

ICS 号

中国标准文献分类号

# 团 体 标 准

T/ACEF 000—2000

## 城镇给水厂碳排放核算与评价方法

Technical specification for carbon emission accounting and evaluation of urban water supply plants

(征求意见稿)

2000-00-00发布

2000-00-00实施

中华环保联合会 发布



# 目 次

1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	1
4. 核算流程与边界 .....	2
5. 核算方法与步骤 .....	3
6. 碳排放水平评价 .....	5
7. 数据获取与质量控制 .....	7
8. 报告控制 .....	7
附录 A (资料性) 中国地区电力碳排放因子 .....	8
附录 B (资料性) 化学药剂种类及其 CO <sub>2</sub> 排放因子 .....	<b>错误! 未定义书签。</b>
附录 C (资料性) 各类运输方式 CO <sub>2</sub> 排放因子 .....	11
附录 D (资料性) 城镇给水厂碳排放核算源及报告模板 .....	12

## 前 言

本文件按照 GB/T1.1-2020《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。

本文件为首次发布。

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。

本文件由同济大学提出。

本文件由中华环保联合会归口。

本文件主编单位：

本文件参编单位：

本文件主要起草人：

# 城镇给水厂碳排放核算与评价方法

## 1 范围

本文件规定了城镇给水厂碳排放核算流程、核算边界、核算方法、水平评价、数据获取与管理、质量控制、报告编制等。

本文件适用于城镇给水厂的碳排放强度核算与低碳运行评价。

## 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标准必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本标准；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB/T 2589 综合能耗计算通则

