

中国化工生产企业 温室气体排放报告

报告主体（盖章）：国投生物能源（海伦）有限公司

报告年度：2023年

编制日期：2024年06月06日



根据国家发展和改革委员会发布的《中国化工生产企业温室气体排放报告核算方法与报告指南(试行)》和 GB/T32150-2015《工业企业温室气体排放核算和报告通则》，本报告主体核算了 2023 年度温室气体排放量，并填写了相关数据表格。现将有关情况报告如下：

一、企业基本情况

1.1 企业简介

国投生物能源（海伦）有限公司位于黑龙江省绥化市海伦市轻工产业园，是国投集团生物板块下的控股投资企业，成立于 2018 年 2 月，注册资本金 4 亿元人民币，主营业务包括变性燃料乙醇生产、玉米加工、销售；饲料（含 DDGS）、饲料添加剂生产、销售；玉米油加工、销售；粮食收购、销售、加工、烘干、储存、搬运；进出口贸易经营。

燃料乙醇项目总投资 12.36 亿元，占地面积 44.79 万平方米；生产规模为年加工转化玉米 92.4 万吨，生产燃料乙醇 30 万吨，DDGS 高脂饲料 25.8 万吨。该项目是国家开发投资集团有限公司落实党中央、国务院产业扶贫部署、国家能源战略的重要举措。公司将以先进的生产工艺、丰富的管理经验、低能耗、低物耗引导燃料乙醇产业发展方向。项目的实施将进一步拉动地方经济发展，促进农民增收，推动粮食加工转化，增加就业岗位，具有显著的经济效益和社会效益。

公司已通过了 ISO9001 质量体系、ISO45001 职业健康安全体系、ISO14001 环境管理体系、ISO50001 能源管理体系认证，制定了《干

全酒精糟（DDGS）》（Q/GTHL-01-2021）标准。现有员工 152 人，设立生产技术部、安健环部、采购部、综合管理部、人力资源部、党群工作部、计划财务部等职能部门，其中在生产技术部设酒精中心、仓储物流中心、技术质量中心、质检中心、机电仪维保中心。

公司投资建设的黑龙江省海伦市年产 30 万吨燃料乙醇项目于 2019 年被列入为黑龙江省“百大项目”，占地面积 45 万平方米，项目总投资 12.36 亿元，生产规模为年加工转化玉米 92.4 万吨，年产 30 万吨燃料乙醇，25.8 万吨 DDGS 高脂饲料。

项目于 2019 年 6 月开工建设，12 月 1 日试运行，2020 年 12 月 5 日产出合格产品，实现一次性投料试车成功,12 月 17 日产品正式外销。燃料乙醇装置投产后年产值可达 26 亿元，实现税收 1.5 亿元，公司用工人少，全员人均劳动生产率及人均产能均远远高于同行业水平。

