



团 体 标 准

T/EES xxxx—xxxx

零碳园区 数字化建设技术导则

Technical Guidelines for Digital Construction of Zero-Carbon Parks

（征求意见稿）

202X-X-X 发布

202X-X-X 实施

中关村现代能源环境服务产业联盟 发布



版权保护文件

版权所有归属于该标准的发布机构。除非有其他规定，否则未经许可，此发行物及其章节不得以其他形式或任何手段进行复制、再版或使用，包括电子版，影印件，或发布在互联网及内部网络等。使用许可需从发布机构获取。

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。

本标准规定了

本标准由归口。

主要起草单位：。

主要起草人：。

本标准为首次发布。

零碳园区 数字化建设技术导则

1 范围

本标准规定了零碳园区数字化建设的总体要求、数字化系统架构（基础设施、数据采集、数据服务、模型算法、业务应用、互动展示）、数据安全以及运维管理的要求。

本标准适用于各类产业园区、高新技术产业开发区、经济技术开发区（包括有明确四至边界的园区区域）等类型园区以实现零碳排放、近零碳排放为目标的能源与碳排放数字化建设。

2 规范性引用文件

以下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；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。

GB/T 2887 计算机场地通用规范

GB 17167 用能单位能源计量器具配备和管理通则

GB/T 20272 信息安全技术 操作系统安全技术要求

GB/T 20273 信息安全技术 数据库管理系统安全技术要求

GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

GB/T 24067 温室气体 产品碳足迹 量化要求和指南

GB/T 32150 工业企业温室气体排放核算和报告通则

GB/T 32151 （所有部分）温室气体排放核算与报告要求

GB/T 36276 电力储能用锂离子电池

GB/T 36951 信息安全技术 物联网感知终端应用安全技术要求

GB/T 37408 光伏发电并网逆变器技术要求

GB/T 38635 信息安全技术 SM9 标识密码算法

GB/T 43441.1 信息技术 数字孪生 第1部分：通用要求

GB 50174 数据中心设计规范

3 术语和定义

3.1 零碳园区 Zero-carbon Park

在园区规划建设管理等方面系统性地融入“碳中和”理念，综合利用节能、减排、固碳、碳交易等多种手段，通过产业低碳化转型、设施集聚化共享、资源循环化利用，在园区内部基本实现碳排放总量与固碳总量和碳抵消量平衡，生产、生态、生活深度融合的新型产业园区。

3.2 数字孪生 Digital Twin

具有保证物理状态和虚拟状态之间以适当速率和精度同步的数据连接的特定目标实体的数字化表达。

3.3 公有云 Public Cloud

公有云是云服务可被任意云服务客户使用，且资源被云服务提供者控制的一种云部署模型。

[来源：GB/T32400—2015/ISO/IEC 17788:2014, 3.2.23]

3.4 混合云 Hybrid Cloud

混合云是至少包含两种不同的云部署模型的云部署模型。

[来源：GB/T32400—2015/ISO/IEC 17788:2014, 3.2.33]

3.5 云计算 Cloud Computing

通过网络访问可扩展的、灵活的物理或虚拟共享资源池，并按需自主获取和管理资源的模式。

注：资源实例包括服务、操作系统、网络、软件、应用和存储设备等。

[来源：GB/T32400—2015/ISO/IEC 17788:2014, 3.2.5]

3.6 云边协同 Cloud-edge Collaboration

云边协同是指通过合理布局云计算和边缘计算的算力资源，基于特定网络架构和调度机制，实现云计算与边缘计算的优势互补及算力协同。

4 总体要求

4.1 总体目标

4.1.1 应围绕园区零碳建设与运营的核心目标，利用数字化技术，构建能全面感知、精准核算、智能优化、可信管控的数字化支撑体系。

4.1.2 应提升园区在能源效率、资源循环、碳排放管控等方面的精细化、智能化管理水平，赋能园区及入驻企业实现节能降碳、绿色转型。

4.1.3 应实现园区能碳数据的高质量汇聚与贯通，为园区参与碳排放交易、绿色电力交易、绿色金融等市场行为提供可信数据基础。

4.2 基本原则

4.2.1 数字化建设应与园区零碳发展规划、基础设施规划同步进行，实现统一规划、分步实施、互联互通。

4.2.2 应以全维度、全流程的能源与碳数据为基础，实现从宏观到微观的精准监测、核算、分析与决策优化。

4.2.3 应支持园区内供电、供热、供冷系统与用能负荷、储能设施的协同互动，提升可再生能源消纳能力和系统整体能效。

4.2.4 应积极应用物联网、大数据、人工智能、数字孪生、区块链等新一代信息技术，并保持系统架构的开放性，适应技术迭代。

4.2.5 应建立健全网络安全、数据安全和物理安全防护体系，保障系统稳定可靠运行，并建立长效运维机制。

5 系统架构

零碳园区数字化能碳管理中心系统架构宜采用分层解耦、数据贯通、业务协同、安全可控的总体架构，包含基础设施层、数据采集层、数据服务层、模型算法层、业务应用层、互动展示层六个层级，如图 1 所示：

