

CM-017-V01 向天然气输配网中注入生物甲烷(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 CDM 项目方法学 AM0053: Biogenic methane injection to a natural gas distribution grid (第 3.0.0 版), 可在以下网址查询:

<http://cdm.unfccc.int/methodologies/DB/FKDGZEEEQC4XNUT326116FS0S8USP1>

2. 适用条件

本方法学用于将沼气处理和提纯到与天然气相同的质量并通过天然气输配网络进行输配的项目活动。沼气由有机物厌氧分解产生, 可以来自液体废弃物处理或者动物粪便管理系统等。如果沼气来源于垃圾填埋气, 则本方法学不适用, 此时需采用 ACM0001“垃圾填埋气项目”。

方法学在以下条件适用:

- 项目活动使用的沼气在项目活动实施前或者被放空或者焚烧, 并且在不实施本项目活动的时候, 沼气将继续被放空或被焚烧。项目实施方必须通过文件证明项目实施前沼气确为放空或者点燃放空;
- 天然气配送网络的地理边界在东道国边界之内;
- 采用如下一种或几种技术¹来提纯净化沼气, 使其达到天然气质量:
 - 变压吸附;
 - 水循环/无水循环吸附;
 - 水吸附, 水再循环/无水再循环吸附;
 - 膜去除 CO₂ 技术

需要注意的是:

- 如果沼气来自另外一个注册的自愿减排项目, 则注册项目的细节需要在项目设计文件中给出。
- 该方法学可以同已批准的方法学 CM-007-V01“工业废水处理过程中温室气体减排”联合使用。在这种情况下: 须将项目活动的两部分, 即避免生物甲烷排放和替代天然气, 作为整体来进行基准线识别。但是, 对两部分的额外性论述, 则需分开进行, 如果项目活动的某一部分不具有额外性(比如: 甲烷回收), 那么该部分产生的减排量需要排除。

¹请参见附件 1 中对各项技术的描述。

二、 基准线方法学

1. 项目边界

项目边界包括：

- 沼气提纯净化设备；
- 沼气从气源（液体废物处理设备）输送到净化设备的输送管道；
- 生产沼气的设备；
- 天然气管网，即对天然气输送量没有显著限制的输送管网，以及所有与管网有关的设备设施。

表 1：项目边界内包含和排除的排放源

	排放源	温室气体种类	包括是否	说明理由/解释
基 准 线	天然气管网	CO ₂	是	本方法学假设管网中消耗的天然气都是通过燃烧利用的，因此会排放 CO ₂ 。
		CH ₄	否	管网泄漏和通风引起的甲烷排放不予考虑，因为本项目的实施对其没有影响。
		N ₂ O	否	排放量较小，忽略不计。
项 目 活 动	气体从气源输送到提纯设备消耗的能量，提纯设备消耗的能量，从提纯设备输送到天然气管网注	CO ₂	是	提纯和输送沼气消耗的能量
		CH ₄	否	排放量较小，忽略不计。
		N ₂ O	否	排放量较小，忽略不计。

	入点过程消耗的能量			
	通风气体产生的甲烷排放	CO ₂	否	通风引起的甲烷排放被认为是基准线排放。
		CH ₄	是	是
		N ₂ O	否	排放量较小，忽略不计。
	尾气中甲烷排放	CO ₂	否	排放量较小，忽略不计。
		CH ₄	是	是
		N ₂ O	否	排放量较小，忽略不计。

2. 基准线情景识别和额外性论证

应使用最新版的“基准线情景识别与额外性论证组合工具”来进行选择基准线和论述额外性。使用工具时应使用如下额外的指南。

使用工具的子步骤 1a 时，替代情景应包含所有的现实和可能的替代方案，这些方案应该符合东道国的法律规定，能够与拟议的自愿减排项目活动提供同等的产出或服务。对于拟议项目活动，沼气利用的替代情景包括但不限于：

- 沼气被放空到大气中
- 沼气被捕集并焚烧
- 沼气被捕集并用于电力和/或者热能生产
- 沼气被捕集并用于原料或者交通燃料
- 拟议项目不作为自愿减排项目活动。