公司组织结构如下图所示：

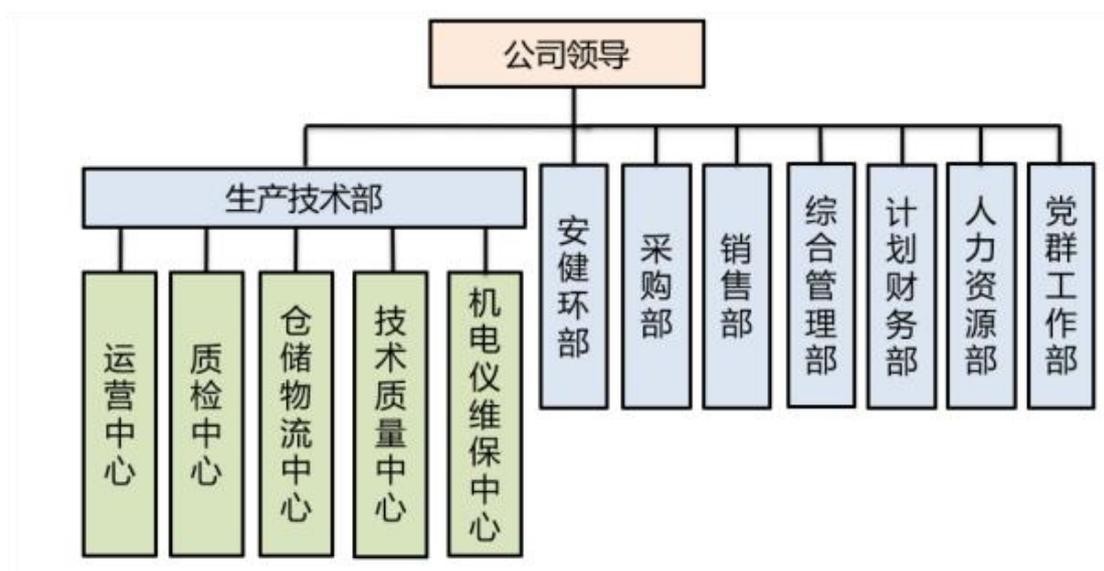


图 1-1 公司组织机构图

1.2 工艺流程简介及工艺流程图

公司利用海伦市及周边地区玉米为原料，采用“玉米干式粉碎+浆料低温液化+同步糖化浓醪间歇发酵+多效差压精馏+分子筛变压吸附脱水”的生产工艺，实现年产 30 万吨/年燃料乙醇，同时配套饲料装置。

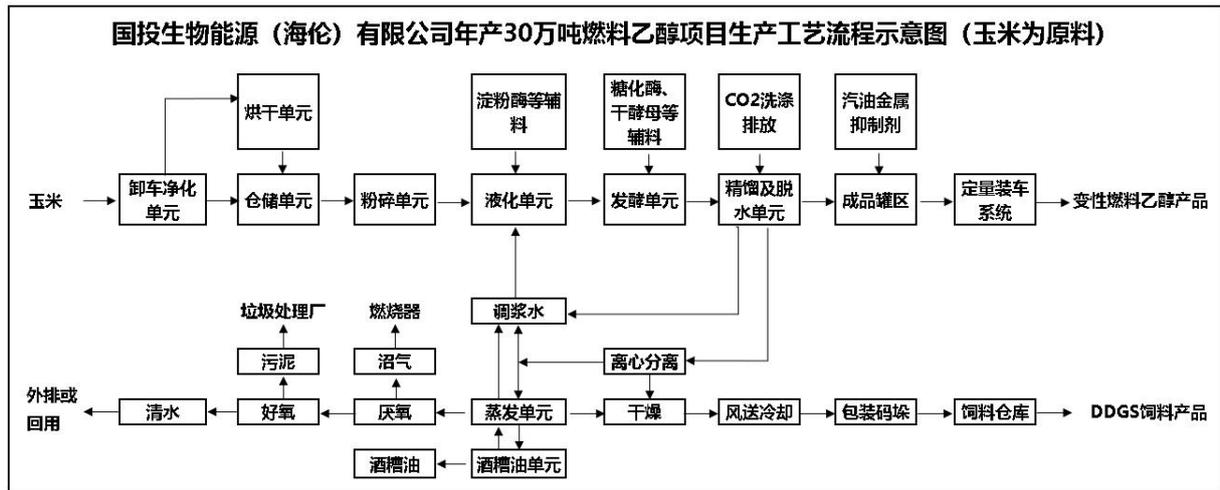


图 1-2 生产工艺流程图示意图

(1) 玉米净化与储存单元

在原料玉米中大都含有玉米芯、玉米穗花、秕粒等有机杂质及泥沙、石子无机杂质与铁钉、铁皮、螺丝等金属物。原料玉米经地秤计量后卸入玉米料斗，经输送机、斗式提升机提升，经除石、除杂、除铁等工序净化，计量后去净化玉米仓。

为满足原料使用潮粮（约占原料总量的 1/3）的工艺设置了烘干装置，六套烘干系统总烘干能力 6000t/d。来自投料清理工段的湿玉米，首先进入提升机中，经过提升后送入烘前仓暂存。烘前仓储存能力 1500t，连续工作时满足后续烘干系统 6 小时生产的需要。从烘前仓出来的湿玉米，经过仓下的手、电动两用闸门控制，并经仓下刮板输送机和提升机及烘干塔上的分配刮板进入烘干单元。原料玉米在烘干机中经过烘干—缓苏—冷却过程，使水分降至 14% 以下。

