

**成都市“碳惠天府”机制碳减排项目  
方法学（第三批）**

# 成都市“碳惠天府”机制碳减排项目 方法学（第三批）

方法学编号	方法学名称	编制单位
资源节约类-03	厨余垃圾资源化利用	成都产业集团
资源节约类-04	厨余垃圾能源化利用	成都环境集团
资源节约类-05	建筑垃圾资源化利用	

# 成都市“碳惠天府”机制碳减排项目方法学

## 厨余垃圾资源化利用

### （资源节约类-03）

#### 1.来源

按照《成都市人民政府关于构建“碳惠天府”机制的实施意见》（成府发〔2020〕4号）、《成都市人民政府办公厅关于印发成都市深化“碳惠天府”机制建设行动方案的通知》（成办函〔2022〕85号）相关要求，着力构建制度标准体系，进一步丰富“碳惠天府”机制碳减排项目方法学，规范碳减排量核算，统筹推进项目开发消纳，特编制《成都市“碳惠天府”机制碳减排项目方法学厨余垃圾资源化利用》（资源节约类-03）。

成都市厨余垃圾资源化利用碳减排项目厨余垃圾处理厂通过对餐厨垃圾进行资源化利用替代传统卫生填埋等方式处理，从而保护环境和减少温室气体排放，其减排量等于一定时间内厨余垃圾卫生填埋过程所产生的温室气体排放量减去厨余垃圾资源化利用过程所产生的温室气体排放量。

#### 2.定义

本方法学应用了以下定义：

**厨余垃圾：**指宾馆、饭店、餐馆、机关、学校、企事业或者其他集中供餐单位在饮食服务、单位供餐、食品加工等活动过程中产生的食物残渣、残液和废弃食用油脂等垃圾。

**高温好氧制肥：**在充分供氧的条件下，通过外源加热的方式和微生物分解发酵产生的热量使有机废弃物物料温度保持在 60-80℃，利用微生物对有机废弃物中有机质进行生物分解、腐熟，使大分子有机物转化为小分子结构的有机质和腐植酸的生物发酵过程。

**厌氧消化：**在隔绝空气不与分子态氧接触的情况下，利用厌氧微生物的生命活动，有控制地使废水中可生物降解的有机物转化为 CH<sub>4</sub>、CO<sub>2</sub> 和其他物质的生物化学过程。

**基准线情景：**即基期，用以比较和确定实施厨余垃圾资源化利用前，采用

填埋处理工艺的时间段。

**项目情景：**即报告期，用以比较和确定实施厨余垃圾资源化利用后的时间段。

**泄漏：**由项目活动引起的、发生在项目边界之外、可测量的温室气体源排放的增加量。

**项目减排量：**厨余垃圾因资源化利用前后所对应的温室气体排放变化量。

### 3.适用条件

本方法学适用于成都市范围内厨余垃圾资源化利用项目所产生的碳减排量的核算。使用本方法学必须符合以下条件：

(1) 拟开展的项目活动应符合国家、四川省、成都市政府颁布的有关政策措施；

(2) 拟开展的项目活动符合本方法学关于“高温好氧制肥”“厌氧消化”的定义；

(3) 项目活动减排量核算周期以年为单位，最少为1年。

### 4.规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修订单）适用于本文件。

《餐厨垃圾处理技术规范》

CJJ184-2012

### 5.基准线方法

#### 5.1 项目边界

项目边界指项目方实施厨余垃圾资源化利用的生产厂区，可通过项目方厂区平面图确定。

具体边界包括如下：

- (1) 厨余垃圾高温好氧发酵处理设施；
- (2) 有机废水厌氧消化处理设施；
- (3) 厨余垃圾资源化利用过程中电力、热力及化石燃料的生产和使用；
- (4) 不包括厨余垃圾等原料和产品的运输系统。

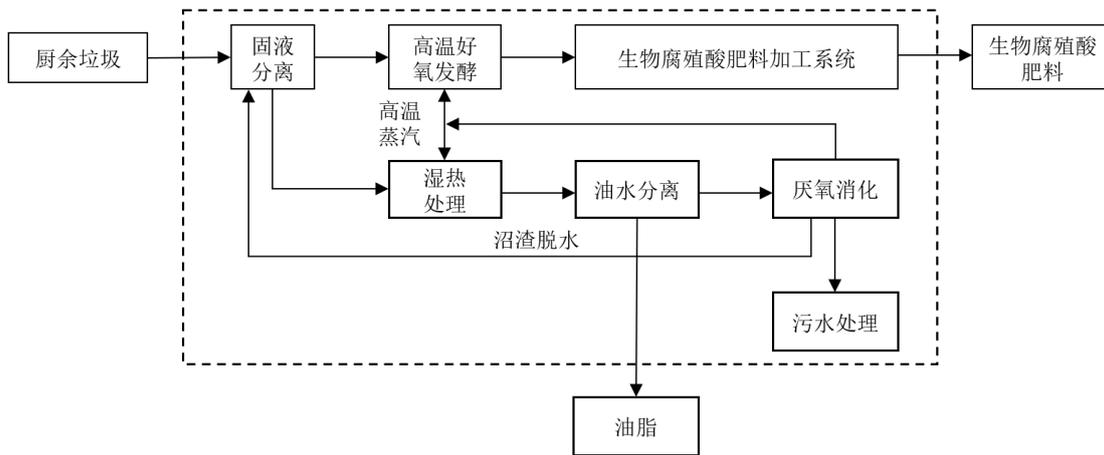


图 1 项目边界示意图

对项目边界内温室气体排放种类的选择见表 1。

表 1 项目边界内温室气体排放种类的选择

排放源		温室气体种类	是否选择	理由或解释
基准线情景	厨余垃圾填埋处理系统	CO <sub>2</sub>	否	生物质分解排放，不计入
		CH <sub>4</sub>	是	主要排放源
		N <sub>2</sub> O	否	非主要温室气体排放，忽略
项目活动情景	高温好氧发酵处理系统	CO <sub>2</sub>	否	非主要温室气体排放，忽略
		CH <sub>4</sub>	是	主要排放源
		N <sub>2</sub> O	是	主要排放源
	厌氧消化处理系统	CO <sub>2</sub>	否	非主要温室气体排放，忽略
		CH <sub>4</sub>	是	主要排放源
		N <sub>2</sub> O	否	非主要温室气体排放，忽略
	污水处理系统	CH <sub>4</sub>	是	主要排放源
		N <sub>2</sub> O	否	次要排放源，简化不予考虑
		CO <sub>2</sub>	否	分解有机废弃物产生的 CO <sub>2</sub> 排放不予考虑
	化石能源及电力、热力消耗	CO <sub>2</sub>	是	主要排放源
		CH <sub>4</sub>	否	非主要温室气体排放，忽略
		N <sub>2</sub> O	否	非主要温室气体排放，忽略

## 5.2 项目期和计入期

项目方须说明项目活动的开始时间、计入期和项目期。

项目活动的开始时间是指厨余垃圾资源化处理厂正式投产日期。

计入期是指对拟议项目活动产生的减排量进行计量和核证的时间区间，计入期开始时间不得早于项目活动的开始时间，不得晚于项目活动结束时间。计入期最长不超过 5 年。

项目期是指自项目活动开始到项目活动结束的间隔时间。

## 5.3 基准线情景

项目活动的基准线情景即基期，用以比较和确定实施厨余垃圾资源化利用前，采用填埋处理工艺的时间段。

## 5.4 基准线排放

基准线排放即为厨余垃圾采用填埋处理工艺情况下的温室气体排放量。

$$BE = E_{CH_4} \quad (1)$$

- $BE$  — 基线情景下项目边界内温室气体排放，tCO<sub>2</sub>-e；
- $E_{CH_4}$  — 基线情景下项目边界内厨余垃圾填埋所产生的 CH<sub>4</sub> 排放，tCO<sub>2</sub>-e。

### 5.4.1 基准线甲烷排放量

厨余垃圾填埋处理是以微生物代谢作用将可降解有机成分分解为填埋气，填埋气主要成分是甲烷（CH<sub>4</sub>）和二氧化碳（CO<sub>2</sub>），其中二氧化碳为生物质分解，不计入温室气体排放。采用以下公式计算基准情景下项目边界内厨余垃圾填埋处理造成的甲烷排放量：

$$E_{CH_4} = \sum_{x=1}^t \left( W_t \times DOC \times e^{-0.185(t-x)} \right) \times k \quad (2)$$

式中：

- $E_{CH_4}$  — 基线情景下项目边界内厨余垃圾填埋所产生的 CH<sub>4</sub> 排放，tCO<sub>2</sub>-e；
- $W_t$  — 第  $t$  年，基线情境下填埋厨余垃圾的数量，t；
- $DOC$  — 厨余垃圾中可降解有机碳（质量比），kgC/kg 废弃物；

