

ICS 13.060.25

CCS Z 04

团 体 标 准

T/ACEF 143—2024

工业水系统碳排放 核算方法与报告指南

Carbon Emissions Accounting Methods and Reporting Guidelines
in Industrial Water Systems

2024-05-31 发布

2024-06-01 实施

中 华 环 保 联 合 会 发 布

目 次

前 言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 核算边界 3

 4.1 概述 3

 4.2 核算和报告范围 4

5 核算步骤与核算方法 4

 5.1 核算步骤 4

 5.2 核算方法 5

6 数据质量管理 14

7 报告内容和格式 14

 7.1 报告内容 15

 7.2 报告主体基本信息 15

 7.3 碳排放量 15

 7.4 活动数据及来源 15

 7.5 排放因子数据及来源 15

附录 A 16

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中华环保联合会水环境治理专业委员会、北京交通大学提出。

本文件由中华环保联合会归口。

本文件主编单位：北京交通大学、北京北控环境保护有限公司、金科环境股份有限公司、眉山市城投中恒能环保科技有限公司、中华环保联合会水环境治理专业委员会。

本文件参编单位：中国市政工程中南设计研究总院有限公司、哈尔滨工业大学、北京坦思环保有限责任公司、上海凯鑫分离技术股份有限公司、北京恩菲环保股份有限公司、天津高能时代水处理科技有限公司、杭州路弘科技有限公司、海天水务集团股份公司、中国国检测试控股集团股份有限公司、台州市环境科学设计研究院有限公司、中国标准化研究院、北京建筑大学、北京林业大学、内蒙古大学、中石化石油化工科学研究院有限公司、青海沅平新能源科技有限公司、中冶京诚工程技术有限公司、北京城市排水集团有限责任公司、中国光大水务有限公司。

本文件主要起草人：姚宏、邢薇、刘愿军、孙小燕，武继旭、刘牡、王秀衡、田盛、包欣、王辉、万玮、曾西、黎泽华、李云、孔洋、范利茹、万年红、张立秋、杨海燕、李伟、熊斐、程新燕、张晓昕、杨洋、杜子文、邓凯丽、张旭擎、封莉、闻路红、尤鑫、潘志成、王冠平、梁思懿、闫浩春、杨森、龙少鹏、李鹏、周强、丁憬枫、边红利、白煜、王乾、葛勇涛。

工业水系统碳排放核算方法与报告指南

1 范围

本文件规定了工业水系统碳排放核算方法与报告的核算边界、核算步骤与核算方法、数据质量管理、报告内容和格式等。

按照通常惯例，文件中使用“碳”这个词来指代温室气体，包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亚氮（N₂O）。

本文件适用于工业水系统碳排放核算与报告编制。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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。

GB/T 19923 城市污水再生利用 工业用水水质
GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则
GB/T 32327 工业废水处理与回用技术评价导则
GB/T 50050 工业循环冷却水处理设计规范

3 术语和定义

GB/T 19923、GB/T 32150、GB/T 32327、GB/T 50050、GB/T 50125 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

工业水系统 industrial water system

由工业给水系统、循环冷却水系统、工业废水处理系统（含再生水系统）等组成的工业企业内部水系统。

3.2

报告主体 reporting entity

具有碳排放行为的法人企业或独立核算单位。

[来源：GB/T 32150-2015，3.2，有修改]

3.3

温室气体 greenhouse gas

大气层中自然存在的和由于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。

[来源：GB/T 32150-2015，3.1，有修改]

3.4

碳排放 carbon emissions

在特定时段内释放到大气中的温室气体总量（以质量单位计算）。

3.5

燃料燃烧排放 fuel combustion emission

燃料在氧化燃烧过程中产生的碳排放。

[来源：GB/T 32150-2015，3.7，有修改]

3.6

过程排放 process emission

工业给水系统、循环冷却水系统、工业废水处理系统（含再生水系统）中，除燃料燃烧外的物理或化学变化造成的碳排放。

[来源：GB/T 32150-2015，3.8，有修改]

3.7

化石碳二氧化碳 fossil carbon carbon dioxide

也称非生源性二氧化碳，即废水中溯源至化石燃料或其加工产品的化石源有机碳分解产生的二氧化碳。

3.8

购入的电力、热力产生的排放 emission from purchased electricity and heat

工业水系统消费的购入电力、热力所对应的电力、热力生产环节产生的二氧化碳排放。

[来源：GB/T 32150-2015，3.9，有修改]