烘后合格的原料玉米经烘干机下的刮板机收集，并经提升机提升后进入烘后仓暂存，烘后仓容 1500t，配备通风系统，保证原料玉米的温度湿度适于储存。从烘后仓出来的原料，经刮板输送机和提升机送入来自投料清理工段去往钢板仓的刮板输送机中，利用钢板仓进仓提升机进钢板仓储存。

(2) 玉米粉碎单元

粉碎装置流量秤对玉米来料进行计量，玉米由提升机输送至玉米存储仓，通过仓底插板阀控制玉米进入粉碎机，经筛板分离和负压抽离将玉米粉风送至沙克龙，大部分物料通过关风器进入玉米粉输送刮板机，小部分的细微玉米粉经过脉冲除尘器的过滤后返回玉米粉输送刮板机，玉米粉由刮板机进入筛分工段提升机。

玉米由粉碎工段送至本工段刮板机，通过刮板机的出口和中间段手动闸门控制进入玉米保险筛。合格的玉米粉进入刮板机，再通过提升机进入缓冲仓，根据发酵工段的需要，通过手动闸门、气动闸门及皮带秤进入发酵工段；不合格的大颗粒玉米返回至粉碎料仓，进入粉碎工段进行再粉碎。

(3) 液化及辅料制备单元

液化的目的是实现淀粉吸水膨胀，经加热后使淀粉呈溶解状态，并在液化酶的作用下，彻底液化分解成短链糊精和少量麦芽糖、葡萄糖。

来自粉碎制浆装置的玉米粉和来自调浆水罐的拌料水及回配清液一起进入粉浆混合进料装置。经充分混合后与回流的粉浆液同步进入到粉浆罐，粉浆罐温度为 85°C。淀粉酶在混料装置末端加入。粉浆罐内玉米粉充分糊化，降低醪液黏度，通过搅拌器保持罐内醪液的均匀性。

糊化充分的玉米粉浆经泵输送到分级过滤器过滤，大粉团或大颗粒物料被分离出来，回流到粉浆罐重新糊化，合格物料进入液化罐。液化罐温度为 84°C 液化，在此过程中，淀粉酶继续作用淀粉分解

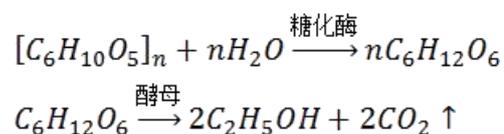
成糊精、麦芽糖、单糖的短碳链产物，为后续糖化酶与酵母提供底物。在液化醪出口管线设置硫酸加注器，调节液化醪 pH，液化醪经泵送入换热器，经过两级冷却后降温至 30°C 送至酒母扩培及发酵单元。

辅料制备包括硫酸、液碱、液化酶、糖化酶、尿素、活性干酵母的卸料、制备和输送。

(3) 发酵单元

由液化单元来的液化醪和酒母醪进入发酵罐进行发酵。发酵温度控制在 30~35°C，发酵时间 60~65h。发酵过程中产生的热量，通过外循环换热器以低温水冷却的方式带走，以维持适宜发酵温度。发酵过程中产生的 CO₂ 气体会夹带少量乙醇蒸气，排出的气体经 CO₂ 洗涤塔进行水洗达到回收乙醇的目的，含有乙醇的水洗液送往成熟醪罐。发酵完成的成熟醪经成熟醪泵送精馏单元。

发酵单元反应方程式具体如下：



乙醇发酵过程中有多种副产物生成，其中：一类是酵母菌生命活动引起的，如杂醇油等；有些是因为杂菌污染所致，如醋酸、乳酸、丁酸等。乙醇发酵生产是最大限度地将糖分转变为乙醇，减少其他产物的生成量。提高乙醇生产产量和质量，要在发酵过程中严格防止杂菌污染，防止醋酸、乳酸、丁酸等杂质生成；同时还要控

制发酵条件，保证乙醇的正常发酵，减少杂醇油生成。

(4) 精馏及脱水单元

采用热耦合精馏及能量多级利用技术，合理有效的利用能源。精馏的目的是脱除醪液中的固相物及水，得到无水乙醇。来自发酵单元的成熟醪经换热后进入粗馏塔，控制塔釜温度在81~83°C，目的在于增大乙醇和其它杂质间相对挥发度，使乙醇更易分离，彻底去除酸类杂质，同时有利于塔釜再沸器的换热，节约能耗。减少酒糟在粗馏塔中的积垢。含有固相物及大量水的废醪液，自塔釜经泵送入卧式螺旋离心机。

