

团体标准

T/JSREA —2026

零碳水务评价指南

Guidelines for zero carbon water services assessment

— 发布

— 实施

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 总体要求	1
5 评价等级	2
6 评价指标及计算方法	2
7 评价程序	6
8 管理与监督	7
附录 A（资料性） 数据记录表模版	9
附录 B（资料性） 评价报告应包含的内容	10

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。

本文件由江苏省可再生能源行业协会提出并归口。

本文件起草单位：。

本文件主要起草人：。

零碳水务评价指南

1 范围

本文件规定了零碳水务评价的总体要求、评价等级、评价指标及计算方法、评价程序和管理与监督要求。

本文件适用于污水处理厂、自来水厂、水质净化厂、工业废水处理厂以及供排水泵站水务设施的零碳评价工作。

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 2589 综合能耗计算通则

3 术语和定义

3.1

零碳水务 zero carbon water services

通过集成应用光伏发电、尾水余压发电、微风发电、储能、污水制氢、工业节能（如AI精准曝气、精准加药）及污水源利用等综合能源技术，实现运营阶段温室气体排放量为零或小于零的水务设施。

3.2

水务综合能源系统 integrated energy system for water services

在水务场景中，为实现能源高效利用与低碳化而协同运行的多类型能源供应、转换、储存与节能技术组合。

3.3

清洁能源自给率 clean energy self-sufficiency rate

在一定核算周期内，水务设施通过场区内自有可再生能源系统（如光伏、余压、微风等）及其他清洁能源回收系统（如污水源热泵、制氢利用等）产生的能源总量，占该设施运行总能源消耗量的比例。

3.4

碳减排 carbon emission reduction

通过实施节能改造、工艺优化、清洁能源替代及资源循环利用等措施，使水务设施在运行过程中产生的温室气体排放量相对于基准线排放量有所降低的行为及成效。

3.5

能源利用效率 energy utilization efficiency

水务设施在生产运行过程中，对输入能源的利用程度及转化效能。

注：本文件中主要通过单位水处理综合能耗以及能源储存与转换装置（如储能系统）的充放电效率进行综合衡量。

4 总体要求

4.1 零碳水务评价应采用第三方专业机构评价的方式。

4.2 第三方评价机构应具有独立法人资格，具备水务工艺、能源管理及碳排放核算等方面的专业技术团队和项目评价经验。

4.3 第三方评价机构应遵循客观独立、诚实守信、公平公正、专业严谨的原则开展评价工作。

4.4 水务设施运营方（以下简称“参评方”）申请零碳评价，应在设施通过竣工验收并正式投产运营满1年后进行。

4.5 评价数据采集与核算的时间跨度应以一个完整日历年（或连续的12个月）为周期。

4.6 水务设施在开展零碳建设与运行过程中，应首要确保出水水质、供水水质及生产运行的安全，不应以牺牲水质安全为代价追求低碳指标。

4.7 评价周期内，水务设施应无环境污染事故、生产安全事故。

5 评价等级

根据清洁能源自给率（ R_{ce} ）和综合评价得分（ S_{total} ）的双重指标进行等级评定，具体评定标准见下表1。

表1 零碳水务设施评价等级划分表

等级	评分	说明
零碳示范	$R_{ce} \geq 95\%$ 且 $S_{total} \geq 90$ 分	行业标杆
零碳先进	$R_{ce} \geq 85\%$ 且 $S_{total} \geq 80$ 分	优秀安全
零碳达标	$R_{ce} \geq 80\%$ 且 $S_{total} \geq 70$ 分	符合要求
不达标	$R_{ce} < 80\%$ 或 $S_{total} < 70$ 分	需改进

