

CM-090-V01 粪便管理系统中的温室气体减排

(第一版)

一、来源、定义和适用条件

1. 来源

本方法学参考 UNFCCC-EB 的整合的 CDM 项目方法学 ACM0010: Consolidated baseline methodology for GHG emission reductions from manure management systems (第 02.0.0 版), 可在以下网站查询:

<http://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/99QRTE6N5QJEBOV2XP374B25SSIXBB>

本方法学还利用了下述工具:

火炬燃烧导致的项目排放计算工具;

电力消耗导致的基准线、项目和/或泄漏排放计算工具;

化石燃料燃烧导致的项目或泄漏二氧化碳排放计算工具;

计入期更新时对最初/当前基准线的有效性进行评估以及对基准线进行更新的工具;

基准线情景识别与额外性论证组合工具;

厌氧沼气池项目和泄漏排放的计算工具;

热能或电能生产系统的基准线效率确定工具;

气流中温室气体质量流量的确定工具。

方法学主要修改说明:

1) 甲烷的全球增温潜势由 21 修改为 25;

2) 氧化亚氮的全球增温潜势由 310 修改为 298。

2. 适用条件

此方法学适用于项目边界内由一个或多个动物粪便管理系统（AWMSs）替代原养殖场厌氧粪便管理系统并实现温室气体减排的项目。此方法学同样适用于新建养殖场。

此方法学适用于下述情况的粪便管理项目：

- 养殖场的动物（包括黄牛、水牛、猪、绵羊、山羊和/或其它家畜）采用封闭式管理；
- 养殖场的粪便未排入天然水体（如河流或者河口三角洲）；
- 对于厌氧氧化塘处理系统，在基线情景下用于管理粪便的氧化塘的深度至少 1 米；
- 在基线情景下厌氧粪便处理设施所在地年平均气温高于 5℃；
- 在基线情景下，粪便在厌氧处理系统内的保存时间超过一个月；
- 在项目活动下，粪便管理系统不会造成污水渗漏到地下水，如应在氧化塘底部安装防渗层。

此外，该方法学也应满足上述工具中的适用条件。

二、 基线方法学

1. 基准线情景识别及额外性论证

根据下述要求，利用《基准线情景识别与额外性论证组合工具》来识别基线情景和论证额外性：

2. 粪便管理的基准线情景

1) 现有设施

在应用工具的步骤 1 时，需考虑粪便管理的备选基准线，尤其需要考虑《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》第 4 卷第 10 章中表 10.17 中所列的所有可能的粪便管理系统。在提出各种备选情景时需考虑可能的粪便管理方式的不同组合。

2) 新建养殖场

对于新建的养殖场，方法学只适用于开放式厌氧氧化塘粪便管理方式。

下述两个步骤将定义开放式厌氧氧化塘的基线情景：

- 制定几个厌氧氧化塘的设计方案，使其能够满足相关法规的要求，并考虑当地的情况（如环境法规、地下水位、土地需求和温度等）。设计具体参数要包括厌氧氧化塘的平均深度和表面积、粪便在厌氧氧化塘中停留时间以及其他关键参数。不同的设计文件需公开透明，并公开设计的主要假设和使用的数据，并能证明这些参数具有保守型；
- 按照最新版本《基准线情景识别与额外性论证组合工具》中的最新批准版本步骤 3（投资分析）和下面的附加指导意见，对厌氧氧化塘的设计方案进行经济评估。选择（a）步骤所认证的所有设计方案中成本投入最低的一个方案。如果几个方案的成本都相对较低，选择基线情景下氧化塘深度最浅的设计方案。

在应用工具中的步骤 3 中，基准情景的备选粪便管理应考虑下述附加指导意见来比较上述步骤（b）所提到的经济或财务吸引力。

为了比较在没有碳交易收益时的所有备选厌氧氧化塘设计的经济吸引力，在进行投资分析时需要用 IRR 指标。在项目涉及文件中需要，但不限于详细记录下述参数：

- 土地使用费；
- 工程设计、采购和土建费；
- 劳工费；
- 运行和维护费；
- 管理费；
- 燃料费；
- 资金和利息；
- 电力销售收益；
- 氧化塘设计的其他所有费用；
- 实施推荐技术获得的所有收益（包括回收的沼气用于产热或发电所节省的能源，节水收益，化石燃料替代的收益，肥料出售的收益，补贴/财政鼓励机制等）。

3. 电能和热能生产的基线情景

除识别粪便管理的备选基线情景外，如果厌氧氧化塘产生的沼气回收利用也是项目活动的一部分，也需对其能源替代备选情景进行识别：

对于电力生产，需要考虑下述备选情景：

- E1: 在没有注册为中国自愿减排项目时利用沼气发电；
- E2: 现有的或新建的自备电厂可再生能源发电；
- E3: 现有的和/或新的并网发电；
- E4: 自备电厂化石燃烧离网发电；
- E5: 现有的和/或新并网发电和自备电厂化石燃料发电。

只有在 E3、E4 和 E5 的情况下，才考虑发电过程的基线排放。

对于热能生产，需要考虑下述备选情景：

- H1: 在没有注册为中国自愿减排项目时利用沼气供热；
- H2: 现有的或新建的化石燃料热点联产装置；
- H3: 现有的或新建的可再生能源热点联产装置；
- H4: 现有的或新建立的现场或离线化石燃料锅炉或热风机；
- H5: 现有的或新建立的现场或离线可再生能源锅炉或热风机；
- H6: 任何其他能源供应，如区域供热；和
- H7: 其他产热技术（如热泵或太阳能）。

只有基线情景为 H4 的情况下，才可以考虑产供热造成的基线排放。

4. 项目边界

项目边界包括动物粪便管理系统（AWMSs）所在的位置、火炬或产能和/或产热设备、电/热供应源。

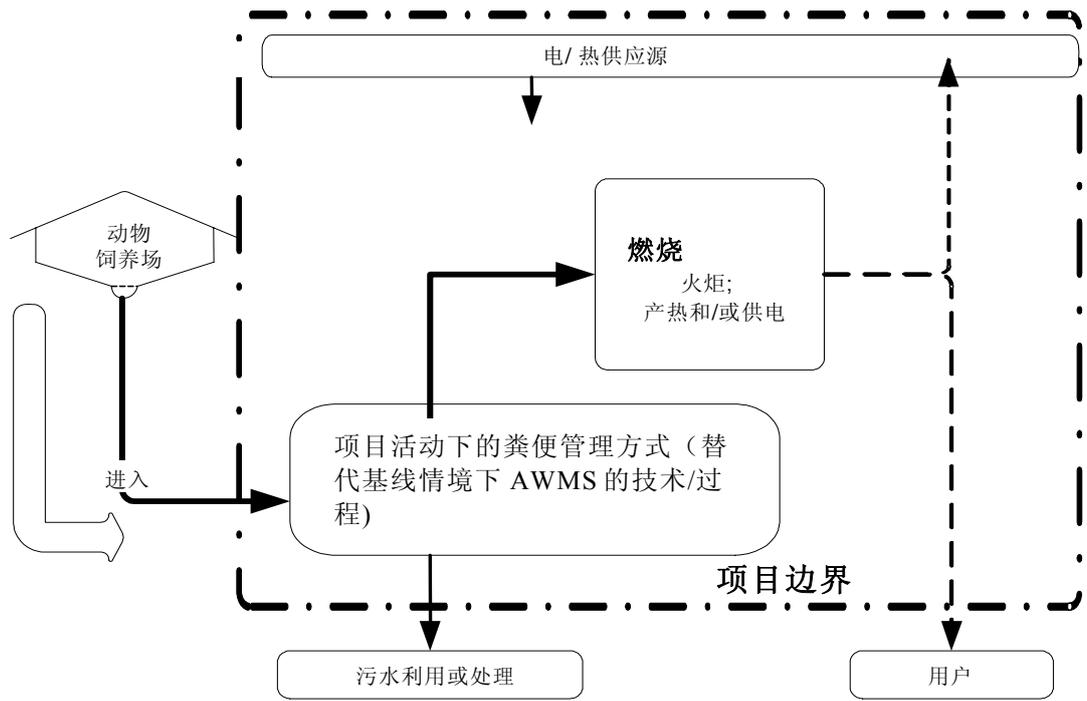


图1：项目边界

表 2：项目边界内外的排放源

排放源		温室气体种类	是否包括?	解释或说明
基准线	废弃物处理过程排放	CH ₄	是	基线情景的主要排放源
		N ₂ O	是	包括直接或间接 N ₂ O 排放
		CO ₂	否	不包括有机废弃物分解产生的 CO ₂ 排放
	电力消耗/生产的排放	CO ₂	是	在基线情景下消耗电力或产生发电
		CH ₄	否	为了简化不考虑，保守估计
		N ₂ O	否	为了简化不考虑，保守估计
	热能生产排放	CO ₂	是	在项目活动项包括热能生产
		CH ₄	否	为了简化不考虑，保守估计
		N ₂ O	否	为了简化不考虑，保守估计
项目活动	热能利用过程排放	CO ₂	是	可能是一个重要的排放源
		CH ₄	否	为了简化不考虑，假定排放源很低
		N ₂ O	否	为了简化不考虑，假定排放源很低
	现场电力消耗的排放	CO ₂	是	可能是一个重要的排放源，如果使用沼气发电则不考虑排放
		CH ₄	否	为了简化不考虑，假定排放源很低
		N ₂ O	否	为了简化不考虑，假定排放源很低
	废弃物处理过程排放	N ₂ O	是	包括直接或间接 N ₂ O 排放
		CO ₂	否	不包括有机废弃物分解产生的 CO ₂ 排放
		CH ₄	是	厌氧分解池和好氧处理的排放

项目参与方需要在项目设计文件中利用图的方式明确描述项目活动下粪便管理的所有步骤和沼渣沼液的处置，包括回收的甲烷的最终利用，运行项目的能源利用，图示还要包括项目边界内前处理过程中挥发性固体的降解。