粗馏塔顶设置高效填料精馏段，有效去除低沸杂质，出来的粗酒汽经醪液预热器和粗馏塔冷凝器冷凝，冷凝的粗酒液用泵送入精馏塔。粗馏塔塔釜的加热介质为精馏塔的塔顶气。精馏塔塔顶馏份为接近共沸点的乙醇-水混合物，乙醇含量为95% (v/v) 左右。在精馏塔的中部采出杂醇油馏份，塔釜排出的废水送去给粗馏塔醪液进料预热。从精馏塔顶采出的共沸混合物送至分子筛吸附器进行脱水。

从精馏塔分离出的杂醇油混兑入燃料乙醇中，杂醇油产量约800-900t/a。杂醇油由一精塔采出后进入萃取器进行分离提纯，分离出的水进入 DDGS 中，提纯后的杂醇油进入杂醇油储罐，由储罐的底部出口进入脱水后的酒精装置成品罐中，在成品罐后的换热器取样检测合格后送入罐区。

脱水采用分子筛吸附剂脱除乙醇中的水分，脱水的工艺过

程是：精馏乙醇经过过热至一定温度后进入分子筛吸附塔，酒气中的水分子流经分子筛填料层过程中被分子筛小孔选择性吸附冷凝同时放热，实现酒气脱水，从脱水装置排出的乙醇气体再进行冷凝，冷却后得到燃料乙醇。当分子筛填料层吸附的水份达到饱和时，控制系统控制相关阀门的切换，使吸附塔由吸附状态进入负压解吸状态，随着压力降低被分子筛小孔选择性吸附冷凝的水不断蒸发吸热使得吸附床温度逐渐降低，解吸过程蒸发解吸出来的水蒸汽和塔内的酒气一起被真空泵抽吸离开吸附床，压力降低使水蒸发而解吸并由产品蒸发汽从脱水床中带出。在此生产过程中，配套两组分子筛脱水装置进行交换使用，一组进行脱水操作，另一组进行再生操作。解吸在真空状态下进行（0.010MPaA），解吸气经冷凝后，不凝气通过真空泵抽出系统，冷凝液（淡酒）送蒸馏单元回收。经分子筛脱水后的含有微量水的燃料乙醇用泵输送至罐区。

罐区包含 2 个 15000m³ 的变性燃料乙醇储罐、1 个 500m³ 的汽油储罐、4 个燃料乙醇中间罐、1 个 1500m³ 不合格乙醇罐。

变性剂汽油由汽车槽车运来，由变性剂存贮泵送入汽油罐存贮。燃料乙醇和变性剂汽油通过燃料乙醇泵和变性剂添加泵，添加在混配罐中，混配后成为变性燃料乙醇。混配比例为：无水乙醇：变性剂=1000：2（V/V）。变性燃料乙醇采用变性燃料乙醇泵由混配罐经鹤管装入汽车槽车。不合格乙醇打回装

置重新精馏脱水。

(5) 分离干燥单元

精馏脱水单元粗馏塔与第二精馏塔底醪液经卧式离心机分离成湿糟和离心清液，离心清液一部分作为拌料水回用，另一部分进入蒸发单元浓缩成浓缩液。

离心分离后的湿糟及蒸发后浓缩液经螺旋输送机送至管束干燥机。管束内水蒸汽与管束外物料进行湿热交换，高温蒸汽将热量传给湿物料，使湿物料温度升高，所含水分蒸发出来排到热空气中，从而实现对湿物料的干燥。干燥后的 DDGS 经风送冷却系统送入包装单元。蒸发出的水蒸气和空气混合废气送至蒸发单元用作热源。

(6) 蒸发单元

来自分离干燥单元的离心清液进入蒸发系统，经过多效蒸发浓缩后，采出成品浓缩液送至浓缩液罐。

蒸发器加热介质干燥机废气与离心清液逆向流动，由第一效蒸发器流向第六效，第一效蒸发器采用干燥尾气加热，其余蒸发器由前一效产生的二次蒸汽加热。干燥机废气加入第一效蒸发器壳程顶部并流向壳程底部，未冷凝尾气经过废气洗涤器洗涤后排至大气；冷凝下来的凝液由凝液循环泵打入一效壳程顶部作为废气洗涤液以去除废气夹带的固体颗粒，定量采出冷凝液以保持液位稳定，冷凝液直接排入排水管网。一效蒸发器加热后的气液混合物进入一效分离器，分离出的液体物料进入

