

广州市利用垃圾填埋气热脱附修复 污染土壤

碳普惠方法学

(2025 年试行)

2025 年 9 月

目 录

引 言	1
1. 范围	2
2. 参考引用的规范性文件	2
3. 术语与定义	2
4. 适用条件	4
5. 核算边界	5
6. 基准线情景识别及额外性论述	7
7. 减排量计算方法	8
8. 收益返还机制	9
9. 数据来源及监测	10
10. 避免重复申报的措施	11
11. 其他说明事项	12
12. 申请材料清单	12
附录 A 广州市利用垃圾填埋气热脱附修复污染土壤碳普惠减排量备案申请表（模板）	13
附录 B 广州市利用垃圾填埋气热脱附修复污染土壤碳普惠减排量核证报告（模板）	15
参考文献	18

引 言

为深入贯彻落实绿美广州生态建设目标，鼓励绿色低碳生产生活方式，规范广州市利用垃圾填埋气热脱附修复污染土壤碳普惠项目的开发设计、碳减排量计量与监测工作，确保项目所产生的广州市碳普惠自愿减排量（GZCER）达到可测量、可报告、可核查的要求，推动利用垃圾填埋气热脱附修复污染土壤碳普惠项目的自愿减排交易，特编制《广州市利用垃圾填埋气热脱附修复污染土壤碳普惠方法学》。

本方法学以《联合国气候变化框架公约》（UNFCCC）下“清洁发展机制（CDM）”及国家自愿减排交易机制下的相关方法学为基础，在参考和借鉴 CDM 项目方法学工具、方式和程序，《污染土壤修复工程技术规范 异位热脱附》（HJ 1164—2021）《生活垃圾卫生填埋场填埋气体收集处理及利用工程技术标准》（CJJ/T 133-2024）等相关标准要求，结合广州市生活垃圾填埋气利用和污染土壤修复的管理现状，经相关领域专家及利益相关方的深入研讨和论证编制而成，为核算利用垃圾填埋气热脱附修复污染土壤项目的碳减排量提供统一的方法学，具有科学性、合理性和可操作性。

广州市利用垃圾填埋气热脱附修复污染土壤碳普惠方法学

1. 范围

本方法学规定了在广州碳普惠机制下，利用垃圾填埋气替代化石燃料，采用热脱附工艺修复有机污染土壤(含有机复合污染土壤)行为产生的碳普惠自愿减排量的核算流程和方法。

2. 参考引用的规范性文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本方法学必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本方法学，不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本方法学。

GB/T 32150-2015 工业企业温室气体排放核算和报告通则

GB/T 33760-2017 基于项目的温室气体减排量评估技术规范 通用要求

HJ 1164-2021 污染土壤修复工程技术规范 异位热脱附

HJ 1231-2022 土壤环境 词汇

CJJ/T 133-2024 生活垃圾卫生填埋场填埋气体收集处理及利用工程技术标准

ACM0001: Flaring or use of landfill gas

AMS-III.G: Landfill methane recovery

3. 术语与定义

3.1 温室气体

大气层中自然存在的由人类活动产生的，能够吸收和散发由地球表面、大气层和云层所产生的、波长在红外光谱内的辐射的气态成分。

注 1：温室气体种类包括二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)、氧化亚氮(N₂O)、氢氟碳化物(HFCs)、全氟化碳(PFCs)、六氟化硫(SF₆)和三氟化氮(NF₃)等。

注 2：本方法学进行减排量核算所涉及的温室气体种类仅包括二氧化碳(CO₂)。

[来源：GB/T 32150-2015，3.1，有修改]

3.2 温室气体减排量

经计算得到的一定时期内项目所产生的温室气体排放量与基准线情景的排放量相比较的减少量。

[来源：GB/T 33760-2017，3.5]

3.3 基准线情景

用来提供参照的，在不实施项目的情景下可能发生的假定情景。

[来源：GB/T 33760-2017，3.4]