项目设计文件中要识别养殖场的精确位置（如利用全球定位系统确定的农场坐标）。

5. 基线排放

基线排放通过下式计算：

$$BE_y = BE_{CH_4,y} + BE_{N_2O,y} + BE_{elec/heat,y} \quad (1)$$

其中：

BE_y 第 y 年的基线排放（tCO₂/年）

$BE_{CH_4,y}$ 第 y 年的基线 CH₄ 排放（tCO₂/年）

$BE_{N_2O,y}$ 第 y 年的基线 N₂O 排放（tCO₂/年）

$BE_{elec/heat,y}$ 基线情景下电和/或热利用产生的基线 CO₂ 排放（tCO₂/年）

(i) 基线 CH₄ 排放（ $BE_{CH_4,y}$ ）

基线内的粪便管理系统的甲烷排放取决于家畜种类、管理系统和不同的管理阶段。

$$BE_{CH_4,y} = GWP_{CH_4} \times D_{CH_4} \times \sum_{j,LT} (MCF_j \times B_{0,LT} \times N_{LT} \times VS_{LT,y} \times MS\%_{Bl,j}) \quad (2)$$

其中：

$BE_{CH_4,y}$ 第 y 年的基线 CH₄ 排放（tCO₂/年）

GWP_{CH_4} CH₄ 的全球增温潜势（GWP）（tCO₂e/tCH₄）

D_{CH_4} CH₄ 的密度（t/m³）

MCF_j 基线情景下粪便管理系统 j 的甲烷转换因子

$B_{0,LT}$ LT 类型动物挥发性固体的最大甲烷生产潜力（m³ CH₄/kg 干物重）

N_{LT} 第 y 年 LT 类型动物的年均存栏量（头）

$VS_{LT,y}$ 第 y 年 LT 类型动物排泄的挥发性固体量，以干物重表示（kg-干物

重/头/年)

$MS\%_{Bl,j}$ 基线情景下动物粪便管理系统 j 处理的动物粪便比例

LT 家畜类型

j 粪便管理系统类型

上述方程中不同变量和参数的估算:

(A) 通过下述方法之一确定 $VS_{LT,y}$, 方法按照优先顺序排列

选择 1:

利用发表的国家特定数据。如果排泄的挥发性固体的单位是 kg-干物重/天, 则排泄的挥发性固体乘以第 y 年粪便管理系统运行的天数即可获得 $VS_{LT,y}$ 。

选择 2:

基于家畜采食量估算 $VS_{LT,y}$:

$$VS_{LT,y} = \left[GE_{LT} \times \left(1 - \frac{DE_{LT}}{100} \right) + (UE \times GE_{LT}) \right] \times \left[\left(\frac{1 - ASH}{ED_{LT}} \right) \right] \times nd_y \quad (3)$$

其中:

$VS_{LT,y}$ 第 y 年 LT 类型动物排泄的挥发性固体量, 以干物重表示 (kg-干物重/头/年)

GE_{LT} 日均饲料总能摄入量 (MJ/头/天)

DE_{LT} 饲料消化率 (百分率)

UE 尿能 (GE_{LT} 的百分数)

ASH 粪便中的灰分含量 (干物质饲料摄入的百分数)

ED_{LT} LT 类型家畜饲料的能量密度 (MJ/kg-dm)

nd_y 第 y 年粪便管理系统的运行天数

选择 3:

利用特定场地的平均动物体重修订 IPCC 默认值 $VS_{default}$, 方法如下:

$$VS_{LT,y} = \left(\frac{W_{site}}{W_{default}} \right) \times VS_{default} \times nd_y \quad (4)$$

其中：

$VS_{LT,y}$ 第 y 年 LT 类型动物排泄的挥发性固体量，以干物重表示（kg-干物重/头/年）

W_{site} 项目活动的动物平均体重（kg）

$W_{default}$ 平均动物体重的默认值（kg）

$VS_{default}$ 动物每天排泄的挥发性固体量默认值，以干物重表示（kg-干物重/头/天）

nd_y 第 y 年动物粪便管理系统的运行天数（天）

选择 4:

利用发表的 IPCC 的 $VS_{LT,y}$ 默认值（《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》第 4 卷第 10 章）乘以 nd_y （第 y 年动物粪便管理系统运行的天数）。

满足下述条件时可以利用发达国家的 $VS_{LT,y}$ 默认值：

动物基因来源于附件 I 缔约方；

养殖场的饲料为配方饲料（FFR），即依据动物种类、生长阶段、类别、体重增加量/生产力和/或遗传因素等优化饲料配比；

可以提供配方饲料的证明（通过养殖场原始记录和饲料供应商等途径获得）；

养殖场的动物体重接近于 IPCC 提供的发达国家的默认值。

如果粪便处理分为几个阶段，某处理阶段挥发性固体的减少量应根据该处理过程的参考数据进行估算。然后利用上一阶段挥发性固体的减少量计算下一阶段的排放量，但需要用上一阶段挥发性固体的减少量乘以 $(1 - R_{VS})$ 来计算减排量，此处 R_{VS} 是上一阶段挥发性固体的相对减少率。挥发性固体的相对减少率取决于不同的处理技术，应保守估算，各技术的默认值可查阅附录 1。

(B) 通过下述方法估算 LT 类型动物的年均存栏量 (N_{LT})：

选择 1:

$$N_{LT} = N_{da,LT} \times \left(\frac{N_{p,LT}}{365} \right) \quad (5.a)$$

其中：

N_{LT} 第 y 年 *LT* 类型动物的年均存栏量（头）

$N_{da,LT}$ 第 y 年 *LT* 类型动物的存栏天数（天）

$N_{p,LT}$ 第 y 年 *LT* 类型动物的年均出栏量（头）

选择 2：

项目参与方可以采取一种可靠和可跟踪的方法确定养殖场的日存栏量，在日存栏量中减去死亡和淘汰的家畜数量，则年均家畜存栏量（ N_{LT} ）可通过下式计算：

$$N_{LT} = \frac{\sum_{1}^{365} N_{AA,LT}}{365} \quad (5.b)$$

其中：

N_{LT} 第 y 年 *LT* 类型动物的年均存栏量（数量）

$N_{AA,LT}$ 减去死亡和淘汰的家畜数量后 *LT* 类型动物的日均存栏量（数量）

(ii) 基线 N_2O 排放（ $BE_{N_2O,y}$ ）

$$BE_{N_2O,y} = GWP_{N_2O} \times CF_{N_2O-N,N} \times \frac{1}{1000} \times (E_{N_2O,D,y} + E_{N_2O,ID,y}) \quad (6)$$

其中：

$BE_{N_2O,y}$ 第 y 年的基线 N_2O 排放（tCO₂e/年）

GWP_{N_2O} N_2O 的全球增温潜势（tCO₂e/tN₂O）

$CF_{N_2O-N,N}$ 将 N_2O-N 转化为 N_2O 的因子（44/28）

$E_{N_2O,D,y}$ 第 y 年的直接 N_2O 排放（kg N_2O-N /年）

$E_{N_2O,ID,y}$ 第 y 年的间接 N_2O 排放（kg N_2O-N /年）

$$E_{N_2O,D,y} = \sum_{j,LT} EF_{N_2O,D,j} \times NEX_{LT,y} \times N_{LT} \times MS\%_{Bl,j} \quad (7)$$

其中：

- $E_{N2O,D,y}$ 第 y 年的直接 N_2O 排放 (kg N_2O -N/年)
- $EF_{N2O,D,j}$ 粪便管理系统 j 的直接 N_2O 排放因子 (kg N_2O -N/kg N)
- $NEX_{LT,y}$ 通过附录 2 方法估算的动物年均氮排泄量 (kg N/头/年)
- $MS\%_{Bl,j}$ 系统 j 的处理的粪便量 (%)
- N_{LT} 通过公式 (5.a) 或 (5.b) 估算 LT 类型动物第 y 年的年均存栏量 (头)

$$E_{N2O,ID,y} = \sum_{j,LT} EF_{N2O,ID} \times F_{gasMS,j,LT} \times NEX_{LT,y} \times N_{LT} \times MS\%_{Bl,j} \quad (8)$$

其中：

- $E_{N2O,ID,y}$ 第 y 年的间接 N_2O 排放 (kg N_2O -N/年)
- $EF_{N2O,ID}$ 大气沉降到土表或水体中的氮的 N_2O 间接排放因子 (kg N_2O -N/kg NH_3 -N 和 NO_x -N)
- $NEX_{LT,y}$ 通过附录 2 估算的动物年均氮排泄量 (kg N/头/年)
- $MS\%_{Bl,j}$ 系统 j 的处理的粪便量 (%)
- $F_{gasMS,j,LT}$ 粪便处理过程 NH_3 和 NO_x 挥发造成的氮损失量的默认值 (%)
- N_{LT} 通过公式 (5.a) 或 (5.b) 估算的 LT 类型动物的年均存栏量 (头)

如果粪便处理分为几个阶段，某处理阶段氮的减少量应根据该处理过程的参考数据进行估算。然后利用上一阶段氮的减少量计算下一阶段的排放量，但需要用上一阶段氮的减少量乘以 $(1 - R_N)$ 来计算减排量，此处 R_N 是上一阶段氮的相对减少率。氮的相对减少率取决于不同的处理技术，应保守估算，各技术的默认值可查阅附录 1。

(iii) 基线情景下电和/或热能利用的基线 CO_2 排放

$$BE_{elec/heat,y} = BE_{EC,y} + BE_{HG,y} \quad (9)$$

其中：

- $BE_{elec/heat,y}$ 基线情景下电和/或热利用的基线 CO_2 排放 (t CO_2 /年)

$BE_{EC,y}$ 第 y 年发电产生的基线排放 (tCO₂/年)

$BE_{HG,y}$ 第 y 年供热产生的基线排放 (tCO₂/年)

发电的基线排放 ($BE_{EC,y}$)

使用《电力消耗导致的基准线、项目和/或泄漏排放计算工具》来计算第 y 年发电产生的基线排放 ($BE_{EC,y}$) :