一效循环泵入口，分离器顶部分离出的二次蒸汽进入二效壳程顶部作为二效加热介质，三效、四效、五效、六效加热流程同一效。六效排出的二次蒸汽进入表面冷凝器冷凝成凝液并送至二次蒸汽凝液罐，不凝气由真空泵抽走。

(7) 饲料混合输送单元

饲料由干燥机出口经负压输送系统送至饲料仓库冷却器，冷却后的饲料由全自动包装机装袋，由机器人码垛到托盘上，由叉车送入饲料仓库，包装规格为 50kg/袋。整个系统都是在负压除尘工况下进行的。

二、温室气体排放情况

按照《中国化工生产企业温室气体排放报告核算方法与报告指南(试行)》的规定，国投生物能源（海伦）有限公司的温室气体排放总量等于企业边界内所有的化石燃料燃烧二氧化碳排放、工业生产过程产生的二氧化碳排放、废水厌氧处理产生的二氧化碳排放当量、净购入使用电力及热力产生的二氧化碳排放之和，按式

$$E_{GHG} = E_{CO_2\text{-燃烧}} + E_{CO_2\text{-过程}} + E_{GHG\text{-废水}} + E_{CO_2\text{-电}} + E_{CO_2\text{-热}} \quad (1)$$

计算

式中：

E_{GHG} —二氧化碳排放总量（吨）

$E_{CO_2\text{-燃烧}}$ — 燃烧化石燃料产生的二氧化碳排放量（吨）

$E_{CO_2\text{-过程}}$ —工业生产过程产生的二氧化碳排放量（吨）

$E_{GHG\text{-废水}}$ —废水厌氧处理过程产生的甲烷转化为二氧化碳排放当量（吨）

$E_{CO_2\text{-电}}$ —使用净购入电力产生的二氧化碳排放量（吨）

$E_{CO_2\text{-热}}$ —使用净购入热力产生的二氧化碳排放量（吨）

初步核算温室气体排放情况如下：

2.1 化石燃料燃烧排放

公司不存在化石燃料的消耗。

2.2 工业过程排放

2.2.1 碳酸盐在消耗过程中的排放

公司不存在碳酸盐的消耗。

2.2.2 外购工业二氧化碳的排放

公司不存在外购工业二氧化碳的消耗。

2.3 废水厌氧处理的排放

年度	厌氧处理过程产生的废水量 (m ³)	厌氧处理系统进口废水中的化学需氧量浓度 (kgCOD/m ³)	厌氧处理系统出口废水中的化学需氧量浓度 (kgCOD/m ³)	甲烷排放因子 (kgCH ₄ /kgCOD)	甲烷回收量 (kgCH ₄)	甲烷全球变暖潜势 (GWP) 值	二氧化碳排放当量 (tCO ₂ e)
	A	B	C	D	E	F	$G=[A \times (B-C) \times D - E] \times F \times 10^{-3}$
2023	1038963	3.50	0.055	0.125	0	21	9395.47

2.4 净购入电力对应的 CO₂ 排放量

年度	物质种类	活动水平数据 A (MWh)	排放因子 B (tCO ₂ /MWh)	年度碳排放量 C=A×B (tCO ₂)
2023	电力	85927.553	0.7769	66757.12

2.5 净购入热力对应的 CO₂ 排放量

年度	物质种类	活动水平数据 A (万吨)	焓值 (kJ/kg) B	排放因子 C (tCO ₂ /GJ)	年度碳排放量 C=A×B×C*10 (tCO ₂)
----	------	---------------	--------------	-------------------------------	---------------------------------------

2023	蒸汽	101.3338	2812.12	0.11	313459.09
------	----	----------	---------	------	-----------

2.6 总排放计算

年度	2023
化石燃料燃烧排放量 (tCO ₂)	0
工业生产过程的排放 (外购工业二氧化碳的排放) (tCO ₂)	0
废水厌氧排放产生的排放 (tCO _{2e})	9395.47
净购入使用的电力产生的排放量 (tCO ₂)	66757.12
净购入使用的热力产生的排放量 (tCO ₂)	313459.09
企业年二氧化碳排放总量 (tCO _{2e})	389611.67

