

ICS 13.020.10  
G 76  
备案号: 51277—2015

# HG

## 中华人民共和国化工行业标准

HG/T 4820—2015

### 化工企业水网络系统 二氧化碳 (CO<sub>2</sub>) 排放量计算方法

The calculation method of  
CO<sub>2</sub> emission for a corporate water network in chemical industry

2015-10-10 发布

2016-03-01 实施



中华人民共和国工业和信息化部 发布

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国石油和化学工业联合会提出。

本标准由全国化学标准化技术委员会水处理剂分会（SAC/TC63/SC5）归口。

本标准起草单位：中国企业联合会可持续发展工商委员会、中国石油化工集团水处理技术服务中心、威立雅环境集团、中国化工集团。

本标准主要起草人：崔龙鹏、詹鲲、季清、黄晓军、嵇建军、纪轩、黄敦奇。



## 引 言

化工企业是高能耗、高水耗企业，也是温室气体排放主要来源之一。为贯彻《中华人民共和国清洁生产促进法》，保护生态环境，应对气候变化，实现国家温室气体减排目标，促进中国化工企业的可持续发展，制定本标准，从而规范企业内部 CO<sub>2</sub> 排放量的计算方法，推动企业层面碳排放核算方法的一致化和标准化。

本标准编制遵循《温室气体核算体系：企业核算和报告准则》（GHG Protocol：2004）和 ISO 14064 1:2006《温室气体 第一部分 组织层次上对温室气体排放和清除的量化和报告规范及指南》的基本原则与规范，结合中国化工企业水网络特点，确立了化工企业水网络系统的 CO<sub>2</sub> 排放量计算方法。

本标准与国家环境保护部 HJ 617—2011《企业环境报告书编制导则》相衔接，企业可利用本标准精细化管理水网络的 CO<sub>2</sub> 排放量，识别发现减排和降低成本的机会，进一步优化平衡“节水节能减碳”综合管理目标。同时，可为企业社会责任报告提供 CO<sub>2</sub> 排放量的支持数据。

# 化工企业水网络系统二氧化碳（CO<sub>2</sub>）排放量计算方法

## 1 范围

本标准规定了化工企业水处理利用过程中水网络系统 CO<sub>2</sub> 排放量计算方法。  
本标准适用于化工企业水处理利用过程中水网络系统 CO<sub>2</sub> 排放量的量化。

## 2 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（包括所有的修改单）适用于本文件。  
2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**温室气体 (GHG)    greenhouse gas**

大气中吸收和重新放出红外辐射的自然和人为的气态成分，包括水汽、二氧化碳、甲烷、氧化亚氮等。按 IPCC 报告的界定，主要温室气体共有 7 种：二氧化碳（CO<sub>2</sub>）、甲烷（CH<sub>4</sub>）、一氧化二氮（N<sub>2</sub>O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟碳化物（PFCs）、六氟化硫（SF<sub>6</sub>）和三氟化氮（NF<sub>3</sub>）。

### 3.2

**全球变暖潜能值    global warming potential**

描述给定时间内单位温室气体相对于单位二氧化碳的辐射作用力，用于评价各种温室气体对气候变化影响的相对能力。

### 3.3

**企业水网络    corporate water network**

企业公用工程内的水网络，包括取水、供水、用水、水处理、污水处理、污泥处理、污水回用等各单元构成的水系统。

### 3.4

**二氧化碳当量    carbon dioxide equivalent**

一种通用的度量各种温室气体（GHG）温室效应的单位，缩写为 CO<sub>2</sub>e。一种 GHG 的二氧化碳当量等于给定气体的质量乘以它的全球变暖潜能值。本标准中除 CO<sub>2</sub> 外，其他 GHG（如 N<sub>2</sub>O）在计算时，均以二氧化碳当量计。