3.4 活动数据

导致温室气体排放的生产或消费活动量的表征值。

注：各种化石燃料的消耗量、原材料的使用量、购入的电量、购入的热量等。

[来源：GB/T 32150-2015，3.12]

3.5 排放因子

表征单位生产或消费活动量的温室气体排放的系数。

[来源：GB/T 32150-2015，3.13]

3.6 垃圾填埋气

填埋场填埋堆体内有机垃圾厌氧分解产生的气体。

[来源：CJJ/T 133-2024，2.0.1，有修改]

3.7 热脱附

热脱附是指通过直接或间接的热量交换方式，对污染土壤进行加热将污染物从土壤中挥发去除的处理过程。

[来源：HJ 1164-2021，3.2-3.3，有修改]

3.8 有机污染土壤

指按照相关国家技术规范等确认有机污染物超过有关环境标准的土壤。

[来源：上海市重金属污染土壤异位淋洗 修复技术指南（试行），1.4（1），有修改]

3.9 土壤修复

采用物理、化学或生物的方法固定、转移、吸收、降解或转化地块土壤中的污染物，使其含量降低到可接受水平，或将有毒有害的污染物转化为无害物质的过程。

[来源：HJ 1231-2022，6.1.4]

4. 适用条件

4.1 适用情景

本方法学适用于在广州市行政辖区内，利用垃圾填埋气替代化石燃料，采用热脱附工艺修复有机污染土壤（含有机复合污染土壤）的情景。燃料替代后能够提供与基准线情景同等的土壤修复效果。

减排来源于土壤修复设施运行过程中化石能源替代所实现的持续减排效益。

4.2 低碳行为

热脱附工艺修复有机污染土壤（含有机复合污染土壤）过程中，垃圾填埋气主要应用于两个方面，一个是通过燃烧垃圾填埋气加热污染土壤，使有机污染物从土壤中脱附出来；另一个是通过燃烧垃圾填埋气处理热脱附过程产生的烟气。垃圾填埋气均作为能源使用，替代目前主要使用的化石燃料天然气。

4.3 适用的申报主体

适用的申报主体为利用垃圾填埋气替代化石燃料，采用热脱附工艺修复有机污染土壤的土壤修复企业/单位。

4.4 适用的地理范围

本方法学适用于广州市内碳普惠机制覆盖地区。

4.5 技术条件

申报项目需满足以下技术条件：

(1) 有机污染土壤（含有机复合污染土壤）经热脱附工艺处理后须满足项目环评及环评批复要求达到的土壤质量，若项目不涉及环评及环评批复则须满足相关规范及土壤修复目标要求；

(2) 土壤修复过程中的污染物排放须达到项目环评及环评批复要求，若项目不涉及环评及环评批复则须满足相关规范要求。

核查机构进行减排量核证时，需要查看核算周期内土壤修复过程的技术及环境管理相关数据记录，包括：申报项目的环境评价文件及其环评批复（如有）；核算周期内处理的有机污染土壤量、有机污染物修复达标证明材料，大气污染物排放达标证明等。

4.6 减排量核算周期和方法学计入期

计入期从《广州市碳普惠自愿减排实施办法》发布之日起计，最早可上溯至 2023 年 3 月 1 日，减排量核算周期以整年为计算单位（2023 年度的核算周期为计入期起始日至 12 月）。方法学规定的项目计入期为 5 年。

5. 核算边界

项目的核算边界包括时间边界、地理边界和排放源。

时间边界指热脱附设施运行期（不应早于 2023 年 3 月 1 日）垃圾填埋气替代化石燃料所产生的温室气体减排效益，不包括建设期及生命周期其他阶段的排放。

地理边界指广州市行政区域内开展利用垃圾填埋气替代化石燃料进行热脱附土壤修复的设施所在场所，从有机污染土壤进入处理区域到处理完成为止，不考虑污染土壤运输至处理设施所在场所的过程。

