

SH/GHG

# 上海市区级温室气体清单编制技术文件

SH/GHG-002-2022

---

## 上海市区级能源活动温室气体清单

### 编制技术规范

(试 行)

上海市生态环境局 发布

2022 年 9 月

# 目 录

前 言.....	1
1 总体要求.....	2
2 化石燃料燃烧活动.....	2
2.1 排放源界定.....	2
2.2 核算方法.....	4
2.2.1 化石燃料燃烧温室气体排放计算方法.....	4
2.2.2 化石燃料燃烧和非能源利用二氧化碳排放计算方法.....	4
2.2.3 电站锅炉氧化亚氮排放计算方法.....	5
2.2.4 移动源甲烷和氧化亚氮排放计算方法.....	5
2.3 活动水平数据获取.....	6
2.3.1 固定源活动水平数据及其来源.....	6
2.3.2 移动源活动水平数据及其来源.....	8
2.3.3 燃料热值确定.....	16
2.4 排放因子数据及其确定方法.....	17
2.4.1 化石燃料燃烧二氧化碳排放因子.....	17
2.4.2 非能源利用固碳率.....	20
2.4.3 其他排放因子.....	21
3 生物质燃料燃烧活动.....	21
3.1 排放源界定.....	22
3.2 核算方法.....	22
3.3 活动水平数据获取.....	22
3.4 排放因子数据获取.....	23
4 石油和天然气系统逃逸.....	23
4.1 排放源界定.....	23
4.2 核算方法.....	23
4.3 活动水平数据获取.....	24
4.4 排放因子数据获取.....	24
5 电力热力消耗产生的二氧化碳间接排放.....	25

6 不确定性分析.....	25
6.1 概述.....	25
6.2 不确定性产生的原因及降低不确定性的方法.....	26
6.2.1 不确定性产生的原因.....	26
6.2.2 降低不确定性的方法.....	26
6.3 量化和合并不确定性的方法.....	26
6.3.1 量化不确定性方法.....	26
6.3.2 合并不确定性方法.....	26
7 报告和质量控制.....	27
附录一：温室气体全球变暖潜势值.....	28
附录二：能源活动报告格式及大纲.....	29

# 前 言

气候变化是全球共同面临的重大挑战，关系到人类的生存和发展。从我国现阶段发展来看，能源结构仍旧以煤为主，经济结构性矛盾仍然突出，随着能源消耗的不断增长，控制温室气体排放面临巨大压力。因此，控制温室气体排放，积极应对气候变化，切实推动绿色低碳发展，已成为我国贯彻新发展理念、实现经济社会高质量发展的重要抓手。

2010年9月，国家正式下发了《关于启动省级温室气体清单编制工作有关事项的通知》并印发了《省级温室气体清单编制指南（试行）》，要求各地制定工作计划和编制方案，组织好温室气体清单编制工作。为贯彻《中共中央 国务院关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》《2030年前碳达峰行动方案》文件精神，推动落实《关于加快建立统一规范的碳排放统计核算体系实施方案》中关于“完善温室气体清单编制机制”的有关要求，指导和规范我市区级温室气体清单编制方法，加强温室气体排放统计工作，促进上海市区级温室气体清单编制工作走向常态化和标准化，特制定本规范。在规范制定过程中，充分参考了国内外相关技术标准、指南和文献资料，广泛听取了生态环境部，国家气候战略中心，江浙皖三省生态环境厅，市统计局、市绿化市容局、市交警总队、市大数据中心，市环境科学研究院、市园林科学规划研究院，电力公司、燃气公司、供水公司等部门和单位的建议，总结了长宁区生态环境局、金山区生态环境局清单编制的试点经验。同时，特别感谢上海交通大学在本规范制定过程中提出的宝贵意见。

本文件为首次发布。

本文件由上海市生态环境局提出并负责解释和修订。

本文件起草单位：上海市经济信息中心。

本文件主要起草人：刘佳、鞠学泉、张东海、王雪媛、沈行。

## 1 总体要求

能源活动温室气体清单编制和报告的范围主要包括：化石燃料燃烧活动产生的二氧化碳、甲烷和氧化亚氮排放；生物质燃料燃烧活动产生的甲烷和氧化亚氮排放；煤矿和矿后活动产生的甲烷逃逸排放以及石油和天然气系统产生的甲烷逃逸排放。本市没有煤炭开采，不涉及煤炭开采活动引起的甲烷逃逸排放。电力热力使用的二氧化碳间接排放，计入本区温室气体排放总量中，无需分行业核算。有条件的区可将电力热力分行业核算作为信息项单独报告，也可根据实际情况，对重点区域（街道/镇、建筑等）开展温室气体排放排摸。

能源活动温室气体排放总量计算见公式（1）：

$$E_N = E_{HS} + E_{SW} + E_{MT} + E_{YQ} + E_{DR} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

$E_{HS}$  ——化石燃料燃烧活动温室气体排放量，单位为 tCO<sub>2</sub>e；

$E_{SW}$  ——生物质燃料燃烧活动温室气体排放量，单位为 tCO<sub>2</sub>e；

$E_{MT}$  ——煤炭开采和矿后活动温室气体排放量，单位为 tCO<sub>2</sub>e；

$E_{YQ}$  ——油气系统产生温室气体排放量，单位为 tCO<sub>2</sub>e。

$E_{DR}$  ——电力热力使用的二氧化碳间接排放量，单位为 tCO<sub>2</sub>e。

## 2 化石燃料燃烧活动

### 2.1 排放源界定

化石燃料燃烧温室气体排放源界定为区内不同燃烧设备燃烧化石燃料并排放温室气体的活动，涉及的温室气体主要包括二氧化碳、甲烷和氧化亚氮，并根据“在地原则”区分为直接排放源和间接排放源。其中，直接排放源是指发生在本区地理边界内的燃烧设备燃烧化石燃料产生的温室气体排放；间接排放源是指由本区生产或消费活动诱发了本区地理边界外的燃料燃烧活动产生的温室气体排放，如本地消耗的从外地调入的电力或热力（蒸汽、热水）引起外地为生产这部分电力或热力而产生的排放，间接排放计入本区温室气体排放总量中。**考虑数据核算和管理情况，“百千”<sup>①</sup>企业、公用电力企业（纯发电及热电比小于 100%的）、上海化工区重要工业企业<sup>②</sup>、航空客货运企业、水上客货运企业、农/林/牧/渔业能源活动由市级统筹，不计入各区。**

1) 化石燃料燃烧活动按场所是否固定可分为固定排放源和移动排放源。其中固定排放源按部门可分为能源生产与加工转换部门、工业和建筑业部门、服务部门、居民生活部门，并参考表 2.1 与国民经济行业分类的对应关系进一步细分；移动源的交通方式可细分为航空、道路、铁路、水运等交通运输工具和非道路移动源，此处仅指道路交通和非道路移动源。

---

① “百家”企业，指年综合能源消费量 300 万吨标准煤以上的重点用能单位；“千家”企业，指年综合能源消费量 50 万吨标准煤以上的重点用能单位。

② 上海化工区重要工业企业指上海化工区管委会直接管理的企业。

表 2.1 化石燃料燃烧排放源分类与国民经济行业分类的对应关系

化石燃料燃烧排放源			与国民经济行业分类的对应关系
固定源	能源生产与加工转换	公用电力与热力 <sup>③</sup>	电力、热力生产和供应业
		石油天然气开采与加工业	石油和天然气开采业；石油加工、炼焦及核燃料加工业
		固体燃料和其他能源工业	煤炭开采和洗选业；燃气生产和供应业
	工业和建筑业	钢铁	黑色金属矿采选业；黑色金属冶炼和压延加工业
		有色金属	有色金属矿采选业；有色金属冶炼和压延加工业
		化工	化学原料及化学制品制造业；橡胶和塑料制品业
		建材	非金属矿采选业；非金属矿物制品业
		其他工业	其他采矿业；农副食品加工业；食品制造业；饮料制造业；烟草制品业；皮革、毛皮、羽毛(绒)及其制品业；木材加工及木、竹、藤、棕、草制品业；家具制造业；印刷业和记录媒介的复制；文教体育用品制造业；金属制品业；通用设备制造业；交通运输设备制造业；电气机械及器材制造业；通信设备、计算机及其他电子设备制造业；仪器仪表及文化、办公用机械制造业；工艺品及其他制造业；废弃资源和废旧材料回收加工业；水的生产和供应业；医药制造业；化学纤维制造业；纺织业；纺织、服装、鞋、帽制造业；造纸及纸制品业
		建筑业	建筑业
	服务业及其他	服务业及其他	批发和零售业；住宿和餐饮业；其它行业；管道运输业；装卸搬运及其他运输服务业
	居民生活	居民生活	城乡居民生活
移动源	非道路移动源		各行业燃烧式移动机械设备
	交通部门	道路运输	各类车辆