3.5

**直接 CO<sub>2</sub> 排放** **direct CO<sub>2</sub> emission**

企业水网络拥有或控制的固定排放源和移动排放源的 CO<sub>2</sub> 排放。包括能源直接 CO<sub>2</sub> 排放和生化直接排放。

3.6

**能源间接 CO<sub>2</sub> 排放** **indirect CO<sub>2</sub> emission related to energy**

企业水网络内消耗的外部电力、热或蒸汽等能源的生产造成的 CO<sub>2</sub> 排放。

3.7

**排放因子** **emission factors**

对某特定排放源，根据统计分析确定的每单位排放源的排放量。比如：各种燃料燃烧的排放因子。

3.8

**组织边界** **organizational boundaries**

组织持有或控制的业务边界，可根据企业权益股份额或者企业管辖控制范围确定。

3.9

**营运边界** **operational boundaries**

企业计算水网络 CO<sub>2</sub> 排放量时设定的生产边界和计算范围。

3.10

**循环用水处理** **water cycling treatment**

进入循环水设施后经处理送达用水单元的过程。

3.11

**锅炉用水处理** **boiler water treatment**

进入锅炉的软化水过程。

3.12

**特殊工艺用水处理** **special process water treatment**

因工艺特点对用水有特殊要求的水处理过程（如去离子水）。

3.13

**供水单元** **water supply unit**

包括企业取水设施、水处理和水储供设施。水源供给分自供水和外供水。自供水包括地表水、地下水、海水、苦咸水、矿井水等；外供水包括自来水、城镇污水再生水等。

3.14

**用水单元** **water use unit**

包括循环用水处理、锅炉用水处理、特殊工艺用水处理和其他生产用水处理。

3. 15

污水单元 waste water unit

包括污水的物理法处理、化学及物理化学法处理、生物法处理和污泥脱水。

3. 16

污泥单元 sludge unit

包括供水单元的水处理污泥和污水单元的污水处理污泥的处理过程。污泥处理包括：焚烧、减量化（以干化、稳定为主）和资源化（有价副产品回收）。

3. 17

污水回用单元 waste water reuse unit

包括化工污水深度处理和将深度处理后的回用水送达到相关用水单位为止。

4 CO<sub>2</sub> 排放量计算的基本原则

4. 1 实用性

化工企业水网络 CO<sub>2</sub> 排放量计算采用的基础数据应基于企业各种实际统计或测算数据，以月平均能源消耗为基准，不应采用标定数据。

4. 2 相关性

CO<sub>2</sub> 排放量计算应反映化工企业水网络系统 CO<sub>2</sub> 排放情况，以满足生产企业统计、管理、报告以及制定减排计划等需求。

4. 3 完整性

对报告单位水网络系统内 CO<sub>2</sub> 排放各单元进行报告，包括直接排放和能源间接排放。

4. 4 一致性

用统一方法设定营运边界、数据收集、计算和报告，保证能对不同时间内的排放做出有意义的比较。数据的收集与企业财务报告数据相一致。另外，对相关因素的变化加以说明。

4. 5 透明性

具有明确的数据收集方法和计算过程，并对数据来源和计算方法进行说明。

4. 6 准确性

应对企业水网络系统 CO<sub>2</sub> 排放量进行准确计算，尽可能减少各种误差和不确定性。

5 CO<sub>2</sub> 排放量计算范围

在整个组织边界范围内，以单独生产企业为基本盘查单位，在其营运边界内核算水网络系统 CO<sub>2</sub> 排放量。

化工生产企业水网络系统 CO<sub>2</sub> 排放可分为直接 CO<sub>2</sub> 排放和能源间接 CO<sub>2</sub> 排放两种。

HG/T 4820—2015

化工生产企业水网络系统 CO<sub>2</sub> 排放计算范围：从企业供水单元、用水单元、污水单元、污泥单元到污水回用单元的企业直接 CO<sub>2</sub> 排放和能源间接 CO<sub>2</sub> 排放。采用的基础数据以月为基本单位进行统计。

6 CO<sub>2</sub> 排放量计算方法

6.1 直接 CO<sub>2</sub> 排放量

6.1.1 能源直接 CO<sub>2</sub> 排放量计算方法

能源直接 CO<sub>2</sub> 排放量，根据燃料的热值和对应的 CO<sub>2</sub> 排放因子，按公式（1）计算：

$$CO_{2.ed} = \sum [FQ \times (HV \times 1000) \times (EF/1000)] \dots\dots\dots (1)$$

式中：

- CO<sub>2.ed</sub>——统计期内能源直接 CO<sub>2</sub> 排放量的数值，单位为吨（t）；
- FQ——统计期内燃料的用量的数值，单位为吨（t）；
- HV——燃料的低位热值的数值，单位为兆焦每千克或兆焦每立方米（MJ/kg 或 MJ/m<sup>3</sup>）；
- EF——燃料的 CO<sub>2</sub> 排放因子的数值，单位为千克 CO<sub>2</sub> 每兆焦（kgCO<sub>2</sub>/MJ）。

注：燃料的低位热值及对应的排放因子参见附录 A 表 A.1。

6.1.2 生化直接排放量

6.1.2.1 直接 N<sub>2</sub>O 排放量计算

污水处理过程中直接 N<sub>2</sub>O 排放量，以二氧化碳当量计，按公式（2）计算：

$$CO_{2.N_2O} = GWP_{N_2O} \times (TN_{inf} \times EF_{N_2O} \times 44/28) / 1\,000 \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- CO<sub>2.N<sub>2</sub>O</sub>——统计期内 N<sub>2</sub>O 排放的 CO<sub>2</sub> 当量值的数值，单位为吨二氧化碳当量（tCO<sub>2</sub>e）；
- TN<sub>inf</sub>——生物脱氮总脱除氮量的数值，单位为千克（kg）；
- EF<sub>N<sub>2</sub>O</sub>——源自排放污水的 N<sub>2</sub>O 排放的排放因子的数值，建议取值为 0.005，单位为 kgN<sub>2</sub>O-N/kgN（IPCC，2006）；
- 44/28——kgN<sub>2</sub>O-N 到 kgN<sub>2</sub>O 的换算系数；
- GWP<sub>N<sub>2</sub>O</sub>——N<sub>2</sub>O 的全球变暖潜能值的数值，取值为 296，单位为 kgCO<sub>2</sub>/kgN<sub>2</sub>O（IPCC，2006）。

6.1.2.2 直接 CH<sub>4</sub> 排放量计算

污水厌氧降解过程中产生的直接甲烷排放，以二氧化碳当量计，按公式（3）计算：

$$CO_{2.CH_4} = T_{COD} \times EF_{CH_4} \times GWP_{CH_4} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

- CO<sub>2.CH<sub>4</sub></sub>——统计期内污水厌氧降解过程产生的 CO<sub>2</sub> 排放量的数值，单位为吨二氧化碳当量（tCO<sub>2</sub>e）；
- T<sub>COD</sub>——统计期内污水中 COD 去除量的数值，单位为吨（t）；
- EF<sub>CH<sub>4</sub></sub>——污水厌氧降解过程甲烷排放因子的数值，建议取值为 0.25，单位为 tCH<sub>4</sub>/tCOD（IPCC，2006）；
- GWP<sub>CH<sub>4</sub></sub>——CH<sub>4</sub> 的全球变暖潜能值的数值，取值为 25，单位为 kgCO<sub>2</sub>/kgCH<sub>4</sub>（IPCC，2006）。



6.1.2.3 生化直接排放量计算

生化直接排放量，以 CO<sub>2, dir</sub> 表示，按公式（4）计算：

CO<sub>2, dir</sub> = CO<sub>2, N<sub>2</sub>O</sub> + CO<sub>2, CH<sub>4</sub></sub> ..... (4)

式中：

CO<sub>2, N<sub>2</sub>O</sub>——按 6.1.2.1 计算的统计期内 N<sub>2</sub>O 排放的 CO<sub>2</sub> 当量值的数值，单位为吨二氧化碳当量（tCO<sub>2</sub>e）；

CO<sub>2, CH<sub>4</sub></sub>——按 6.1.2.2 计算的统计期内污水厌氧降解过程产生的 CO<sub>2</sub> 排放量的数值，单位为吨二氧化碳当量（tCO<sub>2</sub>e）。