- (a) 工具中 k 反映的是识别的最可能的基线情景;
- (b) 工具中的 $EC_{BL,k,y}$ 等同于第 y 年沼气的净发电量 ($EG_{d,y}$) 。

供热的基线排放 ($BE_{HG,y}$)

根据项目活动下输送到产热设备 (锅炉或热风机) 的沼气的量计算第 y 年供热的基线排放 ($BE_{HG,y}$) , 方法如下:

$$BE_{HG,y} = \sum_{k=1}^n \frac{HG_{PJ,k,y} \times EF_{CO_2,BL,HG,k}}{\eta_{HG,BL,k}} \quad (10)$$

其中:

$BE_{HG,y}$ 第 y 年供热产生的基线排放 (tCO₂/年)

$HG_{PJ,k,y}$ 第 y 年项目活动中设备 k 利用沼气产生的净热值 (TJ/年)

$EF_{CO_2,BL,HG,k}$ 基线情景下供热设备 k 消耗的燃料的 CO₂ 排放因子 (tCO₂/TJ)

$\eta_{HG,BL,k}$ 基线情景下设备 k 的产热效率

k 供热设备 (锅炉或热风机或热风炉)

$EF_{CO_2,BL,HG,k}$ 的确定

现有设备:

- 在供热设备可能使用的化石燃料类型中, 项目参与方应选择排放因子最低的化石燃料。

新建养殖场:

- 项目参与方应识别基线情景下最常用的燃料作为基线情景下的燃料。在项目设计文件中应对基线情景下燃料使用类型提供详细的论证。

项目参与方需利用《热能或电能生产系统的基准线效率确定工具》确定热风机或锅炉的基准线能源利用效率 ($\eta_{HG,BL,k}$) 。

6. 项目排放

项目活动可能包含一个或多个粪便管理系统用于粪便处理。例如，粪便可能首先在厌氧沼气池中进行处理，然后利用好氧化塘对沼液进行进一步的处理。

项目排放采用下式计算：

$$PE_y = PE_{AD,y} + PE_{Aer,y} + PE_{N_2O,y} + PE_{EC/FC,y} \quad (11)$$

其中：

PE_y 第 y 年的项目排放

$PE_{AD,y}$ 第 y 年厌氧沼气池泄漏的项目排放 (tCO₂e/年)

$PE_{Aer,y}$ 好氧粪便管理系统造成的项目 CH₄ 排放 (tCO₂e/年)

$PE_{N_2O,y}$ 第 y 年的项目 N₂O 排放 (t CO₂/年)

$PE_{EC/FC,y}$ 电力和化石燃料消耗造成的项目排放 (tCO₂e/年)

(i) 第 y 年厌氧沼气池泄漏的排放 ($PE_{AD,y}$)

根据《厌氧消化池项目和泄漏排放的计算工具》确定 $PE_{AD,y}$ 。(ii) 好氧粪便管理系统过程的项目 CH₄ 排放 ($PE_{Aer,y}$)

IPCC 指南指出提供了好氧化塘处理过程的甲烷排放约占废弃物处理过程甲烷总排放潜力的 0.1% 的默认参数，此数值可以用作所有好氧粪便管理系统类型的默认排放因子。

$$PE_{Aer,y} = GWP_{CH_4} \times D_{CH_4} \times 0.001 \times F_{Aer} \times \left[\prod_{n=1}^N (1 - R_{VS,n}) \right] \times \sum_{j,LT} (B_{0,LT} \times N_{LT} \times VS_{LT,y} \times MS\%_j) + PE_{Sl,y} \quad (12)$$

其中：

GWP_{CH_4} CH₄ 的全球增温潜势 (tCO₂e/tCH₄)

$R_{VS,n}$ 废弃物处理前在步骤 N 中粪便管理系统下采用方法 n 分解的挥发性固体比例 (%)

D_{CH_4} CH₄ 密度 (t/m³)

F_{Aer} 投入到好氧粪便管理系统的挥发性固体量 (%)

LT	动物类型
$B_{0,LT}$	LT 类型动物排泄的挥发性固体的最大甲烷生产潜力 (m^3CH_4/kg 干物重)
$VS_{LT,y}$	第 y 年 LT 类型动物排泄的挥发性固体量, 以干物重计 (kg 干物重/头/年)
N_{LT}	利用方程 (5.a) 或 (5.b) 计算的第 y 年 LT 类型动物的年均存栏量 (头)
$PE_{Sl,y}$	第 y 年在好氧处理前, 粪便储存在粪坑中的 CH_4 排放 ($tCO_2e/年$)
$MS\%_j$	项目活动中粪便管理系统 j 处理的粪便量 (%)

好氧处理过程会淤积大量污泥。明确污泥处理过程及在此过程造成的排放是十分重要的。如果污泥池不在项目边界内, 则处理过程的排放应记为泄漏排放。采用下式计算淤泥处理过程中的排放:

$$PE_{Sl,y} = GWP_{CH_4} \times D_{CH_4} \times MCF_{sl} \times F_{Aer} \times \left[\prod_{n=1}^N (1 - R_{VS,n}) \right] \times \sum_{j,LT} (B_{0,LT} \times N_{LT} \times VS_{LT,y} \times MS\%_j) \quad (13)$$

其中:

GWP_{CH_4}	CH_4 的全球增温潜势 (tCO_2e/tCH_4)
$R_{VS,n}$	废弃物处理步骤 N 、粪便管理方法 n 所分解的挥发性固体量 (%)
D_{CH_4}	CH_4 密度 (t/m^3)
F_{Aer}	投入到氧化粪便管理系统的挥发性固体量 (%)
LT	动物类型
$B_{0,LT}$	LT 类型动物排泄的挥发性固体的最大甲烷生产潜力 (m^3CH_4/kg 干物重)
$VS_{LT,y}$	第 y 年 LT 类型动物排泄的挥发性固体量, 以干物重计 (kg -干物重/头/年)
N_{LT}	利用方程 (5.a) 或 (5.b) 计算的第 y 年 LT 类型动物的年均存栏量 (头)
$MS\%_j$	项目活动中 j 系统处理的粪便量 (%)

MCF_{sl} 污泥池中污泥的甲烷转化因子 (%)

(iii) 第 y 年的项目 N_2O 排放 ($PE_{N_2O,y}$)

$$PE_{N_2O,y} = GWP_{N_2O} \times CF_{N_2O-N,N} \times \frac{1}{1000} \times (E_{N_2O,D,y} + E_{N_2O,ID,y}) \quad (14)$$

其中:

$PE_{N_2O,y}$ 第 y 年的项目 N_2O 排放 (tCO₂/年)

GWP_{N_2O} N_2O 的全球增温潜势 (tCO₂e/tN₂O)

$CF_{N_2O-N,N}$ N_2O-N 对 N_2O 的转化因子 (44/28)

$E_{N_2O,D,y}$ 第 y 年直接 N_2O 排放 (kg N_2O-N /年)

$E_{N_2O,ID,y}$ 第 y 年间接 N_2O 排放 (kg N_2O-N /年)

选择 1:

$$E_{N_2O,D,y} = \sum_{j,LT} EF_{N_2O,D,j} \times NEX_{LT,y} \times N_{LT} \times MS\%_j \quad (15)$$

其中:

$E_{N_2O,D,y}$ 第 y 年直接 N_2O 排放 (kg N_2O-N /年)

$EF_{N_2O,D,j}$ 粪便管理系统 j 的直接 N_2O 排放因子 (kg N_2O-N /kgN)

$NEX_{LT,y}$ 附录 2 方法估算的每头动物的年均氮排泄量 (kgN/头/年)

$MS\%_j$ 项目活动中 j 系统处理的粪便比例 (%)

N_{LT} 利用方程 (5.a) 或 (5.b) 计算的第 y 年 LT 类型动物的年均存栏量 (头)

$$E_{N_2O,ID,y} = \sum_{j,LT} EF_{N_2O,ID} \times F_{gasMS,j,LT} \times NEX_{LT,y} \times N_{LT} \times MS\%_j \quad (16)$$

其中:

$E_{N_2O,ID,y}$ 第 y 年间接 N_2O 排放 (kg N_2O-N /年)

$EF_{N_2O,ID}$ 大气沉降到土表或水体中的氮的 N_2O 间接排放因子 (kg N_2O-N /kg NH_3-N 和 NO_x-N)

$NEX_{LT,y}$ 根据附录 2 描述估算的动物的年均氮排泄量 (kg N/头/年)

- $MS\%_{Bl,j}$ 粪便管理系统 j 处理的粪便量 (%)
- $F_{gasMS,j,LT}$ 粪便处理过程 NH_3 和 NO_x 挥发造成的氮损失的默认值 (%)
- N_{LT} 利用方程 (5.a) 或 (5.b) 估算 LT 类型动物的年均存栏量 (头)

选择 2:

$$E_{N_2O,D,y} = \sum_j EF_{N_2O,D,j} \times \sum_{m=1}^{12} (Q_{EM,m} \times [N]_{EM,m}) \quad (17)$$

$$E_{N_2O,ID,y} = EF_{N_2O,ID} \times \sum_{j,LT} F_{gasMS,j,LT} \times \sum_{m=1}^{12} (Q_{EM,m} \times [N]_{EM,m}) \quad (18)$$

其中:

- $E_{N_2O,D,y}$ 第 y 年直接 N_2O 排放 (kg N_2O -N/年)
- $E_{N_2O,ID,y}$ 第 y 年间接 N_2O 排放 (kg N_2O -N/年)
- $EF_{N_2O,D,j}$ 粪便管理系统 j 的直接 N_2O 排放因子 (kg N_2O -N/kg N)
- $Q_{EM,m}$ 每月进入粪便管理系统的最大污水体积 (m^3 /月)
- $[N]_{EM,m}$ 每月进入粪便管理系统的总氮浓度 (kg N/ m^3)
- $EF_{N_2O,ID}$ 大气沉降到土表或水体中的氮的 N_2O 间接排放因子 (kg N_2O -N/kg NH_3 -N 和 NO_x -N)
- $F_{gasMS,j,LT}$ 粪便处理过程 NH_3 和 NO_x 挥发造成的氮损失的默认值 (%)