2) 化石燃料燃烧活动按燃烧设备技术类型可分为：

固定源燃烧设备：主要包括发电锅炉（电站锅炉）、工业锅炉、工业窑炉（如高炉、转炉、烧结机、轧钢加热炉等）、灶具、发电内燃机、其他设备等；

移动源燃烧设备：主要包括各类型道路运输车辆及各类燃动式移动机械设备。

3) 化石燃料燃烧活动按燃料品种可以分为：

固体燃料：主要包括无烟煤、烟煤、褐煤、洗精煤、其它洗煤、煤制品、煤矸石、焦炭、其它焦化产品等；

液体燃料：主要包括原油、汽油、煤油、柴油、燃料油、石脑油、润滑油、石蜡、溶剂油、石油沥青、石油焦、其它石油制品、液化石油气、炼厂干气、液化天然气等；

<sup>③</sup> 温室气体排放清单所指称的公用电力和热力仅指公用火力发电厂和公用供热厂的发电和供热，不包括自备电厂及其他供热。

气体燃料：主要包括天然气、焦炉煤气、高炉煤气、转炉煤气、其他煤气等。

## 2.2 核算方法

### 2.2.1 化石燃料燃烧温室气体排放计算方法

化石燃料燃烧活动温室气体排放总量计算见公式（2）：

$$E_{HS} = E_{HS,CO_2} + E_{FN,CO_2} + E_{DZ,N_2O} + E_{YD,CH_4,N_2O} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$E_{HS,CO_2}$  ——化石燃料燃烧活动二氧化碳排放量，单位为 tCO<sub>2</sub>；

$E_{FN,CO_2}$  ——化石燃料非能源利用二氧化碳排放量，单位为 tCO<sub>2</sub>；

$E_{DZ,N_2O}$  ——电站锅炉氧化亚氮排放量，单位为 tCO<sub>2</sub>e；

$E_{YD,CH_4,N_2O}$  ——移动源甲烷和氧化亚氮排放量，单位为 tCO<sub>2</sub>e。

### 2.2.2 化石燃料燃烧和非能源利用二氧化碳排放计算方法

#### 2.2.2.1 化石燃料燃烧二氧化碳排放计算方法

能源活动化石燃料燃烧 CO<sub>2</sub>排放量采用以详细技术为基础的部门方法（也即 IPCC 方法 2）计算。该方法基于分部门、分燃料品种、分设备的燃料消费量等活动水平数据以及相应的排放因子等参数，通过逐层累加综合计算得到 CO<sub>2</sub>排放量。计算公式如下（3）：

$$E_{HS,CO_2} = \sum \sum \sum (AD_{CO_2,i,j,k} \times EF_{CO_2,i,j,k}) \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$AD_{CO_2,i,j,k}$  ——燃料消费量（TJ），以热值表示，需要通过将实物量数据乘以对应的低位发热值获得；

$EF_{CO_2,i,j,k}$  ——排放因子（kg/TJ），需要通过将单位热值含碳量乘以碳氧化率，再乘以 44/12 获得；

$i$  ——为燃料类型；

$j$  ——为部门活动；

$k$  ——为技术类型。

计算步骤如下：

1）参考表 2.1 确定清单采用的部门/排放源分类，基于已有的区工业分行业分能源品种终端消费量、工业分行业能源加工转换投入产出量等原始数据确定分部门、分能源品种的化石燃料消费量；

2）参考表 2.2 确定主要行业<sup>④</sup>的燃烧设备分类，按照实地调研、专家推算等方式，确定分设备、分燃料品种的化石燃料消费量；

3）分部门、分燃料品种、分燃烧设备的活动水平实物量数据，乘以相应燃料品种的低位发热值，得到以热值（TJ）表示的活动水平数据；

4）以热值（TJ）表示的活动水平数据，乘以对应的 CO<sub>2</sub>实际排放因子，得到分部门、分燃料

---

④ 区清单可以根据当地实际情况对能耗较高的行业单独列出计算。

品种、分设备的 CO<sub>2</sub> 排放量；

5) 逐层累加计算出化石燃料燃烧的 CO<sub>2</sub> 排放总量。

### 2.2.2.2 化石燃料非能源利用二氧化碳排放计算方法

计算方法见公式 (4)：

$$E_{FN,CO_2} = \sum NCV_{FN} \times FC_{FN} \times CC_{FN} \times OF_{FN} \times (1 - CR) \times 44/12 \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$NCV_{FN}$  ——不同能源品种对应的非能源利用量，单位为 t；

$FC_{FN}$  ——不同能源品种低位发热量，单位为 TJ/t；

$CC_{FN}$  ——不同能源品种单位热值含碳量，单位为 tCO<sub>2</sub>/TJ；

$OF_{FN}$  ——不同能源品种碳氧化率，单位为%；

$CR$  ——不同能源品种固碳率，单位为%。

计算步骤如下：

- a) 确定分部门、分行业、分能源品种能源用作原材料消费量 (TJ)、单位热值含碳量、碳氧化率、固碳率；
- b) 按公式 (4) 计算得到分部门、分行业、分能源品种二氧化碳排放量；
- c) 逐层累加计算得到分部门、分行业、分能源品种二氧化碳排放总量。

### 2.2.3 电站锅炉氧化亚氮排放计算方法

电站锅炉氧化亚氮排放根据不同锅炉类型的燃料消耗量及基于燃料的排放因子估算，计算方法见公式 (5)：

$$E_{DZ,N_2O} = \sum \sum (AD_{DZ,i,k} \times EF_{DZ,i,k}) \times 310 \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$AD_{DZ,i,k}$  ——第 i 种化石燃料燃烧量 (TJ)；

$EF_{DZ,i,k}$  ——氧化亚氮排放因子 (kg N<sub>2</sub>O/TJ)；

310——IPCC 第二次评估报告值 (1995 年) 规定的氧化亚氮全球增温潜势值；

$k$ ——分设备或分技术类型，电站锅炉主要分燃煤流化床锅炉、其他燃煤锅炉、燃油锅炉、燃气锅炉等设备类型。

计算步骤如下：

- 1) 引用“化石燃料燃烧 CO<sub>2</sub> 排放”计算过程中公用电力和热力部门以及其他工业部门的发电锅炉化石燃料消费量 (TJ)；
- 2) 按照实地调研、专家推算等方式，确定分锅炉类型、分燃料品种的化石燃料消费量 (TJ)；
- 3) 分锅炉类型、分燃料品种的化石燃料消费量 (TJ)，乘以对应的 N<sub>2</sub>O 排放因子，得到各类锅炉的 N<sub>2</sub>O 排放量；
- 4) 逐层累加计算出所有锅炉类型的 N<sub>2</sub>O 排放总量。

### 2.2.4 移动源甲烷和氧化亚氮排放计算方法

移动源甲烷和氧化亚氮排放根据不同交通运输方式的燃料消耗量及基于燃料的排放因子估算，



计算方法见公式（6）：

$$E_{TD,CH_4,N_2O} = \sum \sum (AD_{TD,i,t} \times (EF_{CH_4,i,t} \times 21 + EF_{N_2O,i,t} \times 310)) \dots\dots\dots (6)$$