三、活动水平数据及来源说明

3.1 化石燃料燃烧二氧化碳的排放

公司不存在化石燃料燃烧二氧化碳的消耗。

3.2 外购工业二氧化碳的排放

公司不存在外购工业二氧化碳的消耗。

3.3 废水厌氧处理的排放

报告期内废水厌氧处理相关参数来自企业监测值，计算如下：

废水量 (W)	进口废水 COD	出口废水 COD	去除的有机物总量 (TOW)
m ³	kgCOD/m ³	kgCOD/m ³	kgCOD
1038963	3.50	0.055	3579227.54

3.4 购入电力的活动水平数据

报告期内企业从电网购电，数据来自于《2023 年度能源消耗表》统计数据，2023 年电力消耗总量为 86104.101MWh，其中净购入电力 85927.553MWh，企业自建分布式光伏于 2023 年 10 月投入使用，2023 年总发电量 176.548MWh，此部分为绿色电力，不计入温室气体排放。

3.5 购入蒸汽的活动水平数据

报告期内企业从电网购电，数据来自于《2023 年度能源消耗表》统计数据，2023 年净购入蒸汽 101.3338 万 t，温度为 190°，压力为 0.85MPa，焓值为 2812.12 kJ/kg。

四、排放因子数据及来源说明

4.1 二氧化碳损耗比例值

取指南中的推荐值，为 40%。

4.2 废水厌氧处理的排放因子

取指南中的推荐值计算而得， $0.125\text{kgCH}_4/\text{kgCOD}$ ，甲烷全球变暖潜势（GWP）值取 21。

4.3 净购入电力排放因子数据及来源

电力排放因子按照指南要求，采用 2023 年东北地区电网排放因子 $0.7769\text{tCO}_2/\text{MWh}$ 。

4.4 热力排放因子

取指南中的推荐值，为 $0.11\text{tCO}_2/\text{GJ}$ 。

附录一：活动水平数据和排放因子

附表 1 报告主体二氧化碳排放量报告

附表 2 报告主体活动水平数据

附表 3 报告主体排放因子和计算系数

附表 1 报告主体年二氧化碳排放报告

源类别	温室气体本身质量 (单位：吨)	CO ₂ 当量 (单位：吨 CO ₂ 当量)
化石燃料燃烧二氧化碳排放量	0	0
工业生产过程二氧化碳排放量	0	0
废水厌氧处理过程产生的甲烷 排放量	447.403	9395.47
净购入使用的电力二氧化碳排 放量	66757.12	66757.12
净购入使用的热力二氧化碳排 放量	313459.09	313459.09
企业二氧化碳排放总量（吨二氧化碳当量）		389611.67

附表 2 活动水平数据表

		净消耗量 (t, 万 Nm ³)	低位发热量 (GJ/t, GJ/万 Nm ³)
化石燃料燃烧*	无烟煤		
	烟煤		
	褐煤		
	洗精煤		
	其他洗煤		
	其他煤制品		
	焦炭		
	原油		
	燃料油		
	汽油		
	柴油		
	一般煤油		
	液化天然气		
	液化石油气		
	焦油		
	粗苯		
	焦炉煤气		
	高炉煤气		
	转炉煤气		
	其他煤气		
	天然气		
	炼厂干气		
工业生产过程**		数据	单位
	碳酸盐的消耗量 工业生产的二氧化碳 消耗量		
废水厌氧处理		数据	单位
	废水厌氧处理去除的 有机物总量	3579227.54	kgCOD
	厌氧处理过程产生的 废水量	1038963	m ³
	厌氧处理系统进口废 水中的化学需氧量浓度	3.50	kgCOD/m ³

	厌氧处理系统出口废水中的化学需氧量浓度	0.055	kgCOD/m ³
	甲烷回收量	0	kgCH ₄
净购入使用电力、热力		数据	单位
	电力净购入量	85927.553	MWh
	热力净购入量	101.3338	万 t