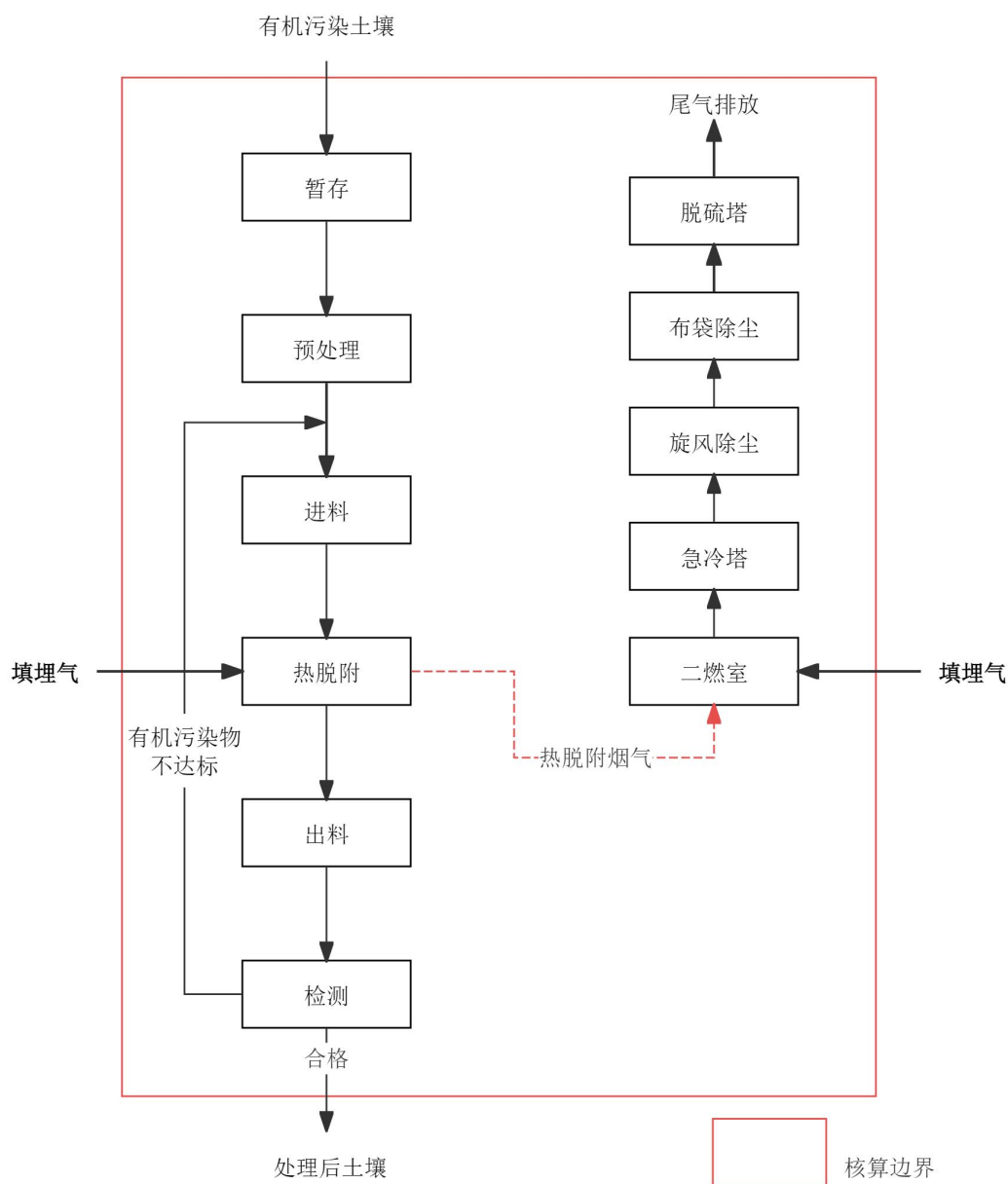


图 5.1 核算地理边界图

注：上图为典型工艺流程示意图，申报项目的废气处理环节可根据实际情况进行调整。但应确保垃圾填埋气分别用于热脱附工序及热脱附烟气处理环节，且修复后土壤质量与废气排放均满足相关规范要求。

