

# CMS-016-V01 通过可控厌氧分解进行甲烷回收 (第一版)

## 一、来源

本方法学参考 UNFCCC-EB 的小规模 CDM 项目方法学 AMS-III.AO: Methane recovery through controlled anaerobic digestion (第 1.0 版), 可在以下的网站查询: <http://cdm.unfccc.int/methodologies/SSCmethodologies/approved.html>.

## 二、适用条件

1. 本方法学适用的项目活动为: 避免生物质或者其他有机物质产生的甲烷排放到大气中的措施, 这些生物质或者其他有机物质原本会在固体废弃物处理场 (SWDS)、或者动物粪便处理系统 (AWMS)、或者污水处理系统 (WWTS) 进行厌氧降解。项目活动通过在一个装有沼气回收和燃烧/焚烧系统的封闭反应器里进行厌氧发酵, 进而对生物质或者其他有机物质的生物处理过程进行控制。方法学在下列情况下适用:
  - (a) 发酵的基质仅包括生物质或者其他有机物质 (不包括动物粪便和污水处理厂产生的污泥);
  - (b) 也允许多种生物质基质的混合发酵<sup>1</sup>, 比如城市固体垃圾 (MSW)、有机废弃物、动物粪便、污水等 (没有项目活动时, 在这些有机物质的厌氧处理过程中不回收沼气);
  - (c) 如果对于一种或多种基质, 不能说明这种有机物质在没有项目活动时将被厌氧降解, 那么这种有机物质相关的基准线排放应计为 0, 但是相关的项目排放须使用本方法学中相关程序进行计算;
  - (d) 项目参与方须应用 EB 的最新版的“关于生物质项目活动泄漏的通用指南”给出的关于“生物质竞争使用”的相关程序;
  - (e) 对于只处理动物粪便的项目活动须使用方法学 CMS-021-V01 “动物粪便管理系统的甲烷回收”, 对于只处理污水与/或污水处理厂产生的污泥的项目活动须使用 EB 的方法学 AMS-III.H “废水处理中的甲烷回收”;

---

<sup>1</sup>混合发酵是指两种或多种不同来源的同类生物质的混合物同时发酵, 比如城市固体垃圾 (MSW) 和动物粪便和/或生活/工业污水的混合发酵。最常见的情况是以某种生物质 (如粪便) 为主与少量其他种类的生物质一起混合发酵。

(f) 项目活动不回收或不燃烧填埋场产生的甲烷（不同于方法学 CMS-022-V01“垃圾填埋气回收”），而且对于没有将生物处理作为第一道程序的废弃物不采取可控燃烧措施（不同于 EB 的方法学 AMS-III.E“通过受控燃烧、气化或机械/热处理避免生物质腐烂产生的甲烷”）。从污水处理中回收沼气的项目活动须采用 EB 的方法学 AMS-III.H。

2. 仅限于年减排量小于或等于 6 万吨二氧化碳当量的措施。
3. 须清楚知道在基准线情况下生物质发酵处理场所的位置和特性，以便估计其甲烷排放量。与此同时，须遵循方法学 CMS-022-V01“垃圾填埋气回收”、CMS-021-V01“动物粪便管理系统甲烷回收”、EB 的方法学 AMS-III.E（涉及堆肥时）和 AMS-III.H（可能适用的情况）中的准则。对于动物粪便混合发酵的项目活动须同时满足方法学 CMS-021-V01 第 1 和 2（c）条中的要求。

