

CMS-017-V01 在水稻栽培中通过调整供水管理实践来实现减少甲烷的排放 (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.AU: Methane emission reduction by adjusted water management practice in rice cultivation (第 3.0 版), 可在以下网站查询:

<http://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/D6MRRHNNU5RUHJXWKHN87IUXW5F5N0>

二、技术方法

1. 本方法学包括降低水稻土中有机质厌氧分解进而减少甲烷排放的技术/措施。包括在水稻生长期将水管理由连续淹灌转换为间歇灌溉和/或缩短淹灌时间的稻田, 也包括湿润灌溉和在好氧条件下种植水稻(参见 <<http://www.knowledgebank.irri.org/watermanagement>>), 播种方式由移栽转换为直播的稻也可采用本方法¹。

2. 定义:

移栽稻 (TPR): 一种将水稻种子播于苗床, 约 20~30 天后将幼苗直接移栽于淹水稻田的种植模式;

直播稻 (DSR): 一种将浸泡稻种或干种子直接播种于干燥或湿润稻田土壤中的水稻种植模式, 不需要移栽过程;

IPCC 方法: IPCC 关于稻田甲烷排放最新版本的指南。本方法学提交时, 该指南为 IPCC 2006 国家温室气体清单指南第 4 卷, 第五章的第五节;

项目活动的耕作实践: 自愿减排项目下一系列耕作实践。主要包括调整灌溉措施, 也可能包括农田准备、施肥和虫草控制等措施;

IPCC 方法提供了下列定义 (详见 IPCC 2006 国家温室气体清单指南第 4 卷):

灌溉制度: 不同稻田类型 (如灌溉稻田、雨养稻田和深水稻田) 和灌溉类型 (如连续淹灌和间歇灌溉);

¹淹灌稻田从移栽转换成直播可导致淹灌日期减少, 因为直播要求在播种后有较干燥的土壤条件, 直到种子发芽和发育到 2 到 4 叶子发育阶段为止。

旱作稻田： 从不淹水的稻田；

灌溉稻田： 存在一段时间的淹水并且水分完全可控的稻田；

雨养和深水稻田： 存在一段时间的淹水并且水分完全取决于降水的稻田。

3. 本方法学适用于下列情况：

- (a) 所指稻田为在水稻生长季以人工灌溉为主要灌溉方式的淹水稻田，也就是说，本方法学不适用于旱作稻田、雨养及深水稻田。这需要根据项目规划区域的代表性调查数据或者国家级数据来确定。项目区域特征应该包括水稻种植前的作物水分管理和有机肥施用情况，因此基线应包括表 1 所列的全部参数；
- (b) 项目边界内的稻田需有灌溉和排水设施，比如在干湿季节，应该可以使土壤保持适当的干湿状态；
- (c) 项目活动不能导致水稻减产，同样也不能要求种植以前没有使用过的水稻品种；
- (d) 对农民进行田间准备、灌溉、排水晒田及施肥等方面的培训并提供技术支持都是项目活动的一部分，这些信息都将存档并可核证（例如培训协议和现场参观的材料的存档）。特别是项目参与方要保证农民或通过指导决定作物的氮肥需求量。利用叶片颜色对照表（LCC）或照片传感器及试纸等方法估算肥料需求量。此外，还应利用科学文献或官方推荐的项目区域的特定耕作条件的施肥量以保证提高肥料利用率；
- (e) 项目参与方应保证所引进的耕作措施，包括特定耕作方式、技术和植保产品不违反当地法律法规；
- (f) 如果不选用第 15 段提供的默认值的减排量计算方法，项目参与方必须利用静态箱法测定参考稻田的甲烷排放并进行实验室分析；
- (g) 项目年减排总量应该小于或等于 6 万吨 CO₂ 当量。

