵及糞肥之排放。 · 專案的固體分離系統之液體部分應於基線處理設施或比基線系統較低甲烷轉化因子(methane conversion factor, MCF)之處理系統中被處理。 · 本減量方法用在基線處理系統於專案開始日前持續運作至少三年之情況。新設施及涵蓋效能提升或廢水或污泥處理系統相較於基線系統設計容量之新增容量只適用本減量方法，當如果其符合 “General Guidelines to SSC CDM methodologies” 相關要求時。此外，應列出一般指引中設備剩餘壽齡之論證要求。 · 用於專案活動之膠凝劑，需考量使用膠凝劑所產生之專案排放及洩漏。 · 措施限制每年的減量額度為小於或等於 6 萬噸 CO₂ 當量。
--	---

3. 專案邊界(Boundary)	- 專案邊界是實際的地理位置： - 蒐集、儲存及處理動物廢棄物以及在沒有擬議中專案活動產生甲烷排放之可能地點； - 執行廢水處理以及在沒有擬議中專案活動產生甲烷排放之可能地點； - 動物廢棄物處理或透過固體分離的廢水之地點； - 分離後固體物的儲存、收益、之地點； - 產生分離後固體物之運輸地點及運輸路途。
4. 基線(Baseline)	- 基線情境為分離後之固體物來自專案邊界內的糞肥系統或廢水處理廠或糞肥管理系統，且沒有甲烷回收及甲烷排放至大氣的情境。 - 對於基線排放之確認，應使用專案執行前至少一年的歷史紀錄。針對一年歷史資料不適用或針對新增裝置容量或新設專案，其參數應依AMS-III.H 相關程序進行確認。 基線計算公式參考附件一。
5. 專案排放(Project activity emissions)	- 專案活動排放由下列組成： - 任何來自分離後固體物之儲存、使用、棄置或破壞之甲烷排放； - 由固體物分離技術所造成燃料及電力使用的排放量，參照 AMS-I.D.方法； - 於未分離狀態下燃燒膠凝劑產生的排放； - 由於增加運輸(PEy,transp)造成二氧化碳排放量提升； - 固體物進一步處理或使用地點(在專案邊界內)的運輸； - 固體物來自或送至處理設施及儲存地點(在專案邊界內)的運輸； - 固體物送至棄置地點的運輸。 專案計算公式參考附件二。
6. 洩漏(Leakage)	- 如果固體分離技術的設備由其他活動轉移進來，要考量其洩漏影響。 - 當使用膠凝劑或如果膠凝劑涵蓋人造的且非為廢棄產品之原料，則必須說明該膠凝劑的洩漏排放。人造的膠凝物得使用 7.9 tCO₂e/t 之排放係數預設值(例如：扣除來自廢資材原料之比例)。

7. 排放減量(Emission Reductions)	專案活動之排放減量應由基線排放扣除專案排放及洩漏。 $ER_y = BE_y - PE_y - LE_y$ ER_y=於 y 年期間之排放減量(tCO₂) BE_y=於 y 年期間之基線排放(tCO₂) PE_y=於 y 年期間之專案排放(tCO₂) LE_y=於 y 年期間之洩漏(tCO₂)
8. 監測(Monitoring)	- 應確認基線廢水處理或糞肥管理系統之操作條件及歷史資訊： - 以受限條件進行動物管理，厭氧渠塘的出流不得排放至河川/湖泊/海洋，固體物去除過程至少要連續操作六個月； - 廢水處理系統沒有微固體物分離程序，每項固體物去除程序至少連續操作 30 天； - 固體物最小保留時間的證據應提供先前去除程序之認證，及/或確保渠塘/系統的體積容量，相較於上述時程期間所累積的固體物總量之一致性； - 如果基線使用超過一個糞肥管理系統 i，單年度糞肥數量歷史資訊要在每個系統進行管理； - 基線廢水處理系統之化學需氧量去除效率。 - 應使用同儕審查方式於計入期期間監測及記錄下列參數。每個參數的同儕審查及監測頻率應於專案計畫書中說明且應確認符合小規模專案活動一般性監測指引之統計的信賴區間。 - 分離後固體物的質量，由直接秤重所有分離後固體物進行量測，及經由代表性採樣量測乾基含量。如果樣本的乾基含量低於最小值 20%，不可排除分離後固體物代表性樣本之排放量； - 用於分離設備之化石燃料及/或電力用量； - 當有膠凝劑使用的情況，膠凝劑使用的總量及膠凝物人造原料的總量； - 運輸相關參數：固體物運輸量、卡車平均運輸容量及平均額外路程(Q_{y,transp}, CT_y, DT_y)； - 可能的洩漏量。 - 對於糞肥管理系統亦應監測下列參數： - 動物類型 LT 的數量，及其動物個體產出之懸浮固體物，皆應依 AMS-III.D 相關程序進行確