- $t$  — 计算厨余垃圾填埋气排放量的年份， $a$ ；
- $x$  — 核算期年数，从第一年开始至计算减排量的第  $t$  年  
( $t=x$ )， $a$ ；
- $k$  — 厨余垃圾填埋排放因子，无量纲，5.712。

## 5.5 项目排放

项目排放包括项目活动情景高温好氧发酵处理系统、厌氧消化处理系统和化石能源及电力、热力消耗所产生的  $CH_4$ 、 $N_2O$  和  $CO_2$  排放量。

计算公式如下：

$$PE = E_{HA} + E_{AD} + E_{ww} + E_{EC} + E_{FC} \quad (3)$$

式中：

- $PE$  — 项目期项目边界内温室气体排放， $tCO_2-e$ ；
- $E_{HA}$  — 项目期项目边界内高温好氧发酵过程中产生的温室气体排放， $tCO_2-e$ ；
- $E_{AD}$  — 项目期项目边界内厌氧消化过程中产生的温室气体排放， $tCO_2-e$ ；
- $E_{ww}$  — 项目期项目边界内污水处理过程中产生的温室气体排放， $tCO_2-e$ ；
- $E_{EC}$  — 项目期项目边界内电力、热力消耗产生的温室气体排放， $tCO_2-e$ ；
- $E_{FC}$  — 项目期项目边界内化石能源消耗产生的温室气体排放， $tCO_2-e$ 。

### 5.5.1 高温好氧发酵过程中温室气体排放

$$E_{HA} = E_{HA,CH_4} + E_{HA,N_2O} \quad (4)$$

式中，

- $E_{HA}$  — 项目期项目边界内高温好氧发酵过程中产生的温室气体排放， $tCO_2-e$ ；
- $E_{HA,CH_4}$  — 项目期项目边界内高温好氧发酵过程中产生的  $CH_4$  排放， $tCO_2-e$ ；

$E_{HA,N_2O}$  — 项目期项目边界内高温好氧发酵过程中产生的  $N_2O$  排放,  $tCO_2-e$ 。

### 5.5.1.1 高温好氧发酵过程 $CH_4$ 排放

$$E_{HA,CH_4} = W_t \times EF_{HA,CH_4} \times GWP_{CH_4} \quad (5)$$

式中,

$E_{HA,CH_4}$  — 项目期项目边界内高温好氧发酵过程中产生的  $CH_4$  排放,  $tCO_2-e$ ;

$W_t$  — 项目期项目边界内进入高温好氧发酵系统的厨余垃圾总量, t;

$EF_{HA,CH_4}$  — 厨余垃圾高温好氧发酵的  $CH_4$  排放因子,  $tCH_4/t$ ;

$GWP_{CH_4}$  —  $CH_4$  的全球增温潜势, 无量纲, 25。

### 5.5.1.2 高温好氧发酵过程 $N_2O$ 排放

$$E_{HA,N_2O} = W_t \times EF_{HA,N_2O} \times GWP_{N_2O} \quad (6)$$

式中,

$E_{HA,N_2O}$  — 项目期项目边界内高温好氧发酵过程中产生的  $N_2O$  排放,  $tCO_2-e$ ;

$W_t$  — 项目期项目边界内进入高温好氧发酵系统的厨余垃圾总量, t;

$EF_{HA,N_2O}$  — 厨余垃圾高温好氧发酵的  $N_2O$  排放因子,  $tN_2O/t$ ;

$GWP_{N_2O}$  —  $N_2O$  的全球增温潜势, 无量纲, 298。

## 5.5.2 厌氧消化过程中温室气体排放

### 5.5.2.1 厌氧消化过程中 $CH_4$ 排放

$$E_{HD} = Q_{CH_4} \times EF_{AD,CH_4} \times GWP_{CH_4} \quad (7)$$

式中,

$E_{HD}$  — 项目期项目边界内厌氧消化过程中因泄漏产生的  $CH_4$  排放,  $tCO_2-e$ ;

$Q_{CH_4}$  — 项目期项目边界厌氧消化过程中产生的  $CH_4$  量, t;

$EF_{AD,CH_4}$  — 厌氧消化过程中泄漏  $CH_4$  的排放因子,  $tCH_4_{\text{泄露}}/tCH_4$

产生；

$GWP_{CH_4}$  —  $CH_4$  的全球增温潜势，无量纲，28。

### 5.5.2.2 厌氧消化过程中产生的 $CH_4$ 量

$$Q_{CH_4} = Q_{biogas} \times f_{CH_4} \times D_{CH_4} \quad (8)$$

式中，

$Q_{CH_4}$  — 项目期项目边界内厌氧消化过程中产生的  $CH_4$  量，t；

$Q_{biogas}$  — 项目期项目边界内厌氧消化过程中产生的沼气的量， $Nm^3_{biogas}$ ；

$f_{CH_4}$  — 项目期项目边界内厌氧消化过程中产生的沼气中甲烷占比， $Nm^3CH_4/Nm^3_{biogas}$ ；

$D_{CH_4}$  — 室温 20°C 和一个标准大气压下的  $CH_4$  密度， $6.7 \times 10^{-4} t/m^3$ 。

### 5.5.3 污水处理产生的排放

如项目活动中产生被厌氧处理（而不是在作为项目活动一部分的厌氧发酵器内被处理）和厌氧储存的污水，或产生未经处理的排放污水，那么项目参与方须采用下面的公式计算废水产生的排放：

$$E_{ww} = Q_{ww} \times P_{COD} \times B_o \times MCF_{ww} \times GWP_{CH_4} \quad (9)$$

式中，

$E_{ww}$  — 项目期项目边界内污水处理产生的排放量（ $tCO_2e$ ）；

$Q_{ww}$  — 项目期项目边界内产生的经厌氧处理或未经处理直接排放的废水量（ $m^3$ ）；

$P_{COD}$  — 项目期项目边界内产生的污水 COD 浓度（ $tCOD/m^3$ ）；

$B_o$  — 最大的甲烷生产能力，表示给定的化学需氧量可产生的最大甲烷量（ $tCH_4/tCOD$ ），取默认值 0.25；

$MCF_{ww}$  — 甲烷转换因子（比例），无量纲，取默认值 0.8；

$GWP_{CH_4}$  — 甲烷的全球温升潜势值，无量纲，28。

### 5.5.4 电力、热力消耗引起的温室气体排放

$$E_{EC} = E_{\text{电力}} \times EF_{\text{电力}} + E_{\text{热力}} \times EF_{\text{热力}} \quad (10)$$

式中，

- $E_{EC}$  — 项目期项目边界内电力、热力消耗产生的排放量，tCO<sub>2</sub>-e；
- $E_{\text{电力}}$  — 项目期项目边界内电力消耗量，MWh；
- $EF_{\text{电力}}$  — 电力排放因子，tCO<sub>2</sub>/MWh；
- $E_{\text{热力}}$  — 项目期项目边界内热力消耗量，GJ；
- $EF_{\text{热力}}$  — 热力排放因子，tCO<sub>2</sub>/GJ。

### 5.5.5 化石能源燃烧温室气体排放

$$E_{FC} = \sum_i (FG_i \times EF_i) \quad (11)$$

式中，

- $E_{FC}$  — 项目期项目边界内化石能源燃烧所产生的 CO<sub>2</sub> 排放，tCO<sub>2</sub>-e；
- $FG_i$  — 项目期项目边界内，第  $i$  种化石能源燃烧量，单位为能源  $i$  实物量：固体或液体，t；气体，10<sup>4</sup>Nm<sup>3</sup>；
- $EF_i$  — 第  $i$  种能源的二氧化碳排放因子，tCO<sub>2</sub>/t 或 tCO<sub>2</sub>/10<sup>4</sup>Nm<sup>3</sup>；
- $i$  — 1, 2, 3..., 能源种类。

$$EF_i = NCV_i \times CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12} \quad (12)$$

式中，

- $EF_i$  — 第  $i$  种化石能源的排放因子，单位为吨二氧化碳/吉焦 (tCO<sub>2</sub>/GJ)；
- $NCV_i$  — 第  $i$  种化石能源的低位发热量，单位为吉焦单位质量或体积 (GJ/t, GJ/m<sup>3</sup>)；
- $CC_i$  — 第  $i$  种化石能源的单位热值含碳量，单位为吨碳/吉焦 (tC/GJ)；
- $OF_i$  — 第  $i$  种化石能源的碳氧化率，单位为百分比 (%)；
- $\frac{44}{12}$  — CO<sub>2</sub> 与 C 的相对分子质量之比；

