

**T/CECS XXX—202X**

|  |
| --- |
| 中国工程建设标准化协会标准 |
| **零碳产业园区技术规程**Technical specification for zero-carbon industrial park**（征求意见稿）** |
|  |

**XXX出版社**

# 前言

根据中国工程建设标准化协会《关于印发<2021年第二批协会标准制订、修订计划>的通知》（建标协字[2021]20号）的要求，编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国外标准，并在广泛征求意见的基础上，编制本规程。

本规程共分为10章，主要技术内容包括：总则、术语、基本规定、规划布局、交通系统、基础设施、能源系统、绿色建筑、生态碳汇、碳排放管理与评价。

请注意本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程由中国工程建设标准化协会绿色建筑与生态城区分会归口管理，由中国建筑科学研究院有限公司负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见和建议，请寄送至中国建筑科学研究院有限公司（地址：北京市朝阳区北三环东路30号，邮编：100013）。

|  |  |
| --- | --- |
| 本标准主编单位： | 中国建筑科学研究院有限公司中国城市科学研究会 |
| 本标准参编单位： | 住房和城乡建设部科技与产业化发展中心天津大学上海市建筑科学研究院有限公司中国电子工程设计院有限公司中国城市规划设计研究院中国建筑上海设计研究院有限公司北大国土空间规划设计研究院（北京）有限责任公司华建集团华东建筑设计研究院有限公司北京零零昊绿色建筑科技有限公司上海迦画建筑工程咨询有限公司珠海中建兴业绿色建筑设计研究院有限公司中阳建设集团有限公司光辉城市（北京）数字孪生科技有限公司四川省大卫建筑设计有限公司中节能绿建环保科技有限公司华能（南京）资产管理有限公司深圳德方建筑科技有限公司 |
| 本标准主要起草人： |  |
| 本标准主要审查人： |  |

**目次**

[1 总则 1](#_Toc126333851)

[2 术语 2](#_Toc126333852)

[3 基本规定 3](#_Toc126333853)

[4 规划布局 4](#_Toc126333854)

[4.1 低碳产业 4](#_Toc126333855)

[4.2 空间布局 4](#_Toc126333856)

[5 交通系统 6](#_Toc126333857)

[5.1 交通组织 6](#_Toc126333858)

[5.2 慢行交通 6](#_Toc126333859)

[5.3 静态交通 7](#_Toc126333860)

[5.4 货运交通 7](#_Toc126333861)

[5.5 智慧交通 8](#_Toc126333862)

[6 基础设施 9](#_Toc126333863)

[6.1 固体废弃物 9](#_Toc126333864)

[6.2 水资源利用 9](#_Toc126333865)

[6.3 信息化系统 10](#_Toc126333866)

[7 能源系统 12](#_Toc126333867)

[7.1 综合能源系统 12](#_Toc126333868)

[7.2 能量回收 12](#_Toc126333869)

[7.3 可再生能源利用 12](#_Toc126333870)

[7.4 电力系统 13](#_Toc126333871)

[8 绿色建筑 14](#_Toc126333872)

[8.1 整体要求 14](#_Toc126333873)

[8.2 具体要求 14](#_Toc126333874)

[9 生态碳汇 15](#_Toc126333875)

[9.1 生态系统 15](#_Toc126333876)

[9.2 景观体系 15](#_Toc126333877)

[10 碳排放管理与评价 17](#_Toc126333878)

[10.1 碳排放计量 17](#_Toc126333879)

[10.2 碳排放抵消 19](#_Toc126333880)

[10.3 碳排放管控 20](#_Toc126333881)

[10.4 碳排放评价 20](#_Toc126333882)

[本标准用词说明 23](#_Toc126333883)

[引用标准名录 24](#_Toc126333884)

[条文说明 25](#_Toc126333885)

**Contents**

[1 General Provisions 1](#_Toc115250073)

[2 Terms 2](#_Toc115250074)

[3 Basic Requirements 3](#_Toc115250075)

[4 Planning and Layout 4](#_Toc115250079)

[4.1 Low-carbon Industries 4](#_Toc115250080)

[4.2 Spatial Layout 4](#_Toc115250081)

[5 Traffic System 6](#_Toc115250085)

[5.1 Traffic Organization 6](#_Toc115250086)

[5.2 Slow-moving Traffic 6](#_Toc115250087)

[5.3 Static Traffic 7](#_Toc115250088)

[5.4 Freight Transport 7](#_Toc115250088)

[5.5 Intelligent Transport 8](#_Toc115250088)

[6 Infrastructure 9](#_Toc115250089)

[6.1 Solid Waste Facilities 9](#_Toc115250090)

[6.2 Water Facilities 9](#_Toc115250091)

[6.3 Information System 10](#_Toc115250092)

[7 Energy System 12](#_Toc115250093)

[7.1 Integrated Energy System 12](#_Toc115250094)

[7.2 Energy Recovery 12](#_Toc115250095)

[7.3 Renewable Energy Utilization 12](#_Toc115250096)

[7.4 Electric System 13](#_Toc115250096)

[8 Green Building 14](#_Toc115250097)

[8.1 General Requirements 14](#_Toc115250098)

[8.2 Specific Requirements 14](#_Toc115250099)

[9 Carbon Sink 15](#_Toc115250101)

[9.1 Ecosystem 15](#_Toc115250102)

[9.2 Landscape 15](#_Toc115250103)

[10 Management and Assessment of Carbon emissions 17](#_Toc115250101)

[10.1 Carbon Emissions Calculation 17](#_Toc115250102)

[10.2 Carbon Emissions Offset 19](#_Toc115250103)

[10.3 Carbon Emissions Control 20](#_Toc115250103)

[10.4 Carbon Emissions Assessment 20](#_Toc115250103)

[Explanation of Wording in This Standard 23](#_Toc115250104)

[List of Quoted Standards 24](#_Toc115250105)

[Explanation of Provisions 25](#_Toc115250106)

# 1 总则

**1.0.1** 为规范和指导零碳产业园区的建设，推动产业园区低碳发展，制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于零碳产业园区的规划、设计、建造及评价。

**1.0.3** 零碳产业园区的建设除应符合本规程的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

# 2 术语

**2.0.1 产业园区 industrial park**

由政府或企业为实现产业发展目标而规划创立的，功能相对独立、公共设施配套相对完善、实施统一管理的区域，一般情况下业态比较单一，但也有不同产业行业和关联业态聚集的形式。

**2.0.2 零碳产业园区 zero-carbon industrial park**

将低碳发展理念融入产业园区的规划布局、交通系统、基础设施、能源系统、绿色建筑、生态碳汇、碳排放管理等环节，充分利用减碳、替碳、消碳技术措施，最大限度地减少碳排放，实现运行零碳排放的产业园区。