式中：

$AD_{TD,i,t}$ ——化石燃料燃烧量（TJ）；

$EF_{CH_4,i,t}$ ——甲烷排放因子（kg CH<sub>4</sub>/TJ）；

$EF_{N_2O,i,t}$ ——氧化亚氮排放因子（kg N<sub>2</sub>O/TJ）；

t——道路等交通运输方式。

计算步骤如下：

- 1）引用“化石燃料燃烧”CO<sub>2</sub>排放计算过程中确定的各类交通运输方式（道路）的活动水平数据（TJ）；
- 2）各类交通运输方式的活动水平数据（TJ），乘以对应的CH<sub>4</sub>或N<sub>2</sub>O排放因子，得到各类交通运输方式的CH<sub>4</sub>及N<sub>2</sub>O排放量；
- 3）逐层累加计算出移动源的CH<sub>4</sub>及N<sub>2</sub>O排放总量。

## 2.3 活动水平数据获取

应用详细技术为基础的部门方法估算化石燃料燃烧温室气体排放量时，需要收集分部门、分能源品种、分主要燃烧设备的能源活动水平数据。部门可参照前述的部门排放源分类，参考表 2.1 所示。

化石燃料品种可参照前述的燃料分类，结合中国能源统计年鉴中的能源分类划分。

### 2.3.1 固定源活动水平数据及其来源

#### 2.3.1.1 能源生产和加工转换部门

由于该部门燃料消费量基本在规上工业企业，可将其核定为全行业燃料消费量。查询各区统计年鉴或调研统计部门获取规上工业分行业分能源品种终端消费量、能源加工转换投入产出量等统计数据，并扣除其中“百千”企业、公用电力企业（纯发电及热电比小于 100%的）、上海化工区重要工业企业数。其中，“公用电力和热力部门”燃料燃烧活动水平数据应包括发电、供热的能源投入量以及电力热力供应部门的终端能源消费量。

能源生产和加工转换部门的成品油消耗应扣除移动源消耗，保留固定源消耗。

#### 2.3.1.2 工业

对于规上工业，查询各区统计年鉴或调研统计部门获取规上工业分行业分能源品种终端消费量、能源加工转换投入量（自备电厂及其他供热）等统计数据，并扣除其中“百千”和上海化工区重要工业企业数。

对于规下工业，其分行业分能源品种终端消费量按（规上工业分行业分能源品种终端燃料消费量×规下工业增加值/规上工业增加值）计算。

工业天然气、液化石油气等消费量若有地方燃气公司或相关部门的统计数据，则优先采用统计的工业能耗。

通过上述方法确定该部门分能源品种能源消费总量后，可通过以下方法获得分设备的燃料消费量：

- 1) 发电锅炉和工业锅炉活动水平数据优先从经信、统计、电力等部门调研获取；若没有部门数据，可采用企业调研数据。发电锅炉活动水平包括供电锅炉和热电联产锅炉的燃料消费量，工业锅炉活动水平包括纯供热锅炉的燃料消费量。
- 2) 各行业的特定设备（如钢铁行业的高炉，建材行业的水泥回转窑、立窑等）的活动水平数据通过调研经信部门、生态环境部门或调研企业获取。
- 3) 其他设备的活动水平数据，在相应行业的能源消费量中扣除上述特定设备燃料燃烧量以及自发电/自供热燃料燃烧量得到。
- 4) 工业部门的成品油消耗应扣除交通移动源消耗，保留固定源消耗。固定源的消耗可调研市场监督管理局等部门获取固定源设备，进一步调研获取能耗。

表 2.2 固定源主要行业分设备分品种活动水平数据

行业	设 备	具体能源品种见表 2.8（单位：吨、万立方米）								
公用电力与热力	发电锅炉									
	工业锅炉									
	其他设备									
钢铁	发电锅炉									
	工业锅炉									
	高炉									
	其他设备									
有色金属	发电锅炉									
	工业锅炉									
	氧化铝回转窑									
	其他设备									
化工	发电锅炉									
	工业锅炉									
	合成氨造气炉									
	其他设备									
建材	发电锅炉									
	工业锅炉									
	水泥回转窑									
	水泥立窑									
	其他设备									

注：可根据实际情况增加行业分设备情况。

### 2.3.1.3 建筑业

调研统计局、住建委等部门获取建筑业能耗，若主管部门不掌握相关数据，按以下方法 1 或方法 2 计算。

方法 1：调查本区在建重点施工项目，若有固定源消耗可根据实际情况进行说明。根据公式（7）和公式（9）推算建筑业的各类移动源燃料消耗，分别计入非道路移动源排放和车辆排放。

方法 2：查询市能源平衡表获取全市建筑业能耗数据，查询市统计年鉴和各区统计年鉴分别获取全市和本区固定资产投资章节中的房屋建筑施工面积，根据以下公式计算本区建筑业能耗，然后扣除计算的本区建筑业各类移动源燃料消耗。如推算的本区建筑业能耗值小于推算的本区各类移动源燃料消耗，则认为本区建筑业无固定源能耗，不产生固定源燃烧排放。

建筑业活动水平数据=全市建筑业能耗数据×本区房屋建筑施工面积/全市房屋建筑施工面积

#### 2.3.1.4 服务业

调研统计局等部门获取服务业能耗，若主管部门不掌握相关数据，按以下方法计算。

查询市能源平衡表获取全市批发、零售业和住宿、餐饮业和其他行业的能耗数据，查询市统计年鉴和各区统计年鉴分别获取全市和本区服务业（交通除外）增加值<sup>⑤</sup>，根据以下公式计算。

服务业活动水平数据=全市服务业能耗数据×本区服务业（交通除外）增加值/全市服务业（交通除外）增加值

服务业天然气、液化石油气等消费量若有地方燃气公司或相关部门的统计数据，则优先采用统计的服务业能耗。

服务业的成品油消耗除交通移动源外，若有其他固定源消耗可根据实际情况进行说明。此处根据公式（7）和公式（9）推算服务业的成品油消耗应计入移动源排放。

#### 2.3.1.5 居民生活

调研统计局等部门获取居民生活能耗，若主管部门不掌握相关数据，按以下方法计算。

查询市能源平衡表获取全市生活消费（各类油品视为私家车用油，不计入）的能耗数据，查询市统计年鉴和各区统计年鉴分别获取全市和本区常住人口数据，根据以下公式计算。

居民生活活动水平数据=全市生活消费能耗数据×本区常住人口/全市常住人口

居民生活天然气、液化石油气等消费量若有地方燃气公司或相关部门的统计数据，则优先采用统计的居民生活能耗。

本市各区居民消费的成品油主要为移动源（私家车）耗用，固定源排放计算中一般不涉及。

#### 2.3.1.6 非能源利用

调研统计、经信等部门获取非能源利用量，能源用作原材料消费量主要集中在规上工业企业。建筑业石油沥青消耗、服务业石油沥青消耗、移动源润滑油消耗应归入非能源利用。

#### 2.3.2 移动源活动水平数据及其来源

公路（道路）交通泛指所有借助交通工具的公路（道路）客货运输活动，道路移动源用油量采用以下公式（7）估算。

$$CR_{i,j} = OR_{i,j} \times KR_{i,j} \times PR_{i,j} \dots\dots\dots (7)$$

式中：

$CR_{i,j}$ ——公路（道路）交通用油量（kg）；

$OR_{i,j}$ ——机动车保有量（辆）；

$KR_{i,j}$ ——机动车年运行公里数（km），缺省值见表 2.3；

$PR_{i,j}$ ——机动车百公里油耗（kg/km），缺省值见表 2.4；

$i$ ——为油品种类；

$j$ ——为车辆类型。

---

⑤ 服务业（交通除外）增加值=第三产业增加值-交通运输、仓储和邮政业增加值

表 2.3 道路机动车年均行驶里程缺省值

机动车类型	年均行驶里程 VKT (km)
微型、小型载客车	18000
出租车	120000
中型载客车	31300
大型载客车	58000
公交车	60000
微、轻型载货车	30000
中型载货车	35000
重型载货车	75000
摩托车	6000

表 2.4 道路机动车百公里燃料消耗缺省值

机动车类型	百公里油耗 (L, m³)			
	汽油	柴油	混合动力	天然气
微型、小型载客车	11	9	5	9
出租车	12	10	5	9
中型载客车	19	17	8	15
大型载客车	25	20	16	25
公交车	25	20	16	—
微、轻型载货车	17	15	8	11
中型载货车	21	19	12	28
重型载货车	30	28	17	60
摩托车	2	—	—	—