须在每个计入期开始时事前检查是否满足以下要求：

- (a) 在计入期内，应确认指定的垃圾填埋场/堆肥厂可以容纳项目活动所需的废弃物；或者
  - (b) 应确认，在固体废弃物处理场所（垃圾填埋场/堆肥厂）处理废弃物在当地是普遍情况。
4. 项目参与方须参考本方法学的第 3（b）条，在 PDD 中清楚地定义区域地理边界。在定义区域地理边界时，项目参与方应考虑废弃物的来源。例如，如果废弃物的运输距离达到 50 km，定义的区域应覆盖项目活动半径为 50 km 的范围。另外，还应考虑发酵后最终产物的运输距离。在上述两种情况下，定义的区域应覆盖项目活动的一个合理半径范围并根据项目情况证明其准确性，但不论哪种情况，区域范围须不超过 200 km。地理边界被定义后在项目活动整个计入期内保持不变。
  5. 如果发酵后的沼渣进行了好氧处理并用于土壤施肥，须确保沼渣的贮存、运输和土壤施肥是在合适的条件和程序下操作（不会导致甲烷排放）。
  6. 如果发酵后的沼渣进行了热处理或机械处理，须使用 EB 的方法学 AMS-III.E 中关于热处理/机械处理的相应规定。
  7. 如果发酵后的沼渣在厌氧条件下储存并且/或者被运到填埋场，须采用 EB 的最新版本的“固体废弃物处理站的排放计算工具”计算沼渣的排放。
  8. 如果发酵后的废液直接进入污水处理系统或排入天然的水体，须遵循 EB 的方法学 AMS-III.H 中相关程序计算相应的项目排放。

9. 须采取技术措施确保从发酵器中收集的沼气都进行了燃烧/焚烧。
10. EB 的方法学 AMS-III.H 中第 3 条描述的回收沼气的利用方法在本方法学中  
都适用，在此情况下须遵循方法学 AMS-III.H 中相应的程序。

### 三、 项目边界

11. 项目边界包含下列活动的物理、地理位置：
  - (a) 在没有项目活动的情况下，固体废弃物（包括动物粪便）处理并产生甲烷排放的地点；
  - (b) 对于污水混合发酵项目，在没有项目活动的情况下，污水厌氧处理的地点；
  - (c) 对生物质或其他有机物质进行厌氧发酵处理的地点；
  - (d) 生物处理产生的残渣或其他产物（比如污泥）的处理、用于土壤施肥、或者进行热处理/机械处理的地点；
  - (e) 在可能适用的情况下，沼气燃烧/焚烧或者有偿使用的地点，包括沼气的销售点；
  - (f) 上述第(a)、(b)、(c)、(d)、(e)中的废弃物、污水、动物粪便、沼渣及沼气的运输环节。

### 四、 基准线情景和排放

12. 基准线情景是在没有项目活动的情况下，在项目边界内生物质和其他有机物质（包括动物粪便）将被丢弃并自然腐烂，且产生的甲烷排放到大气中。基准线排放为生物质和其他有机物质中可降解有机碳分解所排放的甲烷。国家、地方的法律法规要求销毁的甲烷排放不能包含在基准线排放内。基准线排放计算公式如下：

$$BE_y = BE_{SWDS,y} + BE_{ww,y} + BE_{manure,y} - MD_{reg,y} * GWP_{CH_4} \quad (1)$$

其中：

$BE_{SWDS,y}$  参照 EB 的“固体废弃物处理站的排放计算工具”估算的项目活动从开始年（x=1）到 y 年之间的第 x 年固体废弃物厌氧发酵的甲烷年产量（tCO<sub>2</sub>e）。该工具中的因子取值“f=0.0”时，是假设沼气未被收集、焚烧或利用。从项目活动开始处理来自固体废弃物处理场/垃圾填埋场的废弃物开始，定义 x 年为基准年。x 的范围是从计入期第一年