**2.0.3 单位产品新鲜水耗 fresh water consumption for unit product**

统计期内新鲜取水量与合格产品产量的比值。

**2.0.4 水重复利用率 water reuse rate**

统计期内重复利用的水量与总用水量的比值。重复利用的水量是指园区内进入到生产系统并不止一次被利用的水量。

**2.0.5** **植物碳汇 plant carbon sink**

植物通过光合作用吸收空气中的CO2，从而减少大气中CO2浓度的过程、活动或机制。

# 3 基本规定

**3.0.1** 园区应从发展的方向定位和实际需求入手，侧重顶层设计和规划布局，符合上位规划，选取低碳产业类型，制订低碳专项规划。

**3.0.2** 园区规划和评价的物理边界应以园区规划用地范围为准。

**3.0.3** 园区碳排放管理应由专职部门和人员负责，健全内部管理制度。

**3.0.4** 园区应编制碳排放计算与分析清单，制定分阶段的减排目标和实施方案，单位GDP碳排放量、人均碳排放量和单位用地面积碳排放量应满足当地零碳专项规划或策划。

**3.0.5** 园区应周期性统计和考核实际建设规模下的实施运营过程碳排放量，并进行定期动态分析。

**3.0.6** 碳排放统计和考核仅针对产业园区运营阶段碳排放，不包含建材生产和建造阶段的隐含碳排放。

**3.0.7** 园区应从基础建设调研、产业经济评估、环境生态诊断与评估三方面展开现状评估及零碳潜力评价。

# 4 规划布局

## 4.1 低碳产业

**4.1.1** 规划应根据园区的产业定位从产业规模、产业结构等方面构建园区低碳产业体系，基于产业的碳排放评估，明确产业准入与退出措施，制定园区低碳产业选择原则。

**4.1.2** 园区应对产业类型进行评估分类，对既有高能耗产业制定低碳化改造或针对性淘汰计划，对新进低碳产业引进进行针对性规划。

**4.1.3** 拟新建和既有园区应对主体产业全面开展碳排放分析和低碳诊断，评估企业低碳技术改造潜力、能源转化效率提升潜力。

**4.1.4** 园区应采取措施提高产业关联度和循环化程度，实施园区原料、生产加工、废弃物产业链全流程管理，促进园区内不同产业之间物质和能源的低碳循环。

**4.1.5** 园区内生产企业应实施清洁生产审核，针对碳排放强度大的企业宜100%实施清洁生产审核，并建立节能高效的能源供应系统。

## 4.2 空间布局

**4.2.1** 新建园区选址应符合下列要求：

**1** 园区应符合所在区域的总体规划和土地利用规划，坚持合理布局，与城市形成有机的整体；

**2** 应与园区上下游市场、城区具备便利的交通条件，便于发挥区位优势，减少物流运输碳排放；

**3** 应选择现状基础设施完善的区域，宜选择光能、地热能等可再生能源条件良好的区域。

**4.2.2** 园区土地利用规划及空间布局应符合下列要求：

**1** 按照土地分类集群统筹进行规划，同类工艺的产业用地应集中布局；功能不互斥的用地之间应相互混合，提高用地用途的兼容性；

**2** 应设定土地指标与产业类型相挂钩的控制指标，合理控制园区规模；

**3** 园区内应分级配置公共服务、商业、商务用地，形成服务中心；

**4** 园区应立体式发展，强化利用地下空间利用，地下空间开发应与地上建筑、停车场库、商业服务设施或人防工程等功能空间紧密结合、统一规划。

**4.2.3** 园区路网格局规划应有利于地块天然采光与自然通风，为绿色建筑设计创造条件。宜依托主要路网设置通风廊道，宽度不宜小于15m。

**4.2.4** 园区用地规划应保障各类新能源基础设施用地，并符合下列要求：

**1** 应尽早确定风力发电、太阳能发电、垃圾发电、地热等可再生能源利用设施规模和位置；

**2** 新能源交通工具充电设施应与内部车站、机动车停车场等合建为主，独立占地为辅；

**3** 宜为未来新型节能、减碳设施的建设预留一定用地。

**4.2.5** 园区规划应建立分层控制的园区建筑低碳化系统。

**4.2.6** 园区应满足空间规划、土地利用规划、控制性详细规划和专项规划等不同阶段的控制指标，将园区低碳减排等指标与园区规划相结合。

# 5 交通系统

## 5.1 交通组织

**5.1.1** 园区交通体系应通过优化用地功能布局、使用交通领域绿色技术、统筹组织客货交通运输系统等方式，保障园区交通系统安全、绿色、高效、便捷有序运行，并符合下列规定：

**1** 园区应根据其交通特征、主导功能，差异化确定不同交通方式间的组织形式、配置相应空间资源、基础设施等；

**2** 园区宜通过低碳积分、环境营造等方式，鼓励低能耗、低污染的步行、非机动车、公共交通、共享交通等绿色交通方式；

**3** 园区内生活出行绿色交通出行分担率不应低于85%。

**5.1.2** 园区客运交通体系应优先保障园区步行、公共交通、自行车等绿色交通的空间资源配置，并应符合下列规定：

**1** 500m半径范围内人口与岗位数之和大于8000，应配建公交车站；

**2** 高峰小时单向客运量0.3万人次/h以上的道路应设置公交专用道；

**3** 客运通勤交通量较大、通勤走廊明确的片区宜根据道路条件设置自行车专用道。

**5.1.3** 产业园区应结合其自身的区位条件、空间功能布局以及出行需求统筹布置园区主要功能区步行出入口、人行通道、公共交通站点、非机动车停车场等交通接驳设施，并符合下列规定：

**1** 园区内主要人口聚集功能区步行出入口距公共交通站点的步行距离不宜大于200m；

**2** 行人过街设施距公交车停靠站、轨道交通站点出入口宜小于等于50m；

**3** 公共交通站点周边宜配置非机动车停车场，其接驳距离不应大于50m。

**5.1.4** 园区应优先使用节能低碳型交通工具，并应符合下列规定：

**1** 以公共交通领域为重点全面推进机动车新能源化，公共交通工具应实现100%清洁能源化。鼓励园区共享低碳交通工具的规范化推广和使用；

**2** 园区物流配送、轻型邮政快递、公务用车等新能源汽车比例不宜低于80%。园区中使用的货运车辆80%不应低于国六标准，鼓励使用新能源清洁货运车辆。

## 5.2 慢行交通

**5.2.1** 园区应建立相对独立、完整的步行及自行车慢行交通系统，并采取有效管理措施。

**5.2.2** 园区步行和自行车交通系统的规划设计应与用地相协调，与公共服务设施、市政与交通附属设施、景观绿化设施等的空间和功能相衔接。

**5.2.3** 适宜自行车骑行的园区，应建设连续、安全、通达的自行车交通系统，并应符合下列规定：

**1** 园区自行车道连续，不应有障碍物影响车道宽度；

**2** 园区内自行车道应具有合理的宽度，与机动车道间宜设绿化分隔带，形成林荫路；

**3** 园区自行车道应具备完善的道路配套设施。

## 5.3 静态交通

**5.3.1** 园区机动车停车场应采用“总量适度控制、分区差异化”的供给策略，并强化停车信息化管理水平，倡导开放共享。

**5.3.2** 园区停车场总体布局应做好与充电基础设施预留接口、光伏、储能等绿色能源设施配置，积极探索“光储充放”的一体化应用路径，优化停车场充电基础设施用能结构，并符合下列规定：

**1** 园区公共建筑配建停车场、公共停车场宜按不低于50%的车位比例建设或预留充电基础设施；

**2** 园区住宅用地配建停车位宜按100%预留充电桩建设安装条件；

**3** 室外停车场宜采用绿色生态停车场建设形式。

**5.3.3** 非机动车停车场应与园区慢行交通网络、公共交通站点相衔接，并符合下列规定：

**1** 公共交通站点及办公区周边的非机动车停车场位置、规模等应结合需求布置，灵活利用道路非机隔离带、行道树设施带等空间；

**2** 园区居住区、办公区等宜集中建设公共电动自行车充电桩、充电柜等新型充电基础设施。

## 5.4 货运交通

**5.4.1** 园区货运交通系统应优化货运交通设施空间布局与运输线路，降低物流运输成本，提升设施利用率。

**5.4.2** 物流仓储、生产制造为主要职能，货运交通占主导地位的园区宜针对货物集中区域规划设置货运中心、专用货运通道，并应符合下列规定：

**1** 货运中心的选址与规模，专用货运通道的等级、数量、配置标准应按照园区生产组织流程、货物属性、货运量等科学规划，并应具备与城市货运枢纽、城市集疏运通道便捷联系的设施条件；

**2** 货运中心选址宜依托园区用地布局结合工业用地或仓储物流用地配置；不应设置在居住用地等人流密集区域内；

**3** 专用货运通道应保障与客运交通主通道互不干扰，宜通过设置绿化隔离带、隔音板等方式降低货物运输对园区内其他区域及园区外围的噪声、空气等影响。

**5.4.3** 有条件的园区应根据需要优先考虑通过设置铁路专用线、完善内河航道网络运输体系等，提高铁路、水运运输承运比重。

## 5.5 智慧交通

**5.5.1** 园区宜建立道路交通信息采集系统，包含交通数据采集、道路交通数据综合处理、地面道路视频监控控制、即时通信、交通信息发布等功能。

**5.5.2** 园区宜建立智能信号灯控制系统，检测道路横截面车流量、道路交叉路口的车辆通过情况，制定符合园区路网车辆通行最优化的信号机配时方案。

**5.5.3** 园区宜建立智能车辆管理系统，将汽车的运行状况、位置信息采集后传递到后台进行统一处理，引导车辆进行合理、高效地停放。

# 6 基础设施

## 6.1 固体废弃物

**6.1.1** 园区内建筑垃圾、生活垃圾、工业垃圾等固体废弃物应分类收集、储存、运输与资源化利用，并应符合现行行业标准《建筑垃圾处理技术规范》CJJ 134的有关规定。

**6.1.2** 园区建筑应进行优化设计，减少建筑材料消耗和建筑垃圾产生，并宜选用建筑垃圾再生产品和可再循环材料。

## 6.2 水资源利用

**6.2.1** 给水、热水、非传统水、工艺用水系统应根据分类、分项分别设置用水计量装置统计用水量。

**6.2.2** 水资源利用指标应符合下列规定：

**1** 生活用水标准不应大于现行国家标准《民用建筑节水设计标准》GB 50555中节水用水定额的上限值；

**2** 工业企业单位产品新鲜水耗、单位产品废水产生量、水重复利用率应达到国内同行业先进或领先水平。

**6.2.3** 节水系统应符合下列规定：

**1** 节水系统应满足卫生安全、健康适用、节能降碳、高效完善、因地制宜和经济合理的要求；

**2** 节水系统应充分利用城镇或园区供水管网的水压直接供水；

**3** 园区内水泵房选址应合理布置，避免输水管路过长，应优化系统管网设计，减少输送能耗；

**4** 给水管网应采取避免漏损的有效措施，宜采用综合管廊统一设计，管网漏损率不得大于5%；

**5** 冷却水应循环使用，冷却水循环率不应低于98 %；

**6** 绿化应采用喷灌、微灌等高效节水浇灌方式，并确定合理的浇灌制度。

**6.2.4** 非传统水、重复利用水系统应符合下列规定：

**1** 生产工艺用水及直接冷却水不得直排，应回用或重复利用。生产工艺用水中重复再利用包括循环使用和梯级利用，生产工艺用水重复利用率不应小于80%；

**2** 当重复利用水系统同时用于多种用途时，水质可按最高水质标准要求确定或分质供水；也可按用水量最大用户的水质标准要求确定。个别水质要求更高的用户，可自行补充处理达到其水质要求；

**3** 冷却水补水、绿化喷灌用水不得使用中水。

**6.2.5** 零碳产业园区应进行海绵城市专项设计，并应符合下列规定：

**1** 应综合运用渗、滞、蓄、净、用、排等多种低影响开发措施，以绿为主，绿灰结合，充分利用场地空间设置绿色雨水设施或灰色雨水设施；

**2** 应根据园区周闱城市竖向规划标高和排水规划，提出园区内地形的控制高程和主要建筑物首层地面高程；

**3** 当园区用地外围有较大汇水汇入或穿越园区用地时，应设计凋蓄设施、超标径流排放通道，以组织用地外围的地面雨水的调蓄和排除；

**4** 室外非亲水性水景、水体应结合雨水利用设施进行设计。以雨水作为补给水的水体，在滨水区应设置水质净化及能设施，防止径流冲刷和污染。

**6.2.6** 设备、计量仪表、器材及管材、管件应符合下列规定：

**1** 冷却塔飘水率、冷却能力、耗电比应符合现行国家标准《节水型产品通用技术条件》GB/T 18870 的规定；

**2** 水泵应根据水泵Q~H 特性曲线和管网水力计算进行选型，水泵效率不应小于现行国家标准《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB 19762 规定的泵节能评价值，水泵应在其高效区内运行；

**3** 除特殊用途外，用水器具的水效等级应为1级；

**4** 水表应装设在观察方便、不被曝晒、不致冻结、不易受碰撞、不被任何液体及杂质所淹之处；

**5** 管材和附件应采用水力条件与密闭性能好、使用寿命长、耐腐蚀和安装连接方便可靠的产品。

## 6.3 信息化系统

**6.3.1** 系统应具备获取不同区域光照强度的能力，包括室外、园区内室内各区域；系统应具备园区内照明设施精细化控制能力，充分利用自然光提供照明，并通过智能化感知设备，仅对必要区域提供照明以节约能源。

**6.3.2** 系统应具备园区内各区域、各节点、各设备能源消耗数据采集能力；系统应能够根据采集的能源消耗数据，对耗能异常的设备进行告警，必要时可根据设置切断电源。

**6.3.3** 系统应具备对区域内设备设施运行状态、故障告警的信息采集能力，具备对各设施资源占用情况的感知能力及运维管理能力。

# 7 能源系统

## 7.1 综合能源系统

**7.1.1** 园区应对综合能源需求进行预测分析，通过技术经济比较确定适宜的能源综合利用形式。

**7.1.2** 规划建设应对当地资源条件进行分析和技术经济比较，优化园区能源结构，采用太阳能、风能、地热能等可再生能源以及氢能、储能等能源系统。

**7.1.3** 园区综合能源系统应优先利用地热能、风能、太阳能等可再生能源，配合蓄能、储能技术，打造多能互补、智能耦合的区域联调联供能源站供应系统。

**7.1.4** 园区应建设智能微网系统，开展源网荷储一体化绿色供电，优化源网荷储综合配置方案。

## 7.2 能量回收

**7.2.1** 园区规划建设时应统筹园区各个产业的用能情况，集成整合能源系统，充分利用余热、废热，提高能源利用效率。

**7.2.2** 有余热利用条件的厂区、园区应充分实现能量就地回收与再利用。

**7.2.3** 生产工艺余热和废热宜进行热回收，并应符合下列规定：

**1** 余热废热回收利用应进行可行性论证，静态投资回收期不宜超过5年；

**2** 余热废热应优先自产自用，确实无法消纳时可考虑园区内或园区周边统筹利用；

**3** 宜利用余热、废热，组成能源梯级利用系统。

**7.2.4** 园区应进行回收利用和开展梯级利用的工业余热回收利用计量，余热回收利用率宜达到60%。

**7.2.5** 园区应利用储能技术，提升能源供应保障和调节能力。

## 7.3 可再生能源利用

**7.3.1** 园区应对内可再生能源可利用类型、总量进行勘察与评估。

**7.3.2** 园区应在建筑屋顶、交通设施中安装太阳能光伏分布式发电装置、空气源热泵等可再生能源利用设施，屋顶光伏比例不应低于50%。

**7.3.3** 在园区建筑上增设或改造太阳能光热或光伏发电系统时，宜采用光热或光伏与建筑一体化系统。

**7.3.4** 当环境条件允许且经济技术合理时，宜采用太阳能、风能等可再生能源直接并网供电，并明确上网电量和用网电量计量点。

**7.3.5** 园区内可再生能源宜与储能系统结合，可再生能源利用率不应低于15%。

## 7.4 电力系统

**7.4.1** 园区内配电系统包含分布式光伏、风电、储能等分布式电源的，应根据供电公司要求提供相应文件，满足供电公司并网要求。

**7.4.2** 含有分布式电源的新建园区内配电系统，与公用电网连接点处功率因数应满足电网公司要求，若不满足，应配置无功补偿装置。

**7.4.3** 含有分布式电源的微电网若接入园区内已有的配电系统，当园区内配电系统已配置无功补偿装置，且该无功补偿装置能够补偿分布式电源微电网系统产生的无功时，分布式电源微电网可不配置无功补偿装置。

**7.4.4** 含有分布式电源的园区配电系统，应配置防孤岛保护装置，防孤岛保护装置应满足《分布式电源孤岛运行控制规范》NB/T 33013等标准规范的要求。

**7.4.5** 含有分布式电源的园区配电系统，宜配置双向电能表，用以分别计量并网点处上行和下行的电能。

# 8 绿色建筑

## 8.1 整体要求

**8.1.1** 园区内建筑应按照绿色建筑一星级及以上的要求进行设计与评价，其中二星级及以上绿色建筑的建筑面积占总建筑面积比应达到50%。

**8.1.2** 建筑的规划设计、施工建造和运营维护阶段宜连续继承使用建筑信息模型技术提高设计、施工、运营各阶段的管理效率。

## 8.2 具体要求

**8.2.1** 园区主要功能建筑应采取措施提高建筑围护结构热工性能或降低建筑采暖空调负荷，并符合表8.2.1的约束值规定，其中50%的建筑能耗指标应满足目标值要求。

表8.2.1 建筑能效指标

|  |  |
| --- | --- |
| 指标 | 基准建筑 |
| 建筑本体节能率 | 目标值 | ≥10% | 公共建筑参考《公共建筑节能设计标准》GB 50189、工业建筑参考《工业建筑节能设计统一标准》GB 51245，其他类型建筑参照有关国家或行业标准。 |
| 约束值 | ≥5% |

**8.2.2** 照明、通风、空调与供暖设备应设置合理有效的调控措施，减少设施同时处于峰值使用状态。

**8.2.3** 园区新建与改造建筑应使用绿色建材，且比例不应低于50%。

**8.2.4** 建筑所有公共区域实现土建工程与装修工程一体化设计及施工。

**8.2.5** 园区内建筑在施工过程中应符合《建筑工程绿色施工评价标准》GB/T 50640合格要求；施工现场应制定建筑垃圾减排计划，建筑垃圾的回收利用应符合现行国家标准《工程施工废弃物再生利用技术规范》GB/T 50743。

**8.2.6** 新建与改造建筑装配率不应低于50%。

**8.2.7** 单体建筑应具备包括室内环境调控和能源管控的数字化平台并具有向园区平台传递信息的数据接口。

# 9 生态碳汇

## 9.1 生态系统

9.1.1 园区应在规划设计阶段，结合园区内自然资源要素采取主动措施，进行自然资源空间布局和园区内部绿地空间设计，实现园区的精细化增氧降碳。

**9.1.2** 园区应结合本地气候条件和动植物自然分布特点，制定符合园区碳汇的生态系统规划，形成生态系统保护与产业特色发展的协同模式。

**9.1.3** 园区应提升内部蓝绿斑块均衡性，提升园区内的碳汇能力，实现自然通风、自然透风、自然净化，缓解热岛效应。

**9.1.4** 园区应注重水系、湿地的系统规划，加强现状自然水体和湿地的保护，实现水系连通，采用自然形式驳岸以保护水体生态功能，增强水系统、湿地的碳汇能力。

**9.1.5** 园区应落实碳汇定量分析工作。植被层碳汇量的监测间隔期应为5年，土壤有机碳监测间隔期应为5年~10年。

## 9.2 景观体系

**9.2.1** 园区应结合所在地乡土植物碳汇能力，进行选择与配置，形成植物数量多、种类丰富、色彩多样、固碳能力强的生态群落景观。乡土植物使用比例应大于90%，本地木本植物指数应大于0.9。

**9.2.2** 园区应结合类型制定绿地率目标，从小微绿地空间营造、防护绿地建设不同类型的绿地规划布局契合园区定位的碳汇空间，绿地率不应低于20%。

**9.2.3** 园区应优化绿化的组合方式，合理配置乔木、灌木及草皮、常绿树与落叶树、大树与小树等，最大可能增加碳汇吸存量。乔灌木的比例宜为7:3，常绿树种与落叶树种比宜为3:7。

**9.2.4** 园区应注重内部绿地空间差异化，通过多种方式耦合设计道路、广场、建筑等景观的群体风格，提升园区整体景观多样性。

**9.2.5** 园区应依托自然本底及建设要素，结合各类低碳技术，采取场地绿化与屋顶绿化、墙体绿化、草坪绿化结合方式，形成具有复合功能的园区绿化立体空间，绿强度不应低于30%。

# 10 碳排放管理与评价

## 10.1 碳排放计量

**10.1.1** 园区碳排放计量的温室气体应为二氧化碳，计量其他温室气体时，应按照国家或地方发布的《温室气体清单编制指南》的要求进行。

**10.1.2** 园区碳排放计量边界应符合下列规定：

**1** 碳排放计量的时间边界应为一个自然年；

**2** 碳排放计量的空间边界应包括规划建设范围内工业、建筑、交通、固体废弃物、水资源和道路设施等领域的碳排放量、可再生能源的碳减排量和生态景观的碳汇量。

**10.1.3** 园区总碳排放量应按下式计算：

$C\_{park}=\sum\_{j=1}^{n}\sum\_{i=1}^{n}\left(E\_{j,i}×EF\_{i}\right)+\sum\_{j=1}^{n}C\_{process,j}-C\_{landscape}$ （10.1.3）

式中：*Cpark*——园区总碳排放量（tCO2）；

*j*——园区碳排放涉及的领域，包括工业、建筑、交通、固体废弃物、水资源和道路设施等；

*i*——园区消耗终端能源类型，包括化石燃料、电力、热力等；

*Ej,i*——园区第*j*领域的第*i*类能源的活动数据；

*EFi*——园区第*i*类能源的碳排放因子；

*Cprocess,j*——园区第*j*领域的过程排放（tCO2），是指除能源活动温室气体排放之外的其他化学反应过程或物理变化过程的温室气体排放；

*Clandscape*——园区生态景观碳汇量（tCO2）。

**10.1.4** 园区工业领域碳排放计量应符合下列规定：

**1** 园区工业领域碳排放计量范围应包括园区规划建设范围内各类工业企业生产过程产生的碳排放；

**2** 当园区处于规划设计阶段时，园区应根据产业规划中工业产品的种类和产能，结合行业内同类产品的碳足迹数据，进行碳排放的计算；

**3** 当园区处于实施运管阶段时，工业企业的碳排放核算应符合相关行业企业温室气体排放核算方法与报告指南中的相关规定。

**10.1.5** 园区建筑领域碳排放计量应符合下列规定：

**1** 园区建筑领域碳排放计量范围应是园区规划建设范围内建筑运行阶段产生的碳排放；

**2** 当园区处于规划设计阶段时，建筑碳排放计算应符合《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366的规定；

**3** 当园区处于实施运管阶段时，建筑碳排放应按照《公共建筑运营企业——温室气体排放核算方法和报告指南（试行）》进行核算。

**10.1.6** 园区交通领域碳排放计量应符合下列规定：

**1** 园区交通领域碳排放计量范围应包括经停园区规划建设范围内停车场的燃油小汽车产生的碳排放和货运终点在园区规划建设范围内的货物通过公路、铁路和水路等运输产生的碳排放；

**2** 园区交通领域碳排放量应按下式计算：

$C\_{trans}=L×\frac{e}{100×1000}×ρ\_{gaso}×EF\_{gaso}+\sum\_{l=1}^{n}\sum\_{k=1}^{n}M\_{k,l}D\_{k,l}T\_{k,l}$ （10.1.6）