本技术规范所指非道路移动源指工程机械、农业机械、小型通用机械、柴油发电机组等，不包括船舶、铁路内燃机、飞机等。其中非道路农用运输车用油量计算公式见（8），其他非道路移动源用油量采用公式（9）估算：

$$NY_{i,j} = \sum_{i,j} OY_{i,j} \times KY_{i,j} \times PY_{i,j} \dots\dots\dots (8)$$

式中：

$NY_{i,j}$ ——农用运输车用油量（kg）；

$OY_{i,j}$ ——农用运输车保有量（辆）；

$KY_{i,j}$ ——农用运输车年运行公里数（km），无实际调查数据时推荐三轮农用运输车取 23000 km，四轮运输车取 30900 km；

$PY_{i,j}$ ——农用运输车百公里油耗（kg/km），无实际调查数据时推荐三轮农用运输车取 6.0 kg/km，四轮运输车取 9.5 kg/km；

$i$ ——为油品种类；

$j$ ——为车辆类型。

$$CN_{i,j} = ON_{i,j} \times H_{i,j} \times P_{i,j} \times LF_{i,j} \times PN_{i,j} \dots\dots\dots (9)$$

式中：

$CN_{i,j}$ ——非道路移动源用油量（kg）；

$ON_{i,j}$ ——非道路移动机械数量（辆）；

$H_{i,j}$ ——机械年使用小时（h），缺省值见表 2.5；

$P_{i,j}$ ——机械平均额定功率（kW），缺省值见表 2.6；

$LF_{i,j}$ ——机械一般负荷因子（0 到 1 之间，无实际调查数据时推荐值为 0.65）；

$PN_{i,j}$ ——机械单位功率燃料消费量（kg/km），缺省值见表 2.7；

$i$ ——为油品种类；

$j$ ——为车辆类型。

**表 2.5 非道路移动源推荐年均使用小时数**

类型		年均使用小时数（小时）
工程机械	挖掘机	770
	推土机	770
	装载机	770
	叉车	770
	压路机	770
	摊铺机	770
	平地机	770
	其他	770
农业机械	大中型拖拉机	500
	小型拖拉机	500
	联合收割机	150
	排灌机械	380
	其他	380
小型通用机械	手持式	50
	非手持式	125
柴油发电机组		770

**表 2.6 非道路移动源推荐平均额定净功率**

类型		平均额定净功率（kW）
工程机械	挖掘机	100
	推土机	120
	装载机	135
	叉车	40
	压路机	110
	摊铺机	80
	平地机	100
	其他	30

类型		平均额定净功率 (kW)
农业机械	大中型拖拉机	29.2
	小型拖拉机	9.6
	联合收割机	42.5
	排灌机械	14.9
	其他	3.0
小型通用机械	手持式	0.7
	非手持式	4.5
柴油发电机组		88

表 2.7 非道路用柴油机加权燃料消耗率限值

标定功率 P（kw）	加权燃料消耗率限值 （g/kW·h）	
	直喷机	非直喷机
P<4. 5	395	
4. 5≤p<8	343	377
8≤p<19	288	316
19≤p<37	281	309
37≤p<56	270	297
56≤p<75	270	297
75≤p<130	268	
130≤p<225	263	
225≤p<450	245	
450≤p≤560	240	
注：风冷柴油机、冷凝式柴油机限值允许增加 4%。		

表 2.8 分部门分能源品种化石燃料燃烧量

部门	无烟煤	烟煤	褐煤	洗精煤	其他洗煤	型煤	煤矸石	焦炭	焦炉煤气	高炉煤气	转炉煤气	其他煤气	其他焦化产品
	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(亿立方米)	(亿立方米)	(亿立方米)	(亿立方米)	(万吨)
1. 化石燃料合计													
1.1 能源生产与加工转换													
1.1.1 公用电力与热力部门													
1.1.1.1 发电锅炉													
1.1.1.2 工业锅炉													
1.1.1.3 其他设备													
1.1.2 石油天然气开采与加工业													
1.1.2.1 发电锅炉													
1.1.2.2 工业锅炉													
1.1.2.3 其他设备													
1.1.3 固体燃料和其他能源工业													
1.2 工业和建筑业													
1.2.1 钢铁													
1.2.1.1 发电锅炉													
1.2.1.2 工业锅炉													
1.2.1.3 高炉													
1.2.1.4 其他设备													
1.2.2 有色金属													
1.2.2.1 发电锅炉													
1.2.2.2 工业锅炉													
1.2.2.3 氧化铝回转窑													
1.2.2.4 其他设备													
1.2.3 化工													
1.2.3.1 发电锅炉													

部门	无烟煤	烟煤	褐煤	洗精煤	其他洗煤	型煤	煤矸石	焦炭	焦炉煤气	高炉煤气	转炉煤气	其他煤气	其他焦化产品
	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(亿立方米)	(亿立方米)	(亿立方米)	(亿立方米)	(万吨)
1.2.3.2 工业锅炉													
1.2.3.3 合成氨造气炉													
1.2.3.4 其他设备													
1.2.4 建材													
1.2.4.1 发电锅炉													
1.2.4.2 工业锅炉													
1.2.4.3 水泥回转窑													
1.2.4.4 水泥立窑													
1.2.4.5 其他设备													
1.2.5 其他工业部门													
1.2.6 建筑业													
1.3 交通运输及其他移动源													
1.3.1 非道路移动源													
1.3.2 公路（道路移动源）													
1.4 服务业及其他													
1.5 居民生活													

续表 2.8 分部门分能源品种化石燃料燃烧量

部门	原油	汽油	煤油	柴油	燃料油	石脑油	润滑油	石蜡	溶剂油	石油沥青	石油焦	液化石油气	炼厂干气	其他石油制品	天然气	液化天然气
	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(亿立方米)	(万吨)
1. 化石燃料合计																
1.1 能源生产与加工转换																
1.1.1 公用电力与热力部门																



部门	原油	汽油	煤油	柴油	燃料油	石脑油	润滑油	石蜡	溶剂油	石油沥青	石油焦	液化石油气	炼厂干气	其他石油制品	天然气	液化天然气
	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(亿立方米)	(万吨)
1.1.1.1 发电锅炉																
1.1.1.2 工业锅炉																
1.1.1.3 其他设备																
1.1.2 石油天然气开采与加工业																
1.1.2.1 发电锅炉																
1.1.2.2 工业锅炉																
1.1.2.3 其他设备																
1.1.3 固体燃料和其他能源工业																
1.2 工业和建筑业																
1.2.1 钢铁																
1.2.1.1 发电锅炉																
1.2.1.2 工业锅炉																
1.2.1.3 高炉																
1.2.1.4 其他设备																
1.2.2 有色金属																
1.2.2.1 发电锅炉																
1.2.2.2 工业锅炉																
1.2.2.3 氧化铝回转窑																
1.2.2.4 其他设备																
1.2.3 化工																
1.2.3.1 发电锅炉																
1.2.3.2 工业锅炉																
1.2.3.3 合成氨造气炉																
1.2.3.4 其他设备																
1.2.4 建材																

部门	原油	汽油	煤油	柴油	燃料油	石脑油	润滑油	石蜡	溶剂油	石油沥青	石油焦	液化石油气	炼厂干气	其他石油制品	天然气	液化天然气
	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(万吨)	(亿立方米)	(万吨)
1.2.4.1 发电锅炉																
1.2.4.2 工业锅炉																
1.2.4.3 水泥回转窑																
1.2.4.4 水泥立窑																
1.2.4.5 其他设备																
1.2.5 其他工业部门																
1.2.6 建筑业																
1.3 交通运输及其他移动源																
1.3.1 非道路移动源																
1.3.2 公路																
1.4 服务业及其他																
1.5 居民生活																

### 2.3.3 燃料热值确定

考虑到排放因子的稳定性和可比性等原因，需要将以实物量（万吨或亿立方米）表示的活动水平数据转换成以热值单位（TJ）表示的活动水平数据，燃料热值优先使用当地实测值，若无实测值，可使用本规范的推荐值，转换系数见表 2.9。