$i$  — 1, 2, 3..., 能源种类。

## 5.6 泄漏

根据本方法学的适用条件，基于鼓励正面清单技术应用、降低监测成本，本方法学不考虑泄漏，视为 0。

## 5.7 项目减排量计算

项目减排量等于一定时间内厨余垃圾卫生填埋过程产生的温室气体排放量减去厨余垃圾资源化利用过程产生的温室气体排放量，公式如下：

$$CDCER = BE - PE \quad (13)$$

式中：

$CDCER$  — 项目减排量， $tCO_2-e$ ；

$BE$  — 基线情景下项目边界内温室气体排放， $tCO_2-e$ ；

$PE$  — 项目期项目边界内温室气体排放， $tCO_2-e$ ；

## 6. 监测程序

项目参与方需提供相关证明材料和数据，包括：

- 项目符合和满足本方法学适用条件的证明材料；
- 计算项目减排量的证明材料和数据。

### 6.1 需要监测的数据和参数

本方法学需要监测的数据包括项目期项目边界内厨余垃圾资源化处理量，厌氧消化过程中产生的沼气量，产生的经厌氧处理或未经处理直接排放的废水量，产生的废水的 COD 浓度，电力、热力消耗量，化石能源燃烧量。

具体描述和数据来源参见下表：

数据/参数	$W_i$
单位	t
应用的公式编号	公式 (2) (5) (6)
描述	基线情境下填埋的厨余垃圾的数量，项目期厨余垃圾资源化处理量
数据源	项目方厨余垃圾资源化处理量（需提供生产统计台账或委托协议）
监测频次	每次进料时进行计量，或每次处理时进行计量，数据每次汇总，每月汇总
说明	/

数据/参数	$Q_{biogas}$
单位	$Nm^3_{biogas}$
应用的公式编号	公式（8）
描述	项目期项目边界内厌氧消化过程中产生的沼气的量
数据源	项目方体积流量计计量（需提供生产台账或统计报表）
监测频次	连续监测，数据每月汇总，每年汇总
说明	/

数据/参数	$Q_{ww}$
单位	$m^3$
应用的公式编号	公式（9）
描述	项目期项目边界内产生的经厌氧处理或未经处理直接排放的废水量
数据源	流量计监测
监测频次	连续监测，数据每月汇总，每年汇总
说明	/

数据/参数	$P_{COD}$
单位	tCOD/ $m^3$
应用的公式编号	公式（9）
描述	项目期项目边界内产生的污水 COD 浓度
数据源	数据源优先顺序： （a）项目方按照现行相关标准测定的数据（需提供检测记录） （b）委托具有资质的检测单位测定的数据（需提供检测报告） （c）项目设计文件数值
监测频次	每月监测，每年汇总
说明	如废水未进行厌氧处理，则无需监测此参数，排放假设为 0。

数据/参数	$E_{\text{电力}}$
单位	MWh
应用的公式编号	公式（10）
描述	项目期项目边界内电力消耗量
数据源	数据源优先顺序：

	(a) 项目参与方电力消耗结算发票 (b) 项目参与方电表计量台账 (需提供生产台账或统计报表)
监测频次	每月或连续监测, 数据每月汇总, 每年汇总
说明	/

数据/参数	$E_{\text{热力}}$
单位	GJ
应用的公式编号	公式 (10)
描述	项目期项目边界内热力消耗量
数据源	数据源优先顺序: (a) 项目参与方热力消耗结算发票 (b) 项目参与方蒸汽或热水流量计计量台账 (需提供生产台账或统计报表)
监测频次	每月或连续监测, 数据每月汇总, 每年汇总
说明	/

数据/参数	$FG_i$
单位	固体或液体燃料, t; 气体燃料, $10^4\text{Nm}^3$ 。
应用的公式编号	公式 (11)
描述	项目期项目边界内, 第 $i$ 种化石能源燃烧量
数据源	数据源优先顺序: (a) 项目参与方能源采购发票 (b) 项目参与方能源计量台账 (需提供生产台账或统计报表)
监测频次	每月或连续监测, 数据每月汇总, 每年汇总。
说明	/

## 6.2 不需要监测的数据和参数

本方法学中不需要监测的数据和参数包括: 厨余垃圾中可降解有机碳, 厨余垃圾高温好氧发酵的  $\text{CH}_4$  和  $\text{N}_2\text{O}$  排放因子, 厌氧消化过程中泄漏产生的  $\text{CH}_4$  排放因子, 厌氧消化过程中产生的沼气中甲烷占比, 电力、热力排放因子; 各类化石能源的二氧化碳排放因子, 详见附录 A。

数据/参数	$DOC$
单位	kgC/kg 废弃物

应用的公式编号	公式（2）
描述	厨余垃圾中可降解有机碳（质量比）
数据源	数据源优先顺序： （a）项目方按照现行相关标准测定的数据（需提供检测记录） （b）委托具有资质的检测单位测定的数据（需提供检测报告） （c）公开发表的成都市数据（需提供数据来源） （d）默认值：0.2465
监测频次	每次进料时进行监测，每次汇总，每年汇总
说明	/

数据/参数	$EF_{HA,CH_4}$
单位	tCH <sub>4</sub> /t
应用的公式编号	公式（5）
描述	厨余垃圾高温好氧发酵的 CH <sub>4</sub> 排放因子
数据源	数据源优先顺序： （a）项目方按照现行相关标准测定的数据（需提供检测记录） （b）委托具有资质的检测单位测定的数据（需提供检测报告） （c）公开发表的成都市数据（需提供数据来源） （d）默认值：0.002
说明	/

数据/参数	$EF_{HA,N_2O}$
单位	tN <sub>2</sub> O/t
应用的公式编号	公式（6）
描述	厨余垃圾高温好氧发酵的 N <sub>2</sub> O 排放因子
数据源	数据源优先顺序： （a）项目方按照现行相关标准测定的数据（需提供检测记录） （b）委托具有资质的检测单位测定的数据（需提供检测报告） （c）公开发表的成都市数据（需提供数据来源） （d）默认值：0.0002
说明	/

数据/参数	$EF_{AD,CH_4}$	
单位	tCH <sub>4</sub> 泄露/t CH <sub>4</sub> 产生	
应用的公式编号	公式 (7)	
描述	厌氧消化过程中泄漏产生的 CH <sub>4</sub> 排放因子	
数据源	数据源优先顺序： (a) 项目方按照现行相关标准测定的数据（需提供检测记录） (b) 委托具有资质的检测单位测定的数据（需提供检测报告） (c) 公开发表的成都市数据（需提供数据来源） (d) 默认值，见下表：	
	厌氧处理类型	$EF_{AD,CH_4}$
	用钢或内存混凝土或玻璃纤维和气体保持系统和整体结构的沼气池（蛋形蒸煮器）	0.028
	UASB 型蒸煮器，不含外部谁的浮动式气体保持器，密封	0.05
	无衬里混凝土/铁板/砖石砌体的沼气池；整体固定式圆顶蒸煮器，覆盖厌氧盐水	0.10
说明	/	

数据/参数	$f_{CH_4}$	
单位	Nm <sup>3</sup> CH <sub>4</sub> /Nm <sup>3</sup> biogas	
应用的公式编号	公式 (8)	
描述	项目期项目边界内厌氧消化过程中产生的沼气中甲烷占比	
数据源	数据源优先顺序： (a) 项目方按照现行相关标准测定的数据（需提供检测记录） (b) 委托具有资质的检测单位测定的数据（需提供检测报告） (c) 公开发表的成都市数据（需提供数据来源） (d) 默认值：0.6	
说明	/	

数据/参数	$EF_{\text{电力}}, EF_{\text{热力}}$	
单位	tCO <sub>2</sub> /MWh, tCO <sub>2</sub> /GJ	
应用的公式编号	公式 (10)	

描述	电力、热力排放因子	
数据源	默认值，见下表：	
	能耗种类	排放因子
	电网购入电力	0.5257 tCO <sub>2</sub> /MWh
	自产沼气发电、可再生能源、余热发电	0
	外购热力	0.11tCO <sub>2</sub> /GJ
	自产沼气供热、余热回收	0
说明	/	

## 附录 A

(资料性附录)

