

团 体 标 准

T/CIECCPA XXX-20XX

零碳智慧污水处理厂建设及评价规范

Zero-Carbon Smart Wastewater Treatment Plant Construction and
Evaluation Specifications

(征求意见稿)

2026-XX-XX 发布

202X-XX-XX 实施

中国工业节能与清洁生产协会 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 创建和评价原则 3

 4.1 零碳工厂创建原则 3

 4.2 第三方评价原则 3

5 基本要求 3

 5.1 总则 3

 5.2 基本合规要求 3

 5.3 基本管理要求 4

 5.4 基础设施与高效电机设备 4

 5.5 智慧化管控平台 4

 5.6 低碳/零碳生物处理工艺 4

 5.7 碳源优化与替代技术 4

 5.8 资源回收与污泥低碳处置 5

 5.9 能源替代、回收与微电网建设 5

 5.10 碳捕集、利用与封存（CCUS）及前沿技术 5

6 评价要求 5

 6.1 评价指标体系 5

 6.2 基础设施 5

 6.3 能源和碳排放智能信息化管理系统 6

 6.4 能源和资源使用 6

 6.5 产品 6

 6.6 温室气体减排实施 6

 6.7 碳抵消实施 7

7 评价流程 7

 7.1 总则 7

 7.2 准备阶段 7

 7.3 实施阶段 8

 7.4 评价阶段 9

 7.5 持续改善阶段 10

附录A 零碳工厂分类 10

附录B 零碳工厂评价指标表 12

附录C 温室气体数据监测要求 15

附录D 依据本规范制定的零碳工厂评价标准的技术架构 16

附录E 零碳技术与装备清单 17

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。

本文件由中国工业节能与清洁生产协会提出并归口。

本文件起草单位：中蓝连海设计研究院有限公司、。

本文件主要起草人：。

本文件为首次发布。

零碳智慧污水处理厂建设与评价规范

1 范围

本文件规定了零碳智慧污水处理厂创建和评价原则、基本要求、评价要求、实施流程。

本文件适用于新建、改建、扩建污水处理厂的零碳智慧化建设，以及第三方评价机构针对污水处理厂的零碳评价活动。

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 13234 用能单位节能量计算方法

GB 17167 用能单位能源计量器具配置和管理通则

GB/T 23331 能源管理体系要求及使用指南

GB/T 24001 环境管理体系 规范及使用指南

GB/T 24256 产品生态设计通则

GB/T 29115 工业企业节约原材料评价导则

GB/T 33760 基于项目的温室气体减排量评估技术规范通用要求

GB 50034 建筑照明设计标准

JR/T 0244—2022 碳金融产品

ISO 14064-1:2018 温室气体 第1部分:组织层面对温室气体排放和清除的量化和报告的规范及指南 (Greenhouse gases — Part 1: Specification with guidance at the organization level for quantification and reporting of greenhouse gas emissions and removals)^[F₃]

ISO 14067: 2018 温室气体-产品碳足迹-量化的要求和指南 (Greenhouse gases — Carbon footprint of product — Requirements and guidelines for quantification)

PAS 2060 碳中和证明规范 (Specification for the demonstration of carbon neutrality)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

零碳智慧污水处理厂 zero-carbon smart wastewater treatment plant

在温室气体排放核算边界内，在一定时间内（通常以年度为单位）污水处理及污泥处置过程中产生的温室气体排放量，通过采用低碳工艺、智慧化管控、资源与能源回收等自主减排措施后，剩余排放量实现由核算边界外的减排项目消除，和（或）相应数量的碳信用抵消，且具备高度信息化、智能化管理能力的污水处理厂。

本文所指的零碳污水厂，针对边界内中和的温室气体排放范围，分为I型及II型，不同类型进一步细分为不同等级，具体请见附录A。

3.2

T/CIECCPA XXX-20XX

能源和碳排放智能信息化管理系统 digital energy and carbon management system

具备实时精准的能源及温室气体排放度量、统计、分析及目标设置和追踪能力的数字化平台，支持AIoT技术在水务场景的应用。

3.3

碳抵消 carbon offset

并非界定标的物所产生温室气体排放的独立减少，它以碳信用的形式获得，用于补偿所界定标的物的温室气体排放量。

[来源：PAS 2060:2014，3.7]

3.4

碳信用 offset credits

项目主体依据相关方法学，开发温室气体自愿减排项目，经过第三方的审定和核查，依据其实现的温室气体减排量化效果所获得签发的减排量。

1个单位碳信用相当于1吨二氧化碳当量。

[来源：JR/T 0244—2022，3.8，有修改]

3.5

温室气体 greenhouse gas

GHG

大气层中自然存在的和人为产生的，吸收并放射出由地球表面、大气层和云层中产生发出红外辐射光谱中特定波长的辐射的气态成分。

注1：关于GHG的一份清单，请参见最新的政府间气候变化专门委员会(IPCC)评估报告。

注2：水汽和臭氧既是因人类活动而产生的GHG也是自然存在的GHG，但由于在大多数情况下，很难将大气中存在的因人类所导致全球变暖的成份与它们的自然存在成分相分离，因此它们没被列入人们所公认的温室气体之列。