3.9

输出的电力、热力产生的排放 emission from exported electricity and heat

工业水系统输出的电力、热力所对应的电力、热力生产环节产生的二氧化碳排放。

[来源：GB/T 32150-2015，3.10，有修改]

3.10

活动数据 **activity data**

碳排放的生产或消费活动量的表征值。

[来源：GB/T 32150-2015，3.12，有修改]

3.11

排放因子 **emission factor**

表征单位生产或消费活动量的碳排放系数。

[来源：GB/T 32150-2015，3.13，有修改]

3.12

全球变暖潜势 **global warming potential**

GWP

将单位质量的温室气体在给定时间段内辐射强迫影响与等量二氧化碳辐射强度影响相关联的系数。

[来源：GB/T 32150-2015，3.15]

3.13

二氧化碳当量 **carbon dioxide equivalent**

CO₂eq

在辐射强度上与温室气体质量相当的二氧化碳量。

注：二氧化碳当量等于给定温室气体质量乘以它的全球变暖潜势值。

[来源：GB/T 32150-2015，3.16]

4 核算边界

4.1 一般规定

a) 报告主体应以工业水系统为边界，核算和报告其产生的碳排放。工业水系统核算内容应包括燃料燃烧排放、过程排放、购入和输出的电力、热力产生的排放以及回收甲烷产生的排放。如果报告主体涉及使用绿色电力，不应直接扣减，宜单独进行报告。

b) 工业水系统碳排放核算边界见图 1。

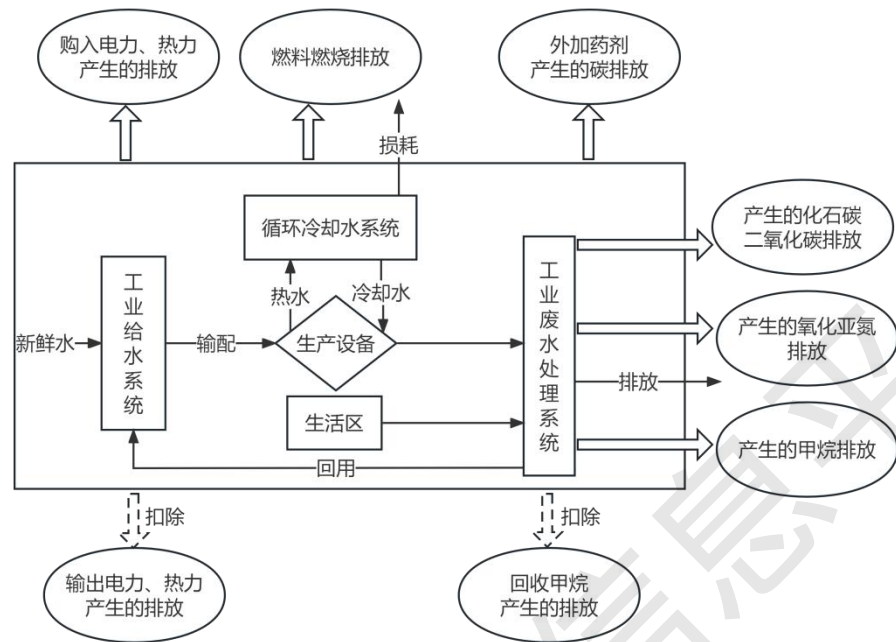


图 1 工业水系统碳排放核算边界示意图

4.2 核算和报告范围

4.2.1 燃料燃烧排放应包括工业水系统化石燃料燃烧产生的二氧化碳、甲烷和氧化亚氮排放。

4.2.2 过程排放应包括工业水系统产生的化石二氧化碳、甲烷、氧化亚氮以及外加药剂产生的二氧化碳当量排放。

4.2.3 购入的电力、热力产生的排放应包括工业水系统消费的购入电力、热力对应的二氧化碳排放。

4.2.4 输出的电力、热力产生的排放应包括工业水系统输出的电力、热力对应的二氧化碳排放。

4.2.5 回收甲烷产生的排放应包括工业废水处理系统中因减少甲烷过程排放而应予以扣减的二氧化碳当量排放，不包括因甲烷自用输出电力、热力对应的部分。

5 核算步骤与核算方法

5.1 核算步骤

碳排放核算工作流程应包括下列步骤：

a) 确定核算边界，识别排放源；

- b) 收集活动数据；
- c) 选择和获取排放因子数据；
- d) 分别计算燃料燃烧排放量、过程排放量、购入和输出的电力、热力对应的排放量以及回收甲烷产生的排放量；
- e) 汇总报告工业水系统碳排放量；
- f) 编制排放报告并对数据质量管理和文件存档。