GB 20013 室外给水设计标准

GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则

GB/T 51366 建筑碳排放计算标准

GB 55026 城市给水工程项目规范

CJJ58 城镇供水厂运行、维护及安全技术规程

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

### 3.1

#### 城镇给水厂 **Water treatment plant, WTP**

城镇给水厂是指为城镇居民和工业、农业、服务业等用户提供生活、生产用水，并对供水水质进行处理、监测和管理的生产经营单位。

### 3.2

#### 给水厂碳排放活动 **Carbon emission activities of water treatment plants**

城镇给水厂运行维护过程中产生的碳排放活动，如能源消耗，材料与化学品使用和运输，排泥水的处理与处置等。

### 3.3

**排放因子法 Emission factor method**

依照温室气体排放清单列表，针对给水厂每一种排放源收集活动水平数据与排放因子，以活动水平数据和排放因子的乘积作为温室气体排放量估算值。

3.4

**碳排放强度 Carbon emission intensity**

城镇给水厂生产过程中碳排放量与总产水量或供水量的比值，以 $kg\ CO_2 - eq/m^3$ 表示。

4 核算流程与边界

4.1 城镇给水厂碳核算流程为确定核算边界、选择核算方法、收集活动水平数据并确定排放因子、代入计算公式、进行质量控制、形成核算报告等步骤，见图 1。

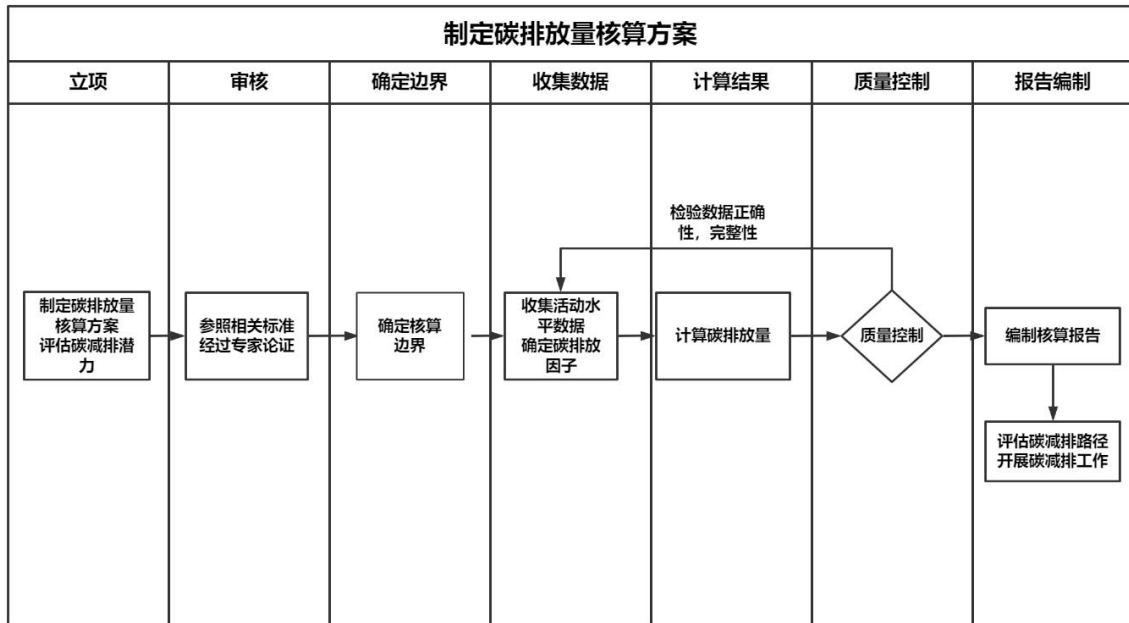


图 1 城镇给水厂碳核算流程图

4.2 城镇给水厂在运行维护过程中碳核算边界主要包括取水、水处理与排泥水处理和辅助生产系统的碳排放，核算边界示意图见图 2。

4.3 城镇给水厂生产系统碳排放核算和报告范围包括以下部分和全部排放：化石燃料燃烧产生的碳排放，购入电力和热力产生的碳排放，所用药剂生产过程的碳排放和药剂、污泥等废物运输过程中产生的碳排放。

4.4 城镇给水厂碳排放核算采用排放因子法。城镇给水厂碳排放因子可采用化石燃料排放因子、电力碳排放因子和建筑材料排放因子等，电力碳排放因子见本标准附录 A，化学药剂排放因子见本标准附录 B，各类运输方式  $CO_2$  排放因子见本标准附录 C。