由于选择 2 基于真实测量值, 所以是估算 N_2O 排放的最佳选择。项目参与方需要在项目设计文件中说明所选择的方法, 并在整个计入期内保持不变。

如果粪便处理分为几个阶段, 某处理阶段氮的减少量应根据该处理过程的参考数据进行估算。然后利用上述方法计算下一阶段的排放量, 但需要用上一阶段氮的减少量乘以 $(1 - R_N)$ 来计算, 此处 R_N 是上一阶段氮的相对减少率。氮的相对减少率取决于不同的处理技术, 应保守估算, 各技术的默认值可查阅附录1 (TN值)。

(v) 电能和/或热能消耗的项目排放 ($PE_{elec/hat}$)

只考虑与厌氧沼气池无关的电能和/或热能消耗造成的排放, 与厌氧沼气池有关的排放在估算 $PE_{AD,y}$ 时考虑。

$$PE_{EC/FC,y} = PE_{EC,y} + \sum_j PE_{FC,j,y} \quad (19)$$

其中：

$PE_{EC,y}$ 第 y 年电能消耗造成的项目排放。

按照最新版本的《电力消耗导致的基准线、项目和/或泄漏排放计算工具》来计算发电造成的项目排放。如果没有测定耗电量，需通过下述方法估算： $EC_{PJ,y} = \sum_i CP_{i,y} * 8760$ ，其中 $CP_{i,y}$ 是用于项目活动的设备 i 的额定功率（单位：MW）。

$PE_{FC,j,y}$ 第 y 年 j 过程消耗的化石燃料造成的项目排放。

化石燃料造成的项目排放需要按照最新版本的《化石燃料燃烧导致的项目或泄漏二氧化碳排放计算工具》来计算，因此过程 j 相当于所有粪便管理系统的化石燃料燃烧（不包括运输饲料、污泥和现场的其他运输过程消耗的化石燃料）。

7. 泄漏

泄漏包括项目边界外沼渣施入土壤后造成的排放和沼气池造成的排放。泄漏排放等于项目活动下的净排放与基线情景下的净排放的差，只有净排放为正值时才视作泄漏。

$$LE_y = (LE_{PJ,N2O,y} - LE_{BL,N2O,y}) + (LE_{PJ,CH4,y} - LE_{BL,CH4,y}) + LE_{AD,y} \quad (20)$$

其中：

$LE_{PJ,N2O,y}$ 第 y 年项目活动下沼渣施入土壤造成的 N_2O 泄漏排放（tCO₂e/年）

$LE_{BL,N2O,y}$ 第 y 年基线情景下沼渣施入土壤造成的 N_2O 泄漏排放（tCO₂e/年）

$LE_{PJ,CH4,y}$ 第 y 年项目活动下沼渣施入土壤造成的 CH_4 泄漏排放（tCO₂e/年）

$LE_{BL,CH4,y}$ 第 y 年基线情景下沼渣施入土壤造成的 CH_4 泄漏排放（tCO₂e/年）

$LE_{AD,y}$ 第 y 年厌氧沼气池的泄漏排放（tCO₂e）

(i) 第 y 年基线情景下沼渣施入土壤造成的 N_2O 泄漏排放估算

$$LE_{BL,N2O,y} = GWP_{N2O} \times CF_{N2O-N,N} \times \frac{1}{1000} \times (LE_{N2O,land,y} + LE_{N2O,runoff,y} + LE_{N2O,vol,y}) \quad (21)$$

$$LE_{N2O,land,y} = EF_1 \times \prod_{n=1}^N (1 - R_{N,n}) \times \sum_{LT} NEX_{LT,y} \times N_{LT} \quad (22)$$

$$LE_{N2O,runoff,y} = EF_5 \times F_{leach} \times \prod_{n=1}^N (1 - R_{N,n}) \times \sum_{LT} NEX_{LT,y} \times N_{LT} \quad (23)$$

$$LE_{N2O,vol,y} = EF_4 \times \prod_{n=1}^N (1 - R_{N,n}) \times F_{gasm} \times \sum_{LT} NEX_{LT,y} \times N_{LT} \quad (24)$$

其中：

- GWP_{N2O} N_2O 的全球增温潜势 (tCO₂e/tN₂O)
- $CF_{N2O-N,N}$ N_2O-N 对 N_2O 的转化因子 (44/28)
- $LE_{N2O,land,y}$ 第 y 年沼渣施入土壤造成的 N_2O 泄漏排放 (kg N_2O-N /年)
- $LE_{N2O,runoff,y}$ 第 y 年淋溶和径流造成的 N_2O 泄漏排放 (kg N_2O-N /年)
- $LE_{N2O,vol,y}$ 第 y 年挥发造成的 N_2O 泄漏排放 (kg N_2O-N /年)
- F_{gasm} 挥发造成的 N 损失 (%)
- N_{LT} 利用方程 (5.a) 或 (5.b) 估算 LT 类型动物的年均存栏量 (头)
- $NEX_{LT,y}$ 通过附录 2 描述估算的动物的年均氮排泄量 (kg N /头/年)
- EF_1 N 投入的 N_2O 排放因子 (kg N_2O-N /kg N 投入)
- EF_5 N 的淋溶和径流的 N_2O 排放因子 (kg N_2O-N /kg N 淋溶和径流)
- EF_4 大气沉降到土表或水体中的 N 的 N_2O 排放因子 [kg $N-N_2O$ / (kg $NH_3-N + NO_x-N$ 挥发)]
- F_{leach} 添加到土壤中的氮/土壤中矿化的氮由于淋溶和径流造成的损失 (%)
- $R_{N,n}$ 氮消减率 (%)

(ii) 第 y 年项目活动下沼渣施入土壤造成的 N_2O 泄漏排放估算

$$LE_{PJ,N2O} = GWP_{N2O} \times CF_{N2O-N,N} \times \frac{1}{1000} \times (LE_{N2O,land,y} + LE_{N2O,runoff,y} + LE_{N2O,vol,y}) \quad (25)$$

$$LE_{N_2O,land,y} = EF_1 \times \prod_{n=1}^N (1 - R_{N,n}) \times \sum_{LT} NEX_{LT,y} \times N_{LT} \quad (26)$$

$$LE_{N_2O,runoff,y} = EF_5 \times F_{leach} \times \prod_{n=1}^N (1 - R_{N,n}) \times \sum_{LT} NEX_{LT,y} \times N_{LT} \quad (27)$$

$$LE_{N_2O,vol} = EF_4 \times \prod_{n=1}^N (1 - R_{N,n}) \times F_{gasm} \times \sum_{LT} NEX_{LT,y} \times N_{LT} \quad (28)$$

其中：

- GWP_{N_2O} N_2O 的全球增温潜势 (tCO₂e/tN₂O)
- $CF_{N_2O-N,N}$ N_2O-N 对 N_2O 的转化因子 (44/28)
- $LE_{N_2O,land,y}$ 第 y 年沼渣利用造成的 N_2O 泄漏排放 (kg N_2O-N /年)
- $LE_{N_2O,runoff,y}$ 第 y 年淋溶和径流造成的 N_2O 泄漏排放 (kg N_2O-N /年)
- $LE_{N_2O,vol}$ 第 y 年挥发造成的 N_2O 泄漏排放 (kg N_2O-N /年)
- F_{gasm} 挥发造成的 N 损失量 (%)
- N_{LT} 利用方程 (5.a) 或 (5.b) 估算 LT 类型动物的年均存栏量 (头)
- $NEX_{LT,y}$ 通过附录 2 描述估算的动物的年均氮排泄量 (kg N /头/年)
- EF_1 N 投入的 N_2O 排放因子 (kg N_2O-N /kg N 投入)
- EF_5 N 淋溶和径流的 N_2O 排放因子 (kg N_2O-N /kg N 淋溶和径流)
- EF_4 大气沉降到土表或水体中的 N 的 N_2O 排放因子 [kg $N-N_2O$ / (kg $NH_3-N + NO_x-N$ 挥发)]
- F_{leach} 添加到土壤中的氮/土壤中矿化的氮由于淋溶和径流造成的损失量 (%)
- $R_{N,n}$ 氮消减率 (%)

可以通过测定施入土壤的粪肥量 (Q_{DM} , kg 粪肥/年) 和粪肥中氮的含量 (N_{DM} , kg N /kg 粪肥) 计算施入土壤的总氮量, 在这种情况下, 方程 (26)、(27) 和 (28) 中的 $\prod_{n=1}^N (1 - R_{N,n}) \times \sum_{LT} NEX_{LT,y} \times N_{LT}$ 需要用 $Q_{DM} \times N_{DM}$ 替代。

(iii) 基线情景下沼渣施入土壤造成的 CH_4 泄漏排放估算

利用下述方程 29 和 30 估算基线情景和项目活动的粪便施入土壤造成的 CH₄ 泄漏排放：

$$LE_{BL,CH_4,y} = GWP_{CH_4} \times D_{CH_4} \times MCF_d \times \left[\prod_{n=1}^N (1 - R_{VS,n}) \right] \times \sum_{j,LT} (B_{0,LT} \times N_{LT} \times VS_{LT,y} \times MS\%_j) \quad (29)$$

$$LE_{PJ,CH_4,y} = GWP_{CH_4} \times D_{CH_4} \times MCF_d \times \left[\prod_{n=1}^N (1 - R_{VS,n}) \right] \times \sum_{j,LT} (B_{0,LT} \times N_{LT} \times VS_{LT,y} \times MS\%_j) \quad (30)$$

其中：

$LE_{BL,CH_4,y}$ 第 y 年基线情景下沼渣施入土壤造成的 CH₄ 泄漏排放 (tCO₂e/年)

$LE_{PJ,CH_4,y}$ 第 y 年项目活动下沼渣施入土壤造成的 CH₄ 泄漏排放 (tCO₂e/年)