(x=1) 到计算排放量的年份 (x=y)。

如果在基准线情景下，发酵的沼料以堆肥形式处理，那么相应的基准线排放计算须遵循 EB 的方法学 AMS-III.E 中相应的程序。

$BE_{manure,y}$  来自动物粪便混合发酵的基准线排放，应参考方法学 CMS-021-V01 中的相应程序进行计算。

$BE_{ww,y}$  来自污水混合发酵的基准线排放，应参考 EB 的方法学 AMS-III.H 中的相应程序进行计算。

$MD_{reg,y}$  第 y 年按照现行法律法规的要求必须收集与燃烧的甲烷量。

$GWP_{CH_4}$  甲烷的全球变暖潜势（使用值为 25）。

## 五、项目活动排放

13. 项目活动排放由以下几部分组成：

- (a) 运输距离增加所产生的 CO<sub>2</sub> 排放；
- (b) 项目活动设施消耗的电力和/或化石燃料所产生的 CO<sub>2</sub> 排放；
- (c) 如果发酵后的沼渣在厌氧条件下储存，并/或运输到固体废弃物处理场，或在污水处理系统中进行处理时：沼渣处置/储存/处理过程中的甲烷排放；
- (d) 因厌氧发酵器物理泄漏产生的甲烷排放；
- (e) 不完全燃烧导致的甲烷排放；

计算公式如下：

$$PE_y = \left\{ \begin{array}{l} PE_{transp,y} + PE_{power,y} + PE_{res\ waste,y} \\ + PE_{phyleakage,y} + PE_{flaring,y} \end{array} \right\} \quad (2)$$

其中：

$PE_y$  第 y 年的项目活动排放 (tCO<sub>2</sub>e)

$PE_{transp,y}$  第 y 年运输距离增加所产生的排放 (tCO<sub>2</sub>e)

$PE_{power,y}$  第 y 年电力或化石燃料消耗所产生的排放 (tCO<sub>2</sub>e)

$PE_{res\ waste,y}$  第 y 年废弃物储存/处置/处理所产生的甲烷排放 (tCO<sub>2</sub>e) (适用于如果沼渣被厌氧储存, 或进行了填埋处理的情况)

$PE_{phyleakage,y}$  第 y 年厌氧发酵器物理泄漏所产生的甲烷排放 (tCO<sub>2</sub>e)

$PE_{flaring,y}$  第 y 年由于不完全焚烧所产生的甲烷排放 (tCO<sub>2</sub>e), 参考 EB 的“火炬燃烧导致的项目排放计算工具”

#### 14. 运输距离增加所产生的项目排放( $PE_{transp,y}$ )基于下列因素计算:

对生物质和/或动物粪便收集地点, 比较它到发酵地点的距离与到基准线固体废弃物处理场或动物粪便处理厂的距离;

在适用情况下, 对污水收集地点, 比较它到项目活动处理地点的距离与到基准线污水处理厂的距离;

项目活动处理地点到沼渣用于土壤施肥的地点、填埋地点及进一步处理地点的距离。

计算公式如下:

$$PE_{transp,y} = (Q_y / CT_y) \times DAF_w \times EF_{CO_2,transport} + (Q_{res-waste,y} / CT_{res-waste,y}) \times DAF_{res-waste} \times EF_{CO_2,transport} \quad (3)$$

其中:

$Q_y$  第 y 年处理的废弃物/动物粪便和/或混合发酵污水的数量 (吨)

$CT_y$  卡车的平均载重量 (吨/卡车)

$DAF_w$  未处理的固体废弃物、动物粪便和/或污水所增加的平均运输距离 (千米/每卡车)

$EF_{CO_2,transport}$  运输所消耗燃料的 CO<sub>2</sub> 排放因子 (千克 CO<sub>2</sub>/千米, 可使用 IPCC 默认值或本地值)

$Q_{res-waste,y}$  第 y 年所产生的沼渣量 (吨)

$CT_{res-waste,y}$  卡车运输沼渣的平均载重量 (吨/卡车)

$DAF_{res-waste}$  沼渣运输的平均距离 (千米/卡车)