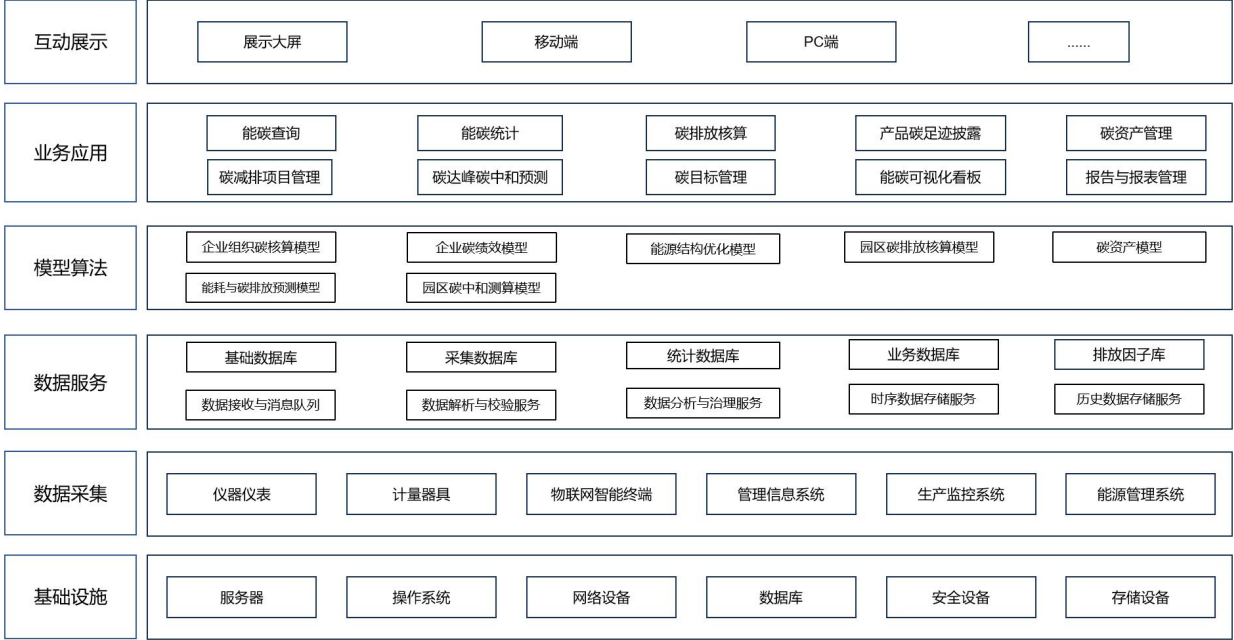


图 1 零碳园区数字化能碳管理中心系统架构

5.1 基础设施层

基础设施层包括服务器、存储、网络、安全设备及操作系统、数据库等，为能源调度、调控、能碳分析提供物理基础。

5.2 数据采集层

数据采集层由各类仪表计量器具、物联网智能终端及工业自动化信息化系统组成，采用多种协议采集园区能耗、关键能源设备运行数据，动态监测用能及碳排放设备，采集碳排放核算相关数据。所用采集设备应符合 GB/T 36951 要求，支持多途径采集及多系统对接，采集范围覆盖相关关键数据，为碳排放核算与分析提供基础。

5.3 数据服务层

数据服务层包括数据解析与校验、数据分析与治理、数据存储等服务，对接收到的零碳园区的各类数据进行异常数据标识、过滤、清洗与治理，并对高质量数据进行分类存储管理。

5.4 模型算法层

模型算法层宜根据零碳园区不同应用需求，采用不同的计算系统进行数据处理分析，包括园区碳排放核算、企业碳排放核算、产品碳足迹核算、能耗预测、碳达峰碳中和预测等模型，以支撑园区能碳管理与分析。

5.5 业务应用层

业务应用层是实现能源与碳排放管理的核心层级，包括对零碳园区的能碳查询、能碳统计、碳排放

核算、碳足迹披露、碳资产管理、碳减排项目管理、碳达峰碳中和预测、碳目标管理等。

5.6 互动展示层

互动展示层提供数据、业务等可视化能力，作为用户与平台间信息交互窗口，用户通过各类展示界面使用平台提供的各类服务。

6 基础设施层

6.1 总则

6.1.1 基础设施层是零碳园区数字化能碳管理中心运行的物理与软件基础，应满足高可靠、高安全、高可用、可扩展、易运维的核心要求，为全层级数据采集、存储、计算、分析及业务应用提供稳定支撑。