[来源：ISO 14064-1:2018，3.1.1]

3.6

温室气体汇 greenhouse gas sink

从大气中清除一种温室气体的过程。

[来源：ISO 14064-1:2018，3.1.3]

3.7

温室气体源 greenhouse gas source

向大气释放一种温室气体的过程。

[来源：ISO 14064-1:2018，3.1.2]

3.8

温室气体清除 greenhouse gas removal

通过温室气体汇将某一温室气体从大气中撤除。

[来源：ISO 14064-1:2018，3.1.6]

3.9

预期使用者 intended user

被报告温室气体相关信息的人所识别出的、依靠这些信息来作出决策的个人或组织。

注1:预期使用者可能是客户、责任方、组织自身、温室气体方案管理者、监管部门、金融界或其他受到影响的相关方,比如:当地的社区、政府部门、普通民众或非政府组织。

[来源:ISO 14064-1:2018,3.4.4]

3.10

智能物联 AloT smart AloT

是人工智能技术与物联网技术的融合,指系统通过各种信息传感器和数据采集器实时收集各类信息和数据,在终端设备、边缘端或云端通过算法和建模对数据进行智能化分析。

[来源:ISO/IEC 20924:2021, 3.2.9, 有修改]

4 创建和评价原则

4.1 零碳智慧污水厂创建原则

申请零碳工厂评价的污水处理厂,应依法设立,出水水质应稳定达标。且应确保有关温室气体排放信息是真实且有效的,遵循以下原则进行信息报告:

相关性:选择适合于预期使用者需求的温室气体源、温室气体汇、数据和方法学;

完整性:包含所有的相关温室气体排放与清除;

一致性:使温室气体相关信息的比较能够有意义;

准确性:就实际而言减少偏差和不确定因素;

透明性:披露充分且恰当的温室气体相关信息,以允许预期使用者有合理的信心去做出决策。

4.2 第三方评价原则

客观独立:评价机构应独立于受评价的零碳工厂活动,并且在任何情况下都应不带偏见,没有利益上的冲突。评价机构在整个评价过程中应保持客观性,确保评价发现和结论仅建立在所取得的证据的基础上。

诚实守信:评价机构在开展零碳工厂评价活动时,应做到有道德、诚信、正直、保守秘密和谨慎。

公平公正:评价发现、评价结论和评价报告应真实和准确地反映评价活动。评价机构应报告在评价过程中遇到的重大障碍以及在评价组和受评价对象之间没有解决的分歧意见。沟通必须真实、准确、客观、及时、清楚和完整

专业严谨:评价机构应具有基于观察、知识、经验、资料和其他信息,得出有意义的、严谨准确的结论,并给予合理意见建议和解释说明的能力。

5 基本要求

5.1 总则

零碳工厂创建方应在保证生产安全运营,人员职业健康安全和产品功能、质量,及环境保护的前提下,以实现工厂温室气体净零排放为目标,使用低碳或负碳的原料、工艺、技术和装备,采用完善的、科学的、先进的温室气体排放管理体系、制度和措施,持续降低温室气体排放。

5.2 基本合规要求

零碳工厂应依法设立,在建设和生产过程中应遵守有关法律、法规、政策和标准要求。能源消耗总量和(或)强度绩效应优于国家、行业和地方能源消耗限额要求。

5.3 基本管理要求

5.3.1 最高管理者承诺

零碳工厂创建方的最高管理者应对利益相关方作出“零碳工厂承诺的陈述”，该陈述应包括：

- a) 计划实现零碳工厂的类型(I型或II型)及相应时间计划；
- b) 对实现零碳工厂的有效性负责；
- c) 确保建立零碳工厂建设、运营的方针和目标，并确保其与组织的战略方向及所处的环境相一致；
- d) 实现并保持零碳工厂的温室气体减排和(或)碳抵消策略。

5.3.2 温室气体排放管理体系和制度

工厂应建立并持续优化温室气体排放管理体系和制度：

- a) 应建立零碳工厂管理团队，负责零碳工厂的制度建设、零碳工厂实施工作，并定期向最高管理层报告零碳工厂的实现情况；
- b) 应开展零碳工厂创建的中长期规划及年度目标、指标和实施方案；
- c) 应加强员工能力建设，定期为员工提供零碳工厂相关的教育、培训，并对教育和培训的结果进行考评；
- d) 应建立温室气体排放信息管理制度，以便明确温室气体排放数据收集、量化、报告及归档要求；
- e) 应按照GB/T24001、GB/T23331，建立完善的环境管理体系、能源管理体系，并经过第三方认证机构认证。