6 评价指标及计算方法

6.1 清洁能源自给率

6.1.1 计算方法

清洁能源自给率应按公式（1）进行计算：

$$R_{ce} = \frac{E_{re} + E_{oth}}{E_{total}} \times 100\% \quad (1)$$

式中：

R_{ce} —— 清洁能源自给率，单位为百分比（%）；

E_{re} —— 核算周期内，设施自有可再生能源发电量，单位为千瓦时（kWh）；

E_{oth} —— 核算周期内，其他自有清洁能源供能量折算值，单位为千瓦时（kWh）；

E_{total} —— 核算周期内，设施全厂总能源消耗量，单位为千瓦时（kWh）。

6.1.2 自有可再生能源计算

自有可再生能源发电量应为核算周期内场区边界内各类可再生能源系统产生电量的总和，按公式（2）计算：

$$E_{re} = E_{pv} + E_{tp} + E_{wd} \quad (2)$$

式中：

E_{pv} —— 核算周期内，光伏发电系统的发电量，单位为千瓦时（kWh）；

E_{tp} —— 核算周期内，尾水余压发电系统的发电量，单位为千瓦时（kWh）；

E_{wd} —— 核算周期内，微风发电系统的发电量，单位为千瓦时（kWh）。

注：每项发电量可从能碳平台的电能计量装置读取得到。

6.1.3 其他自有清洁能源计算

其他自有清洁能源供能量指除直接发电外的能源回收利用量，应按公式（3）计算：

$$E_{oth} = E_{h2} + E_{hp} \quad (3)$$

式中：

E_{h2} —— 污水制氢系统产生的氢能用于厂区供能的折算电量，单位为千瓦时（kWh）。计算方式为先按 GB/T 2589 规定低位发热量计算总热量，再除以电力和热量的折算系数折算为电量，见公式（4）。

E_{hp} —— 污水源热泵系统提供的供热(冷)量折算电量污水源热泵替代传统化石燃料(如天然气、燃煤)或外购热力的部分,单位为千瓦时(kWh)。计算方式为根据实际产生的热量(或冷量)按物理等价值折算为电量,见公式(4):

$$E_{hp} = \frac{Q}{k} \quad (4)$$

式中:

Q —— 核算周期内,热泵系统向厂区提供的总热量(或总冷量),单位为兆焦(MJ);

k —— 电力和热量的折算系数,本文件统一取3.6 MJ/kWh。

6.1.4 总能源消耗量计算

总能源消耗量应为核算周期内,水务设施边界内所有能源消耗的电量等价值之和。按公式(5)计算:

$$E_{total} = E_{re} + E_{oth} + E_{grid} + E_{fuel} + E_{heat-purchased} \quad (5)$$

式中:

$E_{re} + E_{oth}$ —— 自有清洁能源,单位为千瓦时(kWh);

E_{grid} —— 从公共电网购入的电量,单位为千瓦时(kWh);

E_{fuel} —— 消耗的化石燃料(柴油、天然气等)按低位发热量折算的电量,单位为千瓦时(kWh);

$E_{heat-purchased}$ —— 外购热力按物理等价值折算的电量,单位为千瓦时(kWh)。

6.1.5 清洁能源自给率评分

清洁能源自给率评分 S_{ce} 根据 R_{ce} 的取值来计算,具体计算方法见下表2。

表2 清洁能源自给率评分表

范围	评分 S_{ce}	评分取值范围
$R_{ce} \geq 95\%$	100	100
$85\% \leq R_{ce} < 95\%$	$80 + (R_{ce} - 85\%) \times \frac{20}{10\%}$	[80,100)
$80\% \leq R_{ce} < 85\%$	$60 + (R_{ce} - 80\%) \times \frac{20}{5\%}$	[60,80)
$R_{ce} < 80\%$	0	0

6.2 碳减排率

6.2.1 计算方法

水务设施在核算周期内的碳减排量可直接从计量装置中获取读数,若场地未安装计量装置,可参考公式(6)进行计算:

$$\eta = \frac{BE - AE}{BE} \times 100\% \quad (6)$$

式中:

η —— 核算周期内的碳减排率,单位为百分比(%);