6.1.2 基础设施部署应结合园区规模、数据量级、运维能力，合理选择本地自建机房、公有云、混合云等部署模式。

6.1.3 基础设施应适配零碳园区多源数据汇聚、大模型运算等算力需求，结合园区发展规划预留未来业务扩展空间，满足园区能碳管理全生命周期运行要求。

6.2 部署模式要求

6.2.1 本地自建机房部署

6.2.1.1 本地自建机房部署适用于数据安全要求高、园区规模大、运维能力强的零碳园区，机房建设应符合 GB/T 2887、GB 50174 要求，同时包含供配电、制冷、消防、安防等配套系统。

6.2.1.2 服务器、存储等核心设备采用冗余配置，关键链路、电源实现多路备份，系统可用性不低于 99.9%。

6.2.2 公有云部署

6.2.2.1 公有云部署适用于中小规模园区的快速上线、弹性扩容需求，云服务提供商应符合 GB/T 22239 中安全技术要求。

6.2.2.2 明确数据主权、数据存储位置、数据迁移机制，签订数据安全与保密协议，保障园区能碳数据不泄露、不滥用。

6.2.3 混合云部署

混合云部署适用于核心数据本地存储、非核心业务上云的园区，构建安全的云边协同架构，实现本地机房与公有云的安全互联、数据同步。

6.3 硬件基础设施要求

6.3.1 服务器

6.3.1.1 采用高性能机架式服务器，满足多源数据处理、模型运算、业务并发需求。

6.3.1.2 核心业务服务器 CPU、内存、存储资源使用率峰值不超过 70%，预留 30%以上冗余。

6.3.1.3 关键业务服务器采用集群部署，支持负载均衡、故障自动切换，保障业务连续性。

6.3.2 存储设备

6.3.2.1 采用分布式存储或集中式存储架构，满足能碳数据、历史数据、音视频数据的存储需求，存储系统可用性不低于 99.99%。

6.3.2.2 支持数据多副本备份，并定期灾备演练。

6.3.3 网络设备

6.3.3.1 核心交换机、汇聚交换机应根据数据规模、实时性要求和业务并发量配置网络带宽；关键业务链路宜采用千兆及以上接入、万兆及以上汇聚或核心链路，满足数据实时传输、大带宽业务需求。

6.3.3.2 网络架构采用分层设计，划分业务网、管理网、存储网等独立网段，实现网络隔离与流量管控。

6.3.4 安全设备

6.3.4.1 部署防火墙、入侵检测/防御系统（IDS/IPS）、WAF、堡垒机、日志审计系统等安全设备，构建纵深防御体系。

6.3.4.2 应具备 7×24 小时实时监控、攻击防护、漏洞扫描能力，并定期进行安全加固与渗透测试。

6.3.4.3 关键安全设备采用冗余部署，避免单点故障，保障业务连续性。

6.3.4.4 安全设备的策略配置遵循最小权限原则，并每年及在重大网络变更后进行策略评审与优化，确保防护有效性与业务适应性。

6.3.4.5 安全设备产生的日志信息统一接入日志审计系统或安全管理中心，实现集中存储、关联分析与长期留存，日志留存时间不少于 180 天。

6.4 软件基础设施要求

6.4.1 操作系统

采用稳定、安全的服务器操作系统，在可保障使用需求的前提下优先选择国产操作系统，定期进行系统补丁更新、漏洞修复，关闭不必要的服务与端口。操作系统应符合 GB/T 20272 要求。

6.4.2 数据库

6.4.2.1 采用高性能、高可用的关系型数据库、时序数据库、分布式数据库，满足结构化、非结构化、时序型能碳数据的存储与查询需求。

6.4.2.2 数据库支持主从备份、读写分离、数据加密，并定期进行数据备份与恢复演练，保障数据完整性与可用性。数据库应符合 GB/T 20273 要求。

6.4.3 中间件

6.4.3.1 部署应用服务器、消息中间件、缓存中间件等，支撑业务应用的稳定运行。

6.4.3.2 中间件定期进行版本更新与安全加固。

6.4.3.3 中间件进行最小化安装，仅启用业务必需的组件和服务，关闭默认账户、不安全的协议及多余的网络端口。

6.4.3.4 对中间件的管理控制台或管理接口实施身份鉴别和访问控制，使用强口令，并限制可访问的 IP 地址范围。

6.5 低碳化基础设施要求

6.5.1 基础设施建设宜综合考虑系统能效、设备能耗、资源利用效率和全生命周期环境影响。

6.5.2 数据中心、机房、边缘节点等设施应优先使用高效能设备，并结合园区条件采用绿色电力、自然冷源、余热利用等低碳措施。

6.5.3 基础设施应支持资源弹性配置和按需扩展，避免因过度配置造成能源浪费。

6.5.4 数字化系统宜对自身运行能耗进行计量和统计，并纳入园区能源管理范围。

7 数据采集层

7.1 总则

7.1.1 数据采集层是零碳园区数字化能碳管理中心的数据来源基础，负责对园区内能源、资源、环境、碳核算等全维度数据进行采集、汇聚、协议转换与可靠传输，为后续数据处理、模型运算、业务应用提供数据支撑。