5.2 核算方法

5.2.1 一般规定

碳排放计量参数和计量要求参见 GB/T 32151 系列标准。

碳排放总量应等于核算边界内化石燃料燃烧排放、过程排放以及购入的电力、热力产生的排放量之和，同时扣除输出的电力、热力以及回收甲烷产生的排放量，应按式（1）计算：

$$E = E_{\text{燃烧}} + E_{\text{过程}} + E_{\text{购入电}} + E_{\text{购入热}} - E_{\text{输出电}} - E_{\text{输出热}} - W_{\text{CH}_4} \times \text{GWP}_{\text{CH}_4} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

E —年碳排放总量，以二氧化碳当量计，单位为吨二氧化碳当量（ tCO_2eq ）；

$E_{\text{燃烧}}$ —燃料燃烧年排放量，以二氧化碳当量计，单位为吨二氧化碳当量（ tCO_2eq ）；

$E_{\text{过程}}$ —化石二氧化碳、甲烷、氧化亚氮以及消耗药剂产生的二氧化碳当量年排放量，单位为吨二氧化碳当量（ tCO_2eq ）；

$E_{\text{购入电}}$ —购入的电力消费对应的年排放量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）；

$E_{\text{购入热}}$ —购入的热力消费对应的年排放量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）；

$E_{\text{输出电}}$ —输出的电力对应的年排放量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）；

$E_{\text{输出热}}$ —输出的热力对应的年排放量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）；

W_{CH_4} —工业废水处理系统甲烷年回收量，单位为吨甲烷（ tCH_4 ）；

GWP_{CH_4} — CH_4 的全球变暖潜势，单位为吨二氧化碳当量每吨甲烷（ $\text{tCO}_2\text{e/tCH}_4$ ），数值参见政府间气候变化专门委员会（IPCC）提供的数据。

5.2.2 燃料燃烧排放、

5.2.2.1 计算公式

5.2.2.1.1 碳排放量

燃料燃烧的碳排放量应按式（2）计算。

$$E_{\text{燃烧}} = (E_{\text{燃烧-CO}_2} + E_{\text{燃烧-CH}_4} \times \text{GWP}_{\text{CH}_4} + E_{\text{燃烧-N}_2\text{O}} \times \text{GWP}_{\text{N}_2\text{O}}) \times 10^{-3} \dots\dots\dots (2)$$

式中：

$E_{\text{燃烧}}$ —燃料燃烧年排放量，以二氧化碳当量计，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂eq）；

$E_{\text{燃烧-CO}_2}$ —燃料燃烧的二氧化碳年排放量，单位为千克二氧化碳（kgCO₂）；

$E_{\text{燃烧-CH}_4}$ —燃料燃烧的甲烷年排放量，单位为千克甲烷（kgCH₄）；

$E_{\text{燃烧-N}_2\text{O}}$ —燃料燃烧的氧化亚氮年排放量，单位为千克氧化亚氮（kgN₂O）；

$\text{GWP}_{\text{N}_2\text{O}}$ —N₂O 的全球变暖潜势，单位为吨二氧化碳当量每吨氧化亚氮（tCO₂e/tN₂O），

数值参见政府间气候变化专门委员会（IPCC）提供的数据。

5.2.2.1.2 二氧化碳排放量

燃料燃烧的二氧化碳排放量应按式（3）计算。

$$E_{\text{燃烧-CO}_2} = \sum_i (AD_i \times EF_{i-\text{CO}_2}) \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$E_{\text{燃烧-CO}_2}$ —燃料燃烧的二氧化碳年排放量，单位为千克二氧化碳（kgCO₂）；