5.4 基础设施与高效电机设备

应选用高效节能的机电设备，淘汰高耗能落后设备。推荐采用：

水泵系统：应用永磁同步变频水泵系统，结合流体智能调度装置降低管网水力损耗。

曝气系统：采用高效曝气与供氧技术（如磁悬浮离心式曝气系统、微孔曝气盘等），并结合AI+机理模型精确曝气系统，克服传统控制滞后性，实现按需供氧。

5.5 智慧化管控平台

必须建设能源和碳排放智能信息化管理系统，基于AIoT智能传感器，对关键设备能耗与碳排放进行实时采集、高频记录、溯源分析与超标预警，支持科学算碳与路径优化。

5.6 低碳/零碳生物处理工艺

应优先选用占地小、能耗低、少加药的先进生物处理工艺，包括但不限于：

新型脱氮工艺：短程硝化-厌氧氨氧化（SHARON-ANAMMOX）工艺、短程反硝化-厌氧氨氧化（DNRA-ANAMMOX）工艺、同步亚硝化-厌氧氨氧化-反硝化（SNAD）。

高效污泥与膜工艺：好氧颗粒污泥（AGS）技术/工艺、连续流精准微粒污泥工艺、MABR低碳污水处理技术及MABR智能专家系统。

工艺优化与耦合：AAO工艺优化与智能控制、一体化厌氧-好氧耦合处理技术、人工湿地+光伏耦合技术、膜分离与高级氧化技术。

5.7 碳源优化与替代技术

为降低外购碳源带来的间接碳排放，宜采用以下碳源开发与优化技术：

原位发酵碳源开发、有机废水碳源回用、新型复合碳源。

零碳源脱氮除磷技术、零碳源HJDL污水处理方法、低碳氮比的氨氮废水处理方法、基于铁-壳聚糖微珠的活性污泥系统。

5.8 资源回收与污泥低碳处置

实现污水中物质的循环利用及污泥的减量化、资源化：

磷回收：鸟粪石流化结晶磷回收、生物炭基磷回收、污泥水热炭化制磷肥。

污泥处置：污泥低温真空干化技术、污泥炭耦合生物质炭化焚烧系统。

水资源回收：膜-蒸发耦合工艺、电化学-结晶组合工艺。

5.9 能源替代、回收与微电网建设

充分利用厂区空间与污水蕴含的能量，实现能源自给：

电力系统：建设源网荷储一体化系统、可再生能源利用（光伏/风电）、生物炭滤池+太阳能曝气。

热能与势能回收：污水源热泵余热回收、尾水势能回收发电。

沼气利用：沼气发电与热电联产、污水浓缩与强化产甲烷工艺、污泥厌氧消化+沼气综合利用技术。

5.10 碳捕集、利用与封存（CCUS）及前沿技术

针对不可避免的温室气体排放，宜采用：

碳捕集与封存（CCUS）、污水厂沼气 CO₂捕集利用技术。

微藻耦合污水处理固碳技术、生物电化学系统（BES）耦合工艺。

6 评价要求

6.1 评价指标体系

评价方案应包括基本合规要求、基础设施、智慧信息化管理系统、低碳工艺应用、资源与能源回收、温室气体减排实施、碳抵消等维度。其中，自主减排绩效（如单位水量电耗下降率、药耗下降率）为核心评分项。

6.2 基础设施

零碳工厂创建方的基础设施应满足国家、行业或地方相关法律法规及标准的要求，基础设施包括组织运营边界内的建筑、照明、设备设施及计量器具和装置。

6.2.1 建筑

应从建筑材料、建筑结构、绿化及场地、再生资源及能源利用等方面综合考虑建筑的节能及可再生能源利用。

6.2.2 照明

工厂照明应满足以下要求：

- a) 工厂内的照明应尽量利用自然采光，人工照明应符合GB50034规定；
- b) 不同场所的照明应进行分级设计；
- c) 公共场所的照明应采取分区、分组与定时自动调光等措施。

6.2.3 设备设施

设备设施应符合以下要求:

- a) 已明令禁止生产、使用的能耗高、效率低的设备应限期淘汰更新;
- b) 采用先进生产工艺,专用设备应符合产业准入法规,降低能源和资源消耗;
- c) 适用时,设备应采用效率高、能耗低的产品。

6.2.4 计量器具和装置

工厂应依据GB17167等要求配备、使用和管理能源及其它资源的计量器具和装置。能源及其它资源使用的类型不同时,应进行分类计量。

6.3 能源和碳排放智能信息化管理系统

工厂应建立能源和碳排放智能信息化管理系统以实现精准的能源和温室气体管理,对原始数据至少存档保存5年,宜采用智能物联AIoT技术。

系统应对关键设备设施的能源和(或)温室气体排放相关数据进行实时采集和高频区间记录、处理、分析和溯源,支持能源和(或)温室气体排放超标预警等功能。其中具体技术要求为:

- a) 硬件要求:在关键发电、用电设施设备安装智能电表,需具备数据采集和转发能力,能够将电表数据通过IEC 104、Modbus、BACnet等工业协议,或API、SFTP的方式将电表数据转发和接入到能源和碳排放智能信息化管理系统;
- b) 数据采集要求:最低数据上送频率为每日上送一次;
- c) 数据质量要求:数据需完整、准确且可靠,具备必要的数据质量组件,识别并修正常见的数据错误,如设备调试、故障及通讯问题产生的数据异常等。