为了识别相关的替代情景，允许提供相关区域内之前实施的沼气利用实践或目前正在进行的沼气利用实践综述。原则上讲，相关地理区域应该是拟议自愿减排项目所在的国家。如果国家各地区情况差异显著，国家的一个地区可以作为相关地理区域。但是，相关地理区域应该优先包含能够与本项目活动提供同等质量、属性和应用区域的产出或服务的 10 套设备（或 10 个项目）。如果在地区/东道国，这样的项目个数不足 10 个，则地理区域可以扩展覆盖 10 套类似设备（或 10 个

类似项目) 的范围。

如果上述确定地理区域的方法不合适, 项目参与方可以提供替代的确定区域的方法。本论述中不包含已经注册的自愿减排项目。须提供相应文件来证明分析结果。

如果采用膜去除 CO₂ 技术, 并且通过膜处理之后的尾气用作其它用途, 则可能的收入须在本步骤中加以考虑。

需要注意的是, 只有当识别的基准线为沼气在收集的地方直接排空或者火炬焚烧, 才可以使用本方法学。

3. 基准线排放

基准线排放计算如下:

$$BE_y = E_{ug,y} * CEF_{NG,y} \quad (1)$$

其中:

BE_y =第 y 年基准线排放 (CO₂e)

$E_{ug,y}$ =第 y 年天然气输配管网中, 项目活动输送的提纯沼气提供的能量(TJ)

$CEF_{NG,y}$ =第 y 年天然气输配管网中, 天然气的温室气体排放因子 (tCO₂e/TJ)

$$E_{ug,y} = Q_{ug,y} * NCV_{ug,y} \quad (2)$$

其中:

$Q_{ug,y}$ 第 y 年天然气输配管网中, 提纯沼气替代的天然气量(kg)或(m³)

$NCV_{ug,y}$ 第 y 年, 提纯沼气的净热值(TJ/kg)或(TJ/m³)

$$Q_{ug,y} = \min(Q_{ug,in,y}, Q_{cap,CH4,y}) \quad (3)$$

其中:

$Q_{ug,in,y}$ 第 y 年注入天然气输配管网中的提纯沼气体积(kg)或(m³)

$Q_{cap,CH4,y}$ 第 y 年在气源的地方, 收集到的提纯沼气体积(kg)或(m³)

$$Q_{cap,CH4,y} = w_{CH4} * Q_{cap,bg,y} \quad (4)$$

其中:

$Q_{cap,bg,y}$ 第 y 年在沼气生产装置的地方, 收集到的沼气体积(kg) 或 (m³)

w_{CH4} 第 y 年在沼气生产装置监测到的甲烷含量 (比例)

对于事先估算基准线排放，项目参与方应假设 $Q_{ug,y}$ 为以下数据的乘积：可以获得的排空气体量或收集气体量和燃烧气体量的历史数据，提纯设备的铭牌效率(η_{ugf})。如果历史数据不可获得，可以估算排空气体量或收集气体量和燃烧气体量。

4. 项目排放

项目排放计算如下：

$$PE_y = PE_{ugf,elec,y} + PE_{ugf,fuel,y} + PE_{flare,y} + PE_{vent,y} + PE_{ww,y} \quad (5)$$

其中：

$PE_{ugf,elec,y}$ 第 y 年项目活动提纯气体消耗电力引起的项目排放(tCO₂e)

$PE_{ugf,fuel,y}$ 第 y 年项目活动提纯和运输气体消耗化石燃料引起的项目排放(tCO₂e)

$PE_{flare,y}$ 第 y 年火炬燃烧残余气体引起的项目排放(tCO₂e)

$PE_{vent,y}$ 第 y 年吸附塔排放气体所含甲烷引起的项目排放(tCO₂e)

$PE_{ww,y}$ 第 y 年尾气所含甲烷引起的项目排放(tCO₂e)

a) 提纯设备耗能引起的排放

值得注意的是，在估算项目排放时，应包含如下排放：从气源用泵输送气体到提纯设备消耗电力和化石燃料产生的排放，从提纯设备输送到天然气管网消耗电力和化石燃料产生的排放。