BE —— 基准线排放量,指在未实施零碳技术措施的情况下,完成相同处理任务所产生的温室气体排放量,单位为千克二氧化碳(kgCO₂);

AE —— 实际排放量,指核算周期内水务设施运行产生的实际温室气体排放量,单位为千克二氧化碳(kgCO₂)。

6.2.2 基准线排放量计算

基准线排放量主要考虑电力消耗产生的排放,按公式(7)计算:

$$BE = V \times e_{base} \times EF_{grid} \quad (7)$$

式中：

- V —— 核算周期内的总处理水量（进水总量），单位为立方米（ m^3 ）；
 e_{base} —— 基准单位能耗强度，采用同类地区、同类工艺、同等规模水厂的前一年平均单位电耗，单位为千瓦时每立方米（ kWh/m^3 ）；
 EF_{grid} —— 区域电网碳足迹因子，采用由国家或地方生态环境部门发布的最新数值，单位为千克二氧化碳当量每千瓦时（ $kgCO_2e/kWh$ ）（2023年全国平均为0.6205 $kgCO_2e/kWh$ ，2024年全国平均为0.5777 $kgCO_2e/kWh$ ）。

6.2.3 实际排放量计算

实际排放量应涵盖外购能源产生的排放，按公式（8）计算：

$$AE = E_{grid_act} \times EF_{grid} + \sum (F_i \times EF_{f,i}) \quad (8)$$

式中：

- E_{grid_act} —— 核算周期内实际外购电网电量，单位为千瓦时（ kWh ）；
 F_i —— 核算周期内第*i*种燃料（如天然气、柴油等）的实际消耗量，单位为立方米（ m^3 ）或吨（ t ）；
 $EF_{f,i}$ —— 第*i*种燃料的碳排放因子，单位为千克二氧化碳每单位燃料。

6.2.4 碳减排率评分

清洁能源自给率评分 S_{red} 根据碳减排率 η 的取值来计算，具体计算方法见下表3。

表3 碳减排率评分表

范围	评分 S_{red}	评分取值范围
$\eta \geq 50\%$	100	100
$30\% \leq \eta < 50\%$	$80 + (\eta - 30\%) \times 100$	[80,100)
$15\% \leq \eta < 30\%$	$60 + (\eta - 15\%) \times 133.3$	[60,80)
$0 \leq \eta < 15\%$	$\eta \times 400$	[0,60)

6.3 能源利用效率

6.3.1 单位水处理综合能耗

6.3.1.1 计算方法

单位水处理综合能耗应按公式（9）进行计算：

$$e_{total} = \frac{E_{total}}{V} \quad (9)$$

式中：

- e_{total} —— 单位水处理综合能耗，单位为千瓦时每立方米（ kWh/m^3 ）；
 E_{total} —— 按式（5）计算所得的全厂总能源消耗量，单位为千瓦时（ kWh ）；
 V —— 核算周期内的总处理水量（进水总量），单位为立方米（ m^3 ）。

6.3.1.2 单位水处理综合能耗评分

单位水处理综合能耗评分 S_{e1} 根据其相对于行业准入值（或先进值）的偏离程度确定，具体计算见表4：

表4 单位水处理综合能耗评分表

能耗强度	评分 S_{e1}	评分取值范围
------	-------------	--------

$e_{total} \leq e_{adv}$	100	100
$e_{adv} < e_{total} \leq e_{limit}$	$60 + (e_{limit} - e_{total}) \times \frac{40}{e_{limit} - e_{adv}}$	[60,100)
$e_{total} > e_{limit}$	0	0