AD_i —燃料 i 的年消耗量，单位为太焦（TJ）；

$EF_{i-\text{CO}_2}$ —化石燃料 i 的二氧化碳排放因子，单位为千克二氧化碳每太焦（kgCO₂/TJ），

取值参见 IPCC 2006 指南-固定式燃烧的默认排放因子（住宅和农林渔业）；

i—消耗燃料类型。

5.2.2.1.3 甲烷排放量

燃料燃烧的甲烷排放量应按式（4）计算。

$$E_{\text{燃烧-CH}_4} = \sum_i (AD_i \times EF_{i-\text{CH}_4}) \dots\dots\dots (4)$$

式中：

$E_{\text{燃烧-CH}_4}$ —燃料燃烧的甲烷年排放量，单位为千克甲烷（kgCH₄）；

$EF_{i-\text{CH}_4}$ —化石燃料 i 的甲烷排放因子，单位为千克甲烷每太焦（kgCH₄/TJ），取值参见 IPCC 2006 指南-固定式燃烧的默认排放因子（住宅和农林渔业）；

i—消耗燃料类型。

5.2.2.1.4 氧化亚氮排放量

燃料燃烧的氧化亚氮排放量应按式（5）计算。

$$E_{\text{燃烧-N}_2\text{O}} = \sum_i (AD_i \times EF_{i-\text{N}_2\text{O}}) \dots\dots\dots (5)$$

式中：

$E_{\text{燃烧-N}_2\text{O}}$ —燃料燃烧的氧化亚氮年排放量，单位为千克氧化亚氮（ kgN_2O ）；

$E_{i-\text{N}_2\text{O}}$ —化石燃料 i 的氧化亚氮排放因子，单位为千克氧化亚氮每太焦（ $\text{kgN}_2\text{O}/\text{TJ}$ ），

取值参见 IPCC 2006 指南-固定式燃烧的默认排放因子（住宅和农林渔业）；

i —消耗燃料类型。

5.2.2.2 活动数据获取

a) 活动数据应为年度内燃料消耗量与平均低位发热量的乘积，按式（6）计算：

$$AD_i = NCV_i \times FC_i / 1000 \dots \dots \dots (6)$$

式中：

AD_i —核算和报告年度内第 i 种化石燃料的活动数据，单位为太焦（ TJ ）；

NCV_i —核算和报告期第 i 种化石燃料的平均低位发热量，对固体或液体燃料，单位为吉焦每吨（ GJ/t ）；对气体燃料，单位为吉焦每万标立方米（ $\text{GJ}/10^4\text{Nm}^3$ ）；

FC_i —核算和报告期内第 i 种化石燃料的消耗量，对固体或液体燃料，单位为吨（ t ）；对气体燃料，单位为万标立方米（ 10^4Nm^3 ）；

i —消耗燃料的类型。

b) 化石燃料消耗量应根据企业能源消费台账或统计报表确定。燃料消耗量测量仪器标准应符合 GB/T 17167-2006 的规定；

c) 具备条件时，化石燃料低位发热量可按 GB/T 213 、GB/T 384 、GB/T 22723 实测。

5.2.3 过程排放

5.2.3.1 计算公式

5.2.3.1.1 碳排放量

碳排放量应按式（7）～式（13）计算：

$$E_{\text{过程}} = E_{\text{过程 CO}_2} + E_{\text{过程 CH}_4} \times \text{GWP}_{\text{CH}_4} + E_{\text{过程 N}_2\text{O}} \times \text{GWP}_{\text{N}_2\text{O}} \dots \dots \dots (7)$$

式中：

$E_{\text{过程}}$ —工业水系统化石碳二氧化碳、甲烷、氧化亚氮以及外加药剂产生的二氧化碳当量年排放量，单位为吨二氧化碳当量（ tCO_2eq ）；

$E_{\text{过程 CO}_2}$ —工业废水处理系统化石碳二氧化碳以及工业水系统消耗药剂产生的二氧化碳

当量年排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂eq）；

$E_{\text{过程CH}_4}$ —工业废水处理系统甲烷年排放量，单位为吨甲烷（tCH₄）；

$E_{\text{过程N}_2\text{O}}$ —工业废水处理系统氧化亚氮年排放量，单位为吨氧化亚氮（tN₂O）。

5.2.3.1.2 二氧化碳排放量

二氧化碳排放量应按式（8）计算。

$$E_{\text{过程CO}_2} = E_{\text{化石碳CO}_2} + E_{\text{药剂}} \dots\dots\dots (8)$$

式中：

$E_{\text{过程CO}_2}$ —工业废水处理系统化石碳二氧化碳以及工业水系统消耗药剂二氧化碳当量年排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂eq）；

$E_{\text{化石碳CO}_2}$ —工业废水处理系统化石碳二氧化碳年排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

$E_{\text{药剂}}$ —工业水系统药剂投加产生的二氧化碳当量年排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂eq）。

5.2.3.1.2.1 化石碳二氧化碳排放量

工业废水处理系统产生的化石碳二氧化碳排放量，应包括来自好氧反应池中的有机物好氧分解和微生物内源呼吸以及厌氧反应池有机物分解和微生物内源代谢。微生物内源呼吸以及内源代谢的过程产生的化石碳二氧化碳较少，可忽略不计。工业废水处理系统产生的化石碳二氧化碳排放量应按式（9）（10）（11）计算。

$$E_{\text{化石碳CO}_2} = E_{\text{好氧化石碳CO}_2} + E_{\text{厌氧化石碳CO}_2} \dots\dots\dots (9)$$

式中：

$E_{\text{化石碳CO}_2}$ —工业废水处理系统产生的化石碳二氧化碳年排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

$E_{\text{好氧化石碳CO}_2}$ —工业废水处理系统好氧反应池产生的化石碳二氧化碳年排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

$E_{\text{厌氧化石碳CO}_2}$ —工业废水处理系统厌氧反应池产生的化石碳二氧化碳年排放量，单位为吨二氧化碳（tCO₂）；

$$E_{\text{好氧化石碳CO}_2} = FCF_{\text{好氧}} \times (\text{TOC}_{\text{i,好氧}} - \text{TOC}_{\text{o,好氧}}) \times Q_{\text{好氧}} \times EF_{\text{CO}_2, \text{好氧}} \times 10^{-6} \dots (10)$$

$$E_{\text{厌氧化石碳CO}_2} = FCF_{\text{厌氧}} \times (\text{TOC}_{\text{i,厌氧}} - \text{TOC}_{\text{o,厌氧}}) \times Q_{\text{厌氧}} \times EF_{\text{CO}_2, \text{厌氧}} \times 10^{-6} \dots (11)$$

式中：

$FCF_{\text{好氧}}$ —好氧池进水中化石源有机物比例，%，取值见 5.2.3.3.1；

$TOC_{i,\text{好氧}}$ —好氧池年进水 TOC（总有机碳 Total Organic Carbon）平均浓度，单位为毫克每升（mg/L）；

$TOC_{o,\text{好氧}}$ —好氧池年出水 TOC 平均浓度，单位为毫克每升（mg/L）；

$Q_{\text{好氧}}$ —好氧池年处理水量，单位为立方米（m³）；

$EF_{CO_2,\text{好氧}}$ —好氧池化石二氧化碳排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千克 TOC（kgCO₂/kgTOC），取值见 5.2.3.3.2；

$FCF_{\text{厌氧}}$ —厌氧池进水中化石源有机物比例，%，取值见 5.2.3.3.1；

$TOC_{i,\text{厌氧}}$ —厌氧池年进水 TOC 平均浓度，单位为毫克每升（mg/L）；

$TOC_{o,\text{厌氧}}$ —厌氧池年出水 TOC 平均浓度，单位为毫克每升（mg/L）；

$Q_{\text{厌氧}}$ —厌氧池年处理水量，单位为立方米（m³）；

$EF_{CO_2,\text{厌氧}}$ —厌氧池化石二氧化碳排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千克 TOC（kgCO₂/kgTOC），取值见 5.2.3.3.2；

5.2.3.1.2.2 药剂投加二氧化碳排放量

投加后产生直接二氧化碳排放的药剂，产生二氧化碳年排放量应按式（12）计算。

$$E_{\text{药剂}} = \sum_n (AD_n \times EF_n) \dots \dots \dots (12)$$

式中：

$E_{\text{药剂}}$ —消耗药剂产生的二氧化碳当量年排放量，单位为吨二氧化碳当量（tCO₂eq）；

AD_n —药剂 n 的年消耗量，单位为吨（t）；

EF_n —药剂 n 的二氧化碳排放因子，单位为吨二氧化碳当量每吨 n（tCO₂eq/tn），常见碳源取值参见《城镇水务系统碳核算与减排路径技术指南》

n—消耗药剂种类。

5.2.3.1.3 甲烷排放量

甲烷排放量应按式（13）计算。

$$E_{\text{过程 CH}_4} = Q \times (COD_i - COD_o) \times EF_{CH_4} \times 10^{-6} \dots \dots \dots (13)$$