7.1.2 数据采集应遵循可靠性、实时性、安全性、准确性、开放性、可扩展性的原则。

7.1.3 数据采集应覆盖园区能碳管理全场景，满足碳排放核算、能流分析、节能优化、碳目标管控等业务需求。

7.1.4 宜兼容并优先接入已有采集节点或能碳数据系统，避免重复建设。

7.2 采集对象与数据范围

7.2.1 采集范围

7.2.1.1 采集数据范围应覆盖碳核算、能流分析、运行优化、碳目标管理所需数据，无遗漏、无缺失。

7.2.1.2 采集对象应覆盖园区全部一级、二级能源计量节点，包含园区总进线、主要用能区域等。

7.2.1.3 采集对象宜扩展至三级计量节点及环境参数监测点，如车间级计量、重点用能设备计量、温湿度、光照度、CO₂浓度等，支撑精细化能碳管理。

7.2.1.4 采集对象包含可再生能源发电设备（分布式光伏、风电）、储能系统、电动汽车充电桩等新型能源设施。

7.2.2 分类采集数据

7.2.2.1 能源计量数据

应符合 GB 17167 要求，按能源品类分类采集计量数据，具体如下：

- 1) 电力：三相电压/电流、有功/无功功率、正反向有功电量、功率因数。
- 2) 燃气：瞬时流量、累计流量、工作压力、温度（用于热值修正）、低位发热量（关联碳排放因子）。
- 3) 热力：瞬时流量、累计流量、累计冷/热量、工作压力、入口温度、出口温度、供回水压差。
- 4) 水：瞬时流量、累计用水量、供水压力。
- 5) 其他能源：汽油、柴油、蒸汽等能源的消耗量、热值、供应参数等。

7.2.2.2 设备运行数据

实时或周期性采集园区关键供能设备、用能设备的运行状态与关键参数，具体包括：

1) 光伏逆变器、储能变流器、充电桩、热泵机组、锅炉、冷水机组、空气处理机组等能源设备的运行/停机状态、运行时长等关键运行参数。

2) 电梯、照明系统、生产设备等重点用能设备的运行状态、能耗数据。

7.2.2.3 环境与建筑参数

采集园区室内外环境质量及建筑参数，支撑环境质量评估与建筑能耗分析，具体包括：

- 1) 室内环境：温湿度、光照度、CO₂浓度、PM2.5 浓度、TVOC 浓度等。
- 2) 室外环境：室外温湿度、风速、风向、太阳辐射强度、降雨量等。
- 3) 建筑参数：围护结构热工参数、门窗状态、遮阳状态等。

7.2.2.4 碳核算相关数据

建立碳核算数据采集体系，集成核算数据、实测数据及手动填报数据，支撑园区碳排放核算。具体包括：

1)核算类：燃料类型标识、外购电力/热力来源标识（绿电比例）、能源低位发热量、碳排放因子、产品产量、产值、工艺过程排放的相关参数等。

2)实测类：化石燃料燃烧排放实测（CO₂浓度、流量、温度、压力）、过程排放实测（特定工艺环节温室气体排放）、碳汇监测数据、电力消耗碳排放实测（电碳表）等。

3)手动填报类：企业生产数据、碳减排项目数据、固体废弃物综合利用量、碳交易数据、第三方核查报告、政策文件等，应支持人工录入、批量导入、流程审批。

7.2.2.5 其他数据

采集园区安防、门禁、停车等系统数据，支撑园区一体化管理。

7.3 通信协议与数据接口

7.3.1 设备侧采集协议

7.3.1.1 现场计量仪表、智能终端支持 IEC 104、IEC 61850、ModbusRTU/TCP、BACnet/IP、OPC UA、DL/T645、DL/T698 等主流通信协议，实现数据的标准化采集。