表 2.9 主要化石燃料低位发热量（TJ/万 t）

部门	无烟煤	烟煤	褐煤
公用电力部门	223.09	203.67	131.38
公用热力部门	—	229.79	—
石油天然气开采与加工业	250.52	233.04	145.38
固体燃料和其他能源工业	—	229.79	144.45
钢铁工业	250.24	237.36	152.50
有色金属工业	258.73	233.37	139.01
化学工业	245.15	232.04	144.49
造纸、纸浆、印刷	—	229.79	—
食品、烟草、饮料	—	229.79	—
建材工业	228.67	230.76	147.59
机械/电子工业	247.09	229.79	—
建筑业	—	229.79	—
纺织	—	229.79	—
其他工业部门	—	229.79	—
服务业及其他	247.09	229.79	—
居民生活	247.09	229.79	—

续表 2.9 其他化石燃料低位发热量（TJ/万 t、TJ/亿 m<sup>3</sup>）

能源品种	平均低位发热量	能源品种	平均低位发热量
洗精煤	263.44	原油	426.20
其他洗煤	153.73	汽油	448.00
煤制品	174.60	煤油	447.50
煤矸石	58.20	柴油	433.25
焦炭	284.46	燃料油	402.26
焦炉煤气	1738.54	石脑油	450.10
高炉煤气	330.00	润滑油	401.90

能源品种	平均低位发热量	能源品种	平均低位发热量
转炉煤气	840.00	溶剂油	401.90
其他煤气	1575.84	石油沥青	401.90
天然气	3893.1	石油焦	325.00
液化天然气	514.98	液化石油气	473.10
其他石油制品	401.90	炼厂干气	460.50

## 2.4 排放因子数据及其确定方法

### 2.4.1 化石燃料燃烧二氧化碳排放因子

应用详细技术为基础的部门方法估算化石燃料二氧化碳排放量所需的排放因子可通过以下方法及步骤确定。

一是确定不同化石燃料单位热值含碳量。化石燃料温室气体清单中对燃料含碳量的定义为“单位热值(TJ)燃料所含碳元素的质量(t-C)”，与我国常用的以单位质量所表示的含碳量百分比(%)有所不同。分部门、燃料品种的单位热值含碳量数据见表 2.10。

二是确定不同化石燃料在不同燃烧设备的碳氧化率。各部门不同设备油品（原油、燃料油、柴油、煤油、液化石油气等）的碳氧化率取值为 98%，气体燃料（包括焦炉煤气、炼厂干气、天然气及其他气体等）的碳氧化率取值为 99%，燃煤的碳氧化率差异较大，参考表 2.11 根据行业分类、设备类型及煤种取缺省值。

表 2.10 分部门、分燃料品种化石燃料单位热值含碳量（吨碳/TJ）

行 业	部 门	无烟煤	烟煤	褐煤	洗精煤	其他洗煤	煤制品	煤矸石	焦炭	焦炉煤气	高炉煤气	转炉煤气	其它煤气	其它焦化产品	原油	汽油
能源生产与加工转换	公共电力与热力	27.49	26.18	27.97	25.41	25.41	33.56	26.61	29.42	13.58	70.80	49.60	12.2	29.5	20.08	18.90
	油气开采加工	27.34	27.02	28.53	25.41	25.41	—	26.61	29.42	13.58	70.80	49.60	12.2	29.5	20.08	18.90
	固体燃料和其他能源工业	—	25.77	—	25.41	25.41	—	26.61	29.42	13.58	70.80	49.60	12.2	29.5	20.08	18.90
工业和建筑业	钢铁	27.40	25.80	27.07	25.41	25.41	33.56	26.61	29.42	13.58	70.80	49.60	12.2	29.5	20.08	18.90
	有色	26.80	26.59	28.22	25.41	25.41	33.56	26.61	29.42	13.58	70.80	49.60	12.2	29.5	20.08	18.90
	化工	27.65	25.77	28.15	25.41	25.41	33.56	26.61	29.42	13.58	70.80	49.60	12.2	29.5	20.08	18.90
	建材	27.29	26.24	28.05	25.41	25.41	33.56	26.61	29.42	13.58	70.80	49.60	12.2	29.5	20.08	18.90
	建筑	—	25.77	—	25.41	25.41	—	26.61	29.42	13.58	70.80	49.60	12.2	29.5	20.08	18.90
	其他	—	25.77	—	25.41	25.41	33.56	26.61	29.42	13.58	70.80	49.60	12.2	29.5	20.08	18.90
交通运输及其他移动源		—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	18.90
服务业及其他		—	25.77	—	—	25.41	33.56	26.61	29.42	13.58	70.80	49.60	12.2	29.5	20.08	18.90
居民生活		26.97	25.77	—	—	25.41	33.56	26.61	29.42	13.58	70.80	49.60	12.2	29.5	20.08	18.90

续表 2.10 分部门、分燃料品种化石燃料单位热值含碳量（吨碳/TJ）

行业	部门	煤油	柴油	燃料油	石脑油	润滑油	石蜡	溶剂油	石油沥青	石油焦	液化石油气	炼厂干气	其他石油制品	天然气	液化天然气
能源生产与加工转换	公共电力与热力	19.60	20.20	21.10	20.00	20.00	20.00	20.00	22.00	27.50	17.20	18.20	20.00	15.32	15.32
	油气开采加工	19.60	20.20	21.10	20.00	20.00	20.00	20.00	22.00	27.50	17.20	18.20	20.00	15.32	15.32
	固体燃料和其他能源工业	19.60	20.20	20.10	20.00	20.00	20.00	20.00	22.00	27.50	17.20	18.20	20.00	15.32	15.32
工业和建筑业	钢铁	19.60	20.20	21.10	20.00	20.00	20.00	20.00	22.00	27.50	17.20	18.20	20.00	15.32	15.32
	有色	19.60	20.20	21.10	20.00	20.00	20.00	20.00	22.00	27.50	17.20	18.20	20.00	15.32	15.32
	化工	19.60	20.20	21.10	20.00	20.00	20.00	20.00	22.00	27.50	17.20	18.20	20.00	15.32	15.32
	建材	19.60	20.20	21.10	20.00	20.00	20.00	20.00	22.00	27.50	17.20	18.20	20.00	15.32	15.32
	建筑	19.60	20.20	21.10	20.00	20.00	20.00	20.00	22.00	27.50	17.20	18.20	20.00	15.32	15.32
	其他	19.60	20.20	21.10	20.00	20.00	20.00	20.00	22.00	27.50	17.20	18.20	20.00	15.32	15.32
交通运输及其他移动源		19.60	20.20	21.10	—	—	—	—	—	—	—	—	—	15.32	15.32
服务业及其他		19.60	20.20	21.10	20.00	20.00	20.00	20.00	22.00	27.50	17.20	18.20	20.00	15.32	15.32
居民生活		19.60	20.20	21.10	20.00	20.00	20.00	20.00	22.00	27.50	17.20	18.20	20.00	15.32	15.32

表 2.11 固定源主要行业主要设备分煤种燃烧碳氧化率（%）

部门	设备	无烟煤	烟煤	褐煤	洗精煤	其他洗煤	煤制品	煤矸石	焦炭	其他焦化产品
公用电力和热力部门	发电锅炉	99	99	99	—	—	—	—	—	—
	工业锅炉	94	94	94	—	—	—	—	—	—
	其他设备	94	94	94	—	—	—	—	—	—
石油天然气开采与加工业	发电锅炉	95	95	95	—	—	—	—	—	—
	工业锅炉	92	92	92	—	—	—	—	—	—
	其他设备	92	92	92	—	—	—	—	—	—
固体燃料和其他能源工业		94	94	94	—	—	—	—	—	—
钢铁工业	发电锅炉	—	95	—	95	95	95	95	95	95
	工业锅炉	90	90	—	90	90	90	90	90	93
	高炉	90	90	—	90	90	90	90	90	93
	其他设备	94	93	93	93	93	93	90	93	93
有色金属	发电锅炉	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	工业锅炉	—	91	—	—	—	—	—	—	—
	氧化铝回转窑	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	其他设备	94	93	93	93	93	90	90	93	93
化学工业	发电锅炉	—	95	—	—	—	—	—	—	—
	工业锅炉	—	92	92	92	92	92	92	92	93
	合成氨造气炉	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	其他设备	94	93	93	93	93	93	90	93	93
建材工业	发电锅炉	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	工业锅炉	—	90	90	90	90	90	90	90	93
	水泥回转窑	—	99	—	—	—	—	—	—	—
	水泥立窑	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	其他设备	94	93	96	93	93	90	90	93	93
其他工业部门		89	89	89	89	89	89	89	89	93
建筑业		—	85	85	85	85	85	85	85	93
交通运输		—	—	—	—	—	—	—	—	—
服务业及其他		—	90	—	—	—	90	—	—	—
居民生活		—	83	—	—	—	—	—	—	—