i. 电力消耗产生的排放

$$PE_{ugf,elec,y} = PE_{EC,y} \quad (6)$$

应使用最新版的“电力消耗导致的基准线、项目和/或泄漏排放计算工具”计算项目消耗电力产生的排放 ($PE_{EC,y}$)。

ii. 化石燃料消耗产生的排放

$$PE_{ugf,fuel,y} = PE_{FC,j,y} \quad (7)$$

应适用最新版的“化石燃料燃烧导致的项目或泄漏二氧化碳排放计算工具”计算项目活动消耗化石燃料产生的排放($PE_{FC,j,y}$)，工具的过程 j 对应于项目活动提纯和输送沼气消耗化石燃料。

b) 排出气体所含甲烷产生的排放

如果排出气体使用火炬燃烧，则需计算吸附塔出气和/或膜过滤尾气由于燃烧不充分或者低效燃烧产生的排放，具体计算须使用最新版的“火炬燃烧导致的

项目排放计算工具”，过程如下：

$$PE_{flare,y} = \sum_{h=1}^{8760} TM_{RG,h} * (1 - \eta_{flare,h}) * \frac{GWP_{CH_4}}{1000} \quad (8)$$

其中：

$TM_{RG,h}$ 第 h 小时内，残余气体的质量流量（千克）

$\eta_{flare,h}$ 第 h 小时火炬燃烧效率（比例）

GWP_{CH_4} 甲烷的全球变暖潜势 (tCO₂e/tCH₄)

关于上述参数计算和监测手段的详细指南，可以参考“火炬燃烧导致的项目排放计算工具”。

当项目参与方决定不采用火炬燃烧排放气体，方法学工具“火炬燃烧导致的项目排放计算工具”同样规定了监测程序，不需要考虑监测和计算火炬的效率，火炬燃烧效率将假定为零。

这种情况下，吸附柱($PE_{vent,y}$)排放气体所含甲烷产生的排放将如下计算：

$$PE_{vent,y} = \sum_{h=1}^{8760} TM_{RG,h} * \frac{GWP_{CH_4}}{1000} \quad (9)$$

其中：

$TM_{RG,h}$ 第 h 小时内，残余气体的质量流量（千克）

GWP_{CH_4} 甲烷的全球变暖潜势 (t CO₂e/t CH₄)

c) 尾气中所包含甲烷引起的排放

此种情况适用于使用水吸附作为提纯技术，假设废水里所有的甲烷都排入空气中。相关项目排放计算如下：

$$PE_{ww,y} = Q_{ww,y} * [CH_4]_{ww} \quad (10)$$

其中：

$Q_{ww,y}$ 第 y 年产生的废水量(m³)

$[CH_4]_{ww}$ 第 y 年废水中的甲烷浓度(tCH₄/m³ 废水)

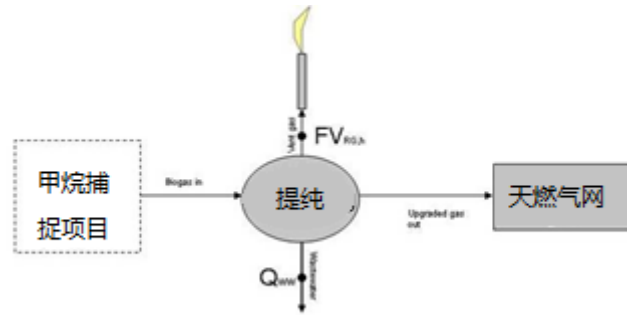


图 1：火炬燃烧不充分和废水中所含甲烷产生的排放

项目排放事前计算

项目排放事前计算的目的是为了估算年减排量。

项目耗能产生的排放将通过生产商提供的能量消耗来计算。如果是消耗化石燃料，可以使用排放因子默认值。如果是消耗电力，可以使用如下两种方法：

- 使用默认电力排放因子 1.3 tCO₂/MWh；
- 使用“电力消耗导致的基准线、项目和/或泄漏排放计算工具”计算。

使用提纯设备的效率来估算由于排出气体焚烧和废水产生的甲烷排放，其中提纯设备效率相当于设备中甲烷的输入量除以甲烷的输出量。这里假设由于提纯处理过程效率低所造成的没有注入天然气输配网络的甲烷将被焚烧或保留在提纯过程中的废水里。

如果没有并入天然气管网的甲烷被火炬烧掉，将使用火炬生产商提供的燃烧效率。如果没有并入天然气管网的甲烷从提纯净化设备进入废水中，则假设所有甲烷都将排入空气中。

5. 泄漏

在本项目方法学适用性条件下的项目活动类型没有显著泄漏，因此忽略泄漏。

6. 减排量

减排量计算如下：

$$ER_y = BL_y - PE_y \quad (11)$$

其中：

ER_y 第 y 年项目活动减排量(tCO₂e)