注：根据《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》，污水处理直接排放仅考虑了 N<sub>2</sub>O 和 CH<sub>4</sub> 等温室气体排放，其排放因子 EF<sub>N<sub>2</sub>O</sub> 和 EF<sub>CH<sub>4</sub></sub> 均来源于该指南第 5 卷废弃物第 6 章废水处理和排放中的数据。污水好氧处理产生的 CO<sub>2</sub> 排放并不在《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》范围之内，宜参见附录 C 计算好氧生化处理过程中的 CO<sub>2</sub> 排放量。

6.2 能源间接 CO<sub>2</sub> 排放量

6.2.1 计算方法

能耗对应的间接 CO<sub>2</sub> 排放（IE），可根据实际消耗量和相应的排放因子按公式（5）计算：

IE = (EQ × EF) / 1 000 ..... (5)

式中：

IE——统计期内间接能耗对应的 CO<sub>2</sub> 排放量的数值，单位为吨（t）；

EQ——统计期内能耗的数量的数值，单位为千瓦时（kW·h）或吉焦耳（GJ）；

EF——能耗对应的排放因子的数值，单位为千克二氧化碳每千瓦时 [kgCO<sub>2</sub> /（kW·h）] 或千克二氧化碳每吉焦耳（kgCO<sub>2</sub>/GJ）。

注：能耗（电力、热、蒸汽）CO<sub>2</sub> 排放因子参见附录 A 表 A.1。

6.2.2 各单元 CO<sub>2</sub> 排放量

6.2.2.1 供水单元（CO<sub>2, sup</sub>）

统计期内（月）供水单元 CO<sub>2</sub> 排放量，按公式（6）计算：

CO<sub>2, sup</sub> = [Σ(EQ<sub>ext</sub> × EF) + Σ(EQ<sub>tre</sub> × EF) + Σ(EQ<sub>sto</sub> × EF)] / 1 000 ..... (6)

式中：

CO<sub>2, sup</sub>——统计期内供水单元 CO<sub>2</sub> 排放量的数值，单位为吨（t）；

EQ<sub>ext</sub>——取水能耗的数值，单位为千瓦时（kW·h）或吉焦耳（GJ）；

EQ<sub>tre</sub>——水处理能耗的数值，单位为千瓦时（kW·h）或吉焦耳（GJ）；

EQ<sub>sto</sub>——水储供能耗的数值，单位为千瓦时（kW·h）或吉焦耳（GJ）；

EF——能耗对应的排放因子的数值，单位为千克二氧化碳每千瓦时 [kgCO<sub>2</sub> /（kW·h）] 或千克二氧化碳每吉焦耳（kgCO<sub>2</sub>/GJ）。

注：企业如有向第三方供水，其能耗宜扣除。

6.2.2.2 用水单元 (CO<sub>2. use</sub>)

统计期内 (月) 用水单元 CO<sub>2</sub> 排放量, 按公式 (7) 计算:

$$\text{CO}_{2. \text{ use}} = [\sum (\text{EQ}_{\text{cyc}} \times \text{EF}) + \sum (\text{EQ}_{\text{boi}} \times \text{EF}) + \sum (\text{EQ}_{\text{pro}} \times \text{EF}) + \sum (\text{EQ}_{\text{oth}} \times \text{EF})] / 1\,000 \dots\dots\dots (7)$$

式中:

- CO<sub>2. use</sub> ——统计期内用水单元 CO<sub>2</sub> 排放量的数值, 单位为吨 (t);
- EQ<sub>cyc</sub> ——循环用水处理能耗的数值, 单位为千瓦时 (kW·h) 或吉焦耳 (GJ);
- EQ<sub>boi</sub> ——锅炉用水处理能耗的数值, 单位为千瓦时 (kW·h) 或吉焦耳 (GJ);
- EQ<sub>pro</sub> ——特殊工艺用水处理能耗的数值, 单位为千瓦时 (kW·h) 或吉焦耳 (GJ);
- EQ<sub>oth</sub> ——其他生产用水处理能耗的数值, 单位为千瓦时 (kW·h) 或吉焦耳 (GJ);
- EF ——能耗对应的排放因子, 单位为千克二氧化碳每千瓦时 [kgCO<sub>2</sub>/(kW·h)] 或千克二氧化碳每吉焦耳 (kgCO<sub>2</sub>/GJ)。

6.2.2.3 污水单元 (CO<sub>2. was</sub>)

统计期内 (月) 污水单元 CO<sub>2</sub> 排放量, 按公式 (8) 计算:

$$\text{CO}_{2. \text{ was}} = [\sum (\text{EQ}_{\text{tre}} \times \text{EF}) - \sum (\text{EQ}_{\text{bpo}} \times \text{EF})] / 1\,000 \dots\dots\dots (8)$$

式中:

- CO<sub>2. was</sub> ——统计期内污水单元 CO<sub>2</sub> 排放量的数值, 单位为吨 (t);
- EQ<sub>tre</sub> ——污水处理能耗的数值, 单位为千瓦时 (kW·h) 或吉焦耳 (GJ);
- EQ<sub>bpo</sub> ——生物再生产能耗的数值, 单位为千瓦时 (kW·h) 或吉焦耳 (GJ);
- EF ——能耗对应的排放因子的数值, 单位为千克二氧化碳每千瓦时 [kgCO<sub>2</sub>/(kW·h)] 或千克二氧化碳每吉焦耳 (kgCO<sub>2</sub>/GJ)。

注: 污水处理产能新技术提供的, 如厌氧生产生物气用于发电、取热、制冷等能源, 在 CO<sub>2</sub> 排放量计算时宜予抵扣。

6.2.2.4 污泥单元 (CO<sub>2. slu</sub>)

6.2.2.4.1 统计期内 (月) 污泥单元 CO<sub>2</sub> 排放量, 按公式 (9) 计算:

$$\text{CO}_{2. \text{ slu}} = [\sum (\text{EQ}_{\text{red}} \times \text{EF}) + \sum (\text{EQ}_{\text{res}} \times \text{EF}) - \sum (\text{EQ}_{\text{pow}} \times \text{EF})] / 1\,000 + \text{CO}_{2. \text{ bur}} \dots\dots\dots (9)$$

式中:

- CO<sub>2. slu</sub> ——统计期内污泥单元 CO<sub>2</sub> 排放量的数值, 单位为吨 (t);
- EQ<sub>red</sub> ——污泥减量化能耗的数值, 单位为千瓦时 (kW·h) 或吉焦耳 (GJ);
- EQ<sub>res</sub> ——污泥资源化能耗的数值, 单位为千瓦时 (kW·h) 或吉焦耳 (GJ);
- EQ<sub>pow</sub> ——污泥处理产能的数值, 单位为千瓦时 (kW·h) 或吉焦耳 (GJ);
- EF ——能耗对应的排放因子的数值, 单位为千克二氧化碳每千瓦时 [kgCO<sub>2</sub>/(kW·h)] 或千克二氧化碳每吉焦耳 (kgCO<sub>2</sub>/GJ)。

注: 污泥处理产生的二次能源, 在 CO<sub>2</sub> 排放量计算时宜予抵扣, 但不考虑污泥外部处理处置。

6.2.2.4.2 统计期内 (月) 污泥单元污泥焚烧 CO<sub>2</sub> 排放量, 按公式 (10) 计算:

$$\text{CO}_{2. \text{ bur}} = \sum [FQ \times (HV \times 1\,000) \times (EF / 1\,000)] + (QI \times 44 / 12) / 1\,000 \dots\dots\dots (10)$$

式中:

- CO<sub>2. bur</sub> ——统计期内污泥单元污泥焚烧 CO<sub>2</sub> 排放量的数值, 单位为吨 (t);

FQ——统计期内燃料的用量的数值，单位为吨（t）；  
HV——燃料的低位热值的数值，单位为兆焦每千克或兆焦每立方米（MJ/kg 或 MJ/m<sup>3</sup>）；  
EF——燃料对应的 CO<sub>2</sub> 排放因子的数值，单位为千克二氧化碳每兆焦（kgCO<sub>2</sub>/MJ）；  
QI——污泥碳含量的数值，单位为千克（kg）；  
44/12——CO<sub>2</sub> 相对分子质量和 C 相对分子质量的比值。  
注：污泥的碳含量可通过实测获得，也可选用污泥干重的 30% 获得（30% 的数据来源于《省级温室气体清单编制指南（试行）》）。

6.2.2.5 污水回用单元 (CO<sub>2, reu</sub>)

统计期内（月）污水回用单元 CO<sub>2</sub> 排放量，按公式（11）计算：

$$CO_{2, reu} = [\sum(EQ_{tre} \times EF) + \sum(EQ_{sto} \times EF)] / 1\,000 \quad \dots\dots (11)$$

式中：

CO<sub>2, reu</sub>——统计期内污水回用单元 CO<sub>2</sub> 排放量的数值，单位为吨（t）；  
EQ<sub>tre</sub>——污水深度处理能耗的数值，单位为千瓦时（kW·h）或吉焦耳（GJ）；  
EQ<sub>sto</sub>——水储供能耗的数值，单位为千瓦时（kW·h）或吉焦耳（GJ）；  
EF——能耗对应的排放因子，单位为千克二氧化碳每千瓦时 [kgCO<sub>2</sub> / (kW·h)] 或千克二氧化碳每吉焦耳（kgCO<sub>2</sub>/GJ）。

注：企业如有外供，其能耗宜扣除。

6.2.3 能源间接 CO<sub>2</sub> 排放量总量 (CO<sub>2, ind</sub>)

统计期内（月）能源间接 CO<sub>2</sub> 排放量总量，以 CO<sub>2, ind</sub> 表示，按公式（12）计算：

$$CO_{2, ind} = CO_{2, sup} + CO_{2, use} + CO_{2, was} + CO_{2, slu} + CO_{2, reu} \quad \dots\dots (12)$$

式中：

CO<sub>2, sup</sub>——按 6.2.2.1 计算的统计期内供水单元 CO<sub>2</sub> 排放量的数值，单位为吨（t）；  
CO<sub>2, use</sub>——按 6.2.2.2 计算的统计期内用水单元 CO<sub>2</sub> 排放量的数值，单位为吨（t）；  
CO<sub>2, was</sub>——按 6.2.2.3 计算的统计期内污水单元 CO<sub>2</sub> 排放量的数值，单位为吨（t）；  
CO<sub>2, slu</sub>——按 6.2.2.4.1 计算的统计期内污泥单元 CO<sub>2</sub> 排放量的数值，单位为吨（t）；  
CO<sub>2, reu</sub>——按 6.2.2.5 计算的统计期内污水回用单元 CO<sub>2</sub> 排放量的数值，单位为吨（t）。

6.3 CO<sub>2</sub> 排放总量计算

CO<sub>2</sub> 排放总量，以 CO<sub>2, total</sub> 表示，按公式（13）计算：

$$CO_{2, total} = CO_{2, ed} + CO_{2, ind} + CO_{2, dir} \quad \dots\dots\dots (13)$$

式中：

CO<sub>2, ed</sub>——按 6.1.1 计算的统计期内能源直接 CO<sub>2</sub> 排放量的数值，单位为吨（t）；  
CO<sub>2, ind</sub>——按 6.2.3 计算的统计期内能源间接 CO<sub>2</sub> 排放量总量的数值，单位为吨（t）；  
CO<sub>2, dir</sub>——按 6.1.2.3 计算的统计期内生化直接排放量的数值，单位为吨（t）。

7 编制计算报告

化工企业 CO<sub>2</sub> 排放量计算报告编制应满足相关性、完整性、一致性、透明性和准确性的基本原则；要清楚地设定组织边界、营运边界；指明具体的统计期；列出的水网络系统的组成单元、计算其 CO<sub>2</sub> 排放量，并进行汇总以及相关分析与说明。

化工企业 CO<sub>2</sub> 排放量计算报告应包括：统计期内（月度、年度）的水网络系统各单元用水量、

**HG/T 4820—2015**

能耗、CO<sub>2</sub> 排放量以及总排放量；可以根据实际要求对上述内容做相应调整。在披露整个企业水网络 CO<sub>2</sub> 排放量时，应明确说明企业营运边界变化。计算报告编制格式模板及相应的统计表可参见附录 B。