$R_{VS,n}$ 废弃物处理步骤 N 、粪便管理方法 n 所分解的挥发性固体量 (%)

GWP_{CH_4} CH₄ 的全球增温潜势 (tCO₂e/tCH₄)

D_{CH_4} CH₄ 密度 (t/m³)

$B_{0,LT}$ LT 类型动物排泄的挥发性固体的最大甲烷生产潜力 (m³CH₄/kg 干物重)

N_{LT} 利用方程 (5.a) 或 (5.b) 计算的第 y 年 LT 类型动物的年均存栏量 (头)

$VS_{LT,y}$ 第 y 年 LT 类型动物排泄的挥发性固体量，以干物重计 (kg 干物重/头/年)

$MS\%_j$ 项目活动中粪便管理系统 j 处理的粪便比例 (%)

MCF_d 甲烷转化因子 (MCF)，假定为 1

(iv) 与厌氧沼气池有关的泄漏排放

利用《厌氧沼气池项目和泄漏排放的计算工具》工具计算 $LE_{AD,y}$ 。

8. 减排量

第 y 年项目活动的减排量等于基线排放 (BE_y) 减去项目排放 (PE_y) 减去泄漏排放 (LE_y)，如下：

$$ER_y = BE_y - PE_y - LE_y \quad (31)$$

另外，在认证减排量时，如果基线情景下厌氧氧化塘的 CH₄ 排放高于项目活动下厌氧沼气池产生的甲烷（《厌氧沼气池的项目和泄漏排放》计算工具中的 $Q_{CH_4,y}$ ），则用后者计算核证减排量。因此，厌氧沼气池回收的甲烷要与《厌氧沼气池的项目和泄漏排放》工具中的 $BE_{CH_4,Y} - PE_{AD,Y}$ 进行比较，如果发现 $Q_{CH_4,y}$ 低于 $BE_{CH_4,Y} - PE_{AD,Y}$ ，（ $BE_{CH_4,Y} - PE_{AD,Y}$ ）要用 $Q_{CH_4,y}$ 替代。

9. 不需要监测的数据和参数

所有不需要监测的或监测的参数都需要电子存档并保存至在计入期结束后至少两年。

数据/参数:	$R_{VS,n}$
单位	%
描述:	废弃物处理处理步骤 N 、粪便管理方法 n 所分解的挥发性固体量
数量源:	参照附录 1（VS 值）
测量方法（如果可行）:	-
注释:	必须使用处理技术的最保守值

数据/参数:	$EF_{N_2O,D,j}$
单位	kg N ₂ O-N/kg N
描述:	粪便管理系统 j 的直接 N ₂ O 排放因子
数量源:	使用特定点、区域或国家的估算值，或《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》第 4 卷第 10 章中表 10.21 的 EF ₃ 的默认值
测量方法（如果可行）:	-
注释:	-

数据/参数:	$EF_{N_2O,ID}$
单位	kg N ₂ O-N/kg NH ₃ -N and NO _x -N
描述:	大气沉降到土表或水体中的氮的 N ₂ O 间接排放因子
数量源:	使用特定点、区域或国家的估算值, 或《2006年 IPCC 国家温室气体清单指南》第4卷第11章中表 11.3 的 EF ₄ 的默认值
测量方法(如果可行):	-
注释:	-

数据/参数:	$F_{gasMS,j,LT}$
单位	%
描述:	粪便处理过程 NH ₃ 和 NO _x 挥发造成的氮损失的默认值
数量源:	《2006年 IPCC 国家温室气体清单指南》第4卷第11章表 10.22
测量方法(如果可行):	-
注释:	-

数据/参数:	F_{gasm}
单位	%
描述:	挥发造成的 N 损失
数量源:	使用特定点、区域或国家的估算值, 或《2006年 IPCC 国家温室气体清单指南》第4卷第11章中表 11.3 的默认值
测量方法(如果可行):	-
注释:	-

数据/参数:	EF_1 、 EF_4 、 EF_5
单位	EF_1 和 EF_5 单位为 kg N ₂ O-N/kg N, EF_4 的单位为 [kg N ₂ O-N / (kgNH ₃ -N 和 NO _x -N)]
描述:	N 输入的 N ₂ O 排放因子, 大气沉降到土表或水体中的 N 的 N ₂ O 排放因子, N 淋溶和径流的 N ₂ O 排放因子
数量源:	使用特定点、区域或国家的估算值
测量方法 (如果可行):	-
注释:	如果特定点、区域或国家数据难以获得, 可使用《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》默认值, EF_1 来自第 4 卷第 11 章表 11.1, EF_4 和 EF_5 来自第 4 卷第 11 章表 11.3

数据/参数:	F_{leach}
单位	%
描述:	添加到土壤中的氮/土壤中矿化的氮由于淋溶和径流造成的损失
数量源:	使用特定点、区域或国家的估算值, 或《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》第 4 卷第 11 章中表 11.3 的默认值
测量方法 (如果可行):	-
注释:	-

数据/参数:	$MS\%_{Bl,j}$
单位	%
描述:	基线情景下粪便管理系统 j 处理的粪便量
数量源:	项目参与方
测量方法 (如果可	-

行) :	
注释:	-

数据/参数:	GWP_{CH_4}
单位	tCO ₂ e/tCH ₄
描述:	CH ₄ 的全球增温潜势
数量源:	IPCC
测量方法 (如果可行) :	25
注释:	-

数据/参数:	GWP_{N_2O}
单位	tCO ₂ e/tN ₂ O
描述:	N ₂ O 的全球增温潜势
数量源:	IPCC
测量方法 (如果可行) :	298
注释:	-

数据/参数:	D_{CH_4}
单位	t/m ³
描述:	CH ₄ 密度
数量源:	技术文献
测量方法 (如果可行) :	-

注:	在室温 20°C 和 1 标准大气压下为 0.00067 t/m ³
----	---

数据/参数:	MCF_d
单位	-
描述:	甲烷转化因子 (MCF), 假定为 1
数量源:	-
测量方法 (如果可行):	-
注:	-

数据/参数:	MCF_j
单位	-
描述:	基线粪便管理系统 j 的甲烷转化因子
数量源:	《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》第 4 卷第 10 章表 10.17 (附录 3)
测量方法 (如果可行):	-
注:	<ul style="list-style-type: none"> • MCF 值取决于基线情景下厌氧粪便管理系统所在地的年均气温, 在 5°C~10°C 时, 需要用线性内插法计算 5°C 时 MCF=0。 • 用 MCF 值 (通过上述方法估算的) 乘以 0.94, 来处理 IPCC2006 公布的 MCF 值的 20% 的不确定性问题。

数据/参数:	$W_{default}$
单位	kg
描述:	动物平均体重默认值

数量源:	IPCC 2006 或 US-EPA, 使用两者的较低值
测量方法 (如果可行):	-
注:	-

数据/参数:	$VS_{default}$
单位	kg-干物重/头/天
描述:	动物每天排泄的挥发性固体量的默认值, 以干物重表示
数量源:	IPCC 2006 或 US-EPA, 使用两者的较低值
测量方法 (如果可行):	-
注:	-

数据/参数:	$N_{retention}$
单位	kg N 保留/头/年
描述:	动物摄入的保留在体内的 N
数量源:	《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》第 4 卷第 10 章表 10.20 的默认值 (表 10.2)
测量方法 (如果可行):	-
注:	用于估算附录 2 的 $NEX_{LT,y}$

数据/参数:	$NEX_{IPCC\ default}$
单位	kg N/头/年
描述:	IPCC 推荐的每头动物的氮排泄量的默认值
数量源:	IPCC 2006 或 US-EPA
测量方法 (如果可行):	-
注:	用于估算附录 2 的 $NEX_{LT,y}$

数据/参数:	$EF_{CO_2,BL,HG,k}$
单位	t CO ₂ /TJ
描述:	基线情景下设备 k 消耗燃料的 CO ₂ 排放因子
数量源:	使用测量值或当地数据。如果当地数据难以获得可以使用区域值, 如果两者都难以获得, 可以使用 IPCC 国家温室气体清单指南最近公布的默认值
测量方法 (如果可行):	-
注:	如果测量结果与之前的测量值或相关数据源存在显著差异, 需再次进行测量, 如果数据是当地值或区域值, 需要将其与 IPCC 默认值仔细比对, 检查是否具有 consistency