4. 为了测定基线和项目排放量以及与项目边界内稻田排放量比较，定义参考稻田，需应用下述参数按照特定耕作模式划分项目稻田类型：

表 1: 定义耕作模式的参数

| 序号 | 参数 | 类型 ^a | 值/子类 | 来源/方法 ^b |
|----|----|-----------------|------|--------------------|
|----|----|-----------------|------|--------------------|

| | | | | |
|---|--------------------------|----|-----------------------------|---|
| 1 | 水稻生长季节的水分管理 ^c | 动态 | 连续淹灌 | 基线：农民提供的信息 项目：监测 |
| | | | 一次排水 | |
| | | | 多次排水 | |
| 2 | 水稻种植前一生长季的水分管理灌溉制度 – | 动态 | 淹水 | 基线：农民提供的信息 项目：监测 |
| | | | 短期排水 (<180 天) | |
| | | | 长期排水 (>180d 天) | |
| 3 | 有机肥施用 | 动态 | 水稻生长季节的稻草还田 ^d | 基线：农民提供的信息 项目：监测 |
| | | | 绿肥 | |
| | | | 水稻种植前一生长季的稻草还田 ^d | |
| | | | 农家肥 | |
| | | | 堆肥 | |
| | | | 不施用有机肥 | |
| 4 | 土壤 pH 值 | 静态 | < 4.5 | ISRIC-WISE 土壤特性数据库 ^e 或国家的数据 |
| | | | 4.5 – 5.5 | |
| | | | > 5.5 | |
| 5 | 土壤有机碳含量 | 静态 | < 1% | ISRIC-WISE 土壤特性数据库 ^e 或国家的数据 |
| | | | 1 – 3 % | |
| | | | > 3% | |
| 6 | 气候 | 静态 | [AEZ] ^f | Rice Almanac 或 HarvestChoice ^f |
| 注释： (a) 动态是与田间管理密切相关的参数，因此可能随时间变化而变化（不论是受项目活 | | | | |

动的影响还是其它原因)。静态情况是指由特定田间土壤特性所决定的参数,不随时间变化而变化,因此在项目活动期间只需测定一次;

(b) 获取每个参数的来源/方法;

(c) 本方法学不用旱地、雨养、易受干旱和深水稻田等这几个常用名词来区分水稻生长季节的水管理(参见 IPCC 指南),因为采用这些水管理的稻田不适用于本方法学(参看适用条件);

(d) 当季稻草指在本季水稻种植前施用稻草,后季稻草指稻草施用在前一季的稻田,稻草收获后留在土表和翻埋入土都属于当季稻草;

(e) 对于静态参数,参加全球及国家数据。可利用 ISRIC 数据库提供的土壤数据;

(f) 气候带:采用 Rice Almanac 或 HarvestChoice 所提出的农业生态分区。

根据稻田特征,可以对稻田管理进行分类,具相同管理模式的稻田应划为一组。

三、 项目边界

5. 项目地理边界包括种植方法和水管理发生变化的稻田。项目边界的空间范围包括项目活动下种植方法发生变化的所有稻田。

四、 基准线情景

6. 基线情景是继续现在的管理措施,例如在项目活动的稻田地块上继续水稻移栽和连续淹灌。

7. 利用下面公式计算基线情景下的稻田种植季节的排放:

$$BE_y = \sum_s BE_s \quad (1)$$

$$BE_s = \sum_{g=1}^G EF_{BL,s,g} * A_{s,g} * 10^{-3} * GWP_{CH4} \quad (2)$$

其中:

BE_y 第 y 年基线排放量 (tCO₂e)

BE_s 稻田第 s 季节的基线排放量 (tCO₂e)

| | |
|---------------|---|
| $EF_{BL,s,g}$ | 第 s 季节第 g 类型的基线排放因子 (kgCH ₄ /ha/季) |
| $A_{s,g}$ | 第 s 季节第 g 组的稻田面积 (ha) |
| GWP_{CH_4} | 甲烷的全球变暖潜势 (tCO ₂ e/tCH ₄ , 默认值: 25) |
| g | 第 g 组, 根据表 1 划分的具相同耕作模式的所有稻田 (G 为所有组的总数) |

确定参照稻田的基线排放因子

8. 应设立能够代表基线排放情况的稻田作为基线参照稻田。对于根据表 1 划分的具有相同耕作模式的每一组), 至少设置 3 块基线参照稻田, 利用封闭式静态箱法测定甲烷排放因子, 用 kgCH₄/ha/每季表示。利用每个组的 3 块参照稻田的平均排放因子计算季节基线排放因子 $EF_{BL,s,g}$ (参见附件 1 的甲烷测定指南)。