式中：*Ctrans*——园区交通领域的碳排放量（tCO2）；

*L*——燃油小汽车的出行距离（km）；

*e*——燃油小汽车的平均百公里汽油消耗量（L/100km）；

*ρgaso*——汽油的密度（t/m3）；

*EFgaso*——汽油的碳排放因子（tCO2/t）；

*l*——货物的种类；

*k*——运输方式，包括公路、铁路和水路等；

*Mk,l*——采用第*k*种运输方式运送第*l*种货物的质量（t）；

*Dk,l*——采用第*k*种运输方式运送第*l*种货物的运输距离（km）；

*EFk,l*——采用第*k*种运输方式运送第*l*种货物，单位重量运输距离的碳排放因子（tCO2/km）。

**10.1.7** 园区固体废弃物领域碳排放计量应符合下列规定：

**1** 园区固体废弃物领域碳排放计量范围应为规划建设范围内固体废弃物处理过程中产生的碳排放；

**2** 园区固体废弃物领域碳排放量应按下列公式计算：

$C\_{waste}=\sum\_{m=1}^{n}（M\_{m}×EF\_{m}）$ （10.1.7）

式中：*Cwaste*——园区固体废弃物领域的碳排放量（tCO2）；

*m*——固体废弃物的处理方式，包括标准卫生填埋、垃圾焚烧、焚烧发电、生物堆肥等；

*Mm*——第*m*种方式固体废弃物的处理量（t）；

*EFm*——第*m*种固体废弃物处理方式的碳排放因子，（tCO2/t）。

**10.1.8** 园区水资源领域碳排放计量应符合下列规定：

**1** 园区水资源领域碳排放计量范围应为规划建设范围内给排水输送和处理过程中产生的碳排放；

**2** 园区水资源领域碳排放量应按下式计算：

$C\_{water}=V\_{supply}×EF\_{supply}+V\_{drain}×EF\_{drain}$ （10.1.8）

式中：*Cwater*——园区水资源领域的碳排放量（tCO2）；

*Vsupply*——园区核算报告年规划建设范围内自来水的供应量（m3）；

*Vdrain*——园区核算报告年规划建设范围内生活污水的处理量（m3）；

*EFsupply*——给水的碳排放因子（tCO2/m3）；

*EFdrain*——排水的碳排放因子（tCO2/m3）。

**10.1.9** 园区道路设施领域碳排放计量应符合下列规定：

**1** 园区道路设施领域碳排放计量范围应为规划建设范围内路灯照明和交通信号灯指引等能源消耗产生的碳排放；

**2** 园区道路设施领域碳排放量应按下列公式计算：

$C\_{road}=\sum\_{q=1}^{n}（E\_{electricity,q}×EF\_{electricity}）$ （10.1.9）

式中：*Croad*——园区道路设施领域碳排放量（tCO2）；

*q*——灯的类型，包括路灯和交通信号灯等；

*Eelectricity,q*——第*q*类灯的耗电量（MWh）；

*EFelectricity*——电力碳排放因子（tCO2/MWh）。

**10.1.10** 园区生态景观领域碳汇计量应符合下列规定：

**1** 园区生态景观领域碳汇计量范围应为规划建设范围内植物的碳汇量；

**2** 园区生态景观领域的碳汇量应按下列公式计算：

$C\_{landscape}=\frac{\sum\_{}^{}（A\_{s}×EF\_{s}）}{1000}$ （10.1.10）

式中：*s*——根据种植方式和植物类型划分的绿地类型；

*As*——第*s*种绿地类型的面积（m2）；

*EFs*——第*s*种绿地类型的碳汇因子（kgCO2/m2）。

## 10.2 碳排放抵消

**10.2.1** 园区可购买碳减排产品抵消碳排放量，并应优先购买和使用国内的碳减排产品。

**10.2.2** 园区应确定实现碳抵消所用的标准和方法论并形成文件。在任何情况下，抵消所采用的方法论和类型应符合以下原则：

**1** 购买的抵消额或返还的补偿信用额，应真实的代表其他地方温室气体额外减排量；

**2** 碳抵消应经由独立第三方进行认证；

**3** 碳抵消项目的信用额应在使用之日起12个月内注销；

**4** 碳抵消项目的信用额应由在注册处公开可用的项目文档予以支持，其中应提供的信息包括抵消项目、量化的方法学以及审定和核查程序；

**5** 碳抵消项目的信用额应在一个独立可信的注册处予以保存和注销。

**10.2.3** 园区应编制碳抵消实施报告，其中包括：

**1** 被抵消的温室气体排放种类；

**2** 实际碳抵消的数量；

**3** 抵消类型和所涉及项目；

**4** 确认所用的碳减排产品；

**5** 碳减排产品注销备案证明材料。

## 10.3 碳排放管控

**10.3.1** 园区碳排放总量或强度应符合国家或地方相关部门的管理要求。

**10.3.2** 园区应设立碳排放管理机构，明确岗位职责。

**10.3.3** 园区应制定减碳目标，持续评估园区碳排放水平，检查发现可降低碳排放的环节，持续改进。

**10.3.4** 园区应开展包括但不限于下列形式的低碳宣传和培训：

**1** 设置科普文化广场和多媒体宣传橱窗等多种宣传设施；

**2** 定期开展主题宣传活动；

**3** 制作和播放节能减排环保宣传短片。

## 10.4 碳排放评价

**10.4.1** 产业园区碳排放评价体系应由规划、能源、产业、建筑、交通、固体废弃物、水资源、道路设施、生态景观等9个一级指标组成，且每类指标均包括约束项和引导项。

表10.4.1 产业园区碳排放评价体系

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 一级指标 | 二级指标 | 基准值 | 指标性质 |
| 规划 | 公共服务设施便捷性 | - | 约束项 |
| 城市热岛效应 | 2.5℃ | 约束项 |
| 通风廊道 | 一级 | 宽度≥500m | 引导项 |
| 二级 | 宽度≥80m | 引导项 |
| 三级 | 宽度≥15m | 引导项 |
| 容积率 | 居住建筑 | 1.5~2.0 | 引导项 |
| 商业办公建筑 | 1.5~4.0 | 引导项 |
| 能源 | 用能分类分项计量 | - | 约束项 |
| 可再生能源利用率 | 15% | 约束项 |
| 清洁能源利用量占一次能源消费总量的比例 | 2.5% | 约束项 |
| 微电网工程 | - | 约束项 |
| 屋顶光伏比例 | 50% | 约束项 |
| 余热回收利用率 | 60% | 引导项 |
| 产业 | 循环经济专项规划 | - | 约束项 |
| 园区企业实施清洁生产审核的比例 | 100% | 引导项 |
| 建筑 | 建筑节能朝向比例 | 90% | 约束项 |
| 新建建筑绿色建筑比例 | 100% | 约束项 |
| 二星级及以上新建绿色建筑比例 | 40% | 约束项 |
| 低能耗新建建筑面积比例 | 75% | 约束项 |
| 建筑本体节能率 | 5% | 约束项 |
| 既有建筑绿色改造面积比例 | 20% | 引导项 |
| 三星级新建绿色建筑比例 | 30% | 引导项 |
| 交通 | 绿色出行率 | 85% | 约束项 |
| 客运交通体系的完善度 | - | 约束项 |
| 交通接驳设施的完善度 | - | 引导项 |
| 低碳交通工具 | 公共交通采用清洁能源比例 | 100% | 引导项 |
| 园区货运车辆采用清洁能源比例 | 80% | 引导项 |
| 园区燃油货车不低于国六标准比例 | 80% | 引导项 |
| 充电基础设施建设或预留比例 | 公共停车场 | 50% | 引导项 |
| 住宅停车场 | 100% | 引导项 |
| 固体废弃物 | 再生资源回收利用率 | 70% | 约束项 |
| 生活垃圾资源化率 | 35% | 约束项 |
| 建筑废弃物资源化率 | 30% | 约束项 |
| 水资源 | 海绵城市专项规划 | - | 约束项 |
| 人均用水量 | 3.5m3/人月 | 约束项 |
| 管网漏损率 | 5% | 约束项 |
| 冷却水循环利用率 | 98% | 约束项 |
| 生产工艺用水重复利用率 | 80% | 约束项 |
| 节水器具普及率 | 80% | 引导项 |
| 道路设施 | 园区市政路网密度 | 12km/km2 | 约束项 |
| 高效灯具和光源比例 | 80% | 引导项 |
| 新能源路灯占比 | 60% | 引导项 |
| 生态景观 | 绿地率 | 36% | 约束项 |
| 绿化覆盖率 | 37% | 约束项 |
| 绿道系统 | ≥5km | 约束项 |
| 乡土植物使用比例 | 90% | 约束项 |
| 本地木本植物指数 | 0.9 | 约束项 |
| 乔灌木比例 | 7:3 | 引导项 |
| 常绿树种与落叶树种比例 | 3:7 | 引导项 |
| 园林绿地优良率 | 95% | 引导项 |

**10.4.2** 产业园区碳排放评价应划分为低碳、近零碳、零碳3个等级。

**10.4.3** 产业园区碳排放评价等级按以下规则确定：

**1** 低碳、近零碳、零碳3个等级的产业园区均应满足碳排放评价体系中约束项的要求；

**2** 近零碳、零碳2个等级的产业园区均应满足碳排放评价体系中引导项的要求；

**3** 零碳产业园区的碳排放量应小于等于零，可通过以下方式实现：

1）经碳排放计量，园区实际碳排放量小于或等于零；

2）经碳排放计量，园区实际碳排放量大于零，但购买碳减排产品抵消后碳排放不大于零。

# 本标准用词说明

**1** 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1） 表示很严格，非这样做不可的：

 正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2） 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

 正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3） 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

 正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4） 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

**2** 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

# 引用标准名录

《公共建筑节能设计标准》GB 50189

《民用建筑节水设计标准》GB 50555

《建筑工程绿色施工评价标准》GB/T 50640

《工程施工废弃物再生利用技术规范》GB/T 50743

《工业建筑节能设计统一标准》GB 51245

《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366

《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015

《节水型产品通用技术条件》GB/T 18870

《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB 19762

《建筑垃圾处理技术规范》CJJ 134

《分布式电源孤岛运行控制规范》NB/T 33013

中国工程建设标准化协会标准

**零碳产业园区技术规程**

条文说明

**目次**

[1 总则 28](#_Toc126336146)

[3 基本规定 29](#_Toc126336147)

[4 规划布局 31](#_Toc126336148)

[4.1 低碳产业 31](#_Toc126336149)

[4.2 空间布局 32](#_Toc126336150)

[5 交通系统 34](#_Toc126336151)

[5.1 交通组织 34](#_Toc126336152)

[5.2 慢行交通 35](#_Toc126336153)

[5.3 静态交通 36](#_Toc126336154)

[5.4 货运交通 36](#_Toc126336155)

[5.5 智慧交通 37](#_Toc126336156)

[6 基础设施 39](#_Toc126336157)

[6.1 固体废弃物 39](#_Toc126336158)

[6.2 水资源利用 39](#_Toc126336159)

[6.3 信息化系统 43](#_Toc126336160)

[7 能源系统 45](#_Toc126336161)

[7.1 综合能源系统 45](#_Toc126336162)

[7.2 能量回收 45](#_Toc126336163)

[7.3 可再生能源利用 46](#_Toc126336164)

[7.4 电力系统 47](#_Toc126336165)

[8 绿色建筑 49](#_Toc126336166)

[8.1 整体要求 49](#_Toc126336167)

[8.2 具体要求 49](#_Toc126336168)

[9 生态碳汇 51](#_Toc126336169)

[9.1 生态系统 51](#_Toc126336170)

[9.2 景观体系 52](#_Toc126336171)

[10 碳排放管理与评价 56](#_Toc126336172)

[10.1 碳排放计量 56](#_Toc126336173)

[10.2 碳排放抵消 60](#_Toc126336174)

[10.3 碳排放管控 61](#_Toc126336175)

[10.4 碳排放评价体系 62](#_Toc126336176)

# 1 总则

**1.0.1** 产业园区目前存在以下问题——缺乏从规划、建设、运营和管理全方位系统性贯彻零碳理念；零碳转型与持续发展难以平衡；零碳园区建设路径不清晰、不科学；零碳、负碳技术成本太高且不可持续实施；以及零碳产业园标准不统一，认定不规范。这些都制约着零碳产业园区的建设和发展。园区是产业集聚发展的核心单元，也是推行新型城镇化、实施制造强国战略和实现产业转型升级最广泛的空间载体，将在国家实现双碳目标中发挥重要作用。

**1.0.2** 建设零碳产业园区就要从规划、建造、运营和管理等全方位系统性融入零碳理念，以数字化、智能化手段整合节能、减排、固碳、碳汇，依托零碳运营系统，实现园区碳排放与碳吸收自我平衡。

**1.0.3** 本规程应符合相关上级标准规范的要求，例如《产业园区水的分类使用及循环利用原则和要求》GB/T 36575等。

# 3 基本规定

**3.0.1** 顶层设计和规划布局可以在源头上引领零碳效果的最终落地，选址、确定功能布局与用地布局是园区规划设计的第一步骤，也是在规划层面实现减碳的重要手段，遵循重点先行、分步实施、突出亮点、形成示范的原则。

**3.0.2** 物理边界的确定是后续各章节的前提基础，规划用地范围线是城市规划行政主管部门按照批准的详细规划和有关规定，划定的具体建设项目的规划用地封闭线。

**3.0.3** 园区碳排放管理机构是碳减排及碳资产管理的执行主体，可以有效贯彻零碳目标，碳排放和碳资产的经营管理是一项专业化很强的工作，因而要实现园区零碳效果的有效保障，应建立专业化的碳资产和碳排放专职管理机构。

**3.0.4** 零碳园区应符合上层规划指标体系要求，基于能源、建筑、交通、废弃物、绿地等要素，定量计算碳排放指标。园区应该根据园区产业定位、当地气候资源条件、社会经济条件以及技术等条件，制定园区碳排放总体发展目标；园区碳排放计算与分析清单包括但不限于建筑碳排放、产业碳排放、交通碳排放、基础设施碳排放、废弃物处理碳排放和碳汇等方面。总体目标应包括但不限于，总体减碳目标、分阶段减碳目标、分部门分产业减碳目标、指标分解及任务分工等。