	認； ■ 分離後固體物之懸浮固體物含量(VSSS,y)。 • 對於廢水管理系統亦應監測下列參數： ■ 固體分離設備之廢水進出流及應持續監測以確認其每年流量($Q_{y,ww,in}$, $Q_{y,ww,out}$)； ■ 固體分離設備之廢水進出流的化學需氧量負載要使用同儕審查及代表性採樣方式進行確認 $COD_{y,in}$ 及 $COD_{y,out}$； ■ 對於每一個處理步驟“j”的處理量 ($MSS_{j,y}$)，可監測最終棄置量($MSS_{final,y}$)。查驗機構可針對棄置場所（例如確認 MCF_{final}）數值的適用性）的重點進行確證/查證。 • 針對分離後固體物採堆肥處理，因堆肥產生的專案排放應依 AMS-III.F 相關程序計算。 • 固體物分離設施的操作之品質控管說明，應監測相關操作情況及程序，用以確認於分離過程中固體物去除效率之一致性。 • 其他相關參數，應如下表描述方式進行監測。專案參與者亦應參照小規模 CDM 減量方法一般性指引中描述之相關監測要求。
9. 方案下的專案活動 (Project activity under a programme of activities)	• 本減量方法適用於方案活動，除了上述特定洩漏以外不需要再考量額外的洩漏排放。

附件一：基線排放計算

1. 針對穀倉並非使用任何有機底層材質，糞肥流體的基線排放應基於分離後之懸浮固體物的總質量進行下列計算：

$$BE_y = (B_{o,w,y} \times M_{ss,y} \times VS_{ss,y} \times UF_b \times GWP_{CH_4} \times D_{CH_4}/1000) \times \sum_i (MS_{Bl,i} \times MCF_{b,i}) \quad \text{公式(1)}$$

其中：

BE_y	= 於 y 年基線排放(tCO ₂ e)
$B_{o,w,y}$	= 於 y 年經專案分離之懸浮固體物的加權甲烷生成潛力(m ³ CH ₄ per kg of VS)
$M_{ss,y}$	= 於 y 年總分離固體物的總質量（乾基）(kg)
$VS_{ss,y}$	= 於 y 年分離後固體物於乾基之懸浮固體物含量(kg/kg)
UF_b	= 模式不確定性校正因子(0.94) ¹
GWP_{CH_4}	= 適用於計入期期間之甲烷全球暖化潛勢 (t CO ₂ e/t CH ₄)
D_{CH_4}	= 甲烷從立方公尺至公斤的轉換值 (0.67 kg per m ³ at 20°C and 1 atm pressure)
i	= 基線厭氧糞肥管理系統之下標
$MS_{Bl,i}$	= 專案執行前，基於前幾年的歷史資訊之基線厭氧糞肥管理系統 i 的糞肥處理比例。如果歷史資訊不適用，應於專案執行前驗證每個基線管理系統的處理容量(公噸/天)。於專案執行期間，得假設有著較低 MCF 的管理系統可完全滿載，而之後只有較高 MCF 的系統可被使用。只有當基線只使用一種處理時， $MS_{Bl,i}$ 為 1。
$MCF_{b,i}$	= 基線厭氧糞肥管理系統 i 之甲烷轉化因子，如 2006 IPCC 國家溫室氣體清冊第四冊第十章所述。

2. 當有機底層材料用於動物房舍或添加至糞肥流體中，應依據下列公式計算基線排放

$$BE_y = (B_{o,w,y} \times \sum_{LT} (N_{LT,y} \times VS_{LT,y} \times P_{LT,y} \times EFF_{SS,p,y}) \times UF_b \times GWP_{CH_4} \times D_{CH_4}/1000) \times \sum_i (MS_{Bl,i} \times MCF_{b,i}) \quad \text{公式(2)}$$

¹ 參考 FCCC/SBSTA/2003/10/Add.2, 25 頁

其中：

LT = 家畜類型之下標

$N_{LT,y}$ = 每一 y 年家畜類型 LT 的數量

$VS_{LT,y}$ = 於 y 年經由管理系統對於一隻家畜類型 LT 排泄的懸浮固體物之年處理量，如 2006 IPCC 國家溫室氣體清冊第四冊第十章所述 (kg，單年度由動物類型 LT 排泄的懸浮固體物)