对不同化工企业，水网络系统内各单元构成差异很大。对各类企业（如石油化工、盐化工、煤化工、精细化工等）的不同案例，进行案例研究并详细报告。计算方法应用范例可参见附录 D。

附 录 A  
(资料性附录)

各种燃料的低位热值及对应的 CO<sub>2</sub> 排放因子

表 A.1 给出了各种燃料的低位热值及对应的 CO<sub>2</sub> 排放因子。

表 A.1 各种燃料的低位热值及对应的 CO<sub>2</sub> 排放因子

燃料种类	低位热值/(MJ/kg)	CO <sub>2</sub> 排放因子/(kg/MJ)
标准煤	29.271	0.084 0
燃料油	41.816	0.075 5
液化石油气	50.179	0.061 6
炼厂干气	46.055	0.048 2
油田天然气	38.931 MJ/m <sup>3</sup>	0.054 3
煤矿瓦斯气	14.636~16.726 MJ/m <sup>3</sup>	0.037 3
焦炉煤气	18.003 MJ/m <sup>3</sup>	0.037 3
国网供电		所属电网当年基准线排放因子数据
企业自备电站供热		150 kg/GJ
<p>注 1: 低位热值数据参考 GB/T 2589《综合能耗计算通则》,各种燃料的排放因子数据参照国家发展和改革委员会采用的《2006 年 IPCC 国家温室气体清单指南》数据。</p> <p>注 2: 国网供电 CO<sub>2</sub> 排放因子等于企业生产场地所属区域电网的平均供电 CO<sub>2</sub> 排放因子,可根据主管部门的最新发布数据进行取值。</p> <p>注 3: 国网供电和企业自备电站供热 CO<sub>2</sub> 排放因子分别来自国家发展和改革委员会公布数据和石化生产企业自备电站统计数据。</p>		

附录 B

(资料性附录)

计算报告编制格式模板及相应的统计表

B.1 企业概况

B.2 温室气体排放计算及结果分析

B.2.1 水网络间接 CO<sub>2</sub> 排放量

B.2.2 水网络直接 CO<sub>2</sub> 排放量

B.2.3 结果汇总

根据企业水网络各单元对应的计算方法，对月度用水量、能耗、间接 CO<sub>2</sub> 排放量和直接 CO<sub>2</sub> 排放量分别进行测算，并对年度排放进行汇总（参见表 B.1、表 B.2）。

根据企业水网络系统不同单元年度能耗和水量、CO<sub>2</sub> 排放量（包括直接和间接）所占份额（参见图 B.1、图 B.2），报告各单元能耗和外排 CO<sub>2</sub> 的贡献值，进而提出企业寻找节能减排（CO<sub>2</sub>）措施，为企业优化能源管理、精细化水系统管理及减排温室气体提供决策依据。

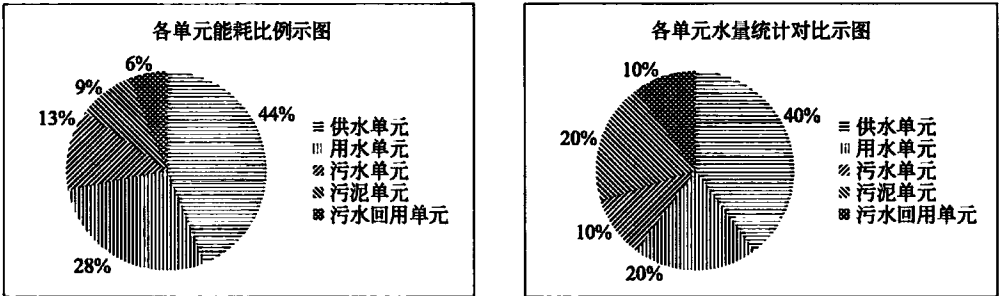


图 B.1 水网络系统不同单元能耗和水量占总量的比例

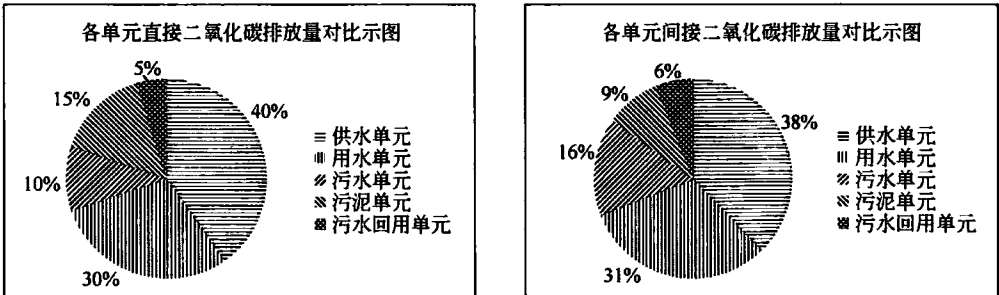


图 B.2 水网络系统不同单元 CO<sub>2</sub> 排放量占总排放量的比例

表 B.1 企业水网络系统用水量、能耗、CO<sub>2</sub> 排放量统计表

月份	供水单元				用水单元				污水单元				污泥单元				污水回用单元				月度汇总	
	水量 /m <sup>3</sup>	能耗 /(kW·h 或 GJ)	CO <sub>2</sub> 排放量 /t		水量 /m <sup>3</sup>	能耗 /(kW·h 或 GJ)	CO <sub>2</sub> 排放量 /t		水量 /m <sup>3</sup>	能耗 /(kW·h 或 GJ)	CO <sub>2</sub> 排放量 /t		水量 /m <sup>3</sup>	能耗 /(kW·h 或 GJ)	CO <sub>2</sub> 排放量 /t		水量 /m <sup>3</sup>	能耗 /(kW·h 或 GJ)	CO <sub>2</sub> 排放量 /t		能耗 /(kW·h 或 GJ)	CO <sub>2</sub> 排放量 /t
1 月	电量				电量				电量				电量				电量					
	蒸汽				蒸汽				蒸汽				蒸汽				蒸汽					
	燃料燃烧				燃料燃烧				燃料燃烧				燃料燃烧				燃料燃烧					
2 月	电量				电量				电量				电量				电量					
	蒸汽				蒸汽				蒸汽				蒸汽				蒸汽					
	燃料燃烧				燃料燃烧				燃料燃烧				燃料燃烧				燃料燃烧					
3 月	电量				电量				电量				电量				电量					
	蒸汽				蒸汽				蒸汽				蒸汽				蒸汽					
	燃料燃烧				燃料燃烧				燃料燃烧				燃料燃烧				燃料燃烧					
4 月	电量				电量				电量				电量				电量					
	蒸汽				蒸汽				蒸汽				蒸汽				蒸汽					
	燃料燃烧				燃料燃烧				燃料燃烧				燃料燃烧				燃料燃烧					
.....																						
12 月	电量				电量				电量				电量				电量					
	蒸汽				蒸汽				蒸汽				蒸汽				蒸汽					
	燃料燃烧				燃料燃烧				燃料燃烧				燃料燃烧				燃料燃烧					
年度 汇总																						