6.4 能源和资源使用

6.4.1 能源使用

能源使用应满足以下要求:

- a) 工厂应提高能源效率,充分利用余热余压;
- b) 工厂应优化用能结构,使用低碳清洁能源;
- c) 工厂应提高可再生能源利用率,宜合理利用工厂设施条件,因地制宜充分利用可再生能源。

6.4.2 资源使用

资源使用应满足以下要求:

- a) 工厂宜替代或减少使用全球增温潜势高的物料,减少过程温室气体排放;
- b) 工厂宜充分利用废弃原材料及包装材料,在生产条件允许的情况下,优先使用回收料。

6.5 产品

工厂宜生产符合生态设计的产品:

- a) 工厂宜依据GB/T 24256生态产品设计原理,优化产品设计和生产工艺,减少原辅材料的消耗和能源消耗,宜使用低碳的原物料,降低产品全生命周期温室气体排放;
- b) 工厂宜采用ISO 14067等适用的标准或规范对产品进行碳足迹核算或核查,并利用其结果对其产品进行碳足迹改善。
- c) 产品的碳足迹或其他相关产品环境影响结果在相关官方平台进行公布。

6.6 温室气体减排实施

工厂基于自身实际情况，实施温室气体减排方案，确保实现零碳工厂建设、运营的方针和目标。减排方案包括但不限于以下方式。

- a) 节能技术与措施的应用；
- b) 可再生能源使用；
- c) 含碳原料和能源的替代；
- d) 应用碳捕集、利用与封存技术；
- e) 其他温室气体减排和清除措施。

6.7 碳抵消实施

在完成温室气体自主减排的基础上，剩余的温室气体排放量，采用适当的碳抵消方式，实现了附录A规定的最低抵消阈值，抵消流程符合PAS2060要求。

7 评价流程

7.1 总则

零碳工厂评价流程包含准备阶段（制定实施计划、建立体系）、实施阶段（确定基准线、实施减排技术、核算排放、实施碳抵消）、评价阶段（第三方核查与发证）、持续改善阶段，各阶段步骤见下图1。