BL_y 第 y 年基准线排放量(tCO₂e)

PE_y 第 y 年项目活动排放量(tCO₂e)

7. 不需要监测的数据和参数

不需要监测数据和参数

数据/参数:	GWP_{CH_4}
单位:	t CO ₂ e/t CH ₄
描述:	甲烷的全球变暖潜势
来源:	依据政府间气候变化专门委员会第四次评估报告取值为25。
测量程序 (如果有):	-
备注:	-

数据/参数:	η_{ugf}
单位:	-
描述:	提纯设备的铭牌效率
来源:	设备生产商
测量程序 (如果有):	-
备注:	用来事前估算提纯后的沼气，等于提纯厂的效率与估算的排空或者火炬燃烧的气体量之积。

三、 监测方法学

1. 监测程序

本项目需要对如下数据进行监测：直接连续监测项目活动向天然气管网提供的能量；如果项目使用水不循环吸附技术，连续监测废水的体积；定期监测废水中甲烷浓度；提纯设备消耗的能量；排空气体所含的甲烷；火炬燃烧效率。具体可以参考图 2。

监测电力消耗产生的项目排放，须依据最新版的“电力消耗导致的基准线、

项目和/或泄漏排放计算工具”；监测化石燃料消耗产生的项目排放，须依据最新版的“化石燃料燃烧导致的项目或泄漏二氧化碳排放计算工具”；计算火炬燃烧产生的项目排放，须依据最新版的“火炬燃烧导致的项目排放计算工具”

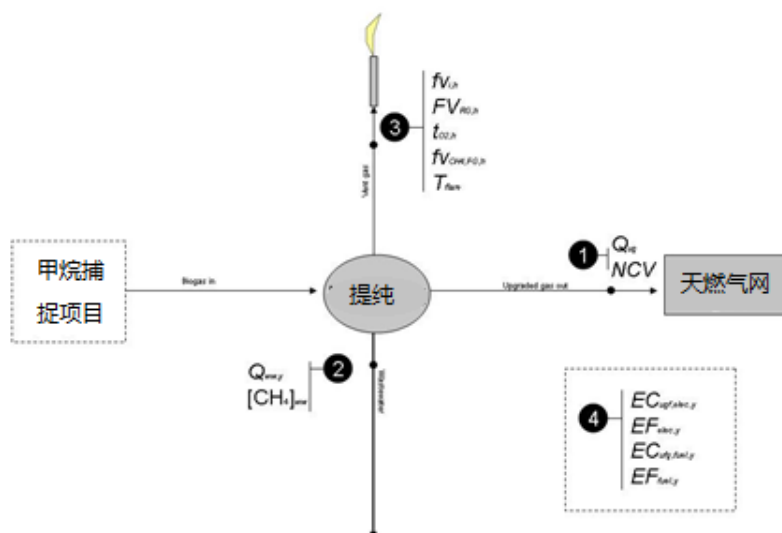


图 2：监测系统

气体密封条件

为了保证提纯厂运行期间气体的密封性，项目参与方应采用如下措施来系统地识别泄漏和采取必要的维修：

- 项目参与方应该采用高级工具来检测提纯设备的泄漏情况，高级工具包括：带有手持气体检测器的电子扫描装置或者嗅探器，有机物挥发分析仪（OVAs）和有毒气体分析仪（TVA），或者采用声学扫描装置的声学泄露探测仪；
- 项目参与方应该至少每个月测试一次气体密封性，应该详细记录每次的检测情况，包括测试人员姓名，使用的检测设备，检测过程的详细描述，后续采取的措施；
- 检测应该包含整个提纯设备，应该由经过培训的人员使用认证设备进行；
- 项目参与方应对识别的每个泄漏之处贴上标签和进行编号，应对相关设备立即修复，如果需要，应更换部分设备；
- 设备生产商提供的详细的设备更换时间表须可得；设备更换的时间不得晚于该时间表。