注： e_{adv} 为行业先进值（取0.32kWh/m³）， e_{limit} 为行业限值（取0.40kWh/m³）。

6.3.2 储能系统充放电效率

6.3.2.1 计算方法

储能系统充放电效率（循环效率）应按公式（10）进行计算：

$$\eta_{storage} = \frac{E_{out}}{E_{in}} \times 100\% \quad (10)$$

式中：

$\eta_{storage}$ —— 储能系统充放电效率，单位为百分比（%）；

E_{out} —— 核算周期内，储能系统向负载释放的总电量，单位为千瓦时（kWh）；

E_{in} —— 核算周期内，储能系统吸收的总电量（含充电电量及自耗电量），单位为千瓦时（kWh）。

6.3.2.2 储能系统充放电效率评分

储能效率评分 S_{e2} 根据行业主流水平设定评分区间，具体见表5：

表5 储能效率评分标准表

储能效率	评分 S_{e2}	评分取值范围
$\eta_{storage} \geq 90\%$	100	100
$80\% \leq \eta_{storage} < 90\%$	$80 + (\eta_{storage} - 80\%) \times 200$	[80, 100)
$70\% \leq \eta_{storage} < 80\%$	$60 + (\eta_{storage} - 70\%) \times 200$	[60, 80)
$\eta_{storage} < 70\%$ 或未配备储能系统	0	0

6.3.3 能源利用效率综合评分

能源利用效率部分的最终得分为上述两项指标的加权平均值，计算方法见公式（11）：

$$S_{energy} = S_{e1} \times w_{e1} + S_{e2} \times w_{e2} \quad (11)$$

式中：

S_{energy} —— 能源利用效率综合评分；

w_{e1} —— 单位水处理综合能耗权重，取0.7；

w_{e2} —— 储能系统充放电效率权重，取0.3。

6.4 系统稳定性与智能化

6.4.1 系统可靠性评分

主要考核清洁能源系统及关键节能设备（包括光伏逆变器、储能EMS、AI曝气控制器、水质在线监测仪）的在线运行情况，按公式（12）计算：

$$S_r = 40 \times \frac{\frac{t_o}{t_t} - 90\%}{100\% - 90\%} \quad (12)$$

式中：

S_r —— 系统可靠性评分；

t_o —— 系统平均在线时长，单位为小时（h）；

t_t —— 设备总运行时间，单位为小时（h）。

注：若在线率（ $\frac{t_o}{t_t}$ ）<90%，则视作不合格，该项得0分。

6.4.2 智能化应用评分

S_{aia} 根据系统具备的功能模块进行累加计分，具体见表6：

表6 智能化应用功能评分表

评价维度	功能要求	分值
感知监测	具备全厂能耗、能源产出的实时在线监测与看板展示	10
预测预警	具备光伏出力预测或用水/负载需求预测功能	10
策略优化	具备 AI 精准曝气、精准加药或源网荷储协同优化算法	20
辅助决策	具备碳核算自动生成、能效诊断及优化建议报告功能	10
安全防御	具备系统故障自诊断、电力质量监测及网络安全防御机制	10

注：若某项功能正在开发或未实际投入使用，该项不得分。

6.4.3 系统稳定性与智能化综合评分

系统稳定性与智能化综合评分按公式（13）计算：

$$S_{si} = S_r + S_{aia} \quad (13)$$

6.5 评价总分计算

综合评价得分（ S_{total} ）根据水务设施的清洁能源自给率评分、碳减排评分、能源利用效率评分及系统稳定性与智能化评分加权计算，见公式（14）：

$$S_{total} = S_{ce} \times w_1 + S_{red} \times w_2 + S_{energy} \times w_3 + S_{si} \times w_4 \quad (14)$$