核算边界内包括或者不包括的温室气体种类以及排放源如表 5.1 所示。

表 5.1 核算边界内包括或者不包括的温室气体种类以及排放源

排放源	温室气体 种类	是否 包括	说明理由/解释
-----	------------	----------	---------

基准线情景	天然气作为热	CO ₂	是	主要排放源
	脱附工艺热源	CH ₄	否	次要排放源，保守原则忽略不计
	修复污染土壤	N ₂ O	否	次要排放源，保守原则忽略不计
项目情景	垃圾填埋气作为热脱附工艺热源修复污染土壤	CO ₂	否	生物质燃料，根据《2006年IPCC国家温室气体清单指南2019修订版》相关规定，其碳排放可视为零
		CH ₄	否	次要排放源，忽略不计
		N ₂ O	否	次要排放源，忽略不计

注：土壤修复所需辅助设备、控制系统等所产生的电力消耗在项目情景与基准线情景中基本等同，项目情景较基准线情景没有额外的电力消耗，因此，不再另行计入电力相关排放。

6. 基准线情景识别及额外性论述

6.1 基准线情景识别

基准线情景下，使用天然气作为能量来源，采用热脱附工艺进行土壤修复。项目情景使用的垃圾填埋气，在基准线情景下排空或火炬焚烧，未进行其他能源化利用。

本方法学的减排机理为：通过利用垃圾填埋气作为修复有机污染土壤（含有机复合污染土壤）过程中的能量来源，替代基准线情景中的化石燃料消耗，减少温室气体排放。

6.2 额外性论证

以垃圾填埋气作为能源，采用热脱附工艺修复有机污染土壤（含有机复合污染土壤）前期需要投入大量的资金，其盈利前景和投资回报周期存在较大的不确定性，碳普惠减排量的收益可以一定程度上帮助企业减小财务压力。利用垃圾填埋气替代化石能源进行土壤修复，可减少环境污染，对广州市内的生态环境产生积极的影响，提高垃圾填埋气的商品利用率，实现“资源利用—污染治理—碳减排”的三重协同，积极响应国家土壤修复低碳化、绿色化的政策要求，具有极强的示范性，同时具有良好的社会价值和生态公益价值，直接惠及人民

群众。

综上所述，参照《广州市碳普惠方法学编制指南（试行）》中第一章第六条，由于具有上述条件，因而本方法学可免于论证额外性。

7. 减排量计算方法

7.1 基准线排放量

垃圾填埋气和天然气在热脱附修复污染土壤过程中均作为热源使用，实现等量土壤的修复所需要的热量一致。因此，本方法学以项目情景中核算周期内垃圾填埋气实际消耗的热量作为基准线情景中天然气应提供的热量，计算天然气消耗产生的排放量。

第 y 年基准线情景排放量主要为燃烧天然气产生的排放，计算公式如公式（1）所示：

$$BE_y = AD_{\text{天然气},y} \times EF_{\text{天然气}} \times OF_{\text{天然气}} \times 44/12 \quad (1)$$

式中：

BE_y 第 y 年基准线情景排放量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）；

$AD_{\text{天然气},y}$ 第 y 年在基准线情景下完成项目情景下土壤修复所需消耗的天然气产生的热量，以项目情景中消耗垃圾填埋气产生的热量计，单位为吉焦（GJ）；