如果在设备密封测试中，发现泄漏的地方，则项目参与方应停止提纯处理，直至设备被修复。

在沼气收集现场出现紧急情况火炬燃烧沼气

在提纯设备进行例行检修期间，或者其它紧急情况期间，项目参与方应该确保收集的沼气在收集处使用火炬燃烧掉，这些火炬应该在项目活动开始之前就安

装运行。应该建立合适的监测步骤来监测这种“紧急燃烧”。

2. 监测的数据和参数

数据/参数	$Q_{ug,in,y}$
单位	kg 或 m ³
描述	第 y 年并入天然气管网的提纯沼气量
来源	项目参与方使用认证过的设备连续监测
测量程序（如果有）	如果采取的数据单位是立方米，项目参与方应该监测并入天然气管网的沼气压力和温度。本参数应该和 NCV 在标况下监测。
监测频率	连续
质量控制/质量保证	根据生产商推荐进行
备注	---

数据/参数	$Q_{cap,bg,y}$
单位	kg 或 m ³
描述	第 y 年在沼气生产地收集的沼气量
来源	项目参与方使用认证过的设备连续监测
测量程序（如果有）	如果采取的数据单位是立方米，项目参与方应该监测并入天然气管网的沼气压力和温度。本参数应该和 NCV 在同样的标况下监测。
监测频率	连续
质量控制/质量保证	根据生产商推荐进行。

备注	在沼气生产装置监测
----	-----------

数据/参数	w_{CH4}
单位	比例
描述	第 y 年沼气中甲烷含量
来源	项目参与方使用认证过的设备连续监测
测量程序（如果有）	优先使用连续气体质量分析仪监测
监测频率	连续
质量控制/质量保证	根据生产商推荐进行。
备注	在沼气生产装置监测

数据/参数	$CEF_{NG,y}$
单位	t CO ₂ e/TJ
描述	第 y 年天然气管网中天然气的 GHG 排放因子
来源	当地,区域,全球 (IPCC)
测量程序（如果有）	如果可以获得,项目参与方可以使用精确的和可靠的当地或国家数据。如果这些数据不可获得,如果 IPCC 指南 2006 中的默认排放因子被认为合理的代表了当地的情况,则可以使用这些默认值。所有数据应该采用保守值(即在合理的范围内,基准线排放应采用较小值),在项目设计文件中须对数值的选择加以论述,并提供证据。
监测频率	每年

质量控制/质量保证	-
备注	-

数据/参数	$NCV_{ug, y}$
单位	TJ/kg or TJ/m ³
描述	第 y 年提纯后的沼气的净热值
来源	项目参与方使用认证过的设备连续监测
测量程序 (如果有)	项目参与方应使用在线热值分析仪来直接监测沼气的 NCV，测量必须基于质量或体积，项目参与方应确保注入天然气管网的沼气计量单位和净热值的计量单位保持一致。
监测频率	每月监测
质量控制/质量保证	根据生产商推荐进行。
备注	

数据/参数	$Q_{ww, y}$
单位	m ³
描述	第 y 年产生的废水体积
来源	项目参与方使用认证过的设备连续监测
测量程序 (如果有)	---
监测频率	连续

质量控制/质量保证	应根据生产商的建议对流量计进行校核。
备注	只有当使用水吸附提纯沼气时，才需要对该参数进行监测。

数据/参数	$[CH_4]_{ww}$
单位	t CH ₄ /m ³ 废水
描述	第 y 年废水中甲烷浓度
来源	监测
测量程序（如果有）	具有资质的公司使用认证过的分析仪监测
监测频率	至少每 6 个月监测 1 次
质量控制/质量保证	必须在提纯设备正常运行时进行采样
备注	只有当使用水吸附提纯沼气时，才需要对该参数进行监测。