五、 泄漏

9. 本方法学不考虑项目活动对项目边界外温室气体排放的影响。

六、 项目排放

10. 项目排放包括稻田甲烷排放, 即使耕作措施发生了变化, 稻田中还有甲烷排放产生。由于优化氮肥施用措施 (参考上述提出合格性条件, 氮肥控制), 项目活动下的氧化亚氮排放与基线情景下的氧化亚氮排放差异不显著, 因此不计算项目活动下的氧化亚氮排放。
11. 每个季节的稻田甲烷排放按下式计算:

$$PE_y = \sum_s PE_s \quad (3)$$

$$PE_s = \sum_{g=1}^G EF_{P,s,g} * A_{s,g} \times 10^{-3} * GWP_{CH_4} \quad (4)$$

其中:

| | |
|--------------|---|
| PE_y | 第 y 年项目活动的稻田甲烷总排放量 (tCO ₂ e) |
| PE_s | 第 s 季项目活动下的稻田甲烷排放量 (tCO ₂ e) |
| $EF_{P,s,g}$ | 第 g 组第 s 季项目活动下稻田甲烷排放因子 (kgCH ₄ /ha/季) |

确定参照稻田的项目排放因子

12. 项目季节的综合排放因子 $EF_{P,s,g}$ 的计算应基于至少 3 个具有相同条件的项目参照稻田的测定结果，项目参照稻田要邻近与基线参照稻田，并且生长季节相同。 $EF_{P,s,g}$ 是 3 个项目参照稻田甲烷排放因子的平均值。

七、减排量

13. 项目减排量等于基线排放与项目活动的排放量的差值：

$$ER_s = BE_s - PE_s \quad (5)$$

其中：

ER_s 第 s 季减排量 (tCO₂e)

事前减排量估算

14. 在项目设计文件中事前估算减排量，项目参与方应该参照田间实际测定或借助国家数据或 IPCC Tier I 推荐的默认值估算基线和项目排放量。应该在项目设计文件中解释和论证将采用哪种方法。

利用默认值估算减排量

15. 正如第 7、8、11 和 12 段描述的，作为参照稻田的备选方法，项目参与方可利用 IPCC Tier I 方法推荐的默认值计算减排量，其计算公式如下：

$$ER_y = EF_{ER} * A_y * L_y * 10^{-3} * GWP_{CH4} \quad (6)$$

其中：

ER_y 第 y 年减排量 (tCO₂e)

EF_{ER} 日排放因子 (kgCH₄/ha/day)

A_y 第 y 年项目稻田种植面积 (ha)

L_y 第 y 年水稻种植天数 (days/year)

GWP_{CH4} 甲烷的全球变暖潜势 (tCO₂e/tCH₄, 默认值：25)

16. 根据不同项目情景，分别给出日排放因子默认值 EF_{ER} (kgCH₄/ha/day)：

- (a) 双季稻种植地区/国家：
- (i) 连续淹灌改变为间歇灌溉（一次排水）的项目活动稻田日甲烷排放因子采用 1.50 (kgCH₄/ha/day)；
 - (ii) 连续淹灌改变为间歇灌溉（多次排水）的项目活动稻田日甲烷排放因子采用 1.80 (kgCH₄/ha/day)；

- (b) 单季稻种植地区/国家:
- (c) 连续淹灌改变为间歇灌溉（一次排水）的项目活动稻田日甲烷排放因子采用 0.6 (kgCH₄/ha/day) ;
 - (i) 连续淹灌改变为间歇灌溉（多次排水）的项目活动稻田日甲烷排放因子采用 0.72 (kgCH₄/ha/day) ;

17. 上述默认值只考虑稻草还田造成的甲烷排放量的变化，假设其它有机物质比如堆肥、农家肥和绿肥的施用与基线情景下相同或者是施用量减少，因此不考虑其他有机物施用对稻田甲烷排放的影响。