15. 对于计算项目活动设施所消耗的电力和/或化石燃料产生的排放 ( $PE_{power,y}$ )，项目活动所安装的所有设备消耗的所有能源类型都须包含在内，比如粉碎生物质所消耗的能源。酌情使用 EB 的“电力系统排放因子计算工具”和/或“化石燃料燃烧导致的项目或泄漏 CO<sub>2</sub> 排放计算工具”。如果回收的沼气为项目本身的辅助设备提供动力，相关排放也应该考虑在内，但排放因子为 0。
16. 发酵后的沼渣在厌氧条件下储存和/或在垃圾填埋场处置过程产生的甲烷排放 ( $PE_{reswaste,y}$ )，应参考 EB 的最新版本的“固体废弃物处理站的排放计算工具”进行计算。
17. 由于发酵器和回收系统物理泄漏所产生的甲烷排放 ( $PE_{phy\ leakage,y}$ ) 须使用默认排放因子 (0.05m<sup>3</sup> 沼气泄漏/ m<sup>3</sup> 沼气产生量) 进行估算。对于事前估算，可使用沼气池沼气产量的期待值，但是对于事后计算，就须使用有效回收的沼气体积进行计算。

## 六、 泄漏

18. 如果项目活动使用的设备来自其他活动或者原有设备转移到了其他项目活动，应该考虑由此产生的泄漏效应 ( $LE_y$ )。

## 七、 监测

19. 项目活动的减排量应按以下监测要求进行计算：

- (a) 项目活动产生的减排量，将通过直接测量用作燃料、焚烧或有偿使用的沼气体积来进行事后计算。项目活动中所涉及的生物质处理过程的甲烷转化系数 (MCF) 可能高于基准线中生物质自然降解的转化系数。因此，项目活动的减排量仅限于通过项目活动监测的实际数据，事后计算的基准线排放与项目排放和泄漏排放的差值 (如  $Q_y$  和消耗的化石燃料量和电量)。下面公式中，两个算式结果中较小的值将作为任意年份的项目活动减排量。

$$ER_{y,ex\ post} = \min \left[ \begin{array}{l} (BE_{y,ex\ post} - PE_{y,ex\ post} - LE_{y,ex\ post}), (MD_y - PE_{y,power,ex\ post} - \\ PE_{y,transp,ex\ post} - PE_{y,res\ waste,ex\ post} - PE_{y,phyleakage,ex\ post} - LE_{y,ex\ post}) \end{array} \right] \quad (4)$$

其中：

$ER_{y,ex\ post}$  第 y 年基于监测数据计算的项目活动减排量 (tCO<sub>2</sub>e)

$BE_{y,ex post}$	将事后监测值（如 $Q_y$ ）代入公式（1）所计算的基准线排放量（tCO <sub>2</sub> e）
$PE_{y,ex post}$	将事后监测值（如 $Q_y$ ，运输距离，项目活动消耗的电力/化石燃料，厌氧储存过程的排放）代入公式（2）所计算的项目排放量。此排放量须包含项目活动物理泄漏产生的排放（tCO <sub>2</sub> e）
$LE_{y,ex post}$	使用事后监测值所计算的泄漏排放量（tCO <sub>2</sub> e）
$MD_y$	第 y 年项目活动收集、销毁或有偿利用的甲烷量（tCO <sub>2</sub> e）
$PE_{y,transp,ex post}$	第 y 年基于监测值计算的运输距离增加所产生的排放（tCO <sub>2</sub> e）
$PE_{y,power,ex post}$	第 y 年基于监测值计算的项目活动设施运行所消耗电力或化石燃料所产生的排放（tCO <sub>2</sub> e）
$PE_{y,res waste,ex post}$	第 y 年基于监测值计算的沼渣/产物的厌氧降解/处理所产生的甲烷排放量（tCO <sub>2</sub> e）
$PE_{y,phyleakage,ex post}$	第 y 年基于监测值计算的厌氧发酵器物理泄漏所引起的甲烷排放量（tCO <sub>2</sub> e）

(b) 在焚烧/燃烧的情况下，应利用焚烧的工艺条件测量  $MD_y$ ：

$$MD_y = BG_{burnt,y} * w_{CH_4,y} * D_{CH_4} * FE * GWP_{CH_4} \quad (5)$$

其中：

$BG_{burnt,y}$	第 y 年所焚烧的沼气（m <sup>3</sup> ）
$w_{CH_4,y}$	第 y 年沼气中的甲烷含量 <sup>2</sup> （体积百分比）
$D_{CH_4}$	第 y 年在沼气的温度和压力条件下甲烷的密度（t/m <sup>3</sup> ）
$FE$	第 y 年焚烧效率（百分比）。如果沼气用于获利而烧掉，比如作为引擎的燃料，可使用 100% 的焚烧效率。