### 常见能源二氧化碳排放因子

表 A.1 常见能源二氧化碳排放因子表

化石燃料排放 因子	燃料品种	低位发热量 (GJ/t 或 GJ/10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup> )	单位热值含碳量 <sup>d</sup> (tC/GJ)	碳氧化率 (%) <sup>d</sup>
	无烟煤	26.700 <sup>a</sup>	27.49×10 <sup>-3</sup>	94%
	一般烟煤	19.570 <sup>b</sup>	26.18×10 <sup>-3</sup>	93%
	原油	41.816 <sup>c</sup>	20.10×10 <sup>-3</sup>	98%
	燃料油	41.816 <sup>c</sup>	21.10×10 <sup>-3</sup>	98%
	汽油	43.070 <sup>c</sup>	18.90×10 <sup>-3</sup>	98%
	柴油	42.652 <sup>c</sup>	20.20×10 <sup>-3</sup>	98%
	一般煤油	43.070 <sup>c</sup>	19.60×10 <sup>-3</sup>	98%
	其他油品	40.200 <sup>c</sup>	20.00×10 <sup>-3</sup>	98%
	液化石油气	50.179 <sup>c</sup>	17.20×10 <sup>-3</sup>	98%
	天然气	389.310 <sup>d</sup>	15.30×10 <sup>-3</sup>	99%

a 数据来源为《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》  
 b 数据来源为《中国温室气体清单研究》(2007)  
 c 数据来源为《中国能源统计年鉴 2013》  
 d 数据来源为《省级温室气体清单指南(试行)》

# 成都市“碳惠天府”机制碳减排项目方法学

## 厨余垃圾资源化利用

### （资源节约类-04）

#### 1.来源

按照《成都市人民政府关于构建“碳惠天府”机制的实施意见》（成府发〔2020〕4号）、《成都市人民政府办公厅关于印发成都市深化“碳惠天府”机制建设行动方案的通知》（成办函〔2022〕85号）相关要求，着力构建制度标准体系，为进一步丰富“碳惠天府”机制碳减排项目方法学，规范碳减排量核算，统筹推进项目开发消纳，特编制《成都市“碳惠天府”机制碳减排项目方法学厨余垃圾资源化利用》（资源节约类-04）。

成都市厨余垃圾资源化利用项目通过在一个装有沼气回收系统的封闭反应器内对厨余垃圾有机质进行厌氧发酵，并对厌氧发酵产生的甲烷进行回收和能源化利用从而减少温室气体排放。项目的减排量等于一定时间内基准线情景下厨余垃圾填埋分解的甲烷排放以及与发电相关的基准情景排放减去项目活动设施运行所消耗的化石燃料燃烧排放和电力排放、厌氧发酵系统物理泄漏所产生的甲烷排放、废水处理产生的排放。

#### 2.定义

本方法学应用了以下定义：

**餐厨垃圾：**餐馆、饭店、单位食堂的饮食剩余物以及后厨的果蔬、肉食、油脂、面点等的加工过程废弃物。

**家庭厨余垃圾：**家庭日常生活中丢弃的果蔬及食物下脚料、剩菜剩饭、瓜果皮等易腐有机垃圾。

**其它厨余垃圾：**农贸市场等产生的除家庭厨余之外的易腐有机垃圾。

**厨余垃圾：**指餐厨垃圾、家庭厨余垃圾、其它厨余垃圾的总称。

**厌氧发酵器：**通过对液体或固体垃圾进行厌氧消化产生沼气的设备。发酵器被覆盖或是密封，以使沼气能被收集用于供热和发电。

**厌氧发酵：**在厌氧微生物的作用下，降解厨余垃圾中有机质，产生  $\text{CH}_4$ 、

CO<sub>2</sub> 和其他物质的生物化学过程。

**沼气：**厌氧发酵器中产生的气体。通常情况下，这种气体是由 50%到 70% 的 CH<sub>4</sub> 和 30%到 50%的 CO<sub>2</sub>，以及少量的 H<sub>2</sub>S 和 NH<sub>3</sub>（1%到 5%）组成。

**沼渣/沼液：**厌氧发酵器中失去厌氧消化功能的物质。沼渣/沼液可以是液体，半固体或固体。沼渣/沼液可以进一步进行有氧稳定（如堆肥），在土壤中施用，送往固体废物处理场或储存在仓库或蒸发池。

### 3.适用条件

本方法学适用于成都市范围内，对厨余垃圾厌氧发酵产生的甲烷进行能源化利用的项目产生的减排量核算。使用本方法学必须符合以下条件：

（1）拟开展的项目活动应符合国家、四川省、成都市政府颁布的有关政策措施；

（2）拟开展的项目活动通过在一个装有沼气回收系统的封闭厌氧发酵器内进行厌氧发酵，进而对厨余垃圾有机物质的生物处理过程进行控制；

（3）拟开展的项目活动须确保从发酵器回收的沼气都进行了能源化利用，即采用并网发电的方式利用回收的沼气。如果回收的沼气有部分用于项目活动的锅炉产热和/或自发电使用，在计算此部分项目排放时其排放因子默认为 0；

（4）拟开展的项目活动发酵后的沼渣须在有氧条件下贮存或外运处理；

（5）项目活动减排量核算周期以年为单位，最少为 1 年。

### 4.规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修订单）适用于本文件。

Emissions from solid waste disposal sites（V8.1）  
固体废物处理站的排放计算工具（第 8.1 版）  
方法学工具

Project and leakage emissions from anaerobic digesters（V2.0）  
厌氧分解池项目和泄漏排放的计算工具（第 2.0 版）  
方法学工具

Demonstration of additionality of small-scale project activities  
（V13.1）  
小规模项目额外性论证工具（第 13.1 版）  
方法学工具

### 5.基准线方法

## 5.1 项目边界

本方法学项目边界包括：

(1) 在基准线情景下，对厨余垃圾处理并产生甲烷排放的地点，如垃圾填埋场；

(2) 在项目活动下，对厨余垃圾进行厌氧发酵处理产生沼气并进行回收利用的地点，以及对项目活动产生的废水处理的地点；

(3) 项目活动涉及并网发电，项目边界的空间范围也包括与项目活动所在区域电力系统连接的所有电厂。

项目边界不包括厨余垃圾收集和运输环节。

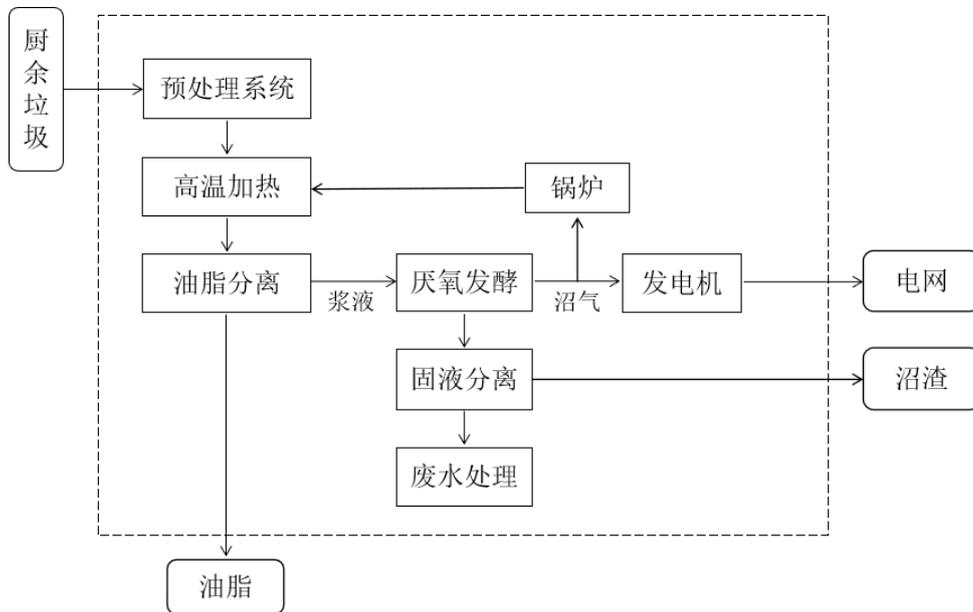


图 1 项目边界示意图

对项目边界内温室气体排放种类的选择见表 1。

表 1 项目边界内温室气体排放种类的选择

排放源	温室气体种类	是否选择	理由或解释	
基准线情景	厨余垃圾填埋产生的排放	CH <sub>4</sub>	是	主要排放源
		N <sub>2</sub> O	否	次要排放源，简化不予考虑
		CO <sub>2</sub>	否	分解有机废弃物产生的 CO <sub>2</sub> 排放不予考虑
	与发电相关的基准线排放	CO <sub>2</sub>	是	主要排放源，项目活动并网发电替代电网电量
		CH <sub>4</sub>	否	次要排放源，简化不予考虑