#### 2.4.2 非能源利用固碳率

化石燃料的非能源利用指的是化石能源被用作原料、材料等非能源用途。化石燃料的非能源利用的二氧化碳排放量关键要扣除固碳量。固碳是指用作原料的“燃料”和非能源产品中所存储的碳。由于固碳率各地差别较大，建议使用本地特征值。如本地特征值获取困难，可采用上海市温室气体清单编制中的缺省值，见下表 2.12。

表 2.12 用于原料、材料的分燃料品种的固碳率

燃料品种	固碳率	燃料品种	固碳率
无烟煤	1	炼厂干气	0.33
烟煤	0.5	石脑油	0.75
洗精煤	1	润滑油	0.5
其他洗煤	1	石蜡	0.75
焦炭	1	溶剂油	0.75
原油	0.5	石油沥青	1
煤油	0.5	其他石油制品	0.5
柴油	0.5	天然气	0.5
汽油	0.5	其他焦化产品 (主要指煤焦油)	0.75
燃料油	0.5	液化石油气	0.8

#### 2.4.3 其他排放因子

应用详细技术为基础的部门方法，估算发电锅炉<sup>⑥</sup>的氧化亚氮排放所需的排放因子，参考《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》提供的缺省数值，对于燃煤流化床锅炉采用 61kg/TJ，其他燃煤锅炉为 1.4kg/TJ，燃油锅炉和燃气锅炉分别为 0.4kg/TJ 和 1kg/TJ。

应用详细技术为基础的部门方法，估算移动源甲烷和氧化亚氮排放所需的排放因子，参考《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》提供的缺省数值，见表 2.13、表 2.14 和表 2.15。

表 2.13 分运输方式分燃料品种甲烷排放因子 (kg/TJ)

	汽油	煤油	柴油	燃料油	天然气	液化石油气
公路	33	—	3.9	—	92	62

表 2.14 分运输方式分燃料品种氧化亚氮排放因子 (kg/TJ)

	汽油	煤油	柴油	燃料油	天然气	液化石油气
公路	3.2	—	3.9	—	3	0.2

表 2.15 非道路移动源和机械的缺省排放因子

非道路源	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
	缺省 (kg/TJ)	缺省 (kg/TJ)
柴油		
农业	4.15	28.6
林业	4.15	28.6
工业	4.15	28.6
家庭	4.15	28.6
动力汽油 4 冲程		
农业	80	2
林业		

⑥估算发电锅炉的氧化亚氮排放时，包括公用部门和其他工业部门的发电锅炉。



非道路源	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
	缺省 (kg/TJ)	缺省 (kg/TJ)
工业	50	2
家庭	120	2
动力汽油 2 冲程		
农业	140	0.4
林业	170	0.4
工业	130	0.4
家庭	180	0.4

### 3 生物质燃料燃烧活动

#### 3.1 排放源界定

生物质燃料主要包括以下四类：一是农作物秸秆及木屑等农业废弃物及农林产品加工业废弃物；二是薪柴和由木材加工而成的木炭；三是人畜和动物粪便；四是垃圾焚烧发电。生物质燃料燃烧的排放源主要包括：居民生活用的省柴灶、传统灶等炉灶，燃用木炭的火盆和火锅，工商业部门燃用农业废弃物、薪柴的炒茶灶、烤烟房、砖瓦窑、垃圾焚烧炉等。考虑到生物质燃料生产与消费的总体平衡，其燃烧所产生的二氧化碳与生长过程中光合作用所吸收的二氧化碳两者基本抵消，只需要编制和报告甲烷和氧化亚氮的排放。

#### 3.2 核算方法

生物质燃料燃烧温室气体清单编制采用设备法（IPCC 方法 2），核算方法见公式（10）。

$$E_{SW} = \sum \sum \sum (EF_{i,j,k} \times SW_{i,j,k} \times GWP) \dots\dots\dots (10)$$

$EF_{i,j,k}$ ——甲烷或氧化亚氮排放因子，单位为 kg/TJ；

$SW_{i,j,k}$ ——生物质燃料消费量，单位为 TJ；

$GWP$ ——IPCC 第二次评估报告值（1995 年）规定的全球增温潜势值，见附录一。

$I$ ——燃料品种；

$j$ ——部门类型；

$k$ ——设备类型。

计算步骤如下：

- 1) 基于各区的生物质种类和燃烧设备，确定分设备、分燃料品种的消费量；
- 2) 分设备分燃料品种消费量，乘以对应的 CH<sub>4</sub> 或 N<sub>2</sub>O 排放因子，得到各类生物质燃料燃烧的 CH<sub>4</sub> 及 N<sub>2</sub>O 排放量；
- 3) 逐层累加计算出生物质燃料燃烧的 CH<sub>4</sub> 及 N<sub>2</sub>O 排放总量。

#### 3.3 活动水平数据获取

区生物质燃料温室气体清单所需要的活动水平数据主要包括：秸秆、薪柴、木炭等生物质燃料的燃烧量，作为发电能源利用的垃圾焚烧量，秸秆、薪柴、木炭、城市垃圾的热值等。若无法获得省柴灶与传统灶的比例，全部按省柴灶计算。生物质燃料热值优先采用实测值，

若无实测，可以参考能源统计报表制度中推荐值。

活动水平数据来源有各区农委等行业主管部门的统计资料；垃圾焚烧处理厂的热值检测报告或同类项目的热值检测报告；也可通过调研、查找文献、专家咨询等途径整理获得。

### 3.4 排放因子数据获取

生物质燃料燃烧甲烷和氧化亚氮排放因子采用《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》推荐的缺省值，见表 3.1 和表 3.2。

**表 3.1 生物质燃料燃烧的甲烷排放因子**

生物质种类	省柴灶	传统灶	生物质锅炉	垃圾焚烧炉
秸秆	5.2 g/kg	2.8 g/kg	30 kg/TJ	—
薪柴	2.7 g/kg	2.4 g/kg	30 kg/TJ	—
木炭	—	—	30 kg/TJ	—
生活（工商业） 垃圾	—	—	—	30 kg/TJ

**表 3.2 生物质燃料燃烧的氧化亚氮排放因子**

生物质种类	省柴灶	传统灶	生物质锅炉	垃圾焚烧炉
秸秆	0.13 g/kg	0.13 g/kg	4 kg/TJ	—
薪柴	0.08 g/kg	0.08 g/kg	4 kg/TJ	—
木炭	—	—	4 kg/TJ	—
生活（工商业） 垃圾	—	—	—	4 kg/TJ

## 4 石油和天然气系统逃逸

### 4.1 排放源界定

石油和天然气系统甲烷逃逸排放是指油气从勘探开发到消费的全过程甲烷排放，主要包括钻井、天然气开采、天然气的加工处理、天然气的输送、原油开采、原油输送、石油炼制、油气消费等活动，其中常规原油中伴生的天然气，随着开采活动也会产生甲烷的逃逸排放。我国油气系统逃逸排放源涉及的设施主要包括：勘探和开发设备、天然气生产各类井口装置，集气系统的管线加热器和脱水器、加压站、注入站、计量站和调节站、阀门等附属设施，天然气集输、加工处理和分销使用的储气罐、处理罐、储液罐和火炬设施等，石油炼制装置，油气的终端消费设施等。

考虑到本市油气开采实际地点不属于本市行政区域，油气储运则属于全市公共基础设施或属于百千企业，各区天然气逸散排放仅计算天然气消费产生的逸散排放。有条件的区可计算其他天然气逸散排放，作为信息项报告，不计入总量。