7.3.1.2 新型能源设备（如光伏逆变器、储能变流器）支持 GB/T 37408、GB/T 36276 等标准规定的相关通信协议，实现设备数据的标准化接入。

7.3.2 数据传输协议

7.3.2.1 设备侧至平台侧的数据上传，采用 MQTT3.1.1 及以上版本协议，支持 QoS1 及以上服务质量，保障数据传输的可靠性。

7.3.2.2 支持 HTTP/HTTPS、CoAP 等协议，适配不同类型设备的传输需求，并优先采用加密传输协议。

7.4 设备与组件功能

7.4.1 物联网关

7.4.1.1 具备多协议转换、数据采集、边缘计算、本地存储、远程运维等核心功能，支持 IEC 104、IEC 61850、ModbusRTU/TCP、BACnet/IP、OPC UA、DL/T 645、DL/T 698 等多协议接入，实现现场设备数据的统一汇聚。

7.4.1.2 支持边缘计算能力，可在本地实现数据清洗、异常判断、阈值告警、逻辑控制，减少云端数据传输压力，保障断网情况下的本地数据存储与业务连续性。

7.4.1.3 具备安全防护能力，支持设备身份认证、防篡改、防攻击。

7.4.1.4 支持远程配置、远程升级、远程运维，降低运维成本，保障设备稳定运行。

7.4.2 通信模块

7.4.2.1 支持有线（以太网）、无线（4G/5G、LoRa、NB-IoT、Wi-Fi、Zigbee）等多种通信方式，适配不同现场环境的通信需求。

7.4.2.2 具备高可靠性、低功耗特性，支持工业级宽温设计，适应园区复杂现场环境。

7.4.3 网络设备

7.4.3.1 接入交换机、汇聚交换机支持工业级设计，具备高带宽、高可靠性，满足数据实时传输需求。

7.4.3.2 支持 VLAN 划分、流量管控、端口安全等功能，实现网络隔离与安全防护，防止非法访问。

7.4.3.3 支持冗余链路、故障自动切换，保障网络的高可用性。

7.5 传输安全要求

7.5.1 传输加密

7.5.1.1 禁止采用明文传输，所有数据应加密传输。

7.5.1.2 数据传输宜采用 TLS1.2 及以上版本加密，或国密 SM2/SM4 加密算法，保障数据在传输过程中的保密性、完整性、不可篡改性，符合 GB/T 38635 二级及以上安全要求。

7.5.2 身份认证

设备接入平台采用设备唯一数字证书+双向认证机制，实现设备身份的合法校验，防止非法设备接入，符合 GB/T 36951 要求。

7.5.3 访问控制

7.5.3.1 遵循最小权限原则，建立基于角色的权限管理模型，对数据访问、设备操作、接口调用进行细粒度权限管控。

7.5.3.2 操作日志留存时间不少于 180 天，支持日志审计、溯源。

7.5.4 安全防护

7.5.4.1 应部署防火墙、入侵检测系统（IDS）、VPN 等安全防护措施，构建网络安全防护体系，防止网络攻击、数据泄露。

7.5.4.2 定期进行安全漏洞扫描、渗透测试，及时修复安全漏洞，保障传输安全。

7.5.5 可靠性要求

7.5.5.1 支持断点续传、数据重传机制，保障数据传输的完整性，数据丢失率不高于 0.01%。

7.5.5.2 通信链路采用冗余设计，支持多链路备份，保障极端情况下的数据传输连续性。

8 数据服务层

8.1 总则

8.1.1 数据服务层是零碳园区能碳数据中枢，负责全生命周期数据管理与分析，为上层应用提供统一、高质量的数据支撑。

8.1.2 确保架构的开放性、可扩展性、高可用性及安全性，支持多源异构数据的融合互通。

8.1.3 具备与数据采集层、模型算法层及业务应用层的良好衔接能力，支持数据的高并发处理与低延迟响应。

8.2 数据接入

8.2.1 支持从数据采集层稳定接收、汇聚数据，适配 MQTT、HTTP 等主流数据传输协议。

8.2.2 配置消息队列缓冲机制，确保在网络波动、设备断线重连或突发高并发访问情况下的数据完整性。

8.2.3 在数据接入环节进行身份认证与初始格式校验，拦截非法设备或畸形数据包。

8.3 数据存储与管理

8.3.1 根据数据特性建立分层分类的存储结构，包括实时高频数据采用时序数据库，核心业务数据采用关系型数据库，非结构化文件采用对象存储。

8.3.2 关键能耗原始采集数据及碳排放核算历史数据的存储期限不少于 5 年（或遵从国家、地方监管及核查追溯的法定要求）。建立多副本备份与异地容灾恢复机制。

8.3.3 建立完善的数据字典和元数据管理体系，保障冷、热数据的快速稳定调用。

8.4 数据治理与质量管控

8.4.1 建立健全园区能碳数据质量管理标准，明确各类型数据的命名规范、量纲单位、数据颗粒度及分类分级体系。

8.4.2 具备异常数据识别与自动处理能力（缺失值、死数、突变越限等），进行异常标识、清洗与插值修复。

8.4.3 建立数据质量动态监控与评估机制，定期生成数据质量分析报告。支持溯源分析，支持联动数据采集层及边缘设备进行策略优化调整。

8.5 数据分析与处理

8.5.1 为模型算法层提供弹性的计算资源与并行处理框架，支持园区/企业碳排放核算模型、企业碳绩效核算模型、产品碳足迹对标模型、能耗与碳排放量预测模型等各类算法的高效运行。