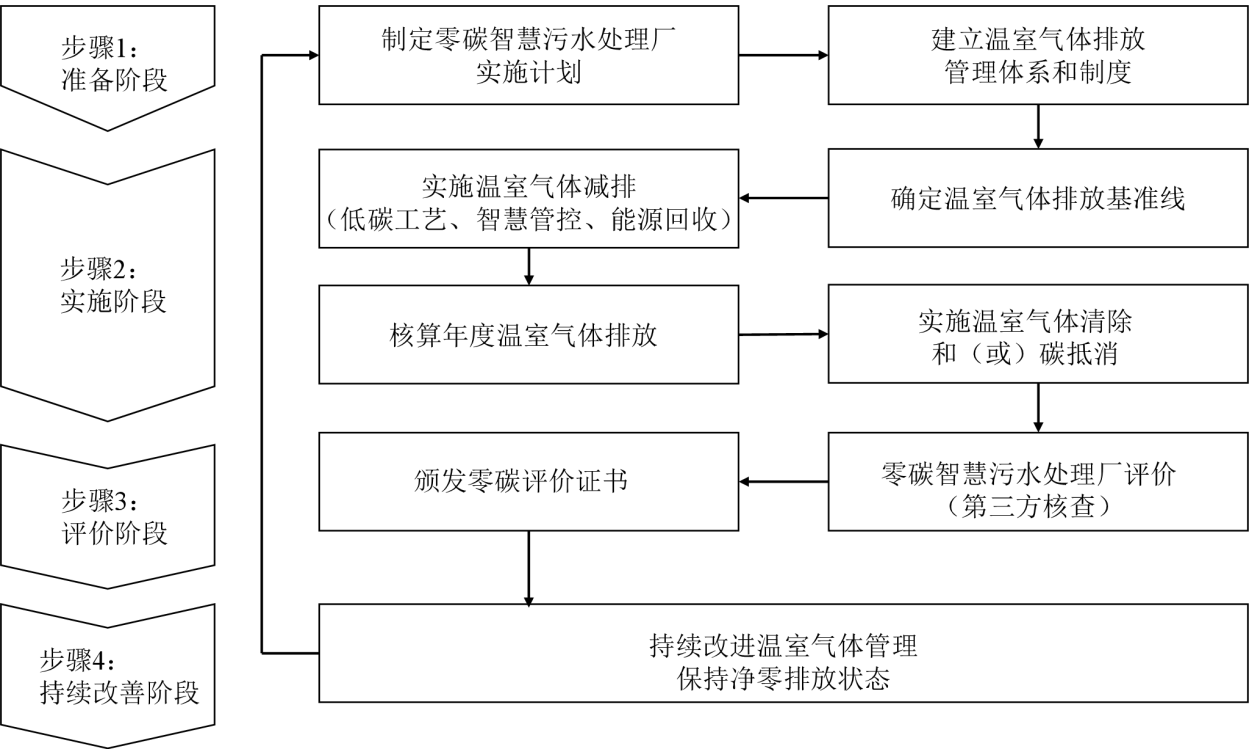


图1 零碳智慧污水处理厂实施流程图

7.2 准备阶段

7.2.1 制定零碳工厂实施计划

企业应制定零碳工厂实施计划，形成文件并发布，零碳工厂实施计划的内容应至少包含以下信息：

- a) 零碳工厂承诺的陈述;
- b) 计划实现的零碳工厂类型及时间表;
- c) 计划降低温室气体排放的策略, 包括具体内容与选用理由、减排基准线及减排目标;
- d) 计划实现和保持零碳工厂的温室气体清除和(或)碳抵消策略, 包括具体内容与选用理由。

7.2.2 建立温室气体管理体系和制度

企业应根据相关法律法规、政策、标准以及自身规模、能力、需求等状况, 在工厂建立温室气体排放管理体系和制度, 包括但不限于:

- a) 最高管理者统筹及决策温室气体相关管理工作, 授权并提供相应资源, 以支持零碳工厂的实现;
- b) 工厂确保建立温室气体管理团队, 具备相应的温室气体管理职责和权限, 并定期向最高管理层报告零碳工厂的实现情况;
- c) 建立本工厂能源使用及消耗、温室气体排放管理制度和信息系统;
- d) 制定零碳工厂实施计划, 并监督其实施、保持及持续改进。

7.3 实施阶段

7.3.1 确定温室气体排放基准线

工厂宜分析预期使用者或相关方需求, 来选定温室气体排放基准年, 并确定基准年温室气体排放核算/核查和报告活动。工厂应确定温室气体排放基准线。

当出现以下一种或多种情况时, 应对温室气体基准线进行调整:

- a) 相关因素发生了重大变化时;

注1:相关因素是指不经常变化的, 对工厂碳减排绩效有显著影响的已知因素, 如组织边界、报告边界、设施规模、产品或服务的种类;

注2:重大程度, 由工厂自行规定。

- b) 排放因子和核算方法发生变化时。

工厂应记录作为所确定的温室气体基准线及它所发生变化的证据。工厂宜建立温室气体排放信息系统, 其中可包括温室气体基准线数据。

7.3.2 实施温室气体减排

工厂需结合自身实际情况, 应制定合适的温室气体减排方案, 并确保实现计划中确定的减排目标。

温室气体减排方案应包括以下内容, 以便对方案的合理性、减排结果的有效性、方案的先进性进行评价:

- a) 减排方案的具体技术内容;
- b) 实施的时间、范围;
- c) 所需的资金及来源;
- d) 实际减少的温室气体排放量及如何量化的方法。

7.3.3 核算年度温室气体排放

工厂根据ISO14064-1确定温室气体排放的核算边界与核算方法, 编写工厂的温室气体排放报告。

温室气体排放报告至少应包括温室气体排放核算依据、涵盖的时间段、边界及范围、排放的类型和数量、具体核算方法。

7.3.4 实施温室气体清除和(或)碳抵消

7.3.4.1 购买方式

工厂可采用碳信用的抵消方式。根据工厂的实际情况选择合适类型项目，包括但不限于以下方式：

- a) 购买国家温室气体自愿减排项目产生的国家核证自愿减排量(CCER)(如有)；
- b) 购买政府批准、备案或者认可的碳普惠项目减排量(如有)；
- c) 购买黄金标准 (Gold Standard, GS)的自愿减排量 (Voluntary Emission Reductions, VER)、核证碳减排标准 (Verified Carbon Standard, VCS) 的经核证碳单位 (Verified Carbon Units, VCU),清洁发展机制(Clean Development Mechanism, CDM) 的核证减排量(Certified Emission Reductions,CER)等(如有)。
- d) 其它经权威机构批准、备案或者认可的碳信用。

7.3.4.2 边界外自主开发方式

工厂可在边界外自主开发减排项目进行清除和(或)碳抵消，自主开发项目可包括但不限于以下方式：

- a) 边界外自主开发减排项目所产生的经核证的减排量；
- b) 工厂采用开发温室气体汇的清除方式，可在边界外自主建设经核证的温室气体汇。

工厂的自主开发项目用于零碳工厂之后，不得再作为温室气体自愿减排项目或者其他减排机制项目重复开发，也不可再用于开展其他活动或项目的温室气体中和。

7.4 评价阶段

7.4.1 总则

企业宜委托第三方机构开展零碳工厂评价，确认零碳工厂实施过程按本文件执行，且在一定时间段内实现不同程度零碳状态。

7.4.2 评价要求

开展零碳工厂评价，宜根据各行业或地方的不同特点制定评价导则，并应制定相应的具体评价方案。其中，评价导则应围绕第5章、第6章明确行业或地方的特性要求，评价方案应明确评价要求、评分分数和权重等等。