式中：

w_1 —— 清洁能源自给率权重，取0.3；

w_2 —— 碳减排率权重，取0.2；

w_3 —— 能源利用效率权重，取0.2；

w_4 —— 系统稳定性与智能化权重，取0.3。

7 评价程序

符合条件的水务设施运营方（参评方）可按图1所示的流程开展评价工作。

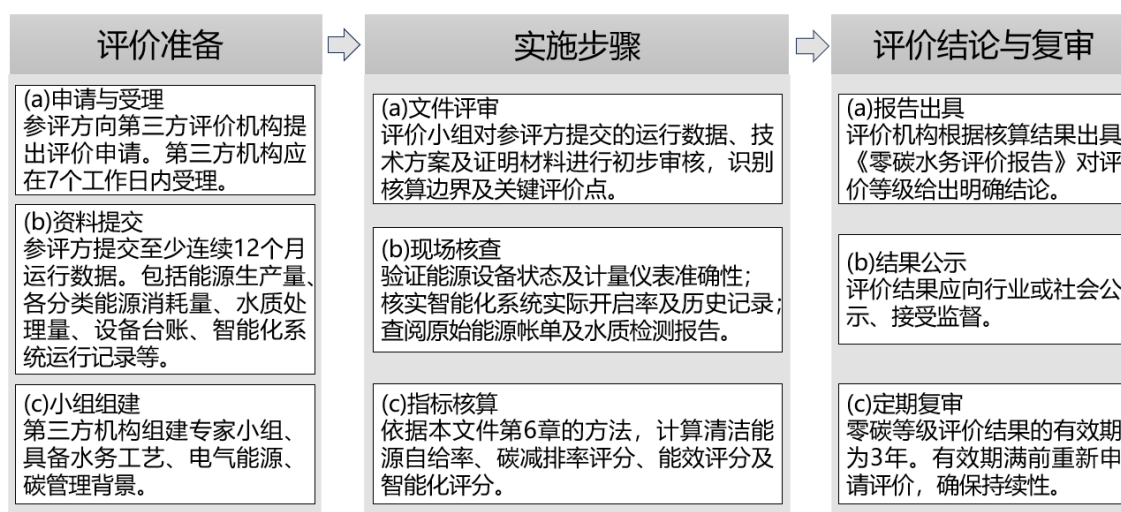


图 1 评价工作流程图

7.1 评价准备

开展零碳水务评价前，应按照以下要求完成组织申请与资料准备工作：

- 申请与受理：由参评方向第三方评价机构提出评价申请，第三方评价机构应在 7 个工作日内受理；
- 资料提交：参评方应提交至少连续 12 个月的运行数据报告，包括能源生产量、各分类能源消耗量、水质处理量、设备台账及智能化系统运行记录等，并对资料的真实性负责。数据记录表模版见附录 A；
- 小组组建：第三方评价机构应组建具备水务工艺、电气能源及碳管理背景的专家评价小组。

7.2 实施步骤

评价实施过程应按照以下程序和技术要求开展：

- 文件评审：评价小组对参评方提交的运行数据、技术方案及证明材料进行初步审核，识别核算边界及关键评价点；
- 现场核查：
 - 验证光伏、余压发电、储能等能源设备的运行状态及计量仪表准确性；
 - 核实 AI 精准控制等智能化系统的实际开启率及历史记录；
 - 查阅原始能源账单及水质检测报告，确保数据真实有效。
- 指标核算：评价小组依据本文件第 6 章的方法，计算清洁能源自给率、碳减排率评分、能效评分及智能化评分。

7.3 评价结论与复审

评价结果的判定、公示及后续效期管理应符合以下规定：

- 报告出具：评价机构根据核算结果出具《零碳水务评价报告》，对评价等级给出明确结论。评价报告模板见附录 B；
- 结果公示：评价结果应向行业或社会公示，接受监督；
- 定期复审：零碳等级评价结果的有效期为 3 年。有效期满前，水务设施应重新申请评价以确保其零碳运行的持续性。