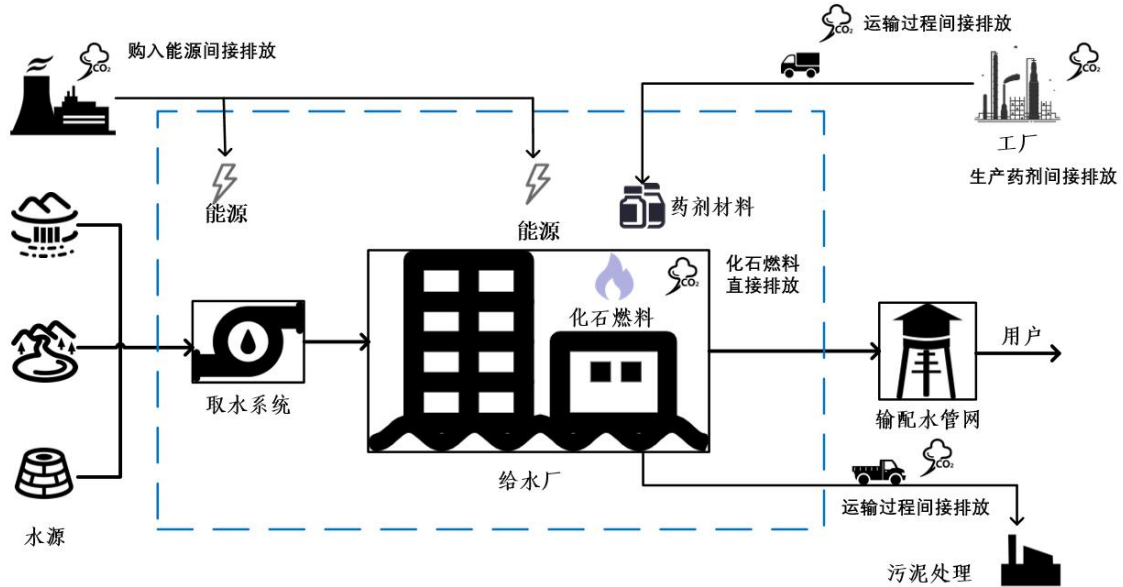


图 2 城镇给水厂碳核算边界示意图

## 5 核算方法与步骤

### 5.1 取水系统碳核算

利用取水系统取用地下水时，主要能耗为水位提升；取用地表水时，主要能耗为原水加压输送。取水系统电力消耗产生的碳排放强度见式（1）、式（2）。

式（1）根据实际消耗电量总量进行核算，该方法结果准确度最高：

$$CES_{qs} = (E_d \cdot EF_d) / Q \quad (1)$$

式中： $CES_{qs}$ ——取水系统运行维护消耗电力产生的碳排放强度， $kg CO_2 - eq/m^3$ ；

$E_d$ ——评价时间内运行维护总耗电量， $kWh$ ；

$EF_d$ ——该地区电力排放因子， $kg CO_2 - eq/kWh$ ，见附录 A；

$Q$ ——评价时间内总转输水量， $m^3$ 。

若水泵运行排放耗电量不可得，可通过水泵机组功率参数和提升高度进行计算，式（2）仅用于水泵，结果准确度中等：

$$CES_{qs} = \sum_{i=1}^n \left( \frac{g \cdot l \cdot \rho \cdot EF_d}{3.6 \times 10^6 \eta_i} \right) \quad (2)$$

式中： $CES_{qs}$ ——取水系统（针对泵站）运行维护消耗电力产生的碳排放强度， $kg CO_2 - eq/m^3$ ；

$g$ ——重力加速度， $9.8m/s^2$ ；

$l$ ——实际扬程， $m$ ；

$\rho$ ——水的密度，取  $1 \times 10^3 kg/m^3$

$EF_d$ ——该地区电力排放因子,  $kg CO_2 - eq/kWh$ , 见附录 A;

$\eta_i$ ——第*i*种泵机组工作效率;

$n$ ——总计使用*n*种不同工作效率的泵组。

### 5.2 给水厂化石燃料碳核算

给水厂运行过程中存在消耗化石燃料的机械设备时, 产生的直接碳排放强度:

$$CES_{rl} = \sum_{i=1}^n (M_{rl,i} \cdot EF_{rl,i}) / Q \quad (3)$$

式中:  $CES_{rl}$ ——化石燃料碳排放强度,  $kg CO_2 - eq/m^3$ ;

$M_{rl,i}$ ——评价时间内消耗第*i*种化石燃料总量,  $kg$ 或 $m^3$ ;

$EF_{rl,i}$ ——第*i*种化石燃料排放因子,  $kg CO_2 - eq/kg$ 或 $kg CO_2 - eq/m^3$ , 参考《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366;

$CES_{rl}$ ——化石燃料碳排放强度,  $kg CO_2 - eq/m^3$ ;

$Q$ ——评价时间内城镇给水厂总处理水量, 以达标水质水量计,  $m^3$ ;

$n$ ——总共使用*n*种化石燃料。

### 5.3 给水厂能源消耗碳核算

给水厂运行过程中各类设施运行维护因能源消耗导致的碳排放强度:

$$CES_d = (E_d \cdot EF_d) / Q \quad (4)$$

式中:  $CES_d$ ——运行维护消耗购入电力产生的碳排放强度,  $kg CO_2 - eq/m^3$ ;

$E_d$ ——评价时间内运行维护总耗电量,  $kWh$ ;

$EF_d$ ——该地区电力排放因子,  $kg CO_2 - eq/kWh$ , 见附录 A;

$Q$ ——评价时间内给水厂总处理水量, 以达标水质水量计,  $m^3$ 。

### 5.4 给水厂材料消耗碳核算

给水厂运行中消耗各类药剂、材料, 在其生产阶段已产生相应碳排放强度, 应纳入核算:

$$CES_{cl} = \sum_{i=1}^n (M_{cl,i} \cdot EF_{cl,i}) / Q \quad (5)$$

式中:  $CES_{cl}$ ——水厂运行过程中消耗的药剂、材料等产生的间接碳排放强度,  $kg CO_2 - eq/m^3$ ;