式中：

$E_{\text{过程 CH}_4}$ —工业废水处理系统甲烷年排放量，单位为吨甲烷（tCH₄）；

Q—年处理水量，单位为立方米（m³）；

COD_i —年进水 COD（化学需氧量 Chemical Oxygen Demand）平均浓度，单位为毫克每升（mg/L）；

COD_o —年出水 COD 平均浓度，单位为毫克每升（mg/L）；

EF_{CH_4} —工业废水处理系统甲烷排放因子，单位为千克甲烷每千克 COD（kgCH₄/kgCOD），取值见 5.2.3.3.3。

5.2.3.1.4 氧化亚氮排放量

氧化亚氮排放量应按式（14）计算。

$$E_{\text{过程 } N_2O} = Q \times (TN_i - TN_o) \times EF_{N_2O} \times 44/28 \times 10^{-6} \dots\dots\dots (14)$$

式中：

$E_{\text{过程 } N_2O}$ —工业废水处理系统氧化亚氮年排放量，单位为吨氧化亚氮（tN₂O）；

Q —年处理水量，单位为立方米（m³）；

TN_i —年进水 TN（总氮 Total Nitrogen）平均浓度，单位为毫克每升（mg/L）；

TN_o —年出水 TN 平均浓度，单位为毫克每升（mg/L）；

EF_{N_2O} —工业废水处理系统氧化亚氮排放因子，单位为千克氧化亚氮每千克氮（kgN₂O-N/kg N），取值见 5.2.3.3.4；

44/28—转换系数，kgN₂O/kgN₂O-N。

5.2.3.2 活动数据获取

a) 年处理水量可由工业水系统统计报表获得，年进出水 TOC、COD 和 TN 平均浓度可由工业水系统监测的年平均数据获得；对于成分单一且稳定的废水，可检测确定 TOC/COD 系数，基于测得的 COD 平均浓度和 TOC/COD 系数的乘积可换算 TOC 平均浓度。

b) 根据计量器具可获得工业废水处理系统 CH₄ 年回收体积。

c) 药剂消耗量可按核算期内工业给水系统、循环冷却水系统以及工业废水处理系统的药剂购售结算凭证获得。

5.2.3.3 排放因子数据获取

5.2.3.3.1 化石源有机物比例

a) 对于化石源有机物比例，宜对废水进行碳元素同位素测定确定化石碳有机物比例，碳元素同位素测定方法如下：

$$A = A_m \times 10^2 / A_s \dots\dots\dots (15)$$

式中：

A—相对浓度，Bq/gC；

A_m —待测样品的放射性比度，Bq/gC；

A_s —标准样品的放射性比度，Bq/gC。

a) 通过测定 ^{14}C 放射性比度，得到废水中现代碳的比例，被测得的碳即生源碳，据此可推算废水中化石源有机物的比例。

未进行碳元素同位素测定时，根据产生废水的工艺环节采用的煤炭、石油、石油化工制品等化石碳原材料的比例确定化石源有机物比例；

b) 食品加工、农副产品加工、造纸等以生源性含碳物质作为原材料的工业企业，化石源有机物比例取值宜为 5%~15%；

c) 对于石油化工、煤化工、天然气化工、页岩油工业以及化纤工业等，以化石资源作为原材料的工业企业，化石源有机物比例取值宜为 90%~100%；

d) 对于工业园区或不能明确判断化石碳原材料使用比例的工业废水处理系统，化石源有机物比例宜按废水碳元素同位素测定确定。

5.2.3.3.2 化石碳二氧化碳排放因子

a) 好氧池化石碳二氧化碳排放因子，可按公式 (16) 计算

$$EF_{\text{CO}_2, \text{好氧}} = 1.1(a - cyY_{\text{好氧}}) \times 2.67 \dots\dots\dots (16)$$

式中：

$EF_{\text{CO}_2, \text{好氧}}$ —好氧池化石碳二氧化碳排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千克 TOC ($\text{kgCO}_2/\text{kgTOC}$)；