		N <sub>2</sub> O	否	次要排放源，简化不予考虑
项目 活动 情景	现场化石 燃料燃烧 产生的排 放	CO <sub>2</sub>	是	主要排放源
		CH <sub>4</sub>	否	次要排放源，简化不予考虑
		N <sub>2</sub> O	否	次要排放源，简化不予考虑
	现场电力 消耗产生 的排放	CO <sub>2</sub>	是	主要排放源
		CH <sub>4</sub>	否	次要排放源，简化不予考虑
		N <sub>2</sub> O	否	次要排放源，简化不予考虑
	厌氧发酵 系统物理 泄露产生 的排放	CH <sub>4</sub>	是	主要排放源
		N <sub>2</sub> O	否	次要排放源，简化不予考虑
		CO <sub>2</sub>	否	分解有机废弃物产生的 CO <sub>2</sub> 排放不予考虑
	废水处理 产生的排 放	CH <sub>4</sub>	是	主要排放源
		N <sub>2</sub> O	否	次要排放源，简化不予考虑
		CO <sub>2</sub>	否	分解有机废弃物产生的 CO <sub>2</sub> 排放不予考虑

## 5.2 项目期和计入期

项目方须说明项目活动的开始时间、计入期和项目期。

项目活动的开始时间是指项目建成投产的时间。

计入期是指对拟议项目活动产生的减排量进行计量和核证的时间区间，计入期开始时间不得早于项目活动的开始时间，不得晚于项目活动结束时间。计入期最长不超过 5 年。

项目期是指自项目活动开始到项目活动结束的间隔时间。

## 5.3 基准线情景

基准线情景是指在没有项目活动的情况下，在项目边界内厨余垃圾卫生填埋且产生的甲烷排放到大气中，基准线情景还包括继续由华中电网提供等量电力。

根据本方法学的适用条件，厨余垃圾资源化利用项目属于成都市重点支持对象（即正面清单技术），符合国家及成都市厨余垃圾无害化处理工作要求，因此对于年减排量小于等于 60,000 tCO<sub>2</sub>e 的厨余垃圾资源化利用项目，参考

CDM“小规模项目额外性论证工具”，免于论证额外性；对于年减排量大于60,000 tCO<sub>2</sub>e 的厨余垃圾资源化利用项目，需论证项目活动因存在一个或多个障碍（如政策法规障碍、投资障碍、技术障碍等）而不能实施从而具备额外性。

#### 5.4 基准线排放

基准线排放包括项目活动不存在的情况下厨余垃圾填埋过程中可降解有机碳分解排放的甲烷以及与发电相关的基准情景排放。

基准线排放按如下公式计算：

$$BE_y = BE_{CH_4,y} + BE_{EC,y} \quad (1)$$

其中：

- $BE_y$  — 第 y 年项目的基准线排放量（tCO<sub>2</sub>e）；
- $BE_{CH_4,y}$  — 第 y 年在没有项目活动的情况下，厨余垃圾填埋产生的甲烷排放量（tCO<sub>2</sub>e）；
- $BE_{EC,y}$  — 第 y 年与发电相关的基准线排放（tCO<sub>2</sub>）。

##### 5.4.1 厨余垃圾填埋产生的甲烷排放

厨余垃圾填埋产生的甲烷排放应用“固体废弃物处理站的排放计算工具”进行确定，计算公式如下：

$$E_{CH_4,y} = \varphi_y \times (1 - f_y) \times GWP_y \times (1 - OX) \times \frac{16}{12} \times F \times DOC_{f,y} \times MCF_y \times \sum_{x=1}^y (W_y \times DOC \times e^{-k(y-x)} \times (1 - e^{-k})) \quad (2)$$

根据式中相关参数默认值，可将公式简化如下：

$$E_{CH_4,y} = 5.712 \times \sum_{x=1}^y (0.0253 \times e^{-0.185(y-x)} \times W_y) \quad (3)$$

式中：

- $BE_{CH_4,y}$  — 第 y 年在没有项目活动的情况下，厨余垃圾填埋产生的甲烷排放量（tCO<sub>2</sub>e）；
- $\varphi_y$  — 第 y 年不确定性修正因子。本方法学采用《固体废弃物处理站的排放计算工具》中湿润地区默认值 0.85，无量纲；

$f_y$	—	填埋场甲烷收集后通过其它方式焚毁、燃烧、或利用的比例。本方法学根据当前强制法规未指定应销毁的垃圾填埋气的量或百分比，但要求安装捕获和焚烧垃圾填埋气的系统，因此取值为 0.2，无量纲；
$GWP_{CH_4}$	—	甲烷的全球温升潜势值，取 28，无量纲；
$OX$	—	甲烷氧化因子，根据 IPCC2006 取 0.1，无量纲；
$F$	—	填埋场气体中甲烷的比例（体积分数），根据 IPCC2006 取 0.5，无量纲；
$DOC_{f,y}$	—	第 y 年在填埋场特定条件下分解的可降解有机碳（DOC）的比例，根据 IPCC2006 取 0.5，无量纲；
$MCF_y$	—	第 y 年甲烷修正因子。本方法学采用《固体废弃物处理站的排放计算工具》中管理类填埋场默认值 1.0，无量纲；
$W_y$	—	第 y 年基准线情景下填埋的厨余垃圾数量（t）；
$DOC$	—	厨余垃圾中可降解有机碳含量（质量比），根据 IPCC2006 取默认值 15%；
$k$	—	厨余垃圾的降解率，本方法学采用 IPCC2006 中温带及寒带湿润地区默认值 0.185，无量纲；
$x$	—	厨余垃圾填埋的时间段，从计入期第一年（ $x = 1$ ）到计算排放量的年份（ $x = y$ ）；
$y$	—	计算甲烷排放的计入期年份（y 连续 12 个月）。

#### 5.4.1 与发电相关的基准线排放

与发电相关的基准线排放为项目活动产生的电量替代电网电力的排放，计算公式如下：

$$BE_{EC,y} = EG_{BL,y} \times EF_{grid} \quad (4)$$

其中：

$BE_{EC,y}$	—	第 y 年与发电相关的基准线排放（tCO <sub>2</sub> ）；
$EG_{BL,y}$	—	第 y 年项目活动产生的上网电量（MWh）；
$EF_{grid}$	—	电力排放因子（tCO <sub>2</sub> /MWh）。

## 5.5 项目排放

项目排放包括项目活动设施运行所消耗的化石燃料燃烧排放、电力排放、厌氧发酵系统物理泄漏所产生的甲烷排放和废水处理产生的排放。

计算公式如下：

$$PE_y = PE_{FC,y} + PE_{EC,y} + PE_{phyleakage,y} + PE_{ww,y} \quad (5)$$

其中：

$PE_y$	—	第 y 年项目排放量 (tCO <sub>2</sub> e)；
$PE_{FC,y}$	—	第 y 年项目活动化石燃料燃烧产生的排放量 (tCO <sub>2</sub> )；
$PE_{EC,y}$	—	第 y 年项目活动电力消耗产生的排放量 (tCO <sub>2</sub> )；
$PE_{phyleakage,y}$	—	第 y 年项目活动厌氧发酵系统物理泄露产生的甲烷排放 (tCO <sub>2</sub> e)；
$PE_{ww,y}$	—	第 y 年项目活动废水处理产生的排放量 (tCO <sub>2</sub> e)。

### 5.5.1 化石燃料燃烧产生的排放

项目活动化石燃料燃烧产生的排放量计算公式如下：

$$PE_{FC,y} = \sum_i (FG_i \times NCV_i \times CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12}) \quad (6)$$

其中：

$PE_{FC,y}$	—	第 y 年项目活动化石燃料燃烧产生的排放量 (tCO <sub>2</sub> )；
$FG_i$	—	第 y 年项目活动化石燃料消耗量 (t 或 10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup> )；
$NCV_i$	—	化石燃料低位发热量 (GJ/t 或 GJ/10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup> )；
$CC_i$	—	化石燃料单位热值含碳量 (tC/GJ)；
$OF_i$	—	化石燃料碳氧化率 (%)；
$i$	—	燃料种类。

### 5.5.2 电力消耗产生的排放

项目活动电力消耗产生的排放量计算公式如下：

$$PE_{EC,y} = EG_{PL,y} \times EF_{grid} \quad (7)$$

其中：

- $PE_{EC,y}$  — 第 y 年项目活动电力消耗产生的排放量 (tCO<sub>2</sub>)；
- $EG_{PL,y}$  — 第 y 年项目活动购入电力消耗量 (MWh)；
- $EF_{grid}$  — 电力排放因子 (tCO<sub>2</sub>/MWh)。

### 5.5.3 物理泄漏产生的排放

项目活动中厌氧发酵系统物理泄漏产生的排放量计算公式如下：

$$PE_{phyleakage,y} = Q_{biogass,y} \times EF_{phyleakage} \times w_{CH_4,y} \times D_{CH_4} \times GWP_{CH_4} \quad (8)$$