**3.0.5** 园区应依据碳排放计算分析结果和减排目标，将园区减排责任落实到相关企业，并建立年度审查与考核机制。严格按照相应行业温室气体排放核算与报告指南的规定与要求，实施碳排放和报告活动，建立排放源台账，并保持有效的数据内部校核与质量控制要求，并建立数据缺失处理方案。

**3.0.6** 本条明确了碳排放统计、考核的阶段和范围。园区建设周期长，建设过程时常会伴随着阶段性的改造，统计和评价隐含碳比较困难。同时，与建筑运行碳排放相比，园区因包含不同程度的生产活动，在全生命期角度看，运行碳排放占比更高。园区运营碳排放包含七个领域：工业、建筑、交通、固体废弃物、水资源、基础设施和生态景观。

**3.0.7** 现状评估与零碳潜力评价不仅要从目标内部展开，还需立足更大范围、以统筹宏观的思维来看待问题，这是区域减碳措施得以优化完善所必须的。根据地块情况，全面收集自然条件、社会经济条件、场地利用、基础设施等资料，综合分析现状基础。根据当地相关政策及所处区位，分析产业经济发展现状与定位，明确发展目标与趋势。针对生态本底、能源资源潜力等开展环境生态诊断与评估。

# 4 规划布局

## 4.1 低碳产业

**4.1.1** 本条要求园区编制低碳产业发展专项规划，编制前需明确园区产业发展定位、产业发展类型和产业发展重点，分析园区低碳产业与经济发展的优劣势、发展现状与潜力；实施运管阶段根据低碳产业发展规划，明确区域零碳经济发展产业链；规划中应突出园区的产业关联度和循环化程度，完善区域循环经济产业链的构建，加强补链产业的遴选机制，构建有园区特色的低碳产业体系。并根据动态碳排放评估结果，制定产业准入、退出机制等相关政策，明确低碳产业的规划原则。

**4.1.2** 本条要求园区应根据自身产业配置特点，并参考相关行业分类标准，对产业类型建立产业评估分类机制，进而根据产业类型建立先进产能低碳评估机制和产能动态评估方法，对园区内产业进行周期性评估，依据评估结果执行既有产业改造、淘汰和新进产业引入行为。根据《中国能源统计年鉴》中细分行业的能源消耗量的数据可将化学工业，金属矿采选业，交通运输、仓储和邮政业，电力、热力的生产和供应业，水利、环境和公共设施管理业，金属制品业，木材加工及家具制造业，纺织服装鞋帽皮革羽绒及其制品业，纺织业，废品废料、造纸印刷及文教体育用品制造业等为高能耗产业。科学研究、技术服务与地质勘查业，批发与零售业，租赁和商务服务业，交通运输设备制造业，公共管理与社会组织，教育，通用、专用设备制造业等为低能耗产业。

**4.1.3** 为确保碳排放分析和低碳诊断结果科学、准确、公正，要求从事园区运行碳排放分析和低碳诊断的测评机构应具备相应资质。主体产业碳排放分析包括但不限于建筑碳排放、产业碳排放、交通碳排放、基础设施碳排放、废弃物处理碳排放和碳汇等方面。低碳诊断报告应从碳排放强度、碳排放总量以及碳排放的时空分布特征等方面对碳排放规划或现存问题进行问题重要性排序，并聚焦碳排放重点问题在园区规划层面进行产业配置调整，低碳产业配置调整方案与经济性分析要提出具体措施并进行投资回收分析。

**4.1.4** 分析园区内原料（生产材料、水等）、生产加工能源消耗、固体废弃物利用循环的过程，建立园区产业关联度与循环化程度的评估与管理机制，结合“生产-供应-消费-再生”的利用过程，统一规划各资源之间的物质循环和能量流动，对可利用的产品和废物循环利用，实现园区内部消纳，对最终不能利用的产品进行合理处理处置。

**4.1.5** 根据国家发展和改革委员会和环境保护部颁布的《清洁生产审核办法》，清洁生产审核是指按照一定程序，对生产和服务过程进行调查和诊断，找出能耗高、物耗高、污染重的原因，提出降低能耗、物耗、废物产生以及减少有毒有害物料的使用、产生和废弃物资源化利用的方案，进而选定并实施技术经济及环境可行的清洁生产方案的过程。

## 4.2 空间布局

**4.2.1** 选址对园区未来运营产生的碳排放有较大影响，尤其是将直接影响相关物流、人流等方面的碳排放高低。园区选址应符合城市总体规划和土地利用规划的要求，保持园区与城区之间的距离一方面有利于园区与城区密切互动、实现区域内职住平衡，降低通勤产生的碳排放；另一方面有利于共享城市绿色基础设施，避免重复建设。园区与上下游市场若有便捷的交通联系，可大大降低原材料、产品在物流运输方面的碳排放。

**4.2.2** 将园区内土地按“使用组别”的方法进行划分，如：工业组、居住组、商业组、公共设施组等。同类企业应相对集聚，便于组织功能、交通流线及共享各类设施；和主要企业集群联系密切的上下游企业宜就近布局于主要企业集群附近，便于提高生产效率、降低碳排放。制定园区产业分区发展规划，按照整体最优的原则，各产业区域中允许功能不互斥的用地相互混合，打造园区土地利用的集群效应，提高的用地用途的兼容性，进行园区土地的集约布局。

把土地集约性指标纳入到产业规划控制指标中，同时根据园区土地供应情况的动态变化制定调整系数，以适应园区不同产业类型差异化集约。设定土地利用效率高与节能减排的相关控制标准，并作为招商时的一个衡量指标。加强引入低碳产业和绿色制造企业。

园区内应合理规划公共服务、商业商务设施，形成服务中心，便于高效服务园区及产业工人，减少不必要通勤。可分为园区级服务中心，以及按照500m~800m服务半径布置的邻里级服务中心。

园区应结合公共交通站点和周边用地条件一体化开发利用地下空间，地下空间应采用竖向分层立体综合开发的方式，地下各层横向空间应相互连通，地下工程与地表建筑的结构与功能应相互协调。

**4.2.3** 应结合区域自然条件综合确定路网格局，形成良好通风廊道的同时，合理划分地块、确定建筑朝向，保障自然采光与自然通风的要求，并在建筑高度、建筑体量、建筑退让等方面进行进一步研究，有助于绿色建筑设计。

生态廊道的构建应能够形成通风廊道，有助于调节城市气候及促进空气流通、驱散周围的污染物、减少空气滞留的情况。一级、二级生态廊道的中轴线应尽量与盛行风的方向平行或最多成30°，顺应多重风源形成结构性通风走廊，从而减低对空气流通的阻碍。三级生态廊道，应结合建筑物的疏密和朝向进行布置，形成微风通廊，改善街区微气候。参考北京通风廊道建设，建议一级通风廊道宽度控制在500m以上，二级通风廊道宽度控制在80m以上，三级通风廊道宽度控制在15m以上。对于产业园区而言，主要结合三级通风廊道对其空间布局、路网结构提出引导，并应对主通风廊道区域实施的建筑高度、建筑密度、容积率等提出控制要求。

**4.2.4** 能源设施的规模应结合能源供应布局和容量特征、补给需求等综合确定。零碳产业园区应保障新能源设施的用地，应结合园区具体自然条件，明确各类可利用再生能源的类型、规模，优先安排相应用地。

新能源交通工具充电设施布局宜结合车辆能源类型和运行数量综合确定，应与充换电站的选址应满足电网和交通网络的双重需求，不应设置在爆炸危险源影响的区域，不应设在有剧烈振动或高温的场所，不应设在室外地势低洼易产生积水的场所和易发生次生灾害的地点，且应满足消防安全的要求。

鉴于新能源技术不断发展，需要考虑未来新技术、新设备对用地的需求。园区中建议规划3%~5%的用地为功能留白用地，为以后的新型节能、减碳等设施预留空间。

**4.2.5** 将建筑节能技术应用、节能目标、节能标准等渗透到国土空间总体规划、控制性详细规划及修建性详细规划的三个层次，并注重与能源规划的对接与互动，以此为链接实现建筑节能规划与能源规划与城市规划的互动。

在国土空间总体规划阶段明确建筑低碳的主导地位及总体目标;在控制性详细规划阶段，提出建筑低碳为核心的指标体系以及各能源设施的占地面积等，使园区的低碳规划方案可预估，可执行;在修建性详细规划阶段，给出指标体系的技术方案及设计原则。

**4.2.6** 应在空间规划、土地利用规划、控制性详细规划和专项规划各个阶段，引入低碳规划控制目标。将产业规划与土地空间布局、园区建设方案紧密结合，将园区低碳减排等指标与园区规划相结合，运用强制性指标与引导性指标，将相关指标落实到各层次的规划设计中，运用动态的、关联的、系统的方法，引导和规范园区实现土地低碳利用、能源低消耗高效用、生态环境保护作用。

# 5 交通系统

## 5.1 交通组织

**5.1.1** 优化用地功能布局包括采取TOD开发模式、土地复合利用、提高空间组织集约度水平等方法，通过规划设计的手段有效缩短交通运输距离与交通需求，降低机动化交通的出行总量。

交通领域绿色技术是指能有效降低交通消耗、减少污染和排放的具体技术，如MaaS出行信息服务技术、新能源汽车技术、氢燃料电池技术、环保型道路设施技术等。

交通方式即根据交通运输对象将交通方式分为客运交通方式、货运交通方式。绿色交通出行分担率由式（1）计算：

$L=\frac{b+z+g}{y}×100\%$ （1）

式中：*L*为绿色交通出行分担率；*b*为步行交通出行人次；*z*为自行车交通出行人次；*g*为公共交通出行人次；*y*为园区出行总人次。

**5.1.2** 公共交通、慢行交通作为园区客运交通出行的重要组成部分，是缓解园区在通勤高峰时期交通拥堵，实现园区低碳出行的重要途径。

专用路权是公共交通运行速度的可靠保障。优先保障园区步行、公共交通、自行车等绿色交通的空间资源配置包括保障公交、步行、非机动车路权，保障相应设施供给、提升服务品质等方式。

公交车站500m服务半径是园区人口与就业岗位享受公共交通服务的基本要求。

公交专用道的设置标准可参考北京市地方标准《公交专用车道设置规范》DB11/T 1163-2023、《深圳市公交专用道设置标准及设计指引（试行）》等执行，园区可根据客运交通特征分时设定公交专用道。

非机动车专用路是保障非机动车通行安全与效率的有效方式，可采用包括绿化带、分隔岛、护栏等形式进行物理隔离措施，必要路段可结合景观采用高架形式设置。

**5.1.3** 园区内外公共交通系统高效衔接是保障园区职工出行便捷、提高公共出行比例的重要保障。尤其对于缺少居住功能的产业园区，园区内部的公共交通系统无法脱离城市交通系统而单独存在，公共交通作为联系居民办公与居住地的综合服务系统，需要统筹其公共交通主系统与各接驳系统之间的衔接关系。

园区内外公共交通系统的高效衔接除了公共交通系统之间的衔接还应包括高品质的步行接驳条件、便捷的非机动车接驳条件等，提升公共交通站点可达性，缩短换乘步行距离和时间。

引入城市轨道交通、快速公交系统的园区，应根据公共交通站点的功能定位、区位、客流特征，明确不同接驳交通方式的通行空间和设施建设标准，满足步行、自行车、常规公交及出租车等交通方式的衔接需求。未引入城市轨道交通、快速公交系统的园区，宜通过设置定制班车、通勤大巴等方式解决园区日常的通勤交通。

**5.1.4** 公共交通领域电动化包括电动公交车、纯电动微公交、电动客车（通勤巴士）等。共享低碳交通工具包括共享电动汽车、共享电单车、共享单车等，共享交通工具的规范化使用应以国家最新相关要求与规范要求为准。

国六标准全称为国家第六阶段机动车污染物排放标准，包括《轻型汽车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）》和《重型柴油车污染物排放限值及测量方法（中国第六阶段）》2部分。如国家发行最新相关要求文件，应按照最新文件要求的有关规定执行。

表1 园区交通系统建设指标体系

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 指标名称 | 指标性质 | 目标参考值 |
| 新能源汽车占比 | 约束性 | ≥60% |
| 绿色交通出行分担率 | 约束性 | ≥80% |
| 公共交通工具电动化 | 约束性 | 100% |
| 货车清洁化 | 引导性 | ≥80% |
| 电动车公共充电桩车位比例 | 约束性 | ≥50% |

## 5.2 慢行交通

**5.2.1** “独立”的步行及自行车系统指园区内的城市道路（不含交通量≤300puc/h的城市支路）建立与机动车道有明确分界线的步行及自行车道路系统；“完整”的步行及自行车系统指除机动车交叉路口外，不应被机动车停车、建筑物或构筑物等阻断。在山区等不适宜自行车骑行的地方可只建步行道或步行与自行车混合道路。

**5.2.2** 作为园区公共空间的重要组成部分，园区步行和自行车交通系统规划设计中需要考虑的各类要素不仅仅局限于慢行交通系统本身，还应该考虑承载路内和路外、地上和地下各类设施、多种功能的空间安排。

**5.2.3** 本条结合《城市综合交通体系规划标准》GB/T 51328、《城市步行和自行车交通系统规划标准》GB/T 51439中关于步行与自行车的相关要求而定。

自行车交通系统指园区城市道路两侧的自行车道、自行车专用道及自行车停车设施。自行车道及相关设施的安全、通达、使用方便是保障与提高自行车出行量的具体措施。

“园区自行车道连续”是指在平面上，除交叉路口外不被绿化、建筑、构筑物等空间打断，在标高上不能出现突变 “没有障碍物影响车道宽度”指自行车道不能有电线杆、路灯等设施阻挡道路，且不能有机动车停车、商业占道等情况。自行车道宽度不是越宽越好，以3.5m（支路2.5m）宽为宜，这样可以减少机动车交通对其产生的干扰。道路配套设施包括良好的道路照明设施、交通导向标识、交通安全设施、休息设施、环卫设施等。