1.1—氧与二氧化碳的转化系数；

a—碳的氧当量，建议经过检测取值，对可生化性较好的废水推荐取值 1.47；

c—细菌细胞的氧当量，取值 1.42；

y—好氧池混合液挥发性悬浮固体浓度和混合液悬浮固体浓度的比值 (MLVSS/MLSS)，宜取 0.75，对于成分复杂的工业废水宜经检测确定。

$Y_{\text{好氧}}$ —好氧池污泥产率系数，建议经过检测取值，推荐取值 0.68；

2.67—消耗单位 TOC 所需要的氧气量。

b) 对于厌氧池化石碳二氧化碳排放因子，

$$EF_{CO_2, \text{厌氧}} = 2.67/f \dots\dots\dots (17)$$

$EF_{CO_2, \text{厌氧}}$ —厌氧池化石二氧化碳排放因子，单位为千克二氧化碳当量每千克 TOC (kgCO₂/kgTOC)；

f—理论上处理 1 单位的可降解有机碳，最大二氧化碳排放量，取值 3.7。

5.2.3.3.3 甲烷排放因子

CH₄ 排放因子，可按公式 (17) 计算。

$$EF_{CH_4} = B_0 \times MCF \dots\dots\dots (18)$$

式中：

EF_{CH_4} —CH₄ 排放因子，单位为千克甲烷每千克 COD (kgCH₄/kgCOD)；

B_0 —最大 CH₄ 产生能力，单位为千克甲烷每千克 COD (kgCH₄/kgCOD)，缺省值 0.25 kgCH₄/kgCOD；

MCF—甲烷修正因子，完全厌氧处理取值为 1，完全好氧处理取值为 0。

5.2.3.3.4 氧化亚氮排放因子

a) 对于 N₂O 排放因子，取值宜为 0.016 kgN₂O-N/kgN；

b) 对于 N₂O 排放因子，有条件时，宜对 N₂O 排放实际监测确定。

5.2.4 购入和输出的电力产生的排放

5.2.4.1 计算公式

5.2.4.1.1 对于购入的电力消耗对应的电力生产二氧化碳排放量，应按式 (18) 计算：

$$E_{\text{购入电}} = AD_{\text{购入电}} \times EF_{\text{购入电}} \dots\dots\dots (19)$$

式中：

$E_{\text{购入电}}$ —购入的电力消费对应的年排放量，单位为吨二氧化碳 (tCO₂)；

$AD_{\text{购入电}}$ —核算和报告年度内的购入电量，单位为兆瓦时 (MWh)；

$EF_{\text{购入电}}$ —区域电网年平均供电排放因子，单位为吨二氧化碳每兆瓦时 (tCO₂/MWh)。

5.2.4.1.2 对于输出电力所对应的电力生产二氧化碳排放量，应按式 (19) 计算：

$$E_{\text{输出电}} = AD_{\text{输出电}} \times EF_{\text{输出电}} \dots\dots\dots (20)$$

式中：

$E_{\text{输出电}}$ —输出的电力消费对应的年排放量，单位为吨二氧化碳 (tCO₂)；

$AD_{\text{输出电}}$ —核算和报告年度内的输出电量，单位为兆瓦时（MWh）；

$EF_{\text{输出电}}$ —区域电网年平均供电排放因子，单位为吨二氧化碳每兆瓦时（ tCO_2/MWh ）。

5.2.4.2 活动数据获取

购入和输出的电力的活动数据宜以电表记录的读数为准，无读数时，可采用电费发票或结算单等结算凭证数据。

5.2.4.3 排放因子数据获取

电力排放因子宜参考地方政府部门更新的适用于地方电力碳排放核算的排放因子，或根据企业地址，按东北、华北、华东、华中、西北、南方电网划分，选用国家主管部门公布的相应区域电网排放因子计算。

5.2.5 购入和输出的热力产生的排放

5.2.5.1 计算公式

5.2.5.1.1 购入的热力对应的热力生产二氧化碳排放量应按式（20）计算：

$$E_{\text{购入热}} = AD_{\text{购入热}} \times EF_{\text{购入热}} \quad (20)$$

式中：

$E_{\text{购入热}}$ —购入的热力对应的热力生产二氧化碳年排放量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）；