其中：

- $PE_{phyleakage,y}$  — 第 y 年项目活动厌氧发酵系统物理泄露产生的甲烷排放量 (tCO<sub>2e</sub>)；
- $Q_{biogass,y}$  — 第 y 年项目活动厌氧发酵产生的沼气量 (m<sup>3</sup>)；
- $EF_{phyleakage}$  — 项目活动厌氧发酵系统物理泄露排放因子 (m<sup>3</sup>泄露/m<sup>3</sup>沼气)；
- $w_{CH_4,y}$  — 第 y 年沼气中甲烷含量<sup>1</sup> (体积百分比)；
- $D_{CH_4}$  — 在沼气温度和压力条件下甲烷的密度 (t/m<sup>3</sup>)；
- $GWP_{CH_4}$  — 甲烷的全球温升潜势值，取 28，无量纲。

### 5.5.4 废水处理产生的排放

如果项目活动中产生被厌氧处理（而不是在作为项目活动一部分的厌氧发酵器内被处理）和厌氧储存的废水，或产生未经处理的排放废水，那么项目参与方须采用下面的公式计算废水产生的排放：

$$PE_{ww,y} = Q_{ww,y} \times P_{COD,y} \times B_o \times MCF_{ww} \times GWP_{CH_4} \quad (9)$$

其中：

- $PE_{ww,y}$  — 第 y 年项目活动废水处理产生的排放量 (tCO<sub>2e</sub>)；

---

<sup>1</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。

$Q_{ww,y}$	—	第 y 年项目活动产生的经厌氧处理或未经处理直接排放的废水量 ( $m^3$ ) ;
$P_{COD,y}$	—	第 y 年项目活动产生的废水的 COD 浓度 ( $tCOD/m^3$ ) ;
$B_o$	—	最大的甲烷生产能力, 表示给定的化学需氧量可产生的最大甲烷量 ( $tCH_4/tCOD$ ) , 取默认值 0.25;
$MCF_{ww}$	—	甲烷转换因子 (比例), 取默认值 0.8, 无量纲;
$GWP_{CH_4}$	—	甲烷的全球温升潜势值, 取 28, 无量纲。

## 5.6 泄漏

根据本方法学的适用条件, 基于鼓励正面清单技术应用、降低监测成本, 本方法学不考虑泄漏, 视为 0。

## 5.7 项目减排量计算

项目减排量计算采用如下公式:

$$CDCER = BE_y - PE_y \quad (10)$$

其中:

$CDCER$	—	项目活动减排量 ( $tCO_2e$ ) ;
$BE_y$	—	第 y 年基准线排放量 ( $tCO_2e$ ) ;
$PE_y$	—	第 y 年项目活动排放量 ( $tCO_2e$ ) 。

## 6. 监测程序

项目参与方需提供相关证明材料和数据, 包括:

- 项目符合和满足本方法学适用条件的证明材料;
- 计算项目减排量的证明材料和数据。

### 6.1 需要监测的数据和参数

本方法学需要监测的数据和参数主要包括: 基准线情景下填埋的厨余垃圾数量、项目活动上网电量、项目活动化石燃料消耗量、项目活动购入电力消耗量、项目活动产生的沼气量、沼气中甲烷含量、甲烷的密度、项目活动产生的经厌氧处理或未经处理直接排放的废水量、项目活动产生的废水的 COD 浓度。

具体描述和数据来源参见下表:

数据/参数	$W_y$
-------	-------

单位	t
应用的公式编号	公式 (3)
描述	第 y 年基准线情景下填埋的厨余垃圾数量
数据源	对进入处理系统的厨余垃圾数量进行称重计量
监测频次	每批次计量, 每月记录、每年汇总
说明	用于计算基准线排放

数据/参数	$EG_{BL,y}$
单位	MWh
应用的公式编号	公式 (4)
描述	第 y 年项目活动产生的上网电量
数据源	电表监测, 项目方提供电量报表或相关结算票据
监测频次	连续监测, 每月记录、每年汇总
说明	用于计算基准线排放

数据/参数	$FG_i$
单位	t 或 $10^4\text{Nm}^3$
应用的公式编号	公式 (6)
描述	第 y 年项目活动化石燃料消耗量
数据源	数据源优先顺序: (a) 项目方能源采购发票 (b) 项目方能源计量台账或统计报表
监测频次	每批次或连续监测, 每月记录、每年汇总
说明	用于计算项目排放

数据/参数	$EG_{PL,y}$
单位	MWh
应用的公式编号	公式 (7)
描述	第 y 年项目活动购入电力消耗量
数据源	电表监测, 项目方提供电量报表或购电结算票据
监测频次	连续监测, 每月记录、每年汇总
说明	用于计算项目排放

数据/参数	$Q_{biogass,y}$
单位	$m^3$
应用的公式编号	公式 (8)
描述	第 y 年项目活动产生的沼气量
数据源	流量计监测
监测频次	连续监测, 每月记录、每年汇总
说明	用于计算项目排放

数据/参数	$w_{CH_4,y}$
单位	%
应用的公式编号	公式 (8)
描述	第 y 年沼气中甲烷含量
数据源	数据源优先顺序: (a) 项目方按照现行相关标准测定的数据 (需提供检测记录) (b) 委托具有资质的检测单位测定的数据 (需提供检测报告) (c) 公开发表的成都市数据 (需提供数据来源) (d) 相关文献数据 (需提供数据来源)
监测频次	每年
说明	用于计算项目排放

数据/参数	$D_{CH_4}$
单位	$t/m^3$
应用的公式编号	公式 (8)
描述	在沼气温度和压力条件下甲烷的密度
数据源	数据源优先顺序: (a) 项目方按照现行相关标准测定的数据 (需提供检测记录) (b) 委托具有资质的检测单位测定的数据 (需提供检测报告) (c) 相关文献数据 (需提供数据来源) (d) 取室温 20°C 和标准大气压下甲烷密度 $6.7 \times 10^{-4} t/m^3$
监测频次	/
说明	用于计算项目排放

数据/参数	$Q_{ww,y}$
单位	$m^3$
应用的公式编号	公式 (9)
描述	第 y 年项目活动产生的经厌氧处理或未经处理直接排放的废水量
数据源	流量计监测
监测频次	连续监测，每月记录、每年汇总
说明	用于计算项目排放

数据/参数	$P_{COD,y}$
单位	tCOD/ $m^3$
应用的公式编号	公式 (9)
描述	第 y 年项目活动产生的废水的 COD 浓度
数据源	数据源优先顺序： (a) 项目方按照现行相关标准测定的数据（需提供检测记录） (b) 委托具有资质的检测单位测定的数据（需提供检测报告） (c) 项目设计文件数值
监测频次	/
说明	用于计算项目排放，如果废水未进行厌氧处理，则无需监测此参数，排放假设为 0。

## 6.2 不需要监测的数据和参数

本方法学不需要监测的数据和参数主要包括：化石燃料低位发热量、化石燃料单位热值含碳量、化石燃料碳氧化率、电力排放因子、项目活动厌氧发酵系统物理泄露排放因子。

具体描述和数据来源参见下表：

数据/参数	$NCV_i$
单位	GJ/t 或 GJ/ $10^4Nm^3$
应用的公式编号	公式 (6)
描述	化石燃料低位发热量
数据源	参照附录 A 常见能源二氧化碳排放因子表
说明	用于计算项目排放

数据/参数	$CC_i$
单位	tC/GJ
应用的公式编号	公式 (6)
描述	化石燃料单位热值含碳量
数据源	参照附录 A 常见能源二氧化碳排放因子表
说明	用于计算项目排放

数据/参数	$OF_i$
单位	%
应用的公式编号	公式 (6)
描述	化石燃料碳氧化率
数据源	参照附录 A 常见能源二氧化碳排放因子表
说明	用于计算项目排放

数据/参数	$EF_{grid}$
单位	tCO <sub>2</sub> /MWh
应用的公式编号	公式 (4) 和 (7)
描述	电力排放因子
数据源	《2012 年中国区域电网平均二氧化碳排放因子》华中中区域电网排放因子 0.5257
说明	用于计算基准线排放和项目排放

数据/参数	$EF_{phy leakage}$
单位	m <sup>3</sup> 泄露/m <sup>3</sup> 沼气
应用的公式编号	公式 (8)
描述	项目活动厌氧发酵器物理泄露排放因子
数据源	《厌氧分解池项目和泄漏排放的计算工具 (第 2.0 版)》封闭式厌氧发酵器默认排放因子 0.05
说明	用于计算项目排放

## 附录 A

(资料性附录)