$EF_{\text{天然气}}$ 天然气单位热值含碳量，取缺省值 $0.0153tC/GJ$ ，单位为吨碳每吉焦（ tC/GJ ）；

$OF_{\text{天然气}}$ 天然气碳氧化率，取缺省值 99%；

$44/12$ 碳元素转化为二氧化碳的系数。

其中，第 y 年在基准线情景下完成土壤修复所需消耗的天然气产生的热量，计算公式如公式（2）所示：

$$AD_{\text{天然气},y} = AD_{LFG,y} \times NCV_{LFG} \quad (2)$$

式中：

$AD_{LFG,y}$ 第 y 年用于土壤修复的垃圾填埋气消耗量，单位为万立方米（ $万\text{Nm}^3$ ）；

NCV_{LFG} 垃圾填埋气低位发热量，单位为吉焦/万立方米（ $GJ/万\text{m}^3$ ）。

7.2 项目排放量

第 y 年项目情景排放量 PE_y 为 0。

7.3 碳普惠行为减排量

第 y 年利用垃圾填埋气进行土壤修复的减排量计算如公式（3）所示：

$$ER_y = BE_y - PE_y \quad (3)$$

式中：

ER_y 第 y 年利用垃圾填埋气进行土壤修复情景减排量，单位为吨二氧化碳(tCO_2)；

BE_y 第 y 年基准线情景排放量，单位为吨二氧化碳(tCO_2)；

PE_y 第 y 年项目情景排放量，单位为吨二氧化碳(tCO_2)。

8. 收益返还机制

依托本方法学申报的减排项目，应确保不低于 70%的减排量收益以公开透明方式回馈给公众，回馈公众的减排量收益应确保不低于 20%用于支持广州碳普惠公众激励和推广工作（注：回馈比例以市主管部门意见为准）。

减排量收益回馈公众方案应作为项目减排量申请备案材料一并提交。申报机构向公众回馈收益时应保留相关证明材料（合同协议、财务票据等）以供后期核查。减排量收益的回馈方式宜采用：

（1）方式一：通过与污染土壤修复相关利益方进行共享，或捐赠用于公益性活动。

（2）方式二：用于支持广州碳普惠宣传或城市垃圾推广工作等公益性活动。

9. 数据来源及监测

本方法中要求的监测数据主要来源于申报主体的日常运行记录、能源计量设备读数及能源消耗台账等原始资料。监测数据主要包括：核算边界内项目运行期间垃圾填埋气消耗量、垃圾填埋气低位发热量(如实测)等。

9.1 项目活动开始前确定的参数

表 9.1 天然气单位热值含碳量

数据参数	$EF_{\text{天然气}}$
单位	tC/GJ
描述	天然气单位热值含碳量
数值	0.0153
所使用的数据来源	取自《广东省企业(单位)二氧化碳排放信息报告指南(2025年修订)》
其他说明	当技术规范有更新时，应采用最新数据

表 9.2 天然气碳氧化率

数据参数	$OF_{\text{天然气}}$
单位	%
描述	天然气碳氧化率
数值	99
所使用的数据来源	取自《工业其他行业企业温室气体排放核算方法与报告指南》
其他说明	当技术规范有更新时，应采用最新数据

9.2 所需监测的参数和数据

表 9.3 垃圾填埋气低位发热量

数据参数	NCV_{LFG}
单位	GJ/万 Nm^3

描述	垃圾填埋气低位发热量
所使用的数据来源	1. 自行检测、委托外部有资质的检测机构/实验室进行检测或由供应商提供，或 2. 采用《中国能源统计年鉴 2023》附录 4 各种能源折标准煤参考系数给出的缺省值 209.080； 以上数据来源无优先级别
测量方法和程序	使用符合国家或国际标准的检测方法检测垃圾填埋气低位发热量（如实测）
监测频率	至少每月检测一次（如实测）
其他说明	/

表 9.4 垃圾填埋气消耗量

数据参数	$AD_{LFG,y}$
单位	m^3/y
描述	第 y 年项目情景用于土壤修复的垃圾填埋气消耗量
所使用的数据来源	气体流量计的读数及能源台账
测量方法和程序	使用符合国家计量标准的气体流量计进行连续监测
监测频率	连续监测，至少每月统计一次
其他说明	/