$M_{cl,i}$ ——评价时间内第*i*种药剂总消耗量,  $kg/a$ ;

$EF_{cl,i}$ ——第*i*种药剂的排放因子,  $kg CO_2 - eq/kg$ , 见附录 B;

$Q$ ——评价时间内城镇给水厂总处理水量, 以达标水质水量计,  $m^3$ ;

$n$ ——总共使用*n*种药剂。

### 5.5 给水厂运输过程碳核算

给水厂运行过程中, 将购入的药剂、材料等产品运入厂区, 或将内部产生的污泥等废物



向外部运输产生的碳排放强度：

$$CES_{ys} = \sum_{i=1, j=1}^{n, l} (M_{ys,ij} \cdot L_{ys,ij} \cdot EF_{ys,j}) / Q \quad (6)$$

式中， $CES_{ys}$ ——运输过程产生的碳排放强度， $kg CO_2 - eq/m^3$ ；

$M_{ys,ij}$ ——评价时间内第*i*次运输中，使用第*j*种方式的运输材料总量， $t/a$ ；

$L_{ys,ij}$ ——评价时间内第*i*次运输中，使用第*j*种方式的运输距离， $km$ ；

$EF_{ys,ij}$ ——第*j*种运输方式排放因子， $kg CO_2 - eq/(t \cdot km)$ ，见附录 C；

$Q$ ——评价时间内城镇给水厂总处理水量，以达标水质水量计， $m^3$ ；

$n$ ——总共进行*n*次运输；

$l$ ——第*i*次运输中，总共采取了*l*种运输方式。

## 5.6 给水厂排泥水碳核算

给水厂排泥水包括沉淀池排水和滤池反冲洗排水，主要以泥沙等无机颗粒为主，一般采用调质（预处理）、浓缩、脱水、外运方式，其中极少数有机物引起的碳排放可忽略不计。

排泥水处理与处置所引起的碳排放可按上述电力，材料及运输消耗引起的间接碳排放进行计算。

## 5.7 给水厂总碳核算

城镇给水厂运行维护过程中总碳排放强度按公式(7)计算：

$$CES_{total} = CES_{rl} + CES_d + CES_{cl} + CES_{ys} \quad (7)$$

式中： $CES_{total}$ ——运行维护总碳排放强度， $kg CO_2 - eq/m^3$ ；

$CES_{rl}$ ——化石燃料碳排放强度， $kg CO_2 - eq/m^3$ ；

$CES_d$ ——消耗电力产生的碳排放强度， $kg CO_2 - eq/m^3$ ；

$CES_{cl}$ ——消耗药剂、材料等产生的间接碳排放强度， $kg CO_2 - eq/m^3$ ；

$CES_{ys}$ ——运输过程产生的碳排放强度， $kg CO_2 - eq/m^3$ 。

$n$ ——共回收*n*种材料。

## 6 碳排放评价

6.1 城镇给水厂的碳排放水平包括排放强度计算与评价和低碳行为计算与评价两部分组成，

表 1 为碳排放强度计算与评分（ $S_1$ ），表 2 为低碳行为确定与评分（ $S_2$ ）。

表 1 给水厂碳排放强度计算与评价

总碳排放强度 $CES_{total}$ ( $kg\ CO_2 - eq/m^3$ )	评分 ( $S_1$ )
$CES_{total} \leq 0.15$	90
$0.15 < CES_{total} \leq 0.30$	$S_1 = 90 - (CES_{total} - 0.15) \times 266.67$
$CES_{total} > 0.30$	50

表 2 给水厂低碳行为评价

类型	低碳行为	评分 ( $S_2$ )
设备增效	泵组效率评估与改造	5
	风机效率评估与改造	2
	专用设备效率评估与改造	2
运行优化	药剂优选与精准投加	2
	生产废水系统评估与改造	1
	污泥处理系统评估与改造	1
低碳能源	太阳能、风能等清洁能源	2
	微型涡轮机小水力发电	1
	水源热泵	1
水厂管理	能源计量和管理制度	1
	数字化智慧水厂	1
	水厂碳核算与评价	1