8.5.2 支持联机分析处理（OLAP），实现数据聚合、多维钻取、同环比分析。

8.5.3 支持联动微电网、储能、虚拟电厂等业务，自动或辅助生成柔性负荷响应指令与低碳运行建议，实现园区能碳闭环调控。

8.6 数据接口要求

8.6.1 接口设计原则与标准

接口遵循高内聚低耦合原则，采用标准化、轻量级的设计，提供基于 HTTPS 的 RESTful API。接口文档应完整、清晰。平台侧应具备对外数据服务能力，支持业务应用层、前端互动展示层及其他授权系统的数据调用、查询与主动订阅推送。

8.6.2 接口功能要求

接口支持按条件查询平台数据；支持主动向授权方推送数据，并允许第三方订阅所需数据；支持向终端或业务系统下发控制指令。

8.6.3 外部数据共享要求

在严格符合数据安全、保密要求及脱敏规则的前提下，具备向国家或地方碳监管平台、碳排放权交易中心、第三方核查机构（MRV）、绿色金融服务机构等外部平台进行合规数据共享与自动上报的能力。

8.6.4 接口安全与管控要求

建立完善的接口全生命周期管理机制，包括接口注册发现、访问权限控制（身份认证与鉴权）、调用频次限制（限流熔断）等，防止非法访问和数据泄露。所有接口调用操作日志全程留存，留存时间不少于 180 天，并支持日志审计。

9 模型算法层

9.1 总则

9.1.1 模型算法层承接数据服务层的治理数据，通过构建数字化的计算与分析体系，为上层业务应用提供核心的算法支撑与引擎服务。

9.1.2 采用模块化、微服务架构进行设计，支持各类算法模型的灵活配置、按需调用与动态扩展。

9.2 核算与评价模型

9.2.1 园区碳排放核算模型支持对园区温室气体排放总量的精准核算与分析。模型构建应符合 GB/T 32150、GB/T 32151、GB/T 46351、GB/T 51366 等各行业、领域温室气体排放核算与报告要求标准。需具备清晰的排放源边界识别能力，核算范围覆盖化石燃料燃烧、工业生产过程、废弃物处理及净购入电力和热力等产生的直接与间接碳排放。

9.2.2 企业碳绩效核算模型支持量化企业碳减排成效。根据园区内入驻企业的年度能源消费总量、碳排放总量、经济产值（如工业增加值）等核心指标，动态核算企业综合碳绩效水平。内置综合评价与聚类算法，支持单位能耗碳排放、单位产值碳排放等 KPI 的多维比较与排名。

9.2.3 产品碳足迹对标模型建立应依据 GB/T 24067 标准，构建覆盖产品全生命周期（LCA）的碳足迹核算模型。提供园区内同类产业重点产品的碳足迹数据及生命周期各过程阶段数据的结构化对比与量化分析。

9.3 预测与推演模型

9.3.1 能耗与碳排放预测模型集成机器学习、时间序列分析等人工智能算法，结合历史气象数据、企业过往能耗负荷特征以及未来生产排产计划，预测未来特定时间段的用能趋势与碳排放量，并依据预测结果生成支持能源结构规划与用能优化建议。

9.3.2 碳达峰碳中和推演模型结合大数据、系统动力学与人工智能技术，构建多情景演变沙盘。支持导入园区人口/产业规模、可再生能源规划、储能技术普及率、虚拟电厂（VPP）等动态变量，模拟多种政策与技术路径影响，为园区碳中和技术图谱与演进方案提供量化决策支撑。

9.4 优化与调度算法

在具备“源网荷储”一体化特征的零碳园区中，宜构建以碳排放极小化和综合用能成本最优为多目标的动态寻优算法，为园区级供冷、供热、供电多能耦合系统与终端用能生成最佳的实时调度策略。

9.5 模型运行与管理

9.5.1 建立涵盖全生命周期的模型管理机制，包括模型库的在线管理、参数灵活配置、版本控制以及模型匹配机制。支持根据入驻企业所属行业类型进行排放因子与核算模型的智能匹配。