10. 避免重复申报的措施

本方法学为避免减排量人为重复申报，在申报减排量时需同时提供以下信息，并保留相关证明材料以供核查：

- （1）项目申报单位或个人信息；
- （2）项目申请人应提供承诺书，声明所申请项目在申请时段内所产生的减排量未在其

他减排交易机制下获得签发。

11. 其他说明事项

无。

12. 申请材料清单

项目计入期内，每次申请减排量备案时申请者至少向地方主管部门提交以下申请材料，
基于广州市碳普惠平台情况，可酌情选择电子材料提交或纸质材料：

- (1) 《广州市利用垃圾填埋气热脱附修复污染土壤碳普惠减排量备案申请表》（附录 A）；
- (2) 第三方机构出具的《广州市利用垃圾填埋气热脱附修复污染土壤碳普惠减排量核证报告》（附录 B）；
- (3) 申请备案的减排量未在其他减排机制下重复申报承诺书；
- (4) 证件：申报单位提交统一社会信用代码证（或组织机构代码证、营业执照）及法人代表身份证盖章扫描件；
- (5) 数据真实性和可靠性的证明材料；
- (6) 数据真实承诺书；
- (7) 减排量收益返还方案或承诺。

附录 A

广州市利用垃圾填埋气热脱附修复污染土壤碳普惠减排量

备案申请表（模板）

提交日期： 年 月 日

版本号：

1-申请方基本信息	
1.1 申请人	单位名称：_____ 单位地址：_____ 法人代表/个人：_____ 证件号码：_____ （注：单位填写统一社会信用代码或组织机构代码） 单位类型：☐企业 ☐供销社 ☐其他社会团体 ☐个人 ☐其他_____
1.2 联系人	项目联系人：_____ E-mail：_____ 电话：_____ 传真：_____
2-申请备案减排量基本信息	
2.1 项目名称及领域	项目名称：_____ 领域：☐可再生能源 ☐能效提升 ☐交通 ☐农林业 ☐节能与低碳产品 ☐废弃物处理 ☐其他
2.2 方法学	选用方法学：_____ 方法学备案编号：_____
2.3 本次申请签发减排量的起止日期	_____年____月____日 至 _____年____月____日

2.4 申请签发的减排量	减排量：_____ tCO ₂ （项目信息及减排量计算，详见碳普惠减排量核证报告）
2.5 减排量历史签发情况	是否首次申请减排量备案： ☐ 是 ☐ 否 （若非首次申请，应注明计入期内减排量历史签发情况及具体核算周期） 首次备案减排量： _____CO ₂ 核算周期： ____年____月____日 至 ____年____月____日 第二次备案减排量： _____CO ₂ 核算周期： ____年____月____日 至 ____年____月____日
3-申请人申明	
本人申明：本人（公司）承诺对项目 and 申报材料的真实性负责，对申报资格和申报条件的符合性负责。保证所提交的材料真实、完整、准确，并在申报过程中不存在任何弄虚作假或者其他违反法律、法规和政策的行为。本人（公司）确认，在上述申请时段内所产生的减排量真实有效，未在其他减排交易机制下获得签发。若有虚报假报及重复申请签发，本人将承担由此引起的法律责任。 法定代表/个人签字/盖章： 单位盖章： 日期： 年 月 日	
4-市级生态环境部门意见	
单位盖章： 年 月 日	
注 1：灰色底纹部分为非填写部分。	

附录 B

广州市利用垃圾填埋气热脱附修复污染土壤碳普惠减排量核证报告（模板）

提交日期： 年 月 日

版本号：

1-项目申请人基本信息				
单位名称		单位地址		
法人代表		统一社会信用代码		
单位类型	☐ 企业 ☐ 供销社 ☐ 其他社会团体 ☐ 其他_____			
申请人姓名*		地址*		
身份证号*				
2-联系方式				
姓名	职务	办公电话	移动电话	邮箱地址
3-项目基本信息				
3.1 项目名称				
3.2 选用方法学名称及版本				
3.3 是否为打捆申报	☐ 否 ☐ 是 （若选择“否”，请在 3.5 中的对应表格填写相关信息；若选择“是”，请在 3.5 填写所有项目信息）			
3.4 核算周期	_____年____月____日 至 _____年____月____日			