数据/参数:	$R_{N,n}$
单位	%
描述:	氮消减率
数量源:	参见附录 1
测量方法 (如果可行):	-

注：	通过附录 1（TN 值）估算，需使用保守值
----	-----------------------

三、 监测方法

1. 一般监测规则

此方法学中，监测包含几个部分。

监测计划需涉及到计入期内项目活动边界内的每一个养殖场。

在项目实施以前需要提交项目点动物粪便管理系统的示意图（如 2 所示）。

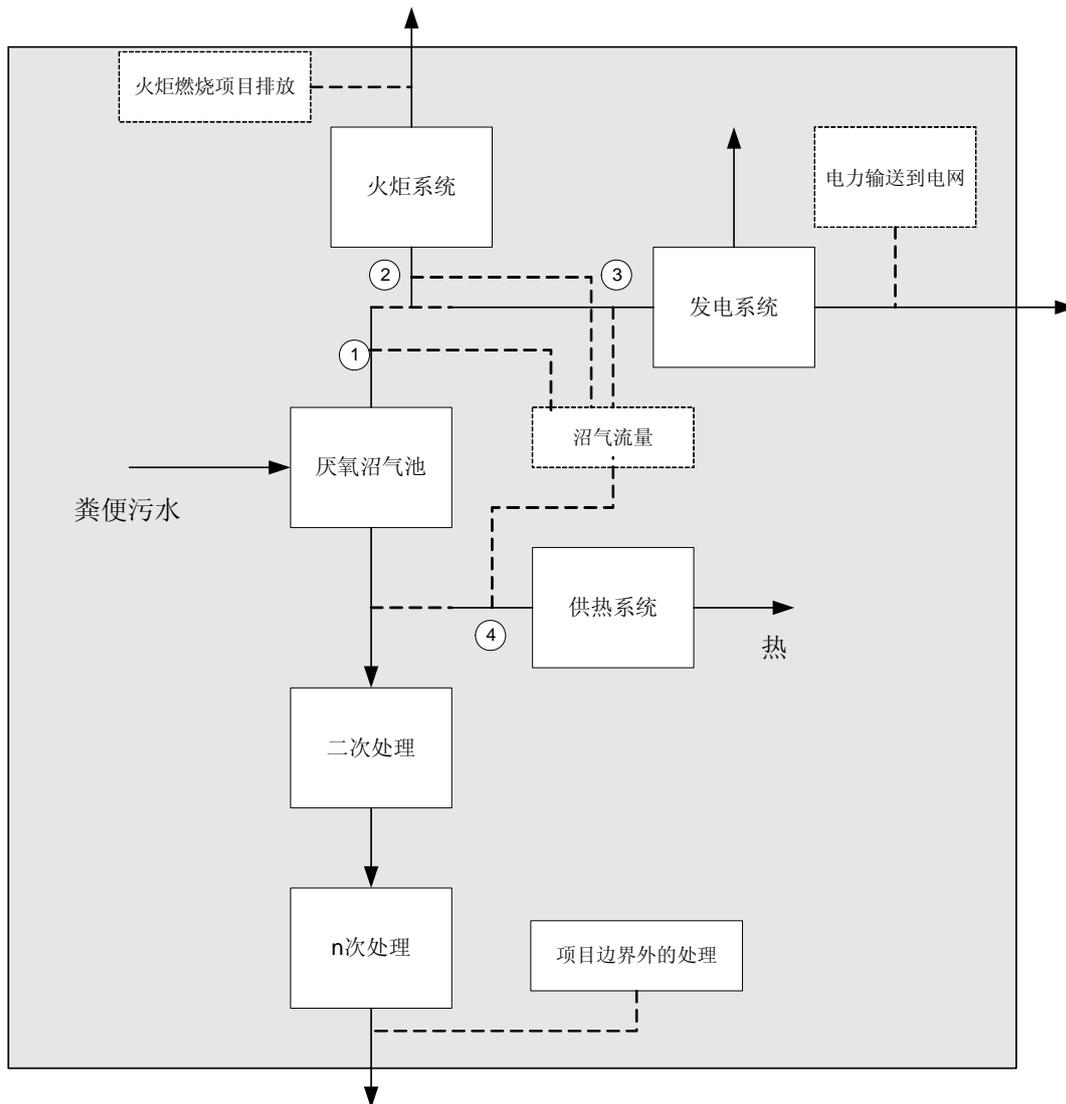


图 2：项目活动的监测流程图

2. 监测的数据和参数

数据/参数:	MCF_{sl}
单位	%
描述:	厌氧氧化塘的甲烷转化因子 (MCF)
数量源:	《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》第 4 卷第 10 章表 10.17 的默认值 (见附录 3)
测量方法 (如果可行):	-

监测频率:	每年
QA/QC 程序:	-
注:	<p>MCF 值取决于基线情景下厌氧粪便管理系统所在地的年均气温，在 5°C~10°C 时，需要用线性内插值法计算，5°C 时 MCF 为 0；</p> <p>需要用 MCF 值（通过上述方法估算的）乘以 0.94，解决 IPCC2006 公布的 MCF 值的 20% 不确定性的问题。</p>

数据/参数:	$B_{0,LT}$
单位	m^3CH_4/kg 干物重
描述:	LT 类型动物排泄的挥发性固体的最大甲烷生产潜力 ($m^3 CH_4/kg$ 干物重)
数量源:	<p>此值因动物种类和饲料的不同而不同，在使用默认值时需从表 10A-4 至 10A-9（《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》第 4 卷第 10 章）寻找项目所在国的默认值；</p> <p>满足下述条件时可以使用发达国家的 $B_{0,LT}$ 值：</p> <p>动物基因来源于附件 I 缔约方；</p> <p>养殖场的饲料为配方饲料（FFR），即依据动物种类、生长阶段、类别、体重增加量/生产力和/或遗传因素等优化饲料配比；</p> <p>可以提供配方饲料的证明（通过养殖场原始记录和饲料供应商等途径获得）；</p> <p>养殖场的动物体重接近于 IPCC 提供的发达国家的默认值。</p> <p>依照下述方法可直接测量 $B_{0,LT}$：</p> <p>ISO 11734: 1995；</p> <p>ASTM E2170-01（2008）；和</p> <p>ASTM D 5210-92</p>

测量方法（如果可行）：	-
监测频率：	每年
QA/QC 程序：	-
注：	来自公开发布的数据，需要根据最新的数据源进行更新。

数据/参数：	类型
单位	-
描述：	动物舍和粪便管理系统的类型
数量源：	项目参与方
测量方法（如果可行）：	-
监测频率：	-
QA/QC 程序：	-
注：	动物舍和粪便管理系统的布局和设计

数据/参数：	<i>CP</i>
单位	%
描述：	粗蛋白百分比
数量源：	项目参与方
测量方法（如果可行）：	-
监测频率：	每年
QA/QC 程序：	-

注:	用于估算附录 2 的 $NEX_{LT,y}$
----	-------------------------

数据/参数:	GE
单位	MJ/头/天
描述:	动物摄入的总能
数量源:	项目参与方, 基于消化能、产奶量、孕期、当前体重、成熟期体重、生长率和 IPCC 推荐的参数计算的动物摄入的总能
测量方法 (如果可行):	-
监测频率:	每年
QA/QC 程序:	-
注:	用于估算附录 2 的 $NEX_{LT,y}$

数据/参数:	T
单位	°C
描述:	项目点的年平均温度
数量源:	项目参与方
测量方法 (如果可行):	-
监测频率:	每月
QA/QC 程序:	-
注:	用于从《2006 年 IPCC 国家温室气体排放清单指南》中选择 MCF 值

数据/参数:	$EG_{d,y}$
单位	MWh
描述:	第 y 年沼气的发电量
数量源:	项目参与方
测量方法 (如果可行):	电子存档, 存档时间为项目周期+5 年
监测频率:	每年
QA/QC 程序:	电表需按照行业标准进行维护/校准。电表的读数精度需与购电公司收据进行核证, 从制造商处获得电表的不确定性数据, 在计算减排量时需要考虑不确定性数据, 并在项目设计文件中说明考虑不确定性和保守性的。
注:	-

数据/参数:	$N_{da,LT}$
单位	天
描述:	第 y 年 LT 类型动物的存栏天数
数量源:	项目参与方
测量方法 (如果可行):	-
监测频率:	每月
QA/QC 程序:	-
注:	项目设计文件中需说明确定动物的存栏天数的方法, 需评估此数值和其他间接信息的一致性 (出售记录和饲料购买记录), 此参数用于选择 1 计算 N_{LT}

数据/参数:	$N_{p,LT}$
单位	头
描述:	第 y 年 LT 类型动物的年均出栏量
数量源:	项目参与方
测量方法 (如果可行):	-
监测频率:	每月
QA/QC 程序:	-
注:	项目设计文件中需说明确定动物出栏量的方法, 需要评估此数值和其他间接信息的一致性 (出售记录和饲料购买记录), 此参数用于选择 1 计算 N_{LT}

数据/参数:	W_{site}
单位	kg
描述:	项目点的平均动物体重
数量源:	项目参与方
测量方法 (如果可行):	-
监测频率:	每月
QA/QC 程序:	-
注:	<p>当使用 IPCC 2006 默认值时, 此参数用于方程 4 采用选择 3 方法计算 $VS_{LT,y}$ 和方程 2 中计算 (附录 2) $NEX_{LT,y}$。可用抽样的方法获得 W_{site}, 并考虑如下指导意见:</p> <p>为保证数据具有代表性, 饲养的动物至少分成三个年龄段;</p> <p>每个年龄段每月至少抽样测量体重一次;</p>

	<p>在估算基线排放和基线情景下粪肥使用造成的泄漏排放时，需要使用 95%置信水平的下限值；</p> <p>在估算项目排放和项目情景下粪肥使用造成的泄漏排放时，需要使用 95%置信水平的上限值；</p> <p>在项目设计文件中需要对上述随机抽样过程进行说明，要考虑对动物分成至少 3 个年龄段。</p>
--	---

数据/参数:	F_{Aer}
单位	%
描述:	好氧过程处理的挥发性固体量
数量源:	-
测量方法（如果可行）:	-
监测频率:	每年
QA/QC 程序:	-
注:	-

数据/参数:	V_f
单位	m^3
描述:	沼气流量
数量源:	项目参与方
测量方法（如果可行）:	-
监测频率:	用流量计连续监测，每周报告一次流量累计值

QA/QC 程序:	需按照行业标准对流量计进行维护/校准。在项目设计文件中需明确要求维护/校准措施。
注:	如图 2 所示, 在 4 个点测量沼气流量, 但是如果项目参与方可以证明沼气在传输过程中没有发生泄漏, 则只需要在另外三点进行监测沼气流量。如果向电力和热能设备输送沼气, 可认为沼气倍销毁, 这是需要监测传输到发电和产热设备的沼气流量。

数据/参数:	N_{DM}
单位	kgN/KG 污水
描述:	粪便中的 N 浓度
数量源:	项目参与方
测量方法 (如果可行):	-
监测频率:	每次处理
QA/QC 程序:	-
注:	-

数据/参数:	Q_{DM}
单位	kg
描述:	项目边界外的粪便处理量
数量源:	项目参与方
测量方法 (如果可行):	-
监测频率:	每次处理
QA/QC 程序:	-

注:	-
----	---

数据/参数:	$MS\%_j$
单位	%
描述:	项目活动下粪便管理系统 j 处理的粪便量
数量源:	项目参与方
测量方法 (如果可行):	-
监测频率:	每年
QA/QC 程序:	-
注:	-