## 5.3 静态交通

**5.3.1** 园区应通过以静制动，调节小汽车出行比例。通过信息化、智能化和开放共享，可以提高停车资源利用效率。

**5.3.2** 园区充电基础设施必须符合各地区/城市最新参照执行的地方标准或技术规程。园区汽车库、修车库、多层与地下停车库等必须符合现行国家标准《汽车库、修车库、停车场设计防火规范》GB 50067。

绿色生态停车场是指具备环保、低碳功能的停车场，包括高绿化率、采用透水地面、植草砖等，利于雨水渗透、布局经济合理等特点。

**5.3.3** 非机动车停车场充电基础设施建设应符合《国家发展改革委等部门关于进一步提升电动汽车充电基础设施服务保障能力的实施意见》发改能源规〔2022〕53号中的相关规定，满足非机动车充电基础设施的有关要求，创新园区充电设施建设、运营与维护等有偿商业服务模式。

## 5.4 货运交通

**5.4.1** 园区货运交通系统应包括园区货运（集散）中心、货物集散点、物流运输通道、货运交通运输工具以及其他必要的物流基础设施等。

技术创新、产业组织、商业模式发展变化可通过数字、信息化技术、创新产品经销/储运模式等手段增强货物运输精细化管理，减少商品在生产、转运、储存、配送等过程中的无效物流运输成本，提升往返车辆的满载率，减少车辆等待时间，从而达到降碳、减排效果。目前科技发展迅速，新型运输及营运方式不断更迭，园区的货运交通系统应及时考虑新技术带来的交通设施用地调整变化，并提供有利发展条件及环境。

贯彻执行低碳运行理念应重点包括提高货运运输中绿色运输工具的比例。提高园区新能源物流配送车比例，对传统重型货车进行技术改善，推动LNG、生物制燃料等清洁能源在重型货车辆中的应用。

**5.4.2** 不同类型的产业园区在交通组织方式上有比较大的差异，如工业、物流仓储型、金融办公型、特色功能性等，其用地功能构成、交通出行方式、交通服务与组织、交通运输结构存在很大差异。基于以上考虑，本条文中“园区货运交通占主导地位”是指园区内货运交通运输远高于客运交通运输所产生的能源消耗和碳排放、货运交通占比明显较高的园区。

专用货运通道是指用于货物运输的专用道路、铁路等。此外，园区还可根据园区商业办公、快递配送需求设置货运专用装卸车位，货物运输和配送应按照各站点设置相应等级的连接通道。

园区如涉及危险品运输的应满足危险品货物运输管理的各项规定并与人口密集区域保持安全距离。

**5.4.3** 铁路专用线应符合《铁路专用线设计规范（试行）》Q/CR 9156-2019的有关规定。内河航道的净空要求等应符合现行国家标准《内河通航标准》GB 50139的有关规定。

## 5.5 智慧交通

**5.5.1** 交通数据采集系统主要负责采集实时交通参数和视频图像信息，并按一定的格式进行预处理。

道路交通数据综合处理平台与道路视频监控交换平台主要负责将接收到的预处理数据进一步进行处理、分析、融合。完成交通信息的处理、存储和发布功能，并将中心区地面道路交通信息采集系统接入城市交通信息服务中心和指挥控制中心，并通过信息服务中心能与其他应用子系统进行交通信息共享。

基于光纤和电缆的通信系统为交通信息采集设备、交通信息发布设备与地面道路交通数据综合处理平台（以及摄像机与道路交通视频监视系统的视频图像信息交换控制平台）之间的互联建立通信信道。

交通信息发布子系统主要负责将融合后的结果数据转化为相应的交通信息，以不同的方式发布，以向园区交通参与者提供各种交通信息。

**5.5.2** 通过布设在道路上的车辆检测器，实时采集道路车流量信息、道路拥堵信息、车队长度、车道占有率信息、单车道平均车速信息等。并将数据发送至系统中心平台，作为路网内交通信号控制系统配时方案参考依据。

通过埋设在道路交叉口的车辆检测器，判断车道使用状况，根据中心平台对于相应车道车流量的统计数据进行融合处理，自适应变更交叉口信号灯配时方案，实行绿波控制，最大限度保证道路交叉口的通行顺畅。

**5.5.3** 智能车辆管理系统通过车位探测器将停车场的车位数据实时采集后，采用卫星定位及基站定位的全覆盖定位方式，在室外任何地方，可通过卫星信号对车辆精确定位和监控；在室内的情况下，可通过基站定位技术，弥补卫星定位盲区的不足，实现全覆盖的无缝定位。节点控制器按照轮询的方式对各个车位探测器的相关信息进行收集，将数据压缩编码后传送给中央控制器。中央控制器对信息进行分析处理，并传送到停车场管理电脑、数据库服务器。同时，该系统将相关处理数据通过各LED车位引导屏、车位状态指示灯对外发布，引导车辆进行停放。

# 6 基础设施

## 6.1 固体废弃物

**6.1.1** 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年修订）倡导简约适度、绿色低碳的生活方式，坚持固体废物减量化、资源化和无害化的原则。各地建筑废弃物资源化利用条例禁止将生活垃圾、工业垃圾等混入建筑废弃物，通过固体废弃物的分类收集和处理有利于减少固体废弃物填埋、焚烧处理产生的二氧化碳排放，同时建筑垃圾的资源化利用可以减少建材生产过程的碳排放。

**6.1.2** 从设计角度进行建筑整体优化，用较少的建筑材料和能源投入达到园区开发建设目的，进而达到从源头注意节约资源和减少碳排放。再生骨料等建筑垃圾再生产品可以制作混凝土砌块、混凝土道路、混凝土构件、水泥制品、配制再生混凝土等等，可再循环材料，建筑中选用的再生材料和钢筋、玻璃等可再循环材料，可以减少生产加工建筑新材料带来的资源、能源消耗及二氧化碳排放，具有良好的经济、社会和环境效益。

## 6.2 水资源利用

**6.2.1** 生活给水系统、生活热水系统、循环冷却水系统、非传统水系统、重复利用水系统、工艺用水系统等应按不同用途分类、分项分别设置用水计量装置统计用水量，其设置应符合表2、表3的规定。

表2 分类用水计量点位设置

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 分类名称 | 单位 |
| 1 | 直饮水 | m3 |
| 2 | 市政给水 | m3 |
| 3 | 中水 | m3 |
| 4 | 回用雨水 | m3 |
| 5 | 重复利用水 | m3 |
| 6 | 工艺用水 | m3 |

表3 分项用水计量点位设置

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 分项名称 | 单位 |
| 1 | 厨房餐厅用水 | m3 |
| 2 | 公共浴室用水 | m3 |
| 3 | 洗衣房用水 | m3 |
| 4 | 太阳能用水 | m3 |
| 5 | 空调补水 | m3 |
| 6 | 游泳池用水 | m3 |
| 7 | 机动车清洗用水 | m3 |
| 8 | 锅炉房补水 | m3 |
| 9 | 工艺用水1 | m3 |
| 10 | 工艺用水2 | m3 |
| 11 | 工艺用水3 | m3 |
| 12 | …… | m3 |

**6.2.2** 工业企业单位产品新鲜水耗、单位产品废水产生量、水重复利用率，应达到国内同行业先进或领先水平。当有行业节能降碳、循环化改造生产标准时，可以直接依据行业节能降碳、循环化改造生产标准判定其水平。当行业没有相关标准时，可选择本行业在节能降碳、循环化改造和节水方面做得好且有施工图设计的若干企业进行比较，从而确定行业的相关水平。

**6.2.3** 园区节水系统在满足使用要求与卫生安全的条件下，应节水、节能。系统运行过程中产生的噪声、振动、废水、废气和固体废弃物应符合现行国家标准的规定，不得对人身健康和建筑环境造成危害。

器材、设备应高用水安全性、高水效等级和高能效等级，应选用符合现行国家标准《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》 GB/ T 17219、《节水型产品通用技术条件》GB/T 18870、《节水型卫生洁具》GB/T 31436和国家现行标准《节水型生活用水器具》CJ/T 164 以及其他有关水效、能效强制性国家标准要求的产品。

住房和城乡建设部、国家发展改革委印发的《城乡建设领域碳达峰实施方案》提出，力争到2030 年城市公共供水管网漏损率控制在8%以内。给水管网漏损水量主要包括阀门故障漏水量、卫生器具漏水量、水池（箱）漏水量、水表计量损失、设备漏水量等。国家现行标准《城镇供水管网漏损控制及评定标准》CJJ 92-2016 第4.1.2 条规定：漏损控制应以漏损水量分析、漏点出现频次及原因分析为基础，明确漏损控制重点，制定漏损控制方案。项目设计时，优先采用综合管廊，可按表4分析主要漏点、漏损原因并采取漏损控制措施，且管网漏损率不得大于5%。

表4 给水管网漏损控制

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 主要漏点 | 漏损原因 | 漏损控制措施 |
| 阀门故障漏水量 | 密封性能 | 非金属弹性密封副阀门泄漏等级应达到A级，金属密封副阀门泄漏等级不应小于D级 |
| 卫生器具漏水量 | 密封性能 | 卫生器具的密封性能试验时间应比卫生器具现行国家标准规定的试验时间增加50%，且无渗漏 |
| 水池（箱）漏水量 | 渗漏和溢流 | 水池（箱）水位应设置监视和溢流报警装置，且水池（箱）水位进水管上应具备机械和电气双重控制功能，当达到溢流液位时，自动联动关闭进水阀门并报警 |
| 水表计量损失 | 计量误差 | 应根据计量需求和用户用水特性，选配与调整计量表具的类型和口径 |
| 设备漏水量 | 密封性能 | 设备的密封泄漏量应比现行国家标准的规定值低10% |
| 管网漏水量 | 管道破损 | 管材和管件的密封性能试验时间应比卫生器具现行国家标准规定的试验时间增加50%，且无渗漏 |

**6.2.4** 住房和城乡建设部、国家发展改革委印发的《城乡建设领域碳达峰实施方案》提出，到2030年全国城市平均再生水利用率达到30%。

景观用水、绿化浇灌用水、道路浇洒用水、汽车冲洗用水、消防用水等非与人身接触的生活用水等在采取防止误饮误用措施的条件下，可使用非传统水。冷却水补水、绿化喷灌用水不得使用中水。在满足卫生安全要求的条件下合理使用非传统水、重复利用水，应正确处理好安全与人本、安全与健康、安全与低碳的关系。

生产工艺用水及直接冷却水不得直排，应回用或重复利用。生产工艺用水中重复再利用包括循环使用和梯级利用。在确定重复利用水系统用途时，宜优先选择用水量大、水质要求相对不高、技术可行、经济和社会效益显著的用户。当重复利用水系统同时用于多种用途时，水质可按最高水质标准要求确定或分质供水；也可按用水量最大用户的水质标准要求确定。个别水质要求更高的用户，可自行补充处理达到其水质要求。重复利用水系统调蓄池的排空管道、溢流管道严禁直接与下水道连通。

除部分电厂等采用海水代替淡水资源的冷却水利用工程外，一般民用建筑应慎用非传统水作为冷却水补水。冷却水补水水质应满足现行国家标准《采暖空调系统水质》GB/T 29044 中规定的有关循环冷却水的水质要求。冷却水补水使用非传统水时，应采用含氯消毒药剂消毒，以确保水中不得检出嗜肺军团菌（CFU/200mL）和铜绿假单胞菌（CFU/200mL）。应在补充水总管的计量水表后设置水质分析取样点、在线监测仪表的接口，定期对系统进行清洗、维护、检测。

**6.2.5** 海绵城市是一个系统工程，设计内容涉及总图、建筑、给水排水、道路、园林景观、勘察、结构、电气、生产工艺等多专业，需多专业间协同，与主体工程同步规划、同步设计、同步建设、同时使用。

应从园区角度整合海绵城市建设指标和要求，以所在地上位城市总体规划和海绵城市规划、项目建设用地条件为主要依据，与城镇排水防涝、河道水系、道路交通、城市绿地和环境保护等专项规划和设计相协调，统筹规划，合理确定径流控制及利用方案。综合运用滞、蓄、净、排、渗、用等多种低影响开发措施，充分利用场地空间设置绿色雨水设施或灰色雨水设施，以绿为主，绿灰结合，有效落实上位规划、项目建设用地条件中的海绵城市建设指标，实现雨水外排的总量和峰值双控制。低影响开发措施可按表5选用。

表5 园区低影响开发措施

|  |  |
| --- | --- |
| 低影响开发措施 | 用地类型 |
| 居住用地（R） | 公共设施用地（C） | 工业用地（M） | 仓储用地（W） | 对外交通用地（T） | 道路广场用地（S） | 市政设施用地（U） | 绿地（G） |
| 透水铺装 | ★ | ★ | ● | ● | ● | ★ | ● | ★ |
| 屋顶绿化 | ★ | ★ | ★ | ● | ● | ● | ★ | ★ |
| 下凹绿地 | ● | ● | ★ | ★ | ● | ★ | ★ | ★ |
| 生物滞留设施 | ● | ● | ★ | ★ | ● | ★ | ★ | ★ |
| 管网调蓄 | ★ | ★ | ★ | ★ | ★ | ★ | ★ | ★ |
| 室外蓄水池（罐） | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● | ● |

注：★ 宜选用 ● 可选用 ○ 不宜选用

生物滞留设施按应用位置不同，可分为雨水花园、生物滞留带、高位花坛、生态树池等。生物滞留设施应与屋面雨水断接、路面雨水集水、景观微地形等结合，分散布置，并配设相应的溢流设施。

室外水景包括不具娱乐性的非亲水性水景和具娱乐性的亲水性水景两种。非亲水性水景，指以景观功能保障和维护为目的，人体非直接接触的室外水景。例如，不设娱乐设施和不用于娱乐功能的各类景观河道、景观湖泊、景观池塘、静止镜面水景、流水型平流壁流及其他观赏性景观水体等。室外非亲水性水景不得采用市政自来水和地下井水。

亲水性水景，指人体器官与手足有可能接触水体的水景以及会产生漂粒、水雾会吸入人体的动态水景。例如，设有娱乐设施或可供娱乐的景观河道、景观湖泊、景观池塘、冷雾喷、干泉、趣味喷泉（游乐喷泉或戏水喷泉）及其他娱乐性景观水体等。室内水景及室外亲水性水景的补充水水质，应符合国家现行标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749的规定，从用水安全适用、经济合理角度考虑，不得采用非传统水。

**6.2.6** 冷却塔循环水系统用水效率、冷却塔飘水率、蒸发损失水率、冷却能力、风机耗电比等应符合现行国家标准《节水型产品通用技术条件》GB/T 18870 、《机械通风冷却塔工艺设计规范》GB/T 50392的规定。

水泵应选择节能型、低噪声产品。应分析水泵Q～H特性曲线，选择Q～H特性曲线为随流量增大其扬程逐渐下降的水泵。应根据管网水力计算，分析管网特性曲线所要求的水泵工作点，水泵工作点应位于水泵效率曲线的高效区内。根据现行国家标准《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB 19762 的规定，单级单吸清水离心泵、单级双吸清水离心泵和多级清水离心泵的泵效率分为泵能效限定值、泵目标能效限定值和泵节能评价值。园区内的水泵效率不应小于现行国家标准《清水离心泵能效限定值及节能评价值》GB 19762 规定的泵节能评价值