表 B.2 企业水网络系统生化直接排放，以二氧化碳当量计算统计表

月份	污水单元			污泥单元			污水回用单元			总计
	CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O /tCO <sub>2</sub> e	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> /tCO <sub>2</sub> e	CO <sub>2</sub> , total /tCO <sub>2</sub> e	CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O /tCO <sub>2</sub> e	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> /tCO <sub>2</sub> e	CO <sub>2</sub> , total /tCO <sub>2</sub> e	CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> O /tCO <sub>2</sub> e	CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> /tCO <sub>2</sub> e	CO <sub>2</sub> , total /tCO <sub>2</sub> e	CO <sub>2</sub> /tCO <sub>2</sub> e
1 月										
2 月										
3 月										
4 月										
5 月										
6 月										
7 月										
8 月										
9 月										
10 月										
11 月										
12 月										
年度 汇总										

注：CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O (单位为 tCO<sub>2</sub>e) 指直接 N<sub>2</sub>O 排放量的 CO<sub>2</sub> 当量值，CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> (单位为 tCO<sub>2</sub>e) 指直接 CH<sub>4</sub> 排放量的 CO<sub>2</sub> 当量值。



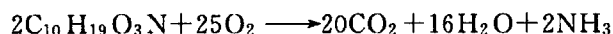
## 附录 C (资料性附录)

### 污水好氧生化处理产生的二氧化碳排放计算方法

#### C.1 方法提要

采用经验模型（不同化工企业，污水生物处理工艺、化学剂使用类型不同，经验模型系数选取不同。宜根据不同企业案例研究，建立各企业类型的经验模型，并确定模型系数），计算水网络中生物处理直接 CO<sub>2</sub> 排放量。

在 6.1.2.1 中已经考虑了 N<sub>2</sub>O 直接排放计算，在污水好氧生化处理过程中仅考虑 BOD 氧化的 CO<sub>2</sub> 排放量，化学式如下：



注：O<sub>2</sub> 和 CO<sub>2</sub> 之间转化率为 1 : 1.1，即每 1 kg O<sub>2</sub> 产生 1.1 kg CO<sub>2</sub>。

#### C.2 污水好氧生化处理 CO<sub>2</sub> 排放量计算 (CO<sub>2, BOD</sub>)

BOD 氧化产生 CO<sub>2</sub> 排放量，单位为千克二氧化碳每月 (kgCO<sub>2</sub>/M)，按公式 (C.1) 计算：

$$CO_{2, BOD} = [(BOD_{5进} - BOD_{5出}) / 90\%] \times 1.1 \times M \quad \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：

BOD<sub>5</sub>——5 日生化需氧量的数值，单位为千克 (kg)；

M——月天数的数值，单位为天 (d)；

90%——BOD<sub>5</sub> 占 BOD<sub>全</sub> 的百分比；

1.1——O<sub>2</sub> 和 CO<sub>2</sub> 之间转化系数。

注：如 BOD 为非常规监测项目，企业可测定进入生化处理设施污水中 COD 与 BOD 的比值，然后用 COD 反算 BOD 值加以计算（也可暂按 BOD : COD 为 0.5 计算）。如企业计算生化好氧产生的二氧化碳，则污泥焚烧二氧化碳排放量计算公式 [公式 (10)] 中的 QI（污泥碳含量）宜予以扣除。

**附 录 D**  
**(资料性附录)**  
**计算方法应用范例**

**D.1 企业概况**

某石化企业原油一次加工能力 1 550 万吨/年，综合配套加工能力 1 250 万吨/年，乙烯 20 万吨/年。主要生产装置包括：炼油 23 套，化工 24 套，化纤 3 套。

某石化企业水网络系统包括：企业生产生活用水供应、工业废水和厂区生活污水处理及回用。拥有 26 套主要生产装置，其中：新鲜水系统 2 套、循环水系统 11 套、化学水系统 4 套、污水处理装置 4 套、污水回用装置 3 套和排水系统 2 套。主要产品包括：新鲜水、循环水、脱盐水、冷冻水、回用水等。

生产装置设计能力分别为：新鲜水供水能力 13.6 万立方米/日，循环水场供水能力 360 万立方米/日，脱盐水供水能力 3.79 万立方米/日，污水处理能力 4.76 万立方米/日，回用水生产能力 1.0 万立方米/日，防汛排放能力 11.8 万立方米/小时。

企业水网络系统主要的温室气体排放源包括：污水生化处理的直接  $N_2O$  排放、厌氧处理产生  $CH_4$  的燃烧排放、各单元能源间接排放等。

**D.2 温室气体排放计算及结果**

以该石化企业 2014 年 8 月份生产数据为一个报告期。

**D.2.1 水网络间接  $CO_2$  排放量**

企业水网络系统耗电产生间接的  $CO_2$  排放量，根据各单元 8 月份耗电量和所属区域电网的平均供电  $CO_2$  排放因子进行计算  $[0.88 \text{ kg}CO_2/(\text{kW} \cdot \text{h})]$ 。