*企业应自行添加未在表中列出但企业实际消耗的其他能源品种

**企业应自行添加未在表中列出但企业实际消耗的其他碳酸盐原料品种

附表3 排放因子和计算系数

燃料品种		单位热值含碳量 (tC/GJ)	碳氧化率 (%)
化石燃料燃烧	无烟煤		
	烟煤		
	褐煤		
	洗精煤		
	其他洗煤		
	其他煤制品		
	焦炭		
	原油		
	燃料油		
	汽油		
	柴油		
	一般煤油		
	液化天然气		
	液化石油气		
	焦油		
	粗苯		
	焦炉煤气		
	高炉煤气		
	转炉煤气		
	其他煤气		
	天然气		
炼厂干气			
工业生产过程		数据	单位
	碳酸盐的排放因子		

	二氧化碳的损耗比例		
		数据	单位
废水厌氧处理	废水厌氧处理系统的甲烷最大生产能力	0.25	kgCH ₄ /kgCOD
	甲烷修正因子	0.5	
净购入使用电力、热力		数据	单位
	电力	0.7769	tCO ₂ /MWh
	热力	0.11	tCO ₂ /GJ

附录二：相关参数缺省值

表 2.1 常见化石燃料特性参数缺省值

燃料品种		计量单位	低位发热量 (GJ/t, GJ/ 10 ⁴ Nm ³)	单位热值含碳量 (tC/GJ)	燃料碳氧化率
固体 燃料	无烟煤	t	26.7 ^c	27.4 ^b ×10 ⁻³	94%
	烟煤	t	19.570 ^d	26.1 ^b ×10 ⁻³	93%
	褐煤	t	11.9 ^c	28.0 ^b ×10 ⁻³	96%
	洗精煤	t	26.334 ^a	25.41 ^b ×10 ⁻³	90%
	其他洗煤	t	12.545 ^a	25.41 ^b ×10 ⁻³	90%
	其他煤制品	t	17.460 ^d	33.60 ^d ×10 ⁻³	90%
	石油焦	t	32.5 ^c	27.5 ^b ×10 ⁻³	100%
液体 燃料	焦炭	t	28.435 ^a	29.5 ^b ×10 ⁻³	93%
	原油	t	41.816 ^a	20.1 ^b ×10 ⁻³	98%
	燃料油	t	41.816 ^a	21.1 ^b ×10 ⁻³	98%
	汽油	t	43.070 ^a	18.9 ^b ×10 ⁻³	98%
	柴油	t	42.652 ^a	20.2 ^b ×10 ⁻³	98%
	煤油	t	43.070 ^a	19.6 ^b ×10 ⁻³	98%
	液化天然气	t	44.2 ^c	17.2 ^b ×10 ⁻³	98%
	液化石油气	t	50.179 ^a	17.2 ^b ×10 ⁻³	98%
	炼厂干气	t	45.998 ^a	18.2 ^b ×10 ⁻³	98%
气体 燃料	焦油	t	33.453 ^a	22.0 ^c ×10 ⁻³	98%
	焦炉煤气	10 ⁴ Nm ³	179.81 ^a	13.58 ^b ×10 ⁻³	99%
	高炉煤气	10 ⁴ Nm ³	33.000 ^d	70.8 ^c ×10 ⁻³	99%
	转炉煤气	10 ⁴ Nm ³	84.000 ^d	49.60 ^d ×10 ⁻³	99%
	其他煤气	10 ⁴ Nm ³	52.270 ^a	12.2 ^b ×10 ⁻³	99%
天然气	10 ⁴ Nm ³	389.31 ^a	15.3 ^b ×10 ⁻³	99%	

注：a：《中国能源统计年鉴 2013》；b：《省级温室气体清单指南（试行）》；

c：《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》；d：行业经验数据

表 2.2 常见碳酸盐排放因子

碳酸盐	排放因子 (tCO ₂ /t 碳酸盐)
CaCO ₃	0.440
MaCO ₃	0.552
Na ₂ CO ₃	0.415
BaCO ₃	0.223
Li ₂ CO ₃	0.596
K ₂ CO ₃	0.318
SrCO ₃	0.298
NaHCO ₃	0.524
FeCO ₃	0.380

表 2.3 其他排放因子推荐值

名称	单位	CO ₂ 排放因子
净购入电力	tCO ₂ /MWh	0.7769
净购入热力	tCO ₂ /GJ	0.11