3.5 项目核算边界																				
4-数据和参数																				
4.1 缺省数据	<table><tr><td>年份</td><td>2023</td><td>2024</td><td>2025</td><td>-</td></tr><tr><td>天然气单位热值含碳量 $EF_{\text{天然气}}$ (tC/GJ)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>天然气碳氧化率 $OF_{\text{天然气}}$ (%)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>					年份	2023	2024	2025	-	天然气单位热值含碳量 $EF_{\text{天然气}}$ (tC/GJ)					天然气碳氧化率 $OF_{\text{天然气}}$ (%)				
	年份	2023	2024	2025	-															
	天然气单位热值含碳量 $EF_{\text{天然气}}$ (tC/GJ)																			
天然气碳氧化率 $OF_{\text{天然气}}$ (%)																				
4.2 监测数据	<table><tr><td>年份</td><td>2023</td><td>2024</td><td>2025</td><td>-</td></tr><tr><td>垃圾填埋气低位发热量 NCV_{LFG}(GJ/ 万 Nm³)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>垃圾填埋气消耗量 $AD_{LFG,y}$ (m³/y)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr></table>					年份	2023	2024	2025	-	垃圾填埋气低位发热量 NCV_{LFG} (GJ/ 万 Nm ³)					垃圾填埋气消耗量 $AD_{LFG,y}$ (m ³ /y)				
	年份	2023	2024	2025	-															
	垃圾填埋气低位发热量 NCV_{LFG} (GJ/ 万 Nm ³)																			
垃圾填埋气消耗量 $AD_{LFG,y}$ (m ³ /y)																				
5-碳普惠自愿减排量计算结果																				
5.1 碳普惠核证减排量	<table><tr><td>年份</td><td>2023</td><td>2024</td><td>2025</td><td>-</td></tr><tr><td>广州市利用垃圾填埋气热脱附 修复污染土壤碳普惠减排量核 证减碳量 (tCO₂)</td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>合计</td><td colspan="4"></td></tr></table>					年份	2023	2024	2025	-	广州市利用垃圾填埋气热脱附 修复污染土壤碳普惠减排量核 证减碳量 (tCO ₂)					合计				
	年份	2023	2024	2025	-															
	广州市利用垃圾填埋气热脱附 修复污染土壤碳普惠减排量核 证减碳量 (tCO ₂)																			
合计																				
6-核证结论																				

经核证，_____（项目名称）_____ 于_____ 年_____ 月_____ 日至_____ 年_____ 月_____ 日产生的碳普惠核证减碳量为_____吨二氧化碳。
核证机构名称（盖章）： 日期：_____ 年_____ 月_____ 日
注：灰色底纹部分为非填写部分。

参考文献

- [1] 广东省生态环境厅.广东省生态环境厅关于我省碳排放管理和交易 2024 年度报告核查和配额清缴工作的通知,2025.
- [2] 国家统计局能源统计司.中国能源统计年鉴 2023[M].北京:中国统计出版社, 2024.
- [3] 国家发展改革委办公厅.关于印发第三批 10 个行业企业温室气体核算方法与报告指南（试行）的通知,2015.
- [4] 王琛,孙治国,付友先,等.填埋场产甲烷影响因素及减排技术研究进展[J].山东化工,2022,51(16):104-106+110.DOI:10.19319/j.cnki.issn.1008-021x.2022.16.071.
- [5] 徐悦恒,刘洁,陈建军,等.热脱附修复持久性有机污染物(POPs)污染土壤现状及趋势[J].杭州电子科技大学学报(自然科学版), 2024,44(01):75-83.DOI:10.13954/j.cnki.hdu.2024.01.010.
- [6] 胡阳.有机污染土壤治理修复技术综述[J].广州化工,2024,52(19):143-145.