### 常见能源二氧化碳排放因子

表 A.1 常见能源二氧化碳排放因子表

化石燃料排放 因子	燃料品种	低位发热量 (GJ/t 或 GJ/10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup> )	单位热值含碳量 <sup>d</sup> (tC/GJ)	碳氧化率 (%) <sup>d</sup>
	无烟煤	26.700 <sup>a</sup>	27.49×10 <sup>-3</sup>	94%
	一般烟煤	19.570 <sup>b</sup>	26.18×10 <sup>-3</sup>	93%
	原油	41.816 <sup>c</sup>	20.10×10 <sup>-3</sup>	98%
	燃料油	41.816 <sup>c</sup>	21.10×10 <sup>-3</sup>	98%
	汽油	43.070 <sup>c</sup>	18.90×10 <sup>-3</sup>	98%
	柴油	42.652 <sup>c</sup>	20.20×10 <sup>-3</sup>	98%
	一般煤油	43.070 <sup>c</sup>	19.60×10 <sup>-3</sup>	98%
	其他油品	40.200 <sup>c</sup>	20.00×10 <sup>-3</sup>	98%
	液化石油气	50.179 <sup>c</sup>	17.20×10 <sup>-3</sup>	98%
	天然气	389.310 <sup>d</sup>	15.30×10 <sup>-3</sup>	99%

a 数据来源为《2006年 IPCC 国家温室气体清单指南》  
 b 数据来源为《中国温室气体清单研究》(2007)  
 c 数据来源为《中国能源统计年鉴 2013》  
 d 数据来源为《省级温室气体清单指南(试行)》

# 成都市“碳惠天府”机制碳减排项目方法学

## 建筑垃圾资源化利用

### （资源节约类-05）

#### 1.来源

按照《成都市人民政府关于构建“碳惠天府”机制的实施意见》（成府发〔2020〕4号）、《成都市人民政府办公厅关于印发成都市深化“碳惠天府”机制建设行动方案的通知》（成办函〔2022〕85号）相关要求，着力构建制度标准体系，进一步丰富“碳惠天府”机制碳减排项目方法学，规范碳减排量核算，统筹推进项目开发消纳，特编制《成都市“碳惠天府”机制碳减排项目方法学 建筑垃圾资源化利用》（资源节约类-05）。

成都市建筑垃圾资源化利用项目通过将建筑垃圾处理转化为再生骨料，一方面可以避免建筑垃圾填埋，另一方面再生骨料可以替代原生材料碎石和砂从而减少温室气体排放。项目的减排量等于一定时间内基准线情景下建筑垃圾填埋阶段耗能产生的温室气体排放量以及生产原生材料碎石和砂所产生的温室气体排放量减去项目活动再生骨料生产过程所产生的排放。

#### 2.定义

本方法学应用了以下定义：

**建筑垃圾：**是工程渣土、工程泥浆、工程垃圾、拆除垃圾和装修垃圾等的总称，包括新建、扩建、改建和拆除各类建筑物、构筑物、管网等以及居民装饰装修房屋过程中产生的弃土、弃料和其他废弃物，不包括经检验、鉴定为危险废物的建筑垃圾。

**再生骨料：**由建筑垃圾中的混凝土、砂浆、石或砖瓦等加工而成的、可作为某些再生建材产品原材料的、具有一定粒径的颗粒。其中，粒径大于4.75mm的，称为再生粗骨料；粒径不大于4.75mm的，称为再生细骨料。再生粗骨料可替代碎石，再生细骨料可替代砂。

#### 3.适用条件

本方法学适用于成都市范围内，对建筑垃圾进行资源化利用生产再生骨料

的减排量核算。使用本方法学必须符合以下条件：

(1) 拟开展的项目活动应符合国家、四川省、成都市政府颁布的有关政策措施；

(2) 拟开展的项目活动生产的再生骨料质量应当符合国家、行业和地方标准的有关规定；

(3) 项目活动减排量核算周期以年为单位，最少为 1 年。

#### 4.规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修订单）适用于本文件。

建筑碳排放计算标准

GB/T 51366-2019

Demonstration of additionality of small-scale project activities

(V13.1)

方法学工具

小规模项目额外性论证工具（第 13.1 版）

#### 5.基准线方法

##### 5.1 项目边界

本方法学项目边界包括：

- (1) 在基准线情景下，对建筑垃圾填埋处理的地点，如垃圾填埋场；
- (2) 在没有项目活动的情况下，生产原生材料碎石和砂的地点；
- (3) 在项目活动下，项目方对建筑垃圾进行资源化利用生产再生骨料的地点。

为简化计算，本方法学基准线情景及项目活动均不包括建筑垃圾收集和运输环节。

对项目边界内温室气体排放种类的选择见表 1。

表 1 项目边界内温室气体排放种类的选择

排放源		温室气体种类	是否选择	理由或解释
基准线情景	建筑垃圾填埋产生的排放	CO <sub>2</sub>	是	主要排放源
		CH <sub>4</sub>	否	次要排放源，简化不予考虑

	碎石和砂产生的排放	N <sub>2</sub> O	否	次要排放源，简化不予考虑
		CO <sub>2</sub>	是	主要排放源
		CH <sub>4</sub>	否	次要排放源，简化不予考虑
		N <sub>2</sub> O	否	次要排放源，简化不予考虑
项目活动情景	化石燃料燃烧产生的排放	CO <sub>2</sub>	是	主要排放源
		CH <sub>4</sub>	否	次要排放源，简化不予考虑
		N <sub>2</sub> O	否	次要排放源，简化不予考虑
	电力消耗产生的排放	CO <sub>2</sub>	是	主要排放源
		CH <sub>4</sub>	否	次要排放源，简化不予考虑
		N <sub>2</sub> O	否	次要排放源，简化不予考虑

## 5.2 项目期和计入期

项目方须说明项目活动的开始时间、计入期和项目期。

项目活动的开始时间是指项目建成投产的时间。

计入期是指对拟议项目活动产生的减排量进行计量和核证的时间区间，计入期开始时间不得早于项目活动的开始时间，不得晚于项目活动结束时间。计入期最长不超过 5 年。

项目期是指自项目活动开始到项目活动结束的间隔时间。

## 5.3 基准线情景

基准线情景是指在没有项目活动的情况下，将项目边界内的建筑垃圾进行填埋，且继续由传统工艺生产碎石和砂。

根据本方法学的适用条件，建筑垃圾资源化利用项目属于成都市重点支持对象（即正面清单技术），符合国家及成都市建筑垃圾回收利用处理工作要求，因此对于年减排量小于等于 60,000 tCO<sub>2</sub>e 的建筑垃圾资源化利用项目，参考 CDM“小规模项目额外性论证工具”，免于论证额外性；对于年减排量大于 60,000 tCO<sub>2</sub>e 的建筑垃圾资源化利用项目，需论证项目活动因存在一个或多个障碍（如政策法规障碍、投资障碍、技术障碍等）而不能实施从而具备额外性。

## 5.4 基准线排放

基准线排放为项目活动不存在的情况下将建筑垃圾进行填埋且由传统工艺

生产与建筑垃圾再生骨料同等数量的碎石和砂导致的排放。基准线排放按如下公式计算：

$$BE_y = M_{\text{建筑垃圾}} \times EF_{\text{填埋}} + P_{\text{粗骨料}} \times EF_{\text{碎石}} + P_{\text{细骨料}} \times EF_{\text{砂}} \quad (1)$$

其中：

- $BE_y$  — 第 y 年项目的基准线排放量 (tCO<sub>2</sub>)
- $M_{\text{建筑垃圾}}$  — 第 y 年项目建筑垃圾处理量 (t)
- $EF_{\text{填埋}}$  — 建筑垃圾填埋的碳排放因子 (tCO<sub>2</sub>/t)
- $P_{\text{粗骨料}}$  — 第 y 年项目产生的再生粗骨料的量 (t)
- $EF_{\text{碎石}}$  — 碎石的碳排放因子 (tCO<sub>2</sub>/t)
- $P_{\text{细骨料}}$  — 第 y 年项目产生的再生细骨料的量 (t)
- $EF_{\text{砂}}$  — 砂的碳排放因子 (tCO<sub>2</sub>/t)

## 5.5 项目排放

项目排放包括项目活动所消耗的化石燃料燃烧排放和电力排放。计算公式如下：

$$PE_y = PE_{FC,y} + PE_{EC,y} \quad (2)$$

其中：

- $PE_y$  — 第 y 年项目排放量 (tCO<sub>2</sub>)
- $PE_{FC,y}$  — 第 y 年项目活动化石燃料燃烧产生的排放量 (tCO<sub>2</sub>)
- $PE_{EC,y}$  — 第 y 年项目活动电力消耗产生的排放量 (tCO<sub>2</sub>)