生活用水器具的水效等级分为三级：1 级为节水先进值，处于同类产品的领先水平；2 级为节水评价值，是节水产品认证的起点水平；3 级为水效限定值，是涉水产品的市场准入指标。除特殊用途外，园区内的用水器具水效等级应为1级。

水表应装设在观察方便、不被曝晒、不致冻结、不易受碰撞、不被任何液体及杂质所淹之处。表具口径在DN40 以上且用水量较大或流量变化幅度较大的用户水表，其量程比不宜小于200。表具口径在DN40（含）以下的用户水表，其量程比不应小于100。远传水表应符合国家现行标准《民用建筑远传抄表系统》JG/T 162的规定。有能耗监测要求的远传水表，应采用具有当前累积水流量采集功能并带计量数据输出和标准通信接口的数字水表。建筑水资源管理平台宜对接上级能耗在线监测系统。

## 6.3 信息化系统

**6.3.1** 系统应具备室内外光照强度获取能力，通过光线传感器等智能化设备实时/定时获取室内外各区域的光照强度，室内区域光线采集时应当按照使用场景分区域采集，各设备均与具体位置进行关联。

对于园区道路等室外区域，系统应根据室外光照强度，充分利用自然光照明，在光照强度大于一定值时关闭室外照明系统；在自然光照不足，需要提供照明期间，可以利用红外、视频等设备对道路交通繁忙度进行识别，在无人/车通行期间，关闭部分照明设施，保持最低安保需求照明；在有人/车通行时，可以根据目标物的移动轨迹提供跟踪照明功能，关闭空闲区域的照明设施或调低亮度。

对于楼梯间、电梯厅、大厅等室内公共区域，自然光照强度足够时，应利用自然光照明，在不具备自然光照明条件或自然光照强度不足时，除安保、展示等需求外，系统应仅在有人活动时才打开照明。

对于办公区域，应当优先采用自然光照明，系统检测室内光照不足，但室外光照充足时，应当优先通过打开非阳光直射面窗帘的方式补充室内光照；对于自然光照不足需要提供照明的情况，能够对室内照明设备尽量进行精细化控制，分区进行照明控制，对光照不足且有人活动的区域提供照明补充，其余区域关闭照明。

**6.3.2** 系统应具备对各区域、各节点、各设备用电量监控的能力，通过智能电表、智能插座等设备搜集各区域、节点的用电量数据，并形成对应的用电量趋势，掌握园区日常运营的碳排放情况；系统能够对偏离正常用电量的区域/设备形成告警，对于瞬时用电量大幅度偏离正常值的设备，系统应当可以根据设置，自动对设备进行断电，保护电源系统及设备的安全；系统能够对各区域、各节点、各设备用电量形成报表，便于管理人员掌握园区能源消耗情况，对高耗能区域进行优化调整；应优先采用智能化巡检设备，使用太阳能储电基座为设备充电。

**6.3.3** 系统应具备设备（空调、电梯、生产设备等）状态采集管理能力，能够实时获取各类设备的运行状态、告警信息、故障信息等数据；系统能够根据设备运行历史数据，对设备维护周期进行管理，提示管理人员进行设备维护；对数据产生异常的设备提前预警，提示管理人员提前检测维护；系统应具备建筑物状态感知能力，包括建筑物本身状态（如振动、温度）以及建筑物资源使用情况（如空间占用、车位使用情况）。

# 7 能源系统

## 7.1 综合能源系统

**7.1.1** 园区综合能源系统需求预测，是以园区内能源消费用户用能需求的总和为框架，来对园区综合能源系统供需进行预测。通过对园区的电力、燃气、热力需求等进行负荷预测，这些负荷（电力负荷、燃气负荷、空调负荷、采暖负荷、生活热水负荷等）是后续能源规划的基础，可对园区未来的能源供求形势作出分析，并通过技术经济比较来确定园区能源综合利用形式，对各类能源形式进行有效的优化和有机的协调，有助于制定优化园区能源供求方案和节能措施。

**7.1.2** 园区在规划建设阶段，应结合地方能源情况，入住企业性质，结合综合能源专项规划，以零碳园区为目标，优化能源结构，积极采用太阳能、风能、地热能等可再生能源以及氢能、储能、生物质能能源系统。

**7.1.3** 对于园区综合能源系统，在保证安全的前提下，优先采用各类可再生能源，以能源站为枢纽，在园区内实现源、网、荷、储互动，电、气、冷、热各类异质能源互补。

**7.1.4** 以现代信息通讯、大数据、人工智能、储能等新技术为依托，进行智能微网建设，智能微网是一种靠近用户侧的微型综合能源系统，涵盖天然气、太阳能、风能等一次能源及电力二次能源，涉及电、热、气多种能源输配网络和负荷需求、储能、控制和保护设备及信息化平台，以电能为核心，通过多能互联、信息能量耦合及市场经济引导，实现多能“供-需-储”协调优化和自平衡。

## 7.2 能量回收

**7.2.1** 考虑入驻企业的产业结构和生产工艺，统筹园区的各个产业用能情况，集成整合能源系统，鼓励园区层面利用余热、废热资源，对于有稳定热需求的项目，鼓励规模化利用园区内余热、废热作为生活热水或供暖系统的热源或预热源，进行多种能源梯级利用，降低园区能源系统的投资和运营成本，达到节能减排的目的。

**7.2.2** 工艺生产过程中产生的余热来源稳定、温度恒定，直接排放将造成巨大的能源浪费。有余热利用条件的园区应在园区内考虑能量就地回收与再利用。鼓励规模化利用其余热、废热作为生活热水或供暖系统的热源或预热源，这样做可降低能源消耗，而且也能提高生活热水系统的用能效率。

**7.2.3** 余热废热有两种利用方式，一种是热回收（直接利用热能），如利用余热生产蒸汽及热水，利用空调冷凝热加热或预热生活热水等；另一种是动力回收（转换为动力或电力再用），如余热驱动吸收式制冷机组供冷。进行余热废热回收利用时，应进行可行性论证，静态投资回收期不宜超过5年。

余热废热利用应优先考虑就地回收利用，从而减少输配系统的热损失。

能源梯级利用指将能源按其品位逐级加以利用。能源的梯级利用可以提高整个系统的能源利用效率，是节能的重要措施。

**7.2.4** 计量和统计能源回用量，通过用能情况核算掌握节能量，通过经济手段促进企业主动开展余热回收。余热资源回收利用率为回收利用的余热资源量与园区总余热资源量之比。

**7.2.5** 合理利用物理、化学等各种储能技术，应对余热利用的时空不均问题，提升能源供应保障和调节能力。

## 7.3 可再生能源利用

**7.3.1** 加快建设园区可再生能源体系，推动分布式太阳能、风能、生物质能、地热能多元化、规模化应用，提高新能源和可再生能源利用比例。

园区可再生能源主要包括风能、太阳能、生物质能、地热能和海洋能等，也包括外电网中所包含的可再生能源贡献。对园区进行可再生能源规划，必须先勘查和评估所在区域的资源情况，包括太阳能辐射量、风力资源量、地热能资源，并分析计算园区内可利用的资源量。如可利用的屋顶面积、可利用的太阳能辐射资源量等，并基于资源评估、能源供需规律等，确定合理的可再生能源利用方案。

**7.3.2** 可再生能源占比是指园区内年度利用的各种可再生能源（园区内可再生能源、园区周边提供的可再生能源及市政绿色电力等）折算成一次能源消耗量总和与园区内消耗的各种能源（包括建筑、市政设施、产业生产消耗的各种能源）折算成一次能源消耗量总和的比值。园区应推广新能源和可再生能源的利用，推动风电、光伏发电利用，因地制宜利用水能、地热能、氢能、生物质能、太阳能等。

**7.3.3** 太阳能应用一体化系统安装在建筑屋面、建筑立面、阳台或建筑其他部位，不得影响该部位的建筑功能。太阳能应用一体化构件作为建筑围护结构时，其传热系数、气密性、遮阳系数等热工性能要满足相关标准的规定。太阳能与建筑一体化系统设计时，除做好光热、光伏部件与建筑结合外，还需符合国家现行相关标准的规定，保证系统应用的安全性、可靠性和节能效益。

**7.3.4** 利用可再生能源本着“自发自用，余量上网，电网调节”的原则。要根据当地日照条件考虑设置光伏发电装置。直接并网供电是指无蓄电池、太阳能光电并网直接供给负荷，并不送至上级电网。

**7.3.5** 通过在工业园区合理配置光储系统，可提高能源的智能利用度，优化能源结构，提升园区电能质量，提高供电可靠性，有效缓解负荷高峰的用电压力。可再生能源利用率是指水电、风电、太阳能、生物质能等可再生能源的实际使用量与技术可开发量之间的比。

## 7.4 电力系统

**7.4.1** 供电公司的并网要求相关文件通常包含：

**1** 分布式电源并网申请表，经办人身份证原件及复印件和法人委托书原件（或法人代表身份证原件及复印件）；

**2** 企业法人营业执照、土地证、房产证等项目合法性支持性文件；

**3** 政府主管部门规定需核准或备案项目要求提供的相关资料（如：屋顶使用或使用协议、合同能源管理合同等）；

**4** 项目前期工作相关资料，单位电气接线图；

**5** 投资方（或完全自行投资业主）、每用电方三证（组织机构代码证、税务登记证、营业执照登记证），补贴发放所需的开户银行、账号（建议提供增值税专用发票样张）等。

**7.4.2** 无功补偿器是一种补偿装置，在电子供电系统中所承担的作用是提高电网的功率因数，降低供电变压器及输送线路的损耗，提高供电效率，改善供电环境。

**7.4.3** 本条区别于新建产业园区而言，在已有配电系统满足要求的情况下，无功补偿装置不必重复设置。

**7.4.4** 防孤岛保护装置是微机保护装置的一种，它的作用是当电网由于某种原因而出现电压降低、电压升高、频率降低、频率升高、频率突变等故障出现时，装置接收到此时的故障量并及时的发出跳闸命令，跳开并网点开关，使得该电站脱网。

**7.4.5** 双向计量电能表就是能够同时计量用电量和发电量的电能表，功率和电能都是有方向的，从用电的角度看，耗电的算为正功率或正电能；发电的算为负功率或负电能。双向电表可实现电能的正、反向分开计量、分开存储、分开显示，同时可通过电表配有标准RS485通信接口，实现数据的远传。 双向电表主要针对分布式光伏发电站需要双向计量的用户，由于光伏电站发出的电有富余时，输送给电网的电能需要准确计量；在光伏发电不能满足用户需求时使用电网的电能也需要准确计量。

# 8 绿色建筑

## 8.1 整体要求

**8.1.1** 在国家节能减碳，实现碳达峰、碳中和战略的背景下，绿色建筑的设计从节约资源，提高资源利用率出发，是实现零碳园区的必然要求。考虑到绿色建筑的推广，本标准规定园区内建筑全部实现绿色建筑一星级，扩大绿色建筑的覆盖面，与国家规范相适应。

**8.1.2** 在建筑工程建设的各阶段支持基于BIM的数据交换和共享，可以极大地提升建筑工程信息化整体水平，充分利用建筑建设各阶段、各专业的资源，有效地避免由于数据不通畅带来的重复性劳动,提高整个工程的质量和效率。BIM应用应实现全专业涵盖，至少包含规划、建筑、结构、给水排水、暖通、电气等专业相关信息。当在两个及以上阶段应用BIM时，应基于同一BIM模型开展。

## 8.2 具体要求

**8.2.1** 本条对零碳产业园区内的建筑能耗提出了更高的要求，涉及到的提高基准为国家现行相关建筑节能设计标准的要求。降低建筑能耗的措施具体包括围护结构热工性能的提高或建筑供暖空调负荷的降低、严寒和寒冷地区建筑外窗传热系数的降低等。

**8.2.2** 对于现行国家标准《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015中暂未规定的其他类型冷热源，则按现行有关国家标准的能效等级来要求。

**8.2.3** 本条所指绿色建材需通过住房城乡建设部、工业和信息化部《绿色建材评价标识管理办法》开展的绿色建材评价标识方能得分。绿色建材应用比例应按式（2）计算：

$P=\frac{S\_{1}+S\_{2}+S\_{3}+S\_{4}}{100}×100\%$ （2）

式中：*P*为绿色建材应用比例；*S1*为主体结构材料指标实际得分值；*S2*为围护墙和内隔墙指标实际得分值；*S3*为装修指标实际得分值；*S4*为其他指标实际得分值。

式中主体结构部分包括预拌混凝土、预拌砂浆；围护墙和内隔墙部分包括非承重围护墙、内隔墙；装修部分包括外墙装饰面层涂料、面砖、非玻璃幕墙板等，内墙装饰面层涂料、面砖、壁纸等，室内顶棚装饰面层涂料、吊顶等，室内地面装饰面层木地板、面砖等，门窗、玻璃；其他包括保温材料、卫生洁具、防水材料、密封材料等。除主体结构外，其他绿色建材的计算得分的比例要求均为≥80%，主体结构的计算得分应采用内插法计算，计算结果取小数点后1位。

**8.2.4** 土建装修一体化设计，要求对土建设计、机电设计和装修工程设计统一协调，在土建设计时充分考虑建筑空间的功能改变的可能性及装饰装修（包括室内、室外、幕墙、陈设）、机电（暖通、电气、给水排水外露设备设施）设计的各方面需求，事先进行孔洞预留和装修面层固定件的预埋，避免在装修时对已有建筑构件打凿、穿孔。还可选用风格一致的整体吊顶、整体橱柜、整体卫生间等，这样既可减少设计的反复，又可以保证设计质量，做到一体化设计。

**8.2.5** 《建筑工程绿色施工评价标准》GB/T 50640-2010将绿色施工评价分为不合格、合格、优良三个等级。本条将政府主管部门授予的“绿色施工合格等级”认定作为评分依据。

**8.2.6** 装配率指工业化建筑中预制构件、建筑部品的数量（或面积）占同类构件或部品总数量（或面积）的比率。本条文要求工业化建筑中预制构件、建筑部品的数量（或面积）占同类构件或部品总数量（或面积）的比率达到50%。

**8.2.7** 数字化平台应具备监测室内外空气温度、湿度、CO2浓度、空气污染物浓度、声环境质量；控制室内空调、风扇、窗帘、空气净化器、照明灯具等功能。智能化系统应能够与所在的园区平台对接，即可有效实现信息和数据的共享与互通，提高信息更新与扩充的速度和范围，实现相关各方的互惠互利。