八、 监测

8.1 基线和项目排放的监测

18. 需监测表 2 所列各项参数。项目参与方应该考虑“小规模 CDM 方法学一般指南”所述的适用要求（例如校准要求、抽样要求等）。

表 2: 监测参数

| 序号 | 参数 | 描述 | 单位 | 监测/记录频率 | 测定方法和程序 |
|----|-----------------|----------------------------|------------------------------|---------------------------------|--|
| 1. | $EF_{BL, s, g}$ | 基线排放因子 | kgCH ₄ /ha/ 每季 | 根据密闭箱测定方法的指导意见进行定期测定，计算季节综合排放因子 | 根据附件 1（稻田甲烷排放测定指南）和 IPCC 指南第四卷 5.5.5 节 |
| 2. | $EF_{P, s, g}$ | 项目排放因子 | kgCH ₄ /ha/ 每季 | 根据密闭箱测定方法的指导意见进行定期测定，计算季节综合排放因子 | 根据附件 1（稻田甲烷排放测定指南）和 IPCC 指南第四卷 5.5.5 节 |
| 3. | $A_{s, g}$ | 第 s 季节累计项目面积。只考虑符合条件的稻田（参见 | ha | 每季 | 通过项目数据库中稻田的面积来确定。稻田面积应由 GPS 或卫星数据确定。如果没有这些技术，则要建立稻田面积测量方法并 |

| 序号 | 参数 | 描述 | 单位 | 监测/记录频率 | 测定方法和程序 |
|----|-------|----------------------------|-----------|---------|--|
| | | 第 19 段) | | | 考虑不确定性和遵循减排量估算的保守型。 |
| 4. | A_y | 第 y 年项目稻田面积。 只考虑符合条件的稻田 | ha | 每年 | 这个参数只适用于第 15 段中使用默认值时的情况。通过项目数据库中稻田的面积来确定。稻田面积应由 GPS 或卫星数据确定。如果没有这些技术，则要建立稻田面积测量方法并考虑不确定性和遵循减排量估算的保守型。 |
| 5 | L_y | 第 y 年水稻生长天数 | days/year | 每年 | 这个参数只适用于第 15 段中使用默认值时的情况。利用水稻种植记录来计算 |

8.2 监测农户的管理措施

19. 为确定项目活动下的稻田是否依照项目活动规定的管理措施进行管理，确保参照稻田的观测值能代表项目稻田的排放情况，必须为项目中所有稻田地块建立稻田管理记录手册。稻田管理记录手册至少应该记录下列几项：

- (a) 播种日期（日期）；
- (b) 化肥、有机物补充和植保措施（日期及用量）；
- (c) 稻田水分管理（例如“落干/湿润/淹水”）及其稻田水分状态变化的日期；
- (d) 水稻产量。

20. 另外，农户应表明在调整水分管理后他们是否采用了推荐的施肥措施。

21. 项目参与方要保证项目参照稻田的管理方式能保守地反应项目稻田的甲烷排放。如果农户稻田管理措施偏离了规定的项目管理措施，项目参照稻田的排放对这些农户的稻田排放不具有代表性，在计算季节综合项目面积 $A_{s,g}$ 时就不能再考虑这些农户的稻田。这个要求用以确保只计量真正遵循项目管理措施稻田的减排量。

22. 报告和核查应基于抽样和农户的管理措施记录簿，应遵循最新版本的“CDM 项目活动和规划类项目活动的取样和调查标准”。
23. 项目参与方应该建立一个数据库，数据库包括能明确识别参与项目的稻田信息，包括农户的姓名和住址、稻田面积等，在适当的条件下，还要包括上面提到特定稻田信息。

附件 1

稻田甲烷排放测定指南

稻田甲烷测定要求具备该领域背景的专家，至少是经过专家（如研究机构）培训的专门人员来实施。本指南不能取代专家的现场指导。专家至少应提出应用本方法学的项目的甲烷测定标准情况。

项目参与方要在生长季开始前制定详细的甲烷排放季节测定计划。计划要包括田间和实验室测定时间安排，要统筹安排以方便获取实验室和耕作日志。此计划同时还要包括参照稻田的详细信息，如特定位置、气候、土壤、水分管理、施肥管理以及有机肥施用等。

下列指南依据从田间观测到排放因子计算的步骤而制定。项目倡导者要确保采用相同方法并同时对项目 and 参照农田进行观测。

田间观测—箱法设计技术选项

| 特性 | 条件 | |
|------------|--|--|
| 箱体材料 | <p>选项 1: 不透明材料</p> <ul style="list-style-type: none">• 商用 PVC 容器或加工制品（如电镀金属）；• 喷白漆或外敷反光材料（防止内部升温过快）；• 只限于短时间使用（一般 30 分钟） | <p>选项 2: 透明材料</p> <ul style="list-style-type: none">• 有机玻璃；• 透明箱的优点：如果配备顶盖，在观测和闲置时分别可关闭和打开，透明箱可长时间放置于田间 |
| 测定箱在稻田中的放置 | <p>选项 1: 固定底座</p> <ul style="list-style-type: none">• 利用耐腐蚀材料制成的底座可整个生长季放置于田间；• 底座应满足严格的箱体密封条件；• 底座下端插入土壤的部分要设有小孔，以保证内外水分交流； | <p>选项 2: 无底座</p> <ul style="list-style-type: none">• 该种箱体直接插入土壤中，要有可开启的顶盖以保证释放气泡中甲烷和测量的准确性。 |