评价方案应至少包括基本合规要求、基本管理要求、基础设施、能源和碳智能信息化管理系统、能源和资源使用、产品、温室气体减排实施、碳抵消等8个方面。根据上述各方面对资源与环境影响的程度和敏感性给出相应的评分标准及权重，其中，零碳工厂基本要求为工厂应达到的基础性要求，任何一项不符合不能评价为零碳工厂；零碳工厂评价要求为工厂努力达到的要求，根据各分值、权重予以评分。评价指标表格式参见附录B。

依据本标准执行的零碳工厂评价的技术架构参见附录D。

7.4.3 评价方式

零碳工厂评价可由第一方、第二方或第三方组织实施。当评价结果用于对外宣告时，则评价方应为独立于工厂且具备相应评价能力的第三方组织。

注：针对被评价组织，第一方为组织自身，第二方为组织的相关方，第三方为与组织没有直接关系的其他组织。实施评价的组织应通过查看报告文件、统计报表、原始记录，并根据实际情况，开展对相关人员的访谈，采用实地调查、抽样调查等方式收集评价证据，确保证据的完整性和准确性。

实施评价的组织应对评价证据进行分析，当工厂满足评价方案给出的综合评价标准和要求时即可判定为零碳工厂相应等级(等级分类请参见附录A)。

7.4.4 评价证书

通过零碳工厂第三方评价的企业，可由第三方颁发零碳工厂证书，证书包括但不限于以下内容：

- a) 企业(工厂)基本信息；
- b) 企业(工厂)温室气体核算边界、及边界内的温室气体排放量和抵消量；
- c) 零碳工厂覆盖的时间段(年份)；
- d) 零碳工厂实现类型及等级；
- e) 零碳工厂证书有效期:仅针对报告年度有效。

f) 持续改善阶段：企业宜持续改进工厂的温室气体管理情况，持续保持零碳工厂状态，最终实现并保持净零排放。

附录 A
(规范性)
零碳工厂分类

根据ISO14064-1相关标准，工厂温室气体源分为以下六个类别：

- a) 类别1：直接的温室气体排放与清除；
- b) 类别2：来自输入能源的间接温室气体排放；
- c) 类别3：来自交通运输的间接温室气体排放；
- d) 类别4：来自组织所使用产品的间接温室气体排放；
- e) 类别5：与使用来自组织的产品相关联的间接温室气体排放；
- f) 类别6：来自其它源的间接温室气体排放。

为便于工厂应用，本规范将温室气体源合并为以下三种：

- a) 范围1：直接温室气体排放及移除，等同采用ISO14064-1类别1；
- b) 范围2：来自输入能源的间接温室气体排放，等同采用ISO 14064-1类别2；
- c) 范围3：其他间接温室气体排放，等同采用ISO 14064-1类别3、类别4、类别5和类别6。

根据核算边界内中和的温室气体源类型，零碳工厂分为I型及II型两种类型，其中I型零碳工厂针对范围1和范围2温室气体排放，实施零碳工厂策略；II型零碳工厂针对范围1、范围2和范围3温室气体排放，实施零碳工厂策略。每种类型根据评估结果，分别进一步细分为不同等级，具体见下表A.1。

表 A.1 零碳工厂等级分类表

零碳工厂类型	等级	评估分值	备注
I	三星	(70~80]	工厂自主减排后剩余排放量抵消比例不低于50%
	四星	(80~90]	工厂自主减排后剩余排放量抵消比例不低于80%
	五星	(90~100]	工厂应采用了100%可再生能源电力，以及实现100%抵消
	六星	100	工厂采用100%可再生能源电力，以及实现100%清除
II	三星	(70~80]	工厂自主减排后剩余排放量抵消比例不低于50%
	四星	(80~90]	工厂自主减排后剩余排放量抵消比例不低于80%
	五星	(90~100]	工厂应采用100%可再生能源电力，以及实现100%抵消
	六星	100	工厂采用100%可再生能源电力，以及实现100%清除

本标准中“自主减排”定义为首个报告年度对比基准年，或后续年度对比上一年度，工厂报告年度温室气体排放绝对量或强度的下降。温室气体排放强度如单位产值温室气体排放、或(和)单位产品温室气体排放等。

附录 B
(规范性)
零碳工厂评价指标表

表 B.1 零碳工厂基本要求评价表

序号	一级指标	二级指标	评价要求	评价结果(符合/不符合)
1	基本合规要求	合规性要求	零碳工厂应依法设立，在建设和生产过程中应遵守有关法律、法规、政策和标准要求。近三年无重大安全、环保、质量等事故，成立不足三年的企业，成立以来无重大安全、环保、质量等事故。	
			零碳工厂能源消耗总量和/或强度绩效应优于国家、行业和地方能源消耗限额要求。	
2	基本管理要求	最高管理者承诺	最高管理者应对利益相关方作出“零碳工厂承诺的陈述”，该陈述应包括： 1.计划实现的零碳工厂类型(I型或II型)及相应时间计划； 2.对实现零碳工厂的有效性负责； 3.确保建立零碳工厂建设、运营的方针和目标，并确保其与组织的战略方向及所处的环境相一致； 4.实现并保持零碳工厂的温室气体减排和(或)碳抵消策略。	
		温室气体排放管理体系和制度	应建立零碳工厂管理团队，负责零碳工厂的制度建设、零碳工厂实施工作，并定期向最高管理层报告零碳工厂的实现情况。	
			应开展零碳工厂创建的中长期规划及年度目标、指标和实施方案。	
			应加强员工能力建设，定期为员工提供零碳工厂相关的教育、培训，并对教育和培训的结果进行考评。	
			应建立温室气体排放信息管理制度，以便明确温室气体排放数据收集、量化、报告及归档要求。	
			应按照GB/T 24001、GB/T23331，建立完善的环境管理体系、能源管理体系，并经过第三方认证机构认证。	