9.5.2 预测类和优化类模型宜具备自学习与在线训练更新能力，持续修正算法权重，提升预测与分析精度。

10 业务应用层

10.1 能碳查询

支持从相关仪表、设备、系统中采集结构化、非结构化数据，包括但不限于资源、能源、直接温室气体排放量、含碳物料、运输、废弃物、产品产量、产值、检化验等数据以流程图、报表、趋势图等形式实时监控展示，并实现历史数据查询追溯。

10.2 能碳统计

10.2.1 支持对园区内企业/楼宇/厂房等在能源消费总量、能源消费强度、碳排放总量、碳排放强度等数据统计，并按一定统计周期进行汇总、同比、环比计算。统计周期以年、半年、季度、月、周、日、小时为单位，统计结果以图、表、排名等方式展示。

10.2.2 支持碳排放结构、能源消费结构，支持风电、光伏等新能源发电系统、储能系统接入，可提供用能单元在一个时间周期内绿电、火电、煤炭、蒸汽等各种能源消耗量进行结构和成本分析。

10.3 碳排放量核算

10.3.1 根据零碳园区应用场景，支持对园区碳排放总量的在线核算，支持碳排放来源追踪、碳排放趋势分析、超排放预警等。

10.3.2 根据对园区内碳排放企业数量、监测核算值、碳核查值、差异、占比等指标的分析对入驻企业/园区建筑/厂房等进行综合排名。支持查阅碳排放明细，包括限额总量、监测核算总量、碳核查总量等重点数据，并可依据不同指标对碳排放企业进行组合查询。

10.3.3 支持对碳排放核算模型进行管理，实现在线管理和维护，支持根据接入园区及园区入驻企业类型进行模型匹配。

10.4 产品碳足迹核算数据披露

可提供园区内企业产品全生命周期碳足迹核算报告与足迹信息在线披露，包括各阶段碳足迹详情、碳中和信息、认证机构及减排项目信息等。

10.5 碳资产管理

宜支持园区及入驻企业对碳配额、核证减排量、绿电交易凭证、绿色电力证书等相关数据和凭证进行查询、同步、台账记录、统计和追溯。系统中的碳资产数据应与具有法定或授权资质的交易、登记或管理系统保持一致。

10.6 碳减排项目管理

10.6.1 支持企业对一般减排项目信息及国家核证的减排量（CCER）项目进行管理，对园区内减排项目关键信息进行管理；

10.6.2 支持减排项目基本信息，减碳补贴资金信息等信息查询。

10.7 碳达峰碳中和分析

10.7.1 支持通过园区内人口数量、人均 GDP、单位 GDP 能源强度、单位能耗碳排放量、清洁能源消费占比、园区企业产出产品单位能耗、工业固体废弃物综合利用率、余热/余冷/余压综合利用率、工业用水重复利用率、三产占比、单位工业产值增加百分比等数据，测算园区内碳达峰峰值时间及碳中和路径。

10.7.2 支持识别碳排放达峰、中和影响因素、提供园区实现零碳（近零碳）排放目标建议举措等。

10.8 碳目标管理

碳目标管理功能涵盖碳排放指标的分解、管理、监控、预警与考核等模块，适应园区内多层级、多主体参与的管理需求，确保碳目标可量化、可监控、可追溯。具体功能要求如下：

1) 支持基于园区发展规划和区域实际发展情况，将碳排放总量控制目标和碳排放强度目标分解至各功能区域、子园区或企业主体。

2) 支持按照园区、子园区、企业的管理层级，逐级下达碳排放目标，并确保分配过程透明、合理。

3) 支持动态对比目标值与实际排放值，评估目标达成情况。

4) 支持根据分解周期，生成阶段性达标率和偏差分析报告，支持对各层级主体的碳排放目标执行情况进行多维度评价。

5) 支持在园区碳目标管理约束下的能源调略、负荷调节、系统运行等优化策略的生成与应用。

10.9 能源和碳管理可视化看板

10.9.1 采用先进的可视化技术，允许管理员在后台自定义配置多维度数据项和分析结果参数，支持数据的灵活展示和个性化分析。利用智能算法和数据分析技术，挖掘关键指标数据，并通过图表、图像等直观形式展示，支持使用户能够清晰、直观地理解碳排放和碳减排的具体情况。

10.9.2 采用友好的可视化界面对碳排放实时和统计性数据进行展示，如碳排放分类统计、同比环比分析、碳排放强度、碳排放结构、能源消费强度、能源消费结构等指标统计展示。