附件 1

方法学适用技术的描述

变压吸附

该技术用于在沼气流中通过利用分子尺寸和物理作用力之间的差异，将甲烷从二氧化碳、氧气和氮气中分离。

通常使用活性炭或沸石作为吸附材料，且在不同压强水平下分为四个阶段操作：吸附、减压、解吸和增压，如下图：

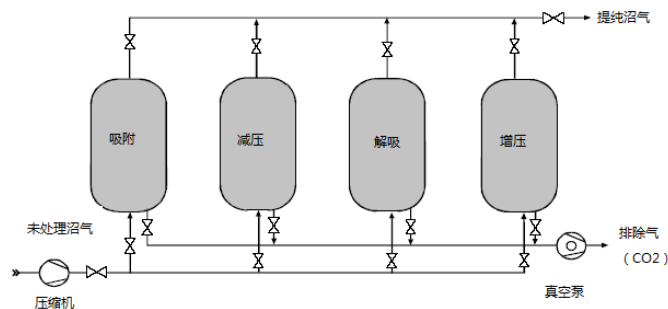


图 3：变压吸附²

由甲烷捕捉项目获得的未加工的沼气首先从水和硫化氢中分离出来，然后传递到压缩吸附阶段，此时，非甲烷气体会被活性炭或沸石吸附，之后，吸附材料在一些解吸阶段得到恢复。

本技术可交付提纯气体和纯度高达 97% 的甲烷，并符合天然气输配网络的标准。

水吸附

此技术包括在高压容器中使用水来将甲烷从沼气包括的其他气体（如二氧化碳和硫化氢）中分离。

吸收塔中的未加工沼气在高压下与水混合，在这里，非沼气气体和少量的甲烷将被水吸附。吸收塔中剩余的气体中可以包括浓度高达 97% 的甲烷，并且这个过程中使用的水可以在扩容器中再生，其中被吸附的分子（包括少量的甲烷）与水可分离。

一些情况下，处理过程中使用的水是不能再生的。如果这种情况发生，之前吸附的气体将把提纯设施融化在水中。

²Persson, Margarete 引用（2003）。沼气的提纯技术评估。Maln ö, 瑞典：瑞典气体中心。

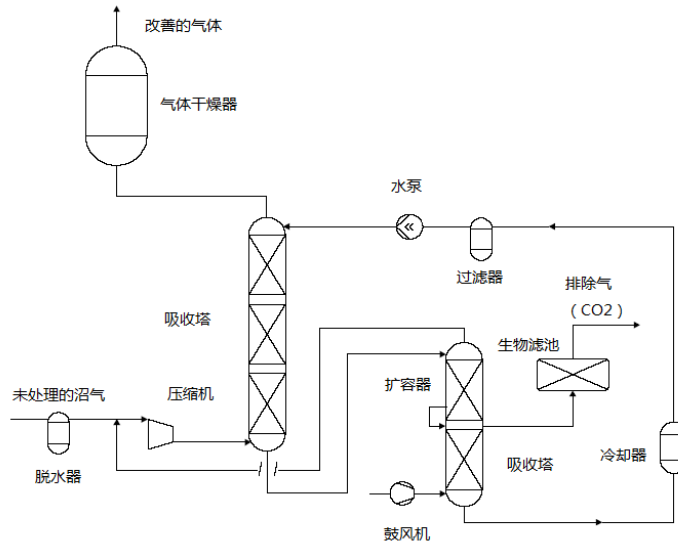


图 4：水再循环吸附³

薄膜分离

薄膜在从送入的混合气体中分离一种或多种气体的过程中起到过滤器的作用，如下图 5。两个特性决定了薄膜的性能和渗透性；也就是特定气体通过薄膜的通量和选择性；薄膜优先通过某一种、而不是其他类型的气体。存在五种可能的薄膜分离方式；努森扩散、分子筛分离、溶液扩散分离、表面扩散和毛细凝结。

此技术能够使 CO₂ 从沼气流中有效地去除，留下可作为天然气的更高浓度的 CH₄ 渗余物和类似 CH₄ 的化合物。

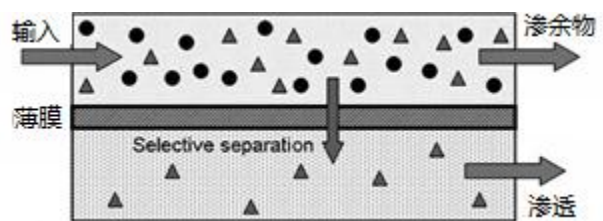


图 5：薄膜气体分离图示⁴

³Persson, Margarete 引用 (2003)。沼气的升级技术评估。Maln ö, 瑞典：瑞典气体中心。

⁴Colin A. Scholes, Sandra E. Kentish and Geoff W. Stevens (2008)，在烟道气体应用中通过聚合薄膜系统实现二氧化碳分离。澳大利亚墨尔本大学化学和生物分子工程系温室气体技术合作研究中心。