### 4.2 核算方法

石油和天然气系统甲烷逃逸清单编制主要参考《省级温室气体清单编制指南（试行）》中的石油天然气系统逃逸排放清单编制方法，采用排放源数量乘以排放因子进行计算。计算方法见公式（11）。

$$E_{YQ} = \sum (AD_{YQ,k} \times EF_{YQ,k}) \dots\dots\dots (11)$$

式中：

$AD_{YQ,k}$ ——石油和天然气系统不同阶段活动水平数据；

$EF_{YQ,k}$ ——石油和天然气系统不同阶段活动水平数据对应的排放因子数据；

$k$ ——石油和天然气系统系统不同阶段活动水平类型。

### 4.3 活动水平数据获取

对于油气系统的甲烷逃逸排放，区清单编制所需要的活动水平数据为油气开采、输送、加工等各个环节的设备数量或活动水平（例如天然气加工处理量、原油运输量等）数据，具体活动水平数据通过调研各地油气公司获得。

天然气加工设施产生的逃逸排放不包括放空和喷焰燃烧。气体加工处理包括天然气净化（如脱硫）、天然气凝液回收等，不包括天然气液化；天然气输送包括传输和存储，源自用于将处理过的天然气运输至工业用户和天然气分配系统产生的逃逸排放，主要含省级干线和城市高压管线。气体传输和存储包括管道系统和存储设施，液化气体运输暂不考虑；天然气消费量包括气态天然气和液态天然气<sup>⑦</sup>。

表 4.1 油气系统甲烷逃逸排放活动水平数据调查表

活动环节	逃逸排放源的设施类型	设备数量 (个·年)	天然气加工处理量 (万立方米)	原油运输量 (万吨)
天然气开采	井口装置			
	常规集气系统			
	计量/配气站			
	储气总站			
天然气加工处理				
天然气输送	增压站			
	计量站			
	管线（逆止阀）			
天然气消费				
常规油开采	井口装置			
	单井储油装置			
	接转站			
	联合站			
稠油开采				
原油储运				
原油炼制				

### 4.4 排放因子数据获取

对于区清单编制所需要的油气系统甲烷排放因子，原则上需要按照不同设施类型，通过

⑦ 1 千克液化天然气=1.38 立方米天然气。

具体的测试获得。如无法获得实测数据，可参考表 4.2 所示的排放因子。

表 4.2 油气系统甲烷排放因子

活动环节	逃逸排放源的设施类型	甲烷排放因子 (吨/个.年)	甲烷排放因子
天然气开采	井口装置	2.5	—
	常规集气系统	51.5	
	计量/配气站	8.5	
	储气总站	68.4	
天然气加工处理	—	—	542 吨/十亿立方米
天然气输送	增压站	95.1	—
	计量站	45.0	
	管线（逆止阀）	6.3	
天然气消费	—	—	133 吨/亿立方米
常规油开采	井口装置	0.2	—
	单井储油装置	0.6	
	接转站	0.3	
	联合站	1.8	
稠油开采	—	—	14 吨/万吨
原油储运	—	—	753 吨/亿吨
原油炼制	—	—	5000 吨/亿吨

## 5 电力热力消耗产生的二氧化碳间接排放

本区消耗的电力或热力（蒸汽、热水）引起全市为生产这部分电力或热力而产生的排放需要计算二氧化碳间接排放量。热力来源于本区供热企业的，无需计算。公式如下（12）。

$$E_{DR} = \sum (AD_{DR,k} \times EF_{DR,k}) \dots\dots\dots (12)$$

式中：

$E_{DR}$ ——电力热力消耗产生的二氧化碳间接排放量，单位为 tCO<sub>2</sub>；

$AD_{DR,k}$ ——电力或热力消费量，单位为 MWh 或 GJ；

$EF_{DR,k}$ ——电力或热力的二氧化碳排放因子，单位为 KgCO<sub>2</sub>/kWh 或 tCO<sub>2</sub>/GJ。

数据来源：各区用电量数据可从电力主管部门、经信委或统计局获取；排放因子采用最近年份的本市电网和供热平均二氧化碳排放因子（表 5.1）。

表 5.1 电力热力消耗二氧化碳排放因子

	单 位	数值
本市电网排放因子	KgCO <sub>2</sub> /kWh	0.42
本市供热排放因子	tCO <sub>2</sub> /GJ	0.06

## 6 不确定性分析

### 6.1 概述

区级温室气体清单的不确定性分析，根据情况可以定性分析为主，兼顾定量分析。采用《省级温室气体清单编制指南（试行）》提供的不确定性分析方法，估算温室气体清单不确定性的流程包括：

- a) 确定清单中单个变量的不确定性（如活动水平数据、排放因子等的不确定性等）；
- b) 将单个变量的不确定性合并为清单的总不确定性；
- c) 识别清单不确定性的主要来源，以帮助确定清单数据收集和清单质量改进的优先顺序。同时还要认识到统计方面也可能存在不确定性，例如漏算、重复计算、概念偏差及模型估算偏差等。

## **6.2 不确定性产生的原因及降低不确定性的方法**

### **6.2.1 不确定性产生的原因**

不确定性产生的原因包括但不限于：

- a) 缺乏完整性，由于排放机理未被识别或者该排放测量方法还不存在，无法获得测量结果及其他相关数据；
- b) 模型方法，模型是真实系统的简化，因而精确度受到影响；
- c) 缺乏数据，在现有条件下无法获得或者非常难以获得某排放源或吸收汇所必需的数据；
- d) 样品随机误差，与样本数多少有关，通常可以通过增加样本数来降低这类不确定性；
- e) 错误报告或错误分类，与排放源或吸收汇理解不完整、不清晰等造成；
- f) 数据缺乏代表性、数据丢失、测量/化验误差等。

### **6.2.2 降低不确定性的方法**

降低不确定性的方法包括但不限于：

- a) 改进模型：改进模型结构和参数，以更好地了解 and 描述系统性误差和随机误差，从而降低这些不确定性；
- b) 提高数据的代表性：如使用连续排放监测系统来监测排放数据，可得到不同燃烧阶段的数据，从而可以更加准确地描述源的排放属性；
- c) 使用更精确的测量方法：包括提高测量方法的准确度以及使用一些校准技术；
- d) 大量收集测量数据：增加样本可以降低与随机取样误差相关的不确定性，填补数据漏缺可以减少偏差和随机误差，这对测量和调查均适用；
- e) 消除已知的偏差：方法有确保仪器仪表准确地定位和校准，模型或其他估算过程准确且具有代表性，以及系统性地使用专家判断；
- f) 提高清单编制人员能力：包括增加对源和汇类别和过程的了解，从而可以发现以及纠正不完整问题。

## **6.3 量化和合并不确定性的方法**

### **6.3.1 量化不确定性方法**

按照《省级温室气体清单编制指南（试行）》6.3 节方法量化不确定性。

### **6.3.2 合并不确定性方法**

合并不确定性有两种方法，一是使用简单的误差传递公式，二是使用蒙特卡罗或类似的技术，蒙特卡罗主要适用于模型方法，在此重点介绍误差传递公式方法。在区清单编制中主要应用两个误差传递公式，一是加减运算的误差传递公式，二是乘除运算的误差传递公式。当某一估计值为 n 个估计值之和或差时，该估计值的不确定性采用下式（13）和式（14）计算：

$$U_c = \frac{\sqrt{(U_{s1} \cdot \mu_{s1})^2 + (U_{s2} \cdot \mu_{s2})^2 + \cdots + (U_{sn} \cdot \mu_{sn})^2}}{|\mu_{s1} + \mu_{s2} + \cdots + \mu_{sn}|} = \frac{\sqrt{\sum_{n=1}^N (U_{sn} \cdot \mu_{sn})^2}}{\left| \sum_{n=1}^N \mu_{sn} \right|} \dots\dots (13)$$