### 5.5.1 化石燃料燃烧产生的排放

项目活动化石燃料燃烧产生的排放量计算公式如下：

$$PE_{FC,y} = \sum_i (FG_i \times NCV_i \times CC_i \times OF_i \times \frac{44}{12}) \quad (3)$$

其中：

- $PE_{FC,y}$  — 第 y 年项目活动化石燃料燃烧产生的排放量 (tCO<sub>2</sub>)
- $FG_i$  — 第 y 年项目活动化石燃料消耗量 (t 或 10<sup>4</sup>Nm<sup>3</sup>)
- $NCV_i$  — 化石燃料低位发热量 (GJ/t 或 GJ/10<sup>4</sup>Nm<sup>3</sup>)

$CC_i$	—	化石燃料单位热值含碳量 (tC/GJ)
$OF_i$	—	化石燃料碳氧化率 (%)
$i$	—	燃料种类

### 5.5.2 电力消耗产生的排放

项目活动电力消耗产生的排放量计算公式如下：

$$PE_{EC,y} = E_{\text{电力}} \times EF_{\text{电力}} \quad (4)$$

式中，

$PE_{EC,y}$	—	第 y 年项目活动电力消耗产生的排放量 (tCO <sub>2</sub> )
$E_{\text{电力}}$	—	第 y 年项目活动消耗的电网电量 (MWh)
$EF_{\text{电力}}$	—	电力排放因子 (tCO <sub>2</sub> /MWh)

### 5.6 泄漏

根据本方法学的适用条件，基于鼓励正面清单技术应用、降低监测成本，本方法学不考虑泄漏，视为 0。

### 5.7 项目减排量计算

项目减排量计算采用如下公式：

$$CDCER = BE_y - PE_y \quad (5)$$

式中：

$CDCER$	—	项目活动减排量 (tCO <sub>2</sub> )
$BE_y$	—	第 y 年基准线排放量 (tCO <sub>2</sub> )
$PE_y$	—	第 y 年项目活动排放量 (tCO <sub>2</sub> )

## 6. 监测程序

项目参与方需提供相关证明材料和数据，包括：

- 项目符合和满足本方法学适用条件的证明材料；
- 计算项目减排量的证明材料和数据。

### 6.1 需要监测的数据和参数

本方法学需要监测的数据和参数主要包括：项目活动处理的建筑垃圾量、项目活动产生的建筑垃圾再生骨料量、项目活动化石燃料消耗量、项目活动消耗的电网电量。

具体描述和数据来源参见下表：

数据/参数	$M_{\text{建筑垃圾}}$
单位	t
应用的公式编号	公式 (1)
描述	第 y 年项目建筑垃圾处理量
数据源	对项目活动处理的建筑垃圾进行称重计量
监测频次	每批次或连续监测，每月记录、每年汇总
说明	用于计算基准线排放

数据/参数	$P_{\text{粗骨料}}$
单位	t
应用的公式编号	公式 (1)
描述	第 y 年项目产生的再生粗骨料的量
数据源	对项目活动产生的建筑垃圾再生粗骨料进行称重计量
监测频次	每批次或连续监测，每月记录、每年汇总
说明	用于计算基准线排放

数据/参数	$P_{\text{细骨料}}$
单位	t
应用的公式编号	公式 (1)
描述	第 y 年项目产生的再生细骨料的量
数据源	对项目活动产生的建筑垃圾再生细骨料进行称重计量
监测频次	每批次或连续监测，每月记录、每年汇总
说明	用于计算基准线排放

数据/参数	$FG_i$
单位	t 或 $10^4\text{Nm}^3$
应用的公式编号	公式 (3)
描述	第 y 年项目活动化石燃料消耗量
数据源	数据源优先顺序： (a) 项目方能源采购发票 (b) 项目方能源计量台账或统计报表
监测频次	每批次或连续监测，每月记录、每年汇总

说明	用于计算项目排放
----	----------

数据/参数	$E_{\text{电力}}$
单位	MWh
应用的公式编号	公式（4）
描述	第 y 年项目活动消耗电网电量
数据源	电表监测，项目方提供电量报表或购电结算票据
监测频次	连续监测，每月记录、每年汇总
说明	用于计算项目排放

## 6.2 不需要监测的数据和参数

本方法学不需要监测的数据和参数主要包括：建筑垃圾填埋的碳排放因子、碎石和砂的碳排放因子、化石燃料低位发热量、化石燃料单位热值含碳量、化石燃料碳氧化率、电网排放因子。

具体描述和数据来源参见下表：

数据/参数	$EF_{\text{填埋}}$
单位	tCO <sub>2</sub> /t
应用的公式编号	公式（1）
描述	建筑垃圾填埋的碳排放因子
数据源	默认值：2.94 × 10 <sup>-3</sup> tCO <sub>2</sub> /t（数据来源：参考文献资料 <sup>1</sup> 中填埋建筑垃圾所消耗的柴油和电力，根据本方法学柴油排放因子和电力排放因子计算得出）
说明	用于计算基准线排放

数据/参数	$EF_{\text{碎石}}$
单位	tCO <sub>2</sub> /t
应用的公式编号	公式（1）
描述	碎石的碳排放因子
数据源	《建筑碳排放计算标准》（GB/T 51366-2019）中碎石的碳排放因子

<sup>1</sup> 雷斌，余林杰，张冬，等.基于 LCA 的再生骨料沥青混合料环境效应分析[J].水利规划与设计，2022（9）：69-76，71.

	$2.18 \times 10^{-3} \text{ tCO}_2/\text{t}$
说明	用于计算基准线排放

数据/参数	$EF_{\text{砂}}$
单位	$\text{tCO}_2/\text{t}$
应用的公式编号	公式 (1)
描述	砂的碳排放因子
数据源	《建筑碳排放计算标准》(GB/T 51366-2019) 中砂的碳排放因子 $2.51 \times 10^{-3} \text{ tCO}_2/\text{t}$
说明	用于计算基准线排放

数据/参数	$NCV_i$
单位	$\text{GJ/t}$ 或 $\text{GJ}/10^4\text{Nm}^3$
应用的公式编号	公式 (3)
描述	化石燃料低位发热量
数据源	参照附录 A 常见能源二氧化碳排放因子表
说明	用于计算项目排放

数据/参数	$CC_i$
单位	$\text{tC/GJ}$
应用的公式编号	公式 (3)
描述	化石燃料低位发热量
数据源	参照附录 A 常见能源二氧化碳排放因子表
说明	用于计算项目排放

数据/参数	$OF_i$
单位	%
应用的公式编号	公式 (3)
描述	化石燃料碳氧化率
数据源	参照附录 A 常见能源二氧化碳排放因子表
说明	用于计算项目排放

数据/参数	$EF_{\text{电力}}$
单位	tCO <sub>2</sub> /MWh
应用的公式编号	公式（4）
描述	电力排放因子
数据源	《2012年中国区域电网平均二氧化碳排放因子》华中中区域电网排放因子 0.5257 tCO <sub>2</sub> /MWh
说明	用于计算项目排放

## 附录 A

(资料性附录)

### 常见能源二氧化碳排放因子

表 A.1 常见能源二氧化碳排放因子表

化石燃料排放 因子	燃料品种	低位发热量 (GJ/t 或 GJ/10 <sup>4</sup> Nm <sup>3</sup> )	单位热值含碳量 <sup>d</sup> (tC/GJ)	碳氧化率 (%) <sup>d</sup>
	无烟煤	26.700 <sup>a</sup>	27.49×10 <sup>-3</sup>	94%
	一般烟煤	19.570 <sup>b</sup>	26.18×10 <sup>-3</sup>	93%
	原油	41.816 <sup>c</sup>	20.10×10 <sup>-3</sup>	98%
	燃料油	41.816 <sup>c</sup>	21.10×10 <sup>-3</sup>	98%
	汽油	43.070 <sup>c</sup>	18.90×10 <sup>-3</sup>	98%
	柴油	42.652 <sup>c</sup>	20.20×10 <sup>-3</sup>	98%
	一般煤油	43.070 <sup>c</sup>	19.60×10 <sup>-3</sup>	98%
	其他油品	40.200 <sup>c</sup>	20.00×10 <sup>-3</sup>	98%
	液化石油气	50.179 <sup>c</sup>	17.20×10 <sup>-3</sup>	98%
	天然气	389.310 <sup>d</sup>	15.30×10 <sup>-3</sup>	99%

a 数据来源为《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》  
 b 数据来源为《中国温室气体清单研究》(2007)  
 c 数据来源为《中国能源统计年鉴 2013》  
 d 数据来源为《省级温室气体清单指南(试行)》