| 特性 | 条件 | |
|--------|---|---|
| | <ul style="list-style-type: none"> 至少早于首次取样前 24 小时将底座安置于田间 | |
| 箱体附属装置 | <ul style="list-style-type: none"> 温度计：测量箱内温度； 电扇：取样期间混合箱内空气（干电池供电）； 取样口：箱体小口处安置橡胶塞以取样 | |
| 底面积 | 长方形或圆形，最小面积要覆盖四蔸水稻（最小大于 0.1 m ² ） | |
| 高度 | 选项 1: 固定高度 总高度要超过植株高度（底座突起部分加箱体） | 选项 2: 可调节高度 <ul style="list-style-type: none"> 根据作物生长调节箱体高度； 箱体设计不同高度或组合 |

田间观测—气体取样

| 特性 | 条件 |
|-------------|--|
| 每个区组箱体重复数 | 最低要求：每个小区 3 个重复 |
| 每次箱体密闭后取样次数 | 最低要求：3 次 |
| 密闭时间 | 30 分钟 |
| 取样时间 | 上午 |
| 取样间隔 | 最低要求：每周 1 次 |
| 注射器 | 取样前进行检漏等工作 最好装配三通阀以方便操作 |
| 待测样品保存时限 | <ul style="list-style-type: none"> 小于 24 小时：可持续使用注射器保存； 大于 24 小时：将样品转移至真空瓶，以轻度高压保存 |

实验室分析

| 特性 | 条件 |
|-----|-----------------------|
| 方法 | 配备氢火焰离子化检测器（FID）的气相色谱 |
| 进样 | 直接进样或阀进样 |
| 分析柱 | 填充柱（分子筛等）或毛细柱 |
| 校正 | 每天分析前后用有资质的标准气体校正 |

计算区组排放速率（参照农田）

1.利用下列公式计算每个气体分析的甲烷排放：

$$m_{CH_4,t} = c_{CH_4,t} * V_{Chamber} * M_{CH_4} * \frac{1atm}{R * T_t * 1000} \quad (1)$$

其中：

- $m_{CH_4,t}$ t 时间箱内 CH_4 质量（mg）
- t 取样时间点（如 30 分钟内 3 次取样的 0 分钟, 15 分钟和 30 分钟）
- $c_{CH_4,t}$ t 时间箱内 CH_4 浓度（ppm）
- $V_{Chamber}$ 密闭性体积（L）
- M_{CH_4} CH_4 摩尔质量：16 g/mol
- $1atm$ 在未装气压计情况下，假设气压无变化，采用 1 标准大气压
- R 通用气体常数：0.08206 L atm K⁻¹ mol⁻¹
- T_t t 时间箱内温度（K）

2.通过相关软件（如 Excel）确定 M_{CH_4} 的最佳拟合曲线：

$$s = \frac{\Delta m_{CH_4}}{\Delta t} \quad (2)$$

其中：

- s 最佳拟合曲线的斜率（mg/min）

3.计算每次箱法观测的甲烷排放速率：

$$RE_{ch} = s * 60min / A_{Chamber} \quad (3)$$

其中：

RE_{ch} 密闭箱 ch 的甲烷排放速率 ($mg/h * m^2$)

ch 同一区组重复箱体编号索引

$A_{Chamber}$ 密闭箱底面积 (m^2)

4. 每一区组甲烷平均排放速率的计算：

$$RE_{plot} = \frac{\sum_{ch=1}^{Ch} RE_{ch}}{Ch} \quad (4)$$

其中：

RE_{plot} 每一区组平均排放速率 ($mg/h * m^2$)

Ch 该区组内密闭箱重复数

其它步骤：从每次观测计算的区组平均排放速率，将其积分计算整个生长季排放因子。最简单的方法是将排放速率乘以每次观测间隔的时间。将单位 mg/m^2 乘以 0.01 以换算为 kg/ha