企业水网络系统中蒸汽的利用，主要集中在用水单位循环水和污泥干化过程（污泥干化的蒸汽数据为 9 月份）。化学水、供水、水源等其他单元在夏季不使用蒸汽。根据企业自产蒸汽的生产情况，结合标准附录 A 表 A.1，得出每 1 t 蒸汽产生 0.38 t  $CO_2$  排放（蒸汽利用是从 180 °C 1 MPa 蒸汽变成 60 °C 水）。

各装置以计量中心计量量为准，与财务收费量一致。水网络系统能耗量见表 D.1。

表 D.1 某企业水网络系统能耗量表

单元名称		各单元车间	用水量/10 <sup>4</sup> t	耗电量/(kW·h)	蒸汽量/t
供水单元		水源车间	141.03	397 700	0.0
		供水车间	141.03	397 600	0.0
		水处理二车间供水	14.20	38 300	0.0
用水单元	循环水	水处理一车间	2 022.96	5 126 100	740
		水处理二车间	1 794.20	4 329 200	46.5
		水处理三车间	1 738.53	4 368 300	110.1
		水处理四车间	238.19	643 900	250
		水处理五车间	1 945.29	3 116 900	26
	化学水	水处理一车间	11.48	237 000	0.0
		水处理二车间	3.52	151 500	0.0
		水处理三车间	12.32	91 500	0.0
		水处理四车间	0.00	0.00	0.0
		水处理五车间	20.23	206 500	0.0
污水单元		炼油污水	39.57	524 100	0.0
		化工污水	49.55	433 800	0.0
		烯烃污水	11.36	143 600	0.0
污泥单元		水净化一车间污泥干化	127(t)	19 400	500
污水回用单元		炼油污水	12.39	381 500	0.0
		化工污水	8.56	140 400	0.0
		烯烃污水	0.72	49 900	0.0
汇 总		—	8 205.143	20 797 200	1 672.6

8 月份水网络系统耗电产生的间接 CO<sub>2</sub> 排放量 [单位为吨 (t)] 为： $20\,797\,200 \times 0.88 / 1\,000 = 18\,301.54$ 。

8 月份水网络系统耗蒸汽产生的间接 CO<sub>2</sub> 排放量 [单位为吨 (t)] 为： $1\,672.6 \times 0.38 = 635.59$ 。

所以，能源间接 CO<sub>2</sub> 排放量为： $\text{CO}_{2,\text{ind}} = 18\,301.54 + 635.59 = 18\,937.13$ 。

D.2.2 水网络直接 CO<sub>2</sub> 排放量

D.2.2.1 能源直接排放

本企业污水厌氧处理产生的沼气（甲烷）均以燃烧方式排放，因此，以产生的甲烷燃烧后转化的二氧化碳加以计算。

经实测，8 月份企业厌氧沼气产量为 191 875 m<sup>3</sup>（标准状态），沼气中甲烷含量 89 %。

$$\text{CO}_{2,\text{ed}} = 191\,875 \times 0.89 \times 44 \times 16 / (0.022\,4 \times 16) / 1\,000\,000 = 335.44$$

D.2.2.2 生化处理直接排放

D.2.2.2.1 直接 N<sub>2</sub>O 排放

水网络系统总脱氮量见表 D.2。

表 D.2 某企业水网络系统总脱氮量表

各单元车间	用水量/10 <sup>4</sup> t	总脱氮量/kg
炼油污水	28.87	17 769
化工污水	49.55	1 531
烯烃污水	12.10	32.7
汇 总	90.52	19 332.7

污水处理过程当中 N<sub>2</sub>O 的直接排放量，其 CO<sub>2</sub> 排放当量按 6.1.2.1 公式（2）计算。

生物脱氮总脱除氮量 TN<sub>inf</sub> 为：19 332.7×14/17=15 921.05。

$$\text{CO}_{2,\text{N}_2\text{O}}=296\times 15\,921.05\times 0.005\times 44/28\,000=37.03$$

注：生物脱氮总脱除氮量按照氨氮的总去除量计算（因为污水中有机氮含量较低），再将氨氮按照 14/17 比率折算成生化去除的总氮量。

D.2.2.2.2 直接 CH<sub>4</sub> 排放

该企业 2014 年 8 月份水网络系统中产生的 CH<sub>4</sub> 均以燃烧方式排放（见 D.2.2.1），所以无 CH<sub>4</sub> 排放。

D.2.2.2.3 污水好氧生化处理排放

水网络系统生化 BOD 量见表 D.3。

表 D.3 某企业水网络系统生化 BOD 量

各单元车间	用水量/10 <sup>4</sup> t	每月生化耗氧量/t
炼油污水	28.87	88.181 03
化工污水	49.55	48.909 569 25
烯烃污水	12.10	15.039 612
汇 总	90.52	152.130 2

好氧生化处理产生的二氧化碳排放量 [单位为吨 (t)] 为：CO<sub>2,BOD</sub>=152.130 2×1.1=167.34。

注：好氧生化处理产生 CO<sub>2</sub> 排放不在 IPCC 范围之内，表 D.3 计算不纳入结果汇总。其排放量根据附录 C 公式（C.1）进行计算。

D.2.2.3 生化直接排放量

$$\text{CO}_{2,\text{dir}}=\text{CO}_{2,\text{N}_2\text{O}}=37.02$$

D.2.3 结果汇总

该企业水网络系统二氧化碳排放量总量为：

$$\text{CO}_{2,\text{total}}=\text{CO}_{2,\text{ed}}+\text{CO}_{2,\text{ind}}+\text{CO}_{2,\text{dir}}=335.44+18\,937.13+37.02=19\,309.59$$

水网络系统不同单元能耗和水量占比见图 D.1，不同单元直接 CO<sub>2</sub> 排放量和间接 CO<sub>2</sub> 排放量占比见图 D.2，用水量、能耗、CO<sub>2</sub> 排放量统计见表 D.4，生化直接排放（以二氧化碳当量计算）统计见表 D.5。