$P_{LT,y}$ = 於 y 年動物類型 LT 的糞肥經分離處理之百分比(%)

$EFF_{ss,p,y}$ = 專案固體/液體分離系統中，對於來自進流糞肥流體中移除固體之分離效率 (每公斤分離後固體量/每公斤進流固體量) (乾基)

3. 專案機械式分離技術 (如上述段落 4(b)所述) 系統的分離效率，是自商轉期間由自動化採樣與量測進出流總固體物含量進行確認，且由下式計算。對於熱處理分離技術 (如上述段落 4(c)所述)，若沒有液體出流且最終分離後產物至少有 20% 乾基含量，則效率可假設為 100%。

$$EFF_{ss,p,y} = (\%TS_{infl} - \%TS_{LEinfl}) / (\%TS_{infl}) \quad \text{公式(3)}$$

其中：

$\%TS_{infl}$ = 進流總固體物含量百分比

$\%TS_{LEinfl}$ = 出流總固體物含量百分比

4. 由糞肥流體所分離之懸浮固體物的加權甲烷生成潛勢由下列公式計算：

$$B_{p,ww,y} = \sum_{LT} (B_{0,LT} \times N_{LT,y} \times VS_{LT,y}) / \sum_{LT} (N_{LT,y} \times VS_{LT,y}) \quad \text{公式(4)}$$

：

$B_{0,LT}$ = 經動物類型 LT 產生之糞肥的最大甲烷生成潛勢，如 2006 IPCC 國家溫室氣體清冊第四冊第十章所述(每公斤之動物類型 LT 排泄懸浮固體物所產生立方公尺的 CH_4)

5. 針對廢水處理系統，基線排放 BE_y 應由下列兩個公式計算最小值：

$$BE_y = UF_b \times (Q_{y,ww,in} \times COD_{y,in} - Q_{y,ww,out} \times COD_{y,out}) \times B_{o,ww} \times MCF_{ww,treatment} \times GWP_{CH_4} / 1000 \quad \text{公式(5)}$$

$$BE_y = UF_b \times Q_{y,ww,in} \times COD_{y,in} \times \eta_{COD,BL} \times B_{o,ww} \times MCF_{ww,treatment} \times GWP_{CH_4} / 1000 \quad \text{公式(6)}$$

其中：

UF_b	=	模式不確定性校正因子(0.89) ²
$Q_{y,ww,in}$	=	於 y 年固體分離設備廢水進流量 (m ³)
$COD_{y,in}$	=	固體分離設備進流廢水之化學需氧量 (kg/m ³)
$Q_{y,ww,out}$	=	於 y 年固體分離設備廢水出流量 (m ³)
$COD_{y,out}$	=	固體分離設備出流廢水之化學需氧量 (kg/m ³)
$B_{o,ww}$	=	廢水之甲烷生成容量 (IPCC 預設值為 0.25 kg CH ₄ 或 0.6 kg CH ₄ /kg BOD)
$MCF_{ww,treatment}$	=	基線厭氧廢水處理系統之甲烷校正因子
$\eta_{COD,BL}$	=	基線廢水處理系統之化學需氧量去除效率 (%)

6. 甲烷校正因子應參照 AMS-III.H 相關程序進行確認。

² 參考 FCCC/SBSTA/2003/10/Add.2, 25 頁

附件二：專案排放計算

$$PE_y = PE_{y,ss} + PE_{y,power} + PE_{y,floc,combustion} + PE_{y,trans} \quad \text{公式(7)}$$

其中：

$PE_{y,ss}$ = 於 y 年來自分離後固體物之儲存、使用、棄置或破壞的專案排放量(tCO₂e)

$PE_{y,power}$ = 於 y 年由固體物分離技術所造成燃料及電力使用的排放量(tCO₂e)，參照 AMS-I.D.方法

$PE_{y,floc,combustion}$ = 於 y 年膠凝劑燃燒產生之專案排放量(tCO₂e)

$PE_{y,trans}$ = 專案情境下因固體物的運輸所增加的專案排放量，超過基線情境下固體物的運輸排放量(tCO₂e)

7. 對於糞肥管理系統，分離後固體物的儲存所產生的專案排放依下列公式計算：

$$PE_{y,ss} = MCF_s \times UF_p \times B_{o,w} \times M_{ss,y} \times GWP_{CH_4} \times D_{CH_4}/1000 \quad \text{公式(8)}$$