8 管理与监督

8.1 参评方应建立完善的能源与碳管理台账，相关原始记录应至少保存 4 年。台账内容应包括：

- 能源生产记录：光伏、余压、微风发电系统的每日出力曲线及累计电量；
- 能源消耗记录：分项电计量数据、燃料购置发票及外购热力凭证；

c) 生产运行记录：处理水量、出水水质达标情况、药剂投加量及污泥产生量；

d) 设备运维记录：关键用能设备及清洁能源系统的检修、校准及运行时间。

8.2 水务设施应定期监测清洁能源自给率、单位能耗等关键指标。建立碳效预警机制，当指标出现显著波动（如自给率环比下降超过 10%）时，应及时排查设备故障。

8.3 若核实在评价过程中参评方存在弄虚作假、数据伪造，评价机构应撤销其零碳评价等级，参评方在 3 年内不得再次申请评价。

附录 A
(资料性)
数据记录表模版

项目名称	XX 污水处理厂	评价年度	2025年
一、基本情况			
设计处理规模 (m ³ /d)		实际年均处理量 (m ³ /d)	
二、能源消耗	单位	数据	数据来源/凭证
外购电网电量	kWh		电费账单/总电表
天然气消耗量	m ³		燃气账单
其他燃料消耗 (如柴油)	kg 或 L		-
三、自有清洁能源生产			
光伏发电量	kWh		能碳平台
尾水余压发电量	kWh		能碳平台
微风发电量	kWh		能碳平台
污水制氢量 (折算为等价能量)	kWh		能碳平台
污水源热泵供热量 (折算为替代能源量)	kWh		能碳平台
四、关键运行与节能参数			
AI 精准曝气节约电量	kWh		对比历史同期数据估算
精准加药节约药耗/能耗	kWh (折算)		对比历史同期数据估算
储能系统充放电效率	%		系统监测数据
单位水处理综合电耗	kWh/m ³		(总外购电+净自有电)/总水量
填表人		审核人	

附录 B
(资料性)
评价报告应包含的内容

零碳水务评价报告

报告编号： xxx

评价日期： 20xx 年 X 月 X 日

1.项目概况

项目名称： XX 市 XX 水质净化厂零碳改造工程

项目地点：

业主单位：

技术集成单位：

评价周期： 20xx 年 x 月 x 日至 20xx 年 x 月 x 日

2.综合能源系统配置简介

本项目构建了多能互补的水务综合能源系统：建成6.2 MW屋顶及池面光伏系统，配置1台150 kW尾水余压发电机组；部署1套800 kWh/1200 kW储能系统，实现削峰填谷与源网荷储协同；同时配套AI精准曝气与精准加药系统，形成“发-储-用-控”一体化零碳运行体系。

3.核心指标计算与评价结果

评价指标	计算结果	目标值	得分	评价
清洁能源自给率	96.8%	≥95%	100	优
碳减排率	40%	≥50%	90	优
能源利用效率	单位水处理综合能耗0.35kWh/m ³ 储能效率93%	≤0.32 kWh/m ³ ≥90%	89.5	优
系统智能化与稳定性	在线率99.2%，功能完备		96.8	
综合评价总分		≥90分	94.5	零碳示范

4.详细分析与改进建议

优势分析：清洁能源占比高，光伏与余压发电协同效果显著；AI控制系统实现精细化调控，能耗指标优于行业先进水平；储能系统有效提升新能源消纳与运行稳定性。

短板分析：极端气象条件下光伏出力波动仍对系统存在一定影响；部分智能化功能在预测精度和多目标协同优化方面仍有提升空间。

改进建议：进一步提升储能容量及调度策略优化水平；引入更高精度负荷预测与碳排放实时优化算法；探索污水源热泵等多元清洁能源耦合应用。

5.评价结论

XX水质净化厂已构建高比例清洁能源供给与智能化运行体系，清洁能源自给率与综合评价得分均达到较高水平。根据本标准评价结果，本项目综合得分为94.5分，清洁能源自给率为96.8%，评价等级为“零碳示范”，达到行业标杆水平。

6.附件

《零碳水务评价数据记录表》（完整版）主要能源计量表计照片或截图
关键设备运行记录截图

（评价机构签章）报告签发日期