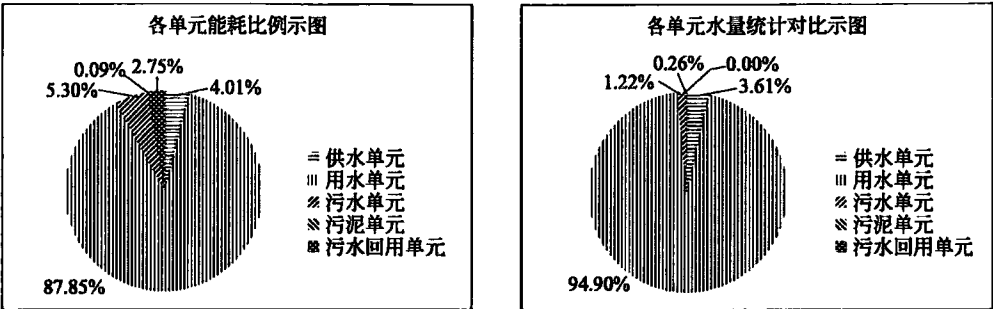


图 D.1 水网络系统不同单元能耗和水量占比图

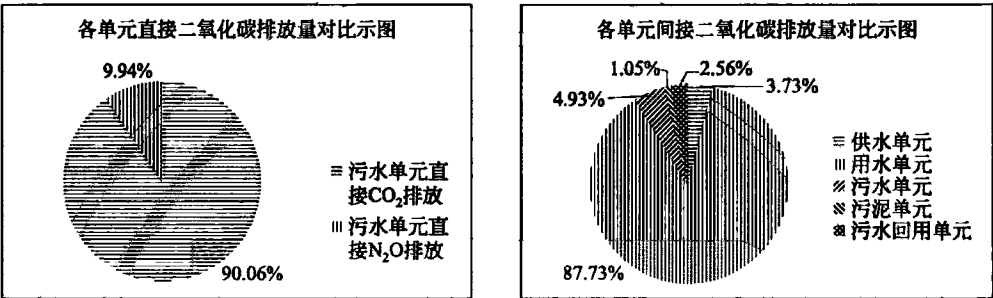


图 D.2 水网络系统不同单元直接 CO<sub>2</sub> 排放量和间接 CO<sub>2</sub> 排放量占比图

注：企业水网络系统中的污泥单元的污泥处理外委，故没有焚烧排放。只有污水单元生化处理产生的氧化亚氮的直接排放，生化处理产生的 CH<sub>4</sub> 以燃烧产生 CO<sub>2</sub> 也计入到污水单元中，供水、用水、污泥等其他单位没有直接 CO<sub>2</sub> 排放。

表 D.4 某企业水网络系统用水量、能耗、CO<sub>2</sub> 排放量统计表 (8 月份)

月份	供水单元			用水单元			污水单元					
	水量 /10 <sup>4</sup> t	能耗 /(kW·h 或 t)	CO <sub>2</sub> 排放量 /t	水量 /10 <sup>4</sup> t	能耗 /(kW·h 或 t)	CO <sub>2</sub> 排放量 /t	水量 /10 <sup>4</sup> t	能耗 /(kW·h 或 t)	CO <sub>2</sub> 排放量 /t			
8 月	296.26	电量	833 600	7 786.72	电量	18 270 900	100.48	电量	1 101 500			
		蒸汽	0		蒸汽	1 172.6		蒸汽	0			
		燃料燃烧	0		燃料燃烧	0		燃料燃烧	0			
污泥单元												
污水回用单元												
月份	水量 /10 <sup>4</sup> t	能耗 /(kW·h 或 t)	CO <sub>2</sub> 排放量 /t	水量 /10 <sup>4</sup> t	能耗 /(kW·h 或 t)	CO <sub>2</sub> 排放量 /t	水量 /10 <sup>4</sup> t	能耗 /(kW·h 或 t)	CO <sub>2</sub> 排放量 /t			
										月度汇总		
8 月	0.012 7	电量	19 400	21.67	电量	571 800	20 797 200	电量	16 637.76			
		蒸汽	500		蒸汽	0		蒸汽	635.59			
		燃料燃烧	0		燃料燃烧	0		燃料燃烧	0			

表 D.5 某企业水网络系统生化直接排放, 以二氧化碳当量计算统计表 (8 月份)

月份	污水单元			污泥单元			污水回用单元		
	CO <sub>2</sub> 、N <sub>2</sub> O /tCO <sub>2</sub> e	CO <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> /tCO <sub>2</sub> e	CO <sub>2</sub> 、total /tCO <sub>2</sub> e	CO <sub>2</sub> 、N <sub>2</sub> O /tCO <sub>2</sub> e	CO <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> /tCO <sub>2</sub> e	CO <sub>2</sub> 、total /tCO <sub>2</sub> e	CO <sub>2</sub> 、CH <sub>4</sub> /tCO <sub>2</sub> e	CO <sub>2</sub> 、total /tCO <sub>2</sub> e	总计
8 月	37.02	0	37.02	0	0	0	0	0	37.02

注: CO<sub>2</sub>、N<sub>2</sub>O(单位为 tCO<sub>2</sub>e)指直接 N<sub>2</sub>O 排放量的 CO<sub>2</sub> 当量值,CO<sub>2</sub>、CH<sub>4</sub>(单位为 tCO<sub>2</sub>e)指直接 CH<sub>4</sub> 排放量的 CO<sub>2</sub> 当量值。

## 参 考 文 献

- [1] GB/T 2589 综合能耗计算通则
  - [2] HJ 617—2011 企业环境报告书编制导则
  - [3] ISO 14064-1:2006 温室气体 第一部分 组织层次上对温室气体排放和清除的量化和报告规范及指南 (Greenhouse gases—Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals)
  - [4] 温室气体核算体系：企业核算和报告准则 (GHG Protocol: 2004)
  - [5] 省级温室气体清单编制指南 (试行)
-

中华人民共和国  
化工行业标准  
化工企业水网络系统  
二氧化碳 (CO<sub>2</sub>) 排放量计算方法

HG/T 4820 2015

出版发行：化学工业出版社

(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

北京科印技术咨询服务公司海淀数码印刷分部

880mm×1230mm 1/16 印张1 $\frac{3}{4}$  字数43.5千字

2016年1月北京第1版第1次印刷

书号：155025·2120

---

购书咨询：010-64518888

售后服务：010-64518899

网址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

---

定价：22.00 元

版权所有 违者必究