# 9 生态碳汇

## 9.1 生态系统

9.1.1 碳汇是指通过山、水、林、湖、草、湿地等自然资源元素，吸收大气中的二氧化碳，从而减少温室气体在大气中浓度的过程。园区的碳汇主要聚焦于开发区外围自然资源以及园区开发区域内绿地空间等，碳汇空间复杂多样，因此园区应在规划设计阶段对碳汇空间进行措施制定。

产业园区应测算园区内碳汇基底，开展自然生态要素设计：

**1** 开展自然资源勘察，对园区内植物，水体、土壤及生物资源等碳汇本底进行测算；

**2** 以批准的国土空间总体规划、详细规划等法定规划为依据，并与城市设计、绿地系统、水体系统等专项规划相衔接，包含碳汇空间打造、景观体系设计等方面；

**3** 适度增加非硬化土壤面积等，提高土壤碳储量；

**4** 充分利用原有地形地貌，尽量保留现状生境与植被，通过多种绿地空间的营造提高园区综合绿化率，保证建设后的场地环境水平不低于建设前水平；

**5** 尽量减少土石方工程量，减少开发建设过程对场地及周边环境生态系统的改变，包括原有水体和植被，尤其是大型乔木；

**6** 做到土建工程与绿化景观工程、绿化景观、水体景观工程同步规划、同步实施、同步见效。采用低碳可回收的景观材料，以及节能环保的施工工艺。

**7** 以实现园区低碳、生态发展为目标，以人为本、因地制宜，优先使用生态适应性技术措施，适度使用主动式工程技术措施；

**8** 重点提升绿地率、优化绿地布局模式、提升绿色空间面积、优化植物群落、乔灌木植被覆盖比例、采用本地物种等。

**9.1.2** 产业园区的建设不仅要注重园区自身的研究开发，同时要注意营造和谐的生态环境，形成保护与发展齐头并进的模式。维护良好的生态环境是园区弘扬产业文化，体现产业特色，促进产业的发展的重要路径。

产业园区的生态系统规划应尊重自然的设计理念，以保护生物多样性为前提，尊重地域的生态景观特色，并尽量模拟自然状态下的植物群落，充分挖掘地区的种植潜力，适当增加并引进优良的植物新品种，以乔灌木、草本、藤本植物的合理配置，形成稳定的多结构、多层次的植物群落，保护园区生态系统和园区碳汇系统的稳定性，实现工业园区生态碳汇系统的可持续发展，具体如下：

**1** 应以因地制宜、生态化、文化性及协调性为生态碳汇的原则，以“源于自然、高于自然、融入自然”为生态碳汇理念；

**2** 应以自然景观为核心，宜以人工景观为点缀，以历史景观为底蕴，形成体现产业文化品位的园区生态系统。

**9.1.3** 打造“场地－中心控制点－连接通道”蓝绿空间网络，推动园区生态环境可持续发展，提升园区碳汇能力。构建通风廊道有助调节园区气候及促进空气流通、驱散周围的污染物、减少空气滞留的情况，缓解热岛效应。

通过优化生态网络连通性、构建生态迁徙通道和完整自然生境斑块等生态导向技术措施，构建生态系统自循环过程。具体途径包括：

**1** 提升蓝绿斑块均衡性、强化关键生态节点、增加生态系统连通性；

**2** 适度提升开场空间占比，合理配置开敞空间的景观环境，提高开敞空间内各类遮阴措施的覆盖率，以调节场地微气候；

**3** 构建通风廊道系统。根据园区盛行风的方向和强度，结合道路、绿地和开敞空间布局，预留畅通的通风廊道。通风廊道宽度边界内，不宜布局高大建筑。建筑群高度应朝着盛行风的方向逐级降低，以促进空气流动；

**4** 加强开敞空间规划设计。提升开敞空间在园区内的占比，提高开敞空间内各类遮阴措施的覆盖率，使用高反射铺装材料，以调场地地微气候。

**9.1.4** 水系、湿地是重要的土地利用类型之一，具有显著的储碳、固碳功能。产业园区可根据园区热岛效应峰值分布，适度增设滨水空间以改善小气候环境，在园区的水系岸线设计及滨水空间设计上应满足《城市水系规划规范》GB 50513-2009，为增加水系统、湿地的碳汇能力还应注重：景观水体补水应优先采用天然河湖、雨水、再生水等水源；采用循环系统及水生态保持措施；通过智慧系统进行运行管理。

**9.1.5** 碳汇计量主要是通过定量分析特定时间段内绿化植被碳储量的变化来实现，碳库包括地上部分、地下部分、枯落物、枯死木和土壤碳库。园区绿化量相对较少，碳储存库确定与选择可依据园区实际情况，忽略枯落物碳库计量，并说明选择或不选择某一个或多个碳库理由。监测应基于样地开展，样地的复位率应达到100%，样木的复位率应≥98%。

## 9.2 景观体系

**9.2.1** 乡土植物是在当地原有天然分布或通过长期演化、驯化的植物。乡土植物能够体现本底植物景观特色，栽植养护成本较低，有利于节约型园林的建设。园区绿化种植：

**1** 应借鉴所在区域自然群落结构，以乡土化、多样化、群落化、艺术化为原则，结合景观视觉效果和植物共生特征，因地制宜形成植物群落；

**2** 优先选择绿量大、绿色期长、抗性强、管理粗放、运输和养护成本低、适当当地气候和土壤条件、兼顾景观、扬尘、噪音控制的植被本地植物与本地适生植物；

**3** 构建人工模拟的近自然植物景观的配置模式。垂直结构以乔灌草多层次结构为宜，疏透度宜为0.5~0.7；水平结构根据园区实际情况进行设计，郁闭度宜为0.5~0.7。

**9.2.2** 增大蓝绿空间面积是提升碳汇的关键措施之一。充足的蓝绿空间可以提高城市新区吸收和固定二氧化碳的能力，可以提供多样的综合生态服务价值及其他服务功能，也可以为园区内人员提供景观和休闲娱乐环境。产业园区蓝绿空间比例应以园区所在地水资源条件为前提进行确定。随园区面积和规模的缩小，蓝绿空间比例应逐渐缩小。

绿地率是反应绿地建设的重要指标，是指区域内各绿化用地总面积占区域总用地面积的比例，参照《城市绿地规划标准》GB/T 51346-2019设定。

产业园区碳汇可拓展空间包括行政办公楼周边、道路沿线、园区广场、园区居民区、建筑物屋顶以及其他公共空间等。不同类型产业园区可通过布局绿地空间、选择固碳能力强的本地植被群落、增加非硬化土壤面积等有效提高园区植被和土壤碳储量能力，具体如下：

生产制造型园区。重点营造小微绿色空间，如建设林荫停车场，尽可能利用屋顶和墙体绿化辅助园区环境的优化。

物流仓储型园区。优先考虑沿交通走廊规划建设绿廊。充分利用防护绿地协助降碳。优先选择吸附可吸入颗粒和二氧化硫等车辆尾气的植被类型。

商务办公型园区。营造格调品味高雅的高碳汇蓝绿公共空间环境以及特色鲜明的景观格局，注重实用、经济、绿色、美观。优先选择可能大量释放负氧离子且树形和季相美观的植被类型。

特色功能型园区。考虑经济、美观和实用。医疗、康养和教育服务等，营使用能够形成大面积树荫、净化空气和吸附噪音的植物种类，降碳同时注重营造私密性环境。

产城融合型园区。加强屋顶墙体、道路等公共空间美化亮化，建设“口袋公园”、林荫停车场及小微绿地，实现立体绿化。大型园区通过植树造林，建设绿色廊道，增加森林覆盖率。少数有条件的园区依托既有水系营造蓝绿交织的空间形态。

**9.2.3** 乔灌木都是直立性的木本植物，是园林植物种植中最基本和最重要的组成部分，是园林绿化的骨架。乔木树冠高大，寿命较长，树冠占据空间大，而树干占据的空间小，因此不大妨碍人们在树下活动，乔木的形体、姿态富有变化，枝叶的分布比较空透，在改善小气候和环境卫生方面有显著作用，特别是有很好的遮荫效果。乔木、灌木与草本植物比例是对乔木、灌木与草本植物的种植面积在园区建设层面上的大致比例的控制引导建议。

在乔灌木比例、常绿与落叶树种比之外，还可从以下方面进行建设设计：

**1** 优先选择造型优美且固碳能力突出的小乔木增加单位面积固碳量。乔灌木比例结合实际情况使用需要无法保证的，应在1:5~1:2之间，以保证植物冬季碳汇效益；

**2** 木本与地被植物比例（投影面积比）宜为4:1；

**3** 速生树种、中生树种和慢生树种的比例宜为5:2:3；

**4** 保护和管理场地现有长势较好的植被资源，养护需求相近的植物宜相邻种植；

**5** 树木和稠密灌木作为建筑的防风林，其长度为面向冬季盛行风建筑面的全长。

**9.2.4** 生态优美的植物景观是体现园区特色景观建构中的重要内容。园区的植物景观设计，要本着乡土化、多样化、群落化、艺术化的原则，不能以追求形式美为唯一目标，可采用以人工模拟自然植物群落为主要植物景观形式，配以屋顶绿化、建筑楼层绿化、建筑墙体绿化、道路绿化、小广场绿化等。

园区入口处。形成优美景观印象。作为园区门户，应以装饰性绿化为主，由丰富多彩的灌木和宿根花卉、地被组成。

园区道路。形成富有节奏，特色鲜明的绿色景观屏障和绿色生态走廊。充分考虑光照因素，主要道路绿化东西方向以落叶乔木为主，南北方向以常绿乔木为主。次要道路风格应简洁，以一种特色花灌木为骨干树种，地被植物为辅，增加可识性。

园区广场。形成开阔疏朗、高低错落的景观序列。采取草地型绿化为主，营造风格应亲切自然，简洁明快，旨在为员工提供一个适合思考与交流合作的舒适怡人的户外交流空间。

园区厂区。增添园区的自然情趣。结合园区企业特色体现。植物景观以观赏型为主，局部结合生产特色加以防护，避免布置高大的树木以防遮挡人们的景观视线，可以布置灌木和较为矮小的经典乡土树种。

园区建筑。可在园区建筑的屋顶、阳台、窗台、女儿墙以及山墙上进行绿化种植，促进绿化向空中发展，形成 “园区小森林”，或者“建筑袖珍森林”。室外墙体可结合承重柱子布置曝向绿化，如爬山虎、常春藤等。

**9.2.5** 鼓励各类建筑物、构筑物进行垂直绿化和屋顶绿化，既能增加绿化面积，提高空间利用率，使有限的空间发挥更大的生态效益和碳汇效益。

“绿强度”（即三维绿化覆盖率）指在园区范围内所有建设工程中地面绿化、屋顶绿化、墙体垂直绿化、草坪砖停车绿化、悬空建筑下的绿化、绿化包围的水体等所有绿化形式，按比例折算绿地面积的总和与规划用地面积的比值，以此作为衡量建设工程绿色空间程度的重要指标。

本条文以园区绿强度作为衡量指标，设定绿强度不低于30%。绿强度为折算后的绿地面积与规划用地面积之比，其中，除地面绿化面积外，其余类型绿化面积据需要进行折算，包括：屋顶绿化面积、墙体垂直绿化面积、草坪砖停车绿化面积、悬空建筑下的绿化、绿化包围的水体。

# 10 碳排放管理与评价

## 10.1 碳排放计量

**10.1.1** 根据《中华人民共和国气候变化第三次国家信息通报》公布的数据显示，我国2005年和2010年温室气体的排放量分别可达72.49亿t和95.51亿t，其中CO2的排放量最大，分别占温室气体排放总量的77.0%和80.4%，且主要来源于能源活动和工业生产过程，与园区的温室气体排放特性相符，因此，园区的碳排放计量的温室气体应为CO2。此外，考虑到《全国碳排放权交易管理办法（试行）》中规定的管控气体为二氧化碳（CO2）、甲烷（CH4）、氧化亚氮（N2O）、氢氟碳化物（HFCs）、全氟化合物（PFCs）、六氟化硫（SF6）、三氟化氮（NF3）等七种，且除发电行业外，石化、化工、建材、钢铁、有色、造纸、民航等行业的重点企业也已向生态环境主管部门报送温室气体排放情况，因此，为了提升园区对于温室气体减排的自主贡献度，园区宜根据国家出台的《省级温室气体清单编制指南》或地方出台的《温室气体清单编制指南》如《广东省市县（区）温室气体清单编制指南（试行）》、《上海市区级温室气体清单编制技术系列文件（试行）》和《重庆市区县温室气体清单编制指南（试行）》等，对其他六种温室气体进行计量。

**10.1.2** 园区碳排放计量的边界包括时间边界和空间边界。

在时间边界的设置上，考虑到园区是产业集聚的重要空间载体，企业是园区发展的核心支撑，为了充分利用园区已有的碳排放统计资料，如企业的碳核查报告和区域的碳排放清单等，结合生态环境部出台的有关企业温室气体排放报告的相关规定，园区碳排放计量的时间边界与企业相同为一个自然年。

园区碳排放计量的空间边界则参考了《中国绿色生态城区规划建设：碳排放评估方法、数据、评价指南》，其构建的碳排放计量方法借鉴了联合国政府间气候变化专门委员会（IPCC）的国家温室气体清单指南、世界资源研究所（WRI）和世界可持续发展工商理事会（WBCSD）的温室气体排放清单和国际标准化组织（ISO）的企业碳盘查与产品碳足迹等国际标准，并被成功应用于江苏江阴市、上海市世博城市最佳实践区和北京市中关村丰台科技园等区域的碳排放计量。该书将城区碳排放计量分为新建建筑、既有建筑、工业、交通、固体废弃物、水资源、道路设施、可再生能源和生态景观等九大板块，考虑到新建建筑和既有建筑共同归属同一职能部门管理，将其合并为建筑板块，故最终园区的碳排放计量的空间边界设置为规划建设范围内工业、建筑、交通、固体废弃物、水资源和道路设施等领域的碳排放量、可再生能源的碳减排量和生态景观的碳汇量。

此外，需要注意的是，以电力为例，虽然电力生产企业是生产电力的实际排放源，但是用电的需求是来源于消费者，如企业或居民等。目前，我国为了促进全过程的减碳，现行的碳排放计量标准规定生产端和消费端都需进行电力碳排放计量，不同的是，生产端将其划分为直接排放，消费端将其归属于间接排放。考虑到园区一般包含了生产端和消费端的闭环连接，且电力生产企业存在电力外调的情形，因此，为了避免重复计算，只计量消费端的碳排放，故园区规划建设范围内电力生产企业、热力生产企业、固体废弃物处理企业、自来水企业、污水处理企业的碳排放不纳入园区的碳排放计量边界。