$AD_{\text{购入热}}$ —核算和报告年度内的外购热力，单位为吉焦（GJ）；

$EF_{\text{购入热}}$ —年平均供热排放因子，单位为吨二氧化碳每吉焦（ tCO_2/GJ ）。

5.2.5.1.2 输出的热力对应的热力生产二氧化碳排放量应按式（21）计算。

$$E_{\text{输出热}} = AD_{\text{输出热}} \times EF_{\text{输出热}} \quad (21)$$

式中：

$E_{\text{输出热}}$ —输出的热力对应的热力生产二氧化碳年排放量，单位为吨二氧化碳（ tCO_2 ）；

$AD_{\text{输出热}}$ —核算和报告年度内输出的热力，单位为吉焦（GJ）；

$EF_{\text{输出热}}$ —年平均供热排放因子，单位为吨二氧化碳每吉焦（ tCO_2/GJ ）。

5.2.5.2 活动数据获取

购入和输出的热力的活动数据宜以企业的热力表记录的读数为准，也可采用供应商提供的热力费发票或结算单等结算凭证数据。

5.2.5.3 排放因子数据获取

热力排放因子优先采用供热单位的实测值，也可按 $0.11 \text{ tCO}_2/\text{GJ}$ 计算。

5.2.6 回收甲烷产生的排放

5.2.6.1 计算公式

甲烷年回收量应按式（22）计算。

$$W_{\text{CH}_4} = R_{\text{CH}_4} \times 0.717 \times 10^{-3} \dots\dots\dots (23)$$

式中：

W_{CH_4} —甲烷年回收量，单位为吨甲烷（ tCH_4 ）；

R_{CH_4} —甲烷年回收体积，单位为立方米（ m^3 ）；

0.717—标准状况下甲烷的密度， kg/m^3 。

5.2.6.2 活动数据获取

CH_4 年回收体积可根据计量器具获得。

6 数据质量管理

报告主体宜对温室气体数据质量管理，并应包括下列内容：

- a) 建立碳排放核算和报告的规章制度，包括负责机构和人员、工作流程和内容、工作周期和时间节点等，指定专职人员负责碳排放核算和报告工作；
- b) 根据碳排放源重要程度对等级划分，并建立碳排放源一览表，对于不同等级的排放源活动数据和排放因子数据获取提出要求；
- c) 对现有监测条件评估，提高自身监测能力，并制定监测计划，定期对计量器具、检测设备和在线监测仪表维护管理，并记录存档；
- d) 建立温室气体数据记录管理体系，包括数据来源、数据获取时间及相关负责人等信息的记录管理；
- e) 建立碳排放报告内部审核制度，定期对碳排放数据交叉校验，对可能产生的数据误差风险识别，并提出解决方案。

7 报告内容和格式

7.1 报告内容

报告内容应包括报告主体基本信息、碳排放量、活动数据及其来源和排放因子及其来源；报告格式参照附录 A。

7.2 报告主体基本信息

报告主体基本信息应包括报告主体名称、单位性质、报告年度、所属行业、统一社会信用代码、法定代表人、填报负责人和联系人信息等。

对企业法人边界、产品及工艺流程、核算单元划分，以及碳源流和排放源识别情况的详细说明（必要时请附表和附图）。

7.3 碳排放量

报告主体应报告在核算和报告期内碳排放总量，并分别报告化石燃料燃烧排放量、过程排放量、购入和输出的电力、热力产生的排放量以及回收甲烷产生的排放量。

7.4 活动数据及来源

报告主体应结合碳源流的识别和划分情况，分别报告所核算的各个排放源的活动数据，并说明它们的数据来源或资料凭据、监测方法、记录频率等。

报告主体如果存在本文件未涵盖的碳排放环节，则应参考其他相关行业的企业碳排放报告标准的要求，报告其活动数据及来源。

7.5 排放因子数据及来源

报告主体应分别报告各项活动数据所对应的含碳量或其他排放因子计算参数，并说明它们的数据来源、参考出处、相关假设及其理由等。

报告主体如果存在本文件未涵盖的碳排放环节，则应参考其他相关行业的企业碳排放报告的要求，报告其排放因子数据及来源。

附录 A
(资料性)
报告格式

工业水系统碳排放报告

报告主体（盖章）：

报告年度：

编制日期： 年 月 日

本报告主体核算了 年度碳排放量，并填写了相关数据表格。现将有关情况报告如下：

- 一、工业水系统基本情况
- 二、工业水系统碳排放
- 三、活动数据及来源说明
- 四、排放因子数据及来源说明
- 五、其他需要说明的情况

本企业承诺对本报告的真实性的负责。

年 月 日

法人（签字）：