6.2 城镇给水厂碳排放水平总评分 $S$ 为碳排放评分 $S_1$ 与低碳行为分 $S_2$ 之和，给水厂碳排放水平划分为优、良、中和差四档，如表 3 所示。

表 3 给水厂碳排放水平评价等级

总评分 ( $S$ )	评价等级
$S \geq 90$	优
$80 \leq S < 90$	良
$60 \leq S < 80$	中
$S < 60$	差

## 7 数据获取与质量控制

7.1 给水厂应制订符合要求的核算方案、监测方案与计划，并经专家论证确认。对于活动水平和排放因子数据的收集，应该制定相应的监测方案和计划，并明确监测方法，可以采用结算凭证或存储量记录等方式。

7.2 在进行城镇给水厂碳排放核算时，应获取相关活动数据，包括给水厂运行情况、能源消耗、化学品使用、排泥水处理与处置等信息。这些数据可通过现场调查、记录仪器监测、给水厂运行记录、能源账单等方式获取。为了确保数据的准确性和全面性，应当采用多种获取方式，并对数据进行核实与审核。

7.3 城镇给水厂碳排放核算后，应进行数据核验。数据核验应采用纵向和横向方法，纵向方法是对不同年度的数据进行比较，包括年度排放数据的比较、生产活动变化的比较和工艺过程变化的比较等；横向方法是对同一时期不同数据来源的数据进行比较，以检查数据的准确性、有效性和真实性。同时应该进行数据复查，以确保数据的完整性和正确性。

7.4 为确保核算人员能够准确、完整地执行核算任务，给水厂应对核算人员进行必要的业务培训。培训应包括核算目的、程序、方法和要求等方面的内容，以便核算人员能够充分了解和掌握相关要求。

## 8 报告编制

8.1 核算工作完成后应编制核算报告，报告内容应包括报告主体信息、数据及来源、排放因子数据及来源、碳排放量。

8.2 报告主体为负责运营核算对象的相关企业或单位，应在报告中详细说明工艺流程、核算边界、核算单元和排放源等情况。

8.3 在此基础上分别报告各活动电力碳排放量、各活动材料消耗碳排放量、各单元总碳排放量、输出碳补偿量等，必要时采用图或表表示。城镇给水厂运行维护阶段碳排放核算与评价报告模板见附录 D。

## 附录 A 中国地区电力碳排放因子

(资料性)

A.1 中国区域电网二氧化碳排放因子如表 A.1 所示。当官方或权威机构发布最新值时，以最新值为准。数据来源于中国华能碳中和研究所、生态环境部环境规划院等单位联合发布的《中国区域电网二氧化碳排放因子研究（2023）》报告

表 A.1 中国 2012、2018 及 2020 省级电网排放因子( $kg CO_2 - eq/kWh$ )

省份	2012 年	2018 年	2020 年
辽宁	0.775	0.722	0.91
吉林	0.721	0.615	0.839
黑龙江	0.797	0.663	0.814
北京	0.776	0.617	0.615
天津	0.892	0.812	0.841
河北	0.898	0.903	1.092
山西	0.849	0.74	0.841
内蒙古	0.929	0.753	1
山东	0.888	0.861	0.742
上海	0.624	0.564	0.548
江苏	0.75	0.683	0.695
浙江	0.665	0.525	0.532
安徽	0.809	0.776	0.763
福建	0.551	0.391	0.489
江西	0.634	0.634	0.616
河南	0.806	0.791	0.738
湖北	0.353	0.357	0.316
湖南	0.517	0.499	0.487
重庆	0.574	0.441	0.432
四川	0.248	0.103	0.117
广东	0.591	0.451	0.445
广西	0.495	0.394	0.526
海南	0.686	0.515	0.459
贵州	0.495	0.428	0.42
云南	0.306	0.092	0.146
陕西	0.769	0.767	0.641
甘肃	0.573	0.491	0.46
青海	0.232	0.26	0.095
宁夏	0.779	0.62	0.872
新疆	0.79	0.622	0.749