10.10 报告与报表管理

10.10.1 支持温室气体盘查报告和产品碳足迹报告的下载、打印、存储。

10.10.2 对采集数据、外接系统数据、人工导入数据、人工填报数据进行统一处理和加工自动生成报表实现报表集中管理。

10.10.3 具备高级数据查询与导出功能，允许用户按日、月、年细分查询碳排放总量、强度及能源消耗数据，并支持同比数据对比分析。

10.10.4 零碳园区能碳管理中心系统提供自定义导出选项，用户能够根据特定需求选择相关数据字段和时间范围，并将结果导出为 PDF、Excel、CSV 等格式。

11 互动展示层

互动展示层将数据服务层、模型算法层处理后的相关数据及业务成果清晰呈现，提供灵活多样的展示界面，展示可选可视化大屏驾驶舱、数字孪生可视化、能流图、碳流图等多种形式，展示方式包括但不限于展示大屏、PC 端、移动端、AI 眼镜、AR 终端等载体，满足不同场景下的使用需求，保障用户高效交互。

12 数据安全

12.1 总体要求

12.1.1 建立覆盖数据采集、传输、存储、处理、使用、共享、归档和销毁全过程的数据安全管理制度，保障数据保密性、完整性、可用性和可追溯性。

12.1.2 数据安全管理制度应与园区数字化系统建设、运行和运维管理相协调，按照统一管理、分级保护和风险可控的原则实施。

12.1.3 园区管理主体、平台运营主体、系统建设单位和相关使用单位应按照职责分工落实数据安全责任，建立相应的管理和检查机制。

12.2 分类分级与保密要求

12.2.1 根据数据的重要程度、敏感程度、业务影响范围及安全风险，对数据实施分类分级管理，并依据分类分级结果明确保密要求、访问权限和防护措施。

12.2.2 对重要数据、敏感数据和涉及关键业务运行的数据，应采取严格的分级授权、隔离保护和留痕管理措施。

12.2.3 未经授权，不应擅自查阅、复制、导出、传输、共享、公开或删除相关数据。

12.3 加密与存储安全

12.3.1 数据传输过程应采取身份认证、访问控制和加密保护措施，对重要数据、敏感数据及跨网络、跨系统传输的数据，应采用安全加密传输方式。

12.3.2 数据存储应根据数据分级采取相应安全保护措施，对重要数据和敏感数据，采取存储加密、完整性校验、访问控制、备份恢复和防篡改等措施。

12.3.3 数据处理和使用过程应实施最小权限控制，严格限制越权访问、非法复制、非授权下载和违规调用。

12.3.4 对共享、展示或对外提供的数据，根据需要采取脱敏、去标识化、聚合展示或其他保护措施，防止数据泄露和不当使用。

12.4 监督与审计

12.4.1 建立数据安全监督和审计机制，对数据访问、接口调用、权限变更、导出下载、共享交换和异常操作进行记录、留痕和检查。

12.4.2 应具备风险监测、异常识别、事件告警和应急处置能力，及时发现和处置数据泄露、篡改、丢失和非法调用等安全风险。

12.4.3 定期开展数据安全检查、风险评估和整改复核，并根据监督审计结果持续完善数据安全管理制度和技术防护措施。

13 运维管理

13.1 总则

13.1.1 零碳园区数字化能碳管理中心应建立常态化、规范化的运行维护管理机制，保障系统安全、稳定运行。

13.1.2 运维管理范围覆盖基础设施层、数据采集层、数据服务层、模型算法层及业务应用层，宜采用智能化运维工具。

13.2 责任主体与体系建设

13.2.1 明确系统的运维责任主体，落实各级运维人员的安全与管理职责。

13.2.2 建立健全涵盖全流程的运维管理制度，制定包括日常巡检、事件响应、变更管理及版本发布等在内的标准操作规程（SOP）。

13.3 人员队伍建设

13.3.1 配备满足系统各层级运维需求的专业技术人员。

13.3.2 建立培训与考核机制，从事网络安全管理、碳资产运营等特殊关键岗位的人员应符合国家相关规定并持证上岗。

13.4 设施与系统维护

13.4.1 对相关硬件设施、物联网终端及计量仪表进行定期巡检与维护。其中计量器具的检定与校准周期应严格符合 GB 17167 等国家计量法规的要求。

13.4.2 建立系统健康度动态监控机制，定期开展系统底座升级、漏洞修复及数据库性能调优。

13.5 数据与算法运维协同

13.5.1 依托数据服务层输出的质量分析报告，建立对异常数据、断连终端的线下排查与闭环消缺机制。

13.5.2 指派专人定期复核算法模型运行情况，并依据国家政策或权威机构发布动态更新系统内的碳排放因子库。

13.6 应急与安全管理

13.6.1 针对系统宕机、网络通信瘫痪、恶意攻击及突发灾害等极端情况，制定专项应急预案。

13.6.2 每年至少组织一次应急响应与系统灾难恢复演练。

13.6.3 采取严格的技术手段（如逻辑访问控制、高危操作拦截等）规范运维行为。