**10.1.3** 本条给出了园区碳排放总量的计算公式，参考了《工业企业温室气体排放核算和报告通则》GB/T 32150-2015、《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366-2019和《省级温室气体清单编制指南》，其中，能源活动是温室气体排放的主要来源，园区各领域需对不用类型的能源使用量进行汇总，然后结合不同能源的碳排放因子，计算出各领域由能源活动引起的碳排放。过程排放则是指除能源活动温室气体排放之外的其他化学反应过程或物理变化过程的温室气体排放，典型的如水泥制造企业在熟料生产过程中碳酸盐高温分解产生的二氧化碳排放和污水处理过程中碳源转化引起的二氧化碳排放等，由于不同领域的过程排放源的差异较大，各领域在计算过程排放前需识别排放源，然后依据反应原理，对关键参数数据进行采集和统计，进而计算过程排放。另外，园区规划建设范围内生态景观碳汇产生的减碳量需在园区碳排放量中进行核减。

在园区的碳排放计量中应避免可再生能源的重复计算，如图1园区能源架构所示，其中引起碳排放的是非可再生能源活动（S1），当园区处于规划阶段时，能源的需求量（S）通过模拟计算分析获得，为了计算S1，应考虑可再生能源的抵消量（S2）；但是，当园区处于实施运管阶段时，由于通过能源账单得出的直接为非可再生能源的消耗量（S1），故不应再扣除可再生能源的减碳量。



图1 园区能源架构

为了提升化石能源活动碳排放计量的准确性，化石燃料的活动数据为化石燃料消耗量和化石燃料低位发热量之积，化石燃料低位发热量宜采用实测数据，具备条件的园区可对化石燃料的低位发热量进行测定，测定时应符合GB/T 11062、GB/T 384、GB/T 213等相关标准；不具备实测条件的可采用供应商提供的符合上述标准的实测数据；如上述两种要求都不具备，其化石燃料的低位发热量可采用附表的推荐值。另一方面，化石燃料的碳排放因子为单位热值含碳量和氧化率之积，其中单位热值含碳量和氧化率宜采用实测数据，具备测量条件的园区，可自行或委托有资质的专业机构进行检测，或采用与相关方结算凭证中提供的检测值，如上述两种要求都不具备，其化石燃料的碳排放因子可采用《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366-2019附录A的推荐值。

此外，为了提升电力活动碳排放计量的准确性，应优先采用电网动态碳排放因子，其指在电网供应电力时，单位电能所对应的每间隔15min或更短时间的碳排放量，这个数据反应了该时段内电网中火力发电、可再生能源发电的综合碳排放情况，体现了可再生能源并网发电的出力状态。采用电网动态碳排放因子计算电力碳排放不仅是提高园区电力碳排放计算精准度的要求，同时也是对区域电力供应低碳化、智能化的支持。

**10.1.4** 目前，我国已陆续发布24个行业企业温室气体排放核算方法与报告指南，其中11个转化成了国家标准，印发和修订了发电设施核算指南，组织开展电力、钢铁、水泥等重点排放行业企业2013~2021年碳排放核算报告工作，为工业领域的碳排放计量奠定了坚实的基础。鉴于此，为了推进园区与国家碳排放计量工作之间的衔接，加快统一全国碳市场的建设与完善，园区应以工业企业为单位，依据国家出台的标准和指南，开展工业企业碳排放计量，然后汇总后得出园区工业领域的碳排放。

此外，由于园区的规划建设周期长，为了避免建成即高碳的现状，在园区规划设计阶段时，应进行碳排放的计算，其中，工业领域的碳排放应根据园区工业产品的预期产能和行业内同类产品的碳足迹数据进行计算，需要注意的是，在选用碳足迹数据时，宜选择最新的、当地同类工业产品的、摇篮到大门的碳足迹数据。另一方面，当园区处于实施运管阶段时，工业领域的碳排放核算应根据园区的企业名录，结合企业的营业执照和业务活动，参照《国民经济行业分类》GB/T 4754，建立核算年度的工业企业名单，然后依据国家或地方出台的所属行业温室气体核算清单和报告指南进行温室气体核算。

**10.1.5** 根据《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366，建筑的全生命周期包括运行阶段、建造及拆除阶段和建材生产阶段，其中建造及拆除阶段的碳排放计量由于涉及建材运输和废弃物的处理与处置，易与园区交通领域和固体废弃物领域碳排放计量重叠，另一方面，若园区里含有建材生产企业，建材生产阶段的碳排放计量则易与园区工业领域的碳排放计量重叠，因此，为了避免重复计算，园区建筑领域的碳排放只计算建筑运行阶段产生的碳排放。

**10.1.6** 本条给出了园区交通领域碳排放总量的计算公式，参考了《上海市低碳示范五创建工作方案》和《建筑碳排放计算标准》GB/T 51366-2019，包含客运和货运等能源活动产生的碳排放，当园区处于规划阶段时，客运部分燃油小汽车的出行距离可采用下列公式进行计算：

$L=N\_{trip}×N\_{people}×（100\%-η\_{new}）×L\_{average}$ （3）

式中：*Ntrip*是小汽车的日均出行次数；*Npeople*是园区的常住人口数量；*ηnew*是园区或其所属地区新能源汽车的占比；*Laverage*是平均出行距离。

货运部分，园区可根据产业规划，明确生产所需的原料种类和用量，然后结合园区所处的地理位置，确立运输方案，进而进行碳排放的计算。

当园区处于运营阶段时，客运部分燃油小汽车的出行距离可采用下列公式进行计算：

$L=N\_{parking}×（100\%-η\_{charging}）×L\_{average}$ （4）

式中：*Nparking*是园区规划建设范围内停车场的年停车总数；*ηcharging*是园区规划建设范围内停车场的充电桩安装比例，其中，园区规划建设范围内停车库车次信息和充电桩比例来源于各建筑业主，停车场车次信息和充电桩比例来源于交通管理部门。

货运部分，园区应根据碳排放计量方法，结合园区的管理体系，建立对应的数据报送制度，开展基础数据的收集与汇总。

**10.1.7** 国家出台的《省级温室气体清单编制指南》和地方发布的《温室气体清单编制指南》针对固体废弃物处理与处置给出了详细的计量方法，且部分地区的固废处理企业也已开展碳排放计量工作，为了充分利用已有的碳排放核算报告，园区可根据其委托的固体废弃物处理企业的碳排放量和处理规模计算碳排放因子，进而结合自身固体废弃物的产生量计量碳排放。此外，当园区处于规划阶段时，固体废弃物的处理量可查询园区固体废弃物分类治理专项规划；而当园区处于运营阶段时，该类数据则可通过园区所属地区的住建局、城管执法局、生态环境局（固废监督管理中心）或固体废弃物处理厂（填埋场和焚烧厂等）等部门查询。

**10.1.8** 本条给出了园区水资源领域的碳排放计量方法，包含给水和排水两部分。当计量给水产生的碳排放时，由于自来水公司的碳排放源与建筑相同，固园区宜参照《公共建筑运营企业-温室气体排放核算方法和报告指南》（试行）对自来水公司的碳排放量进行核算，然后根据自来水公司的供水量计算出给水的碳排放因子，进而结合自身的用水量对碳排放进行计量。而计量排水产生的碳排放时，与固体废弃物相同，国家出台的《省级温室气体清单编制指南》和地方发布的《温室气体清单编制指南》针对废水处理给出了详细的计量方法，且部分地区的污水处理厂也已开展碳排放计量工作，为了充分利用已有的碳排放核算报告，园区可根据其委托的污水处理厂的碳排放量和处理规模计算碳排放因子，进而根据自身废水的产生量开展碳排放量计量。此外，当园区处于规划阶段时，给排水量等信息可查询园区水资源专项规划，当园区处于运营阶段时，该类信息则可查询供应商提供的发票或者结算单等结算凭证。

**10.1.9** 当园区处于规划阶段时，路灯和交通信号灯的耗电量应根据园区道路网规划，结合《城市道路照明设计标准》CJJ 45-2015和《道路交通信号灯设置与安装规范》GB 14886-2016进行计算。当园区处于运营阶段时，路灯的耗电量可通过园区所属地区的城市管理局获取，交通信号灯的耗电量可通过园区所属地区公安交通管理局获取。

**10.1.10** 当园区处于规划阶段时，林绿地的信息可查询园区控制性详细规划。当园区处于运营阶段时，林绿地的信息可应用绿化遥感解译数据，或相关项目建设资料中的绿化面积数据。

## 10.2 碳排放抵消

**10.2.1** 为落实双碳战略目标，我国鼓励先试先行，积极推进零碳产业园区建设工作，但是需要注意的是，根据相关研究显示，园区的碳排放量约占全国碳排放总量的31%，同时考虑到双碳技术成熟度不高且迭代更新速度快，因此，园区实现零碳的难度大。鉴于此，为了提升园区应对气候变化的自主贡献度，鼓励其可通过购买碳减排产品抵消碳排放量，而碳减排产品的使用则可促使我国碳排放产生的社会成本内部化，从而推动低碳技术、产品的创新和产业结构的转变。

目前，不同层级碳交易市场上的碳减排产品如表6所示，为了更好的促进国内碳交易市场的健康发展，降低国内整体的碳排放成本和强度，园区应优先购买国内的碳减排产品。

表6 碳减排产品

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 序号 | 产品名称 | 产品类型 |
| 1 | 自愿核证减排量（CER） | 国际碳减排产品 |
| 2 | 黄金标准产品（GS） | 国际碳减排产品 |
| 3 | 可交易碳信用额（VCU） | 国际碳减排产品 |
| 4 | 中国核证自愿减排量（CCER） | 国内碳减排产品 |
| 5 | 绿证 | 国内碳减排产品 |
| 6 | 绿电 | 国内碳减排产品 |
| 7 | 碳普惠核证减排量（PHCER） | 国内碳减排产品 |

**10.2.2** 表6中的碳减排产品被假定满足本条中所设立的原则。当园区选用表6外的其他碳减排产品时，应确认与以上原则不冲突。

**10.2.3** 园区可通过购买碳减排产品的方式抵消园区自身节能减排后多余的碳排放量，但只有在碳减排产品真实被使用（注销）后，才算完成了抵消。无注销机制的碳减排产品，存在重复使用的可能，因此在使用时，应进行公开销毁承诺。

## 10.3 碳排放管控

**10.3.1** 双碳背景下，国家和地方都在制定切合实际的碳减排目标，本条通过两个主要的碳排放指标即碳排放总量和碳排放强度的计算与分析，判断园区在各阶段的规划建设中是否达到国家和所在地区的减碳目标。

**10.3.2** 碳排放管理是一项专业化很强的工作，涉及碳排放计量和碳资产管理等专业技术工作。为有效贯彻园区低碳战略并实现减碳目标，应建立专业化的碳排放管理机构，统筹低碳发展工作，成立工作领导小组和下属管理与执行机构，建立自上而下的部门协调机制和反馈机制。此外，分工明确、权责清晰、协调配合是保障碳排放管理体制高效运行的关键。应确定机构岗位设置和人员安排，明确相应的职责和权限，其职责包括研究制定碳排放管理相关制度和发展战略、定期评估园区的碳排放水平、组织开展低碳宣传与培训、密切跟踪双碳前沿技术等。

**10.3.3** 园区的零碳状态是一个的动态过程，外部环境变化和产业结构调整等均会导致园区用能和碳排放的变化，因此，使用质量管理理论中PDCA循环管理方法可帮助园区管理者发现碳减排的环节，从而使园区碳排放水平始终保持在满足并优于规划设计目标的水平。

PDCA循环包括计划（Plan）、实施（Do）、检查（Check）和改进（Action）四个步骤。计划阶段，园区根据碳排放水平制定节能减碳目标，并为实现目标制定具体的措施和方法；实施阶段是指按照已经制定的计划认真开展，付诸实施；检查阶段是对照计划和目标，检查实施情况和效果，及时发现实施过程中的问题，并总结经验；处理阶段是指对检查中发现的问题加以改进。通过以上过程的不断循环，达到改进和提高的目的。

**10.3.4** 开展低碳宣传和培训是普及绿色、环保和低碳理念以及基本专业知识的重要途径，园区可通过文字宣传、口头宣传和音像宣传等多种宣传方式开展全方位立体式宣传。此外，园区通过举办主题宣传活动开展低碳宣传和培训时，宜与国际和国家设定的宣传日或宣传周，如世界环境日、节水宣传日、节能宣传周等同步，届时可邀请双碳领域的非营利团体、科研机构、高校和企业等共同参与，活动的形式包括会议、展览和沙龙等。

## 10.4 碳排放评价

**10.4.1** 为了构建可准确反映园区碳排放水平的评价体系，本条依据园区的碳排放计量方法，将产业、建筑、交通、固体废弃物、水资源、道路设施、生态景观等7项设为一级指标，此外，考虑到能源消耗引起的碳排放在园区的碳排放中占比最大，且合理的规划可有效减少能源的需求，因此，将规划和能源补充至一级指标。随后，根据一级指标的划分，结合本技术规程，补充了二级指标。然后，根据园区的发展现状和实践经验，将二级指标细分为约束项和引导项。最终构建了产业园区碳排放评价体系。

**10.4.2** 本规程规定产业园区分为低碳、近零碳、零碳3个等级。在低碳产业园区的界定时，考虑到自2010年发改委发布《关于开展低碳省区和低碳城市试点工作的通知》后，我国在低碳领域已拥有十余年的发展经验，相应的，不同区域尺度的低碳评价标准也日益完善，其中与园区低碳发展密切相关的有《绿色生态城区评价标准》和《低碳经济开发区评价技术导则》等，因此，基于当前的发展现状，若产业园区达到当前评价标准的要求，即可认定为低碳产业园区。另一方面，在设置近零碳和零碳两个等级时，则是充分结合了低碳产业园区评价认证工作经验和零碳产业园区的建设现状，丰富了现有的评价体系，目的是促进成熟度高的双碳技术规模化应用，推动产业园区的发展与国家政策相结合，以期产业园区逐步提升低碳水平，进而从借助外部措施抵消碳排放到完全依靠自身实现零碳排放。

**10.4.3** 产业园区碳排放评价体系构建时，参考了现行的产业园区低碳发展水平评价标准，其中若约束项全部满足，即可达到低碳产业园区认证的要求。此外，结合低碳产业园区的评价认证的工作经验，将与园区碳排放水平密切相关的，但实施难度大的评价指标设定为引导项，其作用包含两方面，一是为产业园区的发展明确方向，二是对于满足引导项的产业园区予以肯定，即可认定为近零碳产业园区。最后，对于零碳产业园区，由于目前我国处于落实双碳战略的初期，考虑到零碳园区的建设还处于尝试探索的阶段，无成熟经验可循，因此，零碳产业园区的认定较为简单，即在一年及以上的时间周期内产业园区的碳排放小于等于零，且允许购买碳减排产品，但为了防止“漂绿”现象，零碳产业园区应满足产业园区碳排放评价体系中约束项和引导项的要求。