数据/参数:	$NEX_{LT,y}$
单位	kg N/头/年
描述:	根据附录 2 描述估算的动物的年氮排泄量
数量源:	参照附录 2
测量方法 (如果可行):	-
监测频率:	每年
QA/QC 程序:	-
注:	当利用附录 2 的方程 2 进行估算时, 请参照上述估算 W_{site} 的指导 意见

数据/参数:	GE_{LT}
--------	-----------

单位	MJ/头/天
描述:	日均饲料总能摄入量
数量源:	项目参与方
测量方法 (如果可行):	-
监测频率:	每天
QA/QC 程序:	-
注:	-

数据/参数:	DE_{LT}
单位	%
描述:	饲料消化率
数量源:	-
测量方法 (如果可行):	-
监测频率:	-
QA/QC 程序:	-
注:	IPCC 2006: 低质饲料通常采用 45-55%

数据/参数:	UE
单位	%
描述:	尿能
数量源:	通常大多数反刍动物的尿能可取 $0.04 GE_{LT}$ (对于喂食 85%或更多谷物的反刍动物或猪, 可采用 $0.02 GE_{LT}$), 在数据可获得的

	情况下请使用特定区域值。
测量方法（如果可行）：	-
监测频率：	-
QA/QC 程序：	-
注：	-

数据/参数：	<i>ASH</i>
单位	%
描述：	粪便中灰分的含量
数量源：	在数据可获得的情况下请使用特定区域值。
测量方法（如果可行）：	-
监测频率：	-
QA/QC 程序：	-
注：	-

数据/参数：	ED_{LT}
单位	MJ/kg
描述：	LT 类型家畜饲料的能量密度
数量源：	根据当地或国际标准或在实验室中测量得出或者使用 IPCC 的默认值（18.45MJ/kg-dm）
测量方法（如果可行）：	项目参与方要记录饲料配方供第三方认证

监测频率:	-
QA/QC 程序:	-
注:	IPCC 推荐的饲料能量密度 (ED) 为 18.45 MJ/kg-干物重, 此值在以粮食为基础的饲料中是相对稳定的。

数据/参数:	$N_{AA,LT}$
单位	-
描述:	减去死亡和淘汰的家畜数量后 LT 类型动物的日均存栏量
数量源:	养殖场每天记录的存栏量, 不包括死亡和淘汰的动物数量
测量方法 (如果可行):	-
监测频率:	每天
QA/QC 程序:	-
注:	项目设计文件中需要描述动物存栏量监测系统

数据/参数:	nd_y
单位	天
描述:	第 y 年粪便管理系统的运行天数
数量源:	项目参与方
测量方法 (如果可行):	-
监测频率:	每天
QA/QC 程序:	-
注:	-

数据/参数:	$Q_{EM,m}$
单位	m ³ /月
描述:	每月进入粪便管理系统的最大污水体积
数量源:	项目参与方
测量方法（如果可行）:	流量计
监测频率:	连续监测
QA/QC 程序:	流量计需按照行业标准进行维护/校准，并在项目设计文件提出维护/校准措施的要求。
注:	通过安装在污水入口处或混匀池（如果有）出口的流量计进行连续测量

数据/参数:	$[N]_{EM,m}$
单位	kg N/m ³
描述:	每月进入粪便管理系统的总氮浓度
数量源:	项目参与方
测量方法（如果可行）:	-
监测频率:	每周监测一次，月汇总总量
QA/QC 程序:	用附录 5 描述的方法抽样采集样品。用附录 4 的方法计算总氮含量
注:	在污水入口处或混匀池（如果有）收集污水混合物

数据/参数:	$HG_{PJ,k,y}$
--------	---------------

单位	TJ/年
描述:	第 y 年项目活动中设备 k 利用沼气产生的净热值
数量源:	测量加热装置的产热量; 或者利用项目产生的用于装置 k 产热的气体体积乘以气体中甲烷的含量、甲烷的净热值和装置 k 的产热效率来获得
测量方法 (如果可行):	沼气中的甲烷含量利用《气流中温室气体质量流量的确定工具》估算。
监测频率:	每天
QA/QC 程序:	-
注:	-

附录 1、厌氧系统工艺性能

表 8-10. 厌氧系统工艺性能

厌氧处理	<i>HRT</i>	<i>COD</i>	<i>TS</i>	<i>VS</i>	<i>TN</i>	<i>P</i>	<i>K</i>
	天	降低率					
拉塞坑	4-30	—	0-30	0-30	0-20	0-20	0-15
水泡粪	30-180	—	30-40	20-30	5-20	5-15	5-15
开顶式储罐	30-180	—	—	—	25-30	10-20	10-20
开放式储存池	30-180	—	—	—	70-80	50-65	40-50
加热沼液	12-20	35-70	25-50	40-70	0	0	0
二级氧化塘中，其中覆盖一级氧化塘	30-90	70-90	75-95	80-90	25-35	50-80	30-50
一级氧化塘	>365	70-90	75-95	75-85	60-80	50-70	30-50
二级氧化塘	210+	90-95	80-95	90-98	50-80	85-90	30-50
<p>HRT=水力停留时间；COD=化学需氧量；TS=总固体；VS=挥发性固体；TN=总氮；P=磷；K=钾；—=数据不详</p>							

附录 2、 $NEX_{LT,y}$ 估算过程

选择 1:

$$NEX_{LT,y} = N_{intake} \times (1 - N_{retention}) \times nd_y \quad (1)$$

其中:

N_{intake} = 动物日均 N 摄入量 (kg N/头/年)

$N_{retention}$ = 摄入的 N 在动物体内的保留量 (kg N 保留/头/年)

nd_y = 第 y 年粪便处理设备的运行天数

可用下式计算 N_{intake} :

$$N_{intake} = \left(\frac{GE}{18.45} \right) \times \left(\frac{CP/100}{6.25} \right) \quad (1.a)$$

其中:

CP = 粗蛋白百分比 (%)

GE = 动物总能摄入量 (MJ/头/天)

18.45 = 每kg干物质的能量转化因子 (MJ/kg)。对于以草料和粮食为基础饲料的动物, 此值相对恒定

6.25 = 每公斤的日粮蛋白与日粮中N的转换系数 (kg N)⁻¹

选择 2:

如果缺少蛋白摄入量信息, 需在项目设计文件中进行论证, 如果可以获得数据, 可以使用国家或区域数据计算氮排泄量 $NEX_{LT,y}$ 。在缺少这些数据时, 可以使用《2006年IPCC国家温室气体清单指南》第4卷第10章表10.19的默认值, 使用前需通过下述方法利用项目点的动物体重值进行校正:

$$NEX_{LT,y} = \frac{W_{site}}{W_{default}} \times NEX_{IPCC\ default} \quad (2)$$

其中:

$NEX_{LT,y}$ = 动物的年均氮排泄量 (kg N/头/年)

W_{site} = 项目点动物的平均体重 (kg)

$W_{default}$ = 动物平均体重的默认值 (kg)

$NEX_{IPCC\ default}$ = 动物氮排泄量的默认值 (kg N/头/年)

附录 3、IPCC 2006 - 表 10.17

表 10.17 不同温度下粪便管理系统的 MCF 值

系统		平均温度下的 MCF 值																		
		冷凉气候					温暖气候											热带气候		
		≤10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	≥28
牧场		1.0%					1.5%											2.0%		
每日清除		0.1%					0.5%											1.0%		
固体存储		2.0%					4.0%											5.0%		
饲养场		1.0%					1.5%											2.0%		
液体/淤泥	有自然结痂覆盖	10%	11%	13%	14%	15%	17%	18%	20%	22%	24%	26%	29%	31%	34%	37%	41%	44%	48%	50%
	无自然结痂覆盖	17%	19%	20%	22%	25%	27%	29%	32%	35%	39%	42%	46%	50%	55%	60%	65%	71%	78%	80%
开放式厌氧氧化塘		66%	68%	70%	71%	73%	74%	75%	76%	77%	77%	78%	78%	78%	79%	79%	79%	79%	80%	80%
饲	小于 1	3%					3%											30%		

养圈下粪坑储存	个月																				
	大于1个月	17%	19%	20%	22%	25%	27%	29%	32%	35%	39%	42	46%	50%	55%	60%	65%	71%	78%	80%	

附录 4、动物废弃物中总氮含量的测定

定义

- 氨氮（总氨）：包括含 NH_3 和 NH_4^+ 的含氮化物；
- 氨态氮：氨氮的气态形式；
- 铵态氮：氨氮的带正电荷离子（阳离子）形态；
- 总凯氏氮：有机氮和氨氮的总和；
- 硝态氮：氮的带负电荷离子（阴离子）形态，具有高度移动性；
- 总氮：上述各不同氮素形态的总和。

总氮含量测定的原则和指导方法

通过总凯氏氮（TKN）可以准确推算总氮的含量，因为在粪便中无机态氮的含量与总氮相比通常占很少的含量（Paul and Beauchamp, 1993; Eghball, 2000）。

总凯氏氮通常是测定土壤、植物和有机残体（如粪便）中 NH_3 态有机氮含量的一种湿法氧化过程。凯氏定氮法的三个主要步骤是：（1）消解，（2）氨分离，和（3）氨的测定。在某些技术中氨分离通常被省略，而直接在消解过程测定氨含量。传统蒸馏法中氨分离可能会受蒸馏、曝气或扩散的影响。在自动化测定过程中氨分离都是被省略的（Fleck, 1969）。

氨测定可以使用：（1）简单滴定，（2）碘量法，（3）库仑法或（4）比色法。消化过程不进行氨分离的不能利用简单滴定法（Fleck, 1969）。

剩下的三种技术是直接在消解过程中使用的。碘量法或类似的方法因存在缺陷（McKenzie & Wallace, 1954 APUD Fleck, 1969）而不普及，库仑法应用不广泛，比色法一直是自动测定中唯一一种效果较好的方法（Fleck, 1969）。