(c) 综合考虑某一年位于置信度内的测量结果以便用于计算  $MD_y$  的处理方法，以及用于测量、记录、处理数据的仪器和方法，都须在 PDD 中加以描述并在计入期内进行监测；

<sup>2</sup>须在同一状态下（湿基或干基）对沼气和甲烷含量进行测量。

- (d) 对于一部分沼气通过焚烧销毁、一部分沼气作为能源使用的项目活动，当没有对两部分沼气独立计量时，可考虑使用焚烧效率计算作为能源使用的沼气所对应的  $MD_y$ ；而当两者分别独立监测时，可使用 100% 的销毁效率计算作为能源使用的沼气所对应的  $MD_y$ ；
  - (e) 为确保精度，项目活动所使用的流量计、取样设备和气体分析仪须进行定期维修、测试和校准；
  - (f) 监测计划应该包括在每个核查期内对项目边界内的每个发酵器进行现场核查。
20. 对用于农业及相关活动的土壤施肥的发酵后的沼渣，应该按 EB 的方法学 AMS-III.F“通过堆肥避免甲烷排放”中的相关内容进行监测。



21. 下表 III.AO.1 中列出了需要监测的相关参数。EB 的“小规模 CDM 方法学通用指南”中的具体要求（如校准要求，取样要求）亦作为下述项目活动监测准则的组成部分，所以项目参与方也须参考相关内容。

表 III.AO.1 计入期内监测的参数

	参数	描述	单位	监测/记录频率	测量方法与程序
1	$Q_y$ , $Q_{res-waste,y}$	固体废弃物（不包括粪便）和沼渣的数量	吨	每月	使用地磅每月现场记录在数据表内。定期校准地磅（按照地磅提供商的使用说明书的要求）
2	$BG_{burnt,y}$				参考 EB 的方法学 AMS-III.H 的相关程序
3	$w_{CH_4,y}$	第 y 年沼气中的甲烷含量	%		参考 EB 的方法学 AMS-III.H 的相关程序
4	$T$	沼气的温度	°C		参考 EB 的方法学 AMS-III.H 的相关程序
5	$P$	沼气的压力	Pa		参考 EB 的方法学 AMS-III.H 的相关程序
6	$FE$	焚烧效率	%		参考 EB 的“火炬燃烧导致的项目排放计算工具”，应进行定期维修以确保

	参数	描述	单位	监测/记录频率	测量方法与程序
					火炬良好运行状态
7	$CT_y$ , $CT_{res-waste,y}$	卡车的平均载重量	吨/卡车		现场测量
8	$DAF_w$ , $DAF_{res-waste}$	未处理的固体废弃物或产物运输增加的平均距离	千米/卡车	每年	现场测量，假设条件需请经国家主管部门备案的审定/核证机构的批准
9		与电力和/或燃料消耗排放相关的参数			应参考 EB 的“电力消耗导致的基准线、项目和/或泄漏排放计算工具”和/或“化石燃料燃烧导致的项目或泄漏二氧化碳排放计算工具”。或者假设相应的电力设备每年 8,760 小时满负荷运行，再加上 10% 的配电损耗。
10		与固体废弃物/沼渣在垃圾填埋场厌氧处置产生甲烷排放相关的参数			参考 EB 的最新版本“固体废弃物处理站的排放计算工具”
11		与污水混合发酵产生的基准线排放相关的参数			参考方法学 EB 的 AMS-III.H 的相关规定

	参数	描述	单位	监测/记录频率	测量方法与程序
12		与动物粪便混合发酵产生的基准线甲烷排放相关的参数			参考方法学 EB 的 AMS-III.D 的相关规定