表 B.2 零碳工厂评价要求表

序号	一级指标	二级指标	评价要求	评分分数	权重
1	基础设施	建筑	工厂的建筑应满足国家或地方相关法律法规及标准的要求。	15	10%
			工厂新建、改建和扩建建筑时，应遵守国家“固定资产投资项目节能评估审查制度”、“三同时制度”、“工业项目建设用地控制指标”等产业政策和有关要求。	13	
			工厂建筑材料选用蕴能低、高性能、高耐久性和本地建材，减少建材在全生命周期中的能源消耗。	6	
			工厂建筑结构：采用钢结构、砌体结构和木结构等资源消耗和环境影响小的建筑结构体系。	6	

表 B.2 零碳工厂评价要求表

序号	一级指标	二级指标	评价要求	评分分数	权重
			绿化及场地：（1）场地内设置可遮荫避雨的步行连廊。（2）厂区绿化适宜，优先种植乡土植物，采用少维护、耐候性强的植物，减少日常维护的费用。	6	
			再生资源及能源利用：（1）可再生能源的使用占建筑总能耗的比例大于10%；（2）采用节水器具和设备，节水率不低于10%。	8	
		照明	工厂厂区及各房间或场所的照明功率密度应符合GB 50034规定现行值。	6	
			工厂内不同场所的照明应尽量利用自然采光。	4	
			工厂内不同场所的照明应进行分级设计。	4	
			公共场所的照明应采取分区、分组与定时自动调光等措施。	4	
		设备设施	已明令禁止生产、使用的能耗高、效率低的设备应限期淘汰更新。	8	
			采用先进生产工艺,专用设备应符合产业准入法规,降低能源和资源消耗。	8	
			设备应采用效率高、能耗低的产品。通用设备或其系统的实际运行效率或主要运行参数应符合该设备经济运行的要求。	6	
		计量器具和装置	工厂应依据 GB 17167 等要求配备、使用和管理能源及其它资源的计量器具和装置。能源及其它资源使用的类型不同时，应按照 GB 17167 进行分类计量。	6	
2	能源和碳智能信息化管理系统	建立能源和碳智能信息化管理系统	工厂应建立能源和碳排放智能信息化管理系统,对原始数据至少存档保存5年	20	10%
			信息化管理系统的数据收集以智能物联AIoT技术为基础，最低数据上送频率为每日上送一次。	60	
			数据需完整、准确且可靠，具备必要的数据库质量组件，识别并修正常见的数据错误，如设备调试、故障及通讯问题产生的数据异常等。	20	
3	能源和资源使用	能源使用	工厂应提高能源效率，充分利用余热余压。	30	10%
			工厂应优化用能结构，使用低碳清洁能源。	10	
			工厂应提高可再生能源利用率，合理利用工厂设施条件，因地制宜充分利用可再生能源。	40	
		资源使用	工厂替代或减少使用全球增温潜势高的物料，减少生产过程温室气体排放。	10	
			工厂使用回收料、可回收材料替代原生材料、不可回收材料。应按照GB/T29115的要求对其原材料使用量的减少进行评价。	10	
4	产品	产品生态设计	工厂在产品设计中引入生态设计的理念，按照GB/T24256对生产的产品进行生态设计，优化产品设计和生产工艺，减少原辅材料的消耗和能源消耗。	30	10%

表 B.2 零碳工厂评价要求表

序号	一级指标	二级指标	评价要求	评分分数	权重
			宜使用低碳的原物料，降低产品全生命周期温室气体排放。		
			工厂采用ISO14067等适用的标准或规范对产品进行碳足迹核算或核查，并利用其结果对其产品进行碳足迹改善。	50	
			产品的碳足迹或其他相关产品环境影响结果在相关官方平台进行公布。	20	
5	温室气体减排实施	节能技术和措施的应用	工厂采用管理、技术节能措施进行有效节能，并按照GB/T13234验证节能量。	5	40%
		可再生能源使用	工厂采用可再生能源进行有效减排，100%电力来源于可再生能源电力(不足100%，则按百分比递减得分)。	15	
		含碳原料和能源的替代	工厂采用低碳原料、低碳能源的替代技术进行有效减排。	5	
		应用负碳技术实现温室气体清除	工厂采用负碳技术实现温室气体清除。	20	
		项目减排量核算	工厂采用项目减排措施进行有效减排，并按照GB/T33760验证减排量。	5	
		自主减排绩效指标	首个报告年度对比基准年，或后续年度比上一年度，工厂温室气体排放绝对量或强度的下降不足1%，得0分;下降1.5%及以上得25分，下降2%及以上得50分。	50	
6	碳抵消实施	完成碳抵消的比例	工厂在实施自主减排的基础上，剩余温室气体排放量已实现100%清除无需抵消，或采取100%抵消，得满分(抵消不足100%，则按实际抵消占比递减得分)。	100	20%