式中：

$U_c$ ——n 个估计值之和或差的不确定性（%）

$U_{s1} \dots\dots U_{sn}$ ——n 个相加减的估计值的不确定性（%）

$\mu_{s1} \dots\dots \mu_{sn}$ ——n 个相加减的估计值

当某一估计值为 n 个估计值之积时，该估计值的不确定性采用下式计算：

$$U_c = \sqrt{U_{s1}^2 + U_{s2}^2 + \cdots + U_{sn}^2} = \sqrt{\sum_{n=1}^N U_{sn}^2} \dots\dots\dots (14)$$

## 7 报告和质量控制

报告主体应按照统一格式、统一大纲编制区级温室气体清单总报告和分领域报告（统一格式要求及大纲模板见附录二）。

按照《省级温室气体清单编制指南（试行）》第七章中的方法控制温室气体清单编制质量。

附录一：温室气体全球变暖潜势值

温室气体		IPCC 第二次 评估报告值	IPCC 第四次 评估报告值
二氧化碳 (CO <sub>2</sub> )		1	1
甲烷 (CH <sub>4</sub> )		21	25
氧化亚氮 (N <sub>2</sub> O)		310	298
氢氟碳化物 (HFC <sub>s</sub> )	HFC-23	11700	14800
	HFC-32	650	675
	HFC-125	2800	3500
	HFC-134a	1300	1430
	HFC-143a	3800	4470
	HFC-152a	140	124
	HFC-227ea	2900	3220
	HFC-236fa	6300	9810
	HFC-245fa	560	1030
全氟化碳 (PFC <sub>s</sub> )	CF <sub>4</sub>	6500	7390
	C <sub>2</sub> F <sub>6</sub>	9200	9200
六氟化硫 (SF <sub>6</sub> )		23900	22800

注：建议采用第二次评估报告数值，以便与国家和省级温室气体清单保持一致。

## 附录二：能源活动报告格式及大纲

为实现不同区的排放对比以及同一区不同年份的对比，统一按照如下大纲报告本区能源活动温室气体排放清单。

### 目 录

### 前 言

（简要介绍区能源生产、加工、运输、消费情况，以及电力热力等特殊排放源的情况，说明本次清单核算和报告的排放源类别和范围，指出各主要排放源的贡献大小及总的排放结果等）

## 第一章 化石燃料燃烧温室气体排放清单编制

### 一、排放源界定

（说明化石燃料燃烧排放的排放源或部门分类）

### 二、CO<sub>2</sub>排放量计算

#### （一）清单编制方法

（介绍本次清单编制所采用的方法、计算公式以及式中各项指标的意义）

#### （二）活动水平数据

（说明活动水平原始数据来源。如有对数据的二次处理过程，具体说明计算步骤、方法及所隐含的假设等）

#### （三）排放因子数据

（若采用本地化的排放因子，需说明具体计算过程或测试工作，并在附录给出所有的原始数据）

#### （四）化石燃料燃烧 CO<sub>2</sub> 排放部门法计算结果

（具体说明排放的计算结果，含实物量和折成二氧化碳当量的数量）

### 三、非 CO<sub>2</sub> 排放量计算



（一）静止源（发电锅炉） $\text{N}_2\text{O}$  排放

- 1、清单编制方法
- 2、活动水平数据
- 3、排放因子数据
- 4、发电锅炉  $\text{N}_2\text{O}$  排放结果

（二）移动源  $\text{CH}_4$  和  $\text{N}_2\text{O}$  排放

- 1、清单编制方法
- 2、活动水平数据
- 3、排放因子数据
- 4、移动源  $\text{CH}_4$  和  $\text{N}_2\text{O}$  排放结果

四、化石燃料燃烧温室气体排放清单汇总

五、不确定性分析

## 第二章 生物质燃烧温室气体排放清单编制

- 一、排放源界定
- 二、清单编制方法
- 三、活动水平数据
- 四、排放因子数据
- 五、生物质燃烧温室气体排放清单
- 六、不确定性分析

## 第三章 油气系统 $\text{CH}_4$ 逃逸排放清单编制

- 一、排放源界定
- 二、清单编制方法
- 三、活动水平数据

四、排放因子数据

五、油气系统 CH<sub>4</sub> 逃逸排放清单

六、不确定性分析

#### 第四章 电力热力 CO<sub>2</sub> 间接排放量核算

一、排放源界定

二、清单编制方法

三、活动水平数据

四、排放因子数据

五、电力热力 CO<sub>2</sub> 间接排放核算清单

六、不确定性分析

#### 第五章 能源活动温室气体排放清单汇总

（在排放总量及趋势方面与历史年份清单进行比较；分析能源活动总排放的气体构成，以及与历史年份清单的趋势比较；分析各部门/排放源类别对能源活动总排放的贡献，与历史年份的相应比较；分析能源活动清单的总体不确定性。统一按照表 5.1 所示的报告格式报告本区能源活动温室气体排放清单，其中电力热力间接排放计入本区能源活动温室气体总量，但不按行业进行计算。有条件的区可细分行业计算）

表 5.1 能源活动温室气体清单报告格式

部 门	二氧化碳 (CO <sub>2</sub> )	甲烷 (CH <sub>4</sub> )	氧化亚氮 (N <sub>2</sub> O)	排放总量 (吨当量)
能源活动总计	×	×	×	
1. 化石燃料燃烧	×	×	×	
能源工业	×		×	
电力生产	×		×	
油气开采	×			
固体燃料	×			
农业	×			

部 门	二氧化碳 (CO <sub>2</sub> )	甲烷 (CH <sub>4</sub> )	氧化亚氮 (N <sub>2</sub> O)	排放总量 (吨当量)
工业和建筑业	×			
钢铁	×			
有色金属	×			
化工	×			
建材	×			
其他	×			
建筑业	×			
交通运输	×	×	×	
服务业	×			
居民生活	×			
2. 生物质燃烧（以能源利用为目的）		×	×	
3. 煤炭开采逃逸		×		
4. 油气系统逃逸		×		
5. 非能源利用				
间接排放	×			

注：“×”表示需要报告的数据，取两位小数。

表 5.2 XX 年 XX 区能源活动领域关键性温室气体指标结果

	XX 年
能源消费总量（万吨标煤）	
能源领域碳排放（含电力热力，万吨 CO <sub>2</sub> ）	
能源领域碳排放（不含电力热力，万吨 CO <sub>2</sub> ）	
煤炭消费量（万吨标煤）	
燃煤排放量（万吨 CO <sub>2</sub> ）	
单位煤炭消费二氧化碳排放（吨 CO <sub>2</sub> /吨标煤）	
油品消费量（万吨标煤）	
燃油排放量（万吨 CO <sub>2</sub> ）	
单位油品消费二氧化碳排放（吨 CO <sub>2</sub> /吨标煤）	
天然气消费量（万吨标煤）	
燃气排放量（万吨 CO <sub>2</sub> ）	

	XX 年
单位燃气消费二氧化碳排放（吨 CO <sub>2</sub> /吨标煤）	
净调入/调出电力（亿千瓦时）	
净调入/调出电力碳排放量（万吨 CO <sub>2</sub> ）	
人均能源活动温室气体排放（吨 CO <sub>2</sub> 当量/人）	
单位工业增加值能源活动 CO <sub>2</sub> 排放量（吨 CO <sub>2</sub> /万元）	
单位第三产业增加值能源活动 CO <sub>2</sub> 排放量（吨 CO <sub>2</sub> /万元）	
单位能源消费 CO <sub>2</sub> 排放量（吨 CO <sub>2</sub> /吨标煤）	

## 第六章 能源活动温室气体清单信息项报备

### 一、信息项报备

#### （一）排放源界定

（说明需要做信息项报备的排放源）

#### （二）清单编制方法

（介绍本信息项清单编制时所采用的方法、计算公式以及式中各项指标的意义）

#### （三）活动水平数据及其来源

（说明本信息项清单编制时所采用的活动水平数据。如有对数据的二次处理过程，具体说明计算步骤、方法及所隐含的假设等）

#### （四）排放因子数据及其确定方法

（说明本信息项清单编制时所采用的排放因子。若采用排放因子缺省值，需给出所引用的文献和出处；若采用本地化的实测排放因子，需说明具体计算过程或测试工作，并在附录给出所有的原始数据）

#### （五）排放量计算结果

（说明本信息项清单编制的计算结果，含实物量和折成二氧化碳当量的数量）