A.2 生态环境部发布的全国平均电耗碳排放因子如表 A.2 所示。当官方或权威机构发布最新值时，以最新值为准。

表 A.2 全国平均电耗碳排放因子( $kg CO_2 - eq/kWh$ )

年份	排放因子
2022	0.5703
2021	0.581
2020	0.560
2019	0.5901

附录 B 化学药剂种类及其 CO<sub>2</sub> 排放因子

(资料性)

B.1 不同种类化学药剂及其 CO<sub>2</sub> 排放因子如表 B.1 所示。表 B.1 化学药剂种类及其 CO<sub>2</sub> 排放因子

化学药剂	排放因子( $kg\ CO_2 - eq/kg$ )
臭氧	11.36
硫酸	0.16
盐酸	1.2
聚合氯化铝	0.53
次氯酸钠	0.99
氯化铁	0.93
液氯	1.1
聚丙烯酰胺	1.48
硫酸铝	0.16
乙酸	0.852
乙酸钠	0.623
甲醇	0.61
硫酸亚铁	0.03
氧气	0.32
碳酸钠	0.95
生石灰	1.10
硫酸铵	0.58
高锰酸钾	1.73
粉末活性炭	7.96

B.2 未在表 B.1 中列出但实际消耗的其他化学药剂品种，水厂应自行添加，并按照相关行业确定其 CO<sub>2</sub> 排放因子。

## 附录 C 各类运输方式 CO<sub>2</sub> 排放因子

(资料性)

C.1 不同种类运输方式及其 CO<sub>2</sub> 排放因子如表 C.1 所示。

表 C.1 各类运输方式 CO<sub>2</sub> 排放因子

运输方式	排放因子[ $kg\ CO_2 - eq/(t \cdot km)$ ]
轻型汽油货车运输 (载重 2 t)	0.334
中型汽油货车运输 (载重 8 t)	0.115
重型汽油货车运输 (载重 10 t)	0.104
轻型汽油货车运输 (载重 18 t)	0.104
轻型柴油货车运输 (载重 2 t)	0.286
中型柴油货车运输 (载重 8 t)	0.179
重型柴油货车运输 (载重 10 t)	0.162
重型柴油货车运输 (载重 18 t)	0.129
重型柴油货车运输 (载重 30 t)	0.078
重型柴油货车运输 (载重 46 t)	0.057
电力机车运输	0.01
内燃机车运输	0.011
铁路运输 (中国市场平均)	0.01
液货船运输 (载重 2 000 t)	0.019
干散货船运输 (载重 2 500 t)	0.015
集装箱船运输 (载重 200 TEU)	0.012

## 附录 D 城镇给水厂碳排放核算及评价报告

(资料性)

城镇给水厂基础信息						
公司名称	厂区名称	工程地点	设计年限	设计规模	实际处理水量	工艺流程
电能消耗			药剂消耗			
项目	数值		项目	数值		
混凝沉淀池			聚合氯化铝			
砂滤池			硫酸铝			
提升泵房			次氯酸钠			
加药间			液氧			
臭氧系统			PAM			
炭滤池系统			生石灰			
二泵房			其他			
排泥水处理系统			材料消耗			
生产辅助系统			耗材	数值	更换周期	
总电耗			石英砂			
燃料消耗			颗粒活性炭			
燃煤			其他			
汽油			运输过程			
柴油			运输方式	运输距离	运输量	
天然气			中型柴油货车 /8t			
其他			其他			
碳排放量报告						
碳排放活动	碳排量	碳排放强度	碳排放活动	碳排量	碳排放强度	
化石燃料直接排放			材料消耗间接排放			
电力消耗间接排放			运输过程间接排放			
碳排放量合计						
给水厂碳排放强度						
给水厂低碳行为						
给水厂碳排放等级						