其中：

MCF_s = 固體物儲存之甲烷轉化因子，如 2006 IPCC 國家溫室氣體清冊第四冊第十章，表 10.17 所述。

UF_p = 模式不確定性校正因子³ (1.06)

8. 針對廢水分離後固體物的量將用於因固體物處理及棄置所產生之專案排放的計算，若用於污泥管理程序的話，將依據 AMS-III.H 如下：

$$PE_{y,ss} = \sum_j (PE_{y,s,treatment,j}) + PE_{y,s,final} \quad \text{公式(9)}$$

其中：

j = 固體物處理系統下標

$PE_{y,s,treatment,j}$ = 於 y 年專案活動固體物處理系統 j 之甲烷排放，且未裝設沼氣回收(tCO₂e)

$PE_{y,s,final}$ = 於 y 年最終固體物厭氧降解時之甲烷排放。如果固體物在掩埋場被燃燒、棄置、進行甲烷回收或用於專案活動時耗氧情形下的土壤應用等，這些情況可被忽略，且處理及/或使用及/或最終棄置固體物應於計入其期間進行監測(tCO₂e)

³ 參考 FCCC/SBSTA/2003/10/Add.2, 25 頁

9. 使用污泥之甲烷生成潛勢確認固體物處理系統 j 之甲烷排放：

$$PE_{y,s,treatment,j} = M_{ss,j,y} \times MCF_{s,treatment,j} \times DOC_s \times UF_{PJ} \times DOC_F \times F \times 16/12 \times GWP_{CH_4}/1000 \quad \text{公式(10)}$$

其中：

- $M_{ss,j,y}$ = 於 y 年處理系統 j 處理乾基固體物總量(kg)
- $MCF_{s,treatment,j}$ = 固體物處理系統 j 之甲烷校正因子 (MCF 值參照 AMS-III.H 表 2)
- DOC_s = 於 y 年固體物中可降解有機含量。境內廢水所分離之固體物的預設值為 0.5，若工業廢水所分離之固體物應使用 0.257。
- UF_{PJ} = 模式不確定性校正因子 (1.06)
- DOC_F = DOC 之於沼氣之比例 (IPCC 預設值為 0.5)
- F = 沼氣中 CH_4 比例 (IPCC 預設值為 0.5)

10. 廢水中分離固體物之最終棄置所產生的甲烷排放由下列公式確認：

$$PE_{s,final,y} = M_{ss,final,y} \times DOC_s \times UF_{PJ} \times MCF_{s,final} \times DOC_F \times F \times 16/12 \times GWP_{CH_4}/1000 \quad \text{公式(11)}$$

其中：

- $M_{ss,final,y}$ = 於 y 年乾基固體物送至最終棄置的數量(kg)
- DOC_s = 於 y 年固體物中可降解有機含量。境內廢水所分離之固體物的預設值為 0.5，若工業廢水所分離之固體物應使用 0.257。
- UF_{PJ} = 模式不確定性校正因子 (1.06)
- $MCF_{s,final}$ = 接收固體物之最終棄置地點之甲烷校正因子 (參照 AMS-III.G)

11. 針對來自糞肥或廢水之分離後固體物進行堆肥，專案活動將分離後固體物進行堆肥所產生甲烷排放可參照 AMS-III.F 相關程序進行確認。
12. 來自耗電或燃燒化石燃料之專案活動排放可參照 AMS-I.D。因專案活動產生所有設備或裝置安裝的能耗，尤其應涵蓋所有分離固體物之設備（包括用於灑水及蒸散的能耗）。針對燃燒化石燃料之專案排放應使用該化石燃料的排放係數 ($tCO_2/tonne$)。可使用現場值，若現場值難以取得，得使用 IPCC 預設值。如果專案電力附屬設備用於回收甲烷，可考量其排放係數為 0。
13. 針對分離後固體物的燃燒，應考量膠凝劑中非生質物（例如：化石）碳含量燃燒所產生的二氧化碳排放。
14. 來自卡車額外運輸固體物所產生專案活動排放應由下列公式計算：

$$PE_{y,transp} = Q_{y,transp} / CT_y \times DT_y \times EF_{CO2} \quad \text{公式(12)}$$

其中：

$Q_{y,transp}$ = 於 y 年運輸固體物的數量（公噸）

CT_y = 每輛卡車平均運輸容量（公噸/每車）

DT_y = 分離後固體物之平均額外運輸路程（公里/每車）

EF_{CO2} = 運輸用燃料之排放係數（tCO₂/公里，IPCC 預設值或現場值）