附录 C
(资料性附录)
温室气体数据监测要求

工厂应明确温室气体排放数据监测要求，建立温室气体排放管理体系和制度，鼓励使用智能物联AIoT等技术工具，优化温室气体数据收集、量化工具。

温室气体数据监测要求，包括温室气体排放类型、实施收集的途径、频次、方法。这些数据可能会引起温室气体直接和间接排放的波动，可包括但不限于：

- a) 能源消耗监测值；
- b) 工艺过程的原材料消耗值，或温室气体排放测量值或物料平衡数据；
- c) 碳资产的相关数据；
- d) 碳交易的相关数据；
- e) 碳中和的相关数据；
- f) 本工厂、行业、地区、国内、国际的排放因子数据。

注：相关数据的收集频次可能是以实时、日、旬、月、年来确定的。相关数据的收集方式宜从人工采集逐渐转向为数字化在线采集。

附录 D
(资料性附录)

依据本规范制定的零碳工厂评价标准的技术架构

D.1 通则

行业、地方或团体依据本规范执行的零碳工厂评价时，评价内容宜包含适用范围内零碳工厂评价的特性要求(如地方、行业特性要求)、评价指标值、评价的详细要求等。

D.2 文件结构

行业、地方或团体依据本规范执行的零碳工厂评价文件的结构宜为：

- 1 范围
- 2 规范性引用文件
- 3 术语和定义
- 4 总则
- 5 零碳工厂基本要求
 - 5.1 总则
 - 5.2 基本合规性要求
 - 5.3 基本管理要求
- 6 零碳工厂评价要求
 - 6.1 基础设施
 - 6.2 能源和碳排放智能信息化管理系统
 - 6.3 能源和资源使用
 - 6.4 产品
 - 6.5 温室气体减排实施
 - 6.6 碳抵消实施
- 7 评价程序；
- 8 评价报告；
- 9 附录:评价指标表。

附录E
(资料性附录)
零碳技术与装备

本规范推荐污水处理厂在建设升级改造中，优先选用表E.1所列的零碳技术与装备。

表 E.1 零碳技术与装备清单

序号	技术分类	技术名称
1	CCUS	污水厂沼气 CO ₂ 捕集利用技术
2		碳捕集与封存（CCUS）
3	电化学	生物电化学系统（BES）耦合工艺
4	电力系统	源网荷储一体化系统
5		生物炭滤池+太阳能曝气
6		可再生能源利用
7	磷回收	鸟粪石流化结晶磷回收
8		生物炭基磷回收
9		污泥水热炭化制磷肥
10	信息化管理系统	能源和碳排放智能信息化管理系统
11	高效曝气	AI+机理模型精确曝气
12		高效曝气与供氧技术
13	热泵	污水源热泵技术
14	生物工艺	MABR智能专家系统
15		好氧颗粒污泥（AGS）技术
16		短程硝化-厌氧氨氧化（SHARON-ANAMMOX）
17		连续流精准微粒污泥工艺
18		同步亚硝化-厌氧氨氧化-反硝化（SNAD）
19		AAO工艺优化与智能控制
20		MABR低碳污水处理技术
21		厌氧氨氧化高效低碳脱氮技术
22		短程硝化 - 厌氧氨氧化（SHARON-ANAMMOX）工艺

表 E.1 零碳技术与装备清单

序号	技术分类	技术名称
23		短程反硝化 - 厌氧氨氧化（DNRA-ANAMMOX）工艺
24		好氧颗粒污泥（AGS）工艺
25		一体化厌氧 - 好氧耦合处理技术
26		人工湿地 + 光伏耦合技术
27		膜分离与高级氧化技术
28	势能回收	尾水势能回收发电
29	水泵系统	永磁同步变频水泵系统
30	碳源	原位发酵碳源开发
31		新型复合碳源
32		有机废水碳源回用
33		零碳源HJDL污水处理方法
34		低碳氮比的氨氮废水处理技术
35		基于铁-壳聚糖微珠的活性污泥系统
36		零碳源脱氮除磷技术
37		微藻耦合污水处理固碳技术
38	污泥处理	污泥炭耦合生物质炭化焚烧系统
39		污泥低温真空干化技术
40	余热回收	水源热泵余热回收
41	沼气发电	沼气发电与热电联产
42		污水浓缩与强化产甲烷工艺
43		污泥厌氧消化 + 沼气综合利用技术
44	蒸发工艺	膜-蒸发耦合工艺
45		电化学-结晶组合工艺