NH_3 测定常用的三种比色法是：茚三酮、奈斯勒和苯酚-次氯酸盐或贝特洛反应。茚三酮已经成功应用于在密闭管中消解（Jacobs, 1965 APUD Fleck, 1969）。奈斯勒法测定简单的氨水溶液中的氨含量有很好的成效，但不适用于测定凯氏消解后混合液中的氨（Fleck & Munro, 1965 APUD Fleck, 1969）。

凯氏法最重要的步骤是消解，可以在开放管或密闭管中进行。关键因子是：（1）温度，（2）催化剂，（3）时间，（4）回流和（5）氨-催化剂混合物的分解。密闭管最适宜的温度是450°C，且具有不需要添加催化剂或其他附加物质的优势。

为了使含氮混合物充分分解成氨，开放管消解的适宜温度通常接近400°C。这已被广泛证实（Bradstreet, 1965; Fleck & Munro, 1965 APUD Fleck, 1969），并为了使温度满足这个条件通常需要添加适量K₂SO₄。当温度超过400°C消解会发生冷凝（Bradstreet, 1957 APUD Fleck, 1969）。这一温度点非常重要，因为温度超过400°C会导致氮素的损失（同时还会因酸的损失而导致消解不完全）。

实验证明水银是唯一“安全”的催化剂，不会造成氮素损失（Bradstreet, 1965; Fleck & Munro, 1965 APUD Fleck, 1969）。催化剂的缺陷是会生成铵汞混合物，在测定氮含量之前必须将其分解，可使用硫代硫酸钠或锌粉分解（Fleck, 1969）。

氧化剂的使用会导致氮素的损失（Peters & Van Slyke, 1932）。因此在项目活动中不推荐使用此类试剂。

手动测定项目需要遵循下述流程（改编于Mendham et al., 2002）：

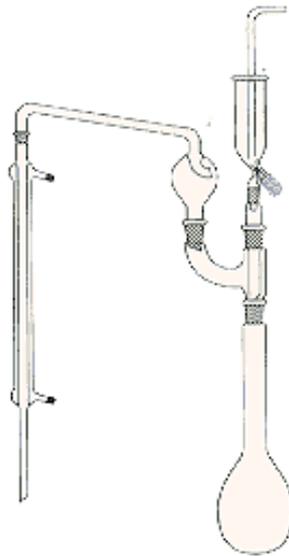
1. 通过搅拌混匀粪便样品；
2. 在样品沉淀前移出一定体积（*a* mL）并转移到长颈凯氏消化管中，其中约含有0.04 g 氮（基于前期试验）；
3. 加入0.7 g 水银氧化物（II），15 g硫酸钾和40 mL浓硫酸；
4. 保持消化管略微倾斜并缓慢加热，这一过程可能有气泡出现，如果必要的话可以用抗气泡剂控制气泡产生；
5. 停止产生气泡后，持续加热试剂两个小时；
6. 冷却后加入200 mL 水和25 mL 硫代硫酸钠溶液（0.5 M），加入过程中需要持续搅拌；
7. 混合液中加入少量玻璃珠；
8. 消化管中小心加入一定量氢氧化钠溶液（11 M），混合前接上蒸馏装置（见下图）。保持冷凝器的出口浸入到已知体积的0.1 M HCl 溶液中，充分混匀消化管中的物质；

9. 加热蒸馏直到接收管中收集到150 mL蒸馏液；

10. 在接收管中添加甲基红指示剂，用 0.1 M NaCl (b mL) 溶液滴定，使用相同体积的0.1 M HCl (c mL) 进行空白滴定。

根据上述试剂的体积和浓度数据，采用下式计算样品中的氮含量 (kg N/m^3)：

$$[N] = \frac{(c - b) \times 0.1 \times 14}{a} \times 10^3$$



凯氏定氮装置

参考文献

USDA. Agricultural Waste Management Field Handbook. Chapter 4 - Agricultural Waste Characteristics. Page 2.

Paul, J.W., and E.G. Beauchamp. 1993. Nitrogen availability for corn in soils amended with urea, cattle slurry, and solid and composted manures. *Can. J. Soil Sci.* 73: 253-266.

Eghball, B. 2000. Nitrogen mineralization from field-applied beef cattle feedlot manure or compost. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 64 (6) : 2024-2030.

Bremner, J.M. 1996. Nitrogen total. In: *Methods of soil analysis. Part 3. Chemical Methods.* Soil Science Society of America. Madison, Wis. p. 1085.

Fleck, A. 1969. Automated analysis of nitrogenous compounds. In: *Two Hundred and Thirteenth Scientific Meeting/Eighty-Fifth Scottish Meeting/Royal Infirmary, Glasgow.* p. 81-85.

Mendham, J.; Denney, R.C.; Barnes, J.D.; M.J.K. Thomas, M.J.K. 2002. *Vogel's Quantitative Chemical Analysis.* Longman Group UK Limited. 6th Edition.

附录 5、样本提取和统计分析步骤指导意见

为了实现附录2和3的描述，项目参与方需要遵循下述取样流程：

1. 对于液体样本，需要在出口处或相关处理阶段的出口采集连续流动的样本；
2. 需用干净的广口玻璃瓶收集样品；
3. 样品需尽快分析，如果需要储存，需保存在4°C条件下；
4. 在分析前要确保悬浮物没有沾附在玻璃瓶壁上；
5. 如果需要测定干物量，需要在103°C 烘干 24 小时，直到样品达到恒重后再进行测定干重；
6. 在90%的置信水平，不确定性范围不能超过20%，用下述公式计算：

$$\bar{x} \pm \frac{t \cdot s}{\sqrt{n}}$$

其中：

- \bar{x} 样本平均值；
- t $n-1$ (v) 自由度的 t 值（见表 3）；
- s 样本标准偏差；
- n 样本量。

表 3：单侧置信区间范围的 t -值和自由度 (v)

v	75%	80%	85%	90%	95%	97.5%	99%	99.5%	99.75%	99.9%	99.95%
1	1.000	1.376	1.963	3.078	6.314	12.71	31.82	63.66	127.3	318.3	636.6
2	0.816	1.061	1.386	1.886	2.920	4.303	6.965	9.925	14.09	22.33	31.60
3	0.765	0.978	1.250	1.638	2.353	3.182	4.541	5.841	7.453	10.21	12.92
4	0.741	0.941	1.190	1.533	2.132	2.776	3.747	4.604	5.598	7.173	8.610
5	0.727	0.920	1.156	1.476	2.015	2.571	3.365	4.032	4.773	5.893	6.869
6	0.718	0.906	1.134	1.440	1.943	2.447	3.143	3.707	4.317	5.208	5.959
7	0.711	0.896	1.119	1.415	1.895	2.365	2.998	3.499	4.029	4.785	5.408
8	0.706	0.889	1.108	1.397	1.860	2.306	2.896	3.355	3.833	4.501	5.041
9	0.703	0.883	1.100	1.383	1.833	2.262	2.821	3.250	3.690	4.297	4.781
10	0.700	0.879	1.093	1.372	1.812	2.228	2.764	3.169	3.581	4.144	4.587

11	0.697	0.876	1.088	1.363	1.796	2.201	2.718	3.106	3.497	4.025	4.437
12	0.695	0.873	1.083	1.356	1.782	2.179	2.681	3.055	3.428	3.930	4.318
13	0.694	0.870	1.079	1.350	1.771	2.160	2.650	3.012	3.372	3.852	4.221
14	0.692	0.868	1.076	1.345	1.761	2.145	2.624	2.977	3.326	3.787	4.140
15	0.691	0.866	1.074	1.341	1.753	2.131	2.602	2.947	3.286	3.733	4.073
16	0.690	0.865	1.071	1.337	1.746	2.120	2.583	2.921	3.252	3.686	4.015
17	0.689	0.863	1.069	1.333	1.740	2.110	2.567	2.898	3.222	3.646	3.965
18	0.688	0.862	1.067	1.330	1.734	2.101	2.552	2.878	3.197	3.610	3.922
19	0.688	0.861	1.066	1.328	1.729	2.093	2.539	2.861	3.174	3.579	3.883
20	0.687	0.860	1.064	1.325	1.725	2.086	2.528	2.845	3.153	3.552	3.850
21	0.686	0.859	1.063	1.323	1.721	2.080	2.518	2.831	3.135	3.527	3.819
22	0.686	0.858	1.061	1.321	1.717	2.074	2.508	2.819	3.119	3.505	3.792
23	0.685	0.858	1.060	1.319	1.714	2.069	2.500	2.807	3.104	3.485	3.767
24	0.685	0.857	1.059	1.318	1.711	2.064	2.492	2.797	3.091	3.467	3.745
25	0.684	0.856	1.058	1.316	1.708	2.060	2.485	2.787	3.078	3.450	3.725
26	0.684	0.856	1.058	1.315	1.706	2.056	2.479	2.779	3.067	3.435	3.707
27	0.684	0.855	1.057	1.314	1.703	2.052	2.473	2.771	3.057	3.421	3.690
28	0.683	0.855	1.056	1.313	1.701	2.048	2.467	2.763	3.047	3.408	3.674
29	0.683	0.854	1.055	1.311	1.699	2.045	2.462	2.756	3.038	3.396	3.659
30	0.683	0.854	1.055	1.310	1.697	2.042	2.457	2.750	3.030	3.385	3.646
40	0.681	0.851	1.050	1.303	1.684	2.021	2.423	2.704	2.971	3.307	3.551
50	0.679	0.849	1.047	1.299	1.676	2.009	2.403	2.678	2.937	3.261	3.496
60	0.679	0.848	1.045	1.296	1.671	2.000	2.390	2.660	2.915	3.232	3.460
80	0.678	0.846	1.043	1.292	1.664	1.990	2.374	2.639	2.887	3.195	3.416
100	0.677	0.845	1.042	1.290	1.660	1.984	2.364	2.626	2.871	3.174	3.390
120	0.677	0.845	1.041	1.289	1.658	1.980	2.358	2.617	2.860	3.160	3.373
∞	0.674	0.842	1.036	1.282	1.645	1.960	2.326	2.576	2.807	3.090	3.291
